

近年來世界各地一些棲息於沿岸海域的貝類族群量迅速下降，使得各國大多從資源管理與放流增殖等方法，來試圖恢復貝類資源，其中放流增殖方法已在包括台灣在內的許多國家，如日本、美國、南非、紐西蘭及中國進行。因此，本報告之目的在於回顧目前各國在進行鮑魚放流時所採用的方法，並比較各種方法之優缺點，以供日後台灣進行九孔放流時之參考。

常用的放流方法主要有：一、海面撒播法，在船舶或竹筏上以人力徒手將鮑魚拋入海中，較方便且省時，可在短時間內放流大量稚貝，但造成稚貝機械性傷害的機會較大。二、潛水人員水下徒手放流法，由潛水人員於水中將稚貝放置於石塊下或岩縫內，可確保放流於適宜的場所，但放流操作時間較海面撒播法長。三、附著板放流法，需將稚貝飼養在波紋浪板上，放流時由潛水人員將浪板連同稚貝一起放置於海中，優點為稚貝從養殖池取出時較省時且方便，但也有操作時間長的缺點。四、放流容器放流法，將裝有稚貝的各種放流容器交由潛水人員在水中進行放流，稚貝在放流過程中不易受到機械性傷害，存活率普遍較佳，但操作較繁瑣，作業時間長。



鮑魚放流方法之回顧

—— 林政偉 · 李英周 / 國立台灣大學漁業科學研究所
—— 潘明雄 · 林明亮 / 台北縣水產種苗繁殖場

前言

貝類的種類相當多，有 10 萬種以上，棲所的分布範圍也相當廣泛，從陸域到水域均有其蹤跡。其中以腹足綱(Class Gastropoda)種類最多，有 4 萬種左右，其身體可大致分為頭部、腹足和內臟塊，頭部有發達的眼睛與觸角，背部通常有一個碳酸鈣質的殼，主要作用為保護身體。棲息地包括深海、潮間帶、湖泊、森林、草原等，常見的海螺、田螺、蝸牛等均屬此類；其中斧足綱(Class Pelecypoda)貝類則最具經

濟價值，有一斧形肉足用以伸入泥沙中，但也有附著於礁岩上的，如常見的文蛤、蜆、牡蠣等(賴景陽, 1986; 賴景陽, 1996)。近年來世界各地一些棲息於沿岸海域的貝類族群量迅速下降，尤其是一些極富經濟價值的腹足綱貝類，如鮑魚與皇后螺，而導致貝類資源衰竭的主因包括：一、環境污染，造成海域水質不佳，致使貝類死亡(Iverson and Jory, 1997)；漁獲設備與方法，不斷改良使漁獲效率增加(Iverson and Jory, 1997)；三、過度捕撈

(Ebert and Ebert, 1988; Henderson *et al.*, 1988; Iverson and Jory, 1997)；四、由於沿岸海域的人為開發使得棲地破壞與減少(Ebert and Ebert, 1988; Henderson *et al.*, 1988; Iverson and Jory, 1997)；五、掠食生物的大量捕食(Ebert and Ebert, 1988; Henderson *et al.*, 1988)；六、在法定的漁撈季節，數量、體長限制外進行非法捕撈(Henderson *et al.*, 1988)等。

目前世界各國大多從資源管理與放流增殖等方法，來試圖



恢復貝類資源。漁業管理一般是採用：一、總漁獲量限制，由訂定適宜的總容許漁獲量，來避免資源過度利用；二、努力量限制，藉由限制努力量的投入，以防止資源受到過度捕撈；三、最小漁獲體長限制，規定最小漁獲體長，以確保資源的持續性加入(Rogers-Bennett and Pearse, 1998; Karpyov *et al.*, 1998; Sanders and Beinssen, 1998)。至於放流增殖，一般是指藉由放流人工養殖稚貝於天然水域中，以達成資源的復育或增加水域內資源量為目的(Jory & Iverson, 1988; Kojima, 1995; Ray *et al.*, 1994; Stoner, 1994)。

藉由放流方法來復育日益衰竭的漁業資源與增加種群數量，已廣泛被應用於魚、蝦與軟體動物，而其中軟體動物便包含許多種類，常見的有：一、鮑魚(abalone)，*Haliotis fulgens*, *H. discus hannai*, *H. iris*, *H. rufescens*等(McCormick *et al.*, 1994; Saito, 1984; Schiel, 1993; Tegner & Butler, 1985)；二、扇貝(scallop)，種類如*Argopecten irradians irradians*, *Placopecten magellanicus*(Arroll and Denson, 1990; Barbeau, 1996; Barbeau and Caswell, 1999)；三、皇后螺(queen conch)，主要放流種類為*Strombus gigas*(Iverson and Jory, 1997; Ray *et al.*, 1994; Stoner, 1994)；及四、其他貝類，如圓蛤(quahog)、貽貝(mussel)、

文蛤(hard clam)、海扇(cockles)、牡蠣(oyster)等(Buschmann *et al.*, 1996; Iverson and Jory, 1997; Marelli, 1996)。

