

陳文義¹，江偉全²，許紅虹¹，許儷玉¹，蘇偉成³

¹行政院農業委員會水產試驗所 台東分所

²國立台灣大學海洋研究所

³行政院農業委員會水產試驗所 高雄分所

(1999 年 11 月 25 日接受)



台灣東部海域鬼頭刀漁獲量變動趨勢與成長參數之研究

摘要

1953 年至 1997 年間，台灣東部海域鬼頭刀 *Coryphaena hippurus* 之漁獲量的變動，可分為開發初期階段 (1953-1971)、開發階段 (1972-1989) 及充分開發階段 (1990-1997)，本海域現存鬼頭刀資源在目前的利用體制下，理論最大產量約為 8,700 噸。成功地區鬼頭刀延繩釣漁船主要有動力漁船與漁筏，單位漁獲努力量換算後結果，動力漁船為動力漁筏的 7.518 倍。1998 年，新港魚市場測得雄魚 1,448 尾及雌魚 5,033 尾體長組成資料，經由 FAO-ICLARM 開發 FiSAT 電腦軟體分析結果，雄魚 $FL_1=53.29$ cm, $FL_2=104.32$ cm, $L_{\infty}=187$ cm, $K=1.31$ (year⁻¹), $M=1.27$ (year⁻¹)；雌魚 $FL_1=57.52$ cm, $FL_2=99.86$ cm, $L_{\infty}=166$ cm, $K=0.99$ (year⁻¹), $M=1.09$ (year⁻¹)，年齡組成仍以 1 歲與 2 歲魚為主。

關鍵詞：鬼頭刀，理論最大產量，延繩釣，漁獲努力量

鬼頭刀 *Coryphaena hippurus* 為台灣東部黑潮流域中，多獲性之浮魚資源，依 1998 年漁業年報得知，東部海域鬼頭刀漁獲量 12,424 噸，占台灣地區鬼頭刀漁獲量 17,157 噸的 72.4%，產值約六億元，不僅為東部漁業的主要魚種之一，亦為台灣近海的重要漁業資源。又鬼頭刀亦是跨界及高度洄游魚類中之一種⁽¹⁾，聯合國糧農組織 (FAO) 在 1995 年通過「1982 年 12 月 10 日聯合國海洋法公約有關養護和管理跨界及高度洄游性魚類系群條款之執行協定」之後，其重要性變得更為明確，由過去長期的漁獲資料發現，鬼頭刀漁獲量之變動相當大⁽²⁾。有鑑於此，本報告針對東部海域鬼頭刀歷年來之漁獲量變動趨勢與目前的漁業現況，做有系統的整理與分析，期盼能作為未來決定總允許可捕獲量 (Total Allowable Catch, TAC) 的參考資料。另外，雖曾有報告記載東部海域鬼頭刀的體長組成⁽²⁾，但尚無探討其成長參數之報告，為了解其生活史，本報告亦對其成長參數做進一步的探討，以助於未來系群判別與資源動態解析。

材料與方法

東部海域 (台東縣、花蓮縣、宜蘭縣)、屏東縣及其他縣市等鬼頭刀 1953-1997 年漁獲量統計資料，取材自漁業局漁業年報⁽³⁾，成功地區漁獲量資料來自 1990-1998 年新港魚市場拍賣日報表。

單位漁獲努力量的標準化，從 1991 至 1997 年動力漁船及動力漁筏延繩釣漁獲統計中，挑選連續漁獲較好的期間，作為漁船與漁筏努力量換算的資料。努力量換算後的單位漁獲努力量，則以日本東北大學川崎 健的方法 (Personal communication, 1997) 求得，其計算公式如后：

$$\text{Overall cpue} = (C_1 + C_2) / (kf_1 + f_2) \dots \dots \dots (1)$$

C_1 ：動力漁筏延繩釣漁獲量； f_1 ：動力漁筏延繩釣努力量

C_2 ：動力漁船延繩釣漁獲量； f_2 ：動力漁船延繩釣努力量

k =轉換係數

1996 年 8 月至 1999 年 7 月，每日派員至新港魚市

陳文義，江偉全，許紅虹，許儷玉，蘇偉成 (1999) 台灣東部海域鬼頭刀漁獲量變動趨勢與成長參數之研究。水產研究，7(1&2): 1-9.

