

본 기획 연재물은 미국 콜로라도 대학교의 비제시 교수와 동카롤라이나 대학의 콘 교수가 공동 집필한 "Industrial Hygiene Evaluation Method"를 번역한 것으로 작업환경측정과 평가에 관한 내용이다.

역. 연세대학교 의과대학 산업보건연구소
노재훈

표면오염물과 오염원의 오염물 평가; Wipe시료와 용적시료포집기술을 이용한 모니터링

개요

물리적, 화학적, 또는 생물학적 요인들은 다양한 표면에 침착되고 축적될 수 있다. 그러한 침착은 직접적으로 엮지르거나 기증 입자의 침강으로 생길 수 있다. 오염된 표면은 피부와의 직접 접촉과 오염된 손에 의한 눈과의 간접접촉 등으로 인한 외부노출의 중요한 근원이다. 또한 피부(손과 손가락)에서 음식물이나 담배로 오염물이 이동하여 이를 통한 경구노출을 일으킬 수도 있다. 더욱이 침강된 입자의 재비산은 2차 분진을 만들며 그것이 호흡기를 통하여 인체에 들어갈 수도 있다. 따라서 작업환경중 많은 형태의 표면은 주기적으로 오염물이 검출가능하며 측정 가능한 지를 알아보기 위해 모니터링 될 필요가 있다. 예를 들면 벤치의 윗부분, 서랍장, 식당테이블과 의자, 개인보호구다. 또한 피부도 오염될 수 있으므로 피부도 시료포집 위치가 된다. 보호구의 내부와 보호구를 낀 표피에서 시료를 포집함으로써 장갑과 같은 피부보호구나 마스크와 같은 호흡용보호구의 효과를 부분적으로 평가할 수 있다. 표면포집은 정화장치의 효과를 평가하기 위

해 수행할 수도 있다. 용적시료는 원재료, 부산물, 제품, 건축재료, 공기의 구성성분일 수도 있는 오염물을 확인하는데 필요하다. 석유계 용제의 제조방법은 거의 화합물의 혼합이다. 구성성분에 관한 정보가 유용하다 할지라도 주어진 구성성분의 함유율에 관한 정보는 불확실하다. 결국, 용제의 화학적 조성을 정량적으로 또는 정성적으로 알기 위해서는 용제의 용적시료를 포집하는 것이 필요하다. 착색제나 페인트를 만드는데 사용되는 안료와 같은 고형분말에는 다양한 고형물이 있을 수도 있으며 크롬, 납, 결정성 실리카와 같은 불순물이 있을 수도 있다. 어떠한 화합물의 정성적, 정량적 화학조성은 기증 분진의 조성에 대한 정보를 제공할 수 있다. 건축자재에 다양한 독성인자가 있을 가능성이 있으므로 건축자재를 포집하는 경우도 종종 있다. 절연제내의 석면과 납을 포함한 페인트로 칠한 표면의 납이 가장 주의하여야 할 것이다. 더욱이 기증 용적시료나 grab시료는 추가적인 모니터링이 필요할 수도 있는 독성물질을 알아보거나 모니터링과 분석방법을 방해할 수도 있는 화합물을 알아보는데 필요하다.

포집

표면포집은 글자 그대로 오염됐다고 의심되는 표면을 닦거나 약솜으로 문지르는 것을 의미하며 포집후에 시료는 분석을 위해 분석실로 보내진다. 보통 100cm²의 표면을 닦아야 한다. 표면포집을 하는데 필요한 두가지 기구는 wipe포집을 하기 위한 종이 여과지와 swab포집을 하기 위한 약솜이다(그림 1). 또한 포집하는 동안에 일회용 고무장갑을 끼어야 한다. 종이 여과지는 보통 금속 wipe시료에 이용되고 유리 섬유 filter는 유기화합물을 포집하는데 사용한다. 각각의 filter는 사용되기 전에 깨끗한 뚜껑이 있는 병에 보관하고 wipe포집 후 다시 뚜껑이 있는 병에 넣는다. 포집할 인자에 따라 시료포집을 이용하게끔 필터를 건조시켜 사용하거나 증류수나 다른 용제에 적셔서 사용한다. 습은 미생물학적 인자를 표면포집할 때 가장 적당하다. 사용 전 용기에 살균 완충용액을 넣고 솜을 담근다. swab 포집 후 그 약솜을 살균 완충용액이 담긴 vial에 다시 넣는다.