而多數種類在放流後初期有較高的死亡率(Barbeau *et al.*, 1996; Barbeau and Caswell, 1999; Iverson and Jory, 1997; Marelli and Arnold, 1996; Ray *et al.*, 1994; Silina, 1994; Tegner and Butler, 1985)，主要原因包括：一、稚貝由養殖池取出、運送及放流過程中受到機械性傷害(Ebert and Ebert, 1988; Schiel and Welden, 1987; Tegner and Butler, 1985)；二、放流過程中鮑魚因受壓迫而分泌多量黏液，與剛放流時局部區域形成高密度，皆容易吸引掠食生物前來捕食(Barbeau and Caswell, 1999; Iverson and Jory, 1997; Ray *et al.*, 1994; Silina, 1994; Tegner and Butler, 1985)；三、生存環境的忽然轉變或放流地點選擇不當(Schiel and Welden, 1987; Silina, 1994)。

九孔為台灣重要的經濟性貝類，沿岸海域野生九孔一直受到漁民採捕，產量、產值在民國60年代初期逐漸增加，至民國70年達到高峰後便逐年下降，至今野生九孔資源量已大幅減少，但民國64年九孔因為養殖技術的成功，使得產量與產值均大幅成長。另一方面近幾年來政府為使沿岸海域九孔資源量復甦，積極從事九孔放流增殖，已見初步成

效(郭晃豪, 1999)。放流增殖可減少養殖所帶來的環境污染與破壞，恢復衰竭的自然資源，故有相當的發展潛力，這可由日本(Kojima, 1995; Saito, 1984; Zhao *et al.*, 1991)、美國(Henderson *et al.*, 1988; Tegner and Butler, 1985)、南非(Sweijd *et al.*, 1998)、紐西蘭(Schiel, 1993; Tong *et al.*, 1987)及中國(葉昌臣等, 1995)等相繼投入鮑魚放流增殖得到印證，惟需要克服、改善的地方尚多，如放流過程與方法的改進、放流體長、回捕體長、效果評估等皆需進一步研究。

因此，本報告之目的便在於回顧目前各國在進行鮑魚放流時所採用的方法，並比較各種方法之優缺點，以供日後台灣在進行九孔放流時之參考。

鮑魚放流方法

常用的放流方法主要有：一、海面撒播(郭晃豪, 1999)；二、潛水人員水下徒手放流(Bennett and Pearse, 1998; Schiel, 1993)；三、附著板放流(葉昌臣等, 1995)；四、放流容器放流(Ebert and Ebert, 1988; McCormick *et al.*, 1994; Sweijd *et al.*, 1998)等。各放流方法與優缺點詳述如下：

一、海面撒播：

海面撒播的方法為，放流時先將養殖池中的稚貝以約13公分長、2公分寬的扁平鐵片刮



取，再以竹簍或塑膠籃裝盛，暫時放置於養殖池中或直接由大型車輛以水運法運送到欲放流地點附近的港灣，接著再以船舶或竹筏運送到欲放流的海域，之後沿著漁船前進的方向以人力徒手漸次將鮑魚拋入海中。本放流方法的優點為：(一)在船上以手拋方式放流，方便且省時，可在短時間內放流大量稚貝。缺點為：(一)以鐵片將養殖池九孔刮取時，可能對九孔造成機械性傷害，尤其是1公分左右薄殼的稚貝；(二)利用竹簍或塑膠籃裝盛時，稚貝容易發生相互堆疊與壓迫；(三)在以船舶或竹筏載運至放流海域過程中，鮑魚可能會在空氣中曝露過久，而造成乾燥與脫水的傷害；(四)稚貝被拋投後，由海面表層逐漸沉降到海底，與沉降到海底後尋找庇護所的過程中，容易受到掠食生物捕食；(五)由於拋投是在海面上進行，因此無法完全掌握海底環境狀況，可能發生放流於不適宜環境的情形。

本方法常用來進行大規模的放流作業，如中國大陸的扇貝與魁蚶放流(葉昌臣等，1995)。目前本方法亦是台灣在進行九孔放流工作時所採用的方法之一，由於每年放流九孔數量需在海況較佳的月份進行，而一個縣市放流數量若達三、四十萬顆以上時，受限於時間與人力，常選擇這種效率較佳的方式進行放流。以往在臺北縣卯澳灣海域以本方

法放流九孔(*H. diversicolor*)一年後之存活率約為5% (郭晃豪，1999)。

二、潛水人員水下徒手放流：

本方法前半段步驟與海面撒播大致相同，通常先以鐵片將養殖池中的稚貝取出，也可以配合溫水澆淋以降低其附著力，再以竹簍或塑膠籃裝盛，暫時放置於養殖池中或直接由大型車輛以水運法載運到欲放流地點附近的港灣，接著再以船舶或竹筏運送到欲放流的海域，接著將稚貝裝於網袋中，由潛水人員於水中放流，通常放流於石塊下或岩縫內，以降低稚貝放流後迅速遭掠食生物捕食的機會。本放流方法的優點為：(一)在水中由潛水人員放流，能確保放流於適宜的場所；(二)將稚貝放流於石塊下或岩縫中可避免稚貝在尋找庇護所過程受到掠食者捕食的機會。缺點為：與海面撒播法同樣具有：(一)以鐵片將養殖池九孔刮取時，可能對九孔造成機械性傷害，尤其是1公分左右薄殼的稚貝；(二)利用竹簍或塑膠籃裝盛時，稚貝容易發生相互堆疊與壓迫；(三)在以船舶或竹筏載運至放流海域過程中，鮑魚可能會在空氣中曝露過久，而造成乾燥與脫水的傷害；(四)與海面撒播相比，需付擔潛水人員的費用；(五)放流時間將拖得很長。

