行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告

南海漁場聲探回訊特徵及其時空分佈之研究(一)
Hydroacoustic fishery study of South China Sea (1)

計畫編號：NSC 88-2611-M-002-009-AP7
執行期限：民國 87 年 8 月 1 日至民國 88 年 7 月 31 日
主持人：葉顯椏　國立台灣大學海洋研究所

一、中文摘要

應用聲探法評估資源豐度時，目前係以單位體積背景散亂反射強度(volume backscattering strength，簡稱 Sv)為漁業資源豐度的指標。但 Sv 為一包含了船舶雜訊、浮游生物回訊等非漁業資源生物回訊之混合訊號，如何有效濾除背景雜訊，精確析出其中所蘊含漁業資源的豐度訊息，以提升以聲探法評估漁業資源豐度時之精確度，實為本法尚待精進之重要研究課題。在本報告中，我們就針對南海所蘊藏之漁業生物資源，應用海研壹號研究船上的 Simrad EK500 (38kHz) 型魚探機，能遙測出單體魚回訊的特點，發展出了 Sv 雜訊分離演算模式，以期有效分離出 Sv 訊號中屬於漁業資源生物的回訊，俾供日後以聲探法進行資源評估時之參考依據。

關鍵詞：漁業聲學、南海、聲探雜訊濾除、單位體積背景散亂反射強度

Abstract

For echo integration, background noise can sometimes be excluded from the integration process by the use of a threshold filter. But, a high noise level threshold may have also excluding significant amounts of echo signals arisen from biological targets, while a low noise level threshold would affect otherwise. Since the components of background noise are complex and variable, to improve the accuracy of hydroacoustic fishery resource assessment, some noise clarification algorithms to dynamically setting the appropriate threshold of noise level are worthwhile for further investigation. In this study we have (1) developed an algorithm for background noise filtering to improve the accuracy of hydroacoustic fishery resource assessment; and (2) developed an effective echo data retrieval and compilation system for fisheries resources assessment purpose, particularly, in the South China Sea region.

Keywords: Hydroacoustic, South China sea, Background noises, volume

Backscattering strength.

二、前言

世界上的海洋漁業，係有９０％以上之努力量，集中於不到總海洋面積７％的邊緣海。南海為一半封閉型的海盆，同時也是世界上最大的邊緣海，可能蘊藏非常豐富之漁業資源。但到目前為止，對於該海域可利用之生物資源的研究，仍然非常缺乏。此時如果能發展出一有效之資源豐度評估法，不但能對於資源開發時之參考有莫大助益，也能提供日後資源管理時之參考依據。

為達到漁業資源合理永續利用之目標，研析求出資源量、體長組成及生產力等資源力學特徵參數，進而做為定立資源開發策略之依據，係為不可或缺之首要工作。資源力學參數之求出，傳統上多以漁獲統計資料之長期變動特徵推估求得，唯需時較長，且漁獲統計資料常常不易取得，導致無法以傳統法進行資源豐度評估。幸而由於近年來電子科技的長足進步，以聲探理論為基礎，應用於海洋生物資源量評估的發展極為快速。自 1980 年代起，聯合國糧農組織(FAO)已將其定為漁業資源評估標準方法之一(Burczynski, 1979; Johannesson et al., 1983)。本法俱有機動、直接且迅捷的優點，非常適合用來從事大範圍漁業資源豐度時空變動之相關研究。

應用聲探法評估資源豐度時，係以單位體積背景散亂反射強度(volume backscattering strength 簡稱 Sv)為資源豐度的指標(Burczynski, 1979; Lee, 1987)。但 Sv 內容中除了探測目標生物之回訊以外，尚包含了船舶機械噪音、電子干擾雜訊、海洋生物發聲及非探測目標生物(如浮游生物)的回訊等等之背景雜訊，故一般航測時係設定一閥值欲將以上雜訊濾除(Furusawa et al., 1992; 呂, 1995)。但背景雜訊組成成份複雜，且隨船速、海況及浮游生物密度等因素而變動，若只以一固定的雜訊濾除閥值處理，將不易得到良好效果，進而可能導致評估結果誤差較大(MacLennan et al., 1992)。由此可知，如何建立一有效之 Sv 雜訊分離演算模式，以邏輯及函數關係式判斷出背景雜訊的強度，再將 Sv 回訊中的背景雜訊扣除，以便更精確地解析出其所代表的資源豐度訊息，提高評估結果的準確性，實為一重要的研究課題。

