

札内川上流の藻類 3. 黄色鞭毛藻類^{1),2)}

芳賀 卓*・庵谷 晃**・渡辺真之***

* 北海道教育大学岩見沢分校生物学教室 (068 岩見沢市緑が丘 2-34-1)

** 東京水産大学水産植物学教室 (108 東京都港区港南 4-5-7)

*** 国立科学博物館植物研究部 (305 茨城県新治郡桜村天久保 4-1-1)

HAGA, M., IORIYA, T. and WATANABE, M. 1984. Algae in the mountain streams of the Satsunai-gawa River 3. Notes on Chrysoomonads. Jap. J. Phycol. 32: 65-70.

Observations were made on two species of Chrysophyceae, *Phaeodermatium rivulare* HANSG. and *Hydrurus foetidus* (VILL.) TREV. collected from the mountain streams of the Satsunai-gawa River.

The former is described as a newly found species to Japan. The latter has ellipsoid cells with a long flagellum-like pseudopodium, which metamorphose into zoospores, in amorphous gelatinous colonies. It also has cysts with a characteristic encircling wing that was described by HOVASSE et JOYON, born at tips of thalli composed of branched tubular gelatinous stalks.

Key Index Words: Chrysophyceae; *Phaeodermatium rivulare*; Hokkaido; *Hydrurus foetidus*; morphology; mountain streams.

Masaru Haga, Biological Laboratory, Iwamizawa College, Hokkaido University of Education, Iwamizawa, 068 Japan; Teru Ioriya, Laboratory of Phycology, Tokyo University of Fisheries, Konan 4-5-7, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan; Masayuki Watanabe, Department of Botany, National Science Museum, Sakura-mura, Ibaraki, 305 Japan.

前報 (渡辺他 1984) の藍藻類に引続き、本稿では 1981年9月から1983年11月まで6回にわたって北海道日高山系札内川上流から得られた試料中の黄色鞭毛藻を取上げ、日本新産種である *Phaeodermatium rivulare* HANSG. および二、三の興味ある観察結果の得られたミズオ *Hydrurus foetidus* (VILL.) TREV. について述べることにしたい。これらの種については1983年3月30日にピョウタンの滝上 (Stn. 1.) から得られた試料を生体のまま冷蔵し、採集後3日間にわたって検鏡観察した結果を主としたが、また補助的には他のグルタルアルデヒド固定した試料によるところもある。なお、これらの藻の札内川における分布と採集地については前々報 (庵谷他1984) に述べられている。

- 1) 黒木宗尚教授退官記念論文
- 2) 北海道産淡水藻類ノート, 7. (Notes on freshwater algae from Hokkaido. 7.)

1. *Phaeodermatium rivulare* HANSGIRG (Fig. 1 a-c)

藻体は石礫または砂粒上に殻皮状に付着し、円形に近いまたは不規則な外形を示し、直径はおよそ40-200 μm ある。藻体が密生するときは個々の境界が不明瞭になり、全体として褐色の肉眼的小斑をなす。一般に藻体中央部は2-3層、縁辺部では1層の柔組織状の細胞層からなるが、若く小さな体では1層のみである (Fig. 1 a, b)。

細胞は多角形、縁辺部のはまるみを帯び、かつ外側にむかってやや長くなり、直径およそ4.7-8 μm 、1(-2)個の大きな板状側壁性の色素体と、1-2(-3)個の顕著なクリソラミナリン粒、およびいくつかの微細な顆粒を含む。ピレノイドは存在しない (Fig. 1 c)。

