

澎湖南方四島海域 是臺灣的海鮮銀行

Bank of Sea Food Supply to Taiwan from The Southern Penghu Four Islands

鄭明修 中央研究院生物多樣性研究中心

Jeng, Ming-Shiou Biodiversity Research Center, Academia Sinica

2008年因連續海水溫度偏低和強勁東北季風侵襲下，發生澎湖群島百年來罕見寒災，造成海洋生物大量死亡。調查結果發現北部海域生態資源受創最為嚴重，南部較輕。劃設澎湖南方四島海域為禁魚區和海洋保護區(如同海鮮銀行)，成為海洋國家公園範圍，會是漁業資源永續利用的最佳發展策略。

前言

身為澎湖白沙鄉通樑村人，如今從事三十多年的潛水調查海洋生態研究，影響最大莫過於從小在海邊捉槍蝦釣魚，大學暑假期間回澎湖捕小管打工，以及研究所畢業後在澎湖當兩年兵，觀察出大海就是澎湖人的母親，漁業資源的豐饒與否，牽動著澎湖經濟命脈和人口變遷。隨著漁撈技術和漁船設備科技化的提昇，相對漁業資源日漸枯竭，各離島居民人口不斷外流。這十多年來，我不斷對澎湖復育海洋生物資源的策略提出很多建言，也從事在地保育通俗演講，然而成效有限，可能是缺乏契機和危機，因為常言道「危機就是轉機」。不幸的是，極端氣候變遷竟降臨澎湖群島海域，造成百年罕見寒災事件，沒有大魚的海，要如何復育復原呢？終於在很多人的幫忙和危機即轉機的共識中，造就了「澎湖南方四島國家公園」的成立。在全世界保育海洋生態潮流下，劃設海洋保護區已成為復育海洋生物資源的主流共識，我首先提出「海洋保護區即海鮮銀行」的概念，方便對一般民眾宣導永續利用漁業資源的觀念，同時澎湖南方四島的禁魚區所溢出的漁業資源，將

可成為補充臺灣海域水產物種的種原庫，也是挽救臺灣海洋生態資源不致崩毀的第一步有效作為。

寒災的起因

2008年2月初東北季風持續發威，寒流一波接著一波從大陸南下，在澎湖北向的海岸沿線從2月8日(大年初二)開始出現大量被凍死的野生海魚，消息傳開後許多當地居民漏夜撈魚，有人撈到已奄奄一息重



澎湖群島位置圖及其20公尺等深線圖。

達四十多公斤的石斑魚，以一萬元賣給海產店，高興地說有如「老天爺送的紅包」。往年我都回澎湖過農曆年，當年恰巧公務在身不能回去；2月9日(大年初三)我聽到家人從澎湖來電告知，北邊海灘死魚量相當驚人，幾乎每位撿拾民眾都豐收；當天淡水中午氣溫7°C，創下當年入冬以來的最低紀錄，顯然寒流效應使氣溫和強烈東北季風的波浪混合作用正在發威。原本連續一週天氣惡劣，居民根本無法釣魚或出海捕魚，各種海魚的價格在過年時飆漲，沒料到持續低溫，竟然凍死海魚，讓大家免費添菜。爾後連續兩週都有強烈東北季風和寒流不斷報到，因此凍死魚現象持續發生，而且漂到海邊的海魚物種不斷更換，意謂著不耐寒冷的物種先死，隨後較耐低溫的魚類，因天候惡劣和風浪過大，也耐不住飢餓而凍死。這些凍死魚大都可以食用，只是因為飢寒交迫奄奄一息，不得不離開海底棲所，又因為澎湖北部海域平均深度不足二十公尺，游不到深處避寒，被強大風浪由北漂送到岸邊，因此撿拾民眾均在岸邊或著防寒衣到水中撈取，避免魚體沖上岸時遭大浪翻滾導致受損。

澎湖群島位臺灣海峽中段，因地勢平坦和東北季風在臺灣中央山脈阻隔效應，造成9級陣風在冬季常見，甚至可達12級陣風，屬輕度颱風的等級。根據九十多歲的長者所言，約略每三十年澎湖都會發生較嚴重的寒災，從日據時代就有記錄可考，最近的是民國35年和66年二月，如今民國97年亦有發生。因此探究寒災成因有下列四點：

