

短鏈氯化石蠟檢測方法—氣相層析／電子捕捉負離子—質譜儀法

中華民國 111 年 3 月 3 日環署授檢字第 1117101185 號

自公告日生效

NIEA M502.00B

一、方法概要

環境樣品經由萃取、濃縮、淨化等程序後，使用氣相層析／電子捕捉負離子—質譜儀(Gas chromatograph in combination with electron capture negative ion mass spectrometer, GC/ECNI-MS)，並依所採用之不同氯含量標準品及內標準品測定樣品中短鏈氯化石蠟(Short-chain chlorinated paraffins, SCCPs; C₁₀₋₁₃)之總含量。

二、適用範圍

本方法適用於測定一般環境基質之土壤、底泥及生物組織中短鏈氯化石蠟之總含量。

三、干擾

分析過程所使用之玻璃器皿、溶劑及試劑等可能導入未知污染，導致高背景基線(Baseline)以及低訊噪比(Signal to noise ratio)，因而影響層析解析度與分析定量靈敏度。若溶劑純度不夠，對於樣品之淨化效率影響甚大。高污染之樣品前處理後之玻璃器皿更需額外清洗或直接丟棄，以避免樣品間之交叉污染。

四、設備與材料

- (一) 玻璃棉：使用前以二氯甲烷及正己烷浸泡淋洗，以氮氣吹乾後置於棕色瓶內或避光貯存備用，亦可使用市售清洗過之玻璃棉。
- (二) 廣口瓶：褐色玻璃，容量 100 mL、250 mL、500 mL，附螺旋蓋鐵氟龍內墊。
- (三) 樣品瓶：褐色玻璃 2 L 至 5 L，附螺旋蓋鐵氟龍內墊。
- (四) 洗瓶：鐵氟龍材質。
- (五) 軟管：矽膠材質。
- (六) 藥勺：不鏽鋼材質。
- (七) 玻璃血清瓶：附螺旋蓋鐵氟龍內墊。
- (八) 丟棄式玻璃滴管。
- (九) 乾燥器(Desiccator)。

(十) 天平：

1. 精密天平：可精稱至 0.1 mg。
2. 電子天平：可精稱至 10 mg。

(十一) 氮氣吹除裝置：附流量調整閥。

(十二) 減壓濃縮機：具控溫、控壓之功能者。

(十三) 烘箱：溫度可達 550 °C。

(十四) 均質機(Tissue homogenizer)。

(十五) 冷凍乾燥機。

(十六) 磁子攪拌裝置。

(十七) 離心機：轉速可達到 870 ×g。

(十八) 微波溶劑萃取裝置：

1. 萃取溫度準確與否將影響本方法之再現性，故微波萃取裝置最好具有溫度回饋控制系統，而溫度感測器之準確性必須在 ± 2.5 °C 誤差範圍內，且能感測到溫度在 ±2 °C 範圍內之變化，在感測後之 2 秒內自動調整微波輸出功率。
2. 微波萃取反應瓶：能容納 1 g 至 20 g 樣品的反應瓶皆可被採用。反應瓶應具微波穿透性，材質不會與試劑和樣品發生反應並至少能符合耐溫 200 °C 和耐壓 200 psi 之最低要求。依照儀器廠商的說明清洗、操作和組裝瓶組。
3. 為避免在加熱過程中溶劑蒸汽可能會從內管或上蓋密合處洩漏，應在所有蓋子鎖好且爐門緊閉的情況下操作；建議可選擇具有易燃蒸汽感測器之裝置，以確保蒸汽洩漏時能立即停止微波輸出，並遵照儀器廠商建議針對加熱中經常會洩漏溶劑的反應管及上蓋做必要之更新及處理。

(十九) 加壓流體萃取裝置：使用適當尺寸溶劑萃取管或其他系統設計，只要能提供足夠之分析績效結果亦可採用。常用之萃取管裝填量有 10 g、20 g、30 g 等容量。萃取管的材質必需是不鏽鋼或是其他能維持方法中所需要的壓力材質者。

(二十) 超音波萃取設備：角錐狀超音波萃取器附鈦製振盪頭，或具同等功能之設備皆可使用。

超音波分散器：必須具備最小電功率為 300 W 脈動波之分散器，並建議具備減低刺耳噪音的裝置（聲納盒(Sonabox)）。依廠商說明書中的指示，準備適當的分散器，以供低濃度及中

