

新竹市第四十三屆中小學科學展覽會

作品說明書



科別：生物科

組別：國小乙組

作品名稱：碳索濕地鹽究生態之奧秘

關鍵詞：底棲生物、酸鹼指示劑、碳匯

摘要

香山濕地海水退潮後，濕地上蘊藏著無數豐富的生命，潮間帶就像一個隨時敞開的大門，迎接著各種生物的進駐，提供底棲生物繁衍後代、覓食以及庇護的場所。本研究對香山濕地沙質灘低潮線的短指和尚蟹，泥質灘高潮線的特有種台灣招潮蟹和紅樹林植物的生存環境與構造進行探究。兵蟹「隧道式覓食」形成彎彎曲曲的「擬冀」，台灣招潮雄蟹「隨機性側偏」的大螯足，當蟹類受到驚嚇或攻擊時會癱在沙地裝死或自割大螯，讓天敵對牠們失去興趣而逃過一劫。紅樹林的花青素能夠在一定程度上充當天然的酸鹼指示劑，紅樹林與底棲生物的關係，對濕地淨化水質與固碳的作用。透過我們實地踏查，瞭解濕地生態與環境之間的依存關係，期待我們對濕地更多的關注與愛護。

壹、前言

一、研究動機

六年級「自然與生活科技」生物與環境單元，引起我們學習生物與環境之間互相依存之研究興趣，以及校訂特色課程~濕地踏查「愛海小旅行」活動，藉由參訪香山濕地生態環境，走訪濕地觀察豐富的底棲動物資源。課餘時間在自然老師的陪伴下，我們一起觀察濕地生態，瞭解底棲生物的構造、行為特性和濕地植群受海水衝擊及護堤固岸與生活環境的重要性。

「賞蟹步道」棧道下的海灘像是一張大濾網，如何提供底棲生物的食物？蟹類與紅樹林的關係，近年來會不會因為香山濕地紅樹林的移除而受到影響？紅樹林如何抗鹽？如何獲得氧氣和固碳？紅樹林不是紅色的，為什麼叫作紅樹林？是不是跟紅鳳菜一樣可以作為酸鹼指示劑？

透過文獻的收集和閱讀，我們實際踏查海岸走訪濕地，捲起褲管挽起袖子，在多樣性的生物群相中穿梭漫遊，沉浸在潮間帶中「**碳索濕地鹽究生態之奧秘**」。

二、研究目的

香山濕地潮間帶寬廣，漲、退潮時沙泥質地生物豐富，海水與淡水交會逐漸混合的河口區，淡水注入鹽度變化很大，因多變化的鹽度提供生物生存的環境，濕地的動、植物都能適應鹽度的劇烈變化。依濕地動、植物的棲息環境及生態行為特性進行踏查觀測，藉由探究拉近了我們與海的親密感，進而欣賞濕地生態之奧祕。茲將研究目的敘述如下：

(一)潮間帶生物大觀園

1.觀察底棲生物的生存環境與構造

2.觀察底棲生物的行為特性

(二)潮間帶的綠意

1.研究紅樹林的生存環境、構造與抗鹽

2.研究紅樹林植物的導電度、酸鹼指示劑

(三)碳匯對濕地生物的依存關係

1.探討碳匯對濕地生物生存的影響

2.探討碳吸收與淨化水質保護環境的作用

三、文獻回顧

底棲生物(benthos)的大族群短指和尚蟹和台灣特有種台灣招潮蟹，在香山濕地生活其中。蟹類的構造和行為特性在諸多文獻中都曾經紀載過(趙世民、蘇焉，2005)、(楊樹森，2021)，透過文獻的佐證和我們實際的探究，可達到進一步對濕地生物更完整的瞭解。

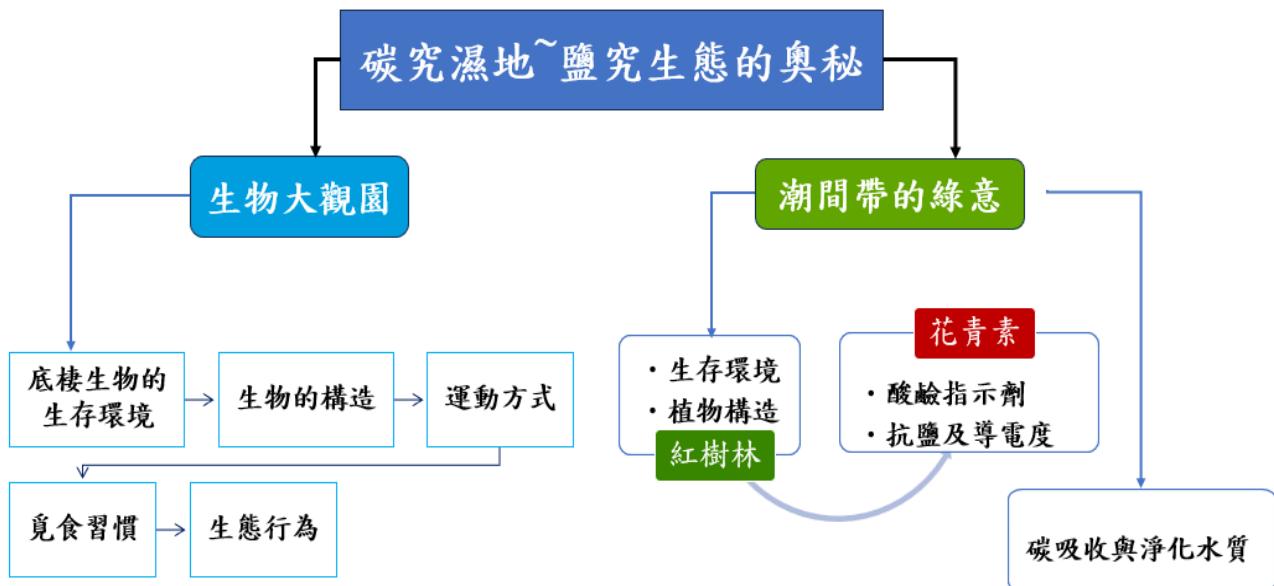
紅樹林的名稱源自於紅樹(Rhizophoraceae)，雖然紅樹林的植物不一定都是紅色，但樹的根部常呈現紅色或橙色。本研究將紅樹林花青素(anthocyanidin)對酸鹼溶液的測試，探討是否有紅鳳菜花青素對酸鹼指示效果的優越性，可作為酸鹼指示劑的功能和效果。雖然未見文獻顯現紅樹林花青素可以對酸鹼溶液的測試結果，本研究針對紅樹林植物水筆仔、海茄苳及陸生植物欖仁樹、紅鳳菜的花青素檢測水溶液的酸鹼性，以驗證紅樹林植物是否可為「酸鹼指示劑」。

依香山濕地相關文獻所述(張登凱，2015、荒野基金會，2021、廖璟郡，2012)，紅樹林的移除對台灣招潮蟹特有種棲息環境的影響，固碳對環境的保護作用，漲、退潮時多變化的鹽度形成多樣性生物棲息的場域，對本研究探索濕地研究生態上有相當的助益。

貳、研究設備及器材

圖鑑	平板電腦	數位顯微鏡	游標卡尺
鋸子	燒杯	酒精燈組	培養皿/瓶
量筒	滴管/試管/試管架	透明觀察箱	海鹽
握柄花剪	碼錶	數位電子秤	三用電表
酸鹼試紙	研鉢	篩網	挖土鏟子

