

납작벌레類(*Stylochus ijimai*, *Pseudostylochus obscurus*)의 産卵 및 幼生發生에 關하여

梁 漢 春*

SPAWNING AND LARVAL DEVELOPMENTS OF TWO SPECIES OF POLYCLAD WORMS, *STYLOCHUS IJIMAI* YERI & KABURAKI AND *PSEUDOSTYLOCHUS OBSCURUS* (STIMPSON)

Han-Choon YANG

1. *Stylochus ijimai* spawns from May to October with peak spawning from July to September. *P. obscurus* spawns from June to October with peak spawning from July to September.
2. *S. ijimai* spawns approximately 96,000–132,000 eggs by one spawning.
3. Just after spawnings, the eggs of *S. ijimai* were 102μ in diameter, and those of *P. obscurus* were 108μ .
4. *S. ijimai* and *P. obscurus* have simple eggs. *S. ijimai* develop indirectly having Götte larvae, while *P. obscurus* develop directly.
5. These two species show very similar patterns of early developments from maturation division of eggs to the gastrula stage.
6. The zygots of *S. ijimai* reaches mesentoblast stage 48 hours after fertilization, and Götte larvae hatch out 7 days after fertilization. The zygots of *P. obscurus* reaches mesentoblast stage 72 hours after fertilization, and juveniles hatch out 14 days after fertilization.
7. *S. ijimai* have 14 days of planktonic larvae stages bearing strong phototactic behavior; *P. obscurus* have 7 days of planktonic life without phototactic behavior.
8. Newly hatched larvae of *S. ijimai* and *P. obscurus* are 138μ and 170μ in length respectively. The early creeping forms of *S. ijimai* and *P. obscurus* are 152μ and 185μ in length respectively.
9. In the early creeping stage *S. ijimai* are characterized by losing processes and flattening of the body. In the same stage *P. obscurus* lost 2 eye-spots in the cerebral area.
10. The early creeping larvae of these two species were found only in mud-flat substrates.

緒 言

1970年 頃부터 우리나라 南海岸의 굴 垂下式養殖場에 납작벌레類(多岐腸類, Polycladida)가 大量發生하여 굴을 食害함으로써 이에 對한 驅除策이 큰 問題로 擡頭되고 있다.

現在 우리나라 南海岸에서 調査된 납작벌레類는 *Stylochus ijimai*를 비롯하여 8種이 調査되고 있는데(梁 1973) 이 中 實際 굴을 大量 食害하는 種은 *Stylochus ijimai*와 *Pseudostylochus obscurus* 두 種類 뿐이다.

Polyclads의 發生에 關하여는 Surface(1907), Kato(1940) 等の 比較的 詳細한 研究가 報告되어 있으나 上記 2種에 對해서는 전혀 報告된 바 없어 이들의 産卵, 初期發生 및 幼生發生過程을 調査하였다.

* 麗水水產高等專門學校 Yeosu Fisheries Junior Technical College.

材料 및 方法

남작벌레는麗水沿岸의 駕莫洋 굴 垂下式養殖場에서 1972年 5月부터 同年 11月 사이에 10日마다 體長 10~68 mm의 *Stylochus ijimai*와 體長 9~36mm의 *Pseudostylochus obscurus*를 100~150尾씩 採集하여 抱卵狀態를 調査하고 水溫과 抱卵率을 比較하였다.

産卵量과 初期發生 및 幼生發生過程을 調査한 材料는 駕莫洋의 굴 垂下式養殖場에서 1972年 6月부터 9月사이에 採集하여 充分히 成熟된 體長 30mm以上の 것을 使用하였다.

採卵方法은 直徑 9cm의 샤아레 안에 1尾씩 넣고 網糸로 덮어서 逃避를 防止하고 그 內面에 産卵하게 하였으며 卵塊의 面積을 Planimeter로 計算하여 卵數를 推定하였다. 그리고 이 小形 샤아레에 産卵된 알은 40%들이 프라스틱水槽에 넣어 孵化에서 底棲初期幼生이 出現될 때까지 濾過海水에 空氣를 注入하면서 飼育觀察하였다. 飼育期間 中의 水溫은 20.5~27 °C範圍였으며 海水比重은 20.5~23.5였다.

