

聲波遙測技術運用於台灣周邊海域 浮游動物生物量變動之調查

陳郁凱、陳人平、吳繼倫
水產試驗所海洋漁業組

前言

科學魚探的主要功能在勘查水面下海洋生物的體型大小與生物量分布情形。經由分析所記錄之標物反射強度 (Target Strength, TS), 可推估海洋生物體長組成分布, 而由體積散亂反射強度 (Volume backscattering strength, SV) 可瞭解海洋生物分布水層及密度。目前單頻及多頻科學魚探普遍用於海洋生物日週垂直洄游及生物量估計研究, 尤其適用於具有明顯群集特性或具優勢種而低生物多樣性的海域。浮游動物資源量的變動對於魚類資源具有直接或間接影響, 因此在漁場形成機制中, 浮游動物具有相當的重要性。然台灣位處亞熱帶, 海洋生物相具有高多樣性, 由於不同生物所產生的頻率反射特性不同, 僅以科學魚探進行浮游動物及魚類資源量的探勘確是有其困難, 為此本研究透過聲波遙測及現場實地浮游生物採集, 調查台灣周邊海域浮游動物現存量之時空間變動情形, 作為漁場變動監控之參考指標。

材料方法

本研究利用水試一號試驗船於 2007 年

5、7 與 10 月及 2008 年 1 與 3 月, 針對台灣周邊海域 62 個測站 (圖 1) 進行聲波遙測 (38 kHz) 及浮游動物樣本蒐集。樣本的採集係利用 ORI 浮游生物採集網 (網口直徑 160 cm、網大小 330 μm), 以斜拖方式採集離海底 5 m 以淺水層之浮游動物 (如水深超過 200 m, 則拖曳至 200 m 水深), 並於網口中央結附流量計計算網口之濾過海水體積。採得之浮游動物以 5–10% 福馬林—海水溶液固定後, 攜回實驗室測量其溼重, 並透過網具濾過之海水體積求得生物量, 其計算公式如下:

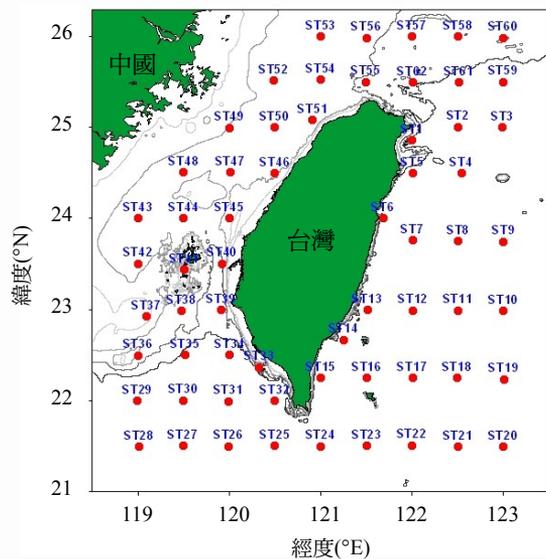


圖 1 台灣周邊海域 62 個調查測站分布

$$V = \frac{\pi \times D^2 \times L}{4} \quad L = \frac{n \times RC}{999999}$$

- V : 網口濾過海水之體積 (m³)
- π : 圓週率 = 3.14
- D : 網口直徑 (m)
- L : 網具拖曳距離 (m)
- n : 流量計數值差 (採集前與採集後)
- RC : 流量計濾水參數 57,560

$$B = \frac{W}{V}$$

- B : 浮游動物生物量 (g/m³)
- W : 浮游動物溼重 (g)

在聲波探測方面，38 kHz 科學魚探之設定參數如表 1 所示。由於海水表層及海底附近易受海流、波浪及氣泡等干擾，因此，在平均 SV 值之運算過程中，首先將水深 7 m 以淺及離海底 1 m 以深之資料予以排除，求得航行期間每 10 min 及浮游動物採樣時間內水深 200 m 以淺水層之平均 SV 值 (圖 2)。

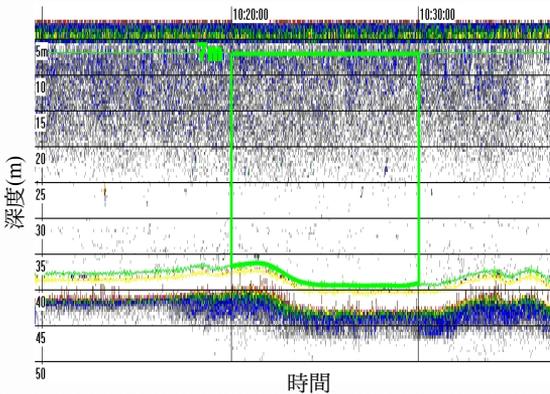


圖 2 水層別體積散亂反射強度示意圖

表 1 Simrad EK500 型科學魚探 38 kHz 之參數設定

系統參數	設定
頻率	38 kHz
轉換器深度	2.24 m
消散係數	10 dB/km
波頻	2 pings/s
波長	1.0 ms
頻寬	3.8 kHz
最大功率	2000 W
感應角度	21.9
波束角度	-20.6 dB
SV 功率轉換器增益	26.5 dB
TS 功率轉換器增益	26.5 dB
3 dB 波束寬度	7.1 degree
最大深度	2000 m

