

危害牡蠣之扁虫(*Stylochus inimicus*)的生物學研究

徐瑞雲 林曜松

Biological Studies on the Oyster Predator, *Stylochus inimicus*

Juei-Un Shu* and Yao-Sung Lin*

Abstract

A number of *Stylochus inimicus* were kept in the aquaria in the laboratory for the study of their spawning activity, early development, and the effect of changes in salinity on the feeding rate on oysters as well as growth rate. The relationship between the abundance of flatworms and the mortality rate of oyster at Penghu was also investigated.

During the observation period in the laboratory, the flatworms were capable of spawning repeatedly. The spawning frequency and the number of eggs produced showed a positive relation with the size of the worm. *S. inimicus* usually brood the eggs until hatching to protect them from predators. At 33‰ and 26°C, the fertilized eggs usually hatch at 16-17 days after oviposition, and the phototropic larvae tended to sink to the bottom mud on day 21-22. If not protected by the parent, the survival rate of the fertilized eggs was lessened by the presence of increased number of predators in the egg mass. Under experimental conditions, the feeding rate on oysters increased with the elevation in salinity.

The field investigation conducted in penghu in 1979 indicated that the mortality of oysters was correlated with the number of flatworms. In the oyster farming area at Tsaiyuan the average number of flatworms per string of oyster was 25 in August and the corresponding mortality rate of oyster reached a high of 53%. During the same period only 4 worms were found on a oyster string from Daguoyeh and the mortality rate was 12%.

緒 言

澎湖牡蠣養殖業近年來蓬勃發展，養殖數量及區域均年有增長，為澎湖地方增加不少收益。然而每至夏季，常有大量的扁虫發生，吞食蚶肉，嚴重時甚至有整臺養殖架下之牡蠣損失殆盡者，對該地養殖業之繼續發展構成重大的威脅。

* 國立台灣大學動物研究所 (Institute of zoology, N.T.U.)

扁虫屬扁形動物門 (Platyhelminthes)，渦虫綱 (Turbellaria) 多歧腸目 (Polycladida)。在國外危害牡蠣的扁虫種類，計有五種。早在1938年，Pearse 與 Wharton⁽¹⁾ 便曾報導有關美國佛羅里達州的 *Stylochus inimicus* 危害牡蠣及其生理生態之知識。Loosanoff⁽²⁾ (1956) Provenzano⁽³⁾ (1961) 與 Webster and Medforal⁽⁴⁾ (1959) 亦發現另一種扁虫 *Stylochus ellipticus* 危害牡蠣幼苗，至於影響此種扁虫捕食率的因子如溫度、鹽度、牡蠣大小和扁虫食性的研究，Landers and Rhodes⁽⁵⁾ (1970) 有初步的調查結果。Koganezawa⁽⁶⁾ (1978) 於日本松島灣研究 *Pseudostylochus ostreophagus* 之防除法，建議以淡水和飽和食鹽水處理。在韓國，Yang⁽⁷⁾ (1974) 研究牡蠣害敵 *Stylochus ijima* 與 *Pseudostylochus obscurus* 的幼虫發生，發現扁虫在完成浮游期後會轉至底泥中棲息，繼續發育。

為尋求確切控制扁虫族羣的方法，以減少對牡蠣之危害，關於扁虫的生物學研究實屬必要。有鑑於此，本研究乃調查澎湖養殖場中吞食牡蠣的扁虫，其危害與季節的關係，必探討幼虫發生，產卵率，捕食率，以提供未來防治方法研究之參考。

材料與方法

一、標本採集

自1979年7月至11月，每月定期前往澎湖菜園與大葉牡蠣養殖場，採集牡蠣2~3串，分別記錄串上每團牡蠣所附着之扁虫數目和大小及牡蠣死亡率。由於大葉的牡蠣於1979年12月初採收完畢，故只繼續進行菜園地區的採集工作直到1980年6月止。

為了檢討扁虫之垂直分佈，研究者於1979年7月在澎湖菜園地區採取牡蠣15串，每串20團，每團間隔20公分全長4公尺，依序2團為1組，分為10組，分別記錄附着扁虫數，其中附苗失敗或因搬運而脫落者不計。

