

# 臺灣西南沿海皮刀魚羣的單羣結構 及分佈特性之研究

李國添<sup>1</sup> 呂學榮<sup>1</sup> 吳龍靜<sup>1</sup> 吳滿全<sup>1</sup>

## 摘 要

近年來臺灣西南沿海皮刀魚 (*Mene maculata*) 之禁漁期問題成爲熱門的爭執焦點之一，爲了究明其分佈生態，本報告利用高雄與達漁港 6 組小型巾着網漁船實施一年半的魚探調查，利用魚探記錄跡並配合標本船漁獲樣本之體長、體重、生殖腺等生物測定，考察皮刀魚之單羣結構與其生活週期之相關性；並於其漁期間 (4~7 月) 測取羣間間隔大小、分佈水層等，推定其分佈型式並測取或收集海況、氣象資料，以多變量分析法，檢討左右其水平分佈及垂直分佈位置變動之要因，其結果如下：

(1) 皮刀魚單羣羣聚型態隨着成熟度係數之不同而異。成熟度係數低時，呈濃密的小羣聚型，隨着成熟度係數之增高，魚羣之水平延伸幅寬增大，成爲中型羣聚型，已屆產卵之皮刀魚羣則由許多之小羣聚集結而成大羣聚型。

(2) 魚羣的水平分佈型式大多以塊狀分佈於特定位置。成熟度係數低時，爲單峯型塊狀分佈；高時，複數峯漸出現。顯示產卵羣有脫離成熟度係數低的塊狀羣而分佈於曾文溪和興達港附近之海域，而且構成大羣聚內之各小羣聚間之問隔較傾向於隨機分佈。

(3) 左右魚羣水平分佈位置之要因有成熟度係數、風向、降雨量及潮位，至於左右垂直分佈位置之要因則爲月齡、水溫躍層深度及鹽度躍層深度等。

## 前 言

皮刀魚，又稱眼眶魚 (*Mene maculata*)，在本省以羣聚 (Patch) 型態分佈於各地沿海，而以東北部及西南海域產量較多，近年來，由於維持近海鮪延繩釣活餌之皮刀手釣消極漁法與巾着網之積極漁法兩不相容，加上臺灣省政府與高雄市政府對皮刀禁漁期訂定期限不一，皮刀魚資源現存量問題成爲爭執之焦點之一，其資源動向無法掌握主要原因是對其分佈生態之研究十分欠缺。

另一方面，魚羣探測器 (以下簡稱魚探器) 在水產研究上之應用隨着魚探器之發展而增加，如歐 (1980)、李 (1985)、左野及谷野 (1983)、Foote (1981)、Ehrenberg (1974) 等用於推測魚羣量，神蒲 (1966)、青山及見元 (1970)、Mathisen *et al.* (1982) 等用於究明魚羣結構及分佈模式，Alverson (1967)、Hamashima *et al.* (1967) 等用於追蹤魚羣之分佈及其移動，而本省有關利用魚探器用於生態面之研究則十分之缺乏；李等 (1986) 分析皮刀魚對超音波反射特性，結果顯示超音波入射其兩側扁部位時，其反射強度較背腹部或頭尾部高 20 dB 以上，又其體高而側扁，呈卵圓形，游泳速度不快，易受海潮流影響，在魚探器上往往呈現濃淡相間之記錄跡，易於辨識，故本研究嘗試以巾着網漁船爲標本船，對臺灣西南沿海分佈之皮刀魚羣做魚探調查，配合標本漁船之漁獲，對其不同生理週期下之羣聚型態、規模及分佈構造做一週年之考察，並且研究左右其分佈構造的主要原因。

## 材 料 與 方 法

### 調查海域環境特徵

調查海域東起本省西南 20 m 等深線沿海，西至澎湖海臺，北達外傘頂洲，南迄興達港以南

1. 國立臺灣海洋學院漁業研究所

臺灣西南沿海皮刀魚羣的單羣結構及分佈特性之研究

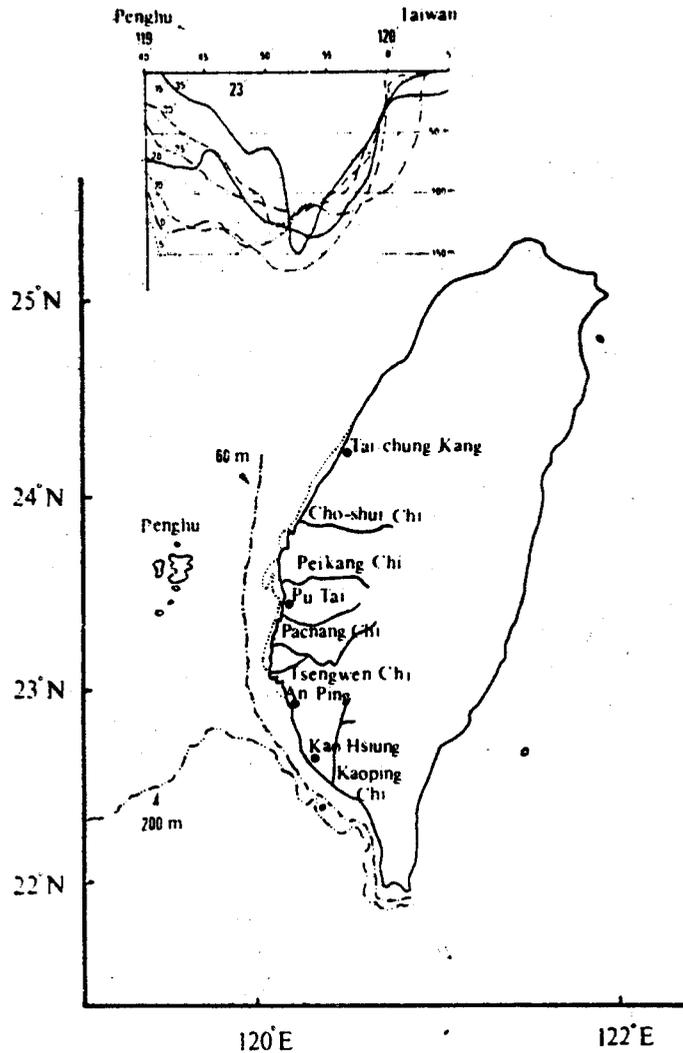


圖 1. 皮刀魚探調查及樣本採集海域圖，左上圖為調查海域地形剖面圖

200 m 等深線附近海域(圖 1)，即通常所謂的臺南海盆海域，本海域的海洋環境特徵是，以北及以西的外傘頂洲及澎湖海臺的水深在 40 m 以淺，往南則是 200 m 以深的海域，臺南海盆水深在 50~70 m 間，最深也不過 150 m，黑潮支流由南向北流經本海域，夏季流勢強，而冬季受中國大陸沿岸流影響，流勢較弱。本省西南部有濁水溪、北港溪、八掌溪、曾文溪及高屏溪等河川水注入，另外，漲潮時潮水分由南北兩側向本海域湧入，退潮時則分別沿南北海岸退去，潮差極大。

