

不同矽藻對九孔苗活存與成長的影響

蘇惠美^{1*}·張銀戀¹·王淑欣¹·謝隆聲²·陳紫嫻¹·何源興²·曾福生³

¹行政院農業委員會水產試驗所東港生技研究中心

²行政院農業委員會水產試驗所東部海洋生物研究中心

³行政院農業委員會水產試驗所水產養殖組

摘要

為解決九孔苗的餌藻問題，本研究以來自不同雌雄種貝生產的浮游苗，進行4項試驗。實驗一比較在10~100 μE之5種光照度下，在玻片上增殖的3種矽藻與無矽藻的對照組，在原光照以培養皿養殖東東（雌雄親貝為台東養殖的簡稱）九孔苗，孵化後第2天（2 days post hatch, dph）對照組的活存（86~95%）高於矽藻組（24~86%）；10 dph變態完成期，對照組在10~75 μE有較高的活存（8~23%），而2種矽藻組僅在高光照100 μE有活存（4~5%）。實驗二在培養皿養殖南九孔苗，添加伽瑪-氨基丁酸（GABA）組第二天的活存（39±9%），較未添加組（24±5%）佳；在第一天加GABA第二天投餵矽藻及每天更換海水和加抗生素組，其第三天後養殖期間活存的平均值，高於二種藥物都未添加組；6種矽藻中以扁圓卵形藻多孔變種（*Cocconeis placentula* var. *euglypta*）最佳，20 dph的活存為8±10%。實驗三以相同的6種矽藻在培養皿增殖後，先洗除附著差的藻體，再移入東南九孔苗，每天以含抗生素海水更新，養殖到20 dph的活存（52±7%）及22 dph的殼長（0.77±0.14 mm），均以扁圓卵形藻為餌組顯著最高。實驗四增加至11種矽藻，同樣的方法在培養皿養殖和南九孔苗至13 dph時，以扁圓卵形藻、穀皮菱形藻（*Nitzschia palea*）及潛艇曲殼藻（*Achnanthes submarina*）為餌組殼長（0.53~0.57 mm）顯著較高，但活存（4.0~5.5%）無差異。在3L壓力槽打氣養殖到19 dph時，6種矽藻中也以扁圓卵形藻為餌組殼長（0.96±0.14 mm）顯著較高，而活存（16±6%）也無差異。在250 L玻璃纖維水槽打氣養殖到20 dph時，3種矽藻中以潛艇曲殼藻為餌組每片浪板平均幼苗數（511±215 隻/片）及活存（2.15%）最高，殼長1.08±0.25 mm。綜合上述試驗，以扁圓卵形藻及潛艇曲殼藻為餌的九孔苗有較佳的活存與成長。

關鍵字：九孔苗、殼長、活存、扁圓卵形藻多孔變種、潛艇曲殼藻

前言

台灣的九孔人工繁殖於1979年獲得成功（陳與楊，1979），但九孔苗的相關研究卻相當有限（楊與陳，1979；Liu *et al.*, 1986, 1987；何與王，1998），餌藻的相關研究更少，僅有三種海洋矽藻（*Amphora* sp. *Nitzschia* sp.及 *Entomoneis* sp.）之生長與附著（張，1999）。從2001年開始，台灣發生人工繁殖幼苗活存率低落的情形，研究人員積極

從細菌（Lee, *et al.*, 2001；李等，2003）、病毒（Chang *et al.*, 2005）、水質（楊等，2003）與餌藻（沈與趙，2003；陳，2004；楊，2004；Chen, 2007）等方向加以探討，對問題癥結與因應措施提出建議。

九孔苗培育，傳統上以在附苗板上自然附著的生物，作為九孔幼苗的食物，這樣的生產模式在藻種類別及品質上無法加以控制。以致周（2003）發現培育初期出現適合九孔苗的舟形藻與菱形藻，三週後則以不合適的直鏈藻為主。楊等（2003）認為藻類的生長不良與九孔附苗密度有很大的關係，更有可能是因為出現的矽藻種類並不適合九孔幼苗。何等（2003）指出台東地區繁殖浪板上藻類生長不良，導致九孔苗營養不良，因而降低其

*通訊作者 / 屏東縣東港鎮豐漁里 67 號；TEL: (08) 832-4121; FAX: (02) 832-0234; E-mail: hmsu@mail.tfrin.gov.tw

Table 1 Diatom species tested for post larval abalone *Haliotis diversicolor*

Algae species	Length (μm)	Width (μm)
<i>Achnanthes parvula</i>	14 ~ 26	5 ~ 7
<i>Achnanthes</i> sp.	12 ~ 20	8 ~ 10
<i>Achnanthes submarina</i>	10 ~ 16	4 ~ 6
<i>Amphora exigua</i>	8 ~ 16	2 ~ 3
<i>Amphora luciae</i>	10	4
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	5 ~ 9	3 ~ 7
<i>Entomoneis alata</i>	41 ~ 56	11
<i>Navicula</i> cf. <i>lenzii</i>	24	4
<i>Nitzschia laevis</i>	8 ~ 10	5
<i>Nitzschia lorenziana</i> var. <i>incerta</i>	73 ~ 94	2 ~ 4
<i>Nitzschia palea</i>	8 ~ 21	2 ~ 5
<i>Seminavis</i> sp. 1	6 ~ 10	2 ~ 3
<i>Seminavis</i> sp. 2	6 ~ 10	2 ~ 3

對細菌或病毒的抵抗力，且若種苗附著數量太高，在藻類生長不佳的情況下，可能產生餌料供應不足，導致種苗成長緩慢、瘦弱等問題。近年來，國內外學者利用養殖的藻類，探討其對鮑苗的影響，均顯示不同的矽藻種類品系會影響鮑苗的附著、攝食狀況與成長 (Kawamura *et al.*, 1998; Gallardo and Buen, 2003; Gordon *et al.*, 2004, 2006; 陳, 2004; 楊, 2004; Chen, 2007; Roberts *et al.*, 2007)。

為解決九孔苗生產上所遭遇的餌藻問題，並進而建立能完全掌控的九孔苗生產技術，甚至生產無特定病原 (SPF) 幼苗，水試所從附著矽藻分離、保種、鑑定、生產及如何應用於九孔苗之培育，進行序列研究。首先從九孔池分離 10 幾種矽藻加以鑑定 (蘇等, 2008)，並建立保種方法，然後一面進行附著矽藻養殖技術的開發，同時以培養皿等試驗不同矽藻種類品系作為九孔苗餌藻的效益。企圖瞭解餌藻對九孔苗誘引附著、苗期前段、後段之需求在種類與數量是否不同？九孔苗需求的光照、藻量、如何補充等，如何應用養殖矽藻培育優質九孔幼貝的相關課題。本報告以來自不同雌雄種貝所生產的九孔苗，進行 4 項試驗。包括：九孔苗光照；迦瑪-安基丁酸與抗生素添加；在培養皿、壓克力槽及玻璃纖維槽，投給 3 ~ 11

