

底泥採樣方法

中華民國105年1月4日環署檢字第1040109644號公告
自中華民國105年4月15日生效
NIEA S104.32B

一、方法概要

底泥 (Sediment) 指因重力而沉積於地面水體 (註 1) 底層之物質。表面 0 公分至 15 公分厚之底泥稱表層底泥 (Surface sediment)，超過 15 公分厚之底泥稱為深層底泥 (Deep sediment) (註 2)。底泥採樣可使用採樣鏟、抓取式採樣器 (Grab sampler) 或岩心採樣器 (Core sampler)。

底泥之採樣必須依其採樣目的，以及考量底泥、污染物質和現場周圍環境等特性而定。一般底泥之採樣可分為抓樣與混樣二種方式。本方法說明底泥採樣設備、材料、採樣、樣品保存、安全作業方式、安全措施與品質管制等。

二、適用範圍

本方法適用於地面水體底泥之採樣。

三、干擾

- (一) 若所採底泥要分析揮發性有機物含量時，不可使用混樣方法，以避免發生待測物逸散而低估其含量。
- (二) 採樣器材之交互污染會造成干擾。

四、設備及材料

(一) 採樣器材

1. 採樣鏟、採樣杓及土鑽採樣組：

A：採樣鏟：常用不銹鋼材質製品，或其表面具有塑膠、鐵氟龍塗佈者。規格大型者如水泥拌合用，小型者如園藝用。如樣品僅檢測重金屬時亦可使用塑膠材質之採樣鏟代替。

B：採樣杓：附有長柄且可伸縮式之不銹鋼材質製品，且底部為 10 mesh (2 mm) 不銹鋼網，如圖一。

C：土鑽採樣組 (Hand - held auger)：不銹鋼製或其他金屬製螺旋狀或中空採樣器，如圖二。

2. 抓取式採樣器：

A：艾克曼採泥器 (Ekman dredge)，市售○商品，如圖三。

B：范恩採泥器 (Van Veen dredge)，市售商品，如圖四。

C：其他與上述 A、B 同級品。

3. 岩心採樣器：

A：重力岩心採樣器 (Gravity corer)，市售商品，如圖五。

B：同級品。

(二) 樣品容器

1. 塑膠 (袋) 瓶。

2. 直 (廣) 口玻璃瓶附鐵氟龍墊片。

3. 不銹鋼或鐵氟龍盤。

4. 不銹鋼勺。

(三) 攜帶式氧化還原電位計。

五、試劑

(一) 試劑水：比電阻值大於 $16 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 之純水。

(二) 氧化還原電位計標準溶液：校正用，可使用市售之商品溶液，保存期限依商品規定。

六、採樣及保存

底泥之採集應依據採樣目的、現勘之狀況、可疑污染物之種類與查證、後續監測或整治工作之不同分別擬訂採樣計畫，據以執行。

採樣作業之各項步驟說明如下：

(一) 採樣基本原則

1. 採樣作業前，應先就預定採樣河川、灌溉渠道、湖泊、水庫、港口及其他中央主管機關指定公告特定地面水體等進行收集其地理環境、流域背景及歷年水質資料。

2. 依資料研判或辦理採樣現場初勘，瞭解現場地形、水流情況、附近主要污染源及適合的採樣點，測站上游是否有水利設施如水庫、堰壩及每日放水時間以避免危險。

3. 依據現勘紀錄或依據收集的資料及地形圖擬定採樣計畫。採樣計畫內容應包括：採樣目的、背景資料、計畫採樣點數及佈點方式、使用之採樣器具、採樣人員組織與分工、樣品容器與保存運送、待檢測項目及其他相關品管規範等。

(二) 採樣佈點建議原則

河川全流域、灌溉渠道系統、水庫、湖泊及港口等之調查區域，建議佈點原則如下（如圖六）：

1. 簡單隨機採樣 (Simple random sampling)：針對調查區域配合亂數表進行採樣佈點。
2. 網格採樣 (Grid sampling)：針對調查區域依固定間距進行採樣佈點。
3. 分區採樣 (Stratified sampling)：將調查區域切分為數個不重疊的均質分區，以分區面積權重分配採樣佈點。
4. 多階段採樣 (Multistage sampling)：利用初步大範圍系統調查結果，逐步向高污染區作細密採樣。

