

凝聚更多的能量 讓生命變得更美好！

清晨，第一道曙光穿過雲層灑落平原，黃頭鷺已朝東飛越台南的天空到農耕地覓食，河口紅樹林中的幼鳥猶嗷嗷待哺。

梅雨連綿時節，空曠的鹽灘地，高蹺鴿媽媽翅膀下躲著三四隻幼雛，雨一直下…。

中正路消防隊鐘樓的屋簷下，穿梭著覓食歸來的小雨燕，忙著哺餵張口吱吱喳喳的乳燕。

一切延續生命的努力，都令人感動。

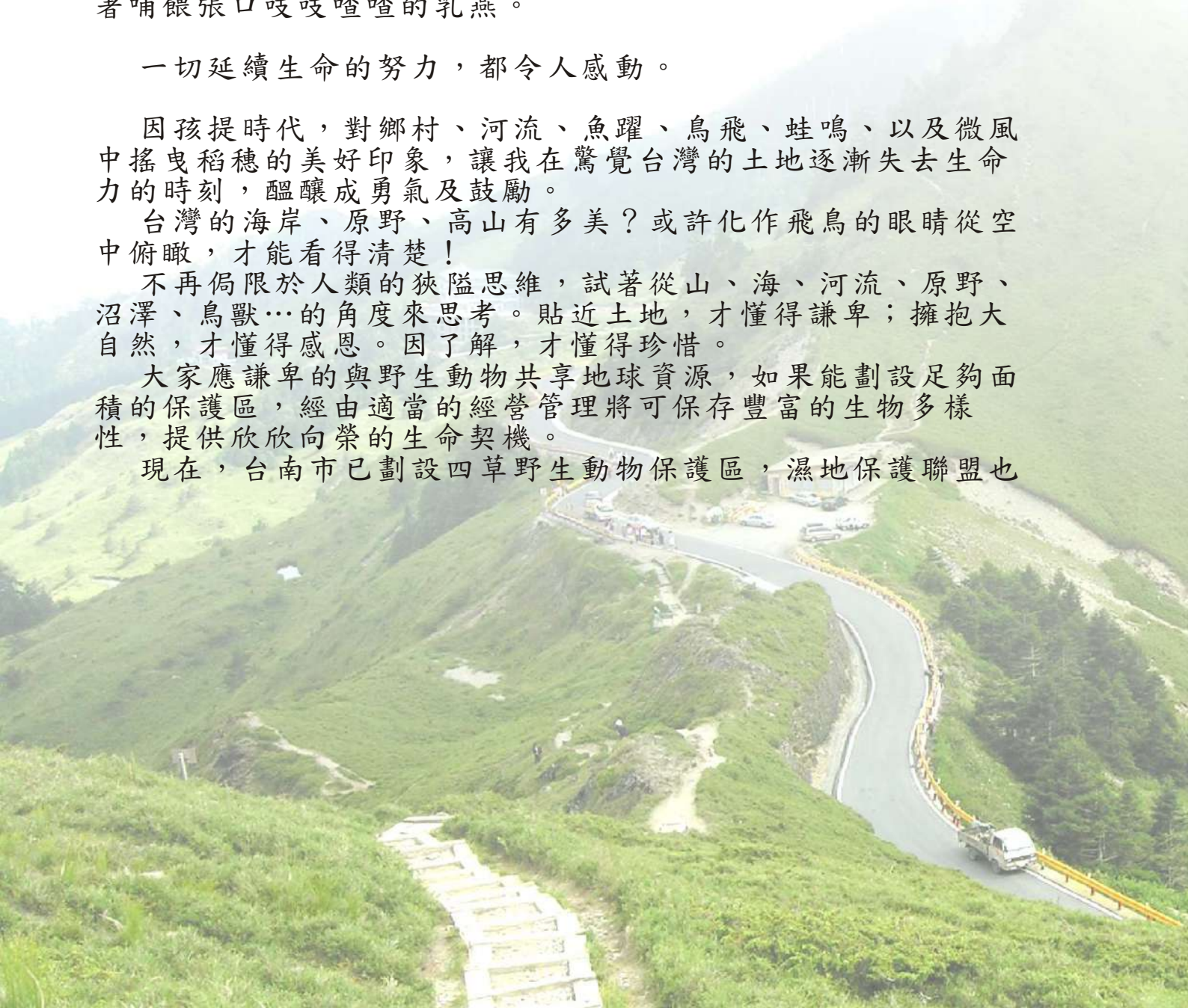
因孩提時代，對鄉村、河流、魚躍、鳥飛、蛙鳴、以及微風中搖曳稻穗的美好印象，讓我在驚覺台灣的土地逐漸失去生命力的時刻，醞釀成勇氣及鼓勵。

台灣的海岸、原野、高山有多美？或許化作飛鳥的眼睛從空中俯瞰，才能看得清楚！

不再侷限於人類的狹隘思維，試著從山、海、河流、原野、沼澤、鳥獸…的角度來思考。貼近土地，才懂得謙卑；擁抱大自然，才懂得感恩。因了解，才懂得珍惜。

大家應謙卑的與野生動物共享地球資源，如果能劃設足夠面積的保護區，經由適當的經營管理將可保存豐富的生物多樣性，提供欣欣向榮的生命契機。

現在，台南市已劃設四草野生動物保護區，濕地保護聯盟也



認養科技工業區北邊的高蹺鴉繁殖區。繼續的，將向北推動黑面琵鷺保護區、潟湖漁業資源保護區…，更向南結合高雄洲仔濕地公園經驗，建構生態廊道。

誠如珍古德女士在「根與芽」的行動中，呼籲每個人終其一生擔負起一項任務，只要有心，世界就可以逐漸地往好的方向移動。

經由許多人的努力奉獻，凝聚更多的能量，使生命更豐碩。祈望經由大家攜手合作，讓我們立足的土地，變得更美好！

社團法人濕地保護聯盟理事長 翁義聰

聽過馬修連恩的音樂嗎？

你能聽出他對台灣這塊土地的熱情、關懷，卻有點孤獨與無奈？

育雛的季節，台南的四草顯得格外熱鬧。

千百年來，不因是否有人關懷，牠們照樣存在

但，因為我們珍惜每一個新生命的蒞臨，而願意付出我們所能做到的

就像雲雀般的在空中為生命歌頌。



厚蟹類的自然史

Natural History of the Helicid Crabs

攝影、撰文/施習德(Hsi-Te Shih) 國立中興大學生命科學系

目錄

簡介..... 6

分類系統..... 9

 厚蟹類各屬的檢索表10

 厚蟹屬 (*Helice*) 各種類雌雄之眼下隆脊.....10

 仿厚蟹屬 (*Helicana*) 各種類雄性之眼下隆脊.....11

Chasmagnathus convexus de Haan, 1833 隆背張口蟹.....11

Helice formosensis Rathbun 1931 台灣厚蟹.....13

Helice tientsinensis Rathbun, 1931 天津厚蟹.....16

Helice latimera Parisi, 1918 側足厚蟹.....16

Helice tridens de Haan, 1835 三齒厚蟹.....17

Helicana doerjesi Sakai, Türkay & Yang, 2006 德氏仿厚蟹.....19

Helicana wuana (Rathbun, 1931) 伍氏仿厚蟹.....21

Helicana japonica Sakai & Yatsuzuka, 1980 日本仿厚蟹.....21

Pseudohelice subquadrata (Dana, 1851) 似方假厚蟹.....22

Austrohelice crassa (Dana, 1851) 粗糙澳厚蟹.....24

Neohelice granulata (Dana, 1851) 顆粒新厚蟹.....25

參考文獻.....26

簡介

舊稱厚蟹屬 (*Helice*) 和張口蟹屬 (*Chasmagnathus*) 的蟹類，是潮間帶泥灘地、沼澤、鹽澤、河口常見的物種，在高潮帶與潮上帶分布較多，挖洞棲息。這群蟹類的形態十分相似，目前歸類於弓蟹科 (Family Varunidae) 之下。Katsushi Sakai (酒井勝司) 和 Ko Yatsuzuka 於 1980 年，在舊的厚蟹屬 (*Helice*) 中，成立一新亞屬 *Helicana*，將 *H. wuana* 與一併發表的新種 *H. japonica* 包含進去，其餘形態類似的 *H. tridens*、*H. latimera*、*H. formosensis*、*H. tientsinensis*，則屬於 *Helice* 亞屬。近來，K. Sakai、Michael Türkay 和 Si-Liang Yang (楊思諒) (2006) 將此類群重新整理，統稱為厚蟹/張口蟹複合群 (*Helice/Chasmagnathus* complex)，成立三個新屬，並將 *Helicana* 提升為屬，因此共包含 6 屬 16 種。目前並沒有統一的英文俗名來稱呼這群蟹類，曾用過的稱呼包括 estuarine crabs (河口蟹)、mud crabs (泥蟹)、salt marsh crabs (鹽澤蟹)、marsh crabs (沼澤蟹)。*Helice* 源自希臘字 *helos* (沼澤)；*Chasmagnathus* 則是由希臘字 *chasma* (張開、開口) 與 *gnathos* (頷、顎) 的字根所組

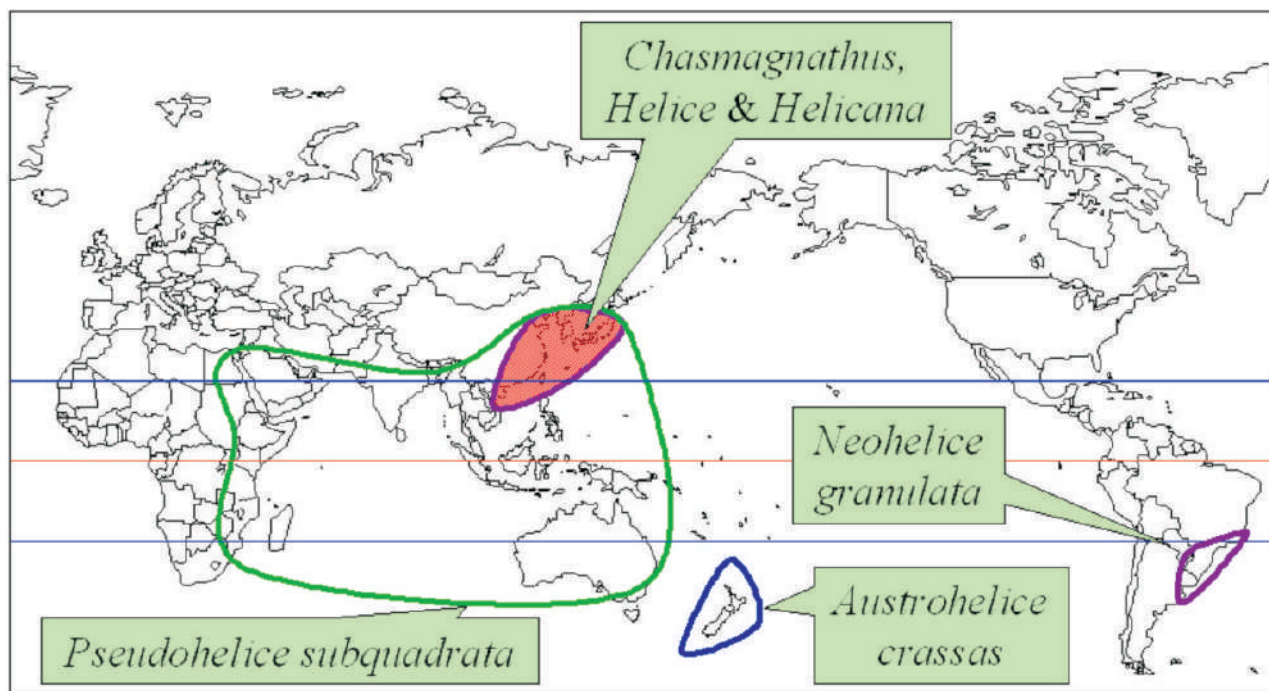


圖 1、世界產厚蟹類的分布圖，共有六屬：張口蟹屬(*Chasmagnathus*)、厚蟹屬(*Helice*)、仿厚蟹屬(*Helicana*)、假厚蟹屬(*Pseudohelice*)、澳厚蟹屬(*Austrohelice*)與新厚蟹屬(*Neohelice*)。

成的。由於除了張口蟹屬以外，其餘的屬均為 *Helice* 的字首或字尾變化，因此本文將此複合群簡稱為「厚蟹類」(helicid crabs)。

在分類方面，東亞地區(日本、韓國、台灣、中國)分布有其中四屬，目前共記錄九種，是多樣性最高的區域。其中三屬為東亞特有屬，分別是張口蟹屬(*Chasmagnathus*)(*C. convexus* 隆背張口蟹)、厚蟹屬(*Helice*)(*H. tridens* 三齒厚蟹、*H. latimera* 側足厚蟹、*H. formosensis* 台灣厚蟹、*H. tientsinensis* 天津厚蟹)與仿厚蟹屬(*Helicana*)(*H. wuana* 伍氏仿厚蟹、*H. japonica* 日本仿厚蟹、*H. doerjesi* 德氏仿厚蟹)。假厚蟹屬(*Pseudohelice*)成員的體型較小，分布則較偏熱帶地區，其中 *P. subquadrata* (似方假厚蟹)廣布於印度西太平洋一帶。其餘兩屬分布於南半球：紐西蘭的澳厚蟹屬(*Austrohelice*)(*A. crassa* 粗糙澳厚蟹)以及南美的新厚蟹屬(*Neohelice*)(*N. granulata* 顆粒新厚蟹)(Sakai et al. 2006)(圖 1)。

在地理分布方面，厚蟹類分布於印度西太平洋、南美、紐西蘭一帶。然而，除了假厚蟹屬之外，其餘物種並不分布於熱帶地區，而是在溫帶與亞熱帶地區，因此屬於生物地理上的熱帶兩側分布(amphitropical distribution, 又稱兩極性分布 bipolar distribution)。*Pseudohelice subquadrata* 為印度西太平洋的廣布種，其分布可向南、向西達其他印度西太平洋地區，但仍以熱帶地區數量較多；厚蟹屬、仿厚蟹屬、張口蟹屬則侷限於東亞地區，包括中國大陸、朝鮮半島、日本、琉球、台灣，且以海南、台灣、北越為分布之南限；南半球溫帶地區，則有澳厚蟹屬與新厚蟹屬(圖 1)。

關於東亞地區的厚蟹類，其分類一直都較為吝亂，主要原因在於各地所產的個體形態變異較大，雌雄特徵也相當不一致。厚蟹屬雖然包含有四種(*H. tridens*、*H. latimera*、*H. formosensis*、*H. tientsinensis*)，其主要區別為眼下稜脊(suborbital ridge)顆粒的個數、大小與形狀(Sakai 1976; Sakai & Yatsuzuka 1980; Dai & Yang 1991)，然而此形態特徵並不穩定，雌雄兩性也有很大的差異。曾經報導過的 *H. tridens pingi* Rathbun, 1931 與 *H. tridens sheni* Sakai, 1939 都被認為是無效名稱，甚至 *H. formosensis* 也曾被認為是 *H. latimera* 的同物異名(Sakai 1976)，顯見其形態差異並不完全可靠。長期使用的種名 *Helice leachii*，則是另一個更早描述種類的同物異名(Ng et al. 2001)，因此應更改為 *Pseudohelice subquadrata*。*Chasmagnathus convexus* 的分類則較無爭議。

感染此病毒的 *H. latimera* 與 *H. doerjesi*，其體色為黃色，而健康的厚蟹類則為青色；在大雨後，魚塭的鹽度與 pH 產生變化；寒流北風吹襲時，氣溫驟降，這些環境因子都會導致健康蟹與病蟹的死亡。死亡病蟹被草蝦攝食後，也會染病死亡，並傳染給其他草蝦，造成集體暴斃；此實驗認為棲息於魚塭中的蟹類，影響其存活的因子並非敵害或食物，而是病害以及天氣與水體理化因子的驟變所造成的。

在生態方面，根據日本的研究，*Helicana japonica* 與 *Helice tridens* 共域，且食性均包括草食與肉食，但生態習性並不同；前者僅分布於中潮帶，但洞穴密度較高，後者的範圍則自中潮帶至高潮帶，但密度較低；此外，前者的性成熟較早、生殖期短、孵育次數少、卵徑稍小、抱卵量多；此外，前者的生殖週期較無規律，後者則有月週期或是半月週期的生殖同步，且在族群密度低時可加快生殖速率 (Omori et al. 1997)。甲寬 7 mm 的 *H. japonica* 較能成功捕食同樣大小的 *H. tridens*；但若甲寬 8 mm 時，兩者各自的捕食率增加，但捕食能力則勢均力敵；大體型的 *H. tridens* 會自高潮帶入侵中潮帶捕食小型 *H. japonica*，但厚底泥可以提高其存活率；厚底泥雖也可提供小型 *H. tridens* 保護，但無法阻擋同體型 *H. japonica* 的攻擊，因此年輕的 *H. tridens* 被迫侷限於高潮帶 (Omori et al. 2006)。在生理適應方面，兩者在日間均活躍 (Henmi & Murai 1999)，且 *H. tridens* 日間與夜間的活動程度均一樣 (Kuroda et al. 2005)，然而 *H. japonica* 對鹽度與乾燥的忍耐能力，均低於 *H. tridens* (Omori et al. 1998)，顯見仿厚蟹屬的適應能力比厚蟹屬要來得低，可能與其體型較小且背甲較扁平有關。

台灣的 *Helice formosensis* 與 *Helicana doerjesi* 亦可在日間活動，至於夜間的行為並未有記錄(個人觀察)，然而兩者均會在傍晚光線昏暗的時候，趁機捕食其他蟹類 (施習德 1997; Shih et al. 2005)。至於體型較小且背甲亦扁平的 *Pseudohelice subquadrata*，在白天並未發現過(個人觀察)，但有報導在夜晚會出洞覓食落葉 (Mia et al. 2001)，原因可能是為了避開日間的高溫與乾燥。*Chasmagnathus convexus* 的體型最大，甲寬可達 45~50 mm (Yamaguchi 2002)，棲息於高潮線上靠近潮溪的泥灘地、草澤邊、河岸、水田田埂、紅樹林沼澤岸邊，偶有沿河上溯至鹹淡水區域生活 (施習德 1998)，雖可在日間出現，但在夜晚較為活躍 (Nakasone et al. 1983; Yamaguchi 2002)。

整體來說，少數厚蟹類雖然可在白天活動，但大部分成員較活躍的時間多半集中於傍晚至夜晚的時間，推測與其對於環境溫度與乾燥的生理忍受程度有關，因此在地理分布上較侷限於溫帶的中國東北、韓國、日本，亞熱帶的琉球、台灣中北部、中國華東，以及熱帶的台灣南部、中國華南、北越，但海南島尚未有仿厚蟹屬的記錄；至於物種多樣性較高的赤道帶 (equatorial zone)，僅有體型更小的假厚蟹屬存在，發現的數量很少。

此外，建造防波堤對厚蟹類的負面效應，也有相關的報導。根據劉岳峰等 (1998) 在中國遼寧省遼河三角洲的研究顯示，加高加固海堤後，會中斷海陸的水循環，堤內溼地環境逐漸由鹹水轉為淡水，使得草澤退化，相關的鳥類與底棲動物將喪失棲地；例如原本堤內 *H. tientsinensis* 的生物量高達 1550 g/m²，但 1989 年的築堤，則導致堤內此蟹的大量死亡。

有關台灣產的厚蟹類，東亞產四屬的厚蟹類，台灣都分別有其中一種 (Ng et al. 2001)，但均非台灣特有種。由於台灣的相關資料多為分類與分布，生態資料很少，因此本文引用其他地區的研究報告，並回顧所有種類的相關文獻，以期作為研究台灣產厚蟹類自然史時之參考。

致謝 本文所使用之標本，部分由以下人士協助採集：鈴木廣志、成瀨貫 (日本)、Taewon Kim (南韓)、Colin L. McLay (紐西蘭)、Pablo Ribeiro (阿根廷)、洪和田、李榮祥 (台灣)，在此均表謝意。

分類系統

有關厚蟹類的分類，本文依循 Sakai et al. (2006) 的系統加以介紹，主要的分類

依據包括背甲隆起的程度、雄性眼下隆脊 (suborbital ridge) 顆粒的大小、數目以及癒合的程度、雄性第一腹肢的形狀。厚蟹屬共分為六個屬 (參見以下的檢索表)，其中三屬 (張口蟹屬、澳厚蟹屬、新厚蟹屬) 僅有一個種。本文除提供各屬的檢索表之外，並包括厚蟹屬與仿厚蟹屬各種類的形態差異，但仿厚蟹屬的雌性標本難以鑑定，因此省略其辨識特徵。由於假厚蟹屬的擬厚蟹亞屬 (subgenus *Parahelice*) 成員較為罕見，在此僅介紹假厚蟹亞屬 (subgenus *Pseudohelice*) 的 *P. subquadrata* 一種。在各種類的介紹方面，形態特徵部分均加以省略，詳閱 Sakai et al. (2006) 之報告。

厚蟹類各屬的檢索表

(修改自 Sakai et al. 2006)

1. 雄性眼下隆脊形狀相似2
 雄性眼下隆脊形狀不同3
2. 眼下隆脊由 1 列顆粒列組成*Austrohelice* 澳厚蟹屬
 眼下隆脊由 2 列顆粒列組成*Neohelice* 新厚蟹屬
3. 背甲側緣強烈拱起*Chasmagnathus* 張口蟹屬
 背甲側緣在後半部大致平行4
4. 雄性眼下隆脊側面 (非癒合) 部分至少有 9 (常超過 12) 顆大小相似的突瘤，突瘤與癒合部分等高，通常長於癒合部分；否則，突瘤似方形且高大於寬，或隆脊在體中部強烈收縮5
 雄性眼下隆脊側面 (顆粒狀) 部分最多有 4 或 5 顆不同大小的大突瘤，部分突瘤會高於癒合部分，其他則較小，但非癒合部分均短於癒合部分；有時側面分離的突瘤會消失。*Pseudohelice* 假厚蟹屬
5. 前二對步足有剛毛叢；雄性第一腹肢遠端寬廣，鬚 (palp) 厚且呈三角形
 *Helice* 厚蟹屬
 前三對步足有剛毛叢；雄性第一腹肢遠端細長，鬚小且不明顯形
 *Helicana* 仿厚蟹屬

厚蟹屬 (*Helice*) 各種類雌雄之眼下隆脊

種類	雄	雌
<i>H. tridens</i> 三齒厚蟹	9~16 顆同形突瘤	15~28 顆同形突瘤
<i>H. formosensis</i> 台灣厚蟹	15~22 顆同形突瘤	24~29 顆同形突瘤
<i>H. tientsinensis</i> 天津厚蟹	33~37 顆不等形突瘤，中間部分較大，靠近體中央有 10~15 很小的顆粒，靠近體側亦較小，且互相融合	26~37 顆同形突瘤
<i>H. latimera</i> 側足厚蟹	64~67 顆同形突瘤	37~55 顆同形突瘤

仿厚蟹屬 (*Helicana*) 各種類雄性之眼下隆脊

種類	雄
<i>H. wuana</i> 伍氏仿厚蟹	靠近體中央的顆粒融合且具條紋，其比例佔總隆脊總長度的 40%
<i>H. doerjesi</i> 德氏仿厚蟹	靠近體中央的顆粒融合且具條紋，所佔的比例較短，超過 2 顆突瘤的長度
<i>H. japonica</i> 日本仿厚蟹	靠近體中央的顆粒融合且具條紋，所佔的比例很短，約 1~2 顆突瘤的長度

Chasmagnathus convexus de Haan, 1833 隆背張口蟹

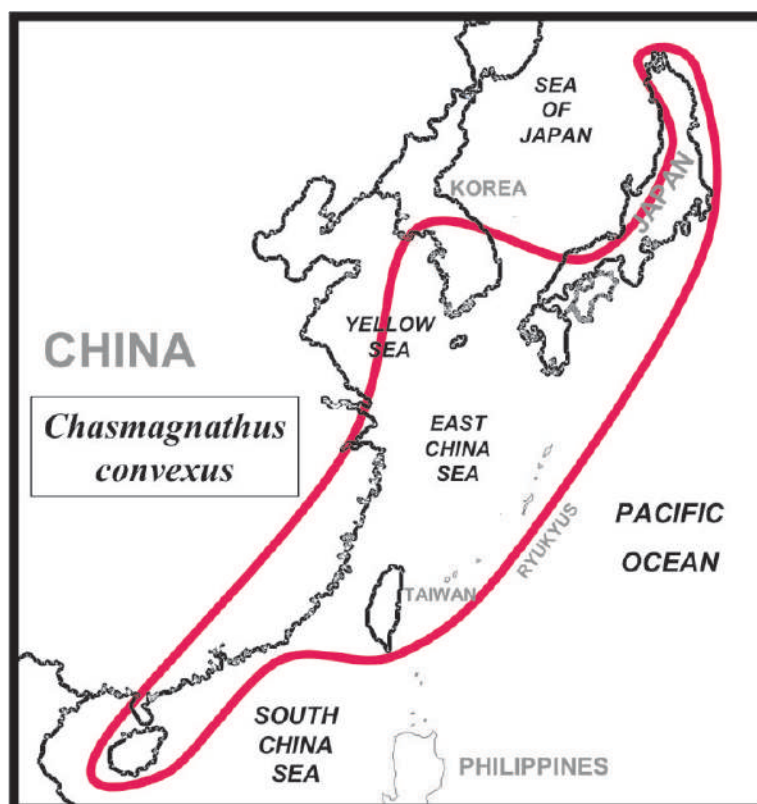


圖 2、*Chasmagnathus convexus* (隆背張口蟹) 在東亞一帶的分布圖。

張口蟹屬 (*Chasmagnathus* de Haan, 1835) 的蟹類，原本除包含 *C. convexus* 外，還包括南美產的 *C. granulatus* Dana, 1851，但後者已由 Sakai et al. (2006) 另立新屬 *Neohelice* 包含之，因此目前張口蟹屬僅有一種。

台灣雖有此種的分布，但數量不多，相關生態觀察也較少。

體色 背甲為橄欖綠色，前側緣、眼柄、螯足的稜緣肉色 (圖 3, 4); 或背甲淡紫紅而體前半之稜緣紅色 (圖 5, 6)。螯足兩指淡色。

棲地 高潮線上靠近潮溪的泥灘地 (圖 8)，草澤邊，河岸，水田田埂，紅樹林沼澤岸邊。偶有沿河上溯至鹹淡水區域生活。



圖 3、體色為橄欖綠色的 *Chasmagnathus convexus* de Haan, 1835 (隆背張口蟹)。標本採自台灣台中縣。



圖 4、體色為橄欖綠色的 *Chasmagnathus convexus* (隆背張口蟹) 生態照。攝於台灣台中縣。



圖 5、體色為紫紅色的 *Chasmagnathus convexus* (隆背張口蟹)。標本採自台灣台中縣。



圖 6、體色為紫紅色的 *Chasmagnathus convexus* (隆背張口蟹) 生態照。攝於台灣台中縣。



圖 7、*Chasmagnathus convexus* (隆背張口蟹) 的右眼下隆脊。標本採自台灣台中縣。



圖 8、*Chasmagnathus convexus* (隆背張口蟹) 的典型棲息地。圖為台灣台中縣溫寮。

生態習性 本種多為夜行性，白天也可發現到，但不甚活躍 (Nakasone et al. 1983)。能沿河上溯達兩公里之遠 (戴愛雲等 1984)。根據淡水河口的觀察，其全年活動週期，以十一、十二月較為活躍，五至七月則不見蹤影 (史金燾等 1991)；其密度最高可達 2~5 (隻/m²)，且以植物碎塊為食，也會捕食其他蟹類 (蘇宏仁、呂光洋 1984)。