種養殖矽藻，從浮游苗開始培育至附苗期後段。根據試驗後九孔苗的活存與成長，選出較佳的藻種，將應用於幼苗的養成。

材料與方法

一、附著矽藻種類

測試的矽藻共有 12 種，細胞大小如 Table 1。其中左彎菱形藻 (*Nitzschia laevis*)、鏡舟形藻 (*Navicula* cf. *lenzii*) 及清晰雙眉藻 (*Amphora luciae*)，由以色列 Dr. Neori 惠贈引入。潛艇曲殼藻 (*Achnanthes submarina*)、巴拉曲殼藻 (*Achnanthes parvula*)、曲殼藻 (*Achnanthes* sp.)、扁圓卵形藻多孔變種 (*Cocconeis placentula* var. *euglypta*)、簡單雙眉藻 (*Amphora exigua*)、殼皮菱形藻 (*Nitzschia palea*)、翼繭形藻 (*Entomoneis alata*) 及半舟形藻 (*Seminavis* spp.) 二株共 9 種，則使用蘇等 (2008) 所分離出來的藻種。

二、附著矽藻培養

(一) 三角瓶種原培養

附著藻種原以 250 ml 三角瓶保存。三角瓶經

高溫高壓滅菌，加入 100 ml 培養液 (f/2 含 15 mg/L $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$)，接入 3 ml 分離純化的矽藻種原，在 25 °C、光週 14L:10D、光照(Photosynthetically Active Radiation - PAR) 80 $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (簡稱 μE) 生長箱培養 5~7 天，可作為種原接種於三角瓶、培養皿，或擴大培養於 3 L 壓克力槽。

(二) 玻片培養

為選取較合適的單一照度，供隨後的餌藻對九孔苗活存的影響試驗。先利用已取得的 3 種以色列矽藻種原，使用培養皿 (直徑 90 mm、高 21 mm) 並置入 7 片玻片 (18 x 18 mm)，加入 1 ml 藻種種原及 20 ml 培養液 (f/2 含矽酸鹽)，在 25 °C、光週 14L:10D、10~100 μE 不同光照生長箱培養。培養 6 天後，在顯微鏡下計數玻片上的細胞密度。然後將玻片移至新培養皿，移入東東九孔 (雌雄種貝為台東養殖種) 浮游苗，試驗其在 5 種照度及 3 種矽藻之活存。

(三) 培養皿培養

培養皿放入 25 ml 經高壓高溫滅菌後且添加抗生素 (0.5 ppm 青黴素和鏈黴素) 的海水，再加入 1 ml 藻種，不添加營養鹽，置於 25 °C，光週 14L:10D、光照 60 μE 生長箱培養 7 天，取來作為試驗用藻，評估 6 種矽藻對台東取回的東南九孔苗 (實驗三)，11 種矽藻對東港繁殖的和南九孔苗 (實驗四) 活存與成長的試驗。

(四) 壓克力槽培養

取三角瓶矽藻種原 30 ml，接種於 3 L 壓克力槽 (25 cm x 10 cm x 13 cm，底面積 250 cm^2)，內置塑膠浪板 8 片 (8 cm x 10 cm)，培養液為 f/2 含矽酸鹽，在 26~28 °C，光週 14L:10D、光照 53~65 μE 下，打氣培養 5~7 天後，刷下浪板上矽藻作為 250 L 的種原；或加入培養皿 (實驗二)，或將浪板移至新壓克力槽 (實驗四)，進行餌藻對九孔苗活存的試驗。

(五) 玻璃纖維槽培養

250 L 玻璃纖維槽 (FRP)，吊掛塑膠浪板 8 片 (60 cm x 40 cm)。進水後加入 20 ppm 漂白水消毒，接種前放入 20 ppm 海波中和。取 3 L 壓克力槽培

養的藻為種原，添加尿素 30 mg/L、過磷酸鈣 30 mg/L、矽酸鈉 15 mg/L 營養鹽，在室內連續照光 (20~40 μE)，打氣培養 6~7 天後，刷下浪板上矽藻作為新 FRP 水槽的種原；或直接移入新 FRP 水槽作為餌料、第 2 天移入浮游苗。

三、九孔苗試驗

為區別九孔苗的來源，以雌種貝加雄種貝，來稱呼不同種貝所產的幼苗，例如東東九孔苗，其雌雄種貝均為台東養殖的，並以縮寫英文字母為代號簡稱 TT。

(一) 實驗一

在東部海洋生物研究中心進行升溫刺激排卵排精 (2005 年 2 月 22 日)，取得東東九孔受精卵 (雌雄親貝為台東養殖種、多粒、受精率 86%)。受精卵洗淨後，靜置於 5 L 燒杯，在孵出後 12 h 將浮游苗倒出，置於 15 L (密度 10 隻/ml) PET 塑膠桶，運回東港。將培養 6 天長出矽藻的玻片取出，移入內含滅菌海水的培養皿。將孵出後 16 h (孵化後第 1 天，簡稱 1 dph) 的東東浮游苗約 30 隻移入培養皿，要小心避免人為的操作造成浮游苗受到傷害。置於 25 °C、光週 14L:10D、10~100 μE 不同光照生長箱，海水鹽度為 32 psu。參考 Seki (1997) 與呂等 (2001) 對黑鮑與雜色鮑的描述，在顯微鏡下每日觀察九孔苗的型態變化，移除死亡的幼苗，並更換部分新海水，至孵出後第 10 天結束實驗。

(二) 實驗二

在東部海洋生物研究中心進行升溫降溫循環流水，刺激排卵排精 (2005 年 9 月 26 日)，取得南南九孔受精卵 (雌雄親貝為台南養殖種、多粒、受精率 10%；簡稱 NN)。洗淨後，靜置於 5 L 燒杯，孵化後將浮游苗倒出，置入 PET 桶，攜回東港。在東港更換部分新鮮海水後，再靜置過夜。翌晨將孵出後 36 h (孵化後第 2 天，簡稱 2 dph) 快到匍匐幼體早期的浮游苗，約 80 隻 (密度約 1 隻/ml 或 1 隻/ cm^2) 放入培養皿，並加入 1 μM 伽瑪-氨基丁酸 (GABA gamma-amino butyric acid)，添加組與不添加組各有 12 重覆，探討 GABA 促使九孔苗附著及後續的活存。

加入 24 小時後，將 GABA 清洗掉，清洗乾淨後加入壓克力槽浪板洗下的單一矽藻。每種矽藻分為 2 個處理組，每組有 2 重覆。一組為第一日加 GABA，清洗後第二日加入矽藻及抗生素(0.5 ppm 青黴素和鏈黴素)；另一組則第一日未添加 GABA，第二日也未加抗生素，僅加入矽藻。在顯微鏡下每日觀察九孔苗的型態變化，移除死亡的幼苗，並更換新海水(海水鹽度為 32 psu) 及加抗生素。培養皿靜置於植物生長箱中，溫度維持在 25 °C、光照 60 μ E、光週 14L:10D，實驗進行至幼苗孵化後第 28 天 (28 dph) 結束。