二、現場訪問

於1979年10~11月赴澎湖各牡蠣養殖場 (Fig 1)，訪問各養殖戶，其中三處是位於跨海大橋左

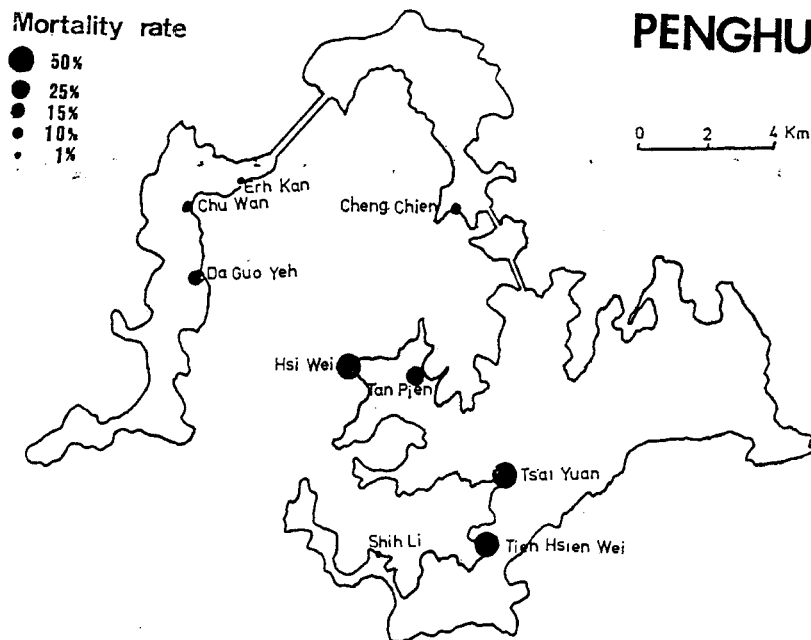


Fig 1 Mortality rate of oysters at Penghu Islands based upon a interview of local residents.

側，西嶼沿岸的竹灣，二崁及大葉葉，其餘六處是位於跨海大橋右側白沙或馬公沿岸的城前，西儒、潭邊、菜園、鐵線尾和崙里。訪問項目包括：牡蠣放養與採收時間，食害動物種類，害敵發生時間與牡蠣損失率。除了竹灣訪問1家，菜園訪問3家養殖戶外，其他各地均訪問2家，各地點牡蠣損失率以該地所訪問養殖的家數，取其損失率平均值表示之。

三、大小測定

本研究採用下列二種方法測定扁虫大小：

(1)因扁虫全身伸縮自如，體型常不固定，因此用面積的測量以估算大小。將扁虫置於培養皿（直徑 9.5 cm）中，待其靜止呈自然匍匐狀態，以透明秤藥紙貼於培養皿外側，描繪外形後，再換算實際面積。

(2)或將放有扁虫的培養皿，擱於一標準尺上方照相，再以透明秤藥紙分別描繪照中上之扁虫外形（S），及 1 cm² 的正方形（T）然後用方格紙求出 S/T 之比值即為扁虫之面積。

以上二法均重複二次，取其平均值。

四、捕食率與生長率

自1979年10月，將澎湖採集的 *S. inimicus* 放在裝有 25°C，33‰ 海水的水族箱（52×27×30 cm³）中飼養1個月。水族箱內海水高度維持 28 cm，並以濾水器維持水質純淨，進行以下不同鹽度試驗之前，每天降低 2~3‰，直到所需鹽度止。

為探討鹽度、扁虫大小與捕食率和生長率的關係，採用 3×3 複因子實驗，即以 20‰，25‰，30‰三種鹽度及配合平均大小為 17.8，11.6，5.6 cm² 之三種扁虫，共計 9 組處理，分別置於不同的水族箱中，每組 5 隻扁虫，分別附着於 1 團牡蠣（每團 20~30 個）後，成排懸吊於水族箱中，每團牡蠣相距 10~15 cm，並以尼龍網圍住牡蠣團，以防扁虫沉落水族箱底。實驗前後均照相測定其大小，試驗期間每日記錄被侵食之牡蠣。

另在 6 個水族箱中，將牡蠣平鋪散放於箱底，其中 3 個水族箱分別裝 20‰，25‰，30‰之海水及 15 隻扁虫（體型大小 5~18 cm²，平均 11.7 cm²），另 3 個則放 27‰ 海水分別飼養大、中、小扁虫各 10 隻（體型大小 9~21 cm²，平均 12.1 cm²）觀察 25 天，每天記錄被侵食之牡蠣數，以計算其捕食率。

五、產卵率

在前述之 3×3 複因子扁虫捕食實驗期間，每日同時記錄產卵扁虫數，以了解鹽度，扁虫大小與產卵率的關係。

此外，於 1979 年 7 月採集 *S. inimicus* 32 隻飼養於內壁及底部均襯以玻璃片的水族箱（50×27×30 cm³）中，水族箱內之海水鹽度為 33‰，水溫保持 26°C。扁虫產卵後，便以透明秤藥紙描繪卵塊外形，求其卵塊面積，另選取 9 mm² 卵塊三片，於顯微鏡下計算其數目，依此估算每隻扁虫之產卵數。

欲瞭解扁虫是否會連續產卵，於 1979 年 7 月 23 日選取 4 隻 *S. inimicus*（體型各為 20, 12, 8 及 6 cm²）分別放入 2,000 C.C. 之燒杯中，以平均殼高 3.7 cm 的牡蠣 10 個飼養之。杯口覆蓋尼龍網，以防其爬離燒杯，整個設置再放入以濾水器維持水質純淨的水族箱（96×38×36 cm³）中飼養至 1980 年 2 月 6 日為期 198 天，海水每週一換，鹽度 30~33‰，每天補充被吞食或自然死亡之牡蠣。產卵數則於開始產卵後，第 3 天計數之。

六、胚胎發育

1979年7月11日自澎湖採集2隻 *S. inimicus* (大小各為16.5, 12 cm³) 飼養於26°C, 33‰的海水中, 先後於7月20日及23日產卵於玻璃片後, 分別選取含100個卵的卵塊, 置於裝有33‰海水的培養皿中, 在首24小時, 每30分鐘一次, 而後每天早晚各一次, 觀察各發育階段, 並照相、記錄。

