연구보고서

항공기 청소노동자 유해인자 노출평가 및 작업환경관리방안

박현희·김세동·황은송·박승현·김치년·김기연·조용민

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원

연구보고서

항공기 청소노동자 유해인자 노출평가 및 작업환경관리방안 (Ⅰ)

– 기내일반청소 소음, 분진, 디젤엔진배출물 등을 중심으로 –

박현희 · 김세동 · 황은송 · 박승현

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원

요 약 문

연구기간 2019년 1월 ~ 2019년 11월

핵심단어 항공기 청소노동자, 기내 청소, 분진, 디젤엔진배출물

연구과제명 항공기 청소노동자 유해인자 노출평가 및 작업환경관리(Ⅰ)
- 기내일반청소 소음, 분진, 디젤엔진배출물 등을 중심으로-

1. 연구배경

- 최근 기내 살충소독제(델타메트린) 중독 재해 및 기내 청소제품의 구성 성분 논란과 관련하여, 항공기 청소노동자를 대상으로 하는 전반적인 작업환경유해도 평가의 필요성이 제기됨.
- 항공기 청소노동자들은 기내 청소작업에서 청소용 세제, 시트접착제 등 화학물질을 취급하고 있으며, 소음, 호흡성 분진, 초미세먼지, 디젤엔진 배출물, 미생물 등 다양한 작업환경 유해요인에 노출되고 있으나 노출농도 수준에 대해서는 조사된 바가 없음.
- 이번 연구에서는 항공기 청소노동자에게 노출되는 유해인자의 노출평가를 실시하고 작업환경관리방안을 마련하고자 함

2. 주요 연구내용

- 국내 항공기 청소협력업체는 항공사 자회사를 통한 하도급형태로 운영되며, 약 20여개소, 3,000여명의 청소노동자가 있는 것으로 조사됨. 청소노동자는 새벽 및 야간시간을 포함한 교대근무, 항공기 운항일정에 따라 식사 및 휴게시간 등이 불규칙한 특성이 있음.
- 항공기 청소작업에서 과거 사용한 것으로 조사된 화학제품은 약 42종이 있었으며, 주로 살균, 살충소독제, 좌석시트 접착제, 스티커, 껌 등

제거제, 얼룩제거제, 광택제, 좌석시트 드라이크리닝 세제 등이 있었고, 주요 유해물질로는 1-브로모프로판, 아세톤, 테트라하이드로퓨란, 크실렌, 시클로헥산, 결정형유리규산, 에틸렌글리콜, 퍼클로로에틸렌, 에탄올아민 등이 있었음. 다만 연구기간동안 대부분의 화학제품은 사용이 금지되거나 유해성이 낮은 물질로 대체되었음.

- 항공기 기내 일반청소자가 노출되는 소음수준에 대해 개인별 누적소음 노출량을 평가한 결과(OSHA 방법), 8시간 시간가중값으로는 80dB(A)를 초과하는 작업자는 없었음. 다만, 등가소음(ISO 방법, LAeq) 노출값으로는 진공청소 78.9±4.1 dB(A), 캐빈청소 76.8±2.9 dB(A), 시트교체작업 74.2±1.2 dB(A) 수준으로 80dB(A)에 근접하므로 유사노출그룹을 세분화한 지속적인 소음수준 관찰이 요구됨.
- 호흡성 분진에 대한 개인노출평가 결과, 진공청소작업에서 평균 98.2±103.4 ㎍/㎥, 캐빈일반청소작업 56.3±42.0 ㎍/㎥, 시트교체작업자 52.6±42.0 ㎍/㎥ 수준이었음. 분진의 입경별 분포를 살펴본 결과, 발생되는 분진의 90% 이상이 지름 1 ㎛이하의 입자로 구성되어 있었음.
- 초미세먼지(PM 2.5)를 평가한 결과, 항공기 내부 청소작업 중 평균은 4.83 ~ 9.89 ㎍/㎥이었고, 버스 및 외부 대기공간에서는 28.5 ~ 44.5 ㎍/㎥ 수준이었음. 대기환경기준의 관심단계인 50 ㎍/㎥을 초과하는 경우가 측정일에 따라 전체 시료의 약 10 ~ 40% 수준이었음.
- 블랙카본에 대한 개인노출평가 결과, 약 2 ~ 7 ㎍/㎥ 수준으로, 도로변 옥외에서 관찰되는 농도수준과 유사하였음. 공항 내 수화물 운송, 급유, 급수 등을 위해 운행하는 다양한 디젤차량배출물이 주요 오염원으로 확인되었고, 초미세먼지 농도와 높은 상관관계를 나타내었음.
- 기내청소작업에 대한 휘발성 유기화합물 농도를 평가한 결과, 톨루엔, 퍼클로로에틸렌, 에틸벤젠 등이 검출되었으나, 작업자 노출기준의 1/100 수준으로 매우 낮았음. 다만, 시트교체작업자 대기공간에서 총휘발성 유기화합물 농도가 414.6 ㎍/㎥로 사무실 공기질 관리기준에서 정하는 관리기준 500 ㎍/㎥의 약 83%수준으로 환기 등 개선이 요구됨.

- 시 사 점

○ 항공기 청소작업자의 노출 유해인자 종류 및 농도수준은 도로변에서 작업하는 옥외작업자와 매우 유사하며, 옥외작업자 미세먼지, 폭염, 한랭 가이드에 따라 호흡보호구 지급, 휴식시간 배분 등 조치가 필요함

○ 초미세먼지 및 디젤엔진배출물(블랙카본)의 주요 오염원은 공항 내 디젤 차량으로 공항 내 노후차량 교체, 배출가스 관리기준 강화 및 전기차 도입 등에 대한 논의가 필요함.

○ 항공기 청소노동자는 작업일정변동이 빈번하나, 항공기 출발을 위해 정해진 시간 내에 작업을 수행하여야 하는 특성이 있어 움직이는 이동버스 내에서 업무배분, 대기 및 준비작업을 하여 안전상의 위험이 있었고, 미세먼지, 폭염, 한파, 우천 등 열악한 기상여건에 노출되고 있으므로, 공항 내 안정적인 대기공간의 마련이 필요함.

3. 연구 활용방안

- 제 언

○ 과거 기내 청소 시 사용하였던 좌석시트 접착제 및 드라이크리닝 세제 등에 함유된 발암성 및 생식독성 물질의 노출농도는 과거 작업환경측정 자료에 따르면 노출기준에 근접하는 수준으로 노출 근로자에 대한 건강영향 추적관리가 요구됨

- 활 용

○ 항공기 청소노동자 보건관리 가이드라인 개발

○ 산업보건학회 학술대회 발표 및 국내외 산업보건관련 학회지 논문 발표

4. 연락처

- 산업안전보건연구원 직업환경연구실 박현희
- ☎ 052) 7030. 883
- E-mail bioaerosol@kosha.or.kr

차 례

Ⅰ. 서 론 ····· 1
1. 연구배경 ····· 1
2. 연구목적 ····· 3

Ⅱ. 연구방법 ····· 4
1. 국내 항공기 청소노동자 규모, 직무 노출가능 유해인자 ····· 4
2. 청소작업 유해인자 노출 및 건강장해 문헌고찰 ····· 5
3. 항공기 청소작업별 유해인자 노출평가 ····· 6

Ⅲ. 연구결과 ····· 19
1. 국내 항공산업 및 항공기 청소노동자 규모 ····· 19
2. 항공기 청소노동자 직무 및 취급화학물질 ····· 25
3. 청소작업 유해인자 노출 및 건강장해 문헌고찰 ····· 38
4. 항공기 청소노동자 유해인자 노출평가 결과 ····· 50

Ⅳ. 고 찰 ····· 127

Ⅴ. 결 론 ····· 136

Ⅵ. 참고문헌 ····· 139

Ⅶ. 부 록 ····· 146

Abstract ····· 198

표 차 례

〈표 Ⅱ-1〉 항공기 청소작업 노출평가 대상 사업장 ·····6
〈표 Ⅱ-2〉 분진의 입경별 분포 장비 사양 ·····14
〈표 Ⅱ-3〉 블랙카본측정기(Aethalomether, Arthlabs) 장비 사양 ·····15
〈표 Ⅱ-4〉 휘발성 유기화합물 시료분석장비 및 분석조건 ·····16
〈표 Ⅱ-5〉 복합가스측정기 측정방식 및 측정범위 ·····17
〈표 Ⅲ-1〉 국내 항공사 현황 ·····21
〈표 Ⅲ-2〉 대한민국 항공여객 수송실적(1970~2015) ·····22
〈표 Ⅲ-3〉 항공기 청소작업 종류별 작업자 수 및 작업시간 ·····25
〈표 Ⅲ-4〉 국내 항공기 청소노동자 취급 화학물질 ·····33
〈표 Ⅲ-5〉 국내 청소노동자 관련 문헌 ·····43
〈표 Ⅲ-6〉 국외 청소노동자 관련 문헌 ·····44
〈표 Ⅲ-7〉 항공기 청소작업 노출평가 시료수 ·····50
〈표 Ⅲ-8〉 항공기 청소작업 평가 진행시간 중 작업내용 ·····51
〈표 Ⅲ-9〉 항공기 청소작업별 소음 노출평가 결과(dB) ·····53
〈표 Ⅲ-10〉 항공기 청소작업별 소음 노출평가 결과(dB)_사후분석 ·····54
〈표 Ⅲ-11〉 청소협력업체별 기내청소작업 소음 노출평가 결과(dB) ·····56
〈표 Ⅲ-12〉 청소작업 종류별 소음 노출평가 결과(dB) ·····58
〈표 Ⅲ-13〉 청소협력업체별 기내일반 청소작업 소음 노출평가 결과(dB)_사후분석 ···58
〈표 Ⅲ-14〉 청소협력업체 일별 기내청소작업 소음 노출평가 결과(dB) ·····59
〈표 Ⅲ-15〉 공항별 기내청소작업 소음 노출평가 결과(dB) ·····62
〈표 Ⅲ-16〉 항공기 기내일반청소 작업별 호흡성 분진(개인시료) 노출평가 결과 ···63

〈표 Ⅲ-17〉 항공기 청소작업 사업장_작업별 호흡성 분진(개인시료) 노출평가 결과 …65
〈표 Ⅲ-18〉 항공기 청소작업 사업장별 호흡성 분진(개인시료) 노출평가 결과 …66
〈표 Ⅲ-19〉 항공기 청소작업 호흡성 및 총 분진(지역시료) 노출평가 결과 …67
〈표 Ⅲ-20〉 항공기 청소작업 사업장별 호흡성 및 총 분진(지역시료) 노출평가 결과 ….68
〈표 Ⅲ-21〉 항공기 기내일반청소(사업장 B) 작업별 PM 2.5 노출평가 결과 ……71
〈표 Ⅲ-22〉 항공기 기내일반청소(사업장 C) 작업별 PM 2.5 노출평가 결과 ….71
〈표 Ⅲ-23〉 항공기 기내일반청소(사업장 D) 작업별 PM 2.5 노출평가 결과 ….72
〈표 Ⅲ-24〉 항공기 기내일반청소(사업장 E) 작업별 PM 2.5 노출평가 결과 ….72
〈표 Ⅲ-25〉 항공기 기내일반청소(사업장 F) 작업별 PM 2.5 노출평가 결과 ….73
〈표 Ⅲ-26〉 위치별 PM 2.5 및 블랙카본 농도간 상관관계_전체시료 ……80
〈표 Ⅲ-27〉 위치별 PM 2.5 및 블랙카본 농도간 상관관계_버스 및 휴게실 대기(Standby) ….81
〈표 Ⅲ-28〉 위치별 PM 2.5 및 블랙카본 농도간 상관관계_캐빈청소작업(Cabin cleaning) …82
〈표 Ⅲ-29〉 항공기 기내일반 청소작업 Grimm노출평가 결과_중량 (㎍/㎥) ……84
〈표 Ⅲ-30〉 항공기 기내일반 청소작업 Grimm노출평가 결과_수농도 (#/㎤) ……94
〈표 Ⅲ-31〉 항공기 기내일반 청소작업 OPS노출평가 결과_중량 (㎍/㎥) ……103
〈표 Ⅲ-32〉 항공기 기내일반 청소작업 OPS노출평가 결과_입자수 (#/㎤) ……104
〈표 Ⅲ-33〉 항공기 기내일반 청소작업 블랙카본 노출평가 결과 (㎍/㎥) ……111
〈표 Ⅲ-34〉 항공기 기내일반 청소작업 블랙카본 일별 노출평가 결과 (㎍/㎥) 112
〈표 Ⅲ-35〉 항공기 기내 일반청소작업 측정기별 블랙카본 노출평가 결과 (㎍/㎥) ….113
〈표 Ⅲ-36〉 항공기 기내일반 청소작업 휘발성 유기화합물 평가 결과 (ppb) ….117
〈표 Ⅲ-37〉 항공기 기내일반 청소작업 휘발성 유기화합물 평가 결과 (㎍/㎥) …119

그 림 차 례

[그림 Ⅱ-1] 개인시료 채취방법 ·····7
[그림 Ⅱ-2] 지역시료 채취방법 ·····8
[그림 Ⅱ-3] 누적소음 노출량측정기 ····· 10
[그림 Ⅱ-4] 알루미늄 사이클론 ·····10
[그림 Ⅱ-5] 초미세먼지(PM 2.5) 측정기(Side pak AM 520, TSI, USA) ·····13
[그림 Ⅱ-6] 분진의 입경별 분포 (Optical Particle Sizer 3330, TSI, USA) ·····13
[그림 Ⅱ-7] 분진의 입경별 분포 (Optical Particle Counter, Grimm, Germany) ····12
[그림 Ⅱ-8] 복합가스측정기 (RAE System MultiRAE pro, USA) ·····17
[그림 Ⅲ-1] 항공사 및 협력업체 운영현황 ·····20
[그림 Ⅲ-2] 대한민국 항공여객 수송실적(1970~2015) ·····22
[그림 Ⅲ-3] 항공사별 국내선 항공교통이용자 운송실적 ·····23
[그림 Ⅲ-4] 항공사별 국제선 항공교통이용자 운송실적 ·····23
[그림 Ⅲ-5] 공항별 국내선 항공교통이용자 운송실적 ·····24
[그림 Ⅲ-6] 공항별 국제선 항공교통이용자 운송실적 ·····24
[그림 Ⅲ-7] 항공기 일반청소 작업내용 ·····27
[그림 Ⅲ-8] 항공기 집중청소 작업내용 ·····29
[그림 Ⅲ-9] 항공기 좌석시트 교체작업 ·····30
[그림 Ⅲ-10] 작업별 소음수준 ·····55
[그림 Ⅲ-11] 사업장별 기내일반_케빈청소작업 소음수준 ·····59
[그림 Ⅲ-12] 작업별 호흡성 분진(개인시료)수준 ·····64
[그림 Ⅲ-13] 작업별 총분진 및 호흡성 분진(지역시료)수준 ·····69

[그림 Ⅲ-14] 사업장 B 측정위치별 초미세먼지 노출수준 ·····74
[그림 Ⅲ-15] 사업장 C 측정위치별 초미세먼지 노출수준 ·····75
[그림 Ⅲ-16] 사업장 D&E 측정위치별 초미세먼지 노출수준 ·····76
[그림 Ⅲ-17] 사업장 F 측정위치별 초미세먼지 노출수준 ·····77
[그림 Ⅲ-18] 사업장 B_일간 초미세먼지 노출수준 ·····78
[그림 Ⅲ-19] 사업장 C_일간 초미세먼지 노출수준 ·····78
[그림 Ⅲ-20] 사업장 D_일간 초미세먼지 노출수준 ·····78
[그림 Ⅲ-21] 사업장 B 입경별 초미세먼지 노출수준 ·····88
[그림 Ⅲ-22] 사업장 C 입경별 초미세먼지 노출수준 ·····89
[그림 Ⅲ-23] 사업장 D 입경별 초미세먼지 노출수준 ·····90
[그림 Ⅲ-24] 사업장 E 입경별 초미세먼지 노출수준 ·····92
[그림 Ⅲ-25] 사업장 F 입경별 초미세먼지 노출수준 ·····93
[그림 Ⅲ-26] 사업장 B 기내청소 실시간 입경별 수농도 분포 ·····98
[그림 Ⅲ-27] 사업장 C 기내청소 실시간 입경별 수농도 분포 ·····98
[그림 Ⅲ-28] 사업장 D 기내청소 실시간 입경별 수농도 분포 ·····100
[그림 Ⅲ-29] 사업장 E 기내청소 실시간 입경별 수농도 분포 ·····101
[그림 Ⅲ-30] 기내청소작업 분진의 입경별 중량 누적분포 ·····105
[그림 Ⅲ-31] 기내청소작업 분진의 입경별 수농도 누적분포 ·····108

Ⅰ. 서 론

1. 연구배경

최근 항공기 청소노동자의 기내 살충소독제 중독 재해 및 기내 청소제품에서 발암성 및 생식독성물질이 함유되었다는 논란이 발생하면서 항공기 청소노동자를 대상으로 하는 전반적인 작업환경유해도 평가의 필요성이 제기되었다. 기내 청소는 항공기의 환승 시 이루어지는 일반청소(quick transit cleaning), 장시간 체류 시 이루어지는 특별청소(special cleaning), 소독·살균이 함께 이루어지는 정밀청소(deep cleaning) 등으로 구분되어 시행된다 (Yeung et al., 2005). 항공기 청소 과정에서 청소용 세제, 소독제, 시트접착제 등 화학물질, 소음, 호흡성 분진, 미생물, 디젤엔진연소물 등 다양한 작업환경 유해요인에 노출될 가능성이 있으나, 노출농도 수준에 대해서는 조사된 바가 없다.

국내공항 이용객은 1990년대 이후 국제선을 중심으로 수직상승한 이후 매년 꾸준한 증가율을 보이고 있으며, 저비용항공사의 등장이후 국내선 운항도 꾸준히 증가하고 있다(이세영, 2017). 국내에는 8개 여객운송 항공사, 15개의 공항이 운항되고 있으며, 항공교통이용자수의 증가에 따른 항공기 청소작업자의 규모도 증가하고 있다.

기내 청소작업은 좁은 항공기 내부에서 정해진 시간 내 작업을 수행하여야 하고, 항공기의 이착륙 지연 등 변동사항이 발생하는 경우 작업일정이 수시로 바뀌는 특수성이 있다. 또한, 기내 청소작업은 항공보안법상의 보안구역 내부에서 이루어지고, 항공사 자회사를 통한 하도급형태로 계약운영되고 있어 안전보건에 대한 인식 및 관리가 다소 미흡한 실정이다.

항공기 청소노동자에 특화된 연구는 없었으나, 건물, 병원 등 청소 노동자의 건강영향을 조사한 연구에서 호흡기질환, 피부질환, 근골격계질환, 감염, 정신장애 등에 대한 건강영향이 우려됨이 보고되었다 (Charles L et al., 2009). 또한, 청소 노동자의 직업성 천식 및 비염발생 위험에 관한 연구에서 청소 작업자들의 직업적 천식과 비염 발생위험이 높은 것으로 보고되었다. 특히 스프레이 형태의 세제, 표백제, 암모니아, 혼합세제의 사용이 주요원인이라고 보고하였고(Folletti I et al, 2014), 유해화학물질의 농도는 취급하는 제품의 종류, 작업수행방법, 작업공간 체적, 환기조건에 의해 결정될 수 있다고 보고하였다 (Bello et al, 2013).

김기연 등(2018)의 연구에서 청소노동자를 대상으로 하는 설문조사에서 바닥 진공청소작업 시 발생하는 분진 및 하절기 작업공간 온도에 대한 불편호소가 가장 많았다고 보고하였고, 취급하는 화학물질 중 관리대상물질을 함유하는 제품은 시트접착제(아세톤 함유), 껌제거제(크실렌 함유) 등이 있다고 보고하였다.

이번 연구에서는 항공기 청소노동자에게 노출되는 전반적인 유해인자의 현황을 파악하고 노출평가를 통한 작업환경관리방안을 마련하고자 하였다.

연구보고서는 기내일반청소작업에 대한 소음, 분진. 디젤엔진배출물 등에 대해 노출평가를 실시한 본 연구보고서(2019-연구원-1488) 및 살균·살충 소독제 및 부유세균·진균 등에 대한 노출평가 보고서(2019-연구원-1421) 두권으로 작성되었다.

2. 연구목적

이번 연구의 목적은

1) 국내 항공기 청소노동자의 규모, 근무형태, 청소작업 종류에 따른 직무 및 취급 화학물질에 대해 조사하고자 한다

2) 항공기 청소작업(일반, 스페셜, 집중, 시트교체 등)에서 노출 가능한 유해인자(소음, 분진, 디젤엔진배출물, 화학물질 등)의 노출농도 수준을 파악하고, 환경변수에 따른 농도변화를 살펴보고자 한다

3) 항공기 청소작업자의 작업환경을 개선하고, 유해인자 노출을 최소화할 수 있는 관리방안을 제안하고자 한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 국내 항공기 청소노동자 규모, 직무 노출가능 유해인자

1) 국내 항공기 청소노동자 규모 및 직무

국내 항공기 청소노동자 규모는 2018년 공단에서 실시한 청소협력업체 실태조사 자료 및 각 항공사 및 지상조업을 담당하는 자회사 담당자 간담회를 통해 공항별 청소협력업체 현황을 먼저 파악하고, 공항별 청소협력업체를 직접 방문조사하였다. 방문조사를 통해 청소협력업체의 인력규모, 근무형태, 청소작업의 종류 및 작업별 직무 등을 파악하였다.

2) 취급 화학물질 물질안전보건자료 분석

항공기 청소협력업체별 취급화학물질은 2018년 공단에서 실시한 청소협력업체 실태조사 자료, 작업환경측정자료, 특수건강진단 자료 및 현장 방문조사를 통해 파악하고, 물질안전보건자료를 통해 구성성분, 함량, 노출기준 및 성분별 발암성, 생식독성 여부 등을 분석하였다.

3) 항공사 및 항공기 청소업체 작업환경측정 현황

작업환경측정 자료는 공단에서 보유하고 있는 작업환경측정결과 전산 보고자료 데이터베이스를 통해 2014년부터 2018년까지 최근 5년 동안 항공사, 항공사 자회사 및 청소협력업체별 작업환경측정 실시현황을 살펴하고 공정별 평가대상 유해인자, 연도별 측정건수, 평균농도 등을 조사하였다.

2. 청소작업 유해인자 노출 및 건강장해 문헌고찰

1) 국내 문헌

청소노동자 노출평가 관련 국내문헌은 학술지(산업보건학회, 환경보건학회, 대한직업환경의학회 등)에 게재된 논문, 산업안전보건연구원 연구보고서, 한국학술정보(Koreanstudies Information Service System(KISS), kiss.kstudy.com) 및 학술연구정보서비스(Research Information Sharing Service(RISS), www.riss.kr) 등에서 관련 문헌을 검색하였다. 또한, 검색을 통해 찾은 문헌에서 인용하였던 참고문헌 중 본 연구의 목적과 부합하는 문헌을 추가로 찾았으며 이러한 검색 과정을 반복하여 자료를 확보하였다. 문헌검색 시 검색어로는 “항공기”, “청소”, “청소노동자”, “유해인자”, “노출”, “건강” 등의 단어를 개별 또는 조합하여 사용하였다.

2) 국외문헌

국외 문헌은 미국의학논문데이터베이스 (US National Library of Medicine)인 Pubmed(www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed)와 미국산업위생학회 저널인 Journal of Occupational and Environmental Hygiene, Annal Occupational Hygiene에서 검색하였다. 검색어는 “aircraft”, “airline”, “flight”, “cleaning”, “worker”, “health”, “exposure” 등을 개별 또는 조합하여 사용하였다. 또한, 검색을 통해 찾은 문헌에서 인용하였던 참고문헌 중 본 연구의 목적과 부합하는 문헌을 추가로 찾았으며 이러한 검색 과정을 반복하여 자료를 확보하였다.

3. 항공기 청소작업별 유해인자 노출평가

1) 대상 사업장

국내 3개(김해, 김포, 인천) 공항의 공항별 청소협력업체를 대상으로 일반청소, 시트교체작업로 구분하여 업체별 일 6 ~ 12명을 대상으로 2 ~ 3일 연속 측정을 수행하였다. 항공기 일반청소는 김해공항 2개소, 김포공항 2개소, 인천공항 2개소를 대상으로 공단 연구원에서 평가를 수행하였다.

청소협력업체의 대부분은 대형항공사와 저비용항공사 항공기 청소를 함께 수행하였다. 김해공항과 김포공항은 군사공항이거나 도심지에 위치하여 야간 항공기 이착륙이 금지되므로 주간에만 작업을 수행하였고, 인천공항은 주간, 야간에 모두 작업이 있으나, 일반 청소작업의 경우 주간작업을 대상으로 평가하였다.

<표 Ⅱ-1> 항공기 청소작업 노출평가 대상 사업장_일반청소

공항	사업장	항공사 종류	청소종류	근로자수	근무형태	평가일정
GH	A	LCC	일반청소	14	주간(오전, 오후) 2개조	2019. 4.10~12 (3일간)
GH	B	FSC, LCC	일반청소	90	주간(오전, 오후) 8개조	2019. 4.16~17 (2일간)
GP	C	FSC, LCC	일반, 집중청소	76	주간(오전, 오후) 6개조 야간 1개조	2019. 4.23~25 (3일간)
GP	D	FSC, LCC	일반청소	109	주간(오전, 오후) 9개조	2019. 5.8~10 (3일간)
IC	E	FSC, LCC	시트교체	46	주간(오전) 6개조	2019. 5.21~22 (2일간)
IC	F	FSC, LCC	일반청소	250	주간(오전, 오후) 15개조 야간 7개조	2019. 6.12~14 (3일간)

*** FSC: Full Service Carrier(대형항공사), LCC: Low Cost Carrier(저비용항공사)**

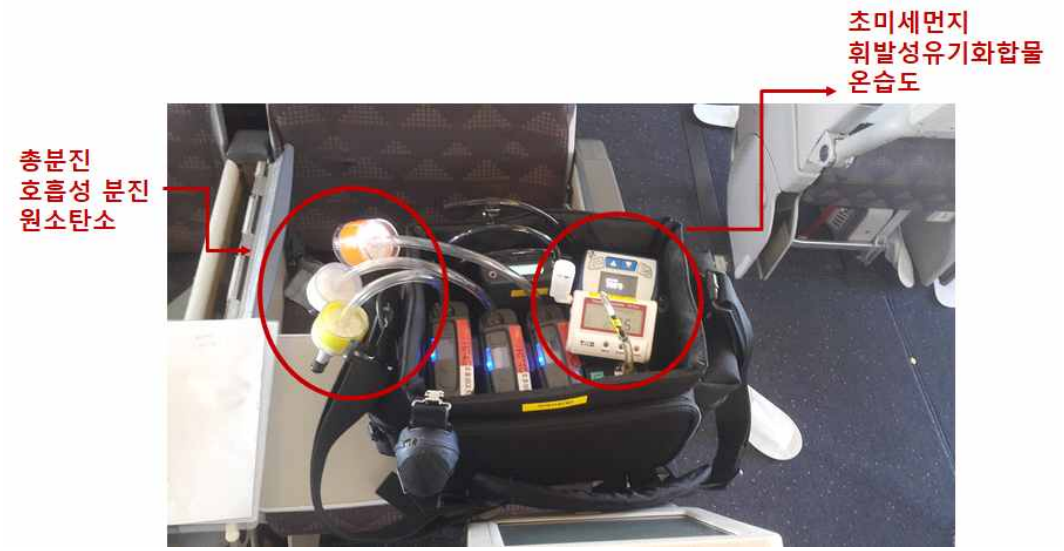
*** 집중청소에 대한 평가대상 및 평가결과는 위탁연구보고서(연구원-2019-1421) 참조**

2) 시료채취 및 분석방법

시료채취는 개인시료 및 지역시료 채취방식을 병행 실시하였다. 소음, 호흡성 분진, 블랙카본에 대한 평가는 개인시료 채취방법으로 수행하였고 총분진, 호흡성 분진, 원소탄소, 휘발성 유기화합물에 대한 평가는 지역시료 채취방법으로 항공기 앞, 뒤, 중앙 3개 지점 및 청소노동자 이동용 버스에서 수행하였다. 초미세먼지(PM 2.5) 및 분진의 입경별 분포는 직독식 장비를 사용하여 실시간으로 살펴보았다. 개인시료 채취 시 평가대상자에게 측정목적 및 취지를 설명하여, 충분한 동의를 거친 후 실시하였으며, 개인별 측정결과는 실명을 사용하지 않고, 직종 및 작업별 평균, 편차, 범위만 표기됨을 안내하였다.



[그림 Ⅱ-1] 개인시료 채취방법





[그림 Ⅱ-2] 지역시료 채취방법

(1) 소음

소음 측정은 누적소음 노출량측정기(Model : CEL-350, CASELLA, Vernon Hills, USA)를 사용하여 일일 작업시간동안 근로자들이 노출되는 누적소음 노출량(Dose)을 측정하였다. 노출량 측정은 OSHA에서 사용하는 방법으로 누적소음 측정기기의 Criteria 90 dB, Exchange Rate 5 dB, Threshold 80 dB로 설정하여 측정하고, 측정시간동안의 평균(Lavg), 시간가중평균소음(TWA)으로 평가하였다. 또한 ISO 소음측정방법에 따른 각 소음레벨의 등가소음(LAeq, Exchange Rate 3 dB) 평가결과도 함께 제시하였다

$$Lavg = 16.61 \log(\frac{D}{12.5 \times T}) + 90$$

Lavg : 측정시간에 있어서의 평균치(dB)

D : 누적소음노출량(%)

$$TWA = 16.61 \log(\frac{D}{100}) + 90$$

TWA : 시간가중평균소음(dB)

D : 누적소음노출량(%)

$$LAeq = 10 \log(\frac{n_1 \times 10^{\frac{LA_1}{10}} + n_2 \times 10^{\frac{LA_2}{10}} + ... + n_N \times 10^{\frac{LA_N}{10}}}{\text{각 소음레벨측정치의 발생시간 합}})$$

LAeq : 각 소음레벨의 측정치(dB(A))

n : 각 소음레벨측정치의 발생시간(분)



[그림 Ⅱ-3] 누적소음 노출량측정기





[그림 Ⅱ-4] 알루미늄 사이클론

(2) 공기 중 총분진 및 호흡성 분진

총분진 및 호흡성 분진의 시료채취는 중량 분석한 PVC 여과지(Poly Vinyl Chloride, 직경 37mm, 공극 5um, SKC Inc., USA)를 카세트(3-piece cassette) 및 알루미늄 싸이크론(SKC Inc., USA)에 각 장착하고 고유량 시료채취기(high volume air sampler, Casella Apex2, UK)를 사용하여 채취하였다. 시료채취 유량은 총분진은 2 Lpm(Liter per minute), 호흡성 분진은 2.5 Lpm(호흡성 분진, 4 ㎛-cut-point)으로 작업시간동안 시료를 채취하였다. 시료채취기는 작업 전, 후 유량보정기(Dry cal, Defender 520-M, MesaLabs, USA)를 사용하여 유량을 보정하였다.

중량 분석을 위해 시료채취 전 PVC 여과지를 데시케이트에서 1일 이상 건조 시키고, 중량분석실에서 2시간 이상 안정화한 후, 해독도 10^{-7} g 인 전자저울(XP2U, Mettler toledo, Switzerland)에서 무게를 칭량하였다. 무게칭량은 3회 측정한 후 평균값을 시료채취 전 무게로 하였다. 채취된 시료 및 현장 공시료도 데시케이트에서 1일 이상 두어 건조 시키고, 중량분석실에서 2시간 이상 안정화한 후, 3회 중량을 측정하고 평균값을 시료채취 후 무게로 하였다.

$$C = \frac{(W_a - W_b) - (B_a - B_b)}{V}$$

C : 분진 농도(㎎/㎥)
W_a : 시료의 시료채취 후 무게(㎎)
W_b : 시료의 시료채취 전 무게(㎎)
B_a : 공시료의 시료채취 후 무게(㎎)
B_b : 공시료의 시료채취 전 무게(㎎)
V : 채취 공기량(㎥)

(3) 분진의 입경분포

초미세먼지(PM 2.5) 농도 측정 및 분석

초미세먼지의 측정은 광산란 방식의 휴대용 장비(Sidepak AM 520, TSI, USA)를 이용하여 실시간으로 청소작업동안 측정하였다. 기기에 부착된 PM 2.5 전용 임팩터(impactor)를 이용하여 분진의 공기역학적 직경이 2.5 ㎛ 이상인 분진은 제거하고 채취하였으며, 유량은 1.7 Lpm을 유지하였다. 농도 측정은 매 10초 간격으로 연속 저장하였다. 4대의 장비는 배경농도, 항공기내 앞, 뒤, 중앙 위치 또는 청소작업자가 타고 다니는 버스 내부에 고정하고 측정하였다. 측정기기의 공기 유입구는 가능한 작업자의 호흡기 영역에 가까운 장소에 설치하였다. 저장된 자료는 제조사의 소프트웨어 프로그램(TRAKPRO, TSI, USA)를 이용하여 다운로드 받았으며, 중량농도로 환산하기 위한 농도보정계수는 일반 공기질 측정(ambient air)에 적용하는 0.38을 곱하여 사용하였다.

분진의 입경별 분포

분진의 입경별 분포는 광산란 방식의 휴대용 장비(OPS, Optical Particle Sizer TSI, USA 및 OPC, Optical Particle Counter, Grimm, Germany)를 이용하여 실시간으로 청소작업자의 작업동선과 병행하며 측정하였다. 각 측정장비별 측정범위 등 장비사양은 <표 Ⅱ-2> 와 같다. OPS 장비는 0.3 ~ 10 ㎛ 크기의 입자를 16개 입자크기 구간으로 나누어 평가하고, OPC 장비는 0.25 ~ 32 ㎛ 크기의 입자를 31개 입자크기 구간으로 나누어 평가하였다.



[그림 Ⅱ-5] 초미세먼지(PM 2.5) 측정기(Side pak AM 520, TSI, USA)



[그림 Ⅱ-6] 분진의 입경별 분포 (Optical Particle Sizer 3330, TSI, USA)



[그림 Ⅱ-7] 분진의 입경별 분포 (Optical Particle Counter, Grimm, Germany)

<표 Ⅱ-2> 분진의 입경별 분포 장비 사양

	Sidepak (AM520)	Optical Particle Sizer (OPS 3330)	Optical Particle Counter (11-D)
Manufacturer, Country	TSI, USA	TSI, USA	Grimm, Germany
Measurement Method	Light scattering	Light scattering	Light scattering
Optical Source	650 nm laser diode	Long lasting laser diode	laser diode
Concentration Range	0.001 to 100 mg/m^3	Up to 3,000 Particle/cm^3 0.001 to 275,000 ug/m^3	Up to 1,000 particle/cm^3 Up to 100,000 ug/m^3
Size Range	0.1 to 10 ㎛	0.3 to 10 ㎛	0.253 to 35.15 ㎛
Size Channels	Impactor Size ($PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$ $PM_{5.0,}$ PM_{10})	16 User-Adjustable Channels	31 Channels
Flow Rate	1.7 LPM(with $PM_{2.5}$)	1.0 LPM	1.2 LPM
Dimensions (L × H × W, mm)	129.5 × 94 × 78.4	224 × 135 × 216	70 × 270 × 130
Weight	0.62 kg	2.1 kg	2.1 kg

(4) 공기 중 디젤엔진배출물 지표물질(블랙카본)

블랙카본(Black Carbon, BC)은 원소탄소(Elemental Carbon, EC)와 더불어 공기 중 디젤엔진배출물의 노출지표로 주로 사용된다. EC와 BC는 화학적 성분에 따른 분류는 아니고, 여과지법으로 탄소성분 분석 시 EC, Aethalometer(Model MA 200, Arthlabs Inc.,USA)에 의한 실시간 탄소성분 측정치를 BC로 부른다. Aethalometer는 기기 내부의 여과지에 채취되는 입자에 의해 7개 파장(370, 470, 520, 590, 660, 880, 950 nm)의 빛이 석영 필터에 채취된 입자에 의해 감쇄되는 정도를 각 파장별 질량 농도로 변환하여 BC 입자의 질량농도를 계산한다.

<표 Ⅱ-3> 블랙카본측정기(Aethalomether, Arthlabs) 장비 사양

구분	사양	측정기 사진
Manufacturer, Country	Aethlabs, USA	
Measurement Method	5 Wavelength absorption analysis	
Wavelength	880 nm, 625 nm, 528 nm, 470 nm, 375 nm	
Sensor Range (Up to)	0 to 1 mg BC/m^3	
Resolution	0.001 ug/m^3	
Flow Rate	50 to 150 ml/min	
Dimensions (L × H × W, mm)	136.75 × 35.75 × 85	
Weight	0.42 kg	

(5) 공기 중 휘발성 유기화합물

시료채취매체는 개인시료의 경우 수동식시료채취기 (Organic Vapor Monitor; 3M 3500, Made in Canada)를 사용하여 작업을 진행하는 시간동안 개인시료 채취방법으로 실시하였고, 지역시료의 경우 시료채취용 흡착관(Anasorb coconut shell charcoal, 100/50mg, SKC)을 저유량시료채취기(low volume air sampler, GSA, Germany)에 연결하여 유량 0.2 Lpm으로 설정하고 채취하였다.

시료분석은 가스크로마토그래피(Gas Chromatography)의 질량분석기(MSD; Mass Spectrometer Detector)를 사용하여 분석하였다. 상세한 분석조건은 <표 Ⅱ-4>과 같다.

<표 Ⅱ-4> 휘발성 유기화합물 시료분석장비 및 분석조건

Analysis Device		GC : Agilent 7890A MSD : Agilent 5975C inert XL with Triple -Axis Detector
Analysis condition	Inlet	270 ℃, Column flow : 1 ㎖/min
	Oven	40 ℃ (5min) - 8 ℃/min - 250 ℃ (10 min)
	Column	HP-5MS (30m x 0.25mm x 0.25um)

(6) 공기 중 일산화탄소, 이산화질소, 일산화질소 등

공기 중 일산화탄소, 이산화질소, 일산화질소에 대한 평가를 위해 직독식 장비(MultiRAE pro, RAE System, USA)를 사용하였다. 측정센서별 측정방식, 측정범위 및 분해능은 다음과 같다.



[그림 Ⅱ-10] 복합가스측정기 (RAE System MultiRAE pro, USA)

<표 Ⅱ-5> 복합가스측정기 측정방식 및 측정범위

측정항목	측정방식	측정범위	분해능
휘발성유기화합물	광이온화검출기(PID)	10 ppb ~ 2,000 ppm	10 ppb
이산화황(SO_2)	전기화학식	0 ~ 20 ppm	0.1 ppm
일산화질소(NO)	전기화학식	0 ~ 250 ppm	0.5 ppm
이산화질소(NO_2)	전기화학식	0 ~ 20 ppm	0.1 ppm
일산화탄소(CO)	전기화학식	0 ~ 500 ppm	1 ppm
황화수소(H_2S)	전기화학식	0 ~ 200 ppm	0.1 ppm

(7) 자료의 처리

공기 중 시료채취방법으로 측정한 결과는 자료의 정규성 검정을 실시하여 분포 특성을 살펴보았으며, 분석물질에 따라 정규분포 또는 대수정규분포를 따르지 않는 평가그룹이 존재하여 평균값을 산술평균(arithmetic mean: AM)과 기하평균(geometric mean: GM) 등으로 모두 제시하였다. 분석시료 중 검출한계 미만인 자료(Not Detected)는 검출한계의 1/2값으로 변환하여 평균농도를 산출하였으며 직독식 장비는 검출된 최소농도로 1/2값으로 변환하여 산출하였다. 직종별 평균비교는 분산분석(ANOVA) 및 T-검정(T-test)을 실시하였다. 자료 분석을 위한 통계처리는 PASW version 18.0을 이용하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 국내 항공산업 및 항공기 청소노동자 규모

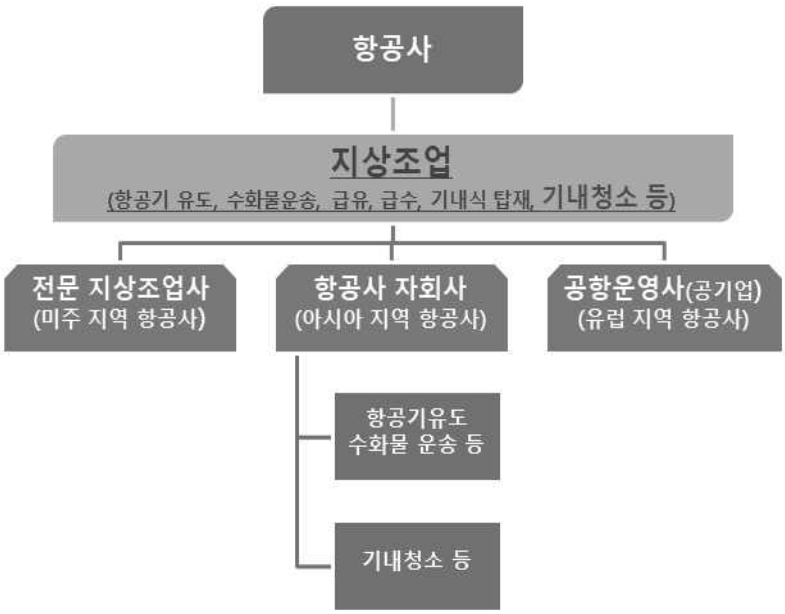
국내 항공사업자의 운송실적은 국내외 여행수요의 증가에 따라 매년 5 ~ 10%의 증가율을 보이고 있으며, 국적 및 외국적항공사를 통한 항공교통이용자수도 2000년 이후 급격한 증가하며 꾸준히 성장곡선을 그리고 있다. 특히 국제선은 매년 약 5 % 이상의 증가율을 보이고 있다(국토교통부, 2018). 국내에는 15개의 공항(인천, 김포, 김해, 제주, 청주, 대구, 광주, 무안, 양양, 여수, 울산, 사천, 포항, 군산, 원주)이 있고, 여객운송 항공사는 대형항공사(Full Service Carrier)인 대한항공 및 아시아나항공과 저비용항공사(Low Cost Carrier) 6개사(에어부산, 에어서울, 이스타항공, 제주항공, 진에어, 티웨이항공)가 운영되고 있다.

항공기 관련 사업은 항공기 급유업(항공기에 연료 및 윤활유 주유 사업), 항공기 하역업(수화물 상하차 및 운반)과 지상조업 등으로 구분할 수 있는데, 지상조업 작업에 항공기 유도, 기내식 탑재 등과 함께 기내 청소작업 등이 포함된다.

지상조업의 운영은 전문 지상조업사(Independent ground cargo handlers)가 운영하는 방식(주로 미주지역 공항에서 운영하는 형태), 항공사가 자회사를 통해 운영하는 방식(주로 아시아 지역 공항)과 공기업인 공항운영사가 수행하는 형태(일부 유럽지역)가 있다. 세계적으로는 전문 지상조업사를 통한 운영이 증가하는 추세이나, 국내 공항은 대부분 항공사가 자회사를 통해 운영하는 방식을 채택하고 있다. 항공사 자회사는 지상조업 중 기내 청소 등 일부 작업를 다시 2차 협력업체와 계약하여 운영한다 (이영수 등, 2018).

국내 항공기 기내청소 협력업체 현황을 살펴보면, 대형항공사의 경우 항공사가 자회사를 설립하여 지상조업 전반에 대한 도급을 실시하고, 자회사에서 다시 기내 청소작업을 일반청소, 집중청소, 시트교체, 소독 등 세부 작업별로 나누어 하도급하는 형태로 운영된다. 저비용항공사는 대형항공사에서 하도급하는 협력업체와 계약하거나 별도 외국계 전문 지상조업업체를 통해 계약 운영하고 있다. 현재 약 20개 업체에서 3,000여명이 근무하고 있는 것으로 조사되었다.

국내 대형항공사(A)는 자회사를 통해 객실청소(일반, 집중), 시트커버 교체 및 기내소독 등 청소업무를 세분화하여 청소종류 및 공항별 협력업체를 지정, 운영하고 있으며, 대형항공사(B)는 자회사를 통해 공항별 협력업체를 지정하여 객실청소(일반, 집중), 기내소독을 실시하고 있었다. 저비용항공사들의 경우 공항에 따라 대형항공사의 협력업체 또는 소규모 협력업체를 통해 업무를 위탁하거나, 국내에 진출한 외국계 전문청소업체를 통해 객실청소 수행하고 있었다.



[그림 Ⅲ-1] 항공사 및 협력업체 운영현황

<표 Ⅲ-1> 국내 항공사 현황

(2017. 12월 기준)

구분	대한항공	아시아나 항공	제주항공	진에어	에어부산	이스타 항공	티웨이 항공	에어인천	에어서울
면허(등록)일	'69.3.1	'88.2.24	'05.8.25	'08.4.5	'08.6.11	'08.8.6	'10.8.31	'12.5.22	'15.12.28
최초취항일 (국제선)	'69.3.1 ('69.3.1)	'88.12.23 ('89.12.23)	'06.6.5 ('08.7.11)	'08.7.17 ('09.12.21)	'08.10.27 ('10.3.29)	'09.1.7 ('09.12.24)	'05.8.31 ('11.10.14)	'13.3.5 ('13.3.5)	'16.7.11 ('16.10.7)
영업범위	국내,국제	국내,국제	국내,국제	국내,국제	국내,국제	국내,국제	국내,국제	국내,국제	국내,국제
노선망									
- 국내선	17개 노선	9개 노선	6개 노선	2개 노선	4개 노선	5개 노선	4개 노선	-	-
- 국제선	149개 노선	87개 노선	34개 노선	33개 노선	22개 노선	22개 노선	28개 노선	5개 노선	9개 노선
항공기보유	163대	84대	30대	24대	23대	19대	18대	2대	6대
- 여객기	135대	72대	30대	24대	23대	19대	18대	-	6대
- 화물기	28대	12대	-	-	-	-	-	2대	-
자 본 금	4,798억	10,261억	1,317억	300억	500억	385억	169억	72억	175억
종사자 수	17,064	10,197	2,190	1,601	1,168	1,247	1,385	70	392
- 조종사	2,699	1,493	460	395	251	214	283	12	109
- 항공정비사	2,857	1,388	347	142	201	189	235	18	13
- 운항관리사	169	124	38	30	23	28	33	5	9
- 객실승무원	6,629	3,892	832	723	441	429	525	-	135
- 일반직 등	4,910	3,300	513	311	252	387	309	35	126

* 외국인 종사자 수 포함

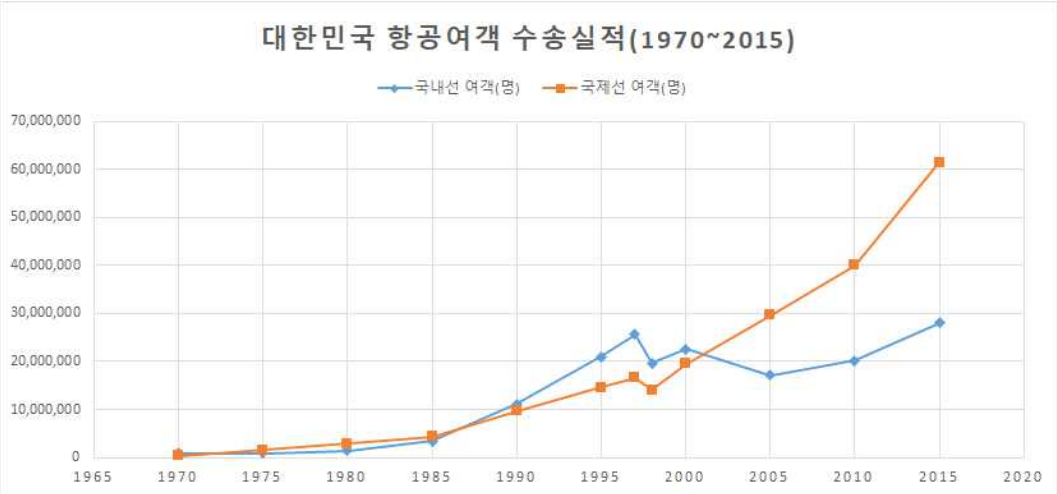
자료 : 국토교통부 항공운항과

<출처: 2017년 항공교통서비스 보고서, 국토교통부, 2018>

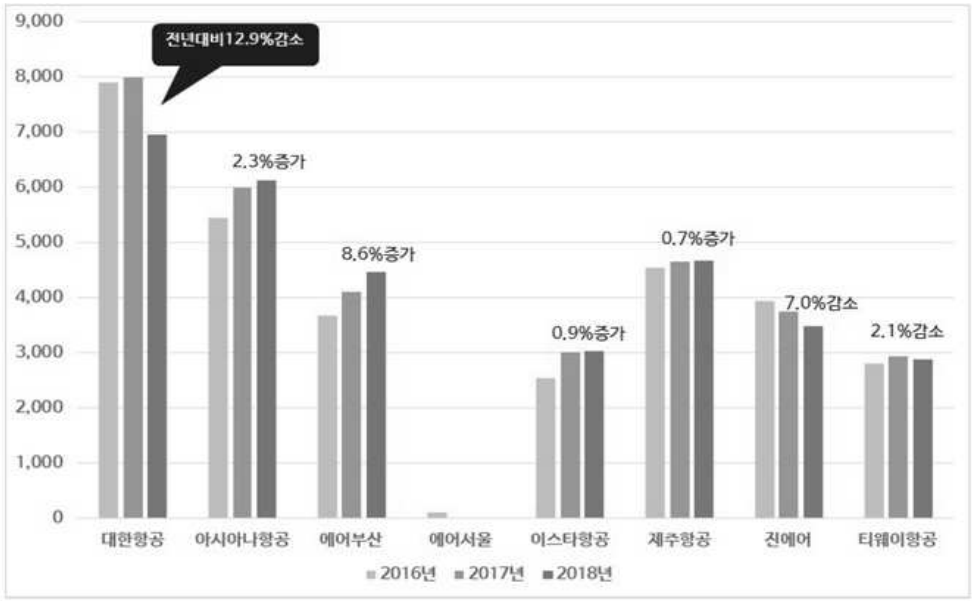
<표 Ⅲ-2> 대한민국 항공여객 수송실적(1970~2015)

연도	국내선 여객(명)	국제선 여객(명)
1970	917,249	398,162
1975	905,909	1,566,116
1980	1,480,986	2,921,574
1985	3,467,382	4,381,866
1990	11,063,820	9,626,415
1995	21,008,531	14,602,751
1997	25,638,653	16,598,273
1998	19,638,653	14,104,367
2000	22,514,887	19,452,282
2005	17,157,595	29,683,846
2010	20,216,355	40,060,948
2015	27,980,135	61,434,404

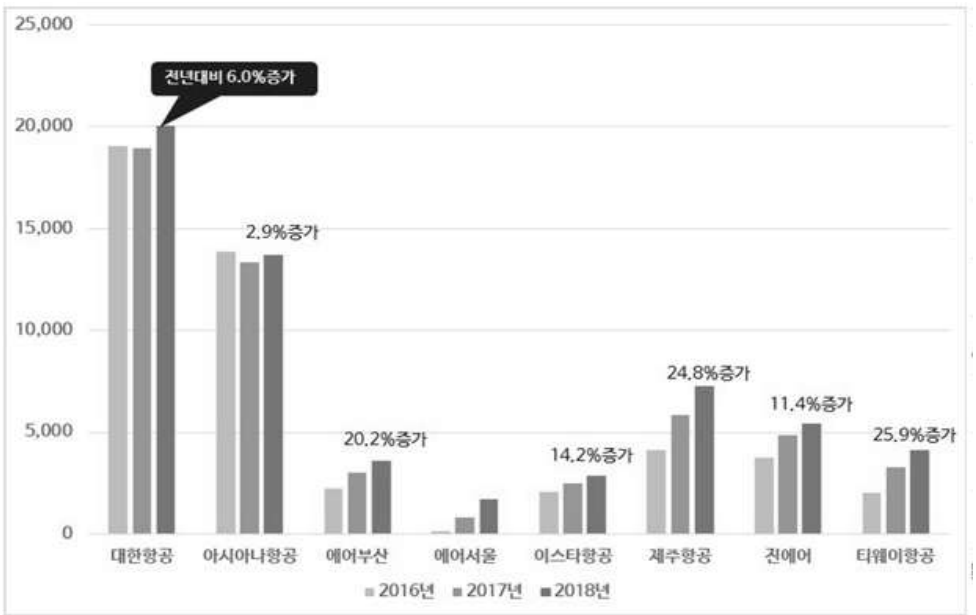
<출처: 우리나라 저비용항공사의 등장과 항공수요 창출효과에 관한 비교, 이세영, 2017>



[그림 Ⅲ-2] 대한민국 항공여객 수송실적(1970~2015)

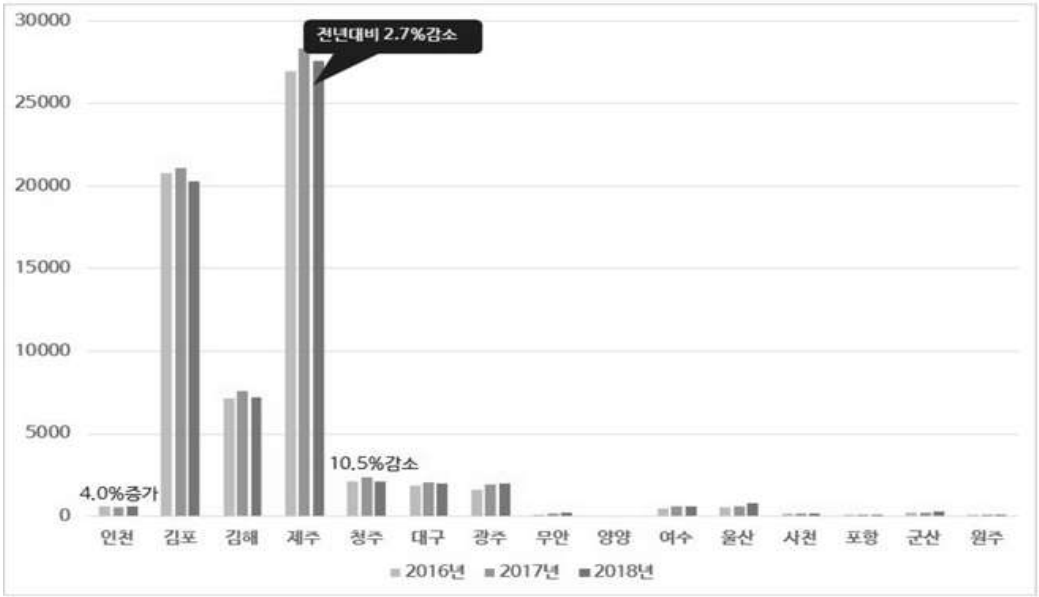


[그림 Ⅲ-3] 항공사별 국내선 항공교통이용자 운송실적

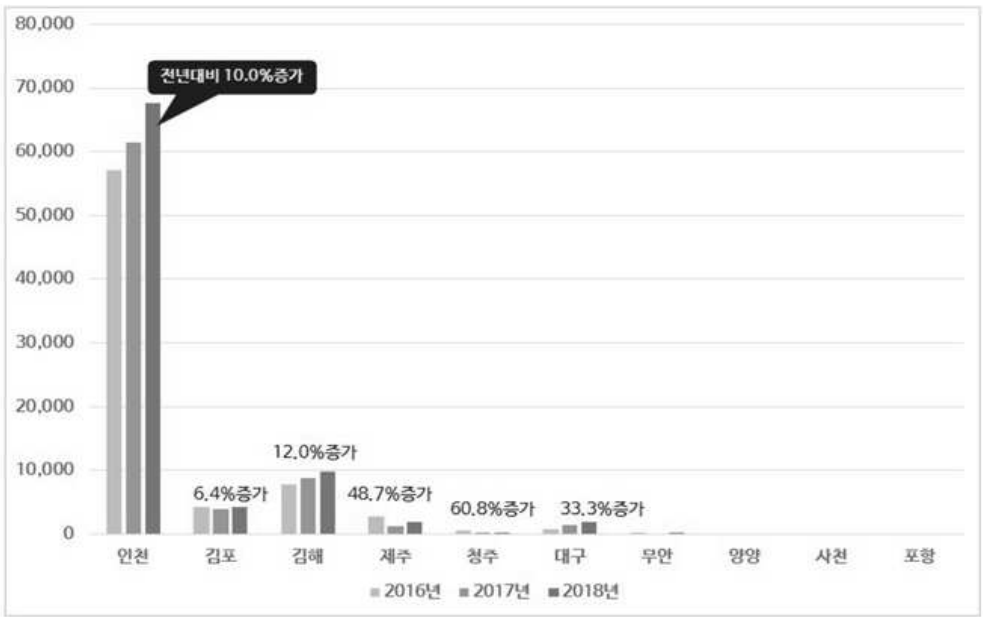


[그림 Ⅲ-4] 항공사별 국제선 항공교통이용자 운송실적

<출처: 2018년 항공교통서비스 보고서, 국토교통부, 2019>



[그림 Ⅲ-5] 공항별 국내선 항공교통이용자 운송실적



[그림 Ⅲ-6] 공항별 국제선 항공교통이용자 운송실적

<출처: 2018년 항공교통서비스 보고서, 국토교통부, 2019>

2 항공기 청소노동자 직무 및 취급화학물질

항공기 기내 청소작업은 항공기의 환승 시 이루어지는 일반청소(quick transit cleaning), 장시간 체류 시 이루어지는 특별청소(special cleaning), 소독·살균이 함께 이루어지는 정밀청소(deep cleaning) 등으로 구분되어 시행된다. 청소의 명칭 및 작업방법 등은 업체에 따라 다소 상이하였는데 대부분의 청소업체에서는 특별과 정밀청소를 구분하지 않고 수행하고 있어 두가지 청소를 집중청소라는 명칭으로 분류하여 평가하였다.

집중청소와 시트교체작업 등 특별 기내청소작업은 주로 인천공항(일부 김포공항)에서 수행하며, 이외 공항에서는 일반청소만 수행하였다. 김해와 김포공항의 경우 군사공항 및 주민 민원을 고려하여 야간비행을 금지하기 때문에 근무조는 오전조(06:00 ~ 15:00 또는 07:00 ~ 16:00) 또는 오후조(13:00 ~ 22:00)로 나뉘어 실시되고, 일부 김포공항의 집중청소 근무조는 야간조(21:00 ~ 06:00)가 운영된다. 인천공항의 경우 비행금지시간이 없어 오전, 오후, 야간으로 교대 근무를 수행하였다.

<표 Ⅲ-3> 항공기 청소작업 종류별 작업자 수 및 작업시간

청소종류	항공기 크기	작업자수	작업시간
일반청소 (Routine Cleaning)	Small, Medium (B 737-800, A 220-300, A 320-100 등)	5 ~ 8명	8 ~ 10분
	Large (A 380, A 330-300, B777-300 등)	8 ~ 18명	15 ~ 30분
집중청소 (Special, Deep Cleaning)	Small, Medium, Large	30 ~ 35 명	1 ~ 2시간
시트교체작업	Small, Medium, Large	30 ~ 35 명	1 ~ 2시간

1) 일반청소 (Routine Cleaning)

일반청소작업은 기본적인 정리정돈, 쓰레기 수거 및 화장실 청소 등을 수행하며 중, 소형 비행기의 경우 약 8명의 작업자가 항공기 한 대당 약 8 ~ 10분간, 대형기의 경우 약 8 ~ 18명이 항공기 한 대당 약 15 ~ 60분가량 청소를 진행하였고 하루 평균 10 ~ 13대의 항공기를 청소하였다. 항공기가 공항에 착륙하여 승객이 하차함과 동시에 기내에 진입하여 가장 먼저 쓰레기, 모포, 베개, 헤드셋 등을 수거하여 대형 비닐에 담은 후 밖으로 반출하고, 새로운 모포 등을 보충하는 작업이 이루어진다. 일부 외항사의 경우 사용하였던 모포를 기내에서 털어 개어두는 작업이 있다. 이후 좌석 포켓과 벨트를 정리하고, 일회용 헤드레스트 커버를 교체한다.

정리정돈이 마무리되면 바닥진공청소를 수행한다. 바닥 진공청소는 청소작업자가 병행하여 수행하는 업체와 전담요원이 수행하는 등 협력업체에 따라 상이하다. 진공청소기는 자체 제직된 전용 진공청소기를 사용하는 경우가 가장 일반적이나, 업체에 따라 핸디형 청소기를 사용하거나 후끼라고 부르는 전용솔을 사용하는 경우가 있다.

작업자 중 한명은 화장실과 갤리(주방)을 담당하여 물수건과 매직스폰지(멜라민 수지)를 이용하여 선반 및 바닥을 닦아내는 작업을 수행하고, 물비누, 화장실 휴지 등을 보충한다.



기내 진입



쓰레기 반출



쓰레기 수거



좌석포켓 및 책자정리



모포수거



좌석벨트 정리

[그림 Ⅲ-7] 항공기 일반청소 작업내용



헤드레스트 커버 교체



바닥 진공청소



화장실 청소



주방갤리 청소

[그림 Ⅲ-7] 항공기 일반청소 작업내용_계속

2) 집중청소 (Special, Deep Cleaning)

집중청소작업은 바닥 진공청소, 유리창, 선반 청소, 시트교체 등이 추가되며, 경우에 따라 바닥 스팀청소와 소독·살균 작업 등이 추가되며 약 30명 정도가 항공기 당 1 ~ 2시간 작업을 진행하고 하루 4 ~ 6대를 청소하였다. 집중청소는 좌석시트를 들어내어 구석구석 있는 먼지 등을 물걸레를 사용하여 닦어내고, 매직스폰지(멜라민 수지) 등으로 벽면, 머리 위 선반, 팔걸이, 등받이, 식판 등을 닦는 정밀하게 닦는 작업을 수행한다. 화장실 및 갤리 등의 경우 철수세미, 솔 등을 이용하여 30분 이상 닦아내는 작업을 수행한다.



좌석 손잡이, 등받이 등을 물걸레로 닦는 작업



좌석시트를 뜯어내고, 틈새에 있는 먼지 등을 제거하는 작업



화장실 변기, 벽면, 바닥 등을 철수세미 및 솔 등을 이용하여 닦는 작업



갤리 선반, 서랍장 등을 꺼내어 닦는 작업

[그림 Ⅲ-8] 항공기 집중청소 작업내용

3) 시트커버 교체 (Seat Cover Exchanging)

시트커버교체 작업은 시트커버를 탈착한 뒤, 세탁된 시트를 다시 씌우는 작업이며, 시트는 좌석에 있는 밸크로(찍찍이)를 사용하여 고정하는데, 과거 밸크로를 좌석에 붙일 때 접착제를 사용하였으나, 2018년 하반기부터 양면테이프를 사용하는 방법으로 변경되었다.



시트 커버 탈착
- 구역별로 앞에서 뒤로, 안쪽에서 통로쪽으로 탈착
- 탈착한 커버는 통로쪽 Seat 위에 놓아 비닐봉지에 30개씩 넣어 운반



시트 커버 장착
- 앞에서 뒤로, 안쪽에서 통로쪽으로 장착, 한사람이 등커버를 씌우면 다른 사람이 뒤에서 잡아당겨붙임 (과거 밸크로 접착을 위해 접착제를 사용하였으나, 양면테이프로 변경 사용되고 있음)

[그림 Ⅲ-9] 항공기 좌석시트 교체작업

4) 항공기 일반청소 작업 중 취급 화학물질

항공기 일반청소작업에서 과거 취급하였던 화학물질 목록은 <표 Ⅲ-4>과 같다. 자료는 2018년 공단 본부에서 실시한 실태조사 (항공기 청소업체 23개소 대상) 및 항공기 청소노동자 직무 및 노출가능 유해인자 특성 연구 보고서(2018, 김기연 등)를 참고하여 조사하였다. 조사된 자료는 2018년 이전에 조사된 내용이며, 이번 연구에서 현장평가를 실시할 시점에는 이미 많은 취급화학물질의 사용이 금지되거나 유해성이 낮은 물질로 교체되어 있었다.

2018년 실태조사 자료에서는 항공사 및 항공기 청소업체 23개소에서 42개 화학제품(물, 섬유유연제 등 일반생활용 제품 일부 포함)을 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 취급화학물질을 사용용도에 따라 분류하면 항공기 내 살균 및 소독약품, 좌석시트 접착제, 껌 및 얼룩제거제, 광택제, 바닥 및 화장실 등 기내 청소용 세제, 기내 승객을 위한 손 세정제 등이 있었다. 취급화학물질 중 작업환경측정 및 특수건강진단 대상에 해당하는 제품은 약 6개 제품이 있었는데 살충제인 롱다운유제(시클로헥산 함유), 껌 제거제(크실렌 함유), 유한락스 레귤러(수산화나트륨 함유), 접착제 (1-브로모프로판, 아세톤・테트라하이드로퓨란 등 함유) 유리, 금속세정제(에탄올아민 함유) 등이 확인되었다. 다만, 일부제품은 임시작업, 중량비율 1% 미만 함유, 기타의 사유 등의 사유에 해당되는지 확인이 필요하다.

김기연 등(2018)의 연구에서는 살충제, 탈취·세정제, 좌석시트 접착제, 항공기 외부세척제, 가구 광택제, 껌제거제 등이 사용되었다고 보고하였으며, 작업환경측정 및 특수건강진단 대상은 공단 실태조사자료와 동일하였고, 노출기준이 설정되어있는 물질을 함유하고 있는 물질로 살충제(피레트럼 함유), 물비누(글리세린 함유), 항공기 외부세척제(붕소산 나트륨 함유), 광택제(액화석유 함유) 등이 있었다고 보고하였다.

이번 현장평가 중 사용하는 것을 확인한 화학물질로는 기내 화장실 배관세척용 초산이 있었고, 취급하지는 않지만 좌석시트의 드라이크리닝세제로 사용되는 퍼클로로에틸렌에 노출될 우려가 있었으나 이번 연구진행기간 중 유해성이 낮은 수소처리된 경질유로 대체되었다. 또한, 기내 식판(meal table)등의 볼펜자국 등의 제거를 위해 사용하던 얼룩제거제(결정형 유리규산 함유)는 물파스로 대체 사용하고 있었다.

취급화학물질 중 국제암연구소(IARC, International agency for research on cancer)에서 규정한 발암성 정보가 포함된 제품은 총 8개 제품이 있었으며 이 중 사람에게 암을 일으킬 가능성이 있는 것으로 추정되는 2B 그룹에 포함되는 제품은 접착제 (1-브로모프로판, 아세톤·테트라하이드로퓨란 등 함유), 껌 제거제(크실렌 함유) 등이 있었다.

최근 5년간(2014 ~ 2018년) 작업환경측정 결과를 통해 항공기 청소업체에서 실시한 유해인자 노출평가 결과를 살펴보면, 청소업체에서 직접 측정을 실시한 사례는 없었으며 항공사 또는 항공사의 자회사를 통해 측정이 이루어진 것으로 파악되었다. 측정을 수행한 유해인자로는 좌석시트 접착제 및 시트 드리이크리닝 세제에 함유된 유기화합물류로, 1-브로모프로판, 메틸에틸케톤, 시클로헥사논, 아세톤, 에틸알콜, 이소프로필알콜, 톨루엔, 크실렌, 펜탄, 노말헥산, 메틸이소부틸알콜, 퍼클로로에틸렌 등이 있었고, 대부분 노출기준의 1/10미만으로 매우 낮은 농도수준이었으나 1-브로모프로판의 경우 노출기준을 초과한 사례가 일부 있었다. 다만, 평가시점에는 과거 측정대상 유해인자를 함유한 화학제품의 경우 사용이 금지되거나 교체된 상황이었다.

<표 Ⅲ-4> 국내 항공기 청소노동자 취급 화학물질

용도	제품명	성분명	관리대상 유해물질	노출기준 설정물질	발암성 정보 (IARC)	실태조사 (2018)	연구과제 (2018)
기내 살균/살충	나투어킬파프 유제	피레트럼 (4.0%)	X	O	-	O	O
		Water (96.0%)	X	X	-		
	롱다운	시클로헥산 (33.0%)	O	O	-	O	O
		아세트산 (33.0%)	O	O	-		
		부틸히드록시톨루엔 (33.0%)	X	X	-		
	롱다운플러스	데카메트린 (2.5%)	X	X	3	O	
		N-메틸피롤리딘 (15.0~25.0%)	X	X	-		
		PEG-6 Sorbitan oleate (1.0~10.0%)	X	X	-		
		Polyoxyethylene lauryl ether (10.0~20.0%)	X	X	-		
		이소프로필 미리스테이트 (53.0~62.0%)	X	X	-		
	MD-125	Chloro-n-alkyldimethyl ethyl benzylammonium, chloro-alkylbenzyldimethylammonium (1:1) liquid (0.063~0.077%)	X	X	-	O	O
		Alcohol ethoxylated (0.0001~0.03%)	X	X	-		
		Sodium carbonate (0.0001~0.02%)	X	X	-		
		Ethylenediamine tetraacetic acid (0.0001~0.02%)	X	X	-		
		Spearmint, ext. (0.0001~0.1%)	X	X	-		
		C.I. Pigment Blue 1 (0.0001~0.1%)	X	X	-		
		Pigment Red 2 (0.0001~0.1%)	X	X	-		
		Water (99~100%)	X	X	-		

<표 Ⅲ-4> 국내 항공기 청소노동자 취급 화학물질_계속

용도	제품명	성분명	관리대상 유해물질	노출기준 설정물질	발암성 정보 (IARC)	실태조사 (2018)	연구과제 (2018)
기내 살균/살충	MP CLEAN	수산화칼륨 (0.5%)	O	O	-	O	
		프로필렌글리콜 (1.0%)	X	X	-		
		네오돌 91-6 (1.0%)	X	X	-		
		Water (97.5%)	X	X	-		
	레전드겔	Dinotefuran (2.0%)	X	X	-		O
		Glycerin (13.0~23.0%)	X	X	-		
		Silicon dioxide (1.0~6.5%)	X	X	-		
		Oleic acid (1.0~7.2%)	X	X	-		
	Callington 1 Shot Aerosol Insecticide for Cargo Hold	Phenothrin (2.0%)	X	X	-		O
		시안화칼륨 (2.0%)	X	O	-		
		propellant, as HFC (60.0%이상)	X	X	-		
	Callington aircraft pre-spray insecticide	1,1,1,2-테트라플루오로에테인 (65.0~75.0%)	X	X	-	O	
		HFC 134A 추진체 (영업비밀)	X	X	-		
		에탄올 (10.0~18.0%)	X	O	1(음주에 한함)		
		퍼메트린 (2.0%)	X	X	3		
	Callington top of descent 100 grams	Phenothrin (2.0%)	X	X	-		O
		propellant, as HFC (60.0%이상)	X	X	-		

<표 Ⅲ-4> 국내 항공기 청소노동자 취급 화학물질_계속

용도	제품명	성분명	관리대상 유해물질	노출기준 설정물질	발암성 정보 (IARC)	실태조사 (2018)	연구과제 (2018)
기내청소	GUM remover	m- 자일렌 (4%)	O	O	3	O	O
		o- 자일렌 (2%)	O	O	3		
		p- 자일렌 (2%)	O	O	3		
		에틸벤젠 (2%)	O	O	2B		
		수소처리된 경질 정제유(석유,PETROLEUM) (50.0%)	X	X	2A		
		Water (40.0%)	X	X	-		
	가죽클리너	디프로필렌글리콜 메틸에테르	X	X	-	O	
		글리세린	X	X	-		
	가구광택제	액화석유가스 (10-30%)	X	O	-	O	O
	홈스타 베이킹소다	에틸알코올	O	O	1(음주에 한함)	O	
	화인그라스	프로필렌글리콜모노메틸에테르	X	O	-	O	
	유한락스	차아염소산나트륨	X	X	3	O	
	핸드크린	로릴에테르, 황산나트륨	X	X	-	O	O
		에틸렌디아민, 테트라아세트산	X	X	-		
	물파스	에틸알코올	X	O	1(음주에 한함)	O	
		캄파(인조)	X	O	-		
		글리세린미스트	X	O	-		

<표 Ⅲ-4> 국내 항공기 청소노동자 취급 화학물질_계속

용도	제품명	성분명	관리대상 유해물질	노출기준 설정물질	발암성 정보 (IARC)	실태조사 (2018)	연구과제 (2018)
시트접착	NS230W(Stabond 사)	1-브로모프로판(50~70%)	O	O	2B	O	
	SCOTCH GRIP 2262	아세톤(65~75%)	O	O	-	O	O
		2-propenoci acid, ehthyl ester, polymer with N-(1,1-dimethylethyl)-2-propenamide and 1-etheny1-2pyrrolidinone(3.0%)	X	X	-		
		Tetrahydrofuran(3~7%)	O	O	2B		
		Resin acid and Rosin acids, esters with glycerol, 2-Propenenitrile polymer(3.0%)	X	X	-		
		2-Propenenitrile polymer with 1,3-butadiene (3.0%)	X	X	-		
	3M Fastbond	메틸알코올(1~5%)	O	O	-	O	
		톨루엔(1~5%)	O	O	3		
		산화아연(1~5%)	O	O	-		

<표 Ⅲ-4> 국내 항공기 청소노동자 취급 화학물질_계속

용도	제품명	성분명	관리대상 유해물질	노출기준 설정물질	발암성 정보 (IARC)	실태조사 (2018)	연구과제 (2018)
외부 기체청소	Ardrox	알코올, 에톡실산화(7.5%)	X	X	-	O	O
		메타규산 나트륨(1.8%)	X	X	-		
		코코넛 알킬비스 메틸쿼터나리 암모늄 염화물(1.8%)	X	X	-		
		붕소산사나트륨염 무수물(0.8%)	X	O	-		
		직선상의 에톡실산 알코올(C12-C15) (1.8%)	X	X	-		
		Water (86.5%)	X	X	-		
	ARDROX 1820	에탄올아민(2.5~5%)	O	O	-	O	
		Ethoxylated alcohol(C=6-12)	X	X	-		
	ARDROX 1820	Quaternary ammonium compounds, benzyl-(C=8-18)- alkyldimethyl, chlorides	X	X	-	O	
		(R)-1-Methyl-4-(1-methylethenyl) cyclohexene	X	X	-		

3. 항공기 청소작업 유해인자 노출 및 건강영향 문헌고찰

1) 청소노동자 관련 문헌

(1) 국내문헌

학술연구정보서비스에서 “항공기”, “청소”, “노동자”, “노출”, “건강” 단어를 조합하여 검색하면, 항공기 청소노동자에 특화된 연구는 없었으나, 건물 등 청소노동자 관련 국내논문은 약 4편이 보고되었다.

김원 등은 “대학 병원 청소노동자 세척제 노출평가 보고서”에서 바닥을 닦는 왁스 및 박리제 사용 시 청소노동자가 유해물질에 노출되는 정도를 평가하였다. 평가 결과, styrene은 불검출 되었으며, 에틸렌글리콜모노부틸에테르(ethylene glycol monobutyl ether)은 고용노동부 노출수준의 1% 내외인 0.1 ~ 2.0 ppm 수준으로 검출되었다. 허정 등(2016)은 “대학교 청소 근로자의 염소계 표백제 사용에 따른 휘발성 유기화합물의 위해성 평가 및 영향요인 분석” 연구에서 청소노동자가 사용하는 염소표백제에서 발생되는 휘발성유기화합물(VOCs)과 알데히드 종류를 확인하고 노출정도를 확인하였다. 평가결과, 톨루엔(Toluene), 에틸벤젠(ethylbenzene) 등이 검출되었으며, 일부 표백제 제품에서는 포름알데히드(formaldeyde)가 검출되었다고 보고하고 있다.

홍경표(2012)는 “병원 왁스 취급 청소근로자의 공기 중 2-부톡시에탄올(2-butoxyethanol) 농도와 요중 부톡시아세틱산(butoxyacetic acid, BAA) 농도의 상관관계”에 관한 연구를 실시하여, 청소노동자가 박리제에 포함되어있는 2-부톡시에탄올에 노출되는 정도와 그에 따른 생물학적 노출 지표인 BAA를 확인하였다. 2-부톡시에탄올공기 중 노출평가 결과, 청소작업자 일부는 고용노동부

노출기준인 25 ppm(현재 고용노동부 노출기준 20 ppm)을 초과하였으며, 요중 BAA 농도는 박리제 작업 전·후 유의한 차이를 보였으며, 박리제를 사용하지 않는 대조군에서는 요중 BAA 농도가 검출되지 않았다고 보고하고 있다. 2-부톡시에탄올는 피부 노출이 중요한 노출 경로로 피부 노출 시간과 횟수를 줄이고 작업 시 피부를 보호할 수 있는 보호구가 필요하다고 하였다.

김소연 등(2015)의 연구 “건물 청소노동자의 노동 경험”에서는 유해물질 노출이 아닌 건물 청소노동자에 대한 불완전한 노동계약, 건강문제 등 청소노동자의 열악한 노동조건에 관하여 보고하고 있으며, 청소노동자의 직접고용, 정규직화가 필요하며 청소노동자의 노동조건을 중심으로 전반적인 실태조사가 필요하다고 제안하고 있다.

(2) 국외문헌

국외문헌은 “airline”, “flight”, “aircraft”, “cleaning”, “workers”, “health”, “exposure” 등의 단어를 조합하여 검색한 결과 미국국립의학도서관 데이터베이스(PubMed)를 통해 약 11편, 검색 사이트를 통하여 약 12편으로 총 23편의 논문이 검색되었다. 23편의 논문 중 세척제 및 청소제품 사용으로 인한 건강영향을 평가한 논문은 14편, 노출평가에 관한 논문 3편, 세척제 및 청소제품의 제품의 성분과 발생되는 물질에 관한 논문 3편, 청소 및 살균 가이드 개발 2편, 항공기 청소 방법에 관한 논문이 1편 있었다. 평가장소로는 병원, 의료센터 또는 대학 등이 6편으로 가장 많았으며, 가정에서의 노출을 다룬 논문이 3편, 빌딩 청소 1편, 항공기 1편이 있었다. 세척제 및 청소제품에 노출되는 대상에 관한 분류로 살펴보면 청소노동자가 10편, 의료 종사자 2편, 그 외 세척작업 1편 등이었다.

세척제 및 청소용품 사용에 따른 건강영향에 관한 논문을 살펴보면, Bauer A.(2013)는 7편의 논문 검토를 통하여 청소노동자가 사용하는 세척제와 피부영

향에 관한 연구를 하였다. 피부영향 중 자극성 접촉성 피부염이 60 ~ 80 %를 차지하였고, 알레르기 접촉피부염이 11 ~ 32 %를 차지하였다. 청소교육 훈련 여부에 따른 영향은 청소교육 훈련을 받지 않은 사람이 받은 사람보다 피부염이 더 자주 발생하였으며, 남성 청소노동자는 21 %, 여성 청소노동자는 16 %만이 청소교육 훈련을 받았다. 또한 작업장에서 사용되는 세척 제품의 수가 증가함에 따라 청소 시 접촉성 피부염의 위험이 증가하였다.

Dumas 등(2014)은 세척제와 소독제품에 대한 직업적 노출에 관련하여 연구하였으며, 특히 천식과의 연관성에 관하여 설명하였다. 사용제품은 주로 표백제, 암모니아와 스프레이였다. 여성 청소노동자와 천식이 없는 여성을 비교한 결과, 세척제품에 대한 직업적 노출과 천식과의 연관성이 관찰되었다. 특히 청소용품에 대한 노출과 심한 천식과의 연관성이 관찰되었다.

Folletti 등(2014)은 1976년 ~ 2012년 사이 24개의 논문을 검토하여 청소제품과 천식, 비염과의 연관성을 확인하였다. 주로 노출되는 제품은 청소제품, 스프레이, 표백제 암모니아 제품 등이었다. 연구 결과, 세제에 대한 노출과 직업성 천식 사이에는 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다. 특히 암모니아, 표백제 및 세척 스프레이와 같은 제품은 천식이나 신생아 천식과 관련이 있었다. 눈, 비강 및 인후 증상과 노출수준 사이의 용량-반응 관계가 발견되었으며, 이는 집에서 일반적으로 사용하는 청소용 액체 스프레이를 많이 사용할 경우, 건강에 영향을 미칠 수 있다고 하였다. 이를 예방하기 위해서는 액체 스프레이 사용을 액체 세정제품으로 대체하고, 표백제와 암모니아를 덜 자극적인 제품으로 대체, 표백제 등 세척제품과 다른 제품과의 혼합하여 사용 방지 등을 제시하고 있다.

Vizcaya 등(2011)은 37개소 청소회사의 청소노동자 917명을 대상으로 설문조사를 실시하여 청소 제품과 천식과의 연관성에 관하여 연구하였다. 의사가 진단한 천식의 유병률과 호흡기 증상은 이전에 청소노동자였던 그룹이 가장 높았으며, 현재 천식 증상을 가진 유형은 현재 청소노동자인 그룹이 가장 높았다. 그리고 한 번도 청소작업을 하지 않은 그룹이 천식 유병률이 가장 낮았다. 천

식은 염소와 염산 세척제 및 소독제와 관련이 높았으며, 카펫 청소제품의 사용은 만성기침 발병과 유의한 관계를 보였다.

노출평가에 관한 논문은 병원과 대학 그리고 항공기 화장실 탱크 청소 과정에서 평가한 3편이 있었다.

Bello 등(2013)은 병원 두 곳과 대학 한 곳에서 작업하는 청소노동자의 청소작업 중 세척제와 청소제품에 노출되는 정도를 연구하였다. 제품은 세척제에 함유되어있는 2-부톡시에탄올(호흡기 자극 및 인체 발암물질)의 노출평가를 실시하였다. 청소작업은 싱크대, 거울, 변기 등을 청소하는 작업을 대상으로 하였으며, 2-부톡시에탄올의 노출 수준은 2.30 ~ 5.71 ppm(OSHA PEL 20 ppm) 수준이었다. 농도에 영향을 미치는 인자는 작업 높이, 제품 종류, 환기상태 유무와 방 크기로 환기가 안 되는 작은 욕실에서 작업한 경우 노출 농도가 8.7 ppm으로 가장 높았다.

Burton 등(2000)은 항공기 화장실 탱크 청소 및 수리과정 중 청소노동자가 노출되는 물질에 관하여 연구하였다. 탱크 세척과정에서 사용되는 세척제 및 소독제에는 요오드, 인산, 트리에탄올아민 및 4차암모늄글로라이드 등이 함유되어 있었다. 청소노동자가 노출되는 물질로는 벌크 미생물과 휘발성유기화합물, 수산화나트륨 등이 있었다. 휘발성유기화합물은 대부분 미량수준으로 확인된 주요 화합물은 이소프로판올, 아세톤, 톨루엔, 리모넨 등이었으며, 이는 탱크 청소 후 내부 수지를 제거하고 에폭시 수지를 재 도포하는데 이 과정에서 발생하거나 사용하는 세척제에서 발생된 것으로 보인다.

세척제 및 청소용품의 사용률과 제품 사용 시 발생되는 인자에 관한 논문이 3편 있었으며, Wolkoff 등(1998)은 세척제와 청소제품의 구성요소와 사용 시 발생되는 물질에 관하여 확인하였다. 세정제는 표면 오염물질의 제거를 가능하게 하고 용이하게 하기 위하여 계면활성제, 산성 및 알카리성 물질(탄산나트륨, 수산화칼륨, 인산, 아세트산 등), 용제(알콜, 글리콜에테르), 첨가제(부식억제제, 향기나는 물질), 방부제(포름알데히드 등)이 함유되어 있다. 소독제는 감염 예방이

나 미생물, 세균을 제거하기 또는 표면을 관리하는데 사용되는 제품으로 구성 요소로는 염소, 에탄올, 이소프로판올, 포름알데히드, 4급암모늄화합물, 차아염소산 등이 있다. 바닥광택제와 왁스와 같은 표면처리제품에는 가소제, 글리콜에테르, 에탄올아민, 알칼리염 등이 함유되어 있다. 휘발성 물질을 포함하는 세정제를 사용할 경우 휘발성유기화합물에 노출될 수 있으며, 휘발성 물질을 포함하는 대표적인 물질은 다음과 같다. 향로, 용제, 살균제, 가소제 등이 해당되며 휘발성유기화합물이 발생되는 원인은 향기가 나는 물질이 함유되어있기 때문이다.

Zhu 등(2001)은 많이 사용되는 소비자 제품 13가지의 화학물질 함유 가능성을 조사하였다. 대상 제품은 다목적 클리너, 유리 및 표면클리너, 향균성 스프레이, 네일리무버 등이었으며, 이 제품 사용 시, 2-부톡시에탄올, 2-메톡시에탄올, 2-에톡시에탄올의 발생 여부를 확인하였다. 평가 결과, 2-메톡시에탄올과 2-에톡시에탄올은 검출되지 않았다. 그러나 2-부톡시에탄올은 다목적 클리너, 유리 및 표면클리너, 향균성 스프레이 등 7개의 제품에서 검출되었다. 2-부톡시에탄올 이외에서 몇몇의 제품은 알코올 및 에테르(주로 부탄올, 헥사놀 등)이 검출되는 것을 확인하였다.

<표 Ⅲ-5> 국내 청소노동자 관련 문헌

연번	구분	년도	형식	저자	논문명	저널정보	주요내용
1	노동 현황	2015	논문	김소연, 김영미	건물 청소노동자의 노동 경험	Korean Journal of Occupational Health Nursing	청소노동자들의 현 노동 실태에 관하여 설명하고 있으며, 청소노동자의 노동조건과 건강문제를 중심으로 전반적인 실태조사가 필요하다고 제안하고 있음. 청소노동자들의 직접고용, 정규직화가 필요하나 시간이 오래 걸린다면 우선 법적으로 보장된 최저임금 보장이 필요하다고 말하고 있음.
2	노출 평가	-	논문	김원, 최영은	대학•병원 청소노동자 세척제 노출평가 보고서	-	대학 청소노동자 6명과 병원 청소노동자 4명을 대상으로 바닥 닦는 왁스 및 박리제 사용 시 유해물질에 노출되는 정도를 평가함. 스틸렌은 불검출되었으며, 에틸렌글리콜모노부틸에테르는 0.1~2.0ppm 농도수준으로 고용노동부 노출기준의 1% 내외임. 이는 낮은 농도수준이나 미국 환경청의 RfC에 비해 높은 수준임.
3	노출 평가	2016	논문	허정 등	대학교 청소 근로자의 염소계 표백제 사용에 따른 휘발성 유기화합물의 위해성 평가 및 영향요인 분석	실내환경및냄새학회지	대학교 청소근로자 81명을 대상으로 염소표백제 사용 시 발생되는 VOCs와 알데히드 등의 검출 정도를 확인함. 흡입노출 산출결과를 토대로 위해성을 평가한 결과, 톨루엔, 크실렌으로 인한 비발암성 물질의 위해 가능성은 낮으며, IARC에서 지정한 발암 물질인 포름알데히드, 에틸벤젠 등은 발암 가능성이 기준을 초과함.
4	노출 평가	2012	학위	홍경표	병원 왁스 취급 청소근로자의 공기 중 2-Butoxyethanol 농도와 요중 butoxyaceticacid 농도의 상관관계	가톨릭대학교 보건대학원	병원 건물 청소 근로자 중 왁스작업을 하는 근로자 34명을 대상으로 2-부톡시에탄올의 노출정도를 평가함. 박리작업자 중 일부는 2-부톡시에탄올의 노출기준이 고용노동부 노출을 초과함. 작업 형태로는 박리작업이 가장 높았으며(GM 14.77 ppm), 대걸레작업(5.36ppm), 주변작업(GM 1.78ppm) 순이었음. 요중 생물학적 노출지표인 BAA을 확인한 결과 작업전보다 작업후가 높은 유의한 차이름 보였으나, 노출기준 미만이었음.

<표 Ⅲ-6> 국외 청소노동자 관련 문헌

연번	구분	년도	형식	저자	논문명	저널정보	주요내용
1	건강영향	2002	논문	Goen T et al.	Butoxyethoxyacetic acid, a biomarker of exposure to water-based cleaning agents.	Toxicology Letter	Diethylene glycol monoutylether(DEGBE)가 10~15% 함유된 수성세제를 사용하는 세척, 인쇄 공장 근로자 39명과 대조군 19명을 분석한 결과, 노출된 근로자 소변에서 부톡시에톡시아세트산의 농도(75.1 mg/L)가 대조군(0.7 mg/L이하)보다 높았음. 보호장갑 사용여부에 따른 노출 차이는 항상 보호장갑을 착용한 근로자는 그렇지 않은 근로자보다 낮았음.
2	건강영향	2012	논문	Dumas O et al.	Occupational exposure to cleaning products and asthma in hospital workers	Occupational and Environmental Medicine	보건 의료 종사자를 대상으로 세척·소독작업과 천식과의 연관성을 확인함. 남녀 모두 청소작업과 현재의 천식 사이의 연관성은 보이지 않았음. 사용한 청소소독제품의 수와 현재의 천식 사이와의 연관성이 관찰되지 않았음. 아울러 병원에서 가장 일반적으로 사용되는 청소·소독 제품은 4기 암모늄 화합물이었음.
3	건강영향	2016	논문	El-Helaly M et al.	Respiratory symptoms and ventilatory function among health-care workers exposed to cleaningand disinfectant chemicals, a 2-year follow-up study	Toxicology and Industrial Health	의료장비의 소독 및 멸균을 담당한 간호사 56명을 추적조사하여 세척 및 소독 제품에 대한 노출이 호흡장애에 영향을 미치는지 확인함. 소독에 사용되는 제품은 4기 암모늄 화합물이 가장 많았으며, 클로로헥시딘, 오르토프탈알데히드 등의 순이었음. 청소 제품에 노출된 노동자는 업무와 관련된 호흡기 증상이 유의하게 증가하지는 않았음. 직업성 호흡기 질환을 유발하는 세척제 사용 시 건강보호를 위해서는 환기 등 환경관리가 중요함.
4	건강영향	2014	논문	Lee SJ et al.	Acute Symptoms Associated with Chemical Exposures and Safe Work Practices among Hospital and Campus Cleaning Workers : A Pilot Study	American Journal of Industrial Medicine	대학의료센터 및 보건계열 과학 캠퍼스 청소노동자 183명을 대상으로 설문조사를 실시한 결과 화학물질 관련증상은 의료센터 근로자가 캠퍼스 근로자보다 더 흔하게 나타남. 화학물질 관련증상 중 가장 일반적인 증상은 코의 자극 및 기침이었으며, 다음은 안구증상이었음.

<표 Ⅲ-6> 국외 청소노동자 관련 문헌_계속

연번	구분	년도	형식	저자	논문명	저널정보	주요내용
5	건강영향	2009	논문	Charles LE et al.	Occupational hazards experienced by cleaning workers and janitors : A review of the epidemiologic literature	Work	1987~2005년 사이 논문 중 청소노동자의 직업관련 건강영향에 관한 논문 35편을 검토함. 호흡기 질병과 피부병ㆍ알레르기, 근골격계 질환 등에 관한 조사가 실시되었으며, 호흡기 질환, 피부질환과 알레르기 질환은 세제, 라텍스 등과 관련이 있었음. 또한 오염된 바늘, 깨진 유리, 폐기물 처리로 인하여 청소노동자는 감염에 노출되어 있었음.
6	건강영향	2013	논문	Bauer A et al.	Contact dermatitis in the cleaning industry	co-allergy	청소 노동자의 직업성 접촉 피부염 발생과 관련하여 7편의 논문을 검토한 결과, 자극성 접촉성 피부염이 60~80%, 알레르기 접촉 피부염이 11~32% 를 차지함. 청소작업에 대한 교육 훈련을 받지 않은 사람이 받은 사람보다 피부염이 더 자주 발생하였으며, 작업장에서 사용되는 세척제의 수가 증가하면서 청소 시 발생되는 접촉성 피부염의 위험이 증가함.
7	건강영향	2014	논문	Dumas O et al.	Cleaning and Asthma Charcteristics in Women	American Journal of Industrial Medicine	성인여성 391명을 대상으로 세척제의 직업성 노출과 천식 특성간의 연관성에 관하여 연구함. 세척 및 소독제품으로는 대표적으로 표백제, 암모니아, 스프레이 제품 등이 있었음. 세척제품 사용으로 인한 직업적 노출과 천식간에 연관성이 관찰되었으며, 청소용품에 대한 노출은 심한 천식과 관련이 있었음.
8	건강영향	2014	논문	Folletti I et al.	Asthma and rhinitis in cleaning workers: a systematic review of epidemiological studie	Journal of Asthma	24편의 역학연구 보고서를 검토하여 청소제품에 대한 노출과 천식 및 비염의 연관성에 관하여 연구함. 연구에서 세제에 대한 노출과 직업성 천식 사이에는 통계적으로 유의한 상관관계를 보임. 암모니아, 표백제 및 세척 스프레이와 같은 특정 제품은 천식이나 신생아 천식과 관련이 있었음. 이를 예방하기 위한 방안으로 액체스프레이를 다목적 액체 세정제품으로 대체, 표백제와 암모니아를 덜 자극적인 제품으로 대체 등을 권고함.

<표 Ⅲ-6> 국외 청소노동자 관련 문헌_계속

연번	구분	년도	형식	저자	논문명	저널정보	주요내용
9	건강영향	2015	논문	Svanes O et al.	Respiratory Health in Cleaners in Northern Europe : Is Susceptibility Established in Early Life?	PLOS	유럽공동체 호흡기 건강에 관한 설문조사 내용을 바탕으로 청소노동자와 호흡기 건강과의 연관성에 관해 연구함. 청소작업 기간이 길어질수록 만성폐색성폐질환은 유의하게 증가함. 또한, 천식, 기관지염 및 호흡기 증상 위험도 증가함.
10	건강영향	2011	논문	Vizcaya D et al.	A Workforce-based study of occupational exposures and asthma symtptoms in cleaning workers	Occup Environ Med	37개 청소회사 직원 917명을 대상으로 설문지 조사를 실시하여 청소제품 사용과 천식 증상 사이의 연관성에 관하여 연구함. 사용하는 청소용품은 주로 차아염소산염, 암모니아, 염산 및 기타 호흡기 자극제가 포함되어 있었음. 호흡기 증상과 천식의 유병률은 이전에 청소노동자였던 그룹이 현재 청소노동자인 그룹보다 높았으며, 청소노동자가 아닌 그룹이 가장 낮았음. 천식은 염소-염산과 관련이 높았으며, 카펫 청소제품의 사용은 만성기침과의 연관성에서 유의하게 높았음.
11	건강영향	1986	논문	Gawkrodger DJ et al.	Occupational skin disease in hospital cleaning and kitchen workers	Contact Dermatitis	병원 청소원, 요식업 종사자와 손 피부염과의 관계를 확인하기 위하여 청소원 310명, 주방노동자 836명을 대상으로 설문 조사, 인터뷰 및 패치 테스트를 실시함. 요식업 종사자 33%에서 수구습진 등 피부 문제가 있음을 확인함. 청소원은 35%가 피부질환을 호소하였음. 자극성 피부염을 평균적으로 일을 시작한 후 7년 뒤 발생하였으며, 이는 다양한 원인으로 반복적인 노출로 인하여 나타남.
12	건강영향	2014	논문	Bedard A et al.	Cleaning sprays, household help and asthma among elderly women	Respiratory Medicine	평균 68세인 고령 여성 570명을 대상으로 세정 스프레이와 천식 사이의 관련성을 연구함. 가사 도움이 없는 여성이 가사 도움이 있는 여성보다 스프레이 사용이 더 많았으며, 천식발생이 통계적으로 유의하게 높았음. 가사 도움이 있는 여성은 천식과의 연관성이 보이지 않음.

<표 Ⅲ-6> 국외 청소노동자 관련 문헌_계속

연번	구분	년도	형식	저자	논문명	저널정보	주요내용
13	건강영향	2013	논문	Casas L et al.	The use of household cleaning produts during pregnancy and lower respiratory tract infections and wheezing during early life	Int J Public Health	청소제품(스프레이, 공기 청정제 등)의 노출과 유아 호흡기 증상과의 관계를 연구함. 연구 대상은 임신 후기 산모 때부터 아이가 12~18개월 때까지 추적조사함. 노출인자 중 가장 일반적인 제품은 표백제와 유리세제, 다용도 세탁 세제 등이 었으며, 임신 중에 청소용품을 사용하는 경우, 아이의 하기도 호흡기감염과 천명의 유병률이 높았음. 호흡기 건강에 있어 임신 중 화학물질 노출은 잠재적으로 아이에게 영향을 끼칠 수 있음을 알 수 있음.
14	건강영향	1982	보고서	Gapany-Gapanavicius M et al.	Pneumomediastinum. A complication of chlorine exposure from mixing household cleaning agents.	JAMA	가정에서 10% 염산과 5% 차아염소산나트륨을 혼합하여 사용한 경우, 발생한 호흡기 질환에 관한 보고서임. 가정에서 청소 목적으로 두 물질을 혼합하여 사용한 결과, 기침과 호흡곤란 그리고 눈과 상부 기도에 영향을 미침. 가정에서의 세제 혼합의 위험성과 환기의 중요성을 알려줌.
15	노출평가	2009	논문	Bello A et al.	Characterization of occupational exposures to cleaning products used for common cleaning tasks-a pilot study of hospital cleaners	Environmental Health	병원 6개소에서 일반 청소작업에 사용되는 세척제에 대하여 노출정도를 평가함. 흡입 노출 가능성은 저, 중, 고 3가지로 분류하였으며, 저노출은 바닥청소작업, 중노출은 창/거울, 싱크 등의 청소작업, 고노출은 환자실, 욕실청소작업이었으며, 사용 제품종류와 작업위치에 영향을 받음. 피부노출은 손에서 가장 높았으며, 작업주에서는 거울/싱크청소작업이 높았음.
16	노출평가	2013	논문	Bello A et al.	Determinants of Exposure to 2-Butoxyethanol from Cleanging Task : A Quasi-experimental Study	The British Occupational Hygiene	병원과 대학 청소노동자를 대상으로 청소 작업 중 발생되는 2-부톡시에탄올(2-BE) 노출 정도를 확인한 결과, 2-BE의 노출 수준은 2.30~5.71 ppm 수준임. 농도에 영향을 미치는 인자는 작업 높이, 제품종류, 환기상태 유무, 방 크기였으며, 환기가 안되는 작은 욕실에서의 작업 시 노출 농도가 8.7 ppm으로 가장 높았음.

<표 Ⅲ-6> 국외 청소노동자 관련 문헌_계속

연번	구분	년도	형식	저자	논문명	저널정보	주요내용
17	노출평가	2000	논문	Burton NC, McCleery RE	Exposure potentials during cleaning overhauling and repairing of aircraft lavatory tanks and hardware	Occupational and Environmental Hygiene	항공기 화장실 탱크 및 하드웨어 청소 중 노출되는 인자를 확인함. 노출되는 인자로는 벌크미생물, 휘발성유기화합물, 수산화나트륨 등이 있었음. 벌크미생물은 화장실 탱크를 청소하는 동안 노출되며 이는 에어로졸화될 수 있음. 휘발성유기화합물은 대부분 미량수준으로 검출되었으며, 주요 물질로는 이소프로판올, 아세톤, 톨루엔 등이 있었음. 수산화나트륨은 비누용액을 분무하여 사용할 때 노출되는 물질로 공기 중 시료에서는 불검출됨.
18	제품평가	2017	논문	Park JY et al.	Exposure factors for cleaning, automotive care, and surface protection products for exposure assessments	Food and Chemical Toxicology	17개 도시 15세 이상 1만명 대상으로 8개 청소용품, 5개의 표면보호제품, 5개 자동차케어제품에 대하여 사용률, 빈도, 사용량 등을 조사하였음. 응답자의 절반은 여성이며, 청소제품 사용률이 다른 제품보다 높았음. 청소제품은 가정용표백제, 유리세정제 등 순이었음. 청소제품 사용빈도는 목적에 따라 다르며, 계절에 따라 제품사용이 달랐음(에어컨 클리너 등).
19	제품평가	1998	논문	Wolkoff P et al	Risk in cleaning : chemical and physical exposure	the Science of the Total Environment	청소시 사용하는 세척제와 소독제에 포함된 인자를 조사한 결과, 세정제는 주로 계면활성제, 산/알카리성물질, 첨가제등이 포함되었음. 소독제는 염소, 알콜, 알데히드, 4기 암모늄화합물, 차아염소산나트륨이 있었으며, 표면처리제품은 왁스, 가소제, 에탄올아민, 글리콜에테르 등이 함유되었음.
20	제품평가	2001	논문	Zhu J et al.	Determination of 2-butoxyethanol emissions from selected consumer products and its application in assessment of inhalation exposure associated with cleaning tasks.	Environment International	청소용품 13종(다목적클리너, 유리 및 표면클리너 등)에 2-butoxyethanol(BE), 2-methoxyethanol(ME), 2-ethoxyethanol(EE)의 함유 여부를 확인함. 분석결과, ME와 EE는 제품에서 검출되지 않음. BE는 다목적클리너, 유리 및 표면클리너 등 7개 제품에서 검출됨. BE이외에 2-(2-butoxyethoxy)ethanol이 광택클리너, 바닥 마감제 스트리퍼 등에서 검출되었으며, 몇몇 제품에서는 알코올 및 에테르(주로 butanol, hexonol, butylether등)가 검출됨.

<표 Ⅲ-6> 국외 청소노동자 관련 문헌_계속

연번	구분	년도	형식	저자	논문명	저널정보	주요내용
21	지침 개발	2015	논문	Quinn MM et al.	cleaning and disinfecting environmental surfaces in health care: Toward an integrated framework for infection and occupational illness prevention	American Journal of Infection Control	병원 수술실에 근무하는 18명의 직원이 호흡기 증상을 나타냈으며, 2명은 천식을 경험하였고 원인은 4기 암모늄 화합물로 판단됨. 따라서 청소 및 소독에 대한 효율적인 접근법이 필요하여 더욱 향상된 지침을 제공할 필요가 있음. 이를 위해서는 청소제품 및 소독이 호흡기 건강에 미치는 영향을 잘 이해할 필요가 있으며, 제품의 선택과 노출, 측정방법 연구개발 등이 필요함. 또한 개발된 지침에 따른 정기적인 훈련 및 실습이 시행되어야함.
22	지침 개발	2008	보고서	CDC	Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities	CDC	의료시설에서 소독 및 살균 작업을 하는 근로자가 사용하는 물질에 노출이 최소화되도록 미국 보건의료역학 및 감염 통제 전문가 협회에서 가이드 제정을 위해 회의를 실시함. 의료시설에서 사용되는 물질로는 alcohols, ulutaraldehyde, formaldehyde, hydrogen peroxide, phenolics, chlorine 등으로 다양함. CDC는 각 물질의 유해성 및 발생 경로, 인체영향 등을 서술하고 안전한 사용을 위한 주의사항 등을 정리함.
23	청소 방법	2004	논문	Yeung SS et al.	World at work : Aircraft cabin cleaning	Occup Environ Med	홍콩국제공항의 항공기객실청소에 대하여 산업보건측면에서 설명함. 청소 종류는 Quick transit(일반청소), Lay-over(더욱 세세하게 수행되는 청소), Deep-cleaning(앞의 청소를 모두 포함하며 좀더 광범위한 방식)으로 되어있음. 청소원은 대형은 6~8명에서 소형은 2명으로 인원을 배치하며, 객실청소의 위험은 주로 인체공학적인 부분과 관련이 있음. 근로자는 좁은 통로사이에서 수행하여야하며, 허리를 구부려서 청소하는 자세가 많음.

4. 항공기 청소노동자 유해인자 노출평가 결과

청소협력업체별 일 6 ~ 12명을 대상으로 2 ~ 3일 연속 측정을 수행하였다. 개인시료 포집방법으로 소음, 호흡성분진, 블랙카본 등을 평가하였고, 지역시료 포집방법으로 총분진, 호흡성분진, 초미세먼지, 휘발성 유기화합물, 분진의 입경분포를 살펴보았다. 항공기 일반청소업체 5개소, 시트교체업체 1개소에 대한 평가를 통해 개인시료로 소음 135개, 호흡성 분진 73개, 블랙카본 49개, 원소탄소 24개가 채취되었고, 지역시료로 총분진 39개, 호흡성분진 34개, 휘발성유기화합물 39개가 채취되었다 <표 Ⅲ-7>. 항공기 청소업체별 진행한 평가당일 일별 작업일정은 <표 Ⅲ-8>과 같다. 청소 한 개반이 일 평균 12대의 항공기를 청소하며, GH 및 GP 공항은 대부분 국내선 및 가까운 노선의 국제선을 운항하므로 작업시간이 짧고, IC 공항의 경우 대부분 장거리 노선의 국제선을 주로 운항하여 항공기 당 청소시간이 다소 긴 특성이 있다.

<표 Ⅲ-7> 항공기 청소작업 노출평가 시료수

청소 종류	사업장	공항	항공사 종류	개인시료			지역시료		
				소음	호흡성 분진	블랙 카본	총 분진	호흡성 분진	휘발성 유기 화합물
일반 청소	A	GH	LCC	18	9	8	-	-	-
	B	GH	FSC LCC	14	5	6	6	6	6
	C	GP	FSC LCC	28	22	7	9	8	9
	D	GP	FSC LCC	27	10	8	9	9	9
	F	IC	FSC LCC	20	12	12	6	6	6
시트 교체	E	IC	FSC	28	15	8	9	5	9
합계				135	73	49	39	34	39

* LCC: Low Cost Carrier, FSC: Full Service Carrier

<표 Ⅲ-8> 항공기 청소작업 평가 진행시간 중 작업내용

청소 종류	사업장	공항	항공사 종류	평가일	평가 진행시간 중 작업내용
일반 청소	A	GH	LCC	Day 1 (06:00~12:32)	Boeing 737 800 11대/일 (국내선 6대, 국제선 5대)
				Day 2 (06:00~12:46)	Boeing 737 800 11대/일 (국내선 6대, 국제선 5대)
				Day 3 (06:00~10:36)	Boeing 737 800 11대/일 (국내선 5대, 국제선 4대)
	B	GH	FSC LCC	Day 1 (06:30~14:53)	Boeing 737, A 330-300, A220 등 10대/일 (국내선 5대, 국제선 5대)
				Day 2 (06:20~14:30)	Boeing 737, A 330-300, A220 등 10대/일 (국내선 5대, 국제선 5대)
	C	GP	FSC LCC	Day 1 (07:00~14:42)	A 330-300, A321-200, A321-100, Boeing 767-300 등 12대/일 (국내선 5대, 국제선 7대)
				Day 2 (06:00~12:46)	A 330-300, A321-200, A321-100, Boeing 767-300 등 12대/일 (국내선 5대, 국제선 7대)
				Day 3 (06:00~10:36)	A 330-300, A321-200, A321-100, Boeing 767-300 등 12대/일 (국내선 5대, 국제선 7대)
	D	GP	FSC LCC	Day 1 (09:00~18:00)	Boeing 737, Boeing 777-300, A220 등 10대/일 (국내선 5대, 국제선 5대)
				Day 2 (09:00~18:00)	Boeing 737, Boeing 777-300, A220 등 10대/일 (국내선 5대, 국제선 5대)
				Day 3 (09:00~13:00)	Boeing 737, Boeing 777-300, A220 등 10대/일 (국내선 3대, 국제선 3대)
	F	IC	FSC LCC	Day 1 (10:00~16:00)	A 330-300, Boeing 737-800, A-319 등 10대/일 (국내선 2대, 국제선 8대)
				Day 2 (10:00~16:00)	A 330-300, Boeing 737-800, A-319 등 10대/일 (국내선 2대, 국제선 8대)
				Day 3 (09:00~13:00)	A 330-300, Boeing 737-800, A-319 등 12대/일 (국내선 1대, 국제선 4대)
시트 교체	E	IC	FSC	Day 1 (08:30~17:30)	A 380, Boeing 777-300 등 3대/일
				Day 2 (07:50~14:10)	A 380, Boeing 777-300 등 3대/일

1) 소음

기내 청소작업자를 대상으로 누적소음을 평가한 결과, 청소작업의 종류에 따라 소음수준은 통계적으로 유의하게 다른 것으로 평가되었다. 기내 일반 청소작업자의 경우 작업시간 동안의 누적노출량을 평균한 소음(Lavg)은 캐빈청소 72.5±4.0 dB(A), 진공청소 73.2±2.6 dB(A), 시트교체작업 69.8±1.8 dB(A) 이었다. 시료채취시간을 8시간으로 환산하면(TWA) 캐빈청소 72.9±3.0 dB(A), 진공청소 72.2±2.9 dB(A), 시트교체 72.0±1.1 dB(A) 이었다. 등가소음(LAeq)은 캐빈청소 76.8±2.9 dB(A), 진공청소 78.9±4.1 dB(A), 시트교체작업 74.2±1.2 dB(A) 이었다. 등가소음수준은 작업종류에 따라 통계적으로 유의하게 달랐으며 ($p<0.01$), 사후분석결과 진공청소작업이 가장 높았고, 캐빈청소, 시트교체작업 순이었다. 등가소음수준 중 80 dB(A)을 초과하는 시료는 캐빈청소작업에서 전체시료의 약 8%, 진공청소작업 시료의 21.4% 수준이었다.

소음수준은 사업장별로도 통계적으로 유의하게 달랐는데($p<0.01$), 사후분석결과 A 사업장에서만 통계적으로 유의하게 높았고 나머지 사업장에서의 소음수준은 통계적으로 유의하게 다르지는 않았다. A 사업장의 경우, 평가를 진행한 사업장 중 유일하게 캐빈청소 작업자가 진공청소를 병행하는 사업장이었다.

