

鹿港區養殖文蛤成長之初步研究

A Preliminary Study on Growth of Hard Clam,

Meretrix lusoria (Roding) , Cultivated in Lukang

Wen-Young Tseng · Shih-Chin Chen

The hard clam is one of the most important shallow sea water culture fisheries in Taiwan, since they were introduced from Japan in 1920. The fishery of clam was young but developed rapidly over the past 20 years. It is unfortunate that mass mortality has been occasionally occurred all over the west coast of Taiwan. Lukang, one of the principle clam bed, was also suffered from heavy mortality during the recent few years. Investigations have been made but the causes of death were still inconclusive. The purpose of this report is to establish the relation of shell length to meat weight, to study seasonal changes in fatness and to find the possible environmental factors which affect the growth and death of clams.

A total of 1206 clams were collected during the period of May 1973 to May 1974. The results were obtained as follows:

1. Shell length of the clams collected ranging from 20 to 60 mm with the major lengths between 35 and 45 mm. for about 76% of the totals.
2. Ratios of the shell measurement indicated that the smaller clams shaped more globose and less pointed than the larger ones.
3. In general, meat weight of clam increased with the growth of shell length. Relationship of shell length to meat weight and shell-length to shell weight pointed that the growth of clam is fast. Growth rate of shell weights is slightly higher than that of the meat weight.
4. Under favorable condition fatness varied with growth, the larger the higher in condition index value. Inversed relation may occur if the weather is changable. The highest value noted in January and the lowest in April and May.
5. Temperature is clearly one of the major controlling factors that

- affect growth of clams. Abruptly change in temperature result in weakness of clams and even to death.
6. From this study, it seems that the larger clams may be more tolerate of higher temperature than the smaller ones, but couldn't stand the fluctuation of temperature and too low specific gravity.
 7. Based on the field observations and growth conditions, low temperature in Winter appears to be of no influence on growth of clams.

摘 要

本省養殖文蛤近幾年來每在三四五月間發生大量斃死現象，鹿港養殖區為其中之一。本報告旨在研究鹿港養殖文蛤之生長情形，及其與環境因素之關係，進而探討影響文蛤之生長與死亡的主要原因。自民國六十二年五月至六十三年五月間，共採集文蛤標本1206個，經分析結果如下：

1. 文蛤的殼長範圍在20—60mm之間，其中以35—45mm最多，佔總數76%。
2. 從文蛤各部位比值的分析顯示，較小的文蛤比大者之形狀略為圓形，大型文蛤稍呈側扁略尖。
3. 一般文蛤的肉重隨殼長的增大而急速增加，殼長~殼肉與殼長~殼重之關係，說明了文蛤的成長甚速且隨季節略有不同。而殼重的增加略大於肉重的增長。
4. 在正常情況下文蛤之肥滿度隨殼長增加，但殼長愈大增加幅度愈小，溫度變化異常時則有相反的現象發生。肥滿度受溫度的影響，1月最高4、5月最低。
5. 溫度是影響文蛤成長的重要因素，溫度的激烈變化常是導致文蛤瘦弱與死亡的主要原因。
6. 較大的文蛤比小者能適應高溫，但無法忍受溫度的驟變，而小文蛤忍受淡水能力較強，低比重可能是大型文蛤致命的因素。
7. 從歷年來文蛤暴斃的發生與其成長情況判斷，一般文蛤都不受冬天低溫的影響，生長良好，肥滿度也高。

前 言

本省文蛤的養殖自民國9年從日本引進後，已成為台灣最重要的淺海貝類養殖業之一。文蛤是一般大眾化的海產食品，由於其營養價值高與其經濟上的價值好，在漁業上佔極重要的地位。比起具有二百多年歷史的牡蠣養殖，文蛤可稱為一新興養殖業，然其發展頗為迅速，民國42年本省僅有文蛤養殖面積57公頃，至民國47年時已增至近1,000公頃，在海埔新生地不斷的擴展，與文蛤養殖業積極的推廣之下，養殖面積繼續在增長中，目前，台中、彰化、雲林各地文蛤的養殖已成為本省文蛤的主要產區，過去若干年來文蛤養殖蓬勃發展，欣欣向榮，不料民國五十八年以後，西海岸各地經常發生文蛤大量死亡，損失至鉅，影響國民生計甚大，也阻礙了本省淺海養殖業的推展。文蛤大量死亡情形已有多年之久，然有關斃死的調查則是近一兩年的事，根據推測文蛤死亡原因頗多（胡、1974），但其主要因素尚未能明確證實，有待進一步之研究。本報告為研究文蛤之生長情形，並從其與生態環境之關係，探討環境因素的變化對文蛤成長、死亡的影響，尋求文蛤斃死的可能原因。

材 料 興 方 法

本報告所使用之材料，係鹿港地區所養殖的文蛤，每月分兩次以逢機取樣方法定點採集（圖1），每次採集50個左右文蛤標本，並泡以5—8%福馬林溶液，携回實驗室。在實驗室中首先將殼撥開，用刀片取其肉以精度天秤稱其濕重以克數計，再稱其殼重並量其大小，殼的測量方法如圖2所示：殼長（L）—自殼前端至後端的最大長度，殼高（H）—自殼背面至腹面的最長距離，殼寬（W）—兩殼緊閉時其間之最大厚度，均以mm表示之。

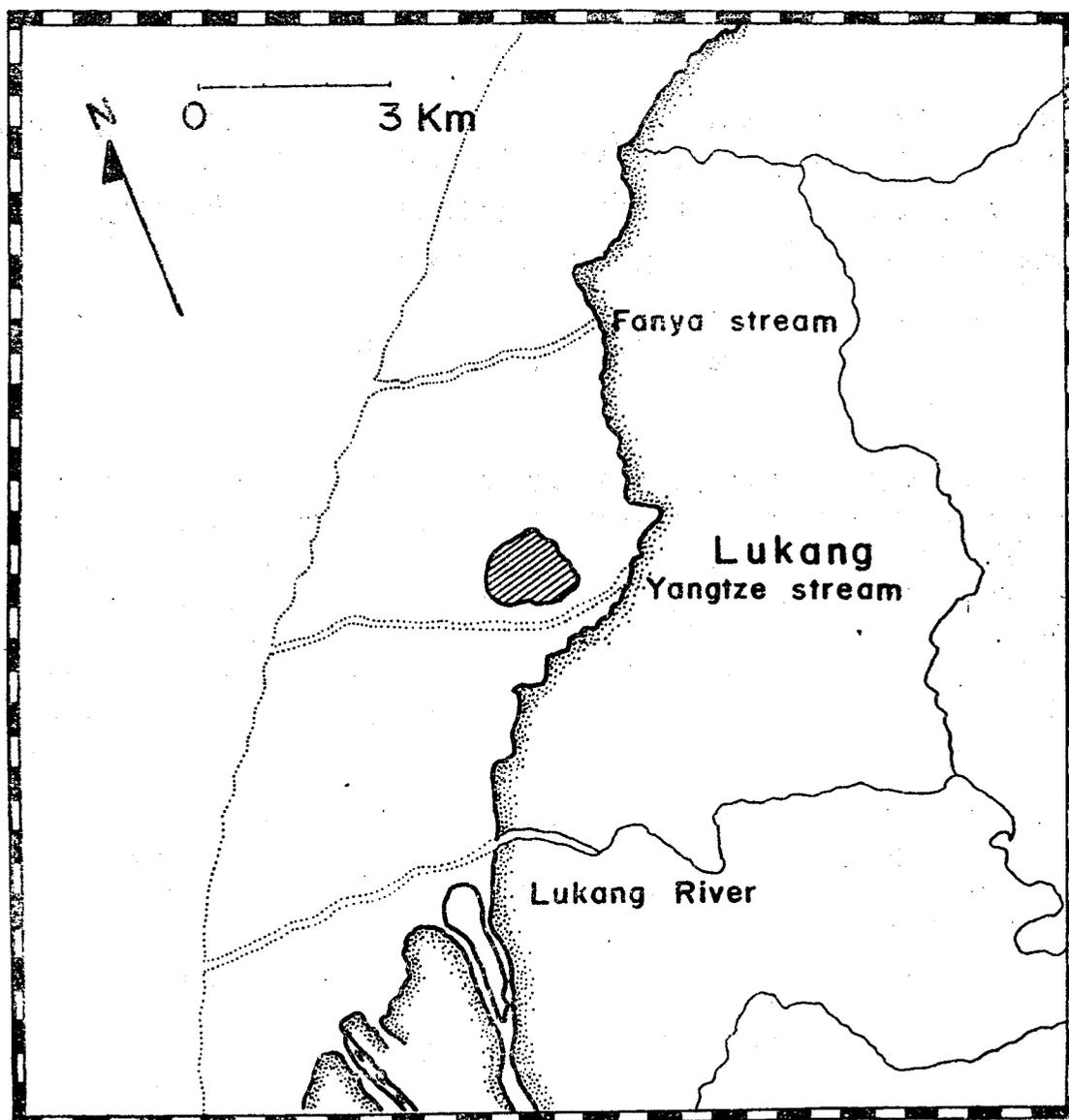


Fig.1 Areas of hard clam culture off Lukang showing sampling locations in 1973 and 1974.

