

澎湖海洋生態復育與栽培漁業展望

李國添 國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學系講座教授

摘要

澎湖之沿、近海漁業具有不需水土資源、低污染、水產豐富等特點，是最適合發展「藍色經濟產業」的地方。其獨特之水文地質條件，不但是洄游性浮魚與底魚之良好棲地，加上熱帶、亞熱帶水域特性、各島缺乏高山屏障，又在東北季風及颱風交互衝擊下，使狹長的海岸線發展出風貌有異於臺灣南部的珊瑚礁生態系。以目前的科技研究成果，已可進行黃錫鯛、嘉鱻、青嘴龍占、瑪拉巴石斑、銀塔鐘螺、鳳螺、九孔、夜光蝶螺、班節蝦、遠海梭子蟹、善泳蟳、海膽、龍蝦、造礁珊瑚、砵磔貝等健康種苗的生產。如能放流，輔以棲地復育、營造豐饒生長環境，再透過管理進行永續漁業發展，並配合現代化行銷澎湖特色產業與建構熱帶、亞熱帶生物科技園區等，將澎湖之地方文化、產業與人文景觀特色巧妙結合與規劃，期望能使澎湖成為「與海洋共生、慢活適居、風情漁村、旅遊聖地」之特色群島。

關鍵詞：生態復育、藍色經濟、永續漁業、栽培漁業

壹、天然條件與背景

如圖 1 所示，澎湖群島擁有 64 個大小不同之島嶼，且位於澎湖西南端的南臺灣海峽，其深度僅 20 公尺左右，俗稱「臺灣灘」，讓隨西南季風北上之南海海流爬昇而形成湧昇流；其北端則是由彰化、雲林海岸向西北延伸約達海峽中線附近，水深 40 公尺以淺之隆起地形，俗稱「雲彰隆起」。

而澎湖東方海域，水深由雲彰隆起南端之 60 公尺，往南深度快速增加到 100、200 公尺，水道亦變寬，形成喇叭型水道。此水道經年有黑潮支流經過，其由南往北水道漸深，再沿隆起南端流向烏坵凹陷，水流急，水色深藍，自古被稱為黑水溝，其帶來之黑潮支流盤踞於澎湖之北部；另一方面冬季強勁之東北季風的吹拂下，低溫、低鹽、高混濁度之中國大陸沿岸流向南擴張、挺進至臺灣北部海域，但受阻於有如澎

