

潮間帶的鐵甲武士～水頭沿海 中國鬻(*Tachypleus Tridentatus*)的生殖與 族群動態之研究

高中組生物科第二名

國立金門高級中學

作者：莊曜陽、翁嘉謙、翁文慶、李龍君

指導教師：莊西進

一、研究動機

84年十月起，隨中研院陳教授等，對金門沿海鬻的棲地做過多次初步觀察。

85年八月後，就金門水頭潮間帶秋冬季仔鬻的棲地與其分布及生長狀況，進行調查發現仔鬻多在潮間帶的潮溝活動，個體由高潮區往低潮區漸大，其體長在14.4至91.0mm之間。入冬後氣溫下降，仔鬻潛入泥灘中，鮮少出來，其活動狀況與海水溫度成正比。冬季時，若氣溫在20°C以上，且有陽光，仔鬻即潛出爬行。之後，我們繼續這項調查和監測任務，並企圖觀察成鬻在高潮帶產卵情形，迄無所獲。

86年八月中旬，在試養成鬻的池中意外發現2隻剛孵化的初生幼鬻。不久，水試所也陸續有幼鬻孵出，驚喜之餘，在取得水試所林課長的協助下，對鬻的繁殖與族群動態作進一步深入探討。

二、研究目的

- (一) 觀察成鬻的配對，產卵及胚胎的發育等繁殖過程。
- (二) 探討幼鬻的活動、呼吸速率及對光的反應等行為及習性。
- (三) 調查水頭沿海仔鬻分布的密度、活動頻度及蛻皮的過程，以探究仔鬻在棲地的族群動態，俾為長期監測之資料。
- (四) 以影帶記錄鬻的繁殖行為與棲地仔鬻的生態習性。

三、文獻探討

- (一) 在金門沿海出現的鬻，經調查鑑定，其分類地位如下：

Pylum Arthropoda 節肢動物門

Class Merostomata 肢口綱

Order Xiphosura 劍尾目

Family Limulida

學名 *Tachypleus tridentatus* 中國鬣 (譚等, 1996)

- (二) 大陸學者曾在海灘上採集鬣的受精卵，觀察卵的孵化及發育過程 (1984, 王等)；首次發表中國鬣的產卵季節、產卵場條件、產卵方式、懷卵量及排卵數，發現卵徑有季節變化 (1984, 蔡等)。

四、85年度完成的研究摘要

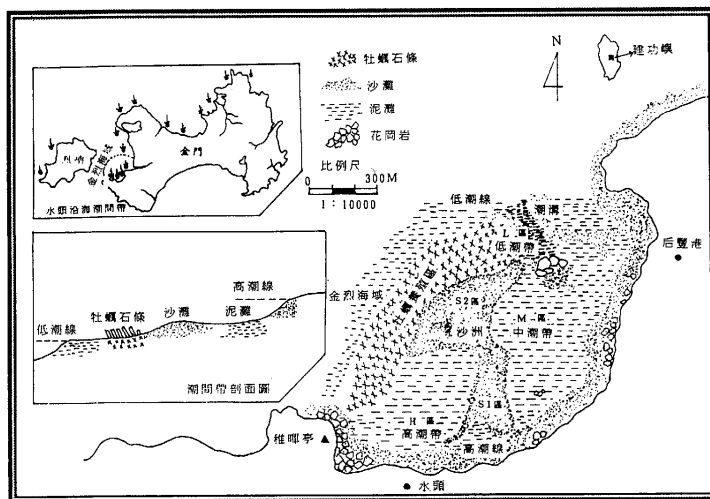
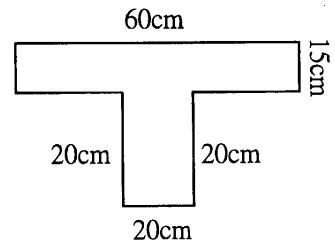
- (一) 水頭潮間帶仔鬣棲地環境，經測定：鹽度在22‰~27‰間，PH值在6.6~7.5內，有機質含量在1.4%~3.53%的中低腐植區，底質以粉泥及黏土為主。
- (二) 經取樣測量，仔鬣體長與體寬比例約為1:1，覓食以第一對較小螯肢撿夾食物入口，猶如招潮蟹攝食般。在潮間帶的潮溝中，仔鬣藉書鰓游動遠較在泥灘爬行快，行徑有如履帶般爬痕，概分為二：覓食爬痕在一定範圍內盤繞；移棲爬痕可向前延伸數公尺之遠。
- (三) 觸摸仔鬣身體各部，以書鰓及柔軟組織最敏感。刺激頭胸背面，甲殼則向腹面緊縮；刺激腹甲背面，尾節則向上翹起。翻覆時，以尾節頂住地面，接著腹胸緊縮又弓起，反復進行，終由側面翻過，但成功率不高。天寒時，仔鬣潛遁泥灘中。

