Bull. Korean Fish. Soc. 19(2), 155~168, 1986 韓水誌 19(2), 155~168, 1986

잉어에 寄生한 寸蟲, *Bothriocephalus opsariichthydis*의 生活史에 關한 硏究

金鍾連・田世圭*・金榮吉・朴性佑**
群山水産專門大學 養殖科, *釜山水産大學 養殖學科, **國立水産振興院
(1985년 1월 20일 수리)

Life History of *Bothriocephalus opsariichthydis* (Cestoda; Pseudophyllidea) Parasitic in Common Carp, *Cyprinus carpio* (Linné)

Jong-Yeon KIM, Young-Gill KIM
Department of Aquaculture, National Kunsan Fisheries College,
Kunsan 511, Korea

Seh-Kyu CHUN
Department of Aquaculture, National Fisheries University of Pusan,
Nam-gu, Pusan 608, Korea

and

Sung Woo PARK
National Fisheries Research and Development Agency 2-16, Namhang-dong
Youngdo-gu, Pusan 606, Korea
(Received January 20, 1986)

In Korea, lots of Israeli carp (*Cyprinus carpio*) are cultured by means of net cages in dams and lakes, but many carp have been subjected to heavy infestation of the cestoid, *Bothriocephalus opsariichthydis*.

Nevertheless the parasitic state and life history of the cestoid are not yet reported. This reason led the author to study the parasitic state and life history of *B. opsariichthydis* parasitized in the carp in order to take effective control measures against its damage.

Israeli carp were sampled from two fish farms, in Taech'ŏn and Kyongch'ŏn.

After dissection of the specimens, the cestoid were obtained and the parasitic rates were examined. After taking the eggs from adult worms, the development of the eggs were observed.

Coracidia were exposed to four kinds of crustaceans in order to investigate the infection rate and development of the larva. Finally, the development of the larva in the final host was investigated.

The fully mature eggs were in the cleavage stage, when they are released, and the size ranged 47.5 to 55.0 (50.9)×30.0 to 32.5 (31.1) *um*, in the state of under-developed coracidia and blastomeres.

The parasitic rate of the cestoid in Israeli carp from Taechon was 55.5% in 1984 and 21.6% in 1985, that from Kyongchŏn was 64.7% in 1984, and color carp from Kusan was 14.9% in 1984.

The eggs were hatched to coracidia within 48 hours under 26 to 28°C.

The cestoid showed a strong affinity to *Thermocyclops hyalinus* and *Paracyclops fimbriatus* and the infection rates were 93.5% and 75.5%, respectively.

At 14 days after the infection to *Thermocyclops hyalinus* and *Paracyclops fimbriatus*, the larvae of

the cestoid grew into fully developed procercoids; 207 to 226 (214)×90 to 102 (94) *um* in size.

Sixty days after carp have ingested the *Thermocyclops hyalinus* infected with the fully developed procercoids, the larvae of the cestoid matured into adult worms in the intestines of the carp.

緒　　論

잉어科 魚類에 寄生하는 寸蟲(條蟲)은 Yamaguti (1934)가 日本의 琵琶湖産 淡水魚, *Opsaliichthys uncirostris*의 小腸에서 吸頭寸蟲인 *Bothriocephalus opsariichthydis*를 發見한 以來, Yeh(1955)는 中國 九江産 草魚, *Ctenopharyngodon idellus*의 腸에서 *Bothriocephalus gowkongensis*를 檢出하여 新種으로 記載하였고, Molnar(1973)와 Hoffman(1978)은 同種의 形態에 對하여 報告하였다.

Nakajima and Egusa(1974 a, b, c, 1976 a, b, 1977 a, b)는 日本産 잉어의 腸管에 寄生한 吸頭寸蟲(*B. opsariichthydis*)의 形態와 種의 同定, 感染狀況과 病害性, 卵과 coracidium의 形狀 및 孵化, 成蟲 驅除藥의 再檢討, 宿主의 越冬에 따른 成蟲의 生態的 變化를 報告하였고, Kadaoka and Kadoma(1932)는 은어(*Plecoglossus altivelis*)에 寄生한 點杯頭寸蟲(*Proteoccphalus plecoglossi*), Boertje(1975)는 *Schistotania tenicirrus*의 發育過程을, Awakura and Tonosaki (1976)는 잉어科 魚類의 Ligula 寸蟲症을 報告한 바 있다.

寸蟲이 感染된 魚類의 病害性에 對해서 Rees(1958)와 Davey and Peachey(1968)는 吸溝內에 吸引된 腸粘膜 上皮細胞의 縮少와 杯上細胞의 感少 및 結合組織의 肥大와 같은 極히 局限的인 變性을 일으킨다고 하였다. Muraue(1970)는 消化性 障害나 細菌(*Aeromonas liquefaciens*) 等의 새로운 感染을 助長시켜 大量斃死를 招來시킬 可能性이 크다고 하였다. Nakajima and Egusa(1974b)는 蟲體가 腸管에 充滿되면 腸이 極度로 擴張되고, 蟲體가 伸縮運動을 할 때 줄톱과 같은 機械的 作用을 하므로 腸纖毛上皮는 缺損되어 凝固壞死가 顯著하고, 또한 持續的인 腸의 壓迫으로 인한 循環障害나 울혈, 出血, 溶血 및 水腫을 일으킨다고 報告하였다. Yeh(1955)도 *B. gowkongensis*가 大量 寄生된 草魚에서도 病害性이 크며, 特히 稚魚에서는 큰 被害를 준다고 지적하였다.

한편, copepod를 中間宿主로 하여 魚類에 寄生하는 寸蟲의 生活史에 關해서는 Kamo and Iwada(1973)와 Hatsushika and Maejima(1981) 等은 大卵裂頭寸蟲(*Diphyllobothrium macroovatum*)에 關해서, Nakajima and Egusa(1972 a, b)는 養殖 방어에 寄生한 嚢蟲(*Callotetrarhynchus sp.*)의 卵 및 第一期幼生과 生活史 等, 主로 海産寸蟲에 關한 報告가 있다. 잉어에 寄生하는 吸頭寸蟲의 生活史는 Körting(1974, 1975)이 卵과 coracidium의 形狀 및 中間宿主 *Cyclops abyssorum*에서 procercoid의 發育過程을 10日間 調査한 것뿐이고, procercoid가 寄生된 copepod를 직접 잉어에 感染시켜 成蟲이 되기까지의 發育史는 調査된 바 없다. 따라서 本 蟲의 生活史는 究明되지 못하였다. 特히 댐과 湖沼에서 가두리養魚로 이스라엘잉어를 量産하고 있는 우리 나라에 있어서는 寸蟲의 生活史와 寄生狀況은 勿論 그 被害狀況에 對해서도 지금까지 전혀 報告된 바 없다.

本 硏究는 韓國産 잉어에 寄生하는 吸頭寸蟲의 寄生狀況과 生活史를 究明하여 그 被害豫防對策을 樹立할 目的으로 全北 경천貯水池 및 忠南 보령군 大川邑 所在, 溜池養魚場産 이스라엘잉어를 採集하여 寸蟲의 寄生率을 調査하였다. 또한 孵化된 蟲卵을 數種의 copepod에 感染시켜 中間宿主의 種을 同定하고 卵과 孵化된 coracidium의 形態, 中間宿主에서의 procercoid의 發育過程 等을 調査하였다. 그리고 Procercoid가 感染된 copepod를 잉어 稚魚에 먹여 成蟲이 되기까지의 全生活史를 究明하였으므로 그 結果를 報告한다.