場測量鬼頭刀尾叉長(FL)，1996 年至 1999 年測得尾數，雄魚分別為 875 尾、1,165 尾、1,448 尾及 929 尾；雌魚分別為 2,082 尾、3,708 尾、5,033 尾及 3,331 尾。

利用 FAO-ICLARM 開發之 FISAT 軟體⁽⁴⁾，分別以 ELEFAN I 解析 L_{∞} 、K 值；NORMSEP 解析年齡群數；Pauly's 自然死亡方程式求得雄、雌魚自然死亡係數。

漁獲量增加之相對率 (Relative rate of increase of catch) 之變動趨勢，則以下列直線回歸方程式表示：

$$(C_{t+1} - C_t)/C_t = b + at \quad (2)$$

C_t : t 年的漁獲量(噸)； C_{t+1} : t+1 年的漁獲量(噸)；t: 時間系列 (年)， $t = -b/a$ 時，當年漁獲量亦即為現有利用體制下的理論最大產量⁽⁵⁾。

結果

一、歷年漁獲變動情形

1953-1971 年東部海域鬼頭刀漁獲量的變動不

大，維持在 226-1,031 噸之間 (如 Fig. 1)，其漁獲量隨時間變化的直線回歸方程式如后：

$$C_t = 385 + 23.8 t \quad (r = 0.505) \quad (3)$$

t: 時間系列(年)； C_t : t 年的漁獲量(噸)

1972- 1989 年漁獲量呈穩定增加趨勢，1987 年漁獲 4,837 噸最多，最少則是 1972 年的 737 噸 (如 Fig. 1)，其漁獲量隨時間變化的直線回歸方程式如后：

$$C_t = 1431 + 139 t \quad (r = 0.675) \quad (4)$$

1990- 1997 年漁獲量的變動起伏較大，最多出現於 1992 年的 10,906 噸，最少則是 1996 年的 2,327 噸 (如 Fig. 1)，其漁獲量隨時間變化的直線回歸方程式如后：

$$C_t = 9097 - 409 t \quad (r = 0.345) \quad (5)$$

另外，1972- 1997 年東部海域鬼頭刀年漁獲量之變動，與台灣近海年產量成正相關 (如 Fig 2)，其相關係數 $r = 0.908$ ，尤其是 1990- 1997 年其相關係數更高為 0.983。由上述高相關性推測東部海域當年漁獲量的多寡，直接或間接影響台灣近海之年產量。

