

山形県県民の森湖沼群に分布するシヌラ藻

高橋和也・Richard W. Jordan・岩滝光儀

山形大学大学院理工学研究科

山形大学理学部地球環境学科

山形大学理学部生物学科

はじめに

シヌラ藻 (synurophytes) は珪酸質の鱗片で細胞が覆われる、主に淡水域に出現する微細藻類である。本藻群と同様に淡水域に出現し、単細胞性で黄色の葉緑体をもつ黄金色藻とは明確に識別される外見や鞭毛装置構造の違いなどより、独立した藻群であるシヌラ藻綱 (Synurophyceae) としても扱われてきたが、黄金色藻とは明確な系統的分岐が見られないことから、近年では黄金色藻に含められることが多い。*Mallomonas* 属藻類は単細胞性、*Synura* 属藻類は球形の細胞群体を形成する浮遊性種からなり、ともに細胞を覆う細胞鱗片の構造の違いより種が識別されている。本稿ではこれら珪酸質の鱗片をもつ種群をシヌラ藻として扱う。調査を行った山形県県民の森はおよそ 895 ha の森林で、荒沼、大沼など 10 以上の沼が点在し、これらには、琵琶沼など林間に独立して存在する沼や、大沼など河川が流入する沼など、異なる特性が見られる。それぞれの沼の微細藻類相は環境の指標となるだけでなく、富栄養化した湖沼に代表的なアオコ (*Microcystis aeruginosa*) も確認されるなど、有害種やブルーム (水の華) の原因となる藻類の分布も知ることができる。現在までに行っている微細藻類相調査では、県民の森湖沼群より複数種のシヌラ藻の出現が確認されている。シヌラ藻は細胞鱗片の形状から種同定が可能であり、この鱗片は固定後も構造が維持されるため、固定試料を比較することで沼ごとの出現藻類を種レベルで確認し、分布を調査することができる。本研究では、微細藻類の分布特性に関する基礎情報の取得を目的として、県民の森湖沼群におけるシヌラ藻の種組成を調べた。

材料と方法

シヌラ藻の観察試料は山形県県民の森湖沼群の 10 カ所の沼より 2011 年 5 月から 7 月に採集した。採集した沼と採集時に計測した表層水温を Table 1 に示す。プランクトン試料は目合い 20 μm のプランクトンネットで採取し、未固定の生物試料と、約 2% のホルマリンによる固定試料を研究室に持ち帰り、光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡観察に供した。

未固定の遊泳細胞は微分干渉顕微鏡 (Zeiss Axioskop2) で観察し、出現したシヌラ藻の細胞をデジタルカメラ (AxioCam HRc) で撮影、記録した。走査型電子顕微鏡観察用の試料作成には未固定の生試料と固定試料の両方を用いた。生試料中の細胞は倒立顕微鏡

(Olympus CKX41) 上で確認し、キャピラリーピペットで細胞を分離後、1%オスミウム酸で固定した。固定細胞は Poly-L-Lysine を塗布したガラスプレート上に付着した後、脱水、乾燥した。細胞の脱水はエタノール系列 (30%~99.5%) で行い、酢酸イソアミルに置換した後、臨界点乾燥装置 (JEOL JCPD-5) を用いて乾燥した。試料はイオンコータ (JEOL JFC-1500) を用いて金を蒸着した。細胞鱗片の観察には、走査型電子顕微鏡 JEOL JSM-6510 を用い、加速電圧 15kV で観察した。細胞の形状と出現が確認された沼の状況より遊泳細胞と細胞鱗片の対応関係を明らかにし、沼ごとのシヌラ藻出現種をまとめた。種同定は細胞と細胞鱗片の形状に基づいて行い、種の同定は Harris (1958), Harris and Bradley (1960), Siver et al. (1990), Takahashi (1959), 高橋 (1991), Janatková and Němcová (2009) などの文献に従った。

Table 1. Sampling date and surface water temperature (°C) of ponds in Kenmin-no-mori.

Pond	Sampling date and temperature									
	5/2	5/9	5/16	5/23	6/6	6/13	6/20	6/27	7/4	7/11
Arenuma	9	15	17	17	20	21	22	21	25	28
Itabashinuma				18						
Onuma	11				20		25			
Kokenuma		15							24	
Taiheinuma		14							22	
Dojyonuma	13					21		19		
Hannokinuma	11				19			20		
Biwanuma			17							
Maganuma				17			20			25
Mikokubonuma			18			22				27

結果と考察

光学顕微鏡下で観察される細胞と細胞鱗片の形状が特徴的である種、もしくは細胞鱗片の形状が走査型電子顕微鏡で確認された種については種を特定することができた。県民の森の湖沼群からは 2 属 20 種のシヌラ藻の出現が確認され、この中には *Synura* 属 4 種、*Mallomonas* 属 16 種が含まれる。沼ごとの出現種を Table 2 に、種ごとの形態的特徴を以下に示す。

Table 2. Occurrence of synurophyte genera and species in the ponds of Kenmin-no-mori.

