

잔류성유기오염물질 공정시험기준

ES 10100.a

환경대기의 시료채취 및 보존 방법

2018

(Sampling and Preservation Method for Ambient Air)

1.0 개요

1.1 목적

이 시험기준의 목적은 배출가스 중 잔류성유기오염물질 (POPs, persistent organic pollutants)을 시험·검사함에 있어, 시료채취의 절차에 대해 정확과 통일을 기하는 데 있다.

1.2 적용범위

환경대기 중 드린류 (drin), 클로르단류 (chlordan), 디디티류 (DDT), 헥사클로로벤젠 (hexachlorobenzene), 헵타클로르류 (heptachlor), 마이렉스 (mirex), 헥사클로로사이클로 헥산류 (α -HCH, β -HCH, γ -HCH (lindane)), 펜타클로로벤젠 (pentachlorobenzene), 엔도설판류 (endosulfan) 및 클로로데칸 (chlordecone)의 유기염소계 농약류 (OCPs, organochlorine pesticides) 총 28 종, 비의도적 잔류성유기오염물질인 다이옥신 및 퓨란 (PCDDs/PCDFs, polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins/polychlorinated dibenzofurans) 17 종, 코플라나폴리클로리네이티드바이페닐 (Co-PCBs, coplanar polychlorinated biphenyls) 12 종 또는 폴리클로리네이티드바이페닐 동질체 (PCB congeners, polychlorinated biphenyl congeners) 209 종, 독사펜류 (toxaphenes), 폴리브롬화디페닐 에테르 (PBDEs, polybrominated diphenyl ether), 폴리브롬화비페닐 (PBBs, polybrominated biphenyls), 과불화합물 (PFCs, perfluorinated compounds)의 시료채취에 적용한다.

2.0 시료채취장치 및 재료

2.1 시료 채취 장치

2.1.1 시료채취장치의 구성

환경대기시료 채취 장치 (ambient air sampler)는 입자상 물질과 기체상 물질을 동시에 채취할 수 있도록 여과지 장착이 가능한 입자상 물질 채취부, 기체상물질의 채취가 가능하도록 하는 흡착제의 장착부, 펌프, 유량계 또는 유량 측정부, 주요 장치를 강우 등으로 부터 보호할 수 있는 것으로 하여 구성되어 있는 고용량 공기시료채취기 (high volume air sampler)를 사용한다 (그림 1, 2 참조). 고용량 공기시료채취기는 입자상물질 채취용 여과지와 기체상물질 채취용 폴리우레탄폼 (PUF)을 장착하고, 표준상태 (0 ℃, 1기압)에서 225 L/min ~ 750 L/min로 환경대기 중 공기를 흡입할 수 있어야 하며, 24시간 동안 324 m³ 보다 큰 전체유량을 얻을 수 있어야 한다.

2.1.2 시료채취장치의 재질

시료채취장치의 재질은 잔류성유기오염물질의 모니터링에 부합하도록 유기화합물질로부터 영향을 받지 않는 재질로서 플라스틱류 및 그와 유사한 재질의 사용은 피하고, 금속 또는 유리재질로 구성되도록 한다.

2.2 시료 채취 재료

2.2.1 석영섬유 여과지

석영섬유 여과지 (QFF, quartz fiber filter)는 알루미늄나 결합체가 아닌 석영섬유필터를 원 재료로 한 것으로서 시료채취 장치의 형상에 따라 적절한 것을 사용하며, 사용 직전에 회화로에서 600 ℃로 6 시간 이상 가열하여 유기물을 분해제거한 후 사용하여야 한다.

2.2.2 폴리우레탄폼

폴리우레탄폼 (PUF, polyurethane foam)은 밀도 0.016 g/cm³ 이상이며 크기는 직경 9 cm ~ 10 cm, 두께는 5 cm 이상의 것을 사용하며 세정된 온수로 3 회 이상 반복 세

정한 후 아세톤으로 수분을 완전히 제거한다. 추출용매로 16 시간 ~ 24 시간 속슬레 세정한 후, 아세톤으로 세정한다. 용매를 완전히 제거하기 위하여 진공 또는 감압 건조기를 이용한다.

