

臺灣經濟預測與政策  
中央研究院經濟研究所  
37:3 (2007), 55-82

# 南方黑鮪全球總可捕量管理程序 臺灣決策原則之評估

孫金華\*

國立臺灣海洋大學應用經濟研究所

林正鴻

國立臺灣大學農業經濟學系博士生

關鍵詞: 南方黑鮪、管理程序、運作模式、決策原則、總可捕量

JEL 分類代號: Q22

---

\* 聯繫作者: 孫金華, 國立臺灣海洋大學應用經濟研究所, 基隆市 202 中正區北寧路 2 號。電話: (02) 2462-2192 分機 5405; 傳真: (02) 2462-7396; E-mail: jsun@ntou.edu.tw。作者們感謝本刊編輯委員及審查人的寶貴意見, 使本文更加清楚完備。



## 摘要

為保育與最適利用南方黑鮪的資源，南方黑鮪保育委員會 (CCSBT) 自 2000 年起開始發展管理程序 (management procedure, MP)，以制定一套明確且透明之全球總可捕量 (total allowable catch, TAC) 機制。CCSBT 於 2004 年 5 月第三屆管理程序會議建構 1969 年至 2000 年南方黑鮪年齡結構化資源動態運作模式 (operating model)，用以模擬至 2032 年間之漁業資源狀態之參考模組 (reference set)，測試在不同資源回復目標下，各套決策原則 (decision rule) 如何動態調整訂定 TAC。最後，篩選出四套表現理想之決策原則做為未來執行 MP 之決策選項，其中 TAI-03 決策原則為臺灣科學家代表所發展，為依 CPUE 變動率及漁獲量與魚價波動之逆需求彈性調整 TAC 之決策原則。

依 CCSBT 決議於 2005 年 2 月管理程序特別技術會議將資源動態運作模式更新至 2003 年，本研究首先依更新後之參考模組，進行模擬 TAI-03 決策原則的表現，並進一步設定 TAI-04 決策原則以降低 TAC 跨期變異程度，及設定 TAI-05 決策原則以短、中、長期三段不同期間的設定調整 TAC，以期兼顧資源保育及產業穩定經營並於 2005 年 5 月第四屆管理程序會議提供此 TAI-05 決策原則，以進行四組候選決策原則之再評比。

本研究模擬結果顯示，TAI-05 決策原則為四套候選決策原則中考量短期內緩降 TAC 以提供產業逐漸移出的機會，有效降低 TAC 跨期變異程度，降低產業所面對總收益的不確定性，並將長期資源匱乏之風險值控制在較低的水準，期以兼顧資源保育及漁業經濟活動，避免短、中、長期間社會經濟層面無謂的損失。



## 1. 前言

南方黑鮪是一種生長緩慢，必須成長至 10–12 歲 (尾長約 167 公分長，92 公斤重) 始可產卵，其迴游範圍遍佈於南太平洋、印度洋和南大西洋，但其產卵場僅限於印尼爪哇島南方海域，約南緯 7 度至 20 度間，由於南方黑鮪是一在日本生魚片市場上高經濟價值之魚種，故為各國漁船業者競相捕獲的目標魚種。但基於其單一系群的生物特性，使其不像其他如大目鮪、黃鰭鮪和正鰹等為多系群、性成熟年齡小於 5 歲之鮪類，所以南方黑鮪資源一旦過漁，即很難恢復。

全球南方黑鮪漁獲量於 1961 年達到最高峰的 8 萬公噸之後，即一路減產，顯示資源已有匱乏現象，面對日益減少的漁獲，自 1985 年起日本、澳洲及紐西蘭等三國自主性的設定配額管理，並於 1986 年起經三次的配額縮減，2004 年三國配額已降至 11,750 公噸的水準 (CCSBT, 2004)。

日本、澳洲及紐西蘭三國於 1994 年成立南方黑鮪保育委員會 (Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna, CCSBT)，藉由適當管理以確保南方黑鮪的保育與最適利用 (Sato, 2002)。南方黑鮪為臺灣遠洋鮪延繩釣漁船在印度洋及大西洋之傳統捕獲魚種之一，自 1991 年至 2003 年間，臺灣年漁獲量約為 1,000–1,500 公噸，年漁獲值約高達新臺幣 4–6 億。韓國已於 2001 年加入成為正式會員，臺灣亦於 2002 年以漁業實體 (fishing entity) 的名義加入，成為 CCSBT 延伸委員會之會員。

CCSBT 為了透過適當的管理措施以達到南方黑鮪的保育與最適利用，自 1999 年提議 (Polacheck et al., 1999)，2000 年起決議發展管理程序 (management procedure, MP)。MP 為 Butterworth et al. (1997) 所定義，以科學資料為基礎，建構資源動態運作模式，以事前模擬評估的方式，制定一套明確且透明的全球總可捕量 (total allowable catch, TAC) 決策原則 (decision rule)，避免會員國間因利益衝突而對於資源評估結果有所爭議，並達到資源控管的目標



(Butterworth and Punt, 1999)。

CCSBT 於 2004 年第三屆管理程序工作小組會議, 建構 1969 年至 2000 年南方黑鮪年齡結構化資源動態運作模式, 測試由各國科學家所提出共 23 套決策原則, 經三次逐步篩減, 最後選出代表 CCSBT 之四套候選決策原則, 做為未來執行 MP 之決策選項, 分別為 Polacheck et al. (2004) 所提出之 FXR\_01、Butterworth and Mori (2004) 所提出之 D&M\_03、Hiramatsu et al. (2004) 所提出之 HK5\_01、以及 Sun (2004) 所提出之 TAI.03 決策原則, 其中 TAI.03 決策原則為臺灣與會科學家代表所發展, 以單位努力漁獲量 (catch per unit of effort, CPUE) 變動率及魚價與漁獲量變動之逆需求彈性調整 TAC, 以期兼顧資源保育及產業穩定經營。之後, CCSBT 於 2005 年 2 月管理程序特別技術會議決議將資源動態運作模式資料更新至 2003 年, 並於 2005 年 5 月第四屆管理程序會議以所更新之資源動態運作模式測試四套候選決策原則。

根據 CCSBT 所發展之管理程序將影響未來 TAC 的模擬變化, 進而影響 TAC 的訂定。因此, CCSBT 所發展之 MP 的內容為何? 決策原則如何在達到 CCSBT 所設定之資源回復的管理目標的前提下, 避免短期內大幅調降 TAC, 造成產業經濟與就業之嚴重損失? 此外, 為避免未來依資源回復而遽然增加 TAC, 造成市場經濟的驟然波動與社會經濟層面的不確定性, 失去權衡保育及管理漁業活動兩方面的目標, 本研究將進一步利用在短、中、長期不同參數設定下, 評估不同期間內對資源量及 TAC 的影響有多大? 如何在資源最適利用及保育間取得合理的平衡? 為了降低 TAI.03 決策原則之 TAC 跨期變異程度, 確保漁業經營之穩定性, 因此本文依 Sun (2005) 修改 Sun (2004) 所提出之 TAI.03 決策原則, 成為具理性預期特性之 TAI.04 決策原則, 及進一步修改相關參數設定成為 TAI.05 決策原則, 並加以比較其表現, 此評估結果將可作為制定最適 TAC 決策原則之依據。

最後, 因本文所設定之 TAI.05 決策原則與其他三套決策原則, 於 2005 年 CCSBT 第四屆管理程序會議由獨立科學團評選為最後四套候選決策原則, 因此本文並將進一步探討此四套候選決策原則之表現與表現評量統計值, 評估結果攸關未來決定啟動 MP 的時點及 TAC 暨國家配額的調整方向。



2005年 CCSBT 會議首次在臺灣舉辦, 並由臺灣官方擔任第十二屆延伸委員會主席, 由於 CCSBT 為第一個採用 MP 的國際鮪漁業組織, 將為其他所有國際鮪漁組織決定總配額的典範, 目前臺灣擁有全世界最多的鮪漁船隊, 皆需遵循各國際鮪漁業組織配額的管理, 因此, 本文提供 CCSBT 黑鮪資源量 MP 之模擬實例, 作為漁政單位擬定整體鮪漁產業短、中、長期因應政策之參考。

本文第二節敘述管理程序之架構, 第三節說明臺灣決策之設定及風險分析, 第四節為 2005 年第四屆管理程序工作小組會議期間所選出之四套候選決策原則表現評量比較, 第五節為結論與建議。

