

アユのグルギア症に関する研究—I.

新種の提案

高橋 誓*・江草周三**

(昭和 51 年 8 月 18 日受理)

Studies on *Glugea* Infection of the Ayu, *Plecoglossus altivelis*—I. Description of the *Glugea* and a Proposal of a New Species, *Glugea plecoglossi*

*Sei TAKAHASHI and **Syuzo EGUSA

*Shiga Pref. Fish Exp. Station, Hassaka-cho, Hikone 522, Japan

**Dept. Fish., Fac. Agr., Univ. of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo 113 Japan

(Received August 18, 1967)

A new species of microsporidian parasite of the ayu, *Plecoglossus altivelis* T. & S., is described and the name *Glugea plecoglossi* n. sp. is suggested.

In a heavy infection of the parasite xenomas develop in large number in various organs, viz., peritoneum, visceral cavity, ovaries, testis, fat body, pyloric caeca, spleen, muscle, liver, heart, gills, iris, etc., and cause serious damage to fish. The xenomas are variable in size, being 0.5–3 mm, rarely as large as 5 mm.

Fresh spores of the parasite are elongate or ellipsoidal and are $5.1\text{--}6.2 \times 2.0\text{--}2.5 \mu$, the average of 200 spores being $5.8 \times 2.1 \mu$. Spores fixed in Bouin's solution and stained with Heidenhein's iron hematoxylin are $3.8\text{--}4.8 \times 1.5\text{--}2.0 \mu$, the average of 50 spores being $4.0 \times 1.8 \mu$. Everted filaments are 180μ at maximum, being $100\text{--}150 \mu$ in the majority.

The processes of schizogony and sporogony of the parasite studied with artificially infected ayu are in substance the same as those reported by WEISSENBERG (1968) on *Glugea anomala* and by SPRAGUE and VERNICK (1968) on *G. weissenbergi*. A very small xenoma of $4 \times 8 \mu$ with a single schizont and a single host cell nucleus was found in the lamina propria of the villi of the gut of an ayu killed 5 days after infection. Sporonts in smear preparations of parasite are $3 \times 4 \mu$ and each sporont produce two spores. Therefore the parasite is classified into the genus *Glugea*.

Inoculation experiments have shown that *Salmo gairdneri* is susceptible to the parasite, but *Gasterosteus aculeatus microcephalus* is unsusceptible.

Of about 15 species of *Glugea* in fish, *G. hertwigi* has spores similar in size to those of the present *Glugea*. But the former differs from the latter in the following points. The hosts of *G. hertwigi* are *Osmerus mordax* and *O. eperlanus* and it has been reported by WEISSENBERG (1968) that *Gasterosteus aculeatus* is susceptible to *G. hertwigi*. *G. anomala* and *G. weissenbergi* are distinguishable in having smaller spores, $3\text{--}6 \times 1.5\text{--}2 \mu$, and larger spores, $6.0\text{--}7.0 \times 2.5\text{--}3.6 \mu$, respectively, and in having different hosts, the sticklebacks. *G. takedai* which was found in the rainbow trout in Japan is distinguishable in having smaller spores, $2.8\text{--}4.9 \times 1.7\text{--}2.3 \mu$, and in not causing hypertrophy of the infected host cells.

1965 年、滋賀、鹿児島県の両県下の養殖アユに一種の微胞子虫症が発生し、問題となった。本症はアユの諸器官、主として幽門垂、腹腔、腹膜、卵巣、精巣、脂肪体、脾

臓、軀幹筋、ときに肝臓、心臓、鰓、虹彩などに微胞子虫が寄生し、乳白色の 1~3 mm 程度、時には 5 mm に達することもある球状のいわゆるシストが無数に形成されるのを特徴とし (図 1)、魚が被むる影響もむろん無視できないが、アユの商品価値が殆ど失われるという点

* 滋賀県水産試験場

** 東京大学農学部

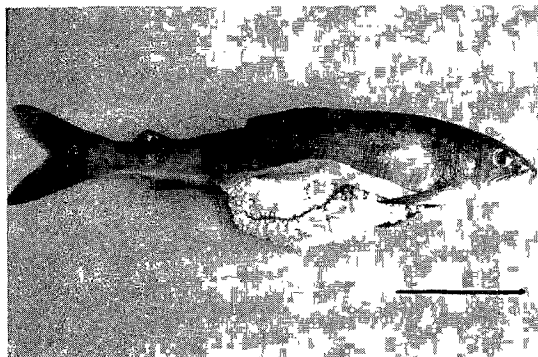


Fig. 1. Ayu showing visceral organs heavily infected with cysts of the microsporidian *Glugea plecoglossi* n. sp.. Note small wartlike protuberances in the skin caused by cysts produced in peripheral lateral muscles. Cysts are seen in the adipose fin too. Scale 5 cm.