札内川上流域に広く分布し、夏季にも見られたが特

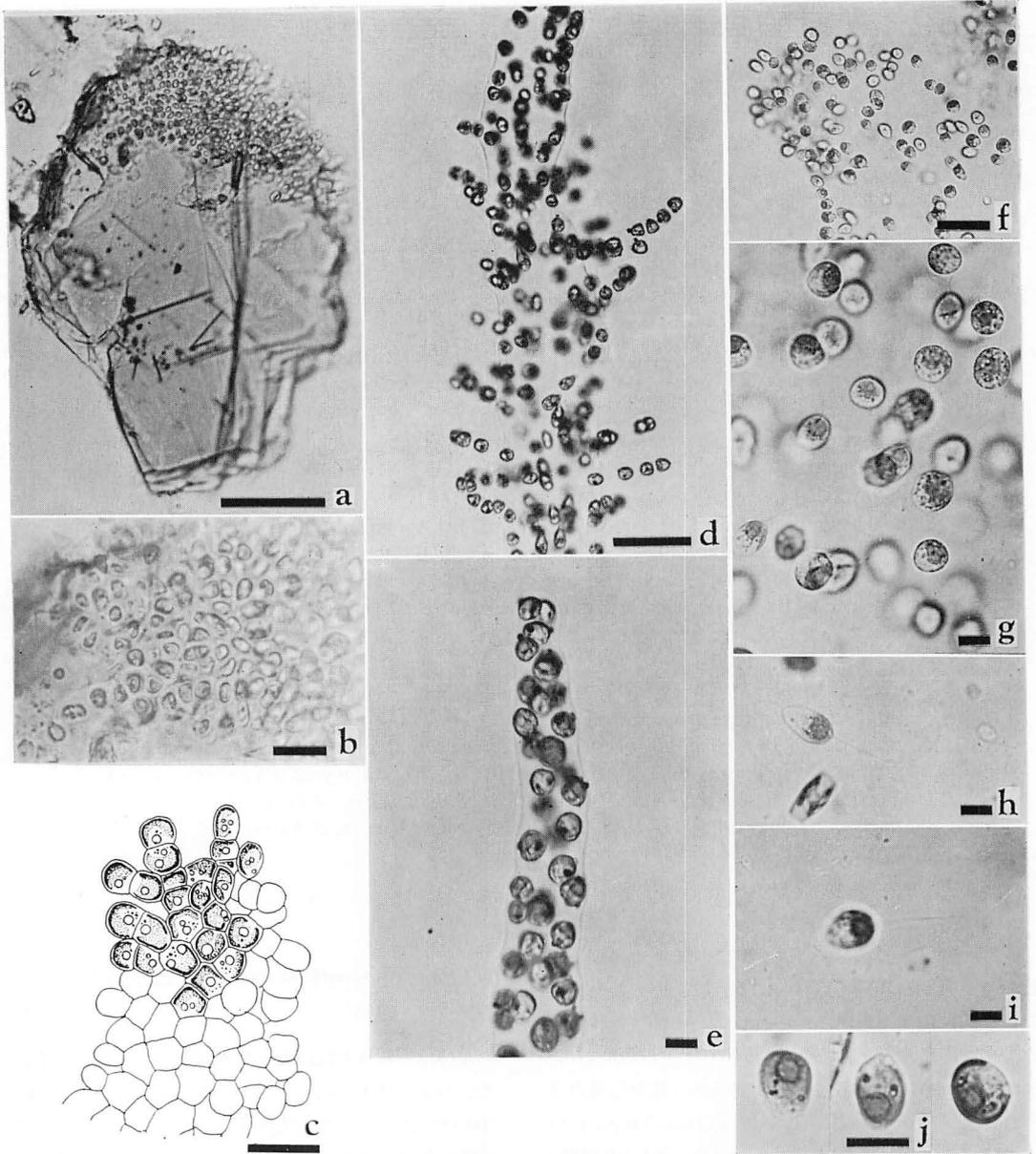


Fig. 1. *Phaeodermatium rivulare* (a-c) and *Hydrurus foetidus* (d-j). a. Thallus encrusting on a grain of sand; b. Portion of a thallus; c. Portion of a thallus showing cells with single parietal chromatophore and chrysolaminarin granules; d. Upper portion of a typical thallus; e. Apex of a typical thallus; f. Portion of an amorphous colony; g. Cells with a thread-like pseudopodium in an amorphous colony; h. Cell with a pseudopodium, a chromatophore with a pyrenoid, and a short flagellum (slightly visible); i. A sharply turned pseudopodium about the middle of the length (see Fig. 1h); j. Cells without a pseudopodium and a flagellum. (Scale bar in a, d, and f=50 μ m, in b-c, e, g-i=10 μ m).