## 2. 管理程序之架構

CCSBT 所規範的 MP 主要包括三部分: 運作模式 (operating model)、決策原則及表現評量 (performance measure)。首先, 運作模式為資源評估模式, 用來描述漁業資源的動態, 為年齡結構化產量模式 (age-structured population model, ASPM), 直接考慮南方黑鮪系群結構, 將 CPUE、試驗調查資料、年齡別漁獲量等套入模式, 估計年齡結構化資源量參數, 再藉此得到南方黑鮪漁業管理上的相關資訊。

依據孫金華與江福松 (2004b) 探討南方黑鮪資源存量運作模式之資料結構, 從各主要漁法別年齡級群資料可知, CCSBT 所劃分的漁法別年齡級群, 如表 1 所示, 可分為澳洲表層漁業、產卵場漁業及延繩釣漁業三大類, 其中延繩釣漁業又依照不同漁區分為四種。

而全球南方黑鮪漁場分為 13 個漁區, 如圖 1 所示, 其漁場分佈為: 日本作業漁場涵蓋第 2、4、8、9 漁區; 澳洲之作業漁場為第 2、3、4、7 漁區; 臺灣之作業漁場為第 8、9、13 漁區, 而紐西蘭作業漁區為第 5、6 漁區。其中臺灣的南方黑鮪作業種類分為 LL1 及 LL2 二種, LL1 為以日本為主體之專業漁業, LL2 則為包括長鰭鮪延繩釣漁業及流刺網漁業之混獲漁業。CCSBT 於 2005 年 2 月管理程序特別技術會議提供 1969 年至 2003 年南方黑鮪漁獲資料, 建構年齡結構化資源動態運作模式, 並以貝氏估計法估計年齡結構相關資源參數的分



表 1 CCSBT 管理程序之各漁法別及主要年齡級群資料

漁季	單位	主要漁業組成	主要年齡級群	
延繩釣一 (LL1)	1/1 至 12/31	尾數	除漁區 1&2 外之日本延繩釣漁業; 澳洲國內之延繩釣南方黑鮪漁業; 澳洲聯合投資; 紐西蘭租船合作; 紐西蘭國內南方黑鮪漁業; 臺灣延繩釣南方黑鮪漁業; 韓國延繩釣南方黑鮪漁業; 其它 1 <sup>1</sup> ; 其它 2 <sup>2</sup>	2-10 歲
延繩釣二 (LL2)	1/1 至 12/31	重量	臺灣延繩釣混獲南方黑鮪漁業; 臺灣流網漁業 (1982-1992)	1-7 歲
延繩釣三 (LL3)	7/1 至隔年 6/30	尾數	日本在第 2 漁區之延繩釣漁業	2-13 歲
延繩釣四 (LL4)	7/1 至隔年 6/30	重量	日本在第 1 漁區之延繩釣漁業	8-19 歲
表層漁業 (surface fishing gear)	7/1 至隔年 6/30	重量	澳洲表層漁業	2-3 歲
產卵場漁業 (Indonesia fishing gear)	7/1 至隔年 6/30	重量	印尼延繩釣漁業	9-18 歲

註: 1. 日本進口統計資料紀錄為臺灣生鮮南方黑鮪, 惟臺灣並無該項魚貨出口。

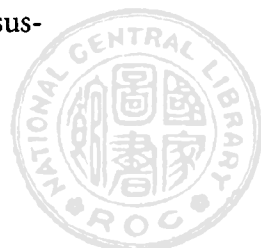
2. 非表列國家之南方黑鮪漁獲資料 (由日本進口統計所取得之資料)。

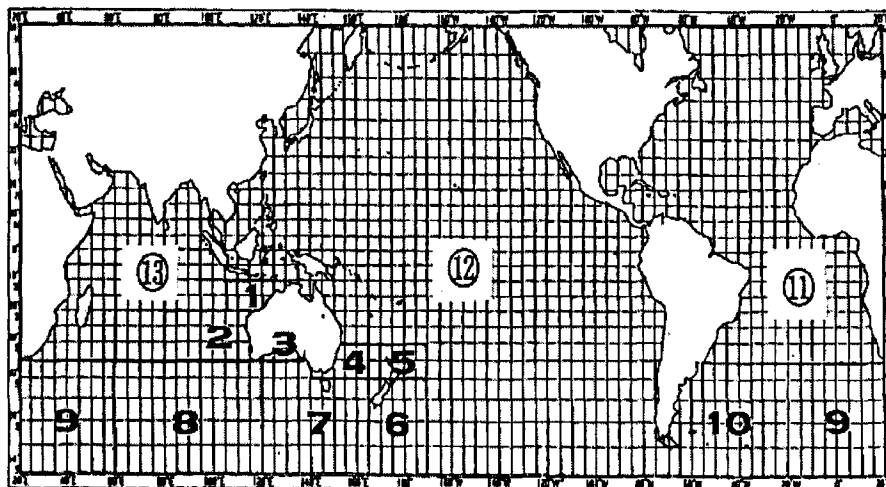
資料來源: CCSBT (2003)。

配空間, 最後依所有參數空間的分配, 模擬至 2032 年每年 2,000 個可能的結果, 稱為參考模組。

第二部分的決策原則是依照 CCSBT 所設定的資源管理回復目標及期程, 利用運作模式模擬在不同資源狀況下之參考模組, 如何於 2004 年至 2032 年利用動態最適控制 (dynamic optimal control) 來調整 TAC 變化之軌跡, 以達 2022 年資源回復之目標。

第三部分的表現評量是一種查驗指標, 用來將與資源穩定及利用情形有關的控管目標予以量化, 例如年平均漁獲量對最大持續生產量 (maximum sus-





資料來源: CCSBT (2000)。

圖 1 CCSBT 漁區圖

tainable yield, MSY) 的比值、20 年管理期限內漁獲量平均年變動、管理 20 年之後的生物量對原始生物量的比值等。因此，表現評量為評估測試各會員國所設計之決策原則的效率，俾達到資源保育及管理漁業活動並重之資源控管目標。

本研究根據 2005 年 2 月管理程序特別技術會議 (CCSBT, 2005a) 之決議，先將資源動態運作模式資料更新至 2003 年，藉以作為未來資源動態軌跡之參考模組。其次，該次會議所訂定之資源回復管理目標為 2022 年資源量相對於 2004 年資源量之比 (B2022:2004) 為 0.9、1.1 或 1.3，故分別設定為目標 1、2 或 3，而 TAC 之調整期程有以下三個可能選項：

選項 a: TAC 從 2006 年開始調整，且每 3 年調整一次，最大調幅為 5,000 公噸，最小為 100 公噸。

選項 b: TAC 從 2008 年開始調整，且每 3 年調整一次，最大調幅為 5,000 公噸，最小為 100 公噸。

選項 c: TAC 從 2008 年開始調整，且每 5 年調整一次，最大調幅為 8,000 公噸，



最小為 100 公噸。

CCSBT MP 之決策原則需由所有會員國達成共識，若最後決議之目標及期程為 2b，則代表動態最適控制限制條件為在選項 b 下達到資源量之比值 (B2022:2004) 為 1.1。

### 3. 臺灣決策原則之設定及風險分析

#### 3.1 臺灣決策原則之情境設定

本節將先回顧 Sun (2004) 代表臺灣所提出 TAI.03 決策原則之設定，之後，再提出如何修改此原則，將長期資源匱乏之風險值控制在較低的水準下，有效降低 TAC 跨期變異程度，減少產業所面對總收益的不確定性，且考量短期內緩降 TAC 以提供產業逐漸移出的機會。

##### 3.1.1 TAI.03 決策原則之設定

TAI.03 決策原則是以前 CPUE 變動率做為資源指標，並考量魚價與漁獲量具有負相關所提出之決策原則，亦即當 CPUE 變動率顯示資源量處下降的狀態，若將 TAC 隨之調降，而漁獲量減少的結果，魚價將因供給減少而上漲，但因南方黑鮪生魚片市場消費者很容易轉而消費其他替代性產品，如北方黑鮪、大目鮪及黃鰭鮪，在魚價不會調漲下，產業總收益將受衝擊。反之，當 CPUE 變動率為正顯示資源量增加，而若 TAC 隨之增加時，在短期內漁獲量增加的情況下，魚價將因供給突然增加而下跌，如業者投資造新船增加漁獲效率，未來將面臨過度投資的問題，若魚價下跌的幅度甚至大於漁獲量增加的幅度，產業總收益將不增反減，因此在短期內，TAC 隨 CPUE 變動指標調整時，將面對 CPUE 指標是否能完全代表資源存量的不確定性，進而影響到市場價格及產業經營的穩定，對船隊營運將造成極大的影響，因此緩慢調整 TAC 以減少不確定性將對產業有益 (Sun, 2004; 孫金華與江福松, 2004a, 2004b)。