2.2.3 활성탄 수지 펠트

활성탄 수지 펠트 (ACF, activated carbon felt)는 셀룰로스 수지를 원재료로 한 것을 사용하며, 벤젠의 흡착능이 45 % ~ 50 % (wt.) 또는 그 이상의 흡착능력을 가진 것으로 사용한다. 폴리우레탄폼의 크기에 맞는 규격을 사용하며 톨루엔으로 16 시간 ~ 24 시간 속슬레 세정한 후, 아세톤으로 세정하여 활성탄 내의 유기물을 완전히 제거한 후 건조한다.

2.2.4 흡착 수지

흡착 수지는 스타이렌/다이비닐벤젠 계열의 다공성 고분자 수지를 사용하며, 사용 전에 흡착 수지의 성상에 맞게 세정 및 충분히 건조 후 데시케이터에 보관하여 사용한다.

[주 1] 흡착 수지는 XAD-2 수지 (Amberlite사) 또는 동등 이상 성능의 다공성 고분자 수지를 사용할 수 있으며, 항목별 환경대기시료 중 시험기준의 회수율 기준을 만족하여야 한다.

[주 2] XAD-2 수지 세척은 아세톤 + 증류수 (1 + 1), 아세톤, 톨루엔 (2 회), 아세톤 순으로 각각 순서대로 30 분간 초음파 세정을 실시하고, 30 ℃ 이하의 진공건조기에서 충분히 건조시켜 사용한다.

3.0 시료채취 및 관리

3.1 시료채취 일반사항

3.1.1 환경대기시료는 폴리우레탄폼 (PUF) 2 개를 장착할 수 있는 유리재질 또는 금속 재질의 지지대 (지지 고정을 위한 통)의 시료카트리지를 석영섬유필터의 후단에 직렬로 연결시킨 고용량 공기시료채취기로 채취한다.

3.1.2 일부 잔류성유기오염물질은 휘발성이 강하기 때문에 환경대기시료 채취장치의 유량 (고용량 또는 저용량) 또는 흡착제의 선택 (폴리우레탄폼, 활성탄수지 펠트, 흡착수지 등)을 통해 채취 효율을 높일 수 있도록 하고, 고용량과 저용량 채취장치의 선택성 및 복합형을 선택 가능하도록 제시한다.

3.1.3 채취기는 공기의 흐름을 막는 물체로부터 적어도 2 m 이상 떨어진 공기의 흐름에 장애가 없는 지역에 설치하여야 하며, 채취기의 배출관 (exhaust hose)은 채취된 공기가 다시 시료 상단으로 재순환되는 것을 방지하기 위하여 반드시 풍하측 바람방향 (downwind)으로 놓아야 한다.

3.1.4 환경대기 시료는 시험 목적에 따라 225 L/min ~ 750 L/min 유속으로 24 시간 이상 채취하며, 비 또는 눈이 내리는 날씨는 가급적 피한다.

3.1.5 시료채취를 시작하기 전에 시료채취 목적에 따라서 시료채취용 내부표준물질을 흡착제인 폴리우레탄폼의 중심에 미량주사기를 이용하여 첨가한다.

3.2 시료채취장소의 선정

시료채취 장소는 그 지역의 주변 환경 및 기상조건을 고려하여 선정하되 일반 환경대기와 오염원 인근지역 환경대기로 나누어 선정한다.

3.2.1 일반 환경대기 중 농도를 조사하는 경우

3.2.1.1 시료채취 장소의 선정은 조사 목적에 부합하도록 하며, 주변 환경을 대표할 수 있고, 건물 등 장애물에 의하여 영향을 받지 않고 전원의 확보가 용이하며, 장기간에 걸쳐 지속적으로 시료채취가 가능한 장소를 선정하여야 한다.

3.2.1.2 시료 채취장치의 설치는 도시지역의 경우 건물의 영향을 받을 수 있으므로 주변의 영향을 최소화할 수 있는 옥상 (고도 20 m 이내)을 설치장소로 하고 옥상 중앙부에 설치하고 건물의 배기구 등의 영향을 받지 않도록 해야 하며, 시료채취장치의 배출 기체가 재흡입되지 않도록 주변 장애물로부터 이격거리가 충분히 확보될 수 있도록 하여야 한다.

