

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

地質調査研究報告

BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Vol. 68 No. 5 2017



論文

- 金沢市南部に分布する中新統“犀川層”の層序学的再検討
山田敏弘・手塚翔太・神谷隆宏・柳沢幸夫 183

概報

- 東北日本における大山倉吉テフラと山陰 1 テフラの降下層準
山元孝広 223

資料・解説

- 5 万分の 1 地質図幅「一戸」地域(岩手県北部)の中新統から産出した珪藻化石
辻野 匠・柳沢幸夫 237

表紙の写真

馬仙峡(二戸市)の女神岩

岩手県北部一戸・二戸地域の馬淵川沿いには巨岩・奇岩の景勝地があり、岩手県の初代民選知事国分謙吉により馬仙峡と命名された。馬仙峡の主体をなすのは、男神岩・女神岩(あわせて夫婦岩)、大崩崖で、これらは中新世中期の初頭に浅海で噴出した玄武岩質安山岩～デイサイト質の火山岩(末ノ松山層合川火山岩部層)である。本部層の下位には浅海成の砂岩が発達し、意外にも保存のよい珪藻化石を産する。本地域は三陸沖の深海掘削コアの珪藻化石層序と対比され、本部層の放射年代と合せて北太平洋珪藻化石層序の確立の初期に大きく貢献した。写真は女神岩で、下部は塊状の溶岩、上部は溶岩が水冷破碎した火山角礫岩からなる。

(写真・文：辻野 匠)

Cover photograph

Megami-Iwa (female deity rock) at Basenkyo Gorge, Ninohe City.

Mabechi River, northern part of Iwate Prefecture, has a place of scenic beauty of gigantic and unusual rocks, named Basenkyo by Kenkichi KOKUBUN, the first elected governor of the prefecture. Basenkyo includes Ogami-Iwa (male deity rock), Megami-Iwa (female), and Ohogake cliff, composed of basaltic-andesite-dacite volcanic rocks (Aikawa Volcanic Rock Member, Suenomatuyama Formation) erupted under shallow marine condition in the early middle Miocene. This member is underlain by shallow marine sandstone, which fortunately yields well-preserved diatom fossils. Diatom biostratigraphy in this area was well correlated to that of deep sea drilling cores off Sanriku, and contributed an early development of North Pacific diatom biostatigraphy, in addition to the radiometric ages of this member. Photo shows Megami-Iwa, composed of lower massive lava and upper hyaloclastic volcanic breccia.

(Photograph and Caption by Taqumi TuZino)

金沢市南部に分布する中新統“犀川層”の層序学的再検討

山田敏弘^{1,*}・手塚翔太¹・神谷隆宏¹・柳沢幸夫²

Toshihiro Yamada, Shota Teduka, Takahiro Kamiya and Yukio Yanagisawa (2017) Stratigraphic revision of the Miocene “Saikawa Formation” distributed in the southern Kanazawa area, Ishikawa Prefecture, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 68 (5), p. 183–221, 14 figs, 3 tables, 7 plates.

Abstract: The stratigraphy of the Miocene “Saikawa Formation” distributed in the southern Kanazawa area, Ishikawa Prefecture, is revised based on litho- and biostratigraphic studies. The previously defined “Saikawa Formation” is divided here into the Yamashina, Saikawa (redefined), and Koderayama formations in ascending order. The Yamashina Formation consists mainly of mudstone and contains diatoms which indicate ca.15.6–15.4 Ma within the diatom zone NPD4A. The Saikawa Formation is composed mainly of coarse-grained sandstone and the obtained diatoms were considered to be reworked. However, calcareous nannofossils of the zone CN5a (13.6–11.8 Ma) were reported from the Saikawa Formation in a previous study. These data indicate that the Saikawa Formation unconformably overlies the Yamashina Formation. The Koderayama Formation is characterized mainly by fine-grained sandstone with a basal conglomerate bed eroding the upper part of the Saikawa Formation. The Koderayama Formation in turn is eroded by a conglomerate bed of the overlying Pleistocene Omma Formation. The Koderayama Formation includes endocarps of *Carya* (Juglandaceae) which became extinct in Japan before 3 Ma. Therefore, the Omma Formation should unconformably overlie the Koderayama Formation with a sedimentary hiatus of more than 1.3 million years.

Keywords: Saikawa Formation, Miocene, diatom, biostratigraphy, Kanazawa, Ishikawa Prefecture

要 旨

石川県金沢市南部地域に分布する中新統“犀川層”の層序を岩相層序学・生層序学的研究から再検討した。ここでは、従来の“犀川層”を下位から、山科層、犀川層(再定義)、小寺山層に区分した。山科層は泥岩を主体とし、珪藻化石帯NPD4Aの約15.6–15.4 Maを示す珪藻化石を含む。犀川層は主に粗粒砂岩からなり、得られた珪藻化石は再堆積であると考えられる。しかし、以前の研究で、CN5a帯(13.6–11.8 Ma)の石灰質ナノ化石が報告されている。これらのことは、犀川層が山科層を不整合に覆うことを示す。小寺山層は、細粒砂岩を主体とし、その基底礫岩は犀川層上部を侵食している。また、小寺山層は上位の更新統大桑層の基底礫岩に侵食されている。小寺山層からは、日本では3 Maまでに絶滅したカリア属(クルミ科)の内果皮が産出した。従って、大桑層は不整合で小寺山層を覆い、両者の間には130万年以上の堆積間隙があると考えられる。

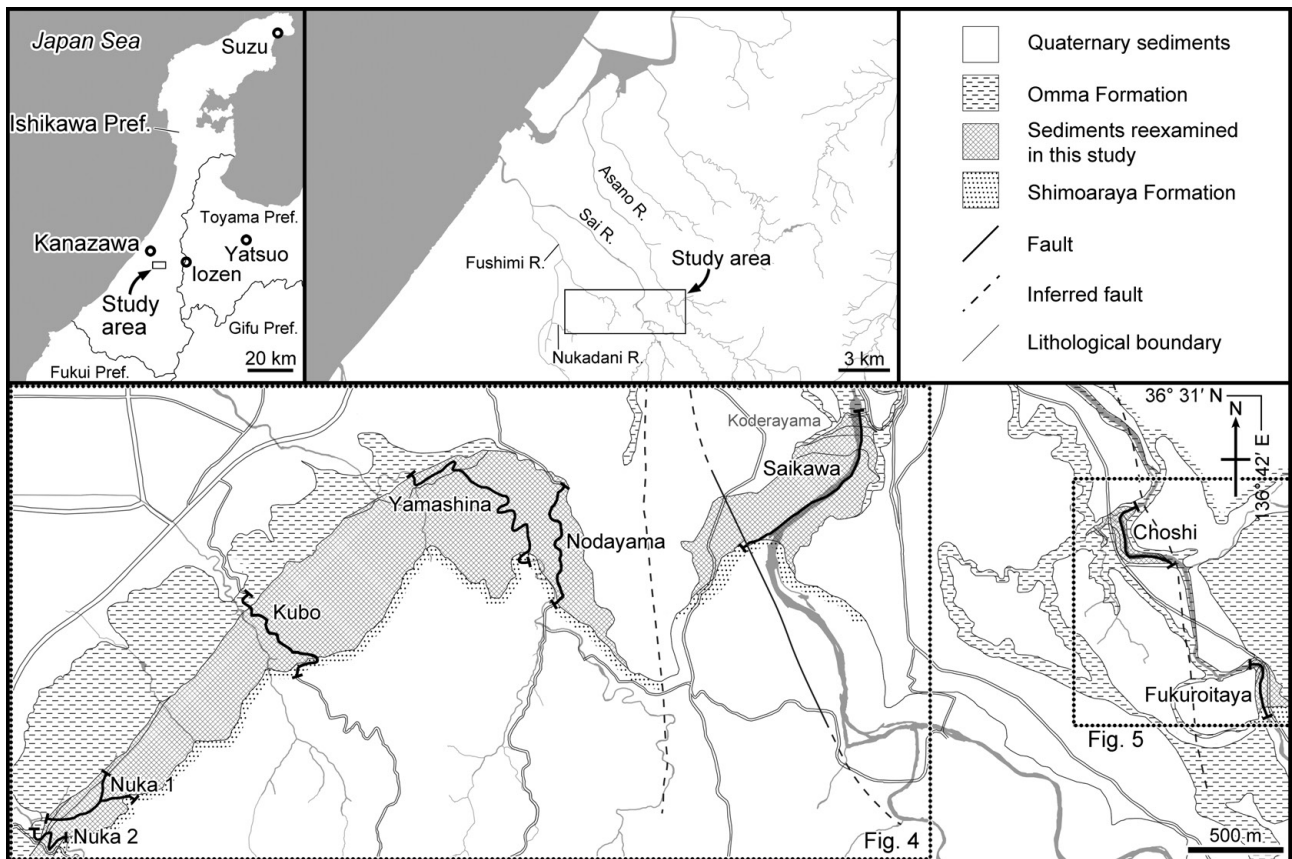
1. はじめに

石川県金沢市南部地域(第1図)の地質学・古生物学的研究は、Yoshiwara(1899)が大桑(現在の金沢市大桑町)の犀川河岸から“鮮新世”(当時の解釈)の棘皮動物化石を報告したことに始まる。その後、いくつかの古生物学的研究が行われ(Tokunaga, 1903; Yabe, 1920; 横山, 1926)、“鮮新世”の軟体動物化石については、Yokoyama(1927)によって包括的に研究された。一方、本地域の中新統～更新統は、望月(1930)によって下位から、犀川層、大桑層、卯辰山層に区分され(第2図)、その後、今井(1959)により、望月(1930)の犀川層は、八尾累層の砂子坂凝灰質互層、七曲凝灰岩層、朝屋泥岩層と、音川累層の下荒屋凝灰岩層、高窪泥岩層に細分された(第2図)。しかし、このうち高窪泥岩層については、金沢市南部地域と高窪泥岩層の模式地である福光地域(富山県西部)では、岩相と軟体動物化石群集組成が全く異なるので、金沢市南部地域の高窪泥岩層の地層名は犀川河床を模式地とする“犀川層”を用いることが望ましいという提案がなされた

¹ 金沢大学理工研究域自然システム学系 (School of Natural System, College of Science and Engineering, Kanazawa University, Kanazawa 920-1192 Japan)

² 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: T. Yamada, Email: ptilo@mb.infoweb.ne.jp



第1図 金沢市南部地域と本研究で調査したセクション(太線)。地質図(第4図, 第5図)の範囲を図中に示す。なお、本研究で示す断層・推定断層は第四系の下に伏在する。

Fig. 1 Map of the southern Kanazawa area showing stratigraphic sections examined in this study (thick lines). Areas of geological maps (Fig. 4 and Fig. 5) are also indicated in the map. Faults and inferred faults shown in this study are concealed by Quaternary sediments.

(Ogasawara, 1976)。その結果、金沢市南部地域の堆積岩類の層序としては、最下部の医王山層いおうせんを加えて、中新統の医王山層、砂子坂層、七曲層、朝ヶ屋層、下荒屋層、“犀川層”と、これを不整合に覆う更新統の大桑層と卯辰山層という区分が広く用いられてきた(第2図; 佐々木・小笠原, 1986; 粕野, 1993)。しかし、“犀川層”については、以下に示すように3点の層序学の問題点が未解決のまま残されていた。

1つは“犀川層”の岩相分布に関する問題点である。“犀川層”は、分布域中央部の野田山(第1図)より東側(模式地を含む)では泥岩主体の下部と砂岩主体の上部の2つの部分からなるのに対し、野田山以西では全体が泥岩主体の岩相からなる。粕野(1993)は模式地で見られる“犀川層”の砂岩主体の上部と、野田山附近で見られる“犀川層”の泥岩主体の岩相の少なくとも一部は、同じ年代に堆積したと解釈した。一方、堀ほか(2001)、陰地(2004)及び塚脇・陰地(2008)は、“犀川層”を2つに分けて、下部を高窪層または御峰層、上部を犀川層とした(第2図)。

しかし、両層の境界は“犀川層”の下部の泥岩と上部の砂岩の境界には一致せず、実際のところは両岩相の相互の関係はよくわかっていなかった。

第2の問題点は“犀川層”に関する微化石年代の食い違いである。高山ほか(1988)は模式地における砂岩主体の上部から13.5–11.8 Maの年代を示す石灰質ナノ化石を報告した。一方、伊東(1986)は“犀川層”上部で高山ほか(1988)が石灰質ナノ化石を検出した層準より上位の砂岩から約15.6–15.4 Ma前後と認定できる珪藻化石を報告した。さらに、柳沢(1999a)も野田山西方の泥岩主体の岩相から、これとほぼ同じ年代の珪藻化石を検出した。このように、“犀川層”の石灰質ナノ化石年代と珪藻化石年代は完全に食い違っており、この原因は究明されていない。

第3は、模式地における“犀川層”と大桑層の境界の不整合に関する問題点である。大桑層基底の不整合の形状や形成様式は、粕野・松浦(1964)と田中(1970)によって明らかにされたが、大桑層の模式地における不整合の

Mochizuki (1930)		Imai (1959)	Ogasawara (1976) Sasaki & Ogasawara (1986)	Tsukawaki & Ogawara (1996)	Kitamura (1997)	Hori <i>et al.</i> (2001)	Ooji (2004) Tsukawaki & Ooji (2008)	Yamada <i>et al.</i> (this study)
Udatsuyama Formation		Udatsuyama Formation	Udatsuyama Formation				Udatsuyama Formation	Udatsuyama Formation
Omma Formation		Omma Formation	Omma Formation	Omma Formation	Omma Formation	Omma Formation	Omma Formation	Omma Formation
Saikawa Formation	Otogawa Formation	Takakubo Mudstone Member	Saikawa Formation	Saikawa Formation	Saikawa Formation	Saikawa Formation	Saikawa Formation	Koderayama F.
		Shimoaraya Tuff Member	Shimoaraya Formation			Takakubo Formation	Omine Formation	Yamashina Formation
	Yatsuo Formation	Asagaya Mudstone Member	Asagaya Formation		Shimoaraya Formation	Shimoaraya Formation	Shimoaraya Formation	Shimoaraya Formation
		Nanamagari Tuff Member	Nanamagari Formation		Asagaya Formation	Asagaya Formation	Asagaya Formation	Asagaya Formation
		Sunagozaka Tuffaceous Alternation Member	Sunagozaka Formation		Nanamagari Formation	Nanamagari Formation	Nanamagari Formation	Nanamagari Formation
			lozen Formation		Sunagozaka Formation	Sunagozaka Formation	Sunagozaka Formation	Sunagozaka Formation
						lozen Formation	lozen Formation	lozen Formation

第2図 金沢市南部地域に分布する中新統及び更新統の層序区分の比較。直線は整合境界，波線は不整合境界を示す。また，卯辰山層を扱っていない研究については，便宜的に大桑層の上限を破線で示す。

Fig. 2 Comparison of stratigraphic frameworks proposed so far for the Miocene and Pleistocene sedimentary sequence in the southern Kanazawa area. Conformable and unconformable boundaries are symbolized by normal and wavy lines, respectively. Upper boundary of the Omma Formation is expediently indicated by a dashed line, when sediments comparable to the Udatsuyama Formation are not covered in a study.

位置については研究者によって異なる解釈がなされていた。大桑層の模式地では，“犀川層”上部層の粗粒砂岩を主体とする堆積物の上位に，厚さ約25 mの炭質物に富む細粒砂岩を主体とする堆積物（以下，未区分堆積物）が重なっている。この未区分堆積物の基底には細礫岩層があり，下位の“犀川層”の粗粒砂岩を削り込んで堆積している。また，未区分堆積物は，上位にある細礫岩層に削り込まれ，さらにその上位には更新世の軟体動物化石を含む細粒砂岩（＝確実な大桑層）が見られる。塚脇・大河原（1996）はこの未区分堆積物を大桑層の最下部とみなしたが，北村（1997）はこれを“犀川層”の上部とし，見解が食い違ったままであった（第2図）。

以上のように，大桑周辺の犀川河床は，大桑層及び“犀川層”の模式地として，古くから数多くの優れた研究が行われてきた重要な場所であるにも関わらず，そこに露出する堆積物の区分や年代が定まっていなかった部分があった。そこで，本研究では，Ogasawara（1976）以降の研究

で“犀川層”に区分されたことがある堆積物について，詳細な地表踏査を行い，その分布と岩相の特徴を把握し，さらに珪藻化石層序を検討した。

調査した地域は，金沢市南部の浅野川・犀川の中流域から，伏見川とその支流（額谷川など）の上流部にかかる地域である（第1図）。このうち，地質図を作成したのは，“犀川層”が分布する西部の犀川・伏見川沿いの小寺山から野田山，山科，窪及び額地区にかけての地域と，東部の浅野川沿いの袋板屋・銚子地域である。

調査・研究の結果，“犀川層”の泥岩主体の下部と砂岩主体の上部の層序関係が明らかになった。また，“犀川層”に関する微化石年代の矛盾も解消した。さらに，未区分堆積物に含まれる植物化石について検討した結果，模式地における“犀川層”の上限の問題も解決した。以上の成果を踏まえて，本報告では金沢市南部地域の中新統について新たな地層区分を提案する。

2. 地質概説

本研究では地質調査と珪藻分析・植物化石分析に基づき、従来の“犀川層”を、下部の泥岩主体の「山科層」(新称)と、上部の砂岩主体の「犀川層」(再定義)に細分した(第2図)。両層の関係は不整合である。また、犀川層を覆う炭質物に富む細粒砂岩を主体とする未区分堆積物を「小寺山層」(新称)として新たに独立した地層とした。これにより金沢地域の第三系・第四系は、下位より、中新統の医王山層、砂子坂層、七曲層、朝ヶ屋層、下荒屋層、山科層及び犀川層、時代未詳の小寺山層と、これらを不整合に覆う更新統の大桑層と卯辰山層となった(第3図)。

最下部の医王山層は流紋岩火砕岩と溶岩を主体とする。その上位を整合で覆う砂子坂層は、砂岩・泥岩と凝灰岩からなる海進期の堆積物で、大型有孔虫と八尾動物群に対比される貝類化石群を産する(佐々木・小笠原, 1986)。七曲層は砂子坂層を整合に覆う凝灰岩・火山礫凝灰岩・凝灰角礫岩・軽石凝灰岩などの火砕岩を主体とし泥岩層を含む地層である。凝灰岩は多くは流紋岩質ないしデイサイト質であるが、一部に玄武岩火砕岩を挟む。朝ヶ屋層は七曲層に整合に重なる泥岩層で、基底付近に厚さ約2 mの海緑石砂岩層が発達する(柳沢, 1999a)。下荒屋層は朝ヶ屋層を整合に覆い、安山岩質ないし珪長質凝灰岩と凝灰質砂岩・細礫岩からなる。山科層は下荒屋層から整合に漸移する泥岩ないし砂質泥岩主体の海成層で、上部には軽石や植物片が多く含まれる。再定義された犀川層は、下位の山科層を不整合に覆い、中粒から粗粒の砂岩を主体とし、まれに細礫岩やシルト岩層を挟む。砂岩は軽石や木片に富む。小寺山層は犀川層の上位に不整合で重なり、主に極細～細粒砂岩からなる。砂岩は炭質物に富み、模式地では12枚の植物片密集層を挟む。

更新統の大桑層は、中新統の堆積岩類を不整合に覆い、砂岩及び泥岩からなる。卯辰山層は大桑層を整合に覆う礫、砂及び泥からなる陸成層である。

調査地域中新統は概ね北東-南西方向の走向で、北西に20°前後で傾斜する(第4図, 第5図)。ただし、調査地域東端の銚子付近においては、地層は北西-南東走向で、北東に20°前後で傾斜する(第5図)。また、調査地域西端の額地域では、地層は北東-南西方向の走向で、傾斜が80°以上に達する(第4図)。


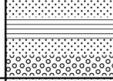
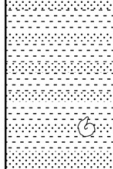

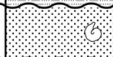
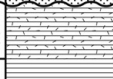

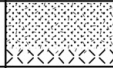

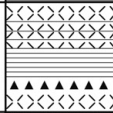
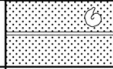
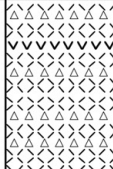
次章で、本研究で新称または再定義した層序単元の岩相層序について、詳述する。

3. 岩相層序

3.1 山科層 (Yamashina Formation)

命名 本研究。

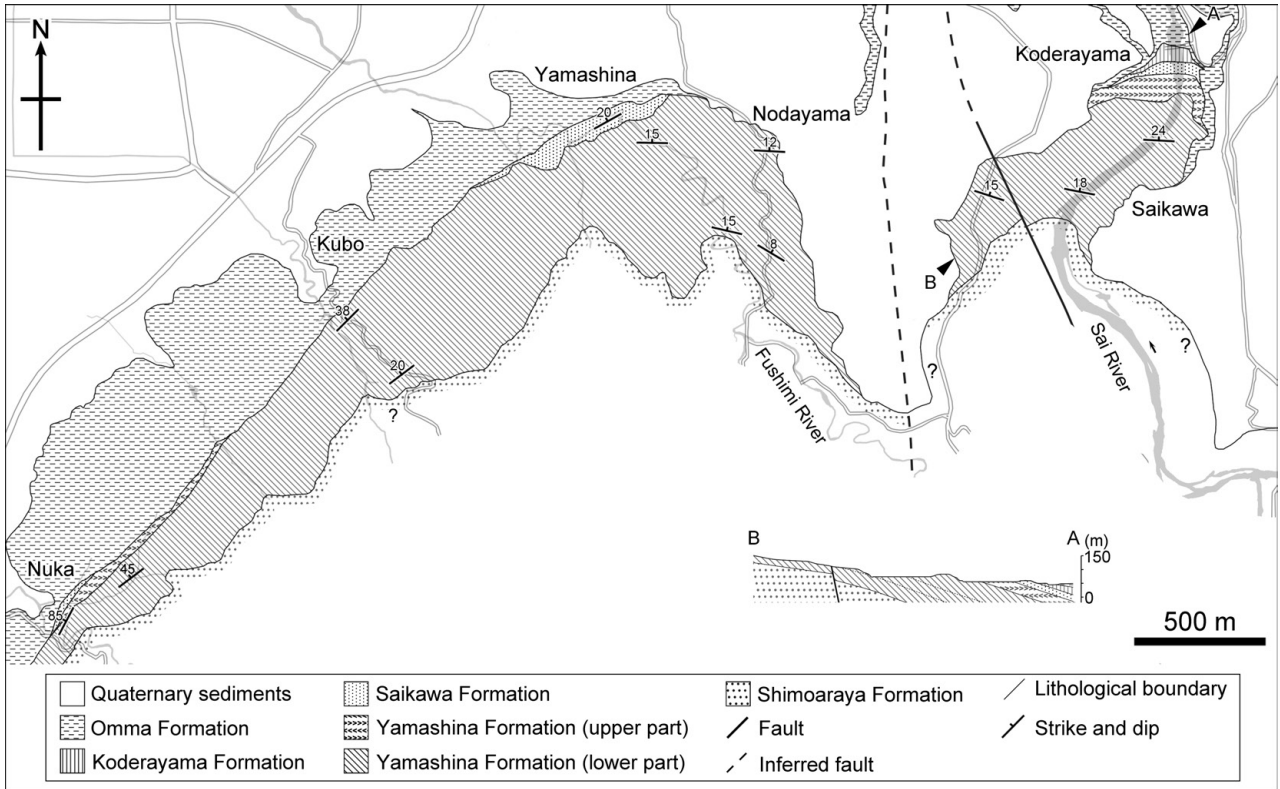
模式地 金沢市山科の伏見川流域(山科の地点YS002からYS011; 第6図)。

Age	Formation Thickness (m)	Column 	Lithology
Pleistocene	Utatsuyama 150		gravel, sand and mud
	Omma 110-150		sandstone and mudstone
?	Koderayama 25		very fine- to fine-grained sandstone
Middle Miocene	Saikawa 8-25		medium to coarse-grained sandstone
	Yamashina 75-210	upper 	mudstone with pumice and charcoal fragments
		lower 	mudstone sandy mudstone
	Shimoaraya 10-30		tuffaceous sandstone granule conglomerate andesite & felsic tuff
	Asagaya 160		mudstone glauconite sandstone
Early Miocene	Nanamagari 130		pumice tuff interbedded tuff & mudstone mudstone basalt pyroclastic rocks lapilli tuff and tuff breccia
	Sunagozaka 90		sandstone and mudstone tuff
	lozen 1000+		rhyolite volcanoclastics and lava

第3図 金沢南部地域の中新統～更新統の層序総括図。直線は整合境界、波線は不整合境界を示す。

Fig. 3 Stratigraphy of the Miocene to Pleistocene sedimentary sequence in the southern Kanazawa area. Conformable and unconformable boundaries are symbolized by normal and wavy lines, respectively.

対比 今井(1959)の高窪泥岩層の下部、Ogasawara (1976)及び佐々木・小笠原(1986)の犀川層の泥質部、堀ほか(2001)の犀川層の泥質部と高窪層を合わせたもの、塚脇・陰地(2008)の犀川層主部と御峰層を合わせたものに相当する(第2図)。後述するように本層の堆積年代は、ほぼ医王山地域における御峰層と一致する(第14図参照)。しかし、医王山地域の御峰層と金沢地域の山科層は分布域が離れていること、また医王山地域では、医



第4図 調査地域西部の地質図とA-B間の地質断面図。なお、本図に示す断層・推定断層は第四系の下に伏在する。

Fig. 4 Geological map of the western part of the studied area and geological profile between A and B. Faults and inferred faults shown in this figure are concealed by Quaternary sediments.

