

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

和尚蟹棲地衛星定位調查

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-3114-B-002-015-

執行期間：92年12月01日至93年12月31日

執行單位：國立臺灣大學生物產業機電工程學系暨研究所

計畫主持人：陳力騏

共同主持人：盧福明

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 5 月 10 日

一、計畫主持人	陳 力 騏
二、計畫名稱	和尚蟹棲地衛星定位調查
三、計畫摘要：	
<p>和尚蟹應該是台灣西岸河口沙岸生態中最特殊的濕地蟹種。全世界的和尚蟹科僅有四種，台灣的和尚蟹學名是 <i>Mictyris brevidactylus</i>，中文名稱是「短趾和尚蟹」。本研究使用 GPS(全球衛星定位系統)將和尚蟹的棲息地精準定位後，於 2004 年 1 月至 12 月間，對和尚蟹族群密度、棲地環境以及濕地生態作一次季節性的生態調查。計畫中選定的九個濕地為：八里挖仔尾濕地、新竹香山濕地、苗栗竹南濕地、台中高美濕地、彰化福寶濕地、彰化王功濕地、嘉義好美里濕地、台南七股濕地、屏東大鵬灣。調查結果發現除了屏東大鵬灣沒有和尚蟹以外，其餘八個定位點皆可以輕易地觀測到和尚蟹大規模的覓食行為，其族群密度大約從 120 隻/m²(香山濕地)到 350 隻/m²(福寶濕地、王功濕地)不等。一個退潮期有 3 個小時以上時間可在地表見到和尚蟹族群活動，但對單一和尚蟹個體，在地表活動的時間則不長。在本年度的觀察中，分布在挖仔尾濕地、竹南濕地以及好美里濕地的蟹群棲地遭受到外力破壞，估計在不久之後可能會產生大規模的族群遷徙，甚至面臨到族群滅絕的危機，此部分尚需進一步地觀察了解。計畫完成後，擬架構網站，將所完成的棲地示意圖等資料公開討論。</p>	
四、引言、研究方法：	
<p style="text-align: center;">【和尚蟹棲地分布】</p> <p>和尚蟹是台灣河口濕地重要的小型蟹種(甲殼 < 2cm)，由於沒有一般螃蟹的攻擊性又具有光滑的圓形紫藍色甲殼與紅白相間的蟹腳，外型相當討喜，西部沿海的國民小學門口昔日常有小販兜售，但近來已不常見。北部漁民稱之為「海金龜」、中部與南部被叫作「海蜘蛛」或「海和尚」，動物分類學上的學名叫短趾和尚蟹 <i>Mictyris brevidactylus</i>，是和尚蟹科僅有的四大種類之一。和尚蟹科分佈於於印度洋與太平洋西側的低緯度河口沙岸，南從澳洲昆士蘭、北到日本沖繩西表島，台灣西部海岸更是主要族群分佈區域。最近由於海埔地的開發利用，沖繩地區已瀕臨絕跡，而台灣地區也不再常見。</p> <p>和尚蟹僅棲息於海浪無法直接衝擊到、而顆粒大小適中的潮間帶沙質海岸。這種流動性高的沙質連紅樹林的氣根也難以定著生長，少了植物的濕地生態系，水溫缺乏調節，海水漲退間水溫可上昇至至少攝氏 50 度，足以殺死漲潮間潮水帶來的各種浮游生物，而和尚蟹與其幼蟲卻得以存活並倚靠這些豐富的有機質為生。所以，這種「海浪無法直接衝擊到」的潮間帶地區，有機質較不容易擴散而局部濃度高，更能孕育出高密度的螃蟹族群。和尚蟹体型小、攻擊性差，是很挑棲地的生物，否則難以在弱肉強食的世界存活。和尚蟹的另一個生存法寶是旺盛的繁殖能力，雖然性器官深藏不露於腹部甲殼中以致於難以如一般蟹類以外型判斷雌雄，但它無疑是局部密度最高的蟹種，常成千上萬地在退潮後的沙洲上「行軍」，好像帶著鋼盔的「小頭兵」，所以洋人稱之為「Soldier crab(兵蟹)」。也難怪和尚蟹是唯一能夠直行、絕不橫行霸道的蟹種，因為它們的族群密度太高，不能光是橫著走，會互相「拐到腳」。和尚蟹很挑棲地，所以棲地其實並不多，而台灣過去和尚蟹的大本營當屬嘉義縣龍宮溪口好美里潟湖。</p> <p>這個朝北的潟湖有數公里的潮間帶，西邊來自台灣海峽的風浪被潟湖西岸約百公尺寬遍植麻黃林的狹長沙洲擋住，沙洲正好可防止有機質被海潮直接沖刷，得以孕育出上億的和尚蟹族群。由於海風的聲音多少被西岸的麻黃林擋住，這個潟湖顯得異常寧靜，唯一聽得到的聲音，竟然是和尚蟹的「吐泡泡」聲。和尚蟹於族群密度高時在沙地所挖掘的洞穴具有頂蓋(八里挖仔尾地區則為一般</p>	

蟹穴的構造，由於是獨居狀況，蟹體較大、攻擊性也較強)，雖然只是一時的居所，卻能避免退潮時水流的攪動直接衝垮洞穴頂端的沙層露出蟹隻而受到掠食者的攻擊，而於沙灘上形成特殊的「Igloo」蟹穴。然而，水漲時這種長條直立型的洞穴，其上方所積存的空氣又常因蟹隻本身的移動或上方沙層結構的鬆動而瞬間冒出水面，我們就能聽到和尚蟹的「吐泡泡」聲，其實不是和尚蟹自己在吐泡泡。而能在海邊「肉耳」聽到泡泡聲，可見其族群密度之高。過去好美里棲地的和尚蟹大遊行，用「壯觀」來形容可能不夠，應該是「螃蟹土石流」般的奇景，估計每平方公尺至少有 400 隻以上的成蟹在遊行，很可能是全世界螃蟹密度最高的地區。其實，在 2001 年以前，七股潟湖的觀光實力，實在無法好美潟湖相比。



