

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物及地球科學科

佳作

031715

狡「蟹」三窟----網紋招潮蟹(Uca arcuata)的洞穴建築

學校名稱：嘉義市立北興國民中學

作者：	指導老師：
國一 張博涵	張毓禎
國一 林冠蓁	徐宜廷

關鍵詞：網紋招潮蟹 洞穴種類 洞穴模型

狡「蟹」三窟----網紋招潮蟹〈*Uca arcuata*〉的洞穴建築

摘 要

東石大橋旁的灘地以網紋招潮蟹為優勢種，本研究則選定五個調查樣區，利用望遠鏡觀察並實地測量洞穴和網紋招潮蟹外型的大小，及利用聚合樹脂製作洞穴模型以便了解洞穴內的構造。研究結果發現樣區中網紋招潮蟹雌蟹數量較雄蟹少，常出現在靠近水邊的區域。所建築的洞穴會因季節及位置有所差異，第 I 區的洞穴位置常會改變而且較淺，冬季的洞穴則較深。洞穴的種類分為平洞及煙囪洞穴，漲潮時，部分洞穴會因洞內水位上升而產生封洞的行為，洞穴內的相對溼度可以維持在 90% 以上。成蟹築洞除了第 I 區以外，僅會進行橫向洞穴出入口位置的修改。平洞的出入口直徑與甲長相近，至少會有二個出口，做為避難與防禦入侵之用。主洞穴的直徑大於其步行寬度，溫度維持在 19~27 °C，底部有積水，為洞內主要活動區域。煙囪洞穴為單一出口，夏季的洞穴其中段特別寬大，可作為求偶之用。由聚合樹脂表面黏附招潮蟹的外骨骼，推測網紋招潮蟹在洞穴內蛻殼，減少被攻擊的機會。

關鍵詞：網紋招潮蟹、洞穴模型、洞穴種類

壹、研究動機

東石大橋岸邊常會看見成群的招潮蟹在灘地上爬來爬去。一靠近，牠們就會迅速地躲入洞裡，利用望遠鏡觀察，發現本區域以網紋招潮蟹為優勢品種，鮮少出現其他共域的招潮蟹種類。在生物課本談到生物與環境間會因天擇的結果產生特別的交互作用，不禁讓我們想到一些問題“網紋招潮蟹的洞穴內部構造是否有特別的地方？是不是都一樣？對招潮蟹有何幫助？”，於是我們便針對這些問題進行一連串的調查。

貳、研究目的

- 一、調查樣區之擇定
- 二、網紋招潮蟹的外部特徵觀察
- 三、網紋招潮蟹洞穴位置的變化情形
- 四、調查雌、雄網紋招潮蟹數量的分布
- 五、探討網紋招潮蟹築洞與封洞的行爲
- 六、探討網紋招潮蟹洞穴內的溫度與相對溼度的變化
- 七、探討洞穴直徑與網紋招潮蟹體長的關係
- 八、利用模型推測洞穴內部情形

參、研究材料與器材

游標尺、捲尺、望遠鏡及腳架、數位相機、竹筷、不同顏色的標籤紙、漏斗、鉛筆、白紙、鏟子、圓錐、**B**電子式溫溼度計、解剖顯微鏡、硬化劑（MEKPO）、苯二甲酸二甲酯、紀錄表

肆、研究步驟

- 一、調查樣區的擇定與潮差測定
 - (一)本調查樣區位於漁塭區排水道旁的灘地，與朴子溪緊隔防汛道路，並有閘門控制水流量，屬被隔離的區塊，也是候鳥聚集的地方。
 - (二)由於本研究區為緊鄰東石大橋招潮蟹保護區，遂由學校具文向嘉義縣農業局申請研究。
 - (三)首先選擇一個小潮的日子，在早上 7 點時於潮間帶潮水最高位置處，隨意選擇 5 個點，插上作記號的筷子。等到中午 12 點 30 分潮水降到快最低點時，再插 5 枝筷子，測量 5 個點的潮差。
 - (四)選擇一個大潮的日子，於中午一點鐘抵達調查樣區，並在晚上 6 點 30 分乾潮時同步驟(三)的測量方式，測量潮差變化。
 - (五)以小潮時的高潮線為基準，選取較不受干擾河道中段的灘地作為調查及觀察區域，劃分每 $2 \times 2\text{m}^2$ 為一個調查區塊，共分成 5 個調查樣區(照片 1-1)。
- 二、網紋招潮蟹洞穴的標記及觀察
 - (一)選擇大潮日期的早上 8 點抵達調查區，利用乾潮時間，每個分區選擇洞口有爬行痕跡(照片 1-2)或是洞口有堆積擬糞(照片 1-3)或是調查時恰好有招潮蟹躲進去的洞穴，分別以事先製作 20 支四種不同記號的標記竹筷，在洞穴側方插上標記(照片 1-4)。
 - (二)每個月選一個假日記錄標記旁洞穴位置的變化。

- (三) 洞穴因外力消失的標記則須重新找洞穴進行標記。
- (四) 利用游標尺測量洞口直徑，並分區紀錄測量結果。
- (五) 利用賞鳥用單筒望遠鏡架設在距離約 20 公尺的漁塭堤岸上，觀察出沒的招潮蟹是否為網紋招潮蟹。若不是網紋蟹則拔掉標記更換其他洞口。
- (六) 由望遠鏡觀察記錄標記洞穴附近出沒的雌、雄蟹數量。



照片 1-1 調查場地的分區及標記



照片 1-2 洞穴旁具有爬痕



照片 1-3 覓食所留下的擬糞



照片 1-4 第 V 調查樣區的標記

三、洞穴中溫度及相對溼度的測量

- (一) 每季在調查區中隨意選擇 2 個平洞，2 個有煙囪的洞穴，2 個平洞有封洞的洞穴，2 個有煙囪而且封洞穴，利用電子式溫溼度計伸入洞穴中測量並紀錄溫度和相對溼度。封洞的洞穴則用筷子輕戳一個小洞，利用電子溫溼度計導線延伸進入洞穴中測量及紀錄其溫度和相對溼度。
- (二) 另外於調查樣區外再找 5 個平洞，5 個有煙囪的洞穴，5 個平洞有封洞的洞穴，5 個有煙囪並封洞的洞穴。封洞的洞穴測量同步驟(一)，平洞的洞穴利用小鏟子小心將洞穴上方的土塊挖起，找到主洞穴後，再將電子溫溼度計導線延伸進入洞底後，紀錄溫度和相對溼度。
- (三) 測量後再將土塊放回。