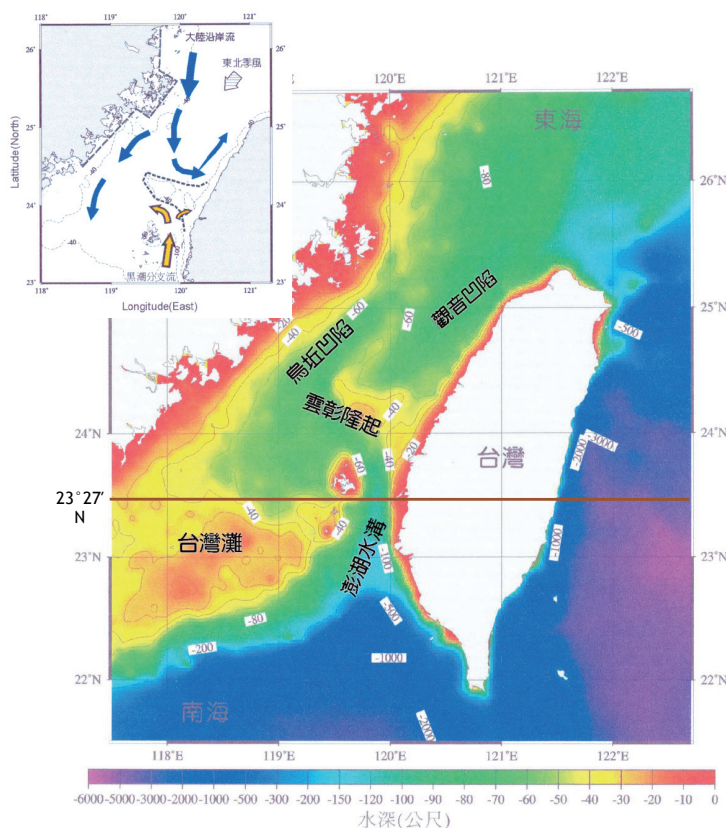
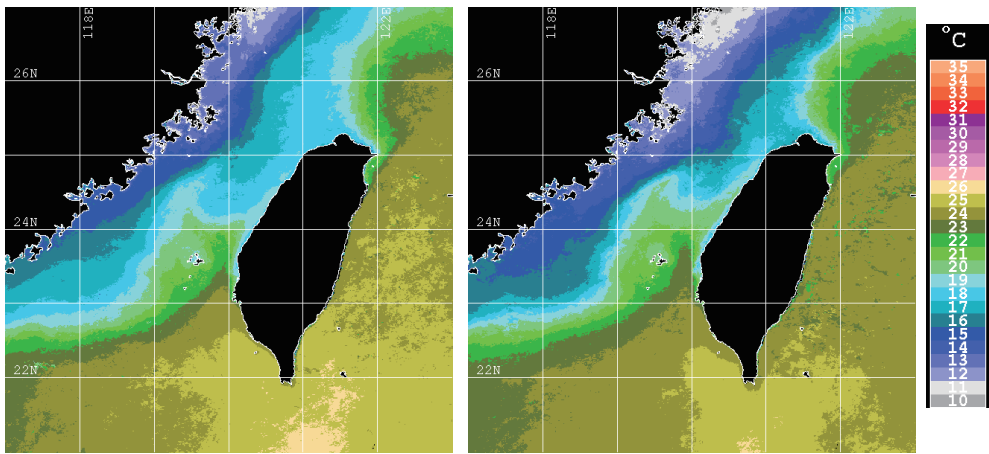


圖 1 臺灣海峽週邊海域水深分布圖與冬季洋流、季風示意

資料來源：田辺義貴氏，2008。（改自詹森，2002；李國添，2008）

湖護城牆般的雲彰隆起，及此南端 60 公尺水道的黑潮支流水，不易向南入侵澎湖水域（Chang Y. et al., 2013; Chang Yi et al., 2009; 李國添，2008），並在雲彰隆起處形成明顯的冷暖流鋒面（如圖 2 所示）。此一水文特徵，讓澎湖水域即使在 1、2 月分，即最冷之冬季的平均表水溫也有 22 度左右，也使澎湖水域成為臺灣西部水域特有之珊瑚礁生態系；加上澎湖海岸線長達 320 公里，有眾多灣澳，水質良好未受工業污染外，其海底地形與底質蘊含天然岩礁、珊瑚礁、碎珊瑚、沙泥及巨石礫等，此一獨特的溫、

鹽、流、深以及地形地貌，讓澎湖群島週邊海域成為微棲地的環境水域，適合多樣性的魚、介貝類與藻類之繁衍滋長，以及幼魚、成魚棲息與庇護，其生態機能特性可謂相當的高。澎湖居民有鑑於島上缺乏高山屏障，且東北季風、夏季颱風交替衝擊下，發展出豐饒的多樣性海洋資源來支撐此地多種多樣的沿、近海漁業，截至目前約有 2 萬人左右從事漁業與養殖業維持生計。加上澎湖縣政府大力發展以「群島海洋生態旅遊為主之海洋觀光遊憩活動」，使澎湖成為「與海洋共生、慢活適居、風情漁村」之特色島嶼。