圖一：和尚蟹密度高時的暫時巢穴(食跡)。

這幾年嘉義縣終於開始重視好美里生態的觀光，所做的第一件事竟然是在和尚蟹棲地上築堤，實在是前後矛盾。政府不只築通往西側麻黃林岸的南堤，潟湖東邊還繼續作一條橫跨和尚蟹棲地的南北向六米「跨海」柏油大路，這些路平常時根本看不到車在走，為何需要跨海造路實在難以理解。此據說是生態遊憩為目的矛盾型工程耗時約 3 年，2003 年完工前後幾乎不見和尚蟹族群的存在。

【和尚蟹幾丁質皮膜於生醫材料的應用】

經濟的誘因是強化生態保育的絕佳策略，雖然起步嫌晚，本實驗室仍是世界首度將此物種應用於高經濟價值之生醫材料用途的實驗室。和尚蟹外骨骼的幾丁質膜(chitin membrane)，特別是甲殼部位薄而強韌(<0.1 mm)，質傳效果良好，是非常特殊的生醫材料(圖二)。目前已將之作為酵素固定化的基材，於血糖量測、乳酸飲料的摻混辨識等生物感測器的組裝上，有一般幾丁質膜無法匹敵的效果，初步結果已發表於 2003 年的 Marine Biotechnology 雜誌。

最近更與日本九州大學食品 Bio 工學科松本清教授合作，利用此幾丁質膜開發能快速篩選抗阿茲海默症(老年性癡呆症)機能性食品的感測器，將於今年(2004 年)11 月 26 日於日本福岡市舉行的第 45 屆流動注射分析學會上對外發表。這些研究，相信能更鞏固和尚蟹的具體經濟價值，使產官學界重視該物種與相關生態系的保育工作。



圖二：和尚蟹幾丁質膜。

【棲地衛星定位調查的意義】

台南縣政府於 2003 年起全面禁止七股潟湖的遊客採集和尚蟹，並立下一隻三萬元、史無前例的重罰。其實瞭解濕地物種特性的專家都明瞭此舉立意甚佳但不著重點。物種的採集對河口濕地這種高產能生態系的物種族群豐量(abundance)其實不會造成太大影響，棲地的確保遠比物種本身的保育更重要。尤其和尚蟹這種具有高繁殖能力的物種，對採集等人為擾動(disturbance)的族群豐量復原力極高，限制遊客採集的具體效果其實很有限。但一如前述，和尚蟹是非常挑棲地的生物，棲地之沙質、水質、潮水、潮位的變化，將毀滅整個族群。所以，在保育上更重要的是，棲地上及其附近的河海工程都需經過仔細評估，以免破壞棲地的「風水」。所以，該限制的是粗暴的河海工程，而河口地都是國有地，只有政府能在國有地「開工」，政府限制的其實應該是自己的決策與施政品質。

和尚蟹棲地的衛星定位調查，能夠使政府在作河海工程的決策前，除了考慮少數漁民、遊客的一時便利以外，更能有具體的生態思維，使這種兼具觀光與生技產業經濟潛力的物種得以保存，以厚植國力。

【棲地調查方法】

原本計畫使用衛星地位、影像處理等方法估算棲地面積與族群密度，再推算各棲地的族群數量，但調查結果發現台灣目前的和尚蟹棲地其實都太小，河口沖刷及人為因素等生態擾動(disturbance)使棲地變化太大，族群數量因而難以估計，尤其是今年七二大水等因素所造成的河床沖刷與泥沙堆積，使潮位發生劇烈變化，而這個問題又以剛經過大幅河海工程、海床尚未趨於穩態的好美里潟湖為劇。

GPS 定位座標使用 WGS84 系統，所使用的攜帶型 GPS (eTrex legend™, Garmin, Taiwan)於海邊的定位誤差為 10 米。本報告乃於中央氣象局潮汐預報的退潮(Low tide)前後約 1 小時的觀察結果。

五、研究成果與討論：

【和尚蟹棲地衛星定位點】

本計畫所選定台灣西部沿海九個潮間帶區域：挖仔尾、香山、竹南、高美、福寶、王功、好美里、七股、大鵬灣。在為期一年的調查中，除了屏東大鵬灣沒有發現和尚蟹活動的跡象，其餘八個地點皆可以輕易地觀測到和尚蟹族群大規模的覓食活動。表一為各個定位點的 GPS 衛星定位座標(各定四點，取其最具代表性的一點)。

表一：和尚蟹棲地衛星定位點。

地點	座標	
挖仔尾	N 25°10'09.0"	E 121°25'00.1"
香山	N 24°46'45.9"	E 120°54'52.5"
竹南	N 24°40'20.3"	E 120°50'00.9"
高美	N 24°18'43.2"	E 120°32'43.1"
福寶	N 24°02'40.1"	E 120°22'52.3"
王功	N 23°58'28.0"	E 120°19'21.6"
好美里	N 23°21'32.6"	E 120°08'10.6"
七股	N 23°06'34.6"	E 120°02'35.4"

