Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, no. 41 (2015), p. 19–29, 34 figs., 2 tables.
© 2015, Mizunami Fossil Museum

沼田湖成層（中部更新統，群馬県）から見出された珪藻群集

田中宏之*・南雲　保**

*前橋珪藻研究所，　〒 371-0823　群馬県前橋市川曲町 57-3
**日本歯科大学生命歯学部生物学，　〒 102-8159　東京都千代田区富士見 1-9-20

Diatoms from Numata Lacustrine Deposit, Middle Pleistocene, Gunma, Japan

Hiroyuki Tanaka*, and Tamotsu Nagumo**

*Maebashi Diatom Institute, 57-3 Kawamagari, Maebashi City, Gunma 371-0823, Japan
**Department of Biology, The Nippon Dental University, Fujimi 1-9-20, Chiyoda-ku, Tokyo 102-8159, Japan

Abstract

The Numata Lacustrine Deposit is a middle Pleistocene series consisting of three stages of Paleo-Numata Lake deposits, distributed around Numata City, northern Gunma Prefecture, Japan. In order to better understand the fossil freshwater diatoms of Pleistocene as well as the diatom flora of this deposit and the environment of Paleo-Numata Lake, diatoms from each of the three stages were investigated. One hundred and seventy taxa of 53 genera were found from seven samples taken from Yanagi-cho (horizon of Paleo-Numata Lake Ⅱ), Ogama-cho (Paleo-Numata Lake Ⅰ) and Tochikubo (Paleo-Numata Lake Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ) sites.

Taxa with more than 10% relative appearance frequencies from any of the samples were: *Cyclostephanos numataensis*, the most abundant at 71%; *Aulacoseira subarctica* at 19%; *Discostella stelligera* at 16%; *Fragilaria vauchriae* at 11% and *Pseudostaurosira brevistriata* at 11%. Paleo-Numata Lake Ⅰ, the lowest part of the deposit, yielded centric diatoms at 13–33% frequency and pennate diatoms at 67–87%. Paleo-Numata Lake Ⅱ, the middle part of the deposit, yielded centric diatoms at 61–73% and pennate diatoms at 27–39%. Paleo-Numata Lake Ⅲ, the uppermost part of the deposit, yielded centric diatoms at 4–73% and pennate diatoms at 27–96%. Among planktonic species, *Cyclostephanos numataensis* was most abundant in Paleo-Numata Lake Ⅱ and Ⅲ, suggesting a prolonged stable period in the two stages. Cold water species, *Didymosphenia geminata*, *Hannaea arcus* var. *recta* and *Pinnularia episcopalis* were found in an three lakes suggesting that the Numata Lacustrine Deposit was formed in a climate continuously colder than today.

Key words: fossil diatom, Numata Lacustrine Deposit, Gunma, Middle Pleistocene

1. はじめに

群馬県沼田市付近には沼田市街地を中心として広く湖成堆積物が分布している．この湖成堆積物は赤城火山の噴出物により古利根川がせき止められて形成された湖に堆積したもので，沼田湖成層と呼ばれ（新井，1962），大型植物遺体や花粉（新井，1969），貝（久保・川端，1995），珪藻（Tanaka and Nagumo，2000）化石の産出が知られている．大型植物遺体と花粉は寒冷な気候を示し，沼田湖成層はリス氷期の堆積と考えられている（久保･川端，1995）．珪藻については Tanaka and Nagumo（2000）により 1 種の新種が記載され，田中（2014）は 12 分類群の写真を示しているが，珪藻群集の詳細は報告されなかった．本研究では沼田湖成層から見出された珪藻化石を，光学顕微鏡（LM）と走査型電子顕微鏡（SEM）を使用して珪藻群集の分類学的研究を行ない，計 155 分類群を見出した．この群集は湖沼性珪藻の形態分類および生物地理的な研究に役立つと思われるので報告する．

2. 材料と方法

試料は 1992 年 11 月 11 日，沼田市柳町（薄根川左岸），大釜町（四釜川左岸），昭和村橡久保（とちくぼ）- A（通称：昭和中下の崖）の 3 ヶ所から，さらに 2013 年 4 月 14 日，昭和村橡久保（とちくぼ）- B から採取した

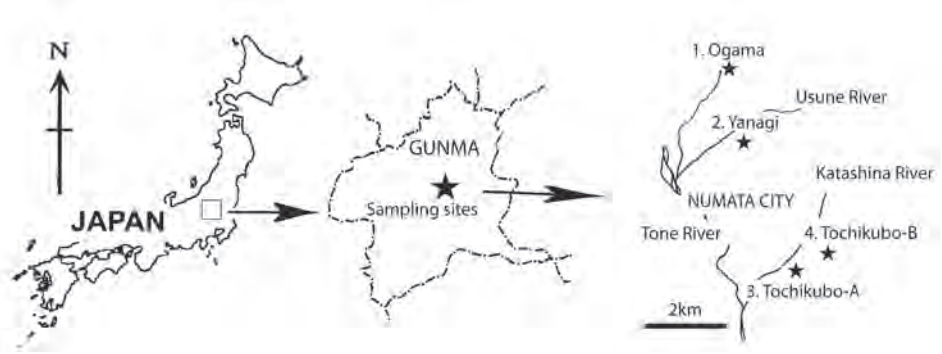


Fig. 1. Location of the sampling site, Numata City, Gunma Prefecture, Japan.
★ : Sampling site. 1: Ogama-cho, 2: Yanagi-cho, 3: Tochikubo A, 4: Tochikubo B.

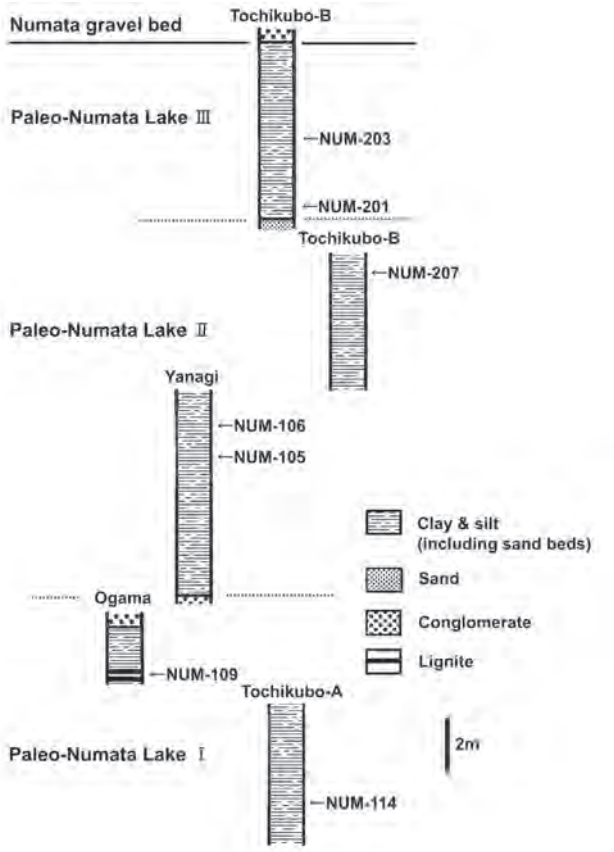


Fig. 2. Columnar sections of sampling sites showing relation of samples.