図 1. 微胞子虫 *Glugea plecoglossi* n. sp. が腹腔内、筋肉、ヒレに重篤に寄生しているアユ。スケール 5 cm。

でアユ養殖に甚大な損害を与える。

本症はその後、岡山、大分、静岡、徳島、和歌山などの諸県下の養殖アユに広がるとともに、河川放流アユや人工種苗アユにもみられるようになり、今後さらにアユ増養殖における被害が拡大することが憂慮されている。本症に関しては保科・富村が昭和 42 年度日本水産学会春季大会（於東京）において口頭発表した以外には研究報告はなかった。

著者らは 1971 年以来、本症の原因と発生機序の解明、および防禦方法の検討を行ってきた。一部は既に報告したが（高橋・江草, 1976, 1977 b）、本報告ではこのアユの微胞子虫の胞子の形態、および増殖生殖と胞子形成についての観察結果の概要を報告し、併せて本虫を *Glugea plecoglossi* n. sp. と呼ぶことを提案する。

材料および方法

I. 胞子の観察・測定

A. 生鮮胞子: 琵琶湖で採捕し、滋賀県水産試験場の試験池で飼育中に発症したアユ（以下自然発症魚という）の魚体から“シスト”を摘出し、蒸留水中でピンセットを用いて押し潰して濃厚な胞子懸濁液を得、混入した“シスト”の膜などの夾雑物を除くために東洋濾紙 No. 2 で汙過した。胞子は汙液中に出る。ここで蒸留水を用いたのは THOMPSON (1960) の提案に従ったものである。

このようにして得た胞子懸濁液に、胞子のブラウン運動を阻止するために CMC (carboxymethylcellulose sodium) を 0.2~0.3% 添加し、その一滴をスライドグラス上にとり検鏡した。胞子の大きさの測定は胞子の一端に存在する明るい部分（以下空胞と呼ぶ）が明瞭に観察されるものについてのみ行なった。極糸の長さの測定は、新しい胞子懸濁液と等量の 30% H_2O_2 液をスライドグラス上で合わせ、弾出された極糸について測定した。

B. 固定胞子: 自然発症魚の“シスト”を周囲の組織とともにブアン液、またはヘリー液で固定し、常法に従って 4 μ のパラフィン切片を作製し、ハイデンハイン鉄ヘマトキシリン染色を施し、“シスト”内の胞子の形態観察と大きさの測定を行なった。なお、生鮮胞子の場合も固定胞子の場合も測定は接眼マイクロメーターを用いて行なった。使用接眼レンズは $\times 10$, 対物レンズは $\times 100$ でオイルを使用して測定した。

II. 初期キセノマ 増殖生殖および胞子形成の観察

A. 初期キセノマの観察: 琵琶湖で採捕された後期仔魚期のアユ（平均体重 0.25 g）を用い、微胞子虫を人為感染させ、以後 25 日間、毎日数尾をブアン液で固定し、その内臓について常法に従って 4 μ のパラフィン切片を作製し、ヘマトキシリン・エオシン染色した。

人為感染はつぎのようにして行なった。用いた胞子は I, A に述べたようにして得た濃厚胞子懸濁液を 8°C の冷蔵庫に保存したものである。この方法で貯蔵された胞子は一カ月以上も感染能を維持していた。使用時には胞子懸濁液の一部をとり、等量の 30% H_2O_2 液を加え、極糸を弾出する胞子が 50% を越えることを確認した上で使用した。

胞子を魚に摂取させるには、(1) 胞子懸濁液をしみこませた配合飼料（クランブル）、または、(2) 稀釈した胞子懸濁液中にミジンコ池から採集した動物プランクトン（ミジンコ類、ケンミジンコ類、輪虫類などを含む）を加えて胞子を摂食させ、約 3 時間ほどして当初浮游胞子のために白濁していた水がほぼ清澄になった時点で集めた動物プランクトン、のいずれかを供試魚に自由に摂食させる方法によった。いずれの方法でも感染は容易に成立した。感染時ならびに感染後の飼育水温は 18~21°C に保った。