王山層と砂子坂層を除いて金沢地域とは異なる層序区分が用いられてきたことを考慮して、本研究では新たな地層名を付した。

分布 調査地域のほぼ全域に分布する(第4図, 第5図)。
層厚 75–210 m である。袋板屋で約75 m, 銚子で約15 m 以上, 犀川で210 m, 野田山で約200 m 前後, 模式地の山科で150 m, 窪で約145 m, 額付近で約90–140 m と算定される。

層序関係 下位の下荒屋層を整合に覆い, 上位の犀川層に不整合に覆われる。ただし, 窪付近では, 犀川層と小寺山層を欠き, 本層は大桑層に直接不整合で覆われると推定される(第7図)。

岩相 本層は生物擾乱を強く受けた青灰色の砂質泥岩または泥岩からなり, まれに石灰質団塊を含む。砂岩や礫岩の挟在は認められない。浅野川, 犀川及び額谷川流域では, 本層上部の泥岩中に, 最大径1 cm 以下の軽石や植物片が多く含まれる。本研究では便宜的に, この岩相を上部として, 軽石や植物片を含まない下部と区別する。ただし, 山科及び窪では, 上部に相当する岩相は確認できない(第7図)。本層上部の基底付近には, 生痕化石によって擾乱された厚さ8 cm 程度の白色珪長質の細粒凝灰岩層を挟む(第8図E)。

大型化石 額の額谷川河岸から *Portlandia tokunagai* (Yokoyama) (トクナガソデガイ) (地点NKR2-15) や *Liquidambar* sp. (フウ属の一種) の果序(地点NKR2-25) が産出した。また, 犀川の河岸(地点SG016A) から *Vitis* sp. (ブドウ属の一種) の種子が, 浅野川の河岸(地点AS008) からは *Carya* sp. (カリア属の一種) の内果皮が産出した。

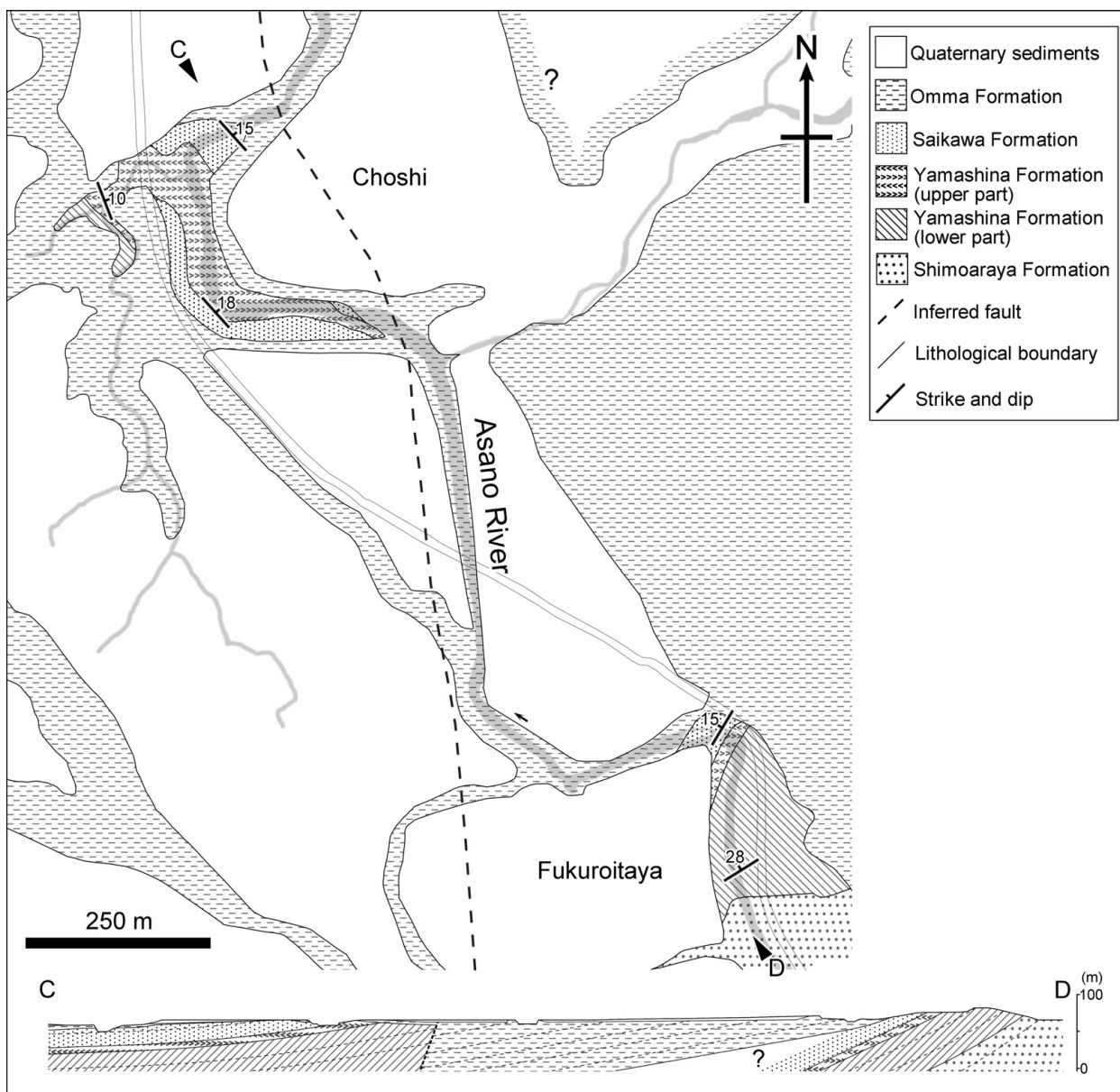
3. 2 犀川層(Saikawa Formation)

命名 望月(1930)が命名し, Ogasawara(1976)により再定義された。本研究では, 犀川層を砂岩主体の堆積物にさらに限定して再定義する。

模式地 金沢市大桑字小寺山付近の犀川流域(地点SG015A ~ SG011; 第6図, 第8図)。

対比 浅野川及び犀川流域では, Ogasawara(1976), 佐々木・小笠原(1986)及び堀ほか(2001)の犀川層砂質部に相当する。野田山以西の地域では, 今井(1959)の大桑層の下部, 塚脇・陰地(2008)の大桑層下部層に相当する。また, 全域において, 今井(1959)の高窪泥岩層の砂質部に相当する(第2図)。

分布 調査地域のほぼ全域に分布するが, 窪付近には分布が確認されていない(第4図, 第5図)。



第5図 調査地域東部の地質図とC-D間の地質断面図。なお、本図に示す断層・推定断層は第四系の下に伏在する。

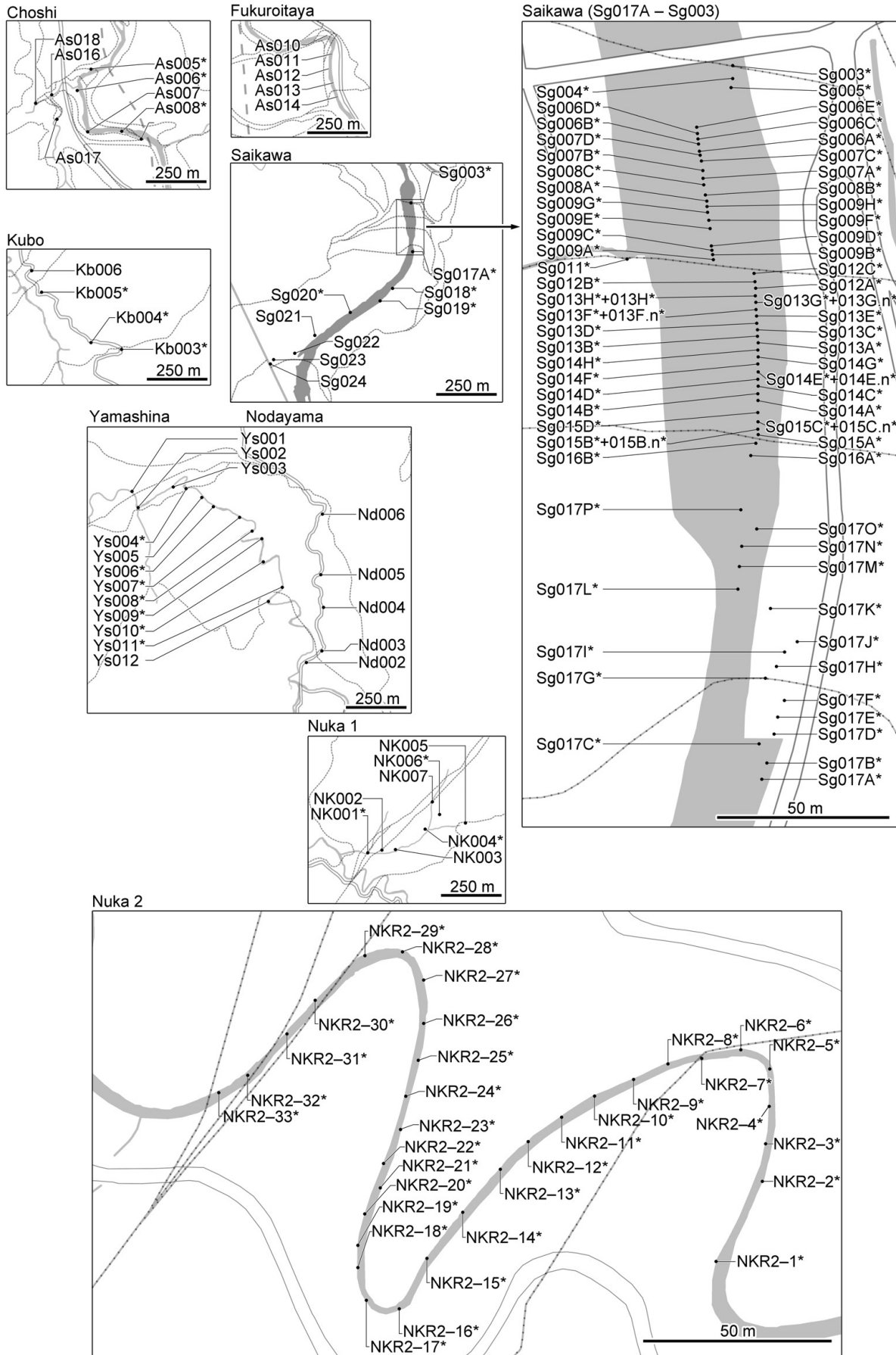
Fig. 5 Geological map of the eastern part of the studied area and geological profile between C and D. Faults and inferred faults shown in this figure are concealed by Quaternary sediments.

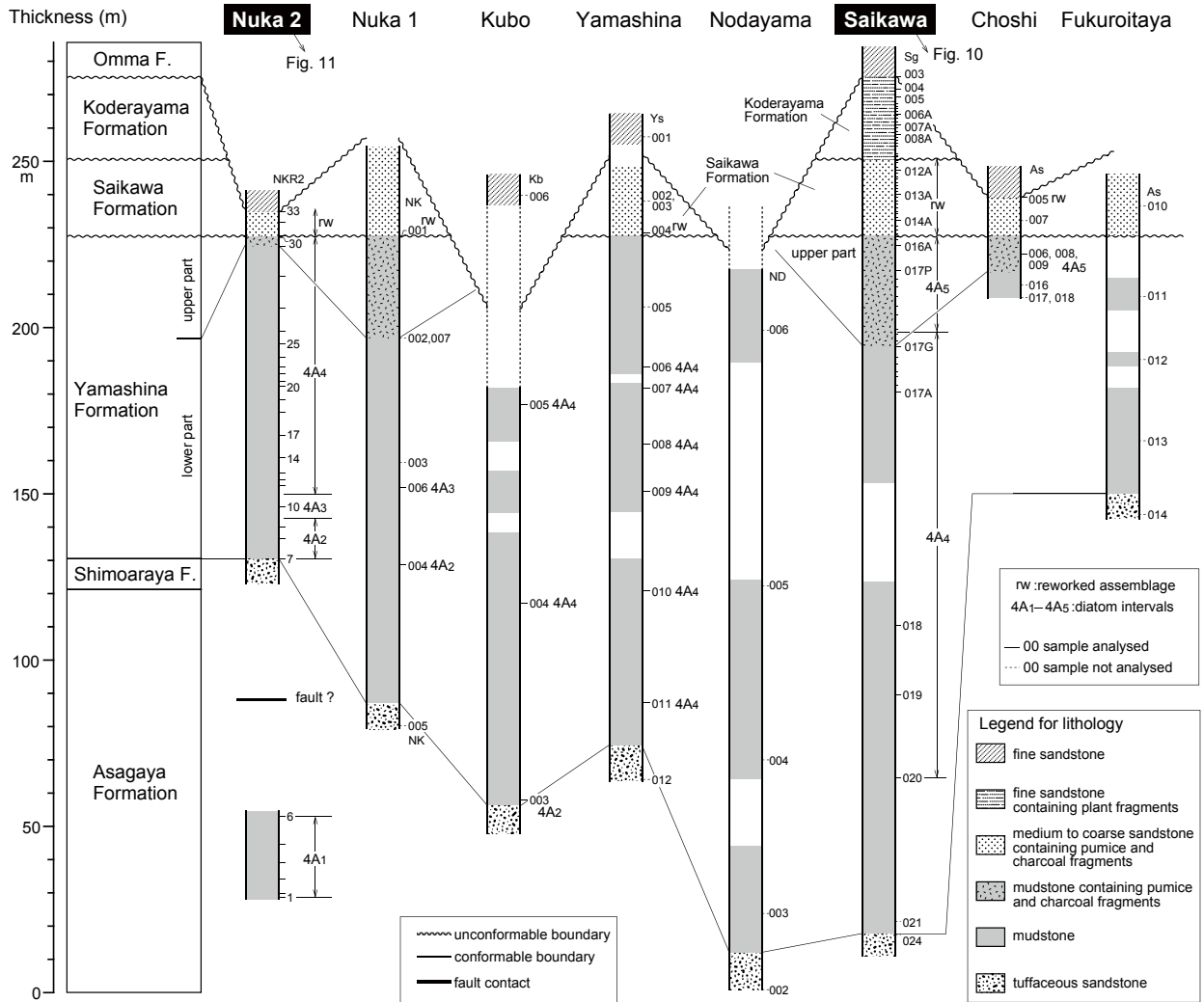
(p. 189 →)

第6図 各セクションにおける露頭地点及び試料採取地点の位置図。アスタリスク(*)のついた露頭地点は珪藻分析試料の採取地点(地点番号=試料番号)を示す。[.n]のついた番号は石灰質コンクリーション試料。地層境界を点線で示す。各セクションの位置については、第1図を参照のこと。

Fig. 6 Index map showing outcrop numbers and sample localities in each stratigraphic section. Outcrops marked with asterisk indicate diatom sample localities (point number = sample number). Samples denoted by ".n" indicate calcareous concretions. Formation boundaries are indicated by dotted lines. See Fig. 1 for locations of each section.

金沢市南部に分布する中新統“犀川層”の層序学的再検討 (山田ほか)





第7図 各層序セクション間の岩相対比。

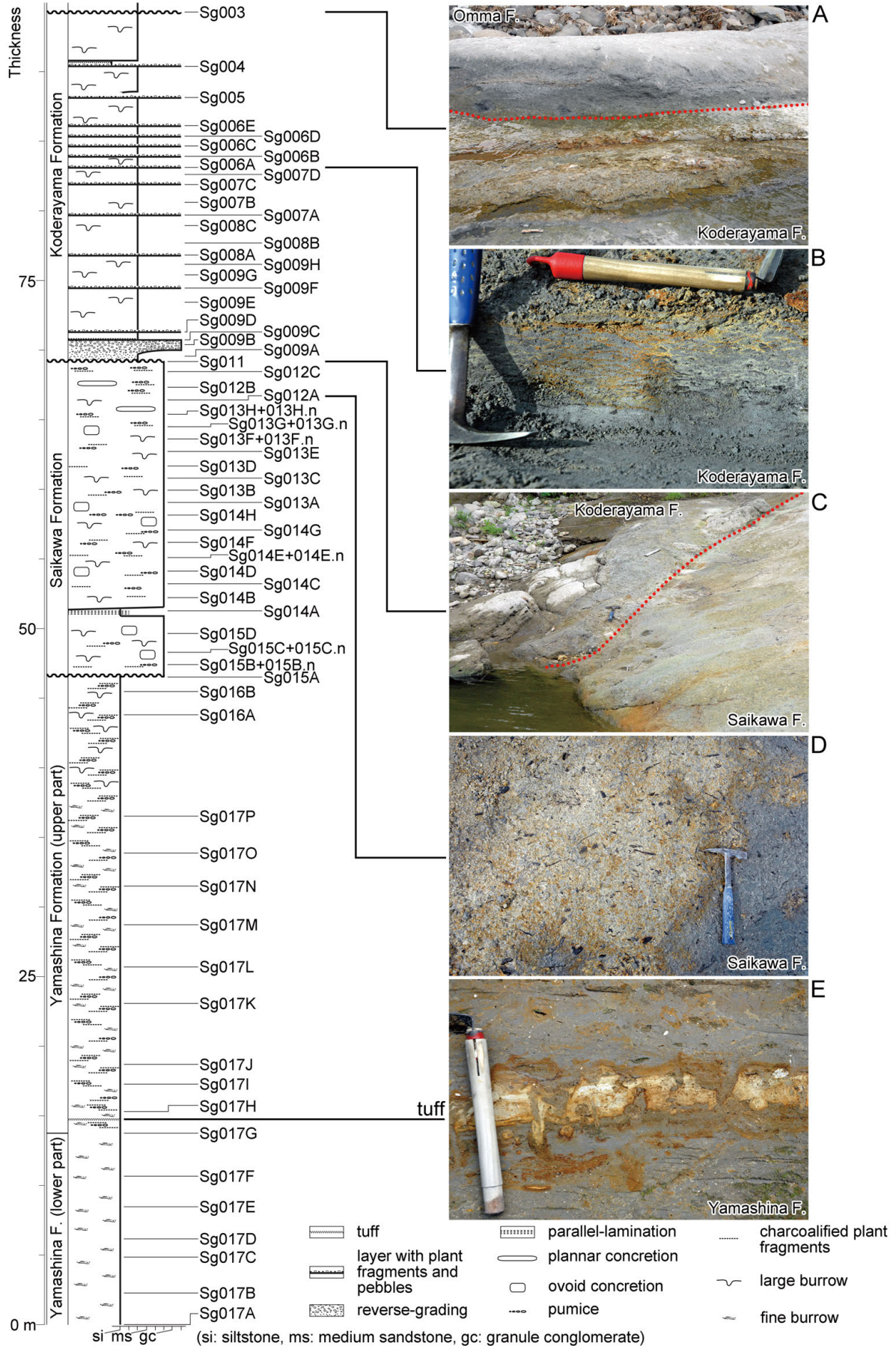
Fig. 7 Lithostratigraphic correlation among stratigraphic sections studied.

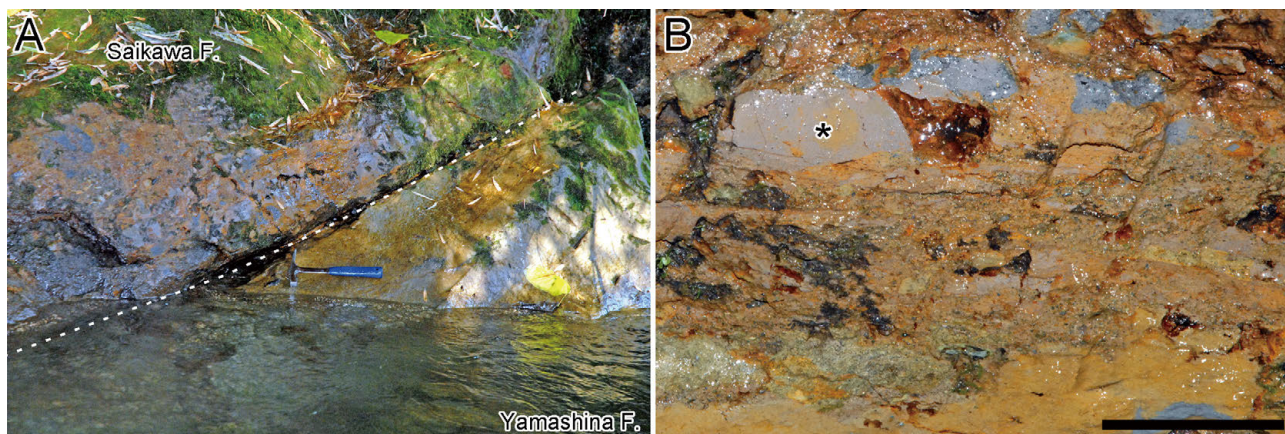
(p. 191 →)

第8図 金沢市小寺山附近の犀川河床に露出する山科層、犀川層及び小寺山層の地質柱状図。右側に各層準の岩相と層序境界の露頭写真を示す。ハンマーの長さは約33 cm、鎌の柄の長さは約22 cm。A: 小寺山層(細粒砂岩)と上位の大桑層(細粒砂岩)間の不整合面。点線は不整合面を示す。B: 小寺山層に見られるクライミングリップル葉理のある砂岩。C: 犀川層と小寺山層の境界(点線)。D: 犀川層の軽石や炭化木片に富む粗粒砂岩。E: 山科層に挟在する白色珪長質細粒凝灰岩層。

Fig. 8 Columnar section of the Yamashina, Saikawa and Koderayama formations exposed along the Saikawa River near Koderayama, Kanazawa City. Photographs on the right side indicate typical lithologies of each formation and formation boundaries. Length of hammer equals ca. 33 cm. Length of sickle handle equals ca. 22 cm. A: Unconformity (dashed line) between the Koderayama Formation (fine-grained sandstone) and the overlying Omma Formation (fine-grained sandstone). B: Climbing ripples in sandstone in the Koderayama Formation. C: Boundary (dashed line) between the Saikawa and Koderayama formations. D: Coarse-grained sandstone rich in pumice and charcoalfied plant fragments. E: White felsic fine-grained tuff bed in the Yamashina Formation.

金沢市南部に分布する中新統“犀川層”の層序学的再検討 (山田ほか)





第9図 山科セクションにおける山科層(泥岩)と犀川層(粗粒砂岩)の不整合(地点Ys004)。A: 露頭全景。点線は不整合面を示す。ハンマーの長さは約33 cm。B: 犀川層の基底礫岩中に見られる山科層由来の泥岩塊(*)。スケールバーは5 cm。

Fig. 9 Unconformity between the Yamashina Formation (mudstone) and Saikawa Formation (coarse-grained sandstone) in Yamashina stratigraphic section (locality Ys004). A: Photograph of the outcrop at Ys004. The unconformity is indicated by dashed line. Length of hammer = ca. 33 cm. B: Mud clasts (*) presumably derived from the Yamashina Formation are found in the basal conglomerate of the Saikawa Formation. Scale bar = 5 cm.