3.2.1.3 평지 등 일반 환경의 경우 지면으로부터 1.5 m ~ 2 m 정도의 높이에 시료채취 장치의 흡입구가 위치하도록 한다. 또한, 환경대기오염물질 측정소 선정 기준에 따라 위치를 선정할 수 있으며, 기 설치되어 있는 경우 시료채취 위치로 선정할 수 있다.

3.2.1.4 주위에 건물이나 수목 등의 장애물이 있는 경우에는 채취위치로부터 장애물까지의 거리가 그 장애물 높이의 2 배 이상 또는 채취점과 장애물의 상단을 연결하는 직선이 수평선과 이루는 각도가 30° 이하 되는 곳을 선정한다.

3.2.2 주위에 건물 등이 밀집되어 있는 경우에는 건물 바깥벽으로부터 적어도 2 m 이상 떨어진 곳에 채취점을 선정한다.

3.2.3 오염원 인근지역 환경대기 중 농도를 조사하는 경우

3.2.3.1 오염원 인근지역의 환경대기의 효율적인 시료채취지점을 설정하기 위해 대기 확산 시뮬레이션 모델 (simulation model)을 이용한다. 시료채취에는 기상데이터 등을 근거로 시뮬레이션을 하고, 발생원으로부터의 영향을 가장 많이 받는다고 예상되는 장소 (최대착지농도 발생지점)를 구하고, 그 지점 및 주변지역을 채취위치로 선정한다.

3.2.3.2 산간지역 등 시뮬레이션 모델의 적용이 곤란한 경우에는 발생원 근방의 집락 등에서 시료채취 하는 방법 외에, 풍향·풍속 등의 데이터를 고려하여 풍하 방향에서 채취위치를 선정한다. 단, 해안이나 강 주변에서는 시뮬레이션 모델과 상관없이 발생원 근방의 집락 등에서 시료채취 위치를 선정할 수 있다.

3.2.3.3 수목, 건축물 등에 의해 대기 강하물이 차단될 우려가 있는 장소 및 다른 발생원의 영향이 우려되는 장소는 목적하는 시설의 정확한 모니터링이 방해를 받을 수 있으므로 이런 위치의 설정은 가능하면 피한다.

3.3 시료채취

3.3.1 시료채취 장치 주요 기기부 작동의 원활성을 확인하고, 장치로부터의 오염을 방지하기 위하여 장치내부의 분진 등을 고압질소로 제거한다. 시료채취장치의 채취기와 시료가 접촉하는 모든 부분은 노말-헥세인이나 다이클로로메테인 등을 사용하여 세정한

다.

3.3.2 채취기에서 시료카트리지를 제거하고 유량 조절 밸브를 완전히 연 후, 펌프를 켜고 대략 5 분간 예열한다.

3.3.3 채취기를 작동시켜, 여과지와 흡착제가 채워진 유량 설정용 카트리지를 장착한 후, 225 L/min ~ 750 L/min의 범위에서 원하는 유량으로 조절한다.

3.3.4 채취기 작동을 멈춘 후, 유량 설정용 카트리지를 제거하고 다시 시료 카트리지를 장착하면 시료채취 준비가 끝난다.

3.3.5 시료채취기의 압력게이지 영점을 확인하고, 대기온도, 대기압, 적산시간을 나타내는 게이지의 값 (elapsed time meter)을 기록한다.

3.3.6 전압 조절기와 유량조절 밸브를 확인 후, 전원 스위치를 켜다. 적산유량계가 작동하면 시작시간을 기록한다. 만약 필요하다면 유량조절 밸브를 이용하여 유량을 맞춘다.

3.3.7 유속과 총량이 자동으로 조절되지 않는 시료채취기의 경우 4 시간 ~ 6 시간 간격으로 표준상태 (0 °C, 1 기압)에서의 시료채취량을 환산하기 위하여 기온, 기압, 유압 (magnehelic gage, ΔH in H_2O), 시간, 습도 등을 기록하여야 한다.