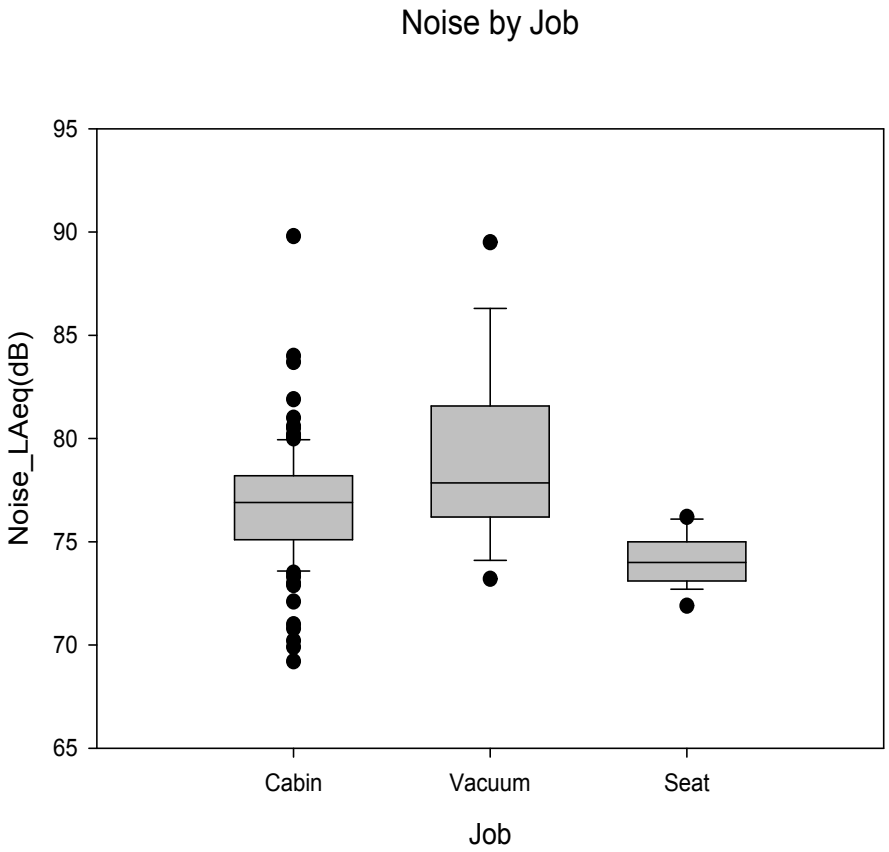
동일한 사업장내 항공기 청소별 소음수준에 대해 2 ~ 3일 연속측정한 결과 일간변이는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

<표 Ⅲ-9> 항공기 청소작업별 소음 노출평가 결과(dB)

청소구분		시료수 (n)	평균소음 (Lavg)		8시간가중평균 (TWA)		등가소음 (LAeq)			p (*ANOVA test*)
			산술평균±표준편차 (Mean±SD)	범위 (Range)	산술평균±표준편차 (Mean±SD)	범위 (Range)	산술평균±표준편차 (Mean±SD)	범위 (Range)	N (%) (≥ 80dB)	
기내 일반 (Routine cleanig)	캐빈청소 (Cabin)	101	72.5 ± 4.0	48.8 ~ 83.5	72.9 ± 3.0	64.8 ~ 79.9	76.8 ± 2.9	69.2 ~ 89.8	8 (7.9%)	p<0.01
	진공청소 (Vacuum)	14	73.2 ± 2.6	68.4 ~ 78.2	72.2 ± 2.9	68.0 ~ 77.2	78.9 ± 4.1	73.2 ~ 89.5	3 (21.4%)	
시트교체 (Seat cover changing)	시트교체 (Seat)	20	69.8 ± 1.8	65.9 ~ 72.8	72.0± 1.1	70.4 ~ 74.4	74.2 ± 1.2	71.9 ~ 76.2	-	

<표 Ⅲ-10> 항공기 청소작업별 소음 노출평가 결과(dB)_사후분석

사후분석	청소작업	N	유의수준 = 0.05에 대한 부집단		
			1	2	3
Duncana,b	시트교체	20	74.1550		
	캐빈청소	101		76.7535	
	진공청소	14			78.8929
	유의확률		1.000	1.000	1.000
Scheffea,b	시트교체	20	74.1550		
	캐빈청소	101		76.7535	
	진공청소	14			78.8929
	유의확률		1.000	1.000	1.000



[그림 Ⅲ-10] 작업별 소음수준

※ 박스(Box) 내 중간선: 중위수(Median), 박스 경계선 위: 75%, 박스 경계선 아래: 25%, 휘스커(whisker) 위: 90%, 휘스커(whisker) 아래: 10%

<표 Ⅲ-11> 청소협력업체별 기내청소작업 소음 노출평가 결과(dB)

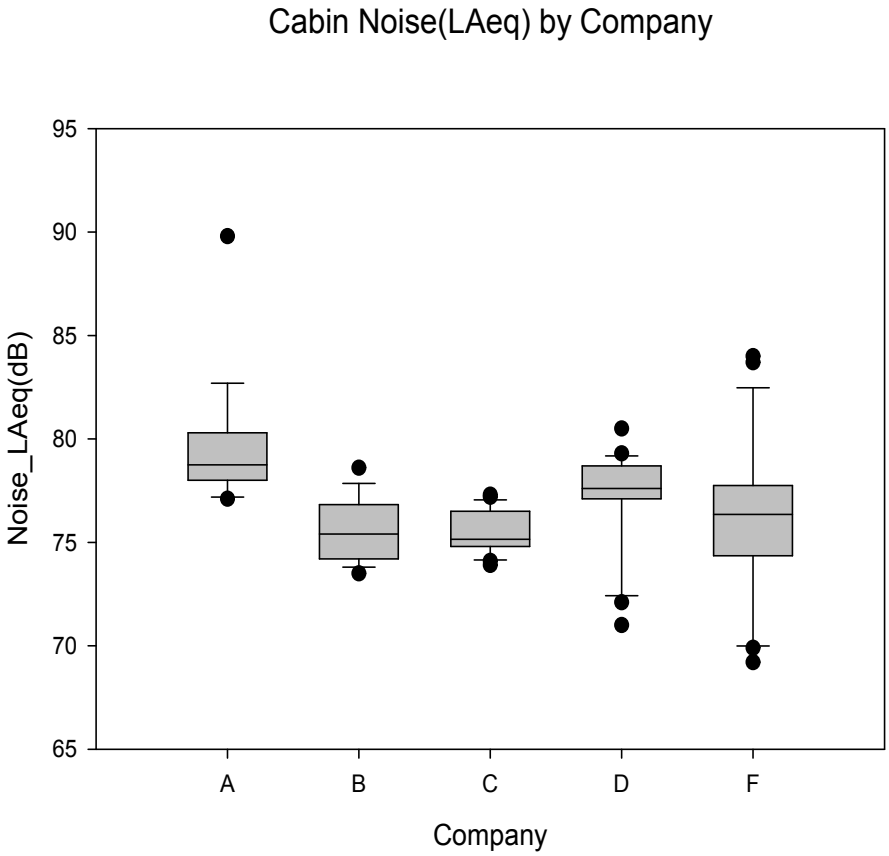
청소구분	공항	사업장	시료수 (n)	평균소음 (Lavg)		8시간가중평균 (TWA)		등가소음 (LAeq)		p (LAeq 기준) *(ANOVA test)*
				산술평균±표준편차 (AM±SD)	범위 (Range)	산술평균±표준편차 (AM±SD)	범위 (Range)	산술평균±표준편차 (AM±SD)	범위 (Range)	
일반청소	GH	A	18	75.3 ± 2.3	73.01 ~ 83.5	74.2 ± 1.9	71.2 ~ 79.9	79.6 ± 2.9	77.1 ~ 89.8	p<0.01
	GH	B	14	71.9 ± 1.5	69.2 ~ 74.1	73.4 ± 1.0	71.7 ~ 75.1	75.6 ± 1.4	73.5 ~ 78.6	
	GP	C	28	72.1 ± 1.9	69.5 ~ 78.2	72.6 ± 1.6	69.8 ~ 77.2	76.2 ± 1.9	73.9 ~ 83.1	
	GP	D	27	72.7 ± 5.5	48.8 ~ 77.7	73.1 ± 4.3	64.8 ~ 77.9	77.1 ± 2.4	71.0 ~ 81.4	
	IC	F	28	71.5 ± 4.1	62.2 ~ 81.1	71.2 ± 3.1	65.2 ~ 79.5	76.7 ± 4.5	69.2 ~ 89.5	
시트교체	IC	E	20	69.8 ± 1.8	65.9 ~ 72.8	72.0± 1.1	70.4 ~ 74.4	74.2 ± 1.2	71.9 ~ 76.2	-

<표 Ⅲ-12> 청소작업 종류별 소음 노출평가 결과(dB)

청소구분	공항	사업장	시료수 (n)	평균소음 (Lavg)		8시간가중평균 (TWA)		등가소음 (LAeq)		p (LAeq 기준) *(ANOVA test)*
				산술평균±표준편차 (AM±SD)	범위 (Range)	산술평균±표준편차 (AM±SD)	범위 (Range)	산술평균±표준편차 (AM±SD)	범위 (Range)	
캐빈청소 (Cabin)	GH	A	18	75.3 ± 2.3	73.01 ~ 83.5	74.2 ± 1.9	71.2 ~ 79.9	79.6 ± 2.9	77.1 ~ 89.8	p<0.01
	GH	B	14	71.9 ± 1.5	69.2 ~ 74.1	73.4 ± 1.0	71.7 ~ 75.1	75.6 ± 1.4	73.5 ~ 78.6	
	GP	C	24	71.7 ± 1.4	69.5 ~ 73.6	72.2 ± 1.2	69.8 ~ 74.3	75.5 ± 1.0	73.9 ~ 77.3	
	GP	D	23	72.5 ± 6.0	48.8 ~ 77.7	73.2 ± 4.6	64.8 ~ 77.9	77.1 ± 2.4	71.0 ~ 80.5	
	IC	F	22	71.5 ± 4.6	62.2 ~ 81.1	71.5 ± 3.4	65.2 ~ 79.5	76.1 ± 3.8	69.2 ~ 84.0	
진공청소 (Vacuum)	GP	C	4	74.9 ± 2.9	71.6 ~ 78.2	75.1 ± 2.0	73.2 ~ 77.2	80.0 ± 2.3	77.9 ~ 83.1	p>0.01
	GP	D	4	73.7 ± 2.4	71.7 ~ 77.2	72.5 ± 3.2	68.0 ~ 75.4	77.5 ± 2.6	75.6 ~ 81.4	
	IC	F	6	71.7 ± 1.9	68.4 ~ 73.3	70.0 ± 1.3	68.0 ~ 71.4	79.1 ± 5.9	73.2 ~ 89.5	
시트교체 (Seat)	IC	E	20	69.8 ± 1.8	65.9 ~ 72.8	72.0± 1.1	70.4 ~ 74.4	74.2 ± 1.2	71.9 ~ 76.2	-

<표 Ⅲ-13> 청소협력업체별 기내일반 청소작업 소음 노출평가 결과(dB)_사후분석

사후분석	협력업체명	N	유의수준 = 0.05에 대한 부집단	
			1	2
Duncana,b	C	24	75.5417	
	B	14	75.5857	
	F	22	76.1045	
	D	23	77.0957	
	A	18		79.6333
	유의확률		.087	1.000
Scheffea,b	C	24	75.5417	
	B	14	75.5857	
	F	22	76.1045	
	D	23	77.0957	77.0957
	A	18		79.6333
	유의확률		.472	.057



[그림 Ⅲ-11] 사업장별 기내일반_케빈청소작업 소음수준

※ 박스(Box) 내 중간선: 중위수(Median), 박스 경계선 위: 75%, 박스 경계선 아래: 25%, 휘스커(whisker) 위: 90%, 휘스커(whisker) 아래: 10%

<표 Ⅲ-14> 청소협력업체 일별 기내청소작업 소음 노출평가 결과(dB)

사업장	청소 구분	평가일	시료수 (n)	평균소음 (Lavg) (AM±SD, Range)	8시간가중평균 (TWA) (AM±SD, Range)	등가소음 (LAeq) (AM±SD, Range)	p *(ANOVA test)*
A	기내 일반	Total	18	75.3±2.3 (73.0~83.5)	74.2±1.9 (71.2~79.9)	79.6±2.9 (77.1~89.8)	p > 0.05
		Day 1	6	74.1±1.0 (73.0~75.8)	74.3±1.0 (73.3~75.7)	78.5±0.9 (77.2~80.0)	
		Day 2	6	75.0±1.0 (73.3~76.0)	74.8±0.8 (73.4~75.7)	80.1±1.5 (77.4~81.9)	
		Day 3	6	76.7±3.4 (74.2~83.5)	73.6±3.2 (71.2~79.9)	80.3±4.8 (77.1~89.8)	
B	기내 일반	Total	14	71.9±1.5 (69.2~74.1)	73.4±1.0 (71.7~75.1)	75.6±1.4 (73.5~78.6)	p > 0.05
		Day 1	7	71.1±1.6 (69.2~73.7)	72.9±1.1 (71.7~74.9)	75.3±1.6 (73.5~77.1)	
		Day 2	7	72.7±0.8 (71.6~74.1)	73.9±0.6 (73.1~75.1)	75.9±1.2 (75.0~78.6)	
C	기내 일반	Total	28	72.1±2.0 (69.5~78.2)	72.6±1.7 (69.8~77.2)	76.2±2.0 (73.9~83.1)	p > 0.05
		Day 1	8	72.4±2.0 (70.1~76.3)	73.4±1.5 (71.9~76.3)	76.1±1.8 (74.1~79.9)	
		Day 2	10	71.7±1.4 (69.5~73.5)	72.7±0.9 (71.5~73.9)	75.7±1.0 (74.3~77.2)	
		Day 3	10	72.4±2.5 (69.5~78.2)	72.0±2.2 (69.8~77.2)	76.7±2.8 (73.9~83.1)	

<표 Ⅲ-14> 청소협력업체 일별 기내청소작업 소음 노출평가 결과(dB)_계속

사업장	청소 구분	평가일	시료수 (n)	평균소음 (Lavg) (AM±SD, Range)	8시간가중평균 (TWA) (AM±SD, Range)	등가소음 (LAeq) (AM±SD, Range)	p *(ANOVA test)*
D	기내 일반	Total	27	72.7±5.6 (48.8~77.7)	73.1±4.4 (64.8~77.9)	77.2±2.4 (71.0~81.4)	p > 0.05
		Day 1	9	74.1±3.7 (65.0~77.7)	75.9±2.1 (71.4~77.9)	77.5±2.8 (71.0~80.5)	
		Day 2	8	74.1±0.9 (73.0~75.8)	76.1±1.3 (74.0~77.9)	77.6±0.8 (76.4~78.9)	
		Day 3	10	70.3±8.2 (48.8~77.2)	68.1±2.5 (64.8~72.5)	76.5±2.9 (72.1~81.4)	
E	시트 교체	Total	20	69.8±1.8 (65.9~72.8)	72.0±1.1 (70.4~74.4)	74.2±1.2 (71.9~76.2)	p < 0.05
		Day 1	10	68.8±1.7 (65.9~71.6)	72.7±1.0 (71.1~74.4)	73.6±1.2 (71.9~76.1)	
		Day 2	10	70.7±1.2 (69.1~72.8)	71.4±0.9 (70.4~72.7)	74.7±0.9 (73.3~76.2)	
F	기내 일반	Total	28	71.5±4.2 (62.2~81.1)	71.2±3.1 (65.2~79.5)	76.8±4.4 (69.2~89.5)	p > 0.05
		Day 1	9	73.6±2.4 (71.0~79.6)	73.7±2.6 (70.6~79.5)	78.5±4.9 (74.8~89.5)	
		Day 2	9	69.5±6.4 (62.2~81.1)	69.3±3.8 (65.2~76.0)	74.4±5.1 (69.2~84.0)	
		Day 3	10	71.6±1.4 (68.4~73.3)	70.0±1.1 (68.0~71.4)	77.3±2.3 (73.2~82.1)	

<표 Ⅲ-15 > 공항별 기내청소작업 소음 노출평가 결과(dB)

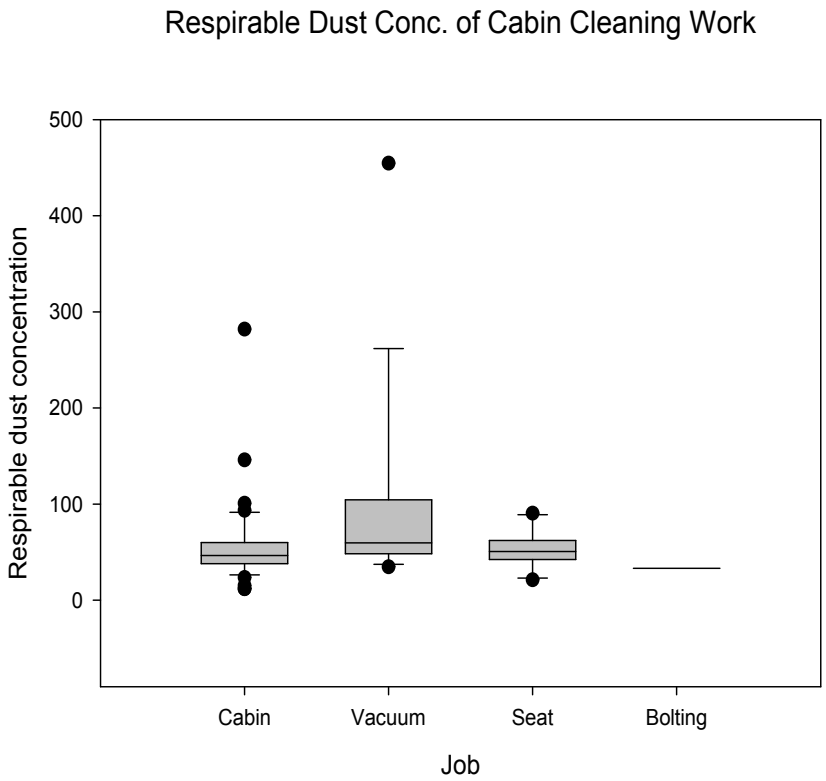
공항	시료수 (n)	평균소음 (Lavg)		8시간가중평균 (TWA)		등가소음 (LAeq)		p (LAeq 기준) *(ANOVA test)*
		산술평균±표준편차 (AM±SD)	범위 (Range)	산술평균±표준편차 (AM±SD)	범위 (Range)	산술평균±표준편차 (AM±SD)	범위 (Range)	
GH	32	73.8 ± 2.6	69.2 ~ 83.5	73.9 ± 1.6	71.2 ~ 79.9	77.9 ± 3.1	73.5 ~ 89.8	
GP	55	72.4 ± 4.1	48.8 ~ 78.2	72.9 ± 3.2	64.8 ~ 77.9	76.7 ± 2.2	71.0 ~ 83.1	$p<0.01$
IC	48	70.8 ± 3.5	62.2 ~ 81.1	71.6 ± 2.4	65.2 ~ 79.5	75.7 ± 3.7	69.2 ~ 89.5	

2) 총분진 및 호흡성 분진

개인시료로 채취한 호흡성 분진 농도의 각 작업별 자료분포는 서로 상이하였는데, 캐빈청소의 경우 2개의 상위 최대값(281 ㎍/㎥, 146 ㎍/㎥)을 이상치로 제거하면 정규분포하는 특성이 있었고, 진공청소는 1개의 최대값(454 ㎍/㎥)를 제거 시 대수정규분포하는 특성이 있었다. 시트교체작업의 경우 이상치 제거없이 대수정규분포하는 특성이 있었다. 자료는 이상치를 제거하지않고 전체자료에 대한 산술평균, 기하평균, 중위수를 제시하였다. 진공청소작업에서 산술평균 98.2±103.4 ㎍/㎥, 기하평균 74.4 ㎍/㎥ (기하표준편차 1.96)로 가장 높았고, 캐빈청소작업 산술평균 56.3±42.0 ㎍/㎥, 기하평균 47.8 ㎍/㎥ (기하표준편차 1.75), 시트교체작업에서 산술평균 52.6±19.2 ㎍/㎥, 기하평균 49.3 ㎍/㎥ (1.48) 수준이었으며 작업종류에 따라 통계적으로 유의하게 달랐다.

<표 Ⅲ-16> 항공기 기내일반청소 작업별 호흡성 분진(개인시료) 노출평가 결과 (㎍/㎥)

청소 구분	청소직무	시료수 (n)	산술평균 ±표준편차	기하평균 (기하표준편차)	중위수	범위	p (*ANOVA test*)
기내 일반	캐빈청소	45	56.3±42.0	47.8 (1.75)	46.5	11.8 ~ 281.9	p<0.05
	진공청소	16	98.2±103.4	74.4 (1.96)	59.7	34.6 ~ 454.6	
시트 교체	시트교체	10	52.6±19.2	49.3 (1.48)	59.7	21.2 ~ 90.5	
	볼트작업	2	33.1±17.7	30.6 (1.75)	33.1	20.6 ~ 45.6	



[그림 Ⅲ-12] 작업별 호흡성 분진(개인시료)수준

※ 박스(Box) 내 중간선: 중위수(Median), 박스 경계선 위: 75%, 박스 경계선 아래: 25%, 휘스커(whisker) 위: 90%, 휘스커(whisker) 아래: 10%

※ Cabin: 캐빈일반청소, Vacuum: 진공청소, Seat: 시트교체작업, Bolting: 시트교체를 위한 나사체우기작업

<표 Ⅲ-17> 항공기 청소작업 사업장_작업별 호흡성 분진(개인시료) 노출평가 결과 (㎍/㎥)

청소구분	공항	사업장	시료수 (n)	산술평균 ±표준편차	기하평균 (기하표준편차)	중위수	범위	p *(ANOVA test)*
캐빈청소	GH	A	9	48.4±27.7	42.9 (1.65)	39.1	23.5 ~ 100.7	p>0.05
	GH	B	5	93.1±105.8	65.3 (2.30)	46.5	36.3 ~ 281.9	
	GP	C	16	53.4±12.3	52.1 (1.26)	55.3	37.7 ~ 76.6	
	GP	D	6	69.7±43.6	59.9 (1.82)	56.3	28.2 ~ 146.0	
	IC	F	9	40.2±22.4	32.9 (2.08)	41.3	11.8 ~ 68.9	
진공청소	GP	C	6	76.3±51.4	66.8 (1.68)	57.4	42.6 ~ 179.0	p>0.05
	GP	D	4	166.1±194.3	104.1 (2.95)	87.6	34.6 ~ 454.6	
	IC	F	6	74.9±43.4	66.2 (1.69)	54.0	38.5 ~ 149.3	
시트교체	IC	E	10	52.6±19.2	49.3 (1.48)	50.7	21.2 ~ 90.5	-
볼팅작업	IC	E	2	33.1±17.7	30.6 (1.75)	33.1	20.6 ~ 45.6	-
Total		A	9	48.4±27.7	42.9 (1.65)	39.1	23.5 ~ 100.7	p<0.05
		B	5	93.1±105.8	65.3 (2.30)	46.5	36.3 ~ 281.9	
		C	22	59.7±29.1	55.7 (1.40)	55.5	37.7 ~ 179.0	
		D	10	108.3±127.0	74.7 (2.27)	65.5	28.2 ~ 454.6	
		E	12	49.3±19.7	45.5 (1.54)	47.4	20.6 ~ 90.5	
		F	15	54.1±35.6	43.5 (2.07)	48.8	11.8 ~ 149.3	

<표 Ⅲ-18> 항공기 청소작업 사업장별 호흡성 분진(개인시료) 노출평가 결과 (㎍/㎥)

사업장	공항	청소구분	직무	시료수 (n)	산술평균 ±표준편차	기하평균 (기하표준편차)	중위수	범위	p *(ANOVA test)*
A	GH	기내 일반	캐빈청소	9	48.4±27.7	42.9 (1.65)	39.1	23.5 ~ 100.7	p>0.05
B	GH	기내 일반	캐빈청소	5	93.1±105.8	65.3 (2.30)	46.5	36.3 ~ 281.9	
C	GP	기내 일반	캐빈청소	16	53.4±12.3	52.1 (1.26)	55.3	37.7 ~ 76.6	
			진공청소	6	76.3±51.4	66.8 (1.68)	57.4	42.6 ~ 179.0	
D	GP	기내 일반	캐빈청소	6	69.7±43.6	59.9 (1.82)	56.3	28.2 ~ 146.0	
			진공청소	4	166.1±194.3	104.1 (2.95)	87.6	34.6 ~ 454.6	
E	IC	시트교체	시트교체	10	52.6±19.2	49.3 (1.48)	50.7	21.2 ~ 90.5	
			볼트작업	2	33.1±17.7	30.6 (1.75)	33.1	20.6 ~ 45.6	
F	IC	기내 일반	캐빈청소	9	40.2±22.4	32.9 (2.08)	41.3	11.8 ~ 68.9	
			진공청소	6	74.9±43.4	66.2 (1.69)	54.0	38.5 ~ 149.3	
Total			캐빈청소	45	56.3±42.0	47.8 (1.75)	46.5	11.8 ~ 281.9	p<0.05
			진공청소	16	98.2±103.4	74.4 (1.96)	59.7	34.6 ~ 454.6	
			시트교체	10	52.6±19.2	49.3 (1.48)	59.7	21.2 ~ 90.5	
			볼트작업	2	33.1±17.7	30.6 (1.75)	33.1	20.6 ~ 45.6	

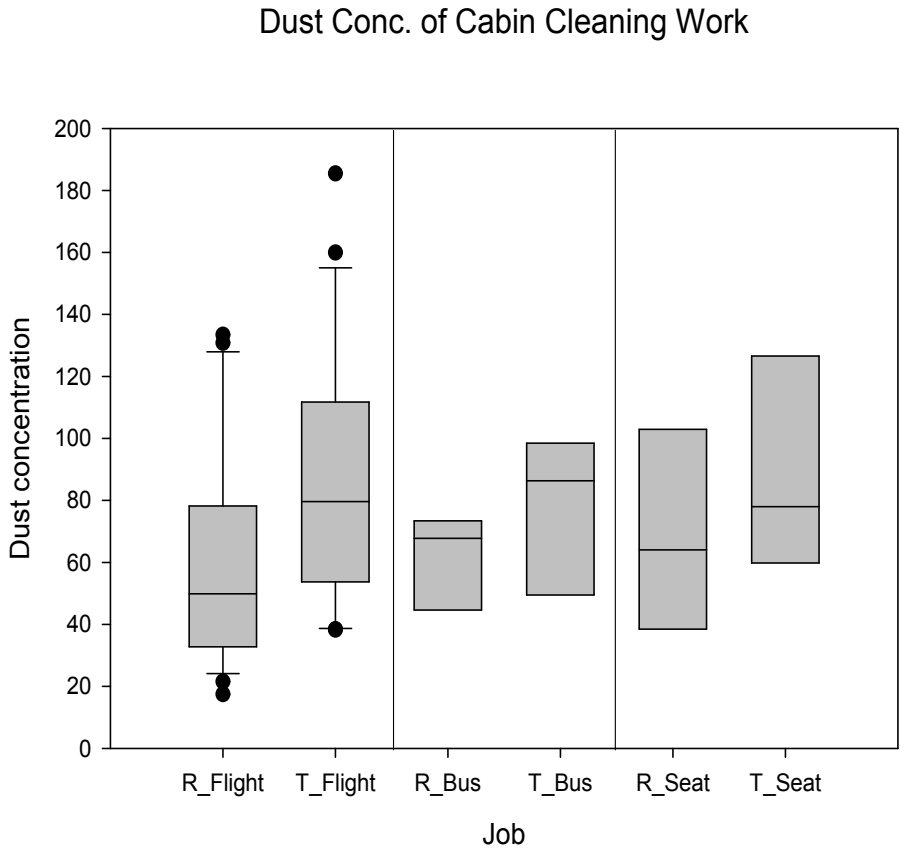
지역시료로 채취한 측정위치별 호흡성 분진자료는 대수정규분포하는 특성이 있었으며, 기내청소작업에서 기하평균 50.5 ㎍/㎥, 이동버스 내부에서 측정한 농도가 56.1 ㎍/㎥, 시트교체작업에서는 62.7 ㎍/㎥ 수준이었다. 총분진은 기내청소작업에서 기하평균 83.0 ㎍/㎥, 이동버스 내부에서 측정한 농도가 77.9 ㎍/㎥, 시트교체작업에서는 80.8 ㎍/㎥ 수준이었다. 호흡성 분진과 총분진 모두 각 작업장소별 측정농도가 통계적으로 유의하게 다르지 않았다. 총분진 중 호흡성 분진이 차지하는 비율은 기내청소작업에서 약 60.8%, 이동 버스내부에서 약 72.0%, 시트교체작업에서 약 77.6% 수준으로 시트교체작업에서 호흡성 분진의 비율이 가장 높았다.

<표 Ⅲ-19> 항공기 청소작업 호흡성 및 총 분진(지역시료) 노출평가 결과 (㎍/㎥)

청소 구분	측정 위치	호흡성 분진 (Respirable Dust)						총분진 (Total Dust)					
		시료수 (n)	산술평균 ±표준 편차	기하평균 (기하표준 편차)	중위수	범위	p *(ANOVA test)*	시료수 (n)	산술평균 ±표준편차	기하평균 (기하표준 편차)	중위수	범위	p *(ANOVA test)*
일반 청소 업체	기내 청소	22	59.4±36.2	50.5 (1.78)	49.9	17.5 ~ 133.4		26	112.2±148.2	83.0 (1.92)	80.5	38.3 ~ 812.5	
	버스	6	60.3±20.7	56.1 (1.59)	67.8	22.8 ~ 80.7	p>0.05	7	82.6±29.2	77.9 (1.47)	86.3	44.3 ~ 128.9	p>0.05
시트 교체	시트 교체	6	69.4±33.1	62.7 (1.65)	64.1	31.5 ~ 117.8		6	86.6±34.4	80.8 (1.48)	78.0	44.8 ~ 127.9	

<표 Ⅲ-20> 항공기 청소작업 호흡성 및 총 분진(지역시료) 노출평가 결과 (㎍/㎥)

구분	사업장	직무	호흡성 분진 (Respirable Dust)					총분진 (Total Dust)					p (ANOVA test)
			시료수 (n)	산술평균 ±표준편차	기하평균 (기하표준편차)	중위수	범위	시료수 (n)	산술평균 ±표준편차	기하평균 (기하표준편차)	중위수	범위	
기내 일반	B	기내	5	46.5±22.9	42.8 (1.55)	34.2	30.2 ~ 84	5	245.3±317.3	155.5 (2.54)	111.9	90.5 ~ 812.5	p>0.05
		버스	1	-	-	71.0	-	1	-	-	98.5	-	
	C	기내	6	39.2±17.9	35.4 (1.68)	41.8	17.5 ~ 59.3	6	78±28.4	73.4 (1.48)	75.7	38.3 ~ 123	
		버스	2	61.2±13.1	60.4 (1.24)	61.2	51.9 ~ 70.4	3	83.5±42.6	76.1 (1.71)	77.3	44.3 ~ 128.9	
	D	기내	6	99.9±41.3	90.8 (1.67)	120.5	46.2 ~ 133.4	6	117.9±58.5	102.8 (1.85)	131.7	40.4 ~ 185.5	
		버스	3	56.2±30	49.3 (1.97)	65.1	22.8 ~ 80.7	3	76.5±23.7	73.7 (1.41)	86.3	49.5 ~ 93.7	
	F	기내	5	47.8±19.3	45 (1.46)	35.4	33.1 ~ 76.3	9	57.2±16.8	55 (1.34)	57.1	38.4 ~ 82.8	
시트교체	E	기내	6	69.4±33.1	62.7 (1.65)	64.1	31.5 ~ 117.8	6	86.6±34.4	80.8 (1.51)	78.0	44.8 ~ 127.9	



[그림 Ⅲ-13] 작업별 총분진 및 호흡성 분진(지역시료)수준

※ 박스(Box) 내 중간선: 중위수(Median), 박스 경계선 위: 75%, 박스 경계선 아래: 25%, 휘스커(whisker) 위: 90%, 휘스커(whisker) 아래: 10%

※ R_Flight: 기내일반청소작업 호흡성분진, T_Flight: 기내일반청소작업 총분진, R_Bus: 버스내부 호흡성분진, T_Bus: 버스내부 총분진, R_seat: 시트교체작업 호흡성분진, T_Flight: 시트교체작업 총분진

3) 초미세먼지 (Particupate Matters 2.5, PM 2.5)

사업장별 초미세먼지를 광산란방식의 직독식 실시간장비로 측정하고, 사업장 측정위치별 일간평균을 살펴보았다. 직독식 장비를 통해 작업시간 중 10초 간격으로 측정하여 자료수가 일별 1,000여건 이상으로 자료의 분포는 정규분포하는 특성이 있었다.

사업장 B에서는 캐빈내부 청소작업에서 산술평균 4.83±5.33 ㎍/㎥, 기하평균 3.06 ㎍/㎥, 버스에서 대기하는 동안에는 산술평균 44.5±22.2 ㎍/㎥, 기하평균 35.9 ㎍/㎥, 버스에 고정한 장비에서는 산술평균 49.6±12.7 ㎍/㎥, 기하평균 47.9 ㎍/㎥수준이었다. 항공기 내부는 공기조화시스템이 작동하는 경우 시간당 약 10회 이상의 공기가 헤파필터를 거쳐 순환되므로 청소작업을 진행하더라고 초미세먼지의 농도는 매우 낮았다. 사업장 C에서는 캐빈내부 청소작업에서 산술평균 5.55±8.67 ㎍/㎥, 기하평균 3.48 ㎍/㎥, 버스에서 대기하는 동안에는 산술평균 42.8±32.8 ㎍/㎥, 기하평균 31.8 ㎍/㎥, 버스에 고정한 장비에서는 산술평균 38.6±28.9 ㎍/㎥, 기하평균 38.9 ㎍/㎥수준으로 사업장 B와 유사하였다.

사업장 D에서는 캐빈내부 청소작업에서 산술평균 6.61±4.2 ㎍/㎥, 기하평균 5.04 ㎍/㎥, 버스에서 대기하는 동안에는 산술평균 28.5±24.0 ㎍/㎥, 기하평균 20.2 ㎍/㎥, 버스에 고정한 장비에서는 산술평균 32.2±22.6 ㎍/㎥, 기하평균 26.2 ㎍/㎥수준이었다. 사업장 E에서는 캐빈내부 청소작업에서 산술평균 9.89±9.4 ㎍/㎥, 기하평균 6.24 ㎍/㎥, 버스에서 대기하는 동안에는 산술평균 30.5±17.1 ㎍/㎥, 기하평균 24.6㎍/㎥, 버스에 고정한 장비에서는 산술평균 26.3±13.3 ㎍/㎥, 기하평균 23.5 ㎍/㎥수준이었다.

사업장 B, C, D, E, F 의 측정기간동안 대기환경 관측소에서 측정한 PM 2.5 농도는 기하평균은 각 21.8 ㎍/㎥, 31.1 ㎍/㎥, 25.8 ㎍/㎥, 19.6 ㎍/㎥, 13.7 ㎍/㎥으로 공항 버스 내부에서 평가한 값은 대기 수준과 유사하거나 약 두 배정도 높음을 알 수 있었다.

<표 Ⅲ-21> 항공기 기내일반청소(사업장 B) 직업별 PM 2.5 노출평가 결과 (㎍/㎥)

청소 구분	청소직무	측정수 (n)	산술평균 ±표준 편차	기하평균 (기하표준 편차)	중위수	범위	> 50 ㎍/㎥ 시료수(%)	> 75 ㎍/㎥ 시료수(%)	> 150 ㎍/㎥ 시료수(%)	온도 (℃)	습도 (%)	p (ANOVA test)
기내 일반	캐빈청소	2,009	4.83±5.33	3.06 (2.70)	3.42	0.38 ~ 50.16	1(0.05%)	-	-	24±2.1	26.4±6.4	p<0.05
	청소대기 (버스, 휴게실)	8,741	44.5±22.2	35.9 (2.32)	45.2	0.38 ~ 252.7	3,423(39.3%)	487(5.6%)	27(0.3%)	23.2±3.3	35.8±10.7	
	버스고정	2,122	49.6±12.7	47.9 (1.29)	49.2	21.7 ~ 113.2	1,015(47.8%)	73(3.4%)	-	-	-	
대기관측소(Air Korea)		31	22.7±6.2	21.8 (1.34)	22.0	11.0 ~ 24.0	-	-	-	-	-	-

<표 Ⅲ-22> 항공기 기내일반청소(사업장 C) 직업별 PM 2.5 노출평가 결과 (㎍/㎥)

청소 구분	청소직무	측정수 (n)	산술평균 ±표준 편차	기하평균 (기하표준 편차)	중위수	범위	> 50 ㎍/㎥ 시료수(%)	> 75 ㎍/㎥ 시료수(%)	> 150 ㎍/㎥ 시료수(%)	온도 (℃)	습도 (%)	p (ANOVA test)
기내 일반	캐빈청소	2,539	5.55±8.67	3.48 (2.280)	3.0	0.58 ~ 103.0	23 (0.9%)	6 (0.2%)	-	23.6±1.8	39.4±9.8	p<0.05
	청소대기 (버스, 휴게실)	9,045	42.8±32.8	31.8 (2.24)	32.9	1.0 ~ 390.0	2,653(29.3%)	1,578(17.4%)	18(0.2%)	22.3±2.1	53±10.1	
	버스고정	6,043	38.6±28.9	30.5 (1.95)	27.02	7.51 ~ 200.0	1,529(25.3%)	636(10.5%)	32(5%)	-	-	
대기관측소(Air Korea)		56	33.4±12.4	31.1 (1.46)	33.5	12.0 ~ 71.0	-	-	-	-	-	-

<표 Ⅲ-23> 항공기 기내일반청소(사업장 D) 직업별 PM 2.5 노출평가 결과 (㎍/㎥)

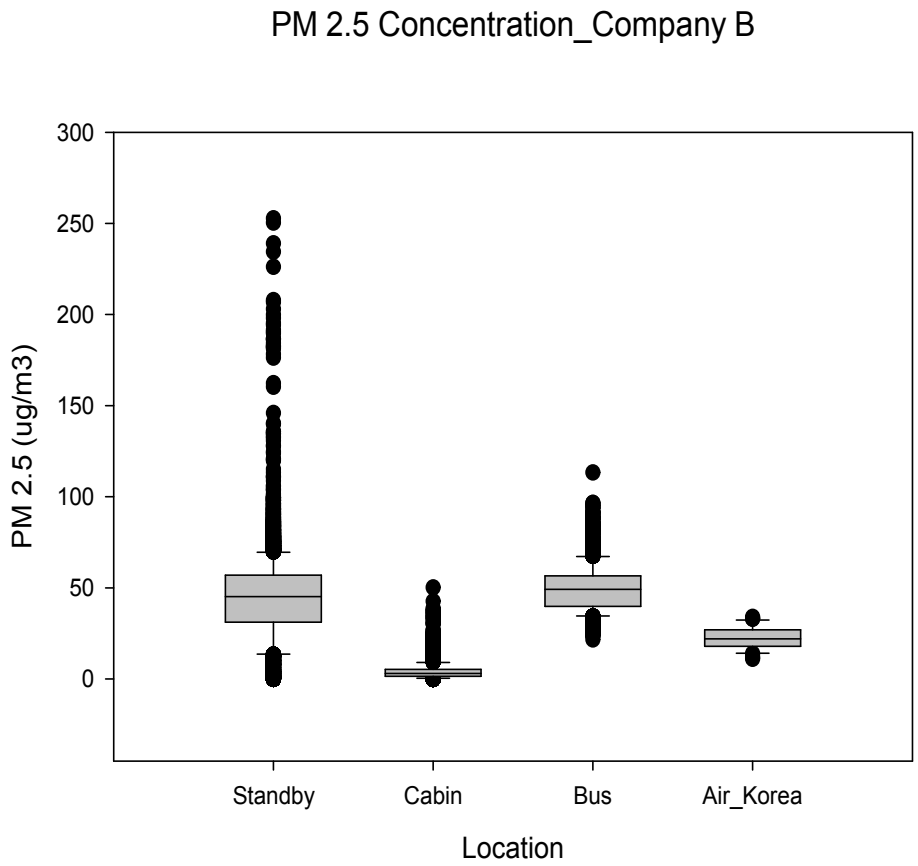
청소 구분	청소직무	측정수 (n)	산술평균 ±표준 편차	기하평균 (기하표준 편차)	중위수	범위	> 50 ㎍/㎥ 시료수(%)	> 75 ㎍/㎥ 시료수(%)	> 150 ㎍/㎥ 시료수(%)	온도 (℃)	습도 (%)	p (ANOVA test)
기내 일반	캐빈청소	432	6.61±4.2	5.04 (2.25)	6.0	1.0 ~ 16.0	-	-	-	23.4±1.4	29.3±5.7	p<0.05
	청소대기 (버스, 휴게실)	9,108	28.5±24.0	20.2 (2.40)	18.0	1.0 ~ 390.0	1,604(17.6%)	537 (5.9%)	2 (0.02%)	23.1±2.2	33.7±8.3	
	버스고정	5,091	32.2±22.6	26.2 (1.87)	23.0	3.0 ~ 157.0	997(19.5%)	269 (5.3%)	1 (0.02%)	-	-	
대기관측소(Air Korea)		53	27.0±7.8	25.8 (1.37)	25.8	9.0 ~ 47.0	-	-	-	-	-	-

<표 Ⅲ-24> 항공기 기내일반청소(사업장 E) 직업별 PM 2.5 노출평가 결과 (㎍/㎥)

청소 구분	청소직무	측정수 (n)	산술평균 ±표준 편차	기하평균 (기하표준 편차)	중위수	범위	> 50 ㎍/㎥ 시료수(%)	> 75 ㎍/㎥ 시료수(%)	> 150 ㎍/㎥ 시료수(%)	온도 (℃)	습도 (%)	p (ANOVA test)
기내 일반	캐빈청소	8,246	9.89±9.4	6.24 (2.77)	7.0	1.0 ~ 57.0	16(0.2%)	-	-	26.8±5	42.1±8.1	p<0.05
	청소대기 (버스, 휴게실)	4,178	30.5±17.1	24.6 (2.10)	29.0	1.0 ~ 81.0	570(13.6%)	4(0.1%)	-	23.6±1.2	34.8±9.1	
	버스고정	3,654	26.3±13.3	23.5 (1.58)	18.0	12.0 ~ 64.0	365(10%)	-	-	-	-	
대기관측소(Air Korea)		32	20.2±4.6	19.6 (1.29)	21.58	11.0 ~ 29.0	-	-	-	-	-	-

<표 Ⅲ-25> 항공기 기내일반청소(사업장 F) 직업별 PM 2.5 노출평가 결과 (㎍/㎥)

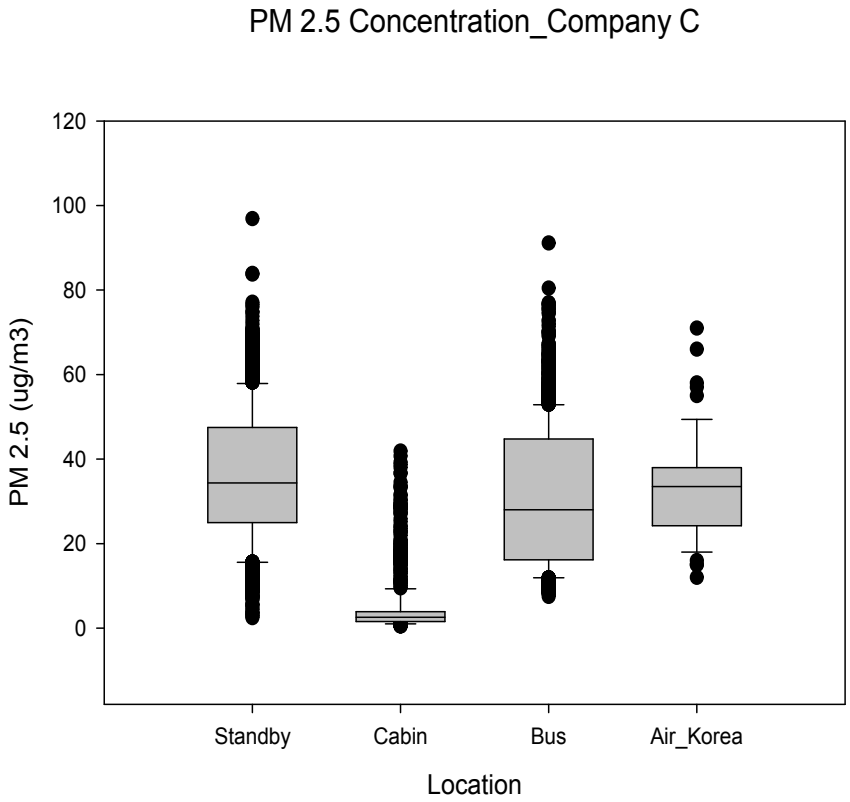
청소 구분	청소직무	측정수 (n)	산술평균 ±표준 편차	기하평균 (기하표준 편차)	중위수	범위	> 50 ㎍/㎥ 시료수(%)	> 75 ㎍/㎥ 시료수(%)	> 150 ㎍/㎥ 시료수(%)	온도 (℃)	습도 (%)	p (ANOVA test)
기내 일반	캐빈청소	3,014	7.4±7.5	5.1 (2.33)	5.0	1.0 ~ 146.0	5 (0.2%)	3 (0.1%)	-	26.8±5	42.1±8.1	p<0.05
	청소대기 (버스, 휴게실)	2,529	18.3±12.1	14.4 (2.14)	18.0	1.0 ~ 124.0	33 (1.35)	16 (0.6%)	-	23.6±1.2	34.8±9.1	
	버스고정	2,883	13.8±6.4	11.7 (1.98)	14.0	1.0 ~ 58.0	3 (0.1%)	-	-	-	-	
배경농도		3,234	5.7±1.3	5.5 (1.28)	6.0	2.0 ~ 17.0	-	-	-	-	-	
대기관측소(Air Korea)		55	14.1±3.2	13.7 (1.29)	14.0	6.0 ~ 23.0						



[그림 Ⅲ-14] 사업장 B 측정위치별 초미세먼지 노출수준

※ 박스(Box) 내 중간선: 중위수(Median), 박스 경계선 위: 75%, 박스 경계선 아래: 25%, 휘스커(whisker) 위: 90%, 휘스커(whisker) 아래: 10%

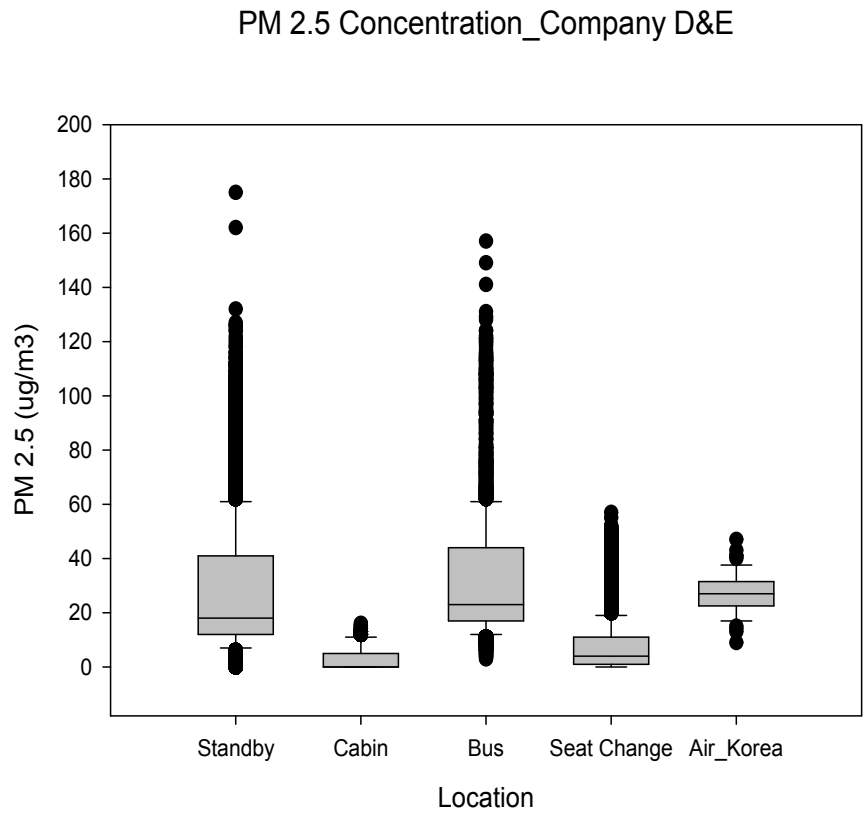
※ Standby: 준비작업(이동버스 및 야외), Cabin: 항공기내 청소작업, Bus: 버스고정설치, Air_Korea: 대기관측소 초미세먼지 농도



[그림 Ⅲ-15] 사업장 C 측정위치별 초미세먼지 노출수준

※ 박스(Box) 내 중간선: 중위수(Median), 박스 경계선 위: 75%, 박스 경계선 아래: 25%, 휘스커(whisker) 위: 90%, 휘스커(whisker) 아래: 10%

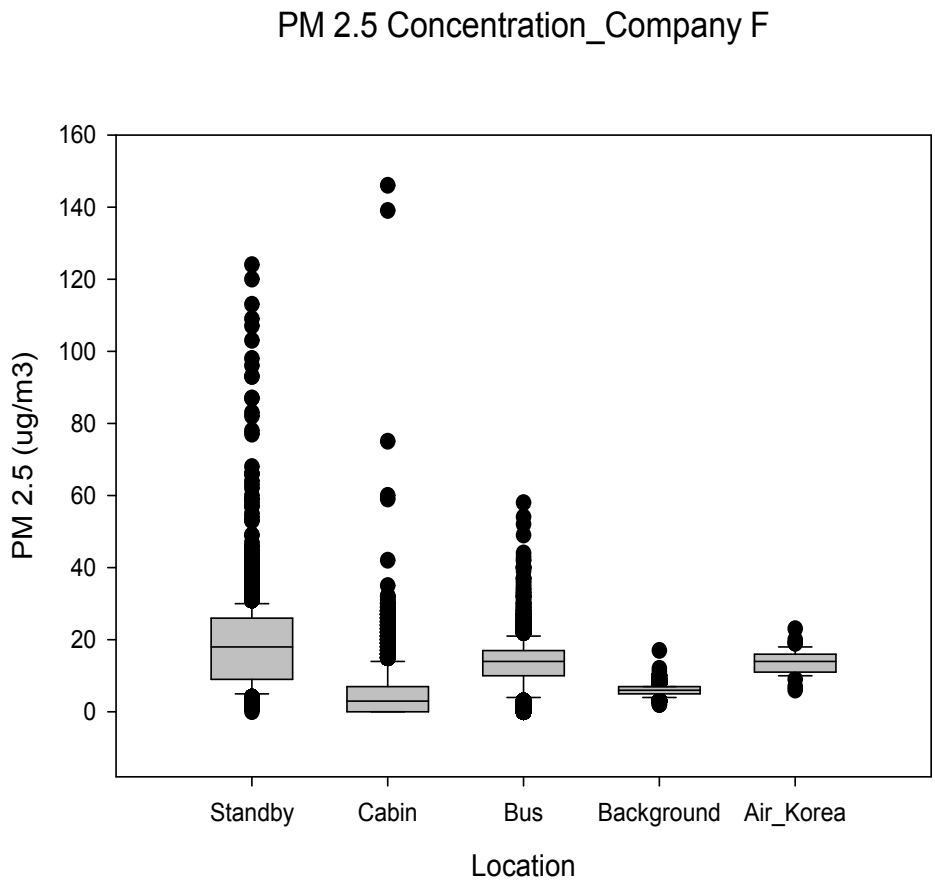
※ Standby: 준비작업(이동버스 및 야외), Cabin: 항공기내 청소작업, Bus: 버스고정설치, Air_Korea: 대기관측소 초미세먼지 농도



[그림 Ⅲ-16] 사업장 D&E 측정위치별 초미세먼지 노출수준

※ 박스(Box) 내 중간선: 중위수(Median), 박스 경계선 위: 75%, 박스 경계선 아래: 25%, 휘스커(whisker) 위: 90%, 휘스커(whisker) 아래: 10%

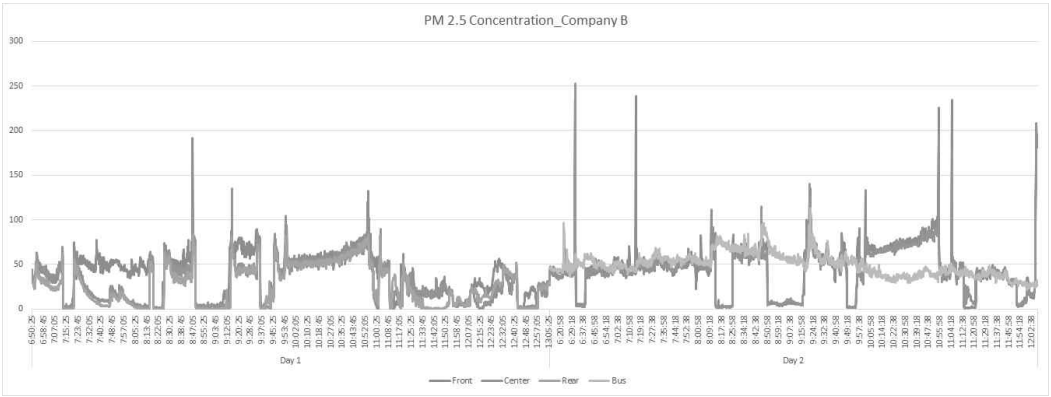
※ Standby: 준비작업(이동버스 및 야외), Cabin: 항공기내 청소작업, Bus: 버스고정설치, Air_Korea: 대기관측소 초미세먼지 농도



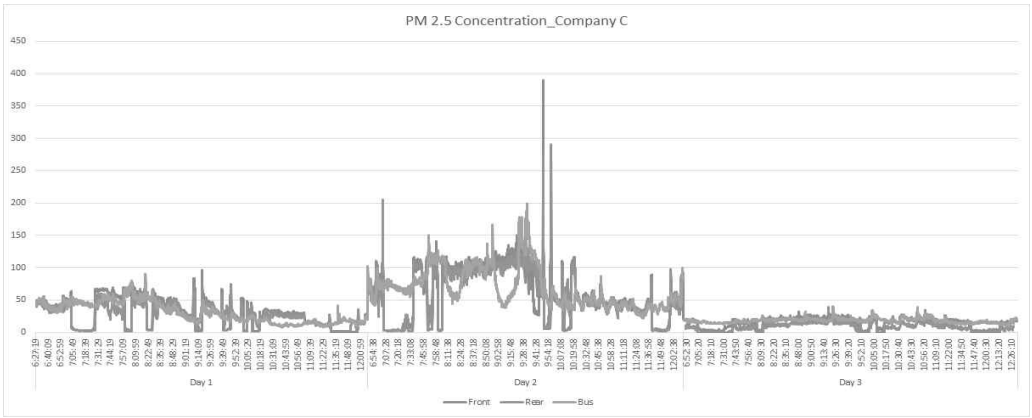
[그림 Ⅲ-17] 사업장 F 측정위치별 초미세먼지 노출수준

※ 박스(Box) 내 중간선: 중위수(Median), 박스 경계선 위: 75%, 박스 경계선 아래: 25%, 휘스커(whisker) 위: 90%, 휘스커(whisker) 아래: 10%

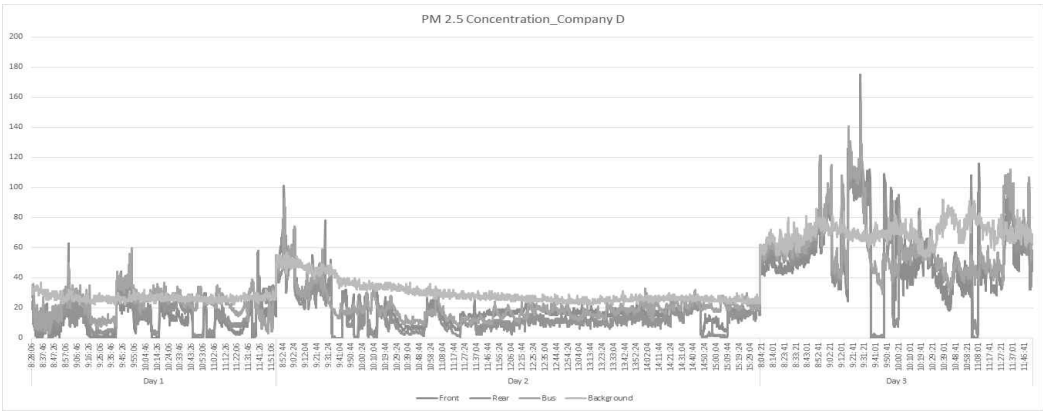
※ Standby: 준비작업(이동버스 및 야외), Cabin: 항공기내 청소작업, Bus: 버스고정설치, Air_Korea: 대기관측소 초미세먼지 농도



[그림 Ⅲ-18] 사업장 B_일간 초미세먼지 노출수준



[그림 Ⅲ-19] 사업장 C_일간 초미세먼지 노출수준



[그림 Ⅲ-20] 사업장 D_일간 초미세먼지 노출수준

Sidepak(TSI, USA) 장비를 사용하여 사업장 B, C, D, E, F에서 평가한 전체 시료를 대상으로 청소작업자에게 노출되는 초미세먼지 농도와 측정당일 대기관측소에서 측정한 시간대별 일반 대기 중 초미세먼지 농도의 상관관계를 분석한 결과, 대기 중 초미세먼지 농도와 청소작업자가 노출되는 초미세먼지 농도간에 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 청소작업자 작업동선과 병행 측정한 측정기 3대에서 각 0.387 ($p<0.01$), 0.555 ($p<0.01$), 0.416 ($p<0.01$)의 상관관계를 보였고, 이동 버스에 고정하였던 측정기에서 0.361 ($p<0.01$)의 상관관계를 보였다. 특히, 항공기 청소 전 버스 및 휴게실 등에서 대기하는 동안의 측정한 노출농도에서 상관관계가 높게 나타났다. 배경농도로 측정한 초미세먼지와 대기관측소에서 측정한 시간대별 일반 대기 중 초미세먼지 농도와는 매우 강한 상관관계 (0.938 , $p<0.001$)가 있었다. 블랙카본 농도는 청소작업자에게 노출되는 초미세먼지 농도와 약 0.28 ~ 0.58 ($p<0.01$)의 상관관계가 있는 것으로 평가되었고, 대기관측소에서 측정한 시간대별 일반 대기 중 초미세먼지 농도와도 0.19 ~ 0.48 ($p<0.01$)의 상관관계를 보였다.

항공기 청소작업자의 초미세먼지는 공항 내 배경농도 평가를 위한 블랙카본 노출간의 상관관계를 통해 살펴볼 때 대기 중 미세먼지농도의 영향을 일부 받기는 하지만, 대기질 수준과 공항 내 디젤차량의 영향이 더해져 노출농도에 영향을 주는 것으로 평가된다.

<표 Ⅲ-26> 위치별 PM 2.5 및 블랙카본 농도간 상관관계_전체시료

측정위치		PM 2.5 Flight Front	PM 2.5 Flight Center	PM 2.5 Flight Rear	PM2.5_Bus	PM2.5 Background	PM 2.5 Air_Korea	Black Carbon_1	Black Carbon_2	Black Carbon_3	Black Carbon_배경
PM 2.5 Flight Front	Pearson 상관계수	1	.897**	.902**	.672**	.679**	.387**	.304**	.404**	.382**	.453**
	유의확률 (양쪽)		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	23,858	9,423	21,693	21,255	8,389	23,858	17,769	19,803	18,961	17,029
PM 2.5 Flight Center	Pearson 상관계수	.897**	1	.903**	.454**	.[a]	.555**	.323**	.497**	.587**	.310**
	유의확률 (양쪽)	.000		.000	.000	.	.000	.000	.000	.000	.000
	N	9,423	9,424	7,296	7,171	0	9,424	7,433	7,606	6,785	7,879
PM 2.5 Flight Rear	Pearson 상관계수	.902**	.903**	1	.730**	.700**	.416**	.300**	.349**	.306**	.455**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	21,693	7,296	21,694	19,098	8,389	21,694	15,804	17,793	17,591	14,950
PM2.5_Bus	Pearson 상관계수	.672**	.454**	.730**	1	.791**	.361**	.287**	.339**	.301**	.601**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	21,255	7,171	19,098	21,255	8,041	21,255	15,854	17,834	16,938	15,235
PM2.5 Background	Pearson 상관계수	.679**	.[a]	.700**	.791**	1	.938**	.051**	.169**	.266**	.760**
	유의확률 (양쪽)	.000	.	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000
	N	8,389	0	8,389	8,041	8,389	8,389	5,191	6,684	6,947	7,628
PM2.5_Air_ Korea	Pearson 상관계수	.387**	.555**	.416**	.361**	.938**	1	.193**	.303**	.344**	.476**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000
	N	23,858	9,424	21,694	21,255	8,389	23,859	17,770	19,804	18,962	17,030
Black Carbon_1	Pearson 상관계수	.304**	.323**	.300**	.287**	.051**	.193**	1	.344**	.298**	.258**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000
	N	17,769	7,433	15,804	15,854	5,191	17,770	17,770	15,605	14,723	12,726
Black Carbon_2	Pearson 상관계수	.404**	.497**	.349**	.339**	.169**	.303**	.344**	1	.494**	.369**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000
	N	19,803	7,606	17,793	17,834	6,684	19,804	15,605	19,804	16,545	14,451
Black Carbon_3	Pearson 상관계수	.382**	.587**	.306**	.301**	.266**	.344**	.298**	.494**	1	.342**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
	N	18,961	6,785	17,591	16,938	6,947	18,962	14,723	16,545	18,962	13,944
Black Carbon_배경	Pearson 상관계수	.453**	.310**	.455**	.601**	.760**	.476**	.258**	.369**	.342**	1
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	17,029	7,879	14,950	15,235	7,628	17,030	12,726	14,451	13,944	17,030

<표 Ⅲ-27> 위치별 PM 2.5 및 블랙카본 농도간 상관관계_버스 및 휴게실 대기(Standby)

측정위치		PM 2.5 Flight Front	PM 2.5 Flight Center	PM 2.5 Flight Rear	PM2.5_Bus	PM2.5 Background	PM 2.5 Air_Korea	Black Carbon_1	Black Carbon_2	Black Carbon_3	Black Carbon_배경
PM 2.5 Flight Front	Pearson 상관계수	1	.785**	.888**	.787**	.688**	.363**	.315**	.363**	.314**	.465**
	유의확률 (양쪽)		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	13,921	3,509	12,149	11,919	5,868	13,921	10,153	12,407	11,533	9,507
PM 2.5 Flight Center	Pearson 상관계수	.785**	1	.924**	.111**	.[a]	.309**	.041*	.173**	.354**	-.071**
	유의확률 (양쪽)	.000		.000	.000	.	.000	.025	.000	.000	.000
	N	3,509	3,510	1,775	1,729	0	3,510	2,978	3,160	2,559	2,936
PM 2.5 Flight Rear	Pearson 상관계수	.888**	.924**	1	.864**	.713**	.400**	.310**	.313**	.235**	.473**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	12,149	1,775	12,150	10,155	5,868	12,150	8,522	10,688	10,424	7,815
PM2.5_Bus	Pearson 상관계수	.787**	.111**	.864**	1	.783**	.289**	.301**	.354**	.271**	.609**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	11,919	1,729	10,155	11,919	5,649	11,919	8,571	10,750	9,849	8,080
PM2.5 Background	Pearson 상관계수	.688**	.[a]	.713**	.783**	1	.927**	.082**	.145**	.223**	.712**
	유의확률 (양쪽)	.000	.	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000
	N	5,868	0	5,868	5,649	5,868	5,868	3,210	4,935	5,019	5,369
PM2.5_Air_ Korea	Pearson 상관계수	.363**	.309**	.400**	.289**	.927**	1	.144**	.221**	.286**	.322**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000
	N	13,921	3,510	12,150	11,919	5,868	13,922	10,154	12,408	11,534	9,508
Black Carbon_1	Pearson 상관계수	.315**	.041*	.310**	.301**	.082**	.144**	1	.365**	.293**	.212**
	유의확률 (양쪽)	.000	.025	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000
	N	10,153	2,978	8,522	8,571	3,210	10,154	10,154	9,652	8,732	6,833
Black Carbon_2	Pearson 상관계수	.363**	.173**	.313**	.354**	.145**	.221**	.365**	1	.482**	.337**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000
	N	12,407	3,160	10,688	10,750	4,935	12,408	9,652	12,408	10,725	8,755
Black Carbon_3	Pearson 상관계수	.314**	.354**	.235**	.271**	.223**	.286**	.293**	.482**	1	.300**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
	N	11,533	2,559	10,424	9,849	5,019	11,534	8,732	10,725	11,534	8,287
Black Carbon_배경	Pearson 상관계수	.465**	-.071**	.473**	.609**	.712**	.322**	.212**	.337**	.300**	1
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	9,507	2,936	7,815	8,080	5,369	9,508	6,833	8,755	8,287	9,508

<표 Ⅲ-28> 위치별 PM 2.5 및 블랙카본 농도간 상관관계_캐빈청소작업(Cabin cleaning)

측정위치		PM 2.5 Flight Front	PM 2.5 Flight Center	PM 2.5 Flight Rear	PM2.5_Bus	PM2.5 Background	PM 2.5 Air_Korea	Black Carbon_1	Black Carbon_2	Black Carbon_3	Black Carbon_배경
PM 2.5 Flight Front	Pearson 상관계수	1	.010	.261**	.057**	-.150**	-.101**	.150**	.023	.030	-.024
	유의확률 (양쪽)		.774	.000	.000	.000	.000	.000	.176	.068	.165
	N	4,888	865	4,495	4,287	2,521	4,888	3,706	3,464	3,704	3,224
PM 2.5 Flight Center	Pearson 상관계수	.010	1	.710**	-.389**	.[a]	-.072*	-.193**	.152**	.076	-.339**
	유의확률 (양쪽)	.774		.000	.000	.	.034	.000	.001	.087	.000
	N	865	865	472	393	0	865	545	514	502	645
PM 2.5 Flight Rear	Pearson 상관계수	.261**	.710**	1	.138**	-.155**	.150**	.158**	.134**	.145**	.023
	유의확률 (양쪽)	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.227
	N	4,495	472	4,495	3,894	2,521	4,495	3,372	3,173	3,443	2,837
PM2.5_Bus	Pearson 상관계수	.057**	-.389**	.138**	1	.694**	.444**	.213**	.267**	.292**	.837**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	4,287	393	3,894	4,287	2,392	4,287	3,373	3,152	3,365	2,857
PM2.5 Background	Pearson 상관계수	-.150**	.[a]	-.155**	.694**	1	.932**	-.062**	.079**	.148**	.714**
	유의확률 (양쪽)	.000	.	.000	.000		.000	.006	.001	.000	.000
	N	2521	0	2521	2392	2521	2521	1981	1749	1928	2259
PM2.5_Air_ Korea	Pearson 상관계수	-.101**	-.072*	.150**	.444**	.932**	1	.039*	.260**	.266**	.647**
	유의확률 (양쪽)	.000	.034	.000	.000	.000		.018	.000	.000	.000
	N	4,888	865	4,495	4,287	2,521	4,888	3,706	3,464	3,704	3,224
Black Carbon_1	Pearson 상관계수	.150**	-.193**	.158**	.213**	-.062**	.039*	1	.135**	.162**	.139**
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.000	.000	.006	.018		.000	.000	.000
	N	3,706	545	3,372	3,373	1,981	3,706	3,706	2,747	2,928	2,571
Black Carbon_2	Pearson 상관계수	.023	.152**	.134**	.267**	.079**	.260**	.135**	1	.370**	.170**
	유의확률 (양쪽)	.176	.001	.000	.000	.001	.000	.000		.000	.000
	N	3,464	514	3,173	3,152	1,749	3,464	2,747	3,464	2,783	2,358
Black Carbon_3	Pearson 상관계수	.030	.076	.145**	.292**	.148**	.266**	.162**	.370**	1	.196**
	유의확률 (양쪽)	.068	.087	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
	N	3,704	502	3,443	3,365	1,928	3,704	2,928	2,783	3,704	2,523
Black Carbon_배경	Pearson 상관계수	-.024	-.339**	.023	.837**	.714**	.647**	.139**	.170**	.196**	1
	유의확률 (양쪽)	.165	.000	.227	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	3,224	645	2,837	2,857	2,259	3,224	2,571	2,358	2,523	3,224

4) 분진의 입경분포

항공기 청소작업자에게 노출되는 분진의 입경별 분포를 살펴보기 위해 입자수 측정장비 OPC (Optical Particle Counter, Grimm, Germany)를 사용하여 작업자 동선을 따라 실시간 측정하였다. 측정자료를 중량으로 환산하여 평가한 결과, 사업장 B에서는 2일간 평균으로 PM 10 39.9±35.1 ㎍/㎥, PM 2.5 21.9±15.2 ㎍/㎥, PM 1 18.4±14.2 ㎍/㎥ 였으며, 흡입성(Inhalable) 분진 76±202.5 ㎍/㎥, 흉곽성(Thoracic)분진 41.2±40.1 ㎍/㎥, 호흡성(Alveolic) 분진 25±16 ㎍/㎥ 수준이었다. 사업장 C에서는 3일간 평균으로 PM 10 50.9±42.2 ㎍/㎥, PM 2.5 30±25.7 ㎍/㎥, PM 1 24.5±20.9 ㎍/㎥ 였으며, 흡입성(Inhalable) 분진 90.3±143.3 ㎍/㎥, 흉곽성(Thoracic)분진 52.4±43.8 ㎍/㎥, 호흡성(Alveolic) 분진 33.9±28.4 ㎍/㎥ 수준이었다. 사업장 D에서는 3일간 평균으로 PM 10 36.4±33.3 ㎍/㎥, PM 2.5 19.2±11.9 ㎍/㎥, PM 1 15.4±10.3 ㎍/㎥ 였으며, 흡입성(Inhalable) 분진 83.7±550 ㎍/㎥, 흉곽성(Thoracic)분진 37.9±44.8 ㎍/㎥, 호흡성(Alveolic) 분진 22.3±13.3 ㎍/㎥ 수준이었다. 시트교체 작업을 수행하는 사업장 E에서는 2일간 평균으로 PM 10 24.7±33 ㎍/㎥, PM 2.5 10.1±10.6 ㎍/㎥, PM 1 7.3±7.7 ㎍/㎥ 였으며, 흡입성(Inhalable) 분진 52.4±139.3 ㎍/㎥, 흉곽성(Thoracic)분진 26.2±36.6 ㎍/㎥, 호흡성(Alveolic) 분진 12.6±13.2 ㎍/㎥ 수준이었다. 입경별 농도를 살펴보면 사업장 B에서 평균 입자수는 각 263개/㎤ (측정 첫째날), 303개/㎤ (측정 둘째날)이며, 0.25 ㎛ ~ 0.3 ㎛가 80%이상을 차지하였다. 사업장 C에서는 평균 입자수는 각 520개/㎤ (측정 첫째날), 405개/㎤ (측정 둘째날2)이며, 0.25 ㎛ ~ 0.3 ㎛가 70 ~ 60%이상을 차지하였다. 사업장 D에서는 평균 입자수는 각 88개/㎤ (측정 첫째날), 148개/㎤ (측정 둘째날), 236개/㎤ (측정 세째날)이며, 0.25 ㎛ ~ 0.3 ㎛가 85 ~ 75%이상을 차지하였다. 사업장 E에서는 평균 입자수는 각 45개/㎤ (측정 첫째날), 17개/㎤ (측정 둘째날)로 매우 낮았고, 0.25 ㎛ ~ 0.3 ㎛가 약 80%를 차지하였다.

<표 Ⅲ-29> 항공기 기내일반 청소작업 Grimm노출평가 결과_중량 (㎍/㎥)

사업장	Day	구분	PM10	PM2.5	PM1	Inhalable	Thoracic	Alveolic
B	1	n	4,228	4,228	4,228	4,228	4,228	4,228
		AM±SD	32.6±22.6	20.2±17	17.4±15.9	53.1±89.6	33.4±23.4	22.3±17.4
		GM (GSD)	24.5(2.3)	13.5(2.7)	10.7(3.1)	31.4(2.8)	25.1(2.3)	16(2.4)
		Median	29.6	18.7	16.2	36.3	30.2	20.6
		Range	0.7~196.5	0.7~141.5	0.6~139	0.7~2611.8	0.7~244.6	0.7~143.4
	2	n	2,647	2,647	2,647	2,647	2,647	2,647
		AM±SD	51.5±46.4	24.7±11.3	20.1±10.7	112.6±302.6	53.6±55.2	29.2±12.4
		GM (GSD)	46(1.5)	23.2(1.4)	18.6(1.4)	67.8(2.2)	47.2(1.5)	27.6(1.4)
		Median	44.2	22.8	18.6	57.7	45.4	26.8
		Range	11~1125.8	9.7~99.6	8.9~92.6	11~6691.2	11~1343.7	11~174.1
	Total	n	6,875	6,875	6,875	6,875	6,875	6,875
		AM±SD	39.9±35.1	21.9±15.2	18.4±14.2	76±202.5	41.2±40.1	25±16
		GM (GSD)	31.2(2.2)	16.6(2.3)	13.2(2.6)	42.2(2.7)	32(2.2)	19.8(2.1)
		Median	37.5	21.5	17.9	44.0	38.2	24.7
		Range	0.7~1125.8	0.7~141.5	0.6~139	0.7~6691.2	0.7~1343.7	0.7~174.1

※ AM: 산술평균, SD: 표준편차, GM: 기하평균, GSD: 기하표준편차, Median: 중위수, Range: 범위

<표 Ⅲ-29> 항공기 기내일반 청소작업 Grimm노출평가 결과_중량 (㎍/㎥)

사업장	Day	구분	PM10	PM2.5	PM1	Inhalable	Thoracic	Alveolic
C	1	n	3,259	3,259	3,259	3,259	3,259	3,259
		AM±SD	67±58.3	39.8±32.7	33±23.7	104.5±143.9	68.2±59.1	45.3±37.8
		GM (GSD)	39.2(3.7)	22.5(3.9)	18.2(4.1)	52.2(4.1)	40.4(3.6)	26(3.7)
		Median	53.2	39.2	32.4	63.5	53.9	42.9
		Range	0.3~1104.3	0.3~890	0.3~100.8	0.3~2468.4	0.3~1110.3	0.3~979.1
	2	n	3,470	3,470	3,470	3,470	3,470	3,470
		AM±SD	48.1±30.3	36.3±22.5	32.1±19.4	77.5±137.1	49.7±33.4	38.1±23.5
		GM (GSD)	33.1(3.1)	22.9(3.5)	19.7(3.8)	42.2(3.5)	34.1(3.1)	24.9(3.3)
		Median	51.7	34.8	32.5	61.0	53.9	36.3
		Range	0.5~260.9	0.5~169.1	0.5~161.2	0.5~3145.7	0.5~599	0.5~171.3
	3	n	3,513	3,513	3,513	3,513	3,513	3,513
		AM±SD	38.8±27.2	14.6±8	9±4.6	89.6±147.5	40.5±29.6	19.1±10.8
		GM (GSD)	25.2(3.3)	10.7(2.7)	6.7(2.6)	38.9(4.4)	26.2(3.3)	13.6(2.8)
		Median	39.1	16.4	10.4	50.4	40.6	21.4
		Range	0.6~393.3	0.6~37.9	0.6~25.5	0.6~2361	0.6~428.2	0.6~55.1
	Total	n	10,242	10,242	10,242	10,242	10,242	10,242
		AM±SD	50.9±42.2	30±25.7	24.5±20.9	90.3±143.3	52.4±43.8	33.9±28.4
		GM (GSD)	31.8(3.4)	17.5(3.5)	13.3(3.8)	43.9(4)	32.9(3.4)	20.5(3.4)
		Median	44.4	23.1	14.9	58.4	45.9	27.5
		Range	0.3~1104.3	0.3~890	0.3~161.2	0.3~3145.7	0.3~1110.3	0.3~979.1

※ AM: 산술평균, SD: 표준편차, GM: 기하평균, GSD: 기하표준편차, Median: 중위수, Range: 범위

<표 Ⅲ-29> 항공기 기내일반 청소작업 Grimm노출평가 결과_중량 (㎍/㎥)

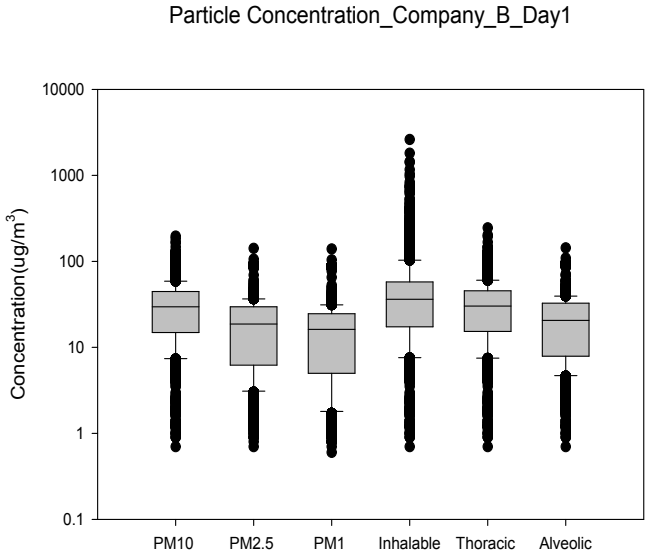
사업장	Day	구분	PM10	PM2.5	PM1	Inhalable	Thoracic	Alveolic
D	1	n	2,209	2,209	2,209	2,209	2,209	2,209
		AM±SD	40.4±28.1	17.2±7.8	12.1±5	89.1±152	42.1±32	21.4±10.1
		GM (GSD)	31.5(2.2)	14.7(1.9)	10.2(2.1)	46.3(3.1)	32.5(2.2)	18.4(1.8)
		Median	41.1	18.1	13.4	50.9	41.9	22.8
		Range	0.6~618.8	0.3~63.7	0.3~35.4	0.6~2,842.1	0.6~835.8	0.6~80.1
	2	n	4,245	4,245	4,245	4,245	4,245	4,245
		AM±SD	26.6±35.8	13.5±7	10.6±5.6	65.4±617.6	27.8±52.1	15.9±8.2
		GM (GSD)	21.6(1.9)	11.8(1.7)	9(1.9)	27(2.5)	21.9(1.9)	14.1(1.6)
		Median	22.5	12.3	9.9	24.5	22.6	14.6
		Range	0.6~1,677	0.2~59.6	0.2~51.7	0.6~36,918	0.6~2,668	0.6~132.6
	3	n	2,377	2,377	2,377	2,377	2,377	2,377
		AM±SD	50.2±27.1	31.2±13.2	27±11.3	111.3±648.1	52.1±35.2	34.5±14.7
		GM (GSD)	43.2(1.8)	26.3(2.2)	21.3(2.7)	57.6(2.4)	44.3(1.9)	30(1.9)
		Median	44.4	30.6	26.3	53.7	45.2	34.1
		Range	0.4~456.6	0.4~150.9	0.3~64.6	0.4~24,473	0.4~709.1	0.4~168.1
	Total	n	8,831	8,831	8,831	8,831	8,831	8,831
		AM±SD	36.4±33.3	19.2±11.9	15.4±10.3	83.7±550	37.9±44.8	22.3±13.3
		GM (GSD)	28.6(2.1)	15.5(2.1)	11.7(2.4)	37.9(2.8)	29.2(2.1)	18.5(1.9)
		Median	30.7	15.6	12.1	36.9	31.0	18.9
		Range	0.4~1677	0.2~150.9	0.2~64.6	0.4~36,918	0.4~2,668	0.4~168.1

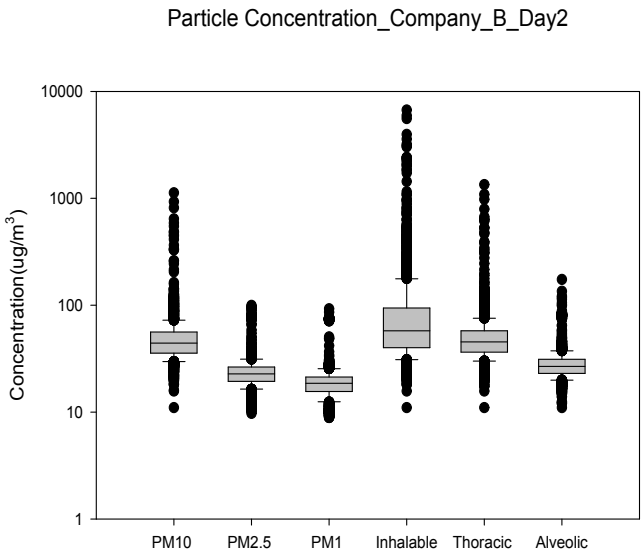
※ AM: 산술평균, SD: 표준편차, GM: 기하평균, GSD: 기하표준편차, Median: 중위수, Range: 범위

<표 Ⅲ-29> 항공기 기내일반 청소작업 Grimm노출평가 결과_중량 (㎍/㎥)

사업장	Day	구분	PM10	PM2.5	PM1	Inhalable	Thoracic	Alveolic
E	1	n	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
		AM±SD	23.3±34.3	6.3±7.8	3.7±4.7	60±162.1	25.5±39.4	8.9±10.7
		GM (GSD)	9.6(4.9)	2.9(3.9)	1.3(4.9)	13.9(6.7)	10.1(5)	4.5(3.7)
		Median	11.9	3.5	0.8	15.6	12.6	5.1
		Range	0~345.8	0~96.2	0~21.2	0~5070.9	0~545	0~130.2
	2	n	3,642	3,642	3,642	3,642	3,642	3,642
		AM±SD	26.6±31.1	15.3±11.6	12.2±8.2	42±98.9	27.3±32.4	17.6±14.6
		GM (GSD)	16.8(2.7)	10.4(2.7)	8.3(2.8)	19.9(3.2)	17.2(2.7)	12.1(2.5)
		Median	16.2	11.8	11.2	18.1	16.7	12.2
		Range	0.8~632.8	0.6~81.3	0.5~35.2	0.8~3280.8	0.8~637.1	0.8~161.1
	Total	n	8,642	8,642	8,642	8,642	8,642	8,642
		AM±SD	24.7±33	10.1±10.6	7.3±7.7	52.4±139.3	26.2±36.6	12.6±13.2
		GM (GSD)	12.1(4)	5(3.9)	2.8(5.2)	16.2(5.2)	12.6(4.1)	6.8(3.5)
		Median	13.6	5.8	4.7	16.8	14.3	7.5
		Range	0~632.8	0~96.2	0~35.2	0~5070.9	0~637.1	0~161.1

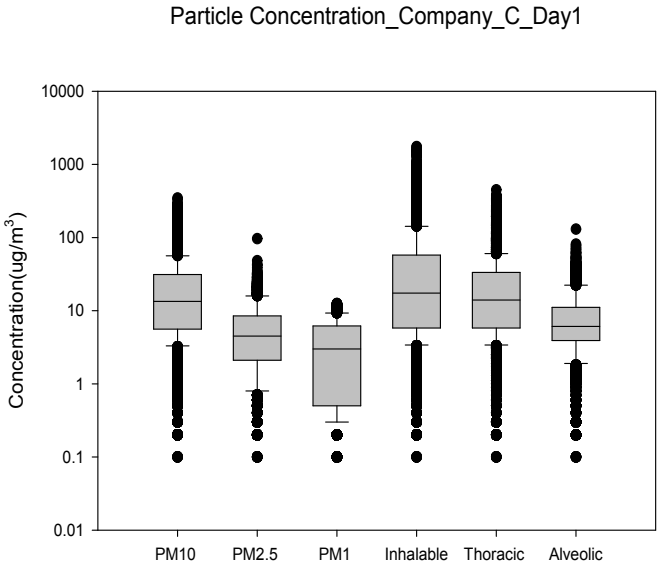
※ AM: 산술평균, SD: 표준편차, GM: 기하평균, GSD: 기하표준편차, Median: 중위수, Range: 범위

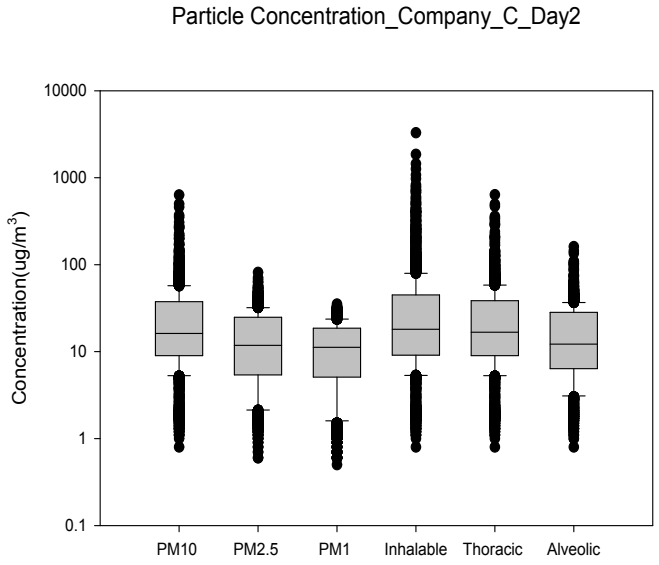




[그림 Ⅲ-21] 사업장 B 입경별 초미세먼지 노출수준

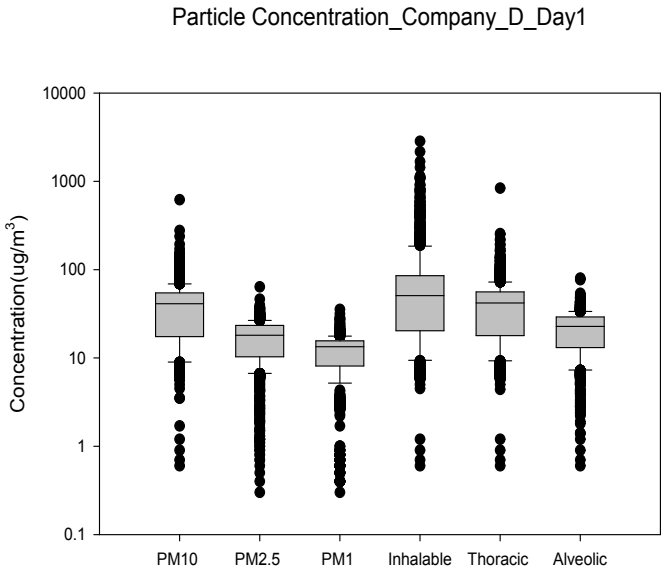
※ 박스(Box) 내 중간선: 중위수(Median), 박스 경계선 위: 75%, 박스 경계선 아래: 25%, 휘스커(whisker) 위: 90%, 휘스커(whisker) 아래: 10%

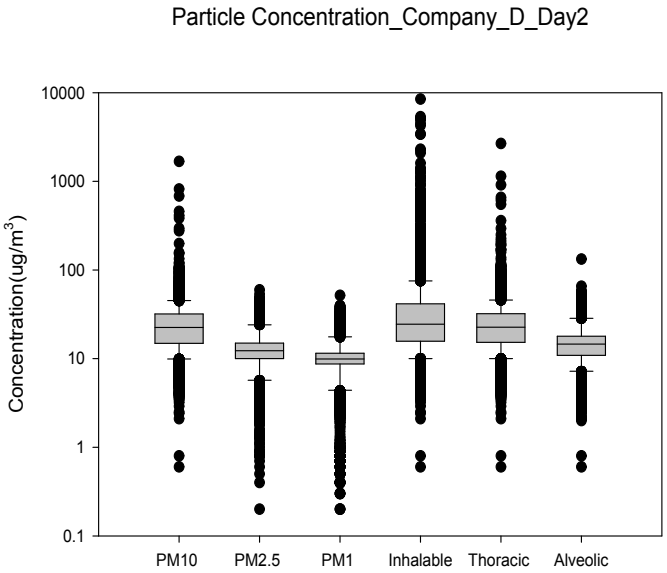




[그림 Ⅲ-22] 사업장 C 입경별 초미세먼지 노출수준

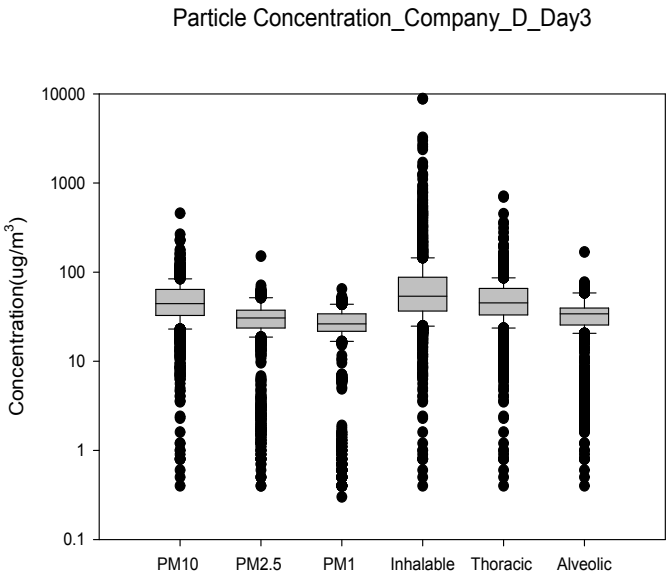
※ 박스(Box) 내 중간선: 중위수(Median), 박스 경계선 위: 75%, 박스 경계선 아래: 25%, 휘스커(whisker) 위: 90%, 휘스커(whisker) 아래: 10%





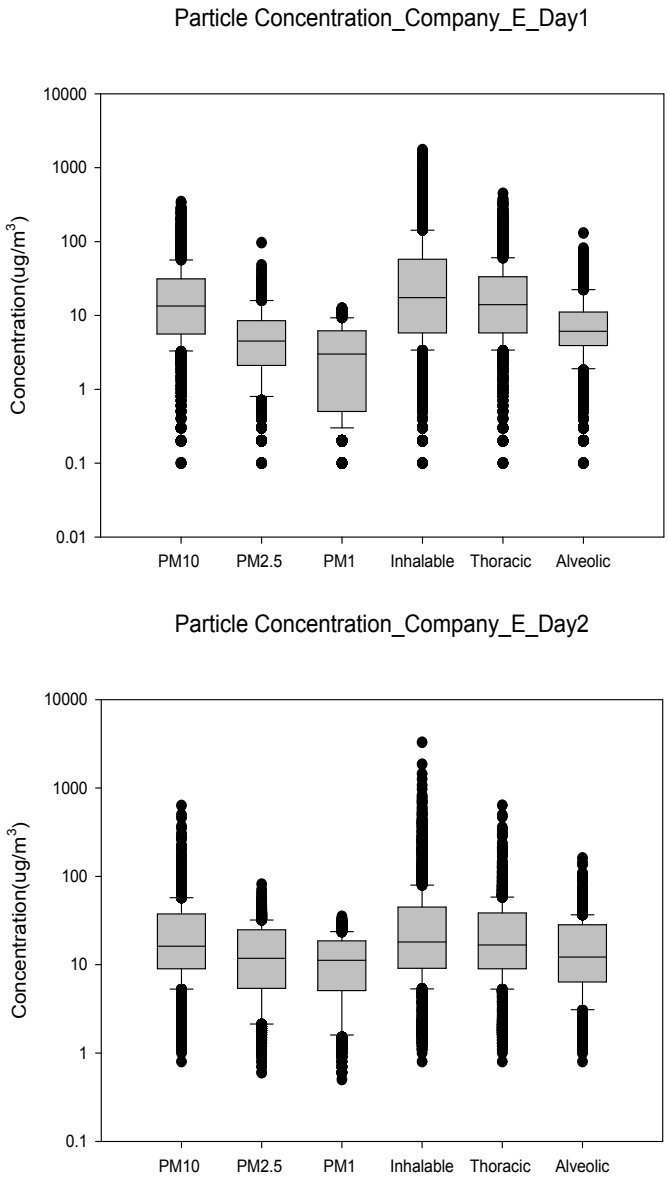
[그림 Ⅲ-23] 사업장 D 입경별 초미세먼지 노출수준

※ 박스(Box) 내 중간선: 중위수(Median), 박스 경계선 위: 75%, 박스 경계선 아래: 25%, 휘스커(whisker) 위: 90%, 휘스커(whisker) 아래: 10%



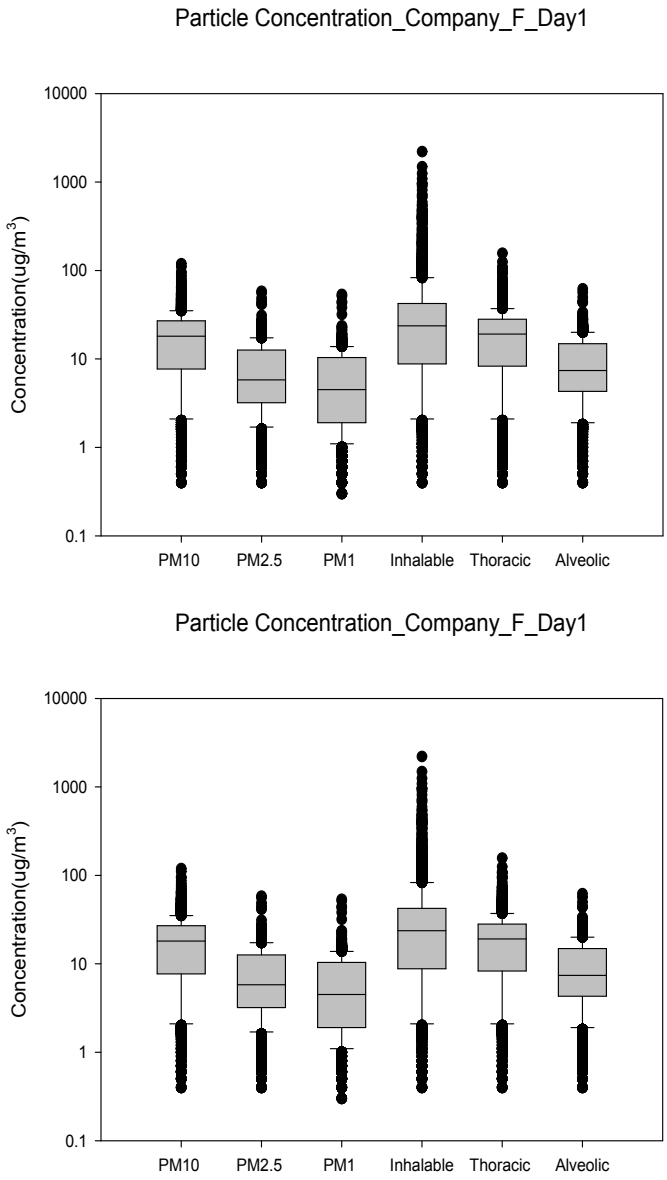
[그림 Ⅲ-23] 사업장 D 입경별 초미세먼지 노출수준_계속

※ 박스(Box) 내 중간선: 중위수(Median), 박스 경계선 위: 75%, 박스 경계선 아래: 25%, 휘스커(whisker) 위: 90%, 휘스커(whisker) 아래: 10%



[그림 Ⅲ-24] 사업장 E 입경별 초미세먼지 노출수준

※ 박스(Box) 내 중간선: 중위수(Median), 박스 경계선 위: 75%, 박스 경계선 아래: 25%, 휘스커(whisker) 위: 90%, 휘스커(whisker) 아래: 10%



[그림 Ⅲ-25] 사업장 F 입경별 초미세먼지 노출수준

※ 박스(Box) 내 중간선: 중위수(Median), 박스 경계선 위: 75%, 박스 경계선 아래: 25%, 휘스커(whisker) 위: 90%, 휘스커(whisker) 아래: 10%

<표 Ⅲ-30> 항공기 기내일반 청소작업 Grimm노출평가 결과_수농도 (#/㎤)

사업장	Day	구분	Total	0.25~0.3㎛	0.3~1㎛	1~2.5㎛	2.5~10㎛	10~32㎛
B	1	n	4,228	4,228	4,228	4,228	4,228	4,228
		AM±SD	263±260	206±185	57±77	0±0	0±0	0±0
		GM	155	127	27	0	0	0
		Median	242	196	44	0	0	0
		Range	8~2334	7~1503	1~831	0~7	0~1	0~0
	2	n	2,647	2,647	2,647	2,647	2,647	2,647
		AM±SD	303±184	249±127	53±58	0±0	0±0	0±0
		GM	276	231	44	0	0	0
		Median	277	232	44	0	0	0
		Range	123~1572	104~1074	15~497	0~7	0~3	0~1
	Total	n	6,875	6,875	6,875	6,875	6,875	6,875
		AM±SD	278±235	222±167	55±70	0±0	0±0	0±0
		GM	193	159	32	0	0	0
		Median	266	221	44	0	0	0
		Range	8~2334	7~1503	1~831	0~7	0~3	0~1

※ AM: 산술평균, SD: 표준편차, GM: 기하평균, GSD: 기하표준편차, Median: 중위수, Range: 범위

<표 Ⅲ-30> 항공기 기내일반 청소작업 Grimm노출평가 결과_수농도 (#/㎤)

사업장	Day	구분	Total	0.25~0.3㎛	0.3~1㎛	1~2.5㎛	2.5~10㎛	10~32㎛
C	1	n	3,259	3,259	3,259	3,259	3,259	3,259
		AM±SD	520±376	379±268	140±108	1±2	0±0	0±0
		GM	277	211	62	0	0	0
		Median	507	372	135	0	0	0
		Range	6~1471	6~1102	0~376	0~76	0~2	0~0
	2	n	3,470	3,470	3,470	3,470	3,470	3,470
		AM±SD	493±292	311±174	182±121	1±1	0±0	0±0
		GM	299	199	95	0	0	0
		Median	510	342	170	0	0	0
		Range	6~2141	5~1741	1~405	0~5	0~1	0~1
	3	n	3,513	3,513	3,513	3,513	3,513	3,513
		AM±SD	121±63	95±49	25±14	1±0	0±0	0±0
		GM	88	69	18	0	0	0
		Median	136	108	28	1	0	0
		Range	8~351	7~313	1~46	0~3	0~1	0~0
	Total	n	10,242	10,242	10,242	10,242	10,242	10,242
		AM±SD	50.9±42.2	374±330	258±220	115±115	1±1	0±0
		GM	31.8(3.4)	192	141	47	0	0
		Median	44.4	207	163	44	1	0
		Range	0.3~1104.3	6~2141	5~1741	0~405	0~76	0~2

※ AM: 산술평균, SD: 표준편차, GM: 기하평균, GSD: 기하표준편차, Median: 중위수, Range: 범위

<표 Ⅲ-30> 항공기 기내일반 청소작업 Grimm노출평가 결과_수농도 (#/㎤)

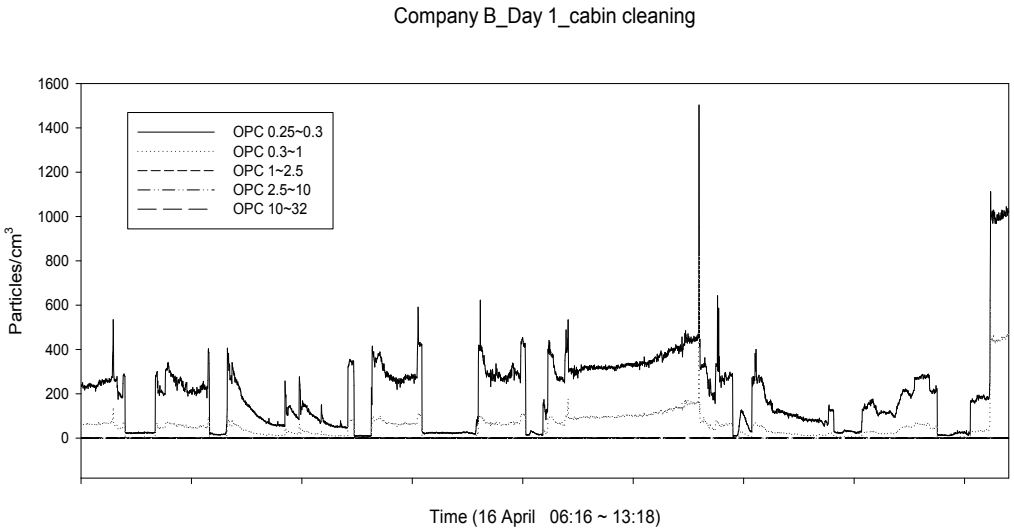
사업장	Day	구분	Total	0.25~0.3㎛	0.3~1㎛	1~2.5㎛	2.5~10㎛	10~32㎛
D	1	n	2,209	2,209	2,209	2,209	2,209	2,209
		AM±SD	168±71	139±58	28±13	1±0	0±0	0±0
		GM	140	116	23	0	0	0
		Median	187	155	31	1	0	0
		Range	4~534	3~426	0~106	0~5	0~2	0~0
	2	n	4,245	4,245	4,245	4,228	4,228	4,228
		AM±SD	148±86	126±68	22±19	0±0	0±0	0±0
		GM	123	105	17	0	0	0
		Median	134	116	17	0	0	0
		Range	3~832	2~592	1~239	0~3	0~4	0~2
	3	n	2,377	2,377	2,377	2,377	2,377	2,377
		AM±SD	419±179	315±130	104±49	1±0	0±0	0±0
		GM	323	244	77	0	0	0
		Median	404	306	96	0	0	0
		Range	4~922	3~734	1~216	0~9	0~1	0~1
	Total	n	8,831	8,831	8,831	8,814	8,814	8,814
		AM±SD	226±165	180±120	45±46	0±0	0±0	0±0
		GM	165	135	27	0	0	0
		Median	169	143	25	0	0	0
		Range	3~922	2~734	0~239	0~9	0~4	0~2

※ AM: 산술평균, SD: 표준편차, GM: 기하평균, GSD: 기하표준편차, Median: 중위수, Range: 범위

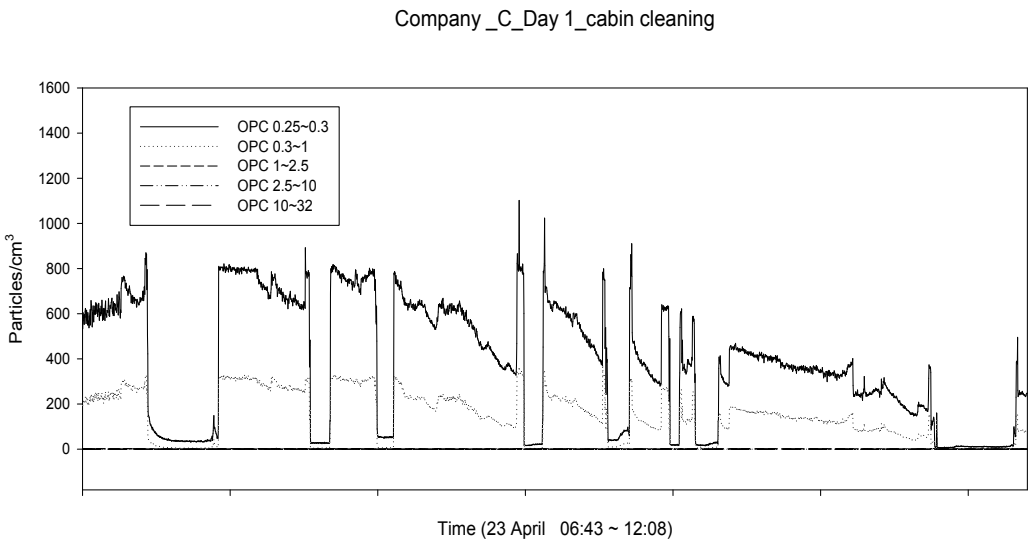
<표 Ⅲ-30> 항공기 기내일반 청소작업 Grimm노출평가 결과_수농도 (#/㎤)

사업장	Day	구분	Total	0.25~0.3㎛	0.3~1㎛	1~2.5㎛	2.5~10㎛	10~32㎛
E	1	n	3,743	3,743	3,743	3,743	3,743	3,743
		AM±SD	51±52	42±43	9±9	0±0	0±0	0±0
		GM	20	14	4	0	0	0
		Median	28	24	5	0	0	0
		Range	0~198	0~164	0~37	0~8	0~2	0~0
	2	n	3,642	3,642	3,642	3,642	3,642	3,642
		AM±SD	182±124	149±101	32±23	0±0	0±0	0±0
		GM	122	101	20	0	0	0
		Median	171	138	32	0	0	0
		Range	7~534	6~426	1~106	0~5	0~3	0~0
	Total	n	7,385	7,385	7,385	7,385	7,385	7,385
		AM±SD	116±115	95±94	20±21	0±0	0±0	0±0
		GM	49	38	9	0	0	0
		Median	85	69	16	0	0	0
		Range	0~534	0~426	0~106	0~8	0~3	0~0

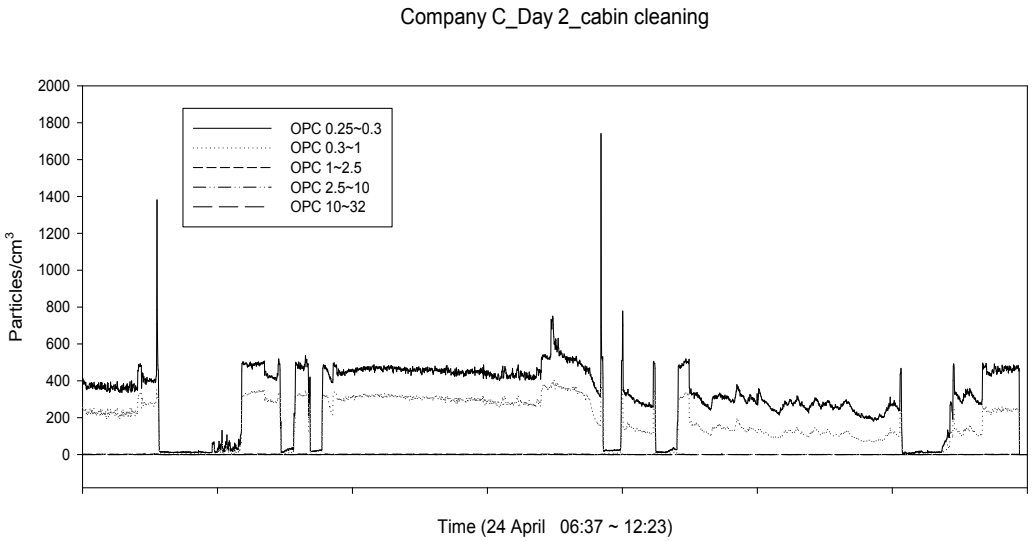
※ AM: 산술평균, SD: 표준편차, GM: 기하평균, GSD: 기하표준편차, Median: 중위수, Range: 범위

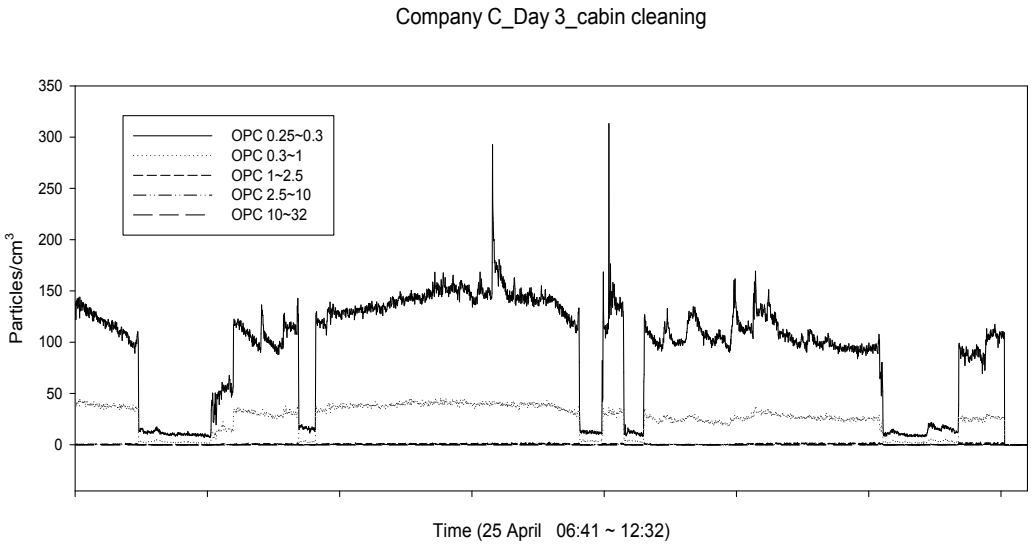


[그림 Ⅲ-26] 사업장 B 기내청소 실시간 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

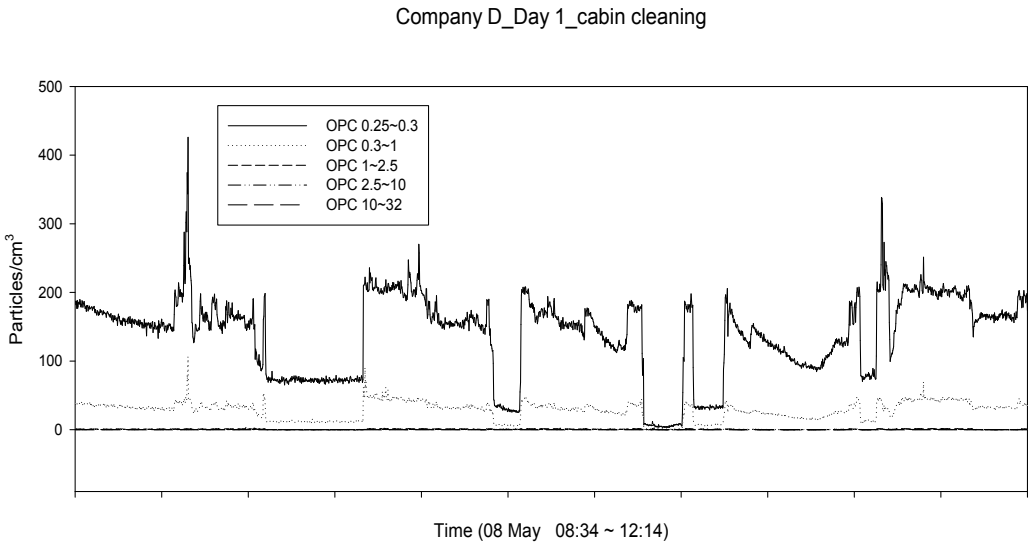


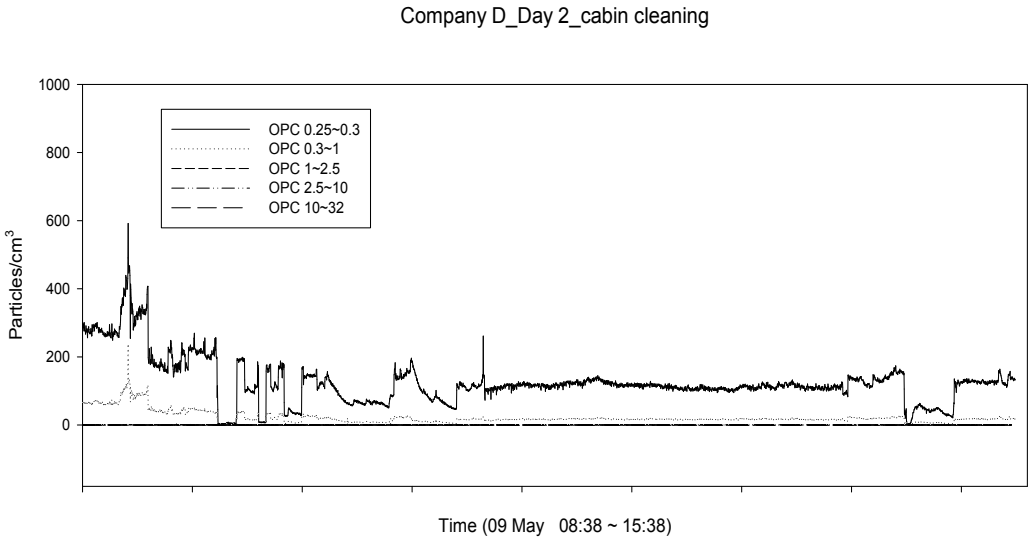
[그림 Ⅲ-27] 사업장 C 기내청소 실시간 입경별 수농도 분포 (#/㎤)