(三) 實驗三

九孔雌親貝為台東養殖種，雄親貝為台南養殖種，均取單一粒，東部海洋生物研究中心進行升溫降溫，刺激排卵排精，進行人工授精 (2005 年 10 月 17 日)。受精卵洗淨後，置於塑膠桶打氣，在浮游苗孵出後 1 h 時，以網收集，裝入 PET 桶攜回東港。因為東港海水鹽度較低，經 2 小時將鹽度從 34 ppt 降至 27.2 ppt，取此孵出後 9 h 浮游苗 (孵化後第 1 天，簡稱 1 dph，活力不佳)，依下述操作測試 6 種矽藻，對東南九孔苗 (簡稱 TN) 活存與成長的影響。

將長有附著矽藻培養皿中的水倒掉，用滅菌過的海水沖洗藻膜，移除附著不佳的藻體後，加入添加抗生素的滅菌海水，取上述東南九孔浮游苗約 100 隻放入，置於溫度 25 °C、光照 60 μ E、光週 14L:10D 之生長箱。每日移除死亡苗，並以含抗生素海水完全更新，直到大部分苗死亡結束，並以顯微鏡上之量尺測量殼長。每一培養皿為單一藻種，每一藻種 4 重覆。

(四) 實驗四

取卵巢及精巢已成熟的基隆野生種及台南養殖種 (3 齡) 雌雄親貝各 6 粒，置入 3~6 L 水桶，每桶一粒，以換水刺激誘導排卵排精 (2005 年 11 月 2 日)。台南養殖種雌貝 6 粒全數產卵，產量介於 35,000~1,305,000 粒。野生雌貝僅有 1 粒產卵，卵量 1,551,000 粒。雄貝 12 粒中則僅有 1 粒台南養殖種貝排精，取之與野生種雌貝產的卵受精。受精卵置於 15 L 的壓克力缸，受精率為 95%，授精後 13 h 孵出，孵出苗僅約 10% 浮於水面，水底

的孵出苗均畸形。取孵出後 1 h 浮游苗 (孵化後第 1 天，簡稱 1 dph)，移入培養皿、3 L 壓克力槽及 250 L FRP 槽，測試 3~11 矽藻對九孔和南苗 (雌貝為和平島野生種，雄貝為台南養殖種，簡稱 HN) 活存與成長的影響。

結 果

一、東東九孔苗在 3 種矽藻 5 種照度

三種矽藻在玻片上的密度介於 16 ~ 119 x 1000 cells/cm²，隨養殖照度增加而增加，鏡舟形藻 (*N. cf lenzii*) 細胞較大密度較低 (Table 2)。

孵出後 16 h 之東東九孔苗移入培養皿的第 2 天，沒有矽藻的對照組，其活存較高為 90 \pm 4%，其次依序為清晰雙眉藻 (*A. luciae*) 組 66 \pm 13%、左彎菱形藻 (*N. laevis*) 組 56 \pm 19%及鏡舟形藻組 47 \pm 16%。若將各光照之 4 種處理 (Table 2) 加以平均，則低光照組的活存較高，10 μ E 組為 72 \pm 22%，25 μ E 組為 73 \pm 21%，高光照 50 ~ 100 μ E 組較低為 59~61%。

至 10 dph 九孔苗變態附著時，也是對照組的活存較高 (14 \pm 9%)，照度 50 μ E 組活存最佳 (23%)，而高光照 100 μ E 組全死；但清晰雙眉藻及左彎菱形藻組，僅在高光照 100 μ E 有活存 (分別為 5% 及 4%)，而鏡舟形藻組則全死 (Table 2)。

二、南南九孔苗添加迦瑪-安基丁酸及抗生素

孵出後 36 h 之南南九孔苗移入培養皿之第二天 (3 dph)，活存率為 15~54%；移入當天添加迦瑪-安基丁酸 (GABA) 組共 12 重複的活存率為 39 \pm 9%，高於未添加組的 24 \pm 5% (Table 3)。第二天換水後投餵單一矽藻，在第一天加 GABA 第二天後每天換水及添加抗生素組，其 6 種矽藻組活存的平均值，較 2 種藥物都未添加者高，4 dph 及 20 dph 分別為 29 \pm 15% vs 12 \pm 7% 及 3 \pm 5% vs 1 \pm 3% (Table 3)。

添加 GABA 及抗生素組至 7~10 dph 時為圍口殼幼期 (變態)，6 種矽藻中以扁圓卵形藻多孔變種 (*C. placentula* var. *euglypta* 簡稱卵形藻) 組的活存最佳 (19 \pm 4%)，至 20 dph 時也是以卵形藻為

Table 2 Survival rate of TT abalone post-larvae cultured in Petri dish at 5 photosynthetically active radiation (PAR) ($\mu\text{E} = \mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$) fed with 3 diatoms grew on cover glass under the same light showing the algae density at 1st day post hatch of larvae

PAR (μE)	<i>Amphora luciae</i>	<i>Navicula cf lenzii</i>	<i>Nitzschia laevis</i>	Blank
	Algae density (1000 cells / cm^2) at 1 dph			
10	16	17	57	0
25	31	34	58	0
50	33	26	61	0
75	51	38	63	0
100	66	32	119	0
PAR (μE)	Survival (%) at 2 dph			
10	65	43	86	92
25	86	50	59	95
50	67	24	57	86
75	55	48	44	90
100	55	68	35	87
PAR (μE)	Survival (%) at 7 dph			
10	0	0	0	46
25	0	0	0	25
50	5	0	0	32
75	0	0	3	8
100	5	0	4	7
PAR (μE)	Survival (%) at 10 dph			
10	0	0	0	17
25	0	0	0	20
50	0	0	0	23
75	0	0	0	8
100	5	0	4	0

最佳 ($8 \pm 10\%$)。GABA 及抗生素均不添加組，至 10 dph 時以簡單雙眉藻 (*A. exigua*) 組的活存最佳 ($4 \pm 6\%$)，而鏡舟形藻、清晰雙眉藻及半舟形藻 2 等 3 組均全死；至 20 dph 時僅簡單雙眉藻及殼皮菱形藻 (*N. palea*) 各一重複有活存 (Table 3)。

每種矽藻 4 個培養皿中，從 3 dph 至 28 dph 最佳的九孔苗活存曲線如 Fig. 1 所示，6 種矽藻中有 5 種在添加 GABA 及抗生素組活存最好，只有簡單雙眉藻 (*A. exigua*) 在未添加組較好。在變態

附著前死亡率高於 50%，隨後死亡率不再急降。

三、東南九孔苗投餵 6 種矽藻

孵出後 7 h 的東南九孔苗，經 2 h 降低鹽度 (34 ppt 至 27.4 ppt) 移入 6 種不同矽藻的培養皿，第 2 天 (2 dph) 的活存高達 93 ~ 96%，變態後 10 dph 降為 31 ~ 65%，至 20 dph 再降至 1 ~ 52%，22 dph 時為 1 ~ 48%、殼長介於 0.40 ~ 0.77 mm (Table 4)。

Table 3 Survival of NN abalone post-larvae cultured in Petri dish with gamma-amino butyric acid added at 2nd days post hatch, diatoms at 3rd dph and change of sea water daily with or without antibiotic