Pond	<i>Mallomonas</i>	<i>Synura</i>
Arenuma	<i>M. caudata</i> , <i>M. crassisquama</i> , <i>M. elongata</i> , <i>M. eoa</i> , <i>M. harrisiae</i> , <i>M. lelymene</i>	
Itabashinuma	<i>M. caudata</i> , <i>M. crassisquama</i> , <i>M. flora</i> , <i>M. harrisiae</i> , <i>M. insignis</i> , <i>M. lelymene</i>	<i>S. petersenii</i> , <i>S. sphagnicola</i>
Onuma	<i>M. caudata</i> , <i>M. crassisquama</i> , <i>M. elongata</i> , <i>M. harrisiae</i> , <i>M. lelymene</i>	<i>S. glabra</i> , <i>S. petersenii</i> , <i>S. sphagnicola</i> , <i>S. spinosa</i>
Kokenuma	<i>M. akrokomos</i> , <i>M. caudata</i> , <i>M. crassisquama</i> , <i>M. heterospina</i>	<i>S. glabra</i> , <i>S. petersenii</i>
Taiheinuma	<i>M. eoa</i> , <i>M. elongata</i> , <i>M. flora</i> , <i>M. tonsurata</i>	<i>S. petersenii</i> , <i>S. sphagnicola</i>
Dojyonuma	<i>M. akrokomos</i> , <i>M. caudata</i> , <i>M. crassisquama</i> , <i>M. splendens</i> , <i>M. tonsurata</i>	<i>S. sphagnicola</i>
Hannokinuma	<i>M. caudata</i> , <i>M. crassisquama</i> , <i>M. elongata</i> , <i>M. eoa</i> , <i>M. harrisiae</i> , <i>M. lelymene</i> , <i>M. matvienkoeae</i> , <i>M. papillosa</i> , <i>M. punctifera</i> , <i>M. splendens</i> , <i>M. tonsurata</i>	<i>S. glabra</i> , <i>S. petersenii</i> , <i>S. sphagnicola</i>
Biwanuma	<i>M. leboimei</i> , <i>M. crassisquama</i>	
Maganuma	<i>M. lelymene</i> , <i>M. matvienkoeae</i>	<i>S. glabra</i> , <i>S. sphagnicola</i>
Mikokubonuma	<i>M. akrokomos</i> , <i>M. caudata</i> , <i>M. elongata</i> , <i>M. splendens</i> , <i>M. tonsurata</i>	<i>S. glabra</i> , <i>S. petersenii</i>

出現したシヌラ藻の形態的特徴

Synura glabra Korshikov 1929 (Figs 1–3)

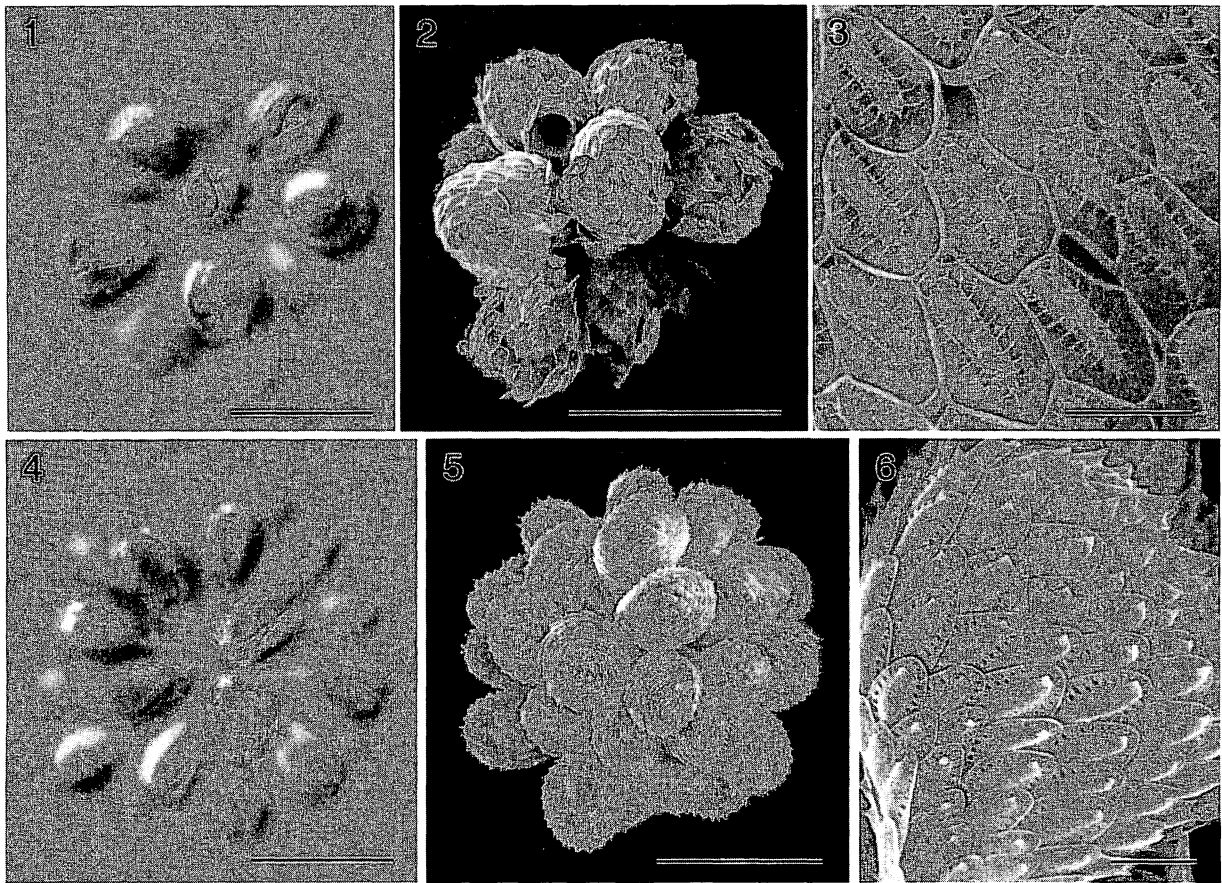
球状の群体を形成する。細胞は球形で、細胞後端は急に細くなり柄をつくる。鱗片は卵形で薄く、長軸にそって中央が隆起し、隆起より放射状に肋が並ぶ。肋は細く鱗片後部付近では縁辺に達しない。鱗片先端に刺はない。

分布：大沼，苔沼，はんのき沼，曲沼，みこくぼ沼

Synura petersenii Korshikov 1929 (Figs 4–6)

球形の群体を形成する。細胞は涙滴状で、細胞後端に向かって徐々に細くなる。鱗片は細長い楕円形で、中央が長軸にそって隆起し、その外側に放射状に肋が並ぶ。肋は太く発達し鱗片縁辺に達する。鱗片先端に刺はない。

分布：板橋沼，大沼，太平沼，苔沼，はんのき沼，みこくぼ沼



Figs 1–6. Light and scanning electron microscopy of *Synura* spp. 1–3: *Synura glabra*, 4–6: *Synura petersenii*. Scale bars: 20 μm for Figs 1, 2, 4, 5, 2 μm for Figs 3 and 6.