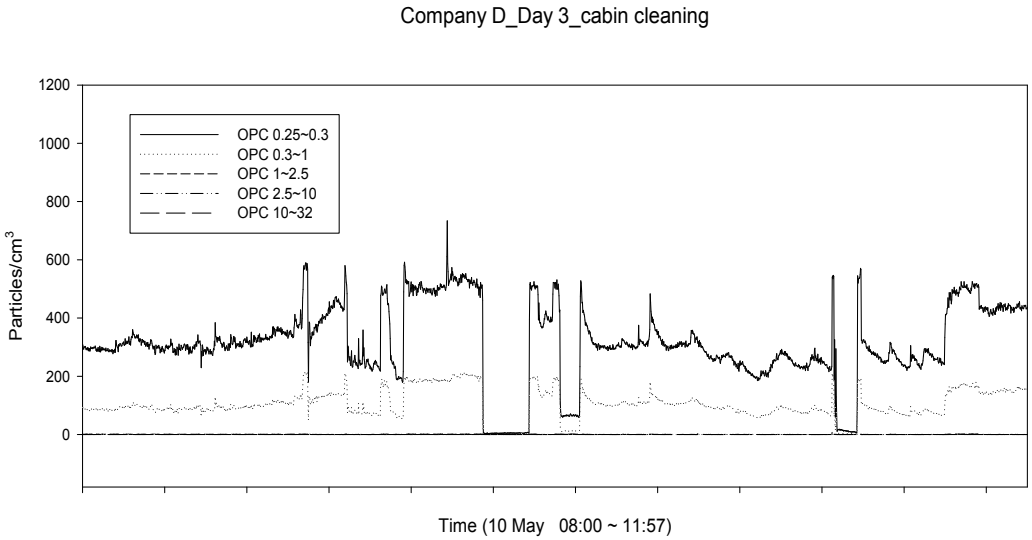


[그림 Ⅲ-27] 사업장 C 기내청소 실시간 입경별 수농도 분포 (#/㎤)_계속

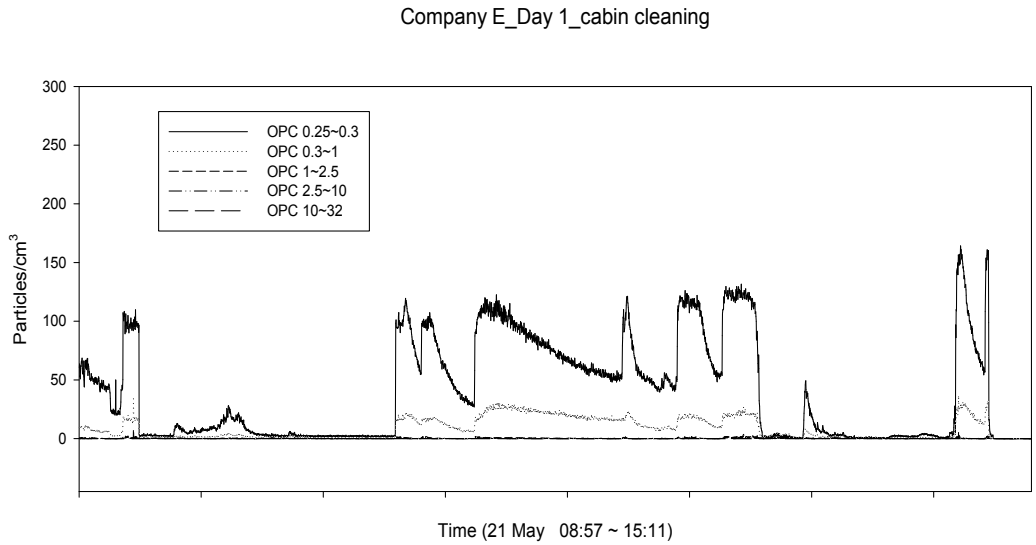


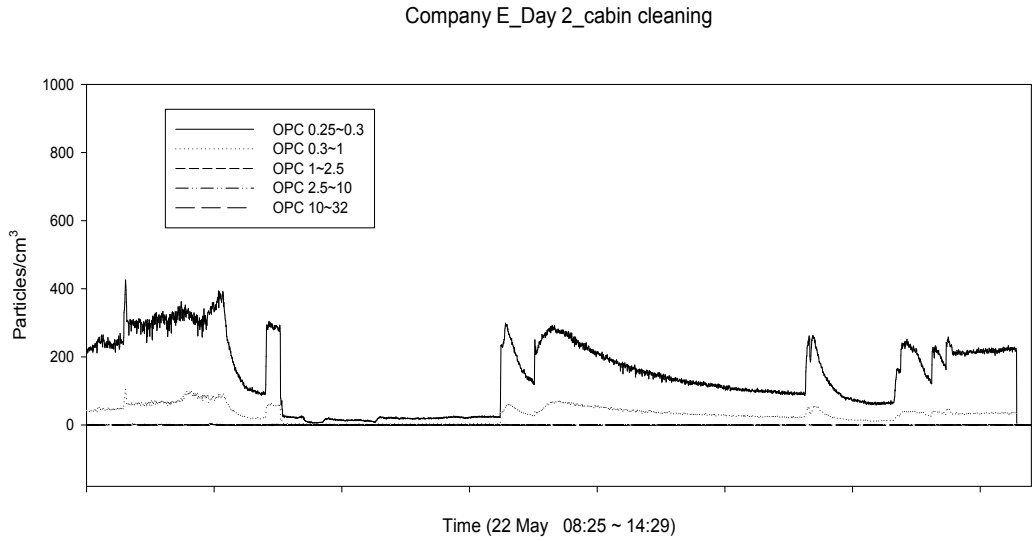


[그림 Ⅲ-28] 사업장 D 기내청소 실시간 입경별 수농도 분포 (#/㎤)



[그림 Ⅲ-28] 사업장 D 기내청소 실시간 입경별 수농도 분포 (#/㎤)





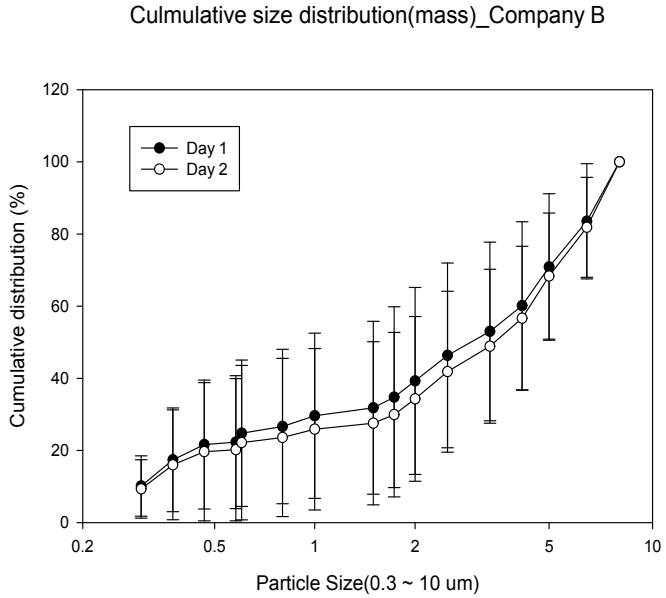
[그림 Ⅲ-29] 사업장 E 기내청소 실시간 입경별 수농도 분포

<표 Ⅲ-31> 항공기 기내일반 청소직업 OPS노출평가 결과_중량 (㎍/㎥)

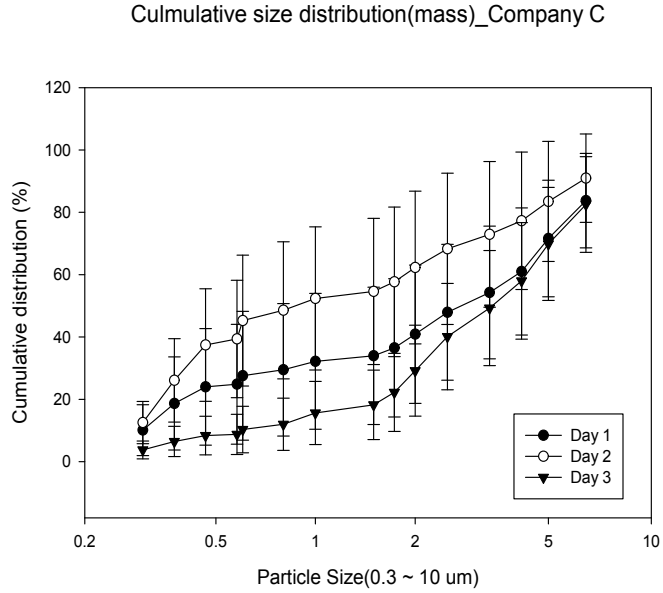
공항	사업장	Day	구분	시료 수	산술평균 ±표준편차	기하평균 (기하표준편차)	중위수	범위
GH	B	1	기내	2,469	18.43±11.34	14.08 (2.35)	18.34	0.724 ~ 82.8
			배경	1,028	33.11±31.11	29.58 (1.5)	28.93	7.418 ~ 606.5
		2	기내	2,193	29.27±22.94	23.44 (1.98)	26.18	1.014 ~ 308.2
			배경	2,166	43.22±52.35	38.7 (1.48)	40.47	7.317 ~ 1,706.7
GP	C	1	기내	1,982	48.2±50.48	25.94 (3.52)	26.81	0.34 ~ 784.7
			배경	1,979	93.36±32.07	87.1 (1.48)	101.51	32.02 ~ 222.2
		2	기내	2,108	27.32±18.32	18.55 (2.91)	29.42	0.32 ~ 89.7
			배경	1,998	49.7± 13.49	48.39 (1.25)	50.57	24.86 ~ 292.3
		3	기내	2,192	22.72±17.12	15.74 (2.7)	21	0.44 ~ 174.3
			배경	2,241	28.4± 10.44	26.39 (1.49)	28.1	8.06 ~ 65.3
GP	D	1	기내	1,225	26.71±19.62	19.38 (2.49)	26.66	2.1~ 255.47
			배경	1,225	29.53±8.15	28.53 (1.3)	28.46	12.19~102.6
		2	기내	1,720	11.9±13.13	6.49 (3.16)	6.16	0.007~ 120.12
			배경	1,399	24.36±7.62	23.26 (1.35)	23.22	9.084~ 62.57
		3	기내	1,564	29.9± 20.09	24.9 (1.82)	25.63	4.066~ 249.44
			배경	1,477	39.28±10.54	38.07 (1.28)	38.44	17.628~196.88
IC	E	1	기내	3,169	16.8± 19.37	9.4 (3.07)	8.96	0.204~ 181.14
			배경	3,554	45.94±13.45	44.05 (1.34)	44	15.707~110.43
		2	기내	2,149	13.51±29.66	7.31 (2.86)	6.21	0.501~ 1,039.58

<표 Ⅲ-32> 항공기 기내일반 청소작업 OPS노출평가 결과_입자수 (#/㎤)

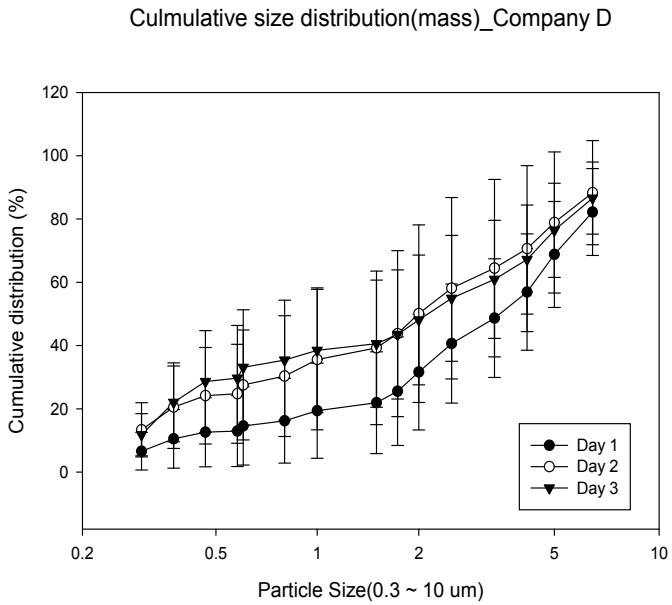
공항	사업장	Day	구분	시료수	산술평균 ± 표준편차	기하평균 (기하표준편차)	중위수	범위
GH	B	1	기내	2,469	114±99	101.25 (3.44)	66.84	3.57~ 1131.91
			배경	1,028	231±212	149.8 (2.29)	160.83	48.25~ 1070.53
		2	기내	2,193	158±116	152.24 (3.26)	103.99	0.04~ 804.21
			배경	2,166	183±86	166.39 (1.38)	172.13	29.62~ 753.6
GP	C	1	기내	1,982	296±218	144 (5.1)	302	2~722
			배경	1,979	113±43	103 (1.58)	135	40~163
		2	기내	1,979	113±43	103 (1.58)	135	40~163
			배경	1,998	526±69	522 (1.15)	551	361~630
		3	기내	2,192	52±26	39 (2.56)	61	4~105
			배경	2,241	71±8	70 (1.11)	69	59~111
GP	D	1	기내	1,225	76±34	86.76 (2.3)	62.25	1.72~243.16
			배경	1,225	76±6	75.63 (1.08)	76.23	52.9~106.11
		2	기내	1,719	59±52	37.84 (2.4)	42.25	1.8~398.18
			배경	1,399	98±33	85.09 (1.37)	93.49	54~179.59
		3	기내	1,564	227±98	215.86 (2.88)	176.66	2.02~442.36
			배경	1,477	224±24	223.99 (1.12)	222.66	160.95~289.14



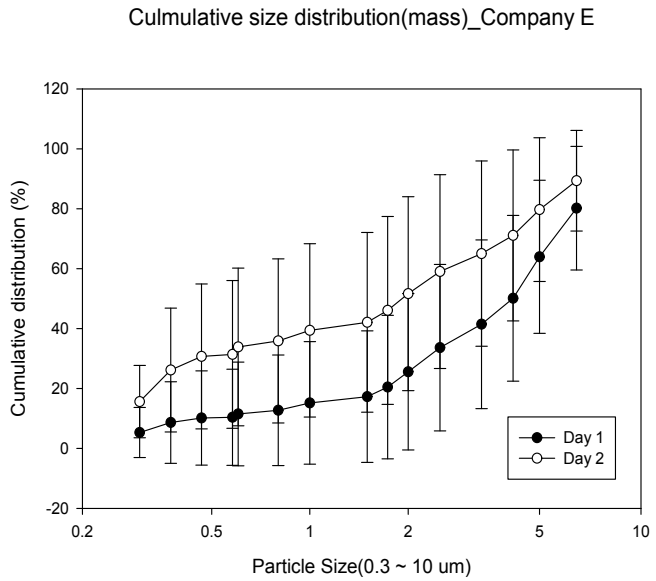
[그림 Ⅲ-30] 기내청소작업 분진의 입경별 중량 누적분포(사업장 B)



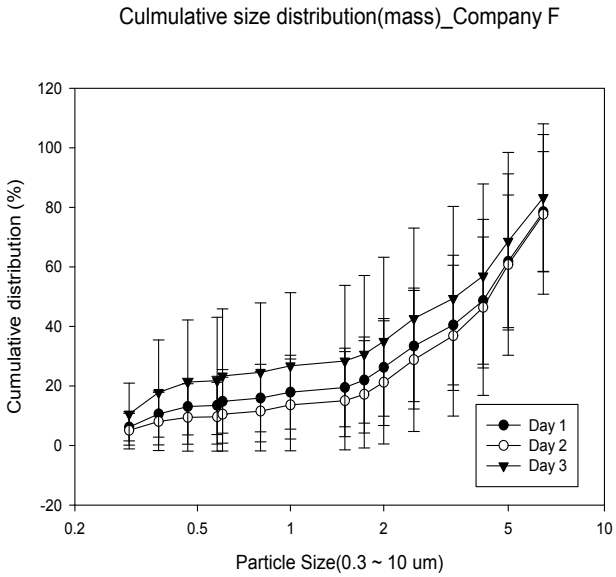
[그림 Ⅲ-30] 기내청소작업 분진의 입경별 중량 누적분포(사업장 C)



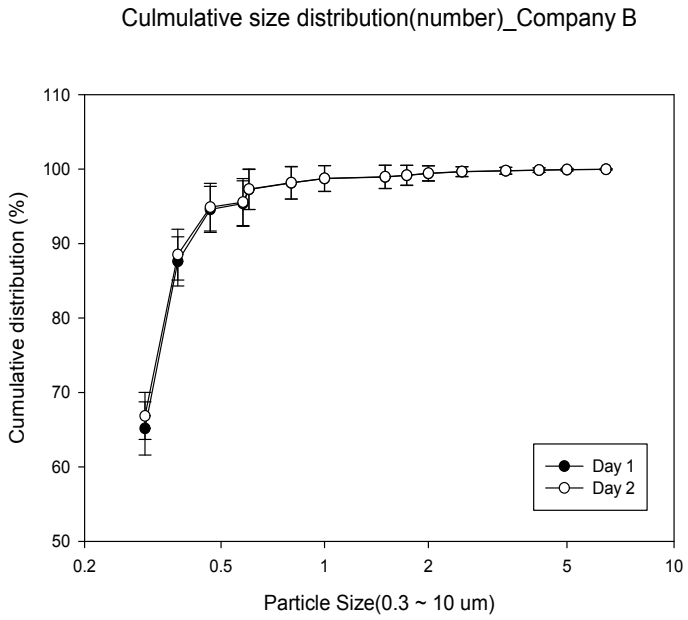
[그림 Ⅲ-30] 기내청소작업 분진의 입경별 중량 누적분포(사업장 D)



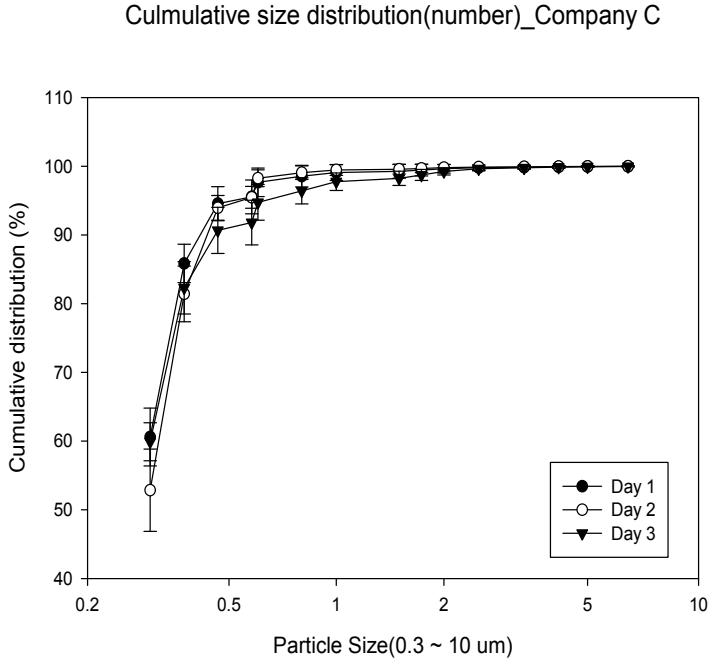
[그림 Ⅲ-30] 기내청소작업 분진의 입경별 중량 누적분포(사업장 E)



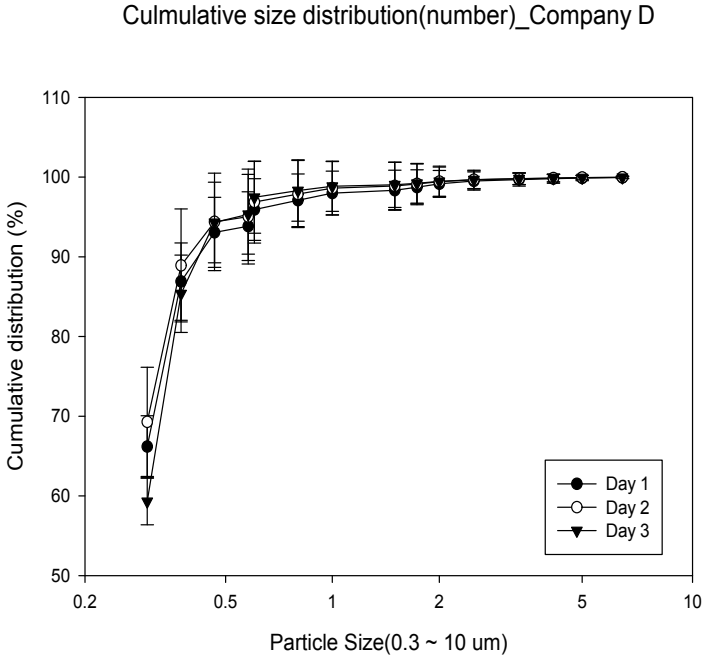
[그림 Ⅲ-30] 기내청소작업 분진의 입경별 중량 누적분포(사업장 F)



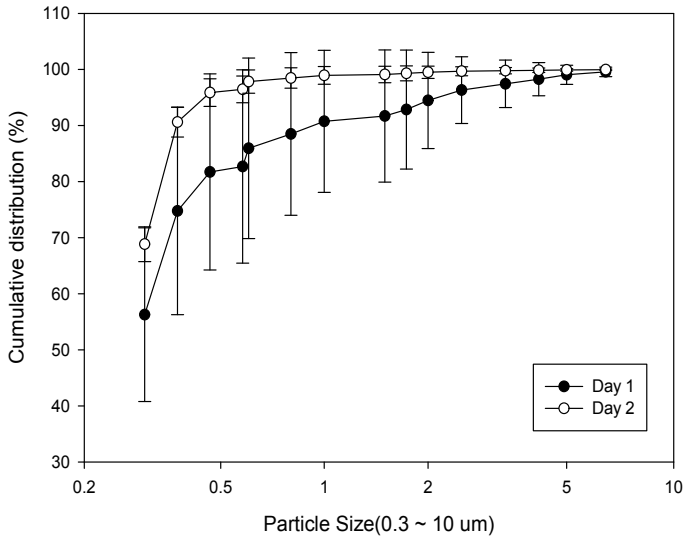
[그림 Ⅲ-31] 기내청소작업 분진의 입경별 수농도 누적분포(사업장 B)



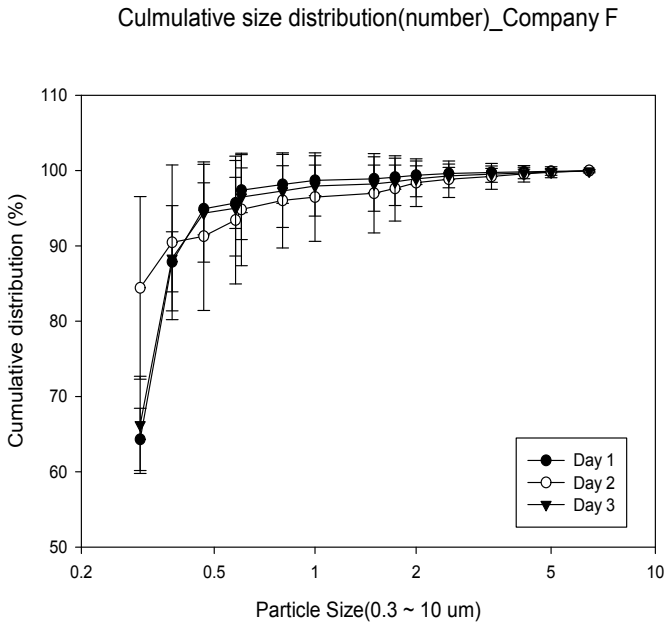
[그림 Ⅲ-31] 기내청소작업 분진의 입경별 수농도 누적분포(사업장 C)



[그림 Ⅲ-31] 기내청소작업 분진의 입경별 수농도 누적분포(사업장 D)



[그림 Ⅲ-31] 기내청소작업 분진의 입경별 수농도 누적분포(사업장 E)



[그림 Ⅲ-31] 기내청소작업 분진의 입경별 수농도 누적분포(사업장 F)

5) 블랙카본 (Black Carbon)

기내청소작업자를 대상으로 실시간 측정한 블랙카본 농도의 일간 평균농도를 구하면 산술평균으로 1.59 ~ 4.04 ㎍/㎥, 기하평균으로 1.03 ~ 2.74 ㎍/㎥ 수준이었다. 산술평균으로 사업장 A는 3.7±8.21 ㎍/㎥, B는 3.94±3.53 ㎍/㎥, C는 4.04±3.93 ㎍/㎥, D는 2.51±3.02 ㎍/㎥, E는 1.59±2.02 ㎍/㎥, F는 1.95±3.87 ㎍/㎥ 이었다. 전체 사업장의 산술평균은 3.01±4.65 ㎍/㎥ 이었다, 공항 및 청소협력업체에 따른 평균 노출 농도 수준은 통계적으로 유의하게 서로 상이하였는데, 공항에 따라서는 GH에서 가장 높았고, GP, IC 순이었다. 개인별 노출평가 결과에서 산술평균 최대값은 6.89 ㎍/㎥이었으며, 6 ㎍/㎥을 초과하는 시료가 2개 (4.25%), 4 ㎍/㎥을 초과하는 시료가 11개 (23.4%), 3 ㎍/㎥를 초과하는 시료는 24개 (51%) 이었다.

<표 Ⅲ-33> 항공기 기내일반 청소작업자 블랙카본 노출평가 결과 (㎍/㎥)

공항	사업장	작업	측정기수	시료수	산술평균 ± 표준편차	기하평균 (기하표준편차)	중위수	범위	p (ANOVA test)
GH	A	일반 캐빈 청소 시트	8	15,042	3.7±8.21	1.93 (3.21)	2.14	0.004~ 303.24	p<0.01
GH	B		6	13,107	3.94±3.53	2.64 (2.86)	3.18	0.004~ 97.87	
GP	C		9	18,606	4.04±3.93	2.74 (2.75)	3.21	0.006~ 105.07	
GP	D		9	16,782	2.51±3.02	1.71 (2.66)	2.03	0.004~ 112.78	
IC	F		9	13,743	1.95±3.87	1.07 (3.18)	1.19	0.004~ 128.1	
IC	E		9	13,564	1.59±2.02	1.03 (2.88)	1.22	0.004~ 91.5	
	Total		47	90,843	3.01±4.65	1.76 (3.12)	2.01	0.002~ 303.24	-

<표 Ⅲ-33> 공항별 기내일반 청소직업자 블랙카본 노출평가 결과 (㎍/㎥)_사후분석결과

	공항	N	유의수준 = 0.05에 대한 부집단		
			1	2	3
Duncana,b	IC	27,307	1.7743		
	GP	35,388		3.3185	
	GH	28,148			3.8097
	유의확률		1.000	1.000	1.000
Scheffea,b	IC	27,307	1.7743		
	GP	35,388		3.3185	
	GH	28,148			3.8097
	유의확률		1.000	1.000	1.000

<표 Ⅲ-33> 항공사별 기내일반 청소직업자 블랙카본 노출평가 결과 (㎍/㎥)_사후분석결과

사업장		N	유의수준 = 0.05에 대한 부집단					
			1	2	3	4	5	6
Duncan a,b	E	13,564	1.5949					
	F	13,743		1.9512				
	D	16,782			2.5139			
	A	15,042				3.6971		
	B	13,106					3.9389	
	C	18,606						4.0442
	유의확률		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Scheffe a,b	E	13,564	1.5949					
	F	13,743		1.9512				
	D	16,782			2.5139			
	A	15,042				3.6971		
	B	13,106					3.9389	
	C	18,606					4.0442	
	유의확률		1.000	1.000	1.000	1.000	.551	

<표 Ⅲ-34> 항공기 기내일반 청소작업 블랙카본 일별 노출평가 결과 (㎍/㎥)

사업장	Day	시료수	산술평균 ±표준편차	기하평균 (기하표준편차)	중위수	범위
A	1	5,677	3.62±10.63	1.61(1.61)	1.73	0.006~303.24
	2	6,505	3.49±5.15	2.06(2.06)	2.26	0.004~117.56
	3	2,860	4.33±8.33	2.4(2.4)	2.74	0.007~150.4
B	1	6,777	3.51±2.83	2.46(2.46)	3.04	0.004~97.87
	2	6,329	4.4±4.1	2.85(2.85)	3.4	0.004~88.93
C	1	6,377	4.77±3.83	3.29(3.29)	3.8	0.008~56.76
	2	6,506	4.81±4.68	3.73(3.73)	4.35	0.006~105.07
	3	5,723	2.37±2.23	1.57(1.57)	1.76	0.006~45.43
D	1	8,192	2.14±3.08	1.48(1.48)	1.75	0.004~102.27
	2	4,813	2.21±2.16	1.49(1.49)	1.83	0.006~56.32
	3	3,777	3.7±3.51	2.79(2.79)	3.02	0.006~112.78
E	1	7,357	1.22±1.79	0.76(0.76)	0.89	0.004~91.5
	2	6,207	2.03±2.18	1.48(1.48)	1.72	0.004~85.96
F	1	5,885	1.96±3.8	1.09(1.09)	1.19	0.004~128.1
	2	3,647	2.13±2.27	1.31(1.31)	1.48	0.005~31.12
	3	4,211	1.77±4.91	0.88(0.88)	0.98	0.005~119.22

<표 Ⅲ-35> 항공기 기내 일반청소작업 측정기별 블랙카본 노출평가 결과 (㎍/㎥)

사업장	Day	장비	시료수 (n)	산술평균 ±표준편차	기하평균 (기하표준편차)	중위수	범위
A	1	# 1	1,844	3.71±9.84	1.81(3.19)	2.01	0.01~179.24
		# 2	1,927	3.04±7.77	1.36(3.44)	1.41	0.01~140.1
		# 3	1,906	4.13±13.47	1.7(3.64)	1.86	0.01~303.24
	2	# 1	2,172	3.5±4.43	2.11(3)	2.32	0~84.14
		# 2	2,224	3.55±5.38	2.03(3.08)	2.19	0~90.12
		# 3	2,109	3.4±5.58	2.04(2.91)	2.26	0.01~117.56
	3	# 1	1,351	4.27±8.89	2.15(3.29)	2.45	0.01~103.7
		# 2	1,509	4.38±7.79	2.64(2.81)	2.99	0.01~150.4
B	1	# 1	1,843	3.69±3.74	2.48(2.83)	2.95	0.02~97.87
		# 2	2,484	3.37±2.32	2.43(2.65)	3.09	0.01~23.86
		# 3	2,451	3.51±2.48	2.47(2.75)	3.08	0~15.93
	2	# 1	2,425	2.89±3.76	1.84(2.9)	2.11	0.01~88.93
		# 2	2,543	4.77±3.9	3.27(2.79)	3.94	0~61.49
		# 3	1,361	6.41±4.02	4.78(2.63)	6.7	0~58.14
C	1	# 1	2,458	3.73±3.76	2.42(2.77)	2.47	0.01~56.76
		# 2	2,624	4.7±3.8	3.31(2.66)	4.02	0.02~48.09
		# 3	1,295	6.89±3.1	5.81(2.05)	7.57	0.01~33.56
	2	# 1	2,048	4.75±3.51	3.68(2.37)	4.46	0.01~78.36
		# 2	2,612	4.88±4.43	3.69(2.28)	4.19	0.01~65.86
		# 3	1,846	4.77±5.98	3.86(1.93)	4.4	0.02~105.07
	3	# 1	1,630	1.34±1.36	0.87(2.83)	1.02	0.01~15.82
		# 2	1,909	2.37±2.5	1.52(2.87)	1.7	0.01~45.43
		# 3	2,184	3.13±2.2	2.5(2.02)	2.46	0.01~18.63

<표 Ⅲ-35> 항공기 기내 일반청소작업 측정기별 블랙카본 노출평가 결과 (㎍/㎥) _계속

사업장	Day	장비	시료수 (n)	산술평균 ± 표준편차	기하평균 (기하표준편차)	중위수	범위
D	1	# 1	2,293	1.9±1.44	1.41(2.5)	1.72	0~29
		# 2	3,010	1.98±3.52	1.35(2.56)	1.56	0~102.27
		# 3	2,889	2.51±3.49	1.7(2.61)	1.96	0.01~86.61
	2	# 1	122	2.89±0.81	2.74(1.46)	3	0.37~5.15
		# 2	2,170	2.34±2.33	1.55(2.91)	1.96	0.01~56.32
		# 3	2,521	2.08±2.04	1.41(2.69)	1.67	0.01~24.16
	3	# 1	1,247	3.77±3.16	2.84(2.34)	2.97	0.01~24.12
		# 2	1,264	3.29±2.64	2.54(2.2)	2.78	0.01~21.24
		# 3	1,266	4.04±4.43	3.03(2.29)	3.34	0.02~112.78
E	1	# 1	2,504	1.15±1.69	0.73(2.8)	0.85	0.01~42.12
		# 2	2,543	1.21±2.21	0.72(3.04)	0.84	0~91.5
		# 3	2,310	1.32±1.29	0.84(3.02)	1	0~17.23
	2	# 1	2,080	1.9±2.32	1.39(2.45)	1.66	0~85.96
		# 2	2,049	1.79±1.13	1.39(2.32)	1.62	0.01~9.98
		# 3	2,078	2.41±2.71	1.67(2.56)	1.88	0.01~42.46
F	1	# 1	1,625	3.13±6.4	1.55(3.33)	1.56	0.01~128.1
		# 2	2,044	1.62±2.13	1.01(2.99)	1.19	0.01~61.24
		# 3	2,216	1.43±1.63	0.9(2.9)	1.05	0~23.54
	2	# 1	1,616	2.99±2.41	2.16(2.56)	2.62	0.01~29.24
		# 2	977	1.38±1.67	0.85(2.99)	0.96	0.01~21.97
		# 3	1,054	1.51±2.06	0.9(3.06)	1.05	0.01~31.12
	3	# 1	1,437	1.95±6.48	0.95(3.14)	1.1	0.01~119.22
		# 2	1,287	2.14±5.33	0.91(3.57)	0.98	0.01~88.84
		# 3	1,487	1.29±1.73	0.78(3.05)	0.88	0.01~37.81

6) 휘발성 유기화합물 등

기내청소작업자를 대상으로 작업 중 노출되는 휘발성 유기화합물 농도를 평가한 결과, 톨루엔, 퍼클로로에틸렌, 에틸벤젠이 검출되었으나, 작업자 노출기준의 1/100 수준으로 매우 낮았다. B 사업장의 경우 기내 청소작업 중 노출된 휘발성 유기화합물 농도는 톨루엔이 기하평균 4.25 ppb, 퍼클로로에틸렌이 2.43 ppb, 에틸벤젠이 0.53 ppb 수준이었다. C 사업장의 경우 휘발성 유기화합물 중 톨루엔만 검출되었는데, 기내 청소작업 중 기하평균 8.89 ppb, 이동버스 내부에서 10.2 ppb 수준이었다. D 사업장도 휘발성 유기화합물 중 톨루엔만 검출되었는데, 기내 청소작업 중 기하평균 8.24 ppb, 이동버스 내부에서 12.93 ppb 수준이었다. E 사업장의 경우 기내 청소작업 중 노출된 휘발성 유기화합물 농도는 톨루엔이 기하평균 4.21 ppb, 작업자 대기공간 내부에서는 톨루엔 기하평균 15.36 ppb, 퍼클로로에틸렌이 94.06 ppb 수준이었다. F 사업장의 경우 기내 청소작업 중 노출된 휘발성 유기화합물 농도는 톨루엔이 기하평균 5.34 ppb, 이동버스 내부에서는 톨루엔 기하평균 78.05 ppb, 퍼클로로에틸렌이 6.52 ppb 수준이었다. 시트교체작업을 하는 사업장 E의 경우 작업자 대기공간에서 시트를 함께 보관하는데 노출되는 휘발성 유기화합물 농도를 사무실 공기질 관리기준에서 정하는 총휘발성 유기화합물 농도인 500 ㎍/㎥와 비교하면 관리기준의 약 83%수준인 414.59 ㎍/㎥이었다. 이는 좌석 시트의 드리이크리닝 세제 구성성분인 퍼클로로에틸렌의 영향인 것으로 평가되었다. 또한 사업장 F의 작업자 이동용 버스에서 톨루엔 농도가 약 300 ㎍/㎥으로 사무실 공기질 관리기준의 약 60% 수준을 보였으며 일부, 스티커 제거제 등의 사용 또는 이동차량의 주유과정에서 노출된 것으로 추정된다. 직독식 장비로 평가한 가스류 농도는 이산화황과 이산화질소가 간헐적으로 0.1 ~ 0.3 ppm 수준의 농도로 검출되어, 별도자료처리는 하지 않았다.

<표 Ⅲ-36> 항공기 기내일반 청소작업 휘발성 유기화합물 평가 결과 (ppb)

사업장	장소	톨루엔				퍼클로로에틸렌				에틸벤젠			
		검출/측정 시료수	산술평균±표준편차	기하평균(기하표준편차)	범위	검출/측정 시료수	산술평균±표준편차	기하평균(기하표준편차)	범위	검출/측정 시료수	산술평균±표준편차	기하평균(기하표준편차)	범위
B	기내	5/5	4.26±0.27	4.25(1.06)	4.05~4.71	4/5	2.44±0.13	2.43(1.05)	2.28~2.58	3/5	0.53±0.02	0.53(1.03)	0.52~0.55
	버스	1/1	1.28	1.28	1.28	-	-	-	-	-	-	-	-
C	기내	4/6	9.56±4.13	8.89(1.56)	6.05~14.30	-	-	-	-	-	-	-	-
	버스	2/3	11.21±6.57	10.20(1.86)	6.57~15.85	-	-	-	-	-	-	-	-
D	기내	6/6	9.47±5.01	8.24(1.83)	3.69~15.23	-	-	-	-	-	-	-	-
	버스	3/3	13.17±3.03	12.93(1.27)	10.08~16.14	-	-	-	-	-	-	-	-

<표 Ⅲ-36> 항공기 기내일반 청소작업 휘발성 유기화합물 평가 결과 (ppb)_계속

사업장	장소	톨루엔				퍼클로로에틸렌				에틸벤젠			
		검출/측정 시료수	산술평균±표준편차	기하평균(기하표준편차)	범위	검출/측정 시료수	산술평균±표준편차	기하평균(기하표준편차)	범위	검출/측정 시료수	산술평균±표준편차	기하평균(기하표준편차)	범위
E	기내	4/6	4.93±2.88	4.21(1.98)	1.86~7.60	-	-	-	-	-	-	-	-
	작업장	2/2	15.46±2.46	15.36(1.17)	13.73~17.20	2/2	94.60±14.3	94.06(1.16)	84.48~104.7	-	-	-	-
F	기내	2/6	5.36±0.75	5.34(1.15)	4.83~5.90	-	-	-	-	-	-	-	-
	버스	1/3	78.05	78.05	78.05	1/3	6.52	6.52	6.52	-	-	-	-

<표 Ⅲ-37> 항공기 기내일반 청소작업 휘발성 유기화합물 평가 결과 (㎍/㎥)

사업장	장소	톨루엔				퍼클로로에틸렌				에틸벤젠				총 휘발성 유기 화합물 (톨루엔 환산 산술평균)
		검출/측정 시료수	산술평균±표준편차	기하평균(기하표준편차)	범위	검출/측정 시료수	산술평균±표준편차	기하평균(기하표준편차)	범위	검출/측정 시료수	산술평균±표준편차	기하평균(기하표준편차)	범위	
B	기내	5/5	16.06±1.02	16.035(1.06)	15.27~17.77	4/5	16.55±0.85	16.53(1.05)	15.5~17.5	3/5	2.27±0.15	2.26(1.03)	2.2~2.4	24.60
	버스	1/1	4.84	4.84	4.84	-	-	-	-	-	-	-	-	4.84
C	기내	4/6	36.03±15.58	33.50(1.56)	22.82~53.90	-	-	-	-	-	-	-	-	36.03
	버스	2/3	42.27±24.76	38.47(1.86)	24.76~59.77	-	-	-	-	-	-	-	-	42.27
D	기내	6/6	35.70±18.90	31.08(1.83)	13.92~60.86	-	-	-	-	-	-	-	-	35.70
	버스	3/3	49.64±11.43	48.74(1.27)	38.01~60.86	-	-	-	-	-	-	-	-	49.64

<표 Ⅲ-37> 항공기 기내일반 청소작업 휘발성 유기화합물 평가 결과 (㎍/㎥)_계속

사업장	장소	톨루엔				퍼클로로에틸렌				에틸벤젠				총 휘발성 유기 화합물 (톨루엔 환산)
		검출/ 측정 시료수	산술평균 ±표준편차	기하평균 (기하표준 편차)	범위	검출/ 측정 시료수	산술평균 ±표준편차	기하평균 (기하표준 편차)	범위	검출/ 측정 시료수	산술평균 ±표준 편차	기하평균 (기하표준 편차)	범위	
E	기내	4/6	18.58±10.86	15.86(1.98)	7.03~28.67	-	-	-	-	-	-	-	-	18.58
	작업장	2/2	58.30±9.26	57.93(1.15)	51.75~64.84	2/2	641.4±97.02	637.7(1.16)	572.8~710.0	-	-	-	-	414.59
F	기내	2/6	20.22±2.85	20.11(1.15)	18.20~22.23	-	-	-	-	-	-	-	-	20.22
	버스	1/3	294.24	294.24	294.24	1/3	44.2	44.2	44.2	-	-	-	-	318.81

5. 항공기 청소노동자 작업환경관리방안

소 음

○ 소음노출 농도수준에 영향을 주는 진공청소기 선정 시 저소음형으로 선정하고 주기적으로 보수하고 관리할 것

○ 항공기 이착륙 소음 등의 노출을 감소할 수 있는 차음이 가능한 대기 및 휴게 장소 제공, 귀마개 등 보호구 지급 및 착용방법, 소음의 건강영향에 대한 교육을 실시할 것

- 공항 내 발생 소음의 주파수 대역에 적합한 차음능력이 있는 차음재 및 귀마개 선정
- 개인별 귀마개 테스트(fit test)를 통한 착용감이 좋은 귀마개 선정

○ 항공기 청소작업자의 소음노출 유사노출그룹을 세분화하고 주기적인 노출수준 모니터링을 실시할 것

- 항공기 청소노동자 중 일부는 작업환경측정대상인 80dB(A)에 근접한 수준의 소음에 노출되고 있으므로 지속적인 소음 모니터링 필요
- 소음 노출농도 수준에 차이가 있을 것으로 판단되는 일반캐빈청소, 진공청소, 시트교체, 시트볼팅작업 등으로 유사노출군을 나누어 모니터링 실시

○ 새벽, 야간작업을 포함한 교대근무자의 경우, 소음 노출로 인한 수면장애 여부 등에 대한 건강영향 상담을 실시할 것

- 항공기 청소작업의 경우 8시간 시간가중값으로 약 72 dB(A) 수준이나, 소음에 의한 수면장애는 65 dB(A) 이상인 소음에 지속적으로 노출 시 발생 가능

호흡성 분진 및 초미세먼지

○ 항공기 청소작업자의 호흡성 분진 및 초미세먼지 노출은 도로변 옥외작업자와 유사한 농도수준으로 「옥외작업자를 위한 미세먼지 대응 건강보호가이드」에 따른 조치 시행이 필요함

- 청소작업자 중 폐질환자, 심장질환자, 고령자, 임산부 등 민감군에 대한 사전확인 필요
- 미세먼지 농도 정보 제공, 건강이상자 보고 등을 위한 비상연락망 구축
- 미세먼지의 유해성, 농도 수준별 조치사항, 마스크 착용방법 등 교육훈련
- 미세먼지 농도 수시 확인 필요
- 황사 또는 미세먼지 주의보 이상 발령 시 호흡보호구* 지급 및 착용, 민감군에 대한 중작업** 단축, 휴식시간 추가 배정
- 이상 징후자에 대해 스스로 작업을 중단하고 휴식하거나 의사의 진료를 받도록 조치

* 호흡보호구는 공단 안전인증 2급 이상 방진마스크 또는 식약처 인증(KF80 이상) 마스크를 준비하며, 마스크는 1회용으로, 작업내용, 시간 등을 고려하여 수시로 교체할 수 있도록 충분히 준비

** 중작업은 에너지 소모가 많은 중량물 옮기기 등 작업

※ 미세먼지 경보 구분

구분	미세먼지(PM10)	초미세먼지(PM2.5)
미세먼지 주의보	150 ㎍/㎥ 이상	75 ㎍/㎥ 이상
미세먼지 경보	300 ㎍/㎥ 이상	150 ㎍/㎥ 이상

☞ 「대기환경보전법 시행규칙」에 따라 일정수준 이상의 미세먼지가 2시간 이상 지속될 것으로 예상될 때 발령

※ 미세먼지 예보기준

구분	미세먼지(PM10)	초미세먼지(PM2.5)
매우나쁨	151 ㎍/㎥ 이상	76 ㎍/㎥ 이상
나쁨	81 ~ 150 ㎍/㎥	36 ~ 75 ㎍/㎥
보통	31 ~ 80 ㎍/㎥	16 ~ 35 ㎍/㎥
좋음	30 ㎍/㎥ 이하	15 ㎍/㎥ 이하

디젤엔진배출물

○ 항공기 청소작업을 위해 야외 대기 시 급유, 급수, 수화물 운송 등 다양하게 운행되는 디젤엔진차량의 배출물(매연)에 노출되며, 노출농도 수준이 도로변 옥외작업자와 유사한 수준으로 노출량 감소를 위한 조치 필요

- 환경부 배출가스 등급제에 다른 노후 경유차*에 대한 운행제한 및 새로운 장비 구매 시, 최신의 디젤엔진을 갖추었는지 확인할 것

  * 2002년 7월 1일 이전 기준적용 차종 (질소산화물+탄화수소 0.560 g/km 이상, 입자상 물질 0.050 g/km 이상)

- 디젤 입자를 제거할 수 있는 배기가스 후처리 장치(DPF, Diesel Particulate Filter) 장착할 것
- 디젤엔진의 정기적인 점검이 배기가스를 최소화할 수 있으므로 제조사의 권고방법에 따라 보수계획을 수립하여 실시할 것
- 저유황 경유를 연료로 사용할 것 (유황 함유 0.05% 이하)
- 급수, 급유, 수화물 운송 등 항공기 지원을 위한 디젤차량의 배기관 위치를 청소 작업자의 디젤배출물 노출을 최소화 할 수 있는 방향으로 조절운행할 것
- 청소노동자 이동용 버스 내부로 디젤배출물이 유입되지 못하도록 관리하고, 버스 운행 중 몇분이라도 쉴때는 엔진을 끄고 연료의 낭비와 디젤분진 배출을 감소시킬 것
- 헤파필터가 장착되어 외부공기로부터 차단되고, 온도조절이 가능한 작업 대기공간을 제공할 것

폭염, 한파

○ 항공기 청소작업을 위해 옥외 대기하는 동안 폭염, 한파 등 작업환경에 노출될 수 있으므로 옥외작업자 건강가이드에 따라 조치 필요

- 폭염*에 노출되었을 경우 건강영향을 받기 쉬운 노동자** 미리 확인

* 폭염이란 여름철 불볕더위를 말하며 통상 33℃ 이상의 고온으로, 최고기온이 33℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때 폭염주의보, 최고기온이 35℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때 폭염 경보 발령

** 당뇨병, 낭포성섬유증 및 갑상선 기능항진증 등 개인질환이 있는 사람, 고령자 등

- 폭염 특보에 따른 작업제한을 통보하거나 건강이상자에 대한 신속한 보고 등을 위해 연락망 구축
- 폭염 특보 등 발령 시 관련 사실 및 조치사항 등 정보 제공
- 열사병 등의 종류와 증상, 응급조치 요령, 기상청 정보의 활용방법, 적절한 의복착용 요령, 이상자 발견 시 연락방법 등 교육
- 직사광선을 피해 쉴 수 있는 휴게공간* 마련

*** 휴게공간은 다음과 같이 설치하십시오.**

- ■ 근로자가 일하는 장소에서 가까운 곳에 그늘진 장소를 마련할 것
- ■ 소음·낙하물, 차량통행 등의 위험이 없는 안전한 장소에 설치할 것
- ■ 동시 이용자 수를 고려하여 충분한 면적과 공간을 확보할 것
- ■ 그늘막이나 차양막은 햇볕을 완전 차단할 수 있는 재질로 할 것
- ■ 시원한 바람이 통할 수 있게 하거나 선풍기 또는 에어컨을 설치할 것
- ■ 휴게공간 내에는 시원한 물과 깨끗한 컵을 준비할 것

- 폭염특보를 발령하면 1시간 주기로 10~15분 이상씩 규칙적으로 휴식
- 노동자가 건강상의 이유로 작업 중지를 요청하면 즉시 조치
- 같은 온도 조건이라도 습도가 높은 경우에는 땀이 증발 되지 않아 온열 질환 발생 가능성이 더욱 높아지므로 휴식 시간 증가

※ 폭염 예비단계, 주의보, 특보 발령 시 단계별 대응요령

위험 단계	대응 요령
관심 31° C	• 질병 예방(식중독, 장티푸스)을 위해 사업장의 청결 관리에 유의 • 충분한 수분 섭취를 위하여 시원하고 깨끗한 물 준비 • 노동자가 쉴 수 있는 그늘 준비 • 열사병 등 온열 질환 민감군 사전 확인
주의 33° C	• 시원하고 깨끗한 물을 충분하게 제공 • 노동자가 쉴 수 있는 그늘 제공 • 매시간 마다 10분씩 그늘에서 휴식하기 • 무더위 시간대(오후 2시~오후 5시)에는 옥외 작업 단축 또는 작업 시간대 조정 등으로 옥외작업 자제 • 옥외 작업을 할 때는 가급적 아이스 조끼, 아이스팩 등 보냉장구 착용 • 열사병 등 온열질환 민감군에 대하여는 휴식시간 추가 배정 • 안전모 및 안전대 등 개인 보호구 착용에 소홀해지기 쉬우므로 각별히 유의 • 수면 부족 등 집중력 저하로 인한 떨어짐, 넘어짐 등 안전사고 유의
경계 35° C	• 시원하고 깨끗한 물을 충분하게 제공 • 노동자가 쉴 수 있는 그늘 제공 • 매시간 마다 15분씩 그늘에서 휴식하기 • 무더위 시간대(오후 2시~오후 5시)에는 불가피한 경우를 제외하고 옥외 작업 중지 ※ 불가피한 옥외 작업을 할 경우에도 휴식 시간 충분히 부여 • 옥외 작업을 할 때는 가급적 아이스 조끼, 아이스팩 등 보냉장구 착용 • 열사병 등 온열 질환 민감군에 대하여는 옥외 작업 제한 • 안전모 및 안전대 등 개인 보호구 착용에 소홀해지기 쉬우므로 각별히 유의 • 수면 부족 등 집중력 저하로 인한 떨어짐, 넘어짐 등 안전사고 유의
심각 38° C	• 시원하고 깨끗한 물을 충분하게 제공 • 노동자가 쉴 수 있는 그늘 제공 • 매시간 마다 15분 이상 그늘에서 휴식하기 • 옥외작업 자제 • 무더위 시간대(오후 2시~오후 5시)에는 재난 및 안전관리 등에 필요한 긴급조치 작업 외 옥외작업 중지 ※ 긴급조치 작업 등을 할 경우에도 휴식 시간 충분히 부여 • 옥외작업을 할 때는 가급적 아이스 조끼, 아이스팩 등 보냉 장구 착용 • 열사병 등 온열 질환 민감군에 대하여는 옥외 작업 제한 • 안전모 및 안전대 등 개인 보호구 착용에 소홀해지기 쉬우므로 각별히 유의 • 수면 부족 등 집중력 저하로 인한 떨어짐, 넘어짐 등 안전사고 유의

- 한파*에 노출되었을 경우 건강영향을 받기 쉬운 노동자** 미리 확인

  * 한파주의보: 아침 최저기온이 영하 12℃ 이하가 2일 이상 지속될 것이 예상될 때 또는 아침 최저기온이 전날보다 10℃ 이상 하강하여 3℃ 이하이고 평년값보다 3℃가 낮을 것으로 예상될 때

  * 한파경보: 아침 최저기온이 영하 15℃ 이하가 2일 이상 지속될 것이 예상될 때, 아침 최저기온이 전날보다 15℃ 이상 하강하여 3℃ 이하이고 평년값보다 3℃가 낮을 것으로 예상될 때

  ** 고혈압, 당뇨, 뇌심혈관질환, 갑상선 기능저하, 허약체질, 고령자 등

- 따뜻한 옷(방한장구), 따뜻한 물, 따뜻한 장소(휴식) 제공
- 한파특보 발령 시 적절하게 휴식할 수 있도록 조치
- 작업자들끼리 짝을 지어 서로 상대방의 건강이상 징후를 모니터링하고 조치
- 혈액순환을 원활히 하기 위한 운동지도 실시
- 한랭질환 주요 증상, 응급조치요령 등 예방교육 실시

Ⅳ. 고 찰

1. 항공기 청소노동자의 근무형태, 직무 및 취급화학물질

국내 항공산업은 대형항공사 2개소와 저비용항공사 6개소에서 여객운송 사업을 운영 중이며, 항공기 청소업무는 항공사가 자회사를 설립하여 청소종류에 따라 협력업체와 계약을 맺어 수행하고 있었다. 청소종류 및 공항의 규모에 따라 공항별 약 2 ~ 5개의 협력업체가 상주하고 있었으며, 국내에 약 20여개소, 3,000여명의 항공기 청소노동자가 있는 것으로 조사되었다. 청소협력업체는 소규모 사업장이 대부분으로 안전보건에 대한 관리 및 인식은 다소 낮은 편이었다. 청소노동자의 대부분은 최저임금 수준의 소득으로 이른 새벽시간대와 야간에 교대근무제로 근무를 수행하고 있으며, 항공기 운항스케쥴에 따라 지정된 식사 및 휴게시간 없이 불규칙하게 업무가 진행되는 특성이 있었다. 또한, 출입이 자유롭지 못한 공항 내 보안구역에서 근무하므로 화장실 사용 등 이동에 제한이 많고, 공항 내 대기 및 휴게공간이 없는 경우 이동하는 버스 내부에 머물러야 하는 등 작업조건이 안정적이지 못한 특징이 있었다.

국외 항공기 청소업체의 경우 미주지역에서는 항공기 지상조업을 전문으로 하는 조업사에서 청소업무를 수행하고. 유럽 등 지역에서는 공기업 형태의 공항운영사가 청소업무를 수행하여 국내 상황과는 매우 상이하였다 (이영수 등, 2018). 항공기 청소노동자의 공항 내 대기장소를 마련하기 위해서는 각 항공사 또는 협력업체가 공항공사의 승인을 얻고, 높은 임대료를 지불하여야 하므로 일부 청소협력업체는 공항 외부에 청소노동자 탈의실 등을 두고, 공항 내부에서는 이동버스에서 대기하는 경우가 많아 우천, 폭염, 한파 등의 기상상황에 따라 작업환경이 영향을 받고 있었다.

청소작업은 일반청소와 집중청소, 시트교체 등 특수작업으로 나누어지는데 일반청소의 경우 기본적인 정리정돈과 쓰레기 수거 등 작업으로 작업자는 하루 평균 10 ~ 12대의 항공기를 이동하면서 청소하고, 집중청소는 선반, 유리창, 살균소독 등을 포함하는 대청소로 주로 야간에 하루 한 대정도를 집중적으로 실시한다. 항공사에 따라 청소협력업체 운영방식은 상이하였는데, 객실청소, 시트커버 교체 및 기내소독 등 청소업무를 세분화하여 청소종류에 따라 공항별 협력업체를 지정, 운영하는 경우가 있었고, 또는 공항별 한 협력업체를 지정하여 객실일반, 집중청소, 시트교체 및 기내소독을 모두 실시하는 경우가 있었다. 저비용항공사들의 경우 공항에 따라 대형항공사의 협력업체 또는 소규모 협력업체를 통해 업무를 위탁하거나, 국내에 진출한 외국계 전문청소업체를 통해 객실청소 수행하는 등 다양하였다.

2018년 이전 항공기 청소작업에서 주로 사용되었던 화학물질은 약 42개 화학제품(물, 섬유유연제 등 일반생활용 제품 일부 포함)을 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 취급화학물질을 사용용도에 따라 분류하면 항공기 내 살균 및 소독약품, 좌석시트 접착제, 껌 및 얼룩제거제, 광택제, 바닥 및 화장실 등 기내 청소용 세제, 기내 승객을 위한 손 세정제 등이 있었다. 일부 작업환경 측정, 특수건강진단 대상 및 발암성 또는 생식독성이 있는 물질(시클로헥산, 크실렌, 1-브로모프로판, 아세톤·테트라하이드로퓨란, 에탄올아민, 결정형 유리규산, 에틸렌글리콜, 퍼크로로에틸렌 등)이 있었으나 이번 연구에서 현장평가를 실시할 시점에는 대부분의 화학물질이 사용금지되거나 유해성이 낮은 물질로 교체되었다.

다만, 화학제품의 사용이 제한되어 물과 스폰지 등으로만 청소작업을 수행하여야 하므로 작업강도는 더욱 높아졌는데, 추후 유해성이 낮은 새로운 청소용 세제 등을 선정하여 작업을 효율적으로 수행할 수 있도록 관리할 필요가 있다. 또한, 과거 기내 청소 시 사용하였던 좌석시트 접착제 및 시트 드라

이크리닝 세제 등에 함유된 발암성 및 생식독성 물질의 노출농도는 과거 작업환경측정 자료에 따르면 노출기준에 근접하는 수준으로 노출 근로자에 대한 추적관리가 요구된다.

항공기 청소노동자의 근무형태, 직무, 취급하는 화학물질의 종류 등은 운영 항공사 및 항공기 제작사에서 요구하는 기준 등에 따라 상이한 특징이 있었다. 저비용 항공사의 경우 화학물질의 취급에 대한 정보전달 및 인식이 낮고, 사용량이 많은 특징이 있었다. 항공기 청소노동자는 소속은 달라도 동일한 공항이라는 작업공간에 상주하고, 공항공사의 관리 및 통제를 받아야 한다. 항공사 관계자도 대기, 휴게실 등의 설치를 위해서는 공항공사의 승인을 받아야 하므로, 항공기 청소노동자의 작업환경개선을 위해서는 공항을 운영하는 공항공사 등 공공성을 갖는 기관을 통한 체계적인 안전보건관리시스템을 갖출 필요가 있다.

2. 항공기 청소노동자의 유해인자 노출평가

항공기 청소노동자의 기내 일반청소 작업에 대한 소음, 분진, 디젤엔진배출물, 휘발성 유기화합물의 노출농도수준 및 각 유해인자에 영향을 주는 환경변수 등에 대해 살펴보았다. 유해인자별 평가는 다음과 같다.

소 음

기내 일반 청소작업자의 경우 작업시간 동안의 누적노출량을 평균한 소음(Lavg)은 진공청소 73.2±2.6 dB(A), 캐빈청소 72.5±4.0 dB(A), 시트교체작업 69.8±1.8 dB(A) 이었다. 시료채취시간을 8시간으로 환산하면(TWA) 진공청소 72.2±2.9 dB(A), 캐빈청소 72.9±3.0 dB(A), 시트교체 72.0±1.1 dB(A) 이었다. 국제표준기구(ISO)에서 활용하는 소음평가방법인 등가소음(LAeq)으로는 진공청소작업에서 78.9±4.1 dB(A)로 가장 높았고, 캐빈청소 76.8±2.9 dB(A), 시트교체작업 74.2±1.2 dB(A)순이었다. 현재 산업안전보건법에서 정하는 작업환경측정 실시대상 소음작업은 시간가중평균농도(TWA)가 80 dB(A) 이상의 소음으로 항공기 기내 청소작업 중 발생하는 소음이 작업환경측정대상은 아니었다. 다만, 등가소음(LAeq)의 경우, 캐빈청소 작업자에서 전체시료의 8%, 진공청소작업의 경우, 전체시료의 21.4%에서 80 dB(A)를 초과하는 경우가 있어 향후 지속적인 관찰이 요구된다. 또한 점심시간이 불특정하여 평가결과에 반영하지 못하였는데, 점심시간을 약 60분으로 가정하여 재산출한다면 평가결과에서 약 1 ~ 2 dB의 소음수준이 상향 될 수 있다. 소음수준을 높이는 유의한 환경변수가 진공청소기임을 확인할 수 있었으며, 이외 각 사업장 및 공항별 소음수준의 차이는 통계적으로 유의하게 다르지 않았다.

일반적으로 공항에서 민간 항공기가 이착륙할 때 약 100 dB 수준의 소음이 발생하나, 청소노동자의 경우, 대부분 버스 내부 및 항공기 내부에서 보내

는 시간이 대부분으로 항공기 이착륙 등 소음에는 매우 간헐적으로 노출된다. 다만 시간가중평균 80 dB에 가까운 소음 수준에 노출되며, 소음은 청력장애뿐만 아니라 스트레스 및 심장, 혈관 질환 등을 유발할 수 있고, 수면장애를 유발할 수 있으므로, 항공기 청소노동자와 같이 새벽 또는 야간에 교대근무를 수행하는 중고령 근로자에게는 소음노출을 최소화 하는 관리가 필요하다. 따라서 저소음형 진공청소기 도입, 귀마개 등 보호구 지급, 소음에 대한 건강영향 교육, 수면장애 등 증상 발생 시 건강관리, 공항 내 휴게 및 대기 시 방음설비 등이 설치된 장소에서 대기할 수 있는 장소의 제공 등이 요구된다.

호흡성 분진

개인시료로 채취한 호흡성 분진 농도는 진공청소작업에서 산술평균 98.2±103.4 ㎍/㎥, 기하평균 74.4 ㎍/㎥ (기하표준편차 1.96)로 가장 높았고, 캐빈청소작업 산술평균 56.3±42.0 ㎍/㎥, 기하평균 47.8 ㎍/㎥ (기하표준편차 1.75), 시트교체작업에서 산술평균 52.6±19.2 ㎍/㎥, 기하평균 49.3 ㎍/㎥ (기하표준편차 1.48) 수준이었으며 작업종류에 따라 통계적으로 유의하게 달랐다. 국내 의복제조 봉제업 근로자를 대상으로 호흡성분진을 평가한 연구에서 기하평균으로 재단공정 103 ㎍/㎥, 봉제공정 38 ㎍/㎥, 보조공정 49 ㎍/㎥, 검사/생산 53 ㎍/㎥, 완제품관리 77 ㎍/㎥라고 보고하였으며, 이번 기내 청소노동자와 유사한 농도 수준이었다 (이미은 등, 2019). 지역시료 채취방법으로 측정한 총분진 중 호흡성 분진이 차지하는 비율은 기내청소작업에서 약 60.8%, 이동 버스내부에서 약 72.0%, 시트교체작업에서 약 77.6% 수준으로 호흡성 분진의 비율이 높은 특성이 있었으며 그 중에서도 시트교체작업에서 호흡성 분진의 비율이 가장 높았다. 청소 작업 시 평가한 호흡성 분진의 최고 농도는 진공청소작업 시 최대값으로 454.6 ㎍/㎥이었으며, 이는 미국정부산업위생전문가협회(ACGIH)에서 특정되지않는 호흡성 분진 권고기준(3 ㎎/㎥)과 비교 시 권고기준의 약 15% 수준으로 낮았다.

초미세먼지(PM 2.5)

청소노동자의 작업동선을 따라서 초미세먼지를 직독식 장비를 이용하여 매 10초단위로 측정한 결과, 평가대상 사업장의 측정일별 캐빈내부 청소작업 중에는 산술평균 각 4.83 ~ 9.89 ㎍/㎥수준이나, 외부 및 버스 등에서 대기하는 장소에서는 각 28.5 ~ 44.5 ㎍/㎥로 약 4 ~ 7 배정도 높은 농도수준이었다. 항공기 내부는 공기조화시스템이 작동하는 경우 시간당 약 10회 이상의 공기가 헤파필터를 거쳐 순환되므로 청소작업을 진행하더라고 초미세먼지의 농도는 매우 낮았다. 다만, 버스 및 야외에서 항공기가 착륙하기를 기다리며 대기하는 시간 중 측정한 초미세먼지 농도는 대기관측소 측정값의 약 2배정도 수준이었고, 일반 대기환경기준의 관심단계인 50 ㎍/㎥를 초과하는 시료가 평가대상 사업장에 따라 전체시료의 약 10% ~ 40% 수준이었다.

지하철근로자를 대상으로 초미세먼지 평균농도를 평가한 연구에서 기술직 76 ㎍/㎥, 승무원 63.2 ㎍/㎥, 역무원 39.7 ㎍/㎥ 라고 보고하였다 (박동욱 등, 2018). 이가현 등(2015)의 연구에서 도로변 택배원의 초미세먼지 노출수준은 49.9 ㎍/㎥이었으며, 이경희 등(2015)의 연구에서 환경미화원의 초미세먼지 농도는 62 ㎍/㎥(27~240 ㎍/㎥) 수준이라고 보고하였다. 미국의 고속도로 순찰을 수행하는 경찰관을 대상으로 초미세먼지 농도를 평가한 결과 약 24 ㎍/㎥이었고(Riediker 등, 2003), 미국 배송차량 운전자를 대상으로 평가한 결과 흡연자의 경우 36.5±2.4 ㎍/㎥, 비흡연자 16.2±1.8 ㎍/㎥라고 보고하였다.

항공기 청소노동자는 도로변 옥외작업자와 유사한 작업환경에 노출되어 최근 개정된 옥외작업자 관리기준에 맞추어 초미세먼지에 대한 보호구 및 보건교육 등을 실시 하는 등 관리가 필요가 있다.

이번 연구에서는 국내 항공사에서 운항하는 항공기를 대상으로 평가가 진행되어 대부분의 항공기가 청소작업 시 내부 환기가 이루어지고 있었고, 사용하였던 모포는 수거하여 신규로 교체된 반면, 일부 외항사의 경우 기내에서 사용

하는 모포 등을 기내에서 먼지를 털어, 재사용을 하고 있었으나 이러한 작업 중 초미세먼지 등 농도에 대해서는 평가를 진행하지 못하였고, 환기장치가 작동하는 지에 대한 확인을 하지못한 제한점이 있었다. 외항사의 항공기 청소도 국내 청소노동자가 청소작업을 실시하나, 항공보안법에 의한 외부인력의 항공기 탑승제한을 사유로 평가가 허락되지 않았으며, 향후 위험성 평가 등을 통한 확인이 필요하다.

평가를 진행하는 동안 측정지역에서 가장 가까운 대기관측소에서 측정한 대기 중 초미세먼지 농도와 비교하면 공항 내부가 약 2배정도 높아 공항 내 초미세먼지의 농도를 높이는 오염원이 있음을 확인할 수 있었다. 초미세먼지의 주요 발생원으로 디젤엔진배출물의 영향이 매우 큰 것으로 알려져 있는데 (Fraser 등, 2003), 공항 내 항공기가 착륙하면 항공기를 정비하는 데 필요한 디젤차량은 급유, 급수, 수화물 운송, 청소, 케이터링 등을 포함하여 약 20여대 이상이 필요한 것으로 알려져 있다. 공항 내 디젤차량의 경우, 도로교통법의 적용을 받지않아 배출가스 관리가 다소 소홀하고 대부분의 차량이 매우 노후화된 특성이 있다. 특히, 청소노동자들이 항공기간 이동을 위해 사용하는 이동버스는 항공기 승객 운송을 위해 사용되다가 교체되는 낡은 차량을 항공사로부터 대여받아 사용하므로 최소 20년 이상 사용된 구형버스이며 청소노동자가 수시로 타고내릴 수 있기 위해 출입문을 개방한 상태로 정차하는 경우가 매우 많았다. 따라서 청소노동자의 이동을 위한 버스 및 공항 내 디젤차량에 대한 배출가스 관리 및 관리기준을 강화할 필요가 있다.

청소작업자의 경우 하루 8시간 작업을 실시하는 경우 약 5시간 이상의 시간을 버스 등에서 대기하며 청소물품을 정리하는 작업을 수행하고, 캐빈 내 청소작업은 약 3시간 정도로 대기하는 작업장소에 대한 개선이 필요하다. 또한 공항 내 청소작업자들이 대기할 수 있는 실내공간을 별도로 마련하여 버스 내에서 대기하면서 발생하는 위험을 감소할 필요가 있다

디젤엔진배출물 (블랙카본)

기내청소작업자 46명을 대상으로 실시간 측정한 블래카본 농도의 개인별 평균농도는 산술평균 1.5 ~ 6.9 ㎍/㎥ 수준으로 도심지 옥외작업자의 노출농도 수준과 유사하였다. 블랙카본 농도는 공항 및 사업장에 따라 노출농도수준은 상이하였으며, GH 공항에서 평균 3.8 ㎍/㎥로 가장 높았고 IC 공항에서 1.8 ㎍/㎥로 가장 낮았다. 개인별 노출평가에서 산술평균이 6 ㎍/㎥을 초과하는 시료가 전체 46개 시료 중 2개가 있었다. 이는 버스 및 택시운전원에게서 노출되는 농도수준이다(Lewine 등, 2007). 국내 택배서비스 종사자를 대상으로 블랙카본 노출농도를 평가한 연구에서 배송위치를 도로변과 주택가로 나누어 살펴보면 도로변의 기하평균 농도는 2.18 ~ 5.42 ㎍/㎥ 수준이었고, 평균은 3.46 ㎍/㎥이었으며, 주택가의 경우 1.29 ~ 3.51 ㎍/㎥, 평균 1.96 ㎍/㎥라고 보고하였다 (이가현 등, 2015). 도시 대기환경을 평가한 연구에서 서울 올림픽공원 주변 주중 블랙카본 농도는 중위수로 2.2 ㎍/㎥, 주말에는 2.5 ㎍/㎥이었고 특히 주말 낮시간대(오전 6시 ~ 오후 6시)에는 3.2 ㎍/㎥라고 보고하였다 (이동재, 2016). 국내 교통중심지인 부천, 인천, 서울에서 평가한 도시 대기환경 중 블랙카본 농도는 1.4 ~ 3.4 ㎍/㎥이라고 하였다(윤동민, 2016). 국내 충남에 위치한 야산 해발 200m 지점에서 드론을 이용한 대기 중 블랙카본 평균농도는 1.64 ㎍/㎥, 고속도로 인근 3.86 ㎍/㎥, 준 도심 3.10 ㎍/㎥, 대학캠퍼스 내 2.67 ㎍/㎥로 보고하였다 (이정훈, 2018). 반면, 국외에서는 Boman 등(2003)은 아프리카 케냐의 도심지 블랙카본 농도는 1.4 ㎍/㎥, 시골은 0.7 ㎍/㎥로 보고하였고, 미국환경청(USEPA)에서 발표한 유럽 4개국의 평균농도가 0.2 ~ 0.5 ㎍/㎥라고 보고하였다. 블랙카본 농도는 계절의 영향을 받는 것으로 알려져 있는데, 겨울철 농도(4.4±1.7 ㎍/㎥)가 여름(2.0±0.7 ㎍/㎥)보다 난방기구 등의 사용에 따라 높다고 알려져있다 (Lyamani 등, 2011). 이번 연구는 주로 4 ~ 6월 중 평균 24 ℃ 수준의 기온에서 측정되었으며 겨울철에는 다소 높은 수준일 것으로 추정된다.

휘발성 유기화합물 등

기내청소작업자를 대상으로 작업 중 노출되는 휘발성 유기화합물 농도를 평가한 결과, 톨루엔, 퍼클로로에틸렌, 에틸벤젠이 검출되었으나, 작업자 노출기준의 1/100 수준으로 매우 낮았다. B 사업장의 경우 기내 청소작업 중 노출된 휘발성 유기화합물 농도는 톨루엔이 기하평균 4.25 ppb, 퍼클로로에틸렌이 2.43 ppb, 에틸벤젠이 0.53 ppb 수준이었다. C 사업장의 경우 휘발성 유기화합물 중 톨루엔만 검출되었는데, 기내 청소작업 중 기하평균 8.89 ppb, 이동버스 내부에서 10.2 ppb 수준이었다. D 사업장도 휘발성 유기화합물 중 톨루엔만 검출되었는데, 기내 청소작업 중 기하평균 8.24 ppb, 이동버스 내부에서 12.93 ppb 수준이었다. E 사업장의 경우 기내 청소작업 중 노출된 휘발성 유기화합물 농도는 톨루엔이 기하평균 4.21 ppb, 작업자 대기공간 내부에서는 톨루엔 기하평균 15.36 ppb, 퍼클로로에틸렌이 94.06 ppb 수준이었다. F 사업장의 경우 기내 청소작업 중 노출된 휘발성 유기화합물 농도는 톨루엔이 기하평균 5.34 ppb, 이동버스 내부에서는 톨루엔 기하평균 78.05 ppb, 퍼클로로에틸렌이 6.52 ppb 수준이었다.

시트교체작업을 하는 사업장 E의 경우 작업자 대기공간에서 시트를 함께 보관하는데 노출되는 휘발성 유기화합물 농도를 사무실 공기질 관리기준에서 정하는 총휘발성 유기화합물 농도인 500 ㎍/㎥와 비교하면 관리기준의 약 83%수준인 414.6 ㎍/㎥이었다. 이는 좌석 시트의 드리이크리닝 세제 구성성분인 퍼클로로에틸렌의 영향인 것으로 평가되었다. 또한 사업장 F의 작업자 이동용 버스에서 톨루엔 농도가 약 300 ㎍/㎥으로 사무실 공기질 관리기준의 약 60% 수준을 보였으며 일부, 스티커 제거제 등의 사용 또는 이동차량의 주유과정에서 노출된 것으로 추정된다.

Ⅴ. 결 론

항공기 청소노동자를 대상으로 근무형태, 취급 화학물질, 유해인자의 노출농도 수준 등 작업환경평가를 수행하였다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 국내 항공기 청소협력업체는 약 20여개소, 3,000여명의 청소노동자로 운영되며, 항공사 자회사를 통한 하도급형태로 이루어지고 있었다. 새벽 및 야간작업을 포함한 교대근무, 항공기 운항스케쥴 지연, 기상상황 등에 따라 식사 및 휴게시간이 일정하지 못하며, 공항 보안구역 내에서 근무하여 이동에 제한이 많고, 항공기 청소작업 이외 작업시간에는 이동버스에서 대기하는 등 안정된 작업공간이 없는 특성이 있었다. 청소노동자들이 공항 내에서 준비작업을 할 수 있고, 폭염, 한파, 우천 등 열악한 기상여건에 보호받을 수 있는 안정적인 작업공간의 마련이 필요하다.

2. 항공기 청소작업에서 과거 사용한 것으로 조사된 화학제품은 약 42종이었으며, 주로 살균, 살충소독제, 좌석시트 접착제, 스티커, 껌 등 제거제, 얼룩제거제, 광택제, 좌석시트 드라이크리닝 세제 등이 있었고, 주요 유해물질로는 1-브로모프로판, 아세톤, 테트라하이드로퓨란, 크실렌, 시클로헥산, 결정형유리규산, 에틸렌글리콜, 퍼클로로에틸렌, 에탄올아민 등이 있었다. 이번 연구에서 평가 당시 대부분의 화학제품은 사용이 금지되거나 유해성이 낮은 물질로 교체되었으나, 물과 스폰지 등 작업도구로만 청소를 수행하여 작업자들의 작업강도가 높아진 특성이 있어, 안전하게 대체할 수 있는 청소세제 등의 도입이 필요하다.

3. 항공기 기내 일반청소자가 노출되는 소음수준에 대해 개인별 누적소음 노출량을 평가한 결과, 8시간 시간가중값으로 80dB(A)를 초과하는 작업자는 없었으나, 등가소음(LAeq) 노출값으로는 일부 80dB(A)를 초과하는 사례가 있어 지속적인 관찰이 요구되며, 항공기 이착륙 시 발생하는 약 100 dB(A) 수준의 높은 소음에 간헐적으로 노출되므로, 귀마개 등 청력보호구 착용 및 소음에 대한 수면장애 등 건강영향에 대한 교육이 필요하다. 청소작업별로는 진공청소작업자에서 가장 높았고, 캐빈일반청소작업자, 시트교체작업자 순이었다.

4. 항공기 기내 일반청소자가 노출되는 호흡성 분진 수준에 대해 개인별 노출량을 평가한 결과, 진공청소작업에서 평균 98.2 ㎍/㎥, 캐빈일반청소작업 56.3 ㎍/㎥, 시트교체작업자 52.6 ㎍/㎥ 순으로 높았고, 평가결과 중 최고농도는 454.6 ㎍/㎥으로 특정되지 않은 호흡성 분진의 권고기준(3,000 ㎍/㎥)의 약 15% 수준이었다.

5. 항공기 기내 일반청소작업에서 임팩터방식의 직독식 장비를 이용한 초미세먼지(PM 2.5)를 작업자 동선과 병행하여 평가한 결과, 항공기 내부 청소작업 중에는 평균 4.83 ~ 9.89 ㎍/㎥, 버스 및 외부 대기공간에서는 28.5 ~ 44.5 ㎍/㎥수준이었고, 대기환경기준의 관심단계인 50 ㎍/㎥을 초과하는 경우가 측정시간 중 약 10 ~ 40% 수준이었다.

6. 항공기 기내 일반청소작업에서 직독식 장비를 이용하여(OPC, OPS, Sidepak) 발생분진의 수농도를 입경별로 살펴보면, 분진의 90% 이상이 지름 1 ㎛이하의 입자로 구성되어 있었다.

7. 블랙카본에 대해 개인노출평가 결과, 약 2 ~ 7 ㎍/㎥ 수준으로, 도로변 옥외에서 관찰되는 농도수준과 유사한 수준이었으며, 입자의 크기 및

초미세먼지와의 상관관계 등을 통해 공항 내 수화물 운송, 급유, 급수 등을 위해 운행하는 다양한 디젤차량배출물이 주요 오염원으로 확인되었다.

8. 항공기 기내청소작업자에게 노출되는 휘발성유기화합물 농도는 노출기준의 약 1/100 수준으로 낮으나, 시트교체작업을 수행하는 작업자의 경우 과거 드라이크리닝제로 사용하였던 퍼클로로에틸렌이 일부 남아있어 미량 노출되고 있으며, 시트를 보관하는 사무실 내에서는 총휘발성 유기화합물 농도가 414.6 ㎍/㎥로 사무실 공기관리질 기준 500 ㎍/㎥과 비교하면 관리기준의 약 83%수준으로 환기 등의 관리가 요구되었다.

항공기 청소작업자의 노출 유해인자 종류 및 농도수준은 도로변에서 작업하는 옥외작업자와 매우 유사하며, 주요 오염원은 공항 내 디젤차량으로, 노후차량 교체, 배출가스 관리기준 강화, 전기차 도입 등이 필요하다. 또한, 항공기 청소작업은 작업일정변동이 빈번하나, 항공기 출발을 위해 정해진 시간 내에 작업을 수행하여야 하는 특성이 있어 움직이는 이동버스 내에서 업무배분, 대기 및 준비작업을 하여 안전상의 위험이 있었고, 미세먼지, 폭염, 한파, 우천 등 열악한 기상여건에 노출되고 있으므로, 안정적인 대기공간의 마련이 필요하다.

향후, 항공산업 종사자에 대한 전반적인 작업환경평가 및 건강영향조사가 요구되며 공항을 운영하는 공항공사 등 공기업을 통한 체계적인 안전보건관리 시스템을 갖출 필요가 있으며, 과거 기내 청소 시 사용하였던 좌석시트 접착제 및 드라이크리닝 세제 등에 함유된 발암성 및 생식독성 물질의 노출농도는 과거 작업환경측정 자료에 따르면 노출기준에 근접하는 수준으로 노출 근로자에 대한 건강영향 추적관리가 요구된다.

VI. 참 고 문 헌

김기연 등. 항공기 청소노동자 직무 및 노출가능 유해인자 특성 연구. 산업안전보건연구원 2018

김소연, 김영미, 건물 청소노동자의 노동 경험. Korean Journal of Occupational Heath Nursing, 2015;24(3):32-42

김원, 최영은 대학 병원 청소노동자 세척제 노출평가 보고서

이미은, 문덕환, 김윤중, 최기언, 김준연. 의복 제조 봉제업 근로자의 호흡성분진 노출수준과 흉부방사선 소견 및 폐 기능과의 관련성. 한국산업보건학회지, 2019;29(2):259-269

이영수, 장석우, 노종화, 신재솔. 항공기 지상조업의 경영과 노동실태 분석 연구. 사회공공연구원 연구보고서, 2018

허정, 이병준, 정다영, 김순신, 솨이지엔페이, 류현수, 대학교 청소 근로자의 염소계 표백제 사용에 따른 휘발성 유기화합물의 위해성 평가 및 영향요인 분석. 실내환경 및 냄새학회지, 2016;15(4):296-302

홍경표, 병원 왁스 취급 청소근로자의 공기 중 2-Butoxyethanol 농도와 요중 butoxyaceticacid 농도의 상관관계. 가톨릭대학교 보건대학원 박사학위논문, 2015

Arif AA, Delclos GL, Whitehead LW, Tortolero SR, Lee SE. Occupational exposures associated wit work-related asthma and work-related wheezing among U.S. workers. American Journal of Industrial Medicine. 2003;44:368-376

Bauer A. Contact dematitis in the cleaning industry. Co-allergy. 2013; 13:521-524

Bedard A, Varraso R, Clavel-Chapelon F, Zock JP, Kauffmann F, Le Moual N. Cleaning spray, household help and asthma among elderly women. Respiratory Medicine. 2014;108:171-180

Bello A, Quinn MM, Milton DK, Perry MJ. Determinants of exposure to 2-butoxyethanol from cleaning task: A Quasi-experimental study. Ann Occup Hyg. 2013;57(1):125-135

Bello A, Quinn MM, Perry MJ, Milton DK. Chracterization of occupational exposures to cleaning products used for common cleaning tasks-a pilot sutdy of hospital cleaniners. Environ Health. 2009;8:11

Berger-Preiss E, Koch W, Behnke W, Gerling S, Kock H, Elflein L, Appel KE. In-flight spraying in aircrafts: determination of the exposure secnario. International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2004;207:419-430

Burton NC, McCleery RE. Exposure potentials during cleaning overhauling and

repairing of aircraft lavatory tanks and hardware. Occupational and Environmental Hygiene. 2000;15(11):803-808

Casas L, Zock JP, Carsin AE, Femandez-Somoano A, Esplugues A, Santa-Marina L. The Use of household cleaning products during pregnancy and lower respiratory tract infections and wheezing during early life. Int J Public Health. 2013;58:757-764

Centers for Disease Control and Prevention(CDC). Guideline for disinfection and sterlization in healthcare facilities. CDC. 2008

Charles LE, Loomis D, Demissie Z. Occupational hazard experienced by cleaning workers and janitors: A review of the epidemiologic liferature. Work. 2009;34:105-116

California Department of Health Services(CDHS). Occupational Illness among flight attendants due to aircraft disinsection. CDHS. 2003

Dumas O, Donnay C, Heederik DJ, Hery M, Choudat D, Kauffmann F, Le Moual N. Occupational esposure to cleaning products and asthma in hospital workers. Occup Environ Med. 2012;69:883-889

Dumas O, Siroux V, Luu F, Nadif R, Zock JP, Kauffmann F, Le Moul N. Cleaning and Asthma charcteristics in Women. American J Industrial Medicine. 2014;57:303-311

El-Helaly M, Balkhy HH, Waseem K, Khawaja S. Respiratory symptoms and ventilatory function among health-care workers exposed to cleaning and disinfectant chemicals, a 2-year follow-up study. Toxicology and Industrial Health. 2016;32(12):2002-2008

Folletti I, Zock JP, Moscato G, Siracusa A. Asthma and rhinitis in cleaning workers: a systematic review of epidemiological studies. J Asthma. 2014;51(1):18-28

Forastiere F, Balmes J, Scarinci M, Tager IB. Occupational asthma, and chronic respiratory symptoms in a community sample of older women. Am J Respir Crit Care Med. 1998;157:1864-1870

Gapany-Gapanavicius M, Yellin A, Almog S, Tiroch M. A Complication of chlorine exposure from mixing household cleaning agents. JAMA. 1982;July 248(3)

Gawkrodger DJ, Lloyd MH, Hunter JA. Occupational skin disease in hospital cleaning and kitchen workers. Contact Dermatitis. 1986;15:132-135

Goen T, Korinth G, Drexler H. Butoxyethoxyacetic acid, a biomaker of exposure to water-based cleaning agents. Toxicology Letters. 2002;134:295-300

International Programme on Chemical Safety(IPCS). Report of the informal consultation on aircraft disinsection. WHO. 1995

International Programme on Chemical Safety(IPCS). Aircraft disinsection insecticides. WHO. 2013

Kogevinas M, Anto JM, Suryer J, Tobias A, Kromhout H, Burney P. Occupational asthma in Europe and other industrialised areas: a population-based study. The Lancet. 1999;353:1750-1754

Le Moual N, Kennedy SM, Kauffmann F. Occupational exposures and asthma in 14,000 adults from the general population. American Journal of Epidemiology. 2004;160(11):1108-1116

Lee SJ, Nam B, Harrison R, Hong O. Acute symptoms associated with chemical exposures and safe work practices among hospital and campus cleaning workers: A Pilot study. American Journal of Industrial Medicine. 2014;57:1216-1226

Maddalena R L, McKone T E. Insecticide exposures on commercial aircraft: A literature review and screening level assessment. Berkeley Lab. 2008

Medina-Ramon M, Zock JP, Kogevinas M, Surnyer J, Anto JM. Asthma symptoms in women ecployed in domestic cleaning: a community based study. Thorax. 2003;58:950-954

Ng TP, Hong CY, Goh LG, Wong ML, Koh KT, Ling SL. Risks of asthma associated with occupationas in a community-based case-control study. American Journal of Industrial Medicine. 1994;25:709-718

Park JY, Lim M, Yang W, Lee K. Exposure factors for cleaning, automotive care, and surface protection products for exposure assessments. Food and Chemical Toxicology. 2017;99:128-134

Quinn MM, Henneberger PK, NIOSH, NORA, Graun B, Delclos GL. Cleaning and disinfecting environmental surfaces in health care: Toward an integrated framework for infection and occupational illness prevention. American Journal of Infection Control. 2015;43:424-434

Sutton P M, vergara X, Beckman J, Nicas M, Das R. Pesticide illness among flight attendants due to aircraft disnisection. American Journal of Industrial Medicine. 2007;50:345-356

Svanes O, Skorge TD, Johannessen A, Bertelsen RJ, Bratveit M, Forsberg B. Respiratory Health in Cleaniners in Northen Europe: Is Susceptibility established in early life? PLoS ONE. 2015;10:1371

Vizcaya D, Mirabelli MC, Anto JM, Orriols R, Burgos F, Arjona L, Zock JP. A Workrorce-based study of occupational exposures and asthma symtptoms in cleaning workers. Occu Environ Med. 2011;69 :914-919

Weisel C P, Isukapalli S. Quantifying exposure to pesticides on commercial aircraft. Airliner Cabin Enbironment Research(ACER). 2012

World Health Organization(WHO). Safety of pyrethroids for public health use. WHO. 2005

Wei B, Mohan KR, and Weisel CP. Exposure of flight attendants to pyrethroid insecticides on commercial flights: Urinary metabolite levels and implications. Int J Hyg Envion Health. 2012(215):465-473

Wolkoff P, Schneider T, Kildeso J, Degerth R, Jaroszewski M, Schunk H. Risk in cleaning: Chemical and physical exposure. The Science of the Total Environment. 1998;215:135-156

Yeung SS, Yu IT, Hui KY. World at work: Aircraft cabin cleaning. Occup Environ Med. 2004

Zhu J, Cao XL, Beauchamp R. Determination of 2-butoxyethanol emissions freom selected consumer products and its application in assessment of inhalation exposure associated with cleaning tasks. Environment International. 2001;26:589-597

Ⅶ. 부 록

<부록 표 Ⅶ-1> 기내청소작업 _개인별 소음노출수준

Total No	Airport	Company	Size	Date	Day	Worker #	Sampling Time	Laeq	Lavg	TWA	Proj Dose	Job
1	KH	A	LCC	20190410	day 1	1	6:52:42	78.4	73.9	73.8	10.80%	캐빈청소
2	KH	A	LCC	20190410	day 1	2	6:48:12	77.2	73.5	73.3	10.20%	캐빈청소
3	KH	A	LCC	20190410	day 1	3	6:48:06	78.5	75.8	75.3	14.00%	캐빈청소
4	KH	A	LCC	20190410	day 1	4	6:48:11	80	74.1	73.7	11.00%	캐빈청소
5	KH	A	LCC	20190410	day 1	5	6:54:56	78.2	73.0	75.7	16.00%	캐빈청소
6	KH	A	LCC	20190410	day 1	6	6:47:42	78.5	74.5	74.1	11.70%	캐빈청소
7	KH	A	LCC	20190411	day 2	7	7:04:14	80.2	75.3	75.1	13.10%	캐빈청소
8	KH	A	LCC	20190411	day 2	8	7:04:45	79.7	75.6	75.4	13.50%	캐빈청소
9	KH	A	LCC	20190411	day 2	9	7:06:17	77.4	73.3	73.4	9.80%	캐빈청소
10	KH	A	LCC	20190411	day 2	10	7:02:34	81	75.0	74.8	12.50%	캐빈청소
11	KH	A	LCC	20190411	day 2	11	7:03:41	80.6	74.5	74.5	11.70%	캐빈청소
12	KH	A	LCC	20190411	day 2	12	7:03:59	81.9	76.0	75.7	14.40%	캐빈청소
13	KH	A	LCC	20190412	day 3	13	4:43:21	78.7	75.4	72.4	13.20%	캐빈청소
14	KH	A	LCC	20190412	day 3	14	4:43:17	80.1	76.4	73.3	15.20%	캐빈청소
15	KH	A	LCC	20190412	day 3	15	4:43:29	77.3	74.5	71.6	11.60%	캐빈청소
16	KH	A	LCC	20190412	day 3	16	4:43:00	77.1	74.2	71.2	11.20%	캐빈청소
17	KH	A	LCC	20190412	day 3	17	4:43:16	89.8	83.5	79.9	40.60%	캐빈청소
18	KH	A	LCC	20190412	day 3	18	4:42:47	78.8	76.4	73.1	15.20%	캐빈청소

<부록 표 Ⅶ-1> 기내청소작업 _개인별 소음노출수준_계속

Total No	Airport	Company	Size	Date	Day	Worker	Sampling Time	Laeq	Lavg	TWA	Proj Dose	Job
19	KH	B	FSC	20190416	day 1	1	8:15:00	77.1	70.6	72.5	6.70%	캐빈청소
20	KH	B	FSC	20190416	day 1	2	8:17:03	73.5	69.2	71.7	5.60%	캐빈청소
21	KH	B	FSC	20190416	day 1	3	8:17:25	74.1	70.6	72.5	6.80%	캐빈청소
22	KH	B	FSC	20190416	day 1	4	8:11:21	74.2	70.8	72.5	6.90%	캐빈청소
23	KH	B	FSC	20190416	day 1	5	8:10:16	74.2	70.1	72.1	6.30%	캐빈청소
24	KH	B	FSC	20190416	day 1	6	8:13:10	76.9	73.7	74.9	10.40%	캐빈청소
25	KH	B	FSC	20190416	day 1	7	8:08:25	76.8	72.7	74.0	9.10%	캐빈청소
26	KH	B	FSC	20190417	day 2	8	7:59:00	75.3	72.5	73.7	8.80%	캐빈청소
27	KH	B	FSC	20190417	day 2	9	7:57:31	75.4	72.2	73.5	8.50%	캐빈청소
28	KH	B	FSC	20190417	day 2	10	7:55:21	75.0	71.6	73.1	7.80%	캐빈청소
29	KH	B	FSC	20190417	day 2	11	7:53:16	75.4	72.8	73.8	9.20%	캐빈청소
30	KH	B	FSC	20190417	day 2	12	7:59:02	76.0	73.0	74.2	9.50%	캐빈청소
31	KH	B	FSC	20190417	day 2	13	7:59:11	75.7	72.9	74.0	9.30%	캐빈청소
32	KH	B	FSC	20190417	day 2	14	7:55:41	78.6	74.1	75.1	11.00%	캐빈청소
33	KP	C	FSC	20190423	day 1	1	7:44:40	75.2	70.9	72.6	7.00%	캐빈청소
34	KP	C	FSC	20190423	day 1	2	7:44:38	74.1	70.1	71.9	6.30%	캐빈청소
35	KP	C	FSC	20190423	day 1	3	7:45:46	76.9	73.6	74.3	10.30%	캐빈청소
36	KP	C	FSC	20190423	day 1	4	7:19:54	79.9	76.3	76.3	15.00%	진공청소

<부록 표 Ⅶ-1> 기내청소작업 _개인별 소음노출수준_계속

Total No	Airport	Company	Size	Date	Day	Worker	Sampling Time	Laeq	Lavg	TWA	Proj Dose	Job
37	KP	C	FSC	20190423	day 1	5	7:40:32	74.9	71.1	72.5	7.30%	캐빈청소
38	KP	C	FSC	20190423	day 1	6	7:06:28	75.1	71.4	72.1	7.60%	캐빈청소
39	KP	C	FSC	20190423	day 1	7	7:46:11	76.2	72.4	73.5	8.70%	캐빈청소
40	KP	C	FSC	20190423	day 1	8	7:40:05	76.8	73.1	73.8	9.60%	캐빈청소
41	KP	C	FSC	20190424	day 2	9	7:27:58	76.4	73.5	73.9	10.20%	캐빈청소
42	KP	C	FSC	20190424	day 2	10	7:29:56	75.1	71.4	72.5	7.60%	캐빈청소
43	KP	C	FSC	20190424	day 2	11	7:29:42	76.5	71.6	72.8	7.80%	캐빈청소
44	KP	C	FSC	20190424	day 2	12	7:16:51	76.6	73.4	73.9	10.00%	캐빈청소
45	KP	C	FSC	20190424	day 2	13	7:30:34	74.9	71.2	72.2	7.40%	캐빈청소
46	KP	C	FSC	20190424	day 2	14	7:30:07	75.1	71.0	72.2	7.10%	캐빈청소
47	KP	C	FSC	20190424	day 2	15	7:30:05	74.3	69.5	71.5	5.80%	캐빈청소
48	KP	C	FSC	20190424	day 2	16	7:19:07	76.0	73.4	73.6	10.00%	캐빈청소
49	KP	C	FSC	20190424	day 2	17	7:30:23	77.2	72.3	72.9	8.60%	캐빈청소
50	KP	C	FSC	20190424	day 2	18	7:35:46	74.8	69.9	71.5	6.10%	캐빈청소
51	KP	C	FSC	20190425	day 3	19	6:23:32	77.9	73.5	73.5	10.20%	진공청소
52	KP	C	FSC	20190425	day 3	20	6:25:44	83.1	78.2	77.2	19.40%	진공청소
53	KP	C	FSC	20190425	day 3	21	6:23:23	78.9	71.6	73.2	7.80%	진공청소
54	KP	C	FSC	20190425	day 3	22	6:27:54	77.3	73.4	71.1	10.00%	캐빈청소
55	KP	C	FSC	20190425	day 3	23	6:14:20	75.6	71	71.4	7.1	캐빈청소
56	KP	C	FSC	20190425	day 3	24	6:24:06	73.9	69.5	69.8	5.80%	캐빈청소
57	KP	C	FSC	20190425	day 3	25	6:27:06	74.6	73.4	70.7	10.00%	캐빈청소

<부록 표 Ⅶ-1> 기내청소작업 _개인별 소음노출수준_계속

Total No	Airport	Company	Size	Date	Day	Worker	Sampling Time	Laeq	Lavg	TWA	Proj Dose	Job
58	KP	C	FSC	20190425	day 3	26	6:21:30	74.8	72.3	70.8	8.60%	캐빈청소
59	KP	C	FSC	20190425	day 3	27	6:26:01	76.5	69.9	72.1	6.10%	캐빈청소
60	KP	C	FSC	20190425	day 3	28	6:27:19	74.2	71.2	70.2	7.40%	캐빈청소
61	KP	D	FSC	20190508	day 1	1	7:38:20	80.5	77.7	77.8	18.20%	캐빈청소
62	KP	D	FSC	20190508	day 1	2	9:11:39	77.6	74.6	76.4	11.90%	캐빈청소
63	KP	D	FSC	20190508	day 1	3	7:31:54	79	75.9	76.2	14.20%	캐빈청소
64	KP	D	FSC	20190508	day 1	4	7:59:52	75.6	73.0	73.9	9.40%	진공청소
65	KP	D	FSC	20190508	day 1	5	9:14:15	78	74.5	76.4	11.70%	캐빈청소
66	KP	D	FSC	20190508	day 1	6	9:40:27	71	65.0	71.4	3.10%	캐빈청소
67	KP	D	FSC	20190508	day 1	7	9:13:58	79.3	76.3	77.9	14.90%	캐빈청소
68	KP	D	FSC	20190508	day 1	8	9:12:28	77.6	74.5	76.1	11.20%	캐빈청소
69	KP	D	FSC	20190508	day 1	9	9:17:54	78.7	75.5	77.3	13.40%	캐빈청소
70	KP	D	FSC	20190509	day 2	10	9:51:40	77.1	73.6	76.1	10.20%	캐빈청소
71	KP	D	FSC	20190509	day 2	11	7:32:19	77.7	73.9	74.5	10.80%	캐빈청소
72	KP	D	FSC	20190509	day 2	12	8:32:33	77.2	73.2	74.0	9.80%	캐빈청소
73	KP	D	FSC	20190509	day 2	13	9:50:40	77.3	74.1	76.5	11.00%	캐빈청소
74	KP	D	FSC	20190509	day 2	14	9:52:20	77.6	74.6	77.0	11.90%	캐빈청소

<부록 표 Ⅶ-1> 기내청소작업 _개인별 소음노출수준_계속

Total No	Airport	Company	Size	Date	Day	Worker	Sampling Time	Laeq	Lavg	TWA	Proj Dose	Job
75	KP	D	FSC	20190509	day 2	15	9:49:03	78.9	75.8	77.9	14.00%	캐빈청소
76	KP	D	FSC	20190509	day 2	16	9:45:21	78.2	74.7	77	12.00%	캐빈청소
77	KP	D	FSC	20190509	day 2	17	8:35:53	76.4	73.0	75.4	9.50%	진공청소
78	KP	D	FSC	20190510	day 3	18	4:00:00	72.1	66.9	64.8	4.00%	캐빈청소
79	KP	D	FSC	20190510	day 3	19	3:56:49	73.3	67.6	65.5	4.50%	캐빈청소
80	KP	D	FSC	20190510	day 3	20	3:53:48	72.9	48.8	65.8	5.30%	캐빈청소
81	KP	D	FSC	20190510	day 3	21	3:08:38	77.7	72.9	67.4	9.30%	캐빈청소
82	KP	D	FSC	20190510	day 3	22	4:03:26	78.2	74.5	70.4	11.60%	캐빈청소
83	KP	D	FSC	20190510	day 3	23	3:04:37	77.5	74.3	68.2	11.40%	캐빈청소
84	KP	D	FSC	20190510	day 3	24	3:04:14	77	73.5	67.6	10.20%	캐빈청소
85	KP	D	FSC	20190510	day 3	25	3:53:59	78.8	75.2	70.8	12.90%	캐빈청소
86	KP	D	FSC	20190510	day 3	26	3:51:32	81.4	77.2	72.5	16.90%	진공청소
87	KP	D	FSC	20190510	day 3	27	3:57:07	76.5	71.7	68.0	7.90%	진공청소

<부록 표 Ⅶ-1> 기내청소작업 _개인별 소음노출수준_계속

Total No	Airport	Company	Size	Date	Day	Worker	Sampling Time	Laeq	Lavg	TWA	Proj Dose	Job
88	IC	E	FSC	20190521	day 1	1	9:48:02	74.1	69.4	72.9	5.80%	시트교체작업
89	IC	E	FSC	20190521	day 1	2	9:50:27	73.8	67.7	72.1	4.60%	시트교체작업
90	IC	E	FSC	20190521	day 1	3	8:32:57	73	68.6	72.6	5.10%	시트교체작업
91	IC	E	FSC	20190521	day 1	4	9:50:04	74.9	71.6	74.3	7.80%	시트교체작업
92	IC	E	FSC	20190521	day 1	5	9:47:51	73.1	68.4	72.5	5.00%	시트교체작업
93	IC	E	FSC	20190521	day 1	6	9:42:33	76.1	71.4	74.4	7.50%	시트교체작업
94	IC	E	FSC	20190521	day 1	7	9:43:46	73	68.5	72.3	5.00%	시트교체작업
95	IC	E	FSC	20190521	day 1	8	9:52:36	72.7	67.8	72.3	4.60%	시트교체작업
96	IC	E	FSC	20190521	day 1	9	9:53:36	73.5	68.8	72.7	5.30%	시트교체작업
97	IC	E	FSC	20190521	day 1	10	9:47:03	71.9	65.9	71.1	3.50%	시트교체작업
98	IC	E	FSC	20190522	day 2	11	6:48:00	76.2	72.8	72.7	9.30%	시트교체작업
99	IC	E	FSC	20190522	day 2	12	6:50:45	73.6	69.7	70.4	6.00%	시트교체작업
100	IC	E	FSC	20190522	day 2	13	6:52:13	75.7	72.1	72.2	8.40%	시트교체작업
101	IC	E	FSC	20190522	day 2	14	6:47:18	73.3	69.6	70.6	5.90%	시트교체작업
102	IC	E	FSC	20190522	day 2	15	6:34:42	74.4	70.4	70.7	6.60%	시트교체작업
103	IC	E	FSC	20190522	day 2	16	6:55:35	74.6	69.1	70.5	5.50%	시트교체작업
104	IC	E	FSC	20190522	day 2	17	6:54:25	74.7	71.5	71.8	7.70%	시트교체작업
105	IC	E	FSC	20190522	day 2	18	6:51:55	74	69.6	70.6	5.90%	시트교체작업
106	IC	E	FSC	20190522	day 2	19	7:03:19	75	71.1	71.7	7.30%	시트교체작업
107	IC	E	FSC	20190522	day 2	20	7:04:57	75.5	71.5	72.3	7.70%	시트교체작업

<부록 표 Ⅶ-1> 기내청소작업 _개인별 소음노출수준_계속

Total No	Airport	Company	Size	Date	Day	Worker	Sampling Time	Laeq	Lavg	TWA	Proj Dose	Job
108	IC	F	FSC	20190612	day 1	1	5:00:24	89.5	73.3	70.9	9.90%	진공청소
109	IC	F	FSC	20190612	day 1	2	5:13:30	75	72.6	70.6	9.00%	진공청소
110	IC	F	FSC	20190612	day 1	3	7:29:49	75.9	72.4	73.3	8.80%	캐빈청소
111	IC	F	FSC	20190612	day 1	4	7:30:43	77.4	74.0	74.6	10.90%	캐빈청소
112	IC	F	FSC	20190612	day 1	5	7:41:36	76.4	72.4	73.5	8.70%	캐빈청소
113	IC	F	FSC	20190612	day 1	6	7:43:44	74.8	71.0	72.5	7.20%	캐빈청소
114	IC	F	FSC	20190612	day 1	7	7:33:30	83.7	79.6	79.5	23.50%	캐빈청소
115	IC	F	FSC	20190612	day 1	8	7:40:55	76.3	72.8	73.7	9.20%	캐빈청소
116	IC	F	FSC	20190612	day 1	9	7:33:46	77.9	74.0	74.6	10.90%	캐빈청소
117	IC	F	FSC	20190613	day 2	10	3:55:15	76	72.2	68.5	8.40%	캐빈청소
118	IC	F	FSC	20190613	day 2	11	3:54:50	73	68.0	65.2	4.70%	캐빈청소
119	IC	F	FSC	20190613	day 2	12	3:49:18	84	81.1	76.0	29.30%	캐빈청소
120	IC	F	FSC	20190613	day 2	13	3:55:06	77.7	74.3	70.0	11.30%	캐빈청소
121	IC	F	FSC	20190613	day 2	14	3:50:35	78.8	74.6	70.2	11.80%	캐빈청소
122	IC	F	FSC	20190613	day 2	15	4:45:25	69.2	62.2	-	2.10%	캐빈청소
123	IC	F	FSC	20190613	day 2	16	4:45:37	70.8	64.6	66.1	2.90%	캐빈청소

<부록 표 Ⅶ-1> 기내청소작업 _개인별 소음노출수준_계속

Total No	Airport	Company	Size	Date	Day	Worker	Sampling Time	Laeq	Lavg	TWA	Proj Dose	Job
124	IC	F	FSC	20190613	day 2	17	4:45:48	70.2	64.5	-	2.90%	캐빈청소
125	IC	F	FSC	20190613	day 2	18	4:44:56	69.9	63.8	-	2.60%	캐빈청소
126	IC	F	FSC	20190614	day 3	19	5:10:26	73.2	68.4	68.0	5.00%	진공청소
127	IC	F	FSC	20190614	day 3	20	5:15:29	77.2	73.3	71.4	9.90%	진공청소
128	IC	F	FSC	20190614	day 3	21	5:09:07	77.8	70.5	69.1	6.70%	진공청소
129	IC	F	FSC	20190614	day 3	22	5:05:46	82.1	72.1	70.1	8.30%	진공청소
130	IC	F	FSC	20190614	day 3	23	5:21:15	77.3	72.3	70.8	8.60%	캐빈청소
131	IC	F	FSC	20190614	day 3	24	5:09:07	75.9	71.5	69.8	7.70%	캐빈청소
132	IC	F	FSC	20190614	day 3	25	5:24:15	76.7	73.1	71.4	9.50%	캐빈청소
133	IC	F	FSC	20190614	day 3	26	5:09:00	79.6	70.6	69.1	6.80%	캐빈청소
134	IC	F	FSC	20190614	day 3	27	5:17:37	76.5	71.9	70.2	8.10%	캐빈청소
135	IC	F	FSC	20190614	day 3	28	5:02:03	76.3	71.9	70.0	8.10%	캐빈청소

<부록 표 Ⅶ-2> 기내청소작업 _개인별 호흡성분진 노출수준

No	Type	Airport	Company	Size	Date	Day	Worker	Hazards	Sampling Time (min)	Q (L)	concentration (㎍/㎥)	Job
1	개인시료	GH	A	LCC	20190410	day 1	1	호흡성분진	363	901.9	28.1	캐빈청소
2	개인시료	GH	A	LCC	20190410	day 1	2	호흡성분진	358	894.2	39.1	캐빈청소
3	개인시료	GH	A	LCC	20190410	day 1	3	호흡성분진	404	1016.5	29.2	캐빈청소
4	개인시료	GH	A	LCC	20190411	day 2	4	호흡성분진	342	849.8	36.1	캐빈청소
5	개인시료	GH	A	LCC	20190411	day 2	5	호흡성분진	342	860.5	43.0	캐빈청소
6	개인시료	GH	A	LCC	20190411	day 2	6	호흡성분진	341	851.7	23.5	캐빈청소
7	개인시료	GH	A	LCC	20190412	day 3	7	호흡성분진	274	680.8	100.7	캐빈청소
8	개인시료	GH	A	LCC	20190412	day 3	8	호흡성분진	272	686.1	89.9	캐빈청소
9	개인시료	GH	A	LCC	20190412	day 3	9	호흡성분진	271	679.6	46.2	캐빈청소
10	개인시료	GH	B	FSC	20190416	day 1	1	호흡성분진	455	1130.7	44.5	캐빈청소
11	개인시료	GH	B	FSC	20190416	day 1	2	호흡성분진	455	1137.9	56.2	캐빈청소
12	개인시료	GH	B	FSC	20190416	day 1	3	호흡성분진	452	1138.8	36.3	캐빈청소
13	개인시료	GH	B	FSC	20190417	day 2	4	호흡성분진	87	217.6	281.9	캐빈청소
14	개인시료	GH	B	FSC	20190417	day 2	5	호흡성분진	452	1138.8	46.5	캐빈청소

<부록 표 Ⅶ-2> 기내청소작업 _개인별 호흡성분진 노출수준_계속

No	Type	Airport	Company	Size	Date	Day	Worker	Hazards	Sampling Time (min)	Q (L)	concentration (㎍/㎥)	Job
15	개인시료	GP	C	FSC	20190423	day 1	1	호흡성분진	460	1145.6	38.4	캐빈청소
16	개인시료	GP	C	FSC	20190423	day 1	2	호흡성분진	465	1167.5	58.0	캐빈청소
17	개인시료	GP	C	FSC	20190423	day 1	3	호흡성분진	450	1122.9	43.3	캐빈청소
18	개인시료	GP	C	FSC	20190423	day 1	4	호흡성분진	433	1078.9	60.2	진공청소
19	개인시료	GP	C	FSC	20190423	day 1	5	호흡성분진	450	1123.4	43.6	캐빈청소
20	개인시료	GP	C	FSC	20190423	day 1	6	호흡성분진	415	1032.9	67.4	캐빈청소
21	개인시료	GP	C	FSC	20190423	day 1	7	호흡성분진	448	1113.5	52.7	캐빈청소
22	개인시료	GP	C	FSC	20190423	day 1	8	호흡성분진	464	1159.5	57.8	캐빈청소
23	개인시료	GP	C	FSC	20190424	day 2	9	호흡성분진	427	1063.4	54.2	캐빈청소
24	개인시료	GP	C	FSC	20190424	day 2	10	호흡성분진	426	1058.8	48.5	진공청소
25	개인시료	GP	C	FSC	20190424	day 2	11	호흡성분진	421	1052.1	39.9	캐빈청소
26	개인시료	GP	C	FSC	20190424	day 2	12	호흡성분진	418	1043.1	37.7	캐빈청소
27	개인시료	GP	C	FSC	20190424	day 2	13	호흡성분진	425	1067.0	59.4	캐빈청소
28	개인시료	GP	C	FSC	20190424	day 2	14	호흡성분진	420	1045.4	37.9	캐빈청소
29	개인시료	GP	C	FSC	20190424	day 2	15	호흡성분진	423	1054.0	70.8	캐빈청소
30	개인시료	GP	C	FSC	20190425	day 3	16	호흡성분진	378	939.5	54.6	진공청소
31	개인시료	GP	C	FSC	20190425	day 3	17	호흡성분진	367	916.2	42.6	진공청소
32	개인시료	GP	C	FSC	20190425	day 3	18	호흡성분진	364	907.0	73.1	진공청소
33	개인시료	GP	C	FSC	20190425	day 3	19	호흡성분진	362	901.0	179.0	진공청소
34	개인시료	GP	C	FSC	20190425	day 3	20	호흡성분진	360	898.0	56.4	캐빈청소
35	개인시료	GP	C	FSC	20190425	day 3	21	호흡성분진	310	774.7	76.6	캐빈청소
36	개인시료	GP	C	FSC	20190425	day 3	22	호흡성분진	364	908.3	60.5	캐빈청소

<부록 표 Ⅶ-2> 기내청소작업 _개인별 호흡성분진 노출수준_계속

No	Type	Airport	Company	Size	Date	Day	Worker	Hazards	Sampling Time (min)	Q (L)	concentration (㎍/㎥)	Job
37	개인시료	GP	D	FSC	20190508	day 1	1	호흡성분진	125	312.8	146.0	캐빈청소
38	개인시료	GP	D	FSC	20190508	day 1	2	호흡성분진	510	1284.2	37.9	캐빈청소
39	개인시료	GP	D	FSC	20190508	day 1	3	호흡성분진	420	1048.8	34.6	진공청소
40	개인시료	GP	D	FSC	20190508	day 1	4	호흡성분진	518	1297.9	28.2	캐빈청소
41	개인시료	GP	D	FSC	20190509	day 2	5	호흡성분진	481	1201.2	57.7	캐빈청소
42	개인시료	GP	D	FSC	20190509	day 2	6	호흡성분진	480	1196.4	54.9	캐빈청소
43	개인시료	GP	D	FSC	20190509	day 2	7	호흡성분진	480	1213.4	454.6	진공청소
44	개인시료	GP	D	FSC	20190510	day 3	8	호흡성분진	187	467.0	93.5	캐빈청소
45	개인시료	GP	D	FSC	20190510	day 3	9	호흡성분진	215	536.9	73.3	진공청소
46	개인시료	GP	D	FSC	20190510	day 3	10	호흡성분진	215	543.5	101.8	진공청소
47	개인시료	IC	E	FSC	20190521	day 1	1	호흡성분진	480	1195.1	20.6	시트교체
48	개인시료	IC	E	FSC	20190521	day 1	2	호흡성분진	480	1197.8	43.7	시트교체
49	개인시료	IC	E	FSC	20190521	day 1	3	호흡성분진	480	1208.5	21.2	시트교체
50	개인시료	IC	E	FSC	20190521	day 1	4	호흡성분진	480	1206.9	38.4	시트교체
51	개인시료	IC	E	FSC	20190521	day 1	5	호흡성분진	480	1206.9	44.5	시트교체
52	개인시료	IC	E	FSC	20190521	day 1	6	호흡성분진	480	1203.9	52.3	시트교체
53	개인시료	IC	E	FSC	20190522	day 2	7	호흡성분진	300	748.6	75.2	시트교체
54	개인시료	IC	E	FSC	20190522	day 2	8	호흡성분진	300	752.7	53.1	시트교체
55	개인시료	IC	E	FSC	20190522	day 2	9	호흡성분진	300	749.4	57.8	시트교체
56	개인시료	IC	E	FSC	20190522	day 2	10	호흡성분진	300	753.6	49.1	시트교체
57	개인시료	IC	E	FSC	20190522	day 2	11	호흡성분진	300	755.3	90.5	시트교체
58	개인시료	IC	E	FSC	20190522	day 2	12	호흡성분진	300	752.4	45.6	시트교체

