

蚵螺 *Purpura clavigera* 的舌齒、鑽孔及覓食

胡興華*、林伯峯*、王繼忠*

Radula, Boring and Food Searching of Oyster Drill *Purpura clavigera*

Sing Hwa Hu* · Po Fong Ling* · Chi Chung Wang*

ABSTRACT

From the morphology of rachidian of oyster drills in Taiwan, the most important species that have 5 cusps is belong to genus *Purpura*. Photo- and geo-negative response were found during their distribution. *P. clavigera* mainly eat on oyster, but they can also feed on clam, fish and shrimp body, and suspended materials. The boring location on oyster shell mostly showed on the place which are thin and smooth. The diameter of holes bored by drill ranged from 0.35 mm to 0.8 mm. The cavity diameter decreased with depth increased having slope 22-26°. The drill can get to foods easily and is able to select food. They demonstrated the special favorite to oyster. Under a bright place, drills moved to dark first then spreaded searching for food.

前 言

牡蠣的天然害敵很多，包括扁蟲、軟體動物、甲殼類、魚類、鳥類及哺乳類等等，但它們對牡蠣的為害程度有很大的差距。本省來說最為嚴重的是肉食性的腹足類 (Carnivorous gastropods)。

本省養殖牡蠣 *Crassostrea gigas* 的貝類天然害敵有蚵螺、香螺、王螺等，⁽¹⁾其中以蚵螺為害最甚，每年平均損失20%，這還是在漁民們每日不斷地摘除情況之下，所能保持的最低損失。若是置之不顧而任蚵螺殘食，損失可達80%以上。牡蠣受蚵螺為害的損失，因地理位置及養殖方式而有極大的差異，如近河口處，因鹹度較低不適於蚵螺生存，故蚵螺很少，又如插筴式及橫掛式與底層接觸點太多，蚵螺容易延附而上，所以損失率高。

* 台灣省水產試驗所鹿港分所

Lukang Branch. Taiwan Fisheries Research Institute

海洋腹足類中，鑽穿軟體動物外殼，而吮吸其肉的很多，最為普遍的是月螺 (Family Naticidae) 及石螺 (Family Murcidae)，這些腹足類在其前突 (Proboscis) 中，長有不同形式之舌齒 (radula) 以穿透、撕裂或磨碎軟體動物的外殼，多年來對螺類的鑽孔行為有許多不同的說法，直到近十年來，人們才對一些肉食性螺類的鑽孔原理略為明瞭，知其為一種化學與機械 2 種活動的組合。化學活動是由一個在腹足上的器官稱之為鑽孔輔助器官 (accessory boring organ, 簡稱 ABO) 執行，而機械的撕裂，磨碎則是靠舌齒之功⁽²⁾⁽³⁾。可能是先由 ABO 分泌一種酸性酵素—碳酸酐酶 (Carbonic anhydrase, 簡稱 CA)，將軟體動物的外殼先行軟化，由舌齒將這軟化部分挖除或吞下後，ABO 再行分泌酵素，如此反覆進行直到完成鑽孔為止⁽⁴⁾，舌齒除了鑽孔之外更重要的是在完成鑽孔之後，隨着前突伸入孔內，將牡蠣的組織撕碎而食。

蚵螺以肉食為主，美國蚵螺 *Urosalpinx cinerea fallgensis*，不但鑽食牡蠣 *C. Virginica* 也食蛤 *Mya arenaria* 及 *Mytilus edulis* 等。本省貝類除牡蠣以外，在同一地區養殖的尚有文蛤 *Meketrir dusoria*、花蛤 *Macridiscus veneriformis*，古代 *Laternulna impura* 等其他貝類，但在養殖場中罕見蚵螺鑿食文蛤、花蛤。雖然牡蠣、文蛤在生態環境上有許多不同之處，除此之外蚵螺是否有選食的能力，亦是本試驗之重點。蚵螺之危害每年損失在數千萬，多年來驅除的方法完全靠人力，雖漁民日日下海摘除，效果亦不能令人滿意。

材料與方法

本報告為有關蚵螺研究的一個項目，以提供大家參考。本試驗用之蚵螺，是由鹿港地區橫掛式牡蠣養殖場所採得，蓄養於容量 1 噸之塑膠桶中，水深 50cm。水溫 16° 至 20°C，鹽度 31—34‰，平日不餵食，於試驗或解剖觀察時取出使用，各種體型之蚵螺標本，新鮮解剖由前突中取出舌齒觀察，測定記錄之。

