氣候變遷與經濟魚類的永續經營

Climate Change and Sustainable Fishery

徐承堉　責任漁業指標創辦人
Hsu, Chen-Yu　Founder, Responsible Fisheries Index

2019年臺灣博物館第4年辦理永續年夜飯的活動，年夜飯是一年成果的展現、也是來年期望的投射，海鮮更是年夜飯的重要主題。但是餐桌上的海鮮正緩慢地受到氣候變遷巨大的影響，本文對活動論壇中討論到的觀念及產生的行動作延伸的介紹。

前言

海鮮對於生活在陸上的人類而言，是相對珍貴的食物，因此是所有值得慶祝的場合不可或缺的美食；「魚」跟「餘」的諧音又可以帶來年節的好兆頭，更加深了海鮮在年節的地位。但是過年大家朗朗上口的「年年有魚(餘)」正悄悄隨著氣候變遷而改變，這不只改變了年夜飯的海鮮菜餚，其實也改變了一整年的海鮮食用習慣；更不只改變了吃魚的人，也改變了生產海鮮的人。讓我們來看看氣候怎麼影響了餐桌上的海鮮料理？我們又該如何因應？

氣候變遷對生物的影響

根據聯合國下政府間氣候變遷委員會(IPCC)於2013年公布的第五次評估報告，從西元1880年開始到2012年期間，全球地表平均溫度大約上升攝氏0.85度，全球暖化現象尤其自20世紀中期後越趨明顯(圖1)，例如，大氣和海洋變暖、積雪和冰蓋減少、海平面上升、溫室氣體濃度增加等，科學家更觀測到許多過去數十到數千年都未曾發生過的環境變化。

地球的氣候變遷受許多因素影響[1]，包括太陽輻射的強度、地球公轉離太陽的距離及黃道面角度的變化、自轉的速度等數以百萬年的長期變化，以及火山爆發以及人類活動這些較短期的影響。這些因素改變影響了地球的氣溫高低、海溫高低、降雨量、海平面高度、洋流強弱及路徑……等，暖化及極端氣候這些大環境的改變，進而影響了提供海洋生命滋長基礎的水中無機質數量及成份以及酸鹼

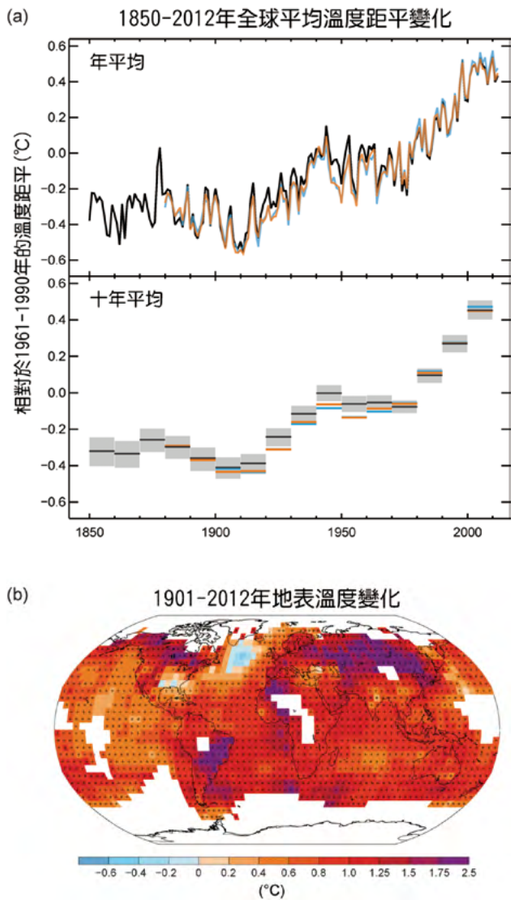

圖1 以1961-1990年期間資料平均值為基準，自1850至2012每年(上圖)全球平均溫度和基準的差距，與(下圖)每10年的平均值和基準值的差距。不同顏色線條表示不同的資料來源，黑色為英國氣象局，橘色為美國國家海洋與大氣總署，藍色為美國國家太空總署，灰色陰影代表黑色線條的不確定性估計
(圖片來源：IPCC第1工作組第5次評估報告決策者摘要圖，擷取自中央氣象局網站)

