

第三章 紅樹林現況對台灣招潮蟹的影響

3-1 前言：人為活動對台灣招潮蟹棲地的影響

河口潮間帶灘地是生存條件極為嚴苛的地區，鹽度的變化、退潮時的乾旱、泥沙底質孔隙水缺氧等等因素，對生活其中的生物都是十分嚴峻的挑戰。能夠在此存活的物種是經天擇作用，歷時上億年的汰選與適應的結果。

泥灘地棲地的特性左右了在此棲息的底棲生物的時空分布。底棲生物中的多毛類、軟體動物、招潮蟹等甲殼動物，多為定棲性或移動能力低，因此，這些棲息在潮間帶地區的動物族群，最是受到棲地中物理、化學條件以及生物間彼此作用的制約，也最能反應灘地環境的變動。又由於牠們生活在人類易到達的潮間帶地區，因而也最易受到人為活動的干擾，而致族群受到危害。台灣招潮蟹 (*Uca formosensis*) 分布範圍的驟減，以及三棘蟹 (*Tachypleus tridentatus*) 與扁平蛛網海錢 (*Arachnoides placenta*) 等無脊椎動物從台灣沿海消失是最顯著的實例 (陳章波、陳碧玉, 1991; 陳章波等, 2003a)。

台灣招潮蟹分布於台灣西海岸開闊的潮間帶高潮線地帶，洞穴深入硬的粘土層，達 40 公分甚至 1 公尺左右 (劉靜榆, 1999; 施習德, 1999)。具有發達的複眼與可轉動的眼柄，行動機警。覓食、禦敵、打鬥、求偶等活動皆於退潮時在灘地上進行。除了浮游的蚤狀幼蟹期及著底變態前的大眼幼蟹期之外，稚蟹、成蟹完全依賴潮間帶而生活。截至 1997 年的調查，台灣招潮蟹的分布範圍在過去近 80 年間 (1918 年至 1997 年) 已呈現縮減現象：北限由宜蘭和基隆退縮至淡水河河口 (淡水河河口的族群可以說極其稀少了)，南限由高雄永安、台南安平退縮至台南曾文溪口南岸的青草崙；模式標本產地，彰化縣鹿港，也因彰濱工業區的興建而消失 (施習德, 1999)。

人為活動對台灣招潮蟹 (及其它生活在相似環境下的蟹類與海岸水鳥) 造成干擾者有三。第一，台灣過去數十年為了維持高度的經濟發展，利用填海造地的方式，於短期內快速取得大量土地，用以興建工業區、堤防、道路、港埠、魚塭等。這種土地利用的方式直接造成台灣招潮蟹賴以維生的高潮線地帶消失。彰化縣伸港什股灘地於 1999 年圍堤興築垃圾掩埋場，目前該計畫雖已停止，未完成，但已填掉大片面積的台灣招潮蟹的棲地；目前該圍堤區僅剩 1.2 公頃左右的高潮線地帶尚有台灣招潮蟹的分布。近年來這類大規模的開發行動已因工業區的供過於求，且民眾對環境保護意識的增強以及地球的永續發展已蔚為世界潮流等因素，而有所舒緩。第二種干擾，雖屬地方性的，但在全台灣各地屬普遍發生的現象，譬如建築或牡蠣殼等廢棄物及垃圾的任意傾倒、河川污染物的排放入海等等，仍然持續對潮間帶棲息

的台灣招潮蟹造成傷害。第三種威脅仍然源自於人類，雖然不是以污染或填海造地的方式，相反地，卻是以海岸保護的方式，使台灣招潮蟹的棲地逐漸萎縮。這第三種威脅就是約自 1956 年以來，或更早，各級政府及民間保育團體陸續積極地將紅樹以人工栽植的方式建造為海岸防風林（薛美莉，1995）。在許多底質為沙質的高潮線地帶，原本並不適合紅樹林生長，卻都有了茂密的人工紅樹林的分布；例如新竹市濱海野生動物保護區全區的高潮線地帶，甚至河口行水區內，都有不同時期（1959 年及 1989 年）以人工栽植而成的紅樹林（薛美莉，1995）。