有關此蟹的生態研究，最詳細的報告為 Nakasone et al. (1983) 在日本九州福岡與熊本的實驗觀察，其結果簡述如下：夏季晚上七點日落後，此蟹開始活躍，約在午夜二、三點達到數量最高峰，並與潮汐無關；之後，蟹的數量開始減少，在六點日出後仍有個體活動；好天氣時，部分個體僅能活動至早上十點；但陰天或雨天，多數個體可在白天出洞活動。溼度高於 80% 其活動力高，若低於 70%

則多躲於洞內。氣溫低於 13°C，此蟹停止活動。然而，此蟹十分敏感，容易受到觀察者的影響而不出洞。移動能力可分為長距離與短距離兩類，長距離只發現在雄蟹，可在一個晚上移動達 120 m 的距離，其原因可能是找尋適當棲地；短距離移動，則可能與換洞與覓食有關；此蟹不會長住一個洞穴，其換洞頻率高。食物包括當地植物碎屑、甲蟲、死魚、陸源的洋蔥和橘子、含有機質的土壤，主食為蘆葦；以螯足將植物撕碎至約 2~3 mm 寬的小片，再夾入口中。此蟹可在洞口附近覓食，也會走到較低潮處覓食，視當地環境而定。交配行為曾發現在九月底至十月中旬的夜晚，而十月底至十一月中旬，則可見到在白天交配，此與氣溫有關；交配時間出現在剛退潮後。

分布 (圖 2) 日本 (青森縣 [本州最北縣] 至琉球群島; 在日本海一側，由福井縣以南); 韓國 (東、南、西岸)、中國 (浙江至海南島)、台灣。模式產地為日本。

其他 甲寬最高達 54 mm，是厚蟹類最大的記錄 (上田常一, 1941)。由於體型大，中國浙江寧波一帶常有人採捕鮮食或鹽漬食之 (魏崇德、陳永壽 1991)，但本種為大平肺吸蟲的第二中間宿主 (戴愛雲等 1984)。日本所產的此種，也曾發現體內有寄生於齧齒類與鳥類的日本類莖吸蟲 (木船悌嗣、古賀庸憲 1999)。俗名「濱蟹」。

Helice formosensis Rathbun 1931 台灣厚蟹

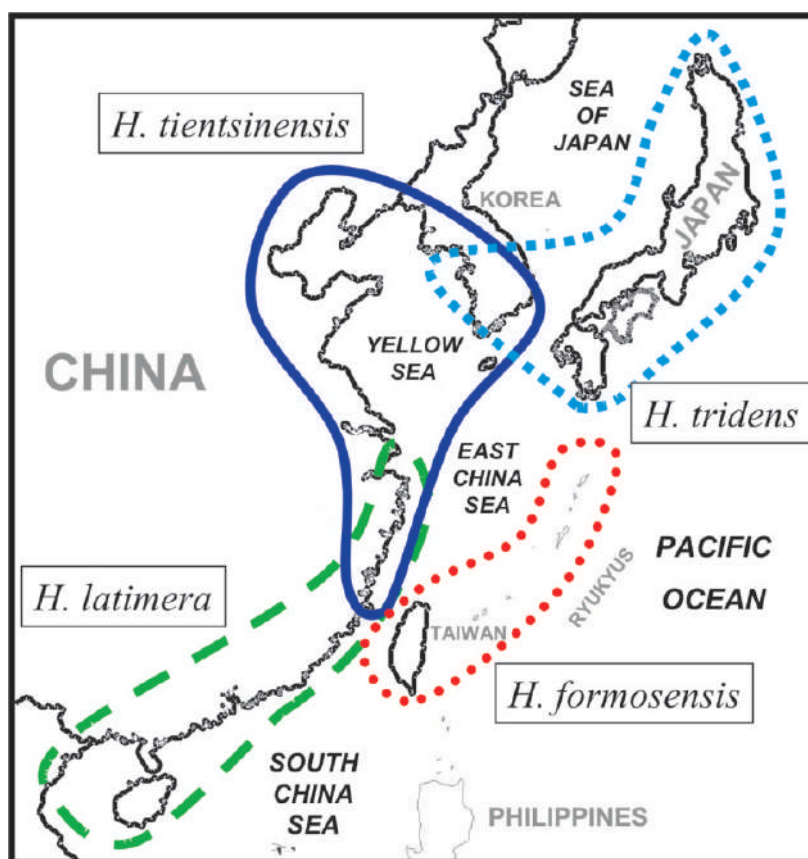


圖 9、厚蟹屬 (*Helice*) 在東亞一帶的分布圖，包括 *H. formosensis* (台灣厚蟹)、*H. tientsinensis* (天津厚蟹)、*H. latimera* (側足厚蟹)、*H. tridens* (三齒厚蟹)。

Sakai et al. (2006) 將厚蟹屬 (*Helice* de Haan, 1835) 重新整理後，目前僅有四種，均為東亞特有，各種的地理分布見圖 9。模式種為產於日本的 *Helice tridens*。

Helice formosensis 是台灣西海岸泥質海岸常見的蟹類，魚塭附近也有不少，由東北部的蘭陽溪口向西，經台灣西海岸，到西南部大鵬灣均有分布。雖然是台



圖 10、*Helice formosensis* Rathbun, 1931 (台灣厚蟹) 背面圖。攝於台灣新竹。



圖 11、*Helice formosensis* (台灣厚蟹) 正面圖。攝於台灣新竹。

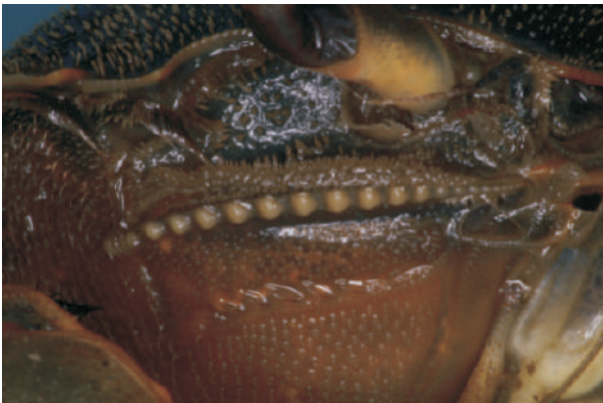


圖 12、雄性 *Helice formosensis* (台灣厚蟹) 的右眼下隆脊(♂)。標本採自西台灣。

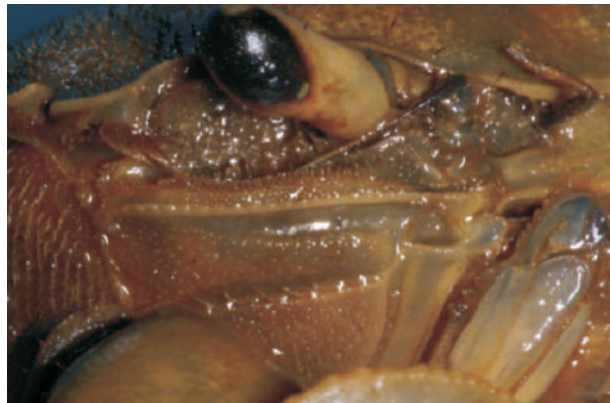


圖 13、雌性 *Helice formosensis* (台灣厚蟹) 的右眼下隆脊(♀)。標本採自西台灣。



圖 14、*Helice formosensis* (台灣厚蟹) 的洞口有掘出的爛泥痕跡。攝於台灣新竹。



圖 15、*Helice formosensis* (台灣厚蟹) 常半躲在洞口伺機而動。攝於台灣嘉義縣。

灣海岸溼地的優勢種之一，其相關的研究並不多，此處則引用琉球地區的研究以供參考。

體色 背甲藏綠，螯帶黃，步足綠褐，腹面淡黃色(圖 10, 11)。年輕個體背甲具有淡色花紋。

棲地 河口附近草澤邊緣、河岸、魚塭土堤、紅樹林沼澤等泥灘地，高潮線較多。

生態習性 常在潮水退去時即出現在洞口，十分機警(圖 15)，偶而會在泥灘地上步行很長的距離，原因不明，所經之處都會引起招潮蟹的騷動；會捕食其他蟹類，包括 *U. arcuata* 和 *U. formosensis* (台灣招潮)；當厚蟹經過 *U. formosensis* 的洞旁時，後者常會集體高舉大螯做防禦狀(圖 16)，因此雖然可見到厚蟹成功的捕食 *U. arcuata*，但捕食 *U. formosensis* 成功的例子很少，其中一次是在是在天色昏暗



圖 16、*Helice formosensis* (台灣厚蟹) 的棲地上，常棲息其他的招潮蟹，當厚蟹出洞時，所經之處都會引起招潮蟹的騷動。攝於台灣彰化縣。



圖 17、被 *Helice formosensis* (台灣厚蟹) 捕食的 *Uca formosensis* (台灣招潮)。此中型招潮蟹在天色昏暗時被攻擊，厚蟹則在洞口處剝開獵物的背甲，將內臟吃掉。攝於台灣彰化縣。



時，此蟹捕捉一隻中型的雄性 *U. formosensis*，然後在厚蟹的洞口處剝開其背甲，將內臟吃掉(圖 17)；厚蟹也會夾取地表基質送入口中；洞穴上部為斜向，洞口常有掘出的爛泥痕跡(圖 14)(施習德 1997, 1998)。

根據淡水地區的蟹類生態調查，本種蟹在二至四月最為活躍，特別是三月的大潮滿潮時與退潮後；十二月至隔年三月，發現有成群遊蕩的現象。三月中旬曾見到交配中的雌雄，推測生殖期約為二、三月間；抱卵個體發現於三、四月；十、十一月則發現有年老死亡個體(史金燾等 1991)；其密度最高可達 9.25 (隻/m²)，以植物碎屑為食，也會捕食其他蟹類(蘇宏仁、呂光洋 1984)。

根據琉球地區的研究，本種的食性主要為肉食性，無論冬夏，其胃含物中均有很高比例的動物性物質，會捕食包括蟹類、魚類、其他甲殼類；但胃中仍可發現低比例的藻類物質；冬季低溫時，本種蟹並不出洞，可能因而覓食較多的基質黏土(Mia et al. 2001)。

分布(圖 9) 主要分布於台灣、澎湖與琉球，但日本鹿兒島至神奈川(東京附近)仍有存疑的記錄。模式產地為台灣宜蘭。地理分布上，澎湖也有此種的分布，但金門則為中國沿岸的常見種 *H. latimera*；由於琉球的種類確認為 *H. formosensis*，故此種並非台灣特有種。

其他 甲寬達 30 mm。由於有巨大的青色螯足，因此台灣俗名「青蚶」或「青蚶蟹」。也有「葦原蟹」、「毛蚶仔」的稱呼。本種在台灣早期曾拿來食用(牧茂市郎、土屋寬 1923)，近來則常被大量捕捉於釣具店內販售，作為釣餌之用。此蟹為南台灣草蝦白點症病毒的宿主之一，詳見本文「簡介」部分(Lo et al. 1996)。

Helice tientsinensis Rathbun, 1931 天津厚蟹



圖 18、雄性 *Helice tientsinensis* Rathbun, 1931 (天津厚蟹) 背面(♂)。標本採自南韓。



圖 19、雄性 *Helice tientsinensis* (天津厚蟹) 腹面(♂)。標本採自南韓。



圖 20、雄性 *Helice tientsinensis* (天津厚蟹) 的右眼下隆脊(♂)。標本採自南韓。



圖 21、雌性 *Helice tientsinensis* (天津厚蟹) 的右眼下隆脊(♀)。標本採自南韓。

相關的研究不多，僅有分類、分布、幼體發育與寄生蟲方面的報告，欠缺較詳細的生態研究。

生態習性 在華北地區，四、五月為抱卵生殖季節，常爬入稻田，為害農田水利(戴愛雲等 1984; 魏崇德、陳永壽 1991)。在長江口的九段沙泥灘地，是當地優勢的蟹類之一；其棲地主要在高潮帶下部和中潮帶中上部的蘆葦 (*Scirpus triqueter*) 和海三稜蘆草 (*S. mariqueter*) 區域，但蘆葦區也有分布(袁興中等 1999; 朱曉君、陸健健 2003)；此蟹的挖洞行為，可增加蘆葦區土壤的透水性、土壤氧化還原趨勢，促進地下部分植物碎屑的分解，提高蘆葦的生產量，促使棲地更加穩定(袁興中、陸健健 2002)。

分布 (圖 9) 產於華北(由遼寧省至此種分布南限福建省)、朝鮮半島西部與南部。模式產地為中國天津市。

其他 甲寬達 34 mm。中國沿海居民常捕之為食，俗名「白圓蟹」，為大平肺吸蟲與怡樂村肺吸蟲的第二中間宿主(戴愛雲等 1984; 魏崇德、陳永壽 1991)。在韓國，當地人亦食用此蟹；且此蟹的挖洞行為，會造成水田與鹽田的穿孔漏水(上田常一 1941)。

Helice latimera Parisi, 1918 側足厚蟹

相關的報告僅有分類與分布資料，生態資料較欠缺，但與 *H. formosensis* 的習性應該十分接近。常見的其他學名為 *Helice tridens pingi* Rathbun, 1931。



圖 22、雄性 *Helice latimera* Parisi, 1918 (側足厚蟹) 背面 (♂)。標本採自金門。



圖 23、雄性 *Helice latimera* (側足厚蟹) 腹面 (♂)。標本採自金門。



圖 24、雄性 *Helice latimera* (側足厚蟹) 的右眼下隆脊 (♂)。標本採自金門。



圖 25、雌性 *Helice latimera* (側足厚蟹) 的右眼下隆脊 (♀)。標本採自金門。

分布 (圖 9) 主要產於華南 (由浙江省至海南島)；台灣金門島與北越也有分布。模式產地為中國。許多地區有關此種的記錄可能都有問題，Sakai et al. (2006) 則將此種的分布做較明確的整理。台灣本島與琉球曾有此種的記錄，但應該均為 *H. formosensis* 的誤認。

其他 甲寬達 33 mm。此蟹為中國廣州地區草蝦白點症病毒的越冬宿主之一，詳見本文「簡介」部分 (何建國等 1999)。

Helice tridens de Haan, 1835 三齒厚蟹



圖 26、雄性 *Helice tridens* de Haan, 1835 (三齒厚蟹) 的背面 (♂)。標本採自日本本島。



圖 27、雄性 *Helice tridens* (三齒厚蟹) 的腹面 (♂)。標本採自日本本島。



圖 28、雄性 *Helice tridens* (三齒厚蟹) 的右眼下隆脊(♂)。標本採自日本本島。



圖 29、雌性 *Helice tridens* (三齒厚蟹) 的右眼下隆脊(♀)。標本採自日本本島。

Helice tridens 是厚蟹類中很早就被描述的種類之一，許多日本以外地區沿用此學名，但均為其他不同種類。此種類在日本的相關學術報告不少，在此僅介紹部分生態方面的資料。

體色 黃褐至橄欖綠色。

棲地 河口與鹽澤地區，分布於中至高潮帶，範圍較共域的 *Helicana japonica* 為廣 (Omori et al. 1997)。

生態習性 根據日本地區的研究，初夏(六、七月)時，覓食活動少，胃含物多為無機物質，可能多攝食表土，此時也因為較多交配行為而降低覓食行為；初秋時則遊蕩行為多，胃內有機物質多，可能直接覓食植物與動物，此時也可見許多大型蟹在潟湖與潮溪附近遊蕩覓食。秋季至初冬，胃含物的飽滿程度達最高，其原因可能是為了貯藏能量，以因應接下來的冬季 (Takeda et al. 1988)。由於此蟹的挖洞行為，常將植物碎屑埋入土中，當植物莖葉分解後，造成基質中的含氮比例升高，有助於鹽澤植物的生長；夏季時，由於潮汐和下雨造成洞穴塌陷，洞主必須挖掘更多土壤出洞，或是另挖新洞，使得基質的更新 (turnover) 速度增加；洞口處有由洞內帶出的土塊堆積物 (Takeda & Kurihara 1987b)。

關於洞穴研究方面，其密度在低潮帶最高，最高可達 160 (隻/m²)，其次為高潮帶，中潮帶則最低；高潮帶的洞深最大，可達 22.5 cm；密度高的洞穴附近，其基質含高比例的坩質黏土 (silt clay)，其洞口的直徑與深度，均大於密度較低的砂質區；洞深也與含水層 (water table) 的深度有關 (Takeda & Kurihara 1987a)。喜好在石塊或蘆葦等堅硬物體旁挖洞棲息，此習性可藉由實驗證實；與鄰近 *Macrophthalmus japonicus* (日本大眼蟹) 的棲地有所分隔，原因可能是兩種個體間的排他行為 (Kurihara et al. 1989)。

本種與 *Helicana japonica* 共域 (sympatric)，但洞穴密度較後者低；本種有月週期或是半月週期的生殖同步，生殖期為四至八月 (Omori et al. 1997)。甲寬 7 mm 的 *H. tridens* 若在中潮帶，會被同樣大小的 *H. japonica* 捕食，因此本種小個體會被趕至高潮帶；大型個體則會在中潮帶捕食小型 *H. japonica* (Omori et al. 2006)。兩者的棲地的粒徑並無差異，但本種有較強的鹽度與乾燥的耐受性 (見本文「簡介」部分)，本種可在純淡水的環境下生存達一週之久，而 *H. japonica* 則大多死亡 (Omori et al. 1998)。

其他行為研究方面，夏季時，大個體不挖洞，且會遷移至鹽度低的潟湖岸邊，此時小蟹會挖洞避免被捕食，因而分散至整個草澤區；大小個體棲地的隔離，可以降低殘食 (cannibalism) 的機率；同樣在夏季，當族群密度超過洞數的負載量 (carrying capacity) 時，大個體會捕食無洞的小蟹，小蟹數量將會降低至洞數的負載量；春秋季節則沒有發現這類捕食行為，可能因為活動力低，以及有較大的洞穴負載量 (Kurihara et al. 1988)。

分布 (圖 9) 主要產於日本本島 (由青森至鹿兒島)；南韓也有記錄。琉球與台灣的此種記錄應該為 *H. formosensis* 的誤認。模式產地為日本。

其他 甲寬達 31 mm。寄生於齧齒類與鳥類的日本類莖吸蟲，也曾在此蟹體內發現到 (Yoshida 1938; 木船悌嗣、古賀庸憲 1999; 信貴真啟等 2005)。

Helicana doerjesi Sakai, Türkay & Yang, 2006

德氏仿厚蟹

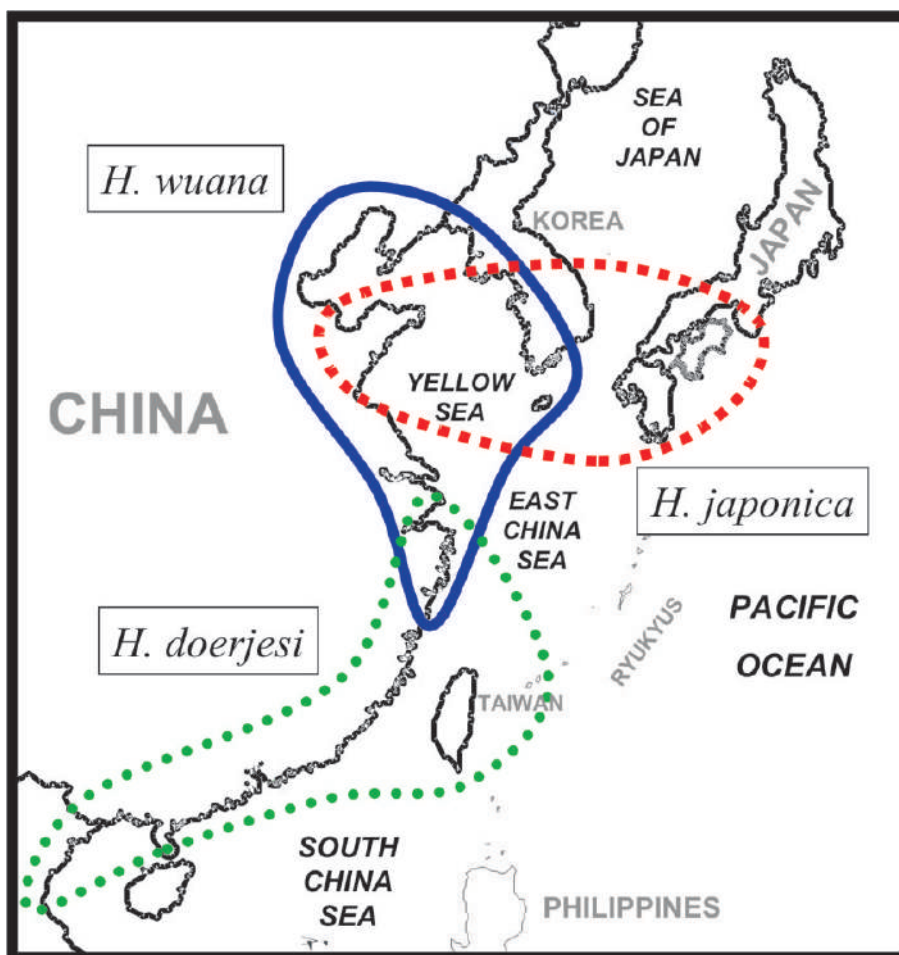


圖 30、仿厚蟹屬 (*Helicana*) 在東亞一帶的分布圖，包括日本仿厚蟹 (*H. japonica*)、伍氏仿厚蟹 (*H. wuana*)、德氏仿厚蟹 (*H. doerjesi*)。

仿厚蟹屬 (*Helicana* Sakai & Yatsuzuka, 1980)，原本是在厚蟹屬 (*Helice*) 下所成立的新亞屬，Sakai et al. (2006) 將之提升為屬的層級，目前包含三種，均為東亞特有，各種的地理分布見圖 30。模式種為 *Helicana wuana*。

此種早期均認為是 *H. wuana*，但並非真正的 *H. wuana*，因此 Sakai 等人命名為新種。在台灣的泥質海岸常見，但數量少於 *H. formosensis*，相關的生態觀察不多。

體色 體色灰綠略紫，背甲具有一些不規則的紫紅色小斑塊，腹面淡白色。

棲地 河口、泥灘地、紅樹林沼澤，分布較偏中潮帶，*Helice formosensis* 的分布則較靠近高潮線。

生態習性 台灣相關的記錄，僅有 *H. dierjesi* 會捕食其他蟹類：曾發現在傍晚時，此蟹突然攻擊 *Uca formosensis*，此小隻招潮蟹將大螯插入厚蟹的步足內 (圖 36)，然後自割逃跑，這隻厚蟹在原地沒有動作，過了許久才拖著被招潮蟹大螯插入的步足緩慢的走動 (施習德 1997; Shih et al. 2005)。中國廣東湛江紅樹林的研究，則發現此種對於當地群落的貢獻，在春季較為重要 (唐以杰、余世孝 2006)。



圖 31、*Helicana doerjesi* Sakai, Turkey & Yang, 2006 (德氏仿厚蟹) 背面圖。標本採自西台灣。



圖 32、*Helicana doerjesi* (德氏仿厚蟹) 生態照，拍攝於台灣台中縣。



圖 33、雄性 *Helicana doerjesi* (德氏仿厚蟹) 的右眼下隆脊(♂)。標本採自西台灣。



圖 34、雌性 *Helicana doerjesi* (德氏仿厚蟹) 的右眼下隆脊(♀)。標本採自西台灣。



圖 35、*Helicana doerjesi* (德氏仿厚蟹) 的步足。標本採自台灣淡水河口。



圖 36、*Helicana doerjesi* (德氏仿厚蟹) 攻擊 *Uca formosensis* (台灣招潮) 後，台灣招潮將大螯刺入厚蟹步足中，再自割逃逸。標本採自台灣彰化縣。

分布 (圖 30) 華中至華南(浙江至廣西)、台灣、琉球(石垣島)、北越。模式產地為台灣苗栗。琉球石垣島的記錄，是Tune Sakai(酒井恒)(1976)所記載於1972年親自採集的，當時記錄的種名為 *Helice tridens wuana*，且石垣島離台灣很近，因此應為 *H. doerjesi*，但之後並沒有其他的記錄。

其他 甲寬達 25 mm。此蟹為中國廣州地區草蝦白點症病毒的越冬宿主之一，詳見本文「簡介」部分(何建國等 1999)。種名為紀念德國的採集者 Dr. Jurgen Dörjes (ö發音類似 cursor 的 'ur')，他曾比較研究過包括台灣海岸的泥灘地生態 (Sakai et al. 2006)。

Helicana wuana (Rathbun, 1931) 伍氏仿厚蟹



圖 37、雄性 *Helicana wuana* (Rathbun, 1931) (伍氏仿厚蟹) 背面 (♂)。標本採自南韓。



圖 38、雄性 *Helicana wuana* (伍氏仿厚蟹) 腹面 (♂)。標本採自南韓。



圖 39、雄性 *Helicana wuana* (伍氏仿厚蟹) 的右眼下隆脊 (♂)。標本採自南韓。



圖 40、雌性 *Helicana wuana* (伍氏仿厚蟹) 的右眼下隆脊 (♀)。標本採自南韓。

Sakai et al. (2006) 將 *H. wuana* 的分布範圍確定在較北方的區域，其他地區的 *H. wuana*，則被歸為 *H. japonica* 和 *H. doerjesi*。常見的其他學名為 *Helice sheni* Sakai, 1939。本種相關的研究並不多，多為分類與分布的資料。

棲地 棲息在河口泥灘地的高潮帶，或在積有海水的泥池中。

生態習性 根據韓國的研究，此蟹與共域的 *Ilyoplax dentimerosa* (鋸腳泥蟹) 均分布於高潮帶，洞穴垂直且深，洞型為「T」形或「I」形；中潮帶 *Macrophthalmus japonicus* (日本大眼蟹) 的洞穴則斜而淺，洞型為「U」形；小潮時，此蟹的洞穴較深且寬大 (Lee & Koh 1994)。羅民波等 (2006) 曾研究中國長江口北支潮間帶的底棲動物，發現七月豐水期時，此種為優勢的底棲動物，棲息於高潮帶；一月枯水期，此蟹生物量則大幅降低。