材料 및 方法

本 實驗에 使用한 이스라엘잉어는 忠南 保寧郡 大川邑 신흑리 所在 보령水産 溜池養魚場(約 2,000坪)에서 1984年 6月 初에 孵化시켜 全長 5~6 *cm*로 成長된 稚魚를 全北 完州郡 화산면 所在 경천貯水池의 河雲養魚場에서 購入해 飼育하고 있는 것 중에서 約 40마리 (全長 9.5~16.1 *cm*, 體重 20.1~94.4 *g*)를 1984年 8月 25日 無作爲 採捕하여 實驗室로 운반하였다. 아울러 同日字에 이들 稚魚 生産地인 보령水産의 이스라엘잉어 稚魚(全長 10.0~13.0 *cm*, 體重 28.5~96.0 *g*)도 採捕하여 調査材料로 使用하였다. 또한 本 蟲의 비단잉어에서의 寄生狀況을 調査하고자 群山水産專門大學 養魚場(約 200坪)에서 1984年

6月에 孵化시켜 飼育中인 稚魚池에다 忠北 대청댐에서 同年 8月에 購入한 이스라엘잉어 稚魚(全長 5.7～11.3 *cm*) 40마리를 넣어 같이 混養했던 비단잉어 稚魚中 107마리(全長 5.4～10.2 *cm*, 體重 3.3～22.0 *g*)를 9月 20日 採捕하여 그 寄生狀況도 調査하였다.

2次 調査로서 보령水産 種池養魚場에서 1985年 6月 初에 孵化시켜, 同養魚場에서 飼育中인 이스라엘잉어 稚魚 190마리(全長 4.5～16.3 *cm*, 體重 2.1～72.1 *g*)를 同年 7月 19日에서 8月 9日 사이에 無作爲 採捕하여 實驗室 水槽에 옮겨 人工 配合飼料로 계속 飼育시키면서 10月 14日까지 5～7日 간격으로 1回에 10～15마리씩 剖檢해 寄生狀況과 蟲의 發育狀況을 觀察했다. 剖檢時 잉어는 3*l*의 물이 담긴 원형유리수조(φ 30 *cm*, 높이 20 *cm*)에 넣고 冷血動物 麻醉劑(FA－100)로 마취시켜 全長, 體長 및 體重을 測定한 後 즉시 剖檢하여 0.7% 生理食鹽水가 담긴 中型샤레(φ 15 *cm*, 높이 2 *cm*)에 넣고 가위로 腸管을 切開하여 寸蟲을 流出시킨 다음 寄生數 및 寄生率을 調査하였다. 檢出된 寸蟲은 10% formalin에 24時間 固定한 後 Yamaguti(1934)와 Nakajima and Egusa (1974) 및 Yeh(1955)의 檢索表에 의하여 種을 同定하였다.

한편, 本 蟲의 蟲卵을 檢出, 孵化시켜 第一中間宿主와 procercoid의 發育過程을 調査하고자 Nakajima and Egusa(1976)와 同一한 方法으로 成蟲의 受胎節部를 0.7% 生理食鹽水가 들어 있는 中型샤레에 넣어 蟲卵을 産出시켰다. 産出된 蟲卵은 다시 0.7% 生理食鹽水로 換水하여 不純物을 除去시키고나서 500～1,000個씩 spoid로 蟲卵을 吸引하여 濾過된 地下水(pH 7.15)가 들어 있는 소형샤레(φ 12 *cm*) 6個에 分散 收容하여 26～28°C 室溫에서 直射光線이 쪼이지 않는 곳에 두고, 孵化할 때까지 수시로 80倍 解剖顯微鏡으로 觀察하였다.

孵化된 coracidium은 26～28°C 室溫에서 濾過된 地下水가 들어 있는 中型샤레 4個에 각각 1,000～1,200個씩 넣었다. 여기에 GG54 zooplankton net(口徑 45 *cm*, 全長 120 *cm*)로 採集한 幼蟲이 感染되어 있지 않은 大川産 *Thermocyclops hyalinus*, *Daphnia* sp.와 tilaphia만 飼育했던 群山水專 養魚場産 *Thermocyclops hyalinus*, *Acanthodiaptomus pacificus* 및 地下水를 注入한 水槽內에서 發生한 *Paracyclops fimbriatus*를 각각 200마리씩 放養하였다. 그리고 25日間 飼育시키면서 每日 1回에 6～10마리씩을 잡아내어 感染여부와 幼蟲의 發育狀況을 調査하였다.

感染된 copepod는 slide glass 위에 올려 놓고 cover glass를 덮은 後 100～200倍 현미경으로 生體構造를 觀察하였고, 핀으로 cover glass를 加壓하여 copepod 體腔에 寄生된 幼蟲을 體外로 流出시켜 Körting (1975)의 方法과 같이 한쪽면은 2% formalin을 떨어뜨리고, 그 반대쪽에는 cover glass 크기의 濾過紙로 吸引시켜 固定된 標本 10個體씩의 크기를 測定하였다. 그리고 各 copepod가 든 中型샤레는 25日 동안 直射光線이 쪼이지 않는 實驗台 위에 두고 3日마다 濾過된 地下水로 換水하였으며, 매일 dry-yeast 顆粒 1～2個씩을 먹이로 供給하였다.

한편, 感染된 copepod를 잉어 稚魚에 直接 먹여 成蟲이 되기까지의 發育過程을 調査하기 위해, 1985年 8月 13日 孵化된 coracidium을 幼蟲이 感染되어 있지 않은 群山 은파貯水池産 *Thermocyclops hyalinus*에 感染시켰다. 그 後 14日이 經過한 다음 幼蟲의 感染이 確認된 copepod 5～10마리씩을 잡아 約 400*ml*의 물을 채운 1*l*用 비커 20個에 각각 넣었다. 여기에다 1985年 6月 初에 群山水專 養魚場에서 採卵해 實驗室 水槽에서 孵化시킨 다음 人工 配合飼料만으로 飼育시킨 비단잉어 稚魚(平均全長 5.8 *cm*, 體重 3.9 *g*) 1～2마리씩을 넣었다. 그 後 1日 뒤에 이들 잉어 稚魚들을 순환여과수조(82×84×64 *cm*)에 넣어 水溫을 23～28°C로 유지해 人工 配合飼料를 먹여 飼育하면서 2～11日(平均 5.8日) 간격으로 1回에 2～5마리(平均 3마리)씩 剖檢하여 成蟲이 나올 때까지의 發育過程을 계속 觀察하였다. 蟲體의 크기 測定時(5個體의 平均), 幼蟲은 Körting(1975)과 同一한 方法으로 固定시켜 全長. 頭部의 크기, 尾部의 크기, 體節數 等을 測定했으며, 成蟲은 10% formalin 固定後 80倍 해부현미경 下에서 各 部位를 測定했다.