***Synura sphagnicola* (Korshikov) Korshikov 1929 (Figs 7–9)**

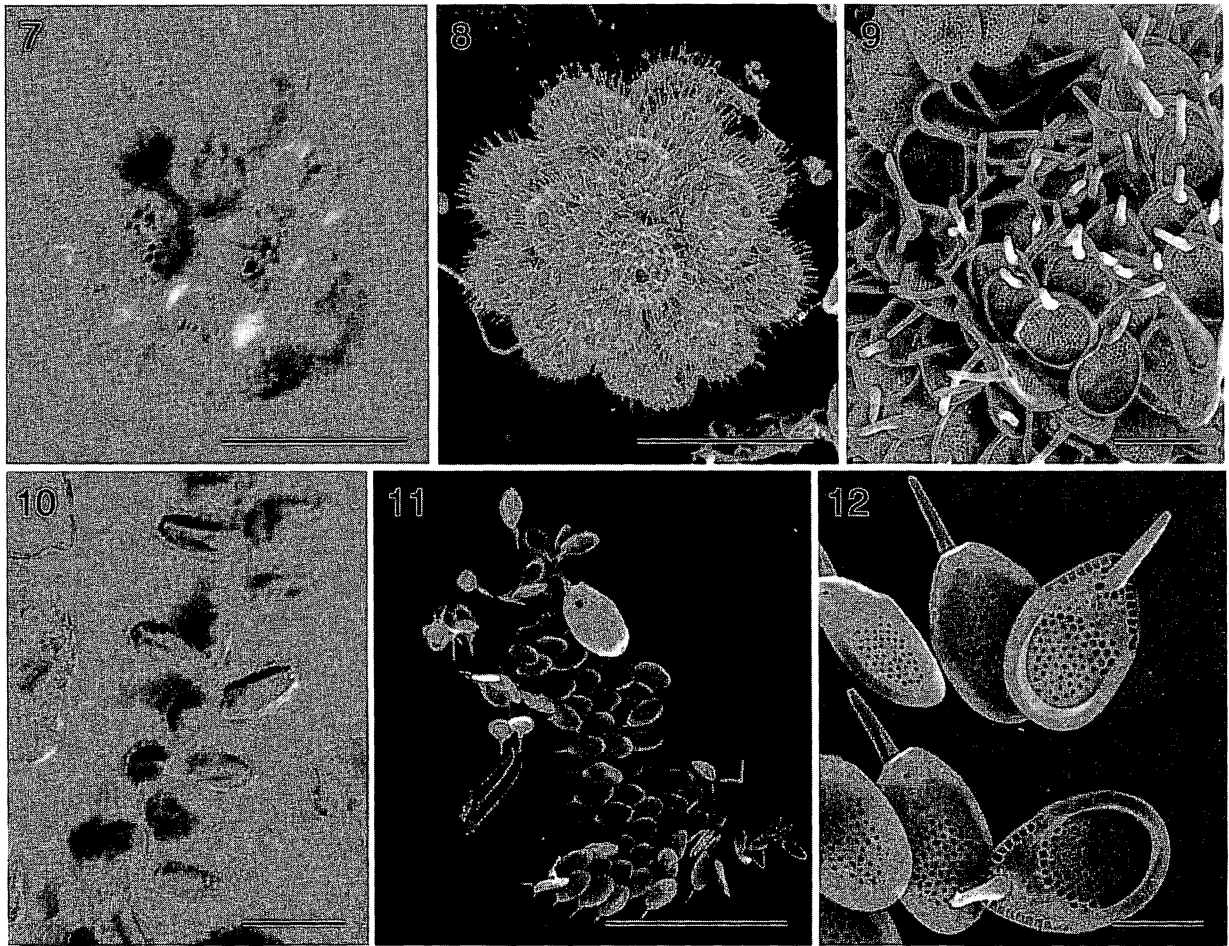
球形の群体を形成し、細胞前端には明瞭な赤色の油滴が観察される。鱗片は光学顕微鏡下でも円形に近い輪郭と刺が確認される。鱗片は楕円形で縁辺が厚く、基盤には小孔が規則的に並ぶ。鱗片先端には短い管状突起を1本もつ。

分布：板橋沼，大沼，太平沼，どじょう沼，はんのき沼，曲沼

***Synura spinosa* Korshikov 1929 (Figs 10–12)**

細胞は長円形で細胞後端より伸びる柄でつながる細胞群体を形成する。細胞群体は、いびつな球形から、細長く伸びることもある。鱗片は卵形で、前部は六角形の網状構造、後部は小孔構造をもつ。前縁には放射条線がある。鱗片前端に長い突起が1本あり、その先端には2-3つの小歯がある。

分布：大沼



Figs 7–12. Light and scanning electron microscopy of *Synura* spp. 7–9: *Synura sphagnicola*, 10–12: *Synura spinosa*. Scale bars: 20 μm for Figs 7, 8, 10, 11, 2 μm for Figs 9 and 12.

