論文-Article

新潟県津川地域音無川ルートに分布する 中部〜上部中新統野村層の珪藻化石層序

柳沢幸夫^{1,*}·平中宏典²·黒川勝己³

Yukio Yanagisawa, Hironori Hiranaka and Katsuki Kurokawa (2010) Diatom biostratigraphy of the middle to upper Miocene Nomura Formation in the Otonashigawa section, Tsugawa area, Niigata Prefecture, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 61 (5/6), p. 147-160, 7 figs, 1 table, 1 plate.

Abstract: The middle to upper Miocene diatom biostratigraphy has been established for the Nomura Formation exposed along the Otonashigawa River in the Tsugawa area, Niigata Prefecture, Japan. Neogene North Pacific diatom zones NPD5B through NPD6A are recognized in the Nomura Formation. Sediment accumulation curve contructed by diatom biochronology indicates that the sedimentation rate remarkably decreased to 0.3-0.15 meters per 1000 years around the base of the Nomura Formation. The last occurrence of *Denticulopsis dimorpha* var. *areolata* was recognized between the diatom biohorizons D59 (93 Ma) and D60 (9.2 Ma), and this event can potentially serve as a stratigraphic marker to improve the resolution of late Miocene diatom biostratigraphy. A mass occurrence of *Goniothecium rogersii* has been found in the lower part of zone NPD 5D between the horizons D56 and D58 where the species composes over 20 % of the total diatom assemblages. This event consists of four peaks of the abundance and persisted from 9.75Ma to 9.45Ma. The event has been recognized widely in several stratigraphic sections of the northern part of the Neogene Niigata sedimentary basin.

Keywords: diatom biostratigraphy, Miocene, Neogene, Nomura Formation, Tsugawa, Niigata, Japan

要 旨

新潟県津川地域の音無川ルートに分布する中部〜上 部中新統の野村層の珪藻化石層序を検討した.音無 川セクションの野村層ではNPD5B帯からNPD6A帯 までの珪藻化石帯が確認された.珪藻化石生層準の 年代を基に作成した堆積速度曲線から,野村層の基底 付近では極端に堆積速度が落ちていたことが推定され た.また,NPD5D帯最上部に認められる Denticulopsis dimorpha var. areolataの終産出層準は,年代決定及び 地層対比に有効な新たな生層準になりうる可能性があ ることが判明した.更に,NPD5D帯下部(9.75Ma~ 9.45Ma)に Goniothecium rogersii が異常に多産する区 間が見出された.このイベントは新潟堆積盆北部で広 く確認され,珪藻群集中で G. rogersii が卓越する特異 な海洋環境が広がっていたことを示唆する.

1. はじめに

日本のテフラ層序は,第四紀〜鮮新世区間では十分 にデータが蓄積され,地層の広域対比や年代決定に威 力を発揮している(里口ほか,1999;黒川,1999など). しかし,中新世については,新潟県内の中新統などで テフラ層の記載と対比が進みつつあるものの,データ の整備は極めて不十分である(平中ほか,2002,2004, 2007a など).

そこで,筆者らは,中新世広域テフラ層序の基礎と なる地域テフラ層序データを整備することを目的に, 新潟県東蒲原郡阿賀町の旧津川町地域(以下津川地 域;第1図)に分布する中部〜上部中新統野村層のテ フラ層序と珪藻化石層序の検討を継続的に行ってきた (黒川・大海,2000;平中ほか,2002,2007a,2007b, 2009;柳沢ほか,2003a).前報(平中ほか,2007a) では,品沢川(第1図)の野村層に挟在するすべての テフラ層と珪藻化石層序を詳細に記載した.引き続い

²新潟大学教育学部地学教室(Department of Earth Science, Faculty of Education, Niigata University, 8050 Ikarashi Ninocho, Nishiku, Niigata, 950-2181, Japan)

¹地質情報研究部門(AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)

³新潟市西区内野山手2-5-22(5-22 Uchinoyamate 2 chome, Nishiku, Niigata, 950-2113, Japan)

^{*} Corresponding autor: Y. YANAGISAWA, Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: y.yanagisawa@aist.go.jp



第1図 津川地域の位置図.国土地理院発行5万分の1地 形図「津川」と「御神楽岳」を使用.

Fig. 1 Map showing the Tsugawa area, Niigata Prefecture. Geographic maps are "Tsugawa" and "Mikaguradake" (1/50,000 in scale) by Geographical Survey of Japan.

てこの研究では、品沢川の南方約2kmに位置する音無 川(第1図)に分布する野村層のテフラ層の年代を明 らかにするために珪藻化石層序を検討した.この層序 セクションの野村層には、品沢川セクションでは見ら れない広域分布テフラ層が挟在しているので(平中ほ か、2009)、このセクションのテフラ層の年代を明ら かにすることは、中新世のテフラ年代層序に確立する ために重要である.

本セクションの珪藻化石層序の概要は,既に平中ほ か(2009)で報告しているので,ここでは珪藻群集の 詳細を記載するとともに,この研究の中で明らかになっ てきた珪藻 Goniothecium rogersii の多産イベントの重要 性とその地理的広がりについても触れる.なお,音無 川セクションのテフラ層の詳細な岩石学記載は別報(平 中ほか,準備中)で行う予定である.

2. 地質概説

小林・立石 (1992) によれば、津川地域の中新統は、 下位より津川層, 天満層, 野村層及び常浪層からなる (第 2 図).

津川層は先第三系のチャート・頁岩及び砂岩からな る基盤岩を不整合に覆う変質した火砕岩を特徴とする 地層である.本層は、八木山砂岩礫岩部層、宝川砂岩 泥岩部層及び福取緑色凝灰岩部層の3部層に分けられ る(津川グリーンタフ団体研究グループ、1979).

天満層は津川層を整合に覆い、品沢川砂岩泥岩部層, 東小出川玄武岩部層及び花立凝灰岩部層からなる.こ のうち、品沢川砂岩泥岩部層は下部が明灰色泥岩,上 部は暗灰色の珪質泥岩からなり、その境界に海緑石が 密集した海緑石層が発達する.また、花立凝灰岩部層 は流紋岩質のパミス質ハイアロクラスタイト・火砕岩 からなる(黒川・大海,2000).