結果 및 考察

1. 蟲卵과 孵化된 Coracidium의 形態

魚體로부터 檢出하여 生理食鹽水에 넣은 成蟲은 물과 接觸되는 순간에 꿈틀거리면서 體節이 위축되어 一時에 많은 蟲卵을 放出하였다. 放出된 직후의 蟲卵은 生理食鹽水에서는 샤레의 底面에 附着되는 蟲卵이 極히 적었으나 濾過된 地下水를 담은 샤레에 넣으면 곧 底面에 沈下 粘着되어 換水時에도 쉽게 떨어지지 않았는데 이와 같은 性質은 Nakajima and Egusa(1976)가 지적한 바와 같이 本 蟲의 卵은 沈降性으로 輕度의 粘着性을 가지고 있다는 事實과 一致되었다.

成熟卵은 殼의 뚜껑(殼蓋)이 희미하게 나타나고 胚子가 未形成되어 胚鉤(embryonic hook)가 없는 卵害期의 卵이었는데 이것은 Nakajima and Egusa (1976)가 *B. opsariichthydis* 와 *B. gowkongensis* 와의 區別點은 蟲卵 排出時 胚를 形成하지 않는 點이라고 지적한 報告와 一致되었다. 卵의 形態는 타원형으로 그 크기는 47.5—55.0(50.9)×30.0—32.5(31.1)μm, 卵殼의 두께는 1μm 였다(Plate Ⅰ, Fig.1) 水溫26.4 °C에서 放出後 24時間이 經過되면 胚子가 生成되고 3双의 胚鉤가 形成된 六鉤幼蟲(oncosphere)이 되었는데 卵殼內 胚子의 크기는 18—25(22)×16—24(18) μm, 胚鉤의 길이는 6.75μm 였다(Plate Ⅰ, Fig.2). 放出後 48時間이 經過되면서 胚子는 卵上端의 뚜껑을 열고 孵化하기 시작하였는데 體表에 密生된 纖毛로 活發히 遊泳運動을 하는 球形의 鉤球子(coracidium)로 되었다. 이 때의 크기는 胚殼이 37.5×37.5 μm, 胚體는 30—37(33.0)×27—29(27.0)μm 이었다 (Plate Ⅰ, Fig.3). 水中에 孵化되어 4~5 時間이 經過되면 鉤球子는 急速히 膨化해 胚殼의 크기가 68—102×70—95 μm, 中心部의 胚體는 31—45(37.0)×25—38(32.0)μm, 胚鉤의길이 8.0—10.5 μm, 纖毛 길이 13~19 μm 이었다. 이와 같이 이스라엘잉어 腸內에서 寄生한 *B. opsariichthydis* 의 蟲卵이 2日 後에 鉤球子로 孵化되는 時間과 內部胚子의 發育狀況은 Körting(1975) 및 Nakajima and Egusa(1976)가 報告한 結果와 一致되었다.

2. 第一中間宿主와 Procercoid의 發育過程

孵化된 coracidium 을 4 種의 浮遊性 甲殼類에 接觸시켜 感染 實驗한 結果는 Table 1과 같다.

B. opsariichthydis 의 coracidium 과 親和性을 나타낸 橈脚類는 *Thermocyclops hyalinus* 및 *Paracyclops fimbriatus* 로서 각각 93.5%, 75.5%의 높은 感染率을 나타냈으나 *Acanthodiaptomus pacificus* 및 *Daphnia* sp.는 전혀 感染되지 않았다. 이들 感染된 橈脚類 1個體當 幼蟲 寄生數는 *T. hyalinus* 가 1~21 마리 平均 4.0 마리였으며 *P. fimbriatus* 는 1~8 마리(平均 2.1 마리)였는데, 裂頭寸蟲(*Diphyllobothrium latum*)의 幼蟲이 感染된 橈脚類 1 個體當 寄生數 1~3 마리(Guttowa, 1961), 1~10 마리(Utkina, 1960), *Diphyllobothrium novegicum* 에서는 많이 寄生되어야 9~10 마리(Muella, 1938)라고 한 것과 大體的으로 類似한 寄生數를 나타냈으나, *T. hyalinus* 에서는 1 個體에 21 마리까지 寄生된 것도 있었다(Plate Ⅰ, Fig.6). Körting(1975)은 *Bothriocephalus* sp.의 第一中間宿主인 *Cyclops abyssorum* 에 6~9 마리의 coracidium 이 寄生된 것은 正常 發育되나 그 以上 寄生된 個體는 2~3日 後에 斃死된다고 하였는데, 이번 感染實驗에서는 14~21 마리의 coracidium 이 寄生된 個體가 12日間이나 生存하였다. 그러나 이들 중 7~8 마리 以外의 幼蟲은 크기도 작을 뿐만 아니라 非正常的으로 發育되는 심한 個體差異가 있었다. 이와 같이 多數가 寄生되어 심한 個體差異를 나타내는 것은 Halvorsen(1976)이 指摘한 宿主의 抱養能力(carrying cavity)과 關係가 있을 것으로 推定되며 幼蟲이 多數 寄生된 宿主는 幼蟲의 發育으로 인해 內部各 臟器에 壓迫을 받아 長期間 生存하지 못하는 原因이 되지 않나 생각된다.

한편, *T. hyalinus* 와 *P. fimbriatus* 에 섭취된 *B. opsariichthydis* 幼蟲의 發育狀況은 個體에 따라서 약간씩 差異가 있었으나, 正常的으로 發育한 것들의 成長過程 및 內外部 形態를 觀察한 바, 섭취 직후 coracidium 은 消化管內에서 볼 수 있었고 3~4 時間後에는 纖毛衣를 벗고 體腔으로 移行하였다. 感染後 1日 經過時 急激히 伸長되어 Körting(1975)의 50-72(65)×42-49(47) μm 보다는 약간 작은 48-68 (56)×49-43(41)μm 의 크기가 되었다. 2日 經過된 것은 더욱 伸長되어 70~92(79)×40~48(45)μm 였으며 尾胞는 形成되지 않았다. 4日 經過된 것은 80-130 (105)×42-50(46)μm 로 伸長되었고, 宿主의 體腔內에서 伸縮運動이 顯著하였으며 尾部에는 30×30μm 크기의 尾胞가 形成되었으나, 寸蟲類 特有인 石灰小

Table 1. Infection rate of coracidia of *Bothriocephalus opsariichthydis* in some fresh water crustaceans

Species	No. of individuals		Infection rate (%)	No. of larvae in a copepod	Total No. of larvae	No. of average infection to a copepod
	Examined	Infected				
Thermocyclops hyalinus	200	187	93.5	1~21	748	4.00
Paracyclops fimbriatus	200	151	75.5	1~8	316	2.09
Acanthodiaptomus pacificus	200	—	—	—	—	—
Daphnia sp.	200	—	—	—	—	—