[1] https://climate.nasa.gov/

值等攸關海洋食物鏈組成的生態系，這些生態系提供海洋生物生存適當的環境，變溫的非哺乳類海洋生物從卵的孵化開始就直接由環境來養育，它們的洄游、成長、食物相都直接受到這些生態系改變的影響等，因此海洋資源受到氣候變遷的影響巨大！

這些改變雖然有許多來自地球的外在因素及地球本身的變化，但是科學家普遍認為從西元1880年開始到2012年期間，全球地表平均溫度大約上升攝氏0.85度的主因是人為的。人口快速增加、大量活動以及大量的利用化石能源都產生了大量的溫室氣體，這些大量產生的溫室氣體超過大自然可以去化的數量所以導致氣候直線暖化。

海洋佔地表7成的面積，從南北二極到赤道、從水表到水底有著差異極巨大的水溫及壓力，孕育極度多樣化且大量的物種，來適應這些不同的環境。因應環境巨大差異而高度演化的海洋生物也對環境極度敏感，海水溫度些微的改變都會對物種造成巨大的影響。

海洋中胎生的生物極少，大部分卵生的生物皆仰賴特定的環境溫度才能孵化，孵化出來的物種又極少有親代的照顧、必需在正確的環境中攝食特定的餌料，因此可以說海洋生物與陸上生物極大的差異在於海洋絕大部分的生物是由大自然(mother nature)所孵化、哺育的。

海洋中雖然有定棲型的生物，但是洄游型的生物族群數量更多，這些洄游型的生物遷徙範圍極大，對生態系影響的範圍也很巨大，因此環境變遷對海洋生物的影響遠大於許多人的想像。

氣候變遷對臺灣漁業的影響

臺灣70萬平方公里的海域佔世界海洋不到0.5%的面積，但是臺灣有多樣的海洋生態系，海域生物種類極多，有全球10%的海洋物種[2]。靠山吃山、靠海吃海，也因此臺灣每人每年食用海鮮的數量比

表1 年均每人每年海鮮消費量(單位:公斤)

地區/年度	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
臺灣	28.89	29.99	32.97	35.5	35.41
世界	20.23	20.61	20.84	21.28	21.03

資料來源:FAOSTAT

圖2 臺灣海域生態系分布(林幸助提供[3])

世界平均值多50%以上。雖然近年來進口海鮮數量快速增加，但是臺灣捕撈及養殖的海鮮仍是在地消費的主力。氣候變遷除了暖化之外，極端氣候也帶來臺灣海鮮供應巨大的衝擊。

臺灣東岸屬於黑潮流域的大洋生態系，這個大洋生態系的主要經濟魚種有沿岸中層鎖管及白帶魚，近海表層的中階魚類如飛魚、鯖魚、鰹魚及大型的高階跨界洄游的鰹魚、鮪魚、鮪魚、旗魚及鯊魚這些海洋魚類為代表。這些海鮮受到黑潮變化的影響極大，黑潮帶來的湧升流是形成臺灣東北漁場的主要原因，但是黑潮強度及路徑受暖化影響改變，對沿近海漁業資源造成直接且不易預期的衝擊！

臺灣西岸冬天主要受到來自北方的中國沿岸流影響，夏天則受到來自南方的南中國暖流這2個沿岸流的影響，以及黑潮支流進入南臺灣海峽強度的影響。在臺灣西南岸也是因為海洋由南而北形成由深而淺的臺灣灘，在這些洋流的帶動下，澎湖南方到高雄一帶形成另一個湧升流的大漁場，這個漁場的海鮮則受水溫的影響而有不同。早年南臺灣就有不同海鮮喜好的排名，充分反應臺灣海鮮受到水溫變化的影響而有不同：

