

金門海域生態調查研究—文昌魚之資源調查研究與應用（二）

金門國家公園管理處委託研究報告

中華民國 101 年 12 月

（本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見）

(國科會 GRB 編號)
PG10101-0105

金門海域生態調查研究—文昌魚之資源調查研究與應用 (二)

受委託者：中華民國溪流環境協會

研究主持人：邵廣昭

協同主持人：張崑雄

研究助理：張家豪、林翰揚

金門國家公園管理處委託研究報告

中華民國 101 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

表次	III
圖次	V
摘要	VII
第一章 蒐集之資料、文獻分析	1
第一節 研究緣起及預期目標.....	1
第二節 文獻回顧.....	3
第二章 研究方法及進度說明	13
第一節 研究材料與方法.....	13
第二節 研究結果.....	16
第三章 研究發現	23
第一節 結果.....	23
第二節 建議.....	26
附錄一 出國訪問報告	35
附錄二 期中會議及回應	43
附錄三 期末會議及回應	45
參考資料.....	47

表次

表 2-1 採集地點經緯度	17
表 2-2 粒度分類表	17
表 2-3 篩選度分級表	18
表 2-4 浮動網採樣結果.....	18
表 3-1 底拖網採樣結果	28

圖次

圖 2-1 金門北方與東方水域的 17 個樣點位置.....	19
圖 2-2 文昌魚採集用之底拖挖泥器.....	19
圖 2-3 大金門島週遭的 6 條拖網採樣線.....	20
圖 2-4 浮游動物網.....	20
圖 2-5 浮游動物網捕獲物中的漂浮期文昌魚.....	21
圖 3-1 泥砂混合的底質情況.....	29
圖 3-2 由泥所構成的底質情況.....	29
圖 3-3 文昌魚所喜好的底質情況.....	30
圖 3-4 白氏文昌魚吻鰭較為圓鈍.....	30
圖 3-5 日本文昌魚吻鰭則較為尖長.....	31
圖 3-6 白氏文昌魚臀鰭腔室較小且密.....	31
圖 3-7 日本文昌魚臀鰭前腔室則較大且疏.....	32
圖 3-8 白氏文昌魚尾鰭較平緩.....	32
圖 3-9 日本文昌魚尾鰭則較陡峭.....	33

摘要

關鍵詞：頭索動物亞門、活化石、廈門

一、 研究計畫緣起

除了古蹟與戰地特色外，金門過去受到長時間戰地政務的關係影響，限制了經濟開發，但也因此相對保留了許多生物的棲息空間。例如台灣地區已絕跡的水獺與大鱗細鯿。金門的海域除了蟹外，文昌魚也是其特色物種之一，文昌魚在演化上具有獨特的地位，素有“活化石”之稱，主要分布在溫帶到熱帶的砂質底淺海域，中國廈門一帶水域的文昌魚族群數量最為豐富，曾經成為當地特殊的一項重要漁業資源。然而近年由於大陸沿海地區的經濟開發與環境的變遷，導致文昌魚棲地的破壞，使得文昌魚族群銳減，因此中國大陸於 1991 年已將文昌魚列為國家二級保護動物。金門地區近年來屢次發生大陸漁民非法入侵大、小金門之海域採捕文昌魚及抽取海砂之事件，以致造成金門海域生物資源及棲地之破壞甚鉅，亟需予以調查了解，並制定保育及復育之措施。本研究計畫延續 99 年度對金門文昌魚的調查，將蒐集及調查金門國家公園及鄰近水域文昌魚分佈的基礎資料，並與兩岸漁業管理單位與文昌魚的學者專家進行交流協商，以便未來擬訂文昌魚之保育及復育方針。

二、研究方法及過程

本研究工作利用金門水產試驗所提供的研究船或是租用的民間漁船於 101 年 5 月至 9 月間進行野外調查工作。於金門水域，設置了的 53 個樣點進行調查。野外調查除了利用底拖網具與浮游動物網捕捉文昌魚外，也收集採樣點的底質，並將底質帶回實驗室後進行粒徑分析。此外也利用 101 年 3 月 5-9 日於廈門舉辦「第四屆水環境科學研究高校聯盟研究生論壇」(The 4th University Consortium of Aquatic Sciences Postgraduate Symposium)之機會，與中國大陸文昌魚研究的學者專家、政府官員進行交流蒐集相關資料。

三、重要發現

金門海域中大多數調查地區的底質其實已經不適合文昌魚的棲息。此一現象說明了為何在調查中所捕獲的文昌魚非常稀少的原因。除了料羅灣一側可能因所受的人為干擾壓力較低，還保有少數較穩定且豐富數量的文昌魚外，其餘地區的文昌魚分布相當稀少。

四、主要建議事項

根據本研究結果，提出下列具體建議。以下分別從立即可行、及中長期性建議加以列舉。

立即可行建議：

主辦機關：金門國家公園管理處

協辦機關：中華民國溪流環境協會

- (一) 調查結果可納入更新解說資料
- (二) 加強文昌魚的群眾教育和促進更多的公眾參與
- (三) 文昌魚種苗在金門的人工培育

中長期建議：

主辦機關：金門國家公園管理處

協辦機關：中華民國溪流環境協會、中央研究院、金門縣水產試驗所

- (一) 金門海域文昌魚的保育區規畫設立與管理
- (二) 金門海域污染物排放的監測和取締
- (三) 文昌魚族群的監控與族群數量的回復計畫
- (四) 金門、廈門的兩岸文昌魚保育復育合作工作
- (五) 規劃其他文昌魚可能棲息海域為文昌魚的新復育場所

Abstract

Keywords: Cephalochordata, living fossil, Xiamen

Kinmen where is very close to Xiamen conserved more natural habitats for marine life than Xiamen due to the War-zone Civil Administration. Such as the river otter and the large-scale lesser bream which are extinct in Taiwan also have stable population in Kinmen. Beyond the horseshoe crab of Kinmen has another distinctive marine creature—lancelet which belongs to subphylum cephalochordate, Chordata. It is called a living fossil for its unique place in evolutionary history and mainly distributes in the shallow waters in tropic and subtropic where floor is sandy bottom. In Xiamen of China waters, the population size of lancelet is very abundant and once became one of local essential fishery resources. However, recent environmental changes and economical development in China especially reclaim the wetland made the lancelet's habitat degradation and reduced the lancelet population size dramatically. For this reason, lancelet has been listed in a second class protected animal in China.. Illegal invasions of Chinese fishermen into Kinmen and Leiyu waters for harvesting lancelet and extracting sea sand in recent years has destroyed the lancelet's habitat and lancelet resource. The lancelet survey for Kinmen waters is necessary for designing the conservation and restoration projects. The goal of this research is continuing the program in 2000 and investigating the surrounding waters of Kinmen. In the meantime, we will exchange information and collaboration with China Fisheries Management units and lancelet researchers to design the lancelet conservation and restoration projects.

During May to September 2012, the fieldwork was done by using the experimental ship of Kinmen County Fisheries Research Institute or hiring a fishery boat. A total of 53 sampling sites located in Kinmen west and south waters. Besides collecting lancelets by dredge, the sediments were also collected and analyzed.

In this research, it found that the sediments were no longer suitable for lancelet habitat, which consists with the lancelet collection results. Only few populations in Liaoluo Bay still have abundant population sizes.

Based on this research, we suggest the following immediate action and long-term strategies.

For immediate action:

1. The result study can be incorporated into Kinmen National Park leaflet
2. Enhancement the education about lancelet conservation and stimulation of the public participation
3. Designing the further artificial breeding of lancelet survey project on Kinmen

long-term strategies:

1. Establishment of the lancelet conservation zone in Kinmen waters
2. Supervision and ban on the water pollution events
3. Programs of lancelet conservation and recovery population size
4. Collaboration on lancelet conservation between Kinmen and Ximen
5. The plan of a new lancelet conservation base in other potential waters

第一章 緒論

第一節 研究緣起及預期目標

一、文昌魚研究緣起及預期目標

與廈門一水之隔的金門地區，受過去的戰地政務的關係，相對的保持了許多野生動物棲地的完整性，例如在台灣地區已絕跡的水獺與大鱗細鱗，時至今日都還能在金門地區有所發現；另外，金門的緬甸蟒蛇在師大林思民老師的團隊所做的研究數據支持下，今年業已被證明是屬於金門地區的原生物種，而非外來種。其他的生物還有如台灣地區少見或是無分佈紀錄的戴勝、栗喉蜂虎、與鷓鴣等，如此可知金門地區在生物多樣性保育工作上的重要性。

但金門海域生態保護過去勝少著墨，除了鯨外，金門地區也曾在2010年發現紀錄有中華鱒；亦發現過有馬祖魚美名的中華白海豚。但近年屢次發生大陸漁民非法入侵金門海域捕撈及抽取海砂事件，以及金門當地養殖漁業的發展，都造成金門廈門海域中所棲息特殊生物—文昌魚的生物資源及棲地破壞甚鉅。金門當地文昌魚族群的現況亟需予以調查了解，並制定保育及復育之措施。金門國家公園99年度的計畫—金門海域生態調查研究文昌魚之資源調查與應用，已經對金門西側和南側海域文昌魚族群調查，發現所調查海域中生息文昌魚族