B. 増殖生殖および胞子形成の観察: I, B および II, A で述べた“シスト”および初期キセノマの切片と、上に述べた人為感染魚の 35 日目までのキセノマの内容物の塗抹標本（メチールアルコール固定、ギムザ染色）

について観察した。感染後 30 日程度を経た肉眼可視大の xenoma 内には増殖生殖および胞子形成のすべての段階が存在する。

III. 本微胞子虫に感受性を持つ魚を知るための感染実験

II, A に述べたのと同じ方法で下記の魚種について人為感染を試みた。

ニジマス	<i>Salmo gairdneri</i>
ラッド	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>
ブルーギル	<i>Lepomis macrochirus</i>
ヨーロッパウナギ	<i>Anguilla anguilla</i>
コイ	<i>Cyprinus carpio</i>
ハリヨ	<i>Gasterosteus aculeatus microcephalus</i>

魚体重は剖見時に測定したので結果の項で供試尾数と共に示す。なお、ウナギには胞子懸濁液中に約 2 週間置き胞子を摂食したと思われるイトミミズも投与した。実験は前者 4 種と後者 2 種を別々に行った。感染時および感染後の水温は前者が 19.4~22°C であり、後者は 20.1°C から最終的には 15.1°C になったが、はじめの 40 日間は 18°C 以上であった。

供試魚は 30 日間以上飼育したのち数度にわたって取り上げ解剖し、“シスト”形成の有無を詳細に検査した。20°C 前後ではアユでは感染 30 日後には肉眼的に容易に認めうる大きさの“シスト”が形成される。

結 果

I. 胞子の形態と大きさ

生鮮胞子は長楕円形で、光学顕微鏡観察では一端に明るい部分（空胞）が認められる以外には何らの内部構造も見出せない（図 2）。胞子の長さは 5.1~6.2 μ （平均 5.8 μ , 200 個測定）、幅は 2.0~2.5 μ （平均 2.1 μ ）である。長さ 7.0~8.0 μ , 幅 2.0~2.5 μ の大形の胞子が観察されるが、その数は少なく、また、端部の輪郭が不規則、不明瞭で成熟胞子とは考えにくく、ここでは除外した。

ヘリー液固定胞子は生鮮胞子に比べて西洋梨型に近くなり、両端に大小の染色されない部分があり、中央付近にヘマトキシリンに濃染される帯状の部分がある（図 3）。胞子の長さは 50 個体測定して 4.0~5.0 μ （平均 4.2 μ ）、幅 1.3~2.0 μ （平均 1.8 μ ）で生鮮胞子よりやや小さい。ブアン液固定胞子の形態はヘリー液固定胞子と違いはなく、大きさも 50 個体測定して長さ 3.8~4.8 μ （平均 4.0 μ ）、幅 1.5~2.0 μ （平均 1.8 μ ）とはほぼ同じである。

弾出された極糸の長さは最長 180 μ で、測定した胞子の半数以上が 100~150 μ の範囲にあった。なお、8°C で保存された胞子では保存期間が長くなるにつれて弾出された極糸の長さが短くなる傾向があるように思われた。

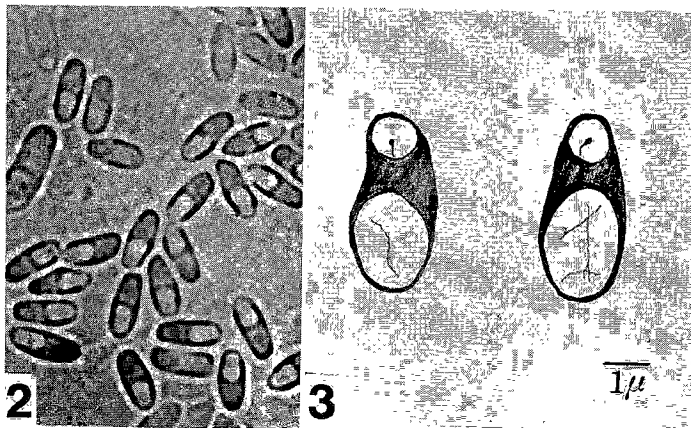


Fig. 2. Fresh spores of *Glugea plecoglossi* n. sp..