在第一種干擾中，除非工程結構體改變了高潮線地帶的物理環境，如造成侵或淤現象，這樣的海岸結構物才會持續對台灣招潮蟹的棲地構成影響。在第二種干擾中，如果屬污染物，受到影響的蟹類應不僅僅是台灣招潮蟹，其它的招潮蟹，如弧邊招潮蟹、清白招潮蟹等的族群也會受到壓制。在幾處曾觀察到有大量台灣招潮蟹分布而如今其棲息範圍卻顯著減少的地區，如新竹市濱海野生動物保護區的海山罟，第一種及第二種干擾的因素幾乎可以被排除，但第三種干擾因素卻有可能。原因是，根據以往的資料，在無紅樹林分布的開闊灘地，如台南縣七股、彰化縣伸港地區，台灣招潮蟹的族群數量龐大，相反地，在紅樹林範圍內棲息的族群，如在淡水河竹圍、彰化縣芳苑、澎湖縣青螺等，其數量稀少（施習德，1999）。由於人工種植的關係，紅樹林生長地帶與台灣招潮蟹的棲息地高度重疊，又且因為紅樹林是會持續生長繁衍的生物體，紅樹林的出現與其持續的擴張效應對台灣招潮蟹及其它需要相似生存環境的蟹類或海岸水鳥顯有負的相關性與某種程度的衝擊。

前人對紅樹林植物學或台灣招潮蟹動物學已有不少研究，然而卻少有台灣招潮蟹棲地需求的研究，更無研究探討紅樹林的存在如何影響台灣招潮蟹的分布。本章節是這兩項研究的初期結果，報告中顯示了台灣招潮蟹及紅樹林生長地的棲地特徵，並對沿岸的濕地保育提出建議；至於紅樹林與台灣招潮蟹分布型式的因果關係尚待未來進一步的假設與驗證。

3-2 台灣招潮蟹棲地需求解析

3-2-1 棲地需求分析

台灣招潮蟹的棲地需求有兩項主要元素，必須同時考慮，一為棲地的層面，另一為棲息在同一棲地裡的動物層面。棲地的內涵又包括大尺度的整體潮間帶濕地及形塑此一濕地的物理、化學及植相等因子；而小尺度的微棲地則直接關連到台灣招潮蟹築穴、覓食、成長、交配、繁殖等活動的空間。在棲地層面，例如，大眼幼蟹隨水流可做

遠距離漂散，而成蟹遷移能力低，覓食區域相對縮小；植物的根系妨礙成體構築巢穴，地上的植體也會阻礙螃蟹個體與個體之間的交通。在動物層面，隨個體發育成長期的不同，對棲地的空間需求也不同；此外，與其它共域棲息的動物之間的相互作用也不同。例如，在種間成蟹間對巢穴的空間需求競爭與對食物的競爭；幼蟹被捕食的壓力等(圖 3-2-1)。

