

藍藻類分類学の最近の進歩

梅 崎 勇*

I. UMEZAKI: Recent advances in the classification of the blue-green algae.

本誌(藻類14巻3号, 1966)で藍藻類の分類特に連鎖体目について綜説したのであるが、今回は、その時に報告しなかったことや、小球体目をも加えて、その後の分類学の発展について述べたいと思う。

筆者の不足の論文に対し、心よく御援助下された神戸大学広瀬弘幸教授に厚く御礼を申し上げます。

藍藻類と細菌類の関係

光合成色素をもつ藻類から無色種がつくられた多くの例が知られている。例えば、葉緑体をもつミドリムシの一種がストレプトマイシンによって一酵素が破壊されて無色種 (*Khawkianaea*, *Astasia*) がつくられている (PROVASOLI et al. 1948)。同じことが藍藻類の無色種についてもいえる。ユレモ属の糸状体が突然変異の結果か、ある酵素の阻害によって無色となり、生存を続けたのが *Pelonema* と考えられるし、硫黄を蓄積し、またその遊離したエネルギーを利用できるようなユレモ属の一種が突然変異により、他の遺伝できる方法で無色になったのが *Beggiatoa* と考えられる。このことは、ユレモ属に稀にみられる無色細胞が *Pelonema* のそれと細胞学的に同じであることや、クダモ属に稀にみられる無色細胞が *Thiothrix* の硫黄のない細胞と似ていることから、無色種が有色の似た属から発生したことを証明している (SUBA-CLAUS 1965)。この理由からも、無色種は細菌類と藍藻類の中間的なものではなく、藍藻類に入る独立の群と考えられる (SKUJA 1956, 1958; SILVA 1962; PRINGSHEIM 1963)。しかし、*Beggiatoa* の細胞内に硫黄をもつということは重要な性質であって、これは連鎖体目中の *Beggiatoaceae* にも、ユレモ科にも入れるのは適当でなく、また藍藻類と細菌類の間には本来の区別がなく、生理学的にのみいくらか差異がみられるものであるという (SORIANO & LEWIN 1965)。そして、両群は互いに共通の多くの特性をもつことから、せしじ後者の意見に傾いているといえる。

しかし、その後引き続き無色の藍藻が発表されている。例えば、細菌類と考えられてい

* 京都大学農学部水産学教室

た *Leucothrix mucor* HAROLD & STANIER および *L. cohaerens* PRINGSH. が、連鎖体の滑走運動その他の特性から藍藻類へ編入された (PRINGSHEIM 1966a)。また、*Lampropedia hyalina* SCHROETER もゆるい不規則な運動をすることから小球体目の *Agmenellum* (= *Merismopoedia*) によく似た無色の藍藻類と考えられた (PRINGSHEIM 1966b)。南アフリカから細胞内に硫黄をもち、また異質細胞をもつ無色の糸状体よりなる新属 *Thiochaete* (*Th. chutteri* WELSH, 1961a) がつくられた。

系 統

ユレモ科のナガレクダモ属の糸状体に稀に偽2叉状分岐が、またプレクトネマ属の糸状体に真分岐起原様のものがつくられることがある。さらに、ユレモ属のトリコームに異質細胞様のものが出現することがある。このことは、ユレモ科の先祖は枝をもったものであり、または異質細胞をもったものと考えられる。そして、ユレモ属は個体発生を極端に少なくしたもので、もっとも進化したものと考えられ、GEITLER (1932, 1942) がユレモ科を連鎖体目中最も進化したものと考えた分類大系は支持できるものであるという (SUBA-CLAUS 1965)。他方、FRITSCH (1945)、PAPENFUSS (1955) および DESIKACHARY (1959) は BORZI (1916) が連鎖体目中ユレモ科をもっとも原始的で、体構造の複雑になったものを進化したものと考えた意見に従い、ステゴネマ科のような背腹構造をもつものをもっとも高等なものとして最後に置いている。

小球体目のうち、偽トリコームをもつ属 (アイリボン属, *Tubiella* など) では、細胞の2分裂による繁殖の他に、ときに鞘から1個ずつの細胞がすべり出るゴニディア様の繁殖方法も知られている。また、連鎖体目のある種 (*Phormidium*, HORTOBÁGYI 1958; *Lyngbya aeruginea-caerulea*, FRITSCH 1912) にもゴニディアの形成がみられることから連鎖体目の共通の先祖は偽トリコームをもつ属 (ELENKIN の *Tubiellaceae*) か、またはそれに近縁なものであろうという (SUBA-CLAUS 1965)。