- (一)氣溫偏低13°C以下，造成淺海水溫下降。
- (二)東北季風盛行9級風以上造成大浪。
- (三)惡劣天氣連續時間長達1星期以上。
- (四)澎湖群島20公尺以淺區域寬闊，多淺坪不利魚類游至深處避難。

海洋生態系的崩解

2月22日我與助理3人選擇較避風處的測站風櫃和青灣進行潛水調查和錄影記錄，當時水溫約略13°C，對於我們只穿濕式潛水衣者是十分酷寒，每次潛入水中不到三十分鐘已冷到受不了。發現青灣海域魚群死亡最為嚴重，蛇頭山北海域則有蓴柱珊瑚白化，青灣南部海域軟珊瑚死亡率30%，石珊瑚死亡率亦



澎湖群島北海岸凍死魚滿佈海灘的情形。



美麗軸孔珊瑚在2004年和2008年在同一地點比較，顯示寒災後大規模死亡情形。

達20%。看到海底滿布魚屍和各種無脊椎動物慘狀，內心感到十分難過，潛水好像是在墳場裡尋找可否有活存生物，如此見證海洋生物死亡深感有如浩劫餘生，慘不忍睹。這次寒災在澎湖海域的表水溫記錄分析比往年同期低了約略5度，這波低溫持續了將近3週，根據中央氣象局在澎湖二個海上自動氣象回報器所測得的最低水溫分別為10.8℃和12.4℃。澎湖海洋生物研究中心在青灣水下測得11.7℃，從衛星水溫圖顯示出中國沿岸流南下的範

圍強度增強，連中國海南島中部也受到影響，使得澎湖海域發生了近百年來最嚴重的寒害。然而在虎井水深20公尺處測得水溫約20℃，其淺水處水溫偏低，顯示水深20公尺以內的水溫明顯受到較低氣溫和強烈風浪擾動上下層海水所致，已造成淺海水溫偏低，致使海底珊瑚礁區的珊瑚白化和底棲生物大量死亡。

一般人較常聽到珊瑚白化是因海水溫度上升至32℃以上，致使共生藻離開宿主珊瑚蟲到海水中，珊瑚群體共肉組織透明呈現白色骨骼。若水溫持續高溫將導致珊瑚蟲沒有共生藻行光合作用而挨餓死亡。然而因低溫導致珊瑚白化死亡在臺灣實在罕見，尤其看到很多種珊瑚群體已死亡多日，表面覆蓋很多沉積物，顯然長期低溫造成珊瑚白化死亡才是寒害主因之一，非常值得深入研究探討。

寒災過後在潮間帶與海灘上調查死亡物種，共記錄到魚類210種和27種大型底棲無脊椎動物。澎湖海洋生物研究中心洗宜樂先生調查發現其中有12種魚類首次出現在澎湖海域，還有6種魚可能為新種。很多現地資料是由澎湖馬公國中退休的洪國雄老師進行每日連續性調查，他發現三波段期間拾獲主要魚種有區別：(一)高波(2月8日至13日)：刺河魴、鏢魴、天竺鯛、蝶魚、雀鯛、鸚哥魚、石斑魚、鰻科魚種等。(二)中波(2月14日至16日)：烏尾冬、笛鯛、粗皮鯛、隆頭魚、砂丁(青鱗仔)、皮剝魴、龍占、石狗公等。(三)低波(2月17日至19日)：裸胸鯔、臭肚魚、金鱗魚、青嘴龍占、土魴、鰻(烏魚)、鬚鯛、鑽嘴等。其中有110公斤，長128公分的龍膽石斑魚也耐不住寒