第2図 津川地域の新第三系の層序(小林・立石, 1992 に よる). 平中ほか(2007a)を一部修正.

Fig. 2 Stratigraphy of the Neogene sequence in the Tsugawa area (Kobayashi and Tateishi, 1992), after Hiranaka et al. (2007a), revised in part.

野村層は天満層を整合に覆う塊状の珪藻質泥岩で, 多数のテフラ層を挟む.このうち,品沢川奥テフラ層 (Sng),音無川含黒雲母テフラ層 (Otbt),品沢川上流 テフラ層 (Stm),天満沢川含高温型石英ガラス質テフ ラ層 (Tmhq)及び品沢川ガラス質粗粒テフラ層 (Snsg) は新潟堆積盆内で広域に分布するテフラ層である(黒 川・大海,2000;平中ほか,2002,2004,2009).

常浪層は野村層から整合漸移し,砂質泥岩,砂岩及 び礫岩からなる.

3. 調査セクション・試料及び方法

音無川は阿賀野川支流の常浪川に東側から注ぐ支流 で、津川市街地の南東約3.5km に位置する(第1図)。 音無川の右岸(北側)の林道沿い(第3図)では、地 層は走向が北北東 - 南南西ないし北東 - 南西方向で, 西に緩く(6-12°)傾斜しており、天満層の花立凝灰岩 部層から野村層下部がほぼ連続的に露出する.花立凝 灰岩部層の上限付近には音無川豆石 (Otps) テフラ層 が挟在する(第4図).野村層最下部は,層厚2mのバ イオターベーションの著しい塊状の凝灰質細粒砂岩か らなり、下位の花立凝灰岩部層との境界は生痕化石に より乱されている.野村層は塊状珪藻質泥岩を主体と するが、野村層の基底から18.0~20.5m、28.5~53.0m 及び 55.6~56.4m の区間は砂質泥岩からなり、岩相が やや粗い. また、この区間には生痕化石 Teichichnus が 特徴的に発達する.テフラ層は、下位より Ot040 から Ot210 まで 31 層が確認できる.

珪藻化石試料は平均 1-2m 間隔で採取し,合計 63 試 料(Otd 01~63)を分析した. 試料の処理と珪藻の分 析・計数方法は柳沢(1999a) に従った. 珪藻化石帯 区分と生層準は Akiba (1986) と Yanagisawa and Akiba (1998) の NPD と D コードを用いるが, 珪藻年代は Watanabe and Yanagisawa (2005)を用いて一部修正し ている. 古地磁気年代層序は最近新たな古地磁気年代 層序(Gradstein *et al.*, 2004) が公表されたが, 新第三紀 についてはまだ評価が定まっていない部分があるので, ここでは従来の Cande and Kent (1995) 及び Berggren *et al.* (1995)を暫定的に使用する.

4. 珪藻化石層序

珪藻化石分析の結果を第1表に示す.また,珪藻化 石帯区分と珪藻生層準を第5図にまとめた.

音無川セクションでは、Akiba (1986) 及び Yanagisawa and Akiba (1998)の北太平洋新第三紀珪 藻化石帯区分のうち、後期中新世の化石帯を定義する 指標種の Denticulopsis praedimorpha var. praedimorpha, D. simonsenii, D. vulgaris, D. dimorpha var. dimorpha, D. dimorpha var. areolata, D. praekatayamae, D. katayamae, Thalassiosira temperei が産出した. これらの指標種の産 出により、下位より珪藻化石帯 NPD5B帯 (Denticulopsis praedimorpha帯), NPD5C帯 (Thalassiosira yabei帯), NPD5D帯 (Denticulopsis dimorpha帯),及び NPD6A 帯 (Denticulopsis katayamae 帯)が認定された(第5図). ただし、最下部の試料 Otd 01 は化石帯指標種が欠如し、 化石帯の認定はできない.

基準生層準としては、下位よりD55 (D. praedimorphaの終産出, 11.4Ma), D56 (D. dimorpha var. dimorphaの初産出, 10.0Ma), D57 (D. praekatayamae





Fig. 3 Route map of the Otonashigawa stratigraphic section, Tsugawa area.



第4図 音無川セクションの地質柱状図.



の初産出, 9.5Ma), D58 (*D. dimorpha* var. *areolata* の初 産出, 9.4Ma), D59 (*D. katayamae* の初産出, 9.3Ma), D60 (*D. dimorpha* の終産出, 9.2Ma) が認められた. また, 年代が 10.1Ma と見積もられている *Thalassiosira temperei* の初産出層準(柳沢ほか, 2004)が音無川セ クションの下部に存在する. このほか, *D. dimorpha* var. *areolata* の終産出が, 生層準 D59 と D60 の中間で 確認された.

5. 考察

5.1 堆積速度

テフラ層の年代を算定するため、上述の生層準の年 代値を基に堆積速度曲線(第6図)を作成し、野村層 における堆積速度の変化を検討した.なお、テフラ層 は地質学的には極めて短時間で堆積しているので、と くに厚いテフラ層の部分では、この曲線は正確に堆積 速度を表しているわけではない.

まず, 生層準 D55 (11.4Ma) より下位の野村層最 下部では、年代基準面の制約から正確な堆積速度を 求めることはできないが, 直上の T. tempereiの終産出 (10.1Ma)と生層準 D56 (10.0Ma)の区間における堆積 速度曲線をなめらかに外挿すると、第6図のaのよう に生層準 D55 より下位では 1000 年 (1Ka) あたり 0.3cm (0.3cm/Ka)と堆積速度となる.一方,第6図のbの場 合のように,砂岩から泥岩へ岩相が変化する層準(野 村層基底より2mの層準)で堆積速度が変化すると仮 定して、これより上位の泥岩区間では T. temperei の初 産出層準と D56 の間の値を用いて推定すると、野村層 最下部の砂岩の区間の堆積速度は0.15cm/Kaとなる. いずれにしろ、この部分で堆積速度が1cm/Ka以下と 極端に遅かったことは確かである. なお, 外挿した堆 積速度曲線から, 音無川セクションでの野村層の基底 の年代は、約12.0Ma ないし12.7Ma と推定できる.

