

東沙環礁潟湖魚卵及仔稚魚之種類組成

蔡素甄¹，張榮樺¹，柯慧玲¹，陳靜怡¹，蔡正一¹，邵廣昭^{1,3}，龔猷海²，
陳寬德²，張廖年鴻²，陳義雄²

¹中央研究院生物多樣性中心；²國立臺灣海洋大學海洋生物研究；³通訊作者 E-mail:
zoskt@gate.sinica.edu.tw

[摘要] 本研究係報告自 2011 年 3 月、6 月、8 月及 10 月於東沙環礁潟湖進行魚卵及仔稚魚魚種組成調查之初步結果。結果顯示東沙環礁內外之魚卵、仔稚魚豐度高。魚卵由形態鑑定只分出 11 類，大多至科層級，但分子鑑定可分出 123 類，其中 91 類鑑定到種。仔稚魚由形態可分出 82 類，其中 33 類鑑定至種；利用分子鑑定則可分出 110 個類群，其 65 類可鑑定到種。其中有 18 種魚卵及 21 種仔稚魚之魚種，其成魚未曾出現於東沙海域。魚卵豐度最高的季節在 6 月，組成主要為隆頭魚科(Labridae)及鸚哥魚科(Scaridae)。仔稚魚優勢科別為雀鯛科(Pomacentridae)、鰕虎科(Gobiidae)及鰻科(Bleniidae)。這些顯著科的仔稚魚與魚卵的科別不同，可能與這些魚種均產沉性卵，無法由浮游動物網所採集，且其孵化率較浮性卵高有關。空間分布(MDS)及聚類分析(CLUSTER)結果顯示，魚卵、仔稚魚測站的種類組成並無差異，魚卵在內環礁月別間的種類組成則是有差異。

關鍵字：魚卵、仔稚魚、東沙環礁

Species Composition of Fish Eggs and Larvae in the Waters of the Dongsha Atoll

Su-Chen Tsai¹, Jung-Hua Chang¹, Hui-Ling Ko¹, Ching-Yi Chen¹, Chen-Yi Tsai¹,
Kwang-Taso Shao^{1,3}, Yu-Hai Kung², Kuan-Te Chen², Nian-Hong Jang-Liaw² and
I-Shiung Chen²

¹Biodiversity Research Center, Academia Sinica; ²Institute of Marine Biology, National Taiwan Ocean University; ³Corresponding author E-mail: *zoskt@gate.sinica.edu.tw*

ABSTRACT This study reports the preliminary results of the species composition and distribution of fish eggs and larvae sampled in the Dongsha Atoll waters in March, June, August and October of 2011. The results show that the fish eggs and larvae were abundant in the waters inside and around the Dongsha Atoll. The fish eggs were morphologically identified into only 11 taxa and mostly down to family level, but 123 taxa, accounting for 91 species, were further identified by DNA sequence barcoding. The fish larvae were classified into 82 taxa, accounting for 33 species, based on morphological characters, but 110 taxa, accounting for 65 species, were identified with DNA barcoding. Eighteen species of fish eggs and 21 species of fish larvae that have no adult fish recorded in the Dongsha area before were also identified. The most dominant families of fish eggs were Scaridae and Labridae. The reproduction peak for both families among the sampled months was in June. The most dominant families of fish

larvae were Gobiidae, Pomacentridae and Blenniidae. This may be due to their habit of laying demersal eggs which could not be collected by zooplankton nets and the hatching rate is higher compared to floating eggs. The results of Multi-Dimensional Scaling (MDS) and Cluster analysis (CLUSTER) indicated that there was no difference in the composition of fish eggs among the four collecting stations; and the same was true for fish larvae. However, the composition of fish eggs inside the Atoll showed a difference among the three sampled months.

Keywords: fish egg, fish larva, Dongsha Atoll

前言

東沙環礁地處北緯 20°47' 至 22°35'，東經 116°42' 至 116°55' 之間，為我國唯一發育完整的環礁，直徑約 25 公里，面積約為 500 平方公里，環礁中間為一水深 16 公尺以淺的潟湖，環礁內有許多珊瑚礁與淺灘，及沙地和海草床棲地。東沙島潟湖則是東沙島西側如馬蹄狀中間所包圍之內海，面積約 0.64 平方公里。環礁潟湖內珊瑚礁生態復育狀況之監測及其復育潛力之預測，是目前東沙海洋國家公園管理處在制訂未來管理政策之重要依據。

目前所知最早至東沙島生物調查之報告為日本大正六年(1917)登錄於臺灣水產雜誌第 23 號報告內所記錄之 13 種東沙島產之魚類(含 7 種未鑑定種)。臺大海洋研究所九連號研究船至東沙島進行的調查(楊榮宗等 1975)。以及水產試驗所零星之經濟性魚種調查，1990 年至 2010 年間經農委會、高雄市政府、內政部及海洋國家公園管理處之支助，曾有過數次較整體的調查(方力行等 1990, 陳正平等 1994, 陳正平等 2005, 鄭明修等 2005, 鄭明修等 2006, 鄭明修等 2008)，將珊瑚礁魚類之記錄增至 73 科 643 種(陳正平 2010)，並出版了東沙魚類生態圖鑑(陳正平等 2011)及海草床生物圖鑑(林幸助等 2010)。而仔稚魚的部份，黃俊邇和丘臺生(1994)在東沙島只記錄到 3 科 3 種，呂明毅(2005)於 2004 年 8 月進行 5 個航次的採樣，則採集到 224 尾仔稚魚，分屬 23 科 25 種。魚卵則尚未有任何調查研究。

在 2000 年以前，魚卵及仔稚魚的分類研究均是以傳統形態之方法來進行。日人冲山宗

雄(1988)、水戶敏(1966)，中國之趙傳綱，張仁儒(1985)，美國的 Ahlstrom *et al.* (1984)是少數幾本有針對魚卵之形態整理的圖鑑或專書，但書中所涵蓋種類均有限。利用電顯之微細構造來從事魚卵的分類則以德國之 Riehl (Riehl and Kock 1989) 為先驅，邵廣昭等(2001)利用光學及電顯之微細構造出版了全球第一本《台灣海域魚卵圖鑑》沿近海近 200 張魚卵之圖文資料，但其中仍有許多種只能鑑定到科或屬。Shao *et al.* (2002)則指出電子顯微鏡雖能辨別出較多特徵，然而即使利用電顯觀察，部分物種仍擁有相同鑑別特徵，因此惟有利用分子鑑定方法才能確認魚卵的種別。

臺灣目前可以鑑定仔稚魚之人才甚少，較有經驗的只有少數幾個研究室，將同批仔稚魚利用生命條碼來檢測這些仔稚魚研究室的形態鑑種能力，卻發現正確率甚低，鑑到種之層級、屬級及科級的正確率分別為 4-37%，16-75%，以及 70-89% (Shao *et al.* unpublished)。由此可知仔稚魚之鑑定雖較魚卵容易及可靠，但要確定其種別正確性，也只有靠與成魚的 DNA 之序列來比較才能百分百的證實。此外，大部分種類的魚卵及仔稚魚之形態資料仍不全，可用之圖鑑亦太少，或僅限於魚卵及仔稚魚的分類專家才懂得如何使用，因此利用『生命條碼』來作魚類早期發育時期的鑑定在近年來已開始受學界之重視(Pinder 2005, Pegg *et al.* 2006, Victor 2007)。

