

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 constructed 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)。

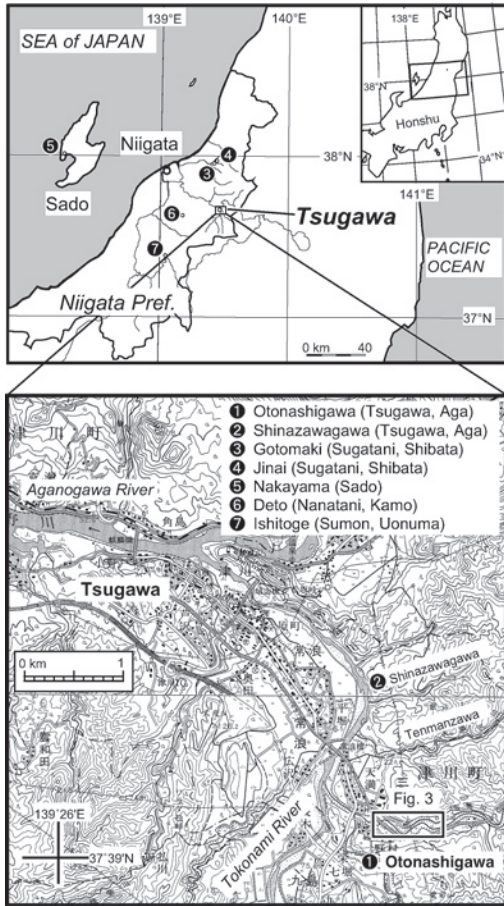
そこで、筆者らは、中新世広域テフラ層序の基礎となる地域テフラ層序データを整備することを目的に、新潟県東蒲原郡阿賀町の旧津川町地域(以下津川地域; 第1図)に分布する中部～上部中新統野村層のテフラ層序と珪藻化石層序の検討を継続的に行ってきた(黒川・大海, 2000; 平中ほか, 2002, 2007a, 2007b, 2009; 柳沢ほか, 2003a)。前報(平中ほか, 2007a)では、品沢川(第1図)の野村層に挟在するすべてのテフラ層と珪藻化石層序を詳細に記載した。引き続き

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

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)

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。

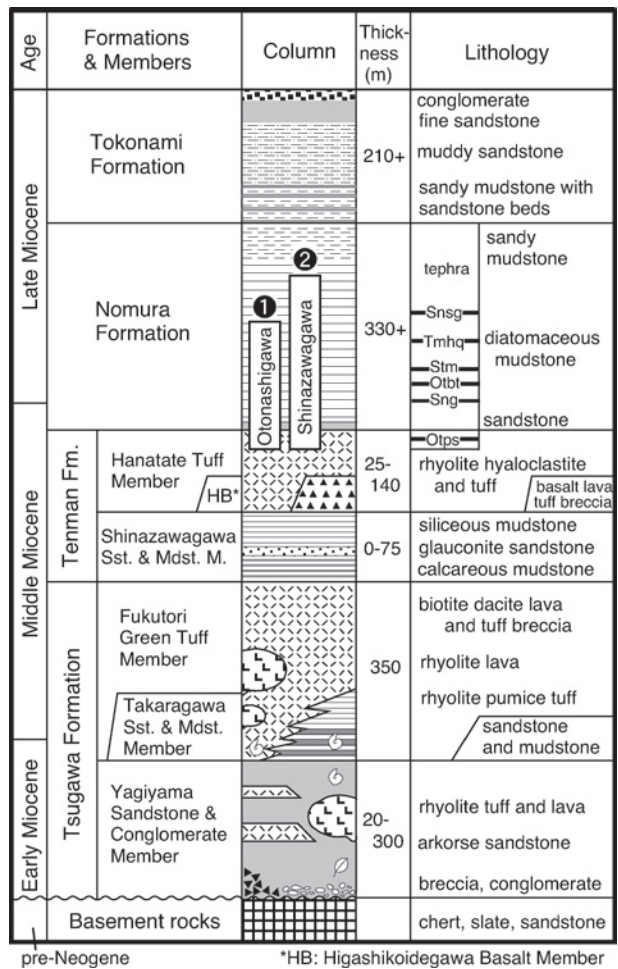
本セクションの珪藻化石層序の概要は、既に平中ほか（2009）で報告しているのですが、ここでは珪藻群集の詳細を記載するとともに、この研究の中で明らかになってきた珪藻 *Goniothecium rogersii* の多産イベントの重要性とその地理的広がりについても触れる。なお、音無川セクションのテフラ層の詳細な岩石学記載は別報（平中ほか，準備中）で行う予定である。