次に, その上位の D55 と T. temperei の初産出層準 の間では, 1.1cm/Ka と堆積速度が大きくなり, 更に T. temperei の初産出層準と D56 の間では約 10cm/Ka にま で増加する. しかし, その上位の D56 と D58 の間 (NPD 5D 帯下部) で岩相がやや粗粒(砂質泥岩)となってい る部分では, 2.8cm/Ka といったん堆積速度が落ちるが, D58-D60 間では 5.4cm/Ka と再び堆積速度が増えてい る.

ところで,能登半島珠洲地域の中新統については, 珪藻化石層序の研究により,詳細な堆積速度の変化が 判明している(柳沢,1999b).それによれば,珠洲地 域では15-13Maの年代区間に顕著な海緑石砂岩層が広 く発達し,その堆積速度は最低で0.1m/Ka以下と極め て小さくなっている.また,NPD5D帯付近で珪藻質泥 岩から砂質泥岩に岩相が粗粒化して,しかもその部分 で堆積速度が小さくなっている.

今回明らかになった野村層最下部の堆積速度は,珠 洲地域の海緑石砂岩層の堆積速度と同じオーダー(1cm/ Ka以下)で、しかもその地質年代は近接している.ま た、野村層でも NPD5D 帯で岩相が珪藻質泥岩から砂 質泥岩に変化し、かつ堆積速度が落ちており、珠洲地 域と共通である.

5.2 Denticulopsis dimorpha var. areolata の終産出層準 の意義

北太平洋中~高緯度域における新第三紀の珪藻化石 層序と生層序を提案した Yanagisawa and Akiba (1998) は、NPD5D帯(Denticulopsis dimorpha帯)の上限を 生層準 D60 (D. dimorpha の終産出) として定義し、D. dimorpha var. dimorpha $\geq D$. dimorpha var. areolata $\mid \sharp$ 同時に消滅したとした.しかし、音無川セクション の野村層では, D. dimorpha var. areolata の終産出は D. dimorpha var. dimorpha の終産出とは一致せず、それよ りも明らかに下位の生層準D59(D. katayamaeの初産出, 9.3Ma)とD60 (9.2Ma)の中間に存在する(第5図). 第6図の堆積速度曲線から推定すると、D. dimorpha var. areolata の終産出は、D. dimorpha var. dimorpha の 終産出よりも約5-7万年程度下位にある. 同様の関係 は、津川地域品沢川セクションの野村層(柳沢ほか、 2003a),新潟県新発田市菅谷地域の熊出川セクション の内須川層(柳沢ほか,2003b)及び新潟県胎内市中 条地域のつつじヶ丘セクションの内須川層(平中ほか、 2004) でも確認される.

このように、少なくとも新潟堆積盆では、D. dimorpha var. areolataの終産出は、D. dimorpha var. dimorphaの終産出と一致せず、それよりも下位にあ る. このため、NPD5D帯最上部のD60の直下では、D. dimorpha var. dimorpha とD. katayamae が共産し、かつD. dimorpha var. areolata を伴わない珪藻群集が産出する. こうした内容の群集は北海道渡島半島の小樽層からも 報告されており(渡辺・渡辺、1992)、このような産状 が新潟堆積盆に限定されるわけではなく、広域に広がっ ていることを示唆している.

一方,能登半島珠洲地域の南志見層においては, D. dimorpha var. areolataの終産出とD. dimorpha var. dimorphaの終産出は一致しているが(柳沢, 1999b), これは堆積速度に比べ試料採取間隔が約15-20万年と 広すぎて,わずか数万年しか違わないD. dimorpha var. areolataの終産出とD. dimorpha var. dimorphaの終産出 層準を区別できなかったためと判断できる.実際に南 志見層では,約10万年離れている生層準D57とD58が, 試料の年代間隔が粗いために,同時となっている.また, Yanagisawa and Akiba (1998)が両生層準を同時とした のも、データを再吟味してみると、基準となった八戸

第1表 音無川セクションの野村層から産出した珪藻化石.

Table. 1Occurrence chart of diatoms in the Nomura Formation of the Otonashigawa section. Plus indicates species encountered
after the routine count, or species found as fragments. Preservation, G: good, M: moderate, P: poor. Abundance, A:
abundant, C: common, R: rare.