綜觀前人研究，海洋國家公園管理處已蒐集有較完整珊瑚、珊瑚礁魚類、水文(海流)及水質之監測資料，但尚缺乏魚類早期生活史的資料。而利用形態進行魚卵仔稚魚鑑定，存有

諸多限制，故本研究在一年內藉由四次調查，利用形態特徵及生命條碼鑑定方法了解東沙環礁潟湖內外之魚卵、仔稚魚組成。

研究方法

一、魚卵、仔稚魚調查

本研究於 100 年 3 月、6 月、8 月及 10 月以浮游生物網及燈光誘捕器兩種工具進行魚卵及仔稚魚的採集。浮游生物網(90 cm diameter, mesh size 330 μ m)於 3 月、6 月及 8 月在東沙內環礁區測站(圖 1)水表面同時進行兩個網次的水平拖網，拖網時間 10-15 分鐘，網口裝置 HydroBios 流量計以估算流經網口之實際水量。其中 St.1-4 為內環礁測站，St.5-8 為外環礁測站。受天候因素影響，僅在 6 月份完成一次外環礁採樣，10 月則未能完成拖網採樣。因受限於佈設及回收之時間及作業安全性，改良式燈光誘捕器(light trap) (46 cm height x 30 length and width, 8 kg weight, mesh size 0.5 mm)的採集，只能在岸邊操作之緣故，分別在 3/26-27、29，6/17-19，8/26-27 利用夜間於六、七據點，3/28 於東沙島內潟湖(圖 2)進行燈光誘捕，10/4、5 則僅在六據點進行燈光誘捕採集，共進行 20 次採集，每次施放 3-4 個小時。樣本皆以 95%的酒精固定保存。

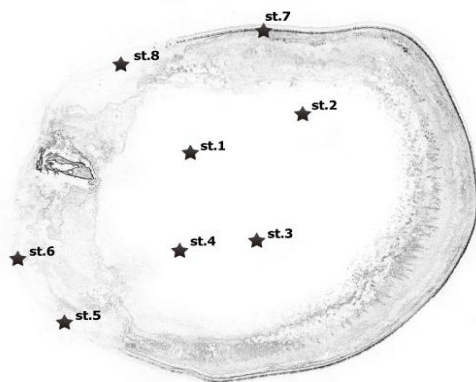


圖 1. 拖網採樣測站

1. 魚卵仔稚魚之鑑定形態鑑定

利用光學顯微鏡所能觀察之形質特徵，進

行魚卵、仔稚魚之形態鑑定，參照前人文獻(趙傳綱和張仁儒 1985, 沖山宗雄 1998, 邵廣昭等 2001)，將樣本鑑定至最低分類層級，並進一步細分類型(types)。

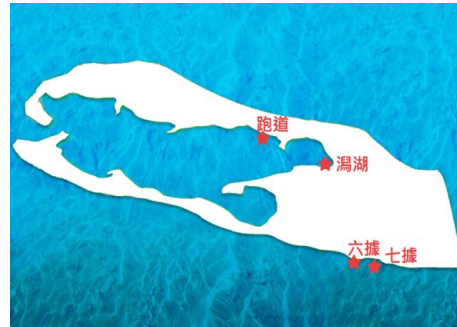


圖 2. 燈光誘捕器採樣測站

2. 生命條碼

在魚卵與仔稚魚根據外部形態分為不同類型後，於每次採樣、各測站與形態類型中挑選樣本，取其每個個體之組織，使用套裝之 Genomic DNA Mini Kit 萃取 DNA，並利用 Ward *et al.* (2005)所提出之通用引子，增幅 COI 基因片段，進行生命條碼鑑定。

二、群聚資料分析

使用 PRIMER 6 多變值統計軟體系統 (Clarke and Gorley 2006)將浮游生物網所採集之內環礁測站資料經 Log (x+1)轉換，以降低優勢物種的影響，並提高稀有物種的貢獻度。資料轉換後經 Bray-Curtis similarity 計算三角矩陣運算，並進行空間排序(MDS)及聚類分析 (CLUSTER)藉以了解群聚結構是否有與時間推移或隨測站遠近不同的梯度變化或分群現象。

結果

一、魚卵、仔稚魚豐度及種類組成

三次拖網採集共採獲 500,989 顆魚卵，利用形態及生命條碼方法鑑定，共包含 36 科 67 屬 91 種(表 1)。仔稚魚則採獲 3,906 尾，共鑑定出 36 科 68 屬 65 種(表 2)。魚卵以 6 月平均豐度為最高，8 月次之，3 月最低；仔稚魚則

表 1. 拖網測站魚卵組成(*東沙尚未有成魚紀錄之魚種)