幼虫孵化後, 裝入含1,000 C.C. 海水與綠藻培養液的2,000 C.C. 燒杯中, 燒杯底層則放置採自牡蠣養殖場, 經24小時日曬乾燥的底泥約5 cm 高, 連續打氣, 且隔日以吸管儘可能的取出幼虫, 換養於另一新設置的海水與綠藻培養液中, 由於浮游性的幼虫具向光性, 故在培養杯之上半部外圍纏繞黑布。為免於侵食者如沙蠶幼虫之捕食, 將海水與飼養用綠藻培養液(鹽度33‰)均先經濾紙過濾。

扁虫的卵塊中, 常見侵食卵的原生動物與沙蠶, 為瞭解此類害敵, 是否會影響卵之孵化率, 故選取產後第2天的卵塊共20組, 每組約50個卵, 先以過濾海水沖洗三次, 儘速檢查卵數與卵塊內害敵之種類和數目, 分別置於裝有已過濾海水的1,000 C.C. 大燒杯中, 培養14天後記錄卵的存活率。

S. inimicus 產卵後, 其身體常緊貼卵塊, 欲探討有母體覆蓋與否, 其卵孵化率之差異。選取14.8, 15, 15.5, 16.5 cm³ 大小而生殖腺成熟的扁虫4隻, 待其產卵於玻璃片上描出每隻扁虫第一天產的卵塊A, 於次日移開母體, 該母體會繼續產卵而得卵塊B, 其中B卵塊有母體覆蓋其上, 以上各卵塊均放置在33‰, 26°C之海水中培養15天後, 自各卵塊中選取100個卵, 檢查其中害敵之種類和數目。

結 果

一、分類地位

由活體及全包埋標本, 觀察 *Stylochus inimicus* 特徵如下: 背面 (Fig. 2)

橢圓形, 體型 0.5~30 cm³。黃褐或灰褐色, 間雜白點分佈, 離前端 $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{3}$ 體長處具有可伸縮自如的觸角, 兩觸角間是腦。檢查10隻標本, 其眼點計三種: (1) Tentacle eyes (2) Marginal eyes: 分佈於身體邊緣。(3) Cerebral frontal eyes: 自觸角後方向前方經觸角成扇形分佈, 而與 Marginal eyes 相連。腹面 (Fig. 3) 乳白色, 外形可見白色的咽喉 (Pharynx), 攝護腺 (Prostatic gland), 輸精管 (Vas deferens) 和子宮 (Uterus)。咽喉大且長, 分枝狀, 主幹兩側約有7~8條主分枝, 每個主分枝另有分枝, 多且細。雌雄同體, 具兩個明顯的雌雄生殖孔, 雄性生殖孔距後端約 $\frac{1}{4}$ 體長處。

二、產卵率

扁虫之產卵頻率隨海水鹽度與扁虫大小而異 (Table 1)。在3×3複因子實驗期間, 9組處理中

Table 1. The number of flatworms spawning out of five each of the large, medium and small *S. inimicus* which were kept in aquaria at various salinities from Oct. 17 to Nov. 11 1979.

Salinity (‰)	Flatworm size			Mean
	Large (17.8 cm ³)	Medium (11.6 cm ³)	Small (5.6 cm ³)	
20	5	4	0	9
25	5	5	1	11
30	5	4	3	12
Mean	15	14	4	

，每組 5 隻扁虫在 25 天飼育期間，每組產卵的扁虫數隨體型增大而增加，平均體形各為 17.8, 11.6 與 5.6 cm² 之扁虫，在 20~30‰ 鹽度下，其產卵率分別為 100%，93%，與 26%。大、中型扁虫之產卵個體數，隨鹽度之增加，並無顯著之變化，但小型個體之扁虫（平均 5.6 cm²）在 20‰ 時不產卵，而在 25 與 30‰ 時則有 20% 與 60% 個體產卵。

4 隻 *S. inimicus* 飼養 198 天（7 月至 2 月），發現它們有連續產卵的現象，其產卵頻率與產卵總數均隨體型之增加而增大，且大扁虫之產卵間隔甚短（Fig. 4）。大小為 20 cm² 者，在 4 個月（8~11 月）之內平均每 20 天產一次卵，共計七次，產卵總數為 450,000 個，而 6 cm² 者平均每 37 天產

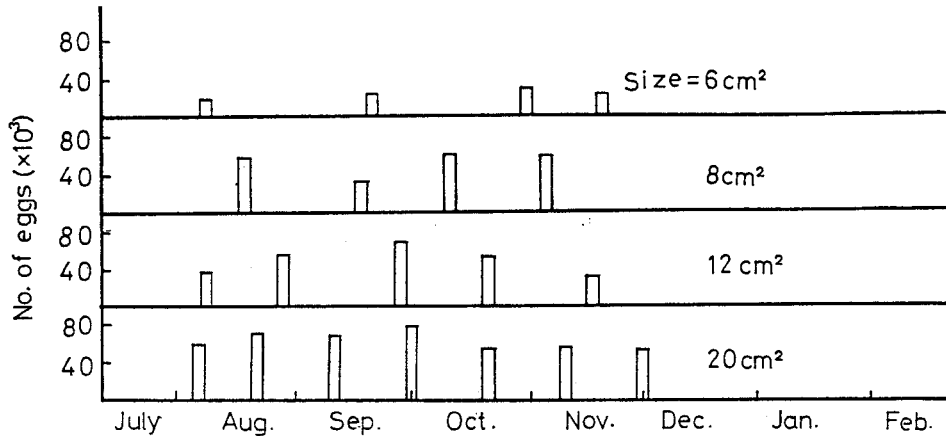


Fig. 4 Spawning frequency and the number of eggs produced of various sizes from July 1979 to February 1980.