表一 水頭仔鬣棲地環境底質理化性質的測定 (85.12.15及86.01.31採樣)

調查 樣區	測定 項目	鹽度 (‰)	酸鹼度 (PH)	有機質 (Co%)	底土質地 (%)	
					砂粒	粉泥黏土
仔 鬣 活 動 區	高潮帶 (H)	27	7.4	1.56	88.2	11.8
	中潮帶 (M)	26	7.2	3.53	69.1	30.9
	低潮帶 (L)	24	7.5	1.40	89.2	10.8
無 鬣 區	S-1區	22	6.8	0.56	99.5	0.5
	S-2區	23	6.6	0.84	98.2	1.8

五、材料與方法

- (一) 鸞的外部形態觀察：以解剖顯微鏡觀察鸞的各部構造，並列圖表比較新生幼鸞、仔鸞及♀、♂成鸞的異同。
- (二) 鸞得繁殖行為觀察：
1. 觀察成鸞♀、♂配對方式，產卵量及產卵時間與生物週期之關係，同時以解剖顯微鏡觀察受精卵的發育，並測量卵徑大小。
 2. 以水溫 25°C ，鹽度 25‰ 的海水培育受精卵，觀察胚胎發育過程。
 3. 以(甲)不加溫(約 16°C)；(乙)每天控制加溫器在 30°C ，加溫12小時；(丙)全天24小時 30°C 持續加溫，觀察並比較在不同水溫條件控制的受精卵之孵化情形。
- (三) 新生幼鸞的行為習性觀察：
1. 觀察新生幼鸞的運動方式和覓食情形。
 2. 測定幼鸞呼吸率：以 32°C 、 27°C 、 22°C 、 17°C 、 12°C 等不同水溫控制，分別測定幼鸞的呼吸速率，並與成鸞作比較。
 3. 趨光反應：以丁迷津裝置，一方照光，另一方黑暗，觀察幼鸞對光刺激的反應情形；在以紅光、藍光、綠光及黃光照射，比較在不同色光下的趨性反應。
- (四) 仔鸞蛻皮過程的觀察：記錄仔鸞蛻皮的過程與其經歷時間，並測量蛻皮前後體長和體寬的變化情形。
- (五) 水頭沿海仔鸞族群動態調查



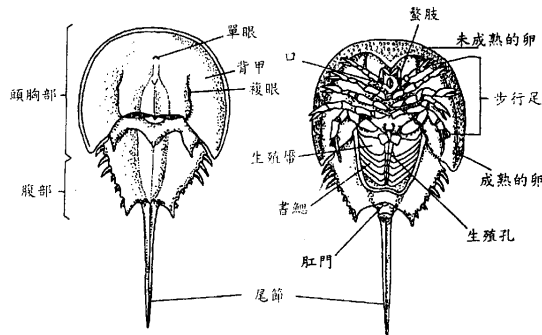
圖一：水頭沿海潮間帶幼鸞的生態環境示意圖

1. 族群密度與個體分布頻度：按潮間帶間距比例，區分為高潮帶(H)、中潮帶(M)、低潮帶(L)等參樣區，採集潮溝中的幼蟹數，統計其密度，測定其體長、體寬，每月定期調查一次，比較仔蟹在潮間帶全年各月份的分布密度及個體大小活動頻度的變化。

2. 統計各樣區每月仔蟹的平均體長，以探究其生長及移棲情形。

六、結果與討論

(一) 蟹的外部形態：















圖三：蟹外部的基本構造

1. 具鋼盔狀的幾丁質硬殼，頭胸部背面有一對複眼，三個單眼；腹面有六對附肢，第一對為螯肢，其餘五對為步足。第五對步足末端有五個扁平突起；口位於附肢中央基部。腹部腹面亦有六對附肢，第一對為生殖腺，其餘五對為書鰓；肛門位於腹部與尾節相接處。