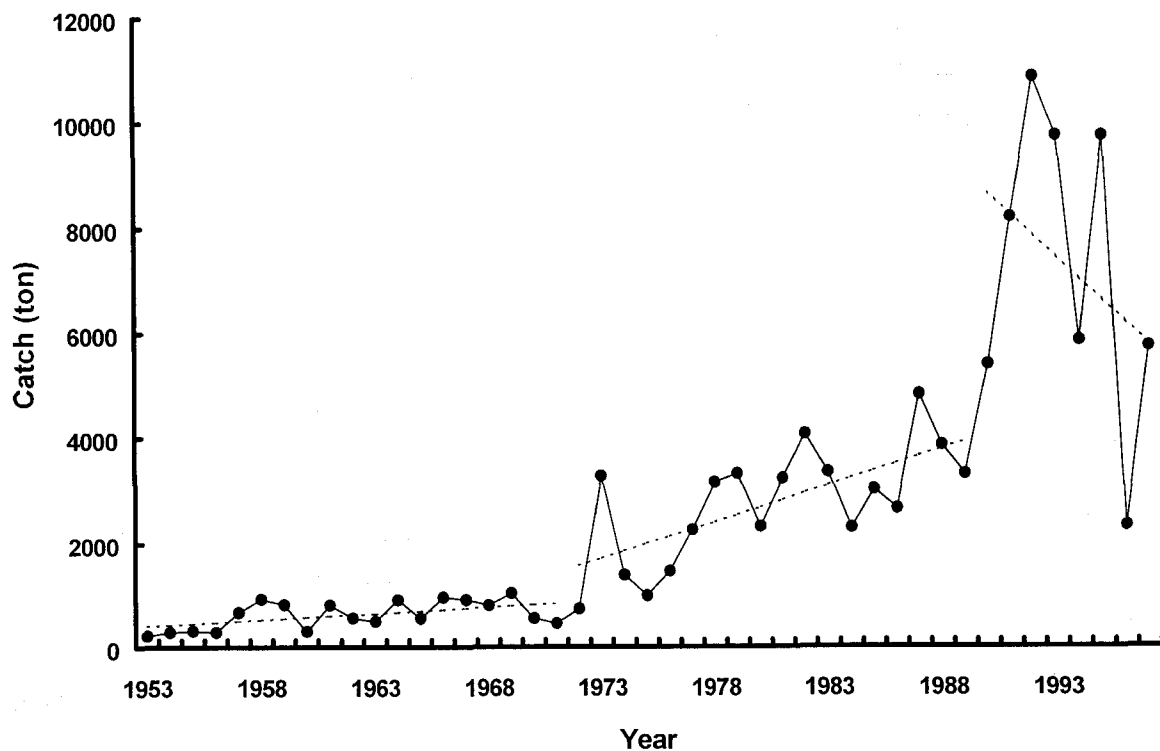


Fig. 1. Dolphinfish fishery can be considered to pass three periods: (I) pre-developing (1953-1971), (II) developing (1972-1989), and (III) fully-exploited (1990-1997) in the eastern waters of Taiwan.

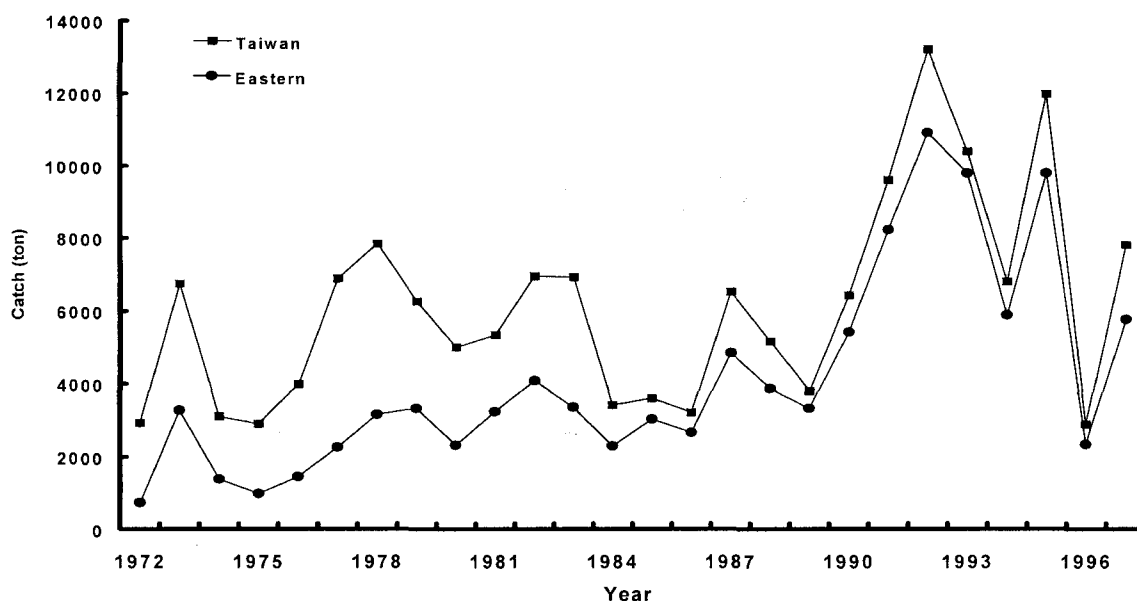


Fig. 2. A positive correlation between the catch of Taiwan and eastern waters for dolphinfish ($r = 0.908$).