夏天：一石斑、二龍占、三加鱲、四嘉誌。

冬天：一土魠、二白腹、三加鱲、四大耳。

[2] 臺灣是海洋生物多樣性之島 http://fishdb.sinica.edu.tw/chi/article/a39.php
[3] 氣候變遷對臺灣海洋的影響 https://www.natgeomedia.com/news/ngnews/13860?fbclid=IwAR18JlFqwHNSPVtNr_9La-2c9gxVkPnJ_Ij7hRfP0WJ9uUb9I_a0pw_LLjQ

近年來水產養殖逐漸成為臺灣海鮮供應的主力，由於臺灣南北的氣候不同，因此南北養殖的物種也有明顯的不同。其中最有代表性的就是鱸魚的養殖；在嘉義以北氣溫較冷的地區以七星鱸魚為主要養殖魚種，而臺南以南則以喜歡高溫的金目鱸為主。

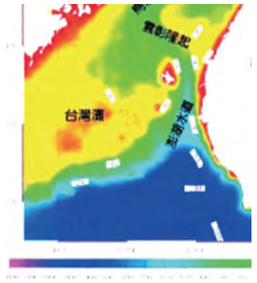

圖3 臺灣海峽地形圖(李國添提供)

另一個例子是早年臺灣作為養蝦王國時，較冷的宜蘭就以斑節蝦為主力，而高屏區就以草蝦為主力。隨著全球暖化，臺灣不管是捕撈魚種還是養殖魚種的養殖區域都明顯由南向北延伸，而比較不耐熱的物種也漸漸離臺灣而去。

氣候變遷對烏魚的影響

對臺灣漁業歷史來說，烏魚是最重要的一尾魚；臺灣早期大量漢移民，便是在明朝因捕捉烏魚而來，是當時最重要的經濟物種，來自烏魚的稅收也是管理者重要的稅收項目。先民以烏魚為重要的糧食，留下許多吃烏魚、捕烏魚的諺語，是臺灣海洋文化重要的環節。日本時代日本人帶來今天烏魚子的製作方式及市場，大幅提升了烏魚的價值，更成為漁村過年前重要的收入！

每年冬至前後嘉義臺南之間海域水溫降到最適合烏魚繁殖的20℃時，來自中國福建沿岸的烏魚就會固定游來報到產卵，因此被稱為「信魚」。產下的烏魚卵順利孵化之後，又可以在這片食物豐盛的海域成長，再於夏初隨海流往北回到福建外海。但是在2006年後，烏魚失信了！臺灣海中找不到冬天來產卵的烏魚，養殖漁民因此開始大量在漁塭養殖烏魚。我們不知道這個資源出了什麼事？

後來漁民們逐漸發現其實烏魚還是有來臺灣，只是它們不再像以往那樣群聚；而且魚群們很少到過去的產卵場，而是停留在水溫較合適的臺灣北部海域甚至游到宜蘭海域去了。在漁民改變捕撈的地點及捕撈方式之後，野生烏魚的漁獲量又重新增加。

在野生烏魚消失的這段時間，許多學者投入對烏魚資源的研究，於是對最能代表臺灣的烏魚有了更多的認識，因此後來能重新迎回這尾臺灣魚！這幾年烏魚發生了什麼變化呢？經過多年研究，學者發現受到暖化的影響，來自北方的烏魚洄游路線明顯北移了，而且傳統的產卵場由於水溫高於適合產卵的18-20℃，導致烏魚不再如過去大量群聚。漁民有一段時間沒能掌握這些變化而捕不到烏魚，但是臺灣漁民很快的調整方法，改到臺灣北部海域，同時改用「刺網」來圍捕比較分散的魚群而增加漁獲。

表2 鱸魚養殖變化(資料來源:漁產品全球資訊網[4])

表3 2003-2017烏魚產量(資料來源:臺灣漁業統計年報)

[4] https://efish.fa.gov.tw/efish/

學者[5]透過DNA比對及耳石分析也知道了臺灣烏魚有3個隱蔽種[6]：北方洄游的烏魚(中國北方種NWP1)、在地烏(黑潮種NWP2)和南方洄游烏(中國南海種NWP3)，以及它們的分佈和繁殖狀況。

