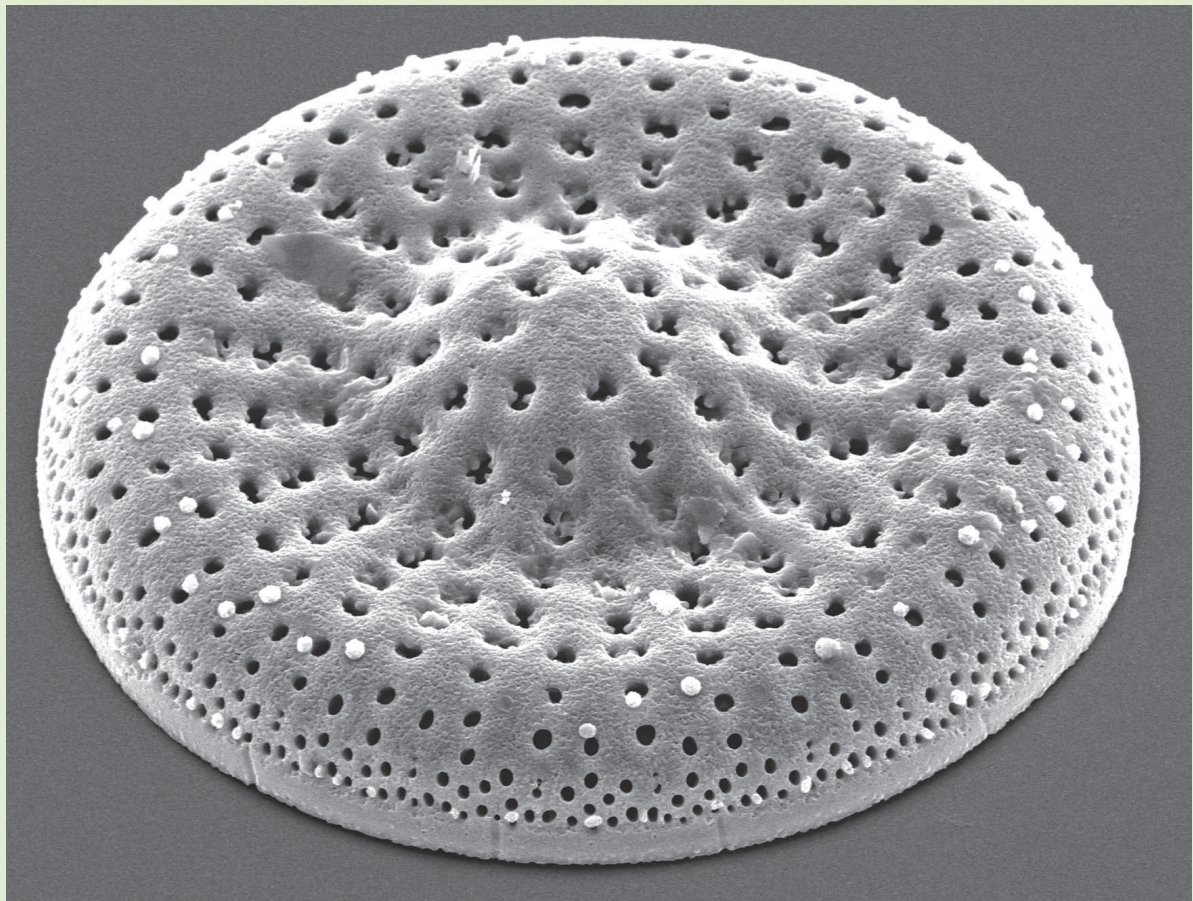



Online ISSN : 2186-490X
Print ISSN : 1346-4272

地質調査研究報告

BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Vol. 72 No. 6 2021



産総研 地質調査総合センター

令和3年

論文

秋田県大仙市下荒川に分布する中新統上部の船川層における暖流系石灰質微化石産出層準の珪藻年代

柳沢幸夫 459

岩手県二戸市・青森県三戸町の高成上部中新統から産出した淡水湖沼石化石珪藻

Mesodictyon japonicum Yanagisawa & H.Tanaka

柳沢幸夫 479

表紙の写真

化石珪藻 *Mesodictyon japonicum* Yanagisawa & H.Tanaka の走査型電子顕微鏡写真

Mesodictyon japonicum Yanagisawa & H.Tanaka は、上部中新統の高成層から記載された淡水湖沼生の浮遊性珪藻である。本種は新潟県、秋田県及び茨城県各地に分布する高成層からの産出報告が相次いだことから、当初は海生種の疑いもあった。しかし、その後福島県の淡水性のカルデラ湖成堆積物からも見つかり、淡水種であることが確かめられた。これにより、高成層から産出するこの珪藻の殻が、内陸湖沼から海域に運ばれてきた異地性の化石であることが確定した。写真に示したのは、秋田県大仙市に分布する下部鮮新統の高成層(天徳寺層)から産出した標本(直径約 16 μm)である。本号掲載の論文は、岩手県二戸地域や青森県の三戸地域に分布する舌崎層と久保層の高成上部中新統から *M. japonicum* を報告した。現在までの研究から、日本での本種の初産出層準は 8.7–8.2 Ma の比較的狭い年代範囲に限定され、その同時性からこの生層準が珪藻化石層序上有用な指標となる可能性があることが判明した。

(写真：田中宏之・文：柳沢幸夫)

Cover Photograph

Scanning microphotograph of *Mesodictyon japonicum* Yanagisawa & H.Tanaka, a fossil diatom

Mesodictyon japonicum Yanagisawa & H.Tanaka is a freshwater lacustrine planktonic diatom described from upper Miocene marine strata. The possibility of marine species was initially suspected because it was successively reported from marine strata in Niigata, Akita and Ibaraki prefectures. However, it was later identified as freshwater by the discovery of the same species in freshwater caldera lake sediments in Fukushima Prefecture, and the valves in the marine sediments are confirmed to be allochthonous fossils transported from inland lakes to the sea through rivers. The photo is a specimen (16 μm in diameter) from the lower Pliocene marine deposits of the Tentokuji Formation in Daisen City, Akita Prefecture, Japan. The paper in this issue reports *M. japonicum* from the upper Miocene marine deposits of the Shitazaki and Kubo formations distributed in the Ninohe area (Iwate Prefecture) and Sannohe area (Aomori Prefecture). The fossil evidence accumulated in biostratigraphic studies to date indicates that the first occurrence of *M. japonicum* in Japan is confined to a relatively narrow range of 8.2–8.7 Ma, and this isochroneity implies the possibility of biostratigraphic utilization of this diatom biohorizon.

(Photograph by TANAKA Hiroyuki and caption by YANAGISAWA Yukio)

秋田県大仙市下荒川に分布する中新統上部の船川層における 暖流系石灰質微化石産出層準の珪藻年代

柳沢 幸夫^{1,*}

YANAGISAWA Yukio (2021) Diatom biochronology of the horizon of warm water calcareous microfossils in the upper Miocene Funakawa Formation distributed in Shimo-arakawa, Daisen City, Akita Prefecture, Japan. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 72 (6), p. 459-477, 10 figs, 3 tables, 2 plates.

Abstract: The paleoceanic environment of the Japan Sea during the middle to late Miocene has been previously considered to be dominated by cold water masses. However, calcareous microfossil data indicate the presence of short-term warm periods with intermittent warm current inflows into the Japan Sea during this period. One of evidence for this short-term warm period is provided by planktonic foraminifera and calcareous nannofossils from the Funakawa Formation in Shimo-arakawa, Daisen City, Akita Prefecture. Diatom chronostratigraphic analysis of this study confirms that this warm-water calcareous microfossil assemblage can be assigned near the upper limit of the diatom zone NPD6A at ca 8.7 Ma. The occurrence of warm-water diatoms shows that this warm period corresponds to the interval from the uppermost NPD6A to the lowermost NPD6B, and roughly correlated to the O-1 assemblage, which is one of the calcareous foraminiferal assemblages including warm-water species in the Japan Sea. This suggests that weak warm currents flowed from the Pacific Ocean side into the Japan Sea, where cold surface water was dominant at that time.

Keywords: diatom biochronology, marine, Funakawa Formation, Miocene, Neogene, Daisen City, Japan

要 旨

中新世中期～中新世後期の日本海の古海洋環境は、従来、寒流水塊が卓越していたと考えられてきたが、石灰質微化石の証拠から、この時期に何度か間欠的に暖流が日本海に流入した短い温暖期の存在が知られるようになった。それを示す証拠の1つが秋田県大仙市下荒川の船川層から報告された暖流系の浮遊性有孔虫及び石灰質ナノ化石であるが、その年代は不確定のままであった。本研究では珪藻年代分析に基づき、この暖流系微化石の産出層準が珪藻化石帯のNPD6A帯の上限付近(8.7 Ma)にあることを確認した。暖流系珪藻の産出状況も加味すると、この温暖期は、NPD6A帯最上部からNPD6B帯最下部に相当する。この温暖系微化石群集は、日本海側地域で見つかっている暖流系微化石を伴う3つの石灰質有孔虫群集のうち、最上位のO-1群集にほぼ対比される。浮遊性有孔虫、石灰質ナノ化石及び浮遊性珪藻の群集は、寒流種が主体で暖流系種がわずかに付随する。このことは、寒冷な表層水が支配的であった当時の日本海に、太平洋側から微弱な暖流が流入したことを示唆する。

1. はじめに

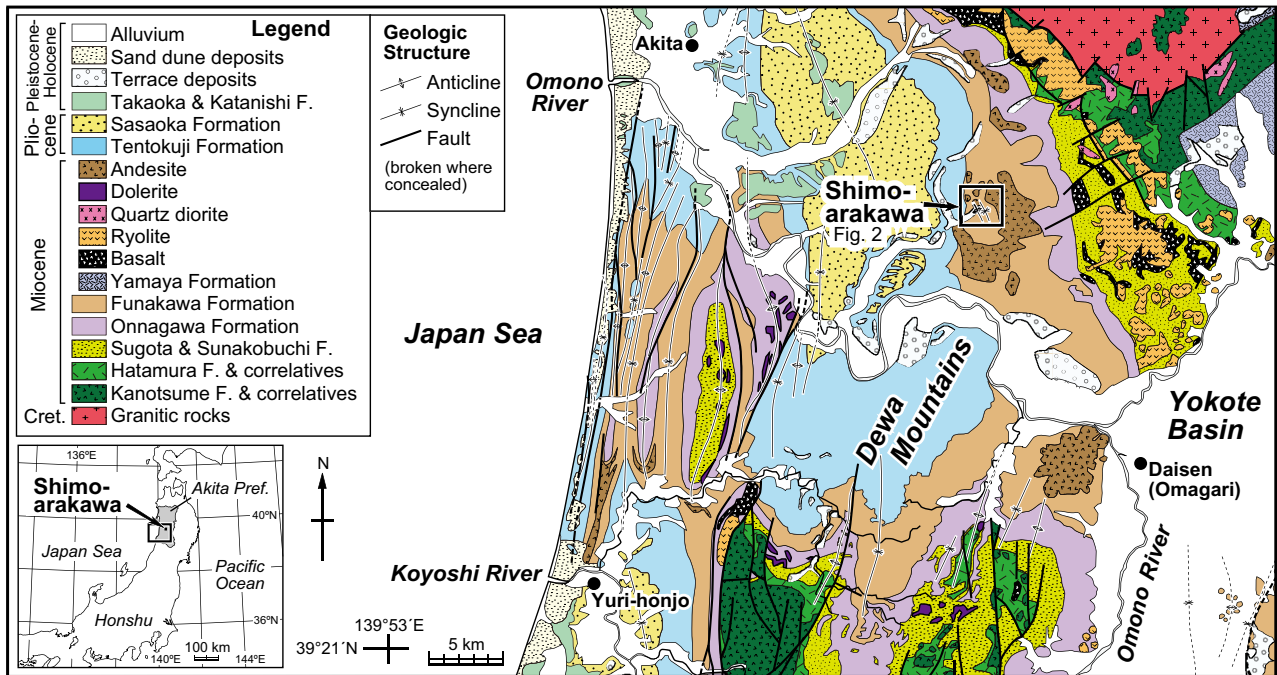
秋田地域の女川期～船川期または新潟地域の寺泊期にあたる中新世中期～中新世後期の日本海は、寒流系が卓越する古海洋環境だったと一般には考えられてきた(例えば、米谷, 1988)。しかし、石灰質ナノ化石や有孔虫のデータから、この時期に何度か間欠的に暖流が流入した短い温暖期の存在が知られるようになった。

新潟地域では下部寺泊層中に、浮遊性有孔虫を伴い、砂質の底生有孔虫と石灰質の底生有孔虫が共産する特徴的な底生有孔虫群集が産出する層準が知られており、“Blue zone”と呼ばれていた(渡辺, 1976)。一方、岡田(1981)は北海道日高地域の中新統からOkada and Bukry (1980)のCN9帯の石灰質ナノ化石群集を報告し、群集中に暖流系の*Discoaster*属が含まれることから、この時期の暖流の北上を指摘した。また、岡田(1988)はCN9帯に認定される石灰質ナノ化石群集を、秋田県と山形県の中新統から検出し、これを「暖流のスパイク」と呼んだ。

その後、秋田県や山形県の中新統から、暖流系種を含む浮遊性有孔虫群集や石灰質ナノ化石群集の報告が追加

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

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



第1図 秋田県出羽山地及び周辺の地質図。大沢・須田(1980)及び大沢ほか(1988)を簡略化。白田ほか(1978)及び白石ほか(1993)に基づいて一部修正。

Fig. 1 Geological map of the Dewa Mountains and its environs in Akita Prefecture, simplified from Ozawa and Suda (1980) and Ozawa *et al.* (1988) with minor modification based on Usuta *et al.* (1978) and Shiraishi *et al.* (1993).

された(井上, 1995; 三輪ほか, 1995; 加藤ほか, 1995; 平松ほか, 1997). また, 加藤・井上(1997)は, 高橋(1972)の研究を踏まえて, 秋田県南部にある多数の石油坑井の女川層で, 3つの石灰質底生有孔虫群集の産出区間を確認し, それらを上位よりO-1, O-2及びO-3群集と命名した. そして, これらは, 日本海側地域への暖流の一時的流入か, 短い温暖期の存在を示唆すると考えた.

加藤・井上(1997)はこれらの群集の年代を, 既存の浮遊性有孔虫層序やフィッシュン・トラック(FT)年代から推定したが, その後, ストロンチウム同位体層序年代(加藤・中野, 1999)や新たなFT年代測定値(加藤ほか, 2008)に基づいて年代を改訂した. また, FT年代に基づき, 新潟地域の“Blue zone”(渡辺, 1976)の年代は約8.2 Ma前後と推定され(加藤ほか, 2004), 秋田地域の女川層のO-1群集に対比された(加藤ほか, 2008; 井上ほか, 2008). これらの群集に対比される群集は, 山形県新庄盆地の中新統からも見つかっている(井上ほか, 2012).

以上のように, 間欠的に暖流が流入した短い温暖イベントは, 日本海の高古海洋環境を復元する上で無視できない重要な現象であることが認識されるようになってきた. しかし, これらのイベントの年代は, 必ずしも正確ではなく, また各地の温暖期イベントの対比にも曖昧さが残っている.

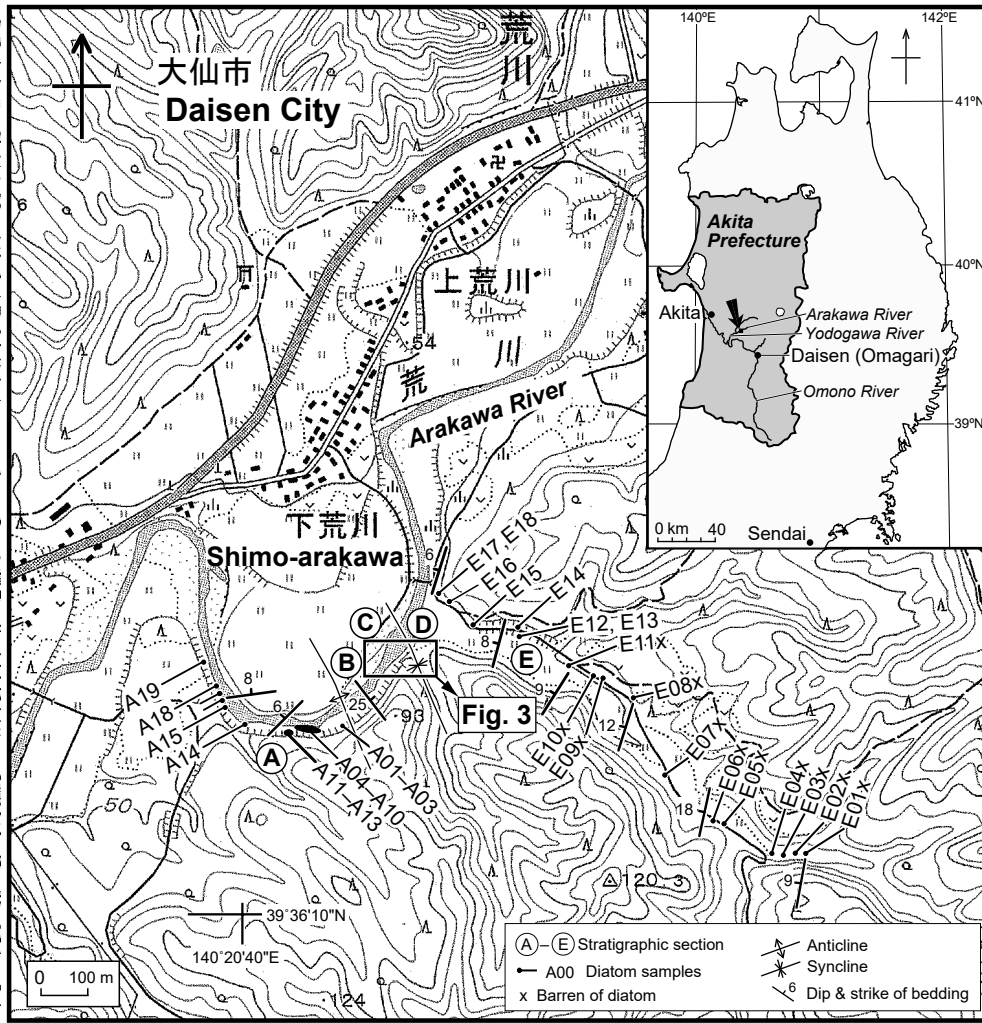
そうした年代が不確かな温暖期が見つかっている場

所の1つが, 秋田県中部の大仙市下荒川(旧河辺郡協和町)の荒川沿いに露出する船川層の露頭である(第1図, 第2図). ここからは, 石灰質底生有孔虫と暖流系の浮遊性有孔虫及び石灰質ナノ化石が報告されている(井上, 1995; 三輪ほか, 1995; 平松ほか, 1997). この地点からは珪藻化石も産出し, 三輪ほか(1995)と平松ほか(1997)は, 珪藻化石層序に基づいて暖流の流入年代を推定しているが, 両者の解釈には違いがある. また, 平松ほか(1997)の解釈は, この地点の周辺から珪藻化石年代を報告している土谷・吉川(1994)とも食い違いが認められる. このため, この暖流系石灰質微化石の産出層準の正確な年代は確定していなかった.

下荒川の船川層から産出した暖流系種を含む石灰質微化石群集は, 中新世における古海洋環境, とくに暖流流入イベントを復元する上で非常に重要である. そこで, この研究では, 暖流流入イベントの正確な年代を明らかにするため, 石灰質微化石産出地点及び周辺で試料を採取して珪藻年代分析を行った.

2. 試料・方法

試料を採取したのは大仙市下荒川南方の荒川左岸の露頭とその周辺である(第2図). 荒川は雄物川支流の淀川の支流である. 試料採取地点周辺には船川層が分布し, 北西-南東方向の一对の向斜と背斜が認められる. この



第2図 秋田県大仙市下荒川付近の船川層の珪藻試料採取位置。国土地理院発行2万5千分の1地形図「羽後境」を使用。

Fig. 2 Map showing the location of diatom samples of the Funakawa Formation at Shimo-arakawa, Daisen City, Akita Prefecture. Geographical map “Ugosakai” (1:25,000 in scale) published by the Geospatial Information Authority of Japan.

