

出國報告（出國類別：考察）

劣化濕地水鳥棲地復育考察報告

服務機關：行政院農業委員會特有生物研究保育中心

姓名職稱：洪夢祺副研究員、黃書彥助理研究員

派赴國家：美國

出國期間：104年10月1日至12日

報告日期：105年1月8日

摘要

台灣是東亞候鳥的重要渡冬地，其中多數棲地位於台灣的西部沿海區域，為培育生態系與棲地復育研究人才，派員赴美考察劣化溼地水鳥棲地復育及其經營管理等工作概況。本次考察行程包含參觀馬里蘭州巴爾的摩市(Baltimore, MD)的國家水族館(National Aquarium)、華盛頓特區(Washington D.C.)的國家植物園(National Botanic Garden)與自然史博物館(Natural History Museum)，拜會美國地質調查局(U.S. Geological Survey)的帕圖森野生動物研究中心(Patuxent Wildlife Research Center)與西部生態研究中心(Western Ecological Research Center)，考察美東切薩皮克灣(Chesapeake Bay)的巴布勒島復育計畫(Poplar Island Restoration Project)，及美西舊金山灣(San Francisco Bay)的北灣鹽田草澤復育(含 San Pablo Bay、Suisun Slough)與南灣鹽田復育操作(含 Eden Landing、Ravenwood)。

前述考察行程中，美東巴布勒島復育計畫係由美國總統簽署執行的切薩皮克灣復育計畫(Chesapeake Bay Program)項下之一，由美國工兵團(U.S. Army Corps of Engineers)負責執行、並由美國地質調查局帕圖森研究中心及美國魚類及野生動物署(U.S. Fish and Wildlife Service)協助生態復育研究工作。美西北灣與南灣復育則為加州政府之加州海岸保育委員會(California State Coastal Conservancy)主導之舊金山鹽灘復育計畫(San Francisco Salt Pond Restoration Project)項下之一，由美國地質調查局西部生態研究中心作為科學統籌協調(scientific coordination)，並分別由美國魚類及野生動物署及加州魚類及野生動物部(California Department of Fish and Wildlife)負責執行。兩大復育計畫均為跨部門、跨領域合作之重大計畫，規劃與執行均透過科學研究、利害關係人協調、公民參與的機制運作，在各界充分溝通後才付諸實現，執行中並每年定期召開會議，就科學、工程、民眾參與等面相檢討與修正，值得國內借鏡。

目次

一、目的	3
二、過程	4
三、心得	23
四、建議事項	24

一、目的

遷徙路線是指遷徙性鳥類每年遷徙時所經過的地理路徑，全球有 8 條主要的遷徙路線，東亞-澳大利西亞遷徙路線 (East Asian – Australasian Flyway, 簡稱 EAAF) 為其中之一。EAAF 北起俄羅斯遠東地區及阿拉斯加，途經東亞及東南亞，一路往南直到澳洲及紐西蘭，是超過 250 種 5000 萬隻遷徙性水鳥的家園，其中包含 IUCN 列為極危 (CR) 的黑嘴端鳳頭燕鷗、琵嘴鷗，瀕危 (EN) 的黑面琵鷺，易危 (VU) 的黑嘴鷗、唐白鷺，近危 (NT) 的大杓鷗、半蹼鷗等；除了上述物種面臨壓力外，2014 年澳洲水鳥會議上，澳洲 Deakin 大學 Klaassen 教授研究指出彎嘴濱鷗族群正以每年 10% 的速度消失，澳洲已將彎嘴濱鷗和大杓鷗列入受威脅名單。

遷徙性水鳥在遷徙過程中需要補充能量才能繼續前進，因此對於這些水鳥的評估與保育須從遷徙路徑整體棲地的角度出發，近年來 EAAF 路線上水鳥棲地不斷消失，今(2014)年澳洲水鳥會議上，科學家提出警告，遷徙路線上重要的”加油(refueling)棲地”正逐漸流失，黃海沿岸灘地因人類開發與水草入侵而不斷消失，除了黃海沿岸外，東南亞、渤海灣、韓國等地也面臨同樣的威脅。

台灣是 EAAF 水鳥遷徙的重要渡冬地，國際濕地亞太分會(Wetlands International Asia-Pacific)曾針對台灣提列出 22 處重要的候鳥棲息地，其中多數棲地位於台灣的西部沿海區域，這主要是因為台灣西部沿海擁有為數眾多的寬廣河口、瀉湖、草澤及人造鹽田等各類適合候鳥棲息的环境，尤以廣大停曬鹽田已成為度冬遷徙性水鳥重要過境棲地。

在現今水鳥棲地不斷流失的同時，停曬鹽田意外成為重要的水鳥棲地，不論在臺灣或是在東亞區域棲地改善或水鳥族群動態上，可視為一個轉機。然而，鹽田是一個封閉的水域，在夏末初秋時期因降雨積水形成人工的溼地生態系，魚類、無脊椎、藻類等食物量豐富；汛期結束後鹽田內水量隨著蒸發逐漸減少，鹽度也隨之升高而不適合魚蝦貝生存，僅剩豐年蝦等耐高鹽度生物，食物多樣性降低；而停曬鹽田封閉的水體，缺乏與外界水體交換，也容易使鹽田水質惡化，使能夠提供水鳥使用的不確定性增加。

然而，區內大片廢棄鹽灘地原已成為遷徙性水鳥棲地，近年來因地層持續下陷，使得水深持續增加且浸水時間延長，使水鳥棲地可用度降低。因此，若要穩定提供水鳥可使用的棲地，則需要有適當的棲地改善及經營管理策略，才能維持停曬鹽田的棲地品質。

為培育生態系與棲地復育研究人才，擬派員赴美考察劣化溼地水鳥棲地復育及其經營管理等相關研究與復育工作概況，並拜訪美國執行棲地復育機構及相關學研中心，促進雙邊學術交流。