本方法為鮑魚常見的放流方法，以往研究所得之放流後存活率不盡相同，如 Tegner and Bulter (1985)於美國洛杉磯放流45 mm 與 71 mm 鮑魚(*H. rufescens*)，一年後之存活率均在1.1%左右；Rogers-Bennett and Pearse(1998)於北加州放流8.6 mm ~ 17.1 mm 鮑魚(*H. rufescens*)，一年後之存活率均低於1%；Schiel (1993)於紐西蘭八個不同試區，放流8.6 mm ~ 17.1 mm 鮑魚(*H. iris*)的試驗，卻得到差異極大的結果，放流一年後存活率約在1.1% ~ 72%之間。本方法也是目前本省進行九孔放流的方法之一，主要選用的目的也是在於本方法較能確實掌握放流地點，且可避免海面撒播法稚貝被拋投後，由表層逐漸沉降到海底，與沉降到海底後尋找庇護所過程中，受到掠食生物捕食的機會。

三、附著板放流：

首先在養殖池中，將稚貝飼養在波紋浪板上，放流時先準備浸泡過水的木箱，並在箱中墊上一層浸泡過水的吸水軟墊，然後將附著稚貝之浪板由養殖池中取出置於木箱內，再覆蓋一層吸水軟墊，而後再放上一層附著稚貝的浪板，即一層軟墊，一層附著稚貝的浪板；之後由大型車輛載運到欲放流地點附近的港灣，以船舶或竹筏運送到欲放流的海



域，由潛水人員在水中將附著稚貝之浪板放在適當的石塊或礁石上，並在浪板兩端各栓上 1 公斤重的墜石，以防止浪板被沖走，並可綁上浮球，作為標誌浪板的位置之用，放流 12 小時後浪板上的稚貝大多已經離開，24 小時後收回浪板。本放流方法的優點為：(一)附著稚貝之浪板移出養殖池時，可避免用鐵片刮取稚貝時所造成的機械傷害；(二)將稚貝由養殖池取出的方法較前兩種放流方法來得省時又方便；(三)在水中由潛水人員放流，能確保放流於適宜的場所。缺點為：(一)稚貝需要養殖在波紋浪板上以利搬運，相對地，限制了養殖方式；(二)雖然用木箱與吸水軟墊裝盛稚貝時，稚貝發生相互堆疊與壓迫的情形較竹簍或塑膠籃改善許多，但依舊無法完全避免；(三)放流後稚貝在由浪板移動至底護所的過程中仍可能受到掠食生物捕食；(四)放流時需負擔潛水人員放流及取回浪板的費用，且必須再次由潛水人員下水取回浪板；(五)放流時間將拖延很長。

目前以本方法來進行鮑魚放流尚不普遍，僅有中國大陸山東省曾以本方法放流 2 cm~4 cm 鮑魚(*H. discus*)稚貝，17 個月後之存活率約 64%，成果相當不錯(葉昌臣等, 1995)。臺灣地區未曾採用這種放流方法，但基於成效不錯，未來也可做一嘗試。

四、放流容器放流法：

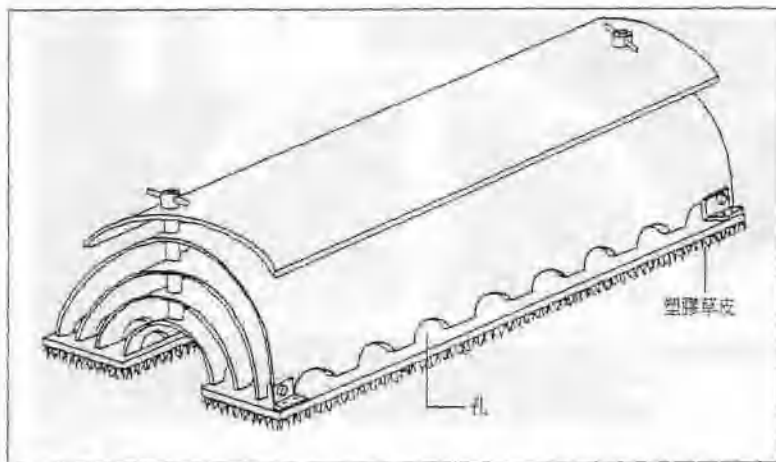
採用這類放流方法的目的主要在於避免或減少放流過程中對於稚貝可能造成的機械性傷害，及放流後稚貝尚未移出找尋底護所之前，放流容器可提供底護作用以防止掠食生物捕食，目前世界各地所使用的容器不盡相同，茲列舉如下：

