

澎湖牡蠣之養殖：重量及肥滿度的變化

陳章波¹ 蔡萬生² 陳春輝² 許慧文³

- 1.中央研究院動物研究所
- 2.臺灣省水產試驗所澎湖分所
- 3.臺灣大學漁業科學研究所

摘 要

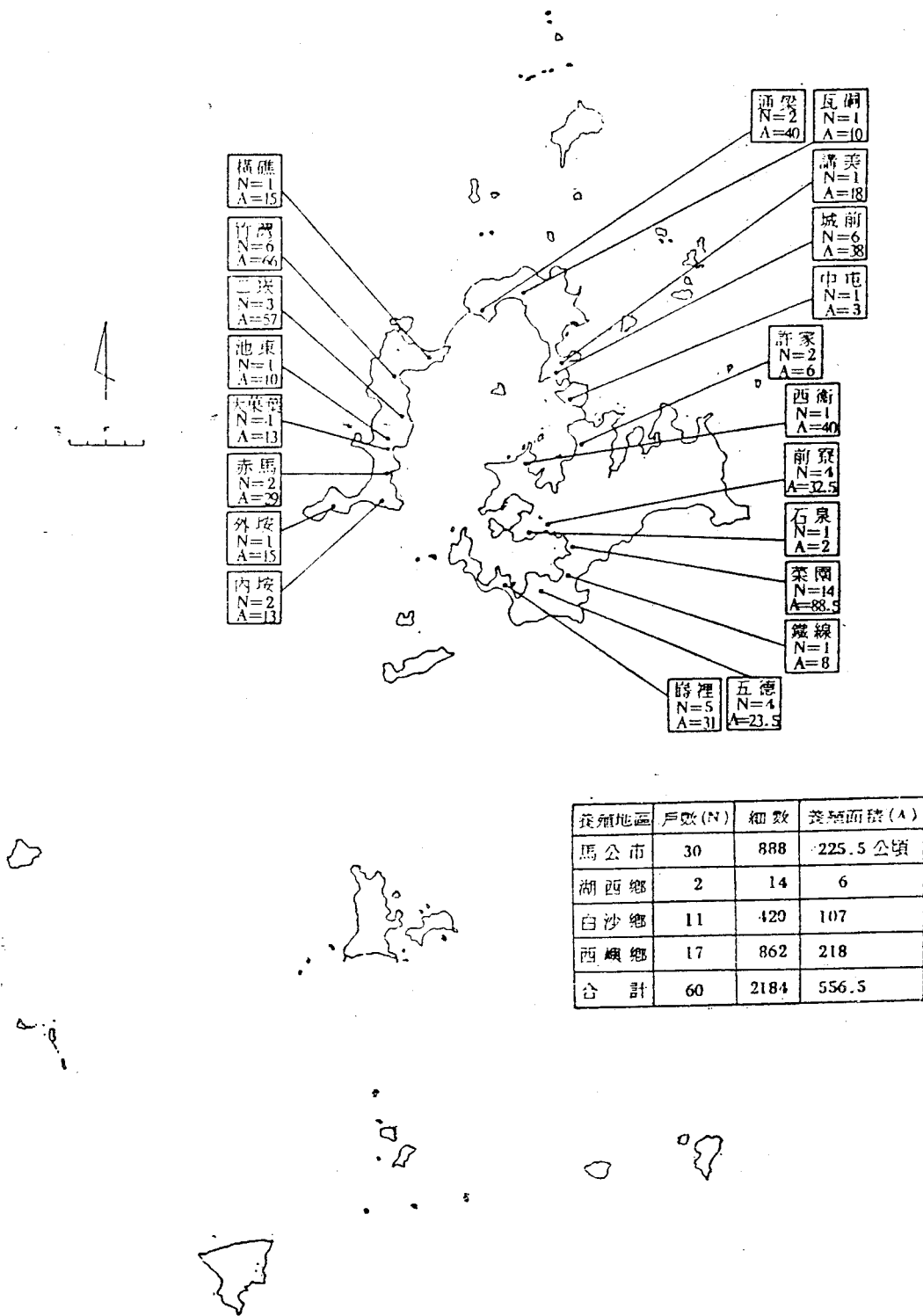
澎湖牡蠣養殖業有衰退之現象。本文研究養殖期間牡蠣重量及肥滿度之變化，發現牡蠣在四月間有增重傾向。本文並討論如何提高牡蠣之重量，以加速達到上市大小之改善方案。

一、前 言

澎湖由六十四個島嶼構成，其中只有九個面積大於一平方公里（圖 1）。潮間帶廣闊，高潮時陸地面積為 126 平方公里，低潮時增為 160 平方公里。海岸線長、彎曲，造成許多內灣。海拔高度相當平緩，平均只及 30 公尺，每年冬季季風強勁，雨量稀少，夏季又多颱風，土壤貧脊，水資源缺乏，植物生長不易，因此農林畜牧業不發達。唯其島嶼羅列，海岸曲折，形成多處海灣，自然條件極具發展養殖漁業之潛力。

灣內水域由於：(1)潮汐波浪帶來潮間帶的生動物及岸上的生物碎片，(2)雨水冲刷陸地帶來營養鹽，(3)風浪的混攪，掀起海底底質，促進鹽類的再循環利用，(4)海淺，日照充足，因此繁殖了許多浮游生物，非常適合養殖各類濾食性的生物，例如牡蠣。

澎湖牡蠣養殖肇始於民國 43 年間，由馬公鎮公所於井坎海灘以插筭式試養，經一年養殖後，成績尚佳。但未能引發地方人士之養殖意願而停辦。民國 59 年縣政府補助馬公鎮公所試辦，60 年省水產試驗所撥贈牡蠣苗 10 萬個，並將養殖區自井坎擴展至菜園海區。由於成效良好，旋即由菜園海區推廣至白沙之城前、後寮等海區；62 年於農復會加速農建重要措施補助下，於井坎、城前、潭邊、瓦硯海灘實施插竹方式養殖 15 公頃，成果雖未達預期目標，但已建立起漁民之養殖信心及興趣；63 年補助在許家及菜園海域從事簡易垂下式養殖，養殖棚架 60 棚，掛苗 80,000 串；64 年配合加速計劃在菜園、許家、竹灣較避風之海灣實施深水延繩式養殖 20 組，養殖成效良好，自 66 年起積極推廣深水延繩式養殖（林，1986）。

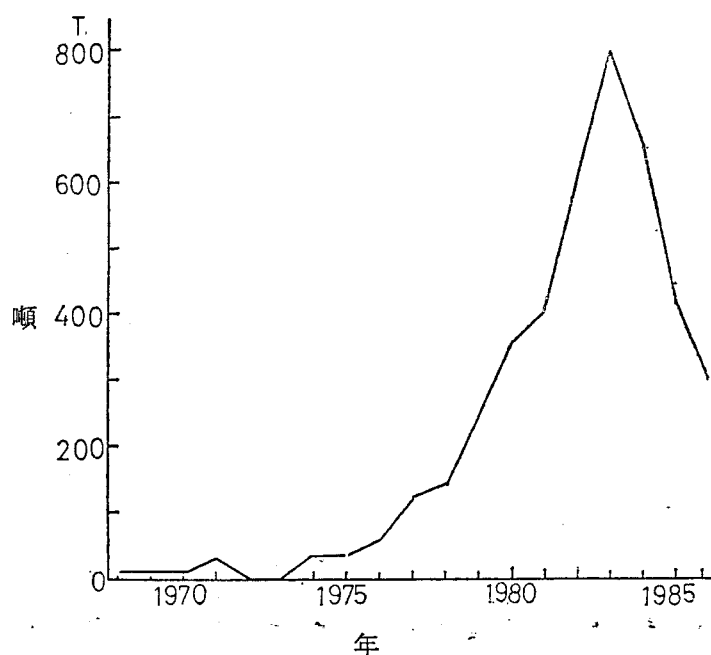


圖一 澎湖縣牡蠣養殖情形分佈圖 (民國 72 年)

(取自澎湖淺海養殖規劃報告書 蔡萬生, 劉繼源等 1986 澎湖分所)