群數稀少且多數海域底質已不再適合文昌魚棲息其中，本研究計畫延續 99 年度的調查計畫，蒐集及調查金門國家公園及鄰近水域文昌魚分佈的基礎資料，完成針對金門周遭所有海域文昌魚族群現況的調查，同時展開與對岸的漁業管理單位與文昌魚的學者專家進行交流協商，以利未來擬訂文昌魚之保育及復育方針。

二、研究進度表

預期工作項目	101年									
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
資料收集										
安排準備採集器材與船隻										
辦理出海公文										
兩岸文昌魚研究保育交流										
文昌魚資源的調查與監測										
文昌魚棲息地環境的分析										
製作成果報告										
期末簡報										

第二節 文獻回顧

一、中國文昌魚的研究

文昌魚是一種珍貴的海洋無脊椎動物，分類上屬脊索動物門中最原始的頭索動物亞門。故文昌魚在演化上具有獨特的地位，素有“活化石”之稱。在發育生物學、比較與功能基因體學等研究領域中都有重要的科學價值。文昌魚主要分布在溫帶到熱帶的砂質底淺海域。在中國由北至南的沿海地區中：秦皇島（閻，2000）、蓬萊（朱與隋，2001）、威海（祝等，2003）、青島（袁等，2011）、廈門（翁等，2010）、南澳島（陳與許，1988）、茂名（馮等，2006）、和碓洲島（顏等，2010）等地都有文昌魚棲息的發現紀錄。依顏等（2010）對廣東湛江碓洲島棲息的白氏文昌魚所做的食性分析發現，以濾食為進食方式的水文魚主要攝食的對象為藻類，但也會進食線蟲動物、原生動物、和節肢動物等，且在不同季節時，有不同的攝食偏好，雌雄文昌魚間也存在著些微但不顯著的攝食喜好差異。中國廈門一帶水域的水文魚族群數量最為豐富，此地區捕抓文昌魚的傳統可追溯自唐代，但最早的正式科學報導起於 1923 年。由時任職於廈門大學生物系的美國科學家 Light 在 *Science* 上所發表，敘述了廈門附近海濱有大量的文昌魚棲息與當地漁民捕撈文昌魚的工具和生產活動，並且預估了年產量。Light 也

認為廈門海域是世界上唯一的文昌魚漁場。曾經成為當地特殊的一項重要漁業資源。營養價值上，依梁與張（2006）分析白氏文昌魚的營養成分後發現，和香螺、牡蠣、明蝦、馬加鰆、鯧魚、帶魚、與黃花魚相比，白氏文昌魚在維他命 B1、維他命 B2、維他命 E、和蘇胺酸優於其他 7 種生物，可作為一種具有養殖潛力的海洋生物。然而近年由於大陸沿海地區的經濟開發與環境的變遷，導致文昌魚棲地的破壞，已使得廈門當地文昌魚族群大量減少。例如因沿海城鎮開發和水產養殖廢水廢棄物所造成的海域亞硝酸鹽污染，在白等（2009）對白氏文昌魚所做的研究即發現，當環境中亞硝酸濃度超過 12.07 mg/L 時，會對在文昌魚生理反應中扮演重要功能的酸性磷酸酶、鹼性磷酸酶、和酚氧化酶，發生抑制的作用；同樣的另一種環境持久有機污染物—六溴環十二烷，也被證實對文昌魚體中數種重要的酶活性也具有抑制作用（王等，2011）；而重金屬污染中常見的鉻與鋅，業已有研究證實低濃度的鉻與鋅對文昌魚體內的超氧化歧化酶（SOD）、乙醯膽鹼脂酶（AChE）、磷酸酶等重要酶活性會造成影響（盧等，2012）。1986 年對廈門集美到劉五店地區所作的文昌魚調查就對此一地區的文昌魚族群發出已瀕臨絕種的警告，其原因指向了高崎-集美海堤的建設、碼頭與機場的興建、和挖沙作業（金等，1987）。到了張（1990）對廈門文昌魚的漁業現狀所做的報告時，指出過去曾經為重要漁獲的

文昌魚，此時的在學術上意義已經大於經濟上的意義。2006 年時針對福建地區 19 個海區所做的文昌魚資源調查顯示出，與 20 多年以前的數據相比（汪等，1989a, b），文昌魚棲息的區域已明顯縮小，資源量也大幅下降（翁等，2010）。為保護文昌魚，中國政府已於 1991 年時將文昌魚列為國家二級保護動物。

二、文昌魚的發現歷史

作為一種珍貴的海洋無脊椎動物，文昌魚最早的研究報告可追溯至 1774 年，由德國科學家 Pallas 在英國南部海岸首次採集到文昌魚，但在當時卻被誤以為是屬於軟體動物門的一種肺螺類動物。這一個錯誤一直要 1836 年，Yarrell 在地中海沿岸再次捕抓到文昌魚時，發現這種動物具備許多類似脊椎動物的特徵，因而重新命名。根據命名法則的優先性原則，在歐洲大西洋與地中海所採集的文昌魚，學名為 *Branchiostoma lanceolanyum*，中文稱為大西洋文昌魚或是歐洲文昌魚。

素有“活化石”美稱的文昌魚在演化上具有獨特的地位，在形態結構、胚胎發育及基因組結構等方面與脊椎動物有相當高的相似性，不僅是研究脊椎動物起源與演化的關鍵類群，也隨著生命科學基因體研究的發展，科學家逐漸發現目前常用的模式動物如：斑馬魚、果蠅、

線蟲等遠不足當前需求，需要尋求一種新的模式動物，牠必須在軀體結構上如線蟲般簡單卻又保有與人類和其他脊椎動物較高同源性的個體發育和系統發生。文昌魚正可以滿足此一條件，牠個體小且軀體呈現透明，行體外受精，當前的人工繁養殖技術亦已成熟。都是作為生命科學實驗模式動物的必要條件。最早由 Garcia-Fernandez 等人在 1994 年於 Nature 發表有關文昌魚 Hox 基因簇組織結構的報告後，每年以文昌魚為題材的研究報告數量逐年增加，更在 2003 年，以大西洋西岸產的佛羅里達文昌魚 (*Branchiostoma floridae*) 為目標物種的全基因體研究計畫正式被提出。2006 年 3 月，佛羅里達文昌魚的兩個大片段基因組文庫也正式被公佈。

中國的文昌魚分類起源於 1932 年，Boring 以形態學特徵比了廈門、歐洲、和美國的文昌魚後，認為廈門文昌魚應該是和馬來西亞婆羅洲產文昌魚是同一種，其中文名及學名應該是白氏文昌魚 (*Branchiostoma belcheri*)，此一學名也一直沿用至今。但中國產文昌魚卻並不只有白氏文昌魚一種，另一種日本文昌魚 (*B. japonicus*) 也在近年內已經被認定是一個有效物種 (王等, 2004; Xu et al., 2005)。1936 年, Tchang and Koo 比較青島附近的膠州灣與產自廈門的文昌魚標本後發現這些標本在身體大小、口鬚數、緣膜觸手數、生殖腺數和鰓桿數等方面與廈門產白氏文昌魚非常相似，但在肌節數、鰓室數等

方面存在有一定的差異，認為膠州灣產文昌魚為白氏文昌魚的一個變種，並將其定名為 *B. belcheri var. tsingtauense*。Zhou (1958) 比較來自海南、廈門、青島和煙台的文昌魚後，同意 Tchang and Koo 先生的論點，認為廈門、海南產的文昌魚與青島、煙台產的文昌魚有較顯著差異，中國南方與北方的文昌魚有明顯的分化，此後學術界將產自膠州灣及其鄰近海域的北方文昌魚作為青島亞種 (*B. belcheri tsingtauense*)，而其他產區的文昌魚仍被稱白氏文昌魚 (*B. belcheri*)。

但 Nishikawa 早於 1981 年的研究結果就指出認為，日本產的文昌魚與青島產的文昌魚屬同一個亞種。進一步考證命名時間發現，Willey 於 1897 年已將日本產的文昌魚命名為 *B. belcheri var. japonicus*，而 Tchang and Koo 的命名時間較 Willey 晚，根據動物命名優先性原則，青島的文昌魚亞種名 *B. belcheri var. tsingtauense* 為無效亞種。原來白氏文昌魚青島亞種的種名應更正為日本文昌魚 (*B. japonicus*)。目前廈門海域產的兩種文昌魚應分別為白氏文昌魚和日本文昌魚 (王與方，2005)。郭等 (2008) 年以粒腺體 Cyt b 基因的全序列分析後，實驗結果也支持此一分類說法。

三、近年文昌魚的研究成果

2010 年，隨著中國大陸地區對文昌魚研究的增加，文昌魚實驗室

養殖的技術成功，對中國產文昌魚的全基因組定序工作的重要性日與俱增，全基因組定序工作的完成將有助於促進文昌魚成為新一生命科學研究模式動物的應用。再者，大西洋產的佛羅里達文昌魚和太平洋西岸中國產文昌魚被預估有 1.12 億年的演化分隔，基因組可能已經產生較大的遺傳分化。因此，建立中國產的白氏文昌魚的全基因組細菌人工染色體 (bacterial artificial chromosome) 文庫建構的計畫也已被提出完成 (張等, 2010)。為將來中國產文昌魚的全基因組定序工作奠下基石。

