

鰻線來遊量之變動與潮汐周期之關係

曾萬年 國立台灣大學動物學系

摘 要

為了瞭解鰻線來遊量的變化與潮汐之關係，於臺北縣貢寮鄉雙溪溪內及沿岸水域，選擇兩次小潮日（1981年12月19日及1982年1月17日）及兩次大潮日（1981年12月29日及1982年1月11日）同時觀測溪內與沿岸兩地鰻線漁獲量的潮時變化，以及測定當時之水位、水溫和鹽度等環境因子。並且分析當地漁業者每日的漁獲資料（1980年12月至1981年3月及1981年11月至1982年2月），及參考鄰近澳底港的潮汐資料，予以綜合解析。結果如下：

(一)來遊鰻線群之種類，大部分為白鰻 (*A. japonica*)，佔93%以上，其餘幾乎為黑鰻 (*A. marmorata*)。白鰻之體長較大，為55.0 ~ 57.0mm。黑鰻較小，僅為47.0 ~ 49.0mm。

(二)來遊鰻線群之發育期組成，因捕獲地點而異。沿岸者半數以上個體的發育期為VA，發育期較前。溪內者其發育情形較後，大部分為VB或VIA₁。由發育期之不同，可以反映出其生態習性之轉變。

(三)大潮日溪內水位顯著升高，底層鹽度升高至1 ~ 4%，顯示出海水由底層流入溪內之鹽水楔現象。小潮日鹽度並未升高，水位上昇也不明顯，因此小潮日海水流入溪內的可能性很小。

(四)不論沿岸或溪內水域，鰻線漁獲量較多的時刻為漲潮至滿潮之時間帶。高潮之後漁獲量顯著減少。

(五)溪內水域的鰻線漁獲量，大潮日較多，小潮日則幾乎等於零。但沿岸水域則相反，小潮日漁獲量較多，大潮日很少。這種現象，現場調查結果與漁業者之漁獲資料分析結果，皆有同樣的傾向。

由以上潮汐變化與漁獲量變化之關係推論，若能順應潮汐的周期變化而適時地變換作業場所，則有望提高鰻線捕獲之效率。

緒 言

鰻線是本省河口域重要的漁業資源之一。由於養鰻業之興起，鰻線之需要量乃與日俱增，因而造成鰻線之供不應求現象。如何提高鰻線生產量，是目前漁業上極重要的課題之一。

鰻線是泛指在海洋中經由柳葉體 (Leptocephalus) 變態之後，靠岸而向河口域集中之幼鰻 (Bertin, 1956; Tesch, 1977)。剛剛到達河口域的鰻線，身體細長呈透明狀，在溯河過程中體表逐漸出現黑色色素胞。鰻線之漁獲方法，一般是利用其溯河習性於溪流中捕獲之。而支配溯河量的環境因子，有水溫、潮汐、滿潮時刻、日沒時刻、潮高、氣溫、氣壓、晴雨、風向與風速等 (松井, 1952, 1972; Tesch, 1977)。其中溯河量之多寡與潮汐變化之關係最為密切 (Lowe, 1951; Jens, 1953; Deelder, 1952, 1958; Creutzberg, 1961)。

近年來，由於鰻線需要量的增加，以及部分河川水源之污染致使鰻線溯河受到影響，因此，鰻線的漁獲水域，漸漸由傳統的溪內擴展到沿岸水域。但是，至目前為止有關鰻線溯河量與潮汐關係之研究，大都局限於溪內潮汐影響所及之水域。關於沿岸水域鰻線來遊量之變動與潮汐之關係的研究報告，極為罕見。臺灣在這方面的研究更是付之闕如。有鑑於此，本研究於溪內及沿岸水域同時觀測鰻線漁獲量之變化，並分析其與潮汐周期之關係。藉此了解鰻線之溯河機制，提供正確的鰻線捕獲時機，以期增加鰻線生產量。

材料與方法

本研究分為現場調查與漁獲統計資料之解析兩部份。

1. 現場調查：包括鰻線漁獲量之連續觀測，當時水溫、塩度及溪內水位之測定等。1981年12月19日，29日及1982年1月11日，17日合計四次

，於臺灣東北部之臺北縣貢寮鄉雙溪溪內及沿岸 (Fig. 1 之 Stations ③ & ④) 同時調查鰻線之漁獲量的時間變化，並測定水溫、塩度及水位等。捕撈鰻線所用之漁具，沿岸為扒網 (man pulling net)，溪內則採用集魚燈手抄網 (hand net) 及船曳網 (beam trawler)，這些網具為當地漁民常用之漁具 (郭等, 1973)。在四次調查中，兩次為大潮日 (12月29日及1月11日)，兩次為小潮日 (12月19日及1月17日)。每次調查以夜間之高潮為主，從漲潮時刻開始連續觀察5小時左右，至落潮漁獲量顯著減少為止。在觀察過程中，約每隔10分鐘即記錄鰻線捕獲尾數，並隨即把捕獲之鰻線保存於10% 福馬林溶液，作為爾後體長測定 (曾, 1982) 及其發育期之觀察用 (Strubberg, 1913; Bertin, 1956)。根據鰻線捕獲尾數，計算 CPUE (單位時間之捕獲鰻線尾數)。同時參照所能得到的離調查地點最近距離之澳底港 (Fig 1 之 Station ①) 的潮汐資料 (臺灣電力公司，電源勘測隊北部核四廠水文觀測資料月報表，1980 ~ 1982)，以比較沿岸與溪內兩地其 CPUE 與潮汐之關係。

另一方面，為了瞭解海水隨著潮汐之變化而流入溪內之情形以及海水之流入動向與鰻線漁獲量變化之關連，於進行鰻線漁獲量的逐時變化之觀測時，同時作了水溫、塩度及溪內水位之測定。沿岸觀測站，因波浪關係，水溫及塩度僅作表層測定，溪內觀測站之水溫僅測表層但塩度則表、底層同時測定。水溫之測定，採用棒狀水銀溫度計及電氣水溫計 (Toho Dentar, 8105)，刻度讀至 0.1°C；塩度則用塩度計 (YSI model 33, S-C-T meter) 測定之，刻度讀至 1‰；水位以水尺測量之，刻度讀至 1 cm，然後，推定觀測起訖時間的水位相對高度之變化。

2. 漁獲統計資料分析：為了應證上述四次調查中，鰻線漁獲量之變化與潮汐周期變化之關係的信賴性。以較長期的漁業者之漁獲資料與上述

澳底港的潮汐資料予以分析。所用的漁獲資料，來自作者兩年來（1980年12月~1981年3月及1981年11月~1982年2月）於石碇溪、雙溪及沿岸等地（Fig.1之Stations ②, ③ & ④）委託當

地漁業者填報問卷調查資料的一部份所得，根據漁獲尾數計算「CPUE」，即每夜每人捕獲之鰻線尾數。然後，以澳底港的夜間高潮潮位之日變化與CPUE作一對照，比較溪內及沿岸的CPUE與潮高之關係。