二、過程

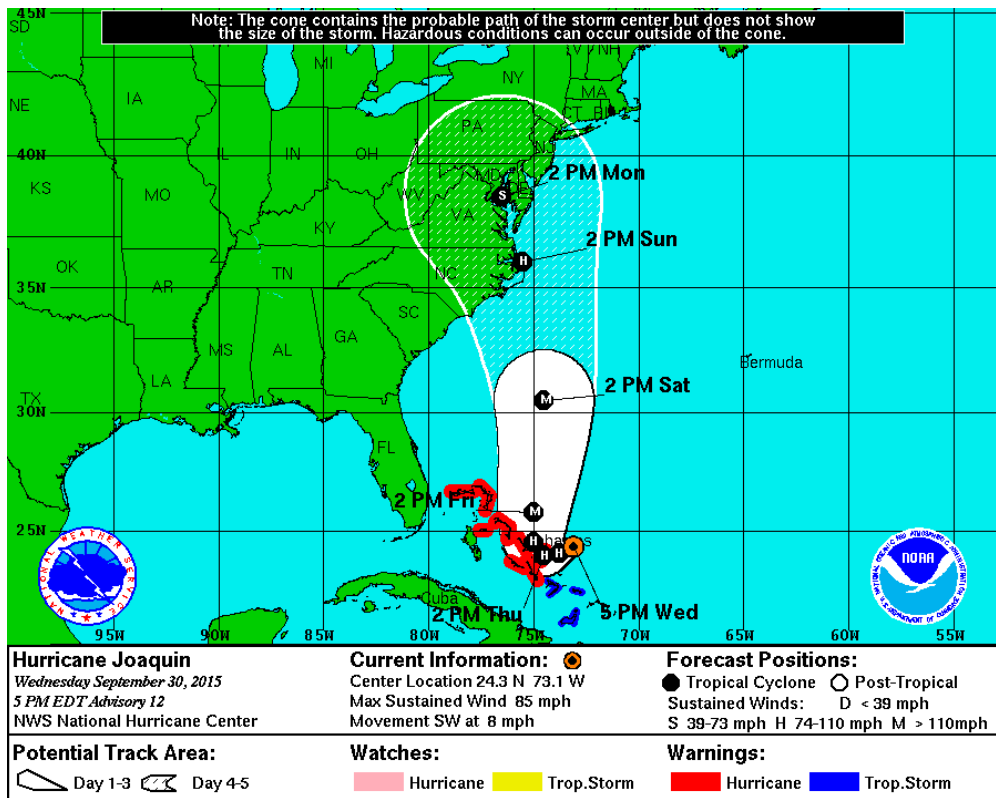
本次考察行程包含參觀馬里蘭州巴爾的摩市(Baltimore, MD)的國家水族館(National Aquarium)、華盛頓特區(Washington D.C.)的國家植物園(National Botanic Garden)與自然史博物館(Natural History Museum)，拜會美國地質調查局(U.S. Geological Survey)的帕圖森野生動物研究中心(Patuxent Wildlife Research Center)與西部生態研究中心(Western Ecological Research Center)，考察美東切薩皮克灣(Chesapeake Bay)的巴特勒島復育計畫(Poplar Island Restoration Project)，及美西舊金山灣(San Francisco Bay)的北灣鹽田草澤復育(含 San Pablo Bay、Suisun Slough)與南灣鹽田復育操作(含 Eden Landing、Ravenwood)。本次考察成員為本中心棲地生態組洪夢祺副研究員與黃書彥助理研究員，行程共計 12 天，包含考察參訪 8 天，交通時間 4 天，行程如下表。

日期	行程	備註
104 年 10 月 1-2 日	特生中心—桃園機場—洛杉磯—巴爾的摩	
104 年 10 月 3 日	參觀巴爾的摩市之國家水族館	原定參觀維吉尼亞海岸保留區，氣象預報荷京(Joaquin)颶風將侵襲維吉尼亞海岸，美方人員強烈建議取消海岸行程
104 年 10 月 4 日	參觀華盛頓特區的國家植物園與自然史博物館	
104 年 10 月 5 日	參訪美國地質調查局帕圖森野生動物研究中心及帕圖森野生動物保護區	
104 年 10 月 6 日	考察切薩皮克灣巴布樂島復育計畫	
104 年 10 月 7 日	上午：巴爾的摩—舊金山；下午：考察蘇舜泥沼保留區	原定 7 日交通時間，8-10 日參訪考察；因 10 日周末，美方人員另有行程，考察行程提前為 7-9 日
104 年 10 月 8 日	上午：拜訪美國地質調查局西部生態研究中心；下午：考察北灣鹽澤復育	
104 年 10 月 9 日	考察舊金山南灣鹽田復育	
104 年 10 月 10 日	啟程前往舊金山機場	稍事休息後，下午啟程前往機場報到

104 年 10 月 11-12 日	舊金山—桃園機場—特生中心	搭乘 11 日凌晨班機，於 12 日清晨飛抵桃園。
-----------------------	---------------	------------------------------

(一) 參觀國家水族館、國家植物園、自然史博物館

10 月 2 日飛抵巴爾的摩後，美方人員急電聯絡表示氣象預報荷京(Joaquin)颶風將侵襲維吉尼亞海岸，原定 10 月 3、4 日參觀維吉尼亞海岸保留區行程，因安全考量強烈建議取消該行程，並建議以參觀巴爾的摩市的國家水族館、以及華盛頓特區的國家植物園、國家自然史博物館替代。