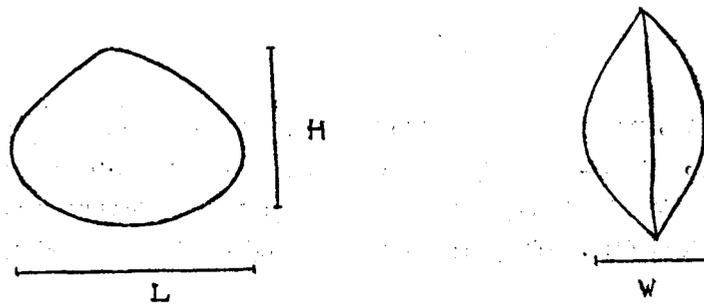


Fig.2 Diagram showing the method of measuring the length (L), height (H) and width (W) of clam shells.

標本採集地點之環境調查，如氣溫、水溫、比重等因素，在研究期間自民國六十二年五月至六十三年五月，以溫度計，比重計逐日測量記錄之。同時採取試驗地點的底質，水質與浮游生物，做為分析之用。本文中、文蛤之肥滿度係以其肉重佔體重之百分比表示之： $\text{Conditon index} = \frac{\text{meat weight}}{\text{Total weight}} \times 100$ ，平均肉重則將文蛤依大小組別，求其平均值，以觀察其月變化之情形。

結 果 與 討 論

氣溫

一般認為乾潮時間的長短會影響貝類的成長，而溫度是最主要的因素之一 (Davis and Calabrese, 1964)。在本研究期間鹿港養殖場氣溫的變化如圖三所示，其變化範圍在 12°C 與 28°C 之間，最高溫出現在7月，最低溫在12月。一般而言，從6月到9月氣溫較高為其特徵，平均在 25°C 以上，但其變化不如其他季節顯著而呈穩定狀態。10月以後氣溫開始逐漸下降，直到12月為止。1月起天氣漸漸好轉，氣溫回升，但至2月時氣溫開始不穩定，經常有突然上升或下降的情形出現，從圖3可發現3、4月間氣溫變動很大，以4月最顯著(圖4)，時為春冬之交，氣候變化異常，為過去幾年來貝類死亡的時期，如民國六十二年三月即發生大量死亡，今年情況略同但時間延遲了一個月，至4月始發生暴斃情形，顯然與氣候的轉變有關。

水溫

根據圖三，水溫的季節變化情形，水溫與氣溫有密切關係，通常水溫隨氣溫的變化而改變，且較氣溫略高，從5月到8月其溫差在 4°C 差左右，以5月中之溫度差距最大，由於水溫顯著上升。冬季期間水溫與氣溫相近或吻合，春天以後溫度變化雖大但相差很少。一年之中平均表面水溫以冬天 12°C 最低，而最低溫 5.6°C 則出現在2月底，夏天平均最高溫為 32°C ，6月至9月養殖場水溫略高，溫度降低始於10月，1月再度上升，水溫變化的範圍，顯然比氣溫的變動要大，而以四月最顯著，如圖4所示，自民國62年5月至63年5月，每日水溫的月平均分別是： 26.8°C 、 29.67°C 、 30.28°C 、 29.16°C 、 28.63°C 、 24.41°C 、 19.93°C 、 14.78°C 、 15.11°C 、 14.55°C 、 18.16°C 、 22.91°C 、與 27.07°C 。

比重

海水的比重是影響貝類生長的重要因素之一，貝類如牡蠣有其一定的比重範圍，依種類不同而異。海水比重如溫度也有季節的變化，惟其變動的範圍不如溫度之大，一般在1.013與1.024之間。6、7月間氣溫水溫雖高，但海水比重最低，根據氣象觀測站降水量資料，顯然與夏季大量的降雨有關，八月間海水比重

逐漸增加，一如鹽度的變化與高溫度有關，9月以後到次年5月間海水比重略有變動，而在4月時海水比重有偏低的趨勢且變化顯著，可能係受長期乾燥寒冬後初次降雨的影響所致。在本調查期間，有一高水溫低比重及一低水溫高比重時期分別出現在6—9月與12—2月之間，在此時間內鹿港養殖文蛤無死亡之發生。顯然高水溫低比重或低水溫高比重均不致引起文蛤的死亡，此與 Seno (1963) 研究牡蠣所發現結果不謀而合。

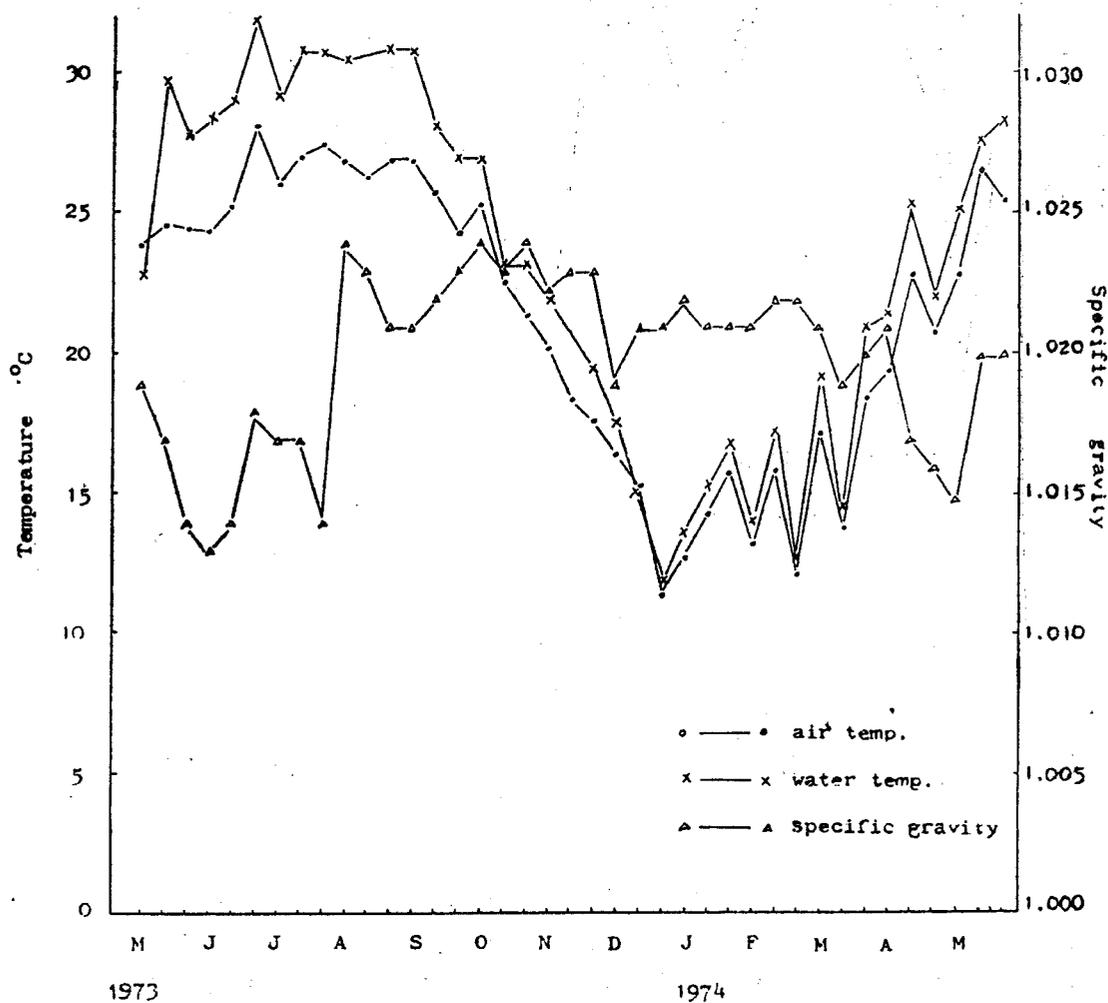


Fig.3 Seasonal changes in air temperature., water temperature. and specific gravity of surface sea water off Lukang.

