

鄰苯二甲酸酯類檢測方法—氣相層析儀／電子捕捉偵測器法

中華民國86年8月5日(86)環署檢字第41712號公告

NIEA R811.20C

中華民國91年3月5日 環署檢字第0910014627號公告

修正為NIEA R811.21C

一、方法概要

(一) 將一定體積或重量的樣品（液體樣品約為1 L；固體及污泥為10至30g）依樣品萃取及製備步驟系列方法進行萃取。

1. 將水樣用分液漏斗於pH 5 至 7 間，使用分液漏斗液相-液相萃取法（NIEA R106.00C）以二氯甲烷萃取之；另外，不含粒狀物的水樣可使用含C₁₈-鍵結矽化物的薄膜濾片過濾之（固相萃取法），鄰苯二甲酸酯類（phthalate esters）則被留滯在鍵結矽化物上，接著以乙腈流洗下來，再將溶劑置換成正己烷。使用任一種方法，皆不得將水樣之pH調成鹼性狀況，以避免鄰苯二甲酸酯類水解。包含鄰苯二甲酸酯類之水樣最好不要使用連續式液相-液相萃取法（NIEA R107.00C）進行樣品萃取，因為含有長鏈的酯類如鄰苯二甲酸二己酯、鄰苯二甲酸二（2-乙基己基）酯、鄰苯二甲酸二正辛酯、鄰苯二甲酸二壬酯等易被吸附在玻璃容器上，將使萃取回收率低於40%。

2. 固體樣品依適當的樣品萃取及製備步驟之系列方法，使用正己烷/丙酮（1:1）或二氯甲烷/丙酮（1:1）進行溶劑萃取。

(二) 淨化後萃液再以氣相層析儀（GC）/電子捕捉偵測器（ECD），分析樣品中所含鄰苯二甲酸酯類。

二、適用範圍

(一) 本方法係針對地下水、滲出液、土壤、污泥和沈積物等液體和固體基質中之各鄰苯二甲酸酯類的成份予以定性及定量的檢測方法，可檢測下列化合物：

| 待測物 | CAS No. ^a |
|---|----------------------|
| 苯甲酸苯甲酯 (Benzyl benzoate), 內標準品 | 120-51-4 |
| 鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (Bis(2-ethylhexyl) phthalate) | 117-81-7 |
| 鄰苯二甲酸丁基苯甲酯 (Butyl benzyl phthalate) | 85-68-7 |
| 鄰苯二甲酸二正丁酯 (Di-n-butyl phthalate) | 84-74-2 |
| 鄰苯二甲酸二乙酯 (Diethyl phthalate) | 84-66-2 |
| 鄰苯二甲酸二甲酯 (Dimethyl phthalate) | 131-11-3 |
| 鄰苯二甲酸二正辛酯 (Di-n-octyl phthalate) | 117-84-0 |

^a 化學文摘社登記號碼 (Chemical Abstract Services Registry Number).

(二) 表一中列出各目標待測物在液體基質中的方法偵測極限 (MDL)，測試真實樣品成份時，其方法偵測極限會因為受到樣品基質的干擾而可能和表一中所列出的數值有所不同，表二列出在其他基質中的定量極限評估值 (EQL)。

(三) 下列化合物亦可使用本方法執行檢測，或可作為擬似標準品：

| 待測物 | CAS No. ^a |
|--|----------------------|
| 鄰苯二甲酸二(2-正丁氧基乙基)酯 (Bis(2-n-butoxyethyl) phthalate) | 117-83-9 |
| 鄰苯二甲酸二(2-乙氧基乙基)酯 (Bis(2-ethoxyethyl) phthalate) | 605-54-9 |
| 鄰苯二甲酸二(2-甲氧基乙基)酯 (Bis(2-methoxyethyl) phthalate) | 117-82-8 |
| 鄰苯二甲酸二(4-甲基-2-戊基)酯 (Bis(4-methyl-2-pentyl) phthalate) | 146-50-9 |
| 鄰苯二甲酸二戊酯 (Diamyl phthalate) | 131-18-0 |
| 鄰苯二甲酸二環己酯(Dicyclohexyl phthalate) | 84-61-7 |
| 鄰苯二甲酸二己酯 (Dihexyl phthalate) | 84-75-3 |
| 鄰苯二甲酸二異丁酯 (Diisobutyl phthalate) | 84-69-5 |
| 鄰苯二甲酸二壬酯 (Dinonyl phthalate) | 84-76-4 |
| 鄰苯二甲酸己基2-乙基己基酯 (Hexyl 2-ethylhexyl phthalate) | 75673-16-4 |

^a 化學文摘社登記號碼(Chemical Abstract Services Registry Number).

- (四) 當使用本方法進行全部或部份目標待測物檢測時，必須以至少兩個不同的方法作待測物的定性確認。本方法敘述符合上述檢測規範之並聯式層析管柱、雙電子捕捉偵測器分析條件。表一列出使用二個寬口熔矽毛細管柱檢測所得之各目標待測物的滯留時間。亦可使用氣相層析質譜儀進行目標待測物的確認。
- (五) 鄰苯二甲酸酯類於 pH < 5 和 pH > 7 時會水解，水解的程度隨pH的降低或增高及接觸時間的增長而增加。
- (六) 使用本方法執行檢測時，必須由對氣相層析儀分析有經驗和對圖譜解析有專長之檢測人員執行，或在此類檢測人員指導之下進行分析。每一檢測人員依本方法執行檢測時，檢測數據結果的精密度及準確度必須合乎品質管制規範。

三、干擾

- (一) 與樣品中待測物一同被萃取出來的干擾物隨廢棄物來源的不同而變異極大，本方法只包含一般的淨化步驟，對一些特殊基質的樣品可能需要執行額外的淨化步驟，以達到目標待測物分析靈敏度的需求。
- (二) 通常本方法的靈敏度受干擾的影響大於受儀器的應用限制影響，若待測物因干擾而無法檢測，必須進行樣品萃液的淨化步驟，可使用礬土管柱淨化法 (NIEA R102.00C)，或矽酸鎂管柱淨化法進行淨化，或再接著進行去硫淨化法 (NIEA R108.00C)，以減少分析的干擾。膠滲透淨化法 (NIEA R110.00C) 可用於含大量脂質和蠟的樣品淨化。
- (三) 玻璃器皿必須徹底清潔。所有玻璃器皿於使用前，必須放在高溫爐中以 400°C 烘烤 2 至 4 小時，或以殘量級溶劑淋洗。基本清洗步驟如下：
1. 使用後立即清洗表面殘留物。
 2. 浸泡在熱清潔液中使粒狀物脫落。
 3. 以熱水淋洗將粒狀物沖落。
 4. 浸泡在氧化劑中，破壞微量有機物。
 5. 在徹底浸泡後，以熱水淋洗，沖落浸泡後脫落的物質。