(三) 採樣點選取建議原則

採樣點除須考量現場採樣作業之可行性、方便性、經濟性及安全性外，採樣點選取應符合以下原則：

1. 採樣點應優先考慮能安全作業之處。
2. 河川及灌溉渠道之底泥沉積與水流 (Current) 及流量 (Flow) 有關，因此採樣點應選擇流速小於 0.3 m/sec，懸浮物易沈澱的地區，如彎道水段、水道變寬段、水道束縮處上游段、分叉型水段、分流水段及支流匯入水段等。建議水道寬小於 6 公尺時於中央處設置採樣點，若水道寬大於 6 公尺時，則分左岸、右岸及河中央各設置採樣點，並依調查目的或特殊需求以抓樣或混樣方式執行。
3. 水庫、湖泊及港口等水體之採樣點，建議選該水域較深之處。
4. 特定水體水深、流量、水質有明顯變化處，如河川支流匯流處、農業、都市或工業污染源注入處、民眾遊憩區域等，或有其它特殊考量之地點，應評估設置採樣點。
5. 若擬採樣之附近有堤堰時或橋樑有消波塊或蛇籠保護橋墩時，均應在其上游選取緩流處採樣。
6. 選取之採樣點應避開不規則物堆積如消波塊或廢棄物等。
7. 採樣點應盡量避免在有施工及採砂作業之處。
8. 港口採樣點應盡量避開岸邊有沉積物累積之處。

(四) 採樣器材選取原則

視水深及採樣目的需要，選取底泥採樣器材種類。一般使用抓取式採樣器收集表面底泥，用以分析水平之底泥特性分佈及瞭解近期沈積的底泥性質。岩心採樣器一般用在水道較深之河川及水庫湖泊，可採取較深層之底泥，可作為分析污染的垂直分佈，及瞭解底泥形成期間之污染特性。底泥採樣器材選取原則如下：

1. 採樣位置水體水深小於 1 公尺，可涉水採樣者，使用採樣杓採樣。
2. 採樣位置水體水深介於 1 公尺至 10 公尺，需利用膠筏採樣時，使用抓取式採樣器進行採樣。
3. 採樣位置水體水深大於 10 公尺時，需利用膠筏採樣時或其它船隻，使用岩心採樣器進行採樣。
4. 河川港口採樣時，水深大於 10 公尺時，同時遭遇強勁水流時，應使用足夠承受強勁水流之岩心採樣器採樣。

(五) 採樣器具之除污作業

與樣品接觸的器具使用後須更換或清理乾淨，方能重複使用。採樣過程之清洗方法為先用毛刷或鋼刷將附著的底泥刷除（以目視判定）後，以無磷清潔劑及清水沖洗，再分別以試劑水及有機溶劑（丙酮及酒精）潤洗，下一採樣點再以採樣水體之水樣潤洗。實驗室內之清洗方法為先用毛刷或鋼刷將附著的底泥刷除（若採集分析有機成份底泥樣品時，尚需以無磷清潔劑、或有機溶劑（丙酮及正己烷）、或熱水清洗），最後以去離子水或不含待測物的試劑水潤洗之，風乾後以鋁箔包裹備用。

(六) 樣品保存及運送

底泥樣品分析最少樣品數、容器及保存規定如表一及各待測物檢測方法中規定。檢測揮發性有機化合物樣品在分析前，不應作任何處理以免擾動樣品造成分析誤差。另外對於光線敏感度高的物質，需盛裝在不透明的容器中或將容器以鋁箔包覆。

(七) 採樣安全注意事項

採樣人員應該具有水上安全知識，在作業時領隊應嚴格要求隊員遵守安全規則及緊急事件連絡的方式。有關水上安全

知識及相關安全要求如下：

1. 採樣人員需穿著救生衣或備有其他救生裝備。
2. 採樣人員在採樣時應有適當的防護設備保護。
3. 採樣時至少要有二人同行。
4. 水體流速過快時，禁止涉水採樣。
5. 橡皮筏採樣時，應用繩索固定，以免橡皮筏流走。
6. 暴雨或洪水暴漲時，應即刻停止作業，改期再執行採樣。
7. 河川底泥沉積過深時，應儘量避免涉水採樣。