卵一次，前後只有四次，產卵總數為 93,000 個。在連續產卵期間，每一次產卵的數目不隨產卵次數而減少，大小 20 cm² 者，首末兩次產卵數各為 60,000 和 55,000 個，6 cm² 者各為 19,000 和 23,000 個，12 月到 2 月，4 隻扁虫雖然仍繼續侵食牡蠣，且子宮（Uterus）亦見肥大，但均無產卵現象。

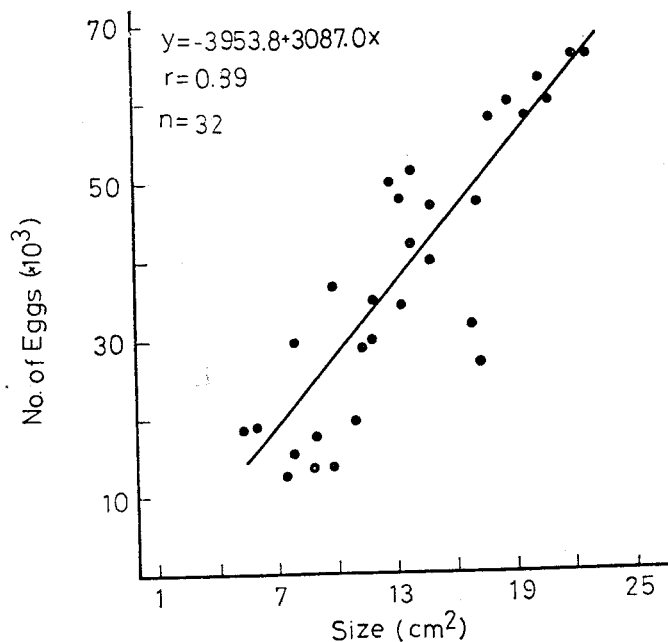


Fig. 5 The relationship between the size of *S. inimicus* and the number of eggs produced.

S. inimicus 的產卵數隨體型增大而增加，在試驗室中觀察 32 隻扁虫（體型平均 16.3 cm²）其最小產卵體型為 5.5 cm²。平均一次產卵 38,000 個，產卵數與體型大小之直線迴歸方程式為： $Y = -3,953.75 + 3,087.3 X$ (Fig. 5)，其中 Y 是扁虫產卵數，X 為扁虫之大小（cm²）。其中 X 適用範圍為 5.5 cm²~25 cm² 之間。

三、胚胎發育

在 26°C，33‰ 海水中 *S. inimicus* 之受精卵 (Fig. 6) 在產出後 9~10 小時進行第一次分裂，而後每間隔約 2 小時分裂一次，得到 2, 4, 8, 16, 32 細胞期。第 3 天發育為具有纖毛的多細胞胚胎 (Fig. 7)，4~5 天後出現第一對眼點，胚胎開始旋轉 (Rotating)，第 9 天已發育為具 4 個眼點，胚胎加速旋轉且經常作不規則的收縮，在 16~17 天時孵化為幼虫，其全身密佈纖毛，且具向光性。幼虫經過 4~5 天浮游期後，開始轉移至底泥中，此時具 12 個眼點 (Fig. 8) 且吻部清楚可見，至第 7 天出現 14 個眼點 (Fig. 9)，而後因為尚未找出適合此種幼虫的餌料，故均死亡。

四、害敵與孵化表

扁虫的卵囊內含有外來的害敵，計三種纖毛虫類 (*Stylonychia* sp., *Litonotus* sp., *Favella* sp.) 及沙蠶的幼生 (*Neanthes* sp.) (Corliss⁽⁶⁾1979)。觀察所選取 20 組卵塊，每組所含之害敵的種類和數目如 (Table 2) 所示，各害敵之平均數量依序為：*Stylorychia* sp. (14.2 個)，*Neanthes*

Table 2. Number of various kind of predators observed among 50 eggs of *S. inimicus* and the corresponding percentage survival of these eggs after fifteen days.