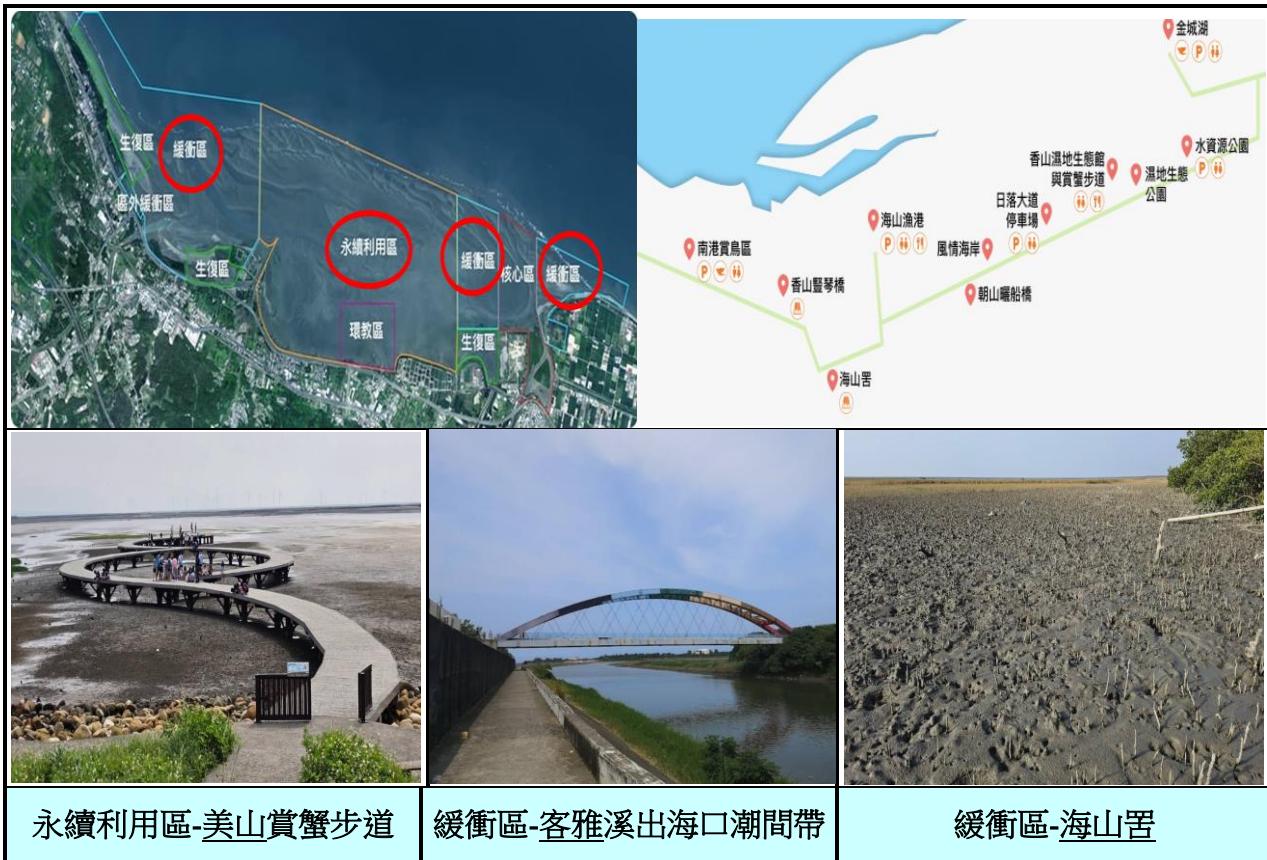
參、研究過程



肆、研究結果與討論

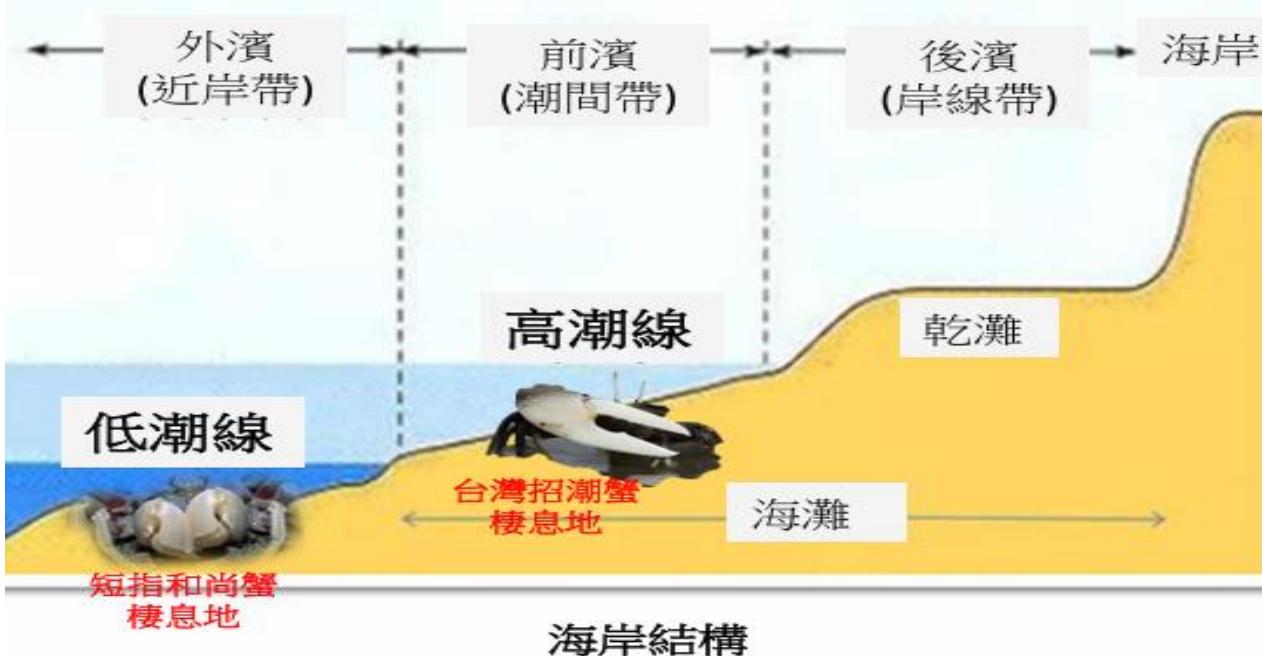
一、潮間帶生物大觀園_底棲生物

(一)觀察底棲生物的生存環境，主要研究觀察區域：

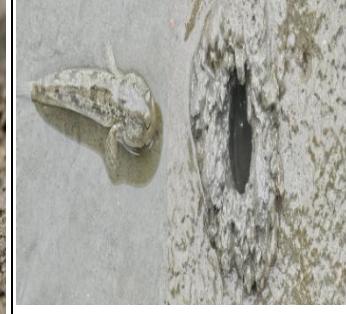


交通部中央氣象署潮汐表：(課餘時間前往濕地踏察時間表)

日期	潮汐	滿潮時間	潮高(cm)
12/4(三) 農曆11/4	大潮	11:15	185
		22:52	171
12/11(三) 農曆11/11	中潮	06:48	156
		19:16	172
12/18(三) 農曆11/18	大潮	00:07	179
		13:01	189
12/25(三) 農曆11/25	小潮	06:27	92
		18:44	112
1/1(三) 農曆12/2	大潮	12:10	188
		23:49	148
1/8(三) 農曆12/9	中潮	05:06	154
		17:33	158
1/15(三) 農曆12/16	大潮	12:12	193
		23:54	142
1/22(三) 農曆12/23	小潮	04:23	110
		16:36	119
2/5(三) 農曆1/8	中潮	3:35	179
		15:54	170
2/12(三) 農曆1/15	大潮	11:29	192
		23:10	185
2/19(三) 農曆1/22	小潮	02:48	152
		14:50	152
2/26(三) 農曆1/29	中潮	10:13	187
		22:03	198



客雅溪在香山的出海口形成的潮間帶沙泥質混合灘地，即新竹濱海野生動物保護區，以堤外永續利用區、緩衝區溪口為研究地點。主要對沙質灘(低潮線)最大家族的短指和尚蟹，泥質灘(高潮線)特有種台灣招潮蟹，及沙質同棲地的彈塗魚、藤壺進行探究如下：

短指和尚蟹 和尚蟹科 Mictyridae	台灣招潮蟹 沙蟹科 Ocypodidae	彈塗魚 背眼鰕虎亞科 Oxudercinae	藤壺 原蔓足綱 Cirripedia
			

豔麗的外表

(大螯足左偏側)

偽裝的保護色

雌雄同體異體受精

1. 短指和尚蟹-和尚蟹科 Mictyridae :

學名：Mictyris brevidactylus	俗名：海和尚、海珍珠、兵蟹
	

頭型呈藍圓球狀，四對步足及一對白色大小相對稱的螯，有「和尚蟹」、「海珍珠」之稱。

大的兵蟹只要天氣晴朗，即會在退潮時沙泥質混合區，以成千上萬的軍容出現在潮間帶，其行走方式是向前行。

幼小的兵蟹比較不會出來，常行「隧道式覓食」後，便形成彎彎曲曲的「擬糞」。

(1) 短指和尚蟹的生長環境

①特徵：淡藍色的頭胸甲為圓球形，所以有「和尚蟹」之稱。步足與螯足為白色，步足與頭胸甲相接處為紅色，整體顏色相當豔麗，又有「海珍珠」之稱。

②習性：棲息於客雅溪河口灣區潮間帶的沙泥質混合地，是少數直行的螃蟹之一。在藻類繁盛或優養化的沙泥灘地環境，其整體顏色較偏橙色。

③觀察重點：其球形背甲呈淡藍色，大螯與步足乳黃色，步足基部亮紅色。天氣晴朗時大量出現地表成群結隊覓食，聲勢浩大所以也有「兵蟹」之稱。天氣晴朗時，

牠們大量出現直線行進，偏好軟沙地。受到驚嚇時會斜立身體向下旋轉潛入沙泥中，也是其他鳥類、蟹類捕食的對象。

(2) 短指和尚蟹的身體構造

- ①眼睛：猶如火柴棒的眼睛，眼柄短而靠近甲殼，眼睛較低視野範圍有限。眼睛較為隱蔽，有利於沙地偽裝或假死以減少天敵發現。
- ②頭胸甲：呈圓球狀，為藍紫色，酷似和尚頭，所以稱為「和尚蟹」。
- ③蟹足：有四對細長的白色步足，步足和甲殼相接處為艷麗的紅色，又有「海珍珠」之稱。有一對白色的螯，兩螯大小一致且對稱。
- ④整體外觀：立體圓形的甲殼，四對步足是平均分配在圓形甲殼四周，成放射狀，腹部無論雄雌均相當寬大，辨別雄雌得扳開其腹部才能曉得。

