

小琉球外海箱網養殖現況的調查研究

摘要

目前，已經有 4 家箱網養殖場在小琉球海域設立。箱網的型式包括 PVC 框式箱網、軟式箱網（沉下式無框箱網）、圓形 PE 框式箱網及沉下式圓形 PE 框式箱網等。主要的養殖魚種包括紅魷 *Seriola dumerili*、石斑魚 *Epinephelus coioides*、海鱸 *Rachycentron canadum*、紅魚 *Lutjanus erythropterus* 及嘉臘魚 *Pagrus major* 等，其他如金錢魚 *Scatophagus argus*、蘭勃舵魚（白毛）*Kyphosus vaigiensis*、黑瓜子臘（黑毛）*Girella* sp. 及五帶豆娘魚 *Abudefduf vaigiensis* 等為附加的養殖魚種。養殖的過程中曾發生的疾病有單殖類吸蟲 *Neobenedeniasis* sp.、魚虱 *Caligus* sp.、指環蟲 *Dactylogyrus* sp. 及腸道性的疾病。箱網養殖最大的問題點為市場銷售管道欠佳。本文旨在介紹小琉球海域箱網養殖的現況、所遭遇的困難及改進的措施等，以提供業者參考。

關鍵詞：外海，箱網養殖

為舒解因過度發展陸上池塘養殖所造成的陸沉壓力，台灣省水產試驗所東港分所，在 1991 年大膽的提出發展外海箱網養殖的觀點，以紓解水產養殖對陸地的過度使用所造成的壓力，並試圖讓已經走在十字路口的台灣水產養殖業，得以找到新的方向。

此項觀點獲得農委會的 1992 年度農建計畫的支持，並引進日本的箱網養殖技術，由台灣省水產試驗所東港分所和慶發漁具工廠股份有限公司合作，在東港大鵬灣口的外海設置箱網，由農委會補助箱網設施，業者補助硬體設施及聘僱工作人員管理，以期建立一個新的養殖模式，作為往後有意從事箱網養殖業者的參考。

次年，小琉球區漁會肯定箱網養殖的發展潛力，積極請求台灣省水產試驗所東港分所給予輔導，並提供技術援助。是故，台灣省水產試驗所東港分所在農委會有限的經費支援下，輔導業者在小琉球海域發展箱網養殖，發展的規模由 1994 年成立第 1 家，迄今，已成立 4 家箱網養殖場。養殖的型式包括由最先成立較為傳統的框式及軟式箱網，緊接著由挪威引進抗風浪性較佳的圓形 PE 框式箱網，及最近引進較為先進

的沉下式圓形 PE 框式箱網，而且已經由泛亞公司設立完成。

本文將介紹目前小琉球箱網養殖的規模、箱網型式、水質條件、放養的魚種、養殖管理的方法、所遭遇的病害與困難點，以及往後應改進的方向等。

材料與方法

本分所於小琉球箱網養殖區裝設多功能水質分析儀 (YSI, 6000 UPG 型)，長期監測海水之 pH 值、鹽度、濁度、溶氧量、水溫及氧化還原電位差，並每三個月定期至該區採水，分析海水中的營養鹽、懸浮固體物及總有機碳含量，且以浮游生物網採集浮游生物，分析水中的浮游生物相。一旦養殖魚類發生病變，隨即前往採集當時水質樣本，攜回實驗室作進一步的分析。

本報告所敘述的養殖魚種之養殖概況，主要為針對第一家成立的琉球企業箱網養殖場所做的追蹤調查，測取並記錄各種魚類的成長及活存率。如有發生魚類死亡的情形，儘可能的隨即前往現場採取即將死亡的魚體並攜回東港分所，進行鏡檢及進一步研究。

結果與討論

一、養殖地點的分布

設立的箱網養殖專業區位於小琉球的西北方 (Fig. 1)，離岸約 300 m，水深 15-30 m 之海域，由於地理位置特殊及漁民的長期觀察及經驗累積，該處海域因

為有小琉球島嶼的阻擋，由東面來的颱風，海面所受的影響最小，且因為該海域，並非是一個內灣，為一開放的海域，應較無養殖排泄物堆積之虞，很適合作為箱網養殖區，世界上主要的箱網養殖先進國，因內灣容易優養化的問題，亦有往外海發展箱網養殖的趨勢^(1,2)。小琉球箱網養殖區，迄 1997 年 11 月為止，已經設置的箱網規模，如 Table 1 所示。

