

台灣養殖牡蠣著苗技術之改進

鄭金華* · 陳紫嫻

行政院農委會水產試驗所東港生技研究中心

摘 要

本研究探討不同基質對牡蠣發眼幼苗著苗之影響。以牡蠣殼為附著基質，發現牡蠣苗在不同的苗殼比例 (40 ~ 100:1) 下的附苗率均在 30% 左右，各組間並無明顯的差異。每個牡蠣殼所附著的牡蠣苗隨著苗殼比例增加而增加。牡蠣殼附苗數量以中層者較多，上層及下層者較少，顯示附著基質的擺設位置會影響附苗量；此外，中層牡蠣殼之內表面比外表面有較高之附苗量。牡蠣殼碎片基質大小 (250 ~ 530, 500 ~ 1000 及 1000 ~ 1500 μm) 不影響附苗率，苗殼比以 1 : 2 之附著率較佳，1 : 1 次之，2 : 1 最差；另外，容器底面積愈大，牡蠣苗附著在牡蠣殼碎片上之比率愈高。浪板基質經乾淨海水輕輕地去除大型雜物者，其附苗率為 28%，較對照組之 42% 稍低；將上述浪板以鐵刷刷過，或以毛刷洗淨者，其附苗率分別只有 4% 及 2%。上述結果顯示，浪板上的微生物可明顯提高牡蠣苗在浪板上的附著率。遠方附苗試驗結果發現，牡蠣發眼幼苗以三種不同之低溫保存 24 小時後之附著率，由高而低分別為溫度處理 4 $^{\circ}\text{C}$ 、8 $^{\circ}\text{C}$ 及 12 $^{\circ}\text{C}$ ；而以 4 $^{\circ}\text{C}$ 保存 1、2、3、4 天之附著率分別為 20、16、8 及 3%。

關鍵字：巨牡蠣、單體牡蠣、附苗、遠方著苗

前 言

巨牡蠣 (*Crassostrea gigas*) 又稱太平洋牡蠣，發源於日本海域 (Ahmed, 1975)；因為適合養殖，被世界各國大量引進 (Chew, 1990; Grizel, 1993)。全世界養殖巨牡蠣的產量在 1994 年已達 253 萬多公噸，首度成為全球產量最大的單一水產養殖種類；2004 年總產量增加到 443 萬多公噸，仍位居所有水產養殖種類的首位 (FAO FISHSTAT)。目前，除了美國、泰國、菲律賓及澳洲以外，世界上其他主要牡蠣養殖國家，均以巨牡蠣為主要養殖對象；其中以中國、韓國、日本、法國、美國、台灣、加拿大、愛爾蘭為主要生產國 (FAO FISHSTAT)。

牡蠣養殖是台灣非常重要的水產養殖產業。1993 年總產量約為 2.8 萬公噸，產值為新台幣 28

億元；2005 年則分別為 2.8 萬公噸及 30 億元，產量與產值在所有水產養殖種類中分別排名第四及第三 (漁業署，漁業年報)。由此可見，近十年來牡蠣養殖產業在全世界快速成長的情形下，在台灣則完全沒有成長。

台灣養殖牡蠣種類雖長期被歸類為巨牡蠣 (*C. gigas*)，不過它的 16SrRNA 及 cytochrome oxidase I 之基因序列和原產地可能為台灣的葡萄牙牡蠣 (*C. angulata*) 非常相近 (鄭等, 1997, 1998a; Boudry *et al.*, 1998)。目前聯合國糧農組織 (FAO) 仍未將 *C. angulata* 自 *C. gigas* 分離，不過由國內外的研究顯示，*C. angulata* 至少是 *C. gigas* 的一個亞熱帶品系 (鄭等, 1997, 1998a; Boudry *et al.*, 1998; O'Foighil *et al.*, 1998)。將台灣養殖牡蠣正名是非常重要與迫切需要的，因為葡萄牙牡蠣與巨牡蠣放在一起養殖會產生劣質的自然雜交子代 (Bougrier *et al.*, 1986; 鄭等, 1997)。但目前對 *C. angulata* 和 *C. gigas* 間的遺傳差異為種間或種內層次仍無定論，基於上述理由，本論文題目使用 *C. gigas* 而不是 *C. angulata*。

*通訊作者 / 屏東縣東港鎮豐漁街 67 號, TEL: (08) 832-4121 轉 205; FAX: (08) 832-0234; E-mail: chengjh@mail.nsysu.edu.tw