Sun (2004) 提出 TAI.03 決策原則，為依據 CCSBT 所設定的資源回復目標，根據預期原則，保留產業本期 TAC 之 85% (亦即設定保留率  $w = 0.85$ ) 不



變, 其餘 15% 考量 CPUE 變動率以及市場價格受逆需求彈性影響, 決定下期 TAC 的反制力, 故 TAC 之調整機制如下:

$$\begin{aligned} \text{TAC}_{t+1} = & \alpha \left[ w \times \text{TAC}_t + (1 - w) \times \text{TAC}_t \right. \\ & \left. \times \left( 1 + k_1 \lambda_{n,t-2} + k_2 \% \Delta \text{TAC}_t \right) \right], \end{aligned} \quad (1)$$

其中,  $\alpha$  為調整參數, 用來決定 B2022:2004 的比例。  $w$  為保留率權重, 用來限制產業對下期 TAC 可以保留之配額。  $\lambda_{n,t-2}$  為  $t-n-1$  年至  $t-2$  年間 CPUE 的自然對數 ( $\ln(\text{CPUE})$ ) 在  $n$  年間的變動率, 如式 (2), 在此  $n$  為 5, 以平均 5 年 CPUE 變動率 ( $\lambda_{5,t-2}$ ) 作為預估未來資源量之指標。

$$\lambda_{n,t-2} = \frac{\sum_{j=t-n-1}^{t-2} (I_j - \bar{I})(j - \bar{j})}{\sum_{j=t-n-1}^{t-2} (j - \bar{j})^2},$$

for  $j = t - n - 1, \dots, t - 2, \quad t = 1969, 1970, \dots, 2031,$

$$I_j = \ln(\text{CPUE}_j), \quad \bar{j} = \frac{\sum_{j=t-n-1}^{t-2} j}{n}, \quad \bar{I} = \frac{\sum_{j=t-n-1}^{t-2} I_j}{n}, \quad (2)$$

$k_1$  為 CPUE 變動率的權重, 代表 CPUE 對未來 TAC 的影響。  $\% \Delta \text{TAC}_t$  為  $(\text{TAC}_t - \text{TAC}_{t-i}) / \text{TAC}_{t-i}$ , 即第  $t$  期 TAC 與第  $t-i$  期 TAC 之變動百分比。  $k_2$  為逆需求彈性, 定義為價格變動的百分比除以 TAC 變動百分比, 如式 (3) 所示, 此處  $P_t$  代表第  $t$  年南方黑鮪之市場價格:

$$k_2 = \frac{\frac{\Delta P_{t+1}}{P_t}}{\frac{\Delta \text{TAC}_{t+1}^p}{\text{TAC}_t}} < 0. \quad (3)$$

本期 TAC 若較上期低, 則  $\% \Delta \text{TAC} < 0, (1 + k_2 \% \Delta \text{TAC}) > 1$ , 將反制下期 TAC 繼續調降, 避免 TAC 再大幅下降使產業於短期內無法適應而損失慘



重,以減低短期內業者所面對的不確定性;反之,當長期資源回復後,CPUE 指標樂觀而調高 TAC 時 ( $\% \Delta TAC > 0$ ),則  $(1 + k_2 \% \Delta TAC) < 1$ ,以適度將下期 TAC 調升的幅度減緩,且設定  $k_2$  相對小於  $k_1$ ,即 TAC 減少之幅度相較於當 CPUE 顯示資源量處於下降的情況時來得小,避免過度利用資源。

TAI.03 決策原則之所定義本期 TAC 變動百分比是依照本期 TAC 與上一期 TAC 之間的差異進行適應性調整,然而因為本期價格反制力的效果需在決定下一期 TAC 才反應,因此本文另提出 TAI.04 及 TAI.05 決策原則,以 CPUE 指標預期下一期 TAC 與本期 TAC 之間的差異作為 TAC 變動百分比較為合理。

### 3.1.2 TAI.04 決策原則之設定

TAI.04 決策原則為 Sun (2005) 所提出,假設業者理性預期下期 TAC ( $TAC_{t+1}^e$ ) 是以權重參數 ( $w$ ) 及 CPUE 變動率以 10 年為期間而定 ( $\lambda_{10,t-2}$ ),而其與本期已知 TAC 之間差異可作為計算理性預期下期 TAC 變動百分比之依據,如式 (4):

$$\begin{aligned} \% \Delta TAC_{t+1}^e &= \frac{TAC_{t+1}^e - TAC_t}{TAC_t} \\ &= \frac{[w \times TAC_t + (1 - w) \times TAC_t \times (1 + k_1 \lambda_{10,t-2})] - TAC_t}{TAC_t} \\ &= (1 - w)k_1 \lambda_{10,t-2}, \end{aligned} \quad (4)$$

定義 TAI.04 決策原則如式 (5) 所示:

$$\begin{aligned} TAC_{t+1} &= \alpha [w \times TAC_t + (1 - w) \times TAC_t \times (1 + k_1 \lambda_{10,t-2}) \\ &\quad \times (1 + k_2 \% \Delta TAC_{t+1}^e)]. \end{aligned} \quad (5)$$

### 3.1.3 TAI.05 決策原則之設定

TAI.05 決策原則,其 TAC 變動百分比同 TAI.04 決策原則之設定;但下一期 TAC 計算公式與 TAI.04 決策原則略有不同,如式 (6) 所示;



$$TAC_{t+1} = \alpha \left[ w \times TAC_t + (1 - w) \times TAC_t \times \left( 1 + k_1 \lambda_{n,t-2} + k_2 \% \Delta TAC_{t+1}^e \right) \right], \quad (6)$$

式 (6) 中利用短、中、長期三段不同期間的設定來調整 TAC, 且設定 TAC 的變動與  $\ln(\text{CPUE})$  的變動是正相關, 設定分別如下: (1) 在短期時, 即  $t < 2010$ , 此時設  $w = 0.7, k_1 = 10, k_2 = -0.9$  及  $\lambda_{n,t-2} = \lambda_{5,t-2}$ 。在短期時將  $w$  設定在 0.7, 主要是讓業者有時間去調整投資計畫, 因為短期沉沒成本很大, 以致業者無法立即配合減船以減少 TAC; (2) 在中期時, 即  $2010 < t < 2020$ , 此時設  $w = 0, k_1 = 10, k_2 = -0.5$  及  $\lambda_{n,t-2} = \lambda_{10,t-2}$ ; (3) 在長期時, 即  $t > 2020$ , 此時設  $w = 0, k_1 = 10, k_2 = 0$  及  $\lambda_{n,t-2} = \lambda_{10,t-2}$ 。

TAI.05 決策原則在中、長期時, 以資源回復比率為 TAC 調整的目標, 故此時  $w$  是設定在 0, 業者必須根據 CPUE 來修正長期投資行為。短期時是以平均 5 年 CPUE 變動率 ( $\lambda_{5,t-2}$ ) 作為預估未來資源量之指標, 而中、長期則為平均 10 年 CPUE 變動率 ( $\lambda_{10,t-2}$ )。

在逆需求彈性 ( $k_2$ ) 設定方面, 短期設定  $k_2$  為  $-0.9$ , 主要是以 2004 年輸日的數量相較於 2003 年增加 34.2%, 但價格卻減少 30.1% 所設算出來逆需求彈性為  $-0.88$ 。

綜合比較 TAI.03、TAI.04 及 TAI.05 決策原則之設定如下所示: (1) TAI.03 決策原則: 以平均 5 年 CPUE 變動率 ( $\lambda_{5,t-2}$ ) 做為評估資源量的指標, 以本期 TAC 減上期 TAC 的變動百分比做為下一期 TAC 變動百分比; (2) TAI.04 決策原則: 依 CPUE 變動率計算預期下一期 TAC 與本期 TAC 之間的差異做為下一期 TAC 變動百分比; (3) TAI.05 決策原則: TAC 變動百分比同 TAI.04 決策原則之設定; 但下一期 TAC 計算公式與 TAI.04 決策原則略有不同, 且中、長期不設定保留率; 在 2010 年前  $k_2$  為  $-0.9$ , 2010 年後且在 2020 年前  $k_2$  為 0.5, 而 2020 年後  $k_2$  為 0。