(Fig. 1). そのうち珪藻の産出が認められた 7 サンプルの珪藻化石群集について報告する（Table 1）．サンプルはすべて褐色～青灰色シルト（粘土）であり，NUM-105 と NUM-106 の間（約 1.2 メートル）には薄い軽石層が数枚存在した．

沼田湖成層と一括されている地層の層相観察によれば，安定した湖の時期が 3 回繰返されたと推定され（久保，1995），それぞれの湖は古いほうから古沼田湖Ⅰ～Ⅲと区分されている（久保・川端，1995）．本研究において採取したサンプルは，大釜町と橡久保 - A の露頭から採取した NUM-109 と NUM-114 が古沼田湖Ⅰに，柳町と橡久保 - B の露頭から採取した NUM-105，NUM-106 と NUM-207 が古沼田湖Ⅱに，橡久保 - B の露頭から採取した NUM-201 と NUM-201 が古沼田湖Ⅲに，それぞれ対比される（Fig. 2, Table 1）．

試料は乾燥の後，過酸化水素水により分解・漂白し，蒸留水で洗浄ののちプルーラックスで封じプレパラートを作製した． 光学顕微鏡（ニコン，アポフォト型）は 100 倍（開口数 1.4）の対物レンズを使用し，走査電子顕微鏡は日本歯科大学に設置されている電界放射型の HITACHI S-4000 を使用した．

3. 結果と考察

沼田湖成層から産出し同定された珪藻は 53 属 170 分類群（未同定は含まない）であった（Table 2）．その内訳は中心類 5 属（11 分類群），無縦溝羽状類 9 属（20 分類群），単縦溝羽状類 4 属（9 分類群），双縦溝羽状類 35 属（130 分類群）である．この 4 区分した分類群数と産出頻度は古沼田湖のⅠ，Ⅱ，Ⅲでは異なっており，古沼田湖Ⅰでは羽状類が多産し（検鏡した 2 試料では，それぞれ 55 および 82 分類群が出現，出現率 67, 87 %），中心類は少ない（2 試料とも 7 分類群，出現率 13, 33 %）．古沼田湖Ⅱでは中心類が多量に出現し（3 試料において 4–6 分類群，出現率 61–73 %），羽状類は少ない（21–68 分類群，出現率 27–39 %）．古沼田湖Ⅲでは中心類が多量に産出する層準もあるが，ほとんど産出しない層準も見られた．中心類（2 試料において，それぞれ 3 および 4 分類群，出現率 4, 73 %），羽状類（33, 52 分類群，出現率 27, 96 %）であった．

古沼田湖Ⅰ（NUM-105）及びⅢ（NUM-203）から見出された *Hannaea arcus* var. *arcus* は冷水に生育する種であり，Patrick and Reimer (1966) には冷水を好み，流水，山地から産すると記されている．およびこの変種（古沼田湖Ⅰ～Ⅲから産出）も清水を好むようである（原口ほか，1998）．出現頻度は小さいが

Table 1. List of samples.

Sample number	Sampling site	Sampling date	Stratigraphy
NUM-203 NUM-201	Showa Village, Tochikubo B	14 April, 2013	Paleo-Numata Lake deposit Ⅲ
NUM-207	Showa Village, Tochikubo B	14 April, 2013	Paleo-Numata Lake deposit Ⅱ
NUM-106 NUM-105	Numata City, Yanagi(-cho)	11 November, 1992	
NUM-109	Numata City, Ogama (-cho)	11 November, 1992	Paleo-Numata Lake deposit Ⅰ
NUM-114	Showa Village, Tochikubo A		

Table 2. Diatoms and their frequencies. (1/4)

＊ : less than 1 %.

Taxa	Frequencies (%)						
	Paleo-N. L. I		Paleo-N. L. II			Paleo-N. L. III	
Sample: NUM-	109	114	105	106	207	201	203
Centric diatoms							
Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen	2	3		＊	6		＊
A. crassipunctata Krammer	4						
A. distans var. *laevissima* Grunow	＊	1			1		
A. distans var. *nivalis* (W.Sm.) E.Y.Haw.	1		＊	＊			
A. pusilla (F.Meister) Tuji & Houki			2		6	2	＊
A. subarctica (O.Müll.) E.Y.Haw.	1	19					
A. valida (Grunow) Krammer	5	4					
Cyclostephanos numataensis H.Tanaka & Nagumo			55	55	49	71	3
Discostella stelligera (Cleve & Grunow) Houk & Klee		5	16	6	6		
Melosira varians C.Agardh	＊	1		＊		＊	1
Stephanodiscus minutulus (Kütz.) Cleve & Möller		＊		＊			
Araphid, pennate diatoms							
Asterionella sp.	＊	1	1				
Diatoma mesodon (Ehrenb.) Kütz.	2	3	1	＊	1	1	1
D. ehrenbergii Kütz.			2		1	1	
D. vulgaris Bory					1	＊	＊
Fragilaria crotonensis Kitton		1					
F. capitellata (Grunow) Petersen			＊	＊			
F. capucina Desm.							4
F. leptostauron (Ehrenb.) D.M.Williams & Round							2
F. perminata (Grunow) Lange-Bert.		3	＊	1			
F. vaucheriae (Kütz.) Petersen		2	＊	2	2		11
Fragilariforma virescens var. *exigua* (Grunow) Poulin	2				1		1
Hannaea arcus (Ehrenb.) Patrick var. *arcus*			＊				＊
H. arcus var. *hattoriana* (F.Meister) Ohtsuka	1	3	1	1			
H. arcus var. *recta* (Cleve) M.Idei	＊	2	2	1	4	1	9
Pseudostaurosira brevistriata (Grunow) D.M.Williams & Round	9	3		1	2	4	11
Staurosira construens Ehrenb.	2			1		1	
S. elliptica (Schum.) D.M.Williams & Round	2						
Synedrella parasitica (W.Sm.) Round & Maidana		＊		2	2		
Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.					1	1	＊
Ulnaria inaequalis (H.Kobayasi) M.Idei		1	1	＊	1		
U. ulna (Nitz.) Compère	＊	3	1		3	＊	＊
Monorapid, pennate diatoms							
Achnanthidium exiguum (Grunow) Czarn.	1	＊					
A. gracillimum (F.Meister) Mayama	＊	1	＊	＊			
A. japonicum (H.Kobayasi) H.Kobayasi	＊	＊		1	1	1	
A. minutissimum (Kütz.) Czarn.	2	＊	2	4			3
A. sp.		＊	＊	＊	＊		
Cocconeis placentula Ehrenb. var. *placentula*		5	＊	1			＊
C. placentula var. *euglypta* (Ehrenb.) Grunow		＊		1			
Karayevia clevei (Grunow) Bukhtiy.						1	
Planothidium lanceolatum (Bréb.) Lange-Bert.	2	6	＊	3			2
P. rostatum (Østrup.) Round & Bukhtiy.		1					
Birapid, pennate diatoms							
Amphipleura pellucida Kütz.			＊			1	5
Amphora copulata (Kütz.) Schoeman & Archibald		2			1	1	7
A. inariensis Krammer		＊	1	3			＊
A. normanii Rabenh.		＊					
Aneumastus tusculus (Ehrenb.) Mann & Stickle		＊					