***Mallomonas akrokomos* Ruttner ex Pascher 1913 (Figs 13, 14)**

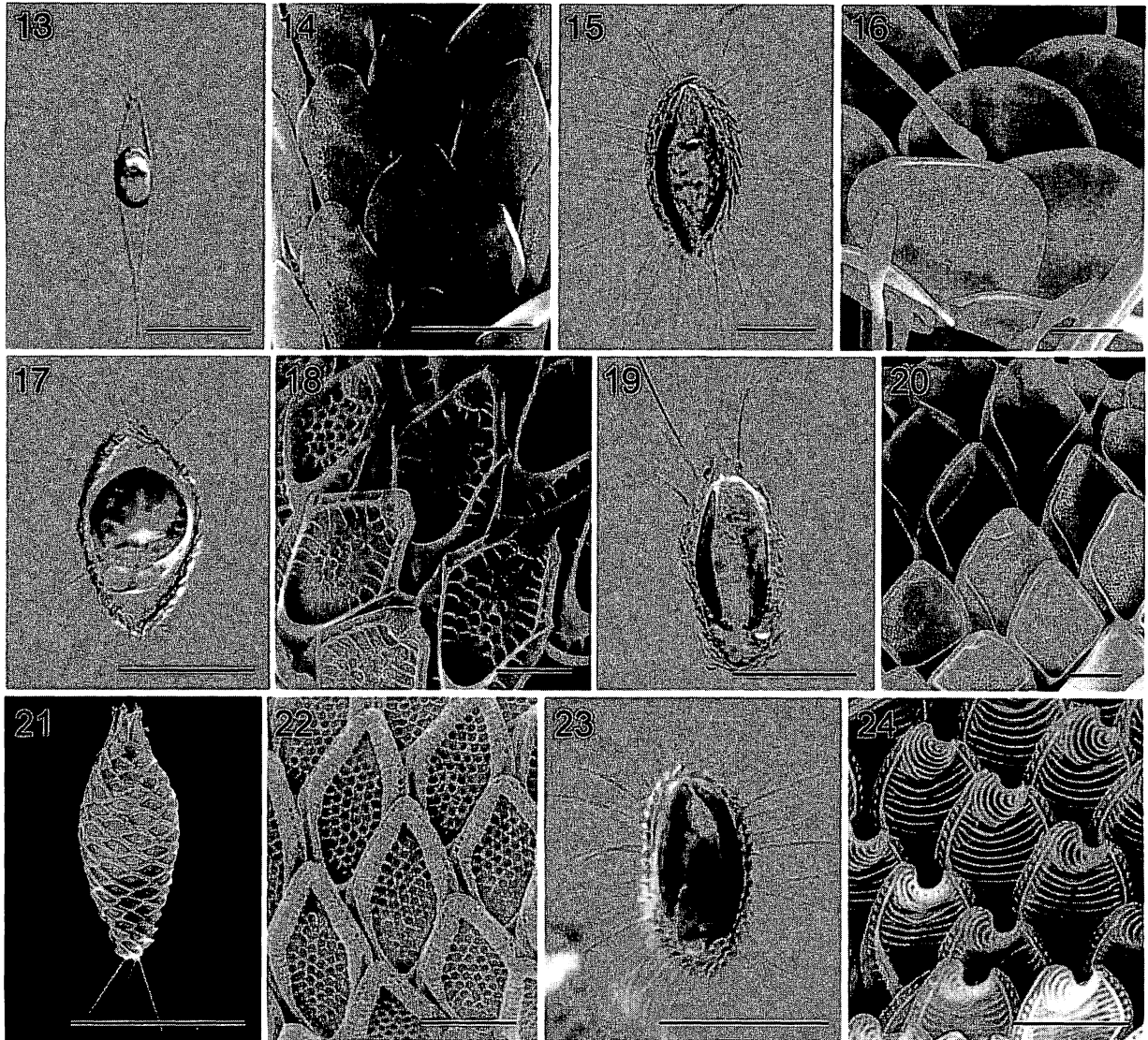
細胞は細長い披針形で、後端が尖る。細胞前端から数本の剛刺が伸びる。鱗片は長円形で、鱗片中央よりやや後方に大きめの孔が多数あり、孔のない間隙で囲まれ、その外側に小さめの孔が多数ある。鱗片後部には折れ曲がり縁に沿って1列の孔が並ぶ。鱗片前端は鋸状の刻み目がある。剛刺には鋸歯がある。

分布：苔沼，どじょう沼，みこくぼ沼

***Mallomonas caudata* Iwanoff 1899 (Figs 15, 16)**

細胞は細長い長楕円形で、後端に向かって細くなる。細胞全体から長い剛刺が多数伸び、円形の鱗片は光学顕微鏡下でも観察できる。鱗片は円形から楕円形で、基盤に多数の小孔がある。縁辺の3/4程度が裏面に折り返り、大きめの孔が1つある。剛刺の先端側に鋸歯がある。

分布：荒沼，板橋沼，大沼，苔沼，どじょう沼，はんのき沼，みこくぼ沼



Figs 13–24. Light and scanning electron microscopy of *Mallomonas* spp. **13, 14:** *M. akrokomos*, **15, 16:** *M. caudata*, **17, 18:** *M. crassisquama*, **19, 20:** *M. elongata*, **21, 22:** *M. eoa*, **23, 24:** *M. flora*. Scale bars: 20 μm for cells (Figs 13, 15, 17, 19, 21 and 23), 2 μm for scales (Figs 14, 16, 18, 20, 22 and 24).