層厚 8–25 m。袋板屋で約25 m、銚子で約12 m、模式地の犀川で23 m、山科で約25 m、額1で約25 m、額2で約8 mである(第7図)。

層序関係 本層基底に侵食面が見られること、また、後述するように微化石年代層序から下位の山科層との間に200万年程度の時間間隙が存在することから、本層は山科層とは不整合関係にあると考えられる。山科の地点 Ys004では、本層の基底部に厚さ約50 cmの礫岩層が見られる(第9図A)。この礫岩中には、削り込まれた山科層の泥岩も礫として含まれる(第9図B)。したがって、不整合面形成時に侵食が起こっていたことは確かである。しかし、犀川及び浅野川沿いのセクションでは、堆積後の生物擾乱によって、本層と山科層の境界は非常に不明瞭となっている。犀川セクションでは上位の小寺山層に覆われる。その他のセクションでは大桑層に不整合に覆われる(第7図)。

岩相 中粒から極粗粒の砂岩を主体とし、まれに細礫岩や泥岩層を挟む。砂岩は、青灰色で、最大径5 cm程度の軽石や木片に富む(第8図D)。また、巣穴化石が頻繁に見られ、生物擾乱により初生的な堆積構造は失われている。砂岩中には貝殻化石が散在する。また、本層上部には、大型の材木化石を含む長径1 m程度のコンクリーションが見られる。泥岩層は層厚約15–30 cmで、平行葉理が発達する。

大型化石 犀川セクションから産出する軟体動物化石については、既にOgasawara (1976)による報告があるが、今回新たに山科の地点 Ys003で、*Mizuhopecten kimurai kagaensis* Ogasawara(カガホタテガイ)、*Cultellus*

izumoensis Yokoyama (イズモユキノアシタガイ)、*Mya cuneiformis* (Böhm) (クサビガタオオノガイ)、*Neverita kiritaniana* (Yokoyama) (キリタニツメタガイ)、*Dentalium yokoyamai* Makiyama (ヤスリツノガイ)などの軟体動物化石を得た(図版1の1–10)。これらは、Ogasawara (1976)が模式地の犀川沿いの犀川層から報告した種とほとんどが共通する。犀川層の軟体動物化石は、一部流されて集積した産状を示すものもあるが、合弁で生息姿勢のまま埋まっているものが圧倒的に多く、ほとんどは現地性と判断される。小笠原・増田(1989)の古水深指標に基づくと、犀川層は*Mizuhopecten*属や*Mya*属が産出することから、水深30 m以浅の内部浅海帯(内側陸棚)の環境で堆積したと推定される。

このほか犀川セクションでは、*Pinus mikii* T. Yamada, M. Yamada et Tsukagoshi (ミキマツ)の球果、*Picea* sp. (トウヒ属の一種)の球果、*Fagus stuxbergii* (Nathorst) Tonai (ムカシブナ)の殻斗と果実、カリア属の一種の内果皮などの植物化石が産出した。

3.3 小寺山層(Koderayama Formation)

命名 本研究。

模式地 金沢市大桑字小寺山の犀川流域(地点SG011～SG003, 第6図, 第8図)。なお、高山ほか(1988)の犀川沿いのルートマップと柱状図から、彼らが試料を採取した1980年代後半には本層は露出していなかったことがわかる。本層の露頭が顕れたのは、1980年代後半から、塚脇・大河原(1996)が調査を行った1995年までの間と推察される。

対比 塚脇・大河原(1996)、陰地(2004)及び塚脇・陰地(2008)の犀川流域における大桑層最下部層、北村(1997)の犀川層の上部に相当する(第2図)。

分布 犀川流域のみに分布する(第4図)。

層厚 犀川で25 mである。

層序関係 本層の基底部には基質支持で淘汰不良の細礫岩層が見られ、下位の犀川層を削り込んで堆積している(第8図C)。また、後述するように小寺山層から産する花粉化石の組成は、犀川層のものとは明らかに異なっている。本研究では、両層の堆積年代に間隙があるかは明らかにできなかったものの、以上の理由から小寺山層は下位の犀川層とは不整合で接する可能性が高いと判断した。

上位の大桑層基底の細礫岩層には削り込まれること、また大桑層から本層を貫く穿孔孔による巣穴化石が見られること(北村, 1997)などから、本層は大桑層に不整合に覆われると考えられる。

岩相 極細～細粒砂岩からなり、砂質シルト岩層を挟む。これらの堆積物は、乾燥すると硫酸塩が析出し、黄色ないし橙色を呈する。砂岩は青灰色で炭質物に富み、模式地では12枚の植物片密集層を挟む。植物片密集層は層厚5–10 cmで、植物片のほか、中礫や脊椎動物化石を含む。砂岩中の堆積構造は生物擾乱により失われていることが多いが、まれに植物片密集層の上位にクライミングリップル葉理が観察されることがある(第8図B)。

本層の上部(地点Sg004の上位)には、層厚約50 cmと30 cmの2枚の平行葉理のある白色で珪長質の細粒凝灰岩層が挟まる。また、凝灰岩層の下位には最大径50 cm–1 mの石灰質団塊を含む層があり、石灰質団塊中には軟体動物化石や脊椎動物化石が含まれることがある。本層は、上位の大桑層の細礫岩層に削り込まれる(第8図A)。また、上位の大桑層から本層を貫く穿孔孔による巣穴化石が報告されている(北村, 1997)。

大型化石 軟骨魚類、鳥類及び海生哺乳類などの脊椎動物化石が産出した。軟体動物や有孔虫などの石灰質骨格は溶解により失われているが、*Mizuhopecten?* sp.(ホタテガイの一種)、*クサビガタオオノガイ*、*Spisula* sp.(ウバガイ属の一種)の印象化石が産出した。植物化石は既報のミキマツ(Yamada and Yamada, 2014)の球果のほか、*Tsuga* sp.(ツガ属の一種)の球果、*Fagus* sp.(ブナ属の一種)の殻斗と果実、カリア属の一種の内果皮(図版1の11, 12)、フウ属の一種の果序などが多産した。なお、このほか本層からはカリア属やフウ属の花粉化石が産出する(手塚・山田, 2016)。

4. 珪藻化石層序

4.1 試料・方法及び結果

本研究では、額1、額2、窪、山科、犀川及び銚子の

6セクションで珪藻化石層序の検討を行った(第6図、第7図)。ただし、稠密な試料採取を行って本格的に珪藻化石層序を検討したのは額2セクションと犀川セクションのみで、その他のセクションでは地層の対比を確認するために、第6図でアスタリスクを付した地点の試料を分析したにすぎない。これ以外に野田山と袋板屋セクションでも調査を行ったが、珪藻化石分析は行っていない。なお、野田山セクションでは柳沢(1999a)がすでに珪藻化石層序を検討している。

石灰質コンクリーションの試料以外の通常の試料の処理は、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 ビーカーに入れ、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。次にビ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 × 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。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。

石灰質コンクリーションの試料は、ハンマーで砕いた後、約1 gを100 ml ビーカーに入れ、数%以下の濃度の希塩酸に試料を一昼夜浸けて、反応がおさまった後、反応しなかった粗い残渣を取り出した。残りの泥化した試料について、純水を加えて100 mlとし、数時間放置した後、上澄みを捨て、この作業を8–10回繰り返して、ほぼ中性になるまで塩酸を希釈して濃度を下げた。その後は、上に示した通常の試料と同様な手順で、プレパラートを作成した。

珪藻殻の計数は、生物顕微鏡600倍の倍率下で行った。研究初期の予備的な検討では、*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になるまで計数し、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。しかし、その後詳しい検討を行った額2と犀川セクションの試料については、試料数が多いので研究を効率的に進めるために、カウント数を50蓋殻までとした。休眠胞子については、上記100ないし50蓋殻計数時に認められた総数を別途記録した。珪藻の保存状態(preservation)は、殻の破損・溶解の程度と頑丈な殻を持つ珪藻の頻度を基に、G(good)、M(moderate)、P(poor)の3段階に分けた。産出量(abundance)は100蓋殻に至るまでの走査線の数(50蓋殻カウントの場合は2倍)により、A(abundant) = 走査線1未満、C(common) = 走査線1以上3未満、R(rare) = 走査線3以上と区分した。

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、Gradstein *et al.* (2012)の地磁気極性年代尺度に合わせて調整した。

なお、珪藻化石層序の記述を簡便にするため、NPD3A帯とNPD4A帯については、珪藻生層準を基準として、それぞれ区間3A1, 3A2と区間4A1-4A7を暫定的に導入する(第14図参照)。

分析結果を第1表～第3表に示す。また、産出した主な珪藻を図版2-7に示す。

4.2 犀川セクション

本セクションは犀川にかかる大桑貝殻橋からその上流約800 mまでのセクションで(第6図)、全層厚は約280 mである(第10図)。下位より下荒屋層、山科層、犀川層、小寺山層及び大桑層が露出している。試料は山科層下部から小寺山層まで採取し、山科層上部、犀川層及び小寺山層では、年代や層序関係を確認するため、1-2.5 mの間隔で稠密サンプリングを行った(第8図)。なお、犀川層の地点Sg015B, 015C, 014E, 013F, 013G, 013Hでは、通常の試料のほかに、同一層準で石灰質コンクリーションの試料も併せて採取して分析した。第6図、第8図及び第1表で“n”を付した試料が石灰質コンクリーションの試料である。

処理した試料のうち山科層下部層(Sg020-017G)、山科層上部層(Sg017H-016B)及び犀川層の試料(Sg015A-011, 石灰質コンクリーションの試料も含む)のすべてから珪藻が産出したが、小寺山層の試料(Sg009A-003)からは全く珪藻は検出されなかった(第1表)。なお、同一層準で石灰質コンクリーション試料を分析している場合は、保存のよい石灰質コンクリーション試料の分析結果を基にして第10図を作成している。

山科層の試料(Sg020-016B)は、*Denticulopsis lauta*, *D. ichikawae*を産出し、*D. hyalina*を欠くことから、NPD4A帯(*Denticulopsis lauta*帯)に当たると判断される。このうち、試料Sg020-017Iは、*Cavitus lanceolatus*と*D. okunoi*を産出することから、NPD4A帯の中の区間4A4 (15.5-15.4 Ma)に相当する。一方、その上位の試料Sg017J-016Bは、*C. lanceolatus*を含み*D. okunoi*を欠くことから、区間4A5 (15.4-15.2 Ma)に当たると判断できる。

犀川層の試料Sg015A-011では、*D. lauta*, *D. ichikawae*, *C. lanceolatus*がほぼ連続産出する。この産出状況を珪藻化石帯区分に機械的に当てはめると、犀川層はNPD4A帯の区間4A5に当たることになる。しかし、山科層中で一旦消滅した*D. okunoi*や、NPD4A帯最下部の生層準D41で絶滅したはずの*D. praelauta*が犀川層基底部から産出しはじめ、それらは断続的ながら犀川層のほぼ全層準か

ら産出する。このほか、山科層の珪藻群集全体の特徴と犀川層試料中の泥質成分の産状などから、犀川層の珪藻化石は、山科層や朝ヶ屋層などの下位層からの再堆積と判断した。この点については、考察で他のセクションを含めて再度詳しく議論する。

4.3 額2セクション

額2セクションは伏見川の支流である額谷川の中流のセクションで(第6図)、全層厚は約150 mである(第11図)。下位より朝ヶ屋層、下荒屋層、山科層、犀川層及び大桑層が見られる。試料は朝ヶ屋層、山科層及び犀川層から33個採取した(NKR2-1-33)。分析したすべての試料から珪藻が産出した(第2表)。なお、以下では簡便のため試料番号はNKR2を省いて記述する。

朝ヶ屋層の試料1-6は*Denticulopsis lauta*が産出し、*D. hyalina*を含まないことからNPD4A帯と認定できる。さらに、これらの試料は*D. praelauta*が産出し、*D. ichikawae*, *Cavitus lanceolatus*を欠くので、NPD4A帯最下部の区間4A1 (15.9-15.8 Ma)に相当する。

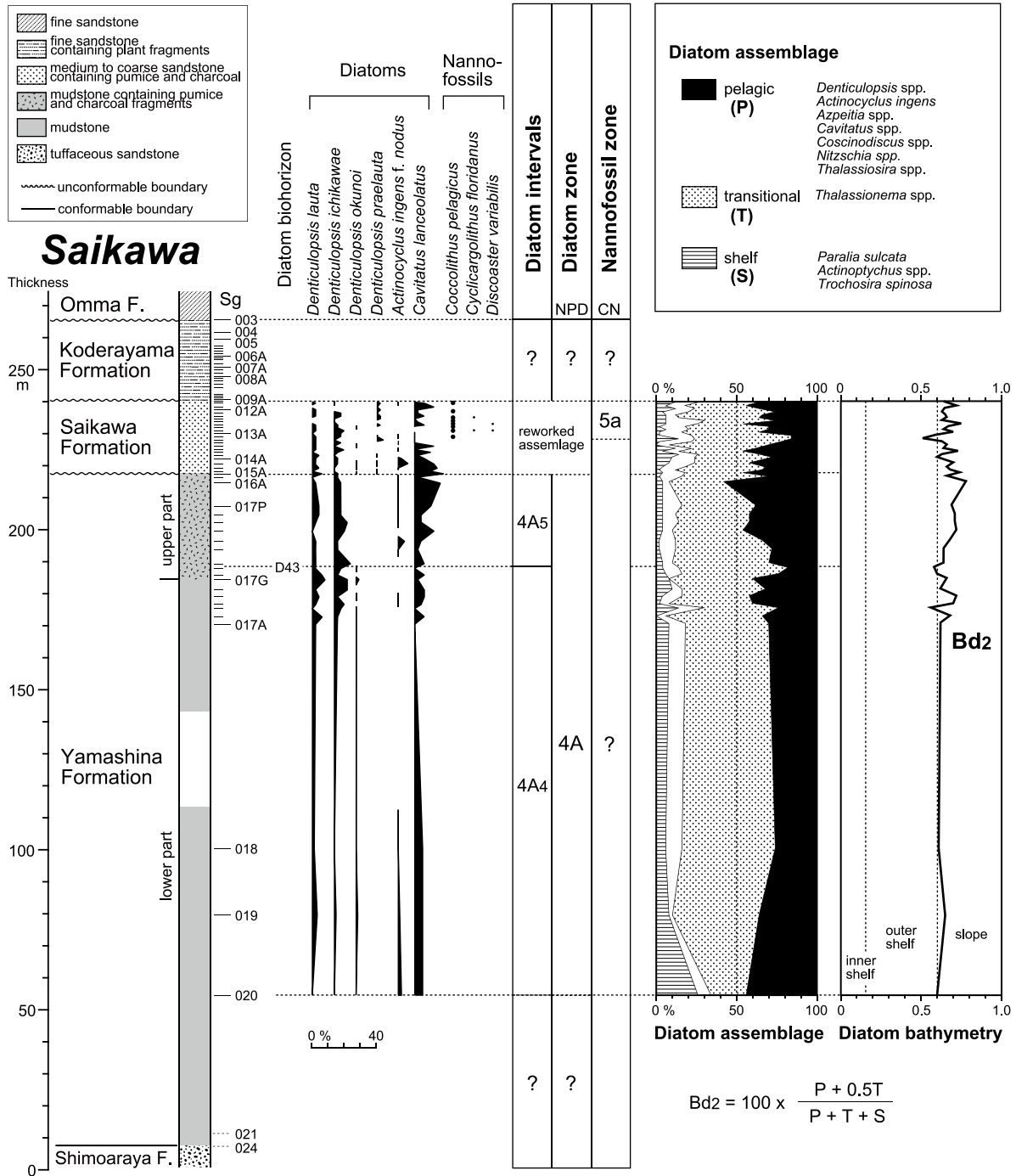
山科層の試料7-30も、*D. lauta*を産出し、*D. hyalina*を含まないことからNPD4A帯に当たる。このうち、試料7-9は*D. lauta*, *D. ichikawae*を含み、*C. lanceolatus*を含まないことから、区間4A2 (15.8-15.6 Ma)に、試料10は、*D. lauta*, *D. ichikawae*, *C. lanceolatus*を含み、*D. okunoi*を欠くので、区間4A3 (15.6-15.5 Ma)に相当する。試料11-30は、*D. lauta*, *D. ichikawae*, *C. lanceolatus*及び*D. okunoi*を産出するので、区間4A4 (15.5-15.4 Ma)に対比される。

犀川層の試料31-33は区間4A4の上位にあつて、*D. lauta*, *D. ichikawae*, *C. lanceolatus*を含み、*D. okunoi*を欠く。これを珪藻化石層序区分に当てはめると、犀川層は区間4A5 (15.4-15.2 Ma)となる。しかし、犀川セクションにおける犀川層と同様に、下位の層準で絶滅したはずの*D. praelauta*が試料32と33から検出されることから、額2セクションの犀川層から産出した珪藻化石も同様に再堆積であると推定される。

柳沢(1999a)によれば、下荒屋層の下位の朝ヶ屋層は、最下部を除いてその主部はNPD4A帯の区間4A2に相当する(第12図)。しかし、額2セクションの試料6と7の間には、この朝ヶ屋層の主部に相当する部分が存在しない。これは試料6と7の間のおそらく下荒屋層と朝ヶ屋層の間に、東側上がりの断層が存在するためではないかと思われるが、詳細は不明である。今後の詳しい調査が必要である。

4.4 その他のセクション

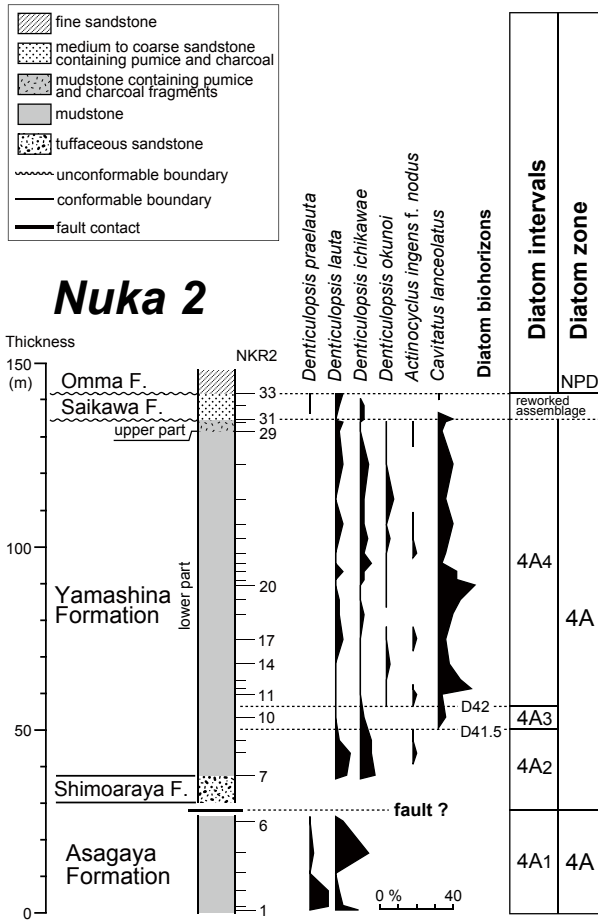
額1, 窪, 山科及び銚子の各セクションにおける珪藻分析結果は、まとめて第3表に示す。また、分析の結果



第10図 犀川セクションにおける珪藻化石層序・石灰質ナノ化石層序と珪藻化石群集組成・珪藻深度指標 (Bd2) の変化。珪藻化石層序は本研究に、石灰質ナノ化石層序は高山ほか (1988) に基づく。珪藻化石層序区分はAkiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998) 及び Watanabe and Yanagisawa (2005), 石灰質ナノ化石帯区分は Okada and Bukry (1980) による。

Fig. 10 Diatom and calcareous nannofossil biostatigraphies and change in diatom assemblage with diatom bathymetry index (Bd2) in the Saikawa stratigraphic section.

Diatom and calcareous nannofossil stratigraphies of this section are based on this study and Takayama *et al.* (1988), respectively. Diatom zonation: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998) and Watanabe and Yanagisawa (2005). Calcareous nonnoffossil zonation: Okada and Bukry (1980).



第11図 額2セクションにおける珪藻化石層序。珪藻化石層序区分はAkiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998) 及びWatanabe and Yanagisawa (2005)による。

Fig. 11 Diatom biostatigraphy in the Nuka 2 stratigraphic section. Diatom zonation: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998) and Watanabe and Yanagisawa (2005).

判明した各試料の珪藻区間を第7図に示した。

額1セクションで分析した山科層の試料NK004は *D. lauta*, *D. ichikawae* を含み, *C. lanceolatus* を含んでいないことから区間4A2と判定される。一方, 試料NK006は *D. lauta*, *D. ichikawae*, *C. lanceolatus* を含み, *D. okunoi* を欠き, 区間4A2の試料NK004の上位にあることから, 区間4A3に対比される。犀川層の試料 NK001は群集内容では区間4A3にも認定可能ではあるが, 犀川セクションと同様に下位層準で絶滅した *D. praelauta* を含んでいることから, この試料の珪藻化石群集も再堆積と推定される。

窪セクションでは, 採取した3試料のうち試料Kb003は *D. lauta*, *D. ichikawae* が認められるが, *C. lanceolatus* を含んでいないので NPD4A 帯の区間 4A2と判断され

る。一方, その上位の試料 Kb004と005は, *D. lauta*, *D. ichikawae*, *C. lanceolatus*, *D. okunoi* をすべて含み, NPD4A帯の区間4A4と認定できる。

山科セクションにおいて山科層から採取した試料 Ys011-006はいずれも, *D. lauta*, *D. ichikawae*, *C. lanceolatus*, *D. okunoi* を含むので NPD4A帯の区間4A4に対比できる。一方, 犀川層の試料 Ys004の珪藻化石群集には, 他のセクションと同様に朝ヶ屋層最下部で消滅したはずの *D. praelauta* がわずかに検出されるので, これも再堆積群集と思われる。

銚子セクションの山科層の試料 As008と006はいずれも *D. lauta*, *D. ichikawae*, *C. lanceolatus* を含み, *D. okunoi* を欠く。この内容だと NPD4A 帯の区間4A3か4A5に相当することになるが, これらの試料が山科層の上部の軽石を含む泥岩層の試料であり, この層準が隣接する犀川セクションの山科層最上部の区間4A5とされる岩相に対比されることから, 試料As008と006は4A5区間に当たると判断される。犀川層の試料As005から産出した珪藻化石群集は, 少量ではあるが下位層準で絶滅した *D. praelauta* を含むので, 他のセクションの犀川層の群集と同じく再堆積群集と推定される。

以上の結果は, 犀川及び額2セクションにおける珪藻化石層序と対比上矛盾しない。

4.5 微化石層序のまとめ

第12図に今回の研究結果と柳沢(1999a)の珪藻化石層序, それに高山ほか(1988)及び佐藤ほか(1991)の石灰質ナノ化石層序の研究結果をまとめて示した。

珪藻化石帯では, 七曲層中部から山科層の上限にかけて NPD3A 帯, NPD3B 帯及び NPD4A 帯が認められる。また, 珪藻生層準としては, D35からD43までが確認され, 珪藻区間では3A2から4A5までの区間が存在する。犀川層からも珪藻化石は産出するが, そのほとんどは再堆積であると推察される。

石灰質ナノ化石層序では, 砂子坂層に Okada and Bukry (1980) の CN3 帯(佐藤ほか, 1991), また犀川層上部に CN5a 帯(高山ほか, 1988)が確認されている。

小寺山層からは, 現在のところ珪藻も石灰質ナノ化石も産出していない。

5. 考察

5.1 野田山以西における犀川層の認定

これまで, 本研究で再定義した犀川層(従来の“犀川層”の砂質部)の分布は, 野田山以西では確認されていなかった(今井, 1959; 粕野, 1993; 堀ほか, 2001; 陰地, 2004; 塚脇・陰地, 2008)。そのため, 犀川流域に見られる“犀川層”の砂質部が, 野田山以西では“犀川層”の泥質部に変化すると考えられ, 両者は“犀川層”内の側方

金沢市南部に分布する中新統“犀川層”の層序学的再検討（山田ほか）

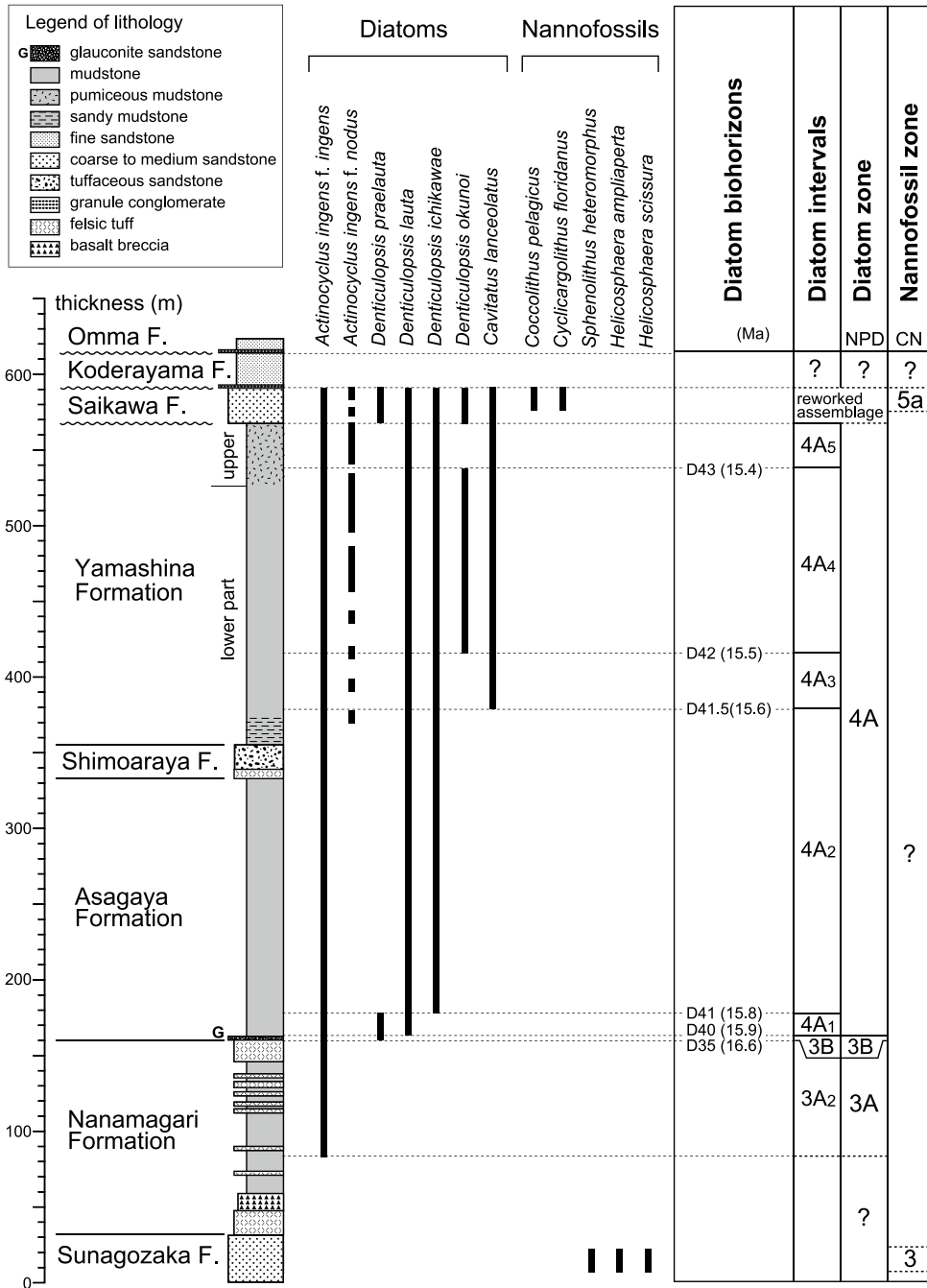
第3表 額1, 窪, 山科及び銚子セクションにおける珪藻化石産出表.