2、台灣招潮蟹-沙蟹科 Ocypodidae：

學名： <i>Uca formosensis</i>	俗名：大棋蟹、鉸刀剪、台灣特有種
	
雄性成蟹雙螯大小相差懸殊，「隨機性側偏」可為左側或右側，並無絕對的左撇子或右撇子。大部分台灣招潮蟹大螯足幾乎在右邊。 (大螯足右偏側)	雌性沒有大螯足，雙螯大小相近，小螯主要負責取食與挖掘洞穴。
	雌蟹和雄蟹配對後會一起進入雄蟹的洞穴，為了度過乾旱的小潮期，雄蟹會挖出洞內泥土在洞口堆成煙囪狀。 (常出現於夏天泥質較硬時)

(1)台灣招潮蟹的生長環境

- ①特徵：台灣招潮蟹背甲呈深褐色，後緣顏色較淡，且幼蟹背甲有淡色的紋路。步足褐色，大螯足從內到外兩指為深褐色至白色。
- ②習性：台灣招潮蟹主要棲息於高潮線附近空曠無遮蔽的潮間帶，喜歡土質堅硬黏性又大的寬廣泥灘地。
- ③觀察重點：退潮後，台灣招潮蟹群聚出現爬行覓食，利用大蟹鉗搜尋食物並維護洞穴。公蟹求偶時會揮動大螯吸引母蟹，交配後常見洞口會築成高聳煙囪式構造，我們也可以利用洞穴找尋或辨認螃蟹的廬山真面目。

(2) 台灣招潮蟹的身體構造

- ①眼睛：眼柄長而突出立於頭胸甲上，類似望遠鏡，眼睛高聳有助於偵測天敵掠食者。
- ②頭胸甲：背甲深褐有隱約淡色斑紋。
- ③螯足：大螯潔白兩指的前半可以密合，大螯足從內到外兩指為深褐色至白色。
- ④整體外觀：背甲呈梯形，背甲表面光滑，深褐至灰褐色。蟹腳呈剪刀狀，小螯指端呈湯匙狀。喜歡棲息在潮間帶上較乾燥的地方。是台灣特有種與特有屬，北台灣目前只在香山濕地的黏土質泥灘地高潮線有較大族群。

【研究一】螃蟹的物種與沙質灘和泥質灘的棲息環境有關係嗎？

【觀察紀錄】

沙質地 (短指和尚蟹)		棲息於沙質灘的短指和尚蟹容易受海水沖刷和環境不穩定的影響，需要挖掘洞穴或潛入沙中。
泥質灘 (台灣招潮蟹)		因河流及海流所帶來的沙泥，在水流緩慢的地方堆積而成，泥質地比沙質地有著更豐富的有機碎屑，可以提供台灣招潮蟹的食物來源。

【研究二】濕地上處處可見的螃蟹洞，具有哪些功能？

【觀察紀錄】

		
		
洞口直徑大於10元硬幣直徑 2.7cm 和 50 元 硬 幣 直 徑 2.9cm。	台灣招潮蟹成蟹洞口直徑約 2.76cm，幼蟹洞口不到 1cm。	台灣招潮蟹成蟹洞口深度約 12cm，必須往下挖掘才能找 到牠們。

【觀察結果】

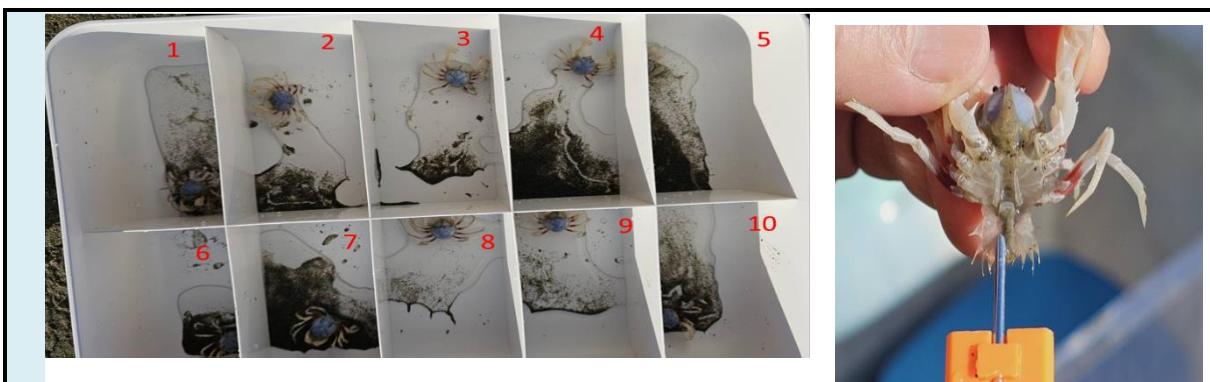
- (1)在漲、退潮時，新鮮的海水可以透過密密麻麻的螃蟹洞送達沙地深處，並提供食物和氧氣。短指和尚蟹和台灣招潮蟹在泥地裡挖洞，泥地下的海水可以和上面的海水正常交流，能夠克服泥地下缺氧的狀態。
- (2)另外，螃蟹封洞的行為不僅是為了防止海水灌入，有些螃蟹會用泥團封住洞口，將情敵困在洞內以減少競爭對手的數量。封洞行為不只是單純的防禦手段，也是一種爭奪資源與繁殖優勢的策略。

【研究三】短指和尚蟹外觀都長得一樣，如何分辨雄蟹和雌蟹？

【觀察記錄】以客雅溪出海口潮間帶為觀察地，隨機取樣 10 隻短指和尚蟹觀察其性別。



將腹部打開，雄蟹有交尾器(生殖管)、雌蟹有抱卵肢(生殖孔)



隨機取樣 10 隻短指和尚蟹

蟹 1(♂)



蟹 2(♂)

蟹 3(♀)

蟹 4(♀)



蟹 5(♂)

蟹 6(♂)

蟹 7(♂)

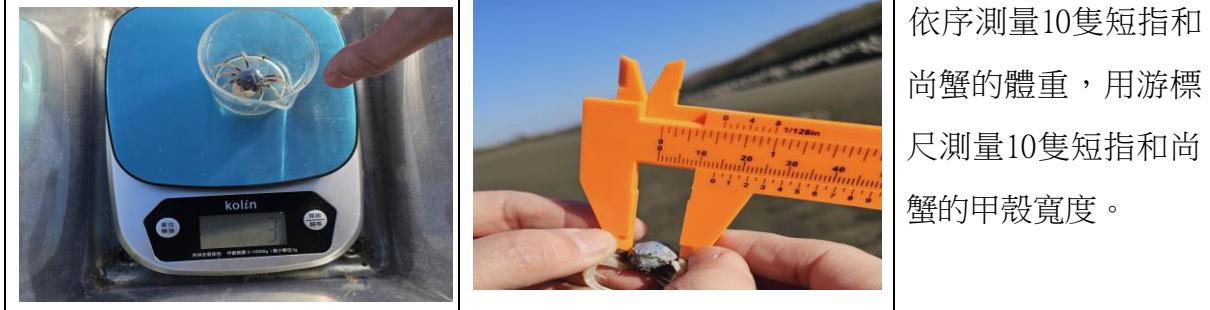


蟹 8(♂)

蟹 9(♂)

蟹 10(♂)

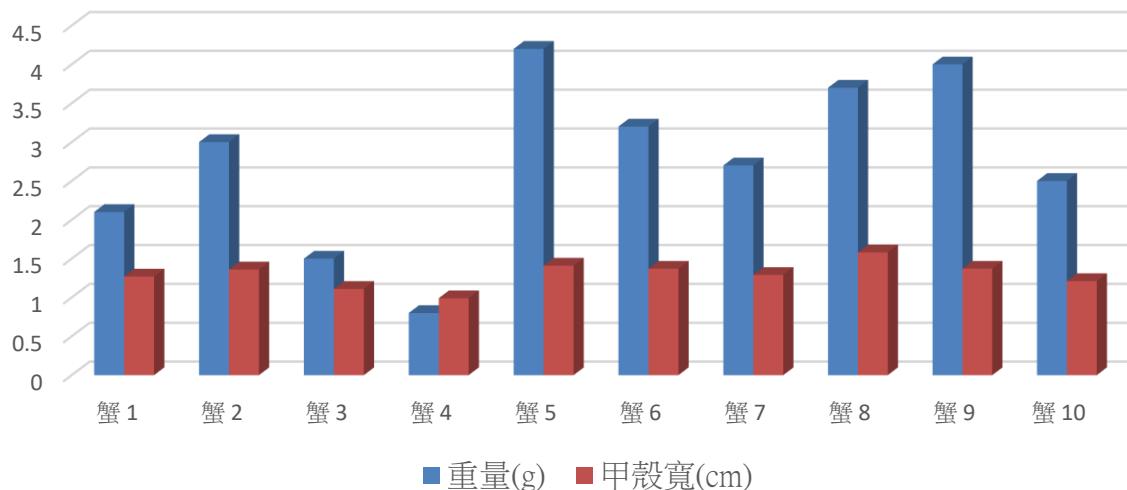
測量短指和尚蟹體重及甲殼寬度



依序測量10隻短指和尚蟹的體重，用游標尺測量10隻短指和尚蟹的甲殼寬度。

短指和尚蟹	蟹 1	蟹 2	蟹 3	蟹 4	蟹 5	蟹 6	蟹 7	蟹 8	蟹 9	蟹 10	平均
雄♂ 雌♀	♂	♂	♀	♀	♂	♂	♂	♂	♂	♂	雄：雌 4 : 1
重量 (g)	2.1	3.0	1.5	0.8	4.2	3.2	2.7	3.7	4.0	2.5	2.77
甲殼寬度 (cm)	1.27	1.36	1.11	0.99	1.41	1.37	1.29	1.58	1.37	1.21	1.30