Mallomonas crassisquama P.A. Siver et A. Skogstad 1988 (Figs 17, 18)

細胞は楕円形で後端以外から剛刺が伸びる。鱗片は丸みを帯びた菱形で、基盤に小さな孔が多数見られる。基盤には網目模様もあり、後方にはV字構造が発達する。縁辺には放射条線がある。剛刺には鋸歯があり、先端が尖る。

分布：荒沼，板橋沼，大沼，苔沼，どじょう沼，はんのき沼，琵琶沼

Mallomonas elongata Reverdin 1919 (Figs 19, 20)

細胞は細長い楕円形で、細胞前端付近から剛刺が伸びる。鱗片は丸みを帯びた菱形で、基盤には小孔が多数ある。鱗片後方のV字構造の角度は狭く、先端部は縦に細長い。剛刺に

は鋸歯がある。

分布：荒沼，大沼，太平沼，はんのき沼，みこくぼ沼

***Mallomonas eoa* E. Takahashi 1969 (Figs 21, 22)**

細胞は楕円形から披針形で，前端と後端のみから剛刺が伸びる。鱗片は丸みを帯びた菱形で，基盤には規則的な網目模様が隆起し，網目の間には多数の小孔がある。鱗片縁辺は折り返り，その上に粒状突起が放射条線様に並ぶ。剛刺に鋸歯はなく，先端が尖る。

分布：荒沼，太平沼，はんのき沼

***Mallomonas flora* K. Harris et D.E. Bradley 1960 (Figs 23, 24)**

細胞は長円形で，細胞全体から細い剛刺が多数伸びる。鱗片は楕円形で，基板には多数の明瞭な横条線が走る。ドームには湾曲した線状の紋様がある。縁辺には放射条線があり，前縁ではごく短い。発達した V 字構造は左右に分かれ放射条線の内側を通りドームに達する。剛刺は湾曲し，湾曲方向の逆側に鋸歯が規則的に 2 列並ぶ。

分布：板橋沼，太平沼

***Mallomonas harrisiae* E. Takahashi 1975 (Figs 25, 26)**

細胞は卵形から長円形で，剛刺は細胞前端と後端付近に多く見られる。鱗片は楕円形で，基盤に不規則な網目模様と，その間に多数の小孔がある。中央付近に立体的な V 字構造が，前端には小さなドームがある。剛刺には非常に小さな鋸歯があり，先端が尖る。

分布：荒沼，板橋沼，大沼，はんのき沼

***Mallomonas heterospina* J.W.G. Lund 1942 (Figs 27, 28)**

細胞は球形から卵形で，細胞全体から先端に鈎をもつ剛刺が伸びる。鱗片は卵形で，基盤には多数の小孔があり，その上に不規則な網目模様がある。鱗片前端に模様のないドームがある。

分布：苔沼

***Mallomonas insignis* Penard 1919 (Figs 29, 30)**

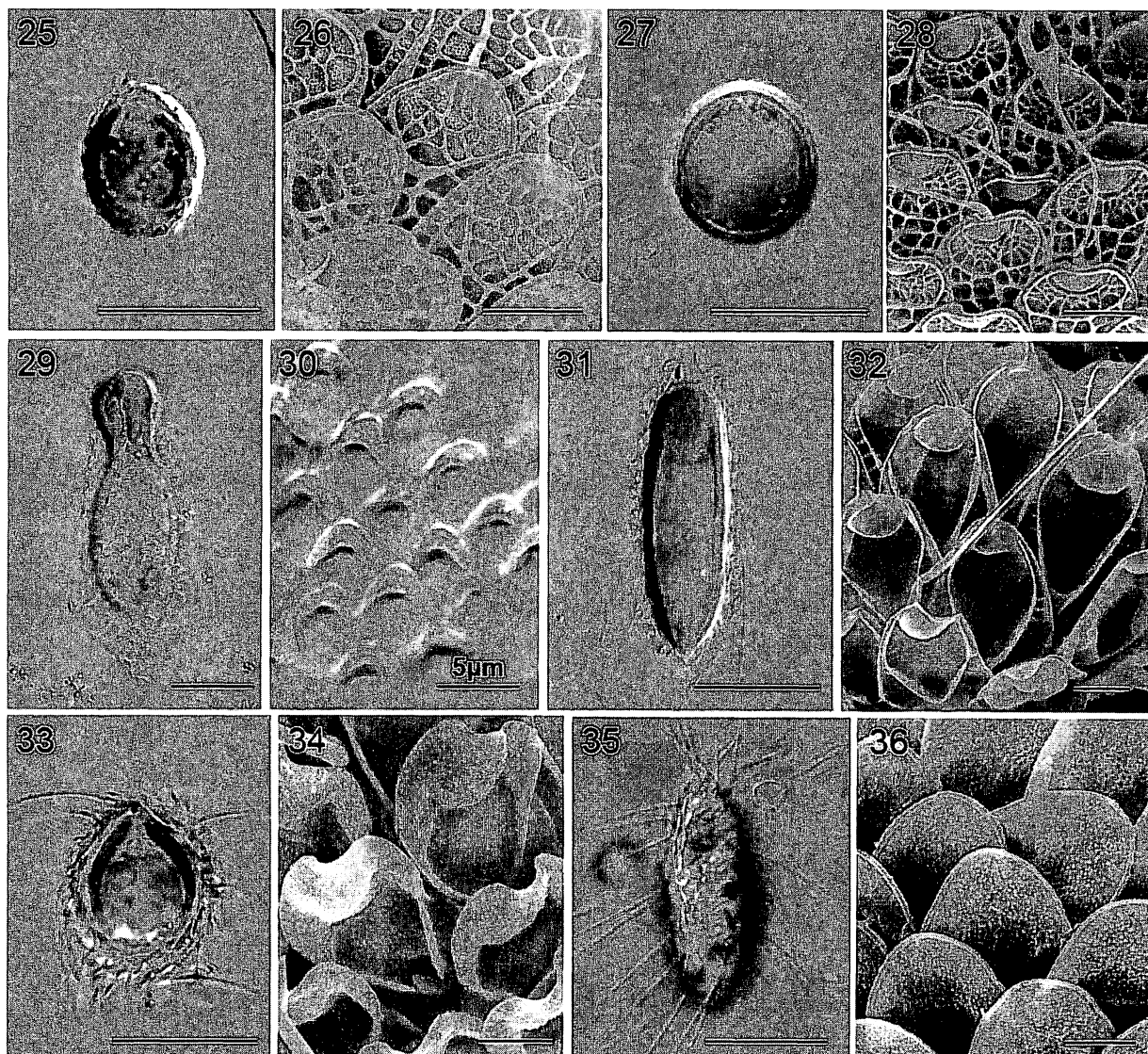
細胞は細長く，後端が尖る。剛刺はない。鱗片は楕円形から卵形で，前端は縁辺にそって 1/3 程度隆起し，顆粒状の模様が見られる。後端は 1/2 から 2/3 程度表側に折り返る。鱗片前端に管状突起をもつものと，もたないものがある。管状突起は鱗片の基板程度の長さにも達することもある。