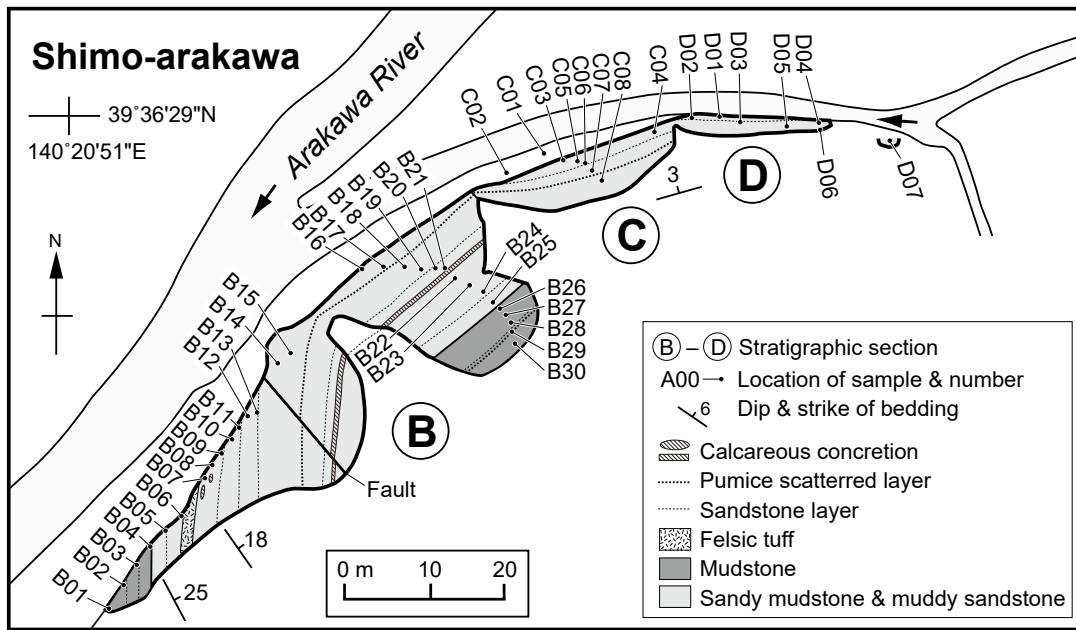
付近の船川層は、下位の女川層の硬質泥岩を整合に覆い、下部は暗灰色泥岩・シルト岩、上部は主に灰色泥岩からなり、上位の天徳寺層に整合(一部不整合)に覆われる(土谷・吉川, 1994)。

第1回目の試料採取は2007年6月17日に行った。特に井上(1995), 三輪ほか(1995)及び平松ほか(1997)が石灰質微化石を報告した地点については、平松ほか(1997)の試料採取位置図(図3)を基にして付近を探索し、有孔虫試料を採取した痕と推定される河床付近の泥岩中に掘られた直径約30 cmの浅い凹みを見いだして、そこから試料を採取した(第3図の試料C01とC02)。しかし、2018年10月15日に追加試料を採取するため再訪した時には、露頭状況は激変し、河道が西方に遷移して支流との合流点が南西に移動し、それまでの河床は埋積されて石灰質微化石が産出した痕は確認できなかった。この変化は前

年の2017年7月22日～23日の大洪水によって引き起こされたものと推定される。

採取試料は合計82個で、層序セクション(A-E)ごとに分けて、それぞれ下位から試料番号をつけ直した(第4図)。

試料の処理は、Akiba (1986)のunprocessed strewn slideの方法で行った。乾燥試料は新聞紙でくるみ、ハンマーで砕いた後、約1 gを100 mlピーカーに入れ、試料が浸る程度に純水を注ぎ入れ、一昼夜放置する。この過程で試料はほとんど泥化する。次にピーカーに純水を加えて約100 mlの懸濁液とし、約20秒間放置して粗粒物が底に沈むのを待ち、上澄みの懸濁液からマイクロピペットで0.5 mlを取り出し、18 x 18 mmのカバーガラスに滴下する。これをホットプレートで加熱・乾燥後、アルコールで薄めたPleurax (封入剤)をカバーガラスに滴下し、さらに加熱・乾燥させてアルコール分を蒸発させる。



第3図 層序セクションB, C及びDのルートマップ。

Fig. 3 Route map of the stratigraphic sections B, C and D.

最後に、このカバーガラスをホットプレートで温めたスライドガラスに貼付する。

珪藻殻の計数は、生物顕微鏡600倍の倍率下で、*Chaetoceros*属の休眠胞子を除いて、観察されたすべての種の蓋殻が100または50になるまで行った。その後、さらにカバーガラスの幅5 mmの範囲を走査して、その過程で新たに認められた種、及び破片としてのみ認められた種は present (+)として記録した。休眠胞子については、上記蓋殻計数時に認められた総数を別途記録した。

珪藻化石帯区分はAkiba (1986)とYanagisawa and Akiba (1998)の新第三紀北太平洋珪藻化石帯区分を適用し、化石帯はNPDコード、生層準はDコード(D10-D120)を用いた。珪藻年代はWatanabe and Yanagisawa (2005)を用いて修正し、Raffi *et al.* (2020)の地磁気極性年代尺度に合わせて調整した。なお、ここでは記載の都合上、NPD6B帯を帯内の生層準によって暫定的に6B1、6B2、6B3の3つの区間に細分して用いる。

3. 結果

3.1 セクションA

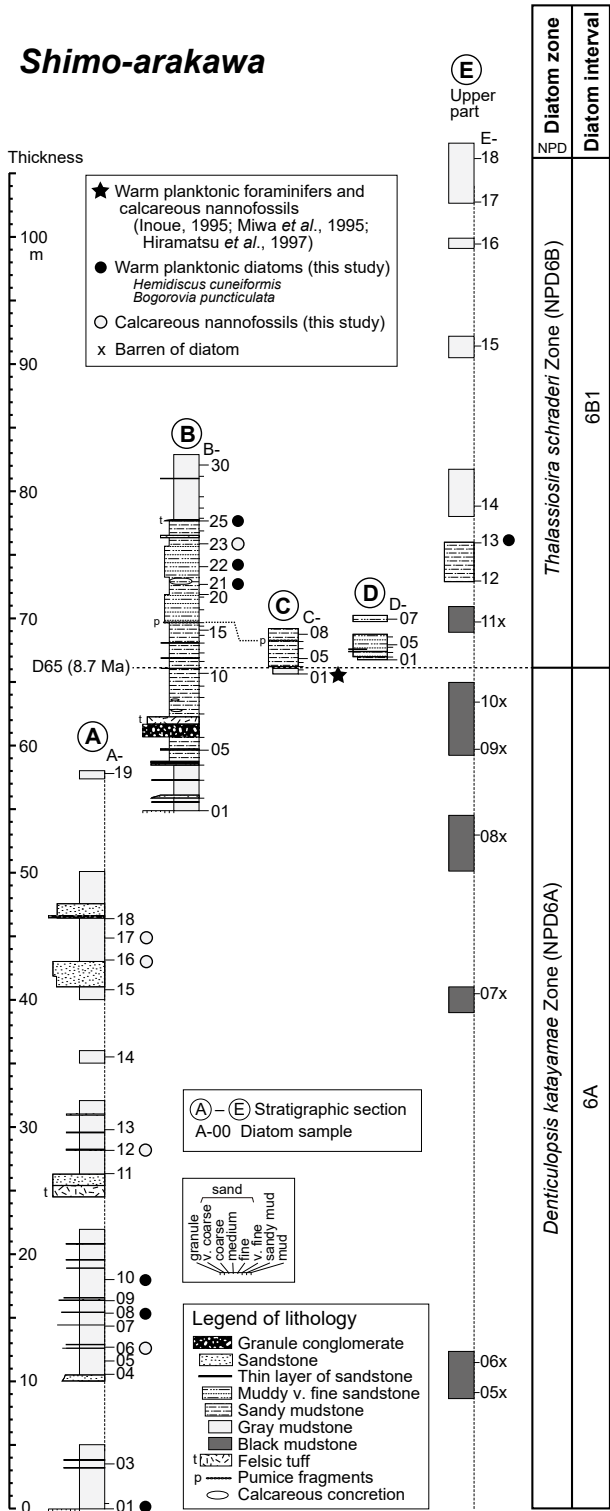
本セクションは荒川左岸に沿ったルートである(第2図)。層厚は約58 mで、主に塊状泥岩からなり、厚さ数cmから2 mの細～極粗粒砂岩層を数10 cmから2、3 mおきに挟む(第5図)。いずれの砂岩層も固結度は低く、凝灰質で軽石を含む。試料A04の直下、試料A15の直上及び試料A18の直上の厚い砂岩層は石灰質で貝殻片や有孔虫を含む。

本セクションでは試料A01-A19を分析した(第1表)。試料A01-A19は、*Denticulopsis katayamae*が多産し、*D. dimorpha*が2試料を除いて含まれていないことから、NPD6A帯(*Denticulopsis katayamae* Zone)に属すると判断した。試料A02とA10は、わずかに*D. dimorpha* var. *dimorpha*を含むことからNPD5D帯の最上部と認定される可能性はある、しかし、その他の試料からは、*D. dimorpha* var. *dimorpha*が全く検出されないこと、また、本セクションからは再堆積と考えられる*D. crassa*, *D. praedimorpha* var. *praedimorpha*, *D. hyalina*, *D. hustedtii*が散点的に産出することから、*D. dimorpha* var. *dimorpha*も再堆積と判断した。

試料A06, 12, 16, 17には石灰質ナノ化石が含まれている。また、試料A01, A08, A10からは暖流系珪藻の*Hemidiscus cuneiformis*が検出される。

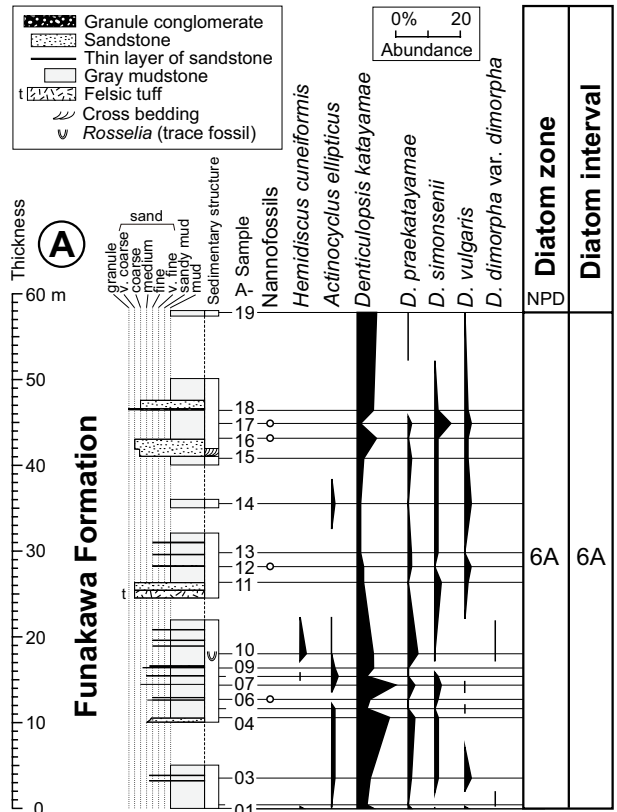
3.2 セクションB

本セクションはセクションAの上流の露頭である(第2図, 第3図)。層厚は約28 mで、最下部約4 mと最上部約5 mは塊状の泥岩からなるが、大部分は生物擾乱作用を受けた塊状の砂質泥岩ないし泥質極細粒砂岩からなる(第6図)。セクションの下限から約6 mの層準に、層厚80 cmの細礫層と層厚60 cmの成層した極粗～粗粒の珪長質凝灰岩が挟在する。また、下限から15 mの層準には、厚さ数cmで、細礫大の丸い軽石の散在する層(第6図の柱状図のp)があり、これが次のセクションCとの対比に役立つ鍵層となる。また、下限から23 mの層準に、厚



第4図 層序セクションA-Eの柱状図の対比. 層序セクションEの最下部は省略.

Fig. 4 Correlation of columnar sections of the stratigraphic sections A-E. The lowermost part of the stratigraphic section E is omitted.



第5図 層序セクションAにおける主な珪藻の層序学的分布.
Fig. 5 Stratigraphic occurrence of diatoms in the stratigraphic section A.

さ7 cmの白色珪長質細粒凝灰岩が挟まれている。

本セクションでは試料B01-B30を分析した(第2表). このうち試料B01-B10は, *D. katayamae*が連続産出し, かつ*D. dimorpha*を含まないことから, NPD6A帯と判定できる. 一方, 試料B11-B30は, NPD6A帯の上位にあって*D. katayamae*が産出せず, かつ*Thalassionema schraderi*が産出しないことから, NPD6B帯(*T. schraderi*帯)最下部の区間NPD6B1, すなわち, 生層準D65 (*D. katayamae*の終産出)からD66 (*T. schraderi*の初多産出)の間に当たると判断される.

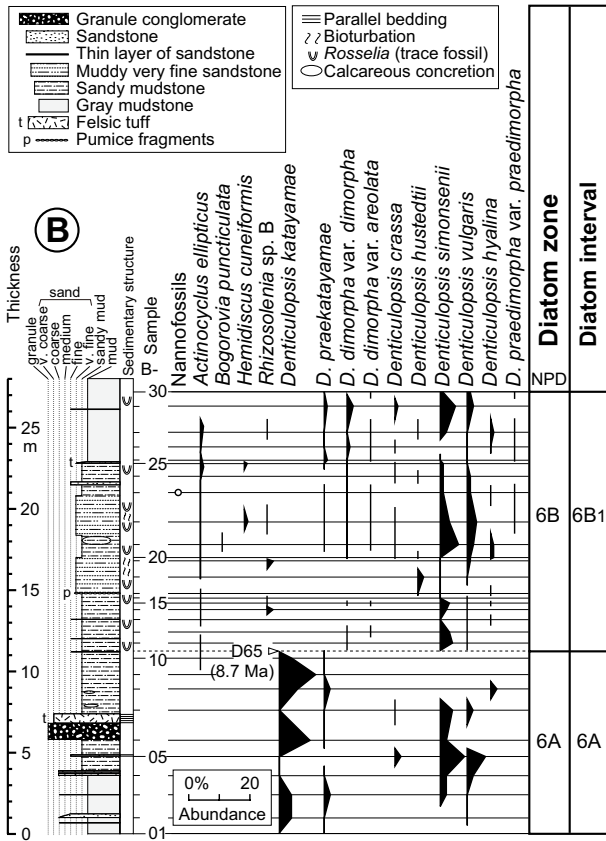
試料B14, B16, B19及びB22から産出する*Rhizosolenia* sp. Bは, 未記載種ではあるが, 殻先端の突起(process)にある耳(otarium)が左右に広がり, 突起全体が蠟燭の炎のような外形を持つので, 識別が容易である(図版1の23). 本種はNPD6B帯最下部に初産出があって, この化石帯内に産出が限定されることが知られている(柳沢, 2012, 柳沢・渡辺, 2017). したがって, この種が産出することは, 試料B11-B30がNPD6B帯に属することを強く支持する.

試料B11-B30では, *Denticulopsis simonsenii*と*D. vulgaris*が連続産出し, 量は少ないものの, *D. praedimorpha* var. *praedimorpha*, *D. hustedtii*, *D. dimorpha* var. *dimorpha*, *D.*

第1表 層序セクションAから産出した珪藻化石.

Table 1 Fossil diatoms from the stratigraphic section A.

Diatom zone (Diatom interval)	NPD				6A (6A)														
	A-	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Sample number	A-																		
Original sample number (Kiyw-)	87	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Preservation (P: poor, M: moderate, G: good)	G	P	P	M	G	M	M	M	M	M	M	M	P	P	P	P	P	P	P
Abundance (R: rare, C: common, A: abundant)	C	C	C	A	C	C	C	C	C	A	R	C	C	C	R	R	R	R	R
<i>Actinocyclus ellipticus</i> Grunow	+	+	1	1	1	-	1	2	1	+	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>A. ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader	6	18	16	4	12	10	3	11	12	7	10	10	30	14	2	2	8	4	5
<i>A. sp. A</i>	1	-	5	1	2	2	1	3	1	1	2	4	1	3	-	1	1	-	-
<i>Actinocyclus senarius</i> (Ehrenb.) Ehrenb.	5	2	12	2	9	8	6	3	2	4	6	6	8	2	7	9	3	5	6
<i>Adoneis pacifica</i> G.W.Andrews et Rivera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Arachnoidiscus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) P.A.Sims et G.A.Fryxell	+	-	+	-	+	-	-	1	-	1	-	+	-	1	-	1	2	+	1
<i>A. nodulifera</i> (A.W.F.Schmidt) G.A.Fryxell et P.A.Sims	-	1	-	2	-	2	-	+	-	3	1	-	-	2	1	1	-	-	-
<i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) D.M.Williams	-	-	+	+	-	1	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-
<i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Cestodiscus peplum</i> Brun	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis californica</i> Grunow	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
<i>C. costata</i> Greg.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>C. curviturunda</i> Brun et Temp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
<i>C. scutellum</i> Ehrenb.	-	1	-	-	1	+	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>C. vitrea</i> Brun	1	-	1	-	1	-	1	1	1	+	-	2	-	-	2	-	2	-	1
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehrenb.	-	1	+	2	1	-	-	+	-	1	-	1	1	3	6	8	3	1	5
<i>C. radiatus</i> Ehrenb.	-	+	-	-	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Delphineis surirella</i> (Ehrenb.) G.W.Andrews	-	1	1	-	1	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Delphineis</i> ? sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Denticulopsis crassa</i> Yanagisawa et Akiba	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>D. dimorpha</i> var. <i>dimorpha</i> (Schrader) Simonsen (Closed copula)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. praedimorpha</i> var. <i>praedimorpha</i> Barron ex Akiba (Closed copula)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	+	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>D. hustedii</i> (Simonsen et Kanaya) Simonsen	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. hyalina</i> (Schrader) Simonsen	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	+	-
<i>D. katayamae</i> Maruyama	5	3	4	10	3	4	12	3	5	5	2	2	1	1	2	6	1	5	6
<i>D. praekatayamae</i> Yanagisawa et Akiba	1	+	1	2	+	+	2	+	+	3	+	1	1	+	1	+	1	-	+
<i>D. simonsenii</i> Yanagisawa et Akiba	+	-	1	1	+	1	2	1	-	+	2	+	1	1	1	1	5	1	-
<i>D. vulgaris</i> (Okuno) Yanagisawa et Akiba	1	-	2	-	+	-	+	-	-	1	2	-	+	2	1	1	2	1	+
S-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	3	2	-	-
D-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group	1	1	1	5	+	1	8	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	1	4
<i>Diploneis bombus</i> Ehrenb.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>D. smithii</i> (Bréb.) Cleve	1	+	-	-	1	-	-	2	-	-	1	1	1	2	-	1	1	1	-
<i>Eucampia</i> sp. A (= <i>Hemiaulus polymorphus</i> Grunow)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Goniothecium rogersii</i> Ehr.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Grammatophora</i> spp.	+	1	+	-	1	-	1	-	+	4	-	1	-	+	+	+	+	1	2
<i>Hemidiscus cuneiformis</i> G.G.Wall.	1	-	-	-	-	-	-	+	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova	2	9	5	5	4	6	9	4	7	4	14	13	6	13	9	15	5	15	17
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mastogloia splendida</i> (Grev.) Cleve	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>M. sol</i> (Ehrenb.) Kützing	-	-	-	-	-	+	-	1	-	+	1	-	-	-	-	-	4	-	3
<i>Nitzschia grunowii</i> Hasle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>N. heteropolica</i> Schrader	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>N. praereinholdii</i> Schrader	+	+	+	+	+	1	+	2	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odontella aurita</i> (Lyngb.) J.A.Agardh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenb.) Cleve	13	36	13	12	18	15	12	17	23	6	33	30	25	25	48	30	38	40	35
<i>Proboscia alata</i> (Bright.) Sundstöm	2	1	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. barboi</i> (Brun) Jordan et Priddle	+	1	2	2	2	-	-	1	5	2	2	3	11	12	2	3	+	1	4
<i>Rhabdonema japonicum</i> Temp. et Brun	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>hiemalis</i> Gran	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>R. miocenicus</i> Schrader	+	2	-	2	1	-	2	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. styliformis</i> Brightw.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. sp. C</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rouxia californica</i> Perag.	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehrenb.) Hasle et P.A.Sims	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-
<i>Stephanogonia hanzawae</i> Kanaya	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
<i>Stephanopyxis</i> spp.	-	-	-	1	2	1	1	-	+	1	2	2	3	-	2	2	2	1	1
<i>Thalassionema hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader	1	1	2	+	+	-	1	-	+	2	1	1	-	-	-	-	-	+	+
<i>T. nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	55	18	29	46	38	47	31	42	42	44	20	17	6	9	13	9	11	17	7
<i>T. schraderi</i> Akiba	+	+	-	-	1	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Thalassiosira brunii</i> Akiba et Yanagisawa	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. grunowii</i> Akiba et Yanagisawa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>T. leptopus</i> (Grunow) Hasle et G.A.Fryxell	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. manifesta</i> Sheshukova	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>T. marujamica</i> Sheshukova	-	-	-	-	-	-	-	1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>T. minutissima</i> Oreshkina	+	-	-	-	-	-	3	-	-	2	-	+	2	-	-	-	-	-	-
<i>T. temperei</i> (Brun) Akiba et Yanagisawa	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	2	1	-	1	1	-	-
<i>T. sp. A</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. sp. B</i>	-	-	-	-	-	+	-	1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Triceratium condecorum</i> Brightw.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>T. arcticum</i> Brightw.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Aulacoseira</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Total number of valves counted	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Resting spore of Chaetoceros	2	14	37	14	5	20	22	15	22	12	23	29	21	28	22	36	21	33	24
Nannofossils	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	●	●	-