Ebert and Ebert(1988)於美國加州採用放流用與收集稚貝用兩種容器。圖一為養殖池中收集稚貝用容器，其製作方法為將長 50 cm，直徑分別為 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm 的四根塑膠管縱切，並於切邊上挖許多半圓孔以利鮑魚進出，接著將塑膠管以塑膠螺栓固定，再加上底座，並於底座下鋪設塑膠草皮，其目的在於增加該容器底座與放流用容器間的摩擦力，減少該容器在放流用容器中的晃動，另一個目的為避免稚貝附著在底座下方而在放流時被磨傷或擦傷。此容器可提供許多表面積供稚貝附著，一個容器可供 15 mm~30 mm 稚貝約 500~1000 顆附著。圖二即放流用容器，長、寬、高依次為 70 cm, 46 cm, 30 cm，底部有 5 cm 厚，在兩短邊開 5 cm × 22 cm 的出口，並將每個出口以三根 0.6 cm 厚的 PVC 棒分成四個 5 cm × 4 cm 的小出口，目的為防止大型掠食生物侵入，但可讓的鮑魚稚貝移動出放流容器。在每個出口設置 8 cm × 30 cm 的門，是以 0.6

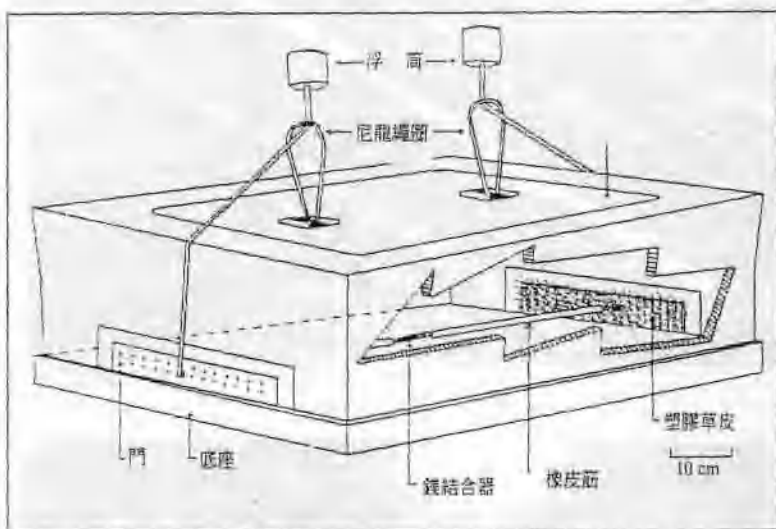
cm 厚的 PVC 板做成，並在門內面黏上塑膠草皮，以免鮑魚附著在門上，妨礙門的開啟與水流流通。門的關閉是藉由橡皮筋的拉力達成，將兩條橡皮筋的一端分別固定於相對門的內側，再將另一端綁在同一個由金屬鍊所做成的連結器上，另外，在兩個門外側分別固定上 50 cm 長的尼龍繩，繩的另一端繞過容器上方尼龍繩圈後綁上一個浮筒。鎂在海水中會溶化，一旦鎂溶化後門便無法藉由橡皮筋的拉力來關閉，再加上浮筒往上浮便將門往上帶，最後門卡在容器上方的尼龍繩圈上，門便開啟。鎂溶化的速率由溫度、鹽度決定，故可藉鎂連結器大小來決定何時將門開啟，通常設定為夜晚開啟。當稚貝收集完成後便將整個容器放置於放流容器中，再一起放入海中進行放流。Ebert and Ebert(1988)以此方法在美國加州放流 10 mm 與 20 mm 之鮑魚(*H. rufescens*)四週後之存活率均在 35% 左右；而 Rogers-Bennett and Pearse (1998)以此方法在美國加州北部放流 8 mm 鮑魚(*H. rufescens*)一年後之存活率卻不到 1%。以本放流容器方法，放流鮑魚的優點為：(一)減少稚貝在放流過程中受到研究人員手觸碰的次數，可降低機械性傷害；(二)在水中由潛水人員放流，能確保放流於適宜的場所；(三)放流後數小時內，放流容器可提供稚貝較長的時間適

應環境，並可作為庇護所，以保護稚貝不受掠食生物捕食，及在這段時間可將稚貝所分泌的黏液藉水流沖掉，更可以避免吸引掠食生物或腐食生物；四可控制門在夜間開啟，以配合鮑魚之夜行習性。缺點為：(一)整個放流過程較繁瑣，操作時間較長；(二)需付潛水人員放流及取回容器的費用；(三)須耗費製作放流容器的時間及成本。

McCormick *et al.* (1994) 於美國加州南部所採用的放流容器由直徑 10cm、長 61cm 的塑膠水管改裝而成，如圖三右圖，其管徑上有兩排 15mm 的小孔，並挖數個 40mm 的大孔做為流通水流之用，該水管內側漆成黑色，以適應鮑魚之負趨光性，如此鮑魚在白天時便會躲藏在水管內；而水管外側漆成白色，使潛水人員易於發現與回收。水管外圍包裹一層網徑 25mm 的網，其目的在於避免掠食生物侵入及增加容器與石塊或岩縫間的摩擦力。放流程如下：首先在放流前一日，將稚貝由養殖池中取出放於由網徑 6mm 大小所製作而成的直徑 10cm、長 75cm 的塑膠軟網管中，並將兩端打結，每個網管可放置 25mm 鮑魚 200 顆，如圖三左圖所示。之後將裝好鮑魚的軟管放在養殖池中一個晚上，其目的在紓解鮑魚由養殖池取出時所受到的緊迫(stress)。在放流日的早上將裝有鮑魚的軟



