

以充氣運魚袋及保麗龍盒 運輸活九孔之研究

許晉榮、劉君誠、吳承憬

水產試驗所海水繁養殖研究中心

前言

九孔 (*Haliotis diversicolor*) 在養殖過程中，不論是成貝收成後上市，或是購買幼苗放養，都需要利用活貝運輸的技術。運輸方式一般分為兩種：一是以保麗龍盒作為運輸容器，盒內通常會保持潮濕以防止貝類脫水 (Sales and Britz, 2001; O'Omolo et al., 2003; 楊, 2005)；另一種方式則是利用活魚運輸車進行運送，沿途強烈打氣，運輸時間較長的話，還必需中途換水 (楊, 2005)。一般來說，貝類利用活魚車運送時間通常可以較長，運送的個體數也較多；保麗龍盒運輸的優點則是所需之空間較小，較適合空中運輸 (楊, 2005)。除了運送方式不同外，運輸時的氣溫、溼度，運輸前貝類的處理，以及運輸鮑的種類與體型，也會影響運送物的活存率 (曾, 1999)。

不論上述那一種運送方法，如果處置不當，都有可能對鮑魚產生極大的緊迫，而讓品質受損，甚或死亡，造成經濟上的損失 (O'Omolo et al., 2003)。以往研究活鮑運送的種類，多是溫帶的南非中間鮑 (*H. midae*) (Sales and Britz, 2001; Vosloo and Vosloo, 2006) 與紐西蘭澳洲鮑 (*H. australis*) 及彩虹鮑 (*H. iris*) (Baldwin et al., 1992; Wells and

Baldwin, 1995)。研究發現，運送過程中，鮑魚肌肉中的肝醣值往往會下降，造成血糖值上升，而糖解作用 (glycolysis) 的結果會使得貝類獨特的無氧呼吸代謝產物—D-lactate 及 tauropine 含量上升 (Baldwin et al., 1992; Wells and Baldwin, 1995)。此外，Vosloo and Vosloo (2006) 也發現，長時間利用保麗龍盒運輸會導致鮑魚體內的水分經由蒸發及產生黏液而流失。

九孔屬於熱帶與亞熱帶的鮑類，運送方式與上述溫帶活鮑的方式不盡相同。因此，本研究以保麗龍盒配合充氣運魚袋進行模擬運輸實驗，分析九孔在運送過程中所產生的緊迫反應及恢復後的活存率，以做為日後改進活貝運送技術之參考。

材料與方法

所使用之九孔為水產試驗所海水繁養殖研究中心自行培育之兩歲種貝 (體長為 16.97 ± 0.57 cm，體重 54.01 ± 0.55 g)，自養殖池取出後，置於長 100 cm，寬 70 cm 的塑膠網袋內，每個網袋裝 50 隻九孔，同時放入龍鬚菜，在室內海水循環池馴化約 1 周後，進行運輸實驗。循環池海水鹽度 33—34 psu，水溫 12—14°C。

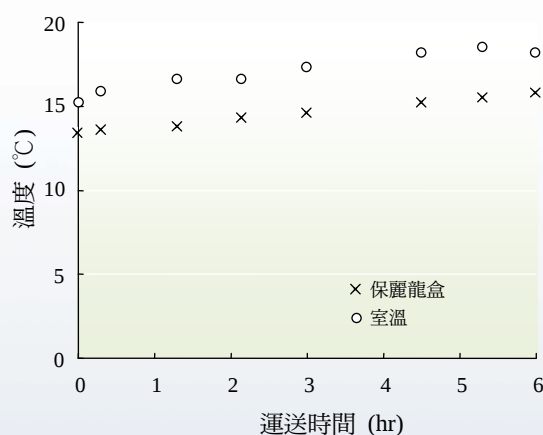
模擬活貝運送時，將 100 隻的種貝共置於一網袋內，再放入聚乙烯活魚運輸袋 (長 105 cm，寬 70 cm) 內，網袋內放入龍鬚菜 (約 800 g)，以保持九孔溼潤。活魚袋注入氧氣後，以橡皮袋綁緊，放入外 (內) 側長、寬、高分別為 57.5 (52.5)、31.5 (25.5) 及 41 (36) cm 的保麗龍盒內，同時放置兩支事先冰凍的 850 ml 寶特瓶，再以膠帶封緊。本實驗共設置保麗龍盒 5 個，分別在實驗後第 3、6 小時各打開 2 個，由每個活魚袋中取出 5 隻九孔，抽取血淋巴液量取生理指數；另外，在模擬運輸前，先由兩個網袋中，各取 5 隻九孔採血取樣以作為起始點之數據。至於第 5 個保麗龍盒，裝置和其他 4 個保麗龍盒相同，但在盒中置放一個數值式溫度計記錄溫度，以了解整個過程中，保麗龍盒內的溫度變化。實驗完後之九孔放回海水循環池中，觀察 10 天後的活存率。

九孔的血淋巴液在 4°C 下以 5000 × g，離心 15 分鐘，取上清液分析血淋巴液中血青素 (hemocyanin)、血糖、蛋白質及滲透壓值，分析方法見 Wu et al. (2006)。