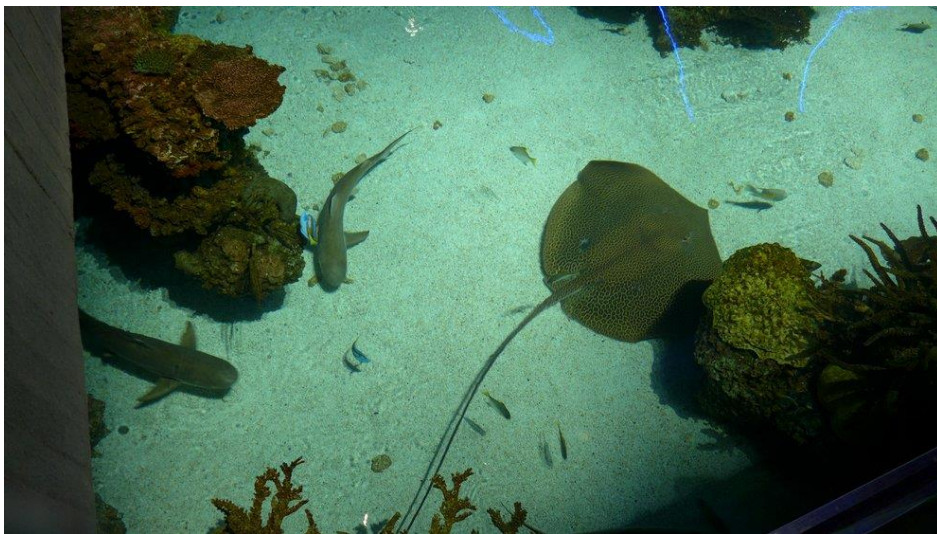
荷京(Joaquin)颶風預報將直撲維吉尼亞海岸而來

1. 巴爾的摩國家水族館

巴爾的摩國家水族館是美國國家水族館群之一，位於馬里蘭州巴爾的摩內港地區旁，建於 1981 年。水族館分成兩棟建築，一座是觀賞各種水中生物、完全封閉的多層建築，另一座是供海豚表演的劇場與遊客休息用餐區，中間由架空的封閉式走廊連通，該館最大特色除了海豚表演外，還有各種海洋、海岸等水域生態系之展示介紹，個個櫥窗內均為活的生態系模型，如阿勒格尼河(Allegheny Stream)、感潮鹽澤(Tidal Marshes)、海灘(Coastal Beach)、大西洋陸棚(Atlantic Shelf)、海崖(Sea Cliffs)等水域生態系。此外，也有介紹海岸線變遷機制、生態系中動植物的生存與餵食挑戰等。



巴爾的摩國家水族館外觀



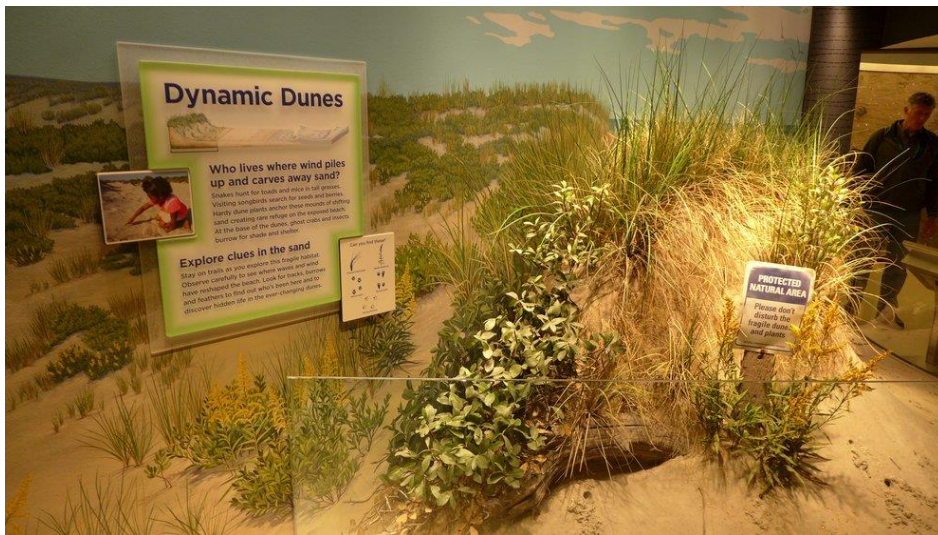
巴爾的摩國家水族館內部



世界各地水域生態系之分布與型態



咸潮鹽澤生態系



海岸沙丘變遷動態過程模型

2. 華盛頓特區國家植物園

美國國家植物園(United States Botanic Garden)位於國會山莊西南側，主要由三間大的溫室和其他小溫室連成一片組成，由遠處便可看到高聳的玻璃屋頂。入口處是分成小塊的植物解說區，說明美國其他地區植物園的位置和植物特色；稀有和瀕危植物區，展示許多即將滅絕的植物物種。

西展廳前面是植物研究區和蘭花區，做各種植物雜交的實驗，也展出數十種各色蘭花，蘭花展區左邊是藥用植物區和南展區，可看到人參、枸杞、等中藥。中央佔地最大，玻璃屋頂最高的溫室是熱帶雨林區。一進去就能感受溫暖潮濕，高空噴出霧狀水氣，高聳的闊葉植物、蕨類植物、耶子、棕櫚、芒果、香蕉等；華盛頓特區地處溫帶，只有在溫溼度控制的溫室內，此類熱帶植物才能存活。

東展廳的溫室是夏威夷區和沙漠植物區，雨水稀少地區的植物，為了減少水分蒸

發，葉子變化成細小針狀，或消失，也演化出許許多多品種。這裡種植了各類仙人掌及針葉植物，有匍匐在地上的、有球形的、也有長條形等多樣形態。



美國國家植物園正門



名列 IUCN 瀕危物種之墨西哥仙人掌 *Mammillaria bombycina*



熱帶植物區



植物根系特展

3. 華盛頓特區國家自然史博物館

美國國家自然史博物館（National Museum of Natural History）是一家位於美國華盛頓哥倫比亞特區的博物館，由史密森尼學會管理，於 1910 年啟用，2009 年美國電影《博物館驚魂夜 2》即以該博物館為主場景。該博物館以“地球”為主題，介紹人類和自然環境的面貌與演化，收藏超過 1.26 億件之自然史文物，更有 185 名自然史科學家於該館致力於世界自然與文化研究。