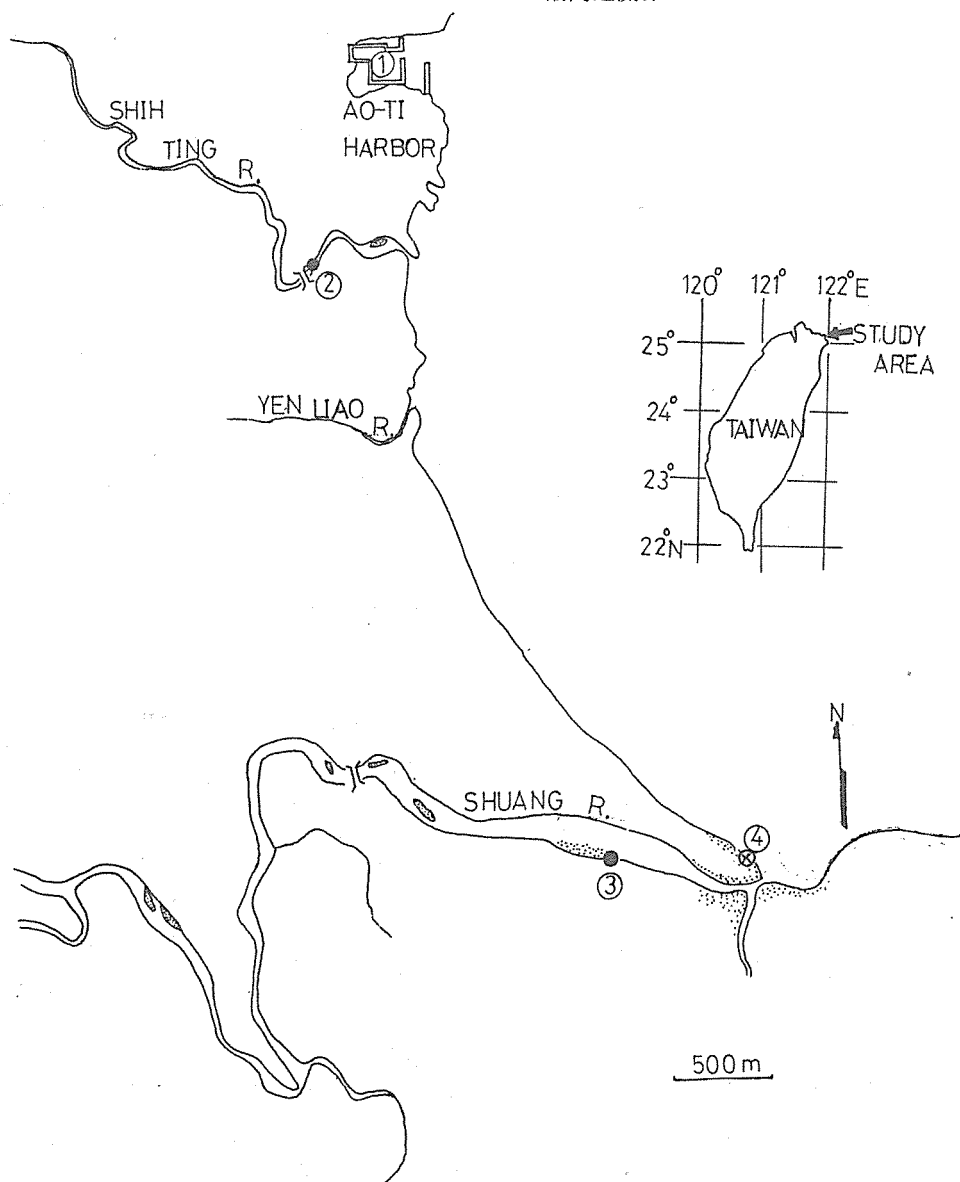


Fig. 1 Map showing the locations of tidal recording gauge at Aoti harbor (1), elver catch investigations in Shih-Ting (2) and Shuang rivers (3), and coastal waters off Shuang river (4), and the locations of measurements for water level (3), water temperature and salinity (3 , 4).

結 果

1. 鰻線來遊群之生物特徵

有關鰻線來遊群之特徵，分為來遊群之種類組成，來遊群之體長組成及來遊群之發育期等三方面予以探討。

鰻線之種類組成如 Table 1 所示，在四次調查

中，共捕獲鰻線 634 尾。其中白鰻 (*A. japonica*) 佔 591 尾，黑鰻 (*A. marmorata*) 僅 43 尾。白鰻之平均出現率為 93.22% (87.5 ~ 98.81%)，黑鰻為 6.78% (1.19 ~ 12.5%)。由此，可見在調查期間所捕獲之鰻線大部分為白鰻。因此，以下有關鰻線 CPUE 之計算，則不分種類而一併處理。

Table 1. Species composition of the elvers caught from Shuang river and coastal waters off the said river during four investigations

	<i>A. japonica</i>		<i>A. marmorata</i>		Total
	No.	%	No.	%	
Dec. 19 1981	175(174* **)	96.69	6(6+0)	3.31	181
Dec. 29	151(33+118)	93.79	10(1+9)	6.21	161
Jan. 11 1982	182(4+178)	87.50	26(0+26)	12.50	208
Jan. 17	83(82+1)	98.81	1(1+0)	1.19	84
Total	591	93.22	43	6.78	634

* No. of elvers caught from coastal waters

**No. of elvers caught from Shuang river

鰻線之體長組成，依魚種別、捕獲地點及日期加以整理。可以看出，白鰻之體長皆比黑鰻者大。在白鰻採集尾數較多的五次標本中（沿岸的 12 月 19 日及 29 日，1 月 17 日及溪內的 12 月 29 日及 1 月 11 日）其平均體長為 55.3 ~ 57.4 mm (Figs. 2, 3)。黑鰻採集尾數較多的 3 次中（沿岸 12 月 19 日及溪內 12 月 29 日及 1 月 11 日），其平均體長為 47.6 ~ 49.4 mm (Fig 4)。不同地點體長組成之比較，以 12 月 29 日沿岸及溪內兩地同時所採集到的白鰻來看，沿岸者平均為 55.9 mm，溪內者為 55.3 mm，不同地點體長組成之差異並不明顯，此外從時間上來看平均體長之變化，沿岸之白鰻 (Fig. 2)，12 月時平均體長為 56.6 mm 及 55.9 mm，1 月則增為 57.4 mm，同樣地，溪內的白鰻 (Fig. 3) 及黑鰻 (Fig. 4) 也有隨著月份而平均體長增大之情形。由此可見，隨

著月份之遷移，鰻線有成長之現象。

來遊鰻線群之發育期組成，溪內捕獲者與沿岸捕獲者有顯著之差異 (Table 2)。沿岸捕獲到的鰻線，其發育期大部份 (50% 以上) 為 Stage VA，其次為 Stage VB。Stage VIA_α 以上的個體則完全沒有發現。而溪內捕獲到的鰻線，其發育階段比較高，有 50% 以上的個體屬於 Stages VB 及 VIA_α，其次為 Stage VIA_β，最高之 Stage 為 VIA_γ, VA 的個體所占的比例在 10.8% 以下。從 Stage VA 至 VIA_γ，生物特徵最明顯的變化發生於 VB，此發育期之個體，其頭部開始出現黑色素 (skull spots or cerebral pigment spots)，同時開始對光線非常之敏感 (Bertin, 195; Tesch, 1965)，而且終止了幼生時代之浮游生活而營底棲生活 (Wunder, 1963 & 1964)。一般而言，Stage VB 之個體稱之為 glass eel，

