

## 鹽度與溫度對台灣產牡蠣(*Crassostrea gigas*)眼點幼生附著之影響

戴仁祥 陳鴻議 周麗梅

### 摘要

本研究進行不同溫度與鹽度對牡蠣(*Crassostrea gigas*)眼點幼生附著之影響試驗。首先進行眼點幼生對於鹽度與溫度的耐受性試驗，將牡蠣眼點幼生( $348.6 \pm 26.1 \mu\text{m}$ )由最初鹽度與溫度為 20 ppt 與  $31^\circ\text{C}$  放入七種鹽度(10、15、20、25、30、35 與 40 ppt)及六種水溫(16、21、25、27.5、30、 $35^\circ\text{C}$ )下，約 2 小時後觀察其活動力，以瞭解在不同溫度與鹽度下之鹽度耐受度。在整個來看，低鹽度不耐低溫，如 10 ppt 下不適  $16^\circ\text{C}$  之低溫，但可在較高溫下；高鹽度下不耐高溫，如 35 ppt 僅在 16 及  $20^\circ\text{C}$  時活動較好。而在高鹽度 40 ppt 下各個溫度活動力均不佳。牡蠣眼點幼生可以耐受相當廣的鹽度範圍(10-35 ppt)。溫度耐受範圍為  $16\text{-}35^\circ\text{C}$ 。其次進行鹽度與溫度對牡蠣眼點幼生附著率之影響，以五種鹽度(15、20、25、30、35 ppt)，五種溫度(23、26、29、32、 $35^\circ\text{C}$ )，每組三重複。1 公升的燒杯飼養 1000 隻眼點幼生。以白色磁磚(表面積為  $13.11 \text{ cm}^2$ )置於燒杯底部作為附著基。投餵混合的藻類(*Tetrasemis* sp. 與 *Chaetoceras* sp.約 1:2)，使藻類濃度約在  $1\text{-}2 \times 10^4 \text{ cells/ml}$ ，每日飼育 2 次，每日換水 40%，96 小時後計算磁磚上的牡蠣苗附著數量，發現最佳溫度為  $26\text{-}32^\circ\text{C}$ 。最佳鹽度為 15-25 ppt。本研究顯示鹽度與溫度是牡蠣眼點幼生附著時的重要影響因子。

**關鍵詞：**巨牡蠣、眼點幼生、附著、鹽度、溫度

### 前言

牡蠣之產業分工一般為附苗與養成業，其中附苗的部分主要是在雲林嘉義沿海進行，由於近年來沿海工業區之發展與天然環境之變化，牡蠣附苗業常遭遇到產量與品質不穩定的問題，因而影響牡蠣產業之發展，因此有必要進行影響牡蠣附苗的相關因子之探討。影響牡蠣幼生附著的因子很多，計有溫度、鹽度、光線、潮水、月球效應、深度、附著基表面角度、附著基材料、附著基顏色、清潔度、群居性等(Quayle and Newkirk, 1989)

其中又以溫度與鹽度對浮游階段之幼生相當敏感，而且較其他因子更容易量測、操作與控制。一般認為牡蠣是屬於廣鹽性的生物(Quayle and Newkirk, 1989)，他們可以良好地適應溫度的變動(Angell, 1986)，但是對生理上卻有很嚴重的影響(Deksheniaks *et al.*, 1993)。

過去在自然環境下與實驗室裡，均有進行溫度與鹽度對其他雙殼貝的生長與發育的影響(Paul, 1980; Tettelbach and Rhodes, 1981)。在牡蠣方

面，Henderson (1983)指出 *C. gigas* 在溫度 30°C、鹽度 30 ppt 下有最大的附著率(35-40 %)；Lund (1971)對 *C. gigas* 的試驗指出在 30°C、22-34 ppt 有最佳的附著率；Devakie and Ali (2000)發現 *C. iredalei* 在 30°C、20 ppt 下有最適的附著率(31.4%)。因此不同地區，牡蠣對環境會有不同的適應，所以為瞭解台灣地區之牡蠣附著時的最佳條件資料，提供將來台灣地區附苗業與人工繁殖牡蠣苗之參考。故本試驗針對鹽度與溫度因子進行試驗，探討眼點幼生(eyed larvae)對於鹽度溫度的耐受性，及其最佳附著率的鹽度與溫度範圍。

