

## 海水觀賞魚輸入現況調查與包裝技術改良

黃之暘<sup>1\*</sup> · 何源興<sup>2</sup> · 劉秉忠<sup>1</sup> · 李國誥<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 國立臺灣海洋大學水產養殖學系

<sup>2</sup> 行政院農業委員會水產試驗所東部海洋生物研究中心

### 摘要

針對 2009 年 3 月至 2010 年 7 月期間，輸入臺灣的海水觀賞魚之包裝狀態、運抵時水質、活存率與運抵 10 日後之死亡率分別進行測定。結果顯示，海水觀賞魚進口以密閉包裝及長程空運為主，市場對特定種別具明顯偏好，其中以雀鯛及海葵魚為主要輸入種類。包裝水體狀態與魚隻活存密切相關，運抵當時及蓄養 10 日後的累積死亡率分別為 5.0~16.0% 及 10.0~60.0%；氨氮累積濃度為影響密閉包裝與長程運輸的主要限制因子。包裝水量需求與死亡率具種別特异性；針對主要流通種類 - 眼斑海葵魚 (*Amphiprion ocellaris*, 0.28 ± 0.20 g TBW)，進行不同溫鹽條件下的代謝速率試驗，並探討最適包裝水量。試驗結果顯示，以 22~26 °C、鹽度 30 psu 之潔淨海水，以 40 ml/g 體全重進行密閉包裝，可於模擬運輸試驗 48 h 及運抵後一週，分別維持 90% 及 85% 的活存率。

關鍵詞：海水觀賞魚、珊瑚礁魚類、觀賞水族、運輸、包裝

### 前言

觀賞性水族依飼育水源的不同，可區分為淡水與海水種類。過去兩者之飼養比例與產業量值大約為 9:1，亦即以淡水種類為市場主流。近年來，隨著飼養設備與飼養技術不斷精進，海水觀賞性水族市場有明顯的成長 (Andrews, 1990; Olivier, 2001; Gerstner *et al.*, 2006)；其中具種別多樣性組成之海洋觀賞性物種，以分布於珊瑚礁環境之硬骨魚類為主 (Wood, 2001a, b; Wabnitz *et al.*, 2003; APPMA, 2008)。貿易途徑流通供應之相關物種，除在種別上具明顯市場偏好，貨源多半係低度開發與開發中國家，直接於天然棲地捕捉之野生個體 (Spalding *et al.*, 2001)；而採集方式則多以氰化物毒獵或破壞性漁法等非法方式獲取資源。高達 95% 以上的商業流通個體由珊瑚礁環境直接採捕 (Wabnitz *et al.*, 2003)，且在產業各分層之捕捉、蓄養、包裝與運輸過程，多有明顯死亡損

耗。於珊瑚礁環境頻繁之採集活動，與未經妥善管理之觀賞性生物資源利用，導致特定物種與環境遭受威脅 (Spalding *et al.*, 2001; Chou *et al.*, 2002; Lecchini *et al.*, 2006)。近年來積極發展之海水觀賞魚培育技術，已成功的讓多種雀鯛 (damsel fish)、蝦虎 (goby)、小型尻刺魚與觀賞性珊瑚蝦類進行穩定生產與商業銷售，並藉此降低對於環境的依賴與天然資源的需求 (Moe, 1999; Olivier, 2001; Tlusty, 2002)；但由於海水觀賞物種供應鏈於生產端及消費端存在明顯距離，因此提升包裝與長途運輸技術，成為決定產業發展的重要關鍵因素。

長程運輸之觀賞性水族物種，多仰賴妥善包裝資材與技術，方能使特定物種在商業市場具備附加價值 (Teo *et al.*, 1989; Cole *et al.*, 1999; Wöhr *et al.*, 2005)。過去研究雖有針對包裝材料、添加介質、麻醉劑種類與使用濃度 (Hettiarachchi and Senadheera, 1999; Kaiser *et al.*, 2006)、水質控制 (Rubec and Cruz, 2005)、健康管理與疾病防治 (Shotts and Gratzek, 1984; Jeong *et al.*, 2008) 等進行相關探討，並藉由運抵時活存率，及運抵後一週活存率作為評估依據 (Lim *et al.*, 2003)；但主要

\*通訊作者 / 基隆市北寧路 2 號; TEL: (02)2462-2192 轉 5218; FAX: (02)2463-3150; E-mail: cyhuang@mail.ntou.edu.tw

試驗對象多以淡水觀賞性種別為主，少有珊瑚礁魚類與其他海洋物種資料。妥善包裝運輸不但能使觀賞物種兼具欣賞、飼養與貿易流通之附加價值，同時亦可有效降低生物性資源損耗，並符合生態保育、環境維護與動物福祉等議題 (Southgate, 2008)。活魚運輸之主要特徵為明顯距離與時間需求，且觀賞性水族物種由於具備種別多樣性 (Tlusty, 2002; Gerstner *et al.*, 2006)、頻繁運輸與密閉包裝等需求，故發展妥善包裝與運輸技術發展，對觀賞水族產業持續發展極為重要。

本研究主要針對具明顯市場偏好之多種海葵魚 (anemone fish, genus *Amphiprion*)，調查進口包裝運輸相關現況，並以單位生物重量之包裝水體需求、運抵時水質狀態與活存率等參數，分析現行包裝技術的缺失。藉由密閉包裝下之水質測定調控及包裝水量之最低需求，開發特定種類海葵魚之最適包裝運輸技術。最後以累計耗時達 48 h 之模擬運輸，以運抵時活存率與酬載數量作為效果評估依據，建立有助於本地產業應用及發展之相關技術。

## 材料與方法

### 一、包裝形式記錄

輸入之海水觀賞性硬骨魚類包裝現況調查，係針對自菲律賓、印尼、斯里蘭卡與肯亞等國進口的雀鯛與海葵魚等，進行不同來源之特定物種於運抵時包裝方式與狀態記錄調查，並分別針對單隻包裝個體，進行完整包裝、水體、生物、包裝資材與添加介質之重量測定，並換算水體及資材佔總包裝重量比例，以及隨種別不同之平均單位體重使用之包裝水體重量 (packaging water capacity, ml/g 體全重)。

### 二、死亡率測定

#### (一) 運抵時死亡率 (Mortality on arrival)

針對不同輸入來源之特定種類海水觀賞魚，記錄其運抵時之包裝狀態及箱內與包裝水體溫度，並估算運抵時死亡個體與進口數量之相對活存率。

#### (二) 運抵後 1 天、7 天及 10 天的死亡率 (Mortality after 1, 7 and 10 days)

針對不同來源輸入之特定種類，隨機挑選當次進口總量的 10%，分別於運抵後的 1 天、7 天及 10 天測定其活存率。拆袋後收集水樣進行水質常規項目與含氮廢物濃度分析；生物則經妥善適應環境溫度與鹽度後，飼養於玻璃水槽 (45×25×45 cm, 循環水系統)，持續進行觀察。蓄養過程之水體條件為 pH 值  $8.2 \pm 0.1$ 、溫度  $28.0 \pm 0.5$  °C、鹽度  $33.0 \pm 1.0$  psu，總氨-氮 (total ammonia-N,  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+\text{-N}$ ) 及亞硝酸氮 (nitrite-N,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ) 濃度分別控制在  $< 50$  ppb 及  $< 10$  ppb。每日 08:00 及 18:00 以商業飼料少量投餵，並分別於 08:00、14:00、20:00 檢視魚隻的健康與活存狀態，發現虛弱或垂死個體，拍照記錄後予以隔離或撈除。

### 三、水質檢測

針對包裝水體進行水質常規項目與含氮廢物濃度檢測，並收集不同供應來源之特定物種，進行包裝水體可培養總菌量及弧菌量之培養計數。

#### (一) 常規水質檢測

分別以溶氧 (Oxi 330i/SET, WTW. Germany)、pH (pH 330i/SET, WTW. Germany) 及鹽度/電導度 (Cond 315i/SET, WTW. Germany) 測定儀，針對包裝水體進行水溫、pH 值、鹽度、電導度及溶氧等水質常規參數檢測，並於開箱同時紀錄箱內與包裝水體溫度差異。

#### (二) 含氮有機物濃度檢測

包裝水體分別經  $0.80 \mu\text{m}$  纖維濾膜 ( $0.80 \mu\text{m}$  Minisart, Sartorius Stedim. Germany) 過濾，並經適當比例稀釋後，進行總氨-氮及亞硝酸-氮濃度測定；檢測方式分別依據 Solórzano (1969) 及 Wood-Armstrong-Richard 方法，以分光光度計於特定波長條件進行吸光值測量，並以檢量線及稀釋倍數換算水體含氮廢物濃度。