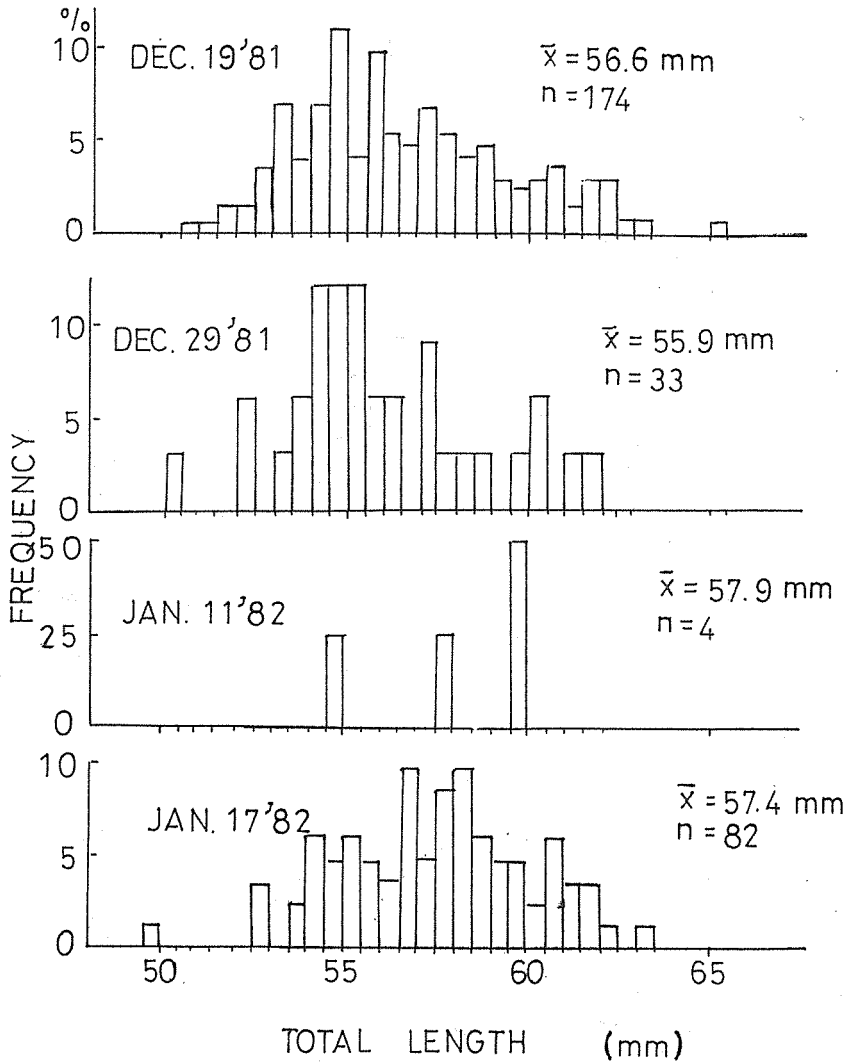


Fig. 2 Length frequency distribution of *A. japonica* caught from coastal waters off Shuang river. n indicates sample size.

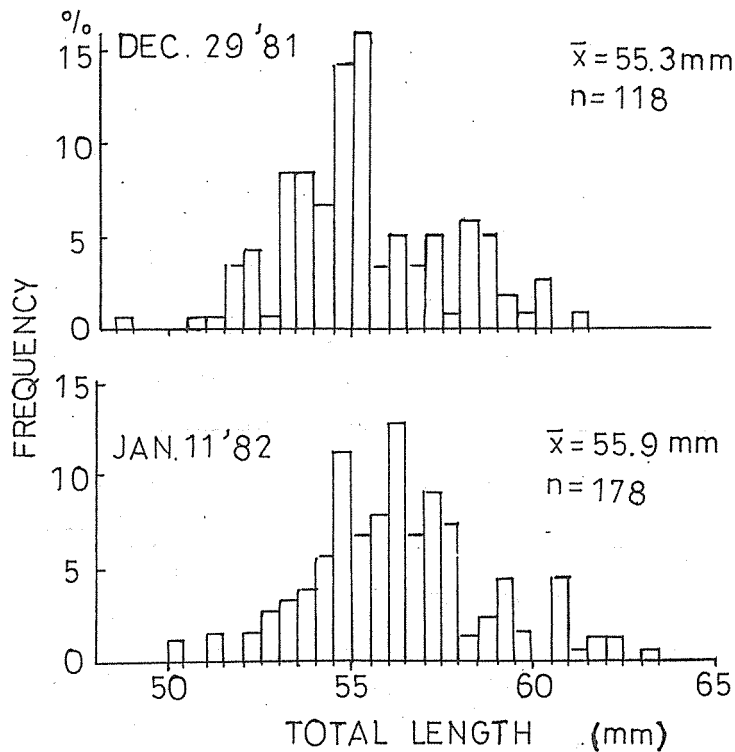


Fig. 3 Length frequency distribution of *A. japonica* caught from Shuang river.
 n indicates the sample size.

Table 2. Comparison of the composition of pigmentation stages for elvers caught from Shuang River and its coastal waters

Locality	Fishing method	Date	Tidal condition	Total catch (No.)	Stage composition (%)					
					VA	VB	VIA _x	VIA _π	VIA _π	VIA _π
Coastal waters	man's pulling net	Dec.19 '81	neap tide	634	98.9	1.1	0	0	0	0
		Dec.29	spring tide	34	88.2	11.8	0	0	0	0
		Jan.11 '82	spring tide	4	50.0	50.0	0	0	0	0
		Jan.17	neap tide	83	83.1	16.9	0	0	0	0
Shuang river	hand net	Dec.19 '81	neap tide	1	0	0	0	0	100.0	0
		Dec.29	spring tide	127	8.7	52.0	22.0	10.2	6.3	0.8
		Jan.11 '82	spring tide	93	1.1	11.8	52.7	32.3	2.1	0
		Jan.17	neap tide	1	0	0	0	100.0	0	0
	beam trawl	Jan.11 '82	spring tide	111	10.8	44.1	31.5	13.6	0	0

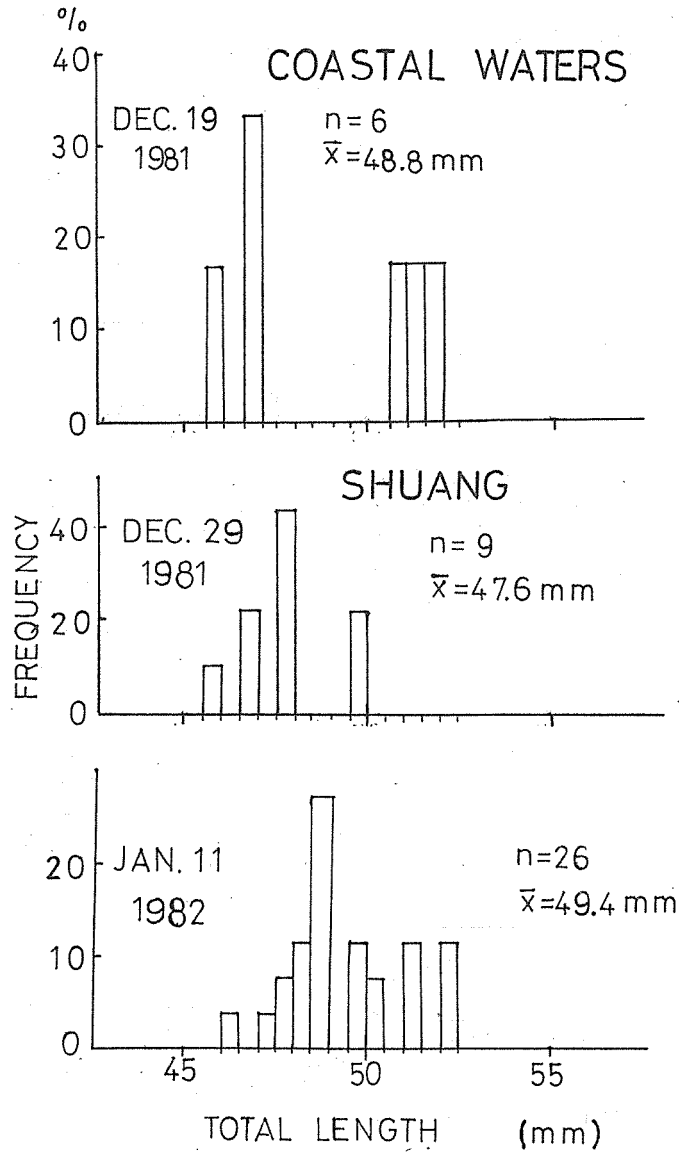


Fig. 4 Length frequency distribution of *A. marmorata* caught from Shuang river and its coastal waters. n indicates sample size.

