

**크레오소트유 방부목재 -
기체크로마토그래피/질량분석법**
(Wood by Creosote oil Preservation - Gas chromatography
/mass spectrometry)

2025

1.0 개요

1.1 목적

이 시험방법은 석탄계 타르에서 추출한 크레오소트유로 방부 처리된 목재의 사용 여부를 판정하기 위한 시험방법으로, 크레오소트유 방부목에 함유되어 있는 다환방향족 탄화수소 (PAHs)를 유기용매로 추출하여 기체크로마토그래프/질량분석기로 측정하는 방법이다.

1.2 적용범위

1.2.1 이 시험방법은 “EPA 시험방법 8100, polynuclear aromatic hydrocarbon (1986)”을 인용하였으며, 크레오소트유 방부목재에 함유된 PAHs 성분 중 BaA(benzo(a)anthracene), BaP(benzo(a)pyrene), fluoranthene을 속슬렛, 또는 액/액 추출하여 그 함량을 분석하여 크레오소트유 방부목이 어린이활동공간 내 사용 여부를 판정하기 위한 분석에 적용한다.

1.2.2 이 시험에 의한 크레오소트유 방부목재 중의 BaA(benzo(a)anthracene), BaP(benzo(a)pyrene), fluoranthene의 정량한계는 표 1과 같다.

1.3 간섭 물질

1.3.1 해당 매질 또는 추출 용매 안에 함유하고 있는 불순물이 분석을 방해할 수 있다. 이 경우 방법 바탕시료나 시약 바탕 시료를 분석하여 확인할 수 있다. 방해물질이 존

재하면 용매를 증류하거나 정제용 컬럼을 이용하여 제거한다. 고순도의 시약이나 용매를 사용하면 방해물질을 최소화할 수 있다.

1.3.2 초자류는 사용 전에 아세톤, 분석 용매 순으로 각각 3회 세정한 후 건조시킨 것을 사용하여 오염을 최소화할 수 있다.

1.3.3 높은 농도의 시료와 낮은 농도의 시료를 연속하여 측정할 때에는 오염의 가능성이 있으므로 용매를 사용하여 점검하는 것이 좋다.

2.0 용어정의

2.1 머무름시간 (RT, retention time)

크로마토그래피용 컬럼에서 특정 화학물질이 빠져나오는 시간을 말한다.

2.2 다환방향족탄화수소류 (PAHs, polycyclic aromatic hydrocarbons)

두 개 또는 그 이상의 벤젠 고리가 결합된 탄화수소류를 총칭하여 다환방향족탄화수소류라고 한다.

2.3 내부표준물질 (surrogate internal standard)

분석 전에 각 시료, 바탕시료, 매체시료 (matrix-spiked)에 더해지는 화학적으로 반응성이 없는 물질로서 시료 매질 중에서는 발견되지 않은 유기화합물. 시료채취 및 추출 전에 일정량을 주입하여 시료채취, 전처리 과정에서의 신뢰성 평가에 사용되는 내부표준물질이며 또한 정제용 내부표준물질은 시료채취, 추출과정에서의 회수율 평가 및 상대감응계수를 이용한 시료의 정량에 사용되는 내부표준물질이다.

2.4 실린지 첨가용 내부표준물질 (internal standard)

분석자가 알고 있는 양을 시료 최종 추출용액에 첨가하여 정량과정에서의 회수율을 검증하는 내부표준물질이다.

3.0 분석기기 및 기구

3.1 농축장치

3.1.1 회전증발 농축기

추출, 정제 시료를 농축하며, 시료 증발을 위한 감압장치와 가열장치, 300 mL 수기, 냉장장치로 구성된다.

3.1.2 질소농축기

추출 정제된 시료의 농축액을 1 mL 이하로 농축할 수 있는 용량의 농축관과 질소 농축장치(필요 시 가열장치 포함)로 구성된다.

3.2 추출장치

3.2.1 속슬렛 추출장치

속슬렛 추출장치 (soxhlet extraction device)는 유리재질의 여과조 (thimble), 냉각장치, 추출 플라스크 및 가열맨틀 등으로 구성되어 있다.