／高濃度樣品萃取之用。低濃度樣品使用直接侵入式超音波處理（將探針直接放入樣品容器中），使用 3/4 吋分散角錐；中／高濃度樣品使用 1/2 吋角錐栓接 1/8 吋微探針之分散器。間接傳導式超音波處理（Cup horn 或 Microplate horn 系統），使用 2.5 吋探棒(Horn)，樣品容器放置探棒上方但不可碰到探棒，杯(Cup)中一定要有水才能啟動。

（二十一）氣相層析質譜儀：

1. 氣相層析儀：具設定升溫程式功能及其它必須之附件，如注射針、層析管柱及氣體等的完整分析系統。
2. 質譜儀：與氣相層析儀相連，使用電子捕捉負離子(ECNI)方式離子化和適當的反應氣體（例如甲烷）。

五、試劑

- （一）試劑水：不含有機物質之去離子水。
- （二）甲醇：殘量級或同級品。
- （三）正己烷：殘量級或同級品。
- （四）丙酮：殘量級或同級品。
- （五）二氯甲烷：殘量級或同級品。
- （六）硫酸：試藥級。
- （七）異丙醇：殘量級或同級品。
- （八）亞硫酸鈉：試藥級。
- （九）無水硫酸鈉：試藥級。
- （十）矽酸鎂：粒狀，農藥殘量分析（PR, 60/100 篩目）級，已適當活化並存放在有玻璃磨砂蓋或金屬箔墊片螺旋蓋之玻璃瓶內，作為管柱淨化用。
- （十一）矽膠：Silica gel 60(Merck)或同級品。
- （十二）四丁基亞硫酸銨溶液：將 3.39 g 四丁基硫酸氫銨（試藥級）溶於 100 mL 試劑水中，每次以 20 mL 正己烷萃取 3 次以除去不純物，移除正己烷萃取液，並加入 25 g 亞硫酸鈉至水溶液中。將此四丁基亞硫酸銨飽和溶液儲存於棕色玻璃瓶內，並用有鐵氟龍襯墊的螺旋瓶蓋旋緊。此溶液在室溫下可儲存 1 個月。
- （十三）氮氣(N₂)：純度 99.99 % 以上。
- （十四）氦氣(He)：純度 99.9995 % 以上。

- (十五) 甲烷(CH₄)：純度 99.99 % 以上。
- (十六) 短鏈氯化石蠟標準溶液：因短鏈氯化石蠟標準品有各種不同氯含量（如 55.5 %、63 % 等），可選用與樣品中待測化合物之氯含量相當的短鏈氯化石蠟標準品。以氯含量 55.5 % 短鏈氯化石蠟標準品為例，稱取高純度標準品以適當溶劑配製為 100 mg/L（參考濃度值），或使用具可追溯性之市售標準溶液。
- (十七) 內標準品：可選用與待測化合物滯留時間較接近且兩者層析峰可完全分離之內標準品。以 Hexachlorobenzene(¹³C₆) 為例，稱取高純度內標準品以正壬烷或適當溶劑配製為 0.1 mg/L（參考濃度值）內標準品儲備溶液，或使用具可追溯性之市售標準溶液。檢量線標準溶液及樣品於上機前，每 1 mL 加入添加 20 μL（參考添加量）之內標準品儲備溶液。
- (十八) 擬似標準品（視需要添加）：可選用與待測化合物化性相似，但極少存在於環境樣品中之擬似標準品。以 Alpha-BHC(¹³C₆) 為例，稱取高純度擬似標準品以正壬烷或適當溶劑配製為 10 mg/L（參考濃度值）擬似標準品儲備溶液，或使用具可追溯性之市售標準溶液。

六、採樣與保存

- (一) 土壤、底泥可參考本署公告「土壤採樣方法(NIEA S102.6)」及「底泥採樣方法(NIEA S104.3)」採樣（註1），採得之樣品裝入褐色玻璃樣品瓶內，保存在 10 °C 以下暗處冷藏運送至實驗室。
- (二) 生物組織樣品採集後，保存在 4 °C 以下暗處冷藏運送至實驗室（註2）。
- (三) 樣品於萃取後 45 天內完成分析。雖無數據證明最長之樣品保存期限，土壤、底泥及生物組織等基質樣品如經乾燥、研磨、過篩後存於室溫暗處，則保存期限可達一年以上。