- 6.以蒸餾水淋洗，以去除自來水中殘留的金屬物質。
 - 7.以醇類，如異丙醇或甲醇淋洗，以去除任何殘留的微量有機物及水份。
 - 8.於使用前，以分析所需使用的溶劑稍微沖洗。詳細內容參見有關玻璃器皿清洗步驟相關規定。如量瓶等用於精確定量的玻璃器皿，不得放在高溫爐中加熱(註1)。
- (四) 矽酸鎂及礬土易被鄰苯二甲酸酯類污染，因此使用此等物質，執行樣品淨化步驟時，必須非常小心。首先，必須採用以玻璃瓶裝者(塑膠包裝將會導致鄰苯二甲酸酯類污染)。使用前，以萃取淨化所使用的流洗溶劑先徹底清洗，並將矽酸鎂於 320°C 加熱及礬土於 210°C 加熱清洗，有助於去除污染。於矽酸鎂管匣的方法空白中所測得之鄰苯二甲酸酯類濃度範圍為 10 至 460 ng，其中 5 種鄰苯二甲酸酯類的濃度範圍在 105 至 460 ng 之間，要將鄰苯二甲酸酯類完全自矽酸鎂管匣中除去似乎不可能，因此只有儘量簡化樣品製備過程的步驟。
- (五) 紙製圓形濾筒和濾紙必須以萃取樣品的溶劑徹底清洗乾淨，將紙製圓形濾筒和濾紙在索氏萃取裝置上至少重覆萃取三次，每次萃取時間為 12 小時，且每次皆使用乾淨溶劑進行萃取。使用任何已預先清洗乾淨的紙製圓形濾筒或濾紙前，必須執行方法空白分析。將已預先清洗乾淨的紙製圓形濾筒和濾紙保存在已預先清洗乾淨的玻璃瓶中，並蓋上鋁箔紙備用。
- (六) 在樣品製備過程中任何步驟所需使用的玻璃綿，必須是經特殊處理過的Pyrex玻璃綿，殘量級，且在 400°C 溫度下烘烤 4 小時，並需立即使用。
- (七) 所使用的硫酸鈉必須採用玻璃瓶裝者(塑膠包裝將會導致鄰苯二甲酸酯類污染)，並置於淺盤中於 400°C 加熱 4 小時純化之，或以二氯甲烷預洗。預洗後的硫酸鈉必須保存在附玻璃瓶蓋的玻璃瓶中，或是以已預先清洗乾淨的鋁箔紙蓋住的玻璃瓶中，以避免污染，保存時間不要超過二週。為減少污染，將適量已預先經上述步驟純化的硫酸鈉，直接加入玻璃容器內之萃取液中進行乾燥步驟，直到所加入的硫酸鈉在萃取液中出現粉末狀為止，再收集此乾燥之萃液。
- (八) 硫元素之存在會產生大尖峰，會將圖一所示氣相層析圖譜中鄰苯二甲酸二環己酯(化合物14)之前析出的化合物遮蓋住。可使用去硫淨化法(NIEA R108.00C)，去除硫元素。
- (九) 膠滲透淨化法(NIEA R110.00C)，可去除蠟及脂質。含高濃度脂質的萃取液具黏性，在室溫時可能會固化。在膠滲透淨化法步驟中，鄰苯二甲酸酯類是在玉米油之後被流洗出來。

四、設備

(一) 氣相層析儀系統

- 1.氣相層析儀：具備管端注射及分流—非分流式注射器之完整配備的氣相層析儀分析系統，及所有附件配備，包括偵測器、分析管柱、記錄器、氣體、及注射針。具備數據處理系統，可量測尖峰高度及/或尖峰面積者。

(1)已去活性 20 公分(8吋)的玻璃製三相注射管，(Supelco目錄號碼 2-3665 或同級品)；或Y-型玻璃製三相式分流器，適用於寬口毛細管柱，(J & W Scientific緊壓-密合式，目錄號碼 705-0733 或同級品)。

2.管柱

- (1)管柱1：30 m × 0.53 mm 內徑之熔矽毛細管柱，內含 5% 苯基(phenyl) / 95% 矽甲烷(methyl silicone)，(DB-5, J & W Scientific或同級品)，1.5 μm 膜厚。
- (2)管柱2：30 m × 0.53 mm 內徑之熔矽毛細管柱，內含 14% 丙基氰苯基聚矽氧(cyanopropyl phenyl silicone) (DB-1701, J & W Scientific或同級品)，1.0 μm 膜厚。

3.偵測器：雙電子捕捉偵測器。

(二) 玻璃器皿：參見適當的樣品萃取及製備方法之規範。

五、試劑

所有測試分析均需使用試藥級化學藥品，若使用其他等級之試劑，須先確認其純度足夠高，不會降低分析結果之準確度。鄰苯二甲酸酯類是實驗室內常見的污染物，試劑在實驗室儲存期間亦有可能受到污染。用於本方法之所有試劑都必須檢查是否有鄰苯二甲酸酯類的污染，在使用期間亦需隨時檢查其不含鄰苯二甲酸酯類的污染。

(一) 正己烷：殘量級或同級品。

(二) 儲備標準溶液

1. 製備 1000 mg/L 之儲備標準溶液，精確稱量 0.0100 g 之已確認參考標準品，溶於正己烷中，於 10 mL 量瓶中稀釋定容至標線。若確認參考標準品之純度證實大於 96% 以上時，其重量可不經校正，而直接用來計算儲備標準溶液之濃度。一般市售之儲備標準溶液，不論其濃度為何，如經廠商或另一獨立來源予以確認，亦可使用。

2. 將儲備標準溶液轉置入附鐵氟龍內襯之螺旋蓋或夾壓式密封蓋的玻璃瓶中，儲存於 4°C，並避免光線照射。儲備標準溶液需經常以氣相層析儀檢查是否有裂解或蒸發跡象，尤其是在準備校正標準溶液前極需檢查。

3. 儲備標準溶液每六個月必須更換，或與標準品比較發現有問題時，必須立即更換。

(三) 檢量線標準溶液：以正己烷稀釋混合儲備標準溶液，製備至少 5 種不同濃度包含每一種目標待測物之檢量線標準溶液，其中一個濃度需接近但稍高於方法偵測極限，其餘濃度應涵括真實樣品中的預估濃度範圍，或需界定氣相層析儀的線性範圍。檢量線標準溶液每一至二個月必須更換，或與檢量線查核標準品比較發現有問題時，必須立即更換。

(四) 內標準品（若使用內標準品定量時）：使用內標準品法時，分析人員必須選擇一個或數個與目標待測物相似的化合物作為內標準品，並需確認所使用的內標準品適用於分析方法，且不會受基質干擾的影響。苯甲酸苯甲酯為適用於本方法的內標準品。

1. 製備溶於正己烷中，濃度為 5000 mg/L 之苯甲酸苯甲酯添加標準溶液，建議取 10 μ L 加入於 1 mL 之樣品萃液中。所有樣品及檢量線標準溶液中的內標準品添加濃度必須保持固定。將內標準品儲存於附鐵氟龍內襯之螺旋蓋或夾壓式密封蓋的玻璃瓶中，保存於 4°C。當品質管制樣品分析結果顯示有問題時（參見九、節），則必須更換。