民國 67、68 二年，Lin and Tang (1980) 首次研究牡蠣在澎湖之成長、生殖腺的發育、死亡率及敵害的發生。他們發現澎湖牡蠣成長快速，大約養殖六個月，殼高即可達 6 公分，但自 8~12 月間則未見成長。牡蠣生殖腺的發育隨個體而異，養殖三個月後，4% 的個體成熟，8 月時絕大多數的個體生殖腺呈飽滿狀態，在 9 月中旬及 10 月中旬間，會有大規模的排卵活動。第二次排卵的期間為 12 月及 1 月上旬間。在養殖架下，每串牡蠣收成的淨肉重，5 至 6 月急速增加，於 8 月時達到最高，此後又逐漸減少。

民國 57 年到 75 年澎湖地區牡蠣產量如圖 2 所示，其中自民國 64 年起產量呈直線增加，至民國 72 年年產量高達 800 噸，爾後逐年下降，民國 75 年不及 300 噸。產量下降的原因很多，其中之一是牡蠣遭到扁蟲的侵害，例如民國 68 年 8 月菜園牡蠣養殖區，每串牡蠣平均有扁蟲 25 隻，牡蠣損失高達 53% (徐及林，1980)。



圖二 澎湖牡蠣歷年產量圖

最近澎湖養殖的牡蠣又遭受扁蟲之危害，而養殖期亦有延長的趨勢，因此除了研究如何防治扁蟲之外，並調查牡蠣之濕重、乾重、肥滿度等月別變化，以為整體分析牡蠣養殖業之用。

二、材料與方法

自民國 76 年 12 月至 77 年 9 月，按月在澎湖澎南灣的菜園地區採集牡蠣。牡蠣依其自臺灣進苗時間和養殖方式的不同而區分為抑制苗 (Harden seed) (75 年所進苗種)，10 月苗 (76 年 10 月所進苗種) 及 12 月苗 (76 年 12 月所進苗種) 三種。抑

制苗的採樣由 76 年 12 月至 77 年 2 月止（2 月時已全部售出）。自 77 年 3 月起，採取 10 月苗及 12 月苗為樣品。該二種苗種在 77 年 9 月時已售完。

每月取不同苗種的牡蠣各兩串，先將整串牡蠣攤平於地面，逐叢記錄附著動物的種類和扁蟲出現的數目。將每串牡蠣依牡蠣叢所在深度不同，再區分為上層（0 m），中層（-1 m）及下層（-2 m）。每層取 2 叢牡蠣，剝離牡蠣叢。牡蠣依大小排列計數之後，取 5 個為樣本（ $n/5=x$ ， n 為該叢牡蠣總個體數，依 1, 1+x, 1+2x……取樣），即每串牡蠣採取 30 個為樣本，每個牡蠣分析其肥滿度（condition factor）。

所取得的牡蠣以排水法求得其全體積，再剝開牡蠣，得肉重（濕重），並以排水法求得空殼之體積，全體積減除空殼體積得內體積。肉經 60°C 24 小時烘乾，求得乾重。

肥滿度之表示為

$$\text{濕重肥滿度} = \frac{\text{濕重}}{\text{內體積}} \times 100$$

$$\text{乾重肥滿度} = \frac{\text{乾重}}{\text{內體積}} \times 100$$

三、結 果

抑制苗為民國 75 年 12 月來自臺灣之苗，早春移至潮間帶於民國 76 年 10 月再度移入海中養育。這一批抑制苗由 10 月到次年 3 月採收完畢的冬季裏完全沒有扁蟲的危害，其體重由 1 月到 3 月呈直線上升，濕重由 3.13 g/粒升到 5.42 g/粒而於 3 月採收完畢，其溼肥滿度於 2、3 月間維持在 38~39 之間變化不大（表一、圖 3）。

10 月苗的牡蠣為民國 76 年 10 月來自臺灣，由 3~8 月之間，其濕重在 4 月時出現一次高峯，達 3.7 g/粒，爾後下降。8 月有再次升高的現象，但乾重則一直維持在 0.52~0.78 g/粒之間，變化不大。濕重肥滿度的變化與濕重變化並不一致，3~6 月一直低在 8.4~11.8 左右，而於 7、8 月二月上揚到 24.7~26.6 之間。

12 月苗的牡蠣於民國 76 年 12 月來自臺灣，濕重方面由 5~8 月呈直線成長，而濕重肥滿度沒有明顯變化。乾重及乾重肥滿度則在 0.48~0.62 g/粒，4.6~7.5 之間。

因牡蠣受扁蟲為害，養殖戶以淡水浸洗去除扁蟲，結果造成牡蠣的濕重、乾重、濕肥滿度及乾肥滿度都有增加的現象，尤其是肥滿度指標上更是明顯（圖 3）。

四、討 論

肥滿度的表示法一般以牡蠣的肉重除以內體積表示之（His and Robert, 1987；本研究）。又二枚貝中若體型較為固定，例如海瓜子（*Tapes variegata*）等，則可以肉