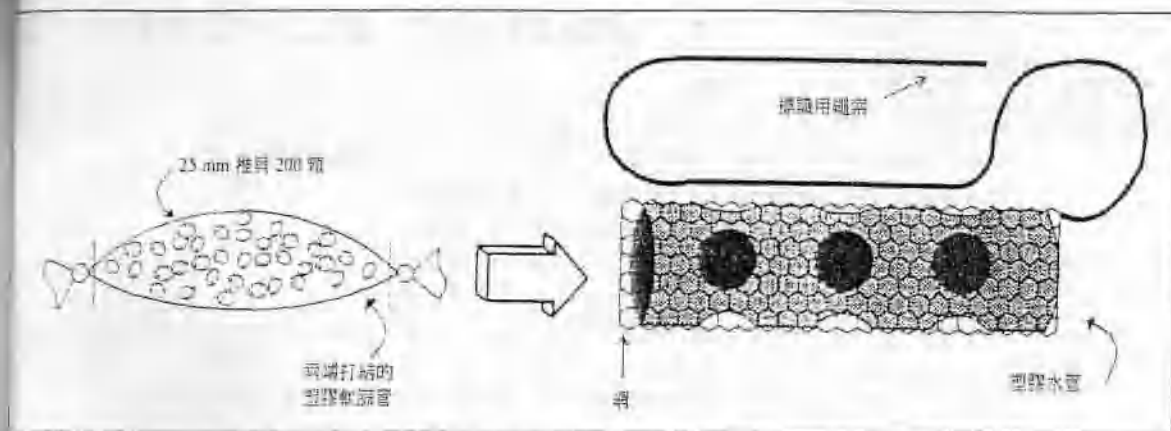
圖一、稚貝收集用容器 (Ebert and Ebert, 1988)



圖二、放流用容器 (Ebert and Ebert, 1988)

管與浸過海水的濕毛巾一起放入塑膠袋內，將氧氣灌入塑膠袋內並密封袋口，完成後再包裹數層報紙放置於木箱內，並放入降溫用的冷凍包，再運送至放流地點。到放流地點時，將裝有鮑魚的塑膠軟管由木箱中取出放入放流用容器內，由潛水人員帶入水

下放流，每次下潛可放置 5-10 個放流容器，選擇適當地點將放流容器一端塞入石塊堆或岩縫中，最好有一定斜度如此較能確保鮑魚能順利由容器底端進入石塊堆或岩縫中，之後將塑膠軟管的結剪開使鮑魚直接放置於放流容器內，最後將放流容器向上開



圖三、放流用容器 (McCormick *et al.*, 1994)

口的一端以包裹容器的塑膠軟網捲曲纏繞以封閉開口，避免掠食生物由此侵入，約 1~2 天左右鮑魚便可完全移出放流容器。McCormick *et al.* (1994) 以此方法在美國加州南部放流 20 mm~30 mm 鮑魚 (*H. fulgens*)，所得到的兩次結果差異很大，其中一次在放流 10 天後之死亡率為 56%，60 天後之死亡率為 61%；另一次放流 10 天後之死亡率為 6%，60 天後之死亡率為 9%。以本放流容器方法，放流鮑魚的優點為：(一)由潛水人員放流，能確保放流於適宜的場所；(二)放流後可藉由包裹容器的塑膠軟網保護稚貝以免掠食生物捕食，進而增加稚貝適應環境的機會。缺點為：(一)放流過程較繁瑣，且所須操作時間長；(二)需負擔潛水人員放流及取回容器的費用；(三)須耗費製作放流容器的時間並及成本。

Sweijd *et al.* (1998) 於南非採用四根長 50 cm，但直徑不同的

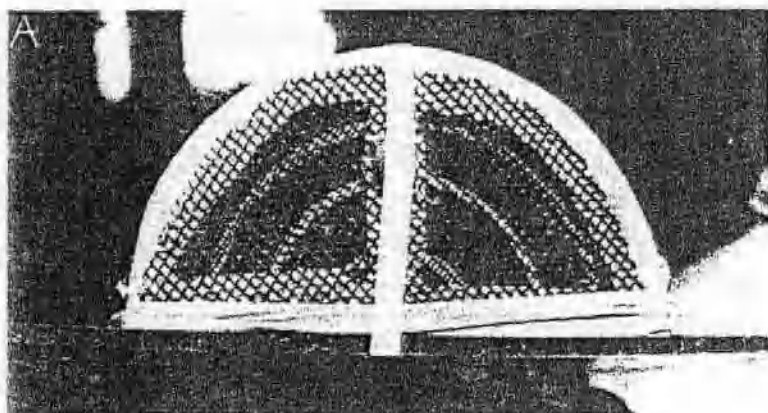
縱切 PVC 水管，依直徑由小到到，由內至外，排列固定於一玻璃片上，整個放流容器底座大小僅為 30 cm × 16 cm，但內部可供稚貝附著的表面積高達 9.268 cm²，每個容器可放流 8 mm~15 mm 稚貝 500~800 顆(圖四)。一般將稚貝移入放流容器內有兩種方法：(一)使鮑稚貝附著在其食用的大型藻類上，再將藻類連同稚貝一起移入容器內；(二)在白天將稚貝躲藏用的瓦片取出，僅放入放流容器，稚貝將因光線的刺激以尋找掩蔽物，便會自行移入容器內；再以尼龍網和熱熔膠將兩端出口封住，以避免放流初始階段掠食生物的侵入，而又能保持水流暢通。放流前須在選定的放流地點預先放置 50 cm × 40 cm × 20 cm 的水泥塊(圖四 C--a)，其目的為，在放流時能以螺栓(圖四 C--b)將放流容器固定在其上，除可增加放流容器之穩定性又可避免海流沖移，並可作為放