#### (三) 包裝水體可培養總菌量檢測

包裝水體經  $0.45 \mu\text{m}$  纖維濾膜 (Millex HV

Filter Unit 0.45 $\mu$ m, MILLIPORE. Ireland) 過濾，隨後以滅菌 PBS (phosphate buffer solution, pH 7.8)，於微量試管中進行連續十倍稀釋。於三種稀釋倍數以定量吸管各取 50  $\mu$ l，分別塗佈於選定平面培養基，並以滅菌 L 型不銹鋼棒均勻塗佈；於 30.0  $\pm$  2.0  $^{\circ}$ C 培養 16、24 及 48 h 後進行菌量計數，每樣本取三重覆進行培養與計數觀察。平面培養基分別選擇 Marine Agar 2216 (Difco<sup>TM</sup> Becton, Dickinson and Company, France)、Tryptic Soy Agar (+2.5% NaCl ; Difco<sup>TM</sup> Becton, Dickinson and Company, France) 及 TCBS Agar (Difco<sup>TM</sup> Becton, Dickinson and Company, France)；前兩者所得結果為可培養總菌量之計數參考，而 TCBS 培養結果除分別記錄不同顏色菌落外，同時作為可培養弧菌量之評估依據。

#### 四、不同環境條件下的代謝速率試驗

人工培育之眼斑海葵魚 (*A. ocellaris* Cuvier) 蓄養於室內循環水系統，控制水體 pH 值為 8.2  $\pm$  0.1，水溫 28.0  $\pm$  0.5 $^{\circ}$ C，鹽度 33.0  $\pm$  1.0 psu 及光週期 14L : D10，投餵商業性飼料 (Hikari Marine-S, Kyorin, Japan)。試驗用魚體重為 0.28  $\pm$  0.20 g，置於不同溫度與鹽度下，探討其於密閉包裝環境之水體總氨-氮與亞硝酸-氮代謝濃度及累積速率差異。於試驗前 24 h 停止投餵，不同溫度與鹽度處理組以每組 10 隻進行單隻包裝，每處理組三重覆。包裝方式使用圓角透明塑膠袋 (320 $\times$ 122 mm)，水體與純氧添加比例為 1:1 (v/v)，以橡皮筋封口後於不同時間進行水樣採測。

##### (一) 不同溫度

分別將單隻包裝之眼斑海葵魚，使用預先過濾並充份曝氣之純淨海水 (鹽度 33.0  $\pm$  1.0 psu)，以密封袋裝方式置於不同溫度環境，於梯溫櫃控制溫度條件分別為 18、22 及 26  $^{\circ}$ C；光照條件模擬裝箱狀態維持全暗環境。每 4 h 固定檢視魚隻活存狀態，除記錄累積死亡率，並分別於 0、6、12、18、24、36 及 48 h，於不同溫度處理組隨機選取三袋，進行包裝水體總氨-氮與亞硝酸-氮檢測；水樣過濾、稀釋與檢測方式同前所述。

##### (二) 不同鹽度

分別將單隻包裝之眼斑海葵魚，於試驗前先使其充分適應於不同鹽度條件，隨後以密封袋裝方式進行水體含氮廢物累積濃度試驗。水體鹽度分別為 26、30 及 34 psu，環境溫度 20  $^{\circ}$ C；光照控制模擬裝箱狀態維持全暗環境。每 4 h 固定檢視魚隻活存狀態，除記錄累積死亡率，並分別於 0、6、12、18、24、36 及 48 h，於不同鹽度處理組隨機選取三袋，進行包裝水體總氨-氮與亞硝酸-氮檢測；水樣過濾、稀釋與檢測方式同前所述。

#### 五、最低水量需求試驗

參考貿易流通現況中，眼斑海葵魚單位體重之包裝使用水量 (ml/g)，分別以 30、40、60 及 80 ml/g 單位體重，對平均體重 0.28  $\pm$  0.20 g 之個體進行單隻包裝及最低水量需求試驗。依據前述試驗得到的最佳狀態，控制包裝用水體水質條件。水量與純氧充填比例 1:1 (v/v)，水體鹽度 30.0  $\pm$  0.2 psu、pH 值 8.2  $\pm$  0.2、溫度 20.0  $\pm$  0.2  $^{\circ}$ C，隨後裝入保麗龍箱 (36 $\times$ 36 $\times$ 20 cm；厚度 22 mm) 中，以全暗環境配合密封包裝進行模擬運輸。分別於 24、48、60 及 72 h 開箱記錄死亡率。達 72 h 後，將魚隻依包裝水量處理組分養於玻璃水槽，記錄一週間的累計死亡率。

## 結 果

### 一、海水觀賞魚進口狀況

針對 2009 年 3 月至 2010 年 7 月間進口的海水觀賞性物種進行調查，樣材來源包括菲律賓、印尼、斯里蘭卡、肯亞與夏威夷供應之海洋觀賞性水族生物，資料收集來源為台北地區觀賞性海洋生物進口商。初步結果發現，本地輸入的海洋觀賞性水族生物以珊瑚礁性硬骨魚類為大宗，主要進口國為菲律賓與印尼，約佔總輸入量的九成，其中又以雀鯛科魚類與海葵魚居多 (未發表調查資料)；其次為珊瑚與海葵等刺絲胞動物 (Coelenterata)，另外尚包括部分甲殼類、軟體動物與海藻等。根據 17 個月的調查期間所收集的 94 筆進口貨物種類組成資料顯示，雀鯛中以商品名稱黃尾藍魔鬼的副金翅雀鯛 (*Chrysiptera parasema* Fowler) 以及水銀燈的藍綠光鰓雀鯛

**Table 1** The preference species of imported marine ornamental fish in global and local market

Global Market <sup>a</sup>	Local Market <sup>b</sup>	Consumers' preferences species
Pomacentridae	Pomacentridae	1. Total number of imported damselfish (38,452) <i>Chrysiptera parasema</i> (13,422)(34.9%) <i>Chromis viridis</i> (9,575)(24.9%)
		2. Total number of imported anemonefish (76,125) <i>Amphiprion ocellaris</i> (34,334)(45.1%) <i>A. frenatus</i> (24,286)(31.9%)
Acanthuridae	Others teleost	
Pomacanthidae	Pomacanthidae	Genus <i>Pomacanthus</i> and Genus <i>Holacanthus</i>
Balistidae	Invertebrate <sup>c</sup>	
Chaetodontidae	Hard and soft corals	
Labridae	Acanthuridae	<i>Acanthurus leucosternon</i> and <i>Zebbrasoma flavescens</i>
Syngnathidae	Syngnathidae	<i>Hippocampus</i> spp.
Others teleost	Labridae	
Invertebrate	Balistidae	
Hard and soft corals	Chaetodontidae	

<sup>a</sup>Cited from Olivier, 2001

<sup>b</sup>Ninety-four import records collected from March 2009 to July 2010.

<sup>c</sup>Including varied species of Coelenterate, Echinoderm, Mollusca and Crustacean.

(*Chromis viridis* Cuvier) 為大宗，分別佔輸入雀鯛總數的 35% 及 25%。海葵魚則以俗稱公子小丑的眼斑海葵魚與紅小丑的白條海葵魚 (*A. frenatus* Brevoort)，分佔海葵魚總進口量的 45% 及 32% (Table 1)。

## 二、抵運活存率測定

針對不同輸入來源並具明顯市場偏好之雀鯛與海葵魚，進行運抵時死亡率與蓄養後 1 天、7 天及 10 天之死亡率測定，相關結果如 Table 2 所示。運抵時不同種類之雀鯛與海葵魚，死亡率分別介於 5.0 ~ 16.0%，僅黑邊海葵魚 (*A. purcula* var. cross) 運抵時無死亡。隨後將試驗對象蓄養於海洋大學養殖系溫室循環系統，運抵後隔日分別出現 5.0 ~ 35.0% 之死亡率，且累計死亡率隨蓄養時間延長而增加，至第 7 日及第 10 日之死亡率分別達 10.0 ~ 44.0% 及 10.0 ~ 60.0%；其中藍綠光鰓雀鯛與眼斑海葵魚為調查對象中，累積死亡率最高之種類。

## 三、包裝形式與單位生物重量使用水量分析

分別針對不同供應來源之雀鯛與海葵魚，進行進口包裝形式及單位生物體重與包裝水量比例調查；初步結果發現包裝運輸皆以至少 2 層之透明塑膠袋進行單隻包裝，並配合充填適當比例之海水與純氧後封口，以利累積耗時 18 ~ 22 h 不等之航空載運。不同體型之副金翅雀鯛、藍綠光鰓雀鯛、眼斑海葵魚、白條海葵魚及鞍斑海葵魚，單位生物重量使用包裝水體調查如 Figs. 1 ~ 6 所示；依據海水觀賞性魚種進口之包裝紀錄分析，不同種類之雀鯛與海葵魚其單位體重與使用包裝水量迴歸方程式分別如下：