(五) 擬似標準品：以擬似標準品的測試結果來評估萃取、淨化（若使用時）、分析系統、分析方法等對每一種樣品基質的有效性，將擬似標準品加入於所有樣品、標準品、空白樣品中。本方法建議使用鄰苯二甲酸二苯基酯(diphenyl phthalate)、間苯二甲酸二苯基酯(diphenyl isophthalate)、鄰苯二甲酸二苯甲基酯(dibenzyl phthalate) 等三種擬似標準品。

1. 製備溶於丙酮中，內含每一種化合物濃度皆為 50 ng/mL 之擬似標準品添加溶液，取此擬似標準品添加溶液 500 μ L 加入於 1 L 之水樣中，則濃度相當於 25 μ g/L；或 30 g 固體樣品中，則濃度相當於 830 μ g/Kg。若水樣的萃液最終體積少於 2 mL；或固體樣品的萃液最終體積少於 10 mL 時，則擬似標準品的添加濃度可依萃液的最終體積的改變按比例適度調整。將擬似標準品儲存於附鐵氟龍內襯之螺旋蓋或夾壓式密封蓋的玻璃瓶中，保存於 4°C。擬似標準品每六個月必須更換，或當品質管制樣品分析結果顯示有問題時（參見九、節），則必須立即更換。

(六) 基質添加標準溶液：檢測人員需選擇最優先的鄰苯二甲酸酯類目標待測物作為基質添加化合物。若無其它參考準則，則於需執行基質添加分析的水樣中，添加 20 至 60 μ g/L 之鄰苯二甲酸丁基苯甲酯 (butylbenzyl phthalate) 及鄰苯二甲酸二乙基己基酯 (diethylhexyl phthalate)；於需執行基質添加分析的固體樣品中，添加 1 至 3 mg/Kg 之鄰苯二甲酸丁基苯甲酯及鄰苯二甲酸二乙基己基酯，基質添加溶液需配製在丙酮溶劑中。

六、採樣與保存

(一) 採樣容器：針對土壤、沈積物及污泥樣品使用 250 g；水樣使用 4 L，附有鐵氟龍塗敷之矽膠襯墊之螺旋蓋的玻璃瓶，或鐵氟龍瓶，需先以清潔劑及水清洗，再以甲醇或異丙醇沖洗後備用，使用前再以分析需用之相同溶劑淋洗。當沒有鐵氟龍墊片可使用時，可用

有機溶劑清洗過的鋁箔紙做為墊片，但需注意的是酸性或鹼性的樣品可能會與鋁箔紙反應而產生污染物。不可以用塑膠容器來儲存樣品，以免有鄰苯二甲酸酯類和其他碳氫化合物之污染。

- (二) 採樣時裝填樣品於採樣瓶時，需避免採樣人員的手套接觸樣品而產生污染，採樣後，立即密封樣品，直至進行分析前再打開，以保持樣品的完整性。每一採樣點需採集兩個樣品，立即密封且標示清楚。不要在運轉的馬達或任何排氣系統附近裝填或儲存樣品，以避免污染。將兩個樣品分別包裝於兩個塑膠袋中，以避免相互污染。（對高污染的樣品，可於塑膠袋中裝入活性碳，以避免交互污染）。
- (三) 於樣品運送及儲存期間，為檢查可能的污染，需使用以純水系統製備出來，不含有機物的試劑水，製備運送空白樣品，經過採樣，保存及運送的過程。
- (四) 採樣後之樣品需於 4°C 下冷藏；若水樣中含餘氯，則採樣時立即於每升水樣中加入 0.8 mL 10% 之硫代硫酸鈉溶液。樣品需於採樣後 7 天內完成萃取；萃取後 40 天內完成分析。

七、步驟

- (一) 萃取：依有機物萃取及樣品製備法（NIEA R112.00C）所述，選擇適當的萃取步驟。
 1. 一般而言，針對液體基質樣品可選用適當的樣品萃取及製備步驟系列方法（如分液漏斗液相-液相萃取法（NIEA R106.00C）、固相萃取法），以二氯甲烷當溶劑，萃取 pH 於 5 至 7 的水樣，使用上述任一種方法時，皆不能將液體樣品的 pH 值調成鹼性，因在鹼性時，鄰苯二甲酸酯類會水解。連續式液相-液相萃取法（NIEA R107.00C）不適用於液體樣品的萃取，因含有長鏈的酯類如鄰苯二甲酸二己酯、鄰苯二甲酸二（2-乙基己基）酯、鄰苯二甲酸二正辛酯、鄰苯二甲酸二壬酯等易被吸附在玻璃容器上，使萃取回收率低於 40%。
 2. 針對固體基質樣品可選用適當的樣品萃取及製備步驟系列方法，以正己烷/丙酮（1:1）或二氯甲烷/丙酮（1:1）為萃取溶劑。
 3. 於萃取前，再添加 500 μ L 擬似標準添加溶液（濃度為 50 ng/ μ L）於 1 L 液體樣品或 30 g 固體樣品中。
- (二) 淨化：參見「淨化方法」中的準則，選擇適當的淨化步驟。對相當乾淨的樣品基質，其萃液可不須執行淨化步驟。
 1. 礬土管柱淨化法（NIEA R102.00C）及矽酸鎂管柱淨化法，係敘述使用礬土管匣及矽酸鎂管匣的樣品淨化步驟。這些方法對鄰苯二甲酸二（2-甲氧基乙基）酯、鄰苯二甲酸二（2-乙氧基乙基）酯、鄰苯二甲酸二（2-正丁氧基乙基）酯的回收率符合定量規範（註2）。
 2. 膠滲透淨化法（NIEA R110.00C）：蠟及脂質可以膠滲透淨化法去除之，鄰苯二甲酸酯類在玉米油之後被流洗出來。
- (三) 建議之氣相層析分析條件：
 1. 管柱1及管柱2（參見四、(一)2、節）：
 - 載流氣體：氮氣，6 mL/分
 - 補充氣體：氮氣，19 mL/分
 - 注射器溫度：250°C
 - 偵測器溫度：320°C
 - 注射體積：2 μ L
 - 管柱溫度：
 - 起始溫度：150°C，保持 0.5 分鐘
 - 升溫設定：150°C 以 5°C/分 升溫至 220°C，