Fig. 3. Sketches of spores fixed in Bouin's solution and stained with Heidenhain's ironhematoxylin.

図 2. *G. plecoglossi* n. sp. の生鮮標本。

図 3. ブアン氏固定液で固定し、ハイデンハイン氏鉄ヘマトキシリンで染色した胞子のスケッチ

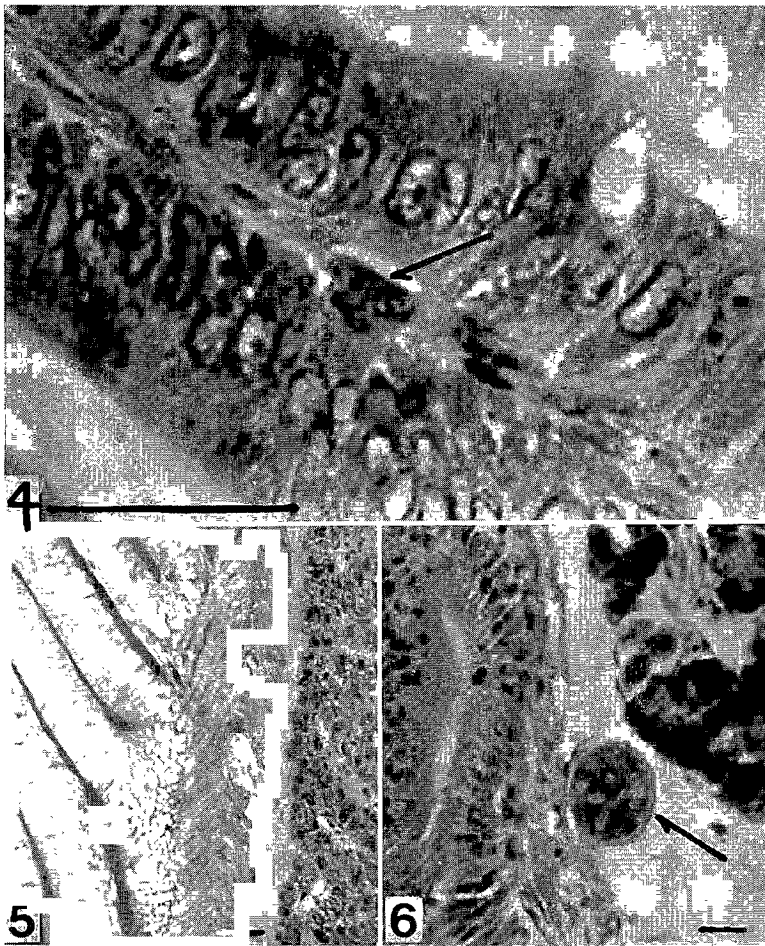


Fig. 4. A xenoma with a single schizont and a single host cell nucleus developed in the lamina propria of the villus of the intestine of an ayu killed 5 days after inoculation. Scale 20 μ .

Fig. 5. A xenoma with several schizonts and some host cell nuclei just protruding from the intestinal wall of an ayu. Twelve days after inoculation. Scale 20 μ .

Fig. 6. A xenoma fixed on the outside of the wall of pyloric caeca. Note a thin membrane surrounding the xenoma. Twelve days after inoculation. Scale 10 μ .

図 4. 人為感染後 6 日目のアユより見いだされた最も初期の xenoma。シズント 1 個と宿主細胞の核とが認められる。スケール 20 μ 。

図 5. 人為感染後 13 日目のアユより見いだされた腸管壁より腹腔内へぬける寸前の xenoma。いくつかのシズントといくつかの宿主細胞の核が認められる。スケール 20 μ 。

図 6. 腹腔内の幽門垂の壁に認められた xenoma。すでに宿主反応が認められる。感染後 13 日目。スケール 10 μ 。

II. 初期キセノマ増殖生殖および胞子形成

A. 初期キセノマ: 人為感染をさせた魚の内臓の組織切片を日を追って観察したところ、感染 6 日目の魚の腸の粘膜固有層に、1 個のシズントと 1 個の細胞核を包む $4 \times 8 \mu$ の細胞、Weissenberg のいうところのキセノマ