四、洞穴模型的製作與測量

- (一)於塑膠水瓢中先調配 5 毫升硬化劑和 2 公升苯二甲酸二甲酯的聚合樹脂混合液備用。
- (二)每季由各調查樣區選擇一個煙囪洞穴及一個平口洞穴，將調配好的聚合樹脂，利用漏斗先倒入少量聚合樹脂，利用釋放出的熱量將網紋招潮蟹逼離洞穴，捕捉到的招潮蟹需立即放入裝有河水的桶子中，避免對網紋招潮蟹產生太嚴重的傷害。
- (三)然後再倒入聚合樹脂，直到洞口布滿樹脂為止(照片 2)，蓋上塑膠碗防止其他招潮蟹闖入，待 3 小時後即可凝固成模型。
- (四)將捕捉到的網紋招潮蟹，利用游標尺測量招潮蟹的步行寬度和甲長。
- (五)調查完後，再將凝固的聚合樹脂挖出來，清洗泥土後帶回。
- (六)利用放大鏡和解剖顯微鏡觀察並紀錄洞穴模型壁上所黏附的東西。
- (七)利用游標尺測量並紀錄洞穴模型的直徑(照片 3)。
- (八)利用捲尺測量洞穴模型的深度。



照片 2 洞穴凝固的聚合樹脂



照片 3 利用游標尺測量洞穴直徑

伍、研究結果

一、調查分區的環境描述

(一)各調查樣區的環境因子描述(表 1)。

表 1 灘地各調查分區的環境條件

調查區編號	面積大小 (平方公尺)	環境特徵
I	2×2	包含部分潮間帶，表土為沉積的柔軟泥土
II	2×2	緊鄰第 I 區，表土為鬆軟泥土，沒有潮水浸泡
III	2×2	連接第 II 區，表土較堅實，沒有隱蔽物體
IV	2×2	連接第 III 區，表土較堅實，無隱蔽物
V	2×2	第 IV 區旁，地面為濱馬齒莧叢

(二)第 I 區由於包含潮水漲、退潮所產生的潮差範圍，大潮時平均為 41.6 公分，小潮時平均為 20.4 公分(表 2)，相較於學姊們在「弧塔中的提琴手---清白招潮蟹」研究中所測量的潮差距離 2.8 公尺有所不同。

表2 第I區的潮間帶所影響範圍

項目 標記編號	高潮線與低潮線位置差(公分)					平均 (公分)
	A	B	C	D	E	
大潮	43	41	40	43	40	41.6
小潮	18	20	21	23	20	20.4

二、網紋招潮蟹的特徵

網紋招潮蟹又稱為弧邊招潮蟹，雌蟹與雄蟹的甲殼及十隻步行足以褐色色調為主，背甲具有深色的網狀花紋，雄性大螯的掌節密佈疣狀顆粒呈橘紅色，螯夾為白色，小螯則呈褐色或紅色(照片 4-1)。雌蟹沒有大螯(照片 4-2)，螯夾與小螯和雄蟹相近，體型較雄性成蟹小。



照片 4-1 雄性成蟹大螯的掌節密佈疣狀
顆粒呈橘紅色



照片 4-2 雌性成蟹外觀

三、洞穴位置的變化情形

由圖 1 與圖 2 洞穴位置的觀察紀錄結果中顯示：

- (一)第 I 區的洞穴位置變化較多，潮間帶的 5 個洞穴，每次調查時位置均發生改變，非潮間帶區的 15 個洞穴，4~9 月間有改變，10 月~翌年 3 月間則無太大變化，以 6 月份時變化最多，高達 12 個洞穴。
- (二)第 II 區洞穴變動的數量在 4~12 月間稍有變動外，1~3 月間則沒有變動，完全沒有改變的洞穴有 7 個，4 月份與 5 月份時變化最多，高達 6 個洞穴。
- (三)第 III 區洞穴變動的數量和第 II 區相近，4~12 月間稍有變動，1~3 月間則沒有變動，完全沒有變動的洞穴有 10 個，5 月份時變化最多，高達 8 個洞穴。
- (四)第 IV 區洞穴變動的數量較少，僅 4~10 月間稍有變動，11 月至翌年 3 月間就沒有變動，完全沒變動的洞穴有 12 個。
- (五)第 V 區僅 4~6 月間有零星變動外，其餘時間並沒有改變，完全沒有變動的洞穴有 15 個。第 IV 區和第 V 區這兩區出現的都是大型雄性成蟹(照片 5-1、5-2)。