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 (Snsq) 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

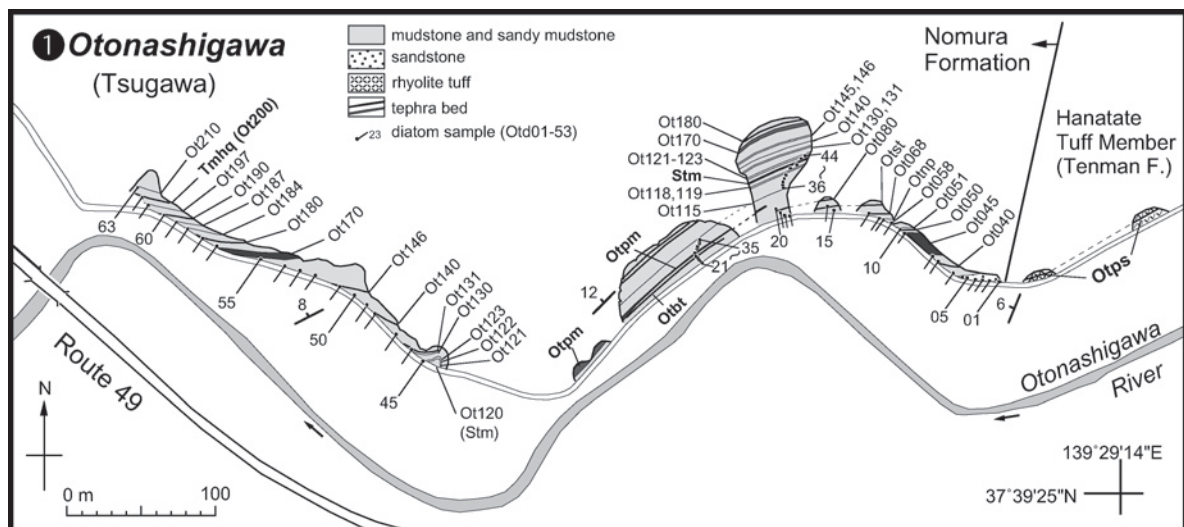
析・計数方法は柳沢 (1999a) に従った。珪藻化石帯区分と生層準は Akiba (1986) と Yanagisawa and Akiba (1998) の NPD と D コードを用いるが、珪藻年代は Watanabe and Yanagisawa (2005) を用いて一部修正している。古地磁気年代層序は最近新たな古地磁気年代層序 (Gradstein *et al.*, 2004) が公表されたが、新第三紀についてはまだ評価が定まっていない部分があるので、ここでは従来の Cande and Kent (1995) 及び Berggren *et al.* (1995) を暫定的に使用する。