浮游幼生の 飼育時에는 水槽의 上面에 板子로 2/3 以上 덮어서 若干 어둡도록 하였다. 水槽의 底面에는 貝殼, 작은돌, 泥土를 各各 갈아준 것과 全然 아무것도 넣어서 區分하여 底棲幼生の 出現을 調査하였다. 水槽의 底面에 간 泥土는 굴 垂下連에서 採集한 것을 24時間以上 日光에 乾燥시켜 使用하였다.

結果 및 考察

産 卵

남작벌레의 生殖巢는 腹面의 腸腔兩側 前方部에서 始作되어 尾部의 生殖孔에 連結되어 있고 抱卵하지 않았을 때의 生殖巢는 가느다란 흰 실 모양인 痕跡만 있으나 成熟卵을 抱卵하게 되면 肥大하여져서 Plate I. Fig. 1, 및 Plate II. Fig. 2와 같이 外觀上으로도 濃厚한 乳白色으로 鮮明하게 보이며 尾部쪽으로 갈수록 生殖巢의 幅이 넓어 진다.

産卵習性은 *P. obscurus*는 匍匐하면서 散發的인 産卵을 하였고, *S. ijimai*는 한곳의 卵板에 해바라기씨가 配列된 것과 같은 狀態로 고르게 産卵하여 卵塊를 形成하였으며 두 種類다 夜行性으로 産卵 역시 밤에 만 하였다.

*S. ijimai*의 1回産卵量은 87,000~141,000粒이었고 體長別로 보면 30~39mm의 것은 平均 96,000粒, 40~49mm의 것은 104,000粒, 50~60mm의 것은 132,000粒으로서 體長이 커질수록 産卵量이 增加된다(Fig. 1).

*P. obscurus*는 匍匐을 하면서 散發的인 産卵을 함으로 計數하지 못했으며 *S. ijimai*에 比하여 産卵量이 조금 적었다.

成熟卵을 갖은 抱卵個體의 出現은 *S. ijimai*는 水溫 18°C 頃 以上일 때 부터였고, *P. obscurus*는 水溫 20.5°C 頃 부터였다. 抱卵하게 된 남작벌레들이 交接한 後 2~3日만에 産卵이 始作되었다. *Notoplana humilis*는 交接한지 1~2日後에 産卵을 하였다고 한 Kato(1940)의 報告에 比하여 조금 늦은 편이다.

굴 垂下連에서 採集한 남작벌레 100~150尾에 對하여 그 生殖巢內의 成熟卵의 抱卵個體數를 調査하였으며 抱卵個體의 出現率과 水溫을 比較하여 본 結果 Fig. 2

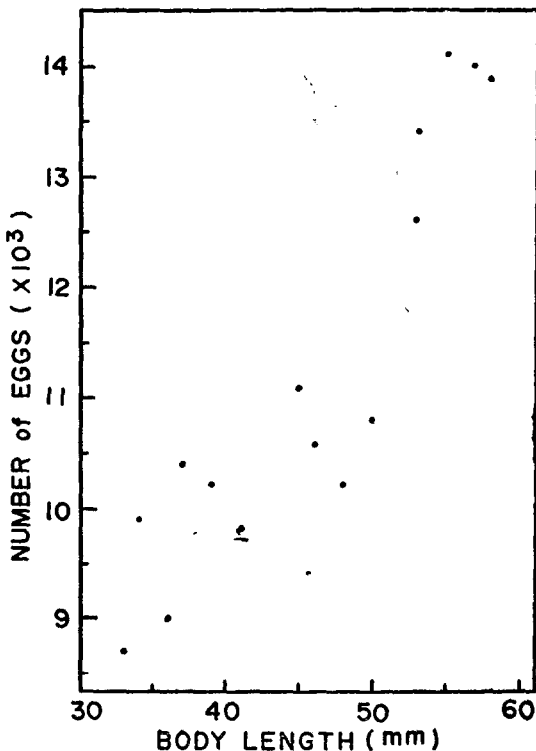


Fig. 1. Number of eggs spawned by *Stylochus ijimai*.

남작벌레類的 産卵

에서 보는 바와 같이 *S. ijimai*는 그 産卵期가 5月下旬에서 10月下旬까지로서 主産卵期는 7月中旬에서 9月下旬 사이였다. *P. obscurus*는 6月下旬에서 10月上旬까지로 主産卵期는 7月下旬에서 9月中旬 사이였다.