VB 以後的上述 Stages 才叫 elvers (Tesch, 1977) 由此可見鰻線由沿岸進入溪內的移行過程中，行為上有極明顯的轉變。

2. 環境因子之變化與潮汐變化之對應關係

隨著潮汐之周期變化，沿岸及溪內之水溫、鹽度與水位等環境因子有明顯之變化 (Figs. 5, 6)。在四次調查中，大體上可以歸納為以下四點來加以說明：

(1) 大潮日 (12月29日及1月11日) 夜間高潮 (HW) 低潮 (LW) 之潮差較大 (約為 100cm 左右)，小潮日 (12月19日及1月17日) 時潮差較小 (約為 10cm 左右)，大小潮之潮差相距約 10 倍。

(2) 溪內水位，隨著沿岸高低潮潮位的起伏而有同樣的昇降現象。大潮日水位變化差距較大，小潮日變化較小。

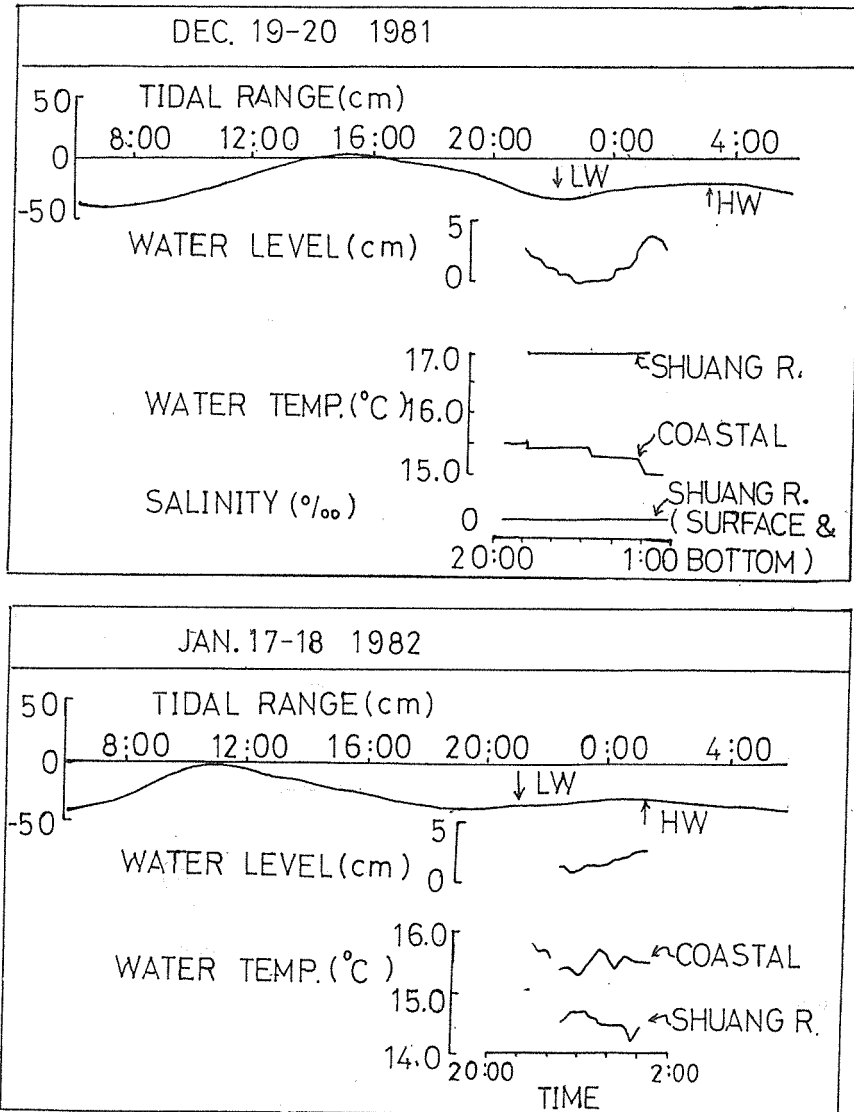


Fig. 5 Fluctuation of tide at Aoti harbor and the accompanying changes of water level, water temperature and salinity in the Shuang river and its coastal waters on Dec. 19-20, 1981 and Jan. 17-18, 1982.

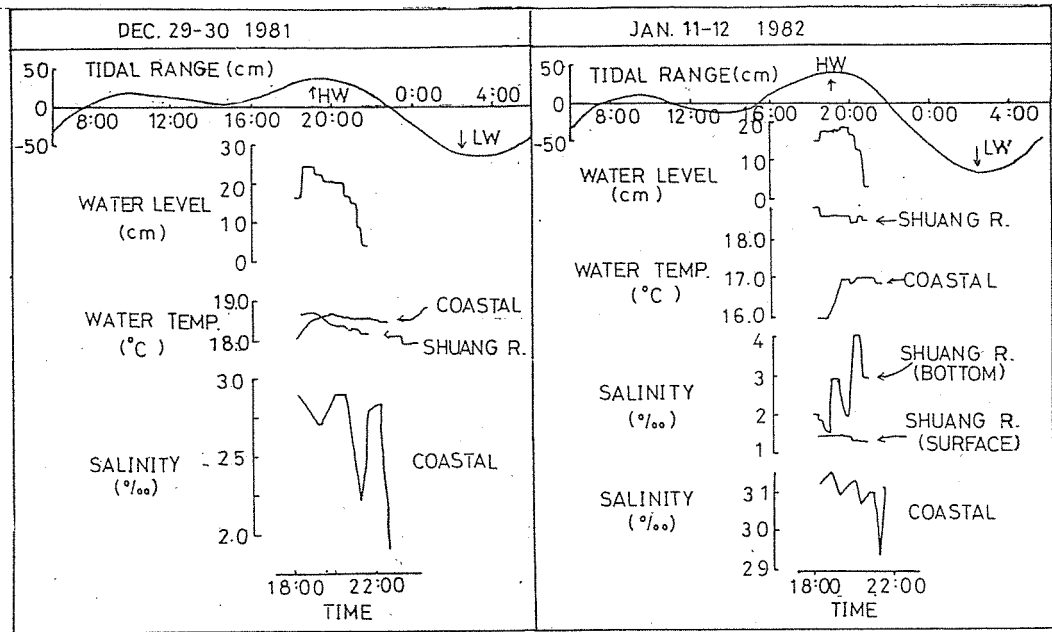


Fig. 6 Fluctuation of tide at Aoti harbor and the accompanying changes of water level, water temperature and salinity in the Shuang River and its coastal waters on Dec. 29-30, 1981 and Jan. 11-12, 1982.

