

台南市沿海牡蠣養殖區域水質及扁蟲危害調查

林世榮、李榮涼、邱英哲、丁雲源

水產試驗所海水繁養殖研究中心

牡蠣是台灣重要經濟養殖貝類之一，是近年來較有利潤之養殖種類。因此，在台南市沿岸海域大為盛行，養殖棚數大幅成長。養殖區域主要在安平與安南區沿岸海域，離岸約 1~2 海浬處，以浮棚垂吊方式養殖。

2001 年 10 月至 2002 年 5 月養殖期在漁會登記之棚數有 2092 棚；2002 年養殖期有 1596 棚，但實際放養棚數比登記者約高 60%。由於扁蟲為害，導致牡蠣死亡嚴重。養殖牡蠣遭受扁蟲侵害曾於 1979 年發生在澎湖地區，死亡率達 53%，1985 年更高達 90%。

扁蟲學名為 *Stylochus orientalis* Bock (東方柄渦蟲)，體型大者直徑達 5 cm，呈卵圓形，背面為黑褐色，有一對黃褐色觸角，有觸角眼、腦額眼與邊緣眼。腹面為乳白色，中央部位有咽喉褶，口位於褶中央之一小圓孔。蟲體屬雌雄同體，腹面後端有二生殖孔，雄生殖孔在前，雌生殖孔在後。可行無性分枝生殖及有性生殖。扁蟲行異體交配，皮下注精，交配後在牡蠣殼內產卵，每次產卵約有 4 萬個，10 天孵化，稚蟲呈長橢圓形，表面有纖毛，呈向光性反應，以正弦波動式迴轉前進。稚蟲遇牡蠣時，以小圓圈方式快速轉動，體形變扁平的橢圓形而附著，失去游動力，再以爬行或是利用水流滑行移動，養殖密度愈高受害愈嚴重 (陳，1989)。

扁蟲對化學藥劑忍受性高，且在海域中施用化學藥劑之困難度很高，雖可用物理方法防治，但效果並不很理想，欲確實降低損失，應以降低養殖密度與隔絕扁蟲入侵養殖區做為最重要之考

量。為了解目前該養殖海域狀況，除監測該海域水質外，特針對牡蠣敵害扁蟲族群量之變動加以調查，以及實施敵害防治探討，供業者參考。

一、水質調查

從2002年4月19日至2003年3月25日止，於台南市外海共採樣8次，鹿耳門溪5次，其水質調查結果如下：

(一) 水溫、鹽度、酸鹼度、溶氧量、濁度與生物需氧量

台南市四草、安平外海三個監測站(圖1)之調查，水溫 $21.6\sim 27.3^{\circ}\text{C}$ ，呈現季節性之變化，4、5月份接近夏季時明顯高於冬季，三個監測站之平均水溫相當接近。鹽度 $32.0\sim 34.5$ ppt，變化不大，三個監測站之平均鹽度也相當接近。酸鹼度 $8.11\sim 8.30$ ，三個監測站之平均值變化亦不大。溶氧量 $5.3\sim 7.7$ ppm，



圖1 台南市沿海牡蠣養殖區域監測站位置

冬季時稍高。濁度 $8.0\sim 30.0$ ppm，月平均值以No.2監測站 15.8 ppm較其他兩站稍高。生物需氧量 $0.5\sim 4.5$ ppm，月平均值亦以No.2監測站 1.7 ppm較其他兩站稍高。濁度及生物需氧量以No.2監測站較其他兩站稍高，應是較接近鹽水溪出海口所致。鹿耳門溪內牡蠣養殖區調查結果，水溫 $27.5\sim 32.7^{\circ}\text{C}$ ，三個監測站之平均水溫呈現愈內陸愈高些。鹽度 $7.0\sim 35.0$ ppt，各監測站變化甚大，三個監測站之平均鹽度呈現愈內陸愈低。酸鹼度 $8.16\sim 8.47$ ，三個監測站之平均值變化不大。溶氧量 $4.6\sim 7.0$ ppm，各監測站平均值以No.1監測站(接近出海口)較高，呈現愈內陸愈低。濁度 $10.0\sim 80.0$ ppm，月平均值以No.2監測站 38.8 ppm較其他兩監測站稍高。生物需氧量 $2.0\sim 6.5$ ppm，月平均值亦以No.3監測站 5.1 ppm明顯高於其他兩監測站，且呈現愈內陸愈高。進行此部分採樣時已接近雨季、夏季，氣溫升高且常下大雨，挾帶內陸泥沙及有機物，故造成鹽度、濁度、生物需氧量呈相當程度的變化。