三、Sv 雜訊分離演算模式

實際於海上進行聲探航測時，浮游生物、仔稚魚及非生物性懸浮顆粒等之回訊、甲殼類及海洋哺乳動物發聲、電子雜訊或船舶航行時的噪音等亦會加入 SV 回訊中，而影響以聲探法評估漁業資源豐度時之準確度。在本研究中定義以上等等非漁業資源目標生物之回訊為背景 SV 雜訊(SV_B)。並假設：

SV_B在同樣區同 SV 積分水層(SV Integrate Layer)內為定值。

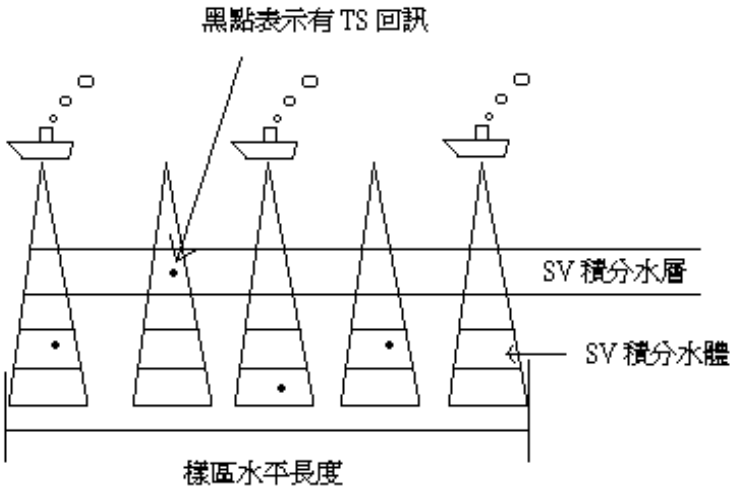

圖２、積分水層與積分水體之示意圖

若 SV 積分水體(SV Integrate Volume)內出現標物反射強度回訊(Target Strength；簡稱 TS)，則假設該 SV 積分水體有目標生物單體出現（圖２），且令其 SV 值以符號 SV_{TS} 表示(圖３)。同樣區同 SV 積分水層內最小之 SV_{TS} 以符號 $_{min}SV_{TS}$ 表示（圖４）。