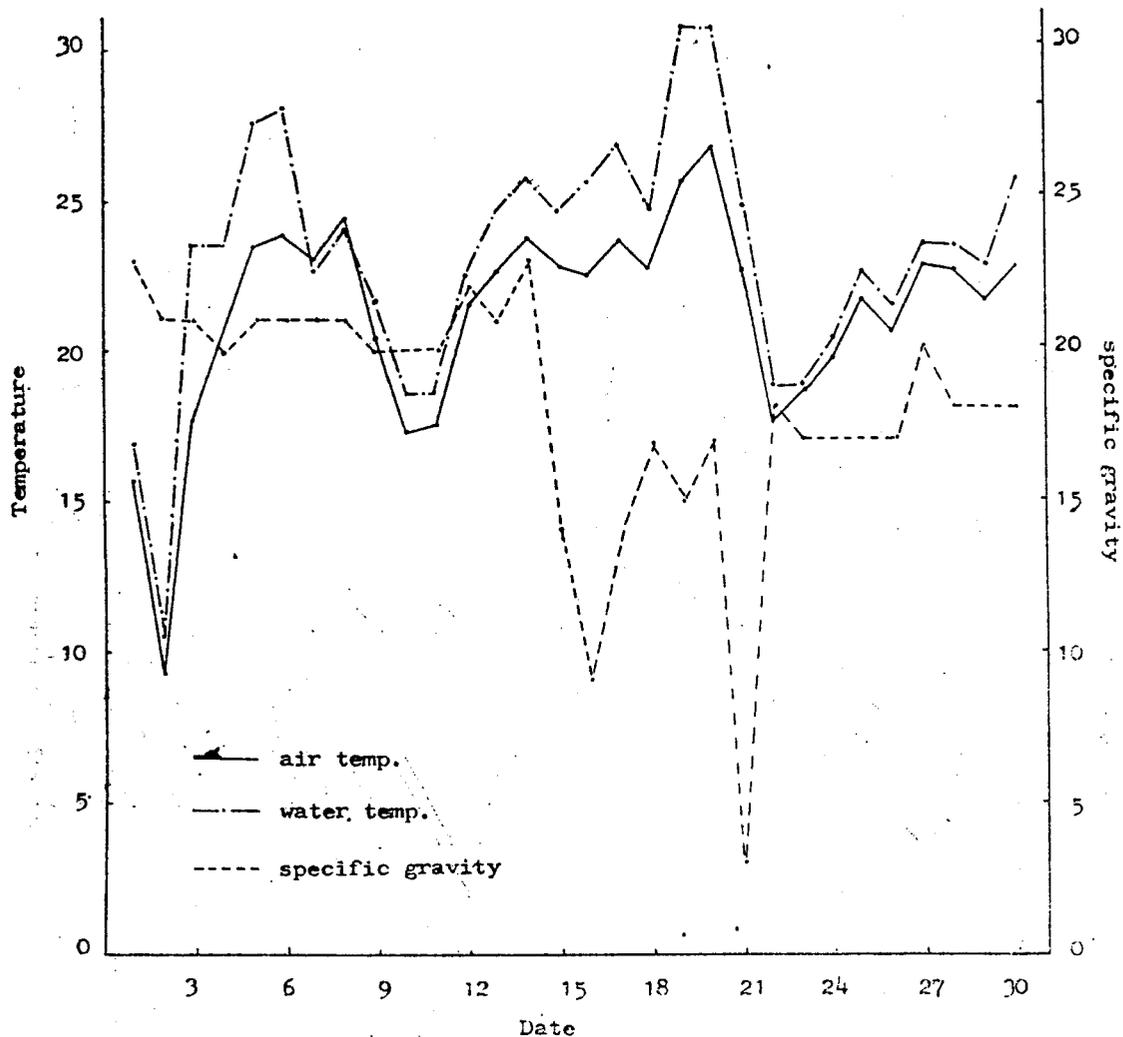


Fig.4 Variations of air temperature, water temperature and specific gravity of surface water off Lukang for April 1974.

生長測定

自民國62年5月至63年5月，於鹿港養殖區共採集文蛤標本1206個，經測定結果，其殼長在20—60mm之間，其中以35—45mm最多，佔總數76%，從殼長的頻度分布(圖5)發現同一地區不同月別間文蛤平均殼長沒有顯著的差異，僅在5月及2月，包括一些較大及較小的標本，殼長分布較廣，顯然與採樣有關。最大的文蛤殼長59.6mm分別在12月及1月採集，此種大型文蛤多半係野生或早期收穫時所遺留下之少數文蛤。

由於文蛤之大小關係殼內容積，間接影響殼內的重量，因此，在研究文蛤肉重或肥滿度的變化時，不宜將所有文蛤綜合平均，而應依其大小分別測定，因殼長頻度不一可能造成較大誤差，所以研究文蛤成長之變化前，須先了解文蛤的大小與形狀之關係。

文蛤各部位比：殼寬/殼長、殼高/殼長與殼寬/殼高，依其殼長分成五組分別測量之，從其比值的變化中(如表一)，可知同一殼長，比值的月變化較小，而不同組別間比例值有顯著的差異，殼寬/殼長與殼高/殼長之比值有隨殼長的增加而減少的趨勢，顯示文蛤的形狀與殼長有關，殼長愈小者形狀略呈圓形，殼長愈大者稍呈側扁且前端略尖，與 *Spisula Solidissima* 的成長有類似的傾向 (Barker and Merrill, 1967)。