照片 5-1 第 IV 區雄蟹覓食



照片 5-2 第 V 區大型雄性成蟹

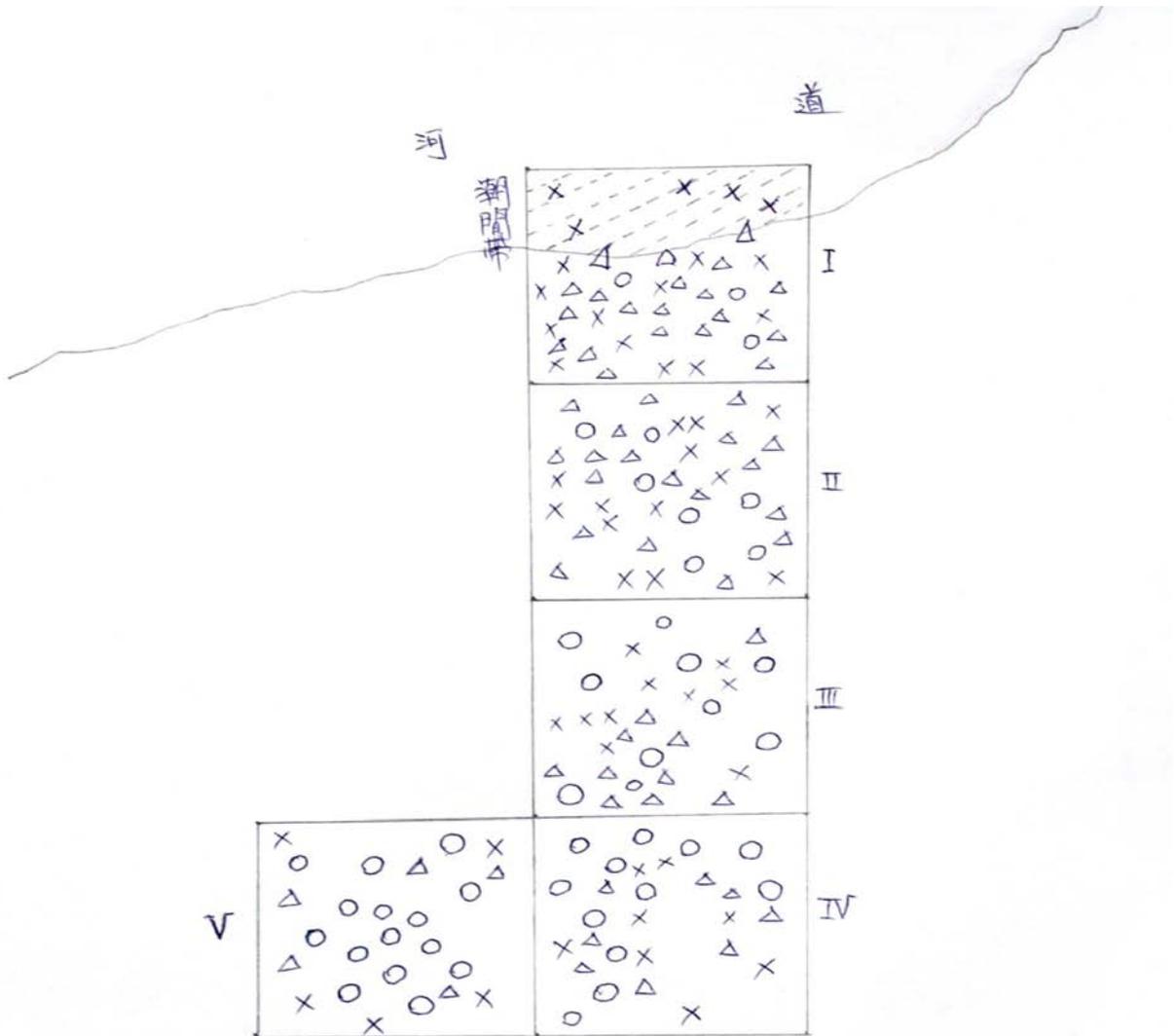


圖 1 第一次調查與最後一次調查洞穴變動情形；○：位置都未改變，×：第一次的洞穴後來已經消失，△：最後一次調查才重新標記

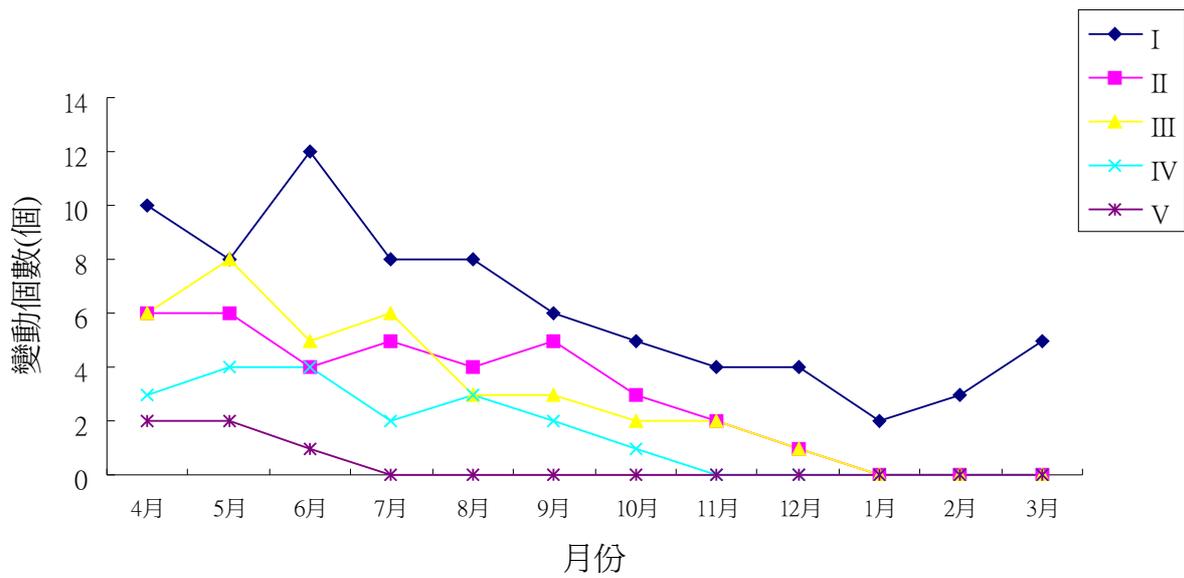


圖2：各調查分區每個月洞穴變動情形

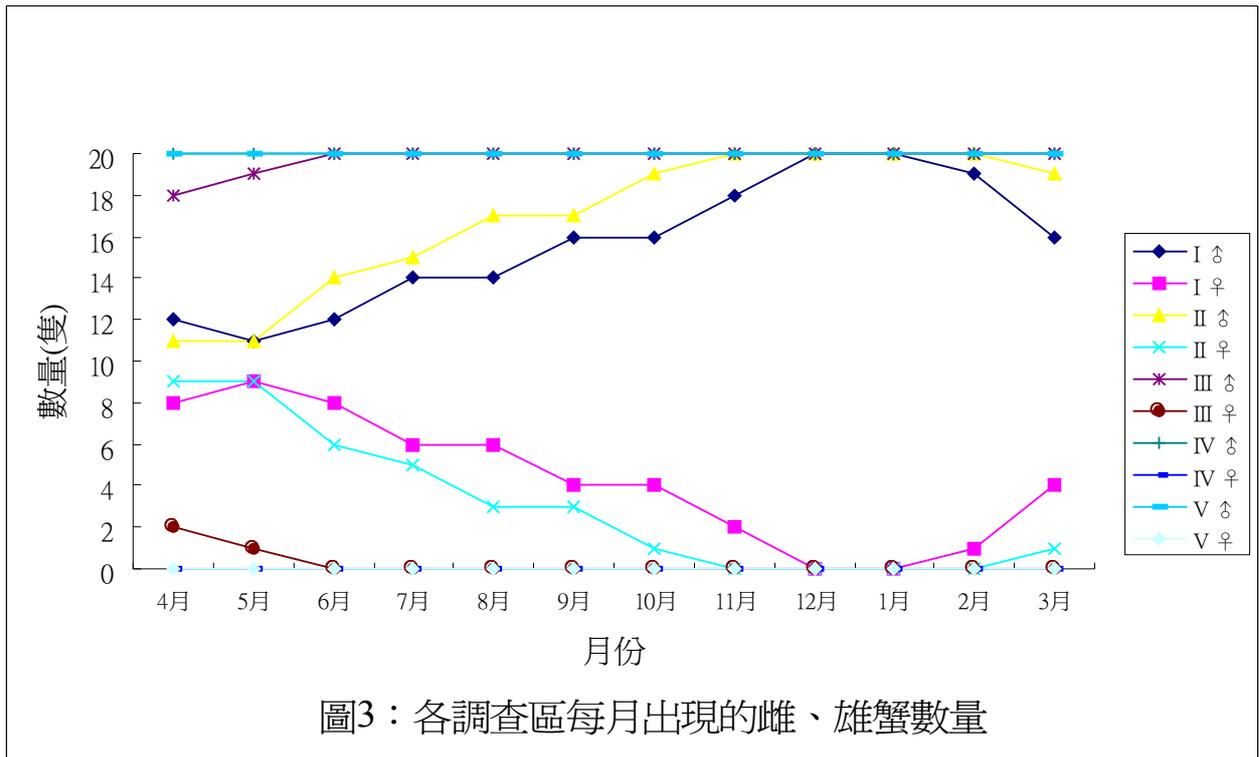
四、雌、雄網紋招潮蟹的分布

- (一)雌、雄網紋招潮蟹調查的結果(表 3)，發現出現的雌 / 雄比值均小於 1，12 月份及 1 月份僅出現雄蟹，並未發現雌蟹。
- (二)雄蟹在每一區均有分布，發現的比率占總調查樣本數的 92.3 %，雌蟹發現次數則占總樣本數的 7.7 %；在第 I 與 II 調查樣區發現的機會比較大，占所發現雌蟹總次數的 96.7 %，其中第 III 區只紀錄到 3 次，第 IV 和 V 區則未發現雌蟹(圖 3)。