Table 2. Comparison between the present result and Körting's result

			W. Körting(1975) *Bothriocephalus* sp.	Present *B. orsariichthydis*
Egg		L	42～ 52(47)	47～ 55(51)
		W	30～ 35(31)	30～ 33(31)
Embryo	1 day	L	20～ 26(22)	18～ 25(22)
		W	—	16～ 24(18)
	2 day	L	31～ 37(35)	30～ 37(33)
		W	26～ 29(28)	27～ 29(27)
Coracidium		L	29～ 45(38)	31～ 45(37)
		W	20～ 30(30)	25～ 38(32)
Procercoid	1 day	L	50～ 72(65)	48～ 68(56)
		W	42～ 49(47)	40～ 43(41)
	2 day	L	77～105(90)	70～ 92(79)
		W	45～ 57(51)	40～ 48(45)
	4 day	L	—	80～130(105)
		W	—	42～ 50(46)
	6 day	L	153～210(181)	150～155(152)
		W	45～ 62(55)	44～ 52(48)
	8 day	L	155～177(162)	153～162(157)
		W	62～ 75(67)	48～ 55(51)
	10 day	L	165～190(175)	162～198(179)
		W	75～ 79(78)	56～ 70(62)
	12 day	L	—	200～225(191)
		W	—	70～ 75(73)
	14 day	L	—	207～226(214)
		W	—	90～102(94)
	17 day	L	—	230～280(256)
		W	—	120～130(125)
	20 day	L	—	230～280(258)
		W	—	130～158(142)
	25 day	L	—	230～290(258)
		W	—	130～158(143)
Intermediate host			*Cyclops abyssorum*	*Thermocyclops hyalinus* *Paracyclops fimbriatus*
Final host			Grass carp, *Ctenopharyngodon idellus*	Israeli carp, Color carp, *Cyprinus carpio*

Size: μm, L: length, W: width, ( ): mean

體는 出現되지 않았다(Plate I, Fig. 4). 6日 經過된 蟲體는 宿主의 體腔內에서 伸縮運動을 자주 하였고 그 크기는 150-155(152)×44-52(48)μm, 尾胞는 30×40 μm 鉤는 길이 8.75-12.5 μm, 幅 1 μm로서 尾胞內에 存在하였다(Plate I, Fig. 5). 8日 經過된 蟲體는 153-162(157)×48-55(51) μm로서 內部에 顆粒狀의 石灰小體 10～18 個가 出現하였다(Plate I, Fig. 6, 7). 10日 經過된 蟲體는 162-198(179)×56-70(62) μm, 尾胞는 45×80 μm로 더욱 伸長되었고, 蟲體內部는 左右에 나뭇가지 모양의 排泄原器가 生成되었으며 石灰小體의 數는 25～30 個로 增加하였다(Plate I, Fig. 8, Plate II, Fig. 1) 12日 經過된 蟲體는 200-225(191)×70-75(73)μm, 尾胞 50×55μm로 尾胞內部의 組織은 주변부로 모이고, 中央部는 비어 있는 中腔을 形成하며 鉤는 주변부의 組織中에 붙어 있었는데, 그 길이는 12.5×1 μm 이었다(Plate II, Fig. 1, 2). 特히 幼蟲은 宿主의 後體部 第一復節에까지 成長되어 현저히 伸縮運動을 하였다(Plate II, Fig. 3) 14日 經過된 蟲體는 207-226(214)×90-102(94)μm로서 12日 經過된 것보다 약간 伸長되었으나 尾胞는 消失되어 볼 수 없었으며, 體內 石灰小體가 40～60 個로 增加한 完熟한 前擬充尾蟲(procercoid)으로 되었고, 宿主의 體腔에서 脫出한 蟲體는 slide glass上에서도 amoeba狀의 伸縮運動이 活發하였다(Plate II Fig. 4). 17日 經過된 蟲體는 230-280(256)×120-130(125)μm로 약간 伸長되었으나 內部構造는 14日 經過된 것과 큰 差異를 볼 수 없었다. 20日과 25日 經過된 것은 크기가 各各 230-280(256)×130-158(142) μm, 230-290(258)×130-158(143)μm로서 더 以上 伸長되지 않았고 內部構造도 14日 經過된 것과 큰

差異가 없었다(Plate II, Fig. 5,6).

Körting(1975)은 *Bothriocephalus* sp.의 第一中間宿主, *Cyclops abyssorum*에서 coracidium을 섭취한 後 成熟한 procercoid로 되는 期間은 水溫 25°C 때 10~12日 이며, 그 크기는 165-190(175)×75-79(78) *μm* 일 때라 하였고, Hatsushika and Maejima(1981)는 *Diphyllobothrium macrovatum*도 10日 後 完熟한 procercoid가 된다고 하였으나, 本蟲은 이들보다 約 2~4日이 더 經過한 14日에 完熟한 procercoid가 되었다. 旣報告한 Körting(1975)과 이번 調査한 procercoid의 發育期別 크기를 比較한 것은 Table 2와 같다.

3. 終宿主에서 成蟲으로 되기까지의 發育過程

成熟한 procercoid가 感染되어 있는 *T. hyalinus*를 終宿主인 비단잉어 稚魚가 섭취한 後 水溫 23~28°C에서 日字別 幼蟲의 檢出狀況 및 發育狀況은 Table 3,4와 같다.

Table 3에서 보는 바와 같이 總 38마리의 稚魚中 24마리가 感染되어 있어 感染率은 63.2% 였으며, 稚魚 1마리當 平均 5.4마리의 蟲이 感染되어 있었다.

日字別 發育狀況을 보면 Table 4에서와 같이 1日 經過된 蟲體는 0.210-0.236(0.229)×0.100-0.130 (0.112)*mm*의 크기로서 0.7% 生理食鹽水를 떨어뜨린 slide giass 上에서 活發한 伸縮運動을 하였으나, copepod 體腔內에서 14日 經過된 成熟한 procercoid보다 크기가 약간 커졌을 뿐 形態上 特別한 差異는 없었다(Plate Ⅲ, Fig. 1). 3日 經過된 蟲體는 頭部와 尾部가 區別되기 시작하였으며 그 크기는 全長 0.235-0.280(0.257)*mm*, 頭部 0.186-0.210(0.201)×0.120-0.139(0.128)*mm*, 尾部 0.030-0.042(0.034)×0.018-0.021(0.019)*mm*였다(Plate Ⅲ, Fig. 2). 5日 經過된 蟲體는 頭部쪽에 2個의 吸溝가 뚜렷이 나타났고 그 크기는 全長 0.270-0.292(0.286) *mm*, 頭部 0.206-0.232(0.220)×0.136-0.162(0.145) *mm*, 尾部 0.050-0.068(0.063)×0.022-0.038(0.027) *mm*였다(Plate Ⅲ, Fig. 3). 8日 經過된 蟲體는 全長 0.390-0.450(0.425) *mm*, 頭部 0.228-0.270(0.253)×0.210-0.235(0.229) *mm*, 尾部 0.098-0.128(0.117)×0.044-0.095(0.086) *mm*였다(Plate Ⅲ, Fig. 4). 12日 經過된 蟲體는 全長 0.624-0.752(0.668)*mm* 頭部 0.240-0.365(0.312)× 0.282-0.376(0.350)*mm*, 尾部 0.294-0.387(0.360)× 0.195-0.265(0.240)*mm*의 크기로 8日 經過된 것보다 尾部의 길이와 폭이 각각 3.1倍, 2.8倍 더 伸長했