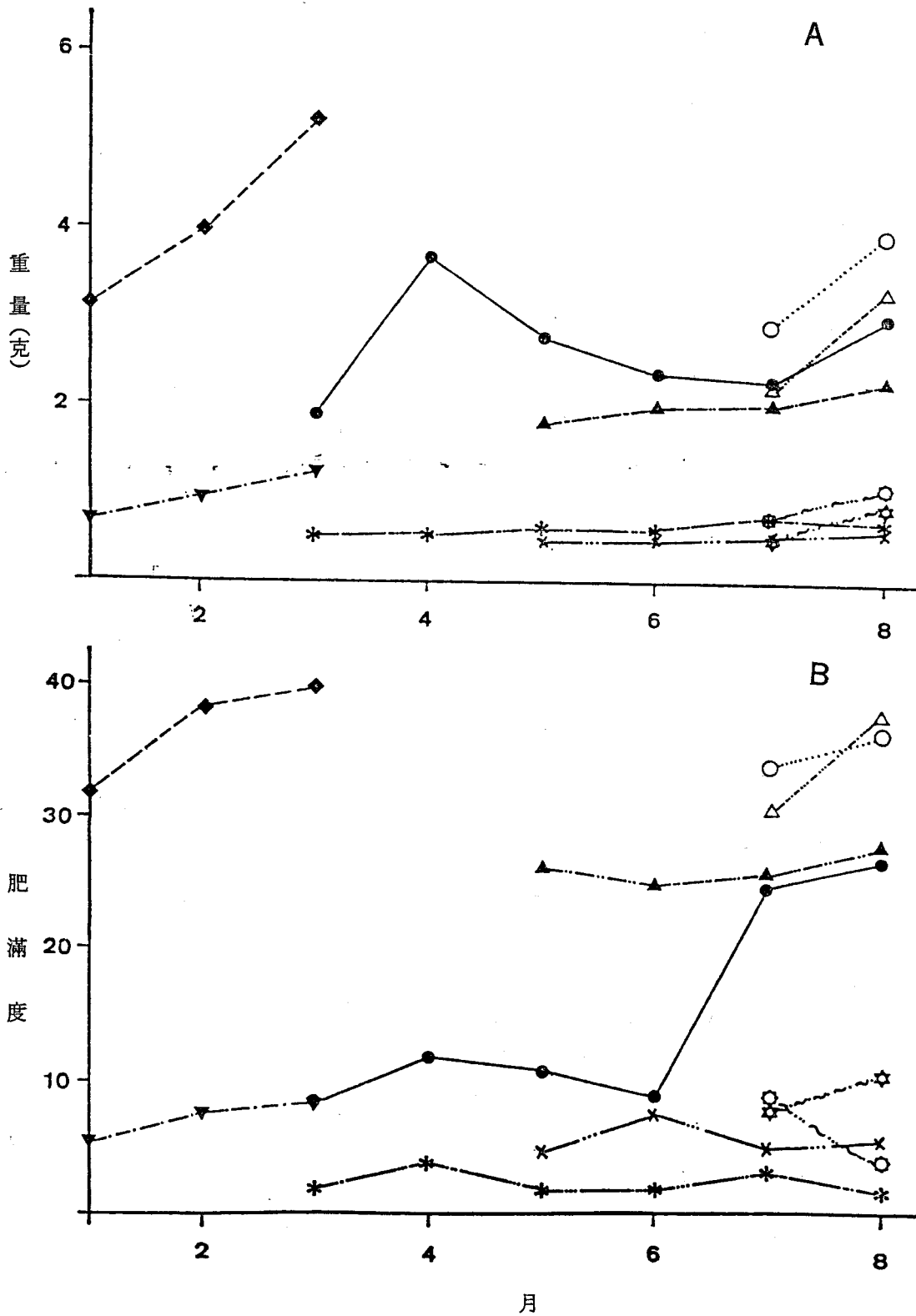
表 1 澎湖菜園養殖牡蠣單個牡蠣的溼重、乾重及乾、溼肥滿度的月別變化

養殖類別	月份	溼重 (g)	乾重 (g)	溼肥滿度	乾肥滿度
未經清洗					
抑制苗	1	3.13	0.69	31.75	5.32
	2	4.01	0.69	38.18	7.50
	3	5.24	1.26	39.83	8.16
未經清洗					
10月苗	3	1.90	0.52	8.47	1.92
	4	3.70	0.55	11.82	3.83
	5	2.79	0.65	10.79	1.85
	6	2.38	0.61	8.84	1.91
	7	2.27	0.78	24.74	3.17
	8	3.02	0.73	26.64	1.73
	經清洗				
10月苗	7	2.87	0.78	34.82	7.68
	8	3.80	0.87	36.70	4.90
未經清洗					
12月苗	5	1.81	0.48	26.07	4.59
	6	2.02	0.50	24.88	7.53
	7	2.02	0.53	25.72	4.86
	8	2.31	0.62	27.80	5.55
經清洗					
12月苗	7	2.21	0.53	30.32	7.21
	8	3.43	0.79	37.88	8.27

重除以連殼帶肉的全重來表示肥滿度 (周, 1981), 但牡蠣沒有一定的體型, 所以此一方法並不適用。

養殖牡蠣的最適採收期決定於三個因子; 牡蠣的濕重、肥滿度及市場供需。牡蠣的肥滿度事實上反映牡蠣的生殖細胞之成熟度。Lin and Tang (1980) 用肉眼判定生殖細胞佔有內臟團的百分比及消化道之清晰程度而劃分牡蠣的生殖成熟度為 4 級, 發現個體間變異很大, 但於 8~9 月間成熟度達 80% 以上, 本研究之濕肥滿度與此一生殖週期變化頗為一致。但是洪楚璋等 (1982) 以卵巢重量除以總肉體重做為 B. C. I. (Body Component Index) 來表示牡蠣卵巢的狀況。二枚貝的生殖腺散佈在內臟團之中, 卵巢不易分離稱重, 該 B. C. I. 值的可靠性值得商榷。

本研究發現 10 月苗在 4 月時其濕重量升高, 乾重量並沒有變化, 但其乾、濕肥滿



圖三 澎湖菜園牡蠣溼重、乾重(A)及溼、乾肥滿度(B)月別圖。抑制苗、10月苗及12月苗和經清洗處理之10月苗及12月苗之溼重及溼肥滿度分別以◆、●、▲、○、△表示；乾重及乾肥滿度則以▼、*、×、☆、☆表示。

度却有略微上升的現象。這結果暗示在 4 月間，牡蠣有成熟的現象。臺灣牡蠣苗有春苗、秋苗之分，而 Soong *et al.*, (1981) 在新竹香山調查發現春苗為 4 月，秋苗為 9 月，即澎湖之養殖牡蠣也有春、秋兩次生殖高峯的現象。倘若 10 月苗在 4 月時的肥滿度能提高，則可以提早出售，如同抑制苗在冬季出售，錯開臺灣牡蠣之銷售時機。提高肥滿度的方法有三；1. 提早養殖時間，2. 增加海域生產力，3. 清除附著生物，但這些方法都尚待研究。澎湖養殖的牡蠣苗來自臺灣的天然苗，天然苗的出現時機限制了進苗的時機，因此，若要更提早養殖，則需要人工繁殖的苗。美國西海岸奧利岡州為了解決牡蠣苗遠從日本進口的問題，早就研究發展出人工牡蠣苗的生產 (Breese and Malouf, 1975)。此外，更利用人工牡蠣苗的方法做牡蠣的品種改良。澎湖之牡蠣養殖，也應朝此方向進行。

澎湖牡蠣養殖早期只需半年即可收成 (Lin and Tang, 1980)，但近年來有延長養殖期間的現象，最近約需一年時間才可收成。養殖期間延長的原因不外乎海域食物不足，而食物不足可能是飼養密度過高或海域生產力本身之不足。澎湖海域生產力經多次之調查研究，都證實生產力不高 (Hung *et al.*, 1977; 蔡及胡, 1986)。造成生產力不高的原因可能為缺乏陸上沖刷下來的營養鹽。所以適時適量的施肥可能有助於生產力之提高。施肥的方法可將肥料放置在有小孔的容器中，懸掛於浮筒下，使肥料緩慢、少量、長期地釋放出來。有關施肥技術等尚需實際研究。至於最適飼養密度也需要實際研究才有結論。

澎湖牡蠣養殖戶用淡水浸泡或曝曬養殖的牡蠣，以去除扁蟲。這種防治措施不僅可以有效地去除扁蟲，也同時去除了牡蠣殼上的附著生物。經實際之觀察比較，處理後的牡蠣之濕重、乾重、濕肥滿度都有上升的現象。牡蠣為濾食性動物，而附著於其殼上的動物有許多也是濾食性，當海域有足夠的食物時，牡蠣與附著生物沒有明顯的競爭現象。當食物不足時，競爭趨於劇烈。除食物競爭外，附著生物尚會影響牡蠣串的重量，增加採收時的困難。所以為了有效經營牡蠣養殖業，養殖戶應適時清洗、去除附著生物，以加速牡蠣之成長。

牡蠣的受精卵在形成第一極體之後，以溫度（冷或熱）、壓力或化學藥品 (Cytochalasin B, 等等) 來抑制細胞分裂紡錘絲的形成，使得第二極體不形成而得到三倍體。這技術已經發展成熟，不僅應用於養殖業而且用於學術研究 (Allen and Downing, 1986; Allen *et al.*, 1989)。臺灣之牡蠣因高水溫之關係極易成熟排放配子以致個體小，產品不佳。三倍體因生殖細胞受到抑制，個體得以長大，此一技術或能改善臺灣牡蠣之產品，值得有關單位重視。

牡蠣養殖為公共水域之應用，不僅牽涉到養殖戶彼此間的權益，尚應包括其他行業，例如遊釣、船舶等。有關單位應積極居中協調，並鼓勵養殖戶組成類似生產合作社之

組織，以便有效管理牡蠣之放養密度、施肥時機及扁蟲之防治，以提昇澎湖之牡蠣養殖業。

五、參考文獻

- Allen, S.K. and S.L. Downing, 1986. Performance of triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg). I. Survival, growth, glycogen content, and sexual maturation in yearlings. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 102: 197-208.
- Allen, S.K. Jr., S.L. Downing and K.K. Chew, 1989. Hatchery manual for producing triploid oysters. Washington Sea Grant Program.
- Breese, W.P. and R.E. Malouf, 1975. Hatchery manual for the Pacific oyster—Oregon State University Sea Grant College Program. Publication no. ORESU-H-75-002. 22 pp.
- His, E. and R. Robert, 1987. Comparative effects of two antifouling paints on the oyster *Crassostrea gigas*. Mar. Biol. 95: 83-86.
- Hung, T.C., C.H. Tsai and M.C. Ko, 1977. Study on primary productivity along the southwestern coast of Taiwan and the Penghu island. Proceeding of the National Science Council 1(11): 68-72.
- Lin, Y.S. and H.C. Tang, 1980. Biological studies on cultured oyster in Penghu. Bull. Inst. Zool. Academia Sinica 19(2): 15-22.
- Soong, K.Y., C.P. Chen, K.H. Chang and T.H. Tan 1981. Settling of oyster (*Crassostrea gigas* Thunberg) and barnacles (*Balanus (amphitrite) albicostatus* Pilsbry) in Shunshun. Report of the Inst. Fish. Biol. Ministry Economic Affairs National Taiwan University 4(4): 103-113.
- 林金榮，1986，澎湖養殖漁業。中國水產第 407 期，39-43 頁。
- 周森林，1981，澎湖海瓜仔 (*Tapes variegata* Sowerby) 及其棲所之研究。國立臺灣大學動物研究所碩士論文。
- 洪楚璋、郭崇義、羅美蓮、陳敏慧，1982，臺灣西岸養殖貝類累積重金屬因子之研究。貝類學報 8: 35-86。
- 徐瑞雲、林曜松，1980，危害牡蠣之扁蟲 (*Stylochus inimcus*) 的生物學研究。行政院農業發展委員會漁業特刊第 3 號魚病研究專刊(三): 39-51。
- 蔡萬生、胡興華，1986，澎湖內灣環境調查(-)。海洋生物科學學術研討會論文集。國科會生物科學研究中心專刊第十四集: 177-197。