國家自然史博物館內包含肯尼斯貝林哺乳動物館(Kenneth E. Behring Family Hall of Mammals)、勝特海洋館(Sant Ocean Hall)、古埃及館(Eternal Life in Ancient Egypt)、寶石館(Gem Gallery)、人類起源館(Human Origins)、骨骼學館(Osteology Hall)、爬行動

物和兩棲動物館(Hall of Reptiles and Amphibians)等展館。該館的布置將動物生活棲息地場景還原，營造逼真的生物環境，如正在捕食水牛的獅子、正在吸食花粉的小蝙蝠、伸出舌頭吃樹葉的長頸鹿、在洞穴中睡覺的雪狐、在洞穴裏尋找螞蟻的食蟻獸等。除此之外，展品所涉及的領域十分全麵，從恐龍化石、海洋及哺乳動物類到各種礦物，乃至人類起源等等，可謂包羅萬象。



國家自然史博物館大廳



水母與鯊魚標本



海洋危機



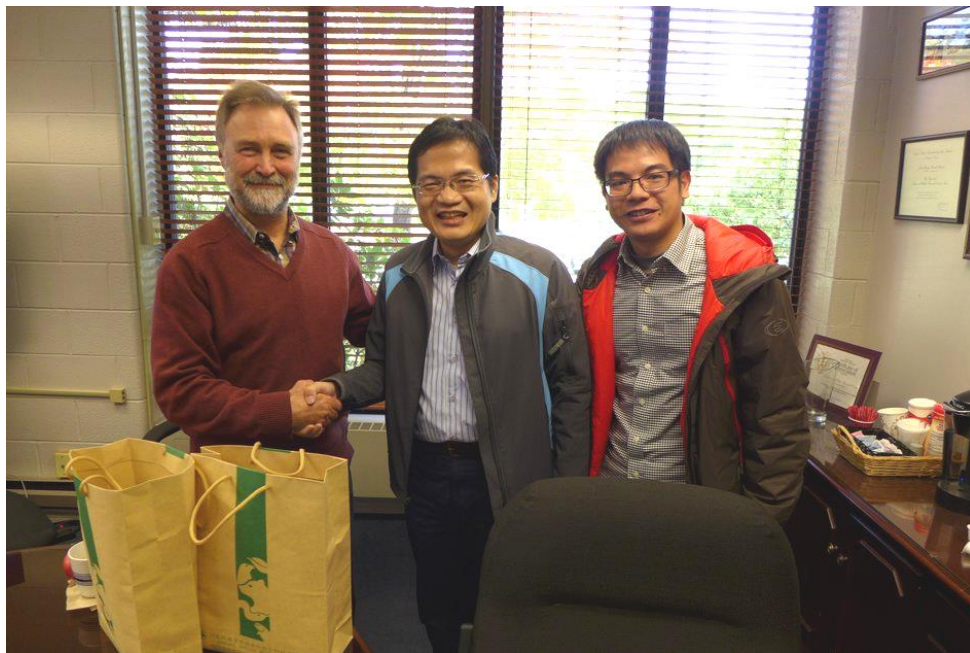
捕食中的獅子和食蟻獸

(二) 參訪 Patuxent 野生動物研究中心及美國 Patuxent 野生動物保護區

1. 美國 Patuxent 野生動物研究中心

美國地質調查局(USGS)的帕圖森野生動物研究中心(Patuxent Wildlife Research In), 目前負責幾項自然資源保育的研究工作, 如水禽評估、野生物棲地、濕地、海岸地帶、生態毒理學、瀕物種、市郊野生物、鳥類遷移、族群分析等, 該中心已發展為管理國家投資與監控計畫, 如國家鳥類繫放中心、鳥類繁殖地監控等計畫。

此次拜會美方由該中心主任 John French 博士主持，並由計畫監督經理 Linda Weir 女士、遷徙鳥類計畫主持人 Diann Prosser 博士陪同。會晤交流中，首先由 John French 主任介紹帕圖森野生動物研究中心及帕圖森野生動物保留區的沿革、發展和正在進行的研究，接著由洪夢祺副研究員介紹特生中心的沿革、組織和近年研究重點；會後由洪副研究員代表特生中心致贈出版品，並由 French 主任親自代表接受；會晤後由該中心鳥類繫放研究室主管 Bruce Peterjohn 先生介紹鳥類繫放研究及繫放資料庫管理。



本中出版品由 PWRC 主任 John French 博士代表接受



Bruce Peterjohn 先生講解不同鳥種腳環之設計、繫放方式與資料建檔

2. 美國 Patuxent 野生動物保護區

Patuxent National Wildlife Refuge 於 1936 年在富蘭克福羅斯福總統的指令下正式運作，此保護區是美國第一個，同時也是唯一一個以支持鳥類研究而成立的保護區。此塊土地被 Patuxent 及小 Patuxent 河所環繞，位於華盛頓 D.C.及馬里蘭州的巴爾地摩之間，保護區目前已從原來的 2,670 公頃擴張到 12,800 公頃，包含之前由 Agriculture and Defence 組織所經營管理的土地，成立至今，此保護區仍秉持透過持續性的研究及修正野生動物經營管理技巧，去保護及保育野生動物及其棲地的信念。此研究型保護區的設立宗旨是透過經營管理策略及手段，為在地的及遷徙性的野生動物保留多樣森林、草地及濕地棲地，營造最多的生物棲息空間；此區的在春天及秋天的遷徙季節中，許多遷徙性的水鳥會到保護區來休息並取食，目前大約紀錄有 270 種鳥種。



帕圖森研究中心人員介紹試驗貓頭鷹之繁殖與飼育(左)、French 主任說明猛禽毒物殘留對基因遺傳影響研究



Charles Shafer 先生講解 whooping crane 野放訓練

本次考察由 John French 主任帶隊，並由計畫監督經理 Linda Weir 女士、遷徙鳥類計畫主持人 Diann Prosser 博士陪同，考察項目包含試驗鳥類繁殖場、猛禽毒物殘留對基因遺傳影響研究、美洲鶴(whooping crane)的繁殖與野放、潛鴨等的遙感監測(remote sensing monitoring)等計畫。