が始めて観察された (図 4)。観察を重ねるにつれて、感染後 6~9 日目の魚の腸の粘膜固有層や粘膜下組織内に数個のシズントと数個の宿主細胞染を含み、やや肥大して 10 μ を越えるキセノマがしばしば見出された。9~13 日目の魚では、さらにキセノマ内のシズントの数が増

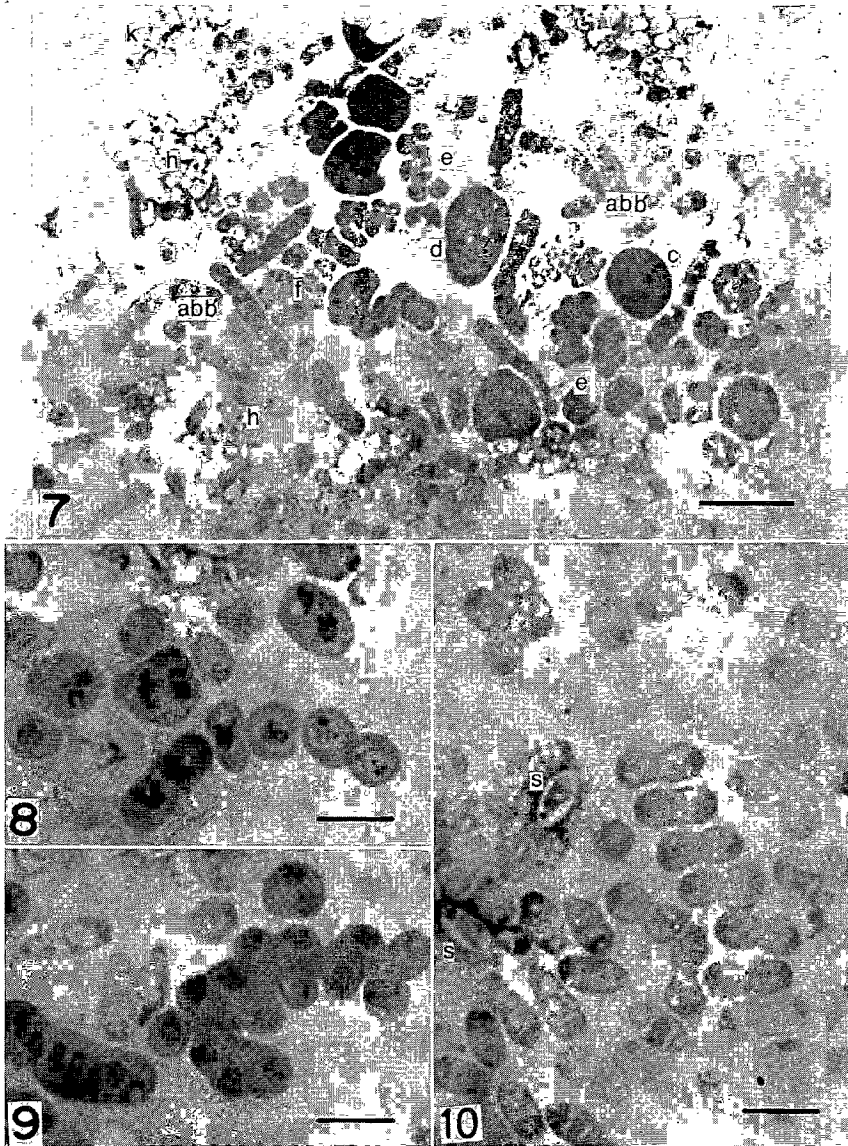


Fig. 7. A smear made from a xenoma 34 days after inoculation, showing various stages of schizogony and sporogony. (Giemsa stain) Scale $20\ \mu$.

Fig. 8. Division of an early cylindrical schizont into uninucleate schizonts. Scale $5\ \mu$.

Fig. 9. Division of a late schizont into sporonts. Scale $5\ \mu$.

Fig. 10. Meiotic division of sporonts and sporoblasts. Some immature spores (s) are seen. Scale $5\ \mu$.