Sample No.	No. of predator				Total	Percentage survival
	<i>Stylonychia</i> sp.	<i>Litonotus</i> sp.	<i>Favella</i> sp.	<i>Neanthes</i> sp.		
1	2	0	0	6	8	69
2	0	0	0	11	11	55
3	5	4	3	6	18	65
4	1	9	0	10	20	44
5	11	3	3	3	20	62
6	9	5	0	8	22	51
7	15	4	2	3	24	58
8	0	7	6	11	24	52
9	10	3	3	9	25	42
10	6	0	4	17	27	20
11	8	8	5	7	28	51
12	14	1	1	9	30	36
13	21	2	5	4	32	42
14	17	3	2	11	33	19
15	24	4	2	5	35	31
16	32	0	0	5	37	21
17	23	2	2	10	57	9
18	28	5	0	5	38	24
19	25	8	4	9	43	10
20	32	7	2	4	45	16
Meac	14.2	4.1	2.2	7.7	27.9	38.9

sp. (7.7個), *Litonotas* sp. (4.1個), *Favella* sp. (2.2個), 扁虫卵塊的孵化率與各個害敵的數量關係不顯著, 但與害敵總量有明顯的負相關 ($r = -0.87$, $P < 0.01$), 二者迴歸直線關係為:
 $Y = 0.853 - 0.017X$, 其中Y為卵的存活率, X為害敵總數 (Fig. 10)。

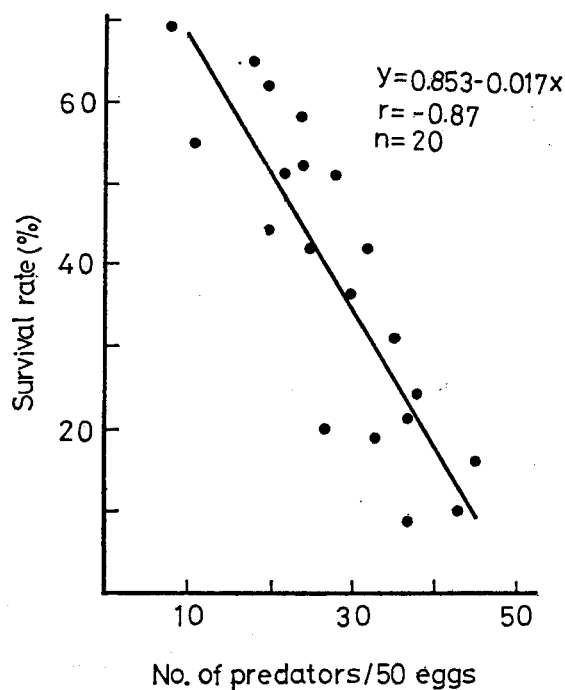


Fig. 10 The relationship between total number of predators and the survival of eggs after fifteen days of *S. inimicus*.

S. inimicus 產卵後, 親體即覆蓋卵塊直到幼虫孵化, 其作用乃是防止害敵侵犯卵塊, 以提高孵化率。Table. 3 顯示無親體覆卵組, 有19隻害敵 (包括沙蠶幼虫及纖毛虫類, 在17天的孵化過程中, 卵的生存率為77.3%, 而覆卵組的害敵平均僅0.25隻, 同時卵的孵化率高達99.3%, 二者之間有明顯的區別。但覆卵與否, 對孵化所需的時間並無顯著影響。(分別為 16.8 與 17.3 天)。

Table 3. Comparison of number of predators, survival rate and hatching time among 100 each of the covered and exposed eggs.

	Covered		Exposed	
	Range	Mean	Range	Mean
No. of predators	0-1	0.25	12-26	19
Survival rate (%)	98-100	99.3	72-83	77.3
Hatching (days)	16-17	16.8	17-18	17.3

五、捕食率

S. inimicus 捕食牡蠣之速率隨海水鹽度之增加而加大。由 Table 4 複因子試驗顯示在20‰, 25‰與30‰三鹽度下, 各種體型之扁虫, 平均食蚶率為每天 0.13, 0.17 與 0.24 個 (牡蠣平均殼高

Table 4. Feeding rate (No. of/oysters/worm/day) of *S. inimicus* of various size on oysters at different salinities. Both the flatworm and the oysters were confined to nylon net bags suspended in the aquarium.

Salinity (‰)	Flatworm size			Mean
	Large (17.8 cm ²)	Medium (11.6 cm ²)	Small (5.6 cm ²)	
20	0.12	0.13	0.14	0.13
25	0.24	0.12	0.17	0.17
30	0.28	0.26	0.18	0.24
Mean	0.21	0.17	0.16	

4.1cm)。變方分析顯示捕食率隨鹽度之改變而有顯著差異。(Table. 5)，但扁虫之食蚶率與體型大小關係不大。平均體型為 5.6, 11.6, 及 17.8 cm² 的扁虫，在三種鹽度下，分別每日平均食蚶 0.16, 0.17 及 0.21 個。變方分析顯示其間差異不顯著。

Table 5. Analysis of variance of the feeding rate of *S. inimicus* on oysters from Table 4.

Source of variation	Sum of square	Degree of freedom	Mean square	F value
Flatworm size, F	11.0	2	5.5	1.25 ^{ns}
Salinity, S	48.9	2	24.5	5.56*
Interaction, F×S	20.3	4	5.1	1.15 ^{ns}
Error	158.4	36	4.4	
Total	238.6	44		

*P<0.05

牡蠣與扁虫散置於水族箱底之試驗 (Table 6) 亦顯示扁虫之食蚶率隨鹽度增加而增大，與體型大小關係不顯著。唯此試驗所得扁虫之食蚶率較前述牡蠣與扁虫均懸吊水中者為低，例如在30%鹽度

Table 6. Feeding rate (No. of oysters/worm/day) of *S. inimicus* of various sizes on oysters at different salinities. The flatworms were free to move around while the oyster were scattered evenly on the bottom of the aquarium.