### 材料與方法

本試驗所使用之眼點幼生為自行選擇種貝，在水溫 28-31°C，鹽度 22-25 ppt 下進行人工育苗，並培育至具有眼點與斧足(Fig.1)，體長在 350 μm 時進行本試驗。

#### 1. 眼點幼生對於鹽度與溫度的耐受性

本試驗利用 1 公升燒杯，注入 1 公升不同鹽度(10、15、20、25、30、35 與 40 ppt)之海水，並置放於恆溫水槽控制下之 16、21、25、30 與 35°C 等五種溫度下，放入 300-500 隻眼點幼生並於 2 小時後觀察其活動力，以瞭解在不同溫度下眼點幼生於各鹽度下之鹽度耐受度。其中活動遲緩而且大多數在底部者為活動力差(bad)，以“-”表示；活動力稍佳，但大多數仍在底部活動者為活動力普通(fair)，以“+”表示；移動活躍，且大多數可以上下移動為活動力佳(good)，以“++”表示之。

#### 2. 鹽度與溫度對牡蠣眼點幼生附著之

影響

以上一個實驗所獲得的鹽度與溫度耐受範圍(15-35 ppt 與 25-35°C)作為本試驗的條件範圍，因此本試驗採五種鹽度(15、20、25、30 與 35 ppt)，五種溫度(23、26、29、32 與 35°C)，每組三重複。1 公升的燒杯飼養 1000 隻眼點幼生。以乾淨的白色磁磚(表面積為 13.11 cm<sup>2</sup>)置於燒杯底部作為附著基。投餵混合的藻類(*Tetrasemis* sp. 與 *Chaetoceras* sp.約 1:2)，並保持藻類濃度約在  $1-2 \times 10^4$  cells/ml，每日飼育 2 次，每日換水 40%，96 小時後以立體解剖顯微鏡計算磁磚上的牡蠣苗(Fig. 2)附著數量，最後以 SAS 統計軟體進行 2-way ANOVA 及 Duncan's test 檢定顯著性差異。



Fig.1. The competent pediveliger, eyed-larvae, bar = 200μm. E: eye spot, F: foot



Fig. 2. The juvenile of oyster, bar = 400 μm.

## 結果

1. 眼點幼生對於鹽度與溫度的耐受性  
 在 25、30、35°C 下 10-30 ppt 均能維持良好的活動力，35 ppt 稍有活動力，而 40 ppt 均不佳。在 21°C 下 10-35 ppt 活動力均良好，40 ppt 不佳。16°C 時則因溫度變化較大(由 28-31°C 急速放入 16°C)，初時大多數沈降底部，活動力均差，為瞭解其回到正常溫度是否活動力能夠恢復，經過 1.5 小時後將其逐漸回溫到正常溫度 30°C 時，發現於鹽度 15-35 ppt 時活動力可以恢復良好，10 ppt 則活動力稍差，40 ppt 之活動力則不佳(Table 1)，活動力不佳者均是沈降底部微微振動甚至不動。活動力良好者會上下游動或在底部活潑地游動。

整個來看，牡蠣眼點幼生可以耐受相當廣的鹽度範圍(10-35 ppt)，而溫度耐受範圍為 21-35°C。

## 2. 鹽度與溫度對牡蠣眼點幼生附著之影響

本試驗各鹽度與溫度經過 Duncan's test 發現牡蠣眼點幼生在鹽度 15-35 ppt 之間其平均附著數的變化有這樣的關係：20 ppt > 15 ppt > 25 ppt > 30 ppt > 35 ppt，而發現 20、15 與 25 ppt 間無顯著差異，15、25 與 30 ppt 間無顯著差異，25、30 與 35 ppt 間無顯著差異，其平均附著數以鹽度 15-25 ppt 為最佳，30 ppt 次之，鹽度 35 ppt 為最差(Table 2)。牡蠣眼點幼生在溫度 23-32°C 之間其平均附著數的變化有這樣的關係：32°C > 29°C > 26°C > 23°C > 35°C，經 Duncan's test 認為 32°C、29°C 與 26°C 間無顯著差

