

硬底質海域表棲生物採樣通則

中華民國 93 年 12 月 7 日環署檢字第 0930089721B 號公告
自中華民國 94 年 3 月 15 日起實施
NIEA E104.20C

一、方法概要

依據海域環境的特性，選擇適當的採樣工具，採集該海域表棲生物，藉以調查表棲生物之種類、密度、豐度和分布，並估計表棲生物群聚的物種多樣性及群聚結構。

二、適用範圍

本方法適用硬底質海域如珊瑚礁、硬底質潮間帶等之表棲生物採樣。

三、干擾

(一) 採集工具如造成表棲生物之驚嚇或傷害時，無法獲得完整或具代表性的樣本。

(二) 表棲生物分布不均勻，以致取樣偏差。

四、設備及材料

(一) 定位設備：能確定採樣位置之座標，如全球定位系統(GPS)。

(二) 水肺潛水設備：為水面下操作時所需，於潮間帶作業時需著救生衣，其材料、結構及標示必須符合經濟部標準檢驗局所訂之國家標準。

(三) 度量工具：使用一定長度(如 10 m 以上)或一定面積(如 50 cm x 50 cm 以上)之度量工具，一旦決定量測方式，就不再更改。

(四) 樣品保存裝置：樣品瓶(500 mL、1000 mL)。

(五) 能保持溫度於 0-4°C 之容器：如冰箱或冰桶。

(六) 水下照相機或攝影機：具有時間顯示。

五、試劑

(一) 試劑水：去離子水。

(二) 固定、保存液

1. 70%酒精：將市售 95%酒精 500 mL 加水 178 mL 即為 70%酒精。
2. 5%中性甲醛溶液：將甲醛溶液加入硼酸鈉 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)，使其成中性甲醛溶液，以酸鹼試紙測試。此溶液之配製係將市售之 40%甲醛溶液視為 100%來使用。例如將 5 mL 40%的中性甲醛加水 95 mL 即為 5%中性甲醛溶液；如中性甲醛溶液濃度為 20%，則視為 50%，將 10 mL 20%的中性甲醛加水 90 mL 即為 5%中性甲醛溶液；依此類推。

(三) 麻醉劑

1. 薄荷腦 menthol (1-甲基-3-羥基-4-異丙基環己烷， $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_9(\text{C}_3\text{H}_7)\text{OH}$)：固體，無色透明結晶。
2. 氯化鎂(MgCl_2)：使用試劑水配製成濃度為重量百分率 7%的溶液，不可用海水配製，因海水中所含高量的鈣離子會妨礙鎂離子的作用，而無法達到麻醉的目的。
3. 其它可使生物麻醉之藥品。

六、 步驟

(一) 採樣基本原則

1. 採樣安全注意事項：
 - (1) 隨時收聽氣象報導，當遇有豪雨、颱風警報或風浪過大時，應立即停止採樣。
 - (2) 採樣人員需穿著救生衣或備有其他救生裝備。
 - (3) 在作業時應嚴格要求恪遵安全規則及緊急事件的連絡方式。
2. 採樣作業前，應先收集預定採樣海域之地理環境、背景等資料，且採樣者須熟習採樣工具、方法、底棲生物棲息習性及鑑定種類的知識。地理環境資料包括地形圖、航照圖、潮汐和潮

位等資料。

3. 依資料研判或辦理採樣現場初勘，瞭解現場地形、海流情況、附近主要污染源及適合的採樣位置。必要時進行現場勘查。
4. 依據所收集的所有資料擬定採樣計畫。採樣計畫內容應包括計畫名稱、採樣日期、工作時程、監測站及採樣點位置、採樣器材及樣品保存方式、分析項目、人員調派及交通工具的安排及辦理人員出海公文等。

(二) 測站配置與測站數(註一)

1. 測站配置：應能涵蓋計畫基地區位及其周邊可能影響海域範圍以及影響範圍外之對照站。測站位置經全球定位系統(GPS)定位，並記錄正確之經緯度座標，不應輕易更改。
2. 測站數
 - (1) 離岸 3 海浬外之外海海域評估範圍內每 5 km² 一個測站，最少 5 個測站。每一測站要有 3 個重複的樣品。
 - (2) 離岸 3 海浬內之沿海海域評估範圍內每 1 km² 一個測站，最少 4 個測站。每一測站要有 3 個重複的樣品。

(三) 調查時間與頻率(註一)

為掌握海域生態現狀，以確立生態體系的背景值，調查頻率至少應涵蓋春、夏、秋、冬等四季，而二次調查之間隔時間應至少相隔一個半月。

(四) 採樣步驟(二種採樣方式擇一)