過去臺灣烏魚捕獲主要為中國北方種，隨著海洋的暖化逐漸不再洄游來臺灣，因此黑潮種就變得相對重要，而來自南方的中國南海種族群也可能隨著水溫北移，大大改變了臺灣烏魚漁業的樣貌，未來烏魚的資源更需要大家的重視，我們急需採行的措施有：

一、在每年「中國北方種」來產卵時確實保護臺南高雄間的烏魚優良產卵場，以烏魚強大的繁殖能力來看，只要能有效讓小部分烏魚成功產卵孵化應該可以提供北方種烏魚足夠的資源補充量。

二、在每年12月到隔年3月的「黑潮種」及「中國南海種」魚苗成長期，提供足夠的河口棲地，使魚苗得到足夠的保護，因此期間同時為鰻苗的捕撈季，避免烏魚苗在捕鰻時被誤捕。

三、繼續加強對烏魚資源的研究，目前對烏魚資源的認識還很不足，有了對烏魚更完整的認識才可能建立真正可永續的資源利用方式。

後記—海鮮教育從生活作起

現階段我們對海洋資源還不夠認識，資源又持續受到許多外在的影響而產生改變，未來餐桌上的海鮮顯然會跟以前有很大不同。年節料理到底該如何選擇可永續的海鮮，才能真正的「年年有魚」呢？今年臺博館特別選擇臺灣沿海產量最大的鯖魚作為這次永續年夜飯的海鮮代表。

鯖魚在臺灣已經進行長達十年的資源調查，也開始了漁業資源的管理，在進行管理之後，資源開始有增加的趨勢。但是漁業資源管理需要有大眾的認同才可能有效落實，因此活動選擇了最肥美的冬季鯖魚作為今年的主角來介紹給民眾。為了推廣鯖魚，我們特別安排了來自蘇澳岳明國小的小朋友來臺北跟大人們介紹這尾家鄉的魚。

這些小朋友不只是來自鯖魚的故鄉，他們還有一項厲害的技能：可以不需要大人的協助自己吃一尾有完整魚刺的鯖魚！由於現代化社會分工及快速的步調，已經改變了人們利用海鮮的方式，也改變了吃魚的習慣。在過去看起來不需要被教導的食魚技能，就好像地球的環境變遷一樣，隨著時間悄悄改變了！當我們吃到的是已經分切甚至不知名的大塊魚肉時，我們對海洋已漸漸疏離。

為了把在地可永續的海鮮帶回大家的生活中，湧升海洋在2018年底開始跟岳明國小一起推動全校的食魚教育。這個計畫不只是在營養午餐中吃吃海鮮而已，更將這些海鮮的各種生態、資源、生產、管理等知識傳遞給未來要跟海洋共生的新世代。在今年永續年夜飯活動現場可以看到他們參與這個課程的努力，感受到這一股未來的力量。氣候變遷未來會給地球帶來什麼樣的變化我們沒有辦法預知，但是加強正確海洋知識的教育、培養勇於創新及面對未來的海洋精神、是我們可以預作的準備！

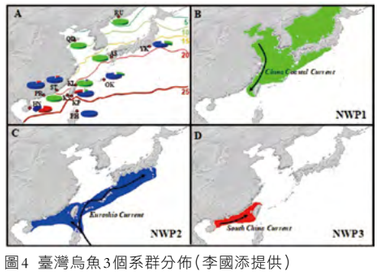

圖4 臺灣烏魚3個系群分佈(李國添提供)

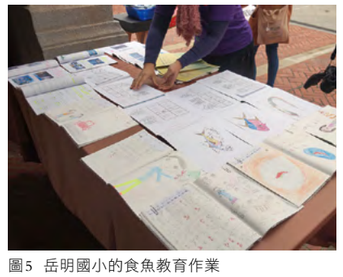
圖5 岳明國小的食魚教育作業

圖6 岳明國小參與永續年夜飯活動

[5] 李國添2016, Impacts and Adaptations of Climate Change on Gray Mullet (Magil cephalus L.) Fishery in the eastern Taiwan Strait
[6] 粘育苓2016, 臺灣三個隱蔽種烏魚苗之時空分布及其初期生活史