異，26°C、23°C 與 35°C 間無顯著差異，其平均附著數較佳之溫度為 26-32°C，其次為 23°C，最差之溫度為 35°C (Table 2)。

鹽度在 15-35 ppt，溫度在 23-32°C 下，對牡蠣眼點幼生之平均附著數經 2-way ANOVA 檢測兩者間無交互作用，但是鹽度間與溫度間的平均附著數有極顯著差異( $P < 0.001$ )(Table 3)。

## 討論

### 1. 眼點幼生對於鹽度與溫度的耐受性

在整個看來牡蠣眼點幼生在耐受鹽度與溫度下效應下，低鹽度不耐低溫，如 10 ppt 下不適 16°C 之低溫，但可在較高溫下：高鹽度下不耐高溫，如 35 ppt 僅在 16 及 20°C 時活動較好，在高溫時(25-35°C)則不佳。在葉等(1995)之溫鹽度對石斑魚眼胞胚體發育之影響研究中也有同樣的現象。其幼生忍受性在 15-30 ppt 及水溫 15-35°C 均為其最適溫鹽範圍，適應範圍相當寬。Yaroslavtseva *et al.* (1991) 指出 *C. gigas* 的成員可以忍受至鹽度 24 ppt，較小的幼生可低至 16-18 ppt，與本試驗之眼點幼生可以忍受到 10 ppt 的鹽度的結果不同，是否與幼生培育時的鹽度(22-25 ppt)較低有關，有待進一步研究。

### 2. 鹽度與溫度對牡蠣眼點幼生附著之影響

在鹽度 15-35 ppt 及溫度 23-35°C 下，利用 2-way ANOVA 檢定發現鹽度間與溫度間的牡蠣眼點幼生之平均附著數有極顯著差異( $P < 0.001$ )，但是溫度與鹽度之間沒有交互作用。而 Henderson (1983) 在鹽度 5-30 ppt 及溫度 24-36°C 下則發現溫度與鹽度間有

Table 1. The activities of oyster eyed larvae in seven temperatures and six salinities

Temperature (°C)	Salinity (ppt)						40
	10	15	20	25	30	35	
16*	+	++	++	++	++	++	-
21	++	++	++	++	++	++	-
25	++	++	++	++	++	-	-
30	++	++	++	++	++	-	-
35	++	++	++	++	++	-	-

“-”:bad ; “+”:fair ; “++”:good

\* return to room temperature after 1.5 hour

Table 2. Mean of settlement ( $\pm$ S.D.) (individuals/cm<sup>2</sup>) of oyster larvae in combinations of five temperatures and five salinities..

Salinity (ppt)	Temperature (°C)				
	23	26	29	32	35
15	$0.69 \pm 0.66^b$	$2.52 \pm 1.17^a$	$1.96 \pm 1.21^{ab}$	$3.41 \pm 0.73^a$	$0.69 \pm 0.66^b$
20	$1.17 \pm 0.27^a$	$2.44 \pm 0.20^a$	$4.12 \pm 0.95^a$	$5.01 \pm 6.57^a$	$0.79 \pm 0.12^a$
25	$0.81 \pm 0.76^b$	$0.84 \pm 0.93^b$	$3.91 \pm 2.05^a$	$1.50 \pm 0.82^b$	$0.97 \pm 0.66^b$
30	$0.86 \pm 0.50^{ab}$	$1.65 \pm 0.65^a$	$0.99 \pm 0.08^a$	$1.11 \pm 1.24^a$	$0.20 \pm 0.12^b$
35	$0.48 \pm 0.04^a$	$0.86 \pm 0.62^a$	$0.66 \pm 0.56^a$	$0.28 \pm 0.12^a$	$0.20 \pm 0.18^a$

Within columns, means with a common subscript do not differ significantly (Duncan's test,  $P > 0.05$ ). Within rows, means with a common superscript do not differ significantly (Duncan's test,  $P > 0.05$ )

Table 3. Analysis of variance of the effects of salinity and temperature on the settlement of larvae of *Crassostrea gigas*.