流地點的標識支用。放流時由潛水人員將放流容器帶入水中並固定於事先放置的水泥塊上，24 小時後，潛水人員再次潛水將封口的尼龍網拿掉，讓稚貝能自行移出容器，由於鮑魚是夜行性動物，因此通常在黃昏時進行。放流 24 小時後才打開封口讓稚貝移出之目的，在於使鮑魚有足夠時間適應新環境，並可將這段時間稚貝受到緊迫 (stress) 所分泌的黏液藉水流沖洗掉。Sweijd *et al.* (1998) 以此方法在南非西北部放流 8 mm~15 mm 鮑魚 (*H. midae*)，半年後之存活率在 25%~39% 間。本放流容器的優點為：(一)將鮑魚從繁殖池取出至放流到海底的過程中，稚貝均未受到人為手觸碰，降低了機械性傷害的機會；(二)由潛水人員放流，能確保放流於適宜的場所；(三)容器兩端出口均被尼龍網密封，可確保稚貝不受掠食生物捕食，這段時間可供稚貝適應環境，並可

將所分泌的黏液藉水流沖掉，以避免吸引掠食生物或腐食生物；缺點為：(一)整個放流過程步驟較繁瑣，操作時間長；(二)需付擔潛水人員放流及取回容器的費用；(三)須耗費製作放流容器的時間並負擔容器費用。

討論

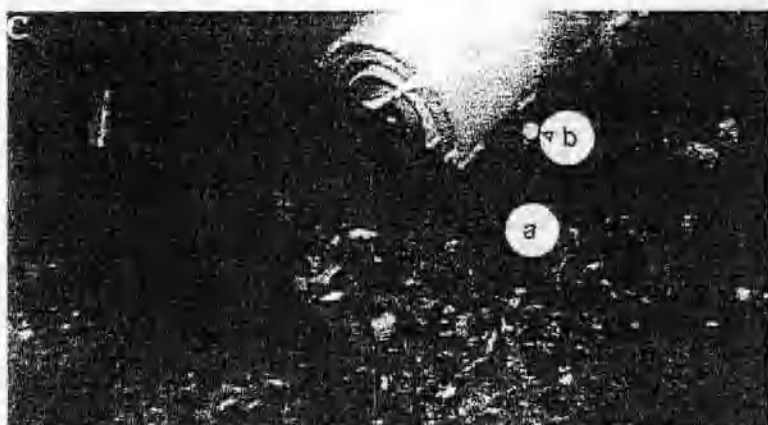
茲將各種放流方法比較如表一。由上述的放流方法中可以發現各方法所需費用、時間與人力差異極大，其中海面撒播放流方式最具效率且費用少，適宜經費、時間與人力有限而又需進行大量放流工作時，而以放流容器放流的方式則須較多的經費、時間與人力，但其放流後所得到的存活率通常較好。而放流方式的好壞差異究竟有多大，並不適宜直接由各研究所得到的數據直接做比較，因為各研究所放流的鮑魚種類與體長並不一致，放流地點與季節亦有不同，再加上其估算放流後存活率時，並非皆在放流同一段時間後，有的在數日或一週後，而有的則在一個月或數個月甚至一、二年後。此外其存活率的推估方法也不盡相同，有的從活鮑魚的回捕率或死殼的回收率來推估，也有以單位努力漁獲量來推估(Ebert and Ebert, 1988; Kojima, 1995; McCormick *et al.*, 1994)。而 Rogers-Bennett and Pearse (1998)曾經在美國加州北部同時採用 Ebert and Ebert (1988)



側面圖



背面圖



海底放置圖：(a)螺栓；(b)水泥板

圖四、放流用容器 (Sweijd *et al.*, 1994)