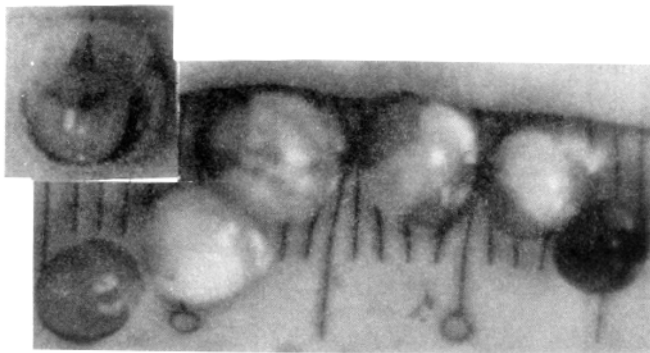
2. 比較新生幼蟹、仔蟹及♀、♂成蟹個體差異，如表二所述：

表二 新生幼蟹、仔蟹、成蟹雌雄體外形比較表

部位 時期	頭胸部	腹部(包含尾節)	胸肢	
新生 幼蟹	 背甲略圓 顏色較透明 無棘 體長體寬比近乎1:1	 狀似扇形 色近透明 尾節短小 無棘	 星狀子型， 除第六對胸肢另 有扁平凸起外， 其餘均為狹子型	
仔蟹	 背甲略圓 色墨綠 有棘 體長體寬比約為1:1	 略狹長 有六對棘 尾節上之棘不明顯 (解剖顯微鏡下可尋獲)	 星狀子型， 除第六對胸肢另 有扁平凸起外， 其餘均為狹子型	
成 蟹	雄	 胸甲前緣有二凹痕 體形略狹長 較雌體小	 略寬闊 有六對棘 尾節上之棘明顯	 第二及第三對 胸肢成鉤子型 第六對胸肢有扁平 凸起其餘為狹子型
	雌	 胸甲前緣無凹痕 體形略寬闊 較雌體大	 略狹長 有六對棘 但後三對短小 尾節上之棘明顯	 星狀子型， 除第六對胸肢另 有扁平凸起外， 其餘均為狹子型

(二) 鸞的繁殖過程：

1. 成鸞的♀、♂配對—在海水中，雄鸞才會搭夾於雌鸞上，以第二、三對步足特化的鈎狀構造夾在雌鸞腹部，而留兩道擦痕。將♀、♂分開，經1~2小時內，大小相當的♀、♂個體又會重新自行搭夾配對，並無情有獨鐘的現象。
2. 產卵—在實驗池中，成鸞亦如自然棲地般，於大潮日及其前後的午夜，為最大產卵日，仍保持自然海域中的產卵週期。每隻雌鸞每次產卵數約140~550粒，之後仍會零星產卵，但每次僅數十粒，產卵同時會排出黏稠物，將卵黏成團狀。卵徑約2.7~3.2mm，受精卵有黃綠色至墨綠色的卵殼，狀如綠豆，表面黏滑、較硬且富彈性；非受精卵則成白色，表面粗糙且較軟。產卵後，雌鸞極易死亡。文獻所載成鸞於春、夏產卵（1984，蔡），但在實驗池中，若水溫維持25℃以上，縱使秋後仍舊繼續產卵，只是產卵量銳減，品質差且易發黴而無法孵化。
3. 受精卵的孵化：同期產出的受精卵因成熟度不一，孵化快慢差異頗大。在25℃的海水中，快則45天，慢可超過三個月。入冬後所產的受精卵，似呈休眠狀態。受精卵產出約一週後開始脫去卵殼、吸水增大，可見卵膜內的胚體。2週後，出現節肢動物的體節特徵。3週後，可見幼鸞雛形，胚體在卵膜內翻動。4週後，幼鸞已然成形，繼續在卵膜內定向翻轉。5週後，背面中脊更明顯，並有尾原基出現。至第七週，幼鸞翻轉更活絡，在18℃以下低溫，幼鸞於卵膜內呈休眠狀態而不孵出；若水溫提高至30℃以上，則幼鸞會在2~3小時內悉數孵化。



4. 採取產出四週後卵殼已脫離的胚體，用不同水溫條件處理，以間歇12小時30℃加溫條件的孵化最快，持續30℃加溫者居次；冬天常溫（約18℃）的孵化速度最慢。至於含卵殼的胚胎實驗，因採用後期所產的