(3) 鹽度方面，沿岸共計測定兩次，皆選擇在大潮時候。第一次（1981年12月29日）之鹽度測定結果為19~29‰。第二次（1982年1月11日）為29~32‰。第一次鹽度變化範圍很大而且比第二次低很多，可能是受降雨（該地區當日降雨量高達63.0 mm）河川流量增大所致。沿岸鹽度之時刻變化很劇烈，且隨著落潮鹽度有減少之傾向，此表示溪水與沿岸水的推移動向與潮汐變化有極密切之關係。另一方面，溪內之鹽度變化，小潮日（12月19日）表、底層之鹽度皆為零。但大潮日（1月11日）表層之鹽度為1‰左右，底層之鹽度則昇高為4‰左右，顯示出海水有由底層進入溪內而溪水由表層流出之鹽水楔（salt wedge）現象（Perkins, 1974）。

(4) 一般認為水溫在0.5℃以內之變化，為逢機性之變動，即表示沒有異質水塊之加入（小川，1979）。四次調查中，除了12月29日沿岸與溪

內水溫極為接近外，其餘三次調查，沿岸與溪內水溫皆相差在1℃以上。另外，從時間的變化來看，溪內表層水溫不論在大潮或小潮，皆無潮時變化。但沿岸水溫在小潮日，雖然沒有明顯變化，可是在大潮日似乎有隨著漲潮而昇高之現象。

由上述水位、鹽度及水溫的變化來看，可以推知大潮日海水有進入溪內之徵候，而小潮日海水流入溪內的可能性較小。

3. 鰻線之出現時刻與潮時變化之關係

鰻線漁獲量最多的時刻與高低潮時間有密切之關係。Figs 7, 8 為四次野外調查時，鰻線 CPUE（尾數/10min）的時序列變化情形與澳底港潮位的時間變化之對應關係。四次調查中，大潮日（1981年12月29日及1982年1月11日）溪內的漁獲量比沿岸多。但小潮日（1981年12月19日及1982年1月17日）則相反，沿岸漁獲量較多，溪內者幾乎等於零。因此，以漁獲量較多之日來討論

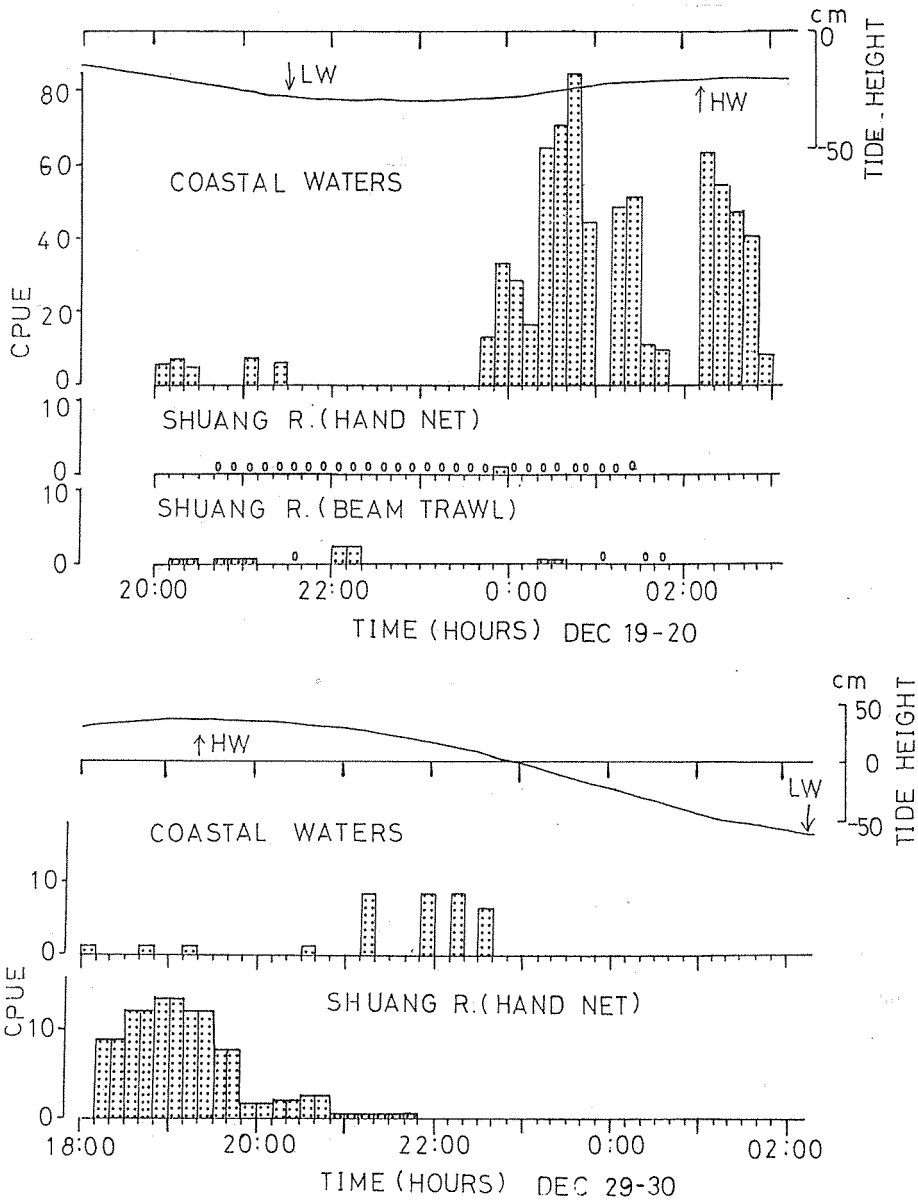


Fig. 7 Time of low water (LW) and high water (HW), and change of CPUE (Nos. /10 min.) for elver caught from Shuang river by hand net and beam trawl and from coastal waters by man pulling net on Dec. 19 and 29, 1981. 0 : no catch.