小 球 体 目

外形上アイリボン属によく似たもので、その鞘内の細胞は連鎖体目のトリコームとは違い細胞間が互いに離れて膜孔連絡のない偽トリコーム (*pseudotrichome*) をもつ新属 *Wolskyella* (*W. filamentosa* CLAUS 1963) が記載された。さらに続いて、海産種 *W. solitaria* EHRESMAN & CLAUS (1968) が報告された。小球体目には、このような偽トリコームをもつものにアイリボン属, *Heterohormogonium*, *Tubiella* および上記の *Wolskyella* の4属がある。COPELAND (1936) および ELENKIN (1938) は、これらは小球体目と連鎖体目の中間型で、連鎖体目への進化の傾向をしめしていると述べている。一方 GEITLER (1942) は、これらを不確定属として *Entophysalidaceae* に附加しているに過ぎない。ところが CLAUS (1963) によれば、これら特殊な属は1938年に ELENKIN がつくった *Tubiellaceae* (*Tubiellales*) の必要性がでてくると述べている。しかし最近、*Tubiella* はネ

ンジュモ属の幼体と同定され (DROUET & DAILY 1956), また *Wolskyella* はエダウチクダモ属の異名とされて (DROUET 1968) 小球体目から除外されている。

Radaisia, *Pleurocapsa* または *Oncobyrsa* の植物に似たもので, 最初は数個の丸い細胞からなるが, 後に糸状に近いコロニーに発達する新属 *Islomitzia* (*I. cavernicola* GRUIA 1964) がつくられている。

小球体目の分類は DROUET & DAILY (1956) によって再検討されたが, これは余りにも属・種の数が増加されたために採用に疑問を抱く学者も多い。そこで, DESIKACHARY (1959) は小球体目分類の新しい命名出発点を提案した。さらに, STARMACH (1967) は ELENKIN (1938) と GEILLER (1942) の分類を組み合わせて小球体目を 3 亜目 6 科 14 属と分類して, その採用を提案している。ところが, REINE & HOEK (1966) は *Entophysalis deusta* (KÜTZ.) DR. & DAILY を培養してその変異をみたところ, その異名種とされた *Gloeocapsa crepidium*, *Entophysalis granulosa*, *Pleurocapsa crepidium*, *Hyella caespitosa* のような形態変化をしめすものを観察した。そして, DROUET & DAILY の分類学の妥当性を支持した。環境によって植物体の形態変異の大きいこの目の分類は, 培養その他の研究を通じて, ぜんじ検討されていくと思われる。

灰色植物門 (Glaucophyta) に属する *Glaucocystis* の cyanelle は, 最初は単細胞無色緑藻体にとり込まれた藍藻であったが, 永い間の内生生活のために, ついに宿主の葉緑体としての機能をもつようになったものである。ところが, 無色藻に内生する cyanelle は変わった分裂方法をし, 細胞壁を失ったとしても, あくまでも藍藻類として分類されるべきであるという意見もある。HALL & CLAUS (1963) は *Cyanophora paradoxa* KORSCHIKOFF に内生する cyanelle を *Cyanocyta korschikoffiana* と名づけ, 新しい科 Cyanocytaceae に入れ, さらに HALL & CLAUS (1967) は *Glaucocystis nostochinearum* Itz. の cyanelle を *Skujapelta nuda* と命名し, 新科 Skujapeltaceae に入れた。そして, 両科ともに小球体目に置いた。

Glaucocystis の cyanelle が種々な方面から研究されている。これには, キサントフィルなる藍藻類に特徴的なエキネノンおよびミクソキサントフィルが存在しないこと (CHAPMAN 1966), 藍藻細胞に特徴的な 2 重構造の細胞壁がなくて, 薄い原形質膜でのみ包まれていること (HALL & CLAUS 1967), 細胞壁がないために, 藍藻類と細菌類にのみみられる α, ϵ -diaminopimelic acid が存在しないこと (HOLM-HANSEN et al. 1965), さらに, これを free-living でできないこと (ECHLIN 1967) などの特性がみつげられた。これらの特性から, この cyanelle は恐らく藍藻類から由来していることが明かであるとしても, 永い間の内生生活のために変化して, もはや厳密な意味で藍藻類ということは出来ないと考えられている (PRINGSHEIM 1963)。また, 高等植物の葉緑体は藍藻細胞と多くの点で似ている (ECHLIN 1966) といわれていることから, *Glaucocystis* の cyanelle は高等植物の葉緑体起原の原始的な型をしめしているといえる。