(二) 營養鹽含量

台南市四草、安平外海監測站之調查，總氮 $0.0093\sim 0.7196$ ppm，三個監測站之平均值相當接近 0.16 ppm。亞硝酸鹽 $0.0003\sim 0.0366$ ppm，三個監測站之平均值均相當接近 0.01 ppm，均甚微量且變化不大。硝酸鹽 $1.5895\sim 6.0048$ ppm，平均值相當接近。磷酸鹽 $0.0009\sim 0.3151$ ppm，平均值以No.2監測站明顯較高。矽酸鹽 $0.0663\sim 0.7150$ ppm，亦以No.2監測站平均值較高。No.2監測站前三種化

學營養鹽平均值稍高一些，且後二種化學營養鹽平均值亦明顯較高，應是比較接近鹽水溪出海口，受到河川有機物之排放所致。

前人有關沿海營養鹽含量之研究報告，有洪 (1988) 從 1987 年 1 月至 12 月進行臺灣西部養殖區 (香山至二仁溪口海域) 之水質調查，亞硝酸鹽 0.001~0.650 ppm、硝酸鹽 1.21~5.52 ppm、磷酸鹽 0.40~1.01 ppm、矽酸鹽 0.52~11.52 ppm；陳與許 (1991) 從 1990 年 7 月至 1991 年 3 月進行墾丁國家公園沿海海水之水質調查，亞硝酸鹽 0.005~0.571 ppm (平均 0.0425 ppm)、硝酸鹽 0.025~1.576 ppm (平均 0.300 ppm)、磷酸鹽 nd~0.049 ppm (平均 0.030 ppm)、矽酸鹽 0.003~9.240 ppm (平均 0.551 ppm)；張等 (1993) 從 1991 年 8 月至 1992 年 7 月進行台灣沿海重要養殖區 (新竹市至屏東縣) 之水質調查，亞硝酸鹽 < 0.001~3.417 ppm、硝酸鹽 < 0.001~6.802 ppm、磷酸鹽 < 0.001~5.560 ppm；林與丁 (2002) 從 1996 年至 1999 年進行台南縣七股內灣養殖區域之水質調查，亞硝酸鹽 0.007~0.183 ppm、硝酸鹽 0.32~4.92 ppm、磷酸鹽 0.01~0.75 ppm、矽酸鹽 0.06~1.57 ppm、總氨氮 0.08~0.73 ppm。

與上述資料比較，本海域上述五種營養鹽含量並無特異之處，且合乎水產養殖用水標準。

鹿耳門溪內之總氨 0.0225~1.5577 ppm，亞硝酸鹽 0.0071~0.2148 ppm，硝酸鹽 1.1444~5.5743 ppm，磷酸鹽 0.0163~0.3386 ppm，矽酸鹽 0.0763~4.7246 ppm，三個監測站之平均值為 No.3 >

No.2 > No.1，應是愈接近內陸，有機物之分解產物累積愈多所致，但均合乎水產養殖用水標準。

(三)重金屬含量

台南市四草、安平外海監測站之重金屬含量調查，銅 1.25~21.50 ppb，三個監測站之平均值為 8~9 ppb。鎘 1.25~2.75 ppb，三個監測站之平均值為 1.8 ppb。鋅 4.75~45.75 ppb，三個監測站之平均值為 27~30 ppb。鉛 0.25~11.75 ppb，三個監測站之平均值為 6~7 ppb。鎳 5.00~30.00 ppb，三個監測站之平均值為 9~13 ppb。洪 (1988) 從 1987 年 1 月至 12 月進行台灣西部養殖區 (香山至二仁溪口海域) 之重金屬含量調查，銅 0.09~370.30 ppb、鎘 nd (< 0.01 ppb)~2.25 ppb、鋅 nd (< 0.4 ppb)~172.65 ppb、鉛 nd (< 0.05 ppb)~15.52 ppb；張等 (1993) 從 1991 年 8 月至 1992 年 7 月就台灣沿海重要養殖區 (新竹市至屏東縣) 之重金屬含量調查，銅 < 1~104 ppb、鎘 < 1~12 ppb、鋅 < 1~115 ppb、鉛 < 1~111 ppb、鎳 < 1~115 ppb；林與丁 (2002) 從 1996~1999 年進行台南縣七股內灣養殖區域之重金屬含量調查，銅 1.67~5.80 ppb、鎘 1.13~1.75 ppb、鋅 6.04~26.89 ppb、鉛 0.05~1.39 ppb、鎳 1.12~4.59 ppb。行政院環保署公佈之甲乙丙類海域水質標準中之重金屬最大容許量為銅 20 ppb、鎘 10 ppb、鋅 40 ppb、鉛 100 ppb。與既有文獻比較，此五種重金屬含量雖有些許差異但並無特異之處，且平均值尚合乎水產養殖用水標準。鹿耳門溪內牡蠣養殖區之銅含量 1.00~13.00 ppb，三個監測