表 3：調查樣區出現的雌 / 雄比值

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
I	0.67	0.82	0.67	0.43	0.43	0.25	0.25	0.11	—	—	0.05	0.25
II	0.82	0.82	0.43	0.33	0.18	0.18	0.05	—	—	—	—	0.05
III	0.11	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

註：“—”為全部出現雄性；每區每個月調查樣本數為 20 隻



五、網紋招潮蟹的築洞行爲

- (一)網紋招潮蟹所建築的洞穴外觀上有平洞(照片 6-1)，或是具有直立煙囪的洞穴(照片 6-2)，部分洞穴會有封洞的現象(照片 6-3~ 6-5)，出現封洞行爲的時間都在滿潮之前。
- (二)由一月份的調查第 I、II、III 區出現很多小型的洞穴(照片 6-6)，以網紋招潮蟹幼蟹所築的洞穴爲主。
- (三)春季(2-4 月)時，第 I、II 區出現煙囪的次數最多，分別爲 30 次和 28 次，第 III 區煙囪洞穴出現 3 次，第 IV 區和第 V 區均未出現。而且第 I 區的封洞數爲有煙囪洞穴 16 次，平洞者 22 次，第 II 區有煙囪洞穴 8 次，平洞者 16 次，第 III 區平洞者有 20 次，第 IV、V 區都沒有封洞。
- (四)夏季(5-7 月)時，第 I、II 區仍是出現煙囪洞穴最多，分別爲 28 次和 22 次，第 III 區煙囪洞穴明顯增加爲 10 個，第 IV 區和第 V 區均未出現。第 I 區封洞數有煙囪洞穴 19 次，平洞 26 次，第 II 區煙囪洞穴 14 次，平洞 24 次，第 III 區平洞者 19 次，第 IV 區和第 V 區沒有封洞現象。
- (五)秋季(8-10 月)時，僅第 I 區出現 6 個煙囪洞穴，第 II 區出現 3 個煙囪洞穴，第 III、IV、V 區均沒有。第 I 區封洞數有煙囪洞穴 5 次，平洞 26 次，第 II 區平洞有 21 次，3 個封洞的煙囪洞穴，第 IV、V 區均沒有封洞行爲。
- (六)冬季(11-1 月)時，僅第 I 區出現 3 個煙囪洞穴，第 II 區出現 1 個煙囪洞穴，其餘各區均沒有出現。第 I 區的封洞數有煙囪洞穴出現 3 次，平洞有 21 次，第 II 區平洞有 16 次，第 III 區平洞有 2 次，第 IV 區和第 V 區均沒有封洞現象(表 4)。

表 4：每季各調查分區洞穴型式統計結果

項目			春 (2-4月)	夏 (5-7月)	秋 (8-10月)	冬 (11-1月)	合計
I	平洞	封洞	22	26	26	21	95
		沒封洞	8	6	28	36	68
	煙囪	封洞	16	19	5	3	43
		沒封洞	14	9	1	0	24
II	平洞	封洞	16	24	21	17	80
		沒封洞	16	14	36	40	106
	煙囪	封洞	8	14	3	0	25
		沒封洞	20	8	0	1	29
III	平洞	封洞	20	19	0	2	41
		沒封洞	37	31	60	58	186
	煙囪	封洞	0				
		沒封洞	3	10	0	0	13
IV	平洞	封洞	0				
		沒封洞	60	60	60	60	240
	煙囪	0					
V	平洞	封洞	0				
		沒封洞	60	60	60	60	240
	煙囪	0					



照片 6-1 平洞，有挖洞穴的痕跡



照片 6-2 具有直立煙囪的洞穴



照片 6-3 第 II 區有封洞的平洞



照片 6-4 第 II 區有煙囪洞穴的封洞



照片 6-5 第 III 區平洞的封洞



照片 6-6 第 I 區出現小型的洞穴

六、網紋招潮蟹洞穴內的溫度與相對溼度變化(圖 4)

- (一)網紋招潮蟹洞穴溫度測量結果顯示夏季洞穴溫度比環境溫度稍低一些，其餘各季均比環境溫度稍高。洞穴中溫度至少維持在 16~29 °C 間。
- (二)平洞的洞穴內，橫向通道的溫度和環境溫度差異不大，但是主洞穴的溫度則可維持在 19~27 °C 間。有封洞和沒有封洞的平洞溫度並沒有很大的差異。
- (三)有煙囪的洞穴，只有單一出口，溫度和環境溫度差異不大，但封穴的煙囪洞穴其溫度和平洞的主洞溫度相近。
- (四)洞穴內的相對溼度，有封洞的洞穴內部相對溼度均在 90% 以上，至於未封洞的洞內相對溼度也維持在 85% 以上，冬季的相對溼度在一年內處於較低的狀態，但也維持在 85%~87% 間。

七、洞口大小與網紋招潮蟹長度

- (一)由於我們每區 雖然調查了 20 個洞穴，但是並無法將 20 個洞穴中所居住的網紋招潮蟹全數捕捉，只好僅測量製作洞穴模型時所捕捉到的網紋招潮蟹。
- (二)由調查結果發現第 I 區的洞穴大小不一，最大的直徑達 23 mm，最小的直徑為 3 mm，第 II 區的洞穴直徑以 10~20 mm 為多，第 III 區的洞穴直徑 21~25 mm 最多，最小的直徑 12 mm，第 IV 區的洞穴直徑則以 21~25 mm 最多，位小直徑為 20 mm，