學名	中文名	學名	中文名
Acanthuridae	刺尾鯛科	Caesionidae	烏尾鯨科
<i>Acanthurus nigrofuscus</i>	褐斑刺尾鯛	<i>Pterocaesio marri</i>	馬氏鱗鰭烏尾鯨
<i>Acanthurus olivaceus</i>	一字刺尾鯛	<i>Pterocaesio tile</i>	蒂爾鱗鰭烏尾鯨
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	黃鰭刺尾鯛	Carangidae	鱈科
<i>Ctenochaetus binotatus</i>	雙斑櫛齒刺尾鯛	<i>*Alectis ciliaris</i>	絲鱈
<i>Ctenochaetus striatus</i>	連紋櫛齒刺尾鯛	<i>Caranx</i> sp.	鱈屬
<i>*Naso brachycentron</i>	粗棘鼻魚	<i>*Decapterus macarellus</i>	頷圓鱈
<i>*Naso tonganus</i>	球吻鼻魚	Chaetodontidae	蝴蝶魚科
<i>Zebrasoma veliferum</i>	高鰭刺尾鯛	<i>Chaetodon ephippium</i>	鞍斑蝴蝶魚
Aulostomidae	管口魚科	<i>Chaetodon lunulatus</i>	弓月蝴蝶魚
<i>Aulostomus chinensis</i>	中華管口魚	<i>Chaetodon trifascialis</i>	川紋蝴蝶魚
Bothidae	鯉科	<i>Chaetodon</i> sp.	蝴蝶魚屬
<i>Asterorhombus</i> sp.	角鯉屬	Cirrhitidae	鱸科
<i>Crossorhombus</i> sp.	縷鯉屬	<i>Cirrhitichthys falco</i>	鷹金鱸
Bramidae	烏魴科	<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i>	尖頭金鱸
Gen. sp.		Clupeidae	鯧科
Caesionidae	烏尾鯨科	Gen. sp.	
<i>Caesio caeruleaurea</i>	烏尾鯨	Labridae	隆頭魚科
Diodontidae	二齒鮃科	<i>Thalassoma janseni</i>	詹氏錦魚
<i>*Chilomycterus reticulatus</i>	網紋短刺鮃	<i>Thalassoma lunare</i>	新月錦魚
Exocoetidae	飛魚科	<i>Thalassoma quinquevittatum</i>	五帶錦魚
Gen. sp.		Latidae	尖吻鱸科
<i>Cheilopogon</i> sp.	燕鱸魚屬	<i>Psammoperca waigiensis</i>	紅眼沙鱸
Fistulariidae	馬鞭魚科	Lethrinidae	龍占魚科
<i>Fistularia commersonii</i>	康氏馬鞭魚	Gen. sp.	
Hemiramphidae	鱗科	Lutjanidae	笛鯛科
<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i>	白鰭飛鱗	<i>Aphareus rutilans</i>	銹色細齒笛鯛
Labridae	隆頭魚科	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	銀紋笛鯛
Gen. sp.		<i>Lutjanus bohar</i>	雙斑笛鯛
<i>Cheilinus chlorourus</i>	綠尾唇魚	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	火斑笛鯛
<i>Cheilio inermis</i>	管唇魚	<i>Paracaesio xanthura</i>	黃擬烏尾鯨
<i>Choerodon anchorago</i>	鞍斑豬齒魚	<i>Paracaesio</i> sp.	若梅屬
<i>Choerodon jordani</i>	喬氏豬齒魚	<i>*Pristipomoides sieboldii</i>	姬鯛
<i>Choerodon schoenleinii</i>	邵氏豬齒魚	Mullidae	鬚鯛科
<i>Choerodon</i> sp.	豬齒魚屬	<i>Mulloidichthys</i> sp.	擬羊魚屬
<i>Cirrhilabrus cyanopleura</i>	藍身絲鰭鸚鯛	<i>Parupeneus barberinoides</i>	鬚海緋鯉
<i>Epibulus insidiator</i>	伸口魚	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	多帶海緋鯉
<i>Gomphosus varius</i>	雜色尖嘴魚	<i>Upeneus tragula</i>	黑斑緋鯉
<i>Halichoeres biocellatus</i>	雙斑海豬魚	Muraenidae	鱧科
<i>Halichoeres hortulanus</i>	雲斑海豬魚	Gen. sp.	
<i>Halichoeres nebulosus</i>	雲紋海豬魚	<i>*Gymnothorax fuscomaculatus</i>	斑尾裸胸鯨
<i>Halichoeres trimaculatus</i>	三斑海豬魚	<i>Gymnothorax</i> sp.	裸胸鯨屬
<i>Hemigymnus melapterus</i>	黑鰭半裸魚	<i>Uropterygius</i> sp.	尾鰭屬
<i>Labroides dimidiatus</i>	裂唇魚	Nemipteridae	金線魚科
<i>Novaculichthys macrolepidotus</i>	大鱗新隆魚	<i>Pentapodus caninus</i>	犬牙錐齒鯛
<i>Novaculichthys taeniourus</i>	帶尾新隆魚	<i>Scolopsis lineata</i>	線紋眶棘鱸
<i>Novaculichthys</i> sp.	美鰭魚屬	Ophidiidae	鼬魚科
<i>Oxycheilinus bimaculatus</i>	雙斑尖唇魚	Gen. sp.	
<i>Stethojulis bandanensis</i>	黑星紫胸魚	Ostraciidae	箱鮃科
<i>Stethojulis strigiventer</i>	虹紋紫胸魚	<i>Ostracion meleagris</i>	米點箱鮃
<i>Thalassoma amblycephalum</i>	鈍頭錦魚		
<i>Thalassoma hardwicke</i>	哈氏錦魚		

(續) 表 1. 拖網測站魚卵組成(*東沙尚未有成魚紀錄之魚種)

學名	中文名	學名	中文名
Pempheridae	擬金眼鯛科	Scombridae	鯖科
<i>Parapriacanthus ransonneti</i>	雷氏充金眼鯛	* <i>Auxis rochei</i>	圓花鯷
Pinguipedidae	擬鱸科	* <i>Euthynnus affinis</i>	巴鯷
<i>Parapercis cylindrica</i>	圓擬鱸	* <i>Gymnosarda unicolor</i>	裸鯨
Pomacanthidae	蓋刺魚科	Scorpaenidae	鮎科
<i>Centropyge bispinosa</i>	雙棘刺尻魚	Gen. sp.	
Priacanthidae	大眼鯛科	* <i>Scorpaenodes guamensis</i>	關島小鮎
Gen. sp.		<i>Scorpaenopsis</i> sp.	擬鮎屬
* <i>Cookeolus japonicus</i>	日本紅目大眼鯛	<i>Synanceia</i> sp.	毒鮎屬
* <i>Pristigenys nipponia</i>	日本大鱗大眼鯛	Serranidae	鮭科
Scaridae	鸚哥魚科	<i>Epinephelus fasciatus</i>	橫帶石斑魚
Gen. sp.		* <i>Liopropoma susumi</i>	孫氏長鱸
<i>Calotomus carolinus</i>	卡羅鸚鯉	<i>Pseudogramma polyacantha</i>	多棘擬線鱸
<i>Calotomus spinidens</i>	臺灣鸚鯉	* <i>Triso dermatopterus</i>	鳶鱸
<i>Cetoscarus bicolor</i>	雙色鯨鸚哥魚	Siganidae	籃子魚科
<i>Chlorurus microrhinus</i>	小鼻綠鸚哥魚	Gen. sp.	
<i>Chlorurus sordidus</i>	藍頭綠鸚哥魚	Soleidae	鰨科
<i>Hipposcarus longiceps</i>	長頭馬鸚哥魚	Gen. sp.	
<i>Leptoscarus vaiigiensis</i>	纖鸚鯉	<i>Aseraggodes</i> sp.	櫛鱗鰨屬
<i>Scarus dimidiatus</i>	新月鸚哥魚	Sphyraenidae	金梭魚科
* <i>Scarus flavipectoralis</i>	黃鰭鸚嘴魚	<i>Sphyraena</i> sp.	
<i>Scarus forsteni</i>	福氏鸚哥魚	Synodontidae	合齒魚科
<i>Scarus ghobban</i>	藍點鸚哥魚	Gen. sp.	
<i>Scarus niger</i>	黑鸚哥魚	* <i>Synodus dermatogenys</i>	革狗母魚
* <i>Scarus prasiognathos</i>	綠頷鸚哥魚	<i>Synodus</i> sp.	狗母魚屬
<i>Scarus psittacus</i>	棕吻鸚哥魚	Triacanthodidae	擬三棘鮃科
<i>Scarus rivulatus</i>	雜紋鸚哥魚	Gen. sp.	
<i>Scarus schlegeli</i>	史氏鸚哥魚	Zanclidae	角蝶魚科
<i>Scarus</i> spp.	鸚嘴魚屬	<i>Zanclus cornutus</i>	角蝶魚

表 2. 拖網測站仔稚魚組成列表(*東沙尚未有成魚紀錄之魚種)