寒害所造成大型魚類漂流至岸邊被民眾拾獲，110公斤龍膽石斑(左上圖)亦不敵低水溫。

冷游出深海，受困淺海而被捕。本人在後寮海灘記錄到一尾鯨豚，但已被分解，只剩頭部。事後統計約有1660噸養殖魚類死亡，重創澎湖水產養殖業者，各養殖魚種的經濟損失約1億8千多萬元；其中以西嶼鄉二崁和竹灣的海鱸養殖8成凍死受災最嚴重，後來經過水產試驗所進行海鱸半致死水溫實驗分析，結果發現海鱸在水溫14℃左右時會不覓食而凍死，確定海鱸屬於熱帶魚種，並不適合在澎湖養殖。

潮間帶所清理的魚屍超過137噸，但仍然有很多處海灘魚屍遍布無法清理，到底澎湖寒災害死了多少魚呢？很多民眾將所拾獲漂流的魚類帶回家中食用，或是出售，或是加工曬成魚乾，更多人是清理後冷凍寄給臺灣的親朋好友享用。推估經由海空運送的冷凍魚，可能高達100噸，其中經由洪國雄老師調查結果，包括宅急便(1000箱)、宅配通(1000箱)、嘉明海運7074箱(2月13日至17日)未確知凍魚數目，其他如郵局和貨運公司所寄出的數量，並無統計資料。若加上海底的魚屍，估計此次寒災凍死魚約三千公噸。

在亞潮帶的潛水調查，發現許多種石珊瑚和軟珊瑚死亡情形也是相當嚴重，從北海的大礮燈塔測站到南海的七美月鯉灣均可見到，確定此次寒害災情對海洋食物鏈造成重大影響。但影響生態資源變動時間仍未結束，從初春的藻類成長異常茂盛(如野生紫菜和養殖紫菜均加倍豐收)，到三月份浮游動物數量大增，四、五月沙蝦產量增多，七、八月蜆蟹類捕獲量大豐收等，這些澎湖群島海洋生態資源量的大轉變告訴了我們許多訊息。從很多物種死亡，棲地



海鱸箱網養殖大量凍死魚清理情形。



潛水調查發現海底凍死魚的情況十分嚴重，因此實際寒害所凍死魚類的數量應該是被低估了。



石珊瑚和軟珊瑚都因低水溫造成珊瑚白化死亡。

破壞，是當地海洋生態系的崩解，然而復原過程可能需要很長的時間，而且需要從其他海域資源補充進來。

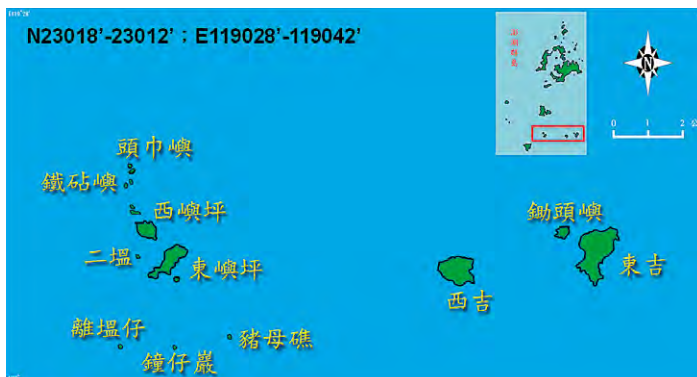
全面展開生態調查研究

對於澎湖海域珊瑚礁與沿海底棲「凍死魚」的生態復育，農委會委請海洋大學進行評估。爾後胡興華副主委召開會議，由漁業署委請李國添校長主持「澎湖海域寒災後海洋生態及漁業資源調查」計畫，共同主持人有蔡萬生、曾建璋、周宏農、戴昌鳳、邵廣昭和本。初期共識採「自然恢復」待一段時間後，再觀察海域生態與魚類族群恢復數量，而且不採用人工復育而「放養魚苗」，以免不知道要放養多少，若放流魚種不慎，即可能造成生態失衡。

經過半年實地潛水探勘澎湖各地海域受寒害影響狀況，初步發現愈往北部影響愈嚴重，南部望安鄉和七美鄉海域則相對較輕微。由於內政部營建署於前一年2007年成立海洋國家公園管理處和東沙環礁