Diatom species	Sea water 2 dph	Survival (%)		Survival (%)			
		3 dph	+ daitom 3 dph	4 dph	7 dph	10 dph	20 dph
<i>Amphora exigua</i>	+GABA	31	+antibiotic	19	14	4	0
		28		9	3	0	0
	-GABA	24	-antibiotic	16	9	9	9
		20		13	3	1	0
<i>Amphora luciae</i>	+GABA	38	+antibiotic	33	29	23	1
		31		26	15	4	0
	-GABA	24	-antibiotic	18	0	0	0
		21		6	0	0	0
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	+GABA	54	+antibiotic	48	35	23	15
		44		38	25	16	1
	-GABA	25	-antibiotic	18	1	0	0
		30		23	11	4	0
<i>Navicula cf lenzii</i>	+GABA	45	+antibiotic	40	18	11	5
		33		0	0	0	0
	-GABA	28	-antibiotic	16	5	0	0
		15		11	0	0	0
<i>Nitzschia palea</i>	+GABA	50	+antibiotic	45	15	9	5
		40		30	8	3	0
	-GABA	33	-antibiotic	20	13	10	4
		25		0	0	0	0
<i>Seminavis</i> sp. 2	+GABA	48	+antibiotic	43	33	25	4
		33		25	1	0	0
	-GABA	23	-antibiotic	5	0	0	0
		28		3	0	0	0
6 diatom species	+GABA	39 ± 9	+antibiotic	29 ± 15	16 ± 12	10 ± 10	3 ± 5
	-GABA	24 ± 5	-antibiotic	12 ± 7	3 ± 5	2 ± 4	1 ± 3

投餵 6 種不同矽藻，從 1 dph 至 22 dph 九孔苗其 4 重複平均值的活存曲線如 Fig. 2 所示，各藻組的活存在 15 dph 後趨於穩定。在變態期 10 dph 的活存率，以卵形藻、鏡舟形藻較高；清晰雙眉藻附著就死，重複間差異大 ($34 \pm 30\%$)；半舟形藻 2 浮游期長、附著率低；簡單雙眉藻變態後就死。變態後至 22 dph，以卵形藻的活存 ($48 \pm 11\%$) 及成長 (0.77 ± 0.14 mm) 最好，鏡舟形藻及半舟形

藻 2 的活存 (12 ~ 13%) 其次，但其成長 (0.46 ~ 0.49 mm) 較殼皮菱形藻及清晰雙眉藻差。

四、和南九孔苗在培養皿或浪板

孵出後 1 h 之和南九孔浮游苗，移入 11 種不同矽藻的培養皿，至 13 dph 時以曲殼藻 (*Achnanthes* sp.)、簡單雙眉藻及半舟形藻

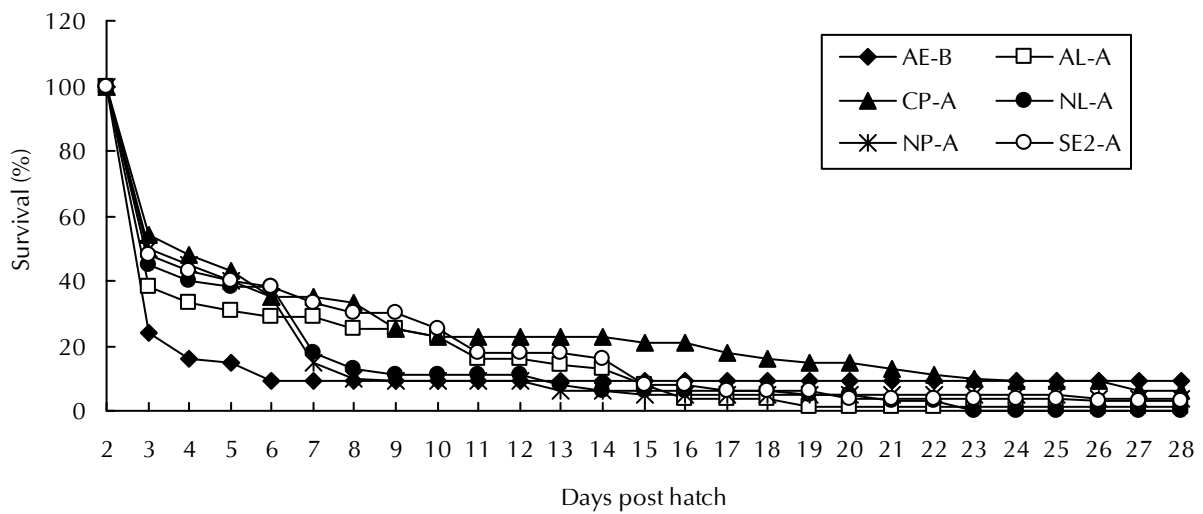


Fig. 1 Survival of NN abalone post-larvae cultured in Petri dish with gamma-amino butyric acid added (-A) at 2nd days post hatch, diatoms at 3rd dph and change of sea water daily with (-A) or without (-B) antibiotic (AE: *Amphora exigua*, AL: *Amphora luciae*, CP: *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, NL: *Navicula cf lenzii*, NP: *Nitzschia palea*, SE2: *Seminavis* sp. 2).

Table 4 Survival and growth of TN abalone post-larvae fed with 6 diatoms grew in Petri dish from 1st day post hatch and daily change of sea water with antibiotic

Diatom species	Survival (%)				Shell length (mm)
	2 dph	10 dph	20 dph	22 dph	22 dph
<i>Amphora exigua</i>	96 ± 1	56 ± 5	1 ± 1 ^c	1 ± 1	0.40 ± 0.00 ^d
<i>Amphora luciae</i>	94 ± 1	34 ± 30	5 ± 8 ^{bc}	4 ± 5	0.53 ± 0.07 ^c
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	96 ± 1	63 ± 6	52 ± 7 ^a	48 ± 11	0.77 ± 0.14 ^a
<i>Navicula cf lenzii</i>	95 ± 1	65 ± 9	15 ± 12 ^b	13 ± 12	0.49 ± 0.07 ^{cd}
<i>Nitzschia palea</i>	93 ± 3	31 ± 8	9 ± 7 ^{bc}	8 ± 7	0.62 ± 0.11 ^b
<i>Seminavis</i> sp. 2	95 ± 1	71 ± 2	14 ± 9 ^b	12 ± 9	0.46 ± 0.05 ^{cd}

(*Seminavis* sp. 2) 為餌組的九孔苗全死，其餘 8 種餌藻組之活存率介於 0.5 ~ 5.5%，每種藻 4 重複的差異大，因此活存率及總幼苗數各組間無顯著差異 (Table 5 I)。但以每組 4 重複中活存最好的總幼苗量，依底面積換算為每 100 cm² 的數量，則以潛艇曲殼藻 (*A. submarina*)、卵形藻、穀皮菱形藻及鏡舟形藻為餌組較高 (16 ~ 19 隻/100 cm²)；且前三種藻組的殼長 (0.53 ~ 0.58 mm) 顯著大於其他藻種組 (0.45 ~ 0.48 mm)，但鏡舟形藻組 (0.41 mm) 則最小。

同樣的和南浮游苗，移入微打氣掛有 8 片浪板壓克力槽，至 19 dph 以 6 種不同矽藻為餌九孔的活存率介於 9 ~ 21%，高於培養皿組；但因 3 重複差異大，各藻種間未有顯著差異 (Table 5 II)。若換算為 100 cm² 的幼苗密度，也是以潛艇曲殼藻、卵形藻、穀皮菱形藻及鏡舟形藻為餌組較高 (13 ~ 16 隻/100 cm²)，卵形藻為餌組的殼長 (0.96 mm) 則顯著大於其他藻種組 (0.80 ~ 0.93 mm)。