表 1. 各種放流方法之優、缺點及其比較

放流方法	優點	缺點	比較	特殊點	參考文獻
海面撒播法	方便且省時，可在短時間內放流大量稚貝。	運送、放流過程，稚貝容易受到機械性傷害；稚貝需自行尋找庇護所；放流地點不易掌握。	是目前放流方法中最具效率的；但造成稚貝機械性傷害的機會較大。	唯一在水面上便能放流的方法，不需由潛水人員放流。	郭晃豪(1999)
潛水人員水下徒手放流法	確保放流於適宜的場所；稚貝不需自行尋找庇護所。	運送、放流過程，稚貝容易受到機械性傷害；放流費用增加、時間拖長。	在掌握放流地點方面較海面撒播法佳；放流操作時間較海面撒播法長。	由潛水人員徒手完成放流，也有先讓稚貝附著在大型鮑魚殼或牡蠣殼後，再將這些殼連同稚貝一起放流。	Bennett & Pearse (1998); Schiel (1993)
附著板放流法	取出養殖池稚貝的方法較省時且方便；確保放流於適宜的場所。	養殖方式受到限制；放流過程，稚貝可能受到機械性傷害；稚貝需自行尋找庇護所；放流費用增加、時間拖長。	較海面撒播容易掌握放流地點；不需另外準備放流容器；從養殖池中移出稚貝不需刮取；放流成本較海面撒播法高。	稚貝在養殖過程中，需養殖於附著板上，才能以該方法進行放流。	葉昌臣等 (1995)
Ebert & Ebert (1988)	稚貝在放流過程不易受到機械性傷害；提供暫時性庇護所。	放流過程較繁瑣；放流費用增加、時間拖長。	稚貝受到機械性傷害的機會比海面撒播法、潛水人員水下徒手放流法小；放流成本較高。	該容器可暫時作為鮑魚庇護所；藉美金屬聯結器，控制容器門的開啟時間。	Ebert & Ebert (1988)
McCormick et al. (1994)	稚貝在放流過程不易受到機械性傷害；提供暫時性庇護所。	放流過程較繁瑣；放流費用增加、時間拖長。	所採用的容器較 Ebert and Ebert (1988) 簡便，稚貝受到機械性傷害的機會比海面撒播法、潛水人員水下徒手放流法小；放流成本較高。	放流後可藉由容器外所包裹的網保護鮑魚不受掠食生物捕食，這段時間可供鮑魚適應環境。	McCormick et al. (1994)
Sweijdt et al. (1998)	稚貝在放流過程不易受到機械性傷害；提供暫時性庇護所。	放流過程較繁瑣；放流費用增加、時間拖長。	稚貝受機械性傷害的機會比海面撒播法、潛水人員水下徒手放流法小；每一容器放流需潛水人員下水三次，方能完成，故放流成本較高。	該容器可暫時作為鮑魚庇護所，藉稚貝之負趨光性，使其移入容器內後，再移出養殖池。	Sweijdt et al. (1998)

所發明的容器與潛水人員水下徒手放流兩種方法進行鮑魚(*H. rufescens*)放流,但一年後之存活率均在1%以下,無顯著差異。未來有必要以同種類且大小相似的鮑魚,在相同地點與季節,用不同方法放流,藉以比較各方法間所得到的結果差異有多大,再配合人力、時間與費用等判斷出最理想的放流方法。以放流容器來進行鮑魚放流尚不十分普遍,但由於其放流後存活率通常較海面撒播、潛水人員水下徒手放流等方法佳,因此在時間與經費許可的情況下是值得採用的,未來若能進一步研究出更具效率的放流容器與操作方法將非常有利於鮑魚放流工作的推展。臺灣地區目前並未採用這種放流方法,但基於其不錯的放流成果,未來應當有嘗試的必要。

此外,影響腹足綱貝類如鮑魚與皇后螺等的放流成敗因素上包括:一、放流體長(Ebert and Ebert, 1988; Iverson and Jory, 1997; McCormick *et al.*, 1994; Ray *et al.*, 1994);二、放流方法(Schiel and Welden, 1987; Sweijd *et al.*, 1998);三、稚貝品質(Iverson and Jory, 1997; Stoner, 1994);四、放流季節(Iverson and Jory, 1997; Stoner, 1994);五、放流地點(Ebert and Ebert, 1988; Iverson and Jory, 1997; McCormick *et al.*, 1994; Stoner, 1994);六、食物供應(Iverson and Jory, 1997; McCormick *et al.*,

1994);七、掠食生物(Iverson and Jory, 1997; McCormick *et al.*, 1994; Ray *et al.*, 1994; Tegner and Butler, 1985)。故在放流時需考量以下幾點:一、選擇適當放流體長,但需考慮成本(Iverson and Jory, 1997; Jory and Iverson, 1988; Ray *et al.*, 1994; Saito, 1984; Tegner and Butler, 1985; Zhao *et al.*, 1991);二、選擇適宜的放流季節與棲地(Iverson and Jory, 1997; Saito, 1984; Stoner, 1994);三、放流後暫時予以保護(Ebert and Ebert, 1988; Iverson and Jory, 1997; Marelli and Arnold, 1996);四、避免放流過於集中(Ebert and Ebert, 1988; Iverson and Jory, 1997)。而相對於一些如皇后螺等尚無法穩定供應大量稚貝的放流貝類,鮑魚稚貝之繁、養殖技術則已相當成熟,可提供穩定大量之高品質稚貝,這也增加了鮑魚放流之可行性(Iverson and Jory, 1997; Ebert and Ebert, 1988; Kojima, 1995)。另外亦有以孵化後約十幾天之鮑魚幼體來進行放流,似乎也有所成效,但仍需進一步評估(Tong *et al.*, 1987)。而在進行這些貝類放流時,亦需考量是否會改變放流地點之生物相或者導入病原(Buschmann, *et al.*, 1996)。而要長久的施行放流試驗,一定要對放流生物之棲地需求、行為、食性、掠食關係有清楚的瞭解(Stoner, 1994)。

由上述各點可以得知我國

的九孔放流工作尚有一些值得研究改進的地方,其中放流方法(包括由養殖池取出稚貝、運送與最後的放流過程)、放流體長的確立與放流地點的選擇等,均是現階段值得研究的方向。相信經由這些九孔放流工作的努力與研究,台灣沿岸海域的九孔資源量會有復甦的一天。