卵，其孵化率極低，致令實驗未能成功。

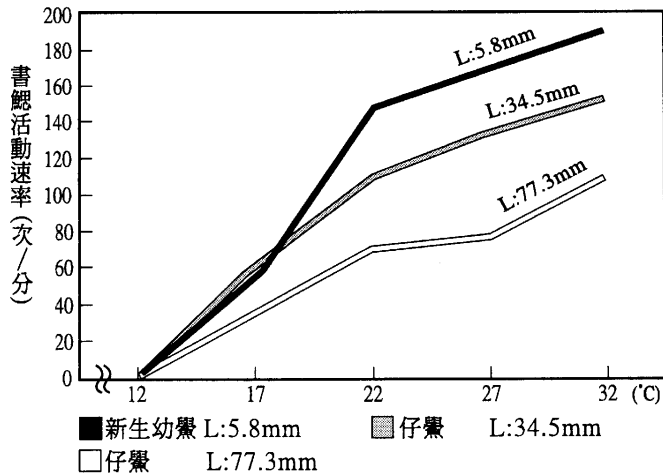
(三) 新生幼鰲的行為習性：

1. 剛孵化的新生幼鰲，體長約6.3mm~6.9mm，體寬約6.6mm~7.3mm。腹甲較透明，有如三葉蟲般的背甲橫紋。在水中常以腹面朝上仰泳，偶而以腹面朝下游動。低溫時亦以仰姿沉於水底呈休眠狀態，此可能與鋼盔狀的形態有關。
2. 新生幼鰲在水中的書鰓呼吸速率(如表三、圖四)，遠比仔鰲和成鰲快；也和水溫成正比。水溫在32°C時，新生幼鰲的呼吸速率，平均每分鐘高達190次，幾乎無法以計數器計量。
3. 新生幼鰲對光有正趨光性，但對不同色光的反應並不明顯。

表三 海水溫度對鰲書鰓活動速率的影響 (86/11/21鹽度24‰的海水)

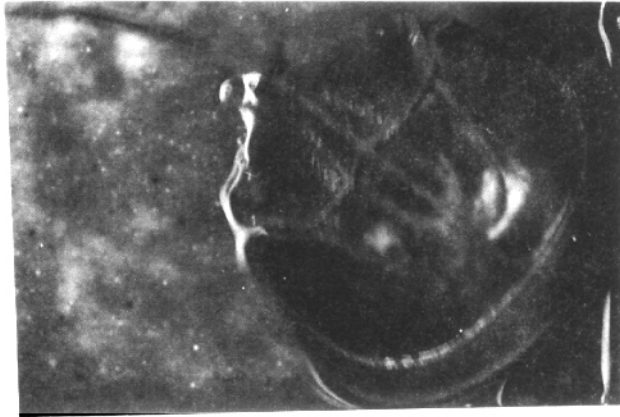
受試幼鰲 測試項目	新生幼鰲 (5.8mm)						仔鰲 (34.5mm)						仔鰲 (77.3mm)					
	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
海水溫度控制(°C)																		
12°C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17°C	61	47	49	56	68	56	50	61	66	73	58	62	31	37	33	39	34	35
22°C	139	150	144	153	147	147	103	114	101	112	118	110	74	71	68	70	65	70
27°C	171	163	180	168	176	172	144	137	130	129	131	134	69	81	76	85	79	78
32°C	184	201	193	190	188	191	156	143	152	156	162	154	113	110	117	109	103	110

圖四 海水溫度對鰲書鰓活動速率的影響



(四) 仔鸞的蛻皮過程：

採得體長44.6mm的仔鸞觀察。蛻皮時，仔鸞胸甲前緣出現裂縫，並有角質隆起。約一小時後，角質隆起蛻離前緣約5.3mm，1小時30分後，蛻離前緣約14.8mm，2小時後，蛻離前緣約27.5mm。之後，角質皮蛻離極快，約2小時20分，已完成蛻皮。蛻皮後，體長增為61.2mm，約增大1/3，蛻下的角質皮較新個體略小。