二、漁船與漁筏單位漁獲努力量的轉換

成功地區從事鬼頭刀漁業之漁船種類，主要有動力漁船與動力漁筏，使用之漁具以延繩釣為主。由 1990-1998 年新港魚市場拍賣日報表整理出每日鬼頭刀漁獲統計資料，再選擇連續漁獲較好的期間，作為漁船與漁筏努力量換算的資料。動力漁船與動力漁筏各選 6 次連續漁獲較好的期間及該期間的 cpue 值，如 Table 1。由 Table 1 得知動力漁船及動力漁筏的平均單位漁獲努力量分別為 2,387.37 公斤/艘，317.54 公斤/艘。動力漁船的單位漁獲努力量當成 1 時，動力漁筏的單位漁獲努力量為 0.133，轉換係數 K 值為 0.133。再由 (1) 式計算 1990-1997 年成功地區鬼頭刀每年全部的單位漁獲努力量 (Overall cpue)。Table 2 所示 1990-1997 年的努力量、單位漁獲努力量以及由拍賣日報表統計的漁獲量資料。

四、ELEFAN I 解析成長係數及自然死亡係數

1998 年 1 月至 12 月，新港魚市場測量鬼頭刀尾叉長

(FL)，雄、雌魚測得尾數分別為 1,448 及 5,033 尾，經由 ELEFAN I 解析結果，成長參數分別為雄魚 $L_{\infty} = 187$ cm, $K = 1.31$ (year⁻¹)，如 Fig. 3；雌魚 $L_{\infty} = 166$ cm, $K = 0.99$ (year⁻¹)，如 Fig. 4。Pauly's 自然死亡方程式如后：

$$\ln(M) = -0.0152 - 0.279 \ln(L_{\infty}) + 0.6543 \ln(K) + 0.4634 \ln(T) \quad (6)$$

M：自然死亡係數 (year⁻¹)； L_{∞} ：最大極限體長 (尾叉長，cm)；

K：成長係數 (year⁻¹)

T：1998 年 4 月，綠島附近海域 10 m 水層之平均水溫為 27.57°C

由 (6) 式求得雄、雌魚的自然死亡係數分別為 1.27, 1.09 (year⁻¹)。

FAO-ICLARM 開發之 FiSAT 軟體⁽⁴⁾，其中 NORMSEP 方法是以最大概似 (Maximum likelihood) 觀念，分離體長組成的 n 個常態分布模式。1998 年體長組成資料，經由 NORMSEP 計算結果如表 3, 4 所示。雄魚 3 群魚的尾叉長平均分別為 53.29 cm, 75.50 cm, 104.32 cm；雌魚 3 群魚的尾叉長平均分別為 57.52 cm, 75.12 cm, 99.86 cm。

Table 1. Calculation of mean and standard deviation of cpue of powered fishing craft and powered raft in Chengkung area for standardizing cpue of both.

<i>Serial No.</i>	<i>Period</i>	<i>CPUE of fishing craft (kg/n)</i>	<i>Serial No.</i>	<i>Period</i>	<i>CPUE of raft(kg/n)</i>
1	16-19 April, 1991	2155.32	1	03-06 May, 1991	311.23
2	26-29 May, 1991	2309.06	2	06-08 May, 1993	365.72
3	28 April-08 May, 1993	2405.84	3	24-28 April, 1994	318.92
4	13-16 May, 1993	2793.25	4	10-14 May, 1995	299.79
5	18-24 April, 1994	2763.63	5	10-13 October, 1995	304.02
6	12-15 April, 1995	1897.11	6	04-07 October, 1997	305.53
Mean 2387.37			Mean 317.54		
Standard deviation 348.42			Standard deviation 24.52		

Table 2. Effort, catch and overall cpue of year in dolphinfish fishery of Chengkung area.

<i>Year</i>	<i>Effort (n)</i>	<i>Catch (ton)</i>	<i>CPUE (kg/n)</i>
1990	6144	1607.3	261.6
1991	6137	3498.0	570.0
1992	5426	3006.3	554.1
1993	3689	1919.8	520.4
1994	3059	921.0	301.1
1995	3282	1614.7	492.0
1996	3048	429.1	140.8
1997	3825	966.7	252.8

Table 3. Summary results of separating frequency distributions obtained with NORMSEP program of the FISAT package for male dolphinfish *Corphaena hippurus* in 1998.