<부록 표 Ⅶ-2> 기내청소작업 _개인별 호흡성분진 노출수준_계속

No	Type	Airport	Company	Size	Date	Day	Worker	Hazards	Sampling Time (min)	Q (L)	concentration (㎍/㎥)	Job
59	개인시료	IC	F	FSC	20190612	day 1	1	호흡성분진	210	526.9	149.3	진공청소
60	개인시료	IC	F	FSC	20190612	day 1	2	호흡성분진	210	525.0	48.2	진공청소
61	개인시료	IC	F	FSC	20190612	day 1	3	호흡성분진	290	735.1	11.8	캐빈청소
62	개인시료	IC	F	FSC	20190612	day 1	4	호흡성분진	302	763.2	11.8	캐빈청소
63	개인시료	IC	F	FSC	20190612	day 1	5	호흡성분진	300	747.5	15.2	캐빈청소
64	개인시료	IC	F	FSC	20190613	day 2	6	호흡성분진	180	451.6	41.3	캐빈청소
65	개인시료	IC	F	FSC	20190613	day 2	7	호흡성분진	161	401.6	68.9	캐빈청소
66	개인시료	IC	F	FSC	20190613	day 2	8	호흡성분진	164	407.0	40.1	캐빈청소
67	개인시료	IC	F	FSC	20190613	day 2	9	호흡성분진	240	608.4	52.6	캐빈청소
68	개인시료	IC	F	FSC	20190614	day 3	10	호흡성분진	240	606.5	38.5	진공청소
69	개인시료	IC	F	FSC	20190614	day 3	11	호흡성분진	242	605.0	105.2	진공청소
70	개인시료	IC	F	FSC	20190614	day 3	12	호흡성분진	238	600.9	48.8	진공청소
71	개인시료	IC	F	FSC	20190614	day 3	13	호흡성분진	238	597.7	59.1	진공청소
72	개인시료	IC	F	FSC	20190614	day 3	14	호흡성분진	239	605.8	57.8	캐빈청소
73	개인시료	IC	F	FSC	20190614	day 3	15	호흡성분진	190	471.6	62.2	캐빈청소

<부록 표 Ⅶ-3> 기내청소작업 _지역시료_총분진&호흡성분진 노출수준

No	Type	Airport	Company	Size	Date	Day	Place	Hazards	Sampling Time (min)	Q (L)	concentration (㎍/㎥)
1	지역시료	GH	A	LCC	20190410	day 1	수화물운송장	호흡성분진	291	720.3	33.8
2	지역시료	GH	A	LCC	20190410	day 1	수화물운송장	호흡성분진	291	730.5	21.9
3	지역시료	GH	A	LCC	20190411	day 2	수화물운송장	호흡성분진	255	631.2	52.3
4	지역시료	GH	A	LCC	20190411	day 2	수화물운송장	호흡성분진	255	639.5	71.9
5	지역시료	GH	A	LCC	20190412	day 3	수화물운송장	호흡성분진	220	553.5	80.1
6	지역시료	GH	A	LCC	20190410	day 1	수화물운송장	총분진	291	583.9	99.9
7	지역시료	GH	A	LCC	20190410	day 1	수화물운송장	총분진	291	576.6	145.7
8	지역시료	GH	A	LCC	20190411	day 2	수화물운송장	총분진	255	511.6	116.6
9	지역시료	GH	A	LCC	20190411	day 2	수화물운송장	총분진	255	505.3	70.6
10	지역시료	GH	A	LCC	20190412	day 3	수화물운송장	총분진	220	435.9	207.2
11	지역시료	GH	B	FSC	20190416	day 1	항공기(앞)	호흡성분진	409	988.3	31.4
12	지역시료	GH	B	FSC	20190416	day 1	항공기(뒤)	호흡성분진	396	983.9	30.2
13	지역시료	GH	B	FSC	20190416	day 1	항공기(중앙)	호흡성분진	408	1023.8	52.7
14	지역시료	GH	B	FSC	20190417	day 2	버스내부고정	호흡성분진	447	1080.1	71.0
15	지역시료	GH	B	FSC	20190417	day 2	항공기(뒤)	호흡성분진	338	837.2	34.2
16	지역시료	GH	B	FSC	20190417	day 2	항공기(앞)	호흡성분진	339	841.3	84.0
17	지역시료	GH	B	FSC	20190416	day 1	항공기(앞)	총분진	409	801.0	111.9
18	지역시료	GH	B	FSC	20190416	day 1	항공기(뒤)	총분진	396	785.2	812.5
19	지역시료	GH	B	FSC	20190416	day 1	항공기(중앙)	총분진	408	806.6	93.4
20	지역시료	GH	B	FSC	20190417	day 2	버스내부고정	총분진	446	873.5	98.5
21	지역시료	GH	B	FSC	20190417	day 2	항공기(뒤)	총분진	338	670.2	90.5
22	지역시료	GH	B	FSC	20190417	day 2	항공기(앞)	총분진	339	670.2	118.4

<부록 표 Ⅶ-3> 기내청소작업 _지역시료_총분진&호흡성분진 노출수준_계속

No	Type	Airport	Company	Size	Date	Day	Place	Hazards	Sampling Time (min)	Q (L)	concentration (㎍/㎥)
23	지역시료	GP	C	FSC	20190423	day 1	항공기(앞)	호흡성분진	332	827.7	31.8
24	지역시료	GP	C	FSC	20190423	day 1	항공기(뒤)	호흡성분진	332	826.5	59.3
25	지역시료	GP	C	FSC	20190423	day 1	버스내부고정	호흡성분진	335	828.3	51.9
26	지역시료	GP	C	FSC	20190424	day 2	버스내부고정	호흡성분진	340	851.8	70.4
27	지역시료	GP	C	FSC	20190424	day 2	항공기(앞)	호흡성분진	339	838.2	17.5
28	지역시료	GP	C	FSC	20190424	day 2	항공기(뒤)	호흡성분진	338	841.4	53.5
29	지역시료	GP	C	FSC	20190425	day 3	항공기(앞)	호흡성분진	349	874.3	51.8
30	지역시료	GP	C	FSC	20190425	day 3	항공기(뒤)	호흡성분진	348	866.3	21.5
31	지역시료	GP	C	FSC	20190423	day 1	항공기(앞)	총분진	333	656.8	70.0
32	지역시료	GP	C	FSC	20190423	day 1	항공기(뒤)	총분진	332	655.5	123.0
33	지역시료	GP	C	FSC	20190423	day 1	버스내부고정	총분진	320	638.6	128.9
34	지역시료	GP	C	FSC	20190424	day 2	버스내부고정	총분진	397	783.0	44.3
35	지역시료	GP	C	FSC	20190424	day 2	항공기(앞)	총분진	340	678.6	38.3
36	지역시료	GP	C	FSC	20190424	day 2	항공기(뒤)	총분진	338	667.4	64.4
37	지역시료	GP	C	FSC	20190425	day 3	항공기(앞)	총분진	350	698.5	90.7
38	지역시료	GP	C	FSC	20190425	day 3	항공기(뒤)	총분진	349	689.1	81.3
39	지역시료	GP	C	FSC	20190425	day 3	버스내부고정	총분진	350	690.3	77.3

<부록 표 Ⅶ-3> 기내청소작업 _지역시료_총분진&호흡성분진 노출수준_계속

No	Type	Airport	Company	Size	Date	Day	Place	Hazards	Sampling Time (min)	Q (L)	concentration (㎍/㎥)
40	지역시료	GP	D	FSC	20190508	day 1	항공기(앞)	호흡성분진	144	361.7	130.8
41	지역시료	GP	D	FSC	20190508	day 1	항공기(뒤)	호흡성분진	144	362.9	121.2
42	지역시료	GP	D	FSC	20190508	day 1	버스내부고정	호흡성분진	523	1326.8	65.1
43	지역시료	GP	D	FSC	20190509	day 2	항공기(앞)	호흡성분진	372	938.5	46.2
44	지역시료	GP	D	FSC	20190509	day 2	항공기(뒤)	호흡성분진	373	940.2	47.9
45	지역시료	GP	D	FSC	20190509	day 2	버스내부고정	호흡성분진	582	1459.3	22.8
46	지역시료	GP	D	FSC	20190510	day 3	항공기(앞)	호흡성분진	144	361.7	119.8
47	지역시료	GP	D	FSC	20190510	day 3	항공기(뒤)	호흡성분진	144	362.3	133.4
48	지역시료	GP	D	FSC	20190510	day 3	버스내부고정	호흡성분진	145	363.5	80.7
49	지역시료	GP	D	FSC	20190508	day 1	항공기(앞)	총분진	144	287.5	185.5
50	지역시료	GP	D	FSC	20190508	day 1	항공기(뒤)	총분진	144	285.4	160.0
51	지역시료	GP	D	FSC	20190508	day 1	버스내부고정	총분진	523	1053.2	93.7
52	지역시료	GP	D	FSC	20190509	day 2	항공기(앞)	총분진	372	742.8	40.4
53	지역시료	GP	D	FSC	20190509	day 2	항공기(뒤)	총분진	373	739.4	58.1
54	지역시료	GP	D	FSC	20190509	day 2	버스내부고정	총분진	582	1172.0	49.5
55	지역시료	GP	D	FSC	20190510	day 3	항공기(앞)	총분진	144	289.9	111.5
56	지역시료	GP	D	FSC	20190510	day 3	항공기(뒤)	총분진	144	285.4	151.8
57	지역시료	GP	D	FSC	20190510	day 3	버스내부고정	총분진	145	289.5	86.3

<부록 표 Ⅶ-3> 기내청소작업 _지역시료_총분진&호흡성분진 노출수준_계속

No	Type	Airport	Company	Size	Date	Day	Place	Hazards	Sampling Time (min)	Q (L)	concentration (㎍/㎥)
58	지역시료	IC	E	FSC	20190521	day 1	항공기(앞)	호흡성분진	300	751.8	40.8
59	지역시료	IC	E	FSC	20190521	day 1	항공기(뒤)	호흡성분진	300	741.3	31.5
60	지역시료	IC	E	FSC	20190521	day 1	항공기(중앙)	호흡성분진	300	670.3	60.7
61	지역시료	IC	E	FSC	20190522	day 2	항공기(앞)	호흡성분진	148	370.9	98.0
62	지역시료	IC	E	FSC	20190522	day 2	항공기(뒤)	호흡성분진	116	286.6	67.4
63	지역시료	IC	E	FSC	20190522	day 2	항공기(중앙)	호흡성분진	157	350.8	117.8
64	지역시료	IC	E	FSC	20190521	day 1	항공기(앞)	총분진	300	604.7	66.1
65	지역시료	IC	E	FSC	20190521	day 1	항공기(뒤)	총분진	300	601.5	89.8
66	지역시료	IC	E	FSC	20190521	day 1	항공기(중앙)	총분진	300	596.7	127.9
67	지역시료	IC	E	FSC	20190522	day 2	항공기(앞)	총분진	148	298.3	64.8
68	지역시료	IC	E	FSC	20190522	day 2	항공기(뒤)	총분진	116	232.6	126.1
69	지역시료	IC	E	FSC	20190522	day 2	항공기(중앙)	총분진	157	312.2	44.8

<부록 표 Ⅶ-3> 기내청소작업 _지역시료_총분진&호흡성분진 노출수준_계속

No	Type	Airport	Company	Size	Date	Day	Place	Hazards	Sampling Time (min)	Q (L)	concentration (㎍/㎥)
70	지역시료	IC	F	FSC	20190612	day 1	항공기(앞)	호흡성분진	180	450.0	76.3
71	지역시료	IC	F	FSC	20190612	day 1	항공기(뒤)	호흡성분진	180	450.0	59.3
72	지역시료	IC	F	FSC	20190613	day 2	항공기(앞)	호흡성분진	180	452.9	33.1
73	지역시료	IC	F	FSC	20190613	day 2	버스	호흡성분진	180	450.0	34.8
74	지역시료	IC	F	FSC	20190614	day 3	항공기(뒤)	호흡성분진	240	602.8	35.4
75	지역시료	IC	F	FSC	20190612	day 1	항공기(앞)	총분진	180	362.2	82.8
76	지역시료	IC	F	FSC	20190612	day 1	항공기(뒤)	총분진	180	364.2	79.6
77	지역시료	IC	F	FSC	20190612	day 1	버스	총분진	300	600.5	41.1
78	지역시료	IC	F	FSC	20190613	day 2	항공기(앞)	총분진	180	360.3	66.6
79	지역시료	IC	F	FSC	20190613	day 2	항공기(뒤)	총분진	180	362.2	57.1
80	지역시료	IC	F	FSC	20190613	day 2	버스	총분진	180	364.2	38.4
81	지역시료	IC	F	FSC	20190614	day 3	항공기(앞)	총분진	240	482.9	50.4
82	지역시료	IC	F	FSC	20190614	day 3	항공기(뒤)	총분진	240	485.6	59.7
83	지역시료	IC	F	FSC	20190614	day 3	버스	총분진	300	600.5	38.9

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 B_Day 1_기내청소작업_OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469
산술평균 ±표준편차	1.51± 1.27	1.13± 1.15	0.67± 0.71	0.11± 0.11	0.4± 0.39	0.3± 0.25	0.51± 0.43	0.4± 0.39	0.54± 0.48	0.82± 0.58	1.29± 0.85	1.22± 0.91	1.32± 1.11	2.06±1 .87	2.57± 2.68	3.57± 4.05	18.43± 11.34
기하평균 (기하표준편차)	0.89 (3.41)	0.59 (3.97)	0.35 (3.8)	0.06 (3.87)	0.23 (3.38)	0.2 (2.76)	0.33 (2.74)	0.24 (3.17)	0.34 (3.09)	0.56 (2.97)	0.86 (3.47)	0.69 (4.72)	0.59 (6.69)	0.68 (10.06)	0.51 (16.48)	0.45 (23.42)	14.08 (2.35)
중위수	1.39	0.91	0.51	0.08	0.30	0.25	0.39	0.28	0.41	0.77	1.23	1.03	1.22	1.80	2.42	2.37	18.34
범위	0.046~ 14.06	0.023~ 15.86	0.015~ 10.71	0.001~ 1.64	0.01~ 5.4	0.009~ 2.3	0.019~ 5.93	0.007~ 7.98	0.007~ 8.8	0.007~ 7.69	0.007~ 5.93	0.007~ 5.66	0.007~ 7.01	0.007~1 2.85	0.007~ 19.32	0.007~ 41.98	0.724~ 82.8
중량 %	10.14 ±8.35	7.26± 6.1	4.23± 3.53	0.68± 0.58	2.47± 1.92	1.86± 1.23	2.99± 1.91	2.21± 1.63	2.94± 1.89	4.5± 2.15	7.08± 3.26	6.64± 4.23	7.12± 5.38	10.74± 8.69	12.66± 11.63	16.48± 15.95	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 B_Day 1_배경_OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028
산술평균 ±표준편차	2.99± 2.61	2.58± 2.8	1.48± 1.6	0.21± 0.22	0.7± 0.64	0.41± 0.27	0.56± 0.54	0.42± 0.57	0.54± 0.74	0.95± 1.34	1.67± 2.38	1.69± 2.4	1.87± 2.48	3.33± 3.99	3.93± 4.65	9.76± 14.63	33.11± 31.11
기하평균 (기하표준편차)	2.15 (2.19)	1.54 (2.68)	0.88 (2.73)	0.12 (2.74)	0.48 (2.36)	0.35 (1.73)	0.45 (1.81)	0.3 (2.24)	0.36 (2.64)	0.63 (2.88)	1.01 (3.68)	0.79 (6.21)	0.73 (8.19)	1.1 (11.24)	0.91 (16.02)	2.55 (16.43)	29.58 (1.5)
중위수	1.99	1.38	0.85	0.12	0.50	0.39	0.42	0.30	0.43	0.84	1.61	1.53	1.84	3.04	3.64	7.13	28.93
범위	0.69~ 12.94	0.384~ 14.49	0.2~10	0.023~ 1.52	0.108~ 5.12	0.098~ 3.29	0.073~ 7	0.014~ 7.06	0.007~ 11.16	0.007~ 26	0.007~ 42.63	0.007~ 47.23	0.007~ 44.14	0.007~ 74.15	0.007~ 62.89	0.007~ 252.9	7.418~ 606.47
중량 %	10.98± 10.98	9.65± 11.58	5.5±6 .54	0.77± 0.92	2.52± 2.53	1.34± 0.61	1.68± 0.79	1.22± 0.88	1.55± 1	2.76± 1.51	4.9± 2.83	4.96± 3.2	5.46± 3.85	9.75± 6.72	11.11 ±8.8	25.86± 16.79	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 B_Day 2_기내청소작업_OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193
산술평균 ± 표준편차	2.17± 1.51	1.51± 1.43	0.82± 0.82	0.12± 0.12	0.46± 0.35	0.35± 0.18	0.58± 0.31	0.44± 0.26	0.64± 0.39	1.19± 0.79	2.13± 1.59	2.08± 1.81	2.3± 2.18	3.63± 3.84	4.43± 5.23	6.41± 8.59	29.27± 22.94
기하평균 (기하표준편차)	1.44 (3.25)	0.89 (3.72)	0.5 (3.36)	0.08 (3.34)	0.32 (2.77)	0.29 (2.09)	0.49 (1.97)	0.35 (2.12)	0.51 (2.05)	0.95 (2.03)	1.62 (2.2)	1.39 (3.01)	1.24 (4.97)	1.61 (7.02)	1.27 (12.8)	1.16 (20.49)	23.44 (1.98)
중위수	2.16	1.29	0.69	0.11	0.45	0.35	0.53	0.41	0.60	1.14	1.95	1.87	1.86	3.04	3.67	4.72	26.18
범위	0.031~ 9.92	0.014~1 0.62	0.008~ 6.83	0.001~ 1.04	0.009~ 3	0.016~ 1.26	0.032~ 2.66	0.007~ 3.1	0.007~ 3.81	0.072~ 7.82	0.007~ 17.25	0.007~ 19.83	0.007~ 24.39	0.007~ 45.12	0.007~ 72.56	0.007~ 125.64	1.014~ 308.19
중량 %	20.33± 13.99	18.38± 16.63	10.24 ±9.98	1.45± 1.37	4.37± 3.5	1.59± 0.49	1.84± 0.64	1.54± 0.68	3.07± 2.33	3.14± 3.03	5.16± 2.22	6.88± 8.91	7.03± 6.96	1.68± 2.38	6.77± 9.57	6.53± 9.24	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 B_Day 2_배경농도_OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166
산술평균 ±표준편차	2.57± 1.1	1.63± 1.1	0.88± 0.66	0.12± 0.08	0.47± 0.27	0.44± 0.21	0.72± 0.47	0.56± 0.4	0.79± 0.68	1.42± 1.65	2.45± 3.28	2.43± 3.26	2.7± 3.62	4.63± 6.42	5.46± 6.94	15.94± 26.98	43.22± 52.35
기하평균 (기하표준편차)	2.43 (1.36)	1.49 (1.44)	0.78 (1.51)	0.11 (1.56)	0.43 (1.51)	0.41 (1.46)	0.67 (1.4)	0.52 (1.43)	0.73 (1.42)	1.29 (1.45)	2.2 (1.49)	2.1 (1.68)	2.2 (2.08)	3.61 (2.34)	3.43 (4.44)	10.99 (3.25)	38.7 (1.48)
중위수	2.36	1.43	0.76	0.11	0.44	0.43	0.70	0.53	0.75	1.33	2.27	2.22	2.47	4.25	4.89	14.17	40.47
범위	0.415~ 9.67	0.241~ 9.4	0.139~ 5.56	0.012~ 0.71	0.074~ 2.79	0.067~ 5.1	0.128~ 14.86	0.04~ 12.48	0.062~ 21.49	0.109~ 52.28	0.171~ 100.16	0.007~ 98.51	0.007~ 106.23	0.007~ 198.59	0.007~ 215.42	0.007~ 876.7	7.317~ 1,706.69
중량 %	15.94± 16.32	14.3± 16.29	8.19± 9.7	0.98± 1.16	3.24± 3.51	1.33± 1.01	1.27± 0.44	0.9± 0.06	0.98± 0.73	1.94± 0.22	1.7± 1.31	2.11± 1.46	2.76± 1.14	4.47± 3.6	6.18± 3.25	33.73± 37.12	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 C_Day 1_기내청소작업 _OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982
산술평균 ±표준편차	3.67± 2.68	3.32± 2.51	2.25± 1.84	0.37± 0.31	1.24± 1.09	0.87± 0.82	1.23± 1.2	0.84± 0.84	1.23± 1.27	2.14± 2.39	3.49± 4.25	3.17± 3.96	3.45± 4.51	5.37± 6.91	6.58± 8.68	8.99± 12.29	48.2± 50.48
기하평균 (기하표준편차)	1.82 (4.95)	1.45 (6.08)	0.96 (6.07)	0.15 (6.15)	0.56 (5.18)	0.44 (4.06)	0.64 (3.77)	0.4 (4.14)	0.59 (4.15)	1.01 (4.12)	1.57 (4.34)	1.2 (6.15)	1.05 (8.97)	1.48 (10.7)	1.18 (18.17)	1.11 (26.56)	25.94 (3.52)
중위수	3.69	3.36	2.16	0.35	1.11	0.65	0.79	0.48	0.64	0.99	1.41	1.35	1.56	2.41	2.55	4.68	26.81
범위	0.03~ 9.08	0.01~ 8.21	0~6.37	0~1.04	0~4	0.01~ 6.47	0.01~ 14.23	0.01~ 11.02	0.01~ 19.63	0.01~ 46.03	0.01~ 90.73	0.01~ 79.8	0.01~ 88.5	0.01~ 106.01	0.01~ 126.84	0.01~ 172.37	0.34~ 784.65
중량 %	6.51± 0.35	5.91± 0.33	4.13± 0.06	0.68± 0.04	2.3± 0.02	1.61± 0.05	2.68± 0.25	1.97± 0.44	2.59± 0.41	5.36± 0.4	8.46± 2.6	5.65± 1.6	9.9± 3.39	13.71 ±1.48	11.4± 2.99	17.15 ±5.26	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 C_Day 1_배경농도_OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166
산술평균 ±표준편차	2.57± 1.1	1.63± 1.1	0.88± 0.66	0.12± 0.08	0.47± 0.27	0.44± 0.21	0.72± 0.47	0.56± 0.4	0.79± 0.68	1.42± 1.65	2.45± 3.28	2.43± 3.26	2.7± 3.62	4.63± 6.42	5.46± 6.94	15.94± 26.98	43.22± 52.35
기하평균 (기하표준편차)	2.43 (1.36)	1.49 (1.44)	0.78 (1.51)	0.11 (1.56)	0.43 (1.51)	0.41 (1.46)	0.67 (1.4)	0.52 (1.43)	0.73 (1.42)	1.29 (1.45)	2.2 (1.49)	2.1 (1.68)	2.2 (2.08)	3.61 (2.34)	3.43 (4.44)	10.99 (3.25)	38.7 (1.48)
중위수	2.36	1.43	0.76	0.11	0.44	0.43	0.70	0.53	0.75	1.33	2.27	2.22	2.47	4.25	4.89	14.17	40.47
범위	0.415~ 9.67	0.241~ 9.4	0.139~ 5.56	0.012~ 0.71	0.074~ 2.79	0.067~ 5.1	0.128~ 14.86	0.04~ 12.48	0.062~ 21.49	0.109~ 52.28	0.171~ 100.16	0.007~ 98.51	0.007~ 106.23	0.007~1 98.59	0.007~2 15.42	0.007~ 876.7	7.317~ 1,706.69
중량 %	1.06± 0.53	1.2± 0.41	1.29± 0.57	0.12± 0.08	0.28± 0.27	1.66± 0.03	2.76± 0.17	2.05± 0.15	2.89± 1.01	5.3± 1.4	8.12± 1.07	8.27± 1.73	5.51± 1.77	10.52± 2.9	10.17± 7.49	38.8± 4.97	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 C_Day 2_기내청소작업 _OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108
산술평균 ±표준편차	3.17± 1.86	3.67± 2.35	3.36± 2.44	0.59± 0.44	1.85± 1.49	1.08± 0.96	1.26± 1.24	0.74± 0.66	1.01± 0.89	1.45± 1.24	1.73± 1.44	1.17± 0.99	1.05± 0.99	1.38± 1.42	1.62± 2.01	2.2± 3.22	27.32± 18.32
기하평균 (기하표준편차)	1.85 (4.27)	1.93 (5.09)	1.59 (5.75)	0.27 (5.94)	0.84 (5.6)	0.49 (5.07)	0.59 (4.6)	0.35 (4.62)	0.48 (4.49)	0.73 (4.18)	0.92 (4.11)	0.55 (5.71)	0.39 (7.83)	0.37 (11.32)	0.24 (17.08)	0.16 (23.96)	18.55 (2.91)
중위수	3.39	3.76	3.01	0.52	1.39	0.97	1.09	0.53	0.68	1.05	1.48	1.01	0.91	1.20	1.24	0.00	29.42
범위	0.04~ 7.55	0.02~ 7.84	0.01~ 8.09	0~1.58	0.01~ 5.9	0~4.83	0.01~ 10.16	0.01~ 4.15	0.01~ 4.87	0.01~ 5.67	0.01~ 6.47	0.01~ 5.27	0.01~ 8.24	0.01~ 11.9	0.01~ 20.55	0.01~ 32.67	0.32~ 89.65
중량 %	11.26 ±1.63	12.63 ±1.51	10.76 ±0.66	1.8± 0.23	5.49± 0.32	2.95± 0.3	4.03± 0.18	2.22± 0.08	3.47± 0.53	6.76± 0.09	9.52± 0.03	7.97± 2.5	4.8± 0.55	7.71± 3.54	8.64± 2.33	9.03± 14.18	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 C_Day 2_배경농도_OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998
산술평균 ±표준편차	5.41± 0.56	6.33± 0.84	6.47± 1.37	1.09± 0.25	3.74± 0.97	2.39± 0.73	2.44± 0.75	1.49± 0.42	1.93± 0.58	2.76± 0.9	3.2± 1.25	2.01± 1.09	1.73± 1.22	2.25± 2.03	2.07± 2.23	4.38± 5.43	49.7± 13.49
기하평균 (기하표준편차)	5.38 (1.11)	6.27 (1.15)	6.31 (1.26)	1.05 (1.29)	3.6 (1.34)	2.26 (1.42)	2.31 (1.41)	1.43 (1.35)	1.84 (1.37)	2.63 (1.37)	3.03 (1.39)	1.82 (1.56)	1.41 (2.23)	1.45 (4.08)	0.58 (12.41)	0.93 (17.6)	48.39 (1.25)
중위수	5.57	6.65	6.91	1.17	4.05	2.55	2.59	1.53	1.96	2.68	3.05	1.94	1.61	1.90	1.28	2.47	50.57
범위	3.77~ 6.38	4.28~ 7.65	3.65~ 8.7	0.57~ 1.56	1.85~ 5.35	1.02~ 3.99	0.97~ 5.56	0.6~ 4.05	0.75~ 6.76	0.98~ 13.22	1~ 22.65	0.17~ 22.2	0.01~ 26.15	0.01~ 40.16	0.01~ 35.35	0.01~ 97.59	24.86~ 292.28
중량 %	8.06± 2.7	8.88± 2.35	7.91± 1.8	1.31± 0.24	4.08± 0.74	2.59± 0.41	2.93± 0.78	1.99± 0.19	2.52± 0.29	4.1± 0.11	6.75± 0.19	4.38± 0.5	4.34± 0.43	8.88± 1.48	8.26± 3.2	23.04± 11.06	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 C_Day 3_기내청소작업 _OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192
산술평균 ±표준편차	0.64± 0.33	0.47± 0.25	0.32± 0.16	0.06± 0.03	0.26± 0.12	0.27± 0.14	0.63± 0.39	0.5± 0.35	0.8± 0.58	1.43± 1.07	2.37± 1.85	2.05± 1.7	2.07± 1.87	2.89± 2.71	3.28± 3.55	4.68± 5.44	22.72± 17.12
기하평균 (기하표준편차)	0.47 (2.62)	0.34 (2.72)	0.24 (2.44)	0.05 (2.54)	0.2 (2.24)	0.22 (2.03)	0.49 (2.19)	0.36 (2.59)	0.55 (2.72)	0.99 (2.69)	1.55 (3.05)	1.18 (4.15)	0.92 (6.63)	1.06 (9.16)	0.7 (16.14)	0.74 (21.81)	15.74 (2.7)
중위수	0.75	0.53	0.37	0.07	0.29	0.27	0.57	0.44	0.70	1.24	2.09	1.69	1.83	2.41	2.43	2.35	21.00
범위	0.05~ 1.34	0.03~ 1.04	0.02~ 0.66	0~0.13	0.02~ 0.54	0.02~ 0.68	0.03~ 1.86	0.01~ 1.7	0.01~ 2.87	0.01~ 5.88	0.01~ 12.26	0.01~ 12.99	0.01~ 17.13	0.01~ 27.68	0.01~ 37.58	0.01~ 60.84	0.44~ 174.33
중량 %	3.77± 2.87	2.72± 2	1.9± 1.34	0.37± 0.27	1.56± 1.11	1.7± 1.18	3.61± 2.27	2.6± 1.49	4± 2.09	6.96± 3.36	10.94 ±4.98	9.13± 4.82	8.74± 5.57	11.85 ±7.98	12.66 ±11	17.48± 15.35	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 C_Day 3_배경농도_OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241
산술평균 ±표준편차	0.89± 0.1	0.64± 0.11	0.44± 0.07	0.08± 0.01	0.3±0 .04	0.39± 0.11	0.85± 0.36	0.74± 0.34	1.11± 0.54	1.96± 0.96	3.05± 1.48	2.66± 1.29	2.65± 1.37	3.91± 2.09	3.96± 2.66	4.8± 3.86	28.4± 10.44
기하평균 (기하표준편차)	0.88 (1.11)	0.63 (1.18)	0.43 (1.17)	0.08 (1.16)	0.29 (1.14)	0.37 (1.35)	0.77 (1.56)	0.66 (1.64)	0.97 (1.71)	1.71 (1.71)	2.67 (1.7)	2.32 (1.77)	2.24 (2)	3.22 (2.21)	2.33 (5.28)	1.62 (12.32)	26.39 (1.49)
중위수	0.87	0.63	0.42	0.08	0.30	0.38	0.83	0.71	1.07	1.90	2.90	2.54	2.45	3.62	3.64	4.69	28.10
범위	0.72~ 1.43	0.45~ 1.09	0.32~ 0.7	0.05~ 0.13	0.18~ 0.42	0.16~ 0.71	0.25~ 1.71	0.16~ 1.73	0.19~ 2.64	0.26~ 4.78	0.32~ 8.04	0.01~ 7.27	0.01~ 7.97	0.01~ 12.06	0.01~ 15.81	0.01~ 25.8	8.06~ 65.25
중량 %	3.66± 1.71	2.7± 1.45	1.84± 0.96	0.31± 0.15	1.19± 0.46	1.44± 0.37	3.04± 0.84	2.6± 0.79	3.88± 1.25	6.84± 2.15	10.62 ±3.2	9.32± 3	9.32± 3.52	13.68± 5.42	13.58± 7.53	15.97± 10.77	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 D_Day 1_기내청소작업 _OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225
산술평균 ±표준편차	1.05± 0.46	0.64± 0.3	0.36± 0.17	0.06± 0.03	0.29± 0.14	0.31± 0.15	0.64± 0.35	0.55± 0.33	0.85± 0.52	1.49± 0.92	2.36± 1.54	2.21± 1.64	2.35± 2	3.5± 3.32	4.14± 4.59	5.91± 7.12	26.71± 19.62
기하평균 (기하표준편차)	0.84 (2.4)	0.51 (2.47)	0.29 (2.26)	0.05 (2.31)	0.23 (2.16)	0.26 (2.03)	0.52 (2.07)	0.42 (2.32)	0.62 (2.5)	1.09 (2.54)	1.62 (2.96)	1.25 (4.72)	1.09 (6.6)	1.42 (8.52)	1.12 (13.76)	1.14 (19.8)	19.38 (2.49)
중위수	1.18	0.72	0.40	0.07	0.32	0.33	0.68	0.56	0.87	1.57	2.58	2.21	2.15	3.02	3.65	4.70	26.66
범위	0.017~ 3.26	0.01~ 2.41	0.01~ 1.31	0~0.29	0~1.35	0.01~ 1.12	0.02~ 3.29	0.01~ 2.16	0.02~ 2.32	0.04~ 5.34	0.01~ 13.77	0.01~ 21.82	0.01~ 29.14	0.01~ 2.49	0.01~ 64.42	0.01~ 110.86	2.1~ 255.47
중량 %	6.61± 5.93	3.9± 3.33	2.11± 1.69	0.37± 0.3	1.6± 1.17	1.64± 1.07	3.19± 1.81	2.52± 1.3	3.62± 1.6	6.06± 2.17	9± 3.06	8.04± 3.55	8.26± 4.68	11.88± 6.9	13.4± 9.94	17.8± 13.73	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 D_Day 1_배경농도_OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225
산술평균 ±표준편차	1.05± 0.08	0.61± 0.06	0.36± 0.04	0.06± 0.01	0.27± 0.03	0.36± 0.04	0.75± 0.1	0.7± 0.13	1.03± 0.19	1.71± 0.3	2.59± 0.52	2.27± 0.66	2.26± 0.86	3.37± 1.54	3.49± 2.11	8.65± 6.38	29.53± 8.15
기하평균 (기하표준편차)	1.04 (1.08)	0.61 (1.1)	0.36 (1.11)	0.06 (1.15)	0.27 (1.12)	0.36 (1.12)	0.74 (1.14)	0.69 (1.21)	1.01 (1.21)	1.68 (1.19)	2.54 (1.23)	2.17 (1.37)	2.08 (1.55)	2.96 (1.82)	2.19 (4.88)	4.95 (5.87)	28.53 (1.3)
중위수	1.04	0.60	0.35	0.06	0.27	0.36	0.75	0.68	1.01	1.68	2.58	2.20	2.15	3.02	3.64	7.04	28.46
범위	0.72~ 1.43	0.42~ 0.94	0.27~ 0.56	0.04~ 0.1	0.17 ~0.39	0.24~ 0.47	0.44~ 1.09	0.31~ 1.1	0.6~ 1.71	0.84~ 2.95	1.13~ 4.51	0.51~ 5.07	0.31~ 5.52	0.01~ 9.05	0.01~ 13.38	0.01~ 72.83	12.19~ 102.6
중량 %	3.76± 0.9	2.2± 0.52	1.29± 0.3	0.22± 0.06	0.97± 0.23	1.3± 0.33	2.69± 0.71	2.51± 0.72	3.71± 1.09	6.14± 1.71	9.23± 2.52	8.03± 2.59	7.96± 3.17	11.66 ±5.01	11.71± 6.49	26.62± 13.17	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 D_Day 2_기내청소작업 _OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,720	1,720	1,720	1,720	1,720	1,720	1,720	1,720	1,720	1,720	1,720	1,720	1,720	1,720	1,720	1,720	1,720
산술평균 ±표준편차	0.83± 0.7	0.5± 0.53	0.27± 0.3	0.05± 0.05	0.19± 0.18	0.19± 0.15	0.35± 0.28	0.27± 0.25	0.38± 0.39	0.63± 0.67	0.97± 1.18	0.88± 1.16	0.94± 1.35	1.4± 2.01	1.7± 2.66	2.35± 3.99	11.9± 13.13
기하평균 (기하표준편차)	0.59 (2.54)	0.32 (2.68)	0.17 (2.55)	0.03 (2.55)	0.13 (2.31)	0.14 (2.12)	0.26 (2.14)	0.18 (2.47)	0.24 (2.68)	0.35 (3.14)	0.41 (4.73)	0.22 (9.02)	0.16 (12.69)	0.16 (17.14)	0.12 (20.98)	0.1 (25.52)	6.49 (3.16)
중위수	0.56	0.28	0.14	0.02	0.11	0.12	0.22	0.16	0.21	0.29	0.40	0.34	0.31	0.60	0.00	0.00	6.16
범위	0.007~ 5.13	0.007~ 4.38	0.007~ 2.58	0.001~ 0.38	0.007~ 1.3	0.007~ 0.87	0.007~ 1.53	0.007~ 1.41	0.007~ 1.91	0.007~ 4.42	0.007~ 12.17	0.007~ 11.5	0.007~ 17.74	0.007~ 15.31	0.007~ 23.15	0.007~ 50.25	0.007~ 120.12
중량 %	13.39 ±8.58	7.16± 4.55	3.62± 2.31	0.62± 0.41	2.77± 1.79	2.83± 1.86	5.2± 3.48	3.71± 2.59	4.51± 2.79	6.32± 3.37	8.04± 4.4	6.34± 5.21	6.19± 6.36	8.25± 9.33	9.44± 12.37	11.62± 16.33	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 D_Day 2_배경농도_OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399
산술평균 ±표준편차	1.36± 0.43	0.82± 0.35	0.47± 0.21	0.07± 0.03	0.32± 0.11	0.38± 0.09	0.72± 0.14	0.62± 0.14	0.86± 0.19	1.36± 0.3	2.02± 0.53	1.77± 0.59	1.76± 0.8	2.64± 1.35	2.76± 1.9	6.42±5 .19	24.36± 7.62
기하평균 (기하표준편차)	1.3 (1.34)	0.76 (1.48)	0.43 (1.51)	0.07 (1.48)	0.3 (1.43)	0.37 (1.27)	0.7 (1.23)	0.61 (1.27)	0.84 (1.27)	1.32 (1.26)	1.95 (1.31)	1.67 (1.45)	1.53 (1.94)	2.1 (2.66)	1.41 (6.74)	2.83 (8.81)	23.26 (1.35)
중위수	1.18	0.67	0.39	0.07	0.29	0.39	0.73	0.63	0.85	1.35	2.01	1.70	1.84	2.42	2.43	4.72	23.22
범위	0.782~ 2.42	0.396~ 1.7	0.215~ 0.97	0.029~ 0.15	0.147~ 0.58	0.203~ 0.58	0.34~ 1.07	0.214~ 1.06	0.351~ 1.45	0.583~ 2.35	0.563~ 4.06	0.169~ 3.74	0.007~ 4.62	0.007~ 9.12	0.007~ 12.22	0.007~3 5.49	9.084~ 62.57
중량 %	5.78± 1.47	3.4± 1.07	1.94± 0.64	0.31± 0.1	1.33± 0.38	1.65± 0.41	3.13± 0.81	2.73± 0.79	3.74± 1.04	5.91± 1.65	8.74± 2.53	7.7± 2.85	7.5± 3.38	11.14± 5.45	11.3± 7.22	23.7± 13.56	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 D_Day 3_기내청소작업 _OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564
산술평균 ±표준편차	2.82± 1.19	2.47± 1.16	1.62± 0.8	0.26± 0.13	0.88± 0.47	0.6± 0.32	0.84± 0.41	0.59± 0.31	0.84± 0.48	1.35± 0.82	2.11± 1.57	1.93± 1.77	2.04± 2.03	3.15± 3.51	3.57± 4.25	4.82± 5.88	29.9± 20.09
기하평균 (기하표준편차)	2.17 (3)	1.83 (3.25)	1.21 (3.07)	0.2 (2.94)	0.68 (2.6)	0.49 (2.15)	0.71 (1.96)	0.48 (2.04)	0.67 (2.06)	1.08 (2.06)	1.58 (2.26)	1.19 (3.53)	1.05 (5.15)	1.27 (7.68)	0.78 (15.58)	0.77 (21.4)	24.9 (1.82)
중위수	2.69	2.21	1.50	0.24	0.75	0.54	0.85	0.58	0.84	1.31	1.88	1.55	1.56	2.44	2.47	2.39	25.63
범위	0.02~ 5.41	0.011~ 5.11	0.009~ 3.54	0.001~ 0.61	0.008~ 2.6	0.019~ 1.86	0.032~ 2.53	0.013~ 1.6	0.021~ 2.22	0.111~ 5.31	0.081~ 21.23	0.007~ 27.59	0.007~ 26.54	0.007~ 46.81	0.007~ 48.36	0.007~ 70	4.066~ 249.44
중량 %	12.68 ±7.43	11.04 ±6.5	7.26± 4	1.18± 0.65	3.74± 1.85	2.41± 1.1	3.04± 1.19	1.97± 0.76	2.69± 0.97	4.3±1 .42	6.41± 2.35	5.64± 3.05	6± 3.77	9.08± 6.35	9.81± 9.07	12.76± 12.15	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 D_Day 3_배경농도_OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477
산술평균 ±표준편차	2.79± 0.27	2.28± 0.28	1.58± 0.28	0.25± 0.05	0.91± 0.24	0.85± 0.21	1.16± 0.18	0.85± 0.13	1.12± 0.18	1.77± 0.32	2.61± 0.57	2.41± 0.74	2.4± 0.92	3.77± 1.69	3.94± 2.33	10.6± 8.39	39.28± 10.54
기하평균 (기하표준편차)	2.78 (1.1)	2.26 (1.13)	1.56 (1.19)	0.24 (1.25)	0.88 (1.29)	0.83 (1.27)	1.14 (1.17)	0.84 (1.16)	1.11 (1.18)	1.74 (1.2)	2.55 (1.25)	2.29 (1.38)	2.21 (1.57)	3.31 (1.89)	2.66 (4.15)	6.41 (5.15)	38.07 (1.28)
중위수	2.80	2.29	1.55	0.23	0.83	0.77	1.13	0.84	1.11	1.77	2.60	2.40	2.18	3.67	3.70	9.50	38.44
범위	2.015~ 3.63	1.608~ 3.13	0.987~ 2.3	0.133~ 0.42	0.501~ 1.52	0.485~ 1.38	0.746~ 1.73	0.461~ 1.46	0.585~ 1.72	0.848~ 3.08	1.138~ 4.98	0.342~ 7.55	0.007~ 5.92	0.007~ 11.67	0.007~ 17.23	0.007~ 147.29	17.628~ 196.88
중량 %	7.48± 1.66	6.1± 1.33	4.21± 0.96	0.65± 0.17	2.41± 0.68	2.28± 0.65	3.1± 0.75	2.26± 0.55	3.01± 0.75	4.71± 1.14	6.91± 1.75	6.35± 2.02	6.3±2 .35	9.72± 3.97	9.9± 5.22	24.6± 12.82	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 E_Day 1_기내청소작업 _OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169
산술평균 ±표준편차	0.39± 0.48	0.24± 0.31	0.12± 0.17	0.02± 0.03	0.1± 0.13	0.12± 0.15	0.29± 0.36	0.28± 0.38	0.47± 0.65	0.81± 1.11	1.32± 1.65	1.32± 1.63	1.5± 1.9	2.44± 3.16	3.06± 4.33	4.3± 6.74	16.8± 19.37
기하평균 (기하표준편차)	0.09 (7.85)	0.06 (6.96)	0.04 (4.93)	0.01 (4.51)	0.04 (4.02)	0.06 (3.41)	0.14 (3.59)	0.11 (4.29)	0.18 (4.36)	0.34 (4.11)	0.59 (4.36)	0.46 (6.98)	0.41 (9.58)	0.55 (12.91)	0.42 (19.52)	0.34 (27.91)	9.4 (3.07)
중위수	0.06	0.04	0.03	0.01	0.03	0.06	0.12	0.09	0.16	0.33	0.56	0.67	0.91	1.20	1.21	2.33	8.96
범위	0.001~ 2.19	0.001~ 1.71	0~1.12	0.001~ 0.19	0.001~ 0.75	0.002~ 0.71	0.006~ 1.66	0.007~ 1.96	0.007~ 3.31	0.007~ 6.39	0.007~ 15.07	0.007~ 17.44	0.007~ 21.18	0.007~2 8.18	0.007~3 9.17	0.007~6 5.26	0.204~ 181.14
중량 %	5.33± 8.34	3.33± 5.33	1.5± 2.16	0.25± 0.34	1.1± 1.34	1.22± 1.26	2.48± 2.31	2.09± 2.01	3.19± 2.87	5.11± 3.97	8.05± 5.3	7.81± 6.38	8.67± 7.59	13.84± 12.14	16.23± 15.95	19.81± 20.64	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 E_Day 1_배경농도_OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	3,554	3,554	3,554	3,554	3,554	3,554	3,554	3,554	3,554	3,554	3,554	3,554	3,554	3,554	3,554	3,554	3,554
산술평균 ±표준편차	0.88± 0.33	0.46± 0.23	0.29± 0.15	0.05± 0.02	0.28± 0.09	0.42± 0.1	1.08± 0.24	1.21± 0.28	2± 0.48	3.32± 0.87	4.57± 1.25	4.06± 1.26	4.22± 1.53	5.96± 2.38	5.61± 3.01	11.52 ±6.7	45.94± 13.45
기하평균 (기하표준편차)	0.83 (1.38)	0.42 (1.53)	0.26 (1.54)	0.05 (1.47)	0.27 (1.33)	0.41 (1.26)	1.05 (1.25)	1.18 (1.26)	1.94 (1.27)	3.21 (1.3)	4.4 (1.32)	3.86 (1.38)	3.93 (1.48)	5.43 (1.61)	4.36 (2.89)	8.5 (3.36)	44.05 (1.34)
중위수	0.71	0.34	0.21	0.04	0.25	0.40	1.03	1.16	1.94	3.20	4.42	3.89	3.99	6.02	4.87	11.70	44.00
범위	0.558~ 1.87	0.251~ 1.28	0.146~ 0.86	0.018~ 0.14	0.149~ 0.57	0.216~ 0.72	0.506~ 1.75	0.522~ 2.09	0.886~ 3.52	1.492~ 6.11	1.525~ 8.64	1.181~ 9.66	0.611~ 10.46	0.007~ 16.32	0.007~ 21.95	0.007~ 51.67	15.707~ 110.43
중량 %	1.97± 0.56	1.01± 0.37	0.64± 0.24	0.12± 0.04	0.62± 0.16	0.96± 0.22	2.45± 0.54	2.74± 0.62	4.51± 0.98	7.44± 1.56	10.2± 2.16	9.05± 2.26	9.34± 2.81	13.07 ±4.14	12.1± 5.43	23.8± 9.83	100

<부록 표 Ⅶ-4> 사업장 E_Day 2_기내청소작업 _OPS 장비_분진의 입경별 중량 분포 (㎍/㎥)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149	2,149
산술평균 ±표준편차	0.99± 0.66	0.63± 0.43	0.29± 0.19	0.04± 0.03	0.18± 0.13	0.17± 0.15	0.33± 0.33	0.29± 0.31	0.46± 0.54	0.73± 0.96	1.09± 1.63	0.99± 1.79	1.06± 2.17	1.58± 3.82	1.92± 6.33	2.76± 14.56	13.51± 29.66
기하평균 (기하표준편차)	0.67 (2.87)	0.41 (3.17)	0.19 (2.97)	0.03 (3.06)	0.12 (2.81)	0.11 (2.81)	0.19 (3.04)	0.14 (3.77)	0.21 (4.01)	0.31 (4.14)	0.39 (5.39)	0.21 (9.5)	0.15 (12.89)	0.15 (17.67)	0.1 (21.32)	0.08 (24.56)	7.31 (2.86)
중위수	0.92	0.66	0.29	0.04	0.16	0.12	0.20	0.15	0.21	0.29	0.40	0.34	0.31	0.60	0.00	0.00	6.21
범위	0.042~ 3.36	0.021~ 2.28	0.012~ 1.24	0.001~ 0.21	0.007~ 0.83	0.005~ 0.8	0.006~ 2.3	0.007~ 2.22	0.007~ 4.9	0.007~ 10.79	0.007~ 32.04	0.007~ 38.26	0.007~ 47.77	0.007~ 113.49	0.007~ 228.63	0.007~ 595.5	0.501~ 1,039.58
중량 %	6.58± 1.18	3.5± 0.95	1.94± 0.58	0.36± 0.16	1.49± 0.51	1.76± 0.33	3.93± 0.37	3.9± 0.81	6.08± 1.26	9.32± 1.32	12.22 ±1.52	10.95 ±0.03	10.03 ±2.94	16.49 ±1.18	2.18± 3.08	9.28± 1.22	100

<부록 표 VII-5> 사업장 B_Day 1_기내청소작업 _OPS 장비_분진의 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	Total
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469
산술평균 ±표준편차	73.02± 59.68	28.25± 27.73	8.68± 8.84	0.97± 0.99	2.13± 2.03	0.77± 0.61	0.47± 0.4	0.18± 0.17	0.16± 0.14	0.13± 0.09	0.1± 0.06	0.04± 0.03	0.03± 0.02	0.02± 0.02	0.01± 0.01	0.01± 0.01	114.95± 99.88
기하평균 (기하표준편차)	68.01 (3.38)	22.97 (3.94)	6.73 (3.77)	0.7 (3.84)	1.59 (3.35)	0.63 (2.73)	0.37 (2.72)	0.13 (3.1)	0.12 (2.96)	0.13 (2.72)	0.09 (2.59)	0.04 (2.43)	0.02 (2.25)	0.02 (2.18)	0.01 (1.93)	0.01 (1.74)	101.25 (3.44)
중위수	43.49	14.84	4.61	0.51	1.21	0.51	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.84
범위	2.25~ 606.52	0.59~ 354.94	0.2~ 124.34	0.01~ 13.24	0.05~ 26.11	0.02~ 5.22	0.02~ 5.4	0~3.49	0~2.5	0~1.24	0~0.43	0~0.2	0~0.14	0~0.13	0~0.1	0~0.11	3.57~ 1131.91
# (%)	59.3± 3.77	28.2± 3.39	8.9± 1.06	1± 0.02	1.8± 0.03	0.5± 0.25	0.2± 0.16	0.1± 0.08	0.1± 0.05	0.1± 0.06	0± 0.05	0± 0.04	0± 0.01	0±0	0±0	0±0	100

<부록 표 VII-5> 사업장 B_Day 1_배경농도_OPS 장비_분진의 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028
산술평균 ±표준편차	141.84± 119.95	63.28± 67.06	18.89± 19.93	1.86± 1.95	3.66± 3.22	1.04± 0.66	0.51± 0.49	0.19± 0.25	0.16± 0.21	0.15± 0.21	0.12± 0.17	0.06± 0.08	0.04± 0.05	0.03± 0.04	0.02± 0.02	0.02± 0.04	231.87± 212.07
기하평균 (기하표준편차)	96.56 (2.15)	34.87 (2.63)	11.08 (2.68)	1.11 (2.69)	2.68 (2.32)	0.98 (1.72)	0.38 (1.81)	0.13 (2.25)	0.13 (2.5)	0.14 (2.57)	0.12 (2.84)	0.05 (2.94)	0.04 (3.46)	0.03 (4.06)	0.02 (5.53)	0.02 (4.46)	149.8 (2.29)
중위수	103.85	38.44	11.39	1.12	2.57	0.90	0.42	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	160.83
범위	33.85~ 573.67	9.78~ 333.23	2.65~ 119.26	0.21~ 12.66	0.58~ 24.98	0.25~ 8.04	0.07~ 6.06	0.01~ 3.11	0~3.01	0~3.97	0~2.98	0~1.55	0~0.82	0~0.68	0~0.29	0~0.6	48.25~ 1070.53
# (%)	60.9± 5.82	27±4.49	8.3± 1.62	0.8± 0.15	1.6± 0.02	0.5± 0.21	0.3± 0.08	0.1± 0.03	0.1± 0.02	0.1± 0.01	0.1± 0.01	0± 0.02	0± 0.01	0± 0.01	0±0	0±0	-

<부록 표 VII-5> 사업장 B_Day 2_기내청소작업 _OPS 장비_분진의 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193	2,193
산술평균 ±표준편차	104.3± 69.84	37.5± 34.22	10.61± 10.17	1.11± 1	2.45± 1.77	0.9± 0.45	0.54± 0.29	0.19± 0.11	0.18± 0.11	0.19± 0.13	0.16± 0.12	0.07± 0.06	0.04± 0.04	0.04± 0.04	0.02± 0.03	0.02± 0.02	158.26± 116.41
기하평균 (기하표준편차)	104.91 (3.22)	32.45 (3.68)	8.95 (3.33)	0.98 (3.31)	2.42 (2.74)	0.9 (2.08)	0.49 (1.96)	0.18 (2.1)	0.17 (2.04)	0.19 (2.03)	0.14 (2.18)	0.07 (2.51)	0.04 (2.5)	0.03 (2.51)	0.02 (2.25)	0.01 (2.09)	152.24 (3.26)
중위수	69.69	22.35	6.57	0.69	1.73	0.74	0.45	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	103.99
범위	1.512~ 448.9	0.37~ 247.85	0.11~ 82.71	0.01~ 8.78	0.05~ 14.87	0.04~ 3.16	0.03~ 2.45	0~1.37	0~1.09	0.01~ 1.27	0~1.27	0~0.7	0~0.47	0~0.44	0~0.35	0~0.32	0.04~ 804.21
# (%)	63.4± 7.26	26.3± 5.38	7.3± 2.37	0.7± 0.2	1.4± 0.06	0.3± 0.17	0.2± 0.17	0.1± 0.07	0.1± 0.12	0.1± 0.08	0± 0.04	0± 0.04	0± 0.02	0±0	0± 0.01	0±0	100

<부록 표 Ⅶ-5> 사업장 B_Day 2_배경농도_OPS 장비_분진의 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166	2,166
산술평균 ±표준편차	124.28 ±50.3	40.86± 26.12	11.38± 8.17	1.09± 0.71	2.5± 1.35	1.12± 0.52	0.67± 0.43	0.25± 0.18	0.23± 0.19	0.23± 0.27	0.18± 0.24	0.09± 0.11	0.05± 0.07	0.05± 0.06	0.03± 0.03	0.04± 0.07	183±86
기하평균 (기하표준편차)	114.5 (1.35)	36.15 (1.43)	9.93 (1.49)	0.98 (1.54)	2.35 (1.5)	1.09 (1.45)	0.65 (1.4)	0.23 (1.43)	0.22 (1.42)	0.22 (1.45)	0.17 (1.49)	0.08 (1.62)	0.05 (1.77)	0.04 (1.88)	0.02 (1.97)	0.04 (2.07)	166.39 (1.38)
중위수	118.05	37.50	10.22	0.97	2.28	1.05	0.62	0.23	0.21	0.21	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	172.13
범위	20.396~ 444.04	6.14~ 223.67	1.84~ 68.72	0.11~ 6.07	0.4~ 14.12	0.17~ 12.94	0.12~ 13.7	0.02~ 5.51	0.02~ 6.16	0.02~ 8.49	0.01~ 7.37	0~3.45	0~2.05	0~1.95	0~1.05	0~2.21	29.62~ 753.6
# (%)	64.2± 6.4	25.8± 4.63	7.2± 2.25	0.6± 0.19	1.3± 0.05	0.4± 0.19	0.2± 0.16	0.1± 0.08	0.1± 0.09	0.1± 0.06	0± 0.04	0± 0.02	0± 0.01	0± 0.02	0± 0.01	0± 0.03	100

<부록 표 Ⅶ-5> 사업장 C_Day 1_기내청소작업 _OPS 장비_분진의 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982	1,982
산술평균 ±표준편차	172± 124	81±60	28±23	3±3	6±6	2±2	1±1	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	296± 218
기하평균 (기하표준편차)	87 (4.85)	36 (5.95)	12 (5.94)	1 (6.05)	3 (5.07)	1 (3.97)	1 (3.69)	0 (4)	0 (3.97)	0 (3.94)	0 (3.96)	0 (3.88)	0 (3.55)	0 (3.31)	0 (2.86)	0 (2.53)	144 (5.1)
중위수	176	83	28	3	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	302
범위	2~413	0~193	0~78	0~9	0~20	0~16	0~12	0~5	0~5	0~7	0~6	0~3	0~2	0~1	0~1	0~0	2~722
# (%)	57.7± 0.34	27.2± 0.21	9.9± 0.35	1.1± .12	2.2± 0.13	0.8± 0.06	0.5± 0.02	0.2± 0.03	0.1± 0.02	0.2±0	0.1± 0.03	0± 0.01	0± 0.01	0±0	0±0	0±0	

<부록 표 Ⅶ-5> 사업장 C_Day 1_배경농도_OPS 장비_분진의 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,979	1,979	1,979	1,979	1,979	1,979	1,979	1,979	1,979	1,979	1,979	1,979	1,979	1,979	1,979	1,979	1,979
산술평균 ±표준편차	53±21	30±12	17±7	1±0	1±1	4±1	2±1	1±0	1±0	1±0	1±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	113±43
기하평균 (기하표준편차)	48 (1.61)	28 (1.58)	16 (1.61)	1 (1.66)	1 (1.88)	4 (1.52)	2 (1.4)	1 (1.34)	1 (1.32)	1 (1.33)	1 (1.35)	0 (1.4)	0 (1.51)	0 (1.57)	0 (1.78)	0 (1.8)	103 (1.58)
중위수	63	37	21	1	1	5	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	135
범위	16~77	11~44	6~25	0~2	0~2	2~6	1~3	0~1	0~1	0~1	0~1	0~0	0~0	0~0	0~0	0~0	40~163
# (%)	45.1± 4.91	27.3± 1.75	15± 0.7	0.9± 0.25	1.2± 0.79	4.1± 1.57	2.5± 1.15	0.9± 0.42	0.9± 0.61	0.9± 0.56	0.6± 0.31	0.3± 0.17	0.1± 0.07	0.1± 0.01	0± 0.02	0.1± 0.05	

<부록 표 Ⅶ-5> 사업장 C_Day 2_기내청소작업 _OPS 장비_분진의 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108	2,108
산술평균 ±표준편차	149±86	90±56	42±30	5±4	10±8	3±2	1±1	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	301±187
기하평균 (기하표준편차)	88 (4.19)	48 (5)	20 (5.64)	2 (5.83)	4 (5.49)	1 (4.97)	1 (4.5)	0 (4.36)	0 (4.21)	0 (3.83)	0 (3.38)	0 (2.71)	0 (2.2)	0 (1.96)	0 (1.66)	0 (1.52)	168 (4.55)
중위수	161	93	39	5	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310
범위	2~347	0~186	0~100	0~14	0~30	0~12	0~9	0~2	0~1	0~1	0~0	0~0	0~0	0~0	0~0	0~0	3~651
# (%)	51.2±1.17	29.8±0.07	13.2±0.8	1.5±0.01	2.8±0.18	0.7±0.01	0.4±0.06	0.1±0.01	0.1±0.03	0.1±0.01	0.1±0.01	0±0.01	0±0	0±0	0±0	0±0	100

<부록 표 Ⅶ-5> 사업장 C_Day 2_배경농도_OPS 장비_분진의 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998	1,998
산술평균 ±표준편차	253± 24	153± 19	81±17	10±2	19±5	6±2	2±1	1±0	1±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	526± 69
기하평균 (기하표준편차)	252 (1.11)	152 (1.14)	80 (1.25)	9 (1.28)	19 (1.33)	6 (1.41)	2 (1.4)	1 (1.34)	1 (1.36)	0 (1.36)	0 (1.39)	0 (1.56)	0 (1.78)	0 (1.9)	0 (1.69)	0 (1.79)	522 (1.15)
중위수	260	161	87	10	21	6	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	551
범위	179~ 296	106~ 184	47~108	5~14	10~27	3~10	1~5	0~2	0~2	0~2	0~2	0~1	0~0	0~0	0~0	0~0	361~ 630
# (%)	50.8± 2.39	29.4± 0.77	13.6± 0.88	1.6± 0.18	2.9± 0.32	0.9± 0.12	0.4± 0.01	0.1± 0.02	0.1± 0.02	0.1± 0.02	0.1± 0.02	0± 0.01	0±0	0± 0.01	0±0	0± 0.01	100

<부록 표 Ⅶ-5> 사업장 C_Day 3_기내청소작업 _분진의 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	Total
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192	2,192
산술평균 ±표준편차	31±16	12±6	4±2	1±0	1±1	1±0	1±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	52±26
기하평균 (기하표준편차)	23 (2.62)	9 (2.71)	3 (2.44)	0 (2.54)	1 (2.23)	1 (2.03)	0 (2.19)	0 (2.57)	0 (2.68)	0 (2.67)	0 (2.85)	0 (2.81)	0 (2.62)	0 (2.42)	0 (2.09)	0 (1.9)	39 (2.56)
중위수	37	13	5	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
범위	2~65	1~26	0~9	0~1	0~3	0~2	0~2	0~1	0~1	0~1	0~1	0~0	0~0	0~0	0~0	0~0	4~105
# (%)	61.1± 2.14	22.6± 3.54	7.2± 0.39	1.1± 0.2	2.5± 0.93	1.6± 1.01	1.3± 1.28	0.5± 0.5	0.6± 0.63	0.6± 0.63	0.4± 0.34	0.2± 0.27	0.1± 0.14	0± 0.04	0.1± 0.07	0± 0.01	100

<부록 표 Ⅶ-5> 사업장 C_Day 3_배경농도_분진의 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241	2,241
산술평균 ±표준편차	43±5	16±3	6±1	1±0	2±0	1±0	1±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	71±8
기하평균 (기하표준편차)	43 (1.11)	16 (1.18)	6 (1.17)	1 (1.16)	2 (1.14)	1 (1.35)	1 (1.56)	0 (1.64)	0 (1.71)	0 (1.71)	0 (1.7)	0 (1.75)	0 (1.84)	0 (1.87)	0 (1.94)	0 (1.78)	70 (1.11)
중위수	43	16	6	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69
범위	35~70	11~27	4~9	0~1	1~2	0~2	0~2	0~1	0~1	0~1	0~1	0~0	0~0	0~0	0~0	0~0	59~111
# (%)	60± 0.49	22.9± 4.09	8.2± 0.83	1± 0.01	2.2± 0.2	1.8± 1.27	1.3± 1.13	0.6± 0.67	0.5± 0.51	0.6± 0.63	0.5± 0.61	0.2± 0.15	0.1± 0.09	0.1± 0.1	0± 0.02	0± 0.02	100

<부록 표 Ⅶ-5> 사업장 D_Day 1_기내청소작업 _분진의 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225
산술평균 ±표준편차	51.06 ±22.5	16.26 ±7.61	4.69± 2.21	0.59± 0.3	1.53± 0.77	0.79± 0.4	0.6±0 .33	0.25± 0.15	0.25± 0.15	0.24± 0.15	0.18± 0.11	0.08± 0.06	0.05± 0.04	0.03± 0.03	0.02± 0.02	0.02± 0.02	76.62± 34.28
기하평균 (기하표준편차)	57.67 (2.39)	18.27 (2.47)	5.24 (2.26)	0.64 (2.3)	1.7 (2.15)	0.84 (2.02)	0.64 (2.07)	0.25 (2.31)	0.25 (2.49)	0.26 (2.53)	0.19 (2.85)	0.08 (2.87)	0.04 (2.66)	0.03 (2.45)	0.02 (2.2)	0.01 (2.03)	86.76 (2.3)
중위수	41.11	12.85	3.82	0.48	1.26	0.66	0.49	0.19	0.18	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.25
범위	0.846~ 156.52	0.23~ 60.14	0.09~ 16.99	0.01~ 2.65	0.01~ 7.22	0.02~ 2.86	0.02~ 3.07	0.01~ 0.96	0.01~ 0.67	0.01~ 0.88	0~1.03	0~0.77	0~0.57	0~0.52	0~0.32	0~0.28	1.72~ 243.16
# (%)	66.2± 1.4	21.3± 1.7	6.4± 0.47	0.7±0	2.2± 0.08	1±0.2	0.7± 0.22	0.3± 0.06	0.4± 0.09	0.3± 0.06	0.3± 0.05	0.1± 0.01	0± 0.01	0± 0.01	0±0	0±0	100

<부록 표 Ⅶ-5> 사업장 D_Day 1_배경농도_분진의 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225
산술평균 ±표준편차	51.21 ±3.93	15.57 ±1.59	4.75± 0.51	0.56± 0.08	1.46± 0.17	0.93± 0.1	0.7± 0.09	0.31± 0.06	0.3± 0.06	0.28± 0.05	0.19± 0.04	0.08± 0.02	0.04± 0.02	0.03± 0.02	0.02± 0.01	0.02± 0.02	76.46± 6.15
기하평균 (기하표준편차)	50.82 (1.08)	15.25 (1.1)	4.64 (1.11)	0.56 (1.15)	1.43 (1.12)	0.93 (1.12)	0.7 (1.14)	0.31 (1.21)	0.29 (1.21)	0.28 (1.19)	0.19 (1.23)	0.08 (1.37)	0.04 (1.55)	0.03 (1.69)	0.02 (1.8)	0.02 (1.99)	75.63 (1.08)
중위수	51.07	15.50	4.73	0.56	1.45	0.92	0.69	0.31	0.29	0.28	0.19	0.08	0.04	0.00	0.00	0.00	76.23
범위	35.177 ~69.65	10.7~ 23.76	3.59~ 7.35	0.35~ 0.88	0.93~ 2.11	0.61~ 1.21	0.41~ 1.02	0.14~ 0.49	0.17~ 0.5	0.14~ 0.49	0.08~ 0.34	0.02~ 0.18	0.01~ 0.11	0~0.09	0~0.07	0~0.19	52.9~ 106.11
# (%)	66.7± 0.17	20.8± 1.23	6.3± 0.43	0.7±0	2± 0.11	1.1± 0.23	0.9± 0.32	0.5± 0.14	0.3± 0.06	0.3± 0.07	0.2± 0.04	0.1±0	0± 0.03	0±0	0± 0.01	0.1± 0.05	100

<부록 표 Ⅶ-5> 사업장 D_Day 2_기내청소작업 _분진의 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,719	1,719	1,719	1,719	1,719	1,719	1,719	1,719	1,719	1,719	1,719	1,719	1,719	1,719	1,719	1,719	1,719
산술평균 ±표준편차	40.72± 33.49	12.74± 13.16	3.52± 3.84	0.41± 0.43	1.02± 0.93	0.48± 0.38	0.32± 0.26	0.12± 0.11	0.11± 0.11	0.1±0 .11	0.07± 0.09	0.03± 0.04	0.02± 0.03	0.01± 0.02	0.01± 0.01	0.01± 0.01	59.69± 52.65
기하평균 (기하표준편차)	27.39 (2.51)	7.1 (2.65)	1.81 (2.53)	0.22 (2.54)	0.59 (2.29)	0.31 (2.1)	0.21 (2.12)	0.07 (2.44)	0.06 (2.63)	0.05 (2.96)	0.03 (3.43)	0.01 (2.94)	0.01 (2.42)	0.01 (2.18)	0 (1.82)	0 (1.62)	37.84 (2.4)
중위수	29.08	8.24	2.25	0.27	0.71	0.36	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.25
범위	0.672~ 242.42	0.21~ 107.26	0.11~ 32.84	0.01~ 3.38	0.07~ 6.74	0.04~ 2.15	0.02~ 1.38	0~0.61	0~0.54	0~0.73	0~0.91	0~0.4	0~0.34	0~0.15	0~0.11	0~0.13	1.8~ 398.18
# (%)	68.4± 4.18	20.5± 3.91	6.6± 0.44	0.8± 0.02	1.9± 0.03	1± 0.39	0.5± 0.05	0.2± 0.04	0.1± 0.13	0.1± 0.02	0± 0.06	0± 0.03	0± 0.02	0± 0.01	0±0	0± 0.01	100

<부록 표 Ⅶ-5> 사업장 D_Day 2_배경농도_분진의 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399	1,399
산술평균 ±표준편차	66.49 ±20.5	20.72 ±8.73	6.16± 2.69	0.69± 0.28	1.7± 0.61	0.98± 0.22	0.67± 0.13	0.28± 0.06	0.25± 0.06	0.22± 0.05	0.15± 0.04	0.06± 0.02	0.03± 0.02	0.03± 0.01	0.01± 0.01	0.02± 0.01	98.46± 33.25
기하평균 (기하표준편차)	57.89 (1.33)	16.98 (1.47)	5.19 (1.51)	0.61 (1.48)	1.58 (1.42)	1 (1.27)	0.68 (1.23)	0.28 (1.27)	0.25 (1.26)	0.22 (1.26)	0.15 (1.31)	0.06 (1.45)	0.04 (1.7)	0.02 (1.78)	0.01 (1.77)	0.01 (1.94)	85.09 (1.37)
중위수	63.65	19.14	5.65	0.63	1.60	0.95	0.66	0.27	0.24	0.22	0.14	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	93.49
범위	38.356 ~117.6	10.07~ 42.75	2.84~ 12.69	0.27~ 1.39	0.79~ .1	0.52~ 1.49	0.32~ 0.99	0.1~ 0.47	0.1~ 0.42	0.1~ 0.38	0.04~ 0.3	0.01~ 0.13	0~0.09	0~0.09	0~0.06	0~0.09	54~ 179.59
# (%)	68.6± 3.42	20.5± 2.62	6.1± 1.18	0.6± 0.13	1.7± 0.06	0.9± 0.13	0.6± 0.17	0.2± 0.06	0.2± 0.04	0.2± 0.03	0.1± .07	0.1± 0.05	0± 0.01	0± 0.02	0± 0.01	0± 0.01	100

<부록 표 Ⅶ-5> 사업장 D_Day 3_기내청소작업 _분진의 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564	1,564
산술평균 ±표준편차	135.32 ±56.0	61.29 ±28.1	20.91 ±10.1	2.37± 1.19	4.64± 2.45	1.52± 0.79	0.77± 0.37	0.26± 0.14	0.24± 0.13	0.22± 0.13	0.15± 0.11	0.07± 0.06	0.04± 0.04	0.03± 0.03	0.02± 0.02	0.01± 0.01	227.85 ±98.47
기하평균 (기하표준편차)	129.54 (2.97)	55.34 (3.22)	19.4 (3.05)	2.17 (2.93)	3.95 (2.58)	1.37 (2.14)	0.77 (1.95)	0.25 (2.02)	0.24 (2.05)	0.21 (2.05)	0.14 (2.25)	0.05 (2.63)	0.03 (2.48)	0.02 (2.46)	0.01 (2.16)	0.01 (1.94)	215.86 (2.88)
중위수	104.58	45.72	15.71	0.00	3.61	1.25	0.65	0.21	0.19	0.17	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	176.66
범위	0.972~ 254.21	0.29~ 124.75	0.11~ 44.78	0~5.39	0.04~ 13.53	0.05~ 4.6	0.03~ 2.27	0.01~ 0.69	0.01~ 0.62	0.02~ 0.88	0.01~ 1.59	0~0.98	0~0.52	0~0.47	0~0.24	0~0.18	2.02~ 442.36
# (%)	60.5± 1.89	24.6± 1.2	9.1± 1.56	1.1± 0.17	2.5± 1.03	1± 0.43	0.5± 0.05	0.2± 0.04	0.1± 0.02	0.2± 0.05	0.1± 0.01	0± 0.01	0± 0.01	0±0	0±0	0±0	100

<부록 표 Ⅶ-5> 사업장 D_Day 3_배경농도_분진의 입경별 수농도 분포 (#/㎤)

입경 (하한값, ㎛)	0.3	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	
입경 (상한값, ㎛)	0.374	0.465	0.579	0.603	0.8	1	1.5	1.732	2	2.5	3.343	4.162	5	6.451	8.031	10	Total
평균입경 (㎛)	**0.338**	**0.421**	**0.524**	**0.591**	**0.706**	**0.904**	**1.266**	**1.619**	**1.869**	**2.259**	**2.942**	**3.767**	**4.594**	**5.756**	**7.27**	**9.051**	
시료수 (n)	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477	1,477
산술평균 ±표준편차	134.73 ±12.87	57.07 ±6.76	20.54 ±3.57	2.23± 0.49	4.82± 1.25	2.16± 0.53	1.07± 0.16	0.37± 0.06	0.32± 0.05	0.29± 0.05	0.19± 0.04	0.08± 0.03	0.05± 0.02	0.04± 0.02	0.02± 0.01	0.03± 0.02	224± 24.43
기하평균 (기하표준편차)	135.2 (1.1)	57.31 (1.13)	20.19 (1.19)	2.13 (1.24)	4.4 (1.29)	1.95 (1.27)	1.04 (1.16)	0.37 (1.16)	0.32 (1.18)	0.29 (1.2)	0.19 (1.25)	0.08 (1.38)	0.04 (1.53)	0.04 (1.67)	0.02 (1.83)	0.02 (2.04)	223.99 (1.12)
중위수	134.10	56.66	20.23	2.17	4.66	2.10	1.05	0.37	0.32	0.28	0.19	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	222.66
범위	97.834~ 174.06	40.52~ 77.91	12.89~ 29.71	1.21~ .78	2.68~ 8.03	1.24~ 3.49	0.69~ 1.58	0.2~ 0.64	0.17~ 0.49	0.14~ 0.5	0.08~ 0.37	0.01~ 0.26	0~0.11	0~0.11	0~0.08	0~0.37	160.95~ 289.14
# (%)	61± 2.25	24.4± 1.06	8.9± 1.64	1± 0.36	2.2± 0.82	1.1± 0.52	0.6± 0.05	0.2± 0.01	0.2± 0.03	0.2± 0.01	0.1± 0.01	0.1± 0.01	0±0	0±0	0± 0.01	0± 0.02	100

Abstract

Title

Exposure Assessment of noise, respirable dust, ultrafine dust, blackcarbon and chemicals among aircraft cabin cleaning workers

Objectives

The objective of this study was to evaluate the exposure concentration of noise, respirable dust, ultrafine dust, blackcarbon and chemicals among airflight cabin cleaning workers

Methods

Daily-based air samplings were carried out in 6 cabin cleaning company. Air sampling were performed by the filter collection method and direct reading measurement

Results

As a result of evaluating the cumulative noise exposure for each aircraft cleaning workers, LAeq exposure value was higher in order of vacuum cleaning 78.9 dB (A) ± 4.1 dB (A), cabin cleaning 76.8 ± 2.9 dB (A), and seat replacement work 74.2 ± 1.2 dB (A). No worker exceeded 80 dB (A) as an 8 hour time weighted value, but an equivalent noise (LAeq) exposure value exceeded 80 dB (A) with some cases. As a result of personal exposure evaluation for respirable dust, the average concentration was 98.2 ± 103.4 μg/

㎥ for vacuum cleaning , 56.3 ± 42.0 ㎍/㎥ for cabin cleaning and 52.6 ± 42.0 ㎍/㎥ for seat replacement. As a result of evaluating ultrafine dust (PM 2.5), the average daily measurement was 4.83 ~ 9.89 ㎍/㎥ in inside of aircraft, and 28.5 ~ 44.5 ㎍/㎥ in bus and during outside waiting time. As a result of individual exposure evaluation for black carbon, the level was 2 ~ 6.9 ㎍/㎥, which is similar to the concentration level observed outdoors on the roadside.

Conclusions

The hazards of aircraft cleaning workers are very similar to those of road workers working on roadsides. The main source of pollution is diesel vehicles at airports, which require replacement of old vehicles and strengthening emission management standards. In addition, it is necessary to prepare stable work space and rest area in airport to avoid the bad weather conditions such as fine dust, heat wave, cold and rainy weather.

Key words : aircraft cleaning workers, cabin cleaning, respirable dust, ultrafine dust, black carbon

〈〈연　구　진〉〉

연 구 기 관 : **산업안전보건연구원**

연구책임자 : 박현희 (연구위원, 직업환경연구실)

공동연구자 : 김세동 (연 구 원, 직업환경연구실)

황은송 (연 구 원, 직업환경연구실)

박승현 (실　　장, 직업환경연구실)

참여연구자 : 김성호 (연 구 원, 직업환경연구실)

장광명 (연 구 원, 직업환경연구실)

〈〈연 구 기 간〉〉

2019. 1. 1 ~ 2019. 11. 30

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

2019-연구원-1488

항공기 청소노동자 유해인자 노출평가 및 작업환경관리방안 (Ⅰ)

- 기내일반청소 소음, 분진, 디젤엔진배출물 등을 중심으로 -

발 행 일 : 2019년 11월 30일
발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 고재철
연 구 책 임 자 : 직업환경연구실 연구위원 박현희
발 행 처 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원
주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400
전 화 : (052) 7030-883
F A X : (052) 7030-337
Homepage : http://oshri.kosha.or.kr

항공기 청소노동자 유해인자 노출평가 및 작업환경관리방안 (II)

- 살균·살충 소독제 및 부유세균·진균 등을 중심으로 -

김치년 · 김기연 · 조용민

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원

제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “항공기 청소노동자 유해인자 노출평가 및 작업환경관리방안 연구(Ⅱ) - 살균·살충소독제 및 부유세균·진균 등을 중심으로 - ”의 최종 연구결과 보고서로 제출합니다.

2019 년 10 월

연구기관 : 연세대학교 산학협력단

연구기간 : 2019.04.25 ~ 2019.10.31

연구책임자 : 김치년 (연세대학교 보건대학원 연구교수)

공동연구원 : 김기연 (서울과학기술대학교 안전공학과 교수)

공동연구원 : 조용민 ((주)스마티브 생명환경연구소)

연구보조원 : 박철희 (서울과학기술대학교 안전공학과 석사과정)

연구보조원 : 김성진 (연세대학교 보건대학원 석사과정)

연구보조원 : 홍경민 (연세대학교 보건대학원 석사과정)

연구보조원 : 김두영 (서울과학기술대학교 안전공학과 석사과정)

연구보조원 : 이한울 (서울과학기술대학교 안전공학과 석사과정)

연구보조원 : 방현우 (연세대학교 정치외교학과 학사과정)

요 약 문

연구기간 2019년 04월 ~ 2019년 10월

핵심단어 항공기 청소노동자, 델타메트린 중독, 살균・살충소독제

연구과제명 항공기 청소노동자 요해요인 노출실태 및 작업환경관리방안 연구 (II)
- 살균・살충제 및 부유세균・진균 등을 중심으로 -

1. 연구배경

○ 기내 살충소독제인 델타메트린 중독으로 인한 청소노동자 집단 실신 사건과 관련하여 항공기 청소노동자를 대상으로 한 작업환경 유해도 평가의 필요성이 제기되었으며

- 이번 연구에서는 항공기 기내 집중청소 작업현장에서 노출되는 살균·살충소독제 및 부유세균·진균 등에 대한 노출평가를 실시하고 작업환경관리방안을 수립하고자 함

2. 주요 연구내용

- 연구결과

○ 부유세균, 부유진균의 평가결과 4개 업체 각각 128건씩 측정되었고, 부유세균(환경부, 유지기준 800 CFU/m^3)의 최고치는 291.1 CFU/m^3, 부유진균(환경부, 권고기준 500 CFU/m^3)의 최고치는 265.5 CFU/m^3 였음

○ 살균・살충 소독제 5가지 성분 에틸렌다이아민테트라아세트산(99건), 1-메틸-2-피롤리디논(99건), 피레스럼(41건), 델타메트린(13건), 퍼메트린(30건)의 평가결과 불검출로 평가되었음

○ 세정제 성분의 평가는 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, 에탄올(106건), 프로필렌 글리콜(11건) 6가지 물질을 평가하였음

- 벤젠(노출기준 0.5 ppm)은 전체 측정결과에서 불검출로 평가되었으며 톨루엔(노출기준 50ppm)은 0.69ppm(최고치), 에틸벤젠(노출기준 100ppm)은 0.085ppm(최고치), 크실렌(노출기준 100ppm)은 0.49ppm(최고치), 에탄올(노출기준 1000ppm)의 0.53ppm(최고치), 프로필렌 글리콜은 불검출로 평가됨

○ 작업환경종합평가(실내공기질) 평가는 WBGT, 미세먼지(85건), CO_2, O_3, NO_2, CO, 온도, 습도(97건)를 항공기 앞, 중앙, 뒤에서 직독식으로 평가함

- 항공기 내부와 정상기후(외기) 비교 시 항공기 내부의 미세먼지 농도가 낮았음 (PM10: 항공기내부 - 0.4～53.13 ㎍/㎥, 외기 - 45.9～159.5 ㎍/㎥)
- 기내 강제환기와 환기미실시 비교 시 강제환기를 할때 WBGT와 미세먼지 농도가 낮았음 (강제환기 시 - WBGT : 20.2 ℃, PM10 : 21.9 ㎍/㎥, 환기미실시 - WBGT: 26.5 ℃, PM10: 43.96 ㎍/㎥)

- 시 사 점

○ 유해요인 노출평가결과 결과에 큰 차이는 없었지만 업체별 환기방법이나 청소방법에 따라 작업환경의 차이가 있었음

- 정상적인 작업환경 조건에서는 살균·살충 소독제 성분의 청소노동자 노출수준은 낮았으며, 과거 중독사고는 소독 후 적정 환기를 위한 출입제한시간에 대한 관리가 미흡하였던 것으로 평가됨
- 온도 및 미세먼지 등 농도는 강제환기(에어컨) 가동 시가 환기 미실시 조건과 비교하여 전반적으로 낮았음

3. 연구 활용방안

- 제　　언

○ 과거 중독사고와 같은 문제가 발생하지 않도록 살생물제에 대한 현재보다 강화된 법적 관리가 필요함

- 업체별 살균·살충 소독제 사용에 대한 매뉴얼을 작성하여 서류화하고 소독 작업자 및 청소노동자에 대한 교육이 필요함
- 소독제 취급에 대한 안전가이드를 설정하고, 작업자는 가이드의 방법에 맞게 작업하도록 조치가 필요함

○ 여름철 야간 청소작업 시 에어컨이나 Air Condition Truck을 활용하여 강제 환기하거나 비상구를 전부 개방하여 자연환기를 하는 등의 조치가 필요함

- 활　　용

○ 항공기 청소노동자 작업환경개선에 참고 자료로 활용하고 추후 연구에 대한 기초자료로 활용함

4. 연락처

- 연구책임자 : 연세대학교 보건대학원 연구교수 김치년
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 박현희 연구위원
  - ☎ 052) 7030.883
  - E-mail bioaerosol@kosha.or.kr

차 례

Ⅰ. 서 론 ····· 1
1. 연구배경 ····· 1
2. 연구목적 ····· 3

Ⅱ. 연구내용 및 방법 ····· 4
1. 청소작업 시 취급 살균·살충 소독제 및 청소용 세제 목록 조사 ····· 4
2. 살균·살충 소독제 및 청소용 세제 관리에 대한 국내 법 제도 조사 ····· 5
3. 항공기 특성조사 ····· 7
4. 업체별 청소작업 특성조사 ····· 8
5. 항공기 청소작업 시 노출되는 유해인자 노출농도 수준평가 ····· 14
6. 연구추진체계 ····· 32

Ⅲ. 연구 결과 ····· 34
1. 청소작업 시 취급 살균·살충 소독제 및 청소용 세제 목록 ····· 34
2 살균·살충 소독제 및 청소용 세제 관리에 대한 국내 법 제도 ··· 48
3. 항공기 특성조사 ····· 74
4. 업체별 청소작업 특성조사 ····· 76
5. 대형 항공기 청소작업(A업체) 유해요인 노출양상 ····· 118
6. 중형 항공기 청소작업(B업체) 유해요인 노출양상 ····· 146
7. 소형 항공기 청소작업(C, D업체) 유해요인 노출양상 ····· 173

Ⅳ. 결론 ····· 194
1. 전체 결과 비교 ····· 194
2. 종합의견 ····· 208

Ⅴ. 참고문헌 ····· 211

Abstract ····· 214

Ⅵ. 부록 ····· 216
부록 1. 항공기 청소 노동자 소독제 취급에 관한 안전가이드 ····· 216
부록 2. 항공기 특성조사표 ····· 283

표 차 례

<표 2-1> 세계보건기구(WHO) 권고 살균·살충소독제 현황 6
<표 2-2> 살균·살충물질 살생물제 함유 제품과 사용업체 7
<표 2-3> 조사대상 항공기청소업체 9
<표 2-4> 현장방문 조사일정표 10
<표 2-5> 예비조사 항목정리 12
<표 2-6> 유해인자 평가물질 26
<표 2-7> 기내 작업환경측정 기기 31
<표 3-1> 취급 살균·살충 소독제 목록 37
<표 3-2> 살균·살충 소독제 잔류농도 측정대상 물질 목록 43
<표 3-3> 노출기준 미설정 물질 리스트 46
<표 3-4> 국내 항공기 검역조사 대상 항목 50
<표 3-5> 살생물질 및 제품 시험자료 세부 항목 55
<표 3-6> 사용용도 기준 살생물제품 유형 56
<표 3-7> 등록 또는 신고 면제대상 화학물질 개정안 61
<표 3-8> BPR 부속서 V 에 따른 살생물제 제품유형별 분류 63
<표 3-9> 평가대상인자의 유해성·위험성 70
<표 3-10> 고온의 노출기준 71
<표 3-11> 평가대상인자의 법적관리대상 73
<표 3-12> 청소업체별 항공기 특성조사 목록 74
<표 3-13> A업체 측정인자 85
<표 3-14> B업체 측정인자 95

<표 3-15> C업체 측정인자 ····· 103
<표 3-16> D업체 측정인자 ····· 112
<표 3-17> 청소업체별 작업특성 ····· 115
<표 3-18> 업체별 소독제 및 세제 사용변화 ····· 117
<표 3-19> A업체 생물학적 유해인자 평가 결과 (측정 1일차) ·····124
<표 3-20> A업체 생물학적 유해인자 평가 결과 (측정 2일차) ·····126
<표 3-21> A업체 생물학적 유해인자 평가 결과 (측정 3일차) ·····128
<표 3-22> A업체 생물학적 유해인자 전체 평균 결과 ·····130
<표 3-23> A업체 잔류농도 평가 결과(측정 1일차) ·····131
<표 3-24> A업체 잔류농도 평가 결과(측정 2일차) ····· 132
<표 3-25> A업체 잔류농도 평가 결과(측정 3일차) ····· 133
<표 3-26> A업체 화학물질 노출평가 결과(측정 2일차) ····· 134
<표 3-27> A업체 화학물질 노출평가 결과(측정 3일차) ····· 136
<표 3-28> A업체 기내작업환경 측정 결과(측정 1일차) ····· 138
<표 3-29> A업체 기내작업환경 측정 결과(측정 2일차) ····· 140
<표 3-30> A업체 기내작업환경 측정 결과(측정 3일차) ····· 142
<표 3-31> B업체 생물학적 유해인자 평가 결과(측정 1일차) ····· 148
<표 3-32> B업체 생물학적 유해인자 평가 결과(측정 2일차) ····· 150
<표 3-33> B업체 생물학적 유해인자 평가 결과(측정 3일차) ····· 152
<표 3-34> B업체 생물학적 유해인자 전체 평균 결과 ····· 154
<표 3-35> B업체 잔류농도 평가 결과 (측정 1일차) ····· 155
<표 3-36> B업체 잔류농도 평가 결과 (측정 2일차) ····· 156
<표 3-37> B업체 잔류농도 평가 결과 (측정 3일차) ····· 157
<표 3-38> B업체 화학물질 노출평가 결과(측정 1일차) ····· 158
<표 3-39> B업체 화학물질 노출평가 결과(측정 2일차) ····· 160

<표 3-40> B업체 화학물질 노출평가 결과(측정 3일차) ····· 162
<표 3-41> B업체 기내작업환경 측정 결과(측정 1일차) ····· 165
<표 3-42> B업체 기내작업환경 측정 결과(측정 2일차) ····· 167
<표 3-43> B업체 기내작업환경 측정 결과(측정 3일차) ····· 169
<표 3-44> C업체 생물학적 유해인자 평가 결과 ····· 174
<표 3-45> D업체 생물학적 유해인자 평가 결과 ····· 176
<표 3-46> C업체 생물학적 유해인자 전체 평균 결과 ····· 178
<표 3-47> D업체 생물학적 유해인자 전체 평균 결과 ····· 179
<표 3-48> C업체 청소노동자 잔류농도 평가 결과 ····· 180
<표 3-49> D업체 청소노동자 잔류농도 평가 결과 ····· 181
<표 3-50> C업체 청소노동자 노출평가 결과(고체시료) ····· 182
<표 3-51> D업체 청소노동자 노출평가 결과(고체시료) ····· 184
<표 3-52> C,D업체 청소노동자 노출평가 결과(Passive) ····· 186
<표 3-53> C업체 기내작업환경 측정 결과 ····· 188
<표 3-54> D업체 기내작업환경 측정 결과 ····· 189
<표 3-55> 생물학적 유해인자 전체 평균 결과 ····· 193
<표 4-1> 부유세균 및 진균 기후에 따른 비교 ····· 194
<표 4-2> 부유세균 및 진균 강제환기에 따른 비교 ····· 195
<표 4-3> 부유세균 및 진균 일일 청소 항공기 수에 따른 비교 ····· 195
<표 4-4> 살균 기간에 따른 생물학적 바이오에어로졸 비교 ····· 196
<표 4-5> 강제환기에 따른 소독물질 잔류농도 비교 ····· 197
<표 4-6> 살포 경과시간에 따른 소독물질 잔류농도 비교 ····· 197
<표 4-7> 기후(정상)에 따른 혼합유기화합물 평가 비교 ····· 198
<표 4-8> 기후(우천 시)에 따른 혼합유기화합물 평가 비교 ····· 199
<표 4-9> 강제환기 작동 유무에 따른 혼합유기화합물평가 비교 ····· 200

<표 4-10> 일일항공기 청소 수에 따른 혼합유기화합물 평가 비교 ·· 201
<표 4-11> 청소항공기 수에 따른 혼합유기화합물 평가 비교 ····· 202
<표 4-12> 세정제 사용에 따른 혼합유기화합물 평가 비교 ····· 203
<표 4-13> B업체 기후에 따른 외기비교 ····· 204
<표 4-14> C업체 기후에 따른 외기비교 ····· 205
<표 4-15> 강제환기 가동에 따른 외기비교 ····· 206
<표 4-16> A,B업체 청소항공기 수에 따른 외기비교 ····· 207

그 림 차 례

[그림 2-1] Ethylenediamine tetra acetic acid 분석절차 ····· 17
[그림 2-2] N-Methylpyrrolidone 분석절차 ····· 19
[그림 2-3] Ethanol 분석절차 ····· 20
[그림 2-4] Permethrin, Deltamethrin 분석절차 ····· 22
[그림 2-5] Pyrethrum 분석절차 ····· 24
[그림 2-6] 유해인자 노충평가 추진체계 ····· 32
[그림 2-7] 관리방안 도출 추진체계 ····· 33
[그림 3-1] 물질별 공정시험법 ····· 45
[그림 3-2] 기존 살생물질 승인유예기간 ····· 56
[그림 3-3] BPR에 따른 살생물물질 평가 및 허가절차 비교 ····· 66
[그림 3-4] 7612(A380) 지역시료측정 ····· 118
[그림 3-5] 7204(B777) 지역시료측정 ····· 118
[그림 3-6] 7461(B747) 지역시료측정 ····· 119
[그림 3-7] 7584(A330) 지역시료측정 ····· 119
[그림 3-8] 7783(B777) 지역시료측정 ····· 120
[그림 3-9] 7644(B747) 지역시료측정 ····· 120
[그림 3-10] 7575(B777) 지역시료측정 ····· 121
[그림 3-11] 8025(A330) 지역시료측정 ····· 121
[그림 3-12] 7526(B777) 지역시료측정 ····· 122
[그림 3-13] 7721(B777) 지역시료측정 ····· 122
[그림 3-14] 8217(B777) 지역시료측정 ····· 123

[그림 3-15] 7621(A380) 지역시료측정 ····· 123
[그림 3-16] 7732(B777) 지역시료측정 ····· 146
[그림 3-17] 7755(B777) 지역시료측정 ····· 146
[그림 3-18] 7741(A330) 지역시료측정 ····· 147
[그림 3-19] 지역7 시료 GC/MSD spectrum ····· 163
[그림 3-20] 8324(B737) 지역시료측정 ····· 173
[그림 3-21] 8032, 8296, 8317(B737) 지역시료측정 ····· 173

Ⅰ. 서 론

1. 연구배경

항공기 청소노동자들은 일반 청소업무와 다르게 좁은 작업 공간과 제한된 시간 안에 작업을 해야 하는 특수성이 있으며, 세제 및 소독제 사용으로 인한 화학물질 노출, 까다롭고 불안정한 자세와 관련된 근골격계 증상, 작업 대기 중 램프 영역에서의 소음 및 고온 노출 그리고 불규칙한 시간대의 야간작업과 교대 작업으로 인한 심리적 요인까지 다양한 위험요인에 노출되고 있다(Yeung SSM, 2005).

일부 국가에서는 곤충을 매개체로 하는 말라리아(Malaria)나 지카(Zika)와 같은 질병을 예방하기 위해 본국으로 돌아오는 항공기를 대상으로 하는 살충소독에 대한 검역규정을 만들었으며, 세계보건기구(World Health Organization, WHO)의 국제보건규칙(IHR, 2005)에 명시된 방법으로 항공기 살충소독을 실시하고 있다(WHO, 2013).

현재 세계보건기구(WHO)가 항공기에서 사용할 수 있는 유일한 살충소독제는 피레스린계(pyrethroids) 퍼메트린(permethrin), 페노트린MDDT(dichlorodiphyltrichloroethane)를 포함한 그 밖의 살충소독제는 더 이상 사용하고 있지 않는 것으로 보고 있다(WHO, 2013).

하지만 최근 국내 항공사 기내 살충소독제 피렌스린계(pyrethroids) 델타메트린 중독으로 인한 청소노동자 집단 실신 사건과 기내 청소제품의 구성성분(TEMP, CH2200) 논란과 관련하여, 항공기 청소노동자를 대상으로 한 작업환경 유해도 평가의 필요성이 제기 되었다.

항공기 기내 살충소독제 사용에 따른 건강영향은 주로 승무원을 대상으로 연구가 진행되었다. 밀폐된 기내에서 잔류하고 있는 살충소독제 피레스린계(pyrethroids) 페르메트린(permethrin)에 노출된 몇몇의 승무원들은 호흡기 질환, 신경계 질환, 피부병, 눈 자극, 심혈관계 질환, 위장 질환 등과 같은 질병이 발생하였다(Sutton et al. 2013).

또한 합성 피레스린계(pyrethroids) 살충소독제를 사용한 항공기 기내 테이블 트레이, 시트 및 구션, 바닥을 측정한 결과 승무원과 승객 모두에게 피레스린계(pyrethroids) 살충소독제의 흡입, 피부 및 섭취할 가능성이 있음을 나타내었다(Weisel et al, 2012).

2. 연구목적

항공기 청소노동자들은 기내 청소작업에서 욕실세척제 등의 화학물질 취급 및 호흡성 분진, 미생물 등 다양한 작업환경 유해요인에 노출되고 있는 것으로 알려져 있다. 그동안 항공기 기내 살충소독제 잔류성에 대한 평가 및 승무원들을 대상으로 건강영향 조사가 일부 진행되었지만, 최근 이슈가 된 항공기 청소노동자의 노출가능 유해인자에 대한 연구는 미비한 실정이다. 이에 대한 문헌고찰 및 기초조사를 실시하여 실제 현장에서 사용하고 있는 살균·살충 소독제 사용실태를 정리하고, 항공기 기내 작업현장에서 노출되는 주요 유해 인자에 대한 노출평가를 실시하여 작업환경 관리방안을 수립하고자 한다.

Ⅱ. 연구내용 및 방법

1. 청소작업 시 취급 살균·살충 소독제 및 청소용 세제 목록 조사

조사대상으로 선정된 청소업체 4곳에 직접 방문하여 사용 화학물질에 대한 목록 조사를 실시하였으며, 조사된 사항을 목록화 하여 작성 하였다. 살균·살충 작업이 없어 소독제 성분의 확인이 어려운 A업체는 ⓐ항공과 ⓐ공항의 담당자가 타업체(살균업체)의 정보를 전달하여 소독제 목록을 조사하였고, 살균·살충작업과 집중청소, 일반청소 작업을 하는 B업체는 ⓑ항공 담당자가 협조하여 사용방법 및 주기, 작업사항에 대하여 조사에 참여하였다. C업체 또한 사업주 작업사항 전반에 대한 인터뷰에 응하였고 D업체는 ⓖ항공 보건관리자가 조사에 참여하였다. 각 업체의 담당자 및 항공사 담당자의 인터뷰를 통하여 살균·살균 소독제의 제품명, 사용량, 사용방법(분무 및 살포, 희석배율 등), 사용주기 등의 사항이 조사되었다. 현재 청소용 세제는 D업체를 제외한 청소업체에서는 사용하지 않았다. D업체는 청소작업 시 껌 제거제, 엠피크린 등의 화학물질을 청소작업 시 사용하였다. 그 외의 업체에서는 청소작업에는 물과 매직블럭을 사용하는 것 외에 화학물질 사용은 없었으며, 현장조사 시 A업체 작업자 중 볼펜 잉크를 지우는 작업에서 물파스를 간헐적으로 사용하는 것으로 조사되었다.

화학물질별 MSDS자료를 E-MAIL요청하여 각 제품에 성분, 함유율, CAS No. 물리화학적특성, 법적규제사항, 노출기준 등을 목록에 기록하였고 살균·살충 소독제 잔류농도 평가 및 청소용세제 등 취급 물질 노출평가 시 활용하였다.

2. 살균·살충 소독제 및 청소용 세제 관리에 대한 국내 법 제도 조사

항공기의 검역은 질병을 유발하는 매개체와 해충을 막기 위하여 살균·살충 소독을 실시하며 그로인한 승무원, 승객, 청소노동자 등의 노출은 피할 수 없다. 각 청소업체는 세계보건기구(World Health Organization, WHO)의 국제보건규칙(IHR, 2005)에 명시된 방법으로 항공기 살충소독을 실시하고 있다. 현재 세계보건기구(WHO)가 권장하는 항공기 검역에 사용되는 성분은 퍼메트린(permethrin)과 페노트린(d-phenothrin) 등이 있으며, 이러한 피레스린계(pyrethroids) 물질은 다양한 질병매개체에 대한 효과가 입증되었다(WHO, 2012).

<표2-1> 세계보건기구(WHO) 권고 살균 · 살충소독제 현황

구분	비고
피레스린계 (pyrethroids)	퍼메트린(permethrin) 페노트린(d-phenothrin) 1R-trans-phenothrin 등
DDT	사용금지

이번 연구에서는 항공기 집중청소 및 살균·살충 소독작업 시 취급하는 화학물질에 대한 목록을 작성하였고 법적사항에 대한 조사를 실시하였다. 조사결과 피레스린계를 포함한 살균·살충 소독작업 및 세정제 성분이 살생물제로 조사되고 있으며 그 물질은 다음 표와 같다(EU BPR살생물질목록).

<표2-2> 살균·살충물질 살생물제 함유 제품과 사용업체

제품명	살생물제	Cas No.	사용 업체명
롱다운플러스유제	Deltamethrin	52918-63-5	C
나투어킬파프유제	Pyrethrum	8003-34-7	B, D
	Piperonylbutoxide	51-03-6	B, D
Callington Aircraft pre-spray insecticide	Permethrin	52645-53-1	B

3. 항공기 특성조사

각 항공사의 항공기는 기종별 특징이 있으며 그 특징으로 인한 청소작업의 차이가 발생할 수 있다. 항공기의 크기가 커지면 작업 인원이 증가하게 되고, 더 좁은 공간에 많은 인원이 투입되게 된다. 또한 좌석수나 화장실 수, 주방의 수에 따라서는 작업의 양이 늘어나기도 할 것이다. 이러한 집중 청소작업에 영향을 줄 수 있는 항공기의 특징적 사항을 조사하였다. 각 청소업체는 대형항공사와 저비용항공사 7개의 항공기를 대상으로 항공사 담당자를 통하여 청소대상 항공기의 기종을 조사하였고 각 항공기의 항공기 제작사 BOEING과 AIR BUS의 측정대상 항공기를 크기 분류별로 길이를 기준으로 대형기(70m 이상), 중형기(50m이상 70m 미만), 소형기(50m 미만)로 구분하였다. 조사대상항공기별 제조사, 제조국, 생산시기, 모델명 등의 기본 사항과 항공사별 보유수 및 제원(길이, 높이, 날개폭, 최대이륙중량, 항속거리, 최대속력), 좌석수, 화장실수, 비상구, 주방 수 같은 항공기 청소작업 시 청소작업에 영향을 미칠 수 있는 사항들을 조사하여 표로 작성하였다.

4. 업체별 청소작업 특성조사

1) 조사 업체선정

항공기 기내 청소작업은 크게 일반청소와 집중청소(업체에 따라 스페셜 클리닝, 딥클리닝, 제너럴 클리닝 등의 용어를 사용, 보고서 내에서는 집중청소로 통일하였다)로 구분할 수 있다. 일반청소는 항공기의 출발 전에 객실 내부의 청소, 정리정돈, 사용 소모품의 교환 등 항공기가 다음 손님을 받을 수 있도록 준비하는 작업이다. 일반 청소작업자는 좌석의 시트커버 및 헤드, 쿠션 커버 교체하고, 책자 셋팅, 화장지, 면도기 교체, 담요셋팅 등의 준비작업을 하고 청소를 한다. 다음 손님을 위한 간단한 정리 작업으로 구석에 먼지나 볼펜 자국, 껌 등의 이물질을 제거하기는 어렵다.

일반청소는 업체에 따라 청소작업 보단 정리정돈이 더 중점인 작업이다. 집중청소는 항공기의 각 청소업체별로 용어의 차이가 있으며 각 업체별 작업방식의 차이가 크다. 업무 내용은 일반청소 작업 시 청소하지 못한 세밀한 곳까지 청소를 하는 동일한 작업이며, 작업시간이 길어 일반청소 작업보다 더 많은 시간을 항공기 내에서 작업한다는 특징이 있다. 본 연구에서는 청소 작업시간이 짧은 일반클리닝 작업보다는 항공기 내에서 더 오랜 시간 항공기 내 유해물질에 노출될 수 있는 집중청소 업체를 선정 국내 대형항공사 2개와 저비용항공사 5개의 청소업체를 선정하였다.

대형항공사 2개 업체는 그룹 내 저비용항공사를 계열사로 가지고 있으며 ⓐ항공은 ⓒ항공, ⓑ항공은 ⓔ항공과 ⓓ항공이 같은 계열사였다. ⓐ항공의 청소업체인 A업체는 ⓐ항공과 ⓒ항공의 항공기 집중청소 업체이다. ⓐ항공의 청소업체의 특징은 일반청소, 집중청소, 살균, 살충소

독 모두 다른 전문업체가 담당하기 때문에 A업체는 집중청소 외의 다른 작업은 하지 않는다.

ⓑ항공의 항공기 청소업체인 B업체는 그룹 내 자회사이며 대형항공사인 ⓑ항공과 저비용항공사인 ⓓ항공과 ⓔ항공의 일반청소, 집중청소, 살균, 살충소독작업을 하는 업체이다. 대형항공사의 청소업체에서는 조사 대상항공기 중형기의 청소작업을 조사하였다. 저비용항공사의 청소업체인 C업체과 D업체는 저비용항공사의 협력업체로 소형기 청소작업을 조사하였다. 조사대상 항공기청소업체는 다음과 같다.

<표 2-3> 조사대상 항공기청소업체

청소 전문업체	담당 항공사	소재지	청소종류
A업체	ⓐ항공 ⓒ항공	인천/김포	집중청소
B업체	ⓑ항공 ⓓ항공 ⓔ항공	인천/김포 부산/제주	집중청소 일반청소 살균·살충
C업체	ⓕ항공	김포	집중청소 살균·살충
D업체	ⓖ항공	김포	집중청소 살균·살충

2) 현장방문조사

조사대상 업체로 선정된 4개의 사업장의 유해인자 노출평가에는 화학물질의 사용현황 및 청소방법과 인원 등의 확인을 위하여 사업장에 대한 조사를 실시하였다.

<표 2-4> 현장방문 조사일정표

업체명	소재지	조사 일정	담당 항공사
A업체	인천/김포	5월	ⓐ항공 ⓒ항공
B업체	인천/김포/ 부산/제주	5월	ⓑ항공 ⓓ항공 ⓔ항공
C업체	김포	4월	ⓕ항공
D업체	김포	8월	ⓖ항공

방문 전 평가대상 항공기에 대한 전반적인 사항을 조사하고 선행 연구자료를 참조하여 화학물질과 전반적인 청소작업방법 등의 사항을 확인하였다. 각 업체별로 전화 연락하여 담당자와 예비조사 일정과 주소 및 사업장의 일반적인 현황을 전달받고 공항 내에 위치한 업체를 방문하기 위해서는 출입허가가 필요하고 청소작업을 확인하기 위해서는 출입항공기에 대한 승기허가가 필요하였다. 필요한 허가사항은 청소업체에서 신청하였다. 사업장에 방문하여 청소작업에 대한 전반적인 사항과 대상 항공사, 대상 항공기종, 작업의 방법 및 시간, 작업 시 사용 화학물질과 사용방법, 안전보호구착용 및 교육, MSDS사항 등의 산업안전보

건법 사항 등을 조사하였고 A업체의 조사 시는 A업체 담당자와 ⓐ항공의 담당자가 함께 참여하여 조사하였고, B업체 조사 시에는 ⓑ항공의 담당자가 C업체에서는 대표님이 함께 참여하였으며, D업체는 ⓖ항공 담당자가 참여하여 연구와 관련된 의견을 제시하고 청소방법 및 작업환경 전반에 대한 사항을 확인하였다.

예비조사결과 각 업체별 청소방법, 인원, 작업시간에서 차이를 보였으며 작업시간과 교대방식에서도 차이를 보였다. A업체의 청소인원이 가장 많았으며 유일한 주간작업을 실시하고 있었다. 인원 수가 많은 만큼 1일 가장 많은 항공기 청소를 실시하고 있었다. 살균 살충작업이 없어 소독물질 사용이 없으며, 작업 시 물과 스펀지를 사용하고 있었다. B, C, D업체는 살균, 살충 작업을 실시하였으며 작업은 집중청소 작업 종료 후 살균, 살충작업을 하는 것으로 조사되었다.

<표 2-5> 예비조사 항목정리

업체명	청소 기종	집중 청소 인원	사용물질	근무 시간	살균·살충작업 유무
A업체	대형기 중형기 소형기	30-35명	-	주간 8시간	X
B업체	대형기 중형기 소형기	12명	1.엠디-125 2.나투어킬파프유제 3.Callington Aircraft pre-spray	야간 8시간	○
C업체	소형기	5명	1.엠디-125 2.롱다운플러스유제	야간 7시간	○
D업체	소형기	7명	1. 엠디-125 2. 나투어킬파프유제 3. 껌제거제 4. 엠피크린	야간 8시간	○

예비조사결과 각 업체별 청소방법, 인원, 작업시간에서 차이를 보였으며 작업시간과 교대방식에서도 차이를 보였다. A업체의 청소인원이 가장 많았으며 유일한 주간작업을 실시하고 있었다. 청소항공기는 주로 대형기 범주에 포함된 항공기이며 인원 수가 많은 만큼 1일 평균 7대의 항공기 청소를 실시하고 있었다. 살균 살충작업이 없어 소독물질 사용이 없으며, 작업 시 물과 스펀지를 사용하고 있었다. B업체는 야간작업으로 ⓑ항공의 항공기 1대와 외항사 1대 1일 2대의 청소작업을 하며, 주로 중형기의 청소작업을 실시하였다. 집중청소 종료 후 정비팀의 지

시사항에 따라 살균, 살충작업을 실시하며 여름철에는 주방과 화장실을 집중하여 청소하였다.

C업체는 야간작업으로 주로 소형기의 청소작업을 하며 1일 1대의 청소작업을 한다. 살균, 살충 작업은 집중청소 작업 종료 후 실시한다. D업체는 야간작업이며 평균 6명의 작업자가 1조이며, 집중청소 방법을 두 가지로 일반적인 집중청소는 제너럴 클리닝이라 하며, 집중청소 중에서 더 세밀한 청소를 스페셜 클리닝이라 하였다. 1일 5대의 제너럴 클리닝과 1대의 스페셜 클리닝을 실시하며, 스페셜 클리닝 종료 후 살균, 살충작업을 실시하며 작업 시 세제를 사용하여 청소하는 것으로 조사되었다.

5. 항공기 청소작업 시 노출되는 유해인자 노출농도 수준평가

1) 부유세균, 진균 등 생물학적 유해인자 평가

항공기 청소작업 시 노출될 수 있는 생물학적 유해인자인 부유세균과 진균을 채취하기 위하여 1단 앤더슨 샘플러 (one-stage viable particulate cascade impactor, Model 10-800 Andersen Inc, USA)를 사용하였다.

시료 포집은 분당 28.3ℓ의 유량으로 1차 유량계를 이용하여 보정하였으며, 현장 환경 조건에 따라 120~150cm 높이에서 5분 동안 공기를 채취하였다. 멸균 확인된 배지를 측정 장비에 삽입하여 공기 시료를 채취한 후 외부 인자에 의한 오염 방지를 위해 현장에서 즉시 실험실용 파라필름으로 배지를 밀봉한 후 직사광선을 피해 미생물 분석실로 운반하였다.

부유세균 분석을 위한 배지는 진균 생장을 억제하기 위해 cycloheximide 500㎎이 첨가된 세균용 배지 Trypticase Soy Agar (TSA) (Lot 3087230, Becton Dickinson and Company, USA), 부유진균은 반대로 세균의 생장을 억제하기 위해 chloramphenicol 100㎎이 첨가된 진균용 배지 Sabourand Dextrose Agar (SDA) (Lot 5111476, Becton Dickinson and Company, USA)로 선정하였다.

배양 조건은 부유세균과 부유진균 모두 35~37℃ 조건하에서 접시 뚜껑이 아래로 가게 뒤집어 48시간으로 하며, 24시간 단위로 증식 상태를 관찰하였다. 부유세균과 진균의 농도는 각 배지에서 배양된 집락(colony) 수를 시료 채취 공기량(m^3)으로 나눈 CFU/m^3의 단위로 산출하였다.

2) 살균·살충 소독제 잔류농도 평가

(1) 노출기준이 없는 물질은 RfC worker 산출

독성학적 역치가 비발암성 물질일 경우에도, 발암성 물질에 대한 용량-반응평가를 적용하여 실질적인 근로자참고농도(RfCworker) 보다 높은 값을 적용하며 발암성 물질은 동물실험에서의 얻은 발암 최소 영향값을 이용하여 수치화된 값을 구함으로, 해당물질과 화학적구조가 유사한 물질의 대치자료를 참고하여 평가하고, 노출기준이 없는 물질은 Ethylenediamine tetraacetic acid, Deltamethrin, Permethrin 3가지 물질이었다.