に早春（3月）に多かった。石礫上からかき取られた試料中、特に砂粒上に付着するものがよく目につく。

PASCHER (1925) は本種の体の構造と生長の詳細を明らかにし、また、本体のほか *Gloeoecystis* 状ないし *Palmella* 状の体となることがあることを示した。さらに GEITLER (1927) は遊走子および包囊の形成について詳しい報告を行った。札内川の調査では本体以外のこれらのものについては、これまでのところ観察できなかった。

2. ミズオ *Hydrurus foetidus* (VILLARS)

TREVISIAN (Fig. 1 d-j, Fig. 2 a-x)

藻体は水中の岩石・礫上に付着し、水流になびくよく枝分れした黒褐色の長大な寒天質の叢をつくる。この藻体の分枝の先端に近い部分では、寒天質基質中に球形、楕円体形、卵形、または洋梨形などの、大きさ $6.5-10.3 \mu\text{m} \times 6.0-9.2 \mu\text{m}$ の細胞が数多く埋め込まれている (Fig. 1 d, e)。これらは細胞内の構造も含め、従来の文献から本種の典型的藻体とみなすことができる。

このような典型的藻体とともに石礫上に付着し、厚さ $2-4 \text{ mm}$ で 1 cm に満たぬ広がりをもつ、淡褐色で比較的固い無定形の寒天質体がいくつか得られた。この寒天質体の基質は均質無色でその大部分に楕円体ないし球に近い形の細胞が埋め込まれて集落をなしている (Fig. 1 f, g)。これらの細胞は細胞壁をもたぬ原形質体で、大きさは $11-18.5 \mu\text{m} \times 8-13 \mu\text{m}$ 、長さは幅の $1-1.9$ 倍ある。細胞の寒天質体の表面側には、大きな茶褐色の特殊な半球状ないし杯状の色素体 1 個がある。この色素体外面には、その頂部を通る 1 本の溝状の凹部が縦に走り、通常両側下端に向かって溝が広がり、その末端では色素体が切れ込みをもつようにみえることが多い (Fig. 2 m)。また稀にはこの溝がさらにもう 1 本あって、そのような細胞の光学的横断面は Fig. 1 n のように見える。このような色素体の形態は既に MACK (1953) により、ミズオの典型的藻体の細胞について観察されているものとほとんど同じである。細胞の色素体を含まぬ側には、色素体に隣接して核と思われる円い空白部分があり、それ以外の部分には多数の小顆粒が散在し、さらに $1-5$ 個のクリソラミナリンの小球が存在する場合がある。また縁辺部にはミズオの特徴の 1 つである $3-6$ 個の収縮胞がある。

これらの細胞は色素体側の頂部から基質の外方に向かって一見して鞭毛のように見える糸状の偽足を伸ばし

ている (Fig. 1 g, h Fig. 2 m)。この偽足は長さおよそ $30-50 \mu\text{m}$ で、ほとんど真直またはゆるやかに曲っているが、時には急激に折曲り、その屈曲部で扁平となっていることもある (Fig. 1 i)。さらに通常これと反対側の頂部から 1 本の鞭毛が出ており、その長さは短く痕跡的なものから細胞長の半分程度までであり、運動性には乏しい。これらと共に稀には偽足と鞭毛のいずれか、またはこれら両者を欠くもの (Fig. 1 j)、あるいは鞭毛の位置に短い偽足を生ずるものも見出された。

ミズオにはこのような無定形の寒天質体をつくる時期があり、このものから典型的藻体が形成されてゆくとされる (KANN 1978)。しかしこの無定形の体の中の細胞がほぼ一様に外側にむかって長い鞭毛状の偽足を出している状態の記録は、これまでに見当たらないようである。このような斉一性は、この状態が偶発的に生じたものではなく、ミズオの生活にかなり深いかわりのある形であることを示唆するものと思われる。