【和尚蟹習性與行為調查】

當氣候晴朗炎熱時，短指和尚蟹在地表活動、覓食時間極長，一個退潮期有 3 個小時以上時間可在地表見到和尚蟹活動(最低潮位到達前約 1 小時開始到最低潮位後 2 個小時)。但對單一和尚蟹個體而言，在地表活動的時間則不長。和尚蟹的幼蟹大多在地表下進行隧道式攝食，而成蟹則成群在有小水潭處地表活動，遭遇危險時，迅速以螺旋形順時鐘鑽沙方式，鑽入地下躲藏，速度極快，整群可在 20 秒左右躲藏至沙土中。在較乾燥地表活動之群體，遭遇危險時，必須找尋舊有的洞穴鑽入躲藏，在時效上較差，大約費時 60 秒。此外，還常發生兩蟹為爭奪洞穴而彼此威嚇，更延遲入地躲藏時間。兩蟹進行威嚇時，各以最後一對步足站立，高舉其他步足及雙螯，彼此以腹部相互推擠。



圖三：和尚蟹爭奪洞穴彼此威嚇。

在風大低溫陰天的日子，和尚蟹大多不出洞所以無法觀察到大規模的覓食活動，據推測是因為土壤中濕度夠、溶氧量足，而不需要移動至土壤表面其他比較濕潤的地區。若是在濕地上仔細聆聽，大片的和尚蟹食跡處土堆底下不時傳來類似沙土被翻動的聲音，以及類似汽泡被打破的聲音。經過人工挖掘後發現許多體型較大的和尚蟹正在此處進行隧道式的攝食，深度從地面以下 5 公分到 20 公分不等，挖掘的同時亦採集到各式各樣的貝類，顯示出和尚蟹的棲地非常適合貝類生長，形成一個共生共榮的生態系。而在下雨天的日子裡，濕地各處皆處於含水量豐沛的狀態，沙土鬆軟泥濘不適合進行生態調查，由於溼度夠加上土壤積水嚴重，推測和尚蟹族群不會出現在地表上而全數在土壤裡進行攝食。

短指和尚蟹的雌蟹在每年三月到四月間抱卵，四月至六月時，可在潮間帶沙灘發現體型約 0.1~0.3 公分寬的狀如蜘蛛身體的小和尚蟹，移動速度快且具有和土壤一樣的保護色，大都躲藏在地表下。小和尚蟹在六月至十月間快速成長，體色則由保護色轉變為紫至藍色，而蟹足部分也轉變成白色，腳上紅色環帶則清晰可見。翌年一月至二月間完全成熟，三月至四月進行繁殖，至於交配產卵後的和尚蟹，在六月至七月間體色變黃、甲殼變軟，到了八、九月時即漸漸老死，不論是洞穴

中或者洞口外，都可見到已死去的和尚蟹殘骸。

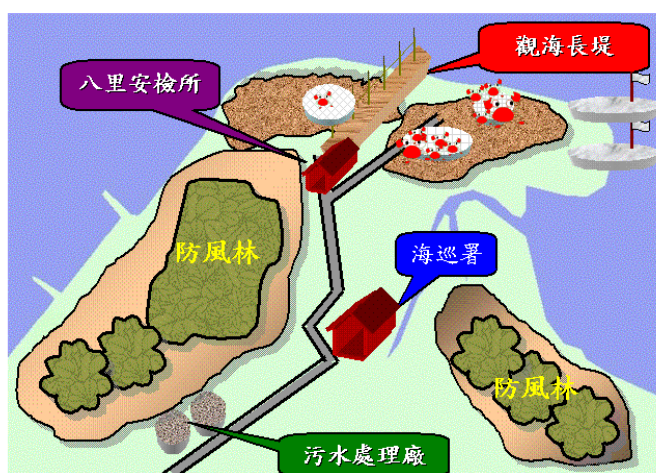
和尚蟹「行軍」的原因，有人推測是集體行動以恫嚇掠食者，也有是藉以減少掠食機率之說，有關這種奇怪的行為至今沒有文獻對此作深入探討。這種集團行動的時機實在深饒趣味，或許是海水溫度升高到臨界點？也或許是潮水的變化使然？筆者曾把約三十隻的和尚蟹養在直徑約二十五公分的水桶，放在窗邊，其中放入約七公分的海砂、沙上保持約三公分的海水，經過兩個多禮拜仍有七八隻和尚蟹存活下來。其間他們也有在水桶「行軍」的行為，所以和「溫度」、「潮水」無關，或許是族群密度高、呼吸作用導致的溶氧變化使然，但直接的證據仍不夠完備。

日本九州大學河口定生博士認為和尚蟹這種「行軍」的「曝氣」行動與體內厭氧菌種的作用能防止棲地優養化，確實和尚蟹棲地的海水大多相當潔淨，說是環境造就了生物，也或許是生物成就了環境也說不得，特別是這種族群密度超高的生物。和尚蟹棲地這種沙質灘地少有植物著生看似單調，其實水質潔淨，是濕地生態中高經濟物種的天堂。棲地上常見赤嘴、西施舌、燒酒螺等貝類，漁民也常於棲地上作業，顯然產能相當豐富。而有鑿穴、「行軍」行為的和尚蟹，正是生態中的中心物種，保護和尚蟹，就等於保護了整個生態，就如同保護大樹，就保護了整個樹冠層(Canopy)下的生態系一樣。

【挖仔尾和尚蟹生態調查】

挖仔尾濕地位於台北縣八里淡水河口南側，緊鄰污水處理廠及十三行博物館，是台灣紅樹林分布的最北界，當地政府已將此處規劃為「挖仔尾自然保護區」，所以濕地生態保存的相當完整。退潮時期觀海長堤西側淡水河的出海口方向，估計約有 20 公頃露出水面的沙洲，但此處屬於會被大浪沖刷到的區域，所以沒觀察到和尚蟹的食跡，此處地質積沙較厚，較不緊密。觀海長堤東側約向左延伸 20 米的距離之間，存有零星蟹隻，估計密度約為 50 隻/m²。和尚蟹主要棲地為觀海長堤東側，有兩個明顯的食跡區塊(如圖)，靠近觀海長堤的面積較大，約為 20 米x5 米的橢圓形面積；另一個區塊約為 10 米x5 米的橢圓形面積。此處沙質屬於標準的和尚蟹生長環境，估計密度約為 200 隻/m²。