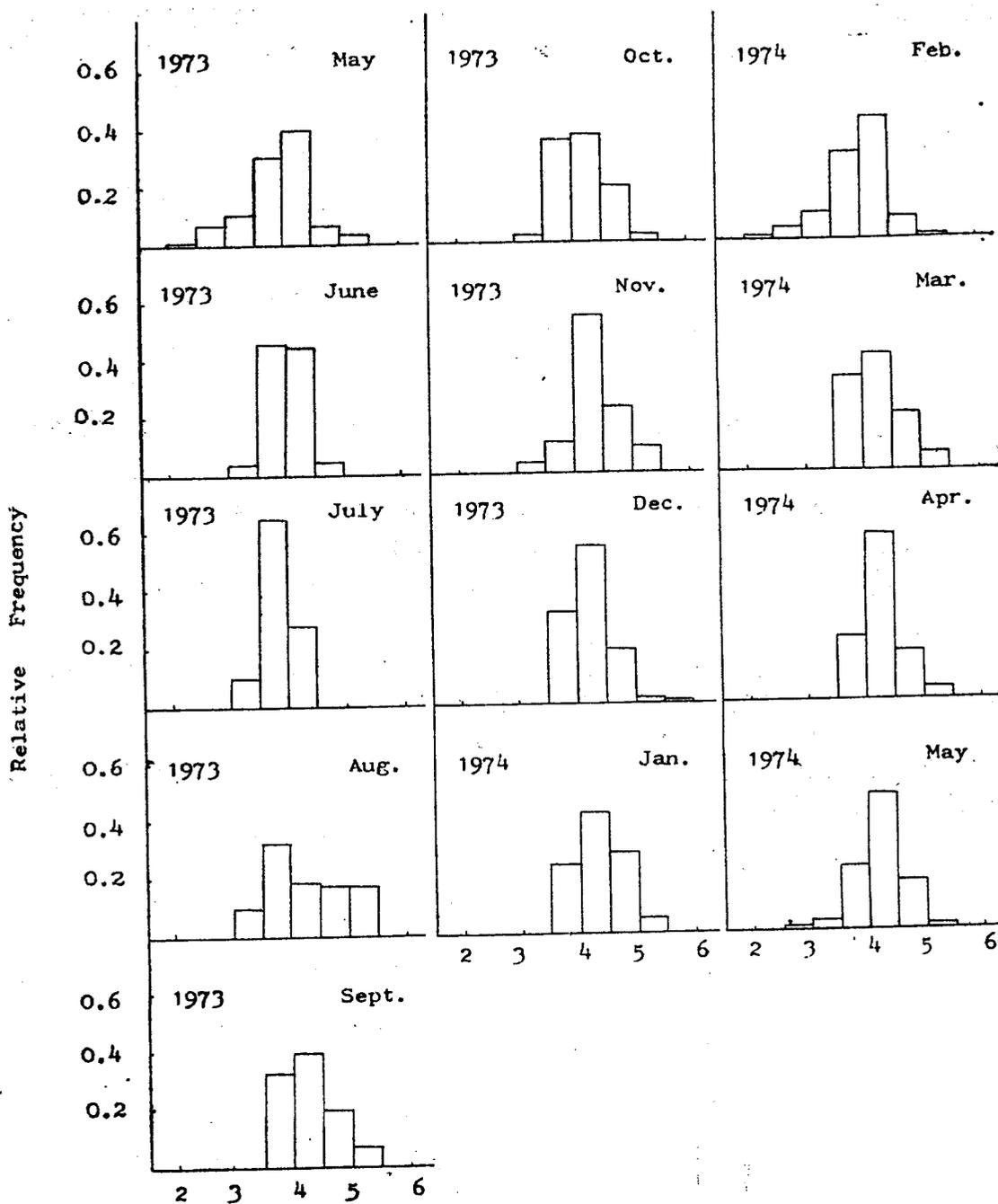


Fig.5 Relative frequency distribution of shell length of hard clam collected from May 1973 to May 1974.

殼長—肉重關係

從表2可知文蛤的肉重隨殼長與季節而變化，其範圍在2.01—10.94克之間，通常肉重隨殼長而增加，但氣候狀況足以影響肉重的變化，根據圖6季節的變化情形，各種大小的文蛤在9月時平均肉重最低，以12月肉重最高，不同殼長間肉重的變化略為一致，但6—8月時大文蛤肉重有增加的趨勢，而小文蛤的肉重卻顯現遞減的傾向，因較大的文蛤對高溫具有容忍力，而小文蛤因溫度太高，失水過多肉重減輕，同樣在9·1·3

月文蛤肉重都有減輕的現象，由於溫度低降與不穩定所致，海水比重對文蛤似乎沒有太大的影響力。

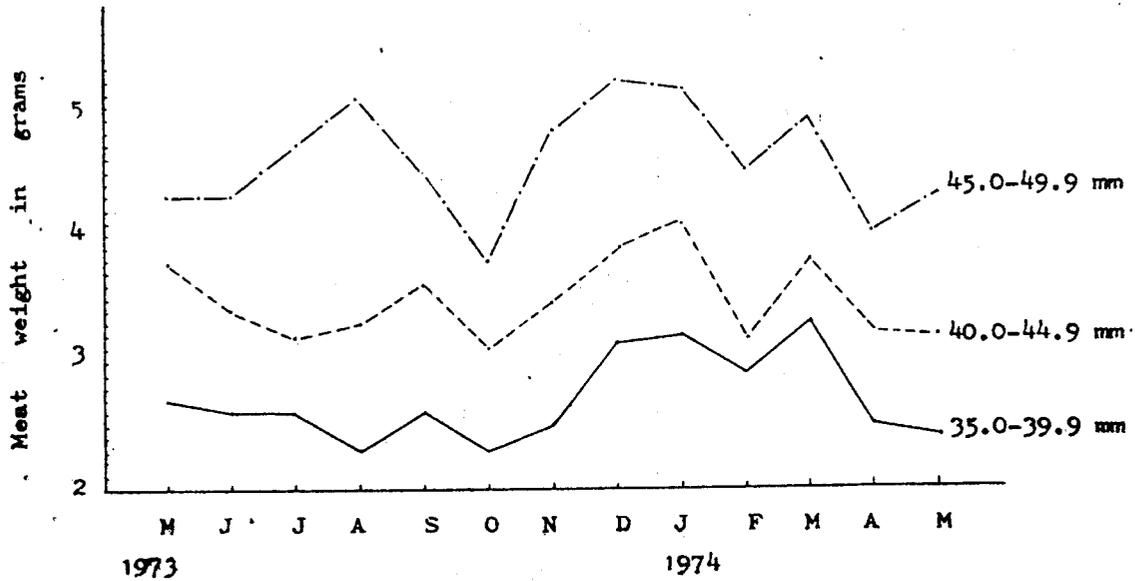


Fig.6 Monthly changes of mean meat weight for hard clams, *Meritrix lusoria* (Roding), taken off Lukang.

根據每月分採集之文蛤標本，發現其殼長與肉重呈一曲線關係，以 $w = aL^b$ 表示， w 為肉重， L 代表殼長， a 與 b 為常數，經回歸分析結果，各月份殼長與肉重之關係式如表3所列，從各月份文蛤成長曲線（圖7—19）看來，文蛤的成長如上所述，肉重隨殼長的增加而增大，殼長大於40mm時肉重成長率較快，由於肉重受到溫度變化的影響，不同月別殼長—肉重之關係也有不同。殼長—殼重之關係類似殼長—肉重之關係，但其成長率略高（圖20）

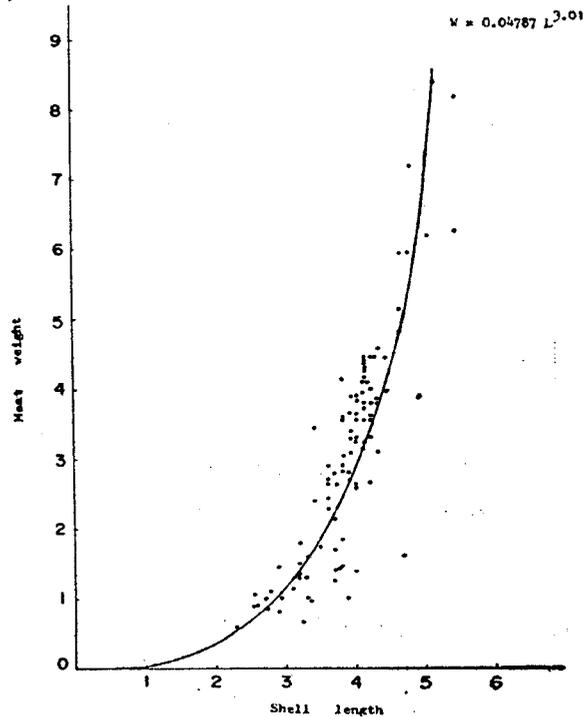


Fig.7 Relation between shell length and meat weight of hard clam for May 1973.