3.2.2 진탕기(액/액 추출장치)

3.3 정제용 컬럼장치

3.3.1 실리카겔 컬럼

0.063 nm ~ 0.200 nm, 70 mesh ~ 230 mesh의 것을 사용한다. 사용에 앞서 130 °C에서 4시간 이상 건조한 후, 데시케이터 안에서 약 30분간 방냉한 후 바로 사용한다.

3.3.2 알루미나 컬럼

중성 알루미나 0.063 mm ~ 0.200 mm, 70 mesh ~ 230 mesh의 것을 사용한다. 사용에 앞서 190 °C에서 19시간 이상 가열 후, 데시케이터 안에서 약 30분간 방냉하여 바로 사용한다.

3.4 분석용 저울

0.0001 g까지 정확하게 측정할 수 있는 저울을 사용한다.

3.5 미량 주사기

1 µL ~ 500 µL 용량의 미량주사기 (micro syringe)를 사용한다.

3.6 기체크로마토그래피/질량분석기

3.6.1 주입구 (injector)

시료를 기화하여 주입할 수 있는 주입부 (injector)를 갖고 있어야 하며 승온 조절이 가능한 기능과 주입된 시료의 분할 (split)과 비분할 (splitless) 기능을 갖추고 있어야 한다. 내경 0.25 mm ~ 0.53 mm의 모세관 컬럼을 연결할 수 있어야 한다.

3.6.2 본체 (main body)

기체크로마토그래프의 본체는 분리관이 내부에 연결되어 내부온도 조절이 가능한 구조를 갖추고 있어야 한다. 온도의 조절범위는 실온부터 350 °C까지 승온 조절이 가능하여야 한다.

3.6.3 모세관 컬럼

관의 내벽에 정지상이 결합된 비극성 모세분리관 (DB-5 등)을 사용하며, 모세분리관의 길이는 충분한 분해능을 갖기 위해 일반적으로 길이 30 m ~ 60 m, 내경은 0.25 mm ~ 0.32 mm, 정지상 필름의 두께가 0.25 µm ~ 5 µm인 것을 사용하나 분석대상물질에 따라 별도 규격제품을 사용할 수 있다.

3.6.4 질량분석기 (mass spectrometer)

질량분석기 (mass spectrometer)는 70 eV의 전자에너지를 이용하여 1초 미만의 스캔 사이클 타임 (scan cycle time)으로 35 amu ~ 500 amu까지 매스 스캐닝 (mass scanning)이 가능한 전자 충격 이온화방식 (EI)의 것을 사용한다.

3.7 유리 기구

100 mL, 500 mL, 1 000 mL 등을 용도에 맞게 사용하며, “KS L ISO 1042 실험실용 유리 제품 - 원마크 용량 플라스크”의 규격에 맞는 내열 및 내산, 내알칼리성을 가진 유리 또는 폴리테트라플루오로에틸렌 (PTFE, polytetrafluoroethylene) 제품을 용도에 맞게 사용한다.

4.0 시약 및 표준용액

4.1 시약

4.1.1 헥세인 (hexane, C_6H_{14} , 분자량: 86.178)

헥세인은 잔류농약 분석급 이상을 사용하며, 바탕시험 할 때 표준물질의 봉우리 부근에 불순물 봉우리가 없는 것을 확인한다.

4.1.2 아세톤 (acetone, CH_3COCH_3 , 분자량: 58.08)

잔류농약 분석급 이상의 것을 사용한다.

4.1.3 다이클로로메테인 (dichloromethane, CH_2Cl_2 , 분자량: 84.93)

다이클로로메테인은 잔류농약 분석급 이상의 것을 사용한다.

4.1.4 무수황산나트륨 (sodium sulfate, Na_2SO_4 , 분자량: 142.04)

무수황산나트륨은 정밀분석용 (ultra fine grade) 이상의 시약을 사용한다.

4.1.5 아세톤/다이클로로메테인 용액 (1:1)

아세톤(4.1.2) 500 mL와 다이클로로메테인(4.1.3) 500 mL를 섞어 사용한다.

4.1.6 다이클로로메테인/헥세인 (1:9)

헥세인(4.1.1) 900 mL와 다이클로로메테인(4.1.3) 100 mL를 섞어 사용한다.