而在漲潮的時候，觀海長堤上聚集著不少釣客，有釣客必留下垃圾，退潮時候最岸邊的地方很明顯地堆積著不少垃圾以及海浪沖刷帶來的木屑，木塊等，幾乎就威脅到和尚蟹的棲地，假使情況再繼續惡化下去，和尚蟹就必須另覓棲地，或者面臨到族群滅亡的危機。由和尚蟹棲地更往東邊走，停泊舢板船的區域沒有觀測到和尚蟹的原因為泥沙含水量太多，沙質土壤太黏導致和尚蟹無法在此處挖洞度過漲潮期。根據經驗，和尚蟹棲地的沙土密實且不黏、透水性良好。而八里渡船頭附近淡水河沿岸也是屬於較黏的沙土，因此並沒有觀測到和尚蟹活動的蹤跡。

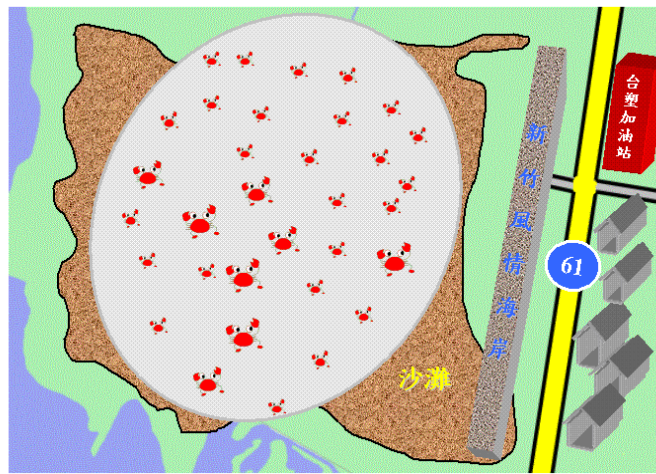


圖四：挖仔尾濕地地形示意圖。

【香山濕地和尚蟹生態調查】

香山濕地地處新竹市西南方，海岸線長約 10 公里，總面積約 1000 公頃，為台灣西部沿海少數殘存的大面積潮間帶之一。這一帶濕地不像其它的潮間帶，並沒有紅樹林生長，但河川帶來大量有機質沉澱於此，加上腹地廣闊，因此孕育著大量生物。據觀察，香山濕地和尚蟹總數量明顯比其他幾個定位點高出非常多，即使香山和尚蟹的族群密度只有約 120 隻/m²，但因為退潮後腹地寬廣，和尚蟹的總數量估計有一億隻以上的潛力。寬廣的香山濕地也可提供多樣性活動，如戲水、弄潮、挖貝等，加以大量候鳥停留，數以億計的和尚蟹，文蛤、牡蠣等養殖漁業，多樣化的生物與環境可作為生態教育的活教材，亦提供人民一個自然良好的休閒空間，以上均說明香山濕地具有開發價值，值得相關單位重視。

下圖為香山濕地潮間帶地形示意圖，香山濕地緊鄰著西濱快速道路，當地政府已將道路沿岸規劃成「香山風情海岸」，除了可供民眾觀賞散步的海堤外，還有腳踏車的專用車道，觀光客增加後是否帶來環境污染，造成和尚蟹族群遷徙，還需要密切的觀察。

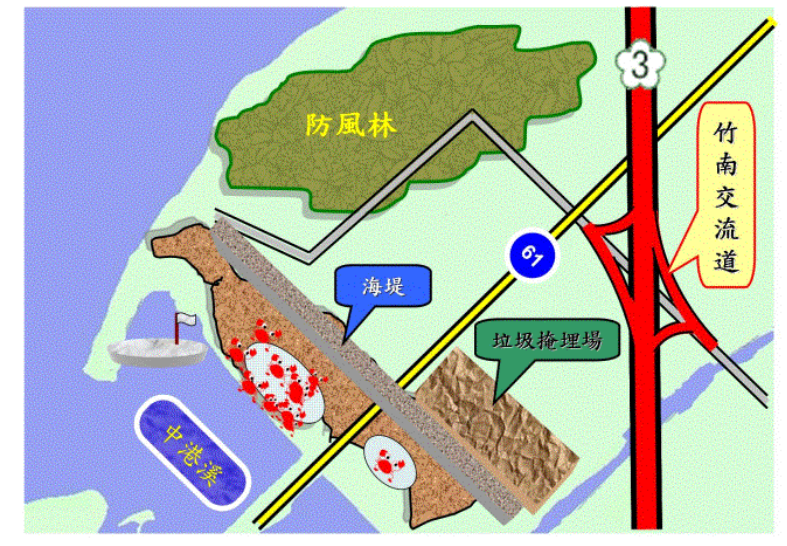


圖五：香山濕地地形示意圖。

【竹南濕地和尚蟹生態調查】

竹南濕地位於苗栗縣竹南鎮中港溪出海口，距離北二高竹南交流道大約五分鐘車程，此濕地以西濱快速道路區分為東西兩側。東側濕地須從棲地東北方垃圾掩埋場進入，河邊有廣大的紅樹林，招潮蟹為主要棲息蟹類，沿著掩埋場旁的海堤步行約 1 公里，景觀轉變成泥沙地，開始有和尚蟹族群的出現，棲地面積大約 300 米x50 米。然而，其族群密度很小，不到 20 隻/m²，或許該處容易行走、富含貝類，常看到挖赤嘴仔的漁民在此大量挖掘，多少影響和尚蟹的生存環境。由於該地緊鄰垃圾掩埋場，海風伴隨著垃圾惡臭味，相當難熬，有時風大吹起掩埋場的垃圾，掉落濕地中，使得竹南濕地成為八大濕地最為髒亂不堪的濕地。