此一動物與其棲地需求的關係解析如下：

台灣招潮蟹棲地需求解析流程

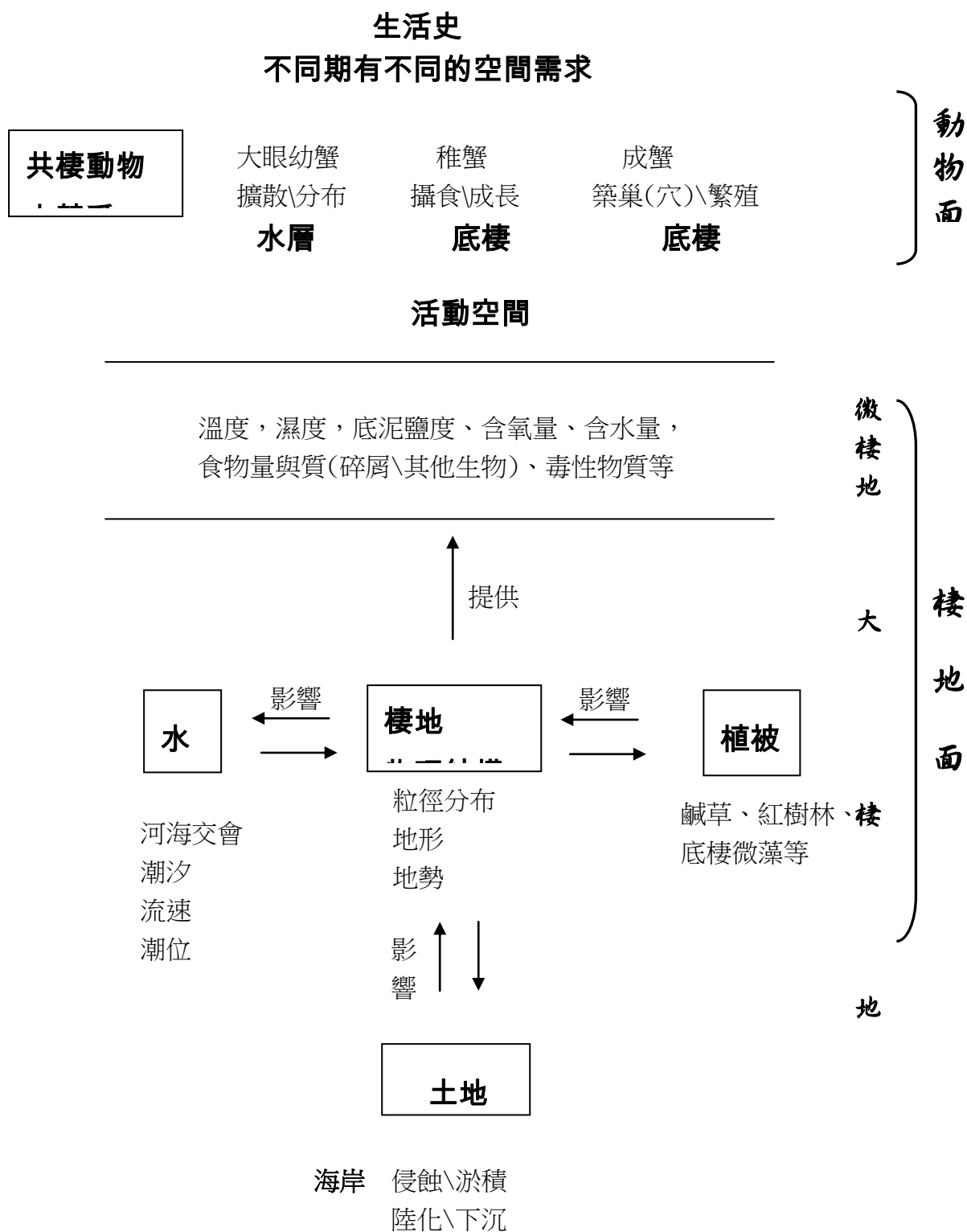


圖 3-2-1 台灣招潮蟹棲地需求解析圖（本研究提出）。

3-2-2 數據蒐集之要領

台灣招潮蟹對棲地的需求分析，可依棲地所能提供的功能以及棲地內多種共棲動物彼此之間所產生的相互作用來收集量化的數據，再利用多變數統計分析方法來評定台灣招潮蟹所需的棲地特性。舉例說明如下表。

表 3-2-1、數據矩陣表。

	功能	測量項目量化： 生物類別、數量多寡、濃度、頻率等	採樣站 1 (棲地 1)	採樣站 2 (棲地 2)	採樣站 3 (棲地 3)	餘類推
多變數群集分析 Clustering analysis	提供食物	1. 底藻				
		2. 維管束植物碎屑				
		3. 餘類推				
	提供居所	1. 粒徑大小				
		2. 含水量				
		3. 含氧量				
		4. 餘類推				
	提供擴散	1. 流速				
		2. 潮時(或月齡)				
		3. 潮位				
		4. 餘類推				
	空間競爭	1. 維管束植物				
		2. 他種螃蟹				
		3. 餘類推				
	類推					