自 220°C 以 3°C/分升溫至 275°C

最終溫度：275°C，保持 13 分鐘

- 2.表一列出本方法所分析的 16 種鄰苯二甲酸酯類的滯留時間及方法偵測極限。圖一列出以 DB-5 及 DB-1701 熔矽毛細管柱分析所得的層析圖譜。

(四) 檢量線校正

- 1.依五、試劑之步驟，製備檢量線標準溶液，並建立檢量線。檢量線最低濃度的選擇準則可參見表一及表二。
- 2.可使用內標準品或外標準品檢量線校正步驟。

(五) 氣相層析儀分析

- 1.依照氣相色層分析法（NIEA R102.00T）中的步驟進行氣相層析分析，若使用內標準品校正步驟，於樣品注入氣相層析儀前，加入 10 μL ，濃度為 5000 mg/L 之內標準品。
- 2.依照「氣相色層分析法」中的一系列步驟，執行適當的稀釋步驟，建立待測物每日分析之滯留時間視窗及相關的確認規範標準，一般是以標準品平均滯留時間 ± 3 倍標準偏差訂為滯留時間視窗。
- 3.記錄注入之樣品體積，及層析圖譜之尖峰面積。
- 4.依照「氣相色層分析法」，使用內標準品或外標準品檢量線校正步驟，將樣品層析圖譜中每一成分尖峰與校正之標準品比對，進行定性及定量的確認。
- 5.在分析一系列樣品時，每分析 10 個樣品至少須分析一個檢量線中間濃度的標準品。
- 6.若尖峰的感度超出層析系統的線性範圍，則於稀釋萃液後，重新分析。
- 7.依照「氣相色層分析法」中之準則，執行滯留時間視窗建立及目標待測物的確認。
- 8.氣相層析質譜儀確認：經由兩支管柱確認過的任何待測物，若其濃度達到實驗室以氣相層析質譜儀自行建立的偵測極限濃度時，則可以氣相層析質譜儀再作確認。
 - (1) 以氣相層析質譜儀檢測時，每一個成份化合物在最終萃液中濃度至少需為 10 ng/ μL 。
 - (2) 依半揮發性有機物氣相層析質譜儀（GC/MS）- 毛細管柱法，執行以氣相層析質譜儀分析樣品萃液及伴隨的空白樣品。通常空白樣品分析後不須再作確認分析，但鄰苯二甲酸酯類的分析則情況特殊，由於氣相層析質譜儀上注射部墊片被注射針穿透等的因素，有可能導致樣品的污染。
 - (3) 可使用參考標準品進行氣相層析質譜儀的分析，參考標準品的濃度必須經由氣相層析儀/電子捕捉偵測器作確認。

八、結果處理

- (一) 當使用外標準法校正程序時，須決定樣品層析圖中對應於檢量線標準溶液中之各個成份尖峰的大小。選擇合適的基線以測定尖峰面積或尖峰高度，才能得到正確的定量結果。

- 1.水樣：

$$\text{濃度}(\mu\text{g/L}) = \frac{(A_x)(V_t)(D)}{(CF)(V_i)(V_s)}$$

其中：

A_x：樣品中待測物的尖峰面積（或高度）

V_t：濃縮萃液的總體積（ μL ）

D：稀釋因子，若樣品或萃液在分析前稀釋。若未經稀釋，D=1。稀釋因子沒有單位。

\overline{CF} ：由起始校正所得的平均校正因子（面積/ng）

V_i ：注入GC的萃液體積（ μL ）。樣品及檢量線標準品注入的體積必須相同。

V_s ：萃取之水樣體積，單位為 mL。若以L為單位，其結果須乘以 1000。

上述各項採用指定的單位時，計算所得之濃度單位為 ng/mL，相當於 $\mu\text{g/L}$ 。

2.非水樣：

$$\text{濃度}(\mu\text{g/Kg}) = \frac{(A_x)(V_t)(D)}{(\overline{CF})(V_i)(W_s)}$$

其中 A_x ， V_t ， D ， \overline{CF} 及 V_i 與水溶液樣品時相同。

W_s ：萃取樣品的重量單位為 g。依數據的用途決定採用濕重或乾重。若以 Kg 為單位，其結果須乘以 1000。

上述各項採用指定的單位時，計算所得之濃度單位為ng/g，相當於 $\mu\text{g/Kg}$ 。

(二) 採用內標準法定量時，樣品濃度之計算公式如下：

$$\text{濃度}(\mu\text{g/L}) = \frac{(A_x)(C_{IS})(D)}{(A_{IS})(RF)(V_s)}$$

1.水樣：

其中：

A_x ：樣品中待測物的尖峰面積（或高度）。

C_{IS} ：內標準品添加於樣品萃液之量（ng）。

D：稀釋因子，若樣品或萃液在分析前稀釋。若未經稀釋，D =1。稀釋因子沒有單位。

A_{IS} ：內標準品之尖峰面積（或高度）。

RF：待測物之感應因子。

V_s ：水樣體積（mL）。

$$\text{濃度}(\mu\text{g/L}) = \frac{(A_x)(C_{IS})(D)}{(A_{IS})(RF)(V_s)}$$

2.非水樣：

其中 A_x ， C_{IS} ， D ， A_{IS} 及RF與水樣相同。

W_s ：萃取樣品的重量單位為 g。依數據的用途決定採用濕重或乾重。

若以 Kg 為單位，其結果須乘以 1000。

上述各項採用指定的單位時，計算所得之濃度單位為 ng/g，相當於 $\mu\text{g/Kg}$ 。

(三) 若感應超過系統的校正範圍，稀釋萃液，重新分析。當尖峰面積因尖峰之重疊而造成積分誤差時，建議採用尖峰高度做定量。

(四) 若發現尖峰有部分重疊或共沖提現象時，須改用他種GC管柱或嚐試以 GC/MS 定量。

九、品質管制

(一) 參考「氣相層分析法」中之特殊品質管制步驟規範及有機物萃取及樣品製備方法和揮發性有機物之樣品製備方法中的品質管制步驟，以確保各種樣品的製備及/或導入步驟係

正確。每一實驗室執行樣品檢測時，必需有一份具體的品保規劃書及檢測數據品質證明的相關文件記錄。

- (二) 為確保氣相層析系統的操作正常，每批次樣品（至多 10 個樣品）需執行試劑空白、基質添加、及重覆或基質添加重覆分析等品質管制步驟，空白及添加樣品分析需進行與樣品相同的所有製備及檢測步驟，並執行滯留時間視窗，檢量線標準品確認和樣品的層析分析評估。
- (三) 績效評估：每一實驗室在使用本方法之初，必須進行樣品製備及檢測方法的績效評估，執行各目標待測物於潔淨的參考基質中的分析，包括各種樣品製備方法和各種氣相層析儀及氣相層析質譜儀系列分析方法，檢測數據的精密度及準確度必需在可接受範圍。當執行新進人員訓練或儀器進行改裝時，實驗室亦需參考「氣相色層分析法」中之品質管制步驟。
- (四) 樣品製備及分析的品質管制：實驗室必須建立有關基質影響的精密度、準確度、方法偵測極限等方法評估文件，品質管制樣品分析至少需包括方法空白、基質添加、重覆樣品、每一批樣品的實驗室品管樣品，以及添加擬似標準品於每一真實樣品和品管樣品中。
 1. 樣品基質分析的有效性需包括下列證明文件：針對每批次樣品，執行至少一個基質樣品添加分析和一組未添加的重覆樣品分析或一個基質樣品添加分析和一組基質樣品添加重覆樣品分析。至於要製備並分析重覆樣品或基質樣品添加/基質樣品添加重覆樣品的判定，係依據檢測人員對批次樣品中各樣品的背景認知而定。若預期樣品中含目標待測物，則實驗室可執行一個基質樣品添加和一組未添加的重覆真實樣品分析；若預期樣品中不含目標待測物，則實驗室可執行一個基質樣品添加和一組基質樣品添加重覆樣品分析。
 2. 每分析批次中必須包含實驗室品管樣品，此實驗室品管樣品係為與樣品基質相似、重量或體積也相同的潔淨(管制)基質。實驗室品管樣品中添加與基質樣品添加完全相同濃度的各待測物，當基質樣品添加分析結果顯示是由於樣品基質本身的可能干擾因素，則實驗室品管樣品分析結果，可用來證明實驗室有能力執行潔淨基質中樣品的分析。
- (五) 擬似標準品回收率：實驗室必須將每一個樣品的擬似標準品回收率與實驗室自行建立的擬似標準品回收率管制標準比較，以評估數據的有效性。
- (六) 建議實驗室使用本方法時，採用額外且較嚴格的品保規範，依據實驗室的需求及樣品的特性建立適當的規範，若可能實驗室應分析標準參考物質，並參與相關的品質評估計畫。