在西濱快速道路橋墩下，設置垃圾掩埋場的污水排放口，污水隨著河水順流而下，使其西側濕地大部分成為泥濘的泥巴地，難以行走，一不小心腳就陷進去，深及膝蓋。雖然，西側和尚蟹棲地較小，約 50 米x50 米，由於較少人為干擾，和尚蟹的族群反而密度很高，大約 250 隻/m²。西側濕地優氧化相當嚴重，有黏稠的綠藻、褐藻分部其間，然而，和尚蟹覓食區域無優氧化現象，且棲地透水性良好、易於行走的沙質，或許是因為和尚蟹大規模挖洞後才形成較密實的土壤，從這裡可以看出和尚蟹對環境的貢獻。此處和尚蟹最大的特徵：不怕人，警覺性差，即使站在旁邊也不會馬上鑽入土裡。至於，中港溪對岸是迎風面的風吹沙地形、直接受到海浪的拍打，經由實地探訪，沒有發現和尚蟹的蹤跡。

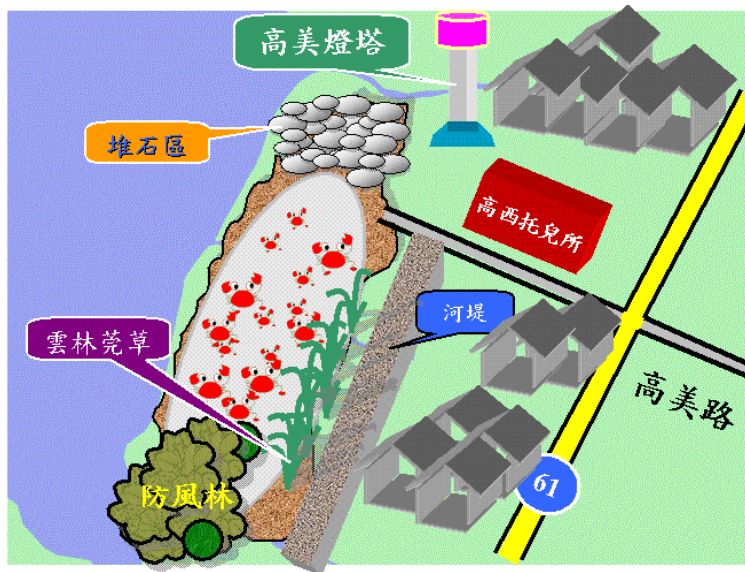


圖六：竹南濕地地形示意圖。

【高美濕地和尚蟹生態調查】

高美濕地位於台中縣清水鎮沿海，大甲溪南岸。濕地的南岸為佔地約 100 公頃的防風林，阻隔了季風與颱風的侵襲，維持濕地地形的穩定度。防風林是許多鳥類棲身的場所，鳥類依靠濕地內豐富的生態物種為其食物來源。濕地的北岸則是人工堆置的石礫堆，形成濕地中另一類型的生物棲所，此區域不在本次的調查範圍中。自海堤邊向西延伸約 50 米之間的沙灘地上，分布著龐大的雲林莞草族群，不但使當地的沙質灘地始終維持高含水量，也讓螃蟹多了一個躲避鳥類捕食的庇護所；另外雲林莞草腐敗分解後，提高了泥灘地中的腐植質，豐富了底棲生物的營養來源。從雲林莞草區往西約 50 米始見到和尚蟹食跡，但食跡顆粒小而且不甚密集，使用鏟子向下挖掘 20 公分後發現此處多屬於體型小於 0.5 公分的新生和尚蟹，小和尚蟹的體色為土壤的保護色，而且移動速度比和尚蟹成蟹快上許多，若不仔細觀察，小和尚蟹外觀酷似蜘蛛，也難怪素有「海蜘蛛」的封號。往西再多走 50 米，便發現地上滿滿的和尚蟹食跡，景色壯觀猶如翻土修整過後的田地一般。也許是急著接近產生很大的腳步聲，和尚蟹在短短幾秒鐘全數鑽入土中，耐心等待數分鐘後，四周圍的和尚蟹伴隨著許多「打破泡泡聲」又重新出洞覓食，推估此地和尚蟹密度約為 150 隻/m²。

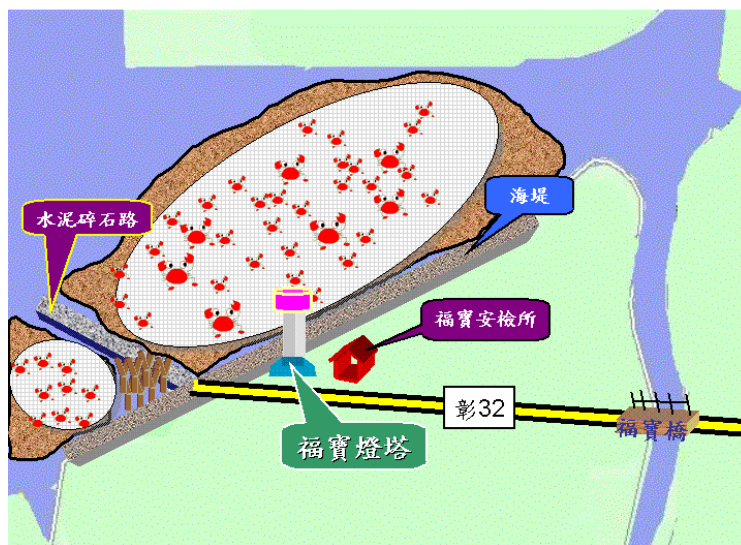
高美濕地雖然不像香山濕地的潮間帶看不到邊際，但高美潮間帶海岸線長度也有將近 800 米到 1000 米，腹地廣大，面積大約有 100 公頃。因此和尚蟹的總量估計應該有 500 萬隻以上。由於腹地廣，加上種類多而數量龐大的生物產量等誘因，在退潮時期常見到當地居民或遊客挖掘文蛤及西施舌等貝類食用。每當退潮的下午時分，總是見到三、四名清潔隊員沿著岸邊撿拾著潮水帶來的垃圾，也因此高美濕地始終都能夠維持其生物多樣性，這點必須歸功於當地政府對於棲地環境的重視。