Table 3. Infection rate of *B. opsariichthydis* in the final host, *Cyprinus carpio*

Date	No. of fish examined	No. of fish infected	No. of tapeworms
1	3	2	12
3	5	3	18
5	3	2	13
8	2	1	6
12	3	2	11
15	3	1	10
18	4	3	14
23	3	2	7
34	4	3	15
41	2	2	9
50	3	1	5
60	3	2	10
Total	38	24	130

Table 4. Development state of *B. opsariichthydis* in the final host, *Cyprinus carpio*

Date	Size of *B. opsariichthydis* (*mm*)			No. of segments
	Total length	Head part	Tail part	
1	0.120~ 0.236(0.229)	—	—	—
3	0.235~ 0.280(0.257)	0.186~0.210(0.201)	0.030~ 0.042(0.034)	—
5	0.270~ 0.292(0.286)	0.026~0.232(0.220)	0.050~ 0.086(0.063)	—
8	0.390~ 0.450(0.425)	0.228~0.270(0.253)	0.098~ 0.128(0.117)	—
12	0.624~ 0.752(0.668)	0.240~0.365(0.312)	0.294~ 0.387(0.360)	—
15	1.367~ 1.683(1.562)	0.658~0.762(0.726)	0.760~ 0.865(0.840)	—
18	1.583~ 1.625(1.615)	0.658~0.765(0.726)	0.786~ 0.942(0.893)	2~ 3(3)
23	1.590~ 1.652(1.632)	0.660~0.763(0.738)	0.850~ 0.958(0.912)	5~ 7(6)
34	1.650~ 1.928(1.856)	0.665~0.770(0.730)	0.995~ 1.346(1.135)	8~ 12(10)
41	3.250~ 5.140(4.280)	0.667~0.472(0.731)	2.580~ 4.370(3.550)	15~ 28(22)
50	22.30 ~ 41.10(29.24)	0.820~0.880(0.826)	21.20 ~ 40.10(28.17)	162~226(202)
60	43.20 ~117.40(112.20)	1.140~1.320(1.215)	41.80 ~115.70(110.78)	186~778(493)

다(Plate Ⅲ, Fig. 5). 15日 經過된 蟲體는 全長 1.367-1.683(1.562)*mm*, 頭部 0.658-0.762(0.726)×0.563-0.645(0.624)*mm*, 尾部 0.760-0.865(0.840)×0.218-0.270(0.265)*mm*의 크기로 12日 經過된 것보다 全長, 頭部 길이, 尾部 길이 等이 約 2.3倍 더 伸長되었으며, 尾部에서 體節의 分化가 희미하게 나타나기 시작했다(Plate Ⅲ, Fig. 6). 18日 經過된 蟲體는 全長 1.584-1.625(1.615)*mm*였고, 頭部의 크기는 15日 經過된 것과 큰 差異가 없었으며, 尾部는 0.786-0.942(0.883)×0.265-0.346(0.318)*mm*였고, 體節의 分化가 뚜렷해져 2~3(平均 3) 個의 體節이 나타났다(Plate Ⅲ, Fig. 7). 23日 經過된 蟲體는 全長 1.590-1.652(1.632)*mm*, 頭部 0.660-0.763(0.728)×0.568-0.670(0.644)*mm*, 尾部 0.850-0.958(0.912)×0.285-0.390(0.382)*mm*의 크기였으며, 體節數가 5~7(平均 6個)로 늘어났다(Plate Ⅲ, Fig. 8). 34日 經過된 蟲體는 全長 1.650-1.928(1.856)*mm*였고, 頭部의 크기는 23日 經過된 것과 별차이가 없었으며 尾部는 0.995-1.346(1.135)×0.290-0.397(0.384) *mm*, 體節數는 8~12(10)個로 늘었다(Plate Ⅳ, Fig. 1). 41日 經過된 蟲體는 全長 3.250-5.140(4.280) *mm*로 34日 經過된 것보다 2.3倍 더 伸長되었고, 頭部의 크기는 큰 差異가 없었으며 尾部의 最大幅은 0.480-0.600(0.534)*mm*, 體節數는 15~28(22)個로 늘어났다(Plate Ⅳ, Fig. 2). 50日 經過된 蟲體는 全長 22.30-41.10(29.24)*mm*, 頭部 0.820-0.880(0.826)×0.840-1.560(1.134)*mm*로 伸長되었고, 尾部 最大幅은 0.920-1.200(1.093)*mm*, 體節數는 165~266(202)個로 늘어나 41日 經過된 것보다 頭部는 약간 커졌으나 全長은 6.8倍, 尾部 最大幅은 2.0倍, 體節數는 9.2倍로 急激한 伸長을 보였다(Plate Ⅳ, Fig. 3). 60日 經過된 蟲體는 全長 43.20-117.40(112.20)*mm*, 頭部 1.140-1.320(1.215)×1.240-1.520(1.345) *mm*, 尾部 最大幅 1.600-2.120(1.770)*mm*, 體節數 186~778(493)個로 伸長되어 完全한 成蟲으로 되었다(Plate Ⅳ, Fig. 4) 이 중 體節數가 778個인 最大蟲體의 경우, 260節 前後에서 成熟節이 出現했으며 382節 前後에서 蟲卵이 보이기 시작했다.

이와 같이 感染後 4日 後부터 60日 사이의 約 30日 동안에 急激한 伸長을 보였는데 이러한 現象은 終宿主의 個體差에 따르는 蟲體의 成長差도 있겠지만 보령水産 湖池養魚場의 自然寄生率을 調査하기 위해 1985年 7月 19日부터 8月 9日 사이에 이스라엘잉어 稚魚 190마리를 採捕해 實驗室로 옮겨 人工 配合飼料로 飼育시키면서 10月 14日까지 約 3個月 동안 實施한 調査에서도 8月 23日경에는 體節數 5~12個인 幼蟲이 大部分이었는데, 그 후 約 30日이 지난 9月 20日 以後에는 檢出된 蟲들이 거의 蟲卵을 가진 成熟된 蟲들이었다.

以上의 結果, 本 蟲의 生活史는 Fig. 1과 같이 終宿主인 잉어 腸內에 寄生한 成蟲이 蟲卵을 放出하여 水中에서 coracidium으로 孵化된 다음 中間宿主인 *Thermocyclops hyalinus*에 먹혀 體腔內에서 14日만에 成熟한 procercoid로 자란다. 이 成熟한 procercoid가 感染된 *Thermocyclops hyalinus*를 잉어가 섭취하면 水溫 23~28°C에서 60日 만에 成蟲으로 發育된다.