覓食行為察觀，以長 90cm，寬 60cm 之水族箱分別從下列各項試驗。

1. 水深 5cm，砂底及碎石底，在水族箱對角位置活牡蠣（一團約 10 個）及文蛤（5 個），將大小不等蚵螺（大 2.5—3cm，小 1.5—2.0cm）各 10 個置於水族箱之正中央，連續觀察其移動之軌跡及附着食物的情形，5 日結束。

2. 砂底水族箱（大小同前）四角落分別放置牡蠣，文蛤、牡蠣空殼及文蛤空殼，水族箱中央放蚵螺 20 個，分別以 5 cm 及 20cm 兩種不同水深，連續觀察記錄 3 日。

3. 砂底，水深 5cm，水族箱各角落分別放牡蠣，文蛤、死蝦、文蛤殼包蠣肉，中央放蚵螺 20 個，追尋其移動 24 小時。

4. 水族箱中央以木板隔成 2 個相連接，一端開口，三面密閉的隔間，呈 m 狀，每間每邊長 10cm，其間分別放置牡蠣及文蛤，蚵螺按殼長 2.5—3.5cm 及 1.5—2.0cm 兩種體型各 10 個分別放在水族箱的 2 個角落，另一組蚵螺位置反置 (Fig 3A) 24 小時觀察。

5. 水族箱頂上加蓋，於外壁 $\frac{1}{4}$ 以黑紙粘貼防止光線進入，另 $\frac{1}{4}$ 以褐紙粘貼，使有微弱光線進入 (Fig 4A) 20 個蚵螺由水族箱的中央開始移動，觀察其對光線之反應，24 小時記錄。

6. 同樣上述水族箱，於無掩蔽光線明亮角落放牡蠣，蚵螺由箱底中央開始移動，記錄其移轉五日。

結果與討論

舌齒 (radula)

蚵螺有一個可以延伸收縮的前突，內有舌齒囊 (radula sac)，舌齒即在其中。前突為淡紅色，尖端有孔，位於兩觸鬚中間下方位置 (Fig 1)。靜止狀態下，前突內縮，外觀上無法看到，活動時靠肌肉及血壓的力量而得向外伸張。前突中有如舌狀的支齒器 (Odontophore)，以支持舌齒。據 Wu⁽⁵⁾ 記述台灣產25種骨貝類的舌齒形態，謂舌齒的形狀因種而異，可以做為種之特徵

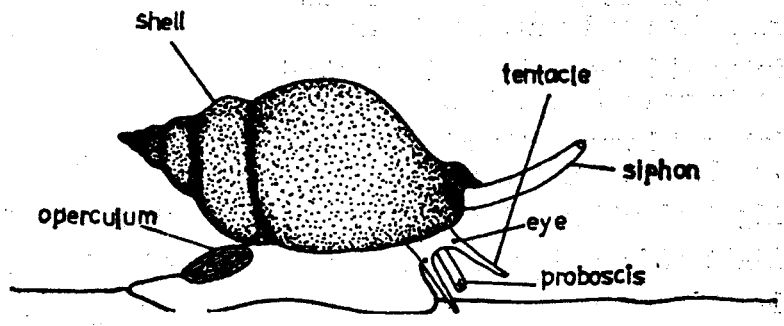


Fig.1 Oyster crawling with proboscis protruded.

。舌齒由3條縱走透明的牙齒所組成，由舌齒膜支持，位於中間位置的牙齒稱為中間齒 (rachidian or central teeth)，中間齒有5個突起的齒峯 (Cusp) 以正中位置者為最長，十分銳利稱為主牙 (central cusp)，其兩旁有兩個略短，也十分尖利的是側牙 (lateral cusp)，側牙與主牙之間有如姆指的小突起為中突 (medial cusp)，中間齒兩側外緣突起為邊牙 (marginal cusp)，不若主牙及側牙銳利，邊牙與側牙間有4個個如4指合併的突起為側齒突 (lateral denticle)。中間齒的基部連附於舌齒膜上，使得其在休息時可相互重疊平置，而在鑿洞之時豎起。中間齒兩側各有一個鈎狀的邊緣齒 (Marginal teeth)，與中間齒並不連接，亦可自相重疊 (Fig. 2)，蚵螺牙齒各部位間之測定如 table 1。