Table 2. Diatoms and their frequencies. (2/4)

＊: less than 1 %.

Brachysira irawanae (Podz. & Håk.) Lange-Bert. & Podz.				＊			
B. neoexilis Lange-Bert.				＊			
Caloneis aerophila Bock			＊				
C. bacillum (Grunow) Cleve		＊	＊				
C. schroederii Hust.	1						
C. silicula (Ehrenb.) Cleve			＊				
Cavinula cocconeiformis (Greg.) D.G.Mann & Stickle	＊						
C. pusio (Cleve) Lange-Bert.	1		1				
Cymbella cesatii (Rabenh.) Grunow	1						
C. cistula (Hempr.) Kirchner		＊				＊	＊
C. gracilis (Rabenh.) Cleve	1						
C. peraspera Krammer	＊						
C. tumida (Bréb.) Van Heurck		1	＊				1
C. turgidula var. *nipponica* Skvortsov		4	2	3	1	1	2
Cymbopleura inaequalis (Ehrenb.) Krammer			＊				1
C. naviculiformis (Auerswald) Krammer	3						
Decussata placenta (Ehrenb.) Lange-Bert. & Metzeltin	1						
Denticula tenuis Kütz.	1						2
Diadesmis contenta (Grunow) D.G.Mann	1	2					1
D. contenta var. *biceps* (Arnott) Hamilton			＊	＊			
Didymosphenia geminata (Lyngbye) M.Schmidt	＊		＊			＊	＊
Diploneis elliptica (Kütz.) Cleve	1		1	＊		1	
D. finnica (Ehrenb.) Cleve						＊	
D. oculata (Bréb.) Cleve			1	2			1
D. ovalis (Hilse) Cleve	4					2	
D. pseudovalis Hust.			＊				
D. yatukaensis Horikawa & Okuno							＊
Encyonema lange-bertalotii Krammer	4	2	＊	＊			
E. latens (Krasske) D.G.Mann			＊				
E. lunatum (W.Sm.) Van Heurck	＊						
E. obscurum (Krasske) D.G.Mann							1
E. paucistriatum (A.Cleve) D.G.Mann	2						
E. ventricosum (Agardh) Grunow	＊	1	1			1	9
Encyonopsis minuta Krammer & E.Reichardt				＊	1		
Eunotia arcus Ehrenb.	＊						
E. pectinalis var. *minor* (Kütz.) Rabenh.	3	1					
E. praerupta Ehrenb.	2						＊
Frustulia rhomboides var. *crassinervia* (W.Sm.) Ross	＊						
F. rhomboides var. *saxonica* (Rabenh.) De Toni	1	＊					1
F. vulgaris (Thwaites) De Toni			1			＊	
Geissleria acceptata (Hust.) Lange-Bert. & Metzeltin			＊				
G. decussis (Østrup) Lange-Bert. & Metzeltin			＊				
G. ignota (Krasske) Lange-Bert. & Metzeltin	＊						
Gomphoneis olivaceoides (Hust.) Carter & Bailey	2	1	＊	＊	2		
Gomphonema acuminatum Ehrenb.			＊				
G. angustatum (Kütz.) Rabenh.			＊				
G. clevei var. *inaequilongum* H.Kobayasi				＊			
G. gracile Ehrenb.	1						
G. intricatum var. *pumilum* Grunow	2	2	＊				
G. parvulum (Kütz.) Grunow var. *parvulum*	3	＊	1			1	
G. parvulum var. *lagenulum* (Kütz.) Freng.	3		＊				
G. separatipunctatum H.Kobayasi	＊						
G. truncatum Ehrenb.			2				
G . sp.		1	＊				

Table 2. Diatoms and their frequencies. (3/4)

＊ : less than 1 %.

Gyrosigma scalproides (Rabenh.) Cleve	3	1	＊			1	
Hantzschia elongata (Hantz.) Grunow	＊						
H. amphioxys (Ehrenb.) Grunow	1					＊	＊
Hippodonta capitata (Ehrenb.) Lange-Bert. *et al.*				＊			
H. subcostulata (Hust.) Lange-Bert. *et al* .	＊						
Luticola mutica (Kütz.) D.G.Mann	＊						＊
L. ventricosa (Kütz.) D.G.Mann		＊					
Navicula capitatoradiata H.Germ.	1	＊	1	2			1
N. cryptocephala Kütz.			＊	＊			
N. digitulus Hust.	＊						
N. digma Hust.	＊						
N. gastrum (Ehrenb.) Kütz.	1						
N. hasta var. *gracilis* Skvortzow			1	1		＊	
N. integra (W.Sm.) Ralfs		＊					
N. laevissima Kütz.	＊				1		
N. medioconvexa Hust.	＊						
N. minuscula Grunow			＊			1	2
N. pseudolanceolata Lange-Bert.			1	2	1	2	2
N. radiosa Kütz.		＊		＊		2	2
N. seminulum var. *radiosa* Hust.		＊					
N. subarvensis Hust.		＊		＊			
N . spp.	6	2	1	＊			
Neidium affine var. *amphyrhynchus* (Ehrenb.) Cleve	1	1					
N. bisulcatum (Lagerst.) Cleve		1					
N. iridis (Ehrenb.) Cleve	＊					＊	
Nitzschia abbreviata Hust.			＊				
N. amphibia Grunow				＊			＊
N. dissipata (Kütz.) Grunow		＊	＊	1			1
N. parvula W.Sm.	＊						
N. fonticola Grunow	＊	1	＊	2			
N. kuetzingiana Hilse	1		＊	1			1
N. linearis W.Sm.		1		1			2
N. ignorata Krasske	＊						
N. oppugnata Hust.				＊			
N. palea (Kütz.) W.Sm.				＊			
N. radiosa Kütz.		＊	＊	＊			
N. rugosa Hust.				＊			
N. tabellaria (Grunow) Grunow		1					
N . spp.	＊	1		1	2	＊	
Pinnularia acrospheria Bréb.	2		＊				
P. borealis Ehrenb.						＊	1
P. episcopalis Cleve	＊						＊
P. gibba Ehrenb.						＊	
P. gigas Ehrenb.	＊						
P. macilenta Ehrenb.	＊						
P. major (Kütz.) Cleve	1						
P. makahara Sovereign	＊						
P. microstauron (Ehrenb.) Cleve	＊		＊		2		1
P. molaris Grunow	1						1
P. nodosa Ehrenb.							
P. pseudotabellaria H.Kobayasi	＊		＊			＊	
P. rupestris Hantzsch	＊						
P. stomatophora Grunow	1						
P. viridis (Nitzsch) Hust.	＊						＊