4.1.7 다이클로로메테인/헥세인 (1:1)

헥세인(4.1.1) 500 mL와 다이클로로메테인(4.1.3) 500 mL를 섞어 사용한다.

4.2 표준용액

4.2.1 PAHs 표준원액 (1 000 mg/L)

BaA(benzo(a)anthracene), BaP(benzo(a)pyrene) 및 fluoranthene 표준물질 20 mg을 각각 정확히 취하여 20 mL의 부피플라스크에 넣고 헥세인에 녹여 정확히 20 mL로 하여 표준원액으로 한다. 상업적으로 제조하여 판매하는 것을 사용해도 된다. 표준원액은 테프론 마개가 있는 차광 병에 넣어 $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ 에 보관한다.

4.2.2 PAHs 표준용액 (100 mg/L)

PAHs 표준원액 1 000 mg/L 2.0 mL을 20 mL의 부피플라스크에 정확히 취하여, 헥세인을 넣어 20 mL로 한다. 표준용액은 테프론 마개가 있는 차광 병에 넣어 $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ 에 보관한다.

4.2.3 PAHs 표준용액 (10 mg/L)

PAHs 표준원액 100 mg/L 1.0 mL을 10 mL의 부피플라스크에 정확히 취하여, 헥세인을 넣어 20 mL로 한다. 표준용액은 테프론 마개가 있는 차광 병에 넣어 $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ 에 보관한다.

4.3 내부표준용액 (surrogate internal standard)

4.3.1 내부표준원액 (1 000 mg/L)

내부표준물질 크리센-d₁₂ (chrysene-d₁₂) 20 mg을 정확히 취하여 20 mL 부피플라스크에 넣고 헥세인에 녹여 정확히 20 mL로 한다. 상업적으로 제조하여 판매하는 것을 사용해도 된다.

4.3.2 내부표준용액 (100 mg/L)

크리센-d₁₂ (chrysene-d₁₂) 1 000 mg/L 2.0 mL을 20 mL 부피플라스크에 정확히 취하고 헥세인을 넣어 20 mL로 한다. 이 표준용액 1 mL에는 크리센-d₁₂ (chrysene-d₁₂) 100 µg을 함유한다.

4.3.3 내부표준용액 (10 mg/L)

크리센-d₁₂ (chrysene-d₁₂) 100 mg/L 1.0 mL를 10 mL의 부피플라스크에 정확히 취하고 헥세인을 넣어 10 mL로 한다. 이 표준용액 1 mL에는 크리센-d₁₂ (chrysene-d₁₂) 10 µg을 함유한다.

4.4 실린지 첨가용 내부 표준용액 (internal standard)

4.4.1 내부표준원액 (1 000 mg/L)

내부표준물질 피렌-d₁₀ (pyrene-d₁₀) 20 mg을 정확히 취하여 20 mL의 부피플라스크에 넣고 헥세인에 녹여 정확히 20 mL로 한다. 상업적으로 제조하여 판매하는 것을 사용해도 된다.

4.4.2 내부표준용액 (100 mg/L)

피렌-d₁₀ (pyrene-d₁₀) 내부표준원액 1 000 mg/L를 2.0 mL 취하여 20 mL의 부피플라스크에 넣고 헥세인으로 20 mL를 채운다. 이 표준용액 1 mL에는 피렌-d₁₀

(pyrene-d₁₀) 100 µg을 함유한다.

4.4.3 내부표준용액 (10 mg/L)

피렌-d₁₀ (pyrene-d₁₀) 내부표준용액 100 mg/L를 1.0 mL 취하여 10 mL의 부피플라스크에 넣고 헥세인으로 10 mL를 채운다. 이 표준원액 1 mL에는 피렌-d₁₀ (pyrene-d₁₀) 10 µg을 함유한다.

5.0 시료채취 및 관리

5.1 시료채취 대상시설 및 채취 지점의 선정

5.1.1 어린이활동공간(특히 어린이 놀이터 등 실외공간) 내에 펜스, 의자, 파고라 등 목재로 구성된 설치물을 점검 대상 시설로 선정한다.

5.1.2 점검 대상 시설을 육안으로 검사하여 흑갈색 또는 어두운 적갈색을 보이고, 후각 검사를 통해 나프탈렌 또는 타르 냄새가 나는 경우 크레오소트유 방부목재로 판단하여 시료를 채취한다.