圖七：高美濕地地形示意圖。

【福寶濕地和尚蟹生態調查】

福興鄉的福寶溼地是百年前濁水溪的不穩定河道變動而沖刷出的溼地，範圍介於舊濁水溪與萬興排水溝之間。近來溼地由於海岸線下沉造成土地鹽化、大量農地休耕，演變成各式的自然棲地、複雜多樣的地貌，成為此區的一大特色，在此地所觀察的和尚蟹，不論是密度或是總數量，都超過其他的觀測點，預估是現今台灣和尚蟹密集度最高的地方之一。由於彰化縣為台灣蚵仔產出極負盛名的地區，當地居民仰賴潮間帶的蚵仔養殖為其經濟來源，因此溼地上最常見到的除了一排排的插蚵架外，即是蚵農騎乘水牛車採收蚵仔來回穿梭的身影。福寶溼地的另一大特色，就是每年特定季節都會有來自世界各國的嬌客—候鳥群來此過冬、棲息等而政府相關單位這幾年也有心積極要發展福寶溼地，因此常常可見載蚵車上在滿著體驗養蚵生活的遊客們，每當養蚵車經過和尚蟹遊行的路線時，可觀察到兩道淺淺的車輪痕跡底下，有著一堆堆被輾過的和尚蟹屍體，但由於此地和尚蟹總數量非常多，因此對於和尚蟹族群的生態倒也沒什麼影響，只要潮間帶沙質、水質不被破壞，相信此地的和尚蟹還是可以與車輪共存，維持生態系的平衡。

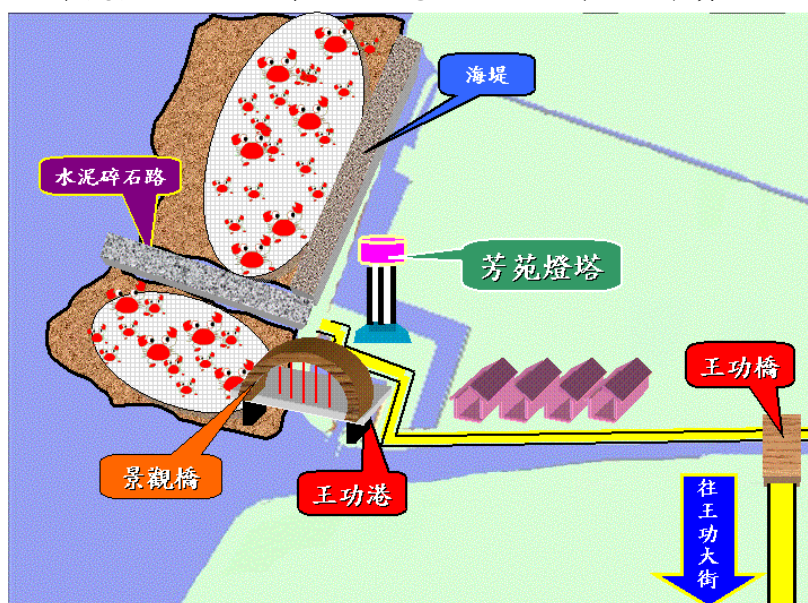


圖八：福寶濕地地形示意圖。

【王功濕地和尚蟹生態調查】

彰化芳苑鄉的王功漁港，其實是一個以「竹排仔」為主的淺水、過氣小漁港。王功燈塔高三十七點四公尺，八角形黑白直條紋相間造型，沿著省道台十七線沿海路，遠遠就可以看到王功地標聳立，而這聳立的地標更清楚的點出王功溼地的所在地。王功是一個以養蚵業為主的小漁村，蚵田裡蚵架林立，或許是由於養蚵業的興盛使得溼地的養分充足，造成南部棲息的和尚蟹，其大小跟數量，都遠遠超過北部的觀察點，”行軍”的氣勢跟壯觀度恐怕也只有之前的好美里溼地能與之抗衡，與鄰近的福寶溼地一樣，都屬於現今和尚蟹密度最多的地方之一。

王功燈塔、夕照漁火蚵殼藝品、蚵、花生、蘆筍等美食早已成為王功遠近馳名的主因，配合紅樹林、水鳥、木麻黃、牡蠣、漁塭養殖景觀等，已於假日吸引不少遊客，為王功地區注入大量活力。剛完工後橫跨後港溪的景觀橋，雖然一時危及生態，但由於棲地幅緣廣大，目前已大幅回復舊觀。



圖九：王功濕地地形示意圖。

【好美里濕地和尚蟹生態調查】

本文前言中已略述好美里濕地與剛完工的大規模築堤工程，此工程已佔領部分瀉湖面積，而堤防用沙其實也是開怪手直接由瀉湖挖掘而得，瀉湖「沙位」降低許多，造成退潮也沒有辦法把海水「瀉光」的情形，瀉湖當然就不成「瀉湖」，而和尚蟹的棲息環境就此大幅破壞。