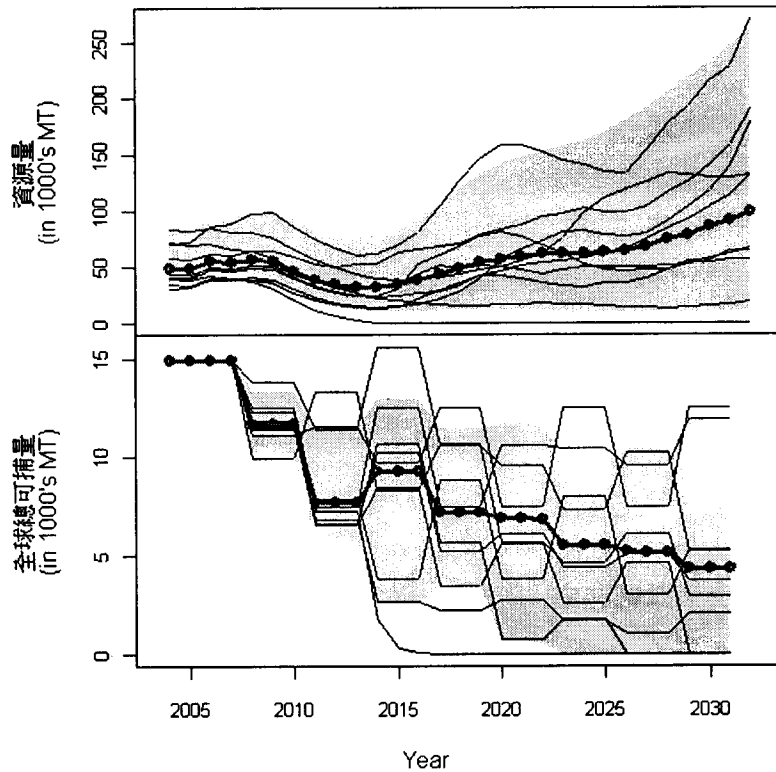


圖 2 TAI.03 決策原則之未來資源量及全球總可捕量變化之結果

### 3.2 臺灣決策原則未來資源量及全球總可捕量模擬結果之分析

本研究僅就 CCSBT 會議訂定之資源回復的管理目標 (B2022:2004) 為 1.1, TAC 從 2008 年開始調整且 3 年調整一次的設定下進行比較分析。各決策原則之未來資源量及 TAC 模擬結果, 如圖 2、圖 3 及圖 4 所示, 陰影部分為 2,000 個軌跡之 80% 的信賴區間, 其中粗線代表中位數的軌跡, 而另外 10 條細線代表隨機抽取的 10 個可能的軌跡, 表 2 所示為各階段 TAC 調降比例。

TAI.03 決策原則雖在 2004 年第三屆管理程序工作小組會議被篩選出, 但其 TAC 上下波動大, 如上期 TAC 調降幅度大, 但下期 TAC 可能因上期調降幅度過大而使得反彈亦大, 雖之後達到資源回復的目標, 但因 TAC 的變動大, 容易使產業無法穩定發展。

TAI.04 決策原則修正 TAI.03 決策原則之 TAC 波動過大的問題, 但其在



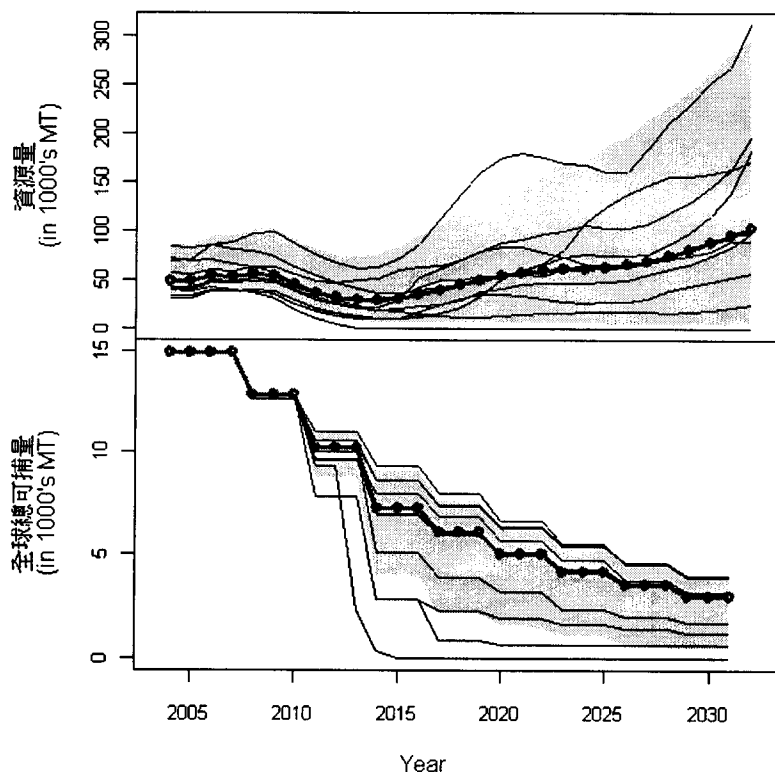


圖 3 TAI.04 決策原則之未來資源量及全球總可捕量變化之結果

資源量累積到一定的幅度後, TAC 無法適時反應反而呈現一直往下的趨勢, 產業無法因前幾期減少 TAC 而在往後幾期資源回復後獲利。

最後, TAI.05 決策原則能在後期資源回復的狀況下, TAC 亦能適時往上調升, 並且長期資源狀況穩定, 亦無上下波動太大的問題, 為一可兼顧資源回復及產業穩定的決策原則。

表 2 為資源回復的管理目標 (B2022:2004) 為 1.1 下, 各決策原則之 TAC 及調降比例, TAI.05 決策原則為考量產業之穩定經營, TAC 在第一個調整期內緩慢下降 8.6%, 適度提供產業逐漸移出的機會, 降低產業所面對短期總收益的不確定性, 並於 2022 年後達資源回復目標後, 中、長期時 TAC 可隨資源回復而增加永續目標利用。



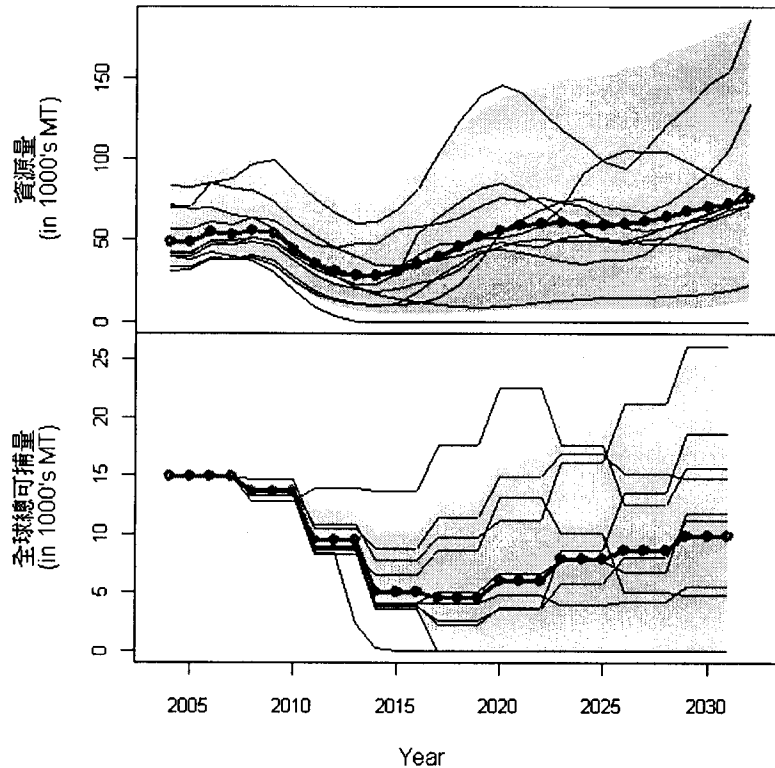


圖 4 TAI.05 決策原則之未來資源量及全球總可捕量變化之結果

### 3.3 跨期風險比率指標

本文除利用模擬未來資源量及 TAC 來比較 TAI.03、TAI.04 及 TAI.05 決策原則之表現外，另定義風險比率指標，分別計算各決策原則於各年度資源量小於起始年（2004 年）資源量之比率，用以衡量南方黑鮪資源崩潰之風險值。因驗證決策原則間之資源回復目標不同時，其行為表現亦不同，因此，在此以資源回復的管理目標 (B2022:2004) 為 1.1 之下，從 2008 年開始調整 TAC 且 3 年調整一次的設定下進行風險比較分析，如圖 5 所示，各決策原則之風險比率將從 2008 年開始緩慢上升，而在 2014 年更高達 40% 以上，之後逐漸趨於平緩，主要是因為各決策原則都是依 CPUE 指標緩慢調整，以致於長期下都能夠控制在 20% 至 30% 的水準。