短指和尚蟹重量與甲殼寬度比較圖



【研究結果】

取樣10隻短指和尚蟹，甲殼平均寬度1.3公分，平均重量2.77公克。其中有8隻雄蟹和2隻雌蟹(4:1)，雄蟹體型較大行走速度比較快，成群活動於水分多的泥灘地和沙質地之間。雌蟹與幼蟹體型較小行動較慢，避免天敵的侵犯常沒入沙地裡以隧道式覓食。

【研究四】台灣招潮蟹如何分辨雄蟹和雌蟹？

【觀察記錄】

雄 蟹		
	從外觀上容易觀察雄蟹有一隻大螯，可禦敵和求偶，小螯的主要功能抓取食物吃；由螯的大小就能清楚辨別。	將台灣招潮蟹翻過來觀察其腹部，臍尖狹窄的是雄蟹。



自割大螯：遇見危險十萬火急時，雄蟹也會快速自割，經過幾次脫殼殘肢就可復原。

雌 蟹		
	雌蟹二隻螯都是小的，主要功能抓取食物吃，沒有防禦的功能。	將台灣招潮蟹翻過來觀察其腹部，臍圓圓寬寬的是雌蟹。

測量台灣招潮蟹體重及甲殼寬度

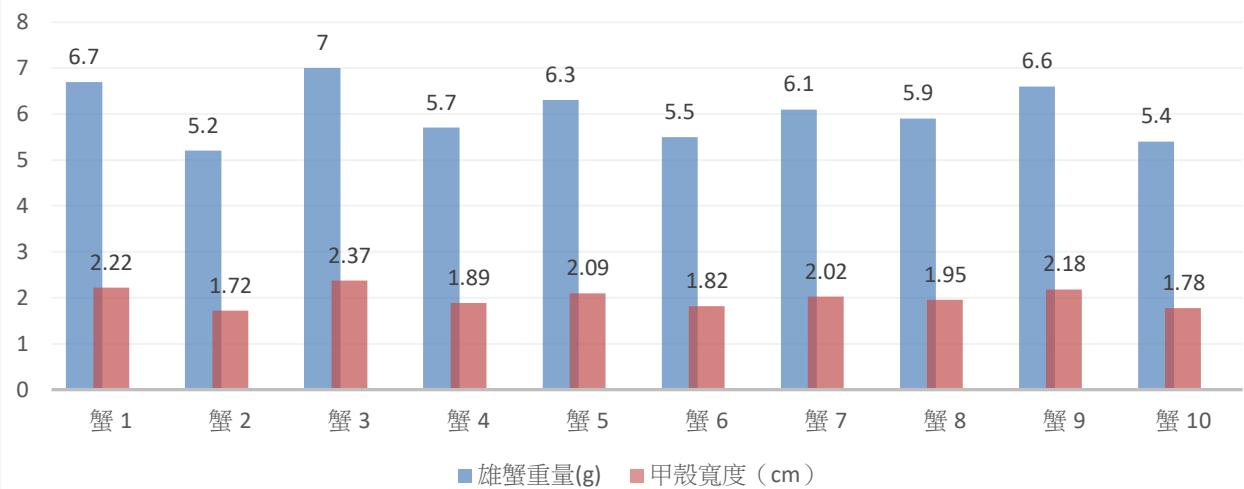


測量雄蟹體重和甲殼寬度

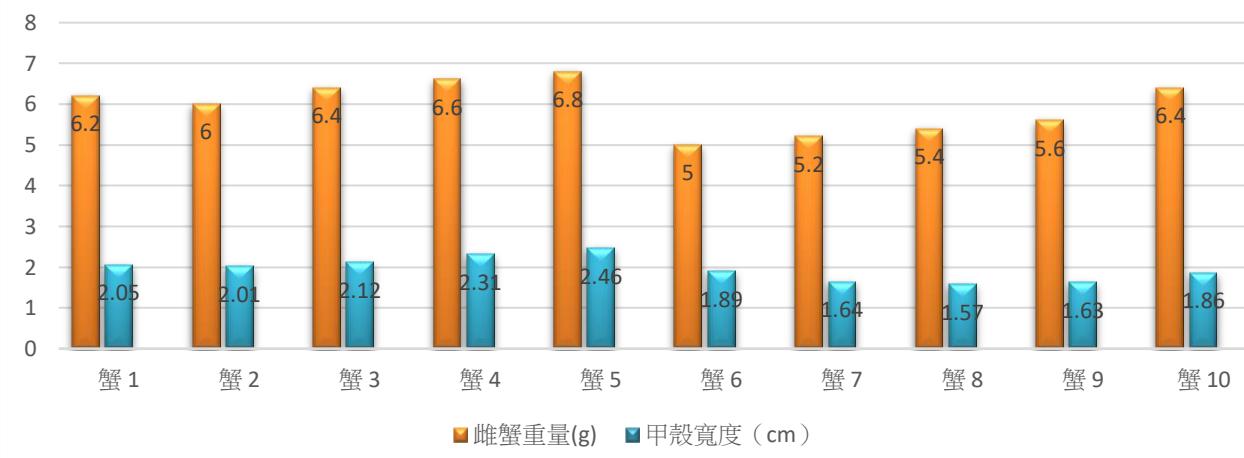
測量雌蟹體重和甲殼寬度

台灣招潮蟹	蟹 1	蟹 2	蟹 3	蟹 4	蟹 5	蟹 6	蟹 7	蟹 8	蟹 9	蟹 10	平均
雄蟹大螯側偏	右	左	右	右	右	左	左	右	右	右	左：右 3：7
雄蟹重量(g)	6.7	5.2	7.0	5.7	6.3	5.5	6.1	5.9	6.6	5.4	6.04
雄蟹 甲殼寬度 (cm)	2.22	1.72	2.37	1.89	2.09	1.82	2.02	1.95	2.18	1.78	2
雌蟹重量(g)	6.2	6.0	6.4	6.6	6.8	5.0	5.2	5.4	5.6	6.4	5.96
雌蟹 甲殼寬度 (cm)	2.05	2.01	2.12	2.31	2.46	1.89	1.64	1.57	1.63	1.86	1.96

台灣招潮雄蟹重量與甲殼寬度比較圖



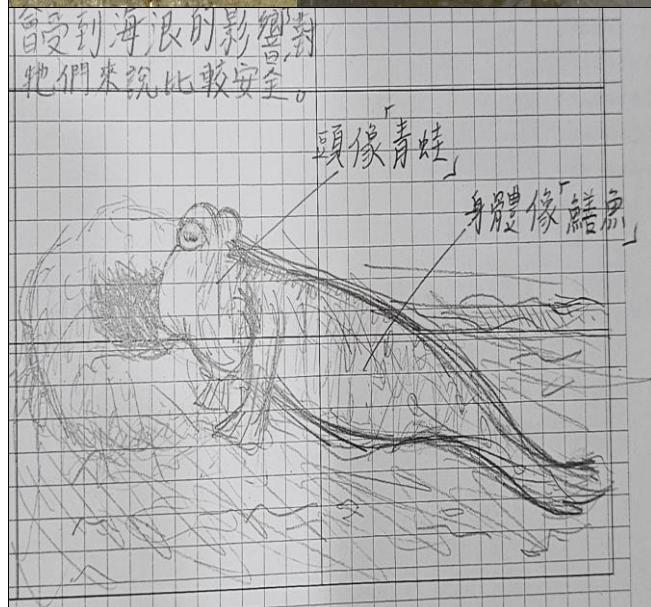
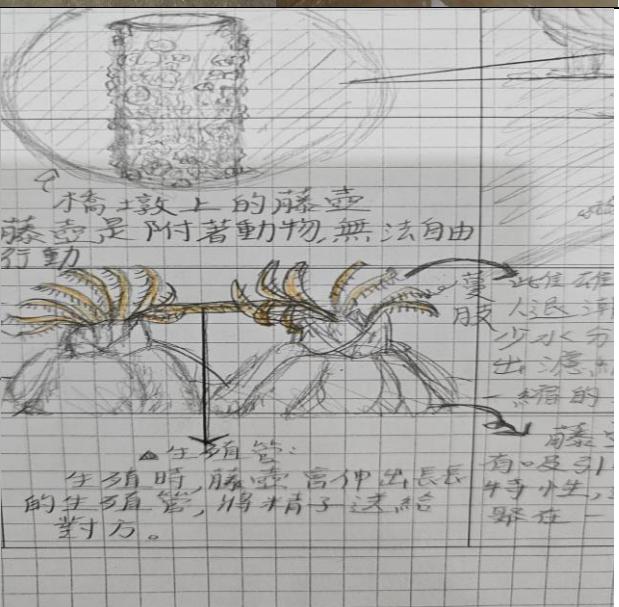
台灣招潮雌蟹重量與甲殼寬度比較圖