在發育生物學、比較與功能基因體學等研究領域中，文昌魚的研究已經有相當多的成果，例如徐等 (2012) 針對文昌魚體中的綠色螢光蛋白 (green fluorescent protein, GFP) 在不同發育時期的表現量所做的觀察，希望預測出 GFP 基因在文昌魚體中扮演的功能、梁等 (2012) 研究文昌魚多糖 (polysaccharide from *Branchiostoma belcheri*, PBB) 發現其在 S180 小鼠上可能可以藉由 PBB 提高淋巴細胞增殖，改善細胞抗氧化的活力、和李等 (2012) 對文昌魚 tropomyosin 基因的克隆和表現分析，表明 tropomyosin 與文昌魚肌節、肌肉、以及神經索的發育相關，參與文昌魚胚胎的軀體模式建立，在成體中也有重要作用。科學家開始著重對其物種資源、生習環境與族群等方面的相關研究。例如，李等 (2010) 以 COX I 作為遺傳標記物分析太平洋

西側沿海不同族群的文昌魚後，發現存在有三種鰓口文昌魚屬物種，分別為白氏文昌魚 (*B. belcheri*)、日本文昌魚 (*B. japonicus*)、和馬來文昌魚 (*B. malayanum*)。中國沿海南方分佈的文昌魚為白氏文昌魚和馬來文昌魚；而中國北方沿海分佈的則是日本文昌魚。這三種文昌魚會有共域現象發生，例如在香港就能同時發現這三種文昌魚生習。在地理種群分化上，雖然孫與苗 (2008) 以形態學為方法探討威海海域的文昌魚後，得到其為日本文昌魚但是與廈門的日本文昌魚在形態上有所差異，可能為不同的分化族群，但是在李等 (2010) 的 DNA 分子資料上卻指出，不同地區同種文昌魚並沒有顯著的分化情況。這或許是因為文昌魚幼體會經過一漂浮時期，隨海流而擴散遷徙，所以不同地理族群間依然存在有基因交流，降低了地理族群間的分化情況，趙 (2010) 以 COX I 和 Cyt b 兩基因分析山東威海和青島的日本文昌魚族群也發現相同的情形。程等 (2011) 分析文昌魚粒線體基因組特徵，提出可利用 *mad5*、*mad4*、和 *mad2* 基因作為 COX I 基因遺傳標記物的輔助，應用在分析不同族群間文昌魚的遺傳多樣性。袁等 (2011) 研究青島膠州灣海域白氏文昌魚的棲息環境特徵後，建議設立保護區以便進行文昌魚的保育。楊等 (2011) 與張等 (2011) 研究廣西北海海域白氏文昌魚雌雄個體的性腺周年變化，得到其繁殖季始於每年 3 月下旬，5-6 月為高峰，至 7 月底時繁殖季結束。

金門廈門海域棲息著兩種文昌魚，分別是白氏文昌魚和日本文昌魚。兩種文昌魚雖然有著共同的棲息地，卻在生殖季節上有所差異。文昌魚的性腺發育成熟受到光照和海水溫度所影響，以廈門產的白氏文昌魚為例，28 °C 的水溫有助於文昌魚的釋精排卵，而 22 °C 以下的水溫則會抑制釋精排卵（劉，2008）；光照條件則是在 8 小時和 12 小時的環境下，有助於文昌魚的釋精排卵（方等，1992）。翁等（2012）研究水溫對文昌魚生殖活動和內分泌機制影響的結果顯示：低溫（16 °C）有助於文昌魚性腺向雌性分化；中溫（22°C）和高溫（28°C）則不影響，高水溫有助於文昌魚精巢發育和生精活動，28°C 水溫適於文昌魚的產卵和排精。雖然文昌魚的性腺發育及生殖季節與海水溫度有密切關係，但是生殖產卵的日期卻和海水溫度變化、月相變化、海水鹽度波動、及天氣變化都未有相關聯（張等，2009）。文昌魚的精子存活時間也受到海水鹽度和 pH 所影響，最適合精子活動的鹽度是在千分之 28 和 pH 值位於 8.5 至 9.0 時（方等，1990）。對青島海域棲息的日本文昌魚所做的研究也顯示，其胚胎最適合的發育水溫度位於 22 °C 到 30 °C；鹽度位在千分之 24.5 到千分之 30.2（吳等，1998）。生息於廈門白氏文昌魚的生殖季節位於 6 到 9 月間，日本文昌魚的生殖季節則有兩個，分別是在 4 月下旬到 5 月上旬和 8 月至 10 月底（張，2007）。文昌魚在晚間產卵，先是由雄魚游離出底砂的棲息處，爾後

雌魚接著離開，雌雄魚並開始相互追逐快速游泳同時似放出精卵。文昌魚的卵粒約在受精後 50 分鐘行第一次分裂，又 20 分鐘後進行第 2 次分裂，接下來每 15-20 分鐘分裂一次。受精後 11-12 小時，形成浮游幼生，此一幼生將在第 3 天開始進食。文昌魚的浮游幼生會在第 18 天左右由表層水域轉入中下水層再活動生活約 20 天。第 38 天後開始鑽入底質層生活，進入所謂的沉底生活期（方等，2005）。而白氏文昌魚幼魚對環境的溫度耐受範圍介在 14.5 到 34.0 °C；鹽度耐受範圍位在千分之 16.0 到 31.0（方等，2010）。

第二章 材料與方法和結果

第一節 研究材料與方法

一、材料與方法

本研究之年度工作，係租用民間漁船於 101 年 5 月到 9 月進行野外調查工作。於金門北方與東方水域，設置了 53 個樣點進行調查（表 2-1 和圖 2-1），研究進度如表 2-2。以一截面積為 50 cm×30 cm 的不銹鋼方形為開口的底拖挖泥器（圖 2-2），後端加上長度 50cm 的封閉網袋，網目小於 1 mm，進行底拖作業，將採集的底質先裝入塑膠桶中後，帶回岸上進行文昌魚淘洗。將網袋內的砂倒入一裝有適量酒精及海水的桶中，以手均勻攪拌，此時文昌魚之鑽沙能力會減弱而因此停留在海水中，再迅速地以篩網將海水過濾，看是否有文昌魚被捕獲。

二、底質粒度分析

野外調查除了利用底拖網具捕抓文昌魚外，也收集樣點的底質，並將底質帶回實驗室後進行粒徑分析。文昌魚為底棲於砂中的生物，且會隨著底質的特性而有不同之棲息方式，所以，如要了解其對棲地之選擇，必須對其底質進行了解，在野外挖砂採集文昌魚的過程中，

取底拖收集之底砂回實驗室作分析。底砂之粒度分析以濕篩方式處理 (參考 Buchanan and Kain 1971; Hsieh and Chang 1991), 首先, 將各站底砂樣品依序用網目為 1.00、0.50、0.25、0.125、0.062 公厘之篩網在水中過篩, 收集各篩網內之砂粒, 置於溫度 60 °C 下烘乾至重量不變, 秤重, 記錄各網目篩網篩選後之砂粒重量。至於顆粒極小的粉泥及黏土 (Silt-clay), 則是將通過 0.062 公厘篩網之顆粒, 以定量吸管測量法 (Pipette method) (Buchanan and Kain 1971; Hsieh and Chang 1991) 分析, 此分析需在室溫 20 °C 下進行。底砂之物理特性可藉由粒度大小中間度 (MdΦ) 及篩選係數 (Sorting coefficient) 來界定, 這兩個數據由上述所得之顆粒大小分布頻度圖中得之, 其中

$$\Phi = -\log_2[\text{粒度大小 (mm)}]$$

依粒度大小之 Φ 值對照各個顆粒分組所佔砂樣總重量之累積百分比, 在機率紙上畫一曲線, 可得當累積百分比為 95%、84%、50%、16%、5%時之 Φ 值, 則

$$\text{中間度 Md}\Phi = \frac{(\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84})}{3}$$

再經 2 (-MdΦ) 回推顆粒直徑 (mm), 將所得之數值對照粒度分類表 (Folk 1966) 可得其粒度類別 (粗砂、中度粗砂、細砂、極細砂及粉泥/黏土五級。表 2-2)

$$\text{篩選係數} = \frac{(\Phi_{84} - \Phi_{16})}{4} + \frac{(\Phi_{95} - \Phi_5)}{6.6}$$