3-2-3 台灣招潮蟹與紅樹林的棲地物理特徵

我們比較了三個台灣招潮蟹的棲地（海山罟 1：紅樹林人工栽植小苗區；海山罟 2：海山漁港南岸；大肚溪：彰化縣伸港鄉什股村海岸）與三個紅樹林的棲地特徵（海山罟 3：紅樹林人工栽植成林區；大庄溪：大庄溪南岸；關渡），比較的項目包括底質的氧化還原層厚度、粉泥／粘土含量、含水量、有機物（碳、氮）含量、pH 值等。底棲環境測量方法請參考 2-3-3。

目前初步分析結果顯示台灣招潮蟹的棲地在空間上與紅樹林的分布高度地重疊，都是生長在高潮線地帶，但其它的多項物理特徵則有不同（表 3-2-2，圖 3-2-2）。而且，台灣招潮蟹對棲地的需求無論是空間位置或底質物理條件都比紅樹林來得窄（表 3-2-2，圖 3-2-2）。

綜合而言，台灣招潮蟹的棲地需求包括：

(1)需要開闊無植被的高潮線地帶；

(2)底質為硬的粘土（平均粘土含量 31%），而紅樹林的棲地底質可以是硬的粘土，也可以是軟的粘土（平均粘土含量 53%）；

(3)含氧層深度大多厚達 40 公分以上，而紅樹林的底質含氧層較淺，只在表層 10 公分的深度之內；

(4)含水量低，平均為 18%，而紅樹林的底質含水量較高，平均為 25%；

(5)有機碳與有機氮含量低，平均值分別為 0.2%及 0.02%，而紅樹林的底質有機質含量較高，分別為 1.0%及 0.1%。

(6)pH 值呈微弱鹼性，平均為 8.2；而紅樹林底質呈中性~弱酸性，平均為 6.9。

- 台灣招潮蟹棲地
- 紅樹林棲地
- △ 台灣招潮蟹 (平均值±標準誤差)
- ▲ 紅樹林 (平均值±標準誤差)

