

토양중 유류정량법 - ASTM D 5831

이종식

Test Method for Screening Fuels in Soils - ASTM D 5831

Jong-Sik Lee

서 언

각종 산업원료로 가장 많이 사용되는 석유탄화수소는 그 사용량의 증가와 더불어 상당량이 자연환경에 노출되어 피해를 일으키고 있다. 유류오염원이 토양에 유입되면 수용성이 낮아 높은 농도로 토양에 잔류하게 되며 지하로 침투되어 지하수 오염의 원인이 되기도 한다. 유류의 버에 대한 피해는 직접 식물체에 부착 또는 침투되어 생육장해를 일으키고 특히 분얼기에는 미질에 영향을 준다. 또한 수표면을 피복하여 토양으로의 산소공급을 방해하고 수온 및 지온을 상승시켜 토양의 이상환원을 촉진하여 근부현상을 일으키며 토양의 물리성 악화 등 간접적인 피해도 있다(김 등, 1989). 우리 나라도 1997년 11월 환경부 예규로 토양오염유발시설관리지침이 지정되어 석유류 등 지하저장시설을 점검하고 있는데 토양오염공정시험방법(환경부, 1997)의 유류 정량법으로는 저비점의 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌을 분석하는 BTEX법과 비등점이 높은 제트유, 등유, 경유, 병커C유 및 윤활유 측정에 TPH법이 지정되어 있다. 이 방법들은 정량한계가 낮아 저농도의 유류정량에 효과적이나 고가의 장비인 GC를 사용하며 전처리 과정이 복잡한 단점이 있다. 이외에 지표수나 지하수중 유류정량법으로는 중량법(EPA 413.1, 9070, 9071)과 IR을 이용하는 방법(EPA 413.2) 등이 있다. 그러나 유류

사고 등에 의한 농경지 및 관개수 오염은 비교적 고농도의 유류가 잔류하므로 정량한계가 다소 높아도 보다 간편한 방법이 요구된다. 본고는 토양중 방향족화합물을 함유하는 유류의 존재여부를 판단하여 유류에 의한 농경지 오염 및 작물 피해여부를 구명하기 위하여 현재 우리나라 토양오염공정시험방법으로 사용중인 GC-FID법 보다 간편한 UV-Spectrophptometer를 이용하여 토양중 방향성화합물을 함유한 유류 존재를 스크리닝하는 방법인 ASTM(The American Society for Testing and Materials) D 5831-95(1995)를 소개하고자 한다.

시약 및 기구

- Isopropyl Alcohol(Reagent Grade)
- Calcium Oxide Powder(Reagent Grade) : 사용 전에 900℃에서 12시간 건조시킨 뒤 데시케이터 안에 저장하여 사용한다. 이 시약은 시료중 수분에 의한 간섭을 제거하는 역할을 한다.
- 유리 시료병 : polytetrafluoroethylene 뚜껑을 가진 125ml 용량의 광구병
- 자석교반기
- 실린지 : 10ml 용량
- 실린지 필터 : 0.45 μ m, 25mm polytetrafluoroethylene cartridges

분석방법

표준물질 조제

분석대상 유류 200mg을 100ml 용량플라스크에 취한 뒤 이소프로필알콜로 채워 2,000 mg l⁻¹의 표준액을 만든다. 이 표준액을 용도에 맞게 적절히 희석하여 검량선을 작성한다.

시료 전처리

유리로 된 시료병에 각각 5g의 토양시료와 CaO를 취한 뒤 균일한 건조시료가 되도록 섞는다. 만일 토양수분이 50%를 넘을 경우에는 5g의 CaO를 추가로 넣는다.

추출 및 정량

전처리된 시료에 이소프로필알콜 50ml를 넣고 자석 교반기로 3분간 교반한다. 이때 교반시간이 짧거나 손으로 교반할 경우에는 추출효율이 떨어질 수 있다. 상등액을 10ml 실린지에 분고 실린지 끝에 filter cartridge를 부착하여 여과한다. 여액을 254nm에서 흡광도를 측정하여 검량선에 의해 농도를 계산한다. 본 분석법은 오염된 유류의 종류를 알고 있으나 동일한 유류를 구하지 못할 경우에는 일반적으로 동일종에서 얻어진 계수로 농도를 추정하며, 오염된 유류의 특성을 모를 경우에는 본 방법으로 오염여부 판단만이 가능하다. 그러나 토양에 오염된 것과 동일한 유류로 검량선을 작성할 경우에는 대략적인 정량도 가능하다.

분석에 사용되는 CaO, 실린지, filter cartridge 등의 영향을 확인하기 위해 동일조건에서 공시험을 병행하여야 하며, 매 20개의 시료마다 표준시료(0.1 ml l⁻¹ isopropyl alcohol)를 이용해 회수율을 검사한다. 분석을 위해서는 회수율이 20% 이내의 오차에 있어야 한다.

정량범위

본 분석법은 표와 같이 경유와 휘발유를 비롯한 방향성 화합물을 지닌 연료의 정량에 사용된다. 경유의 정량한계는 75 mg kg⁻¹이며, 항공연료와 같이 지방족(aliphatic) 물질은 경유와 같이 방향족(aromatic) 물

Table. Approximate quantitation limits for various fuel types in soils based on 0.036 AU

Material	Limit of quantitation (mg kg ⁻¹)
Coal Oil	21
Crude Oil	61
Diesel Fuel	75
Used Motor Oil	162
Weathered Gasoline	170
Unleaded Gasoline	316
Jet Fuel JP-2	378
Motor Oil	533
Aviation Gasoline	1,066
Synthetic Motor Oil	1,382

Note) The quantitation limits can be influenced by the particular fuel type and soil background levels

질보다 정량한계 농도가 높다.

적 요

본 분석방법은 토양중에 방향성화합물을 함유한 유류 존재를 스크리닝하는 방법으로 ASTM(The American Society for Testing and Materials)에 등록되어 있으며, 수분 제거제를 이용하여 토양수분에 의한 정량 오차를 줄이고 UV-Spectrophotometer로 정량한다. 오염된 유류의 종류를 알고 있으나 동일한 유류를 구하지 못할 경우에는 일반적으로 동일종에서 얻어진 계수로 농도를 추정하며, 오염된 유류의 특성을 모를 경우에는 본 방법으로 오염여부 판단만이 가능하다. 그러나 토양에 오염된 것과 동일한 유류로 검량선을 작성할 경우에는 대략적인 정량도 가능하며, 분석방법을 요약하면 다음과 같다.

일정량의 토양시료에 CaO를 첨가하여 토양수분에 의한 영향을 제거한 뒤 이소프로필알콜(isopropyl alcohol)로 추출하여 여과한다. 여과액을 254nm의 UV 파장에서 흡광도를 측정하여 오염된 것과 동일한 유류로 작성된 검량선을 이용하여 정량한다.

인 용 문 헌

- ASTM. 1995. Standard Test Method for Screening Fuels in Soils. ASTM D 5831-95.
 김복영, 김재정, 신제성, 엄기태, 이규승, 이영환, 정영삼, 허중수. 1989. 농업환경화학. p.159~160. 동화기술.
 환경부. 1997. 토양오염공정시험방법. p.157~166.