站之平均值為 3~5 ppb；鎘含量 1.30~2.50 ppb，三個監測站之平均值為 1.8~1.9 ppb；鋅含量 3.00~34.80 ppb，三個監測站之平均值為 11~19 ppb；鉛含量 0.30~8.80 ppb，三個監測站之平均值為 4~5 ppb；鎳含量 5.00~12.50 ppb，三個監測站之平均值為 8~9 ppb。此五種重金屬含量雖亦有些許差異，但並無特異之處，且平均值尚合乎水產養殖用水標準。

二、扁蟲族群量變動與防治

(一) 族群量變動

從 2002 年 4 月 19 日至 2003 年 3 月 25 日止，在台南市外海共採樣 8 次，鹿耳門溪採樣 5 次。

扁蟲族群量之月別變化就三個監測站做比較 (圖 2)，在 2002 年 4 與 5 月以 No.1 監測站 (四草沿海牡蠣養殖區) 之含量最多，平均分別為 8.6 與 5.4 隻。No.2 監測站 (鹽水溪口沿海牡蠣養殖區) 平均分別為 0.8 與 1.0 隻。No.3 監測站 (安平港沿海牡蠣養殖區) 平均分別為 2.8 與 1.4 隻。No.1 監測站整串牡蠣之死亡率達 50% 以上，其扁蟲危害較嚴重。

2002 年 10 月開始另一次養殖期，繼續調查扁蟲族群量月別變化，10 月份在三個地區皆未發現扁蟲，11 與 12 月份唯有 No.3 監測站發現少量之扁蟲，平均分別為 0.6 與 0.9 隻。2003 年 1~3 月，這三個地區以 No.1 監測站之扁蟲含量最少，平均分別為 1.3、1.9 與 1.7 隻；其次為 No.2 監測站，平均分別為 1.8、2.1 與 1.9 隻；以 No.3 監測站之扁蟲含量稍多，平均分別為 1.6、2.6 與 2.3 隻。這一期活存率平均達 70~80%，與上一期比較，不但扁蟲數量少，而且牡蠣活存率較高。

台南市沿海養殖牡蠣之死亡率與扁蟲數的關係為 $y = 8.808x + 0.356$ ($R^2 = 0.9294$)，由此計算平均每串牡蠣發現 5.6 隻扁蟲時，死亡率達 50% 以上 (圖 3)。