Table 3 Occurrence chart of diatoms in the Nuka1, Kubo, Yamashina and Choshi stratigraphic sections.

Section	Nuka1			Kubo			Yamashina							Choshi			
	Ym.		Sk.	Yamashina F.			Yamashina F.						Sk.	Ym.		Sk.	
	4A	rw		4A			4A						rw	4A	rw		
Interval	4A2	4A3	rw	4A2	4A4		4A4							rw	4A5	rw	
Sample number	NK004	NK006	NK001	Kb003	Kb004	Kb005	Ys011	Ys010	Ys009	Ys008	Ys007	Ys006	Ys004	As008	As006	As005	
Preservation	G	P	P	M	P	P	M	P	P	P	P	M	P	P	P	P	
Abundance	C	R	R	C	R	R	C	C	C	C	C	R	R	R	R	R	
Marine diatoms																	
<i>Actinocyclus cf. curvatus</i> C.Janisch	+	-	2	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
<i>A. ellipticus</i> Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>A. ingens f. ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader	19	33	10	19	8	8	3	15	4	5	7	5	5	9	4	6	
<i>A. ingens f. nodus</i> (Baldauf) Whiting et Schrader	1	3	1	1	-	+	5	7	2	-	+	1	+	2	+	1	
<i>A. ingens f. planus</i> Whiting et Schrader	7	7	1	8	3	-	1	11	1	4	3	5	6	8	7	1	
<i>A. cf. kisselevii</i> Makarova	1	+	-	+	+	5	-	-	1	1	+	1	2	+	1	1	
<i>A. octonarius</i> Ehr.	+	+	1	+	2	3	-	-	+	+	2	-	-	+	+	+	
<i>Actinocyclus senarius</i> (Ehr.) Ehr.	5	2	5	9	15	2	6	2	4	6	4	1	3	1	2	2	
<i>A. vulgaris</i> Schum.	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	
<i>Apelitia endoi</i> (Kanaya) P.A.Sims et G.A.Fryxell	+	-	+	-	-	1	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	
<i>A. vetustissima</i> (Pant.) P.A.Sims	1	-	-	1	-	-	2	+	-	-	-	+	+	-	-	2	
<i>Cavitatus exiguus</i> Yanagisawa et Akiba	1	+	+	1	7	3	6	12	4	4	4	9	1	1	2	3	
<i>C. jouseanus</i> (Sheshukova) D.M.Williams	2	3	+	2	2	+	3	2	+	1	2	4	1	+	+	+	
<i>C. lanceolatus</i> Akiba et Hiramatsu	-	4	12	-	8	+	1	12	11	7	3	1	1	10	5	+	
<i>C. linearis</i> (Sheshukova) Akiba et Yanagisawa	1	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	
<i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	1	-	2	+	1	
<i>Cestodiscus peplum</i> Brun	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
<i>Cocconeis vitrea</i> Brun	+	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Coccinodiscus lewisianus</i> Grev.	3	1	3	1	-	+	+	-	-	+	+	2	-	-	-	-	
<i>C. marginatus</i> Ehr.	5	26	5	4	12	4	2	10	1	1	+	1	3	3	1	4	
<i>C. perforatus</i> Ehr.	1	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
<i>C. radiatus</i> Ehr.	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	
<i>C. spp.</i>	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	
<i>Cymatosira cf. loretziana</i> Grunow	+	+	-	-	-	1	+	1	+	+	+	-	-	-	-	-	
<i>Delphineis angustata</i> (Pant.) G.W.Andrews	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>D. miocenica</i> (Schrader) G.W.Andrews	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	
<i>D. penelliptica</i> G.W.Andrews	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	
<i>Denticula norvegica</i> Schrader	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	
<i>Denticulopsis ichikawae</i> Yanagisawa et Akiba	8	+	1	1	+	7	14	2	1	6	2	12	2	2	7	3	
<i>D. lauta</i> (Bailey) Simonsen	+	+	+	6	1	3	12	+	1	7	2	6	4	4	6	5	
<i>D. okunoi</i> Yanagisawa et Akiba	-	-	-	-	+	+	1	1	1	1	+	5	-	-	-	-	
<i>D. praelauta</i> Akiba et Koizumi	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	
Girdle view of <i>D. lauta</i> group	3	+	2	+	1	2	13	1	2	5	11	6	1	6	4	3	
<i>Diploneis</i> spp.	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Eucampia</i> sp. A (= <i>Hemiaulus polymorphus</i>)	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Goniothecium rogersii</i> Ehr.	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Grammatophora</i> spp.	-	+	2	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova	+	+	-	1	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	1	
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
<i>Kisseleviella carina</i> Sheshukova	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
<i>Mediaria magana</i> Yanagisawa	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>M. splendida</i> Sheshukova	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	
<i>Melosira scopos</i> A.Mann	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>M. sol</i> (Ehr.) Kützing	+	-	1	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Nitzschia challengeri</i> Schrader	+	-	-	+	-	+	+	+	+	1	+	+	+	-	1	-	
<i>N. cf. grunowii</i> Hasle	+	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>N. maleinterpretaria</i> Schrader	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Odontella aurita</i> (Lyngb.) J.A.Agardh	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve	+	3	2	2	3	+	2	3	4	+	5	+	2	+	1	+	
<i>Proboscia alata</i> (Brightw.) Sundstöm	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
<i>P. interposita</i> (Hajós) Jordan et Priddle	+	-	-	+	-	-	+	1	-	+	+	+	-	+	+	+	
<i>Pseudodimerogramma elliptica</i> Schrader	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	
<i>Raphidodiscus marylandicus</i> Christian	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	1	
<i>Rhabdonema japonicum</i> Temp. et Brun	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	
<i>Rhizosolenia hebetata f. hiemalis</i> Gran	-	+	-	-	-	-	+	1	-	-	-	-	-	1	1	-	
<i>R. miocenica</i> Schrader	-	+	-	-	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	
<i>R. styliformis</i> Brightw.	-	-	+	-	1	-	-	-	-	+	+	-	-	1	-	-	
<i>R. sp.</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehr.) Hasle et P.A.Sims	+	-	-	2	+	-	+	1	-	-	+	-	+	1	-	-	
<i>Stephanogonia hanzawae</i> Kanaya	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Stephanopyxis</i> spp.	5	7	9	10	4	4	+	6	7	6	4	3	5	1	6	5	
<i>Thalassionema cf. hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	1	+	1	-	
<i>T. nitzschoides</i> (Grunow) H. Perag. et Perag.	28	10	37	26	31	49	26	11	50	43	44	37	49	45	46	52	
<i>T. obtusa</i> (Grunow) G.W.Andrews	+	-	+	+	-	2	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	
<i>Thalassiosira cf. grunowii</i> Akiba et Yanagisawa	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	
<i>T. miyamamiensis</i> Yanagisawa	+	-	-	1	-	-	-	-	+	-	-	+	2	-	+	-	
<i>T. sp.</i> (Matsushima)	+	+	2	-	+	-	+	-	1	1	-	+	-	-	-	-	
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow	1	-	+	+	+	-	+	+	-	1	-	-	-	-	-	-	
<i>Triceratium condecorum</i> Brightw.	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	
<i>Trochosira spinosa</i> Kitton	2	+	-	+	-	2	1	1	2	-	6	+	6	1	+	3	
Non-marine diatoms																	
<i>Aulacoseira</i> spp.	-	-	2	+	2	4	2	+	+	+	+	-	3	+	2	3	
<i>Anaulus birostratus</i> (Grunow) Grunow	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Diatoma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Navicula</i> spp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Tetracyclus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
Total number of valves counted	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Resting spore of Chaetoceros	17	15	8	32	10	22	10	11	21	27	31	21	24	37	34	18	

Ym: Yamashina F., Sk: Saikawa F. rw: rework

G: good, M: moderate, P: poor, A: abundant, C: common, R: rare.



第12図 金沢市南部地域の中新統の珪藻及び石灰質ナノ化石層序の総括図。珪藻化石層序は本研究及び柳沢(1999a)に、石灰質ナノ化石層序は高山ほか(1988)と佐藤ほか(1991)に基づく。珪藻化石層序区分はAkiba(1986)、Yanagisawa and Akiba(1998)及びWatanabe and Yanagisawa(2005)に、石灰質ナノ化石帯区分はOkada and Bukry(1980)による。

Fig. 12 Diatom and nannofossil biostratigraphies of the Miocene sequence in the southern Kanazawa area. Diatom biostratigraphy is based on this study and Yanagisawa (1999a) and calcareous nannofossil biostratigraphy is based on Takayama *et al.* (1988) and Sato *et al.* (1991). Diatom zonation: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998) and Watanabe and Yanagisawa (2005). Calcareous nannofossil zonation: Okada and Bukry (1980).

変異とする解釈が定着していた（今井，1959；Ogasawara，1976；佐々木・小笠原，1986；粕野，1993）。

しかし，本研究の結果，野田山以西にも粗粒砂岩を主体とする犀川層が分布し，それらが全セクションを通じて，山科層（“犀川層”の泥質部）の常に上位にあることがわかった（第7図）。しかも，犀川層は山科層を削り込んでいることが，山科セクションで観察された（第9図）。

ところで，野田山以西で確認された犀川層は，従来の研究では大桑層の最下部に含められてきた（今井，1959；粕野，1993；陰地，2004；塚脇・陰地，2008）。しかし，山科セクションの犀川層の地点Ys003から，犀川セクション（模式地）の犀川層から報告された軟体動物化石（Ogasawara，1976）と同様の軟体動物化石（図版1）が採集されたことから，野田山以西の粗粒砂岩を大桑層とする従来の解釈は明確に否定される。

5.2 犀川層における珪藻と石灰質ナノ化石層序の矛盾の解消

高山ほか（1988）は，犀川セクションに露出する犀川層から，Okada and Bukry（1980）のCN5a帯（13.5–11.8 Ma）と解釈される石灰質ナノ化石を報告した（第10図）。一方，伊東（1986）は犀川セクションにおいて，高山ほか（1988）の石灰質ナノ化石産出層準より上位の砂岩からNPD4A帯（15.9–14.5 Ma）と解釈できる珪藻化石を報告した。本研究でも犀川セクションの犀川層からやはりNPD4A帯（15.9–14.5 Ma）と認定可能な珪藻化石が産出した。

この石灰質ナノ化石年代と珪藻年代の不一致には，次の2つの解釈が考えられる。1つは，犀川層の堆積年代としては石灰質ナノ化石年代が正しく，犀川層の珪藻化石は下位層準の再堆積とする解釈である。もう1つは，珪藻化石の年代の方が正しく，産出した石灰質ナノ化石群集は示準種の頻度が小さく化石帯の認定に誤りがあるという説明である。これらの2つの解釈のうち，1)犀川層における珪藻化石帯示準種の産出状況，2)犀川層の珪藻化石群集の特徴，3)犀川層の粗粒砂岩中の泥質物の含有形態，及び4)石灰質ナノ化石の特性から，本研究では1番目の解釈を採用する。

まず，犀川層における珪藻化石帯示準種の産出状況では，*Denticulopsis okunoi* の産出状況が奇妙である（第10図）。本種は山科層の試料Sg017Iと017Jの間で一旦消滅する（生層準D43）。しかし，本種は犀川層基底の試料Sg015Aから再び産出しはじめ，散点的ではあるが犀川層の上部まで産出する。この産出パターンは，犀川層の珪藻化石が山科層からの再堆積であるとする，無理なく説明できる。また，*Denticulopsis praelauta* はNPD4A帯最下部の生層準D41（朝ヶ屋層の下部層準）で絶滅し，その上位の朝ヶ屋層上部や山科層では産出しない（第12図；柳沢，1999a）。しかしながら，犀川セクションでは，犀川層基底の試料Sg015Aから*D. praelauta* は突然産出

が始まり，犀川層の上限近くまで断続的に産出する（第10図）。また，額2セクション（第11図）や額1，山科及び銚子セクションの犀川層（第3表）でも*D. praelauta*が検出されている。この産出状況も，犀川層の珪藻化石が下位層準からの再堆積であると考えると理解できる。

犀川層の珪藻化石群集が示す異常な特徴として，犀川層は粗粒砂岩を主体とする粗粒な岩相からなり，軟体動物化石群集からも内側陸棚の浅い環境で堆積したと推定されるのに，珪藻化石群集組成は，泥岩主体で外側陸棚～陸棚斜面の環境で堆積した山科層のそれとほとんど変わらないという点が指摘できる。柳沢（2003）による栃木県鳥山地域の中新統の珪藻化石群集の解析では，泥岩からなる外側陸棚から陸棚斜面域で堆積した岩相では，*Denticulopsis* spp.，*Actinocyclus ingens*，*Azpeitia* spp.，*Coscinodiscus* spp.などの外洋生種が卓越する群集が産出するのに対し，砂岩を主体とする内側陸棚の浅海層では，*Paralia sulcata* や *Actinoptychus* spp.などの沿岸生珪藻が卓越する珪藻化石群集が産出する。そして，その中間域の岩相では，*Thalassionema* spp.が優占する漸移域の珪藻化石群集によって特徴づけられることが判明している。

金沢地域の山科層の珪藻化石群集では，漸移域の珪藻である *Thalassionema nitzschioides* が30–60%程度を占める（第10図）。これに *Denticulopsis* 属，*Actinocyclus ingens*，*Coscinodiscus* 属などの外洋性種が合わせて20–50%程度，沿岸種である *P. sulcata* や *Actinoptychus* spp.は数–20%程度伴っている，山科層の珪藻化石群集は漸移域から外洋域にかけての群集の特徴を示す。また，柳沢（1999a）の七曲層上部と朝ヶ屋層の珪藻化石分析の結果を見ると，山科層と同様，漸移域から外洋域にかけての組成を示している。一方，犀川層は岩相や前述した貝類化石群集の組成から内側陸棚の堆積物と推定され，当然沿岸域の珪藻が優占すると期待されるが，実際には漸移種や外洋種が優占する山科層や朝ヶ屋層の群集によく似た群集が産出する。確かに犀川層の珪藻化石群集は，沿岸生の *P. sulcata* が数%程度と山科層や朝ヶ屋層に比べてやや多いものの，群集としては沿岸性群集とは決して言えない群集である。この異常な犀川層の珪藻化石群集の特性も，これらが山科層や朝ヶ屋層などの下位層からの再堆積群集であると考えたと説明可能である。

珪藻深度指標は柳沢（1996）によって提案された古水深指標で，沿岸水域から外洋水域への塩分の変化に伴って珪藻化石群集が変化し，それとほぼ平行して海底の水深が変化することを利用して，堆積岩の古水深を間接的に推定する指標である。柳沢（1996）はBd1とBd2の2種類の指標を提案したが，Bd2の方が適用深度範囲が広いので，本研究ではBd2を用いた。この指標は以下の式で計算される。

$$Bd2 = (P + 0.5T) / (P + T + S)$$

ここでP，T，Sはそれぞれ外洋域，漸移域及び陸棚域の

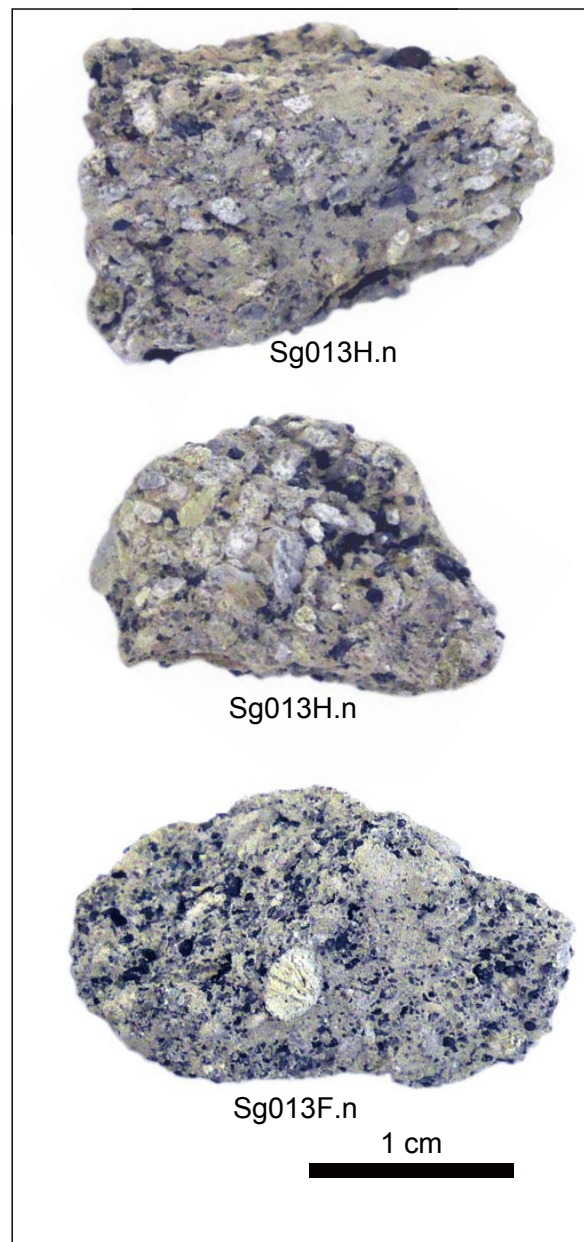
珪藻種の頻度の合計を示す。各水域の属種は第10図の右上に示した。柳沢(1996)によれば、Bd2値0.15以下が内側陸棚、0.15-0.6が外側陸棚、0.6以上が陸棚斜面ないしそれ以深とされる。

さて、第10図の犀川セクションの珪藻深度指標Bd2値の変化を見ると、山科層から犀川層へはほとんど変化はなく、両層とも見かけ上、外側陸棚と陸棚斜面の境界付近の深度を示している。すなわち、犀川層は内側陸棚の砂質底の環境が推定されるにもかかわらず、珪藻化石群集は陸棚と陸棚斜面の境界付近の深度を示している。このことも、犀川層の珪藻化石群集が再堆積群集であるとすれば十分に理解できる。

さらに、犀川層の珪藻化石群集が再堆積群集である根拠として、犀川層の粗粒砂岩中の泥質物の含有形態が指摘できる。犀川層の極粗粒砂岩や細礫岩では、珪藻が含まれている泥質部は、砂粒子間の基質としてではなく、泥質の「粒」、つまり泥岩礫ないし泥岩の砂粒として含まれている場合が観察される(第13図)。全ての試料について確認したわけではないが、これらの泥岩粒子が下位の山科層や朝ヶ屋層から供給されたと考え、犀川層の珪藻化石群集が山科層や朝ヶ屋層とよく似た組成を示し、岩相から予想される沿岸域の珪藻化石群集の特徴を示さないことを説明できる。また、犀川層の粗粒砂岩は陸域から運ばれたと思われる炭化木片を非常に多く含むが、これも陸域からの再堆積粒子の運搬を示唆している。

以上のように、犀川層の珪藻化石群集はさまざまな性質から下位層からの再堆積であることが強く示唆されるが、そうであるとする石炭質ナノ化石についても再堆積の可能性があることになる。しかし、一般に炭酸カルシウムからなる石灰質微化石は地表において風化に弱く、容易に溶解してしまうため、侵食による上位層への再堆積は極めて稀である。これに対し、シリカからなる珪藻殻や放散虫殻は風化に強く、上位層への再堆積が多くみられる。例えば日本の新生界では、とくに鮮新世～第四紀にかけて山地・丘陵の隆起運動が激しく、これによって新第三紀の堆積層が地表に現れて浸食され、珪藻殻は碎屑物の一部として堆積域に運ばれ、鮮新世～第四紀の堆積物中に多く含まれている。また、新潟県の加茂地域の鮮新統には、後期中新世で絶滅した *Denticulopsis* 属や *Actinocyclus ingens* などの中新世の珪藻が、鮮新世の地層中に数%以上の頻度で連続産出しており(例えば、柳沢・工藤, 2011)、これらは明らかに再堆積であると判断できる。しかし、石灰質ナノ化石などの石灰質微化石については、ごく稀にわずかな再堆積が認められることはあるものの(例えば、高山ほか, 1988)、珪藻に見られるような多量の再堆積現象は知られていない。

以上のように、犀川層の珪藻化石は再堆積であっても、石灰質ナノ化石は現地性である可能性が高いと言える。高山ほか(1988)が報告した犀川層の石灰質ナノ化石は、



第13図 犀川層の細礫岩(Sg013H.n)及び極粗粒砂岩(Sg013F.n)の写真。白色粒子は軽石、黒色粒子は岩片ないし炭化木片、灰色粒子は泥岩クラスト。

Fig. 13 Photographs of granule conglomerate (Sg013H.n) and very coarse-grained sandstone (Sg013F.n) of the Saikawa Formation. White particles: pumice fragments. Black particles: lithic fragments or charcoalfied plant fragments. Gray particles: mudstone clasts.

保存は悪いものの、化石帯指標種の産出に異常は見られない。仮に石灰質ナノ化石でも山科層及びその下位層からの再堆積があるとするれば、山科層～砂子坂層の年代

に相当するCN3帯とCN4帯の指標種である *Sphaenolithus heteromorphus* が含まれていなければならないが、犀川層からはこの種は全く検出されておらず、石灰質ナノ化石では再堆積がないことを示唆している。一方、石灰質ナノ化石層序の CN5a帯は、珪藻化石層序の NPD4Bb帯上部から NPD5C帯下部に相当するが(第14図)、これらの珪藻化石帯を示す珪藻が犀川層からは全く検出されない。このことは、犀川層から産する珪藻化石はほとんどが再堆積であることを示している。

以上考察してきたことから、犀川層の堆積年代としては石灰質ナノ化石年代を採用するのがよいと判断する。

5.3 新称「小寺山層」について

本研究で新たに小寺山層と命名した堆積物は、従来の研究では大桑層下部(塚脇・大河原, 1996; 陰地, 2004; 塚脇・陰地, 2008)または犀川層上部(北村, 1997)とされてきた(第2図)。

まず、本層と上位の大桑層との層序関係について考察する。本研究では、既報のミキマツの球果(Yamada and Yamada, 2014)に加え、小寺山層からカリア属の内果皮(図版1の11, 12)やフウ属の果序を得た。また、小寺山層からは、カリアやフウの花粉化石が報告されている(手塚・山田, 2016)。現生のカリア属は中国及び北米に隔離分布し、日本では3 Maまでに絶滅した(Momohara, 1989; 百原, 2010)。現生のフウ属も中国と北米に隔離分布し、日本においては、中部・近畿地方で2.2 Ma頃に、中越地方でも2 Maまでには絶滅した(山野井・新戸部, 1970; Onishi, 1978)。ミキマツは日本の固有化石種であるが、1.75 Ma頃まで残存した武蔵野台地周辺を除き、3 Maまでに絶滅した(Yamada *et al.*, 2014)。一方、大桑層の最下部の年代値は、古く見積もっても1.7 Ma程度である(山本・小沢, 1996; Kitamura and Kimoto, 2007)。実際、これらの大型植物化石は大桑層からは見つかっておらず、カリア属やフウ属の花粉の産出も知られていない(藤・堀, 1989)。従って、小寺山層と大桑層の堆積年代に間隙があることは明らかである。また、小寺山層と上位の大桑層境界では、小寺山層の砂岩は、穿孔貝の巣穴を伴う細礫岩層によって削り込まれている(北村, 1997)。以上から、両層は不整合の関係にあると判断できる。

次に小寺山層と下位の犀川層との層序関係であるが、小寺山層の基底部には、下位の犀川層を削り込む細礫岩層がある(塚脇・大河原, 1996; 陰地, 2004; 第8図C)が、両者の堆積年代に間隙があるかは本研究では明らかにできなかった。ただし、小寺山層から産する花粉化石の組成は、寒冷種を多く含む点において、犀川層のものとは明らかに異なっている(手塚・山田, 2016)。また、小寺山層は細粒砂岩を主体とし、粗粒砂岩を主体とする犀川層とは岩相的にはっきり識別できる。さらに、再堆積であるが珪藻化石が多く産する犀川層と異なり、小寺山層