七、步驟

依效能基準(Performance-based)，對於特殊或不同類別基質之樣品，分析人員可適當修改本節之樣品前處理程序，以克服干擾物質對分析結果的影響，惟修改後之方法其執行檢測之所有步驟及程序應符合第九節所述品質管制規範。

(一) 樣品預處理

1. 將土壤、底泥樣品放置於乾淨的玻璃器皿中或鋁箔紙上置於乾淨區域，先剔除石礫、樹枝等雜物後，自然風乾（註3）（約需 7 天至 10 天）。風乾過程需偶爾將團粒（如粒徑大於 15

mm) 剝散，以免固態樣品因脫水而緊密膠結，並有利於乾燥速度。風乾完成後，以木鎚或適當工具敲碎，用 2 mm(10 mesh)標準篩網過篩，再經過研磨使其通過 18 mesh (即孔徑 ≤ 1 mm) 標準篩，再充分混合均勻裝入樣品瓶內，待進行萃取處理程序 (註 4)。生物組織樣品經冷凍乾燥。

2. 另取乾燥前之樣品依「土壤及底泥水分含量測定方法—重量法 (NIEA S280.6)」進行含水率測試。

(二) 樣品萃取：

可依實際需要選擇萃取方式，或參考下述步驟進行萃取。

1. 底泥及土壤樣品：

(1) 微波萃取：

稱取經自然風乾及均質後之樣品 10 g (或適量)，添加適量之擬似標準品 (10 mg/L, 10 μ L；參考濃度值及添加量)，以 30 mL 正己烷/丙酮(1/1, v/v)進行微波萃取，微波設定條件如下：

室溫 $\xrightarrow{15 \text{ min}}$ 115 °C \times 15 min $\xrightarrow{25 \text{ min}}$ 室溫

冷卻後將萃取液移入濃縮管，並用正己烷淋洗微波萃取瓶 3 次後，併入萃取液。以濃縮裝置濃縮萃取液至約 2 mL 至 3 mL，以備進行後續淨化步驟。

(2) 加壓流體萃取：

稱取經自然風乾及均質後之樣品 10 g (或適量)，添加適量之擬似標準品 (10 mg/L, 10 μ L；參考濃度值及添加量)，以二氯甲烷/丙酮(1/1, v/v)進行加壓流體萃取，設定條件如下：

烘箱溫度：100 °C。

壓力：1,500 psi 至 2,000 psi。

靜態時間：5 min (在預熱平衡 5 min 後)。

流洗體積：萃取管體積的 60 %。

氮氣除氣：150 psi 維持 1 min (萃取管愈大，除氣時間也要加長)。

靜態循環：1 次。

以濃縮裝置濃縮萃取液至約 2 mL 至 3 mL，以備進行

後續淨化步驟。

2. 生物組織（如魚類）樣品：稱取經冷凍乾燥及均質後之樣品 10 g（或適量），添加適當濃度之擬似標準品（10 mg/L，10 μ L；參考濃度值及添加量），以 30 mL 正己烷／丙酮(1/1, v/v) 進行超音波萃取 30 分鐘，冷卻後將萃取液移入濃縮管，並用正己烷淋洗超音波萃取瓶 3 次後，併入萃取液。以濃縮裝置濃縮萃取液至約 2 mL 至 3 mL，以備進行後續淨化步驟。

（三）淨化步驟

依樣品基質干擾及待測化合物特性，底泥樣品可參考「去硫淨化法(NIEA M186.0)」、「矽膠淨化法(NIEA M183.0)」及「矽酸鎂淨化法(NIEA M182.0)」依序進行萃取液淨化步驟；生物組織樣品可參考「硫酸/高錳酸鉀淨化法(NIEA M187.0)」、「矽膠淨化法(NIEA M183.0)」及「矽酸鎂淨化法(NIEA M182.0)」依序進行萃取液淨化步驟，或參考下述步驟進行淨化。

1. 去硫淨化（底泥樣品）

- (1) 將已濃縮之萃取液移至螺蓋玻璃試管中，並以正己烷淋洗濃縮管 3 次後，併入玻璃試管。
- (2) 加入 1 mL 四丁基亞硫酸銨及 2 mL 異丙醇，旋緊瓶蓋以震盪器震盪 1 分鐘。
- (3) 加入 5 mL 試劑水，旋緊瓶蓋再次以震盪器震盪 1 分鐘。
- (4) 以 870 \times g 以上離心 10 分鐘，將上層液移至乾淨濃縮管中，再以正己烷萃取水層 3 次，併入有機層。
- (5) 以吹氮濃縮方式濃縮至約 0.5 mL，以備進行後續淨化步驟。