七、步驟

底泥採樣依計劃書規劃之採樣點進行並記錄其 GPS 座標。採樣時，採集 0 公分至 15 公分厚之表層底泥，如經多次採集樣品時，建議依樣品需求量依序選擇氧化還原電位測值中負值最大者（沉積較久之底泥）為該採樣點之代表性樣品。但如無法取得負值底泥，依序選擇正值最低者為樣品。依調查目的或特殊需求可進行混樣，但如分析揮發性有機物（如 AVS 等），或分析微型無脊椎動物之群聚性質，或經評估發現其具特定污染潛勢位置時，則不宜混樣。採樣過程之採樣器具操作及底泥氧化還原電位測定步驟如下：

（一）採樣鏟、採樣杓及土鑽採樣組採樣

1. 選擇採樣位置水體水深小於 1 公尺，穿著連身涉水雨褲採樣。
2. 將採樣器深入水底挖取 0 公分至 15 公分厚之表層底泥樣品，再將取出樣品全數倒入不銹鋼或鐵氟龍盤內並測定氧化還原電位並記錄。

（二）抓取式採樣

1. 艾克曼採泥器採樣
 - （1）先將連接採樣器的鋼索，固定在絞盤上。
 - （2）將艾克曼採泥器之抓柄先固定於卡樺上，使採樣器之抓斗呈現開啟之狀態。
 - （3）將採樣器舉起，鬆開絞盤，自作業船之船緣垂直沉入水中。

- (4) 待採樣器沉至水體底部，將鋼索拉直，但不可將採樣器拉離底部，再沿鋼索送出信錘，觸動卡樺使採樣器之抓斗關閉。
- (5) 以絞盤將採樣器緩慢拉起，置於不銹鋼或鐵氟龍盤內，以虹吸管或輕輕倒出上層水後，緩慢將抓勺拉開，儘量避免樣品散落於盛裝容器外。測定底泥氧化還原電位並記錄。

2. 范恩採泥器採樣

- (1) 先將連接採樣器的鋼索，固定在絞盤上。
- (2) 將范恩採泥器之抓柄先固定於卡樺上，使採樣器之抓斗呈現開啟之狀態。
- (3) 將採樣器舉起，鬆開絞盤，自作業船之船緣垂直沉入水中。
- (4) 待採樣器沉至水體底部，觸動卡樺鬆脫後，緩慢將鋼索拉直上提使採樣器之抓斗關閉抓取底泥樣品。
- (5) 以絞盤將採樣器緩慢拉起，置於不銹鋼或鐵氟龍盤內，以虹吸管或輕輕倒出上層水後，緩慢將抓勺拉開，儘量避免樣品散落於盛裝容器外。測定底泥氧化還原電位並記錄。

(三) 重力式岩心採樣器採樣

1. 將連接採樣器的鋼索，固定在絞盤上。
2. 將重錘鎖至採樣器上。
3. 打開採樣器底部的蛋形捕捉器 (Eggshell core catcher)，將採樣管裝入採樣器內。
4. 鎖緊採樣管底部的套蓋 (Nose piece)，並將採樣器上之活塞固定於卡樺上，使採樣器之活塞呈現開啟之狀態。
5. 舉起採樣器，鬆開絞盤，自作業船之船緣垂直將採樣器沉入水中。
6. 採樣器鑽入底泥層中會有氣泡產生，待氣泡消失，沿鋼索放下信錘，以關閉活塞。
7. 關閉活塞後，利用絞盤緩慢拉回採樣器。
8. 採樣器拉回後平放，打開採樣器底部的套蓋，取出採樣管，並用橡皮塞塞住二端。採樣管需垂直放置，以使懸浮微粒