*P. obscurus*나 *S. ijimai* 다 같이 水溫 23~24℃ 以上일 때 主産卵期를 이루고 있으나 *P. obscurus*는 *S. ijimai*에 比하여 抱卵個體 出現時期가 늦게 始作되어 일찍 없어지고 있을 뿐 아니라 主産卵期의 幅도 좁다. 이에 比해서 *P. obscurus*는 最高水溫인 26℃ 前後에서도 抱卵率이 높아지고 있는데 *S. ijimai*는 最高水溫인 26℃ 以後 多少 減少 現象을 나타냈다가 다시 上昇하고 있다. 이것은 實際 活動力 調査에서 보면, *S. ijimai*가 *P. obscurus*보다 低溫 性임을 감안할 때 *S. ijimai*의 一時的인 抱卵個體의 減少는 高水溫期의 活動力 減退에서 오는 影響인 것으로 생각된다.

産卵期가 지나고 水溫이 低下됨에 따라 活動力이 顯著히 減退되었는데 *P. obscurus*는 水溫 16~17℃ 以下에서는 體色이 더욱 검어지고 泥土中에 潛入하여 몸을 收縮하여 있는 것이 많아졌고, *S. ijimai*는 水溫이 14~15℃ 以下로 내려가면서 體色이 主로 紅紫褐色(굴 養殖場에 사는 것)이던 것이 거의 暗褐色으로 變하여지고 活動力이 鈍感하여 졌던 것으로 봐서 두 種類의 活動期는 水溫 14~16℃ 以上일 때라고 본다.

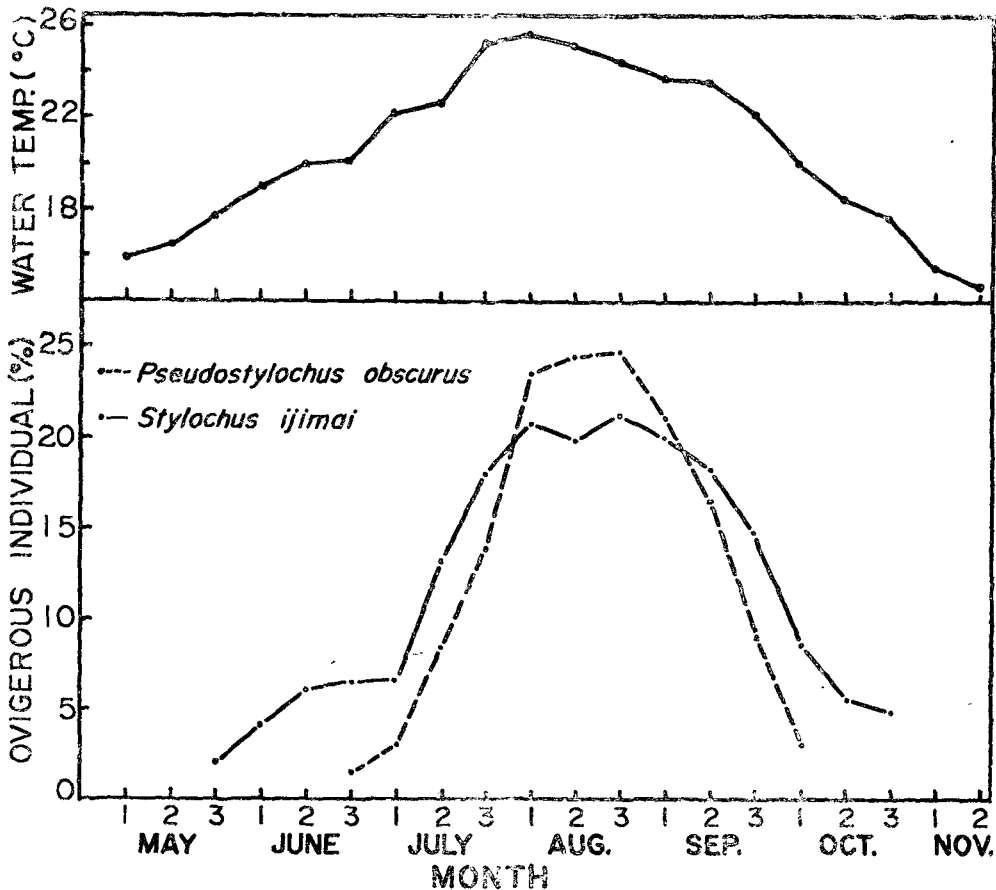


Fig. 2. Relation of water temperature and percentage of ovigerous *Stylochus ijimai* and *Pseudostylochus obscurus* at Kamag Yang in 1972.