連鎖体目 スチゴネマ科

イスラエル国のある洞穴内に石灰で被われた気生藍藻 *Geitleria* (*G. calcalea* FRIEDMANN 1955) が発見された。本藻の糸状体は直立し、または曲っていて、偽2叉状に分岐をする。そのトリコーム細胞には膜孔連絡があるが、異質細胞および胞子が無い珍奇な藻である。印度国の土壌から *Westiellopsis* に似た新属 *Parthasarathiella* (*P. prolifera* RAJU 1962) が発見された。そのトリコームには鞘がなく、初期は一系列細胞よりなるが、その後引き続いての分裂で多列細胞となる。また、その全細胞が1個づつの厚い壁をもった胞子をつくる。また、印度国 Manipur から淡水草上に着生する新属 *Thackerella* (*T. indica* BHARADWAJA 1963) が発表された。本藻は匍匐糸のみよりなり、偽2叉状に側方へ分岐し、また異質細胞のない糸状体をもっている。スチゴネマ科のうち異質細胞のないものは、この新属の他に前述の *Geitleria* および *Iyengariella* の3属がある。

BORZI が1907年に地中海の Pantellaria 島の火山岩上で発見した珍種 *Sommierella cossyrensis* が Böhmen の温泉 (35~56°C) から再発見された。本藻を培養するとフィッシュアイミドリ属に似た特性をしめした。また、この枝の先端にできる連鎖体は褐色で比較的大きいガス胞をもち、糸状体から脱出後培養基の薄い水面をゆるく運動することから、普通の連鎖体から区別して偽連鎖体 (pseudohormogone) と名づけられた (KOMÁREK & ROSA 1957)。

スキトネマ科

Tolypothrix distorta KÜTZING と *T. penicillata* THURET はいづれも独立の種と考えられていた (BORNET & FLAHAULT 1887) が、LEMMERANN (1910) によって後者が前種の変種 (*T. distorta* var. *penicillata*) とされて現在に至っている。そこで GOLUBIĆ et al. (1967) は、両種の形態変異を統計学的に研究して、それらはいづれも独立の種とすべきであると報告している。

ネンジュモ科

イソキスチス属は極めて問題の多い属であるが、現在まで9種 (*Isocystis messanensis* BORZI, *I. infusionum* (KÜTZ.) BORZI, *I. spermosiroides* BORZI, *I. moniliformis* BORZI, *I. major* WEBER-VAN BOSSE, *I. salina* IWANOFF, *I. lithophila* ERCEG., *I. pallida* WORONICH., *I. planktonica* STARMACH) が記載された。そのうち、海産種である *I. lithophila* は UMEZAKI (1962) によって新属 *Yonedaella* (*Y. lithophila* (ERCEG.) UMEZ.) に移され、ユレモ科として分類された。しかし、DROUET (1968) はそれをエダウチクダモ属とし、*Schizothrix calcicola* (AG.) GOM. の異名としている。GEITLER (1932, 1942) は胞子をつくる *I. messanensis* と *I. infusionum* の2種を真のイソキスチス属として認めている。ところが DROUET (1968) はイソキスチス属の基準種 *I. messanensis* と *I. major* をともにネンジュモ属の一種と同定している。*I. pallida* は

GEITLER (1963) によって酵母様菌と考えられ、氏によってつくられた *Torulopsidosira* へ移された。しかし、ANAGNOSTIDIS et al. (1967) はギリシャ国およびハンガリー一の温泉に多くみられる本種を藍藻類から除くことは、今なほ研究が必要であると述べている。