Table 2. Diatoms and their frequencies. (4/4)

P. spp.	2		＊	＊		
Placoneis eliginensis (Greg.) Cox	1	＊		1		
Reimeria sinuata (Greg.) Kociolek & Stoermer	＊	3	1	＊		3
Rhopalodia contorta Hust.	＊					1
R. gibba (Ehrenb.) O.Müll.	＊	＊	＊			1
R. gibberula (Ehrenb.) O.Müll.	1	1				＊
Sellaphora bacillum (Ehrenb.) D.G.Mann						1
S. pupula (Kütz.) Mereschk.	＊					
Stauroneis acuta var. *terryana* Cleve	＊					
S. anceps Ehrenb.	＊		＊			
S. obtusa Lagerst.		＊				
S. phoenicenteron Ehrenb.	2				＊	
S. smithii Grunow						1
Surirella angusta Kütz.		1			1	
S. capronii Bréb.				＊		
S. linearis W.Sm.				＊		
S. ovata var. *pinnata* (W.Sm.) Van Heurck			＊			
S. robusta Ehrenb.	1				1	1 ＊
S. tenera Greg.	＊					
Tryblionella littoralis (Grunow) D.G.Mann		＊		＊		
T. victoriae Grunow			＊			

＊: less than 1%.

大形の *Didymosphenia geminata*（古沼田湖Ⅰ～Ⅲから産出）は冷水に生育する種であり，日本では北海道からのみ産出している（辻，2011）．大形の *Pinnularia episcopalis*（古沼田湖Ⅰから産出）は原産地がスウェーデンで，貧栄養の山地の水域から産すると記されており (Krammer, 2000)，沼田湖成層分布地より冷涼な地域で生育する種と思われる．沼田湖成層から新種記載された *Cyclostephanos numataensis* は，熊本県の芳野層（中部更新統）から confer としてではあるが見出されている（田中・北林，2011）．芳野層については，打越山ほか（2006）による珪藻化石と花粉化石を用いた古環境解析の研究があり，これによると芳野層を堆積した湖の時代には寒冷な時期と温暖な時期の両方が存在するが *C. numataensis* と見なせる打越山ほか（2006）の *Stephanodiscus* sp. が多産しているのは上位の冷温帯である．すなわち，産出する珪藻には現在の沼田地域に存在する水域よりも冷水を好む，あるいは冷水域に生育する種が含まれており，珪藻も大型植物遺体と花粉が現在よりも寒冷な気候を示していることと調和している．

次に古沼田湖の 3 区分にしたがって水域の特徴を述べる．

古沼田湖Ⅰ：珪藻の産出は少なく，採取 8 試料のうち 2 試料のみ珪藻を見出すことができた．一般に中心類珪藻は止水域に生育する種が多く，羽状類は流水域が多いが，中心類の出現頻度は 13–33％で他の時期よりも少ない．

沼田湖成層分布域から約 80 km 北東方向に所在する安定した湖であった塩原湖成層（下部更新統）は，沼田湖成層より分布範囲は狭いが含まれる珪藻化石が詳細に研究されている（阿久津，1960）．この研究によれば塩原湖成層は白色ラミナと灰色ラミナから構成され，白色ラミナでは中心類珪藻の *Stephanodiscus* 属の出現が 90–95％を占め，灰色ラミナにおいても 40–70％である．これに比較すると古沼田湖Ⅰでは中心類の出現が明らかに少なく，*Stephanodiscus* 属は 0–1％未満の産出であり，次の古沼田湖Ⅱより不安定な水域であったことが示唆される．

古沼田湖Ⅱ：湖成層の分布から，湖の大きさは古沼田湖Ⅰ～Ⅲの中で最大で，直径が約 15 km に達する大きな湖であったと推測されている（久保・川端，1995）．中心類珪藻の出現頻度は 61–73％であった．一般に中心類の中では円盤形の種類は，さまざまな水深の止水域から見出され，円筒形の種類は，止水域からも流水域からも見出されている．古沼田湖Ⅱでは円盤形の出現頻度が 55–71％であり，その中では *Cyclostephanos numataensis* が 49–55％で多産している．本種は絶滅種なので生態性は不明であるが，*Cyclostephanos* 属は *Stephanodiscus* 属に類似した止水域に出現する浮遊性種なので，安定した湖の存在が推定される．

古沼田湖Ⅲ：中心類の出現頻度は 3–73％である．*Cyclostephanos numataensis* は出現頻度が 2–71％で大きく変化する．多産する層準は安定した湖が推定できるが，少ない層準は流入河川の影響，湖の不安定化等が考えられる．

4. 特徴種・多産種について

本研究において，53 属 170 分類群が同定された．その一部については光学顕微鏡写真（LM）あるいは走査電子顕微鏡写真（SEM）を Figs. 3–38 に示した．以下に多産した種類，水域の環境を推定する上で重要な分類群について述べる．

中心類

***Aulacoseira subarctica* (O.Müll.) E.Y.Haw. (Fig. 16)**

殻は細長い円筒状で，NUM-114 産出の分類群は，殻長（えりを含む）7.5–13.5 µm，殻幅 5–9 µm，殻套の点紋列（10 µm に 16–18 本）は右回りにカーブする．

中部更新統の中之条湖成層（群馬県）は，現在と同じかやや寒冷な気候の堆積物と考えられている（高橋・早川，1995）．本種は中之条湖成層の一部の層準から多量に産する（田中・小林，

1992a)，完新世では水月湖底堆積物 (Tanimura *et al*., 2006)，現生では阿寒湖（河島・小林，1993)，琵琶湖（Tuji and Houki，2000）から報告がある．

出現頻度：NUM-109(1%), 114(19%).