第 V 區的洞穴直徑則以 24 ~ 27 mm 最多，最小的直徑為 23 mm (圖 5)。可見離河道愈遠處以大型的成蟹為主，中、小型幼蟹則靠近河道。

(三)由捕捉到的網紋招潮蟹所測量到的甲長與所對應的洞穴直徑大小，可以發現兩者間長度差距甚小，平均小於 1.5 mm (圖 6)。

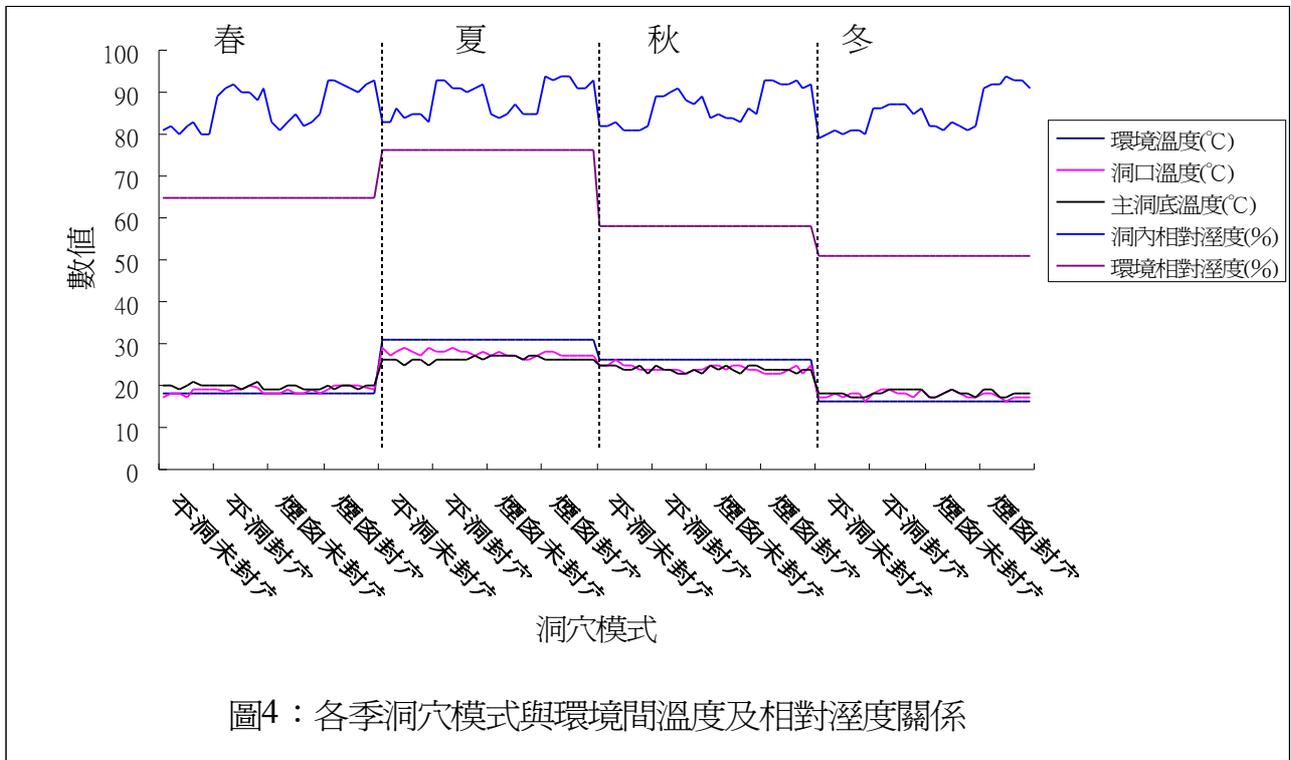


圖4：各季洞穴模式與環境間溫度及相對溼度關係

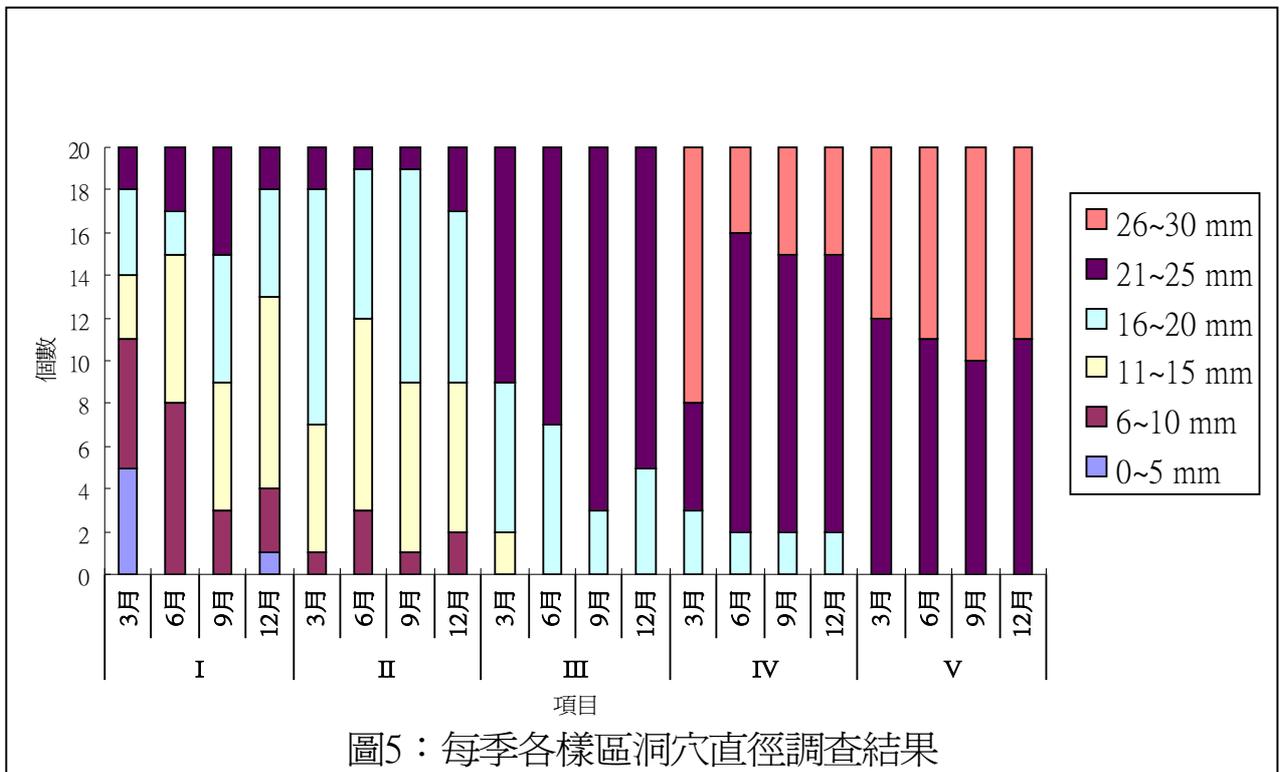