學名	中文名	學名	中文名
Antennariidae	躑魚科	Callionymidae	鼠鯨科
Gen. sp.		<i>Synchiropus splendidus</i>	花斑翼連鰭鯨
* <i>Histrio histrio</i>	裸躑魚	Carangidae	鱹科
Apogonidae	天竺鯛科	<i>Caranx ignobilis</i>	浪人鱹
Gen. sp.		* <i>Decapterus macarellus</i>	頷圓鱹
<i>Apogon kallopterus</i>	棘頭天竺鯛	<i>Gnathanodon speciosus</i>	無齒鱹
<i>Apogon melas</i>	黑身天竺鯛	Chaetodontidae	蝴蝶魚科
<i>Apogon novemfasciatus</i>	九帶天竺鯛	<i>Chaetodon</i> sp.	蝴蝶魚屬
<i>Apogon</i> sp.	天竺鯛屬	Coryphaenidae	鱈科
<i>Archamia fucata</i>	橫紋長鰭天竺鯛	Gen. sp.	
<i>Cheilodipterus macrodon</i>	巨齒天竺鯛	<i>Coryphaena hippurus</i>	鬼頭刀
<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	五線巨齒天竺鯛	Cottidae	杜父魚科
<i>Fowleria punctulata</i>	等斑乳突天竺鯛	Gen. sp.	
<i>Fowleria variegata</i>	多斑乳突天竺鯛	Exocoetidae	飛魚科
* <i>Gymnapogon uros pilotus</i>	尾斑裸天竺鯛	Gen. sp.	
<i>Siphamia</i> sp.	管竺鯛屬	Gempylidae	帶鰭科
Atherinidae	銀漢魚科	* <i>Gempylus serpens</i>	黑刃魷
Gen. sp.		Gerreidae	鑽嘴魚科

(續) 表 2. 拖網測站仔稚魚組成列表(*東沙尚未有成魚紀錄之魚種)

學名	中文名	學名	中文名
Belonidae	鶴鱗科	Gen. sp.	
<i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>	鱷形叉尾鶴鱗	Gobiidae	鰕虎科
Blenniidae	鰨科	Gen. sp.	
Gen. sp.		<i>Macrodontogobius</i> sp.	狀牙鰕虎魚屬
<i>Petrosciartes</i> sp.	跳岩鰨屬	<i>Oplopomus</i> sp.	刺蓋鰕虎魚屬
<i>Atrosalarias fuscus holomelas</i>	暗褐高鰭鰨	<i>Trimma</i> sp.	磨塘鰨屬
<i>Atrosalarias</i> sp.	烏鰨屬	Gonostomatidae	鑽光魚科
* <i>Cirripectes stigmaticus</i>	點斑穗肩鰨	Cyclothone sp.	圓罩魚屬
<i>Pictiblennius</i> sp.	固齒鰨屬	Hemiramphidae	鱗科
<i>Salaris fasciatus</i>	細紋唇齒鰨	<i>Hyporhamphus limbatus</i>	緣下鱗
* <i>Xiphasia setifer</i>	帶鰨	<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i>	白鰭飛鱗
Bothidae	鯨科	Holocentridae	金鱗魚科
<i>Engyprosonop grandisquama</i>	大鱗短額鯨	<i>Neoniphon sammara</i>	莎姆金鱗魚
Bythitidae	深海魷魚科	Istiophoridae	旗魚科
Gen. sp.		* <i>Istiophorus platypterus</i>	雨傘旗魚
Lutjanidae	笛鯛科	Pomacentridae	雀鯛科
<i>Lutjanus vitta</i>	縱帶笛鯛	<i>Abudefduf vaigiensis</i>	條紋豆娘魚
* <i>Pristipomoides filamentosus</i>	絲鰭姬鯛	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>	橘鈍寬刻齒雀鯛
* <i>Pristipomoides sieboldii</i>	姬鯛	<i>Amblyglyphidodon</i> sp.	凹牙豆娘魚屬
Mullidae	鬚鯛科	<i>Amblypomacentrus</i> sp.	鈍雀鯛屬
Gen. sp.		<i>Cheiloprion labiatus</i>	厚唇雀鯛
<i>Mulloidichthys flavolineatus</i>	黃帶擬鬚鯛	<i>Chromis</i> sp.	光鰓魚屬
<i>Parupeneus multifasciatus</i>	多帶海鯧鯉	<i>Chromis weberi</i>	魏氏光鰓魚
<i>Upeneus tragula</i>	黑斑鯧鯉	<i>Chrysiptera biocellata</i>	二點刻齒雀鯛
Myctophidae	燈籠魚科	<i>Dascyllus trimaculatus</i>	三斑圓雀鯛
Gen. sp.		<i>Dischistodus prosopotaenia</i>	黑背盤雀鯛
* <i>Benthoosema pterotum</i>	七星底燈魚	<i>Hemiglyphidodon plagiometopon</i>	密鰓雀鯛
* <i>Benthoosema</i> sp.	底燈魚屬	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>	黑褐副雀鯛
<i>Bolinichthys</i> sp.	虹燈魚屬	<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>	珠點固齒雀鯛
<i>Ceratoscopelus</i> sp.	角燈魚屬	<i>Plectroglyphidodon leucozonus</i>	白帶固齒雀鯛
* <i>Ceratoscopelus warmingi</i>	瓦氏角燈魚	<i>Plectroglyphidodon</i> sp.	椒雀鯛屬
<i>Diaphus</i> sp.	眶燈魚屬	<i>Pomacentrus adelus</i>	隱雀鯛
* <i>Diaphus jenseni</i>	顏氏眶燈魚	<i>Pomacentrus amboinensis</i>	安邦雀鯛
* <i>Diaphus luetkeni</i>	呂氏眶燈魚	<i>Pomacentrus coelestis</i>	霓虹雀鯛
* <i>Hygophum reinhardtii</i>	萊氏壯燈魚	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>	長崎雀鯛
Nemipteridae	金線魚科	<i>Pomacentrus</i> sp.	雀鯛屬
<i>Pentapodus caninus</i>	犬牙錐齒鯛	<i>Stegastes fasciolatus</i>	藍紋高身雀鯛
Nomeidae	圓鰨科	Schindleriidae	辛氏魚科
Gen. sp.		* <i>Schindleria praematura</i>	早熟辛氏魚
* <i>Cubiceps pauciradiatus</i>	少鰭方頭鰨	Scombridae	鯖科
* <i>Psenes arafurensis</i>	水母玉鰨	<i>Acanthocybium solandri</i>	棘鰭
Percophidae	鴨嘴鱸科	* <i>Auxis rochei</i>	圓花鯉
Gen. sp.		* <i>Katsuwonus pelamis</i>	正鯉
Phosichthyidae	光器魚科	<i>Thunnus obesus</i>	大目鮪
<i>Vinciguerria attenuata</i>	狹串光魚	Scopelarchidae	珠目魚科
<i>Vinciguerria</i> sp.	串光魚屬	Gen. sp.	
Pomacentridae	雀鯛科		
Gen. sp.			