分布 (圖 30) 華中至華北 (浙江省至遼寧省)、朝鮮半島。模式產地為中國浙江溫州。

其他 甲寬達 31 mm。在韓國，曾記載當地人會食用此蟹；此蟹的挖洞行為，會造成水田與鹽田穿孔漏水 (上田常一 1941)。

Helicana japonica Sakai & Yatsuzuka, 1980 日本仿厚蟹

原本產於日本本島的 *Helice wuana*，於 1980 年由 Sakai & Yatsuzuka 描述為新



圖 41、雄性 *Helicana japonica* Sakai & Yatsuzuka, 1980 (日本仿厚蟹) 背面 (♂)。標本採自日本本島。



圖 42、雄性 *Helicana japonica* (日本仿厚蟹) 腹面 (♂)。標本採自日本本島。



圖 43、雄性 *Helicana japonica* (日本仿厚蟹) 的右眼下隆脊 (♂)。標本採自日本本島。



圖 44、雌性 *Helicana japonica* (日本仿厚蟹) 的右眼下隆脊 (♀)。標本採自日本本島。

種。此種與共域的 *H. tridens* 之生態比較研究，有較多的報導。

體色 背甲灰褐或橄欖綠色，上有紫色小點，大螯淡綠色。小個體體色較深，具有許多明暗不一的斑點。

棲地 河口與鹽澤地區，分布於中潮帶。

生態習性 此蟹與 *Helice tridens* 共域，僅限於中潮帶，但洞穴密度較高；*H. tridens* 的範圍則自中潮帶至高潮帶，但密度較低；此外，此蟹與 *H. tridens* 相比，性成熟較早、生殖期較短(三月底至七月初)、孵育次數少、卵徑稍小、抱卵量多；不若 *H. tridens* 有月週期或是半月週期的生殖同步 (Omori et al. 1997)。食性包含草食與肉食，分布於中潮帶，甲寬 7 mm 的小個體會攻擊同體型的 *H. tridens*，強迫後者侷限於高潮帶，大體型的 *H. tridens* 會入侵中潮帶捕食小型 *H. japonica*，但厚底泥可以提高後者的存活率 (Omori et al. 2006)。白天活躍 (Henmi & Murai 1999)，然而，本種對抗鹽度與乾旱的能力低於 *H. tridens* (Kuroda et al. 2005)。

分布 (圖 30) 日本(四國、九州的太平洋岸)；中國山東與南韓也有記錄過。模式產地為日本九州福岡。

其他 甲寬達 22 mm。

Pseudohelice subquadrata (Dana, 1851) 似方假厚蟹

假厚蟹屬 (*Pseudohelice* Sakai, Türkay & Yang, 2006) 各成員的體型均小，多產於印度西太平洋的熱帶地區。此屬的分類較不穩定，主要原因是除了 *P.*



圖 45、*Pseudohelice subquadrata* (Dana, 1851) (似方假厚蟹) 正面圖。標本採自台灣淡水河口。



圖 46、*Pseudohelice subquadrata* (似方假厚蟹) 背面圖。標本採自台灣淡水河口。



圖 47、*Pseudohelice subquadrata* (似方假厚蟹) 的右眼下隆脊。標本採自琉球宮古島。



圖 48、似方假厚蟹 *Pseudohelice subquadrata* 從砂質棲地中被挖掘出來。攝於台灣淡水河口。

subquadrata 外，其餘種類發現的標本很少，無法詳加比較。在 Sakai et al. (2006) 的系統中，此屬分為兩個亞屬：假厚蟹亞屬 (subgenus *Pseudohelice*) 與擬厚蟹亞屬 (subgenus *Parahelice* Sakai, Türkay & Yang, 2006)，前者只含 *P. subquadrata* 一種；後者包含 *P. balssi* (馬達加斯加、南非)、*P. Daviei* (印尼)、*P. georgei* (蘇門答臘、婆羅洲、新幾內亞、斐濟)、*P. pilimana* (新喀里多尼亞 New Caledonia、新幾內亞)、*P. pilosa* (菲律賓、摩鹿加群島 Molucca Islands) 五種，其分布地點零散。*P. subquadrata* 的地理分布見圖 1。

本種長期使用的種名為 *Helice leachii* Hess, 1865，但此為同物異名 (Ng et al. 2001)，因此須更改為較早描述過的種類 *Pseudohelice subquadrata*。台灣雖有此種的分布，但數量較少，在野外並未發現白天活動的個體，僅由挖掘採集到標本 (個人觀察)，缺乏相關的生態報告。

體色 背甲黃褐、橄欖綠、暗綠色，有的個體背甲具有不規則斑塊。

棲地 河口空曠地區，棲地含砂質較多 (圖 48)。多在石塊旁挖洞棲息。

生態習性 根據琉球地區的研究，本種主要為植食性，無論冬夏，其胃含物多為植物性物質；曾觀察過在夜晚低潮時，會出洞將紅樹林落葉帶入洞內食用；沖繩地區的紅茄苳 (*Bruguiera gymnorrhiza*) 茂盛，但落葉累積量低，原因可能是當地眾多的本種蟹類食用樹葉所導致的；冬季低溫時，此蟹並不出洞，可能覓食較多的基質黏土 (Mia et al. 2001)。

分布 (圖 1) 印度西太平洋一帶，由紅海向東，經印度洋，至澳洲，北可至華南 (海南島)、台灣、琉球、九州、韓國南端；但熱帶地區數量較多。模式產地在澳洲一帶。

其他 甲寬可達 20 mm，但也有達 30 mm 的記錄 (Sakai et al. 2006)。

Austrohelice crassa (Dana, 1851) 粗糙澳厚蟹



圖 49、雄性 *Austrohelice crassa* (Dana, 1851) (粗糙澳厚蟹) 背面 (♂)。標本採自紐西蘭。



圖 50、雄性 *Austrohelice crassa* (粗糙澳厚蟹) 腹面 (♂)。標本採自紐西蘭。



圖 51、雄性 *Austrohelice crassa* (粗糙澳厚蟹) 的右眼下隆脊 (♂)。標本採自紐西蘭。



圖 52、雌性 *Austrohelice crassa* (粗糙澳厚蟹) 的右眼下隆脊 (♀)。標本採自紐西蘭。

澳厚蟹屬 (*Austrohelice* Sakai, Türkay & Yang, 2006) 僅有一種，為產於紐西蘭的 *A. crassa*，舊稱 *Helice crassa*。體型小，甲寬約 2 cm 左右，其地理分布見圖 1。

體色 背面為帶灰的綠色至棕色，腹面較淡，大螯帶黃色。

棲地 多在高潮處挖洞棲息，基質為乾淨的砂、黏土質砂或較硬的黏土，有些會在石塊下方；但潮上帶也有個體存在；是紅樹林沼澤處的優勢種，種類為海茄苳的變種 (*Avicennia marina* var. *resinifera*) (引自 Nye 1977)。

生態習性 此種在低鹽度時，可調節體液因應；也可以容忍超過 40‰ 的海水；覓食時，此蟹很少離洞超過 70 cm，且會保護洞穴防止被侵佔；利用匙狀的大螯，取食地表的細微土粒；也會爬上紅樹林樹幹，取食沈積在樹葉、枝幹、氣根上的土 (引自 Nye 1977; Jones 1980)。由 Nye (1977) 的研究可以發現，最大的非抱卵雌蟹甲寬可達 26 mm，雄蟹為 20 mm，最小抱卵雌蟹則為 10 mm；抱卵雌蟹可在九月至隔年二月的夏季發現，以十一月最高峰；雌蟹抱卵時間變異很大，由 22~53 天不等，與水溫有高度相關；月平均水溫若低於 12℃，雌蟹則不抱卵；成蟹每年可蛻皮兩次，在夏初與夏末。Jones (1980) 的生殖生態研究，也有類似的結果，但最大非抱卵雌蟹 15.8 mm，雄蟹 17.7 mm，最小抱卵雌蟹為 7.2 mm；雌蟹抱卵的天數，則有 60~90 天的差異。其洞穴密度在泥地高於沙地，泥地的洞穴不會較深，但結構較複雜 (Morrissey et al. 1999)。

分布 (圖 1) 僅產於紐西蘭，在三個主要島嶼均有分布；澳洲則沒有分布。模式產地為紐西蘭。

其他 甲寬達 26 mm。

Neohelice granulata (Dana, 1851) 顆粒新厚蟹



圖 53、*Neohelice granulata* (Dana, 1851) (顆粒新厚蟹) 背面圖 (♂)。標本採自阿根廷。



圖 54、*Neohelice granulata* (顆粒新厚蟹) 腹面圖 (♂)。標本採自阿根廷。



圖 55、雄性 *Neohelice granulata* (顆粒新厚蟹) 的右眼下隆脊 (♂)。標本採自阿根廷。



圖 56、雌性 *Neohelice granulata* (顆粒新厚蟹) 的右眼下隆脊 (♀)。標本採自阿根廷。

新厚蟹屬 (*Neohelice* Sakai, Türkay & Yang, 2006) 僅有一種，為產於南美的 *N. granulata*，舊稱 *Chasmagnathus granulatus*。本種相關的生理、生態、行為等方面的研究報告，是厚蟹類中最多的，其地理分布見圖 1。

體色 背甲黃褐色，腹甲粉紅色，大螯淡色。

棲地 鹽澤、河口、海岸潟湖的潮間帶至潮上帶。

生態習性 此種在春、夏、初秋生殖，部分地區的冬季溫度過低，覓食活動降低，因此並未發現抱卵雌蟹；釋放幼體的時間與夜晚退潮同步，可使得幼體迅速被帶至大海(施習德 1999; Ituarte et al. 2004)。Bas et al. (2005) 的研究發現，此蟹在有無植被的區域均有，但密度與性比並不同；密度最高可達 136 (隻/m²)，最小抱卵雌蟹為 17 mm，最大甲寬為 32 mm (♂)、29.8 mm (♀)，低於之前的記錄 (39.5 mm、35 mm)。

根據 Spivak et al. (1994) 在阿根廷的研究，此種棲息於潟湖較低的微鹹水區，族群密度最高之處為乾泥區與草澤附近，草澤區的密度可達 53 (隻/m²)，這類地區的有機質含量高，此蟹可在此建造穩定的洞穴，族群結構包含幼蟹與成蟹(雌雄與抱卵雌蟹)；不穩定的溼泥處與含石塊的砂棲地，主要為成蟹居住。在乾泥區，愈高潮區的雄蟹比例愈高且較大，顯示大型雄蟹較能忍受乾燥、鹽度與溫度的壓力，雌蟹與抱卵雌蟹則否；離水邊愈遠，洞內的鹽度增加、pH 降低，但溫度變化則無趨勢。較有趣的是大部分洞穴均住一隻個體(樣品數 118)，但有六個洞穴內發現兩隻蟹：3 洞各住 1 ♂ + 1 未抱卵 ♀、1 洞住 1 ♂ + 1 抱卵 ♀、1 洞住 2 ♂、1 洞住 2 抱卵 ♀，但作者們認為這是隨機住洞的現象。

此種的洞穴，在泥灘地較短(平均 20 cm)且複雜，但草澤區(互花米草 *Spartina*)則較長(平均 41 cm)且結構簡單；植被區的洞穴較直、幾乎垂直，但泥灘地則較斜、有漏斗形洞口、洞口較大；胃含物方面，植被區的植物碎片較多，泥灘地的沈積物(含多毛類、矽藻、介形蟲、線蟲)則較佔多數；洞穴成分方面，植被區的有機質含量與植物碎片多，泥灘地則有較高豐度的線蟲與介形蟲；顯示洞穴可以攔截住碎屑，將有機質保留於潮間帶(Iribarne et al. 1997)。其他胃含物的研究，則顯示其亦可為肉食性；但此蟹的大眼幼體(megalopa)與稚蟹卻是部分幼魚與幼鳥的食物來源之一(Luppi et al. 2001)。

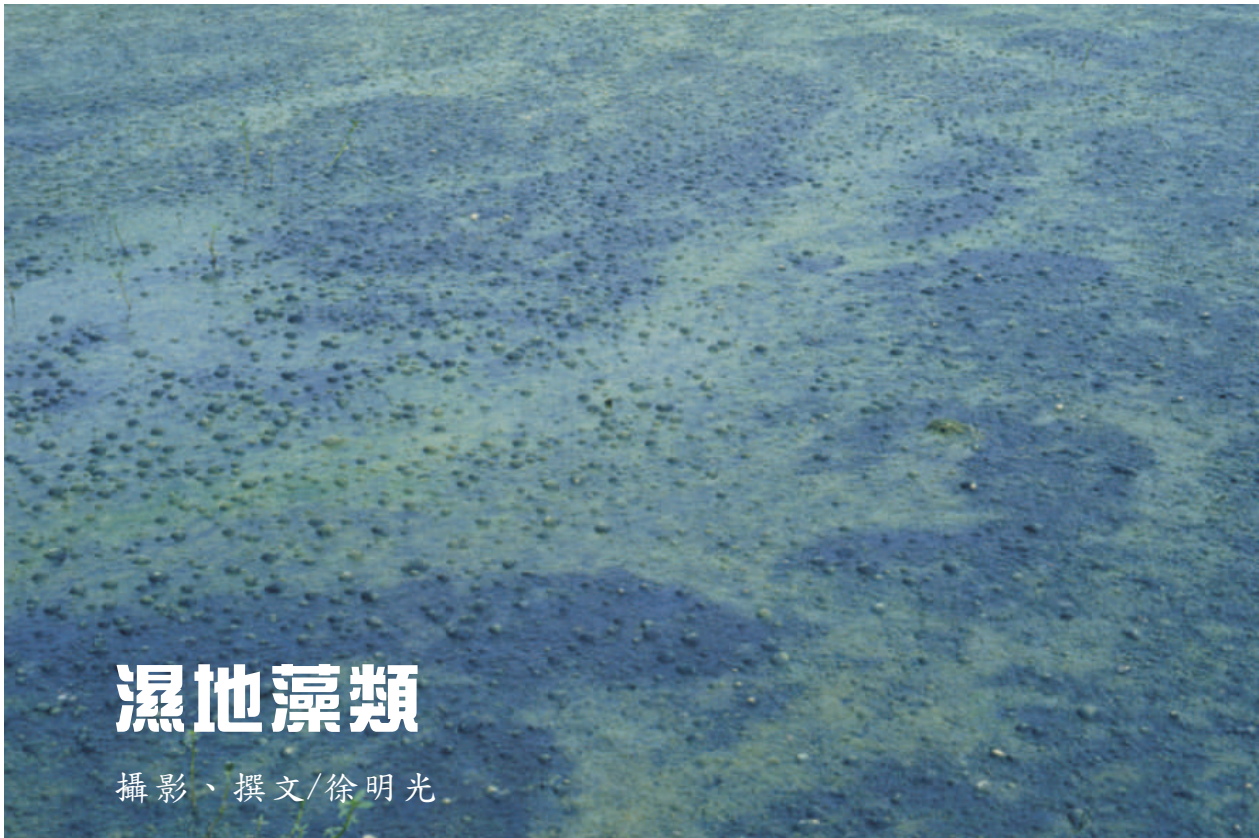
分布 (圖 1) 南美洲東岸(大西洋岸)的中部一帶，包括巴西(北限為里約熱內盧 Rio de Janeiro)、烏拉圭、阿根廷(南限為布宜諾斯艾利斯 Buenos Aires)，屬於溫帶氣候，在當地十分常見。模式產地為巴西。

其他 甲寬達 40 mm。此蟹是微莖屬吸蟲 (*Microphallus szidati*) 的第二中間宿主 (Robaldo et al. 1999)。

參考文獻

- Bas, C., T. Luppi & E. D. Spivak, 2005. Population structure of the South American estuarine crab, *Chasmagnathus granulatus* (Brachyura: Varunidae) near the southern limit of its geographical distribution: comparison with northern populations. *Hydrobiologia* 537: 217-228.
- Chiu, J.-K., 1964. Prevalence of *Paragonimus* infection in crab hosts in Taiwan. *Bull. Inst. Zool., Acad. Sinica* 3: 63-73.
- Dai, A.-Y. & S.-L. Yang, 1991. *Crabs of the China Seas*. China Ocean Press, Beijing, China.
- He, W.-S. & J.-J. Lu, 2001. Distribution of Cd and Pb in a wetland ecosystem. *Sci. China Ser. B. Chem.* 44(s1): 178-184.
- Iribarne, O., A. Bortolus & F. Botto, 1997. Between-habitat differences in burrow characteristics and trophic modes in the southwestern Atlantic burrowing crab *Chasmagnathus granulata*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 155: 137-145.
- Ituarte, R. B., E. D. Spivak & T. A. Luppi, 2004. Female reproductive cycle of the Southwestern Atlantic estuarine crab *Chasmagnathus granulatus* (Brachyura: Grapsoidae: Varunidae). *Sci. Mar.* 68: 127-137.
- Jones, M. B., 1980. Reproductive ecology of the estuarine burrowing mud crab *Helice crassa* (Grapsidae). *Estu. Coast. Mar. Sci.* 11: 433-443.
- Kurihara, Y., K. Sekimoto & M. Miyata, 1988. Wandering behaviour of the mud-crab *Helice tridens* related to evasion of cannibalism. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 49: 41-50.
- Kurihara, Y., T. Hosoda & S. Takeda, 1989. Factors affecting the burrowing behaviour of *Helice tridens* (Grapsidae) and *Macrophthalmus japonicus* (Ocypodidae) in an estuary of northeast Japan. *Mar. Biol.* 101: 153-157.
- Kuroda, M., K. Wada & M. Kamada, 2005. Factors influencing coexistence of two brachyuran crabs, *Helice tridens* and *Parasessarma plicatum*, in an estuarine salt marsh, Japan. *J. Crust. Biol.* 25: 146-153.
- Lee, Y. H. & C. H. Koh, 1994. Biogenic sedimentary structures on a Korean mud flat: spring-neap variations. *Neth. J. Sea Res.* 32: 81-90.
- Lo, C.-F., C.-H. Ho, S.-E. Peng, C.-H. Chen, H.-C. Hsu, Y.-L. Chiu, C.-F. Chang, K.-F. Liu, M.-S. Su, C.-H. Wang & G.-H. Kou, 1996. White spot syndrome baculovirus (WSBV) detected in cultured and captured shrimps, crabs and other arthropods. *Dis. Aquat. Org.* 27: 215-225.
- Lu, J.-J., W.-S. He, K.-Y. Zhou, Y.-W. Tang & S.-F. Ye, 2001. Behavior of Zn, Cu, Pb and Cd in biota of Yangtze Estuary. *Sci. China Ser. B. Chem.* 44(s1): 165-172.
- Luppi, T. A., E. D. Spivak & K. Anger, 2001. Experimental studies on predation and cannibalism of the settlers of *Chasmagnathus granulata* and *Cyrtograpsus angulatus* (Brachyura: Grapsidae). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 265: 29-48.
- Mia, M. Y., S. Shokita & S. Watanabe, 2001. Stomach contents of two grapsid crabs, *Helice formosensis* and *Helice leachi*. *Fish. Sci.* 67: 173-175.
- Morrissey, D. J., T. H. DeWitt, D. S. Roper & R. B. Williamson, 1999. Variation in the depth and morphology of burrows of the mud crab *Helice crassa* among different types of intertidal sediment in New Zealand. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 182: 231-242.
- Nakagawa, K., 1917. Human pulmonary distomiasis caused by *Paragonimus westermanni*. *J. Exp. Med.* 26: 297-323.
- Nakasone, Y., Y. Ono & S. Goshima, 1983. Daily activity and food consumption of the sesarimid crab *Chasmagnathus convexus* (Decapoda, Brachyura). *Bull. Coll. Educ. Univ. Ryukyus* 26: 37-53.
- Ng, P. K. L., C.-H. Wang, P.-H. Ho & H.-T. Shih, 2001. An annotated checklist of brachyuran crabs from Taiwan (Crustacea: Decapoda). *Nat. Taiwan Mus. Spec. Publ. Ser.* 11: 1-86.
- Omori, K., K. Shiraishi & M. Hara, 1997. Life histories of sympatric mud-flat crabs, *Helice japonica* and *H. tridens* (Decapoda: Grapsidae), in a Japanese estuary. *J. Crust. Biol.* 17: 279-288.
- Omori, K., B. Irawan & Y. Kikutani, 1998. Studies on the salinity and desiccation tolerances of *Helice tridens* and *Helice japonica* (Decapoda: Grapsidae). *Hydrobiologia* 386: 27-36.
- Omori, K., Y. Kikutani, B. Irawan & Y. Goda, 2006. Size-dependent intraguild reciprocal predation between *Helice*

- tridens* de Haan and *H. japonica* Sakai and Yatsuzuka (Decapoda: Grapsidae) as analyzed in field experiments. *J. Crust. Biol.* 26: 148-153.
- Rathbun, M. J., 1931 (1929). New and rare Chinese crabs. *Lingnan Sci. J.* 8: 75-125.
- Robaldo, R. B., J. Monserrat, J. C. B. Cousin & A. Bianchini, 1999. Effects of metacercariae (Digenea: Microphallidae) on the hepatopancreas of *Chasmagnathus granulata* (Decapoda: Grapsidae). *Dis. Aquat. Org.* 37: 153-157.
- Sakai, K. & K. Yatsuzuka, 1980. Notes on some Japanese and Chinese *Helice* with *Helice (Helicana)* n. subgen., including *Helice (Helicana) japonica* n. sp. (Crustacea: Decapoda). *Senck. biol.* 60: 393-411.
- Sakai, K., M. Türkay & S.-L. Yang, 2006. Revision of the *Helice/Chasmagnathus* complex (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *Abh. Senckenberg. Naturforsch. Ges.* 565: 1-76.
- Sakai, T., 1976. *Crabs of Japan and the Adjacent Seas*. Kodansha Ltd., Tokyo.
- Seo, B. S., J. S. Yoon, C. W. Lee & S. H. Lee, 1964. Studies on *Microphalloides japonicus*. *Korean J. Parasit.* 2: 41-51. (in Korean)
- Shih, H.-T., H.-K. Mok & H.-W. Chang, 2005. Chimney building by male *Uca formosensis* Rathbun, 1921 (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) after pairing: a new hypothesis for chimney function. *Zool. Stud.* 44: 242-251.
- Spivak, E. D., K. Anger, T. A. Luppi, C. C. Bas & D. Ismael, 1994. Distribution and habitat preferences of two grapsid crab species in Mar Chiquita lagoon (Province of Buenos Aires, Argentina). *Helgoländer Meeresunters.* 48: 59-78.
- Takeda, S. & Y. Kurihara, 1987a. The distribution and abundance of *Helice tridens* (de Haan) burrows and substratum conditions in a northeastern Japan salt marsh (Crustacea: Brachyura). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 107: 9-19.
- Takeda, S. & Y. Kurihara, 1987b. The effects of burrowing of *Helice tridens* (de Haan) on the soil of a salt-marsh habitat. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 113: 79-89.
- Takeda, S., M. Matsumasa & Y. Kurihara, 1988. Seasonal changes in the stomach contents of the burrowing mud-crab, *Helice tridens* (de Haan). *Bull. Mar. Biol. Stat. Asamushi, Tohoku Univ.* 18: 77-86.
- Yoshida, S., 1938. On a new genus *Microphalloides* of the trematode. *Annot. Zool. Japon.* 17: 327-336.
- 上田常一, 1941。朝鮮產甲殼十腳類の研究。第一報蟹類。朝鮮水產會。(日文)
- 木船悌嗣、古賀庸憲, 1999。福岡市東部沿岸産チゴガニに寄生する *Microphalloides japonicus* の被囊幼蟲(吸蟲綱: Microphallidae)。長崎縣生物學會誌 50: 5-8。(日文)
- 史金燾、呂光洋、王嘉祥, 1991。淡水紅樹林沼澤區蟹類相及十種蟹類的活動週期。台灣省立博物館年刊 34: 121-140。
- 左仰賢編, 1997。人獸共患寄生蟲學。科學出版社, 北京。
- 朱曉君、陸健健, 2003。長江口九段沙潮間帶底棲動物的功能群。動物學研究 24: 355-361。
- 何建國、周化民、姚泊、楊曉明、鄧敏, 1999。白斑綜合症桿狀病毒的感染途徑和宿主種類。中山大學學報(自然科學版) 38: 65-69。
- 李麗娜、陳振樓、許世遠、華春娟, 2005。非生物因子對底棲動物無齒相手蟹重金屬富集量的影響。礦物岩石 25: 109-112。
- 林金祥, 2006。食源性寄生蟲病的防治。海峽預防醫學雜誌 12: 77-81。
- 牧茂市郎、土屋寬, 1923。台灣產十腳類圖說。台灣總督府中央研究所農業部報告第三號, 台北。(日文)
- 信貴真啟、古賀庸憲、木船悌嗣, 2005。和歌山市の干潟に棲息するカニ類5種における二生吸蟲類被囊幼蟲の寄生狀況。南紀生物 47: 33-36。(日文)
- 姚泊、何建國, 2002。氣候因子和水體理化因子變化與蟹存活率的研究。海洋通報 21: 91-96。
- 姚泊、何建國, 2003。對蝦白斑綜合症桿狀病毒越冬宿主的研究。海洋環境科學 22: 48-52。
- 施習德, 1994。招潮蟹。國立海洋生物博物館籌備處出版, 高雄。
- 施習德, 1997。屬於福爾摩莎的「台灣招潮」, 何去何從? 記台灣特有種招潮蟹的現況。台灣博物 54: 68-80。
- 施習德, 1998。高美灘地的蟹類。黃朝洲編著, 高美溼地生態之美。清水鎮牛罵頭文化協進會, 台中。57-82頁。
- 施習德, 1999。沿岸蟹類的幼體釋放時機。生物科學 42: 41-56。
- 唐以杰、余世孝, 2006。湛江紅樹林保護區大型底棲動物的群落結構。現代生物醫學進展 6: 7-11。
- 袁興中、何文珊、孫平躍、陸健健, 1999。長江口九段沙溼地生物資源及其變化趨勢研究。環境與開發 14: 1-3, 10。
- 袁興中、陸健健, 2002。長江口潮灘溼地大型底棲動物群落的生態學特徵。長江流域資源與環境 11: 414-420。
- 陳心陶等, 1985。中國動物誌: 扁形動物門吸蟲綱複殖目(一)。科學出版社, 北京。
- 劉岳峰、鄔倫、韓慕康、任勁松, 1998。遼河三角洲地區海平面上升趨勢及其影響評估。海洋學報 20: 73-82。
- 劉靜瑜, 2002。大肚溪口潮間帶地區大型底棲動物群聚現象與相關重金屬含量分析。特有生物研究 4: 9-29。
- 賴廷和、邱紹芳, 1998。廣西英羅港紅樹林區沈積物和大型底棲動物中汞含量的初步研究。廣西科學院學報 14: 27-31。
- 戴愛雲、馮鍾琪、陳國孝、宋玉枝, 1984。中國醫學甲殼動物。科學出版社, 北京。
- 魏崇德、陳永壽(編), 1991。浙江動物誌(甲殼類)。浙江科學技術出版社, 杭州。
- 羅民波、沈新強、徐兆禮、王雲龍、朱江興, 2006。長江口北支水域潮間帶大型底棲動物研究。海洋環境科學 25: 43-47。
- 蘇宏仁、呂光洋, 1984。淡水紅樹林沼澤區螃蟹種類分佈之調查。師大生物學報 19: 61-70。