Diatom zones	?	N	PD 5	δB			1	NPD	5 (7	Thala	ssic	osira	yabe	Z	one)				NPD 5D (D. dimorpha Zone)							
Diatom biohorizons					FO T. temperei D												D5	056								
												,							,							
Sample number (Otd-)	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Original sample number (Tsug-)	439	440	441	442	01	02	03	04	05	06	08	09	10.3	07	306.3	05 2	259 2	258	309 3	308 2	257	256 2	255 2	54 2	53	
Preservation	Μ	Р	Μ	Р	Μ	Μ	Μ	Μ	Μ	М	Μ	Μ	Μ	G	Р	G	Р	Μ	Μ	G	G	G	М	М	Μ	
Abundance	R	R	С	R	R	R	R	С	Α	Α	Α	R	С	Α	С	А	С	С	С	A	Α	Α	С	R	А	
Actinocyclus ellipticus Grunow		-	+		-	1	10	16	-	-	+	1	-	+	-	-	-	-	-	1	+	-	÷	-	-	
A. ingens f. ingens (Rattray) Whiting et Schrader	20	43	25	14	17	15	15	10	5	3	1	4	0	10	э	3	/	3	2	2	2	3	4	-	-	
A. ingens 1. planus winting et Schräder	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	1	2	-	-	-	1	2	-	-	-	
A sp A (small)		-				-	1	1	-	0			4		-	1	2		-	-	- 1	5	-	0	-	
A sn B (large)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Actinoptychus senarius (Ehrenberg) Ehrenberg	+	5	4	3	7	-	6	12	2	2	1	+	+	1	4	1	9	16	10	13	15	-	8	5	6	
A. vulgaris Schmann	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
Aulacoseira spp.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	3	1	2	-	1	-	-	+	-	+	1	1	-	
Azpeitia endoi (Kanaya) Sims et Fryxell	-	-	-	-	10	1	1	1	3	6	-	-	3	1	2	3	+	2	+	+	-	1	2	1	1	
A. nodulifera (Schmidt) Fryxell et Sims	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	6	4	6	2	2	6	- 1	2	2	2	3	-	+	2	
A. vetustissima (Pantocsek) Sims	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bogorovia puncticulata Yanagisawa	- 2	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	
Cavitatus jouseanus (Sheshukova) Williams		-	-	-	+	+	-	2	+	5	+	+	-	+	+	+	-	+	-	1	-	-	-	+	+	
C. miocenicus (Schrader) Akiba et Yanagisawa	1	+	1	-	-	-	+	1	5	-	1	1	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	
Coscinodiscus marginatus Ebrenberg	18	7	8	10		-	1	+	-	1	-	1	1	1	6	+	5	2	2	+	2	5	1	2	8	
C spp	- 10	2	-	-		_	-	-	_	-	1	-	-	1	-	-	4	-	-	-	-	+	-	-	-	
Clavicula polymorpha Grunow et Pantocsek	-	-	_	_	-	_	-	_	_	_	_	_	+	_	_	_	-	-	_	+	+	-	_	_	_	
Delphineis surirella (Ehrenberg) Andrews	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	-	-	_	-	2	1	+	+	-	+	-	+	-	-	+	
Denticulopsis crassa Yanagisawa et Akiba	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
D. crassa Yanagisawa et Akiba var. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D. praedimorpha var. minor Yanagisawa et Akiba		-	+	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(Closed copula)	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D. praedimorpha var. praedimorpha Barron ex Akiba	-	+	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(Closed copula)	-	+	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-	
D. dimorpha var. dimorpha (Schrader) Simonsen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	+	1	1	+	
D dimomba yor analata Vanagisawa at Akiba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
(Closed copula)		-	-	-		-	-	-	-	-			-	_	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
D hustedtii (Simonsen et Kanava) Simonsen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
D. simonsenii Yanagisawa et Akiba	+	+	+	2	2	3	3	4	7	5	4	4	5	4	1	2	i	1	2	2	6	5	9	15	8	
D. vulgaris (Okuno) Yanagisawa et Akiba	+	1	2	5	2	+	5	3	7	8	3	3	1	10	13	26	12	7	5	23	16	9	2	3	3	
S-type girdle view of D. simonsenii group	1	1	2	3	4	1	4	6	21	15	1	3	3	8	7	10	10	10	6	3	6	8	5	6	7	
D-type girdle view of D. simonsenii group	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
D. praekatayamae Yanagisawa et Akiba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D. katayamae Maruyama	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Diploneis spp.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	-	-	+	+	-	1	1	1	-	
Eucampia sp. A (= Hemiaulus polymorphus Grunow)	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
Gonioinecium rogersii Enrenberg	2	1	1	-	- 1	-	-	-	-	-	-	- 1	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	8	10	2	
Hemidiscus cuneiformis Wallich	1	-			2	-		1	1		-	1		+	-	2	+	+	+	+	+	-	1	0	-	
Hydodiscus obsoletus Sheshukova	6	3	4	1	ĩ	+			1	1		1		1	3	1	+		2	1		3	5	2	5	
H. sp.	-	-	-	_	-	-	-	-	-	1	_	1	_	-	-	-	-	_	-	-	-	_	-	~	-	
Ikebea tenuis (Brun) Akiba	+	1	2	2	-	+	-	+	-	4	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	
Koizumia adaroi (Azpeitia) Yanagisawa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	
Lithodesmium reynoldsii Barron	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	
Melosira sol (Ehrenberg) Kützing	2	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	1	2	
Navicula spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Nitzschia challengeri Schrader	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
N. cf. grunowii Hasle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
N. heteropolica Schräder	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
N. praereinnotati Schrader amand Koizumi	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve	15	0	0	13	3	60	18	T	-	2	2	+		-	3	4	4		2	6	2	6	0	8	15	
Plagiogramma staurophorum (Gregory) Heiberg		-	-		-	-	- 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
Proboscia alata (Brightwell) Sundstöm	1	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
P. barboi (Brun) Jordan et Priddle	-	4	5	1	-	5	10	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	1	4	-	2	
Rhizosolenia hebetata f. hiemalis Gran	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
R. styliformis Brightwell	-	-	-	-	2	+	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	1	+	-	-	-	-	
Rouxia californica Peragallo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
R. peragari Brun et Héribaud	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Stellarima microtrias (Ehrenberg) Hasle et Sims	-	-	-	-	2	-	-	+	1	4	-	-	+	+	1	3	1	-1	2	1	+	2	2	10	4	
Stephanogonia nanzawae Kanaya	- 7	1	0	-	1	2	2	1	1	-	-	-	2	-	1	-	5	- 1	-		+	-	2	4		
Thalassionema hirosakiensis (Kanaya) Schrader	/	1	0	9	1	2	1	8	8	- 6	- 8	+	5	4	-	+	- 5	-2	1	4	- 4	7	4	3	-	
T nitzschioides (Grunow) H et M Peragallo	17	19	21	25	38	11	27	37	22	36	71	68	61	50	44	39	28	50	57	35	32	30	24	26	20	
T. schraderi Akiba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	· .	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
T. cf. schraderi Akiba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	2	
Thalassiosira brunii Akiba et Yanagisawa	-	-	-	-	-	-	-	+	-	_	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	+	+	-	-	-	
T. cf. brunii Akiba et Yanagisawa	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
T. grunowii Akiba et Yanagisawa	-	-	-	-	4	+	-	1	5	-	3	-	-	1	2	-	-	1	-	+	-	-	-	-	-	
T. leptopus (Grunow) Hasle et Fryxell	- 1	- 7	-	-	-	-	Ţ.	1	2	3	-	Ē	1	+	-	-	-	-	-	+	-	Ē	7	5	7	
T. manifesta Sheshukova	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	
T. minutissima Ureshkina	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	2	-	-	-	
T. vahei (Kanaya) Akiba et Yanagisawa	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	+	-	+	-	+	1	Э	3	0	+	+	+	4	
T sp A (one central rimoportula)		1				-	1	_	-	-	2		-	+	_	+	-	1		-	_	6	2	2	-	
T. sp. B (Stellarima-type areolae)		1	-	_		-	1	_	-	2	4		1	+	1	+	+	4	+	+	1	-	1	2	_	
T, sp. (convex)		-	-	_	-	-	-	_	_	-	_	-	_	_	-	-	-	_	-	-	_	_	-	-	_	
Thalassiothrix longissima Cleve et Grunow	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	1	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Trochosira spinosa Kitton	-	-	-	-	-	+	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Misceraneous	-	-	+	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	+	-	-	2	-	-	
Total number of valves counted	100	100	100	100	100	100	100	100 1	100	100 1	00	100	100 1	00 1	100 1	001	00 1	100	100 1	100 1	100	100 1	00 1	00 10	00	
Resting spore of Chaetoceros	69	29	108	156	64	17	45	38	28	28	8	10	55	52	93	18	45	12	14	34	14	21	29	23	26	