발암성 물질에 대한 용량-반응평가

- 적합한 용량-반응 자료를 바탕으로 수학적 모델을 통한 외삽 과정을 통해 발암 잠재력, q1*(carcinogenic potency)와 단위 위해도 추계치(unit risk estimate) 산출
- 흡입 단위 위해도 추계치 [(㎍/㎥)-1] =
흡입발암잠재력[(㎎/㎏/day)-1]×일일호흡율[(㎥/day)]÷체중[(㎏)]×10-3
- 섭취 단위 위해도 추계치 [(㎎/ℓ)-1] =
섭취발암잠재력[(㎎/㎏/day)-1]×일일물섭취율[(ℓ/day)]÷체중[(㎏)]

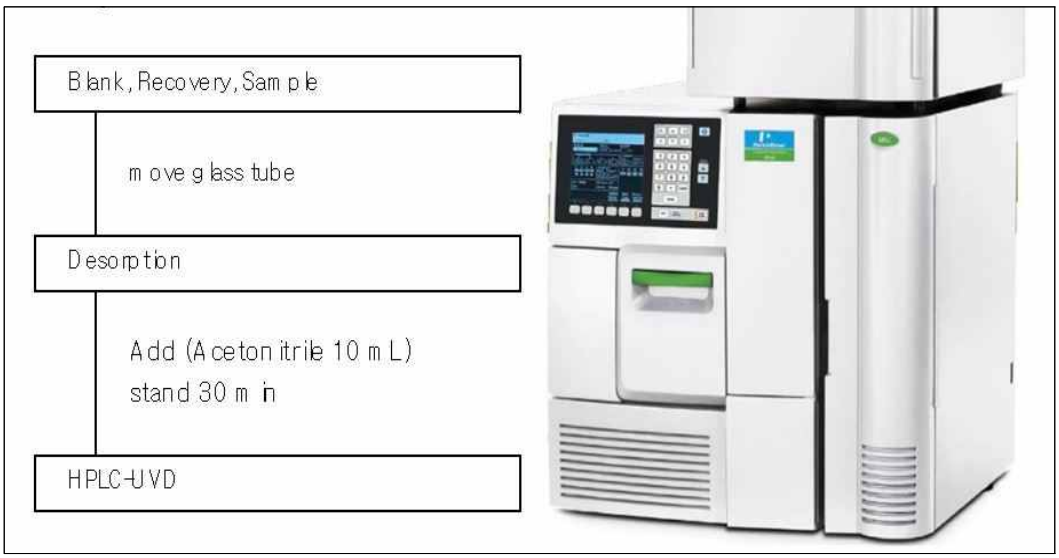
각 사업장별 조사된 살균, 살충제 성분에 대한 시료채취펌프를 이용한 개인시료채취 및 지역시료채취를 하였으며 살균, 살충제 성분의 잔류농도를 평가하였다. 개인시료는 집중청소 작업자가 개인 시료채취펌프를 착용하고 호흡기 반경 30cm에서 측정되었고 지역시료는 항공기 내 앞, 중앙, 뒤 지역의 좌석 위 선반에 설치하여 집중청소 작업이 종료 다음 항공기로 이동 시 작업시간동안 누적된 결과를 확인하였다. 각 물질별 측정방법은 다음과 같다.

(2) Ethylenediamine tetraacetic acid

물질명 : Ethylenediamine tetraacetic acid	
Method : NIOSH 2540	
노출기준 - OSHA : 10ppm NIOSH : 10ppm ACGIH : 10ppm(skin)	
측정방법	분석방법
샘플시료 : 고체시료 (XAD-2 80mg/40mg) 유량 : 0.01 ~ 0.1 L/min 최소유량 : 1L 최대유량 : 20L	분석기기 : HPLC, UV검출기 유량: 3.0 mL/min 오븐온도: 35 ℃ Detector: UV/VIS Detector Mobile Phase: 80:20 (v/v) isooctane/isopropanol, for EDA Injection volume : 10 µL 컬럼 : Spherisorb Cyano(CN) Column, 80Å, 10µm, 4.6mmX250mm

Ethylenediamine tetraacetic acid의 측정 및 분석방법은 NIOSH공정시험법(Ethylenediamine)2540의 방법을 참조하였다. 측정시료는 1-나프틸 이소 티오 시아 네이트 코팅된 XAD-2(SKC사의 Cat. No. 226-30-18)로 개인 및 지역시료 측정하였고 개인시료채취펌프(GilAir, Gilian, USA)의 유량을 약 0.05L/min으로 설정하고 측정 전·후에는 건

식유량보정계(Defender 510, BIOS, USA)로 유량을 보정하여 전·후 평균값을 활용하였다. HPLC로 분석하여 UV검출기로 검출하였다. 회수율은 87.2~108.4%이며, LOD는 검출이 가능한 정도의 측정항목 농도를 가진 최소 7개의 시료를 분석하여, 시료에 대한 표준편차와 자유도 n-1의 t분포값 3.14를 곱하였다. 분석절차 및 기기는 다음과 같다.

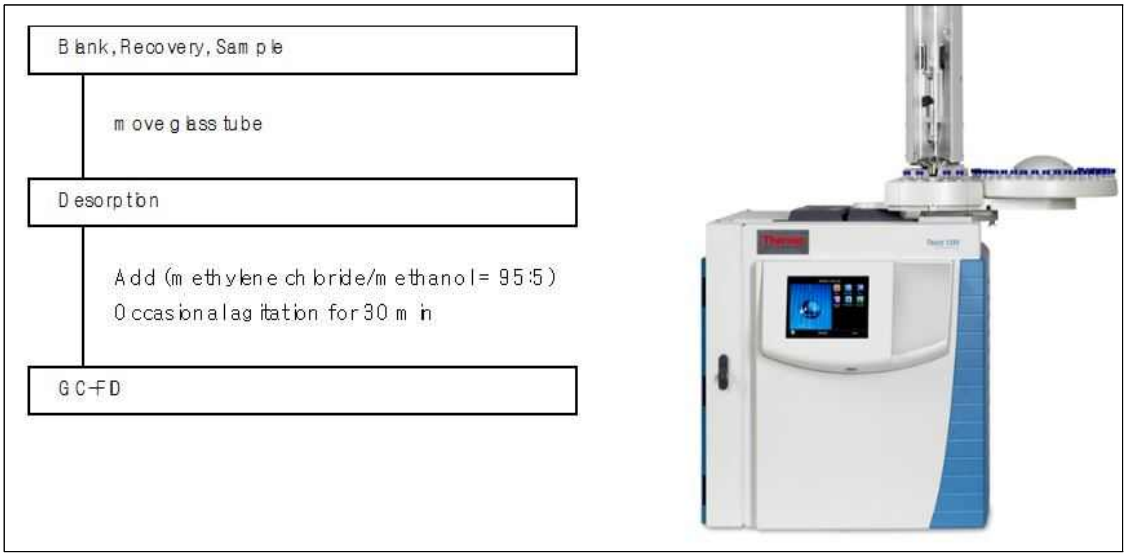


[그림 2-1] Ethylenediamine tetra acetic acid 분석절차

(3) N-Methylpyrrolidone

물질명 : N-Methylpyrrolidone	
Method : NIOSH 1302	
노출기준 - OSHA : 10 ppm	
측정방법	분석방법
샘플시료 : 고체시료 (Coconut shell charcoal 100mg50mg) 유량 : 0.05 ~ 0.2 L/min 최소유량 : 0.5L 최대유량 : 125L	분석기기 : GC,FID 유량: 1.5 mL/min Detector temperature: 300℃ 운반가스: N_2 Temperature Programming: 80 ℃, Hold 5 min 5 ℃/min to 160 ℃, Hold 21 min 컬럼 : Rtx-5 Amine Columns (30 m x 0.25 mm x 1.00 μm)

N-Methylpyrrolidone의 측정 및 분석방법은 NIOSH공정시험법1302의 방법을 참조하였다. 측정시료는 Coconut shell charcoal(SKC사의 Cat. No. 226-01)로 앞층 100mg 뒷층 50mg이다. 개인 및 지역시료 측정하였고 개인시료채취펌프(GilAir, Gilian, USA)의 유량을 약 0.1L/min으로 설정하고 측정 전·후에는 건식유량보정계(Defender 510, BIOS, USA)로 유량을 보정하여 전·후 평균값을 활용하였다. GC-FID 로 분석하였고 회수율은 92~104%, 검출한계는 0.8μg/mL이다(식약품안전처, 생체시료 분석법 밸리데이션 해설서, 2010.03, 환경부 국립환경과학원, 환경시험검사 QA/QC핸드북, 2011).



[그림 2-2] N-Methylpyrrolidone 분석절차

(4) Ethanol

물질명 : Ethanol	
Method : NIOSH 1400	
노출기준 - OSHA : 1000ppm NIOSH : 1000ppm ACGIH : 1000ppm	
샘플방법	분석방법
샘플시료 : 고체시료 (Coconut shell charcoal 100mg50mg) 유량 : 0.01 ~ 0.2 L/min 최소유량 : 0.1L	분석기기 : GC, ECD 탈착용매 : Toluene 100ml 에 8ml의 p-클로로 바이페닐을 첨가 컬럼 : A 45 m x 0.32 mm i.d. (0.25 um film) SE-30 capillary

Ethanol의 측정 및 분석방법은 NIOSH공정시험법1400의 방법을 참조하였다. 측정시료는 Coconut shell charcoal(SKC사의 Cat. No. 226-01)

로 앞층 100mg 뒷층 50mg이다. 개인 및 지역시료 측정하였고 개인시료채취펌프(GilAir, Gilian, USA)의 유량을 약 0.02~0.03L/min으로 설정하고 측정 전·후에는 건식유량보정계(Defender 510, BIOS, USA)로 유량을 보정하여 전·후 평균값을 활용하였다.

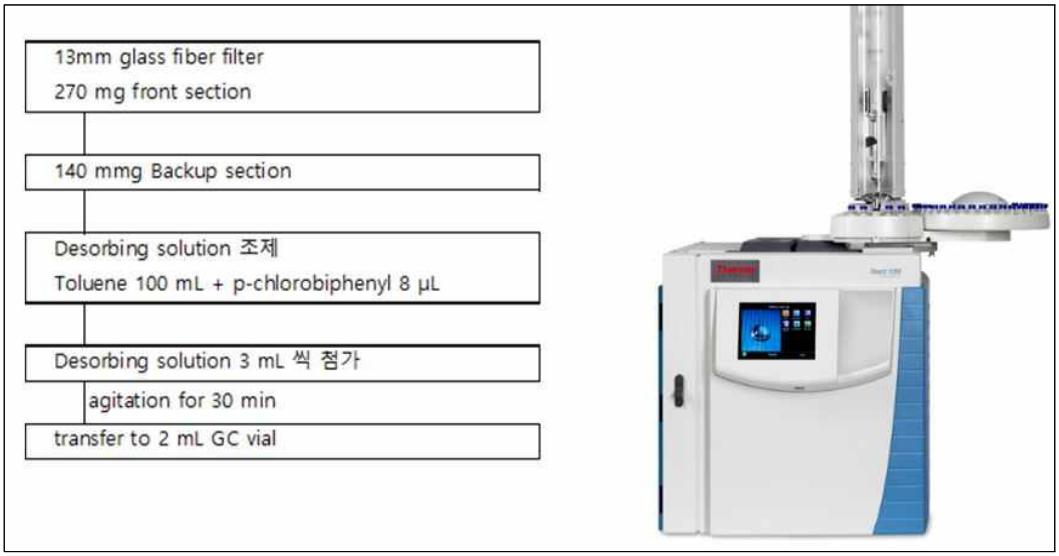


[그림 2-3] Ethanol 분석절차

(5) Permethrin, Deltamethrin

물질명 : Permethrin, Deltamethrin	
Method : OSHA PV 2063(Cypermethrin)참조	
샘플방법	분석방법
샘플시료 : 고체시료 (Sorbent Tubes, XAD-2 OVS) 권장 유량 : 60L	분석기기 : GC, ECD 유량: 0.9 mL/min Detector temperature: 300 ℃ 운반가스: N_2 Temperature Programming: 130 ℃, Hold 1 min 30 ℃/min to 280 ℃, Hold 15 min Injection volume: 1 μL 컬럼 : HP-5 (5% Phenyl Methyl Siloxane) capillary column (30mx250mm i.d., 0.25 μm)

Permethrin과 Deltamethrin의 측정 및 분석방법은 OSHA공정시험법 PV 2063을 참조하였다. 두 물질은 OSHA, NIOSH, KOSHA의 공정시험법이 없어 같은 피레스로이드계열 Cypermethrin의 공정시험법을 참조하였다. 측정시료는 XAD-2 OVS(유리섬유필터)(SKC사의 Cat. No. 226-30-16)이다. 개인 및 지역시료 측정하였고 개인시료채취펌프(GilAir, Gilian, USA)의 유량을 약 0.15~0.16L/min으로 설정하였고 권장유량이 1 L/min에서 60L이나, 작업시간동안 측정 시 최대 유량을 초과하기 때문에 측정유량을 0.15L/min으로 설정하였다. 측정 전·후에는 건식유량보정계(Defender 510, BIOS, USA)로 유량을 보정하여 전·후 평균값을 활용하였다. GC-ECD를 사용하여 분석하였고 회수율은 90~105.3%, 검출한계는 1.2μg/mL이다.

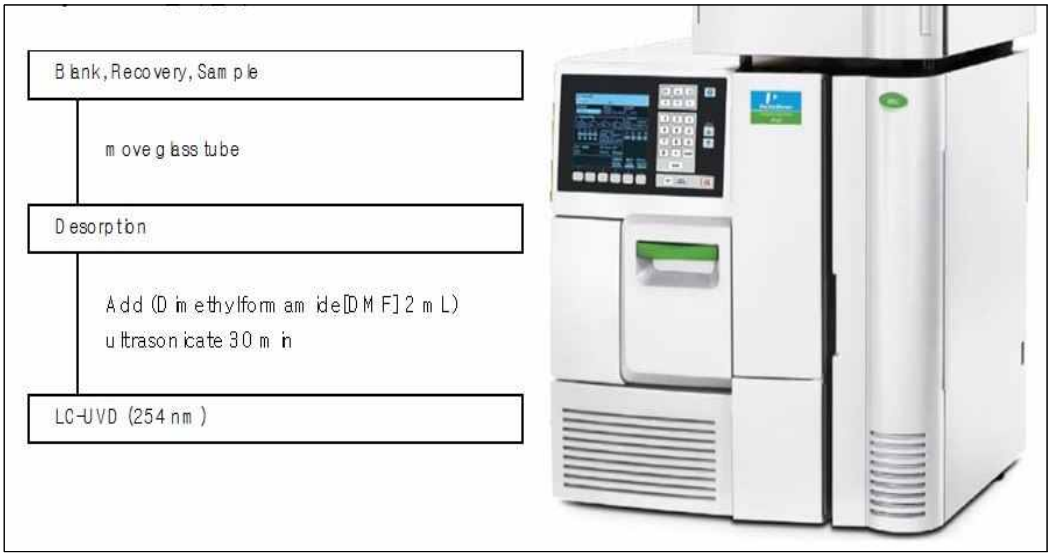


[그림 2-4] Permethrin, Deltamethrin 분석절차

(6) Pyrethrum

물질명 : Pyrethrum	
Method : NIOSH 5008	
노출기준 - OSHA : 5mg/m^3 NIOSH : 5mg/m^3 ACGIH : 5mg/m^3	
측정방법	분석방법
샘플시료 : Filter (glass fiber) 유량 : 1 ~ 4 L/min 최소유량 : 20L 최대유량 : 400L	분석기기 : HPLC, UV 유량: 0.8/min 오븐 온도: 35 ℃ Mobile Phase: 85% Acetonitrile / 15% Water 컬럼 :Ace 5 C18 reverse phase column , 5μm, 2.1 X 15 cm

Pyrethrum의 측정 및 분석방법은 NIOSH공정시험법 5008 방법을 참조하였다. 측정시료는 Glass fiber fiter(SKC사의 225-7, 1.0 μm,37 mm)로 3단 카세트 및 여과지패드에 장착하여 사용하였다. 개인 및 지역시료 측정하였고 개인시료채취펌프(GilAir, Gilian, USA)의 유량을 약 1.0L/min으로 설정하고 측정 전·후에는 건식유량보정계(Defender 510, BIOS, USA)로 유량을 보정하여 전·후 평균값을 활용하였다. HPLC-UV로 분석하였고, 회수율은 86~108%, 검출한계는 5.0μg/mL이다.



[그림 2-5] Pyrethrum 분석절차

3) 청소노동자 유해인자 노출평가

기내 청소용 세제 등 취급 인자에 대한 노출평가는 현재 D업체를 제외한 3개 업체에서 세제 사용이 없는 것으로 조사되어 D업체의 껌제거제 등의 세제를 사용물질 위주의 노출평가를 4개 사업장에 적용하였다. 껌제거제의 함유성분인 Xylene, Ethyl Benzene을 포함하여 Benene, Toluene을 추가하여 현재 사용 중인 화학물질이 아니더라도 항공기 기내 실내공기에 대한 화학물질 노출평가를 실시하였고 A업체 청소 시 간헐적 사용 중인 물파스 성분의 Ethanol을 추가하여 개인시료 및 지역시료채취를 실시하였다.

측정방법은 KOSHA-GUIDE 및 NIOSH, OSHA의 공정시험법을 참조하였으며, 직독식 장비를 활용하여 미세먼지, 실내공기인자, 온열을 측정하였다. 각 물질은 다음과 같다.

<표2-6> 유해인자 평가물질

유해인자	세부항목	시료채취 장비	분석방법
혼합 유기화합물	Benzene	GilAir(Giliant사), 226-01(SKC) 시료채취펌프를 이용한 작업시간 연속측정(개인 및 지역)	A-69-2018
	Toluene		A-72-2018
	Xylene		A-73-2018
	Ethyl Benzene		A-71-2018
물파스	Ethanol	GilAir(Giliant사), 226-01(SKC) 시료채취펌프를 이용한 작업시간 연속측정(개인 및 지역)	NIOSH 1400
엠피크린	Propylene Glycol	GilAir(Giliant사), 226-57(SKC) 시료채취펌프를 이용한 작업시간 연속측정(개인 및 지역)	NIOSH 5523
미세먼지	TSP	Dust mate (Turkey LTD, USA)	검출기의 연속 측정에 의한 직독식 분석
	PM 10		
	PM 2.5		
	PM 1.0		
실내공기 유해인자	이산화탄소	IQ-610 XTRA (Wolf and Glay사)	검출기의 연속 측정에 의한 직독식 분석
	오존		
	이산화질소		
	일산화탄소		
	온도		
	습도		
온열	WBGT	hs-32 (METROSONICS사)	직독식

(1) 기내 화학적 인자

물질명 : Benzene	
Method : KOSHA A-69-2018	
노출기준 - 고용노동부 : 0.5ppm OSHA : 1.5ppm ACGIH : 0.5ppm NIOSH : 0.1ppm	
샘플방법	분석방법
샘플시료 : 고체시료 (Coconut shell sharcoal 100mg/50mg) 유량 : 0.2 L/min 이하 최소유량 : 5L 최대유량 : 30L	분석기기 : GC-FID 탈착용매 : 이황화탄소 1ml, 30분 교반 컬럼 : CP-Sil 5 CB for Sulfur 30m 0.32mm 4um 검출한계 : 0.5ug/시료 정밀도 ; 0.013

물질명 : Toluene	
Method : KOSHA A-72-2018	
노출기준 - 고용노동부 : 50ppm OSHA : 200ppm ACGIH : 20ppm NIOSH : 100ppm	
샘플방법	분석방법
샘플시료 : 고체시료 (Coconut shell sharcoal 100mg/50mg) 유량 : 0.2 L/min 이하 최소유량 : 1L	분석기기 : GC-FID 탈착용매 : 이황화탄소 1ml, 30분 교반 컬럼 : CP-Sil 5 CB for Sulfur 30m 0.32mm 4um 검출한계 : 0.7ug/시료 정밀도 ; 0.022

물질명 : Xylene	
Method : KOSHA A-73-2018	
노출기준 - 고용노동부 : 100ppm OSHA : 100ppm ACGIH : 100ppm NIOSH : 100ppm	
샘플방법	분석방법
샘플시료 : 고체시료 (Coconut shell sharcoal 100mg/50mg) 유량 : 0.2 L/min 이하 최소유량 : 2L 최대유량 : 23L	분석기기 : GC-FID 탈착용매 : 이황화탄소 1ml, 30분 교반 컬럼 : CP-Sil 5 CB for Sulfur 30m 0.32mm 4um 검출한계 : 0.8ug/시료 정밀도 ; 0.014

물질명 : Ethyl benzene	
Method : KOSHA A-71-2018	
노출기준 - 고용노동부 : 100ppm OSHA : 100ppm ACGIH : 20ppm NIOSH : 100ppm	
샘플방법	분석방법
샘플시료 : 고체시료 (Coconut shell sharcoal 100mg/50mg) 유량 : 0.2 L/min 이하 최소유량 : 1L 최대유량 : 24L	분석기기 : GC-FID 탈착용매 : 이황화탄소 1ml, 30분 교반 컬럼 : CP-Sil 5 CB for Sulfur 30m 0.32mm 4um 검출한계 : 0.5ug/시료 정밀도 ; 0.015

혼합 유기화합물의 측정 및 분석방법은 KOSHA GUIDE의 방법을 참조하였다. 측정시료는Coconut shell charcoal(SKC사의 Cat. No. 226-01)로 앞층 100mg 뒷층 50mg이다. 개인 및 지역시료 측정하였고 개인시

료채취펌프(GilAir, Gilian, USA)의 유량을 약 0.02~0.03L/min으로 설정하고 측정 전·후에는 건식유량보정계(Defender 510, BIOS, USA)로 유량을 보정하여 전·후 평균값을 활용하였다. 각 항공기의 앞, 중앙, 뒤로 나누어 측정하였으며, 2층이 있는 A-380과 B-747에서는 2층까지 측정하였다. GC-FID로 분석하였다.

물질명 : Ethanol	
Method : NIOSH 1400	
노출기준 - OSHA : 1000ppm NIOSH : 1000ppm ACGIH : 1000ppm	
샘플방법	분석방법
샘플시료 : 고체시료 (Coconut shell charcoal 100mg50mg) 유량 : 0.01 ~ 0.2 L/min 최소유량 : 0.1L	분석기기 : GC, ECD 탈착용매 : Toluene 100ml 에 8ml의 p-클로로 바이페닐을 첨가 컬럼 : A 45 m x 0.32 mm i.d. (0.25 um film) SE-30 capillary

Ethanol의 측정 및 분석방법은 NIOSH공정시험법1400의 방법을 참조하였다. 측정시료는 Coconut shell charcoal(SKC사의 Cat. No. 226-01)로 앞층 100mg 뒷층 50mg이다. 개인 및 지역시료 측정하였고 개인시료채취펌프(GilAir, Gilian, USA)의 유량을 약 0.02~0.03L/min으로 설정하고 측정 전·후에는 건식유량보정계(Defender 510, BIOS, USA)로 유량을 보정하여 전·후 평균값을 활용하였다.

물질명 : Propylene Glycol	
Method : NIOSH 5523	
노출기준 -	
샘플방법	분석방법
샘플시료 : XAD-7 OVS튜브 (glass fiber filter, 13-mm; XAD-7, 200mg/100mg) 최소유량 : 5L 최대유량 : 60L	분석기기 : GC, FID 탈착용매 : Methanol 2ml: 초음파 30분 컬럼 : Rtx-35 fused silica capillary, 30 m,0.53-mm ID, 3-μm film

Propylene glycol의 측정 및 분석방법은 NIOSH공정시험법5523의 방법을 참조하였다. 측정시료는 XAD-7 OVS 튜브(glass fiber filter, 13-mm; XAD-7, 200mg/100mg)이다. 지역시료 측정하였고 개인시료채취펌프(GilAir, Gilian, USA)의 유량을 약 0.02~0.03L/min으로 설정하고 측정 전·후에는 건식유량보정계(Defender 510, BIOS, USA)로 유량을 보정하여 전·후 평균값을 활용하였다.

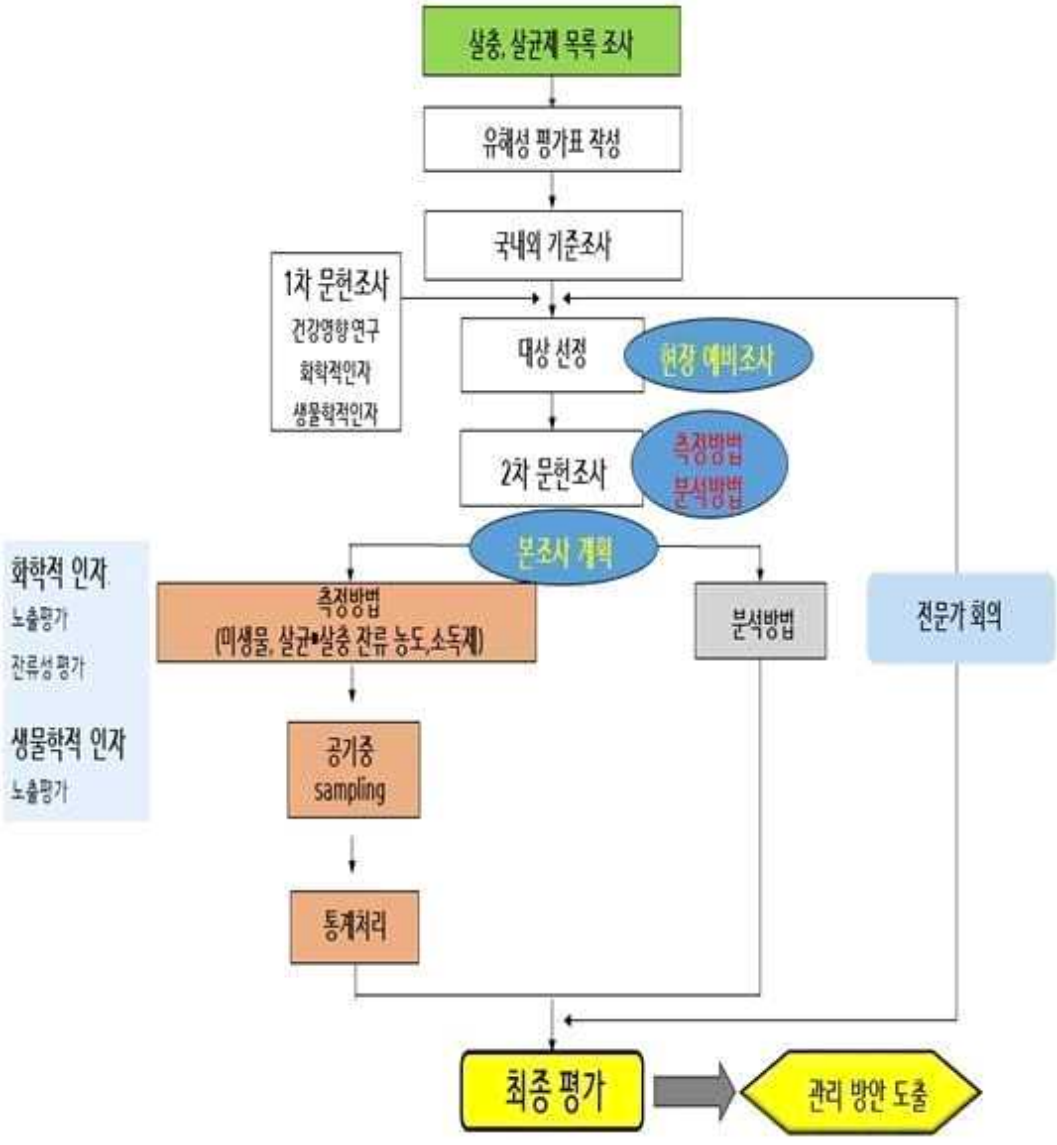
(2) 기내 작업환경인자

기내 환경적요인 확인을 위하여 직독식 장비를 활용하여 노출평가 항공기에 대한 미세먼지, 실내공기 유해인자, 온열(WBGT)을 확인하였고 미세먼지는 Turkey사의 Dust mate, 실내공기인자는 Wolf and Glay사의 IQ-610 XTRA, 온열은 Metrosonics사의 hs-32를 사용하였다. 각 인자의 측정 장비 및 인자는 다음과 같다.

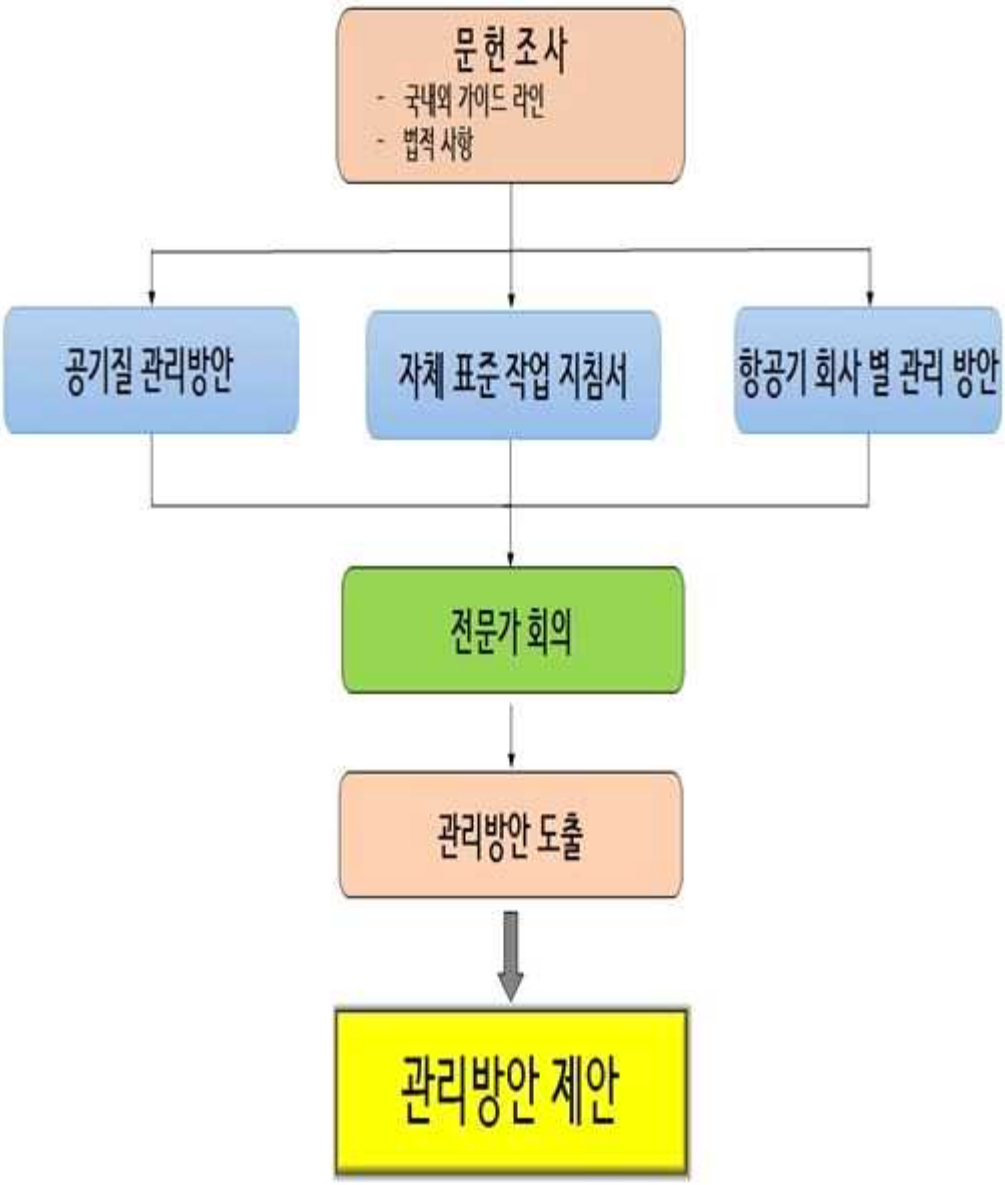
<표 2-7> 기내 작업환경측정 기기

유해인자	세부항목	시료채취 장비	사 진
미세먼지	TSP PM 10 PM 2.5 PM 1.0	Dust mate (Turkey LTD, USA)	
실내공기 유해인자	이산화탄소 오존 이산화질소 일산화탄소 온도 습도	IQ-610 XTRA (Wolf and Glay사)	
온열	WBGT	hs-32 (METROSONICS사)	

6. 연구추진체계



[그림 2-6] 유해인자 노출평가 추진체계



[그림 2-7] 관리방안 도출 추진체계

Ⅲ. 연구결과

1. 청소작업 시 취급 살균·살충 소독제 및 청소용 세제 목록

1) 살균·살충 소독제 및 청소용 세제 목록

현재 청소작업 시 A, B, C업체는 화학물질 성분의 세제를 사용하지는 않았으며, 작업 시에 물과 매직블럭(스펀지)를 사용하여 작업하였다. 조사업체 중 D업체는 엠피크린(계면활성제)을 사용하여 물에 희석한 세정제를 수건에 적셔서 시트, 벽면, 선반 등의 부위를 닦는 용도로 사용하며, 껌 등의 잘 안지워지는 이물질 제거 시 껌제거제를 사용하고 있는 것으로 조사되었다. A업체의 경우 간헐적으로 볼펜자국을 지우는 등의 작업에서 물파스를 사용하는 것으로 조사되었으며 청소작업 시 사용물질과 살균·살충작업 시 사용물질 등 화학물질조사 결과 4개의 청소업체에서 11개의 제품을 사용하고 있었다. 각 제품별 물질을 구분하여 법적사항과 노출기준, CMR구분 각 제품의 유해성을 조사하였다.

살균제로 사용하고 있는 엠디-125(MD-125)는 기내 살균제로 사용하는 물질로 살균작업 시 사용하며 A, B, C, D 4개 업체에서 사용하고 있으며, 작업 시 제품을 물에 희석하여 사용하며 수건에 제품을 묻혀서 좌석과 식탁, 팔걸이, 선반 등의 부위를 닦는다. 99%가 물로 구성되어 있으며 그 외에 5개 물질 중 법적인 관리사항이나 노출기준은 없으나 Ethylenediamine tetraacetic acid(Cas No. 60-00-4)의 경우 CMR구분이 생식독성 구분2로 조사되었다.

기내 살충제로 사용하고 있는 롱다운 플러스유제는 3가지 구성성분으로 되어 있으며, 과거 문제화 되었던 물질인 델타메트린을 포함하고 있다. 작업 시 롱다운플러스유제를 물과 200:1의 비율로 희석하여 분무하

며, 항공기 바닥면에 분무한다. 현재는 C업체 외에 다른 업체에서는 사용하지 않고 있으며, 구성 물질 중 N-Methylpyrrolidone은 15.0～25.0%의 성분이 함유되어 있으며, 국내 화학물질관리법상 유독물질, 위험물관리법상 제4류 제3석유류, 폐기물관리법상 지정폐기물로 지정되어있다. 유럽기준에 TWA 10ppm으로 설정되어 있으며 CMR구분 또한 생식독성 1B로 조사되었다.

기내 살충제인 Callington air craft pre-spray insecticide등의 특수노선에서만 사용하는 스프레이 제품으로 화물칸과 객실에 분사한다. 스프레이 캔의 버튼을 누르면 자동분사가 되는 자동분무형과 손으로 버튼을 누르면 분사하는 직접분무형 두가지 형태가 있으며 제품을 모두 분사하는데 2분정도 소요된다. 국내 화학물질관리법상 유독물질인 Permethrin이 2%함유되어 있으며, 에탄올이 10～18% 함유되어 있다.

기내 살충제로인 나투어킬파프유제는 A업체(살균업체), B업체, D업체 3개 업체에서 사용하는 제품으로 물과 희석하여 B업체는 바닥, 주방, 화장실 부위에 분무하며 A업체(살균업체)은 바닥면에만 분무한다. 살충작업은 항공기 크기에 따라 20～40분 소요된다. 구성 물질은 6가지 물질이며 Dioctyl Maleate가 40～45%로 가장 많이 함유되어 있으며, 폐기물관리법상 지정폐기물이다. Pyrethrum은 국내에 노출기준 5mg/m^3으로 설정되어 있는 물질이며, 롱다운플러스유제와 같이 N-Methylpyrrolidone이 함유되어 있다.

CallingtonTop Of Descent100grams과 Callington 1 Shot Aerosol Insecticide for Cargo Hold는 A업체(살균업체)에서 사용하는 기내와 화물칸 살충제로 시드니 등의 특정노선에서 사용하는 살충제이다. 스프레이 제품으로 페노트린, 퍼메트린 등의 성분으로 구성되어 있다.

볼펜자국을 지우는 용도로 사용하고 있는 물파스는 Ethanol 합성성분이며 글리시레틴산 등 6가지 물질을 함유하고 있으며 캄파(dl-camphor) 성분은 100mL중 8g으로 가장 많이 포함되어 있으며 분자구조에 케톤(-CO-)기를 가지고 있는 휘발성 물질이다. 케톤성 물질은 다른 유기물질과 잘 섞이는 성질이 있기 때문에 유기물질을 지울 수 있는 물질로 조사되었다.

엠피클린은 D업체에서 집중청소 시 사용하는 세정제로 청소작업 시 수건에 적셔 닦는 용도로 사용한다. 수산화칼륨, Propylene Glycol 등 4개물질로 구성되어 있으며 수산화칼륨은 산안법상 작업환경측정, 관리대상물질이며 노출기준 C2로 설정되어 있는 물질이다.

껌제거제는 D업체에서 집중청소 작업 시 이물질제거 용도로 사용하는 화학물질로 Xylene, Ethyl Benzene, 수소처리된 등유 3가지 성분으로 구성되어있으며 Xylene과 Ethyl Benzene은 산안법상 작업환경측정, 관리대상물질, 특수건강진단대상 물질이다. 특히 Ethyl Benzene은 CMR 물질로 발암성 구분2로 조사되었다.

현재 집중청소업체에서 사용중인 살균·살충제, 세정제 등에 대한 목록을 작성하였고 그 내용은 다음 표와 같다.

<표 3-1> 취급 살균·살충 소독제 및 세제 목록

제품명	사용 용도	물질명	함유율 (%)	CAS No.	법적사항	노출 기준	CMR 구분	사용업체
엠디-125	기내 살균제	80%Chloro-n-alkyldimethylethylbenzylammonium • Chloro-alkylbenzyldimethylammonium (1:1)liqui	0.1	68956-79-6	-	-	-	A업체 B업체 C업체 D업체
		Sodium carbonate	0.02	497-19-8	-	-	-	
		Alcohol ethoxylated	0.03	69012-85-7	-	-	-	
		Ethylenediamine tetraacetic acid	0.02	60-00-4	-	-	생식독성 구분2	
		Spearmint, ext.	0.1	84696-51-5	-	-	-	
		Water	99.0	7732-18-5	-	-	-	
콤다운 플러스 유제	기내 살충제	Deltamethrin	2.5	52918-63-5	-	-	-	C업체
		N-Methylpyrrolidone	15.0 ~ 25.0	872-50-4	화관법-유독물질 위험물관리법-4류제3석유류 폐기물관리법-지정폐기물	유럽: 10ppm	생식독성 1B	
		Polyoxy ethylene lauryl ether	1.0 ~ 10.0	9005-65-6	-	-	-	

제품명	사용 용도	물질명	함유율 (%)	CAS No.	법적사항	노출 기준	CMR 구분	사용업체
CALLINGTON AIRCRAFTPRE-SPRAY INSECTICIDE	기내 살충제	1,1,1,2-Tetrafluoroethane	65.0 ~ 75.0	811-97-2	-	-	-	B업체
		Ethanol	10.0 ~ 18.0	64-17-5	위험물관리법:4류알코올류 폐기물관리법:지정폐기물	국내, 미국 1000ppm	-	
		Permethrin	2.0	52645-53-1	화관법:유독물질 폐기물관리법:지정폐기물	RfC, worker. : 0.022ppm	-	
나투어킬 파프유제	기내 살충제	Pyrethrum extract (50%)	4.0	8003-34-7	폐기물관리법 지정폐기물	유럽: 1mg/m³ NIOSH: 5mg/m³ OSHA: 5mg/m³ 국내: 5mg/m³	-	A업체 B업체 D업체
		Piperonylbutoxide	7.0 ~ 11.0	15-03-6	위험물관리법- 4류 제3석유류 폐기물관리법- 지정폐기물	-	-	
		Polyoxy ethylene Castor Oil	10.0 ~ 15.0	61791-12-6	-	-	-	
		Polyoxy ethylene Lauryl ether	14.0 ~ 19.0	9002-92-0	-	-	-	
		N-Methylpyrrolidone	10.0 ~ 14.0	872-50-4	화관법-유독물질 위험물관리법-4류 제3석유류 폐기물관리법-지정폐기물	유럽: 10ppm	생식독성 1B	
		Dioctyl Maleate	40.0 ~ 45.0	2915-53-9	폐기물관리법-지정폐기물	-	-	

제품명	사용 용도	물질명	함유율 (%)	CAS No.	법적사항	노출 기준	CMR 구분	사용업체
CallingtonTop Of Descent 100grams	기내 살충제	페노트린	2	51186-88-0	-	-	-	A업체
		propellant, as HFC	>60	자료없음				
레전드겔	기내 식독제	디노테퓨란	2	165252-70-0	-	-	-	A업체
		글리세린	13~23	56-81-5	위험물관리법: 4류 제3석유류	OSHA: 5mg/m^3 국내: 10mg/m^3	-	
		이산화규소	1~6.5	7631-86-9	산안법: 작업환경측정대상 특수건강진단대상 폐기물관리법: 지정폐기물	국내: 10mg/m^3	-	
		올레산	1~7.2	112-80-1	-	-	-	

제품명	사용 용도	물질명	함유율 (%)	CAS No.	법적사항	노출 기준	CMR 구분	사용업체
껌 제거제	이물질 제거	o-Xylene	2.0	95-47-6	산안법:작업환경측정, 관리대상유해물질, 특수건강진단, 화학물질관리법: 유독물질, 4류제2석유류 폐기물관리법: 지정폐기물	유럽: 50ppm NIOSH: 100ppm OSHA: 100ppm 국내: 100ppm	-	D업체
		m-Xylene	4.0	108-38-3				
		p-Xylene	2.0	106-42-3				
		Ethyl Benzene	2.0	100-41-4	산안법:작업환경측정, 관리대상유해물질, 특수건강진단, 화학물질관리법: 유독물질, 4류제1석유류 폐기물관리법: 지정폐기물	유럽: 100ppm NIOSH: 100ppm OSHA: 100ppm 국내: 100ppm	발암성 구분2	
		솔소처리된 등유	50.0	64742-47-8	-	-	-	

제품명	사용 용도	물질명	함유율 (%)	CAS No.	법적사항	노출 기준	CMR 구분	사용업체
엠피크린	기내 청소	Potassium hydroxide	0.5	1310-58-3	산안법: 작업환경측정대상 관리대상유해물질 화관법: 유독물질 폐기물관리법: 지정폐기물	NIOSH: STEL 2mg/m^3 국내: STEL 2mg/m^3	-	D업체
		Propylene Glycol	1.0	57-55-6	-	-	-	
		NEODOL 91-6	1.0	68439-46-3	-	-	-	
		Water	97.5	7732-18-5	-	-	-	
Callington 1 Shot Aerosol Insecticide for Cargo Hold	화물칸 살충제	페노트린	2	51186-88-0	-	-	-	A업체
		Permethrin	2	52645-53-1	-	HfC,worker : 0.022ppm	변이원성 구분2	
		propellant, as HFC	>60	자료없음	-	-	-	

제품명	사용 용도	물질명	함유율 (%)	CAS No.	법적사항	노출 기준	CMR 구분	사용업체
몰파스	기내 청소	에탄올	베이스 성분	64-17-5	위험물관리법 4류알코올류 폐기물관리법 지정폐기물	국내, 미국 1000ppm	-	A업체
		글리시레틴산	50mg/100ml	-	-	-	-	
		살리실산메틸	3g/100ml	119-36-8	폐기물관리법: 지정폐기물	-	-	
		초산토코페롤	100mg/100ml	58-95-7	폐기물관리법: 지정폐기물	-	-	
		클로르페니라민 말레산염	100mg/100ml	113-92-8	폐기물관리법: 지정폐기물	-	-	
		DL-캄파	8g/100ml	21368-68-3	폐기물관리법: 지정폐기물	-	-	
		L-멘톨	7g/100 ml	1490-04-6	-	-	-	

2) 살균·살충 소독제 잔류농도측정대상 선정

집중청소 업체 4곳의 살균, 살충 작업 시 사용 화학물질의 MSDS자료를 조사하고 법적사항, 노출기준, CMR구분 등의 자료를 조사하여 각 제품별 측정 물질을 선정하였고 선정 물질의 측정 및 분석방법에 대한 문헌조사를 하였다. 기내 식독제인 레전드겔은 겔 형태의 제품을 지역에 설치해 두는 제품으로 작업자에 호흡기 노출에 가능성이 낮아 제외하였고 시드니노선 화물칸 살충제인 Callington 1 Shot Aerosol Insecticide for Cargo Hold도 제외하였다. 국외에서는 OSHA, NIOSH 등의 공정시험법을 검토하였고, 국내에서는 KOSHA-GUIDE를 참조하였다. 각 제품의 측정대상 물질 및 측정, 분석방법은 다음과 같다.

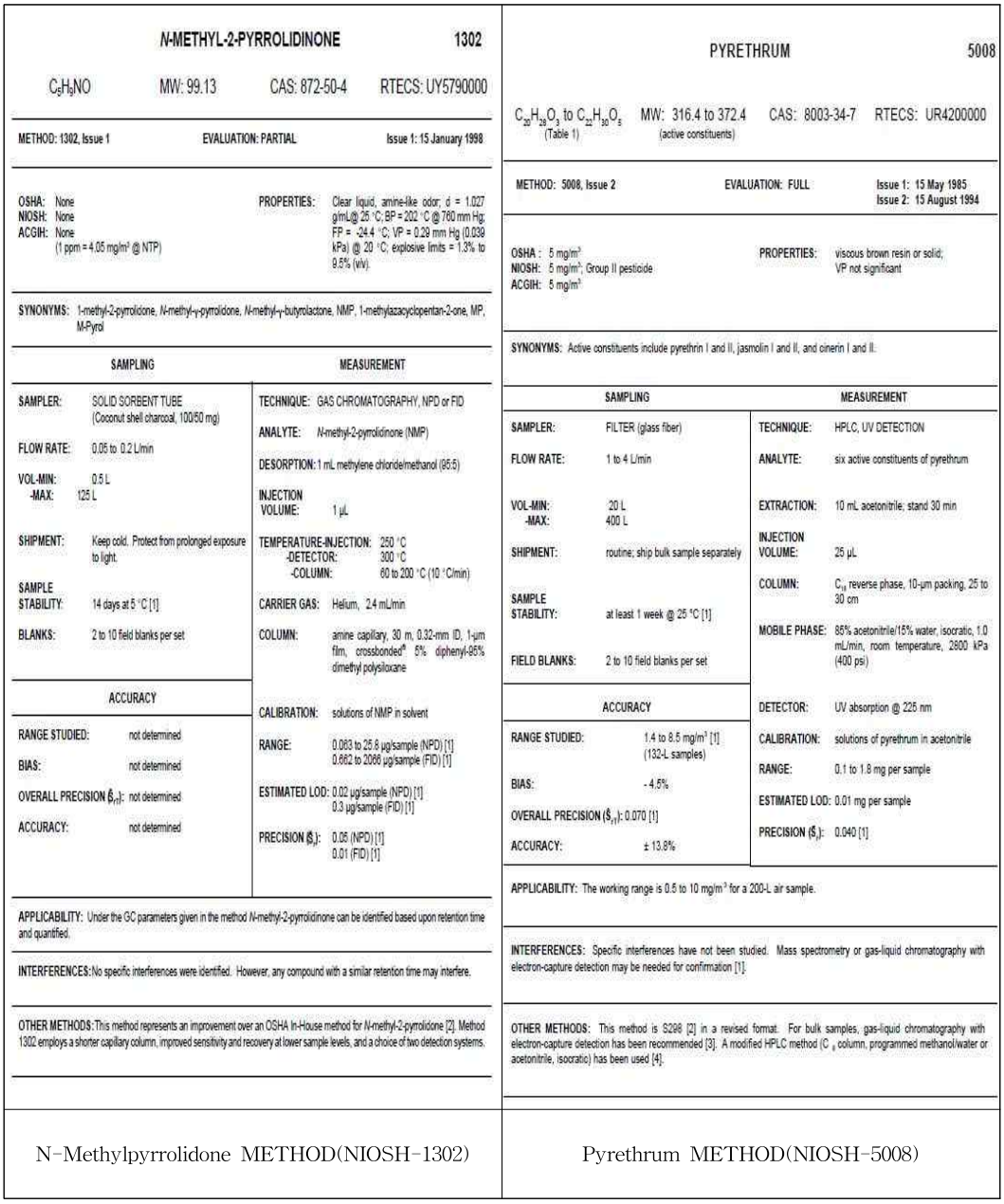
<표 3-2> 살균 · 살충 소독제 잔류농도 측정대상 물질 목록

제품명	물질명	CAS NO.	사용 업체	측정 분석 방법
엠디-125	Ethylenediamine tetraacetic acid	60-00-4	B, C, D	NIOSH-2540 (ETHYLENE DIAMINE)
롱다운플러스유제	N-Methylpyrrolidone	872-50-4	C	NIOSH-1302
CALLINGTON AIRCRAFTPRE-SPRAYINSECTICIDE	Ethanol	64-17-5	B	NIOSH-1400
	Permethrin	52645-53-1		OSHA PV2063 (CYPERMETHRIN)
나투어킬파프유제	N-Methylpyrrolidone	872-50-4	B,D	NIOSH-1302
	Pyrethrum	8003-34-7		NIOSH-5008

집중청소업체 모두 살균제로 사용하는 엠디-125의 구성물질 6가지 중 물을 제외한 5가지 물질의 국내외 측정방법을 조사하였고 측정 물질로 Ethylenediamine tetraacetic acid (60-00-4)를 선정하였다. Ethylenediamine의 method인 NIOSH-2540를 참조하여 SKC사의 226-30-18을 사용하여 측정하고 분석하였다.

롱다운 플러스유제는 기내 살충제로 C업체 1개 업체에서 사용하는 제품이다. Deltamethrin, N-Methylpyrrolidone, Polyoxy ethylene lauryl ether 3가지 물질로 구성되어 있으며, N-Methylpyrrolidone은 NIOSH-1302을 참조하여 측정, 분석이 가능하였다. 15~25%로 가장 많이 함유되어 있는 물질이다. 나투어킬파프유제은 6가지 성분의 화학물질로 구성되어 있으며 10-14%의 N-Methylpyrrolidone이 분석가능 물질이며, Pyrethrume또한 NIOSH-5008방법으로 측정 및 분석 가능하였다. 그 외 물질에 대한 국내,외 측정 분석방법이 없었다.

CALLINGTON AIRCRAFTPRE-SPRAYINSECTICIDE는 B업체에서 사용하는 기내 살충제로 호주 시드니 출항 시 분사하는 스프레이제로 3가지 물질이 함유되어 있으며 Ethanol과 Permethrin 두 가지 물질의 측정, 분석 방법이 가능하였다. Ethanol은 NIOSH-1400을 참조하였고, Permethrin은 OSHA PV2063의 Cypermethrin의 측정, 분석방법을 참조하였다.



N-METHYL-2-PYRROLIDINONE 1302

C_5H_9NO MW: 99.13 CAS: 872-50-4 RTECS: UY5790000

METHOD: 1302, Issue 1 EVALUATION: PARTIAL Issue 1: 15 January 1998

OSHA: None
NIOSH: None
ACGIH: None
(1 ppm = 4.05 mg/m³ @ NTP)

PROPERTIES: Clear liquid, amine-like odor; d = 1.027 g/mL@ 25 °C; BP = 202 °C @ 760 mm Hg; FP = -24.4 °C; VP = 0.29 mm Hg (0.039 kPa) @ 20 °C; explosive limits = 1.3% to 9.5% (v/v).

SYNONYMS: 1-methyl-2-pyrrolidone, *N*-methyl-γ-pyrrolidone, *N*-methyl-γ-butyrolactone, NMP, 1-methylazacyclopentan-2-one, MP, M-Pyrol

SAMPLING

SAMPLER: SOLID SORBENT TUBE (Coconut shell charcoal, 100/50 mg)
FLOW RATE: 0.05 to 0.2 L/min
VOL-MIN: 0.5 L
-MAX: 125 L
SHIPMENT: Keep cold. Protect from prolonged exposure to light.
SAMPLE STABILITY: 14 days at 5 °C [1]
BLANKS: 2 to 10 field blanks per set

ACCURACY

RANGE STUDIED: not determined
BIAS: not determined
OVERALL PRECISION ($\hat{S}_{rt}$): not determined
ACCURACY: not determined

MEASUREMENT

TECHNIQUE: GAS CHROMATOGRAPHY, NPD or FID
ANALYTE: *N*-methyl-2-pyrrolidinone (NMP)
DESORPTION: 1 mL methylene chloride/methanol (95:5)
INJECTION VOLUME: 1 µL
TEMPERATURE-INJECTION: 250 °C
-DETECTOR: 300 °C
-COLUMN: 60 to 200 °C (10 °C/min)
CARRIER GAS: Helium, 2.4 mL/min
COLUMN: amine capillary, 30 m, 0.32-mm ID, 1-µm film, crossbonded® 5% diphenyl-95% dimethyl polysiloxane
CALIBRATION: solutions of NMP in solvent
RANGE: 0.083 to 25.8 µg/sample (NPD) [1]
0.662 to 2066 µg/sample (FID) [1]
ESTIMATED LOD: 0.02 µg/sample (NPD) [1]
0.3 µg/sample (FID) [1]
PRECISION ($\hat{S}_r$): 0.05 (NPD) [1]
0.01 (FID) [1]

APPLICABILITY: Under the GC parameters given in the method *N*-methyl-2-pyrrolidinone can be identified based upon retention time and quantified.

INTERFERENCES: No specific interferences were identified. However, any compound with a similar retention time may interfere.

OTHER METHODS: This method represents an improvement over an OSHA In-House method for *N*-methyl-2-pyrrolidone [2]. Method 1302 employs a shorter capillary column, improved sensitivity and recovery at lower sample levels, and a choice of two detection systems.

PYRETHRUM 5008

$C_{20}H_{28}O_3$ to $C_{22}H_{30}O_5$ (Table 1) MW: 316.4 to 372.4 (active constituents) CAS: 8003-34-7 RTECS: UR4200000

METHOD: 5008, Issue 2 EVALUATION: FULL Issue 1: 15 May 1985
Issue 2: 15 August 1994

OSHA: 5 mg/m³
NIOSH: 5 mg/m³; Group II pesticide
ACGIH: 5 mg/m³

PROPERTIES: viscous brown resin or solid; VP not significant

SYNONYMS: Active constituents include pyrethrin I and II, jasmolin I and II, and cinerin I and II.

SAMPLING

SAMPLER: FILTER (glass fiber)
FLOW RATE: 1 to 4 L/min
VOL-MIN: 20 L
-MAX: 400 L
SHIPMENT: routine; ship bulk sample separately
SAMPLE STABILITY: at least 1 week @ 25 °C [1]
FIELD BLANKS: 2 to 10 field blanks per set

ACCURACY

RANGE STUDIED: 1.4 to 8.5 mg/m³ [1] (132-L samples)
BIAS: -4.5%
OVERALL PRECISION ($\hat{S}_{rt}$): 0.070 [1]
ACCURACY: ± 13.8%

MEASUREMENT

TECHNIQUE: HPLC, UV DETECTION
ANALYTE: six active constituents of pyrethrum
EXTRACTION: 10 mL acetonitrile; stand 30 min
INJECTION VOLUME: 25 µL
COLUMN: C_{18} reverse phase, 10-µm packing, 25 to 30 cm
MOBILE PHASE: 85% acetonitrile/15% water, isocratic, 1.0 mL/min, room temperature, 2800 kPa (400 psi)
DETECTOR: UV absorption @ 225 nm
CALIBRATION: solutions of pyrethrum in acetonitrile
RANGE: 0.1 to 1.8 mg per sample
ESTIMATED LOD: 0.01 mg per sample
PRECISION ($\hat{S}_r$): 0.040 [1]

APPLICABILITY: The working range is 0.5 to 10 mg/m³ for a 200-L air sample.

INTERFERENCES: Specific interferences have not been studied. Mass spectrometry or gas-liquid chromatography with electron-capture detection may be needed for confirmation [1].

OTHER METHODS: This method is S298 [2] in a revised format. For bulk samples, gas-liquid chromatography with electron-capture detection has been recommended [3]. A modified HPLC method (C_{18} column, programmed methanol/water or acetonitrile, isocratic) has been used [4].

N-Methylpyrrolidone METHOD(NIOSH-1302) | Pyrethrum METHOD(NIOSH-5008)

[그림 3-1] 물질별 공정시험법

3) 노출기준 미설정물질 RfC_{worker} 산출

항공기 측정 유해인자 중 노출기준 미설정 물질 3종에 대한 노출기준 선정을 위하여 RfC_{worker} 값을 산출하였다.

비발암성 물질의 용량-반응을 평가하는 데에는 4가지 방법이 있으며 그중 독성참고치법 (Reference dose, RFD method) 모델을 사용하여 값을 구하였다. 노출기준 미설정 물질 3종에 대한 리스트는 아래 표와 같다.

<표 3-3> 노출기준 미설정 물질 리스트

물질명	CAS. No	CMR 구분	사용업체
Ethylenediamine tetraacetic acid	60-00-4	생식독성 구분 2	A,B,C,D 업체
Deltamethrin	52918-63-5	-	C 업체
Permethrin	52645-53-1	-	A 업체

비발암 물질 RfC_{worker} 산출 방법

1. 흡입독성 자료가 있는 경우
 - $NOAEL_{adj}$ = NOAEL * EF(Exposure factor)
 - 동물실험은 주로 1일 6시간노출, 주5일 안전상태로노출
 - 1일 8시간, 주5일 경작업조건 근로자 노출로 전환
 - RfC_{worker} = $NOAEL_{adj}$ / (UF * MF)

2. 흡입독성 자료가 없는 경우
 - RfD = NOAEL / (UF * MF)
 - RfC_{worker} = (RfD * BW) / IR(호흡률)
 - 근로자 $10m^3$ / 8hr 호흡률(IR) 적용 (경작업시 호흡량)

Ethylenediamine tetraacetic acid, Deltamethrin 두 물질에 대한 독성 자료가 없어 RfC_{worker} 산출이 어렵고 Permethrin은 EPA Intefrated Risk Information System (IRIS)에서 독성자료를 활용하고 미국 ACGIH의 성인 평균 몸무게와 호흡량을 보정하여 값을 환산하였다. 환산 과정은 아래와 같다.

Permethrin RfC_{worker} 산출

1. 흡입독성 자료가 없는 경우

- RfD = $\frac{5mg/kg/day}{100*1} = 0.05mg/kg/day$

- RfC_{worker} = $\frac{0.05mg/kg/day * 70kg}{10m^3/day} = 0.35mg/m^3$

- 근로자 $10m^3$ / 8hr 호흡률(IR) 적용 (격작업시 호흡량)

- ppm환산 = $\frac{0.35mg/m^3 * 24.45m^3}{391.29mg} = 0.022ppm$

2. 살균·살충 소독제 및 청소용 세제 관리에 대한 국내 법 제도

1) 검역법

(1) 검역의 개념 및 목적

검역이란 감염병에 대한 예방 수단으로 공항과 항만 등에서 사람, 항공기, 선박, 자동차, 화물 등을 검사, 격리, 방역하는 등의 위생조치를 취하는 일련의 활동을 의미한다. 중동 호흡기 증후군(MERS), 동물인플루엔자 인체감염증 등 신종 감염병이 지속적으로 발생하고 콜레라 등 전통적 감염병 재출현 등 해외여행이 증가하고 국제교류 활성화 및 기후변화 등으로 국가 간 감염병의 확산 가능성이 증대되고 있다. 이에 따라 국내로 들어오거나 외국으로 나가는 항공기, 선박, 열차, 자동차, 사람 및 화물을 검역하는 절차와 감염병을 예방하기 위한 조치에 관한 사항을 법령으로 규정하고, 수행함으로써 감염병이 번지는 것을 방지하는 것이다.

가. 법령
1) 「검역법」
2) 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률
나. 지침 등
1) 「해외감염병 검역대응 매뉴얼」(2018)
2) 「메르스(MERS) 대응지침」(2017)
3) 「사스(SARS) 관리지침」(2003)
4) 「동물(조류)인플루엔자 인체감염증 검역 대응 지침」(2017)
5) 「신종인플루엔자 대유행 대비·대응 계획」(2011)
6) 「신종인플루엔자 A(H1N1) 예방 및 관리지침」 (2009)
7) 「에볼라바이러스병 대응 지침」(2017)
8) 「라싸열 대응 지침」(2017)
9) 「바이러스성 모기매개감염병 관리 지침」(2017)
10) 「수인성 및 식품매개감염병 관리 지침」(2017)
11) 「검역감염병 정보집」(2017)
12) 「감염병 관리 사업 지침」(2017)

(2) 출입국 검역

검역감염병 등의 예방을 위해 대한민국으로 들어오거나 외국으로 나가는 인체, 동·식물 및 운송수단 등에 대해 검역감염병 등의 병원체 유무를 검사하는 것이다.

검역 감염병
가. 콜레라 나. 페스트 다. 황열 라. 중증 급성호흡기 증후군(SARS) 마. 동물인플루엔자 인체감염증 바. 신종인플루엔자 사. 중동 호흡기 증후군(MERS) 아. 가목에서 사목까지의 것 외의 감염병으로서 외국에서 발생하여 국내로 들어올 우려가 있거나 우리나라에서 발생하여 외국으로 번질 우려가 있어 보건복지부장관이 긴급 검역조치가 필요하다고 인정하여 고시하는 감염병

(3) 검역대상

- 다음의 어느 하나에 해당하는 운송수단과 사람 및 화물은 검역조사를 받아야 한다(규제「검역법」 제6조제1항).

- 대한민국으로 들어오거나 외국으로 나가는 운송수단과 사람 및 화물(운송수단 내의 컨테이너, 운송수단 내 비치용품, 소모용품 및 개인 소지 물품을 포함. 이하 같음) - 범죄의 예방, 수사 업무나 피의자 체포 업무를 수행할 때에 위에 해당하는 운송수단과 접촉한 운송수단과 사람 및 화물

- 위반 시 제재

검역조사를 받지 않고 대한민국으로 들어오거나 외국으로 나간 운송수단을 운행 또는 조종하는 사람이나 운행 또는 조종의 책임자, 사람 화물의 소유자 또는 관리자는 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금에 처함

(4) 항공기 검역조사

항공기의 보건·위생 상태에 대한 경과와 현황, 승객 및 승무원에 대한 검역감염병의 예방관리에 관한 사항, 항공기의 식품 보관 상태 및 화물의 실린 상태, 감염병 매개체의 서식 유무와 번식 상태에 대해 검역조사를 실시하며 항공기 검역조사 대상 항목은 다음과 같다.

<표 3-4>국내 항공기 검역조사 대상 항목

구분	검역조사 내용
항공기	1. 감염병 매개체 서식 여부 등에 대한 점검 : 관능검사 위주로 실시 2. 항공기의 식품 보관 상태 및 조리실 청결 상태 등에 대한 점검 3. 항공기의 검체 채취 및 검사 : 연중(하절기에 강화)에 검역관이 위생상태 확인 후 검체 채취가 필요한 곳에서 분기별 1회 이상 3.1. 콜레라 오염지역에서 최종 출발한 항공기로서 콜레라 감시기간 이내에 도착하는 항공기 3.2. 최근 3개월 이내 입국 항공기 내 감염병원균 검출현황 3.3. 최근 3개월 이내 입국 항공기 내 수인성 감염병 환자 등 발생현황 3.4. 항공기의 종류 및 항공기 내 전반적인 위생상태 3.5. 해외 수인성 감염병 발생 동향 3.6. 그 밖에 검역소장이 필요하다고 인정하는 기준
승무원·승객	1. 발열감시 1.1. 열감지카메라 등을 이용한 체온 발열자 색출 1.2. 건강상태질문서 증상표시자 2. 검체 채취 및 검사 2.1. 건강상태질문서에 설사 등의 증상 표시자 2.2. 37.5℃ 이상의 발영자 중 필요한 경우

(5) 검역조사 결과에 따른 후속조치

검역조사 실시 후 별다른 이상이 없을 시 검역증을 발급받으면 검역조사가 종료되지만, 검역감염병 병원체에 오염되었거나 오염된 것으로

의심되거나 감염병 매개체가 서식하는 것으로 의심되는 경우의 이상발생 시 소독 및 폐기를 실시하여야 한다.

소독업무는 소독업의 신고를 한 업체에서 자격기준을 갖춘 자만이 국내 검역 절차에 따른 소독 기준에 맞추어 실시 할 수 있다. 소독 실시 등의 명령을 이행하지 않거나 그 실시 결과에 대해 검역소장의 확인을 받지 않은 경우 500만원 이하의 벌금에 처해진다.

2) 살생물물질 사전승인, 국내 유통물질 등록 제도

국내 살균·살충 소독제 및 세제와 관련제도는 2019.1.1.일 환경부에서 시행된 「생활화학제품 및 살생물제의 안전관리에 관한 법률」(화학제품안전법)이 있다. 이 법은 생활화학제품의 위해성평가, 살생물물질 및 살생물제품의 승인, 살생물처리제품의 기준 등에 관한 사항을 규정함으로씨 건강 및 환경을 보호하고 공공의 안전을 목적으로 하고 있으며 살생물제품을 사용하기 위하여 살생물물질을 제조 또는 수입하려는 자는 해당 살생물물질에 대하여 환경부장관의 승인을 받아야 하는 제도이다.

2) ‘화학제품안전법’ 하위법령의 주요 내용

□ 국내에 유통되는 기존 살생물물질*은 해당 살생물물질이 사용될 수 있는 살생물제품 유형**에 따라 살균제·살충제는 3년, 목재용 보존제·동물 제거제는 5년, 기타 보존제는 용도별로 8년 또는 10년 이내에 환경부 승인을 받아야 한다.

* ’18.12.31일 이전에 국내에서 유통된 살생물제품에 함유된 살생물물질

** 살균제, 살조제, 살서제, 기피제, 제품보존용 보존제 등의 15개 유형을 분류함

○ 기존 살생물물질의 제조·수입자가 승인 유예기간을 적용받기 위해서는 제조·수입자명, 제조·수입량 등을 2019년 6월 30일까지 환경부에 신고하여야 한다.

○ 그리고, 승인 유예된 기존 살생물물질을 제조·수입하기 위해서는 유예기간 내에 유해성, 효과·효능 등에 대한 안전성을 환경부로부터 승인 받아야 한다.

< 기존 살생물물질의 승인 유예기간 >

승인 유예기간	3년	5년	8년	10년
살생물제품 유형	∘ 살균제 ∘ 살조제 ∘ 살서제 ∘ 살충제 ∘ 기피제	∘ 목재용 보존제 ∘ 기타 척추동물 제거제 ∘ 기타 무척추동물 제거제	∘ 제품보존용 보존제 ∘ 제품표면처리용 보존제 ∘ 섬유·가죽류용 보존제	∘ 건축자재용 보존제 ∘ 재료·장비용 보존제 ∘ 사체·박제용 보존제 ∘ 선박·수중 시설용 오염방지제

- 또한, 살생물제품도 해당 살생물물질의 승인 유예기간이 종료된 날로 부터 2년 이내에 환경부 승인을 받아야 한다.

○ 살생물물질 및 살생물제품을 승인 받기 위해서는 해당 살생물물질 및 살생물제품의 물리·화학적 특성, 유해성·위해성, 효과·효능 등 13종의 자료를 갖추어 국립환경과학원에 승인을 신청해야 한다.

- 국립환경과학원은 승인을 위한 평가의 시작을 신청인에게 통지한 날로부터 살생물물질은 1년 이내, 살생물제품은 6개월 이내 평가서 초안을 작성하여 신청인의 의견을 제출받아 최종 승인하게 된다.

□ 안전확인대상 생활화학제품*으로 지정된 제품은 시험·검사기관으로부터 안전기준 적합확인을 받은 후 30일 이내에 환경부에 제품정보**를 신고해야 한다.

* 위해성이 인정되어 지정·고시되는 생활화학제품으로 현재는 '화학물질등록평가법'의 위해우려제품으로 관리

** △제품명, 제형, 중량·용량·매수, △제품 사진 및 설명서 등 제품정보, △제품에 함유된 모든 물질의 성분, 배합비율 및 용도, △제품의 표시견본 등

○ 환경부는 내년 1월 중에 '생활화학제품 및 살생물제 관리위원회'의 심의를 통해 세정제, 제거제, 세탁세제 등 35개 품목을 안전확인대상 생활화학제품으로 지정하고 품목별 안전기준과 표시기준 준수사항을 고시할 예정이다.

□ 안전확인대상 생활화학제품과 살생물제품은 인체와 환경에 미치는 부정적인 영향에 대한 오해를 일으키지 않도록 법률에서 정한 문구(무독성, 환경친화적) 뿐만 아니라 '무해성', '자연친화적', '인체·동물친화적' 등의 문구를 추가로 사용을 금지했다.

(1) 살생물물질제품 승인절차 구체화(제10조, 제18조, 규칙 제10조, 제21조)

- 살생물물질과 살생물제품의 승인신청 접수, 평가보고서 초안작성, 의견제출기간 부여, 최종승인 통지사항 등을 규정하였다.

(2) 살생물물질,제품 승인 시 제출자료 구체화(영 제10조, 제18조)

- 물질,제품 각각 총 13종의 시험자료와 비시험자료를 제시하고, 시험자료의 세부 시험항목 및 작성방법은 고시로 위임하였다.

<표 3-5>살생물질 및 제품 시험자료 세부 항목

연번	살생물물질	살생물제품
1	신청인 일반정보	신청인 일반정보
2	물질 식별정보 (분자식, 화학적 조성 등)	제품 기본정보 (제품명, 제형, 표준사용량, 유통기한 등)
3	물리·화학적 또는 생물학적 특성 (물리적 위험성 포함)	물리·화학적 또는 생물학적 특성 (물리적 위험성, 제제학적 특성 포함)
4	분류, 표시	분류, 표시 및 포장
5	사용용도 및 노출 정보 (살생물제품유형 포함)	사용용도 및 노출 정보 (살생물제품유형 포함)
6	제조 공정 등	제조 공정 등
7	효과·효능	효과·효능
8	인체 유해성	인체 유해성 (자극성, 과민성, 부식성, 급성독성 한정)
9	환경 유해성	환경 유해성
10	취급 상의 주의사항 및 폐기방법	사용상의 주의사항 및 폐기방법
11	국내·외 사용 및 규제 정보	국내·외 사용 및 규제 정보
12	안전성에 관한 종합자료 (위해성평가 포함)	안전성에 관한 종합자료 (위해성평가 포함)
13	살생물물질이 사용되는 대표예시제품에 대한 자료	제조·보관시설 기준 준수 입증 자료

(3) 살생물제품의 유형 세분화 (규칙 제 9조)

- 사용용도를 기준으로 총 15개 살생물제품의 유형을 제시하였다.

<표 3-6> 사용용도 기준 살생물제품 유형

분류	살생물제품 유형	분류	살생물제품 유형
살균제류 (소독제류)	(1) 살균제	보존제류 (방부제류)	(8) 제품보존용 보존제
	(2) 살조제		(9) 제품표면처리용 보존제
구제제류	(3) 살서제		(10) 섬유·가죽류용 보존제
	(4) 기타 척추동물 제거제		(11) 목재용 보존제
	(5) 살충제		(12) 건축자재용 보존제
	(6) 기타 무척추동물 제거제		(13) 재료·장비용 보존제
	(7) 기피제		(14) 사체·박제용 보존제
		기타	(15) 선박·수중시설용 오염방지제

(4) 기존 살생물물질 승인유예기간 부여 (영 제 14조)

- 원칙적으로 기존 살생물물질이 사용될 수 있는 살생물제품 유형의 일상생활 노출수준을 기준으로 승인유예기간을 부여하고 유,위해성, 국내 제조·수입량, 국내외 사용 및 규제현황 등을 추가로 고려하여 승인유예기간을 일부 조정하였다.



[그림 3-2] 기존 살생물질 승인유예기간

(5) 수입 살생물처리제품 관리 방안 구체화 (영 제 23조)

- 살생물제품에 함유된 살생물물질이 국내 승인받은 살생물제품과 동일하거나, 외국정부의 승인 또는 확인을 통해 안전성이 인정된 살생물제품을 사용한 경우 살생물처리제품의 수입을 허용한다.

(6) 과징금의 산정 및 부과방법 등 (영 제29~31조, 규칙 제38조)

- 불법제품 판매금액(판매 가격X판매량)을 과징금으로 부과하되, 위반행위의 정도를 고려하여 가중하거나 감경한다.

(7) 산업계 제도이행 지원 체계 구축 (영 제 35조, 제37, 규칙 제44조)

가) 정보망을 통한 처리업무 구체화

- 살생물제의 승인 전과정을 전자적으로 처리하고, 생활화학제품에 대한 정보공개 등을 정보망을 통해 처리할 수 있도록 명시한다.

나) 중소기업에 대한 지원 업무 구체화

- 안전확인대상 생활화학제품의 안전·표시기준 준수와 살생물제의 승인을 위한 기술 지원에 대한 근거 마련한다.

3) '화학물질등록평가법' 하위법령 개정주요 내용

화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률(약칭: 화학물질등록평가법)은 화학물질의 등록, 신고 및 유해성, 위해성에 관한 심사·평가, 유해화학물질 지정에 관한 사항을 규정하고, 화학물질에 대한 정보를 생산·활용하도록 하여 환경 및 건강의 보호를 목적으로 하는 법으로 화학제품의 등록 및 평가 등과 관련된 사항을 포함하는 법으로 살생물제 사전승인에 관한 '화학제품안전법' 제정과 관련하여 2019년 1월1일 개정 되었다. 개정사항은 다음과 같다.

□ 국내 유통되는 화학물질 정보를 조속하게 확보하기 위하여 모든 기존화학물질*을 연간 1톤 이상으로 제조·수입하는 자는 유해성과 제조·수입량에 따라 2030년까지 단계적으로 등록해야 한다.

* (기존화학물질) '91.2.2일 전에 국내에서 상업용으로 유통된 화학물질 + '91.2.2일 이후 종전의 '유해화학물질 관리법'에 따라 유해성심사를 받은 화학물질

※ (신규화학물질) 기존화학물질을 제외한 화학물질로, 연간 0.1톤 이상 제조·수입하려는 자는 국내 제조·수입 전에 등록하고, 0.1톤 미만은 신고해야 함



○ 2021년까지는 발암성, 돌연변이성, 생식독성 물질 등 고위험물질(364종 환경부 지정·고시, 2018.12.28. 공포)과 개별업체에서 연간 1천톤 이상 제조·수입하는 다량유통물질*을 우선 등록해야 한다.

* 국내 기존화학물질 유통량의 99.9%를 차지(1천여종 추정)

※ 현재까지는 기존화학물질 중 정부가 지정·고시한 510종 가운데 340종만 등록(기존화학물질 유통량의 9%)되어 대부분의 물질이 유해성 정보 없이 유통

□ 2030년까지 등록될 예정인 기존화학물질 목록과 등록예정자를 파악·관리하고 산업계의 등록을 지원하기 위하여 기존화학물질 사전신고 제도를 도입하였다.

○ 이에 따라, 최근 3년간 기존화학물질을 연간 1톤 이상 제조·수입한 실적이 있고, 향후에도 연간 1톤 이상 제조·수입할 예정인 자는 2019년 6월 30일까지 해당 물질의 제조·수입량, 유해성 분류·표시 등 정보를 화학물질정보처리시스템(kreach.me.go.kr)에 신고해야 한다.

○ 환경부는 신고한 업체에게만 기존화학물질 등록유예기간을 부여하고, 신고한 자의 연락처 등 정보를 같은 물질을 제조·수입하고 있는 자에게 제공하여 같은 물질은 공동으로 등록할 수 있도록 지원할 예정이다.

□ 인체에 위해가 우려되는 물질을 함유하는 제품의 관리와 화학물질 정보전달이 강화됐다.

○ 발암성 물질을 포함하여, 폐, 간, 등에 손상을 일으킬 수 있는 물질과 인체·환경에 축적성·잔류성이 높은 물질 등 672종을 중점관리물질로 지정(환경부 고시, 2018.12.28. 공포)하여 제품 제조·수입자가 해당 물질의 제품 내 사용 용도·양 등을 신고하도록 했다.

※ 신고받은 정보를 토대로 필요 시 위해성을 평가하여 특정용도로 사용을 금지하거나, 원천 제조·수입을 금지하는 등 조치(허가·제한·금지물질 지정)

○ 고위험물질의 정보 공유 확대를 위하여 발암성 물질 등 고위험물질은 명칭, 함량, 유해성 등 정보를 반드시 전달하도록 의무화했다.

- 그 밖에 화학물질은 영업비밀에 해당할 경우 물질명, 함량 등에 대한 정보보호를 요청할 수 있으나, 유해성이 있는 물질은 사전에 환경부장관의 승인을 받도록 했다.

(1) '21년까지 등록하여야 할 암, 돌연변이, 생식독성 이상을 일으키거나 일으킬 우려가 있는 기존화학물질 (환경부고시/신설)

법률 제10조에 따라 사람에 대한 암, 돌연변이, 생식능력 이상을 일으키거나 일으킬 우려가 있는 기존화학물질 총 364종 지정하고 국립환경과학원에서 고시한 물질에 국제기구(국제암연구소)에서 지정·관리하거나 EU에서 제조·수입을 엄격하게 규제하는 물질* 포함하였다.

(2) 중점관리물질의 지정(환경부고시/신설)

법률 제2조에 따라 인체에 대한 위해가 높을 것으로 우려되는 화학물질 총 672종을 지정하였다.

① 사람 또는 동물에게 암, 돌연변이, 생식능력 이상 또는 내분비계 장애를 일으키거나 일으킬 우려가 있는 물질
② 사람 또는 동식물의 체내에 축적성이 높고, 환경 중에 장기간 잔류하는 물질
③ 사람에게 노출되는 경우 폐, 간, 신장 등의 장기에 손상을 일으킬 수 있는 물질
④ 사람 또는 동식물에게 가목부터 다목까지의 물질과 동등한 수준 또는 그 이상의 심각한 위해를 줄 수 있는 물질

국립환경과학원에서 고시한 물질에 국제협약(스톡홀름협약) 및 국제기구(국제암연구소)에서 지정, 관리한 물질과 EU 규제 물질을 포함하였다.

(3) 등록 또는 신고 면제대상 화학물질(환경부고시/개정)

등록 등 면제대상으로 자연에 존재하는 물질에 인력, 기계 등 물리적 압력을 주어 얻은 물질, 인체구성물질(아미노산 등), 숯 등 지정하였다.

<표 3-7>등록 또는 신고 면제대상 화학물질 개정안

현 행	개정안
① 위해성이 매우 낮다는 충분한 정보가 알려져 있는 기존화학물질 [별표1] - 질소, 물, 녹말 등 40종	① **포도당, 녹말 등 화학물질 [별표2]*** - 현행(40종)에 숯, 수처리제용 활성탄 등 4종 추가
② 등록대상기존화학물질로 지정될 가능성이 없는 기존화학물질 [별표2] 1) 불순물, 부산물 2) 퇴비·바이오연료, 수소·산소 3) 자연에 존재하는 물질로 화학적인 구조가 변경되지 않는 물질(광물 등) 4) 천연 자원으로부터 얻은 물질로 화학적인 구조가 변경되지 않는 물질 (식물성·동물성 지방 등)	② **자연존재 물질 등 화학물질 [별표1]*** 1) 현행과 동일 2) 현행과 동일 3) 현행(가~마목)에 '바'목 추가 바. 자연에서 존재하는 물질로부터 인력, 기계 또는 중력을 이용하거나 물에 용해, 부유, 열을 이용한 수분 제거로 얻은 물질 4) 현행과 동일 5) 아미노산 및 그 염류, DNA 또는 RNA를 구성하는 염기 등 인체구성 물질 추가

(4) 기타

가) 신고대상 고분자화합물질(환경부고시/신설)

종전 「유해화학물질 관리법」에서는 유해성심사 면제 대상이었으나, 화학물질등록평가법의 강화된 고분자화합물 관리기준에 따라 신고·관리가 필요한 고분자화합물질*을 고시

나) 자료보호신청서의 작성방법 및 보호자료 관리방법 등에 관한 규정(환경부고시/개정)

구체적인 물질명을 대체하는 총칭명 작성방법을 개선*(EU, 미국 규정 등 참고)하여 신규개발 화학물질명 등에 대한 영업비밀 보호 강화

4) 국외 살균·살충 소독제(살생물제) 관리제도

(1) BPR 제도

유럽연합의 살생물제 관리 및 규제는 2013년부터 시행되고 있는「살생물제의 시장공급과 사용에 관한 유럽연합 규칙」(The Biocidal Product Regulation: BPR)에 의하여 이루어지고 있다.

회원국 간의 살생물제의 자유로운 이동을 용이하게 하고 인간 및 동물의 건강과 환경을 높은 수준에서 보호하기 위해 도입된 제도이며 살생물물질에 대한 허가와 살생물제품에 대한 승인이라는 2단계 절차시스템으로 살생물물질에 대한 더욱 엄격한 통제가 필요하다는 사회적 요구를 반영한 것이라고 볼 수 있다.

BPR의 규제대상은 살생물제품과 처리제품이 해당되며 살생물제품은 유해생물을 제거, 억제하거나 예방할 목적을 가진 하나 이상의 살생물물질을 포함한 물질 또는 혼합물로 살충제 및 살충제에 포함된 기피제 등이 해당된다. 또 처리제품은 하나 이상의 살생물제품과 함께 처리되어 혼합되거나 생산된 모든 물질을 총칭한다.

BPR 부속서Ⅴ는 제품의 그룹 및 유형별로 구분하고 있으며 분류 및 설명은 다음과 같다.

<표 3-8> BPR 부속서Ⅴ에 따른 살생물제 제품유형별 분류

제품번호 및 유형	내 용
그룹 1 : 살균제 살생물 효과를 목적하지 않는 액체세제, 분말세제 및 유사제품과 같은 세정제는 제외한다.	
No. 1 인간의 위생	▪인간의 위생을 목적으로 사용하는 살생물제로 피부나 두피에 적용하거나 접촉하여 소독목적으로 사용되는 것
No. 2 살균제와 살조제 ※인간이나 동물에 직접 사용하지 않는 경우에 해당함	▪식품 또는 사료에 직접 접촉하지 않고 사용되는 표면, 재료, 장비 및 가구를 소독하는데 사용되는 것 ▪공기 및 인간 및 동물의 식수로 사용되지 않는 화학적 화장실, 폐수, 의료폐기물 또는 토양을 소독하는 데 사용되는 것 ▪수영장, 수족관 및 그 외 다른 물의 조류제거 및 건축자재의 복원을 위한 목적으로 사용되는 것 ▪섬유, 직물, 마스크, 도료 및 기타 품목 또는 재료에 포함된 제품으로 살균을 목적으로 하는 제품의 생산을 위해 사용되는 것
No. 3 수의(獸醫) 영역에서 위생	▪소독제, 소독비누, 신체 또는 구강의 위생을 위한 제품이나 향균 기능을 위해 수의분야에서 사용되는 것 ▪동물의 우리 또는 운송에 있어서 관련 재료 및 표면의 소독을 위해 사용되는 것
No. 4 식료품 및 사료영역	▪식료품 및 사료의 제조, 운송, 제장 또는 소비에 사용되는 장비, 용기, 식기, 표면 및배관을 소독하는 데 사용되는 것 ▪식료품과 접촉가능한 물질의 함침(含浸)을 위해 사용되는 것
No. 5 식수	▪인간 및 동물의 식수의 소독을 위해 사용되는 것
그룹 2 : 방부제 달리 정함이 없는 한, 미생물 및 조류의 생성을 방지하기 위한 제품까지도 포함	
No. 6 저장중인 제품을 위한 방부제	▪장기간 보관할 목적으로 미생물에 의한 손상을 방지하기 위해 저장된 완제품(식료품,사료, 화장품 또는 의약품 및 의료용 도구를 제외)의 보존을 위한 목적으로 사용되는 것 ▪저장 또는 사용에 있어 살서제, 살충제 또는 기타 미끼의 보존을 위해 사용되는 것
No. 7 필름 방부제	▪도료, 플라스틱, 밀폐제 및 접착제, 결합제, 제본, 종이, 공예품과 같은 물질의 원래의 표면적특성을 유지하기 위한 목적으로 미생물로 인한 피해 또는 조류의 생성 등을 억제하기 위한 코팅 또는 코팅보호를 위한 제품
No. 8 목재 방부제	▪목재보호를 위한 제품으로 목재균열 또는 미생물 및 곤충의 침해로 품질을 손상시키는것을 억제하기 위해 사용되며, 여기에는 예방 및 치료를 위한 제품을 모두 포함
No. 9 섬유, 가죽, 고무 고분자물질 방부제	▪미생물의 침투를 억제하기 위해 가죽, 고무, 종이, 섬유등과 같은 고분자물질의 보호목적으로 사용하는 것으로 여기에는 물질표면에 미생물 축적을 막아 냄새의 발생을 억제하거나 제거하는 등의 기타, 다른 성질을 갖고 있는 살생물제를 포함

제품번호 및 유형	내 용
No. 10 건축용 자재 방부제	▪유해한 미생물 및 조류의 생성을 억제하기 위해 목재 이이의 석조물, 복잡재료 및 기타 건축용 자재들의 보호를 목적으로 사용하는 것
No. 11 냉각 및 처리시스템에서 액체용 방부제	▪미생물, 조류 또는 홍합과 같은 유해한 미생물의 발생을 막기 위해 냉각 및 처리시스템의물 또는 액체를 보호할 목적으로 사용되는 것으로 수영장의 물 또는 식수의 소독을 위해사용되는 제품은 포함되지 않음
No. 12 점균류 제거제	▪목재 및 종이펄프와 같이 산업공정에 사용되는 재료, 시설 및 구조물위에 생성되는 점균류를 제거하거나 방지할 목적으로 사용되는 것
No. 13 가공 또는 절삭유 방부제	▪금속, 유리 또는 기타 물질을 가공 또는 절삭하기 위해 사용하는 액체에 유해한 미생물의유입을 방지할 목적으로 사용되는 방부제

그룹 **3:** 해충 방제제

No. 14 살서제	▪기피 또는 유인 이외의 다른 방법으로 생쥐, 쥐 및 다른 설치류를 방제하는 데 사용하는것
No. 15 살조제	▪기피 또는 유인 이외의 다른 방법으로 조류를 방제하는 데 사용하는 것
No. 16 무척추동물 및 기생충과 연체동물 방제제	▪다른 제품군에서 다루지 않은 것으로 기피 또는 유인 이외의 다른 방법으로 절제동물,기생충과 연체동물을 방제하기 위해 사용되는 것
No. 17 살어제	▪기피 또는 유인 이외의 다른 방법으로 어류의 방제에 사용되는 것
No. 18 살충제, 살비제 및 그 외 절지동물 방제제	▪기피 또는 유인 이외의 방법으로 곤충류, 거미류, 갑각류 등의 절지동물을 방제하는 데 사용되는 것
No. 19 기피제 및 유인제	▪벼룩과 같은 무척추동물 및 조류, 어류 및 설치류와 같은 척추동물의 기피 또는 유인을위해 사용되는 것으로 여기에는 직·간접적으로 인간의 위생 또는 수의영역에서의 위생을 위해 피부에 직접 닿거나 간접적으로 사용되는 제품을 포함
No. 20 기타 척추동물 방제제	▪기피 또는 유인이외의 방법으로 다른 제품군에 이미 포함되어 있는 척추동물이외의 방제에 사용

그룹 **4:** 그 외 살생물제

No. 21 방오제	▪미생물 및 그보다 높은 식물 및 동물군에 해당하는 오손생물이 선박, 양식장비 및 기타수중에서 사용되는 구조물에 성장하거나 정착하는 것을 억제할 목적으로 사용되는 것
No. 22 방부처리 및 박제용 액체	▪인간이나 동물의 시체 또는 그 일부를 소독하고 보존하기 위해 사용되는 것

(2) 살생물물질 허가

살생물제품이 시장에 출시되기 위해서 살생물물질에 대한 허가를 받아야 한다. 살생물물질에 대한 위해성평가를 실시하여 적합하다고 판단된 물질에 허가를 내주고 그 명단을 작성하며, 명단에 포함된 살생물물질만 살생물제품에 사용할 수 있다.
허가대상에 해당되는 살생물물질은 기존살생물물질과 신규살생물물질로 나누어지며 그 허가 절차에서 차이가 있다.

가. 기존살생물물질
기존살생물물질은 BPR 이전 BPD에 의거 2014년 5월까지 검토프로그램에 따라 평가되었으나 BPR제정 후 그 평가과정이 BPR로 넘겨져 그 마감이 2024년 12월 31일까지로 연장되었다.
BPR 제89조에 의거한 검토프로그램을 중심으로 이루어 지며 신청인이 유럽화학물질청(ECHA)에 신청서를 제출한다. 지정된 회원국의 관할청에서 검토프로그램에 따라 살생물물질의 특성, 용도, 효능 등을 평가한다. 관할청은 허가여부에 대한 관리당국 보고서(Competent Authority Report: CAR)를 작성하고 살생물제위원회(Biocidal Products Committee: BPC)는 제출받은 자료를 바탕으로 살생물물질의 허가, 대체물질의 확인 등의 절차 후 최종 허가여부를 결정한다.

나. 신규살생물질
신규살생물질은 신청은 ECHA에 신청서가 제출되면 평가관리당국에서 제출 서류의 유효성 여부를 판단하고 평가한다. 평가관리당국은 신청인에게 추가정보를 요구할 수 있으며 특별한 경우가 없는 한 180일 내에 정보를 제출하여야 한다. 완성된 평가보고서는 BPC에 제출되며 BPC는 그에 대한 의견서를 작성한다. BPC의 의견을 바탕으로 회원국 간의 의사결정을 통해 최종 허가여부를 결정한다.



[그림 3-3] BPR에 따른 살생물물질 평가 및 허가절차 비교

(3) 살생물제품의 승인

BPR은 승인의 종류로 간이승인, 국내승인, 상호인정, 통합승인 등 4가지를 규정하고 있으며 통상적으로 10년의 승인기간이 허용된다.

가. 간이승인(Vereinfachte Zulassungsverfahren)

간단한 약식절차에 의하여 이루어지는 승인으로 BPR 제25조에 따라 살생물제품에 함유된 물질이 BPR 부속서 I (저위해 살생물물질 목록)에 포함됨과 동시에 부속서에 따른 살생물제품이 위험한 물질과 나노물질을 포함하지 않는 경우 허용되는 승인절차이다.

간이승인은 살생물제품으로서의 기능이 충분하고 그 취급 및 사용에 있어 개인 보호장비를 요하지 않는 경우에만 인정된다. 간이승인을 승인받은 살생물제품은 다른 회원국에서도 별도 승인절차 없이 시장 출시

가 가능하다.

나. 국내승인(Nationale Zulassung)

국내승인은 유럽연합 내 하나의 회원국 국가에서 살생물제를 판매하기 원하는 기업이 그 해당 국가 내에서 거쳐야하는 승인절차이다. 해당 국가의 관할 행정청에서 승인하며 살생물제품을 유통하려는 사업자가 관련 서류가 포함된 신청서를 제출하면 관할행정청에서 협력기관의 도움을 받아 위해성 평가를 실시하며 살생물물질이 유럽연합에서 허가된 물질인지 여부와 효능, 위해성 등을 광범위하게 평가하여 승인여부를 결정한다.

다. 상호인정(Gegenseitigen Anerkennung)

상호인정은 국내승인을 받은 살생물제품을 다른 국가에서도 유통을 원할 때, 이미 승인된 살생물제품을 다른 국가에서 인정해줄 것을 요청하는 승인절차이다. 순차상호인정과 동시상호인정이 있으며 순차상호인정은 이미 기존 회원국이 승인한 살생물제품을 다른 회원국에 판매하기 위한 신청이며, 동신상호인정은 승인절차가 끝나지 않은 살생물제품을 절차가 완료됨과 동시에 다른 회원국에서도 판매가 가능하도록 신청하는 절차를 말한다.

라. 통합승인(Unions Zulassungen)

통합승인은 유럽연합 차원의 1회의 승인으로 유럽연합 내 모든 국가에서 국내승인을 받은 것과 동일한 권리와 의무를 주는 승인을 말한다. 2013년 BPR이 시행됨으로써 새로 도입된 승인유형이다. 통합승인을 받을 수 있는 살생물제의 신청기간과 신청가능여부는 그 제품유형에 따라 달라진다.

5) 산업안전보건법 해당물질 및 관리방안

청소작업 시 사용하는 화학물질에 대한 유해성●위험성을 조사결과 N-Methylpyrrolidone은 심한 눈 손상성/눈 자극성 구분2, 생식독성 구분1B, 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) 있었다.

Ethylenediamine tetraacetic acid은 심한 눈 손상성/눈 자극성 구분2, 생식독성 구분2, 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분1, 만성 수생환경 유해성 : 구분2가 있었다. Propylene Glycol 자료가 없었다. Ethanol은 인화성 액체 : 구분2, 심한 눈 손상성/눈 자극성 구분2, 발암성 구분1A 이다. Permethrin은 급성 독성(경구): 구분4, 생식세포 변이원성: 구분2, 급성 수생환경 유해성: 구분1, 만성 수생환경 유해성: 구분1 이다. Deltamethrin은 급성 독성(경구): 구분2, 급성 독성(경피): 구분4, 급성 독성(흡입: 분진/미스트) 구분4, 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2. 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취작용), 급성 수생환경 유해성: 구분1이다. Pyrethrum은 급성 독성(경구): 구분4, 급성 독성(경피): 구분3, 급성 독성(흡입: 증기): 구분3, 피부 과민성: 구분1, 급성 수행환경 유해성: 구분1 이다. Xylene은 인화성 액체: 구분2, 피부 부식성/피부 자극성: 구분2, 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2, 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취작용), 특정표적장기 독성(1회노출): 구분3(호흡기계 자극), 흡인 유해성: 구분1이다. Ethyl Benzene은 인화성 액체: 구분2, 급성 독성(흡입: 증기): 구분4, 피부 부식성/피부 자극성: 구분2, 발암성: 구분2, 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극), 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2, 흡인 유해성: 구분1이다.

청소작업의 특성상 노출빈도가 많은 피부, 눈 노출을 중심으로 확인하였다. Propylene Glycol, Permethrin을 제외한 모든 물질에서 심한 눈 손상/ 눈 자극성, 급성독성<경피>, 피부 부식/ 피부 자극성이 존재하였으며 이는 청소작업 시 피부 노출이 가능하다는 것을 볼 수 있다. 이에

청소노동자들은 청소시 피부 노출이 되지 않도록 보호구 착용을 하여야 하며 관련 법적 사항은 다음과 같다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제451조(보호복 등의 비치 등) 1항에 따르면 사업주는 근로자가 피부 자극성 또는 부식성 관리대상 유해물질을 취급하는 경우에 불침투성 보호복•보호장갑•보호장화 및 피부보호용 바르는 약품을 갖추어 두고, 이를 사용하도록 하여야 한다고 명시되어있다. 현재 항공기 청소용품의 화학물질을 보면 피부 자극성을 일으키는 물질이나 피부 흡수가 되는 화학물질(Deltamethrin, Pyrethrum, Xylene, Ethyl Benzene)이 포함이 되어있어 노동자들에게 알맞은 보호구를 지급하여 착용하도록 하여야 한다.

<표 3-9> 평가대상인자의 유해성 • 위험성

	N-Methylpyrolidone	Ethylenediamine tetraacetic acid	Propylene Glycol	Ethanol	Permethrin	Deltamethrin	Pyrethrum	Xylene	Ethyl Benzene
심한 눈 손상성 / 눈 자극성	구분2	구분2	해당없음	구분2	해당없음	해당없음	해당없음	구분2	해당없음
급성독성<경피>	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	구분4	구분3	해당없음	해당없음
피부 부식성 / 피부 자극성	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	구분2	구분2

항공기내 청소작업은 에어컨 및 Air Condition Truck을 통한 강제환기나 비상구를 개방하여 환기하는 전체환기 2가지 방법이 있다. 산업안전보건 기준에 관한 규칙 제559조에 나오는 고열작업에 항공기 청소는 해당하지 않지만 측정 당시 하절기 특성상 강제환기를 하고 있지 않았고 비상구 하나만을 개방하여 전체환기를 실시하고 있었다. 소형 항공기 내부 온도는 WBGT측정 최고값 27.6℃가 측정되었고 평균온도가 26℃로 높은 편에 속하였다. 산업안전보건기준에 관한 규칙 제 560조(온도●습도조절)는 사업주가 고열·한랭 또는 다습작업이 실내인 경우에 냉난방 또는 통풍 등을 위하여 적절한 온도·습도 조절장치를 설치하여야 한다라는 조문과 산업안전보건기준에 관한 규칙 제 561조(환기장치의 설치 등) 사업주는 실내에서 고열작업을 하는 경우에 고열을 감소시키기 위하여 환기장치 설치, 열원과의 격리, 복사열 차단 등 필요한 조치를 하여야 한다라고 명시되어 있다.

항공기내 청소작업시 강제환기(항공기 에어컨, Air Condition Truck)를 가동하거나 비상구 하나만을 개방하는 것이 아니라 비상구 전부를 개방하여 항공기내 온도를 낮춰 적정온도로 유지할 필요성이 있다. 고용노동부 고시 제2018-62호를 보면 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준이 명시되어 있으며 고온의 노출기준은 다음 표와 같이 나와 있다.

<표 3-10> 고온의 노출기준

작업강도 / 작업휴식시간비	경작업	중등작업	중작업
계 속 작 업	30.0	26.7	25.0
매시간 75%작업, 25%휴식	30.6	28.0	25.9
매시간 50%작업, 50%휴식	31.4	29.4	27.9
매시간 25%작업, 75%휴식	32.2	31.1	30.0

각 업체에서 사용하는 화학물질 MSDS를 토대로 화학적인자에 대한 법적 사항은 아래 표와같다. 산업안전보건법적으로는 작업환경측정, 특수건강검진, 특별관리대상물질, 관리대상물질, 금지대상물질, 허가대상물질을 조사하였다. 작업환경측정, 특수건강검진, 관리대상물질에 포함되는 물질은 Xylene과 Ethyl Benzene이 있었으며 다른 물질들은 해당되지 않았다. 작업환경측정(산업안전보건법 제42조 작업환경측정 등)은 6개월에 1회 작업환경측정을 실시해야하며 특수건강검진(산업안전보건법 제43조 건강진단)은 Xylene, Ethyl Benzene 두 물질 모두 배치 후 첫 번째 특수건강진단을 6개월 이내로 하여야 하며 그 후 주기는 12개월에 1회로 진행하여야 한다. 관리대상물질(산업안전보건법 시행규칙 제81조)에도 해당되기 때문에 유해인자 노출실태를 조사하여야 한다. CMR물질로는 N-Methylpyrrolidone, Ethylenediamine tetraacetic acid, Ethanol, Permethrin, Ethyl Benzene이 해당되지만 현재 살충, 살균제에 함유되있는 물질인N-Methylpyrrolidone, Ethylenediamine tetraacetic acid, Permethrin은 아무런 법적 제제가 없어 보건관리상 문제가 발생될 수도 있다.

<표 3-11> 평가대상인자의 법적관리사항

물질명 / 법적대상	N-Methylpyrrolidone	Ethylenediamine tetraacetic acid	Propylene Glycol	Ethanol	Permethrin	Deltamethrin	Pyrethrum	Xylene	Ethyl Benzene
작업환경측정	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	○	○
특수건강검진	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	○	○
관리대상물질	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	○	○
특별관리물질	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음
금지대상물질	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음
허가대상물질	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음	해당없음
유독물질	○	해당없음	해당없음	해당없음	○	○	해당없음	○	○
살생물제	자료없음	자료없음	자료없음	자료없음	○	○	○	자료없음	자료없음
CMR구분	생식독성1B	생식독성2	해당없음	발암성1A	변이원성2	해당없음	해당없음	해당없음	발암성2

3. 항공기 특성조사

집중청소 업체 4곳의 7개 항공사 와 11개의 항공기종에 대한 정보를 조사하였으며 ⓐ항공과 ⓒ항공의 보유기종은 A380-800, B747-400 , B747-8I, B777-300E, A330-300, B737-800 6종의 항공기종을 ⓑ항공과 ⓔ항공, ⓓ항공의 보유기종은 A380-800, B747-400, B777-200ER, A330-300, A350-900, B767-300, A321-200, A320-200 8종의 항공기종이 있다. 또 저비용항공사인 ⓕ항공과 ⓖ항공은 B737-800 1가지의 항공기종을 보유하고 있다. 각 업체별 항공기특성은 다음 표와 같다.

<표 3-12> 청소업체별 항공기 특성조사 목록

항공사별 청소업체	항공기종	모델명	보유수	분류	비고
A업체	A380	A380-800	10	대형(2층)	ⓐ항공
	B747	A747-400	2	대형(2층)	
	B747	A747-8I	10	대형(2층)	
	B777	B777-300ER	10	대형	
	A330	A330-300	29	중형	
	B737	B737-800	31	소형	ⓒ항공
B업체	A380	A380-800	6	대형(2층)	ⓑ항공
	B747	B747-400	2	대형(2층)	
	B777	B777-200ER	9	중형	
	A330	A330-300	15	중형	
	A350	A350-900	9	중형	
	B767	B767-300	7	중형	
	A321	A321-200	16	소형	ⓓ항공
	A320	A320-200	7	소형	ⓔ항공
C업체	B737	B737-800	26	소형	ⓕ항공
D업체	B737	B737-800	42	소형	ⓖ항공

항공기의 길이로 대중소로 분류할 수 있는데 길이가 70m 이상의 항공기를 대형, 50 ~ 70m 항공기를 중형, 50m 이하를 소형으로 분류 할 수 있다. 대형기는 A380, B747 과 B777-300ER 모델에 해당하고, 중형기 B777-200ER, A330, A350, B767 해당하고, 소형기는 B737, A321, A320 해당한다.

B777-300ER을 제외한 대형의 항공기종은 2층 구조를 갖고 있다. 대형기중 ⓑ항공 A380-800이 좌석수 495석, 화장실수 17, 비상구수 16, 주방수 16으로 가장 많았다. 중형기중 좌석수는 B항공 A350-900이 311석으로 가장 많았고, 화징실수는 ⓑ항공 B767-300을 제외한 항공기가 8개로 많았고, 비상구수는 모든 기종이 8개로 동일하였고, 주방수는 ⓑ항공 A350-900이 10개로 가장 많았다.

소형기중 좌석수는 ⓑ항공 A321-200이 174석으로 가장 많았고, 바상구수는 모든 기종이 8개로 동일하였고, 주방수는 ⓐ항공 B737-800이 5개로 가장 많았다. 각 항공기의 특성조사표는 다음과 같다.

4. 업체별 청소작업 특성조사

1) A업체

(1) 사업일반현황

사업장명	A업체		
소재지	인천시 중구		
조사일	2019년 5월22일 ~ 2019년 6월21일		
대상 항공사	ⓐ항공 ⓒ항공	**대상 항공기종**	대형기- A380, B747, B777 중형기- B767, A330, A350 소형기- B737, CS300
위생시설	휴게시설, 세면, 목욕(공항 내), 탈의시설		
인원	총 98 명 주간작업인원 총58명(일일 작업인원 30-35명, 여) 야간작업 총21명(일일 작업인원 13~15명, 남)		

(2) 화학물질 사용실태

공정	인원	제품명	월취급량 (kg, l/월)	성분명	함유량	용도
소독 작업 (타업체 수행)	15명	엠디-125	600 L	80%Chloro-n-alkyldimethylethylbenzylammonium • Chloroalkylbenzyldimethylammonium(1:1)liquid	0.063 ~ 0.077	기내 살균제
				Sodium carbonate	0.0001 ~ 0.02	
				Alcohol ethoxylated	0.0001 ~ 0.03	
				Ethylenediamine tetraacetic acid	0.0001 ~ 0.02	

공정	인원	제품명	월취급량 (kg, l/월)	성분명	함유량	용도
소독 작업 (타업체 수행)	15명	엠디-125	600 L	Spearmint, ext.	0.0001 ~ 0.1	기내살균제
				C.I. Pigment Blue 1	0.0001 ~ 0.1	
				Pigment Red 2	0.0001 ~ 0.1	
				Water	0.063~ 0.077	
		나투어 킬파프 유제	15L	피레트럼	4%	기내살충제
				피페로닐부톡시드	7-11%	
				폴리옥시에틸렌피마자유	10-15 %	
				폴리옥시에틸렌리우릴에테르	14-19 %	
				N-메틸피롤리돈	10-14 %	
				디옥탈말레산염	40-45 %	
		CallingtonTopOf Descent 100grams	45kg	페노트린	2%	기내살충제 (필리핀, 호주, 뉴질랜드)
				propellant, as HFC	>60%	
		레전드 겔	1.1kg	디노테퓨란	2%	기내식독제
				글리세린	13~23 %	
				이산화규소	1~6.5 %	
				올레산	1~7.2 %	
		CallingtonlShot Aerosol InsecticideforCargoHold	112.5kg	페노트린	2%	화물칸 살충제
				시안화칼륨	2%	
				propellant, as HFC	>60%	

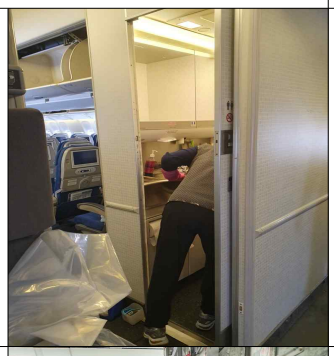
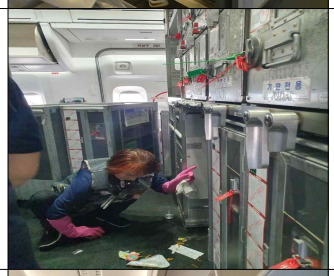
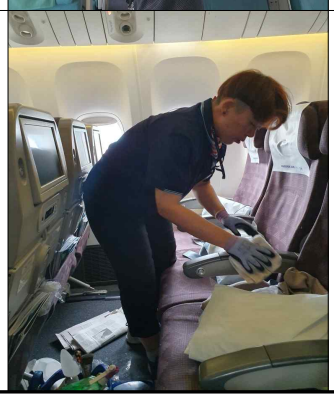
공정	인원	제품명	월취급량 (kg, l/월)	성분명	함유량	용도
집중 청소 A업체	30-35명	현대 물파스	소량	에탄올	베이스 물질	잉크 제거
				글리시레틴	50mg/100mL	
				살리실산메틸	3g/100mL	
				초산토코페롤	100mg/100mL	
				클로르페니라민말레산염	100mg/100mL	
				DL-캄파(DL-Camphor)	8g/100mL	
				L-멘톨(L-Menthol)	7g/100mL	

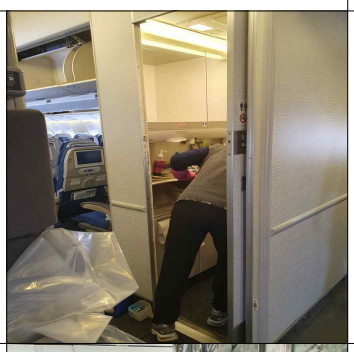
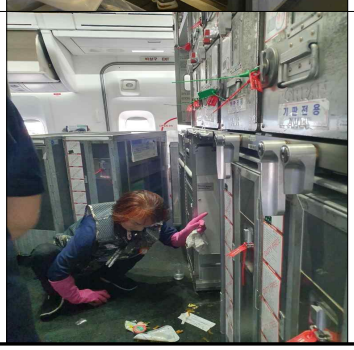
(3) 작업현황

작업인원 및 시간: 집중청소 작업은 주간과 야간조로 구성이 되어 있으며, 인천공항을 기준으로 주간작업인원 총58명(일일 작업인원 30~35명), 야간작업 총21명(일일 작업인원 13~15명), 김포공항 총 14명 (일일작업인원 9~11명) 으로 구성되어 있다. 주간작업의 경우 여성작업자가 야간작업은 남성작업자가 근무하고 있다. 주간 조를 기준으로 오전 9시부터 오후 6시까지 8시간 작업하며 화물청사의 조업대기실에 출근하여 9시 정각 작업장으로 이동한다. 오후 13시부터 14시까지 점심식사 시간이다. 항공기 1대 청소 시 1시간에서 1시간 30분 소요되며, 항공기의 크기, 항공기 내 투입인원, 청소작업 부위 따라 변수가 많아 단위장소별 인원수의 파악은 불가능하며 한 작업자가 한 개 부위를 전담하지 않는다. 평균적으로 1일 7대의 항공기를 청소 작업한다.

작업 세부사항: 항공기 전체를 통합조업시스템(TOSS)에서 관리하며 작업계획서는 하루전 A업체 사무실에서 작성하여 ⓐ항공 객실정비팀에 보고하고 계획서대로 청소작업이 실시되며, 시간이 남을 경우 작업지시사항 외의 미비한 부분을 청소하기도 한다. 작업이 끝나면 다음 청소항공기로 버스를 타고 이동한다. 작업계획서에는 작업부위가 기입되어 있으며, 항공기 스케쥴과 ⓐ항공의 정비사항에 따라 계획이 바뀌기도 한다. 작업계획서에는 대상항공기, 작업부위(화장실, 주방, 선반, 좌석, 벽면, 천정) 및 주기, 항공기 입, 출항 관련 사항이 기제 되어 있다. 각 작업자는 각 위치에 배치되어 청소 작업을 하며 주요 작업부위 중 시트, 화장실은 주기(15일)가 짧아 청소 빈도가 높았다. 일반적으로 집중청소 작업 시 분무기에 물을 담아 분무하며 수건, 매직블럭(스펀지)를 사용하여 문지른다, 시트나 식탁 등의 부위에 볼펜자국을 지우기 위하여 간헐적으로 물파스를 사용하기도 하며, 화장실 청소작업시 간헐적으로 물에 희석한 락스(물:락스 비율 30:1)를 사용하며 그 외의 작업에서는 세제는 사용하지 않는다.

(4) 집중청소

작업명		세부 청소방법	청소 주기	인원
화장실		화장실 내부청소의 천정, 벽면, 거울, 세면대, 화장품 Holder, 변기 및 변기주위와 화장실 벽면, 바닥을 청소한다. 수건이나 매직블럭을 사용하여 닦는 작업이다. 화장실 1곳의 청소시간은 15~25분 소요된다.	15일	항공기 기종 및 작업부위에 따른 변동
주방		주방 선반 및 오븐 내·외부의 쓰레기 및 바닥을 청소하는 작업으로 주방 청소작업은 30-40분 소요	30일	
선반		선반청소는 개인 말비계(사다리)를 사용하여 항공기 천정부분에 위치한 선반의 내부와 외부를 물을사용하여 수건으로 닦는다. 청소시간은 40-50분(대형기 기준)소요	30일	
좌석		항공기 집중청소에서 가장 많은 인원이 투입되는 작업으로 좌석과 모니터, 팔걸이, 테이블 등의 청소작업을 한다. 수건과 매직블럭을 사용하여 청소하며, 항공기 1대당 1시간20분 (대형기 기준)의 작업시간이 소요	15일	

작업명		세부청소방법	청소 주기	인원
벽면		항공기의 양쪽 벽면청소 작업으로 매직블럭과 수건을 사용하여 벽면을 닦는다. 작업시간은 40-50분 소요된다.	45일	항공기 기종 및 작업부위에 따른 변동
천장		항공기 천장부분의 청소 작업으로 말비계(사다리)에 올라가 천장부분을 매직블럭, 수건으로 닦는 작업이다. 작업 시간은 40-50분 소요된다.	45일	

(5) 살균·살충 소독작업 (살균업체)

A업체는 집중청소 업체로 살균·살충 소독작업은 타 살균업체에서 담당하고 있다. 살균·살충 소독작업은 청소작업이 종료된 항공기를 A 살균업체의 근무인원은 총15명으로 4조 3교대 근무하고 있으며, 조당 2명이다. 작업방법은 살균, 살충제를 분무소독으로 작업하며 보통 비행기당 1명이 작업하며 대형기일 경우 2명이 투입한다. 항공기 1대당 30분정도 소요되며 살균과 살충작업의 차이는 없다.