分布：板橋沼

***Mallomonas leboimei* Bourrelly 1947 (Figs 31, 32)**

細胞は長い楕円形で全体から太い剛刺が伸びる。鱗片は楕円形で，盾板には細い横条線が多数走り，条線の間には小さな孔が多数ある。後部には太い放射条線が V 字構造から伸びる。V 字構造はドームに達する。ドームでは不明瞭な直線状の紋様が前後ないし左前から右後に走る。剛刺には鋸歯が軸の両側に並ぶ。

分布：琵琶沼



Figs 25–36. Light and scanning electron microscopy of *Mallomonas* spp. **25, 26:** *M. harrisiae*, **27, 28:** *M. heterospina*, **29, 30:** *M. insignis*, **31, 32:** *M. leboimei*, **33, 34:** *M. lelymene*, **35, 36:** *M. matvienkoeae*. Scale bars: 20 µm for cells (Figs 25, 27, 29, 31, 33 and 35), 2 µm for scales (Figs 26, 28, 32, 34 and 36), 5 µm for Fig 30.

Mallomonas lelymene K. Harris et D.E. Bradley 1960 (Figs 33, 34)

細胞は卵形で、鱗片の翼構造の隆起が観察される。剛刺は短く細胞の幅程度で、やや湾曲する。鱗片は菱形から卵形で、表面に顆粒のある翼構造が発達する。剛刺には短い鋸歯がある。

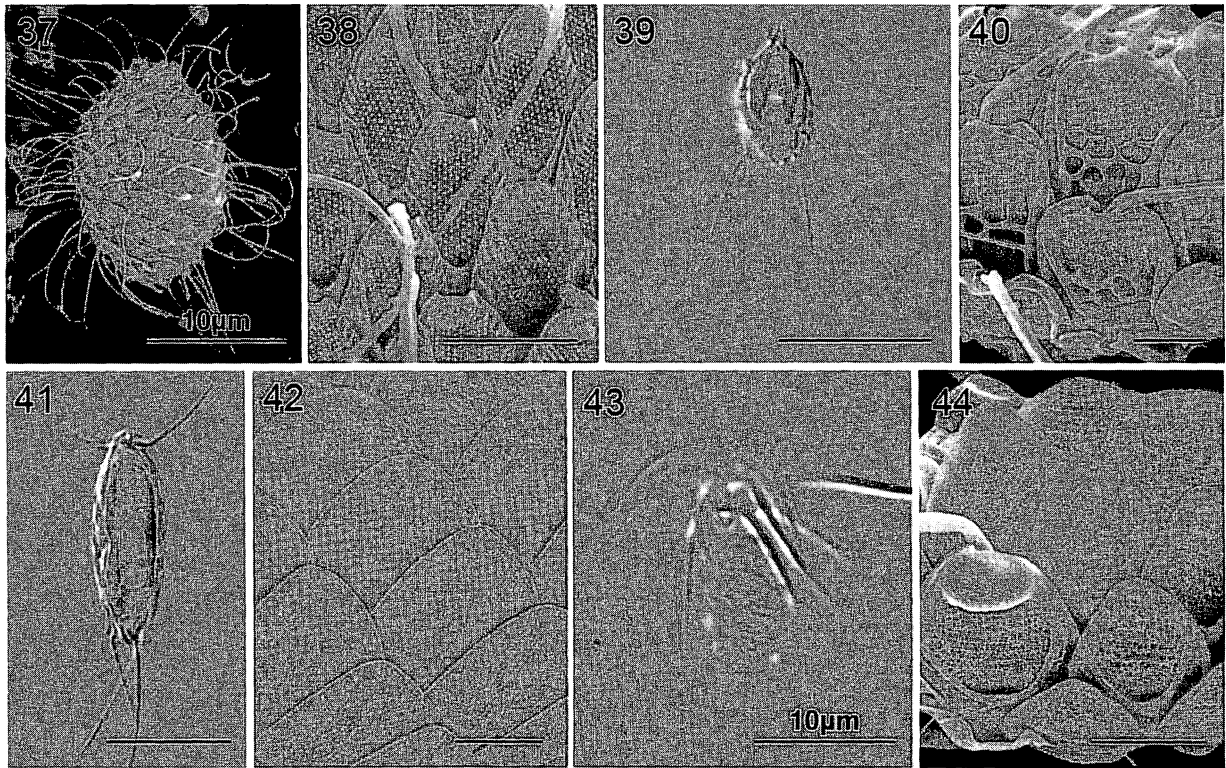
分布：荒沼，板橋沼，大沼，はんのき沼，曲沼

Mallomonas matvienkoeae (Matvienko) Asmund et Kristiansen 1986 (Figs 35, 36)

細胞は長い楕円形で全体から長い剛刺が伸びる。鱗片は楕円形で前端は顆粒状突起で覆わ

れやや隆起し、後方には孔があり、1/2 から 1/3 程度は輪郭が表面に折り返る。細胞前方の鱗片には大きめの孔が 1 つ見られる。剛刺の鋸歯は明瞭でなく、先端が二分岐する。

分布：はんのき沼，曲沼



Figs 37–44. Light and scanning electron microscopy of *Mallomonas* spp. 37, 38: *M. papillosa*, 39, 40: *M. punctifera*, 41, 42: *M. splendens*, 43, 44: *M. tonsurata*. Scale bars: 20 μm for Figs 39 and 41, 2 μm for Figs 38, 40, 42 and 44, 10 μm for Figs 37 and 43.