副金翅雀鯛： $y = -16.813x + 74.849$ ,  $R^2 = 0.7291$

藍綠光鰓雀鯛： $y = -37.067x + 112.54$ ,  $R^2 = 0.7998$

眼斑海葵魚： $y = -2.7136x + 62.922$ ,  $R^2 = 0.2131$

白條海葵魚： $y = -2.3018x + 35.895$ ,  $R^2 = 0.245$

黑邊海葵魚： $y = -15.158x + 74.654$ ,  $R^2 = 0.1975$

鞍斑海葵魚： $y = -73.548x + 120.41$ ,  $R^2 = 0.9230$

## 四、包裝環境水質狀態調查

### (一)常規水質檢測

針對不同來源之特定物種，記錄運抵時之包裝狀態，除分析包裝水體之水溫、pH 值、鹽度、

電導度及溶氧等水質常規參數，同時比較運抵時裝箱內外溫度差異。不同來源特定物種之包裝水質如 Table 3 所示。調查結果顯示，由印尼與菲律賓經 14 ~ 18 h 密閉包裝運抵臺灣之多種類雀鯛與海葵魚，包裝水體之溶氧仍接近飽和狀態；鹽度隨供應來源不同有明顯差異。自印尼輸入者，其包裝使用水體鹽度介於  $24.1 \pm 0.8$  psu，菲律賓與斯里蘭卡則為  $31.0 \pm 0.5$  psu；電導度隨鹽度不同而有增減。包裝袋中水體 pH 值介於  $7.14 \pm 0.24$ ，且隨運輸時間累積呈逐漸下降趨勢。包裝箱中有添加冰包，但運抵時多已全數融化，且箱內及包裝水體溫度多介於  $24 \sim 28$  °C。

(二) 含氮有機物濃度檢測

不同輸入來源之多種類雀鯛與海葵魚，運抵時包裝水體含氮廢物濃度如 Table 3 所示。水生生物直接代謝之機廢物多為 ammonia 形式，調查結果發現，包裝水體平均總氮-氮濃度介於 2.76 ~ 12.29 ppm，且濃度變動隨包裝水量、魚體大小及載運時間有關。亞硝酸-氮濃度雖隨不同來源、物種與包裝形式略有差異，但濃度皆低於 10 ppb；僅有生物體型明顯或載運時間延遲之樣材，亞硝酸濃度持續累積至 12.10 ~ 19.58 ppb。

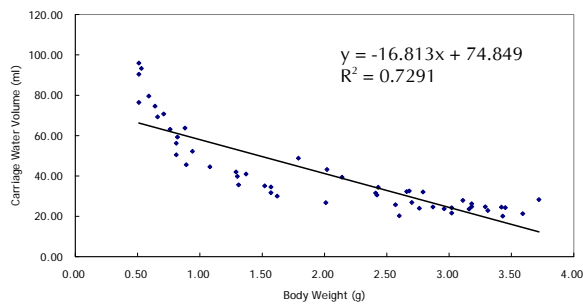


Fig. 1 The carriage water volume per body weight (ml/g) during the air transport of yellow tail blue damselfish, *Chrysiptera parasema*.

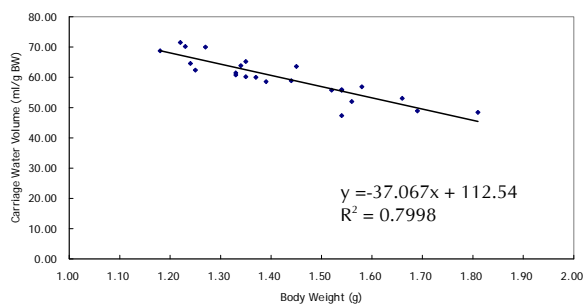


Fig. 2 The carriage water volume per body weight (ml/g) during the air transport of blue green damselfish, *Chromis viridis*.

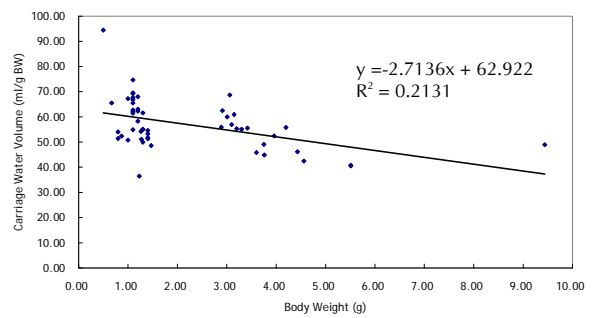


Fig. 3 The carriage water volume per body weight (ml/g) during the air transport of Ocellaris clownfish, *Amphiprion ocellaris*.

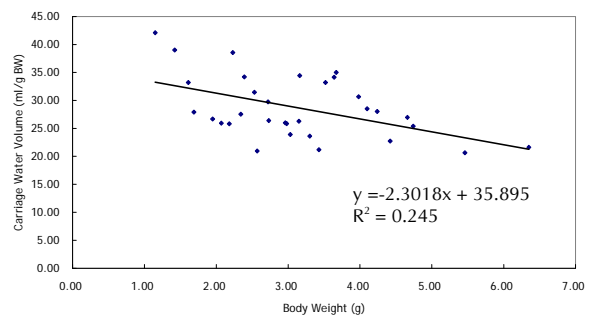


Fig. 4 The carriage water volume per body weight (ml/g) during the air transport of tomato clownfish, *Amphiprion frenatus*.

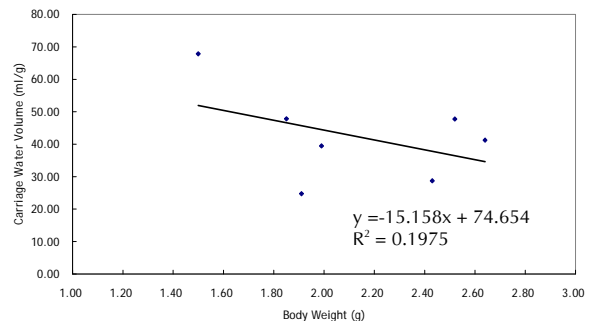


Fig. 5 The carriage water volume per body weight (ml/g) during the air transport of Percula clownfish, *Amphiprion percula* var. cross.

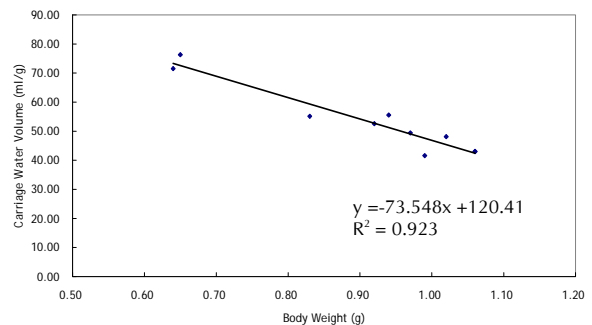


Fig. 6 The carriage water volume per body weight (ml/g) during the air transport of saddleback clownfish, *Amphiprion polymnus*.

**Table 2** The mortality of imported damselfish and anemone fish after arrival and then stocked in closed recirculation system

Source	imported species	n <sup>a</sup> =	Mortality (%)			
			MOA <sup>b</sup>	MA1 <sup>c</sup>	MA7 <sup>d</sup>	MA10 <sup>e</sup>
Philippines		10	10.0	10.0	20.0	20.0
	<i>Chrysiptera parasema</i>	20	6.0	5.0	15.0	25.0
		20	8.5	10.0	10.0	10.0
	<i>Chromis viridis</i>	20	14.5	35.0	40.0	40.0
		25	12.0	20.0	40.0	60.0
		42	6.5	14.3	28.6	42.9
	<i>Amphiprion ocellaris</i>	20	10.0	15.0	25.0	35.0
		16	14.5	12.5	37.5	37.5
	<i>A. frenatus</i>	10	5.0	10.0	20.0	20.0
		52	16.0	11.5	26.9	40.4
Indonesia		22	12.0	13.6	31.8	31.8
	<i>Chrysiptera parasema</i>	60	12.0	11.7	28.3	31.7
		40	10.5	7.5	27.5	42.5
	<i>Amphiprion ocellaris</i>	25	16.0	16.0	44.0	52.0
		20	12.0	15.0	25.0	30.0
	<i>A. purcula</i>	32	5.5	9.4	28.1	28.1
	<i>A. purcula</i> var. <i>cross</i>	16	0.0	6.3	18.75	25.0
<i>A. frenatus</i>	20	10.5	15.0	20.0	25.0	
Sri Lanka		10	7.5	10.0	20.0	30.0
	<i>Amphiprion ocellaris</i>	12	6.0	16.7	25.0	25.0
	<i>A. clarkii</i>	20	15.5	15.0	25.0	35.0
	<i>A. nigripes</i>	14	5.0	7.1	21.4	21.4

<sup>a</sup>Number of samples; <sup>b</sup>Mortality on arrival, MOA %; <sup>c</sup>Mortality after 1 day; <sup>d</sup>Mortality after 7 days; <sup>e</sup>Mortality after 10 days.