5.2 시료채취 및 관리

5.2.1 시료채취는 점검 대상시설의 목재 표면에 크레오소트유가 침윤되었다고 보이는 부분, 즉 얼룩, 등 표면 상태가 좋지 않은 부분을 칼 등 도구를 사용하여 표면부분과 표면 1cm 이내 부위에서 시료를 약 5 g정도 채취한다.

5.2.2 채취한 시료는 건조한 후 가위나 커터 등을 이용하여 약 2 mm 이하의 크기로 자르고 이를 시험분석용 시료로 한다.

6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC)

6.1 방법검출한계 및 정량한계

6.1.1 방법검출한계 (MDL, method detection limit) 및 정량한계 (MQL, minimum quantitation limit) 산정을 위해 분석대상 물질이 없는 것으로 확인된 목재에 표 1의 정량한계 부근의 농도가 되도록 해당 표준용액을 첨가한 시료 7개를 준비하여 각 시료를 7.0 항의 시험절차와 동일하게 분석하여 표준편차를 구한다.

6.1.2 표준편차에 3.14를 곱한 값을 방법검출한계로, 10을 곱한 값을 정량한계로 나타낸다. 측정된 정량한계는 표 1에서 제시한 정량한계 이하의 값이어야 한다.

6.2 정밀도 및 정확도

6.2.1 정밀도 (precision) 및 정확도 (accuracy) 산정을 위해 동일한 매질의 시료에 표 2에 제시한 정량한계의 1배 ~ 10배의 같은 농도로 표준물질을 첨가한 시료를 4개 이상 준비하여 7.0 항의 절차에 따라 분석하여 평균값과 표준편차를 구한다.

6.2.2 정밀도는 측정값의 상대표준편차 (% RSD)로, 정확도는 첨가한 표준물질의 농도에 대한 측정 평균값의 상대백분율로 나타내고 그 값이 표 1의 정밀도관리 목표값 이내이어야 한다.

6.3 방법바탕시료 (method blank)의 분석

시료 군마다 1개의 방법바탕시료 (method blank)를 분석한다. 시약바탕시료는 7.0 항의 시험절차와 동일하게 전처리·측정하며, 측정값은 방법검출한계 이하 이어야 한다.

6.4 검정곡선의 작성 및 검증

6.4.1 7.2항의 검정곡선의 작성에서 제시한 농도 범위 내에서 3개 이상의 농도(정량한계 이상)에 대해 검정곡선을 작성하고 얻어진 검정곡선의 결정계수 (R^2) 값이 0.99 이상 또는 감응계수 (RF)의 상대표준편차가 20 % 이내이어야 하며 결정계수나 감응계수의 상대표준편차가 허용범위를 벗어나면 다시 작성하여야 한다.

6.4.2 시료분석을 연속으로 수행할 경우에는 일주일에 1회 검정곡선을 작성하고, 그 기간 중 검정곡선을 검증하기 위하여 매일 1개의 표준용액(검정곡선 작성 중간 농도)을 측정하여 검정 인자 (CF, calibration factor)를 구한다. 이 값이 초기 검정곡선 작성 시

구한 검정 인자와 비교했을 때 편차 백분율이 $\pm 20\%$ 이내일 때는 원래의 검정곡선을 이용하여 시료 중의 농도를 정량하며, 편차 백분율이 $\pm 20\%$ 이상일 때는 새로운 검정곡선을 작성하여야 한다. 이때 편차 백분율은 다음과 같이 구한다.

$$\text{편차 백분율 (\%)} = \frac{(R_1 - R_2)}{R_1} \times 100 \quad (\text{식 1})$$

$$R_1 : \text{초기 검정곡선의 CF} = \frac{\text{개별성분의 높이 또는 면적}}{\text{개별성분 주입량 (ng)}} \quad (\text{식 2})$$

$$R_2 : \text{초기 검정곡선 확인용 CF} = \frac{\text{개별성분의 높이 또는 면적}}{\text{개별성분 주입량 (ng)}} \quad (\text{식 3})$$

6.5 내부정도관리 주기 및 목표

6.5.1 방법검출한계, 정량한계, 정밀도 및 정확도는 연 1회 이상 산정하는 것을 원칙으로 하며, 분석자의 교체, 분석 장비의 수리 및 이동 등의 주요 변동사항이 생길 경우에는 다시 실시한다.