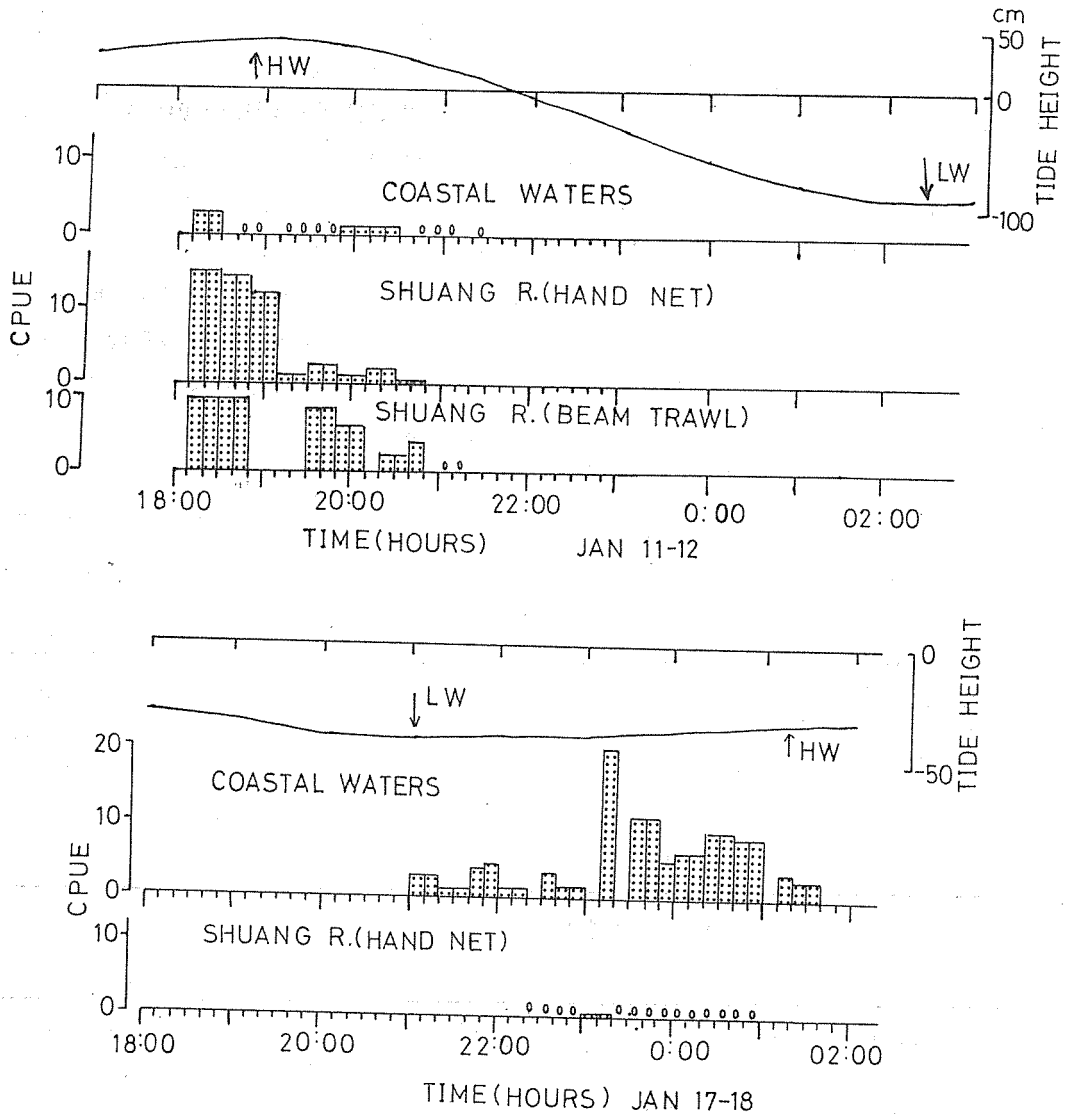


Fig. 8 Time of low water (LW) and high water (HW), and change of CPUE (Nos./10 min.) for elver caught from Shuang river by hand net and beam trawl and from coastal waters by man pulling net on Jan. 11 and 17, 1982.
0 : no catch.

CPUE之時序列變化與高低潮時刻之關係。

小潮日沿岸CPUE之時序列變化：12月19日夜間低潮(LW)時刻為21:40, CPUE 很小, 隨後CPUE逐漸增大, 高潮(HW)時刻, 12月20日02:10以後CPUE逐漸下降(Fig.7, 12月19~20日)。1月17~18日也有同樣的傾向, 低潮時(21:00)CPUE 很低, 低潮與高潮之間CPUE急速增大, 高潮(01:15)之後CPUE隨即下降(Fig.8, 1月17~18日)。由以上兩次調查看出結果, 其CPUE最大的時刻並非在高潮時刻, 而是在低潮與高潮時刻之間, 若以潮高的一次微分來看, CPUE最大的時刻是在潮位變化率最大的時刻, 亦即潮流最急的時候。

大潮時溪內CPUE之時序列變化：12月29日, 日落的時刻正好在漲潮過程中, 因此漁獲一開始CPUE就顯得很大, 高潮時刻(19:20)以後, CPUE逐漸變小(Fig.7, 12月29日)。1月11日也有同樣的傾向, 日落之後一開始漁獲, CPUE也顯得很大, 高潮時刻(18:50)之後, CPUE亦逐漸下降。這種現象, 在不同漁法, 集

魚燈手抄網(hand net)及船曳網(beam trawl), 皆很相似(Fig.8, 1月11日)。

由以上結果得知, 鰻線漁獲量最多的時刻為漲潮時至滿潮之間, 而高潮低潮的時刻, 每天都在變化, 因此鰻線的出現時刻也隨之變化。

4. 大潮日與小潮日鰻線獲漁量之比較

由前述鰻線溯河時機與漲潮時刻很一致的事實, 可見鰻線之來遊深受潮汐之影響。因此, 進一步探討鰻線漁獲量與潮汐大小之關係, 而將前述四次鰻線漁獲量調查結果, 依漁獲地點別、漁法別加以整理, 並由累積作業時數與其漁獲尾數計算CPUE, 以比較大小潮與CPUE之關係(Table 3)。

沿岸水淺, 只採用扒網, CPUE在大潮的12月29日及1月11日分別為22.7及2.67, 而小潮的12月19日及1月17日分別為152.3及34.9, 顯然小潮日漁獲量比大潮日多。

溪內鰻線之捕撈, 同時採用集魚燈手抄網及船曳網兩種漁法。雖然漁法不同, 但是CPUE之變化與潮汐之關係却一致。小潮日CPUE分別為

Table 3. Comparison of CPUE for the elvers caught from Shuang River and its coastal waters during the spring tide and neap tide

Locality	Date	Fishing method	Cumulative effort(hr.)	Catch of elvers(No.)	CPUE	Tidal condition
Coastal waters	Dec.19 '81	A	4.17	634	152.30	neap tide
	Dec.29	A	1.50	34	22.70	spring tide
	Jan.11 '82	A	1.50	4	2.67	spring tide
	Jan.17	A	2.38	83	34.90	neap tide
Shuang River	Dec.19 '81	B	3.67	1	0.30	neap tide
		C	1.70	6	3.50	
	Dec.29	B	3.50	127	36.70	spring tide
	Jan.11 '82	B	2.67	93	34.80	spring tide
		C	1.90	111	58.40	
	Jan.17	B	1.67	1	0.60	neap tide

A : man's pulling net
B : light and hand net

C : boat beam trawling net

0.3、0.6及3.5，大潮日 CPUE 分別為 34.8、36.7 及 58.4。顯然，溪內鰻線的漁獲量大潮日要比小潮日多，此結果恰好與上述沿岸水域者相反。

綜上所述，鰻線來遊量的多寡與潮汐大小之關係，因地區而異，尤其沿岸水域者與傳統的想法相反，小潮日單位漁獲量反 而比大潮日多。

5. 潮高的日變化與 CPUE 日變化之關係

上述野外調查，僅以兩次大潮及兩次小潮之日期來比較日 CPUE 之差異。在此，以較長期且連續的漁業者之每日漁獲資料與鄰近澳底港之潮位資料，作進一步之分析。

Fig.9 為1980年12月~1981年3月澳底港夜間高潮潮位之日變化與石碇溪(A)、雙溪(B)之CPUE之日變化情形。圖中，潮位從缺部分，表示高潮時刻不在夜間。CPUE的虛線部分表示無漁獲資

料（包括漁獲量等於零或經驗上因漁獲太少而沒有出去作業的日子）。大體上，可以看出潮高與 CPUE 有同昇同降之傾向，亦即潮位升高時漁獲量較多。反之潮位降低時漁獲量則減少。這種現象，在1981年11月~1982年2月間，也同樣發生（Fig.10）。