엠디-125의 경우 제품 자체가 희석이 된 제품으로 그대로 사용하며, 나투어킬파프유제의 경우 바퀴벌레 출몰 시 물:제품(100:1), 파리 출몰 시 물:제품(450:1), 모기 출몰 시 물:제품(500:1)로 희석하여 사용하였다. Callington Top Of Descent100grams은 특정노선인 호주노선 등의 작업 시 사용하며 제품의 희석 없이 그대로 사용한다.

(6) 작업스케줄표

일자	대상 항공기	기종	작업 부위						소독일		측정일별 평균 살충, 살균일
			화장실	주방	선반	좌석	벽면	천장			
6월25일	7533	B777	○			○			살균	2019-06-22	평균 살균일: 18일 평균 살충일: 11일
									살충	2019-06-04	
	7612	A380	○			○			살균	2019-06-11	
									살충	2019-06-10	
	7204	B777	○			○			살균	2019-06-11	
									살충	2019-06-12	
	7461	B744	○			○			살균	2019-06-17	
									살충	2019-06-04	
	7584	A330	○			○	○		살균	2019-06-07	
									살충	2019-06-05	

일자	대상 항공기	기종	작업 부위						소독일		측정일별 평균 살충, 살균일
			화장실	주방	선반	좌석	벽면	천장			
6월26일	7530	B777	○			○	○		살균	2019-06-25	평균 살균일 : 14일 평균 살충일 : 10일
									살충	2019-05-30	
	7612	A380			○				살균	2019-06-11	
									살충	2019-06-10	
	7783	B777				○			살균	2019-06-10	
									살충	2019-06-24	
	7644	B748	○	○	○	○	○	○	살균	2019-06-14	
									살충	2019-06-16	
	7575	B777	○	○		○	○		살균	2019-06-24	
									살충	2019-06-13	
	8025	A330	○	○		○			살균	2019-06-21	
									살충	2019-06-07	
6월27일	7526	B777	○	○					살균	2019-06-18	평균 살균일 : 9일 평균 살충일 : 9일
									살충	2019-06-24	
	7721	B777	○	○		○			살균	2019-06-23	
									살충	2019-06-18	
	8217	B777	○	○			○		살균	2019-06-13	
									살충	2019-06-12	
	7621	A380	○	○	○	○	○	○	살균	2019-06-20	
									살충	2019-06-20	

집중청소 작업 시 사용 화학물질이 없는 A업체의 노출 화학물질은 ⓐ항공의 살균, 살충업체인 타 살균업체의 사용물질을 조사하여 잔류한 소독제 성분을 조사하였고 엠디-125의 Ethylenediamine tetraacetic acid, 나투어킬파프유제의 N-Methylpyrrolidone, Pyrethrume 세 가지 살충, 살균제 성분 물질을 선정하여 잔류 살균·살충 소독제를 평가하였고, 항공기 내에서 취급 화학물질 평가로는 물파스 성분인 Ethanol과 미세먼지(TSP, PM10, PM2.5, PM1), 온열(WBGT), 일산화탄소, 이산화탄소, 이산화질소, 오존, 온, 습도를 직독식 장비로 지역측정하였고, 혼합 유기화합물 중 Benzene, Toluene, Xylene, Ethyl Benzene, Ethanol을 선정하여 개인 및 지역시료 측정하였다. 생물학적 인자(부유세균 및 진균)을 지역시료 측정하였다. 대상 물질 및 측정건수는 다음과 같다.

<표 3-13> A업체 측정인자

물질명		측정 방법	측정 건수
생물학적 인자	바이오 에어로졸 (부유세균, 부유진균)	지역	48
소독제 잔류농도평가	Ethylenediamine tetraacetic acid	개인/지역	45
	N-Methylpyrrolidone	개인/지역	45
	Pyrethrume	개인/지역	45
취급물질 노출평가	혼합유기화합물 (Benzene,Toluene, Xylene, Ethylbenzene)	개인/지역	30
	Ethanol	개인/지역	30
	미세먼지 (TSP, PM10, PM2.5, PM1)	지역	36
	CO, CO_2, O_3, NO_2, 온,습도, WBGT	지역	36

A업체의 측정은 6월 25일부터 27일까지 3일간 실시하였으며, 각 인자에 대한 개인 및 지역시료 측정을 실시하였다. 집중청소 업체 중 유일한 주간근무 업체로 대상 항공기는 대형기(70M이상), 중형기(50M이상~70M미만), 소형기(50M미만)으로 설정하였으나 예비조사 결과 A업체는 작업 시 하루 7대의 항공기를 이동하며 청소하고 기종구분이 없이 ⓐ항공의 정비팀의 작업계획에 따라 청소작업 항공기가 선정되기 때문에, 항공기 크기분류에 따른 분류는 불가능하여 작업자의 작업 항공기를 따라 이동하며 개인 및 지역시료 측정하였다.

오전8시 인천화물청사의 A업체 사무실에서 측정 시료 및 장비를 준비하여 8시 30~50분 사이 개인 시료채취펌프를 착용하였다. 집중청소 작업인원은 35명 이었으며 1일 10명의 작업자에 개인 시료채취펌프를 조끼에 넣어 장비를 작동하였다. 개인 시료측정펌프는 장비의 무게와 작업 시 불편함을 고려하여 1인이 장비하나를 착용하였다. 3일간 Ethylenediamine tetraacetic acid와 N-Methylpyrrolidone 장비 5명, Pyrethrume 측정장비 5명이 오전 8시 50분 전까지 착용하였고 착용 후 각 작업장소로 이동하였다.

항공기 탑승을 위해서 출입 신청을 하였고 1터미널에서 출입허가 후 장비검색을 받는다. 이동 시간과 검색시간 등으로 인하여 항공기 까지 이동에는 1시간여의 시간이 소요되었다. 그 시간으로 인하여 두 번째 청소항공기부터 지역 시료측정을 하였다. 청소 항공기에 들어가면, 지역시료장비를 앞, 중앙, 뒤 지역 곳곳에 측정 장비를 설치하였고, 2층이 있는 항공기인 A380, B747 등의 항공기에는 2층에도 장비를 분배하여 설치하였다. 설치 후 직독식 장비를 사용하여 온열, 미세먼지, 일산화탄소, 이산화탄소, 오존, 이산화질소, 온도, 습도, 총 부유세균과 진균을 측정하였다.

각 항공기의 청소작업 시간은 크기에 따라 차이가 있으나 약 1시간에서 1시간 30분가량 소요되며, 각 항공기 마다 작업부위를 작업 지시서에 정하여 작업 사항의 차이가 크다. 예로 어떤 항공기는 화장실과 좌

석부위만 작업이 있는 반면, 다른 항공기는 6가지 부위 모두 청소하도록 지시되어 있기도 하였다. 담당자에 문의결과 작업자는 정해져있는 작업부위가 정해진 것이 아니며, 항공기의 크기나 시간에 따라 인원수 변화가 커 부위별 인원이나 청소시간을 설정하기는 어려웠다. 항공기가 작은 경우 인원을 나누기도 하고, 각 항공기마다 차이도 있지만 측정 항공기의 정비사항, 그날의 날씨 차이에 따라 작업환경이 변하기도 하였다. 특히 정비 상황에 따라 에어컨 작동이 늦어지기도 하는 등 여름철 더운 날씨로 인한 실내온도 변화 등 에어컨 가동 여부에 따른 온도차에 대한 작업부하가 커 보였고 에어컨 가동이 불가능할 경우 항공기 청소순서를 변경하기도 하였다.

집중청소 중에는 일반청소 작업 시 작업이 겹치기도 한다. 좁은 항공기 내에서 집중청소작업 중 잡지를 교체하고 헤드커버를 교체, 진공 청소작업 등의 작업을 하였다. 쉬는 시간은 따로 정해져 있지는 않으며, 다른 항공기로 이동 시나 작업 중 시간의 여유가 생기면 개인이 시간을 고려하여 휴식시간을 가졌다.

점심시간은 1시부터 2시까지이며 오후 6시까지 집중청소 작업을 하였다. 측정은 오후 4시에서 4시 30분에 개인시료 측정용 조끼를 회수하였으며, 같은 시간 지역시료측정 장비도 회수하고 측정을 종료하였다. 살균·살충제의 잔류농도 확인을 위하여, 각 측정일별 살균·살충일의 평균일 확인하였으며, 25일평균 살균 18일, 살충 11일, 26일평균 살균 14일, 살충 10일, 27일평균 살균 9일, 살충 9일로 살균, 살충일 계산 시 27일 청소 항공기가 가장 최근에 살균·살충작업을 실시한 항공기로 조사되었다.

2) B업체

(1) 사업일반현황

사업장명	B업체		
소재지	인천광역시 중구		
조사일	2019년 5월 6일 ~ 2019년 5월 31일		
대상 항공사	ⓑ항공 ⓓ항공 ⓔ항공 18개 외항사	**대상 항공기**	대형기-A380, B747, B777 중형기-B767, A321, A320, A330, A350 소형기-B737
위생 시설	휴게시설, 세면, 목욕(공항 내), 탈의시설		
인원	총원 313명(남:78/여:235) 여성선반 클리닝팀(총 235명, 팀장 1명, 행정1명) 남성 선반장비팀(총 78명, 팀장1명, 행정1명)		

(2) 화학물질 사용실태

공정	인원	제품명	월취급량 (kg, l/월)	성분명	함유량	용도
소독 작업	2명	엠디-125 (MD-125)	25 L	80%Chloro-n-alkyldimethylethylbenzylammonium • Chloroalkylbenzyldimethylammonium(1:1)liquid	0.063~0.077	기내 살균제
				Sodium carbonate	0.0001~0.02	
				Alcohol ethoxylated	0.0001~0.03	
				Ethylenediamine tetraacetic acid	0.0001~0.02	
				Spearmint, ext.	0.0001~0.1	

공정	인원	제품명	월취급량 (kg, l/월)	성분명	함유량	용도
소독 작업	2명	엠디-125 (MD-125)	25 L	C.I. Pigment Blue 1	0.0001 ~ 0.1	기내 살균제
				Pigment Red 2	0.0001 ~ 0.1	
				Water	0.063 ~ 0.077	
		나투어킬 파프유제	600 mL	피레트럼(피레트린엑스)50%	4%	기내살충제
				피페로닐부톡시드	7-11%	
				폴리옥시에틸렌피마자유	10-15%	
				폴리옥시에틸렌리우릴에테르	14-19%	
				N-메틸피롤리돈	10-14%	
				디옥탈말레산염	40-45%	
		CALLINGTON AIRCRAFT PRE-SPRAY INSECTICIDE	8L	1,1,1,2-테트라플루오로에테인	65-75	기내살충제 (필리핀, 호주, 뉴질랜드)
				HFC 134A 추진체	영업비밀	
				에탄올	10-18	
				퍼메트린	2	

(3)작업현황

작업인원 및 시간:

ⓑ항공의 자회사로 ⓑ항공과 ⓔ항공, ⓓ항공 등 국내 대형항공사와 저비용항공사 및 18개 외항사의 일반 및 스페셜 클리닝, 소독업무를 하고 있다. B업체 인천지점은 총원 313명으로 여성 선반 클리닝팀과 남성 선반 장비팀으로 나뉜다.

여성선반 클리닝팀은 일반청소 작업으로 235명 오전 5개조, 오후 8개조, 심야 3개조로 운영되며, 오전, 오후, 심야 근무로 근무시간이 변경되지 않는다. 남성 선반팀은 총원 78명으로 버큠작업자 35명, 쓰레기수거 15명, 심야작업자 25명이다. 심야작업자중 15명이 집중청소작업자 이며, 심야 근무만 한다. 심야 집중청소는 15명이 근무하고 있다.

작업세부사항(집중청소):

집중청소는 1개조로 관리자 3명, 집중청소 5명, 버큠작업자 6명으로 구성되어 있다. 오전 1시에서 2시 사이 식사시간 후 관리자 2명, 스페셜클리닝 작업자 12명이 작업하며, 화장실과 주방작업 마무리 후 좌석부위를 중점적으로 벽면, 천정등의 청소작업을 한다.

사무실에 출근하여 10시에 작업준비를 하고 클리닝 지시에 따른 항공기 위치로 승합차를 타고 이동한다. 항공기 1대 청소 시 약 5시간 소요된다. ⓑ항공 정비팀의 작업 지시사항대로 청소작업이 실시되며, 시간이 남을 경우 작업지시사항 외의 미비한 부분을 청소하기도 한다.

4시 이후는 ⓑ항공기의 작업 종료 후 외항사의 스페셜 클리닝 작업을 한다. 7-8월은 화장실과 주방 청소작업을 중심으로 실시하며, 작업이 끝날 시 그 외 좌석, 천장, 벽면, 선반 등의 미비한 부분을 작업한다. 작업지시사항은 메일로 주고받고 있으며 체크리스트에 우선순위를 부여하여 신경써야할 장소 및 작업방법을 표기하였다. 메일은 주 1회정도의 주기로 전달받고 있으며, 항공기 번호와 기종, 날짜, 습식(스팀)작업 실시여부와 외부세척 실시여부가 기입되어 있다. 작업자는 각 위치에 배치되어 청소 작업을 하며 주요 작업부위는 지시 사항과 같은 화장실과 주방이었다. 일반적으로 집중청소 작업 시 분무기에 물을 담아 분무하며 수건, 매직블럭(스펀지)를 사용하여 문지른다, 스페셜 클리닝 작업에서는 세제는 사용하지 않는다

(4) 집중청소

시간	작업내용
오후 10시-11시30분	주방, 화장실 위주의 청소작업으로 오븐 내,외부 청소 및 화장실 내외부 변기 및 변기주변의 청소를 한다.(5명) (버큠작업자, 6명)
오후 11시30분-12시	휴식시간
오전 12시 - 1시	주방, 화장실위주의 청소작업으로 오븐 내,외부 청소 및 화장실 내외부 변기 및 변기주변의 청소를 한다. (5명)
오전 1시 - 2시	식사 및 휴식시간
오전 2시 - 4시	화장실과 주방작업 마무리 후 좌석의 모니터, 팔걸이, 테이블 청소 및 벽면, 천장 등 요청사항 외의 부위를 중점적으로 청소(12명)
오전 4시 - 7시	외항사 집중청소작업

(5) 살균·살충 소독작업

소독작업은 청소작업 이후에만 실시하며, 특수노선(호주노선 주1회, 유나이티드항공)에서는 스프레이 살충, 살균작업 후 주간소독 시 30분, 야간 소독 시 1시간 이상의 환기를 실시한다. 심야조 소독작업은 살균작업만 실시하며, 살균제로 엠디-125를 사용하며 월25리터 사용한다. 물과 100:1로 희석하여 사용하며 기종별 사용량의 차이가 있다. 대형기인 A-380은 4.4L, B747은 3.2L, B777은 2.4L를 사용하였고, 중형기인 A-320은 1.1L, A-350은 2.4L를 사용하였다. 승객들이 앉는 좌석, 테이블, 팔걸이 및 선반에 약품을 묻혀서 수건으로 닦아낸다.

살균작업 시간은 대형기는 40분, 중형기는 20~30분, 소형기는 20분 소요된다. 살충작업은 주간 스페셜 클리닝 작업 시 실시하며, 나투어 킬파프유제를 사용한다. 물과 100:1로 희석하여 사용하며 1회 살충작업 시 300ml사용하며 월6.5L 사용한다. 살충작업은 바닥, 주방, 화장실만 실시하며 분무기로 희석한 약품을 분무하여 작업한다.

(6) 작업스케줄표

일자	대상 항공기	기종	작업 부위						소독일		측정일별 평균 살충, 살균일
			화장실	주방	선반	좌석	벽면	천장			
7월2일	7732	B777 중형기	○	○		○			살충	6월 24일	살균일 : 8일 살충일 : 23일
									살균	6월 09일	
7월3일	7755	B777 중형기	○	○	○	○			살충	6월 16일	살균일 : 17일 살충일 : 16일
									살균	6월 17일	
7월4일	7741	A330 중형기	○	○	○	○			살충	6월 29일	살균일 : 5일 살충일 : 5일
									살균	6월 29일	

집중청소 작업 시 화학물질 사용 없이 물과 매직블럭을 사용하는 B 업체는 청소작업을 마친 후 ⓑ항공 정비팀의 작업지시에 따라 살균작업을 실시하며 살충작업은 주간에만 실시하고 있는 것으로 조사되었다. 살균·살충 소독제의 잔류평가로는 엠디-125의 Ethylenediamine tetraacetic acid, 나투어킬파프유제의 N-Methylpyrrolidone , Pyrethrume 두 가지 살충, 살균제 성분 물질을 선정하였고 특정노선의 기내살충제인 CALLINGTONAIRCRAFTPRE- SPRAYINSECTICIDE의 Ethanol과 Permethrin 두 가지 물질을 선정하여 개인 및 지역시료 측정하였다.

청소작업 시 취급물질이 없는 B업체에서는 혼합 유기화합물 중 Benzene, Toluene, Xylene을 선정하여 개인 및 지역시료 측정하였고, 미세먼지(TSP, PM10, PM2.5, PM1), 온열(WBGT), 일산화탄소, 이산화탄소, 이산화질소, 오존, 온, 습도를 직독식 장비로 지역측정 하였다. 생물학적 인자인 부유세균 및 진균은 지역시료 측정하였다.

<표 3-14> B업체 측정인자

물질명		측정 방법	측정 건수
생물학적 인자	부유세균, 부유진균	지역	44
소독제 잔류농도 평가	Ethylenediamine tetraacetic acid	개인/지역	30
	N-Methylpyrrolidone	개인/지역	30
	Pyrethrume	개인/지역	30
	Permethrin	개인/지역	30
	Ethanol	개인/지역	30
취급물질 노출평가	혼합유기화합물 (Benzene, Toluene, Xylene, Ethylbenzene)	개인/지역	30
	미세먼지 (TSP, PM10, PM2.5, PM1)	지역	36
	CO, CO_2, O_3, NO_2, 온,습도, WBGT	지역	36

B업체의 측정은 7월 2일부터 4일까지 3일간 실시하였으며, 각 인자에 대한 개인 및 지역시료 측정을 실시하였다. 스페셜 클리닝은 야간작업으로 대상 항공기는 3일간 B777 2대와 A330 1대를 측정하였다. 항공기 크기별 분류로 보면 중형기 3대이다.

하루 약 2대를 작업하며 오전 4시 이전까지 5~6시간 동안 ⓑ항공의 항공기를 청소하고 4시 이후 외항사의 항공기를 청소한다. A업체의 작업자보다 적은 인원을 고려하여 각 인자별 측정 건수는 1일 10건이 측정되었다.

ⓑ항공의 정비팀의 작업계획 메일에 따라 청소작업 항공기가 선정되기 때문에, 항공기 크기분류에 따른 분류는 어려웠으며 ⓑ항공사의 집

중청소 작업시간 동안 측정을 실시하였다. 측정장비를 준비하고 오후 9시 50분 인천공항 1터미널에서 담당자와 1터미널 내의 작업장소로 바로 이동하였다. 오후 10시 30분부터 개인시료 측정용 조끼에 장비를 넣어 각 작업자 5명이 장비를 착용하였고, Ethylenediamine tetraacetic acid, N-Methylpyrrolidone, Pyrethrume, Permethrin, Ethanol, 혼합유기화합물을 3일간 분배하여 동일한 건수의 개인시료측정을 실시하였다.

장비착용과 동시에 지역 시료를 항공기의 앞, 중앙, 뒤 부분에 분배하여 설치하였고, 오전 4시까지 동일한 지역의 항공기 좌석 위쪽 선반에 올려두고 측정을 진행하였다. 또 항공기의 앞, 중앙, 뒤 지역에서 시간별로 각 4회씩 직독식 측정을 실시하였다. 스페셜 클리닝 작업인원은 14명이었으며 그중 3명의 관리자를 제외하고 스페셜클리닝 작업자 5명, 버큠 작업자 6명으로 구성되어 있으며 버큠 작업자는 측정 항공기 외의 다른 항공기의 버큠 작업을 하였고, 스페셜 클리닝 작업자 5명이 화장실과 주방부위를 중심으로 작업하였다. 작업방법은 물을 분무기로 분무하고 수건으로 문지르며 작업을 하였다.

11시 30분 이후 휴식을 위해 사무실로 이동해 휴식을 취하였으며 다시 오전1시까지 작업 후 식사시간을 가졌다. 식사시간은 1시간이고 2시 이후 작업을 다시 실시한다. 2시 이후 작업은 화장실과 주방작업을 마무리하고 좌석과 벽면 등의 작업부위를 12명의 스페셜클리닝 작업을 하였다. ⓐ항공의 항공기 실내 환기 및 온도는 항공기를 작동하여 청소작업 시 온도 및 공기질을 유지하였지만 ⓑ항공의 기내 공기정화 및 온도 유지는 Air condition Truck으로 실내공기를 유지하고 있었다. 항공기를 가동하는 것보다는 비용절감이 된다고 한다.

작업 시 심야 일반청소 작업자 소수가 작업을 하기도 하였고, 스팀작업자가 스팀작업을 실시하였고 2시간 정도의 작업시간을 소요하였다. 4시 이전부터 스페셜 클리닝의 마무리 및 정리작업을 하며, 개인측정용 조끼와 지역에 설치된 측정장비를 정리하였다. 오전 4시에서 4시 30분 작업이 종료되고 외항사의 집중청소 작업으로 이동한다. 각 항공기별

살균·살충 일을 확인하였고 잔류농도 확인에 참조하였다. 7월2일 측정항공기인 7723(B777)은 살균 후 8일, 살충 후 23일 지난 항공기였고, 7월3일 측정항공기인 7755(B777)은 살균 후 17일, 살충 후 16일, 7월4일 측정항공기인 7741(A330)은 살균 후 5일, 살충 후 5일로 가장 최근에 살균·살충 작업을 실시한 항공기였다.

3) C업체

(1) 사업일반현황

사업장명	C업체		
소재지	인천광역시 부평구		
조사일	2019년 4월30일 ~ 2019년 7월31일		
대상 항공사	ⓕ항공	**대상 항공기**	소형기-B737-800
위생 시설	휴게시설, 세면, 목욕(공항 내), 탈의시설		
인원	총원 8명(남:5/여:3) 집중청소(5명) 작업은 남자직원으로 구성		

(2) 화학물질 사용실태

공정	인원	제품명	월취 급량 (kg, l/월)	성분명	함유량 (%)	용도
소독 작업	1명	엠디-125 (MD-125)	1000 ml	80%Chloro-n-alkyldimethylethylbenzylammonium • Chloroalkylbenzyldimethylammonium(1:1)liquid	0.063~ 0.077	기내 살균제
				Sodium carbonate	0.0001 ~ 0.02	
				Alcohol ethoxylated	0.0001 ~ 0.03	
				Ethylenediamine tetraacetic acid	0.0001 ~ 0.02	
				Spearmint, ext.	0.0001 ~ 0.1	

공정	인원	제품명	월취급량 (kg, l/월)	성분명	함유량 (%)	용도
소독 작업	1명	엠디-125 (MD-125)	1000 ml	C.I. Pigment Blue 1	0.0001 ~ 0.1	기내 살균제
				Pigment Red 2	0.0001 ~ 0.1	
				Water	0.063~ 0.077	
		롱다운 플러스 유제	10 ml	델타메트린	2.5	기내살충제
				n-메틸피롤리돈	15.0~ 25.0	
				피이지-6 소르비탄올레에이트	1.0~ 10.0	
				폴리옥시에틸렌 라우릴에텔	10.0~ 20.0	
				이소프로필 미리스테이트	53.0~ 62.0	

(3)작업현황

작업인원 및 시간:

ⓕ항공의 집중청소작업 협력사로 ⓕ항공의 항공통제팀에서 이메일 혹은 구두로 작업지시가 내려온다. 집중청소는 벌레가 생기는 등의 특이사항 발생 시 작업을 실시하며, 월 평균 10회 청소작업이 있으며 1일 평균 7시간 청소작업을 한다. 일반청소는 타 협력업체에서 실시한다. 일반적인 청소시간은 항공기의 모델과 노후화에 따라 시간차가 커 평균 시간을 정하기는 힘들다. C업체는 총원 8명으로 구성되어 있으며, 심야 집중청소는 5~6명의 남자 작업자가 집중청소작업을 하며 작업자의 스케쥴 및 작업 사항에 따라 인원이 조정된다. 집중청소 작업 종료 후 살균, 살충작업을 실시한다.

작업세부사항(집중청소):

집중청소 작업은 5명이 1개조로 작업자 중 3명은 객실좌석 청소를 위주로 작업하며, 2명은 주방과 화장실 청소 후 객실좌석 청소작업에 합류한다. 타 업체와 청소방법의 차이는 작업이 시작되면 객실 시트를 제거하여 선반위에 올려두고 작업을 실시하며 1일 1대의 작업량을 소화하기 때문에 다른 업체의 청소보다는 긴 시간동안 작업을 하기 때문에 휴식시간이 길다. 대부분이 소형기 청소이며 B737-800이 주작업 기종이다. 189좌석, 주방 2, 화장실 3개(앞1, 뒤2)로 구성되어 있으며 청소 방법은 묵은 때를 물에 불려서 매직블럭(스펀지)를 사용하여 닦아내는 방법으로 청소한다. 집중청소작업 시 화학물질 세제 등은 사용하지 않는다. 김포공항 화물청사 내 사무실에 출근하여 오후 10시까지 청소 항공기로 이동한다. 항공기 1대 작업시간은 평균적으로 7시간 소요되며 작업자의 위치구분이 있는 것은 아니다. 작업자 3명은 좌석테이블 청소를 하며 작업시간은 6시간 소요된다. 테이블 청소 및 낙서 제거 등을 하며 매직블럭으로 닦는 작업이다. 주방청소 작업은 담당 작업자 1명이 작업하며 앞, 뒤의 주방 청소작업이 종료되면 좌석청소작업에 합류한다. 오븐의 벽면과 문 안쪽의 음식물이 튀어 굳은 부분을 물로 불려서 수세미로 제거하고 주방에 음식물 적재 및 쓰레기통과 주변의 이물질 제거 및 정리 작업을 한다. 오븐 30분, 주방 1시간으로 주방 1개의 청소작업 시 평균 1시간30분 소요된다. 화장실 청소는 화학약품 사용없이 화장실 바울에 물을 불려서 이물질을 제거하며 화장실 벽면 및 바닥면의 청소를 한다. 청소작업 시 공기정화필터 청소작업도 수행하며 필터에 물을 적셔 먼지를 제거한다.

화장실은 앞, 뒤 3개로 화장실 1개에 30분의 작업시간이 소요된다. 좌석, 주방, 화장실 청소작업이 종료되면 항공기 벽면, 천장 등의 청소작업을 하며 버큠청소 작업을 마지막으로 청소작업을 종료한다. 대형, 중형기와 달리 소형기 청소작업 시 에어컨의 가동없이 작업하기 때문에 작업 시 더위로 인한 작업부하가 있으며 객실, 화장실, 주방작업을 순환하며 작업하였다. 쉬는 시간의 구분은 없으나 수시로 휴식하며 작업하였다. 항공사에서 화장실 바울 청소시 락스를 사용해 달라고 할때가 있어, 간헐적으로 화장실 청소시 락스를 사용한다.

(4) 집중청소

시간	작업내용
오후 10시 - 1시	객실 작업자 3명이 좌석테이블 청소, 테이블 낙서 제거 등의 작업 주방 작업자 1명이 주방 및 오븐 청소작업 화장실 작업자 1명이 내,외부 청소 및 화장실 내외부 변기 및 변기주변의 청소작업
오전 1시 - 2시	식사 및 휴식시간
오전 2시 - 4시	객실 작업자 2명은 계속 좌석테이블 청소작업 1명은 천장 청소작업을 실시(천장에 물기제거 작업) 3시 이후 1명 선반청소작업 3시 이후 1명 버큠청소작업
오전 4시 - 5시30분	객실 좌석작업 완료 후 선반, 천장, 벽면 등 청소작업

(5) 살균·살충 소독작업

소독작업은 청소작업 이후에만 실시하며, 업체 대표님이 주로 소독작업을 한다. 살균작업은 희석된 엠디-125제품을 사용하며 1회 작업시 1L의 제품을 분무기를 사용하여 분무 작업한다. 주로 조종석, 객실 좌석의 시트, 팔걸이 부분에 분무하며 테이블 등의 부위는 제외한다. 살균작업은 10분 소요된다. 살충작업은 롱다운플러스유제를 사용하며 제품을 물과 200:1로 희석하여 사용하며 주로 바닦부위에 포인트 분무를 실시한다. 1회 작업 시 10ml의 제품을 사용하며 분무작업은 약 3분 소요된다. 작업 후 최소 2시간 이상의 자연환기를 실시하며 항공기 마다 살균·살충 작업주기는 월 1회 이다.

소형기의 집중청소 업체인 C업체는 청소작업을 마친 후 ⓕ항공 항공통제팀의 작업지시에 따라 살균작업을 실시하며 항공기 마다 월 1회정도의 작업주기로 살균, 살충작업을 하였다. 살균·살충 소독제의 잔류평가로는 엠디-125의 Ethylenediamine tetraacetic acid, 롱다운플러스유제의 N-Methylpyrrolidone , Deltamethrin 두 가지 살충, 살균제 성분 물질을 선정하였고 세 가지 물질을 개인 및 지역시료 측정하였다.

청소작업 시 취급물질이 없는 C업체는 혼합 유기화합물 중 Benzene, Toluene, Xylene, Ethyl Benzene, Ethanol을 선정하여 개인 및 지역시료 측정하였고, 미세먼지(TSP, PM10, PM2.5, PM1), 온열(WBGT), 일산화탄소, 이산화탄소, 이산화질소, 오존, 온, 습도를 직독식 장비로 지역측정 하였다. 생물학적 인자인 부유세균 및 진균은 지역시료 측정하였다.

<표 3-15> C업체 측정인자

물질명		측정 방법	측정 건수
생물학적 인자	부유세균, 부유진균	지역	16
소독제 잔류농도 평가	Ethylenediamine tetraacetic acid	개인/지역	13
	N-Methylpyrrolidone	개인/지역	13
	Deltamethrin	개인/지역	13
취급물질 노출평가	혼합유기화합물 (Benzene, Toluene, Xylene, Ethylbenzene, Ethanol)	개인/지역	22
	미세먼지 (TSP, PM10, PM2.5, PM1)	지역	13
	CO, CO_2, O_3, NO_2, 온,습도, WBGT	지역	13

C업체의 측정은 7월 29일 실시하였으며, 각 인자에 대한 개인 및 지역시료 측정을 실시하였다. 집중청소는 야간작업으로 대상 항공기는 B737-800(8324) 1대를 측정하였다. 항공기 크기별 분류로 보면 50m 미만의 소형기이다.

C업체는 1일 1대의 항공기 청소작업을 하며 ⓕ항공의 협력사로 작업지시에 따라 청소를 실시한다. 작업이 매일 있는 것은 아니며 평균적으로 주 2회, 월 10회 미만의 집중청소 작업을 한다. 오후 10시부터 청소작업을 실시하여 다음날 오전 5시30분까지 청소하였다.

ⓕ항공의 통제팀의 작업계획 메일에 따라 청소작업 항공기가 선정되었으며 오후 9시 30분 김포공항에서 담당자와 만나 출입허가를 받고 작업장소로 이동하였다. 오후 10시 50분부터 개인 시료측정용 조끼에 장비를 넣어 각 작업자 5명에게 전달하였고, Ethylenediamine tetraacetic acid, N-Methylpyrrolidone, Deltathrume, 혼합유기화합물을 5명의 작업자에 장비를 분배하여 물질별 3건씩 개인시료측정을 실시하였다.

장비착용과 동시에 지역 시료를 항공기의 앞, 중앙, 뒤 부분에 분배하여 설치하였고, 오전 5시까지 동일한 지역의 항공기 좌석 위쪽 선반에 올려두고 측정하였다. 또 항공기의 앞, 중앙, 뒤에서 시간별로 각 4회씩 직독식 측정을 하였으며, 외기의 측정도 실시하였다. C업체의 집중청소 작업인원은 총 5명으로 상황에 따라 5~6명이 평균적인 인원이다. 집중청소 작업이 시작되면 5명중 3명의 작업자가 객실의 집중청소작업에 투입되며, 1명은 주방, 1명은 화장실 작업에 분배하여 투입한다.

청소작업은 항공기 모델과 노후화정도에 따라 시간차가 발생하며 작업시간에 대한 변수로 인하여 시간의 예측이 힘들다. 대형기, 중형기의 집중청소 작업과 다른 특징은 소형기의 경우 청소작업 시 에어컨의 가동이 없어 여름철 높은 실내온도로 인한 작업 상 불편함을 호소하였으며 문을 개방하고 작업하기 때문에 문 주변에서 외부공기의 영향을 많이 받는다. 그로 인하여 작업자는 문 주변의 작업위치를 고려하여 객실과 화장실, 주방 등을 교대하여 작업하였다.

작업에 따라서는 엔진가동으로 인하여 에어컨가동 및 환기시스템이 가동하였으며 측정 당일 20~30분의 에어컨의 가동이 있었다. 항공기의 공항 내 정차가 많지 않은 저비용항공사의 항공기는 집중청소 작업 시 정비작업이 동시에 이루어지며 측정 당일은 엔진블레이드의 점검 작업이 있었다. 오전 1시 이후 1시간 식사시간 이며, 주방작업과 화장실작업이 종료되는 2시 30분 이후부터 천장, 선반, 진공청소 작업 등도 실시되었다.

작업 시 쉬는 시간은 시간의 구분 없이 작업자가 휴식을 취하고 싶은 시간에 휴식하였고, 그 횟수나 시간도 정해져 있지 않았다. 오전 4시 이후 좌석의 청소작업 이 종료되고 선반, 천장, 벽면의 청소작업과 미흡한 부분의 청소작업을 마무리 한뒤 5시 이후 청소작업을 마무리 하였다. 작업지시가 있을 경우 살균·살충작업을 실시하지만 작업지시가 없어 실시하지 않았고 확인결과 7월 7일 살균·살충작업을 실시한 항공기였다.

4) D업체

(1) 사업일반현황

사업장명	D업체		
소재지	서울시 강서구		
조사일	2019년 4월30일 ~ 2019년 8월30일		
대상 항공사	ⓖ항공	**대상 항공기**	소형기-B737-800
위생 시설	휴게시설, 세면, 목욕(공항 내), 탈의시설		
인원	총원 명(남:3/여:4) 집중청소 1조(7명)		

(2) 화학물질 사용실태

공정	인원	제품명	월취 급량 (kg, l/월)	성분명	함유량 (%)	용도
소독 작업	1명	엠디-125 (MD-125)	8 L	80%Chloro-n-alkyldimethylethylbenzylammonium • Chloroalkylbenzyldimethylammonium(1:1)liquid	0.063~ 0.077	기내 살균제
				Sodium carbonate	0.0001 ~ 0.02	
				Alcohol ethoxylated	0.0001 ~ 0.03	
				Ethylenediamine tetraacetic acid	0.0001 ~ 0.02	
				Spearmint, ext.	0.0001 ~ 0.1	

공정	인원	제품명	월취 급량 (kg, l/월)	성분명	함유량 (%)	용도
소독 작업	1명	엠디-125 (MD-125)	8 L	C.I. Pigment Blue 1	0.0001 ~ 0.1	기내 살균제
				Pigment Red 2	0.0001 ~ 0.1	
				Water	0.063~ 0.077	
		나투어킬 파프유제	300 ml	피레트럼	4%	기내살 충제
				피페로닐부톡시드	7-11%	
				폴리옥시에틸렌피마자유	10-15%	
				폴리옥시에틸렌리우릴에테르	14-19%	
				N-메틸피롤리돈	10-14%	
				디옥탈말레산염	40-45%	
집중 청소	7명	엠피크린	2 L	Potassium hydroxide	0.5	세정제
				Propylene Glycol	1.0	
				NEODOL 91-6	1.0	
				Water	97.5	
		껌 제거제	20 mL	o-Xylene	2.0	이물질 제거
				m-Xylene	4.0	
				p-Xylene	2.0	
				Ethyl Benzene	2.0	
				수소처리된 등유	50.0	

(3)작업현황

작업인원 및 시간:

ⓖ항공의 집중청소작업 협력사로 항공분야의 전반적인 정비 및 청소 등의 서비스 업체로 D업체 외 여러 업체의 집중청소 업체이다. 다른 업체와 작업 방식에서 차이가 있으며 작업방식에 따라 제너럴 클리닝과 스페셜 클리닝으로 나눠지며 타 업체에서의 집중청소와 동일한 작업이나 제너럴 클리닝은 1대 20-30분 작업시간으로 객실, 주방, 화장실을 청소하는 작업이며 동일한 방법으로 더 세세한 청소작업을 하는 것이 스페셜 클리닝이다. 1일 작업 시간 8시간 중 제너럴 클리닝 5대와 스페셜 클리닝 1대를 작업하며 스페셜 클리닝은 2시간30분 소요된다. 스페셜 클리닝이 종료된 항공기는 살충작업을 실시한다. 제너럴 클리닝작업 시 수건에 엠피크린을 적셔 세정작업을 하며, 살균·살충 소독작업은 스페셜클리닝 종료 후 실시한다.

작업세부사항(집중청소):

집중청소 작업은 오후 10시 이후에 시작하여 오전 5시30분 종료되며 작업이 시작되면 항공기에 제너럴 클리닝을 실시한다. 제너럴 클리닝은 타 업체의 청소방법과 동일하게 좌석, 벽면, 선반, 주방, 화장실을 청소하며 7명의 작업자 중 주방 1명, 화장실 1명, 조정석 뒤쪽 통로작업 1명 씩 분배되고 나머지 4명의 작업자는 객실에 배치되어 작업한다. 작업 시간은 20-30분으로 A업체와 동일하게 항공기를 이동하며 작업을 한다. 타 업체와 다르게 작업 시 세정제를 사용하며 항공기 내부를 닦는 작업에서는 엠피클린(계면활성제)을 수건에 적셔 닦는 방법으로 세정작업을 한다. 껌 등 잘떨어지지 않는 이물질 제거 시는 껌제거제를 사용하며 간헐적으로 사용된다. 타 업체와 비교하여 작업량이 많고 1시 이후 1시간 식사시간이 있으며, 2시30분 이후 스페셜 클리닝이 실시된다. 청소방법의 차이는 없으나 세세한 청소 작업이며 버큠작업 및 종료 후 살균, 살충작업을 실시한다. 작업 중 에어컨 및 환기장치의 가동은 없으며 일부 엔진점검 등의 작업으로 인한 환기장치 가동은 있었다. 작업 중 실내 온도로 인한 더위를 호소하는 작업자가 많았으며 비상문 개방 후에는 신선한 공기가 유입되었다.

(4) 집중청소

시간	작업내용
오후 10시 - 1시	제너럴 클리닝 작업(4-5대) 주방 작업 1명 화장실 작업 1명 조종석 뒤 통로 1명 객실 청소 4명
오전 1시 - 2시30분	식사 및 휴식시간
오전 2시30분 - 5시	스페셜 클리닝 작업(1대)
오전 5시 - 5시30분	바닥 버큠작업 1,2명(15분) 살충작업 1명(5분)

(5) 살균·살충 소독작업

살균·살충 소독작업은 5시 이후 작업자 철수 후 청소 작업자 중 1명이 살균·살충작업을 하며 작업복과 방독마스크, 장갑 등을 착용하고 엠디-125 살균제와 물과 100대1 비율로 희석한 나투어킬파프유제(살충제)를 바닥면에 분무한다. 작업 시간은 5분내외이며. 작업 후 환기를 실시하며살균·살충작업은 비행 1시간 전 실시된다.

(6) 작업스케줄표

일자	대상 항공기	기종	청소방법	소독일		소독 경과일	소독일 평균
8월12일	8032	B737-800	제너럴 클리닝	살충	7월 23일	21일	22일
				살균	7월 23일		
8월12일	8296	B737-800	제너럴 클리닝	살충	7월 30일	14일	
				살균	7월 30일		
8월12일	8317	B737-800	스페셜 클리닝	살충	7월 14일	30일	
				살균	7월 14일		

소형기의 집중청소 업체인 D업체는 ⓖ항공의 작업지시에 따라 집중청소 작업을 실시하며 타 업체와 다르게 작업 중 청소용 세정제 및 화학제품을 사용한다. 살균·살충 작업은 스페셜 클리닝 작업 종료 후 스페셜 클리닝 종료 항공기를 소독하며 항공기 마다 월 1회의 작업주기로 살균, 살충작업을 하였다. 살균·살충 소독제의 잔류평가로는 엠디-125의 Ethylenediamine tetraacetic acid, 나투어킬파프유유제의 N-Methylpyrrolidone, Pyrethrume 두 가지 살충, 살균제 성분 물질을 선정하였고 세 가지 물질을 지역시료 측정하였다.

청소작업 시 취급물질인 엠피크린에서 Propylene Glycol을 측정하였고 껌제거제의 포함물질인 Xylene, Ethyl Benzene 및 타 업체 측정 시 포함 하였던 혼합 유기화합물의 Benzene, Toluene, Ethanol을 선정하여 지역시료 측정하였다. 직독식 측정으로 온열(WBGT), 일산화탄소, 이산화탄소, 이산화질소, 오존, 온, 습도를 측정 하였으며 생물학적 인자인 부유세균 및 진균은 지역시료 측정하였다.

<표 3-16> D업체 측정인자

물질명		측정 방법	측정 건수
생물학적 인자	부유세균, 부유진균	지역	20
소독제 잔류농도 평가	Ethylenediamine tetraacetic acid	지역	11
	N-Methylpyrrolidone	지역	11
	Pyrethrume	지역	11
취급물질 노출평가	혼합유기화합물 (Benzene, Toluene, Xylene, Ethylbenzene, Ethanol)	지역	24
	Propylene Glycol	지역	11
	CO, CO_2, O_3, NO_2, 온, 습도, WBGT	지역	12

D업체의 측정은 8월 12일 실시하였으며, 각 인자에 대한 지역시료 측정을 실시하였다. 집중청소는 야간작업으로 대상 항공기는 B737-800 3대를 측정하였고 제너럴 클리닝 작업 2대와 스페셜 클리닝 작업 1대를 측정하였다.

D업체는 1일 평균 4-5대의 제너럴 클리닝과 1대의 스페셜 클리닝 작업을 하며 매일 야간작업을 실시한다. 오후 10시부터 청소작업을 실시하여 다음날 6시까지 작업시간이며 오전 2시 30분 이전에는 제너럴 클리닝을 그 이후 스페셜 클리닝과 살충작업을 실시한다. 측정 건수는 1일 10건이 측정되었다.

ⓖ항공 담당자와 오후 9시 30분 김포공항에서 만나 출입허가를 받고 작업장소로 이동하였다. 오후 10시 50분부터 지역시료측정을 실시하였으며 더운날씨로 인하여 개인시료측정은 어려워 실시하지 않았다.

지역시료를 항공기의 앞, 중앙, 뒤, 외부에 분배하여 설치하였고, 오전 5시까지 동일한 지역의 항공기 좌석 위쪽 선반에 올려두고 측정을 진행하였다. 제너럴 클리닝 작업 시 2대의 항공기와 스페셜 클리닝 작업 시 1대의 항공기 청소 작업 시 측정장비를 동일지역에 분배하여 측정하였고 외부에서는 항공기에 대한 정비작업을 실시하였다. 작업자는 에어컨 가동이 없어 더위로 인한 불편을 호소하였다. 오전 5시 이후 살균·살충작업에 대한 측정을 실시하였고 소독작업자에 장비를 착용하여 소독작업 동안 측정하였다. 작업방법은 항공기 뒷부분에서 앞으로 이동하며 바닥면에 살균·살충제를 분무를 하였다.

5) 집중청소업체 특성비교

각 항공사별 집중청소업체는 항공기내에서 동일한 집중청소 업무를 하고 있으나 업체별 특성의 차이가 많았다. 본 연구에서는 편의상 집중청소로 용어를 통일하였으나 A업체는 집중청소, B업체는 스페셜 클리닝, C업체는 딥 클리닝, D업체는 제너럴 클리닝, 스페셜클리닝으로 차이가 있으며 청소작업은 동일하나 세부적인 내용에서는 차이가 있었다.
A업체는 여성작업자가 대부분 구성되어 있으며 주간업무에 대형기를 위주로 청소업무를 하였고, 1일 동안 가장 많은 항공기를 청소하였다.
B업체는 야간업무이며 남성작업자로 구성되어 있으며 중형기 위주로 청소업무를 하며 살균·살충 소독작업과 버큠 및 스팀작업을 실시하였다. 실내온도 유지에 A업체가 항공기의 환기시스템을 가동하는 반면 B업체는 Air condition Truck으로 실내온도를 유지하였다.
C업체는 야간근무이며 남성작업자로 구성되어 있으며 소형기 집중청소작업을 하며 1명의 작업자(업체대표)가 살균·살충 소독작업을 하며 1일 1대의 항공기 청소작업을 하며 매일 작업이 있는 것이 아니며 월 10회 작업이 있다. 작업 시 에어컨은 가동하지 않으며 비상구를 개방하여 자연환기를 실시하였다.
D업체는 야간근무이며 남,녀작업자로 구성되어 있다. 소형기 집중청소작업이며 집중청소의 작업형태가 제너럴 클리닝과 스페셜클리닝 두가지 형태로 나뉜다. 1일 5~6대의 항공기청소 작업을 하며 4-5대의 제너럴 클리닝과 1대의 스페셜 클리닝을 한다. 작업 시 세정제 및 화학물질을 사용하고 있으며 정비작업 중 에어컨 가동이 있으나 대체로 에어컨 가동없이 비상구를 개방하여 자연환기를 하였다.
4개 업체의 특성비교는 다음 표와 같다.

<표 3-17> 청소업체별 작업특성

	A업체	B업체	C업체	D업체
소재지	인천/김포	인천/김포/부산 .제주	김포	김포
집중청소 항공사	ⓐ, ⓒ	ⓑ, ⓓ, ⓔ	ⓕ	ⓖ
항공사별 보유항공기 분류	대형/중형/소형	대형/중형/소형	소형기	소형기
주 청소 항공기 분류	대형기	중형기	소형기	소형기
작업자 성별	여	남	남	남/녀
작업 형태 및 주기	주간 8시간/매일	야간 8시간/매일	야간 7시간/주2회	야간 8시간/매일
작업 인원	35명	14명	5명	7명
1일 청소대수	7대	2대	1대	4~5대
항공기 1대 청소시간	1-1시간30분	5-6시간	7시간	제너럴: 30분 스페셜: 2시간 30분
소독작업 여부	X	O	O	O
화학물질 사용여부 (청소작업)	물파스	X	X	엠피크린 껌제거제
화학물질 사용여부 (소독작업)	X (타 업체)	엠디-125 나투어킬파프유제 Callington Aircraft pre-spray Insecticide	엠디-125 롱다운플러스유제	엠디-125 나투어킬파프유제
작업 시 에어컨 가동	O (기내환기장치)	O (에어컨디션트럭 - 간헐적 사용)	X	X

6) 중독사고 이후 작업변화

2017년 항공기 청소노동자 델타메트린(Deltamethrin) 중독사고는 인천공항 항공기 청소노동자 6명이 살충작업 후 충분히 환기되지 않은 항공기에서 청소작업 중 중독되어 실신한 사건으로 살균·살충 소독작업은 E소독 업체에서 기내청소는 H청소업체에서 담당하였다. 이번 연구에서 E소독 업체는 집중청소 업체가 아닌 관계로 유해인자 평가대상에서는 제외되었고 관련 자료는 ⓐ항공사에 자료를 전달받았다.

델타메트린 중독 사고 이후 현재 항공기 청소작업 시 몇 가지 변화를 발견할 수 있었다. 과거 기화소독은 타 소독업체에서는 객실청소 시 사용하지 않는 방법이었다. 기화소독은 1차 중독사고 발생 후에도 사용하였으나 2차 중독사고 발생 뒤 기화소독 방법은 사용하지 않고 현재는 분무소독 방법만 실시하고 있다. 또 C업체를 제외한 업체에서 중독사고 이후 문제의 물질인 델타메트린이 포함된 살충제 '롱다운플러스유제'를 '나투어킬파프유제'로 변경하였다. 살충용 물질이기 때문에 성분에서는 비슷하였지만 MSDS조사결과 델타메트린은 포함되지 않았다.

집중청소 시에도 작업방법의 변화가 생겼다. D업체를 제외한 집중청소 업체에서 과거 청소작업 시 사용하던 세제를 현재 사용하지 않았다. 사고 전 TEMP, CH2200 등의 제품을 사용하였지만 현재는 물과 매직블럭(스펀지)을 사용하여 물에 이물질이나 오염물을 불려 닦아내는 방법으로 변경되었다. 청소 방법의 변화로 인하여 청소노동자의 화학물질 노출은 감소하였으나 세제 사용이 없어지면서 동일한 작업시간에 작업시간이 오래 걸릴 수밖에 없어 청소 시 닦는 작업의 반복이나 힘이 증가하기 때문에 작업강도는 오히려 증가하였으며 차후 근골격계 유해요인에 대한 조사가 필요한 것으로 보인다.

<표 3-18> 업체별 소독제 및 세제 사용변화

	사고 전 사용물질 (17 년도)	사고 후 사용물질 (18~현재)
A 업체	· **TEMP**: 기내 테이블, 의자 얼룩 제거제 - Quartz(발암물질), Ethylene glycol(생식독성) 등의 성분 포함	· **물파스**: 기내 볼펜자국 - 의약품용도의 제품을 간헐적으로 사용 - 17년도 사고이후 대체
B 업체	· **엠디-125**: 살균제 · **롱다운플러스유제**: 살충제 - 델타메트린성분 살충제품 · **Callington aircraft pre-spray insecticide**:살충제 · **CH2200**: 세정제 - 18년1월 이후사용 중지	**엠디-125**: 살균제 **나투어킬파프유제**: 살충제 - 델타메트린성분 미포함 제품으로 17년 사고이후 변경 **Callington aircraft pre-spray insecticide**: 기내 살충제
C 업체	· **엠디-125**: 살균제 · **롱다운플러스유제**: 살충제 - 델타메트린성분 살충제품 · **수퍼타이, 세븐퐁, 허링천연가죽클리너등**: 세제 - 18년도 하반기 이후 사용 중지	**엠디-125**: 살균제 **롱다운플러스유제**: 살충제
D 업체	· **엠디-125**: 살균제 ·**롱다운플러스유제**: 살충제, - 델타메트린성분 살충제품 · **엠피크린**: 세정제 · **껌 제거제**: 이물질 제거제	· **엠디-125**: 살균제 · **나투어킬파프유제**: 살충제, - 델타메트린성분 미포함 제품으로 18년 8월 이후변경 · **엠피크린**: 세정제 · **껌 제거제**: 이물질 제거제
E 업체	· **엠디-125**: 살균제 · **롱다운플러스유제**: 살충제 - 델타메트린성분 살충제품, 기화소독 실시	· **엠디-125**: 살균제 · **나투어킬파프유제**: 살충제, - 델타메트린성분 미포함 제품으로 18년 2월 이후 변경, 기화소독작업 중지

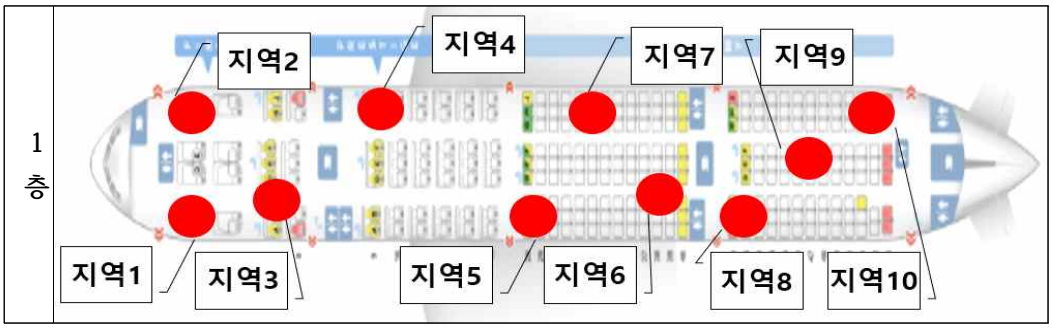
5. 대형 항공기 청소작업(A업체) 유해요인 노출양상

1) 측정위치



[그림 3-4] 7612(A380) 지역시료측정

비행기 7612(A380)의 지역시료는 좌석 위 선반에서 측정하였다. 비행기는 1층과 2층이 있었고 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.



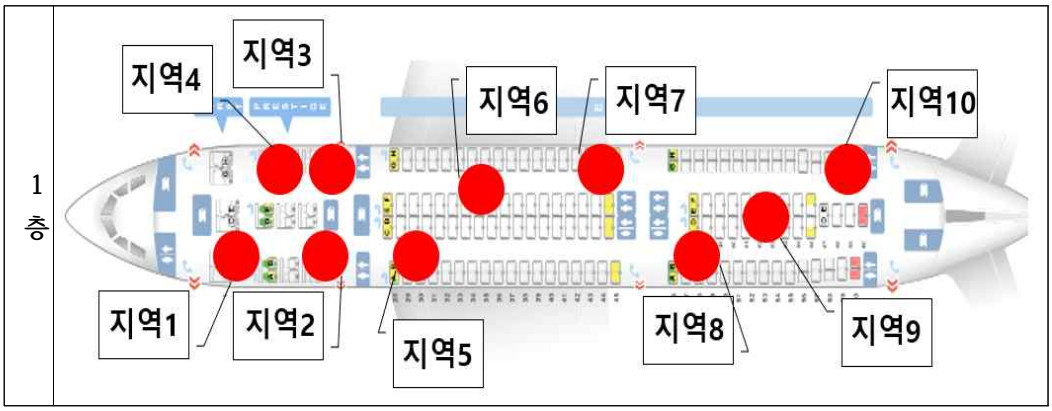
[그림 3-5] 7204(B777) 지역시료측정

비행기 7204(B777)의 지역시료는 좌석 위 선반에서 측정하였다. 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.



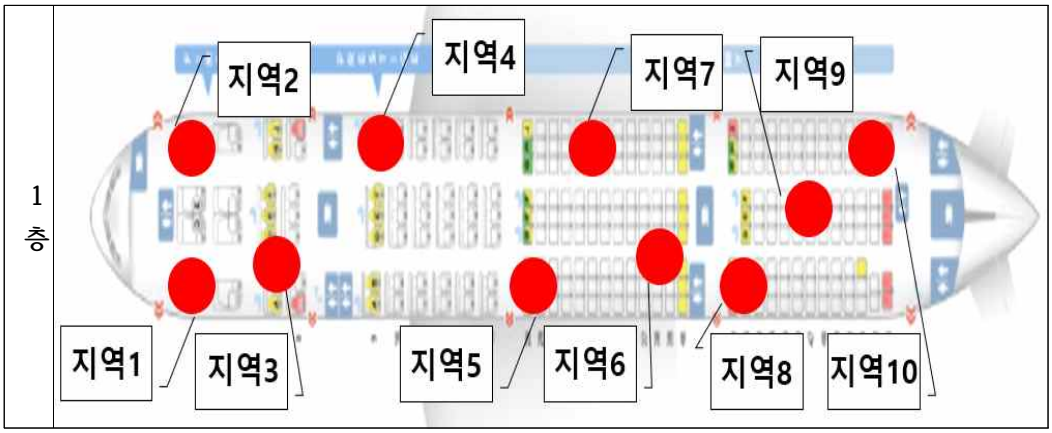
[그림 3-6] 7461(B747) 지역시료측정

비행기 7461(B747)의 지역시료는 좌석 위 선반에서 측정하였다. 비행기는 1층과 2층이 있었고 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.



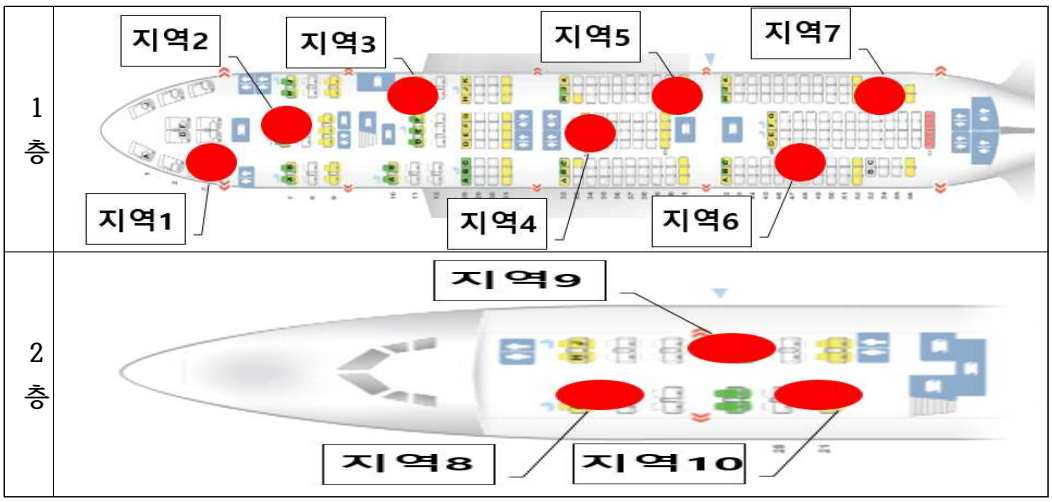
[그림 3-7] 7584(A330) 지역시료측정

비행기 7584(A330)의 지역시료는 좌석 위 선반에서 측정하였다. 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.



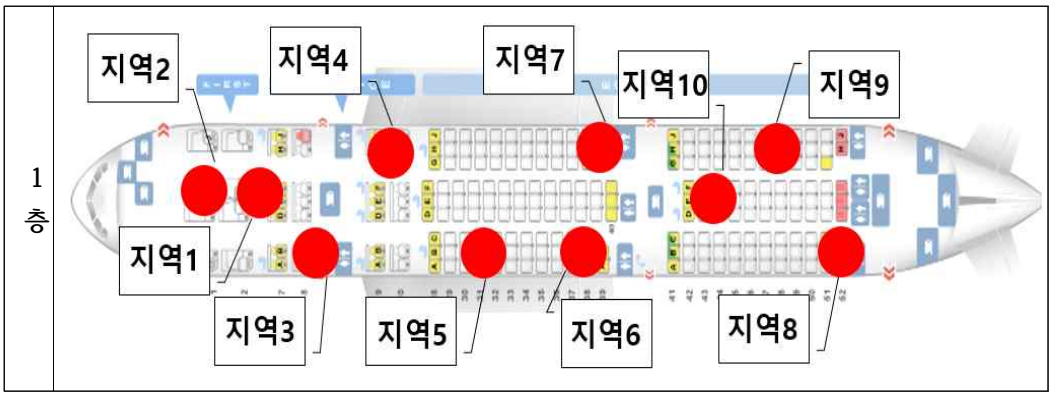
[그림 3-8] 7783(B777) 지역시료측정

비행기 7783(B777)의 지역시료는 좌석 위 선반에서 측정하였다. 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.



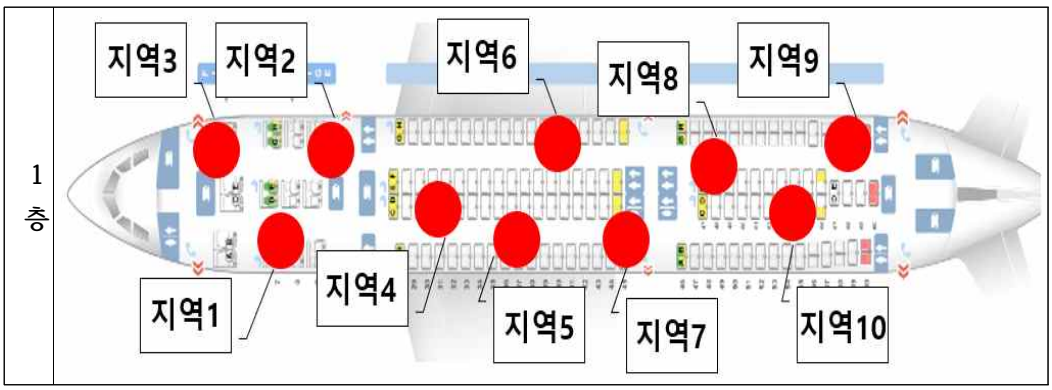
[그림 3-9] 7644(B747) 지역시료측정

비행기 7644(B747)의 지역시료는 좌석 위 선반에서 측정하였다. 비행기는 1층과 2층이 있었고 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.



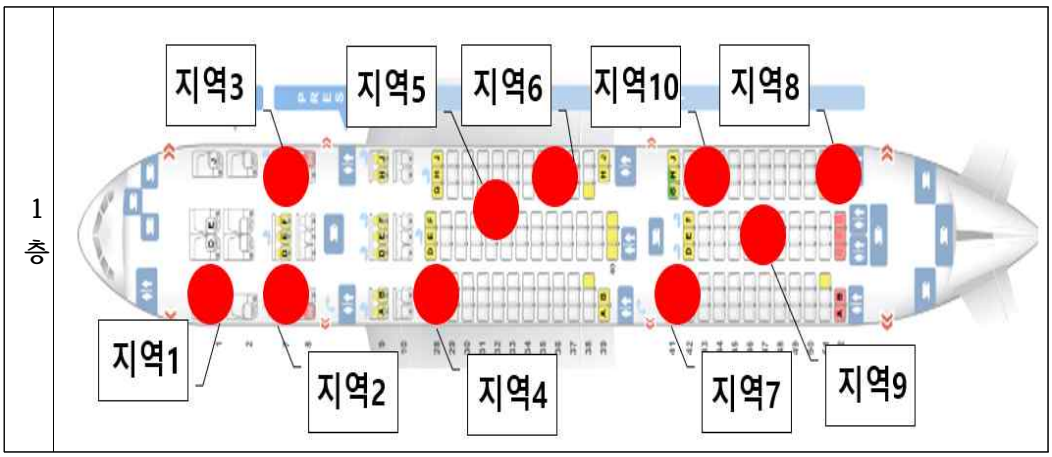
[그림 3-10] 7575(B777) 지역시료측정

비행기 7575(B777)의 지역시료는 좌석 위 선반에서 측정하였다. 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.



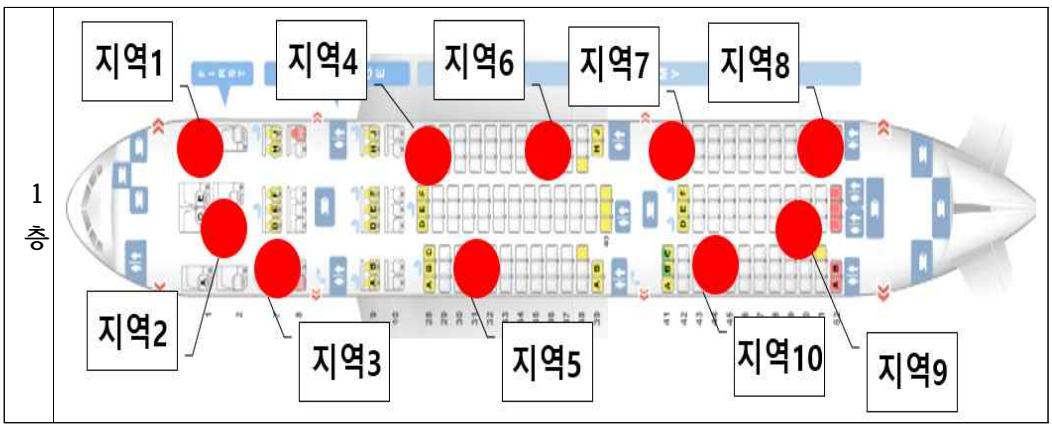
[그림 3-11] 8025(A330) 지역시료측정

비행기 7575(B777)의 지역시료는 좌석 위 선반에서 측정하였다. 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.



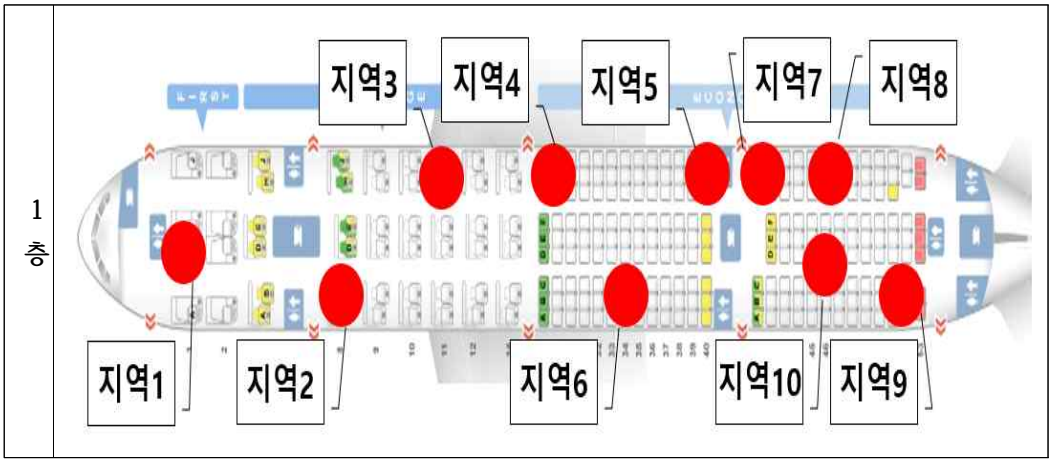
[그림 3-12] 7526(B777) 지역시료측정

비행기 7526(B777)의 지역시료는 좌석 위 선반에서 측정하였다. 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.



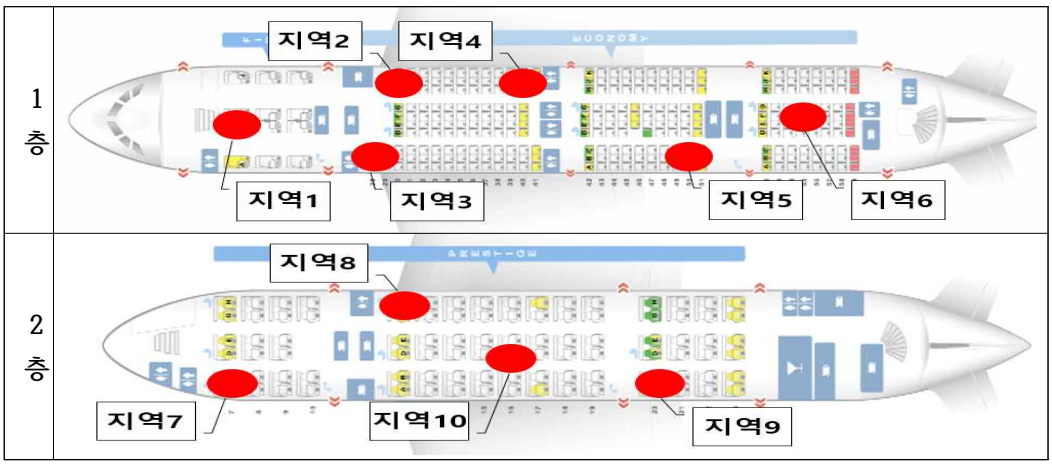
[그림 3-13] 7721(B777) 지역시료측정

비행기 7721(B777)의 지역시료는 좌석 위 선반에서 측정하였다. 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.



[그림 3-14] 8217(B777) 지역시료측정

비행기 8217(B777)의 지역시료는 좌석 위 선반에서 측정하였다. 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.



[그림 3-15] 7621(A380) 지역시료측정

비행기 7612(A380)의 지역시료는 좌석 위 선반에서 측정하였다. 비행기는 1층과 2층이 있었고 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.

2) 부유세균, 진균 등 생물학적 유해인자 평가

<표 3-19> A업체 생물학적 유해인자 평가 결과 (측정 1일차)

기 종	위 치	부유세균 (800 CFU/m^3)		부유진균(500 CFU/m^3)	
		평균(개)	결과값(CFU/m^3)	평균(개)	결과값(CFU/m^3)
7612 (A380)	앞	9.0	62.8	8.0	55.8
	중앙, 뒤	1.0	7.0	1.0	7.0
	2층	2.0	14.0	9.0	62.8
	화장실	5	41.8	6	34.9
7204 (B777)	앞	19.0	131.9	2.0	13.9
	중앙	1.0	6.9	2.0	13.9
	뒤	8.0	55.5	4.0	27.8
	화장실	4.33	30.1	9	62.5
7461 (B747)	앞	6.0	41.8	12.0	83.7
	중앙, 뒤	5.0	34.9	28.0	195.2
	2층	6.0	41.8	9.0	62.7
	화장실	9.33	65.1	8.33	58.1
7584 (A330)	앞	11.0	76.8	8.0	55.9
	중앙	7.0	48.9	0.0	0.0
	뒤	10.0	69.8	18.0	125.7
	화장실	9.33	65.2	2	14.0

바이오 에어로졸은 첫 번째 비행기 7612(A380)에서 기내의 앞, 중앙, 뒤(기내 2/3지점), 2층, 화장실 4곳에서 측정을 하였으며, 화장실의 경우 기내 중앙에 있는 화장실에서 측정하였다. 부유세균의 경우 기내의 앞쪽(62.8 CFU/m^3)에서, 부유진균의 경우 기내의 뒤쪽(62.8 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다.

두 번째 비행기 7204(B777)에서는 기내의 앞, 중앙, 뒤, 화장실 4곳에서 측정을 하였으며, 마찬가지로 화장실의 경우 기내 중앙에 있는 화장실에서 측정하였다. 부유세균의 경우 기내의 앞쪽(131.9 CFU/m^3)에서, 부유진균의 경우 화장실(62.5 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다.

세 번째 비행기 7461(B744)에서는 기내의 앞, 중앙・뒤(기내 2/3지점), 2층, 화장실 4곳에서 측정을 하였으며, 화장실의 경우 마찬가지로 기내 중에 있는 화장실에서 측정하였다. 부유세균의 경우 기내 화장실(65.1 CFU/m^3)에서, 부유진균의 경우 중앙・뒤(기내 2/3지점) (195.2 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다. 네 번째 비행기 7584(A330)에서는 기내의 앞, 중앙, 뒤, 화장실 4곳에서 측정을 하였으며, 화장실의 경우 마찬가지로 기내 중앙에 있는 화장실에서 측정하였다. 부유세균의 경우 앞쪽 (76.8 CFU/m^3)에서, 부유진균의 경우 기내 뒤쪽(125.7 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다.

평균적으로 부유세균의 경우 기내 앞쪽에서 부유진균의 경우 기내 뒤쪽에서 높게 측정되었으나 실내공기질 관리기준 미만으로 양호하였다.

<표 3-20> A업체 생물학적 유해인자 평가 결과 (측정 2일차)

기 종	위 치	부유세균 (800 CFU/m^3)		부유진균 (500 CFU/m^3)	
		평균(개)	결과값(CFU/m^3)	평균(개)	결과값(CFU/m^3)
7783 (B777)	앞	23.0	160.0	6.7	46.2
	중앙, 뒤	5.0	34.8	3.7	25.4
	2층	11.0	76.5	3.0	20.8
	화장실	5	34.4	10.3	71.1
7644 (B747)	앞	17.3	120.0	3.0	20.9
	중앙	6.0	41.5	1.3	9.3
	뒤	15.3	106.2	4.0	27.8
	화장실	8.3	57.8	12	83.2
7575 (B777)	앞	42.0	291.1	6.3	43.7
	중앙, 뒤	26.0	180.2	3.0	20.7
	2층	33.0	228.7	2.0	13.8
	화장실	16	111.3	6	41.6
8025 (A330)	앞	17.3	119.5	0.0	0.0
	중앙	7.0	48.3	1.0	6.9
	뒤	7.7	52.8	5.0	34.6
	화장실	14	97	16.7	114.6

바이오 에어로졸은 첫 번째 비행기 7783(B777)에서 기내의 앞, 중앙・뒤(기내 2/3지점), 2층, 화장실 4곳에서 측정하였으며, 화장실의 경우 기내 중앙에 있는 화장실에서 측정하였다. 부유세균의 경우 기내의 앞쪽(160.0 CFU/m^3)에서, 부유진균의 경우 기내 화장실(71.1 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다.

두 번째 비행기 7644(B747)에서는 기내의 앞, 중앙, 뒤, 화장실 4곳에서 측정하였으며, 마찬가지로 화장실의 경우 기내 중앙에 있는 화장실에서 측정하였다. 부유세균의 경우 앞쪽(120.0 CFU/m^3)에서, 부유진균의 경우 기내 화장실(83.2 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다.

세 번째 비행기 7575(B777)에서는 기내의 앞, 중앙・뒤(기내 2/3지점), 2층, 화장실 4곳에서 측정하였으며, 화장실의 경우 마찬가지로 기내 중앙에 있는 화장실에서 측정하였다. 부유세균과 부유진균 모두 기내 앞쪽(291.1, 43.7 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다. 네 번째 비행기 8025(A330)에서는 기내의 앞, 중앙, 뒤, 화장실 4곳에서 측정하였으며, 화장실의 경우 마찬가지로 기내 중앙에 있는 화장실에서 측정하였다. 부유세균의 경우 기내 앞 쪽(119.5 CFU/m^3)에서, 부유진균의 경우 기내 화장실(114.6 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다.

평균적으로 부유세균의 경우 기내 앞 쪽에서, 부유진균의 경우 기내 화장실에서 높게 측정되었으나, 실내공기질 관리기준 미만인 양호하였다.

<표 3-21> A업체 생물학적 유해인자 평가 결과 (측정 3일차)

기 종	위 치	부유세균 (800 CFU/m³)		부유진균 (500 CFU/m³)	
		평균(개)	결과값(CFU/m³)	평균(개)	결과값(CFU/m³)
7526 (B777)	앞	16.0	110.3	5.0	34.5
	중앙, 뒤	10.0	68.9	8.0	55.2
	2층	1.0	6.9	8.0	55.2
	화장실	8.0	55	3.0	20.6
7721 (B777)	앞	13.0	90.8	2.0	14.0
	중앙	5.0	34.9	11.0	76.9
	뒤	4.0	27.9	6.0	41.9
	화장실	10.3	94.9	9.3	64.8
8217 (B777)	앞	7.0	48.3	0.0	0.0
	중앙, 뒤	1.0	6.9	1.0	6.9
	2층	0.0	0.0	11.0	75.9
	화장실	24.3	167.7	4.0	27.6
7621 (A380)	앞	19.0	131.9	2.0	13.9
	중앙, 뒤	0.0	0.0	13.0	90.3
	2층	3.0	20.8	3.0	20.8
	화장실	7.0	48.4	1.3	9.2

바이오 에어로졸은 첫 번째 비행기 7526(B777)에서 기내의 앞, 중앙・뒤(기내 2/3지점), 2층, 화장실 4곳에서 측정하였으며, 화장실의 경우 기내 중앙에 있는 화장실에서 측정하였다. 부유세균의 경우 기내의 앞쪽(110.3 CFU/m^3)에서, 부유진균의 경우 기내 중앙・뒤(기내 2/3지점), 2층(55.2 CFU/m^3)에서 가장 높게 나타났다.

두 번째 비행기 7721(B777)에서는 기내의 앞, 중앙, 뒤, 화장실 4곳에서 측정하였으며, 마찬가지로 화장실의 경우 기내 중앙에 있는 화장실에서 측정하였다. 부유세균과 부유진균 모두 기내 화장실(94.9, 64.8 CFU/m^3)에서 가장 높게 나타났다.

세 번째 비행기 8217(B777)에서는 기내의 앞, 중앙・뒤(기내 2/3지점), 2층, 화장실 4곳에서 측정하였으며, 화장실의 경우 마찬가지로 기내 중앙에 있는 화장실에서 측정하였다. 부유세균의 경우 기내 화장실(167.7 CFU/m^3)에서, 부유진균의 경우 기내 2층(75.9 CFU/m^3)에서 가장 높게 나타났다. 네 번째 비행기 7621(A380)에서는 기내의 앞, 중앙, 뒤, 화장실 4곳에서 측정하였으며, 화장실의 경우 마찬가지로 기내 중앙에 있는 화장실에서 3회 측정하였다. 부유세균의 경우 기내 앞쪽(131.9 CFU/m^3)에서 가장 높게 나타났으며, 부유진균의 경우 기내 중앙・뒤(기내 2/3지점) (90.3 CFU/m^3)에서 가장 높게 나타났다.

평균적으로 부유세균의 경우 기내 앞쪽과 화장실에서, 부유진균의 경우 기내 뒤쪽에서 높게 측정되었으나, 실내공기질 관리기준 미만으로 양호하였다.

<표 3-22> A업체 생물학적 유해인자 전체 평균 결과

기 종	부유세균 (800 CFU/m^3)		부유진균 (500 CFU/m^3)	
	객실 (CFU/m^3)	화장실 (CFU/m^3)	객실 (CFU/m^3)	화장실 (CFU/m^3)
7612(A380)	27.93	41.8	41.87	34.9
7204(B777)	64.77	30.1	18.53	62.5
7461(B747)	39.5	65.1	113.87	58.1
7584(A330)	65.17	65.2	60.53	14.0
7783(B777)	90.43	34.4	30.8	71.1
7644(B747)	89.23	57.8	19.33	83.2
7575(B777)	233.33	111.3	26.07	41.6
8025(A330)	73.53	97	13.83	114.6
7526(B777)	62.03	55	48.3	20.6
7721(B777)	51.2	94.9	44.27	64.8
8217(B777)	18.4	167.7	27.6	27.6
7621(A380)	50.9	48.4	41.67	9.2
전체 평균	72.20	72.39	40.56	50.18

3) 살균·살충 소독제 잔류농도 평가

<표 3-23> A업체 잔류농도 평가 결과 (측정 1일차)

단위 : ppm

측정위치	ET	NP	PT	위치
A	ND	ND	ND	화장실1, 주방2, 좌석, 선반
B	ND	ND	ND	화장실1, 주방2, 좌석, 선반
C	ND	ND	ND	화장실2, 주방1, 좌석, 선반
D	ND	ND	ND	화장실1, 주방3, 좌석, 선반
E	ND	ND	ND	화장실1, 주방3, 좌석, 선반
지역1	ND	ND	ND	앞
지역2	ND	ND	ND	앞
지역3	ND	ND	ND	중앙
지역4	ND	ND	ND	중앙
지역5	ND	ND	ND	앞
지역6	ND	ND	ND	뒤
지역7	ND	ND	ND	앞
지역8	ND	ND	ND	앞
지역9	ND	ND	ND	뒤
지역10	ND	ND	ND	뒤

ET: Ethylenediamine tetraacetic acid; NP : N-methylpyrrolidone; PT : Pyrethrum
노출기준 ET : none; NP : 10ppm; PT : 5mg/m^3
LOD ET : 0.298μg/mL; NP : 0.010mg/mL; PT : 0.155μg/L
온도 : 24.7℃; 습도 : 33.3%

<표 3-24> A업체 잔류농도 평가 결과 (측정 2일차)

단위 : ppm

측정위치	ET	NP	PT	위치
A	ND	ND	ND	화장실1, 주방3, 좌석, 선반, 벽면, 천장
B	ND	ND	ND	화장실1, 주방2, 좌석, 선반, 벽면, 처장
C	ND	ND	ND	주방2, 좌석, 선반, 벽면, 천장
D	ND	ND	ND	화장실1, 주방1, 좌석, 선반, 벽면, 천장
E	ND	ND	ND	주방2, 좌석, 선반, 벽면, 천장
지역1	ND	ND	ND	앞
지역2	ND	ND	ND	앞
지역3	ND	ND	ND	중앙
지역4	ND	ND	ND	뒤
지역5	ND	ND	ND	뒤
지역6	ND	ND	ND	앞
지역7	ND	ND	ND	중앙
지역8	ND	ND	ND	뒤
지역9	ND	ND	ND	중앙
지역10	ND	ND	ND	중앙

ET: Ethylenediamine tetraacetic acid; NP : N-methylpyrrolidone; PT : Pyrethrum
노출기준 ET: none; NP : 10ppm; PT : 5mg/m^3
LOD ET : 0.298μg/mL; NP : 0.010mg/mL; PT : 0.155μg/L
온도 : 24.5℃; 습도 : 31.7%

<표 3-25> A업체 잔류농도 평가 결과 (측정 3일차)

단위 : ppm

측정위치	ET	NP	PT	위치
A	ND	ND	ND	화장실2, 주방3, 좌석, 선반, 벽면, 천장
B	ND	ND	ND	화장실3, 주방3, 좌석, 선반, 벽면, 천장
C	ND	ND	ND	화장실2, 주방3, 좌석, 선반, 벽면, 천장
D	ND	ND	ND	화장실3, 주방2, 좌석, 선반, 벽면, 천장
E	ND	ND	ND	화장실3, 주방3, 좌석, 선반, 벽면, 천장
지역1	ND	ND	ND	앞
지역2	ND	ND	ND	앞
지역3	ND	ND	ND	앞
지역4	ND	ND	ND	중앙
지역5	ND	ND	ND	중앙
지역6	ND	ND	ND	뒤
지역7	ND	ND	ND	뒤
지역8	ND	ND	ND	중앙
지역9	ND	ND	ND	뒤
지역10	ND	ND	ND	뒤

ET: Ethylenediamine tetraacetic acid NP : N-methylpyrrolidone PT : Pyrethrum

노출기준 ET: none NP : 10ppm PT : 5mg/m3

LOD ET : 0.298μg/mL; NP : 0.010 mg/mL; PT : 0.155 μg/L

온도 : 24.5℃; 습도 : 31.7%

4) 청소용 세제 등 화학물질 및 작업환경조사

(1) 기내 화학적 인자

<표 3-26> A업체 화학물질 노출평가 결과 (측정 2일차)

단위 : ppm

측정대상자	Be	To	Eb	Xy	Et	위치
A	ND	0.0194	ND	ND	0.0659	화장실1, 주방3, 좌석, 선반, 벽면, 천장
B	ND	0.0201	ND	ND	0.0818	화장실1, 주방2, 좌석, 선반, 벽면, 천장
C	ND	0.0204	ND	ND	0.1101	주방2, 좌석, 선반, 벽면, 천장
D	ND	0.0183	ND	ND	0.0672	화장실1, 주방1, 좌석, 선반, 벽면, 천장
E	ND	0.0188	ND	ND	0.0624	주방2, 좌석, 선반, 벽면, 천장
F	ND	0.0205	ND	ND	0.0869	주방6, 좌석, 선반, 벽면, 천장
G	ND	0.0213	ND	ND	0.0974	화장실3, 주방3, 좌석, 선반, 벽면, 천장
H	ND	0.0208	ND	ND	0.1032	화장실2, 주방2, 좌석, 선반, 벽면, 천장
I	ND	0.0210	ND	ND	0.0824	주방2, 좌석, 선반, 벽면, 천장
J	ND	0.0163	ND	ND	0.0579	주방6, 좌석, 선반, 벽면, 천장
지역1	ND	0.0159	ND	ND	0.0333	앞
지역4	ND	0.0119	ND	ND	0.0386	앞
지역5	ND	0.4340	ND	ND	0.0260	중앙
지역6	ND	0.0260	0.0788	0.3481	0.2745	중앙
지역10	ND	0.0222	ND	ND	0.0337	뒤

Be : 벤젠; To : 톨루엔; Eb : 에틸벤젠; Xy : 크실렌; Et : 에탄올

노출기준 Be : 0.5ppm; To : 50ppm; Eb : 100ppm; Xy : 100ppm; Et : 1000ppm

LOD Be : 0.0008ppm; To : 0.0022ppm; Eb : 0.0016ppm; Xy : 0.0040ppm; Et : 0.0051ppm

온도 : 24.7℃; 습도 : 33.3%

A업체 2일차 개인시료측정 10곳, 지역시료 5곳을 측정하였으며. 측정결과 벤젠은 모든 측정위치에서 불검출이다. 톨루엔과 에탄올은 모든 측정위치에서 검출이 되었으며 에틸벤젠과 자일렌은 한 곳에서만 검출이 되었다. 청소시 볼펜 지우는 용도로 물파스를 사용하였고 매직 블록, 희석된 락스 또는 물을 사용하였다.

개인시료채취에서 톨루엔 최대값은 0.0213ppm이 검출된 G근로자로 화장실 3번, 주방 3번, 좌석, 선반, 벽면, 천장을 청소하였다. 톨루엔 최소값은 0.0163ppm이 검출된 J근로자로 주방 6번, 좌석, 선반, 벽면, 천장을 청소하였다. 에틸벤젠과 자일렌은 개인시료채취에서 모두 불검출로 나타났다. 에탄올 최대값은 0.1101ppm이 검출된 C근로자로 주방 두 번, 좌석, 선반, 벽면, 천장을 청소하였다. 에탄올 최소값은 0.0579ppm이 검출된 J근로자로 주방 6번, 좌석, 선반, 벽면, 천장을 청소하였다.

지역시료채취에서 톨루엔 최대값은 0.434ppm이 검출된 지역5번으로 항공기 중앙에서 측정한 지역시료였다. 에틸벤젠과 자일렌은 각각 0.0788ppm과 0.3481ppm이 검출된 지역시료 6번으로 항공기 중앙에서 측정한 지역시료였다. 톨루엔 최소값은 0.0119ppm이 검출된 지역4번으로 항공기 앞쪽에서 측정한 지역시료였다. 가장 높은 에탄올 측정값은 0.2745ppm이 검출된 지역5번으로 항공기 중앙에서 측정한 지역시료였다.

<표 3-27> A업체 화학물질 노출평가 결과 (측정 3일차)

단위 : ppm

측정위치	Be	To	Eb	Xy	Et	위치
A	ND	0.0155	ND	ND	0.0668	화장실2, 주방3, 좌석, 선반, 벽면, 천장
B	ND	0.0092	ND	ND	0.0552	화장실3, 주방3, 좌석, 선반, 벽면, 천장
C	ND	0.0120	ND	ND	0.0477	화장실2, 주방3, 좌석, 선반, 벽면, 천장
D	ND	0.0164	ND	ND	0.0528	화장실3, 주방2, 좌석, 선반, 벽면, 천장
E	ND	0.0110	ND	ND	0.0642	화장실3, 주방3, 좌석, 선반, 벽면, 천장
F	ND	0.0192	ND	ND	0.1559	화장실2, 주방4, 좌석, 선반, 벽면, 천장
G	ND	0.0218	ND	ND	0.0864	화장실5, 주방2, 좌석, 선반, 벽면, 천장
H	ND	0.0159	ND	ND	0.0480	화장실3, 좌석, 선반, 벽면, 천장
I	ND	0.0152	ND	ND	0.0611	화장실3, 주방2, 좌석, 선반, 벽면, 천장
J	ND	0.0127	ND	ND	0.0484	화장실3, 좌석, 선반, 벽면, 천장
지역1	ND	0.0292	ND	ND	0.0281	앞
지역4	ND	0.0237	ND	ND	0.0177	중앙
지역5	ND	0.0215	ND	ND	0.0440	중앙
지역7	ND	0.0218	ND	ND	0.0409	뒤
지역9	ND	0.4375	0.0851	0.3748	0.2798	뒤

Be : 벤젠; To : 톨루엔; Eb : 에틸벤젠; Xy : 크실렌; Et : 에탄올
노출기준 Be : 0.5ppm; To : 50ppm; Eb : 100ppm; Xy : 100ppm; Et : 1000ppm
LOD Be : 0.0008ppm; To : 0.0022ppm; Eb : 0.0016ppm; Xy : 0.0040ppm; Et : 0.0051ppm
온도 : 24.5℃; 습도 : 31.7%

A업체 3일차 개인시료측정 10곳, 지역시료 5곳을 측정하였으며. 측정결과 벤젠은 모든 측정위치에서 불검출이다. 톨루엔과 에탄올은 모든 측정위치에서 검출이 되었으며 에틸벤젠과 자일렌은 한 곳에서만 검출이 되었다. 청소시 볼펜 지우는 용도로 물파스를 사용하였고 매직 블록, 희석된 락스 또는 물을 사용하였다.

개인시료채취에서 톨루엔 최대값은 0.0218ppm이 검출된 G근로자로 화장실 5번, 주방2번, 좌석, 선반, 벽면, 천장을 청소하였다. 톨루엔 최소값은 0.0092ppm이 검출된 B근로자로 화장실 3번, 주방 3번, 좌석, 선반, 벽면, 천장을 청소하였다. 에틸벤젠과 자일렌은 개인시료채취에서 모두 불검출로 나타났다. 에탄올 최대값은 0.1559ppm이 검출된 F근로자로 화장실 2번, 주방 4번, 좌석, 선반, 벽면, 천장을 청소하였다. 에탄올 최소값은 0.0477ppm이 검출된 C근로자로 화장실 2번, 주방 3번, 좌석, 선반, 벽면, 천장을 청소하였다.

지역시료채취에서 톨루엔 최대값은 0.4375ppm이 검출된 지역9번으로 뒤쪽에서 측정한 지역시료였다. 톨루엔 최소값은 0.0215ppm이 검출된 지역5번으로 중앙에서 측정한 지역시료였다. 에틸벤젠과 자일렌은 각각 0.0851ppm과 0.0375ppm이 검출된 지역시료 9번으로 항공기 뒤쪽에서 측정한 지역시료였다. 에탄올 최대값은 0.2745ppm이 검출된 지역5번으로 항공기 중앙에서 측정한 지역시료였다. 에탄올 최소값은 0.0260ppm이 검출된 지역4번으로 항공기 앞쪽에서 측정한 지역시료였다.

(2) 기내 작업환경조사

<표 3-28> A업체 기내작업환경 측정 결과 (측정 1일차)

기 종	위 치	WBGT (℃)	TSP (㎍/㎥)	PM10 (㎍/㎥)	PM2.5 (㎍/㎥)	PM1.0 (㎍/㎥)	CO_2 (ppm)	O_3 (ppm)	NO_2 (ppm)	CO (ppm)	온도 (℃)	습도 (%)
7612 (A380)	앞	20.6	18.3	4.3	0.5	0.01	520	0.03	0.05	1.2	25.2	31.6
	중앙	20.4	33.8	11.7	1.44	0.18	634	0.03	0.04	1.2	25.6	32.5
	뒤	20.6	21.6	10.8	8.2	0.05	624	0.03	0.04	1.2	25.5	30.8
	2층	20.2	3.6	2.1	0.13	0.04	650	0.03	0.03	1.2	24.0	30.8
	평균	20.45	19.33	7.23	2.57	0.07	607.00	0.03	0.04	1.20	25.08	31.43
7204 (B777)	앞	19.1	46.4	17.1	0.19	0.00	800	0.03	0.03	1.3	23.5	27.3
	중앙	19.3	15.2	5.4	0.07	0.00	904	0.02	0.03	1.4	24.2	27.0
	뒤	19.2	44.6	11.8	0.24	0.00	808	0.03	0.04	1.6	24.2	25.8
	평균	19.20	35.40	11.43	0.17	0.00	837.33	0.03	0.03	1.43	23.97	26.70
7461 (B744)	앞	20.3	24.9	7.2	0.84	0.14	516	0.03	0.04	1.1	25.4	34.7
	중앙	20.3	95.4	21.3	2.34	0.33	538	0.03	0.04	1.3	25.9	35.0
	뒤	20.4	56.7	18.1	1.96	0.24	526	0.03	0.04	1.3	26.1	34.6
	2층	20.5	44.1	11.0	0.59	0.11	549	0.03	0.05	1.1	26.1	34.4
	평균	20.38	55.28	14.40	1.43	0.21	532.25	0.03	0.04	1.20	25.88	34.67
7584 (A330)	앞	20.8	29.4	13.4	1.73	0.39	682	0.03	0.05	1.5	26.7	35.6
	중앙	21.1	31.6	13.5	2.73	0.43	799	0.03	0.05	1.2	27.1	37.4
	뒤	20.9	31.0	13.6	2.03	0.54	958	0.03	0.05	1.2	26.6	37.4
	평균	20.93	30.67	13.50	2.16	0.45	813.00	0.03	0.05	1.30	26.80	36.80

노출기준 PM10 : 150㎍/㎥; CO_2 : 1000ppm; O_3 : 0.06ppm; NO_2 : 0.05ppm; CO : 10ppm

A업체 1일차 직독식 측정은 각 비행기 앞, 중, 뒤로 나누어 한 지점당 최소 10분씩 기기 안정화를 거치고 항공기당 1번씩 측정하였다. 2층이 있는 A380기종 같은 경우 2층 중앙에서도 직독식 측정을 진행하였다. 에어컨은 가동중에 있었으며 7612(A330)을 제외한 다른 항공기들은 출입문으로 사용한 왼쪽 제일 앞 비상구를 제외한 모든 비상구는 닫혀 있었다.

항공기 7612(A380) 직독식 측정결과 TSP(33.8㎍/㎥)와 PM10(11.7㎍/㎥), PM1.0(0.18㎍/㎥)은 항공기 중앙지역에서 가장 높았으며 PM2.5(6.2㎍/㎥)는 항공기 뒤쪽에서 가장 높았다. 온도, 이산화탄소, 오존, 이산화질소, 일산화탄소는 각 지역별로 큰 차이가 나지 않았다. 설비정비로 인해 오른쪽 세 번째 비상구가 개방되어 있었다.

항공기 7204(B777) 직독식 측정결과 TSP(46.4㎍/㎥)와 PM10(17.1㎍/㎥)은 항공기 앞쪽 지역에서 가장 높았으며 PM2.5(0.24㎍/㎥)는 항공기 뒤쪽에서 가장 높았다. PM1.0은 모든 지역에서 0.0㎍/㎥이 나왔다. 온도, 오존, 이산화질소, 일산화탄소는 각 지역별로 큰 차이가 나지 않았으나 이산화탄소는 항공기 중앙지역에서 904ppm으로 다른 지역에 비해 높게 나왔다.

항공기 7461(B744) 직독식 측정결과 TSP(95.4㎍/㎥)와 PM10(21.3㎍/㎥), PM2.5(2.34㎍/㎥), PM1.0(0.33㎍/㎥)으로 항공기 중앙지역에서 가장 높았다. 온도, 이산화탄소, 오존, 이산화질소, 일산화탄소는 각 지역별로 큰 차이가 나지 않았다.

항공기 7584(A330) 직독식 측정결과 TSP(31.6㎍/㎥)와 PM2.5(2.73㎍/㎥)으로 항공기 앞쪽 지역에서 가장 높았으며 PM10(13.6㎍/㎥), PM1.0(0.54㎍/㎥)으로 항공기 뒤쪽 지역에서 가장 높았다. 온도, 오존, 이산화질소, 일산화탄소는 각 지역별로 큰 차이가 나지 않았으나 이산화탄소는 항공기 뒤쪽지역에서 958ppm으로 다른 지역에 비해 높게 나왔다.

<표 3-29> A업체 기내작업환경 측정 결과 (측정 2일차)

기 종	위 치	WBGT (℃)	TSP (㎍/㎥)	PM10 (㎍/㎥)	PM2.5 (㎍/㎥)	PM1.0 (㎍/㎥)	CO_2 (ppm)	O_3 (ppm)	NO_2 (ppm)	CO (ppm)	온도 (℃)	습도 (%)
7783 (B777)	앞	21.5	51.2	17.1	1.92	0.25	672	0.04	0.06	1.7	25.8	26.1
	중앙	20.7	39.2	15.4	1.53	0.18	780	0.03	0.05	1.7	25.6	27.3
	뒤	20.1	40.6	14.6	1.38	0.14	672	0.03	0.05	1.7	25.7	26.3
	평균	20.77	43.67	15.70	1.61	0.19	708.00	0.03	0.05	1.70	25.70	26.57
7644 (B747)	앞	18.9	97.4	23.3	1.15	0.26	560	0.02	0.03	1.0	23.5	38.1
	중앙	18.4	35.7	10.4	1.40	0.28	564	0.02	0.03	1.3	23.2	36.1
	뒤	18.7	62.6	19.1	3.22	0.94	520	0.02	0.03	1.2	23.5	36.8
	평균	18.67	65.23	17.60	1.92	0.49	548.00	0.02	0.03	1.17	23.40	37.00
7575 (B777)	앞	20.5	45.3	18.8	8.27	0.00	623	0.03	0.04	1.5	24.5	24.3
	중앙	18.5	27.1	8.4	0.20	0.00	670	0.03	0.04	1.3	23.8	26.4
	뒤	18.2	37.2	10.0	0.41	0.02	686	0.03	0.04	1.3	25.9	25.9
	평균	19.07	36.53	12.40	2.96	0.01	659.67	0.03	0.04	1.37	24.73	25.53
8025 (A330)	앞	20.2	45.4	21.1	2.3	0.3	560	0.03	0.04	1.4	25.8	55.6
	중앙	20.2	35.9	15.4	1.88	0.36	649	0.02	0.03	1.3	24.3	39.4
	뒤	20.5	38.6	20.1	5.66	2.26	555	0.03	0.04	1.2	23.6	36.7
	평균	20.30	39.97	18.87	3.28	0.97	588.00	0.03	0.04	1.30	24.57	43.90
외기		25.1	40.2	29.6	20.1	9.87	441	0.03	0.04	1.0	28.5	68.3

노출기준 PM10 : 150㎍/㎥; CO_2 : 1000ppm; O_3 : 0.06ppm; NO_2 : 0.05ppm; CO : 10ppm

A업체 2일차 직독식 측정은 각 비행기 앞, 중, 뒤로 나누어 한 지점당 최소 10분씩 기기 안정화를 거치고 항공기당 1번씩 측정하였다. 에어컨은 가동중에 있었으며 출입문으로 사용한 왼쪽 제일 앞 비상구를 제외한 모든 비상구는 닫혀있었다.

항공기 7783(B777) 직독식 측정결과 TSP(51.2㎍/㎥)와 PM10(17.1㎍/㎥), PM2.5(1.92㎍/㎥), PM1.0(0.25㎍/㎥)은 항공기 앞쪽 지역에서 가장 높았다. 온도, 이산화탄소, 오존, 이산화질소, 일산화탄소는 각 지역별로 큰 차이가 나지 않았다.

항공기 7644(B747) 직독식 측정결과 TSP(97.4㎍/㎥)와 PM10(23.3㎍/㎥)은 항공기 앞쪽 지역에서 가장 높았으며 PM2.5(19.1㎍/㎥)와 PM1.0(3.22㎍/㎥)은 항공기 뒤쪽 지역에서 가장 높았다. 온도, 이산화탄소, 오존, 이산화질소, 일산화탄소는 각 지역별로 큰 차이가 나지 않았다.

항공기 7575(B777) 직독식 측정결과 TSP(45.3㎍/㎥)와 PM10(18.8㎍/㎥), PM2.5(8.27㎍/㎥)으로 항공기 앞쪽지역에서 가장 높았다.
PM2.5(0.02㎍/㎥)로 항공기 뒤쪽에서 나타났다. 온도, 이산화탄소, 오존, 이산화질소, 일산화탄소는 각 지역별로 큰 차이가 나지 않았다.

항공기 8025(A330) 직독식 측정결과 TSP(45.4㎍/㎥)와 PM10(21.1㎍/㎥)으로 항공기 앞쪽 지역에서 가장 높았으며 PM2.5(5.66㎍/㎥), PM1.0(2.26㎍/㎥)으로 항공기 뒤쪽 지역에서 가장 높았다. 온도, 오존, 이산화질소, 일산화탄소는 각 지역별로 큰 차이가 나지 않았다.

<표 3-30> A업체 기내작업환경 측정 결과 (측정 3일차)

기 종	위 치	WBGT (℃)	TSP (㎍/㎥)	PM10 (㎍/㎥)	PM2.5 (㎍/㎥)	PM1.0 (㎍/㎥)	CO_2 (ppm)	O_3 (ppm)	NO_2 (ppm)	CO (ppm)	온도 (℃)	습도 (%)
7526 (B777)	앞	19.0	4.1	0.9	0.155	0.00	570	0.03	0.04	1.2	24.5	30.1
	중앙	18.9	10.7	2.6	0.05	0.00	604	0.03	0.04	1.3	24.1	29.8
	뒤	18.1	12.9	4.0	0.17	0.03	592	0.03	0.04	1.2	23.2	26.9
	평균	18.67	9.23	2.50	0.13	0.01	588.67	0.03	0.04	1.23	23.93	28.93
7721 (B777)	앞	22.9	17.5	4.9	0.62	0.16	502	0.03	0.05	1.3	26.3	28.9
	중앙	21.1	16.9	4.4	0.77	0.13	508	0.03	0.05	1.2	26.6	29.3
	뒤	21.2	18.4	5.2	0.82	0.13	615	0.04	0.06	1.2	26.4	28.6
	평균	21.73	17.60	4.83	0.74	0.14	541.67	0.03	0.05	1.23	26.43	28.93
8217 (B777)	앞	19.1	20.2	4.8	0.52	0.05	473	0.03	0.04	1.1	23.5	32.7
	중앙	19.0	53.6	20.6	0.62	0.05	499	0.03	0.04	1.0	23.5	32.9
	뒤	18.9	35.3	13.2	0.49	0.04	523	0.03	0.04	1.1	23.9	32.5
	평균	19.00	36.37	12.87	0.54	0.05	498.33	0.03	0.04	1.07	23.63	32.70
7621 (A380)	앞	21.1	54.3	13.7	0.88	0.21	595	0.03	0.05	1.0	23.8	39.1
	중앙	20.1	66.4	13.3	0.64	0.03	632	0.03	0.05	0.7	24.5	38.3
	뒤	20.5	39.0	10.4	0.92	0.04	529	0.03	0.06	1.0	24.7	36.0
	2층	19.5	43.3	8.4	0.32	0.08	486	0.03	0.04	1.2	23.3	31.8
	평균	20.30	50.75	11.45	0.69	0.09	560.50	0.03	0.05	0.98	24.08	36.30
외기		25.3	34.0	27.7	16.4	8.66	426	0.03	0.04	0.9	28.3	80.4

노출기준 PM10 : 150㎍/㎥; CO_2 : 1000ppm; O_3 : 0.06ppm; NO_2 : 0.05ppm; CO : 10ppm

A업체 3일차 직독식 측정은 각 비행기 앞, 중, 뒤로 나누어 한 지점당 최소 10분씩 기기 안정화를 거치고 항공기당 1번씩 측정하였다. 에어컨은 가동중에 있었으며 출입문으로 사용한 왼쪽 제일 앞 비상구를 제외한 모든 비상구는 닫혀있었다.

항공기 7526(B777) 직독식 측정결과 TSP(12.9㎍/㎥)와 PM10(4.0㎍/㎥), PM2.5(0.17㎍/㎥), PM1.0(0.03㎍/㎥)은 항공기 뒤쪽 지역에서 가장 높았다. 온도, 이산화탄소, 오존, 이산화질소, 일산화탄소는 각 지역별로 큰 차이가 나지 않았다.

항공기 7721(B777) 직독식 측정결과 TSP(18.4㎍/㎥)와 PM10(5.2㎍/㎥), PM2.5(0.82㎍/㎥)은 항공기 뒤쪽 지역에서 가장 높았으며 PM1.0(0.13㎍/㎥)은 항공기 중간과 뒤쪽 지역에서 동일하게 높았다. 온도, 이산화탄소, 오존, 이산화질소, 일산화탄소는 각 지역별로 큰 차이가 나지 않았다.

항공기 8217(B777) 직독식 측정결과 TSP(53.6㎍/㎥)와 PM10(20.6㎍/㎥), PM2.5(0.62㎍/㎥)은 항공기 앞쪽 지역에서 가장 높았으며 PM1.0(0.05㎍/㎥)은 항공기 앞쪽과 중앙지역에서 동일하게 높았다. 온도, 이산화탄소, 오존, 이산화질소, 일산화탄소는 각 지역별로 큰 차이가 나지 않았다.

항공기 7621(A330) 직독식 측정결과 TSP(66.4㎍/㎥)으로 항공기 중앙지역에서 가장 높았으며 PM10(13.7㎍/㎥)과 PM1.0(0.21㎍/㎥)은 항공기 앞쪽에서 가장 높았다. PM2.5(0.92㎍/㎥)은 항공기 뒤쪽에서 가장 높았다. 온도, 오존, 이산화질소, 일산화탄소는 각 지역별로 큰 차이가 나지 않았다.

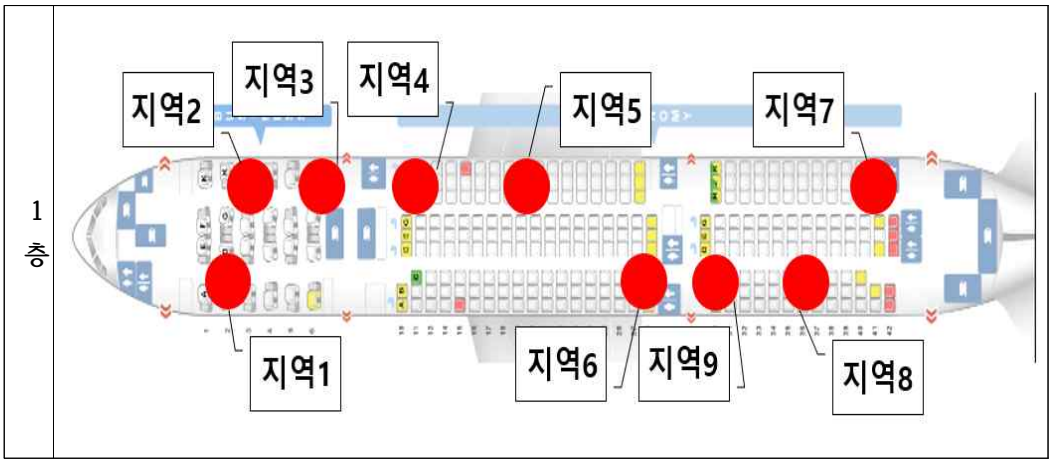
5) 대형 항공기 노출양상 전체 요약

항 목(단위)	건 수		최저치	최고치	평균
	개인	지역			
부유세균(CFU/m^3)	-	48	0.0	291.1	84.1
부유진균(CFU/m^3)	-	48	0.0	195.2	49.03
벤젠(ppm)	20	10	ND	ND	ND
톨루엔(ppm)	20	10	0.0092	0.4375	0.0463
에틸벤젠(ppm)	20	10	0.0788	0.0851	0.0819
자일렌(ppm)	20	10	0.3481	0.3748	0.3615
에탄올(ppm)	20	10	0.0177	0.2798	0.0773
Ethylenediamine tetraacetic acid (ppm)	15	30	ND	ND	ND
N-methylpyrrolidone (ppm)	15	30	ND	ND	ND
Pyrethrum(ug/mL)	15	30	ND	ND	ND

항 목(단위)	건 수	최저치	최고치	평균
WBGT(℃)	39	18.1	22.9	19.98
TSP(㎍/㎥)	39	3.6	97.4	37.06
PM10(㎍/㎥)	39	0.9	23.3	11.83
PM2.5(㎍/㎥)	39	0.05	8.27	1.52
PM1.0(㎍/㎥)	39	0	2.26	0.22
CO_2(ppm)	39	473	958	619.15
O_3(ppm)	39	0.02	0.04	0.02
NO_2(ppm)	39	0.03	0.06	0.04
CO(ppm)	39	0.7	1.7	1.25
온도(℃)	39	23.2	27.1	24.86
습도(%)	39	24.3	55.6	32.58

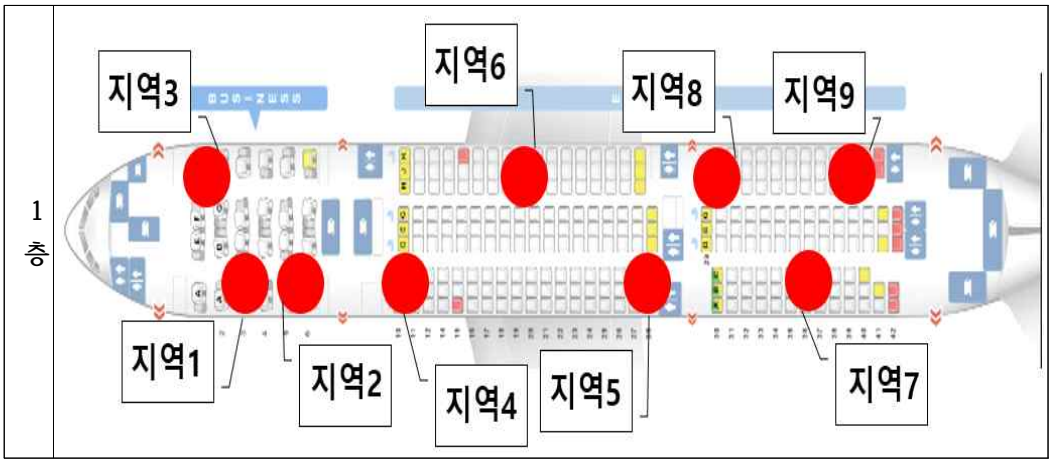
6. 중형 항공기 청소작업(B업체) 유해요인 노출양상

1) 측정위치



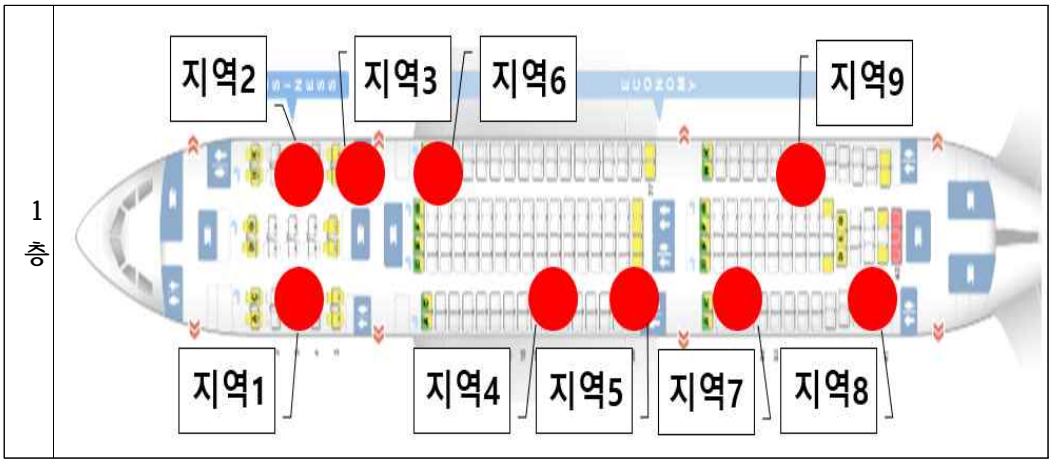
[그림 3-16] 7732(B777) 지역시료측정

비행기 7732(B777)의 지역시료는 좌석 위 선반에서 측정하였다. 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.



[그림 3-17] 7755(B777) 지역시료측정

비행기 7755(B777)의 지역시료는 좌석 위 선반에서 측정하였다. 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.