6.5.2 검정곡선 검증 및 시약바탕시료의 분석은 각 시료 군마다 실시하며, 고농도의 시료 다음에는 시약바탕시료를 측정하여 오염 여부를 점검한다.

6.5.3 각 정도관리 항목에 대한 정도관리 목표값은 표 1과 같다.

7.0 분석절차

7.1 전처리

7.1.1 추출

시료의 분석이 24시간 이상 걸리면 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 이하 냉장 보관하도록 한다. 형광등에 시료의 노출을 최소화한다. 모든 시료는 시료채취 후 1주일 이내에 추출하여야 한다.

7.1.1.1 속슬렛 추출법

7.1.1.1.1 5.2 항에 따라 채취한 시험분석용 시료로부터 함량분석에 필요한 양 1 g ~ 2 g을 취해 원통형 추출용기에 넣고 속슬렛 추출기에 장착한다^[1].

7.1.1.1.2 1개 ~ 2개의 비등석을 넣은 500 mL 둥근바닥플라스크에 아세톤/다이클로로메테인 용액 (1:1) 300 mL를 넣은 후, 이 둥근바닥플라스크를 추출장치에 부착시켜 시간당 4 사이클 ~ 6 사이클을 유지하면서 16시간 동안 추출한 후 상온에서 냉각한다.

7.1.1.1.3 추출액은 회전증발농축기를 이용하여 5 mL 정도로 농축한 다음, 수기에 옮긴 후 질소가스를 불어넣어 최종 액량을 1 mL가 되도록 농축한다.

7.1.1.2 고/액 추출법

7.1.1.2.1 5.2 항에 따라 채취한 시험분석용 시료를 100 mesh ~ 200 mesh 75 µm ~ 150 µm 크기로 분쇄한 후, 시료 적당량 1 g ~ 2 g을 취해 100 mL 용량의 마개 달린 용기에 넣는다.

7.1.1.2.2 다이클로로메테인/헥세인 용액 (1:1)을 50 mL 넣고, 진탕기에 장착한 후 2 시간동안 추출을 진행한다.^[1]

7.1.1.2.3 추출된 용액을 여과하고 회전증발농축기를 이용하여 5 mL 정도로 농축한 다음, 수기에 옮기고 질소가스를 불어넣어 최종 액량을 1 mL가 되도록 농축한다.

7.1.2 정제

일반적으로 실리카겔로 정제과정을 수행하나 유류가 많은 시료의 경우 알루미나를 사용하여 정제한다.

7.1.2.1 4 % 함수실리카겔 정제

[1] 정확한 함량 분석을 위해서는 내부표준물질 (10 mg/L) 50 µL를 첨가하여 회수율을 확인할 수 있다.

7.1.2.1.1 용매로 세정한 안지름 15 mm, 길이 300 mm의 정제용 컬럼에 무수황산나트륨 약 1 g, 4 % 함수실리카겔 4 g, 무수황산나트륨 1 g을 순차적으로 충전한다.

7.1.2.1.2 농축된 시료를 컬럼 기벽에 묻지 않고, 상단의 무수황산나트륨이 흘러지지 않도록 조심스럽게 주입한 후, 다이클로로메테인/헥세인 용액 (1:1) 25 mL로 매초 1 방울 속도로 유출시킨다.

7.1.2.1.3 유출액을 농축기로 약 5 mL로 농축한 다음 질소가스를 불어넣어 약 1 mL로 농축한^[2] 후 분석기기로 정량한다.

7.1.2.1.4 실린지 첨가용 내부표준물질 (10 mg/L) 50 µL를 첨가한 후 최종액으로 사용한다. 단, 유류를 많이 함유한 토양의 경우 실리카겔 정제를 하지 않고 알루미나 정제를 할 수 있다.

7.1.2.2 알루미나 정제

7.1.2.2.1 용매로 세정한 안지름 15 mm 길이 300 mm의 정제용 컬럼에 무수황산나트륨 약 1 g, 활성알루미나 10 g, 무수황산나트륨 1 g을 순차적으로 충전한다. 이때 충전 부분이 다소 변색된 경우는 사용하지 않는다.