第6図 層序セクションBにおける主な珪藻の層序学的分布。
Fig. 6 Stratigraphic occurrence of diatoms in the stratigraphic section B.

dimorpha var. *areolata*, *D. crassa*, *D. praekatayamae*など、NPD6B帯以前に絶滅した種が産出する。このため、試料によっては、NPD5C帯(*Thalassiosira yabei*帯)またはNPD5D帯(*D. dimorpha*帯)と誤認定されてしまう可能性がある。しかし、これらの種は、すべて再堆積であると判断される。

試料B23は石灰質ナノ化石を含む。また、試料B22とB25から暖流系珪藻*Hemidiscus cuneiformis*が、試料B21から同じく暖流系と推定される*Bogorovia puncticulata*が産出した。

3.3 セクションC

本セクションは、セクションBの北東に連続する露頭で、荒川左岸の支流と本流の合流点の北東に位置する(第3図)。層厚は約3.6 mで、生物擾乱作用を受けた塊状の砂質泥岩からなる(第7図)。下限から約2.5 m上位に細礫大の軽石片が散在する層(第7図のp)があり、これによってセクションBと対比することができる(第4図)。

このセクションでは試料C01–C08を分析した(第3表)。最下部の試料C01とC02は、*D. katayamae*が産出して*D. dimorpha*を含まないことから、NPD6A帯と認定され

る。上位の試料C03–C08は、NPD6A帯の上位にあって*D. katayamae*が産出しないことからNPD6B帯最下部の区間NPD6B1と判断される。この結果は、鍵層に基づくセクションBとの岩相対比と整合的である(第4図)。

試料C01とC02は、前述のように、有孔虫試料を採取した痕と推定される河床にあった凹みから採取した試料で、平松ほか(1997)の試料採取位置図(図3)から判断して、どちらかの試料が井上(1995)、三輪ほか(1995)及び平松ほか(1997)が石灰質微化石を報告した試料と同じ層準に相当するものと思われる。ただし、今回の分析では、石灰質ナノ化石や有孔虫はいずれの試料からも検出されなかった。

3.4 セクションD

セクションDは、セクションCの東に隣接する露頭で(第3図)、岩相の対比ではセクションCの中上部に相当する(第4図)。ただし、セクションBとCにおいて対比の鍵層となった軽石散在層はセクションDでは見られない(第8図)。層厚は約3.6 mで、最下部20 cmの砂質泥岩を除くと、主体は生物擾乱作用を強く受けた塊状泥質極細粒砂岩からなる。分析した7試料(D01–D07)は、*D. simonsenii*と*D. vulgaris*がほぼ連続的に産出するが、*D. katayamae*は含まれていない(第3表)。この内容は、隣接するセクションCの中上部と共通し、NPD6B帯の区間NPD6B1に当たると判断される。*D. crassa*と*D. dimorpha* var. *dimorpha*が一部の試料から産出するが、これらは再堆積と推定される。

3.5 セクションE

セクションEは、荒川から南東方向に伸びる支沢に沿った道路沿いのルートである(第2図)。層厚は約150 mで、最下部に珪長質凝灰岩があり、その上位は下部及び中部が帯紫色黒色泥岩、上部が灰色泥岩からなる(第9図)。18試料(E01–E18)を採取したが、珪藻化石が産出したのは上部の灰色泥岩から採取した7試料(E12–E18)のみで(第3表)、下部及び中部の帯紫色黒色泥岩の試料(E01–E11)からは珪藻は産出しなかった。

試料E12–E18からは、*D. simonsenii*と*D. vulgaris*がほぼ連続産出し、試料E13–E15から*D. dimorpha* var. *dimorpha*も産出することから、NPD5D帯と認定されてしまう恐れがある。しかし、セクションBと同様にNPD6B帯内に産出が限定される*Rhizosolenia* sp. Bが試料E12とE16から産出することから、試料E12–E18は、NPD6B帯最下部の区間NPD6B1に相当すると判断され、*D. dimorpha* var. *dimorpha*は再堆積と思われる。

4. 考察

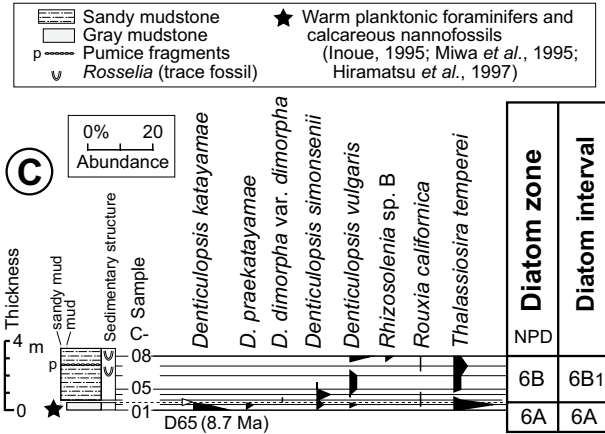
4.1 石灰質微化石産出層準の年代

本項では、下荒川の石灰質微化石産出層準の珪藻化石

第2表 層序セクションBから産出した珪藻化石.

Table 2 Fossil diatoms from the stratigraphic section B.

Diatom zone (Diatom interval)	NPD	6A (6A)										6B (6B1)																			
		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	26	27	28	29	30
Original sample number (Kiyw-)	B-	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	19	75	74	20	70	71	72	73	07	08	09	10	11	12	13	14	15	17	18
Preservation (P: poor, M: moderate, G: good)		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	G	P	M	M	M	M	P	M	P	M	P	
Abundance (R: rare, C: common, A: abundant)		R	R	R	R	R	R	C	R	R	C	C	R	C	C	A	C	C	C	C	R	C	R	R	C	C	C	R	R	R	C
<i>Actinocyclus curvatus</i> C.Janisch		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. ellipticus</i> Grunow		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader		3	6	4	6	1	-	2	2	1	-	+	3	+	2	2	1	4	1	2	+	3	7	-	2	1	2	1	4	12	18
<i>A. sp. A</i>		+	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Actinocyclus senarius</i> (Ehrenb.) Ehrenb.		1	3	3	2	3	8	4	1	+	1	3	2	4	+	13	8	4	7	1	18	10	15	8	20	7	12	10	8	11	16
<i>A. vulgaris</i> Schum.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Adoneis pacifica</i> G.W.Andrews et Rivera		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arachnoidiscus</i> spp.		+	+	+	+	+	-	1	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	1	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-
<i>Azpettia endoi</i> (Kanaya) P.A.Sims et G.A.Fryxell		1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	+
<i>A. nodulifera</i> (A.W.F.Schmidt) G.A.Fryxell et P.A.Sims		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	-	2	-	1	-	-	+	1	1	+	-	+	1
<i>A. vetustissima</i> (Pant.) P.A.Sims		-	-	3	1	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bogorovia punctulata</i> Yanagisawa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) D.M.Williams		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis californica</i> Grunow		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. costata</i> Greg.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. curvifunda</i> Brun et Temp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. scutellum</i> Ehrenb.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. vitrea</i> Brun		+	+	-	-	1	-	1	1	-	1	-	3	2	+	2	1	-	1	+	5	1	1	2	1	+	+	1	2	-	-
<i>Coccinodiscus marginatus</i> Ehrenb.		1	6	-	1	2	2	+	1	2	2	+	12	4	7	4	4	6	4	9	18	6	4	4	1	2	-	3	1	-	-
<i>C. radiatus</i> Ehrenb.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. spp.</i>		-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clavícula polymorpha</i> Grunow et Pant.		+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Delphineis surella</i> (Ehr.) G.W.Andrews		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Denticulopsis crassa</i> Yanagisawa et Akiba		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>D. dimorpha</i> var. <i>dimorpha</i> (Schrader) Simonsen		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
(Closed copula)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>D. dimorpha</i> var. <i>areolata</i> Yanagisawa et Akiba		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(Closed copula)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. hustedii</i> (Simonsen et Kanaya) Simonsen		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. hyalina</i> (Schrader) Simonsen		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. katayamae</i> Maruyama		+	2	2	+	+	5	+	3	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. lauta</i> (Bailey) Simonsen		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. praedimorpha</i> var. <i>praedimorpha</i> Barron ex Akiba (closed copula)		+	+	1	+	-	+	+	1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>D. praekatayamae</i> Yanagisawa et Akiba		-	-	1	1	4	1	2	-	-	-	2	3	+	1	3	+	+	+	+	+	6	3	1	1	1	1	+	+	+	+
<i>D. simonsenii</i> Yanagisawa et Akiba		-	-	1	1	4	1	2	-	-	-	2	3	+	1	3	+	+	+	+	+	6	3	1	1	1	1	+	+	+	+
<i>D. vulgaris</i> (Okuno) Yanagisawa et Akiba		-	+	+	1	3	-	1	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2	3	1	1	1	+	+	+	+	+
S-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diploneis bombus</i> Ehrenb.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. smithii</i> (Bréh.) Cleve		2	2	-	-	-	2	1	2	2	1	1	-	+	2	1	+	+	+	+	+	+	1	3	+	1	+	+	+	+	+
<i>Encampia</i> sp. A (= <i>Hemiatulus polymorphus</i> Grunow)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Goniothecium rogersii</i> Ehrenb.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Grammatophora</i> spp.		+	+	+	+	+	+	2	-	+	2	2	+	1	+	1	4	+	+	+	+	+	+	1	1	+	2	3	+	1	+
<i>Hemidiscus cuneiformis</i> G.G.Wall.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>H. ovalis</i> Lohman		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova		9	8	2	8	2	5	5	8	7	8	5	23	1	3	14	7	6	3	5	9	13	18	8	8	10	11	3	8	16	16
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lyrella</i> sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mastogloia splendida</i> (Grev.) Cleve		+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira scopos</i> A.Mann		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. sol</i> (Ehrenb.) Kützing		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia grunowii</i> Hasle		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. heteropolica</i> Schrader		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. praerainholdii</i> Schrader		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. rolandii</i> Schrader emend. Koizumi		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odontella aurita</i> (Lyngh.) J.A.Agardh		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenb.) Cleve		27	10	23	17	8	11	15	24	18	20	28	11	10	13	22	20	20	14	13	39	45	27	44	41	54	59	66	68	20	25
<i>Plagiogramma stauroporum</i> (Greg.) Heib.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				



第7図 層序セクションCにおける主な珪藻の層序学的分布。
Fig. 7 Stratigraphic occurrence of diatoms in the stratigraphic section C.

層序について、本研究の結果と既報の研究を比較し、さらに浮遊性有孔虫及び石灰質ナノ化石層序も考慮して、その年代を確定する。

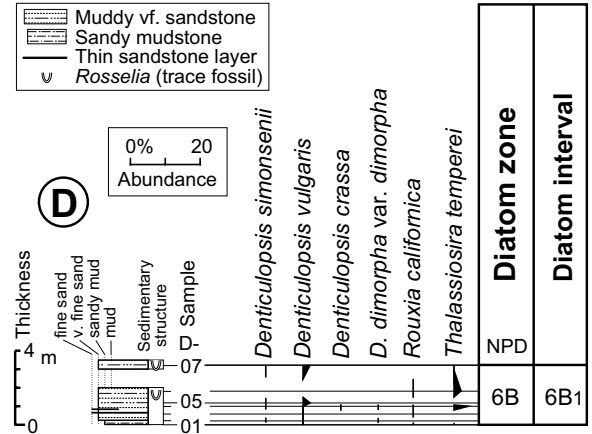
本研究によって、石灰質微化石が産出した場所とほぼ同じ所から採取した試料C01とC02はNPD6A帯に属することが明らかとなった。しかも、この2試料の直上数10 cm以内にはNPD6A帯とNPD6B帯の境界、すなわち生層準D66 (*D. katayamae*の終産出層準, 8.7 Ma)が存在する(第7図)。したがって、下荒川の暖流系の石灰質微化石を産する層準の年代は、両珪藻化石帯の境界の年代8.7 Maで近似できる(第10図)。

三輪ほか(1995)は石灰質微化石を産する試料から、*Thalassionema nitzschioides*, *Paralia sulcata*, *D. katayamae*などを主とし、*D. dimorpha*がわずかに付随する珪藻群集を報告し、これをNPD6A帯とした。一方、平松ほか(1997)は、*D. dimorpha*の産出を重視し、この試料を*D. dimorpha*と*D. katayamae*が共産するNPD5D帯と認定した。

本研究でも、試料C01とC02から*D. katayamae*を含む珪藻群集を検出したが、*D. dimorpha*は見いだせなかった。前述のように、これらの試料の数十cm上位に、生層準D66が存在するので、石灰質微化石が産した層準は、NPD6A帯の上限付近であることは確かである(第7図)。したがって、石灰質微化石産出試料から検出されたと思われる*D. dimorpha*は再堆積と思われる。

本研究においても、NPD6A帯の試料で、再堆積したと推定される*D. dimorpha*を含む試料(セクションAの試料A02とA10)が認められる(第5図)。また、セクションB-EのNPD6B帯に属する多くの試料から、再堆積したと判断される*D. dimorpha*が検出されている(第6図～第9図)。これらのことは、石灰質微化石産出試料から産出した*D. dimorpha*が再堆積であるという推定を裏付けている。

土谷・吉川(1994)は、本研究のセクションAの試料



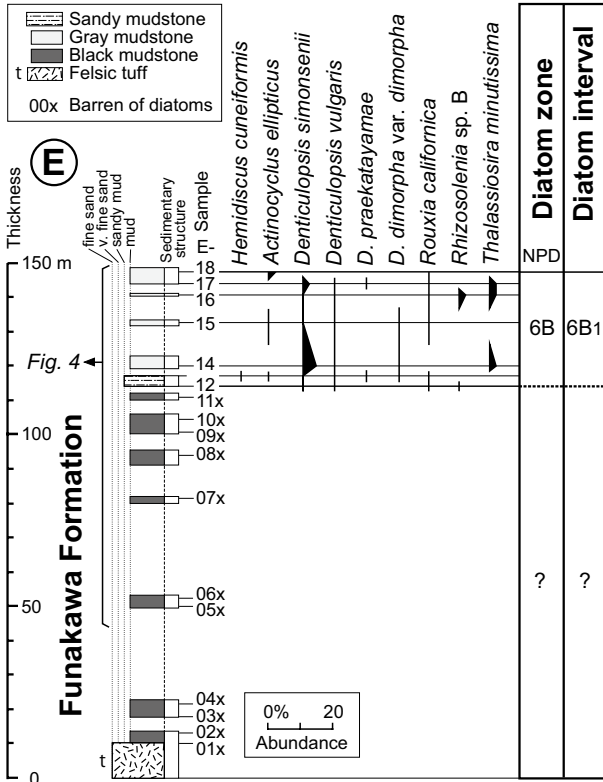
第8図 層序セクションDにおける主な珪藻の層序学的分布。
Fig. 8 Stratigraphic occurrence of diatoms in the stratigraphic section D.

A04の採取地点付近(第2図)から、NPD6A帯の珪藻群集を報告しており、これは本研究の結果と一致する。また、土谷・吉川(1994)は、本研究のセクションEの上部にあたる試料E17及びE14採取地点付近(第2図)からも珪藻化石を検出し、化石帯指標種が産出しなかったためか、化石帯は認定していないが、群集組成は本研究のものとよく似ている。

次に、暖流系の石灰質微化石が産出した層準の浮遊性有孔虫層序と石灰質ナノ化石層序について検討する。井上(1995)は下荒川の船川層から、暖流系種を含む浮遊性有孔虫を報告しているが、珪藻化石層序に言及しているだけで、浮遊性有孔虫層序には触れていない。一方、秋田県矢島地域の女川層から産出した類似する組成を持つ浮遊性有孔虫群集については、その組成からBlow(1969)のN.16帯に相当するとしている。下荒川と矢島地域の群集は似てはいるが多少組成が異なり、同一層準のものかどうかについて、井上(1995)には記述はないが、仮に両者が対比され、下荒川の群集もN.16帯に相当するとしても、これは本研究で明らかになった珪藻化石年代とは矛盾しない(第10図)。

三輪ほか(1995)は下荒川の試料から産出した石灰質ナノ化石について、*Sphenolithus neoabies*が検出されたことを根拠にして、Okada and Bukry(1980)のCN5-CN11帯に対比している。一方、平松ほか(1997)は、化石帯認定に有効な種が認められないとしつつ、*Discoaster braarudii*の産出と、有孔虫化石及び珪藻化石の分析結果を総合して、暖流系の石灰質微化石の産出試料をCN8帯に対比できるとしている。いずれの石灰質ナノ化石層序の認定も、本研究で確定した珪藻化石年代とは矛盾しない(第10図)。

以上のように、下荒川で暖流系の石灰質微化石が産出した層準は、珪藻化石層序ではNPD6A帯の上限付近で



第9図 層序セクションEにおける主な珪藻の層序学的分布。
Fig. 9 Stratigraphic occurrence of diatoms in the stratigraphic section E.