台灣養殖的牡蠣成長快速，4~6個月即可收成，比起歐美、紐澳、日韓等溫帶國家需要2~3年要快得多。台灣地處亞熱帶，養殖牡蠣的生殖腺終年可達飽滿狀態，因此終年可以採收 (Lin, 1969; Lin and Tang, 1980; Lin and Liang, 1982)，比起歐美、紐澳、日韓等溫帶國家只有夏季前後可以採收要好得多。不過，牡蠣終年可以排卵排精，消耗很多能量，若利用三倍體技術抑制生殖腺發育或許可以改善上述現象 (Allen and Downing, 1990, 1991; Akashige and Fushimi, 1992; Gaffney and Allen, 1993)。為此，則需要實施人工繁殖。

近幾十年來，台灣沿岸海域遭受污染的情形持續惡化，許多沿岸水產種苗已近於絕跡。雖然牡蠣苗之生產因其主要生產地離岸稍遠，受到的衝擊較小。但是近幾年來，牡蠣苗減產的情形越來越明顯，供不應求的現象也越來越嚴重 (陳, 1980; 余與何, 1994)。因此，實施人工繁殖，將是不可避免的。

台灣養殖牡蠣一般以剝肉出售，因為味美價廉，且烹煮方便，深受消費者喜愛，也是一般家庭的家常海鮮食品 (丁, 1995)。單體帶殼生牡蠣則是目前台灣西式餐廳最熱門的海鮮食品。這些單體牡蠣都是從美國、智利、韓國以及加拿大等國家進口 (漁業署, 漁業年報)。台灣養殖的牡蠣收成體型較小，衛生條件較差，若能針對此加以改進，台灣養殖牡蠣也應有端上五星級餐廳的機會。

在人工繁殖技術中可配合使用腎上腺素以大量生產單體牡蠣稚貝 (Coon *et al.*, 1986; Martinez *et al.*, 1992; 鄭等, 1998b)。腎上腺素促使附著變態前之牡蠣發眼幼生不經附著，而直接由浮游幼生變態為沉底固著性幼生。另外利用牡蠣殼或浪板作為附著基質並使之大量附著，再以人工剝落，或讓牡蠣隨著成長因互相推擠而自然脫落，亦可大量生產單體牡蠣。單體牡蠣的優點很多，例如：(1)可依大小控制養殖密度，使成長一致，並免除因擁擠所造成之變形；(2)可在箱網籃中飼養，方便操作及搬運並防止蚵螺、螃蟹的掠食；(3)可以較高價值的帶殼活牡蠣出售，作為生食或烤食用；(4)單體牡蠣在選種過程中追蹤較方便、成效較易顯現。

牡蠣之人工繁殖技術，已被歐美日等國家之養殖業者採行多年，台灣牡蠣之人工繁殖技術雖

然也已經確立 (陳等, 1997; 鄭等, 1998b)，不過，尚無商業性生產。牡蠣人工繁殖所需之場地不大，而且，在台灣牡蠣終年可繁殖，只要有充足的藻水，大量人工繁殖應不成問題。平均一噸水可生產牡蠣稚貝一百萬粒以上 (鄭等, 1998a)，一年內可連續生產12次以上。估計只要一家繁殖場，一年四季生產種苗，即可供應台灣全部養殖之需。其次，傳統野生附著種苗之運輸需要龐大的勞力與費用，人工苗則可配合遠方苗技術 (Jones and Jones, 1988)，亦即將繁殖廠所培育的即將附著的發眼幼苗以低溫保存，運送至遠方養殖場附近的附苗場，再予以回溫附苗，如此可將上述運輸費用大大地縮減。另外，單體牡蠣是歐洲、澳洲、北美洲等先進牡蠣養殖國家之主要養殖方式 (Chew, 1990; Martinez *et al.*, 1992; Grizel, 1993)，在台灣單體牡蠣技術之研發與其商業化養殖仍在起步階段。

台灣四面環海，適於從事牡蠣養殖。牡蠣在海中養殖，不需要土地，也不需要施肥與用藥；牡蠣直接利用水域中的微細藻類 (Shpigel and Blaylock, 1991)，不必投餌，相較於其他養殖海產魚蝦蟹類須要投餵含有大量魚粉等動物性蛋白質的飼料，是一種符合綠色環保的有機產品，難怪全世界牡蠣養殖產量會不斷地快速增加。在世界人口持續增加，經濟不斷發展的情況下，海產品之需求將加倍成長，增加養殖產量是唯一的解決途徑，尤其是增加不需要陸上土地，而且不必投餌的貝類養殖。牡蠣養殖雖然如此重要，但是台灣的牡蠣研究非常少，為改善目前的困境及因應將來的需求，加強牡蠣養殖技術改進的研究是非常必要的。