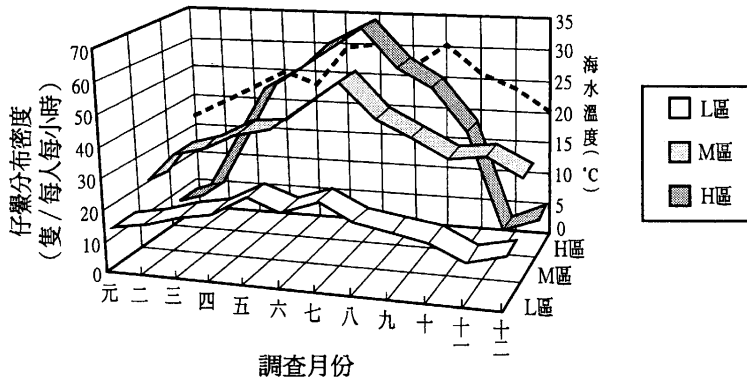
(五) 水頭沿海潮間帶仔鸞族群動態的調查結果：

1. 仔鸞族群密度—在仔鸞活動的潮溝中，全年中以三至十月仔鸞的活動較頻繁，其餘月份的仔鸞活動較少。一年中，又以中潮帶的仔鸞活動較為穩定，且分布密度較大，（如表四、圖五）。

表四 86年水頭沿海潮間帶仔鸞分布密度表（仔鸞數 / 每人每小時）

調查 樣區	調查日期 水溫											
	01/19 17°C	02/23 19°C	03/16 22°C	04/20 24°C	05/18 23°C	06/22 29°C	07/20 30°C	06/16 27°C	09/14 30°C	10/19 26°C	11/09 24°C	12/18 20°C
高潮帶 (H)	7	11	31	48	54	63	69	57	51	38	6	11
中潮帶 (M)	20	31	34	39	41	49	57	46	41	35	37	31
低潮帶 (L)	13	15	18	20	26	22	26	21	19	17	12	15
平均密度	13	19	28	36	40	45	51	41	37	30	18	19

圖五 86年水頭沿海潮間帶仔鸞分布密度圖

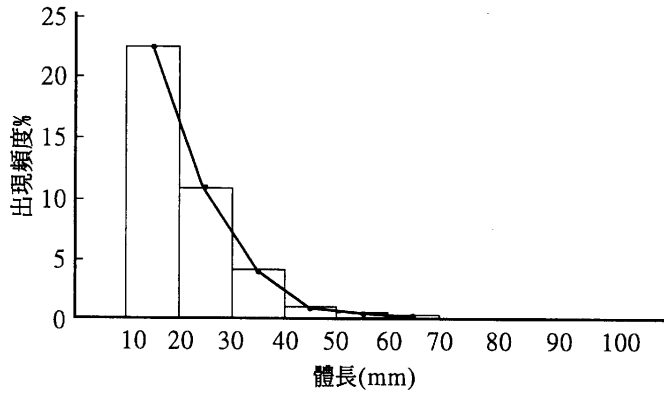


2. 各月份調查日的海水溫度變化與仔鸞在潮間帶的活動頻度成正比。當冬季低溫時，仔鸞便潛入泥灘中，因而活動頻度減少。
3. 由表五及圖六、七、八顯示：分布在高潮帶的仔鸞，體成以10.0~39.0 mm的個體最普通，五至八月間有甚多體長在10.0mm~29.0mm的仔鸞出現；分布於中潮帶的仔鸞，以體長20.0~59.0mm的個體居多；分布在低潮帶的仔鸞，其體長分布在30.0~69.0mm間，並常有較大型的仔鸞在此間活動。

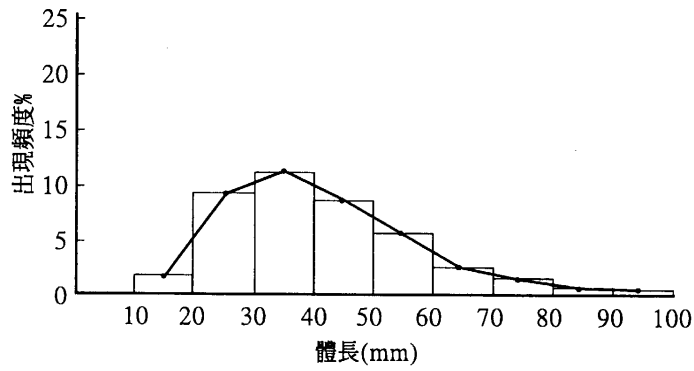
表五 86年12月水頭潮間帶仔鸞體長分布頻度表

採樣區	統計項目	體長分布 (mm)									全年採樣數
		10 ~ 19	20 ~ 29	30 ~ 39	40 ~ 49	50 ~ 59	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89	90 ~ 99	
高潮帶 (H)	合計隻數	253	126	48	13	5	1	0	0	0	446
	出現頻度 (%)	22.4	11.1	4.2	1.1	0.4	0.08	0	0	0	
中潮帶 (M)	合計隻數	21	104	125	97	62	27	16	6	3	461
	出現頻度 (%)	1.9	9.2	11.1	8.6	5.5	2.4	1.4	0.5	0.27	
低潮帶 (L)	合計隻數	3	11	44	53	62	31	14	4	2	224
	出現頻度 (%)	0.27	0.97	3.9	4.7	5.5	2.7	1.2	0.35	0.08	