魚探調查

原始資料之收集是從 1986 年 3 月至 1987 年 8 月，分兩部份進行的，第一部份是每個月一次租用興達港小型巾著網漁船合春吉及協合發號出海進行探測，發現有皮刀魚羣記錄時，立即記下位置、時刻，擇取較大羣之皮刀魚羣，下網圍捕，隨機採取 20~50 尾樣本携回實驗室作生物測定，包括尾叉長、體重、生殖腺之重量等，性成熟度大小是以成熟度係數 (MF, Maturity factor) 表示，即：

$$MF = \frac{\text{生殖腺重}}{\text{魚體重}} \times 100$$

第二部份是選定興達港六組巾著網做為魚探調查之標本船，標本船離開母港後即開啓魚探器沿航

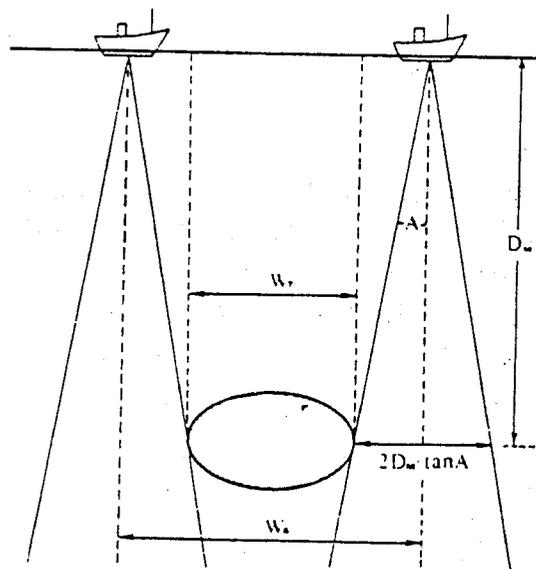
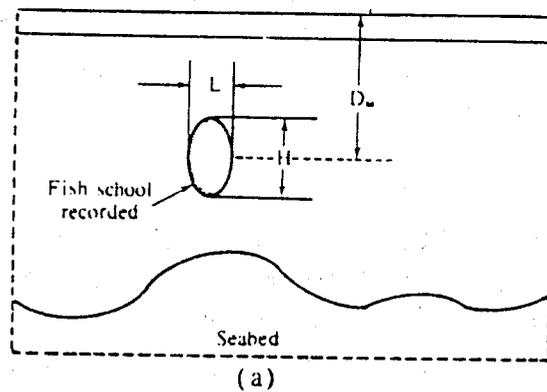
線探測，標本船之航速及魚探記錄紙移動速度力求一定，魚羣形狀視為橢圓形處理（井上，1987），單羣記錄跡之短軸方向為魚羣垂直延伸厚度（ $H$ ），長軸方向為魚羣水平延伸之幅寬（ $L$ ），受魚探機之指向角及記錄紙移動速度之影響，必須加以修正。其方法如圖 2 所示，即：

$$W_A = \frac{V \times L}{P}$$

$V$ ：標本船每分鐘之航行距離（m/min）

$P$ ：魚探記錄紙移動之速度（mm/min）

$L$ ：魚羣記錄跡之幅寬（mm）



$W_T$ : true diameter of fish school  
 $W_A$ : apparent diameter of fish school  
 (b)

圖 2. 皮刀魚羣魚探記錄跡量化之示意圖  
 (a) 圖：魚探記錄跡大小之測量  
 (b) 圖：實際魚羣水平延伸幅度（ $W_T$ ）與測定記錄跡幅度（ $W_A$ ）之關係

單羣之實際幅寬  $W_T$  為：

$$W_T = W_A - 2D_M \tan A$$

$A$ ：收發波器之半指向角

$D_M$ ：單羣棲息水層之平均水深

另外測定記錄紙上出現皮刀魚羣之平均水深，至於羣聚與羣間之水平間隔則是記錄紙上各羣聚之末端水平量測至次一羣聚末端的，其目的是檢討魚羣之分佈模式。

#### 魚羣分佈位置變動要因之主成分分析

海況要因資料之取得是利用魚探調查並下網捕獲之同時，現場投放溫深鹽測定儀 (TDS-7, N. B. A.)，並採表層海水，利用表層水溫計及導電式鹽度計 (E-2, FRUMI)、標準海水等作溫鹽校正。高屏溪、曾文溪、八掌溪及北港溪等河川流量則採自水利局，潮位則源自海軍海洋測量局之潮差表 (1986, 1987)，氣象要因則取自中央氣象局發佈之臺南、嘉義、高雄及東吉島之氣溫、氣壓、降雨量、日照量等。

將調查海域之南向北，由  $22^{\circ}55'N$  至  $23^{\circ}35'N$  為止，每  $5'$  當作一個分佈位置，共分 8 個分佈位置，以發現皮刀魚羣棲息之水平位置及魚羣棲息的平均水深做為目的變數 (Independent variable)，以氣象、海況因子及 MF 值等生物因子為說明變數 (Dependent variable)，用多重回歸主成分分析法 (岸, 1981、鄭, 1987) 抽取影響目的因子的主成分，即首先以單相關法求取目的變數與說明變數，說明變數與說明變數間之相關係數，若說明變數與說明變數之相關係數相當高，且達 1% 顯著水準 (Significant level) 檢定有意義時，將與目的變數相關係數較小者去除，以選取獨立之說明變數，再以多重回歸法求取影響目的因子之主成分。

## 結 果

#### 單羣之規模

魚羣之水平延伸幅寬 ( $W_T$ ) 及垂直延伸厚度 ( $H$ ) 之關係於圖 3，厚度在 45 m 內，幅寬在 1000 m 內變動，但大多數魚羣之規模厚度集中在 5~20 m，幅寬集中於 8~50 m 間，可見魚羣水平分佈幅寬即使增長，厚度仍較狹短，為了求取魚羣之平均規模，以魚羣之幅度、厚度及其比值 ( $W_T/H$ ) 做頻度分佈圖 (圖 4)，各值均呈 L 字形之非對稱分佈，為了變成正規分佈將各值變換成對數 (井上, 1987)，各值均以 0.2 組距再做頻度分佈圖，求得各值之平均值及標準偏差 ( $S$ ) 如下：

$$\begin{aligned} \text{魚羣之平均幅寬 } (\bar{W}_T) : \bar{W}_T &= 26.9 \text{ m}, & S &= 3.4 \text{ m} \\ \text{魚羣之平均厚度 } (\bar{H}) : \bar{H} &= 9.1 \text{ m}, & S &= 1.6 \text{ m} \\ W_T/H : R &= 3.0, & S &= 2.6 \end{aligned}$$