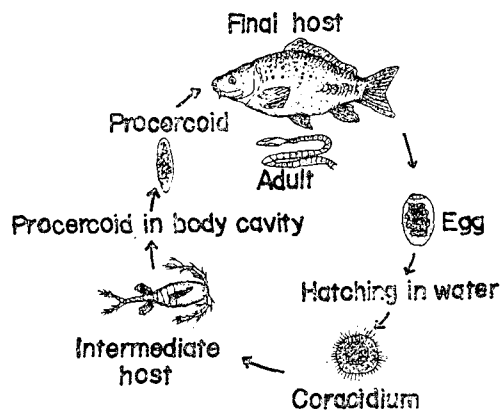

Fig. 1. The life history of *Bothriocephalus opsariichthydis*.
Intermediate host: *Thermocyclops hyalinus*, *Paracyclops fimbriatus* Final host: Israeli carp, Color carp (*Cyprinus carpio*)

4. 自然 寄生率

1984年 8月 25日에 採集한 大川 및 경천 貯水池의 養殖 이스라엘잉어 稚魚와 9月 20日 群山水專 養魚場産 비단잉어 稚魚 및 1985年 7月 19日부터 8月 9日 사이에 大川에서 採集한 이스라엘잉어 稚魚에 寄生한 寸蟲의 寄生率은 Table 5와 같다.

이스라엘잉어는 大川産中 '84年 것이 55.0%, '85年 것이 21.6%, '84年 경천 가두리 養魚場産 64.7%, 群山産 비단잉어는 14.9%의 寄生率을 보였는데 大川産의 寄生率이 두 해 사이에 크게 差異를 보인 것은 採集時期가 '85年 것이 더 빨라 8月 下旬보다는 7月 中旬에서 8月 初旬 사이가 自然 寄生率이 낮은 것으로 생각되며, 또한 調査尾數의 多少에 따른 差도 있을 것으로 생각된다. Nakajima and Egusa

Table 5. Infection rate of *B. opsariichthydis* in the Israeli carp* and Color carp**

Fish farm		Body length (*cm*)	Body weight (gr)	No. of examination	No. of infection	Infection rate (%)
Taech'ŏn*	Aug. 25, '84	10.0~13.0	28.5~96.0	9	5	55.5
Taech'ŏn*	July 19-Aug. 9, '85	4.5~16.3	2.1~72.4	190	41	21.6
Kyongch'ŏn**	Aug. 25, '84	9.5~16.1	20.1~94.4	34	22	64.7
Kusan*	Sept. 20, '84	5.4~10.2	3.3~22.0	107	16	14.9

(1974)가 日本 鹽田 地方의 溜池에서 9月에 採集한 잉어(體長 10.3~17.0 *cm*)의 寄生率 47.5%(40마리 중 19마리 寄生)과 比較하면 이스라엘잉어는 寄生率이 높은 反面에 비단잉어에서는 낮은 寄生率을 나타냈다. 한편, 寸蟲의 寄生은 魚體의 크기와 관계없이 寄生되었고, 感染된 이스라엘잉어 68마리 중 寸蟲이 30마리 以上 寄生된 것은 8마리였으며, 대부분이 10마리 內外로 寄生되어 있었고, 가장 많이 寄生된 例는 大川産이 36마리, 경천産은 이보다 무려 4倍가 많은 153마리(幼蟲 包含)가 寄生되어 있었는데, Nakajima and Egusa(1974)의 57마리에 비해서도 2.6倍나 많은 寄生數였다. Körting(1974)은 本蟲과 類似한 *B. gowkongensis*가 소련 Hungary, Austria, 中國 및 독일産 草魚에서 檢出된다고 하였고, Nakajima and Egusa(1974)에 의하면 日本産 비단잉어에서도 本 蟲의 寄生을 認定하였으며, Körting의 私信(1971)에서도 日本産 잉어를 輸入한 독일에서 잉어에 *B. opsariichthydis*가 寄生된 것에 注目하고, 流通構造가 복잡한 비단잉어에 있어서는 汚染圈의 擴大가 促進되어지지 않을까 念慮된다고 指摘하였다. 우리 나라에서도 이번 調査한 大川, 경천 및 群山地域 以外의 全國 各地에서 養殖하고 있는 잉어科 魚類의 本 蟲 寄生狀況을 調査함으로써 汚染圈의 擴大를 豫防할 必要가 시급히 要請된다.

要　　約

韓國産 잉어에 寄生하는 吸頭寸蟲, *Bothriocephalus opsariichthydis*의 寄生狀況과 生活史를 究明하여 그 被害豫防對策을 樹立할 目的으로 忠南 大川邑 所在 溜池養魚場과 全北 경천貯水池 가두리 養魚場産 이스라엘잉어 및 群山産 비단잉어 腸內에 寄生된 寸蟲의 寄生率을 調査하였다. 檢出된 寸蟲 蟲卵을 實驗室에서 孵化시켜 copepod에 感染시킴으로써 中間宿主의 種과 procercoid의 發育過程을 調査하였다. 그리고 感染된 copepod를 잉어 稚魚에 먹여, 잉어 腸內에서 幼蟲으로부터 成蟲에 이르는 發育過程을 調査하여 本 蟲의 全生活史를 完全히 究明하였다.

成熟卵은 胚球가 未形成된 卵割期의 卵이었고, 그 크기는 47.5-55.0(50.9)×30.0-32.5(31.1)*μm* 였다.

室溫 26~28°C 때, 産出된 蟲卵은 48時間 以內에 大部分이 coracidium으로 孵化되었다.

Termocyclops hyalinus, *Paracyclops fimbriatus*, *Acanthodiaptomus pacificus*, *Daphnia* sp.를 孵化된 coracidium에 接觸시킨 바 *Termocyclops hyalinus*와 *Paracyclops fimbriatus*만이 感染을 나타냈고, 感染率은 各各 93.5%, 75.5%였다.

*B. opsariichthydis*의 幼蟲이 *Thermocyclops hyalinus*, *Paracyclops fimbriatus*에 感染된 後 14日 만에 成熟한 procercoid로 되었고 이 때의 크기는 207-226(214)×90-102(94)*μm*, 尾胞는 消失되었으며 石灰小體는 40~60個가 나타났다.

成熟한 procercoid가 感染되어 있는 *Thermocyclops hyalinus*를 잉어 稚魚가 섭취한 後 60日 經過되어 成蟲으로 發育되었고, 이 때의 크기는 全長 43.20-117.40(112.20)*mm*, 頭部 1.140-1.320(1.215)×1.240-1.520(1.345)*mm*, 尾部 最大幅 1.600-2.120(1.770)*mm*였고, 體節數 186~778(493)個였다.

1984年 8月의 이스라엘잉어에서 *B. opsariichthydis*의 寄生率은 大川産 55.5%, 경천産 64.7%의 높은 寄生率을 나타냈고, 1985年 7月 中旬에서 8月 初旬에 採集한 大川産 이스라엘잉어의 寄生率은 21.6%, 1984年 群山産 비단잉어는 14.9%의 寄生率을 보였다.

文　　獻

Awakura, T. H., H. S. Tonosaki and T. K. Ito. 1976. Ligulosis of cyprinid in the Lakes of Hokkaido. Japan Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery 31, 67—81.

Boertje, S. B. 1975. Developmental stages and Strobiocercoid of *Shistotania tenuicirrus* (Cestoda: Amabilidae), Louisiana Academy of

Sciences XXXVⅢ, 52—69.

Davey, J.T. and J.E. Peachey. 1968. *Bothriocephalus scorpii*(Cestoda: Pseudophyllidea) in turbot and brill from British coastal waters. J. Marine Biol. Asso. U.K. 48, 335—340.

Guttowa, A. 1961. Potential intermediatehost (Copeda) of the broad tapeworm of *Diphyllobothrium latum*(L.) in Norway. Nyte. Mag. Zool. 10, 59—62.