可對照篩選分級表 (Folk 1966) 得其底質篩選程度 (極佳、佳、中度佳、尚佳、不佳五級。表 2-3)。篩選度越佳，表示其底質越不均質。

三、浮游動物網採集

除了嘗試捕獲文昌魚成體外，也利用浮游動物網於文昌魚繁殖季期間在水表層進行採樣。沿大金門島設置了 6 條拖網採樣線 (圖 2-3)，分別是：1. 料羅灣 (歐厝)、2. 料羅灣 (夏嶼)、3. 復國墩、4. 馬山、5. 古寧頭、和 6. 金烈水道。進行拖網時，船隻以最小的拖網速度約 1 至 2 節前進。進行採集的拖網為網目 100 μm 、網口直徑 30 cm、網長 4 m 的浮游動物網 (圖 2-4)，並在網口中央掛設一個流量計 (flow meter) 用來計算流經網口之濾水體積，以便進行樣本數量之標準化。採獲之樣本，立即於船上以 95% 酒精固定，待攜回實驗室後進行分析工作，期待能收集到文昌魚漂浮期的幼生個體。自 8 月開始的採集工作，參考文昌魚幼體可能具有日夜間的垂直迴游特性和黃與江 (1988) 對羅源灣浮游動物的調查、馮與朱 (1995) 的東山島近岸水域廈門文昌魚浮游幼體的分佈、以及高等 (2000) 在萊州灣對文昌魚幼體調查等的研究結果，浮動網的作業時間為傍晚至晚間，採集深度約 5 到 12 公尺間。

第二節 研究結果

53個測站所採集的底質，經由方法中的敘述過程做底質分析後，結果如表2-4中所示。大部分的採樣測站因為其底質環境為細砂或極細砂，分選度不佳，不適合文昌魚棲息，故未能有所發現文昌魚。而在L21、L27、L34、L42、L43、L44、L49、L50、與L51這9地，底質環境適合文昌魚棲息的地點都有捕獲文昌魚紀錄。其結果符合文獻中指出文昌魚的分布和底質狀態具有密切關係。而文昌魚分佈的位置也和大陸對廈門地區文昌魚族群分佈情況所做的調查大致相符。

浮動網採樣中，考慮漂浮期文昌魚可能有日夜水層中垂直移動的現象後，在八月後的作業中，改在傍晚開始進行浮動網的工作，浮動網採集中可以發現漂浮期的文昌魚幼體（圖 2-5），所採獲結果如表 2-5。採樣發現文昌魚幼體的位置亦和發現成體棲息的位置相符合。

表 2-1 採集地點經緯度

採樣測站	經度(E)	緯度(N)	採樣測站	經度(E)	緯度(N)	採樣測站	經度(E)	緯度(N)
1	118°30'35"	24°23'05"	20	118°10'13"	24°22'05"	39	118°22'22"	24°32'15"
2	118°30'15"	24°25'00"	21	118°14'18"	24°23'01"	40	118°23'30"	24°32'25"
3	118°30'20"	24°27'19"	22	118°11'24"	24°23'02"	41	118°24'27"	24°32'15"
4	118°30'05"	24°29'32"	23	118°09'54"	24°23'01"	42	118°25'36.85"	24°23'29.97"
5	118°30'21"	24°30'03"	24	118°09'18"	24°23'01"	43	118°25'45.62"	24°23'34.65"
6	118°30'52"	24°31'23"	25	118°09'18"	24°24'01"	44	118°26'00.12"	24°23'38.65"
7	118°28'14"	24°30'21"	26	118°11'04"	24°24'02"	45	118°25'32.53"	24°23'27.02"
8	118°28'05"	24°31'43"	27	118°11'24"	24°24'50"	46	118°22'55.75"	24°22'16.53"
9	118°28'33"	24°32'03"	28	118°10'02"	24°24'51"	47	118°21'56.84"	24°22'18.22"
10	118°26'05"	24°32'43"	29	118°09'16"	24°24'49"	48	118°20'56.78"	24°22'19.05"
11	118°24'16"	24°32'13"	30	118°12'01"	24°27'15"	49	118°23'43.52"	24°17'33.42"
12	118°23'17"	24°31'43"	31	118°14'09"	24°28'08"	50	118°23'31.61"	24°17'16.99"
13	118°23'38"	24°30'11"	32	118°15'11"	24°29'15"	51	118°23'14.31"	24°16'57.46"
14	118°21'19"	24°31'31"	33	118°16'30"	24°29'05"	52	118°20'52.96"	24°20'24.95"
15	118°21'45"	24°30'01"	34	118°15'10"	24°30'05"	53	118°23'24.05"	24°21'16.86"
16	118°20'21"	24°31'27"	35	118°18'14"	24°30'06"			
17	118°20'49"	24°30'39"	36	118°19'13"	24°30'03"			
18	118°14'30"	24°22'05"	37	118°20'11"	24°30'06"			
19	118°12'30"	24°22'05"	38	118°21'05"	24°31'02"			

(資料來源：本研究製表)

表 2-2 粒度分類表

名稱	巨礫	中礫	小礫	細礫	極粗砂
粒度大小 (mm)	> 256	256 – 64	64 – 4	4 – 2	2 – 1
名稱	粗砂	中等粗砂	細砂	極細砂	粉泥
粒度大小 (mm)	1 – 0.5	0.5 – 0.25	0.25 – 0.25	0.125 – 0.0625	0.0625 – 0.0039
名稱	黏土				
粒度大小 (mm)	< 0.0039				

(資料來源：本研究製表)

表 2-3 篩選度分級表

等級	極佳	佳	中等佳	尚佳
篩選係數	≤ 0.35	$0.35 < x \leq 0.50$	$0.50 < x \leq 0.71$	$0.71 < x \leq 1.00$

(資料來源：本研究製表)

表 2-4 浮動網採樣結果

日期	採樣測線	地點	漂浮期文昌魚個體數	密度(m ³)
2012.08.08	1	料羅灣(歐厝)	1	0.09
2012.08.08	2	料羅灣(夏嶼)	4	0.30
2012.08.08	3	復國墩	2	0.40
2012.08.08	4	馬山	0	0.00
2012.08.08	5	古寧頭	0	0.00
2012.08.08	6	金烈水道	0	0.00
2012.09.05	1	料羅灣(歐厝)	2	0.12
2012.09.05	2	料羅灣(夏嶼)	4	0.33
2012.09.05	3	復國墩	8	0.69
2012.09.05	4	馬山	0	0.00
2012.09.05	5	古寧頭	0	0.00
2012.09.05	6	金烈水道	0	0.00

(資料來源：本研究製表)

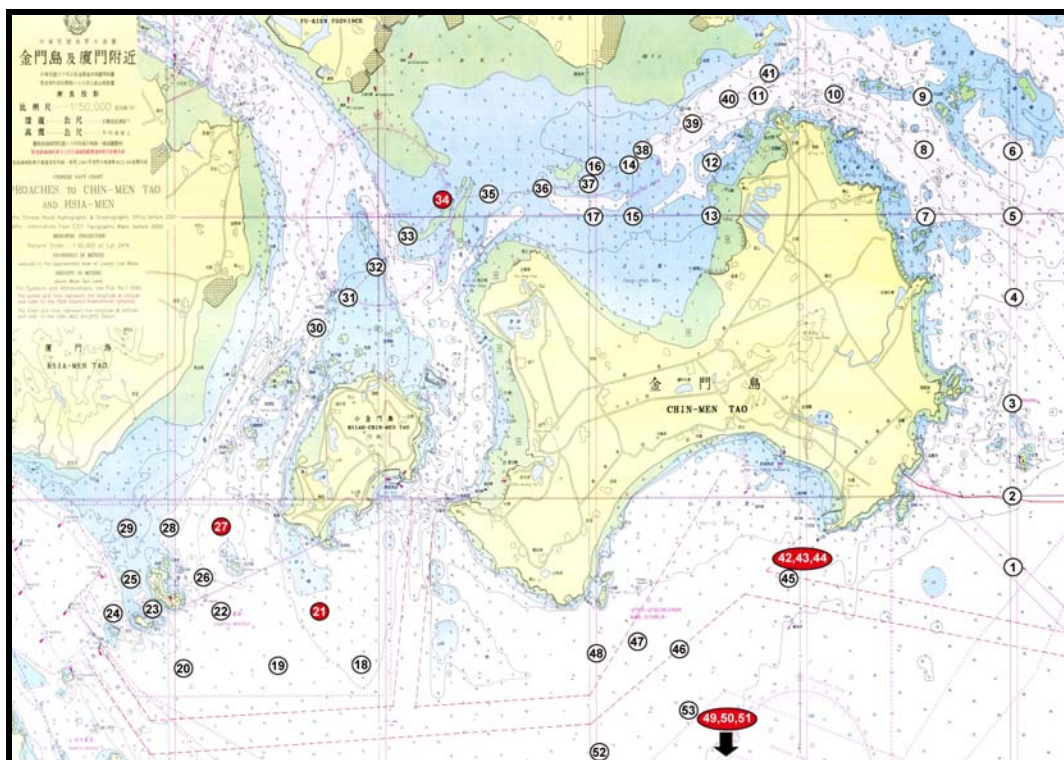


圖 2-1 金門水域的採樣點位置分佈圖，紅色表示有文昌魚捕獲

(資料來源：本研究製圖)



圖 2-2 文昌魚採集用之底拖挖泥器

(資料來源：本研究製圖)



圖 2-3 大金門島週遭的 6 條拖網採樣線

(資料來源：本研究製圖)



圖 2-4 浮游動物網

(資料來源：本研究製圖)