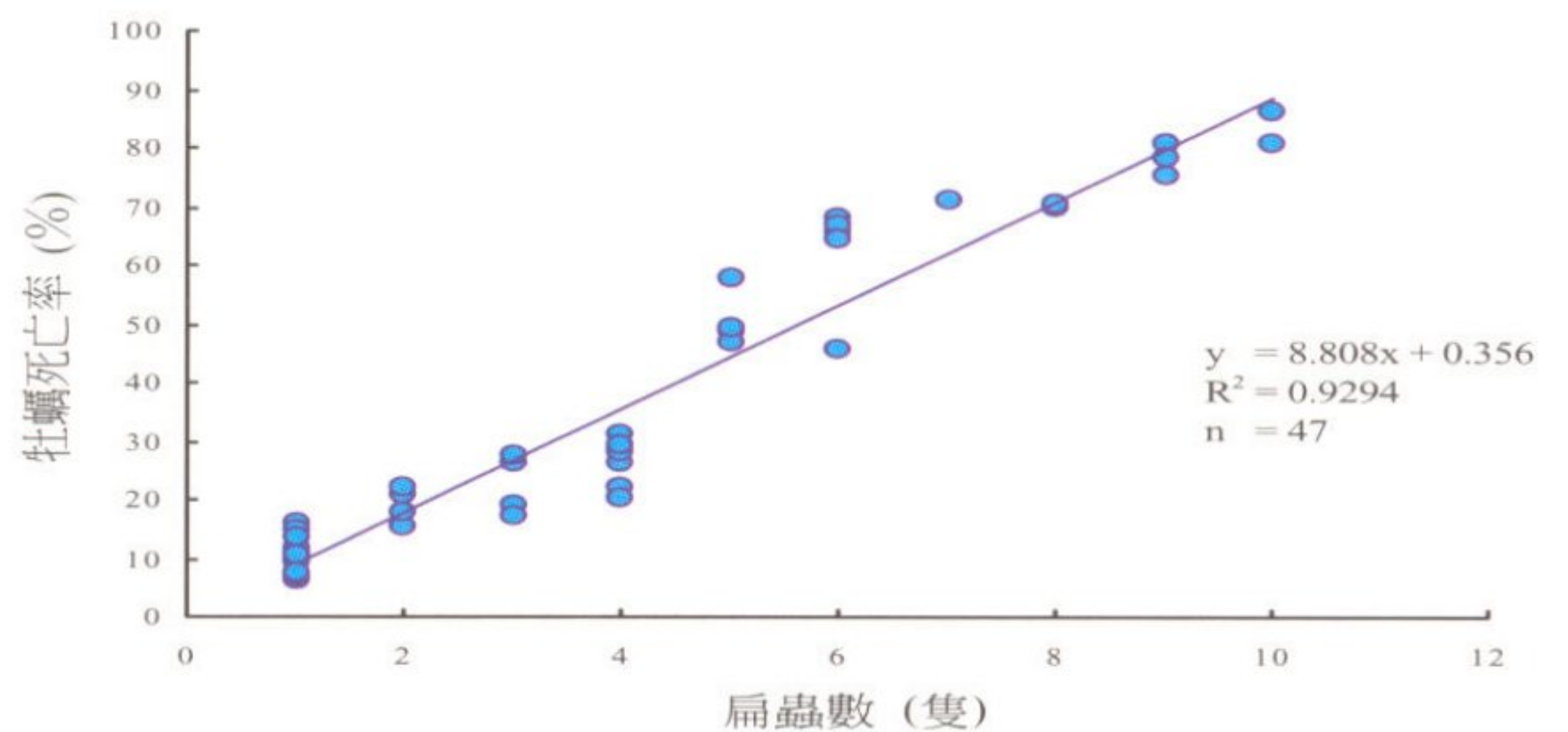


圖 3 台南市安平及安南區沿海養殖牡蠣之死亡率與扁蟲數的關係

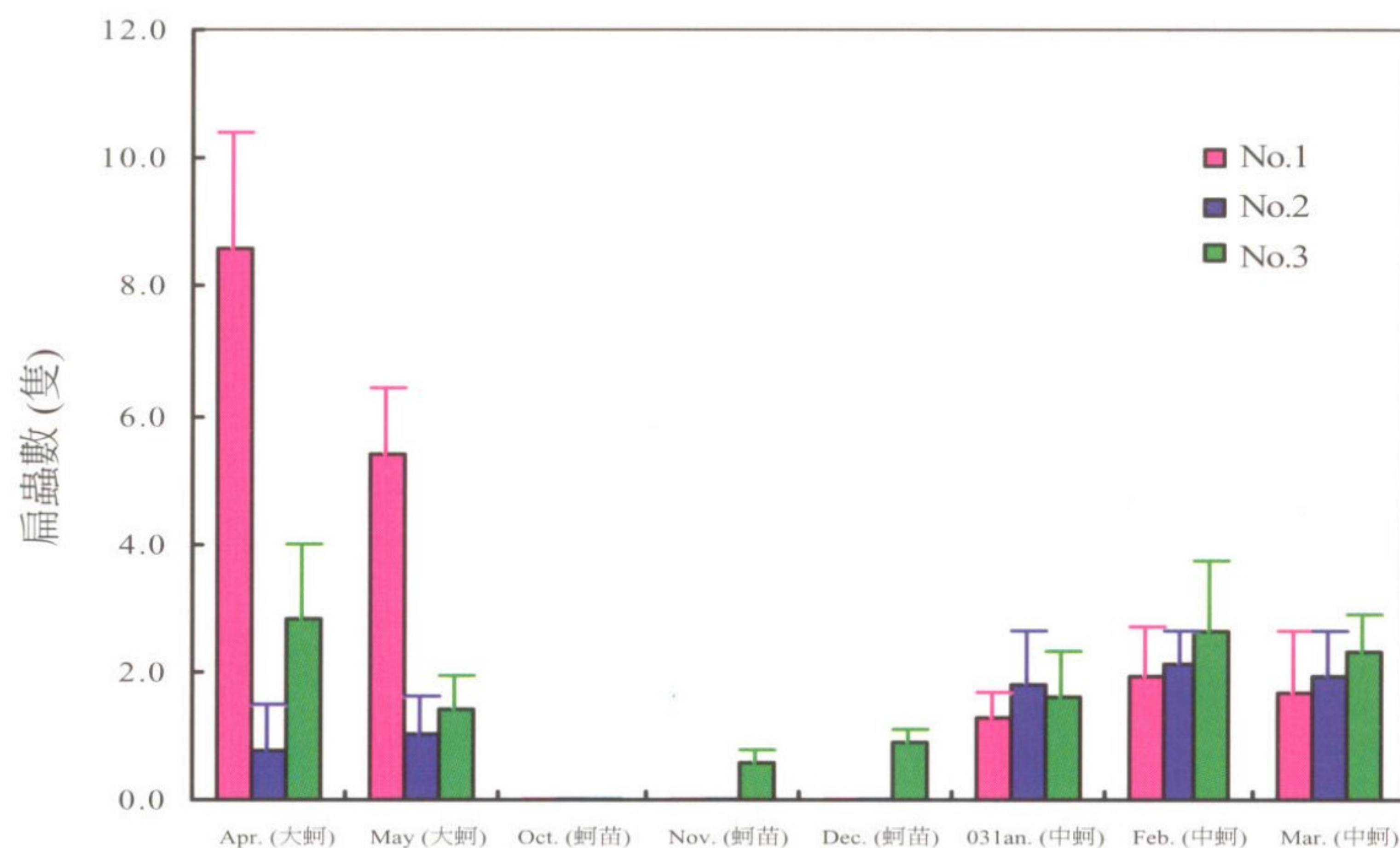


圖 2 台南市安平及安南區沿海養殖牡蠣之敵害扁蟲數的族群月別變化 (n=4)(6~9 月為休養期)

分析扁蟲在蚵串之頻率分佈，由上而下分成 A、B、C 與 D 等四段，其頻率分佈為 14.4、18.0、29.5 與 38.1%，以 C 與 D 段出現頻率較高，即是中段以下蚵串較易遭受扁蟲為害 (圖 4)。這與陳 (1989) 之報告相似，其調查澎湖牡蠣養殖時亦發現扁蟲偏好分佈在牡蠣串下層。

2002 年 6~9 月在鹿耳門溪內牡蠣養殖區共採樣 5 次，這四個月內皆未發現扁蟲 (表 1)。在溪內養殖牡蠣，以寄肥為主，所以養殖期間較短，平均死亡率為 15.8~39.9%，其死亡原因與水質較有關，如雨季之鹽度與 pH 變化較大時較易發生。