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。

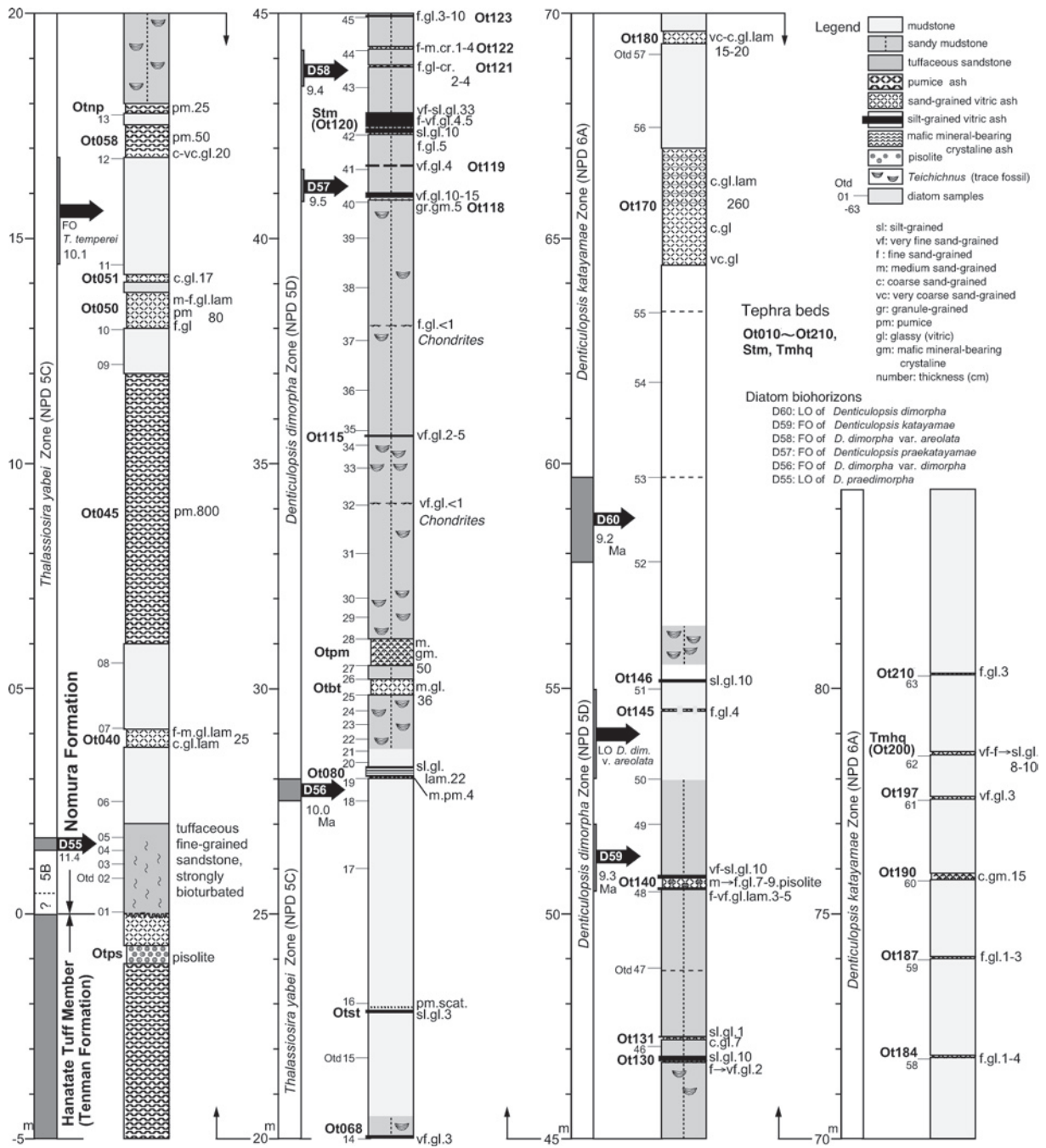
音無川セクションでは、Akiba (1986) 及び Yanagisawa and Akiba (1998) の北太平洋新第三紀珪藻化石帯区分のうち、後期中新世の化石帯を定義する指標種の *Denticulopsis praedimorpha* var. *praedimorpha*, *D. simonsenii*, *D. vulgaris*, *D. dimorpha* var. *dimorpha*, *D. dimorpha* var. *areolata*, *D. praekatayamae*, *D. katayamae*, *Thalassiosira temperei* が産出した。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*



第3図 津川地域音無川セクションのルートマップ。

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。

Fig. 4 Columnar section of the Otonashigawa stratigraphic section.

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ど, 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。