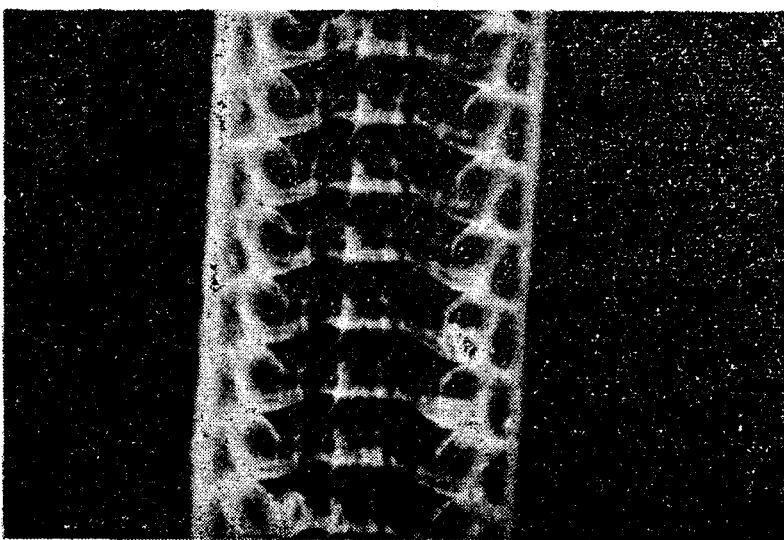


Fig.2 Radula, marginal teeth overlapping on rachidian at resting.

。中間齒的基部連附於舌齒膜上，使得其在休息時可相互重疊平置，而在鑿洞之時豎起。中間齒兩側各有一個鈎狀的邊緣齒 (Marginal teeth)，與中間齒並不連接，亦可自相重疊 (Fig. 2)，蚵螺牙齒各部位間之測定如 table 1。

Table 1. Dimensional measurements of transverse row of teeth
of oyster drill *P. clavigera*.

Shell Length	1 cm	2 cm	3 cm
radula length	125(μ)	200(μ)	350(μ)
width of base of rachidian tooth	85	115	230
width of toothless space between rachidian and marginal tooth	—	45	105
interval between base of marginal tooth and mid-rachidian cusp	—	125	140
interval between tip of mid- and lateral rachidian	—	45	80
height of mid rachidian cusp	45	115	210
height of lateral rachidian cusp	40	100	180
length of marginal tooth	80	105	190
distance between row of tooth	40	65	75

本省蚵螺過去鑑定為 *Purpura clavigera* ⁽¹⁾，後來曾經日人今井鑑定為 *Drupa marginada*，及美人Lindsay鑑定為 *Thais tumnlosa* ⁽⁶⁾，但由筆者以舌齒之觀察測定與Wu ⁽⁵⁾所做中間齒特徵中之 *Purpura* 屬相同，故本篇仍暫使用 *P. clavigera* 之原名。
鑽孔 (Boring)

蚵螺的鑽孔過程，Carriker等⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁷⁾的報告中已有詳細的敘述和說明。Carriker⁽³⁾曾比較美國蚵螺的牙齒，牡蠣 (*C. virginica*) 殼、蛤 *M. edulis*; *M. akenaria* 等殼的硬度，雖然美國蚵螺的邊緣齒在其中的硬度最高，但以鑽孔為主的中央齒其硬度却較 *C. virginica* 及 *M. edulis* 的外殼為低，而且牡蠣的外殼與文蛤等相同却是以碳酸鈣為主⁽⁸⁾，所以如蚵螺對牡蠣及文蛤有選食的能力，並不是因其外殼組成或硬度不同所致。蚵螺鑽食文蛤的位置和鑽食牡蠣不同，文蛤被鑿孔的位置都是在左右殼的接縫處，而牡蠣通常在殼蓋上較薄由比較光滑之處，在殼的連縫處很少，這可能是縫接之邊緣十分鋒利不適蚵螺爬行、附着。如牡蠣生長快速，則生長環 (growth ring) 的突緣十分密集且尖銳，則蚵螺選擇較厚但平滑之處鑽孔，觀察牡蠣被鑽孔的位置，以生長環的區域來劃分如除最新生出的最外環區以外，一般愈內環區 (愈老)，被穿孔的機會愈小。蚵螺在牡蠣殼上鑽孔的大小，因蚵螺本身體型的大小而有不同，外孔直徑一般在0.35—0.80mm之間，以15—30°角度(22—26°最多) 向內鑽鑿，內孔直徑約0.15—0.6mm。另蚵螺尚能對老化及年青的牡蠣加以分辨，在實驗室水箱中放老化及年青的蚵螺各20個，再放10個牡蠣於其間，3日後新牡蠣被鑽孔有5個而老化的牡蠣完全沒有被穿孔。Galtsoff⁽⁶⁾敘述美國蚵螺亦有相同的現象。