由圖 2 至圖 4 可知 TAI.04 及 TAI.05 決策原則之跨期 TAC 波動明顯較



表 2 資源回復的管理目標 (B2022:2004) 為 1.1 下,各決策原則  
全球總可捕量及相對 2004 年全球總可捕量之調降比例

	2008–2010		2011–2013		2014–2016		2017–2019	
	TAC (公噸)	調降 (%)	TAC (公噸)	調降 (%)	TAC (公噸)	調降 (%)	TAC (公噸)	調降 (%)
TAI.03	11,825	20.80	7,940	46.82	8,692	41.78	7,485	49.87
TAI.04	12,788	14.35	10,225	31.51	7,225	51.61	6,053	59.46
TAI.05	13,645	8.60	9,515	36.27	5,019	66.38	4,575	69.36
	2020–2022		2023–2025		2026–2028		2029–2031	
	TAC (公噸)	調降 (%)	TAC (公噸)	調降 (%)	TAC (公噸)	調降 (%)	TAC (公噸)	調降 (%)
TAI.03	7,087	52.53	6,046	59.50	5,737	61.57	5,412	63.75
TAI.04	4,991	66.57	4,150	72.20	3,499	76.56	2,949	80.25
TAI.05	5,994	59.85	7,832	47.54	8,605	42.36	9,796	34.39

註:各年度 TAC 調降比例是以 2004 年之 TAC 為基期年。

資料來源:本研究整理。

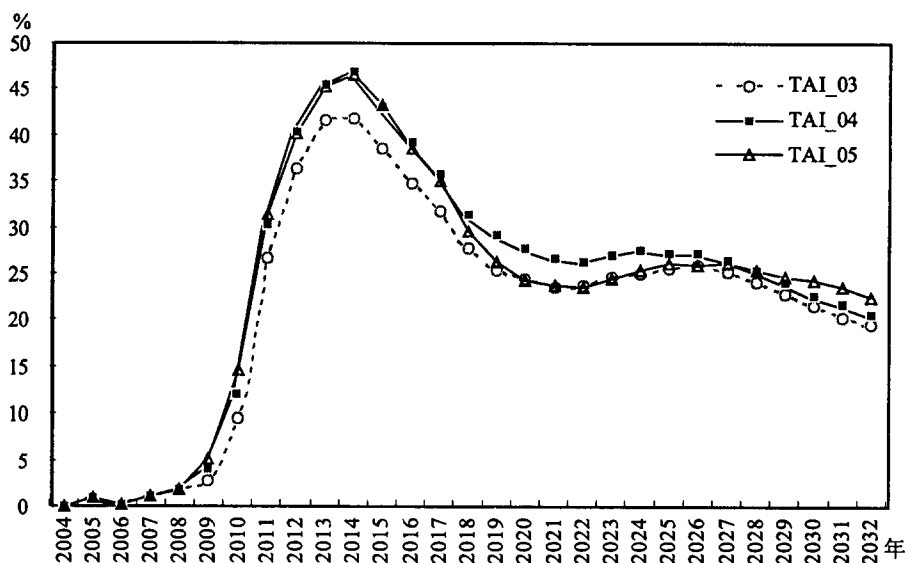


圖 5 各決策原則依據資源回復的管理目標 (B2022:2004) 為 1.1, 2008 年  
開始調整全球總可捕量且 3 年調整一次, 2004–2032 年之風險比例



TAL.03 決策原則小, 由圖 5 可知 TAL.05 決策原則於 2022 年時風險比率為 23.5%, 在 2016 年至 2027 年間風險值皆較 TAL.04 決策原則低, 在 2022 年長期資源回復的情況下, 能有效地控制風險值。因此, 綜合上述資源回復及風險管理的考量, TAL.05 決策原則為一兼具資源回復及產業穩定的決策原則, 同時在長期資源回復目標下, TAC 最大並且能有效地控制風險值。

#### 4. 候選決策原則表現評量之比較

由於 2004 年時 CCSBT 所選定之四套最佳決策原則因其為測試期間所以並無規範其命名方式, 而由各國科學家自行以科學家的名字開頭縮寫或以國家名稱縮寫命名, 因此 2005 年 CCSBT 科學委員會為統一名稱而一致改名為 CMP.1 至 CMP.4, 其中 CMP 為 Candidate Management Procedure 之縮寫, 1 至 4 則分別依序代表 2004 年所選定之四套候選決策原則, 以下分別說明及比較各候選決策原則。

##### 4.1 四套候選決策原則之設定

各候選決策原則特性說明如下並整理成表 3:

- (1) CMP.1: 為澳洲科學家 Basson 等人根據 Fox 動態生產模型所發展 (Basson et al, 2005), 依第三屆管理工作會議時所提出 FXR.01 改進後之決策原則。CMP.1 同時考慮資源補充量指標和簡單的 Fox 模型, 於短期調降 TAC 以穩定未來資源狀況, 當長期資源回復時, TAC 亦隨之增加, 但長期 TAC 的變化幅度較大。
- (2) CMP.2: 為日本科學家 Butterworth and Mori 根據 Fox 動態生產模型所發展 (Butterworth and Mori, 2005), 是由第三屆管理工作會議時所提出 D&M.03 改進後之決策原則。CMP.2 亦考慮資源補充量指標和簡單的 Fox 模型, 但是此一決策原則未來 TAC 的表現較 CMP.1 穩定, 其在短期內, TAC 較緩慢下降。



表 3 四套候選決策原則特性整理

決策原則	模型架構	特性
CMP_1	使用日本延繩釣 (LL1) 之 CPUE 資料、資源補充量指標和簡單的 Fox 模型。	長期 TAC 的變化幅度較大。
CMP_2	使用日本延繩釣 (LL1) 之 CPUE 資料、資源補充量指標和簡單的 Fox 模型。	未來 TAC 的表現較 CMP_1 穩定。
CMP_3	使用日本延繩釣 (LL1) 之 CPUE 資料, 將資源補充量指標當作模型基礎, 用以計算 TAC。	無法反應資源增加, 因為即使當資源在長期很迅速的增加, 其可捕量仍是被設定限制在 3% 內。
CMP_4	使用日本延繩釣 (LL1) 之 CPUE 資料, 以漁獲量與魚價波動之逆需求彈性作為下期 TAC 的價格反制力, 其模型為易懂的架構	考量漁業經營的穩定性, 在 TAC 與資源回復的交互作用, 在長期下其效果是非常好的, 但長期 TAC 的變化幅度較大。

資料來源: CCSBT (2005c)。

- (3) CMP\_3: 為日本科學家 Kurota 於第三屆管理工作會議時所發展 HK5.01 改進後之決策原則 (Kurota, 2005)。TAC 的大小係依據過去 10 年 4 歲以上魚的 CPUE 趨勢暨過去 10 年 4 歲魚的平均 CPUE 水準計算。CMP\_3 將資源補充量指標當作模型基礎, 為使未來 TAC 變化較穩定, 但此一決策原則無法反應資源增加, 因為即使當資源在長期很迅速的增加, 其可捕量仍是被設定限制在 3% 內。
- (4) CMP\_4: 為本文第三節所提出之 TAI.05 決策原則 (Sun, 2005), 其 TAC 設定如式 (6) 所示。CMP\_4 考量到漁業經營的穩定性, 以漁獲量與魚價波動之逆需求彈性作為下期 TAC 的價格反制力, 其模型設定為簡易自我調整的架構。在長期資源達到回復水準的同時 TAC 可適時隨之增加, 資源量及 TAC 交互配合的表現較好, 因此短期內 TAC 的變化幅度較小, 而長期下 TAC 的變化幅度較大。