2. 硫酸淨化（生物組織樣品）

- (1) 將已濃縮之萃取液移至螺蓋玻璃試管中，並以正己烷淋洗濃縮管 3 次後，併入玻璃試管。加入等體積之濃硫酸並旋緊瓶蓋，使用震盪器混合均勻，靜置一晚。
- (2) 以 870 \times g 以上離心 10 分鐘，將上層液移至乾淨玻璃試管中，加入等體積濃硫酸並旋緊瓶蓋，使用震盪器混合均勻以 870 \times g 以上離心 10 分鐘，將上層液移至濃縮管，再以正己烷萃取硫酸層 3 次，併入有機層。
- (3) 以吹氮濃縮方式濃縮至約 0.5 mL，以備進行後續淨化步驟。

3. 酸性矽膠管柱淨化

- (1) 淨化管柱製備：將事先經 450 °C 烘烤 5 小時的中性矽膠加入適量濃硫酸（約 40 %）並搖晃均勻，保存於乾燥箱中備用。選擇適當體積之淨化管柱依序填充適量玻璃棉，及約 2 g 無水硫酸鈉、7.5 g 酸性矽膠、2 g 無水硫酸鈉，製備成酸性矽膠淨化管柱。
- (2) 以 40 mL 正己烷預洗製備完成之淨化管柱。
- (3) 將萃取液移至淨化管柱頂端，並以正己烷淋洗濃縮管 3 次，併入淨化管柱。待液面降至填充層頂端時，依序以 50 mL 正己烷及 30 mL 正己烷／二氯甲烷(1:1, v/v)流洗淨化管柱，並以乾淨濃縮管收集流洗液，以濃縮裝置濃縮流洗液至約 2 mL 至 3 mL，以備進行後續淨化步驟。

4. 矽酸鎂管柱淨化

- (1) 淨化管柱製備：將事先經 550 °C 烘烤 5 小時的矽酸鎂，保存於 80 °C 烘箱中備用。選擇適當體積之淨化管柱依序填充適量玻璃棉，及約 2 g 無水硫酸鈉、10 g 矽酸鎂、2 g 無水硫酸鈉，製備成矽酸鎂淨化管柱。
- (2) 依序以 30 mL 二氯甲烷及 30 mL 正己烷預洗製備完成之淨化管柱。
- (3) 將萃取液移至淨化管柱頂端，並以正己烷淋洗濃縮管 3 次，併入淨化管柱。待液面降至填充層頂端時，依序以 40 mL 正己烷及 30 mL 正己烷／二氯甲烷(85:15, v/v)流洗淨化管柱，並以乾淨濃縮管收集流洗液，以濃縮裝置濃縮流洗液至近乾，以正己烷定容至適當體積。

（四）檢量線製備及確認

1. 短鏈氯化石蠟檢量線標準溶液以正己烷為溶劑來配製，分別配製至少五種濃度之檢量線標準溶液建立起始檢量線，最低一點濃度宜與方法定量極限（約為 3 倍方法偵測極限）之濃度相當，其餘的濃度須涵蓋實際樣品的預測濃度，並介於偵測器之工作範圍內。
2. 採用與注入真實樣品之相同方式，將配製好檢量線標準溶液注入儀器，以其待測化合物及擬似標準品依所對應之內標準品之層析波峰面積（或高度）對濃度計算個別之感應因子(Response factor, RF)，再求得平均感應因子與相對標準偏差(Relative standard deviation, RSD)；若有待測化合物之 RSD 大於 20

%，應重新建立檢量線。

$$RF = \frac{(A_s)(C_{is})}{(A_{is})(C_s)}$$

$$\overline{RF} = \frac{\sum_{i=1}^n RF_i}{n}$$

$$RSD(\%) = \frac{SD}{\overline{RF}} \times 100(\%)$$

其中 A_s ：待測化合物或擬似標準品之總層析峰面積（或高度）

A_{is} ：內標準品之層析峰面積（或高度）

C_s ：待測化合物或擬似標準品之濃度(mg/L)

C_{is} ：內標準品之濃度(mg/L)