1. 橫截線調查法：係使用固定長度(如 10 m 以上) 之度量工具，呈一直線置於測點的硬底質上，直接記錄橫截線上的表棲生物種類、數量及其覆蓋度。必要時，採集部份標本，進行種類鑑定。
2. 方框測量法：將固定面積(如 50 cm x 50 cm 以上) 度量工具置於測點的硬底質上，直接記錄方框內的表棲生物種類、數量及其覆蓋面積，並以拍照或攝影記錄方式，再進行種類判讀及計算其覆蓋面積或群體數量。

七、 樣品處理及保存

(一)處理

1. 採集的標本應儘速處理，避免標本損壞。
2. 生物標本經分類、稱重、照相及記錄後，為避免取走不必要的樣本，僅可自樣本中取部份樣本做為其他分析或測定之用，其餘回歸海中。
3. 發現具保育類之生物(參考農委會公布(註二)之保育類生物名錄)，應及時拍照，並進行有關生物學(如體長、體重、性別...等形態特徵)的觀察及測量，並隨即記錄之。

(二)固定、保存

1. 需培養和麻醉的生物，應以海水沖洗乾淨，並儘量減少刺激、損傷。需麻醉的生物裝於瓶內，加入麻醉劑，直至生物肌肉鬆弛。
2. 將各標本分離，按個體大小分裝於不同規格之標本瓶。
3. 標本除海綿動物類用 70%以上酒精固定外，其餘各類均可用 5%中性甲醛溶液固定保存，或是直接將標本瓶以冰塊冷藏於冰箱中。

八、結果處理

(一)生物種類應儘可能鑑定至種的層級，並列出學名。

(二)生物密度估算：以單位採樣面積之個體數或生物量(群體型生物，如海綿、腔腸動物)表示。

(三)底棲生物群聚結構分析，包括：物種多樣性(diversity)、均勻度、優勢性指數等(有效位數小數點下二位)。

1. 多樣性指數之計算可採下列公式：

(1)香農韋納指數(Shannon-Wiener index, H')

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

H' ：多樣性指數

S ：樣品中的種類總數

P_i ：第 i 種的個體數(n_i)與總個體數(N)的比值(n_i/N)

(2) 辛普森指數(Simpson's index, λ)

可採下列兩種不同計算方式，但應用時考慮其一致性：

$$A \quad \lambda = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 = 1 - \sum_{i=1}^S \left(\frac{N_i}{N}\right)^2$$

$$B \quad \lambda = 1 - \frac{\sum_{i=1}^S N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)}$$

λ ：多樣性指數

S ：樣品中的種類總數

P_i ：第 i 種的個體數(N_i)與總個體數(N)的比值(N_i/N)

2. 均勻度可採用皮耶諾均勻度指數(Pielou's evenness index, J)，其計算式如下：

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

J ：均勻度指數

H' ：多樣性指數

H'_{\max} ：為 $\log_2 S$ ，表示多樣性指數的最大值， S 為樣品中總種類數。

J 值範圍為 0~1 之間， J 值大時，顯示種間個體數分佈較均勻；反之， J 值小則表示種間個體數分佈欠均勻。

3. 優勢度與均勻度是相對應的指數，可以下列公式計算之：

$$D_2 = \frac{N_1 + N_2}{N}$$

D_2 ：優勢度

N_1 ：樣品中第一優勢種的個體數

N_2 ：樣品中第二優勢種的個體數

N ：樣品中的總個體數

(四) 底棲生物檢測結果應與環境(含棲地環境)因子如水溫、酸鹼度、鹽度或底質粒度等進行分析。

九、品質管制

- (一)採樣作業各項紀錄應完整。
- (二)同一測站重複的樣本間物種差異大於 50%以上，即代表樣品量不足。
- (三)至少 80%樣本須鑑定至種的層級，並列出學名(屬名要明確，種名如未明確可以以 *sp1*、*sp2* 等表示之)。
- (四)每一種標本都需照相及保留驗證標本，以供未來其他研究人員比對。

十、精密度與準確度

略

十一、參考資料

- (一)American Public Health Association , American Water Works Association & Water Pollution Control Federation. Standard methods for the examination water and wastewater, 20th ed., Method 10500 Benthic macroinvertebrates , pp.10 – 60 ~ 10 - 74. APHA, Washington, DC.,USA, 1998.
- (二)黃哲崇，海洋生態環境影響評估技術規範，EPA-92-E101-02-104，2003。

註一：依採樣目的不同，測站配置、站數及頻度可做適度調整。

註二：農委會網站([http:// www.tesri.gov.tw/content6](http://www.tesri.gov.tw/content6))。