寒天質体中、とりわけ採集の翌日ないし翌々日のものでは、色素体を含まぬ側の原形質が著しく流動性を増した細胞 (Fig. 2 a) および壺状ないし逆円錐形に近い形の細胞が目立つようになった (Fig. 2 b, c, o, p)。これらの逆円錐形類似の細胞の大きさは、球形ないし楕円体形の細胞のその範囲に含まれるが、長さが幅の $1.4-1.5$ 倍とやや細長い。これらのものの原形質は色素体を含まぬ側でアメーバ状に変化しやすく、一部分は $1-2$ 本の細長く変形しやすい偽足となっているものもある。そして同時にその側から出ている体長の $1-1.5$ 倍の 1 本の鞭毛をゆるやかに動かしている。いっぽう色素体側は壺の基部のように、または円錐の先のように細くなり、やや鈍頭に、または時に小柄状に突出して終るが、さらにこの先端に小さな糸状偽足をつけているものもある。

このような円錐形類似の細胞のうち、鞭毛を生ずる面に鞭毛を中心としてほぼ等間隔に突出した偽足を発達させたもの (Fig. 2 d, q) は、四面体型に近い独特の形で知られるミズオの遊走子 (LAGERHEIM 1888, KLEBS 1893, HOVASSE et JOYON 1960, ETTL 1968) とほとんど変るところはない。これらの既知の例は典型的藻体および分岐する管状寒天質柄をもつ体に形成されたものであるが、HOVASSE et JOYON (1960) は無定形寒天質体からも典型的な遊走子が多量に生ずると述べている。われわれの材料では遊走子は基本的に無定形寒天質体中の細胞と同様の色素体をもち、ピレノイドも明瞭である。収縮胞は $2-3(-4)$ 個あり、眼点