<i>Group No.</i>	<i>Mean (cm)</i>	<i>Standard Dev.(s.d.)</i>	<i>Population (N)</i>	<i>Separation Index (S. I.)</i>
1	53.29	4.240	42.56	-
2	75.50	0.106	687.28	2.992
3	104.32	8.616	718.16	2.997

S. I. should be ≥ 2 for groups to be meaningfully separated.

Sample size: 1448; Chi-square value= 99.34; Degrees of freedom= 20.

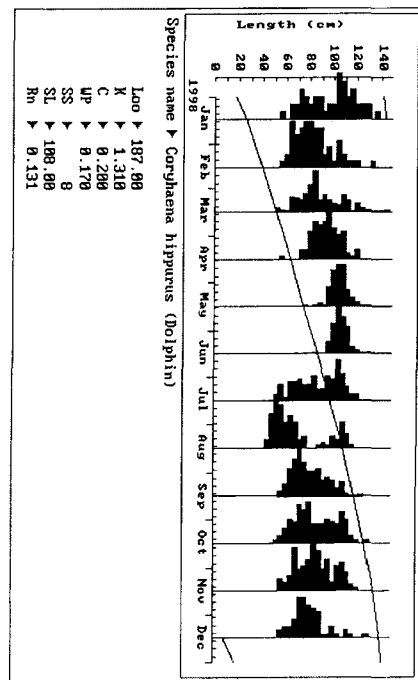


Fig. 3. Facsimile of a plotter output obtained with the ELEFAN I program of the FiSAT package and representing growth curve superimposed on the length-frequency data for male dolphinfish *Coryphaena hippurus* in 1998.

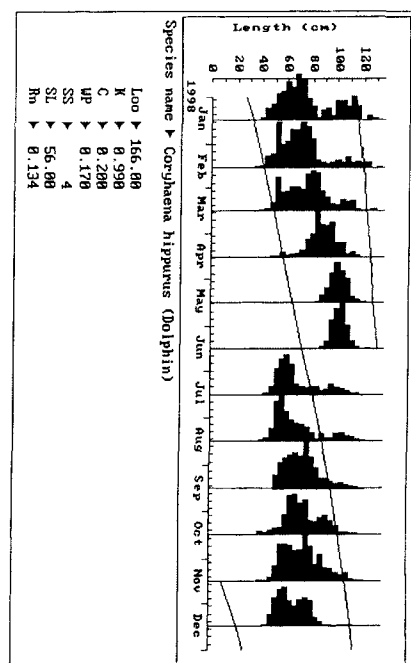


Fig. 4. Facsimile of a plotter output obtained with the ELEFAN I program of the FiSAT package and representing growth curve superimposed on the length-frequency data for female dolphinfish *Coryphaena hippurus* in 1998.

討論

1953 - 1971 年，東部海域鬼頭刀漁獲量的變動不大，主要當時東部漁船機動性小，漁港規模小，東部海域的鬼頭刀漁業尚處於開發初期階段 (Pre-developing stage)。1972- 1989 年，東部地區各漁港逐漸擴建，漁業逐漸興起，鬼頭刀漁獲量成比較穩定增加的現象，處於開發階段 (Developing stage)。1972- 1997 年的平均漁獲量 4,137 噸 (C_1)，又連續 3 年的平均漁獲量 (C_i)，求得 $(C_i - C_1)/C_1$ 相對比率值之變化，(如 Fig. 5)，1989 年的值接近 0，1990- 1993 年，漁獲量明顯的增加，1994- 1997 年則明顯的減少，推測已進入充分開發階段 (Fully-exploited stage)，建議應對鬼頭刀之漁獲量做適度的管理。