濕地藻類

攝影、撰文/徐明光

摘要

「藻類」是一群具有釋氧性光合作用能力的生物群，個體簡單，沒有一般高等植物的維管束構造，也沒有根、莖、葉等器官的分化，更無胚的形成。藻類主要生活於水，但只要是潮濕環境，光線足夠其光合作用所需，都可以發現藻類的蹤跡。藻類是水域生態系中重要的初級生產者，能夠捕捉光能將無機的二氧化碳和水轉化成有機的碳水化合物(醣類)，並將光能轉換成生物可以利用的化學能儲存在碳水化合物，過程中也放出氧氣，提供其它生物食物源與呼吸所需的氧氣，建構了水域生態系食物鏈的基礎和起始點。

藻類除在生態系中扮演初級生產者和氧氣生產者的角色外，也參與物質和能量的循環。此外，藻類對經濟重要性，包含正面與負面的重要性，前者如食品、飼(餌)料、土壤改良、抗生素、肥料、水的自淨作用、污水處理、生物學相關研究的材料、水污染的指標生物和刑事案件的判定等等，後者如藻毒與藻華的形成、影響動物、影響公共給水品質(如休閒娛樂的損失、異味的產生、濾床的阻塞、水色改變、影響商品品質、改變水的理化特性)等等。

藻類無論在生態上或是人類的應用上，實不下於其它生物。過去，臺灣參與藻類方面的調查與研究，不論在人員、成果或經費上都十分有限，主要原因在於藻類過於細小肉眼不易見、研究項目繁鎖不易又耗時、所需設備昂貴、相關資料有限或取得不易等等。近年來，雖有進展，但人力與經費資源仍相當有限，且相關基礎資料仍非常缺乏，比不上許多國家，這是有待建立

的重要工作。

本文主要介紹濕地中藻類一般概念、藻類的重要性、常見的藻類群以及藻類採集等，藉以拋磚引玉，讓更多的人得以瞭解，並能參與臺灣有關藻類的調查與研究。

關鍵字: 濕地、藻類

前言

藻類生活在水中或潮濕環境中，體內含有葉綠素，只要光線足夠，就能夠捕捉光能將無機的二氧化碳和水轉化成有機的碳水化合物(醣類)，並將光能轉換成生物可以利用的化學能儲存在碳水化合物，過程中也是放出氧氣。在濕地中，藻類提供食物和氧氣給水生生物，所以藻類是濕地生態系中重要生產者。

藻類除在生態系中扮演初級生產者和氧氣生產者的角色外，也參與物質和能量的循環。此外，藻類對經濟重要性，包含正面與負面的重要性，前者如食品、飼(餌)料、土壤改良、抗生素、肥料、水的自淨作用、污水處理、生物學相關研究的材料、水污染的指標生物和刑事案件的判定等等，後者如藻毒與藻華的形成、影響動物、影響公共給水品質(如休閒娛樂的損失、異味的產生、濾床的阻塞、水色改變、影響商品品質、改變水的理化特性)等等。

本文主要介紹濕地中藻類一般概念、藻類的重要性、常見的藻類群以及藻類採集等，藉以拋磚引玉，讓更多的人得以瞭解，並能參與臺灣有關藻類的調查與研究。

濕地藻類的個體

濕地環境中的藻類種類非常多，個體通常簡單而小，沒有根、莖、葉的分化，大都介於五~數百微米間，肉眼看不清楚，要藉助顯微鏡來觀察，也有少數種類可達數公分至數十公分。依據其在自然界中營養生長時，藻體細胞的組成情形，大略可將分為單細胞、群體或絲狀體型，也有狀似植物體的種類。

(一) 單細胞

藻體只由一個細胞構成者，依據泳動能力的有無，可分為泳動性和非泳動性單細胞藻類。

1. 泳動性單細胞

泳動性單細胞具有泳動的能力，可使細胞運動者。依據泳動構造的不



裸藻(眼虫)為泳動性單細胞裸藻



新月藻為非泳動性單細胞綠藻

同可分為二類，一為鞭毛類(flagellates)，具有鞭毛，藉由鞭毛的擺動可讓細胞前後左右或旋轉運動，除藍藻、褐藻和紅藻無泳動性單細胞藻種外，其餘藻類群均有具鞭毛之單細胞藻種，另一類為根足類(rhizopodial)，在細胞的外圍具有許多纖細的原生質突起稱為根足(rhizopodia)，有阿米巴式的運動能力，主要出現在黃藻門(Xanthophyta)。

2. 非泳動性單細胞

細胞無鞭毛等輔助運動的構造，無泳動能力者，通常細胞具堅實定形的細胞壁，如大部分矽藻(diatoms)、綠藻的小球藻屬(*Chlorella*)、藍藻的集胞藻(*Synechocystis*)和螺旋藻屬(*Spirulina*)等。

(二) 群體

藻體由一群形狀與功能一致的細胞聚集而成者，通常細胞包埋在膠質或膠質外膜內，或藉由膠質連結成為群體。依據形態發生的觀點來看，可將群體分為定數和非定數群體。

1. 定數群體

藻體的組成細胞有固定的數目和排列方式，在幼體發育時即已確定，並不隨著生長而增加群體的細胞數目和改變排列方式，生長只是增加細胞和群體的重量、大小或改變生理機能等。定數群體依其泳動性的有無，可

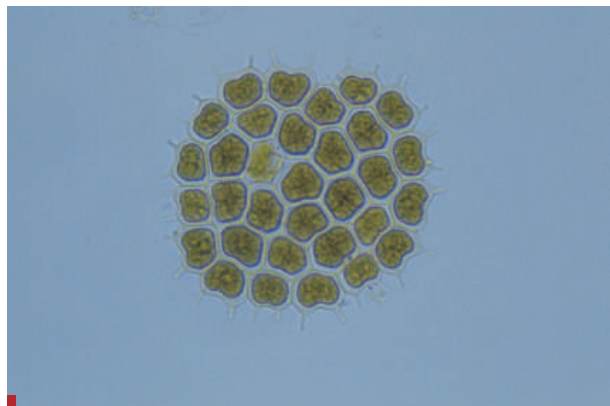


盤藻為泳動性定數群體型綠藻

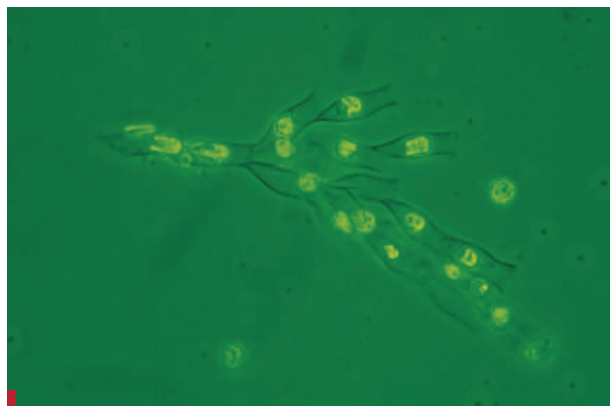
分為泳動性和非泳動性定數群體兩類；泳動性定數群體(motile coenobial colony)是指藻體的每個組成細胞有向外延伸的鞭毛，藉由鞭毛的擺動可使藻體運動者，如綠藻的團藻屬(*Volvox*)、盤藻屬(*Gonium*)、空球藻屬(*Eudoria*)和實球藻屬(*Pandorina*)等；非泳動性定數群體(non-motile coenobial colony)是指藻體的每個組成細胞均無鞭毛，無泳動能力者，如綠藻類綠球藻目中的盤星藻屬(*Pediastrum*)、柵藻屬(*Scenedesmus*)、空星藻屬(*Coelastrum*)等。

2. 非定數群體

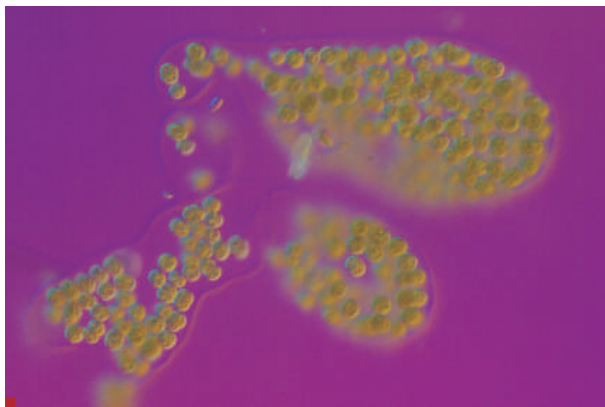
藻體的組成細胞無固定的數目和排列改變排列方式，常包埋在膠質內，在細胞分裂後會增加群體的細胞數目、大小和改變排列方式。依據群



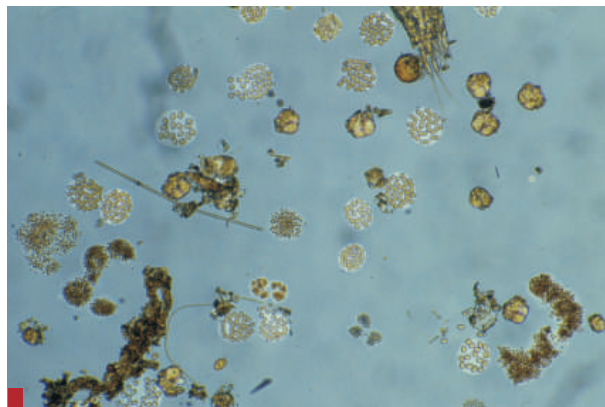
短棘盤星藻是一種非泳動性定數群體型綠藻



錐囊藻為非定數群體之樹狀群體型金藻

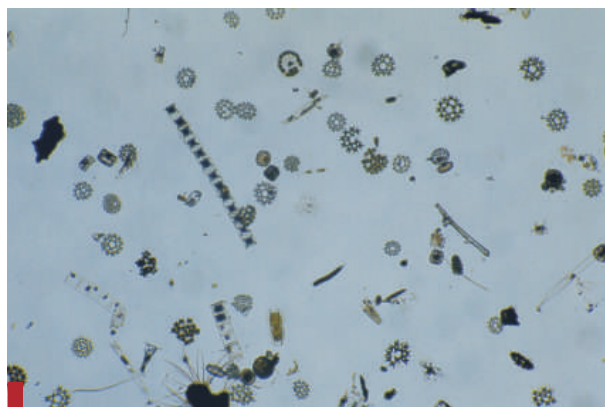


微囊藻為非定數群體之膠狀群體型藍藻

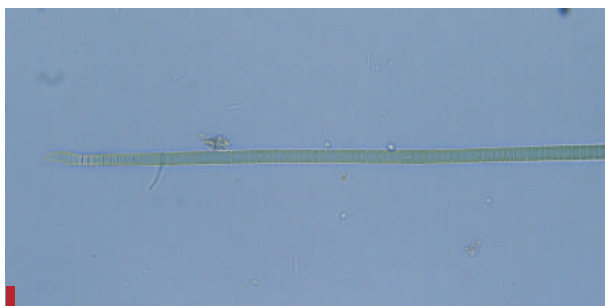


漂浮生長在淡水濕地中的浮游性藻類

體的形成方式不同，可分為膠狀群體(palmelloid)和樹狀群體(dendroid)；膠狀群體(palmelloid)是指藻體的組成細胞包埋在不規則狀的膠質內而形成者，這些膠質大都產自子細胞壁，可能與其他子細胞之膠質混合後形成共有之群體膠質，如藍藻類的隱桿藻屬(*Aphanothece*)、微囊藻屬(*Microcystis*)、平裂藻屬(*Merismopedia*)等；樹狀群體(dendroid)是指藻體的組成細胞藉由細胞基部之膠質物連結成樹狀之群體者，如金藻類的錐囊藻屬(*Dinobryon*)。



漂浮生長在河口濕地中的浮游性藻類



顫藻為絲狀群體型藍藻



濕地中的附著性藍藻

(三) 絲狀體

藻體的組成細胞以一端接一端形成單列的絲狀體者，主要是因為細胞分裂時僅限於細胞板的形成所導致。

濕地藻類的類型

依據藻類的不同生態習性與生活，可將藻類可分為浮游藻和附著

藻。浮游藻是指在水中漂浮生活的微型藻類，包括藍藻、綠藻、矽藻、甲藻、金藻、黃藻、隱藻、裸藻等。附著藻類需要固定在各種不同的基質上生長，一般分佈在各種濕地的沿岸或淺水區中的底泥、砂礫、石頭、岩石、植物、動物體上。

濕地藻類的重要性

『濕地藻類』的種類和數量非常多，且對人類和其他濕地動物賴以生存的環境重要性並不亞於其他的生物。今就其重要性略述於下；

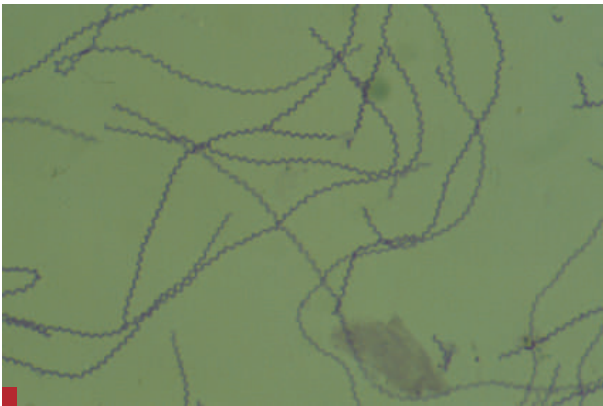
(一)在濕地生態系重要性方面

1. 扮演初級生產者的角色

絕大多數濕地藻類是自營性生物，體內含有光合作用色素和其他輔助色素，可以直接吸收太陽光能，進行光合作用，將無機的二氧化碳轉變為有機的碳水化合物，直接或間接提供給其他濕地動物當作食物，而本身生長只需要環境中所提供的無機營養鹽、微量元素和適合的生長條件即可。

2. 扮演氧氣生產者的角色

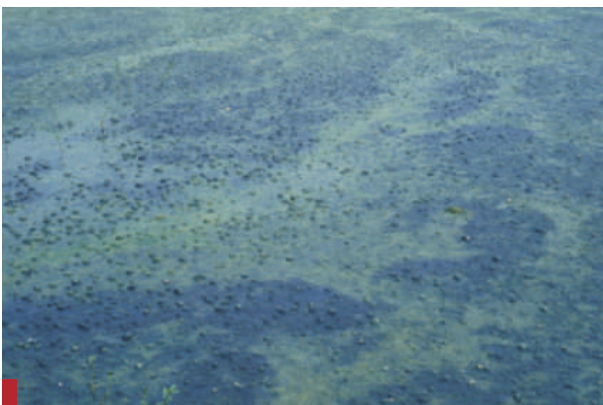
濕地藻類進行光合作用時，光能會將水分子分解並放出氧氣，並將光能轉變成化學能，這些氧氣是水中溶氧和水中動物呼吸作用所需氧氣的主要來源。



螺旋藻是營養食品的材料



栅藻是污水處理的良好藻類



藻類是水田中重要的天然有機肥



鼓藻類是酸性水質之淡水濕地的常客

3. 參與物質與能量的循環

一個穩定的自然生態系中，透過生產者、消費者與分解者三者之間的複雜關係完成物質與能量的循環，『濕地藻類』是濕地生態系的生產者之一，利用太陽光能將二氧化碳和環境中的無機鹽類和礦物元素合成有機物，同時太陽光能轉化成其他生物可利用的化學能，透過食物鏈和食物網的架構直接或間接提供消費者使用，並將物質和能量轉移到消費者身上，而生產者和消費者死亡後，有機的死屍被分解者所分解，並轉化成無機鹽類，無機鹽類又被這些生產者所吸收利用，由此可見，這些藻類在生態系的物質和能量循環過程中，可以說是擔任基本啟動功能的任務，如果他們缺席了，那濕地生態系就會失衡。

(二)對人類的經濟重要性

濕地藻類對人類和其他動物來說包含了正面有利和有負面有害的重要性。

1.正面的重要性

(1)食品

許多濕地藻類富含很高的營養價值，可做為營養食品，如小球藻屬(*Chlorella*)和螺旋藻屬(*Spirulina*)等的部分藻種，在日本、美、德等國家已有大量培養製成藻片作為營養食品以補充和均衡營養。臺灣目前也有公司大量培養小球藻和螺旋藻並製成藻片上市。

(2)飼(餌)料

許多水產養殖業者在飼養魚蝦時，將濕地藻類作為小魚和蝦的補充餌料。

(3)土壤改良

部分藍藻適合生長在高酸鹼質(pH)和高鹽分的環境中，可降低酸鹼值和鹽分，以改善高鹽分和鹼性溼地，並增加氮、磷和有機物的含量，使其成為可耕農地。

(4)抗生素

部分濕地藻類會產生抗菌物質，能有效的抵抗病原菌，如取自小球藻(*Chlorella*)的Chlorellin；林氏藻屬(*Lyngbya*)的萃取物，可以殺死單胞菌(*Pseudomonas*)和分枝桿菌(*Mycobacterium*)的菌株，或抑制其抗藥性，此外，部分藍藻具有殺幼蟲劑的成份和效果，可毒殺蚊子幼蟲。

(5)肥料

有些藍藻富含氮、磷等成分，具有良好的肥力效能，是很好的天然肥料。許多熱帶國家有利用乾涸池沼的底泥作為農田肥料，因為這些底泥中富含大量的藍藻。此外，水稻田中生長有具固氮能力的藍藻，可提升稻米產量。

(6)水的自淨作用

水的自淨是一種自然發生的去污過程，由於自然界的濕地中具有許多微生物，這些微生物可以將水中的有機污染物分解成無機物，在分解過程中，有些過程是需要氧氣的參與，藻類的存在可以提供氧化過程所需的氧氣，而分解的最後無機產物可提供給藻類生長利用，此外，部分藻類也可以直接利用有機碳作為碳源，由此可見藻類參與水自淨的重要性。

(7) 污水處理與排放

自然界污水的來源大都是「家庭廢水」和「工業廢污」。這些廢污排入承受水體後，使水體中的溶解性和懸浮性有機和無機成分快速增加，也導致水的溶氧量缺乏，許多水中生物更因無法容忍水體理化環境的驟變而死亡。此種環境下提供大量厭氧細菌和病原菌的滋生，當厭氧菌分解有機廢污和濕地物死屍時，更產生惡臭的氣味，讓人厭惡至極，病原菌的滋生，更給人類生命帶來嚴重的威脅。此外，廢污也會污染飲用水，如果擷取含有廢污的原水作為飲用水的來源，由於原水中可能富含氮、磷、鉀和硫等無機營養鹽，對水的處理上造成困擾，更對人類健康有不良的影響。今日社會，由於工商業發達及都市人口快速成長和過分集中，未經處理的廢水排放到自然界的水體後，這些廢污已然超出自然水體自淨作用所能承受的範圍，因而造成嚴重的水質污染問題。當然，廢水處理的問題是必然要做的，在廢水連串的處理過程中，「污水氧化處理池」的設立便是要使污水中的有機物能夠完全氧化，並轉變成無機物。許多濕地藻類如小球藻屬(*Chlorella*)、單胞藻屬(*Chlamydomonas*)、柵藻屬(*Scenedesmus*)和裸藻屬(*Euglenia*)等的一些藻種，可在污水氧化處理池中大量繁殖，並提供氧氣給細菌分解有機污染物之用，使廢污能夠快速而完全的被分解氧化成無機物質，此外，這些藻類又能從污水中獲取生長所需的無機營養鹽，而處理污水用的藻類再收穫後又可以當作動物飼料、農地肥料或提供給魚池的小魚當餌料。

(8) 生物學相關研究的材料

濕地藻類常用來做為生態學、古環境氣候學、細胞學、生理學、生物化學、遺傳學、分子生物學等相關研究的材料。

(9) 水污染的指標生物

雖然許多藻類可以同時在同一環境或不同的環境中生長，但有些藻類對污染物的敏感程度不同，有的只能在乾淨的水域出現，有的則可在中度污染或只在重污染的環境中出現，依據這些狀況可將藻類列為各級水污染的指標生物。

(10) 刑事案件的判定

不同的濕地環境中常有特殊藻種的出現，如矽藻含有堅硬的矽質壁，通常不易被一般酸鹼分解，在溺水案件的判定上，可作為輔助的證據。

(二) 負面的重要性

(1) 藻毒

部分藻類如小定鞭金藻(*Prymnesium parvum*)、裸甲藻屬(*Gymnodinium*)和微囊藻

屬(*Microcystis*)等的部分藻種有毒，如果魚類和家畜飲用含有這些毒藻的水後，會導致死亡。膝溝藻屬(*Gonyaulax*)的部分藻種會產生內毒素，當貝類攝食後，毒素可累積在貝類的消化道內，如果這些貝類被其他動物或人類攝食後，會導致中毒，產生麻痺現象，甚至死亡。多種會形成藻華的藻種如銅綠微囊藻(*Microcystis aeruginosa*)、水華魚腥藻(*Anabaena flos-aquae*)和水華束絲藻(*Aphanizomenon flos-aquae*)等被證實對動物有毒。有些毒藻發生的濕地，如誤飲或游泳，可能會造成多種併發症，如魚腥藻屬(*Anabaena*)和微囊藻屬(*Microcystis*)會導致胃腸不適的症狀，短裸甲藻(*Gymnodinium brevis*)會導致呼吸不協調症狀，鞘絲藻屬(*Lyngbya*)會導致皮膚過敏症狀。

(2) 影響濕地動物

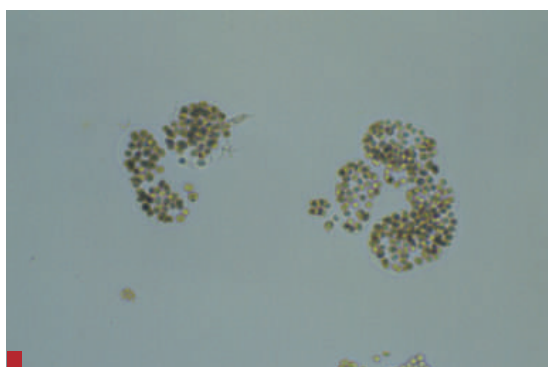
濕地藻類對濕地動物的負面影響，最遽驟而明顯的是藻類大量生長形成藻華或在表水層形成大面積的藻塊與浮渣，覆蓋整個濕地環境，會造成下層水體缺氧，導致魚、貝類因缺氧窒息而大量死亡。有時在強光和高溫下，當藻華或藻塊快速而大量瓦解時，可能釋出一些有毒物質對濕地動物有害，或藻塊阻塞水中動物的口和鰓而窒息死亡。

(3) 影響公共給水品質

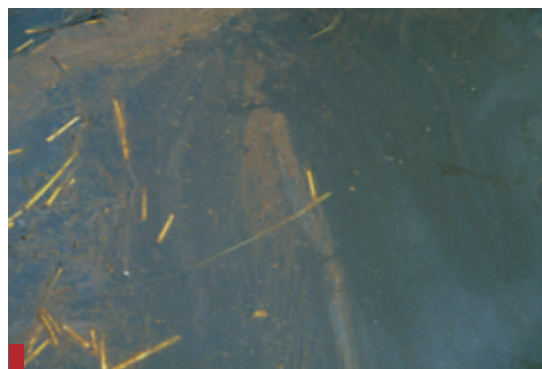
許多藻類生長在水庫和池塘等濕地環境直接或間接帶來許多問題；

(A) 休閒娛樂的損失

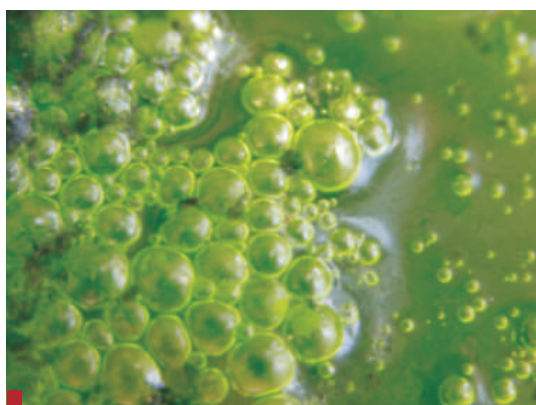
許多藻類在魚池、湖泊和水庫中超量生長形成藻華或藻塊，除了造成景觀不雅外，也降低了游泳、垂釣的價值和樂趣。



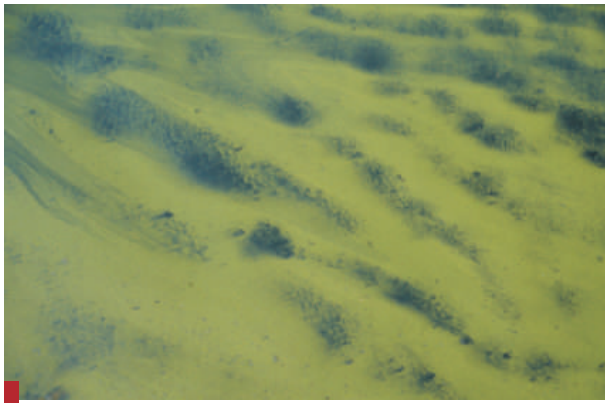
微囊藻會產生微囊藻毒造成水源利用的麻煩



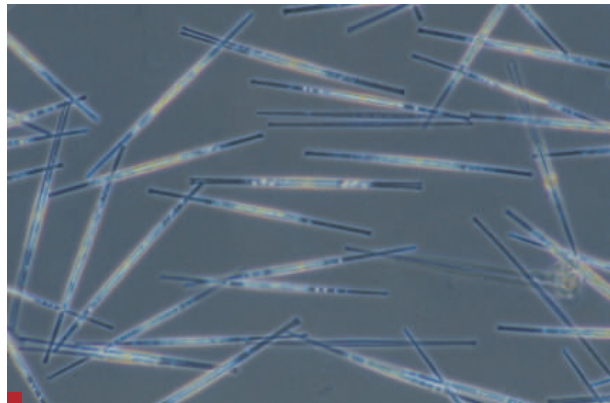
矽藻形成的藻華使水體呈黃褐色或銹色



綠藻形成的藻華使水體呈綠色



藍藻形成的藻華



針桿藻是造成綠床阻塞與水體異味的藻種之一

(B)異味的產生

許多濕地藻類如黃群藻屬(*Synura*)、針桿藻屬(*Synedra*)、星桿藻屬(*Asterionella*)、魚腥藻屬(*Anabaena*)、顫藻屬(*Oscillatoria*)、微囊藻屬(*Microcystis*)和錐囊藻屬(*Dinobryon*)的代謝物質或分解物質會使水產生異味，而降低給水品質，有的藻種更會讓魚體產生臭土味，而影響經濟水產的收益。

(C)濾床的阻塞

有些藻類如小球藻屬(*Chlorella*)、顫藻屬(*Oscillatoria*)和部分矽藻等，會阻塞自來水廠的過濾床，縮小過濾範圍，使水處理的困難度更高，而造成經濟損失。

(D)水色改變

許多藻類如小球藻屬(*Chlorella*)、單胞藻屬(*Chlamydomonas*)、裸藻屬(*Euglena*)、顫藻屬(*Oscillatoria*)等，會造成原水和處理過後的水色加深，而影響飲水品質。