3.3.8 유속과 총 유량이 자동으로 조절 및 기록되는 시료채취기의 경우 3.3.5 ~ 3.3.7을 생략할 수 있다.

3.3.9 다른 장소에서 시료채취를 하거나, 새로운 채취기를 이용할 때에는 시료채취부분이 접촉하는 모든 부위를 노말-헥세인이나 다이클로로메테인 등을 이용하여 3 회 이상 세정하여야 한다.

3.4 시료의 회수

3.4.1 시료채취가 완료되면 채취기의 전원을 끄고 여과지와 유리카트리지가 들어있는 시료채취기 상단을 깨끗한 장소에서 조심스럽게 떼어낸다.

3.4.2 일회용 또는 깨끗한 장갑을 착용하고 시료채취기에서 흡착제가 들어있는 유리카트리지를 떼어내어 유기용매 (아세톤 혹은 노말-헥세인)로 2 회 ~ 3 회 세정된 알루미늄 호일로 시료를 싸도록 한다.

3.4.3 깨끗한 테플론 재질의 핀셋을 사용하여 시료채취기 상단의 입자상 채취부로부터 여과지를 조심스럽게 떼어낸다.

3.4.4 여과지를 시료채취부분이 안쪽으로 되게 반으로 접고 유리카트리지의 위에 놓는다.

3.4.5 유기용매 (아세톤 혹은 노말-헥세인)로 2 회 ~ 3 회 세정된 알루미늄 호일에 여과지와 흡착제가 함께 들어있는 유리카트리지를 싸고 테플론 마개로 막은 후, 각각의 스테인레스강 (알루미늄) 금속용기 보관함에 옮겨 담고 시료에 이름표를 붙여 알루미늄 운반용기에 고정시킨다.

3.5 시료채취 시 기록사항

3.5.1 시료채취에 대하여 다음과 같은 정보를 확보하고, 정리, 보관하여 분석결과와 함께 유지·관리한다.

3.5.2 시료채취에 사용된 장비명 (모델명)과 이력 (교정, 검정 등)등을 기록·보관한다.

3.5.3 시료채취에 이용한 용기, 여과지 및 흡착제 (폴리우레탄폼 또는 흡착 수지 등)의 준비, 보관 등의 취급에 관한 사항, 조사지점에 대한 상세한 정보로서 위·경도 등 위치, 채취일시, 기상요소 (온도, 습도, 기압, 풍향, 풍속, 강수 등), 채취유량, 주변 환경 (개방정도, 표면상태, 인구, 가옥 등, 발생원 유무 등) 등을 기록하고, 시료의 채취 시작과 종료 시에 특이사항을 기록한다.

3.5.4 채취유량, 채취유량의 보정 (기온, 기압 등), 채취시간 등 시료채취 조건에 대한 정보에 대하여 상세히 기록한다.

3.5.5 채취지점 및 지역의 사진 촬영 (4 방위 또는 8 방위) 등에 대하여 정보를 확보하

고 유지·관리한다.

3.6 시료채취 과정의 QA/QC

3.6.1 시료채취기는 1 년마다 1 회 이상 교정하여야 한다.

3.6.2 시료채취 유량의 정확을 기하기 위하여 6 시간 간격으로 대기 온도, 기압, 시료채취기 압력계이지 등의 값을 확인하고 기록한다. 단, 자동 기록장치가 부착된 경우에는 6 시간 간격의 확인기록을 생략할 수 있다.

3.6.3 시료채취 과정 중 흡입펌프에 브러쉬 (motor brush)를 사용하는 장비의 경우 마모에 의한 중단을 방지하기 위하여 교환 일시를 채취기에 표시하고, 마모상태를 주기적으로 확인한다.

4.0 시료의 운반과 보관

4.1 시료의 운반

4.1.1 시료회수 용기를 4 °C 이하를 유지하고 채취된 분석대상물질의 광분해를 방지하기 위하여 빛을 차단하여 운반한다. 단, 시료 수집과 실험실 분석 사이에 24 시간을 초과하는 일이 생기면 시료를 냉동시켜 보관, 운반한다. 시료채취 이후에 실험실까지 운송하여 분석을 위한 전처리를 실시하는 시간은 가능한 한 단시간 내에 처리하도록 하며, 처리하는 시간 사이에 보관하는 경우는 밀폐된 상태로 온도가 낮고 (4 °C 이하) 어두운 곳에서 보관하는 것을 원칙으로 한다.