本研究係延續台灣養殖牡蠣人工繁殖技術之研究 (陳等, 1997; 鄭等, 1998b)，進一步探討牡蠣著苗技術之改進研究，以作為將來商業性大量生產人工牡蠣苗之參考。

材料與方法

一、牡蠣人工繁殖

參照鄭等 (1998a) 所描述的方法進行牡蠣人工繁殖。將牡蠣殼剝開後挑選生殖巢飽滿之個

體，並分辨雌雄，然後將精、卵分別收集。為避免多重授精，先將卵刮出後浸泡在海水中 30 mins 以上，再與適量的精子混合 (Stephano and Gould, 1988; 陳等, 1997)。一般而言，受精時精卵之比例為每 100 萬粒卵加入 2~3 ml 之精液。混合 20 mins 後，以 20 μm 網目之濾網將過多的精子洗去。受精卵再以 80 μm 網目之濾網過濾除去雜質後，將之移至孵化桶等待孵化。24 hrs 後，受精卵會孵化成 D 型幼生，此時之大小約 80 μm ，可使用 40 μm 網目之濾網將之收集，並分養於培育桶中，放養密度為 3 ~ 5 indiv./ml。飼育用藻水以周氏扁藻 (*Tetraselmis chui*) 及東港等鞭金藻 (*Isochrysis galbana* TK1) 為主，濃度分別維持在 10,000 及 50,000 cells/ml。換水時，將幼生以網目為體長一半之濾網收集、清洗，再移入裝有乾淨海水之培育桶中繼續培養。水溫維持在 28 $^{\circ}\text{C}$ ，鹽度則隨成長而逐漸由 30 psu 降至 20 ~ 25 psu。

二、牡蠣殼基質之著苗試驗

將每 30 個牡蠣左殼串成一串，牡蠣左殼內面朝下垂直掛於裝有海水 400 L、牡蠣發眼幼苗 3.6 萬隻的 FRP 錐形桶中，使苗殼比分別為 40:1、60:1、80:1 與 100:1，每組各二重覆。一星期後分別計數附著在牡蠣左殼內側及外側的牡蠣稚貝，並依每串 30 個牡蠣殼所在的位置（上、中、下各 10 個）分開計數，然後據以計算著苗率。

三、牡蠣殼碎片基質之著苗試驗

(一) 牡蠣殼碎片大小對著苗率之影響

先將牡蠣殼磨成碎片後，以 250、530、1,000 及 1,500 μm 等四種不同網目大小的細網，篩選顆粒大小為 250~530、530~1000 及 1000~1500 μm 三種級別的牡蠣殼碎片。再將牡蠣發眼幼苗 6 千隻置入分別裝有三種級別的牡蠣殼碎片各 3 千顆、海水 10 L，底部面積為 200 cm^2 的塑膠方形盤中，每組各二重覆。

(二) 牡蠣殼碎片與牡蠣發眼幼生之比例對著苗率之影響

將牡蠣發眼幼苗 6 千隻置入分別裝有顆粒大小為 530~1000 μm 的牡蠣殼碎片、海水 10 L，底

部面積為 200 cm^2 的塑膠方形盤中，使苗殼比分別為 2:1、1:1 與 1:2，每組各二重覆。

(三) 容器底面積對牡蠣發眼幼苗著苗率之影響

將牡蠣發眼幼苗 6 千隻置入分別裝有顆粒大小為 530~1000 μm 的牡蠣殼碎片各 3 千顆、海水 10 L，底部面積為 50、200 與 1,000 cm^2 的塑膠方形盤中，每組各二重覆。

上述三個以牡蠣殼碎片作為基質的著苗試驗，在試驗期間每天換水二分之一並添加新鮮藻水。試驗分別進行一星期後計數附著在牡蠣碎片上的牡蠣稚貝，然後據以計算著苗率。

四、塑膠浪板基質之著苗試驗

將 PVC 浪板 (20 x 40 cm) 浸泡於池水中七天後，使其表面產生微生物膜，以四種方式處理浪板，不作任何處理（對照組）、以乾淨海水輕輕地洗去大型雜物，以鐵刷刷過，以毛刷洗淨。然後分別將不同處理的浪板各 8 片置於裝有海水 400 L、牡蠣發眼幼苗 2 萬隻的 FRP 錐形桶中，每組各二重覆。一星期後分別計數附著在浪板上的牡蠣稚貝，然後據以計算著苗率。