十、精密度與準確度

- (一) 列於表一中的方法偵測極限值是以不含有機物的試劑水測試而得，真正分析時的方法偵測極限值，會隨儀器的靈敏度及基質的影響而改變。
- (二) 本方法曾於單一實驗室，分別添加兩種不同濃度的待測物於不同類別的水樣及固體樣品中進行分析。單一分析人員的分析結果之精密度、全精密度及方法的準確度，與待測物的濃度及基質種類有關。單一實驗室依照分液漏斗液相-液相萃取法和超音波萃取法（NIEA R114.00C），進行樣品萃取步驟的方法評估數據結果，列在表五和表六中。
- (三) 固相萃取法使用C18-萃取濾片萃取之精密度和準確度數據結果，列在表四中。
- (四) 精密度和準確度數據結果，隨樣品基質、樣品製備步驟、淨化步驟及校正步驟而定。

十一、參考資料

- (一) U.S. EPA. Phthalate Esters by Capillary GasChromatography with Electron Capture Detection (GC/ECD). Test Methods for Evaluating Solid Waste, Method 8061A, Jan. 1995.

- (二) Glazer, J.A., Foerst, G.D., McKee, G.D., Quave, S.A., and Budde, W.L., "Trace Analyses for Wastewaters," Environ. Sci. and Technol. 15: 1426, 1981.
- (三) Lopez-Avila, V., Baldin, E., Benedicto, J., Milanes, J., and Beckert, W.F., "Application of Open-Tubular Columns to SW-846 GC Methods "; U.S. Environmental Protection Agency, EMSL-Las Vegas, NV, 1990.
- (四) Beckert, W.F., and Lopez-Avila, V., "Evaluation of SW-846 Method 8060 for Phthalate Esters" , Proceedings of Fifth Annual Waste Testing and Quality Assurance Symposium, U.S. Environmental Protection Agency, 1989.
- (五) U.S. EPA. Solid Phase Extraction, Test Methods for Evaluating Solid Waste, Method 3535, Jan. 1995.
- (六) U.S. EPA. Cleanup, Test Methods for Evaluating Solid Waste, Method 3600C, Jan. 1995.
- (七) U.S. EPA. Florisil Column Cleanup, Test Methods for Evaluating Solid Waste, Method 3620A, July, 1992.
- (八) U.S. EPA. Sample Preparation for Volatile Organic Compounds, Test Methods for Evaluating Solid Waste, Method 5000, Jan.1995.
- (九) U.S. EPA. Determinative Chromatographic Separations, Test Methods for Evaluating Solid Waste, Method 8000B, Jan.1995.
- (十) U.S. EPA. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) : Capillary Column Technique. Test Methods for Evaluating Solid Waste, Method 8270B, Sept. 1994.
- (十一) U.S. EPA. Test Methods for Evaluating Solid Waste, Chapter One, Sept. 1986.
- (十二) U.S. EPA. Test Methods for Evaluating Solid Waste, Chapter Four, Sept. 1986.
- (十三) 氣相色層分析法，NIEA M102.00T，行政院環境保護署環境檢驗所，中華民國八十三年。
- (十四) 礬土管柱淨化法，NIEA R102.00C，行政院環境保護署公報，中華民國八十五年五月。
- (十五) 分液漏斗液相-液相萃取法，NIEA R106.00C，行政院環境保護署公報，民國八十五年七月。
- (十六) 連續式液相-液相萃取法，NIEA R107.00C，行政院環境保護署公報，中華民國八十五年七月。
- (十七) 去硫淨化法，NIEA R108.00C，行政院環境保護署公報，中華民國八十五年七月。
- (十八) 膠滲透淨化法，NIEA R110.00C，行政院環境保護署公報，中華民國八十五年十一月。
- (十九) 有機物萃取及樣品製備法，NIEA R112.00C，行政院環境保護署公報，中華民國八十六年一月。
- (二十) 超音波萃取法，NIEA R114.00C，行政院環境保護署公報，中華民國八十五年十二月。
- 註1：若要將索氏萃取設備放在高溫爐中烘烤，注意必須要完全乾燥後才可放入(若支管內有水份，烘烤時極易破裂)。用熱的自來水淋洗乾淨後，接著再用去離子水和丙酮淋洗的清洗步驟無法徹底去除污染，即使用丙酮迴流三天，且以每日更換溶劑的方式清洗後，鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯的濃度仍會高達500 ng。即使將玻璃器皿用鋁箔紙包裹後，存放在實驗室內仍會被污染。因此，本方法中所使用的任何玻璃器皿，皆需在徹底清洗乾淨後，立即使用。
- 註2：宜以標準品進行矽酸鎂管柱淨化步驟，以證明整體步驟具有再現性，因使用礬土管柱淨化法及矽酸鎂管柱淨化法時，礬土及矽酸鎂的成份組成因批次的不同，會導致鄰苯二甲酸酯類回收率的差異。