因此，本海域出現皮刀魚單羣規模之平均水平延伸幅寬為 26.9 m，平均垂直延伸厚度為 9.1 m，平均水平延伸幅寬及平均垂直延伸厚度比為 3.0。

#### 單羣結構

皮刀魚之魚探記錄跡型態 (圖版 1)，依其規模及濃淡度 (分佈密度) 之不同，基本上可分為下列三種不同之類別：

Type A (小羣聚型)：水平延伸幅寬在 50 m 以下，魚探記錄跡呈縱型，記錄跡呈色頗濃，無法分出是否有濃淡相間之情況 (圖版 1, a)。

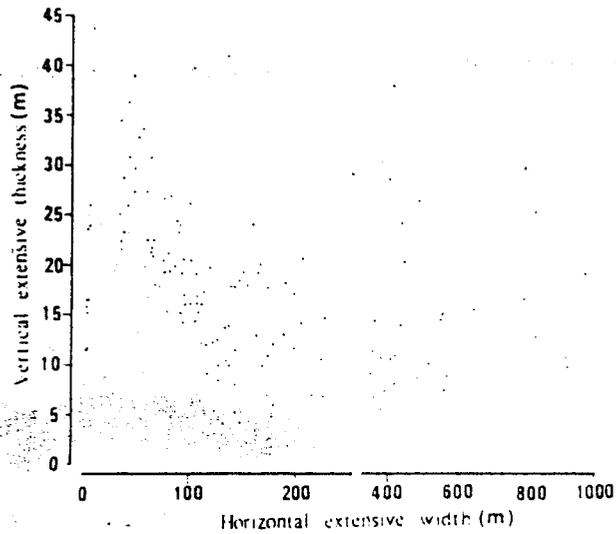


圖 3. 皮刀魚單羣之水平延伸幅寬 ( $W_T$ ) 與垂直分佈厚度 ( $H$ )

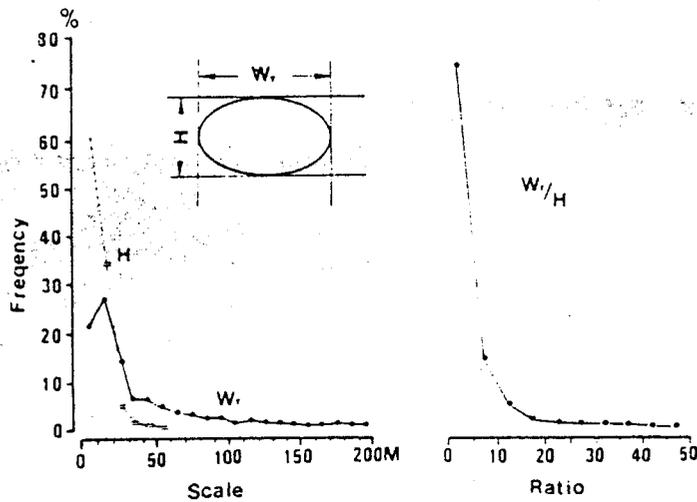


圖 4. 皮刀魚單羣水平延伸幅寬 ( $W_T$ )、垂直分佈厚度 ( $H$ ) 及其比值 ( $W_T/H$ ) 之頻度分佈圖

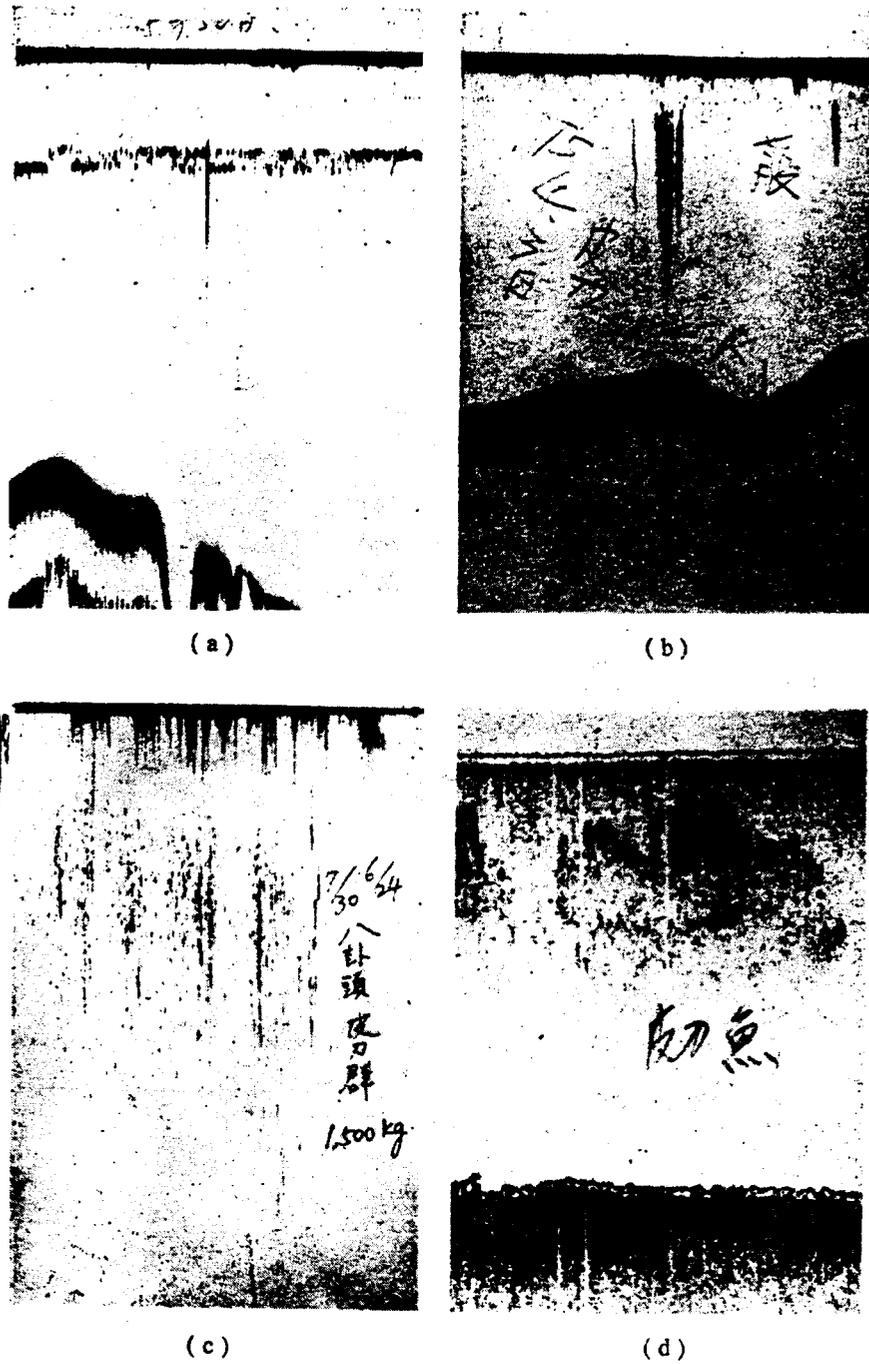
Type B (中羣聚型)：水平延伸幅寬在 30~100 m 間，基本上仍以縱型記錄跡居多，已呈現濃淡相間之現象 (圖版 1, b)。

Type C (大羣聚型)：記錄跡呈橫型，顯示水平延伸幅寬極長，有達 800 m，且呈現明顯的濃淡相間，宛如許多疏離之小羣聚聚合而成大羣聚 (Aggregation) (圖版 1, c)。