***Cyclostephanos numataensis* H.Tanaka and Nagumo (Figs. 3–8)**

殻は円形で殻面は同心円状に 2 重に波打ち，殻中心から点紋が束線状で殻縁へ向かうが，中心ではしばしば点紋が少なくなる．殻径 5.5–24.5 µm，束線は殻縁で 10 µm に 9–11 本である．本種は Tanaka and Nagumo (2000) において古沼田湖Ⅱの NUM-105 をタイプ試料として新種記載された種類であり，種小名は沼田に因んで名付けられた (Tanaka and Nagumo，2000)．他地域では，芳野層（中部更新統・熊本県）から *C.* cf. *numateansis* として産出の報告がある（田中・北林，2011)．

化石種であり環境適応性は明らかではないが，古沼田湖が現在よりも寒冷な気候下に存在していたと推定されることから，本種は冷水に生育する種の可能性が強い．

出現頻度：NUM-105（55 %), 106 (55% 未満)，201 (716), 203 (3%), 207 (49%).

***Discostella stelligera* (Cleve & Grunow) Houk & Klee (Figs. 9–14)**

殻は円形，中央部は凸または凹状で星型模様がある．縁辺部は放射状に条線が分布するが，中央の星型模様と条線の間は円周状に無紋域がある．殻径 6.5–16 µm，条線は殻縁で 10 µm に 12–16 本存在する．

各地の地層から産出するが，沼田湖成層の約 18km 西方に分布する中之条湖成層（中部更新統）からも頻度は小さいが産出しており（田中・小林，1992a)，芳野層では 2 個のサンプルから 80% 台の頻度で産出している（田中・北林，2011)．現生種としても北海道（阿寒湖：河島・小林，1993）から九州（池田湖：Skvortzow, 1937）まで広い範囲から見出され，尾瀬沼からも出現頻度 3–9% 以下の頻度で，いくつかのサンプルから見出されている（田中･中島, 1983)．流水に対する適応性は真止水性である（原口ほか，1998)．

出現頻度：NUM-105 (16 %), 106 (6 %), 114 (5%)，207 (6%).

***Hannaea arcus* (Ehrenb.) Patrick var. *arcus* (Figs. 21–24)**

殻は腹側へ向かってくの字形に曲る。腹側の中心部分は条線を欠き，外側へ向かって膨れる．殻長 39–75 µm，殻幅 6–7 µm，条線は 10 µm に約 14 本であった．

本基本種は化石としては報告が見当たらないが，現生では北海道から産出し（知床半島の河川から約 70%の出現頻度で見出した報告もある，Lobo *et al*. (1995))，樺太からも見出されている（Okuno, 1952)．しかし本州中部以北では稀である（原口ほか，1998)．冷水を好む種類と思われる．本湖成層からは他に 2 変種が産出している．このうち var. *recta* は利根川源流域から見出されており（田中ほか，1977，中島ほか，1978）場所によっては多産している．および群馬県南部の神流川上流域で多くの地点から見出され，多産しているところが多い（田中，1983)．

出現頻度：NUM-105 (2 % 未満)，203 (1 % 未満).

***Cymbella turgidula* var. *nipponica* Skvortsov (Figs. 37 & 38)**

殻は左右非対称で腹側に曲がり，三日月形を呈する．殻長 35–43 µm，殻幅 10–12 µm，条線は 10 µm に 9–12 本である．基本種に同定できると思われる個体も見出したが, 産出がわずかなこと，var. *nipponica* から形態が連続し区分が難しいことから本変種に含めた．

本変種は琵琶湖から Skvortszov (1936) によって新記載されたが，特に流水域に多く出現する傾向がある（小藤ら，2004)．化石では奄芸層群から報告があり（根来・後藤，1981)，基本種は群馬県安中市東部に分布する野殿層から中島・南雲 (1999）によって，頻度は小さいが見出されている．現生では各地から報告があり，渡辺ほか (2005）は日本の流水域で普通に見られると記している．

出現頻度：NUM-105 (2 %), 106 (3 %), 114 (4 %), 201 (1 %), 203 (2 %), 207 (2 %).

***Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M.Schmidt (Figs. 31–34)**

殻は大形で，中央部と頭部が丸くふくらんだ特徴のある形をしている．殻長 82–126 µm，殻幅 28–42 µm，条線は中央で 10 µm に 8–10 本で，中央から足部にかけては放射状，足端では平行になる，頭部ではほぼ平行に近くなる．条線を構成する点紋は 10 µm に 10–12 個．遊離点は中心域の片側に (1)2–3 個所在する．本種は日本において Okuno (1952) により種名のみの産出記録があるが，図あるいは解説文が添えられている産出報告は化石としては今回が初めてである．現生では前述のように日本では北海道からのみ見出されており（辻，2011)，冷水を好む種 (Patrick and Reimer, 1975) である．沼田湖成層が現在よりも寒冷な気候の時期に存在したことを指示する種である．大形のために産出頻度は小さいが本湖成層を特徴づける種の一つと思われる．

出現頻度:NUM-105（1 % 未満), 109（1 % 未満), 201（1 % 未満), 203（1% 未満)．

***Pinnularia episcopalis* Cleve (Figs. 35 & 36)**

殻は大形で，両殻縁は平行であるが中央ではわずか膨らむ．軸域は広くほぼ同じ幅で中心域から極域まで続く．中心域は横に広く殻縁に達する．軸域と条線域の境は小さな凹みがあり中心域では条線域間をつなぐ点紋として観察できる．殻長 162–275 µm，殻幅 33–45 µm, 条線は中央では放射状, 両殻端では反放射になり，その密度は 10 µm に 6–7 本である．縦溝の中心末端は LM では両側へ二叉するが (Fig. 35)，SEM による外側表面の観察では片方のみの方向へ曲る．内側は珪酸質の壁に覆われて中心末端が観察できないが，殻の内部で分岐しているものと考えられる．大形のために産出頻度は小さいが本湖成層を特徴づける種の一つと思われる．

本種のタイプ地はスウェーデンの湖であるが Krammer (2000) は広く分布し化石から多く産し，貧栄養の山地の湖沼から産するとしている．日本からの産出は初めてである．

出現頻度：NUM-109（1%未満)，203（1 % 未満)．

謝辞

沼田湖成層の情報提供・試料採取にご協力いただいた久保誠二氏，および多くの適切なコメントを戴いた査読者の齋藤めぐみ博士（国立科学博物館）に深く感謝いたします．

引用文献

阿久津純．1960. 塩原層群，宮島層の含珪藻薄層理泥岩について．東北大学理科報告，2nd シリーズ（地質学)，特別号 4: 544–554, pls 42–43.

新井房夫. 1962. 関東盆地北西部地域の第四紀編年. 群馬大学紀要, 自然科学編 10(4) : 1–79.