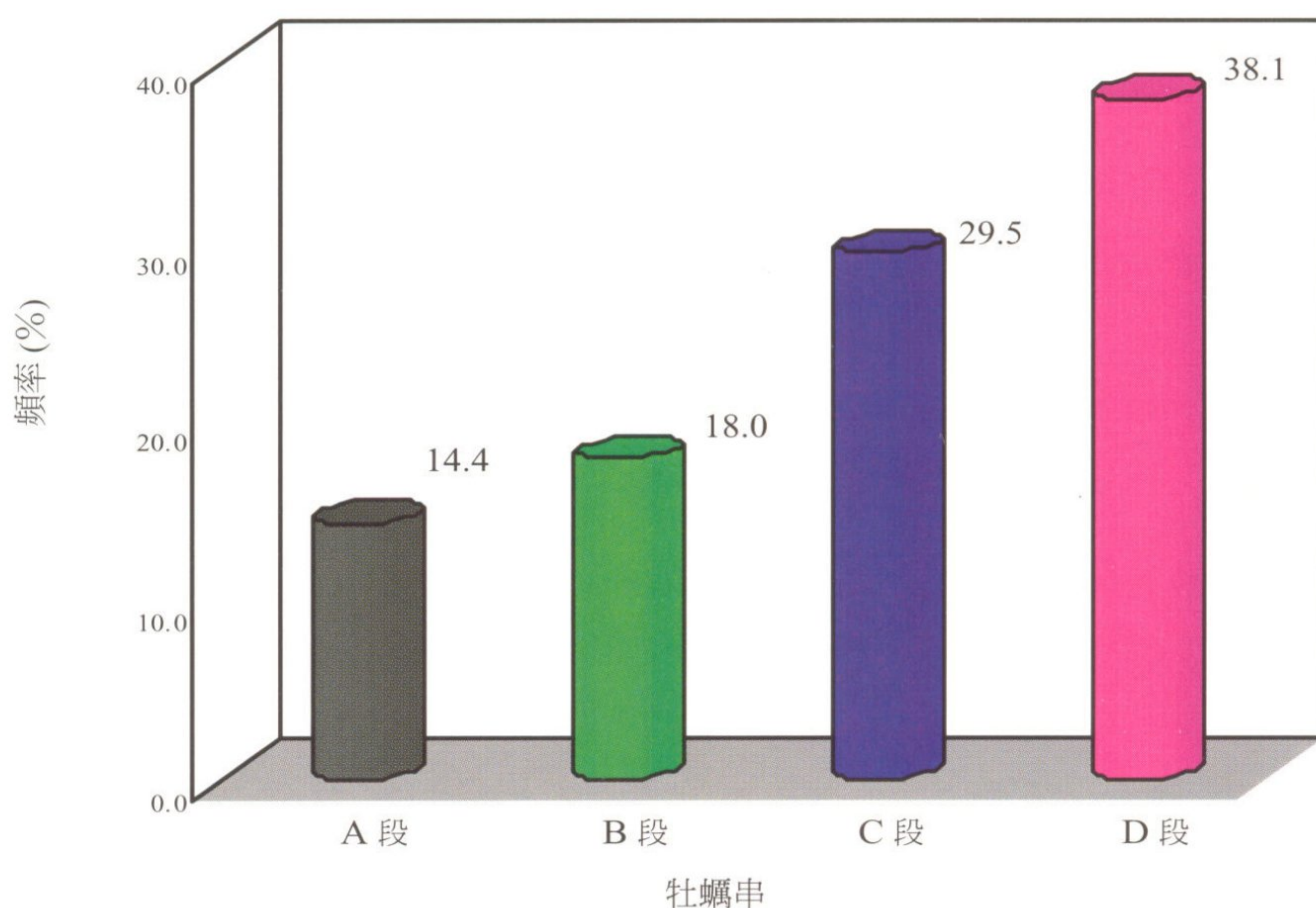


圖 4 台南市沿海養殖牡蠣之敵害扁蟲在蚵串之頻率分佈 (n=35) (A 段：1~5 叢，B 段：6~10 叢，C 段：11~15 叢，D 段：16~20 叢)

表 1 鹿耳門溪內養殖牡蠣之敵害扁蟲之調查

採樣站		2002/06/11	2002/06/26	2002/07/31	2002/08/29	2002/09/26
No.2	扁蟲隻數 (隻)*	0	0	0	0	0
	死亡率 (%)*	39.9±8.9	36.6±3.7	18.4±0.5	15.8±1.7	26.6±5.3
	牡蠣均重 (g)**	5.4±0.8	5.1±0.6	4.7±0.4	3.3±0.3	4.3±0.7
No.3	扁蟲隻數 (隻)*	0	0	0	0	0
	死亡率 (%)*	20.9±0.8	27.4±5.3	19.7±3.7	16.7±2.3	14.7±2.1
	牡蠣均重 (g)**	5.7±0.7	5.3±0.8	5.3±0.6	5.0±0.8	4.8±0.9

No.2：鹿耳門溪出海口內 1 km 處；No.3：鹿耳門溪出海口內 2 km 處

*4 串牡蠣 **20 個牡蠣

(二) 草蝦與黑鯛攝食扁蟲之觀察

在水族箱共試驗 3 次，第一次投放 10 隻扁蟲，在第 4 天草蝦與黑鯛組皆攝食 8 隻扁蟲，只剩 2 隻，至第 7 天則無存活 (圖 5)。第二次投放 4 隻扁蟲，至第 5 天草蝦組無存活，黑鯛組剩下 1 隻。第三次投放 5 隻扁蟲，至第 4 天，草蝦與黑鯛組皆攝食完畢。由以上觀察結果，得知草蝦與黑鯛皆會攝食扁蟲。