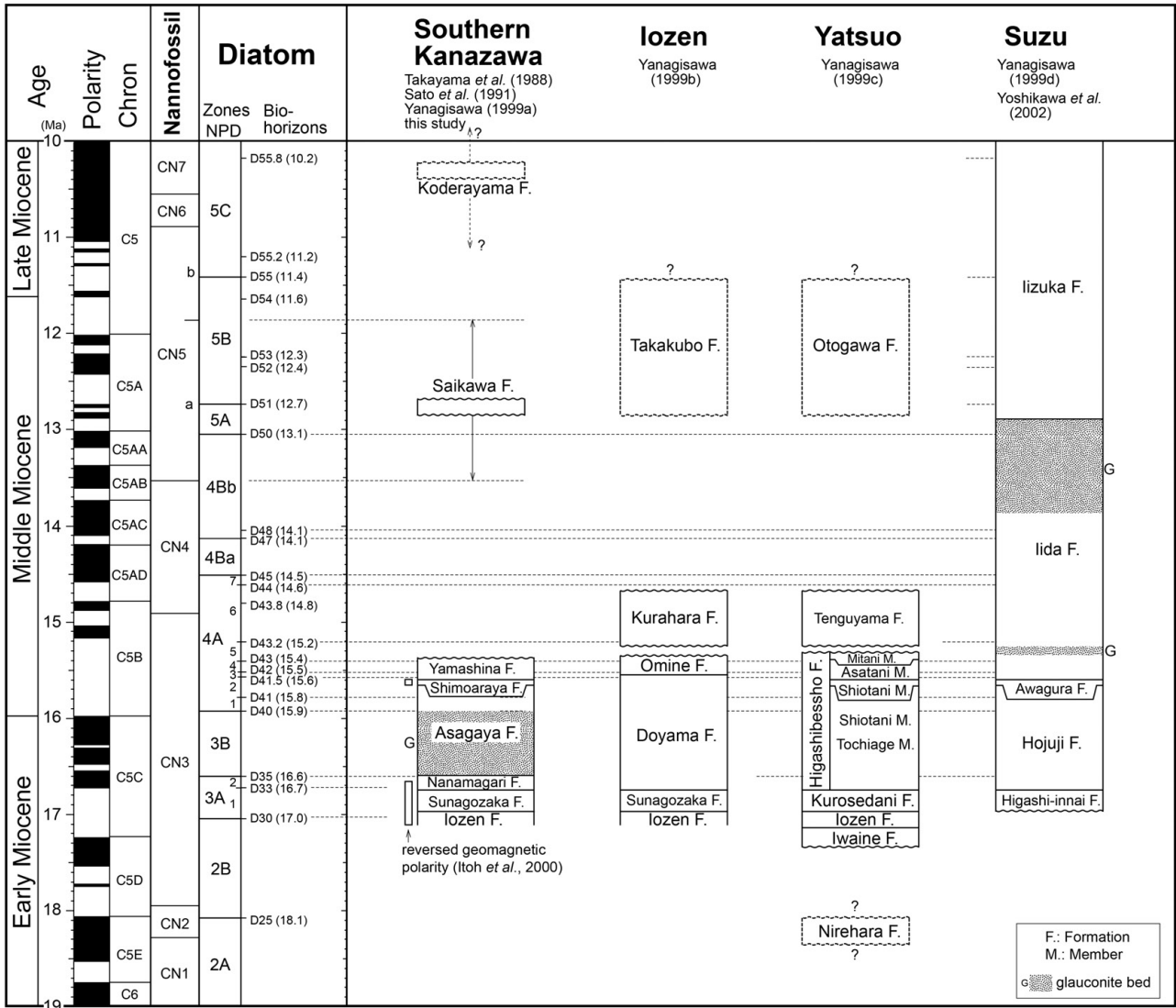
では泥質の細粒砂岩からなり、珪藻化石が産出し得る粒度の堆積物であるにもかかわらず、珪藻化石が全く含まれていないという特徴でも犀川層とは異なる。以上のことから、本研究では小寺山層を独立した地層として、大桑層や犀川層とは区別することが適切であると判断した。

5.4 年代層序のまとめと隣接地域の中新統との対比

本研究とこれまでの研究を基に、金沢市南部地域の中新統の年代層序を総括する(第14図)。その上で、本研究で検討した山科層、犀川層及び小寺山層を、隣接する北陸地方の医王山、八尾及び珠洲地域(第1図)に分布する中新統と対比する。

金沢市南部地域の中新統のうち、医王山層から山科層までは、珪藻化石層序(柳沢, 1999a; 本研究)、石灰質ナノ化石層序(佐藤ほか, 1991)及び古地磁気層序(伊藤ほか, 2000)に基づき、第14図に示すような年代層序の枠組みに位置づけられる。このうち、本報告で新たに命名した山科層中には生層準 D41.5(15.6 Ma)、D42(15.5 Ma)、D43(15.4 Ma)が認められ、堆積年代としては約15.6 Maから約15.3 Maまでの年代が推定される。山科層を不整合に覆う犀川層からはCN5a帯(13.5–11.8 Ma)の石灰質ナノ化石が産出しており(高山ほか, 1988)、本層の堆積年代はこの年代範囲内にあることは確かであるが、これ以上の年代の限定はできない。小寺山層については、現状では確かな年代データがなく、その堆積年代は不明である。ただし、3 Ma以前に絶滅した植物化石を含むので、その堆積年代の上限は3 Maよりも古い。一方、下限の年代も曖昧であるが、本層は下位の犀川層を不整合に覆う可能性が高く、おそらくその堆積年代は犀川層の年代とはある程度の差があるものと見られる。以上を考慮すると、小寺山層の堆積年代は、現状では後期中新世から鮮新世程度と考えておくのが妥当であると思われる。

石川・富山県境に位置する医王山地域の中新統は下位より医王山層、砂子坂層、^{とやま}土山層、御峰層、蔵原層、高窪層からなる(例えば、柳沢, 1999b)。このうち、御峰層が金沢市南部地域の山科層に対比される(柳沢, 1999b)。医王山地域では、御峰層に蔵原層が不整合に重なり、蔵原層は生層準 D43.2(15.3–15.2 Ma)からNPD4A帯の上限の間に位置づけられている(柳沢, 1999b)。しかし、金沢市南部地域では、この区間の堆積物を欠き、山科層の上に石灰質ナノ化石層序のCN5a帯(13.5–11.8 Ma)を示す犀川層が不整合で重なっている。井上ほか(1964)によれば、医王山地域では、蔵原層は高窪層に不整合に覆われるので、堆積の順序からすると、金沢市南部地域の犀川層または小寺山層が高窪層に対比される可能性がある。高窪層からは年代を推定できる微化石や年代データが全く得られておらず、正確な年代は現時点では不明であるが、高窪層は八尾地域の音川層に岩相上対比され、音川層下部の年代は後述するように中期中新



第14図 金沢市南部地域の中新統の年代層序と北陸地域の中新統との対比。地磁気極性年代尺度はGradstein *et al.* (2012)に、珪藻化石層序区分はAkiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998)及びWatanabe and Yanagisawa (2005)に、石灰質ナノ化石帯区分はOkada and Bukry (1980)に基づく。

Fig. 14 Chronostratigraphy of the Miocene sedimentary sequence in the southern Kanazawa area, with correlation to the Miocene series in Hokuriku province. Geomagnetic time scale: Gradstein *et al.* (2012). Diatom zonation: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998) and Watanabe and Yanagisawa (2005). Calcareous nannofossil zonation: Okada and Bukry (1980).

世の後半とされる(中嶋ほか, 2016)。この対比が正しいとすると、年代的には、犀川層と高窪層がほぼ同時期の堆積物ということになる。そうであるならば、小寺山層は、それよりも上位の後期中新世ないしそれ以降の堆積物の可能性がある。しかし、岩相や微化石の産出状況の点で、小寺山層と高窪層には共通点もある。例えば、高窪層も小寺山層も植物片に富み、乾燥すると硫酸塩鉱物の黄色い粉が析出する(井上ほか, 1964)。高窪層は砂質泥岩からなり、粒度からすると珪藻化石が含まれていて

もよい細粒な岩相であるにもかかわらず、珪藻化石がほとんど含まれていないのが特徴である。小寺山層も泥質な砂岩であり、珪藻化石が産出し得る岩相であるにもかかわらず、珪藻化石は全く検出されなかった。また、どちらも石灰質ナノ化石が産出しない点でも共通する(山本・小沢, 1996; 柳沢, 1999b)。いずれにしても、今後小寺山層の年代を何らかの方法で明らかにする必要がある。

富山県中部の八尾地域に分布する中新統は、下位よ

り楡原層、岩稲層、医王山層、黒瀬谷層、東別所層（栃上泥岩部層、塩谷砂岩部層、浅谷シルト岩部層、三谷泥岩部層）、天狗山層及び音川層からなる（例えば、柳沢、1999c）。このうち、東別所層上部の浅谷シルト岩部層から三谷泥岩部層にかけて、生層準 D41.5、D42、D43 が認められるので、浅谷シルト岩部層と三谷泥岩部層を合わせたものが金沢市南部地域の山科層に対比される。その上位の天狗山層が、従来の見解（Ogasawara *et al.*, 1989；柳沢、1999a-c）どおり蔵原層に対比されるのであれば、金沢市南部地域には天狗山層に対比される堆積物がないことになる。また、音川層の下部に挟まれる OT1 凝灰岩の年代は中期中新世の後半とされることから（中嶋ほか、2016）、金沢市南部地域の犀川層は音川層の下部に対比される可能性がある。

石川県能登半島の珠洲地域に分布する中新世堆積岩類は、下位より東印内層、法住寺層、粟蔵層、飯田層及び飯塚層からなる（吉川ほか、2002）。粟蔵層上部には生層準 D41.5 と D42 が、飯田層下部に D43 が認められる（柳沢、1999d）。従って、金沢市南部地域の山科層は、粟蔵層上部から飯田層下部に対比される。また、珠洲地域においては“海緑石層”と飯塚層下部が、石灰質ナノ化石帯 CN5a に相当する時期の堆積物であり、金沢市南部地域の犀川層はこれらの堆積物のどこかに対比される。

6. まとめ

本研究では、金沢市南部地域で従来“犀川層”とされてきた堆積物について層序の再検討を行った。また、珪藻化石層序学的検討を加え、それらの堆積物の年代を推定した。

- 1) これまで“犀川層”とされてきた堆積物を、山科層（新称）、犀川層（再定義）、小寺山層（新称）の3層に区分した。山科層は泥岩、犀川層は粗粒砂岩、小寺山層は細粒砂岩を主体とする。
- 2) 従来の“犀川層”砂質部と“犀川層”泥質部は層準の異なる堆積物であり、両者が同時異相の関係にあるという解釈は支持されなかった。
- 3) 山科層中には、生層準 D41.5、D42、D43 が認められ、山科層の堆積年代としては、15.6–15.3 Ma が推定される。
- 4) 犀川層から得られた珪藻化石は再堆積の可能性が高く、犀川層の堆積年代としては、石灰質ナノ化石による年代（13.5–11.8 Ma）を採用するのが妥当である。
- 5) これまで、小寺山層を大桑層の下部層とする見解もあった。しかし、小寺山層は3 Ma までに絶滅した植物化石を多く含むため、1.7 Ma 以降に堆積を開始した大桑層とは明らかに堆積年代が異なるので区別される。小寺山層の正確な堆積年代は不明であるが、現在のところ後期中新世から鮮新世と考えておくのが妥当と思われる。

謝辞：本研究をまとめるにあたり、筑波大学名誉教授小笠原憲一郎博士には、本地域の層序ならびに軟体動物化石についてのご助言を頂いた。金沢大学自然システム学類の学生の方々には、植物化石採集への協力を頂いた。また、査読者及び担当編集委員には、細部にわたって原稿を吟味していただき、有益なコメントをいただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げる。

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*, U. S. Government Printing Office, Washington D. C., **87**, 393–480.
- 藤 則雄・堀 みより (1989) 金沢地域の新第三系の花粉学的研究：北陸新第三系の花粉学的研究(5)。金沢大学教育学部紀要(自然科学), no. 38, 59–77.
- Gradstein, F. M., Ogg, J. M., Schmitz, M. D. and Ogg, G. M. (2012) *The Geologic Time Scale 2012*. 1144p. Elsevier, Amsterdam, Boston.
- 堀 雄貴・陰地章人・塚脇真二 (2001) 石川県金沢市南部大桑～山川地域の地質。日本海域研究, no. 32, 29–53.
- 今井 功 (1959) 5万分の1地質図幅説明書「金沢」。地質調査所, 27p.
- 井上正昭・水野篤行・野沢 保 (1964) 5万分の1地質図幅説明書「城端」。地質調査所, 32p.
- 伊藤康人・山本朗子・岩野英樹・檀原 徹・渡辺真人 (2000) 金沢・医王山地域に分布する中新統の古地磁気とフィッシュン・トラック年代。地調月報, **51**, 495–504.
- 伊東佳彦 (1986) 北陸地方新第三系の珪藻化石層序。NOM (大阪微化石研究会機関誌), no. 14, 1–27.
- 粕野義夫 (1993) 新版石川県地質図(10万分の1)・石川県地質誌, 北陸地質研究所, 321p.
- 粕野義夫・松浦信臣 (1964) 金沢市周辺の大桑層(鮮新統)基底にみられる不整合と穿孔貝生痕。地質雑, **70**, 565–571.
- 北村晃寿 (1997) 模式露頭における下部更新統大桑層基底の不整合面と最下部の貝化石群集。地質雑, **103**, 763–769.
- Kitamura, A. and Kimoto, K. (2007) Eccentricity cycles shown by early Pleistocene planktonic foraminifers of the Omma Formation, Sea of Japan. *Glob. Planet. Change*, **55**, 273–283.

- 横山次郎(1926) 相利共棲孤立珊瑚三種の化石. 地質雑, 33, 1-13.
- 望月勝海(1930) 加賀美濃山地北端の地貌並びに地質構造. 地質雑, 37, 491-510.
- Momohara, A. (1989) Pliocene *Carya* nuts (Juglandaceae) from the Osaka Group, southwest Japan. *Jour. Phytogeogr. Taxon.*, 37, 107-102.
- 百原 新(2010) 中部ヨーロッパと中部日本の新第三紀から第四紀への植物化石群変化の時期: 気候変動との関連で. 第四紀研究, 49, 299-308.
- 中嶋 健・檀原 徹・岩野英樹・山下 透・佐脇貫幸・渡辺真人・中西 敏・三石裕之・山科起行・今堀誠一(2016) U-Pb及びFT年代測定による富山県八尾地域の第三系層序の再検討. 日本地質学会第123年学術大会講演要旨, 81.
- Ogasawara, K. (1976) Miocene mollusca from Ishikawa-Toyama area, Japan. *Sci. Repts. Tohoku Univ., Second Ser. (Geol.)*, 38, 1-161.
- Ogasawara, K., Ijima, S. and Kaseno, Y. (1989) Miocene molluscs from the Tenguyama Formation, Toyama Prefecture, Hokuriku District, Japan. *Sci. Rep. Kanazawa Univ.*, 34, 67-93.
- 小笠原憲四郎・増田孝一郎(1989) 東北地方新第三系貝類化石の古水深指標とその適用. 地質学論集, no. 32, 217-227.
- Okada, H. and Bukry, D. (1980) Supplementary modification and introduction of code numbers to the low - latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Marine Micropaleontol.*, 5, 321-325.
- Onishi, I. (1978) Pliocene and Pleistocene pollen stratigraphy in central and southwestern Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Ser. Geol. Mineral.*, 45, 1-54.
- 陰地章仁(2004) 石川県金沢市南部小立野～上辰巳地域における地質学的研究. 日本海域研究, no. 35, 65-108.
- 佐々木 理・小笠原憲四郎(1986) 北陸地方石川, 富山県境付近の中新統砂子坂層産潮間帯性貝類化石群. 国立科博専報, no. 19, 79-90.
- 佐藤時幸・馬場 敬・大口健志・高山俊昭(1991) 日本海側における海成下部中新統の発見と東北日本の台島期-西黒沢期における環境変動. 石油技誌, 56, 263-279.
- 高山俊昭・加藤道雄・工藤哲朗・佐藤時幸・亀尾浩司(1988) 日本海側に発達する最上部新生界の石灰質微化石層序 その2: 北陸堆積盆地. 石油技誌, 53, 9-27.
- 田中謙一(1970) 金沢周辺の大桑砂岩層(鮮新統)基底の不整合について. 地質雑, 76, 115-130.
- 手塚翔太・山田敏弘(2016) 石川県金沢市に分布する中新統犀川層の花粉末化石群集. 日本古生物学会2016年年会・総会予稿集, 53.
- Tokunaga S. (1903) On the fossil echinoids of Japan. *Jour. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Japan*, 17, 1-27.
- 塚脇真二・大河原正文(1996) 模式地における大桑層と犀川層との不整合について—“めがね橋”跡ボーリング試料の解析から—. 北陸地質研究所報告, no. 5, 187-209.
- 塚脇真二・陰地章仁(2008) 石川県金沢市ならびにその周辺地域の上部新生界層序. 日本海域研究, no. 39, 17-30.
- 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.
- Yabe, H. (1920) Occurrence of *Pleurotoma (Antiplanes) perversa* GABB. in the Tertiary and later deposits of Japan. *Jour. Geol. Soc. Tokyo*, 27, 77-81.
- Yamada, M. and Yamada, T. (2014) *Pinus fujiii* (Yasui) Miki from the Middle Miocene Saikawa Formation in Kanazawa, Ishikawa Prefecture, Japan. *Jour. Phytogeogr. Taxon.*, 62, 29-31.
- Yamada, T., Yamada, M. and Tsukagoshi, M. (2014) Fossil records of subsection *Pinus* (genus *Pinus*, Pinaceae) from the Cenozoic in Japan. *Jour. Plant Res.*, 127, 193-208.
- 山本裕雄・小沢広和(1996) 金沢市周辺の大桑層下部の石灰質ナンノ化石と地質年代. 北陸地質研究所報告, no. 5, 167-185.
- 山野井 徹・新戸部 隆(1970) 魚沼層群の花粉末層序学的研究—そのII. 十日町市西部地域—. 第四紀研究, 9, 53-64.
- 柳沢幸夫(1996) 水深指標としての珪藻群集. 堆積学研究, no. 43, 59-67.
- 柳沢幸夫(1999a) 金沢市南部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) 富山・石川県境の医王山地域に分布する中新統の珪藻化石層序. 地調月報, 50, 67-81.
- 柳沢幸夫(1999c) 富山県八尾地域の下部—中部中新統の珪藻化石層序. 地調月報, 50, 139-165.
- 柳沢幸夫(1999d) 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(2003) 栃木県烏山地域に分布する中新統荒川層群上部の珪藻化石—その2. 古水深変化—. 地質調査研究報告, 54, 15-27.
- 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・工藤 崇(2011) 5万分の1地質図幅「加茂」

金沢市南部に分布する中新統“犀川層”の層序学的再検討（山田ほか）

地域(新潟県)の新第三系及び第四系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.

Yokoyama, M. (1927) Fossil mollusca from Kaga. *Jour. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo*, **2**, 165-182.

吉川敏之・鹿野和彦・柳沢幸夫・駒澤正夫・上嶋正人・木川栄一(2002) 珠洲岬, 能登飯田及び宝立山地

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, 76p.

Yoshiwara, S. (1899) On some new fossil echinoids of Japan. *Jour. Geol. Soc. Tokyo*, **6**, 1-4.

(受 付 : 2017年4月11日 ; 受 理 : 2017年10月11日)

図版1 山科セクションの犀川層(地点Ys003)から産出した軟体動物化石(1-10)及び犀川セクションの小寺山層(地点Sg004)から産出した植物化石(11, 12)。スケールバーは1 cm。犀川層産の軟体動物化石(1-10)の標本は地質調査総合センターの地質標本館に収蔵されている。[]内は地質標本館での登録番号を示す。

Plate 1 Molluscan fossils (1-10) from the outcrop Ys003 of the Saikawa Formation in Yamashina stratigraphic section and a plant fossil (11, 12) from the outcrop Sg004 of the Koderayama Formation in Saikawa stratigraphic section. Scale bars = 1 cm. Specimens of molluscan fossils from the Saikawa Formation (1-10) are saved in the repository of the Geological Museum of the Geological Survey of Japan, AIST. Code number in parentheses indicates a registration number of Geological Museum for each specimen.

1: *Ennucula praenipponica* Kamada [GSJ F18312]

2: *Anadara* sp. [GSJ F18313]

3: *Saccella* sp. [GSJ F18314]

4: *Mizuhopecten kimurai kagaensis* Ogasawara, right valve. [GSJ F18315]

5: *Mizuhopecten kimurai kagaensis* Ogasawara, left valve. [GSJ F18316]

6: *Cultellus izumoensis* Yokoyama [GSJ F18317]

7: *Mya cuneiformis* (Böhm) [GSJ F18318]

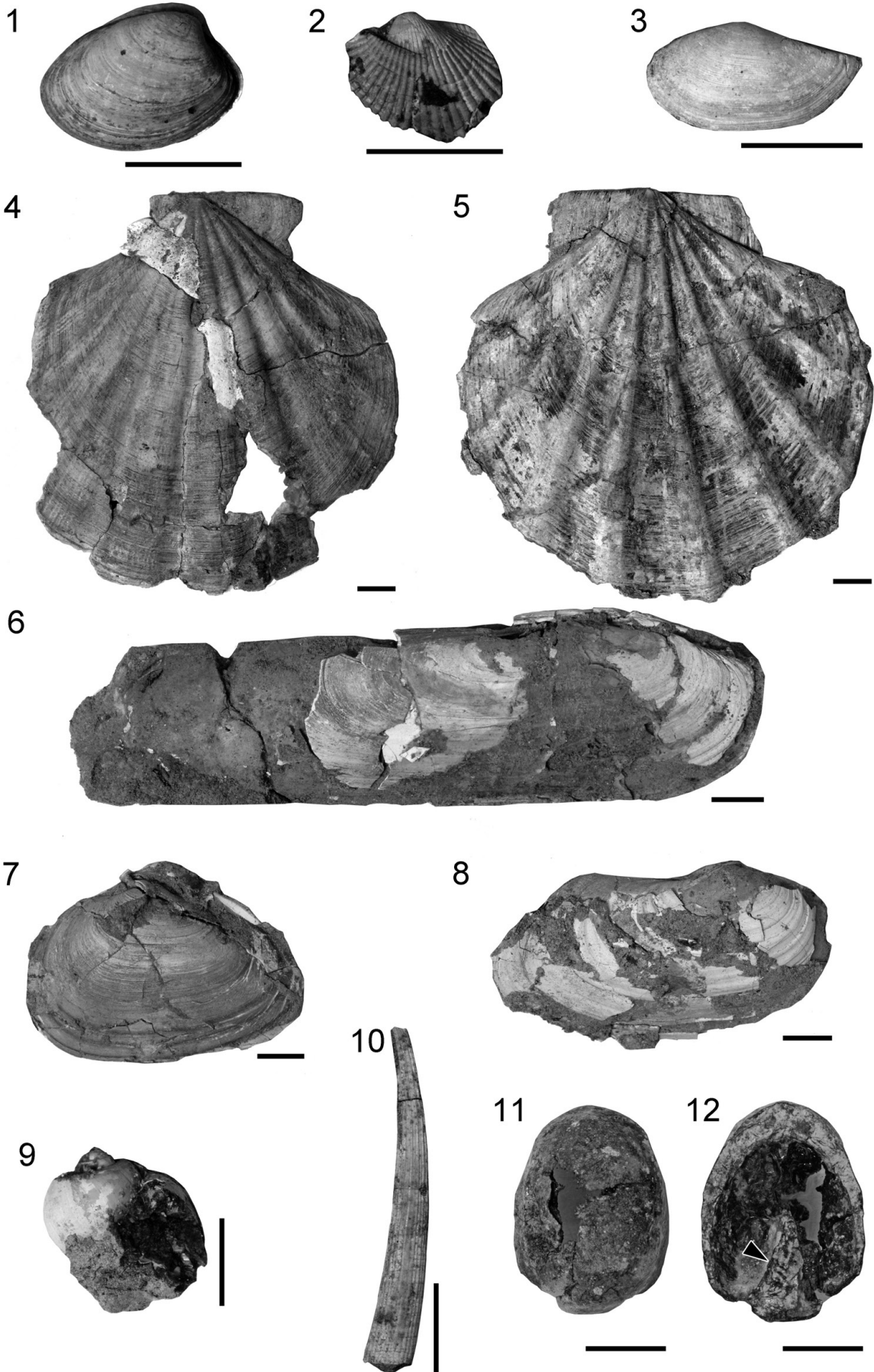
8: *Panope* cf. *nomurae* Kamada [GSJ F18319]

9: *Neverita kiritaniana* (Yokoyama) [GSJ F18320]

10: *Dentalium yokoyamai* Makiyama [GSJ F18321]

11: *Carya* sp. Outer face of valve.

12: *Carya* sp. Inner face of valve. Arrow indicates secondary septum.



図版2 山科層及び犀川層から産出した珪藻化石。 []内は試料番号を示す。

Plate 2 Diatom fossils from the Yamashina and Saikawa formations. Number in parentheses indicates sample number. (Scale bars A and B are for figs. 1–46 and 47–56, respectively.)