初期發生

*S. ijimai*나 *P. obscurus* 두 種類는 모두 單一卵으로 第一次卵母細胞로서 産卵되어 約 1時間後에 成熟分裂을 하여 第1極體가 動物極 쪽으로 放出되며 卵은 若干 不規則的이던다가 다시 第2極體를 放出하면서 正當的인 球形으로 된다. 産卵直後 楕圓狀의 卵殼이 急激히 膨脹하여 卵과 卵殼사이에 圍卵腔이 크게 생긴다. 卵割은 螺旋型 卵

割을 하며 *S. ijimai*는 *S. uniporus*나 *S. aomori* (Koto, 1940)와 같이 變態幼生期를 거치는 間接發生을 하며 *P. obscurus*는 *Notop'ana humilis* (Kato, 1940)와 같이 直接發生을 하였다.

*S. ijimai*의 産卵直後의 卵의 크기는 102μ 이며 卵殼의 直徑은 131μ 이었다(Pl. I, Fig. 2). 6時間後에는 같은 크기의 割球로 2分裂하였고 割球의 크기는 73μ 이었다(Pl. I, Fig. 3). Lang(1884)에 依하면 2細胞期에도 1方의 割球가 언제나 다른 한쪽 보다 크다고 하였으나 Kato(1940)는 日本産의 大多數의 것에서 이러한 不等割은 없었다고 하였는데 *S. ijimai*나 *P. obscurus*에 있어서도 이런 現象은 없었다.

4細胞期은 不等割이고 相對的인 2個가 컸고, 큰 것 中에서도 한 개는 相對方의 것보다 더 컸다. 8細胞期以後부터는 뚜렷한 不等割이었고 36細胞期까지는 産卵後 28時間이 所要되었다(Pl. I, Fig. 4). 이때에는 植物極側에 4個의 大割球가 形成되고 이어서 囊胚를 形成한다. 48時間後에는 內胚葉과 中胚葉의 起源이 되는 中內胚葉母細胞(Mesentoblast)가 形成된다(Pl. I, Fig. 5). 그리고 原口가 顯著하게 나타났다가 發達해오는 外胚葉細胞에 依해 漸次的으로 닫히게 되고 胚의 全表面에는 纖毛가 생긴다. 64時間以後부터는 卵殼內에서 胚는 서서히 움직이기 始作한다(Pl. I, Fig. 6). *S. ijimai*의 初期發生經過는 Kato(1940)가 밝힌 *S. uniporus*나 *S. aomori*와 類似하였다. *P. obscurus*는 産卵直後의 卵徑은 108μ 이고 卵殼의 크기는 149μ 이었다. 第1回 分裂은 等割로서 2細胞期의 割球의 크기는 84μ 이었다. 大概의 發生經過는 前述한 *S. ijimai*의 것과 類似하였다.

*S. ijimai*와 *P. obscurus*의 産卵後 囊胚形成期까지의 經過時間은 Table 1과 같다. Table 1.에서 보는 바와 같이 *S. ijimai*에 比하여 *P. obscurus*의 發生經過時間이 길었던 것은 水溫의 差異보다는 卵이 包含하고 있는 卵黃量에서 온 것 같다. 一般的으로 卵形類의 卵은 大形의 것이 卵黃量도 많을 뿐 아니라 實際 卵割 및 孵化時間이 小形差에서의 것에 比하여 긴 것으로 알려져 있다(久米, 團, 1957). *S. ijimai*의 卵細胞는 102μ 이고 *P. obscurus*는 108μ 으로 *P. obscurus*의 卵細胞가 더 커서 發生經過가 늦은 것이라고 본다.