【研究結果】

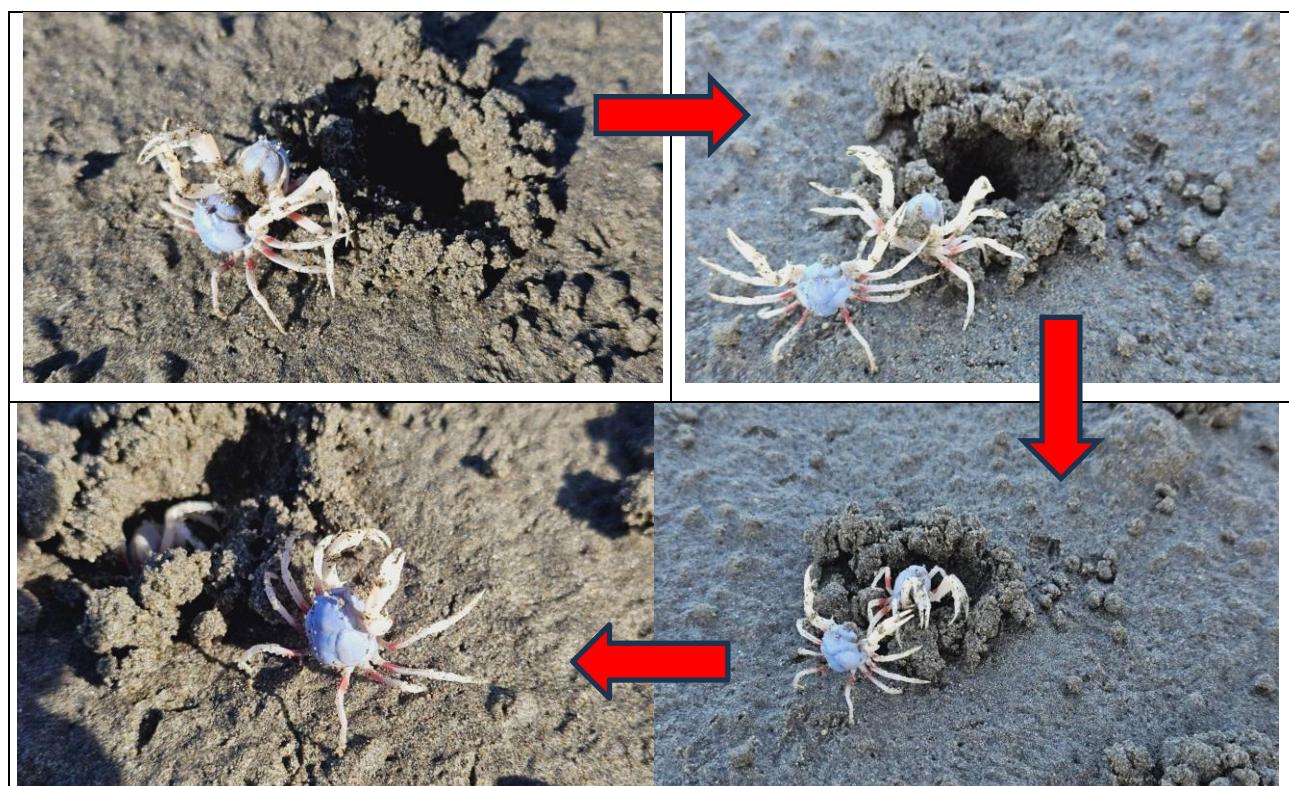
- (1)台灣招潮蟹雄蟹、雌蟹各10隻，雄蟹甲殼平均寬度 2公分，平均重量 6.04公克；雌蟹甲殼平均寬度 1.96公分，平均重量 5.96公克；雄蟹甲殼平均寬度和平均體重都超越雌蟹。
- (2)雄蟹大螯側偏，編號2、編號6、編號7為左大螯，其他雄螯側偏在右邊 (左：右=3:7)，大部分雄蟹大螯側偏以右邊居多。

3. 賞蟹步道沙質地其他生物

彈塗魚_背眼鰕虎亞科Oxudercinae	藤壺_原蔓足綱 Cirripedia
 	 
<p>會受到海浪的影響，對牠們來說比較安全。</p> <p>頭像青蛙，身體像鱸魚。</p> 	<p>木橋墩上的藤壺 藤壺是附著動物無法自由行動</p> <p>此種生物為底棲生物，少水而出潛伏，一個個的 表皮</p> <p>▲生殖管： 生殖時，藤壺會伸出長長的生殖管，將精子送給雌性，聚在一起。</p> 
<p>1. 背眼鰕虎亞科，從側面望去彈塗魚鰓室發達，裡面的水分可以幫助牠度過退潮後的乾涸生活。靠著濕潤的皮膚及魚鰓中的水分呼吸，所以可以生活在泥灘上。</p> <p>2. 棲息在厚軟的黏泥洞穴，那對靈活突出的雙眼可預防危險，胸鰭用來爬行、游泳、跳躍、站立，尾鰭用來爬行或游水前進。</p>	<p>1. 退潮時藤壺殼口緊閉以減少水分散失，漲潮後再伸出濾網狀的附肢，一伸一縮的濾食水中浮游生物。</p> <p>2. 藤壺的表皮和硬殼有吸引幼蟲前來附著的特性，牠們是雌雄同體，但需要異體受精，群聚方便交配，這就是牠們能聚在一起的原因。</p>

二、研究底棲生物的行為特性

1. 短指和尚蟹生態行為



氣勢是決定勝負的關鍵，主權之爭點燃了煙硝味，但仔細一瞧，牠們立起身子腹部相對，蟹足與步足高舉比劃，倒像是雙方在共舞，呈現在午後河海荒野之中的有趣畫面。

爭奪棲息地：為了洞穴爆發一場「推擠戰」，用蟹驅趕對方直到一方退讓。

求偶競爭：雄蟹在繁殖季節會爭奪配偶，較強者驅逐弱者以獨占母蟹。

天敵出現，短指和尚蟹使出遁地術



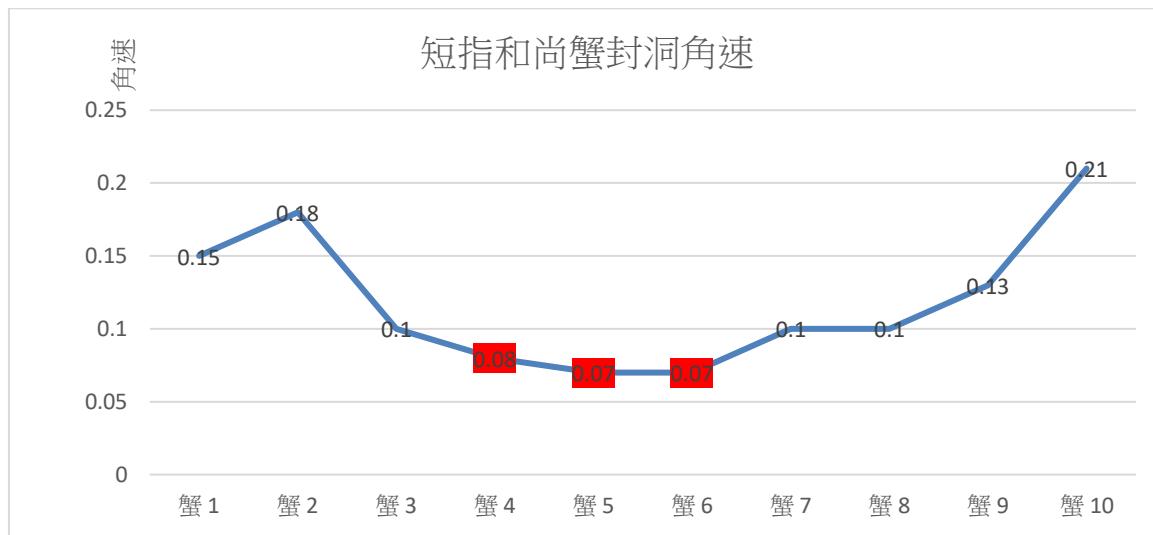
受到驚嚇或攻擊時會癱在沙地裝死，讓攻擊者失去興趣而逃過一劫。

遇見天敵黑腹濱鶴，受到驚嚇會蜷縮裝死，傾斜圓渾身軀以順時針或逆時針方向，像陀螺般旋轉潛入沙泥中。

【研究三】短指和尚蟹封洞速度有多快？

【觀察紀錄】

短指和尚蟹	蟹 1	蟹 2	蟹 3	蟹 4	蟹 5	蟹 6	蟹 7	蟹 8	蟹 9	蟹 10	平均
重量 (g)	2.1	3.0	1.5	0.8	4.2	3.2	2.7	3.7	4.0	2.5	2.77
時間(s)	42	34	60	80	85	86	60	60	48	30	59
角速 (rad/s)	0.15	0.18	0.1	0.08	0.07	0.07	0.1	0.1	0.13	0.21	0.12
旋轉方向	順時針	逆時針	逆時針	逆時針	順時針	順時針	順時針	順時針	順時針	逆時針	順：逆 3 : 2