### (三) 包裝水體可培養總菌量與弧菌量

針對不同輸入來源之多種類雀鯛與海葵魚，藉由通用與選擇性培養基，於不同稀釋倍數與培養時間之菌落數，進行包裝水體可培養總菌量與弧菌量計數與比例分析，結果如 Table 4 所示。不同輸入來源、生物組成與重量之包裝水體總菌數雖有不同，但一般介於  $10^4 \sim 10^6$  cfu/ml；可培養總弧菌量  $10^4 \sim 10^6$  cfu/ml，分別佔可培養總菌量比例 0.00 ~ 9.26%；主要分離弧菌種類經生理生化特性與商業套組 API 20E 及 Biolog GN2 鑑定，初步結果分別為 *Vibrio alginolyticus*、*V. fluvialis*、*V. splendidus*、*V. tubiashii* 及 *Vibrio* spp.。

### 五、不同環境條件代謝速率試驗

分別將人工繁殖培育且穩定蓄養於海洋大學水產養殖系海水溫室循環系統中之眼斑海葵魚，以單隻包裝並配合模擬運輸試驗，探討以不同溫度與鹽度對密封袋裝下之生物代謝速率影響。

#### (一) 不同溫度

不同溫度條件下，可發現密閉包裝狀態下之眼斑海葵魚，其總氨-氮及亞硝酸-氮代謝速率與包裝時間及溫度呈正相關，18、22 及 26 °C 條件下經 48 h 之模擬運輸後，累積死亡率分別為 26.98、6.35 及 11.11%。18 °C 下會造成眼斑海葵魚在裝

**Table 3** The carriage water quality analysis of imported marine ornamental fishes

Origin <sup>a</sup>	Imported species (number of sample)	TBW (g) Average ± STD	Packaging Water Quality Analysis					
			pH	Salinity psu	DO mg/l (ppm)	TAN-N <sup>b</sup> mg/l (ppm)	NO <sub>2</sub> -N ng/l (ppb)	Conductivity mS/cm
P		3.07±0.31	7.23±0.11	-	6.28±0.32	7.99±0.83	4.08±0.41	-
P	<i>Chrysiptera parasema</i> (20)	0.94±0.21	7.22±0.07	31.5±0.00	6.14±0.33	6.66±2.25	5.33±0.85	-
P		1.41±0.35	7.09±0.05	30.6±0.08	5.80±1.20	6.80±1.97	8.50±0.57	47.33±0.10
P		0.65±0.14	7.12±0.04	30.3±0.07	5.52±2.03	3.53±0.57	2.37±0.96	46.65±0.10
P	<i>C. cyanea</i> (15)	2.07±0.28	6.98±0.08	31.5±0.00	4.82±0.64	10.11±1.99	4.50±2.38	-
I		2.39±0.63	7.67±0.06	24.2±0.18	6.02±1.24	3.86±2.12	4.05±2.98	38.40±0.16
P	<i>Chrysiptera</i> sp. blue tail (22)	2.57±0.32	6.97±0.13	31.5±0.00	6.22±0.22	8.59±1.15	2.67±1.18	-
P	<i>Chromis viridis</i> (40)	1.03±0.18	7.11±0.08	31.5±0.00	7.08±1.02	12.08±1.65	3.47±1.15	-
P		0.88±0.11	7.06±0.02	30.9±0.05	7.28±1.24	12.29±3.09	5.36±1.15	47.47±0.05
P	<i>Amphiprion frenatus</i> (25)	2.59±0.54	6.86±0.05	30.6±0.05	6.88±2.02	8.96±2.47	13.20±1.90	47.28±0.07
P	<i>A. polymnus</i> (20)	0.91±0.15	7.09±0.04	30.6±0.07	5.28±1.44	9.96±2.12	14.90±2.06	47.44±0.09
S	<i>A. sebae</i> (18)	3.46±1.59	7.32±0.09	29.8±0.14	5.88±2.12	6.31±3.01	12.10±0.38	46.19±0.21
S	<i>A. melanopus</i> (14)	6.03±3.34	7.08±0.20	29.9±0.00	6.42±0.24	6.32±2.64	16.37±0.73	46.36±0.05
P		1.24±0.82	7.20±0.18	30.4±0.12	6.08±1.17	10.82±3.47	8.08±0.42	46.85±0.08
P	<i>A. ocellaris</i> (60)	0.31±0.10	7.23±0.14	30.9±0.06	7.42±2.34	2.76±1.16	4.14±1.01	47.45±0.08
P	<i>A. perideraion</i> (20)	7.25±2.71	6.62±0.08	30.2±0.05	4.85±0.68	10.52±4.33	19.58±2.63	46.63±0.05
I	<i>Amphiprion percula</i> var. (22)	2.12±0.42	7.58±0.06	24.1±0.11	6.86±2.04	4.92±1.57	2.24±0.71	38.19±0.13

<sup>a</sup>P: Philippines, I: Indonesia, S: Sri Lanka;

<sup>b</sup>TAN-N: total ammonia-N (NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

袋環境下出現失去平衡、體色轉淡與活力低下等現象，而 22 及 26 °C 之總氨-氮濃度，則有持續與顯著累積現象 (Fig. 7)。

## (二) 不同鹽度

試驗生物由原先蓄養之鹽度環境 (33.0 ± 1.0 psu)，以滴流方式於 12 h 分別調整環境鹽度至 26、30 及 34 psu，眼斑海葵魚在不同鹽度環境下適應良好且無任何死亡。以不同鹽度水體進行模擬包裝試驗，並將溫度控制於 20 °C，進行持續 48 h 之模擬運輸試驗。總氨-氮與亞硝酸-氮雖隨時間累積持續增加，但在鹽度 26 及 34 psu 處理組間無顯著差異；鹽度 30 psu 下生物之總氨-氮累積狀況較前兩者平緩，但亞硝酸-氮則無顯著差異 (Fig. 8)。以密閉包裝搭配模擬運輸，由 48 h 內之死亡隻數加總計算，得知不同鹽度條件 (26、30 及 34 psu) 下之累積死亡率分別為 6.35、5.38 及 6.35%，各組間死亡率無顯著差異。

## 五、最低水量需求試驗

將繁殖培育並穩定蓄養之眼斑海葵魚依據 30、40、60 及 80 ml/g 等不同單位體重之包裝水量，進行至少 72 h 之密閉包裝模擬運輸，並分別於不同時間記錄累積死亡率，相關結果如 Fig. 9 所示。以 30 ml/g 包裝水量密閉包裝，在最適溫度與鹽度條件控制下，12 及 24 h 之累積死亡率分別達 15.0% 及 30.0%，且釋放後第五天，累積死亡率更高達 75.0%。累積死亡率隨生物單位體重包裝水量增加而降低，40 ml/g 水量包裝在模擬運輸耗時至 60 h 開始出現死亡，並在第 72 h 達 10% 之累積死亡率，但在釋放後之存活率與 60 ml/g 及 80 ml/g 無顯著差異。