Source	df	SS	F	P
Temperature(A)	4	40.72	4.14	0.0058**
Salinity(B)	4	42.87	4.36	0.0043**
A x B	16	41.26	1.05	0.4271 <sup>ns</sup>
Error	49	120.57		
Total	73	245.42		

交互作用，與本試驗結果不同，是否與本試驗所使用鹽度範圍較小所造成有待進一步探討。

本試驗各溫度與鹽度經過 Duncan's test 檢定發現最佳鹽度為 15-25 ppt，最佳溫度為 26-32°C。這與 Henderson (1983)指出 *C. gigas* 在溫度 30°C、鹽度 30 ppt 下有最大的附著率，在溫度方面是相近的，而在鹽度方面

則略微偏低；與 Lund (1971)對 *C. gigas* 之 30°C、22-34 ppt 有最佳的附著率，在溫度方面是相近的，而在 Lund (1971) 在鹽度方面則範圍較廣；而與 Devakie and Ali (2000)之 *C. iredalei* 在 30°C、20 ppt 下有最適的附著率結果相近。

本研究顯示鹽度與溫度是牡蠣(*C. gigas*)眼點幼生附著時的重要影響因子。

### 參考文獻

- 葉信利、朱永桐、丁雲源、許晉榮 (1996) 溫鹽效應對石斑魚眼胞期胚體發育之影響。潮汛，88: 7-9。
- Angell, C. L. (1986) *The Biology and Culture of Tropical Oysters. ICLARM Technical Report, No.13. Manila, Philippines*, 42 pp.
- Deksheniaks, M. M., E.E. Hofmann and E.N. Powell (1993) Environmental effects on the growth and development of Eastern oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1971), larvae: a modeling study. *J. Shellfish Res.*, 12: 241-254.
- Devakie, M. N. and A. B. Ali (2000) Salinity-temperature and nutritional effects on the setting rate of larvae of the tropical oyster, *Crassostrea iredalei* (Faustino). *Aquaculture*, 184: 105-114.
- Henderson, B. A. (1983) Handling and remote setting techniques for the Pacific oyster larvae, (*Crassostrea gigas*). *Master's thesis, Dept. Fisheries and Wildlife, Oregon State Univ., O.R.*, 37pp.
- Lund, D. S. (1971) Laboratory studies on setting of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*). *Master's thesis, Dept. Fisheries and Wildlife, Oregon State Univ., OR*, 85pp.
- Quayle, D. B. and G. F. Newkirk (1989). Farming bivalve molluscs: Methods for study and development. *The World Aquaculture Society Press*, 294pp.
- Paul, J. D. (1980) Salinity-temperature relationship in queen scallop *Chlamys opercularis*. *Mar. Biol.*, 56: 295-300.
- Tettelbach, S. T. and E. W. Rhodes (1981) Combined effects of temperature and salinity on embryos and larvae of the northern bay scallop, *Argopecten irradians irradians*. *Mar. Biol.*, 57: 249-256
- Yaroslavtseva, L. M., E. P. Sergreeva and S. D. Kashenko (1991) Changes in tolerance to decreased salinity of Pacific oyster in ontogenesis. *Sov. J. Mar. Biol.*, 16(6): 36-42.

The effect of salinity and temperature on the settlement of the pacific oyster, *Crassostrea gigas*, in Taiwan

Ren-Shyang Tai, Hon-Yee Chen and Lee-Mei Joe

**Abstract**

The effect of salinity and temperature on the settlement of the pacific oyster, *Crassostrea gigas*, was studied. Firstly, the activity of the competent pediveligers, eyed-larvae ( $348.6 \pm 26.1 \mu\text{m}$  in total length), in seven salinities (10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 ppt) and six temperatures (16, 21, 25, 27.5, 30, and 35°C) were observed. The competent pediveligers were tolerable to wide salinity (10-35 ppt) and temperature (21-35°C). Secondly, the effects of five salinities (15, 20, 25, 30, and 35 ppt) and five temperatures (23, 26, 29, 32 and 35°C) on the settlement of eyed larvae were tested. The optimal salinity and temperature were 26-32°C and 15-25 ppt, respectively.

**Keywords:** *Crassostrea gigas*, eyed larvae, settlement, salinity, temperature