但是，沿岸水域鰻線 CPUE 的變化與潮位變化之關係，則與溪內者完全相反。Fig.11為1980年12月至1981年3月及1981年11月至1982年2月兩次漁期沿岸水域鰻線 CPUE 之日變化與澳底港潮位日變化之對比情形。很明顯地可以看出 CPUE 昇高的時候，潮位皆很低。亦即潮位的變化與 CPUE 之變化呈現逆相關關係。

由以上結果顯示，CPUE 與潮位之關係，根據漁業者的資料而解析之結果與根據現場調查而得之結果非常一致。

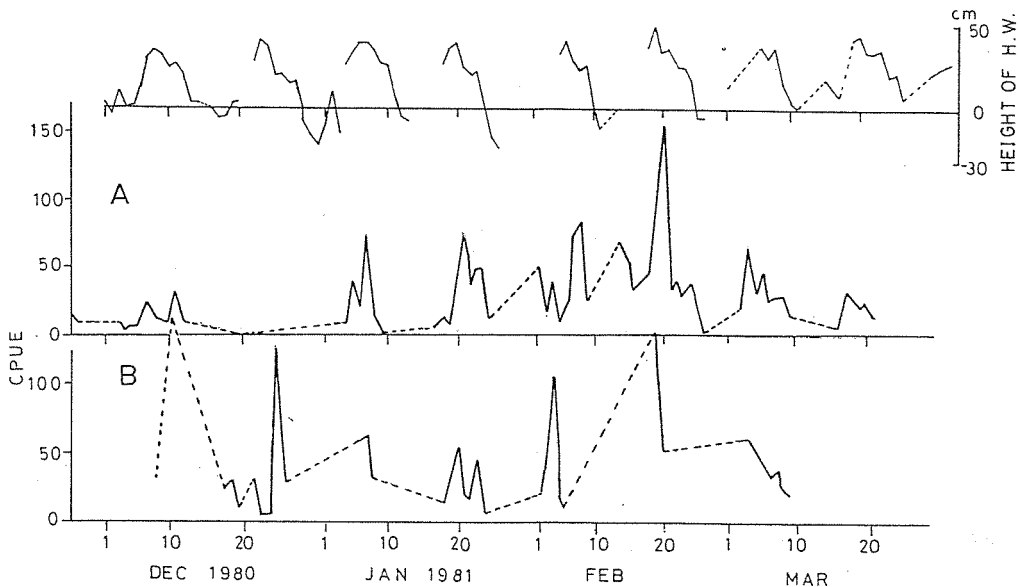


Fig. 9 relationship between CPUE (Nos./man/night) for elvers caught from the Shih-Ting river (A) and Shuang river (B) and the tidal height of high water at night in Aoti harbor (Nov. 1980-March 1981).

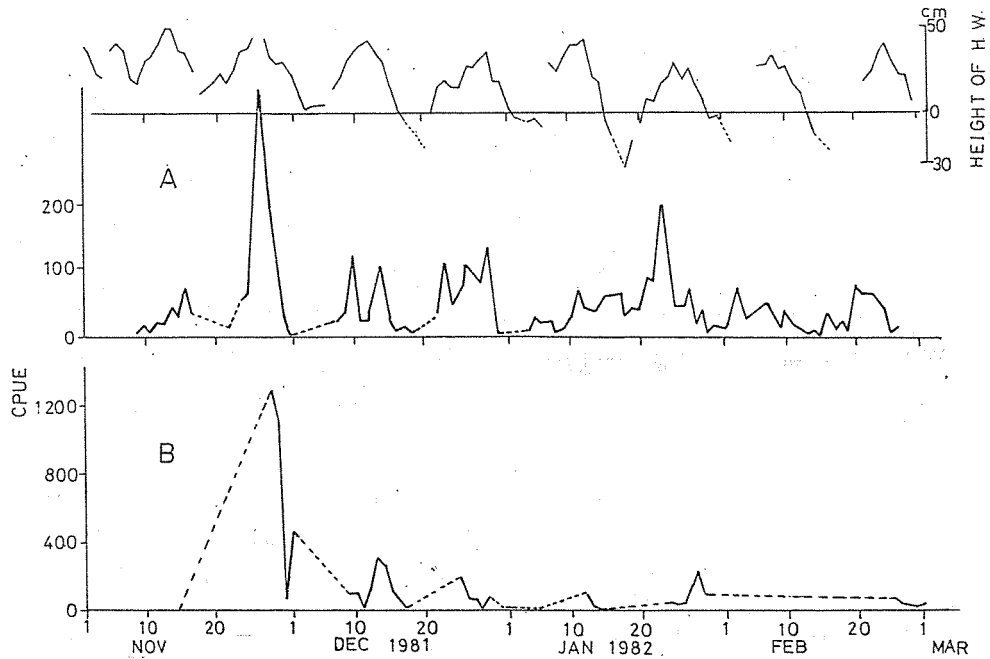


Fig. 10 Relationship between CPUE (Nos./man/night) for elvers caught from the Shih-Ting river (A) and Shuang river (B) and the tidal height of high water at night in Aoti harbor (Nov.1981-Feb. 1982).

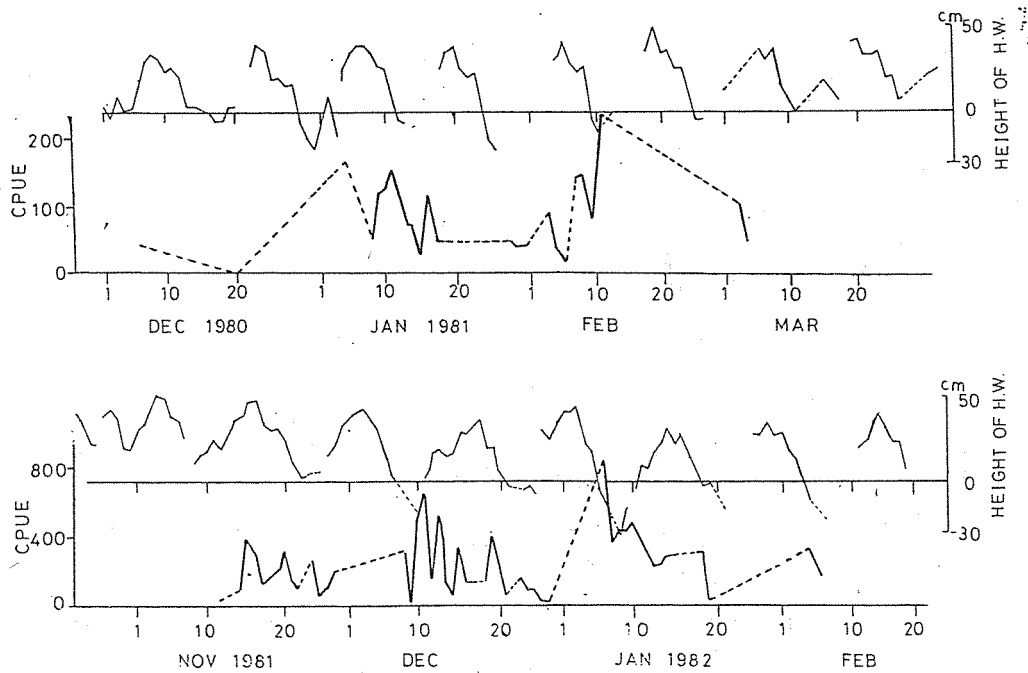


Fig. 11 Relationship between CPUE (Nos./man/night) for elvers caught from the coastal waters off Shuang river and the tidal height of high water at night in Aoti harbor (Dec. 1980-March 1981 and Nov. 1981-Feb. 1982):