## 討 論

觀賞水族具全球貿易市場發展潛力，並在近年有穩定且持續成長 (Andrews, 1990; Olivier,

**Table 4** Microfauna analysis of carriage water of imported marine ornamental fishes

Origin <sup>a</sup>	Imported species (number of sample)	TBW (g) Average±STDEV	Microfauna analysis of carriage water				
			THB <sup>b</sup> (cfu/ml)		TVB <sup>c</sup> (cfu/ml)		Vibrio Ratio (%)
			Min.	Max.	Min.	Max.	
P		3.07±0.31	ND	2.28×10 <sup>4</sup>	ND	ND	0.00
P	<i>Chrysiptera parasema</i> (20)	0.94±0.21	-	4.64×10 <sup>5</sup>	-	2.00×10 <sup>4</sup>	0.00-4.31
P		1.41±0.35	6.40×10 <sup>5</sup>	1.44×10 <sup>6</sup>	ND	ND	0.00
P		0.65±0.14	6.00×10 <sup>5</sup>	9.80×10 <sup>5</sup>	ND	ND	0.00
P	<i>C. cyanea</i> (15)	2.07±0.28	-	1.02×10 <sup>6</sup>	-	ND	0.00
I		2.39±0.63	3.60×10 <sup>6</sup>	7.80×10 <sup>6</sup>	1.20×10 <sup>6</sup>	2.00×10 <sup>6</sup>	0.31-0.56
P	<i>Chrysiptera</i> sp. (22)	2.57±0.32	-	5.60×10 <sup>5</sup>	-	0.72×10 <sup>4</sup>	0.00-1.29
P	<i>Chromis viridis</i> (40)	1.03±0.18	-	1.74×10 <sup>6</sup>	-	0.28×10 <sup>4</sup>	0.00-0.16
P		0.88±0.11	4.40×10 <sup>5</sup>	7.40×10 <sup>5</sup>	0.20×10 <sup>4</sup>	0.80×10 <sup>4</sup>	0.42-1.08
P	<i>Amphiprion frenatus</i> (25)	2.59±0.54	4.96×10 <sup>6</sup>	4.96×10 <sup>6</sup>	ND	8.00×10 <sup>4</sup>	0.00-0.16
P	<i>A. polymnus</i> (20)	0.91±0.15	6.40×10 <sup>5</sup>	6.40×10 <sup>5</sup>	ND	ND	0.00
S	<i>A. sebae</i> (18)	3.46±1.59	7.12×10 <sup>5</sup>	1.26×10 <sup>6</sup>	ND	ND	0.00
S	<i>A. melanopus</i> (14)	6.03±3.34	1.60×10 <sup>5</sup>	2.96×10 <sup>5</sup>	ND	ND	0.00
P	<i>A. ocellaris</i> (30)	1.24±0.82	2.34×10 <sup>6</sup>	6.58×10 <sup>6</sup>	ND	ND	0.00
P	<i>A. ocellaris</i> (30)	0.31±0.10	1.82×10 <sup>6</sup>	2.28×10 <sup>6</sup>	ND	ND	0.00
P	<i>A. perideraion</i> (20)	7.25±2.71	7.5×10 <sup>6</sup>	9.1×10 <sup>6</sup>	6.3×10 <sup>5</sup>	8.5×10 <sup>5</sup>	8.42-9.26
P	<i>A. percula</i> var. (22)	2.12±0.42	1.80×10 <sup>6</sup>	8.00×10 <sup>6</sup>	ND	0.20×10 <sup>6</sup>	0.00-0.05

<sup>a</sup>P: Philippines, I: Indonesia, S: Sri Lanka;

<sup>b</sup>Total heterotrophic bacteria (colony forming unit/ml);

<sup>c</sup>Total *Vibrio*-like bacteria (colony forming unit/ml).

2001)；海洋觀賞性物種之供應流通，仍以採捕自珊瑚礁環境之野生個體為主，同時在種類組成上具明顯市場偏好 (Spalding *et al.*, 2001; Wabnitz *et al.*, 2003)，若能加速發展相關包裝運輸與繁養殖培育技術 (Tlusty, 2002)，應可在明顯提升個體活存率與穩定其健康狀態的前提下，降低對環境之衝擊，並提高對海洋生物資源的有效利用 (OFI, 2003; Lecchini *et al.*, 2006)。

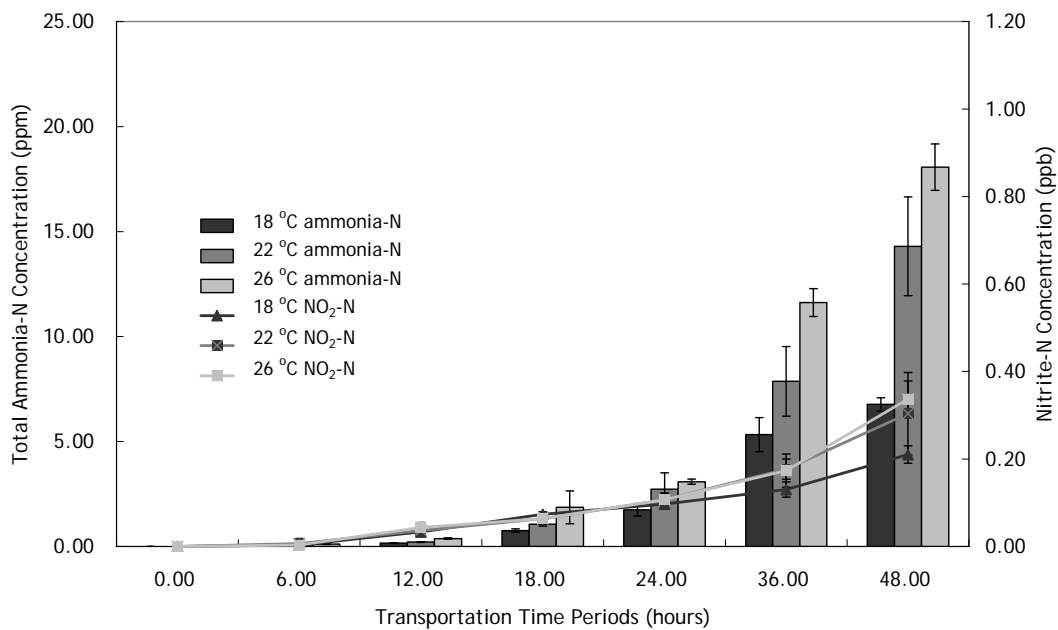
調查結果顯示，全球及本地市場多種類海洋觀賞性水族生物，以菲律賓及印尼為主要來源，且以珊瑚礁性硬骨魚類居多，而其中超過九成以上係以破壞性漁法或氰化物毒獵採集 (Gasparini *et al.*, 2005)。分析 2009 年 3 月至 2010 年 7 月間，臺灣海水觀賞水族的進口頻率與輸入量值，結果顯示，印尼與菲律賓為主要的供應來源，此外尚包括肯亞、巴西、美國 (夏威夷)、澳洲、斯里蘭卡與越南等國。

本地海洋觀賞性水族生物之貿易輸入，依據進口頻率依序為印尼、菲律賓、夏威夷、巴西以

及其他地區，進口對象呈現明顯市場偏好，且依數量比例高低分別為包含多種類海葵魚與雀鯛之雀鯛科 (Pomacentridae)、隆頭魚科 (Labridae)、蝴蝶魚科 (Chaetodontidae)、蝦虎科 (Gobiidae)、尻刺魚科 (Pomacanthidae) 與其他，並包括具種別多樣性之各類甲殼類、軟體動物、腔腸動物與棘皮動物等。本地消費市場最偏好之飼養對象，以輸入種類別與數量比例分別佔總進口量的 12 ~ 15% 及 22 ~ 29% 的海葵魚為主，其中又以俗稱公子小丑的眼斑海葵魚具相對數量優勢。

觀賞水族活生物市場與貿易供應，多以密閉包裝形式與長途空運為主 (Cole *et al.*, 1999; Southgate, 2008)。不當操作、頻繁撈捕、未經充分隔離檢疫與健康管理不佳，是導致珊瑚礁魚類在爾後蓄養環境下死亡的主因 (Schmidt and Kunzmann, 2005)。過去的調查結果顯示，產業環節不同分層之蓄養及操作處理，使生物損耗及死亡率分別高達 10 ~ 30% (Gasparini *et al.*, 2005; Rubec and Cruz, 2005)；其中由非法毒獵或破壞性



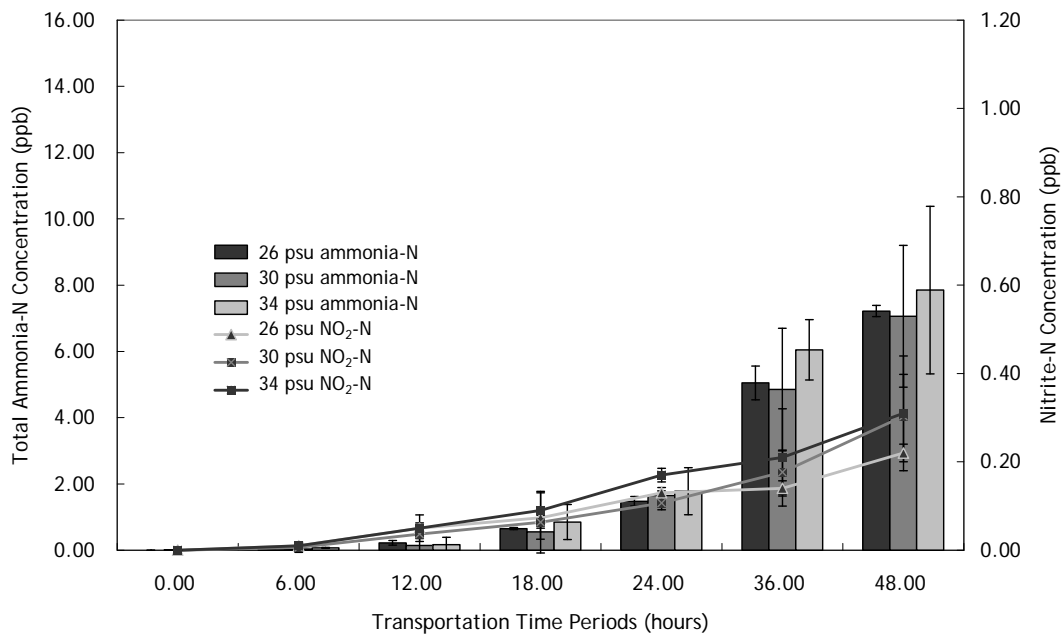


**Fig. 7** Total ammonia-N and nitrite-N of carriage water for ocellaris clownfish in simulated transportation under different temperatures and time periods.