	NPD 5D (Denticulopsis dimorpha Zone)													NPD 6A (Denticulopsis katayamae Zone)																							
														D57 D58 D59										Dé	50												
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
252	251 2	250	249	248	247 :	246	245	20 1	244	260	261	262	263 2	264	265	266 2	267	268	22	23	27	28	272	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	41	42	43
M	M	G	M	M	M	M	M	P	P	P	P	P	P	G	M	P	P	M	P	G	M	P	P	P	MR	P	P	P R	P	P	P	P	G	G	M	M	P
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
-	1	2	1	+	+	-	1	1	+	-	4	-	1	2	2	1	3	1	1	4	2	18	5	11	11	11	19	15	-	3	3	9	2	8	10	4	1
-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	î	-	+	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	1	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- 3	-	-	-	-	-	-	-	-	- 2	-	-	2	2	-	2	-	- 4	-	-	-	-	-	-	-	-
6	11	10	2	2	6	6	1	1	3	3	13	2	5	10	7	7	8	10	10	1	7	-	-	8	8	8	1	6	4	9	5	7	7	4	15	9	2
-	3	-	-	1	1	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3
1	2	1	2	+	-	2	2	1	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	4	-	2	+	1	1	2	1	-	1	2	1	1	1	1	-
-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+	+	+	+	1	+	-	-	-	2	-	2	-	+	-	-	-	-	1	-	2	2	1	+	+	+	-	-	-	-	-	1	-	+	1	-	+	+
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	+	+	-
+ 3	3	6	+ 4	-	1	2	2	3	4	8	-	3	2	+	2	2	6	9	5	-	3	8	9	6	8	6	33	4	1	1	2	2	2	1	+	5	17
5	-	-	-	-	-	-	1	5	-	5	-	-	-	-	1	-	-	5	2	-	7	1		-	1	4	5	-	-	-	-	-	3	1		1	-
-	1	2	1	+	-	+	2	+	1	+	ī	1	-	-	1	-	3	2	1	+	2	-	-	-	+	1	-	1	-	1	2	3	2	1	-	2	
-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	_	-	-	-	
	-		-	-	-	-	-		-	ī	- 2	1	ī	-	-	-	-	-	-	ī		ī		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+	++	+	+	+	-	+	2	++	1	+	3	1	2	-	+	2	2	5	5	1	++	+ 2	+	1	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	5	8	7	92	3	3	3	25	4	1+	+++	+++	+++	13	4	+++	1	+	+	1	+	1	1	2	2	+	0	2	2	1	2	2	ī	1	2	2	2
8	2	8	9	2	+	2	3	3	+	1	3	+	2	5	7	2	-	ī	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-		-	-	ī	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	6	4	4	1	+	+ 2	++	+	-	-	+	1	-	2	1	-	1	+	+	+	1
-	1	-	1	- 2	-2	-	-	-	2	-	-2	5	-3	-	- 3	-	-	-	2	1	-	1	2	+	1	7	3	5	8	6	4	5	4	1	2	2	10
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ĵ.	-	-	-	-	1	-	-
2	+	3 +	3	- 2	+	7+	12	2	15	6	- 2	29	2 +	8	6	-	-	1 +	+	+	+	2	-	- 2	+	-	-	- 1	-	- 2	2	- 4	2	-	-	-	+
-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	2	-	2	-	-	4	5	+	8	-	2	-	2	3	2	-	3	-	-	2	-	1	-	5	0	1	-	-	-	3	4	5	-	1	-	-	2
-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	-	-	-	1
2	-	-	-	-	-	1	2	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	2
-	-	-	1	-	-	1	-	+	-	+	2	1	3	-	-	1	-	1	-	1	2	2	-	1	2	-	-	-	-	-3	2	ī	_	-	-	-	
-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	_	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	6	25	43	53	18	22	35	9	23	28	41	27	47	16	17	13	11	28	24	2	+	4	20	27	11	21	4	27	15	3	25	22	8	7	12	10	3
-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-
+	2	1	-	2	-	-	2	2	2	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	÷	-	-	-	-	-	1	1	4	-	1
2	2	-	-	-	-	-	-	2	1	-	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-
4	3	2	+	+	3	+	1	3	4	4	1	-	1	-	-	2	1	1	1	5	+	6	1	+	2	3	8	6	4	3	-	1	+	-	2	+	-
2	2	2	-	2	2	1	1	4	1	3	ī	4	1	6	2	12	2	3	4	8	1	1	1	2	2	2	3	1	2	10	5	2	0	+	2	1	2
4	3	+	1	+	+	3	+	1	+	1	+	-	+	-	-	-	+	2	1	1	1	1	2	+	+	2	2	+	-	-	-	-	+	1	-	+	-
16	36	14	15	12	60	37	26	43	17	20	23	13	19	28	- 26	5	25	4	15	63	-	29	27	14	33	12 +	3	1	33	33	- 9	18	61	- 66	40	52	46
+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+	i	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-
-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	_	-	-	-	-
+	- 3	-	-+	-+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	- 4	- 2	36	-	-+	-	-	-	- 10	4	- 11	- 3	2	5	5	7	4	3	6	-	-	+	- 3	+
-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	1	ī	-	1	-	-
+	-	1	-	1	-	-	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	2	+	2	1	+	-	-	+	-	-	-	2	-	1	-	++	+	-	1	-
-	-	-	-	-	-	-+	-	-	-	-	-+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	2	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- 100	-	-	-	- 100	-	-	+	-	1 100	- 100	-	-	-	-	100	- 100 1	-	100	1 100	- 100	- 100	+	- 100	- 100	+	- 100	- 100	-	-	+	- 100	1 100 1	-	-	- 100	- 100 1	-
11	27	27	35	27	17	12	29	27	31	20	60	53	48	51	83	35 4	124	87	90	16	22	41	22	21	17	32	19	87	10	31	10	8	12	18	21	9	65



第5図 音無川セクションにおける主な指標珪藻種の層序学的分布,生層準及び珪藻化石帯.