移入掛有 8 片浪板 FRP 槽，至 20 dph 時以 3 種不同矽藻為餌九孔苗的活存率介於 0.68 ~

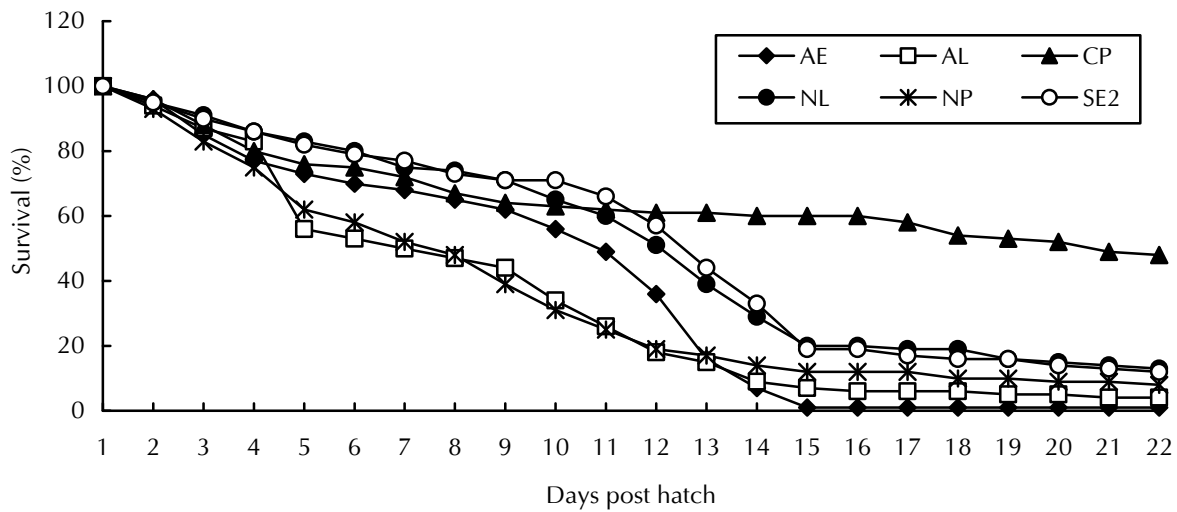


Fig. 2 Survival of TN abalone post-larvae fed with 6 diatoms grown in Petri dish from 1st day post hatch and change of sea water daily with antibiotic (AE: *Amphora exigua*, AL: *Amphora luciae*, CP: *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, NL: *Navicula cf. lenzii*, NP: *Nitzschia palea*, SE2: *Seminavis* sp. 2).

2.15%，從殼長、總幼苗數及 100 cm^2 的幼苗密度加以比較，均以潛艇曲殼藻為餌組最佳 (Table 5 III)。每一藻種僅有一槽，每片浪板上的幼苗數量差異也大，其平均值分別為 511 ± 215 隻/片 (潛艇曲殼藻)、 342 ± 204 隻/片 (簡單雙眉藻) 及 161 ± 78 隻/片 (殼皮菱形藻)，也以潛艇曲殼藻為餌組較高。

九孔和南浮游苗在 3 L 壓克力槽浪板之活存率及育苗密度，顯著高於 250 L FRP 槽浪板者。壓克力槽養殖者先養藻 7 天，浪板藻濃度較高，潛艇曲殼藻 $660,000\text{ cells/cm}^2$ 、殼皮菱形藻 $1,380,000\text{ cells/cm}^2$ ，養殖期間換水 2 ~ 3 次有打氣。而 FRP 槽者於附苗前一天才接藻，雖連續照光，浪板藻濃度較低，潛艇曲殼藻僅 $270,000\text{ cells/cm}^2$ 、殼皮菱形藻 $240,000\text{ cells/cm}^2$ ，因此活存密度較低，但殼長 (0.91 ~ 1.10 mm) 稍大，養殖期間未換水有打氣。在培養皿則僅換水而無打氣，因此相同密度下 (13 ~ 19 隻/ cm^2)，養殖到 13 dph 時的活存僅 4 ~ 5%、殼長 0.41 ~ 0.58 mm；而壓克力槽養殖者到 19 dph 活存 16 ~ 21% 約 4 倍，殼長 0.80 ~ 0.96 mm 約 2 倍 (Table 5)。

討 論

本研究以不同季節 (2 月、9 月、10 月及 11

月)、由不同的雌雄種貝，產出的九孔苗共四批，進行四項矽藻對九孔苗影響實驗。前三批浮游苗自東部海洋生物中心取得 (實驗一至三)，第四批則為自己人工繁殖取得 (實驗四)。實驗一先測試以色列引入的 3 種矽藻，它們是 17 種藻類中，最能誘導皺紋盤鮑苗 (*Haliotis discus hannai*) 附著的種類 (Gordon *et al.*, 2004)；實驗二及三測試 6 種矽藻，含自本土分離的 4 種及使鮑苗成長較佳的 2 種以色列藻 (Gordon *et al.*, 2006)；實驗四再增加本土分離的 5 種矽藻共 11 種，除培養皿外，另以養殖較佳的藻種，測試在浪板及打氣下對九孔苗的影響。除了浮游苗源自的種貝不同外，實驗方法均從前一次實驗結果稍加修正，使能更多面向的瞭解矽藻種類對九孔幼苗培育的影響。

實驗一比較光照與矽藻種類對東東九孔浮游苗附著變態的影響，觀察到浮游苗被藻細胞黏住，所以試驗第二天苗的數量就較無矽藻的對照組少，且第七天時大多數已死亡。Roberts *et al.* (2007) 報導許多矽藻種類會干擾附苗，有些種類移動快速使苗窒息、有些分泌的物質太黏會纏繞苗。探討九孔黏液、矽藻膜與 3 株細菌，對九孔苗附著的誘導率，Bryan and Qian (1998) 指出九孔黏液與矽藻膜的混合最佳，且附著後幼蟲的活存也最好，矽藻膜分離的 3 株細菌中，僅有一株有加強效用。Roberts *et al.* (2007) 則綜論藻膜的細菌

Table 5 Survival rate and growth of HN abalone post-larvae fed with various diatoms from 1st day post hatch in Petri dish, acrylic tank and FRP tank