漁法採集之海水觀賞魚，多半無法承受長時間密閉包裝與航空運輸，因而在運抵時約會有 10 ~ 40% 的死亡率 (Schmidt and Kunzmann, 2005)。分別針對不同輸入來源之雀鯛與海葵魚，進行運抵時及運抵後一週累積死亡率調查，結果發現由菲律賓與印尼供應之海水觀賞魚，運抵時之死亡率介於 5.0 ~ 60%；比較包裝形式、溫度與水質條件，發現造成死亡之主要原因，分別為運輸後之水質惡變 (55.5%)、異常溫度 (30.0%)、水體或氧氣滲漏 (5.5%) 及其他原因 (9.0%)。運抵後依種別差異分別於穩定環境蓄養觀察，第七日及第十日之累積死亡率分別達 10.0 ~ 44.0% 及 10.0 ~ 60.0%，推測不當採集、長時間於密閉包裝環境下長途運輸，以及運抵後未能妥善進行健康與檢疫管理，為使個體在蓄養過程出現明顯死亡的主要原因。其中，藍綠光鰓雀鯛與眼斑海葵魚，則分別因對 *Vibrio alginolyticus* 及 *V. splendidus* 等特定種別弧菌具高度感受性 (未發表結果)，或存在種內與種間之劇烈競爭，因而出現相對較高之累積死亡率。

過去僅有部分研究針對觀賞魚長程運輸進行探討，但研究對象偏重淡水物種 (Teo *et al.*, 1989; Kaiser *et al.*, 2006; Kilgore *et al.*, 2009; Brinn *et al.*, 2009)，且主要針對麻醉劑之使用 (Hettiarachchi

and Senadheera, 1999; Kaiser *et al.*, 2006)、水質監控 (Rubec and Cruz, 2005) 與存活率調查 (Cole *et al.*, 1999; Wöhr *et al.*, 2005; Schmidt and Kunzmann, 2005) 等，對於影響產業發展之運輸成本、生物最低水量需求，及運輸耗時則少有研究。針對由不同來源之多種類海洋觀賞性水族生物進行調查，發現運輸方式皆為單隻密封包裝及異境空運為主。運送時間除因地區別而有差異外，若加上空運前之包裝、陸運處理及航班轉運銜接，平均耗時高達 22 ~ 34 h。海洋觀賞性水族生物之包裝運輸，目前以密封袋裝之單隻包裝，充填海水及氧氣後置於保麗龍箱中，箱內添加冰包或暖包穩定溫度，箱外則再以紙箱包裝以利運輸；相關包裝或運輸技術於 60 年代後期確立後，迄今無明顯改變 (Teo *et al.*, 1989)。針對不同來源之雀鯛與海葵魚種別，進行包裝水量與單位體重比例分析，初步結果發現，單位體重之包裝水量隨體型增加而降低，但基本包裝水量在不同物種間具種別特性 (species-specific)。適當水量包裝有助於維持個體於運輸過程之活存，並可有效降低生理緊迫 (Southgate, 2008)；但過量水體包裝卻導致運輸成本增加，降低市場競爭能力。分析目前由東南亞供應之多種類雀鯛與海葵魚的包裝技術，藉由迴歸方程式推算，可了解商業流通使用之單位體重



**Fig. 8** Total ammonia-N and nitrite-N of carriage water for ocellaris clownfish in simulated transportation under different temperatures and time periods.

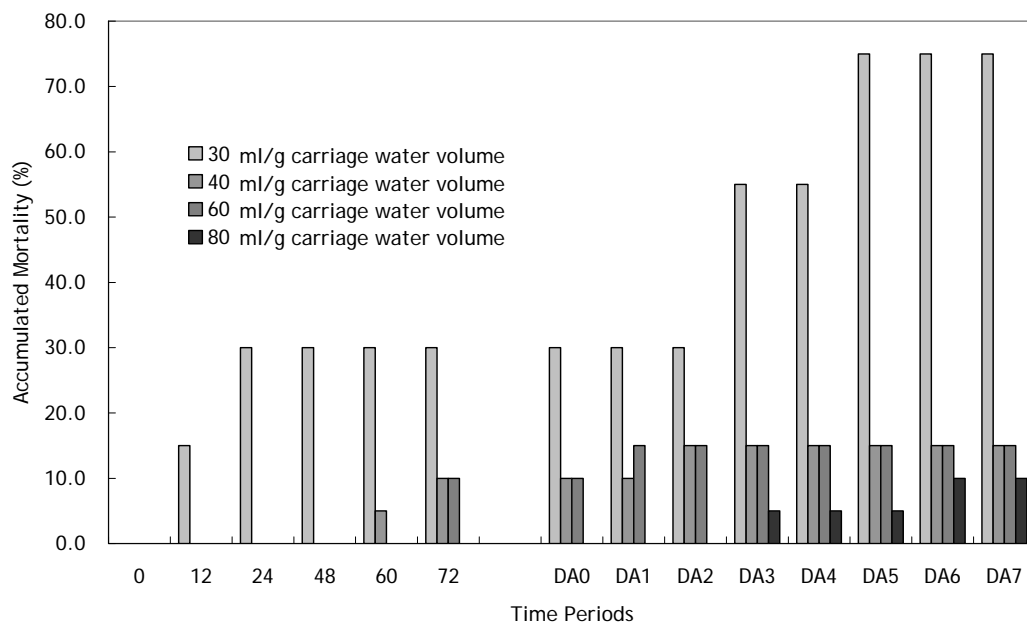
與使用包裝水量比例；除可建立特定種別運輸基本資料，同時可作為技術改良時之參考依據。

進口之各類觀賞性水族生物，多以密閉包裝配合空運進行長途運輸，因此裝袋環境之水質條件，明顯影響個體之生理、代謝、免疫與運抵時活存狀態 (Teo *et al.*, 1989; Cole *et al.*, 1999; Ferraz and Araujo, 1999)。針對 2009 年 3 月至 2010 年 7 月不同來源輸入之海水觀賞魚進行包裝水質調查，發現包裝水體鹽度多以天然海水為主，僅由印尼供應之海水觀賞魚包裝水體鹽度介於  $24.1 \pm 0.8$  psu。過去報告指出，可藉由改變環境鹽度，使個體適應特定滲透壓條件，以利降低緊迫、提昇成長與活存 (Morgan and Iwama, 1996; Sampaio and Bianchini, 2002)，由此推測以特定鹽度水體包裝應與降低運輸過程之緊迫有關。天然海水之 pH 值介於 8.2 ~ 8.5，且因溶存多種鹽類故具良好緩衝能力；但分析運抵時包裝水體 pH 值卻為  $7.14 \pm 0.24$ ，顯示大量累積之二氧化碳與代謝廢物已明顯影響水質狀態，並隨運輸時間延長而明顯累積，進而造成生物明顯緊迫。

硬骨魚類多以氨氮形式排泄 (Randall and Wright, 1987)，而在養殖環境持續累積之氨氮有機物，常成為限制生物成長、健康與活存的主要原

因 (Meade, 1985; Porter *et al.*, 1987; Handy and Poxton, 1993)。在長途運輸之密閉包裝環境下，持續累積之氨氮有機物尤會對活存造成明顯影響 (Cole *et al.*, 1999; Hettiarachchi and Senadheera, 1999; Schmidt and Kunzmann, 2005)。針對包裝水體進行含氮廢物濃度分析分析，發現含解離 ( $\text{NH}_4^+$ ) 與未解離態 ( $\text{NH}_3$ ) 之總氨-氮累積濃度，與魚體大小、載運時間與溫度呈正相關，而與包裝使用水量呈負相關；亞硝酸氮雖亦有類似現象，但直至運抵時累積濃度僅為 12.10 ~ 19.58 ppb，因此毒性濃度與對生物影響程度不如累積達 2.76 ~ 12.29 ppm 之總氨-氮濃度明顯。比較運抵時垂死與活存個體，包裝袋中總氨-氮濃度多具明顯差異，顯示於密閉環境下之總氨-氮濃度累積，可能成為密閉包裝及長程運輸之主要限制因素；試驗同時發現不同種別對氨氮濃度具耐受性差異，因此後續研究工作應著重建立主要流通物種之基礎代謝與致死濃度等資訊，以利相關技術發展及應用。

多篇報告指出，因為觀賞性水族生物貿易流通所攜帶的特定病原，除會對特定種類之觀賞性水族生物產生危害外，同時也會對於食用性水產養殖對象、野生動物、人體健康甚至公眾衛生，



**Fig. 9** Accumulated mortality of ocellaris clownfish in simulated transportation for different carriage water volume in package (0-72 hrs) and stocked in open circulating system (0-7 days).