[그림 3-18] 7741(A330) 지역시료측정

비행기 7741(A330)의 지역시료는 좌석 위 선반에서 측정하였다. 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.

2) 부유세균, 진균 등 생물학적 유해인자 평가

<표 3-31> B업체 생물학적 유해인자 평가 결과 (측정 1일차)

기 종	위 치	부유세균 (800 CFU/m^3)		부유진균 (500 CFU/m^3)	
		평균(개)	결과값(CFU/m^3)	평균(개)	결과값(CFU/m^3)
7732 (B777)	앞	7.7	54.5	6.7	47.4
	중앙	4.0	28.6	4.0	28.6
	뒤	3.7	26.2	3.7	26.2
	화장실	12.0	85.7	4.0	28.6
	앞	11.3	78.8	8.7	60.3
	중앙	3.3	23.1	5.7	39.3
	뒤	5.0	34.6	4.3	30.0
	화장실	9.0	62.3	3.7	25.4
	앞	6.3	43.8	3.3	23.1
	중앙	2.3	16.2	6.0	41.6
	뒤	9.3	64.7	3.7	25.4
	화장실	2.7	18.5	2.3	16.2

바이오 에어로졸은 7732(B777)에서 기내의 앞, 중앙, 뒤, 화장실 4곳에서 측정하였으며, 화장실의 경우 기내 중앙에 있는 화장실에서 측정하였다. 기내와 화장실의 경우 약 2~3시간 간격으로 측정하였다.

1차시 에는 부유세균은 기내 화장실(평균 85.7 CFU/m^3)에서, 부유진균은 기내 앞쪽(평균 47.4 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었고. 2차시에는 부유세균과 부유진균 모두 기내 앞쪽(평균 78.8, 60.3 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었으며, 3차시에는 부유세균은 기내 뒤쪽(64.7 CFU/m^3)에서, 부유진균은 기내 중앙(41.6 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다. 평균적으로 부유세균과 부유진균 모두 기내 앞쪽에서 높게 측정됐으나, 기내와 화장실 모두 실내공기질 관리기준치 미만으로 양호하였다.

<표 3-32> B업체 생물학적 유해인자 평가 결과 (측정 2일차)

기 종	위 치	부유세균 (800 CFU/m^3)		부유진균 (500 CFU/m^3)	
		평균(개)	결과값(CFU/m^3)	평균(개)	결과값(CFU/m^3)
7755 (B777)	앞	5.7	39.6	21.7	151.6
	중앙	13.7	95.8	6.7	46.7
	뒤	6.3	44.3	2.0	14.0
	화장실	6.3	44.3	2.3	16.3
	앞	4.3	30.1	12.0	83.5
	중앙	3.7	25.5	2.0	13.9
	뒤	5.0	34.8	3.7	25.5
	화장실	4.7	32.5	2.3	16.2
	앞	7.3	50.8	5.7	39.3
	중앙	7.0	48.4	1.3	9.2
	뒤	12.7	87.6	4.0	27.6
	화장실	5.7	39.2	3.0	20.7
	앞	11.3	79.7	7.3	51.6
	중앙	4.3	30.5	6.0	42.2
	뒤	14.0	98.8	9.0	63.5
	화장실	4.3	30.6	7.0	49.4

바이오 에어로졸은 7755(B777)에서 기내의 앞, 중앙, 뒤, 화장실 총 4곳에서 측정하였으며, 화장실의 경우 기내 중앙에 있는 화장실에서 측정하였다. 기내와 화장실의 경우 약 2~3시간 간격으로 측정하였다. 1차시에는 부유세균은 기내 중앙(95.8 CFU/m^3)에서, 부유진균은 기내 앞쪽(151.6 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다.

2차시에는 부유세균은 기내 뒤쪽(34.8 CFU/m^3)에서, 부유진균은 기내 앞쪽(83.5 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었으며, 3차시에는 부유세균은 기내 뒤쪽(87.6 CFU/m^3)에서, 부유진균은 기내 앞쪽(39.3 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었고. 4차시에는 부유세균과 부유진균 모두 기내 뒤쪽(98.8, 63.5 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다. 평균적으로 부유세균은 기내 뒤쪽에서, 부유진균은 기내 앞쪽에서 높게 측정되었으나, 기내, 화장실 모두 실내공기질 관리기준치 미만으로 양호하였다.

<표 3-33> B업체 생물학적 유해인자 평가 결과 (측정 3일차)

기 종	위 치	부유세균 (800 CFU/m³)		부유진균 (500CFU/m³)	
		평균(개)	결과값(CFU/m³)	평균(개)	결과값(CFU/m³)
7741 (A330)	앞	2.7	18.7	14.0	98.2
	중앙	2.7	18.6	5.7	39.6
	뒤	1.0	7.0	1.7	11.7
	화장실	2.0	14.0	0.3	2.3
	앞	3.7	25.6	1.3	9.3
	중앙	1.3	9.3	4.0	27.9
	뒤	2.7	18.6	4.0	28.0
	화장실	5.3	37.3	3.0	21.0
	앞	7.0	49.1	2.3	16.4
	중앙	4.0	28.0	0.3	2.3
	뒤	8.0	56.0	3.0	21.0
	화장실	2.7	18.7	1.7	11.7
	앞	8.3	58.3	7.3	51.3
	중앙	6.0	41.9	0.7	4.7
	뒤	2.3	16.3	4.3	30.3
	화장실	1.7	11.7	4.0	28.0

바이오 에어로졸은 7741(A330)에서 기내의 앞, 중앙, 뒤, 화장실 총 4곳에서 측정하였으며, 화장실의 경우 기내 중앙에 있는 화장실에서 측정하였다. 기내와 화장실의 경우 약 2~3시간 간격으로 측정하였다.

1차시에는 부유세균과 부유진균 모두 기내 앞쪽(18.7, 98.2 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다. 2차시에는 부유세균은 기내 화장실(37.3 CFU/m^3)에서, 부유진균은 기내 뒤쪽(28.0 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었으며, 3차시에는 부유세균과 부유진균 모두 기내 뒤쪽(56.0, 21.0 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었고. 4차시에는 부유세균과 부유진균 모두 기내 앞 쪽(58.3, 51.3 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다. 전체적으로 부유세균은 기내 앞쪽에서, 부유진균은 기내 뒤쪽에서 높게 측정되었으나, 기내, 화장실 모두 실내공기질 관리기준치 미만으로 양호하였다.

<표 3-34> B업체 생물학적 유해인자 전체 평균 결과

기 종	부유세균 (800 CFU/m^3)		부유진균 (500 CFU/m^3)	
	객실(CFU/m^3)	화장실(CFU/m^3)	객실(CFU/m^3)	화장실(CFU/m^3)
7732(B777)	36.43	55.5	34.07	23.4
	45.5		43.2	
	41.57		30.03	
7755(B777)	59.9	36.7	70.77	25.7
	30.13		40.97	
	62.27		25.37	
	69.67		52.43	
7741(A330)	14.77	20.4	49.83	15.8
	17.83		21.73	
	44.37		13.23	
	38.83		28.77	
	41.2	55.5	35.8	23.4

3) 살균·살충 소독제 잔류농도 평가

<표 3-35> B업체 잔류농도 평가 결과 (측정 1일차)

단위 : ppm

측정위치	ET	NP	PM	PT	위치
A	ND	ND	ND	ND	화장실1, 주방1, 좌석
B	ND	ND	ND	ND	화장실1, 주방1, 좌석
C	ND	ND	ND	ND	화장실2, 주방1, 좌석
D	ND	ND	ND	ND	화장실1, 주방1, 좌석
E	ND	ND	ND	ND	화장실2, 주방1, 좌석
지역1	ND	ND	ND	ND	앞
지역3	ND	ND	ND	ND	앞
지역5	ND	ND	ND	ND	중앙
지역6	ND	ND	ND	ND	중앙
지역8	ND	ND	ND	ND	뒤

ET : Ethylenediamine tetraacetic acid; NP : N-methylpyrrolidone; PM : Permethrin; PT : Pyrethrum

노출기준 ET : none; NP : 10ppm; PM : none; PT : 5mg/m^3

LOD ET : 0.298μg/mL; NP : 0.010mg/mL; PM : 0.047μg/L; PT : 0.155μg/L

온도 : 24.9℃; 습도 45.6%

<표 3-36> B업체 잔류농도 평가 결과 (측정 2일차)

단위 : ppm

측정위치	ET	NP	PM	PT (ug/ml)	위치
A	ND	ND	ND	ND	화장실1, 주방1, 좌석, 선반
B	ND	ND	ND	ND	화장실2, 주방1, 좌석, 선반
C	ND	ND	ND	ND	화장실2, 주방1, 좌석, 선반
D	ND	ND	ND	ND	화장실1, 주방1, 좌석, 선반
E	ND	ND	ND	ND	화장실1, 주방1, 좌석, 선반
지역2	ND	ND	ND	ND	앞
지역3	ND	ND	ND	ND	앞
지역5	ND	ND	ND	ND	중앙
지역7	ND	ND	ND	ND	뒤
지역8	ND	ND	ND	ND	뒤

ET : Ethylenediamine tetraacetic acid; NP : N-methylpyrrolidone; PM : Permethrin; PT : Pyrethrum

노출기준 ET : none; NP : 10ppm; PM : none; PT : 5mg/m^3

LOD ET : 0.298μg/mL; NP : 0.010mg/mL; PM : 0.047μg/L; PT : 0.155μg/L

온도 : 24.7℃; 습도 : 35.2%

<표 3-37> B업체 잔류농도 평가 결과 (측정 3일차)

단위 : ppm

측정위치	ET	NP	PM	PT (ug/ml)	위치
A	ND	ND	ND	ND	화장실2, 주방1, 좌석, 선반
B	ND	ND	ND	ND	화장실1, 주방1, 좌석, 선반
C	ND	ND	ND	ND	화장실1, 주방1, 좌석, 선반
D	ND	ND	ND	ND	화장실1, 주방1, 좌석, 선반
E	ND	ND	ND	ND	화장실2, 주방1, 좌석, 선반
지역2	ND	ND	ND	ND	앞
지역4	ND	ND	ND	ND	중앙
지역5	ND	ND	ND	ND	중앙
지역7	ND	ND	ND	ND	뒤
지역9	ND	ND	ND	ND	뒤

ET : Ethylenediamine tetraacetic acid NP : N-methylpyrrolidone PM : Permethrin PT : Pyrethrum

노출기준 ET : none; NP : 10ppm; PM : none; PT : 5mg/m^3

LOD ET : 0.298μg/mL; NP : 0.010mg/mL; PM : 0.047μg/L; PT : 0.155μg/L

온도 : 24.9℃; 습도: 37.9%

4) 청소용 세제 등 화학물질 및 작업환경조사

(1) 기내 화학적 인자

<표 3-38> B업체 화학물질 노출평가 결과 (측정 1일차)

단위 : ppm

측정위치	Be	To	Eb	Xy	Et	위치
A	ND	0.0095	ND	ND	0.2330	화장실1, 주방1, 좌석
B	ND	ND	ND	ND	ND	화장실1, 주방1, 좌석
C	ND	0.0212	ND	ND	0.1098	화장실2, 주방1, 좌석
D	ND	0.0359	ND	ND	0.2277	화장실1, 주방1, 좌석
E	ND	ND	ND	ND	ND	화장실2, 주방1, 좌석
지역1	ND	ND	ND	ND	ND	앞
지역3	ND	0.0377	ND	ND	0.1561	앞
지역5	ND	ND	ND	ND	ND	중앙
지역6	ND	0.0149	ND	ND	0.1807	중앙
지역8	ND	0.0231	ND	ND	0.1462	뒤

Be : 벤젠; To : 톨루엔; Eb : 에틸벤젠; Xy : 크실렌; Et : 에탄올

노출기준 Be : 0.5ppm; To : 50ppm; Eb : 100ppm; Xy : 100ppm; Et : 1000ppm

LOD Be : 0.0008ppm; To : 0.0022ppm; Eb : 0.0016ppm; Xy : 0.0040ppm; Et : 0.0051ppm

온도 : 24.9℃; 습도 : 45.6%

B업체 1일차 개인시료측정 5곳, 지역시료 5곳을 측정하였으며. 측정결과 벤젠, 에틸벤젠, 자일렌은 모든 측정위치에서 불검출이다. 청소시 매직 블록과 물을 사용하였다. B업체 7~8월은 화장실과 주방 집중 청소구간으로 화장실과 주방을 청소 후 시간적 여유가 있으면 그 외 체크리스트에 따라 청소하였다.

개인시료채취에서 톨루엔 최대값은 0.0359ppm이 검출된 D근로자로 화장실 1번, 주방 1번, 좌석을 청소하였다. 톨루엔 최소값은 B, E근로자로 불검출이다. 에틸벤젠과 자일렌은 개인시료채취에서 모두 불검출로 나타났다. 에탄올 최대값은 0.2330ppm이 검출된 A근로자로 화장실 1번, 주방 1번, 좌석을 청소하였다. 에탄올 최소값은 B근로자로 불검출이다.

지역시료채취에서 톨루엔 최대값은 0.0377ppm이 검출된 지역3번으로 항공기 앞쪽에서 측정한 지역시료였다. 톨루엔 최소값은 지역1, 5번으로 불검출이다.

에틸벤젠과 자일렌은 모두 불검출이다. 에탄올 최대값은 0.1807ppm이 검출된 지역6번으로 항공기 중앙에서 측정한 지역시료였다. 에탄올 최소값은 지역5번으로 불검출이다.

<표 3-39> 화학물질 노출평가 결과 (측정 2일차)

단위 : ppm

측정위치	Be	To	Eb	Xy	Et	위치
A	ND	0.0219	ND	ND	0.3733	화장실1, 주방1, 좌석, 선반
B	ND	ND	ND	ND	0.0142	화장실2, 주방1, 좌석, 선반
C	ND	0.0394	ND	ND	0.0650	화장실2, 주방1, 좌석, 선반
D	ND	0.0356	ND	ND	0.1112	화장실1, 주방1, 좌석, 선반
E	ND	0.0589	ND	ND	0.1403	화장실1, 주방1, 좌석, 선반
지역2	ND	ND	ND	ND	0.0239	앞
지역3	ND	ND	ND	ND	0.0171	앞
지역5	ND	0.0579	ND	ND	0.0805	중앙
지역7	ND	0.0320	ND	ND	0.0794	뒤
지역8	ND	ND	ND	ND	0.0308	뒤

Be : 벤젠; To : 톨루엔; Eb : 에틸벤젠; Xy : 크실렌; Et : 에탄올

노출기준 Be : 0.5ppm; To : 50ppm; Eb : 100ppm; Xy : 100ppm; Et : 1000ppm

LOD Be : 0.0008ppm; To : 0.0022ppm; Eb : 0.0016ppm; Xy : 0.0040ppm; Et : 0.0051ppm
온도 : 24.7℃; 습도 : 35.2%

B업체 2일차 개인시료측정 5곳, 지역시료 5곳을 측정하였으며. 측정결과 벤젠, 에틸벤젠, 자일렌은 모든 측정위치에서 불검출이다. 청소시 매직 블록과 물을 사용하였다. B업체 7~8월은 화장실과 주방 집중 청소구간으로 화장실과 주방을 청소 후 시간적 여유가 있으면 그 외 체크리스트에 따라 청소를 하였다.

개인시료채취에서 톨루엔 최대값은 0.0589ppm이 검출된 E근로자로 화장실 1번, 주방 1번, 좌석, 선반을 청소하였다. 톨루엔 최소값은 B근로자로 불검출이다. 에틸벤젠과 자일렌은 개인시료채취에서 모두 불검출로 나타났다. 에탄올 최대값은 0.3733ppm이 검출된 A근로자로 화장실 1번, 주방 1번, 좌석, 선반을 청소하였다. 에탄올 최소값은 B근로자로 0.0142ppm이다.

지역시료채취에서 톨루엔 최대값은 0.0579ppm이 검출된 지역5번으로 항공기 중앙에서 측정한 지역시료였다. 톨루엔 최소값은 지역2, 3, 8번으로 불검출이다.

에틸벤젠과 자일렌은 모두 불검출이다. 에탄올 최대값은 0.0805ppm이 검출된 지역5번으로 항공기 중앙에서 측정한 지역시료였다. 에탄올 최소값은 0.0171ppm이 검출된 지역3번이다.

<표 3-40> 화학물질 노출평가 결과 (측정 3일차)

단위 : ppm

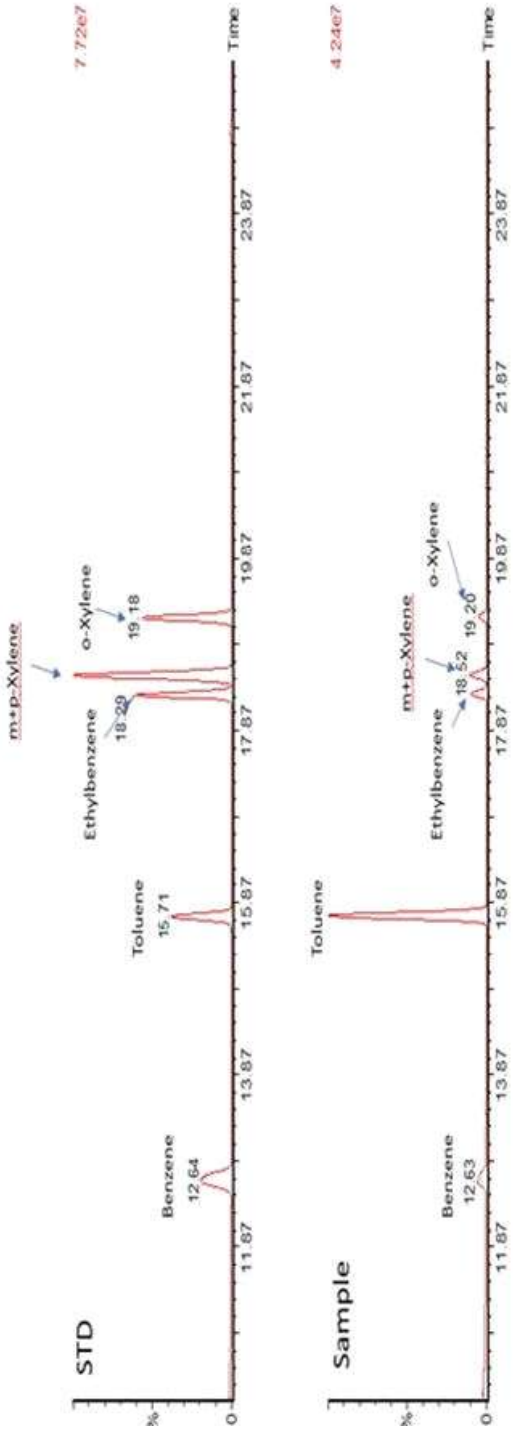
측정위치	Be	To	Eb	Xy	Et	위치
A	ND	ND	ND	ND	0.0741	화장실2, 주방1, 좌석, 선반
B	ND	0.0063	ND	ND	0.1610	화장실1, 주방1, 좌석, 선반
C	ND	ND	ND	ND	ND	화장실1, 주방1, 좌석, 선반
D	ND	0.0087	ND	ND	0.1107	화장실1, 주방1, 좌석, 선반
E	ND	0.6953	0.0299	0.1194	0.5344	화장실2, 주방1, 좌석, 선반
지역2	ND	ND	ND	ND	ND	앞
지역4	ND	0.0141	ND	ND	0.2242	중앙
지역5	ND	0.0092	ND	ND	0.1425	중앙
지역7	ND	0.0048	ND	ND	0.0849	뒤
지역9	ND	0.0095	ND	ND	0.1729	뒤

Be : 벤젠; To : 톨루엔; Eb : 에틸벤젠; Xy : 크실렌; Et : 에탄올

노출기준 Be : 0.5ppm; To : 50ppm; Eb : 100ppm; Xy : 100ppm; Et : 1000ppm

LOD Be : 0.0008ppm; To : 0.0022ppm; Eb : 0.0016ppm; Xy : 0.0040ppm; Et : 0.0051ppm

온도 : 24.9℃; 습도 : 37.9%



[그림 3-19] 지역7 시료 GC/MSD spectrum

B업체 3일차 개인시료측정 5곳, 지역시료 5곳을 측정하였으며. 측정결과 벤젠, 에틸벤젠, 자일렌은 모든 측정위치에서 불검출이다. 청소시 매직 블록과 물을 사용하였다. B업체 7~8월은 화장실과 주방 집중 청소구간으로 화장실과 주방을 청소 후 시간적 여유가 있으면 그 외 체크리스트에 따라 청소를 하였다.

개인시료채취에서 톨루엔 최대값은 0.6953ppm이 검출된 E근로자로 화장실 2번, 주방 1번, 좌석, 선반을 청소하였다. 톨루엔 최소값은 A, C 근로자로 불검출이다. 에틸벤젠과 자일렌은 0.0299ppm과 0.1194ppm으로 E근로자에서만 검출되었다. 에탄올 최대값은 0.5344ppm이 검출된 E근로자로 화장실 2번, 주방 1번, 좌석, 선반을 청소하였다. 에탄올 최소값은 C근로자로 불검출이다.

지역시료채취에서 톨루엔 최대값은 0.0141ppm이 검출된 지역5번으로 항공기 앞쪽에서 측정한 지역시료였다. 톨루엔 최소값은 지역2번으로 불검출이다.

에틸벤젠과 자일렌은 모두 불검출이다. 에탄올 최대값은 0.2242ppm이 검출된 지역4번으로 항공기 중앙에서 측정한 지역시료였다. 에탄올 최소값은 지역3번으로 불검출이다.

(2) 기내 작업환경인자

<표 3-41> B업체 기내작업환경 측정 결과 (측정 1일자)

기 종	위 치	WBGT (℃)	TSP (㎍/㎥)	PM10 (㎍/㎥)	PM2.5 (㎍/㎥)	PM1.0 (㎍/㎥)	CO_2 (ppm)	O_3 (ppm)	NO_2 (ppm)	CO (ppm)	온도 (℃)	습도 (%)
7732 (B777)	앞	25.6	52.0	43.5	28.93	12.40	529	0.03	0.05	1.6	27.4	64.2
	중앙	27.2	67.8	51.3	32.61	17.32	734	0.04	0.07	1.8	30.3	55.4
	뒤	27.2	65.18	53.13	31.41	16.07	733	0.05	0.07	1.9	31.0	44.8
	평균	26.67	61.66	49.31	30.98	15.26	665.33	0.04	0.06	1.77	29.57	54.80
	앞	19.3	10.71	2.8	0.81	0.16	421	0.02	0.03	0.8	23.3	35.7
	중앙	18.1	12.76	3.3	0.96	0.19	439	0.02	0.03	0.9	23.3	34.6
	뒤	17.8	11.88	2.3	0.73	0.09	546	0.02	0.03	1.0	23.7	33.4
	평균	18.40	11.78	2.80	0.83	0.15	468.67	0.02	0.03	0.90	23.43	34.57
	앞	17.6	11.34	3.5	1.12	0.23	430	0.01	0.01	0.7	21.2	48.8
	중앙	18.6	13.17	3.81	0.99	0.21	477	0.01	0.01	0.9	22.1	45.2
	뒤	18.3	14.03	3.12	0.87	0.13	467	0.01	0.01	1.1	21.9	44.5
	평균	18.17	12.85	3.48	0.99	0.19	458.00	0.01	0.01	0.90	21.73	46.17

노출기준 PM10 : 150㎍/㎥; CO_2 : 1000ppm; O_3 : 0.06ppm; NO_2 : 0.05ppm; CO : 10ppm

B업체 1일차 직독식 측정은 각 비행기 앞, 중, 뒤로 나누어 한 지점당 최소 10분씩 기기 안정화를 거치고 4번씩 측정하였다. 에어컨은 청소 시작 후 Air condition Truck을 사용하여 가동하였으며 출입문으로 사용한 왼쪽 제일 앞 비상구를 제외한 모든 비상구는 닫혀있었다.
B업체의 경우 7~8월은 화장실, 주방집중 청소기간으로 화장실과 주방을 집중청소 한 뒤 시간적 여유가 있을시 다른 청소구간을 청소 하였다.

항공기 7732(B777) 직독식 측정결과 Air condition Truck 가동 유,무에 차이가 있었다. 모든 항목 측정 최대값은 TSP(65.18㎍/㎥)와 PM10(53.13㎍/㎥), PM2.5(32.61㎍/㎥), PM1.0(17.32㎍/㎥), 이산화탄소 733ppm, 오존 734ppm, 이산화질소 0.07ppm, 일산화탄소 1.9ppm은 Air condition Truck을 가동하지 않았을 때 측정값으로 나타났다. 반대로 최소값은 TSP(10.71㎍/㎥)와 PM10(2.3㎍/㎥), PM2.5(0.73㎍/㎥), PM1.0(0.09㎍/㎥), 이산화탄소 421ppm, 오존 0.01ppm, 이산화질소 0.01ppm, 일산화탄소 0.7ppm으로 Air condition Truck을 가동하였을 때 측정값으로 나타났다. 집중청소 시작 30분 후 버큠작업이 병행되었으며 집중청소 끝나기 30분전 스팀청소도 병행되었다.

< 표 3-42> B업체 기내작업환경 측정 결과 (측정 2일차)

기 종	위 치	W.BGT. (℃)	T.S.P. (㎍/㎥)	PM10 (㎍/㎥)	PM2.5 (㎍/㎥)	PM1.0 (㎍/㎥)	CO_2 (ppm)	O_3 (ppm)	NO_2 (ppm)	CO (ppm)	온도 (℃)	습도 (%)
7755 (A330)	앞	21.1	5.5	2.5	1.74	1.07	450	0.02	0.03	1.4	25.6	41.5
	중앙	21.6	3.6	1.1	0.94	0.69	487	0.03	0.05	1.5	27.1	33.7
	뒤	21.2	7.7	1.8	1.33	1.0	590	0.03	0.05	1.4	27.7	30.4
	평균	21.30	5.60	1.80	1.34	0.92	509.00	0.03	0.04	1.43	26.80	35.20
	앞	19.5	12.8	4.8	2.12	1.26	443	0.03	0.04	1.1	24.7	33.4
	중앙	19.8	5.4	2.5	1.4	0.88	484	0.03	0.05	1.1	25.7	31.6
	뒤	19.7	6.5	3.3	2.03	1.2	611	0.03	0.05	1.1	26.4	31.3
	평균	19.67	8.23	3.53	1.85	1.11	512.67	0.03	0.05	1.10	25.60	32.10
	앞	18.4	19.5	8.6	4.37	2.49	480	0.02	0.03	1.0	23.2	37.9
	중앙	17.7	5.3	3.5	2.48	1.65	440	0.02	0.03	0.9	23.1	36.4
	뒤	17.6	35.2	18.1	8.34	4.61	573	0.02	0.03	1.0	23.4	36.5
	평균	17.90	20.00	10.07	5.06	2.92	497.67	0.02	0.03	0.97	23.23	36.93
	앞	22.6	18.6	11.8	8.63	6.01	484	0.02	0.04	1.0	22.8	36.0
	중앙	23.0	8.8	3.6	1.35	0.57	650	0.02	0.03	1.0	23.2	36.7
	뒤	23.6	3.3	0.4	0.15	0.05	687	0.03	0.03	1.1	23.3	36.8
	평균	23.07	10.23	5.27	3.38	2.21	607.00	0.02	0.03	1.03	23.10	36.50
외기		19.7	56.8	45.9	36.3	22.5	413	0.02	0.02	0.8	22.6	93.4

노출기준 PM10 : 150㎍/㎥; CO_2 : 1000ppm; O_3 : 0.06ppm; NO_2 : 0.05ppm; CO : 10ppm

B업체 2일차 직독식 측정은 각 비행기 앞, 중, 뒤로 나누어 한 지점당 최소 10분씩 기기 안정화를 거치고 4번씩 측정하였다. 에어컨은 Air condition Truck을 사용하여 가동하였으며 출입문으로 사용한 왼쪽 제일 앞 비상구를 제외한 모든 비상구는 닫혀있었다.
B업체의 경우 7~8월은 화장실, 주방집중 청소기간으로 화장실과 주방을 집중청소 한 뒤 시간적 여유가 있을시 다른 청소구간을 청소 하였다.

항공기 7755(B777) 직독식 측정결과 모든 항목 측정 최대값은 TSP(35.2㎍/㎥)와 PM10(18.1㎍/㎥), PM2.5(8.63㎍/㎥), PM1.0(6.01㎍/㎥), 이산화탄소 687ppm, 오존 0.03ppm, 이산화질소 0.05ppm, 일산화탄소 1.5ppm이었다. 반대로 최소값은 TSP(3.3㎍/㎥)와 PM10(0.4㎍/㎥), PM2.5(0.15㎍/㎥), PM1.0(0.05㎍/㎥), 이산화탄소 440ppm, 오존 0.02ppm, 이산화질소 0.02ppm, 일산화탄소 1.0ppm이었다. Air condition Truck은 집중청소 시작전에 가동하여 약 오전 3시 30분 가동을 중지하였다.

<표 3-43> B업체 기내작업환경 측정 결과 (측정 3일차)

기 종	위 치	WBGT (℃)	TSP (㎍/㎥)	PM10 (㎍/㎥)	PM2.5 (㎍/㎥)	PM1.0 (㎍/㎥)	CO_2 (ppm)	O_3 (ppm)	NO_2 (ppm)	CO (ppm)	온도 (℃)	습도 (%)
7741 (A330)	앞	20.9	21.2	2.04	3.05	2.04	598	0.02	0.03	1.7	24.5	45.7
	중앙	19.9	6.0	3.2	2.88	2.17	495	0.03	0.04	1.5	25.2	35.3
	뒤	20.3	14.7	4.0	3.39	2.6	491	0.03	0.05	1.1	24.6	34.7
	평균	20.37	13.97	3.08	3.11	2.27	528.00	0.03	0.04	1.43	24.77	38.57
	앞	19.4	15.4	7.2	5.49	4.05	502	0.03	0.04	1.2	24.3	36.5
	중앙	19.0	19.4	9.2	6.96	5.7	490	0.02	0.03	1.1	23.5	40.9
	뒤	20.0	35.9	8.1	6.27	5.39	512	0.03	0.04	1.1	24.1	36.2
	평균	19.47	23.57	8.17	6.24	5.05	501.33	0.03	0.04	1.13	23.97	37.87
	앞	20.8	47.5	17.0	9.84	6.85	588	0.03	0.04	1.4	26.0	40.6
	중앙	20.3	39.4	9.5	6.50	5.41	513	0.03	0.04	1.1	25.1	34.3
	뒤	20.3	8.7	5.7	2.72	1.13	540	0.03	0.04	1.1	25.0	36.8
	평균	20.47	31.87	10.73	6.35	4.46	547.00	0.03	0.04	1.20	25.37	37.23
	앞	20.4	39.6	18.5	13.9	9.63	536	0.03	0.04	1.0	24.9	36.2
	중앙	20.0	13.5	6.7	6.47	5.42	526	0.03	0.04	0.9	25.4	37.4
	뒤	20.6	20.6	8.5	7.48	6.12	672	0.03	0.05	1.0	25.6	39.9
	평균	20.33	24.57	11.23	9.28	7.06	578.00	0.03	0.04	0.97	25.30	37.83
외기		20.6	207.4	159.5	138.11	62.74	423	0.02	0.02	0.9	25.8	56.1

노출기준 PM10 : 150㎍/㎥; CO_2 : 1000ppm; O_3 : 0.06ppm; NO_2 : 0.05ppm; CO : 10ppm

B업체 3일차 직독식 측정은 각 비행기 앞, 중, 뒤로 나누어 한 지점당 최소 10분씩 기기 안정화를 거치고 4번씩 측정하였다. 에어컨은 Air condition Truck을 사용하여 가동하였으며 출입문으로 사용한 왼쪽 제일 앞 비상구를 제외한 모든 비상구는 닫혀있었다.
B업체의 경우 7~8월은 화장실, 주방집중 청소기간으로 화장실과 주방을 집중청소 한 뒤 시간적 여유가 있을시 다른 청소구간을 청소 하였다.

항공기 7741(A330) 직독식 측정결과 모든 항목 측정 최대값은 TSP(39.6㎍/㎥)와 PM10(18.5㎍/㎥), PM2.5(9.84㎍/㎥), PM1.0(9.63㎍/㎥), 이산화탄소 672ppm, 오존 0.03ppm, 이산화질소 0.05ppm, 일산화탄소 1.5ppm이었다. 반대로 최소값은 TSP(3.3㎍/㎥)와 PM10(0.4㎍/㎥), PM2.5(0.15㎍/㎥), PM1.0(0.05㎍/㎥), 이산화탄소 672ppm, 오존 0.03ppm, 이산화질소 0.05ppm, 일산화탄소 1.7ppm이었다. Air condition Truck은 집중청소 시작전에 가동하였다.

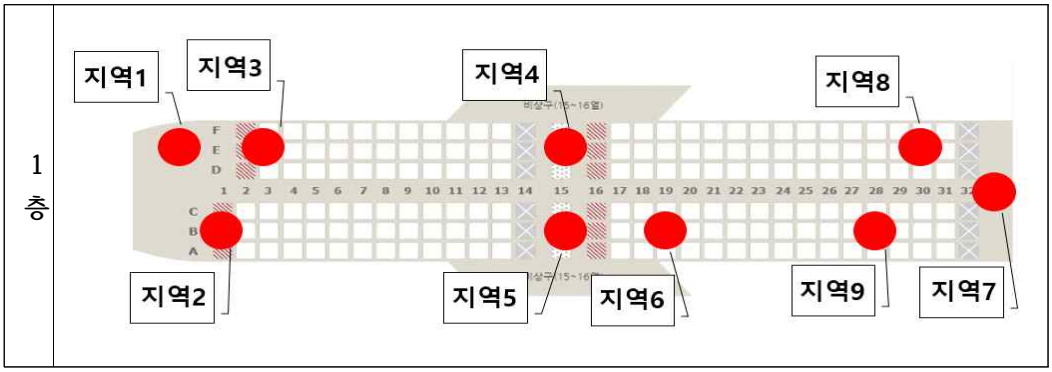
5) 중형 항공기 전체 요약

항 목(단위)	건 수		최저치	최고치	평균
	개인	지역			
부유세균(CFU/m^3)	-	44	7.0	98.8	33.7
부유진균(CFU/m^3)	-	44	2.3	151.6	33.29
벤젠(ppm)	5	25	ND	ND	ND
톨루엔(ppm)	5	25	0.0039	0.5684	0.0487
에틸벤젠(ppm)	5	25	0.0245	0.0245	0.0245
자일렌(ppm)	5	25	0.0976	0.0976	0.0976
에탄올(ppm)	5	25	0.0143	0.4369	0.1103
Ethylenediamine tetraacetic acid (ppm)	5	25	ND	ND	ND
N-methylpyrrolidone (ppm)	5	25	ND	ND	ND
Pyrethrum(ug/mL)	5	25	ND	ND	ND
Permethrin(ug/mL)	5	25	ND	ND	ND

항 목(단위)	건 수	최저치	최고치	평균
WBGT(℃)	33	17.6	27.2	20.53
TSP(㎍/㎥)	33	3.3	67.8	20.39
PM10(㎍/㎥)	33	0.4	53.13	9.95
PM2.5(㎍/㎥)	33	0.15	32.61	6.31
PM1.0(㎍/㎥)	33	0.05	17.32	3.78
CO_2(ppm)	33	421	734	533.88
O_3(ppm)	33	0.01	0.05	0.026
NO_2(ppm)	33	0.01	0.07	0.038
CO(ppm)	33	0.7	1.9	1.17
온도(℃)	33	21.2	31	24.81
습도(%)	33	30.4	64.2	38.89

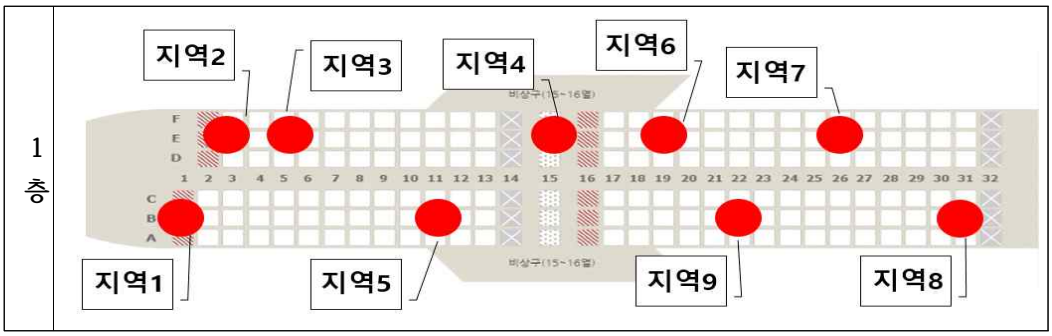
7 소형 항공기 청소작업(C, D업체) 유해요인 노출양상

1) 측정위치



[그림 3-20] 8324(B737) 지역시료측정

비행기 8324(B737)의 지역시료는 좌석 위 선반에서 측정하였다. 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.



[그림 3-21] 8032, 8296, 8317(B737) 지역시료측정

비행기 8032, 8296, 8317(B737)의 지역시료는 모든 비행기에 같은 좌석 위 선반에서 측정하였다. 각 측정장소는 위 그림에 표기하였다.

2) 부유세균, 진균 등 생물학적 유해인자 평가

<표 3-44> C업체 생물학적 유해인자 평가 결과

기 종	위 치	부유세균 (800 CFU/m^3)		부유진균 (500 CFU/m^3)	
		평균(개)	결과값(CFU/m^3)	평균(개)	결과값(CFU/m^3)
8324 (B737)	앞	19.3	138.3	10.7	76.3
	중앙	13.0	93.0	12.7	90.6
	뒤	24.0	171.7	13.3	95.4
	화장실	15.3	109.7	16.0	114.5
	앞	17.3	124.0	21.7	154.9
	중앙	19.0	136.0	11.3	81.1
	뒤	11.3	81.1	4.0	28.6
	화장실	19.7	140.7	14.3	102.6
	앞	10.7	76.5	0.7	4.8
	중앙	18.7	132.7	9.0	64.0
	뒤	3.7	26.0	18.0	127.5
	화장실	16.7	118.1	7.0	49.6
	앞	7.0	49.1	19.3	135.6
	중앙	12.3	87.7	24.7	175.4
	뒤	15.3	109.4	22.0	157.0
	화장실	16.0	114.2	9.0	64.2

바이오 에어로졸은 8324(B737)에서 기내의 앞, 중앙, 뒤, 화장실 총 4곳에서 측정하였다. 기내와 화장실의 경우 약 2~3시간 간격으로 측정하였다.

1차시에는 부유세균은 기내 뒤쪽(171.7 CFU/m^3)에서, 부유진균은 기내 화장실(114.5 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다. 2차시에는 부유세균과 부유진균 모두 기내 화장실(140.7, 102.6 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었으며, 3차시에는 부유세균은 기내 중앙(132.7 CFU/m^3)에서, 부유진균은 기내 뒤쪽(127.5 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었고. 4차시에는 부유세균은 기내 뒤쪽(114.2 CFU/m^3)에서, 부유진균은 기내 중앙(175.4 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다. 전체적으로 부유세균은 기내 앞쪽에서, 부유진균은 기내 뒤쪽에서 높게 측정되었으나, 기내, 화장실 모두 실내공기질 관리기준치 미만으로 양호하였다.

<표 3-45> D업체 생물학적 유해인자 평가 결과

기 종	위 치	부유세균 (800 CFU/m^3)		부유진균 (500 CFU/m^3)	
		평균(개)	결과값(CFU/m^3)	평균(개)	결과값(CFU/m^3)
8296(B737)	앞	23.0	164.6	14.0	100.2
	중앙	31.0	221.9	20.0	143.1
	뒤	27.0	193.2	8.0	57.3
	화장실	11.7	83.5	23.7	169.4
8296(B737)	앞	11.0	78.9	16.0	114.8
	중앙	33.0	236.8	3.0	21.5
	뒤	25.0	179.4	37.0	265.5
	화장실	14.3	102.9	6.3	45.5
8317(B737)	앞	23.0	164.6	34.0	243.4
	중앙	17.0	122.0	17.7	126.8
	뒤	14.7	105.3	12.0	86.1
	화장실	22.0	157.9	17.0	122.0
	앞	12.7	90.2	33.3	237.3
	중앙	23.0	164.3	17.0	121.4
	뒤	18.0	129.3	14.7	105.3
	화장실	17.3	124.5	20.7	148.4
	앞	8.3	59.3	15.0	106.8
	중앙	23.3	167.1	26.3	188.5
	뒤	24.3	174.6	6.3	45.4
	화장실	9.7	69.3	14.7	105.2

바이오 에어로졸은 첫 번째 비행기 8296(B737)에서 기내의 앞, 중앙·뒤(기내 2/3지점), 2층, 화장실 4곳에서 측정하였다. 부유세균의 경우 기내의 중앙(221.9 CFU/m^3)에서, 부유진균의 경우 기내의 뒤쪽(169.4 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다.

두 번째 비행기 8296(B737)에서는 기내의 앞, 중앙, 뒤, 화장실 4곳에서 측정하였다. 부유세균의 경우 기내의 중앙(236.8 CFU/m^3)에서, 부유진균의 경우 뒤쪽(265.5 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다.

세 번째 비행기 8317(B737)에서 기내의 앞, 중앙, 뒤, 화장실 총 4곳에서 측정하였다. 기내와 화장실의 경우 약 2~3시간 간격으로 측정하였다.

1차시에는 부유세균과 부유진균 모두 기내 앞쪽(164.6, 243.4 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다. 2차시에는 부유세균은 기내 중앙(164.3CFU/m^3)에서, 부유진균은 기내 앞쪽(237.3 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었으며, 3차시에는 부유세균은 기내 뒤쪽(174.6 CFU/m^3)에서, 부유진균은 기내 중앙(188.5 CFU/m^3)에서 가장 높게 측정되었다. 전체적으로 부유세균은 기내 중앙에서, 부유진균은 기내 뒤쪽에서 높게 측정되었으나, 기내, 화장실 모두 실내공기질 관리기준치 미만으로 양호하였다.

<표 3-46> C업체 생물학적 유해인자 전체 평균 결과

기 종	부유세균 (800 CFU/m^3)		부유진균 (500 CFU/m^3)	
	객실(CFU/m^3)	화장실(CFU/m^3)	객실(CFU/m^3)	화장실((CFU/m^3)
8324 (B737)	134.33	109.7	87.43	114.5
	113.7	140.7	88.2	102.6
	78.4	118.1	65.43	49.6
	82.07	114.2	156.0	64.2
전체 평균	102.13	120.68	99.27	82.73

<표 3-47> D업체 생물학적 유해인자 전체 평균 결과

기 종	부유세균 (800 CFU/m^3)		부유진균(500 CFU/m^3)	
	객실(CFU/m^3)	화장실(CFU/m^3)	객실(CFU/m^3)	화장실(CFU/m^3)
8032 B(737)	193.23	83.5	100.2	169.4
8296 B(737)	165.03	102.9	133.93	45.5
8317 B(737)	130.63	157.9	152.1	122.0
	127.93	124.5	154.67	148.4
	133.67	69.3	113.57	105.2
전체 평균	150.10	107.62	130.89	118.10

3) 살균·살충 소독제 잔류농도 평가

<표 3-48> C업체 청소노동자 잔류농도 평가 결과

단위 : ppm

측정위치	ET	NP	PM	위치
A	ND	ND	-	화장실1, 주방1, 선반, 버큠
B	ND	ND	-	화장실1, 좌석, 천장, 벽면
C	ND	ND	-	좌석, 벽면
D	-	-	ND	화장실1, 좌석
E	-	-	ND	좌석, 벽면
지역1	ND	ND	ND	뒤
지역2	ND	ND	ND	앞 주방
지역3	ND	ND	ND	앞
지역4	ND	ND	ND	앞
지역5	ND	ND	ND	중앙
지역6	ND	ND	ND	중앙
지역7	ND	ND	ND	뒤

ET : Ethylenediamine tetraacetic acid; NP : N-methylpyrrolidone; PM : Permethrin; PT : Pyrethrum

노출기준 ET : none; NP : 10ppm; PM : none

LOD ET : 0.298μg/mL; NP : 0.010mg/mL; PM : 0.047μg/L; PT : 0.155μg/L

온도 : 24.9℃; 습도 : 37.9%

<표 3-49> D업체 청소노동자 잔류농도 평가 결과

단위 : ppm

측정위치	ET	NP	PM	PG (ug/ml)	위치
A	ND	ND	ND	ND	앞
B	ND	ND	ND	ND	중앙
지역1	ND	ND	ND	ND	앞
지역2	ND	ND	ND	ND	앞
지역3	ND	ND	ND	ND	앞
지역4	ND	ND	ND	ND	중앙
지역5	ND	ND	ND	ND	중앙
지역6	ND	ND	ND	ND	중앙
지역7	ND	ND	ND	ND	뒤
지역8	ND	ND	ND	ND	뒤
지역9	ND	ND	ND	ND	뒤

ET : Ethylenediamine tetraacetic acid; NP : N-methylpyrrolidone; PM : Permethrin; PG : Propylene glycol

노출기준 ET : none; NP : 10ppm; PM : none; PG : none

LOD ET : 0.298μg/mL; NP : 0.010mg/mL; PM : 0.047μg/L; PT : 0.155μg/L

온도 : 24.9℃; 습도 : 37.9%

4) 청소노동자 유해인자 노출평가

(1) 기내 화학적 인자

<표 3-50> C업체 청소노동자 노출평가 결과 (고체시료)

단위 : ppm

측정위치	Be	To	Eb	Xy	Et	위치
A	ND	0.0081	ND	ND	0.0107	화장실, 주방, 선반, 버큠
B	ND	0.0130	ND	ND	0.0133	화장실, 좌석, 천장, 벽면
C	ND	0.0038	ND	ND	0.0180	좌석, 벽면
지역1	ND	0.0020	ND	ND	ND	앞 주방
지역2	ND	0.0069	ND	ND	ND	앞
지역3	ND	ND	ND	ND	ND	앞
지역4	ND	ND	ND	ND	ND	중앙
지역5	ND	ND	ND	ND	ND	중앙
지역6	ND	0.0078	ND	ND	0.0190	중앙
지역7	ND	ND	ND	ND	ND	뒤 주방
지역8	ND	0.0010	ND	ND	ND	뒤
지역9	ND	ND	ND	ND	ND	뒤
외기1	ND	ND	ND	ND	ND	
외기2	ND	0.0010	ND	ND	ND	
외기3	ND	ND	ND	ND	ND	
외기4	ND	ND	ND	ND	ND	
외기5	ND	ND	ND	ND	ND	

Be : 벤젠; To : 톨루엔; Eb : 에틸벤젠; Xy : 크실렌; Et : 에탄올;

노출기준 Be : 0.5ppm; To : 50ppm; Eb : 100ppm; Xy : 100ppm; Et : 1000ppm

LOD Be : 0.0008 ppm; To : 0.0022ppm; Eb : 0.0016ppm; Xy : 0.0040ppm; Et : 0.0051ppm

온도 : 24.9℃; 습도 : 37.9%

C업체는 고체시료로 개인시료측정 3곳, 지역시료 9곳을 측정하였으며. 측정결과 벤젠은 모든 측정위치에서 불검출이다. 에틸벤젠과 자일렌은 모든곳에서 불검출이다. 청소시 물과 매직 블록을 사용하였다.

개인시료채취에서 톨루엔 최대값은 0.013ppm이 검출된 B근로자로 화장실, 좌석, 벽면, 천장을 청소하였다. 톨루엔 최소값은 0.0038ppm이 검출된 C근로자로 좌석, 벽면을 청소하였다. 에틸벤젠과 자일렌은 개인시료채취에서 모두 불검출로 나타났다. 에탄올 최대값은 0.0180ppm이 검출된 C근로자로 좌석, 벽면을 청소하였다. 에탄올 최소값은 0.0107ppm이 검출된 A근로자로 화장실, 주방, 선반과 버큠청소를 하였다.

지역시료채취에서 톨루엔 최대값은 0.0078ppm이 검출된 지역시료 6번으로 중앙에서 측정한 지역시료였다. 톨루엔 최소값은 지역시료3, 4, 5, 7, 9
번으로 모두 불검출이다. 에틸벤젠과 자일렌은 모두 불검출이다. 에탄올 최대값은 0.019ppm이 검출된 지역시료 6번으로 항공기 중앙에서 측정한 지역시료였다. 에탄올 최소값은 지역시료 6번을 제외한 모두 불검출이다.

<표 3-51> D업체 청소노동자 노출평가 결과 (고체시료)

단위 : ppm

측정위치	Be	To	Eb	Xy	Et	위치
A	ND	ND	ND	0.0078	ND	
B	ND	ND	0.0017	ND	ND	
지역1	ND	ND	0.0021	ND	ND	앞
지역2	ND	ND	ND	ND	ND	앞
지역3	ND	ND	ND	ND	ND	앞
지역4	ND	ND	0.0131	0.0603	ND	중앙
지역5	ND	ND	0.0018	ND	0.0100	중앙
지역6	ND	ND	0.0015	ND	ND	중앙
지역7	ND	ND	0.0080	0.0800	ND	뒤
지역8	ND	ND	0.0023	ND	ND	뒤
지역9	ND	ND	ND	ND	ND	뒤
외기1	ND	ND	ND	ND	ND	
외기2	ND	ND	ND	ND	ND	
외기3	ND	ND	ND	ND	ND	
외기4	ND	ND	ND	ND	ND	

Be : 벤젠; To : 톨루엔; Eb : 에틸벤젠; Xy : 크실렌; Et : 에탄올

노출기준 Be : 0.5ppm; To : 50ppm; Eb : 100ppm; Xy : 100ppm; Et : 1000ppm

LOD Be : 0.0008ppm; To : 0.0022ppm; Eb : 0.0016ppm; Xy : 0.0040ppm; Et : 0.0051ppm

온도 : 25.3℃; 습도 : 37.1%

D업체는 고체시료로 지역시료 11곳을 측정하였으며, 청소노동자와 협조가 되지않아 개인시료측정은 살균, 살충 작업을 제외하고는 측정을 하지 못하였다. 측정결과 벤젠, 톨루엔은 모든 측정위치에서 불검출이다. 청소시 물과 매직 블록을 사용하였다.

지역시료채취에서 에틸벤젠 최대값은 0.0131ppm이 검출된 지역4번으로 항공기 중앙에서 측정한 지역시료였다. 에틸벤젠 최소값은 지역시료 A, 2, 3, 9번으로 모두 불검출이다. 자일렌 최대값은 0.08ppm이 검출된 지역7번으로 항공기 뒤쪽에서 측정한 지역시료였다. 최소값은 지역시료 B, 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9번으로 모두 불검출이다. 에탄올의 최대값은 0.01ppm이 검출된 지역시료 5번으로 항공기 중앙에서 측정항 지역시료였다. 최소값은 지역시료 5번을 제외한 모든 지역시료에서 불검출이다.

<표 3-52> C,D업체 청소노동자 노출평가 결과 (Passive)

단위 : ppm

업체	측정위치	Be	To	Eb	Xy	Et	위치
C 업체	A	ND	ND	ND	ND	ND	화장실, 주방, 선반, 버큠
	B	ND	ND	ND	ND	ND	주방, 좌석, 천장, 벽면
	지역1	ND	ND	ND	0.2695	ND	좌석, 벽면
	지역4	ND	ND	ND	0.0019	ND	앞 주방
	지역7	ND	ND	ND	ND	ND	앞
D 업체	A	ND	ND	ND	ND	ND	-
	B	ND	ND	ND	ND	ND	-
	C	ND	ND	ND	ND	ND	-
	D	ND	ND	ND	ND	ND	-
	E	ND	ND	ND	ND	ND	-
	F	ND	ND	ND	ND	0.00844	-
	지역3	ND	ND	ND	ND	0.01603	앞
	지역6	ND	ND	ND	0.4909	ND	앞
	지역9	ND	ND	ND	ND	ND	중앙

Be : 벤젠; To : 톨루엔; Eb : 에틸벤젠; Xy : 크실렌; Et : 에탄올

노출기준 Be : 0.5ppm; To : 50ppm; Eb : 100ppm; Xy : 100ppm; Et : 1000ppm

LOD Be : 0.0008ppm; To : 0.0022ppm; Eb : 0.0016ppm; Xy : 0.0040ppm; Et : 0.0051ppm

온도 : 24.9℃; 습도 : 37.9%

C, D업체는 고체시료와 비교를 하기 위해 Passive로 측정을 같이 진행하였다. C업체는 개인시료로 2곳, 지역시료로 3곳을 측정하였으며 D업체는 지역시료로 9곳을 측정하였다. 모든 Passive에서 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠은 불검출로 나타났으며 자일렌과 에탄올만 검출이 되었다.

C업체에서 자일렌이 검출된 시료는 지역시료 1번, 지역시료 4번 Passive였으며 최대값은 0.2695ppm이 검출된 지역시료 1번으로 항공기 앞쪽에 위치한 지역시료였다.

D업체에서 자일렌이 검출된 시료는 지역시료 6번 Passive였으며 측정값은 0.4909ppm이였다. 에탄올은 지역F, 지역시료 3번에서 검출되었으며 최대값은 0.01603ppm이 검출된 지역시료 3번이다.

(2) 기내 작업환경인자

<표 3-53> C업체 기내작업환경 측정 결과

기 종	위 치	WBGT (℃)	TSP (㎍/㎥)	PM10 (㎍/㎥)	PM2.5 (㎍/㎥)	PM1.0 (㎍/㎥)	CO_2 (ppm)	O_3 (ppm)	NO2 (ppm)	CO (ppm)	온도 (℃)	습도 (%)
8324 (B737)	앞	27.0	138.5	70.1	10.76	4.5	458	0.03	0.05	1.6	28.7	74.2
	중앙	27.1	197.4	79.9	10.16	3.57	490	0.04	0.06	1.8	29.1	72.4
	뒤	27.0	186.2	74.1	10.26	3.65	455	0.05	0.07	1.9	29.3	73.6
	평균	27.03	174.03	74.70	10.39	3.91	467.67	0.04	0.06	1.77	29.03	73.40
	앞	26.9	96.9	61.3	9.91	4.14	487	0.05	0.07	1.5	30.3	67.7
	중앙	27.1	151.2	64.6	9.19	3.55	512	0.05	0.07	1.5	30.3	67.6
	뒤	27.1	99.0	56.3	10.19	3.84	478	0.05	0.08	1.3	30.5	67.7
	평균	27.03	115.70	60.73	9.76	3.84	492.33	0.05	0.07	1.43	30.37	67.67
	앞	27.6	122.3	45.8	4.98	1.78	553	0.05	0.08	1.2	30.7	58.2
	중앙	25.1	64.2	24.8	3.68	0.59	593	0.05	0.07	1.2	29.8	47.5
	뒤	24.1	41.5	12.8	0.99	0.21	620	0.05	0.07	1.1	29.5	46.5
	평균	25.60	76.00	27.80	3.22	0.86	588.67	0.05	0.07	1.17	30.00	50.73
	앞	21.2	81.6	37.0	3.1	0.55	512	0.04	0.06	1.2	27.2	53.2
	중앙	25.2	52.2	19.6	2.11	0.42	534	0.05	0.06	1.6	29.3	64.5
	뒤	26.3	98.2	53.4	9.09	3.67	609	0.04	0.07	1.6	29.1	73.4
	평균	24.23	77.33	36.67	4.77	1.55	551.67	0.04	0.06	1.47	28.53	63.70
외기		25.9	82.5	54.1	9.8	4.09	385	0.03	0.05	1.5	27.5	78.2

노출기준 PM10 : 150㎍/㎥; CO_2 : 1000ppm; O_3 : 0.06ppm; NO_2 : 0.05ppm; CO : 10ppm

<표 3-54> D업체 기내작업환경 측정 결과

기 종	위 치	WBGT (℃)	CO_2 (ppm)	O_3 (ppm)	NO2 (ppm)	CO (ppm)	온도 (℃)	습도 (%)
8032 B(737)	앞	27.1	778	0.04	0.07	1.5	27.9	83.4
8296 B(737)	중앙	27.8	643	0.05	0.08	1.5	30.1	69.3
8317 B(737)	앞	27.1	570	0.05	0.08	1.2	29.0	82.3
	중앙	28.0	793	0.05	0.09	1.3	30.7	70.0
	뒤	27.9	703	0.05	0.08	1.5	28.7	83.8
	평균	27.67	688.67	0.05	0.08	1.33	29.47	78.70
	앞	25.5	303	0.03	0.05	1.7	25.9	83.2
	중앙	26.5	192	0.05	0.07	1.8	25.6	93.1
	뒤	28.1	499	0.05	0.09	1.7	30.7	72.4
	평균	26.70	331.33	0.04	0.07	1.73	27.40	82.90
	앞	25.4	402	0.04	0.06	1.7	25.3	85.8
	중앙	27.2	517	0.05	0.07	1.3	29.3	74.4
	뒤	27.8	630	0.05	0.09	1.8	30.9	68.4
	평균	26.80	516.33	0.05	0.07	1.60	28.50	76.20
외기		26.4	182	0.05	0.07	8.1	26.9	90.3

노출기준 PM10 : 150㎍/㎥; CO_2 : 1000ppm; O_3 : 0.06ppm; NO_2 : 0.05ppm; CO : 10ppm

C, D 업체 직독식 측정은 각 비행기 앞, 중, 뒤로 나누어 한 지점당 최소 10분씩 기기 안정화를 거치고 측정하였다. 에어컨은 가동하지 않았으며 출입문으로 사용한 왼쪽 제일 앞 비상구와 상황에 따른 비상구 개방으로 자연환기를 실시하였다.

항공기 8324(B737) 직독식 측정결과 모든 항목 측정 최대값은 TSP(197.4㎍/㎥)와 PM10(79.9㎍/㎥), PM2.5(10.76㎍/㎥), PM1.0(4.5㎍/㎥), 이산화탄소 1443ppm, 오존 0.05ppm, 이산화질소 0.09ppm, 일산화탄소 4.8ppm이었다. 반대로 최소값은 TSP(41.5㎍/㎥)와 PM10(12.8㎍/㎥), PM2.5(0.99㎍/㎥), PM1.0(0.21㎍/㎥), 이산화탄소 192ppm, 오존 0.03ppm, 이산화질소 0.05ppm, 일산화탄소 1.1ppm이었다.

5) 소형 항공기 전체 요약

항 목(단위)	건 수		최저치	최고치	평균
	개인	지역			
부유세균(CFU/m^3)	-	36	26.0	236.8	120.13
부유진균(CFU/m^3)	-	36	21.5	265.5	107.75
벤젠(ppm)	3	43	ND	ND	ND
톨루엔(ppm)	3	43	0.0066	0.0106	0.0079
에틸벤젠(ppm)	3	43	0.0015	0.0131	0.0044
자일렌(ppm)	3	43	0.0017	0.3886	0.1468
에탄올(ppm)	3	43	0.0067	0.0183	0.0127
Propylene glycol (ug/mL)	11	-	ND	ND	ND
Ethylenediamine tetraacetic acid (ppm)	21	3	ND	ND	ND
N-methylpyrrolidone (ppm)	21	3	ND	ND	ND
Deltamethrin (ug/mL)	11	2	-	-	-
Pyrethrum (ug/mL)	11	-	-	-	-

항 목(단위)	건 수	최저치	최고치	평균
WBGT(℃)	13	21.2	27.6	25.98
TSP(㎍/㎥)	13	41.5	197.4	110.77
PM10(㎍/㎥)	13	12.8	79.9	49.98
PM2.5(㎍/㎥)	13	0.99	10.76	7.04
PM1.0(㎍/㎥)	13	0.21	4.5	2.54
CO_2(ppm)	25	192	793	536.13
O_3(ppm)	25	0.03	0.05	0.05
NO2(ppm)	25	0.05	0.09	0.07
CO(ppm)	25	1.1	1.8	1.5
온도(℃)	25	27.2	30.9	29.04
습도(%)	25	46.5	93.1	63.88

<표 3-55> 생물학적 유해인자 전체 평균 결과

업체	항목	순서	최고치(CFU/m^3)	최저치(CFU/m^3)	평균치(CFU/m^3)
A업체	부유세균	1일차	131.9	7.0	69.19
		2일차	291.1	34.4	146.68
		3일차	167.7	0	36.43
		평균	**291.1**	**0**	**84.1**
	부유진균	1일차	195.2	0	72.83
		2일차	114.6	0	36.29
		3일차	90.3	0	37.98
		평균	**195.2**	**0**	**49.03**
B업체	부유세균	1일차	85.7	16.2	44.75
		2일차	98.8	25.5	50.78
		3일차	58.3	7	26.82
		평균	**98.8**	**7**	**33.70**
	부유진균	1일차	16.2	60.3	32.68
		2일차	151.6	9.2	41.95
		3일차	98.2	2.3	25.23
		평균	**151.6**	**2.3**	**33.29**
C,D 업체	부유세균	**평균**	**236.8**	**26**	**120.13**
	부유진균	**평균**	**265.5**	**21.5**	**107.75**

Ⅳ. 결론

1. 전체 결과 비교

1) 생물학적유해인자 종합평가

(1) 백그라운드(외기)비교

가) 기후(우천시)에 따른 비교

D업체에 대한 우천시 일 때 항공기 내부와 외기의 평균값을 비교 평가하였다. 비교 결과는 다음 표와 같다.

<표 4-1> 부유세균 및 진균 기후에 따른 비교

단위 : CFU/m^3

물질명	측정위치	N	AM±SD	GM(GSD)	범위
부유세균	항공기 내부	20	139.48 ±50.62	130.14(1.48)	59.3 ~ 236.8
	외부	5	177.62 ±34.81	174.85(1.22)	142.1 ~ 220.3
부유진균	항공기 내부	20	127.7 ±66.65	109.22(1.87)	21.5 ~ 265.5
	외부	5	285.62 ±67.5	278.58(1.29)	184.7 ~ 369.5

(2) 강제환기(에어컨) 작동 유무에 따른 비교

각 업체에 대한 강제환기(에어컨)가동시 측정 평균값을 비교 평가하였다. 비교 결과는 다음 표와 같다.

<표 4-2> 부유세균 및 진균 강제환기에 따른 비교

단위 : CFU/m^3

물질명	환기유무	N	AM±SD	GM(GSD)	범위
부유세균	에어컨 작동 (A,B업체)	92	59.12 ±49.6	43.33(1.84)	6.9 ~ 291.1
	에어컨 미작동 (C,D업체)	36	124.94 ±47.38	114.97(1.56)	26 ~ 236.8
부유진균	에어컨 작동 (A,B업체)	92	41.48 ±35.86	29.84(2.36)	2.3 ~ 195.2
	에어컨 미작동 (C,D업체)	36	113.22 ±60.47	93.07(2.13)	4.8 ~ 265.5

(3) 일일 청소 항공기 수(노동자 이동)에 따른 비교

각 업체 청소노동자 항공기 이동에 따른 측정 평균값을 비교 평가하였다. 비교 결과는 다음 표와 같다.

<표 4-3> 부유세균 및 진균 일일 청소 항공기 수에 따른 비교

단위 : CFU/m^3

물질명	이동청소	N	AM±SD	GM(GSD)	범위
부유세균	항공기 이동 (A,D업체)	72	94.35 ±63.54	70.25(2.42)	6.9 ~ 291.1
	항공기 미이동 (B,C업체)	60	58.11 ±40.49	44.91(2.13)	7 ~ 171.7
부유진균	항공기 이동 (A,D업체)	72	71.65 ±61.13	48.83(2.56)	6.9 ~ 265.5
	항공기 미이동 (B,C업체)	60	49.82 ±43.29	33.49(2.67)	2.3 ~ 175.4

(4) 살균작업 경과일에 따른 비교

각 업체 살균작업 경과일에 따른 평균값 비교, 결과는 다음 표와 같다.

<표 4-4> 살균 기간에 따른 생물학적 바이오에어로졸 비교

단위 : CFU/m^3

인자	위치	기간	N	AM±SD	GM(GSD)	범위
부유세균	객실	10일 미만	33	38.35 ±29.52	29.16 (2.18)	7.0 ~ 131.9
		10일 이상 ~ 20일 미만	39	77.55 ±61.02	58.00 (2.27)	6.9 ~ 291.0
		20일 이상 ~ 30일 미만	36	106.88 ±60.11	87.24 (2.03)	16.2 ~ 236.8
	화장실	10일 미만	11	52.48 ±47.52	37.47 (2.35)	14 ~ 167.7
		10일 이상 ~ 20일 미만	13	58.95 ±30.92	52.53 (1.63)	30.1 ~ 117.0
		20일 이상 ~ 30일 미만	13	113.42 ±27.01	110.4 (1.29)	69.3 ~ 157.9
부유진균	객실	10일 미만	33	35.9 ±24.48	27.17 (2.35)	2.3 ~ 98.2
		10일 이상 ~ 20일 미만	39	48.82 ±46.75	33.69 (2.4)	6.9 ~ 195.2
		20일 이상 ~ 30일 미만	36	96.59 ±67.07	72.33 (2.36)	4.8 ~ 265.5
	화장실	10일 미만	11	23.22 ±16.23	17.97 (2.35)	2.3 ~ 64.8
		10일 이상 ~ 20일 미만	13	49.81 ±30.13	40.83 (2.00)	14 ~ 114.6
		20일 이상 ~ 30일 미만	13	82.63 ±51.12	65.7 (2.50)	16.2 ~ 169.4

2) 잔류농도 종합평가

(1) 강제환기(에어컨) 작동 유무에 따른 비교

각 업체에 대한 강제환기(에어컨)가동시 측정 평균값을 비교 평가하였다. 비교 결과는 다음 표와 같다.

<표 4-5> 강제환기에 따른 소독물질 잔류농도

단위 : ppm

강제환기유무 / 측정물질	검출/측정건수	항공기 내부	외기
Ethylenediamine tetraacetic acid	0/111	ND	ND
N-methylpyrrolidone	0/49	ND	ND
Deltamethrin	0/111	ND	ND
Permetrin	0/49	ND	ND
pyrethrum	0/98	ND	ND

(2) 살포 경과시간에 따른 비교

각 업체에 대한 살포 경과시간에 따른 측정 평균값을 비교 평가하였다. 비교 결과는 다음 표와 같다.

<표 4-6> 살포 경과시간에 따른 소독물질 잔류농도 비교

단위 : ppm

물질명 / 기간	측정건수		ED	NP	DM	PT	PM
	살균	살충					
10일 미만	11	8	ND	ND	ND	ND	ND
10일 이상~ 20일 미만	8	4	ND	ND	ND	ND	ND
20일 이상~ 30일 미만	9	12	ND	ND	ND	ND	ND

2) 세정제 종합평가

(1) 백그라운드(외기) 비교

가) 기후(정상)에 따른 비교

C업체에 대한 정상기후 일 때 비행기 내부와 외기의 평균값을 비교 평가하였다. 비교 결과는 다음 표와 같다.

<표 4-7>기후(정상)에 따른 혼합유기화합물 평가 비교

단위 : ppm

업체명	물질명	측정위치	D/N	AM±SD	GM(GSD)	Range
C업체 (정상기후)	Benzene	항공기 내부	0/12	ND	ND	-
		외부	0/5	ND	ND	-
	Toluene	항공기 내부	5/12	0.0043 ±0.0038	0.0031(2.23)	0.0004 ~ 0.0130
		외부	0/5	ND	ND	-
	Ethyl benzene	항공기 내부	0/12	ND	ND	-
		외부	0/5	ND	ND	-
	Xylene	항공기 내부	0/12	ND	ND	-
		외부	0/5	ND	ND	-
	Ethanol	항공기 내부	4/12	0.0068 ±0.0066	0.0046(2.38)	0.0026 ~0.0190
		외부	0/12	ND	ND	-

* AM : 산술평균, SD : 표준편차, GM : 기하평균, GSD : 기하표준편차, Range : 범위

나) 기후(우천시)에 따른 비교

D업체에 대한 우천시 일 때 비행기 내부와 외기의 평균값을 비교 평가하였다. 비교 결과는 다음 표와 같다.

<표 4-8>기후(우천 시)에 따른 혼합유기화합물 평가 비교

단위 : ppm

업체명	물질명	측정위치	D/N	AM±SD	GM(GSD)	Range
D업체 (우천 시)	Benzene	항공기 내부	0/11	ND	ND	-
		외부	0/4	ND	ND	-
	Toluene	항공기 내부	0/11	ND	ND	-
		외부	0/4	ND	ND	-
	Ethyl benzene	항공기 내부	7/11	0.0034 ±0.0039	0.0024(2.07)	0.0016 ~ 0.0131
		외부	0/4	ND	ND	-
	Xylene	항공기 내부	3/11	0.0157 ±0.0273	0.0059(3.49)	0.0031 ~ 0.08
		외부	0/4	ND	ND	-
	Ethanol	항공기 내부	1/11	0.0033 ±0.0022	0.0029(1.5)	0.0026 ~ 0.01
		외부	0/4	ND	ND	-

* AM : 산술평균, SD : 표준편차, GM : 기하평균, GSD : 기하표준편차, Range : 범위

(2) 강제환기(에어컨) 작동 유무에 따른 비교

각 업체에 대한 강제환기(에어컨)가동시 측정 평균값을 비교 평가하였다. 비교 결과는 다음 표와 같다.

<표 4-9>강제환기 작동 유무에 따른 혼합유기화합물평가 비교

단위 : ppm

물질명	환기유무	D/N	AM±SD	GM(GSD)	Range
Benzene	에어컨 작동 (A,B업체)	0/60	ND	ND	-
	에어컨 미작동 (C,D업체)	0/23	ND	ND	-
Toluene	에어컨 작동 (A,B업체)	49/60	0.0422 ±0.1152	0.0107(5.99)	0.0004 ~0.6953
	에어컨 미작동 (C,D업체)	5/23	0.0031 ±0.003	0.0023(1.91)	0.0017 ~0.013
Ethyl benzene	에어컨 작동 (A,B업체)	3/60	0.0048 ±0.0149	0.0019(2.22)	0.0016 ~0.0851
	에어컨 미작동 (C,D업체)	7/23	0.0024 ±0.0026	0.0019(1.68)	0.0016 ~0.0131
Xylene	에어컨 작동 (A,B업체)	3/60	0.017 ±0.0663	0.0036(2.64)	0.0031 ~0.3748
	에어컨 미작동 (C,D업체)	3/23	0.0089 ±0.0191	0.0042(2.43)	0.0031 ~0.08
Ethanol	에어컨 작동 (A,B업체)	54/60	0.1091 ±0.1325	0.0584(3.59)	0.0026 ~0.8024
	에어컨 미작동 (C,D업체)	5/23	0.0049 ±0.005	0.0036(1.99)	0.0026 ~0.019

* AM : 산술평균, SD : 표준편차, GM : 기하평균, GSD : 기하표준편차, Range : 범위

(3) 일일 청소 항공기 수(노동자 이동)에 따른 비교

가) 각 업체 청소노동자 항공기 이동에 따른 측정 평균값을 비교 평가하였다. 비교 결과는 다음 표와 같다.

<표 4-10> 일일항공기 청소 수에 따른 혼합유기화합물 평가 비교

단위 : ppm

물질명	일일 청소 항공기 수	D/N	AM±SD	GM(GSD)	Range
Benzene	다수항공기청소 (A 업체)	0/30	ND	ND	-
	단일항공기청소 (B 업체)	0/30	ND	ND	-
Toluene	다수항공기청소 (A 업체)	30/30	0.0463 ±0.106	0.0221(2.34)	0.0347 ~1.6489
	단일항공기청소 (B 업체)	19/30	0.038 ±0.1254	0.0052(8.76)	0.0119 ~2.1420
Ethyl benzene	다수항공기청소 (A 업체)	2/30	0.007 ±0.0204	0.0021(2.71)	0.0016 ~0.0851
	단일항공기청소 (B 업체)	1/30	0.0025 ±0.0052	0.0018(1.71)	0.0016 ~0.0299
Xylene	다수항공기청소 (A 업체)	2/30	0.027 ±0.091	0.0043(3.34)	0.0031 ~0.3748
	단일항공기청소 (B 업체)	1/30	0.007 ±0.0212	0.0035(1.95)	0.0031 ~0.1194
Ethanol	다수항공기청소 (A 업체)	30/30	0.1013 ±0.146	0.0679(1.85)	0.0177 ~0.8024
	단일항공기청소 (B 업체)	24/30	0.117 ±0.1194	0.0502(5.51)	0.0026 ~0.5344

* AM : 산술평균, SD : 표준편차, GM : 기하평균, GSD : 기하표준편차, Range : 범위

나) 각 업체 청소노동자 항공기 이동에 따른 측정 평균값을 비교 평가하였다. 비교 결과는 다음 표와 같다.

<표 4-11> 청소항공기 수에 따른 혼합유기화합물 평가 비교

단위 : ppm

물질명	일일 청소 항공기 수	D/N	AM±SD	GM(GSD)	Range
Benzene	다수항공기청소 (D 업체)	0/11	ND	ND	-
	단일항공기청소 (C 업체)	0/12	ND	ND	-
Toluene	다수항공기청소 (D 업체)	0/11	ND	-	-
	단일항공기청소 (C 업체)	5/12	0.0043 ±0.0038	0.0031(2.23)	0.0017 ~0.013
Ethyl benzene	다수항공기청소 (D 업체)	7/11	0.0034 ±0.0037	0.0024(2.07)	0.0016 ~0.0131
	단일항공기청소 (C 업체)	0/12	ND	ND	-
Xylene	다수항공기청소 (D 업체)	3/11	0.00157 ±0.0273	0.0059(3.49)	0.0031 ~0.08
	단일항공기청소 (C 업체)	0/12	ND	ND	-
Ethanol	다수항공기청소 (D 업체)	1/11	0.0033 ±0.0022	0.0029(1.5)	0.0026 ~0.01
	단일항공기청소 (C 업체)	4/12	0.0068 ±0.0066	0.0046(2.39)	0.0026 ~0.019
Propylene glycol	다수항공기청소 (D 업체)	0/11	ND	ND	-
	단일항공기청소 (C 업체)	-	-	-	-

* AM : 산술평균, SD : 표준편차, GM : 기하평균, GSD : 기하표준편차, Range : 범위

(4) 세정제 사용에 따른 비교(소형기)

세정제 사용업체에 따른 측정 평균값을 소형기로 비교 평가하였다. 비교 결과는 다음 표와 같다.

<표 4-12> 세정제 사용에 따른 혼합유기화합물 평가 비교

단위 : ppm

물질명	일일 청소 항공기 수	D/N	AM±SD	GM(GSD)	Range
Benzene	다수항공기청소 (D 업체)	0/11	ND	ND	-
	단일항공기청소 (C 업체)	0/12	ND	ND	-
Toluene	다수항공기청소 (D 업체)	0/11	ND	-	-
	단일항공기청소 (C 업체)	5/12	0.0043 ±0.0038	0.0031(2.23)	0.0017 ~0.013
Ethyl benzene	다수항공기청소 (D 업체)	7/11	0.0034 ±0.0037	0.0024(2.07)	0.0016 ~0.0131
	단일항공기청소 (C 업체)	0/12	ND	ND	-
Xylene	다수항공기청소 (D 업체)	3/11	0.00157 ±0.0273	0.0059(3.49)	0.0031 ~0.08
	단일항공기청소 (C 업체)	0/12	ND	ND	-
Ethanol	다수항공기청소 (D 업체)	1/11	0.0033 ±0.0022	0.0029(1.5)	0.0026 ~0.01
	단일항공기청소 (C 업체)	4/12	0.0068 ±0.0066	0.0046(2.39)	0.0026 ~0.019
Propylene glycol	다수항공기청소 (D 업체)	0/11	ND	ND	-
	단일항공기청소 (C 업체)	-	-	-	-

* AM : 산술평균, SD : 표준편차, GM : 기하평균, GSD : 기하표준편차, Range : 범위

2) 작업환경 종합평가

(1) 백그라운드(외기) 비교

가) 기후(정상)에 따른 비교

B, C 업체에 대한 정상기후 일 때 비행기 내부와 외기의 평균값을 비교 평가하였다. 비교 결과는 다음 표와 같다.

<표 4-13> B업체 기후에 따른 외기비교

항목(단위)	측정위치	N	AM±SD	GM(GSD)	Range
WBGT (℃)	항공기내부 (B업체)	33	20.53±2.48	20.39(1.12)	17.6 ~ 27.2
	외기	2	20.15±0.64	20.14(1.03)	19.7 ~ 20.6
TSP (㎍/㎥)	항공기내부 (B업체)	33	20.39±17.52	14.76(2.27)	3.3 ~ 67.8
	외기	2	132.1±106.49	108.54(2.5)	56.8 ~ 207.4
PM10 (㎍/㎥)	항공기내부 (B업체)	33	9.95±13.53	5.49(2.91)	0.4 ~ 53.13
	외기	2	102.7±80.33	85.56(2.41)	45.9 ~ 159.5
PM2.5 (㎍/㎥)	항공기내부 (B업체)	33	6.31±8.57	3.15(3.38)	0.15 ~ 32.61
	외기	2	87.21±71.99	70.81(2.57)	36.3 ~ 138.11
PM1.0 (㎍/㎥)	항공기내부 (B업체)	33	3.78±4.49	1.58(4.85)	0.05 ~ 17.32
	외기	2	42.62±28.45	37.57(2.06)	22.5 ~ 62.74
CO_2 (ppm)	항공기내부 (B업체)	33	533.88±85.75	527.67(1.17)	421 ~ 734
	외기	2	418 ±7.07	417.97(1.02)	413 ~ 423
O_3 (ppm)	항공기내부 (B업체)	33	0.03±0.01	0.02(1.44)	0.01 ~ 0.05
	외기	2	0.02±0.00	0.02(1.00)	0.02 ~ 0.02
NO2 (ppm)	항공기내부 (B업체)	33	0.04±0.01	0.03(1.6)	0.01 ~ 0.07
	외기	2	0.02±0.00	0.02(1.00)	0.02 ~ 0.02
CO (ppm)	항공기내부 (B업체)	33	1.17±0.29	1.14(1.26)	0.7 ~ 1.9
	외기	2	0.85±0.07	0.85(1.09)	0.8 ~ 0.9
온도 (℃)	항공기내부 (B업체)	33	24.81±2.16	24.72(1.09)	21.2 ~ 31
	외기	2	24.2±2.26	24.15(1.1)	22.6 ~ 25.8
습도 (%)	항공기내부 (B업체)	33	38.89±7.04	38.36(1.18)	30.4 ~ 64.2
	외기	2	74.75±26.38	72.39(1.43)	56.1 ~ 93.4

* AM : 산술평균, SD : 표준편차, GM : 기하평균, GSD : 기하표준편차, Range : 범위

<표 4-14> C업체 기후에 따른 외기비교

항목(단위)	측정위치	N	AM±SD	GM(GSD)	Range
WBGT (℃)	항공기내부 (C업체)	12	25.98±1.84	25.91(1.08)	21.2 ~ 27.6
	외기	1	25.9±0	25.9(1.00)	25.9
TSP (㎍/㎥)	항공기내부 (C업체)	12	110.77±49.97	100.05(1.63)	41.5 ~ 197.4
	외기	1	82.5±0	82.5(1.00)	82.5
PM10 (㎍/㎥)	항공기내부 (C업체)	12	49.98±22.16	43.96(1.79)	12.8 ~ 79.9
	외기	1	54.1±0	54.1(1.00)	54.1
PM2.5 (㎍/㎥)	항공기내부 (C업체)	12	7.04±3.73	5.68(2.2)	0.99 ~ 10.76
	외기	1	9.8±0	9.8(1.00)	9.8
PM1.0 (㎍/㎥)	항공기내부 (C업체)	12	2.51±1.68	1.71(3.01)	0.21 ~ 4.5
	외기	1	4.09±0	4.09(1.00)	4.09
CO_2 (ppm)	항공기내부 (C업체)	12	442.08±99.15	427.82(1.34)	192 ~ 517
	외기	1	385±0	385(1.00)	385
O_3 (ppm)	항공기내부 (C업체)	12	0.04±0.01	0.04(1.21)	0.03 ~ 0.05
	외기	1	0.03±0	0.03(1.00)	0.03
NO2 (ppm)	항공기내부 (C업체)	12	0.06±0.01	0.06(1.14)	0.05 ~ 0.07
	외기	1	0.05±0	0.05(1.00)	0.05
CO (ppm)	항공기내부 (C업체)	12	1.46±0.26	1.44(1.19)	1.1 ~ 1.6
	외기	1	1.5±0	1.5(1.00)	1.5
온도 (℃)	항공기내부 (C업체)	12	27.93±1.53	27.89(1.06)	25.3 ~ 29.3
	외기	1	27.5±0	27.5(1.00)	27.5
습도 (%)	항공기내부 (C업체)	12	62.75±9.07	62.09(1.17)	46.5 ~ 72.4
	외기	1	78.2±0	78.2(1.00)	78.2

* AM : 산술평균, SD : 표준편차, GM : 기하평균, GSD : 기하표준편차, Range : 범위

(2) 환기에 따른 비교

각 업체에 대한 강제환기(에어컨)가동시 측정 평균값을 비교 평가하였다. 비교 결과는 다음 표와 같다.

<표 4-15>강제환기 가동에 따른 외기비교

항목(단위)	측정위치	N	AM±SD	GM(GSD)	Range
WBGT (℃)	에어컨 가동 (A,B업체)	72	20.23±1.85	20.16(1.09)	17.6 ~ 27.2
	에어컨 미가동 (C,D업체)	23	26.53±1.57	26.48(1.06)	21.2 ~ 28.1
TSP (㎍/㎥)	에어컨 가동 (A,B업체)	72	29.42±20.98	21.93(2.31)	3.3 ~ 97.4
	에어컨 미가동 (C,D업체)	23	110.77±49.97	100.05(1.63)	41.5 ~ 197.4
PM10 (㎍/㎥)	에어컨 가동 (A,B업체)	72	10.97±10.16	7.50(2.55)	0.4 ~ 53.13
	에어컨 미가동 (C,D업체)	23	49.98±22.16	43.96(1.79)	12.8 ~ 79.9
PM2.5 (㎍/㎥)	에어컨 가동 (A,B업체)	72	3.72±6.39	1.51(3.99)	0.05 ~ 32.61
	에어컨 미가동 (C,D업체)	23	7.04±3.73	5.68(2.2)	0.99 ~ 10.76
PM1.0 (㎍/㎥)	에어컨 가동 (A,B업체)	72	2.05±3.65	0.47(6.43)	0.01 ~ 17.32
	에어컨 미가동 (C,D업체)	23	3.96±0.36	3.95(3.01)	0.21 ~ 4.5
CO_2 (ppm)	에어컨 가동 (A,B업체)	72	580.07±110.84	570.64(1.2)	421 ~ 958
	에어컨 미가동 (C,D업체)	23	536.13±135.49	516.27(1.35)	192 ~ 793
O_3 (ppm)	에어컨 가동 (A,B업체)	72	0.03±0.01	0.03(1.33)	0.01 ~ 0.05
	에어컨 미가동 (C,D업체)	23	0.05±0.01	0.05(1.18)	0.03 ~ 0.05
NO2 (ppm)	에어컨 가동 (A,B업체)	72	0.04±0.01	0.04(1.43)	0.01 ~ 0.07
	에어컨 미가동 (C,D업체)	23	0.07±0.01	0.07(1.18)	0.05 ~ 0.09
CO (ppm)	에어컨 가동 (A,B업체)	72	1.21±0.25	1.19(1.23)	0.7 ~ 1.9
	에어컨 미가동 (C,D업체)	23	1.50±0.24	1.48(1.17)	1.1 ~ 1.9
온도 (℃)	에어컨 가동 (A,B업체)	72	24.84±1.69	24.78(5.07)	21.2 ~ 30
	에어컨 미가동 (C,D업체)	23	29.04±1.65	28.99(1.06)	25.3 ~ 30.9
습도 (%)	에어컨 가동 (A,B업체)	72	35.47±7.09	34.85(1.2)	24.3 ~ 64.2
	에어컨 미가동 (C,D업체)	23	70.98±11.79	69.97(1.19)	46.5 ~ 93.1

* AM : 산술평균, SD : 표준편차, GM : 기하평균, GSD : 기하표준편차, Range : 범위

(3) 일일 청소 항공기 수(노동자 이동)에 따른 비교

각 업체 청소노동자 항공기 이동에 따른 측정 평균값을 비교 평가하였다. 비교 결과는 다음 표와 같다

<표 4-16> A,B업체 청소항공기 수에 따른 외기비교

항목(단위)	측정위치	N	AM±SD	GM(GSD)	Range
WBGT (℃)	다수항공기 청소 (A업체)	39	19.99±1.05	19.96(1.05)	18.1 ~ 22.9
	단일항공기 청소 (B업체)	33	20.53±2.48	20.39(1.12)	17.6 ~ 27.2
TSP (㎍/㎥)	다수항공기 청소 (A업체)	39	37.06±20.82	30.66(2.02)	3.6 ~ 97.4
	단일항공기 청소 (B업체)	33	20.39±17.52	14.76(2.27)	3.3 ~ 67.8
PM10 (㎍/㎥)	다수항공기 청소 (A업체)	39	11.83±6.09	9.75(2.07)	0.9 ~ 23.3
	단일항공기 청소 (B업체)	33	9.95±13.53	5.49(2.91)	0.4 ~ 53.13
PM2.5 (㎍/㎥)	다수항공기 청소 (A업체)	39	1.52±1.92	0.81(3.34)	0.05 ~ 8.27
	단일항공기 청소 (B업체)	33	6.31±8.57	3.15(3.38)	0.15 ~ 32.61
PM1.0 (㎍/㎥)	다수항공기 청소 (A업체)	39	0.22±0.39	0.13(3.26)	0.01 ~ 2.26
	단일항공기 청소 (B업체)	33	3.78±4.49	1.58(4.85)	0.05 ~ 17.32
CO_2 (ppm)	다수항공기 청소 (A업체)	39	619.15±115.51	609.71(1.19)	473 ~ 958
	단일항공기 청소 (B업체)	33	533.88±85.75	417.97(1.17)	421 ~ 734
O_3 (ppm)	다수항공기 청소 (A업체)	39	0.03±0.00	0.03(1.17)	0.02 ~ 0.04
	단일항공기 청소 (B업체)	33	0.03±0.01	0.02(1.44)	0.01 ~ 0.05
NO2 (ppm)	다수항공기 청소 (A업체)	39	0.04±0.01	0.04(1.22)	0.03 ~ 0.06
	단일항공기 청소 (B업체)	33	0.04±0.01	0.03(1.6)	0.01 ~ 0.07
CO (ppm)	다수항공기 청소 (A업체)	39	1.25±0.20	1.24(1.18)	0.7 ~ 1.7
	단일항공기 청소 (B업체)	33	1.17±0.29	1.14(1.26)	0.7 ~ 1.9
온도 (℃)	다수항공기 청소 (A업체)	39	24.86±1.19	24.83(1.05)	23.2 ~ 27.1
	단일항공기 청소 (B업체)	33	24.81±2.16	24.72(1.09)	21.2 ~ 31
습도 (%)	다수항공기 청소 (A업체)	39	32.58±5.79	32.14(1.18)	24.3 ~ 55.6
	단일항공기 청소 (B업체)	33	38.89±7.04	38.36(1.18)	30.4 ~ 64.2

* AM : 산술평균, SD : 표준편차, GM : 기하평균, GSD : 기하표준편차, Range : 범위

2. 종합의견

현재 사용하고 있는 살균·살충 소독제 물질들은 세계보건기구(World Health Organization, WHO)의 국제보건규칙(IHR, 2005)에 명시된 방법으로 항공기 살균, 살충소독을 실시하고 있다. (WHO, 2013). 세계보건기구(WHO)의 모든 회원국은 국제보건규칙(IHR)의 조항을 따르도록 권고하고 있지만 위 물질들이 문제가 된다면 감염병 예방이나 항공기 종사자, 항공기를 이용하는 승객들에게 문제가 생길 수 있다.

본 연구의 목적은 위 물질들을 직접적으로 취급하고 가장 오랜 시간 항공기 내에 머무르는 청소노동자(집중 청소)를 대상으로 살균, 살충 소독제 및 부유세균을 중심으로 작업환경인자 노출을 평가하였다.

살균·살충 소독제 측정방법이 있는 물질에 대해 NIOSH, OSHA, KOSHA GUIDE 공정시험법을 참고하여 모든 물질의 측정은 완료되었고, 분석결과는 전부 불검출로 평가되었다. 유기화합물에서도 노출값의 큰 차이가 없었지만 업체별로 환기방법과 청소방법에 따라 작업환경인자에는 차이가 있었다. 환기 유, 무에 따라 실내공기 미세먼지 수치의 차이가 있었으며, 청소인원에 따라 이산화탄소 농도에도 영향이 있었다. 또한 환기가 되지 않아 항공기내 온도가 상승하였고 고열에서 청소노동자들이 청소작업을 진행하였다. 항공기 기내 청소 시 에어컨이나 Air Condition Truck을 활용하여 가동하는 강제 환기나 비상구를 전부 개방하여 자연환기를 하는 것이 필요하다.

집중청소 및 소독업체의 유해요인 평가결과 불검출 및 노출기준에 비해 저 농도로 유해인자에 노출이 되고 있지만 집중청소 업체 3곳이 야간에 청소작업을 하고 있고, 2곳은 더운 여름 에어컨 작동이 없는 실내

환경에서 작업을 하고 있는 등 야간작업에 대한 특수건강진단과 고열에 대한 관리가 필요한 상황이며, 1개 업체는 Xylene, Ethyl benzene 등이 포함된 화학물질을 사용하고 있어 작업환경측정(해당 시), MSDS비치, 교육 등에 대한 더 세심한 관리가 필요한 것으로 보이며, 소독작업 시 소독작업 매뉴얼을 서류화 하고, 살생물제 해당 물질에 현재보다 강화된 관리와 교육, 보호구 착용(필요 시 방진마스크, 불침투성 보호의 착용 등)이 필요한 것으로 보인다.

청소노동자들은 8시간 근무 중 대부분을 좁은 항공기 내에서 쪼그려 앉거나 반복적인 닦는 작업 등 근골격계 부담작업에 해당하는 작업 자세들로 청소를 하고 있는 상황이다. 과거 집중청소 작업에서는 세제 등 화학물질 사용으로 인하여 항공기의 시트나 벽면 등의 오염물이나 이물질이 쉽게 제거되었던 반면 현재 한 개 업체를 제외한 세 업체에서 세제 사용없이 물로만 청소함으로 인하여 청소작업 시 더 많은 반복적인 자세와 힘이 드는 상황이다. 작업자들은 세제 사용을 힘들어진 작업환경을 호소하고 있으며 항공기 내 청소노동자를 대상으로 한 근골격계 부담작업에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

이번 연구는 과거 ⓐ항공사의 항공기 청소노동자의 델타메트린 성분 살충제 중독사고로 인한 항공기 청소작업의 유해인자 조사에서 시작되었으며 중독사고 이후 변화 및 평가방법, 연구가간 등으로 인한 몇 가지 제한점을 가지고 있다.

첫 째로 항공기 청소 중 발생한 델타메트린 중독사고로 인하여 시작되었으며, 약 2년의 시간이 지난 뒤 유해인자에 대한 평가가 실시되었다는 것이다. 현재 소독업체에서는 기화소독 작업을 없애고, 문제의 살충제인 ‘롱다운플러스유제’를 ‘나투어킬파프유제’로 교체하였으며 교체된 살충제에는 델타메트린 성분을 포함하지 않았다. 또 이번 연구에서 현

장 소독스케쥴과 노출평가일정을 맞추는 것이 힘들어 소독작업에 대한 평가가 D업체 1회로 제한적으로 실시 되었다는 것이다. 또한 청소노동자에 대한 연구 조사가 지속되면서 청소업체에서 불만을 제기하였고, 더운 날씨와 장비의 무게로 인한 원만한 협조가 되지 않았다. 그로인하여 작업환경측정 시 개인 시료채취가 제한적이었다.

두 번째로 유해인자 노출평가 방법에서의 제한점이 있었다. 이번 연구에서는 평가를 실시한 시기가 여름철에 집중되었다는 것에 있다. 하절기 평가로 인하여 항공기 청소노동자들이 작업 시 고열에 대한 유해인자 노출을 확인할 수 있었지만 계절별 환경차이로 인한 평가결과의 대표성은 떨어진다.

세 번째로 현재 유해인자 평가에서는 호흡기 노출을 중심으로 평가 하였기 때문에 청소작업 중 발생할 수 있는 피부노출 평가가 실시되지는 않았다. 차후 연구에서는 피부노출에 대한 평가가 필요할 것으로 보인다.

V 참고문헌

- 김기연, 항공기 청소노동자 직무 및 노출가능 유해인자 특성연구, 산업안전보건연구원, 2018
- 한민지, 살생물제의 안전관리를 위한 유럽연합 법제에 관한 연구, 2017
- 고용노동부, 산업안전보건법, 2018
- 안전보건공단, 현장 작업자를 위한 보호구의 종류와 사용법, 2013
- 안전보건공단, 환경미화원 작업안전수칙 가이드, 2018
- 환경부, 실내공기질 공정시험기준, 국립환경과학원고시, 제2018-64호
- 환경부, 살생물제 사전승인, 국내 유통물질 등록제도 시행 보도자료, 2018
- 환경부, 생활화학제품 및 살생물제의 안전관리에 관한 법률, 2019
- 환경부, 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률, 2019
- 화학물질의 유해성, 위험성 평가 지침, 한국산업안전보건공단, 2016.
- 시료채취 및 분석지침(A) 한국산업안전보건공단, A-73-2018(Xylene)
- 시료채취 및 분석지침(A) 한국산업안전보건공단,A-71-2018(Ethyl Benzene)
- 시료채취 및 분석지침(A) 한국산업안전보건공단,A-69-2018(Benzene)

· 시료채취 및 분석지침(A) 한국산업안전보건공단, A-72-2018(Toluene)

· 보건복지부, 검역법과 감염병 예방 및 관리에 관한 법률, 2019.

· 살충, 살균, 구서를 위한 방역소독 지침, 질병관리본부, 2007.

· NIOSH Manual of Analytical Methods 4th edition(N-Methylpyrrolidone 1302), 1998.

· NIOSH Manual of Analytical Methods 4th edition(Ethanol, 1400), 1994.

· NIOSH Manual of Analytical Methods 4th edition(Ethylendiamine, 2540), 1994.

· OSHA Sampling and Analytical Methods(Cypermethrin, PV-2063), 1993.

· NIOSH Manual of Analytical Methods 4th edition(Pyrethrum, 5008), 1994.

· NIOSH Manual of Analytical Methods 4th edition(Glycols, 5523), 1996.

· Clifford P. Weisel, Sastry Isukapalli. Quantifying Exposure to Peesticides on Commercial Aircraft, Airliner Cabin Environment Research, 2012.

· WHO, Environmental Health Criteria 243: Aircraft Disinsection Insecticides, 2013.

· Yeung SSM, Yu ITS, Hui KYL. World at work: Aircraft cabin cleaning. Occupational and Environmental Medicine, 2005;62:58-60.

· EPA, United States Environmental Protection Agency. Integrated Risk Information System(IRIS)

· 안전보건공단, 안전보건실무정보, 농약 사용안전

Available from: URLhttp://www.kosha.or.kr/agriculture/pesticideB.do

Abstract

Exposure evaluation of hazardous factors and work environment management for aircraft cleaning workers
-Focus on fungicides, insecticides, bacteria and fungi-

OBJECTIVES: Aircraft cleaning workers are known to be exposed to various hazardous factors of work environment. We will establish a work environment management plan by conducting an exposure assessment on the major hazardous factors exposed at the worksite in aircrafts.

METHODS: The disinfectant components of each cleaning company were investigated and selected as the evaluation meterials of residual concentration, and the process test method of NIOSH and OSHA was referred to. In addition to the residual properties of disinfectant components, VOCs, fine dust, heat and indoor air hazardous factors, airborne bacteria and fungi that may occur in the cabin were measured.

RESULTS: As a result of the evaluation of residual concentration of disinfectant, all results were evaluated as non-detection. There were differences in fine dust, heat, indoor air hazardous factors according to ventilation method and cleaning of each company was a difference

in the indoor air fine dust value according to the ventilation method, and the concentration of carbon dioxide was also affected by the number of cleaning workers. In addition, the temperature inside the aircraft increased due to poor ventilation.

CONCLUSIONS: As a result, it seems that the work environment factors of cleaning workers need to be improved. It seems that the ventilation method needs to be improved, and further research, such as a study on the hazardous factors of musculoskeletal system, is needed as the workers are exposed to musculoskeletal hazards such as unstable working posture and repetitive work.

Key words: Aircraft, Aircraft cleaning workers, fungicides, insecticides, bacteria and fungi-, Deltamethrin

Ⅵ. 부　　록

부록-1. 항공기 청소 노동자 소독제 취급에 관한 안전가이드

1. 배경

항공기 청소노동자들은 기내 청소작업에서 욕실세척제 등의 화학물질 취급 및 호흡성 분진, 미생물 등 다양한 작업환경 유해요인에 노출되고 있는 것으로 알려져 있다. 그동안 항공기 기내 살충소독제 잔류성에 대한 평가 및 승무원들을 대상으로 건강영향 조사가 일부 진행되었지만, 최근 이슈가 된 항공기 청소노동자의 노출가능 유해인자에 대한 연구는 미비한 실정이다. 이에 실제 살균·살충 소독제 사용에 대한 안전 작업가이드를 마련 항공기 기내 작업현장에서 노출되는 주요 유해 인자에 대한 노출평가를 실시하여 작업환경 관리방안을 수립하고자 한다.

2. 목적

실제 살균·살충 소독제 사용에 대한 안전 작업가이드를 마련하여 항공기 기내 작업현장에서 발생할 수 있는 사고를 예방하고 노출되는 주요 유해 인자에 대한 작업환경 관리방안을 수립하고자 한다.

3. 적용대상

항공기 소독제 취급과 노출가능성이 있는 항공기 일반, 집중청소노동자 및 소독작업자

4. 안전한 소독작업 가이드

(※ 농약관리법, 농약 등의 안전사용기준 참조)

1) 살균·살충 소독제의 인체 침투 경로

소독제의 주요 침투 경로로는 호흡기 흡입(코), 피부(피부 흡수), 소화기(섭취)를 들 수 있다. 이러한 중독은 대부분 농약이 인체에 침투되지 못하도록 함으로써 예방할 수 있다.

(1) 흡입

가스나 미세 분무액, 더스트(Dust), 흄(Fume), 연무 상태로 존재할 때 쉽게 호흡기를 통해 폐로 침투한다. 흄이나 가스 상태의 살충제를 취급하는 경우 소독제를 흡입할 위험성이 특히 높다.

(2) 피부흡수

피부 흡수는 가장 흔히 볼 수 있는 독성물질의 침투 경로이다. 고온작업 조건에서는 피부의 땀구멍들이 개방되기 때문에 위험도가 높아지며, 고온 상태에서는 베인 곳, 피부병이나 찰과상에 의해 손상된 피부를 통한 흡수가 빨라진다.

(3) 섭취

우발적으로 섭취하거나 소독제로 입 주위가 오염되는 것은 부적절한 습관 때문인 경우가 있다. 작업 중에 담배를 피우거나, 음식을 먹기 전에 손이나 얼굴 등을 씻지 않는 행위 등을 사례로 들 수 있다.

2) 소독제의 중독의 증상

(1) 급성중독의 일반적 증상

경증	① 두통 ② 머리가 무겁다. ③ 현기증이 난다. ④ 토할 것 같다. ⑤ 기분이 나쁘다. ⑥ 몸이 나른하고 자꾸 처진다. ⑦ 숨쉬기가 힘들다. ⑧ 피부가 가렵다
중등증	① 구토 ② 복통 ③ 설사 ④ 열이 난다. ⑤ 얼굴이 벌게진다. ⑥ 걸음이 휘청거린다. ⑦ 머리가 멍하다. ⑧ 땀과 침이 많이 난다. ⑨ 눈이 빨갛고 아프다. ⑩ 피부에 수포가 생기거나 아프다
중증	① 의식을 잃는다. ② 전신이 경련을 일으킨다. ③ 입에서 거품이 난다. ④ 대소변을 지린다. ⑤ 호흡과 맥박이 빠르다

(2) 계통별 급성독성 증상

계통		중독 증상
유기인계	글리포세이트, 페니트로티온, 포스파미돈	온몸 나른함, 두통, 현기증, 설사, 흉부압박감, 구토증, 복통, 운동실조, 다량의 땀
카바메이트계	카보퓨란, 티오파네이트메틸	유기인계와 증상은 같으나 증상이 빠르게 나타나고 회복도 빠름
피레스로이드계	델타메트린, 람다사이할로트린, 사이퍼메트린, 알파사이퍼메트린	온몸이 나른함, 근육이 굳어짐, 가벼운 운동실조, 수족 떨림
네레이스톡신계	카탑하이드로클로라이드	얼굴, 눈, 귀 등 노출부위 가려움증, 두드러기, 천식 발작
유기염소계 살충제	엔도설판(폐지)	구토, 수족 떨림, 침 흘림, 호흡곤란, 붉은 반점
유기염소계 살균제	클로로탈로닐	온몸이 나른함, 두통, 머리가 무거움, 현기증, 구토
비피리딜리움계	패러 디클로라이드(폐지)	오심, 구토, 복통, 설사, 입안 궤양, 폐 손상으로 호흡곤란

※ 항공기 소독시 사용 델타메트린은 피레스로이드계로 중독 시 몸이 나른함, 근육이 굳어지는 등의 증상이 나타날 수 있다.

3) 항공기 살균·살충작업에 따른 예방 관리대책

(1) 일반적 예방대책

- 살포작업 시 중독 사고를 방지하기 위해서는 적절한 보호구를 착용하는 것이 제일 중요하며, 이에 대해서는 소독제 포장지의 “사용상의 주의사항”에 표기되어 있다.
- 어떤 화학물질이라도 위해성이 전혀 없는 것은 없으나 안전하게 사용하는 방법은 있게 마련이므로, 사용 전에 포장지의 사용설명서를 주의 깊게 읽고 설명서의 내용대로 다루고 보관하고 살포한다.
- (흡입 예방) 무더운 여름 날 살포작업을 하는 것은 상당한 중노동으로 호흡량도 평소보다 훨씬 많아져 소독제의 흡입 가능성도 높아지게 된다. 따라서 살포작업자는 입이나 코로 흡입되지 않도록 적절한 마스크를 착용한다.
- (피부 흡수 예방) 소독제와 인체의 접촉을 막기 위해서 방수성의 방제복을 착용한다. 방제복의 선택 시 에는 소독제의 침투를 막는 기능은 물론 내구성도 좋고 시원한 소재의 것인지를 고려할 필요가 있다.

(2) 주의사항

○ 살포 전

- 라벨(포장지)의 표시사항을 반드시 읽는다.
- 살포에 적합한 방제복, 장갑, 마스크, 보호안경 등의 보호구와 장비를 준비한다.
- 방제기구는 고장 시 사고의 원인이 될 수 있으므로 사전에 정비한다.

- 사전에 건강관리를 철저히 하고 몸의 상태가 좋지 않으면 살포작업을 하지 않는다.
- 살포액 조제 시에 피부 노출이나 흡입 노출을 피한다.

○ 살포 시
- 포장지의 사용약량(희석배수, 살포량)을 준수한다.
- 살포자의 체력 유지를 위해 살포작업은 시원한 시간대에 살포한다.
- 장시간 살포작업을 하지 않는다. 통상 2시간 이내에 살포작업을 마친다.
- 살포작업 중 흡연, 음식물을 삼간다.
- 살포 시에는 소지품이 오염되지 않도록 청결히 관리한다.

○ 살포 후
- 살포지역에 사람의 접근을 막는다.
- 살포 후 남은 소독제를 깔끔하게 처리하며, 빈 포장용기를 확실하게 처분한다.
- 몸을 비눗물로 깨끗이 씻고, 수면을 취하는 등 휴식을 취한다.
- 만일 몸에 이상이 감지되면 의사의 진찰을 받는다.

(3) 응급처치

○ 입에 들어갔을 때
- 물로 헹궈냄 : 입에 묻었거나 입안으로 들어갔으면 즉시 물로 양치를 한다. 항상 물을 담은 주전자를 준비해놓는 것이 필요하다.
- 물을마시고토해냄 : 농약을 마셨을 때는 물이나 식염수를 2, 3잔 마시게 한 다음 손가락을 넣어서 토하게 한다. 위의 내용물이 나오지 않을 때까지 반복한다.

- 흡착제를 먹음 : 토하게 한 다음 장으로 들어간 농약이 흡수가 안 되도록 흡착제(활성탄 또는 아드 솔빈, 목초액 등)를 30g 정도 복용한다.

○ 들이마셨을 때
- 옷을 헐겁게하고 심호흡을 시킴 : 즉시 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 옷을 헐겁게 풀어놓은 다음 심호흡을 시킨다. 중독자가 움직이지 않도록 하는 것이 중요하며, 보온에도 주의해야 한다. 호흡이 약하고 침이 많이 고였을 때는 중독자를 엎어서 뉘어 놓고 머리를 옆으로 돌려줘야 한다. 이것은 침이 입 밖으로 나오기 쉽게 하기 위함이다.

○ 피부에 묻었을 때
- 비누로 씻어냄 : 피부를 비누로 잘 씻어내어 농약을 제거한다. 알칼리와 만나면 분해되는 농약도 많기 때문에 우리가 보통으로 쓰는 비누를 사용하면 되며, 적어도 15분간 꼼꼼히 닦는다.
- 옷에 묻었을 때는 즉시 벗음 : 방수가 안 되는 옷에 농약이 묻었을 때는 즉시 속옷까지 전부 벗어서 피부를 비누로 씻은 다음 다른 옷으로 갈아입는다.

○ 눈에 들어갔을 때
- 일단 깨끗한 물로 닦아냄 : 깨끗한 물로 눈을 헹궈내며 주전자나 수돗물을 이용해서 흐르는 물에 씻어내도록 한다. 적어도 15분간 계속해서 씻어낸다.
- 손을 눈을 비비지 말 것 : 세안 시에는 눈을 절대로 손으로 비비지 말아야 한다. 거즈를 가볍게 눈에 대고 빨리 전문의를 찾아가야 한다.

4) 항공기 소독작업 안전가이드

(1) 살균소독제 종류 및 유해성

화학적 소독방법은 화학소독제를 이용하여 소독하는 방법을 말한다. 현재 여러 종류의 화학 소독제가 판매되고 있으며 높은 온도에서 소독제를 사용할 때는 증기가 발생하여 침투력 및 효과가 높으므로 더운 여름에는 소독제 보관 및 사용에 특히 조심해야 한다.

소독제의 계열과 종류에 따라 여러 가지가 있다. 또한 이들 소독제의 종류마다 미생물에 미치는 살균범위, 작용속도, 살균지속성, 온도의 영향 등에 따라 살균소독력에 차이가 있는데 이는 다음 표와 같다.

<표 1> 주요 살균소독제의 종류

계열	작용기 종류	활 성 성 분	
할로겐	염소	무기염소	차아염소산나트륨, 차아염소산칼슘 등 5종
		유기염소	이염화이소시아눌산나트륨 등 8종
		이산화염소	아염소산염(Chlorite), 이산화염소 등 4종
	요오드	요오드, 요오드칼륨, 요오드화수소산, 일염화요오드 등 4종	
	브롬	브롬화나트륨, 브롬화칼륨, 브롬화칼슘 등 3종	
계면활성제	4급 암모늄	염화-n-데실-n, n-디메틸-1-데칸암모늄, 염화알킬(C12-C14)디메틸에틸벤질암모늄, 염화알킬(C12-C16)벤질디메틸암모늄, 염화알킬(C12-C18) 벤질디메틸암모늄 등 6종	
	산-음 이온	네오데칸산, 노나논산, 데칸산, 옥탄산, n-카르복실산, 나프탈렌설폰산나트륨, 도데실벤젠설폰산나트륨, 설포지방산 등(이하생략)	
	양성이온		
과산화	무기계	과산화수소 (1종)	
	유기계	과산화옥탄산, 과산화초산(2종)	
기타	페놀	4-(1,1-디메틸프로필)페놀/ 페닐페놀	
	알코올	2-부톡시-에탄올, 에탄올 2-프로판올	

(2004, 식약청)

<표 2> 살균소독제 종류별 살균소독력

	염소계 (무기 : 유기)	요오드	4급암모늄	카르복실산-음이온 계면활성제	산소계
살균범위	광범위	광범위	선택적	우수	광범위
작용속도	빠름 (무>유)	빠름	보통	보통	빠름
살균지속성	약함 (무<유)	보통	우수	보통	보통
저온살균	우수	약화	다소약화	약화	우수
실온살균	우수	우수	우수	우수	우수
고온살균	우수	미약	우수	우수	우수

(2004, 식약청)

대부분의 소독제는 인간이나 환경에 해로우므로 선택 및 저장, 취급에 주의해야하며 반드시 제조사의 설명서를 숙지해야 한다. 취급할 때 사용자는 작업복, 장갑, 고글, 마스크 등 개인 보호장비를 사용한다. 소독제의 적절한 사용은 소독대상 주변 환경에서 병원체의 위해성을 감소시킴으로써 생물안전 확보에 도움이 되며 가능한 한 환경오염 및 독성이 낮은 약품을 사용한다. 일반적으로 사용되는 소독제에 대한 설명은 다음과 같다.

① 클로라인 (차아염소산나트륨과 차아염소산칼슘)

클로라인 (Chlorine)은 빨리 반응하는 산화제이며 다양한 종류의 미생물을 사멸시키는 화학소독제로 알려져 있으며 널리 사용되고 있다. 보통 표백제(Bleach)로 팔리고 있으며 차아염소산나트륨을 물에 희석했을 때 희석배율에 따라 다양한 농도로 이용할 수 있다. 클로라인은 포함되어 있는 염소이온으로 인하여 높은 알칼리성을 띄며 금속을 부식시키며 용액 내 존재하는 유기물에 의해 유효 농도가 급격히 감소한다. 또한

저장과정이나 작업 중의 열려진 상태의 클로라인은 염소가스가 방출되면서 소독효과가 떨어지는데 특히 높은 온도에서 더 심하다. 따라서 염소소독제는 소독을 수행하기 직전에 희석해서 사용해야 좋은 소독효과를 거둘 수 있다.

일반적으로 사용하는 차아염소산나트륨 소독제는 유효 염소 농도 (1~2g/ℓ)를 갖추어야 하며 5g/ℓ 이상의 유효 염소 농도는 고농도의 생물학적 위해물질 또는 많은 양의 유기물을 소독할 경우 사용한다. 조제는 차아염소산 나트륨 4%이상 함유한 원액 5㎖을 물 100㎖에 넣어 약 20배 희석하여 각각 준비한다. 적용대상은 의류, 행주, 수건, 오물(오물처리장), 화장실, 용기(식품용기 포함), 사체, 의료기구, 병실, 진료 및 수술실, 군대막사, 우물 또는 음용수 등이다. 의류, 행주, 수건 등에는 준비된 200배 희석액에 약 10분간 담가두었다가 세제로 빨면 된다. 오물(오물처리장), 화장실, 병실, 진료 및 수술실, 군대막사 등인 경우에는 준비된 200배 희석액을 분무기를 이용하여 뿌리거나 가제에 묻혀 닦는다. 사체인 경우에는 준비된 20배 희석액을 분무기를 이용하여 뿌리거나 걸레나 가제에 묻혀 닦는다. 용기(식품용기 포함), 의료기구 등인 경우에는 준비된 200배 희석액을 행주나 가제에 묻혀 닦는다. 특징은 물속에서 발생하는 염소 원소에 의해 살균작용을 하는 한편 분해되기 쉬운 결점이 있다. 주의사항은 원액은 금속기구 및 용기류에는 부식성이 있으므로 조제시 필요한 용기는 반드시 유리나 플라스틱 제품의 용기를 사용하며 분해되기 쉬운 결점이 있으므로 희석액은 24시간 이내에 사용하여야 효과가 있다.