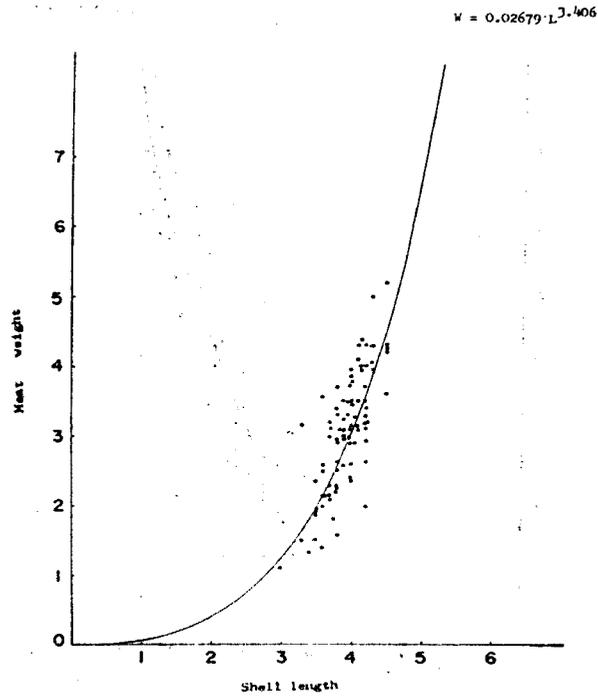


Fig.8 Relation between shell length and meat weight of hard clam for June 1973.

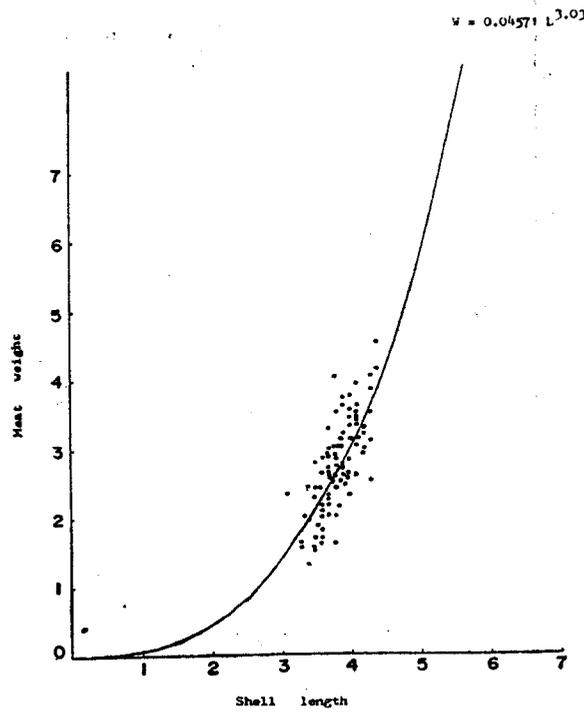


Fig.9 Relation between shell length and meat weight of hard clam for July 1973.

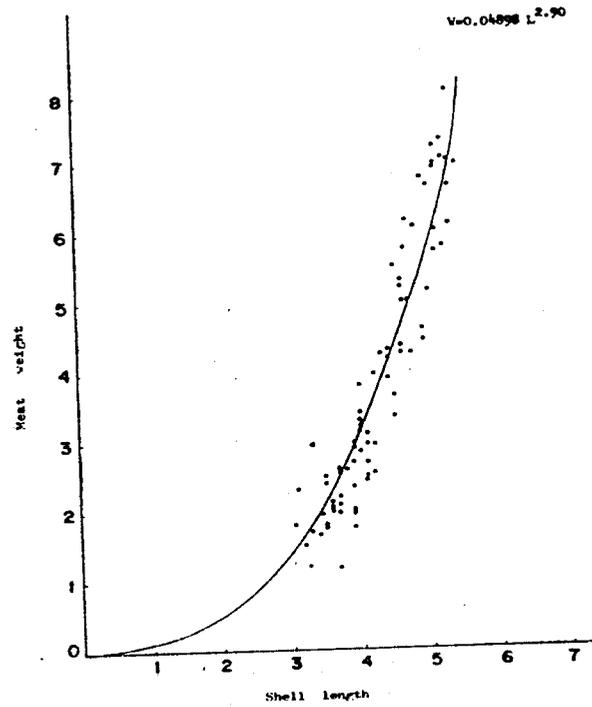


Fig.10 Relation between shell length and meat weight of hard clam for August 1973,

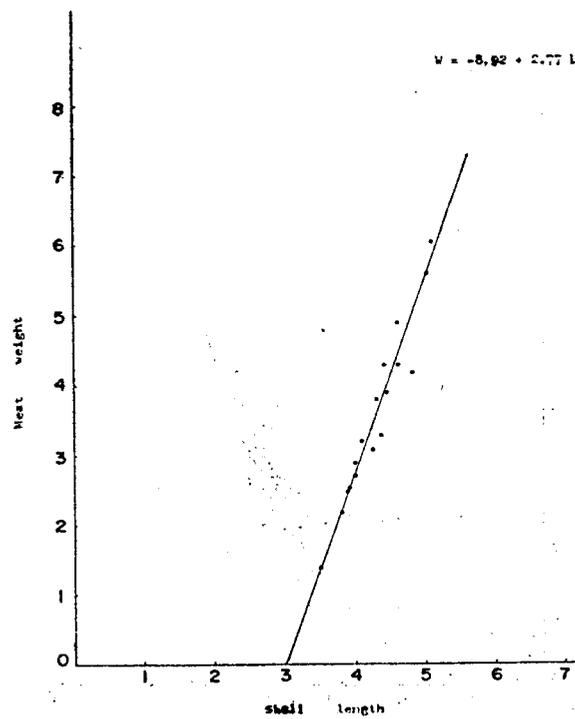


Fig.11 Relation between shell length and meat weight of hard clam for September 1973.

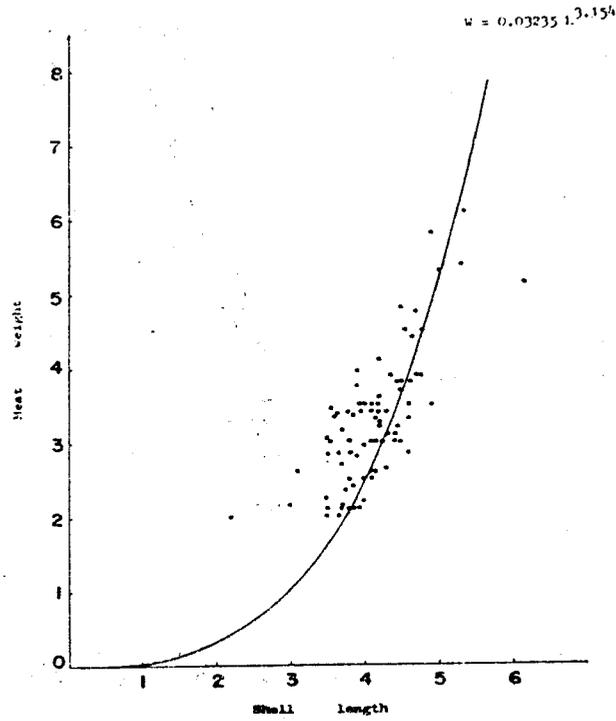


Fig. 12 Relation between shell length and meat weight of hard clam for October 1973.

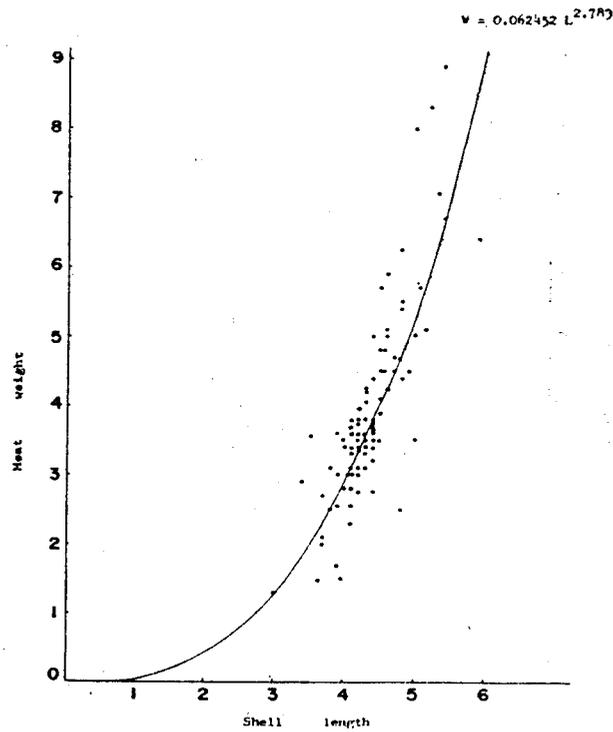


Fig. 13 Relation between shell length and meat weight of hard clam for November 1973.