7.1.2.2.2 농축된 시료가 컬럼의 기벽에 묻지 않고, 상단의 무수황산나트륨이 흘러지지 않도록 조심스럽게 주입한 후, 다이클로로메테인/헥세인 용액 (1 : 9) 50 mL를 연속적으로 매초 1 방울 속도로 유출시키고 이 유출액은 버린다.

7.1.2.2.3 이어서 다이클로로메테인 40 mL를 매초 1 방울 속도로 유출시킨다.

7.1.2.2.4 유출액을 농축기로 약 1 mL로 농축한 다음 질소가스를 불어넣어 1 mL로 농축한 후 최종액으로 사용한다.

7.2 검정곡선의 작성

[2] 정확한 분석을 위해서는 실린지 첨가용 내부표준물질을 (10 mg/L) 50 µL를 첨가하여 최종액의 부피를 보정하여야 한다,

7.2.1 10 mL 용량의 부피플라스크에 PAHs 표준용액 (10 mg/L)을 0.1 mL ~ 1 mL 단계별로 각각 취한 후 헥세인으로 표선을 맞춘다^[3]. 단, 검정곡선 작성용 표준용액은 정량한계 이상 농도를 3개 이상 포함하여야 한다.

7.2.2 각 분석대상물질의 농도 (mg/L)를 가로축 (x 축)에, 각 분석대상물질의 측정면적을 세로축 (y 축)에 취하여 검정곡선을 작성한다^[4].

7.3 측정법

7.3.1 시험용액 일정량 (2 µL)을 미량주사기로 기체크로마토그래프 질량분석기에 주입하여 기체크로마토그래프 분석을 실시한다.

7.3.2 절대검정곡선법을 사용하는 경우, 크로마토그램으로부터 구한 분석대상 물질의 각 성분의 해당 피크의 면적을 검정곡선의 y 값에 대입하여 농도 (mg/L)를 계산하며, 상대검정곡선법을 사용하는 경우 아래의 식에 따라 내부표준물질과 분석대상물질의 면적비를 구하여 분석대상물질의 농도를 구한다.

$$C_s = \frac{\left[\frac{A_s}{A_{is}} - b \right] C_{is}}{a} \quad (\text{식 4})$$

여기서, C_s : 내부표준법에 의한 분석대상 물질의 농도 (mg/L)

A_s : 분석대상 물질의 피크 면적

A_{is} : 내부표준물질의 피크 면적

C_{is} : 내부표준물질의 농도 (피렌-d₁₀ (pyrene-d₁₀)) (mg/L)

[3] 내부표준물질 및 주사기 첨가용 내부표준물질을 사용하여 회수율과 최종액량을 보정할 경우 내부표준용액 (10 mg/L)과 주사기 첨가용 내부표준용액 (10 mg/L)을 각각 0.5 mL씩 첨가한다.

[4] 최종액량 보정을 위해 주사기 첨가용 내부표준물질을 사용했을 경우 분석대상 물질의 각 성분에 대한 면적과 내부표준물질의 면적의 비를 구하여 검정곡선을 작성하고, 시료도 동일한 방법을 적용하여 구한 검정곡선의 관계식에 대입하여 측정한다.

a : 검정곡선의 기울기

b : 검정곡선의 절편

7.3.3 만약 시료 중 대상물질의 농도가 검정곡선의 정량범위를 초과할 경우, 시료(검액)를 희석하여 정량범위 내에 들어오도록 농도를 조절해야 한다. 이때 내부표준물질은 최종분석 시료인 희석된 시료에 첨가되어야 하며, 희석에 의한 대상물질의 농도와 방법 검출한계 등은 희석배수를 반영하여 산출한다.