五、遠方著苗試驗

(一) 保存溫度對牡蠣著苗率之影響

將牡蠣發眼幼苗各 6 萬隻，以濾網收集、清洗後，於 4 $^{\circ}\text{C}$ 、8 $^{\circ}\text{C}$ 、12 $^{\circ}\text{C}$ 下冷藏保存一天後取出、回溫，並進行著苗試驗。將牡蠣發眼幼苗 3 萬，置入裝有海水 400 L、10 串牡蠣左殼（每串 30 殼）的 FRP 錐形桶中，苗殼比為 100:1，每組各二重覆。一星期後計數附著在牡蠣左殼上的牡蠣稚貝，然後據以計算著苗率。

(二) 保存時間對著苗率之影響

將牡蠣發眼幼苗各 6 萬隻，以濾網收集、清洗後，於 4 $^{\circ}\text{C}$ 下冷藏保存，分別於 1、2、3、4 天後取出、回溫，並進行著苗試驗。將牡蠣發眼幼苗 3 萬隻，置入裝有海水 400 L、10 串牡蠣殼（每串 30 個左殼）的 FRP 錐形桶中，苗殼比為 100:1，每組各二重覆。一星期後計數附著在牡蠣左殼上

的牡蠣稚貝，然後據以計算著苗率。

上述各項著苗試驗期間均以周氏扁藻及東港等鞭金藻飼育，濃度分別維持在每 20,000 及 100,000 cells/ml。

六、統計分析

將試驗所得數據以套裝軟體 (SPSS 9.0 版)，進行單因子變異係數分析 (one-way ANOVA)，再以鄧肯氏 (Duncan) 多變異分析，顯著水準設定為 0.05。

結果與討論

牡蠣殼基質之著苗試驗發現，牡蠣苗在不同的苗殼比例 (40 ~ 100 : 1) 下的附苗率均在 30% 左右，各組間並無明顯的差異 (Fig. 1)。每個牡蠣殼所附著的牡蠣苗隨著苗殼比例增加而增加 (Fig. 2)。牡蠣殼的內外表面及牡蠣的擺設位置均影響牡蠣苗之附著；牡蠣殼附著數量以中層者較多，上層及下層者較少 (Fig. 3)。而牡蠣殼之內表面比外表面有較多之的附苗量，僅在中層呈現。

台灣之牡蠣養殖已經有兩百年以上的歷史，牡蠣養殖所需的種苗均來自天然野生附殼苗，除了台南市、屏東縣及澎湖縣以外，其他養殖地區均可採收天然苗，其中以雲林、嘉義為主。雖然台灣之牡蠣終年生殖腺皆可發育飽滿排卵排精，隨時都可採苗，但由於 3 ~ 7 月採苗時容易著生苔癬蟲、水媳、藤壺等附著性生物，影響著苗率，因此採苗以每年 9 ~ 10 月較為理想 (丁, 1995)。天然野生附殼苗則因野生苗生產量不穩定而呈現很大差異，太多或太少的情形常發生，附苗太少影響收成；附苗量太多則會影響成長，需要加以互擊使部份脫落以減少數目 (丁, 1995)。每個牡蠣殼上附苗量一般以 30 個最為適當。藉由本試驗，人工附苗方式就可以調整苗殼比例，改善天然苗供應不穩定的缺點。

三種大小級別 (250 ~ 530、530 ~ 1,000 及 1,000 ~ 1,500 μm) 的牡蠣殼碎片中，附苗率無顯著差異 (Fig. 4)。牡蠣苗之附苗率與苗殼比例有關；苗殼比為 1 : 2 者附苗率最佳，接近 40%；1 : 1 者次之，約 20%；2 : 1 者最差，只有 10% 左右 (Fig. 5)，三者間均有顯著差異。容器底面積對牡蠣苗在牡蠣殼碎片上之附苗率也有影響；容器底面積愈

大，牡蠣苗附著在牡蠣殼碎片上之比率愈高 (Fig. 6)。這可能與容器底面積愈大、水位愈低、容器壁面積相對愈小、牡蠣苗附著在容器壁上的比率降低有關；另外，容器底面積愈大，牡蠣苗附著在牡蠣殼碎片上之比率愈高，也與容器底面積愈大、牡蠣苗與牡蠣殼碎片密度愈低、水質較不易惡化有關。