2013-2017年1月平均水溫

2013-2017年2月平均水溫

圖 2 臺灣海峽及澎湖周邊水域 1、2 月份平均水溫分布圖

資料來源：國立臺灣海洋大學聲光遙測研究室整理

為什麼要人工放流？

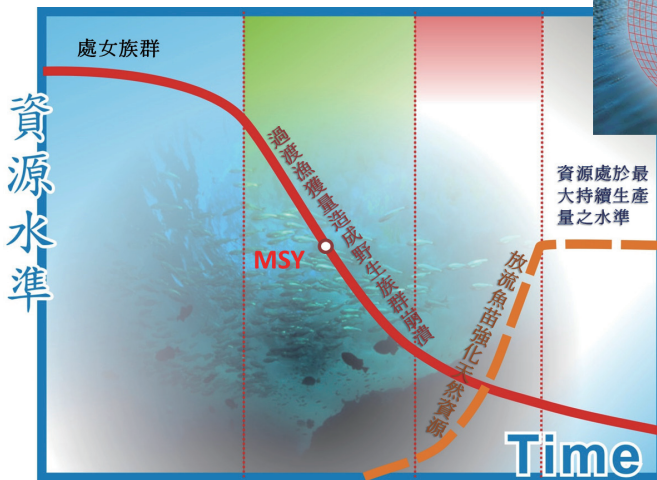
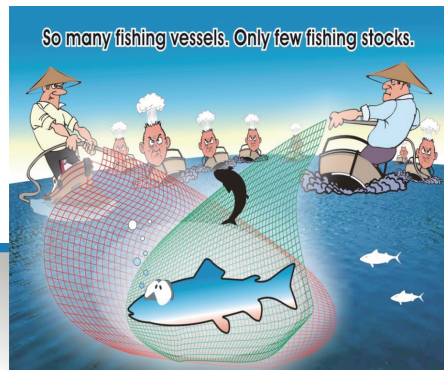


圖 3 澎湖漁業資源衰退，希望藉由人工放流緩解情況

資料來源：李國添（臺灣漁業增殖放流現況，2014。）

但隨著臺灣經濟快速發展，對澎湖之優質水產資源需求不斷增加，除了臺灣各縣市漁船隊外，更有大陸漁船隊越界至澎湖週邊海域作業，導致漁獲量超限，資源不堪負荷。如圖 3 所示，因澎湖週邊海域出現優勢魚種資源衰退，政府開始逐年投放養護資源之人工魚礁，或增殖放流，以強化資源水準及改善生態環境。

根據 2012 年聯合國永續發展高峰會（United Nations Conference Sustainable Development）、糧食與農業組織（Food and Agricultural Organization, FAO）及歐盟提出《藍色經濟成長倡議》（Blue Growth Initiative）（FAO, 2012; Greenport, 2013），建議各國之沿近海洋漁業應由狩獵（Hunting）漁業轉為栽培（Ranching）漁業，並強調栽培、管理與休閒生態旅遊漁業的發展。如前所述，就本土接軌國際而言，澎湖週邊水域發展藍色經濟，無論就水文、地理還是生物資源條件都是上上之選。

貳、栽培漁業之國內外發展沿革

最早的栽培漁業是針對資源量已持續下降的魚種，用人為的方式使資源復甦的一種措施（Bartley, D.M., 1995; Blankenshiip, H. L. and Leber, K. M., 1995）。日本有鑑於 1870 年代美國與挪威開始進行鮭魚之人工放流，也開始進行白鮭（*Oncorhynchus keta*）的人工採卵、繁殖與人工放流（Suda, A., 1991）。由於回歸之鮭魚大增，1950 年代後擴展至沿岸

性之地方種群，如扇貝（*Amusium japonicum formosum*）、對蝦（*Ponacus japonicus*）、三疣梭子蟹（*Portunus trituberculatus*）、真鯛（*Paralichthys olivaceus*）、黑鯛（*Acanthopagrus*）、牙鮪（*Paralichthys olivaceus*）等。1960 年代後期便擴大到廣海域洄游性種群之放流事業，並於 1963 年成立瀨戶內海栽培漁業協會，為日本栽培漁業時代開啟了序幕（李國添，2014）。經過半世紀之發展，栽培漁業已推廣至日本各地，並肩負該國沿岸漁業之重責大任。目前每年有 70 種魚介貝類在全國各地放流，經過追蹤研究，日本神奈川、鹿兒島縣的真鯛漁獲量中，有 40% 以上是來自放流魚苗的成果（一色竜也等，2013）。回顧日本推動栽培漁業可分為三大時期（田辺義貴氏，2008；前章裕、馬場治氏等，2011；日刊水產經濟新聞，2014）：