Fig. 5 Stratigraphic distribution of selected marker diatom taxa with diatom biohorizons and zones in the Otonashigawa section.



第6図 音無川セクションの堆積速度曲線. 珪藻年代は, Yanagisawa and Akiba (1998) 及び Watanabe and Yanagisawa (2005), 古地磁気極性年代尺度は Cande and Kent (1995) による.

Fig. 6 Sediment accumulation curve for the Otonashigawa section. Diatom biochronology is after Yanagisawa and Akiba (1998) and Watanabe and Yanagisawa (2005). Geomagnetic time scale is after Cande and Kent (1995).

沖の DSDP Hole 438A において、この生層準付近での 分析試料間隔が粗く(平均 10 万年以上)、これが原因 で2つの生層準の順序を識別できなかった可能性が高 い.

以上のように, これら2つの生層準は同時ではなく, D. dimorpha var. areolata は D. dimorpha var. dimorpha よ り数万年早く消滅したと思われる. したがって, D. dimorha var. areolata の終産出層準は, NPD5D 帯最上部 の時間分解能を更に向上させるための有効な生層準と なりうることが期待される.

5.3 Goniothecium rogersii の多産区間

Goniothecium 属は白亜紀から鮮新世までの生存年 代を持つ絶滅した休眠胞子珪藻属で,Goniothecium rogersii Ehrenberg, G. danicum (Grunow) Fenner, G. decoratum Brun の3種を含む (Suto et al., 2008).北西 太平洋地域の中期中新世及びそれより新しい年代区間 では,G. rogersii (Plate 1, fig. 20)のみが極めて散点的 に産するが,その場合珪藻群集中で産出頻度は1%を 越えることはほとんどなく,極めてまれにしか産しな い (Akiba, 1986;柳沢, 1999bなど).ところが,音 無川セクションでは,試料 Otd 23 から 41 にかけて G. rogersii が数%以上の高率で多産しており,とくに試 料 Otd 38 では 29% にも達する (第1表).

G. rogersiiの多産区間は、テフラ層 Otbt の下位 0.6m から Ot119の下位 0.1m までの区間で, 生層準 D56 と D58の間(NPD5D帯の下部)となる(第7図●). そ の産出状況を詳しくみると、G. rogersiiの多産出は必ず しも連続的ではなく, 非産出ないし極少量産出の区間 を挟んで4つの産出ピーク(G1~G4)が認められる. 最下部の G1 は、テフラ層の Otbt を挟むピークである. その上位の G2 はテフラ層 Ot115 を含む区間に存在す

る. G3 は G. rogersii の多産区間中で最も大きなピーク で、音無川ではその頻度は最大29%に達する.最上 部のG4は珪藻生層準D57を挟むピークで、テフラ層 Stm の直下にある.

同様な G. rogersii の多産区間は、津川地域品沢川 セクションの野村層(柳沢ほか, 2003a;平中ほか, 2007)、新発田市菅谷地域の五斗蒔と寺内セクションの 内須川層(柳沢ほか,2003b),佐渡市中山峠の中山層(柳 沢ほか、2009)、加茂市七谷地域出戸の南五百川層(平



- Goniothecium rogersii の多産区間. 1)本論文; 2) 柳沢ほか(2003a),平中ほか(2007); 3) 柳沢ほか(2003b); 第7図 4) 柳沢ほか (2009);5) 平中ほか (2009).
- Abundant occurrence of Goniothecium rogersii. 1) this study; 2) Yanagisawa et al. (2003a), Hiranaka et al. (2007); Fig. 7 3) Yanagisawa et al. (2003b); 4) Yanagisawa et al. (2009); 5) Hiranaka et al. (2009).

中ほか,2009),及び魚沼市守門地域石峠の貫木層(平 中ほか,2009) にも認められる(第7図).なお、こ れらの研究では、本種を G. odontella と同定しているが、 Suto et al (2008) によれば、G. odontella は G. rogersii のシノニムであるので、以下 G. rogersii で統一する.

まず,品沢川セクションの野村層(第7図②;柳沢 ほか,2003a;平中ほか,2007)では,産出不連続を 挟んでG. rogersiiの4つの多産ピークが認められる. 最上位の産出ピークは生層準D57を含むことから音 無川セクションのG4に対比できる.また,テフラ層 Sn115含むピークは、このテフラ層が音無川セクショ ンのOt115と同一のテフラ層であることから(平中ほ か,準備中),音無川セクションのG2ピークに対比さ れる.そして,これら2つのピークの間にあってG. rogersiiの頻度が最高で42%に達する最大ピークは、 音無川セクションのG3に相当すると判断できる.また, 最下位のSngg(Sn100)の直上の産出ピークはその層 準から考えて,音無川セクションのG1に対比できる ものと考えられる.

菅谷地域五斗蒔セクションの内須川層(第7図③; 柳沢ほか,2003b)では、津川地域のStmに対比され るGtmテフラ層(平中ほか,2002)の下位に1つのピー クがあり、これは位置から考えて音無川セクションで のG3に対比される.ただし、生層準D57を含むG4は、 このセクションでは認められない.また、G2とG1に ついては下位層準が未検討であるため、その存否はわ からない.

菅谷地域寺内セクションの内須川層(第7図④;柳 沢ほか,2003b)では、生層準D57の下位に3つの明 瞭なピークが認められる.これらは、位置関係から音 無川セクションのG2,G3,G4に相当すると考えられる. なお、G1は露頭の欠如により確認できない.

佐渡市中山峠の中山層(第7図⑤;柳沢ほか,2009) でも明瞭な G. rogersii の多産区間とピークが存在する. このうち,最下部の小さなピークはテフラ層 Wrp にか かる.このテフラ層は音無川セクションの Otbt に対比 されるので(平中ほか,2007b),このピークはG1 に 対比可能である.その上位のピークは順序からみてG2 に相当するものと見られる.また,最上位の小さなピー クは生層準 D57 にかかるので,G4 に相当する.なお, 最も大きなピークG3 は中山層では確認できないが, その層準はちょうど露頭の欠如した区間にあたり,G3 があるとすればこの部分に存在するものと推定される.