新井房夫．1969. 北関東の第四系．In 第四紀総合研究会（編），地団研専報「日本の第四系」第 15 号，161–171，地学団体研究会，東京.

原口和夫・三友清史・小林弘．1998. 埼玉の藻類，珪藻類．In 伊藤洋（編）1998 年版埼玉県植物誌，527–600，埼玉県教育委員会，埼玉県.

河島綾子・小林弘．1993. 阿寒湖の珪藻（1. 中心類）．自然環境科学研究 6: 41–58.

小藤美樹・長田敬五・南雲保．2004. 徳島県那賀川の珪藻類．日本歯科大学紀要（一般教育系）33: 73–80.

Krammer, K. 2000. The genus *Pinnularia*. In Lange-Bertalot, H. (ed.). Diatoms of Europe 1, 703 p., A. R. G. Gantner, Ruggell.

久保誠二. 1995. 群馬県沼田湖成層に見られる堆積サイクルと形成機構. In 日本地質学会第 102 年学術大会講演要旨, 107, 日本地質学会, 東京.

久保誠二・川端経男．1995. I 地形・地質．In 沼田市（編），沼田市史自然編，1–158. 朝日印刷，前橋.

Lobo, E. A., Tanaka, J., and Nagumo, T. 1995. Diatoms from Okkabake River, Shiretoko Peninsula, Hokkaido, Japan. Bulletin of the Nippon Dental University, General Education 24: 191–205.

中島啓治・田中宏之・吉田武雄・服部幸雄．1978. 奥利根地域の珪藻類．In 群馬県林務部自然保護対策室（編），奥利根地域学術調査報告書 (Ⅲ)，146–164，群馬県，前橋.

中島啓治・南雲保．1999. 群馬県安中市野殿に分布する中期更新世野殿層の珪藻．群馬県立自然史博物館研究報告 3: 25–36.

根来健一郎・後藤敏一．1981. 奄芸層群の化石珪藻（第 1 報）．瑞浪市化石博物館研究報告 8: 77–103, pls 17–36.

Okuno, H. 1952. Atlas of Fossil Diatoms from Japanese Diatomite Deposits. 51 p. 29 pls. Botanical Institute, Faculty of Textile Fibers, Kyoto University of Industrial Arts and Textile Fibers, Kyoto.

Patrick, R., and Reimer, C. W. 1966. The diatom of the United States 1. 688 p. Monograph of The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, no. 13.

Patrick, R., and Reimer, C. W. 1975. *The* diatom of the United States 2. 213 p. Monograph of The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, no. 13.

Skvortzow, B. W. 1936. Diatoms from Biwa Lake, Honshu Island, Nippon. Philippine Jour. Science 61: 253–296，8 pls.

Skvortzow, B. W. 1937. Diatoms from Ikeda Lake, Satsuma Province Kiusiu Island, Nippon. Philippine Jour. Science 62: 191–218. 4pls.

高橋誠・早川由紀夫．1995. 群馬県中之条湖成層に産する大型植物遺体. 群馬大学教育学部紀要自然科学編 43: 71–86.

田中宏之．2014. 日本淡水化石珪藻図説．602 p. 内田老鶴圃，東京.

Tanaka, H., and Nagumo, T. 2000. *Cyclostephanos numataensis* sp. nov., a new Pleistocene diatom from Central Japan. Diatom 16: 19‑25.

田中宏之．1983．奥多野地域の珪藻類．In 群馬県林務部自然保護対策室（編）, 奥多野地域学術調査報告書 (Ⅲ), 70‑89, 群馬県, 前橋.

田中宏之・吉田武雄・中島啓治．1977. 奥利根地域の珪藻類．In 群馬県林務部自然保護対策室（編），群馬県奥利根地域学術調査報告書（Ⅱ），114–135，群馬県，前橋.

田中宏之・中島敬治．1983．尾瀬沼の珪藻 — 二ツ岳降下軽石層以降の珪藻群集 —．群馬県立歴史博物館紀要 4 : 1–28.

田中宏之・小林　弘．1992a. 群馬県，中之条上部湖成層（中期更新世）の珪藻．群馬県立歴史博物館紀要 13 : 17‑38.

田中宏之･小林　弘. 1992b. 前期更新世湖沼性堆積物小野上累層の珪藻. Diatom 10: 75–86.

田中宏之・北林栄一．2011. 芳野層（中部更新統，熊本県）から見出された淡水生中心類珪藻．Diatom 27: 52–57.

Tanimura, Y., Kato, M., Fukusawa, H., Mayama, S., and Yokoyama, K. 2006. Cytoplasmic masses preserved in Early Holocene diatoms: a possible taphonomic process and its paleo-ecological implications. Journal of Phycology 42: 270–279.