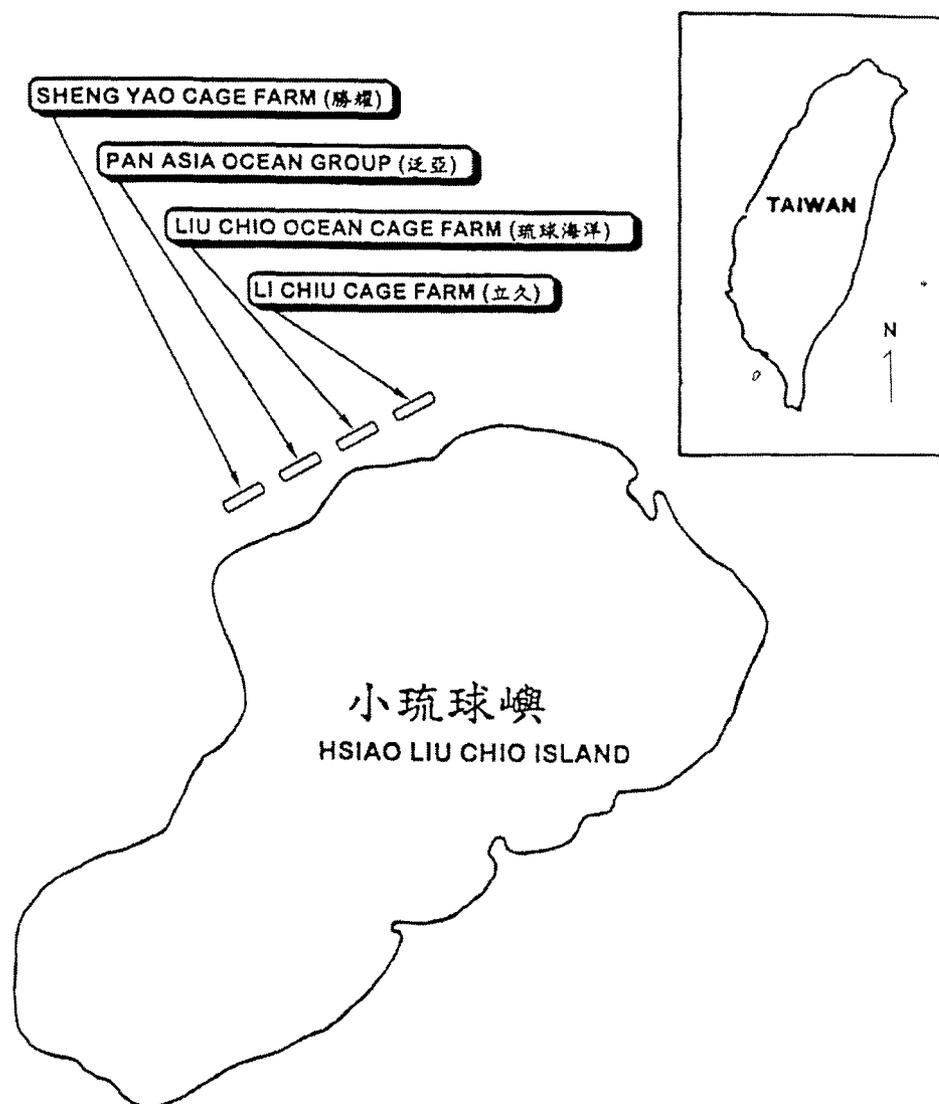


Fig. 1. The location of cage farms in offshore of Hsiao Liu Chio island.

二、箱網的型式

在小琉球箱網養殖區，所設立的箱網型式包括 PVC

框式箱網，軟式箱網（沉下式無框箱網），圓形 PE 框式箱網及沉下式圓形 PE 式框箱網等。各類型的箱網各有其優缺點（Table 2），茲分別說明如下：

Table 1. The types and number of established cages in offshore of Hsiao Liu Chio island in 1997.

<i>Types of cage</i>	<i>Liu Chio ocean cage farm</i>	<i>Li-Chiu cage farm</i>	<i>Sheng-Yao cage farm</i>	<i>Pan Asia ocean group</i>
PVC frame cage	3x3x3 m (23 set)	4.5x4.5x(3,5,6) m (18 set) 3x3x3 m (10 set)	4x4x4 m (26 set)	-
Submerged free frame cage (Soft cage)	6x6x6 m (10 set) 10x10x8 m (5 set)	6x6x6 m (3 set) 4.5x4.5x6 m (10 set)	-	-
Circular PE frame cage	10 m in diameter, 8 m in depth (2 set)	-	16 m in diameter, 8 m in depth (7 set)	-
Submersible circular PE frame cage	-	-	-	16 m in diameter, 5-8 m in depth (24 set)
Remarks	Set up in 1994	Set up in 1996	Set up in 1997	Set up in 1997

Table 2. The comparison of attributes in different kinds of cage.

<i>Types of cage</i>	<i>Resistance to the storm</i>	<i>Efficiency of feed supply</i>	<i>Cost</i>	<i>Remarks</i>
PVC frame cage	Poor	Better	lower	Frame cages are specially used in the culture of fingerlings
Submerged free frame cage (Soft cage)	Best	Poor	lower	
Circular PE frame cage	Better	Better	High	
Submersible circular PE frame cage	Better	Better	High	

(一) 框式箱網

目前，設置的框式箱網有 3x3x3 m、4x4x4 m 及 4.5x4.5x(3-6) m 等三種規格，以 8 inch 或 12 inch 的 PVC 管及鋼管製成框架。勝耀箱網養殖公司的養殖區，設立的位置其海流較強，且海流會使網尾嚴重偏移，故使用較大的框式箱網 (4x4x4 m)。框式箱網由於體積小，投餵餌料及觀察均相當方便，故適合作為幼魚的養殖，魚苗養至 2-4 個月後，再篩選放入較大的箱網。此種小型框式箱網亦可作為待售的養殖魚類短暫的蓄養所。由於大部份魚類的出售無法整個養殖箱網的魚均同時捕撈出售，同時，如果每口均由大箱網捕撈數百斤的養殖魚類，則人力亦不堪負荷。

(二) 軟式箱網

軟式的箱網為陳怡甲先生所設計⁽³⁾，經由林茂盛先生應用在竹坑的滿豐漁場，展轉引進至小琉球海域後，再由業者蔡茂男先生依長年的海上經驗，加以改良，製成 6x6x6 m 及 10x10x 8 m 的箱網，並改進錨碇的方式，以加強其抗風浪的能力。唯使用軟式箱網時，在投餌、觀察養殖魚類的攝餌及健康狀況，均相當不便，為其最大缺點，因此，必須在上方覆蓋的網片設立較大的投餌口，以增進投餌的效率，或在秋末至夏初的非颱風季節，改成簡易的框式箱網，亦不失為一可行的方法。軟式箱網如果能有效改進投餌的方式、觀察養殖魚類的方便性及收穫的方法，將可能成為台灣箱網養殖硬體設施的主流型式。

(三) 圓形 PE 框式箱網

圓形的 PE 框式箱網所使用的材質，在國內已經可以自行製造，但為引進操作的技術，業者仍自挪威引進，所引進的箱網之直徑為 16 m (圓周 50 m)，網深為 5-13 m，目前這些箱網自安放在海上後，尚未遭遇到颱風的考驗，有待進一步印證其抗風浪的強度。

(四) 沉下式圓形 PE 框式箱網

此種箱網由泛亞公司自挪威引進，剛於 1997 年 11 月初，在小琉球海域安置完畢，直徑為 16 m，深度為 5-13 m，抗風浪性均有待進一步觀察。

三、箱網養殖區的水質與浮游生物相分析

小琉球箱網養殖區之水質，從 1995 年 8 月至 1997 年 10 月之調查結果，全年水溫不高於 30°C，最低未低於 22°C，鹽度介於 30.4 ppt 至 35.5 ppt 間，至目前為止，小琉球外海箱網養殖區，從表層至 15 m 深之海水溶氧變化不大，顯示箱網養殖區的海水含有充足的溶氧且甚為穩定，均接近飽和溶氧量 (Fig. 2)，小琉球外海箱網養殖區海水溶氧量的日變化均接近飽和溶氧量，其變化不大 (Fig. 3)。小琉球外海箱網養殖區海水 pH 值的日變化亦十分穩定，而且海水中之營養鹽含量均在正常範圍內 (Fig. 4)。由此看來，小琉球外海箱網養殖區海水水質，十分良好且穩定，適合水產生物的成长。