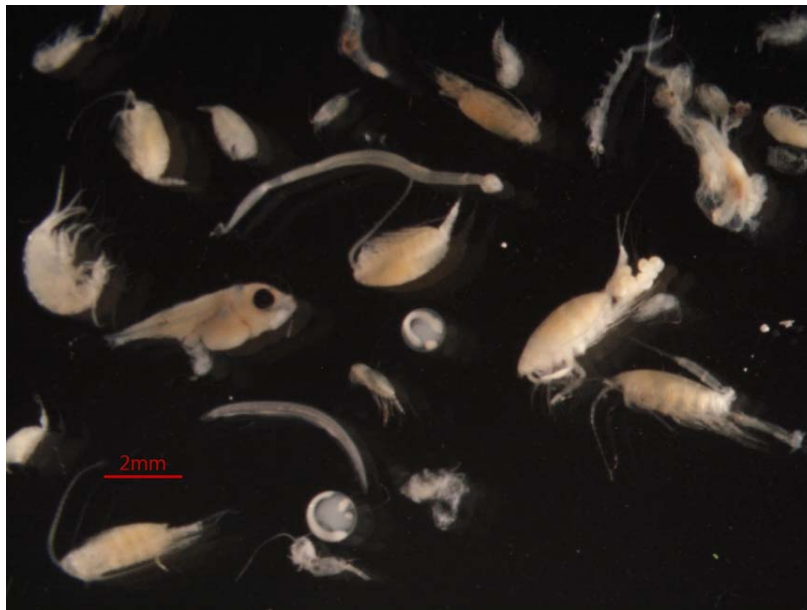


圖 2-5 浮游動物網捕獲物中的漂浮期文昌魚

(資料來源：本研究製圖)

第三章 結果與建議

第一節 結論

一、底質條件和文昌魚的關係

研究報告已經指出，溫度、鹽度和深度等因子中，對文昌魚分布影響最大的環境因子主要是底質的條件（盧等 2009）。底質因素中的沈積物粒度、底質含沙量與有機質含量對文昌魚分布有密切關連。周等（1990）在研究了廈門黃厝海域的文昌魚後發現，文昌魚喜好棲息於砂質的底質環境，而砂質泥和粉砂質泥則會限制文昌魚的分布。但是，純砂質底質的環境卻也不被文昌魚所偏好，砂質中含有少量的黏土環境（3.30% - 11.42%），既不影響通氣性，又可增加有機質的含量，可供底棲矽藻等文昌魚餌料生物的生長，在這環境下，文昌魚的密度可達到每平方公尺大於 400 尾的密度。海水深度對文昌魚密度的影響則是來自於漁撈。例如，黃厝海域的文昌魚是棲息在水深約 6-10 公尺的潮間帶低潮區到潮下帶間，遇到每月潮汐的最低潮時，大部分區域就露出海面，讓漁民可利用此一時間用非法電魚方式捕魚，造成大量捕獲文昌魚死亡，這也是為何黃厝海域文昌魚資源大量減少的原因，而蟹口和南線兩個海域的文昌魚則棲息在水深 8-15 公尺的潮下帶，這個地區終年不會露出海面，當地漁民只能利用拖鋤或小竹筏才

可以捕撈文昌魚。在比較了中國大陸青島、蓬萊、廈門、閩江口、大放雞和離洲島等地區文昌魚棲息環境底質沈積物粒度後，發現文昌魚棲息的底質形態是以篩選度佳的砂質為主，粒度在 0.25 – 2 mm 的極粗砂和中等粗砂為主體。雖然各地區的砂質結構基本上是一致的，但是各地區間還是存在不同的差異性，意味著不同區間的文昌魚有著不同的生態適應性分化現象。本研究調查的採樣點底質，多為如圖 3-1 與圖 3-2 所示的泥質或是泥質混砂質情況。極少發現如圖 3-3 所示的合適文昌魚棲息的环境。

金門海域中所棲息的鰓口文昌魚屬 (*Branchiostoma*) 物種有二種，分別是白氏文昌魚 (*Branchiostoma belcheri*) 和日本文昌魚 (*B. japonicus*)。兩種文昌魚可藉由外部形態在吻鰭、尾鰭和前臀鰭腔室的不同作區分 (圖 3-4 到圖 3-9)。研究中發現，金門北方與東方海域中大多數調查地區海底為岩盤或不適合文昌魚的棲息底質環境 (表 3-1)，此一現象可以解釋為何在調查中未能捕獲到文昌魚。本研究的採集資料與翁等 (2012) 的報告結論相符合，文昌魚在金門周邊海域目前只能在前埔-黃厝和南線-十八線這兩個海區或是料羅灣一側海域能發現，而小嶝島-角嶼和鯉魚嶼兩海區已多年未能發現文昌魚棲息。

二、金門文昌魚面臨的棲息環境壓力

金門周邊海域的文昌魚調查結果與翁等（2010）對廈門海域對文昌魚資源調查的結果相符合，顯示廈門金門海域的環境已不適合文昌魚的生息。未來幾年中，金門文昌魚族群還要面臨連結大金門小金門兩島的金門大橋興建和廈門市將在翔安區大嶼島和小嶼島間填海建設新的翔安國際機場。除了直接的棲地破壞外，建設完成後所連帶造成的海流改變，將會使底質改變進而影響已經很稀少的文昌魚族群。更不用說這些建設完成後所帶來的人口增長和觀光旅遊所連帶產生的環境壓力上升。面對群眾對經濟開發的要求聲浪，文昌魚在金廈地區開始的復育工作面臨極大的壓力。文昌魚在此一地區未來復育結果，實在令人擔憂。

第二節 建議

基於廈門地區的文昌魚現況和面對的未來經濟開發壓力，翁等 (2010) 對福建沿海所做的文昌魚現況調查中，建議應該立即在文昌魚棲息條件良好且族群豐富穩定的廈門南方東山島地區建立新的文昌魚保護復育基地，作為文昌魚新的庇護所。也因此，本研究提出應該在台灣其他海域進行文昌魚的資源進行調查，尋找其他可能的文昌魚族群並規劃新的保育區域，例如金門北方的烏坵和東沙島等都是文昌魚分佈的淺在區域，且面臨開發壓力較少，可先行調查當地是否有文昌魚棲息，再視情況作為金門海域文昌魚族群的庇護所和種源補充來源。

是故根據本研究結果，提出下列具體建議。以下分別從立即可行及中長期建議加以列舉。

立即可行建議：

主辦機關：金門國家公園管理處

協辦機關：中華民國溪流環境協會

- (一) 調查結果可納入更新解說資料
- (二) 加強文昌魚的群眾教育和促進更多的公眾參與
- (三) 文昌魚種苗在金門的人工培育

中長期建議：

主辦機關：金門國家公園管理處

協辦機關：中華民國溪流環境協會、中央研究院、金門縣水產試驗所

- (一) 金門海域文昌魚的保育區規畫設立與管理
- (二) 金門海域污染物排放的監測和取締
- (三) 文昌魚族群的監控與族群數量的回復計畫
- (四) 金門、廈門的兩岸文昌魚保育復育合作工作
- (五) 規劃其他文昌魚可能棲息海域為文昌魚的新復育場所

表 3-1 底拖網採樣結果

測站編號	名稱	分選性	尾/公寸 ³	平均體長 (mm)	測站編號	名稱	分選性	尾/公寸 ³	平均體長 (mm)
1	細砂	不佳	0.00	0.00	28	極細砂	佳	0.00	0.00
2	粗砂	非常不佳	0.00	0.00	29	極細砂	非常不佳	0.00	0.00
3	細砂	非常不佳	0.00	0.00	30	極細砂	不佳	0.00	0.00
4	中等粗砂	非常不佳	0.00	0.00	31	粉泥	非常不佳	0.00	0.00
5	極細砂	不佳	0.00	0.00	32	粉泥	佳	0.00	0.00
6	細砂	不佳	0.00	0.00	33	極細砂	佳	0.00	0.00
7	NA	NA	0.00	0.00	34	粗砂	佳	1.27	5.87
8	NA	NA	0.00	0.00	35	細砂	不佳	0.00	0.00
9	極細砂	不佳	0.00	0.00	36	粉泥	佳	0.00	0.00
10	極細砂	不佳	0.00	0.00	37	極細砂	不佳	0.00	0.00
11	粉泥	不佳	0.00	0.00	38	極細砂	佳	0.00	0.00
12	極細砂	不佳	0.00	0.00	39	細砂	不佳	0.00	0.00
13	極細砂	非常不佳	0.00	0.00	40	極細砂	不佳	0.00	0.00
14	極細砂	不佳	0.00	0.00	41	細砂	不佳	0.00	0.00
15	粉泥	非常不佳	0.00	0.00	42	粗砂	中等佳	N.A.	29.51
16	極細砂	不佳	0.00	0.00	43	粗砂	佳	N.A.	30.11
17	粉泥	非常不佳	0.00	0.00	44	粗砂	中等佳	N.A.	32.54
18	極細砂	佳	0.00	0.00	45	極細砂	佳	0.00	0.00
19	極細砂	佳	0.00	0.00	46	極細砂	佳	0.00	0.00
20	極細砂	佳	0.00	0.00	47	細砂	不佳	0.00	0.00
21	粗砂	中等佳	2.36	15.23	48	極細砂	不佳	0.00	0.00
22	粉泥	佳	0.00	0.00	49	粗砂	中等佳	N.A.	27.54
23	粉泥	佳	0.00	0.00	50	粗砂	中等佳	N.A.	31.55
24	粉泥	佳	0.00	0.00	51	粗砂	中等佳	N.A.	36.57
25	極細砂	佳	0.00	0.00	52	粉泥	佳	0.00	0.00
26	粗砂	非常不佳	0.00	0.00	53	極細砂	不佳	0.00	0.00
27	粗砂	佳	0.58	9.51					