最近、藍藻類の分類に統計学が採用されてきている。FJERDINGSTAD (1966) はアファニゾメノン属のトリコームの栄養細胞、異質細胞および胞子の大きさの変異を統計学的に処理して次のように分類している。*Aphanizomenon flos-aquae* (L.) RALFS と *A. gracile* LEMM. は独立の種である；*A. holsaticum* R. RICHT., *A. flos-aquae* f. *holsaticum* (R. RICHT.) ELENK., *A. incurvum* MORR. および *A. platensis* SECKT. は *A. flos-aquae* に他ならない；*A. americanum* REINH. は *A. elenkinii* KISSEL. に属し；*A. morreni* KUFFERATH は *A. gracile* の異名とすべきである。さらに、FJERDINGSTAD (1969) は *Anabaena variabilis* KÜTZ. のもとにつくられた変・品種並びにその近縁の数種を統計学を用いて分類した。*A. variabilis* のもとにつくられた f. *tenuis* POPOVA, f. *crassa* WORONICH., f. *rotundospora* HOLLERB., var. *ellipsospora* FRITSCH, var. *Kashiensis* (BHARADWAJA) FRITSCH, f. *monilis* (WORONICH.) KOSSINSK. および f. *parallela* ELENK. & DAN. のすべては本種の変異の範囲内にあるので独立の変種または品種とは考えられない。また、*Anabaena botulus* MARGALEF, *A. cavanillesiana* GUEKRERO, *A. ellipsospora* (FRITSCH) UBOCHOVA, *A. hallensis* (JANCZ.) BORN. & FLAH., *A. Ghosei* WELSH, *A. anomala* FRITSCH, *A. gelatinicola* GHOSE, *A. Kashiensis* BHARADWAJA, *A. naviculoides* FRITSCH, *A. propinqua* SETCH. & GARDN., *A. pseudovariabilis* WORONICH., *A. sibirica* (POPOVA & DEGTER) ELENK., *A. steloides* CANAB., *A. subtropica* GARDN., *A. subvariabilis* ARCHIBAD, *A. thermalis* VOUK, *A. thermalis* var. *Indica* FRITSCH, *A. thermalis* f. *rotundospora* APTEK. *A. Voukii* DE TONII および *A. aeruginosa* のいづれもが *A. variabilis* に含まれるという。

異質細胞をもつことを除いては小球体目のアイリボン植物に似た新属 *Belmontia* (*B. capensis* ARCHIBAD 1966) が南アフリカより発見された。これはトリコーム細胞間に膜孔連絡がない偽トリコームをもつために、ネンジュモ科中で原始的な属と考えられた。

印度の土壌から発見された窒素固定藍藻であり、また藍藻類の生理学実験によく使用された小球体目の *Chlorogloea fritschii* MITRA が FAY et al. (1964) による培養実験から、窒素化合物のない培養基中では糸状体をつくり、またある時期には異質細胞を形成するということが知られた。このことから、本種は小球体目に属さないことが明らかになり MITRA & PANDEY (1966) は新属 *Chlorogloeopsis* をつくり、それに併合した (*C. fritschii* (MITRA) MITRA & PANDEY)。同年同じ理由から、SCHWABE & AYOUTY (1966) は *Chlorogloea fritschii* をネンジュモ属に併合した (*Nostoc fritschii* (MITRA) SCHWABE & AYOUTY 1966)。ネンジュモ属植物は培養条件によって異質細胞を形成したり、しなかったり、またトリコーム細胞が離れたり、糸状になったりすることがある (LA-

ZAROFF & VISHNIAC 1962) ので, *Chlorogloea fritschii* は新属として扱われるよりはネジュモ属として分類した方がよいと思われる。

ヒドロコリネ属には *Hydrocoryne spongiosa* SCHWABE の1種のみが知られていたが南アフリカより別の1種 *H. Wardii* WELSH (1961b) が報告された。しかしこれは, DROUET (1968) により *Porphyrosiphon notarisi* (MENEGH.) KÜTZ. の異名とされた。

ユレモ科

糸状体がユレモ科の特徴である運動をすることなく, またトリコームの細胞間の隔壁が厚い偽トリコームをもつという新属 *Palikiella* (*P. hungarica* CLAUS 1962a) が南アフリカより発見され, 同時に他の1種 *P. albaligetiensis* CLAUS も報告された。同年さらに別の種 *P. elegans* CLAUS (1962b) が加えられた。ところが本属の藻は紅藻 *Chantransia chalybea* とともに存在し, また核をもつことから DROUET (1968) により紅藻類の1種と分類された。同じく南アフリカより, トリコームの一端または両端にボタン様突出物 (button-or mushroom shaped "process") または偽異質細胞 (pseudo-heterocyst) と名づけられたものをもつ新属 *Anabaenella* (*A. ulula* WELSH 1964) が記載された。しかし, これは DROUET (1968) によりエダウチクダモ属の異名とされた。さらに新属 *Pseudospirulina* (*P. amoena* PANKOW & JAHNKE 1964) が発表されたが, 翌年 (1965) 命名者自身および DROUET (1968) によって, これは *Vorticella* sp. の柄であると訂正された。印度国より, そのトリコームの螺旋が一端から他端へせんじ狭くなっているという新属 *Spirulinopsis* (*S. conica* BHARADWAJA 1963) が記載された。