一、2010 年以前日本分別實施了 5 次栽培漁業基本方針，主要作為是健康種苗之研發與量產、放流，但待放流之種苗成長後皆可捕撈，稱一代回收型栽培漁業。

二、2010 年 12 月日本公布並實施其後 6 年之第 6 次栽培漁業基本方針，係結合漁獲管理與種苗放流，在進行漁獲作業時留下一定比例之放流魚作為親魚，藉自然界的力量，有效增加海域資源，亦一併推動藻場造成、湖間帶保育與復育工作，以營造幼魚之孕育環境，即所謂資源造成型栽培漁業。

三、2015 年至 2022 年推動第 7 次之栽培漁業方針，除進一步推動資源造成型的栽培漁業及對資源已惡化之魚種，利用漁業管理以抑制漁業並復育資源外，對跨域分布魚種，則結合相關之都道府縣，進行種苗放流，並以遺傳基因鑑定法，以追蹤放流魚之經濟與生態效益。

進而結合潮間帶復育、海中造林、人工魚礁與海水養殖、與保育區等，以營造豐饒之海，並擴大其資源之加值利用以活化漁村，以贏得人民、社會之有感與支持。

澎湖群島具有狹長的海岸線及星羅分布的島嶼，除構成廣大之海洋空間外，灣澳眾多，水文、地形又如前所述適合魚介貝藻類之繁衍

滋長，與日本頗有相似之處，同樣適合發展栽培漁業。但不同的是，日本六大栽培漁業區中，除了沖繩海域是日本的亞熱帶種之栽培漁業區外，其餘均是溫帶種的栽培漁業區，而北迴歸線 23° 27' 通過澎湖虎井嶼之南方（可見圖 1），其海域可發展出獨特熱帶、亞熱帶栽培漁業中心。

事實上早在 1969 年，當時之農村復興委員會與澎湖縣政府即在馬公市峙裡建置「澎湖藻類種苗中心」，可視為澎湖發展紫菜栽培漁業的開端。1988 年縣政府將中心改制為「澎湖縣水產種苗繁殖場」，進行澎湖地方種群之魚、貝、蝦、蟹、大型經濟藻類及造礁珊瑚之繁殖、量產，甚至放流工作（如圖 4），且開始構想於澎湖推動