Table 2. Distribution of oyster drill in plastic tank and in aquarium with 50 cm water depth.

Depth (cm)	plastic tank (1 Ton)		aquarium (90×60cm)	
	number	%	number	%
above 0	6	1.17	2	1.27
0- 5	190	37.18	56	35.44
5-10	40	7.83	12	7.57
10-20	88	17.23	19	12.03
20-50	97	18.98	30	18.99
bottom	90	17.61	39	24.68
Total	511	100.00	158	100.00

覓食(Food searching)

蚵螺有背地 (negative geotaxis) 的趨向⁽⁸⁾，在實驗室及野外常可見蚵螺大量聚集，許多小型 (3 cm以下) 蚵螺常吸附在大型或同型體蚵螺的身上，在塑膠水槽中其分佈以空氣和水面的交接處為最多，亦有超過水面在空氣中棲息者。Table 2 為 1 噸圓形塑膠桶及水族箱 (長90cm，寬60cm，水深50cm)，蚵螺棲息位置之分佈，在水淺附近 5 cm 內，其棲息數之百分率皆在35%以上，而在水面上 5—20cm間，每 5 cm 深所包含面積的蚵螺數在10%以下，深度 20—50cm間，每 5 cm 所占面積蚵螺數不到 5%，未附桶壁而在底部棲息者分別占17.6%及24.9%，由此可知，蚵螺並非絕對的背地性，但有此趨向，性喜水面與空氣交接處棲息，若將水位上升或降低，蚵螺亦會隨水位的升降而起落。

Table 3. Food searching of oyster drill in aquarium.

time object touched bottom material	1 days			2 days			3 days			4 days			5 days		
	O	C	N	O	C	N	O	C	N	O	C	N	O	C	N
sand	3	1	16	5	1	14	10	2	8	14	2	4	15	2	3
gravel	2	0	18	7	0	13	7	0	13	9	0	11	9	1	10

O: oyster C: clam N: untouched.

以牡蠣及文蛤為餌，在砂底及碎石底的水族箱中，經 5 日觀察，不論何者蚵螺都有選擇牡蠣的能力，找到目標的數量是隨時間而增加，如 table 3 所示，在砂底水族箱中，1 日內有15% (3 個) 附在牡蠣上，而文蛤僅 5% (1 個)，3 日牡蠣上有50%，文蛤10%，5 日時牡蠣有75%，而文蛤身上仍然10%。但在碎石底的情況下，似乎因不利

爬行，蚵螺找到食物的比率比較低。

爲做進一步之觀察，水族箱內分別以牡蠣、文蛤，牡蠣及文蛤爲餌，經3日觀察，不論在水深20cm或5cm它們都是有極好的選擇力，table 4。另以牡蠣、文蛤、蝦肉及文蛤殼中放牡蠣肉等4種誘餌，2次試驗結果，24小時內有3%找到牡蠣，10%尋到文蛤殼中置牡蠣肉，蝦肉7.5%，文蛤5%。由以上結果可知牡蠣對蚵螺確實有特殊之吸引力。爲進一步了解蚵螺選食能力及其覓食路徑，在水族箱中央以木板分隔成兩個只有一個進口的隔間 (Fig 3A) 分別放牡蠣及文蛤，24小時以後，尋到食物的蚵螺全在牡蠣之上，有的甚至在此期間已附着在文蛤上，而又改變移向牡蠣 (Fig 3A-E)，蚵螺在水族箱壁的爬行速度約5—10cm/min，爬行的路徑常爲彎曲狀，其尋找食物的路線不爲直線，却也無一定的規律可尋，但似乎因光線之物理刺激，一般蚵螺却是遠離強光的一面後，再行尋找食物，此點與Galtsoff⁽⁶⁾所得相同。