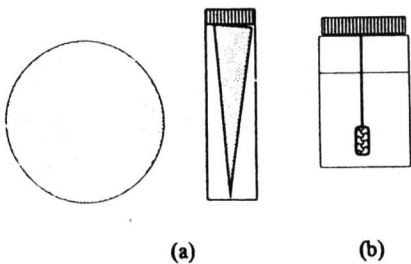


그림 1. Sampling medium for surface sampling consist of either (a) a filter with storage vial for wipe sampling or (b) a cotton swab immersed in buffer for swab sampling.

액체와 고체의 용적포집은 매우 간단하다. 병과 같은 딱딱한 용기는 보통 액체시료를 포집하는데 사용되고 딱딱치않고 밀봉 가능한 플라스

틱백은 고체시료를 포집하는데 사용된다(그림 2). 끈고 속이 빈 유리관은 접근하기 힘든 드럼통

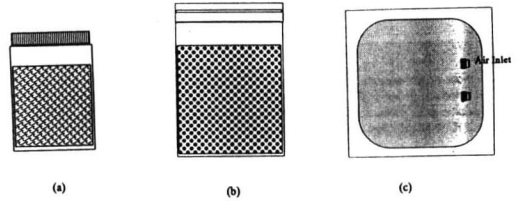


그림 2. Containers for collecting bulk samples consist of (a) rigid jars for liquid or solid samples, (b) non-rigid sealable plastic bags for liquid or solid samples, and (c) non-rigid plastic air sampling bags for gaseous samples.

이나 탱크에서 액체시료를 포집하는데 사용된다. 그렇게 포집한 시료를 병에 따르고 마개로 막는다. 분말과 같은 고체시료는 오염원에서 직접 포집할 수 있으며 관과 같은 기구를 사용하여 포집할 수도 있다(그림 3). 건축자재와 같은 고체는 플라스틱 백에 대표적인 부분을 담아 포집할 수 있으며 corer라는 시료포집기를 사용하여 핵심부분을 포집할 수도 있다. 공기의 용적시료는 약간 더 복잡하며 특별한 플라스틱 공기포집백에 연결

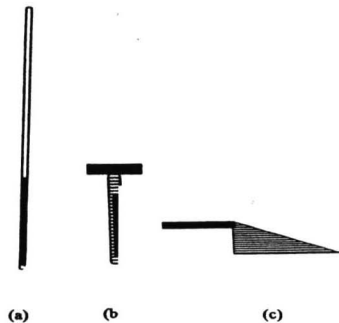


그림 3. Devices for collecting bulk samples consist of (a) a hollow glass tube or "thief" for sampling liquids, (b) a special corer or "trier" for sampling solids, and (c) a scoop for sampling solid powders.

14 산업장 환경평가



한 저유량 또는 고유량 공기포집펌프를 사용하여 포집한다. 포집되는 공기는 백으로 들어가며 공기포집 가스통이라 불리는 작고 견고한 스테인레스 실린더로 포집공기를 압축시킬 수 있다.

분석

표면시료와 용적시료의 분석은 검출하고 측정할 오염물질의 형태에 따라 다르다. 종이 여과지를 사용하여 금속을 포집한 wipe시료는 원자흡광도계, 유도쌍전극분광광도계를 이용하여 분석한다. 유리섬유 여과지를 사용하여 표면유기물을 포집한 시료와 포집백을 이용하여 포집한 공기중 유기물은 기체 크로마토그래피와 같은 방법으로 분석한다. 살균수를 사용하여 포집한 미생물 swab시료는 항온 상태에서 영양배지에 배양하여 균집의 수를 센다. 금속, 유기물, 미생물을 포집한 액체, 고체, 기체의 용적시료는 앞에서 분류된 방법으로 분석한다. 자외선/가시광선 흡광광도계를 사용하여 어떤 액체시료의 일부 유기물을 분석할 수도 있다. 석면을 포집한 건축자재의 용적시료를 분석하는데 일반적으로 편광현미경을 사용한다. Crystalline silica를 포집한 분말용적시료를 분석할 때는 보통 X-선 회절기를 사용한다. 마지막 두 기기는 이 책에서 소개되지 않는다.