牡蠣敵害扁蟲之研究

陳章波¹ 蔡萬生² 劉繼源² 李坤瑄³

1.中央研究院動物研究所

2.臺灣省水產試驗所澎湖分所

3.國立中山大學海洋生物研究所

摘 要

- 1.扁蟲的學名爲 *Stylochus orientalis* Bock, 原產臺灣海峽。
- 2.扁蟲爲雌雄同體, 行異體皮下注精, 整年都可產卵。
- 3.扁蟲產卵於牡蠣空殼內面, 親體有覆卵保護行爲。
- 4.扁蟲卵直接發育成幼生, 發育期間隨溫度之高低而快慢。
- 5.剛孵化的小扁蟲爲浮游向光性, 經牡蠣汁液之誘引而著底。
- 6.小扁蟲之成長與水溫有關, 10 月附著之小苗, 約在次年 5 月中旬成熟、產卵, 造成 6 月間大量附著, 而 6 月附著之小扁蟲長得快, 8 月即可產卵。

一、前 言

早在民國 68 年以前, 扁蟲即已嚴重威脅牡蠣養殖業: 68 年 8 月菜園一帶, 每串牡蠣平均有扁蟲 25 隻, 牡蠣損失高達 53%, 但同一時期, 在大菓葉養殖區, 每串牡蠣平均只有 4 隻扁蟲, 牡蠣損失 12% (徐及林, 1980)。爲了謀求扁蟲之防治, 民國 68 年, 徐及林曾研究扁蟲之生物學, 包括扁蟲的產卵量、稚蟲發生、鹽度對扁蟲捕食率及生長的影響及養殖場扁蟲發生率與牡蠣死亡率之關係。

民國 74 年, 扁蟲危害更趨嚴重, 6 月間在大菓葉海洋牧場先驅研究的牡蠣上, 一串牡蠣的扁蟲數高達百餘尾以上, 牡蠣損失達 90% 以上 (林曜松, 私人通信)。爲此, 民國 74 年 9 月 5 日召開澎湖海域養殖牡蠣扁蟲危害防治研討會, 會中提出許多意見, 其中臺大林曜松教授建議研究之重點在於扁蟲生活史之基本資料, 這將對扁蟲防治比較有幫助 (見附錄會議紀錄)。

扁蟲動物門多岐腸目 (Polyclads) 的扁蟲會捕食許多海洋生物 (Galleni *et al.*, 1980), 而其中某些種類以牡蠣爲食, 嚴重危害了牡蠣養殖業 (Pearse and Wharton, 1938; Rho, 1976; 徐及林, 1980; Ventilla, 1984)。雖然扁蟲是舉世聞名的牡蠣養殖業害蟲, 但目前仍然沒有有效的防治方法 (Pearse and Wharton, 1938; Rho, 1976;

Ventilla, 1984)。澎湖牡蠣養殖戶利用淡水沖洗或以日光曝曬來殺死扁蟲，但是澎湖地區缺乏淡水，而且操作上也需要大量人力，因此研究瞭解扁蟲之生活史，以便找出有效的防治方法。

任何生物的生活史研究，首要工作之一就是要查核該種生物的學名。確認學名之後，可以查詢到許多參考資料。但學名的鑑定並不容易。第一要瞭解其分類鑑定的形態構造，第二要查遍有關文獻。就扁蟲而言，分類之根據主要為內部生殖器官，這需要做連續切片，再做組合圖才能鑑定。而就文獻而言，臺灣之多岐腸目分類，除日據時代 Kato (1943) 外，並無國人之研究報告。日據時代，日本人 Kato (1943) 整理 Dr. Fujio Utunomi 1938 年 5 月在蘇澳採集的海產多岐腸扁蟲共計六種。其中五種為新種。Kato 1944 年在綜合整理日本多岐腸中，提到臺灣產有 *Stylochus orientalis* Bock 1913，該種產於臺灣海峽 26°N, 131°30'E 75 公尺深處，並將 Bock 所認為的變種 *S. orientalis* vs *splendida* 歸為同一種 (p. 261, Kato, 1944)。但 Galleni (1976) 除認同 *S. orientalis* Bock 1913 該種外，尚認同其變種之存在。徐和林 (1980) 鑑定捕食澎湖養殖牡蠣的扁蟲為 *Stylochus inimicus*。事實上，Hyman (1940) 早就核查出 *S. inimicus* 為 *S. frontalis* Verrill, 1892 的同物異名。所以 *S. inimicus* 應揚棄不用。查 *S. frontalis* 為美國大西洋種，產於美國佛羅里達州 (Palomb, 1931)，個體小，且該扁蟲入侵牡蠣的外套膜與殼之間，牡蠣 *Ostrea virginica* 本身分泌角質隔膜以隔離扁蟲，因而在牡蠣殼內留下角質隔膜 (Pearse and Wharton, 1938)。

多岐腸目的扁蟲的生活史，一般而言為底棲性的成體，不具游泳能力。成體為雌雄同體，受精卵或直接發生或發育成浮游性幼生，幼生變態成小扁蟲。吃食澎湖牡蠣的扁蟲，其成體只能藉水流漂移，其卵為直接發生，產生浮游性類似成體的稚蟲。因此，這些浮游性的稚蟲如何在牡蠣上附着，是重要的研究課題。許多海洋無脊椎動物的幼生能接受環境的特殊訊號以選擇適合的環境 (最近的相關綜述資料計有：Chia and Rice, 1978; Burke, 1983, 1986; Pawlik and Faulkner, 1986)。扁蟲成體以牡蠣為食，因此浮游性稚蟲是否接受牡蠣的訊息而附着於牡蠣叢上，是另一研究課題。另外扁蟲的生殖生物學、族羣動態、扁蟲在牡蠣叢上的空間分布、養殖戶的處理效應等等也都是研究的重要課題。

二、材料與方法

(一) 形態分類

以淡水製備 6% 氯化鎂等張溶液浸泡麻醉扁蟲，直到蟲體對探針沒有反應 (約 6 小時)。將蟲體夾於襯有稱藥紙的玻璃板，壓薄後用 FAA 固定，以蘇木精染色，以冬

青油使蟲體透明作成全埋片 (whole mount)；或用 Bouin's 固定液固定生殖器部分，作成 10 μ 厚的連續切片，以蘇木精—伊紅染色。

(二)浮游性稚蟲的附著

將活扁蟲由澎湖帶回，放置在循環水族箱中，以市面上出售的牡蠣餵食之。以透明的投影片襯於玻璃缸內，讓扁蟲產卵於該片上。當卵的顏色由乳黃變為黃褐色時，取出投影片剪下卵團，置於過濾海水中，以細濾網濾出一天內孵化的稚蟲來做實驗。

1.浮游性稚蟲的存活與活牡蠣的關係

在實驗前一個星期，用直徑 20 公分的大玻璃盤培養底藻，以透明膠片覆蓋玻璃盤以避免水分蒸發，並減少光亮。因為浮游性稚蟲有強烈向光性，它們會在水面靠盤壁邊緣聚集，因此而死亡，所以必須將盤子的邊緣以黑色膠帶包起來。將約 200 隻浮游性稚蟲移入這些盤中，盤內放牡蠣。不放牡蠣的做為對照組。第四天時，逢機計算 8 個投入盤中的小橡皮圈（直徑 2.5 公分）內活存稚蟲的數目。

2.浮游性稚蟲的附着與牡蠣汁的關係

在直徑 10 公分的培養皿外環貼 1 公分寬的黑色塑膠布，以防止稚蟲在水面靠培養皿壁上附着而死亡。培養皿內置過濾海水加了浮游性藻類 *Isochrysis galbana* 及牡蠣汁。牡蠣汁是以牡蠣攪碎取其汁，再以過濾海水稀釋 10 倍得之。培養皿中的牡蠣汁濃度分別為 50, 30, 20, 10 及 0 ppm。置一天孵化的稚蟲約 200 隻於培養皿內，在第七天時，計數整個培養皿中附着的蟲數；判斷稚蟲否已「附着」的依據是：蟲體變為背腹扁平並且喪失游泳能力。