與 Deanna Dawson 博士及 Sara Therrien 博士於海鳥研究區合影

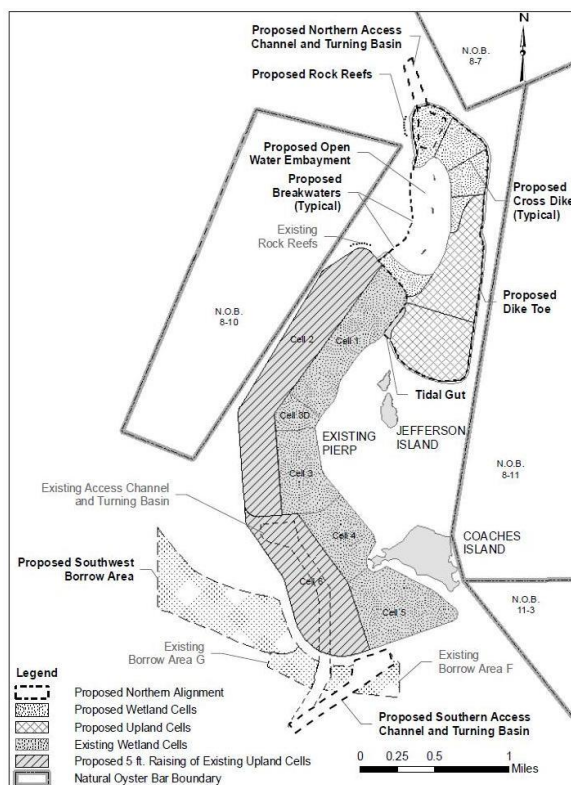
(三) 考察切薩皮克灣復育計畫(Chesapeake Bay Restoration)

美國切薩皮克灣位於美國華府(Washington D.C.)附近，為馬里蘭、維吉尼亞、德拉瓦等州包圍，過去一個世紀以來，由於人口成長、都市開發，切薩皮克灣面臨環境破壞、野生動物銳減、棲地劣化、水質嚴重污染等問題，為了改善切薩皮克灣日益嚴重的環境問題，由聯邦機構(環保署、魚類與野生動物署、工兵團)、地方政府(馬里蘭州與維吉尼亞州的环境部、海岸資源委員會)及民間團體共同成立切薩皮克灣復育計畫，冀以改善環境問題，並復育野生動物棲地，如鹽灘地水鳥棲地復育、牡蠣礁(oyster reef)復育等。

其中鹽灘地水鳥棲地復育計畫由美國工兵團(US Corps of Engineers)與美國地質調查局(USGS)的 Patuxent 野生動物研究中心合作，針對切薩皮克灣內幾處小島鹽灘地，如哈特米勒(Hart-Miller)島、巴布樂(Poplar)島、卡尼(Carney)島等，藉由水位調控、水生植物(submerged aquatic vegetation)復育等，來達成水鳥棲地復育與經營管理之目的。以巴布樂島為例，自 2001 年至 2005 年止，共觀察到 144 種計 20 萬隻水鳥過境，並且，平均每年有 565 對燕鷗(common terns)、48 對雪鷺(snow egret)、5 對牛背鷺(cattle egret)築巢。

此次考察由帕圖森研究中心 Diann Prosser 博士帶隊，美國漁業及野生動物署 Pete

McGowan 博士，以及美國工兵團國際關係室 Judy Reid 主任、生物學家 Mark Mendelsohn 先生陪同，由美國工兵團 Poplar 復育計畫經理 Justin Callahan 工程師簡報該復育計畫之目的、進展及未來工作，並由該計畫工作人員 Robin Armetta 專員負責現地工作解說。



美國巴爾的摩(Baltimore)附近的巴布樂(Poplar)島鹽灘復育計畫範圍圖



Tom Collier 先生說明以無人載具觀察水鳥之進展



Diann Prosser 博士說明族群監測與繫放工作



美國工兵團生物學家 Mark Mendelsohn 先生說明復育規劃



與美國工兵團、魚類及野生動物保護署、帕圖森研究中心人員與巴布勒島合影

(四) 參觀蘇舜泥沼保留區(Suisun Slough Preserve)

蘇舜泥沼保留區擁有美國西岸最大的半鹹水(brackish)草澤，位於舊金山灣的感潮河口區，面積約有 11.6 萬英畝，扮演舊金山灣區防洪的重要角色，也是灣區內重要的遷徙性雁鴨的主要棲地。近年來由於美西受到乾旱影響，區內草澤水域有逐漸內縮且鹽度增加，是否影響遷徙性雁鴨度冬棲息則尚待研究評估。

此次考察美方由西部生態研究中心舊金山灣河口試驗站(San Francisco Bay Estuary Station)主管退休，目前擔任奧杜邦學會科學主管的 John Takekawa 博士帶隊，並學會 Chang-Yang Choi 博士陪同，走訪保留區內水文操作實況。



John Takekawa 博士聽取區內進行之研究



蘇舜泥沼保留區內渡冬雁鴨族群

(五) 拜訪西部生態研究中心(USGS/WERC)

西部生態研究中心(Western Ecological Research Center)隸屬美國地質調查局(USGS)，負責美國太平洋及西南地區之生態研究與監測，涵蓋海岸、潮間帶、沙漠、淺山、凍原等生態系。WERC 目前負責幾項自然資源保育的研究工作，如兩生類研究與監測、生態系研究與評估、環境汙染物、火災生態、全球變遷、北美松雞及其棲地、近海生態、候鳥雷達與衛星追蹤、生物資源狀態與趨勢等，該中心總部設於加州沙加緬度(Sacramento, California)，並設有 Dixon、Santa Cruz、Box Spring、Santa Monica、Yosemite、San Francisco Bay、San Diego、Las Vegas、Pt. Reyes、Sequoia & Kings Canyon、Redwood、Channel Island 等研究站，其中舊金山灣研究站(San Francisco Bay Estuary Field Station)也是舊金山北灣鹽澤復育計畫及南灣鹽灘復育計畫的主要參與者。