Algal species	Algae (10^5 cells/cm ²)	Shell length (mm)	Survival (%)	Number of juvenile	
				Total	100 cm ²
(I) Petri dish (n=4) 13 dph					
<i>Achnanthes parvula</i>	—	0.53 ± 0.05 ^{ab}	1.3 ± 1.9	1 ± 2	5
<i>Achnanthes</i> sp.	—	—	0	0	0
<i>Achnanthes submarina</i>	—	0.53 ± 0.06 ^{ab}	4.5 ± 2.9	4 ± 3	17
<i>Amphora exigua</i>	—	—	0	0	0
<i>Amphora luciae</i>	—	0.48 ± 0.04 ^{abc}	0.5 ± 1.0	1 ± 1	2
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	—	0.57 ± 0.03 ^a	4.0 ± 8.0	4 ± 8	16
<i>Entomoneis alata</i>	—	0.47 ± 0.04 ^{bc}	2.5 ± 3.0	2 ± 3	9
<i>Navicula</i> cf. <i>lenzii</i>	—	0.41 ± 0.04 ^c	4.3 ± 8.5	4 ± 8	16
<i>Nitzschia palea</i>	—	0.58 ± 0.10 ^a	5.5 ± 9.7	5 ± 8	19
<i>Seminavis</i> sp. 1	—	0.45 ± 0.00 ^{bc}	0.8 ± 1.5	1 ± 1	2
<i>Seminavis</i> sp. 2	—	—	0	0	0
(II) Acrylic tank (n=3) 19 dph					
<i>Achnanthes parvula</i>	23	0.91 ± 0.17 ^{ab}	10 ± 3	99 ± 31	8
<i>Achnanthes</i> sp.	1.9	0.81 ± 0.15 ^b	9 ± 8	86 ± 80	7
<i>Achnanthes submarina</i>	66	0.80 ± 0.14 ^b	21 ± 7	206 ± 73	16
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	287	0.96 ± 0.14 ^a	16 ± 6	164 ± 64	13
<i>Navicula</i> cf. <i>lenzii</i>	77	0.80 ± 0.14 ^b	21 ± 13	207 ± 128	16
<i>Nitzschia palea</i>	138	0.93 ± 0.16 ^{ab}	20 ± 8	196 ± 80	15
(III) FRP tank (n=1) 20 dph					
<i>Achnanthes submarina</i>	27	1.08 ± 0.25	2.15	4083	11
<i>Amphora exigua</i>	12	1.10 ± 0.19	1.44	2734	7
<i>Nitzschia palea</i>	24	0.91 ± 0.22	0.68	1284	3

相是該藻種能成功誘引鮑苗變態的關鍵，因此相同的矽藻種類因增殖期不同致細菌相改變會影響附苗率，添加抗生素 (150 ppm 青黴素與鏈黴素) 則會降低藻膜對鮑苗的附著與變態。不同光照會影響矽藻的生長，也可能產生不同的菌膜，而無矽藻的對照組也可能有菌膜可用。在後續試驗於孵化後不同日數開始投餵矽藻，比較 2 種光照與 3

種矽藻的影響，結果顯示矽藻類別與光照均有影響，延遲至孵化後第 3 天才投矽藻組活存率提升，但至第七天才給藻組雖可活數天，最後仍全數死亡 (Su *et al.*, 2008)。然而 Stott *et al.* (2004) 以人工飼料養殖九孔 (*Haliotis diversicolor supertexta*) 苗 4 週，卻指出自然光 (約 140 μ E) 與完全遮黑下九孔苗的活存率與殼長沒有差異。此可能如 Roberts

et al. (2007) 綜論藻膜的菌相是關鍵因子。

有些研究指出 GABA 對黑鮑、九孔及紅鮑幼蟲的附著可能有誘引，卻對變態或後續的活存有有害 (Akashige *et al.*, 1981; Liu *et al.*, 1986; Slattery, 1992)。因此實驗二改為第一天添加 GABA，第二天換水後再投餵矽藻，結果顯示添加 GABA 後之活存有提昇。每日換水並添加低劑量抗生素 (0.5 ppm 青黴素與鏈黴素)，6 種矽藻中有 5 種養九孔苗的活存較未加抗生素組高，有 1 種未加抗生素組較高，可能與該藻菌膜不同有關。於是為避免矽藻分泌物纏住九孔苗，實驗三及實驗四之培養皿試驗，先移除附著不佳的藻體，並加入低劑量抗生素。有關藻種、菌相與抗生素等與九孔育成的關聯性，仍待更多試驗來究明。

矽藻對九孔苗培育的影響有二個層面，第一項會產生誘引物質吸引浮游苗附著與變態，而更重要的是作為餌料提供營養物質，促使幼苗成長發育。九孔與皺紋盤鮑 (Seki and Kanno, 1981) 在附著與變態行為表現相同，九孔的附著行為在 22 °C 下於受精後 48 h 開始，若基質不適，隨後幼蟲可能離開基質，繼續浮游超過 96 h；變態則是不可逆的現象，可在受精後 96 h 發生 (Bryan and Qian, 1998)。以培養皿每日換水方式觀察到，九孔浮游苗在孵出後 7 ~ 10 天 (7 ~ 10 dph) 逐漸變態 (Table 2, 3,4)。變態後以卵形藻、潛艇曲殼藻、殼皮菱形藻及鏡舟形藻為餌的九孔活存較佳，半舟形藻浮游期長、附著率低，清晰雙眉藻附著就死，簡單雙眉藻變態就死；實驗結束九孔殼長則以卵形藻為餌組最大。

河村知彥 (1995) 研究發現適合作為鮑苗初期餌料的矽藻，大多屬匍匐滑走型、匍匐固著型及附著柄單體型。本研究用來試驗九孔苗的矽藻共有 12 種，包括匍匐滑走型的舟形藻 1 種、菱形藻 2 種、雙眉藻 2 種、半舟形藻 2 種、繭形藻 1 種，匍匐固著型的卵形藻 1 種，以及附著柄單體型的曲殼藻 3 種。九孔苗活存率及成長較佳的為潛艇曲殼藻、卵形藻、殼皮菱形藻及鏡舟形藻，同為曲殼藻之其他 2 個藻種，則因較大不宜作為剛變態小幼苗的餌料。楊(2004)比較 5 種矽藻投餵九孔苗 4 週的活存數，指出盾卵形藻 (*Cocconeis scutellum*) 及新月細柱藻 (*Cylindrotheca closterium*)，較繭形藻、雙凸眉藻 (*Amphora biggiba*)

及半舟形藻為高。李(2008)報導檸檬曲殼藻 (*Achnanthes citronella*)、盾卵形藻微小變種 (*Cocconeis scutellum* var. *minutissima*)、咖啡雙眉藻 (*Amphora coffeaeformis*)、多枝舟形藻 (*Navicula ramosissima*) 和新月細柱藻，都能夠提高九孔幼體的活存率，與對照組的育苗效果相比，5 種矽藻提高九孔幼體活存率的百分比分別為 42.99%、37.55%、17.91%、30.91% 及 8.02%，也是卵形藻及曲殼藻類較高。受精後 12 天齡的九孔苗以 7 種微細藻養殖 28 天，活存與成長較好的三種矽藻為：爪哇曲殼藻亞縊變種 (*Achnanthes javanica* var.)、流水雙眉藻 (*Amphora fluminensis*) 及亞歷山大菱形藻 (*Nitzschia alexandrina*)，個體小或者細胞外泌物量大的藻種，可能對九孔早期幼貝的培養是有利的(郭等, 2007)。與其他矽藻比較，*Nitzschia grossestriata* 有足夠的脂質含量 (7 ~ 13.7%) 及溶解性胞外多醣體 (ca. 50 ~ 212 pg/100 μm^2)，作為九孔的食物，有最佳的活存率 (Chen, 2007)。