8.0 결과보고

8.1 분석결과 보고

8.1.1 크레오소트유 방부목 판정

8.1.1.1 검정곡선에서 얻어진 각각의 분석대상물질 (benzo(a)anthracene, benzo(a)pyrene, fluoranthene)의 농도 사용하여 다음의 식으로부터 크레오소트유 방부목에 있는 대상물질의 농도를 계산한다.

$$\text{크레오소트유 방부목 중 대상물질의 농도 (mg/kg)} = \frac{(C_1 - C_0)}{W_d} \times V \times 1000 \times f \quad (\text{식 5})$$

여기서, C_1 : 검정곡선에서 얻어진 분석시료의 농도 (mg/L)

C_0 : 검정곡선에서 얻어진 시약바탕시료의 농도 (mg/L)

V : 시험용액의 부피 (여기서는 0.001 L)

W_d : 시료의 중량 (g)

f : 희석배수

8.1.1.2 측정된 3개 성분의 농도의 합이 3 mg/kg 이상이면, 크레오소트유 방부목재로 판정한다.

8.1.2 결과의 표기

8.2.2.1 농도 측정 결과는 mg/kg으로 표기하며 유효숫자 둘째 자리까지 구하고 반

올림하여, 결과는 첫째 자리로 표시하며, 8.1.1.2 항에 따라 “크레오소트유 방부목” 여부를 기록한다.

8.2.2 모든 농도 결과는 정량한계를 적용하여 나타내고 정량한계 미만은 불검출로 표시하며 정량한계 값을 같이 제시한다.

9.0 참고문헌

9.1 US EPA Method 8100, Polynuclear aromatic hydrocarbons, 1986

9.2 Japan. Law for the control of household products containing hanful substances, 2003

9.3 Rotard W, Mailahn W, GAs chromatographic-mass spectrometric analysis of creosotes extracted from wooden sleepers installed in palygrounds, Analytical Chemistry.59:65-69, 1987

9.4 European Committee for Standardization, 1-11, 2000

9.5 Coal-tra creosote(concise international chemical assessment document) 62, WHO, 2004

10.0 부록

표 1. 정도관리 목표값

정도관리 항목	정도관리 목표
방법검출한계	benzo(a)anthracene, benzo(a)pyrene, fluoranthene 0.1 mg/kg
정량한계	benzo(a)anthracene, benzo(a)pyrene, fluoranthene 0.5 mg/kg
검정곡선	결정계수 (R^2) 값이 0.99 이상 또는 감응계수 (RF)의 상대표준편차 20 % 이내
정밀도	상대표준편차가 25 % 이내
정확도	75 % ~ 125 %

표 2. 다환방향족탄화수소류 (PAHs)의 기기분석 조건(예)

항 목	조 건
분석기기	Aglient 7890A/5975C
주입구	mode : splitless, volume : 1 ul, temp : 250 °C
colume	J&W 122-3832, DB-35MS (30m x 0.25 mm x 0.25 μ m)
flow rate	1 mL/min
oven	60 °C (5 min hold) $\rightarrow$ 10 °C / min $\rightarrow$ 310 °C (15 min hold)

표 3. 측정 대상 물질의 정량 선택 이온

대상물질	정 량 이온	확인 이온
benzo(a)anthracene	228	226
benzo(a)pyrene	252	250
fluoranthene	202	101
실린지첨가용 내부표준물질 (d_{10} -pyrene)	212	
내부표준물질 (d_{12} -chrysene)	240	120, 236