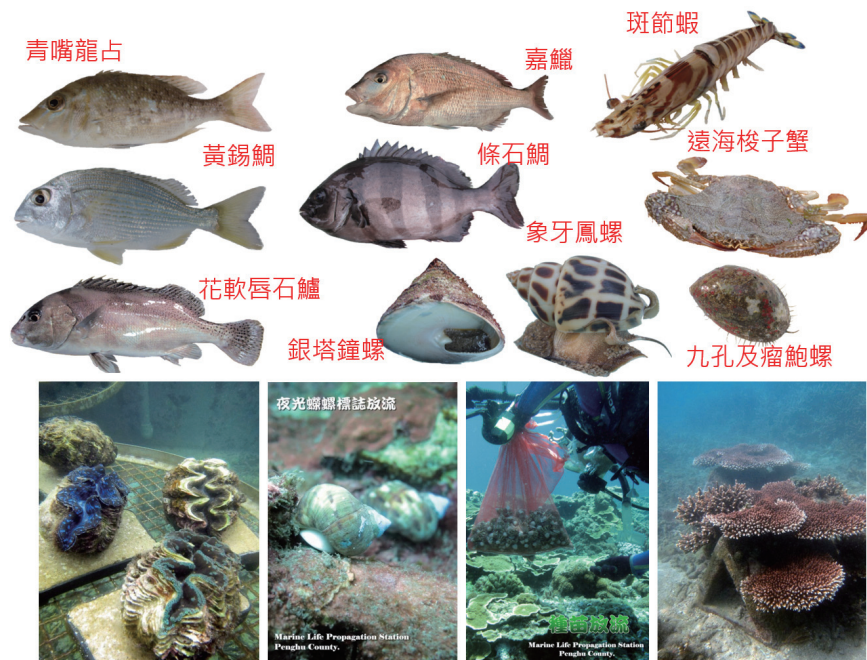


圖 4 適合流放之貝魚類

資料來源：澎湖縣政府

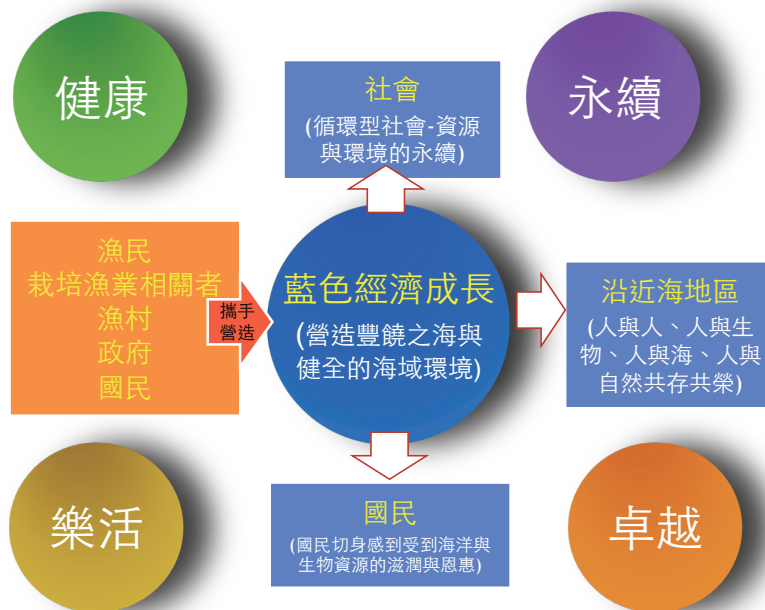


圖 5 營造澎湖為藍海經濟成長特區

資料來源：本文整理

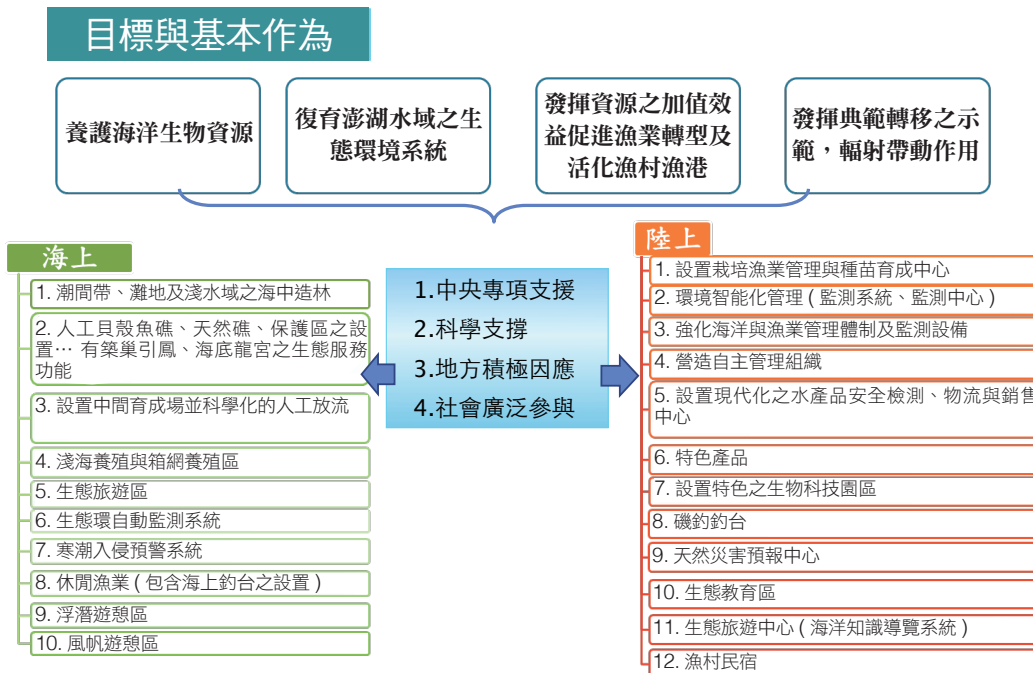


圖 6 澎湖海洋生態復育與栽培漁業發展之構思

資料來源：本文整理

栽培漁業的可能。由漁業署編列相關預算於澎湖青灣、內灣填海造陸約 6 公頃，以作為栽培漁業中心預定地，其後因漁業管理未到位等諸多原因導致政策轉向。但其預定地已於 2008 年轉撥予臺灣水產試驗所建置水產生物種原庫，配合水試所澎湖中心完成既有資源惡化傾向魚種如嘉鱻、黃錫鯛、斑節蝦、虎斑烏賊、遠海梭子蟹、銀塔鐘螺、三棘蠶、象牙鳳螺等之種苗繁殖，且部份已可量產放流，並於西嶼鄉北港內灣進行海中造林，以復育人工藻床。可惜政府一直沒有如日本般有栽培漁業之推動決定心與目標，不是半分鐘熱度就是半途而廢，更無法與時俱進，因此無法讓澎湖漁民有感，全國人民亦未能蒙受澎湖海洋與海洋生物資源的滋潤與恩惠。

參、澎湖海洋生態復育與栽培漁業發展構思