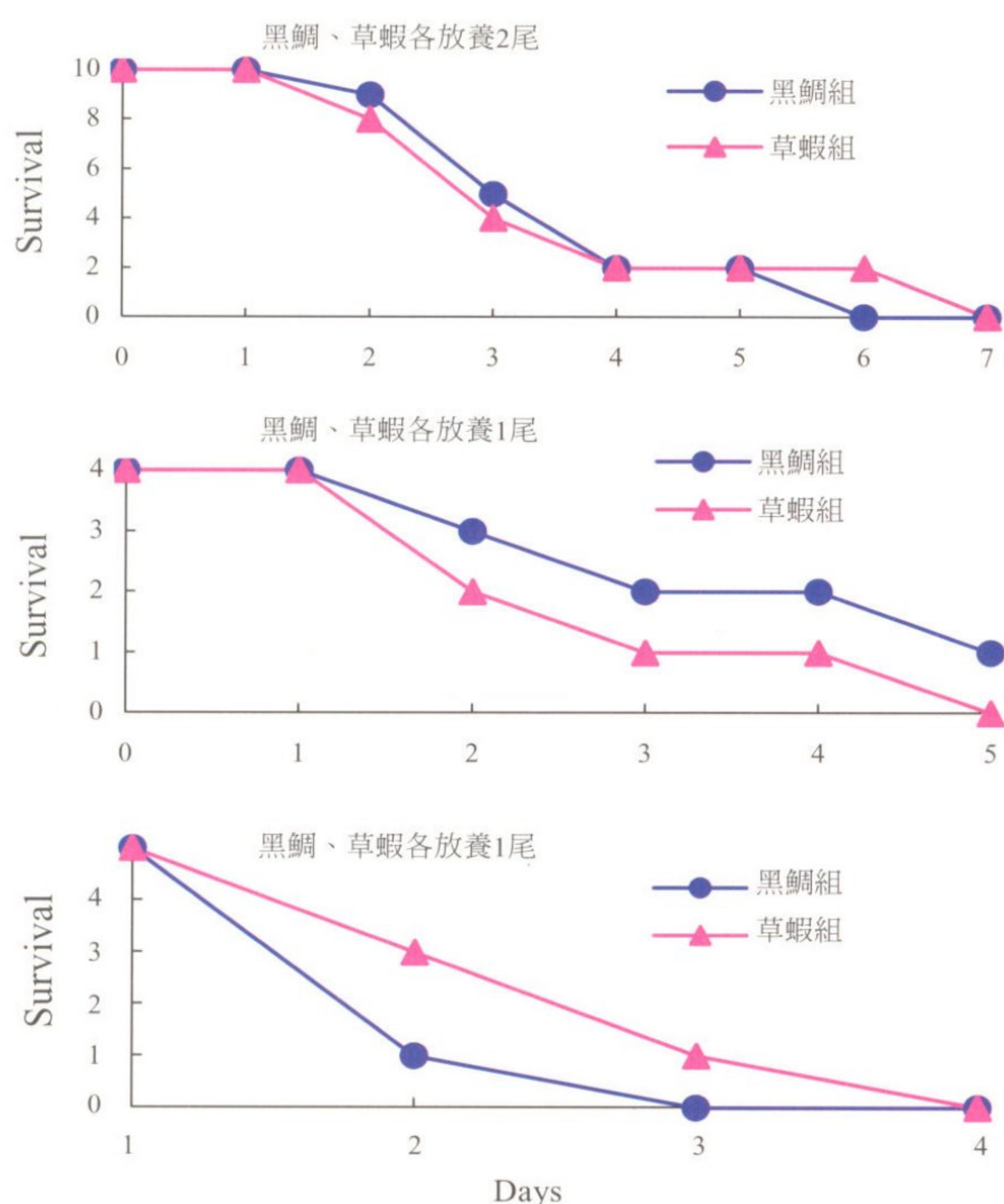


圖 5 在水族箱內的黑鯛與草蝦攝食扁蟲之情形

在室外水泥池亦進行黑鯛與草蝦攝食扁蟲觀察，經放養 30 天後取出牡蠣串，逐叢用蚵刀檢查扁蟲數量，結果在黑鯛組、草蝦組與對照組分別有 13、16 與 31 隻扁蟲，顯示處理組比對照組分別少 31.9 與 40.9% (表 2)，故利用黑鯛與草蝦來控制扁蟲有明顯的效果。