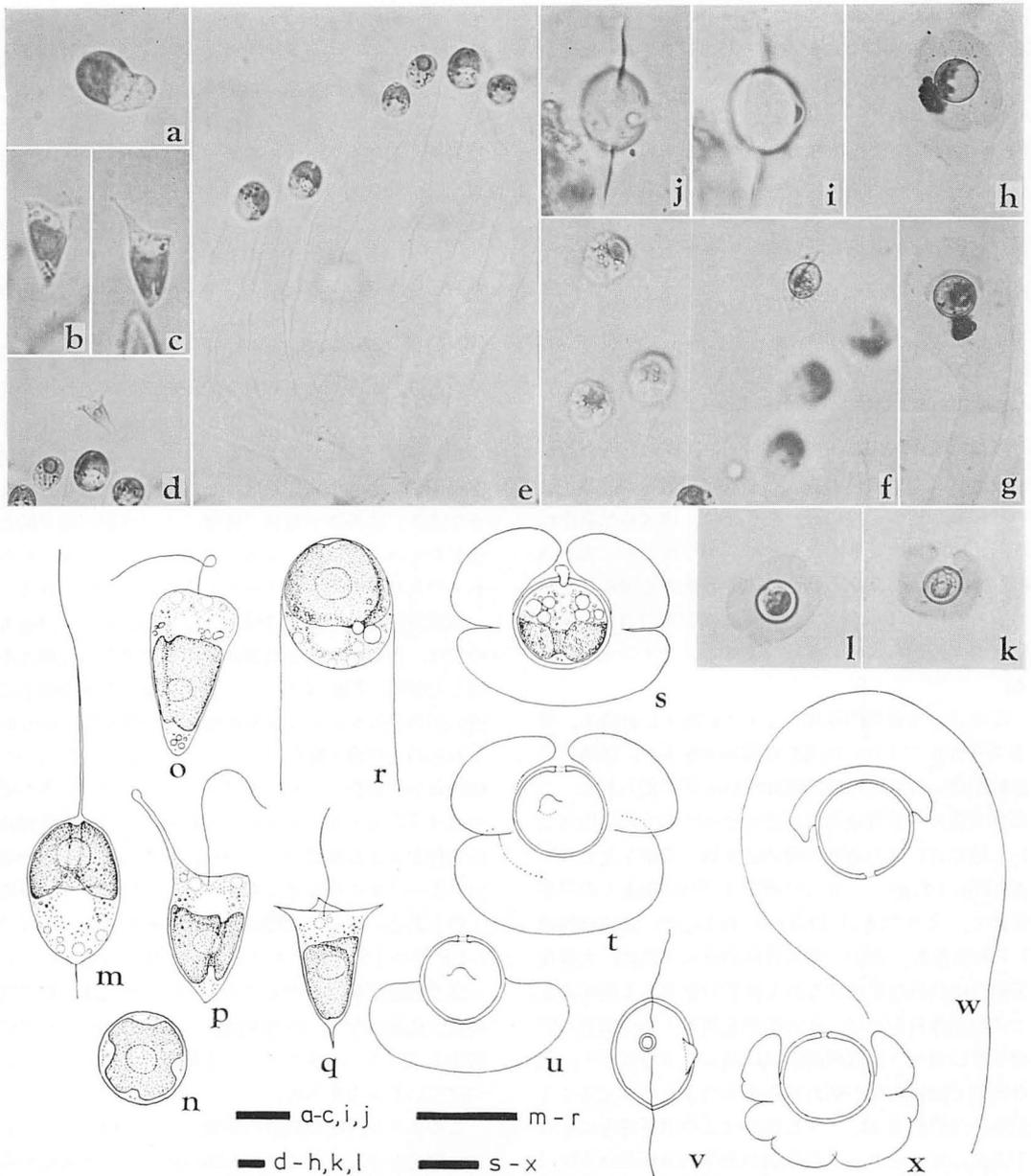


Fig. 2. *Hydrurus foetidus*. a. Cells in an amorphous colony showing active metaboly at the colorless portion of the protoplast; b-c. Cells assuming obovoid or obconical shape, bearing a flagellum and pseudopodia; d. Typical zoospore; e. Thallus consists of branched tubular gelatinous stalks with ellipsoid cells; f. Cells transforming into cysts at swollen apices of gelatinous stalks; g. Cysts with a narrow undeveloped wing stained with methyl violet; h. Cyst with a complete wing stained with methyl violet; i. Apical view of a cyst, focus on a protuberance of the wall; j. Apical view of a cyst, focus on a pore; k-l. Side views of cysts, with a well developed wing stained with methyl violet; m. Showing a long pseudopodium, a short flagellum, a special hemispheric chromatophore with a pyrenoid, and several contractile vacuoles (see Fig. 1 f, g); n. Optical cross section of a cell, showing a chromatophore with indentations; o-p. Cells assuming obovoid or obconical shape, bearing a flagellum and pseudopodia (see Fig. 2 b-c); q. Typical zoospore (see Fig. 2 d); r. Cell in a gelatinous stalk (see Fig. 2 e); s-t. Side views of cysts (see Fig. 2 k-l); u. Cyst with a wing rounding only about a half, the rest of wing possibly lost through breakage; v. Apical view of a cyst (see Fig. 2 i-j); w. Cyst with a narrow undeveloped wing (see Fig. 2 g, x); x. Cyst with a developing wing. (Scale bar=10 μ m).

は存在しない。この細胞はゆるやかに鞭毛を回旋させ、体を小刻みに律動させつつゆっくりと移動する。遊走子の形はよく知られた四面体型のほか、もっと多様な偽足をもった、またはそれらを欠いた形態のものもわれわれは観察している。このことは遊走子細胞の形がかなり変化しやすい (metabolic である) ことを示している。札内川の材料では細胞がまるみを帯びている間は鞭毛はあまり動かず、円錐形類似の形をとるようになったもの、あるいは鞭毛側によく発達した偽足をもつようになったもので鞭毛が機能的となる傾向が認められた。

無定形の寒天質体の中には、これまでに述べたもののほか、ETTL (1968) が記載したような、叉状に分岐した管状の寒天質の柄と、その分枝の先端部分に含まれる細胞からなる藻体が存在していた (Fig. 2 e)。これらの体は高さおよそ 40-350 μm 、寒天質柄は無色透明で直径およそ 12-18 μm 、基部では 25 μm に達する場合もあり、ふつう 2-4 回分岐するが、時には枝分れのない小さなものもある。この小さな体は遊走子の発芽によって生ずるとされる幼体 (KLEBS 1893) とよく似ている。