연습 1

1. 개요

paper filter를 사용한 wipe시료포집을 이용해 납분진의 표면오염물의 모니터링에 대한 기초개념을 제공한 것이다. 원자흡광광도계를 이용한 분석방법은 '산업장환경평가 7'을 참고한다. 적

절한 기구를 준비했거나 포집방법 단계를 마쳤을 때 에 표시한다.

2. 기구

1) 표면오염물질의 포집

- 깨끗하고 번호가 매겨진 뚜껑이 있는 병
- 여과지
- 증류수
- 일회용 고무 장갑
- 현장모니터링 결과표(그림 4)

**Field Monitoring Data Form:
Wipe and Bulk Sampling**

Facility Name and Location: _____

Monitoring Conducted By: _____

Date Monitoring Conducted: _____

Monitoring Instrument & Supplies: _____

Identification of Surface or Source	Suspected Contaminant	Wipe or Bulk Sample	Field Sample Identification

Field Notes: _____

그림 4. Field monitoring data form for surface and bulk sampling.

3. 방법

1) 표면오염물의 포집

- 일회용 고무장갑을 끼고 깨끗하고 번호가 매겨진 뚜껑이 있는 병에 새 필터를 접어서 넣는다. 필터를 넣은 vial를 여러 개 준비한다.
- 납분진으로 오염될 가능성이 있는 곳에서 표면포집을 하고 그렇지 않으면 유사한 포집방법을 사용한다.
- 포집준비가 됐을 때 깨끗한지를 확인하고 일회용 장갑을 착용한다.
- 증류수로 필터를 적신다.
- 100cm² 정도의 표면적을 닦는다.
- 닦은 필터의 면을 안쪽으로 접어 vial에 거꾸로 넣는다.
- 포집한 시설명, 장소, 위치를 기록하여 현장모니터링 결과표를 완성한다.
- 분석을 위하여 실험실로 시료를 보낸다.
- 주의) 같은 방법으로 다루어진 공필터를 최소한 하나 준비하여 포집은 하지 말고 각 포집지역에 놔두어야 한다.

연습 2

1. 개요

이 실습은 액체용적시료 포집을 이용한 용제의 유기성분에 의한 오염원 오염물의 모니터링 수행에 대한 기초개념을 제공한다. 기체 크로마토그래피의 분석방법은 '산업장환경평가 9'를 참고한다. 적당한 기구를 준비했거나 포집방법 단계를 마쳤을 때 에 표시한다.

2. 기구

1) 액체 유기용제의 용적시료포집

- 깨끗하고 번호가 매겨진 마개가 있는 병
- 속이 빈 유리관
- 피펫 suction bulb
- 적당한 안경과 불투과성 고무장갑
- 현장모니터링 결과표

3. 방법

1) 표면오염물의 포집

- 알려진 산업용 용제를 담은 55gallon통에서 액체시료를 포집하도록 승인을 받거나 물로 가득찬 깨끗한 통을 사용하여 모의 용제시료포집방법을 사용한다.
- 시작할 준비가 됐을 때 안경과 불투과성 장갑을 착용한다.
- 유리관의 윗쪽에 피펫 suction bulb를 끼운다.
- 피펫 suction bulb가 원상태로 복원된 뒤 통에서 천천히 유리관을 뺀다.
- 시료포집병에 유리관의 끝을 넣고 피펫 suction bulb를 눌러 병에 액체시료를 넣는다.
- 병마개를 닫는다.
- 포집한 시설명, 위치, 지역을 적어 현장모니터링 결과표를 작성한다.
- 시료를 실험실에 보내 일반 또는 특정유기화합물을 분석한다.