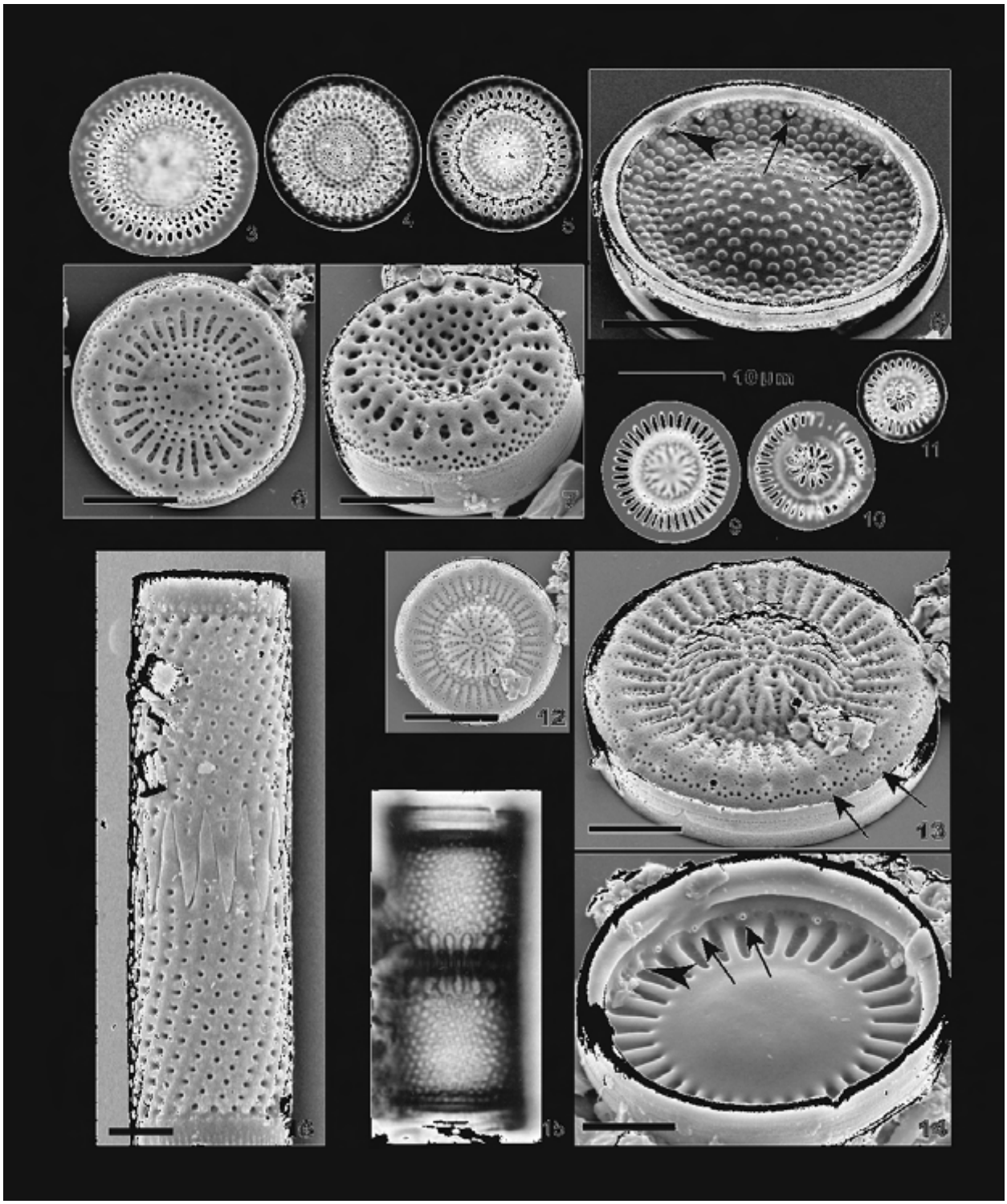
辻　彰洋．2011. 日本における *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) Mart. Schmidt の出現について．Diatom 27: 65–68.

Tuji, A., and Houki, A. 2004. Taxonomy, Ultrastructure, and biogeography of the *Aulacoseira subarctica* species complex. Bulletin of the National Science Museum, Series B (Botany) 30: 35–54.

打越山詩子・長谷義隆・岩内明子．2006．湖成層の珪藻化石群集を用いた水域古環境解析 — その 2 熊本県熊本市西部金峰山地域芳野層（中部更新統）．熊本大学理学部紀要（地球科学）18: 57–67.

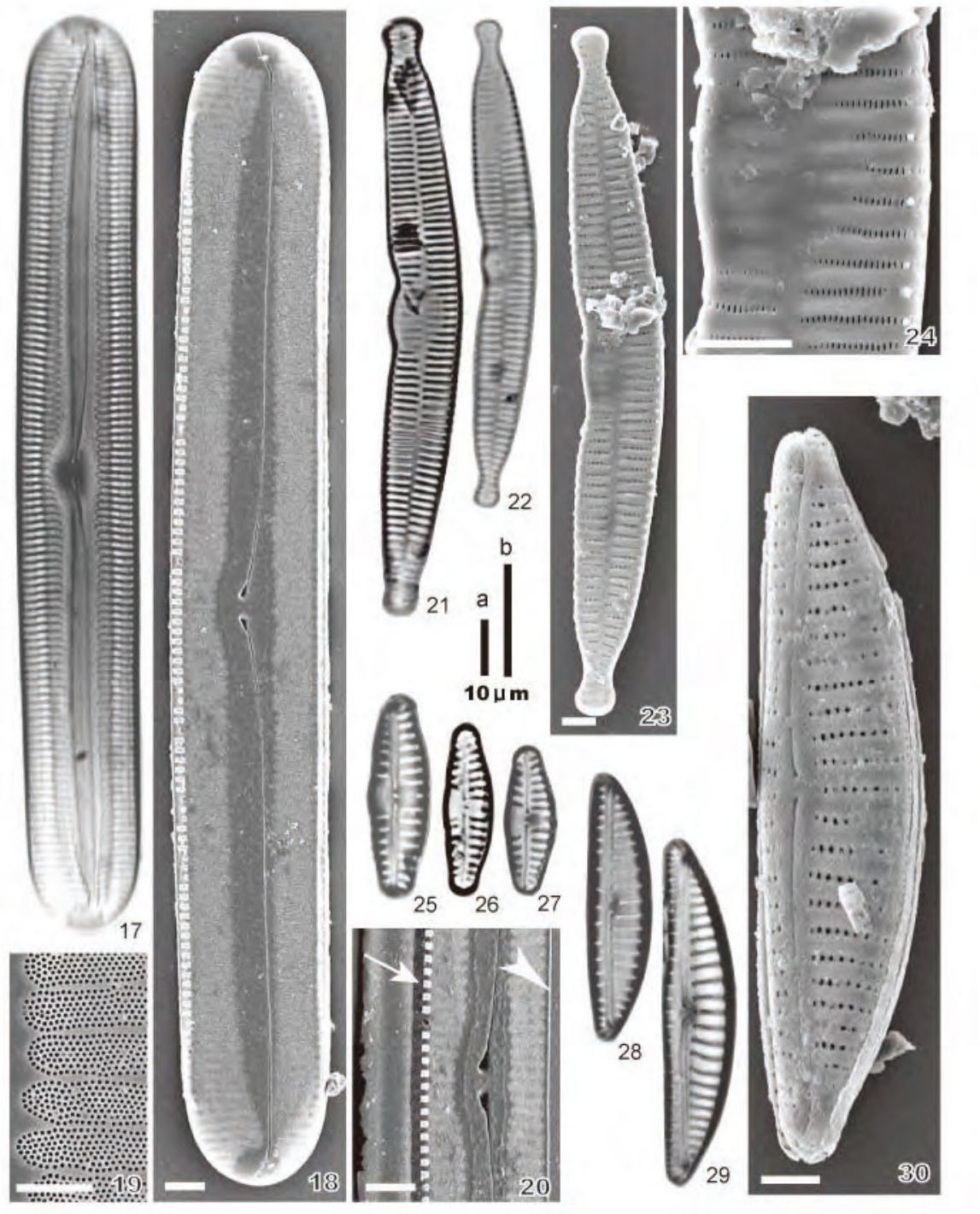
渡辺仁治・浅井一視・大塚泰介・辻　彰洋・伯耆晶子．2005. 淡水珪藻生態図鑑．666 p. 内田老鶴圃．東京.