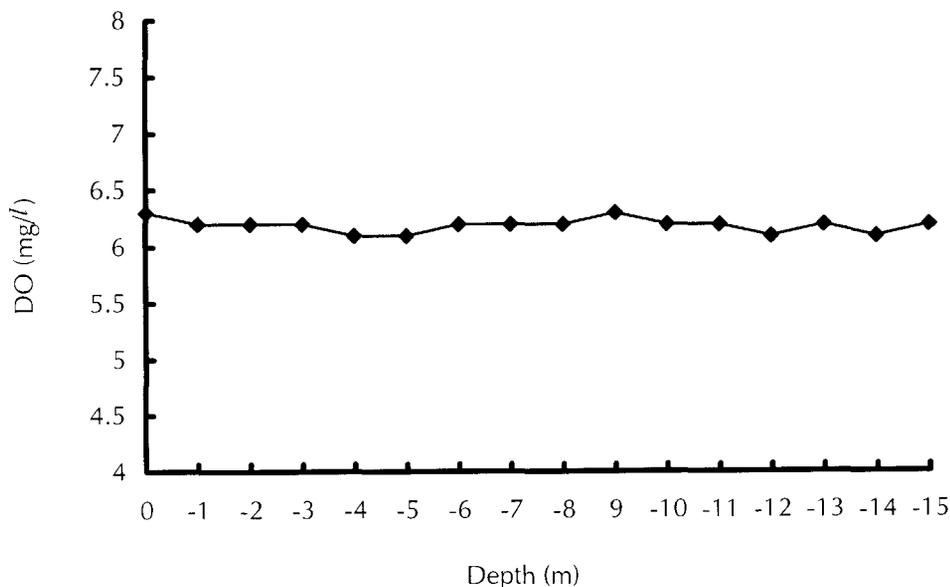


Fig. 2. The vertical profile of dissolved oxygen concentration around Hsiao Liu Chio cage farms.

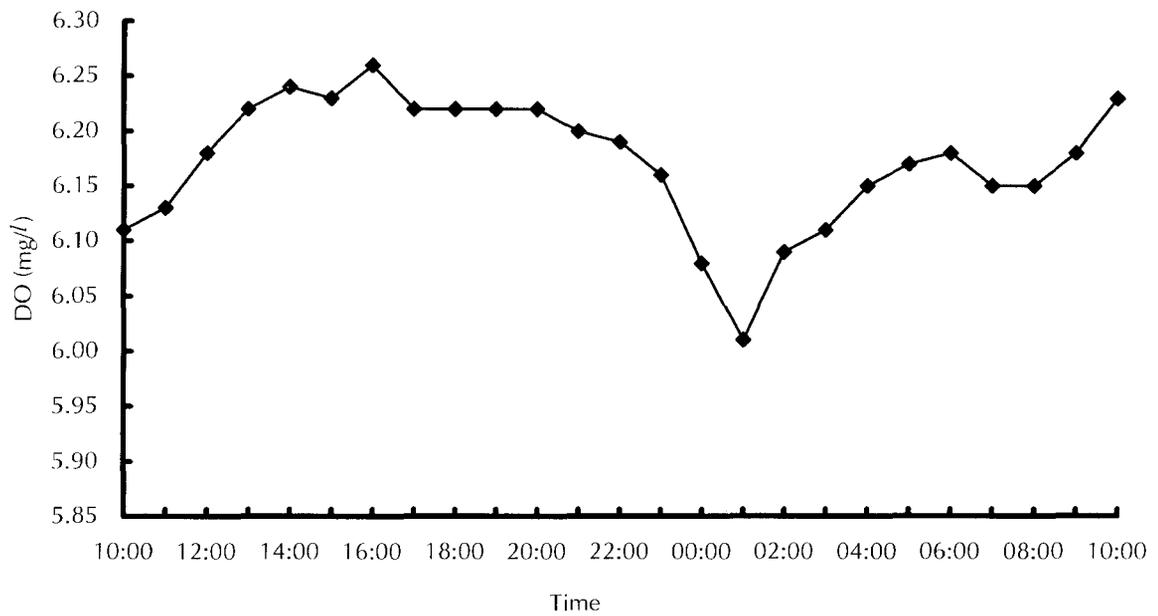


Fig. 3. The diel fluctuation of dissolved oxygen concentration around Hsiao Liu Chio cage farms from October 14, 1997 to October 15, 1997.

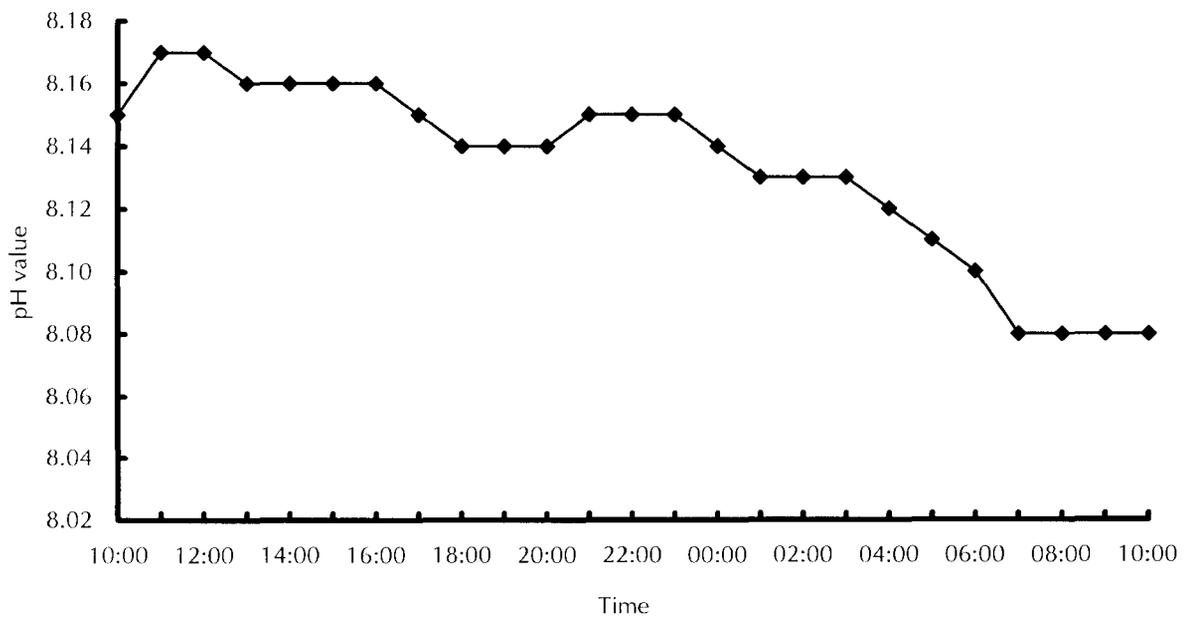


Fig. 4. The diel fluctuation of pH value around Hsiao Liu Chio cage farms from October 14, 1997 to October 15, 1997.