Table 4. Food searching of oyster drill in aquariums.

time object water touched depth	1 day					2 days					3 days				
	O	C	EO	EC	N	O	C	EO	EC	N	O	C	EO	EC	N
5cm	10	4	4	0	2	10	3	1	2	4	13	3	1	0	3
20cm	7	2	2	1	8	9	3	3	2	3	10	3	1	1	5

O:oyster

C:clam

EO:empty oyster shell

EC:empty clam shell

N:untouched

蚵螺有背光性，在牡蠣養殖場中通常蚵螺却是吸附在牡蠣下方或筴竹，蚵殼暗處的。水族箱以黑紙及褐紙貼壁造成不同光線之環境 (Fig 4A)，觀察其移行發現蚵螺幾乎是立即向黑暗處移動，6小時內有85%移至黑暗區，此後才有少許逐漸離開 (Fig 4A—D)。同樣的環境，將牡蠣放置於光線明亮的角落 (Fig 4E)，1日後有15%找到牡蠣而有50%在黑暗處，2日60%附着牡蠣，60%在暗區，3日45%在牡蠣上，黑暗區35%，5日後牡蠣上45%黑暗區15% (Fig. 4E—I) 由此結果可知蚵螺是先對光線有所反應後，再開始覓食。另外值得一提的是，在此情況之下，蚵螺大都是在夜間光線陰暗之時移動覓食。

結 論

依本省蚵螺的齒式，應屬於*Purpura*屬，驅除蚵螺除了不斷地摘除以外，改進養殖方式減少與地面之接觸亦是可行之法。蚵螺如何能尋找牡蠣，至今尚不明瞭，有人認爲牡蠣能分泌一種蛋白質，而蚵螺的前突對此蛋白質有特別之感應，而得其來源，蚵螺除了食牡蠣之外尚能以文蛤等其他貝類，水中懸浮有機物，死亡水之生物爲食，可說對食物的韌性很大。蚵螺的選食性及背光性使得吾人對驅除蚵螺增加了重重的困難，其覓食