此次拜會美方由該中心舊金山灣河口試驗站(San Francisco Bay Estuary Station)主管 Susan de la Cruz 博士主持，並該試驗站生物學家 Lacey Smith 女士、奧杜邦(Aubon)學會 Chang-Yang Choi 博士陪同。會晤交流中，首先由洪夢祺副研究員介紹特生中心的沿革、組織和近年研究重點，接著由黃書彥助理研究員向西部生態研究中心人員簡報七股鹽田水鳥利用之研究。美方則由 Susan de la Cruz 博士介紹舊金山灣河口試驗站正在進行的研究，並由 Lacey Smith 女士介紹南灣鹽田復育的水鳥監測計畫；會後由洪副研究員代表特生中心致贈出版品，並由 Susan de la Cruz 博士代表接受。



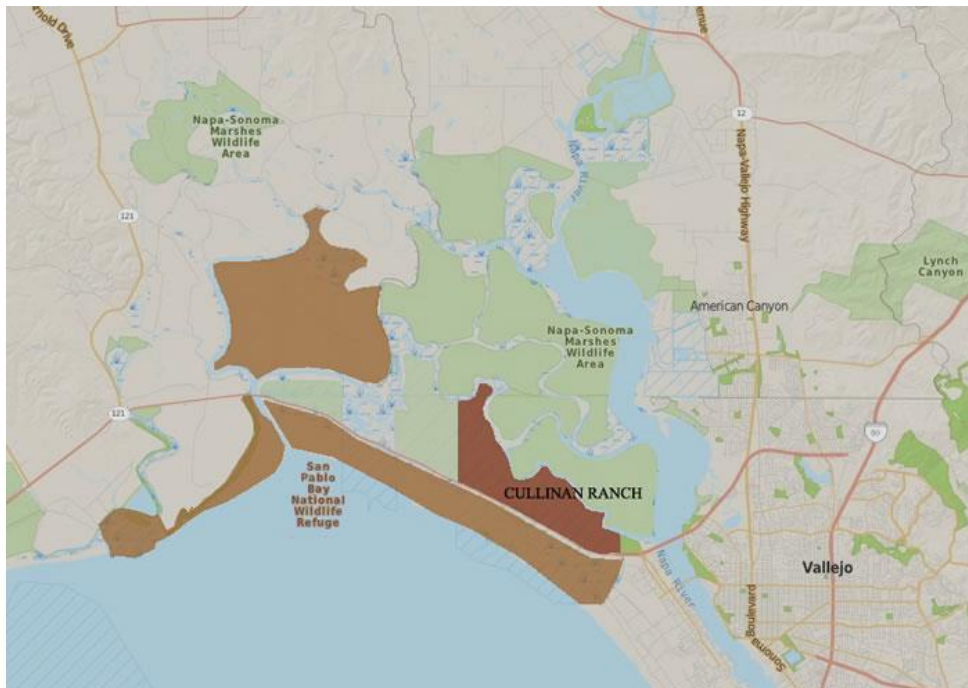
黃書彥助理研究員向西部生態研究中心人員簡報七股鹽田水鳥利用之研究



由洪夢祺副研究員代表致贈本中心出版品

(六) 考察舊金山北灣鹽澤復育計畫(San Pablo Bay Marsh Restoration Project)

舊金山北灣為納帕河河口感潮三角洲，是美國知名的海岸感潮鹽澤(tidal salt marshes)。在過去，河口三角洲約約有 20 萬英畝的濕地，隨著農業開墾與都市開發，這些濕地在築堤、排水後作為農場或鹽田。從 1850 年到 1930 年間，濕地消失了 85%。為了恢復河口三角洲的感潮鹽澤濕地生態系，索拿馬土地信託(Sonoma Land Trust)開始以破堤方式改善水循環，恢復廣大的感潮潮濕地，讓鹽澤生態系重新回到河口三角洲，提供適合野生動物棲息的環境。

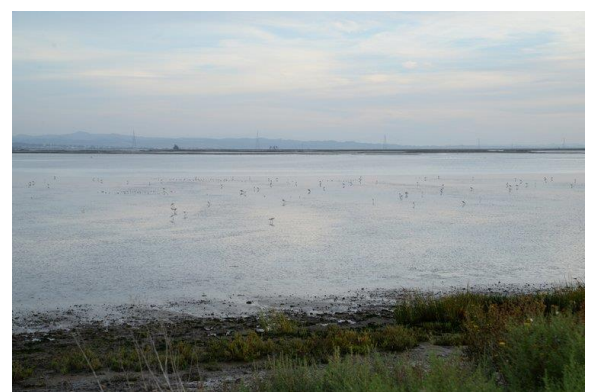


San Pablo Bay 鹽澤野生動物保留區地圖



舊金山北灣鹽澤復育現地考察

此次考察由 Susan de la Cruz 博士帶領，並由 Lacey Smith 與 Tanya Graham 兩位生物學家陪同，搭乘小艇由 Vallejo 碼頭出發，走訪 Culliman Ranch 及 Napa-Sonoma 鹽澤實際觀察復育實況，並交換台美兩地鹽田水鳥監測之心得。