1997年10月14日上午進行浮游生物相的調查 (Table 3) 結果發現，表層水中含有的植物性浮游生物種類和數量均非常低 (<100 cells/l)，以矽藻、渦鞭毛藻為主；動物性浮游生物的種類和數

量也非常低，以橈腳類為主。採樣位置接近箱網時，其生物種類較多，雖然本次浮游生物相的分析結果對魚病無直接影響，但仍須長期的追蹤與觀察。

Table 3. The fauna and flora of plankton around the area of Hsiao Liu Chio cage farms on October 1997.

Plankton	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
<i>Phytoplankton</i>						
<i>Asterionella japonica</i>				r		r
<i>Ceratium longissimum</i>			r			
<i>Chaetoceros</i> sp.			r			r
<i>Chroococcus giganteus</i>						r
<i>Climacosphenia moniligera</i>			r			
<i>Coscinodiscus kutzingi</i>		r				
<i>Ceratium</i> sp.				r		
<i>Chilostomella ovoidea</i>					r	
<i>Licmophora abbreviata</i>			r			r
<i>Leptotintinnus</i> sp.				r		
<i>Nitzschia closterium</i>	r					
<i>Nitzschia clausii</i>	r					
<i>Navicula elegans</i>	r					
<i>Navicula ramosissima</i>			r			r
<i>Nitzschia lanceolata</i>				r		
<i>Oscillatoria amphibia</i>			r			r
<i>Pleurosigma</i> sp.			r			r
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		r				
<i>Zooplankton</i>						
Copepoda		r	+	+		r
Rotaria			+			
<i>Sagitta</i> sp.			r			
<i>Tintinnopsis radix</i>		r				
<i>Tintinnopsis</i> sp.			r			r

Note : 1. The floating cage were rearing three kinds of marine fishes, respectively.

The No. showed the cage number.

No. 1 and No. 2 : *Seriola dumerili*

No. 3 : *Epinephelus coioides*

No. 4 : The sample was collected near outside of No. 3.

No. 5 : *Epinephelus coioides*

No. 6 : *Pagrus major*

2. The remark of "r" showed that the density of plankton was rare (<10 cells/l), and "+" was very low (10-100 cells/l).

3. From the plankton aspect, it seems not any relation with the death of fishes.

目前已知，大面積的海域開發為箱網養殖區，魚類經過餵食後，其在水中之化學需氧量比餵食前高。若海流流速不大，則殘留飼料及養殖生物的排泄物，無法被立即帶走，將沉積於海底，將會影響該海域之水質、底質與底棲生物相。Tsutsumi 等指出⁽⁴⁾，日本 Tomoe 灣在過去二十年間，由於箱網養殖造成該水域水質與底棲生物相的改變，因此，箱網養殖對環境之影響相當大，值得注意並未雨綢繆，並提出對策因應。

四、養殖的魚種

過去，在小琉球箱網養殖過的魚種已經有 10 多種 (Table 4)，在設立之初，因考慮養殖經驗甚為欠缺及適合箱網養殖的魚苗較昂貴，故購買之大部份魚苗為已經在陸上池塘大量養殖的魚種，諸如，黑

鯛 *Acanthopagrus sivicolus*，黃臘鯔 *Trachinotus blochii* 及銀紋笛鯛 *Lutjanus argentimaculatus* 等，魚苗價格較為便宜的魚種進行養殖。這些魚種雖然在箱網中養殖，其肉質較佳，但因在高鹽度的環境下養殖，且成長較為緩慢，在低迷的魚價及有限的市場，導致養殖這些魚類嚴重的滯銷，在銷售通道不良的情況下，投餌量不得不降低，導致成長不理想，未能如期出售的養殖魚類，又佔據箱網，阻礙再放養之新魚苗，無形中增加成本的支出，此結果足以供後繼的箱網養殖業者深思。箱網養殖的經營成本雖然比經營陸上魚塢的成本高，但箱網養殖適合養殖成長快速、具國際競爭力的高經濟價值之大型魚類，仍然有相當高的利潤空間。是故，適合箱網養殖魚種的開發為刻不容緩的工作，目前在箱網中主要的養殖魚種之養殖概況簡介如下：

Table 4. The culture status of cage-reared fishes in Hsiao Liu Chio island.

Species	Common name	Culture period (month)	Market size (g)	Estimated survival rate (%)	Remarks
<i>Abudefduf vaigiensis</i>	Five-striped damselfishes	4-6	50-100	70	
<i>Acanthopagrus sivicolus</i>	Southern black sea bream	>12	500-600	50-70	
<i>Epinephelus coioides</i>	Orange-spotted grouper	8-10	500-600	30-70	Fingerlings of 9-12 cm in total length were stocked
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Red snapper	>12	600	80	
<i>L. erythropterus</i>	Red fish	7-12	600	80	
<i>Nibea diacanthus</i>	Croaker	7-12	600	80	
<i>Pagrus major</i>	Red sea bream	>12	500-600	40-70	
<i>Platax orbicularis</i>	Round batfish	10-12	600-1,000	50-70	
<i>Rachycentron canadum</i>	Cobia	10-12	2,000-6,000	60-80	
<i>Seriola dumerili</i>	Amberjack	9-12	1,800-2,500	6-80	4-5 cm fry were stocked
<i>Trachinotus blochii</i>	Long dorsal fin pompano	>12	600	70	