不可諱言的，海洋生物資源衰退後，是喪失慢活適居、風情漁村或有部份人士想引進賭場再創澎湖第二春之主因。如圖 5 所示，政府、漁村、漁民、漁會、與栽培漁業、相關學術機構甚至國民均應攜手營造豐饒與健全的海域生態環境，並在維護資源與環境的永續下，讓澎湖陸地與海洋成為人與人、人與生物、人與海、人與自然共存共榮，俾利於國民切身感受到澎湖海洋與生物資源的滋潤與恩惠，建設澎湖成為健康、永續、卓越與樂活的藍海經濟園區。

但要達到建設藍海經濟園區之目標，首要就是復育澎湖生態資源與推動栽培漁業之發展，如圖 6 上半圖所示：以養護海洋生物資源、復育澎湖水域之生態環境系統、發揮資源之加值效益、促進漁業轉型及活化漁港、漁村為目標，益在中央專項支援、科學支持，地方積極配合因應與社會廣泛參與下，進行海域與陸域之必要工作規劃（如圖 6 下半圖）。

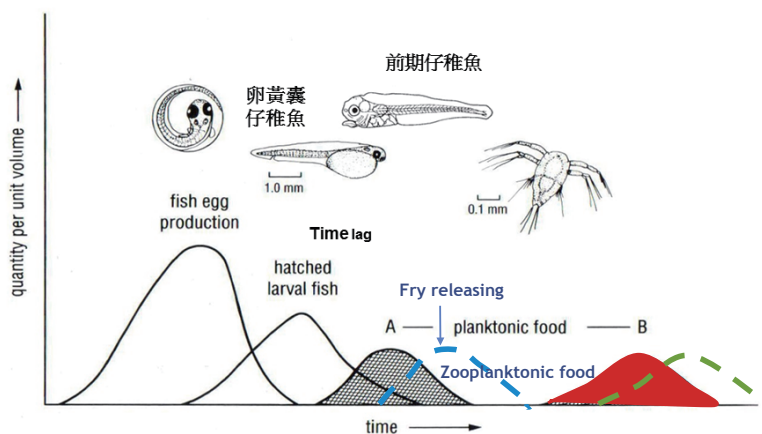


圖 7 野生族群之魚卵孵化後，其餌料生物必需適時出現（時間 A），如因自然環境變化，餌料生物延遲到 B 點出現，仔稚魚會因缺乏餌料而死亡

資料來源：Lalli, C. M. and Parsons T. R. (1993)