Mallomonas papillosa K. Harris et D.E. Bradley 1960 (Figs 37, 38)

細胞は楕円形で全体から剛刺が伸びる。鱗片は卵形から細長い菱形で、基板表面には顆粒が規則的に並ぶ。前端には小さなドームがあり、その右側には顆粒、左側には孔が見られる。前方の縁辺には放射条線があり、後方は 1/2 程度の縁辺が折り返る。剛刺には鋸歯があり、先端が尖る。

分布：はんのき沼

Mallomonas punctifera Korshikov 1941 (Figs 39, 40)

細胞は楕円形で、前端にくびれた冠構造をもつ。剛刺はまばらで細胞全体からまっすぐに伸びる。鱗片は丸みを帯びた台形ないし五角形で、基板全面に多数の小孔があり、網構造がある。後方 2/3 程度は辺縁が表面に折り返り、その内側に発達した逆 U 字の隆起が位置する。不明瞭なドーム構造の前端には小歯が 4-5 個ある。剛刺には鋸歯が軸の両側に並ぶ。

分布：はんのき沼

Mallomonas splendens (G.S. West) Playfair emend. Croome et al. 1985 (Figs 41, 42)

細胞は細長い楕円形で、前端と後端から約 4 本ずつ剛刺が伸びる。鱗片は菱形で、細胞表面に規則的に密に並ぶ。鱗片の表層膜には顆粒状の突起が見られる。剛刺はやや先細り、鋸歯はない。

分布：どじょう沼，はんのき沼，みこくぼ沼

Mallomonas tonsurata Teiling emend. Krieger 1930 (Figs 43, 44)

細胞は楕円形で、前端付近のみに長短 2 種類の剛刺をもつ。鱗片は丸みを帯びた菱形で、基盤には横方向にやや湾曲した条線が、条線の間孔が並ぶ。後端の縁辺には V 字構造が発達する。前端にはドームがある鱗片とない鱗片があり、ある鱗片はドームの下部より基部が屈曲した剛刺が伸びる。短剛刺には鋸歯が並び、長剛刺に鋸歯は見られないが、先端は 2 分岐して尖る。

分布：板橋沼，太平沼，はんのき沼，みこくぼ沼

種ごとの出現の特徴

山形県県民の森において 10 カ所の沼で合計 31 回の調査を行い、2 属 20 種のシヌラ藻の出現を確認した。出現種のうち比較的広範囲の分布が確認されたのは、*Mallomonas* 属では *M. caudata* と *M. crassisquama* の 2 種が 7 つの沼より、*Synura* 属では *S. petersenii* と *S. sphagnicola* の 2 種がそれぞれ 6 つの沼より確認された。これらの種は普遍種として様々な地域から出現が報告されており、例えば *M. caudata* は、富栄養の高温水域から貧栄養の低温水域まで幅広く出現することが知られる (Řezáčova and Škaloud 2004)。一方で、調査中一度だけ出現が確認された種も見られ、*Synura* 属では *S. spinosa* が大沼のみで、*Mallomonas* 属では *M. insignis* が板橋沼、*M. heterospina* が苔沼、*M. leboimei* が琵琶沼、そして *M. papillosa* と *M. punctifera* がはんのき沼のみで出現が確認された。このうち *M. insignis* は板橋沼において 1 細胞のみが確認されている。*M. flora* は板橋沼と太平沼より確認されているが、太平沼では比較的高い細胞密度で出現したのに対し、板橋沼では 1 細胞のみが観察されている。*M. leboimei* は琵琶沼のみで出現が確認されたが、試料中には比較的高い細胞密度で観察された。本種はヨーロッパと北中米より出現報告があり、南半球からは見つかっていない (Řezáčova and Škaloud 2004)。本邦での出現は今回が初報告と思われるが、本種は北半球全域に広く分布していると考えられる。*M. leboimei* は、高層湿原など泥炭が堆積した酸性の湿原から主に報告されており、試験紙により予備的に調べた琵琶沼の pH は 6 程度であった。県民の森湖沼群における本種の分布特性を明確にするには、それぞれの沼の pH を含む湿性遷移の段階も参考になるとと思われる。本種を含め、特定の沼より出現が確認された種についてはそれぞれの沼の微細藻類相を特徴づける可能性もあるが、今回の調査時期は雪解け期の 5~7 月で沼ごとの調査回数も限られるため、分布範囲を限定するのは難しい。

シヌラ藻の出現状況を時系列で見ると、水温が 20℃以下である 6 月上旬までに全種の出

現を確認され、その後の出現種数は減少傾向にあった。一週間毎に連続採集した荒沼では水温が 15℃以下であった 5 月 9 日までに *M. lelymene*, *M. crassisquama*, *M. harrisiae* の 3 種が確認され、その後は観察されなくなった。このうち *M. lelymene* は 6 月 27 日にはんのみ沼 (20℃) でも観察されたが、*M. crassisquama* と *M. harrisiae* は 5 月 23 日の板橋沼 (18℃) で確認された以降、全ての沼で観察されていない。今回の調査は 7 月中旬以降の高水温期における観察を行っていないが、シヌラ藻の周年遷移を把握するには、後述する沼ごとの種組成より、*Synura* 属では 4 種が確認された大沼、*Mallomonas* 属では 11 種が確認されたはんのみ沼が適しているといえる。