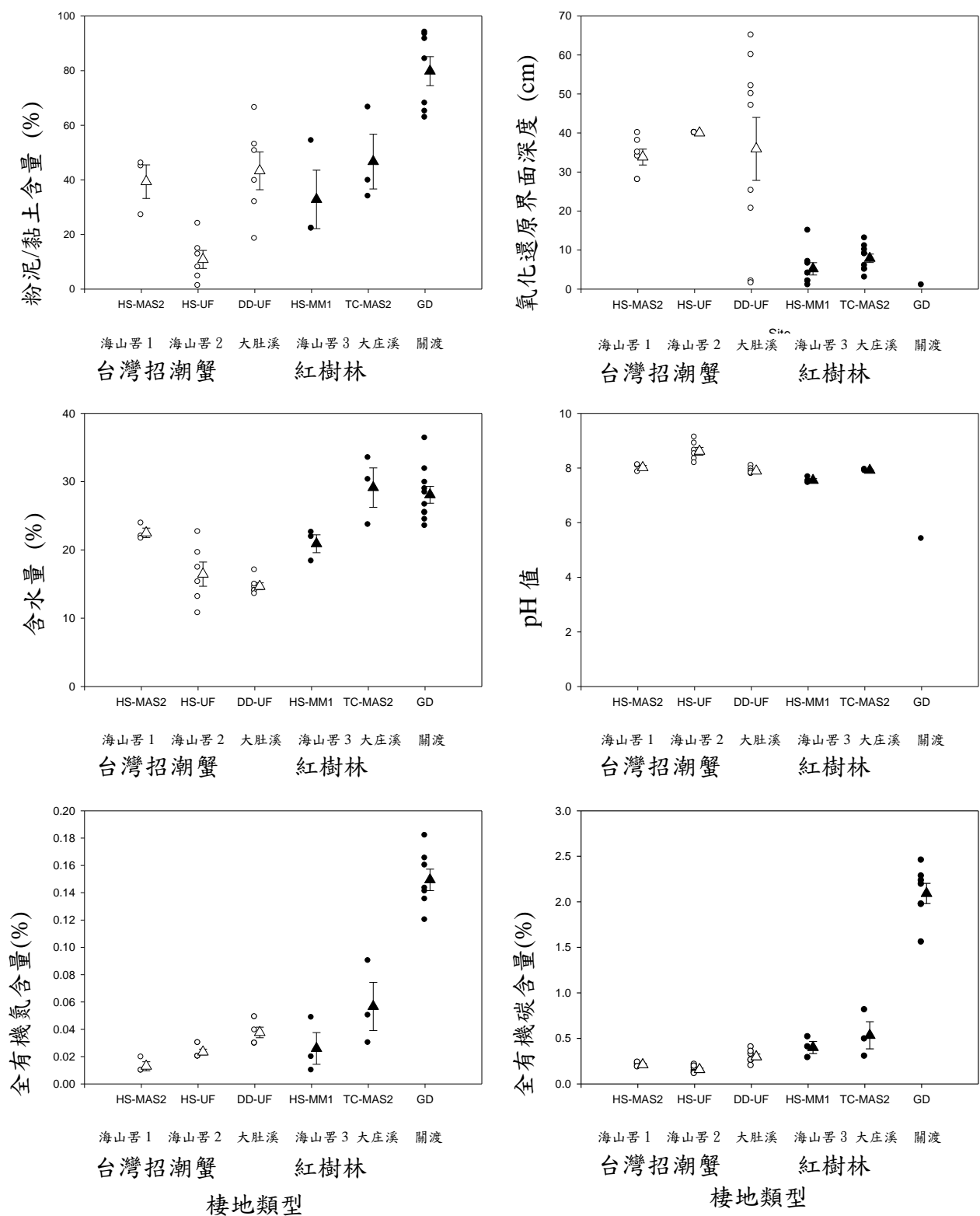


圖 3-2-2 台灣招潮蟹與紅樹林棲地之底質特徵(海山罟 1:紅樹林人工栽植小苗區；海山罟 2:海山漁港南岸；大肚溪:彰化縣伸港鄉什股村海岸；海山罟 3:紅樹林人工栽植成林區；大庄溪:大庄溪南岸；淡水河河口的關渡)。

表 3-2-2、台灣招潮蟹棲地與紅樹林棲地的物理化學特徵。

	台灣招潮蟹棲地	紅樹林棲地
--	---------	-------

潮位位置	高潮線地帶	高潮線地帶
潮水淹沒時間	半月週期小潮期間，4~5天不被淹沒	視生長潮位而異，有些區域每日皆可被潮水淹沒
底質承重度	硬的粘土 (退潮後以 50 公斤重的人體為度量，腳不會陷入)	軟的粘土 (退潮後以 50 公斤重的人體為度量，腳會陷入)
底質氧化還原層深度	氧化層深入底泥達 35~40 公分以上 (平均 36.6 公分，S.E.=1.8 公分，n=3)	氧化層深度在 0~8 公分之內 (平均 4.4 公分，S.E.=2.8 公分，n=2)
底質含水量	15~23% (平均 17.9%，S.E.=2.4%，n=3)	20~29% (平均 24.7%，S.E.=0.7%，n=2)
底質粉泥／粘土含量	11~43% (平均 31.2%，S.E.=10.2%，n=3)	32~80% (平均 53.1%，S.E.=13.9%，n=3)
底質有機碳含量	0.16~0.3% (平均 0.2%，S.E.=0.04%，n=3)	0.4~2.1% (平均 1.0%，S.E.=0.5%，n=3)
底質有機氮含量	0.02~0.04% (平均 0.02%，S.E.=0.008%，n=3)	0.03~0.15% (平均 0.1%，S.E.=0.04%，n=3)
pH 值	7.9~8.6 (平均 8.2，S.E.=0.2，n=3)	5.4~7.9 (平均 6.9，S.E.=0.8，n=3)