三、綜合討論

綜合上述調查結果，台南市沿海牡蠣養殖區域之水質沒有異常之處，尚合乎環保署公告之乙類海域水質標準，適合作為養殖用水。台南市沿海養殖牡蠣棚數，在漁會登記之數量，2001 年養殖期 (2001/10~2002/5) 達 2092 棚，由於扁蟲為害嚴重，牡蠣死亡率高達 55~80%。因宣導養殖管理與降低養殖棚數之因應對策得宜，在 2002 年養殖期 (2002/10~2003/5) 沿海養殖牡蠣棚數下降到 1569 棚，降低幅度 25%。實際上，2001 年養殖期放養牡蠣約有 3500 棚，而 2002 年養殖期約放養 2500 棚左右，降低幅度約 28%；今年 (2003 年) 2 月提早下春雨，有淡水滋潤，扁蟲侵害較輕，以致牡蠣活存率高達 70~80%，所以 2002 年之沿海牡蠣養殖，漁民頗有獲利。

表 2 在室外水泥池黑鯛與草蝦攝食扁蟲之情況

組別 (串數)	扁蟲生物鑑定			扁蟲總數	牡 蠣			牡蠣死 亡率 (%)	牡蠣平均 體重 (g)
	S	M	L		活存數	死亡數	總數		
對照組 (5)	7	15	9	31	521	725	1246	58.2	2.1±0.8 (n=20)
黑鯛組 (5)	0	13	0	13	634	769	1403	54.8	2.8±0.4 (n=20)
草蝦組 (5)	3	9	4	16	593	647	1240	52.2	2.6±0.3 (n=20)

黑鯛組：放養 30 尾，平均體長 18.8 ± 2.7 cm，平均體重 175.3 ± 5.7 g

草蝦組：放養 30 尾，平均體長 17.1 ± 1.3 cm，平均體重 75.4 ± 4.9 g

S : <10 mm ; M : 10~25 mm ; L : >25 mm

四、因應對策

沿海養殖牡蠣遭受寄生生物如扁蟲、蚶螺、管形蟲、海綿、石蓴、沙蠶與淡菜等侵害，是天然海域中常發生之現象。目前是以物理或生物方式做為因應措施。

(一) 清洗牡蠣叢之塵土：放養區域水流不足、密度過高時，牡蠣叢易附著塵土，加以清洗可降低扁蟲為害。



圖 6 已有扁蟲之蚶串置放保麗龍上曝曬。

(二) 蚶架曝曬：在海域原蚶架上曝曬以去除扁蟲，方法有二：

方法 1：在海域原蚶架上放置保麗龍，將蚶串放置其上(圖 6)。

方法 2：原蚶架上裝設曬架，將蚶串取出吊於曬架上(圖 7)。據觀察方法 2 優於方法 1。



圖 7 蚶串移置籃內載到岸邊曝曬。

(三) 淡水浸漬：新種苗在岸上先行浸漬淡水 30~60 分鐘，使扁蟲死亡後再加以分養。

(四) 石灰溶液浸漬：在海域放養之蚶串，如發現扁蟲，即刻取回岸上，用石灰溶液浸漬 5~10 分鐘後，再行放養。

(五) 高鹽分水浸漬：新種苗在岸上，先以海水配製 13% 之食鹽水，浸漬 10 分鐘使扁蟲死亡後，再加以分養。在海域放養之蚶串，如發現扁蟲，即刻取回岸上，經浸漬後，再行放養。

(六) 降低放養棚數與牡蠣串密度。

(七) 放養抑制苗與去除附著的小扁蟲：在分苗掛養前先行風乾、日曬或淡水與高鹽分，浸漬處理，較為容易迅速。

(八) 停養一段時間：目前休養期為 4 個月，應增加為 6 個月或休養 1 年後再行放養，因無牡蠣存在，就無扁蟲發生，得以切斷其生活史。

(九) 養殖期間之管理：每日至蚶棚檢視牡蠣之成長及其他生物附著情況。當發現無新殼形成時，應遷移或降低放養量，附著生物過多時要加以曝曬。發現有牡蠣死亡時，應檢查是否有扁蟲與蚶螺，並時時加以摘除或即刻曝曬、浸漬石灰水或噴灑高鹽分水。