RF_i ：各濃度檢量線標準溶液中，待測化合物的感應因子

n ：感應因子之個數

\overline{RF} ：檢量線標準溶液中待測化合物的平均感應因子

SD ：待測化合物平均感應因子的標準偏差

3. 檢量線製備完成，應以第二來源標準品配製接近檢量線中點濃度之標準溶液（若無第二來源標準品時，至少應使用另一獨立配製之標準溶液）進行確認，其相對誤差需小於 30 %。

（五）儀器分析

實驗室依據本方法執行檢測時，質譜儀須執行儀器日性能查核，並訂定實驗室允收標準，儀器分析參考條件如下所列：

1. 氣相層析儀條件

- (1) 層析管柱：30 m（長度）× 0.25 mm（內徑）× 0.25 μm（膜厚）之 DB-5MS 管柱或同級品。
- (2) 可程式控溫汽化注射口(Programmable temperature vaporizing inlet)溫度：初始溫度 120 °C 維持 1.2 秒後，以 14.5 °C/sec 升至 160 °C 維持 3 秒，接著以 8 °C/sec 升至 280 °C 維持

1.5 分鐘，最後以 14.5 °C/sec 升至 300 °C 維持 5 分鐘。

- (3) 管柱溫度：初始溫度 80 °C 維持 2 分鐘後，以 25 °C/min 升至 310 °C 維持 4 分鐘。
- (4) 載流氣體（氮氣）流率：1.2 mL/min。
- (5) 樣品注入量：5 µL，不分流注射(Splitless mode)。

2. 質譜儀條件

- (1) 離子化方式：電子捕捉負離子(ECNI)。
- (2) 離子源溫度：150 °C。
- (3) 反應氣體（甲烷）流率：1.25 mL/min。
- (4) 質譜偵測方式：選擇性離子監測(Selected ion monitoring, SIM)。
- (5) 停駐時間(Dwell time)：25 毫秒。
- (6) 特性離子及滯留時間：詳見附表一。

(六) 廢液處理：本檢驗相關樣品廢液，依含鹵素有機溶劑廢液處理。

八、結果處理

(一) 定性分析

定性分析之原則，是以樣品與標準品之特性離子圖譜（如附圖）進行比對應一致，且待測化合物與標準品的相對滯留時間(Relative retention time, RRT)的差異必須在 ± 0.06 RRT 以內。

$$RRT = RT_s / RT_{is}$$

RT_s ：待測化合物之滯留時間。

RT_{is} ：對應內標準品之滯留時間。

(二) 定量分析

當確認待測化合物後，可用表一中所列化合物之 24 個主要特性離子積分所得總層析峰面積（或高度）進行定量，如果主要特性離子在樣品中遭受干擾，可採用次要特性離子來定量。檢測報告出具時應加註所使用標準品之氯含量，樣品中待測化合物含量計算方式如下：

$$\text{樣品中待測物含量}(mg/kg) = \frac{(A_s)(C_{is})(V)}{(A_{is})(\overline{RF})(W)}$$

其中 A_s ：待測化合物特性離子之總層析峰面積（或高度）

A_{is} ：內標準品特性離子之層析峰面積（或高度）

C_{is} ：內標準品之濃度(mg/L)

W ：萃取樣品之重量(g)

V ：定容體積(mL)

\overline{RF} ：平均感應因子

九、品質管制

- (一) 空白樣品分析：每批次樣品（當該批樣品少於 10 個時）或每 10 個樣品至少執行 1 個空白分析，空白樣品分析值應小於 2 倍方法偵測極限。
- (二) 查核樣品分析：分析以空白樣品為基質，且加入適量的標準溶液及擬似標準溶液，計算其回收率；其頻率為每批次或每 10 個樣品執行 1 個查核樣品分析，回收率應介於 60% 至 140%。
- (三) 重複樣品分析：每批次或每 10 個樣品執行 1 個重複樣品分析，相對差異百分比應小於或等於 30%。
- (四) 擬似標準品的回收率：必要時應評估樣品中擬似標準品的回收率，並與本身所建立的品管要求比較，觀察有無異常情況出現。
- (五) 內標準品監測：分析前及每 12 小時確認每一個內標準品的滯留時間與檢量線標準溶液中點濃度之內標準品滯留時間比較，差異應在 $\pm 0.4\%$ 以內，而其離子層析峰面積變異，則應在 -50% 至 +100% 之間。當發現超出標準時，須立即尋找原因並加以修正。
- (六) 添加樣品分析：添加適量標準溶液或擬似標準溶液到真實樣品中，計算其回收率；其頻率為每批次或每 10 個樣品中應做 1 個樣品添加，藉以評估基質干擾程度。
- (七) 檢量線查核：分析前及每 12 小時需以含有待測化合物的中點濃度標準溶液及擬似標準品查核起始檢量線。若待測化合物與檢量線感應因子之相對誤差值(D)在 30% 內，則起始校正檢量線仍可使用，若待測化合物相對誤差值大於前述規範，便須採取修正動作；若修正措施後仍無法找出問題，則須重新製作檢量線。