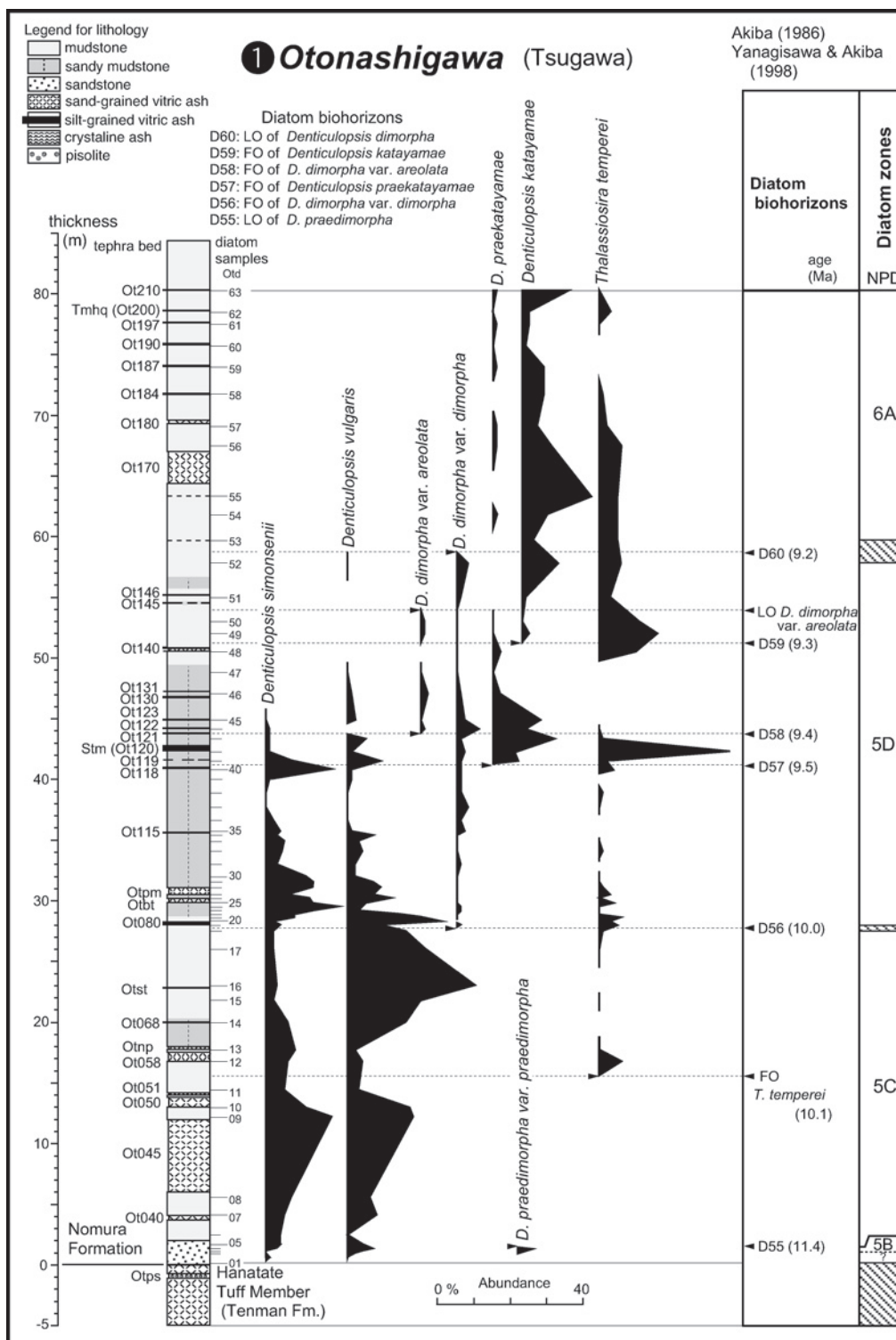
今回明らかになった野村層最下部の堆積速度は, 珠洲地域の海緑石砂岩層の堆積速度と同じオーダー (1cm/Ka 以下) で, しかもその地質年代は近接している。また, 野村層でも NPD5D 帯で岩相が珪藻質泥岩から砂質泥岩に変化し, かつ堆積速度が落ちており, 珠洲地域と共通である。

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* と *D. dimorpha* var. *areolata* は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。