あり、その年代は約8.7 Maと推定される。これは、浮遊性有孔虫や石灰質ナノ化石年代とも矛盾しない。

4.2 暖流系種を含む微化石群集の内容

次に下荒川で産出した暖流系種を含む微化石群集の組成について考察する。

井上(1995)は下荒川の船川層から、寒流系の左巻 *Neogloboquadrina pachyderma* が豊富産し、暖流系種の *Globorotalia cf. linguaensis*, *G. cf. scitula* 及び *Globigerinoides* spp. が付随する浮遊性有孔虫群集を報告している。また、平松ほか(1997)によれば、石灰質ナノ化石群集は、*Coccolithus pelagicus* を主体とし、これに *Reticulofenestra gelida* を伴うことで特徴づけられ、それに低頻度の *Sphanolithus abies*, *Discoaster braarudii*, *D. brouweri*, *D. variabilis* などの暖流系種を伴う組成である。以上のように、下荒川の船川層の浮遊性有孔虫及び石灰質ナノ化石群集は、基本的には寒流系であり、それにわずかに暖流系種が混じる組成であることがわかる。

珪藻化石では、*Paralia sulcata*, *Hyalodiscus obsoletus*, *Actinopterychus senarius*, *Melosira sol* などの沿岸性種が多産し、これらに次いで沖合と沿岸域の漸移帯で優占する *Thalassionema nitzschioides* も産出しており、基本的

には沿岸性の群集組成である。沖合の浮遊性種としては、*Denticulopsis* spp., *Actinocyclus ingens*, *Coscinodiscus marginatus* が比較的多く産出している。これらは、いずれも中-高緯度域を中心に分布する種であり(Barron, 1985)、寒流系と推定できる。一方、下荒川の船川層から産出した珪藻の中で明確に暖流系浮遊性種と断定できるのは、Kanaya and Koizumi (1966)が暖流系種とした *Hemidiscus cuneiformis* と、Yanagisawa (1995)が暖流系とした *Bogorovia puncticulata* のみである。*H. cuneiformis* の産出は散点的で、セクションAのNPD6A帯の試料A01, A08, A10 (第5図)、セクションBのNPD6B帯の試料B22, B25 (第6図)及びセクションEのNPD6B帯の試料E13 (第9図)から、わずかに検出されただけである(第1表~第3表)。また、*B. puncticulata* はセクションBのNPD6B帯の試料B21から産出したのみである(第6図)。このように、浮遊性珪藻群集においても寒流系が優占し、わずかに暖流系が散点的に含まれるという組成である。

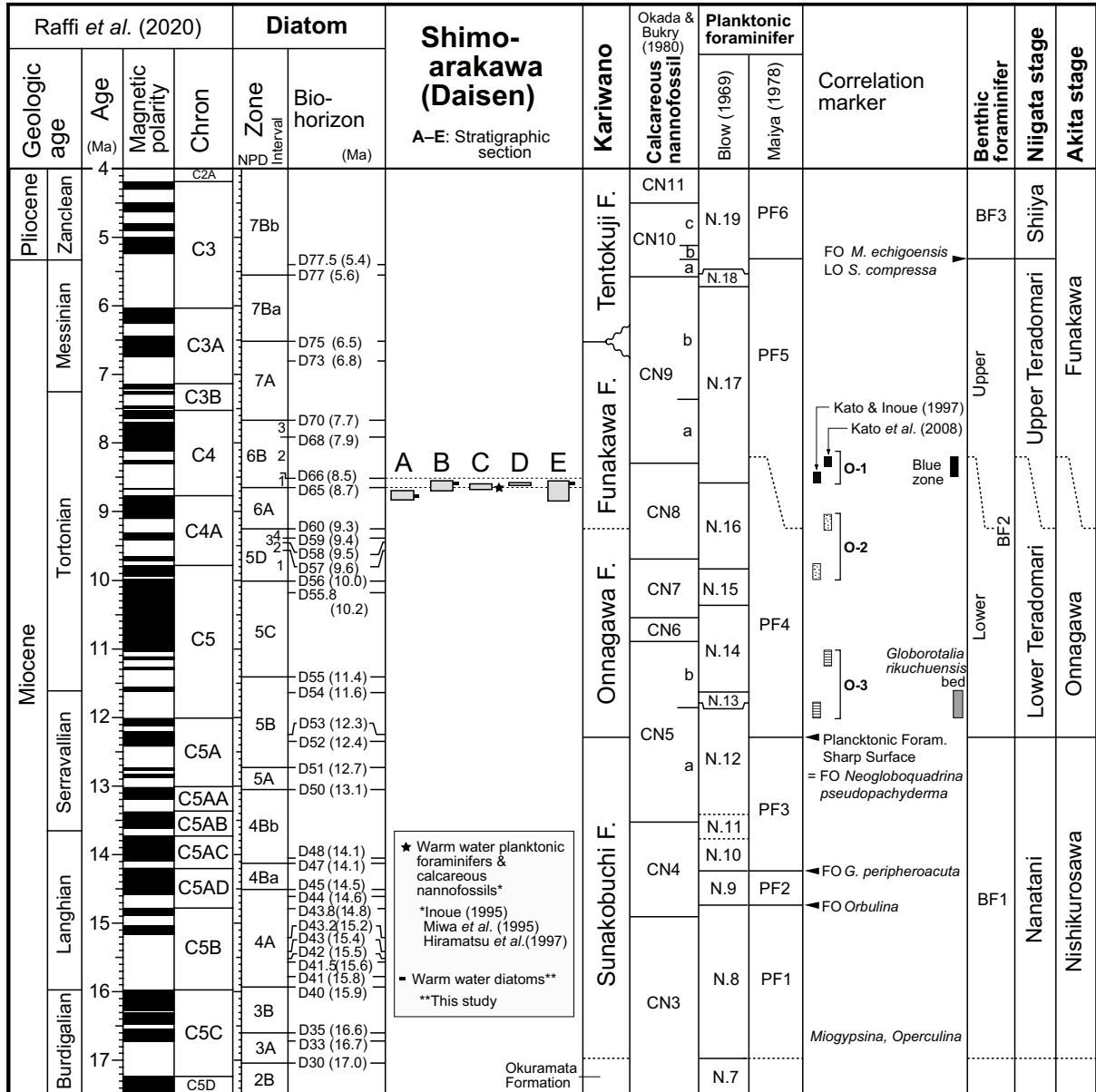
以上から、浮遊性有孔虫、石灰質ナノ化石及び浮遊性珪藻の3種類の浮遊性微化石群集は共通して基本的に寒流種が主体で、それに暖流系種がわずかに付随するという群集組成であることがわかる。このことは、寒冷な表層水が支配的であった当時の日本海に、太平洋側から微弱な暖流が流入し、それに含まれていた暖流系種が、寒流系種の優占する群集に混じり込んだことを示唆している。

この暖流の流入イベントは、暖流系珪藻の *H. cuneiformis* や *B. puncticulata* の産出状況も考慮すると、暖流系石灰質微化石が検出されたNPD6A帯の上限付近に限定されるのではなく、少なくともNPD6A帯上部からNPD6B帯下部にわたる区間と判断される。ただし、本研究で検討した年代区間は限られているので、暖流の流入イベントの下限及び上限の年代を確定することはできない。

4.3 暖流系石灰質微化石産出層準の対比と年代

次に日本海側を含む東日本各地で記録されている女川階及び船川階における暖流の一時的流入イベントの対比について考察する。

暖流の一時的流入を示唆する石灰質微化石の産出層準として、前述のように、秋田地域では上位からO-1, O-2及びO-3群集が認められる(第10図; 加藤・井上, 1997)。このうちO-1群集が最も広く分布し、新潟地域の“Blue zone”(渡辺, 1976)にも対比される可能性が高い(加藤ほか, 2004)。加藤・井上(1997)は、微化石データやFT年代から、O-1, O-2及びO-3群集の年代を、それぞれ約8.5 Ma, 約10 Ma及び約12 Maと推定した(第10図)。その後、加藤ほか(2008)は、ストロンチウム同位体層序年代(加藤・中野, 1999)と、追加FT年代値(加藤ほか, 2008)を加味して、O-1, O-2及びO-3群集の年代を、それぞれ約



第10図 秋田県大仙市下荒川付近の船川層の珪藻化石年代。地磁気極性年代尺度：Raffi et al. (2020)；珪藻化石帯：Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998), 年代はWatanabe and Yanagisawa (2005)で改訂；刘和野図幅地域の層序：土谷・吉川 (1994)；石灰質ナノ化石帯：Okada and Bukry (1980)；浮遊性有孔虫化石帯：Blow (1969), 米谷 (1978)；底生有孔虫化石帯：Matsunaga (1963), 米谷 (1987)。

Fig. 10 Diatom chronology of the Funakawa Formation distributed around Shimo-arakawa, Daisen City, Akita Prefecture. Geomagnetic polarity time scale: Raffi et al. (2020); Diatom zonation: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998), partly revised by Watanabe and Yanagisawa (2005); Lithostratigraphy in the Kariwano district: Tsuchiya and Yoshikawa (1994); Nannofossil zonation: Okada and Bukry (1980); Planktonic foraminiferal zonation: Blow (1969) and Maiya (1978); Benthic foraminiferal zonation: Matsunaga (1963) and Maiya (1987).

8.2 Ma, 約9 Ma, 及び約11 Maに改めた。

下荒川で認められた暖流系の微化石産出層準は、珪藻化石層序のNPD6A帯最上部からNPD6B帯最下部にわたり、やや年代にずれは認められるものの、O-1群集にほぼ対比できる(第10図)。

ところで、下荒川での暖流系の微化石産出層準は船川

層であるのに対し、加藤・井上(1997)が定義したO-1群集は女川層の最上部に含まれ、両者で属する地層が異なっている。この食い違いは、的場(1992)が指摘するように、女川層と船川層の境界の年代が地域によりずれていることに起因している可能性が高い。

5. まとめ

本研究では、従来年代が曖昧であった秋田県大仙市下荒川の船川層から見いだされた暖流系の浮遊性有孔虫及び石灰質ナノ化石の産出層準の正確な年代を決めるため、珪藻化石分析を行った。その結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 暖流系石灰質微化石の産出層準は、珪藻化石帯のNPD6A帯の上限付近(8.7 Ma)に位置づけられることが確定した。暖流系珪藻の*Hemidiscus cuneiformis*や*Bogorovia pucticulata*の産出状況を加味すると、この付近の暖流系微化石の産出区間は、NPD6A帯最上部からNPD6B帯最下部下部に相当する。
- 2) 日本海側地域で見つかっている暖流系微化石を伴う3つの石灰質有孔虫群集、すなわちO-1群集(=“Blue zone”), O-2群集, O-3群集のうち、下荒川の群集はほぼO-1群集に対比される。
- 3) 浮遊性有孔虫、石灰質ナノ化石及び浮遊性珪藻の群集は、寒流種が主体で暖流系種がわずかに付随する組成であり、このことは、寒冷な表層水が支配的であった当時の日本海に、太平洋側から微弱な暖流が流入したことを示唆する。

謝辞: 地質調査総合センター研究戦略部の渡辺真人博士及び地質情報研究部門の板木拓也博士からは、原稿に関連して有益な助言を受けた。また、査読者である地質情報研究部門の宇都宮正志博士及び担当編集委員である地質情報研究部門の納谷友規博士による建設的なコメントにより、本稿は大きく改善された。深く感謝の意を表する。

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.*, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **87**, 393–480. U. S. Government Printing Office, Washington D. C.

Barron, J. A. (1985) Miocene to Holocene planktic diatoms. *In* Bolli *et al.*, eds. *Plankton Stratigraphy*, Cambridge Univ. Press, 763–809.

Blow, W. H. (1969) Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. *In* Brönnimann, P. and Renz, H. H. eds., *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils* (Geneve, 1976), Leiden, no. 1, 199–421.

平松 力・三輪美智子・井上洋子・深沢知恵(1997) 東北地方の日本海沿岸地域における中新統の石灰質ナノ化石層序. 瑞浪市化石博物館研究報告, no. 24,

27–38.

井上洋子(1995) 東北日本油田地域における中～後期中新世の暖海性浮遊性有孔虫化石. 平成7年度石油技術協会春期講演会シンポジウム・個人講演要旨集, 64.

井上洋子・加藤 進・三輪美智子(2008) 新潟地域の寺泊層下部の有孔虫化石群集. 瑞浪市化石博物館研究報告, no. 34, 99–110.

井上洋子・加藤 進・三輪美智子(2012) 山形県新庄盆地北西部における草薙層および古口層の地質年代. 瑞浪市化石博物館研究報告, no. 38, 83–97.

Kanaya, T. and Koizumi I. (1966) Interpretation of diatom thanatocoenoses from the North Pacific applied to a study of core V20-130 (Studies of a deep-sea core V20-130 part IV), *Science Reports of the Tohoku University, Sendai, Second Series (Geology)*, **37**, 89–130.

加藤 進・井上洋子(1997) 秋田県鮎川—由利原地域の女川層の有孔虫化石. 瑞浪市化石博物館研究報告, no. 24, 39–49.

加藤 進・中野孝教(1999) 石油探鉱におけるストロンチウム同位体層序. 石油技術協会誌, **64**, 72–79.

加藤 進・井上洋子・一ノ関鉄郎(1995) 山形県新庄盆地の中部中新統からの浮遊性有孔虫化石の産出とそれらの年代および古環境. 瑞浪市化石博物館研究報告, no. 22, 9–18.

加藤 進・小田 浩・檀原 徹(2004) 寺泊層底生有孔虫マーカーの年代. 石油技術協会誌, **69**, 385–394.

加藤 進・檀原 徹・小田 浩(2008) 秋田県鮎川—由利原地域の中新統のフィッシュン・トラック年代. 石油技術協会誌, **73**, 397–406.

米谷盛寿郎(1978) 東北日本油田地域における上部新生界の浮遊性有孔虫層序. 日本の新生代地質(池辺展生教授記念論文集), 35–60.

米谷盛寿郎(1987) 裏日本油田地域における底生有孔虫化石帯区分の現状と問題点. 石油技術協会誌, **52**, 351.

米谷盛寿郎(1988) 有孔虫化石群の変遷に見られる新第三紀イベント. 土 隆一ほか編, 新第三紀における生物進化・変遷とそれに関連するイベント(大阪市立自然史博物館特別出版物), 31–48.

的場保望(1992) 秋田油田新第三系・第四系層序に関する最近の変革. 石油技術協会誌, **57**, 315–333.

Matsunaga, T. (1963) Benthic smaller Foraminifera from the oil fields of northern Japan. *Science Reports of the Tohoku University, Sendai, Second Series (Geology)*, **35**, 67–122.

三輪美智子・秋葉文雄・平松 力(1995) 秋田県河辺郡協和町船川層からの底生有孔虫化石群集. 日本古生物学会1995年年会予稿集, 94.

岡田尚武(1981) 28.北海道平取地域. 土 隆一編, 日本

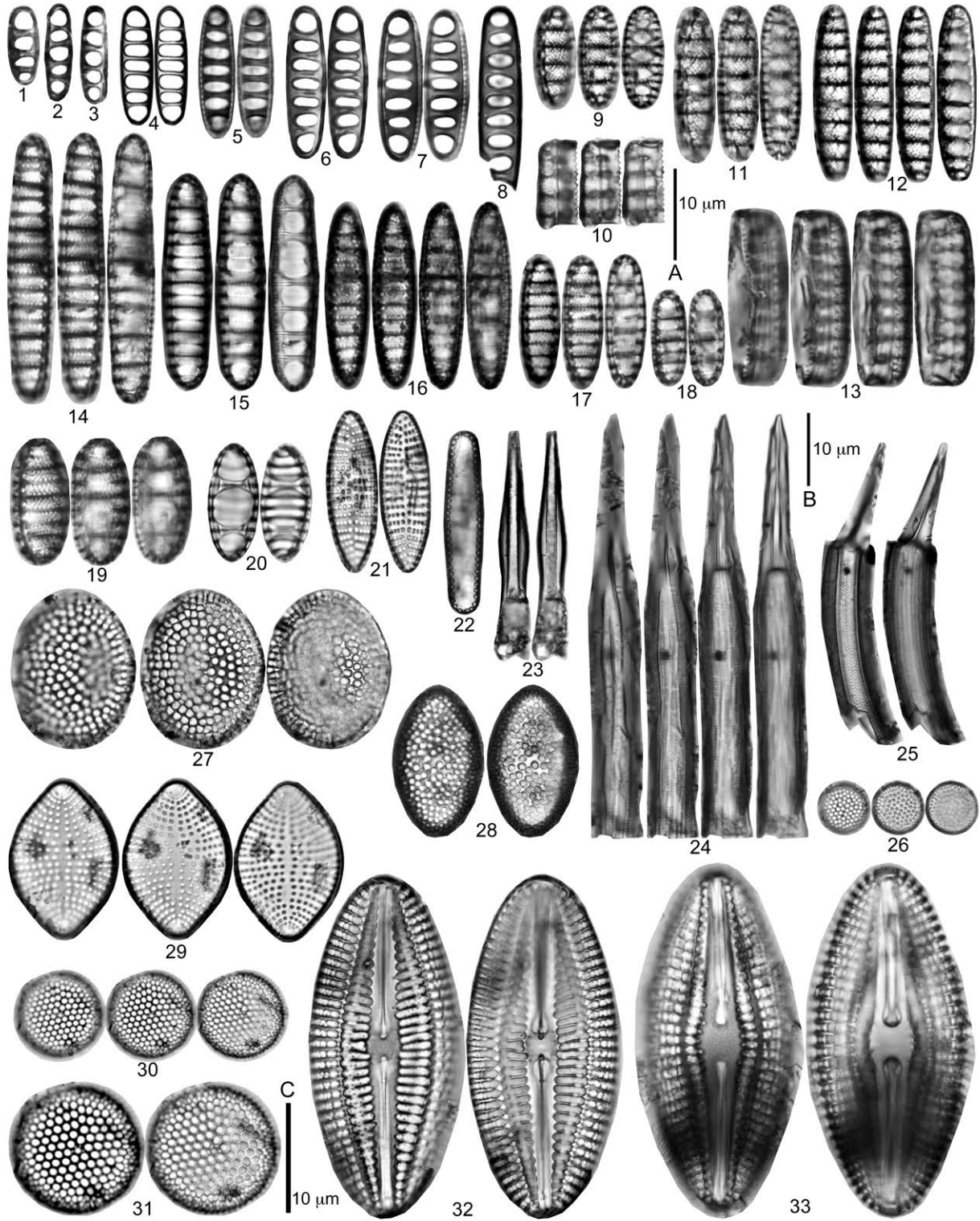
- の新第三系の生層序及び年代層序に関する基本資料[続編], 80.
- 岡田尚武(1988)東北日本北部の新第三系における石灰質ナノ化石層序. 飯島 東編, 第三紀珪質頁岩層の総合研究, 81-86.
- Okada, H. and Bukry, D. (1980) Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation. *Marine Micropaleontology*, **5**, 321-325.
- 大沢 穠・須田芳朗(1980)20万分の1地質図幅[秋田及び男鹿]. 地質調査所.
- 大沢 穠・広島俊男・駒沢正夫・須田芳朗(1988)20万分の1地質図幅[新庄及び酒田]. 地質調査所.
- Raffi, I., Wade, B. S. and Pälke, H. (2020) Chapter 29, The Neogene Period. In Gradstein, F. M. *et al.* eds. *Geologic Time Scale 2020*, 1141-1215. Elsevier, Amsterdam, Oxford, Cambridge.
- 白石建雄・臼田雅郎・的場保望・岡本金一(1993)第5章新第三系・第四系, 5.13 秋田地域. 日本の地質[東北地方]編集委員会編, 日本の地質2 東北地方, 共立出版, 163-169.
- 高橋 清(1972)秋田油田地域における西黒沢—女川層の有孔虫化石群集について. 石油資源開発(株)技研所報, **16**, 88-112.
- 土谷信之・吉川敏之(1994)刈羽野地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 72p.
- 臼田雅郎・村山 進・白石建雄・高安泰助・乗富一雄(1978)5万分の1総合地質図幅[大曲]及び説明書. 秋田県, 100p.
- 渡辺其久男(1976)新潟県頸城地域の含油新第三系の有孔虫化石層序. 新潟大学理学部地質鉱物学教室研究報告, no. 4, 179-190.
- 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.
- Yanagisawa, Y. (1995) Cenozoic diatom genus *Bogorovia* Jousé: An emended description. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, no. 177, 21-42.
- 柳沢幸夫(2012)佐渡島羽茂地域の後期中新世海生珪藻化石. 地質調査総合センター研究資料集, no. 568, 1-19.
- 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. *Journal of the Geological Society of Japan*, **104**, 395-414.
- 柳沢幸夫・渡辺真人(2017)大佐渡地域南部に分布する新第三系の海生珪藻化石層序. 地質調査研究報告, **68**, 287-339.

(受付: 2020年9月18日; 受理: 2021年10月1日)

図版1 下荒川の船川層から産出した珪藻化石。

Plate 1 Diatoms from the Funakawa Formation in the Shimo-arakawa area. Scale A: figs. 1–20; Scale B: figs. 21–30, 32, 33; Scale C: fig. 31

- 1–5: *Denticulopsis dimorpha* var. *dimorpha* (Schrader) Simonsen [closed copula]
[1: B22 (Kyw-09); 2: A02 (Kyw-21); 3: B28 (Kyw-15); 4: B15 (Kyw-20); 5: B20 (Kyw-07)]
- 6–8: *Denticulopsis dimorpha* var. *areolata* Yanagisawa et Akiba [closed copula]
[6: B28 (Kyw-15); 7: B12 (Kyw-19); 8: B22 (Kyw-09)]
- 9, 10: *Denticulopsis dimorpha* var. *dimorpha* (Schrader) Simonsen
[9: B20 (Kyw-07), valve; 10: B30 (Kyw-18), girdle view of valve and copula]
- 11–13: *Denticulopsis dimorpha* var. *areolata* Yanagisawa et Akiba
[11: B27 (Kyw-14), valve; 12: B15 (Kyw-20), valve; 13: B23 (Kyw-10), girdle view of valve and copula]
- 14, 16: *Denticulopsis praekatayamae* Yanagisawa et Akiba
[14: B21 (Kyw-08); 16: B22 (Kyw-09)]
- 15: *Denticulopsis vulgaris* (Okuno) Yanagisawa et Akiba [B12 (Kyw-19)]
- 17: *Denticulopsis simonsenii* Yanagisawa et Akiba [A05 (Kyw-24)]
- 18: *Denticulopsis katayamae* Maruyama [A07 (Kyw-26)]
- 19: *Denticulopsis crassa* Yanagisawa et Akiba [B27 (Kyw-14)]
- 20: *Denticulopsis hustedtii* (Simonsen et Kanaya) Simonsen [B20 (Kyw-07)]
- 21: *Delphineis?* sp. [A05 (Kyw-24)]
- 22: *Thalassionema hirosakiensis* (Kanaya) Schrader [D07 (Kyw-57)]
- 23: *Rhizosolenia* sp. B [B15 (Kyw-20)]
- 24: *Rhizosoleina* sp. C [A05 (Kyw-24)]
- 25: *Rhizosolenia miocenica* Schrader [A05 (Kyw-24)]
- 26: *Thalassiosira minutissima* Oreshkina [B26 (Kyw-13)]
- 27: *Thalassiosira temperei* (Brun) Akiba et Yanagisawa [D07 (Kyw-57)]
- 28: *Actinocyclus ellipticus* Grunow [B25 (Kyw-12)]
- 29: *Adoneis pacifica* G.W.Andrews et Rivera [B25 (Kyw-12)]
- 30, 31: *Thalassiosira* sp. [B12 (Kyw-19)]
- 32, 33: *Diploneis smithii* (Bréb) Cleve [32: B20 (Kyw-07); 33: B22 (Kyw-09)]



図版2 下荒川の船川層から産出した珪藻化石.

