

利用 Schaefer 及 Fox 模式粗估我國巾著網漁業之最適努力量與最大持續生產量



李嘉林、吳世宏、王友慈

水產試驗所海洋漁業組

前言

一般所稱的『巾著網漁業』是由二艘漁船組合，經由魚探機測得魚群位置，而進行圍捕作業的漁撈經營方式。該漁業起源於 50 年代，最初由日本引進相關漁撈技術，時至今日已有 50 年左右的歷史，是我國重要的傳統沿近海漁業之一。然而，其經營有逐漸式微的趨勢，以 1995 年為例，尚有動力漁船 268 艘，至 2002 年則僅剩 78 艘。其作業漁場集中於臺灣西南部與宜蘭附近海域，並以高雄縣茄定鄉的興達港及宜蘭縣的南方澳為主要根據地（圖 1）。主要漁獲種類包括鯖科

(27.13%)、鰹類 (30.76%)、鰹類 (25.52%)、皮刀魚 (9.64%) 和鰹類 (3.7%) 等。根據 1963—2002 年的漁業年報資料顯示（圖 2），該漁業的漁獲量於 1978 年達最高峰，為 37,048 公噸，約佔當年整個近海漁業產量的 10.43%；但自 1986 年以降，其漁獲量每況愈下，迄 2001 年，僅餘 2,197 公噸。根據相關研究資料顯示，漁場環境的變動是影響魚群分布的重要因素之一。有鑑於此，本篇除了探討近幾年來巾著網漁業之漁獲量大幅落的原因外，並以數理模式評估其最適努力量 (X_{opt}) 及最大持續生產量 (Y_{MSY})，俾利我國漁業資源未來能夠有效合理的利用與管理。

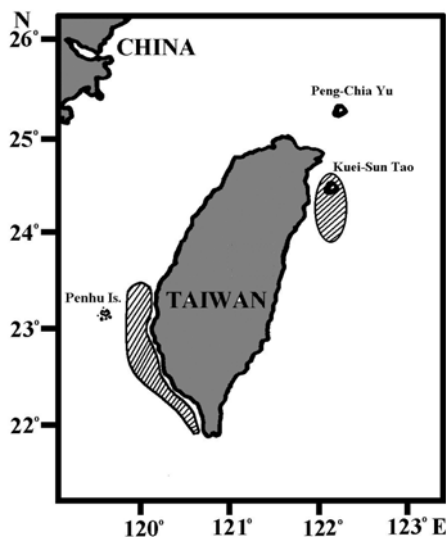


圖 1 我國傳統巾著網漁業之漁場作業位置

資料來源與使用方法

資料來源主要為 1963—2002 年之「台灣地區漁業統計年報」中的巾著網漁業的漁獲量、產值、作業船噸數及其馬力數等資料。

單位努力漁獲量 (CPUE) 的變化，很適合作為系群資源量變動的評估指標。Gulland 指出，針對熱帶與亞熱帶海域多魚種的資源評估和管理上而言，可以將所有的魚類集合在一起作為一個獨立的資源群體來處理，然後依漁獲量、單位努力漁獲量與總努力量間的相互關係，以剩餘生產量模式加以討論。中國學者費鴻年於 1983 年亦指出，應用 Schaefer 及 Fox 模式對熱帶與亞熱帶海域多

魚種的資源進行評估，尤其是對於那些具有相同的群聚結構且遭受捕撈方式相同的魚類，仍不失為一種很有價值的辦法。

單位努力漁獲量的變動情形

台灣巾著網網漁業於 1963—2002 年的單位努力漁獲量的變化情形如圖 3 所示。其單位努力漁獲量由 1963 年的 0.178 攀升至 1967

年的 0.25 (公斤/每船馬力×年)，主要係因該期間之產量由 20,205 公噸增加至 26,558 公噸，而其努力量僅有些微的變動；然而 1968—1980 年期間，單位努力漁獲量值卻大幅下降至 0.026，推測其原因為 1968—1980 年間，除 1977 及 1978 年之產量分別高達 36,783 及 37,048 公噸外，其他各年均無顯著差異，但其努力量卻由 20,910 急速增加至 67,838 (每船馬力 × 年)，因而導致單位努力量的下