成功地區的鬼頭刀盛漁期是每年 4-6 月及 9-10 月，漁況好時為主要捕獲對象魚種，漁況差時則與其他魚類混獲，因此，選擇盛漁期連續漁獲較好的期間，其動力漁船與動力漁筏的漁船數與漁獲量，作為漁船與漁筏努力量換算的資料，比較具有代表性。由 Table 2 發現，1991 年漁況較佳時，漁獲努力量 6,137 艘雖多，但 CPUE 卻仍高達 570 公斤/艘，而在漁況差的 1996 年雖漁獲努力量已減至 3,048 艘，但 CPUE 仍低僅 140.8 公斤/艘，推測此現象係因盛漁期漁況好時，漁船以捕撈鬼頭刀為主要目標，以致造成雖漁船數增加，但單位努力漁獲量反而增加的現象，反之，盛漁

期漁況差時部分漁船則轉至捕撈鯊魚或其他時價高的魚類，因此雖漁船數已減少，但單位努力漁獲量仍偏低的現象。因有上述現象的存在，由努力量與單位努力漁獲量的關係變化，尚無法評估真實的資源量。有關鬼頭刀在東部海域最大持續生產量 (Maximum Sustainable Yield, MSY) 的估計問題，仍需進一步探討。

東部海域 1990-1997 年，每年漁獲量的變動起伏大，除了人為因素外，鬼頭刀漁獲量的多寡與氣候的變化亦有關係，諸如：日本京都沿岸海域每年 8 - 11 月鬼頭刀總漁獲量與 20 m 水深之鹽度成正相關⁽⁶⁾；在南加州海岸鬼頭刀漁獲量的多寡及漁期的遲早亦受 10 m 水深之溫度分布、地球自轉流 (Geostrophic flow) 大小及季節性 T - S 曲線變化的影響⁽⁷⁾。東部海域鬼頭刀漁獲量與氣候因子間的關係尚未明朗，1996 年，漁獲量劇減僅 2,327 噸，未達 1995 年的 1/4，1997 年間，漁獲量增加達 5,755 噸，除了本身資源量多寡影響外，黑潮離岸遠近影響其洄游路徑等問題，都是未來值得做更深入的探討。1996 年成功地區除了鬼頭刀漁獲量明顯減產外，其他洄游性魚類諸如：鰹鮪類、旗魚類當年的漁獲量亦都是 1994-1997 年間漁獲量最少的一年⁽⁸⁾，整個地區的洄游性魚類都有減產的現象，推測氣候因素是影響漁獲量減產的主要原因之一。

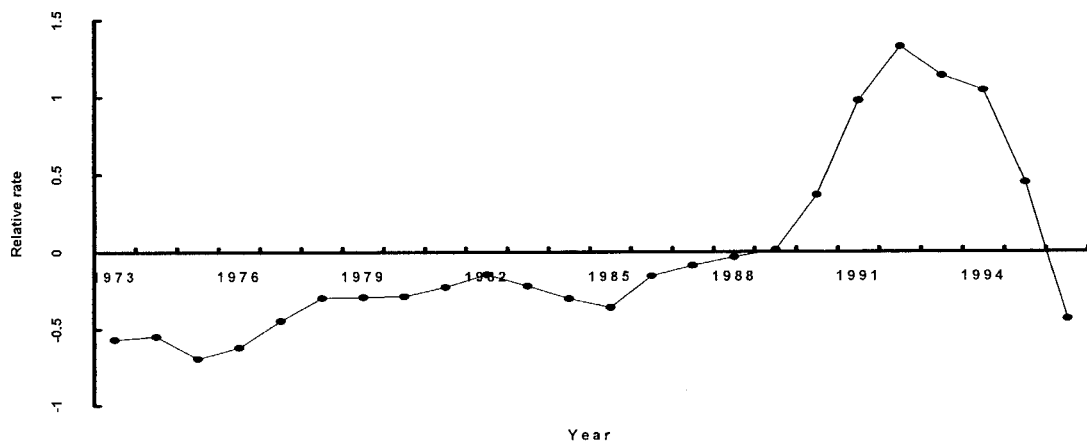


Fig. 5. Variation in relative rate $(C_i - C_1) / C_1$ of catch of dolphinfish in eastern waters. C_1 and C_i were represented average catch of twenty-sixty years (1972 - 1997) and running continuous three years respectively.