Plate 2 Diatoms from the Funakawa Formation in the Shimo-arakawa area. Scale A: figs. 1–8, 10–14; Scale B: fig. 9.

1a–1d, 2a–2d: *Hyalodiscus obsoletus* Sheshkova (with organic particles) [B22 (Kyw-09)]

3a–3d: Cluster of organic particles similar to those of figs. 1a–1d and 2a–2d [B22 (Kyw-09)]

4: *Hyalodiscus obsoletus* Sheshkova [B26 (Kyw-13)]

5: *Azpeitia nodulifera* (A.W.F. Schmidt) P.A. Sims et G.A. Fryxell [B22 (Kyw-09)]

6a–6c: *Diploneis smithii* (Bréb.) Cleve [B22 (Kyw-09)]

7: *Actinocyclus ingens* f. *ingens* (Rattrey) Whiting et Schrader [B22 (Kyw-09)]

8: *Lyrella* sp. [B22 (Kyw-09)]

9: *Cocconeis californica* Grunow [B22 (Kyw-09)]

10: *Denticulopsis praedimorpha* var. *praedimorpha* Barron ex Akiba [B22 (Kyw-09)]

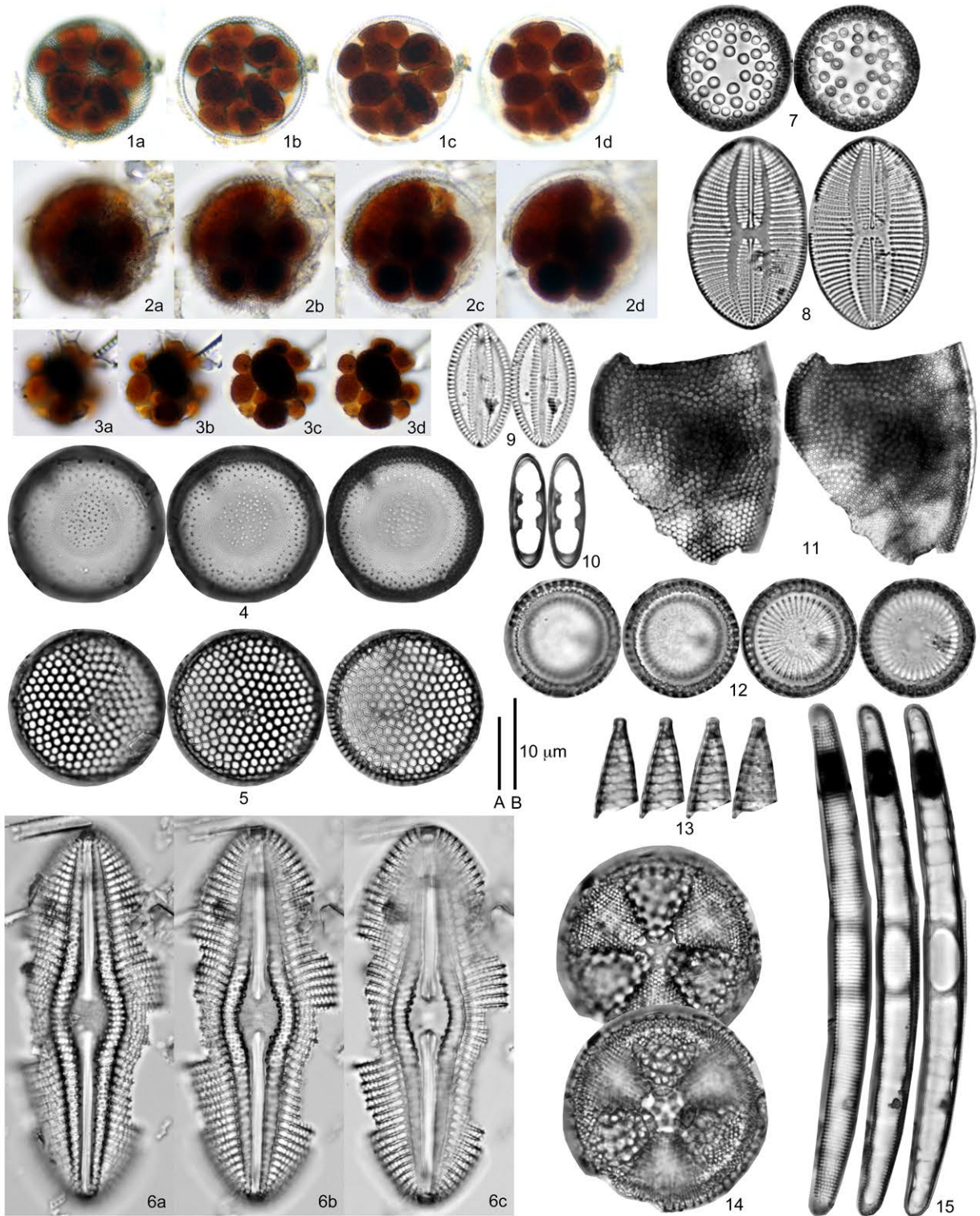
11: *Hemidiscus cuneiformis* G.G. Wall. [B22 (Kyw-09)]

12: *Paralia sulcata* (Ehrenb.) Cleve [B22 (Kyw-09)]

13: *Bogorovia puncticulata* Yanagisawa [B21 (Kyw-08)]

14: *Actinoptychus senarius* (Ehrenb.) Ehrenb. [B22 (Kyw-09)]

15: *Grammatophora* sp. [B22 (Kyw-09)]



岩手県二戸市・青森県三戸町の海成上部中新統から産出した 淡水湖沼生化石珪藻 *Mesodictyon japonicum* Yanagisawa & H.Tanaka

柳沢 幸夫^{1,*}

YANAGISAWA Yukio (2021) Fossil freshwater centric diatom *Mesodictyon japonicum* Yanagisawa & H.Tanaka from the upper Miocene marine deposits distributed in the Ninohe-Sannohe area, near the boundary between Iwate and Aomori prefectures, Northeast Japan. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 72 (6), p. 479-493, 5 figs, 1 table, 3 plates.

Abstract: Modern freshwater planktonic diatom assemblages appeared near the middle/late Miocene boundary when the nonmarine *Actinocyclus* was replaced by the genera of the family Stephanodiscaceae. The genus *Mesodictyon* was a frontier that first entered the lake environment in this turnover among the family Stephanodiscaceae. In this study, *Mesodictyon japonicum* Yanagisawa & H.Tanaka, an important constituent of late Miocene lacustrine planktonic diatom assemblage in Japan, is reported from the Neogene marine deposits of the Shitazaki and Kubo formations distributed in the Ninohe City (Iwate Prefecture) and Sannohe Town (Aomori Prefecture). The first occurrence of this species was recognized in the lower part of the diatom zone NPD6B (*Thalassionema schraderi* Zone) and was dated at ca. 8.3 Ma. Fossil evidence from this study and previous researches in Japan indicates that the first occurrence of *M. japonicum* in Japan is confined within relatively limited time range of 8.2-8.7 Ma, implying possible isochroneity of this diatom biohorizon. *Mesodictyon japonicum* seems to appear in geological record at around 8.6-8.7 Ma near the base of the NPD6B.

Keywords: diatom, freshwater, *Mesodictyon*, upper Miocene

要 旨

現生の淡水プランクトン珪藻群集で優占するStephanodiscaceae科の珪藻は、後期中新世に、それまで繁栄していた淡水生の*Actinocyclus*属の珪藻に取って代わって出現した。*Mesodictyon*属は、この交代期に最初に湖沼環境に入ってきたStephanodiscaceae科の重要な珪藻グループである。本研究は、岩手県二戸市と青森県三戸町に分布する海成上部中新統の舌崎層と久保層から淡水湖沼生珪藻*Mesodictyon japonicum* Yanagisawa & H.Tanakaの産出を確認し、その初産出層準が海生珪藻化石層序のNPD6B帯(*Thalassionema schraderi*帯)内(約8.3 Ma)にあることを示した。また、これまでに産出報告のある地域での本種の産出年代を吟味し、本種の初産出層準が8.7-8.2 Maの狭い年代範囲に収まり、東日本においてはある程度の同時性を示すことを明らかにした。現在までに得られたデータに基づく、*M. japonicum*の出現時期はNPD6B帯の下限付近の8.7-8.6 Ma前後と推定される。

1. はじめに

陸域湖沼のプランクトン珪藻群集は、地質時代を通じて地球環境の変化に応じて組成が大きく変化してきたことが、湖成堆積物に保存された記録から復元されている(Krebs *et al.*, 1987; Krebs, 1990; Bradbury and Krebs, 1995; 谷村, 1999; 齋藤・林, 2009)。それらによれば、中新世から現世の年代範囲では、以下のような陸域湖沼のプランクトン珪藻群集の変化が起こったことが明らかにされている。まず、前期-中期中新世の湖沼のプランクトン珪藻群集は、*Aulacoseira*属及び*Actinocyclus*属などによって占められていた。このうち、*Aulacoseira*属は群集の主要なメンバーとして現世まで繁栄を続けてきたが、*Actinocyclus*属は中期中新世末から後期中新世にかけてほとんど産出しなくなり、替わって後期中新世以降、Stephanodiscaceae科に属する珪藻属が次々に出現し、現在の湖沼生プランクトン珪藻群集へと変化してきた。この後期中新世に起こったこのプランクトン珪藻の属レベルでの入れ替わり(turnover)は、世界各地で認められて

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

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

おり、汎世界的な現象である (Hayashi *et al.*, 2018).

*Mesodictyon*属 (Theriot and Bradbury, 1987) は、この大きな群集組成の入れ替わりにおいて、Stephanodiscaceae科の中で最初に湖沼環境に進出した重要な珪藻グループである (Krebs *et al.*, 1987; Krebs, 1990). 本属は未記載種を含めて現在世界で15種が知られており (柳沢・田中, 2016), 日本からは *Mesodictyon japonicum* Yanagisawa & H.Tanaka (Yanagisawa and Tanaka, 2014) と *M. yanagisawae* H.Tanaka (Houk *et al.*, 2014) の2種が産出している. このうち新潟県阿賀町津川地域の海成層 (上部中新統野村層) から記載された *M. japonicum* は、新潟県内各地に分布する海成層から産出するほか (柳沢ほか, 2003a, b, 2010; 柳沢・工藤, 2011, Yanagisawa and Tanaka, 2014, 柳沢・渡辺, 2017), 秋田県内の海成層 (柳沢・渡辺, 2011) や、茨城県内の海成層 (柳沢ほか, 2004; 柳沢・安藤, 2020) から報告されている (第1図). 淡水生種と推察される本種は当初海成層からの報告が相次いだ、その後福島県郡山市の高玉カルデラの湖成堆積物からも見つかり、淡水生種であることが確かめられた (柳沢・田中, 2016).

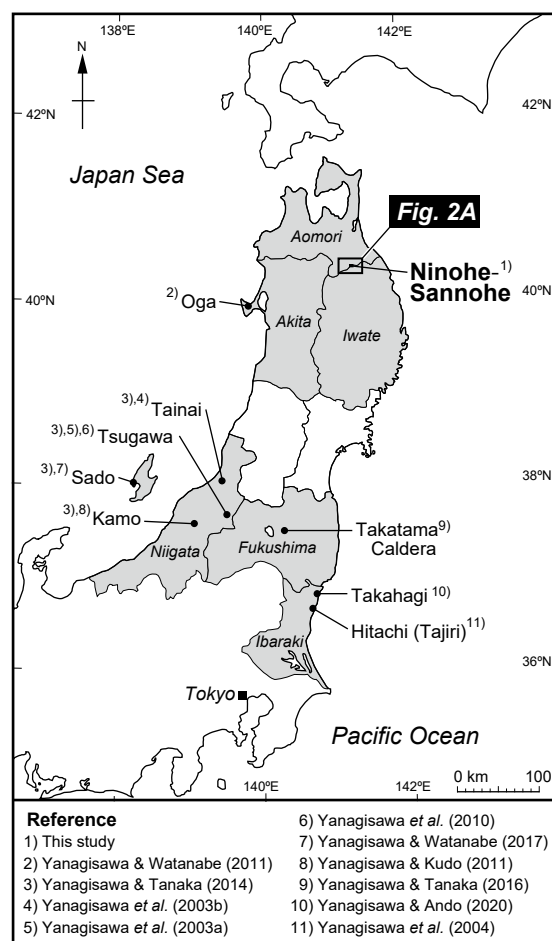
現在までに判明している情報から、*M. japonicum* は後期中新世に東日本の相当広い範囲に生育していたことがわかる (第1図). しかし、その産出地は一部地域に偏っており、*M. japonicum* の地理的分布範囲や産出年代は確定できてはいなかった. 本研究では、*M. japonicum* の地理的分布の広がりや調べるため、これまでに本種が報告されていない岩手・青森県内の海成層を対象として分析を行った. その結果、岩手県二戸市と青森県三戸郡三戸町に分布する海成新第三系から *M. japonicum* の産出を確認し、その初産出層準が海生珪藻化石層序のNPD6B帯内 (約8.3 Ma) にあることを明らかにできた.

2. 材料と方法

分析試料は、岩手県二戸市北部の釜沢集落西方の、岩手県二戸市と青森県三戸町の境界 (県境) となっている沢 (釜沢セクション) で採取した (第2図). このルートでは、すでに Maruyama (1984) によって珪藻化石分析がなされており、*M. japonicum* の産出が期待できる層準が露出していることがわかっていた.

二戸市から三戸町にかけての地域 (二戸・三戸地域) には、新第三系が広く分布しており、下位より仁左平層、組ノ山層、四ッ役層、門ノ沢層、末ノ松山層、十文字層、柳沢層、舌崎層、久保層及び斗川層に区分される (鎮西, 1958a, b; Chinzei, 1966; 辻野ほか, 2018). このうち、本研究で試料を採取したのは舌崎層と久保層である (第3図). 舌崎層は上目時砂岩部層・主部シルト岩層・釜沢砂岩シルト岩部層から、久保層は釜沢凝灰岩部層と久保砂岩部層からなる.

試料を採取した釜沢セクションには、舌崎層の主部シルト岩層・釜沢砂岩シルト岩層と、久保層の釜沢凝灰岩

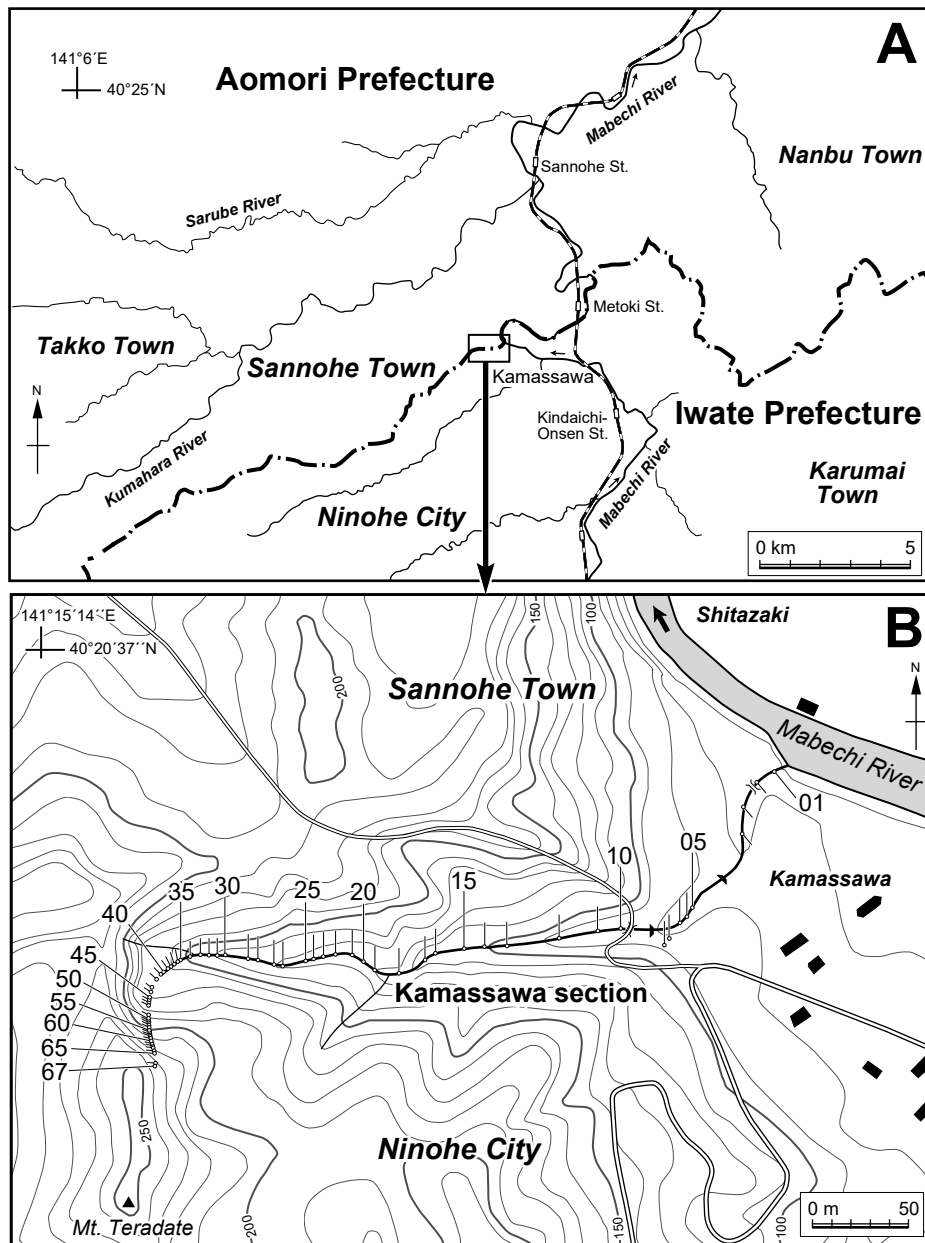


第1図 *Mesodictyon japonicum* の産出地.

Fig. 1 Map showing locations of *Mesodictyon japonicum*.

部層最下部が露出する. 舌崎層の主部シルト岩層は、主に無層理のシルト岩及び砂質シルト岩からなり、最上部には厚さ数十cm～数mの塊状の細粒砂岩層を数枚挟む. 釜沢砂岩シルト岩層の主な岩相は、生物擾乱作用を強く受けた泥質細～極細粒砂岩であるが、中部はやや細粒化して砂質シルト岩となっている. また、本部層下部では、貝化石層が9層準に発達するほか、一部で生痕化石 *Rosselia* isp. が見られる. 本部層中には多数のシルト粒度の珪長質細粒凝灰岩層が挟在しており、とくに本部層中部には、厚さ10mの厚い凝灰岩層が挟まっている. 久保層の釜沢凝灰岩部層は、黒灰色を呈する凝灰質の細～粗粒砂岩層からなる. 全体に平行層理が発達するが、一部で斜交層理が見られる (第4図A). また、2層準で生痕化石 *Rosselia* isp. が認められる (第4図B).

試料は、馬淵川との合流地点から最上流部の寺館山の中腹までの区間で、合計67個採取した (第2図). 全層厚は約210mで、試料は平均2-3m間隔で採取した. しかし、最上部の久保層の釜沢凝灰岩部層では、岩相が粗粒かつ



第2図 試料採取位置図. 国土地理院発行2万5千分の1地形図「三戸」を元に作成.