並造成不同程度的威脅 (Beran *et al.*, 2006; Rehulka *et al.*, 2006; Jeong *et al.*, 2008; Koyuncu, 2009)。因此針對隨觀賞性水族生物異境運輸所攜帶之微生物相，特別是在海水環境中具有種別組成與數量優勢之多種類弧菌，應進行持續監控。多數細菌附著於懸浮顆粒表面，其中包括自生物體表脫落之黏液、糞便與其他有機碎屑，經 0.45  $\mu\text{m}$  濾膜過濾後，包裝水體可培養之總菌量與總弧菌量仍分別高達  $10^4 \sim 10^6$  cfu/ml 及  $10^4 \sim 10^6$  cfu/ml，且弧菌佔可培養總菌量之 0.00 ~ 9.26%；以商業快速鑑定套組可確定分離菌株以 *Vibrio alginolyticus*、*V. fluvialis*、*V. splendidus*、*V. tubiashii* 及 *Vibrio* spp. 為主，其中溶藻弧菌、河流弧菌與閃亮弧菌皆有造成水生物罹病或感染之紀錄 (Lee, 1995; Lee *et al.*, 1996; Balebona *et al.*, 1998; Gatesoupe *et al.*, 1999; Liu *et al.*, 2001)。研究結果顯示，特定菌株除可隨觀賞性水族生物之進口途徑進行異境輸送外，同時推測具有感染特定種別之風險危害。因此後續研究調查與相關包裝技術發展，應針對特定病原進行持續監控。

水域環境之溫度與鹽度因子影響水族生物生理代謝甚鉅，特別在固定水量且密閉包裝之觀賞魚運輸上，常會成為影響活存的主要限制因子 (Southgate, 2008; Gomes *et al.*, 2009; Kilgore *et al.*,

2009)。本研究以人工繁養殖培育的眼斑海葵魚，以不同溫度與鹽度條件的水體模擬包裝運輸，測定魚隻於密袋包裝環境下之代謝速率，結果發現 18  $^{\circ}\text{C}$  低溫環境雖可有效降低氮代謝速率，但在 48 h 之後的累積死亡率已高達 27%；而 22 及 26  $^{\circ}\text{C}$  之總氮濃度雖有持續累積現象，但 22  $^{\circ}\text{C}$  組 48 h 的死亡率僅有 6.35%，顯示包裝溫度介於 22 ~ 26  $^{\circ}\text{C}$  為該物種較適宜之包裝溫度。經穩定適應不同鹽度下之眼斑海葵魚，分別以 26、30 及 34 psu 鹽度包裝，各處理組亞硝酸-氮濃度與 48 h 累積死亡率無明顯差異，其中 30 psu 組之總氮-氮累積速率較 26 及 34 psu 處理組緩慢，顯示以特定鹽度水體進行包裝處理，除可維持生物穩定活存，並可延緩氮廢物之累積速度，藉以延長包裝與運輸時間。

觀賞性水族生物生產與供應量值逐年成長，多仰賴於先進的包裝運輸技術，而以密閉包裝及長途空運為特色，卻在相關技術上少有改善 (Teo *et al.*, 1989; Cole *et al.*, 1999)。存在於供應端與消費市場之明顯距離與載運時間，除使空運耗時多需 30 ~ 72 h，且多導致因為水質污染、包裝破損及包裝密度影響生物活存，並造成產業明顯損失 (Lim *et al.*, 2003; Rubec and Cruz, 2005; Wöhr *et al.*, 2005)。針對具明顯消費市場偏好之眼斑海葵魚進

行不同水量包裝需求試驗，並以模擬運輸試驗達 72 h 後之運抵活存率，以及於穩定環境蓄養 10 日後之累積死亡率，尋求同時符合生物需求與產業期待之最適包裝水量。初步結果發現以 40 ml/g 單位魚體重量為本種特定體型最適包裝水量，與目前東南亞包裝運輸技術介於 52 ~ 68 ml/g 之使用水量相較，以經調整適當鹽度、維持載運適當溫度及固定水量比例之潔淨海水包裝，除可確保運抵時與運抵後蓄養之穩定活存，並可明顯提升相同空間與重量之生物酬載率。而往後之技術發展，亦應朝向適當鎮定處理、吸附性介質使用與節省人力與包裝時間之半自動或自動化包裝，進行持續且深入之研究，使觀賞性水族生物之進出口，更具安全性、時效性與商業市場之附加價值。

## 謝 辭

本研究係屬國立臺灣海洋大學與行政院農委會水產試驗所共同執行之「觀賞魚長程裝運輸技術發展」研究計畫部分成果。執行期間承蒙水產試驗所所長蘇偉成博士及副所長蘇茂森博士關心支持，與「觀賞水族暨水域生態研究室」所屬成員共同努力，使得本研究得以順利完成，在此一併致謝。

## 參考文獻

- Andrews, C. (1990) The ornamental fish trade and fish conservation. *J. Fish Biol.*, 37: 53-59.
- APPMA (2008) National Pet Owners Survey. American Pet Products Manufacturer Association. Greenwich, CT, USA.
- Balebona, M. C., M. J. Andreu, M. A. Bordas, I. Zorrilla, M. A. Moriñigo and J. J. Borrego (1998) Pathogenicity of *Vibrio alginolyticus* for cultured gilt-head sea bream (*Sparus aurata* L.). *Appl. Environ. Microb.*, 64: 4269-4275.
- Beran, V., L. Matlova, L. Dvorska, P. Svastova and I. Pavlik (2006) Distribution of mycobacteria in clinically healthy ornamental fish and their aquarium environment. *J. Fish Dis.*, 29: 383-393.
- Brinn, R. P., J. Marcon, M. Tavares-Dias and I. M. Brinn (2009) Fluorescence detection of the ornamental fish Cardinal Tetra (*Paracheirodon axelrodi*). *Photochem. Photobiol.*, 85: 358-364.
- Chou, L. M., V. S. Tuan, T. Yeemin., A. Cabanban, Suharsono and I. Kessna (2002) Status of Southeast Asia coral reefs. *Status of Coral Reefs of the World*, pp. 123-152.
- Cole, B., T. S. Clyde, R. Bailey, C. Brown and H. Ako (1999) Shipping practices in the ornamental fish industry. Contact the originating Sea Grant program for ordering information: <http://nsgl.gso.uri.edu/ordering.htm>. Also available on loan from the Sea Grant Library (NSGL): <http://nsgl.gso.uri.edu>.
- Development, Taxonomy and Life-cycle Plasticity in *Camallanus cottie* fujita, 1927 (Nematoda, Camallanidae). A Study Based on the Frequent Anthropogenic Dissemination of the Parasite into Closed Freshwater Fish Culturing Systems. [np]. 2002.
- Ferraz, E and M. G. L. Araujo (1999) Ornamental fish from the Rio Negro Basin: Overcoming disease related mortalities. *Special Adaptations of Tropical Fish*, pp. 11-16.
- Gasparini, J., S. Floeter, C. Ferreira and I. Sazima (2005) Marine ornamental trade in Brazil. *Biodivers. Conserv.*, 14: 2883-2899.
- Gatesoupe, J. F., C. Lambert and J. L. Nicolas (1999) Pathogenicity of *Vibrio splendidus* strains associated with turbot larvae, *Scophthalmus maximus*. *J. Appl. Microbiol.*, 87: 757-763.
- Gerstner, C. L., H. Ortega, H. Sanchez and D. L. Graham (2006) Effects of the freshwater aquarium trade on wild fish populations in differentially fished areas of the Peruvian Amazon. *J. Fish Biol.*, 68: 862-875.
- Gertzen, E., O. Familiar and B. Leung (2008) Quantifying invasion pathways: fish introductions from the aquarium trade. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 65: 1265-1273.
- Gomes, L. C., R. P. Brinn, J. L. Marcon, L. A. Dantas, F. R. Brandao, J. S. de Abreu, P. E. M. Lemos, D. M. McComb and B. Baldisserotto (2009) Benefits of using the probiotic EfinolRGL during transportation of cardinal tetra, *Paracheirodon axelrodi* (Schultz), in the Amazon. *Aquacult. Res.*, 40: 157-165.
- Gordon, A. K. (2000) Two aspects of clownfish production in a pilot scale hatchery; broodstock spawning, and packaging for long distance transport. 10th Southern African Marine Science Symposium (SAMSS 2000): Land, Sea and People in the New Millennium -- Abstracts. p. 1.