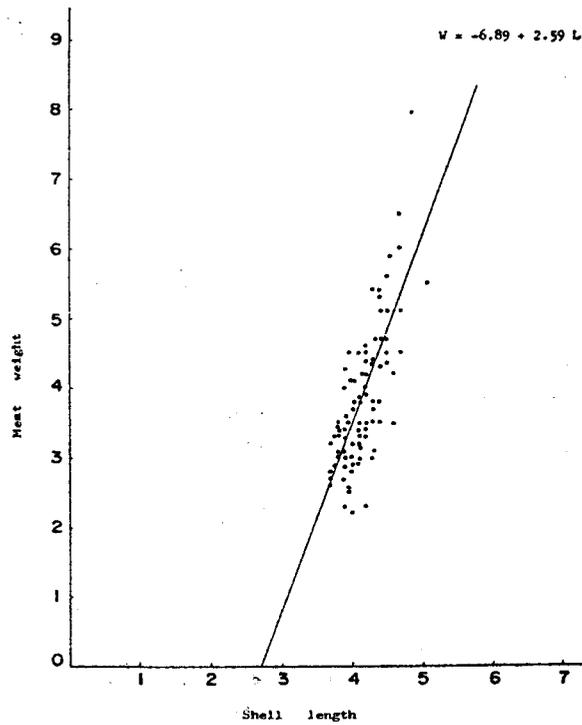


Fig.14 Relation between shell length and meat weight of hard clam for December 1973.

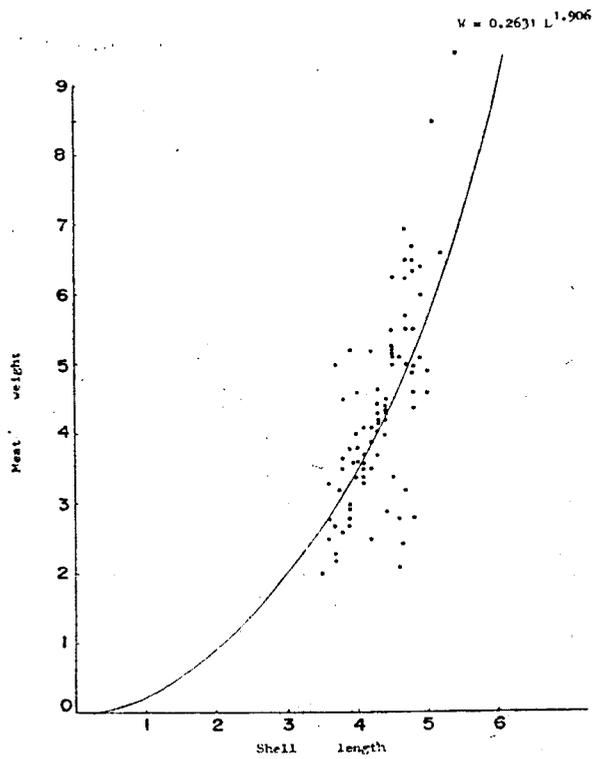


Fig.15 Relation between shell length and meat weight of hard clam for January 1974.

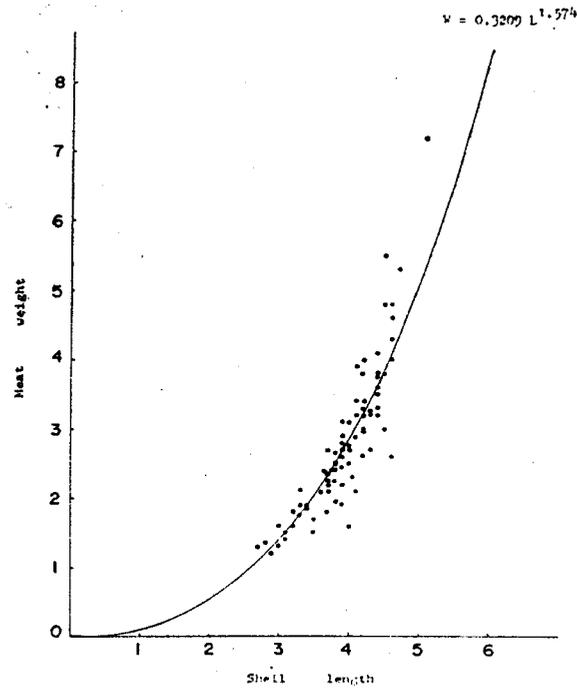


Fig.16 Relation between shell length and meat weight of hard clam for February 1974.

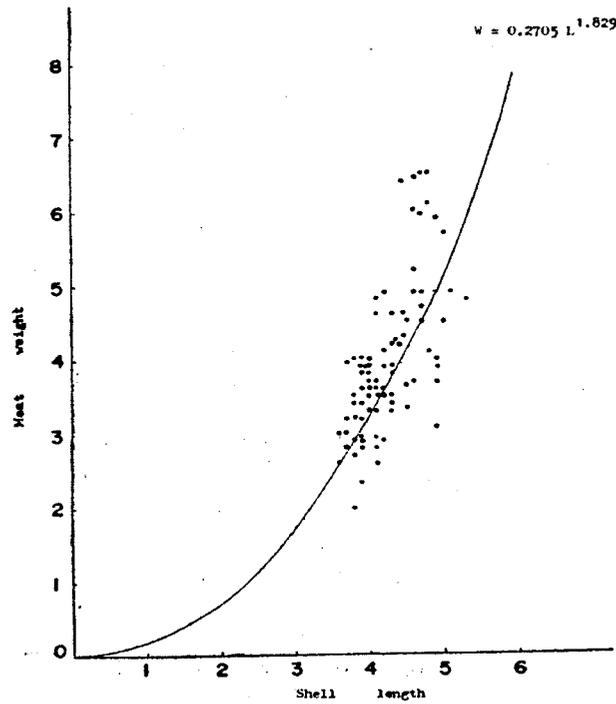


Fig.17 Relation between shell length and meat weight of hard clam for March 1974.

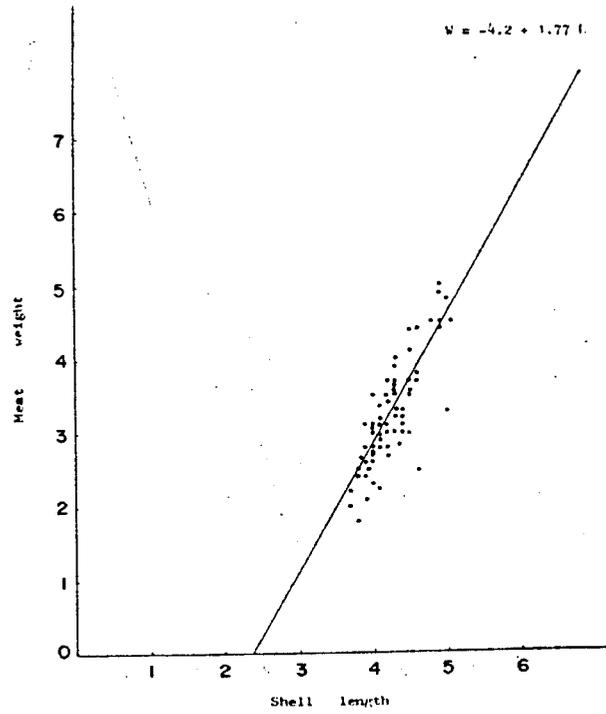


Fig. 18 Relation between shell length and meat weight of hard clam for April 1974.