1, 2: *Denticulopsis praelauta* Akiba et Koizumi [1: NKR2-2, 2: NKR2-3]

3: *Denticulopsis ichikawae* Yanagisawa et Akiba [Sg017B]

4–9: *Denticulopsis lauta* (Bailey) Simonsen [4: NKR2-2, 5: NKR2-7, 6: Nk004, 7: Ys006, 8: Sg017A, 9: Nk004]

10–13: *Denticulopsis ichikawae* Yanagisawa et Akiba [10: Sg017L, 11: Sg017K, 12: Sg014D, 13: Sg017M]

14: *Denticulopsis lauta* (Bailey) Simonsen [NKR2-23]

15–32: *Denticulopsis okunoi* Yanagisawa et Akiba [15: Ys008, 16: NKR2-26, 17: NKR2-25, 18: Ys007, 19: Ys006, 20: NKR2-28, 21: NKR2-11, 22: Ys006, 23: NKR2-25, 24: NKR2-23, 25: NKR2-19, 26, 27: Ys006, 28: NKR2-23, 29: NKR2-27, 30: NKR2-23, 31: Ys006, 32: Ys009]

33: Initial valve of *Denticulopsis lauta* (Bailey) Simonsen or *D. ichikawae* Yanagisawa et Akiba [Sg014D]

34–36: *Nitzschia challnegeri* Schrader [34: NKR2-3, 35: Sg013C, 36: NK004]

37–40: *Nitzschia maleinterpretaria* Schrader [37, 38, 40: Nk004, 39: NKR2-9]

41, 42: *Crucidentacula kanayae* Akiba et Yanagisawa [NKR2-26]

43–47: *Nitzschia* cf. *grunowii* Hasle [43: NKR2-9; 44, 46, 47: Nk004, 45: Kb003]

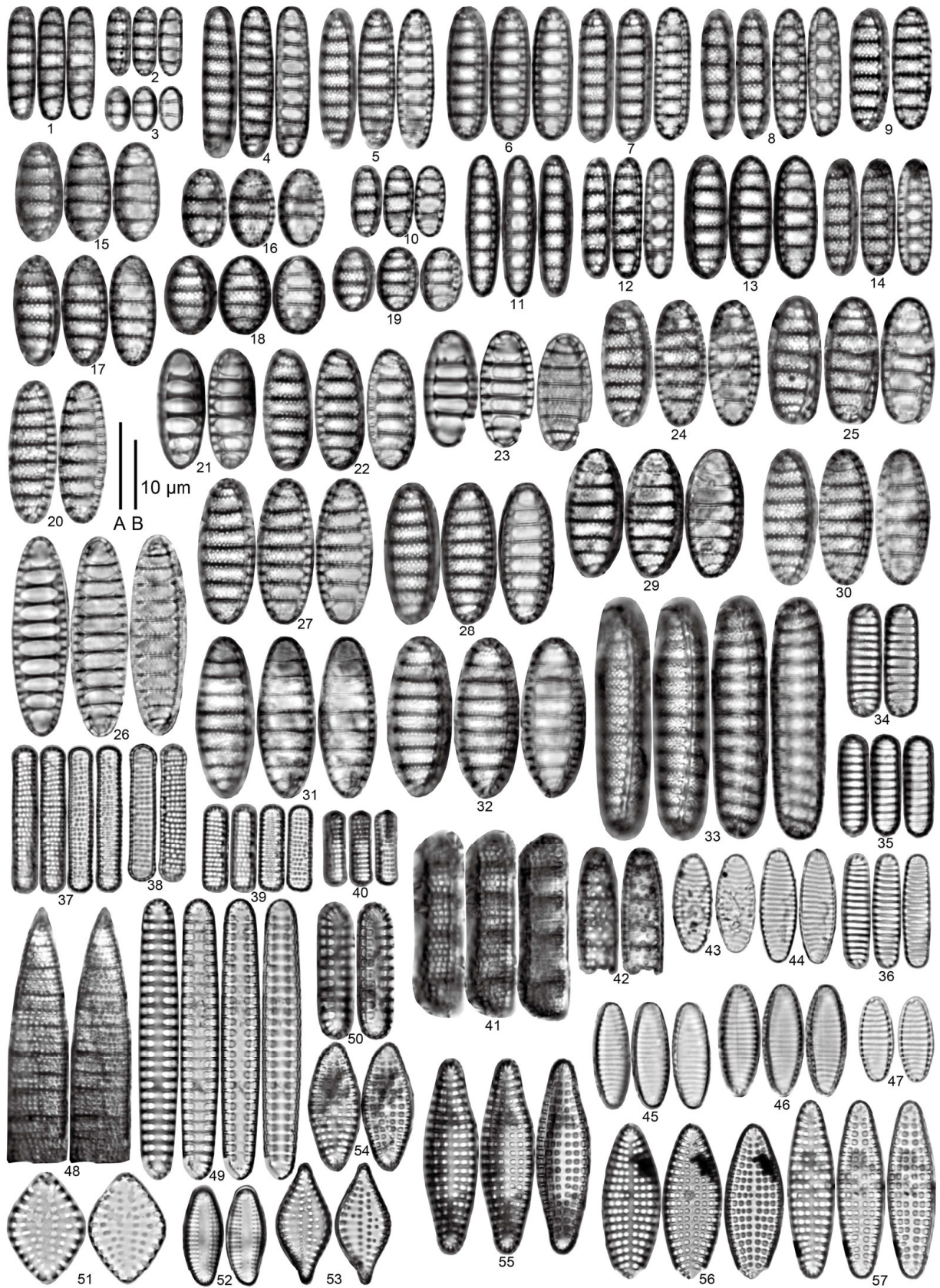
48: *Denticula norwegica* Schrader [NKR2-27]

49, 50: *Delphineis angustata* (Pantoscek) G. W. Andrews [49: Sg015B.n, 50: NKR2-9]

51, 53: *Delphineis miocenica* (Schrader) G. W. Andrews [51: Sg015C.n, 53: NKR2-31]

52: *Delphineis surirella* (Ehrenberg) G. W. Andrews [NKR2-9]

54–57: *Delphineis penelliptica* G. W. Andrews [54, 55: NKR2-19, 56: Sg017I, 57: NKR2-11]



図版3 山科層及び犀川層から産出した珪藻化石。 []内は試料番号を示す。

Plate 3 Diatom fossils from the Yamashina and Saikawa formations. Number in parentheses indicates sample number.

1–16: *Cavitatus lanceolatus* Akiba et Hiramatsu [1: Sg017B, 2: Sg017H, 3, 4: Sg015B, 5–7: Sg015C.n, 8: Ys006, 9: NKR2-17, 10: NKR2-27, 11: NKR2-26; 12, 13: Sg015B.n, 14: Sg017E, 15: Sg017B, 16: Ys007]

17, 18: *Cavitatus linearis* (Sheshukova) Akiba et Yanagisawa [17: NKR2-3, 18: Sg014C]

19–21: *Cavitatus jouseanus* (Sheshukova) D. M. Williams [19: Nk004, 20: Ys006, 21: Sg016A]

22, 23: *Cavitatus exiguus* Yanagisawa et Akiba [22: Ag017B, 23: Nk004]

24–28: *Cavitatus lanceolatus* Akiba et Hiramatsu [24: Sg015C.n, 25: Sg017J, 26: NKR2-28, 27: Sg017E, 28: Sg015B]

29: *Neodelphineis pelagica* Takano [NKR2-7]

30: *Cavitatus miocenica* (Schrader) Akiba et Yanagisawa [NK004]

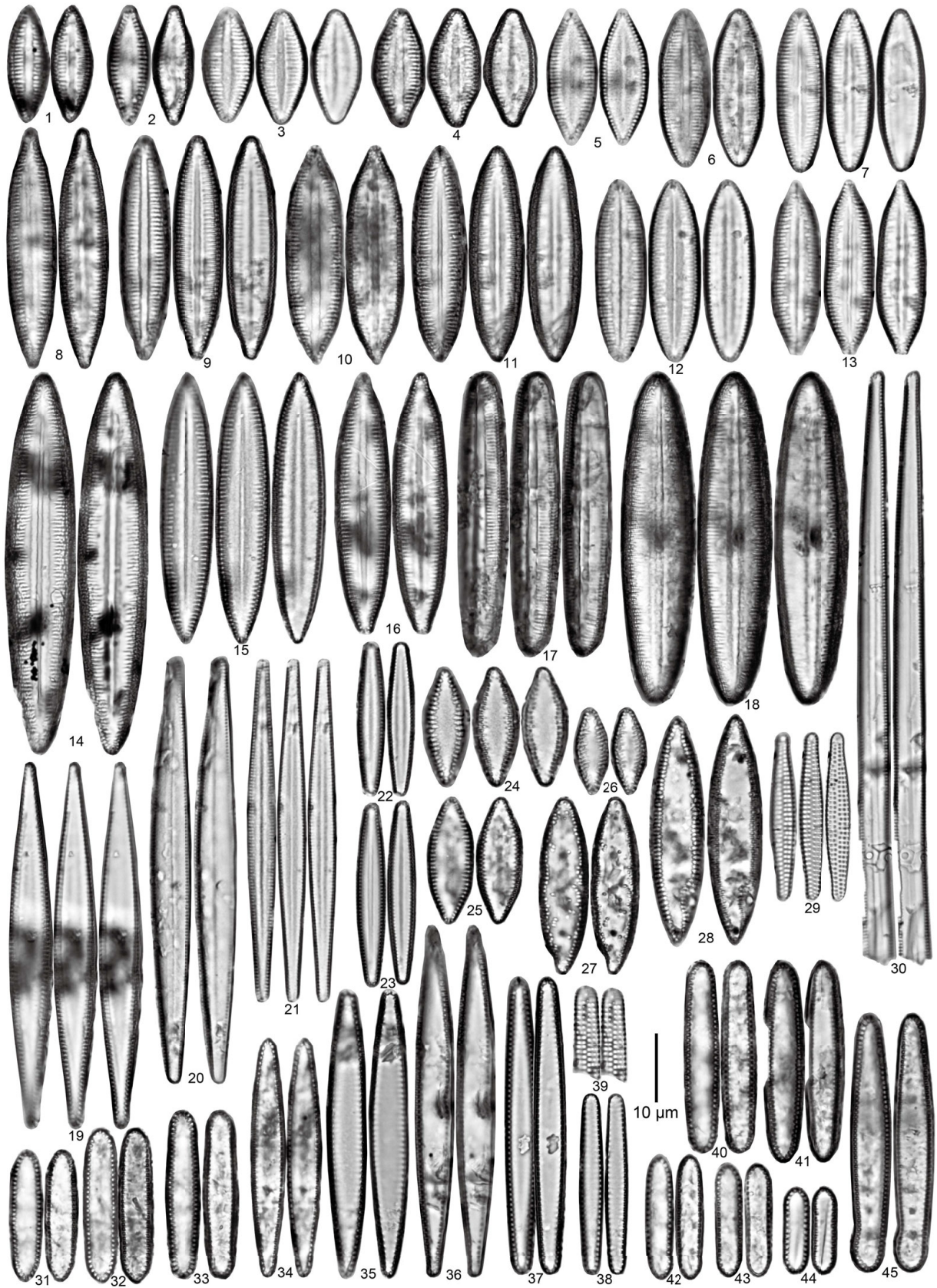
31–33: *Thalassionema* cf. *hirosakiensis* (Kanaya) Schrader [31: Sg017M, 32: NKR2-26, 33: NKR2-16]

34–36: *Thalassionema obtusa* (Grunow) G. W. Andrews [34: Sg017F, 35: Sg017L, 36: Sg013A]

37, 38: *Thalassionema nitzschioides* (Grunow) H. et M. Peragallo [37: Ys006, 38: Sg013C]

39: *Pseudodimerogramma elliptica* Schrader [NKR2-27]

40–45: *Thalassionema* cf. *hirosakiensis* (Kanaya) Schrader [40: Sg017M, 41: Sg013B, 42: Nk001, 43: Sg017N, 44: Sg015C.n, 45: Sg013A]



図版4 山科層及び犀川層から産出した珪藻化石。 []内は試料番号を示す。

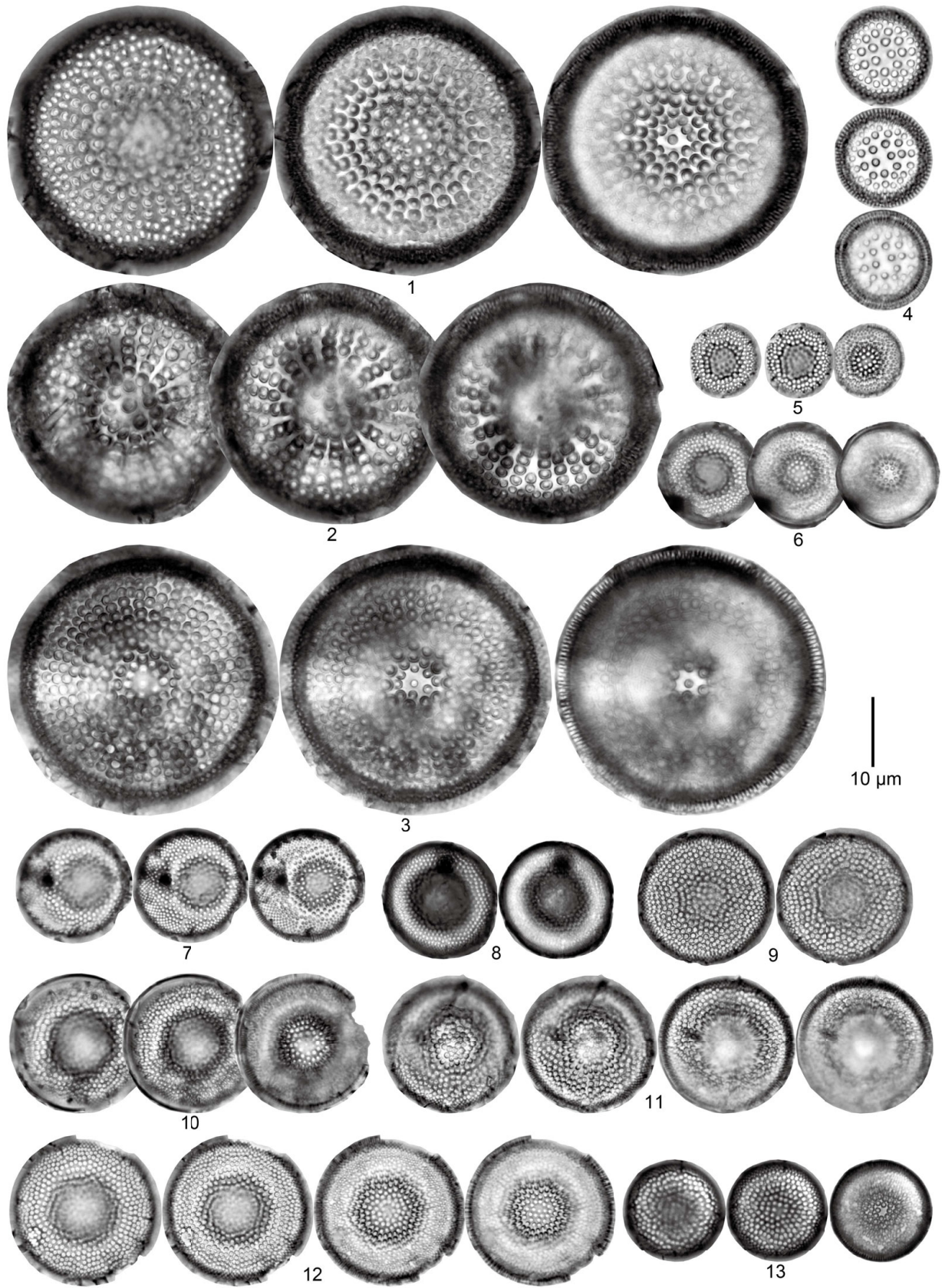
Plate 4 Diatom fossils from the Yamashina and Saikawa formations. Number in parentheses indicates sample number.

1: *Actinocyclus ingens* f. *ingens* (Rattrey) Whiting et Schrader [Nk004]

2, 3: *Actinocyclus ingens* f. *nodus* (Baldauf) Whiting et Schrader [2: NKR2-25, 3: Ys006]

4: *Actinocyclus ingens* f. *planus* Whiting et Schrader [Sg015C.n]

5–13: *Actinocyclus* cf. *kisselevii* Makarova [5: NKR2-14, 6: NKR2-12, 7: NKR2-9, 8: Kb004, 9: Nk004, 10: NKR2-13; 11, 12: Nk004, 13: Sg015B.n]



図版5 山科層及び犀川層から産出した珪藻化石。[]内は試料番号を示す。

Plate 5 Diatom fossils from the Yamashina and Saikawa formations. Number in parentheses indicates sample number.

1, 2: *Azpeitia endoi* (Kanaya) P. A. Sims et G. A. Fryxell [1: NKR2-9, 2: Sg017J]

3, 4: *Azpetia vetustissima* (Pantoscek) P. A. Sims [Nk004]

5: *Azpetia vetustissima* (Pantoscek) P. A. Sims (triangle form) [Sg013C]

6–8: *Coscinodiscus lewisianus* Greville [6, 8: Nk004, 7: NKR2-25]

9: *Coscinodiscus* sp. [Sg017D]

10, 11: *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve [10: Sg017M, 11: NKR2-26]

12–14: *Trochosira spinosa* Kitton [12: Sg017D, 13: Sg015C.n, 14: Nk004]

15: *Melosira scopos* A. Mann [Nk004]

16: *Stellarima microtrias* (Ehrenberg) Hasle et P. A. Sims [Nk004]

17: *Coscinodiscus asteromphalus* Ehrenberg [Nk004]

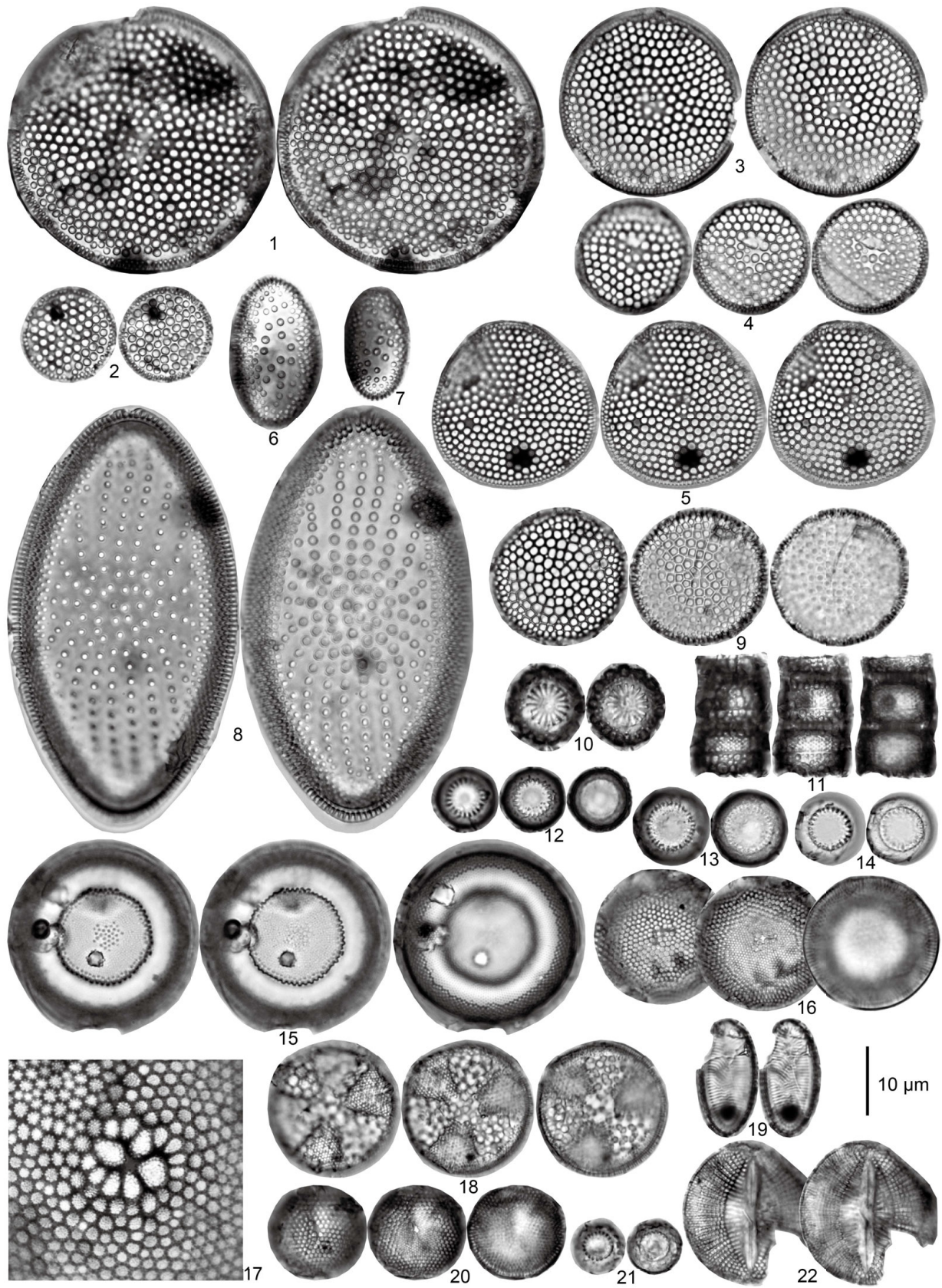
18: *Actinoptychus senarius* (Ehrenberg) Ehrenberg [Sg015C.n]

19: *Paralia* sp. [NKR2-25]

20: *Stellarima microtrias* (Ehrenberg) Hasle et P. A. Sims [Sg017O]

21: *Trochosira spinosa* Kitton [Sg015B]

22: *Raphidodiscus marylandicus* Christian [Nk006]



図版6 山科層及び犀川層から産出した珪藻化石。 []内は試料番号を示す。

Plate 6 Diatom fossils from the Yamashina and Saikawa formations. Number in parentheses indicates sample number.

1, 2: *Thalassiosira mizunamiensis* Yanagisawa [1: Sg015B.n, 2: Sg013B]

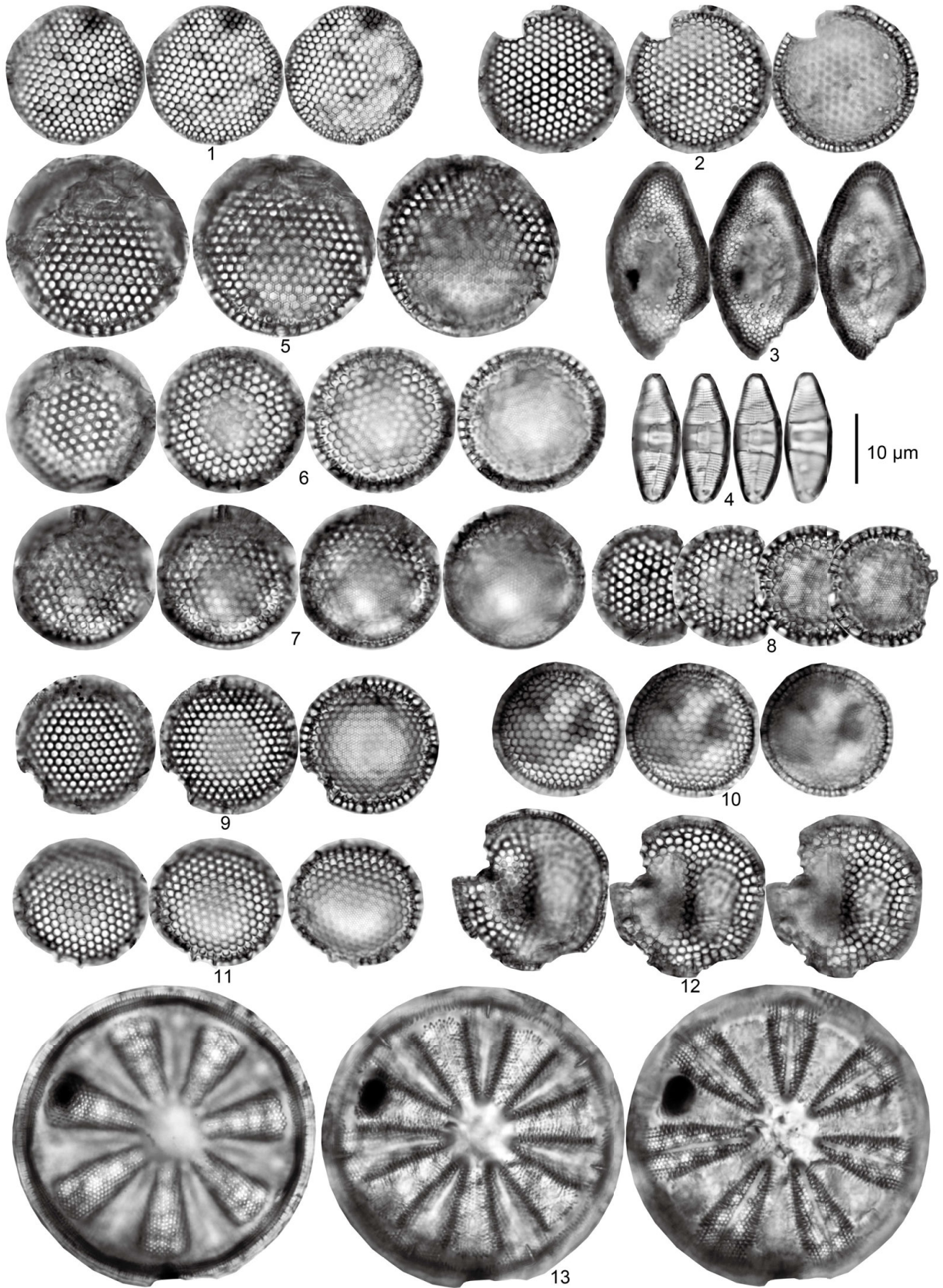
3: *Cestodiscus peplum* Brun [Nk004]

4: *Plagiogramma?* sp. [NKR2-21]

5–11: *Thalassiosira* sp. (Matsushima) [5: NKR2-25, 6: Nk004, 7: Ys006, 8: Sg017N, 9: NKR2-11; 10, 11: Nk004]

12: *Thalassiosira* cf. *grunowii* Akiba et Yanagisawa [Ys006]

13: *Actinoptychus vulgaris* Schumann [NKR2-28]



図版7 山科層及び犀川層から産出した珪藻化石。 []内は試料番号を示す。

Plate 7 Diatom fossils from the Yamashina and Saikawa formations. Number in parentheses indicates sample number.