Manuscript accepted on October 15, 2014



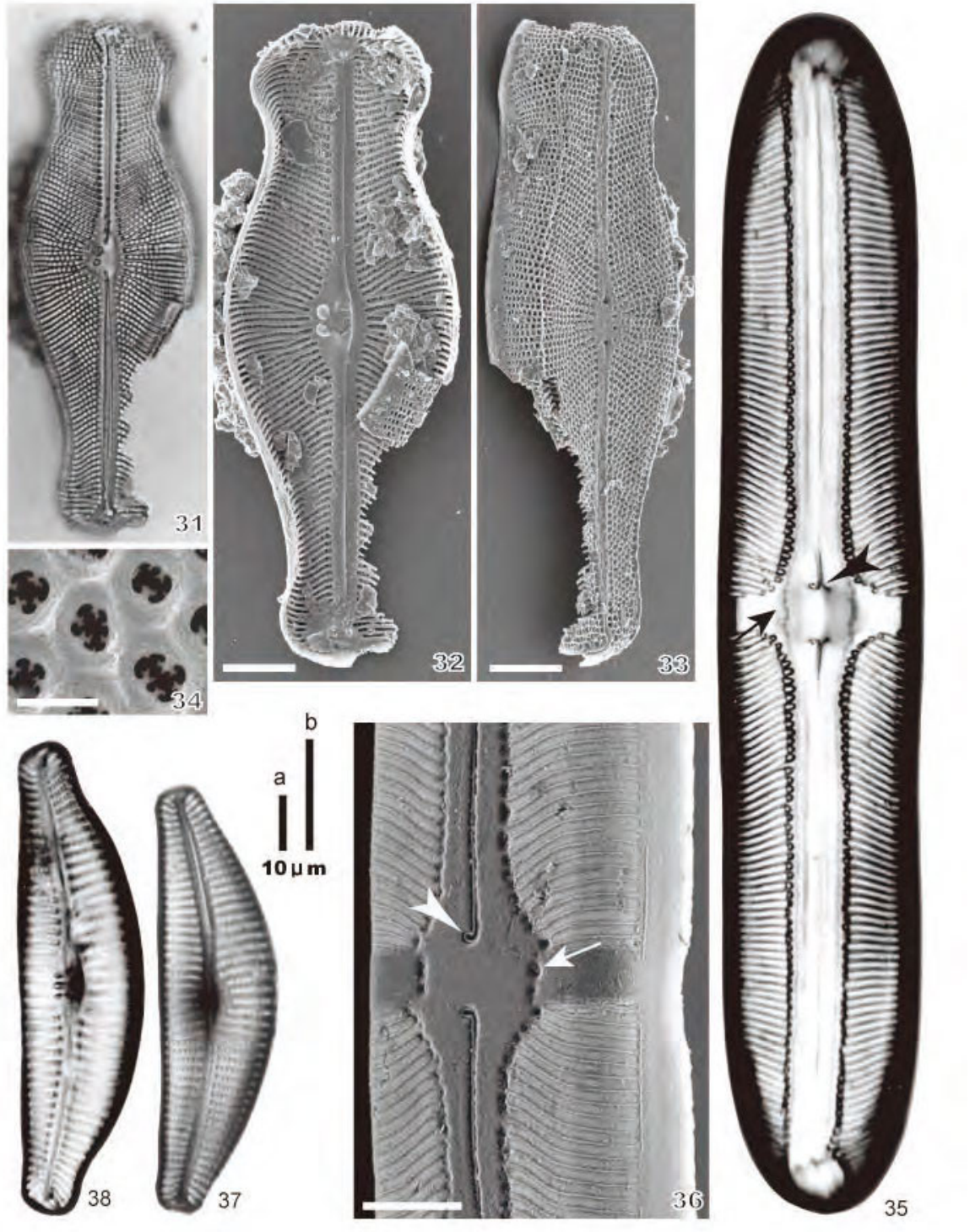
Figs. 3–8. *Cyclostephanos numataensis*. **Figs. 3–5.** Valve views, LM, figs. 4 and 5, **s**ame valve different focal planes. **Fig. 6.** External whole view of convex valve, SEM. **Fig. 7.** External oblique view of concave valve, SEM. **Fig. 8**. Internal oblique view of whole valve: mantle fultoportulae (arrows), rimoportula (arrowhead), SEM. **Figs. 9–14.** *Discostella stelligera*. **Figs. 9–11**. Valve views, LM. **Fig. 12.** External whole view of convex valve, SEM. **Fig. 13.** Oblique view of Fig. 12: opening of mantle fultoportulae (arrows), SEM. **Fig. 14.** Internal oblique view of concave valve: mantle fultoportulae (arrows), rimoportula (arrowhead), SEM. **Fig. 15.** *Aulacoseira valida*, LM. **Fig. 16.** *A. subarctica.* Girdle view of sibling valves, SEM.

Fig. 12, scale bar = 5 µm; Figs. 6–8, 13 and 14, 16**,** scale bars = 2 µm.



Figs. 17–20. *Pinnularia macilenta*, same valve LM and SEM photographs. **Fig. 17**. Valve view, LM. **Fig. 18**. External whole valve view, SEM. **Fig. 19.** Enlarged view of part of areolae rows of Fig. 18, SEM. **Fig. 20.** Oblique view of part of Fig. 18 showing valve face mantle junction: short spines (arrow) and ridge (arrowhead), SEM. **Figs. 21–24.** *Ceratoneis arcus*. **Figs 21 and 22**. Valve views, LM. **Fig. 23.** External view of whole valve, SEM. **Fig. 24.** Enlarged view of central part of Fig. 23, SEM. **Figs. 25–27.** *Reimeria sinuata*, valve views of three different size valves, LM. **Figs. 28–30.** *Cymbella obtusa*. **Figs. 28 and 29**. Valve views, LM. **Fig. 30**. External view of whole valve, SEM.

Scale bar a to Fig. 17; scale bar b to 21 and 22, 25–29. Figs. 18, 20, scale bars = 5 µm; Figs. 19, 23 and 24, 30, scale bars = 2 µm.



Figs. 31–34. *Didymosphenia geminata*, same valve LM and SEM photographs. **Fig. 31**. Valve view, LM. **Fig. 32**. Internal view of valve, SEM. **Fig. 33.** External oblique view of valve, SEM. **Fig. 34**. Detailed view of external areolae openings of Fig. 33, SEM. **Figs. 35** and **36.** *Pinnularia excopalis*. **Fig. 35**. Valve view, LM. **Fig. 36.** External oblique view of valve center showing central area: holes (arrow) and ending of raphe fissure (arrowhead), SEM. **Figs. 37 and 38.** *Cymbella turgidula* var. *nipponica*, valve views, LM.

Scale bar a to Figs. 34 and 35; scale bar b to 37 and 38. Figs. 32 and 33, 36**,** scale bars = 10 µm; Fig. 34, scale bar = 1 µm.