(續) 表 2. 拖網測站仔稚魚組成列表(*東沙尚未有成魚紀錄之魚種)

學名	中文名	學名	中文名
Scorpaenidae	鮋科	Trichonotidae	絲鰭鱧科
<i>Sebastiscus longispinis</i>		<i>Trichonotus filamentosus</i>	絲鰭毛背魚
<i>Sebastiscus marmoratus</i>	石狗公	Tripterygiidae	三鰭鰈科
Sillaginidae	沙鯪科	Gen. spp.	
Gen. sp.		<i>Enneapterygius</i> sp.	雙線鰈屬
Syngnathidae	海龍科	<i>Tripterygion</i> sp.	三鰭鰈屬
Gen. spp.			
<i>Microphis</i> sp.	腹囊海龍屬		

是以 6 月平均豐度為最高，3 月次之，8 月最低(圖 3)。

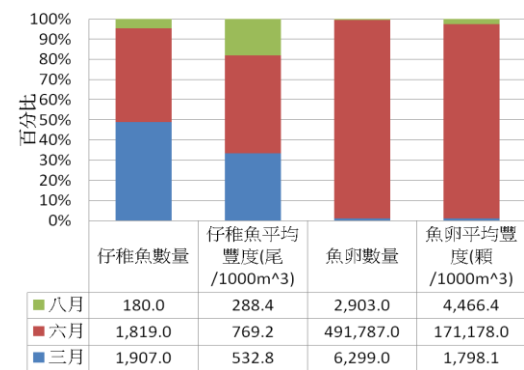


圖 3. 三季魚卵、仔稚魚數量及平均豐度比較

三季魚卵、仔稚魚平均豐度最高的測站 3 月分別為 St.2 (3,397.9 顆/1000 m³)和 St.3 (755.1 尾/1000 m³)，6 月為 St.6 (845,631.7 顆/1000 m³)及 St.8 (2,546.0 尾/1000 m³)，8 月則為 St.6 (9,083.9 顆/1000 m³)和 St.2 (436.7 尾/1000 m³)。由三次採樣之結果顯示，內、外環礁海域魚卵以鸚哥魚科及隆頭魚科為優勢，其次為刺尾鯛科。仔稚魚之魚種組成 3 月及 6 月內環礁測站優勢科別為雀鯛科及鰕虎科，6 月外環礁測站則以燈籠魚科(Myctophidae)及雀鯛科仔稚魚為優勢，8 月優勢科別則有鰈科、雀鯛科、天竺鯛科。

二、未有成魚紀錄之東沙魚卵及仔稚魚

本研究採集之魚卵、仔稚魚亦有與東沙成魚紀錄進行比對，魚卵鑑定出 11 科 16 屬 18 種尚未有成魚紀錄之魚種(表 1)。仔稚魚則鑑定出 12 科 19 屬 21 種尚未有成魚紀錄之魚種(表 2)。

三、燈光誘捕器

燈光誘捕器四個月份 20 次採樣共採獲 167 尾仔稚魚，所採獲的仔稚魚以多斑乳突天竺鯛(*Fowleria variegata*)為主，其餘還有辛氏魚科(Schindleriidae)、鰕虎科、三鰭鰈科(Tripterygiidae)，及未被浮游動物網所採獲的隆頭魚科及鸚哥魚科等科的仔稚魚(表 3)。

四、生命條碼鑑定之成效

由三季所採獲之 500,989 顆卵中，利用形態鑑定出 11 個分類單元(taxa)，且只能鑑定至科，加入生命條碼後共鑑定出 123 個分類單元，其中 15 個鑑定到科，17 個鑑定到屬，91 個鑑定到種，共包含 36 科 67 屬 91 種；3,906 尾仔稚魚利用形態可鑑定出 82 個分類單元，22 個鑑定到科，27 鑑定到屬，33 個鑑定到種，共包含 41 科 47 屬 33 種，加入生命條碼之後可鑑定出 110 個分類單元，其中 19 個鑑定至科，25 個鑑定到屬，65 個鑑定至種，共包含 36 科 68 屬 65 種，利用生命條碼鑑定可彌補形態鑑定之不足，且能大幅提高較低分類階層的鑑定成功率。

五、魚卵及仔稚魚組成變化之空間排序與聚類分析

空間排序(MDS)及聚類分析(CLUSTER)結果顯示魚卵在測站($R=0.195$, $P=0.006$) (圖 4、圖 5) 的群聚相似性並無差異，內環礁海域魚卵在月別間組成有所差異($R=0.651$, $P=0.001$) (圖 6、圖 7)。

在仔稚魚部分，可看出測站間($R=0.085$,

表 3. 燈光誘捕器測站仔稚魚組成列表

學名	中文名	學名	中文名
Ambassidae	雙邊魚科	Chanidae	虱目魚科
<i>Ambassis</i> sp.	雙邊魚屬	<i>Chanos chanos</i>	虱目魚
Apogonidae	天竺鯛科	Clupeidae	鯷科
gen. sp.		gen. sp.	
<i>Apogon hyalosoma</i>	扁頭天竺鯛	<i>Sardinella</i> sp.	銀帶鯷屬
<i>Apogon properuptus</i>	黃帶天竺鯛	<i>Spratelloides delicatulus</i>	鏽眼銀帶鯷
<i>Fowleria variegata</i>	多斑乳突天竺鯛	Congridae	糯鰻科
<i>Nectamia fusca</i>	雲紋天竺鯛	<i>Conger</i> sp.	康吉鰻屬
<i>Siphamia</i> sp.	管天竺鯛屬	Eleotridae	塘鯧科
<i>Zoramia gilberti</i>	齊氏天竺鯛	<i>Eleotris acanthopoma</i>	刺蓋塘鯧
Atherinidae	銀漢魚科	Gobiidae	鰕虎科
gen. sp.		gen. sp.	
Blenniidae	鰕科	<i>Amblygobiu</i> sp.	鈍鰕虎魚屬
gen. sp.		Gobiidae	鰕虎科
<i>Salarias fasciatus</i>	細紋唇齒鰕	<i>Amblygobius phalaena</i>	尾斑鈍鰕虎
Carangidae	鯷科	<i>Oplopomus</i> sp.	刺蓋鰕虎魚屬
<i>Carangoides</i> sp.	若鯷屬	<i>Trimma</i> sp.	磨塘鯧屬
Labridae	隆頭魚科	Schindleriidae	辛氏魚科
<i>Stethojulis strigiventer</i>	虹紋紫胸魚	<i>Schindleria praematura</i>	早熟辛氏魚
<i>Xyrichtys pentadactylus</i>	五指連鰭唇魚	Sphyraenidae	金梭魚科
Lethrinidae	龍占魚科	<i>Sphyraena flavicauda</i>	黃尾金梭魚
<i>Lethrinus semicinctus</i>	半帶龍占魚	Syngnathidae	海龍科
Megalopidae	大海鱧科	gen. sp.	
<i>Megalops cyprinoides</i>	大海鱧	Synodontidae	合齒魚科
Pempheridae	擬金眼鯛科	<i>Saurida</i> sp.	蛇鯔屬
<i>Parapriacanthus ransonneti</i>	充金眼鯛	<i>Synodus</i> spp.	狗母魚屬
Pomacentridae	雀鯛科	Tripterygiidae	三鰭鰕科
<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	六線豆娘魚	gen. sp.	
<i>Dascyllus aruanus</i>	三帶圓雀鯛		
Scaridae	鸚哥魚科		
<i>Scarus psittacus</i>	棕吻鸚哥魚		