Table 1. Duration of the cleavage and early development of *Stylochus ijimai* and *Pseudostylochus obscurus*

Stage	<i>S. ijimai</i>		<i>P. obscurus</i>	
	Treated temperature(°C)	Hours after spawning	Treated temperature(°C)	Hours after spawning
1 st polocyte	20.5 ~ 24.8	1	22 ~ 27	1
2 nd polocyte	〃	1.5	〃	2
2 cell	〃	6	〃	10
36 cell	〃	28	〃	48
Division of mesentoblast	〃	48	〃	72
Rotation	〃	64	〃	96

幼生發生

*S. ijimai*는 囊胚期以後 Mesentoblast가 계속 分裂하여 産卵後 3日만에는 舊原口 附近에서 外胚葉의 陷入이 일어나고 넓고 짧은 口道가 만들어지며 이것이 腸腔과 連結된다. 이때에 口道反對 쪽에서도 陷入이 일어나 腦와 前腦器官의 原基가 생기고 眼點은 몸의 正中線의 조금 左側에 1個가 만들어진다(Pl. I, Fig. 7). 胚는 앞쪽으로 치우치고 그 前端에는 1束의 感覺毛가 나온다. 胚의 腹面이 차츰 扁平하게 되고 口前方의 表皮가 가볍게 隆起하여 1個의 前腹突起가 만들어지고 계속하여 口의 兩側에 1個씩의 腹側突起가 또 最後로 背突起가 1個 만들어져서 뚜렷하게 隆起되고 纖毛도 길어진다.

胚가 産卵後 4日이 經過하면 正中線의 右側에 1個의 眼點이 追加되고 몸의 後端에도 感覺毛가 나타난다(Pl. I, Fig. 8). 이 때부터는 胚의 回轉이 빨라져서 孵化直前에는 2~3秒만에 1回轉 하기도 하였다. 各 突起는 잘發達하였고 特別히 前腹突起는 幅이 넓다. 孵化直前에는 卵殼內에 胚가 充滿하도록 커졌고 産卵後 7日만엔 Götte 幼生이 孵化하였다.

남작벌레類의 産卵

孵化直後の 幼生은 138 μ 크기였다(Pl. I, Fig. 9). 浮游初期에는 강한 走光性이 있었고 1週日이 經過하면서 부터는 走光性이 漸次 적어지고 浮游層이 낮아지면서 腹側突起는 더 넓어졌다. 이 때부터는 몸을 縱橫으로 움직일 수 있는 能力이 커지고 浮游末期에는 몸을 더욱 扁平하여 졌다(Pl. I, Fig. 10). 底棲生活로 들어 가면서 變態하였고 前腹突起와 背突起가 차례로 退化되고 腹側突起는 늦게까지 남아 있다가 곧 이어서 退化하였으며 腸腔은 좁게 보였다.

孵化後 2週日만에 底棲生活로 들어갔고 體長은 152 μ 이었다(Pl. I, Fig. 11). 底棲初期幼生은 底質이 泥土인 곳에서만 살았고 15日이 經過하여 幼生이 380 μ 크기로 자란 때까지도 몸 表面의 纖毛는 뚜렷하게 남아 있었다(Pl. II, Fig. 1).

*P. obscurus*는 囊胚期以後 Mesentoblast로부터 分裂된 1쌍의 中胚葉腎이 생겨서 이에 依하여 몸의 左右性이 明白히 區別되게끔 되고 몸 表面의 纖毛는 한층 길어지고 回轉도 차츰 빨라진다.

胚가 前方으로 屈曲되면서 臍쪽은 胚의 後端 가까이로 그 反對쪽은 胚의 前端쪽으로 옮겨진다. 이 때의 胚의 形은 楕圓體狀이며 産卵後 8日만에 腦와 前腦器官의 原基가 臍쪽에 생기고 1쌍의 眼點이 臍쪽部位의 外胚葉中에 나타나며 곧 이어서 中胚葉腎으로 沈下한다(Pl. II, Fig. 3). 內胚葉이 發達하여 腸腔이 나타나고 舊 原口附近의 外胚葉은 가느다란 索狀의 陷入을 일으켰고 咽頭原基를 貫通하여 腸腔에까지 達한다.

産卵後 11日이 經過하던 眼點은 4個로 分裂되고 腸器의 分枝도 뚜렷하게 되고 咽頭에는 筋이 放射狀으로 配列하여 있는 것이 보이게 된다(Pl. II, Fig. 4).

孵化期가 임박하여도 *S. ijimai*와 같이 胚가 卵殼內에 充滿하게 커지는 일은 없고 産卵後 14日만에 孵化되었다. 孵化直後の 幼生의 크기는 170 μ 이었다(Pl. II, Fig. 5). 孵化後 3日만에 開口하였고 浮游期에 *S. ijimai*와 같은 走光性은 전혀 없었다. 浮游末期까지도 腦域의 4眼點은 뚜렷하게 남아 있었고 몸은 長橢圓形으로 되었다(Pl. II, Fig. 6).