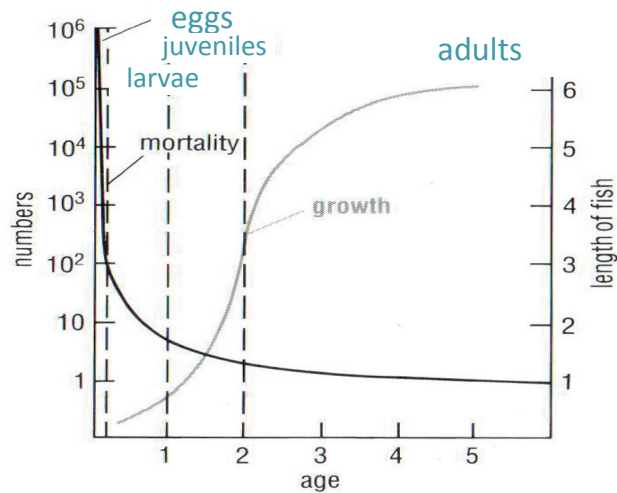


圖 8 理想環境下硬骨魚類族群於生活史中族群的死亡曲線和個性的體長成長圖
(年齡與體長是設定值)

資料來源：Lalli, C. M. and Parsons T. R. (1993)

肆、栽培漁業與資源復育應注意的問題

一、範圍

應將人、漁村社區、澎湖沿海之上沿岸帶 (Superlittoral zone, 或潮上帶)、潮間帶 (Inter tidal zone) 及潮下帶 (Low tide zone) 都包含在復育範圍內。

二、何時、何地、何處放流那一種魚、放流多大的魚及放流多少魚問題：

(一) 如圖 7 所示，天然水域仔稚魚孵化後，其餌料生物必須適時出現 (如圖中之時間 A)，如果時間延遲到 B，餌料生物才出現，則仔稚魚會餓死。另外在種苗廠由卵孵化為卵黃囊仔稚魚期、仔稚魚為是死亡率最大之時期 (圖 7、8 參照，Lalli, C. M. and Parsons, T. R., 1993)，因此種苗廠生產之魚苗要在人為環境

之保護下成長至 3.5 公分，以擺脫初期減耗 (死亡率) 最高之時期，放流前亦必需利用廢棄漁港、養殖池，將後期稚魚放入 10 天左右，讓其適應自然環境，即要經過「中間育成」後再放流。

(二) 放流物種要選擇原生物種，一定要避免雜交種、基因窄化之種苗 (日本水產廳，2016)，也要選擇符合生態系要求的物種進行放流，放流物種要依水域環境包容力，以放流草食性或底碎屑性之海膽、九孔、海參、蟹、蝦、螺類等為優先考量。至於近年來隨著資源之衰退，為恢復資源及增加漁民收益之目的，放流物種不斷增加，特別是一些高營養位階之物種，即兇猛性魚種也被列在放流行列中，如真烏賊等，但其放流數目不宜太多，否則對生態系有潛在性之風險。不可否認的兇猛性物種對維持生態系之平衡具有重要之作用，同時可以將經

濟價值較低之物種轉化為附加價值高之物種，但其放流要依據科學性評估。

(三) 放流物種要選擇澎湖重要與特色之物種重要物種一般是指重要經濟性物種，也就是價價或產量較高的物種，特色物種是澎湖水域之特有、具有高經濟價值或對生物科技園區發展有價值之物種如澎湖之紫菜、海參、海膽、蠔、青嘴龍占等。

三、應落實資源管理與資源增值利用

放流後不但要追蹤生態效益與經濟效益，而且要訂出漁獲規範、磯釣及娛樂漁業管理辦法、漁具漁法規範、入漁管控等及其有效執行機制，而且要輔以由漁民與休閒漁業業者，或由漁會之自主管理。如在陸域部分，由沿岸漁業採捕者組成沿岸採捕巡護小組，海域部份則透過