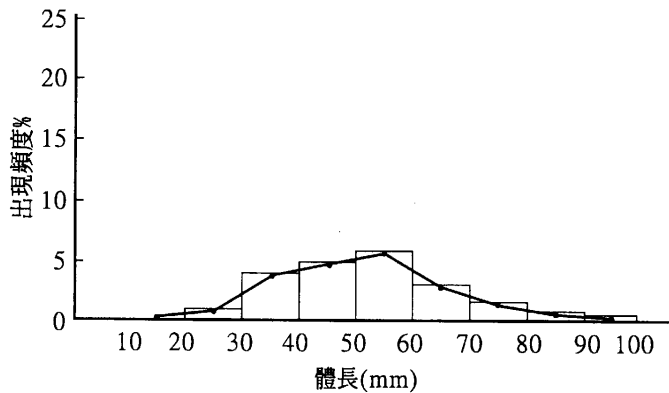
圖六 86年各月分水頭沿海高潮帶仔鸞體長布分頻度圖



圖七 86年各月分水頭沿海中潮帶仔鸞體長布分頻度圖



圖八 86年各月分水頭沿海低潮帶仔鸞體長布分頻度圖

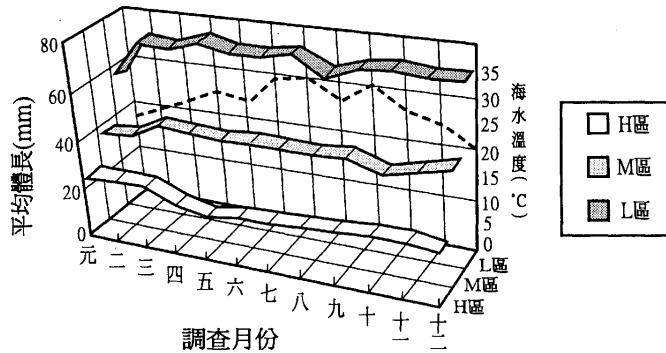


4.水頭沿海潮帶的仔鸞在各月份的個體平均體長，經一年來的調查測定結果，如表六、圖九所示：在高潮帶活動的仔鸞個體較小，平均體長約20.2mm，而以四至九月間出現的仔鸞最小，平均體長在16.0~19.8mm之間，可能與在高潮帶休眠越冬而來的新生幼鸞開始活動有關；在中潮帶活動的仔鸞屬於中型個體，平均體長約40.9mm；至於在低潮帶活動的仔鸞體型最大，平均體長約為69.6mm。處於同一潮間的仔鸞在不同月份的體長變異不大，此因仔鸞成長緩慢，且稍長漸往海洋移棲之故。

表六 86年水頭潮間帶各月分仔鸞平均體長表（體長：mm）

調查日期 水溫	01/19	02/23	03/16	04/20	05/18	06/22	07/20	06/16	09/14	10/19	11/09	12/18
樣區	17°C	19°C	22°C	24°C	23°C	29°C	30°C	27°C	30°C	26°C	24°C	20°C
高潮帶 (H)	23.2	24.5	23.9	18.6	16.0	18.1	18.3	19.2	19.8	20.6	20.4	19.6
中潮帶 (M)	36.2	36.7	43.2	42.5	41.1	42.2	41.9	41.5	42.4	37.5	40.9	44.5
低潮帶 (L)	55.5	71.0	69.3	73.5	70.9	70.7	73.2	66.2	70.8	71.9	70.8	71.1