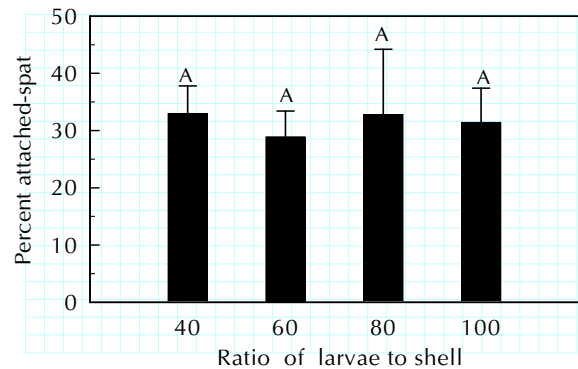


Fig. 1 Effects of larvae/shell ratio on spat attachment. Means with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

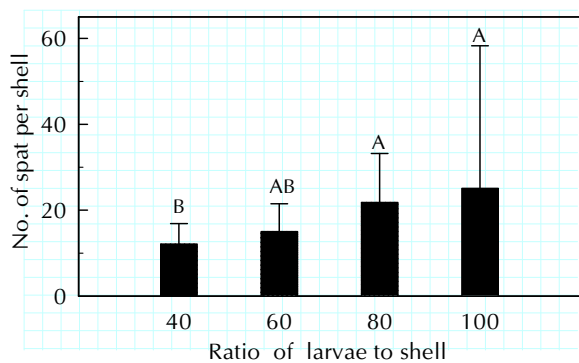


Fig. 2 Effects of larvae/shell ratio on spat attachment. Means with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

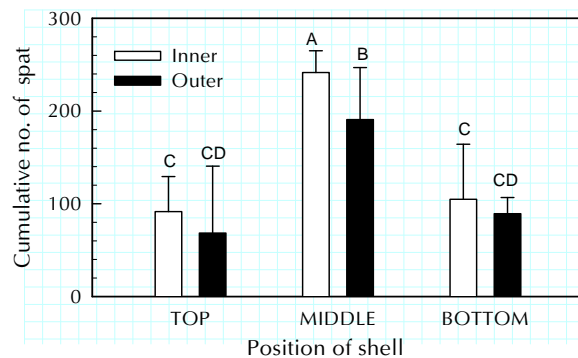


Fig. 3 Effects of shell strain position on spat attachment. Means with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

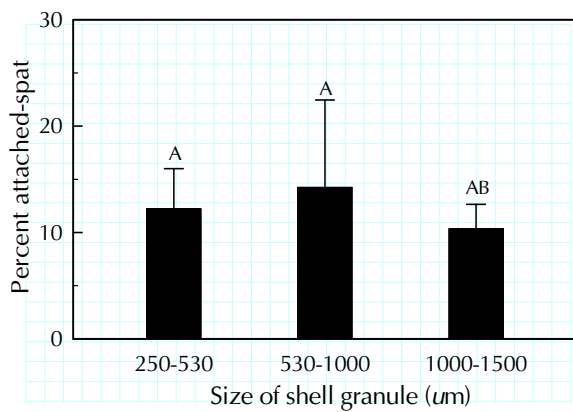


Fig. 4 Effects of shell granule sizes on spat attachment. Means with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

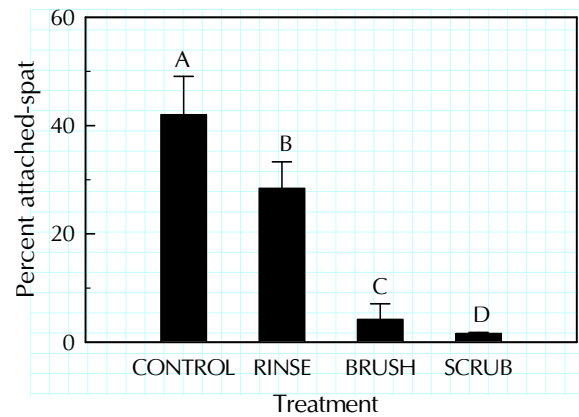


Fig. 7 Effects of treated plastic sheets on spat settlement. Means with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