沼ごとの出現状況

確認されたシヌラ藻の出現状況を見ると、*Mallomonas* 属は試料中では比較的低細胞密度であったが、調査した全ての沼より出現が確認され、構成種を見ても 2 種ずつ出現した琵琶沼と曲沼を除き、4 種以上の出現が確認されている。一方で、*Synura* 属は多くの試料中に優占して出現したが、大沼で 4 種の確認された他はそれぞれの沼から 1~2 種のみしか確認されず、荒沼と琵琶沼では本属は観察されなかった。太平沼では 5 月 9 日に沼全体が着色するほど細胞密度が上がり、このときの優占種が *S. sphagnicola* であったことは、同種細胞がもつ赤色の油滴が光学顕微鏡下でも観察されることから確認されている。また、大沼では 5 月 2 日に *S. petersenii* によるブルームが確認されている。

シヌラ藻の 2 属が多く出現したのは、はんのみ沼、大沼、板橋沼で、それぞれ 14 種、9 種、8 種が確認されている。*Synura* 属は全ての沼では 4 種が観察されたが、大沼ではこれらの全てが確認されている。*Mallomonas* 属を見ると、はんのみ沼からは県民の森全体から確認された半数以上の 11 種が観察されており、そのうち *M. papillosa* と *M. punctifera* はこの沼のみで観察されている。はんのみ沼での調査は 3 回と多くなく、10 回の試料採集を行った荒沼でも *Mallomonas* 属の出現が 6 種であることを考慮しても、はんのみ沼は *Mallomonas* の生育に適した環境であると判断できる。

Synura 属は県民の森のいくつかの沼では優占種として出現したが、荒沼と琵琶沼からは出現が確認されなかった。琵琶沼での調査は 1 回のみであったが、10 回調査を行った荒沼で *Synura* が観察されていないことは興味深い。大沼とはんのみ沼で *S. petersenii* が、鱒沼で *S. sphagnicola* が優占した 5 月 2 日の調査時には、荒沼では黄金色藻 *Dinobryon* がブルームを形成していた。これらの沼における栄養塩の挙動は不明であるが、*Synura* 属は比較的富栄養の水域に (Kristiansen 1986)、*Dinobryon* 属は貧栄養の水域に出現する (Lehman 1976)。また、培養条件下では *S. petersenii* の最大増殖速度を与える pH は 5.5~6.5 とされ (Saxby-Rouen et al. 1997)、*Dinobryon divergens* は中性からアルカリ性の水域に出現するとされる (Hamilton 1969)。pH 試験紙による予備的な測定では、5 月 2 日の荒沼は pH 6.5 であり、*Synura* が優占した 3 つの沼 (はんのみ沼 pH 5, どじょう沼 pH 5, 大沼 pH 6) よりやや高い傾向が見られた。しかし、翌週以降の調査では荒沼と他の湖沼の間に明確な pH

の差はなかった。

本研究では鱗片構造に基づいてシヌラ藻の出現状況の調査を行い、*Synura* 属は県民の森の多くの沼で優占して時にはブルームを形成することのほか、種数で見ると大沼には *Synura* 属が、はんのき沼には *Mallomonas* 属が多く出現すること、そして荒沼には *Synura* 属が全く確認されないことなど、分布状況の一部を明らかにすることができた。これらの原因は明確でないが、今回調査した *Synura* と *Mallomonas* のほか荒沼に優占した *Dinobryon* は、主に春季に遊泳細胞が出現し、その後休眠胞子を形成することで水域に留まり、翌年に再び出現することが知られるため、これらの分布特性は例年見られる傾向とも想定することができる。

謝辞

本研究は山形大学グリーンサイエンスネットワーク（代表 鵜浦啓）の支援を受けて行った、感謝申し上げます。試料採集には山形大学理学部生物学科の菅澤瑞穂氏、東京大学大学院新領域創成科学研究科の大田修平氏に協力いただいた。

引用文献

- Hamilton D.H. 1969. Nutrient limitation of summer phytoplankton growth in Cayuga Lake. *Limnol. Oceanogr.* 14: 579–590.
- Harris K. and Bradley D.E. 1960. A taxonomic study of *Mallomonas*. *J. gen. Microbiol.* 22: 750–777.
- Harris K. 1967. Variability in *Mallomonas*. *J. gen. Microbiol.* 46: 185–191.
- Janatková K. and Němcová Y. 2009. Silica-scaled chrysophytes of Southern Bohemian water bodies, including *Mallomonas conspersa* Dürschmidt with occurrence so far reported from Japan and New Zealand. *Fottea* 9: 93–99.
- Kristiansen J. 1986. Silica-scale bearing Chrysophytes as environmental indicators. *Br. Phycol. J.* 21: 425–436.
- Lehman J.T. 1976. Ecological and nutritional studies on *Dinobryon* Ehrenb.: Seasonal periodicity and the phosphate toxicity problem. *Limnol. Oceanogr.* 21: 646–658.
- Řezáčová M and Škaloud P. 2004. Silica-scaled chrysophytes of Ireland. *Biologisk projektarbejde*. University of Copenhagen, Copenhagen. 54 pp.
- Saxby-Rouen K.J., Leadbeater B.S.C. and Reynolds C.S. 1997. The growth response of *Synura petersenii* (Synurophyceae) to photon flux density, temperature, and pH. *Phycologia* 36: 233–243.
- Siver P.A., Hamer J.S. and Kling H. 1990. Separation of *Mallomonas duerrschmidtiae* sp. nov.

from *M. crassisquama* and *M. pseudocoronata*: implications for paleolimnological research.
J. Phycol. 26: 728–740.

Takahashi E. 1959. Studies on genera *Mallomonas*, *Synura*, and other plankton in fresh-water by electron microscope (1). Bull. Yamagata Univ. Agr. Sci. 3: 117–51.

高橋永治 1991. 黄色鞭毛虫目, 日本淡水動物プランクトン検索図説(水野寿彦, 高橋永治, 編), 東海大学出版会, 東京, pp. 430-458.