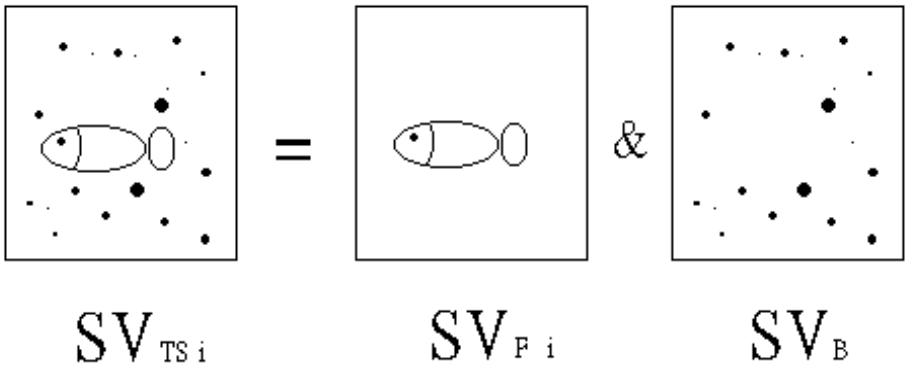

圖３、SV_{TS}、SV_F 與 SV_B 關係之示意圖

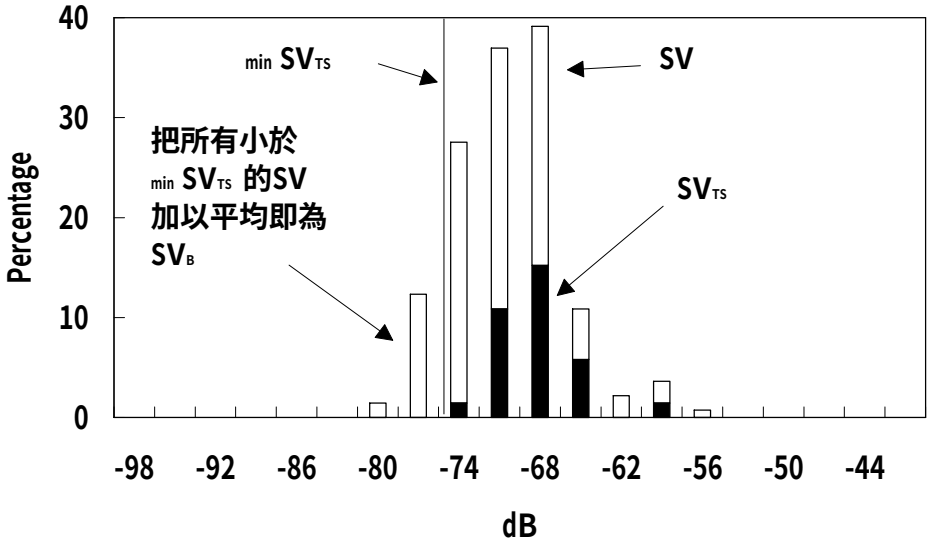

圖４、SV、SV_{TS}、$_{min}SV_{TS}$及 SV_B之關係圖

Simrad EK500 魚探機，係以分割波束法(Split-beam method)，提供現場標物反射強度之資訊。此一資訊，可利用來標定出有目標生物出現之 SV 回訊(SV_{TS})。雖然 SV_{TS} 仍為一混合信號(圖３)，但只要找出同樣區同積分水層內的最低值($_{min}SV_{TS}$)，即可找出該樣區該積分水層內有目標生物及沒有目標生物的界線(圖４)。再以所有小於 $_{min}SV_{TS}$ 之 SV 平均值當作背景 SV 值(SV_B)；然後依下列方程式分離出 SV_{TS} 中屬於目標生物之單位體積背景散亂反射回訊積分值(SV_F)。

$$SV_{Fij} = TS_{ij} + 10\log\left(10^{\left(\frac{SV_{TSij} - TS_{ij}}{10}\right)} - 10^{\left(\frac{SV_{Bj} - TS_{ij}}{10}\right)}\right)$$

where：

TS：Trget Strength.
SV：Volume Backscattering Strength.
SV_F：SV of Fish.
SV_B：SV of Background Noise.
SV_{TS}：SV with TS.
i：Class number of SV Integrate Volume.
j：Class number of SV Integrate Layer.

四、討論

聲探回訊技術自 1970 年代以來，已被公認為一種頗有前途的水域資源豐度測量方法(Johanaesson *et al*, 1983)，聯合國糧農組織（FAO）已將它定為標準漁業資源評估方法之一（Maclennan *et al.*, 1992; 朱，1994)，近年來已廣為許多先進國家採用（Ehrenberg, 1983; MacLennan, 1990）但至目前為止，背景雜訊之有效分離仍為許多研究者努力解決的目標(Maclennan *et al.*, 1992; 朱，1994; 呂，1995)。若以聲探法評估海洋生物資源為例，可將其背景雜訊的來源可分為生物性及非生物性二大類：

（一）屬於生物性的計有：（１）浮游生物、仔稚魚等小型生物之回訊－此類生物之回訊會加入單位體積背景散亂反射強度(Volume Backscattering Strength，簡稱 SV) 回訊中，而影響利用回訊積分法估計魚類資源時之準確度(Burczynski，1979)；及（２）海洋生物所發出之聲音－如鯨魚、海豚及甲殼類等會在海中發出聲音，此等聲音之頻率若與魚探機之工作頻率相近的話，也會加入回訊中，影響以聲探法估計資源量時之準確度(Johannesson *et al*, 1983)。