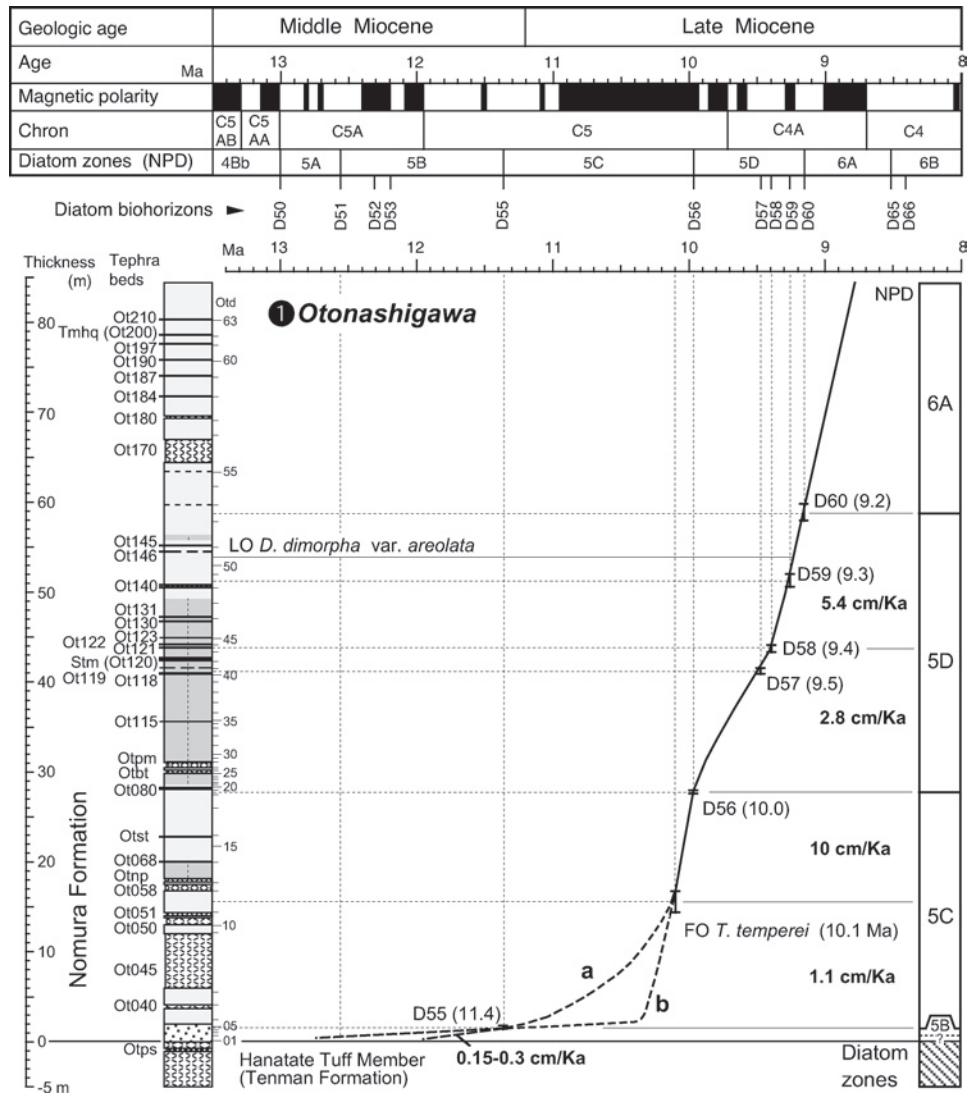
このように, 少なくとも新潟堆積盆では, *D. dimorpha* var. *areolata* の終産出は, *D. dimorpha* var. *dimorpha* の終産出と一致せず, それよりも下位にある。このため, NPD5D 帯最上部の D60 の直下では, *D. dimorpha* var. *dimorpha* と *D. katayamae* が共産し, かつ *D. dimorpha* var. *areolata* を伴わない珪藻群集が産出する。こうした内容の群集は北海道渡島半島の小樽層からも報告されており (渡辺・渡辺, 1992), このような産状が新潟堆積盆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. dimorpha* 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を期待される。