綜論矽藻作為鮑苗的餌料效益，Kawamura *et al.* (1998) 報導重要的因子是鮑苗對矽藻的消化率，而影響消化率的是矽藻的附著強度、構造強度及細胞形態，且個別元素的重要性，會隨鮑苗的成長有所改變，例如附著力強的假邊卵形藻 (*Cocconeis pseudomarginata*) 及盾卵形藻，虹鮑要在 > 1 mm、黑鮑 > 0.8 mm、黑唇鮑在附著後 18 天，才能利用該藻加速成長；附著力強且有附著柄的日本種長柄曲殼藻 (*Achnanthes longipes*) (31.9 × 20.6 μm)，虹鮑要在 0.75 ~ 1.3 mm、黑鮑在 1.5 ~ 2 mm 才能利用，而細胞更大的紐西蘭種長柄曲殼藻 (76.3 × 26.7 μm)，虹鮑要在 2 mm 時才能攝取。本研究使用的卵形藻 (5 × 3 μm) 及潛艇曲殼藻 (10 × 4 μm)，細胞較小且附著力較強，適合在九孔苗早期投餵，較大的舟形藻 (24 × 4 μm) 在苗後期補充，這樣的投餵法已育成九孔幼苗數批 (未發表)。

九孔和南浮游苗在 3 L 壓克力槽浪板的活存率及育苗密度，顯著高於在 250 L FRP 槽浪板養殖者，可能源於浪板的初始藻密度較高。而培養皿雖有換水但無打氣，因此相同密度下 (13 ~ 19 隻/cm²)，養殖到 13 dph 時僅有 4 ~ 5% 的活存，但壓克力槽養殖者到 19 dph 有 4 倍的活存 (16 ~

21%)。何 (未發表) 比較花蓮深層海水與表層水養殖九孔幼苗的活存與成長, 顯示混合 2 種水最佳。這些結果突顯矽藻數量與水質的重要性, 因此如何提供足量的優質矽藻並維護養殖環境, 對九孔苗的育成也具有關鍵性的影響力。

以卵形藻為餌, 雄親貝相同的南南、東南及和南三批九孔幼苗的活存, 分別為 12%、48% 及 4%, 顯示雌親貝及浮游幼蟲的操作 (實驗二至四) 對貝苗的品質有影響; 雌親貝分別來自台南養殖種、台東養殖種及基隆和平島野生種。九孔因適應地區性環境, 經過 20 多年演變, 漸演化出稱為臺東貝及台南貝。從現場的繁殖情形, 二種貝的產卵特性, 如貝齡、產卵期、溫度催產的時程、雌貝產卵量、浮游苗畸形率、適鹽範圍及附苗期成長速度等, 是不一樣, 有地域上的差異 (蘇等, 2006)。日本學者 (M. Hara) 在研習會上報告, 以基因標誌瞭解, 放流後存活的黑鮑子代, 大多數來自少數幾個族群 (Family) 的母貝。而 Takami *et al.* (2000) 也發現幼苗變態後不予餵食, 其中有一批黑鮑苗在 4 天後, 活存與成長顯著被抑制, 另一批則在停止餵食 5 天後還沒有很大的影響, 並推論此可能因親貝提供的卵黃量與育苗水中取得的可溶性有機物不同, 導致變態後鮑體的營養量不一樣。因此為提供優質九孔幼苗, 將來需從選種育種建立優良種貝品系, 並在適當時機提供合適且足量的餌料矽藻, 所以也須建立矽藻的養殖技術。

參考文獻

- 何源興, 王淵良 (1998) 二種麻醉劑對九孔稚貝之剝離效果. 水產研究, 6(1): 17-23.
- 何源興, 陳哲明, 陳文義 (2003) 在不同用水處理及給餌條件下九孔種苗生產效果之比較試驗. 水產試驗所特刊第 1 號: 九孔種苗生產及病害防治 (丁雲源, 楊鴻禧編), 57-62.
- 呂軍儀, 陳志勝, 吳金英, 曾華, 蘇冠華 (2001) 雜色鮑的胚胎發育. 動物學報, 47(3): 317-323.
- 李國誥, 劉秉忠, 黃之暘, 吳韋毅 (2003) 養殖九孔細菌性疾病調查研究. 水產試驗所特刊第 1 號: 九孔種苗生產及病害防治 (丁雲源, 楊鴻禧編), 25-30.
- 李振華 (2008) 鮑魚幼體優質餌料的篩選、培育及其應用研究. 廈門大學碩士論文, 103 pp.
- 沈士新, 趙文榮 (2003) 附著板上附著性藻類對九孔幼苗之附苗及成長效應之探討. 水產試驗所特刊第 1 號: 九孔種苗生產及病害防治 (丁雲源, 楊鴻禧編), 31-40.
- 周賢鏘 (2003) 宜蘭地區九孔幼生死亡之調查. 水產試驗所特刊第 1 號: 九孔種苗生產及病害防治 (丁雲源, 楊鴻禧編), 21-22.
- 張繼修 (1999) 三種海洋矽藻之生長與附著. 國立臺灣海洋大學水產養殖所碩士論文, 66 pp.
- 陳弘成, 楊鴻禧 (1979) 九孔之人工繁殖. 中國水產, 314: 3-9.
- 陳冠全 (2004) 舟形藻 *Navicula* sp. 及雙眉藻 *Amphora* sp. 在不同溫度及光照下之成長及植入此二種矽藻對九孔附著苗活存之研究. 國立台灣海洋大學水產養殖所碩士論文, 111 pp.
- 郭峰, 柯才煥, 周時強 (2007) 不同單胞藻餌料培養九孔鮑早期稚貝的研究. 中國水產科學, 14(2): 263-269.
- 楊錫鑫 (2004) 九孔培育池底棲性矽藻之分類培養純化及其應用於九孔幼苗養殖之研究. 國立台灣海洋大學水產養殖所碩士論文, 154 pp.
- 楊鴻禧, 陳弘成 (1979) 溫度與鹽度對九孔胚胎發育之影響. 海洋彙刊, 21: 78-84.
- 楊鴻禧, 李榮涼, 陳敏隆, 丁雲源 (2003) 台灣南部九孔幼生病害原因之調查研究. 水產試驗所特刊第 1 號: 九孔種苗生產及病害防治 (丁雲源, 楊鴻禧編), 1-20.
- 蘇惠美, 曾福生, 周賢鏘 (2006) 臺灣鮑優質種苗之生產. 中華民國水產種苗協會「優質種苗與水產養殖」專刊, 134-143.
- 蘇惠美, 張銀戀, 鄭伊惠, 王淑欣, 陳紫嫻 (2008) 九孔苗池之底棲矽藻的分離與鑑定. 水產研究, 16(1): 39-54.
- 河村知彥 (1995) 付着珪藻群落の變動機構. 海洋, 27: 591-596.
- Akashige, S., T. Seki, H. Kan-No and T. Nomura. (1981) Effects of δ -aminobutyric acid and certain neurotransmitters on the settlement and the metamorphosis of the larvae of *Haliotis discus hannai* Ino (Gastropoda). Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 43: 37-45.
- Bryan, P. J. and P. Qian (1998) Induction of larval attachment and metamorphosis in the abalone *Haliotis diversicolor* (Reeve). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 223: 39-51.
- Chang, P. H., S. T. Kuo, S. H. Lai, H. S. Yang, Y. Y. Ting, C. L. Hsu and H. C. Chen (2005) Herpes-like virus infection causing mortality of cultured abalone *Haliotis diversicolor supertexta* in Taiwan. Dis. Aquat. Org., 65(1): 23-27.
- Chen, Y. C. (2007) Immobilization of twelve benthic