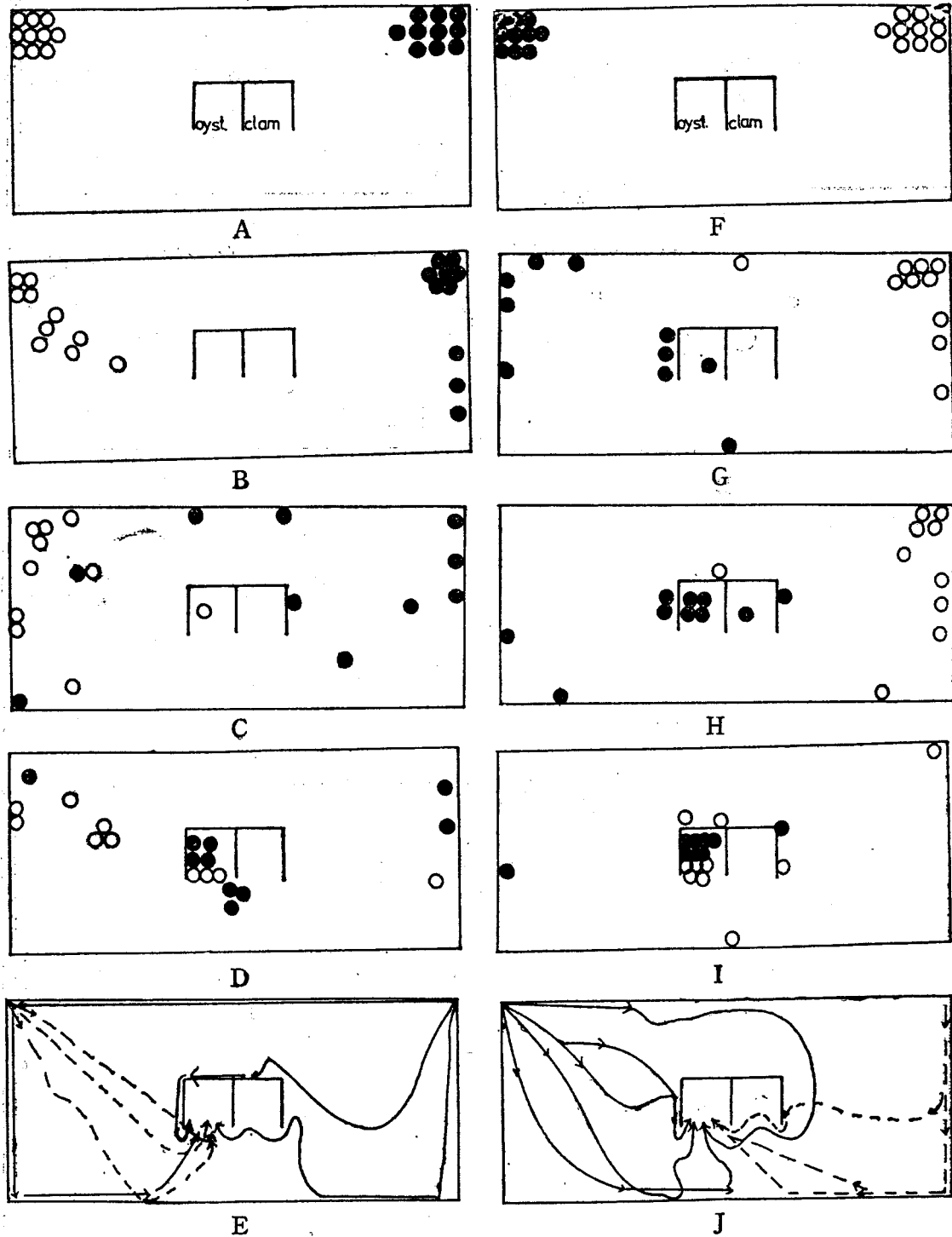


Fig.3 Food selection and moving route of oyster drill in aquarium.
A, F. staring. B, G. 6hrs. C, H. 12hrs. D, I. 24hrs. E, J. routes of drill
get to target.



Fig.4 Photo-reaction and food searching of oyster drill under different photo-conditions. A.starting B.1hr C.3hrs. D.12hrs. E.24hrs. F.starting G.1day H.2days I.3days J.5days

能力及選擇食物的能力，使得牡蠣成爲蚵螺殘食的主要目標，而其背光性的使然，蚵螺的棲息處皆在牡蠣團的底部或空隙洞穴之中，加上它本身堅厚的外殼，吾人即使發現有效的藥劑也難以直接噴灑至蚵螺身上而將其消滅。由本試驗得知蚵螺對牡蠣有特別的感應及選擇的能力，除了蚵螺的感覺器官以外，牡蠣本身一定有某種特殊之分泌，如能找出此種物質而加以人工合成，在養殖場中安裝，吸引蚵螺聚集而捕捉之，當可節省人力，減少牡蠣的損失。

謝 辭

本工作承蒙農復會陳顧問同自之鼓勵與供給資料，漁業組關組長壯狄，袁技正柏偉，李嫣彬小姐及本所鄧所長等之鼓勵，鹿港分所余分所長廷基的支持，郭阿技正之意見，一併在此致謝。

參 考 文 獻

1. 郭 阿，1964台灣經濟貝類調查查，農復會刊。38：99
2. Carriker, M.R. 1969. The shell Penetrating Machanism of The "Oyster drill" Urosalpinx. Systematics-Ecology Program Contribution. 161:61-68.
3. 1969. Excavation of Boreholes by the Gastrod. Urosalp-inx: An Analysis by Light and Scanning Electron Microscopy. AM. Zoo-logist, 9:917-933.
4. Smarch, A., H.H. Chauncey and M.R. Carriker 1969. Carbonic Anhyd- rase in the Accessory Boring Organ of the Gastropod, Urosalpinx AM. Zoologist, 9:967-982.
5. Wu, S. 1965. Studies of the Radula of Taiwan Murcid Gastropds. Bull. Inst. Zool. Acad. Sinica. 4:95-106.
6. Hwang, Y.W. and S.C. Huang, 1971. Biology and Control of the Taiwan Oyster Drill. (*Thais tumulosa*). 私立中國醫藥學院研究年報, 2:1-45.
7. Carriker, M.R. and E.H. Smith, 1969. Comparative Calcibocavitology: Summary and Conclusion. AM. Zoologist, 9:1011-1020.
8. Galtsoff, P.S. 1964. The American Oyster. Fish. Bull. Fish and Wild- life Serv. 64:430-437.