4.1.2 석영섬유여과지는 반으로 접어 유기용매 (아세톤 혹은 헥세인)로 2 회 ~ 3 회 세정된 알루미늄 호일로 싸서 스테인레스강 (알루미늄) 금속용기 또는 갈색 유리병에 넣어 밀봉·보관 한다.

4.1.3 폴리우레탄폼의 경우도 유리홀더와 함께 아세톤으로 세정한 건조된 스테인레스강 (알루미늄) 금속용기 또는 갈색유리병에 넣어 밀봉 보관한다. (활성탄 펠트 및 흡착수지는 2 개의 폴리우레탄폼 (PUF) 사이에 장착되어 있어 유리 홀더와 함께 보관이 가

능하다)

4.2 시료의 보관

4.2.1 실험실로 운반된 시료는 수분, 유기물 등 함유성분의 변화가 일어나지 않도록 4℃ 이하의 어두운 곳에 보관하여야 하며 7 일 이내에 추출하고, 30일 이내에 분석한다. 전처리된 최종시료는 -10℃ 이하의 어두운 곳에 보관하고, 유효 보관기간은 1년으로 한다.

5.0 부록

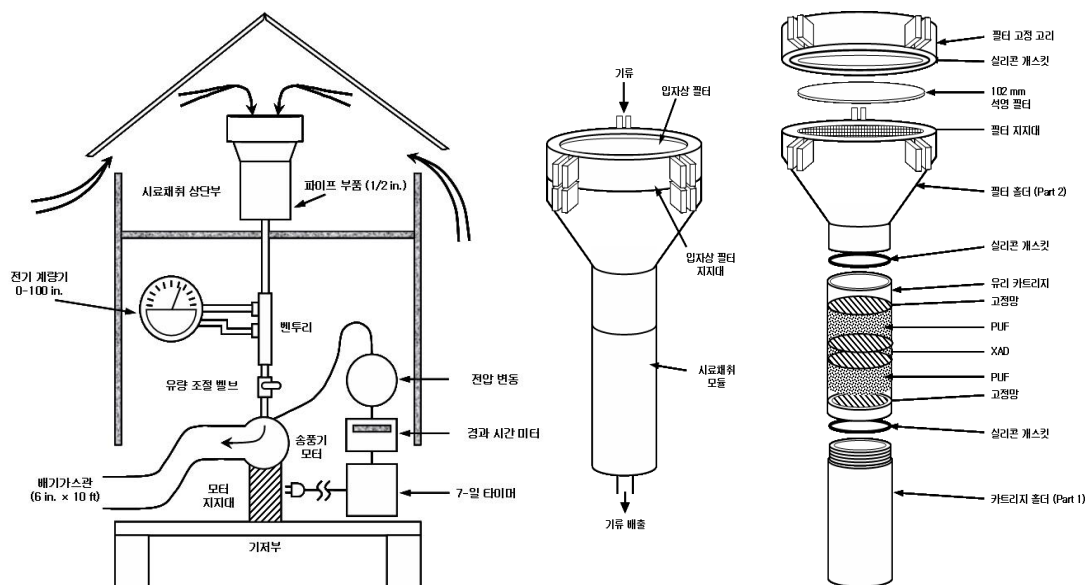


그림 1. 환경대기 시료채취 장치의 구성 예 (A형)