表一：鄰苯二甲酸酯類a之氣相層析儀分析滯留時間和方法偵測極限

| 待測物 編號 | 待測物 | 化學文摘社 登記號碼 | 滯留時間(分) | | 方法偵測極限 ^b |
|-----------|------------------------|---------------|---------|-------|---------------------|
| | | | 管柱1 | 管柱2 | 液體 (ng/L) |
| 1 | 鄰苯二甲酸二甲酯 | 131-11-3 | 7.06 | 6.37 | 640 |
| 2 | 鄰苯二甲酸二乙酯 | 84-66-2 | 9.30 | 8.45 | 250 |
| 3 | 鄰苯二甲酸二異丁酯 | 84-69-5 | 14.44 | 12.91 | 120 |
| 4 | 鄰苯二甲酸二正丁酯 | 84-74-2 | 16.26 | 14.66 | 330 |
| 5 | 鄰苯二甲酸二 (4-甲基-2-戊基)酯 | 146-50-9 | 18.77 | 16.27 | 370 |
| 6 | 鄰苯二甲酸二 (2-甲氧基乙基)酯 | 117-82-8 | 17.02 | 16.41 | 510 |
| 7 | 鄰苯二甲酸二戊酯 | 131-18-0 | 20.25 | 18.08 | 110 |
| 8 | 鄰苯二甲酸二 (2-乙氧基乙基)酯 | 605-54-9 | 19.43 | 18.21 | 270 |
| 9 | 鄰苯二甲酸己 基2-乙基己基酯 | 75673-16-4 | 21.07 | 18.97 | 130 |
| 10 | 鄰苯二甲酸二己酯 | 84-75-3 | 24.57 | 21.85 | 68 |
| 11 | 鄰苯二甲酸丁基苯甲酯 | 85-68-7 | 24.86 | 23.08 | 42 |
| 12 | 鄰苯二甲酸二 (2-正丁氧基乙基)酯 | 117-83-9 | 27.56 | 25.24 | 84 |
| 13 | 鄰苯二甲酸二 (2-乙基己基)酯 | 117-81-7 | 29.23 | 25.67 | 270 |
| 14 | 鄰苯二甲酸二環己酯 | 84-61-7 | 28.88 | 26.35 | 22 |
| 15 | 鄰苯二甲酸二正辛酯 | 117-84-0 | 33.33 | 29.83 | 49 |
| 16 | 鄰苯二甲酸二壬酯 | 84-76-4 | 38.80 | 33.84 | 22 |
| IS | 苯甲酸苯甲酯,內標準品 | 120-51-4 | 12.71 | 11.07 | c |
| SU-1 | 鄰苯二甲酸二苯酯 | 84-62-8 | 29.46 | 28.32 | c |
| SU-2 | 間苯二甲酸二苯酯 | 744-45-6 | 32.99 | 31.37 | c |
| SU-3 | 鄰苯二甲酸二苯甲酯 | 523-31-9 | 34.40 | 32.65 | c |

a 管柱1：30 m×0.53 mm 內徑，1.5 μm 膜厚，DB-5熔矽毛細管柱；管柱2：30 m×0.53 mm 內徑，1.0 μm 膜厚，DB-1701熔矽毛細管柱。管柱溫度為：起始溫度150℃，保持0.5分鐘；自150℃以5℃/分升溫至220℃，自220℃以3℃/分升溫至275℃；於275℃，保持13分鐘。二支管柱以已去活性20公分之注射部三相連接頭（Supelco Inc.）或Y-型玻璃製緊壓-密合式三相式分流器(J&W Scientific)相連，共同接在氣相層析儀注射器上。載流氣體：氮氣，6 mL/分；補助氣體：氮氣，20 mL/分；注射器溫度：250℃；偵測器溫度：320℃。

b 方法偵測極限(MDL)是用不含有機物之試劑水所測試而得的，MDL值是進行全程的分析方法(萃取、矽酸鎂管柱淨化和使用單一DB-5熔矽毛細管柱執行GC/ECD分析)重複分析7次所得。

$$MDL=t_{(n-1, 0.99)} \times SD$$

上式中之 $t_{(n-1, 0.99)}$ 為99%可信度和n-1自由度之標準偏差下的student's t值，SD為7次重複分析的標準偏差。檢測所得數值未以方法空白值校正。

c 不適用。

表二：不同基質中的定量極限評估值（EQL）之因子^a

| 基質 | 因子 |
|-------------------------|---------|
| 地下水 | 10 |
| 超音波萃取後以凝膠滲透層析管柱淨化之低濃度土壤 | 670 |
| 超音波萃取後之高濃度土壤和污泥 | 10,000 |
| 非水溶性廢棄物 | 100,000 |

a 樣品之EQLs受基質影響非常的大，本表所列的EQLs僅供參考，並非一定可以達到的。

b $EQL = [方法偵測極限(參見表一)] \times [因子(表二)]$ 。對於非水溶液樣品，該因子是基於樣品的濕重。

表三：鄰苯二甲酸酯類之毛細管柱氣相層析儀/電子捕捉偵測器檢測方法中之目標待測物以礬土管柱淨化法及矽酸鎂管柱淨化法之平均回收率

| 待測物 | 礬土 | 矽酸鎂 | 礬土 | 矽酸鎂 |
|--------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| | 管柱 ^a | 管柱 ^a | 管匣 ^b | 管匣 ^d |
| 鄰苯二甲酸二甲酯 | 64.5 | 40.0 | 101 | 89.4 |
| 鄰苯二甲酸二乙酯 | 62.5 | 57.0 | 103 | 97.3 |
| 鄰苯二甲酸二異丁酯 | 77.0 | 80.0 | 104 | 91.8 |
| 鄰苯二甲酸二正丁酯 | 76.5 | 85.0 | 108 | 102 |
| 鄰苯二甲酸二(4-甲基-2-戊基)酯 | 89.5 | 84.5 | 103 | 105 |
| 鄰苯二甲酸二(2-甲氧基乙基)酯 | 70.5 | 0 | 64.1 ^c | 78.3 ^e |
| 鄰苯二甲酸二戊酯 | 75.0 | 81.5 | 103 | 94.5 |
| 鄰苯二甲酸二(2-乙氧基乙基)酯 | 67.0 | 0 | 111 | 93.6 |
| 鄰苯二甲酸己基2-乙基己基酯 | 90.5 | 105 | 101 | 96.0 |
| 鄰苯二甲酸二己酯 | 73.0 | 74.5 | 108 | 96.8 |
| 鄰苯二甲酸丁基苯甲酯 | 87.0 | 90.0 | 103 | 98.6 |
| 鄰苯二甲酸二(2-正丁氧基乙基)酯 | 62.5 | 0 | 108 | 91.5 |
| 鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 | 91.0 | 82.0 | 97.6 | 97.5 |
| 鄰苯二甲酸二環己酯 | 84.5 | 83.5 | 97.5 | 90.5 |
| 鄰苯二甲酸二正辛酯 | 108 | 115 | 112 | 97.1 |
| 鄰苯二甲酸二壬酯 | 71.0 | 72.5 | 97.3 | 105 |