(E)影響商品品質

許多須大量用水的工業生產如食品、製紙和製藥等工業在生產商品時，如使用污染有藻類黏質物或因藻類引起水色加深的水，則會降低商品品質。

(f)改變水的理化特性

藻類過量生長可能改變水中酸鹼質、二氧化碳、氧氣等的含量，而改變了水的理化特性。

由於上述的重要性看來，濕地藻類的確與人類的的生活息息相關，所以『濕地藻類』是值得大家去認識的生物群。

濕地常見的藻類群

濕地的環境多種多樣，包含淡水(如湖泊、潭、池塘、沼澤、溪流、河川)、半鹹水(河口域)與鹹水(潮間帶)環境等環境，所出現的藻類也有所差異。臺灣濕地常見的藻類群包含藍藻、綠藻、裸藻、矽藻、甲藻等，其特徵略述如表(表一)。

表一、臺灣濕地常見的藻類群特徵一覽表

分類	俗稱	色素	儲存物	細胞壁成份	生態環境
藍綠藻門	藍藻或稱藍菌	葉綠素 a，藻藍素，異藻藍素，藻紅素， β -胡蘿蔔素，葉黃素	藍藻顆粒體，葡聚糖	纖維素、醣蛋白	淡水性、半鹹水、鹹水
綠藻門	綠藻	葉綠素 a、b， α -、 β -、 γ -胡蘿蔔素，葉黃素	澱粉	纖維素、木聚醣、甘露聚醣	淡水、半鹹水、鹹水
裸藻門	裸藻	葉綠素 a、b，胡蘿蔔素、葉黃素	裸藻澱粉	缺	淡水、半鹹水、鹹水
矽藻門	矽藻	葉綠素 a、c， α -、 β -、 ϵ -胡蘿蔔素、葉黃素、矽藻素、墨角藻黃素	油滴	果膠質和二氧化矽	淡水、半鹹水、鹹水
甲藻門	甲藻	葉綠素 a、c， β -胡蘿蔔素，葉黃素	澱粉 α -1, 4-葡聚糖	纖維質或無	淡水、半鹹水、鹹水

濕地藻類的採集和保藏

藻類的採集是藻類及其相關調查與研究的首要工作，因為樣品是推估母族群的基本依歸，樣品的良窳，影響最後數據分析與成果準確。濕地的類型各種各樣，包含溪流、河川、池塘、湖泊、沼澤、淹水窪地、水田、漁塭、河口等等，孕育的藻類也各有差異，種類也成千上萬，極富多樣性，有時一瓢水就有上百種之多，甚或更多。藻類主要分佈在水中，從生活習性上可分為浮游性、附著性和漂浮性的多細胞三類。藻類採集通常以藻類的生態環境和生活習性為基礎，但重要的是，採集工作與計畫的制定，通常取決於調查研究之目的，如採集方法、地點、時間、頻率、環境分析項目及樣品的處理等，才不致曠日費時，事倍功半。本文僅就一般藻類觀察與調查時所進行的

藻樣採集與保存作簡單介紹。

(一) 器具和試劑

藻類採集常用的器材和試劑包含有鑷子、小刀、浮游生物網、刷子(或牙刷)、塑膠針筒、吸管、水盆、採水器、水瓢、燒杯、水桶、標本瓶(膠製或玻璃製20、50、100、250、500或1000ml)、記錄簿、防水標籤、鉛筆、油性筆和固定液等，依採集目的而選用。

(二) 採集方法

藻類在不同環境條件中組成也不同。因此，藻類的採集應依據其生境與習性，採用不同的方法。

1. 附著藻

附著藻主要著生於水中基質的表面，如石頭、石壁、底泥、枯木、動物或植物體等。生長在基質表面上的較大型藻類，可以用手或鑷子採取，盡可能採取整個藻體，包括基部或著生部分；生長在石頭和石壁上的，可用小刀刮取或刷子(或牙刷)刷取；生長在水生植物上的，可用鑷子和小刀取下藻類生長最多的局部葉和莖，並記錄植物的名稱；生長在土壤上的，可用刀、薄剷、竹或木製薄片剷取，盡可能少帶泥土；生長在淺水底泥上層區的，可用滴管或針筒吸取；生長在樹幹上的，要用刀削取；生長在水生動物上的，可用鑷子和刷子(或牙刷)刷取。

2. 浮游藻類

(1) 浮游生物網：適合在水面較寬深的水體中使用，可選用適當網目(如10、20、50 μm)的浮游生物網，利用拖曳方式在水中直接過濾濃縮來收集浮游藻。過濾，俟收集到適量時，再以標本瓶盛裝。

(2) 採水器：可用於採集不同深度的定量藻樣，通常水樣採取後盛裝於樣品瓶中，並接加入固定液將藻類固定，攜回實驗室靜置後，再利用抽取或反向過濾的方式，去除上層液來濃縮藻類或在現場利用適當網目的浮游生物網過濾濃縮成固定體積的藻樣置於標本瓶中。

(3) 水桶、水瓢或燒杯：用於採集易受底泥干擾的淺水區、水窪和溝渠的浮游藻類，採水後再用浮游生物網。

3. 多細胞的漂浮藻類

在許多靜止水體中，常有一些漂浮絲狀藻成群、成叢或成塊生長，如水綿、網水綿等。可用手或鑷子取得，採集時應注意取同一藻叢上不同顏色部分或不同顏色的藻叢，特別是變成黃褐色部分常為生殖時期的藻體。如採集較長的、分枝的藻類，不宜折取一段藻體，應盡可能採整體。採集後置於標本瓶中。

上述方法所採得的藻類應立即置於標本瓶中，且以不超過標本瓶容量的三分之二為要，藻樣採到後，如果不是用來進行活體觀察，應立即在現場用固定液進行固定，作成浸液標本。如果需活體觀察，藻樣濃度不可太高，且應在短時間內進行觀察，否則藻體會死亡分解。

(三) 採樣記錄

採樣結束後，應立即填寫採樣標籤和記錄。所有樣品的標籤和記錄都必須用鉛筆或防水筆填寫，並將標籤固定於標本瓶上。標籤和紀錄內容至少應包含採集地點、日期、樣品編號、採集人、水層、樣品類別(浮游或附著等)、採集工具、水體環境(如水深、水色、水味、污染物等等)，紀錄簿的內容可包含更多更詳實的記錄如天氣、水體理化環境分析數據、周邊土地的使用狀況等等，可是情況而定。

(四) 藻樣的保存

常用的固定液為福馬林(一般市售37%的甲醛溶液)或魯哥氏液(Lugol's solution)。只作形態和分類觀察之用的藻樣，如果是用浮游生物網採集濃縮之樣品，可加入福爾馬林，使其濃度達4%，可作長期保存。若直接取水樣沉澱濃縮，可用魯哥氏液再加福馬林較適宜，在1000 ml的水樣中加15 ml的魯哥氏液。常用固定液配方如下：

1. 魯哥氏液：碘化鉀10g溶於20 ml水中，加碘5g，待完全溶解後，再加水至總體積達90 ml，再加10 ml冰醋酸，配置完成後應保存於褐色玻璃瓶及暗冷藏。

2. FAA標準固定液：福馬林5 ml、冰醋酸5 ml、50%酒精90 mL。



簡述世界濕地日

每年2月2日是世界濕地日(World Wetlands Day)，乃用來紀念1971年2月2日於伊朗拉姆薩所簽訂的濕地公約(The Ramsar Convention on Wetlands)。從1997年之後，政府機構、非政府組織及各種社區團體都會利用這個機會，採取各種行動向大眾宣傳濕地的價值、濕地對人類的助益以及何謂國際濕地公約。

這些慶祝世界濕地日的行動可以是各種類型及規模，包括文宣、研討會、遊行、健行、兒童繪畫比賽、划船比賽、社區清潔打掃等等。方式可以是電視訪談、報章雜誌的文摘、或者公佈新的濕地政策、新的國家重要濕地位址、新的濕地保育計畫等等。這些行動都會回報到國際濕地公約的秘書處，讓全世界都能彼此分享其世界濕地日的慶祝活動。

今年2007年的世界濕地日，主題是「明天還有魚嗎？(Fish for tomorrow?)」強調濕地對於漁業資源的重大功能。針對今年的世界濕地日，國際濕地公約秘書處提出四項觀點：

1. 全世界有十億人口仰賴魚類作為主要動物性蛋白質的來源。
2. 世界漁業的現況是，有75%的重要商業海域及大部份的內陸水域有過漁、或者捕撈到生物界限了；而且在濕地生態系裡進行不永續的水產養殖也日益受到關注。
3. 內陸及海岸濕地的重要性，在於從各個層次去支撐著魚類及漁業的，包括從大規模的商業漁業到僅維持生計的漁夫，從野外捕撈漁業到養殖漁業；海岸濕地的重要在於提供許多海洋物種一個可以產卵、孵育的地域；而且漁業及濕地生態系的有效管理是相當重要的。
4. 濕地公約於2005年11月通過一項決議，並附加了有關保育、生產、永續使用漁業的指導方針，這項決議要求153個締約國必須於其濕地建立並維持永續的漁業。

緊接著，國際濕地公約秘書處與聯合國糧農組織合作編了一本小冊子，說到目前全球漁業從何而來？有79%來自於海岸，有11%來自於開放海域，有10%來自陸地；取得的方式有62%來自於捕撈，有38%來自於淡水或海岸養殖。養殖漁業是愈來愈多的趨勢，養殖不僅提供就業機會，而且是重要的食物生產來源，但是不永續的養殖漁業也產生一些環境與社會問題，例如破壞紅樹林、過度依賴化學藥物、直接使用野生魚類來餵養、引入外來種、棲地污染、野生魚種的消失、當地漁民被取代等等。這次濕地日也談到紅樹林對漁業的助益，以及對紅樹林較友善的養殖方式；也聚焦在珊瑚礁，以及稻米與漁業的關係；最後還談到垂釣的經濟價值。

概談拉姆薩

1960年IUCN^{註1}批准Luc Hoffmann發起一項國際計畫，主要針對沼澤、泥澤及其他濕地進行保育及管理，簡稱MAR計畫，乃取自濕地的四個不同語言marsh、marisma、marais及maramma的前三個字母。IUCN並且邀請ICBP^{註2}共同來執行計畫。這個計畫於1962年舉辦國際會議，1964年決議13項行動建議，其中第九項建議案羅列一系列國際重要濕地，並且建議成立一個國際濕地公約，此乃拉姆薩濕地公約之起源。

經過許多次會議討論，最後於伊朗拉姆薩舉行國際濕地及水鳥保育會議，此會議乃於1971年2月2日公佈了我們目前所看到的濕地公約，並且於1975年12月21日正式生效。公約正式名稱為「The Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat」，顯示它最原始著重在水鳥棲地的保育與明智利用；公約條文開宗名義解釋何謂濕地「For the purpose of this Convention wetlands are areas of marsh, fen, peatland or water, whether natural or artificial, permanent or temporary, with water that is static or flowing, fresh, brackish or salt, including areas of marine water the depth of which at low tide does not exceed six metres.」這成為目前最廣為使用的濕地定義。

拉姆薩濕地公約對締約國的要求相當簡單：首先，每個締約國必須於其國內指定至少一處國家重要濕地(Wetlands of International Importance)，這些重要濕地的名錄集合起來也稱為拉姆薩名錄(The Ramsar List)，每個國家並且要針對這些國家重要濕地進行妥善的保育措施。

其次，每個國家必須將濕地保育放到國家的自然資源計畫裡面，並且在其國土內促進濕地的明智使用(wise use)。

第三，每個國家必須在其國土內為濕地設置保護區，而且國與國之間需互相交流有關濕地的情報，促進濕地研究的訓練，並且為了水鳥而有效管理濕地。

最後，國際間的合作是必要的，特別是考慮到跨國濕地、共享的水資源系統、共享的物種，以及其發展計畫可能影響到濕地。

目前加入拉姆薩濕地公約的國家有154個，雖然它並非聯合國所管轄的國際公約，但台灣仍未能加入，中國則於1992年加入成為締約國。各國所指定的國家重要濕地有1650處，面積有14964萬公頃，最大的波士瓦納Okavango三角洲有686萬公頃，最小的澳洲Hosnie泉只有1公頃。

註1、IUCN 指的是International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources，後來稱為The World Conservation Union。

註2、ICBP 指的是International Council for Bird Protection，後來改為IWRP，目前稱為Wetlands International。

值得再提出來的是，這一、二十年來，中國相當積極地參加這些國際會議，例如華盛頓公約、生物多樣性公約及拉姆薩濕地公約，並且努力成為大會或秘書處的幹部人員，以拉姆薩濕地公約而言，中國的雷光春博士乃其秘書處的資深顧問，主要負責亞洲及太平洋區域。

台灣的努力

據聞當初草擬拉姆薩濕地公約的時候，中華民國政府也有派代表參加，但是由於中華民國政府於1971年退出聯合國，結果後來不僅沒有加入幾個重要的環境公約，而且長期與國際環境思潮隔絕。似乎直到1992年犀牛角事件，華盛頓公約常設委員會表示應該對台灣進行貿易制裁，接著1994年美國依據培利修正案對台灣進行貿易禁運，台灣才突然發現它名副其實是座孤島。

在這段期間，台灣於1982年公佈文化資產保存法、1989年公佈野生動物保育法、1994年公佈環境影響評估法，幾個跟濕地保育有關的重要法律出爐，但是由於經濟發展優先的大旗，帶領著工業區、道路等開發火車頭，將台灣島內的濕地逐一填平壓碎，其勢難擋。1992年台灣省政府通過「台灣省加速推動海埔地開發計畫」，整個台灣西海岸燃起了保育戰火。

濕地的保護，可以說是從鳥的保護開始，國內外皆是如此。以台灣來說，由於台灣主要的海岸濕地大部份集中於西部海岸，這些土地在當時一般是被視為無用之地，因此海埔地及工業區便集中在此地區，剛好這片土地位於東亞候鳥航道，對鳥友們彌足珍貴，因此幾個保護傘物種被提出，包括黑面琵鷺、水雉、高蹺鴉等等。經濟發展與生態保護的對抗，最後似乎在保護區身上找到解決之道，雙方能搶多少土地算多少，例如1994年在台南四草濕地公告四草野生動物保護區，2001年在新竹香山濕地公告新竹市濱海野生動物保護區，2002年台南七股濕地公告黑面琵鷺重要棲息環境及保護區。這幾個濕地保護區，像香山濕地保護運動歷經九年，而七股濕地則歷經十年，但七股濱南工業區才要落幕。

若說90年代的行動是濕地保護區之劃設，則2000年之後或許是濕地管理、營造的年代。1990年行政院成立交通部高速鐵路工程局籌備處，開始規劃興建高鐵路；經過濕盟、中華鳥會等保育團體的奔走，1998年環保署決議通過高鐵的條件乃是進行濕地補償，於是租借台糖土地15公頃，隔年由濕盟及中華鳥會成立水雉復育委員會，2000年水雉復育棲地開始動工。緊接著，2001年台北鳥會認養關渡水鳥公園；2002月濕盟於高雄推動左公一規劃濕地公園，隔年即正式認養左公一（後改稱洲仔濕地公園）。同時在這個年代，生態池、人工濕地也成為社區、學校最感興趣的「建設」。

這時期，借助國際的力量來對抗國內財團與政府，是蠻聰明的作法，例如1999年拉姆薩濕地公約於哥斯大黎加召開第七次締約國大會，由台灣環境行動網、SAVE、新台灣永續發展委員會及濕盟等團體共同合作，計畫前往參與這項盛會，但由於拉姆薩秘書處認為台灣團體應該取得中國政府的同意才能註冊，最後是SAVE以美國團體的名義註冊成為觀察員。此團隊除了發表黑面琵鷺在曾文溪口所受到的開發壓力，引起許多團體包括IUCN、Birdlife的關注，也積極與各國NGOs交流，討論實質的合作計畫，例如東亞水鳥遷徙路線棲地保育行動網、將黑面琵鷺網絡計畫納入公元兩千年亞太候鳥保護方案等。整個行動，無論是濕地保育或者拓展外交，都相當成功。之後也有不少國際間的交流，例如2002年海峽台灣等籌辦的亞太非政府組織環境會議、2005年台北鳥會籌辦亞洲濕地經營管理研討會等等，但是參加國際濕地會議，特別是拉姆薩大會，就愈來愈侷限了。

濕地保育行動的結晶，主要仍需透過文件反映出來。由SWAN出版的大自然保育季刊，於1987年刊出台灣濕地專輯，算是較早有系統地公開介紹濕地。



海岸濕地乃漁業的命脈，全球漁獲有79%來自於海岸，圖為七股溪，由七股潟湖出海。

如中華鳥會及濕盟的水雉復育棲地、台北鳥會的關渡水鳥公園、濕盟的洲仔濕地公園，及荒野的五股濕地等地，其動員能力皆相當亮眼。

在環境教育方面，台北鳥會、荒野及濕盟相當積極地在其所認養的濕地上推動濕地教育，帶領民眾認識濕地、保護濕地，例如今年濕地日可看到此三個民間團體有所呼應；而環境資訊協會發起的生態工作假期，結合環境教育與服務學習，是個相當創新的環教方式。但是濕地保育與其他領域的結合則比較少見，例如濕地與生物多樣性、氣候變遷、永續發展、糧食、保護區等議題的結合。這如一年、二年相當熱門的氣候變遷議題，與島國台灣關係密切，若海平面上昇，不但現有濕地將慘遭覆頂，恐部份市鎮亦難倖免，但似乎較少人提及濕地與氣候變遷之關係。

我們回頭拿出十年前兩份文件來作個參考，一份是發表於「第二屆海岸濕地生態及保育研討會」，由劉靜靜與邱文彥所執筆的「由國際濕地公約之架構檢視台灣濕地保護」，第二份是發表於「第四屆海岸濕地生態及保育研討會」，由陳章波所執筆的「台灣濕地白皮書」。

劉文首先介紹拉姆薩濕地公約及相關之國際公約，接著探討台灣當時濕地的情況與問題，認為當時台灣沿海濕地所面臨的問題與壓力包括：1)濕地定義付之闕如，濕地保護缺少依據；2)海岸開發與保育政策模糊，保育屈就開發；3)欠缺清晰與完整的濕地法令體系；4)地層下陷及海岸流失；5)保育觀念不足，人類無盡的干擾與開發；6)水質水量破壞，廢污四處傾棄。最後依據國際濕地公約的精神與架構，認為台灣濕地之保育應該：1)界定濕地定義；2)釐清行政權責；3)評定國際重要濕地；4)訂定與執行濕地保育計畫；5)設立濕地及水鳥自然保護區；6)加強國際合作。

陳文之第五章則提出了搶救濕地之行動策略。在政策面，要制訂濕地保護政策，各級政府應重新檢討任何與濕地開發有關的公共政策，而民間團體則主動參與決策。在法律面應重新修訂相關法規，給予濕地明確的規範。行政體系則分為環保署、經建會、經濟部及工業局、農委會、教育部及地方政府分別討論。例如環保署應提升為環境保護部，積極主導濕地保護政策與綱領之研究與施行，將1994年全國海岸環境敏感區之規劃賦予其法律地位，鼓勵業界認養濕地。在經建會方面，應重新檢討其海岸整體利用計畫，並要求行政院擬定海岸整體或分區管制利用計畫。經濟部應將所屬國營事業如台糖及台鹽所屬區內重要濕地劃為保護區，並檢討其已開發之工業區內土地利用情形，減少濕地之開發。農委會應強化野生動物保育諮詢委員會的運作，擴編野生動物重要棲息地，並設置野生動物研究所等等。

這兩份文件大都提出了當時及之後台灣保育應進行的工作，這十年來，各個

最後，政府的工作應該是著重在確立、維持法制架構的運作，這些工作相當的繁雜，但是國外的經驗證明是可行的，例如：

1. 對於進行濕地保育或復育的地主或民間機構，政府不僅分擔部份成本，而且給予抵稅或減稅。

2. 如果地主為了產業而於其土地上破壞濕地，可能會被取消某些福利，例如農漁民的貸款、保險或儲蓄優惠；相對地若漁民於其土地或漁場上進行紅樹林復育，則給予第一點提到的更高的優惠。

3. 正面的宣傳，例如授與濕地保育生態標章，那麼仿效Evian礦泉水或澳洲Banrock Station釀酒廠的公司可能會愈來愈多。

4. 若社區同意管理、維護某一處濕地，政府就讓此社區擁有在此濕地上進行漁業或生態旅遊的獨佔權，這等於是社區型的濕地保護區。

5. 如果地主願意在第三者的監督下，妥善地營造濕地、保育濕地，則即使其土地發現受法令保護的物種，其土地亦不因而受到完全不得使用的管制。這將避免地主因為有意或無意的功勞，而受到懲罰。

6. 管制型的例如美國的mitigation bank，在零損失的政策下，以市場機制鼓勵濕地保育。

7. 娛樂型的誘因可能在環境倫理上會有較大的爭議，例如在固定季節、總量管制下，在濕地進行垂釣或划獨木舟，並收取部份費用作為收入或基金；在意識到有濕地才能垂釣、划獨木舟時，應該會有不少人願意贊助濕地復育。另一方面，針對缺乏管理資金的保護區或公園，可否允許在這些受法令管制的區域內進行垂釣或划獨木舟？

以上僅簡單羅列幾項作法，當政府管員們看到這些工作時，一定眉頭緊皺，因為這不知又要花多少預算去委託專家進行政策研究。其實，看一眼您那NGOs的夥伴們，他們豈不就是一群價格便宜、任勞任怨、又衝勁十足的工作團隊嗎？

後語

拉姆薩濕地公約已超過25年，而台灣的濕地保育也有10年以上，因此僅簡短地述說台灣還有相當多的保育工作需進行。由於筆者並非長期的濕地保育工作者，僅依靠旁觀及有限資料予以整理，時間倉促下，疏陋、錯誤、殘缺在所難免，請先進專家們多所包涵、指教。希望本文能拋磚引玉，期待更多有志之士，為台灣的濕地保育工作把脈、指引迷針。

參考資料

1. Gardner, Royal C. (2003). Rehabilitating Nature: A Comparative Review Of Legal Mechanisms That Encourage Wetland Restoration Efforts. *52 Catholic University Law Review* 573.
2. Kruchek, Beth L. (2003). Extending Wetlands Protection Under The Ramsar Treaty's Wise use. *20 Arizona Journal of International and Comparative Law* 409.
3. Lyster, Simon(1985). *International Wildlife Law*. UK: Cambridge University Press.
4. The Ramsar Convention on Wetlands <http://www.ramsar.org/>
5. 杜文苓 (1999)，拉姆薩濕地公約大會及全球生物多樣性論壇1999年參與報告，收入「台灣濕地雜誌」第16期，台南：濕盟。
6. 陳章波 (1998)，台灣濕地白皮書，收入「第四屆海岸濕地生態及保育研討會」，台北：中華鳥會。
7. 劉靜靜、邱文彥 (1995)，由國際濕地公約之架構檢視台灣濕地保護，收入「第二屆海岸濕地生態及保育研討會」，台北：中華鳥會。



2007世界溼地日

2^{February}
World Wetlands Day

—做個謹慎的消費者

翻譯/荒野保護協會

圖片來源/www.ramsar.org

每年2月2日是世界溼地日，在溼地日前夕，荒野保護協會製作完成「為了明天的魚？(Fish for tomorrow)」中文版。透過折頁中溼地生物的彩色圖片及生動小故事，讓民衆瞭解漁業永續與溼地生態的點點滴滴，進而珍惜尊重各種在溼地休養生息的生命，做個謹慎的消費者，一如2007年世界溼地日的主題——「為了明天的魚？(Fish For Tomorrow?)」。

魚與人—這是什麼樣的議題？

這是什麼樣的議題？簡單地說：世界上有10億人的生命依附在水族(包含魚蝦蟹貝)之上，這是他們主要或唯一的蛋白質來源。世界上有將近3,500萬人從事漁業或水產養殖的工作(全職或兼差)，其中有95%是居住在開發中國家，且大多數是小漁夫。75%在商業上重要的海魚及許多內陸水域魚類，處於已經過漁(overfished)或是瀕臨過漁的境況。

人類對海鮮(包括那些從內陸水域像是溪流埤塘來的「海」鮮)的需求，在過去的40年成長了將近1倍，而且這樣的趨勢隨著世界人口的增長很有可能會繼續下去。

拉姆薩與漁業

嚴格來說，拉姆薩溼地公約關切的是內陸水域及近濱的海岸地區，而不包括深海地帶。不過，近濱的海岸地區卻是那些會在我們漁獲中出現的深海魚類及大部分的沿岸魚種的孵育、覓食的場所(nursery grounds)，所以拉姆薩著眼於像是河口、紅樹林、海草群落(seagrass bed)及珊瑚礁等海岸生態系統的健康維護是相當恰當的，因為這些地域對於沿岸魚種或是遠洋魚類的魚群維持都相當重要。締約國被要求為漁業資源的永續利用——在內陸或海岸水域裡的、捕撈漁業或是水產養殖——作保證。

(詳見2005年11月，公約採納的漁業決議 http://www.ramsar.org/res/key_res_ix_04_e.htm)

永續水產養殖所面臨的挑戰

正當捕撈漁業因過漁或是棲地破壞等問題而日益萎縮的同時，水產養殖在近幾十年來的成長則提供了越來越多的漁獲。水產養殖為那些沒有其他發展替代方案的地區提供了經濟上的契機。舉些例子：在智利，鮭魚養殖提供了當地農民超過3萬個工作機會；在越南，有將近50萬的人口從事水產養殖，其吸引的勞動人口高於捕撈漁業。

水產養殖甚至可以透過提供工作機會減緩農村的人口外移，更可以改善一國的經濟：越南預估在2010年以前，其水產養殖的產值可以達到40億美元，這包括了30億美元的出口值。目前在越南，水產養殖產值已經達到GDP(gross domestic product, 國內生產毛額)的6%，這可能是世界上最高的了。雖然水產養殖能提供工作機會，並作為不可小覷的食物來源，但有些水產養殖的經營方法卻會帶來環境及社會問題。

紅樹林與水產養殖—值得特別關切的議題

據某些專家估計，在過去20年間全球紅樹林面積已經減少了35%，水產養殖被認為是罪魁禍首之一，就連已經被指定為國際重要溼地的紅樹林也有將近200個面臨到這樣的威脅。有42%消失的紅樹林要歸因於魚蝦養殖，特別是蝦類養殖佔了38%(雖然究竟何者貢獻較大還有些爭議)。把紅樹林消失的問題放到整體中來看，你應該更能了解此議題的重要，最新的估計顯示，光從海岸線保護、魚類及木材資源來說，紅樹林對人類的價值即高達每年每平方公里20-90萬美元。

魚米之鄉—威力強大的混合體

全球有113個國家種植稻米，且90%是以水稻的形式。水稻田是藉由灌溉所產生的人造溼地，它們也有可能被指定為國際重要溼地。無論是在看天田或是灌溉/深水系統中栽種稻米，對魚類(如泥鰍)、甲殼動物(如蝦、蟹)、軟體動物(如田螺)、兩棲類(如青蛙)及水生植物都構成了一個豐富的溼地環境，這些生物同時也為農村補足了食物資源。超過80種作為食物、藥物或為民俗儀式所用的動物都曾在稻田中被發現。