1: *Goniothecium rogersii* Ehrenberg [NKR2-16]

2, 3: *Rhizosolenia miocenica* Schrader [2: Kb004, 3: Nk006]

4–6: *Aulacoseira* spp. [4, 5: Sg017D, 6: Sg015B]

7: *Mediaria splendida* Sheshukova [NKR2-7]

8, 9: *Cymatosira* cf. *loretziana* Grunow [8: NKR2-16, 9: Nk004]

10: *Rhizosoleina* sp. [NKR2-17]

11: *Rhizosoleina* sp. [NKR2-9]

12: *Anaulus birostratus* (Grunow) Grunow [Nk004]

13: *Rhizosolenia* sp. [Nk004]

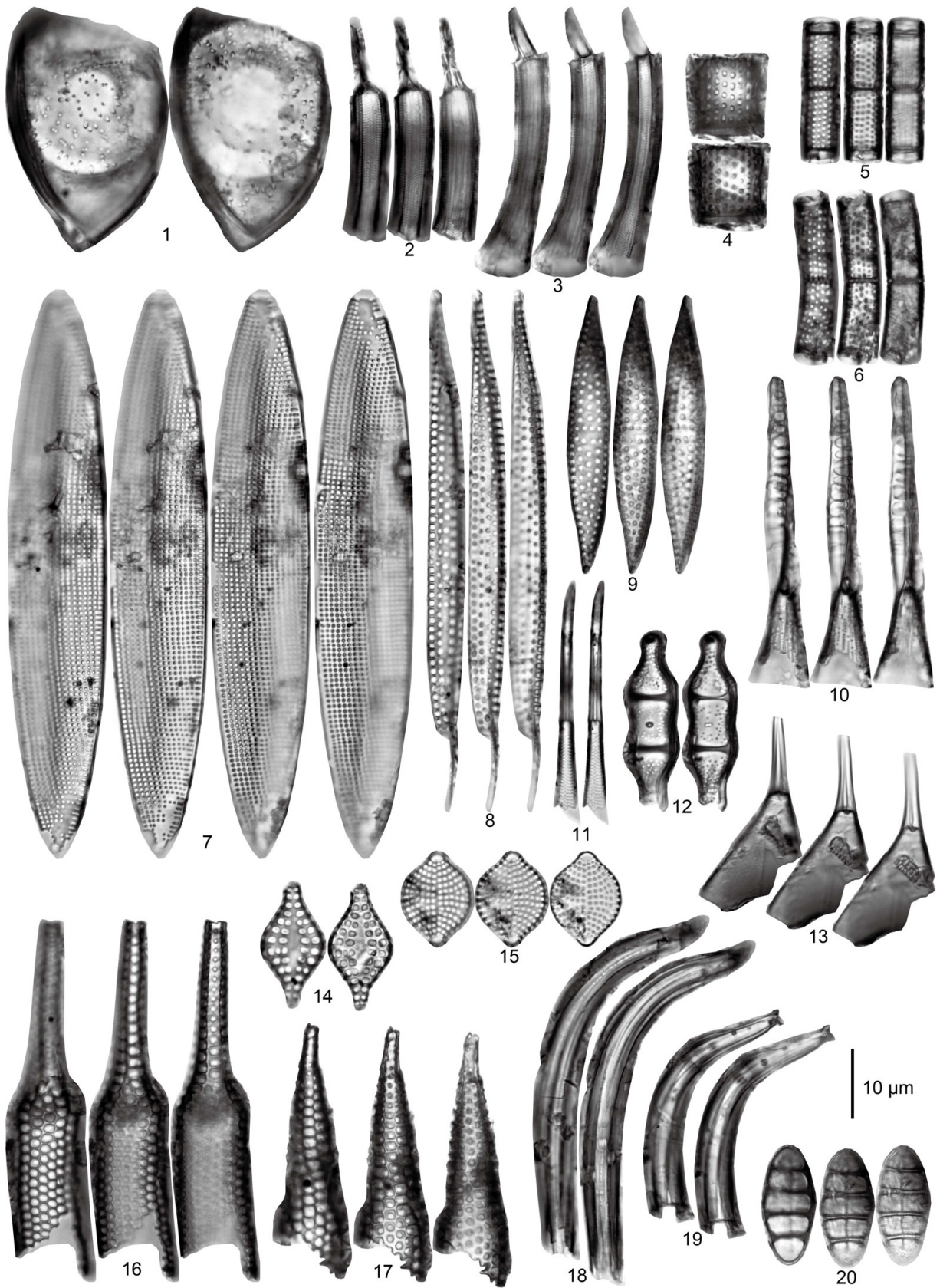
14: *Rhaphoneis parilis* Hanna [Sg017N]

15: *Rhaphoneis amphicerus* Ehrenberg [Sg015C.n]

16, 17: *Pyxilla* sp. [16: NKR2-19, 17: NKR2-26]

18, 19: *Proboscia interposita* (Hajós) Jordan et Priddle [18: NKR2-21, 19: NKR2-10]

20: *Diatoma* sp. [As008]



東北日本における大山倉吉テフラと山陰 1 テフラの降下層準

山元孝広^{1,*}

Takahiro Yamamoto (2017) Stratigraphic positions of the Daisen-Kurayoshi and San-in 1 tephra fallouts in NE Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 68 (5), p. 223–235, 5 figs., 2 tables, 6 appendices.

Abstract: The Daisen-Kurayoshi tephra (DKP) is one of significant wide-spreading fallouts along the Japanese islands during the Late Pleistocene time. However, its stratigraphic position had not been fixed in NE Japan, because there was a conflict among previous studies. In this paper, I have analyzed major compositions of volcanic glasses within tephra layers, which were correlated with DKP in NE Japan, and compared dataset from the SG06 varve core (Smith *et al.*, *Quaternary Science Reviews*, vol. 67, p. 121–137, 2013). New results have revealed that the San-in 1 tephra (SAN1) immediately above the Numazawa-Mizunuma tephra (Nm-MZ) was mistaken as DKP around Mt. Bandai. The revised tephrostratigraphy in this region consists of DKP, Nm-MZ and SAN1 in ascending order.

Keywords: Daisen-Kurayoshi tephra, San-in 1 tephra, Numazawa-Mizunuma tephra, major composition, SG06

要 旨

大山倉吉テフラ (DKP) は、日本列島を広く覆う後期更新世の重要な指標テフラである。しかし、文献に記載されたDKPの降下層準は、特に東北日本と他地域とで年代的なずれがあることが指摘されていた。本研究では、東北日本南部地域でDKPに対比されていたテフラ層の火山ガラスの主成分組成を分析し、水月湖の年縞コアSG06から報告されている火山灰データとの比較を新たに行った。その結果、磐梯山周辺で沼沢水沼テフラ (Nm-MZ) の直上にあるDKPに対比されていたテフラは、山陰1テフラ (SAN1) を誤認したものであることが明らかになった。すなわち、修正されたテフラ層序は、下位からDKP, Nm-MZ, SAN1の順になる。

1. はじめに

テフラと呼ばれる火砕物は、爆発的噴火により破碎されたマグマが火口から放出され地表に定置したものである。地層として保存されたテフラは過去に起きた爆発的噴火の証拠であるだけでなく、広域に分布するものは地層中の同一時間面を示す鍵層であることから、多くのテフラが記載されてきた (町田・新井, 1992; 2003)。特に列島規模の分布を持つ始良Tnテフラ (AT: 町田・新井, 1976)、大山倉吉テフラ (DKP: 町田・新井, 1979)、阿

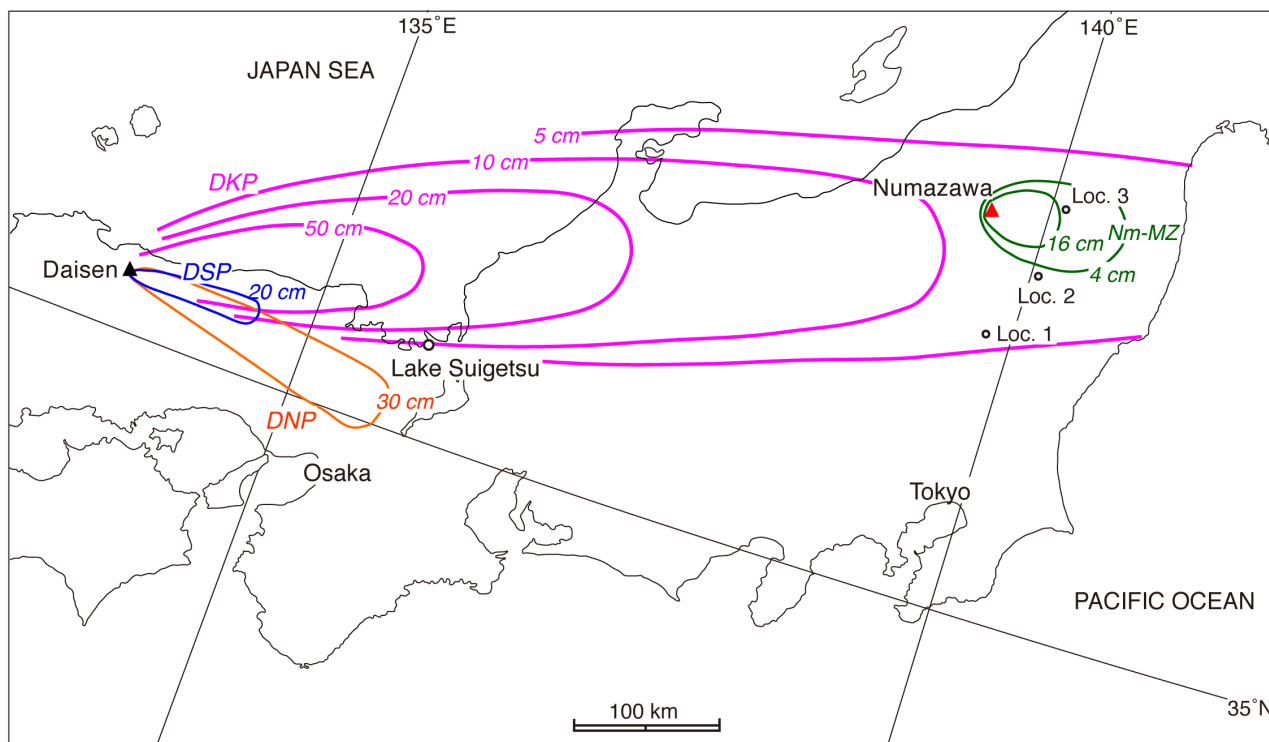
蘇4テフラ (Aso-4: 町田ほか, 1985)、御岳第1テフラ (On-Pm1: 小林ほか, 1967) は後期更新世の時間指標面として重要性が高く、多くの地域でそれらの層準が確認されている。しかしながら、給源から分布の離れた縁辺部では、風成層中におけるテフラの保存状況が悪い場所が多く、その認定に問題があるものもある。例えば、東北日本南部におけるDKPは沼沢火山や磐梯火山噴出物との層序関係で決まる層準と他地域での層準に年代的なずれがあり、従来の研究のどこかにDKPの対比か層序関係の認定で間違いがあるものと指摘されていた (山元, 2003)。この問題は長らく放置されてきたが、近年になり福井県水月湖 (第1図) の年縞コアからDKPを含むテフラ群の火山ガラス化学組成が記載され (Smith *et al.*, 2013; 長橋ほか, 2016)、他地域でのDKP類似テフラの対比の検証が可能となった。その結果、東北日本南部でこれまでにDKPとされたものの一部は、より上位の山陰1テフラ (SAN1; 池原ほか, 2004) に対比されることが明らかになったので報告する。

2. 大山倉吉テフラ (DKP)

DKPは、鳥取県西部の大山火山から約6万年前に噴出したプリニー式噴火による降下火砕物からなる。大山火山の最近25万年間の噴火履歴では、最大規模の噴出物である (山元, 2017)。大山山麓から山陰海岸を経て、北陸、

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Earthquake and Volcano Geology)

* Corresponding author: T. Yamamoto, Central 7, Higashi 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan, Email: t-yamamoto@aist.go.jp



第1図 大山倉吉テフラ(DKP)と沼沢水沼テフラ(Nm-MZ)の分布.

DKPとNm-MZの等層厚線図は町田・新井(2003)と山元(2003)による. また, 大山関金テフラ(DSP)と大山生竹テフラ(DNP)の等層厚線図は山元(2017)による. Loc. 1 = 36.71872°N, 139.75150°E; Loc. 2 = 37.15600°N, 140.07464°E; Loc. 3 = 37.59271°N, 140.10170°E.

Fig. 1 Distributions of the Daisen-Kurayoshi (DKP) and Numazawa-Mizunuma (Nm-MZ) tephtras.

Isopachs of DKP and Nm-MZ are taken from Machida and Arai (2003) and Yamamoto (2003), respectively. Isopachs of Daisen-Sekigane (DSP) and Daisen-Namatake (DNP) tephtras are taken from Yamamoto (2017). Loc. 1 = 36.71872°N, 139.75150°E; Loc. 2 = 37.15600°N, 140.07464°E; Loc. 3 = 37.59271°N, 140.10170°E.

信州, 北関東の各地で分布が確認されており(第1図), 第四紀編年上重要な意義をもつものとして注目されてきた(町田・新井, 1979; 竹本, 1991). 本テフラは, 普通角閃石に富み斜方輝石を伴うデイサイト質火砕物からなるが, 陸上堆積物では大山火山近傍の試料も含め軽石粒子の粘土化が著しく, 主に以下の斑晶鉱物の特徴により対比されてきた(町田・新井, 1979). すなわち, 斜方輝石は(100)面の良く発達した清澄な短冊状をなし, 屈折率 γ は1.702 ~ 1.708であること, 普通角閃石の屈折率 n_2 は1.673 ~ 1.680であることで, 他のテフラと区別されてきている. また, ボーリングコアから採取された保存状態の良いDKP火山ガラスの屈折率 n は, 1.500 ~ 1.516とレンジが広い(丸山・齋藤, 2014).

火山ガラスの主成分については, 大山東山麓のDKP斜長石斑晶中のガラス質包有物(古澤, 2008)や長野県高野層中のDKP火山灰(長橋ほか, 2007)の測定値が公表されている. これらの値は, 水月湖の年縞コア中の火山灰SG06-4281 (Smith *et al.*, 2013)と一致しており, 両者は対

比されることが明らかになった(長橋ほか, 2016). DKPの下位には, 記載岩石学的特徴のよく似た大山関金テフラ(DSP)や大山生竹テフラ(DNP)が存在するが(第1図), これらは火山ガラスの主成分組成からDKPとは識別可能である(古澤, 2008).

3. 山陰1テフラ (SAN1)

SAN1は, DKPに近い層準にある普通角閃石に富み斜方輝石・黒雲母を僅かに伴うデイサイト質の降下火砕物である. 本テフラは, 日本海中部の多数のピストンコア試料においてATとAso-4の間に見つかる約5万年前の結晶質の火山灰を対象に定義されている(池原ほか, 2004). 火山ガラスの組成は, MgやTi含有量が高く, La/Y比が大きいアダカイト的な性質を持つことから山陰の火山起源のテフラと考えられていた(吉川, 1990). しかし, その組成は大山火山や三瓶火山の5万年前頃のテフラ群と一致しているわけではなく(池原ほか, 2004), SAN1の

第1表 テフラ一覧.

Bt = 黒雲母; Cpx = 単斜輝石; Cum = カミングトン閃石; Hb = 普通角閃石; Opx = 斜方輝石; bear = 含有. a): Smith *et al.* (2013); b): 青木ほか(2008); c): 長橋ほか(2016).

Table 1 List of tephra units in this study.

Bt = biotite; Cpx = clinopyroxene; Cum = cummingtonite; Hb = hornblende; Opx = orthopyroxene; bear = bearing. a): Smith *et al.* (2013); b): Aoki *et al.* (2008); c): Nagahashi *et al.* (2016).

Tephra	Name	Age	Rock type	Reference	
Hr-FP	Haruna-Futatsudake-Ikaho	榛名二ツ岳伊香保	1.5 ka	Opx Hb dacite	Arai (1962)
Nm-NK	Numazawa-Numazawako	沼沢沼沢湖	5.4 ka	Opx Hb dacite	Yamamoto (1995, 2003)
Nt-S	Nantai-Shichihonzakura	男体七本桜	17 ka	Hb-bear Opx Cpx dacite	Akutsu (1955)
Nt-I	Nantai-Imaichi	男体今市	17 ka	Opx Cpx dacite	Akutsu (1955)
As-YP	Asama-Itahana-Yellow	浅間板鼻黄色	17 ka	Hb-bear Opx Cpx dacite	Arai (1962)
Nt-KU1	Nantai-Kutsukake 1	男体沓掛1	ca 19 ka	Basalt	Suzuki (1993)
Nt-KU4	Nantai-Kutsukake 4	男体沓掛4	ca 22 ka	Basalt	Suzuki (1993)
Nt-OG	Nantai-Ogawa	男体小川	ca 23 ka	Basalt	Suzuki (1993)
AT	Aira-Tn	始良Tn	30 ka ^{a)}	Opx Cpx rhyolite	Machida & Arai (1976)
Ns-Os4	Nasu-Oshima 4	那須大島4	ca 40 ka	Andesite	Suzuki (1992)
Bn-Ob1	Bandai-Obandai 1	磐梯大磐梯1	ca 40 ka	Andesite	Yamamoto & Suto (1996)
Bn-OB2	Bandai-Obandai 2	磐梯大磐梯2	ca 44 ka	Andesite	Yamamoto & Suto (1996)
Ag-KP	Akagi-Kanuma	赤城鹿沼	44 ka ^{b)}	Hb-bear Opx Cpx dacite	Akutsu (1955)
Bn-HP1	Bandai-Hayama 1	磐梯葉山1	46 ka	Opx Cpx dacite	Yamamoto & Suto (1996)
Bn-Kb1	Bandai-Kobandai 1	磐梯小磐梯1	ca 50 ka	Andesite	Yamamoto & Suto (1996)
Ag-NM1	Akagi-Namekawa 1	赤城行川1	ca 50 ka	Hb Opx Cpx dacite	Suzuki (1990)
Ag-NM2	Akagi-Namekawa 2	赤城行川2	ca 54 ka	Hb Opx Cpx dacite	Suzuki (1990)
SAN1	San-in 1	山陰1	54 ka ^{c)}	Bt-Opx-bearing Hb dacite	Ikehara <i>et al.</i> (2004)
Nm-MZ	Numazawa-Mizunuma	沼沢水沼	ca 56 ka	Bt Cum Hb dacite	Yamamoto (1995, 2003)
DKP	Daisen-Kurayoshi	大山倉吉	60 ka ^{c)}	Bt-bear Opx Hb dacite	Machida & Arai (1979)
Bn-Kb2	Bandai-kobandai 2	磐梯小磐梯2	ca 60 ka	Andesite	Yamamoto & Suto (1996)
Ag-MzP2	Akagi-Mizunuma 2	赤城水沼2	ca 70 ka	Hb Opx Cpx dacite	Suzuki (1990)
Nk-HG	Nikko-Higashiakata	日光東赤田	ca 90 ka	Opx Cpx andesite	Suzuki (1993)
Aso-4	Aso 4	阿蘇4	89 ka	Opx Cpx Hb dacite	Machida <i>et al.</i> (1985)
On-Pm1	Ontake-1	御岳第1	96 ka ^{b)}	Opx-bear Bt Hb dacite	Kobayashi <i>et al.</i> (1967)
Ag-MzP6	Akagi-Mizunuma 6	赤城水沼6	ca 100 ka	Hb Opx dacite	Suzuki (1990)
Bn-Mn	Bandai-Mineyama	磐梯見祢山	ca 250 ka	Andesite	Yamamoto & Suto (1996)

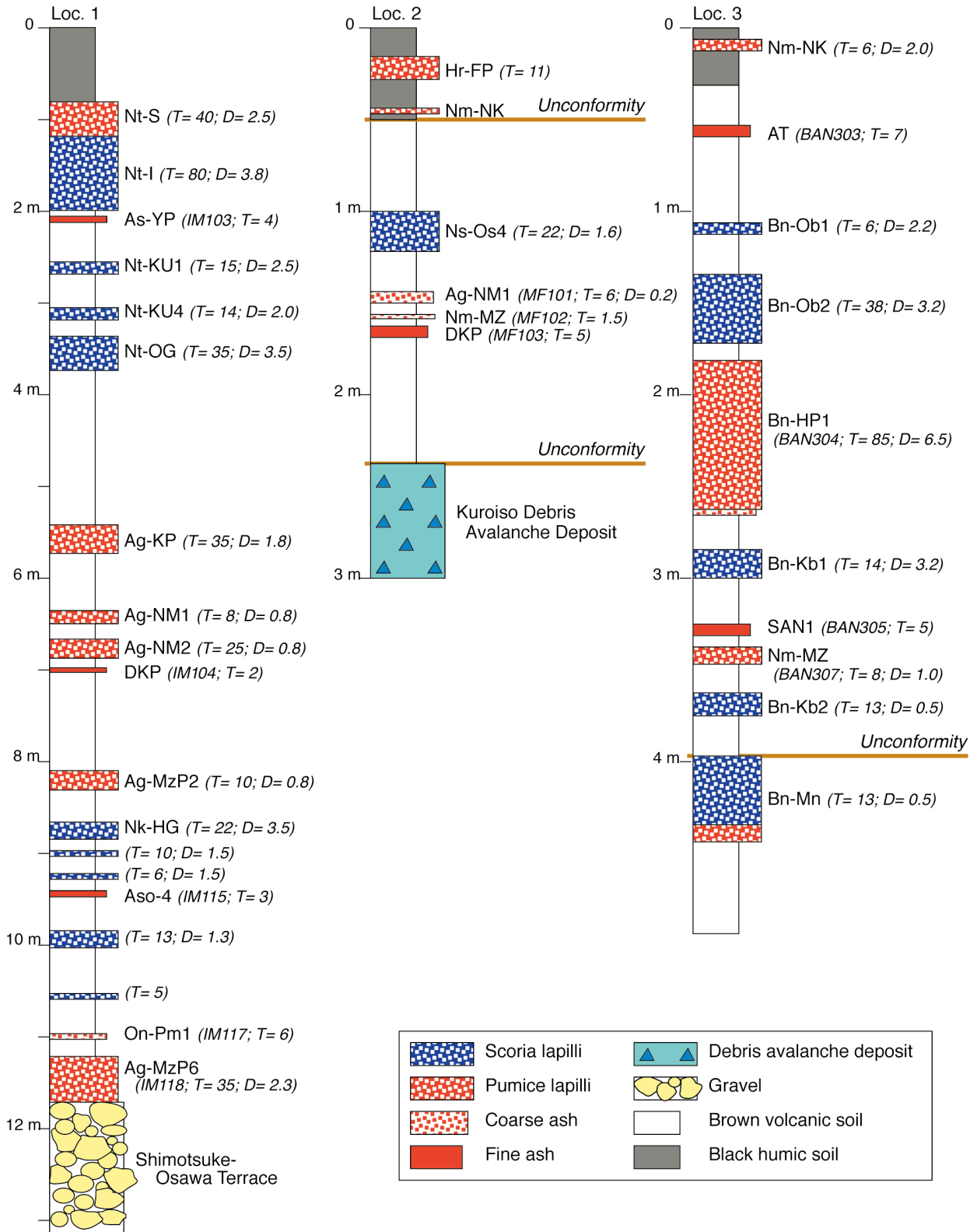
給源は未だ特定されてはいない。水月湖の年縞コアでは、DKP相当層の上位にある火山灰SG06-4141 (Smith *et al.*, 2013) と主成分が一致しており、SAN1 と対比されることが明らかになった(長橋ほか, 2016)。

4. 東北日本南部の DKP 対比テフラ

DKP分布主軸の風下に位置する東北日本南部からはDKPに対比可能なテフラが各地で記載されている(第1図)。このうち山元(1999)の今市(Loc. 1)と真船(Loc. 2)、山元・須藤(1996)の赤埴林道(Loc. 3)で確認されたDKP対比テフラの産状を以下に記述する。各テフラの名称と引用文献は、第1表にまとめている。

4. 1 今市(Loc. 1)

栃木県日光市今市周辺の鬼怒川右岸には、MIS5d期に離水した河岸段丘が広がっている(山元, 2006)。本露頭[山元(1999)のLoc. 50]は、この段丘にある大室ダム建設時の掘削法面で、河川流路堆積物を覆う厚さ12 mの風成層が観察できた(第2図)。ただし、現在、法面は被覆され水没している。風成層中には日光火山群起源のテフラ(Nt-S, Nt-I, Nt-KU群, Nt-OG, Nk-HG)と赤城火山起源のテフラ(Ag-KP, Ag-NM1, Ag-NM3, Ag-MzP6)が多数確認できた。周辺地域のテフラ層序を明らかにした鈴木(1993)は、Ag-NM2の直下にDKPに対比されるテフラ層があることを明らかにしており、本露頭でも同層準にその存在が確認できた。このテフラ(IM104)は最大層厚2 cmの黄色細粒火山灰のレンズで、鏡下では斜長石・



第2図 Loc. 1・2・3における降下火砕物を挟む風成層の柱状図。
 テフラの名称は第1表を参照のこと。T=テフラ層の層厚(単位はcm)。D=粒子の平均最大粒径(単位はcm)。山元(1999)と山元・須藤(1996)を一部改変。

Fig. 2 Stratigraphic columns of eolian deposits including pyroclastic fall deposits at Locs. 1, 2 and 3. See Table 1 for the tephra names. T = thickness of the tephra unit in centimeters. D = average maximum diameter of grains of the tephra unit in centimeters. Modified from Yamamoto (1999) and Yamamoto and Suto (1996).

第2表 テフラの特徴.