(一) 紅魷 *Seriola dumerili*

紅魷為箱網養殖魚種中深具潛力的魚種, 其唯一的缺點為容易被單殖類吸蟲或魚虱感染, 琉球海洋企業箱網養殖場, 已經有兩年的養殖經驗, 在 1995 年所購買 14,000 尾人工繁殖的魚苗, 以下雜魚或絞碎的下雜魚混合鰻飼料投餵。自放養至出售, 活存率僅約 6%, 死亡期間主要發生在放養魚苗後一週。放養全長 4-5 cm 的紅魷苗, 養殖 10 個月, 可達平均體重 1.8 kg, 當時的售價為 500 元/kg。1997 年購買人工繁殖的紅魷苗, 在幼魚的養殖階段活存率相當高, 可達 90%, 但在體重 300 g 左右, 因改投餵乾性粒狀的人工配合飼料, 可能因營養缺失的問題, 造成許多試驗魚的死亡。投餵下雜魚的試驗組, 則未發現明顯的死亡現象, 1997 年所養殖的紅魷, 經 9 個月的養殖, 平均體重即能達 1.8 kg。

(二) 石斑魚 *Epinephelus coioides*

放養在箱網的石斑魚苗, 以放養全長 9 cm 以上的體形, 才能獲得較佳的活存率, 放養 7.5-9 cm 間的石斑魚苗, 因海流較強的因素, 在初期階段活存率不佳。以箱網養殖石斑魚, 如果單殖類吸蟲的感染控制得當, 活存率可達 70% 以上, 為獲利率相當高的養殖魚種, 唯因魚苗較為昂貴, 所負擔的成本較高。

(三) 海鱺 *Rachycentron canadum*

海鱺雖然為目前台灣養殖魚類中成長最為迅速的養殖魚種, 但由於市場尚甚為狹小, 1997 年才開始在小琉球箱網試養, 在養殖的第 1 年, 由於尚未發覺有被單殖類吸蟲嚴重感染的現象, 故活存率尚相當高, 且成長相當迅速。但據大鵬灣的箱網養殖業者表示, 養殖在灣內的海鱺亦會被魚虱感染, 尤其是眼睛、嘴唇及胸鰭後皮膚較為柔軟的部位, 發生的季節以 9-12 月及 3-4 月等溫差大的季節較為嚴重, 低水溫及高水溫期較不會發生。被魚虱感染的海鱺, 食慾不振, 嚴重者造成失明。由於海鱺為熱帶及亞熱帶的魚類, 在澎湖地區, 冬季水溫下降至 17-18°C 時, 食慾即會明顯的降低, 體表並會增生黏液, 但在小琉球地區, 冬季期間最低水溫為 22°C, 尚不會明顯影響海鱺的攝食量。

(四) 紅魚 *Lutjanus erythropterus*

紅魚為新興的養殖魚種, 其淡紅的體色廣為消費者所喜愛, 在箱網中的成長尚佳, 放養寸苗, 約 7 個月即可陸續達 600 g 的上市體形, 但紅魚亦極容易被單殖類吸蟲所寄生, 必須經常浸泡淡水, 增加勞力的支出, 為其最大缺點, 由於其活存率比嘉臘魚高, 故將

來可能會作為取代嘉臘魚的養殖魚種。此外, 紅魚在魚塢亦被廣為養殖, 在價格及成本考量上, 以箱網養殖的方式將處於劣勢。

(五) 嘉臘魚 *Pagrus major*

嘉臘魚在海洋企業箱網養殖場已經有 3 年的養殖歷史, 其兩大難題為在溫差大的季節會有很高的死亡率, 死亡的期間均發生在 9-11 月間, 經初步鑑定為腸道性的潰瘍及外部寄生性的疾病, 其死亡的原因有待進一步的追蹤研究。其次是市場的通路不佳, 已達上市體形的嘉臘魚無法及時上市, 對資金的積壓、飼料的成本及箱網的使用效率, 均相當不利。嘉臘魚其鰭部的硬棘相當尖銳, 在被捕抓緊張時特別會豎直, 會互相刺傷魚體, 間捕或篩選大小, 如果操作不當, 會造成嚴重的傷亡。

(六) 其它養殖魚種

混養在箱網中的金錢魚 *Scatophagus argus*、蘭勃舵魚(白毛) *Kyphosus vaigiensis* 及黑瓜子臘(黑毛) *Girella* sp. 等魚類, 其成長均有良好的表現, 養殖一年均可達 400-600 g 的上市體型, 由於這些魚類的產量尚不多, 價格偏高, 為獲利率相當高的魚類, 尤其以白毛的成長最佳, 其亮麗的外觀, 應深具養殖的潛力。此外, 當地海域亦可捕獲五帶豆娘魚 *Abudefduf vaigiensis* 等雀鯛亞科 Pomacentrinae 的魚苗, 此種魚類為設立箱網養殖後明顯的聚魚魚種, 雖然五帶豆娘魚為小型的魚類, 其成長不佳, 體重 50-100 g 間的體型即可上市, 但該魚可高密度養殖, 肉質細嫩, 魚價偏高 (533-666 元/kg), 單位水體積的產值亦相當高, 唯大量生產後, 其市場有必要的進一步評估。雀鯛亞科等小型魚類在箱網養殖區大量聚魚的現象, 是否在生態上有正面的作用, 諸如會攝食小型的甲殼類, 如魚虱等幼生, 有必要進一步的觀察研究。

五、小琉球箱網養殖的困難點

(一) 養殖的魚種與市場銷售的問題

近幾年, 台灣的海水魚養殖除石斑魚外, 大部份的魚苗價格, 均大幅度的降低, 由於魚苗的價格便宜, 故魚塢養殖的放養密度均相當高, 加以養殖業者累積多年的經驗, 養殖技術已經大幅度的提升, 導致超量生產, 以致魚價曝跌。而箱網如果放養和魚塢相同的小型魚種, 其生產成本比池塘的養殖魚種高, 如果再放養銷售通道不佳的魚種, 所付出的成本將更大。目前僅養殖石斑魚, 較無市場銷售的問題, 而紅魷、海

鱸及嘉臘魚等，均尙面臨市場滯銷的問題，尤應特別注意。

(二) 颱風的問題

小琉球箱網設置迄今，真正遭遇到颱風的侵襲為

1996 年的賀伯颱風，造成一部份箱網的損害，颱風對不同型式的箱網為害程度，與其型態及結構有很大的差異 (Table 5)。軟式箱網對颱風的抵抗力比 PVC 框式箱網強很多。

Table 5. Different resistance to the typhoon Ho-Pou between PVC frame cage and submerged free frame cage (soft cage) in 1996.