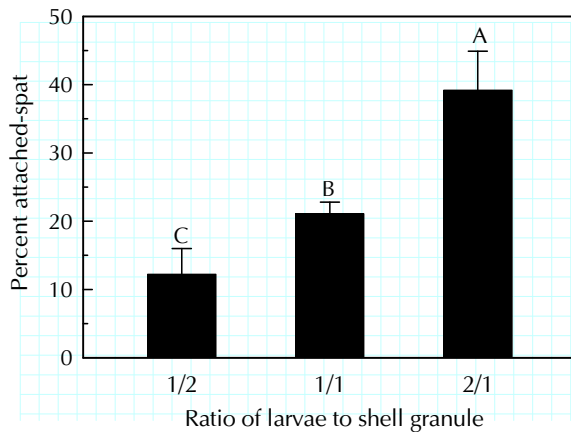


Fig. 5 Effects of larvae/shell granule ratio on spat attachment. Means with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

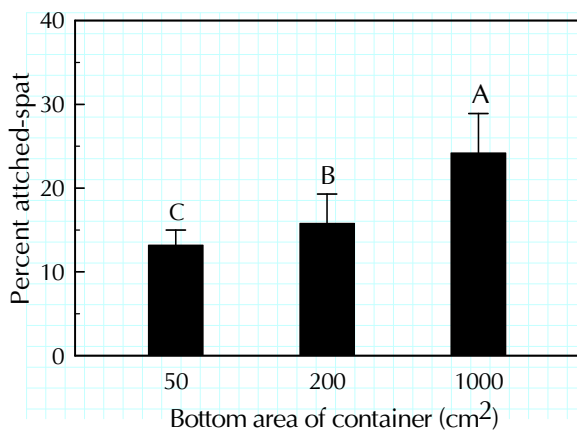


Fig. 6 Effects of bottom area of container on spat settlement. Means with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

浪板在池水中浸泡七天後，再經乾淨海水輕輕地去除大型雜物者，其附著率為 28%，較對照組之 42% 顯著較低。但是如果將浸過池水之浪板以鐵刷刷過，或以毛刷洗淨者，其附苗率分別只有 4% 及 2% (Fig. 7)。由此可見，浪板上微生物可明顯提高牡蠣附苗率。相對地，在以牡蠣殼作為附著基質的試驗結果 (Figs. 1 & 2)，牡蠣殼不須要作浸泡處理即有 30% 以上的附苗率。不過，牡蠣殼經池水之浸泡處理，是否能夠提高附著苗率，值得進一步探討。

利用腎上腺素處理，或以牡蠣殼碎片作為牡蠣苗的附著基質，所生產的單體牡蠣為體型小的初期仔貝，需要特殊的照料。以牡蠣殼或塑膠浪板使牡蠣苗大量附著，然後隨著牡蠣成長，因互相推擠而脫落、或以人工剝落，所生產的單體牡蠣為體型大的後期仔貝。以這種方法生產之單體牡蠣，在初期仔貝之培育上，較前兩種方法省事。

大型單體帶殼生牡蠣是目前台灣西式自助餐最熱門的進口海鮮食品，這些大型牡蠣都是從美國、智利及加拿大等國家進口。台灣養殖的牡蠣通常較小，主要是受到養殖方法的限制。只是單體養殖技術尚未真正落實台灣牡蠣養殖產業，一般養殖均以附著在牡蠣殼上的天然牡蠣稚貝作為苗種，隨著牡蠣的成長，若未即時加以採收，在外層者 (通常是成長較快者) 會因互相擠壓而逐漸掉落至海底，颱風季節期間，上述情形更加嚴重。其實，目前台灣養殖牡蠣收成的體型仍在

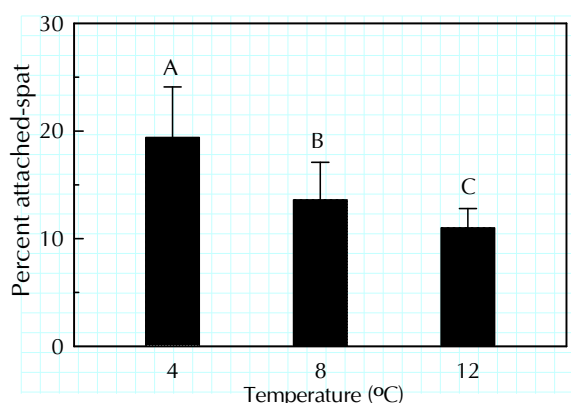


Fig. 8 Effects of storage temperature on spat settlement after eyed larvae being stored for 1 day. Means with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