加茂市七谷地域出戸の南五百川層最上部で確認され る Dtbt テフラ層の近傍区間(約4m)でも, G. rogersii が連続的に多産する(第7図⑥). このテフラ層は, NPD5D帯下部の生層準 D56 と D57 の間にあり,音無 川セクションの Otbt に対比される(平中ほか, 2009). このことから, Dtbt テフラ層を含む G. rogersii 多産区 間は, 音無川セクションの G1 ピークの一部に相当す るものと見られる.

魚沼市守門地域石峠の貫木層に挟在する Isbt テフラ 層も,NPD5D 帯下部の生層準 D56 と D57 の間にあっ て,音無川セクションの Otbt に対比される (平中ほか, 2009). 珪藻を分析したのは Isbt テフラ層を含むわずか 2mの区間ではあるが,ここでも G. rogersii が連続的に 産出しており (第7図⑦),これも G1 ピークの一部に 対応するものと考えられる.

以上にように、いずれのセクションでも G. rogersii の多産区間が確実に認められる.この多産区間の特徴 をまとめると以下のとおりである.

1) いずれのセクションでも、このイベントは NPD5D 帯下部の生層準 D56 と D58 の間にあり、珪藻 化石年代層序の解像力の範囲においてほぼ同時的に起 こっている.

2) このイベントが最も明瞭に認定できる品沢川セク ションでは、多産区間の下限の年代は約9.75Ma,上限 の年代は9.45Maと算定され、その継続時間は約30万 年となる.

3) 多産区間中で G. rogersii の産出は必ずしも連続的 ではなく、非産出ないし極少量産出の区間を挟んで少 なくとも4つの産出ピーク(G1~G4)があり、これ らのピークは各セクションで対比可能である.ただし、 すべてのセクションでこれらのピークがすべて確認で きるわけではない.

4) この現象は局所的なものではなく、少なくとも新 潟堆積盆地北部の範囲において広域的に生じたと考え られる.

5) G. rogersii の産出は極めてまれでかつ散点的であ るので、その終産出層準は明確ではないが、北西太平 洋地域では、利用できるすべてのデータ(Maruyama, 1984; Akiba, 1986; 柳沢, 1999b, 2000; 柳沢ほか, 2003a, 2003b, 2004, 2009; 平中ほか、2004, 2007a など)を総合すると、この種は NPD6A 帯及びそれよ り上位の区間では全く産出せず、NPD5D 帯及びそれよ り下位の区間で散発的に産出し、最も新しい産出は生 層準 D59 と D60 の間にある. このことから、少なくと も北西太平洋地域では、この種の終産出層準は NPD5D 帯最上部にあると考えられる. したがって、G. rogersii の多産イベントは、北西太平洋地域における本種の絶 減直前に起こったと言える.

6) G. rogersii は、通常の群集では極めてまれかつ散 点的にしか産出せず、1%を越えることはほとんどない. このような種が、約30万年にわたって継続的に多産し、 かつ最大で42%もの高率で産出することは極めて異常 なことである.

G. rogersii は絶滅種でその生態がよくわからないので、この異常な多産の原因は現在のところ不明である.



しかし、この異常な群集組成は、おそらく通常とは異 なった異常な海洋環境が原因である可能性がある.そ れがどのような環境であったのか、また、その広がり が新潟堆積盆北部に限定されていたのか、それとも更 に広い範囲に及んでいたのかは興味深いが、これらは 今後の究明すべき研究課題である.

なお、今回明らかになった G. rogersii の多産区間は、 広域に分布する Otbt テフラ層を含み、Stm テフラ層に も近接しているので、これらのテフラ層を探索し同定 する際に役立つ可能性があり、年代層序学的にも重要 である。

6. まとめ

本研究では,新潟県津川地域の音無川ルートに分布 する中新統野村層の珪藻化石層序を検討し,以下のこ とを明らかにした.

1) 音無川セクションの野村層では NPD5B 帯から NPD6A 帯までの珪藻化石帯が確認され、これにより野 村層に挟在するテフラ層の年代を算定することが可能 となった.

2) 堆積速度曲線から野村層の基底付近では極端に堆 積速度が落ちていた(1cm/1000年以下)と推定される.

3) NPD5B 帯 最上部に認められる Denticulopsis dimorpha var. areolata の終産出層準は、年代決定及び地 層対比に有効な新たな生層準になりうる可能性がある ことが判明した.

4) NPD5D 帯の下部(9.75~9.45Ma) に Goniothecium rogersii の多産区間が認められた. このイベントは新潟

堆積盆北部で広く確認され、非産出ないし極少量産出 の区間を挟んで産出ピークが4つが存在する. このイ ベントは、珪藻群集中で G. rogersii が卓越する特異な 海洋環境が新潟堆積盆北部に広がっていたことを示唆 する.

謝辞:地質情報研究部門の渡辺真人博士と編集委員の 澤井祐紀博士には査読を通じて有益なコメントをいた だいた.本研究を進めるにあたり,研究費の一部に科 学研究費補助金基盤研究(C)課題番号19540498(研 究代表者:柳沢幸夫)と平成18年度深田研究助成金(研 究代表者:平中宏典)を用いた.また,地質情報研究 部門における地球変動史の研究及び陸域地質プロジェ クト20万分の1地質図「新潟」の調査研究のための研 究費も一部用いた.ここに記して謝意を表する.