Hatsushika, R. and J. Maejima. 1981. Experimental studies on the development of *Diphyllobothrium macrocvatum* IURACHNO, 1973 from the minke whale, *Balaenoplera acutorostrata* Ⅱ. Experimental infection of the coracidia to marine copepods. Jap. J. Parasite 30, 417—427.

Hoffman, G.L. 1978. The Asian tapeworm, *Bothriocephalus gowkongensis*, inthe United States, and reserarch in fish Parsitology. A symposium on Diseases of Fishes and Shellfishes. Spec. Publ. No. 7, Amer. Fish. Soc., Washington, D.C., 84—90.

Kataoka, N.K. and K.J. Kadoma. 1932. Study on the Parasitic state in *Plecoglossus altivelis*. Jap. J. Zool. 44(522), 127—136.

Kamo, H. and M.S. Iwads. 1973. An infection experiment on the development history of *Diplogohopolus grandis* (BLANCHARD, 1894) Jap. J. Parsit 22, 78—89.

Körting, W. 1974. Bothriocephalosis of the Carp. Vet-med Nachr. 2(74), 152—158.

Körting, W. 1975. Larval development of *Bothriocephalus* sp. (Cestoda: Pseudophyllidea) from Carp(*Cyprinus carpio* L.) in Germany. J. Fish. Biol. 7, 727—733.

Molnar, K. and E. Murai. 1973. Morphological studies on *Bothriocephalus gowkongensis* YEH, 1955. and *B. phoxini* MOLNAR, 1968(Cestoda: Pseudophyllidea). Parasit. Hung. 6, 99—106.

Mueller, J.F. 1938. The life-history of *Diphyllobothrium mamsonoides* Mueller. 1985. and some consideration with regard to sparganosis in the United States. Amer. J. Trop. Med. 18—66.

Muraue, K.S. 1970. Report of the fresh water fish guiding office of Hiroshima 9, 57—67.

Nakajima, K. and S. Egusa. 1972a Studies on a New Trypanorhynchan Larva, *Callotetrarhynchus* sp. Parasitic on Cultured Yellowtail-XIV. Egg and Coracidium. Fish Pathology 7(1), 1—5.

Nakajima, K. and S. Egusa. 1972b. Studies on a New Trypanorhynchan Larva, *Callotetrarhynchus* sp., Parasitic on Cultured Yellowtail-XV. Ibid. 7(1), 6—14.

Nakjima, K. and S. Egusa. 1974 a. *Bothriocephalus opsariichthydis* YAMAGUTI(Cestoda: Pseudophyllidea) found in the Gut of Cultured Carp, *Cyprinus carpio* (LINNE)-I. Morphology and Taxonomy, Fish Pathology 9(1), 31—39.

Nakajima, K. and S. Egusa. 1974 b. *Bothriocephalus opsariichthydis* YAMAGUTI(Cestoda: Pseudophyllidea) found in the Gut of Cultured Carp. *Cyprinus carpio*(LINNE)-Ⅱ. Incidence and Historpathology. Ibid. 9(1), 40—45.

Nakajima, K. and S. Egusa. 1974 C. *Bothriocephalus opsariichthydis* YAMAGUTI(Cestoda: Pseudophyllidea) found in the Gut of Cultured Carp, *Cyprinus carpio* (LINNE)-Ⅲ. Anthelmintic Effects of Some Chemicals. Ibid. 9(1), 46—49.

Nakajima, K. and S. Egusa. 1976 a. *Bothriocephalus opsariichthydis* YAMAGUTI(Cestoda: Pseudophyllidea) found in the Gut of Cultured Carp, *Cyprinus carpio* (LINNE)-Ⅳ. Observations on the Egg and Coracidium, Ibid. 11 (1), 17—22.

Nakajima, K. and S. Egusa. 1976b. *Bothriocephalus opsariichthydis* YAMAGUTI (Cestoda: Pseudophyllidea) found in the Gut of Cultured Carp, *Cyprinus carpio* (LINNE)-Ⅴ. Ovicidal effects of drying freezing, ultraviolet rays and some chemical. Ibid. 11(1), 23—25.

Nakajima, K. and S. Egusa. 1977a. *Bothriocephalus opsariichydis* YAMAGUTI(Cestoda: Pseudophyllidea) found in the Gut of Cultured Carp, *Cyprinus carpio* (LINNE)Ⅵ. Some Ecological Changes of Adult Worm Wintered with Host. Jbid 12(1), 1—2.

Nakajima, K. and S. Egusa. 1977 a. *Bothriocepha-*

lus opsariichthydis YAMACUTI(Cestoda:Pseudophyllidea) found in the Gut of Cultured Carp, *Cyprinus carpio* (LINNE) Ⅵ. Some Ecological Changes of Adult Worm Wintered with Host. Ibid. 12(1), 1—2.

Nakajima, K. and S. Egusa. 1977 b. *Bothriocephalus opsariichthydis* YAMAGUTI(Cestoda: Pseudopyllidea) found in the Gut of Cultured Carp. *Cyprinus carpio*(LINNE) Ⅷ. Effect and Significance of Anthelmintics for Prevention. Ibid. 12(1), 3—6.

Utkina, M. A. 1960. On the first intermediate of *Diphyllobothrium latum* L., 1918. under the condition of South Ural. Zh. 39, 1, 42—61, 428.

YAMAGUTI, S. 1934. Studies on the helminth fauna of Japan, Part 4. Ceatodes of fish. 1. Jap. J. Zool. 6(1), 1—112.

Yeh, L. S. 1955. On a new tapeworm *Bothriocephalus gowkongensis* n. sp. (Cestoda:Bothriocephalidae) from freshwater fish in China. Acta Zool. Sinica 7(1), 69—74.

Explanation of photographs

Plate Ⅰ

Fig. 1. Eggs just released from uteria.
Fig. 2. 1 day after spawning.
Fig. 3. Hatched coracidium, 2 days spawning.
Fig. 4. Young procercoid, 4 days after infection.
Fig. 5. Young procercoid, 6 days after infection.
Fig. 6. Developing young procercoid in the body cavity, 8 days after infection.
Fig. 7. Young procercoid, 8 days after infection.
Fig. 8. Young procercoid, 10 days after infection.
Fig. 1. 2. 3: Scale 10 μm, Fig. 4, 5, 7, 8: Scale 100 μm.

Plate Ⅱ

Fig. 1. Young procercoid, 12 days after infection.
Fig. 2. Enlarged cercomer in Fig. 6.
Fig. 3. Fully developed procercoid in the body cavity, 14 days after infection.
Fig. 4. Fully developed procercoid, 14 days after infection.
Fig. 5. Fully developed procercoid, 20 days after infection.
Fig. 6. Fully developed procercoid, 25 days after infection.
Fig. 2: Scale 10 μm, Fig. 1, 4, 5, 6: Scale 100 μm.