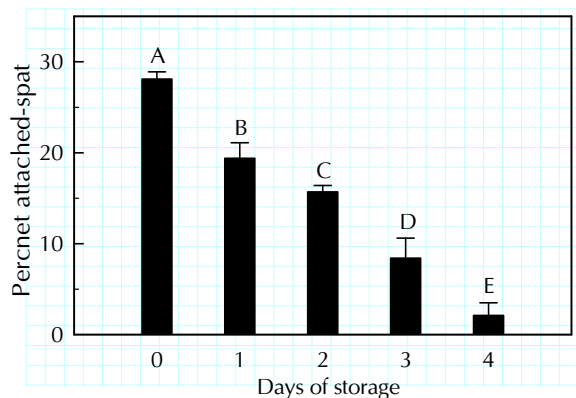


Fig. 9 Effects of storage duration at 4°C on spat settlement. Means with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

快速成長的階段，如果將體型較圓，殼長與殼高之比例較大的個體在收成後篩選出來，只要進行「二次養殖」就可以生產大型單體牡蠣。「二次養殖」可在養殖池、潮間帶以直接播種在地表的方式來進行；或在沿岸、河口、潟湖、養殖池 (Wang, 1990) 置放於網籃的方式來進行。

牡蠣發眼幼苗分別在4 °C、8 °C、12 °C下保存一天後之附苗率與保存溫度之高低成反比，分別為19.4%、3.6%、11.0%，以4 °C的保存效果最佳 (Fig. 8)。牡蠣苗在4 °C下保存，其回溫後之附苗率隨保存天數之增加而下降，保存1 ~ 4天後之附苗率分別為20%、16%、8%及3% (Fig. 9)。在台灣，從南部的繁殖廠運送到中南部養殖場附近的附苗

廠只要4小時之內的車程，或許在4 °C下保存4小時，回溫後之附苗率可能比保存1天後之20% 更高，但是否如此仍需進一步探討。

謝 辭

本研究承蒙本中心吳慧娜小姐在種貝採集以及陳鏗元先生與黃美英小姐在幼苗培育之協助，謹此致謝。

參考文獻

- 丁雲源 (1995) 貝類養殖. 台灣農家要覽 (漁業篇), 豐年社, 台北, 214-244.
- 余廷基, 何雲達 (1994) 嘉義縣布袋區牡蠣之誘發試驗. 潮訊, 65: 5-6.
- 陳世欽 (1980) 東石養殖牡蠣育苗減少原因. 水產養殖要覽, 漁牧科學雜誌社, 台北, 1016-1019.
- 陳紫娛, 鄭金華, 陳淳禎, 柯惠青, 蘇茂森, 廖一久 (1997) 臺灣巨牡蠣 *Crassostrea gigas* 之受精及早期胚胎發育. 水產研究, 4: 21-31.
- 鄭金華, 陳紫娛, 蘇惠美, 陳鏗元, 黃美英, 蘇茂森, 廖一久 (1998a) 台灣產巨牡蠣人工繁殖種苗與單體牡蠣之誘發試驗. 水產研究, 6: 25-33.
- 鄭金華, 蕭義勇, 陳青雲, 李振睿, 陳紫娛, 趙乃賢, 蘇茂森 (1997) 台灣養殖牡蠣與進口巨牡蠣 (*Crassostrea gigas*) 在遺傳上及成長上之差異. 臺灣省水產學會論文發表會摘要, 80.
- 鄭金華, 蕭義勇, 陳青雲, 李振睿, 陳紫娛, 趙乃賢, 蘇茂森 (1998b) 台灣養殖牡蠣是巨牡蠣 (*Crassostrea gigas*) 特殊的亞熱帶品系並且是葡萄牙牡蠣 (*C. angulata*) 的原產地. 臺灣省水產學會論文發表會摘要, 72.
- Ahmed, M. (1975) Speciation in living oysters. *Advan. Mar. Biol.*, 13: 357-397.
- Akashige, S. and T. Fushimi (1992) Growth, survival, and glycogen content of triploid Pacific oyster, *Crassostrea gigas* in the waters of Hiroshima, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58: 1063-1071.
- Allen, S. K. and S. L. Downing (1990) Performance of triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas*: Gametogenesis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 47: 1213-1222.
- Allen, S. K. and S. L. Downing (1991) Consumers and "experts" alike prefer the taste of sterile triploid over gravid diploid pacific oysters (*Crassostrea gigas* Thunberg, 1793). *J. Shellfish. Res.*, 10: 19-22.