(資料來源：本研究製表)



圖 3-1 泥砂混合的底質情況

(資料來源：本研究製圖)



圖 3-2 由泥所構成的底質情況

(資料來源：本研究製圖)



圖 3-3 文昌魚所喜好的底質情況

(資料來源：本研究製圖)



圖 3-4 白氏文昌魚吻鰭較為圓鈍

(資料來源：本研究製圖)



圖 3-5 日本文昌魚吻鰭則較為尖長

(資料來源：本研究製圖)

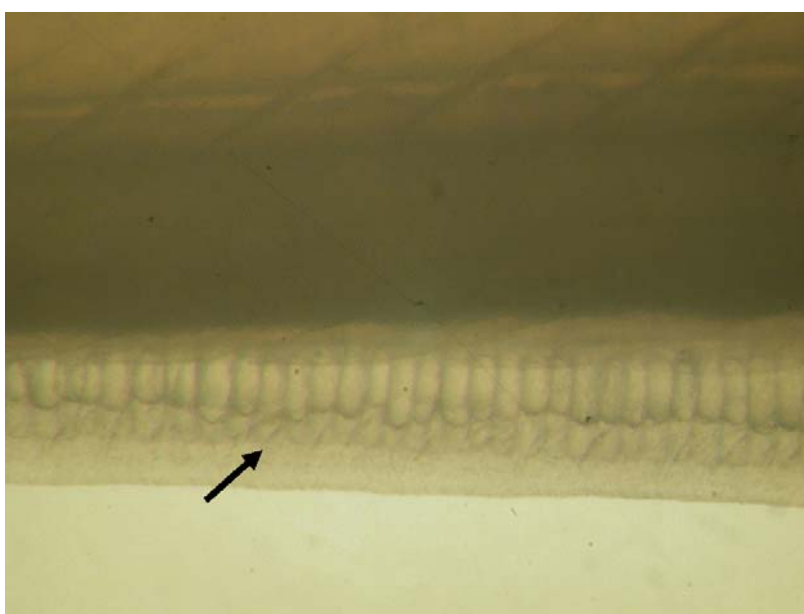


圖 3-6 白氏文昌魚臀鰭腔室較小且密

(資料來源：本研究製圖)

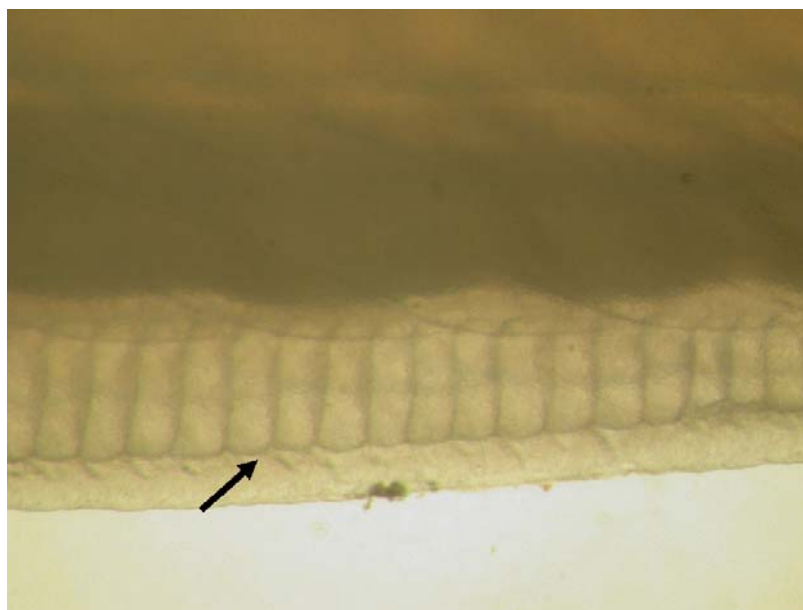


圖 3-7 日本文昌魚臀鰭前腔室則較大且疏

(資料來源：本研究製圖)



圖 3-8 白氏文昌魚尾鰭較平緩

(資料來源：本研究製圖)



圖 3-9 日本文昌魚尾鰭則較陡峭

(資料來源：本研究製圖)

附錄一 出國訪問報告

赴廈門進行文昌魚研究與管理之參訪與交流報告書

邵廣昭、林翰揚、李承運

中央研究院生物多樣性研究中心

一、 參訪緣由

溪流學會因執行金門國家公園管理處所委託之「金門海域生態調查研究-文昌魚之資源調查研究與應用(二)」計畫，於今年元月三日在金門進行期初報告時，陳處長及盧副處長指示應加強與廈門之學研及漁業管理單位交流與互訪，以便能更完整地了解金廈海域文昌魚資源之實際分布狀況、研究進度、管理及保育措施之成效，以及商討金廈未來應可加強合作研究與共同管理之課題與可能性等，以便未來金管處在籌畫未來研究及經營管理上之參考。廣昭原本預定今年9月初赴武夷山參加海峽兩岸海洋科學研討會途經廈門時再來從事此項交流工作。但因適逢廈大與港大每年所舉辦之「第四屆水環境科學研究高校聯盟研究生論壇」(The 4th University Consortium of Aquatic Sciences Postgraduate Symposium)在3月5-9日於廈大的海洋館舉行，廈大主辦單位海洋環境科學院之劉敏副教授來函邀請廣昭帶學生來參加並能提供一場大會專題演講，因此廣昭乃決定利用這次赴廈門開會的機

會，拜訪廈大生命科學系之王義權教授、福建水產所方少華教授及廈門市海洋與漁業局資源與環境保護處的洪學標處長，請教並討論文昌魚研究之現況與管理問題，及未來其他課題可能之交流。盡早交流對正確規劃本年度計畫之採樣與研究方向十分重要，因此在行前即已透過方少華研究員之介紹完成參訪之安排。行前數天，廣昭並再度與金管處盧副處長聯繫，請教應研議之相關事宜。

二、 參訪經過及行程安排

廣昭因華航累積哩程之時數問題，乃選擇搭乘華航於4日上午班機於桃園機場直飛廈門，而海大海生所陳義雄所長及其博士生黃世彬，與廣昭與義雄共同指導的兩位碩士生林翰揚與李承運則搭乘4日傍晚廈航於台北松山機場起飛的飛機。廣昭及義雄因公務較忙，故乃提前於8日返台，三位學生則至會議結束後之10日返台。老師們下榻於廈大校園內之克立樓，學生則住在校門附近之青年旅舍，會場則在廈大之海洋樓。

3月5日上午為開幕式，由廈大海環科學院近岸海科重點研究室戴民漢院長、港大之Cynthia Yau、及廣昭致詞，接著為Dr. Yau之演講介紹香港珊瑚之分布及研究，以及11個研究生之英文報告(每位20分鐘)。晚上為在逸夫樓中餐廳之歡迎晚宴。當天下午廣

昭乃前往生命科學院拜訪王義權教授，參觀其文昌魚之繁殖及光線調控設施，並獲贈一些浮游性之文昌魚幼生標本，討論金廈文昌魚研究之狀況共約 1.5 小時，受益良多。

3 月 6 日上午為廣昭之大會報告，題目為「台灣漁業的永續：現況與挑戰。」，上午則有 6 場研究生報告，外加 Emily King 報告剛在大陸啟動的海洋教育推廣計畫，COSEE China: encouraging China to “Think Blue”。下午為鼓浪嶼之旅遊，廣昭並未參加，乃利用此機會與廈門市環保處的洪處長洽談文昌魚之調查與管理工作。晚上則由戴院長宴請來自國外的訪客，包括正好來訪中山大學之許德敦教授及中研院地科所之黃添福研究員。

3 月 7 日上午聽完 8 個研究生報告後，中午乃與本屆籌辦單位與港大之籌備委員討論明年在台灣舉行此會之可能性及相關食宿及場所之安排等。下午則由位在海洋樓隔壁的國家海洋局第三所的研究員林龍山來接往該所參訪了解海三所之研究現況，並交換未來金廈或台廈加強合作交流的可能性，並由廣昭在該所做兩項專題的報告：「應用生命條碼在魚卵及仔稚魚之研究」及「台灣海洋生物多樣性資料之整合及與國際接軌」。報告完後並參觀該所 908 專題之標本館之設施及收藏，晚上由該所吳副院長在萬鵬牡丹會館宴請。