ユレモ属ウミユレモ亜属 (subgenus *Margaritiferae*) はトリコームの頂端細胞に頂冠をもち, また細胞の隔壁に沿うて顆粒をもつ *Oscillatoria margaritifera* KÜTZ. の群と, トリコームの頂端細胞は丸くて頂冠をもたなく, 且つトリコームが螺旋状にねじれる *O. bonnemaisonii* CROUAN の2群に分けることができる。ところで, フシラセンモ属のある種は後者の群に似ていることから GEITLER (1932) が分類したように同属をラセンモ属に併合せるのでなしに, むしろユレモ属として分類した方がよいという意見がある (GOLUBIĆ 1965)。このことはまた, カロチノイド色素からみても, フシラセンモ属はユレモ属と質的にも量的にも似ているという (HETZBERG & JENSEN 1966) ことからもうなずかれる分類である。

SOURINA (1968) が海洋プランクトン性藍藻であるアイアカシオ属 (*Trichodesmium* = *Skujaella*) を GEITLER (1932) が分類したようにユレモ属と区別できないと考えた。そして, 1併合種 *Oscillatoria contorta* (WILLE) SOURINA (= *Trichodesmium contorta* WILLE) をつくった。DROUET (1968) は海洋性の赤潮をつくる全種を *Oscillatoria erythraea* (EHR.) KÜTZ. の1種にまとめている。

DROUET はかねてからユレモ科の分類の再検討を計画し, その一部は既に3回 (1962b, 1963, 1964) に渉って発表しているが, 1968年にそれを完成し発表した。氏の今回の藍藻類

分類についての種の取り扱い、前回の小球体目藍藻の分類の再検討(DROUET & DAILY 1956) のと同じ概念で行なわれている。ユレモ科では、種の形態学的変異が非常に大きい、これは環境によって植物体の構造に変化を起こさせるためと考えた。そして、異質細胞がなく、分枝をしないトリコムをもつ連鎖体目植物を1科にまとめユレモ科(Oscillatoriaceae)とした。

このユレモ科のもとに、ただの6属(ラセンモ属 *Spirulina*, エダウチクダモ属 *Schizothrix*, ムラサキクダモ属 *Porphyrosiphon*, ヲレモ属 *Oscillatoria*, フシラセンモ属 *Arthrospira*, コナワモ属 *Microcoleus*)を認めた。ラセンモ属とは、トリコムが円筒形で証明できる隔壁のみられないものと考え、ただの1種ラセンモ (*Spirulina subsalsa* OERST.)を置いた。エダウチクダモ属には7属が認められた。そのうち、*Schizothrix calcicola* (AG.) GOM. はトリコムの直径が3.5 μ までのものであり、その直径が4~60 μ のものを *Sch. mexicana* GOM. としている。このことから種の変異の幅を非常に大きいものと考えていることがうかがえる。ムラサキクダモ属には5種、ユレモ属には6種、フシラセンモ属には2種、コナワモ属には3種があり、合計で24種が認められている。この種の数はGOMONT (1892) がユレモ科で認めた159種よりはさらに少なくなっている。これらの属を分類する主な形質は、トリコムの細胞隔壁の有無、トリコムの頂端細胞の外壁の肥厚の有無およびその度合い、トリコムが頂部で細くなるかならないか、さらにトリコムの細胞隔壁に沿う顆粒の存在および不在などである。しかし、GOMONT (1892) がユレモ科の分類に用いた色、鞘の有無、鞘内のトリコムの数、トリコムが真直ぐか螺旋状かなどの特性が採用されていない。さらにGOMONT (1892) が認めたフトサヤ属 (*Dasygloea*)、オオナワモ属 (*Hydrocoleum*)、クダモ属 (*Lyngbya*)、ナガレクダモ属 (*Phormidium*)、エダウチナワモ属 (*Sirocoleum*)、タバクダモ属 (*Symploca*) およびアイアカシオ属 (*Trichodesmium*) が前述の6属の異名とされている。さらにプレクトネマ属 (*Plectonema*) はユレモ科から除かれてスキトネマ属に併合されている。