結果與討論

一、浮游動物生物量

2007 年 5、7 與 10 月及 2008 年 1 與 3 月航次調查浮游動物平均豐度 (ind./1000m³) 依序為 118.1 ± 77.7、122.8 ± 100.6、105 ± 125.8、73.2 ± 59.9、116.5 ± 86.4，於夏季達最高、冬季為最低，其變動趨勢大致由冬季至夏季呈現上升趨勢，夏季至冬季則呈下降趨勢。台灣周邊海域浮游動物生物量較高的海域主要分布於台灣海峽及台灣東北部海域 (圖 3)，其浮游動物生物量主要介於 100–400 g/1000m³ 之間，最高可達 704.2 g/1000m³；台灣東部及西南部海域浮游動物生物量較低，除少數測站外，均低於 100 g/1000m³。

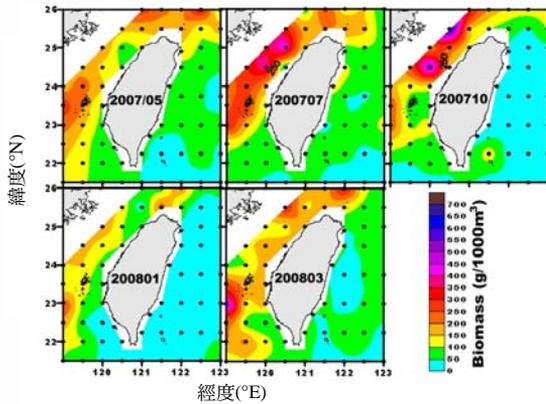


圖 3 台灣周邊海域航次別浮游動物生物量分布

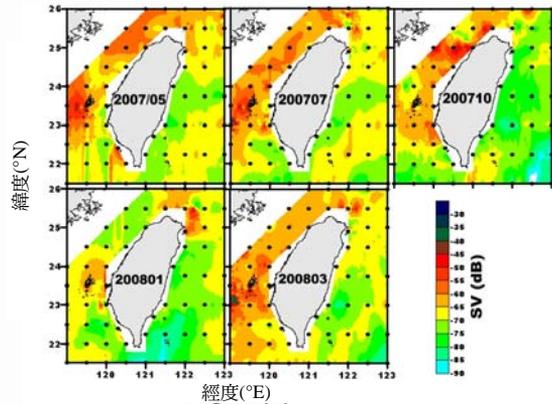


圖 4 台灣周邊海域航次別體積散亂反射強度(SV)分布

二、體積散亂反射強度

本研究利用 38 kHz 科學魚探調查台灣周邊海域海洋生物密度季節變動情形如圖 4 所示，其分布情形大致與實際採樣估算之浮游動物生物量分布情形一致。各調查航次，海水表面至海底或 200 m 深度之平均體積散亂反射強度變動如圖 5 所示，依序為 -65.4 ± 6.5 dB (mean \pm SE)、 -67.2 ± 5.2 dB、 -71.1 ± 6.7 dB、 $-70.8.2 \pm 6.3$ dB、 -66.5 ± 5.1 dB。

三、浮游動物生物量與體積散亂反射強度之迴歸分析

本研究五個調查航次浮游動物生物量經過對數轉換後與 38 kHz 科學魚探之體積散亂反射強度進行迴歸分析，結果如圖 6 所示，其迴歸方程式為 $\text{Ln}(B) = 0.092 \text{ SV} + 3.72$ ($R = 0.74$)。該迴歸式經過 t-test 檢定結果 ($p < 0.01$) 顯示浮游動物生物量之對數值與 38 kHz 科學魚探之體積散亂反射強度呈顯著的相關。因此，未來將 38 kHz 科學魚探運用於台灣周邊海域浮游動物生物量之調查估計是可行的。

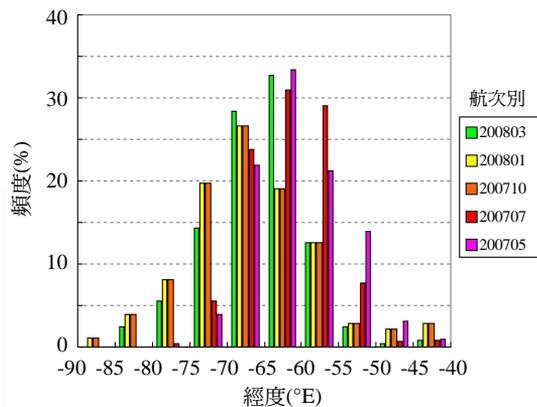


圖 5 台灣周邊海域航次別體積散亂反射強度(SV)之頻度分布

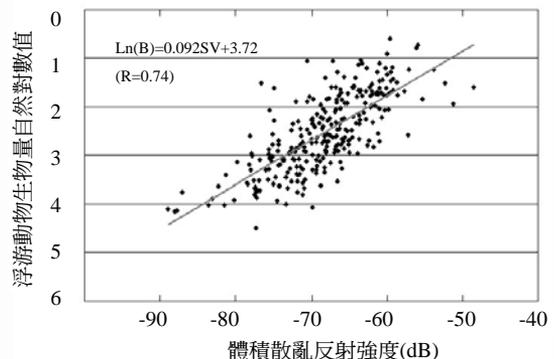


圖 6 浮游動物生物量(Biomass)之對數值與體積散亂反射強度(SV)之直線迴歸