(三)族羣動態

1.取樣法

(1)直接剝叢法：

將成叢的牡蠣剝離，逐一檢查。自民國 76 年 12 月至 77 年 9 月，按月在澎湖澎南灣的菜園地區採集牡蠣。牡蠣依其自臺灣進苗時間和養殖方式的不同而區分為抑制苗 (Harden seed) (75 年所進苗種)，10 月苗 (76 年 10 月所進苗種) 及 12 月苗 (76 年 12 月所進苗種) 三種。抑制苗的採樣由 76 年 12 月至 77 年 2 月止 (2 月時已全部售出)；自 77 年 3 月起，採取 10 月苗及 12 月苗樣品。該二種苗種在 77 年 9 月時已售完。

(2)氯化鎂麻醉法：

將牡蠣浸泡於淡水配製 6% 的氯化鎂溶液中，檢視之。

(3)浸泡 (缺氧) 法：

置成串牡蠣於水槽中，添加海水，淹沒牡蠣靜置數小時，當水中底層之氧氣被生物

或化學物耗去而減少時，扁蟲即浮至水面。

2. 扁蟲大小之估算：

扁蟲體形大小變化極大，而當扁蟲收縮時，個體略似圓形，故扁蟲大小以新臺幣輔幣之大小比較估算之。分爲三級：小扁蟲（小於一元大小，直徑 10 mm），中型扁蟲（十元大小，直徑 10~25 mm）及大扁蟲（大於十元）。

3. 生殖狀態：

生殖腺之發育程度分爲三種狀況：未懷孕者（腹面子宮中沒有卵粒）、懷孕者（子宮中有卵粒出現）及已產下卵團護卵者。

4. 扁蟲出現數與牡蠣死亡數之關係：

每月取不同苗種的牡蠣各兩串，先將整串牡蠣攤平於地面，逐叢記錄扁蟲出現的數目以及活的與死的牡蠣個數。

5. 去除扁蟲的效應

在 6 月時，將牡蠣串以淡水沖洗或置於潮間帶淺坪上曝曬 4~5 天，使附着於牡蠣上的扁蟲死亡或脫落，再放置回原來生活的水域中。經一個月或二個月後，如上述方式調查扁蟲，以便與未經處理者比較其扁蟲的變化量及牡蠣的存活狀況。

三、結 果

(一) 形態分類

危害澎湖牡蠣之扁蟲（圖一、二），大者可達直徑 5 公分，爲卵圓形，背面黑褐色間雜小白圓斑，蟲體中間爲淡褐色，個體前面 1/4~1/5 處有一對 2 mm 大小黃褐色而可收縮的觸角。觸角附近有眼點（觸角眼），觸角前方之中央有腦額眼，個體邊緣亦有眼點（邊緣眼）。蟲體腹面爲乳白色，其中央部位爲呈長橢圓形的咽喉褶，口位於褶之中央，爲一小圓孔。咽喉褶之外側爲雄性輸精管，再外側爲子宮。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。前列腺及黏附腺隱約可見。

組織切片（圖三）的拼合圖（圖四）顯示內部構造如下：貯精囊爲三葉狀構造，乃蟲體兩側的輸精管向個體後段中央逐漸膨大癒合而成，其末端延伸出一彎曲小管與前列腺囊的開口相通，形成肌肉質的雄生殖孔。

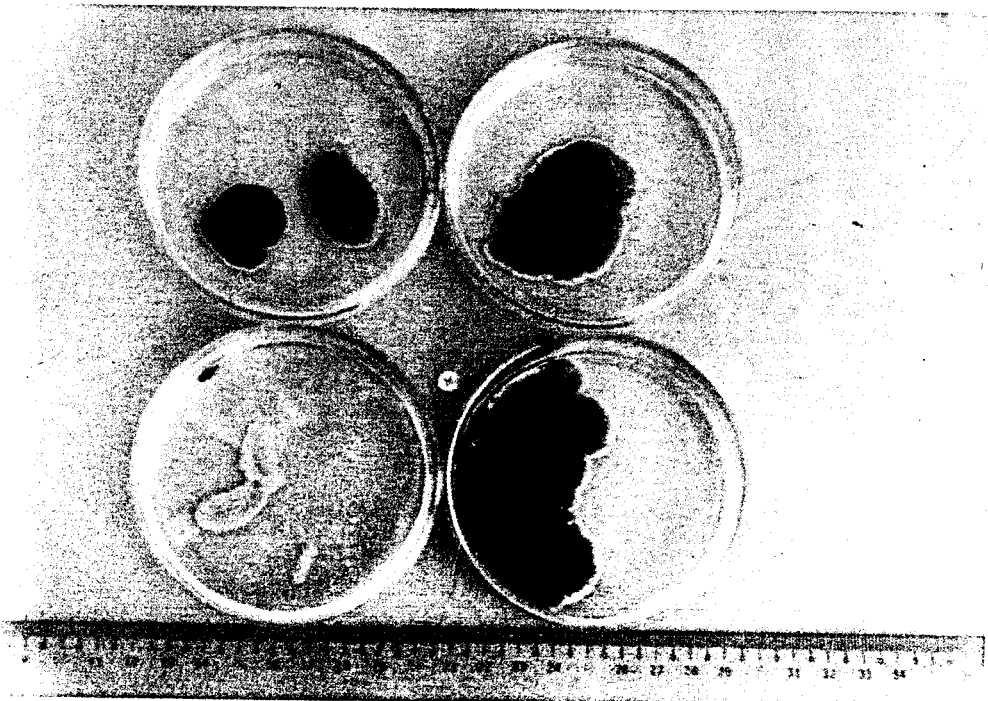
經與 Bock (1913) 及 Palomb (1931) 原文圖比較，認定該種扁蟲屬 *Stylochus orientalis* Bock 1913。

(二) 浮游性稚蟲的附著

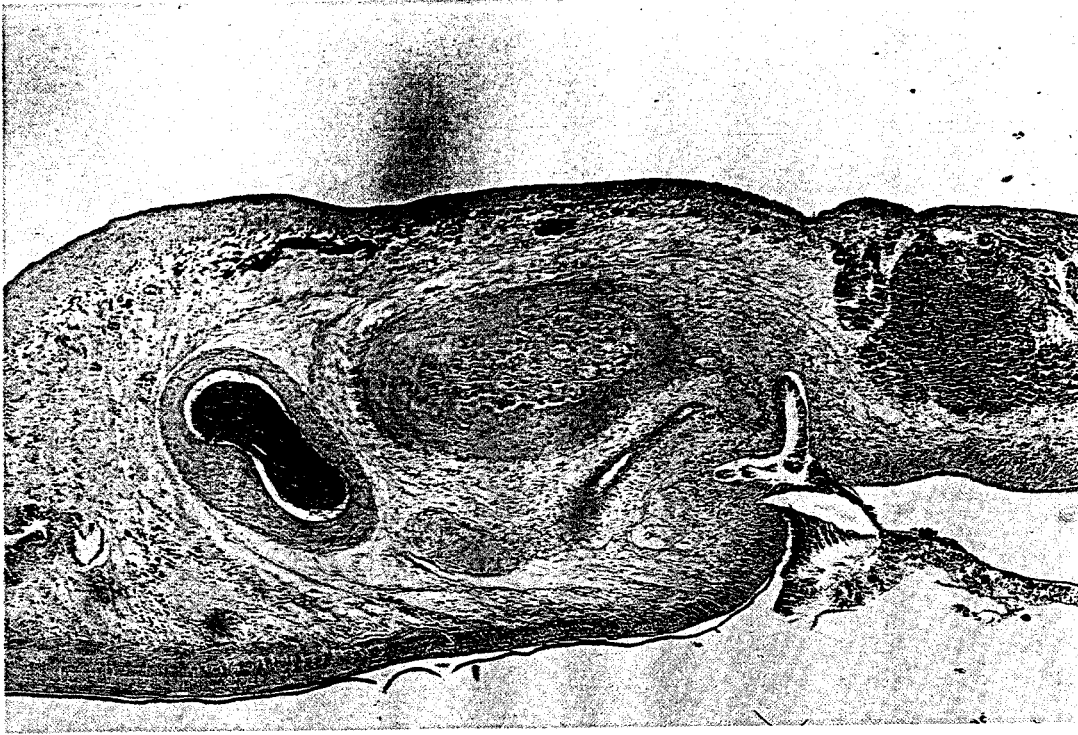
扁蟲行異體交配，皮下注精。產卵後約 6 小時行螺旋狀分割，同一卵團之各卵發育期頗不一致。4~5 天出現第一對眼點，約 10 天孵化。人爲攪動或照光刺激亦可促使