浮游期間은 1週日間이었으며 底棲生活로 들어가면서 腦域에 橫列하고 있는 4個의 眼點中에서 兩側 바깥 쪽에 있는 眼點은 몸의 左右外緣으로 移動하고 腦域에는 中央에 位置하고 있는 2個의 眼點만이 남게 된다(Pl. II, Fig. 7). 이 때의 幼生의 크기는 185 μ 이었고 腦域의 兩側外緣으로 移動한 眼點은 곧 退化하였다.

底棲初幼期生은 *S. ijimai*와 같이 泥土가 있는 水溝에서만 出現하였다. 底棲生活로 들어간지 2週日後 體長이 260 μ 內外로 자란 때까지도 몸의 表面에는 纖毛가 뚜렷하게 남아있다(Pl. II, Fig. 8).

*S. ijimai*와 *P. obscurus* 두 種類 다 底棲生活로 들어간 幼生이 貝殼 小石 等の 有無에 關係없이 泥土가 있는 곳에서만 出現하였던 것은 多數의 남작벌레들의 棲息環境이 泥質土와 密接한 關係를 가지고 있는 것에서 起因된 結果라고 본다.

要 約

1. *S. ijimai*의 産卵期는 5月下旬에서 10月下旬까지로서 主産卵期는 7月中旬에서 9月下旬사이였고 *P. obscurus*는 6月下旬에서 10月上旬까지로 主産卵期는 7月下旬에서 9月中旬 사이였다.
2. *S. ijimai*의 1回 産卵量은 約 96,000~132,000粒이었고 體長이 큰 것의 産卵量이 大体로 많았다.
3. 産卵直後の 卵의 크기는 *S. ijimai*는 102 μ 이고 *P. obscurus*는 108 μ 이었다.
4. 卵이 成熟分裂을 始作하여 囊胚形成期까지의 發生過程은 *S. ijimai*와 *P. obscurus*가 類似하였다.
5. *S. ijimai*나 *P. obscurus* 두 種類가 모두 다 單一卵이고 *S. ijimai*는 Götte幼生으로 變態發生을 하며 *P. obscurus*는 直接發生을 한다.
6. 産卵後의 發生經過時間은 *S. ijimai*는 48時間 後에 Mesentoblast가 形成되고 7日만에 孵化하였다. *P. obscurus*는 72時間 後에 Mesentoblast가 形成되고 14日만에 孵化하였다.
7. *S. ijimai*의 孵化幼生은 14日 間의 浮游期를 가지며 이 期間 中 강한 走光性이 있었으나 *P. obscurus*는 7日 間의 浮游期를 가지면서 全然 走光性을 나타내지 않았다.
8. *S. ijimai*의 孵化直後 幼生의 크기는 138 μ 이고 底棲初期에는 152 μ 이며 *P. obscurus*는 各各 170 μ 과 185 μ 이었다.

9. 底棲生活로 들어갈 때의 顯著한 特徵으로서 *S. ijimai*는 突起가 消失되고 몸이 扁平하게 되면서 成體形으로 變態하였고, *P. obscurus*는 이 時期에 腦域의 4眼點 中에서 兩側 바깥 쪽의 2眼點이 退化되었다.

10. 底棲初期幼生은 *S. ijimai*와 *P. obscurus* 두 種類가 모두 底質이 泥土인 곳에서만 發見되었다.

文 獻

Kato, K. (1940): On the development of some Japanese Polyclads. Jap. Jour. Zool. 8, 537~573.

久米慶治・團 勝磨(1957): 無脊稚動物發生學. 培風館, p. 87~100.

Lang, A. (1884): Polycladen. Fauna U. Flora Golf, V. Neapel 11.

Surface, F. M. (1907): The early development of a Polyclad, *Planocera inquilina*. Wh. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadl., Vol. 59.

梁 漢春(1973): 남작벌레류의 生態와 驅除. 國際文化社 p. 26.