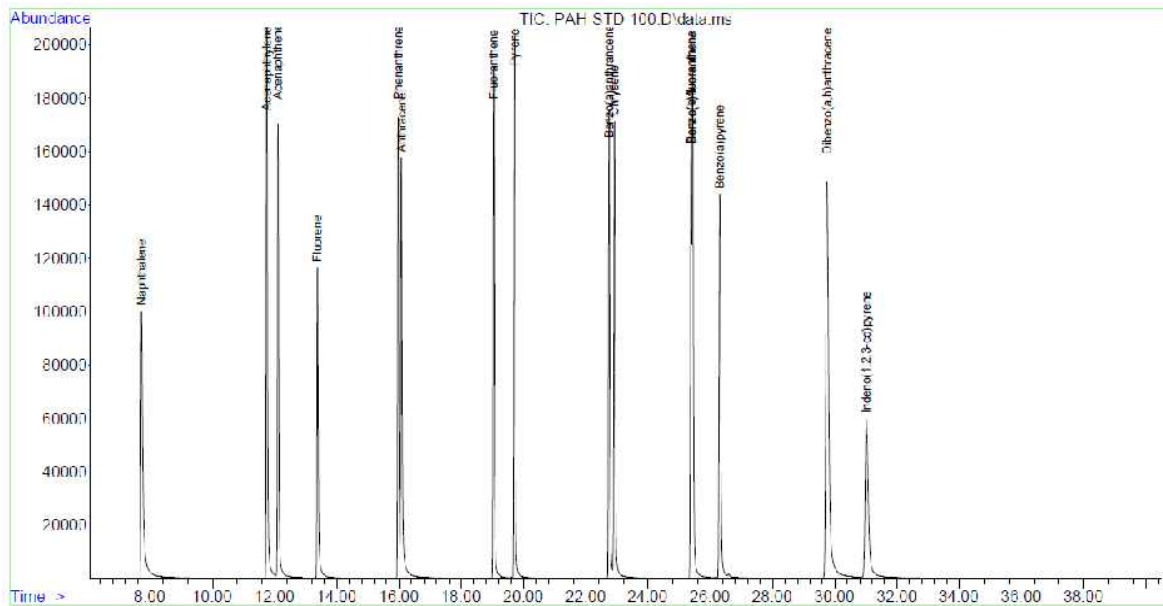


그림 1. 다환방향족탄화수소의 크로마토그램(표준용액 0.1 mg/L)

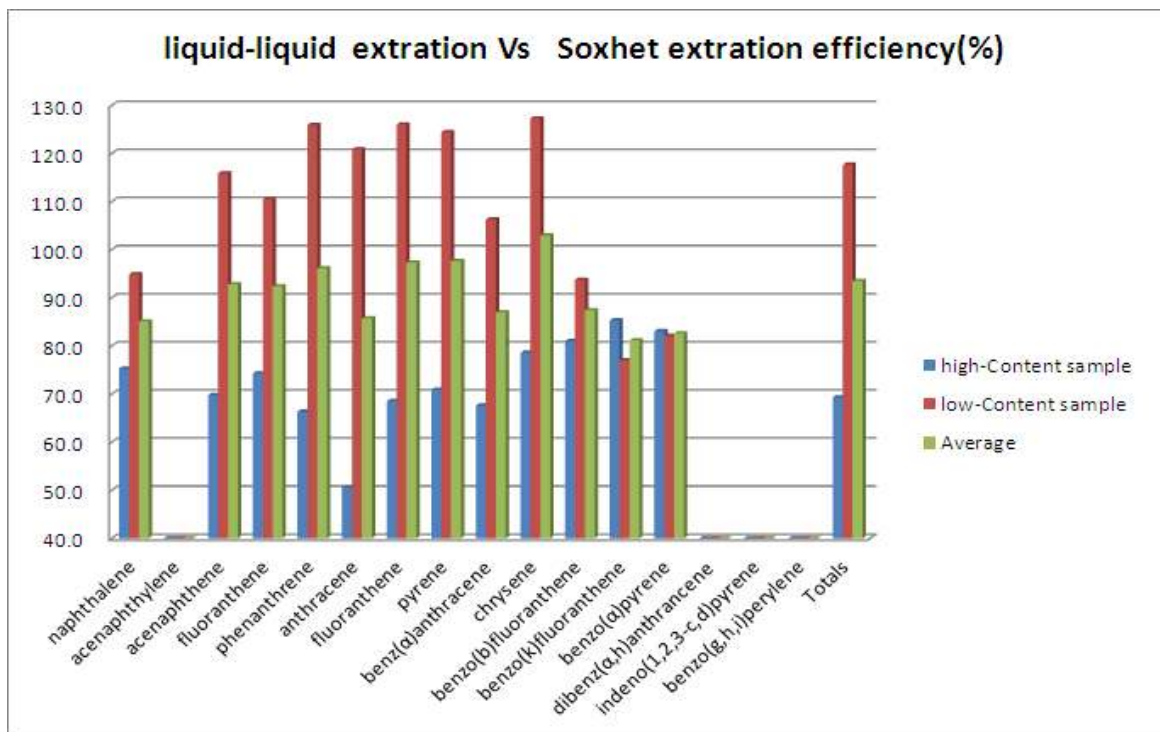


그림 2. 속슬렛 추출법과 액/액 추출법에 따른 PAHs 농도 비교