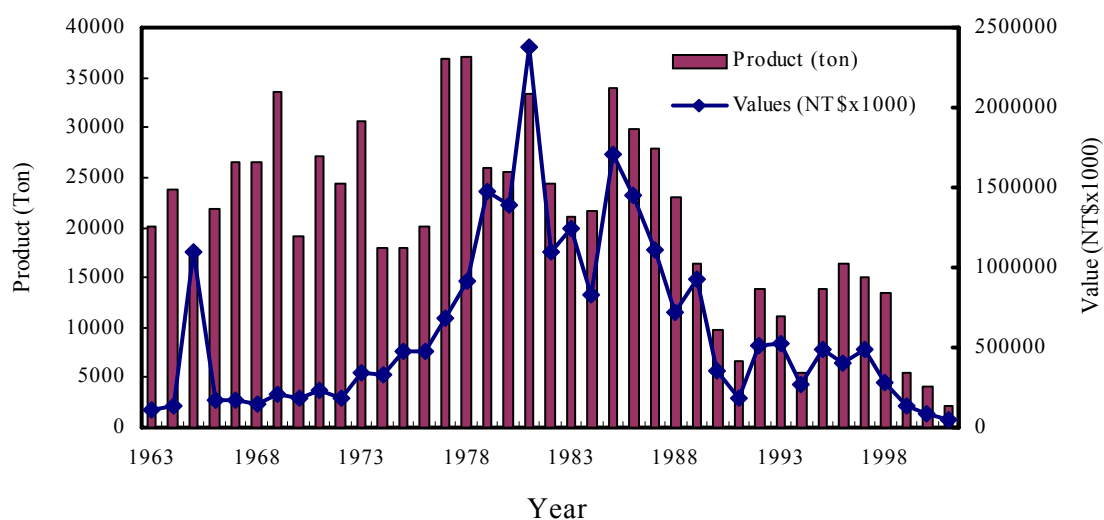


圖 2 我國巾著網產量與產值的變動情形 (資料來源：行政院農業委員會漁業署漁業年報，1963-2002 年)

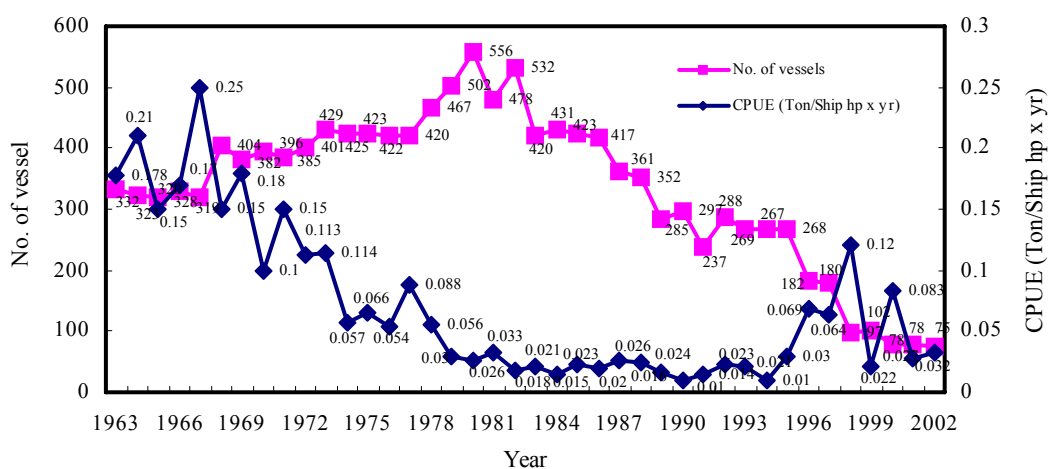


圖 3 1963-2002 年，我國巾著網漁業單位漁獲努力量的年變動情形

滑。此外，1965 年起，日本近海底拖網漁業蓬勃發展，產量大幅提高，至 1974 年已增至 400 萬公噸。爾後，日本大型圍網漁業之漁獲量大幅攀升，使該國近海漁業生產量於 1979 年暴增至 549 萬公噸，加上中國於 1956 年起，其鯖魚捕獲量由幾千公噸增加至 1988 的 5 萬餘公噸，這彼此間的種種變化，是否有其關聯性，有待進一步的研究。