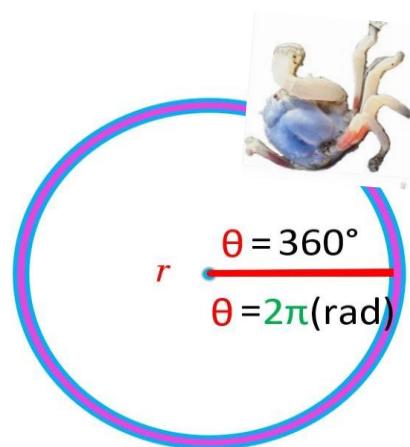


以編號蟹1為例：和尚蟹旋轉一圈 (360°)，所需時間42秒，其旋轉速度 ω (rad/s)。

轉化角度為弧度 $\theta = 360^\circ = 2\pi$ (rad)

$$t = 42(\text{ s})$$

$\omega = 2\pi / 42 = 0.15$ (rad/s) 其餘和尚蟹的角速，以此類推。



【觀察結果】

(1) 編號蟹4，重量0.8g體型最小，旋轉角速0.08 (rad/s) 較慢。編號蟹5，重量4.2g和編號蟹6，重量3.2g，牠們受到驚嚇身體蜷縮不動，一會兒才開始慢慢旋轉入洞，其角速最慢皆為0.07 (rad/s)。編號蟹10，重量2.5g體型適中，角速0.21 (rad/s) 封洞速度最快。

(2) 觀察10隻短指和尚蟹封洞的方向，有6隻順時針旋轉，另外4隻逆時針旋轉(順時針：逆時針=3：2)。短指和尚蟹遇見危險時，挖洞動作相當迅速逗趣。會以順時針或逆時針方式旋轉，將挖起的泥沙堆於外側，渾圓的身軀就陷入坑洞，最後用泥沙填滿坑洞銷聲匿跡。遇見天敵來不及遁逃也會裝死躲過一劫。

2. 台灣招潮蟹行為特性

台灣招潮蟹棲息在比較乾旱的高潮線，以黏土質為主。當危機不是很緊急，台灣招潮蟹可以從容地逃回洞中時會以小螯那邊先進洞，讓大螯向著洞口，既可以保護又可以堵住洞口。若情況緊急遇見天敵時，不論左右邊，只要能衝回洞中就好。

【研究四】台灣招潮蟹為何避開紅樹林？

【觀察紀錄】

(1)紅樹林密集生長阻礙水流，灘地泥化隔絕了空氣和水，呼吸根密佈阻礙台灣招潮蟹掘洞，灘地變得相當泥濘不適合台灣招潮蟹生存，紅樹林嚴重壓迫牠們棲地的環境。同時造成河口阻塞影響排洪，孳生蚊蠅造成環境衛生問題。

(2)新竹市政府自2007年起開始整治香山濕地紅樹林區，目前幾乎恢復原本泥、沙混合棲地樣貌，特有物種台灣招潮蟹族群也能持續在泥上繁衍成長中(新竹市政府香山濕地生態網)。

三、潮間帶的綠意－紅樹林

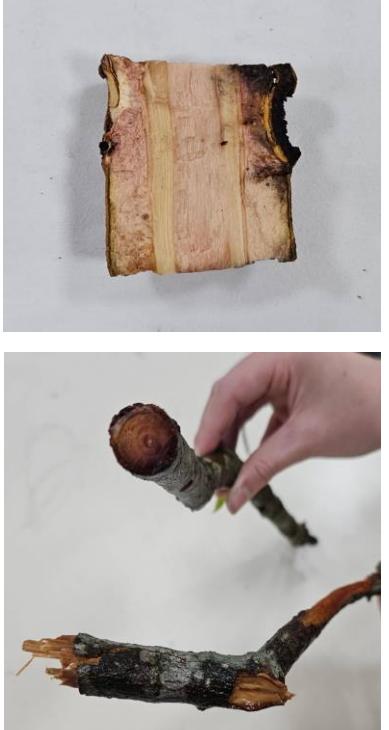
河海交會地勢平緩，除了潮間帶底棲生物外，紅樹林植物乾枯的葉子掉落泥地腐敗後，為蟹類供應豐富的有機碎屑，是營養食物最佳的來源。鹹鹹的空氣裡伴隨著紅樹林的清香，但生長在泥質地的台灣招潮蟹卻不愛紅樹林，讓我們進一步來探究與蟹類相伴的紅樹林。以香山濕地海山罟以北，豎琴橋以南潮間帶沙泥質混合灘為主要研究觀察區域：



(一) 研究紅樹林植物的生存環境

紅樹林泛指生長在熱帶、亞熱帶地區的河流及海岸沼澤的鹽生常綠灌木或喬木樹林。身受海水潮汐的影響，又有「潮汐林」的別稱。紅樹林生長於泥濘而潮濕的黏質度高的泥質灘地著根生長，沙質灘地較無法使紅樹林定根並支持樹身。

(二) 研究紅樹林植物的構造

名稱	植物構造		植物特性
水筆仔	水筆仔(秋茄樹) 學名： <i>Kandelia candel</i>		
	根、莖 	 	板狀的支持根，裸露於地面，具有海綿狀組織，可以幫助吸收氧氣及過濾掉大部分的鹽分。(莖和樹皮呈現紅色)
葉			春季長新葉，葉片表皮的薄膜為蠟質組織角質層。葉面可見細小鹽粒，利用老葉的脫落排除多餘的鹽分。

	花			幼苗經過 3~4 年，就可以開花結果，梅雨期至初夏，白色的花朵開滿樹。
	果實			頂端的胚芽在母樹上度過發芽期，隔年4月成熟從頂端推出落地。
	胎生苗			 成熟的胎生苗尖端呈現紅褐色，落地時剛好是退潮，正好可以插入泥地中成長。
海茄冬(海欖雌) 學名：Avicennia marina				
海茄苳	根、莖			1. 棒狀呼吸根呈放射狀，可於缺氧的土壤中，直接由空氣取得氧氣。 2. 莖成直立狀，有助於儲存水分及養分。

	葉			葉為革質，上表面光滑下表面密佈極小的腺毛，葉背有鹽腺會吐鹽。
	花、果實			每年5-7月開出橘黃色的小花，果實內含一顆無胚乳的種子。

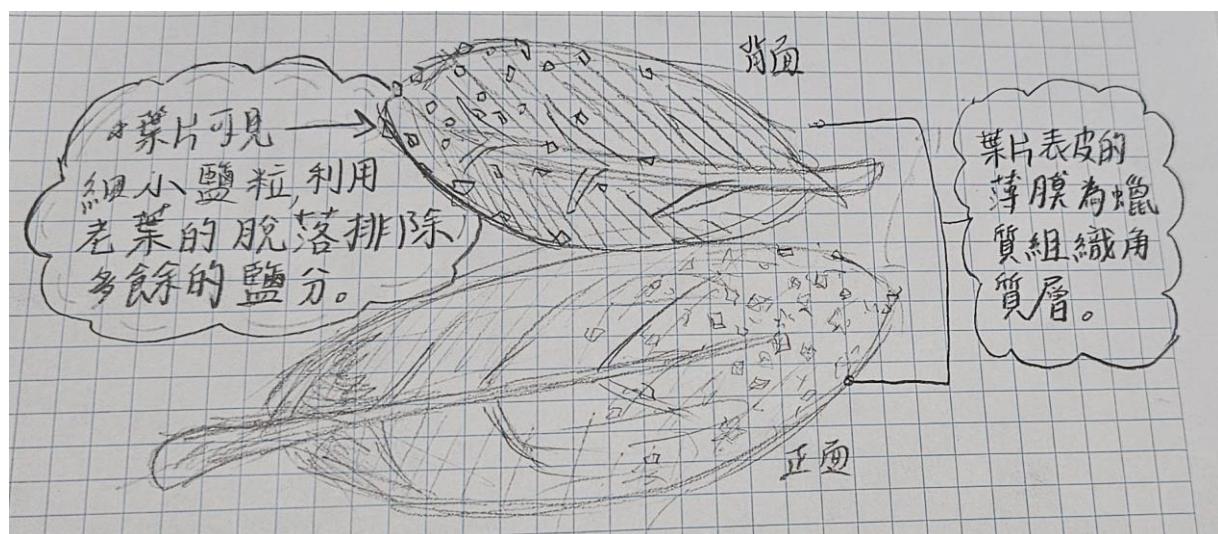
(三) 研究紅樹林植物的抗鹽和導電度

【研究五】紅樹林植物如何抗鹽？

【觀察紀錄與結果】

一般正常海水鹽度約 3.0-3.2%，水筆仔生存的海水鹽度為 0.5-1.0%，約正常海水的 1/3 左右。鹽度從根部往上遞減，有排拒鹽分的能力。在鹽度變化劇烈的濕地環境中生長，並保持水鹽平衡。這些適應機制幫助紅樹林植物在鹽水環境中生存，也促進了它們在特殊環境中繁衍和生長。