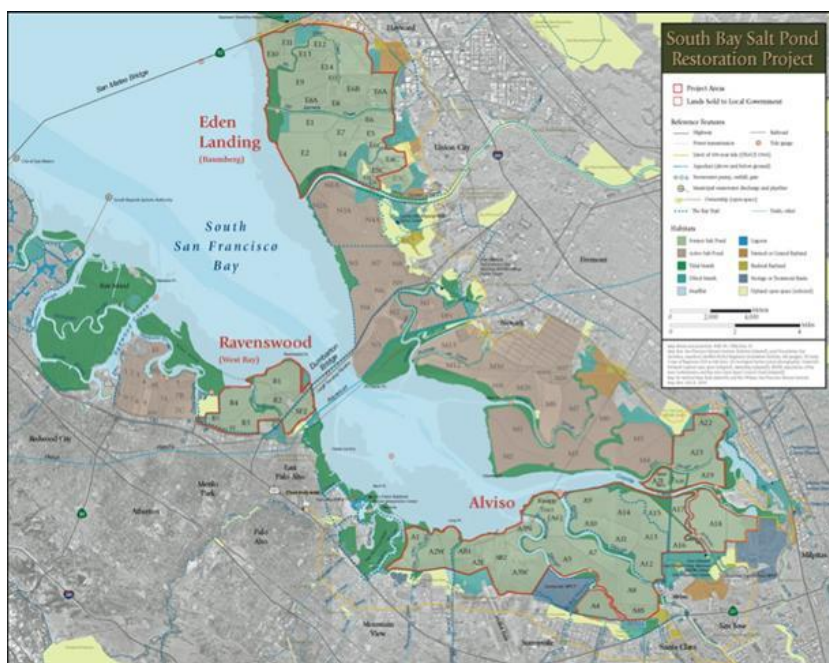


舊金山北灣鹽澤復育現地考察

(七) 考察舊金山南灣鹽灘復育計畫

溼地保育的方式，除了加強保護現有未經破壞的自然溼地、劃設保護區外，溼地復育與再生，也是經常採行的辦法，有鑑於溼地防澇滯洪、淨化汙水、涵養水源、孕育物種的種種功能，主動經營、創造溼地，更是目前世界當前的趨勢。美國舊金山南灣鹽田 (South Bay Salt Pond) 的復育案例，就是一個透過人力介入要求傳統產業退位，讓溼地再生的經典案例。

舊金山南灣鹽灘復育計畫 (South Bay Salt Pond Restoration Project) 是南灣地區土地使用的重要轉捩點，這是美國西岸規模最大的感潮溼地修復計畫，僅次於佛羅里達州的大沼澤地復育。在此之前，鹽業生產依然是舊金山灣區重要的土地使用方式，保護區內仍有極大比例的生產中淺灘鹽田，但這個計畫企圖打開鹽埂、讓潮水重新回到這個區域，以創造更多元的地貌和生態環境，成為更具自然面貌的感潮海岸。在政府機構、環保組織和私人基金會跨部門的通力合作之下，這個前所未有的計畫得以成真。



美國舊金山南灣鹽灘復育分區示意圖

由於計畫規模龐大加上牽涉層面廣泛，加州漁獵部 (the California Department of Fish and Game, DFG)、美國漁業及野生動物管理局 (the U.S. Fish and Wildlife Service, USFWS) 和加州海岸管理委員會 (California State Coastal Conservancy, SCC) 在 2003 年時簽署了合作備忘錄，共同推動南灣鹽田復育計畫。在 2004 到 2008 年的前期規劃中，以復育原生自然環境、增加溼地面積與複雜度、加強洪氾管理、增設公共親水設施為主要目標，並自 2008 年起開始啟動第一階段的復育工作與基礎工程。復育計畫確保了開放空間、水質改善、提供瀕危物種重要棲地、分散洪水流量、避免海岸侵蝕，同時補充地下水，更提供了大眾接近該地區進行環境研究、教育和休閒的管道。

本次考察由南灣鹽田復育計畫之科學協調人 Laura Vallopi 女士帶隊，西部生態研究中心 Susan de la Cruz 博士、生物學家 Lacey Smith、Stacy Moskal 女士陪同，並由南

灣鹽田復育計畫經理 John Bougeois 先生做整體導覽與解說，並由科學協調人 Laura Vallopi 女士說明整體科學研究之規劃與審核。



與加州海岸保護委員會、美國魚類及野生動物保護署、西部生態研究中心人員赴南灣區鹽田復(伊甸生態保留)育現地考察



南灣鹽田復育科學協調人 Laura Vallopi 女士說明 Don Edward 保留區棲地試驗



與西部生態研究中心人員於 Don Edward 保留區合影

三、心得

棲地選擇是生物個體依據先天本能及後天學習行為，對棲地中環境及生物因子及其變化作出的反應。也就是說，生物棲地選擇代表了生物的行為策略、形態限制與環境複雜交互作用下的結果，以有效在棲地中生存及繁殖。鳥類對棲息環境的選擇會經過一連串的抉擇過程，包含鳥類的棲地偏好、棲地訊息的獲得，以及鳥類的選擇行為及生理狀況等等不同因素的影響。一般而言，涉禽偏好棲息於濕草地，而水禽則偏好棲息於水塘，但繁殖期則會在低地草澤活動。

食物資源的多寡往往也是影響鳥類選擇或利用某一區域的重要因素，溼地生態系經常吸引大量的水鳥前來棲息與覓食。溼地的面積大小與棲地因子也是經常影響該地水鳥之種豐富度(richness)和量豐富度(abundance)的重要因素；而平均水深 15-20 公分的溼地具有較高的水鳥物種豐富度。瞭解目標區域內各類型棲地的大小與空間配置，以及每一棲地同功群鳥類與面積之間的關係曲線，才能預估特定類型棲地增減，對該棲地同功群水鳥的影響，也才能提出合理改善目標，並據以進行各類型棲地的空間分布與大小配置之細部規劃。

以上是從鳥類棲地選擇的角度來看棲地改善或復育。然而，不同類型生態系之形成通常是由各種環境因子相互影響而形成，這些環境因子會隨時空變遷，該生態系也會隨之調整改變。若從這個觀點來看，棲地改善或復育之方向，該從指標物種著手，或從環境變遷整體考量，則有待進一步思考。