5.3 *Goniothecium rogersii* の多産区間

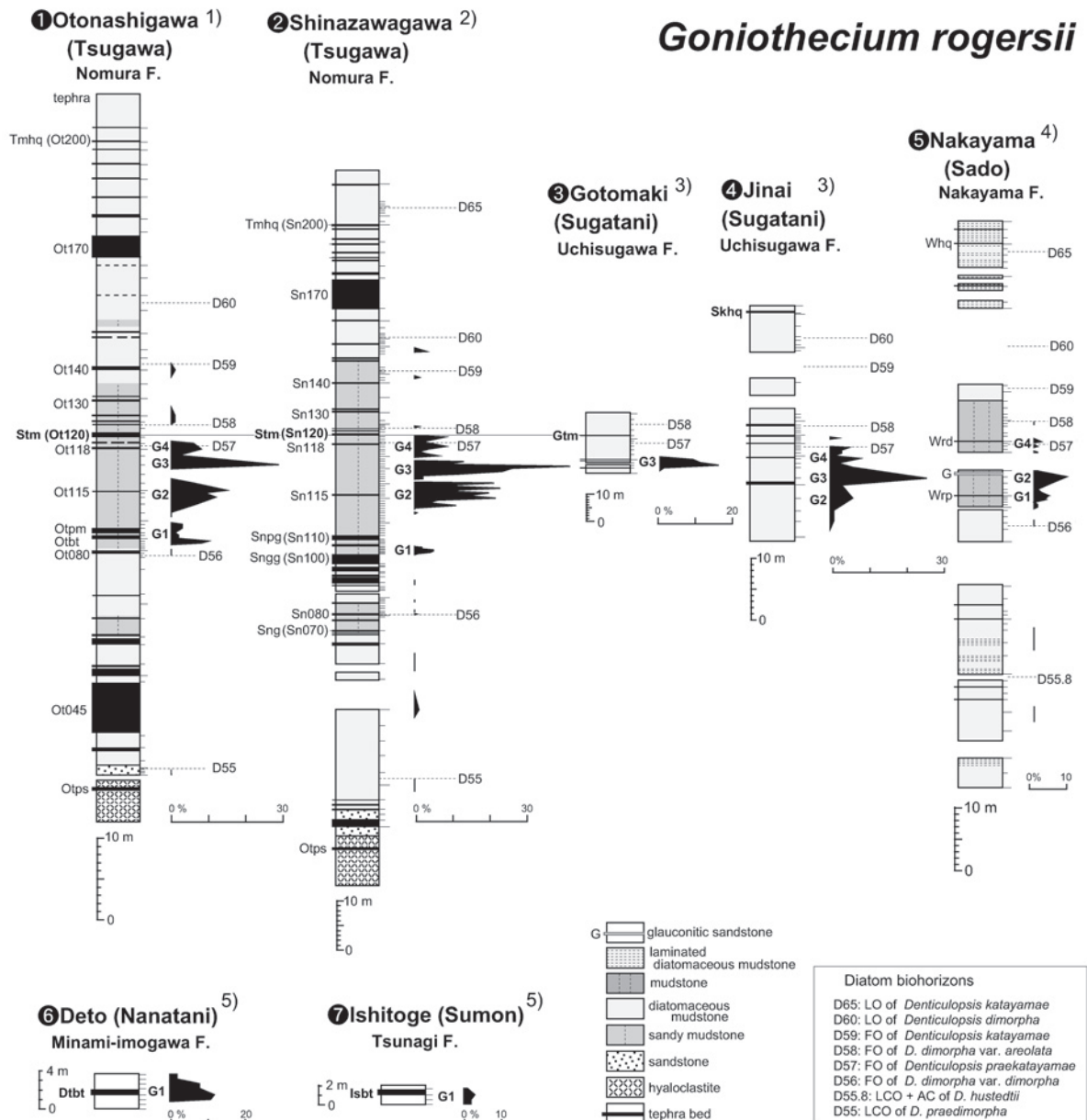
Goniothecium 属は白亜紀から鮮新世までの生存年代を持つ絶滅した休眠胞子珪藻属で、*Goniothecium rogersii* Ehrenberg, *G. danicum* (Grunow) Fenner, *G. decoratum* Brun の 3 種を含む (Suto et al., 2008)。北西太平洋地域の中期中新世及びそれより新しい年代区間では、*G. rogersii* (Plate 1, fig. 20) のみが極めて散点的に産するが、その場合珪藻群集中で産出頻度は 1% を越えることはほとんどなく、極めてまれにしか産しない (Akiba, 1986; 柳沢, 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①)。その産出状況を詳しくみると、*G. rogersii* の多産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葺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



第 7 図 *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); 4) 柳沢ほか (2009); 5) 平中ほか (2009)。

Fig. 7 Abundant occurrence of *Goniothecium rogersii*. 1) this study; 2) Yanagisawa et al. (2003a), Hiranaka et al. (2007); 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つのピークの間において *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.

菅谷地域五斗峙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.

以上のように, 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.