DROUET による今回のユレモ科の分類は、前回の小球体目の分類と同様に、今後藍藻学者による培養並びに生理・生態学的研究によりさらに検討されていくと思われる。

所属未確定のもの

藍藻類の生理学的研究によく使用された *Anacystis nidulans* (RICHT.) DR. & DAILY が培養研究によって多くの細胞からなる糸状体をつくることが明らかにされた。それで、DROUET (1962a) はそれをかりに *Phormidium mucicola* と同定した。その後、PRINGSHEIM (1968) による研究から本種は新属 *Lauterbornia* とされ、それに併合された (*L. nidulans* (RICHT.) PRINGSH. 1968)。この研究から、本属は小球体目に属さなく、また連鎖体を形成しないので連鎖体目にも入れられないものと考えられている。また本属は光合成による独立栄養の他に混合栄養への生理学的傾向をもっていることも明らかにされた。

藍藻類から除外されたもの

以前から藍藻類として疑問視され、GEITLER (1942) によってもデルモカルパ科の附録として載せられていた *Cyanotheca longipes* PASCHER が南アフリカより沢山採集された。そして、それには真の核があり、有性生殖もみられることから藍藻類でないことが明瞭にされた。しかし、その分類所属については GEITLER (1942) と同様に菌類の1種だろうと考えられている (CLAUS 1961)。

DROUET (1968) がユレモ科の多数の基準標本を調査した結果多くの種が細菌類、緑藻類、褐藻類、紅藻類または地衣類であることが明らかにされ、論文末尾の *Nomina Excludenda* の項に載せられている。

Summary

The present paper is reported on recent advances in the classification of the blue-green algae, explaining a relationship between bacteria and Cyanophyta, phylogeny, recent additions of new genera and rare or noteworthy species to the algae and new taxonomical changes.

引用文献

- ANAGNOSTIDIS, K. & R. RATHSACK-KÜNZENBACH (1967) : Schweiz. Zeitschr. Hydrol., **29**, 191-198. ARCHIBAD, C. C. M. (1966) : Nova Hedwigia, **12**, 528-538. BARADWAJA, Y. (1963) : Proc. Indian Acad. Sci., **57 B**, 239-258. BORNET, E. & C. FLAHAULT (1886-1888) : Ann. Sci. Nat. Bot., VII, **3**, 323-381; **4**, 347-373; **5**, 51-129; **7**, 177-262. BORZI, A. (1907) : I. Generi delle "Stigonemacee". Atti Congr. Nat. Ital. Milano. —, (1916) : Nuov Giorn. Bot. Ital., N. S., **23**, 559-588. CHAPMAN, D. T. (1966) : Arch. Mikrobiol., **55**, 17-25. CLAUS, G. (1961) : Österr. Bot. Zeitschr., **108**, 286-299. —, (1962a) : Nova Hedwigia, **4**, 55-79. — (1962b) : Hydrobiol., **19**, 192-224. — (1963) : Nova Hedwigia, **6**, 29-38. COPELAND, J. J. (1936) : Ann. N. Y. Acad. Sci **36**, 1-232. DESIKACHARY, T. V. (1959) : Cyanophyta, ×+686 pp. New Delhi. DROUET, F. (1962a) : In Notes in P. C. SILVA's Classification of Algae. In Physiology and Biochemistry of Algae. Ed. R. A. LEWIN, pp. 827-837. New York & London. DROUET, F. (1962b) : Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, **114**, 191-205. — (1963) : Ibid., **115**, 261-281. — (1964) : Rev. Algol., N. S., **7**, 315-324. — (1968) : Revision of the Classification of the Oscillatoriaceae. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, Monograph, **15**, 1-370. — & W. A. DAILY (1956) : Butler Univ. Bot. Stud., **12**, 1-218. ECHLIN, P. (1966) : Br. Phycol. Bull., **3**, 150-151. — (1967) : Br. Phycol. Bull., **3**, 225-239. — & I. MORRIS (1965) : Biol. Rev., **40**, 143-187. EHRESMEN, D. W. & G. Claus (1968) : Nova Hedwigia, **16**,