四套候選決策原則皆依據日本延繩釣 (LL1) 之 CPUE 資料, 評估未來 TAC 及資源量的變化, 就圖 6 中四套候選決策原則之未來資源量及 TAC 中位數軌跡的變化結果而言, CMP\_1 以連續兩期約 4,000 公噸大幅度調降的方



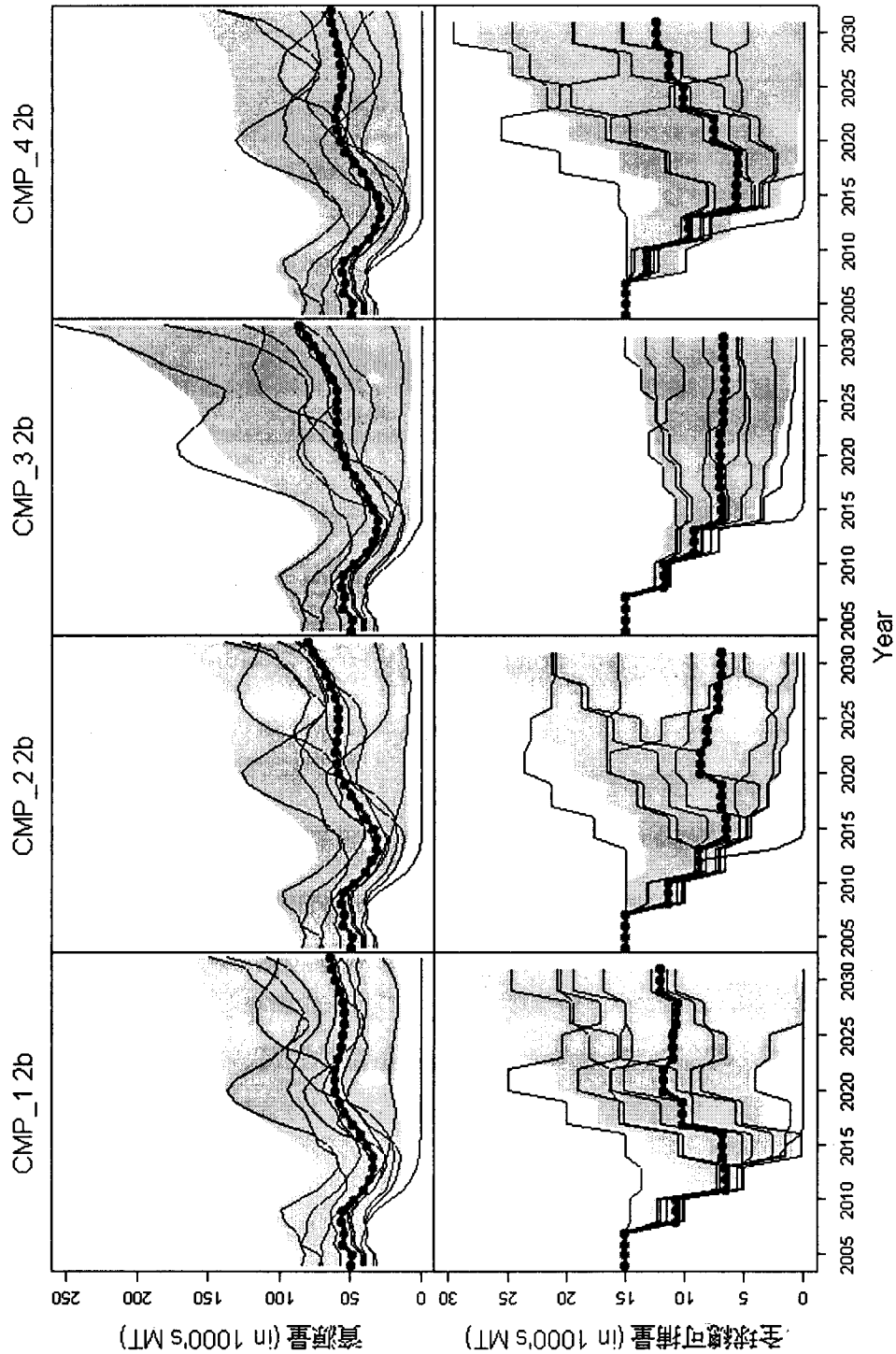


圖 6 四套候選決策原則之未來資源量及全球總可捕量變化之結果圖



式調整 TAC, 最後於 2020 年 TAC 回復至約 12,000 公噸; CMP\_2 及 CMP\_3 之 TAC 中位數趨勢大致相同, 皆於第一期調降約 3,500 公噸, 之後續降, 並於 2020 年後維持在約 7,000 公噸; 而 CMP\_4 第一期 TAC 中位數下降幅度較其它三套候選決策原則小, 約為 2,000 公噸, 可讓業者在短期內做適當的調整, 二、三兩期的降幅則如 CMP\_2 及 CMP\_3, 至 2023 年起因資源狀況好轉, 可回升至約 10,000 公噸, 甚至到 2031 年可達 12,370 公噸的水準。

#### 4.2 四套候選決策原則之表現評量

按 2005 年 2 月管理程序工作小組技術會議之決議, 以 2022 年產卵母族群資源量佔 2004 年之比為 1.1 且自 2008 年起每 3 年調整 TAC, TAC 最大調幅為 5,000 公噸, 最小為 100 公噸之期程設定下, 並模擬自 2008 年起完全調降 TAC 至零之 “No Catch” 決策原則, 做為 MP 表現評量與風險統計值的比較 (CCSBT, 2005a), 其評估指標如次:

- (1) 未來 10 年及 20 年平均 TAC 相較 2004 年 TAC 之比例: 以 2004 年為基期年, 未來 10 年及 20 年之平均每年 TAC, 如式 (7) 所示:

$$\frac{\sum_{t=2004}^{2004+i} C_t}{i+1}, \quad i = 9, 19. \quad (7)$$

如圖 (7a) 所示, 此四套候選決策原則的 10 年平均 TAC 相較 2004 年 TAC 比例之中位數以 CMP\_4 為最高, 大約為 2004 年 TAC 的 87%, 且其 80% 的信賴區間較 CMP\_1 及 CMP\_2 小, 可見在短期內 CMP\_4 的下降幅度較其它三套候選決策原則小。CMP\_1 的 10 年平均是此四套候選決策原則中最低的, 大約為 2004 年 TAC 的 75%。如圖 (7b) 所示, 20 年平均 TAC 則以 CMP\_1 最高, 大約佔 2004 年 TAC 的 70%, CMP\_4 則相對較低, 約為 2004 年 TAC 之 62%, 由此可看出各套候選決策原則之年間分配特性。