a 測定二次；依礬土管柱淨化法執行礬土管柱淨化，及依矽酸鎂管柱淨化法執行矽酸鎂管柱淨化。

b 測定二次；使用1克礬土管匣，第一分流部份是以5 mL之20%丙酮溶於正己烷為溶劑流洗出來，每一管匣中添加40 μ g之每一待測物。

c 以5 mL之20%丙酮溶於正己烷之溶劑流洗第二次，回收率為36.8%。

d 測定二次；使用1克矽酸鎂管匣，第一分流部份是以5 mL之10%丙酮溶於正己烷為溶劑流洗出來，每一管匣中添加40 μ g之每一待測物。

e 以5 mL之10%丙酮溶於正己烷之溶劑流洗第二次，回收率為14.4%。

表四 使用固相萃取法及鄰苯二甲酸酯類之毛細管柱氣相層析儀/電子捕捉偵測器檢測方法之精密度及準確度^a

| 待測物 | 高效能液相層析級水 | | 地下水 | |
|--------------------|-----------|--------|-------|--------|
| | 平均回 | 精密度 | 平均回 | 精密度 |
| | 收率(%) | (RSD%) | 收率(%) | (RSD%) |
| 鄰苯二甲酸二甲酯 | 88.6 | 17.7 | 86.6 | 14.3 |
| 鄰苯二甲酸二乙酯 | 92.3 | 10.3 | 92.6 | 7.2 |
| 鄰苯二甲酸二異丁酯 | 87.6 | 16.2 | 89.3 | 1.6 |
| 鄰苯二甲酸二正丁酯 | 90.3 | 13.2 | 95.0 | 1.5 |
| 鄰苯二甲酸二(4-甲基-2-戊基)酯 | 87.2 | 9.5 | 86.7 | 4.9 |
| 鄰苯二甲酸二(2-甲氧基乙基)酯 | 107 | 13.6 | 113 | 2.8 |
| 鄰苯二甲酸二戊酯 | 93.6 | 21.0 | 78.9 | 5.8 |
| 鄰苯二甲酸二(2-乙氧基乙基)酯 | 108 | 8.9 | 102 | 4.0 |
| 鄰苯二甲酸己基2-乙基己基酯 | 93.9 | 22.4 | 83.4 | 8.8 |
| 鄰苯二甲酸二己酯 | 98.4 | 5.0 | 97.7 | 14.8 |
| 鄰苯二甲酸丁基苯甲酯 | 97.3 | 2.6 | 66.0 | 39.3 |
| 鄰苯二甲酸二(2-正丁氧基乙基)酯 | 94.8 | 6.3 | 98.7 | 6.0 |
| 鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 | 91.3 | 7.4 | 96.3 | 7.9 |
| 鄰苯二甲酸二環己酯 | 106 | 19.9 | 108 | 13.3 |
| 鄰苯二甲酸二正辛酯 | 84.9 | 3.8 | 90.1 | 6.1 |
| 鄰苯二甲酸二壬酯 | 96.9 | 11.1 | 95.2 | 12.7 |

a 測定四次。每一成份的添加濃度為100 $\mu\text{g/L}$ 。

表五 使用分液漏斗液相-液相萃取法及鄰苯二甲酸酯類之毛細管柱氣相層析儀/電子捕捉偵測器檢測方法之精密度及準確度^a

| 待測物 | 添加濃度(20µg/L) | | | 添加濃度(60 µg/L) | | |
|--------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| | 水 | 滲漏水 | 海口處 地下水 | 水 | 滲漏水 | 海口處 地下水 |
| 鄰苯二甲酸二甲酯 | 84.0 (4.1) | 98.9 (19.6) | 87.1(8.1) | 87.1(7.5) | 112(17.5) | 90.9 (4.5) |
| 鄰苯二甲酸二乙酯 | 71.2 (3.8) | 82.8 (19.3) | 88.5 (15.3) | 71.0(7.7) | 88.5 (17.9) | 75.3 (3.5) |
| 鄰苯二甲酸二異丁酯 | 76.0 (6.5) | 95.3 (16.9) | 92.7 (17.1) | 99.1 (19.0) | 100(9.6) | 83.2 (3.3) |
| 鄰苯二甲酸二正丁酯 | 83.2 (6.5) | 97.5 (22.3) | 91.0 (10.7) | 87.0(8.0) | 106(17.4) | 87.7 (2.7) |
| 鄰苯二甲酸二(4-甲基-2-戊基)酯 | 78.6 (2.6) | 87.3 (18.2) | 92.6 (13.7) | 97.4 (15.0) | 107(13.3) | 87.6 (2.9) |
| 鄰苯二甲酸二(2-甲氧基乙基)酯 | 73.8 (1.0) | 87.2 (21.7) | 82.4(4.4) | 82.5(5.5) | 99.0 (13.7) | 76.9 (6.6) |
| 鄰苯二甲酸二戊酯 | 78.2 (7.3) | 92.1 (21.5) | 88.8(7.5) | 89.2(2.8) | 112(14.2) | 92.5 (1.8) |
| 鄰苯二甲酸二(2-乙氧基乙基)酯 | 75.6 (3.3) | 90.8 (22.4) | 86.4(5.8) | 88.7(4.9) | 109(14.6) | 84.8 (5.9) |
| 鄰苯二甲酸己基 2-乙基己基酯 | 84.7 (5.3) | 91.1 (27.5) | 81.4 (17.6) | 107(16.8) | 117(11.4) | 80.1 (4.1) |
| 鄰苯二甲酸二己酯 | 79.8 (7.2) | 102(21.5) | 90.9(7.6) | 90.1(2.4) | 109(20.7) | 88.9 (2.4) |
| 鄰苯二甲酸丁基苯甲酯 | 84.1 (6.4) | 105(20.5) | 89.6(6.1) | 92.7(5.6) | 117(24.7) | 93.0 (2.0) |
| 鄰苯二甲酸二(2-正丁氧基乙基)酯 | 78.5 (3.5) | 92.3 (16.1) | 89.3(3.6) | 86.1(6.2) | 107(15.3) | 92.4 (0.6) |
| 鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 | 81.4 (4.1) | 93.0 (15.0) | 90.5(4.9) | 86.5(6.9) | 108(15.1) | 91.1 (3.0) |
| 鄰苯二甲酸二環己酯 | 77.4 (6.5) | 88.2 (13.2) | 91.7 (15.2) | 87.7(9.6) | 102(14.3) | 71.9 (2.4) |
| 鄰苯二甲酸二正辛酯 | 74.9 (4.9) | 87.5 (18.7) | 87.2(3.7) | 85.1(8.3) | 105(17.7) | 90.4 (2.0) |
| 鄰苯二甲酸二壬酯 | 59.5 (6.1) | 77.3(4.2) | 67.2(8.0) | 97.2(7.0) | 108(17.9) | 90.1 (1.1) |
| 擬似標準品： | | | | | | |
| 鄰苯二甲酸二苯酯 | 98.5 (2.6) | 113(14.9) | 110(3.3) | 110(12.4) | 95.1(7.2) | 107(2.4) |
| 間苯二甲酸二苯酯 | 95.8 (1.9) | 112(11.7) | 109(3.3) | 104(5.9) | 97.1(7.1) | 106(2.8) |
| 鄰苯二甲酸二苯甲酯 | 93.9 (4.4) | 112(14.0) | 106(3.8) | 111(5.9) | 93.3(9.5) | 105(2.4) |