瀉湖西岸麻黃林岸邊，本來是清白招潮蟹的棲地，竟然出現零星和尚蟹族群來搶地盤，顯然弱小的和尚蟹生存環境受到限制才有這種大膽的舉動。麻黃林岸邊水質優氧化較嚴重，或許是藻類等植物性食物的影響，和尚蟹的白色蟹腳呈現泛黃現象。好美瀉湖南邊蚵場(N23°20'28.7" / E120°07'25.2")部分地區為砂質土壤，也有和尚蟹出沒的可能。但出海口朝西，除非像香山海岸有長達一公里的潮間帶，大規模的和尚蟹族群出沒的可能性不高(3月18日)。

今年5月初嘉義縣政府於好美里擴大規模舉辦鯧港天后宮慶祝活動，也催生了第一次的好美里生態觀光季，紛擾的人潮更讓棲地的休身養息受到干擾，5月11日竟然沒有發現任何和尚蟹的蹤跡。今年7月2日的大水災，對好美里和尚蟹生態或許反而是正面的，因為7月15日(農曆6月28日)的退潮水位只有-88cm，不算完全的「大流」(Spring tide)，但瀉湖中央的沙丘卻露出來了(N:023°21'32.6" / E:120°08'10.6")，大雨的沖刷對沙湖「沙位」的回復應該是有它的幫助，漁民連蚵架都再度掛上去了。和尚蟹此時應該是剛換過殼，色澤為紫藍色，群聚的密度亦較高，超過200/m²，但幅緣僅約100/m²、危在旦夕。和尚蟹遊行當然不能與昔日的天搖地動相比，但聊勝於無。

可能是由於河沙漸漸淤積的結果，9月24日(農曆9月11日)的退潮(水位-78cm)，瀉湖中央的

沙丘又更為裸露，和尚蟹的棲地範圍可望更為回復，但由於是河沙的淤積，棲地土質較為泥濘(土壤顆粒較小)，較不適用於和尚蟹，族群密度反而沒有7月份調查結果來得高，和尚蟹的色澤也恢復為淺藍色。值得擔心的是有海茄苳等幼苗著生的現象，如果此現象持續下去，植物定沙作用的結果，反而會更不利和尚蟹的棲息，此棲地的後續變化值得繼續追蹤。

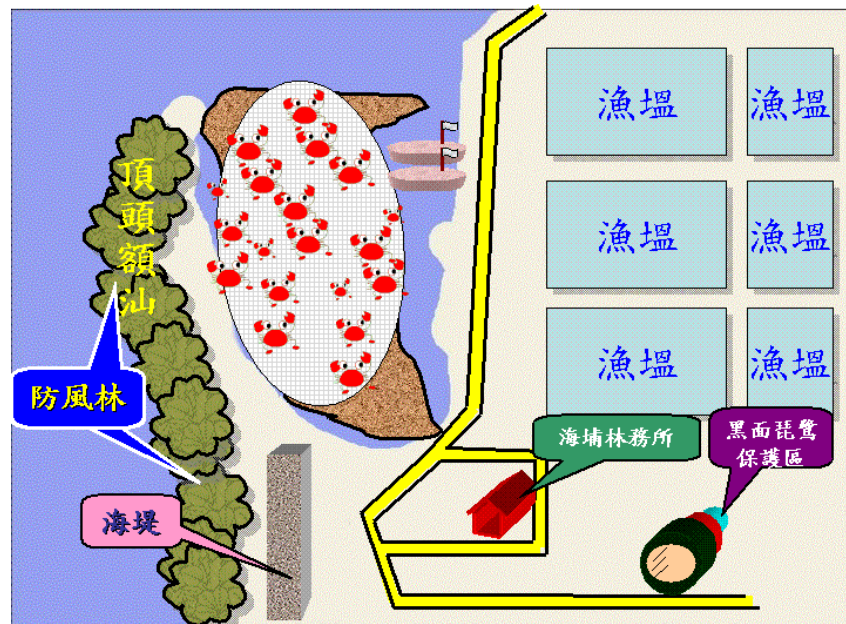


圖十：好美里濕地地形示意圖。

【七股濕地和和尚蟹生態調查】

台南七股瀉湖是一個半封閉型態的沙洲瀉湖，面積約900公頃，周遭為紅樹林、鹽田以及各式各樣的養殖漁塭所圍繞，在瀉湖外圍的沙洲上，是由木麻黃所形成的防風林，一望無際的蚵架不但是眾多漁民賴以維生的養蚵場，也提供許多生物的棲息空間，因為有國際稀有保育鳥類黑面琵鷺度冬，引起國內外各地關心生態保育人士的重視，七股瀉湖遂成為全世界知名的溼地之一。預估全世界僅剩下800隻黑面琵鷺，每年十月份會從亞洲寒帶地區飛到七股曾文溪附近來過冬。當地政府與居民特地將瀉湖區域規劃成風景區，但黑面琵鷺易受驚嚇，而且數量稀少，因此無法吸引大量遊客。近年來，當地觀光業者推出「坐竹筏遊瀉湖」的生態之旅來招攬遊客，整個活動最大的主角即為和尚蟹，由於和尚蟹於退潮時會大規模出現在沙洲上進行覓食，其顯眼的外型加上移動速度緩慢，因此變成七股溼地觀光業最值得介紹推廣的一個溼地物種。觀光業者倚賴和尚蟹來振興當地觀光，加上當地政府立牌告示，抓一隻和尚蟹罰3萬，因此七股地區和尚蟹無須擔心遭受到生態滅絕的危機。七股瀉湖雖然面積廣大，但和尚蟹的棲地卻被日益月薪的觀光業侷限，為了在遊客造訪時方便找尋和尚蟹蹤跡，因此沙洲的邊緣有蚵架以及浮板等，類似限制和尚蟹出走的設施。此地和尚蟹密度約為300隻/m²，密度雖高但卻因為其棲地無法向外延伸估計總數量大約在100萬隻左右。由於此地瀉湖藻類繁生，對於和尚蟹來說，是除了沙地之外，另外一個可以躲避隱藏的空間，由於這種特殊情形，此區和尚蟹不但外殼比北部觀察點來的堅硬，外型也明顯大過北部的觀察點，在藻類覆蓋的棲地上發現的和尚蟹，其白色腳上都帶有微微的橘色，這或許是造成有「紅和尚蟹」存在的原因，其餘各定位點沒有觀察到藻類覆蓋棲地的現象。