圖一 扁蟲（右上）保護卵塊，卵塊呈黃褐色，左上角爲魚卵。

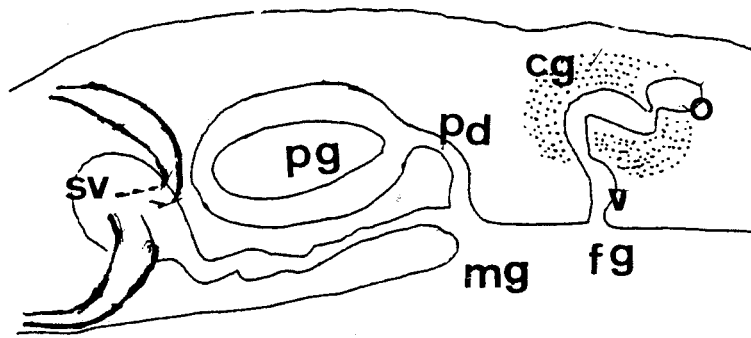


圖二 大小不一的扁蟲



圖三 扁蟲之組織切片圖

提早孵化。剛孵化的稚蟲，具有長橢圓形的外形，有一對棕色發育不完全的觸角以及3~4對黑色的眼點，但並未見到它們有邊緣眼及觸角眼；口部和皺褶狀的咽部都和成



圖四 扁蟲生殖腺模示圖

- | | |
|-------------------------|-------|
| 1. cg (cement gland) | 黏附腺 |
| 2. fg (female gonopore) | 雌性生殖孔 |
| 3. mg (male gonopore) | 雄性生殖孔 |
| 4. o (oviduct) | 輸卵管 |
| 5. pd (prostatic duct) | 前列腺管 |
| 6. pg (prostatic gland) | 前列腺 |
| 7. sv (seminal vesicle) | 貯精囊 |
| 8. v (vagina) | 陰道 |

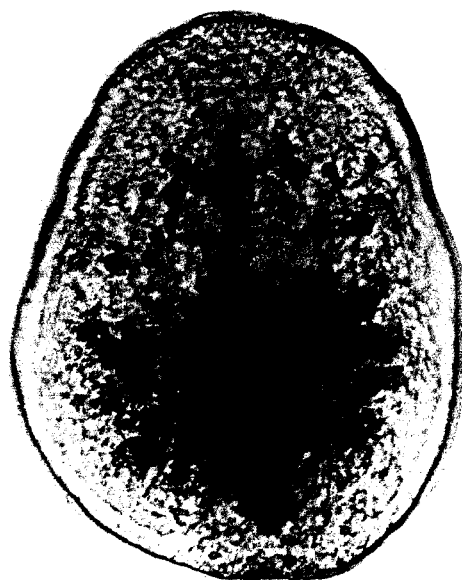
蟲相似；身體的表面具有纖毛並有兩叢尾部穗狀物 (caudal tufts) (圖五)。

稚蟲呈向光性反應，以「正弦」(sine) 波動形式迴轉前進。當遇著牡蠣時，稚蟲以小圓圈的方式快速轉動，然後身體變形成背腹扁平的橢圓形而且失去游動 (圖六)。

在放有活牡蠣的盤中稚蟲的存活數為 30 ± 9 隻，不放活牡蠣的盤中則為 5.7 ± 4.7 隻，變方分析顯示差異顯著 ($p < 0.05$) (表一)。而在五種不同濃度的牡蠣汁中，着底比例



圖五 浮游性稚蟲



圖六 附著下來變扁的稚蟲

分別爲：50 ppm—18.7%、30 ppm—1.9%、20 ppm—0.8%、10 ppm—0.5%、0 ppm—0.0%（表二）。

(三) 族群動態

有關扁蟲之生殖生物學調查結果如下：

1. 夏季：6~7 月間扁蟲個體子宮充滿卵。海域牡蠣串的空殼上有卵塊，扁蟲有護卵行爲，卵初期爲淡黃或乳白色，發育至快孵化前呈淡褐色。

2. 秋冬季：民國 75 年 12 月 19 日在菜園的老牡蠣叢中發現卵塊，帶回實驗室檢

表一 活牡蠣對扁蟲 *Stylochus orientalis* 的浮游性稚蟲存活的影响

重覆組	稚蟲存活的數量	
	放牡蠣	不放牡蠣
1	39	11
2	30	4
3	21	2
平均±標準偏差 (mean±SD)	30±9	5.7±4.7

表二 牡蠣汁對扁蟲 *Stylochus orientalis* 的浮游性稚蟲著底的影响

牡蠣汁濃度 (ppm)	重覆組	稚蟲數目		著底百分比 (%)	平均著底百分比 (%) (標準偏差)
		浮游	著底		
50	1	62	16	25.8	18.7
	2	41	8	19.5	(7.5)
	3	37	4	10.8	
30	1	103	1	1.0	1.9
	2	98	1	1.0	(1.6)
	3	56	2	3.8	
20	1	80	2	2.5	0.8
	2	76	0	0	(1.4)
	3	76	0	0	
10	1	93	0	0	0.5
	2	85	0	0	(0.8)
	3	68	1	1.5	
0	1	105	0	0	0.0
	2	72	0	0	
	3	47	0	0	

查，光照下扁蟲幼生孵化。民國 76 年元月 16 日及二月間在菜園所採的扁蟲子宮內有卵的比例分別為 23.6% (13/55) 及 25% (20/80)。同時觀察到許多卵塊及扁蟲護卵之現象。

3.春季：民國 76 年 3 月間發現直徑約 2.0 公分的扁蟲已懷孕，顯示扁蟲最小成熟體長約為 2.0 公分左右。

表三顯示民國 76 年 9 月至 77 年 8 月菜園地區扁蟲族羣的月別變化。民國 75 年 12 月進入澎湖的苗在夏季漁民用淡水浸泡以殺蟲，結果每串平均為 5 尾，而沒有用淡水浸泡的高達 23 尾 (11 月的樣品)。但同一批苗於早春移至淺灘為抑制苗，而於 10 月再放到海中飼育的則沒有任何扁蟲的為害。

民國 76 年 10 月進來的苗於 12 月感染小扁蟲每串高達 24.5 尾，經通知漁民處理，減少至 8 尾 (1 月)，而於 6 月再次發現小扁蟲，每串有 3.5 尾，此後蚵民清洗牡蠣，

表三 澎湖地區不同的牡蠣羣上扁蟲 *Stylochus orientalis* 族羣密度的月變化。表上數據為牡蠣串上的平均蟲數，括弧內為檢查的牡蠣串數。

月別	牡蠣尾數	牡蠣苗運到澎湖的日期				
		1986年12月	1986年12月	1987年10月	1987年12月	1988年1月
		一般的	抑制苗	一般的	抑制苗	一般的
1987						
9月	5(8)*	—	—	—	—	
10月	6(3)*	0(2)	—	—	—	
11月	23(3)	0(2)	—	—	—	
12月	—	0(2)	24.5(2)#	—	—	
1988						
1月	—	0(2)	8 (1)*	—	0(2)	
2月	—	0(2)	0.8(4)	1 (7)	0(7)	
3月	—	0(2)	3 (2)	0 (2)	0(2)	
4月	—	—	1 (2)	0 (2)	0(2)	
5月	—	—	1.2(5)	0 (5)	—	
6月	—	—	3 (2)	28.5(2)#	—	
			3.5(2)#			
7月	—	—	4 (2)*	4.5(2)*	—	
			16 (2)	23.5(2)		
8月	—	—	4.5(2)*	5 (2)*	—	
			27 (2)	24.5(2)		