以上三種單羣型態在各月別的出現比例並不相同，如表一所示，8月以降，到翌年的3月，幾乎只有A型出現，B、C型在4月才開始出現，B型4~7月各約佔該月份皮刀魚羣數的 20~30%間，C型則由4月上旬的 3.8%，上升到7月下旬的 29.6%。

圖 5 是皮刀魚的漁獲尾叉長百分比月別變化圖，從 11 月至翌年 2 月，皮刀魚之漁獲體長有逐月增大之趨勢，但如圖 6 所示，其生殖腺特徵不明顯，MF 值在 1 以下，難以由視覺判別其雌雄。4 月至 9 月則各種大小不同之皮刀魚均有被捕獲，此期間除 15.6 公分以下之未成熟皮刀魚 (吳，1987、黃，1981) 之 MF 值尚無升高之跡象外，15.6 公分以上之皮刀魚，隨著時間有升高其 MF 值，7 月

臺灣西南沿海皮刀魚羣的單羣結構及分佈特性之研究



圖版 1. 皮刀魚之典型魚探記錄跡例

- (a) 小羣聚型 (A Type)  
記錄紙速度 6.8 mm/min, 船速 7.5 knot
- (b) 中羣聚型 (B Type)  
記錄紙速度 6.5 mm/min, 船速 7.5 knot
- (c) 大羣聚型 (C Type)  
記錄紙速度 6.5 mm/min, 船速 8.0 knot
- (d) 停船時之記錄跡型態  
記錄紙速度 7.0 mm/min

表一 皮刀魚各單羣結構之出現率，及其平均尾叉長、成熟度係數、單位努力漁獲量之月別上、下旬變化表

Year	Time	Type A				Type B				Type C				
		Month	Days	FL* (cm)	CPUE (Kg/Net)	Count of Groups (%)	MF*	FL* (cm)	CPUE (Kg/Net)	Count of Groups (%)	MF*	FL* (cm)	CPUE (Kg/Net)	Count of Groups (%)
1986 & 1987	Apr.	1-15	15.9	18,530	73.1	2.35	16.0	15,700	23.1	3.15	16.1	10,500	3.8	3.35
		16-30	15.9	19,938	67.3	2.85	15.9	9,360	22.7	3.05	16.0	10,000	10.0	3.45
1986 & 1987	May	1-15	—	10,600	67.1	—	16.3	5,000	27.1	3.10	16.5	3,875	5.7	3.67
		16-31	—	3,820	66.3	—	—	3,375	25.1	—	—	2,667	8.6	—
1986 & 1987	Jun.	1-15	16.3	5,583	52.8	2.40	3.25	3,400	29.6	3.31	—	—	17.6	—
		16-30	—	6,267	46.7	—	—	—	35.0	—	—	—	18.3	—
1986 & 1987	Jul.	1-15	17.4	7,500	50.0	2.90	17.9	1,100	21.1	3.15	18.0	1,000	28.9	4.25
		16-31	17.3	4,676	51.4	3.15	17.8	1,117	20.0	3.25	18.3	840	29.6	4.20
1986 & 1987	Aug.	1-15	14.7	4,500	66.7	2.15	—	—	11.1	—	—	—	22.2	—
		16-31	—	—	76.4	—	14.4	900	11.8	3.20	—	—	11.8	—
1986	Sep.	1-15	14.9	—	100.0	2.89	—	—	—	—	—	—	—	
1986	Oct.	1-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		16-31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1986	Nov.	1-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		16-30	11.5	—	100.0	0.41	—	—	—	—	—	—	—	—
1986	Dec.	1-15	15.7	—	100.0	0.29	—	—	—	—	—	—	—	—
		16-31	13.4	—	100.0	0.24	—	—	—	—	—	—	—	—
1987	Jan.	1-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		16-31	15.2	—	100.0	0.49	—	—	—	—	—	—	—	—
1987	Feb.	1-15	16.8	—	100.0	0.52	—	—	—	—	—	—	—	—
		16-28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1987	Mar.	1-15	—	2,851	100.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		16-31	14.6	5,780	100.0	0.55	—	—	—	—	—	—	—	—

\* FL: Average fork length of moonfish.

\* MF: Average maturity factor of moonfish.