沉澱及避免破壞底泥層。

9. 採樣管送至樣品分樣處進行分樣及檢測作業。
10. 底泥採樣器拉回時，必須將活塞緊閉，以免採樣管中的底泥在拉回的過程中流失。
11. 利用塑膠管或定量滴管將底泥樣品上層的水導出，樣品上層水導出過程中，儘可能不要擾動固液界面。
12. 將採樣管置於盛樣之塑膠淺盤中。
13. 打開一邊的橡皮塞，利用橡皮塞控制，將採樣管內的底泥樣品送至採樣管頂部。
14. 用不銹鋼片或不銹鋼刮勺切取出欲分析層的樣品至不銹鋼或鐵氟龍盤內，測定底泥氧化還原電位並記錄。
15. 如以採樣襯管作為樣品保存容器時，樣品如無法完全充滿襯管，需用清潔之不銹鋼鋸切除襯管空心部分再密封，如切除後之剩餘長度無法滿足分析需要，此樣品應視為無效樣品，須重新採樣。

(四) 氧化還原電位測定

1. 氧化還原計測定前，需進行校正並將校正資料記錄於採樣紀錄表中。
2. 以攜帶式電位測定儀測定時，將測定儀使用模式設定為 mV 模式，用試劑水潤濕沖洗電極棒後，將電極棒直接插入現採的底泥 5 公分深度，待氧化還原電位讀值穩定後，記錄氧化還原電位值。每次使用後必須用試劑水將電極棒上的底泥沖洗乾淨，然後置於含有飽和氯化鉀 (Potassium chloride) 溶液之塑膠套筒中，以避免電極棒內之玻璃薄膜乾裂。另外，電極棒插入過程不可擾動底泥樣品，且為避免空氣之影響，插入之電極棒需與底泥緊密接觸。

八、結果處理

底泥採樣進行期間，應針對底泥採樣器材及實施之作業流程保持連續、正確、完整之紀錄，紀錄應至少包含下列資料：

- (一) 日期及天候狀況。
- (二) 採樣人員。
- (三) 採樣位置簡圖及佈點位置、採樣地點及其編號、以及相關之資料。

- (四) 樣品編號。
- (五) 採樣器材及方法。
- (六) 採樣深度。
- (七) 氧化還原電位測值。

九、品質管制

- (一) 所有樣品之運送時，應包裝完妥置於適當運送容器內。
- (二) 所採之樣品應有樣品標籤及封條。

1. 樣品標籤之內容至少應包括：

- (1) 樣品編號。
- (2) 採樣者姓名及所屬單位名稱。
- (3) 採樣時間。
- (4) 採樣地點。
- (5) 檢測項目。
- (6) 樣品保存方式。

2. 樣品封條：採樣後樣品容器應加上封條，封條的粘封須使打開容器者必須撕破封條者；現場採樣人員並應於封條上簽名。

3. 採樣時，為確保樣品之品質，應製備現場品管樣品(Field QC samples)，並與採集之樣品一同攜回檢驗室檢測。

(1) 現場空白 (Field Blank)：將不含待測物且類似樣品基質的樣品 (如試劑水等) 於檢驗室配製裝入樣品瓶密封後，攜至採樣地點，曝露於採樣狀況下 (例如打開瓶蓋、加入保存劑等)，可用於判知整個採樣、運送過程之污染情形。執行揮發性有機物或低濃度之檢測採樣時，每一採樣現場應有一現場空白樣品。

(2) 設備空白 (Equipment Blank)：採樣前，應對採樣設備做一設備空白，其方法是將試劑水導入清潔之採樣設備中，再將試劑水移入樣品瓶中，依規定加入保存劑後，密封之，可用於判知採樣設備是否污染情形。如為可棄式採樣設備，並經確認未受污染時，則可不作設備空白。

- (3) 運送空白 (Trip Blank)：將不含待測物之試劑水於檢驗室配製裝入樣品瓶密封後，攜至現場再與其他採集之樣品送回檢驗室檢測，過程中均不打開，可用於判知運送過程之污染情形。執行揮發性有機物或低濃度之檢測採樣時，每一採樣行程應製備一運送空白樣品。