國家公園(第一座海洋型國家公園)，正在規劃臺灣海洋保護區和國家公園位置，因此本人建議臺灣北部海域有北方三島(彭佳嶼、棉花嶼和花瓶嶼)，澎湖群島則以南方四島(東吉島、西吉島、東嶼坪和西嶼坪)海域為最適合，主要優點是：(1)海洋生物多樣性很高。(2)四島現住人口不足50人。(3)長方形海域範圍較容易執法。(4)位於黑潮支流和澎湖海溝旁，海洋生物資源補充位置較佳，是理想的種源庫。在海管處委託計畫下，由本人主持「澎湖南方四島周邊海域生態資源調查」和共同主持人戴昌鳳教授(珊瑚)、陳正平博士(魚類)、王瑋龍教授(藻類)和孟培傑博士(水質分析)等一起展開全面性調查研究，並於2009年12月底完成報告。

在澎湖海域27個測站進行50公尺穿越線調查，若以生物地理分佈角度看本次調查結果，將澎湖海域區分為三區，以澎湖南海海域物種種類出現最高，北海次之，最低則為內海。珊瑚的平均覆蓋率：北海測站為18.1%、內海測站為19.5%、南海測站為



建議澎湖南方四島海域劃設成海洋型國家公園。



東吉島是未來國家公園設置管理站的最佳處所。

43.1%。若將珊瑚覆蓋率加上死亡珊瑚覆蓋率，發現北海測站死亡與存活珊瑚平均覆蓋率為69.4%、內海測站為37.7%、南海測站為71.6%。澎湖內海可能因為人為干擾因素，大多數海域珊瑚覆蓋率已經很低，澎湖北海與南海海域有較高的珊瑚覆蓋率；寒災影響最為嚴重者，則以澎湖北海受到的影響較大。顯然在澎湖南海有較高的珊瑚覆蓋率，且受寒災的影響較小。

澎湖海域寒災並非首次發生，現今全球環境變遷明顯，地球氣溫振幅加大，未來極端氣候所造成的事件重演機會很高，調查中發現受影響嚴重的物種，多為廣泛分佈的種類，可能有機會靠著自然恢復力復原。目前澎湖海域仍處於脆弱的復原期，根據調查後的評估，建議於澎湖南海設立保護區，由於該海域受寒害影響較小，可作為周邊海域的種原庫，有助於澎湖海域海洋生物資源的永續利用。

曾被遺忘的澎湖南方四島

澎湖南側有水深不及25公尺的臺灣淺灘，東吉嶼東側是水深100到200公尺深的澎湖水道，海底地形向南開展並加深，因季風與洋流作用下，經常波濤洶湧，即是俗稱的「黑水溝」。在澎湖習慣以望安港道分隔，分別稱為南海和北海，南海分別有望安、七美兩個鄉，南方四島（東嶼坪、西嶼坪、東吉嶼、西吉嶼）屬於望安鄉，居民少，漁業作業也較少。望安嶼和七美島是澎湖南海的兩大島嶼，有較多的遊客（在總量上仍遠小於本島與北海遊客數）於夏季時造訪。較小的南方四島，過去在漁業發達時有較多的

居民在島上定居，如東吉嶼在民國初年時曾有「小上海」的美稱，最多時曾有3000多人居住於島上，但目前僅存30餘人居住；西吉嶼在民國67年7月1日遷村後已無居民定居，現為澎湖縣最大的無人島，僅偶有釣客上島於沿岸釣魚。因澎湖南方四島地處偏僻且無固定交通船可達，四島旅遊活動因交通不便，除少數釣客或潛水客外，很少有遊客造訪，如同被人遺忘的島嶼。

澎湖南海的水溫適宜，而且淺海地質大多為玄武岩，底質堅硬且適合珊瑚生長，不論是石珊瑚或軟珊瑚在澎湖南海的分布皆十分廣泛。除此之外，澎湖南海諸島的地勢平坦，潮間帶寬廣，海底深度下降平緩，有些地區自海岸向外延伸超過十公里都是適合珊瑚生長環境，因此珊瑚及其形成的珊瑚礁，可說是澎湖海域生態系的基石。長久以來，珊瑚和澎湖居民的生活即有密切的關連，澎湖海域豐富的漁產即有賴於發達的珊瑚礁生態系所賜，除此之外，也吸引了海豚常在夏季鯷魚期及冬季鯖魚盛漁期，洄游於澎湖南方海域附近；傳統的澎湖房舍建築多以「硓砵石」為建材，也就是石珊瑚骨骼生成的珊瑚礁組成；此外，澎湖各地菜園農作區常見的擋風牆，也多以珊瑚礁塊所砌成。