- (1)根在吸收水分時會過濾掉大部份的鹽分。
- (2)將鹽貯存在葉的特殊組織中，即所謂的蓄鹽性。
- (3)有鹽腺可以排除鹽分，即一般所稱的泌鹽性。

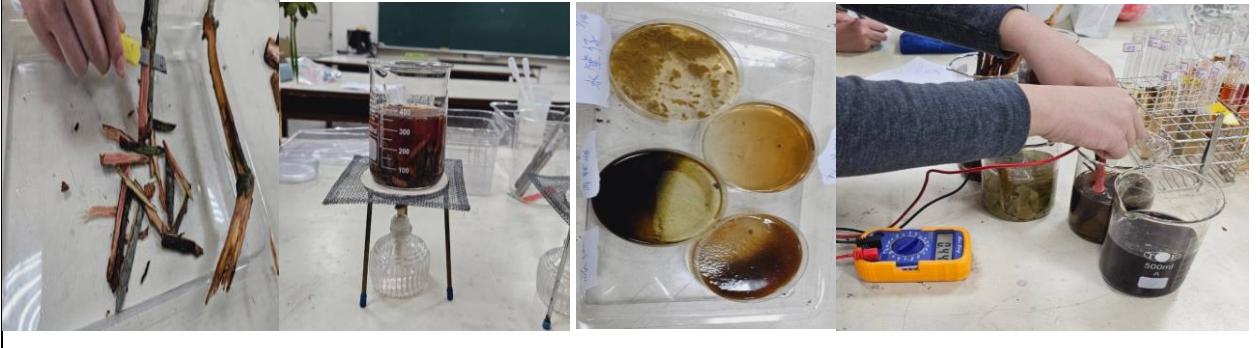


【研究六】紅樹林植物與陸地植物的導電度如何？

【觀察紀錄與結果】

利用三用電表將欖仁樹、水筆仔、海茄苳、紅鳳菜的汁液測得電阻數如下：

欖仁樹	水筆仔			海茄苳	紅鳳菜
30g 葉 +400ml 純水 煮沸	30g 莖 +400ml 純水 煮沸	30g 樹皮 +400ml 純水 煮沸	30g 葉 +400ml 純水 煮沸	30g 葉 +400ml 純水 煮沸	30g 葉 +400ml 純水 煮沸
電阻數 0.07 V	電阻數 0.14 V	電阻數 0.12 V	電阻數 0.12 V	電阻數 0.4 V	電阻數 0.44 V

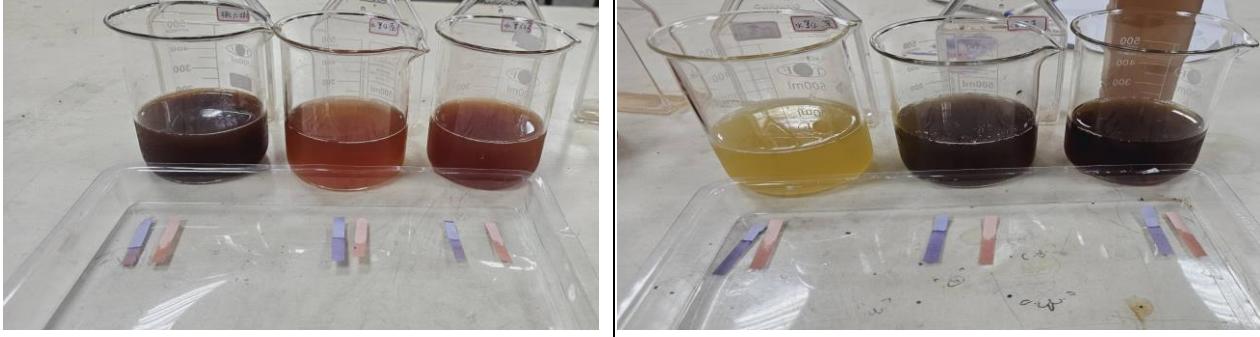


水溶液中電阻數大小依序為紅鳳菜0.44v、海茄苳葉0.4v、水筆仔莖0.14v、水筆仔樹皮

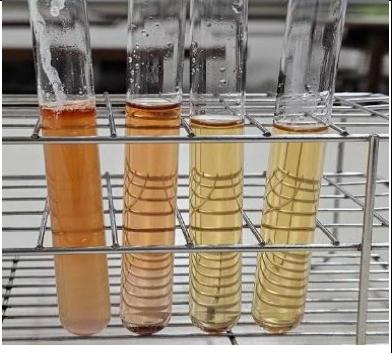
0.12V和水筆仔葉0.12V、欖仁樹葉0.07 V。其中欖仁樹葉電阻數為0.07 V最小，其導電性最佳，紅鳳菜葉0.44v導電性最弱，同為紅樹林的水筆仔導電性優於海茄苳。

(四) 研究紅樹林植物是否為酸鹼指示劑

欖仁樹	水筆仔			海茄苳	紅鳳菜
30g 葉 +400ml 純水 煮沸	30g 莖 +400ml 純水 煮沸	30g 樹皮 +400ml 純水 煮沸	30g 葉 +400ml 純水 煮沸	30g 葉 +400ml 純水 煮沸	30g 葉 +400ml 純水 煮沸



1.燒杯內由左至右分別為欖仁樹的葉子、水筆仔的莖、水筆仔的樹皮、水筆仔的葉子、海茄苳的葉子及紅鳳菜的葉子，各取30g+400ml純水煮沸，這些用來檢驗水溶液酸鹼性的物質即稱為酸鹼指示劑。各水溶液的屬性歸類不變，使紅色和藍色石蕊試紙不變色，是為中性的酸鹼指示劑。

		
滴入欖仁樹葉子花青素對酸鹼水溶液的變化	滴入水筆仔莖花青素對酸鹼水溶液的變化	滴入水筆仔樹皮花青素對酸鹼水溶液的變化
		
滴入水筆仔葉子花青素對酸鹼水溶液的變化	滴入海茄苳葉子花青素對酸鹼水溶液的變化	滴入紅鳳菜花青素對酸鹼水溶液的變化
2. 醋、汽水為酸性水溶液，小蘇打水、肥皂水為鹼性水溶液。試管由左至右為 A.醋、B.汽水、C.小蘇打及 D.肥皂水溶液，分別滴入欖仁樹、水筆仔、海茄苳、紅鳳菜所製作的酸鹼指示劑於試管中，觀察 4 種植物的花青素在酸性環境與鹼性環境中，可能呈現的顏色變化。		

水溶液	欖仁樹	水筆仔			海茄苳	紅鳳菜
	葉(紅色)	莖(紅色)	樹皮(紅色)	葉(綠色)	葉(綠色)	葉(紫色)
A.醋(酸性)	紅色	紅色	紅色	深紅色	淺黃色	深紅色
B.汽水(酸性)	淺紅色	淺紅色	紅色	紅色	淺黃色	紅色
C.小蘇打(鹼性)	淺綠色	淺綠色	淺綠色	淺綠色	黃綠色	藍色
D.肥皂(鹼性)	藍綠色	淺綠色	淺綠色	藍綠色	黃綠色	藍綠色