3月8日廣昭返回台北，翰揚及承運分別在上午做兩場報告，下午參加辯論會。

3月9日參加大會安排之旅遊活動(土樓)

3月10日翰揚及承運返台

三、 參訪心得

(一)文昌魚部分及兩岸合作

1. 參觀王義權教授設在海洋樓之文昌魚養殖室共繁殖日本及白氏兩種，並獲贈一些其浮游幼生之標本。
2. 廈門方面雖然廈大與福建水產所近來年並未持續進行文昌魚之調查，但根據彼等之了解，廈門一帶文昌魚之數量亦有日漸減少之趨勢，抽砂破壞底質棲地仍是最大的干擾與破壞，廈門方面已設多處錄影遙控監測站，並有海警可以迅速駛往現場取締，但違法抽砂船會逃過中線來逃避取締，反而要求金門的海巡要能嚴格取締，目前如每周一次，次數太少，或能與廈門方面建構聯合作業或熱線來打擊不法。大陸方面雖然仍有若干漁民仍在非法撈捕，但其數量有限，廈門方面將持續進行種苗放流來作為彌補，以求達到平衡。

3. 如要用浮游生物網來撈捕文昌魚之浮游幼生，其網目大小需要是 200 目/吋=100 μ m，(300 目/吋=48 μ m)，換言之，我們所使用之 330 μ m 捕撈魚卵及仔稚魚之浮游網並不適用，必須重作。又捕撈之季節需在其繁殖季，日本文昌魚為 4-5 月、白氏文昌魚為 6-7 月。
4. 在調查樣區或測站方面，我們過去的測站不夠密集，彼等之經驗是文昌魚之分布相當呈小塊狀，且會不時遷移，故採樣點彼此間最好不要超過 100-200m，當地漁民多半在大潮之退潮時水深不深處用腳去感覺其底質之砂礫之顆粒度，再決定是否去採砂來過濾。目前在黃曆等保護區應還有不少族群，在大山金門間及外之地區（？）乃至於小金門以西的屬台灣控制的海域(傾廢區)或東碇島，即使水深 30m 均仍有採到文昌魚，故我們今年作業之測站位置及範圍需擴大及調整，特別是小金門西南部海域。
5. 由廈門市環保處委託集美大學所進行文昌魚資源的調查之三年研究報告即將完成，洪處長允諾完成後會寄信給我們參考。
6. 建議金廈雙方可以商討進一步海域環境或生態調查之具體合作，希望可經申請許可後越過中線在對方管轄水域進行

調查採樣，或租用對方船隻在對方海域作業等可行之方式，否則亦可交流資料及標本。調查研究之項目除了白海豚、蠶、文昌魚、互花米草及紅樹林之生物相及分布資料外，垃圾、汙水之問題亦可商議。大陸方面擬大規模進行從圍頭(?)到海角(?)廣達 1000 km²之海域進行大尺度海洋生物之調查，金門海域會被涵蓋在內，屆時如何在兼顧海防之安全下與其合作也是未來應研議之課題。

(二) 研究生論壇部分

1. 廈大與港大由研究生所發起之高校聯盟研究生論壇，完全由學生自主，老師只是陪襯及配角，因為全程用英文，包括會議主持、報告、討論、Q&A 及辯論等，四天下來，不得不令我們覺得驚訝及佩服香港學生之流利英文自然不在話下，而大陸來自不同學校研究生之英文亦相當流利，個個都有大將之風，其學習之態度非常積極，相形之下，台灣之學生即相形見拙，這是台灣學生必須努力改善之處，否則將來在學術研究上將會缺乏競爭力。
2. 籌辦會希望下屆能到台灣來辦，海大因與廈大已簽有 MOU，海生所所長陳義雄此次亦受邀前來參加，亦首肯願籌備明年四月底在台召開，回去後再了解能容納約 40-50

位來自大陸及香港(各約 20-25 名)的便宜旅社及會議場所，希望在今年底可以決定可前來與會之名單，以便大陸學生或大陸赴港大就學之學生可以在過年返鄉時在當地辦理或取得來台之許可，廣昭及研究生將協助義雄舉辦下次之論壇。

(三)其他

1. 大陸近年來因經濟起飛，科研經費大幅成長，研究人才較不足，期望能加強兩岸之合作交流，廈門與台灣之海洋生物及漁業資源關係密切，包括資源管理、保護區劃設與管理、東坪島之珊瑚調查、核電廠之生態監測、海洋生物多樣性物種名錄、分類、標本管理、資料庫之建置、圖鑑之編撰等等，有許多可以合作交流之課題及機會，希望雙方能透過協商，解決一些政治上的約束，能更順利地進行交流合作。
2. 海大海生所也藉此次機會希望能與廈大之海洋及環境學院及國家海洋局海三所能簽署合作備忘錄，均獲正面回應，今年10月在海大召開之海峽兩岸第二屆海洋生物多樣性研討會（由黃將修教授主辦將是一適當之時機）

附錄二 期中會議及回應

金門國家公園管理處 101 年度委託研究計畫

「金門海域生態調查研究—文昌魚之資源調查研究與應用（二）」

期中會議紀錄

時 間：101 年 07 月 03 日(星期二)上午 10 時 30 分

地 點：本處第一會議室

主 席：盧副處長淑妃 代 記 錄：黃啓俊

出席人員：詳簽到簿

一、 主席致詞（略）

二、 業務單位報告（略）

三、 中華民國溪流環境協會簡報（略）

四、 結論：

- (一) 報告書請參照內政部委研計畫格式修正。
- (二) 本研究係為第二年計畫，請補充第一年重要研究成果。
- (三) 請受託單位與金門縣水產試驗所聯繫，交流雙方研究資訊、擴大研究範圍，以利報告完整性並達到資訊共享原則。
- (四) 針對受託單位所提之大陸違法抽沙船破壞文昌魚棲息地乙案，惠請行政院海岸巡防署第九海巡隊協助加強取締。
- (五) 針對文昌魚棲地保育乙案，惠請金門縣政府評估劃設保護區可行性。
- (六) 本案期中報告審查原則通過，請受託單位依本處所提意見修正，並依結論及合約續辦。

五、 受託單位回應

(一) 回應各課、站 (綜合) 意見：

1. 業已依照內政部委研計畫格式修正報告書中章節順序內容。
2. 第一年計畫中，我們發現文昌魚在金門周邊海域棲息的情況遠不如所想像中的多，雖然在料羅灣一側依舊有少數地區有豐富的族群量，但底質中適合文昌魚棲息的篩選系數佳的粗砂環境極少，依據過去研究報告指出文昌魚的分佈受到底質條件限制，這樣的關係說明了為何在採集作業中很少發現文昌魚的情況。利用分子生物學技術和形態觀察的數據結果，我們也證實了在金門海域中有兩種文昌魚生息，分別是白氏文昌魚和日本文昌魚。野外調查中，也能時常看見許多大陸抽砂船作業，這些都是直接傷害文昌魚生息環境的因素。
3. 今年七、八月間有幸能採用金門水試所研究船至料羅灣一側較深的海域進行調查，發現其中有數個採樣點分佈大量文昌魚族群，相較於其他地區而言料羅灣一側可能遭受的抽砂和盜捕壓力較小，故還有較大量的文昌魚族群。此地的文昌魚族群值得做持續的監測。
4. 已將調查結果轉呈海巡單位協助加強取締大陸船隻越界問題。
5. 遵照各委員所給的寶貴意見修改研究內容並更正研究方向與方法，以期能增進研究的成果。

六、 散會 (上午11時30分)。

附錄三 期末會議及回應

金門國家公園管理處 101 年度委託研究計畫

「金門海域生態調查研究—文昌魚之資源調查研究與應用（二）」

期末會議紀錄

時 間：101 年 12 月 05 日(星期三)上午 09 時 00 分

地 點：本處第一會議室

主 席：盧副處長淑妃 代 記 錄：黃啓俊

出席人員：詳簽到簿

五、 主席致詞（略）

六、 業務單位報告（略）

七、 中華民國溪流環境協會簡報（略）

八、 結論：

- (一) 請受託單位補充金門地區白氏文昌魚及日本文昌魚之分布圖、棲地描述，並提供標本作為環境教育使用。
- (二) 請調整表格內容及字體，方便閱讀。
- (三) 請提供文昌魚相關解說資料及宣導之新聞稿。
- (四) 請提供保育區劃設建議書，以利後續與相關單位協商評估文昌魚保育區劃設可行性。
- (五) 針對於文昌魚族群監控及種苗復育，惠請金門縣水產試驗所協助處理，以保護文昌魚種原。
- (六) 本案期末報告審查原則通過，請受託單位依本處所提意見修正，並依結論及合約續辦。

九、 受託單位回應各課、站（綜合）意見：

1. 目前對白氏文昌魚及日本文昌魚兩物種的棲地偏好並無相關研究。但在研究中，文昌魚都棲息在篩選係數良好的粗

砂環境中，且若是捕獲量大的話，兩種文昌魚都能在同一調查測站發現，可推論出兩種文昌魚未有微棲地選擇不同的差異存在。棲地的分佈如圖2-1中紅底數字標示處。標本亦會提供給金門國家公園作為展示教學使用。