1990- 1997 年東部海域漁獲量增加相對率之變動趨勢，依 (2) 式求得之直線回歸方程式如后：

$$y = 0.625 - 0.195t \quad (r = 0.379) \quad \dots\dots\dots(7)$$

$y : (C_{t+1} - C_t)/C_t$; t : 時間系列 (年)

Table 6 發現漁獲量增加之相對率為 0 的點落於 1991 與 1992 年之間，在現有利用體制下，估算東部海域理論最大產量約為 8,700 噸。

鬼頭刀屬多峰一次產卵型魚種⁽⁹⁾，但在台灣東部海域產卵時期曾有報告指出每年有二次，分別是四月與九月⁽¹⁰⁾。在其他海域曾有報告指出鬼頭刀本身會互相

殘食，且漁獲死亡係數亦高，壽命通常不長，年齡組成以 1 歲與 2 歲魚為主⁽¹¹⁾。1998 年，新港魚市場測得雄、雌魚之體長組成資料，經 NORMSEP 解析結果有三群存在，推測中間的一群可能係因產卵期拖長或每年有二次產卵所增加的 1+ 歲魚群，其餘二群才分別是 1, 2 歲魚群，1, 2 歲魚的平均尾叉長雄魚分別是 53.29 cm 及 104.32 cm；雌魚則分別是 57.52 cm 及 99.86 cm。又台灣東部海域鬼頭刀雄、雌魚的自然死亡係數分別為 1.27, 1.09 (year⁻¹)，有較一般魚類高的現象，因此推測年齡組成仍以 1 歲與 2 歲魚為主。

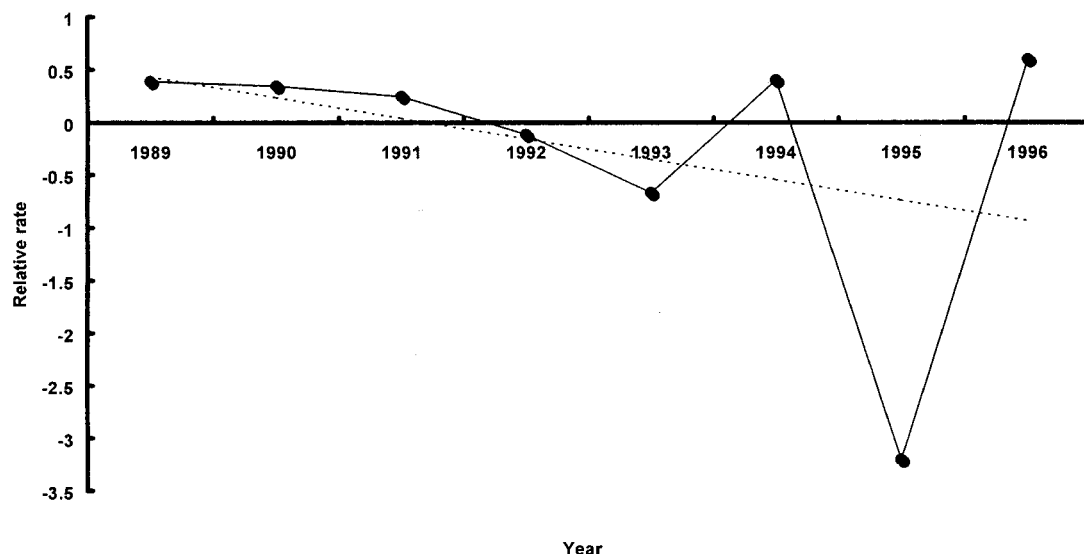


Fig. 6. Trend in the relative rate of increase of catch in the eastern waters of Taiwan. ($C_{t+1} - C_t$)/ $C_t = -0.195t + 0.625$ ($r = 0.379$).