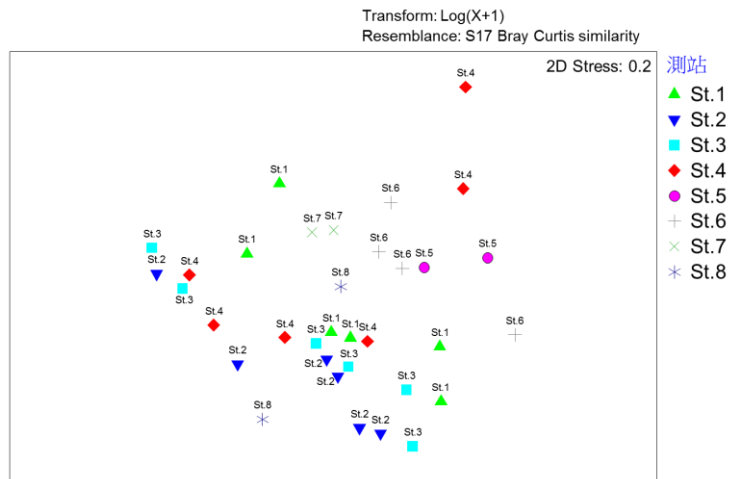


圖 4. 魚卵測站之空間分布圖(MDS)

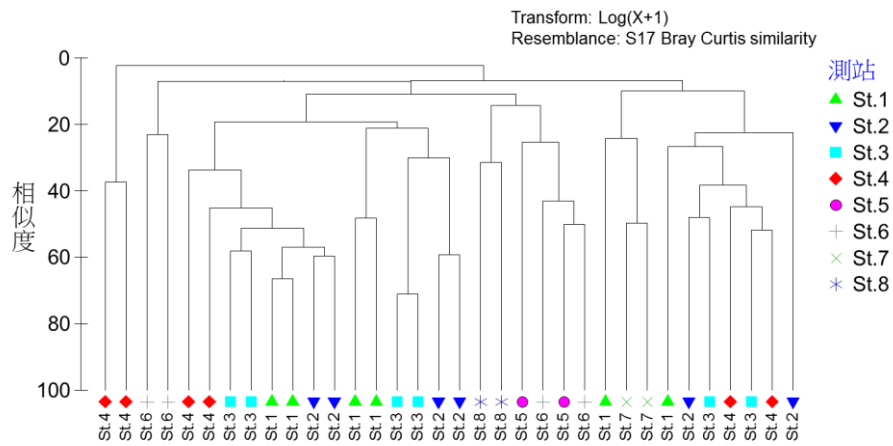


圖 5. 魚卵測站之聚類分析圖(CLUSTER)

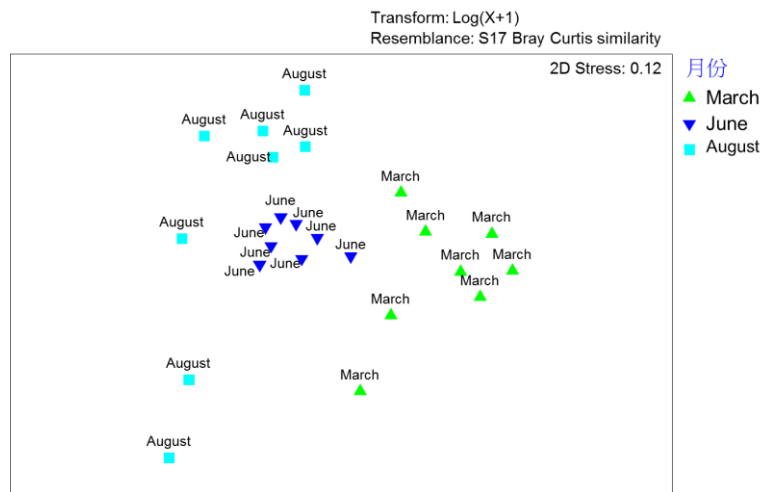


圖 6. 魚卵月別之空間分布圖(MDS)

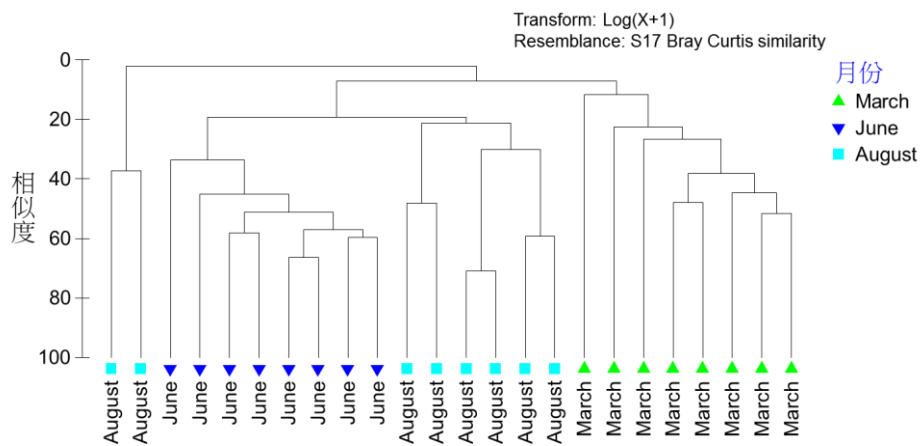


圖 7. 魚卵月別之聚類分析圖(CLUSTER)

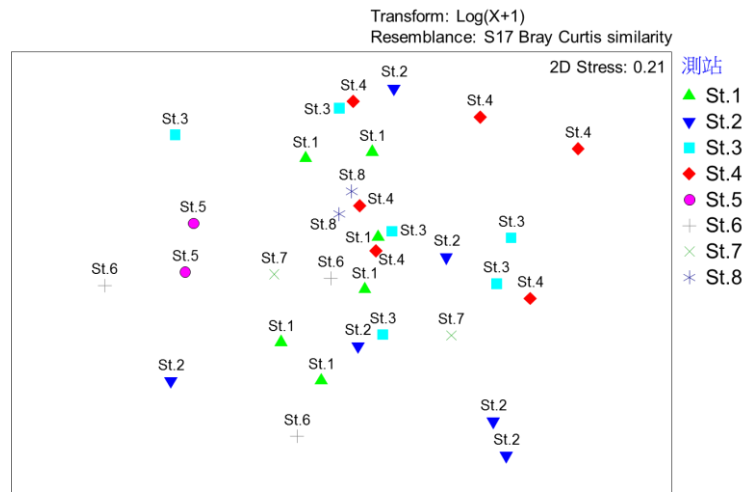


圖 8. 仔稚魚測站之空間分布圖(MDS)