2. 遵照各委員所給的寶貴意見修改研究內容，以期能增進研究的成果。
3. 遵照委員所要求提供。
4. 請參閱行政院農委會101年度科技計畫報告：漁業資院保育區及稀有動物之調查及規畫。計畫編號：101農科-11.2.2-漁-F1(3)。
5. 將轉呈調查結果於金門縣水產試驗所，協助解決文昌魚族群監控及種苗復育的問題。
6. 遵照各委員所給的寶貴意見修改更正研究內容，以期能增進研究的成果。

十、 散會（上午10時30分）。

參考資料

Boring, AM, HL Li (1932) Is the Chinese amphioxus a separate species. Peking Nat Hist Bull 6: 9-18

Garcia-Fernandez, J, PW Holland (1994) Archetypal organization of the amphioxus Hox gene cluster. Nature 370: 563-566

Pallas, P. S. (1774) *Limax lanceolatus*. Descriptio *Limacis lanceolaris*. In: *Spicilegia Zoologica, quibus novae imprimus et obscurae animalium species iconibus, descriptionibus*. Gottlieb Augustus Lange, Berlin. (10): 19. tab. 1, fig. 11 a,b

Tchang, S., and K. C. Koo (1936) Description of a new variety of *Branchiostoma belcheri* (Gray) from Kiaochow Bay, Shantung, 47 China. *Contr. Inst. Zool. Natl. Acad. Peiping*. 3(4): 77-114+2 plates.

Xu QS, F Ma, YQ Wang (2005) Morphological and 12S rRNA gene comparison of two *Branchiostoma* species in Xiamen waters. *J. Exp. Zool.* 304B: 259-267

Yarrel, W. 1836. A. History of British Fishes. 1st edition. J. Van Voorst, London. 1:xxxvii+408 pp.,suppl.1839 48; 2:472 pp.;suppl. 72pp.

Zhou, CW (1958) Comparative study on Chinese amphioxus. *J. Shandong. Univ.* 1: 162-204

方永強，齊襄，洪桂英（1990）不同海水鹽度和 pH 對文昌魚經壽命的影響。台灣海峽 9（1）73-77

方永強，齊襄，洪桂英（1992）光照週期對文昌魚性腺成熟和產卵的影響。海洋學報 14（3）128-133

方永強，翁幼竹，戴燕玉，呂小梅，方少華，張跃平 (2005) 廈門文昌魚人工繁殖和幼蟲發育及其變態的研究。海洋學報 27 (4) 102-107

方琦，周仁杰，鐘指揮 (2010) 白氏文昌魚幼魚對海水溫度與鹽度變化的耐受力研究。海洋科學 35 (7) 7-13

王義權，許群山，彭宣憲，周涵韜 (2004) 通過 Cyt b 基因同源序列比較評估廈門文昌魚的分類學地位。動物學報 50 (2) 202-208

王義權，方少華 (2005) 文昌魚分類學研究及展望。動物學研究 26 (6) 666-672

王玲，鄭明剛，仝艷麗，李海東，孫修勤 (2011) 六溴環十二烷 (hexabromocyclododecane, HBCD) 暴露對生長階段文昌魚的毒性及幾種重要酶活性的影響。環境科學學報 31 (5) 1086-1091

白秀娟，盧伙勝，張冰 (2009) 亞硝酸鹽對文昌魚磷酸酶、酚氧化酶及部分生長指標的影響。漁業現代化 36 (1) 22-25

申欣，田美，孟學平，程漢良 (2011) 文昌魚線粒體基因組特徵分析及分子標記探討。海洋科學 35 (7) 7-13

朱龍，隋美風 (2001) 山東蓬萊沿海發現文昌魚。海洋科學 25 (3) 27-30

汪傳洋，陳必哲，姚聯騰，張漢科，張壯麗，錢小明，王小奉，

林麗亞，楊甘霖，吳振評，郭金海（2001a）閩江口至南澳海岸帶文昌魚分佈調查。福建水產（1）14-16

汪傳洋，陳必哲，姚聯騰，張漢科，張壯麗，錢小明，王小奉，林麗亞，楊甘霖，吳振評，郭金海（2001b）廈門前埔潛海文昌魚資源調查報告。福建水產（1）17-22

李忻怡，林浴霜，張紅衛（2012）文昌魚 tropomyosin 基因的克隆、進化分析及其胚胎發育和成體表達模式。動物學研究 33（4）1-6

李偉業，鐘婧，王義權（2010）基於 COX I 基因的太平洋西岸文昌魚地理種群分析。動物學研究 31（4）375-380

吳賢漢，張寶祿，曲艷梅（1998）溫度和鹽度對青島文昌魚胚胎發育的影響。海洋科學（4）66-68

金德祥，程兆第，劉岩岩（1987）廈門文昌魚在劉五店瀕臨絕種。福建水產（1）32-33

祝茜，夏龍，宋帥，于希忠，翟奎（2003）威海海域發現文昌魚。海洋科學 27（9）6-7

高天翔，張宏義，姜衛蔚，彭松麗，計英君，（2000）萊州灣東部水域出現的文昌魚幼體的初步調查。海洋湖沼通報（3）20-23

徐煒，李偉業，王義權（2012）文昌魚 GFP 基因的鑑定及表達分析。動物學研究 33（3）304-313

袁偉，王俊，林群，王成華，孫堅強 (2011) 青島膠州灣口海域秋季文昌魚的分布及棲息環境的特徵。生物多樣性 19 (4) 470-475

孫玉苗，祝茜 (2008) 威海海域文昌魚的形態特徵與分類學地位探討。海洋科學 32 (9) 18-24

翁幼竹，劉志剛，方永強，薛文玲 (2012) 水溫對文昌魚生殖活動的影響極其內分泌機制。海洋學報 34 (4) 163-171

翁朝紅，張雅芝，劉賢德，謝仰杰，肖志群，王淑紅 (2010) 福建沿海文昌魚的分佈及其資源保護對策。海洋科學 34 (8) 35-40

翁朝紅，謝仰杰，肖志群，李軍，黃良敏，張雅芝 (2012) 廈門海域文昌魚資源及其自然生態環境評價。集美大學學報(自然科學版) 17 (4) 259-264

梁惠，劉穎，張士瑾 (2012) 文昌魚多糖對 S180 小鼠淋巴細胞增殖和抗氧化水平的影響。食品科學 33 (17) 249-252

陳欣映，許嚨 (1988) 粵東南澳島發現珍稀文昌魚。海洋漁業 (2) 83

郭昱嵩，王中鋒，劉楚吾，劉筠 (2008) 湛江海域文昌魚 (*Branchiostoma*) 線粒體 Cyt b 基因的全序列分析。廣東海洋大學學報 28 (1) 6-10

張漢科 (1990) 廈門文昌魚的漁業現況。福建水產 (3) 15-18

張秋金 (2007) 廈門海域文昌魚屬 *Branchiostoma* 的分類及 2 種文昌魚的實驗室連續繁殖。博士論文，廈門大學

張秋金，陳路，呂小梅，李光，方少華，王義權 (2009) 廈門 2 種文昌魚的實驗室飼養與繁殖。水生生物學報 32 (2) 348-351

張巨永，黃盛豐，王蔚，徐安龍，王義權 (2010) 白氏文昌魚單個體基因組 BAC 文庫的建構。遺傳 32 (1) 67-72

張立，黎明興，黃光華，江林源，蔣和生，楊學明 (2011) 北海文昌魚雌魚群體性腺發育的週年變化。南方農業學報 42 (2) 197-200

梁惠，張士瑾 (2006) 文昌魚營養成分分析及營養學評價。營養學報 28 (2) 184-186

馮季芳，朱長壽 (1995) 東山島近岸海域文昌魚浮游幼體的分佈。台灣海峽 (1) 62-66

馮波，盧伙勝，陳文河 (2006) 廣東茂名大放雞海區文昌魚分布與底質關係。熱帶海洋學報 25 (2) 18-23

黃加祺，江素菲 (1988) 羅源灣文昌魚幼體的發現。廈門大學學報 (自然科學版) (3) 91

劉志剛 (2008) 溫度對文昌魚性腺發育和生殖活動的影響及其機制的研究。碩士論文，國家海洋局第三海洋研究所

楊學明，張立，黃光華，江林源 (2011) 北海文昌魚雄魚群體繁

殖特性研究。南方農業學報 42 (3) 320-323

趙琦 (2010) 利用 Cyt b 基因和 COI 基因探討威海和青島海域文昌魚分類地位及遺傳學多樣性。碩士論文，山東大學

盧斌，柯才煥，王文雄 (2012) 低濃度鎘、鋅暴露對白氏文昌魚的毒性累積及其幾種重要酶活性的影響。廈門大學學報(自然科學版) 51 (4) 767-773

閻路娜 (2000) 秦皇島海區文昌魚分類地位的研究。碩士論文，河北大學

顏雲榕，盧伙勝，白秀娟，趙浩波，廖傳翼 (2010) 湛江硃洲島文昌魚 (*Branchiostoma belcheri*) 的食性研究。海洋科學 34 (8) 16-22