차아염소산칼슘 (Ca(OCl)2)의 분말이나 타블렛(Tablet)은 약 70%의 유효 염소(Chlorine)를 포함하며 분말이나 타블렛을 1.4g/ℓ 또는 7.0g/ℓ 되게 만들어 사용한다. 일반적으로 물에 차아염소산나트륨이나 차아염소산칼슘을 희석하면 다음과 같은 반응이 일어나며 이때 발생하는 HOCl이 주요 소독작용을 한다.

Sodium hypochlorite

$$NaOCl + H2O \rightarrow HOCl + Na^{+}(OH)^{-}$$

Calcium hypochlorite

$$Ca(OCl)2 + 2H2O \rightarrow 2HOCl + Ca^{++}(OH^{-})2$$

이론적으로 소독약품(염소제) 투여량은 다음 식으로 계산될 수 있으나 적정농도의 잔류염소농도 유지를 위한 소독약품의 투여량은 소독 대상물의 수질에 따라 그 투여량이 다양하므로 일률적으로 결정될 수는 없다. 따라서 소독하고자 하는 물에 일정량의 소독약품을 투여한 후 반응 시간(20분) 이후에 염소측정용 페이퍼로 잔류염소농도를 조사하여 법정 기준식(잔류염소인 경우 평시 0.2㎖/ℓ 이상, 병원미생물에 오염우려가 있을 때 0.4㎖/ℓ이상)과 비교하여 약품 투여량을 가감 조정한다.

$$\text{소독약품투여량}(㎖) = \frac{\text{소독대상물의량}(ℓ) \times \text{약품주입농도}(㎖/ℓ)}{\text{약품의유효염소농도}(\%)}$$

“예” 물 1㎥(1000ℓ)의 소독를 위하여 유효염소농도가 70%인 크로루칼키로 주입할 때 1㎎/ℓ농도에 필요한 소요약품량은 $\frac{1000ℓ \times 1㎎/ℓ}{0.7}$ = 1,428.57㎎으로 계산 되므로 약 1.5g의 소독약품을 투여하면 된다.

표백제(Bleach)는 오염된 비금속 물질을 세척하거나 소독하는데 사용하기도하며 비상시에는 클로라인 농도가 1~2㎎/ℓ 되도록 물에 넣어 식수로 사용 한다. 염소 가스는 매우 유독하기 때문에 표백제를 저장할 때는 환기가 잘되는 곳에 보관해야한다. 또한 산(Acid)들과 결합시 급격한 염소가스방출이 발생하기 때문에 유의해야한다.

② Sodium dichloroisocyanurate

분말 형태의 Sodium dichloroisocyanurate (NaDCC)는 약 60% 유효 염소를 포함하므로 1g/ℓ와 5g/ℓ의 클로라인 양의 소독액으로 사용하기위해서는 1.7g/ℓ에 또는 8.5g/ℓ을 녹여 만든다. 일반적으로 NaDCC 1알은 1.5g의 클로라인을 함유하고 있다. 분말이나 알약형태의 NaDCC은 저장이 편리하고 안전하다. 고체 형태의 NaDCC은 혈액이나 생물학적 위해 용액에 대하여 사용하며 용액을 뿌린 후 약 10분간의 반응시간이 필요하다.

③ 클로라민 (Chloramines)

클로라민은 분말형태로 판매되며 약 25%의 유효 염소 클로라인을 포함하고 있다. 클로라민은 유효 염소가 유리되는 속도가 차아염소산나트륨보다는 느리므로 초기사용 농도를 좀 더 높여 사용한다. 그러나 클로라민은 차아염소산염 용약과는 달리 유기물에 의해 영향을 받지 않으므로 소독하고자하는 물질이 더러운 정도에 상관없이 20g/ℓ의 농도로 제조하여 사용한다. 클로라민 용액은 냄새는 없으나 잔류성이 있으므로 사용 후 대상물을 철저히 씻어내야 한다.

<표 3> 소독조건에 따른 각종 염소소독제의 희석량

소독제	청결한 곳1	더러운 곳2
사용할 염소의 농도	0.1%(1g/ℓ)3	0.5%(5g/ℓ)
Sodium hypochlorite 용액 (5% chlorine)	20mg/ℓ	100mg/ℓ
Calcium hypochlorite (70% chlorine)	1.4g/ℓ	7.0g/ℓ
Sodium dichlorosocyanurate powder (60% chlorine)	1.7g/ℓ	8.5g/ℓ
Sodium dichlorosocyanurate tablet (1.5g chlorine/tablet)	1 tablet/ℓ	4 tablet/ℓ
Chloramine4 (25% chlorine)	20g/ℓ	20g/ℓ

1세척과 청소를 실시한 이후 사용
2홍수가 났을 때, 세척과 청소하기전, 혈액위에 뿌릴 때 사용
30.2%(2g/ℓ)를 만들어 사용할 때에는 아래 농도를 2배로 함(Chloramine만은 동일함)
(WHO, 2004)

④ 이산화염소

이산화염소(Chlorine dioxide, ClO2)는 빠른 작용성과 높은 효능을 갖는 소독제로 클로라인보다 낮은 농도에서 효과가 있다. 이산화염소는 기체 상태에서는 불안정하여 Cl2와 O2로 분해되나 물에 잘 녹으며 액체 상태에서는 안정하다.

산화성 소독제로써 이산화염소는 널리 사용되고 있으나 대부분의 유기물에 대하여는 오존과 클로라인이 좀 더 효과적이다. 특히 이산화염소는 환원성 황화합물, 2가 또는 3가 아민, 강한 환원성 또는 반응성 물질을 포함하는 물질에만 작용하는 한계를 갖고 있으나 클로라인이나 오존을 사용할 때보다는 낮은 농도로 사용이 가능하다는 장점이 있다. 일반적으로 유기물이 많이 있는 물질을 소독할 때는 이산화염소의 선택성

과 사용 농도 때문에 오존 또는 클로라인보다 효과적으로 이용할 수 있다.

⑤ 포름알데하이드

포름알데하이드 (Formaldehyde, HCHO)은 20℃ 이상에서 모든 미생물과 포자를 죽일 수 있는 기체이나 광우병인자인 prion들에 대하여는 효과가 없다. 포름알데하이드의 반응 속도는 느리며 소독 효과를 내기 위해서는 약 70%의 상대습도가 필요하다. 일반적으로 고형고분자화합물, 파라포름알데하이드, 포르말린 (37% 수용액, 10% methanol) 형태로 판매된다. 생물안전작업대나 방 등 폐쇄된 공간을 소독하기 위해서는 기화시켜야하므로 약간의 가열이 필요하다. 액체 소독제로써 포름알데하이드 (5% 포르말린 용액)가 사용된다. 포름알데하이드는 잠재적 발암물질이며 위험하고 자극적인 가스를 발생하고 강하게 자극하는 냄새가 특징이다. 증기 상태의 포름알데하이드를 흡입하면 점막과 눈에 자극을 주어 손상시킨다. 따라서 후드나 통풍이 잘되는 지역에 보관하거나 사용해야 한다.

⑥ 글루타알데하이드

포름알데하이드와 마찬가지로 글루타알데하이드 (OHC(CH2)3CHO)는 영양세균(Vegetative bacteria), 포자, 곰팡이, 지질함유바이러스(Lipid-containing virus)와 무지질 바이러스(Nonlipid-containing virus)에 효과적인 소독제다. 포름알데하이드에 비해 부식성이 거의 없고 빠른 효능을 보이기는 하지만 세균포자를 소독하는데 수 시간이 소요된다. 글루타알데하이드는 보통 2%의 농도로 시중에 판매되며 일부는 사용 전에 중탄산 화합물(Bicarbinate)을 넣어 알카리로 만들어 활성화 시켜 사용하는 것도 있다. 활성화된 글루타알데하이드는 조성, 형태 및 사용 빈도에 따라 1~4주 동안 재사용이 가능하다. 만일 용액이 혼탁해지면 사용을 중지하고 폐기해야 한다. 글루타알데하이드는 독성이 강하고

피부와 점막에 자극적이므로 접촉을 반드시 피해야 하며 반드시 hume-hood나 통풍이 잘되는 지역에서 사용해야 한다. 토양 등 환경 표면에 소독 등을 목적으로 살포하는 것은 권고되지 않는다.

⑦ 페놀 화합물

페놀화합물은 많은 부류의 화합물의 총칭으로 오래전부터 소독제로 사용되어져 왔으나 최근 안전과 관련된 여러 이유로 인하여 사용이 매우 제한되고 있다. 페놀화합물은 영양세균, 지질함유 바이러스, mycobacteria 소독에 효과가 있으나 포자에는 효과가 없으며 무지질 바이러스에는 효과가 제한적이다. 많은 페놀화합물이 오염제거를 목적으로 환경 표면에 사용되며 triclosan이나 chloroxylenol 같은 것들은 살균제 또는 방부제로 사용된다. Triclosan은 손을 씻는 제품에 사용되며 영양세균에 대해 살균효과가 있으며 피부와 점막에도 안전하다. 그러나 일부 실험에 의하면 세균이 저 농도의 triclosan 및 일부항생제에도 내성을 보이는 것으로 보고되고 있지만 자세히 알려진 바는 없다.

일부 페놀화합물은 물의 경도에 매우 민감하며 심지어는 효능을 상실하기도 함에 따라 반드시 증류수나 탈이온수(Deionized water)로 희석하여 사용한다. 페놀화합물은 고무제품에 흡수될 수도 있고 피부에 침투 할 수 있으므로 음식물 표면이나 어린아이들 관련 제품에는 사용하지 않는다.

석탄산은 의류, 용기(식품용기는 제외), 오물, 실험대 등에 이용한다. 의류는 3% 석탄산을 이용하여 세척하며 용기 및 실험대에는 별도의 가제나 걸레를 준비한 후 3% 석탄산용액을 흡수시켜 닦아주며 오물 등에는 분무기를 이용하여 직접 뿌려준다.

주의사항으로서는 피부 점막에 자극성과 마비성 및 금속에 부식성이 있으므로 조제시에는 반드시 고무장갑을 끼고 작업하며, 조제시 필요한 용기는 유리나 플라스틱 용기를 사용한다.

크레졸은 독성이 비교적 약하면서 석탄산의 약 2배의 소독력을 갖는

다. 소독에 사용하는 농도는 1~5% 수용액이나 적용대상에 따라 달라질 수는 있지만 주로 3% 수용액으로 많이 이용되고 있다. 크레졸 비누액(크레졸과 비누액을 1:1로 섞은 것) 3%와 물 97%로 만든 3% 크레졸 수용액을 이용하여 손, 오물, 실내바닥 등의 소독에 이용한다. 손은 3% 크레졸수용액으로 닦으며 오물과 실내바닥 등은 분무기를 이용하여 직접 뿌린다. 주의사항은 물에 쉽게 녹지 않기 때문에 조제시 크레졸 1 : 물 50의 비율로 희석하여야 잘 녹는다.

오소디크로 벤젠의 사용방법은 오소디크로 벤젠 72.5% 원액 1㎖를 물 50~100㎖에 넣어 50~100배 희석하여 준비하고, 원액 1㎖를 물 10~15㎖에 넣어 10~15배 희석하여 각각 준비한다. 적용대상은 실내외 화장실, 오물처리장, 퇴비장, 사육장, 하수구, 병사 등이다. 사용방법은 실내 화장실 등에는 준비된 50~100배 희석액을 분무기를 이용하여 뿌려준다. 실외 화장실, 오물처리장, 퇴비장, 사육장, 하수구 등에는 준비된 10~15배 희석액을 분무기를 이용하여 뿌려준다. 병사인 경우 원액 1㎖를 물 200~300㎖에 넣어 희석한액(200~300배)을 분무기를 이용하여 뿌려준다. 오소디크로 벤젠의 특징은 피부점막에 자극성이 있고 락카나 페인트를 용해시킨다. 주의사항으로는 살균 작업시에는 고무장갑을 끼고 야채 등의 채소에 뿌리지 말고, 축사 등에는 동물의 안면을 피하여 뿌리도록 한다.

⑧ 4급 암모니움 (Quaternary ammonium compounds)

4급 암모니움의 여러 유형들이 알콜과 같은 다른 살균소독제들과 혼합물 형태로 소독제로 사용되어진다. 이들은 영양세균과 지질함유바이러스에 대해 좋은 효과를 나타낸다. Benzalkonium chloride와 같은 유형은 소독제나 방부제로 사용되어진다. 어떤 유형의 4급 암모니움의 소독효과는 유기물, 물의 경도, 음이온세제에 의해 상당할 정도로 감소한다. 따라서 4급 암모니움을 소독제로 사용할 때는 세제로 이용되는 물

질을 잘 선정하는 것이 필요하다. 4급 암모니움은 낮은 분해성 때문에 자연환경에 잔류하여 축적될 수 있다. 4급 암모니움은 제품에 따라 차이가 있으나 일반적으로 0.5~1%액을 사용한다. 0.5%는 손소독에, 1%는 식품용기 소독에 사용된다.

⑨ 알콜류

에탄올(Ethyl alcohol, C2H5OH)과 이오프로판올(2-propanol, (CH3)2CHOH)은 비슷한 소독 효과를 갖는다. 이들은 영양세균, 곰팡이, 지질함유 바이러스에 대하여 소독효과가 있으나 포자에 대하여는 소독효과가 없으며 무지질 바이러스에는 효과가 제한적이다. 일반적으로 약 70% 농도가 가장 좋은 소독 효과를 갖으며 이보다 높거나 낮을 때는 살균력이 감소한다. 알코올류는 사용 후 잔류성이 없는 장점을 가지고 있다. 70% 알코올에 100g/ℓ의 포름알데하이드를 섞거나 2g/ℓ의 클로라인을 섞으면 소독효과가 더운 커진다. 70% 알코올은 사람 피부에 사용해도 되며 실험대 위, 생물안전작업대의 소독에도 사용하며 소독목적으로 수술 용구를 담가 둘 수도 있다.

에탄올 사용으로 인하여 건조해진 피부를 위해 피부 연화제를 섞어 사용하기도 한다. 최근 알코올류가 첨가된 소독 겸용 로션(Alcohol-based hand-rubs)이 많이 사용되는데 이는 손에 흙 같은 물질이 가볍게 묻었거나 손 씻는 것이 곤란한 상황에서 매우 유용하다. 그러나 알콜은 포자에 비효과적이며 모든 무지질 바이러스를 사멸시키지 못한다. 알코올류는 휘발성과 가연성이 있으므로 화기 근처에서 사용하면 안 되며 고무를 경화시킬 수도 있으며 일부 접착제를 녹일 수 있다.

⑩ 아이오다인 (Iodine)과 Iodophors

요오드계 화합물의 소독 작용은 유기물에 대해 영향을 조금 덜 받는 것을 제외하고는 염소계 소독제와 매우 유사하다. 요오드는 천과 환경

표면을 얼룩지게하고 일반적으로 소독제로는 적합하지 못하다. 한편으로 iodophor과 iodine는 좋은 소독방부제이며 polyvidone-iodine은 수술도구를 깨끗이 하거나 수술 전 해당 피부에 소독방부 효과를 갖게 하는데 사용된다. 의료용구나 치과용구에 사용하는 것은 적절하지 않으며 알루미늄이나 구리로 된 제품에는 사용하지 않는다. 아이오다인은 유독할 수 있다. 유기 요드로 된 제품(Organic iodine-based product)들은 내부에서 세균 증식이 가능하므로 4~10℃에서 보관한다.

⑪ 과산화수소 등 과산화계 물질

염소계 화합물과 마찬가지로 과산화수소 (Hydrogen peroxide, H2O2)와 과산화계 물질은 강력한 산화제이며 광범위 소독제로 인간이나 환경에 대해 염소계 소독제보다 안전하다. 과산화수소는 즉시 사용가능한 3%용액이나 또는 30% 용액으로 판매되며 소독제로 사용할 때는 30% 용액을 멸균수로 5~10배로 희석하여 사용한다. 그러나 3~6%로 희석된 과산화수소수만으로는 상대적으로 효과가 느리며 소독제로써 제한적인 효과만을 가진다. 다른 성분이나 안정제를 넣어 소독 효과를 높이고 부식성을 감소시켜 판매하고 있다. 과산화수소는 실험대 표면과 생물안전작업대 소독에 사용할 수 있으며 좀 더 농도가 높은 과산화수소수는 열에 약한 의료용구, 치과용구의 소독에 사용한다. 기화된 과산화수소수나 peracetic acid(CH3COOOH)는 열에 약한 의학 및 수술용장비의 소독을 위해 이용되는데 이를 위해서는 특별한 장비가 필요하다. 과산화수소나 과산화물은 알루미늄, 구리, 놋쇠, 아연에 대하여 폭발성을 갖으며 섬유, 머리카락, 피부, 점막에 탈색을 일으킨다. 빛이 안 들고 화기와 떨어진 곳에 보관한다.

⑫ 생석회

생석회는 산화칼슘으로 소석회로 소화(Slaking)시켜 살균제로 농촌에

서 많이 사용되고 있다. 조제방법은 소석회(생석회에 소량의 물을 가하여 분말로 된 것으로 사용직전에 준비한다)로 석회유(생석회 1에 물 9를 섞은 것)를 제조한다. 적용대상은 축사의 바닥, 분뇨, 분뇨구, 오수구, 습윤한 토지, 토지, 축사의 벽, 울타리 등이다. 축사의 바닥, 분뇨, 분뇨구, 오수구, 습윤한 토지 등은 준비된 소석회를 즉시 충분히 뿌린다. 축사의 벽, 울타리, 토지 등은 준비된 석회유를 충분히 뿌린다. 소석회의 특징은 소석회는 생석회를 소화하여 얻어지기 때문에 생석회에 소량의 물을 첨가하면 열을 발생하여 분말로 된다. 주의사항으로서 생석회는 소량의 물을 첨가할 때 열을 발하며 분말로 되는 것을 바로 사용하고 석회유를 뿌릴 때에는 고루 저으면서 사용한다.

⑬ 기타

현재 국내에는 여러 회사에서 다양한 종류의 소독제를 생산하고 있으며 이들은 한가지 성분 또는 몇 가지 성분이 혼합된 상태로 생산되어 사용되고 있다. 식약청에 등록된 살균 소독제의 성분명과 용도별 사용범위에 대해서는 별첨 4에 나타나있다.

현재 전염병예방법 시행규칙 별표3(별첨2)에 나타난 '청소 및 소독과 질병매개 곤충·쥐 등을 없애는 조치의 방법'에 기재된 약물 소독의 내용은 현재 많이 사용하지 않는 석탄산수 등이 언급되어 있다. 또한 기재된 소독제들 이외의 그 밖의 소독제의 기준도 석탄산 3% 수용액에 해당하는 소독력을 갖춘 소독제로 되어있어 약물 소독에 해당되는 부분이 현재 개발되어 사용되고 있는 소독제들로 개정되어야할 필요가 있는 것으로 사료된다.

(2) 살균소독제 사용 안전 및 주의 사항

시판되고 있는 살균소독제는 그 조성성분이 다르고 한 가지 또는 그 이상의 화학물질로 구성되어있기 때문에 살균소독제를 이용할 때에는 안전에 각별한 주의를 해야 한다. 현재 시판되고 있는 수많은 살균제들은 등록당시 산업안전보건법에 의거하여 그 살균제에 대한 물질안전보건자료(Material safety data sheet: MSDS)를 제출하여 허락을 받도록 되어있다. MSDS내용에는 식품첨가물 제품과 회사에 대한정보, 구성성분의 명칭 및 조성, 위험 유해성의 주요내용, 응급처치요령, 폭발화재시 대처방법, 취급 및 저장방법, 안정성 및 반응성, 독성에 관한정보, 급성 또는 만성 노출증상, 폐기시 주의사항, 운송에 필요한 정보 등 소독제를 사용하는데 필요한 다양한 정보가 기재되어 있다.

소독제를 사용할 때에는 용도에 맞는 소독제를 선택해야한다. 소독제은 종류에 따라서 산도(pH)가 다르고 작용기전도 다르기 때문에 소독제를 혼합해서 사용해서는 안된다. 예를 들어 염기소독제와 산성소독제를 함께 뿌리면 서로 중화되기 때문에 소독효과가 없어진다. 또한 소독제의 용량과 용법, 유통기한 및 주의사항을 자세히 살펴보아야하며 또한 사용물질의 안전자료를 충분히 검토한 후에 사용해야 한다. 또한 동일한 성분이라 할지라도 농도와 다른 성분과의 혼합여부, 외부온도, 주위환경의 차이 등에 따라 효과에 차이가 있을 수 있으므로 구체적인 사용요령은 반드시 소독제 사용설명서를 참조하고 구체적인 기술정보가 필요하면 제조회사에 문의하여야한다. 그리고 살균소독제를 보관할 때에는 안전한 장소에 보관해야한다. 현재 사용하고 있는 몇몇 소독제의 기본적인 안전사항은 다음과 같다.

① 석탄산

가. 피부 점막에 자극성과 마비성 및 금속에 부식성이 있으므로 살균 작업시 반드시 고무장갑을 끼고 하되 작업시 필요한 용구는

플라스틱 제품을 사용한다.

나. 취기와 독성이 강하여 될 수 있는 한 마스크를 반드시 사용하여 안면을 보호한다.

다. 인축에 매우 독성이 강하므로 가능한 한 다른 살균제를 택하여 사용하되 실험실 내필요할 때에는 안전하게 사용한다.

② 크레졸

가. 물에 난용이므로 희석할 때에는 크레졸 1 : 물 50의 비율로 희석하여 사용한다.

나. 살균액을 만들 때에는 반드시 크레졸 비누액으로 만들어 사용한다.

(크레졸 비누액 = 크레졸 1 : 비누액 1) 동량 섞는다.

③ 차아염소산칼슘

가. 자극성이 있어 의료용으로는 사용할 수 없으며 음료수나 수영장, 정호수, 공동펌 프등에만 소독의 목적으로 사용한다.

나. 정제 또는 액체의 원액은 맹독성이므로 작업도중 손이나 피부등에 묻었을 때는 찬물로 잘 씻은 다음 비누물로 닦아 준다.

④ 차아염소산나트륨

가. 원액은 금속기구 및 용기류에는 부식성이 강하므로 조제시 필요한 용기는 반드시 유리나 플라스틱 제품의 용기를 사용한다.

나. 원액은 반드시 희석하여 사용하는데 24시간 이내에 사용하여야 한다.

다. 보관시 밀봉하여 25℃이하에서만 보관토록 한다.

라. 원액은 의류에 직접 묻지 않도록 하고 살균실시에 필요한 희석액은 지정된 장소나 목적물에만 사용토록 한다.

마. 사용하고 남은 원액은 밀봉시킨 후 별도로 25℃ 이하에서 보관하고, 남은 희석액은 필히 마개를 막아 25℃ 이하에서 보관하여 빠른 시일 안에 사용하며 사용하기 전에는 반드시 염소농도 측정시험지(Test strip)로 농도의 세기(Strength)를 확인 한 후 사용해야하며 농도가 낮을 때는 즉각 폐기하고 다시 조제하여 사용한다.

바. 금속이 오랜 기간 동안 잠겨있을 때는 소독제의 산화성 때문에 부식될 수 있으나 수 분간 처리하고 물로 씻으면 문제가 되지 않는다.

⑤ 오소디크로벤젠

가. 살균 작업도중 손이나 피부 등에 원액이 묻었을 때는 찬물로 잘 씻은 다음 비누물로 닦아 피부보호에 항상 관심을 갖는다.

나. 원액은 락카나 페인트를 용해시키므로 가구나 캐비넷과 같은 장소에는 멀리 떨어진곳에 저장하여 사용한다.

다. 살균실시에 사용되는 희석액은 적절한 양으로 제조하고 일단 제조된 것은 가능한 한다 사용토록 노력한다.

라. 살균실시에 야채 등의 채소에 뿌리지 말고, 축사 등에는 동물의 안면을 피하여 뿌리도록 한다.

마. 사용하고 남은 원액은 밀봉시킨 후 별도로 보관하고 희석액은 냉암소에 보관하되 필히 마개를 막아 보관한다.

⑥ 생석회(산화칼슘)

가. 분말로 된 상태인 소석회를 사용하여야 하기 때문에 생석회에 다 소량의 물을 첨가하여 열을 발한 후 분말로 되는 것을 바로 사용한다.

나. 석회유를 뿌릴 때에는 고루 저으면서 사용한다.

다. 생석회 보관시 수분에 닿으면 화재가 날 우려가 있으므로 수분이 닿지 않도록 하고주위에 인화성 물질을 두거나 밀폐된 공간에서 사용하여서는 안된다.

라. 사람에게 직접 닿지 않도록 주의하고 눈에 들어가면 실명될 수 있으므로 특히 어린이들이 접근하지 못하도록 각별히 유의해야 한다.

마. 현재 다른 소독제가 많이 있으므로 화재와 실명의 위험이 있는 생석회는 가급적 사용하지 않도록 한다.

⑦ 방역담당자의 안전 및 주의사항

방역대상 미생물은 생물적 위해물질(Biological Hazards)로서 인체에 심각한 질병을 야기할 수 있으며 또한 이를 방역 소독하는데 사용되어지는 소독제는 화학적 위해물질(Chemical Hazards)로서 마찬가지로 인체에 해를 줄 수 있다. 따라서 방역소독시 이들 물질을 다루는 방역담당자는 이들 위해를 최소화할 수 있는 방안을 강구하여 실천해야한다. 방역소독에는 일반 전염병확산을 대비한 방역도 있지만 최근 세계적으로 발생했던 사스나 조류독감 같은 고위험 전염병물질의 유입이 발생될 가능성이 있기 때문에 방역담당자들은 언제든지 이들에 대한 대비가 필요하다. 문론 이들 고위험 전염병이 발생했을 때는 전염병관리 사업지침(2006)에 언급되어있듯이 중앙의 지침을 따라야하겠지만 이들이 확산되었을 경우에는 일선 방역담당자의 조치가 필요하므로 이를 대비하여 안전에 대해 지속적이 교육이 실시되어야하며 이에 대한 주의사항을 숙지하는 것이 필요하다.

방역시에는 병원체의 위험정도, 병원체의 전파방식, 개인보호장비, 에어로졸 발생시 위해를 감소시키는 방법, 소독장비 및 방법에 대한 지식 등에 대해 이해가 필요하며 방역담당자가 고려해야할 일반적 준수사항과 특별 준수사항은 다음과 같다.

■ 방역담당자가 고려해야할 일반적 준수사항

- 각 기관의 장은 방역담당자에게 방역시 필요한 안전사항을 정기적으로 교육하고 관리해야한다.
- 방역 담당자는 방역을 실시하기에 앞서 필요한 작업안전 요령 및 사고 발생시 응급조치 등에 관한 사항을 충분히 숙지하여야 한다.
- 취급하는 병원성 미생물의 위험도를 고려하여 이에 대한 충분한 교육이 있어야한다.
- 작업복, 모자, 마스크, 안경, 고무장갑, 작업화 등 안전장비를 착용한다.
- 작업시 바람의 방향이 작업자의 후면이나 측면이 되도록 하여 소독제가 신체나 옷에 묻지 않도록 한다.
- 작업이 종료되었을 경우 반드시 손을 씻고 목욕 또는 샤워를 한다.
- 작업 중에 음식섭취, 흡연, 피부접촉, 화장행위 등을 하지 않는다.
- 소독기구를 철저히 점검한다.
- 소독제의 배합비율을 철저히 준수한다.
- 작업후 남은 오염폐기물, 소독제 등은 별도의 안전한 장소 또는 용기에 보관하여 정해진 절차에 따라 폐기해야한다.
- 방역담당자는 방역책임자가 안전을 위해 정하는 사항을 준수해야한다.

■ 방역담당자가 고려해야할 특별 준수사항

- 방역책임자는 감염성 물질을 취급할 경우에는 방역지역에 대해 출입을 제한 할 수 있다. 일반적으로 면역기능 저하 또는 억제자와 같이 감염위험이 높은 사람들은 방역대상 장소의 출입을 금지한다. 방역책임자는 방역담당자의 건강 등을 고려하여 이들의 출입에 대한 판단을 한다.
- 방역책임자는 백신접종 같은 특별한 출입 요건이 요구되는지 또

한 잠재적 위험에 대하여 특별교육이 필요한지에 대해 판단하고 필요한 경우 실시될 수 있도록 여건을 조성하여야 한다.

- 고위험감염물질에 대한 방역을 하고 있을 경우에는 방역장소 입구에 병인물질, 면역의 필요성, 방역자 이름, 연락처, 보호복의 착요 등 방역에 요구되는 각종 정보들이 표기된 생물위험 표시를 한다.
- 필요할 경우 방역자는 취급하는 병원체에 대한 검사나 면역접종을 받는다.
- 방역운영에 대한 표준 지침이나 책임자에 의해 준비된 운영지침에는 생물 안전 사항이 포함되어야한다.
- 방역책임자는 방역담당자에게 발생할 수 있는 잠재적 위험에 대하여 교육을 실시해야하며 방역담당자는 이를 준수해야한다.
- 필요할 경우 방역담당자는 샤워실이나 탈의실을 거쳐 출입하여야하며 방역지역을 떠날 때에도 반드시 샤워로 오염을 제거한다.
- 피부의 상처가 방역대상 미생물에 노출되지 않도록 방역시 날카로운 물질에 대하여는 세심한 주의가 필요하다.
- 명백하게 방역대상 미생물에 노출되었을 경우 이를 방역책임자에게 즉각 보고하고 의학적 판단과 진단, 조사 및 이에 따른 처치가 이루어지도록하며 기록하고 보존한다.
- 필요할 경우 반출되는 모든 물건은 오염을 제거한다.
- 감염물질을 취급한 후 사용장비는 오염을 제거해야한다. 또 수리전에 오염을 제거한다.

방역 중에 사용되는 개인보호장비는 작업복, 장갑, 마스크, 신발, 장갑, 모자 등이 사용되며 이들은 감염성 물질이나 살균소독제 취급 중 발생할 수 있는 에어로졸, 누출, 엎지름 같은 사고에서 방역담당자의 안전을 지켜주는 가장 기본적인 장비이다. 그 외에 고위험감염물질을 대상으로 방역할 경우 요구되는 개인보호 장비들이 있다. 방역담당자가 갖추어야할 개인적인 장비는 표 4과 같다.

<표 4> 개인보호장비

장 비 명	관 련 위 험 성	안 전 사 항
작업복	소독제나 생물체 오염	작업복은 병원체나 소독제가 들어가지 않도록 몸을 완전히 감싸는 것이 바람직함
작업화	소독제나 생물체 오염	고무장화가 좋으며 방수 기능이 있는 것이 좋다.
고글	충격 또는 튀김	사용되는 렌즈가 충격에 강해야하며 안경을 완전히 감싸야 함. 눈 측면 보호가 가능함(전염성이 강한 미생물이거나 위험물질을 다룰 경우 사용함)
안면 보호대	충격 또는 튀김	안면의 전체 보호 사고발생시 쉽게 제거 가능(전염성이 강한 미생물이거나 위험물질을 다룰 경우 사용함)
마스크	소독제나 생물체 흡입	일회용으로 소독제나 전염성 미생물의 오염방지로 이용.
장갑	소독제나 생물체오염, 손의 상처	라텍스, nitlile, 비닐로 제작된 일외용품, 손의 보호

작업복은 단추가 있는 것이 사용하기에 편리하고 몸 전체를 보호해주는 형태의 복장이 보다 안전하다. 앞치마는 고위험병원체의 취급이나 화학물질 취급 등 위험물 취급으로 인하여 많은 주의가 요구되는 경우 실험복위에 겹쳐서 입을 수 있다. 방역이외의 지역으로 나갈 때는 작업복, 앞치마는 반드시 벗어야한다.

방역소독 중 고위험 병원체가 튀거나 충격으로부터 눈 등 안면을 보호할 필요성이 있을 때는 고글, 안면 보호대 등을 사용할 수 있다. 고글은 눈 주위를 완전히 감싸기 때문에 눈을 완전히 보호할 수 있다. 손은 날카로운 물질에 의해 상처를 쉽게 받을 수 있기 때문에 반드시 장갑을 착용해야한다. 대개 비닐, nitrile, 라텍스로 된 장갑을 많이 사용하며 일회용으로 제조된 것을 사용하는 것이 좋다. 일회용으로 제조된 것일 경우 사용 후 바로 폐기한다. 방역소독을 실시한 장소를 떠날 때에는 반

드시 장갑을 벗고 손을 깨끗이 씻어야하며 벗은 장갑은 감염성폐기물 통에 버려야한다.

■ 방역작업자 안전사고에 대한 응급조치

방역소독 담당자가 방역 중 감염 또는 부상을 당한 경우 즉시 방역담당자 및 의료 관리자에게 통보하고 통보 받은 책임자 또는 관리자는 방역담당자가 적절한 의료적 처치를 받을 수 있도록 조치한다. 각 경우에 대한 조치는 아래와 같다.

■ 방역담당자에 대한 조치

가. 안면부와 오염물질이 접촉하였을 때

- 준비된 Eye washer나 깨끗한 물을 사용하여 즉시 세척토록 한다.
- 필요한 경우 샤워실을 이용하여 몸 전체를 세척한다.
- 발생한 사태에 대하여 방역책임자 또는 의료관리자에게 즉시 보고하여 필요한 조치를 받는다.
- 취급하였던 소독대상 병원체나 유해물질을 고려한 의학적 적절한 조치를 취한다.

나. 안면부를 제외한 신체와 오염물질이 접촉하였을 때

- 장갑 또는 실험복 등을 벗는다.
- 즉시 흐르는 물로 세척 또는 샤워한다.
- 오염 부위를 소독한다.
- 발생한 사태에 대하여 방역책임자 및 의료관리자에게 즉시 보고하여 필요한 조치를 받는다.
- 방역책임자 및 의료관리자는 취급하였던 병원체나 유해물질을 고려한 적절한 의학적 조치를 취한다.

다. 감염성 물질 및 유독물질의 비의도적 섭취의 경우

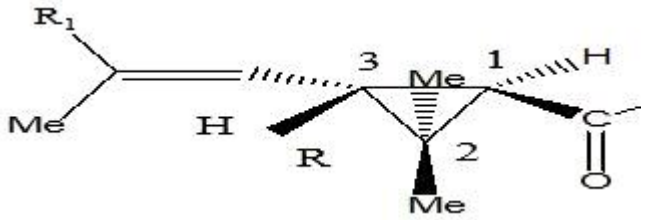
- 즉시 실험복을 벗은 후 즉각적인 의료적 처치가 가능하도록 의료관리자에게 긴급 연락하고 의료기관으로 보낸다.
- 섭취한 물질과 사고사항을 즉시 기록하여 치료에 도움 될 수 있도록 의료관련자에게 전달한다.

라. 기타 오염물질 또는 실험 중 부상을 당했을 경우
- 발생한 사태에 대하여 방역책임자 및 의료관리자에게 즉시 보고하여 필요한 조치를 받는다.
- 방역책임자 및 의료관리자는 취급하였던 병원체나 유해물질을 고려한 적절한 의학적 조치를 취한다.

(3) 살충소독제 종류 및 특징(피레스로이드 - 항공기 소독제품 중심으로)

식물성 살충제인 피레스린제(제충국제)와 제충국의 살충성분인 pyrethrin I을 모핵화합물로 하여 개발된 합성피레스로이드를 총칭하여 피레스로이드제라고 한다. 알레스린(allethrin)은 최초로 개발된 피레스로이드제로서 강한 살충력으로 인하여 1970 년대 말까지 많은 합성피레스로이드제가 개발되었다. 근래 피레스로이드제는 인축에 저독성이면서 강력한 살충력을 가지고 있어 전세계 살충제 시장의 약 15%를 차지하고 있으나, 피레스로이드제 저항성기구 중에서 신경의 감수성저하(kdr 저항성)가 주요 기구인 경우에는 다른 모든 피레스로이드제에도 교차저항성을 나타낸다는 점에서 이 약제의 사용 및 개발에 걸림돌이 되고 있다.

피레스로이드제 구조의 특징은 그림에서 보는 바와 같이 분자가 에스테르 결합에 의하여 시클로프로판환(cyclopropane ring)을 함유한 산 부분과, 시클로펜타논환(cyclo -pentanone ring)의 불포화케톤을 함유한 알코올 부분으로 되어 있다. 산으로서는 제1菊酸[(+)-trans-chrysanthemic acid]이, 알코올로는 (+)-pyrethrolone으로 되어 있다. 그러나 ethofenprox는 에스테르 결합으로 되어 있는 전형적인 피레스로이드제와는 달리 에테르 결합으로 되어 있어 있으나 작용기구가 비슷하여 피레스로이드제에 포함시키고 있다.



산 부분 알코올 부분

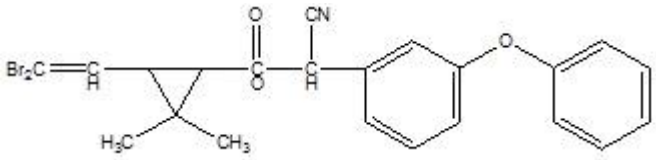
피레스로이드제는 국내에서도 위생해충 방제용으로 널리 사용되고

있는 약제로서, 이 계열의 약제는 중추신경계나 말초신경계에 대하여 매우 낮은 농도에서 독성작용을 일으키는데, 증독된 곤충은 경련, knockdown에 이어 마비 순으로 진행되어 죽게 된다. 빛에 불안정한 피레스로이드제는 knockdown 효과가 탁월하여 공간살포에 적합하나 중독된 곤충이 knockdown 된 후 다시 살아나는 회복율도 높아서 이를 보완하는 동시에 보다 살충력을 높이기 위하여 협력제('차' 항 참조)를 혼합하여 사용하는 것이 보통이다. 빛에 안정한 약제는 협력제에 의한 약효력 상승작용이 떨어지는 경향이 있어 단독으로 사용되는데 상당기간 잔효성이 있어 잔류분무도 할 수 있다.

[작용특성]

1) 적용해충의 범위가 넓다. 그러나 pyrethrins의 경우 적용해충의 범위가 좁다.
2) 속효성으로 살충력이 높으며, 접촉제로서 작용한다.
3) 유기인계, 카바메이트계, 유기염소계 살충제 저항성 해충에 효과가 좋다.
4) 포유동물에 저독성이다.
5) 광에 비교적 안정하다. 그러나 피레스린의 경우 유효성분의 분해속도가 빨라 잔효력이 짧으며, 저장성이 없다.
6) 고온에서 보다 저온에서 살충력이 높다.
7) 꿀벌에 기피효과를 나타낸다.
8) 어류 및 누에에 독성이 높다.
9) 신경의 감수성 저하가 저항성기구일 경우, 모든 피레스로이드제에 저항성을 나타낸다.
10) 약제 처리 후 대상해충의 대발생을 유발하는 경우가 있다.

① 델타메스린(deltamethrin)



C22H19Br2NO3, 분자량 505.2

[IUPAC명] (S)-α-cyano-3-phenoxybenzyl (1R,3R) -3-(2,2-dibromovinyl) -2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

[적용]

- 작용기구 : 곤충의 신경계에 작용하여 신경기능을 착란함으로써 살충활성을 나타낸다. 접촉제 및 소화중독제로서 작용하는 속효성 살충제로서, 적용범위가 넓다.
- 적용대상 : 바퀴류 · 모기류 · 집파리류 · 등애류 · 진드기류 등

[포유독성]

- 급성경구독성 : LD50(반수치사약량) 쥐 135~>5000 mg/kg (담체의 종류 및 연구조건에 따라 다름); 개 >300 mg/kg. 제형에 따른 급성경구독성 쥐 : >2000 mg/kg (15 g/L 乳劑의 경우), 445mg (25 g/L 乳劑의 경우)/kg, >5000 mg (5 g/ L 미량살포제의 경우)/kg, >16000 mg (25 g/kg 수화제의 경우)/kg, >40000 mg (25 g/L 액상수화제의 경우)/kg.
- 피부 및 눈 : 급성경피독성 LD50(반수치사약량) 쥐 및 토끼 >2000 mg/kg. 피부에 대한 자극 없으며, 눈에 약간의 자극 있음(토끼)
- 흡입독성 : LC50(반수치사농도) (4 시간) 쥐 2.2 mg/L 공기; (1 시간) >4.6 mg/L 공기.
- 최대무작용량 : 생쥐 (2 년) 12 mg/kg 체중, 쥐 (2 년) 1 mg/kg 체중, 개 (2 년) 1 mg/kg체중.

- 일일섭취허용량 : 0.01 mg/kg 체중
- 기타 : 쥐 및 토끼에 돌연변이원성, 기형유발성 없음.
- 독성등급: WHO (유효성분) II; EPA (제형) II.

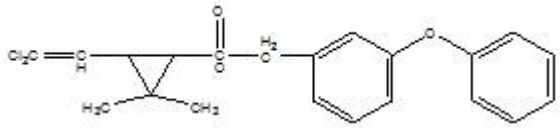
[생태독성]

- 조류(鳥類) : 급성경구독성 LD50(반수치사약량) 물오리 >4640 mg/kg. 식이 LC50(반수치사농도) (8 일) 물오리 >8039, 메추라기 >5620 mg/kg.
- 어류 : 실내조건하에서 어류에 독성이 있음. LC50(반수치사농도) (96 시간) 무지개송어 0.91, bluegill sunfish 1.4 µg/L., 자연조건하에서는 어류에 대한 독성 없음.
- 물벼룩 : LC50(반수치사농도) Daphnia magna (48 시간) 3.5 µg/L.
- 조류(藻類) : EC50(반수유효농도) Selenastrum capricornutum >9.1 mg/L로 야외조건에서는 거의 위험성이 없음.
- 꿀벌 : 독성이 있으며, 경구독성은 LD50(반수치사약량) 79 ng/벌, 접촉독 51 ng/벌. 야외에서는 이 수치에서는 거의 독성을 나타내지 않음.
- 지렁이 : LC50(반수치사농도) (96 시간) >1290 mg/kg 토양.

[환경 중 동태]

- 동물: 쥐의 경우, 경구투여 시 2~4일 이내에 제거되는데, 페닐고리는 수산화되며, 에스테르 결합은 가수분해되고, 산 부분은 glucuronide와 glycine 포합체의 형태로 제거된다.
- 토양 : 1~2 주내에 생분해되고 토양 흡착력이 큼. 실내에서의 호기성 조건 하에서 반감기 DT50 은 21~25 일, 혐기성 조건 하에서는 31~36 일이며, 야외조건에서는 DT50 <23 일, 토양광분해에 의한 반감기는 DT50 9 일이다. 토양 미생물상 및 질소순환에 영향을 미치지 않음.

② 퍼머스린(permethrin)



C21H20Cl2O3, 분자량 391.3

[IUPAC 명] 3-phenoxybenzyl(1RS,3RS;1RS,3SR)-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate.

[적용]

- 작용기구 : 곤충의 신경계에 작용하여 신경기능을 착란함으로써 살충활성을 나타낸다. 접촉제 및 소화중독제로서 작용하는 살충제로서 적용범위가 넓다. 약간의 기피작용도 있다.
- 적용대상 : 수화제의 경우 100 mg 유효성분/m2 처리시 바퀴류・파리류・벌류 등에 120 일간 효과 있음.
- 약해 : 추천약량에서는 약해 없음.

[포유독성]

- 경구급성독성 : LD50(반수치사약량) 값은 담체, 시료의 cis/trans 이성체의 비율, 곤충 종, 연령, 성 등의 요인에 따라 다르나, cis/trans 이성체의 비율이 40:60 일 때 쥐 430~4000, 생쥐 540~2690 mg/kg; 20:80 일 때 약 6000 mg/kg.
- 피부 및 눈 : 급성경피독성 LD50(반수치사약량) 쥐 >250, 토끼 >2000 mg/kg. 중간정도의 피부 및 눈 자극(토끼). 약간의 피부 감작증 유발.
- 흡입독성 : LC50(반수치사농도) (3 시간) 생쥐 및 쥐 685 mg/m3 공기.
- 최대무작용량 : 쥐 (2 년) 100 mg/kg 먹이에서 병 증상을 보이지 않음.

- 일일섭취허용량 : 0.05 mg/kg (원제의 cis/trans 이성체의 비율이 40:60~25:75 일때).
- 기타 : 돌연변이원성, 기형유발성 및 발암성 없음.
- 독성등급 : WHO (유효성분) II; EPA (제형) II 또는 III

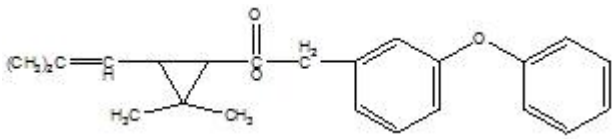
[생태독성]

- 조류(鳥類) : 경구독성 LD50(반수치사량) cis/trans 이성체의 비율이 약 40:60일 때 병아리 >3000, 물오리 >9800, 일본산 메추라기 >13500 mg/kg
- 어류 : LC50(반수치사농도) (96 시간) 무지개송어 2.5 μg/L; (48 시간) 무지개송어 5.4μg/L.
- 물벼룩 : LC50(반수치사농도) (48 시간) Daphnia magna 0.6 μg/L
- 꿀벌 : 독성이 있음. LD50(반수치사약량) 경구독성(24 시간) 0.098 μg/벌; 국소처리 0.029 μg/벌.

[환경 중 동태]

- 환경내 유입시 추천농도로 유입시 환경에 무해함.
- 동물 : 포유동물에서는 퍼메스린의 에스테르 결합이 가수분해, 수산화 및 탈기 (elimination)되어 배당체의 포합체(glucoside conjugate)를 형성함.
- 토양/환경 : 토양 및 수계에서 빠르게 분해. 토양내 반감기 DT50 <38 일.

③ 페노스린(phenothrin)



C23H26O3, 분자량 350.5

[IUPAC 명] 3-phenoxybenzyl (1RS,3RS;1RS,3SR)-2,2-dimethyl-3-

(2-methylprop-1-enyl)cycloporpanecarboxylate
[조성] (1RS)-cis-trans 이성체. d-Phenothrin은 (1R)- 이성체 ≥95%, trans- 형은 ≥75% 함유.

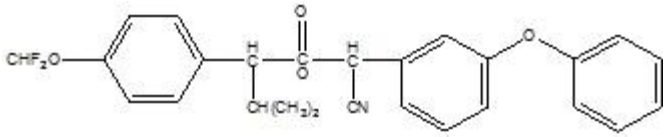
[적용]
- 작용기구 : 곤충의 신경계에 작용하여 신경기능을 착란함으로써 살충활성을 나타낸다. 접촉제・소화중독제로서 작용하는 살충제. 신속한 knockdown 효과를 보임.
- 적용범위 : 진드기, 빈대, 집모기류, 집파리류, 벼룩, 이 등.

[포유독성]
- 급성경구독성 : LD50(반수치사약량) 쥐 >5000 mg/kg.
- 피부 및 눈 : 급성경피독성 LD50(반수치사약량) 쥐 >2000 mg/kg.
- 흡입독성 : LC50(반수치사농도) (4 시간) 쥐 >2100 mg/m3.
- 일일섭취허용량 : 0.07 mg/kg 체중(d-phenothrin의 경우)
- 독성등급 : WHO (유효성분) U; EPA (제형) IV.

[생태독성]
- 조류(鳥類) : 급성경구독성 LD50(반수치사농도) 미국산 메추라기 >2500 mg/kg.
- 어류 : LC50(반수치사농도) (96 시간) : 무지개송어 2.7 μg/L.
- 물벼룩 : EC50(반수유효농도) (48 시간) Daphnia magna 0.0043 mg/L.
- 꿀벌 : 독성이 있음.

[환경 중 동태]
- 토양/환경 : 광산화를 통해 분해됨.

④ Flucythrinate (플루싸이스리네이트)



C26H23F2NO4, 분자량 451.5

[IUPAC 명] (RS)-α-cyano-3-phenoxybenzyl (S)-2- (4-difluoromethoxyphenyl) -3-methyl-butyrate

[적용]

- 작용기구 : 곤충의 신경계에 작용하여 신경기능을 착란함으로써 살충활성을 나타낸다. 접촉제 및 소화중독제로서 작용하는 살충제로서, 기피작용도 있다.
- 적용범위 : 일반 다른 피레스로이드제에 비하여 온도가 높을수록 살충효과가 더 우수함.
- 약해 : 추천약량에서는 약해 없음.

[포유독성]

- 급성경구독성 : LD50(반수치사량) 쥐 수컷 81, 쥐 암컷 67, 생쥐 암컷 76 mg/kg.
- 피부 및 눈 : 급성피부독성 LD50(반수치사량) (24 시간) 토끼 >1000 mg/kg. 피부와 눈에 자극 없지만 희석하지 않은 제형의 경우는 피부 자극(토끼). 피부 감작성 없음.
- 흡입독성 : LC50(반수치사농도) (4 시간) 쥐 4.85 mg/L 공기 (연무제).
- 최대무작용량 : 쥐 (2 년) 60 mg/kg 먹이.
- 일일섭취허용량 : 0.02 mg/kg 체중.
- 기타 : 쥐에 대한 30 mg/kg 수준에서의 3 세대 생식시험에 있어서, 어떤 부작용도 관찰되지 않음. 쥐 및 토끼에 기형형성 또는 태아독성 없음. 쥐에 돌연변이원성 없음.

- 독성등급 : WHO (유효성분) Ib; EPA (제형) I.

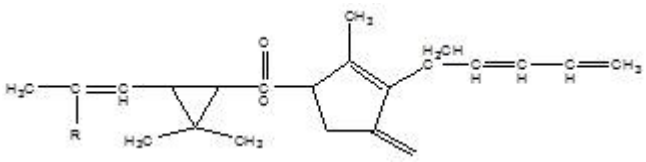
[생태독성]

- 조류(鳥類) : 급성경구독성 LD50(반수치사약량) 물오리 >2510, 미국산 메추라기 2708 mg/kg. 식이 LD50(반수치사약량) (14 일) 물오리 4885, 미국산 메추라기 3443 mg/kg 먹이.
- 어류 : LC50(반수치사농도) (96 시간) 무지개송어 0.32 μg/L.
- 물벼룩 : LC50(반수치사농도) (48 시간) Daphnia magna 0.0083 mg/L.
- 꿀벌 : 독성이 있으나 기피효과를 갖기도 한다. LD50(반수치사약량) (분제로 국소처리) 0.078 μg/벌; (접촉독성) 0.3 μg/벌.

[환경 중 동태]

- 동물 : 쥐의 경우, 경구투여시 60~70%가 24 시간 내에, >95%가 8 일내에 분뇨로서 제거 된다. 대변의 경우, 대부분 flucythrinate로 배설되며, 오줌과 조직에서는 수 개의 사물이 존재한다. 분해의 주요한 경로는 가수분해에 이어 가수분해산물의 수산화가 일어난다.
- 토양 : 토양에서의 이동성은 낮으며, 용탈작용이 없다. 반감기 DT50 은 약 2 개월.

⑤ 피레스린(pyrethrins) 또는 피레스럼(pyrethrum)



C26H23F2NO4, 분자량 451.5

[명명] 피레스린(pyrethrins) 또는 피레스럼(pyrethrum).

[적용]

- 작용기구 : 곤충의 신경계에 작용하여 신경기능을 착란함으로써 살충활성을 나타낸다. 접촉제로서 작용하는 살충제. 신속한 knockdown 작용을 가지고 있다. 약간의 살비활성을 가지고 있다.
- 적용범위 : 위생곤충 및 진드기 등. 개인용 해충기피제로서 그리고 머릿니 방제에 사용되고 있다. 일반적으로 협력제와 혼합하여 사용된다.

[포유독성]

- 급성경구독성 : LD50(반수치사약량) 쥐 수컷 2370, 쥐 암컷 1030, 생쥐 273~796 mg/kg.
- 피부 및 눈 : 급성경피독성 LD50(반수치사약량) (24 시간) 쥐 >1500, 토끼 5000 mg/kg. 피부와 눈에 약간 자극있음.
- 흡입독성 : LC50(반수치사농도) (4 시간) 쥐 3.4 mg/L.
- 최대무작용량 : 쥐 (2 년) 100 ppm.
- 일일섭취허용량 : 0.04 mg/kg 체중.
- 독성등급 : WHO (유효성분) II; EPA (제형) III.

[생태독성]

- 조류(鳥類) : 급성경구독성 LD50(반수치사약량) 물오리 >10000 mg/kg.
- 어류 : 어류에 독성이 높다. LC50(반수치사농도) (96 시간) 무지개송어 5.2 µg/L.
- 물벼룩 : LC50(반수치사농도) Daphnia magna 12 µg/L.
- 꿀벌 : 독성을 보이지만 기피효과를 갖기도 한다. LD50(반수치사약량) (경구) 22 ng/벌; (접촉독성) 130~290 ng/벌.

[환경 중 동태]

- 동물 : 포유동물의 경우, 체내에서 신속하게 산화되어 분해된다.
- 환경 : 환경 중에서 광에 의해 분해된다.

(4) 살충소독제 사용 안전 및 주의 사항

현재 사용되고 있는 살충제의 대부분은 저독성의 약제로서 인축독성이 낮으나, 일부 약제들은 매우 독성이 강해 청소노동자의 잠재적인 위험에 노출될 수 있음을 고려되어야 한다. 살충제의 이용은 충분히 훈련된 사람에게 제한되어야 하고, 라벨에 표시된 사항을 반드시 준수하여야 한다.

1. 약제와 약제 살포기는 건조하고 통풍이 잘되는 장소에 보관하고 자물쇠를 채워 함부로 접근하지 못하도록 하며, 음식물이나 기타 농산물과 함께 보관하지 않도록 한다. 2. 약제를 차량이나 선박으로 운반할 때에는 음식물, 설탕, 밀가루, 야채 등과 함께 운반하지 않도록 한다. 정기적으로 운항하는 작은 선박에는 항상 살충제의 위치를 별도로 설정하여 운영하고 운반이 끝나면 곧 비눗물로 세척하도록 한다. 3. 약제 희석·조제용으로 사용되었던 그릇이나 약제 용기는 중독 사고가 발생할 수 있으므로 적색 글씨로 잘 보이는 곳에 “살충제 · 살서제”로 표시하여 이것을 다시 음료수 용기나 다른 용도로 사용하지 않도록 하며, 빈 용기는 사용 후 반드시 회수하여 하천이나 주거 장소와 멀리 떨어진 안전한 곳에 묻도록 한다. 4. 약제 살포기는 파손으로 손잡이나 배제호스 뚜껑에서 새어 나오지 않도록 사전에 점검하며, 일단 사용하였던 살포기는 물로 씻어낸 다음 창고에 잘 보관한 후 다시 사용하도록 한다. 또 작업중에 노즐 끝이 막혔을 때에는 입으로 불지 말고 나무로 된 기구로 노즐 끝을 조작한 다음 물로 씻어 낸다. 5. 살포작업 시에는 반드시 바람을 등이나 옆으로 받도록 방향을 잡고 살충제입자가 살포자에 닿지 않도록 하고 동시에 분무기나 차량에도 영향을 받지않도록 방향을 조절한다. 6. 살포작업은 하루에 4 시간 이상 하지 않도록 하며 작업도중 음주와 흡연은 절대로 금하고 음료수나 음식물을 섭취할 때에는 반드시 손과 얼굴을 비눗물에 깨끗이 씻은 후에 하도록 한다.

소독제에 따라서는 중독증상이 빨리 나타나는 속효성(수분~수십 분)인 것과 수 시간 후에 나타나는 지효성인 것이 있다. 약제에 의한 중독사고를 예방하기 위한 조치는 다음과 같다.

① 살포기구의 완전점검
② 약제의 운반 및 보관의 철저
③ 약제 살포 책임자, 감독자 및 작업자에 대한 적절한 훈련 교육
④ 의사-환자 사이에 신속한 접촉을 가능하게 하는 보건망의 설치
⑤ 작업자의 보호기구로서 모자, 베일, 옷, 고무장화, 장갑 및(방독) 마스크 등의 착용 의무화
⑥ 사용한 원제 및 제품 용기의 폐기 등을 들 수 있다.

일정기간 동안 계속적으로 살충제를 사용 또는 취급하는 사람에 대해서는 정기적으로 중독여부를 측정하여 적절한 조치를 취하도록 한다. 살충제의 중독여부 및 중독정도는 혈액의 pH를 관찰하여 AChE 활성을 측정함으로써 알 수 있다. WHO에서는 쉽게 야외에서도 중독 정도를 측정할 수 있는 시험 kit를 공급하고 있다.

(5) 살균·살충 소독업체 안전가이드의 예

(1) 안전보건 조치

① 정상 적인 소독 절차가 완료될 때 까지 관리감독자의 통제에 따른다.

② 기내 소독 작업 시 착용 보호구

- 유기용제용 방독마스크(방진필터 겸용)
- 보호의 및 내화학성 장갑
- 보안경
- 필요 시, 불침투성보호의

※ 기타 자세한 사항은 취급 제품 MSDS에 따름

③ 작업자 MSDS 교육 및 응급상황 대처 요령 숙지한다.

④ 화학제품의 취급 요령 숙지한다.

⑤ 작업에 영향이 없는 경우에 한하여 최대한 환기 실시한다.

⑥ 작업 전 작업자 건강상태 체크한다.

⑦ 작업 중 어지러움증, 구토 등 자각 증상이 있는 경우 즉시 깨끗한 장소로 이동한다.

⑧ 작업 관계자 외 간접 노출자가 있는 경우 유해성 정보 제공한다.

(2) 주의사항

분무소독 수행 시 청소 조업과 중복 작업을 지양하고, 가능한 청소 조업 완료된 항공기를 대상으로 소독 수행 할 것.

① 작업자 안전을 위해 “안전보건 조치”를 참조하여 작업 수행 한다.

※분사 장비의 약품 교환 시 장비 내부를 물 세척 후 사용한다.

② 기내의 모든 저장장소, 의복 수납장, 락커 등의 장소는 약품 분사 시 Open 한다.

③ 전선 및 플러그 등에는 약품이 직접 분사되지 않도록 주의한다.

④ 커튼은 거두어 접고 블라인드는 내린다.

⑤ 바닥 카페트에 커버가 씌워져 있으면 벗겨내고 분사한다.

⑥ 주방의 오븐, 커피메이커 등 주방기기에는 직접 분사되지 않도록 주의하여야 한다.

⑦ 기내에 음식물이 탑재되어 있으면 약품 분사 전 하기하여야 한다.

⑧ 구제된 해충은 제거한 후 모든 기물은 원상복구 하여야 한다.
⑩ 시트커버, 커튼 등의 Fabric이 변색되지 않도록 가능한 약품이 적게 접촉되도록 주의하며 화장실 내 분사 시 Toilet Bowl 및 내부 System 에는 분사하지 말아야 한다.
⑪ 가급적 항공기 Door를 Open하고 소독 약품을 분사하여야 한다.
⑫ 소독 완료 후 1시간 이상 환기를 실시하여야 한다.

(3) 약품 분사 부위 및 분사 금지 부위
① 분사 부위
- 객실 내 각 Door 입구, 카페트(Rail Cover 포함)
- 주방, 화장실
- 벽면 하단 부위 (Seat Cushion 밑 부분 높이)
- 화물칸

② 분사 금지 부위
*아래 부위에 약품이 묻었을 경우 즉시 클리닝 작업을 수행하여야 한다.
- 주방: 오븐, 커피메이커
- IFE(In-Flight Entertainment)장비
- 객실선반, Medical 장비, 승무원 휴게실, 조종석 등
- Meal Table 및 Meal Table Holder
- 음식물이 직접 접촉되는 부분
- Toilet Bowl 및 내부 System

5. 산업안전보건법상 안전보건 정보

1) 안전・보건교육

사업주는 근로자가 작업장의 유해·위험요인 등 안전보건에 관한 지식을 습득하고, 이에 적절히 대응할 수 있는 능력을 배양하게 하여 근로자 스스로 산업재해를 사전에 예방하도록 근로자 안전·보건교육을 하여야 한다.

[참고 : 산업안전보건법 제31조(안전·보건교육)]

(1) 안전·보건교육의 종류

교육 종류	교육 대상		교육 시간	
			5인이상 50인 미만	50인 이상
정기교육	사무직		매분기 1.5시간 이상	매분기 3시간 이상
	비사무직	판매업무 직접 종사자	매분기 3시간 이상	매분기 3시간 이상
				매분기 6시간 이상
	관리감독자		연간 8시간 이상	연간 16시간 이상
채용시 교육	일용근로자		0.5시간 이상	1시간 이상
	그 외		4시간 이상	8시간 이상
작업내용 변경 시 교육	일용근로자		0.5시간 이상	1시간 이상
	그 외		1시간 이상	2시간 이상
특별교육	일용근로자		1시간 이상	2시간 이상
	그 외		8시간 이상	16시간 이상

- 관리감독자 : 경영조직에서 생산과 관련된 업무와 소속직원을 직접 지휘ㆍ감독하는 부서의장이나 그 직위를 담당하는 자
- 생산직근로자 : 일용직 근로자를 제외한 근로자
- 일용근로자 : 1일 단위 계약으로 채용되고 당일 약정된 근로 종료 시 근로관계가 계속 유지되지 않는 자

○ 특별교육대상인 경우에는 상시근로자 수에 관계없이 교육을 실시하여야 함. 단, 매년 정기적으로 실시할 필요는 없으며 해당 작업에 근로자를 투입하는 경우에 한해 해당 시간만큼 실시하되 단기간 또는 간헐적 작업*의 경우 2시간 이상으로 규정한다.

- 단기간작업 : 2개월 이내 종료되는 1회성 작업
- 간헐적작업 : 연간 총 작업일수가 60일을 초과하지 않는 작업

○ 물질안전보건자료에 관한 교육의 경우 교육 시간은 명시되어 있지 않으나 사용하는 물질의 유해성, 위험성, 취급 주의사항 등에 대하여 근로자를 대상으로 교육하여야하며, 이 때 실시한 교육시간만큼 정기교육을 실시한 것으로 인정함.

(2) 안전·보건교육 내용

<table>
<tr><td>교육
과정</td><td colspan="2">정기교육</td></tr>
<tr><td></td><td>근로자</td><td>관리감독자</td></tr>
<tr><td rowspan="2">교육내용</td><td>• 산업안전 및 사고예방에 관한 사항
• 산업보건 및 직업병에 관한 사항
• 건강증진 및 질병예방에 관한 사항
• 유해·위험작업환경관리에관한사항
• 산업재해보상보험제도에관한사항</td><td>• 작업공정의유해·위험과재해예방대책에관한사항
• 표준안전작업방법및지도요령에 관한사항
• 관리감독자 역할 및 임무에 관한 사항
• 산업보건 및 직업병 예방에 관한 사항
• 유해·위험 작업환경 관리에 관한 사항</td></tr>
<tr><td colspan="2">• 산업안전보건법 및 일반관리에 관한 사항</td></tr>
</table>

교육 과정	채용시 및 작업내용 변경시 교육	물질안전보건자료에 관한 교육
교육내용	• 기계·기구 위험성과 작업순서 및동선에 관한 사항 • 작업개시 전 점검에 관한 사항 • 정리정돈 및 청소에 관한 사항 • 사고발생 시 긴급조치 사항 • 산업보건 및 직업병에 관한 사항 • 물질안전보건자료에 관한 사항	• 대상화학물질의 명칭(또는 제품명) • 취급상의 주의사항 • 응급조치 요령 및 사고 시 대처방법 • 물질안전보건자료 및 경고표지를 이해하는 방법 • 적절한 보호구 • 물리적 위험성 및 건강 유해성

※ 특별안전·보건교육 대상 작업별 교육내용은 「산업안전보건법 시행규칙」 별표 8의2 참고

(3) 안전보건교육일지

[별첨 3] 안전보건교육일지(예시)

안전보건교육일지 (예시)	결재	담당	대표(가맹점주)

교육의 구분	1. 채용시 교육 3. 특별안전보건교육		2. 작업내용 변경 시 교육 4. 정기안전보건교육		
교육인원	구분	계	남	여	교육미실시사유
	교육 대상자 수				
	참석인원				
	미실시자 수				
교육일시	년 월 일 / 시 분 ~ 시 분				
교육실시자 및 교육장소	성 명	직 명	실시 장소	비고	
교육과목					
교육내용					
특이사항					

안전보건교육 참석자 명단

연번	소속	성명	날인	연번	소속	성명	날인
1				1			
2				2			
3				3			
4				4			
5				5			
6				6			
7				7			
8				8			
9				9			
10				10			

2) 안전・보건표지

사업주는 사업장의 유해하거나 위험한 시설 및 장소에 대한 경고, 비상시 조치에 대한 안내, 그 밖에 안전의식 고취를 위한 내용의 안전·보건 표지를 설치하거나 부착하여야 한다. 이 때, 외국인근로자를 채용한 사업주는 외국어로 된 안전·보건 표지와 작업안전수칙을 부착하도록 노력하여야 한다.

[참고 : 산업안전보건법 제 12조(안전보건표지의 부착 등)]

(1) 안전·보건표지 종류



(2) 표지의 설치기준

○ 근로자가 쉽게 식별할 수 있는 장소·시설 또는 물체에 설치·부착

○ 흔들리거나 쉽게 파손되지 않도록 견고하게 설치·부착

○ 설치 또는 부착이 곤란한 경우 해당물체에 직접 도장 가능

3) 보호구

보호구는 재해나 건강장해를 방지하기 위해 근로자가 착용하는 기구나 장치를 의미하며, 사업주는 유해·위험한 작업을 하는 근로자에 대하여 작업조건에 적합한 보호구를 지급하고 근로자는 지급받은 보호구를 철저히 착용하여야 한다.
[참고:산업안전보건기준에 관한 규칙 제32조(보호구의 지급 등),제33조(보호구의관리)]

(1) 소독작업 시 사용하는 대표적인 보호구

○ 방독마스크- 유기용제 및 산 알카리 화학물질의 독성을 제거하고 유해화학물질의 중독을 방지, 소독작업 시 살균·살균제 성분으로부터 호흡기 보호

① 정화통 제독시험 가스의 종류와 정화통 표시색 구분

시험가스별	정화통 색	대상 유해물질
유기화합물용	갈색	유기용제 등의 가스나 증기
할로겐용 황화수소용 시안화수소용	회색	할로겐 가스나 증기 황화수소 가스 시안화수소 가스나 시안산 증기
아황산용 노랑색	노랑색	아황산가스나 증기
암모니아용	녹색	암모니아 가스나 증기

② 등급별 사용장소

등급	사용장소
고농도	가스 또는 증기의 농도가 2%(암모니아는3%)이하인 대기 중
중농도	가스 또는 증기의 농도가 1%(암모니아는1.5%)이하인 대기 중
저농도 및 최저농도	가스 또는 증기의 농도가 0.1%이하의 대기 중, 긴급용은 아님

※ 산소 농도가 18% 이상인 장소에서는 방독마스크, 고농도와 중농도인 장소에서는 면형(격리식,직결식)을 사용한다.
※ 누설율: 전면형 0.05% 이하, 반면형 5% 이하

③ 사용방법 및 관리

○ 작업내용에 적합해야한다.
○ 산소 농도 18%미만, 유해가스 농도 2%(암모니아 3%) 이상인 장소이거나 장시간 작업할 때는 송기마스크를 사용한다.
○ 사용설명서에 나와 있는 파과시간이 지나면 즉시 교체한다.
○ 밀봉된 상태로 서늘한 곳에 보관한다.
○ 면체, 배기벨브 등은 방진마스크 사용·관리법을 따른다.

④ 착용방법



1 마스크를 얼굴 위에 대고 머리끈을 머리 위로 넘긴 뒤 목 뒤에서 목끈의 고리를 끼운다

2 목끈을 당겨서 얼굴에 밀착되게 조절한다

3 손바닥으로 배기밸브를 막은 후 부드럽게 숨을 내신다. 면체가 부풀어오르고 얼굴과 면체 사이로 공기가 새는 것이 느껴지지 않도록 양압 밀착검사를 실시

4 손바닥으로 정화통을 막은 후 숨을 들이쉰다. 면체가 얼굴 쪽으로 오그라들고 면체와 얼굴 사이로 공기가 새는 것이 느껴지지 않도록 음압 밀착검사를 실시

○ 화학물질용 보호복- 액체상태 화학물질의 신체접촉으로 인한 화상, 피부 손상 등의 재해를 예방하기 위해 입는 의복으로 소독작업 시 살균·살충제 성분으로부터 신체을 보호

① 화학물질용 보호복의 종류 및 형식

종류	형식	형식구분 기준
전신 보호복	액체방호형(3형식)	재질, 솔기 및 접합부가 분사되는 화학물질에 대한 보호성능을 갖춘 구조
	분무방호형(4형식)	재질, 솔기 및 접합부가 분무되는 화학물질에 대한 보호성능을 갖춘 구조
부분 보호복	액체방호형(3형식)	재질, 솔기가 분사되는 화학물질로부터 신체의 특정부분을 보호하는 성능을 갖춘 구조
	분무방호형(4형식)	재질, 솔기가 분무되는 화학물질로부터 신체의 특정부분을 보호하는 성능을 갖춘 구조

② 보호복 착용요구작업

○ 독성이 강한 농약 및 살충제 등을 살포하거나 가축의 폐기 등 방역작업
○ 석면이 함유된 제품의 제조 또는 철거작업
○ 제약회사, 식품가공, 반도체 생산 등 청정 실내의 작업
○ 독성 또는 부식성 물질 취급 및 제거·세척·정화작업
○ 페인트 작업, 스프레이 코팅 등 도장 스프레이작업
○ 미생물 감염 방지와 땀, 체액 등 인체 오염원에 의한 식품의 손상을 방지하기 위한 식품가공작업
○ 방사성분진 및 액체를 취급하는 핵물질 취급작업
○ 제약 산업
○ 사고에 의한 유해물질 긴급처리작업

③ 착용방법


1 보호복 다리 부분을 착용한 뒤 보호복을 끌어올린다
2 보호복의 팔 부분을 착용한다
3 보호복 뒤쪽에 부착되어 있는 모자를 착용한다
4 목 부분까지 지퍼를 최대한 올린다
5 지퍼 측면에 있는 벨크로(찍찍이)를 부착
6 착용 상태의 이상 유무를 확인

○ 보안경- 유해광선이나 비산물, 분진 등으로부터 눈을 보호하기 위한 것으로 소독작업 시 눈을 보호

① 종류별 사용 구분

종류		사용구분
차광보안경	자외선용	자외선이 발생하는 장소
	적외선용	적외선이 발생하는 장소
	복합용	자외선 및 적외선이 발생하는 장소
	용접용	산소용접작업에서처럼 자외선, 적외선, 강렬한 가시광선이 발생하는 장소
일반보안경	유리보안경	비산물로부터 눈을 보호하기 위한 것으로 렌즈의 재질이 유리인 것
	플라스틱보안경	비산물로부터 눈을 보호하기 위한 것으로 렌즈의 재질이 플라스틱인 것
	도수렌즈보안경	비산물로부터 눈을 보호하기 위한 것으로 도수가 있는 것

② 사용방법 및 관리

○ 작업에 맞는 보안경인지 확인한다.

○ 안전인증을 받은 것인지 확인한다.

○ 사용 중 렌즈에 흠, 더러움, 깨짐이 발겸되면 교체한다.

○ 착용 시 거리감이 불량하거나 이물감 등이 느껴지면 교체한다.

○ 청결히 보관하고 사용한다.

○ 안전장갑- 각종 화학물질로부터 손을 보호하는 장갑, 소독작업 시 손보호

① 종류별 보호위험

내전압용(절연장갑)	화학물질용(안전장갑)
고압 감전방지 및 방수를 겸함	유기용제와 산·알카리성 화학무질 접촉 위험에서 손을 보호하고 내수성, 내화학성을 겸함

② 등급 및 선정기준

- 용도와 작업 내용, 수준에 맞아야 한다.
- 내전압용 절연장갑은 00등급에서 4등급까지이며 숫자가 클수록 두꺼워 전연성이 높다.
- 화학물질용 안전장갑은 1~6의성능 수준이 있으며, 숫자가 클수록 보호 시간이 길고 성능이 우수하다.
- 화학물질용 안전장갑은 화학물질방호 그림을 확인한다.
- 화학물질용 안전장갑은 사용 물질에 맞는 보호 성능이 있는지 확인한다.
- 사용 화학물질과 제품 인증 화학물질이 일치하지 않으면 제조사에 정보를 요청해 적합한 것으로 바꾼다.

③ 사용방법 및 관리

- 사용 전에 구멍이나 찢김이 확인되면 즉시 폐기한다.
- 내전압용 안전장갑은 항상 건조한 상태로 사용한다.
- 내전압용 절연장갑은 기계, 화학, 열에 손상되거나 물리적 이상을 보이면 즉시 폐기한다.
- 내전압용 절연장갑은 제품에 표시된 최대 사용전압 범위 내에서 사용한다.
- 내전압용 절연장갑은 유류, 휘발용제, 산·알카리 등에 매우 약하므로 절대로 접촉하지 않는다.

○ 안전화-중량물의떨어짐이나 끼임 등에 따른 발보호, 각종 화학물질로부터 발을 보호 등의 보호기능으로 소독제로부터 발 보호

① 종류별 보호위험

종류	보호위험
가죽제 안전화	떨어지는 물체에 맞거나 부딪히거나 날카로운 물체에 찔리지 않도록 발을 보호
고무제 안전화	떨어지는 물체에 맞거나 부딪히거나 날카로운 물체에 찔리지 않도록 발을 보호하고 내수성과 내화학성을 갖춤
정전기 안전화	떨어지는 물체에 맞거나 부딪히거나 날카로운 물체에 찔리지 않도록 발을 보호하고 정전기의 인체 대전을 방지함
발등 안전화	떨어지는 물체에 맞거나 부딪히거나 날카로운 물체에 찔리지 않도록 발과 발등을 보호
절연화	떨어지는 물체에 맞거나 부딪히거나 날카로운 물체에 찔리지 않도록 발을 보호하고 저압 감전을 방지함
절연장화	고압 감전 방지와 방수를 겸함

② 등급별 사용장소 구분

- 중작업용: 광업·건설업·철광업의 원료 취급·가공, 강재취급·운반, 건설업 등의 중량물 운반, 중량이 큰 가공 대상물 취급작업을 하며 날카로운 물체에 찔릴 우려가 있는 장소
- 보통 작업용: 기계공업·금속가공업·운반업·건축업 등 공구 가공품을 손으로 취급하는 작업 및 차량 사업장, 기계 등을 운전·조작하는 일반작업장으로서 날카로운 물체에 찔릴 우려가 있는 장소

- 경작업용: 전기제품 조립, 화학제품 선별, 반응장치 운전, 식품 가공업 등 비교적 가벼운 물체를 취급하는 작업장으로서 날카로운 물체에 찔릴 우려가 있는 장소

③ 사용방법 및 관리

- 정전화는 감전 위험 장소에서 착용하지 않는다.
- 안전화는 훼손, 변형하지 않는다. 특히 뒤축을 꺽어 신지 않는다.
- 절연화, 절연장화는 구멍이나 찢김이 있으면 즉시 폐기한다.
- 내부가 항상 검조하도록 관리한다.
- 가죽제안전화는 물에 젖지 않도록 한다.
- 안전화가 화학물질에 노출되었으면 물에 씻어 말린다.

(2) 보호구 지급대장

보호구 지급대장(예시)

보호구 지급대장(예시)	결재	담당	대표(가맹점주)

본인은 아래와 같이 보호구를 지급받았음을 확인하며, 작업장에서 항시 보호구를 착용하고 작업하겠습니다.

성명	지급내역				지급일	서명
	안전모	안전화	안전대	기타(　　　　)		

4) 물질안전보건자료(MSDS)

화학물질 및 화학물질을 함유한 제제를 양도하거나 제공하는 자는 이를 양도받거나제공받는 자에게 물질안전보건자료를 제공하여야한다. 사업주는 물질안전보건자료에 따라 대상화학물질을 담은 용기에 경고표시를 하여야하며, 해당 물질의 취급 근로자를 대상으로 안전보건교육을 실시하고 작업공정별로취급 물질의 관리 요령을 게시하여야 한다. **[참고 : 산업안전보건법 제41조(물질안전보건자료의 작성·비치 등)]**

(1) 물질안전보건자료(MSDS)의 정의

화학물질의 유해성·위험성, 명칭·성분 및 함유량, 안전·보건상 취급주의사항 등을 설명해주는 자료로, 소비자가 의약품을 구입할 경우 성분·효능, 부작용 등을 알려주는 설명서가 있듯이 화학제품의 안전한 취급 및 사용을 위한 정보자료
(MSDS : Material Safety Data Sheet)

○항공기 청소작업 및 소독작업의 경우 살균·살충 소독물질 및 일반·집중 청소 시 사용하는 청소용 세제(락스 등), 껌제거제, 세정제 등의 물질에 대한 물질안전보건자료를 두어야 하며, 안전보건교육실시 및 취급물질별 관리요령을 게시하여야 한다.

(2) 물질안전보건자료(MSDS) 구성항목

①화학제품과 회사에 관한 정보	②유해성·위험성
③구성성분의 명칭 및 함유량	④응급조치요령
⑤폭발·화재시대처방법	⑥누출사고 시 대처방법
⑦취급 및 저장방법	⑧누출방지 및 개인보호구
⑨물리화학적 특성	⑩안정성 및 반응성
⑪독성에 관한 정보	⑫환경에 미치는 영향
⑬폐기 시 주의사항	⑭운송에 필요한 정보
⑮법적 규제현황	⑯그 밖의 참고사항

(3) 물질안전보건자료(MSDS) 조치사항

조치사항	의무주체	주요내용
MSDS 작성 및 제공	제조·수입자	화학물질 및 화학물질을 함유한 제제를 양도·제공하는자는 이를 양도받거나 제공받는 자에게 화학물질 명칭, 구성성분, 유해성 등 16가지 항목을 기재한 물질안전보건자료(MSDS)를 작성하여 제공하여야 한다.
MSDS 비치	사업주	화학물질을 취급하려는 사업주는 제공받은 물질안전보건자료(MSDS)를 화학물질 취급 작업장 내(취급공정)에 비치하여야 한다.
경고표시	제조·수입자	화학물질을 양도하거나 제공하는 자는 이를 담은 용기및 포장에 붙이거나 인쇄하는 등 경고표시를 하여야 한다. 단, 용기 및 포장에 담는 방법 외에 방법으로 화학물질을양도 또는 제공하는 경우 경고표지 기재 항목을 적은 자료를제공하여야 한다.
	사업주	사업주는 작업장에서 사용하는 화학물질을 담은 용기에경고표시를 하여야 한다.
근로자 교육	사업주	사업주는 화학물질을 취급·사용하는 근로자의 안전·보건을위하여 근로자를 교육하는 등 적절한 조치를 하여야 한다.

5) 위험성평가

사업주는 근로자의 위험 또는 건강장해를 방지하기 위하여 사업장 내 유해·위험요인을 찾아내어 위험성을 결정하고 개선하는 등 위험성평가를 실시하고 실시내용 및 실시결과를 기록하여 3년간 보존하여야 한다. **[참고 : 산업안전보건법 제41조의2(위험성평가)]**

(1) 위험성평가의 정의

○ 사업장의 유해·위험요인을 파악하고 해당 요인에 의한 부상 또는 질병의 발생가능성(빈도)과 중대성(강도)을 추정·결정하여 그에 따른 실현가능한 감소대책을 수립하여 실행하는 일련의 과정을 의미

(2) 위험성평가의 실시주체

○ 위험성평가는 사업주가 주체가 되어 모든 작업에 대해 근로자와 함께 각자의 역할을분담하여 실시

안전보건관리책임자	위험성평가 실시를 총괄 관리
안전·보건관리자	위험성평가 실시에 관하여 안전보건관리책임자를 보좌하고 지도·조언
관리감독자	유해·위험요인을 파악하고 그 결과에 따라 개선조치를 시행
근로자	유해·위험요인 파악, 감소대책의 수립에 해당 작업의 근로자 참여

6) 근로자 건강진단

사업주는 근로자의 건강을 보호·유지하기 위하여 근로자가 건강진단기관에서 정기적으로 건강진단을 받도록 하여야 한다. **[참고 : 산업안전보건법 제43조(건강진단)]**

(1) 건강진단의 종류 및 실시대상

종류	일반 건강진단	특수 건강진단	배치전 건강진단	수시 건강진단	임시 건강진단
대상	전체 근로자	특수건강진단 대상업무 종사 근로자		건강장해 의심증상 또는 의학적소견근로자	지방고용노동관서 명령 근로자

※ 임시 건강진단
동일 근무자와 유사 질병증상이 발생한 경우, 직업병 유소견자가 다수 발생하거나 발생할 우려가 있는 경우, 지방고용노동관서의 장이 필요하다고 판단하는 경우
※ 건강진단의 실시기관
고용노동부장관이 지정하는 기관 또는「국민건강보험법」에 따른 건강진단을 실시하는 기관

(2) 건강진단 절차

○ 일반건강진단에 대하여 연 1회 이상 실시하십시오.
○ 유기용제, 야간작업, 분진 등의 유해인자에 지속적으로 노출되는 경우 특수건강진단을 실시하십시오.

• 사업주는 산업안전보건법 제43조에 따라 근로자가 시행규칙 별표12의 2에서 정하는 화학적인자, 금속류, 산 및 알카리류, 가스상태 물질류, 허가대상 유해물질, 분진, 물리적인자, 야간작업 등 유해인자에 노출되는 경우 주기적으로 특수건강진단을 실시하여야 합니다.

▸특수건강진단 대상 유해인자
①벤젠, 톨루엔, 노말헥산등유기화합물108종
②구리, 납, 수은 등 금속류 19종
③무수초산, 질산 등 산 및 알칼리류 8종
④불소, 브롬 등 가스상태 물질류 14종
⑤허가대상 유해물질 13종
⑥곡물분진, 광물성분진 등 6종
⑦소음 등 물리적 인자 8종
⑧야간작업 2종
※ 산업안전보건법 시행규칙 제98조 별표12의2 참조

○ (사후관리) 건강진단 실시 결과, 질병 유소견자에 대해서는 작업장소의 변경, 작업 전환, 근로시간 단축, 야간근로의 제한, 시설·설비의 설치나 개선 등 필요한 조치를 하십시오.

7) 휴게시설

① 사업주는 야간에 작업하는 근로자에게 수면을 취하도록 할 필요가 있는 경우에는 적당한 수면을 취할 수 있는 장소를 남녀 각각 구분하여 설치하여야 한다. ② 사업주는 제1항의 장소에 침구와 그 밖에 용품을 갖추어 두고 청소·세탁 및 소독 등을 정기적으로 하여야 한다. **[참고 : 산업안전보건기준에 관한 규칙 제81조(수면장소 등의 설치)]**

○ (휴게시설의 설치) 항공기 청소작업 휴식시간에 이용할 수 있는 휴게시설을 갖추도록 하십시오.

- 남녀가 구분되어 쉴 수 있도록 휴게공간을 설치하십시오.

○ (수면시설의 설치) 청소작업자가 야간에 수면을 하거나 또는 낮잠을 자야 하는 경우를 위해 수면장소를 남녀별로 설치하십시오.

8) 유해인자 관리

(1) 근골격계부담작업

○ 작업 전에는 준비체조를 하도록 하십시오

○ 근골격계부담작업 유해요인조사를 실시하고 그 결과에 따라 작업환경을 개선하십시오.

- ‘근골격계부담작업’이란 근골격계에 부담을 줄 수 있는 작업으로서 고용노동부 고시 ‘근골격계부담작업의 범위 및 유해요인조사 방법에 관한 고시’를 참조하십시오.
- 근골격계부담작업 유해요인부담작업에 대하여 매 3년마다 정기적으로 유해요인 조사를 실시하십시오. 다만 근골격계질환자가 발생한 경우에는 지체 없이 조사를 실시하십시오.

○근골격계질환 징후가 나타나는 경우 사업주 또는 관리자에게 통보할 수 있도록 하십시오.
○근골격계질환 예방을 위한 교육을 실시하십시오.

- 교육내용에는 근골격계부담작업의 유해요인, 근골격계질환의 징후와 증상 및 발생 시 대처요령,올바른 작업자세와 작업도구, 작업시설의 올바른 사용방법 등을 포함하여 교육하십시오

<근골격계질환 유해요인 조사>
- 근로자가 근골격계부담작업을 하는 경우 3년마다 유해요인조사를 실시
단, 신설 사업장의 경우 신설일로부터 1년 이내에 최초 조사 실시
※ KOSHA GUIDE(H-9-2018) 근골격계부담작업 유해요인조사 지침 참고
- **유해요인 조사 항목**
① 설비, 작업공정, 작업량, 작업속도 등 작업장 상황
② 작업시간, 작업자세, 작업방법 등 작업조건
③ 작업과 관련된 근골격계질환 징후와 근로자 증상 유무 등
- 유해요인 조사결과 근골격계질환이 발생할 우려가 있는 경우, 인간공학적으로 설계된 보조·편의설비를 설치하는 등 작업환경 개선에 필요한 조치 이행
※ KOSHA GUIDE(H-65-2012) 사업장 근골격계질환 예방관리 프로그램 참고

(2) '하절기' 고열작업

○ 고열환경이 인체에 미치는 영향

① 1차적 생리 영향
- 피부혈관의 확장
- 발한
- 근육이완
- 호흡증가
- 체표면적 증가

② 2차적 생리 영향
- 심혈관장해
- 수분과 염분 부족
- 요량 감소로 인한 신장장해
- 위장장해
-신경계장해

○ 고온의 노출기준

단위: ℃.WBGT

작업강도 / 작업휴식시간비	경작업	중등작업	중작업	참고
계속작업	30.0	26.7	25.0	경작업: 앉거나 서서 손또는 팔을 가볍게 쓰는일 등(200kcal이하) 중등작업: 물체를 들거나 밀면서 걸어다니는 일 등 (시간당 200~350kcal) 중작업: 곡괭이질 또는 삽질 등 (시간당 350~500kcal)
매시간 75%작업, 25%휴식	30.6	28.0	25.9	
매시간 50%작업, 50%휴식	31.4	29.4	27.9	
매시간 25%작업, 75%휴식	32.2	31.1	30.1	

○고열작업에 의한 증상 및 대책

• 열경련(Heat Cramp)

[발생원인]

고온 환경에서 심한 육체적 노동으로 근육에 경련을 일으키는 것으로 주요요인은 심한 육체적노동, 고온환경 조건과 발한량임

[증 상]

근육 경련이 30초정도 일어나나 심할 때에는 2~3분 지속되고 많이 사용한 근육에서 일어남

[응급조치]

0.1% 식염수를 마시게 하고 경련이 일어난 근육을 마사지 한다.

• 열허탈증(Heat Exhaustion)

[발생원인]

땀을 많이 흘려 염분 손실이 많을 때 발생하는고열장해로서 물만을 많이 마실 때 나타날 수 있음

[증 상]

피로감, 현기증, 식욕감퇴, 구역, 구토 및 근육경련 등이며 실신하는 경우도 있음

[대 책]

서늘한 장소로 옮겨 열을 식히고 포도당 등을 주사한다. 0.1% 식염수를 공급한다.

• 열사병(Heat Stroke)

[발생원인]

고온 다습한 환경에 폭로될 때 갑자기 발생하는체온조절장해를 말하는 것으로 중추신경계통의장해, 전신의 발한 정지, 체온상승을 일으키며 때로는 생명을 앗아간다.

[증 상]
중추신경장해이며 현기증, 오심, 구토, 두통, 발한 정지에 의한
피부건조, 허탈, 혼수상태, 헛소리 증상을 보임
[응급조치]
지체없이 입원하며 구급차를 기다리는 동안 환자를 서늘한 장소로 옮겨 열을 식히고 환자의 옷을시원한 물로 흠뻑 적셔 시원하게 해준다.

• 열실신(Heat Sycope)
[발생원인]
고열환경에 폭로될 때 저혈압, 뇌의 산소부족으로실신하거나 현기증이 나고 급성 신체적 피로감을느끼게 하는 것임
[증 상]
고온환경에서 일할 때 머리가 아프다거나 한두차례 어지럽다는 것을 느끼며 이러한 증상은 자세를 바꾸거나 오래동안 서있을 때나 무리한 작업을 할 때 일어남
[응급조치]
서늘한 곳에 작업자를 눕히고 수분내에 회복되지 않으면 의료팀을 부른다. 회복후 환
자는 창백하고 불안감을 느끼지만 안심시키면 잠을 자거나 혼자 있기를 원한다.

○ 예방 대책
• 많은 수분을 섭취하라(매 15분마다 1컵씩)
  ⇒ 깨끗한 음료수와 소금을 비치
• 알콜, 카페인 음료 및 과도한 음식섭취는 피하라.
• 동료나 자신이 고열작업으로 인하여 발생되는 질환 증상 발생여부를 확인하자.
• 밝고 가볍고 느슨한 옷(작업복)을 입자.

- 적절하게 규칙적으로 휴식을 취하라.

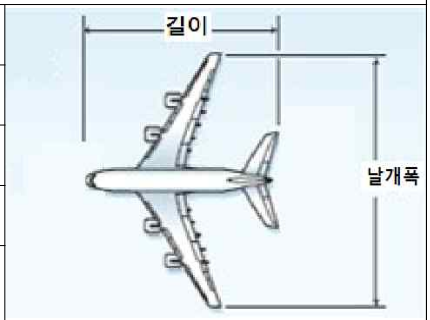
○응급조치 요령

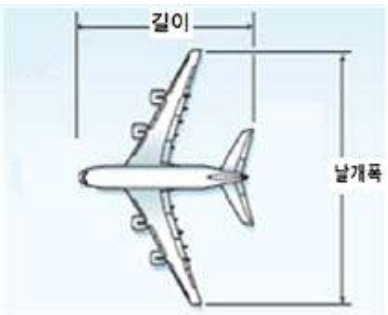
- 전문 의료팀(119 등)의 도움을 요청하며, 도착하기 전에
  - 근로자를 시원하고 그늘진 장소로 옮겨라.
  - 시원한 물을 제공하고 환자의 옷을 느슨하게 하고 시원한 물로 적셔준다.

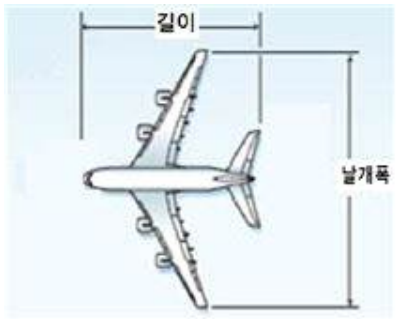
부록-2 항공기 특성

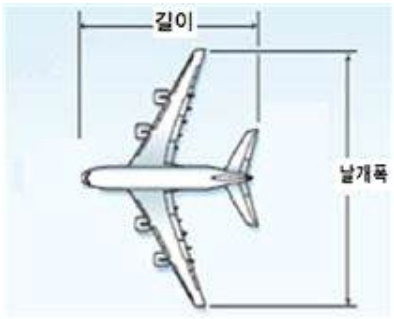
1) 대형 항공기 특성

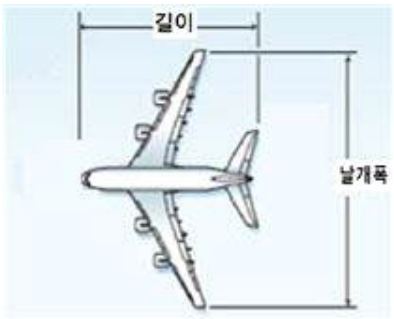
A업체 항공기 A380-800, B747-400, B747-8I, B777-300ER 기종으로 대형 항공기의 특성, 제원, 좌석수, 화장실수 등의 자료이다.

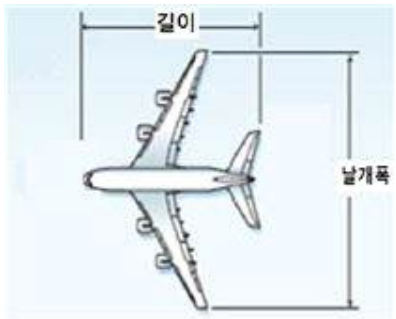
<table>
<tr><td colspan="3">ⓐ항공 A380 여객기</td></tr>
<tr><td>제조사</td><td>Airbus</td><td rowspan="5"> 
</td></tr>
<tr><td>제조국</td><td>프랑스</td></tr>
<tr><td>생산시기</td><td>2003년 ~ 현재</td></tr>
<tr><td>모델명</td><td>A380-800</td></tr>
<tr><td>보유수</td><td>10대</td></tr>
<tr><td rowspan="6">제원</td><td>길이</td><td>72.7 m (대형)</td></tr>
<tr><td>높이</td><td>24.1 m</td></tr>
<tr><td>날개폭</td><td>79.8 m</td></tr>
<tr><td>최대이륙중량</td><td>650 t</td></tr>
<tr><td>항속거리</td><td>13,229 km</td></tr>
<tr><td>최대속력</td><td>0.85 마하</td></tr>
<tr><td rowspan="3">좌석수
(총 407석)</td><td>퍼스트 클래스</td><td>12 석</td></tr>
<tr><td>프레스티지 클래스</td><td>94 석</td></tr>
<tr><td>이코노미 클래스</td><td>301 석</td></tr>
<tr><td rowspan="2">화장실수</td><td>1층</td><td>8 개</td></tr>
<tr><td>2층</td><td>5 개</td></tr>
<tr><td rowspan="2">비상구</td><td>1층</td><td>10 개</td></tr>
<tr><td>2층</td><td>6 개</td></tr>
<tr><td rowspan="2">주방수</td><td>1층</td><td>6 개</td></tr>
<tr><td>2층</td><td>6 개</td></tr>
<tr><td>특징</td><td colspan="2">에어버스가 제작한 4발 2층 구조의 초대형 항공기</td></tr>
</table>

ⓐ항공 B747 여객기		
제조사	Boeing	
제조국	미국	
생산시기	1969년 ~ 2009년	
모델명	B747-400	
보유수	2대	
제원	길이	76.3 m (대형)
	높이	19.5 m
	날개폭	68.4 m
	최대이륙중량	367 t
	항속거리	13,602 km
	최대속력	0.85 마하
좌석수 (총 404석)	퍼스트 클래스	12 석
	프레스티지 클래스	24 석
	이코노미 클래스	368 석
화장실수	1층	10 개
	2층	2 개
비상구	1층	8 개
	2층	2 개
주방수	1층	5 개
	2층	4 개
특징	중단거리 국제선 운항 항공기	

ⓐ항공 B747 여객기		
제조사	Boeing	
제조국	미국	
생산시기	1969년 ~ 2009년	
모델명	B747-8I	
보유수	10대	
제원	길이	76.4 m (대형)
	높이	19.4 m
	날개폭	68.5 m
	최대이륙중량	448 t
	항속거리	15,000 km
	최대속력	0.855 마하
좌석수 (총 368석)	퍼스트 클래스	6 석
	프레스티지 클래스	48 석
	이코노미 클래스	314 석
화장실수	1층	10 개
	2층	2 개
비상구	1층	8 개
	2층	2 개
주방수	1층	5 개
	2층	4 개
특징	B747-400의 후속 기종으로 화물형(8F)과 여객형(8I)이 있다	

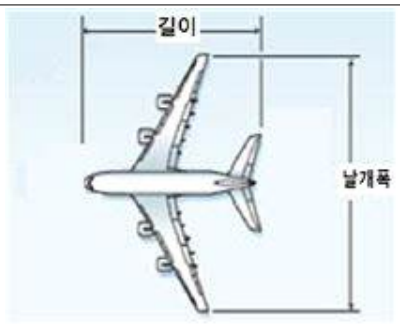
ⓐ항공 B777 여객기		
제조사	Boeing	
제조국	미국	
생산시기	2003년 ~ 현재	
모델명	B777-300ER	
보유수	10대	
제원	길이	73.9 m (대형)
	높이	18.5 m
	날개폭	64.8 m
	최대이륙중량	350 t
	항속거리	14,700 km
	최대속력	0.85 마하
좌석수 (총 291석)	퍼스트 클래스	8 석
	프레스티지 클래스	56 석
	이코노미 클래스	227 석
화장실수	1층	9 개
비상구	1층	10 개
주방수	1층	4 개
특징	B777-300을 기반으로 최대이륙중량을 증가시킨 모델로 4번째로 큰 항공기	

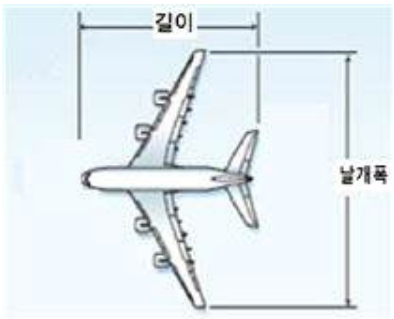
ⓑ항공 A380 여객기		
제조사	Airbus	
제조국	프랑스	
생산시기	2003년 ~ 현재	
모델명	A380-800	
보유수	6대	
제원	길이	72.73 m (대형)
	높이	24.09 m
	날개폭	79.68 m
	최대이륙중량	575 t
	항속거리	12,949 km
	최대속력	0.86 마하
좌석수 (총 495석)	퍼스트 클래스	12 석
	비즈니스 클래스	66 석
	이코노미 클래스	417 석
화장실수	1층	10 개
	2층	7 개
비상구	1층	10 개
	2층	6 개
주방수	1층	8 개
	2층	8 개
특징	4발 2층 구조의 초대형 항공기	

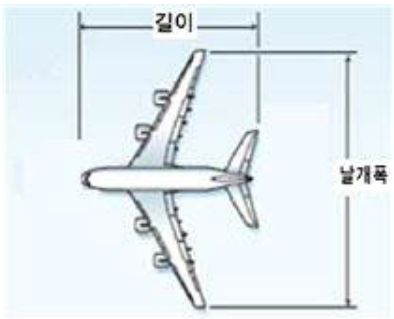
ⓑ항공 B747 여객기		
제조사	Boeing	
제조국	미국	
생산시기	1969년 ~ 2009년	
모델명	B747-400	
보유수	2대	
제원	길이	70.70 m (대형)
	높이	19.60 m
	날개폭	64.90 m
	최대이륙중량	397 t
	항속거리	13,450 km
	최대속력	0.86 마하
좌석수 (총 388석)	퍼스트 클래스	10 석
	비즈니스 클래스	24 석
	이코노미 클래스	364 석
화장실수	1층	12 개
	2층	2 개
비상구	1층	10 개
	2층	2 개
주방수	1층	6 개
	2층	2 개
특징	보잉이 개발한 대형 여객기로 A380 다음으로 세계에서 가장 거대한 항공기	

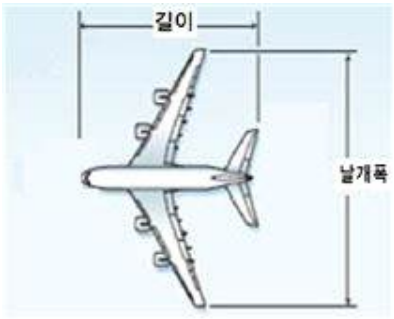
2) 중형 항공기 특성

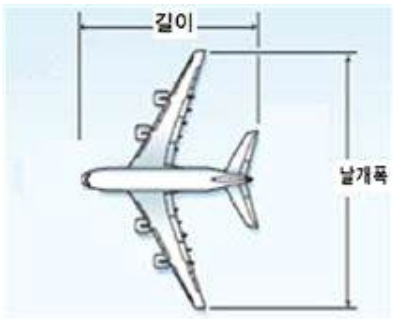
B업체 항공기 A330-300, A350-900 B777-200ER, B767-300 기종으로 중형 항공기의 특성, 제원, 좌석수, 화장실수 등의 자료이다.

<table>
<tr><td colspan="3">ⓐ항공 A330 여객기</td></tr>
<tr><td>제조사</td><td>Airbus</td><td rowspan="5"> 
</td></tr>
<tr><td>제조국</td><td>프랑스</td></tr>
<tr><td>생산시기</td><td>1992년 ~ 현재</td></tr>
<tr><td>모델명</td><td>A330-300</td></tr>
<tr><td>보유수</td><td>29대</td></tr>
<tr><td rowspan="6">제원</td><td>길이</td><td>63.6 m (중형)</td></tr>
<tr><td>높이</td><td>16.8 m</td></tr>
<tr><td>날개폭</td><td>60.3 m</td></tr>
<tr><td>최대이륙중량</td><td>230 t</td></tr>
<tr><td>항속거리</td><td>9,358 km</td></tr>
<tr><td>최대속력</td><td>0.71 마하</td></tr>
<tr><td rowspan="3">좌석수
(총 276석)</td><td>퍼스트 클래스</td><td>0 석</td></tr>
<tr><td>프레스티지 클래스</td><td>24 석</td></tr>
<tr><td>이코노미 클래스</td><td>252 석</td></tr>
<tr><td>화장실수</td><td>1층</td><td>9 개</td></tr>
<tr><td>비상구</td><td>1층</td><td>8 개</td></tr>
<tr><td>주방수</td><td>1층</td><td>7 개</td></tr>
<tr><td>특징</td><td colspan="2">A330의 기본형으로 B747기를 대체할 수 있게 제작되었다</td></tr>
</table>

ⓑ항공 B777 여객기		
제조사	Boeing	
제조국	미국	
생산시기	2003년 ~ 현재	
모델명	B777-200ER	
보유수	9대	
제원	길이	63.7 m (중형)
	높이	18.5 m
	날개폭	60.9 m
	최대이륙중량	298 t
	항속거리	14,310 km
	최대속력	0.87 마하
좌석수 (총 302석)	퍼스트 클래스	0 석
	비즈니스 클래스	24 석
	이코노미 클래스	278 석
화장실수	1층	9 개
비상구	1층	8 개
주방수	1층	8 개
특징	보잉사가 개발한 광동체형 쌍발 장거리용 제트 여객기	

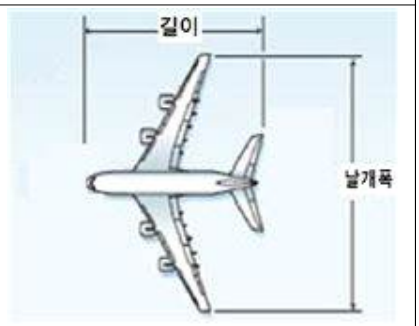
ⓑ항공 A330 여객기		
제조사	Airbus	
제조국	프랑스	
생산시기	1992년 ~ 현재	
모델명	A330-300	
보유수	15대	
제원	길이	63.69 m (중형)
	높이	16.83 m
	날개폭	60.3 m
	최대이륙중량	242 t
	항속거리	11,760 km
	최대속력	0.86 마하
좌석수 (총 298석)	퍼스트 클래스	0 석
	비즈니스 클래스	30 석
	이코노미 클래스	268 석
화장실수	1층	9 개
비상구	1층	8 개
주방수	1층	7 개
특징	에어버스에서 개발 한 장거리용 광동체 쌍발 여객기	

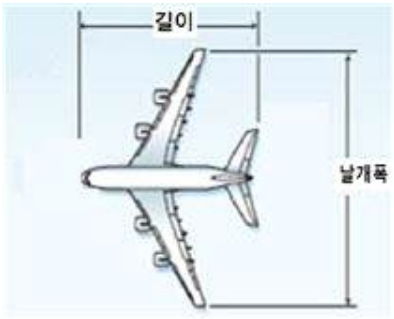
ⓑ항공 A350 여객기		
제조사	Airbus	
제조국	프랑스	
생산시기	2011년 ~ 현재	
모델명	A350-900	
보유수	9대	
제원	길이	66.89 m (중형)
	높이	17.05 m
	날개폭	64.75 m
	최대이륙중량	275 t
	항속거리	15,000 km
	최대속력	0.89 마하
좌석수 (총 311석)	퍼스트 클래스	0 석
	비즈니스 클래스	28 석
	이코노미 클래스	283 석
화장실수	1층	9 개
비상구	1층	8 개
주방수	1층	10 개
특징	에어버스가 개발한 중, 장거리용 광동체 쌍발 여객기	

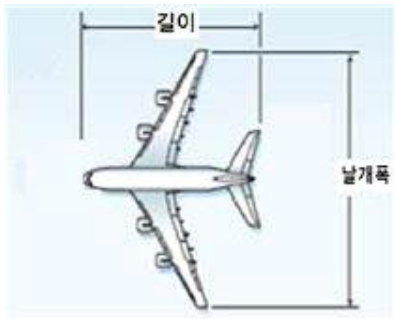
ⓑ항공 B767 여객기		
제조사	Boeing	
제조국	미국	
생산시기	1981년 ~ 현재	
모델명	B767-300	
보유수	7대	
제원	길이	54.9 m (중형)
	높이	15.85 m
	날개폭	47.6 m
	최대이륙중량	187 t
	항속거리	11,090 km
	최대속력	0.86 마하
좌석수 (총 290석)	퍼스트 클래스	0 석
	비즈니스 클래스	0 석
	이코노미 클래스	290 석
화장실수	1층	4 개
비상구	1층	8 개
주방수	1층	4 개
특징	보잉에서 개발한 중, 장거리용 광동체 쌍발 여객기	

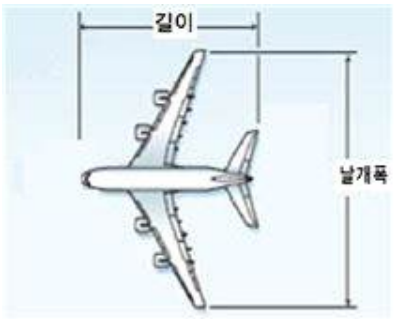
3) 소형 항공기 특성

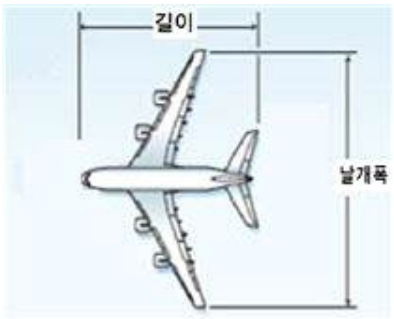
C,D업체 항공기 A321-200, A320-200 B737-800 기종으로 소형 항공기의 특성, 제원, 좌석수, 화장실수 등의 자료이다.

<table>
<tr><th colspan="3">ⓒ항공 B737 여객기</th></tr>
<tr><td>제조사</td><td>Boeing</td><td rowspan="5"> 
</td></tr>
<tr><td>제조국</td><td>미국</td></tr>
<tr><td>생산시기</td><td>1964년 ~ 현재</td></tr>
<tr><td>모델명</td><td>B737-800</td></tr>
<tr><td>보유수</td><td>31대</td></tr>
<tr><td rowspan="6">제원</td><td>길이</td><td>39.5 m (소형)</td></tr>
<tr><td>높이</td><td>12.5 m</td></tr>
<tr><td>날개폭</td><td>35.79 m</td></tr>
<tr><td>최대이륙중량</td><td>79 t</td></tr>
<tr><td>항속거리</td><td>5,452 km</td></tr>
<tr><td>최대속력</td><td>0.785마하</td></tr>
<tr><td rowspan="3">좌석수
(총 147석)</td><td>퍼스트 클래스</td><td>0 석</td></tr>
<tr><td>프레스티지 클래스</td><td>12 석</td></tr>
<tr><td>이코노미 클래스</td><td>135 석</td></tr>
<tr><td>화장실수</td><td>1층</td><td>3 개</td></tr>
<tr><td>비상구</td><td>1층</td><td>8 개</td></tr>
<tr><td>주방수</td><td>1층</td><td>5 개</td></tr>
<tr><td>특징</td><td colspan="2">소형 항공기에 속하며 단거리 국제선과 국내선을 운항한다</td></tr>
</table>

ⓓ,ⓔ항공 A321 여객기		
제조사	Airbus	
제조국	프랑스	
생산시기	1992년 ~ 현재	
모델명	A321-200	
보유수	16대	
제원	길이	44.51 m (소형)
	높이	11.76 m
	날개폭	34.10 m
	최대이륙중량	94 t
	항속거리	5,900km
	최대속력	0.82 마하
좌석수 (총 174석)	퍼스트 클래스	0 석
	비즈니스 클래스	12 석
	이코노미 클래스	162 석
화장실수	1층	4 개
비상구	1층	8 개
주방수	1층	4 개
특징	에어버스 최초의 협동체 모델	

ⓓ,ⓔ항공 A320 여객기		
제조사	Airbus	
제조국	프랑스	
생산시기	1983년 ~ 현재	
모델명	A320-200	
보유수	7대	
제원	길이	35.57 m (소형)
	높이	11.76 m
	날개폭	34.10 m
	최대이륙중량	78 t
	항속거리	6,100 km
	최대속력	0.82 마하
좌석수 (총 159석)	퍼스트 클래스	0 석
	비즈니스 클래스	0 석
	이코노미 클래스	159 석
화장실수	1층	3 개
비상구	1층	8 개
주방수	1층	3 개
특징	에어버스 A320 계열로 최초의 협동체 모델	

ⓕ항공 B737 여객기		
제조사	Boeing	
제조국	미국	
생산시기	1964년 ~ 현재	
모델명	B737-800	
보유수	26대	
제원	길이	39.5 m (소형)
	높이	12.5 m
	날개폭	35.79 m
	최대이륙중량	79 t
	항속거리	5,452 km
	최대속력	0.785마하
좌석수 (총 147석)	퍼스트 클래스	0 석
	프레스티지 클래스	12 석
	이코노미 클래스	135 석
화장실수	1층	3 개
비상구	1층	8 개
주방수	1층	5 개
특징	소형 항공기에 속하며 단거리 국제선과 국내선을 운항한다	

ⓖ항공 B737 여객기		
제조사	Boeing	
제조국	미국	
생산시기	1964년 ~ 현재	
모델명	B737-800	
보유수	42대	
제원	길이	39.5 m (소형)
	높이	12.5 m
	날개폭	35.79 m
	최대이륙중량	79 t
	항속거리	5,452 km
	최대속력	0.785마하
좌석수 (총 147석)	퍼스트 클래스	0 석
	프레스티지 클래스	12 석
	이코노미 클래스	135 석
화장실수	1층	3 개
비상구	1층	8 개
주방수	1층	5 개
특징	소형 항공기에 속하며 단거리 국제선과 국내선을 운항한다	

〈〈연　구　진〉〉

연 구 기 관 : 연세대학교 산학협력단

연구책임자 : 김 치년 (연구교수, 보건학박사, 연세대학교)
연　구　원 : 김 기연 (교 수, 공학박사, 서울과학기술대학교)
조 용민 (연구소장, 스마티브 생명환경연구소)
연구상대역 : 박 현희 (연구위원, 직업환경연구실)

〈〈연 구 기 간〉〉

2019. 04.25 ~ 2019. 10. 31

본 연구는 산업안전보건연구원의 2019년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

항공기 청소노동자 유해인자 노출평가 및 작업환경관리방안 (II)

-살균·살충 소독제 및 부유세균·진균 등을 중심으로-

(2019-연구원-1421)

발 행 일 : 2019년 10월 31일
발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 고재철
연구책임자 : 연세대학교 보건대학원 연구교수 김 치 년
발 행 처 : **안전보건공단 산업안전보건연구원**
주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400
전 화 : (052) 7030-883
F A X : (052) 7030-337
Homepage : http://oshri.kosha.or.kr