- Boudry, P., S. Heurtebise, B. Collet, F. Cornette and A. Gerard (1998) Differentiation between populations of the Portuguese oyster, *Crassostrea angulata* (Lamarck) and the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg), revealed by mtDNA RFLP analysis. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 226: 279-291.
- Bourgier, S., G. Raguene, E. Bachere, G. Tige and H. Grizel (1986) Essai de reimplantation de *Crassostrea angulata* en France. Resistance au chambrage et comportement des hybrides *C. angulata*-*C. gigas*. ICES, C.M. 1986/F, p. 38.
- Chew, K. K. (1990) Global bivalve shellfish introductions. *World Aquacult.*, 21: 9-22.
- Coon, S. L., D. B. Bonar and R. M. Weiner (1986) Chemical production of cultchless oyster spat using epinephrine and norepinephrine. *Aquaculture*, 58: 255-262.
- Gaffney, P. M. and S. K. Allen (1993) Hybridization among *Crassostrea* species: A review. *Aquaculture*, 116: 1-13.
- Grizel, H. (1993) World bivalve culture. *World Aquacult.*, 24: 18-23.
- Jones, G. G. and B. L. Jones (1988) Advances in the Remote Setting of Oyster Larvae. *Aquaculture Association of British Columbia*, 88 pp.
- Lin, Y.-S. (1969) Biological study of oyster culture in Chiayi. *JCRR Fish. Series*, 8: 77-115.
- Lin, Y.-S. and M.-H. Liang (1982) Growth and setting of cultured oyster (*Crassostrea gigas* Thunberg). *Bull. Inst. Zool. Academia Sinica*, 21: 129-143.
- Lin, Y.-S. and H.-C. Tang (1980) Biological studies on cultured oyster in Penghu. *Bull. Inst. Zool. Academia Sinica*, 19: 15-22.
- Martinez, M., L. Dimichele and S. M. Ray (1992) Cultchless eastern oyster (*Crassostrea virginica* (Gmelin 1791)) culture on the Texas Gulf coast: A feasibility analysis and comparison to traditional oyster fishing. *J. Shellfish Res.*, 11: 149-156.
- O'Foighil, D., P. M. Gaffney and T. J. Hilbish (1998) The Portuguese oyster *Crassostrea angulata* is of Asian origin. *Mar. Biol.*, 131: 497-503.
- Shpigel, M. and R. A. Blaylock (1991) The Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, as a biological filter for a marine fish aquaculture pond. *Aquaculture*, 92: 187-197.
- Stephano, J. L. and M. Gould (1988) Avoiding polyspermy in the oyster (*Crassostrea gigas*). *Aquaculture*, 73: 295-307.
- Wang, J. -K. (1990) Managing shrimp pond water to reduce discharge problems. *Aquacult. Eng.*, 9: 61-73.

Improvement of Larval Settling Techniques in *Crassostrea gigas*

Jin-Hua Cheng* and Tzyy-Ing Chen

Tungkang Biotechnology Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

The study was aimed to develop improved methods for spat attachment on various substrata. Using oyster shell as substrata, the settling rate was about 30% among groups with larvae to shell ratio between 40 and 100. More larvae settled on the oyster shell as ratio of larvae to shell increased. Larvae settled on the oyster shell in the middle position of the oyster string were more than those in the upper and lower position. More larvae settled on the outer surface of oyster shell in the middle position of the oyster string. Shell granule sizes (250~530 · 500~1000 and 1000~1500 µm) had no effect on the settling rate. The settling rates were affected by the ratio of larvae to the number of granules. The setting on the larval shell ratio 1:2 was the highest, 2:1 was the lowest and 1:1 was in between. Besides, more larvae settled on the oyster granules as the bottom surface of container increased. High settling rate (42%) occurred if the plastic plates were immersed in pond water to allow microbes grew on the surface. Settling rates decreased dramatically as the microbes on the surface of plastic sheet were removed with water flow (28%), or scratched with plastic or steel brushes (4% and 2%, respectively). The results indicated that the microbes grew on the surface of plastic sheet enhanced the settlement of oyster eyed larvae. From three temperature remote settling experiments, settling rates of eyed-larvae after being stored in 4 °C were the highest, the lowest in 12 °C, and 8 °C in between. The settling rates of eye-larvae after being stored at 4 °C from 1 to 4 days were 20, 16, 8, and 3%, respectively.

Key words: *Crassostrea gigas*, clutchless oyster, settlement, remote settlement

*Correspondence: Tungkang Biotechnology Research Center, Fisheries Research Institute, Tungkang, Pingtung 928, Taiwan. TEL: (08) 832-4121 ext. 205; FAX: (08) 832-0234; E-mail: chengjh@mail.nsysu.edu.tw