圖5：每季各樣區洞穴直徑調查結果

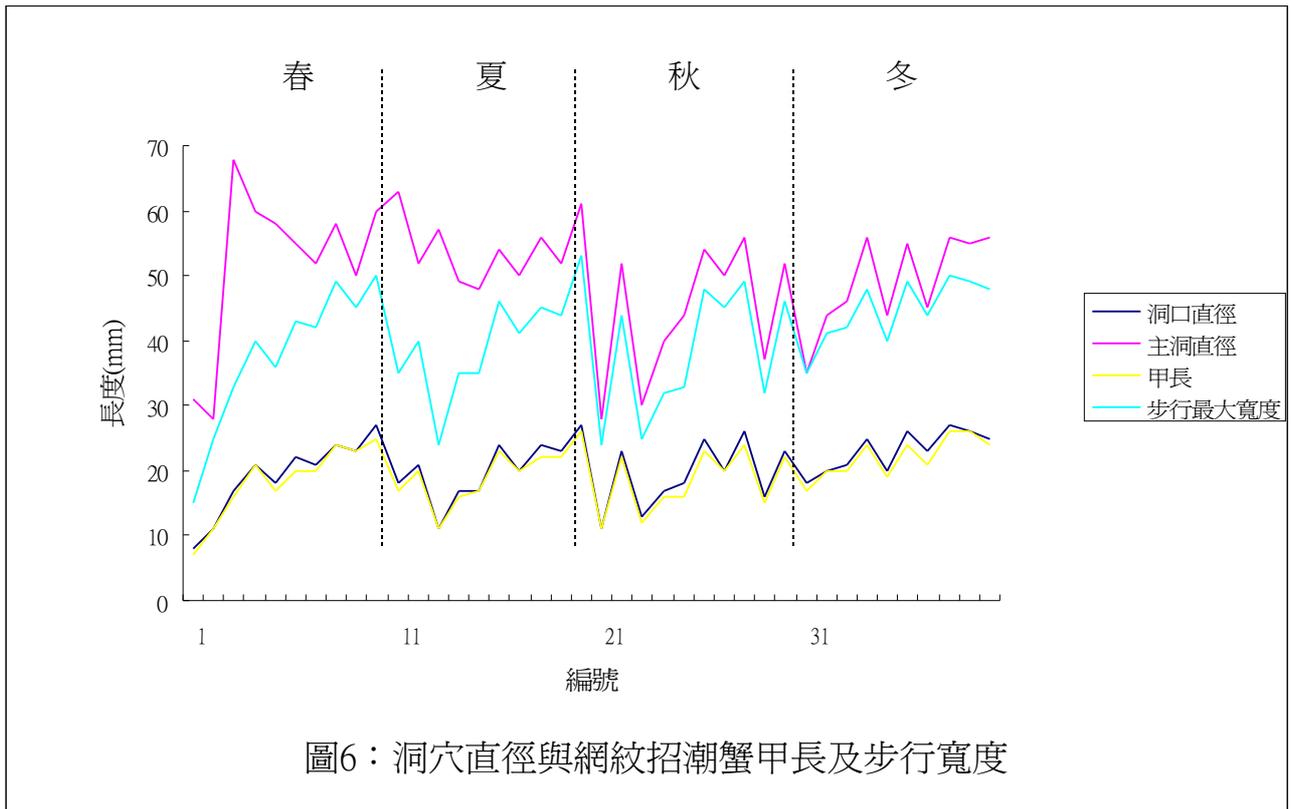


圖6：洞穴直徑與網紋招潮蟹甲長及步行寬度

八、洞穴模型所得到的結果(表 4)

(一)由模型的外觀可以發現網紋招潮蟹所挖掘的洞穴，會隨著季節和所在位置不同而有所不同。第 V 區的平洞深度最長達 770 mm，其次為第 IV 區的平洞達 710 mm，冬天所挖掘的洞穴深度較秋天及春天深(照片 7)，夏天挖掘的洞穴第 IV、V 區較淺，有煙囪的洞穴其深度則較平洞淺(圖 7)。