文 献

- Akiba, F. (1986) Middle Miocene to Quaternary diatom biostratigraphy in the Nankai Trough and Japan Trench, and modified Lower Miocene through Quaternary diatom zones for middle-to-high latitudes of the North Pacific. *In* Kagami, H., Karig, D. E., Coulbourn, W. T., *et al., Init. Repts. Deep Sea Drilling Project*, U. S. Govt. Printing Office, Washington D. C., **87**, 393-480.
- Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisher, C. C, III and Aubry, M.-P. (1995) A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. SEPM Special Publ., no. 54, 129-212.
- ← 図版1 音無川セクションの野村層から産出した珪藻化石.
 - Plate 1 Diatoms of the Nomura Formation of the Otonashigawa section. Scale bars equal 10 μm (Scale A for figs. 1-19 and scale B for figs. 20-28).
 - 1 Denticulopsis praedimorpha var. minor Yanagisawa et Akiba (closed copula) [Otd 03]
 - 2-4 Denticulopsis praedimorpha var. praedimorpha Akiba ex Barron (closed copula) [Otd03]
 - 5-7 Denticulopsis dimorpha var. dimorpha (Schrader) Simonsen (closed copula) [5, 6; Otd46, 7, Otd49]
 - 8 Denticulopsis dimorpha var. dimorpha (Schrader) Simonsen [Otd46]
 - 9 Denticulopsis dimorpha var. areolata Yanagisawa et Akiba (transitional form) [Otd46]
 - 10 Denticulopsis dimorpha var. dimorpha (Schrader) Simonsen (frustule) [Otd46]
 - 11 Denticulopsis dimorpha var. areolata Yanagisawa et Akiba [Otd49]
 - 12 Denticulopsis simonsenii Yanagisawa et Akiba [Otd33]
 - 13 Denticulopsis vulgaris (Okuno) Yanagisawa et Akiba [Otd14]
 - 14-18 Denticulopsis praekatayamae Yanagisawa et Akiba [15, 16; Otd43, 14; Otd45, 17, 18; Otd49]
 - 19 Denticulopsis katayamae Maruyama [Otd51]
 - 20 Goniothecium rogersii Ehrenberg [Otd33]
 - 21, 22 Actinocyclus ellipticus Grunow [21, Otd03; 22, Otd14]
 - 23 Thalassiosira temperei (Brun) Akiba et Yanagisawa [Otd46]
 - 24, 25 Thalassiosira sp. A [21, Otd03; 22, Otd14]
 - 26 Hyalodiscus obsoletus Sheshukova [Otd03]
 - 27 Rhaphoneis sp. [Otd03]
 - 28 Diploneis smithii (Brébisson) Cleve [Otd03]

- Cande, S. C. and Kent, D. V. (1995) Revised calibration of geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Jour. Geophy. Res.*, **100**, 6093-6095.
- Gradstein, F., Ogg, J. and Smith, A. (2004) *A Geologic Time Scale 2004*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 589p.
- 平中宏典・松原成圭・黒川勝己(2002)新発田市北東 の内須川層と津川町野村層の中新世火山灰層の対 比.地質雑, **108**, 201-204.
- 平中宏典・黒川勝己・柳沢幸夫(2007a)新潟県津川 地域に分布する中新統野村層のテフラ層序および 珪藻化石層序との関係.地質調査研究報告,58, 133-188.
- 平中宏典・黒川勝己・柳沢幸夫(2007b)東北日本弧 における中新世中期~後期の精密対比に基づく広 域テフラ層序の構築.「平成18年度深田研究助成」 研究報告,深田地質研究所,127-139.
- 平中宏典・柳沢幸夫・黒川勝己(2004)新潟県中条地 域中新統内須川層のテフラ層序.地球科学,58, 105-120.
- 平中宏典・柳沢幸夫・黒川勝己(2009)新潟県中央 部における後期中新世テフラ層の対比. 地質雑, 115, 177-186.
- 小林巌雄・立石雅昭(1992)新潟地域における新第三 系の層序と新第三紀古地理.地質学論集, no. 37, 53-70.
- 黒川勝己(1999)新潟地域における七谷層〜魚沼層群 の火山灰層序.石油技誌, **64**, 80-93.
- 黒川勝己・大海知江子(2000)新潟県東蒲原郡津川町 周辺の花立層・野村層(中~後期中新世)のハイ アロクラスタイトと火山灰層.新潟大学教育人間 科学部紀要 自然科学編,2, no.2, 33-110.
- Maruyama, T. (1984) Miocene diatom biostratigraphy of onshore sequences on the Pacific side of northeast Japan, with reference to DSDP Hole 438A (Part 2). Sci. Repts. Tohoku Univ., Second Ser. (Geol.), 55, 77-140.
- 里口保文・長橋良隆・黒川勝己・吉川周作(1999)本 州中央部に分布する鮮新-下部更新統の火山灰層 序.地球科学, **63**, 275-290.
- Suto, I., Jordan, R. W. and Watanabe, M. (2008) Taxonomy of the fossil marine diatom resting spore genus

Goniothecium Ehrenberg and its allined species. *Diatom Research*, **23**, 445-469.

- 津川グリーンタフ団体研究グループ(1979)新潟県三 川-津川地域におけるグリーンタフ盆地発生期の造 構運動.地質学論集, no. 16, 1-22.
- Watanabe, M. and Yanagisawa, Y. (2005) Refined Early Miocene to Middle Miocene diatom biochronology for the middle- to high-latitude North Pacific. *Island Arc*, 14, 91-101.
- 渡辺 寧・渡辺真人(1992) K-Ar 年代および珪藻化石 群集に基づく西南北海道北部の火山砕屑岩類の層 序と年代.地球科学,46,143-152.
- 柳沢幸夫(1999a)金沢市南部地域に分布する中新統の 珪藻化石層序. 地調月報, **50**, 49-65.
- 柳沢幸夫(1999b) 能登半島珠洲地域の中新統の珪藻 化石層序. 地調月報, **50**, 167-213.
- 柳沢幸夫(2000) 珪藻 Denticulopsis hustedtii のアクメ・ 終多産出イベントの生層序学的有効性-常磐地域 中新統多賀層群の対比への適用-.地球科学,54, 167-183.
- Yanagisawa, Y. and Akiba, F. (1998) Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 104, 395-414.
- 柳沢幸夫・平中宏典・黒川勝己(2003a)新潟県津川地 域の中部~上部中新統の珪藻化石層序およびテフ ラ層序に基づく年代層序.地球科学,57,205-220.
- 柳沢幸夫・平中宏典・黒川勝己(2003b)新潟県新発 田市北東部地域の中新統の珪藻化石層序とテフラ 層序との対応関係.地球科学, **57**, 299-313.
- 柳沢幸夫・平中宏典・黒川勝己 (2009) 佐渡島中山層 (中 部中新統~下部鮮新統)の珪藻化石層序. 地球科学, **63**, 95-106.
- 柳沢幸夫・田中裕一郎・高橋雅紀・岡田利典・須藤 斎(2004)常磐地域日立市に分布する中新統多賀 層群の複合年代層序.地球科学,58,17-30.

(受付:2009年5月13日;受理:2009年11月4日)