- (2) 每年 TAC 之相對變化程度 (AAVR): 計算未來 26 年平均 TAC 變動量, 如



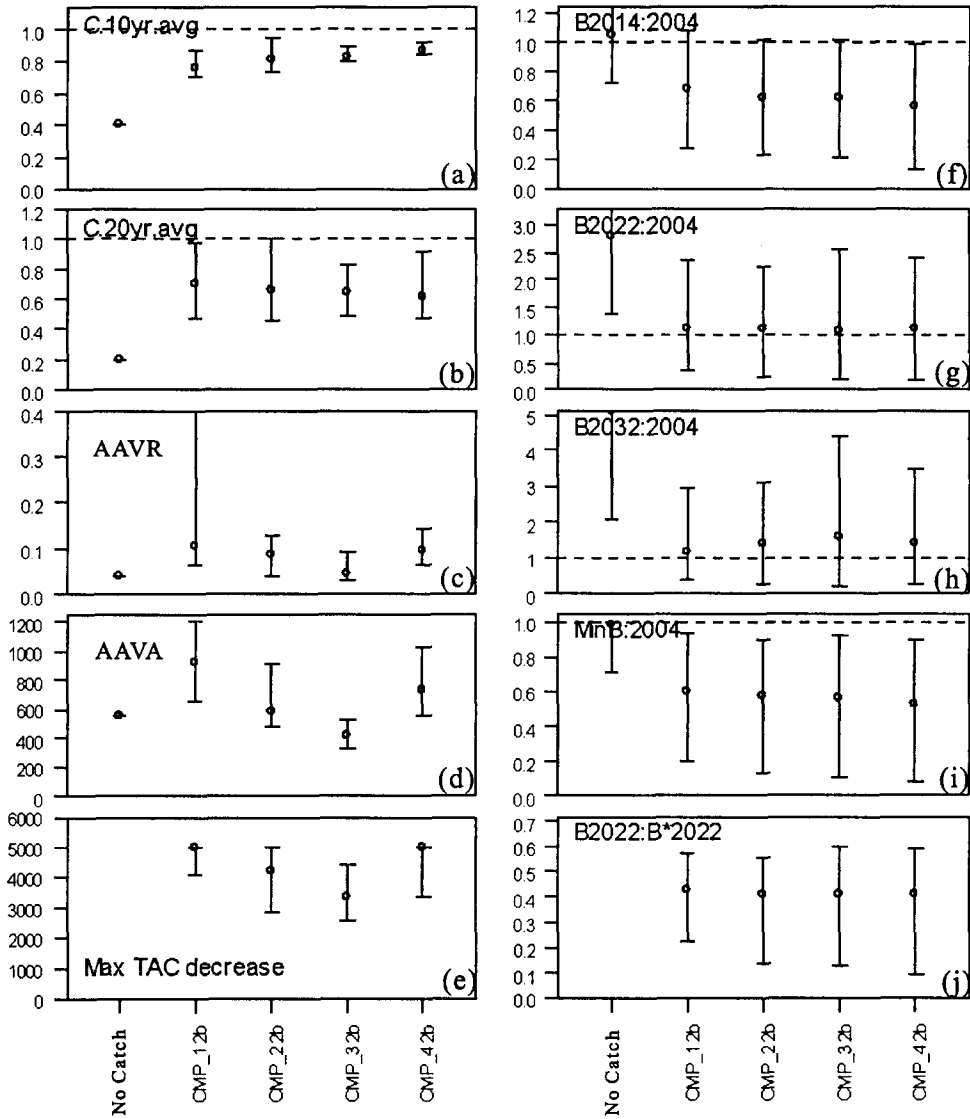


圖 7 四套候選決策原則在資源回復的管理目標 (B2002:2004) 為 1.1, 且全球總可捕量每 3 年調整一次的情境下之各項表現評量比較



式 (8) 所示:

$$AAVR = \frac{1}{26} \sum_{2005}^{2030} \frac{|C_{t+1} - C_t|}{C_t + 10^{-6}}. \quad (8)$$

其中  $C_t$  為第  $t$  年之 TAC,  $C_{t+1}$  為第  $t + 1$  年之 TAC。如圖 (7c) 所示, 各候選決策原則之平均 TAC 變動量以 CMP\_1 變動幅度最大, 可見其前後期之漁獲量較不穩定。CMP\_3 之變動幅度雖然最小, 但因其 TAC 在長期資源回復後仍呈緩慢下降, TAC 無法隨資源量好轉而增加, 失去適度開發資源的目的, 如圖 6 所示。

- (3) 每年 TAC 之絕對變化程度 (AAVA): 計算未來 26 年平均 TAC 變動量, 如式 (9) 所示:

$$AAVA = \frac{1}{26} \sum_{2005}^{2030} |C_{t+1} - C_t|. \quad (9)$$

計算每年 TAC 之相對變化程度時, 由於 CMP\_1 控制 TAC 在短期內下降最大, 使得在計算 TAC 相對變化程度 (AAVR) 太大, 因此需計算絕對變化程度, 如圖 (7d), 結果與圖 (7c) 一致。

- (4) TAC 最大減少幅度之評估: 其計算如式 (10) 所示:

$$- \max |\Delta TAC_t|. \quad (10)$$

由圖 (7e) 可知 CMP\_1 及 CMP\_4 之 TAC 最大減少幅度平均為 5,000 公噸, 較能在當資源量不佳時, 適時以 TAC 減少來抑制資源量繼續惡化。而 CMP\_3 之 TAC 最大減少幅度最小, 平均 3,368 公噸, 表示其無法針對資源量不佳時適度調整 TAC。

- (5) 產卵母族群資源量之比例: 以 2004 年為基期年, 分別計算 2014 年、2022 年及 2032 年之產卵母族群資源量相較 2004 年時之比例, 如式 (11) 所示:

$$\frac{B_{2004+i}}{B_{2004}}, \quad i = 10, 18, 28. \quad (11)$$



如圖 (7f) 所示, 2014 年產卵母族群資源量相較 2004 年時之比例以 CMP\_1 約為 0.67 為最高, 高於 CMP\_4 之 0.56, 但 2032 年產卵母族群資源量佔 2004 年之比例, 如圖 (7h) 所示, 則以 CMP\_4 之 1.4 高於 CMP\_1 之 1.2, 可知 CMP\_4 為讓業者在短期內做適當的調整, 因此短期 TAC 減少幅度較 CMP\_1 小, 但在長期下資源回復效果較 CMP\_1 佳。

- (6) 以 2004 年為基期, 計算在 2004 年至 2032 年內, 產卵母族群資源量 ( $B_t$ ) 相對於基期年產卵母族群資源量 ( $B_{2004}$ ) 比例的最小值, 如式 (12) 所示:

$$\min \left( \frac{B_t}{B_{2004}} \right). \quad (12)$$

此為各候選決策原則之風險評估, 如圖 (7i) 所示, 在所有 2,000 次模擬可能結果中, 各候選決策原則之產卵母族群資源量 ( $B_t$ ) 相對於基期年產卵母族群資源量 ( $B_{2004}$ ) 比例之中位數大約為 0.6。但就 10 分位數來看, 則 CMP\_1 之比例最低為 0.2, 而 CMP\_4 之比例約為 0.1, 因此, 若就最糟的資源狀況來看, CMP\_4 的風險較 CMP\_1 大, 但與 CMP\_2 和 CMP\_3 差不多。

- (7) 2022 年產卵母族群資源量 ( $B_{2022}$ ) 與 2022 年在完全沒有捕撈情形下之產卵母族群資源量 ( $B_{2022}^*$ ) 之比例, 如式 (13) 所示:

$$\frac{B_{2022}}{B_{2022}^*}. \quad (13)$$

如圖 (7j) 所示, 此四套候選決策原則  $B_{2022}/B_{2022}^*$  比例的中位數皆約為 0.4, 並無太大差異。

本研究模擬結果顯示, 四套候選決策原則中, CMP\_4 為惟一能於短期內緩降 TAC, 以提供產業逐漸移出的機會, 並有效降低 TAC 跨期變異程度, 減低產業所面臨總收益的不確定性, 且能將長期資源匱乏之風險值控制在較低的水準, 以達兼顧長期資源保育之決策原則。



## 5. 結論與建議

臺灣於 2002 年加入 CCSBT 即強調要對南方黑鮪的保育及管理提出貢獻, 且若欲提出短期內維持目前的配額以適度提供產業逐漸移出的機會, 希望 2008 年起 6 年內 TAC 變動應緩慢下降, 則必須提出明確的決策原則以符合資源回復的目標。因此, 當前產官學界皆應迫不及待的立即深入瞭解 MP 架構及掌握緊急應變措施的發展, 否則將會跟不上 CCSBT 發展 MP 的進度。

本研究以 CCSBT 於 2005 年 2 月管理程序特別技術會議 1969 年至 2003 年南方黑鮪漁獲資料所建構資源動態運作模式, 以事前模擬評估的方式, 就南方黑鮪產業永續發展之觀點, 明確且透明的建構一套由臺灣所提出之 TAI.05 決策原則以決定 TAC。此決策原則於 2005 年 5 月 CCSBT 第四屆管理程序會議由各國科學家及獨立科學團選定為未來四套候選決策原則選項之一, 並更名為 CMP.4 (CCSBT, 2005b)。

CMP.4 考量漁業經營的穩定性, 在 TAC 與資源回復的交互作用, 以漁獲量與魚價波動之逆需求彈性作為下期 TAC 的價格反制力, 其模型設定為簡易自我調整的架構。在長期資源達到回復水準的同時 TAC 可適時隨之增加, 資源量及 TAC 的交互配合的表現較好, 因此短期內 TAC 的變化幅度較小, 而長期下 TAC 的變化幅度較大。在 2022 年長期資源回復的情況下, 跨期 TAC 波動幅度明顯較 Sun (2004) 所提之 TAI.03 小, 而在中長期 2016 年至 2027 年間風險值皆較 Sun (2005) 所提之 TAI.04 低, 能有效地控制風險值。