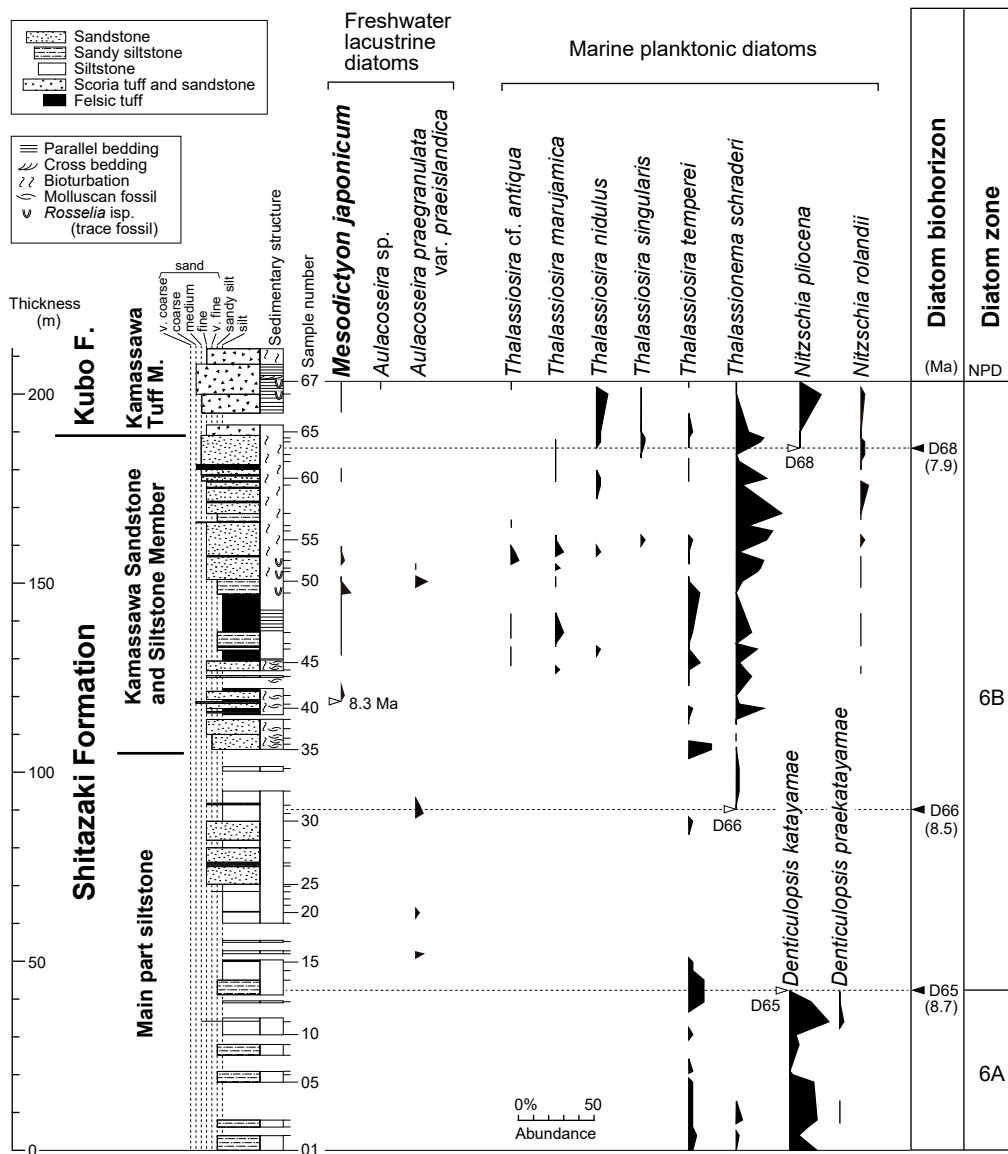
Fig. 2 Sample locality map based on geographical map “Sannohe” (1:25,000 in scale) published by the Geospatial Information Authority of Japan.

凝灰質で、珪藻化石の含有が期待できないと判断されたため、泥質の生痕化石である *Rosselia* isp. を2層準で採取したのみである。

採取した試料は、Akiba (1986) の unprocessed strewn slide の方法を用いてプレパラートを作成した。詳しい方法は柳沢 (1999) に記述されている。珪藻殻の計数は、生物顕微鏡600倍の倍率下で、*Chaetoceros* 属の休眠胞子を除いて、観察されたすべての種の蓋殻が50になるまで行った。その後、さらにカバーガラスの幅5 mmの範囲

を走査し、その過程で新たに認められた種、及び破片としてのみ認められた種は present (+) として記録した。

珪藻化石帯区分は、Akiba (1986) と Yanagisawa and Akiba (1998) の新第三紀北太平洋珪藻化石帯区分を適用し、化石帯はNPDコード、生層準はDコード(D10-D120)を用いた。年代はWatanabe and Yanagisawa (2005) を用いて修正し、Raffi *et al.* (2020) の地磁気極性年代尺度に合わせて調整した。



第3図 釜沢層序セクションにおける主な珪藻の層序学的分布. 岩相層序区分は鎮西 (1958b) 及び辻野ほか (2018) による.

Fig. 3 Stratigraphic occurrence of diatoms in Kamassawa stratigraphic section. Lithostratigraphy is based on Chinzei (1958b) and Tsujino *et al.* (2018).

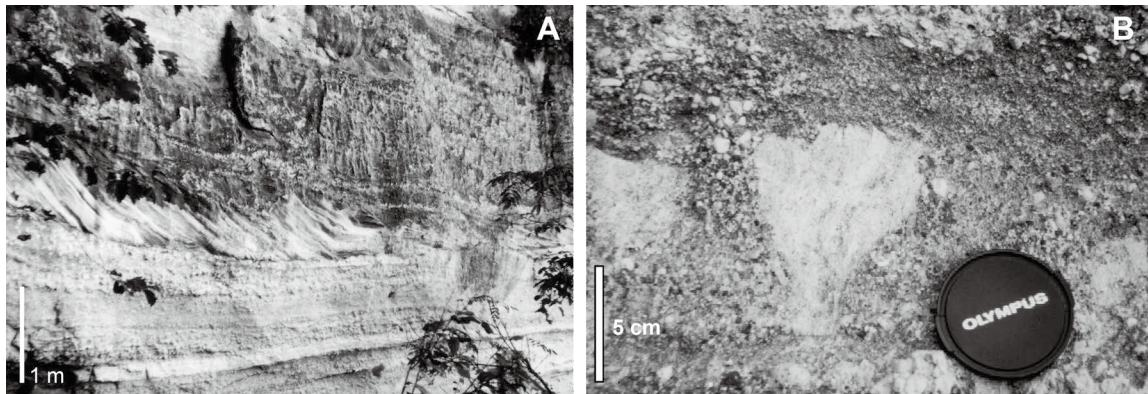
3. 結果

採取した67個のうち、試料8, 21, 29の3試料を除く64個から珪藻化石が産出した(第1表). 淡水の湖沼生珪藻では、*Mesodictyon japonicum*のほか、*Aulacoseira* sp.と*Aulacoseira praegr anulata* var. *praeislandica* (Jousé) Moisseevaが産出した(図版1). 一方、海生種としては85分類群が産出した. 主な種を図版2と図版3に示す.

海生の化石帯指標種としては、*Denticulopsis katayamae* Maruyama, *Thalassionema schraderei* Akiba及び*Nitzschia pliocena* (Brun) Merzが産出し、*D. katayamae*の終産出

層準(生層準D65, 8.7 Ma), *T. schraderei*の初多産出層準(D66, 8.5 Ma), *N. pliocena*の初産出層準(D68, 7.9 Ma)が認められた(第3図). これらの生層準から、釜沢セクションに露出する舌崎層の主要シルト岩部層・釜沢砂岩シルト岩部層と久保層の釜沢凝灰岩部層最下部は、珪藻化石帯のNPD6A帯(*D. katayamae*帯)とNPD6B帯(*T. schraderei*帯)に相当することが確認された. これはMaruyama (1984)の分析結果と一致する.

産出した*M. japonicum*は、殻は円盤形で、直径は12–22 μm, 殻面は同心円状にうねっており、殻中心が凹の殻(図版1の1, 3, 8)と凸の殻(図版1の2, 4–7, 9, 10)



第4図 久保層釜沢凝灰岩部層の露頭写真(釜沢ルート)。A: 斜交層理と平行層理の発達した凝灰質粗粒砂岩層(試料67)。B: 生痕化石 *Rosselia* isp. (試料66)。

Fig. 4 Photographs of the Kamassawa Tuff Member of the Kubo Formation at Kamassawa stratigraphic section. A: Cross and parallel bedded tuffaceous coarse-grained sandstone (Sample 67). B: Trace fossil *Rosselia* isp. (Sample 66).

が認められる。単列の点紋列が放射状に分布し、その数は $10\ \mu\text{m}$ に6–10列、点紋列を構成する点紋は $10\ \mu\text{m}$ に約8–14個である。本研究で見出された標本については、走査型電子顕微鏡(SEM)による微細構造の確認は行っていないが、光学顕微鏡で観察できる形質で判断する限り、Yanagisawa and Tanaka (2014)によって新潟県津川地域の野村層から記載された *M. japonicum* と同一種と判断できる。

釜沢セクションでは、*M. japonicum* の初産出はNPD6B帯の生層準D66 (8.5 Ma)とD68 (7.9 Ma)に挟まれた区間に認められる(第3図)。両生層準の年代を基にこの区間での堆積速度が一定だと仮定して作成した堆積速度曲線により、釜沢セクションでの *M. japonicum* の初産出の年代は約8.3 Maと算定される。

4. 考察

本研究によって、岩手・青森県内の海成新第三系でも *M. japonicum* が確認され、産出地域は計9地域となり、分布範囲がさらに広いことがわかった(第1図)。また、二戸・三戸地域では、本種の初産出は海生珪藻化石層序のNPD6B帯内の約8.3 Maの層準にあることが明らかになった。本研究による二戸・三戸地域の情報を含めて、各地域での本種の産出年代範囲を第5図にまとめた。

海成層中の淡水湖沼生珪藻化石は、死後あまり時間が経たない時期に、生育域から直接海域に運ばれるだけでなく、一旦陸域の湖成堆積物に保存された後に、侵食されて海域へ運搬され保存された異地性の化石である。その後、一部はその地層が隆起して侵食される際に、そこから洗いだされて運搬され、新期の海成層に再度堆積することもある。こうした再堆積があるため、海成層中の淡水湖沼生珪藻化石では、終産出層準は意味がなく、初産出層準のみが意味を持っている。そこで、ここでは

第5図を基に、本種の初産出層準の年代について検討する。ただし、初産出層準は、珪藻の殻が陸域湖沼から海域へ運搬され始めた層準を示しているにすぎず、その珪藻の真の出現時期よりも多少とも遅れていることに留意する必要がある。

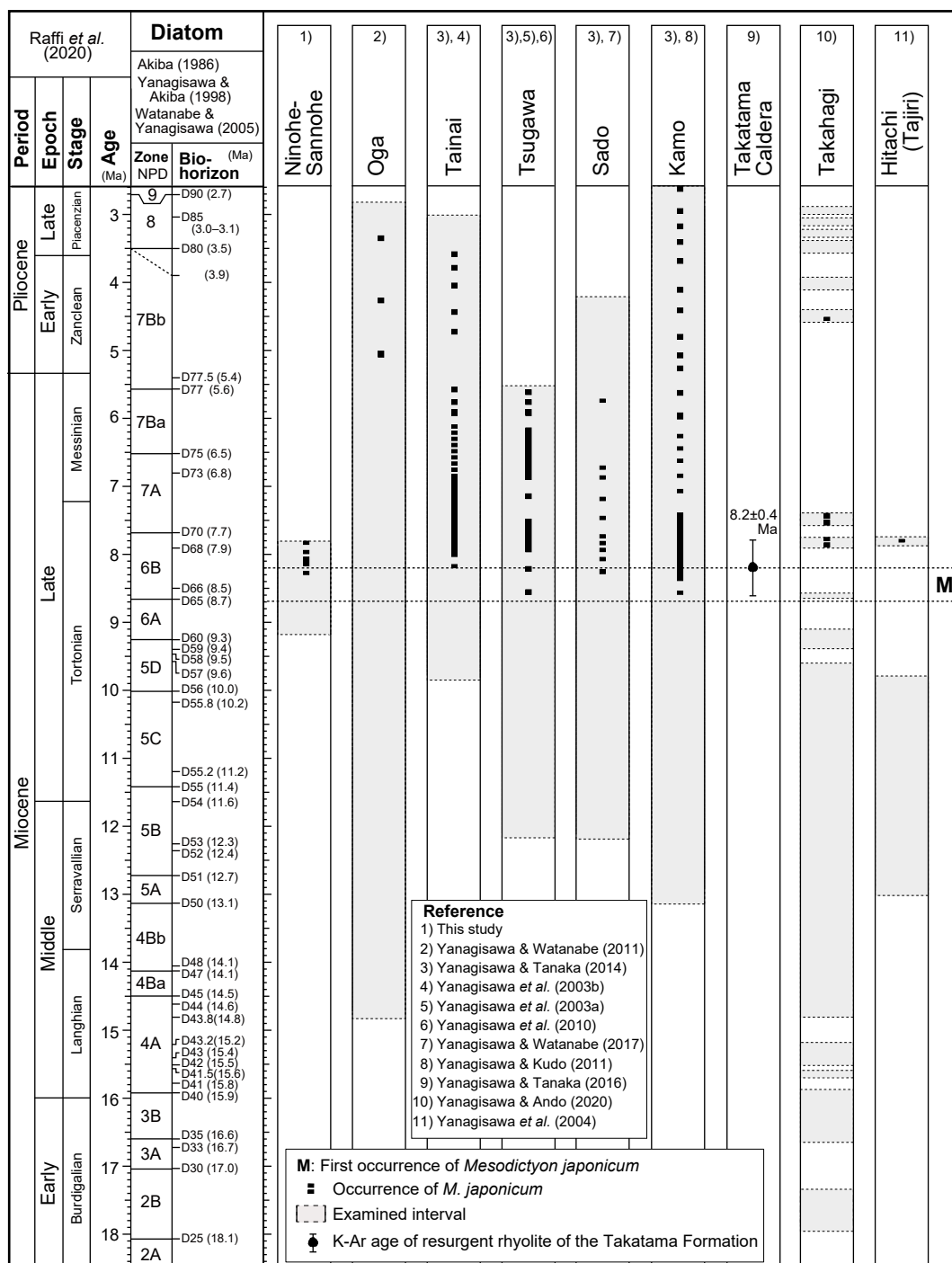
秋田県の男鹿地域では、本種は下部鮮新統の海成層(船川層最上部、南平沢層及び西水口層)から極わずかに検出されているが(柳沢・渡辺, 2011)、産出量が極めて少なく、その初産出層準を議論することは難しい(第5図)。

新潟県内では各地の海成層から本種が報告されている。まず、胎内地域では、上部中新統～下部鮮新統の海成層である内須川層で *M. japonicum* の産出が認められ、その初産出はNPD6B帯内の約8.2 Ma付近の層準にある(柳沢ほか, 2003b; Yanagisawa and Tanaka, 2014)。また、阿賀町の津川地域では、*M. japonicum* は海成上部中新統の野村層と常浪層から産出し、初産出層準はNPD6B帯最下部の8.6 Maの層準に存在する(柳沢ほか, 2003a, 2010; Yanagisawa and Tanaka, 2014)。一方、佐渡地域では大佐渡南部に分布する海成上部中新統の中山層と最上部中新統～下部鮮新統の野坂層の下部から *M. japonicum* が検出される(Yanagisawa and Tanaka, 2014; 柳沢・渡辺, 2017)。海生珪藻化石層序に基づいて作成した堆積速度曲線から、佐渡地域での本種の初産出層準は8.3 Maと算定できる。加茂地域でも、数多くの層序セクションの海成層で *M. japonicum* の産出が確認されている(柳沢・工藤, 2011; Yanagisawa and Tanaka, 2014)。本種は南五百川層上部のNPD6B帯で産出しており、最も古い産出は生層準D65 (8.7 Ma)とD66 (8.5 Ma)の間にある。しかし、この試料の周辺は流紋岩の貫入で層理が乱れていて柱状図を作成することができないため、これ以上の年代の絞り込みはできない。したがって、加茂地域での本種の初産出の年代は8.7–8.5 Maと推定される。加茂地域では、

第1表 釜沢層序セクションにおける珪藻産出表.

Table 1 Occurrence chart of diatoms in Kamassawa stratigraphic section.

Formation	Shitazaki Formation																																	
	NPD6A (<i>Denticulopsis katayamae</i> Zone)												NPD6B (<i>Thalassionema schraderi</i> Zone)																					
	Main part siltstone																																	
Member																																		
Diatom zone																																		
Sample number	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27	28	30	31	32	33	34			
Original sample number (San-)	54	55	56	57	58	59	60	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	75	76	77	78	79	80	81	83	84	85	86	87			
Preservation	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P			
Abundance	2.2	2.5	2.0	3.8	10.1	16.0	8.7	10.0	2.5	2.8	4.1	17.3	2.5	3.8	2.8	1.8	11.2	5.2	6.2	27.0	7.6	8.2	6.5	3.7	6.9	6.7	20.0	8.9	6.1	10.2	4.2			
<i>Actinocyclus</i> cf. <i>curvatus</i> C.Janisch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>A. ellipticus</i> Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>A. ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting & Schrader	5	15	15	9	1	4	6	2	5	+	-	-	-	-	-	1	-	7	-	1	-	-	-	-	-	1	2	1	4	-				
<i>A. ingens</i> f. <i>nodus</i> (Baldauf) Whiting & Schrader	-	+	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>A. ingens</i> f. <i>planus</i> Whiting & Schrader	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>A. oconarius</i> Ehrenb.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>A. sp. A</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Actinopychus senarius</i> (Ehrenb.) Ehrenb.	4	1	4	1	1	1	-	1	1	-	4	3	10	6	6	2	4	5	+	2	7	8	3	6	14	3	1	3	2	3	5			
<i>A. splendens</i> (Shadbolt) Ralfs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Arachnoidiscus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Asteromphalus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) P.A.Sims & G.A.Fryxell	-	1	-	-	1	-	2	1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>A. vetustissima</i> (Pant.) P.A.Sims	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) D.M.Williams	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	1	-	1	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>C. linearis</i> (Sheshukova) Akiba & Yanagisawa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba & Yanagisawa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Clavicularia polymorpha</i> Grunow & Pant.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Cocconeis</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Coccinodiscus marginatus</i> Ehrenb.	1	17	3	4	4	4	19	6	1	+	3	3	3	6	4	4	2	2	1	4	2	3	1	3	5	4	1	5	-	1	2			
<i>C. radiatus</i> Ehrenb.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>C. spp.</i>	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	1	1	1	-	-	1	3	-	1	1	1	1	2	3	1			
<i>Cymatosira debbyi</i> Temp. & Brun	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Delphineis surirella</i> (Ehrenb.) G.W.Andrews	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>D. cf. surirella</i> (Ehrenb.) G.W.Andrews	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Denticulopsis</i> spp.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>D. katayamae</i> Maruyama	9	3	6	9	8	1	+	3	2	13	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>D. praekatayamae</i> Yanagisawa & Akiba	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>D. simonsenii</i> Yanagisawa & Akiba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>D. vulgaris</i> (Okuno) Yanagisawa & Akiba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	+	-	+	+	1	1	1	1	-	-	-	-	-			
S-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
D-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group	1	2	4	1	-	-	-	1	3	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Diploneis</i> spp.	-	-	-	-	-	+	1	2	-	-	-	+	-	1	+	3	+	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Eucampia</i> sp. A (= <i>Hemiaulus polymorphus</i> Grunow)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Grammatophora</i> spp.	+	-	-	+	+	-	-	1	-	+	+	+	-	+	+	+	1	-	+	-	+	+	1	+	2	-	-	+	+	+	-			
<i>Hemidiscus cuneiformis</i> G.G.Wall.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>H. ovalis</i> Lohman	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova	-	+	2	2	2	1	2	5	4	2	3	7	3	5	3	4	10	9	5	2	2	5	3	4	8	10	-	1	1	1	7			
<i>H. radiatus</i> (O'Meara) Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Livella</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Mastogloia splendida</i> (Grev.) Cleve	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Melosira sol</i> (Ehrenb.) Kützing	-	-	-	-	-	3	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Navicula</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Nitzschia grunowii</i> Hasle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>N. heteropolica</i> Schrader	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>N. pliocena</i> (Brun) Merz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>N. cf. porteri</i> Frenguelli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>N. rolandii</i> Schrader emend. Koizumi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Odontella aurita</i> (Lyngh.) J.A.Agardh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenb.) Cleve	4	2	5	5	20	2	8	13	12	5	18	13	6	18	27	29	17	8	30	10	27	24	24	26	7	16	10	30	31	28	25			
<i>Plagiogramma staurorophorum</i> (Grev.) Heib.	-	-	-	-	-	-	1	-	1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Porosira glacialis</i> (Grunow) Jörg.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Proboscia alata</i> (Bright.) Sundstöm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>P. barboi</i> (Brun) Jordan & Priddle	1	-	-	-	-	1	-	-	7	2	1	1	3	-	+	+	1	2	-	-	1	1	3	1	6	1	-	-	1	4	1			
<i>P. barboi</i> (Brun) Jordan & Priddle var. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Psammoidiscus nitidus</i> (W.Gregory) Round & D.G.Mann	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Rhabdonema japonicum</i> Temp. & Brun	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Rhaphoneis amphicerus</i> Ehrenb.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Rhizolenia styliformis</i> Brightw.	-	-	-	-	-																													



第5図 *Mesodictyon japonicum* の層序学的産出範囲。珪藻化石帯はAkiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998) 及びWatanabe and Yanagisawa (2005) による。

Fig. 5 Stratigraphic range of *Mesodictyon japonicum*. Diatom zonation follows Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998), and Watanabe and Yanagisawa (2005).