Plate Ⅲ

Fig. 1. Cestoda, 1 day after infectien in the final host.
Fig. 2. Cestoda, 3 days after infection in the final host.
Fig. 3. Cestoda, 5 days after infection in the final host.
Fig. 4. Cestoda, 8 days after infection in the final host.
Fig. 5. Cestoda, 12 days after infection in the finalhost.
Fig. 6. Cestoda, 15 days after infection in the final host.
Fig. 7. Cestoda, 18 days after infection in the final host.
Fig. 8. Cestoda, 23 days after infection in the final host.
Fig. 1-8. Scale 100 μm.

Plate Ⅳ

Fig. 1. Cestoda, 34 days after infection in the final host.
Fig. 2. Cestoda, 41 days after infection in the final host.
Fig. 3. Cestoda, 50 days after infection in the final host.
Fig. 4. Adult cestoda, 60 days after infection in the final host.
Fig. 1. Scale 100 μm, Fig. 2, 3: Scale 1000 μm.

PLATE I

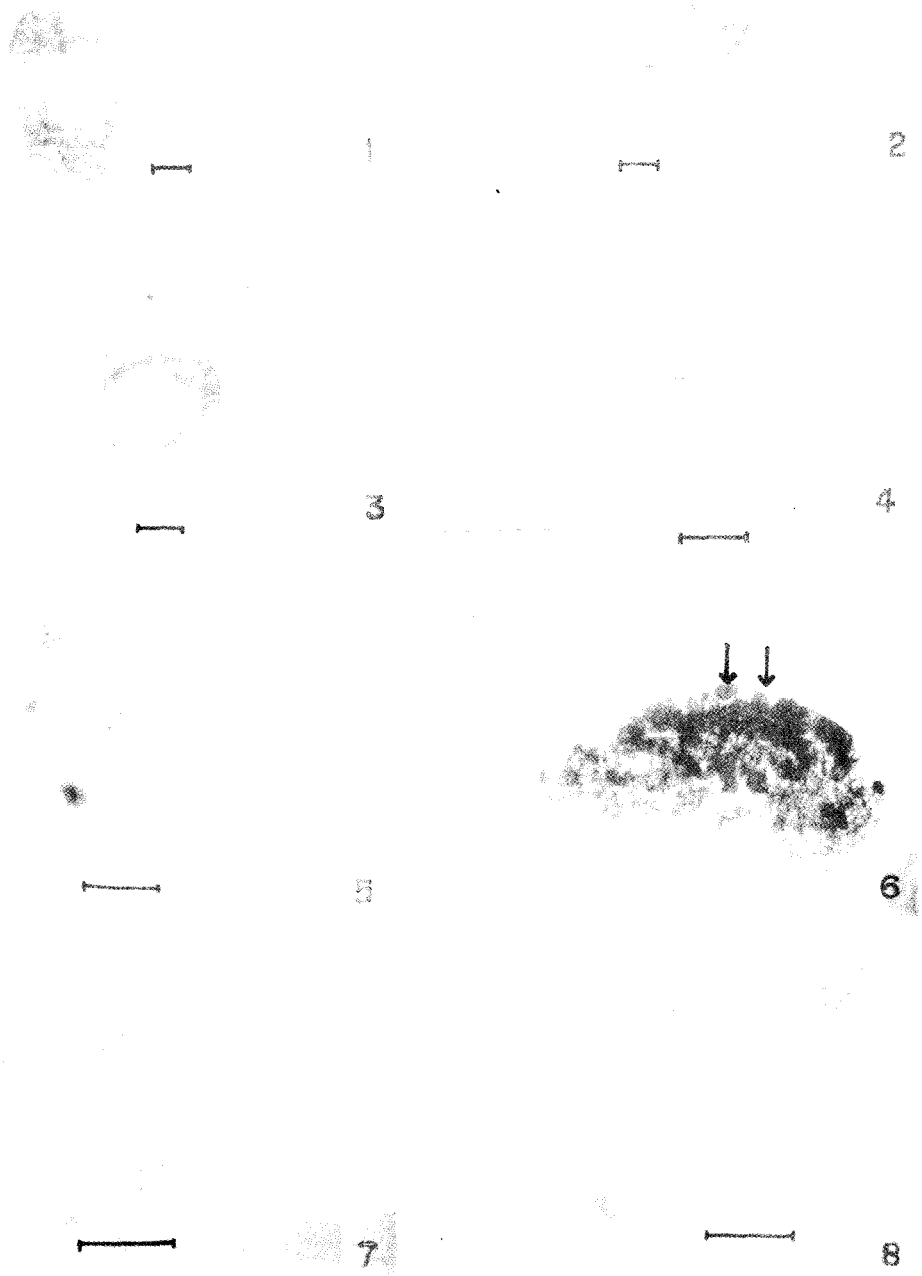

PLATE Ⅱ

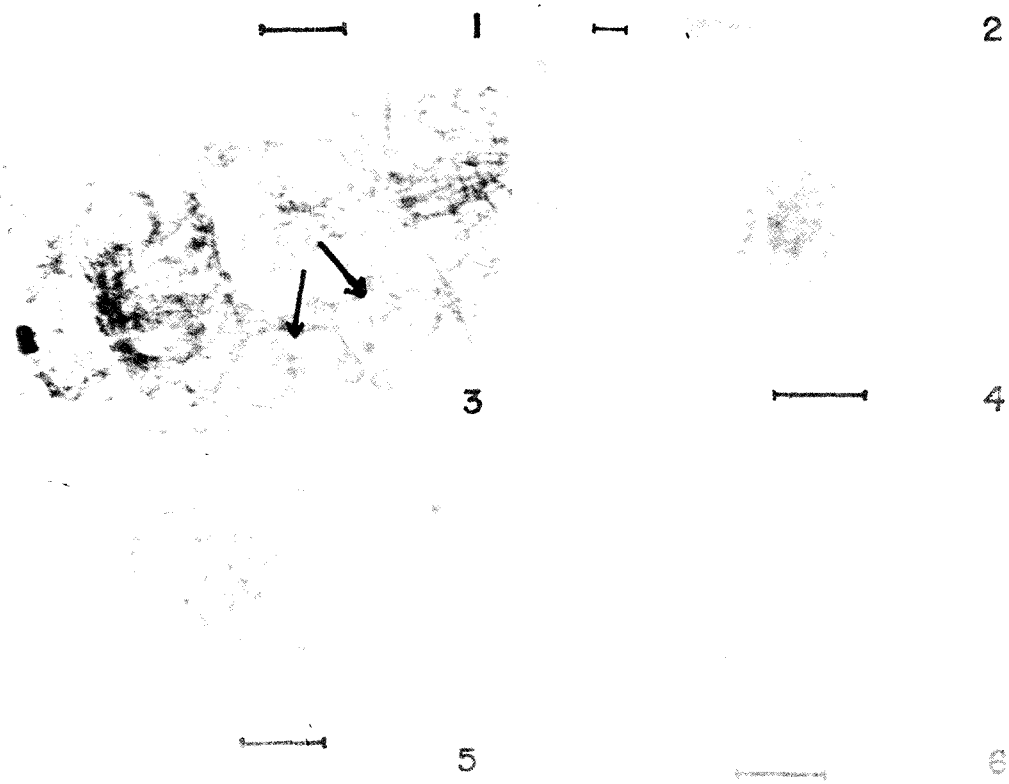

PLATE Ⅲ

PLATE Ⅳ