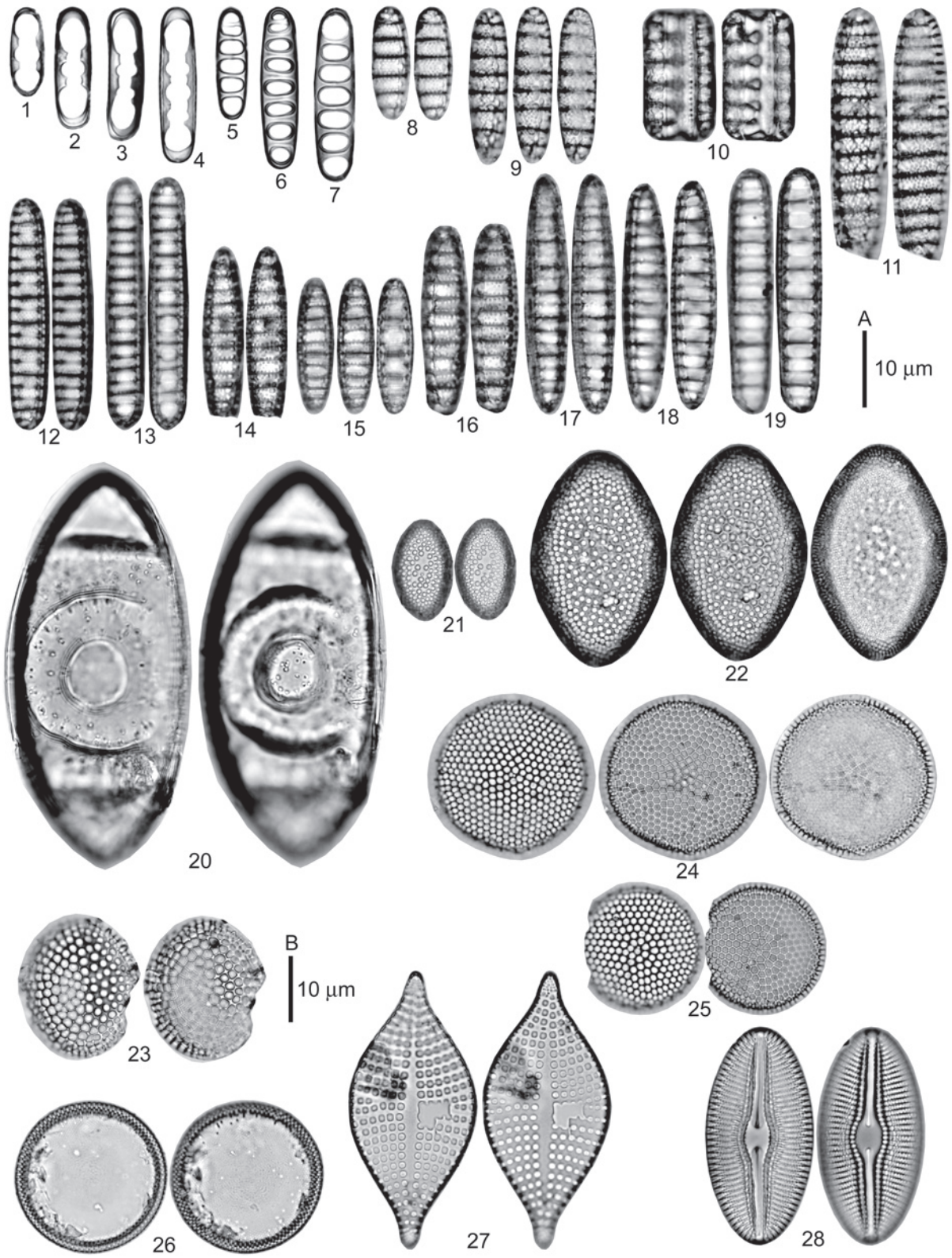
3) 多産区間中で *G. rogersii* の産出は必ずしも連続的ではなく, 非産出ないし極少量産出の区間を挟んで少なくとも4つの産出ピーク (G1~G4) があり, これらのピークは各セクションで対比可能である. ただし, すべてのセクションでこれらのピークがすべて確認できるわけではない.

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滅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で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、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 Otb 層を含み、Stm 層にも近接しているため、これらの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。

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 μ m (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. Geophys. 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.
- 小林巖雄・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 allied 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)