由 Fox 與 Schaefer 兩種模式估算努力量與單位努力漁獲量的關係式分別為：

Fox 模式：

$$\ln Y' = 0.01712 - 1.811 \times 10^{-5} X'$$

$$r = 0.551 (p < 0.05)$$

Schaefer 模式：

$$Y = 1.1103 - 1.1082 \times 10^{-5} X$$

$$r = 0.663 (p < 0.05)$$

此二迴歸直線均有顯著意義。

而 Fox 與 Schaefer 模式估算努力量與最大持續漁獲量的關係式分別為：

Fox 模式：

$$Y' = (e^{0.01712 - 0.00001811X'}) X'$$

Schaefer 模式：

$$Y = 1.1103X - 1.1082 \times 10^{-5} X^2$$

由 Fox 模式評估結果顯示（圖 4），最適努力量 $X_{opt} = 55,218.1$ （每船馬力 × 年），最

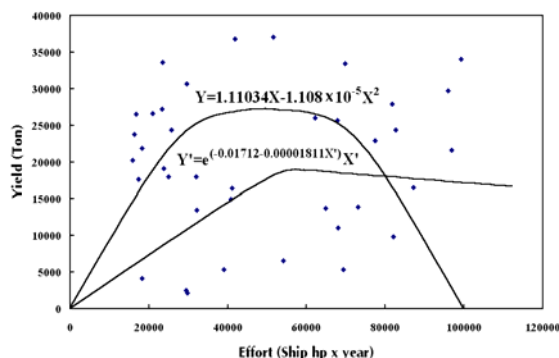


圖 4 運用 Schaefer 及 Fox 兩模式所繪出之努力量與生產量間之關係圖

大持續生產量 $Y_{MSY} = 19,968.3$ 公噸。由 Schaefer model 評估結果顯示，最適努力量 $X_{opt} = 50,096.5$ （每船馬力 × 年），最大持續生產量 $Y_{MSY} = 27,812$ 公噸（表 1）。

表 1 運用 Schaefer 及 Fox 模式所粗估最大持續生產量 Y_{MSY} 與最適努力量 X_{opt} 之值

Model	Y_{MSY} (Ton)	X_{opt} (Ship hp × hp)	r
Schaefer	27812.0	50096.5	0.663
Fox	19968.3	55218.1	0.551
Avg.	23890.2	52657.3	

結論

Schaefer 和 Fox 兩種剩餘生產量模式，其主要的不同點在於 Schaefer 模式之 Y_{MSY} 出現在漁場環境最大容量的一半，即 $k/2$ 處，當努力量趨近 $2X_{opt}$ 時，漁獲量趨近 0。而 Fox 模式的 Y_{MSY} 出現在漁場環境最大容量的 k/e 處，亦即相當於 $k/3$ 處，當努力量 X_{opt} 趨近 ∞ 時，漁獲量為 0。因此，在估算 X_{opt} 時，Fox 模式的估算值比 Schaefer 模式所估算者來得大些。又，本研究中由於此二者之數學模式表達方式不同，且其單位努力漁獲量隨努力量的增加而下降也不盡相同，顯示各網船已充分發揮作業實力，即使增加作業天數並不能夠等比率的增加產量，因此，筆者認為可以將此二種剩餘產量模式所獲得的估算平均值來作為未來此一漁業管理的參考指標。為此，基於作業成本考量及永續發展，筆者等咸認為台灣巾著網漁業的最適努力量 X_{opt} 似乎訂在 52,657.3（每船馬力 × 年）時，可獲得 23,890.2 公噸的最大持續生產量較為妥當。此一結果顯示我國巾著網漁業資源的利用尚在合理的範圍內，並未處在高度利用的情況之下。