（二）屬於非生物性的計有：（１）電氣干擾雜音－研究船在航測時常會同時開啟許多高頻電子儀器(ex. ADCP、航海雷達、無線電發報機等)，而這些電子儀器會經由電源或以電磁波的形式互相干擾(Johannesson *et al*, 1983)；（２）魚探

機本身之電子雜音－魚探機容易產生雜訊的部分為聲音與電子信號轉換機構（Transducer)、信號放大線路與時間變動補償線路（Time Varied Gain，簡稱TVG）等(Johannesson *et al*, 1983; 呂，1995)。（３）航舶航行時之噪音－此噪音的來源為機件運轉時的噪音、船舶航行時船體或螺旋槳之切水聲等。此類噪音有隨船速增加而升高的趨勢，且已被証明對聲探回訊分析有顯著之影響（Burczynski，1979)。

以上種種背景雜訊，不論是生物性的或是非生物性的，若不能有效析出並扣除，必然會影響以聲探回訊法對漁業資源估計的準確性。目前與聲探資源評估相關的研究報告中，對於背景雜訊之處理方式約可分為下列幾種(呂，1995)：

（一）不做任何討論與處理；

（二）設定一閾值（Threshold)，將全部的回訊減去此閾值，做為背景雜訊濾除的方式。但實際上，背景雜訊組成的成份非常複雜，且隨船速、海況及浮游生物密度等因素而變動，雜訊濾除閾值該如何定立，固定的閾值是否真能有效濾除會隨海況變動的背景雜訊，都是非常值得商議的問題；

（三）參考相近時空下，浮游生物相關之聲探研究結果。但此類基礎研究在進行時，常會忽略混在其中之魚類信號，以致所提供之背景值是否有代表性，非常俱有爭議；

（四）利用數位影像技術以特殊之運算邏輯除去背景值(呂，1995)。此法不失為一可行之方法，但處理程序複雜，聲音與影像轉換時易失真，且需特殊影像處理設備，不易普及。

本研究所發展出之利用現場標物反射回訊（*in situ* Target Strength）標定有魚類出現之 SV 回訊，並找出有魚及無魚（背景值）之 SV 回訊強度界線，以分離出混合 SV 回訊中屬於魚類之回訊。可應用於所有能提供現場標物反射回訊之科學魚探機（Dual Beam or Split Beam)。

五、參考文獻

Burczynski, J. (1979) Introduction to the use of sonar systems for estimating fish biomass. FAO Fish. tech. Pap., 191: 89pp.

Ehrenberg, J. E. (1983) A review of *in situ* target strength estimation techniques. *FAO Fish Rep.*, 300:85-90.

Furusawa, M. H., Takao, Y. I., Miyonohana Y. C. and Kawaguchi S. I. (1992) Two-step echo integration method for accurate estimation of fish abundance. Nippon Suisan Gakkaishi, 58(3): 469-475.

Johannesson, K. A. and R. B. Mitson (1983) Fisheries acoustics A practical manual for aquatic biomass estimation. *FAO Fish. Tech. Pap.*

240:249pp.

Lee, K. T., M. A. Lee and S. R. Leu (1987) Studies on quantification of echo sounder signals and comparison of the acoustic scattering characteristics of fishes with different body shape. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 14(2):53-66.

MacLennan, D. N. (1990) Acoustical measurement of fish abundance. *J. Acoust. Soc. Am.*, 87(1):1-15.

MacLennan, D. N. and Simmonds, E. J. (1992) Fish and Fisheries Series, 5: Fisheries acoustics. Chapman and Hall. London. 325pp.

朱達仁 (1994) 台灣東北部海域鯖　資源聲訊群量分佈與海況間關係之探討. 國立台灣大學博士論文,149pp.

呂學榮 (1995) 利用數位影像技術處理聲探回訊之研究－以本省東北部沿海生物量評估及群集特性分析為例. 國立台灣海洋大學博士論文, 157pp.