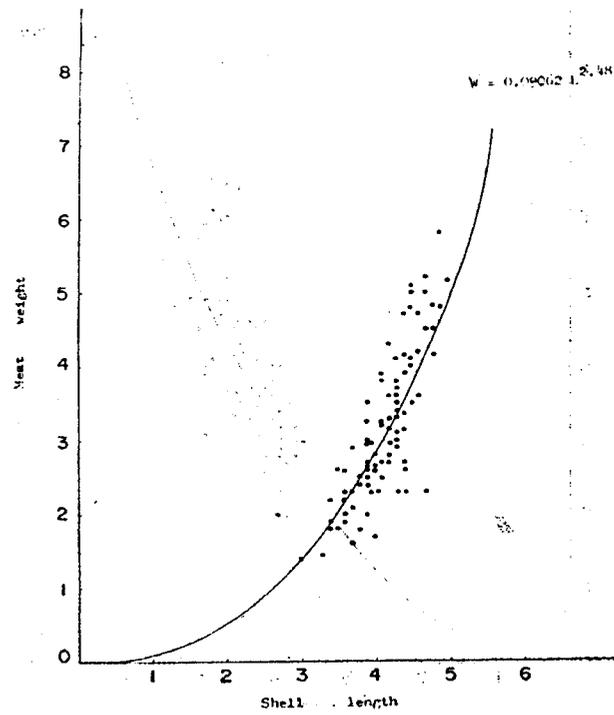


Fig. 19 Relation between shell length and meat weight of hard clam for May 1974.

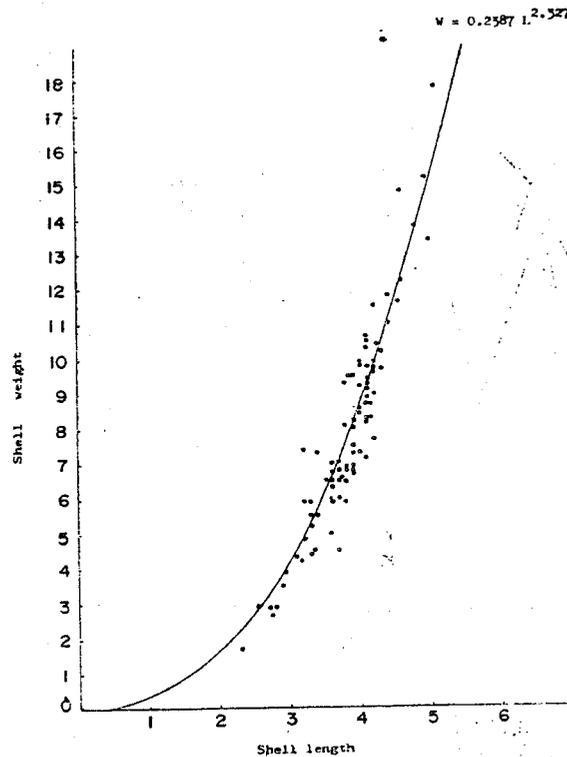


Fig. 20 Relation between shell length and shell weight of hard clam for May 1973.

少數月份如圖 12, 15, 19 其關係式為直線方程，由於殼長範圍較小所致。而 1、2、3 月的 a、b 值與其他月份有顯著差異，其成長較慢，相關係數較低，顯然與溫度有關。文蛤的成長亦受養殖密度的影響 (Sagara, 1952; Hanaoka and Shimadzu, 1949)。

肥滿度

在正常情況下生長的文蛤，其蛤肉應佔其殼容積較大部份，因此，一般學者都用肥滿度指數 (Condition index) 來表示貝類成長的情況，由於貝類殼內容積測量不易，目前仍無標準方法來估計貝類的肥滿度，因此其指數因學者而有不同 (Galtsoff, 1964)。為比較文蛤之肥滿程度，本研究是以肉重佔體重百分比表示之，因蛤肉與季節有關，而殼重則不受環境限制，肉重的百分比應可代表肥滿程度的好壞。

表 4 顯示肥滿度指數與殼長之關係，殼長在 35—39.9mm 之文蛤，其肥滿度指數從 22 (5 月) 到 30 (3 月)，40—49.9mm 的文蛤，其肥滿度在 23 與 28 之間，50mm 以上則有高達 38 者，一般言之，文蛤肥滿度隨殼長而增加，但 3 月份卻有反常現象，肥滿度隨殼長的增加而減少，接着 4、5 月文蛤肥滿度為全年中平均最低者 (圖 20)，顯然是大文蛤因溫度變化的影響，肥滿度顯著降低，蛤肉瘦小。一般文蛤不論大小其肥滿度以 1 月為最高，此乃因文蛤對低溫之容忍力較強所致。

根據以上分析，在調查期間文蛤之成長雖有變化，肥瘦不均的情形，但大量的死亡僅發生在 4—5 月間，其死亡率高達 40%，而現場之觀察顯示死亡之文蛤以大者居多，再從其 4—5 月間肥滿度低落的情形判斷，長時期溫度的變動影響文蛤生長的情況，使身體消瘦，加上海水比重的降低至 1.003，大文蛤即相繼死亡。溫度的突然轉變是造成本省文蛤大量斃死重要的因素。Dickie and Medcof (1963) 也發現聖勞倫斯灣 (Gulf of Saint Lawrence) 養殖貝類死亡高達 80%，水溫突然變化為其主要原因。

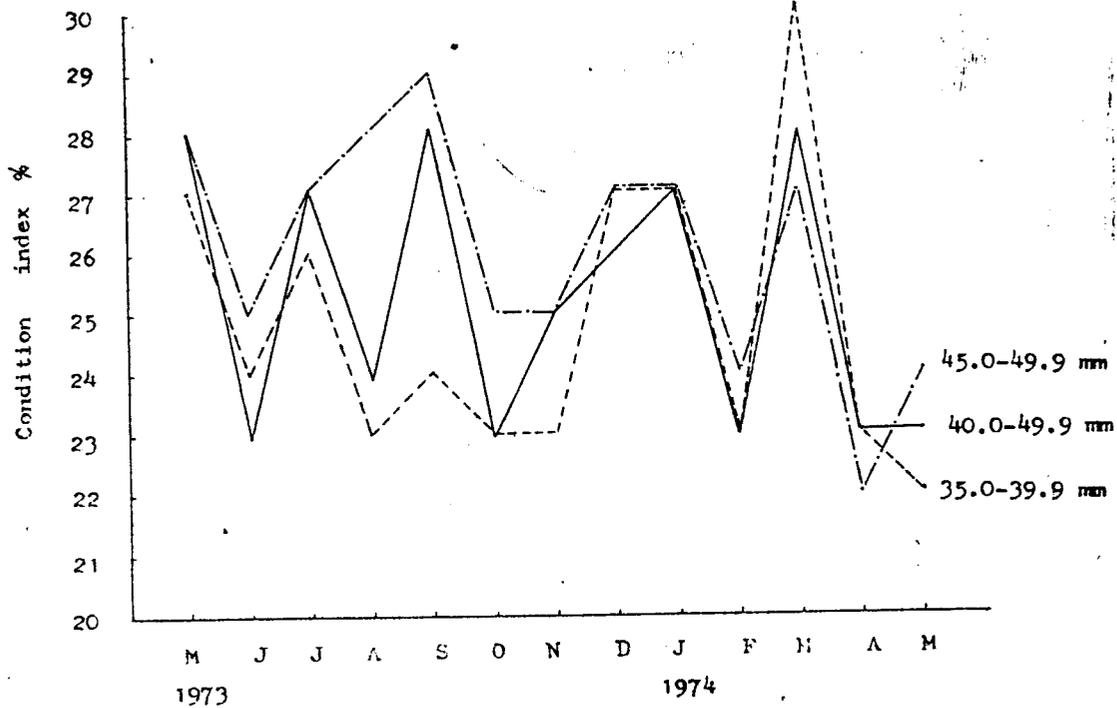


Fig.21 Seasonal changes in the fatness of clam in Lukang between different length groups collected from May 1973 to May 1974.