結果與討論

在模擬活貝運送實驗中，保麗龍盒內溫度在 6 小時內為 13.5–16°C，平均較外界溫度低 2.5°C (如圖)。隨著運送時間增長，血糖值顯著增加 ($p < 0.05$)，在運送後 6 小時的數值約為起始值的兩倍 (如表)。至於血青素、蛋白質及滲透壓值等數據並未與起始值有顯著差異。經過 3 及 6 小時模擬運送後的種貝，放回水中恢復 10 天後，均未發現死亡。

Sales and Britz (2001) 認為，以乾式法運



室溫及保麗龍盒內溫度在運送時間的變化

九孔血淋巴生理指數在不同模擬運送時間的變化

不同運送時間 生理指數	起始點	3 小時	6 小時
血青素(mmol/l)	0.23 ± 0.02	0.28 ± 0.02	0.26 ± 0.02
血糖(mmol/l)	0.13 ± 0.02 ^a	0.18 ± 0.03 ^{ab}	0.27 ± 0.04 ^b
蛋白質(g/dl)	4.88 ± 0.10	5.04 ± 0.06	5.15 ± 0.06
滲透壓(mOsmo/kg)	949.9 ± 2.2	948.8 ± 4.7	953.5 ± 7.1

同列數據(mean ± SEM, $n = 8-10$)上有不同字母代表有顯著差異($p < 0.05$)

送活鮑時，在容器內提供充足的氧氣，可以減少運送鮑的死亡率。Hseu et al. (2007) 曾將 10 粒九孔以濕毛巾包裹，再與冰袋共置於保麗龍盒內封閉 6 小時，處理後之貝放回海水中恢復 1 週後，平均死亡率約在 14% 左右。本實驗顯示，利用充氧的運魚袋配合低溫保麗龍盒模擬運送九孔 6 小時，在恢復 10 天後仍有高達 100% 的活存率。另，利用此方法實際由台南運送九孔成貝至屏東，近 3 小時的裝載及運送過程，在抵達及恢復 10 天後的活存率亦是接近 100%，顯示相較於之前使用的方法 (Hseu et al., 2007)，以充氧的運魚袋配合低溫保麗龍盒，不僅可以運送較多之九孔，死亡率也較低。

Baldwin et al. (1992)、曾 (1999)、Sales and Britz (2001) 與 O'molo et al. (2003) 在鮑類運送前均曾停止餵食數天。本研究之九孔在實驗前，網袋內放有龍鬚菜，據觀察，九孔雖有攝食，但其食量遠少於正常蓄養於箱網內者。由運送後貝類高活存率來看，禁食對於運送路程與時間較長之貝類影響可能較大，而對短程者則較不顯著。龍鬚菜在運送過程中，主要是充作保持貝類溼潤的物質，幾乎沒有被九孔食用。Sales and Britz (2001) 認為在鮑類運送過程中，保持運送盒內的溼度是相當重要的，Vosloo and Vosloo (2006) 的實驗顯示，長時間的乾式運輸法，會導致鮑魚體內的水分大量流失，且血淋巴中的離子值會上升。由模擬實驗運送中、後的九孔滲透壓值及蛋白質濃度與對照組比較起來，相差並不顯著 ($p > 0.05$)，由本實驗的高活存率來看，以天然龍鬚菜作為保持運送活貝溼潤物是可行的。

血糖值在模擬運送組中，明顯地隨著運送時間增長而增加 ($p < 0.05$)。血糖升高主要來自肝醣分解 (glycogenolysis) (O'Omolo et al., 2003)，此種情形在魚類的運送也可見 (Robertson et al., 1988; 許等, 1995; Acerete et al., 2004)。魚類遇到像麻醉、操作、運送或其他的緊迫時，體內的激素與神經激素，像腎上腺皮質素 (cortisol) 及兒茶酚胺 (catecholamine) 類會分泌到血中 (即產生一級反應，primary response)，誘發其他器官產生二級反應，如肝醣分解、血糖升高、血紅素增加等 (Wedemeyer et al., 1990)。最近的研究也顯示，軟體動物在面對緊迫時，也會產生類似的一級反應 (Malham et al., 2003; Hooper et al., 2007)。Malham et al (2003) 就發現，當對疣鮑 (*H. tuberculata*) 機械性地搖動 15 分鐘後，疣鮑體內的正腎上腺素 (noradrenaline) 及多巴胺 (dopamine) 含量都會上升。此種一級反應可能就是造成九孔在面對運送緊迫時，刺激肝醣分解及血糖上升的機制。而血糖隨著運送時間逐漸上升的情形，在沒有利用充氣袋的九孔活貝運輸同樣也可發現 (Hseu et al., 2007)。

綜合上述，可以發現利用充氧的運魚袋配合低溫保麗龍盒運送九孔，至少在 6 小時內是安全的，此時間基本上可以滿足由台灣南部到北部的空、陸運時間。由所產生的生理反應來看，血糖值是一個較為敏感的指標，會隨著運送時間產生變化，而它的變化情形是否有一個極限值，可以用來估計九孔在長途運送過程中所承受的緊迫及在恢復期間的死亡率，又或者還有其它的生理指標可供參考與判定，仍有待更進一步的研究。