- Handy, R. D and M. G. Poxton (1993) Nitrogen pollution in mariculture: toxicity and excretion of nitrogenous compounds by marine fish. *Fish Biol. Fish.*, 3: 205-241.
- Heidel, J. R. (2001) Sampling for Success: Getting the Most from Your Diagnostic Laboratory. *Marine Ornamentals 2001: Collection, Culture & Conservation Program and Abstracts*. 122 p.
- Hettiarachchi, M. and S. P. S. D. Senadheera (1999) Efficacy of quinaldine sulphate as an anaesthetic for the ornamental carp (*Cyprinus carpio*) in simulated packaging for long distance transport. *Sri Lanka J. Aquat. Sci.*, 4: 13-22.
- Jeong J. B., H. Y. Kim, L. J. Jun, J. H. Lyu, N. G. Park, J. K. Kim and H. D. Jeong (2008) Outbreaks and risks of infectious spleen and kidney necrosis virus disease in freshwater ornamental fishes. *Dis. Aquat. Org.*, 78: 209-215.
- Kaiser, H., G. Brill, J. Cahill, P. Collett, K. Czypionka, A. Green, K. Orr, P. Patrick, R. Scheepers, T. Stonier, M. A. Whitehead and R. Yearsley (2006) Testing clove oil as an anaesthetic for long-distance transport of live fish: the case of the Lake Victoria cichlid *Haplochromis obliquoidens*. *J. Appl. Ichthyol.*, 22(6): 510-514.
- Kilgore, K. H., J. E. Hill, F. F. J. Powell, C. A. Watson and R. P. E. Yanong (2009) Investigational use of metomidate hydrochloride as a shipping additive for two ornamental fishes. *J. Aquat. Anim. Health.*, 21: 133-139.
- Koyuncu, C. (2009) Parasites of ornamental fish in Turkey. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.*, 29: 25-27.
- Larkin, S., W. Rubinstein and R. Degner (2001) Value and Demand for MAC-Certification. *Marine Ornamentals 2001: Collection, Culture & Conservation Program and Abstracts*. [n.p.].
- Lecchini D., S. Polty., Y. Nakamura., P. Mosconi and M. Tsuchiya (2006) New perspectives on aquarium fish trade. *Fish. Sci.*, 72: 40-47.
- Lee, K. K. (1995) Pathogenesis studies on *Vibrio alginolyticus* in the grouper, *Epinephelus malabaricus*, Bloch et Schneider. *Microb. Pathog.*, 19: 39-48.
- Lee, K. K., S. R. Yu., T. I. Yang., P. C. Liu and F. R. Chen (1996) Isolation and characterization of *Vibrio alginolyticus* isolated from diseased kuruma prawn, *Penaeus japonicus*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 22: 111-114.
- Lim, L. C., P. Dhert and P. Sorgeloos (2003) Recent developments and improvements in ornamental fish packaging systems for air transport. *Aquacul. Res.*, 34: 923-935.
- Liu, P. C., Y. C. Chen and K. K. Lee (2001) Pathogenicity of *Vibrio alginolyticus* isolated from diseased small abalone *Haliotis diversicolor supertexta*. *Microb.*, 408 : 71-77.
- Meade, J. W. (1985) Allowable ammonia for fish culture. *Prog. Fish Cultur.*, 47: 135-145.
- Moe, M. A. (1999) Marine ornamental aquaculture. First International Conference of Marine Ornamentals. Hawaii.
- Morgan, J. D. and G. K. Iwama (1996) Cortisol-induced changes in oxygen consumption and ionic regulation in coastal cutthroat trout (*Oncorhynchus mykiss*) parr. *Fish Physiol. Biochem.*, 15: 385-395.
- Olivier, K. (2001) FAO/Globefish Research Programme, Vol. 67. United Nations Food and Agriculture Organisation, Rome, Italy.
- Porter, C. B., M. D. Krom, M. G. Robbins, L. Brickell and A. Davidson (1987) Ammonia excretion and total N budget for gilthead seabream (*Sparus aurata*) and its effect on water quality conditions. *Aquaculture*, 66: 287-297.
- Randall, D. J. and P. A. Wright (1987) Ammonia distribution and excretion in fish. *Fish Physiol. Biochem.*, 3: 107-120.
- Rehulka, J., J. Kaustova and E. Rehulkova (2006) Causal Agents of Mycobacterial Diseases in Freshwater Ornamental Fish and their Importance for Human Health in the Czech Republic. *Acta Vet. (Brno)*, 75: 251-258.
- Rubec, P. J. and F. P. Cruz (2005) Monitoring the chain of custody to reduce delayed mortality of net-caught fish in the aquarium trade. *Live Reef Fish Inf. Bull.*, 13: 13-23.
- Sampaio, L. A. and A. Bianchini (2002) Salinity effects on osmoregulation and growth of the euryhaline flounder *Paralichthys orbignyanus*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 269: 187-196.
- Schmidt, C. and A. Kunzmann (2005) Post-harvest mortality in the marine aquarium trade: a case study of an Indonesian export facility. *Live Reef Fish Inf. Bull.*, 13: 3-12.
- Shotts, E. B Jr. and J. B. Gratzek (1984) Bacteria, parasites, and viruses of aquarium fish and their shipping waters. Courtenay, WR Jr; Stauffer, JR Jr (eds).
- Solórzano, L. (1969) Determination of ammonia in natural waters by the phenolhypochloride method. Institute of Marine Resources, University of California, San Diego, La jolla.

- Southgate, P. J. (2008) Chapter 11: Welfare of Fish During Transport. *Fish Welfare*. pp. 185-194. 2008.
- Spalding, M. D., C. Ravilious and E. P. Green (2001) *World atlas of coral reefs*. Prepared at the UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press.
- Steinke, D, T. S. Zemlak and P. D. N. Hebert (2009) Barcoding nemo: DNA-based identifications for the ornamental fish trade. *PloS one*, 4: e6300.
- Teo, L. H., T. W. Chen., R. Billard and N. Pauw (1989) Closed system packaging of tropical aquarium fishes for air transport. Special Publication, European Aquaculture Society.
- Trusty, M. (2002) The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade. *Aquaculture*, 205: 203-219.
- Verner-Jeffreys, D. W., T. J. Welch, T. Schwarz, M. J. Pond, M. J. Woodward, S. J. Haig, G. S. E. Rimmer, E. Roberts, V. Morrison and C. Baker-Austin (2009) High prevalence of multidrug-tolerant bacteria and associated antimicrobial resistance genes isolated from ornamental fish and their carriage water. *PloS one*, 4: e8388.
- Wabnitz, C., M. Taylor, E. Green and T. Razak (2003) *From Ocean to Aquarium*. UNEP-WCMC, Cambridge, UK.
- Wöhr, Anna-Caroline, H. Hildebrand, J. Unshelm and M. H. Erhard (2005) Aspects of animal welfare and species protection in the international trade of ornamental fish and air transport to Germany. *Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift*, 118: 177-185.
- Wood, E. (2001a) Collection of coral reef fish for aquaria: global trade, conservation issues and management strategies. Marine Conservation Society, Ross-on-Wye, UK.
- Wood, E. (2001b) Global advances in conservation and management of marine ornamental resources. *Aquarium Sci. Conserv.*, 3: 65-77.
- Wootton, R. (1991) Legislation and the control of fish diseases. ADB AGRIC. DEP. REP. SER. 1991. Regional Workshop on Fish Disease and Fish Health Management, Pusan (Korea), 8-15.

## Status on the Shipment of Marine Ornamental Fish and the Improvement on Packaging Technology

Chih-Yang Huang<sup>1\*</sup>, Yuan-Shing Ho<sup>2</sup>, Ping-Chung Liu<sup>1</sup> and Kuo-Kau Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Aquaculture Department, National Taiwan Ocean University

<sup>2</sup>Eastern Marine Biology Research Center, Taiwan Fisheries Research Institute

### ABSTRACT

The packaging status of imported marine ornamental fish was investigated from March 2009 to July 2010. The method of the importation of marine ornamental fish was by way of sealed packing and long distance air transport. Markets showed a species-specific preference and the dominant species were damselfish and anemonefish (genus *Amphiprion*). Water quality and volume of the package were closely related with fish survival. Accumulated mortality on arrival and after 10 days stocking in closed circulating system were 5.0 ~ 16.0% and 10.0 ~ 60.0%, respectively. Total ammonia concentration is the major constraint on the long distance transportation. To reduce the use of water volume, temperature and salinity were used to measure metabolic rate in the trials of package technical improvement. Under the condition of temperature of 22 ~ 26 °C and salinity of 30 psu, Ocellaris clownfish, *Amphiprion ocellaris* ( $0.28 \pm 0.20$  g TBW) in the water volume of 40 ml/g can have 90% and 85% survival rate after 48 hrs packed and 7-day stocked, respectively.

**Key words:** marine ornamental fish, coral reef fish, transportation, packaging

---

\*Correspondence: 2 Pei-Ning Rd., Keelung, Taiwan 20224, R.O.C. TEL: (02)2462-2192 ext. 5218; FAX: (02)2463-3150; E-mail: cyhuang@mail.ntou.edu.tw