Table.1 Ratios of shell measurements, W/L (width/length) H/L (height/length) and w/H (width/height) of hard clams taken from Lukang.

length	30.0—34.9			35.0—39.9			40.0—44.9			45.0—49.9			50.0—54.9		
	W/L	H/L	W/H												
1973 July.	0.52	0.85	0.61	0.52	0.84	0.61	0.51	0.80	0.62						
Aug.	0.55	0.80	0.68	0.50	0.81	0.68	0.51	0.83	0.63	0.52	0.81	0.64	0.53	0.82	0.65
Sept.				0.51	0.85	0.61	0.51	0.81	0.63	0.52	0.81	0.65	0.49	0.75	0.65
Oct.				0.55	0.86	0.64	0.51	0.82	0.63	0.49	0.80	0.62	0.50	0.79	0.63
Nov.	0.60	1.01	1.67	0.51	0.84	0.61	0.51	0.83	0.63	0.51	0.82	0.63	0.51	0.82	0.63
Dec.				0.51	0.84	0.61	0.51	0.83	0.61	0.51	0.83	0.61	0.58	0.83	0.58
1974 Jan.	0.54	0.87	0.64	0.53	0.83	0.63	0.51	0.82	0.63	0.51	0.81	0.64	0.52	0.81	0.65
Feb.	0.52	0.83	0.63	0.51	0.84	0.62	0.51	0.83	0.61	0.52	0.84	0.63	0.54	0.83	0.65
Mar.				0.51	0.83	0.63	0.51	0.83	0.62	0.50	0.81	0.63	0.51	0.82	0.62
Apr.				0.51	0.83	0.62	0.52	0.83	0.63	0.51	0.83	0.61	0.49	0.82	0.61
May.	0.53	0.89	0.60	0.49	0.82	0.61	0.50	0.81	0.63	0.50	0.80	0.63			
mean	0.54	0.88	0.63	0.51	0.84	0.62	0.51	0.82	0.62	0.51	0.82	0.63	0.52	0.81	0.63

Table.2 Meat weight in grams for hard chams of diferent length groups.

month	length (mm)	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0
		29.9	34.9	39.9	44.9	49.9	54.9	59.9
1973	May.	0.95	1.59	2.72	3.75	4.31	7.26	
	June.		1.94	2.58	3.40	4.31		
	July.		1.81	2.57	3.20			
	Aug.		2.00	2.31	3.28	5.08	6.71	4.32
	Sept.			2.57	3.60	4.51	6.05	
	Oct.			2.34	3.13	3.84	5.76	
	Nov.		2.97	2.48	3.45	4.76	7.74	6.42
1974	Dec.			3.15	3.87	5.23	5.50	
	Jan.			3.20	4.09	5.15	6.70	9.55
	Feb.	1.75	1.71	2.42	3.16	4.49	7.19	
	Mar.			3.30	3.83	4.88	4.98	
	Apr.			2.49	3.23	4.03	5.21	
	May.		1.86	2.41	3.18	4.31		
mean		1.35	1.90	2.66	3.47	4.57	6.27	6.76

Table.3 Month measured shell lengths, meat weight and their relationship.

Month	no.	Rage of variation	Length weight relation	Correlation coefficient
May.	108	L 23.0—50.0 W 0.60—8.40	$W = 0.04787 L^{2.010}$	0.86
June.	101	L 33.0—45.0 W 1.35—5.20	$W = 0.02679 L^{2.406}$	0.77
July.	115	L 31.2—43.8 W 1.31—4.49	$W = 0.04571 L^{2.021}$	0.80
Aug.	87	L 31.0—59.2 W 1.21—8.00	$W = 0.04898 L^{2.901}$	0.90
Sept.	15	L 38.0—51.3 W 2.22—6.05	$W = -8.92 + 2.77 L$	0.97
Oct.	93	L 22.0—65.5 W 2.10—65.5	$W = 0.03235 L^{2.154}$	0.92
Nov.	102	L 34.0—59.6 W 1.52—8.91	$W = 0.06245 L^{2.722}$	0.86
Dec.	109	L 36.6—51.2 W 2.26—7.95	$W = -6.89 + 2.59 L$	0.76

Jan.	101	L W	34.3—59.6 2.02—10.94	$W = 0.2631 L^{1.906}$	0.65
Feb.	100	L W	22.9—50.8 1.19—7.19	$W = 0.3209 L^{1.571}$	0.70
Mar.	92	L W	35.6—57.4 2.90—7.13	$W = 0.2705 L^{1.629}$	0.71
Apr.	83	L W	36.1—51.2 1.82—6.32	$W = -4.2 + 1.77 L$	0.70
May.	106	L W	26.6—50.1 1.84—5.23	$W = 0.09062 L^{2.485}$	0.77

Table.4 Condition index for hard clams of different length groups.

month	length (mm)	25.0	30.0	35.5	40.0	45.0	50.0	55.0
		29.9	34.9	39.9	44.9	49.9	54.9	59.9
1973	May.	22	22	27	28	28	28	
	June.		24	24	23	25		
	July.		22	26	27			
	Aug.		24	23	24	28	26	10
	Sept.			24	28	29	32	
	Oct.			23	23	25	28	
	Nov.		22	23	25	25	30	31
	Dec.			27	26	27	25	
1974	Jan.			27	27	27	38	37
	Feb.	27	25	23	23	24	30	
	Mar.			30	28	27	22	21
	Apr.			23	23	22	23	
	May.		21	22	23	24		
mean		25	23	25	25	26	28	25

造成文蛤大量斃死的因素固然很多，諸如：赤潮的發生 (Tsujii and Sakamoto, 1971)，寄生蟲與敵害 (Medcof and Bourne, 1964)，產卵的影響 (Sindermann, 1970)，而一般學者常認為疾病是貝類死亡的原因之一，然則，此等因素往往因地而異，是否影響本省養殖文蛤之生長與死亡，有待進一步之調查，研究與試驗來證實。

謝 辭

本研究承蒙，鄧所長之殷切指導策勵，農復會陳顧問同白先生之關心與鼓勵，以及劉建元先生協助標本採集，生物系同仁古兆恕先生文蛤之測定及呂莉莉小姐資料之統計與繪圖，使本文得以順利完成，特此深致衷心之謝意。

參 考 文 獻

1. Barker, A. M. and Merrill, A. S. (1967): Total Solids and length-weight relation of the surf clam, *Spisula solidissima*. Proceedings of the National shellfisheries Association Vol.57, 90—94.
2. Davis, H. C. and Calabrese, A. (1964): Combined effects of temperature and salinity on development of eggs and growth of larvae of *M. mercenaria* and *C. virginica*. U. S. Fish Bull, 63(3): 643—655.
3. Dickie, L. M. and Medcof, J. C. (1963): Causes of mass mortalities of Scallops (*Placopecten magellanicus*) in the Southwestern Gulf of Saint Lawrence. J. Fisheries Res. Board Can 20, 451—482.
4. Galtsoff, P. C. (1964): The American oyster. Fishery Bulletin Vol. 64, 480P.
5. Hanaoka, T. and Shimadazu, T. (1949): Studies on the Morphometry and Rate of Growth in clam, *Macra Sulcataria* Reeve, in Tokyo Bay. Bull of Jap. Soci. of Sci. Fish. Vol. 15. No.7. PP311—317.
6. Sagara, T. (1952): On the relationship between Populations density and Growth of clams, *Venerupis Semidewssata* and *Meretrix meretrix lusoria* with the Interactive Influence upon their Growth. Bull. of JaP. Soci of sci. Fish.vol.18. No.6.
7. Medcof, J. C., and Bourne, N. (1964): Causes of mortality of the sea scallop, *Placopecten magellanicus*. Proc. Natl. shellfisheries Assoc. 53, 33—50.
8. Seno, H., Hori, J. and Kusakabe, D. (1926): Effects of temperature and salinity on the development of the eggs of common Japanese oyster, *ostrea gigas* Thumberg. Jour. Imp. Fish. Inst. Vol. 22. NO.3. PP. 169—176.
9. Sindermann, C. J. (1970): Principal diseases of marine fish and shellfish. Academic Press. New York and London. P.217.
10. Tsujii, T. and Sakamoto, I. (1971): Characteristics of the damages to the clam beds on the western Coast of Ise Bay, caused by the Red Tide. Jour. of Faculty of fish Vol.8. No3. pp305—322.
11. 胡興華 (1974): 台灣西南淺海養殖貝類斃死調查研究，水試所試驗報告第23號，1—20頁。