中國系 加標池 和蘭華 和蘭中

臺灣西南沿海皮刀魚羣的單羣結構及分佈特性之研究

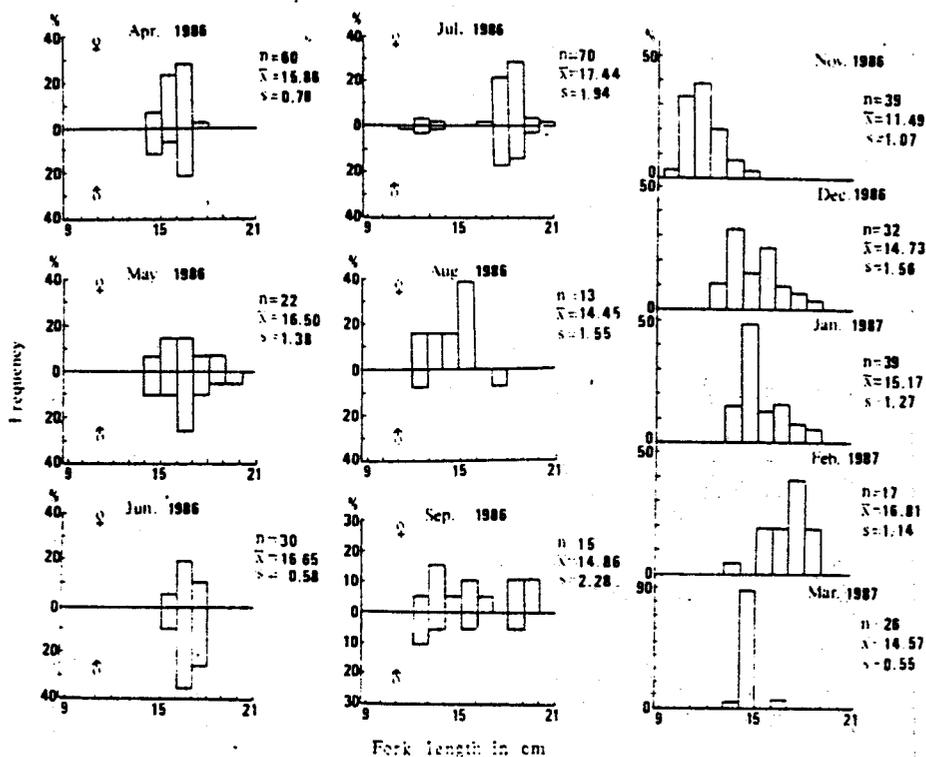


圖 5. 標本漁船漁獲採樣實驗之月別漁獲尾叉長百分比分佈圖

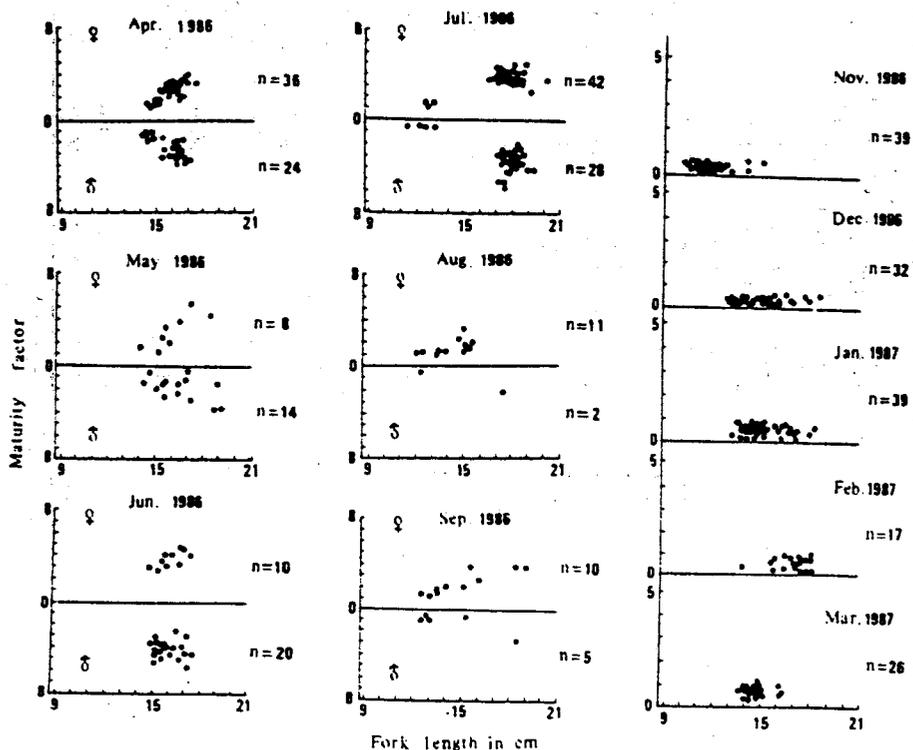


圖 6. 標本漁船漁獲採樣實驗之月別成熟度係數變化圖

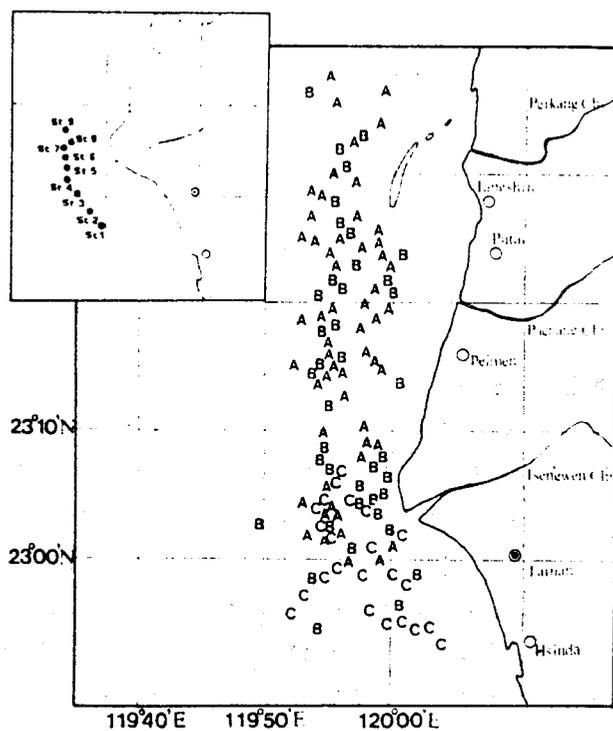


圖 7. 不同單羣結構之皮刀魚羣的實際分佈位置，左上角為 1986 年 7 月溫鹽測站圖 (A：小羣聚型、B：中羣聚型、C：大羣聚型)

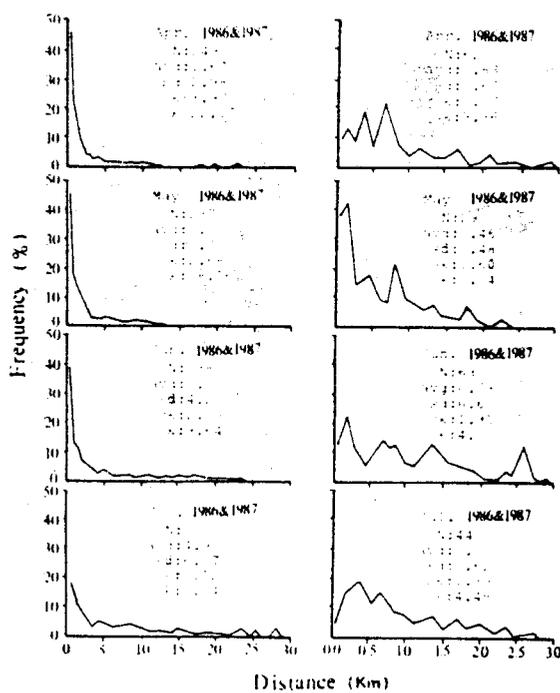


圖 8. 左圖為 4~7 月份皮刀魚單羣間水平距離之月別頻度分佈圖。右圖為 C 型單羣結構之羣內小羣間距的頻度分佈圖 (N：單羣數目，avg：單羣平均水平距離，sd：標準偏差，sk：偏態，K：峯度)

份達高峯，8月份 MF 值開始下降至 3 以下，而且雄魚之比例減少（圖 6 參照）。

綜上，考察皮刀魚羣聚型態與漁獲體長、性成熟度係數及單位努力漁獲量之關係，如表一所示，可看出除 15.6 公分以下之魚羣只以 A 型羣聚出現外，其羣聚型態與體長並無明顯的關係存在，但同一月份，A 型記錄跡之性成熟度係數較 B 型為小，而以 C 型最大。A 型之水平延伸幅寬雖小，但單位努力漁獲量不差（表一），顯示此類型羣聚之羣集密度較高，故記錄跡較濃。C 型羣聚之 MF 值在 3.3~4.3 間，其濃淡相間情況較 B 型羣聚更明顯，復有如 A 型之小羣集結而成，且 C 型羣聚集結之海域，高雄沿海小型拖網於 8 月中旬可拖曳到 2.5~6 公分之皮刀魚羣（吳，1987），故 C 型可能係產卵羣（圖 7）。

#### 水平分佈型式及左右分佈型式之要因

4~7 月各單羣間之水平距離的月別頻度分佈型式及其偏態 (Skewness)、峯度 (Kurtosis)，如圖 8 左圖所示，為非對稱多角形分佈，而且向左傾斜，即單羣之間較預測更緊密的聚集在一起，顯示各月份之皮刀魚為塊狀分佈 (Clumped distribution) 於特定海域，除 C 型羣聚外，左右其分佈位置之主成分分析結果示之於表二，上表之矩陣中，註有星號者為顯著水準 1% 檢定有意義者，由該矩陣中抽取與目的變數相關性最高者為第一主成分，並求取其與魚羣水平分佈位置之回歸方程式，相關係數及 F 檢定值 (表二，下表)，其他說明變數再以配對法與第一主成分兩兩相對，求出多重回歸相關係數最高者為第二主成分，同樣也求取其預測式、F 值，如此類推，直到多重回歸係數之變化率在 1% 以下為止。如下表顯示者，左右 A、B 型羣聚水平變動的主成分有風向、降雨量及潮位，而以風向為第一主成分，該海域一年之中主要吹送東北與西南風 (圖 9，左上角)，但若吹送東北風時，魚羣較集中分佈於臺南海盆之南半部；西南風時則較集中於北半部 (圖 9)。