註：採樣站與採樣時間—三個台灣招潮蟹的棲地位於彰化縣伸港鄉什股村海岸（採樣時間 2003 年 2 月 21~22 日）及新竹市濱海野生動物保護區海山漁港南岸及海山罟紅樹林人工栽植小苗區（採樣時間 2003 年 2 月~3 月）。三個紅樹林棲地分別位於新竹市濱海野生動物保護區大庄溪南岸、海山罟紅樹林人工栽植成林區（採樣時間 2003 年 2 月~3 月）與淡水河河口的關渡（1999 年 1 月~3 月）。

3-3 紅樹林對台灣招潮蟹棲地的可能衝擊

紅樹林的出現對台灣招潮蟹可能產生的衝擊在於紅樹林改變了

棲地的物理化學性質，而影響到台灣招潮蟹及其它需要利用同樣的棲地來生活的生物。又由於生物與生物彼此間的相互作用發生了變化，棲地的生物及非生物因子大幅改觀，而趨使空曠的潮間帶生態系轉變成為海岸林生態系。例如：彰化縣伸港鄉，利用潮間帶高潮線灘地生活的動物，除了台灣招潮蟹之外，尚有多種螃蟹，包括短指和尚蟹、清白招潮蟹、斯氏沙蟹、厚蟹類、擬相手蟹類及地蟹類等約有 13 種（陳章波等，2003b）。此外，海岸水鳥，如東方環頸鴿、小燕鷗是在高潮線與陸域接壤的石礫地上築巢繁殖，小白鷺、濱鴉、灰斑鴉及翻石鴉等利用高潮線地帶覓食或休息（蔡嘉揚，個人通訊）。紅樹林對這些動物而言是資源的競爭者。

紅樹林對台灣招潮蟹的干擾效應，綜合說明於表 3-3。

表 3-3、紅樹林對台灣招潮蟹造成的可能衝擊。

紅樹林的生物效應		台灣招潮蟹可能受到的影響	文獻
在提供食物方面	落葉漸次分解後的碎屑累積	不是直接的食物來源—根據穩定碳、硫同位素對其它幾種招潮蟹的食物來源的研究顯示底棲微細藻類是這些招潮蟹的主食	Hsieh et al., 2002
對底質改變方面	細泥淤積增加； 底棲藻產量下降； 底質含水量增加； 氧化層變淺； 毒氣 H ₂ S 產生； 底泥酸化	減低食物的質與量 洞穴還原層增厚； 有毒氣產生； 洞穴深度變淺，洞內溫度上升； 甲殼易溶蝕	
對棲地的遮蔽效應	底棲微藻生產力下降	減低食物的質與量	
地上植株之空間結構	產生空域空間上的障礙物； 產生樹影飄動的驚嚇效應	妨礙個體與個體間的視訊交通； 螃蟹誤判而增加躲避敵害的行為	
地下根系之空間結構	泥域（底土內）空間上的障礙物	妨礙洞穴的構築	
對棲地生態的改變	吸引偏好紅樹林沼澤系統的弧邊招潮蟹、台灣厚蟹及伍氏厚蟹等的族群拓展	同屬的招潮蟹的入侵成為資源的競爭者； 不同屬的厚蟹類成為台灣招潮蟹小個體的掠捕者	施習德，1999； 謝蕙蓮，未發表資料（厚蟹類族群數量在紅樹林林內者較空曠灘地內者高 2 倍~100 倍）