明天還有魚嗎？

世界漁業的未來對每個人來說都是相當緊要的事。相關議題通常很複雜而且各種利益考量有時看起來並不相容。拉姆薩溼地公約在促進以參與式、合作式的策略來經營棲地及其所能提供的資源上採取相當堅定的立場。如你所見，世界上有許多角落在合理運用溼地，及其所供給的漁業資源這方面上已經有相當大的進展，這確保了它們將能永續地維持生產力，讓我們的子孫也能享有。

做個謹慎的消費者，現在許多國家也有綠色標章來認證、確保產品是來自被永續經營的資源，這也可以幫助消費者做正確的選擇荒野與溼地荒野與溼地。

- ◎更多的故事及相關案例請造訪 www.ramsar.org
- ◎繁體中文版已由荒野保護協會翻譯完成，以上內文為節錄，詳細內容歡迎上荒野網站 下載。
- ◎翻譯／註解：謝廷松（特別感謝鄭為晉、莊璧璋協助校稿）

荒野與溼地

堪稱為「地球之腎」的溼地，是陸地上的天然蓄水庫，在防旱蓄洪、調節氣候、降低環境污染等方面有著極其重要的作用。調查發現，溼地的生物多樣性僅次於熱帶雨林，是最有生產力的環境之一。台灣沒有熱帶雨林，溼地更承擔起維護台灣豐富生態的重要功能，但一般民衆對溼地的印象僅在於「爛泥巴」地，將溼地視為不重要，且沒有經濟開發價值的荒地，尤其對於溼地的生態教育更是付之闕如。

荒野保護協會成立以來，野生動植物棲地保育及生態教育推廣一直是持續推動的重點工作。從宜蘭雙連埤溼地、成立溼地植物庇護中心，至2004年認養台北縣五股溼地生態園區，荒野保護協會一直對於溼地保育工作不遺餘力。

想了解荒野在溼地保育這個議題上正在進行什麼樣的工作嗎？想知道您到底可以為溼地保育做些什麼嗎？歡迎上荒野網站查詢www.sow.org.tw。



保育組織的多樣性與整合 將奠基濕地保育的未來

撰文/梁明煌、謝洵怡

從單一物種的保育到整體生物多樣性的保育、從天然濕地的保護到兼顧人工濕地的設計，「濕地保育軸」的構想已初步整合了濕地保育的策略。但要達到這個目標，沿途還有許多的關卡，勢必要過關斬將才行。期待保育組織擔負起在地保育的執行工作，不論政府官員、學者，甚或保育人士，似乎都被視為是必然，而且是重要的一環。

但是，從保育人士到保育組織，從單一組織衍生出眾多的組織，雖然目的相近，但彼此所關注的目標或採行的策略卻不同，形塑出保育組織的多樣化。

但是，相對的，在資源有限的情況下，各組織間如何共同為了濕地保育的長遠目標而合作，將成為未來最關鍵的課題之一。

因此，希望透過本文，提供關心濕地保育的各界，尤其是保育組織一些參考。

台灣濕地保護運動的特色

保育團體的發響和投入扮演關鍵的地位

台灣濕地保存的工作，可說是源自於政府在沿海大量設置工業區，引發保育學者和團體的重視之後，所興起一波波海岸濕地保護的環境運動。有些濕地的保護運動，甚至長達10餘年，至今仍然持續著，但也有許多海岸濕地已成功的保護下來。這些才剛成功保存下來的濕地，馬上就面臨著濕地經營管理的長期且龐大的需求。此時，先前參與濕地保護工作的專家學者及保育團體，自然受到各方的期待。

但畢竟濕地保護的運動跟長期經營管理的著眼點十分不同，而台灣在濕地保育工作上的經驗亦十分缺乏，有的只是學理上的論述，不足以應付實際的需求。因此，如何合宜的兼顧保育與遊憩，吻合政府、民眾與保育人士的期待，就成為各方討論的焦點。

藉由歷史的回溯，或許可以找到一些脈絡，提供未來在經營管理的參考。我們發現，因著不同的出發點，以及諸如政策、法規等事涉主管機關的權責（註1），以及社會經濟情況的變化，產生了不同的濕地保護運動歷程，可歸納出下列幾種：

- (1)民間團體與學界長期向政府與議會遊說而產生的台北關渡濕地。
- (2)民間團體受到地方政治精英支持，而在該政治精英主政時期，達到保護區規劃的目標，如新竹香山濕地。
- (3)也有如七股濕地、台南官田與葫蘆埤的水雉棲地、台南安南區四草鹽田濕地、蘇澳無尾港以及台中的高美濕地，因開發案破壞棲地，而引起保育團體的重視，經由長期抗爭而得以規劃成保護區。
- (4)也有濕地保護聯盟積極介入運作認養的濕地，如高雄的左公圳。
- (5)而高鐵因經過台南官田、葫蘆埤的水雉棲地，而在環境影響評估報告書中承諾支付經費來維護水雉族群的復育工作
- (6)再者有位於國家公園的特別景觀區與生態保護區的範圍內，而受中央政府直接管轄的，如龍鑾潭、南仁湖等（相關經營模式請見註2）。

從上述所歸納出來的6種型態，即使是最後一種看似由政府直接介入管轄，但背後仍可看到保育組織藉由學者專家之手所促成的影子。濕地的經營管理，除了必需將各個濕地不同的發展歷程納入考量外，民間團體所扮演的角色以及所受到的期待，自然也難以被排除在外，甚至在未來將扮演關鍵的角色。

因此，我們有必要針對期待保育組織未來所扮演的角色和功能，提供相關的環境和條件，協助其組織經營管理能力的建構，方能在濕地保育工作上發揮實質的效能。

延續濕地保存的運動，民間保育組織在濕地經營管理上，更加受到各界的期待。但是，濕地保育工作所需面對的問題十分複雜，大至全球氣候變遷，氣候暖化引發海平面上升所產生的變化，外來種的入侵…等，小至地層下陷，或是個人填平居家水池等小區域的影響，這些外在因素都不是保育組織單獨能夠應對。但是，面對越來越複雜的濕地保育工作，民間保育組織提昇自身的經營管理能力，越發顯的重要。

尤其是面對未來區域性整合的濕地保育工作，如台灣濕地保育軸的推動，跨組織間的合作將更為重要，都有待相關單位、學者、民間組織等及早因應準備。

外在的自然或人為的環境問題

1.地主、社區居民以及遊客的配合度有待提昇

許多濕地雖然已編成保護區，但仍可能因為經費不足而未有良好的管理，其中的例子包含了嘉義的鰲鼓濕地；也可能因為遊客壓力或地主無法合作而使棲地物種受到干擾，最明顯的例子是屏東縣的南仁湖、花蓮鯉魚潭等。而近來相當引

註一、目前與濕地有關的法令有野生動物保育法、環境影響評估法、國家公園法、都市計畫法、文化資產保存法、風景特定區辦法等。有時甚至出現二種法令重疊，主管機關競合的情形。

註二、這些管理模式大致包括了：(1)政府委外經營（台北關渡模式）；(2)單一或少數社區營造組織經營（無尾港、馬太鞍、山美社區、桃米社區模式）；(3)單一保育組織認養（左公圳模式）；(4)多個保育組織參與地方政府聯合經營（七股模式）；(5)中央級政府獨力經營（龍鑾潭、南仁湖模式）；(6)地方政府獨力經營（香山、雙連埤模式）；(7)政府與民間組織共管等等模式（舊四草模式）；(8)企業出資，民間組織認養（高鐵水雉復育區模式）等。

人注意的宜蘭縣雙連埤，雖然在縣府夫人田女士的努力下已經說服議會同意編列預算徵收，但是宜蘭52甲濕地卻因緊鄰冬山河風景區，即使曾進入到野生動物保護區的規畫程序中，仍遭到地主立委的干擾而停滯多年。

除了保育組織、政府單位以及地主外，社區居民與社區營造組織也是濕地保育中的重要角色。鯉魚池南岸有一個池南未來村組織在積極參與，而同屬於花蓮縣的馬太鞍濕地，則為原住民阿美族的傳統領域，目前雖有社造組織進入擔任解說工作，但該區正面臨濕地植物被強行更換成蓮花植物以及濕地淤塞的問題。

2. 濕地縮小與碎裂、棲地污染、外來種入侵

如果從土地地景結構來看近年來濕地的保育問題，則最主要的問題是台灣西南部受西濱道路切割與台灣沿海鹽田土地荒廢與陸化有直接的關係。此外，例如台南等縣市計劃利用沿海濕地設置國際機場以及其他的開發案，都將造成原來大面積的海岸濕地縮小、碎裂化、失去連結。

水鳥的食物來源受到污染，外來生物入侵，以及人畜共同感染疾病如SARS、禽流感…等，可能藉由獸類、雁鴨等野生動物的利用或遷徙，而引發新的保育與疫病的衝突，都是未來濕地保育所應關注的課題。

3. 全球氣候變遷下，氣候暖化造成海平面上升所產生的變化

海岸濕地受到海平面上升的影響最大，尤其是對於一些小面積的海島，衝擊最大。因為可用的土地面積將明顯的減少，而且會引發一連串土地利用與居住環境的變化。根據資料顯示，氣候變遷跨政府小組（IPCC）預測，本世紀氣溫將會升高1.4度到5.8度，海平面將上升0.1公尺到0.9公尺。

根據看守台灣協會所提供的資料顯示，如果海平面上升1公尺，將危及台灣50萬人和1,246平方公里的地區，台南縣、雲林縣、嘉義縣等西南沿海低窪地區將成為危險地帶，而紅樹林、黑面琵鷺、綠蠵龜也將岌岌可危。

雖然，最近幾年政府和環保團體投注大量的心力，改變這些生態系成為公園或保護區。若不能抑制氣溫升高，所有的努力都將白費。政府與民間團體如能預備海平面上升後所引發的問題，與因應的策略，或許是另一個較務實的態度。





風力發電機組設置

對彰化海岸水鳥影響之生態風險評估

撰文／蔡嘉揚、陳炳煌、施月英

摘要

風力發電是永續的綠色能源，雖然有低污染、不會排放溫室氣體等特性，但是風力發電機在設置之前仍然必須考慮對生態可能造成的影響，特別是對鳥類和蝙蝠生態的衝擊。彰化海岸是台灣最重要的水鳥度冬、過境和繁殖地，台灣電力公司與德商英華威公司總共在彰化海岸設置超過100座風力發電機組。本研究針對台灣電力公司所設置的53座風力發電機，進行風機位置與鳥類飛行穿越的種類、數量和飛行高度的調查，以評估每一座風機對鳥類可能造成之風險。

風機葉片旋轉的旋轉範圍在離地面40-120公尺之間，是鳥類飛行通過風機的高風險區域，有被風機葉片撞擊的危險。而風機葉片的旋轉干擾，迫使鳥類避開原有之飛行路徑，使得風機的排列很有可能產生棲地切割之效應。

調查期間從2005年3月至2006年2月為止，目前結果分析至2005年7月，研究結果發現台電在彰化海岸所設置的53座風機中，以線西1-3號風機、線西7-8號風機、崙尾9-11號風機、崙尾14-16號風機、崙尾17-18號風機、永興1-3號風機及永興9-13號風機之間，所通過的鳥類種類和數量最多，在一次漲退潮之間可以通過550-1250隻次的紀錄，雖然大部分通過的高度都低於40公尺，但這些風機都是具有對水鳥碰撞或是切割效應的高風險風機。

本研究也分析在遷徙期間、度冬和繁殖期間各種鳥類與風機之間可能產生的影響，並且討論找出降低風機對於鳥類生態造成衝擊的方法，期能建立一套在風力發電廠設置前對於鳥類生態衝擊的評估方法和準則，以求達到永續綠色能源和生態保育的平衡。

關鍵詞：風力發電機、鳥類飛行路徑、飛行高度、生物廊道、棲地利用、棲地破碎

關於作者

蔡嘉揚	東海大學環境科學研究所研究員	waders.taiwan@msa.hinet.net
陳炳煌	東海大學環境科學研究所副教授	phchen@mail.thu.edu.tw
施月英	靜宜大學生態所研究生	eagle-ing@umail.hinet.net

Ecological Risk Assessment of Wind Turbines' Impact on Shorebirds at Changhua Coast.

Abstract

Wind power is a sustainable, low pollution and chamber effect gas free energy resources, we still need to consider the possible impacts on ecology of birds and bats before wind power plants were designed and constructed. Changhua coast is one of the most important habitats for migrating, wintering and breeding shorebirds in Taiwan. There are more than 100 wind turbines will be built along the coastline. We focus on the 53 wind turbines of Tai Power to assess the possible impact on the ecology of those shorebirds.

The height of rotating blades is between 40-120 m, which is a high risk zone of bird colliding with wind turbines. The disturbance of rotating blades could also force birds giving up their original flight routes to avoiding collision. The investigation data from March to July 2005 shown that the numbers and species of birds passed through the turbines of ShiangSi No.1-3, ShiangSi No.7-8, LuengWei No.9-11, LuengWei No.14-16, LuengWei No.17-18, UngSing No.1-3 and UngSing No.9-13 are higher than the other wind turbines, between 550-1250 birds per turbine in one tidal cycle.

In this study we analyse the possible interactions of bird with wind turbines during migration, wintering and breeding seasons, and propose the available methods to reduce the impact of birds and set up standard assessment procedures or guidelines of wind turbines impacts on birds before they are constructed. These will help us to achieve the balance between sustainable energy development and ecological conservation.

Keywords: wind turbines, avian flight route, flight height, biological corridor, habitat use, habitat fragmentation

前言

由於台灣在經濟發展和人口眾多的情況下對於電力的需求殷切，發電的主要燃料卻多依賴煤和天然氣的進口，多為高污染物質的來源，因此過去在興建火力或是核能電廠時多遭環保人士的反對和抗議。所以行政院在『水與綠計畫』的推動下，特別以永續綠色能源的風力發電計畫為推動項目之一。

基本上所謂的環保人士應該是樂見並且支持風力發電廠的開發，因為風力發電的確是最乾淨且永續的能源，但並不保證風力發電廠不會帶給環境生態負面的影響。答案是肯定的，錯誤的風力發電廠的廠址的確是會造成生態的衝擊，特別是鳥類生態。國外發展風力發電最先進的國家如丹麥和德國、美國等，都已經提出相當多的研究調查報告，證實風力發電機組的設置會導致鳥類的棲地切割、消失和鳥類的撞擊事件，所以我們在規劃設置風力發電廠的時候，更應該避免犯下同樣的錯誤。

風力發電廠設置對於鳥類生態會造成一定程度的影響，因此在國外準備設立風力發電廠之前會先對預定場址進行相關的鳥類調查和評估，針對風力發電機組對於鳥類的遷

徙覓食繁殖和棲地利用生態可能造成的影響做詳細的評估之後，如果對鳥類生態造成不可回復的影響，則會放棄在預定場址開發另覓其他適合的地區開發。這是所謂的風力發電廠區選擇 (site selection) 之評估。

風力發電廠對於海岸水鳥棲地利用的影響主要以棲地切割為主，一長排或是陣列式的風機設置，因為空間的切割和干擾，雖然覓食棲地僅僅只有少量的損失，但切割效應使鳥類放棄原本的覓食環境，使得風力發電廠造成等同於大面積水鳥覓食棲地消失的作用。所以風力發電廠設置對於海岸水鳥的評估，必須要從切割可能造成對於棲地利用的影響進行研究調查和分析的工作。

目前台灣風力發電廠的規劃與設置對於影響鳥類生態的議題並沒有深切的關注和研究，通常都事先決定好風力發電廠的開發規模與風機位置之後，再對生態及其他環境等影響進行評估。因此必須儘早建立一套適合台灣海岸生態和鳥類生態特性的評估準則與方法，可以使生態調查評估者能夠提出更完整風力發電廠設置的鳥類生態的衝擊分析與評估，使得主管機關與開發單位的決策者能夠得到正確的生態資訊，以達到正確的環境開發與保育的決策。

風力發電機組設置對鳥類生態影響的程度有(1)遷徙期間、(2)棲地利用、(3)繁殖期間等三個階段(James & Baden 2004)，這三個階段對鳥類可能造成的傷害主要是遷徙飛行時碰撞風機造成的死亡率(Richardson 2002)和繁殖、度冬期間對鳥類棲地利用動線的切割(Harmata et al. 1998, Kerlinger et al. 2002, Kerlinger & Dowdell 2003)，以及造成水鳥直接放棄該原有的棲地環境，其效應等同於棲地消失(Dooling 2002 Kaiser 2003)。因此在風力發

電廠設置的時候必須要考慮風機的位置和高度是否會影響到海岸水鳥生態(Erickson et al. 1999)。

風機位置與鳥類棲地利用動線的相關主要的調查目的是，判斷每一座風機的位置是否在鳥類度冬與繁殖期間進出潮間灘地和內陸棲息地的飛行動線，維持飛行動線或生物廊道的暢通是保持鳥類棲地利用完整，如果棲地利用的完整性受到影響，迫使鳥類必須尋找其它棲地，則會改變當地鳥類生態特性，甚至使得整個族群遷離(Osborn et al. 1998)或是造成族群更高的死亡率(Osborn et al. 2000)。因此本調查結果能分析每隻風機的位置對鳥類棲地利用的干擾程度，以提出降低干擾措施。

研究方法

一、研究地點

本計畫範圍(如圖1)有線西崙尾工業區內的31座風力發電機組和王功永興區的22座風力發電機組。依照風機位置的特性和資料分析的方便性，將風機位置共分成七區，也就是線西I區(線西1-8號風機)、線西II區(線西I區8號風機西側至II區1-8號風機)、崙尾I區(崙尾9-15號風機)、崙尾II區(崙尾16-23號風機)、新寶區(1-8號風機)、永興I區(1-7號風機)和永興II區(8-14號風機)。

二、風機位置與鳥類棲地利用動線調查方法

(一) 調查時間、頻率

海岸鳥類生態的特性是退潮期間水鳥在潮間灘地覓食，一直到漲潮前飛入內陸的棲息地棲息，等到潮水退去後再飛到潮間灘地的覓食地活動，所以滿潮前後的三個小時是水鳥從覓食地和棲息地之間往來飛行的時段，也是鳥類飛行與風機運轉產生互動的時段。因此選擇在漲退潮前後三個小時的時段進行調查，可以記錄到鳥類

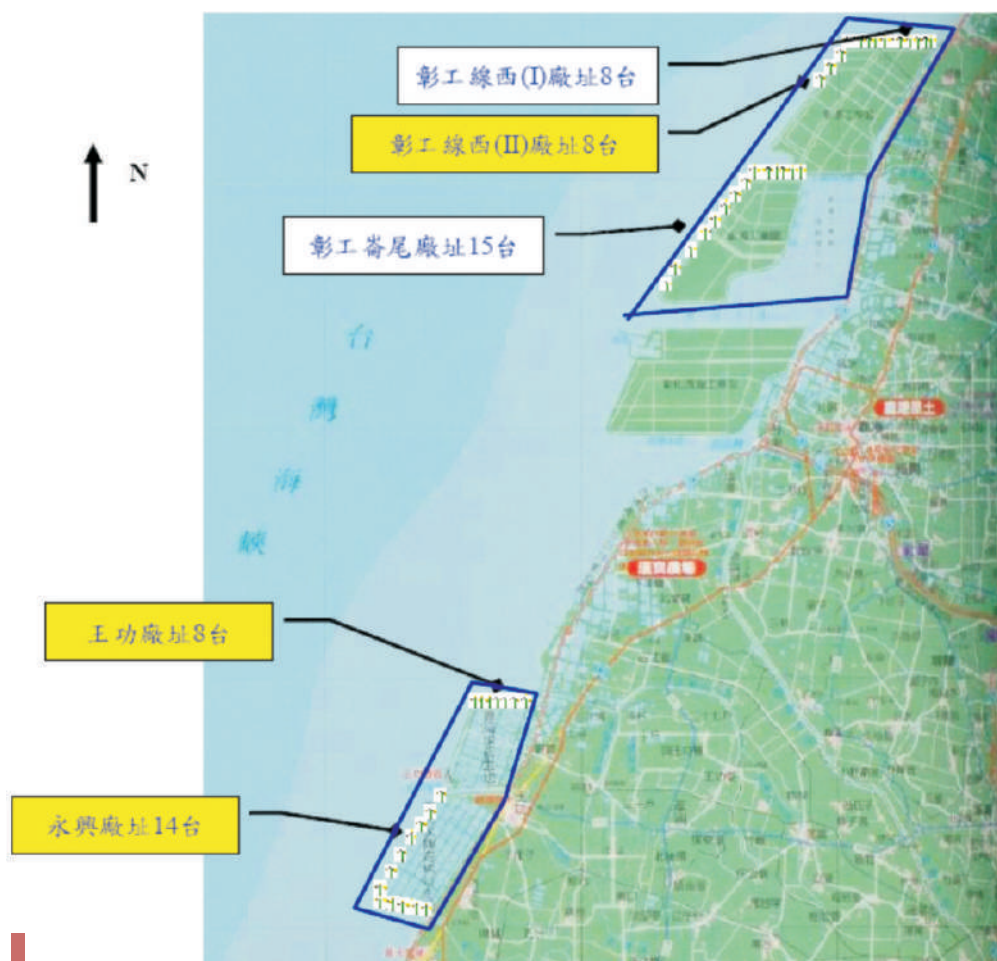


圖1、本計畫調查之範圍

隨著潮水變化，飛行進出棲息地和覓食地時穿越風機的種類、數量、方位和高度。

潮水每個月有固定的週期變化，可粗略分成大潮期、中潮期和小潮期間，大潮期也就是初一、十五日月圓前後潮水高度在彰化海岸漲的最高，相對的在初七、二十二前後幾天潮水滿潮的高度最低，不同的潮水高度會影響彰化海岸灘地裸露出來的範圍，而直接影響到鳥類進出的數量，所以本研究以中央氣象局網站上所預測公布的彰化王功地區潮水滿潮時間和高度，進行每月一次大滿潮和一次小潮的鳥類調查。

(二) 調查記錄項目

由於風機柱高80公尺，葉片長度40公尺，風機葉片上下的高度範圍是40-120公

尺之間，鳥類要順利通過風機位置而不被風機葉片擊中的高度不是低於40公尺，就是要高於120公尺，在這個範圍是屬於飛行通過的安全區域，而40-120公尺之間則是存在被風機葉片擊中的高風險區域。高度標定以40公尺高的汽球為依據，由於季風強勁氬氣難以達到高度120公尺，因此以及鄰近的高壓電塔（75公尺）等台中火力電廠煙囪（250公尺）相關人工建物高度，來判斷40-120公尺的高度範圍（圖2）。雖然每一座風機有其高低風險區域，但並不表示一排風機沒有造成空間的阻礙和棲地的切割，一旦造成切割作用，鳥類放棄該原有之飛行路徑，也就沒有所謂的高風險區和低風險區。

調查人員記錄鳥類的飛行高度三個等級分別是(1)40公尺以下；(2)40-120公尺之間和(3)120公尺以上，記錄鳥類通過風

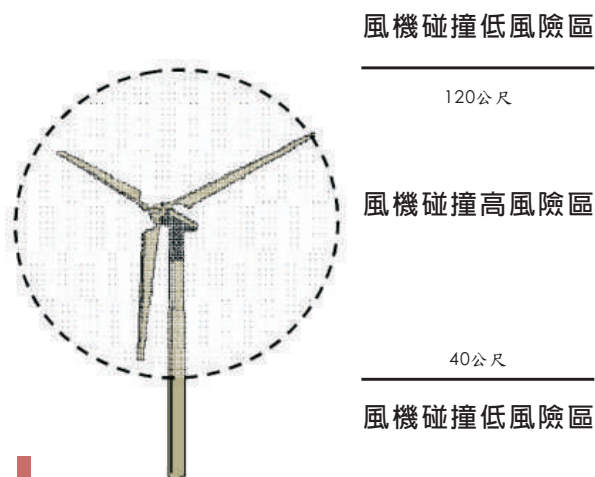


圖2、風機與鳥類互動的高風險區域

機時間的種類和數量、飛行進出的方向（以正北為12點鐘方向）、生態行為等相關資訊。

（三）季節性因素

調查期間從2005年3月至2006年2月，根據海岸水鳥遷徙特性可分成度冬期（2005年3月，2005年10月-2006年2月）、春過境（2005年4月-5月）、繁殖期（2005年6月-7月）和秋過境期（2005年8月-9月）。

1. 度冬期

在度冬期和春秋過境期間每個月每座風機調查兩次，分別在大滿潮和小潮期間。本文的資料分析暫從2005年3月的度冬和春過境到8月的繁殖季為止，正式調查日期在3月16日開始，因此三月份僅進行一次的調查資料。

2. 春、秋過境期

調查期間分成兩個階段，一是春過境期間從4月-5月，另一個是秋過境從8月2005世界水鳥會議研討會論文台南6-9月，在白天以肉眼方式記錄鳥群飛行的方向和高度，夜間則利用中區海岸巡防署雷達和鳥類飛行通過的聲音來判定鳥類的飛行和種類。

3. 繁殖期

風機位置與繁殖鳥類生態調查的目的是，瞭解在風力發電廠區範圍內繁殖鳥類的棲地利用是否受到風機位置與干擾的阻隔，部分繁殖期間的鳥類，不僅僅在繁殖期間必須來回的坐巢孵蛋之繁殖地和覓食地之間飛行，在育雛期間也必須要來回飛行尋找食物來餵哺幼鳥，例如保育類的小燕鷗、燕鴿以及鷺科鳥類等，而東方環頸鴿的幼鳥則可以自行覓食不需要親鳥餵食。所以調查與探討風機對繁殖鳥類的影響是必須根據物種特色來以分析討論(Kerlinger & Dowdell 2003)。由於海岸鳥類繁殖的主要集中地位在彰濱工業區的線西崙尾和鹿港工業區內，因此在繁殖季6月到7月之間進行鳥類與風機互動的調查記錄。調查的方法和度冬期間方式相似，唯一不同的是調查時間從早上六點到下午六點（可分成連續兩天）紀錄全天的鳥類進出繁殖地與覓食地的飛行動線、高度和方位。

資料分析則將鳥類進出棲地利用的情形以物種特性來探討，分別是鷺科鳥類、鸕鶿科鳥類、鷗科燕鷗科鳥類、猛禽、小型燕雀目和其他海鳥，針對這些鳥種的棲息地、覓食地的分布、連結棲地之間的飛行動線和飛行高度等加以討論，以分析每一座風機是否對鳥類產生撞擊或是棲地利用切割的存在風險。

結果

第一階段調查日期從3月16日開始至七月份繁殖季結束的資料各月的研究結果摘要如下。

一、度冬期鳥類通過風機位置之數量與飛行高度

3月是度冬水鳥準備遷徙而北返繁殖地的春過境水鳥尚未到達台灣的階段，3月份

配合計畫作業在3/16日才正式進行調查，因為調查時間的限制所以僅有線西I、II區進行大小潮兩次的調查，剩下崙尾區I、II區，新寶區和永興I、II區的風機位置只進行一次大潮期間的調查。各風機位置上的鳥類通過的數量與飛行高度請參見圖4至圖8。