漁會集結漁民成立「資源保育巡守隊」，執行海上資源巡護功能。另外在資源之增值利用方面，應將地方文化、產業與景觀特色加以巧妙結合與規劃，例如澎湖紫菜生產之島嶼不只為澎湖特有文化，其採集管理也為地方自主管理之先趨；未來可設計一套冬季旅遊之動線，吸引遊客進行紫菜生態學習處，開發紫菜具創意與特色產品，並搭配風帆活動、海鱸節活動，以提昇冬季吸引遊客。另外保護區可結合潛水產業，海洋生物資源更可結合浮潛、海釣、及漁業生態旅遊等增值利用。而澎湖特有之珊瑚礁生態系，不只具觀光旅遊價值，如能在陸地上發展生物科技園區，如發展小丑魚、熱帶觀賞魚之生產繁殖與外銷，既可觀賞又可藥用之海馬的繁殖與量產並活體外銷，有健康、藥用價值之海藻與蠔等特色物種的養殖與其科技成分之產業化等。

參考文獻

1. 一色竜也、櫻井 繁。2013。神奈川県におけるマダイ栽培漁業。沿岸魚介類資源の増殖とリスク管理，96-109。
2. 日刊水産經濟新聞。2014。栽培漁業が 50 年。日刊水産經濟新聞（缺新聞報導日期、版面）。
3. 日本水産廳。2016。人工種苗放流に係る遺伝的多様性への影響リスクを低減するための技術的な指針。**基因多樣性方針報告書**。東京：日本水産廳。
4. 田辺義貴氏。2008。各施策の推進で活力ある水産業を。日刊水産經濟新聞（缺新聞報導日期、版面）。
5. 李國添、張懿、李明安、呂學榮。2008。應用衛星遙測影像還原異常寒潮入侵澎湖水域真象。**臺灣水產** 650：48-53。
6. 李國添。2014。臺灣漁業增殖放流現況。臺灣水產協會海峽兩岸漁業增殖放流研討會特刊，4-18。
7. 前章裕、馬場 治氏等。2011。ふやす資源造成型栽培漁業つながる泉域越えた連携・共同。日刊水産經濟新聞（缺新聞報導日期、版面）。
8. Chang Y., M.A. Lee, K.T. Lee and K.T. Shao. 2013. Adaptation of Fisheries and Mariculture Management to Extreme Oceanic Environmental Changes and Climate Variability in Taiwan. **Marine Policy** 38, 476-482.

9. Chang Yi, Lee Kuo-Tien, Lee Ming-An and Lan Kuo-Wei. 2009. Satellite Observation on the Exceptional Intrusion of Cold Water in the Taiwan Strait. *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences* 20(4): 661-669 (SCI).
10. FAO. 2013. Blue Growth initiatives/Global Blue Economy. <http://www.fao.org/bodies/council/cl148/side-events/blue-economy/en/> (accessed 21 Apr. 2017)
11. Greenport. 2013. EU Commission takes initiative to support Blue Growth. <http://www.greenport.com/news101/Projects-and-Initiatives/eu-commission-takes-initiative-to-support-blue-growth>(accessed 21 Apr. 2017)
12. Bartley, D.M. (1995) Marine and coastal area hatchery enhancement programmes: food security and conservation of biological diversity. Thematic paper presented at the International Conference on the Sustainable Contribution of Fisheries to Food Security, Kyoto, Japan, 4–9 December 1995.
13. Blankenshiip, H. L. and K. M. Leber. 1995. A responsible approach to marine stock enhancement. *Uses and effects of cultured fishes in aquatic ecosystems. American Fisheries Society Symposium* 15. Edited by H. L. Schramm Jr. and R. G. Piper, 165-175.
14. Suda, A. 1991. Present status and projects on sea ranching poerations in Japan. *Sea ranching-scientific experiences and challenges*. Edited by T. N. Pedersen and E. Kjorsvik, 11-26. Proc. Symp. And workshop, Institute of Marine Research, Bergen, Norway.
15. Lalli, C. M. and Parsons T. R. 1993. *Biological oceanography: an inteoduction*, Pergamon Press Ltd., Oxford. 301 p. ISBN 0-08-04 1014.