細胞は細胞壁をもたぬ原形質体で、一般にそれぞれの分枝寒天質柄の上端部分に縦にならんで 1-2(-4) 個あり、時には柄の中ほどにも間をおいて縦に 3-4 個が存在する。また上端部分には稀に縦分裂中の細胞および分裂後間もない横に並んだ 2 細胞も見出される。細胞は楕円体形ないし卵形、大きさは 12-20 μm \times 10-17.5 μm 、長さは幅の 1.2-1.5 倍。細胞の構造は偽足や鞭毛をもっていない点を別とすれば無定形寒天質体中の細胞によく似ているが、クリソラミナリン粒は大きくて目立つものが多い (Fig. 2 r)。

このような藻体ではしばしば包囊が観察された。包囊あるいは包囊を形成しつつある細胞は、管状寒天質柄の分枝の各先端に 1 個ずつあり、その先端が分泌された寒天質によって著しくまるく膨大していることによって直ちに目わけられる (Fig. 2 f-h)。包囊は実はこの体ばかりでなく、先に述べた無定形寒天質体の細胞群中にも数多く存在しているが、これは既に HOVASSE et JOYON (1960) も述べていることである。

包囊はほとんど球に近い楕円体がわずかに偏圧されていくらか凸レンズ状になった形をしており、長径 11.6-15.3 μm 、短径 11.4-15.2 μm 、厚さおよそ 12 μm 、長径は短径の (0.9-)1.02-1.1 倍ある。

包囊壁には黄色鞭毛藻に特徴的な孔と栓、および本種独特の翼を備えており、また壁面上の 1 個所に部分

的隆起が認められる。孔と栓を真上から見るとき、包囊はいくらか凸レンズ状の楕円形に見え、翼はやや歪はあるがおおむねその長軸を通る平面上にあって、孔はおよそその中心にあたる。そして翼をはさんでどちらかの側の球面上に角状にみえる隆起がある (Fig. 2 i, j, u)。

この長軸を通る平面 (即ち翼の形成面) に対し垂直な方向から見ると、包囊の輪郭はほぼ円形に近い楕円形で、孔はほぼ楕円とその短軸との 1 交点付近にあり、その側面を見せている。

翼は長軸に関して孔の反対側から円周に沿って包囊を取囲むように存在し、いったん包囊の長軸との交点付近で切れ込みが入るが、再び孔にむかって包囊を抱く腕のように伸び、その両端は孔付近にまで到達して相接近して終る。そして包囊壁の隆起はおおむね楕円の中央付近に存在する (Fig. 2 h, k, l, s, t)。なお、翼は極めて微弱なためそのままでは観察しにくかったが、チオニンまたはメチルバイオレットによる染色によってその構造を知ることができた。

このようなミズオの包囊の形態は、古くから知られ受入れられている、包囊を半周する翼をもつ形のもの (LEGERHEIM 1888, KLEBS 1893, MACK 1953, BOURRELLY 1968, pl. 11, figs. 6, 7, FOTT 1971, pp. 101-102) とは異っている。この形のものもわれわれの材料の中に稀に見出すことができたが、何らかの外力によって孔に近い部分の翼が脱落したもののように見受けられた (Fig. 2 u)。包囊をほぼ一周する翼をもつ形ものは HOVASSE et JOYON (1960) によって報告されており、札内川のもはこれに一致する。

翼の発達過程についても HOVASSE et JOYON (1960) の記述をほぼ再確認することができた。即ち翼の形成面に対し垂直方向からみた時、まず孔と反対側に半周に満たぬ長さにわたって狭い翼が形成され (Fig. 2 g, w)、次いでその翼の両端から孔の方向にむかう翼の形成と、既に存在した翼の拡大が進み (Fig. 2 x)、そして両側から孔の上部まで翼が伸長した時その発達が止み、既に述べた形をとるようになる (Fig. 2 h, k, l, s, t)。しかしここでは彼等の観察した翼の生長をもたらす縁辺の珪質の小泡を認めるには至らなかった。