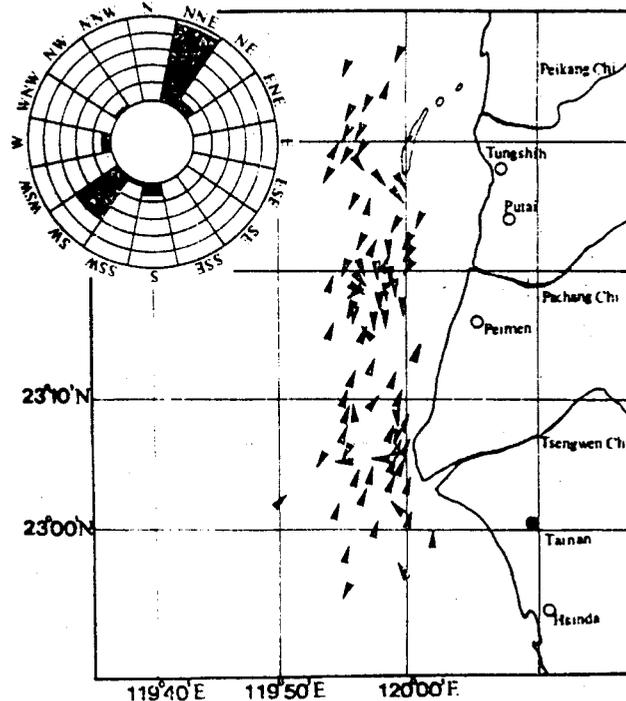


圖 9. 皮刀魚羣水平分佈位置與當日平均風向之關係，左上圖為 1986 年 4 月至 1987 年 6 月之平均風向之頻度分佈圖 (◄為東北風，▲為西南風)

表二 左右皮刀魚羣水平分佈位置之環境要因的主成分分析

	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6
Y	1.000	-0.813*	0.790*	0.397	0.603*	0.288	0.525
X1	-0.813*	1.000	-0.313	0.269	0.039	0.042	0.027
X2	0.790*	-0.313	1.000	0.201	0.419	0.375	0.415
X3	0.397	0.261	0.201	1.000	0.875	0.355	0.824*
X4	0.603*	0.039	0.459	0.875*	1.000	0.480	0.941*
X5	0.288	0.042	0.375	0.355	0.480	1.000	0.544
X6	0.125	0.027	0.415	0.824*	0.941*	0.544	1.000

Steps	x1	x2	x3	x4	x5	x6	R(MLT)	F	DF
	a0	a1	a2	a3	a4	a5			
1	4.665	-0.0557					0.813*	25.377	(1,13)
2	3.202	-0.0449	0.177				0.923*	34.475	(2,12)
3	0.426	-0.0532	0.224	7.652			0.944*	29.845	(3,11)

Y : 魚羣水平分佈位置  
 X1 : 南北向風偏量 (Meters/sec)  
 X2 : 距離最近降雨之天數 (Days)  
 X3 : 與該月最低潮之潮差 (Meters)  
 X4 : 表層海水溫度 (°C)  
 X5 :  $\Delta T/\Delta Z$  (°C/Meter)  
 $\Delta T$  表層與最深探測水層水溫差 (°C)  
 $\Delta Z$  探測水深 (Meters)  
 X6 : 流量最大之河川  
 \* Significant Level 0.01

表三 左右皮刀魚羣棲息深度之環境要因的主成分分析

	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Y	1.000	0.130	-0.599*	0.715*	0.679*	0.656*	0.069	0.775*
X1	0.130	1.000	-0.014	-0.194	-0.155	0.026	0.175	0.191
X2*	-0.599	-0.014	1.000	-0.194	-0.253	-0.438	0.203	0.374
X3	0.194*	-0.194	-0.194	1.000	0.960*	0.447	0.134	0.590*
X4	0.679*	-0.155	-0.253	0.960*	1.000	0.493	0.039	0.605*
X5	0.656*	0.026	-0.438	0.447	0.493	1.000	0.391	0.385
X6	0.069	0.175	0.203	0.134	0.039	0.391	1.000	-0.145
X7	0.775*	0.191	0.374	0.590*	0.605*	0.385	-0.145	1.000

Steps	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	R(MLT)	F	DF	
	a0	a1	a2	a3	a4	a5	a6				a7
1	9.571							1.634	0.775*	25.596	(1,17)
2	6.790				35.11			1.293	0.866*	24.089	(2,16)
3	2.448		0.194		29.06			1.006	0.893*	19.600	(3,15)
4	3.201		0.635	-0.464	33.48			1.064	0.912*	17.012	(4,14)
5	7.270		-0.345	0.746	-0.523	26.93		0.737	0.929*	16.320	(5,13)
6	-6.162	0.523	-0.406	0.855	-0.556	24.38		0.483	0.942*	15.793	(6,12)
7	-11.689	0.734	-0.346	1.114	-0.786	36.82	-22.73	0.293	0.955*	16.340	(7,11)

Y : 魚羣平均棲息深度 (Meters)  
 X1 : 氣溫 (°C)  
 X2 : 距離最近降雨之天數 (Days)  
 X3 : 鹽度躍層深度 (Meters)  
 X4 : 溫度躍層深度 (Meters)  
 X5 : 溫度躍層梯度 (°C/Meter)  
 X6 :  $\Delta T/\Delta Z$  (°C/Meter)  
 $\Delta T$  表層與最深探測水層水溫差 (°C)  
 $\Delta Z$  探測水深 (Meters)  
 X7 : 月齡 (與滿月相距之日數)  
 \* Significant Level 0.01

臺灣西南沿海皮刀魚羣的單羣結構及分佈特性之研究

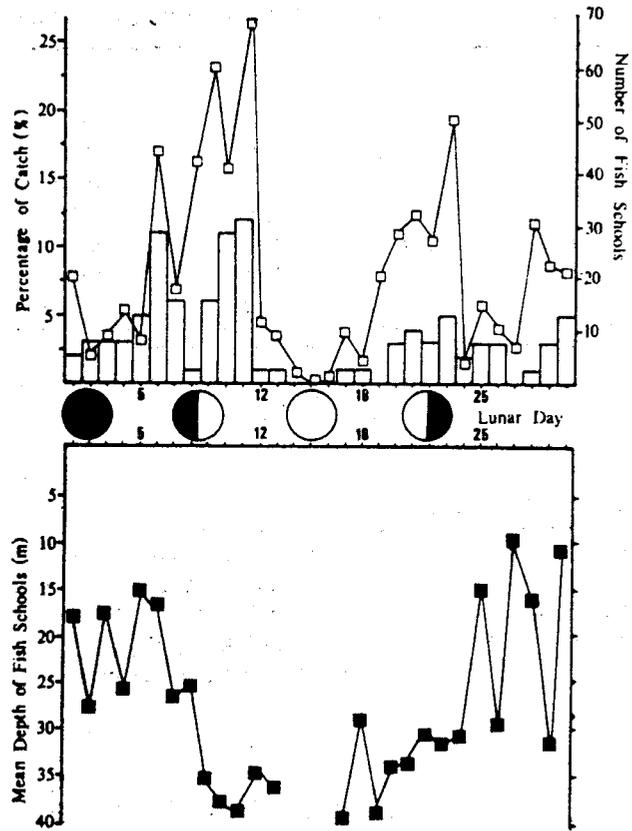


圖 10. 月齡與皮刀魚棲息水層 (下圖) 及月齡、發現羣數與漁獲量之關係 (上圖)