根據文獻資料顯示澎湖南方海域諸島在地景地質、海洋資源保育、人文史蹟、觀光資源等，各項條件都具有設立海洋國家公園的特殊性，南方海域人口稀少，若劃設為海洋國家公園後，更具有進一步劃設為海洋保護區的天然條件。大部分海洋生物，尤其是魚類以及無脊椎動物具有浮游期的幼生階段，唯

可擴散漂浮距離與不同種類、生存環境及長短不同的幼生期有密切關係；許多魚類具有較強的運動能力，棲息的環境並不侷限於某一區域，因此擴散距離與運動能力成為海洋保護區劃設範圍重要的參考依據。另外，現階段海洋保護區的設立，已從先前單一點的設立，發展至網狀保護區，甚至是禁捕的海洋保護區(No Take Marine Protected Area)，主要也是利用海洋生物具浮游幼生的特性，使得禁捕區內的物種得以擴散至外面，成為良好的種原保護作用，

並得以維護該區域的物種多樣性。

經過調查澎湖南方四島是臺灣地區珊瑚礁健康狀況最佳且最值得保育的區域，目前共記錄到海洋生物種類如下：

- (1) 魚類有39科203種，當中有28種未曾於《澎湖產魚類名錄》中出現，應為澎湖新記錄魚種，且均屬於熱帶珊瑚礁魚類。澎湖南海四島的魚類，種類總數明顯高於澎湖其他海域。東吉是年度調查到魚種數最高(145種)的海域。



南方四島珊瑚礁生態系健康情況是全臺灣最佳，值得優先保護。

- (2) 石珊瑚類共記錄12科35屬133種，八放珊瑚類2科7屬19種，水螅珊瑚類1科1屬2種。各測站的珊瑚物種數在58~120種之間，顯示澎湖南方四島的珊瑚物種多樣性相當高。
- (3) 大型底棲無脊椎動物部分，共記錄到軟體動物29科64種、棘皮動物12科24種、甲殼類動物8科22種，物種數最高的測站為東吉嶼，共記錄28種。
- (4) 藻類資源調查共記錄71個物種，分別為，海草1種、藍綠藻3種、綠藻29種、褐藻13種、紅藻25

種。四個樣點中以東嶼坪的海藻種類數最多，有43種；西嶼坪最少，有24種。

- (5) 水質分析結果顯示平均鹽度以五月較高；各站次之pH測值及溶氧之測值均合乎甲類海域地面水體水質標準；較深層海水之溶氧量及溶氧飽和度有下降之趨勢；濁度分析結果顯示其測值平均值皆低；整體而言，澎湖南方東嶼坪、西嶼坪、東吉嶼、西吉嶼四島附近海域之水體水質並未遭受明顯之人為污染現象。



南方四島海域水質清澈，珊瑚礁生物多樣性高，是最佳種原庫。

西吉島海域棘冠海星的大爆發

珊瑚礁海域中的棘冠海星密度多少時才算是大爆發呢？一般認為珊瑚覆蓋率超過50%的健康珊瑚海域，每10,000平方公尺可以供養20-30隻棘冠海星，如果數量再增加可能對該區域的珊瑚不利，若是長期監測觀察的研究，當數量超過30隻時就應該注意有爆發的可能。臺灣過去的調查中未曾記錄過有棘冠海星大爆發的現象，根據本人於2010年6月在澎湖南海西吉海域進行珊瑚礁總體檢調查，發現棘冠海星的數量遠高於過去幾年的監測調查記錄，穿越線調查(50m×4m)中數量最多的高達10隻，相當於10,000平方公尺有500隻，已經達到大爆發的等級。