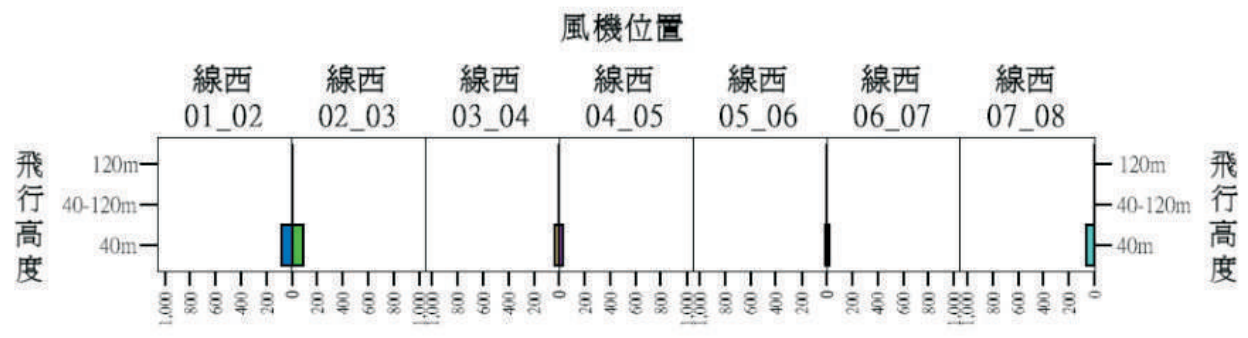


圖4、3月16日線西I區小潮期間水鳥進出之數量與高度

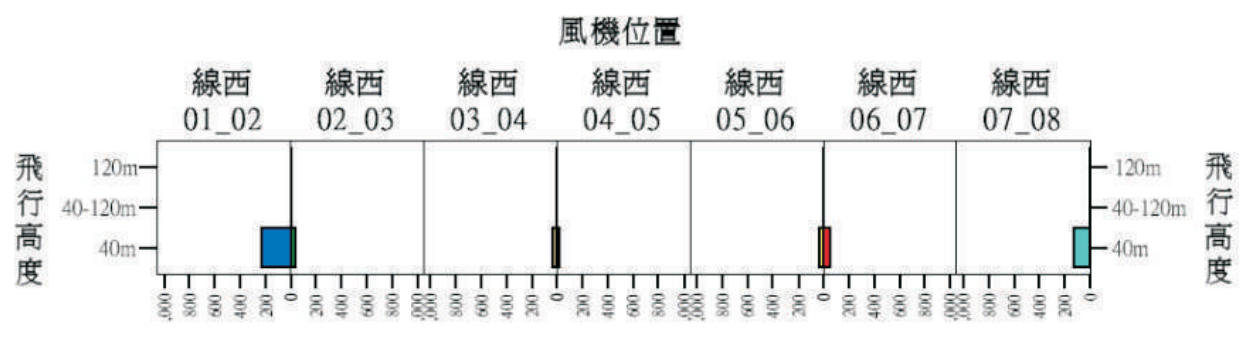


圖5、3月24日線西I區大潮期間水鳥進出之數量與高度

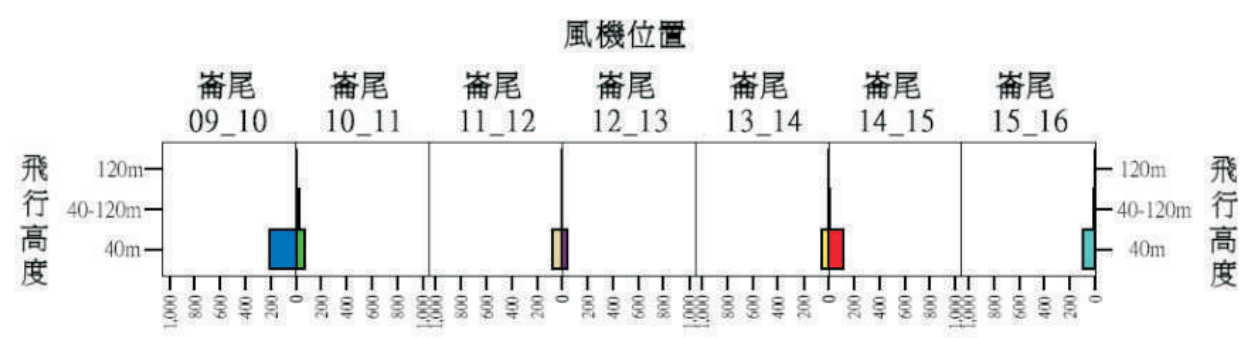


圖6、3月24日崙尾I區大潮期間水鳥進出之數量與高度

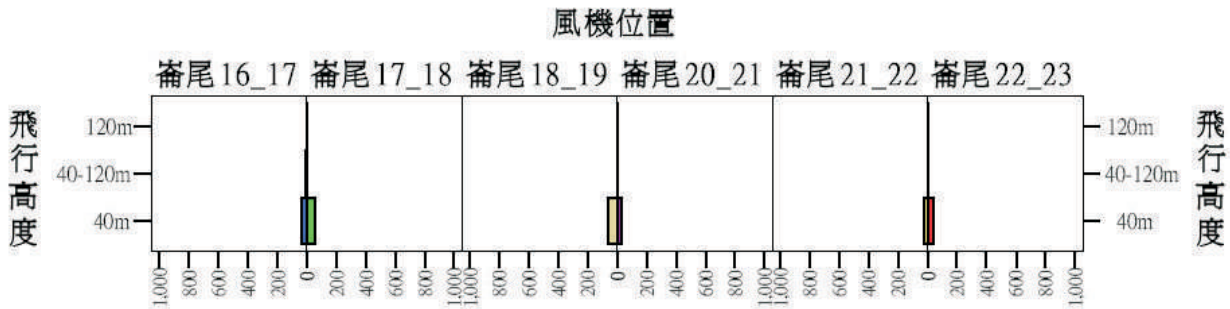


圖7、3月24日崙尾I區大潮期間水鳥進出之數量與高度

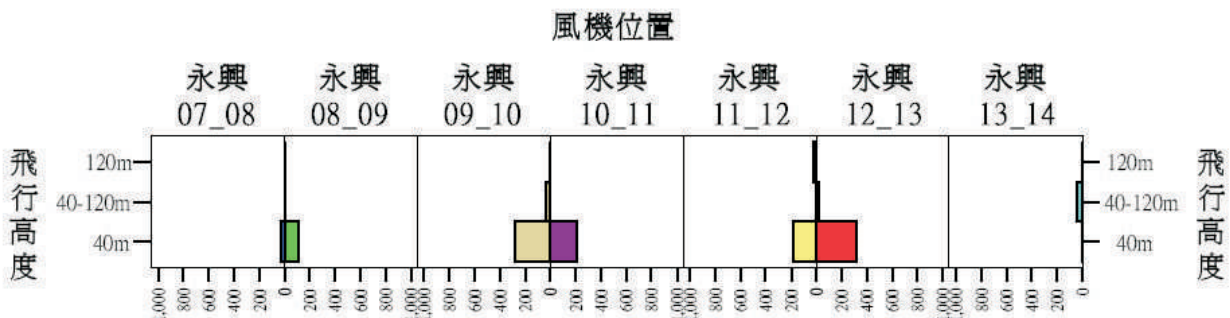


圖8、3月28日永興I區大潮期間水鳥進出之數量與高度

鳥類通過的數量以線西I區1-2號風機、線西I區8號線西II區1號風機、崙尾I區9-10號風機和永興II區第9-10號風機之間最多，在漲退潮期間通過的風機數量可達375隻，高度多在40公尺以下的低風險區，而在40-120公尺的高風險區數量偏低，僅約25隻。飛行通過的種類以小型鷓鴣科的濱鷓和東方環頸鴿為主，比較特別的是3月24日記錄到灰面鵟過境族群通過線西I區1號和2號、2號和3號之間風機位置，數量有12隻，飛行高度在40公尺以下。

二、春過境期鳥類通過風機位置之數量與飛行高度

4月、5月是春季北返過境，度冬水鳥尚未完全離開的期間，鳥類通過風機位置的高度與數量參見四月調查結果圖9至圖14，和五月的調查結果圖崙尾I區4月28日的調查因為大雨而停止，所以沒有崙尾I區大潮期間的資料。

這段期間是彰化海岸地區鳥類數量最多的季節，鳥類通過風機位置數量以線西I區1-2號風機、7-8號風機、線西II區1-2號風機、崙尾I區9-10風機、崙尾I區11-12號、崙尾I區14-16號、崙尾II區16-18號風機、新寶區1-3號風機、永興I區1-3號風機和6-7號風機、永興II區7-13號風機之間最高，對多在4月27日線西I區1-2號風機之間可達1250隻次通過，飛行高度在40公尺以下，主要通過的水鳥是小型鷓鴣科及鷺科鳥類。

在遷徙過境期間水鳥飛行進出風機位置的高度在40-120公尺之間的數量增加，特別是在新寶1-2號風機、新寶6-7號風機之間，數量可達520隻，主要是小型鷓鴣科、鷺科和燕鷗科鳥群。而大潮、小潮期間通過的數量會有很大的差異，主要是因為潮水覆蓋灘地的面積不同，部分水鳥可以在小潮期間停留在堤防外面的灘地上度過滿潮期間，並不需要飛入內陸的棲息地。

三、繁殖期鳥類通過風機位置之數量與飛行高度

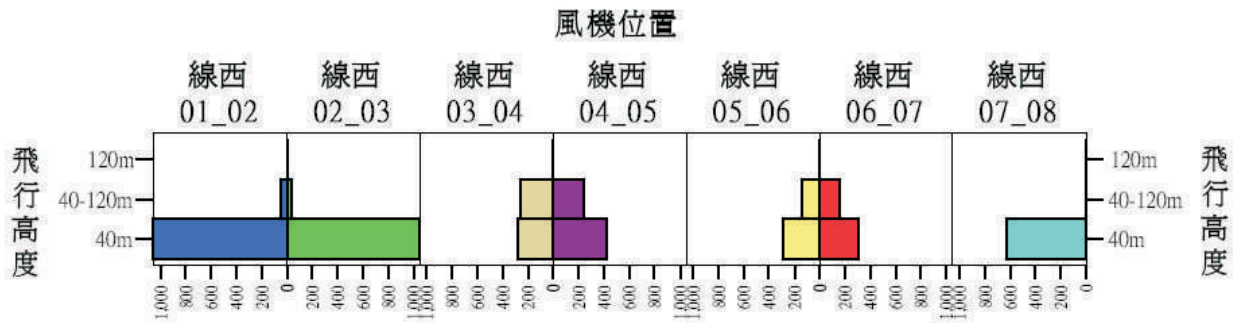


圖9、4月27日線西I區大潮期間水鳥進出之數量與高度

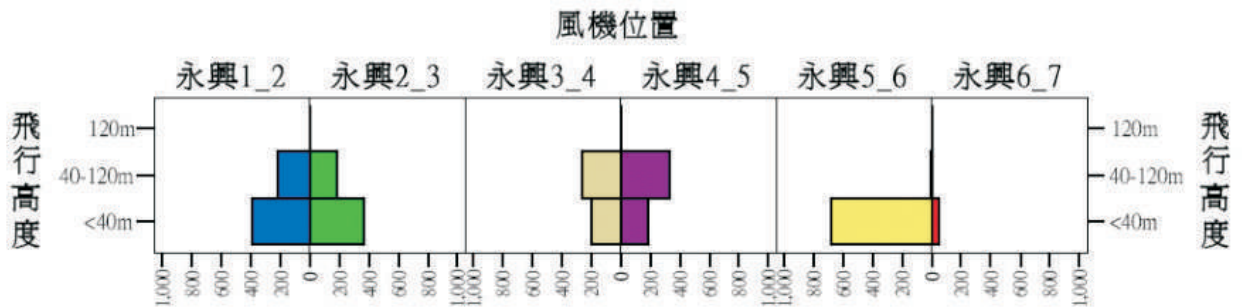


圖10、4月29日永興I區大潮期間水鳥進出之數量與高度

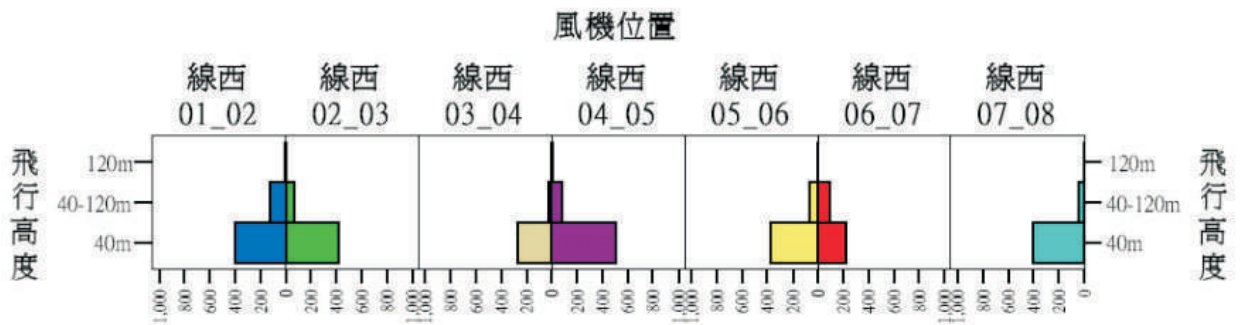


圖11、5月11日線西I區小潮期間水鳥進出之數量與高度

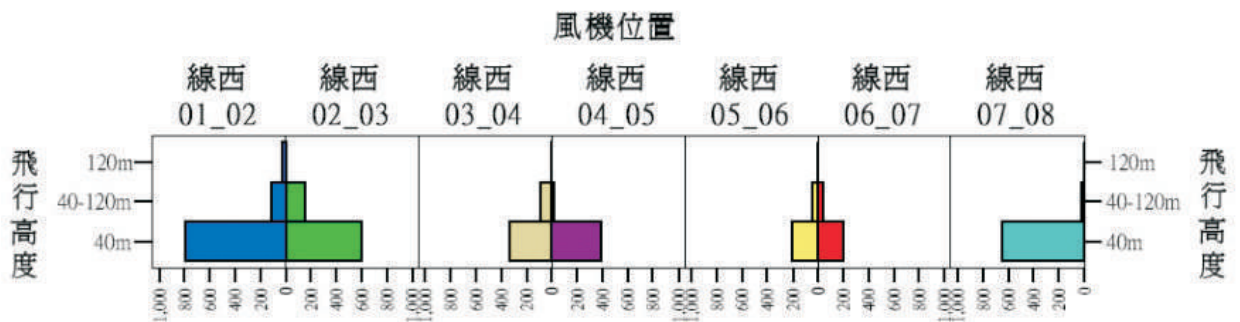


圖12、5月18日線西I區大潮期間水鳥進出之數量與高度

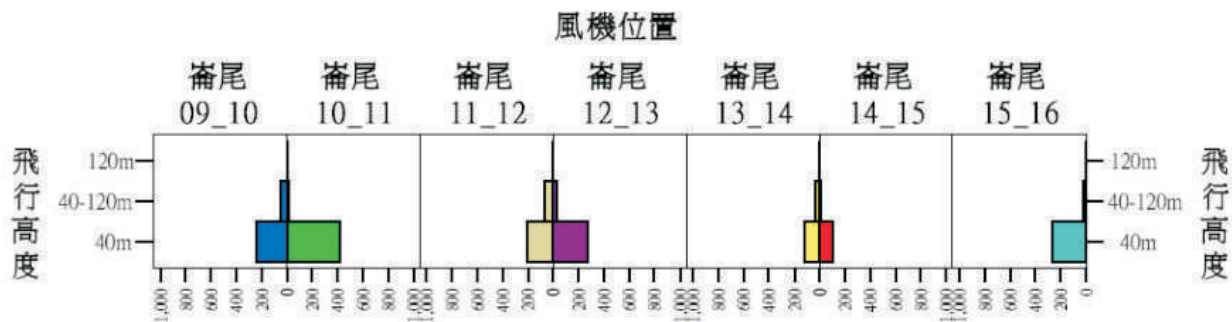


圖13、5月11日崙尾I區小潮期間水鳥進出之數量與高度

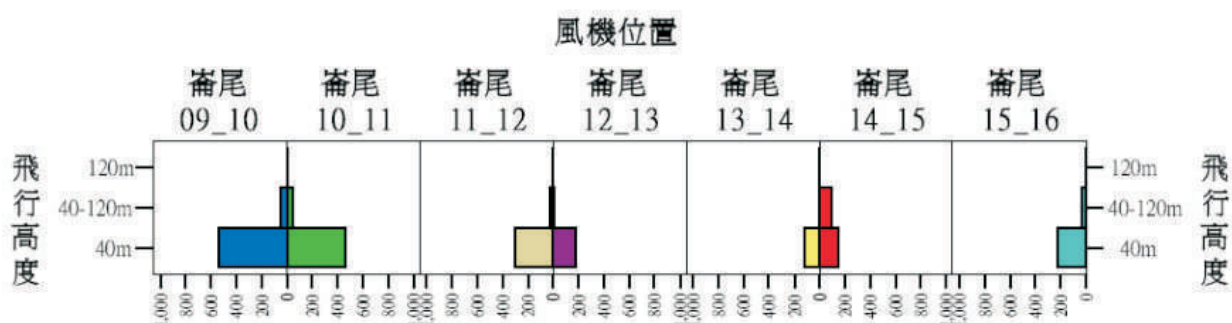


圖14、5月19日崙尾I區大潮期間水鳥進出之數量與高度

6月、7月大部分的度冬和過境鳥族群已經離開彰濱海岸，留下來主要的繁殖鳥類有東方環頸鴉、保育類之小燕鷗、燕鴉、彩鴉和小白鷺、黃頭鷺、夜鷺、高蹺鴉、小鷺、小雲雀、棕三趾鶉以及其他常見之陸地鳥類如白頭翁、麻雀等。

所以飛行通過風機介面的鳥類通常是必須飛越繁殖地到覓食地的小燕鷗、鷺科鳥類和東方環頸鴉，其他除了風機位置正好在繁殖地點會影響到該區域的鳥類繁殖巢位選擇外，對於碰撞的危險仍然是存在。例如小雲雀，小雲雀在線西II區、崙尾II區的風機位置附近都有繁殖記錄，小雲雀在繁殖期間會高飛超過40公尺，在半空中鳴叫高唱宣示自己的繁殖領域，在線西II區1-5號風機位置上的小雲雀，在高飛的時候很容易進入撞擊的高風險區域。

從圖15至圖17可以發現，水鳥在繁殖期間通過風機的位置以線西I區1-3號風機、線西II區1-5號風機、崙尾I區9-12號風機、崙尾I區14-15號、崙尾II區16-20號風機、永興I區3-5號風機和永興II7-10號風機通過的數量最多，高度多在40公尺以下，很少超過40-120公尺之間。

討論與建議

(一) 鳥類飛行通道的存在和棲地結構的關係密切

從棲地結構和鳥類飛行路徑的調查結果顯示，這些鳥類飛行的路徑是穩定固定的路線，除非受到惡劣天候的影響改變鳥類的棲地利用規則之外，造成鳥類飛行通道的存在主要是水鳥要完成來回每日生活所需的覓食和棲息地之間所產生的結果。

如果在該環境區域內棲地的結構並沒有棲息地、覓食地或是繁殖地等組成，則鳥類

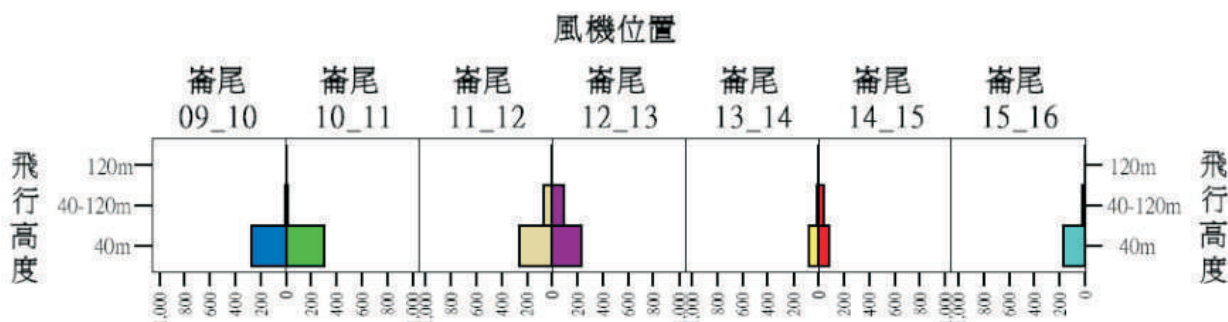


圖15、6月24日崙尾I區繁殖期間水鳥進出之數量與高度

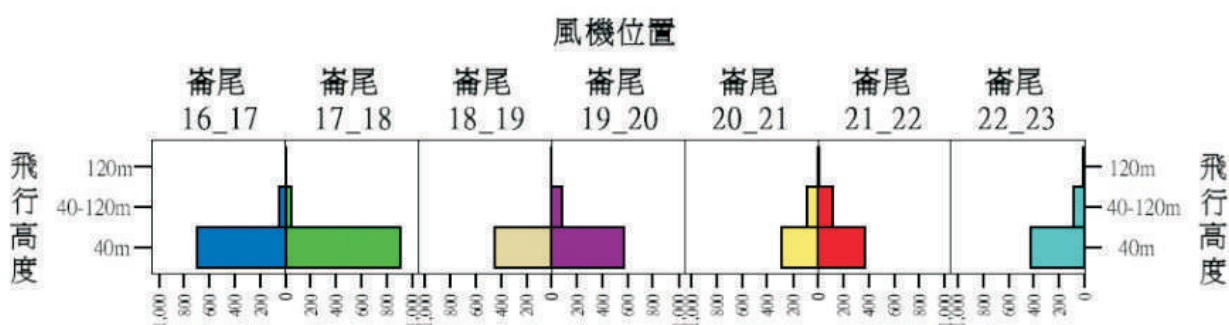


圖16、6月24日崙尾II區繁殖期間水鳥進出之數量與高度

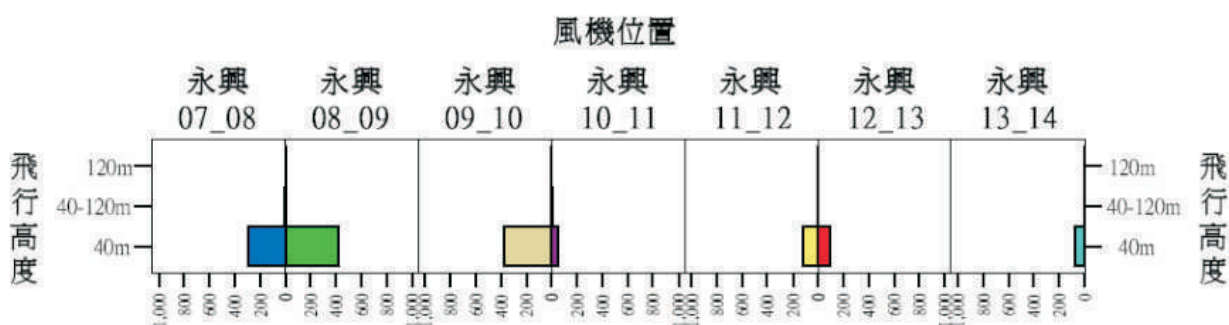


圖17、6月13日, 14日永興II區繁殖期間水鳥進出之數量與高度

在這個區域活動，大部分是隨機。而有固定棲地利用飛行路徑的水鳥，仍然是以潮水時間的變化為改變活動的主要時間。

所以在漲退潮前後三個小時，所記錄到的鳥類飛行數量和路徑，可以具有很高的代表性。

(二) 飛行路徑和風機位置的關係

本研究調查所記錄到的鳥類飛行路徑和通道的飛行通過數量，是在沒有風機存在的狀況下進行，如果風機一旦裝置好，是否會因為風機存在的阻隔產生棲地的切割，這是比較令人擔憂的問題。雖然有研究發現鳥類的視力可以在200-500公尺外即可避免建築物的撞擊而改變飛行的方向，但是在彰化海岸的環境一旦遇到大霧或是惡劣的天氣強風豪雨的時候，鳥類對於惡劣天氣克服飛行障礙物的能力就會受到影響。

雖然風機的間隔有150-300公尺，但是考慮到風機的葉片伸展，鳥類順利通過風機進

出通道的寬度只剩下70-220公尺，這個寬度特別是大部分的鷗鵲科水鳥，漲退潮期間的飛行族群數量可以上百隻群飛，如果不移開加大飛行進出通道安全寬度，恐怕會造成棲地的切割效應。

(三) 飛行高度和風機高度的關係

本次研究調查的結果顯示除了遷徙鳥類飛行的高度會高於120公尺以上，大部分的水鳥在進行棲地利用或是覓食飛行的時候高度並不在40-120公尺之間，所以受到碰撞的高危險區域，僅有在新寶1-5號風機、永興7-9號風機以及永興9-13號風機在四月份春過境遷徙階段發生大群鳥類飛行高度在40-120公尺之間，推斷是進行遷徙飛行或是較長距離的飛行所致。

但這樣並不意味著飛行高度低於40公尺，對於鳥類棲地利用的衝擊或是葉片撞擊的風險低，而是要考慮如果一旦棲地切割效應產生，鳥類放棄既有的棲地利用通道，造成的結果也會改變鳥類的棲地利用特性。

(四) 繁殖期間風機對鳥類生態的影響

繁殖期間主要的水鳥種類是小燕鷗、燕鵲和東方環頸鵲，東方環頸鵲在繁殖期間比較不會出現在潮間灘地覓食（辜2005），只侷限在繁殖棲地的附近，所以只要風機不在東方環頸鵲繁殖棲地附近，對東方環頸鵲的衝擊比較小，比較需要關切的是線西II區2-6號風機之間都有東方環頸鵲的繁殖。

小燕鷗繁殖行為比較特別也就是他們除了孵蛋期間會進出覓食地和繁殖地之間活動，在孵化出來的育雛期間更是密集進出覓食地和繁殖地捕捉食物來餵食小燕鷗的雛鳥。所以在繁殖期間如崙尾I區9-13號風機之間，通過主要以小燕鷗為主，就是他們在覓食地和繁殖地之間來回飛行所造成的。

燕鵲的主要食物來源是空中飛行的昆蟲，雖然覓食的飛行高度大部分都在40公尺以下，風機葉片撞擊發生的機率不高，但是在繁殖期間也是需要進行育雛工作，飛行頻繁而且風機的葉片運轉所產生的噪音和氣流干擾可能會改變燕鵲的覓食地區昆蟲的活動和結構，會不會對燕鵲的覓食和繁殖生態造成影響，相當值得後續的研究觀察。

(五) 彰化海岸設置風機對鳥類生態衝擊之高風險區域

根據本研究針對台電公司的風機與鳥類的調查，鳥類的棲地利用並沒有人為開發的不同而有不同，所以在分析彰化海岸鳥類生態特性，也一併將英華威公司在鹿港工業區和線西工業區的衝擊加以初步分析，彰化海岸目前預定設置的風機約有100座，有