HOVASSE et JOYON (1960) はミズオの無定形寒天質体とそれに生ずる典型的な遊走子および包囊の観察にもとづき、その群体の細胞が *Phaeodermatium* のそれに一致するとして、*Phaeodermatium* を設けることの妥当性を疑問視した。また BOURRELLY (1968, p. 44) は同様の理由と、*Hydrurus* と *Phaeodermatium*

が同一の場所に生育することから、それらが1つの藻の生活環の相異なる時期にあたるのではないかと推測した。これに対し GEITLER (1971, p. 517 脚注) は細胞構造と細胞の大きさをもとに両者は別々のものであると批判している。われわれには HOVASSE et JOYON (1960) の無定形寒天質体の細胞、遊走子および包囊についての記述は、彼等の典型的藻体についてのそれらの観察の精緻さとは異なり、やや具体性に欠けるように思われる。

既に述べたように札内川のミズオについてはその包囊の翼は、HOVASSE et JOYON (1960) の表現に従えば“土星の環”のように包囊をほぼ一周して取巻いており、古くから知られ、かつ *Phaeodermatium rivulare* の包囊 (GEITLER 1927) によく似た翼が半周する形のものではない。また遊走子についても、われわれが観察したミズオの無定形寒天質体からのものは、色素体にすべて明瞭なピレノイドを含み、いっぽう *Phaeodermatium* の遊走子の色素体は側壁性でピレノイドを欠くとされている (GEITLER 1927, 1967)。このように札内川の試料でわれわれが観察し得たかぎりでは、ミズオの遊走子および包囊は、*Phaeodermatium* のそれらの既知の形態とは、外形の類似性は認められるが、それぞれ異なった特徴をもつと言えよう。

引用文献

- BOURRELLY, P. 1968. Les Algues d'eau douce II. Les Algues jaunes et brunes. N. Boubée. Paris.
- ETTL, H. 1968. Ein Beitrag zur Kenntnis der Algenflora Tirols. Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck 56: 177-354.
- FOTT, B. 1971. Algenkunde. 2. Aufl. G. Fischer. Stuttgart.
- GEITLER, L. 1927. Die Schwärmer und Kieselcysten von *Phaeodermatium rivulare*. Arch. Protok. 58: 272-280.
- GEITLER, L. 1967. *Gloeo-chrysis apyrenigera* n. sp. und der Chromatophor von *Phaeodermatium*. Österr. Bot. Zeitschr. 114: 115-118.
- GEITLER, L. 1971. Weitere Untersuchungen über ein Massenvorkommen von *Chrysocapsella granifera* im Lunzer Untersee mit Zonenbildung. Arch. Hydrobiol. 68: 516-518.
- HOVASSE, R. et JOYON, L. 1960. Contribution à l'étude de la Chrysomonadine *Hydrurus foetidus*. Rev. Algol. n.s. 5: 66-83. Pl. 6-9.
- 庵谷 晃・渡辺真之・芳賀 卓 1984. 札内川上流の藻類 1. 分布と現存量。藻類 32: 52-59.
- KANN, F. 1978. Systematik und Ökologie der Algen österreichischer Bergbäche. Arch. Hydrobiol. Suppl. 53: 405-643.
- KLEBS, G. 1893. Flagellatenstudien. II. Zeitschr. Wiss. Zool. 55: 353-445. Taf. 17-18.
- LAGERHEIM, G. 1888. Zur Entwicklungsgeschichte des *Hydrurus*. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 6: 73-85.
- MACK, B. 1953. Untersuchungen an Chrysophyceen IV. Zur Kenntnis von *Hydrurus foetidus*. Österr. Bot. Zeitschr. 100: 579-582.
- PASCHER, A. 1925. Die braune Algenreihe der Chrysophyceen. Arch. Protok. 52: 489-564.
- 渡辺真之・芳賀 卓・庵谷 晃 1984. 札内川上流の藻類 2. 藍藻類。藻類 32: 60-64.