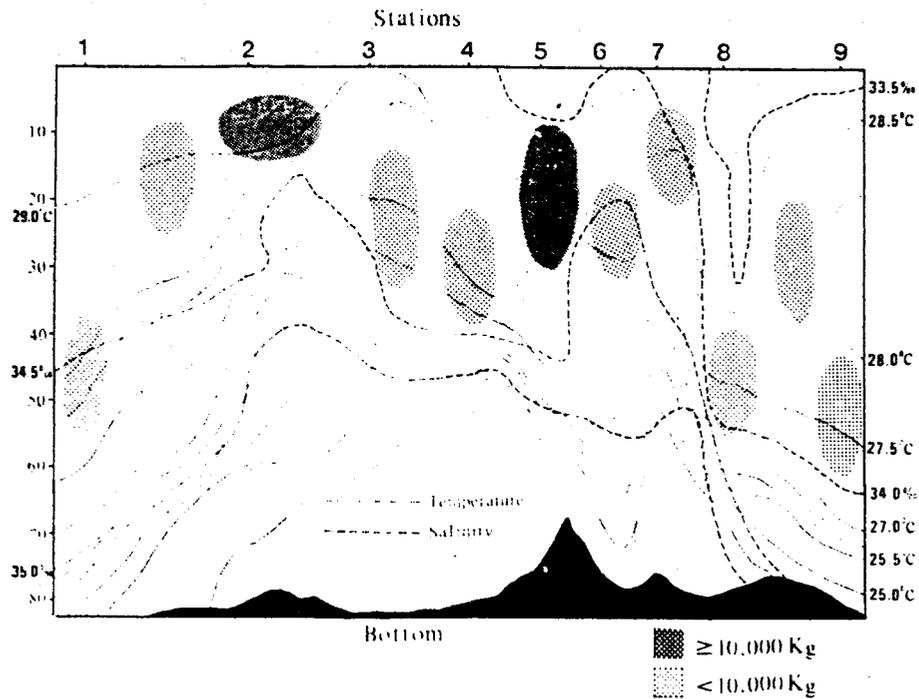


圖 11. 1986 年 7 月皮刀魚羣棲息深度與溫度、鹽度躍層深度的關係

另外如圖 8 所示，檢示各月別分佈型式之偏態及峯度有逐漸減少的現象，顯示橫軸右方出現頻度較小的峯值 (Peak) 的數目也增加，尤其是 7 月間，羣聚與羣聚之水平距離達 25 km 以上者亦相繼出現，這些是 C 型羣 (圖 7)，顯示 C 型羣有脫離塊狀分佈羣而分佈於曾文溪和興達港附近海域，如前所述 C 型羣聚是由許多小羣聚集而成，各小羣聚間之分佈型式如圖 8 之右圖所示，多角形頻度分佈之峯較多而且向右移，此可能是 MF 值高之小羣聚集以近隨機分佈 (Random distribution) 之型式集合在本海域產卵之故。

#### 魚羣垂直分佈水層及左右其分佈水層之要因

表三是左右魚羣棲息深度的主要成分分析結果，以月齡、溫度躍層深度及鹽度躍層深度的影響最大。月齡對皮刀魚羣棲息深度的影響可由圖 10 明顯的看出，上圖是魚探調查期間，船在各不同月齡下出現的羣數，直條圖則是各不同月齡下佔總漁獲量的百分比數，在滿月時，皮刀魚羣出現的數目減少，而上下弦較多。漁獲量的變化亦有相同的趨勢，下圖就是皮刀魚羣棲息深度受月齡左右的情形，愈近滿月，其棲息水層有變深之趨勢。至於溫度躍層及鹽度躍層的影響則示之於圖 11，圖 11 是 1986 年 7 月份測取 9 個測站 (圖 7，左上角) 的垂直溫鹽結構，實線部份是等溫線，虛線部份是等鹽線，皮刀魚主要棲息於 33.5‰~34.5‰ 間的低鹽水域，測站 2、3、4、5、6、7 在曾文溪口附近，也許由於河川注入水之影響，水溫及鹽度躍層深度明顯的較兩側為淺，而如圖所示，該些測站附近的皮刀魚羣棲息水層亦較其南北兩側之 1、8、9 測站附近的魚羣為淺。

## 討 論

皮刀魚之羣聚型態經本調查研究將其分為三種類型，其中 A 型是由性成熟度較低之魚羣濃集而成，魚探記錄跡為濃黑色之小羣聚，而據李等 (1986) 報告，皮刀魚體高而側扁，背腹部與側扁部之反射強度相差極大，且呈卵圓型，游泳速度不快，易受海潮流影響而左右晃動，故魚探記錄跡呈濃淡相間之記錄，事實上魚探記錄跡呈像濃度隨魚體對入射音波之反射強度、距離、船速、記錄紙移動速度及發射脈波幅長等大小不同而異，可是一般巾著網漁船為求探測範圍廣，均使用 28 KHz 之低頻廣角魚探器，並採用乾式記錄紙，其變色範圍只有黑色、灰色、淡灰色、白 (無記錄時) 等四階段而已，平均記錄紙速度只有 6.5 mm/min 而已，而平均船速却達 8 節，故皮刀魚羣稍濃集時，即呈 A 型記錄跡，此時如將船速減慢，或加快記錄紙速度，皮刀魚之記錄跡即有濃淡相間之現象出現 (圖版 1, d)。

C 型為濃淡相間的塊狀分佈，而夾雜在其中之小羣聚可能是產卵羣，雖然沒有採到所產之卵以證明之，但由以下 2 點可以看出蛛絲馬跡：(1) A 型、B 型之魚羣在調查全海域均有其分佈，而 C 型則只有在曾文溪沿海及其以南附近海域被發現 (圖 7)。(2) 8 月中旬在 C 型羣聚分佈海域之小型拖網漁船可拖曳到 2.5~6 公分之皮刀魚稚魚，而且由 C 型羣聚之出現比例及成熟度係數 (表一) 可看出皮刀魚羣在 4 月份已開始產卵，黃 (1981) 之報告亦支持此一論點，不過其報告缺乏 7、8 月樣本；本實驗結果應可認為皮刀魚產卵之高峯在 6、7 月，而 8 月以後成熟度係數復降低，C 型羣聚亦不復出現，解剖時之漁獲樣本，檢示殘餘之魚卵，發現卵巢中部份卵粒已呈透明狀。