図 7. 人為感染後 35 日目の xenoma の塗抹標本。シゾゴニーおよびスポロゴニーのいろいろなステージが認められる。(ギムザ染色) スケール $20\ \mu$ 。

図 8. 初期の円柱状シゾントの分裂により一核シゾントが生じる。スケール $5\ \mu$ 。

図 9. 最終段階のシゾントの分裂によりスポロントが生じる。スケール $5\ \mu$ 。

図 10. スポロントの二分裂によりスポロプラストが生じる。(s) は孢子。スケール $5\ \mu$ 。

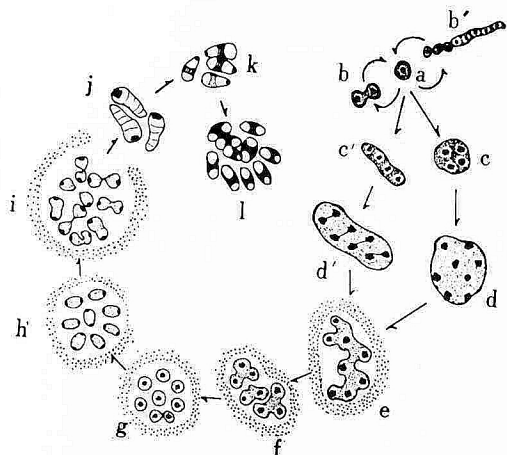


Fig. 11. Schematic drawings of the intracellular development of *Glugea plecoglossi* n. sp.

図 11. *G. plecoglossi* n. sp. の生活史。

し、いっそう肥大して数 10μ 以上になったキセノマが、腸の粘膜下組織から環走筋肉層、縦走筋肉層を通過して腸壁外に移動してゆく状態が観察された (図 5, 6)。この感染後 9~13 日目という期間に多くのキセノマは腹腔内のどこかに定着すると思われた。キセノマの定着が完了する頃からキセノマ内での寄生体の増殖生殖はいっそう盛んに行なわれるようになり、キセノマはますます肥大する。いっぽう、宿主反応も活発化して宿主由

来の結合組織膜がキセノマを囲んで発達しいわゆる“シスト”が形成される。“シスト”の形成過程、構造、運命等に関しては続報に譲る。孢子形成も進み、感染後 23 日目にはキセノマ内に孢子が形成されているのが認められた。

B. 増殖生殖と孢子形成: 肉眼可視大のキセノマの内容物の塗抹・染色標本を検鏡すると微孢子虫の増殖生殖と孢子形成の殆どすべての段階を観察することができる (図 7)。キセノマの切片においても同様であるが、それぞれの過程を追うには塗抹標本のほうが適している。

増殖生殖と孢子形成の過程を顕微鏡写真 (図 7~10) と模式図 (図 11) によって概略述べると次のとおりである。キセノマ内に出現した 1 核のシズント (図 11, a) は 2 核のシズント (図 11, b) となり、分裂して 1 個の 1 核シズントを作る。また、多核の柱状シズント (図 11, b') となり、それが分裂して多くの 1 核シズントとなる (図 7, abb'; 図 8)。これが増殖生殖である。

1 核のシズントはやがて多核の球状あるいは卵形・楕円形のシズント (プラスモディウム) となる (図 7, c, d; 図 11 c, c', d, d')。そしてスポロゴニー胞が形成され、シズントは分裂し、最終的には 1 核体が形成される (図 7, e, f; 図 9; 図 11, e, f, g)。この 1 核体がスポロントである。スポロントは核が 2 分裂して両端に移行して長卵形となり、やがて中央でくびれて分裂し、2 個のスポロブラストとなる (図 7, h; 図 10; 図 11, h, i)。スポロブラストはやや細長い形となり、最終的には孢子となる

表 1. *Glugea plecoglossi* に対する 7 魚種の感受性に関する感染実験の成績

Table 1. Results of inoculation experiments on the susceptibility of 7 species of fishes to *Glugea plecoglossi* n. sp.

Fish	No. of fish used	Days after inoculation			
		32	77	89	100
<i>Salmo gairdneri</i>	15	53.3 ^b (15 ^c ; 2.07 ^d)			
<i>Anguilla anguilla</i>	28	0 (11; 0.85)			0 (17; 2.90)
Exp. I ^a <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	45	0 (30; 2.07)		0 (15; 2.79)	
<i>Lepomis macrochirus</i>	47	0 (30; 1.57)		0 (17; 2.37)	
<i>Plecoglossus altivelis</i>	20	85.0 (20; 1.22)			
<i>Cyprinus carpio</i>	30		0 (30; 4.01)		
Exp. II <i>Gasterosteus aculeatus</i>	30		0 (30; 0.44)		
<i>microcephalus</i>					

^a; Exp. I: 24 June–2 Oct., 1974. (Water temperature; 19.4–22.0°C)

Exp. II: 8 Oct.–23 Dec., 1974. (Water temperature; 20.1–15.1°C)

^b; Percentage of fish bearing xenomas of *Glugea plecoglossi*.