參考文獻

- Arroll, T. W. and M. R. Denson. 1990. Burial of transplanted bay scallops *Argopecten irradians irradians* (Lamarck, 1819) in winter. *J. Shellfish Res.* 1:127-134.
- Barbeau, M. A. and H. Caswell. 1999. A matrix model for short-term dynamics of seeded populations of sea scallops. *Ecol. Appl.* 9(1): 266-287.
- Barbeau, M.A., B.G. Hatcher, R.E. Scheibling, A.W. Hennigar, L.H. Taylor and A.C. Risk. 1996. Dynamics of juvenile scallop (*Placopecten magellanicus*) and their predators in bottom seeding trials in Lunenburg Bay, Nova Scotia. *Can. J. Fish. Sci.* 53: 2494-2512.
- Buschmann, A.H., D.A. Lopez and A. Medina. 1996. A review of the environment effects and alternative production strategies of marine aquaculture in Chile. *Aquaculture Engineers*, 15(6): 397-421.
- Ebert, T.B. and E.E. Ebert. 1988. An innovative technique for seeding abalone and prelimi-

- nary result of field trials. Calif. Fish Game, 74:68-81.
- Iverson, K.C., D.O. Parker and P.L. Haaker. 1988. The survival and growth of transplanted adult pink abalone, *Haliotis corrugata*, at Santa Catalina Island, Calif. Fish Game, 74(2): 82-86.
- Iverson, E.S. and D.E. Jory. 1997. Mariculture and enhancement of wild population of queen conch (*Strombus gigas*) in the western Atlantic. Bul. Mar. Sci. 60(3): 929-941.
- Jory, D.E. and E.S. Iverson. 1988. Shell strength of queen conch, *Strombus gigas*: aquaculture implications. Aquacul. and Fish. Management 19: 45-51.
- Karpov, K.A., P.L. Haaker, D. Albin, I. K. Taniguchi and D. Kushnir. 1998. The red abalone, *Haliotis rufescens*, in California: importance of depth refuge to abalone management. J. Shellfish Res. 17(3): 863-870.
- Kojima, H. 1995. Evaluation of abalone stock enhancement through the release of hatchery-reared seeds. Mar. Freshw. Res. 46: 689-695.
- Marelli, D.C. and W.S. Arnold. 1996. Growth and mortality of transplanted juvenile hard clams, *Mercenaria mercenaria* in the northern Indian river lagoon, Florida. J. Shellfish Res. 15(3): 706-713.
- McCormick, T.B., K. Herbinson, T.S. Mill and J. Altick. 1994. A re-view of abalone seeding, possible significance and a new seeding device. Bul. Mar. Sci. 55: 680-693.
- Ray, M., A.W. Stoner and S.M. O'Connell. 1994. Size-specific perdition of juvenile queen conch *Strombus gigas*: implications for stock enhancement. Aquaculture 128: 79-88.
- Rogers-Bennett, L. and J.S. Pearse. 1998. Experimental seeding of hatchery-reared juvenile red abalone in Northern California. J. Shellfish Res. 17(3): 877-880.
- Saito, K. 1984. Ocean ranching of abalone and scallop in northern Japan. Aquaculture 39: 361-373.
- Sanders, M.J. and K.H.H. Beinssen. 1998. A comparison of management strategies for rehabilitation of a fishery: applied to the fishery for blacklip abalone *Haliotis rubra* in the western zone of Victoria (Australia). Fish. Res. 38: 283-301.
- Schiel, D.R. and B. C. Welden. 1987. Responses to predators of cultured and wild red abalone, *Haliotis rufescens*, in laboratory experiments. Aquaculture 60: 173-188.
- Schiel, D.R. 1993. Experimental evaluation of commercial-scale enhancement of abalone *Haliotis iris* population in New Zealand. Mar. Ecol. Prog. Ser. 97: 167-181.
- Silina, A.V. 1994. Survival of different size-groups of the scallop, *Mizuhopecten yessoensis* (Jay), after transfer from collectors to the bottom. Aquaculture 126: 51-59.
- Stoner, A.W. 1994. Significance of habitat and stock pre-testing for enhancement of natural fisheries: experimental analysis with queen conch *Strombus gigas*. J. World Aquaculture Soc. 125(1): 155-165.
- Sweijid, N., Q. Snethlage, D. Harvey and P. Cook. 1998. Experimental abalone (*Haliotis midae*) seeding in South Africa. J. Shellfish Res. 17(3): 897-904.
- Tegner, M.J. and R.A. Butler. 1985. The survival and mortality of seeded and native red abalones, *Haliotis rufescens*, on the Palos Verdes Peninsula, Calif. Fish Game, 71(3): 150-163.
- Tong, L.J., G.A. Moss and J. Illingworth. 1987. Enhancement of natural population of the abalone *Haliotis iris* using cultured larvae. Aquaculture, 62: 67-72.
- Zhao, B.Z., J. Yamada, N. Hirayama and S. Yamada. 1991. The optimum size of released reared-abalone in southern fishing ground of Akita prefecture. J. Tokyo Univ. Fish. 78(2): 217-226.
- 郭晃豪、李英周. 1999. 回顧台灣附近海域九孔族群之研究。中國水產, 555:3-16。
- 郭晃豪. 1999. 台灣東北部海域野生與放流九孔之辨別及成長之研究。台灣大學漁業科學研究所碩士論文。
- 葉昌臣等編著. 1995. 漁業資源增殖, 208-273。水產出版社。
- 賴景陽. 1986. 台灣的貝類, 5-11。雷鼓出版社。
- 賴景陽. 1996. 貝類, 11。渡假出版社。