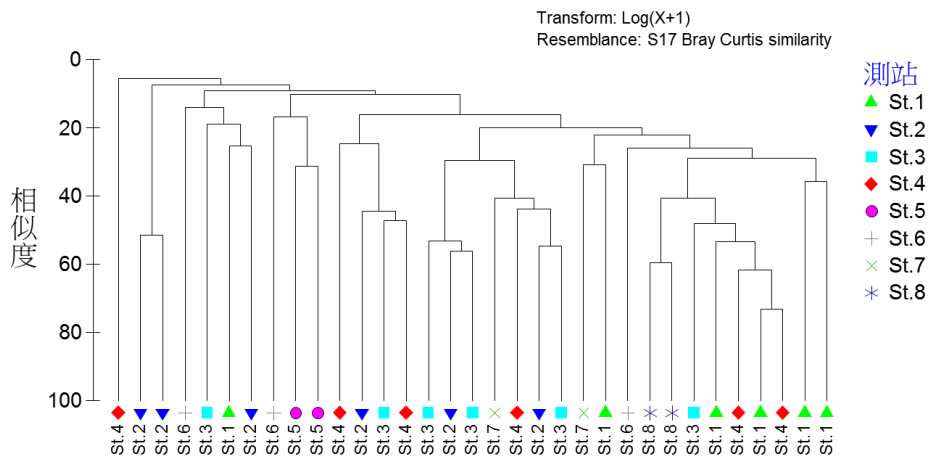


圖 9. 仔稚魚測站之聚類分析圖(CLUSTER)

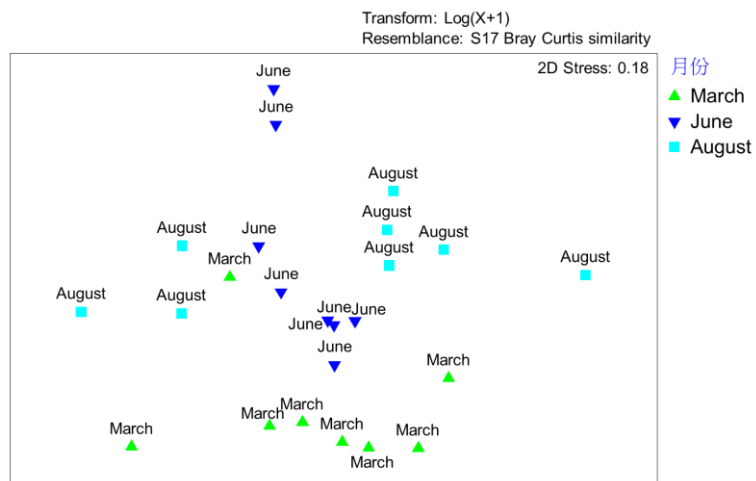


圖 10. 仔稚魚月別之空間分布圖(MDS)

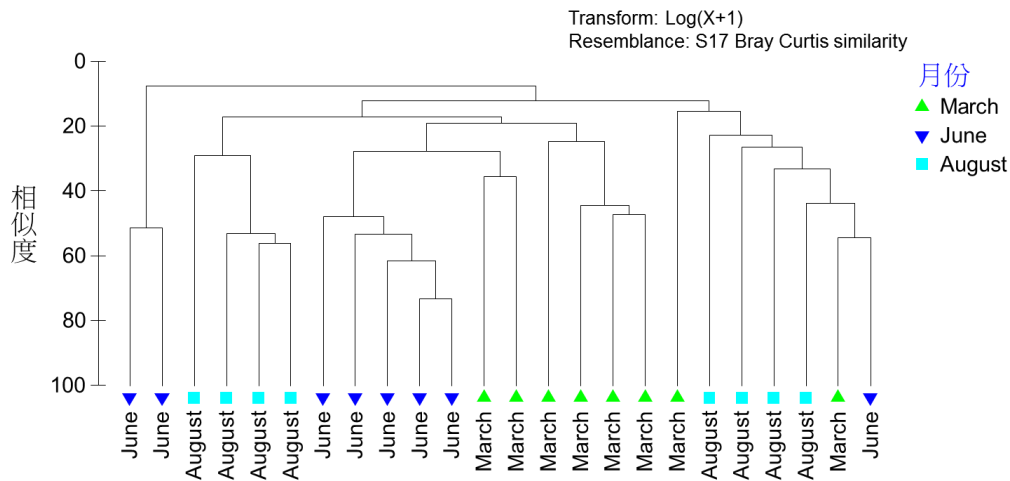


圖 11. 仔稚魚月別之聚類分析圖(CLUSTER)

$P=0.14$) (圖 8、圖 9) 的群聚相似性並無差異。比較內環礁測站月別間之組成，內環礁海域仔稚魚組成無顯著差異 ($R=0.344$, $P=0.001$) (圖 10、圖 11)，初步調查結果顯示，內環礁海域在不同測站及月別間仔稚魚組成都是相似的。

討論

一、分子鑑種

比較本研究形態及生命條碼鑑定結果，顯示無論是魚卵或仔稚魚利用生命條碼鑑種能彌補傳統形態分類之不足，並大幅提高鑑種率，有效且正確地將魚卵仔稚魚鑑定至種的層級，幫助了解魚類早期生活史 (Valdez-Moreno *et al.* 2010)，進而準確地掌握魚類組成變化，有助於後續擬定相關管理策略。

本研究利用生命條碼方法亦鑑定出過去在東沙海域尚未有成魚紀錄之魚卵、仔稚魚，魚卵仔稚魚合計共採獲 20 科 32 屬 36 種尚未有成魚紀錄之魚種。這些魚類可預期到其成魚未來也應會再被調查發現到。

二、魚卵與仔稚魚組成之差異

魚卵優勢物種在內外環礁多以鸚哥魚科、隆頭魚科為優勢，其次為刺尾鯛科，三次採樣之中以 6 月豐度最高，顯示可能為其產卵

高峰。仔稚魚內環礁測站優勢科別主要為雀鯛科及鰕虎科，外環礁測站則以燈籠魚科及雀鯛科為優勢，8 月優勢物種則是鰕科、雀鯛科、天竺鯛科的仔稚魚。

造成魚卵及仔稚魚優勢科別組成差異，主要原因為仔稚魚優勢中的雀鯛科、鰕虎科、鰕科及天竺鯛科為產黏著性卵的物種 (Bohlke and Chaplin 1968)，因此無法利用浮游生物網採集到這些物種的魚卵。雖然浮游生物網並未採集到任何的隆頭魚科或鸚哥魚科的仔稚魚，然而利用燈光誘捕器卻能採集到這兩科的幼魚，這兩科魚類被認為是不會利用潟湖完成其生活史的魚種 (Leis 1991, 1994, Leis *et al.* 2003)，根據本研究結果推測，東沙環礁潟湖可能是隆頭魚科及鸚哥魚科魚類的產卵場及沉降的地點。

三、魚卵及仔稚魚組成與成魚相差異之比較

本研究所採獲之魚卵、仔稚魚亦與東沙成魚紀錄進行比較，發現部分魚卵、仔稚魚在東沙並沒有成魚紀錄，推測可能因為魚類生態習性的關係，使得部分種類的成魚不容易被觀察到，如鑽光魚科 (Gonostomatidae)、光器魚科 (Phosichthyidae)、燈籠魚科 (Myctophidae) 物種和帶鱗科 (Gempylidae) 的黑刀魷 (*Gempylus serpens*) 為大洋性中上層浮游性魚類，但都具