^c; Number of fish examined.

^d; Average body weight in gram.

(図 7, k; 図 10 s; 図 11, j, k, l)。すなわち、本微胞子虫は 1 個のスポントから 2 個の胞子が形成されるもので *Glugea* 属に分類される。

塗抹標本について測定したシゾントの大きさは 16 核の柱状シゾントで長さ 23~34 μ , 幅 2.5~5 μ , 16 核の球状シゾントで直径平均 11~12 μ , また、スポントは平均 3×4 μ で、核は径 1 μ , スポロプラストは平均 3×3 μ , 核は 1 μ であった。

III. 本微胞子虫に感受性を持つ魚種

感染実験の結果を表 1 に示した。供試した 6 魚種のうちニジマスを除く 5 魚種ではキセノマの出現は全く認められなかった。ニジマスでは供試魚 15 尾中 8 尾で幽門垂とその付近の脂肪体にアユにみられるのと同様のキセノマが形成されているのが観察された。自然水域に放流されたニジスにおいても、養鱒場のニジマにおいても本虫の感染・発症例は全く知られていないが、ニジマスが本虫に感受性を持つことは注目すべきことである。また、ハリヨ *Gasterosteus aculeatus microcephalus* が感受性を示さなかったことは本微胞子虫の分類を検討する上で重要な意味を持つ。

考 察

結果の II, B で述べたように本微胞子虫は 1 個のスポントから 2 個の胞子が形成されることから、*Glugea* 属に分類されることは明らかである。また、人為感染魚において 6~9 日目に腸粘膜固有層に見出された細胞様体は、最も初期のものは 1 個のシゾントと 1 個の宿主細胞核を有し、その後の発育したものをみても WEISSENBERG (1968) や SPRAGE and VERNICK (1968) が記載しているキセノマと殆ど一致し、従って本微胞子虫も宿主細胞寄生性であり、キセノマを形成することは疑う余地がない。キセノマ内における微胞子虫の増殖生殖と胞子形成の過程も WEISSENBERG (1968) が *Glugea anomala* について、また、SPRAGE and VERNICK (1968) が *G. weissenbergi* について報告しているものとほぼ一致する。

SPRAGE and VERNICK (1968) によれば 1 個のスポントから 2 個の胞子を形成するが、宿主細胞に寄生をしてその肥大をもたらすことのない微胞子虫を *Glugea* と区別するために *Perezia* 属 (LÉGER and DUBOSCQ, 1909) が設けられた。しかし、*Perezia* 属をおくことに対する否定的見解が後に出され現在は一般には *Perezia* 属は無視されている。しかし、KUDO (1966) はその著書 PROTOZOOLOGY, 5th ed. に本属を採用している。*Pere-*

zia 属を認めるか否かの見解は別として、アユの微胞子虫を *Glugea* 属に分類することには何の抵抗もない。

同属内の種の分類は、伝統的に宿主の範囲と胞子の形態、なかでも大きさが重要な基準とされている。しかし、胞子の大きさは測定条件によって変わることが報告されている (WALTERS, 1958; THOMPSON, 1960)。また、胞子の中には異常な形態をしたものがあることも知られており (例えば SPRAGE and VERNICK, 1968), 著者らも並はずれて大きい胞子を観察している。厳密には完熟し、感染能をもった胞子を一定条件下で測定し、種間の比較をすべきであろう。しかし、現段階では完熟か否かを判断する手段を持たない。本研究では仮に形態が整い空胞が明瞭で蒸溜水中でも破壊しない胞子を成熟胞子とみなして測定した。