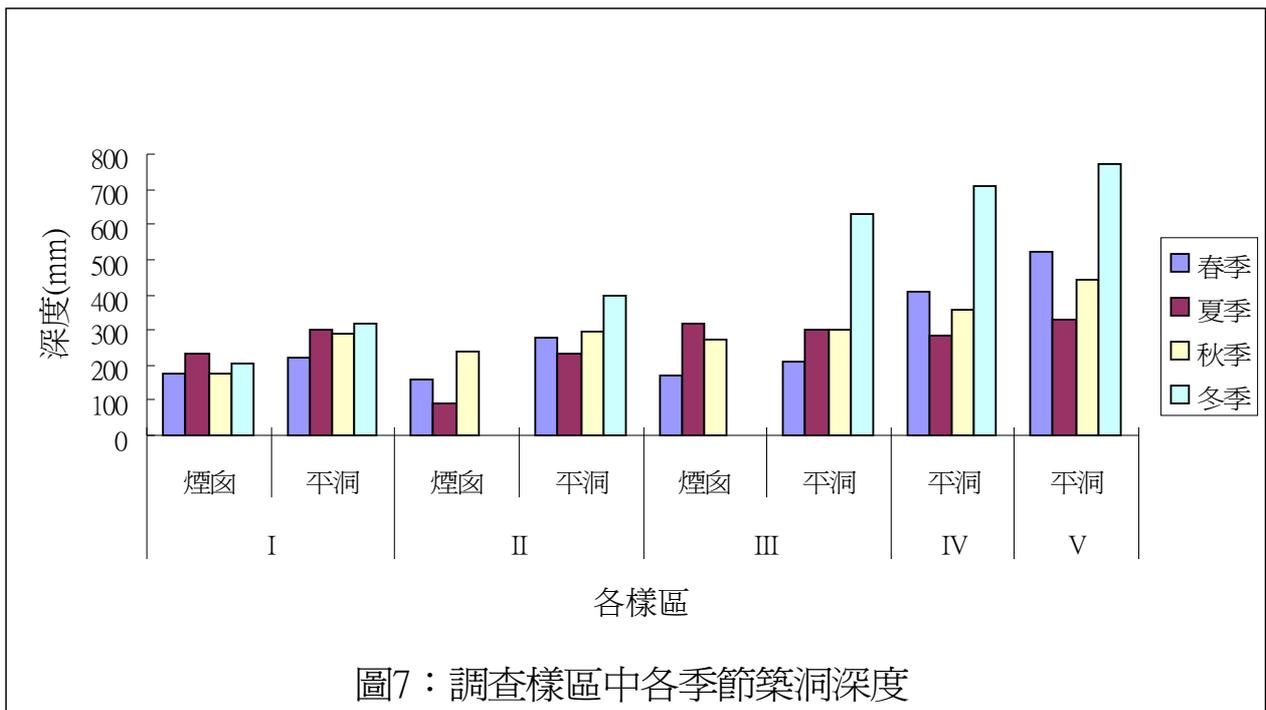


圖7：調查樣區中各季節築洞深度

表 4：洞穴模型測量及放大檢查結果

項目			口 徑(mm)		深度 (mm)	模型沾黏到的物體
			出入口	主洞		
春季	I	煙囪	5	9	174	螺類碎片
		平洞	30	65	220	螺類碎片
	II	煙囪	9	145	160	螺類及招潮蟹外骨骼碎片
		平洞	42	75	280	螺類碎片
	III	煙囪	18	55	173	無
		平洞	28	62	210	螺類碎片
	IV	平洞	37	81	410	釣魚繩
V	平洞	27	58	520	塑膠袋	
夏季	I	煙囪	16	90	230	無
		平洞	33	49	300	無
	II	煙囪	9	160	90	無
		平洞	21	81	230	無
	III	煙囪	27	60	320	無
		平洞	12	42	300	螺類碎片
	IV	平洞	20	40	285	螺類碎片
V	平洞	31	52	330	螺類及招潮蟹外骨骼碎片	
秋季	I	煙囪	3	9	174	螺類碎片
		平洞	18	39	290	螺類碎片
	II	煙囪	12	30	240	無
		平洞	22	46	295	螺類及招潮蟹外骨骼碎片
	III	煙囪	19	40	270	螺類碎片
		平洞	24	42	300	螺類及招潮蟹外骨骼碎片
	IV	平洞	20	60	355	螺類及招潮蟹外骨骼碎片
V	平洞	27	58	440	螺類及招潮蟹外骨骼碎片	
冬季	I	煙囪	17	30	205	螺類碎片
		平洞	23	48	315	螺類及招潮蟹外骨骼碎片
	II	平洞	27	56	400	螺類及招潮蟹外骨骼碎片
	III	平洞	26	50	630	螺類及招潮蟹外骨骼碎片
	IV	平洞	26	63	710	螺類及招潮蟹外骨骼碎片
	V	平洞	28	75	770	螺類及招潮蟹外骨骼碎片和塑膠袋

(二)一般最常見的水平洞構造可分成 2 個部分，第一部分為靠地面的橫向洞穴，至少會有 2 個開口，其中 1 個開口為明顯進出的洞口，另一個洞口有時會覆蓋一些薄土，與一般封洞的現象不同，此區域是提供網紋招潮蟹緊急避難使用，第 2 部分為垂直的主洞穴，洞穴直徑較出入洞口寬而且均大於網紋招潮蟹軀體的最大寬度，可見此處為網紋招潮蟹主要居住的洞穴(照片 8)。



照片 7 冬季為枯水期挖掘的洞穴模型

較長；由左至右為秋季、冬季、春季第 V 區所挖掘的模型



照片 8 左邊為主要出口，上方為隱蔽的另一個出口，右側是主洞穴

(三)具有煙囪的洞穴變化較大，夏季時所製作成的模型顯示洞穴只有一個開口，底部有一小段通道，中間為大型洞穴，內有部分積水，可作為活動空間，推測應為求偶交配之用，其餘季節的洞穴中間並未出現特別寬大的部分(如照片 9-1)。封洞的洞穴所製成的模型和一般平洞及具煙囪洞穴的形狀並沒有太大差異，但是在挖掘時封洞的洞穴模型浸泡在水中的部分較多(照片 9-2)。



照片 9-1 夏季時所製作成具有煙囪的洞穴模型顯示洞穴只有一個開口(右方)，中間為膨大空間



照片 9-2 挖掘封洞的洞穴模型洞底的水分含量較多

(四)在挖掘的過程發現本調查區的土壤結構分成二層，上層為沉積的細砂土凝結，下層為黏性很強的腐質發臭泥土(照片 10-1)，橫向洞穴均分布在細砂土凝結的區域(照片 10-2)，第 I、II、III 區的細砂土層較薄，洞底均有部分的河水(照片 10-3)。

(五)利用解剖顯微鏡觀察洞穴模型表面所黏附的物體，大多為人為廢棄物如魚網的線、牡蠣殼、塑膠袋等碎片，特別還有網紋招潮蟹大螯殘留破碎的外骨骼(照片 11-1 ~11-3)，推測網紋招潮蟹會在洞穴中脫掉外骨骼，避免在最脆弱的時候被天敵捕食。



照片 10-1 調查區的土壤結構分成二層，上層

為沉積的細砂土凝結，下層為黏性很強的腐質發臭泥土



照片 10-2 橫向洞穴均分布在細砂土凝結的區域



照片 10-3 封洞的有煙囪洞穴其洞內的水分



照片 11-1 牡蠣殼



照片 11-2 網紋招潮蟹大螯殘留破碎的外骨骼



照片 11-3 黏附塑膠袋

陸、討論

一、由表 1 各調查分區的環境條件中，由第 I 區至第 V 區土質由鬆軟到堅實，而且網紋

招潮蟹為主要的優勢品種，共域性的招潮蟹種類少，僅發現厚蟹和清白招潮蟹。依據洞穴附近的擬糞遺留的痕跡來判斷，調查樣區中因為隱蔽物少，網紋招潮蟹出洞覓食的範圍並不大，容易利用望遠鏡觀察。