a 測定三次。括號內數值為平均回收率的百分相對標準偏差。

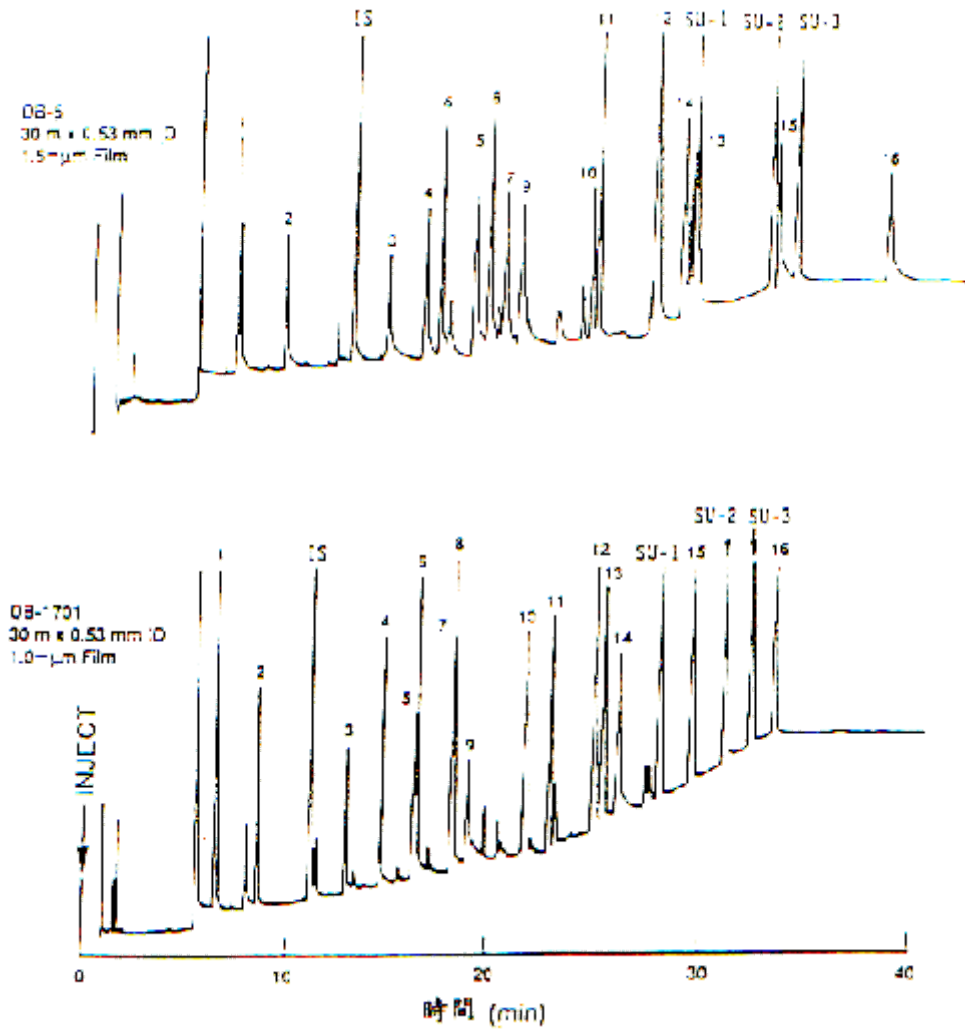
表六 使用超音波萃取法及鄰苯二甲酸酯類之毛細管柱氣相層析儀/電子捕捉偵測器檢測方法之精密
度及準確度^a

| 待測物 | 添加濃度(1 mg/kg) | | | 添加濃度(3 µg/g) | | |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 海口處 | 下水道 | 有機混 | 海口處 | 下水道 | 有機混 |
| | 沉積物 | 污水 | 凝土 | 沉積物 | 污水 | 凝土 |
| 鄰苯二甲酸二甲酯 | 77.9 (42.8) | 52.1 (35.5) | c | 136 (9.6) | 64.8 (11.5) | 70.2 (2.0) |
| 鄰苯二甲酸二乙酯 | 68.4 (1.7) | 68.6 (9.1) | 54.7 (6.2) | 60.2 (12.5) | 72.8 (10.0) | 67.0 (15.1) |
| 鄰苯二甲酸二異丁酯 | 103 (3.1) | 106 (5.3) | 70.3 (3.7) | 74.8 (6.0) | 84.0 (4.6) | 79.2 (0.1) |
| 鄰苯二甲酸二正丁酯 | 121(25.8) | 86.3 (17.7) | 72.6 (3.7) | 74.6(3.9) | 113 (5.8) | 70.9 (5.5) |
| 鄰苯二甲酸二 (4-甲基-2-戊基)酯 | 108 (57.4) | 97.3 (7.4) | c | 104 (1.5) | 150 (6.1) | 83.9 (11.8) |
| 鄰苯二甲酸二 (2-甲氧基乙基)酯 | 26.6 (26.8) | 72.7 (8.3) | 0 | 19.5 (14.8) | 59.9 (5.4) | 0 |
| 鄰苯二甲酸二戊酯 | 95.0 (10.2) | 81.9(7.1) | 81.9 (15.9) | 77.3(4.0) | 116 (3.7) | 82.1 (15.5) |
| 鄰苯二甲酸二 (2-乙氧基乙基)酯 | c | 66.6(4.9) | c | 21.7 (22.8) | 57.5(9.2) | 84.7 (8.5) |
| 鄰苯二甲酸己基2-乙基己 基酯 | c | 114(10.5) | 57.7 (2.8) | 72.7 (11.3) | 26.6 (47.6) | 28.4 (4.3) |
| 鄰苯二甲酸二己酯 | 103(3.6) | 96.4 (10.7) | 77.9 (2.4) | 75.5(6.8) | 80.3(4.7) | 79.5 (2.7) |
| 鄰苯二甲酸丁基苯甲酯 | 113 (12.8) | 82.8 (7.8) | 56.5 (5.1) | 72.9(3.4) | 76.8 (10.3) | 67.3 (3.8) |
| 鄰苯二甲酸二 (2-正丁氧基乙基)酯 | 114 (21.1) | 74.0 (15.6) | c | 38.3 (25.1) | 98.0(6.4) | 62.0 (3.4) |
| 鄰苯二甲酸二 (2-乙基己基)酯 | c | 76.6 (10.6) | 99.2 (25.3) | 59.5 (18.3) | 85.8(6.4) | 65.4 (2.8) |
| 鄰苯二甲酸二環己酯 | 36.6 (48.8) | 65.8 (15.7) | 92.8 (35.9) | 33.9 (66.1) | 68.5(9.6) | 62.2 (19.1) |
| 鄰苯二甲酸二正辛酯 | c | 93.3 (14.6) | 84.7 (9.3) | 36.8 (16.4) | 88.4(7.4) | 115(29.2) |
| 鄰苯二甲酸二壬酯 | c | 80.0 (41.1) | 64.2 (17.2) | c | 156 (8.6) | 115 (13.2) |

a 測定三次。括號內數值為平均回收率的百分相對標準偏差。所有樣品皆經矽酸鎂管匣淨化步驟處理。

b 海口處沉積物萃液(矽酸鎂管匣淨化，第一分流部份)，需執行去硫淨化步驟(依去硫淨化法(NIEA R108.00C)，使用亞硫酸四丁基胺鹽試劑)。

c 由於基質干擾無法檢測。



圖一：鄰苯二甲酸酯類混合標準品以DB-5和DB-1701熔矽毛細管柱之氣相層析/電子捕捉偵測器層析圖譜。層析圖譜上數字所代表的待測物參見表一升溫設定：150°C(持續0.5 min)以5°C/min升溫至220°C，再以3°C/min升溫至275°C(持續13 min)。

鄰苯二甲酸酯類之毛細管柱氣相層析儀/電子捕捉偵測器檢測方法