本微胞子虫の胞子の大きさは 5.1~6.2×2.0~2.5 μ (平均 5.8×2.1 μ) である。既知の魚類寄生 *Glugea* の種類についてみると、この大きさに最も近い胞子を持つのは *G. hertwigi* WEISSENBERG, 1911 で 4.6~5.5×(2.2)~2.3 μ と記載されている (PUTZ *et al.*, 1965)。*G. hertwigi* の宿主は *Osmerus eperlanus* と *O. mordax* であるが、WEISSENBERG (1968) によると *Gasterosteus aculeatus* は本種に感受性があるという。この点でアユの微胞子虫とは異なる。*G. weissenbergi* (SPRAGE and VERNICK, 1968) もやや近いが、胞子は 6.0~7.0×2.5~3.6 μ とかなり大きい。宿主は *Apeltes quadracus* である。最も分布が広いことで知られる *G. anomala* (MONIEZ, 1887; GURLEY, 1893) は胞子の大きさ 3~6×1.5~2 μ とされ (PUTZ *et al.*, 1965), 本種よりやや小さいし、その主なる宿主が *Gasterosteus aculeatus* である点で本種とは異なる。いっぽう、わが国でニジマスの微胞子虫 *Glugea takedai* (AWAKURA, 1974) が報告されている (栗倉, 1974)。しかし、これの胞子は 2.8~4.9×1.7~2.3 μ (平均 3.42×2.01 μ) で本種より小さく、さらに細胞内寄生性ではなく、キセノマが形成されない点で相違する。

以上からアユを宿主とする本微胞子虫を新種と判断し、アユの種小名を採って *Glugea plecoglossi* n. sp. と呼ぶことを提案する。

要 約

(1) アユ寄生微胞子虫の生鮮胞子は長楕円形で、大きさ 5.1~6.2×2.0~2.5 μ , 平均 5.8×2.1 μ である。

(2) 感染実験により、感染後 6 日目に腸粘膜固有層にシゾント 1 個と宿主細胞核 1 個を持つキセノマが、つ

づいて 6~9 日目に腸粘膜下組織から筋肉層に数個のシゾンと数個の宿主細胞核を持つキセノマが観察され、本種が細胞内寄生性であることが分かった。

(3) キセノマ内における増殖生殖と孢子形成の過程を記載した。

(4) 本種は 1 個のスポントから 2 個の孢子を作るものであり、*Glugea* 属に分類される。

(5) 感染実験によりアユのほかにニジマスも本微孢子虫に対し感受性を持つこと、しかし *Gasterosteus aculeatus microcephalus* は感受性を持たないことが分かった。

(6) 既報の *Glugea* 属の種と比較し、孢子の大きさ、宿主範囲の特性から本種を新種と認め *Glugea plecoglossi* n. sp. を提案した。

文 献

栗倉輝彦 (1974): サケ科魚類の微孢子虫病に関する研究。北海道立水産孵化場研究報告, 29, Dec., 1-95.

KUDO, R. R. (1966): Protozoology 5th ed. Charles C Thomas Publ., Springfield, 1174 p.

PUTZ, R. E., G. L. HOFFMAN and C. E. DUMBER (1965): Two new species of *Plistophora* (Microsporidea) from North American fish with a

synopsis of microsporidea of fresh water and euryhaline fishes. *J. protozool.*, 12 (2), 2-10.

高橋 誓・江草周三 (1976): アユのグルギア症に関する研究—II 防除法の検討 (1) フマジリン経口投与の効果, 魚病研究, 11(2), 83-88.

—— (1977b): アユのグルギア症に関する研究—III グルギア症と水温の関係, 魚病研究, 11(4), 195-200.

THOMPSON, H. M. (1960): Variation of some of the characteristics used to distinguish between species of microsporidia: 1, Spore size. *J. Insect. Path.*, 2 (2), 147-151.

SPRAGUE, V. and S. H. VERNICK (1968): Light and electron microscope study of a new species of *Glugia* (Microsporida, Nosematidae) in the 4-spined stickleback *Apeltes quadracus*. *J. protozool.*, 15 (3), 547-571.

WALTERS, V. A. (1958): Structure, hatching and size variation in a species of *Nosema* (Microsporidia) found in *Hyalophora cecropia* (Lepidoptera). *Parasit.*, 48, 113-120.

WEISSENBERG, R. (1968): Intracellular development of the microsporidan *Glygea anomala* Moiez in hypertrophying migratory cells of the fish *Gasterosteus aculeatus* L., an example of the formation of "Xenoma" tumors. *J. protozool.*, 15 (1), 44-57.