有垂直洄游的習性, 又如圓鰭科(Nomeidae)的方頭鰭屬(*Cubiceps*)成魚為棲息在水母或海面漂浮物之下, 皆為不易被潛水人員觀察到物種, 而導致成魚相與魚卵、仔稚魚相不一致的結果。此外不少種類有隱蔽行為, 如鰾科(Bleniidae)、三鰭鰾科(Tripterygiidae)多棲息於礁區藻類豐富的地方, 且體型小、體色與環境相似, 而鯨科及鰾科等比日魚多底棲習性, 多埋於沙地, 且具保護色, 皆不易被觀察到。

結論

根據計畫登島四次的調查, 採獲甚多的魚卵及仔稚魚, 初步顯示東沙的珊瑚礁魚類之豐度仍佳。此外, DNA 之分子鑑定可鑑定出魚卵 36 科 67 屬 91 種, 仔稚魚有 36 科 68 屬 65 種, 可確知這些魚會利用東沙海域作為產卵或孵育場所。

其中魚卵有 11 科 16 屬 18 種, 仔稚魚有 12 科 19 屬 21 種, 合計共 20 科 32 屬 36 種是過去成魚調查尚未調查到的魚種。

魚卵及仔稚魚組成之主要科別不同, 應與該科魚類之不同生殖策略有關(沉性卵或浮性卵、卵數多寡、是否有護卵行為等)

由於採樣次數(季節及測站)不足, 故目前的資料除知魚卵內環礁月別間之組成有差異外, 在測站間之時空變化類型尚難做任何推斷。

誌謝

本研究經費由內政部營建署海洋國家公園管理處委託辦理計畫「東沙環礁潟湖魚卵及仔稚魚種類組成及分佈之初步調查研究」(計畫編號: 99419)補助, 感謝海洋管理處及東沙管理站同仁在調查期間給予之各項協助。

引用文獻

水戶敏。1966。日本海洋圖鑑第七卷魚卵、稚

魚。蒼洋社, 1-74 頁。

方力行、邵廣昭、劉小如、李展榮。1990。東沙海域生態資源探勘調查報告。高雄市政府漁業管理處, 61 頁。

呂明毅。2005。東沙海域的仔稚魚多樣性分布與現況調查。Platax 2005:25-32.

沖山宗雄。1988。日本產稚魚圖鑑。東海大學出版會, 東京 i-xii, 1-1154 頁。

邵廣昭、楊瑞森、陳康青、李源鑫。2001。台灣海域魚卵圖鑑。中央研究院動物所, 臺北, 178 頁。

林幸助、李承錄、黃衍勳、鄭惠元、戴孝勳、林良楨。2010。波光綠茵: 東沙海草床。海洋國家公園管理處, 高雄, 207 頁。

陳正平。2010。東沙環礁魚類空間分佈及群聚特性調查期末報告。海洋國家公園管理處委託辦理計畫。

陳正平、邵廣昭、林介屏。1994。東沙島海域珊瑚礁魚類。國立海洋生物博物館籌備處, 基隆, 289-318 頁。

陳正平、李展榮、黃建軍、方力行、邵廣昭。2005。2004 年東沙環礁魚類現況。國立海洋生物博物館海洋生物多樣性專刊 1:1-24。

陳正平、詹榮桂、黃建華、郭人維、邵廣昭。2011。東沙魚類生態圖鑑。海洋國家公園管理處, 高雄, 360 頁。

黃俊邠、丘臺生。1994。東沙島海域浮游魚類相。南海生態環境調查研究報告書, 391-402 頁。

楊榮宗、黃哲崇、李昭興、蔡懷楨、孫志陸。1975。東沙群島綜合調查報—珊瑚、魚類及貝類調查。列於楊等之「東沙群島綜合調查報告」中。臺灣大學海洋研究所專刊第 8 號, 15 頁。

趙傳綱、張仁儒。1985。中國近海魚卵與仔魚。上海科學技術出版社, 上海, 206 頁。

鄭明修、戴昌鳳、陳正平、孟培傑。2006。東沙海域珊瑚礁生態資源調查與監測(一)。內政部營建署委託辦理報告, 236 頁。

- 鄭明修、戴昌鳳、陳正平、王瑋龍、孟培傑。2008。東沙海域珊瑚礁生態資源調查與監測(二)。內政部營建署委託辦理報告, 278 頁。
- 鄭明修、邵廣昭、戴昌鳳、陳正平、林綉美、孟培傑。2005。東沙海域生態資源基礎調查研究。內政部營建署委託辦理報告, 159 頁。
- Ahlstrom EH, K Amaoka, DA Hensley, HG Moser and BY Sumida. 1984. Pleuronectiformes: development. pp. 640-687. In Moser HG, WJ Richards, DM Cohen, MP Fahay, AW Jr. Kendall and SL Richardson (eds.), *Ontogeny and Systematics of Fishes*, Lawrence, KA: The American Society of Ichthyologists and Herpetologists.
- Böhlke JE and CCG Chaplin. 1968. *Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters*. Livingstone Publishing Co. Wynnewood Pa.
- Clarke KR and RN Gorley. 2006. PRIMER v6. Plymouth Marine Laboratory.
- Leis JM. 1991. The Pelagic phase of coral reef fishes: larval biology of coral reef fishes. pp. 183-230. In Sale PF (ed.), *The ecology of fishes on coral reefs*, Academic Press, San Diego.
- Leis JM. 1994. Coral Sea atoll lagoons-closed nurseries for the larvae of a few coral reef fishes. *Bulletin of Marine Science* 54(1):206-227.
- Leis JM, T Transki, V Dufour, M Harmelin-Vivien, J-P Renon and R Galzin. 2003. Local completion of the pelagic larval stage of costal fishes in coral-reef lagoons of the Society and Tuamotu Islands. *Coral Reefs* 22:271-290.
- Pegg GG, B Sinclair, L Briskey and WJ Aspden. 2006. MtDNA barcode identification of fish larvae in the southern Great Barrier Reef - Australia. *Scientia Marina* 70:7-12.
- Pinder AC. 2005. Larval taxonomy and early identification of topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva*: a screening tool to reduce risks of unintentional species translocation. *Fisheries Management and Ecological* 12:99-104.
- Riehl R and KH Kock. 1989. The surface structure of antarctic fish eggs and its use in identifying fish eggs from the southern ocean. *Polar Biology* 9(3):197-203.
- Shao KT, KC Chen and JH Wu. 2002. Identification of marine fish eggs in Taiwan using light microscopy, scanning electric microscopy and mtDNA sequencing. *Marine and Freshwater Research* 53(2):355-365.
- Valdez-Moreno M, L Va'squez-Yeomans, M Elí'ás-Gutiérrez, NV Ivanova and PDN Hebert. 2010. Using DNA barcodes to connect adults and early life stages of marine fishes from the Yucatan Peninsula, Mexico: potential in fisheries management. *Marine and Freshwater Research* 61:665-671.
- Victor BC. 2007. *Coryphopterus kuna*, a new goby (Perciformes: Gobiidae: Gobiinae) from the western Caribbean with the identification of the late larval stage and an estimate of the pelagic larval duration. *Zootaxa* 1526:51-61.
- Ward RD, TS Zemlak, BH Innes, PR Last and PDN Hebert. 2005. DNA barcoding Australia's fish species. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* 360:1847-1857.