8、9 月份在臺灣東北角海域作業之魷仔魚中層拖網漁船，也可捕獲到皮刀魚之稚魚，其是否與本調查海域捕獲到之皮刀魚屬同一系羣，還是臺南海盆皮刀魚之卵或稚魚受退潮潮水輸送到東北角海域，有待進一步之研究。

至於魚羣之水平分佈型式及左右其分佈型式之要因分析，本報告只選取 1986~1987 年 4~7 月份之調查資料分析而得，其原因是本實驗現場實測皮刀魚棲息之水溫，得知最低為 24.5°C、最高為

29°C，但調查水域於8月份開始風向已不穩定，因此8~9月，皮刀魚在調查海域只零星出現，尤其是11月份以後，東北季風轉強，調查水域之表面水溫在25°C以下，此時以標本船調查皮刀魚之單羣結構，只在高屏溪外海發現少數之小羣聚型(A Type)，是否皮刀魚羣於產卵結束後即漸往臺灣南部海域移動並越冬，因9月份巾著網船繼續留在臺南海盆漁獲黑鯧，而10月份起，巾著網漁船開始休漁，以做捕撈烏魚之整備工作，故二年來，此一期間追蹤皮刀魚分佈所獲之資料十分有限，不能遽下結論，故此一期間之分佈型式有待進一步調查與研究。

有關皮刀魚禁漁期的訂定，近三、四年來，一直是爭執之焦點。高雄市政府將禁漁期定在每年3月至9月，如前所述，小型巾著網10月後開始整備準備捕烏魚，烏漁期約持續至次年2月，故其規定無疑是全面禁止巾著網漁船漁獲皮刀魚；而臺灣省政府規定禁漁期為6~7月，為皮刀魚產卵期之高峯，似乎很合理，但6~7月巾著網在該海區或其臨近海區尚可漁獲鯖(*Scomber tapeinocephalus*)、鯨(*Trachurops crumenophthalmus*)、鐵甲(*Megalaspis cordyla*)、成仔魚(*Arius maculatus*)、黑鯧(*Formio niger*)等魚種，港檢單位無法禁止漁船出海，況且此時皮刀魚體型較肥大，價格較4、5月躍升甚多，故禁漁期的施行自然困難重重，甚至形同虛設。根據本報告顯示產卵羣有脫離塊狀分佈羣而以大羣聚分佈於曾文溪和興達港附近海域之現象，故拙見以為不如將此附近海域劃定為禁漁區。

## 謝 辭

本研究係由行政院農業發展委員會計劃76-農建-8.1-漁-14(5)一補助，並承受中央氣象局及水利局提供氣象及水文資料，薛水深、薛義勝、薛耀宗、薛金山、陳敏雄、施金樹等船長及船上人員之協助海上調查，漁業研究所研究生李明安、孫芳仁、劉景輝之不辭辛勞的協同出海實驗等，得以順利完成，在此謹致最深之謝意，作者並感謝國立臺灣海洋學院師長及同仁之鼓勵與建議。

## 參 考 文 獻

- ALVERSON, D. L. (1967) Distribution and behaviour of pacific hake and related to design of fishing stradety and harvest rational, FAO Fisheries Report 62(1): 361-376.
- EHRENBERG, J. E. (1974) Two applications for a dual-beam transducer in hydroacoustic fish assessment systems, Proc. IEEE. Cong. Eng Ocean Environ. 1(1): 152-155.
- FOOTE, K. G. (1981) Analysis of errors associated with the use of target-to-length regressions in estimating with abundance. J. B. Suomala. Cambridge, Massachusetts, Charles Stark Draper Laboratory Inc. 2(1): 575-592.
- MATHISEN, O. A., LEMBERG, N. A. and R. L. JOHNSON (1982) Hydroacoustic indices as input to dynamic management systems of fish stock, FAO Fisheries Report 300(1): 223-231.
- HAMASHIMA, K., MORI, I. and Y. KUWANO (1967) Some observations on fish schools and their environment. Fisheries Report 62(1): 453-461.
- 青山恒雄、見元孝一 (1970) 橘灣カタクチイワシの魚羣構造、橘灣モデルとした海況および魚羣分布の調査報告，日本國西海區水產研究所 260: 93-118。
- 井上喜洋 (1987) 定置網周邊における魚羣の規模及移動狀況，日本水產學會誌，53(8): 1307-1312。
- 黃世宇 (1981) 臺灣皮刀漁業資源研究，臺灣省水產試驗所試驗報告，33: 281-295。
- 岸造郎 (1981) 定置網漁獲量の GMOH による定量の予測，定置水溫から米神漁場のマアジ漁獲量の予測する，水產海洋研究會報，38: 1-5。
- 神蒲藤雄 (1966) 魚探記録からみたカタクチ羣の大きさと出現狀況について，日本國南海區水產研究所業績報告，232: 31-42。
- 李國添 (1985) 音響システムによる海洋生物量のクイックアセスメント技法に関する基礎的研究，博士學位論文，東京大學，日本國：262 頁。
- 李國添、吳滿全、李明安 (1986) 皮刀魚對超音波之單體反射特性研究，臺灣省水產學會刊，13(2): 1-11。

李國添 呂學榮 吳龍靜 吳滿全

- 歐錫祺 (1980) 魚羣探知機による個體記録の反射パルス数に基づく魚羣量推定, 博士學位論文, 東京大學, 日本國: 211 頁。
- 左野典達、谷野保夫 (1983) 科學魚探によるサンマ資源現存量の推定について, 日本國北海道大學水産彙報, 34(3): 220-230。
- 鄭利榮 (1987) 房總、長盤周邊海域におけるマイワシ漁況の變動とその要因に関する研究, 博士學位論文, 東京大學, 日本國: 122 頁。
- 吳滿全 (1987) 皮刀魚對超音波之反射及其成羣結構特性之研究, 碩士學位論文, 國立臺灣海洋學院, 中華民國: 47 頁。

## THE CHARACTERISTICS OF CONSTRUCTION AND DISTRIBUTION OF MOONFISH SCHOOL IN THE COASTAL WATERS OF SOUTHWESTERN TAIWAN

KUO-TIEN LEE, SHYUE-RONG LEU, LONG-JING WU  
and MAN-CHEN WU

### ABSTRACT

The investigation of fish school size, construction and distributional behaviour of moonfish, *Mene maculata*, in the coastal waters of southwestern Taiwan, by setting commercial echo sounders on six purse-seine boats and analyzing the biological and environmental parameters was conducted in April, 1986 to August, 1987. Some results on Moonfish school are summarized as follows:

1. The echograms of fish school were classified into small (Type A), middle (Type B) and large (Type C) patterns. The maturity factor seemed to cause the variation of schooling pattern. The average measured school size was about 26.9 m and 9.1 m in width and thickness respectively, except for a few larger size of spawning groups (Type C).
2. Although the clumped distribution was observed from the monthly frequency distribution of interval distance of fish school, the spawning groups gathered along the offshore of Tsengwen Chi and Hsinda Port and caused the significant variation of fish colony distribution.
3. The horizontal distribution of fish school is variable due to wind direction, precipitation, tide and maturity factor of the school, while the lunar phase, depths of the thermocline and the halocline play important roles on the vertical distribution of fish school.