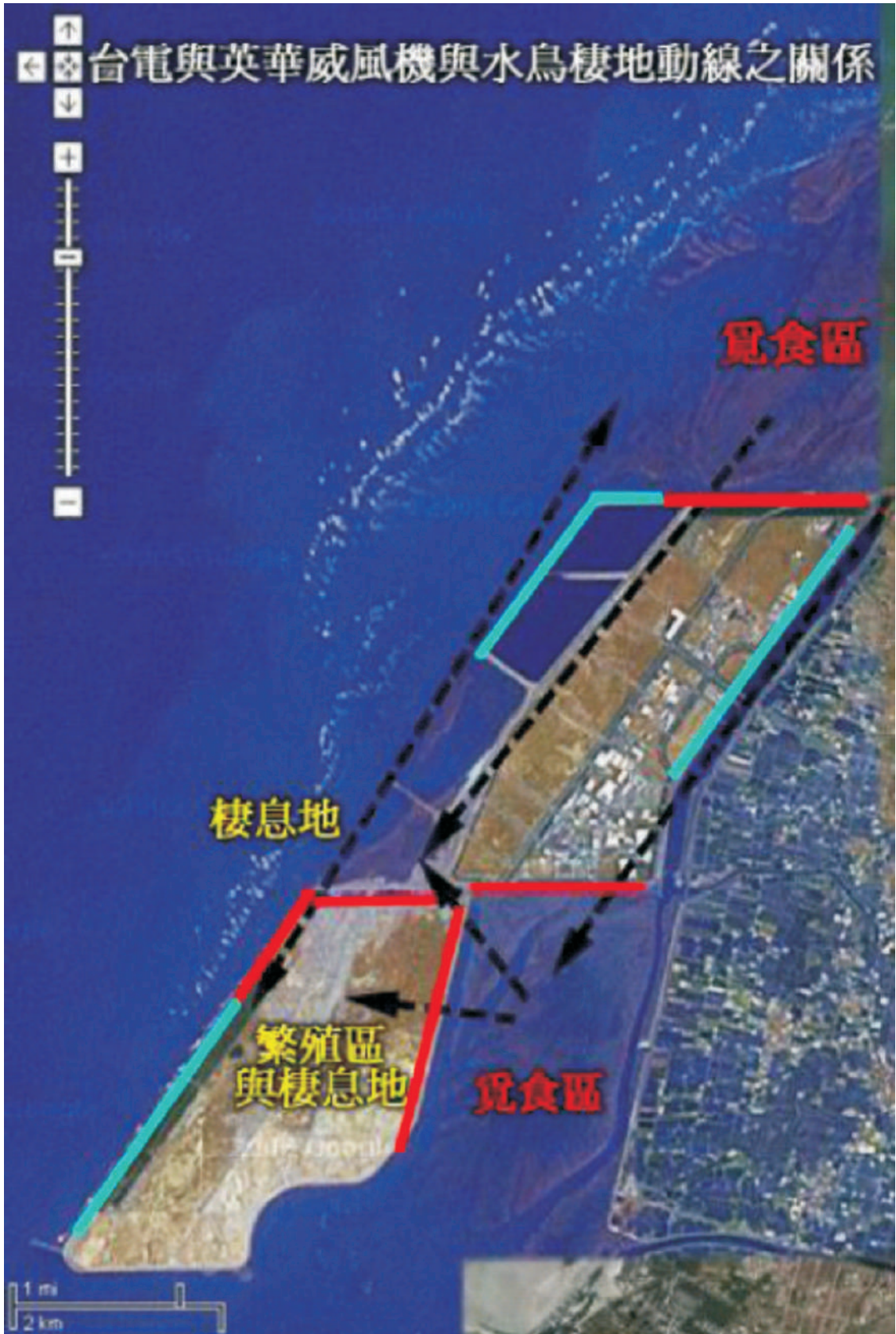
台電公司：近岸式風力發電機，位於線西區（16座）、崙尾區（16座）、新寶區（8座）、永興區（14座）。

英華威公司：近岸式風力發電機位於線西工業區、鹿港工業區合計47座。

(六) 解決對策

一、生態補償措施

如果風力發電廠設置的過程依照這些評估項目和方法進行，在施工或是運轉階段，經過持續的生態監測證實對鳥類生態仍造成相當的影響，則必須進行生態的補償措施。例如棲地利用動線的重新營造，將原本被風力發電機組切斷的棲地利用動線進行棲息地或繁殖地的營造，提供鳥類不受到風力發電機組影響之棲息或繁殖環境。



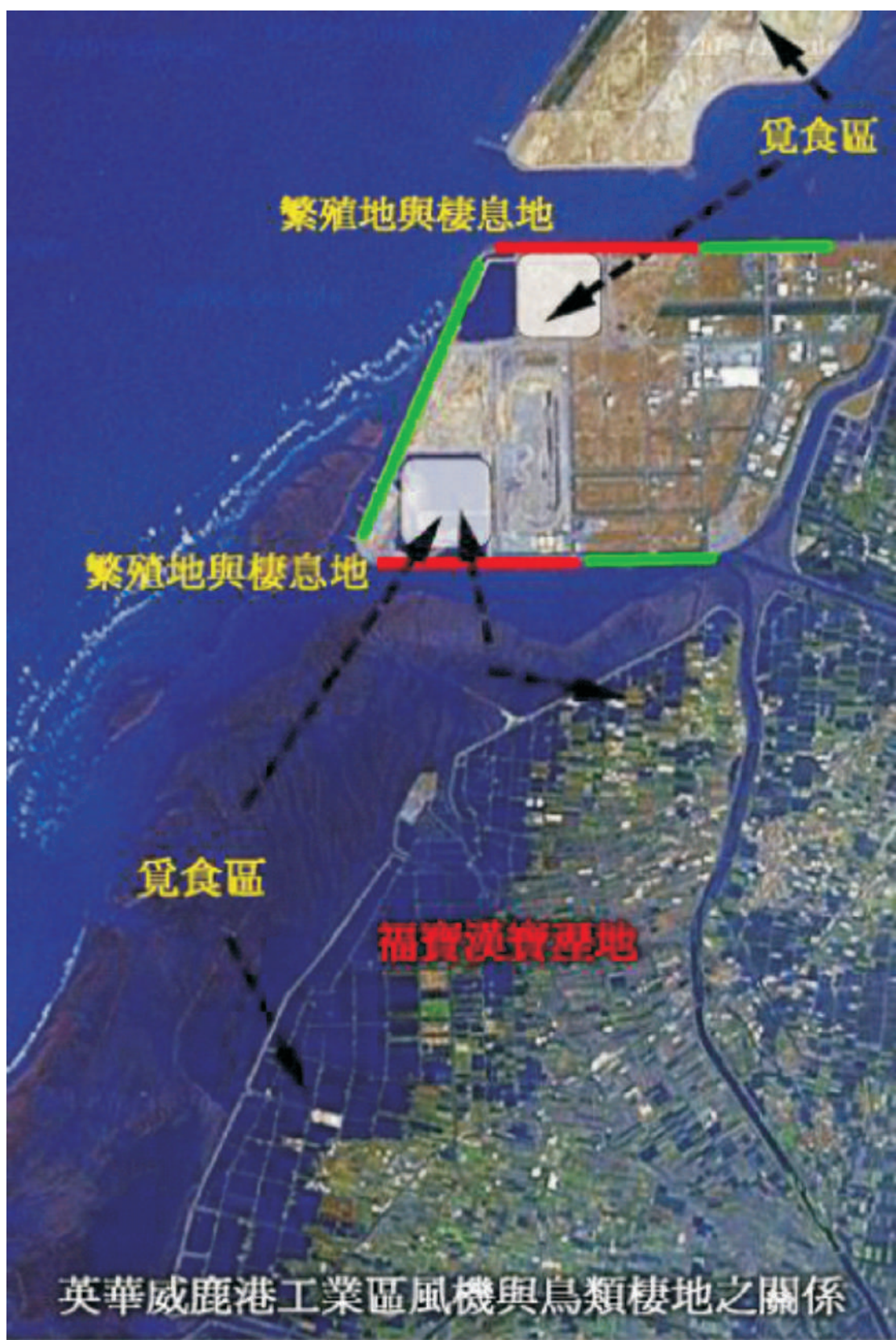
水鳥棲地利用動線

風機對鳥類棲地利用高風險區

風機對鳥類棲地利用低風險區

說明：

線西與崙尾工業區是水鳥主要的棲息和繁殖地，覓食地點則在伸港灘地和崙尾灣，所以水鳥漲退潮間的棲地利用動線主要沿著線西大池子和慶安水道飛入崙尾工業區，或是由崙尾灣飛入肉粽角。所以在紅色線區域是風機對鳥類棲地利用切割效應的高風險區，其他藍線部分則是低風險區。

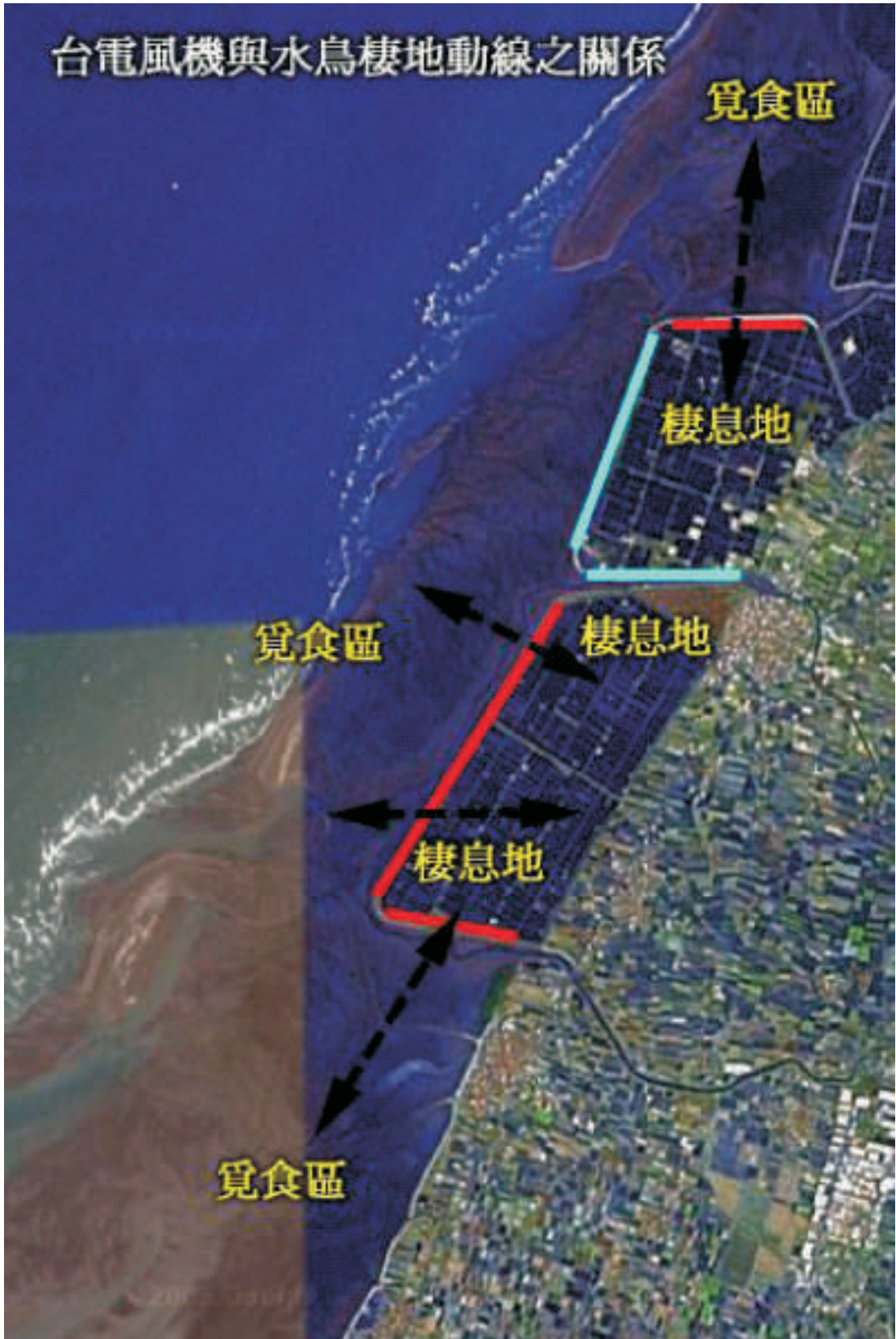


英華威鹿港工業區風機與鳥類棲地之關係

- 水鳥棲地利用動線
----->
- 風機對鳥類棲地利用高風險區

- 風機對鳥類棲地利用低風險區

說明：
 英華威風機沿著鹿港工業區環繞一圈，鹿港工業區的西北側和西南側是兩塊水鳥主要的棲息地和繁殖地，覓食地在崙尾灣和福寶漢寶灘地，所以水鳥飛行路徑會通過的鹿港工業區北側與南區紅色線為高危險區，而西側和部分南北側的藍色線為低風險區。



- 水鳥棲地利用動線 →
- 風機對鳥類棲地利用高風險區
- 風機對鳥類棲地利用低風險區

說明：
 台電公司在新寶永興區設置22座風機，水鳥主要的覓食地在芳苑、永興灘地，漲潮期間則飛往永興魚塢內的埤岸或是乾魚塢棲息，所以漲退潮的飛行路徑在紅色線為高風險區，而藍色線則是低風險區。

二、因應對策

風機在規劃設立前調查鳥類飛行動線和棲地結構，以評估風機的位置和高度是否對於海岸水鳥棲地利用和飛行動線造成切割和碰撞的風險。事先避開高風險區域。

如果已經規劃完畢無法進行大規模的變動調整，則利用後續細部鳥類調查結果進行局部微調，將水鳥主要進行通道的風機間距加大，使原本間隔150公尺的間距增加至300-450公尺，以讓出通道讓鳥類順利進出。例如線西I區1-3號風機、線西I區8-線西II區2號風機之間、崙尾I區9-11號風機、崙尾I區15-17號風機、永興I區1-3號風機、永興II區8-13號風機之間，是本次研究調查鳥類最主要的通過路徑，如果可以將這幾個位置的風機移開至比較低風險的區域，不但能夠保持既有的風力發電規模，又能夠確保風機不會造成鳥類棲地的切割和碰撞的風險。

如果無法排除人為作業的困難沒有辦法移動部分風機位置，加大風機之間距，則希望在鳥類遷徙季節，以及對度冬期間鳥類棲地利用動線較高風險的風機，應該停止運轉三個月，待遷徙季節過後再開始運轉。

需要在風機設置之前詳細評估，事後持續監測的對環境友善的規劃和因應對策，以確保綠色永續的風力資源，不會造成對生態與環境負面的影響。

參考文獻

- Able, K. P. (1970) A radar study of the altitude of nocturnal passerine migration. *Bird-banding*. Vol.41, No.4.
- Australian Wind Energy Association (2000) Wind turbines and birds. Public interest energy research Developing methods to reduce bird fatalities in the Altamont pass wind resource area.
- BirdLife International (2003) An analysis of the effects of wind farms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. *BirdLife T-PVS/Inf* (2003)12.
- Blokpoel, H. & Burton, J. (1975) Weather and height of nocturnal migration in east central Alberta : a radar study. *Bird-banding* Vol.46, No.4.
- Brothers, C. (2003) Impacts of wind trubines on birds at Ramea, New Found Land. Bird monitoring program to assess.
- Cohen, B. B & Williams T. C. (1960) Short-range corrections for migrant bird tracks on search radars. *J. Field Ornithol.*,51(3):248-253.
- Cooper, B. A. (1995) The altitude of bird migration un East-central Alaska: a radar and visual study. *Journal of field ornithology* 66(4): 590-608.
- Cooper, B. A., Stickney, A. A., & Mabee, T. J. (2003) A radar study of nocturnal bird migrateon at the proposed Chautauqua wind energy facility, New York, Fall 2003. ABR, Inc.-Environmental Research & Services.
- Cooper, B. A. (1995) Use of radar for wind power-related avian research. 1995 national avian-wind power planning meeting proceedings.
- Cooper, B. A., Mabee, T. J. & Shook, J. E. (2003) A visual and radar study of 2003 spring bird migration at the proposed Chautauqua wind energy facility, New York. ABR, Inc.-environmental Research & Services.
- Curry, R. C. & Kerlinger, P. (2002) Avian mitigation plan: kenetech model wind turbines, Altamont pass WRA, California. Curry & Kerlinger, LLC.
- Dirksen, S., Spaans, A. L. & Winden J. V. D. (1999) Studies on nocturnal flight paths and altitudes of waterbirds in relation to wind turbines: a review of current research in the Netherlands National avian-wind power planning meeting III.
- Dooling, R. (2002) Avian hearing and the avoidance of wind turbines. National Renewable Energy Laboratory.
- Ehrich, S. et al. (2001) Standards for the environmental impact assessment of offshore wind turbines in the marine environment. BHS.
- Erickson, W. P., Johnson, G. D., Strickland, M. D., Kronner, K., and Becker, P. S. (1999) Baseline avian use and behavior at the CARES wind plant site, Klickitat County, Washington. National Renewable Energy Laboratory.
- Exo, K.-M., Huppopp, O. & Garthe, S. (2003) Birds and offshore wind farms: a hot topic in marine ecology. *Wader Study Group Bull.* 100:50-53.
- Flock, W. L. (1973) Radar observations of bird movements along the arctic coast of Alaska. *The Wilson Bulletin* Vol.85, No.3.

- Garth, S. and Huppopp, O. (2004) Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. *Journal of Applied Ecology* 41 (4) : 724.
- Gauthreaux, Jr., S. A. (1971) A radar and direct visual study of passerine spring migration in southern Louisiana. *The Auk* 88; 343-365.
- Gauthreaux, Jr., S. A. (1972) Behavioral responses of migrating birds to daylight and darkness : A radar and direct visual study. *The Wilson Bulletin* Vol.84, No.2.
- Harmata, A., Podruzny, K, and Zelenak, J. (1998) Avian use of Norris Hill wind resource Area, Montana. National Renewable Energy Laboratory.
- Hassler, S. S. & Graber, R. R.& Bellrose, F. C. (1963) Fall migration and weather, a radar study. *The Wilson Bulletin* Vol.75, No.1.
- Poor, H. H. (1946) Birds and radar. *The Auk* 63(4): 631.
- James, M. A. and Baden, S. A. (2004) Wind energy development and avian effects in Northern Arizona: a review of the state of current knowledge and recommendations for minimizing impacts. Grand Canyon Trust.
- Johnson, G., Erickson, W., White, J. & McKinney, R. (2003) Avian and Bat mortality during the first year of operation at the klondike phase I Wind project, Sher county, Oregon. West, Inc. avian-wind power planning meeting proceedings.
- Cooper, B. A., Mabee, T. J. & Shook, J. E. (2003) A visual and radar study of 2003 spring bird migration at the proposed Chautauqua wind energy facility, New York. ABR, Inc.-environmental Research & Services.
- Curry, R. C. & Kerlinger, P. (2002) Avian mitigation plan: kenetech model wind turbines, Altamont pass WRA, California. Curry & Kerlinger, LLC.
- Dirksen, S., Spaans, A. L. & Winden J. V. D. (1999) Studies on nocturnal flight paths and altitudes of waterbirds in relation to wind turbines: a review of current research in the Netherlands National avian-wind power planning meeting III.
- Dooling, R. (2002) Avian hearing and the avoidance of wind turbines. National Renewable Energy Laboratory.
- Ehrich, S. et al. (2001) Standards for the environmental impact assessment of offshore wind turbines in the marine environment. BHS.
- Erickson, W. P., Johnson, G. D., Strickland, M. D., Kronner, K., and Becker, P. S. (1999) Baseline avian use and behavior at the CARES wind plant site, Klickitat County, Washington. National Renewable Energy Laboratory.
- Exo, K.-M., Huppopp, O. & Garthe, S. (2003) Birds and offshore wind farms: a hot topic in marine ecology. *Wader Study Group Bull.* 100:50-53.
- Flock, W. L. (1973) Radar observations of bird movements along the arctic coast of Alaska. *The Wilson Bulletin* Vol.85, No.3.
- Garth, S. and Huppopp, O. (2004) Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. *Journal of Applied Ecology* 41 (4) : 724.
- Gauthreaux, Jr., S. A. (1971) A radar and direct visual study of passerine spring migration in southern Louisiana. *The Auk* 88; 343-365.
- Gauthreaux, Jr., S. A. (1972) Behavioral responses of migrating birds to daylight and darkness : A radar and direct visual study. *The Wilson Bulletin* Vol.84, No.2.
- Harmata, A., Podruzny, K, and Zelenak, J. (1998) Avian use of Norris Hill wind resource Area, Montana. National Renewable Energy Laboratory.
- Hassler, S. S. & Graber, R. R.& Bellrose, F. C. (1963) Fall migration and weather, a radar study. *The Wilson Bulletin* Vol.75, No.1.
- Poor, H. H. (1946) Birds and radar. *The Auk* 63(4): 631.
- James, M. A. and Baden, S. A. (2004) Wind energy development and avian effects in Northern Arizona: a review of the state of current knowledge and recommendations for minimizing impacts. Grand Canyon Trust.
- Johnson, G., Erickson, W., White, J. & McKinney, R. (2003) Avian and Bat mortality during the first year of operation at the klondike phase I Wind project, Sher county, Oregon. West, Inc. mortality associated with wind turbines at the Buffalo ridge wind resource area, Minnesota.
- Richardson, W. J. (2002) Bird migration and wind turbines: migration timing, flight behavior, and collision risk. National Avian-Wind Power Planning Meeting III.
- Thelander, C. G. and Ruge, L. (1998) Bird Risk Behaviors and Fatalities at the Altamont Wind Resource Area. NATIONAL AVIAN-WIND POWER PLANNING MEETING III Proceedings San Diego, California, May 1998.
- Tingley, M. W. (2003) Effects of offshore wind farms on birds. Harvard university Dillon consulting Ltd.
- Williams, T. C. & Marsden, J. E. (1981) Spring migration studied by mist-netting, ceilometer and radar. *Journal of Field Ornithology* Vol.52, No.3: 177-270.
- Willoughby, E. J. (2001) Field study of migratory behavior. Stanwell Co., Ltd. Scope of environment effects statement for the Miranda wind farm project.
- 辜國展 2005 彰濱工業區東方環頸鴿繁殖生態研究。東海大學環境科學研究所碩士論文。

溼地介紹一

澎湖菜園濕地

文、圖 / 林長興



菜園魚塢區之海岸濕地及紅樹林復育區

地理位置

澎湖馬公市之菜園濕地位於馬公內港東北岸的灣底，北臨205號公路旁的雙湖園及興仁水庫，東至201號公路旁的興仁進士第，西至菜園生命紀念公園，南至菜園魚塢之潮間帶。

濕地背景

日治時期菜園里東側沿岸已築有魚塢，政府播遷來台後，魚塢範圍逐漸擴大，民國60年魚塢停止養殖，這片濕地成為澎湖鳥類度冬、過境與遷移之最佳場所。

濕地範圍

本濕地因地勢較低，上游淡水來源充沛，民國60年自來水公司在灣底北岸近興仁里處築成水庫，民國82年軍方在魚塢西邊增建雙湖園人造濕地，園內有九曲橋、賞鳥亭、賞鳥牆，幾年後縣府造林工作隊在水庫壩底及雙湖

集水區出口附近復育海茄苳及水筆仔紅樹林，成效良好，生機盎然，濕地面積共約100公頃，可分為以下四區：

(一) 興仁水庫及造林區：面積約40公頃，有水庫集水區及造林區，為一人造之水源濕地，本區位濕地北端，林相茂密，避風性良好。

(二) 雙湖園及紅樹林復育區：面積約25公頃，有雙湖園集水區、公園綠地及紅樹林復育區的海岸濕地，為天然與人造的混合濕地，是戶外休閒及校外教學的良好場所。



興仁水庫壩頂停棲之鷗鷺鳥群

息的場所。

生態特色

本濕地為馬公市區最適合生態遊覽或戶外教學之地點，其生態特色有：

- (1)陸域：休閒公園區、造林區、草地與草澤區、賞鳥區
- (2)海域：牡蠣養殖區與海岸濕地、潮間帶
- (3)淡水區：含水庫及集水區
- (4)海水魚塭區、泥灘及岩岸區、紅樹林復育區

重要性

(1)本濕地為海岸濕地與人造濕地混合的一處生態敏感區，地處澎湖內灣的避風處，是澎湖各種候鳥聚集與過境停棲的最佳處所。

(2)本濕地涵蓋自然與人造的多樣性濕地型態，且海域遼闊，為鳥類及各種生物提供棲息與覓食的環境。

(3)本濕地面積廣大，且距馬公市中心僅十分鐘車程，交通便利，可連結附近景點，近年政府投入多項整建，已具有國家級濕地公園的規模與條

件，但尚待整合規劃及公告。

重要動物

※瀕臨絕種：

- 1.黑面琵鷺 (*Platalea minor*)
- 3.遊隼 (*Falco peregrinus*)
- 3.諾氏鷓 (*Tringa guttifer*)

※珍貴稀有保育類：

- 1.蓬萊草蜥 (*Takydromus stejnegeri*)
- 2.唐白鷺 (*Egretta eulophotes*)
- 3.赤腹鷹 (*Accipiter soloensis*)
- 4.灰面鷲 (*Butastur indicus*)
- 5.紅隼 (*Falco tinnunculus*)
- 6.魚鷹 (*Pandion haliaetus*)
- 7.小燕鷗 (*Sterna albifrons*)
- 8.八色鳥 (*Pitta nympha*)

※其他應予保育類：

- 1.紅尾伯勞 (*Lanius cristatus*)

重要植物

本濕地至2006年止台灣濕盟澎湖分會紀錄已有百種以上，重要植物分別如下：

一、紅樹林復育區：復育成功的有



賞鳥亭周圍之賞鳥牆



牡蠣養殖區及潮間帶



雙湖園之九曲橋

- 1.海茄苳（主要種，漸漸成林）
- 2.水筆仔（少量，未成林）

二、位海淡水交界處，植物相豐，成為多樣生物的原因，本處植物特色為：

- 1.有抗鹽害、耐強風的海濱與草地植物
- 2.有水生植物、濕地植物及澎湖特有亞種之澎湖決明
- 3.有防風林及矮灌木

結語

菜園濕地自民國81年起，台灣濕地保護聯盟澎湖分會與澎湖鳥會就開始在此濕地進行各種有系統的生態調查，由於本濕地生物相豐富，並涵蓋自然與人造的多樣性濕地型態，民國83年8月環保署在其「台灣海岸地區環境敏感地帶保護區規劃調查」報告，即將本濕地劃為：澎湖重要生態敏感區之一。

近年本濕地常成為澎湖NGO團體與政府機關辦理各項生活活動的場所，濕地周邊相關設施逐漸增加，如能善加整合規劃，有機會成為國家級濕地公園。

附註：

澎湖的海岸濕地面積約佔澎湖群島面積之百分之三十，此比例全台第一。濕盟於2007年1月向內政部營建署提報澎湖菜園濕地、澎湖青螺濕地為國家級濕地公園之建議地，青螺濕地將於另期介紹。