*：用淡水沖洗處理以殺死扁蟲的牡蠣串

—：海域不具該種材料

#：小扁蟲正值稚蟲階段，剛著底尚未成熟

每串維持 3~4 尾，而沒有清洗的則高達 16~27 尾之多。

民國 76 年 12 月來的苗則於冬季未受扁蟲為害，但於 6 月出現小扁蟲高峯達 28.5 尾，此後清洗則降至 4~5 尾，不清洗的則有 23~24 尾之多。

民國 77 年 1 月來的苗至 4 月未見小扁蟲感染，此後移至淺灘也未見感染。

以上結果顯示小扁蟲一年出現有二次高峯分別為晚春及秋，而秋季的為來自晚春長大產卵的，秋季的小扁蟲需長期間才長大成熟而晚春的則成長快速。

(四) 扁蟲之垂直分佈

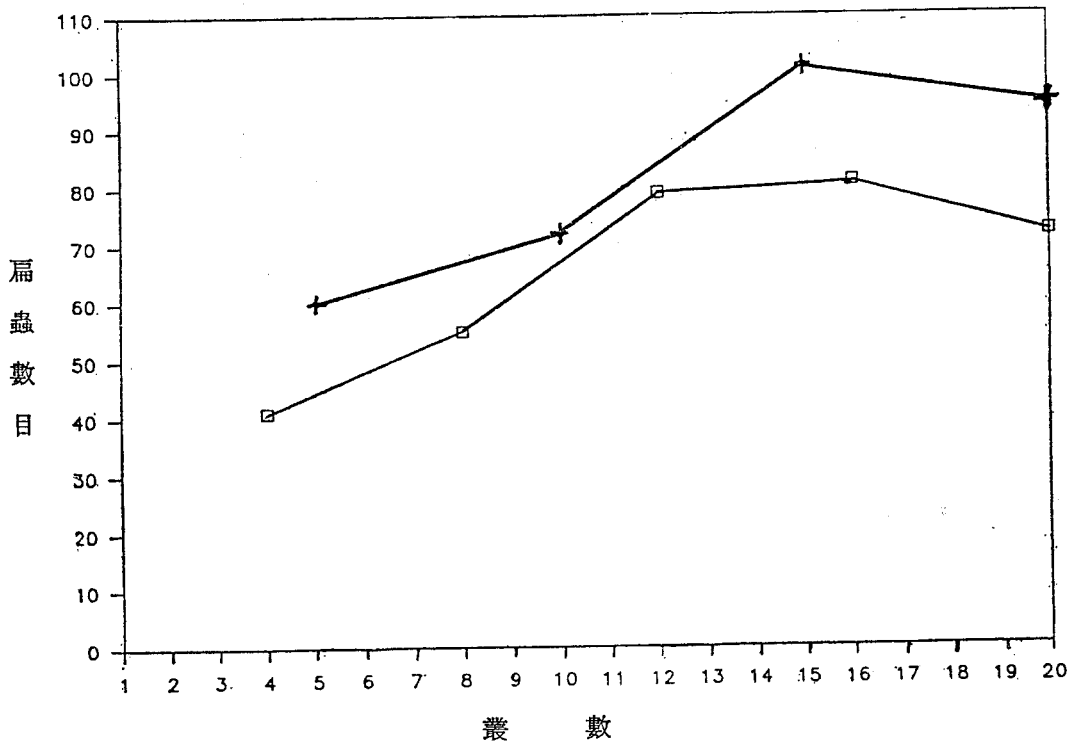
圖七顯示扁蟲偏好分布在牡蠣串的下層。

(五) 扁蟲出現數與牡蠣死亡率之關係

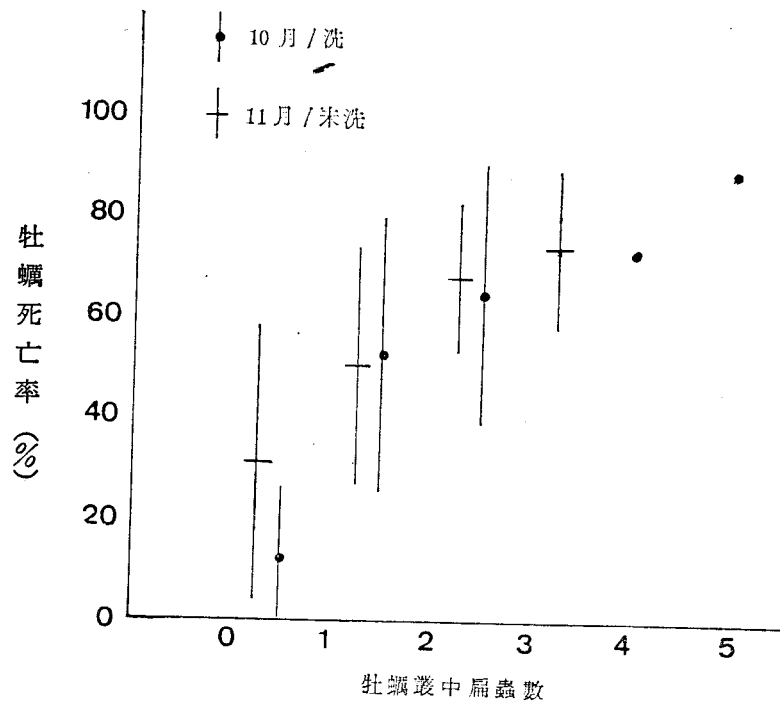
圖八顯示扁蟲附着數與牡蠣死亡之關係。一串牡蠣約為 20 叢，以每叢牡蠣的死亡率與該叢的扁蟲數做相關分析，發現扁蟲數越多，死亡率越高。

(六) 去除扁蟲的效應

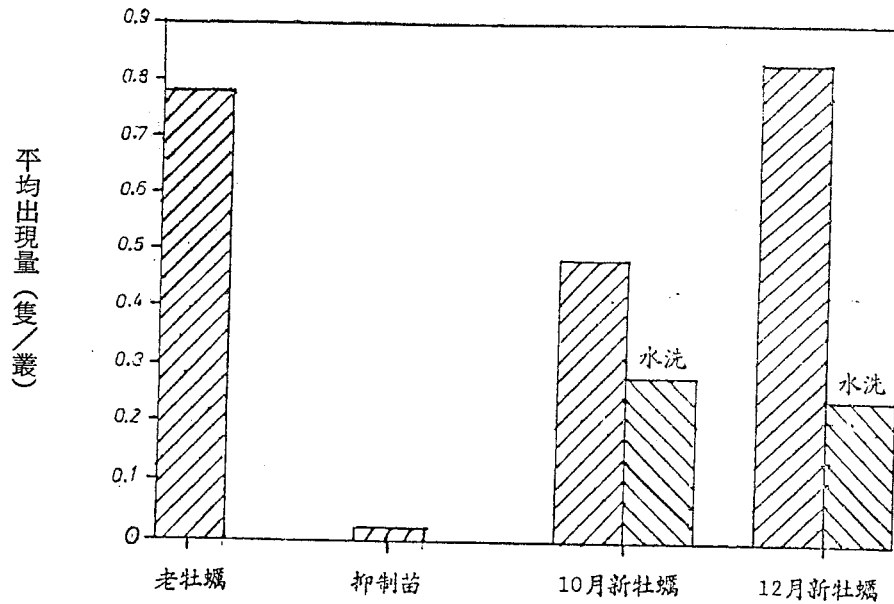
如圖九所示，經過去除處理的牡蠣叢上平均有扁蟲 0.27 尾較未經過處理者 (0.67) 為低，效果明顯。