Flatworm size (cm ²)	Salinity (‰)	Sample size	Feeding rate
5.9	27	10	0.083
10.7	27	10	0.079
12.9	27	10	0.097
12.9	20	15	0.024
12.9	25	15	0.042
12.9	30	15	0.097

下，每日平均捕食 0.097 個牡蠣，而懸吊組高達 0.24 個，其原因可能是扁蟲較易在玻璃片上產卵，而產卵及孵卵期間不再進食，故食蝨率較低。

六、生長率

在 3×3 複因子實驗中，扁蟲體型之增加與否和開始進行實驗前的體型有密切關係 (Table 7)。小型扁蟲 (平均 5.6 cm^2) 在 20~30‰ 下，均會增長，25 天實驗期間，平均增長大小為 4.01 cm^2 。

Table 7. Growth (Cm^2) of five each of the large, medium and small *S. inimicus* which were kept in aquaria at various salinities from Oct. 17 to Nov. 11 1979.

Salinity (%)	Flatworm size			Mean
	Large (17.8 cm^2)	Medium (11.6 cm^2)	Small (5.6 cm^2)	
20	-1.62	0.47	2.52	0.46
25	-3.01	-2.68	5.03	-0.22
30	0.96	2.33	4.48	2.59
Mean	-1.22	0.04	4.01	

。中型扁蟲 (平均 11.6 cm^2) 在 25‰ 時體型縮小，而 20‰ 與 30‰ 下體型分別增大 0.47, 2.33 cm^2 。大型扁蟲 (平均 17.8 cm^2) 除了在 30‰ 下體型略增外，20‰ 與 25‰ 時體型也顯著減少。扁蟲體型之增加與否，和其產卵頻率可能有關係，在 5 隻扁蟲均產卵的組別中，除了大型扁蟲在 30‰ 下，略有成長外，其他 3 組扁蟲的體型均有顯著縮小的現象。

七、扁蟲的密度與牡蠣死亡率

澎湖牡蠣的死亡與扁蟲的大量發生關係密切。(Table. 8) 顯示在菜園地區，1~6 月每串牡蠣

Table 8. Mean number of *S. inimicus* per string, mean size of the worms, and the mortality rate of oyster at Tsaiyuan and Daguoyeh, from June 1979 to May 1980.

Date	Tsaiyuan			Daguoyeh		
	No. of worms per string	Mean size	Mortality rate of oyster (%)	No. of worms per string	Mean size	Mortality rate of oyster (%)
1979						
Jul.	14	10.0	49	3	9.8	11
Agu.	25	10.4	53	4	10.2	12
Sep.	24	10.5	51	4	11.2	13
Oct.	19	10.6	43	5	11.9	19
Nov.	13	11.2	46	5	12.6	21
Dec.	8	12.1	46			
1980						
Jan.	1	12.1	2			
Feb.						
Mar.	1	12.9	2			
Apr.	2	14.9	3			
May	3	15.2	4			
Jun.	3	6.6	6			

附著之扁虫數為 1~3 隻，牡蠣死亡率在 6% 以下，7~12 月則為 8~25 隻，牡蠣死亡率高達 43~53%。但同一時期（7~11 月），大葉葉地區的每串牡蠣只有 3~5 隻扁虫，牡蠣死亡率在 21% 以下。顯然扁虫的密度隨地區而異。由訪問調查，在大葉葉附近的二崁、竹灣、牡蠣死亡率約 1~10%，而菜園附近的西衛、鐵線尾，死亡率在夏季亦達 50%。但於城前、崙里二地由於牡蠣採收時間提早，在 4 月以前便採收完畢，死亡率分別為 15% 及 5%。（Fig. 1）

八、扁虫的垂直分佈

S. irimicus 附著在牡蠣團上的數量，隨牡蠣懸掛之深度而增加（Table. 9）。1979 年 7 月調查 15 串牡蠣，水面下 0~0.4 公尺處，每團牡蠣所附著的扁虫平均數為 0.2 隻，而在 3.6~4 公尺處，平均數則增至 1.8 隻，此一現象說明，在水面下 4 公尺以內，扁虫之分佈趨向於深水處。

Table 9. The number of *S. irimicus* per cultch on the oyster string at ten different depths in Penghu.

Depth (m)	Average No. of Flatworm per cultch
0-0.4	0.2
0.4-0.8	0.6
0.8-1.2	0.6
1.2-1.6	0.5
1.6-2.0	0.7
2.0-2.4	0.6
2.4-2.8	0.7
2.8-3.2	1.0
3.2-3.6	1.4
3.6-4.0	1.8