NPD6B帯より上位の区間では、NPD9帯まで *M. japonicum* が産出する。また、生層準D65より下位の区間では本種は全く検出されない。

福島県では郡山市の高玉カルデラの淡水湖沼成堆積物から *M. japonicum* が産出し、本種が淡水生種であることが確認された(柳沢・田中, 2016)。湖沼成堆積物の堆積中または未固結の状態のところへ貫入したと推定される流紋岩のK-Ar年代として、 8.2 ± 0.4 Maの年代値が報告されており(Seki, 1993)、この年代値がほぼ高玉カルデラの湖沼成堆積物の堆積年代を示していると推定される。

茨城県ではこれまでに、2地域から *M. japonicum* の産出報告がある。まず、柳沢・安藤(2020)は高萩地域に分布する多賀層群のうち、最上部の海底地すべり痕埋積物である小貝ヶ浜ユニットのサブユニット1と2から、それぞれ *M. japonicum* を報告している。サブユニット1は、NPD6B帯の生層準D68 (7.9 Ma)とD70 (7.7 Ma)の間、サブユニット2は、NPD7A帯の生層準D70 (7.7 Ma)とD73 (6.8 Ma)の間に位置づけられる。また、彼らはNPD7Bb帯に属する日立層群の海底谷埋積物にもわずかに *M. japonicum* が含まれていると報告している。一方、柳沢ほか(2004)は、日立市の田尻地域の海底地すべり痕埋積物のうちNPD6B帯の生層準D68 (7.9 Ma)とD70 (7.7 Ma)の間の区間から *M. japonicum* の産出を記載している。

以上の考察から、*M. japonicum* の初産出層準については、次のようにまとめられる。1) *M. japonicum* の初産出層準の年代が推定可能な二戸・三戸、胎内、津川、佐渡及び加茂地域のデータを総合すると、本種の初産出層準は8.7–8.2 Maの年代範囲に限定される。2) それ以外の地域でも、本種の産出層準は上述の初産出年代よりも若く、この初産出年代とは矛盾しない。3) いずれの地域においても、8.7 Maより下位からは、*M. japonicum* は全く産出していない。4) 以上のことから、現段階では日本での *M. japonicum* の出現時期はNPD6B帯の下限付近の8.7–8.6 Ma前後としておくのが妥当である。

ところで、後期中新世から現世にかけて、東日本に広大な湖が存在した証拠はなく、高玉カルデラ湖のような大きさ数~十数km規模の火山性の湖が点在していたと推定されるので(例えば、吉田ほか, 2020)、東日本各地の海成層に含まれている *M. japonicum* の化石は、それぞれ近傍の別々の比較的小規模な湖から海域に供給されたと想定される。このことは、こうした多くの湖に *M. japonicum* を含む共通した組成を持つ珪藻群集が生育していた可能性を示す。

上述のように日本の海成層中における本種の初産出の年代には、8.7–8.2 Maと数十万年の幅がある。しかし、長期にわたる陸域湖沼生珪藻の進化史の中でみれば、この数十万年という比較的狭い年代範囲に限定される *M. japonicum* の初産出層準には、むしろ同時性があるとみ

ることもできる。そして、それが異地性の化石であり、かつ供給源が個々の独立した湖であったことを考慮すれば、この同時性はむしろ驚くべきことなのかもしれない。

現段階のデータに基づく限り、日本での *M. japonicum* の出現時期はNPD6B帯の下限付近の8.7–8.6 Ma前後としか限定できないが、今後、陸域の湖成層の珪藻群集や年代の研究も含めて、更に多くの地域のデータを追加することで、本種の真の出現年代に漸近できるのではないかとと思われる。

5. おわりに

本研究では、岩手県二戸市と青森県三戸町に分布する海成新第三系から淡水湖沼生珪藻 *Mesodictyon japonicum* の産出を確認し、その初産出層準が海生珪藻化石層序のNPD6B帯内(約8.3 Ma)にあること、そして本種の分布がさらに広範囲にわたることを明らかにした。また、これまでに本種が産出した9地域での本種の産出年代を吟味し、本種の初産出層準が8.7–8.2 Maの年代範囲に収まり、産出報告のある東日本の範囲ではある程度の同時性を示すことを示した。現段階のデータに基づく、*M. japonicum* の出現時期はNPD6B帯の下限付近の8.7–8.6 Ma前後と推定される。

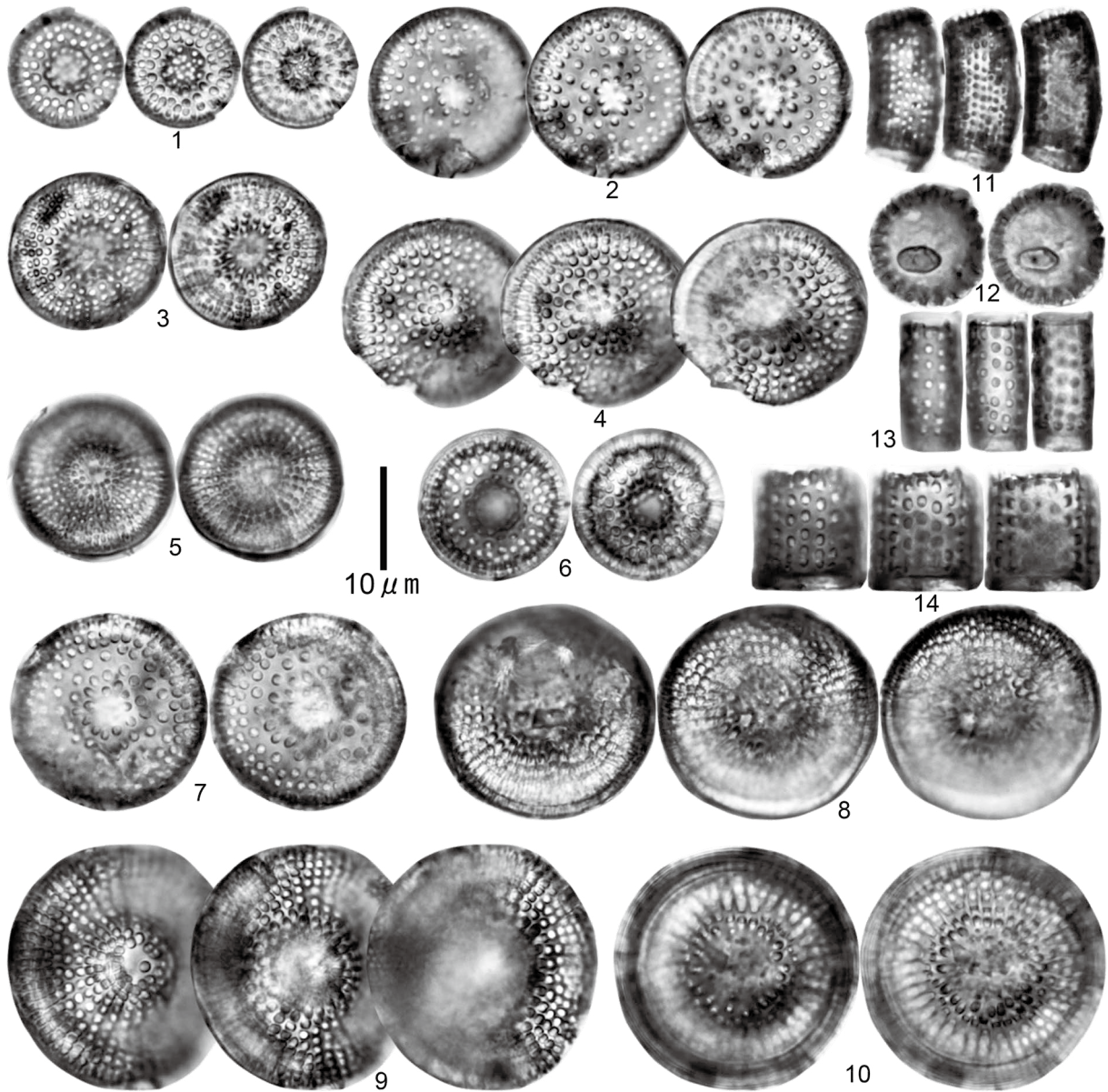
謝辞：地質情報研究部門の工藤 崇博士には、二戸・三戸地域の地質に関してご教示いただいた。査読者である地質情報研究部門の納谷友規博士と編集担当である地質情報研究部門の長森英明博士には、原稿を改良する上で有益なアドバイスをいただいた。ここに深く感謝の意を表す。

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.*, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **87**, U. S. Government Printing Office, Washington D. C., 393–480.
- Bradbury, J. P. and Krebs, W. N. (1995) Fossil continental diatoms: paleolimnology, evolution, and biochronology. *Short Courses in Paleontology*, no. 8, 119–138.
- 鎮西清高(1958a)岩手県福岡町附近の新第三系について—北上山地北縁の新生界I—。地学雑誌, **67**, 1–30.
- 鎮西清高(1958b)北上山地北端部鮮新統の層序—北上山地北縁の新生界II—。地質学雑誌, **64**, 526–536.
- Chinzei, K. (1966) Younger Tertiary geology of the Mabechi River valley, Northeast Honshu, Japan. *Journal of the Faculty of Science, University of Tokyo, Section II, Geology, Mineralogy, Geography, Seismology*, **16**, 161–208.

- Hayashi T., Krebs W. N., Saito-Kato, M. and Tanimura Y. (2018) The turnover of continental planktonic diatoms near the middle/late Miocene boundary and their Cenozoic evolution. *PLoS ONE*, **13**, ae0198003.
- Houk, V., Klee, R. and Tanaka, H. (2014) Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions Part IV. Stephanodiscaceae B, *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos*, *Pliocaenicus*, *Hemistephanos*, *Stephanocostis*, *Mesodictyon* & *Spicaticribra*. In Poulíčková, A. ed., *Fottea*, **14** Supplement, Czech Phycological Society, Olomouc, 530p.
- Krebs, W. N. (1990) The biochronology of freshwater planktonic diatom communities in western North America. In Kociolek, J. P. ed., *Proceedings of the 11th International Diatom Symposium*, California Academy of Sciences, San Francisco, 485–499.
- Krebs, W. N., Bradbury, J. P. and Theriot, E. (1987) Neogene and Quaternary lacustrine diatom biochronology, western USA. *Palaeos*, **2**, 505–513.
- Maruyama, T. (1984) Miocene diatom biostratigraphy of onshore sequences on the Pacific side of Northeast Japan, with reference to DSDP Hole 438A (Part 2). *Science Reports of the Tohoku University, Sendai, Second Series (Geology)*, **55**, 77–140.
- Raffi, I., Wade, B. S. and Pálíike, H. (2020) Chapter 29, The Neogene Period. In Gradstein, F. M. et al. eds. *Geologic Time Scale 2020*, Elsevier, Amsterdam, Oxford, Cambridge, 1141–1215.
- 齋藤めぐみ・林 辰弥(2009) 湖沼の珪藻化石を考える。化石, no. 86, 79–86.
- Seki, Y. (1993) Geologic settings of the Takatama gold deposit, Japan: an example of caldera-related epithermal gold mineralization. *Resource Geology Special Issue*, no. 14, 123–136.
- 谷村好洋(1999) 珪藻化石による年代決定とその応用。月刊地球/号外, no. 29, 212–218.
- Theriot, E. and Bradbury, J. P. (1987) *Mesodictyon*, a new fossil genus of the centric diatom family Thalassiosiraceae from the Miocene Chalk Hills Formation, western Snake River plain, Idaho. *Micropaleontology*, **33**, 356–367.
- 辻野 匠・工藤 崇・中江 訓・近藤玲介・西岡芳晴・植木岳雪(2018) 一戸地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 161p.
- 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.
- 柳沢幸夫 (1999) 金沢市南部地域に分布する中新統の珪藻化石層序。地質調査所月報, **50**, 49–65.
- 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. *Journal of the Geological Society of Japan*, **104**, 395–414.
- 柳沢幸夫・安藤寿男(2020) 茨城県北茨城・高萩地域の第三系多賀層群と日立層群：岩相層序と珪藻化石層序から復元した陸棚—陸棚斜面堆積物・海底谷埋積物・海底地すべり痕埋積物の複合体。地質調査研究報告, **71**, 85–199.
- 柳沢幸夫・工藤 崇(2011) 5万分の1地質図幅「加茂」地域(新潟県)の新第三紀及び第四紀の珪藻化石層序資料。産総研地質調査総合センター研究資料集, no. 537, 1–59.
- Yanagisawa, Y. and Tanaka, H. (2014) *Mesodictyon japonicum*, a new fossil diatom species from the Miocene marine sediments distributed in the Niigata area, central Japan. *Diatom*, **30**, 147–156.
- 柳沢幸夫・田中宏之(2016) 後期中新世高玉カルデラ(福島県郡山市)の湖成堆積物から産出した化石珪藻 *Mesodictyon japonicum* Yanagisawa & H. Tanaka. *Diatom*, **32**, 11–23.
- 柳沢幸夫・渡辺真人(2011) 5万分の1地質図幅「戸賀及び船川」地域(男鹿半島)の新第三紀及び第四紀の珪藻化石層序資料。産総研地質調査総合センター研究資料集, no. 533, 1–17.
- 柳沢幸夫・渡辺真人(2017) 大佐渡地域南部に分布する新第三系の海生珪藻化石層序。地質調査研究報告, **68**, 287–339.
- 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の対応関係。地球科学, **57**, 299–313.
- 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**, 90–104.
- 柳沢幸夫・平中宏典・黒川勝己(2010) 新潟県津川地域の中部～上部中新統野村層と常浪層の珪藻化石層序。地質調査研究報告, **61**, 417–443.
- 吉田武義・高嶋礼詩・工藤 健・プリマオキディッキ A・前田純伶・吉田圭祐・岡田知己・三浦 哲・高橋友啓・長橋良隆・片岡香子(2020) 東北日本弧における後期新生代の火成活動と地殻構造—内陸地震活動の背景—。地学雑誌, **129**, 529–563.

(受 付 : 2020年8月17日 ; 受 理 : 2021年11月26日)



図版1 釜沢層序セクションから産出した淡水湖沼生珪藻化石.

Plate 1 Freshwater lacustrine diatom fossils from Kamassawa stratigraphic section.

1–10. *Mesodictyon japonicum* Yanagisawa & H.Tanaka [1: Sample42; 2: Sample53; 3: Sample49; 4: Sample46;
5–7: Sample50; 8, Sample49; 9: Sample48; 10: Sample49].

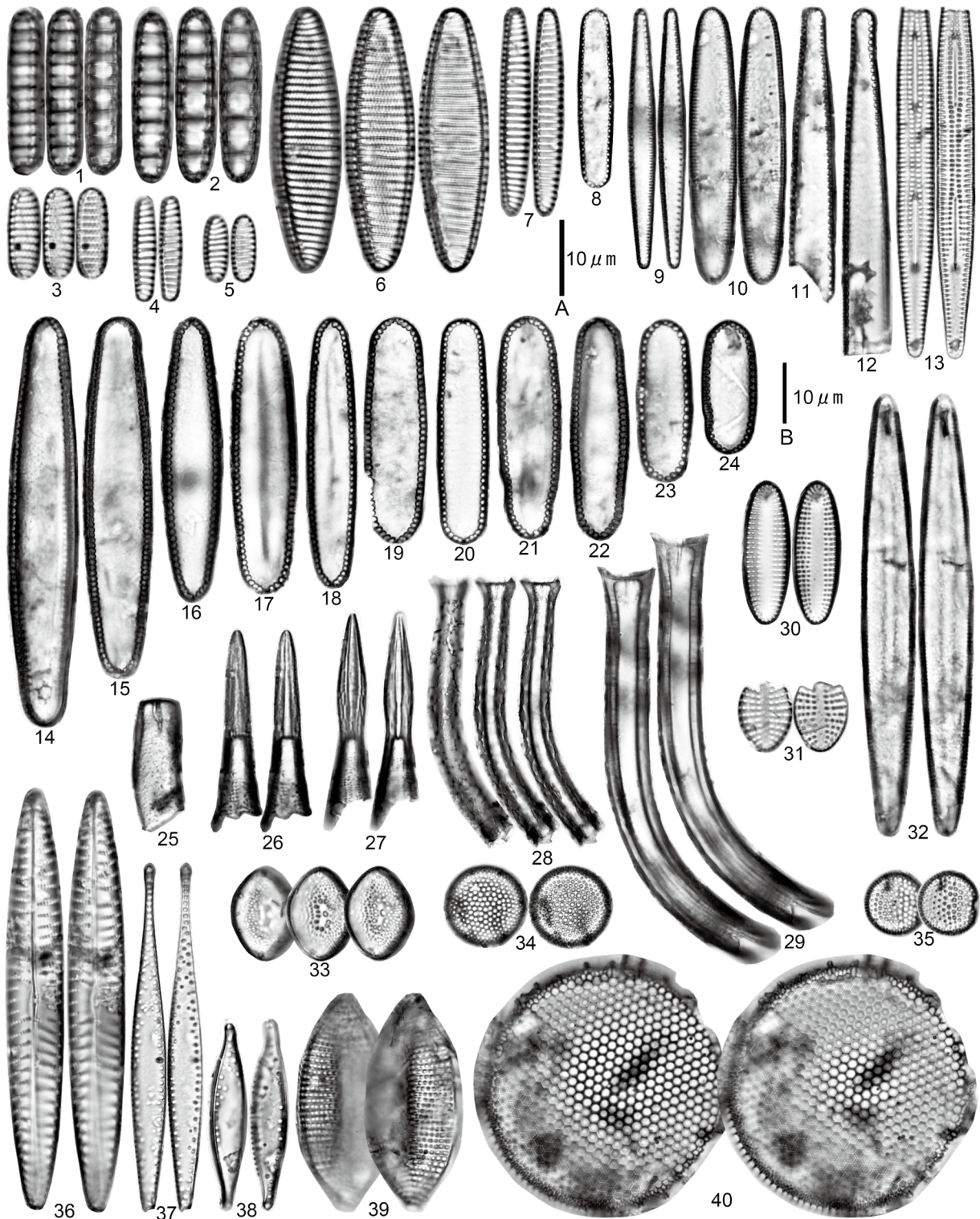
11. *Aulacoseira* sp. [Sample67].

12–14. *Aulacoseira praegranulata* var. *praeislandica* (Jousé) Moisseeva [10, 11: Sample31; 12: Sample32].

図版2 釜沢層序セクションから産出した海生珪藻化石。

Plate 2 Marine diatom fossils from Kamassawa stratigraphic section. Scale bars A and B for figs 1–7 and 8–40, respectively.