<i>Types of cage</i>	<i>Total cage number</i>	<i>Percentage of undestroyed cage (%)</i>	<i>Partly destroyed cage (%)</i>	<i>Completely destroyed (%)</i>
Frame cage	23	30.44	13.04	56.52
Soft cage	15	100	0	0

1. Data from the Liu Chio cage farm enterprise.

2. The circular PE frame cage and submersible circular PE frame cage had not established in 1996.

(三) 小琉球海域水文環境的特殊性

小琉球的箱網養殖區，雖然較為避風，但在每年的夏秋季節交換之際，約 8-10 月左右，有一段時間海流相當小，海水的通暢性不佳，如果網目有太多的附著物，會阻礙海流的通暢性，此階段養殖的魚種容易被外部寄生性的指環蟲、單殖類吸蟲及魚虱等感染，在 1997 年 10 月，因這些外部寄生的病害感染，造成石斑魚及嘉臘魚的大量死亡。進入冬季期後，此地區海流會增強，病害的程度會降低，為此海域特殊的海況。針對此地區海流的特性，在此時期，應提高換網的次數，並盡可能使用較大的網目，以保持海水暢通。

(四) 放養魚苗大小及活存率的問題

放養在箱網的魚苗之大小，全長最好在 9-12 cm 以上，但視魚種及當時的海流強弱而定，在 1995 年的冬季期間，所放養的 7.5 cm 及 9 cm 以上的石斑魚苗，在一個月內的活存率，以 9 cm 以上的活存率較高，約為 90%，而所放養的 7.5-9 cm 間的石斑魚苗，其活存率僅為 70%，造成此因素的原因，乃因在冬季期間，當地的海流較強，較小的魚苗無法適應較強的

海流，導致攝食不良，影響活存率。

一般的繁殖場甚少將魚苗培育至 9 cm 以上，除非魚苗的市場因過量生產不易銷售時，箱網業者方能買到較大的魚苗，正常的情況下，魚苗的買賣均以 3-6 cm 的魚苗居多，故箱網的養殖業者，除購買 9-12 cm 的魚苗不易外，又必須付出較高的魚苗費用，且較大的魚苗搬運不易，較容易受傷，放養初期的死亡率一般均偏高，故較有規模的箱網養殖場有必要設立魚苗中間蓄養的設備及人員編制。

箱網養殖場，在放養魚苗初期低活存率的問題，和放養的魚苗大小、繁殖場和箱網海域的海水鹽度及水質條件之差異有關係，海水魚對滲透壓的調節能力和緊迫 (Stress) 的因子有極密切的關係，魚苗經由魚塢的環境，經捕撈、運輸，再放入海上箱網，所造成的緊迫現象，對滲透壓的調節能力有相當大的影響^(5,6,7)，魚塢養殖的魚類突然面對高鹽度的環境，往往在受傷的部位造成皮膚的潰爛，嚴重者造成死亡。故將魚苗由陸上的魚塢運輸至海上箱網養殖場前應將鹽度調配至和海洋接近的鹽度，並將池水盡量換水至較清澈的水質，在運搬的途中避免魚苗受傷，方能確

保魚苗的活存率，並盡可能選擇滲透壓調節能力較強的魚種作為養殖的對象。

(五) 附著物的問題

附著物的問題一直困擾箱網養殖的業者，在小琉球箱網養殖區，所放置的箱網，經一個月後，即滿佈各類型的附著物，包括各類型的附著性藻類及其他小生物，而附著在框邊的藤壺或牡蠣可能刮傷網目使養殖魚類流失，應經常給予刮除。為解決附著物的問題，引進可浸潤網子，延長附著物寄生的低毒性塗料，為當務之急。

(六) 疾病的問題

在開放的海域進行箱網養殖，除面臨颱風威脅的機率較高外，發生疾病的機率，應比在內灣進行箱網養

殖，發生疾病的機率低，但因箱網的養殖魚種直接暴露於大自然的環境，在同一海域如果養殖的魚類太多，外部寄生性的小生物可覓得較多的寄主，容易在該處海域大量發生，箱網養殖魚類因被局限在一個小範圍內，最會成為外部性寄生蟲的攻擊對象，在箱網養殖的開放空間下，又無法很有效率的以藥物去除，為發展箱網養殖業一個擾人的問題。小琉球箱網養殖區迄目前為止僅發現單殖類吸蟲 *Neobenedenia* sp.、魚虱 *Caligus* sp.、指環蟲 *Dactylogyrus* sp. 及腸道性的疾病，小琉球箱網養殖區的養殖魚類對外部性的寄生蟲抵抗力有很大的差異 (Table 6)。茲分別將所發現的病害簡介如下：

Table 6. Difference in ectoparasitic infection among cage-reared species in offshore of Hsiao Liu Chio island.

<i>Scientific name</i>	<i>Common name</i>	<i>Infection by sea lice</i>	<i>Infection by Dactylogyrus sp.</i>	<i>Infection by Neobenedeniasis sp. Caligus sp.</i>
<i>Epinephelus coioides</i>	Orange spotted grouper	+	+	+++
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Red snapper	-	-	-
<i>L. erythropterus</i>	Red fish	+	-	+++
<i>Nibea diacanthus</i>	Croaker	-	-	-
<i>Pagrus major</i>	Red sea bream	+	++	++
<i>Platax orbicularis</i>	Round batfish	-	-	-
<i>Rachycentron canadum</i>	Cobia	-	-	-
<i>Seriola dumerili</i>	Amberjack	+	-	++

+++：Infection were frequently occurred and caused high mortality.

++：Infection had ever occurred and caused some mortality.

+: Infection had rarely occurred and caused few mortality.

-: No infection were found or infection had never caused mortality.

1. 單殖類吸蟲

單殖類吸蟲蟲體扁平，略呈長形，透明，體形大，大部份介於 0.8-4.5 mm 間，蟲體有前後固著器，吸附於魚體的體表，且會在魚體皮膚上爬行，用肉眼即可發現，因蟲體的強力吸附，並且會攝取魚體的上皮組織及黏液，造成潰瘍、出血，容易引起二次感染及

造成滲透壓的失調，增高死亡率⁽⁸⁾。可用淡水浸浴法，使蟲體脫落，唯部份蟲卵，還是會附著在魚體上，故必須再經第二次的淡水浸浴，始能治癒。

寄生在石斑魚體表上的單殖類吸蟲，因保護色的關係，不易以肉眼察覺，但將被感染的病魚浸入淡水後 1 分鐘，單殖類吸蟲之體色即逐漸變白，容易分辨，

稍後即逐漸脫落，6 分鐘時即可完全脫落，脫落的速度和鹽度、打氣的大小及魚體的游動有關係，一般在泡除寄生的蟲體時，順便換新的網子，故浸泡淡水的時間約，由捕捉第一隻魚，至浸泡完畢，移入新的箱網為止，費時 10-20 分鐘左右。