$$D(\%) = \frac{(RF - \overline{RF})}{\overline{RF}} \times 100$$

\overline{RF} ：起始校正標準品之平均感應因子

RF ：待測化合物之感應因子

十、精密度與準確度

表二為單一實驗室測試空白基質樣品之分析結果。

十一、參考資料

- (一) 行政院環境保護署毒物及化學物質局，107 年度化學物質環境流布背景調查專案工作計畫，TCSB-107-EM02-02-A012，中華民國 107 年。
- (二) Chen, L., Huang, Y., Han, S., Feng, Y., Jiang, G., Tang, C., Ye, Z., Zhan, W., Liu, M., Zhang, S. Sample pretreatment optimization for the analysis of short chain chlorinated paraffins in soil with gas chromatography–electron capture negative ion-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 2013. 1274, 36-43.
- (三) Gao, Y., Zhang, H., Su, F., Tian, Y., Chen, J. Environmental occurrence and distribution of short chain chlorinated paraffins in sediments and soils from the Liaohe River Basin, P. R. China. *Environmental Science & Technology*. 2012. 46, 3771-3778.
- (四) Parera, J., Santos, F.J., Galceran, M.T. Microwave-assisted extraction versus Soxhlet extraction for the analysis of short-chain chlorinated alkanes in sediments. *Journal of Chromatography A*. 2004. 1046, 19-26.
- (五) Tomy, G.T., Stern, G.A., Muir, D.C.G., Fisk, A.T., Cymbalisty, C.D., Westmore J.B. (1997). Quantifying C10-C13 polychloroalkanes in environmental samples by high-resolution gas chromatography / electron capture negative ion high-resolution mass spectrometry. *Analytical Chemistry*. 1997. 69, 2762-2771.

註 1：本文引用之所有公告方法名稱及編碼，以行政院環境保護署最新公告者為準。

註 2：採集之樣品如未能於 24 小時內送至實驗室處理，應在 0 °C 以下貯存，以避免樣品變質。

註 3：固態樣品在剔除雜物時應儘量將附著其上的樣品回收，風乾樣品厚度最好不超過 15 mm，風乾時須避免直接日曬，並使用不吸水的容器。對受有機性污染的土壤樣品應注意避免與皮膚接觸，且在乾燥過程必須注意通風與排氣等。

註 4：乾燥、研磨、過篩等預處理工作，最好能在個別獨立的空間中進行，並避免樣品間交互污染，敲碎或研磨、過篩後，皆應將樣品重新混合。若檢測樣品量小於 2 g，則須另取經過 2 mm (10 mesh) 篩的代表性樣品至少 20 g 進一步研磨，使通過 250 μm (60 mesh) 篩網後，再稱取樣品。