若從整體環境因子來考量，濕地生態系復育行動須考量環境壓力(pressure)、可量測屬性(attributes measured)、生態過程(ecological processes)以及生態系服務(ecosystem

service)等面向。環境壓力包含颱風、人工渠道、海平面上升(或地層下陷)及淡水水流；可量測屬性包含物種組成、棲地多樣性與連結度、空間延伸、生產力及水文特性；生態過程包含泥沙供給、海岸變遷、降雨及蒸發、海岸鹽度梯度、紅樹林生產力及有機物累積、海岸養分動力、溝渠潮汐動力等；生態系服務則包含野生動物觀賞、遊憩、漁撈及關鍵棲地，以及海岸侵蝕與暴潮防護、碳匯、營養調控與逕流等。

以颱風這個環境壓力來源為例，它生態過程包含從集水區帶來泥沙、波浪與海流的水動力影響海岸的侵淤、颱風帶動海岸潮溝與渠道的水動力條件、而水流帶動營養鹽動態、也間接影響紅樹林的生產力與碳攜存。另外，以海岸鹽度梯度這個生態過程為例，他受到人工渠道水體交換、海平面上升或地層下陷造成的鹽水入侵、河川淡水補充等幾個壓力影響，而這個生態過程的分析與評估，可以從幾個可量測的屬性著手，如物種組成、棲地多樣性與連結、空間延伸、生產力與水文特性等。再以生產力這個可量測的屬性為例，生產力高低受到海岸鹽度梯度、紅樹林生產力與碳攜存、海岸營養鹽動態這三個生態過程控制，而這個可量測屬性也可以用來評估碳匯這個生態系服務功能。

水文條件是河海生態系最重要的自然營造力，對濕地結構與功能之維護極為重要。水文條件會影響許多生物因子，包括土壤厭氧性、養份有效性以及海岸地區之鹽度，此將決定濕地中植物區系及動物區系之發展。因濕地位處陸域及開放型水域之水生生態系統間之過渡性區域，換言之，濕地代表水生生態邊緣之陸生植物及動物，或陸域生態邊緣之水生植物及動物，因此，水文環境條件微小變化亦可能導致生物相明顯改變。濕地保育首重水文型態之維持，包括濕地結構及功能之完整性，一般濕地水文環境須掌握水文週期、水平衡與水位調控等特性，以及透過水文循環與生物相維持濕地水質，並帶動之營養鹽，並透過濕地自我組構過程以形成完整之食物鏈。

四、建議事項

- (一) 帕圖森野生動物研究中心之試驗野生動物取得，為避免影響野生動物族群、或干擾野生動物基因，試驗動物均採取圈養飼育方式取得，可作為國內借鏡。
- (二) 巴布勒島過去一世紀遭受到受到板塊下沉影響，一度消失於切薩皮克灣，而切薩皮克灣因過去兩世紀的農業開發，灣內航道不斷淤積而須定期浚渫，以浚渫底泥作為復育填土材料正好互補，而不用海拋影響海域生態，可作為航運或工程部門結合工程與生態復育之借鏡。
- (三) 舊金山灣北灣草澤復育其主要精神為恢復土地開發前之鹽澤生態系，因為該類型生態系最能適應該地區之氣候與環境。該計畫由加州三角洲保育委員會(California State Delta Conservancy)主管，並由索拿馬土地信託執行，以利用破堤方式讓海水與廢棄鹽田交換，其回歸生態系根本之考量，值得作為國內復育工作之借鏡。惟，

加州並無颶風侵襲之問題，破堤是否適用於台灣，須要水利與保育部門更多的對話與協同研究才能得到答案。

- (四) 南灣鹽田復育計畫中，土地權屬分屬聯邦政府、加州政府、Cargill 公司等不同單位，需有政府部門出面主導、協調、執行，復育工作才能有效推動，因此，該計畫由加州海岸復育委員會主導，由聯邦與加州各機構負責相關工作之研究規劃，並由土地所有人加州漁獵局及美國魚類與野生動物署執行，明確分工、各負權責，復育工作才能有效推動。
- (五) 復育計畫也將牽涉到環境變遷、防洪功能、營造方式以及生態系服務等面向，需要各利害關係人(stakeholders)獲得共識，復育工作才得以推動。南灣鹽田復育每年會定期召開論壇，邀請各利害關係人參與，讓所有人清楚知道整體計畫的方向與進度，若有利害衝突可以互相協調討論，並透過公民參與獲得大眾認同。
- (六) 從整體環境因子來考量，濕地生態系復育行動須考量環境壓力、生態過程以及生態系服務等面向。環境壓力如颱風、人工渠道、海平面上升(或地層下陷)及淡水水流；可量測屬性包含物種組成、棲地多樣性與連結度、空間延伸、生產力及水文特性；生態過程包含泥沙供給、海岸變遷、降雨及蒸發、海岸鹽度梯度、紅樹林生產力及有機物累積、海岸養分動力、溝渠潮汐動力等；生態系服務則包含野生動物觀賞、遊憩、漁撈及關鍵棲地，以及海岸侵蝕與暴潮防護、碳匯、營養調控與逕流等。這些工作需要結合各領域人員共同研究、規劃、執行，在南灣鹽田復育計畫中，復育相關工作如水文循環、生態系食物網、系統代謝、棲地復育、遷徙水鳥監測等項目均同時進行，該計畫並設有科學協調人，可就復育工作所需之科學研究先進行規劃，各項研究進行中若需聯繫、支援，或有衝突抵觸，協調人可即時發揮作用。而每年科學協調人會召集各項研究舉辦論壇共同討論、對話，並且對各計畫做有系統之審查與修正，復育工作才能掌握正確的方向，值得借鏡。
- (七) 復育工作非一蹴可幾，需有長時間的規劃，配合生態系的自然演替才能獲致成效，南灣鹽田復育計畫整體時程有 50 年，復育工作須持續進行，才能配合環境變遷及自然演替機制，做宏觀規劃。