討 論

臺灣地區危害牡蠣的扁虫種類，有明顯的地理分佈。*S. irimicus* 在澎湖及臺南的新達港一帶之垂下式養殖區出現，而於臺灣香山的養殖區，則未發現 *S. irimicus*⁽⁹⁾。Pearse and Wharton⁽¹⁾（1938）曾經報告 *S. irimicus* 最適活躍溫度為 12~34°C 之間，特別在雨量少，高鹽季節會大量發生。澎湖羣島雨量少，且無內陸河川，故垂下式養殖之海水鹽度終年均高，水溫周年在 19~29°C 之間，適合 *S. irimicus* 之發生與棲息。香山地區之牡蠣養殖場，位於海埔新生地，養殖區內海水，於退潮時刻易因河水及雨水影響，海水鹽度有時會降低。此外夏季沙灘上氣溫與水溫較高，冬季寒流來襲時，氣溫可能有低於 10°C 的現象，故在潮間帶養殖的牡蠣上，不適於 *S. irimicus* 之生存。澎湖地區養殖的牡蠣，其幼苗均由本省西部沿海養殖區所提供，至於 *S. irimicus* 是否隨種苗引入澎湖，尚待進一步探討。

澎湖扁虫 *S. irimicus* 之大量發生與垂下式養殖之推廣有密切關係。1975 年以前澎湖牡蠣養殖方式有插竹式及簡易垂下式二種。當時扁虫數量稀少，並未構成危害。大量推廣深水養殖後，始發生扁虫嚴重危害牡蠣的現象⁽¹⁰⁾。*S. irimicus* 體型大，對於強烈日曬耐性很低，潮間帶的簡易垂下式與插竹式養殖區，於夏天退潮時，牡蠣表面溫度高，可能不適合扁虫之生存，但在垂下式養殖區之牡

蛎，終日浸沉於水中，適於生存，自垂直分佈觀察也證實扁虫喜分佈於深水處，因而在深水牡蠣養殖快速發展後，*S. inimicus* 隨即突增。

S. inimicus 在澎湖各養殖區每串牡蠣上發生的密度隨地區而異。澎湖跨海大橋左側的大菓葉附近牡蠣養殖區，扁虫數量遠不如右側菜園附近者多。大菓葉於1979年7~11月每串牡蠣附著扁虫3~5隻，而菜園在同一時期高達8~25隻。原因可能是養殖區牡蠣養殖的密度相異所致。左側西嶼沿岸養殖數量少，只限於大菓葉、二坎、竹灣沿岸，約100臺，而右側菜園附近，目前整個內灣養殖數量高達700臺以上，單位面積之牡蠣養殖密度頗高，扁虫在各養殖架之牡蠣團上附著較為容易。此外菜園，大菓葉二地沿岸之海水流速與底質之地質不同，也可能是影響其發生密度之因素之一。

S. inimicus 會連續產卵，產卵數及孵化率均高，且孵化期又短，故繁殖力大。此外，對溫度、鹽度及化學物質之耐性又強（Pearse and Wharton 1938），Koganezawa（1978）於日本松島灣研究 *Pseudostylochus ostreophagus* 之防除法，建議以淡水或飽和食鹽水處理。但在澎湖地區，淡水一向缺乏，再加上人力，時間之不合經濟原則，因此目前仍無理想的防治方法。澎湖地區養殖戶只有改變養殖策略，在澎湖推展牡蠣養殖的初期，一般多於12~1月放養蚵苗，次年6月開始陸續採收，1978年有些養殖戶提早於10~12月開始養殖，次年3月便開始陸續採收，此時牡蠣死亡率很低。譬如菜園與時里位於同一海灣，1979年時里養殖戶於4月底前全部採收，牡蠣損失情形只有1%，而許多菜園地區之養殖戶，於6月初才開始採收，至7~8月時扁虫大量危害牡蠣，損失率則高達50%。充分說明，提早放養與收成為減少牡蠣損失的對策。唯此種對策能如願以償，端賴臺灣本島種苗是否可如期供應，與澎湖牡蠣能否適時肥滿而定。1979年，臺灣本島西海岸之牡蠣養殖區在10~11月，普遍發生種苗短缺的現象，因而無法及時供應澎湖的種苗養殖。此外，1980年3~6月初澎湖牡蠣之肥滿度，亦較1979年同時期為差，蚵民都不願採收。因而澎湖牡蠣養殖之前途，在扁虫為害問題未解決之前，隱憂甚多。

中 文 摘 要

本研究除於實驗室之水族箱內研究扁虫（*Stylochus inimicus*）的產卵率，幼虫發生，和鹽度對扁虫捕食率與生長率的影響外，並實地調查澎湖各養殖場扁虫發生的數量與牡蠣死亡率之關係。

實驗室觀察期間，*S. inimicus* 有連續產卵的現象，且個體之產卵頻率與產卵數隨體型而增。*S. inimicus* 產卵後，親體常覆蓋卵塊直到幼虫孵化，以防止害敵侵犯卵塊。在33%及26°C下，受精卵在產出後16~17天孵化為具向光性的幼虫，第21~22天轉移至底泥中棲息。無親體覆蓋組，虫卵的存活率隨卵塊內害敵數目之增加而減少。在實驗室內，扁虫吞食牡蠣之速率隨海水鹽度之升高而增加。

在澎湖牡蠣養殖區，牡蠣的死亡率與扁虫的大量發生關係密切。1979年8月，菜園牡蠣養殖區，每串牡蠣平均附著扁虫25隻，牡蠣損失率高達53%，但同一時期，在大菓葉養殖區，每串牡蠣平均只附著4隻扁虫，牡蠣損失12%。