表一 短鏈氯化石蠟(55.5 % Cl)之特性離子及滯留時間範圍

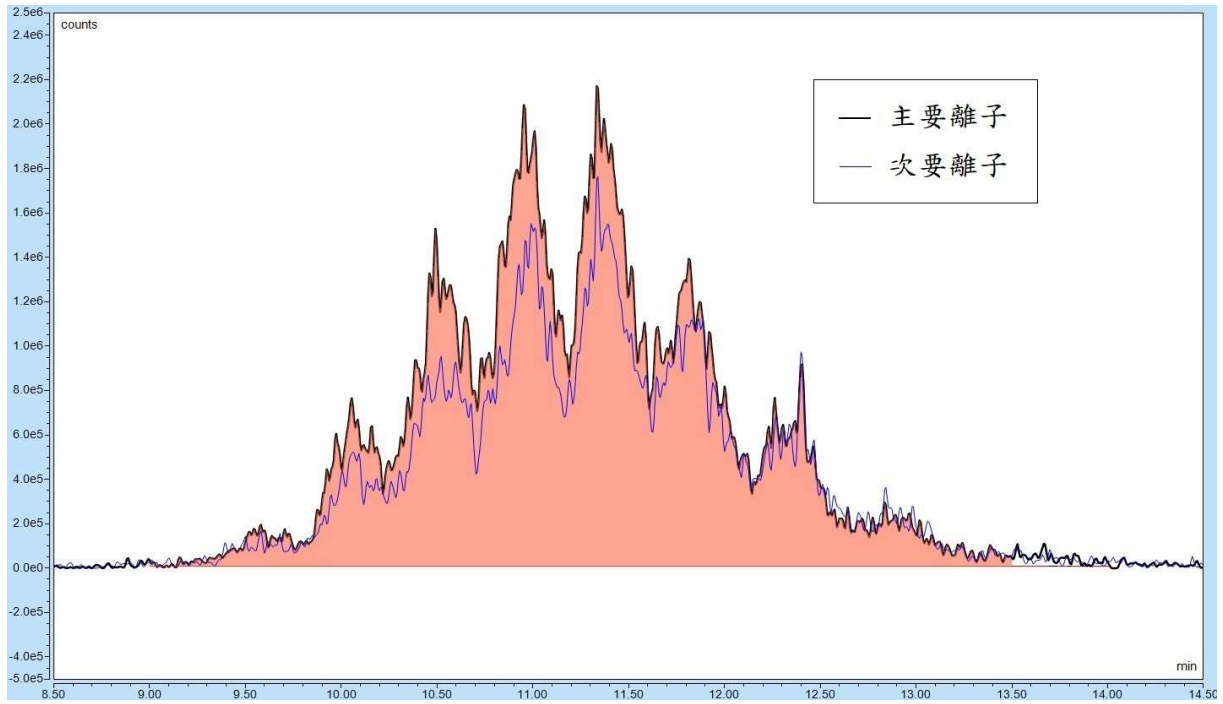
化合物	主要離子(m/z)	次要離子(m/z)	滯留時間 (min)
C ₁₀	C ₁₀ H ₁₇ Cl ₅	277	279
	C ₁₀ H ₁₆ Cl ₆	313	315
	C ₁₀ H ₁₅ Cl ₇	347	349
	C ₁₀ H ₁₄ Cl ₈	381	383
	C ₁₀ H ₁₃ Cl ₉	417	415
	C ₁₀ H ₁₂ Cl ₁₀	451	449
C ₁₁	C ₁₁ H ₁₉ Cl ₅	293	291
	C ₁₁ H ₁₈ Cl ₆	327	329
	C ₁₁ H ₁₇ Cl ₇	361	363
	C ₁₁ H ₁₆ Cl ₈	395	397
	C ₁₁ H ₁₅ Cl ₉	431	429
	C ₁₁ H ₁₄ Cl ₁₀	465	463
C ₁₂	C ₁₂ H ₂₁ Cl ₅	307	305
	C ₁₂ H ₂₀ Cl ₆	341	343
	C ₁₂ H ₁₉ Cl ₇	375	377
	C ₁₂ H ₁₈ Cl ₈	409	411
	C ₁₂ H ₁₇ Cl ₉	445	443
	C ₁₂ H ₁₆ Cl ₁₀	479	477
C ₁₃	C ₁₃ H ₂₃ Cl ₅	321	319
	C ₁₃ H ₂₂ Cl ₆	355	357
	C ₁₃ H ₂₁ Cl ₇	389	391
	C ₁₃ H ₂₀ Cl ₈	423	425
	C ₁₃ H ₁₉ Cl ₉	459	457
	C ₁₃ H ₁₈ Cl ₁₀	493	491
Hexachlorobenzene(¹³ C ₆) ^a	292	288	8.42
Alpha-BHC(¹³ C ₆) ^b	261	259	8.38

註：

- a. 內標準品（參考）之特性離子及滯留時間。
- b. 擬似標準品（參考）之特性離子及滯留時間。

表二 單一實驗室添加短鏈氯化石蠟(55.5 % Cl)標準品於空白基質(土壤)樣品之精密度與準確度

配製值(mg/kg)	平均回收率(%)	相對標準偏差(%)	測定次數
2	88.7	13.2	4



附圖 短鏈氯化石蠟(55.5 % Cl)總離子層析圖