2. 魚虱

由於在同一養殖區，魚虱對養殖魚類的為害程度與魚的種類、年齡及大小、健康度、鱗片及表皮的結構、黏液的多寡，及游泳的速度有關。顯示每種魚類因其對魚虱的感染有不同的抵抗力，故對魚虱的抵抗能力，應列為選擇箱網養殖魚種的考慮因素。

具感染性的魚虱其生活史可分成：橈腳幼蟲 (Copepodid)，後期幼蟲 (Chalimus)，成蟲前期 (Preadult) 及成蟲 (Adult) 的階段⁹⁾，魚虱的成蟲前期及成蟲期，因為會在魚體上爬行並吸取魚體的血液，對養殖魚類的為害程度較大。魚虱寄生在魚體的體表後，會攝食黏液及血液，並破壞皮膚結構，由於魚虱此種獨特的攝食行為，會造成養殖魚類的皮膚潰爛、出血，體色黑變，消耗養殖魚的體力，降低游泳能力，更嚴重者會造成肌肉的裸露，皮膚的破損，亦可能導致養殖魚滲透壓調節的失常，貧血等症狀。此外，魚虱對養殖魚類的寄生，亦可能會成為病毒或弧菌的媒介，對養殖魚類造成間接的傷害。石斑魚苗由陸上魚塢移入海上箱網後或篩選大小後一週內，最會受到魚虱的攻擊，可能因緊迫的因素，黏液的分泌失調，給魚虱有機可乘。如果發現養殖魚類有間斷性的側翻動作、游泳速度緩慢、攝食不良、無群聚或群游的現象，應隨即取樣檢查，否則會造成嚴重的傷亡。目前，最常用治療魚虱的方法為淡水浸泡法，將養殖魚類由箱網中撈至船筏上的桶中浸泡 10-20 分鐘左右，讓魚虱脫落。

3. 指環蟲

在 1997 年 10 月，季節交換、溫差極大及潮水交換不良之際，發現石斑魚因指環蟲的感染，引起大量的死亡，造成此因素的原因，可能為箱網所使用的網目太久未予置換，有太多的附著物，導致海水交換不良所致。嘉臘魚亦發現有少許指環蟲的感染，但死亡的主要原因是由指環蟲、單殖類吸蟲或是因腸道性的疾病所引起，有必要進一步研究。

4. 腸道潰爛性的疾病

在季節的交換之際及海流不強的季節，嘉臘魚有例行性死亡的現象，在檢體的鰓部有發現輕微的指環蟲寄生，表皮有單殖類吸蟲寄生，腸道有積水及潰爛的

現象，推測原因可能是因水溫產生成層現象，造成狹溫性的嘉臘魚的不適，引起腸道性的疾病或因降低抵抗力，而被吸蟲有機可乘，大量寄生後，引起滲透壓調節失常而大量死亡。嘉臘魚此種例行性的死亡現象，有必要更進一步的研究。

(七) 其他

海中具有銳利牙齒的魚類，會咬壞網目使箱網的養殖魚類流失，甚或進入箱網內掠食養殖的魚類，此問題點可以在箱網養殖區的四個角落之箱網，養殖大形的肉食性魚類如石斑魚等，可能可以減輕此等魚類的為害。此外，應注意水鳥等可能會在夜間掠食較小的魚苗，箱網上方應以網子覆蓋。

由於箱網養殖區有聚魚的效果，當地的漁民常在箱網附近以小型的流刺網捕魚，亦有些漁民在夜間，以潛水及燈光照射的方式，下海刺魚。箱網此種聚魚的效果應該在箱網養殖的業者與漁民間有相輔相成的關係，但事與願違，總有一些不肖的漁民在夜間偷魚，現階段已經發現養殖在箱網中的白毛有被偷竊的現象，此問題將來可能會繼續困擾箱網的養殖業者，故有必要發展出自動監測及警報的防盜系統。

六、發展箱網養殖今後應改進的方向及措施

(一) 飼料品質的提升

傳統的養殖業者飼養肉食性的魚類，一般均認為下雜魚的營養比人工飼料佳，但因使用下雜魚有許多問題存在，其缺點為鮮度不穩定，保存不易且耗費電力，解凍、切割或打碎、絞碎下雜魚較費工時，且自動化投餵下雜魚的困難度較高。雖然業者有心嘗試投餵人工配合飼料，但在 1997 年 4 月所購買的紅魷苗，在養殖一個月後，一部份的紅魷改投餵某飼料公司所提供的配合飼料，經投餵 20 天左右後，紅魷即發生眼睛失明、體色黑變，並造成大量死亡的現象，連攝食此種飼料的嘉臘魚，亦難倖免，故研發適合投餵成長快，游泳迅速的魚類之完全配合飼料，亦為刻不容緩的課題。

(二) 管理及操作過程自動化

箱網養殖的管理如果無法自動化，其管理的人力成本比管理陸上的魚塢高出許多，尤其以下雜魚投餵養殖魚類，工作更是繁瑣，必須以船筏或船運輸下雜魚，再給予冷藏，投餵前必須再經解凍及切割或絞碎等工作，其間的搬運如果不以機械進行，是相當辛苦且費人力的工作。

其他諸如投餌、網目的置換、清洗、以淡水浸泡受魚虱感染的養殖魚類等, 均是相當費時費力的工作, 極有必要發展自動化的管理系統。

(三) 適合箱網養殖的魚種之開發

目前, 最符合台灣箱網養殖的大型魚種如紅魷及海鱸等, 均尚有其缺點, 前者幼魚階段抗病性不強, 死亡率高, 在養殖的過程中亦容易遭受魚虱及單殖類吸蟲的感染, 而海鱸雖然成長更為迅速, 不容易遭受外部性寄生蟲的侵襲, 但市場通路的問題, 有待進一步擴展。此外, 高經濟價位如鮪魚類等大型魚類之養殖試驗, 應積極著手進行, 以開創箱網養殖的新局。