謝 辭

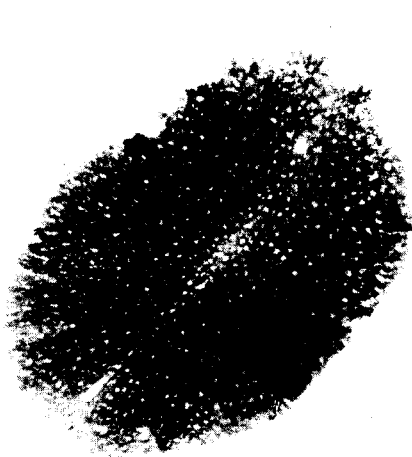
本研究是農發會經費支持之69農建-5.1-產-020(10)魚病研究計劃。本文研究期間承實驗室同仁協助，得以順利完成，謹致以最大謝忱。

參 考 文 獻

1. Pearse, A.S. & G.W. Wharton (1938). The oyster "leech" *Stylochus inimicus* Palombi, associated with oysters on the coast of Florida. Ecol. Monogr., 8: 605-

655.

2. Loosanoff, V.L. (1956). Two obscure oyster enemies of New England waters. *Science*, 123:1119-1120.
3. Provenzano, A.J., Jr. (1961). Effects of the flatworm *Stylochus ellipticus*(Girard) on oyster spat in two salt water ponds in Massachusetts. *Proc. Nat. Shellfish Assoc.*, 50:83-88.
4. Webster, J. R. and R. Z. Medford (1959). Flatworm distributoin and associated oyster mortality in Chesapeake Bay. *Proc. Nat. Shellfish Assoc.*, 50:89-95.
5. Landers, W.S. and E.W. Rhodes, Jr. (1970). Some factors influencing predation by the flatworm, *Stylochus ellipticus* (Girard), on oysters. *Chesapeake Sci.*, 11: 55-60.
6. Koganezawa, A. (1978). Ecological study of the production of seeds of the Pacific Oyster, *Crassostrea gigas*. *Bull. Jap. Sea Regional Fisheries Res. Lab. No. 29*.
7. Yang, H.C. (1974). Spawning and larval developments of two species of polyclad worms. *Stylochus ijimai* Yeri and Kaburaki and *Pseudostylochus obscurus* (Stimson). *Bull. Korean Fis. Soc.* 7(1):7-14.
8. Corliss, J.O. (1979). *The Ciliated Protozoa: Characterization, classification, and guide to the literature*. 1st ed. Pergamon Press, London and New York. 455 pp.
9. Shu, J.U. (1980). Biological studies on she Oyster Predatiors, *Stylochus inimicus* & *Stylochus ellipticus*. M.S. Thesis. P. 1-46.
10. Lin, Y.S. (1980). Biological study of oyster culture in Penghu. *Zool. Ascd. Sinica* 19(1) (in press).



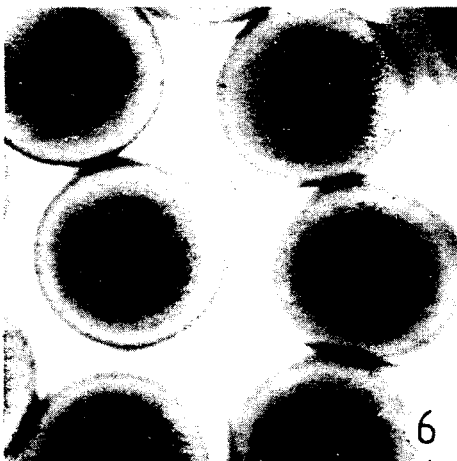
2

Fig. 2. Dorsal view of *S. inimicus*.



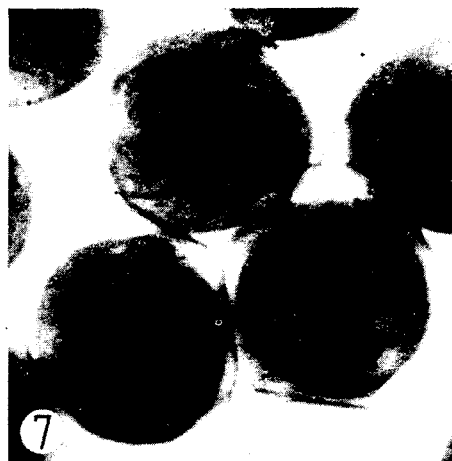
3

Fig. 3. Ventral view of *S. inimicus*.



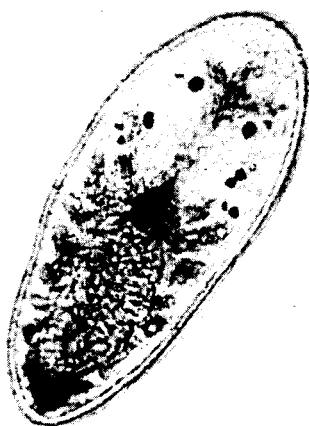
6

Fig. 6. One-celled stage (150x)



7

Fig. 7. Gastrulation (24 hrs) (150x)



8

Fig. 8. 12-eyes stage (21-22 days) (150x)



9

Fig. 9. 14-eyes stage (24 days) (100x)

Fig. 6-9. Embryonic development of *S. inimicus*.