討 論

本研究在雙溪溪內水域，以集魚燈手抄網及船曳網調查鰻線捕獲狀況的結果，顯示高潮時刻與大潮日之漁獲量較多，反之則少。此種現象與其他學者之研究結果頗為吻合 (Lowe, 1951; Meyer & Kühl, 1952 ~ 1953; Creutzberg, 1961; 松井, 1972; Tesch, 1977)。另外，由水位及鹽度測定結果，可以推定大潮日海水較易流入溪內，而小潮日流入的可能性較小。一般而言，鰻線是利用漲潮時順流而上，退潮時則潛入溪底。由此可見，溪內鰻線漁獲量的多寡與海水之流入與否有密切關係。

沿岸水域以扒網所捕獲的鰻線漁獲狀況，與上述溪內之現象完全相反。小潮日之鰻線漁獲量反而比大潮日多。如上所述小潮日海水流入溪內的可能性很小，鰻線可能因此無法順著潮流溯河而上，以致匯集在沿岸水域，因而造成小潮日沿岸水域鰻線漁獲量之增加現象。

另一方面，如由鰻線發育期的變化來推測其溯河之歷程。可由以下三點推斷溪內水域所捕獲的鰻線並非當天由沿岸水域的鰻線直接順著潮流漂送而來：其一，因沿岸水域與溪內水域鰻線發育期的百分組成有顯著之差異。其二，因其棲息水域之鹽度很顯然地不同，沿岸水域為20~30‰，而溪內在大潮日也只有1~4‰。其三，依漁民之經驗，在沿岸水域捕獲之鰻線，不能立刻以淡水蓄養而需經由海水慢慢加淡。由此可見，鰻線溯河時需在河口域停留一段時間，俟生理狀態適應之後再藉著潮流之推動逐漸溯河而上。(Deelder, 1952, 1970)。但是，究竟鰻線靠岸之後在沿岸水域滯留多長時間，其溯河速率如何，皆有待今後進一步之研究。

此外，本省漁民捕獲鰻線的習慣，一般皆於溪內水域捕撈。大潮日漁獲量較多作業頻繁，小潮日漁獲量較少，作業次數減少甚至停止作業。

可是本研究結果顯示，小潮日沿岸水域的鰻線漁獲量比溪內多，而且CPUE也大。若能引導漁民於小潮時也能在沿岸水域作業，則有助於提高本省鰻線之生產量。

誌 謝

本研究係在行政院國家科學委員會生物研究中心補助 (NSC71-0201-B001_A-18) 下完成的一部分成果。研究期間曾得漁民余水金先生協助安排野外調查工作，臺灣大學動物系研究助理楊維德先生、葉信利先生、黃治綺先生及薛珍珍小姐等協助觀測鰻線漁獲狀況及環境因子之測定，黃芳媛小姐協助測定標本及整理資料等，臺灣電力公司核能動力處吳文傑先生惠借潮汐資料等。最後尚承臺灣大學動物系客座副教授雷淇祥博士詳閱本文。因是有成。謹此一併深致謝忱。

參考文獻

- Bertin, L. 1956. Eels-A Biological Study. Cleaver-Hume Press, London. 192p.
- Creutzberg, F. 1961. On the Orientation of Migrating Elvers (*Anguilla vulgaris* Turt.) in the Tidal Area. Netherlands Journal of Sea Research 1(3):257-338.
- Deelder, C.L. 1952. On the Migration of the Elver (*Anguilla vulgaris* Turt.) at Sea. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 18:187-218.
- Deelder, C.L. 1958. On the Behaviour of Elvers (*Anguilla vulgaris* Turt.) Migrating from the Sea into Fresh Water. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 24:135-146.
- Deelder, C.L. 1970. Synopsis of Biol-

- ogical Data on the Eel *Anguilla anguilla* in the Southwestern Japan Sea. Bull (Linnaeus) 1758, FAO, EIFAC 70/Gen- Seikai Reg. Fish. Res. Lab. (52): 6, 22.4. 79-89.
- Jens, G. 1953. Über den lunaren Rhythmus der Blankaalwanderung. Arch. Fisch Wiss. 4:94-110. Perkins, E.J. 1974. The Biology of Estuaries and Coastal Waters. Academic Press. 678p.
- 郭河等 1973. 臺灣鰻線生產(60~61年期)調查報告。中國水產, 242期, 2~12。 Strubberg, A. 1913. The Metamorphosis of Elvers as Influenced by Outward Conditions. Meddr Kommm Havunders., Ser. Fisk., 4(3):1-11.
- Lowe, R. H. 1951. Factors Influencing the Runs of Elvers in the River Bann, Northern Ireland. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 17 (3):299-315. Tesch, F.-W. 1965. Verhalten der Glasaale (*Anguilla anguilla*) bei ihrer Wanderung in den Ästuarien deutscher Nordseeflüsse. Helgoländer wiss Meeresunters., 12:404-419.
- 松井魁 1952. 日本産鰻の形態、生態ならびに養成に関する研究。農林省水講研報2(2) 247p。 Tesch, F.-W. 1977. The Eel-Biology and Management of Anguillid Eels. Chapman and Hall Press, London. 343p.
- 松井魁 1972. 鰻學(養成技術篇)。恒星社厚生閣, 日本, 73p。 曾萬年 1982. 記臺灣新記錄之西里伯鰻線。生物科學, 第19期, 57~66。
- Meyer, P.F. & Kühl H. 1952-53. Welche Milieufaktoren spielen beim Glasaalaufstiegeine Rolle Arch. Fisch Wiss., 4:87-94. Wunder, W. 1963 & 1964. Körpergestalt und Lebensweise der Fische. Allg. FishZtg, 88/89, H. 22u. 1-4.
- Ogawa, Y 1979. Alternation of Water Masses on the Coastal Fishing Ground

THE AVAILABILITY OF ELVERS IN RELATION TO TIDAL PERIODICITY

Wann-Nian Tzeng

Department of Zoology, College of Science, National Taiwan University

ABSTRACT

In order to understand the changes of eel elver catch in relation to tidal periodicity. The field investigations of elver catch and environmental factors were conducted during the spring tide days (December 29, 1981 and January 11, 1982) and neap tide days (December 19, 1981 and January 17, 1982) in Shuangchi river and coastal waters off the said river in northeastern Taiwan.

The biological characters of the elvers caught were also examined. In addition, the daily catch statistics of elvers from local fishermen were also analyzed through two fishing seasons (December 1980 to March 1981 and November 1981 to February 1982). The data of tidal height used in this study were recorded in the neighbouring Aoti harbor. The results obtained are summarized as follows:

1. Most of the elvers caught from the river and coastal waters were *Anguilla japonica*, making up 93% of total catch. The other elvers caught were almost *A. marmorata*. Their total length was 55.0-57.0 mm and 47.0-49.0 mm respectively.

2. The elvers caught from the coastal waters were in earlier developmental stages than those caught from the rivers, with more than 50% of the elvers belonging to stage VA. Most of the elvers caught from the rivers were at VIAi or VB.

3. According to the changes of water level and salinity, sea water seems to flow into the rivers more easily during spring tide than during neap tide.

4. The catch of elvers increased during flood tide and decreased after high water both in the rivers and coastal waters.

5. In the rivers, CPUE was high during spring tide and very low during neap tide. But the phenomenon was reversed in coastal waters.

Based on the facts mentioned above, it seems that the elvers migrating into the rivers are affected by the changes of tide. Therefore, in order to increase elver catch we have to change the fishing ground according to tidal cycle.