- diatom species for long-term storage and as feed for post-larval abalone *Haliotis diversicolor*. *Aquaculture*, 263: 97-106.
- Gallardo, W. G. and S. M. A. Buen (2003) Evaluation of mucus, *Navicula*, and mixed diatoms as larval settlement inducers for the tropical abalone *Haliotis asinina*. *Aquaculture*, 221: 357-364.
- Gordon, N., A. Neori, M. Shpigel, J. Lee and S. Harpaz (2006) Effect of diatom diets on growth and survival of the abalone *Haliotis discus hannai* postlarvae. *Aquaculture*, 252: 225-233.
- Gordon, N., M. Shpigel, S. Harpaz, J. Lee and A. Neori (2004) The settlement of abalone (*haliotis discus hannai* Ino) larvae on culture layers of different diatoms. *J. Shellfish. Res.*, 23 (2): 561-568.
- Kawamura, T., Roberts, R.D. and Takami, H. (1998) A review of the feeding and growth of postlarval abalone. *J. Shellfish. Res.*, 17: 615-625.
- Lee, K. K., P. C. Lin, Y. C. Chen and C. Y. Huang (2001) The implication of ambient temperature with outbreak of vibriosis in culture small abalone *Haliotis diversicolor supertexta* Lischke. *J. Therm. Biol.*, 26: 585-587.
- Liu, L. L., L. S. Chu and K. H. Chang (1986) Negative effect of γ -aminobutyric acid (GABA) on the settlement of larvae of the small abalone, *Haliotis diversicolor supertexta* Lischke. *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica*, 25(1): 1-5.
- Liu, L. L., L. S. Chu and K. H. Chang (1987) Early development, survival, and growth of the abalone *Haliotis diversicolor supertexta* Lischke in Taiwan. *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica*, 26(1): 9-17.
- Roberts, R. D., T. Kawamura and C. M. Handley (2007) Factors affecting settlement of abalone (*Haliotis iris*) larvae on benthic diatom films. *Journal of Shellfish Research*, 26(2):323-334.
- Seki, T. (1997) Biological studies on the seed production of the northern Japanese abalone, *Haliotis discus hannai* Ino. *Bull. Tohoku Natl. Fish. Res. Inst.*, 59: 1-71 (in Japanese with English abstract).
- Seki, T. and H. Kanno (1981) Induced settlement of the Japanese abalone, *Haliotis discus hannai*, veliger by the mucus of the juvenile and adult abalones. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 43: 29-36.
- Slattery, M. (1992) Larval settlement and juvenile survival in red abalone (*Haliotis rufescens*): an examination of inductive cues and substrate selection. *Aquaculture* 102:143-153.
- Stott, A. E., T. Takeuchi and Y. Koike (2004) Growth and survival of post-larval abalone *Haliotis diversicolor supertexta* (Lischke) using an alternative culture method in the light and dark. *J. Shellfish. Res.*, 23(4): 957-961.
- Su, H. M., Y. L. Chang, L. S. Hsieh and T. I. Chen (2008) Diatom diets and light intensity on the survival and growth of postlarval small abalone *Haliotis diversicolor*. *World Aquaculture*, May 19-23 2008, Busan, Korea.
- Takami, H., T. Kawamura and Y. Yamashita (2000) Starvation tolerance of newly metamorphosed abalone *Haliotis discus hannai*. *Fisheries Sci.*, 66: 1180-1182.

Effect of Diatoms on the Survival and Growth of Post-larval Abalone (*Haliotis diversicolor*)

Huei-Meei Su^{1*}, I-Lian Chang¹, Sui-Sin Wang¹, Lung-Sheng Hsieh¹, Tzyy-Ing Chen¹, Yuan-Shing Ho² and Fu-Sheng Tseng³

¹Tungkang Biotechnology Research Center, Fisheries Research Institute

²Eastern Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute

³Aquaculture Division, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

To find the resolution of diet algae associated problems in abalone *Haliotis diversicolor* post-larvae rearing, four experiments were conducted using the post-larval abalone produced from different spawners: TT type (female and male all from Taitung), NN type (female and male all from Tainan), TN type (female from Taitung but male from Taitung) and HN type (female from Ho-ping Island, Keelung but male from Tainan). In experiment 1, the survival of TT post-larval abalone at the second day (2 days post hatch, 2 dph), cultured in Petri dish at 5 light intensities, was better in the blank (86 ~ 95%) than those fed with 3 diatoms on cover glass (24 ~ 86%). At 10 dph metamorphosis finished, higher survival (8 ~ 23%) was found in the blank at 10 ~ 75 μ E, while 2 diatom groups survived (4 ~ 5%) only at 100 μ E. In experiment 2, the survival of NN abalone post-larvae at the next day, cultured in Petri dish, was better (39 \pm 9%) in the group addition with gamma-aminobutyric acid (GABA) than the group without addition (24 \pm 5%). The survival rates of abalone in the cultured periods after the 3rd day were better in the group, addition with GABA at 1st day then daily change of sea water with antibiotic and provided the diatom at 2nd day, than the group without both GABA and antibiotic addition. The best survival (8 \pm 10%) at 20 dph was found in the group providing the *Cocconeis placentula* var. *euglypta*. In Experiment 3, the same 6 diatoms grew in Petri dish was washed to remove the floating algae, then the TN abalone post-larvae were put in and sea water with antibiotic changed daily, the significantly best survival (51.5 \pm 7.3 %) at 20 dph and largest shell length (0.77 \pm 0.14 mm) at 22 dph was found in the group fed with *C. placentula* var. *euglypta*. In Experiment 4, using the same rearing method, the better growth (0.53 ~ 0.57 mm) of the HN abalone post-larvae at 13 dph was in the groups fed with *C. placentula* var. *euglypta*, *Nitzschia palea* and *Achnanthes submarina* among 11 diatoms, but their survival (4.0~5.5%) was not significantly different. Reared in the 3-L tank with plastic plates and aeration, at 19 dph the abalone fed with *C. placentula* var. *euglypta* showed again the significantly best growth (0.96 \pm 0.14 mm) but no different survival (16 \pm 6%) among 6 diatoms. Reared in 250-L tanks with plates and aeration, at 20 dph the abalone on each plate (511 \pm 215) and survival (2.15 %) was highest in the group fed with *A. submarina*, and the shell length was 1.08 \pm 0.25 mm. In conclusion, two diatoms *C. placentula* var. *euglypta* and *A. submarina* showed the better survival and growth for post-larval abalone *H. diversicolor*.

Key words: post-larval abalone *Haliotis diversicolor*, shell length, survival, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Achnanthes submarina*

*Correspondence: 67, Fongyu St., Tungkang, Pingtung 92845, Taiwan. TEL: (08) 832-4121; FAX: (08) 832-0234; E-mail: hmsu@mail.tfrin.gov.tw