圖九 86年水頭潮間帶各月分仔鸞平均體長表



七、結論與展望

(一) 鸞的性成熟年齡之推測，有13~14年之說；也有8~9年之說，莫衷一是。根據仔鸞蛻皮前後體長的比例，與成鸞個體大小的數值，若能累

積更多蛻皮的數據，或可合理推論性成熟的年齡。

- (二) ♀、♂成鸞須在海水中才會搭夾配對，通常會自行覓得體型大小相當的個體配對。配對時，並非情有獨鐘。
- (三) 大陸學者曾自海灘採集鸞的受精卵作孵化的研究，與此次我們在放養成鸞的實驗池中採集剛產出的受精卵之過程有別。自然產於沙灘的受精卵，其真正產出的時間較難掌握。
- (四) 據廈門集美沿海觀察鸞的產卵季節，在4~8月的大潮時；亦有4~5月產卵之說。而我們在試養鸞的實驗池中觀察到成鸞產卵，在保持25℃的水溫中，成鸞在8、9月產卵量多，且受精卵孵化率極高。入冬後產卵量甚少，且受精卵似呈休眠狀態。其間停止加溫近二個月，結果未再產卵直到恢復加溫。是否因人工環境與自然環境的溫度影響所致？有待進一步觀測。另外，雌鸞在養殖池中（靜止水面）內，仍會產卵，又與文獻中雌鸞在靜水沙底的池中養殖下不產卵（1984，王等），有所不符。
- (五) 同期產出的卵因成熟度不一，或卵內養份多寡有別，其孵化快慢相差頗大，在25℃的海水中，快則45天；慢則三個月孵化。
- (六) 因時間限制，只得以產出4週後的受精卵以不同水溫條件控制其孵化，結果以30℃水溫間歇12小時加溫的孵化最快，似與潮間帶自然溫差變異的效果相近，仍須觀察。
- (七) 新生幼鸞在水中的呼吸速率遠比仔鸞和成鸞快，亦與水溫成正比。在水中常以仰泳運動，偶而也以腹面朝下游動。低溫時，亦以仰姿沉於水底呈休眠狀態，此可能與鋼盔狀的形態有關聯。
- (八) 仔鸞在潮間帶的族群動態呈季節性的變化，其個體的分布自高潮區往低潮區，由小而大呈帶狀分布。
- (九) 兩年來，試圖在金門產鸞最多的棲地—水頭沿海找尋成鸞的產卵場，迄無結果，構想每月採集仔鸞的蛻殼數，以探究自然環境下仔鸞蛻皮與季節的關係，並監測其數量，都是今後努力的目標。
- (十) 仔鸞何時開始出現性別分化？及其性成熟年齡為何？若能以人工養殖至成鸞，當可助於對鸞的生活史有更確切的了解，關於中國鸞的生態，有待探究的問題仍多，未來後續研究雖很漫長，但因已有幼鸞孵化成功的先例，相信解開鸞的迷題也為期不遠了。

八、誌謝

兩年來，承蒙中研院陳章波教授不吝指導與關切，復得師大黃基礎教授於文稿的細心校審、建議，並親自教授顯微影像拍攝，實獲益匪淺，水試所林志國課長提供觀察成鸞繁殖過程的場所與經驗，感謝之心，難以言表，在此報告完成之同時，謹致謝意於萬一。

九、參考書刊與文獻

- (一) 蔡心一等，1984，中國鸞的生殖習性與早其胚胎發育P.664~671 廈大
- (二) 王淵源、鄭金寶，1984，幼鸞發育的初步報告 廈門水產學院
- (三) 碩功超，1980，鸞和鸞的飼養 海洋漁業 P.8~10
- (四) 謝蕙蓮、陳章波等，1993，潮間帶底棲生態調查法P.71~80生命科學
- (五) 譚志誼、陳章波等，1996，金門國家公園及鄰近水域動物資源之調查與研究P.61~77 金管處
- (六) 朱森堂譯，1980，什麼叫鸞 常識百科第三冊P190~191 世界文物
- (七) 楊鴻基、張寶仁，1996金門沿海魚介類圖說(IV)，P.55~57 水試所

評語

鸞為一種具有特殊性狀的甲殼動物，過去的研究結果顯示：這種動物具有醫學及食用價值。對於該動物過去皆無很詳盡的報告，本研究針對中國鸞進行共族群生態及生殖性狀的了解與調查。研究結果使該動物在金門水頭，沿海潮間帶之分佈及它與各種生態環境條件如：溫度，有詳細的描述，更難能可貴的是由於報告中敘述的中國鸞之生殖生理的觀察結果，為未來該動物之繁殖建立了良好的基礎，是一項優秀的作品，值得嘉獎。