【研究七】紅樹林怎麼不是紅色的，為什麼叫作紅樹林？可以做為酸鹼指示劑嗎？

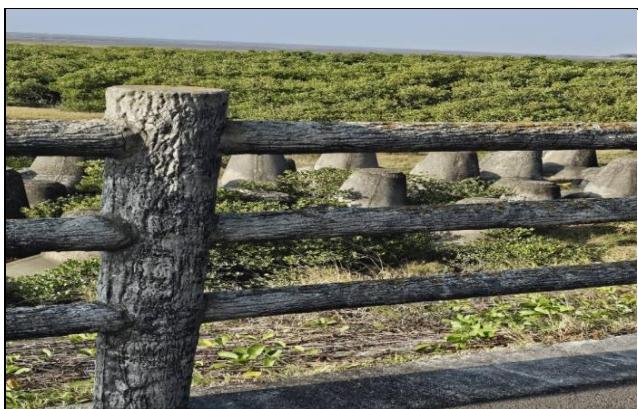
【觀察紀錄與結果】

(1)紅樹林的名稱源自於紅樹科(Rhizophoraceae)，木材多為紅色，它的樹皮含有天然的色素，可以提煉出丹寧作為紅色染料，因此稱為紅樹。

(2)由本實驗結果得知，陸生植物欖仁樹的紅色葉子和紅鳳菜的紫色葉子，紅樹林的樹皮、莖及葉子可能會在不同的酸鹼溶液中變色，具有類似酸鹼指示劑的特性。紅樹林中的花青素在酸性環境中可能會顯示紅色或淺黃色，而在鹼性環境中可能會變成綠色、藍色、黃綠色或藍綠色。因此，紅樹林的某些色素確實能夠在一定程度上充當天然的酸鹼指示劑。這些天然的指示劑雖然無法像一般化學指示劑那麼準確和穩定，但我們發現在一些簡單的實驗中，它們仍然可以發揮酸鹼指示劑的作用。

四、碳匯對濕地生物的依存關係

近年來香山濕地部分紅樹林被移除，僅存海山罟紅樹林區作為教育研究的區域，我們也進一步前往紅毛港紅樹林進行觀測。紅毛港紅樹林區是北台灣水筆仔和海茄苳混生區域，分布面積廣大且林木十分茂密，樹型也比海山罟的紅樹林較為高大。而海茄苳以南部地區分布面積最大，紅毛港是海茄苳在台灣分布的最北界；水筆仔在淡水河流域最多也最集中。



香山濕地海山罟紅樹林區



水筆仔板狀的支持根(紅毛港紅樹林區)

海茄苳放射狀棒狀呼吸根(紅毛港紅樹林區)

(一)研究碳匯對濕地生物生存的影響

碳匯系指自然通過生物過程（如光合作用）吸收和儲存二氧化碳的能力。

碳儲存能力：濕地生態系統有效儲存碳，減少有機物分解。

1. 紅樹林根系系統的作用在生長過程中的碳吸收

紅樹林具有強大的根系系統，不僅能夠穩定海岸線防止水土流失，還能捕捉水中溶解的碳。因紅樹的根部常年被泥沙覆蓋，有助於將碳封存在土壤中，避免它們釋放到大氣中。紅樹林在光合作用過程中將二氧化碳吸收並轉化為有機碳，這些碳會被儲存在樹木的根、莖和葉等部位，並且在紅樹林生長過程中持續積累。

2. 泥炭層的形成及生物多樣性和碳循環

碳匯可以透過植物行光合作用的過程吸收和儲存二氧化碳，濕地中的植物經由光合作用並將大氣中的二氧化碳儲存於分解速率較低的濕地底層厭氧土中，有助於減緩全球暖化的速率。

(二)研究濕地的碳吸收與淨化水質保護環境作用

濕地透過動植物的作用改善水質和維持生態平衡，並調節水文循環。濕地植物可以過濾污染物，動物則透過食物鏈促進生態穩定，有助於儲存二氧化碳，減緩氣候變化的作。保護濕地不僅能維持生物多樣性，也能強化碳儲存能力。

【研究八】紅樹林雖然影響台灣招潮蟹的棲息環境，為什麼沒有完全移除它們，紅樹林對濕地生態有什麼貢獻？

【觀察紀錄與結果】

紅樹林會壓迫蟹類棲地的環境，主要是紅樹林呼吸根密佈阻礙台灣招潮蟹掘洞，使灘地變得不適合台灣招潮蟹生存。然而濕地適量種植紅樹林，除了根具有固碳作用之外，葉子落下後對濕地生態亦有多方面的貢獻。

(1) 養分循環、棲息地提供：

落葉分解後釋放有機物質，為紅樹林和周圍水域提供豐富的養分，落葉層也為許多小型動物如昆蟲、甲殼類提供躲藏與產卵的環境，提升生物多樣性。

(2) 改善土壤結構、碳儲存與固碳作用：

紅樹林的葉子含有大量的有機碳，落葉分解過程中部分碳被固定於土壤或沉積物中，有助於減少大氣中的二氧化碳，緩解氣候變遷。濕地動物與碳匯相互依存，保護濕地有助於維持生物多樣性和增強碳儲存能力。

伍、結論

本研究主要是在探索香山濕地的生態，對於海岸的不斷開放，更加速我們接觸海岸的機會。而親近海岸最快速最方便的方法，就是從認識自己家鄉附近的香山濕地開始。神秘的河口灘地處處可見揮螯覓食的螃蟹，與綠茵遍地的紅樹林，由於生物多樣性孕育了豐沛的生態，數個月的觀察探究，讓我們收穫滿滿，感動滿滿。

一、棲息於低潮線沙質灘最大家族的短指和尚蟹，易受海水沖刷和環境不穩定的影響，需要挖掘洞穴或潛入沙中，常行隧道式覓食形成彎彎曲曲的擬龜。高潮線泥質灘有著豐富的有機碎屑，是台灣招潮蟹食物的主要來源。天敵出現時，短指和尚蟹使出遁地術或在沙地上裝死，讓黑腹濱鶲失去興趣而逃過一劫；台灣招潮雄蟹不論有著左側偏或右側偏大螯足，遇見危險時總會快速自割逃離求生。

二、綠油油的紅樹林樹皮含有天然的色素，可以提煉出丹寧作為紅色染料，有著花青素的存在。本研究對紅樹林的某些色素確實能夠在一定程度上充當天然的酸鹼指示劑，也發現它們可以發揮酸鹼指示劑的作用，會在不同的酸鹼溶液中變色，具有類似酸鹼指示劑的特性。在五年級自然與生活科技「水溶液的酸鹼性」單元活動中，未來我們可以將紅樹林的酸鹼指示劑的特性，延伸至自然課程及生活上的應用。

三、紅樹林密集生長阻礙水流，灘地泥化隔絕了空氣和水，我們發現呼吸根密佈阻礙台灣招潮蟹掘洞，灘地變得相當泥濘不適合台灣招潮蟹生存，嚴重壓迫牠們棲地的環境。新竹市政府整治香山濕地紅樹林區，恢復了原本泥、沙混合棲地的樣貌，讓特有物種台灣招潮蟹族群持續在泥上繁衍成長。

四、水筆仔板狀的支持根具有海綿狀組織，可以幫助吸收氧氣及過濾掉大部分的鹽分。海茄苳棒狀呼吸根可於缺氧的土壤中，直接由空氣中取得氧氣。它們的莖有助於儲存水分和排拒鹽分的能力。這些適應機制幫助紅樹林植物在鹽水環境中生存，也促進了它們在特殊環境中繁衍和生長。

五、濕地透過蟹類、魚類及紅樹林植物的作用，並改善水質和維持生態平衡調節水文循環。動物透過食物鏈促進生態穩定，而濕地植物可以過濾污染物，有助於儲存二氧化碳，減緩氣候變化的作用。因此，保護濕地不僅能維持生物多樣性，也能強化碳儲存能力。

六、根據以往文獻的資料可以得知，影響濕地生態的因子相當多元，本研究以香山濕地短指和尚蟹、台灣招潮蟹及紅樹林水筆仔、海茄苳的棲息環境和生態行為特性進行探討，

希望未來研究能進一步對河口海岸做更深度的觀察，獲得更詳盡的研究結果，使本研究更具意義和價值。

陸、參考文獻資料

郭智勇(1995)。台灣紅樹林自然導遊。大樹文化。

施習德（1996）招潮蟹可能產生的衝擊。

謝蕙蓮、陳章波、林柏芬（2002）。紅樹林對濕地多樣性保育的衝擊：台灣招潮蟹為例。

趙世民、蘇焉(2005)。台灣海岸濕地觀察事典。晨星出版有限公司。

廖璟郡(2012)。新竹香山濕地植物之碳吸存量。國立中興大學。

張登凱（2015）。香山溼地紅樹林的去留。荒野保護協會，專題報導。

第 57 屆國小科學展覽生物科(2017)。紅樹林不是我的家 - 紅樹林變遷對底棲蟹類的影響。

陳泳霖(2018)。海岸鹽沼型濕地沉積物之碳庫與碳匯能力之分析研究- 以高美濕地為例。

國立中山大學。

荒野基金會(2021)。109-110 年度新竹市濱海野生動物保護區維護計畫成果報告。

楊樹森(2021)。109-110 年度新竹市香山重要濕地台灣旱招潮蟹族群、經濟性採集底棲無脊椎動物生態暨濕地水質監測調查計畫成果報告。國立清華大學。

新竹市政府香山濕地生態網 <https://ssw.hccg.gov.tw/downloads>

交通部中央氣象署潮汐表 <https://www.cwa.gov.tw>