- 409-416. ELENKIN, A. A. (1938) : Monographia algarum Cyanophycearum aquidulcium et terrestrium infinibus URSS inventarum. Pars spec. (Systematica) Fasc. I, 1-984. Moscow & Leningrad. Fay, B., H. D. KUMAR & G. E. FOGG (1964) : Jour. gen. Microbiol., **35**, 351-360. FJERDINGSTAD, E. (1966) : Schweiz. Zeitschr. Hydrol., **28**, 133-147. — (1969) : Ibid. **31**, 59-80. FRIEDMANN, I. (1953) : Bot. Notis., **108**, 439-445. FRITSCH, F. E. (1912) : Frshwater Algae in National Antarctic Expedition 1901-1904. Discovery Reports. Natural History **6** (Zoology and Botany), 1-60. London. — (1945) : The Structure and Reproduction of the Algae, Vol. 2, xiv+939 pp. Cambridge Univ. Press. GEITLER, L. (1932) : Cyanophyceae. In RABENHORST's Kryptogamen-Flora, **14**, 1-1196. Leipzig. — (1942) : Schizophyceae. In ENGLER-PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien, **1b**, 1-232. Berlin. — (1963) : Arch. Mikrobiol., **46**, 238-242. GOLUBIĆ, s. (1965) : Schweiz. Zeitschr. Hydrol., **27**, 233-237. — & E. KANN (1967) : Ibid., **29**, 145-160. GOMONT, M. (1892) : Ann. Sc. Nat. Bot., VII, **15**, 263-369 ; **16**, 91-264. GRUIA, L. (1964) : Rev. Algol., N. S., **7**, 290-294. HALL, W. T. & G. CLAU (1963) : Jour. Cell. Biol., **19**, 551-563. — & — (1967) : Jour. Phycol., **3**, 37-51. HETZBERG, S. & S. L. JENSEN (1966) : Phytochemistry, **5**, 557-563. HORTBÁGYI, T. (1958) : Acta Bot. Acad. Sci. Hung., **4**, 257-270. HOLM-HANSEN, O, R. PRASAD & R. A. LEWIN (1965) : Phycologia, **5**, 1-14. KOMÁREK, J. & K. ROSA (1957) : Preslia, **29**, 17-27. LAZAROFF, N. & W. VISHNIAC (1962) : Jour. gen. Microbiol., **28**, 203-210. LEMMERMANN, E. (1910) : Algen I. In Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. 256 pp. Leiptig. MITRA, A. K. & D. C. PANDEY (1966) : Phykos, **5** 106-114. PANKOW, H. & E. JAHNKE (1964) : Österr. Bot. Zeitschr., **111**, 331-336. — & — (1965) : Ibid., **112**, 190. PAPANFUSS, G. F. (1955) : Classification of the Algae. A Century of Progress in the Natural Sciences 1853-1953, pp. 115-224. San Francisco. PRINGSHEIM, E. G. (1963) : Farblose Algen. Ein Beitrag zur Evolutionsforschung, xi+471 pp. Jena. — (1966a) : Arch. Mikrobiol., **55**, 266-277. — (1966b) : Arch. Mikrobiol., **55**, 200-208. — (1968) : Arch. Mikrobiol., **63**, 1-6. PROVASOLI, L., S. H. HUTNER & A. SCHATZ (1948) : Proc. Soc. Exp. Biol. Med., **69**, 279-282. RAJU, N. SIBA (1962) : Trans. Amer. Microsc. Soc. **81**, 90-93. REINE, W. F. PRUD'HOME VAN & C. VAN HOEK (1966) : Blumea, **14**, 277-283. SCHWABE, G. H. & E. EL. AYOUTY (1966) : Nova Hedwigia, **10**, 527-536. SILVA, P. C. (1962) : Classification of Algae. In Physiology and Biochemistry of Algae. Ed. R. A. LEWIN, pp. 827-837. New York & London. SKUJA, H. (1956) : Nova Acta Regiae Soc. Sci. Ups., ser. 4, **16**(3), 1-404. — (1958) : Svensk Bot. Tidskr., **52**(4), 437-444. SOURNIA, A. (1968) : Nova Hedwigia, **15**, 1-12. STARMACH, K. (1967) : Schweiz. Zeitschr. Hydrol., **29**, 172-174. SUBA-CLAUS, E. (1965) : Nova Hedwigia,

9, 104-130. UMEZAKI, I. (1962) : *Taxon*, 11, 204. WELSH, H. (1961a) : *Nova Hedwigia*, 3, 37-41. — (1961b) : *Revista Biologia*, 2, 257-260. — (1964) : *Nova Hedwigia*, 7, 15-32.