由於有珍貴的黑面琵鷺度冬，而受到保育界重視的曾文溪口北岸，在當地人士和保育團體的奔走下，正在規劃成立保護區，以期更有效地保育溼地和其間的生態相信對於當地的和尚蟹生存保育會有最佳的助益。



圖十一：七股濕地地形示意圖。

【大鵬灣和尚蟹生態調查】

橫跨屏東東港與林邊鄉，台灣紅樹林最南界的大鵬灣潟湖(N:22°26'56.4"/E:120°28'59.8")，其實根本不是潟湖。因為就算在最低潮位時也看不見沙丘，它只是個內灣。後來被稱為大鵬灣潟湖，其實是不對的。第一季末的調查當中，已確定大鵬灣有紅樹林地形，但因為缺乏沙洲，所以這樣的地形是不適合和尚蟹棲息的。

【棲地觀察結果縱論】

「滄海桑田」用來描述台灣沿海地形與生態的經時變化實合適不過。隨空間的地形變化可使其間的生態產生更高的多樣性，台灣東北角及恆春半島的海蝕地形與珊瑚礁沿岸就是典型的例子。但隨時間軸的地形與環境的劇烈變遷(生態學稱之為擾動，disturbance)卻會使族群無法適應而滅絕。受河流、潮汐沖刷等影響的河口區域本身就是一個隨時間而變化的生態，而這種有週期性的擾動，其實反而支撐著河口濕地的多樣性與族群豐量。要維護生態體系的生物完整性(Biological integrity)，首先要確保它的有效幅緣與面積，以增加其對環境擾動的忍受度，但是人類的河海工程不但是一般生物難以忍受的劇烈擾動，絕對性地縮小棲地的結果更使得整個生態的動態平衡岌岌可危，連和尚蟹這種高繁殖力物種也深受其害。

本來台灣西岸和尚蟹的自然棲息地應該很多，但台灣沿海從日據時代鹽田的開發、經濟奇蹟時代的水產養殖、直到最近為了「生態遊憩」等原因不明、動機奇怪的愚公式填海造陸工程，和尚蟹想要在這群精神分裂、「橫行」霸道的物種所控管的土地上有片安身立命的棲地，恐怕只能作一天和尚敲一天鐘。

雖然調查結果顯示和尚蟹一時還不至於瀕臨絕種，這種台灣代表性蟹種的消長，確實暗示著海岸線生態的破壞，而生態環保意識的抬頭似乎反而加速這個令人扼腕的經濟奇蹟。好美里的生態遊憩工程大幅破壞和尚蟹棲地，墾丁後壁湖漁港碼頭工程破壞了墾丁最後一塊沿岸高位珊瑚礁，綠島南寮漁港的海堤工程重挫柴口如龍宮般的珊瑚地形，直到最近的鼻頭角公園的海水泳池，竟然也是在珊瑚區開挖，台灣的海洋生態遊憩觀念需要從新塑造，否則實在不宜推廣。政府於任何河海工程的進行上，實須仰賴更專業的生態調查與更細緻的工程手法。

六、參考文獻：

- [1] Bradshaw C. and Scoffin T.P. (1999). Factors limiting distribution and activity patterns of the soldier crab *Dotilla myctiroides* in Phuket, South Thailand. *Mar. Biol.* 135:83-87.
- [2] Hsieh B.C., Cheng T. J., Wang T.Y., Chen, R.L.C. (2003) Use of chitosan membrane from the carapace of the soldier crab *Mictyris brevidactylus* for biosensor construction. *Mar. Biotechnol.* 5:119-125.
- [3] Kawaguchi S. (2002) Effect of tube-type burrows by soldier crab *Mictyris longicarpus* var. *brevi-dactylus* on alteration of soil microflora in the tidal flat of mangrove forest. <http://www.subtropics.or.jp>.
- [4] Rossi F. and Chapman M.G. (2003) Influence of sediment on burrowing by the soldier crab *Mictyris longicarpus* Latreille. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 289:181-195
- [5] Shih J.T. (1995) Population densities and annual activities of *Mictyris brevidactylus* (Stimpson, 1858) in the Tanshui mangrove swamp of northern Taiwan. *Zoological Studies* 34:96-105.
- [6] Stimpson W. (1858) Prodromus descriptionum animalium evertibratorum, quae in Expeditione ad Oceanum Pacificum Septentrionalem a Republica Federata Missa. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.*, 10(4): 31-40, 93-110, 159-163.
- [7] Takeda S., Matsumasa M., Yong H.S., and Murai M. (1996). "Igloo" construction by the ocy-podid crab, *Dotilla myctiroides* (Milne-Edwards) (Crustacea; Brachyura): the role of an air chamber when burrowing in a saturated sandy substratum. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 198:237-247.

七、對本計畫有何建議：

- 應積極進行生態指標物種具體經濟效益的研發，而非止於物種資料收集，藉由經濟誘因以強化生態保育的執行面。
- 生態調查結果應更注重環境面而非僅止於物種本身，如此才能給生態工法研發與實施上具體的建議。