圖七 總計所有調查過的牡蠣串上扁蟲的垂直分佈情形，以 4 叢 (□) 或 5 叢 (+) 一組計算得到本圖，中下層有分佈較多的趨勢。



圖八 扁蟲出現量及牡蠣死亡率的关系



圖九 扁蟲在牡蠣叢的出現量

說明：老牡蠣指 1986 年放養的一般牡蠣，未經水洗處理。

抑制苗也是在 1986 年放養夏天養在潮間帶。

新牡蠣指 1987 年放養之一般牡蠣，分為 10 月及 12 月放養，並在 1988 年 6 月對其中一些施以水洗在扁蟲處理。

四、討 論

(一) 分 類

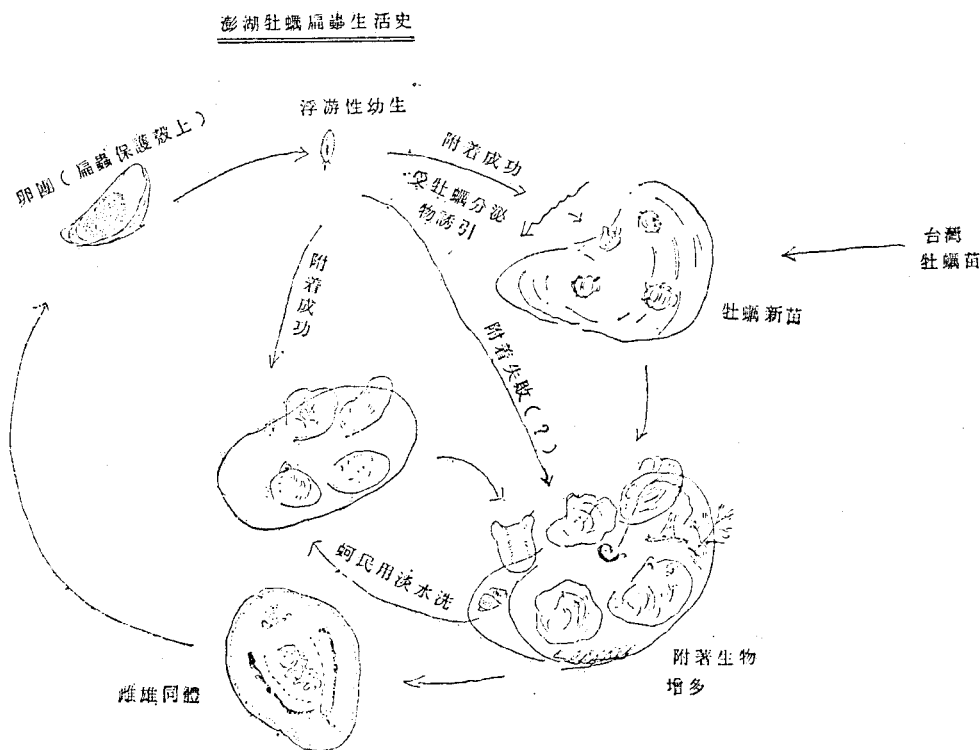
Hyman (1955) 曾報導扁蟲 *Pseudostylochus ostreophagus* 隨牡蠣種苗的輸入而由日本傳入北美。一般而言，吃食牡蠣的扁蟲也會吃藤壺 (Gallen *et al.*, 1980)，又能多日不食，例如 *Stylochus frontalis* 可百餘日不食 (Pearse and Wharton, 1938)，因此扁蟲附於船殼上之藤壺而週遊世界亦非不可能，因此在鑑定此類生物應格外小心。

澎湖養殖的牡蠣為 *Crassostrea gigas*，在其殼內並沒有發現任何角質隔膜，而當 *Stylochus frontalis* 侵入 *Ostrea virginica*，*O. virginica* 會形成角質隔膜來隔離扁蟲。捕食澎湖養殖牡蠣的扁蟲之生殖器官與 Bock (1913) 所描述之 *Stylochus orientalis* 之圖相同，而該種原產於臺灣海峽，所以確認該種為 *Stylochus orientalis*。

(二) 生活史

澎湖扁蟲以牡蠣為食（是否也吃其他動物尚未知），所以孵化後的稚蟲須停留在有牡蠣的地方才得以生存。此演化的結果扁蟲稚蟲受牡蠣某種分泌物的誘引而附着下來。扁蟲生活史中最弱的一環，似乎是孵化的稚蟲如何找到適當的地方而附着的那段時間。

圖十顯示截至目前所瞭解的扁蟲生活史：扁蟲為雌雄同體，產卵於空牡蠣殼上並且



圖十 防治之道：在生活史上開天窗

覆蓋於卵團上以保護之。當孵化為向光性的類似於成體的稚蟲時，約有 6~8 個眼點位於體前段，但邊緣不具眼點。

此稚蟲受牡蠣之誘引而附着。附着下來為扁平，不會游泳，吃食牡蠣長大。約 2 個月（10~12 月）可長大到約 1 公分大小，眼點約分布在個體前半段的邊緣，至約 2 公分，即達最小成熟體長，隨後越長越大，孕卵數越多。

牡蠣殼上有許多附着性生物。這些生物或可減少扁蟲稚蟲的附着（由抑制苗無扁蟲附着推論之），但當蚵民用淡水殺扁蟲時，附着生物也被殺死，因而扁蟲稚蟲得以再附着。根據蚵民經驗，越早清洗的牡蠣，越有再次附着扁蟲的機會。至於清除附着生物後的牡蠣是否如蚵民所言的會長得較好，亦值得進一步研究。

（三）生物防治

由以上生活史可以看出，防治扁蟲危害的最有效方法是減少或防止扁蟲稚蟲的附着。由於牡蠣苗只在秋冬由臺灣引入，故在引入前（9 月~10 月間）澎湖海域應休作，清理蚵架並清除海域中殘存的牡蠣。事實上，在一切經營正常情形下，當地的牡蠣在颱風前已經出售完畢。

蚵民將引入的苗以約 50 串為一單元掛在一起，而後隨着成長而逐一分封成 20 串、10 串等。每次分封應清洗或曝曬以去除小扁蟲。

扁蟲為害以 6 月最為嚴重，應避開，避開方法有二：一為提早進苗，以提早出售，在 5~6 月間出售。二為在潮間帶掛抑制苗，到秋天移入海灣內養殖而於次年 3 月間收成。

五、參考文獻

- Bock, S., 1913. Studien uber Polycladen. Zool. Bidrag, Vol. 2, pp. 31-344.
- Burke, R. D., 1983. The induction of metamorphosis of marine invertebrate larvae: stimulus and response. Can. J. Zool., Vol. 61, pp. 1701-1709.
- Burke, R. D., 1986. Pheromones and the gregarious settlement of marine invertebrate larvae. Bull. Mar. Sci., Vol. 39, pp. 323-331.
- Chia, F. S. and M. E. Rice (editors), 1978. Settlement and metamorphosis of marine invertebrate larvae. Elsevier, New York, 290 pp.
- Galleni, L., 1976. Polyclads of the Tuscan coasts II. *Stylochus alexandrinus* Stein Bock and *Stylochus mediterraneus* n. sp. from the rocky shores near Pisa and Lirorno. Boll. Zool., 43: 15-25.
- Galleni, L., P. Tongiorgi, E. Ferrero and U. Salghetti, 1980. *Stylochus mediterraneus* (Turbellaria: Polycladida), predator on the mussel *Mytilus galloprovincialis*. Mar. Biol., Vol. 55, pp. 317-326.
- Hyman, L. H., 1940. The polyclad flatworms of the Atlantic coast of the United States and Canada. Proc. U. S. Nation, Mus. 89.

- Hyman, L. H., 1955. The Polyclad Flatworms of the Pacific coast of North America: Additions and Corrections. American museum Novitates, 1704: 1-11.
- Kato, K. 1943. Polyclads from Formosa. Bulletin of the biogeographical Society of Japan, Vol. 13, No. 11, pp. 69.
- Kato, K. 1944. Polycladida of Japan. Jour. Sigenkagaku Kenkyusyo (Res. Inst. Nat. Resources), Vol. 1, pp. 257-318.
- Palombi, A., 1931. *Stylochus inimicus* sp. nov. Policlade acotileo commensale di *Ostrea virginica* Gmelin delle Coste della Florida. Bollettino di Zoologia (Naples) 2: 219-226.
- Pawlik, J. R. and D. J. Faulkner, 1986. Specific free fatty acids induce larval settlement and metamorphosis of the reef-building tube worm *Phragmatopoma californica* (Fewkes) J. Exp. Mar. Biol. Ecol., Vol. 102, pp. 301-310.
- Pearse, A. S. and G. W. Wharton, 1938. The oyster "leech" *Stylochus inimicus* Palombi, associated with oysters on the coast of Florida. Ecol. Monogr., Vol. 8, pp. 605-655.
- Rho, S., 1976. Studies on the polyclad Turbellaris of Korea. Studies on the damage of cultured oysters in Yeosu coast by predation of polyclads, *Stylochus* sp. and *Pseudostylochus* sp. Bull. Fish. Res. Dep. Ag. Pusan, Vol. 15, pp. 111-124.
- Ventilla, R. F., 1984. Recently development in the Japanese oyster culture industry. Adv. Mar. Biol., Vol. 21, pp. 1-57.
- 徐瑞雲、林曜松，1980。危害牡蠣之扁蟲 (*Stylochus inimicus*) 的生物學研究。行政院農業發展委員會漁業特刊第3號魚病研究專刊(≡)：39-51。