謝辭

本研究係 1997、1998、1999 年度行政院國科會專題研究計畫 (台灣東部海域鬼頭刀資源長期變動之機制研究) 之部分執行成果，承蒙行政院農委會水產試驗所廖所長一久博士之支持與鼓勵，本所台東分所吳坤林先生、陳宗文先生、洪莉菁小姐及高雄分所吳春基先生鼎力協助，以及新港區漁會江總幹事文隆提供寶貴的漁獲拍賣資料，得以順利完成，僅此銘謝。

參考文獻

1. FAO Fisheries Department (1994) World review of highly migratory species and stradding stocks. FAO Fish. Tech. Pap., 337: 70p.
2. 吳春基, 劉燈城 (1989) 台灣東部新港地區主要魚類資源調查研究—漁獲量, 體長組成, 肥滿度及體長與體重之關係. 台灣省水產試驗所試驗報告, 單行本, 65p.
3. 漁業局 (1954 - 1997) 中華民國台灣地區漁業年報. 台

灣省漁業局專刊。

4. Gayanilo, F. C. Jr., P. Sparre and P. Pauly (1996) FAO-ICLARM stock assessment tools. User's manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries), 8: 126p.
5. Grainger, R. J. R. and S. M. Garcia (1996) Chronicles of marine fishery landings (1950-1994): Trend analysis and fisheries potential. FAO Fish Tech. Pap., 359: 51p.
6. 桑原昭彦, 鷺尾圭司, 鈴木重喜 (1981) 京都府沿岸域海況變動とバショウカジキ, シイラの漁況との關係. 水產海洋研究會報, 40: 3 - 8.
7. Norton, J. G. and S. J. Crooke (1994) Occasional availability of dolphin, *Coryphaena hippurus*, to southern California commercial passenger fishing vessel anglers: observations and hypotheses. CalCOFI Rep., 35: 230 - 239.
8. 江偉全, 孫志陸, 陳文義 (1999) 台灣東部新港海域鮪旗魚漁況變動分析. 中國水產月刊, 555: 25 - 43.
9. 蘇偉成 (1997) 八十六年度國科會專題研究—台灣東部海域鬼頭刀資源長期變動之機制研究計畫成果報告, p. 3.
10. 王健雄 (1979) 台灣東部近海鬼頭刀資源動態分析. 台灣大學海洋學刊, 10: 223 - 241.
11. Palko, B. J., G. L. Beardsley and W. Richards (1982) Synopsis of the biological data on dolphin-fishes, *Coryphaena hippurus* Linnaeus and *Coryphaena equiselis* Linnaeus. FAO Fish. Synop. 130: 28p.

Wen-Yie Chen¹, Wei-Chaun Chiang², Hone-Hone Hseu¹,
Li Yu Hseu¹ and Wei-Cheng Su³

¹Taitung Branch, Taiwan Fisheries Research Institute, Chengkung,
Taitung 961, Taiwan.

²Institute of Oceanography, National Taiwan University,
Taipei 106, Taiwan.

³Kaohsiung Branch, Taiwan Fisheries Research Institute,
Kaohsiung, 806 Taiwan.

(Accepted 25 November 1999)



Studies on Catch Trend and Growth Parameters of Dolphinfinh *Coryphaena hippurus* Linnaeus in the Eastern Waters of Taiwan

Abstract

The history of dolphinfinh *Coryphaena hippurus* fishery of the eastern Taiwan during 1953-1997 can be divided into three periods, (1) pre-developing stage, 1953-1971 (2) developing stage, 1972-1989 (3) fully-exploited stage, 1990-1997. This study estimated the standing stock size and revealed that the theoretical maximum production was about 8,700 MT. The major fishing methods of dolphinfinh in Chengkung area were long-line power craft and plastic raft. Comparing the catch per unit effort (cpue) of these two methods shown that the cpue of powered fishing craft was 7.518 times greater than plastic raft. Applying FiSAT software of FAO-ICLARM to the length-frequency data (1,448 fish of male and 5,033 of female) sampled from Shinkang fish market in 1998, this study obtained the following growth parameters:

Male: $FL_1=53.29\text{cm}$, $FL_2=104.32\text{cm}$, $L_\infty=187\text{cm}$, $K=1.31(\text{year}^{-1})$, $M=1.27(\text{year}^{-1})$; Female: $FL_1=57.52\text{cm}$, $FL_2=99.86\text{cm}$, $L_\infty=166\text{cm}$, $K=0.99(\text{year}^{-1})$, $M=1.09(\text{year}^{-1})$.

The most abundant fish groups were age-1 and age-2.

Key words: Dolphinfinh, Theoretical maximum production, Longline, CPUE