本研究並針對 CMP.4 與其他三套候選決策原則表現評量與風險統計值做比較, 在四套候選決策原則於 2022 年皆符合資源回復的目標下, 發現 2004 年起 10 年平均 TAC, CMP.4 的下降幅度最小, 且跨期變異程度較小, 短期內可降低產業面對總收益的不確定性, 減緩南方黑鮪漁業社會經濟層面的損失。相較於短期內平均漁獲量下降幅度最大之 CMP.1, 2022 年達到資源回復的管理目標後, CMP.4 在 2032 年產卵母族群資源量仍高於 CMP.1, 且能合理隨資



源回復而增加 TAC, 表示 CMP\_4 能達到長期兼顧保育及最適管理利用等兩方面的目的, 以維持產業之穩定經營。

依據第十二屆 CCSBT 大會之決議 (CCSBT, 2005c), 未來在 2008 年或 2009 年實施 MP 後, 必須每 2 年或每 3 年重新對資源狀況作評估, 以檢視資源回復情形, 作為調整決策原則之參數的依據, 因此未來必須密切掌握 CCSBT MP 的最新發展, 將此資源動態資料做更完善的蒐集。在總配額調降趨勢下, 國內漁政單位應及早研擬可轉讓配額 (individual transferable quota, ITQ) 制度以有效率管理及分配我國總配額, 提升臺灣整體鮪漁產業長期競爭力。

## 參考文獻

- 孫金華與江福松 (2004a), 「南方黑鮪保育委員會資源管理程序決策原則之擬定策略」, 行政院農業委員會漁業署 93 年度委託研究計畫。
- 孫金華與江福松 (2004b), 「南方黑鮪資源存量運作模式之資料結構探討」, 行政院農業委員會漁業署 93 年度委託研究計畫。
- Basson, M., P. Eveson, J. Hartog, D. Kolody, and T. Polacheck (2005), "Further Exploration and Evaluation of the FXR\_01 Candidate Management Procedure Rule under the New Reference and Robustness Sets," The Fourth Meeting of the Management Procedure Workshop, Canberra: Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna.
- Butterworth, D. S., K. L. Cochrane, and J. A. A. De Oliveria (1997), "Management Procedures: A Better Way to Manage Fisheries? The South African Experience," in E. K. Pikitch, D. D. Huppert, and M. P. Sissenwine, (eds), *Global Trends: Fisheries Management*, 83-90, Bethesda, Maryland: American Fisheries Society.
- Butterworth, D. S. and A. E. Punt (1999), "Experiences in the Evaluation and Implementation of Management Procedures," *ICES Journal of Marine Science*, 56(6), 985-998.
- Butterworth, D. S. and M. Mori (2004), "Application of Variants of a Fox-Model Based MP to the "Christchurch" SBT Trials," The Third Meeting of the Management Procedure Workshop, Busan: Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna.
- Butterworth, D. S. and M. Mori (2005), "Results of Refined D&M Management Procedure Applied to the Seattle 2005 Trials," The Fourth Meeting of the Management Procedure



- Workshop, Canberra: Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna.
- CCSBT (2000), "Report of the Sixth Annual Meeting: Second Part," The Sixth Annual Meeting, Canberra: Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna.
- CCSBT (2003), "Report of the Second Meeting of the Management Procedure Workshop," The Second Meeting of the Management Procedure, Queenstown: Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna.
- CCSBT (2004), "Report of the Ninth Meeting of the Scientific Committee," The Ninth Meeting of the Scientific Committee, Jeju, Seogwipo City: Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna.
- CCSBT (2005a), "Report of the Special Management Procedure Technical Meeting," The Special Management Procedure Technical Meeting, Seattle, Washington: Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna.
- CCSBT (2005b), "Report of the Fourth Meeting of the Management Procedure Workshop," The Fourth Meeting of the Management Procedure Workshop, Canberra: Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna.
- CCSBT (2005c), "Report of the Twelfth Annual Meeting of the Commission," The Twelfth Annual Meeting of the Commission, Taipei: Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna.
- Hiramatsu, K., H. Kurota, H. Shono, and N. Takahashi (2004), "Behaviors of CPUE-Based Management Procedures Examined through the CCSBT Final Trial Specifications," The Third Meeting of the Management Procedure Workshop, Busan: Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna.
- Kurota, H. (2005), "Performance of the HK5 Management Procedure under the New Operating Models," The Fourth Meeting of the Management Procedure Workshop, Canberra: Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna.
- Polacheck, T., N. L. Klaer, C. Millar, and A. L. Preece (1999), "An Initial Evaluation of Management Strategies for the Southern Bluefin Tuna Fishery," *ICES Journal of Marine Science*, 56(6), 811–826.
- Polacheck, T., P. Eveson, J. Hartog, M. Basson, and D. Kolody (2004), "Comparison of the Performance of Tuned Candidate Management Procedures for Southern Bluefin Tuna Based on the Final Trial Specifications and Testing Procedures," The Third Meeting of the Management Procedure Workshop, Busan: Commission for the Conservation of Southern



Bluefin Tuna.

- Sato, Y. (2002), "Fishy Business: A Political-Economic Analysis of the Southern Bluefin Tuna Dispute," *Asian Affairs: An American Review*, 28(4), 217–237.
- Sun, C.-H. (2004), "Selection of the Decision Rules of Management Procedures for Southern Bluefin Tuna," The Third Meeting of the Management Procedure Workshop, Busan: Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna.
- Sun, C.-H. (2005), "An Evaluation of the TAI Candidate Management Procedure Rules for Southern Bluefin Tuna Based on the Updated Reference Set and Robustness Trails," The Fourth Meeting of the Management Procedure Workshop, Canberra: Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna.



**EVALUATION OF THE TAL DECISION RULES OF THE  
MANAGEMENT PROCEDURE OF TOTAL ALLOWABLE  
CATCH OF SOUTHERN BLUEFIN TUNA**

**Chin-Hwa Sun\***

Institute of Applied Economics  
National Taiwan Ocean University

**Cheng-Hong Lin**

Institute of Agricultural Economics  
National Taiwan University

**Keywords:** Southern bluefin tuna, Management procedure, Operating model,  
Decision rule, Total allowable catch

**JEL Classification:** Q22

---

\* Correspondence: Chin-Hwa Sun, Institute of Applied Economics, National Taiwan Ocean University, Keelung 202, Taiwan; Tel: (02) 2462-2192 ext. 5405; Fax: (02) 2462-7396; E-mail: jsun@mail.ntou.edu.tw.



## ABSTRACT

*The Management Procedure of Southern Bluefin Tuna (SBT) was developed since 2000 by the Commission for Conservation of Southern Bluefin Tuna (CCSBT) to conserve and ensure optimum utilization of the global SBT fishery through a transparent mechanism for deciding the global total allowable catch (TAC). According to both the official report of CCSBT for the third Meeting of the Management Procedure Workshop in May 2004, the Age-Structured Population Operating Model (OM) was established by utilizing the harvest data from 1969 to 2000 and was used to simulate the future trajectory reference set of the biomass and total allowable catch (TAC) till 2032. Four candidate decision rules (DR) were selected to decide the appropriate TAC trajectory under various scenarios in order to achieve the recovery target of the biomass. Among the final four candidate decision rules, TAI\_03, proposed by Sun (2004), is a CPUE-based DR with a negative built-in feedback component in terms of the theoretical economic consideration of the inverse relationship between price and demand.*

*This study tries to apply the TAI\_03 decision rule on the updated Reference Set which is updated by the scientific advisory panel with harvest data until 2003 in February 2005. This study specifies the TAI\_04 decision rule to reduce the interannual variation of TAC and the TAI\_05 to adapt to the short-term, intermediate, and long-term situation in order to take into account both sustainability of resource management and industry operation. The simulation result of the TAI\_05 decision rule was compared again with the other three candidate decision rules during the fourth management procedure workshop in 2005.*

*The simulation results show that the TAI\_05 decision rule would adjust TAC gradually for the industry to follow and to reduce the uncertainty in revenue in the short-term and to reduce the risk of resource deterioration and to fulfill the requirement that both the recovery of the biomass and the optimum utilization of the global SBT fishery in order to avoid the economic deadweight loss in the long run.*