十、精密度與準確度

略

十一、參考資料

- (一)行政院環境保護署，底泥品質管理計畫，EPA-99-GA101-03-A205，中華民國 100 年。
- (二)Resources Inventory Committee, British Columbia (Canada), Lake and Stream Bottom Sediment Sampling Manual, 1997.
- (三)U.S. EPA. Sediment Sampling: SOP#:2016, 1994.
- (四)U.S. EPA. Environmental Investigations Standard Operating Procedures and Quality Assurance Manual, 2001.
- (五)International Organization for Standardization, Guidance on Sampling of Bottom Sediments: ISO 5667-12, 1995.
- (六)U.S. EPA. Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual, EPA-823-B-01-002, 2001.
- (七)Washington State Department of Ecology, Sediment Sampling and Analysis Plan Appendix, Ecology Publication No. 03-09-043, 2003.
- (八)U.S. EPA. Sediment Sampling: SOP#:1215, 1999.
- (九)行政院環境保護署，環境檢驗室樣品採集及保存作業指引，中華民國 93 年。

註 1：依水污染防治法第二條第二款地面水體之專用名詞定義。

註 2：依美國環保署之定義。表層底泥為底棲生物主要棲息區，適用底泥污染調查；而深層底泥則適用於污染歷史之追蹤調查。

表一、底泥樣品最少樣品量、容器與保存方式

檢 測 項 目	建議最少 樣品量 (克-濕重)	容 器*	保 存 方 法	最長保存期限
汞	100	直(廣)口玻璃瓶附鐵氟龍墊片	4±2 °C 冷藏	乾燥後可保存 28 天
重金屬 (汞除外)	500	塑膠(袋)瓶或直(廣)口玻璃瓶附鐵氟龍墊片	4±2 °C 冷藏	乾燥後可保存 180 天
半揮發性有機物、有機氯系農藥	250 × 2	直(廣)口棕色玻璃瓶或無色玻璃瓶以鋁箔包覆，附鐵氟龍墊片	4±2 °C 冷藏，暗處	14 天 (採樣至萃取) 40 天 (萃取至分析)
揮發性有機物、總有機碳	125 × 2	直(廣)口棕色玻璃瓶或無色玻璃瓶以鋁箔包覆，附鐵氟龍墊片	4±2 °C 冷藏，暗處，水封	14 天 (採樣至分析)
底泥生物毒性、生物累積毒測試	3,000	直(廣)口玻璃瓶附鐵氟龍墊片	4±2 °C 冷藏，暗處	14 天

*：採樣襯管或採樣管：亦可作為樣品容器。

- (1) 塑膠襯管：適用於檢測無機項目（如重金屬）之採樣。若使用塑膠襯管採集有機項目分析之樣品時，則不可作為保存容器。
- (2) PETG、鐵氟龍襯管及金屬管：適用於各種成分。但銅管不適用於檢測銅的樣品。



圖一、採樣杓



圖二、土鑽採樣組



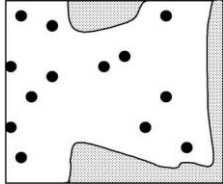
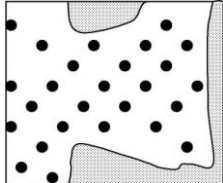
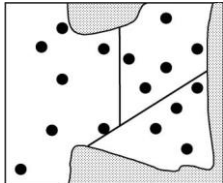
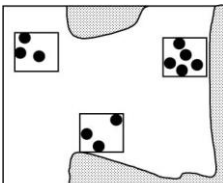
圖三、艾克曼採泥器 (Ekman dredge)



圖四、范恩採泥器 (Van Veen dredge)



圖五、重力岩心採樣器 (Gravity corer)

<p>簡單隨機採樣</p>	<p>針對調查區域配合亂數表進行採樣佈點</p>	
<p>網格採樣</p>	<p>針對調查區域依固定間距進行採樣佈點</p>	
<p>分區採樣</p>	<p>將調查區域切分為數個不重疊的均質分區，以分區面積權重分配採樣佈點</p>	
<p>多階段採樣</p>	<p>利用初步大範圍系統調查結果，逐步向高污染區作細密採樣</p>	

圖六、底泥採樣點佈點建議原則