(四) 開發能防止生物附著且對海洋環境衝擊較小的網子塗料

箱網浸泡在海水中, 會很迅速的附著許多海洋生物, 諸如海藻及藤壺等水生生物, 會嚴重阻礙水流的交換, 增加箱網對海水的阻力, 故必須定期置換網子, 唯在海上置換箱網的網子, 如果沒有機械化或半自動化, 是相當辛苦且費時費力的工作, 如果能將箱網的網子以浸泡藥物的方式, 延長網子被水生生物附著的時間或減低被附著的數量, 將對箱網養殖的發展有莫大的助益。但此種藥物必須對海洋環境衝擊較小, 且對養殖魚類無不良的影響。

(五) 治療疾病技術的開發

魚塢為封閉性的環境, 可以用藥物消除感染水生物的病源^(10,11,12), 而外海箱網養殖區的開放環境不同於魚塢的封閉性環境, 養殖魚類感染疾病後, 不容易以魚塢的治療方式處理, 故有必要發展出一套有效率的藥浴方法, 預防性的藥物口服法, 亦應積極開發。

結 論

台灣的水產養殖業, 過去一直多著重於發展陸上的魚塢養殖技術, 因養殖業高度發展的結果, 負面的影響已經一一浮現, 陸上的養殖已經面臨瓶頸。而台灣能適合發展箱網養殖的內灣海域相當有限, 唯有往外海較無污染的海域發展箱網養殖, 才是可行的方案, 雖然在發展的過程中難免會面臨到許多難題, 但如果能結合相關產業的技術及人才, 未嘗不能開創一嶄新的局面。

謝 辭

本篇報告得以完成, 由衷感謝琉球海洋企業箱網養殖場

蔡茂男先生及小琉球漁會的蔡寶興先生與水試所東港分所密切的配合。此外, 亦感謝勝耀箱網養殖場的洪國清醫師、立久箱網養殖場的劉居鎰先生及泛亞箱網養殖場提供寶貴的相關資料, 並感謝農委會給予經費的重點支持〔(81 農建-12.1-漁-07 (15), 82 科技-1.7-漁-08 (10), 84 技-1.2 漁-07 (8), 85 科技-1.13-漁-04 (21), 86 科技-1.12-漁-03 (1))〕, 希望在業者的努力及政府的引導下, 箱網養殖可以給臺灣的水產養殖業再創第二春的機會。

參考文獻

1. McCoy, H. D. (1993) Open ocean fish farming: part one. *Aquacult. Mag.*, Sept./Oct., 66-74.
2. McCoy, H. D. (1993) Open ocean fish farming: part two. *Aquacult. Mag.*, Nov./Dec., 60-67.
3. 翁進坪, 陳怡甲, 曾建璋, 丁得祿, 徐振豐, 翁平勝, 徐瓊信, 林昇平 (1997) 複式軟式箱網網具設計之研究. 海洋漁業暨栽培漁業成果發表會專集, 243-246.
4. Tsutsumi, H., T. Kikuchi, M. Tanaka, T. Higashi, K. Imasaka and M. Miyazaki (1991) Benthic faunal succession in a cove organically polluted by fish farm. *Mar. Pollut. Bull.*, **23**: 233-238.
5. Robertson, L., P. Thomas, C. R. Arnold and J. M. Trant (1987) Plasma cortisol and secondary stress response of red drum to handling, transport, rearing density, and a disease outbreak. *Prog. Fish-Cult.*, **49**: 1-12.
6. Avella, M., G. Young, P. Prunet and C. B. Schreck (1990) Plasma prolactin and cortisol concentrations during salinity challenges of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* at smolt and post-smolt stages. *Aquaculture*, **91**: 359-372.
7. Thomas, P. and L. Robertson (1991) Plasma cortisol and glucose stress responses of red drum, *Sciaenops ocellatus* to handling and shallow water stressors and anesthesia with MS-222, quinaldine sulfate and metomidate. *Aquaculture*, **96**: 69-86.
8. Bondad-Reantaso, M. G., K. Ogawa, M. Fukudome and H. Wakabayash (1995) Reproduction and growth of *Neobenedenia girellae* (monogenea: capsalidse), a skin parasite of culture marine fishes of Japan. *Fish Pathol.*, **30**(3): 227-231.
9. Johnson, S. C., M. L. Kent and L. Margolis (1997)

- Crustacean and helminth parasites of seawater-reared salmonids. *Aquacult. Mag.*, Mar./Apr., 40-64.
10. Chiu, S. Y., S. H. Lee, S. T. Hwang, Y. H. Yang and C. Tu (1990) Study on pathological changes of diseased cultured fish and shrimp in Taiwan - 1, gill. *Proc. R O C-Japan Symposium on Fish Diseases*, (G. H. Kou, H. Wakabayashi, I C. Liao, S. N. Chen and C. F. Lo eds.), 59-73.
11. Urawa, S. (1992) *Trichodina truttae* Mueller, 1937 (Ciliophora: Peritrichida) on juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta*): pathogenicity and host-parasite interactions. *Gyobyō Kenkyū*, **27**(1): 29-37.
12. Urawa, S. and J. R. Arthur (1991) First record of the parasitic ciliate *Trichodina truttae* Mueller, 1937 on chum salmon fry (*Oncorhynchus keta*) from Japan. *Gyobyō Kenkyū*, **26**(2): 83-89.

Su-Lean Chang, Chieh-Shih Hsieh, Cheng-Fang Chang, Ching-Shan Cheng, Shin-Hong Cheng and Mao-Sen Su

Tungkang Marine Laboratory, Taiwan Fisheries Research Institute, Tungkang 928, Taiwan.

(Accepted 23 December 1997)



Survey on the Status of the Offshore Cage Culture in Hsiao Liu Chio Island

Abstract

There are four cage farms in the offshore of Hsiao Liu Chio island. The types of cage include PVC frame cage, submerged free frame cage (soft cage), circular PE frame cage and submersible circular PE frame cage. The main cultured species include amberjack *Seriola dumerili*, orange spotted grouper *Epinephelus coioides*, cobia *Rachycentron canadum*, red fish *Lutjanus erythropterus* and red sea bream *Pagrus major*. In addition, scat *Scatophagus argus*, lembus rudder fish *Kyphosus vaigiensis*, small scal-blackfish *Girella* sp. and five-striped damselfish *Abudefduf vaigiensis* could be served as additional culture species. The ectoparasite of *Neobenedeniensis* sp., sea lice *Caligus* sp., *Dactylogyrus* sp. and digestive tract disease have ever been occurred in those cage culture area. At present, the serious problem of cage culture is the marketing. The status and problems of offshore cage culture are presented in this report. Further improvement of culture techniques and developing directions will be discussed.

Key words: Offshore, Cage culture