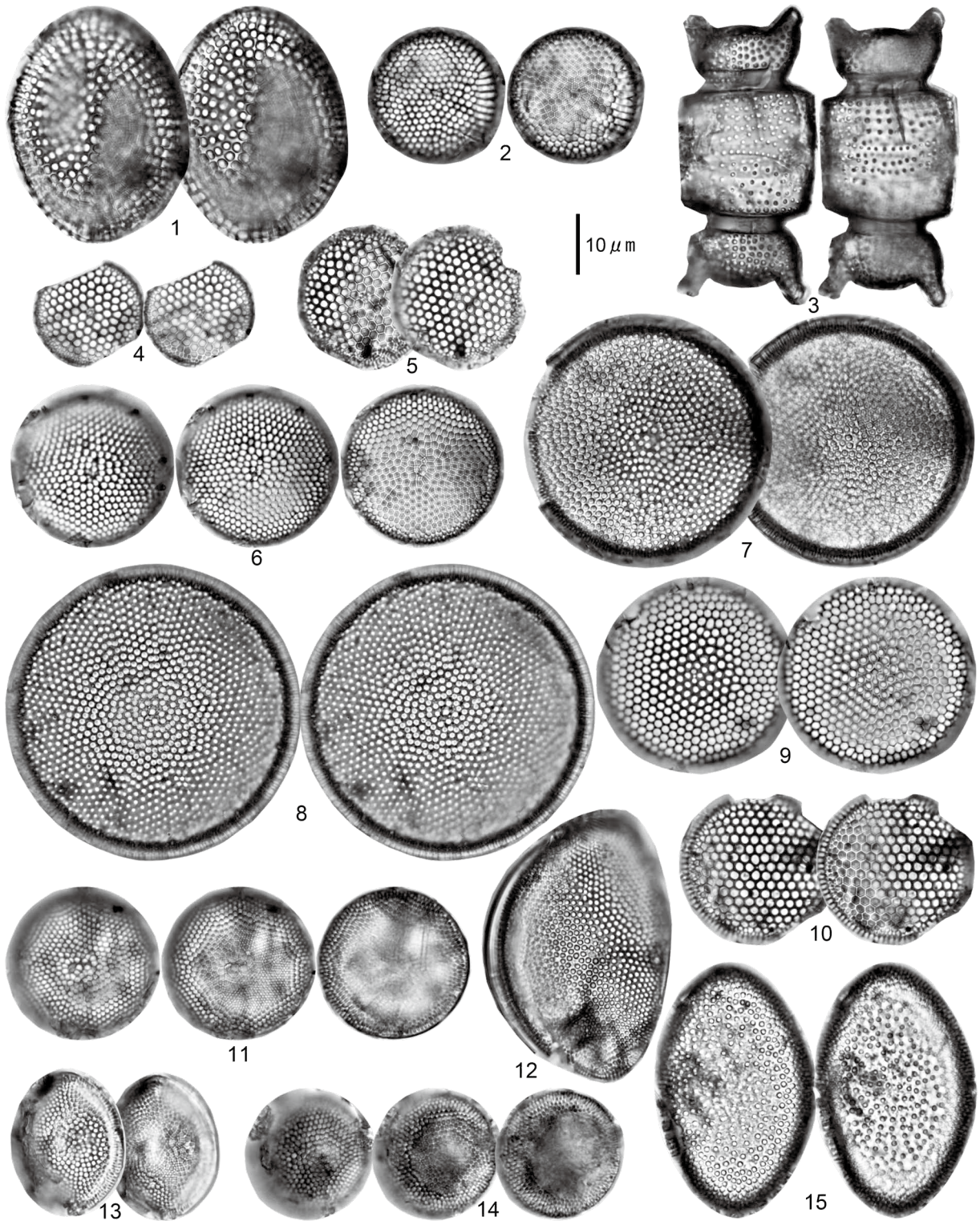
- 1, 2: *Denticulopsis katayamae* Maruyama [Sample11]
- 3: *Nitzschia* cf. *porteri* Frenguelli [Sample45]
- 4, 5: *Nitzschia rolandii* Schrader emend. Koizumi [4: Sample53; 5: Sample63]
- 6: *Nitzschia pliocena* (Brun) Merz [Sample63]
- 7: *Nitzschia rolandii* Schrader emend. Koizumi [Sample59]
- 8: *Thalassionema hirosakiensis* (Kanaya) Schrader [Sample63]
- 9: *Thalassionema* sp. (lanceolate) [Sample63]
- 10: *Cavitatus linearis* (Sheshukova) Akiba & Yanagisawa [Sample52]
- 11, 12: *Thalassionema* sp. A (sakiboso) [11: Sample66; 12: Sample65]
- 13: *Rouxia californica* Perag. [Sample63]
- 14–24: *Thalassionema schraderi* Akiba [14: Sample63; 15: Sample44; 16: Sample53; 17: Sample52; 18: Sample59; 19: Sample64; 20: Sample63; 21: Sample45; 22: Sample62; 23: Sample65; 24: Sample55]
- 25: *Proboscia alata* (Bright.) Sundstöm [Sample53]
- 26: *Rhizosolenia* sp. A [Sample64]
- 27: *Rhizosolenia* sp. B [Sample59]
- 28: *Proboscia barboi* (Brun) Jordan & Priddle var. 1 [Sample62]
- 29: *Proboscia barboi* (Brun) Jordan & Priddle [Sample57]
- 30: *Delphineis* cf. *surirella* (Ehrenb.) G.W.Andrews [Sample62]
- 31: *Delphineis surirella* (Ehrenb.) G.W.Andrews [Sample59]
- 32: *Cavitatus jouseanus* (Sheshukova) D.M.Williams [Sample64]
- 33: *Hemidiscus ovalis* Lohman [Sample55]
- 34, 35: *Actinocyclus* sp. A [34: Sample55; 35: Sample49]
- 36: *Navicula* sp. [Sample55]
- 37, 38: *Cymatosira debyi* Temp. & Brun [37: Sample65; 38: Sample59]
- 39: *Tryblionella granulata* (Grunow) D.G.Mann [Sample53]
- 40: *Thalassiosira* sp. A [Sample53]



図版3 釜沢層序セクションから産出した海生珪藻化石.

Plate 3 Marine diatom fossils from Kamassawa stratigraphic section.

- 1: *Thalassiosira temperei* (Brun) Akiba & Yanagisawa [Sample55]
- 2: *Thalassiosira singularis* Sheshukova [Sample63]
- 3: *Odontella aurita* (Lyngb.) J.A.Agardh [Sample53]
- 4, 5: *Thalassiosira* cf. *antiqua* (Grunow) Cleve-Euler [Sample45]
- 6: *Thalassiosira marujamica* Sheshukova [Sample63]
- 7, 8: *Actinocyclus* cf. *curvatulus* C.Janisch [7: Sample63; 8: Sample62]
- 9, 10: *Thalassiosira* sp. A [9: Sample63; 10: Sample45]
- 11: *Stellarima microtrias* (Ehrenb) Hasle & A.P.Sims [Sample44]
- 12: *Hemidiscus cuneiformis* G.G.Wall. [Sample64]
- 13: *Thalassiosira brunii* Akiba & Yanagisawa [Sample10]
- 14: *Thalassiosira* sp. (convex) [Sample59]
- 15: *Actinocyclus ellipticus* Grunow [Sample15]



地質調査研究報告 第72巻 (第1号—第6号)

第1号

[論文]

京都府北部丹後地方に分布する古第三紀珪長質深成岩類の貫入年代と山陰帯深成活動の年代対比
中江 訓1-21

[論文]

中国地域の地殻内応力マップの作成
今西和俊・内出崇彦・椎名高裕・松下レイケン・中井未里23-40

[論文]

20万分の1地質図幅「富山」の東部地域の深成岩類のジルコン U-Pb 年代
竹内 誠・カ スイ・志村侑亮41-64

[論文]

伊勢湾南西岸宮川平野における最終氷期最盛期以降の堆積環境変遷
佐藤善輝・水野清秀・中島 礼65-80

[概報]

物理定数から見た日本の新第三紀花崗岩類
大熊茂雄・金谷 弘81-94

第2号 特集：北上山地の北部北上帯から得られた新知見—5万分の1地質図幅「外山」において—

[巻頭言]

5万分の1地質図幅「外山」作成と一次データ特集号化の意義
内野隆之95-97

[概報]

岩手県岩泉町釜津田の北部北上帯付加体砂岩から得られた中期ジュラ紀ジルコン年代：大川試料を含む付加体の年代検証
内野隆之99-107

[資料・解説]

北部北上帯南西縁部，ジュラ紀付加体中玄武岩の地球化学的特徴と起源
内野隆之109-118

[概報]

岩手県盛岡東部，北部北上帯南西縁部の付加体泥岩中の中生代放射虫化石
内野隆之・鈴木紀毅119-127

[概報]

岩手県盛岡市藪川，大石川沿いで確認された十和田大不動テフラ
工藤 崇・内野隆之129-138

第3号

[論文]

大規模波動イベントの影響を繰り返し受けたカキ礁の破壊と復元過程：北海道東部，馬主来沼における完新統 *Crassostrea gigas* 化石密集層の例
七山 太・安藤寿男・近藤康生・横山芳春・仲田亜紀子・笹嶋由依・重野聖之・古川竜太・石井正之139-171

[論文]

岩手県久慈地域における北部北上帯ジュラ系付加複合体に挟在する苦鉄質岩の化学組成と起源
中江 訓173-190

第4号 特集：足尾山地南西部，「桐生及足利」地域の地質と化石

[巻頭言]

5万分の1地質図幅「桐生及足利」地域の足尾帯の地質
伊藤 剛191-200

[論文]	足尾山地のジュラ紀付加体の地質と対比：5 万分の 1 地質図幅「桐生及足利」地域の検討 伊藤 剛	201–285
[概報]	Radiolarians from Jurassic accretionary complex of the Ashio belt in the Kiryu and Ashikaga District (Quadrangle series 1:50,000), central Japan ITO Tsuyoshi	287–324
[概報]	Conodont fossils from the Kiryu and Ashikaga District (Quadrangle series 1:50,000), central Japan with emphasis on the reexamination of “Carboniferous” conodonts from the Ashio Belt MUTO Shun and ITO Tsuyoshi	325–344
[資料・解説]	Occurrence report of Triassic and Jurassic radiolarians from the Jurassic accretionary complexes of the Ashio belt in eastern Mt. Narukami, Ashio Mountains, central Japan ITO Tsuyoshi, NAKAMURA Kazuya, HINOHARA Tatsuya and KURIHARA Toshiyuki	345–358
[資料・解説]	足尾山地のジュラ紀付加体大間々コンプレックスから産出した放散虫及び有孔虫 伊藤 剛・鈴木紀毅・指田勝男	359–370
[概報]	足尾山地のジュラ紀付加体大間々コンプレックスに含まれる玄武岩類の地球化学的特徴 伊藤 剛・草野有紀	371–381
[資料・解説]	栃木県足利市名草に分布する足利岩体の黒雲母花崗閃緑岩及び接触変成岩 伊藤 剛・中村佳博	383–396
第 5 号		
[論文]	那須火山群周辺の中期～後期更新世テフラ層序：川谷降下火砕物の新記載と余笹川・東岩崎岩屑なだれ堆積物の層準 山元孝広	397–420
[論文]	白嶺丸重磁力データの整備・公開 石原丈実	421–445
[概報]	関東山地東縁部に分布する蛇紋岩のクロムスピネル化学組成 原 英俊・久田健一郎	447–458
第 6 号		
[論文]	秋田県大仙市下荒川に分布する中新統上部の船川層における暖流系石灰質微化石産出層準の珪藻年代 柳沢幸夫	459–477
[論文]	岩手県二戸市・青森県三戸町の海成上部中新統から産出した淡水湖沼生化石珪藻 <i>Mesodictyon japonicum</i> Yanagisawa & H.Tanaka 柳沢幸夫	479–493

CONTENTS OF VOLUME 72

No. 1

[Article]

Intrusive age of Paleogene felsic plutonic rocks in the Tango District, northern Kyoto Prefecture, and chronological correlation of the plutonism in the San'in Belt, Southwest Japan

NAKAE Satoshi1–21

[Article]

Construction of Crustal Stress Map in Chugoku Region, western Japan

IMANISHI Kazutoshi, UCHIDE Takahiko, SHIINA Takahiro, MATSUSHITA Reiken and NAKAI Misato 23–40

[Article]

Zircon U–Pb ages on plutonic rocks in the eastern area of 1:200,000 quadrangle, Toyama, central Japan

TAKEUCHI Makoto, JIA Sui and SHIMURA Yusuke41–64

[Article]

Sedimentary environmental change after the Last Glacial Maximum in the Miyagawa Plain, southwestern coast of the Ise Bay, central Japan

SATO Yoshiki, MIZUNO Kiyohide and NAKASHIMA Rei65–80

[Report]

Physical properties of Neogene granitic rocks in Japan

OKUMA Shigeo and KANAYA Hiroshi81–94

No. 2 Special issue: New data from the North Kitakami Belt in the Kitakami Massif, Iwate Prefecture: On the Sotoyama District, Quadrangle Series 1:50,000

[Preface]

Significance of the Sotoyama District, quadrangle series 1:50,000, and the special issue on its primary data

UCHINO Takayuki95–97

[Report]

Middle Jurassic zircon age from sandstone within the accretionary complex in the North Kitakami Belt, Kamatsuda area in Iwaizumi Town, Iwate Prefecture, Northeast Japan: Verifying the age of the accretionary complex containing the Okawa Sample

UCHINO Takayuki99–107

[Note and Comment]

Geochemical features and origin of basalt within the Jurassic accretionary complex in the southwestern margin of the North Kitakami Belt, Northeast Japan

UCHINO Takayuki109–118

[Report]

Mesozoic radiolarian fossils from mudstone within the accretionary complex in the southwestern margin of the North Kitakami Belt, eastern Morioka, Iwate Prefecture, Northeast Japan

UCHINO Takayuki and SUZUKI Noritoshi119–127

[Report]

The Towada-Ofudo Tephra found along the Oishi River, Yabukawa, Morioka City, Iwate Prefecture

KUDO Takashi and UCHINO Takayuki129–138

No. 3

[Article]

Destruction and restoration processes of fossil oyster reef influenced by repeated large-scale waves: An example of Holocene *Crassostrea gigas* shellbeds around Pashukurutou Lagoon, eastern Hokkaido, northeast Japan

NANAYAMA Futoshi, ANDO Hisao, KONDO Yasuo, YOKOYAMA Yoshiharu, NAKATA Akiko, SASAJIMA Yui, SHIGENO Kiyoyuki, FURUKAWA Ryuta and ISHII Masayuki139–171

[Article]

Geochemical composition and origin of mafic rocks of the Jurassic accretionary complex in the North Kitakami Belt, the Kuji area, Iwate Prefecture, Northeast Japan.

NAKAE Satoshi173–190

No. 4 Special issue: Geology and fossils of the Kiryu and Ashikaga District, southwestern Ashio Mountains

[Preface]

Special issue on geology of the Ashio belt of the Kiryu and Ashikaga District (Quadrangle series 1:50,000)

ITO Tsuyoshi191–200

[Article]

Geology and correlation of Jurassic accretionary complex in the Ashio Mountains, central Japan: Investigation on the Kiryu and Ashikaga District (Quadrangle series 1:50,000)

ITO Tsuyoshi201–285

[Report]

Radiolarians from Jurassic accretionary complex of the Ashio belt in the Kiryu and Ashikaga District (Quadrangle series 1:50,000), central Japan

ITO Tsuyoshi287–324

[Report]

Conodont fossils from the Kiryu and Ashikaga District (Quadrangle series 1:50,000), central Japan with emphasis on the reexamination of “Carboniferous” conodonts from the Ashio Belt

MUTO Shun and ITO Tsuyoshi325–344

[Note and Comment]

Occurrence report of Triassic and Jurassic radiolarians from the Jurassic accretionary complexes of the Ashio belt in eastern Mt. Narukami, Ashio Mountains, central Japan

ITO Tsuyoshi, NAKAMURA Kazuya, HINOHARA Tatsuya and KURIHARA Toshiyuki345–358

[Note and Comment]

Radiolarians and foraminifers from the Omama Complex of Jurassic accretionary complex in the Ashio Mountains, central Japan

ITO Tsuyoshi, SUZUKI Noritoshi and SASHIDA Katsuo359–370

[Report]

Geochemical characteristics of basaltic rocks from the Omama Complex of Jurassic accretionary complex in the Ashio Mountains, central Japan

ITO Tsuyoshi and KUSANO Yuki371–381

[Note and Comment]

Biotite granodiorite of the Ashikaga Body and contact metamorphic rock in Nagusa, Ashikaga City, Tochigi Prefecture, central Japan

ITO Tsuyoshi and NAKAMURA Yoshihiro383–396

No. 5

[Article]

The Middle to Late Pleistocene tephrostratigraphy around the Nasu Volcano Group, NE Japan: new description of the Kawatani Pyroclastic Fall Deposit and the horizon of the Yosasagawa and Higashi-iwazaki Debris Avalanche Deposits

YAMAMOTO Takahiro397–420

[Article]

Preparation and release of gravity and magnetic data collected by R/V Hakurei-maru

ISHIHARA Takemi421–445

[Report]

Geochemistry of chromian spinels from serpentinites distributed in eastern margin of the Kanto Mountains

HARA Hidetoshi and HISADA Ken-ichiro447–458

No. 6

[Article]

Diatom biochronology of the horizon of warm water calcareous microfossils in the upper Miocene Funakawa Formation distributed in Shimo-arakawa, Daisen City, Akita Prefecture, Japan

YANAGISAWA Yukio459–477

[Article]

Fossil freshwater centric diatom *Mesodictyon japonicum* Yanagisawa & H.Tanaka from the upper Miocene marine deposits distributed in the Ninohe-Sannohe area, near the boundary between Iwate and Aomori prefectures, Northeast Japan

YANAGISAWA Yukio479–493

本年掲載論文の査読を下記及び匿名の方々にお願ひしました。厚くお礼申し上げます。

池田 剛(九州大学)・伊藤 剛・内野隆之・宇都宮正志・及川輝樹・小田啓邦・鎌田祥仁(筑波大学)・上松佐知子(筑波大学)・草野有紀・昆 慶明・高木哲一・宝田晋治・田村 亨・中澤務・納谷友則・野田 篤・牧野雅彦・松岡 篤(新潟大学)・山崎 徹・雷 興林 (敬称略)

地質調査総合センター研究資料集

- 718 東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測施設整備工事（愛媛県松山市地区）報告書 佐藤 努・北川 有一・小泉 尚嗣・木口 努・名取 二郎・芳賀 政蔵
- 719 伊豆大島火山地質図（暫定版 2021） 川辺 禎久
- 720 中国地域の地殻内応力マップデータ 今西 和俊・内出 崇彦・椎名 高裕・松下 レイケン・中井 未里
- 721 始良カルデラ大隅降下軽石の地点層厚データ 下司 信夫・西原 歩亮
- 722 大規模火砕噴火推移時系列データ集 その2 下司 信夫・池上 郁彦・西原 歩
- 723 日光白根火山の噴火記録集 及川 輝樹
- 725 第2白嶺丸重力データ 石原 丈実・小田 啓邦
- 726 産総研地下水等総合観測井における透水性評価のための孔井内測定手法の適用事例：主に測定時の制約に対応するために 木口 努・桑原 保人
- 727 蛭石の「履歴書」（補遺） 佐脇 貴幸
- 728 屈斜路・三瓶・鬼界・十和田・鬱陵島・白頭山火山の大規模噴火の前駆活動と噴火推移 金田 泰明・宝田 晋治・下司 信夫

地質調査総合センターの最新出版物

5 万分の 1 地質図幅	池田 陸中関
20 万分の 1 地質図幅	野辺地 (第 2 版)
土壌評価図	E-8 表層土壌評価基本図 ~四国地域~
水文環境図	No. 6 山形盆地 (第 2 版) No. 12 紀の川平野
空中磁気図	No. 48 仙台平野南部沿岸地域高分解能空中磁気異常図
重力図	No. 34 名古屋地域重力図 (ブーゲー異常)
海陸シームレス地質図	S-7 海陸シームレス地質情報集「相模湾沿岸域」
その他	東・東南アジア磁気異常図 改訂版 (第 3 版) 中部地方の地球化学図

地質調査研究報告編集委員会

委員長 鈴木 淳
副委員長 佐々木 宗建
委員 宮城 磯 治
松本 弾 子
東郷 洋 子
高木 哲 一
川辺 能 成
大谷 竜 竜
長森 英 明
納谷 友 規
工藤 崇 崇
板木 拓 也
森 尻 理 恵

事務局

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター
地質情報基盤センター 出版室
<https://www.gsj.jp/inquiries.html>

Bulletin of the Geological Survey of Japan Editorial Board

Chief Editor: SUZUKI Atsushi
Deputy Chief Editor: SASAKI Munetake
Editors: MIYAGI Isoji
MATSUMOTO Dan
TOGO Yoko
TAKAGI Tetsuichi
KAWABE Yoshishige
OHTANI Ryu
NAGAMORI Hideaki
NAYA Tomonori
KUDO Takashi
ITAKI Takuya
MORIJIRI Rie

Secretariat Office

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
Geological Survey of Japan
Geoinformation Service Center Publication Office
<https://www.gsj.jp/en/>

地質調査研究報告 第72巻 第6号
令和3年12月24日 発行

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター

〒305-8567
茨城県つくば市東1-1-1 中央第7

Bulletin of the Geological Survey of Japan
Vol. 72 No. 6 Issue December 24, 2021

Geological Survey of Japan, AIST

AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1, Higashi,
Tsukuba, Ibaraki 305-8567 Japan

BULLETIN
OF THE
GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Vol. 72 No. 6 2021

CONTENTS

Diatom biochronology of the horizon of warm water calcareous microfossils in the upper Miocene Funakawa Formation distributed in Shimo-arakawa, Daisen City, Akita Prefecture, Japan

YANAGISAWA Yukio 459

Fossil freshwater centric diatom *Mesodictyon japonicum* Yanagisawa & H.Tanaka from the upper Miocene marine deposits distributed in the Ninohe-Sannohe area, near the boundary between Iwate and Aomori prefectures, Northeast Japan

YANAGISAWA Yukio 479