棘冠海星以活體石珊瑚的珊瑚蟲為食，一隻成體的棘冠海星每年可以啃食掉6平方公尺的珊瑚，對珊

瑚礁海域的珊瑚產生很大的衝擊，而且飽食的棘冠海星可以利用所儲存的能量，在飢餓狀態下存活6個月，加上本身絕佳的防禦機制與並不多見的天敵，成體的棘冠海星幾乎很難被「移除」。因此澳洲大堡礁、琉球、關島等海域都曾經發生過棘冠海星大爆發的事件，導致大範圍的珊瑚死亡，造成當地珊瑚礁生態系的崩毀，需要人力移除棘冠海星才能復原。

根據國外的長期監測調查報告，發現棘冠海星有週期性爆發的現象，其個體需要2-3年到達成熟階段，成熟的個體每年可以產下4-6千萬個卵，並持續存活5-7年。就棘冠海星的生殖能力而言，小族群即具有大量增生的潛力，目前推測造成族群個體大量增生的原因，除了自然的週期性變動外，可能的原因有二：第一為天敵的消失，大法螺已知是棘冠海



恢復澎湖海洋漁業生態資源，有賴禁魚區落實執法管理。

星最主要的天敵，另外油彩臘膜蝦、蘇眉魚(龍王鯛)等都會吃較小個體的棘冠海星，而浮游幼生時期的棘冠海星更是許多珊瑚礁魚類的食物；若是這些能抑制棘冠海星數量的物種減少時，即可能造成棘冠海星數量的相對增加。第二是人類對海洋的污染，含豐富營養鹽的水流入海中，造成微細藻類的大量增生，也提供棘冠海星幼生時期足夠的食物來源，有機會讓大量的棘冠海星長成成體。因此在澎湖所發生百年罕見的寒災事件，海水溫度驟降，造成大量野生魚類及養殖魚類死亡，甚至淺海珊瑚亦遭受嚴重衝擊白化死亡，許多海域珊瑚覆蓋率降低，藻類大量增生，是否提供棘冠海星大量繁衍的條件，值得進一步探究。2011年臺灣珊瑚礁學會舉辦「突棘行動」中，在西吉島進行移除棘冠海星，共計一百隻，有多數個體其體盤長可達40公分；第三年2013年活動中捕捉到191隻，惟個體所採獲體型有逐漸變小的現象。

成立國家公園邁向自然永續

2014年6月8日國際海洋日，行政院核定內政部公告「澎湖南方四島海洋國家公園計畫」成為臺灣第九座國家公園，總面積35,843公頃，包括東吉嶼、西吉嶼、東嶼坪嶼、西嶼坪嶼及周邊小島之頭巾、鐵砧、二塹、香爐、鋤頭嶼、豬母礁、鐘仔、柴坎塹與離塹仔等島礁。並將海域和陸域劃分成海域生態保護區、特別景觀區、海域特別景觀區、海域遊憩區、一般管制區與海域一般管制區等6區。澎湖縣政府亦於前年劃設禁漁區，並且於2010年公告大法螺為禁採物種，



東嶼坪有健康的珊瑚礁生態景觀，是吸引很多浮潛客進行生態旅遊的最佳海域遊憩點。

將有效保護當地海洋生態資源，未來妥善管理海域觀光產業，秉持「吃魚只能一次使用，賞魚可以無限次」的永續原則，才能救援和復育已遭受破壞的珊瑚礁生態系。

建議由政府劃設海洋保護區已是全球海洋保育的共識與行動，各國政府間已意識到海洋保護區的重要性，而且各國臨海面積都要有20-30%被劃入「嚴格保護區」，海洋生物資源才能永續利用。最後，藉由收費或收稅制度(如環保稅、浮潛稅、潛水稅等)來回饋當地社區的經濟收入，創造海洋保育與經濟雙贏的海洋資源永續發展。畢竟澎湖南方四島海域珊瑚礁海底景觀和生態資源的潛力無窮，若能引進良好、有效的經營管理方法，確實執行海域保護措施，如此一來海洋保護區就如同海鮮銀行產生利息，每年不斷有魚源溢出效應，將有助於臺灣海洋生態資源恢復生機。