EXPLANATION OF PLATES

PLATE I

- Fig. 1. Ovary of *Stylochus ijimai*. 1×
- Fig. 2. Eggs of *S. ijimai* immediately after spawning. 100×
- Fig. 3. 2-cell stage. 100×
- Fig. 4. 36-cell stage. 100×
- Fig. 5. Division of the Mesentoblast cell 100×
- Fig. 6. Gastrula stage. 100×
- Fig. 7. Two-eye spot stage of embryo 100×
- Fig. 8. Götte's larva of *S. ijimai* before hatching. 100×
- Fig. 9. Early floating Götte's larva of *S. ijimai* after hatching. 100×
- Fig. 10. Late floating Götte's larva of *S. ijimai*. in bottom 200×
- Fig. 11. Early benthic larval stage of *S. ijimai*. 200×

PLATE II

- Fig. 1. Late benthic larval stage of *S. ijimai*, 15~20 days after hatching. 100×
- Fig. 2. Ovary of *Pseudostylochus obscurus*. 1×
- Fig. 3. 2-eye spot stage of embryo. 100×
- Fig. 4. Embryonic larva in prior to hatching. 100×
- Fig. 5. Floating larva of *P. obscurus* after hatching. 100×
- Fig. 6. Late floating larval stage of *P. obscurus*. 100×
- Fig. 7. Early benthic larval stage of *P. obscurus*. 200×
- Fig. 8. Late benthic larval stage of *P. obscurus*, 14 days after hatching. 100×

Abqreviations used in the plates

e: eye ep.: egg plate o: ovary

PLATE I

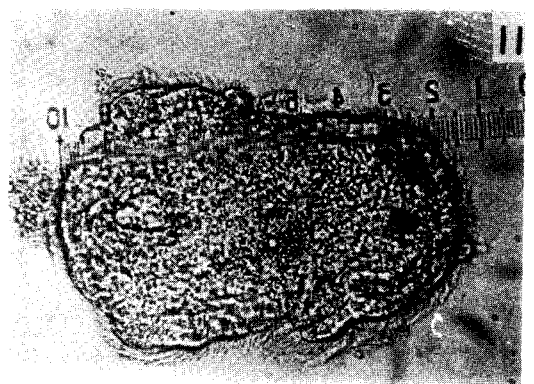
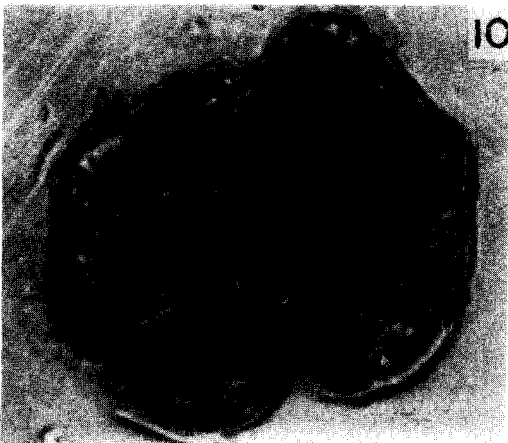
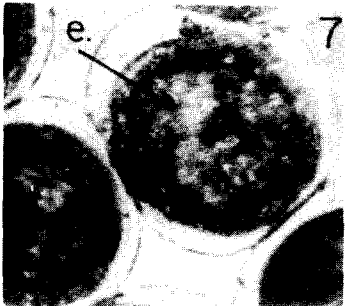
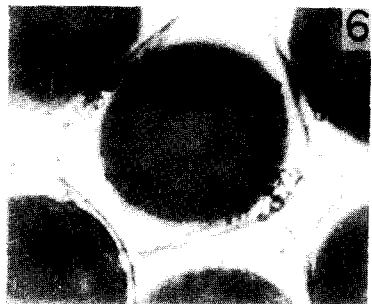
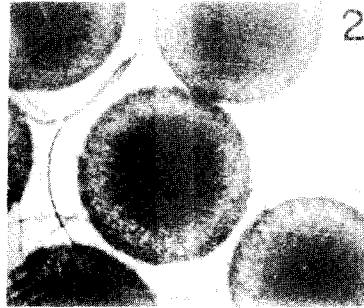
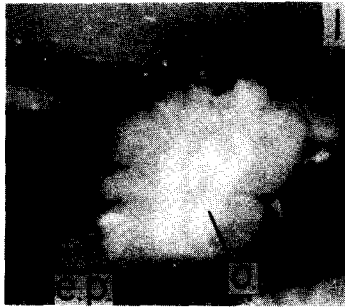


PLATE II