- 二、表 2 的潮差調查結果因為調查樣區的水流量因為有閘門控制，所以水道中的水流量終年能夠維持較穩定的狀態，潮差測量的結果較學姊們在東石大橋下所測量的範圍小，使得本調查樣區可以降低漲退潮對網紋招潮蟹活動的影響。
- 三、由圖 1 與圖 2 的結果顯示第 IV 區和第 V 區洞穴變換情形較少，主要是因為離河道較遠，加上這兩區出現的都是大型雄性成蟹，洞穴被破壞的情形較少，所以洞穴變動情形較少。至於第 I、II、III 區的洞穴洞口大小參差不齊，也因土質也較鬆軟容易受到河水及其他外力破壞洞穴，幼蟹成長過程也會更換洞穴。
- 四、表 3 及圖 3 結果中，冬季的調查結果卻未發現雌性網紋招潮蟹，由蘇國強等人「網紋招潮蟹煙囪功能之新假說」的研究推測冬季為雌蟹抱卵及孵化期，雌蟹會躲在洞穴中或是回到海洋中產卵，目前尚未找到相關文獻。至於雌、雄蟹出現比率差距甚遠，和其他招潮蟹的文獻明顯不同，推測原因為利用望遠鏡觀察倍率尚不足，加上雄性招潮蟹外觀較明顯容易觀察。而且環境因素不同，本調查樣區並非全為潮間帶的軟泥區，並不適合雌、雄蟹求偶，導致雌蟹發現數量相對較少，加上雌蟹體積較小，較難防禦天敵且產卵需在有水的環境，所以靠河道的第 I 區雌蟹出現的機會高，與何懷天等人所進行的「潮汐週期及雄蟹大螯與網紋招潮蟹建構煙囪頻率的關係」中有關雌蟹行為的結果相近。
- 五、表 4 結果中調查樣區出現的煙囪洞穴以靠近水邊的第 I 及第 II 區域較多，而這兩個區域的招潮蟹體型不一(圖 6)，而且有煙囪的洞穴洞口直徑也比平洞洞穴直徑小(圖 5)，利用加高的煙囪洞穴來阻止入侵的其他招潮蟹，符合蘇國強等人有關「網紋招潮蟹煙囪功能之新假說」研究中“煙囪洞穴是體型較小的網紋招潮蟹所築的巢穴”的結果。
- 六、根據所查到有關招潮蟹的封洞行為是為了防止潮水淹沒洞穴，但是調查區內第 II 區和第 III 區並不會受到潮水淹沒的影響，仍然產生封洞行為(表 4)，將封穴洞穴的表土挖除時，泥塊掉入主洞會有水聲傳出，加上封洞可以維持洞穴中具有較高的相對溼度(圖 4)，推測招潮蟹的封洞行為是依據洞穴內水位及相對溼度變化所產生的行為，漲潮時靠水邊的地下水位會因土壤中水分滲入的影響而明顯的上升，第 IV 區和第 V 區離水邊較遠，水位變化少，所以未產生封洞的行為。
- 七、圖 4 結果主洞穴的溫度維持在 19~27°C 間，與洞底的水分可以調節溫度及垂直深入地底的半密閉洞穴較難產生氣體流動有關，平洞的水平出入口則和外界空氣溫度相近。具有封洞的洞穴其相對溼度在 90 % 以上，沒有封洞的洞穴則維持在 80 % 以上，以利網紋招潮蟹的呼吸。
- 八、圖 6 結果中網紋招潮蟹所挖掘的洞口其出入口的寬度與其甲長相近，可以方便進出，也可以阻擋比它大型的招潮蟹入侵，和學姊進行「弧塔中的提琴手---清白招潮蟹」的調查結果相吻合，而主動穴的寬度則比網紋招潮蟹步行寬度大，則有助於在主洞穴中的活動。
- 九、由於聚合樹脂比重較海水大、凝固的速度慢，可以沿著彎曲的通道流至洞底，製作的模型可以將洞內殘留的物體黏附在模型上，所黏附到網紋招潮蟹大螯的外骨骼碎片(表 4)，可以作為在洞內蛻殼避免天敵攻擊的證據。而且樹脂挖除後，將附近挖起的

土壤回填後，很快又有網紋招潮蟹來築穴。平洞的結構分成二部分，橫向洞穴的洞口至少有 2 個開口，做為緊急避難與防禦大型招潮蟹入侵之用，垂直的主洞穴直徑大可以讓網紋招潮蟹在內翻轉和活動。煙囪洞穴均為單一出口，洞口口徑較平洞小，夏季的洞穴的中段部分特別寬大，推測可以作為求偶及交配時活動之用。

- 十、圖 7 的築洞深度會因為冬季為河川枯水期，河道水流較緩，土壤較乾燥能夠滲入的地下水位也普遍比較低，網紋招潮蟹所挖掘的洞穴最末端須有水分滲出，所以挖掘的深度也會比較深，夏天雨水較多，土壤保含水量多，挖掘的洞穴普遍就比較淺。

柒、結論

網紋招潮蟹是潮間帶的常客，近年來相關研究仍然侷限在築巢的外觀行為觀察，而本研究則以洞穴模型搭配行為觀察發現以下的特點：

- 一、網紋招潮蟹所築的洞穴會因季節及位置不同而有所不同，潮間帶的洞穴位置時常改變，而且洞穴深度也會比較淺，冬季的地下水位比較低，洞穴的挖築也會比較深。
- 二、洞穴的種類以平洞及具有煙囪的洞穴為主，部分的洞穴在漲潮時會因洞內水位上升及相對溼度改變而產生封洞的行為。
- 三、平洞的結構主要分成二部分，橫向洞穴的洞口直徑與網紋招潮蟹的甲長相近，至少有 2 個開口，做為緊急避難與防禦大型招潮蟹入侵之用，垂直的主洞穴直徑則大於網紋招潮蟹的最大寬度，應為主要休息的位置。
- 四、具有煙囪的洞穴為單一出口，夏季的洞穴的中段部分特別寬大，其他季節只是大於網紋招潮蟹的寬度。
- 五、利用聚合樹脂比重較海水大、凝固的速度慢、凝固時會放熱迫使招潮蟹離洞及樹脂去除後不會對招潮蟹生活環境產生太大影響的特性下，製作招潮蟹洞穴模型是可行的方法。
- 六、網紋招潮蟹的成蟹在潮間帶以外地區，洞穴改變情形較少，雌性網紋招潮蟹出現頻率也較雄性少。
- 七、網紋招潮蟹的洞穴具有冬暖夏涼的功能，主洞穴的溫度維持在 19~27°C 間。具有封洞的洞穴其相對溼度在 90 % 以上，沒有封洞的洞穴則維持在 80 % 以上。

捌、參考文獻

- 一、何懷天、蘇國強、曾千芳、林惠真 (2007)。潮汐週期及雄蟹大螯與網紋招潮蟹建構煙囪頻率的關係。2007 動物行為暨生態研討會。
- 二、王家祥、劉烘昌 (1996)。台灣海岸溼地的螃蟹。高雄：高雄市野鳥會。
- 三、郭智勇著 (1995)。台灣紅樹林自然導覽。台北市：大樹文化事業股份有限公司。
- 四、郭重吉主編 (2006)。自然與生活科技第 2 冊。台南市：南一書局企業股份有限公司。
- 五、陳映如 (2000)。弧塔中的提琴手---清白招潮蟹。第 40 屆全國中小學科學展覽國中組生物科第一名作品。
- 六、趙世民 (1999)。無脊椎真奇妙。台中：鄉宇文化事業股份有限公司。
- 七、蘇國強、林惠真 (2007)。網紋招潮蟹煙囪功能之新假說。2007 動物行為暨生態研討會。

附圖



照片：除去樹脂後又新築的洞穴



照片：具有兩個開口的平洞模型



照片：由左而右依次為冬季、春季、夏季的煙
囱洞穴模型



照片：秋季的煙囱洞穴模型



照片：洞穴附近的擬糞



照片：夏季煙囱洞模型



照片：冬季網紋招潮蟹所築的煙囪洞穴



照片：主洞穴處口徑變寬



照片：剛挖出來的冬季平洞模型



照片：內部通道變大

【評語】

031715

狡「蟹」三窟----網紋招潮蟹(*Uca arcuata*)
的洞穴建築

研究精神佳，所費時間甚長。具團隊合作性及本土性。