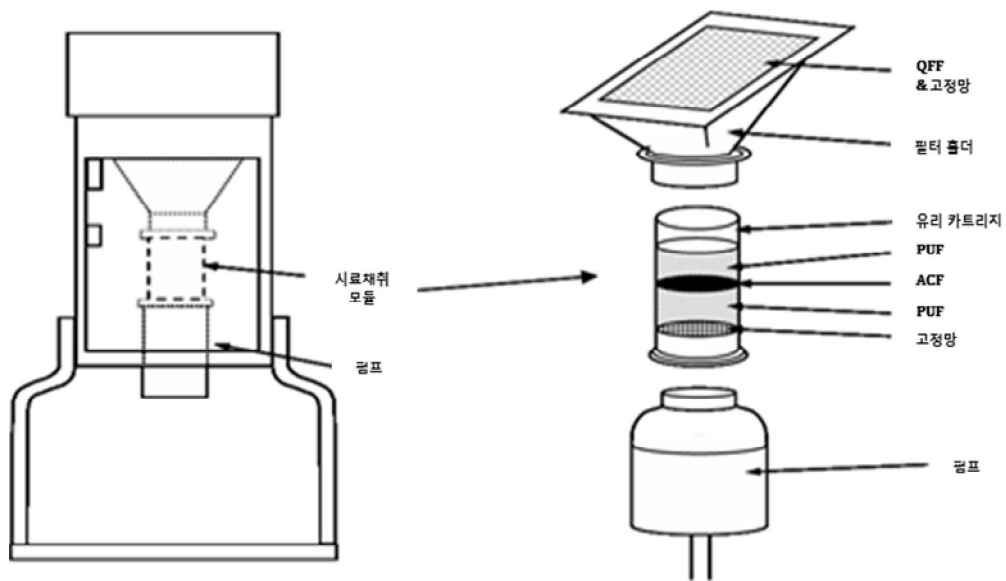
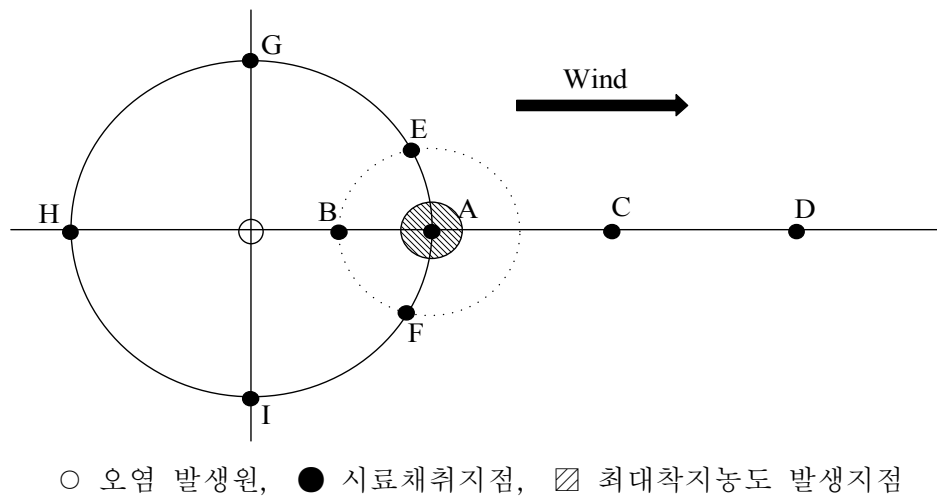


그림 2. 환경대기 시료채취 장치의 구성 예 (B형)



A : 최대착지농도 발생지점

B : 발생원과 최대착지농도 발생지점의 중간지점

C : 발생원으로 부터의 거리가 최대착지농도 발생거리의 2 배 지점

D : 발생원으로 부터의 거리가 최대착지농도 발생거리의 3 배 지점

E, F : 최대착지농도 발생지점을 지나 발생원을 중심으로 하는 원상에서 최대착지농도 발생지점의 근방지점

G, H, I : 발생원 및 최대착지농도 발생지점을 통과하는 직선과 이 직선과 발생원에서 직교하는 직선상에서 발생원으로 부터의 거리가 최대착지농도 발생거리에 있는 3 지점

그림 3. 오염 발생원 인근지역 환경대기 시료채취위치 선정방법

표 1. 시료 채취결과보고 양식

항목	형식 및 단위
시료번호	
시료채취일자	년 월 일
기상상황	온도, 습도, 풍향, 풍속 및 강수량 등
시료채취장소	
시료채취방법	
시료채취유량	
시료채취시간	
시료채취량	
시료보관방법	
기타 특이사항	