Bt = 黒雲母; Cpx = 単斜輝石; Cum = カミングトン閃石; Hb = 普通角閃石; Opx = 斜方輝石; Qz = 石英; [] = 微量成分. A = 山元・須藤(1996); B = 山元(1999); C = 吉川ほか(2010); D = 本研究. Loc X = 37.57698°N, 140.10006°E; Loc Y = 36.60955°N, 139.73396°E.

Table 2 Characteristics of tephra units.

Bt = biotite; Cpx = clinopyroxene; Cum = cummingtonite; Hb = hornblende; Opx = orthopyroxene; Qz = quartz; [] = minor component. A = Yamamoto and Suto (1996); B = Yamamoto (1999); C = Yoshikawa *et al.* (2010); D = this study. Loc. X = 37.57698°N, 140.10006°E; Loc. Y = 36.60955°N, 139.73396°E.

Unit	Sample	Loc.	Mineral composition	Refractive index mode				Ref.
				Glass (n)	Opx (γ)	Hb (n2)	Cum (n2)	
As-YP	IM103	1	Opx > Cpx, [Hb]	1.501-1.503 (100%)	1.705-1.709 (90%)			C
AT	BAN303	3	bubble-wall glass only	1.498-1.501 (100%)				A
Bn-HP1	BAN108	X	Opx > Cpx, [Hb]	1.506-1.508 (80%)	1.714-1.717 (80%)			A
Ag-NM1	MF101	2	Opx > Hb, Cpx, [Ol]; [Qz]	1.503-1.507 (50%) 1.498-1.502 (20%)	1.703-1.707 (60%)	1.679-1.684 (70%)		D
Ag-NM1	KN109	Y	Opx > Cpx, Hb; Qz	1.512-1.515 (50%) 1.503-1.507 (30%) 1.496-1.499 (20%)	1.702-1.710 (90%)	1.678-1.685 (90%)		C
Ag-NM2	KN108	Y	Opx > Cpx, [Hb]	1.506-1.509 (90%)	1.705-1.712 (90%)	[1.673-1.677 (50%)] [1.680-1.688 (30%)]		C
SAN1	BAN305	3	Hb > Opx > Bt	1.503-1.509 (60%) 1.499-1.502 (40%)	1.702-1.705 (80%)	1.675-1.684 (100%)		A
Nm-MZ	BAN107	X	Hb > Cum, Bt, [Opx]; Qz	1.499-1.500 (80%)	[1.703-1.716 (100%)]	1.669-1.672 (70%)	1.657-1.660 (60%)	A
DKP	IM104	1	Hb > Opx, [Bt, Ol]	1.499, 1.506	1.702-1.706 (90%)	1.679-1.683 (80%)		C
Aso-4	IM115	1	Opx, Hb > Cpx	1.505-1.509 (100%)	1.698-1.702 (70%)	1.689-1.694 (60%)		B
On-Pm1	IM117	1	Hb > Bt, [Opx, Cpx]; Qz	1.499-1.502 (100%)	[1.708-1.711 (70%)]	1.678-1.692 (90%)		B
Ag-MzP6	IM118	1	Opx > Hb	1.502, 1.511	1.706-1.709 (70%)	1.677-1.681 (40%)		B

普通角閃石・斜方輝石を含み、ほとんどの火山ガラスは風化により粘土化している。斑晶鉱物の特徴は概ねDKPと一致しており(第2表)、山元(1999)ではDKPとして記載している。この露頭からは、他に広域テフラのAso-4(IM115)とOn-Pm1(IM117)が確認できた。IM117は普通角閃石と黒雲母を含む流紋岩質の粗粒火山灰からなり、山元(1999)ではNm-SBとして記載したものの、火山ガラスの主成分分析でOn-Pm1を誤認していたことが明らかになった(第3図; 第A2表)。

4.2 真船(Loc. 2)

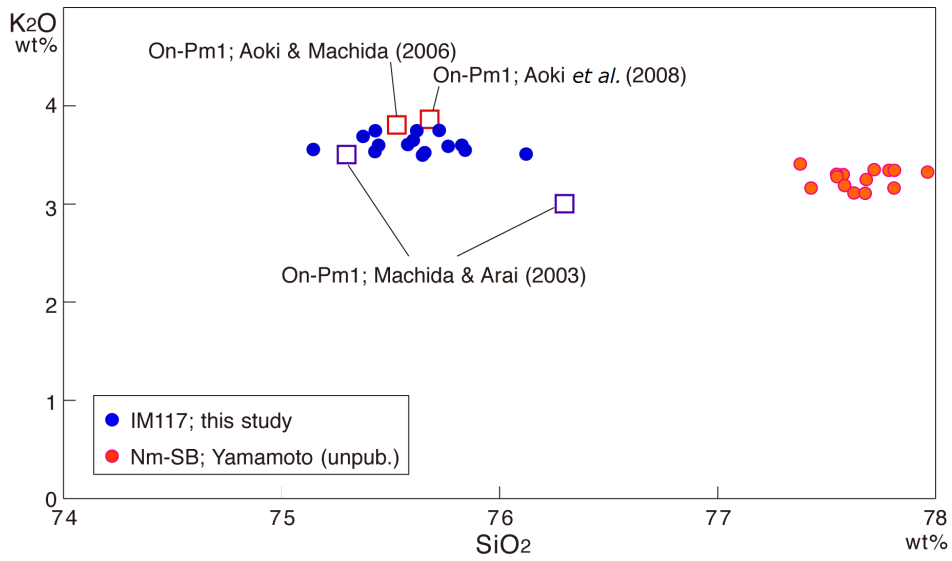
福島県西郷村真船[山元(1999)のLoc. 28]の堀川ダム建設時に出現した露頭で、現在はダム本体下に埋没している。露頭の中位には約23万年前に発生した那須火山起源の黒礫岩屑なだれ堆積物があり、山元(1999)では岩屑なだれ堆積物よりも下位の降下火砕物群のみを記載している。第2図に示した柱状図は露頭最上部の下刻された岩屑なだれ堆積物を覆う風成層で、地形的には流れ山間の窪地に堆積したものである。中央部には那須火山起源のスコリア質テフラ(Ns-Os4)があり、その下位から3枚のデイサイト質のテフラ層が確認できた。このうち上位の層厚6cmの粗粒火山灰(MF101)は、斜方輝石・単斜輝石・普通角閃石を含み、鉱物の屈折率の特徴はAg-NM1

と一致している(第2表)。下位の層厚5cmの黄色細粒火山灰(MF103)は、普通角閃石・斜方輝石を含むことからDKPに対比され、間の最大層厚1.5cmの軽石粒子を含む粗粒火山灰のレンズ(MF102)は層序関係からAg-NM2に対比されると露頭観察時には考えていた。ただし、今回の鏡下の観察でMF102には石英・普通角閃石・黒雲母が特徴的に含まれることが明らかになり、これをAg-NM2に対比することには無理がある。

4.3 赤埴林道(Loc. 3)

福島県猪苗代町の磐梯山南東山腹を走る赤埴林道沿いの露頭[山元・須藤(1996)のLoc. 3]で、磐梯火山起源のテフラ群(Bn-Ob群, Bn-HP1, Bn-Kb群)に挟まれてDKP対比テフラ(BAN305)と沼沢水沼テフラ(Nm-MZ; BAN307)が確認できる(第2図・第4図)。本露頭における両テフラの存在は、千葉ほか(1994)や鈴木ほか(1995)から既に記載されていた。

BAN305は最大層厚5cmの黄色細粒火山灰のレンズとして下位のNm-MZ由来火砕物を多く含む褐色火山灰土中に挟まれている。Loc. 3は山腹の露頭であり、上部斜面からの碎屑物の供給が多い場所に位置している。鏡下では軽石型の無色透明火山ガラス片を伴う結晶質火山灰で、斜長石・普通角閃石・斜方輝石・鉄鉱・黒雲母



第3図 IM114火山ガラスのK₂O-SiO₂図.

□は御岳第1テフラ (On-Pm1) の分析値の平均で、町田・新井(2003)、青木・町田(2006)、青木ほか(2008)による。

Fig. 3 K₂O versus SiO₂ for volcanic glass shards in IM114.

Squares are mean values for the Ontake-1 tephra (On-Pm1) from Machida and Arai (2003), Aoki and Machida (2006) and Aoki *et al.* (2008).



第4図 赤埴林道沿いに露出するBAN307とBAN305 (Loc. 3).

BAN307は細礫サイズの軽石を含む粗粒火山灰からなる。BAN305は連続性の悪い黄色細粒火山灰のレンズからなり、火砕物を多く含む褐色火山灰土に挟まれている。

Fig. 4 Close-up of BAN307 and BAN305 at the Akahani Forrest Road (Loc. 3).

BAN307 consists of coarse ash containing pumice granules. BAN305 is a discontinuous lens of yellow fine ash within brown volcanic soil including abundant pyroclastic materials from BAN307.

の順で多く含まれている。普通角閃石と斜方輝石の屈折率はDKPのそれらと良く一致しており(第2表)、従来研究の対比に問題はないものと判断していた(山元・須藤, 1996)。一方、火山ガラスの屈折率はバイモーダルな分布を示すが、DKPとは異なる低屈折率ガラスは直下のNm-MZが混入したものと考えていた(山元・須藤, 1996)。

5. 火山ガラスの主成分分析

火山ガラスの主成分分析は株式会社 古澤地質に依頼し、エネルギー分散型X線マイクロアナライザー(EDX)を用いて測定された。EDX測定手法は及川ほか(2005)に準じており、4 μm 四方の範囲を約150 nmのビーム径にて走査させている。測定対象は、Loc. 1のIM104, Loc. 2のMF102とMF103, Loc. 3のBAN305とBAN307である。火山ガラスの分析結果は、総量を100%に再計算したSiO₂量で、MF102は77.6 ~ 78.2 wt%, MF103は73.6 ~ 74.8 wt%, BAN307は77.9 ~ 78.5 wt%に比較的良くまとまっている(第5図)。これに対してIM104とBAN305の火山ガラスは異なる領域に測定値が分かれるので、風成層中で複数のテフラが混合しているものと考えられる。測定結果の詳細は付録を参照されたい。

6. 主成分によるテフラの対比

前述のように、水月湖年縞コア中の火山灰SG06-4281 (Smith *et al.*, 2013)がDKPに対比される(長橋ほか, 2016)。MF103火山ガラスは、いずれの成分でもSG06-4281との一致が良く、これがDKPに対比できることに問題はない(第5図)。古澤(2008)はDKP火山ガラスのSiO₂量は74 ~ 76 wt%, 下位のDSP火山ガラスのSiO₂量は70 ~ 76 wt%, DNP火山ガラスのSiO₂量は72 ~ 75 wt%で、DKPとDSP・DNPとは識別可能であることを示している。MF103火山ガラスのSiO₂量範囲はDKPに近く、DNS・DNP程には広く分散していない。DNS・DNPの等層厚線分布(第1図)からみても、MF103が地理的に両テフラに対比されることはありそうにない。風化の著しいIM104も僅かに残った火山ガラスの中にはSG06-4281と一致するものが含まれることから、これもDKPに対比可能であろう。IM104に混入するSiO₂量が77.7 wt%以上の火山ガラスは後述するNm-MZに組成が比較的類似している。

BAN307がNm-MZであることは、構成物の特徴(第2表)や層厚分布(第1図)から確実である(山元, 2003)。MF102は、DKPに対比されるMF103とAg-NM1に對されるMF101の間にあることからAg-NM2と当初は考えていた。しかし、その主成分組成はSiO₂量が若干低くずれるものの、BAN307と良く重なっておりNm-MZに対比される。またAg-NM2とは組成が大きく異なっており(山元,

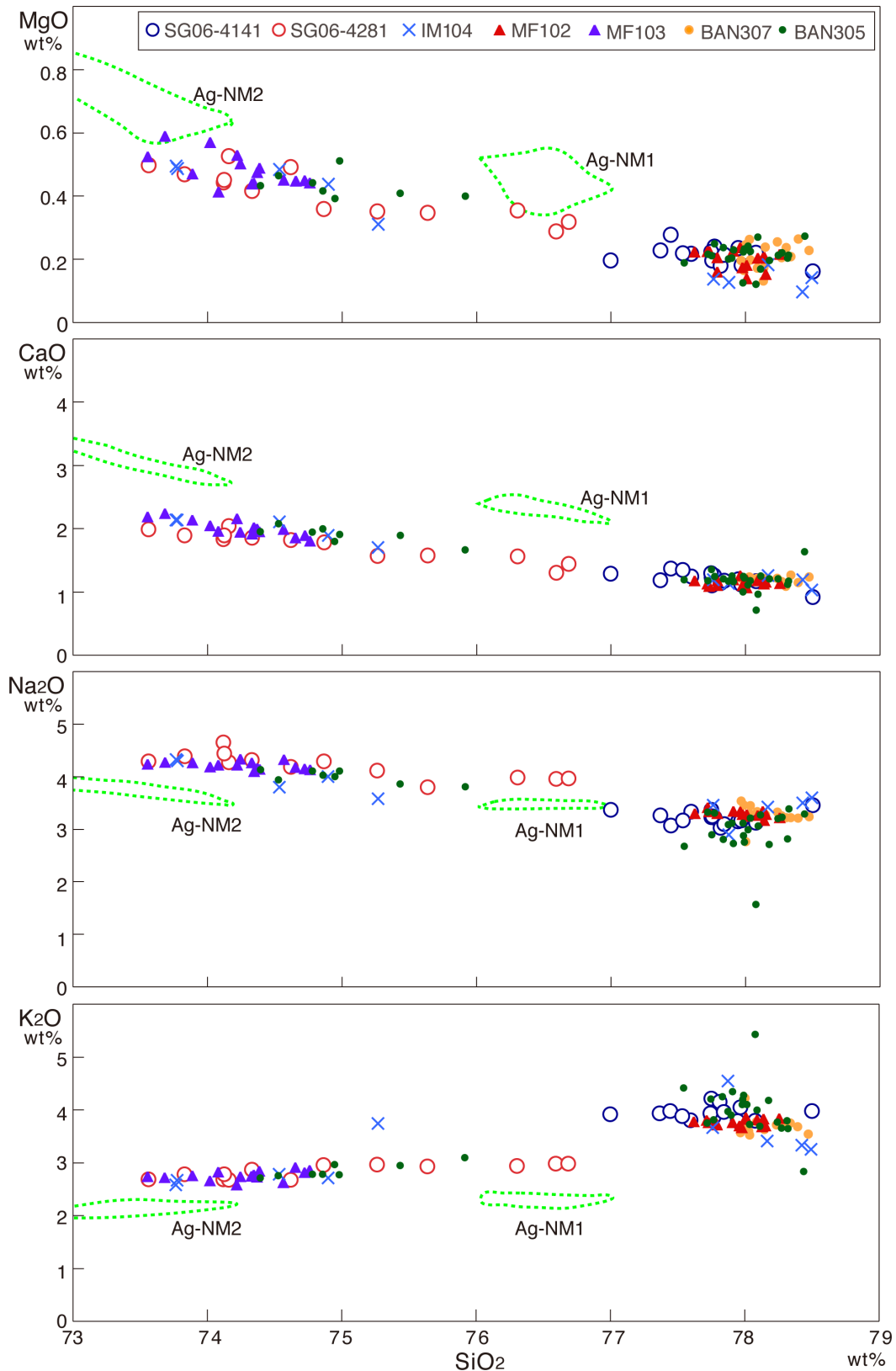
2016)、この対比は成立し得ない(第5図)。

BAN305はこれまでDKPに対比されてきたテフラではあるものの(千葉ほか, 1994; 鈴木ほか, 1995; 山元・須藤, 1996)、真船(Loc. 2)の層序からDKPはNm-MZの下位にあることが確実となり、従来の対比を修正する必要がある。BAN305は火砕物を多く含む火山灰土中にレンズ状に挟まれていることや(第4図)、構成物の特徴(第2表)から、これは複数のテフラの混合物である可能性が指摘されていた(山元・須藤, 1996)。実際に主成分の特徴からも、下位のDKPとNm-MZからの火山ガラスの混入が指摘できよう(第5図)。BAN305の残りの火山ガラスはNm-MZよりもK₂Oに富み、Na₂Oに乏しい特徴がある。ただし、他の主成分ではNm-MZとの区別は難しい。DKPの直上にあり、このような主成分の特徴を持つテフラには、新潟沖の日本海中部に広く分布するSAN1がある。第5図にはSAN1に対比される水月湖年縞コアの火山灰SG06-4141 (Smith *et al.*, 2013)も表示している。一方で、周辺地域でDKPの直上にある赤城起源テフラ(Ag-NM1とAg-NM2)の主成分組成(山元, 2016)の火山ガラスは、BAN305とは大きく異なっており、これらの遠方相である可能性は全くない。SAN1に対比可能なテフラの存在が東北日本の陸域で発見されたのはこれが初めてであるが、BAN305と同様に、DKPと記載されたテフラの中には他でもSAN1が誤認されている可能性があるろう。

7. テフラの年代

年縞によるSG06モデル年代によると、DKPは59,570 \pm 2,769 yBP, SAN1は54,389 \pm 814 yBPとされている(長橋ほか, 2016)。一方、山元・長谷部(2014)は沼沢火山水沼噴火で形成された堰止め湖の埋没化石樹木から48,180 \pm 580 yBPの補正放射性炭素年代値を報告している。この試料は放射性炭素年代測定の限界に近いものの、測定では標準現代炭素に対する試料炭素の¹⁴C濃度の割合でバックグランドよりも有意に高いシグナルが得られた確度の高いものである。また、この年代は既存プログラムの較正可能レンジよりも古く暦年代は与えられないものの、較正可能限界付近の年代では、暦年較正年代が放射性炭素年代よりも5千年前後古くなる傾向があるので、沼沢火山水沼噴火の実年代は5千年前よりも更に若干遡るものと推定されている(山元・長谷部, 2014)。今回の火山ガラス主成分分析により修正した下位からDKP, Nm-MZ, SAN1の順になる層序関係は、SG06モデル年代と山元・長谷部(2014)のNm-MZの年代を整合させるものであり、かつて山元(2003)が指摘したDKPの対比における矛盾を解消している。

謝辞：本研究は、これまでの地質図幅の調査研究で得られた成果を基としている。歴代の地質図幅研究の責任



第5図 火山ガラスのMgO, CaO, Na₂O, K₂O-SiO₂図.
 SG06-4141・SG06-4281 = Smith *et al.* (2013) ; Ag-NM1・Ag-NM2 = 山元 (2016) .

Fig. 5 MgO, CaO, Na₂O and K₂O versus SiO₂ for volcanic glass shards.
 SG06-4141 and SG06-4281 = Smith *et al.* (2013); Ag-NM1 and Ag-NM2 = Yamamoto (2016).

者の方々には、様々な便宜を図って頂いた。また、査読者の水野清秀さん、編集担当の工藤 崇さんの御指摘は、原稿の修正に有益であった。以上の方々に感謝いたします。

文 献

- 阿久津 純(1955) 宇都宮周辺の関東火山灰層と河成段丘. 宇都宮大学学芸学部研究論集, **4**, 33-46.
- 青木かおり・町田 洋(2006) 日本に分布する第四紀後期広域テフラの主元素組成 - K_2O - TiO_2 図によるテフラの識別. 地調研報, **57**, 239-258.
- 青木かおり・入野智久・大場忠道(2008) 鹿島沖海底コアMD01-2421の後期更新世テフラ層序. 第四紀研究, **47**, 391-407.
- 新井房夫(1962) 関東盆地北西部地域の第四紀編年. 群馬大学紀要自然科学編, no.10, 1-79.
- 千葉茂樹・木村純一・佐藤美穂子・富塚玲子(1994) 福島県磐梯火山のテフラローム層序と火山活動史. 地球科学, **48**, 223-240.
- 古澤 明(2008) ガラス包有物の主成分分析によるテフラ識別の試み: 大山テフラDKP, DSP, DNPの識別を例として. 地質雑, **114**, 618-631.
- 池原 研・吉川清志・Chun, J.-H. (2004) 日本海中部大和海盆から採取された酸素同位体ステージ3に噴出した3枚の火山灰. 第四紀研究, **43**, 201-212.
- 吉川清志(1990) ICP発光分析を用いたテフラの同定法とその応用. 地学雑, **99**, 743-758.
- 小林国夫・清水英樹・北沢和男・小林武彦(1967) 御嶽火山第一浮石層. 地質雑, **73**, 291-308.
- 町田 洋・新井房夫(1976) 広域に分布する火山灰-始良Tn火山灰の発見とその意義. 科学, **46**, 339-347.
- 町田 洋・新井房夫(1979) 大山倉吉軽石層-分布の広域性と第四紀編年上の意義. 地学雑, **88**, 313-330.
- 町田 洋・新井房夫(1992) 火山灰アトラス. 東京大学出版会, 276p.
- 町田 洋・新井房夫(2003) 新編火山灰アトラス-日本列島とその周辺. 東京大学出版会, 336p.
- 町田 洋・新井房夫・百瀬 貢(1985) 阿蘇4火山灰-分布の広域性と後期更新世指標層としての意義. 火山, **30**, 49-70.
- 丸山 正・齋藤 勝(2014) 富山県南砺市法林寺地区のボーリングコアにおける火山ガラスを含む大山倉吉テフラ(DKP)の認定とその北陸地域の活断層の活動性評価における意義. 地調研報, **65**, 1-9.
- 長橋良隆・佐藤孝子・竹下欣宏・田原敬治・公文富士夫(2007) 長野県, 高野層ボーリングコア(YKN-2004)に挟在する広域テフラ層の層序と編年. 第四紀研究, **46**, 305-325.
- 長橋良隆・深谷桃子・木村純一・常 青・佐川拓也・中川 毅・池原 研・KR15-10乗船研究者一同・SG06プロジェクトメンバー一同(2016) 大山倉吉テフラと山陰1テフラの層序と年代: 若狭湾沖堆積物コアと水月湖SG06コアによる検討. 日本地質学会第123年学術大会講演要旨, 154.
- 及川輝樹・古澤 明・高橋 康(2005) 中部日本, 小諸層群における鮮新世広域テフラ; 大杭層中のU-1火砕流堆積物とZnp-大田テフラとの対比. 地質雑, **111**, 308-311.
- Smith, V.C., Staff, R.A., Blockley, S.P.E., Bronk Ramsey, C., Nakagawa, T., Mark, D.F., Takemura, K. and Danhara, T. (2013) Identification and correlation of visible tephra in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronising of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150 ka. *Quaternary Science Reviews*, **67**, 121-137.
- 鈴木毅彦(1990) テフロクロノロジーからみた赤城火山最近20万年間の噴火史. 地学雑, **99**, 60-75.
- 鈴木毅彦(1992) 那須火山のテフロクロノロジー. 火山, **37**, 251-263.
- 鈴木毅彦(1993) 北関東那須野原周辺に分布する指標テフラ層. 地学雑, **102**, 73-90.
- 鈴木毅彦・木村純一・早田 勉・千葉茂樹・小荒井 衛・新井房夫・吉永秀一郎・高田将志(1995) 磐梯火山周辺に分布する広域テフラ. 地学雑, **104**, 551-560.
- 竹本弘幸(1991) 大山倉吉軽石層とこれにまつわる諸問題. 駒澤地理, **27**, 131-150.
- 山元孝広(1995) 沼沢火山における火砕流噴火の多様性: 沼沢湖および水沼火砕堆積物の層序. 火山, **40**, 67-81.
- 山元孝広(1999) 福島-栃木地域に分布する30-10万年前のプリニー式降下火砕物: 沼沢・燧ヶ岳・鬼怒沼・砂子原火山を給源とするテフラ群の層序. 地調月報, **50**, 743-767.
- 山元孝広(2003) 東北日本, 沼沢火山の形成史: 噴出物層序, 噴出年代及びマグマ噴出量の再検討. 地調研報, **54**, 323-340.
- 山元孝広(2006) 宇都宮市宝積寺段丘を貫くUT05コアの層序記載と鬼怒川の堆積侵食履歴. 地調研報, **57**, 217-228.
- 山元孝広(2016) 赤城火山軽石噴火期のマグマ噴出率と組成の変化. 地質雑, **122**, 109-126.
- 山元孝広(2017) 大山火山噴火履歴の再検討. 地調研報, **68**, 1-16.
- 山元孝広・須藤 茂(1996) テフラ層序からみた磐梯火山の噴火活動史. 地調月報, **47**, 335-359.
- 山元孝広・長谷部忠夫(2014) 福島県只見町野津の埋没化石林の放射性炭素年代: 沼沢火山水沼噴火年代の

再検討. 地質雑, 120, 1-9.

(受 付 : 2016年12月5日 ; 受 理 : 2017年5月23日)

吉川敏之・山元孝広・中江 訓(2010) 宇都宮地域の地質. 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, 79p.

(早期公開: 2017年9月4日)

東北日本における大山倉吉テフラと山陰1テフラの降下層準（山元）

付録

Appendices

第A1表 IM104 (DKP) 中の火山ガラスのEDXによる主成分分析結果。
Ave. = 平均；S.D. = 標準偏差

Table A1 Major element contents of volcanic glass shards in IM104 (DKP) by EDX measurements.
Ave. = average; S.D. = standard deviation.

IM104 (DKP)													
point No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ave.	S.D.	
SiO ₂	69.46	70.34	68.67	68.63	72.83	73.32	68.20	73.40	71.90	73.89	SiO ₂	71.06	2.24
TiO ₂	0.17	0.27	0.25	0.20	0.07	0.10	0.29	0.18	0.25	0.27	TiO ₂	0.21	0.08
Al ₂ O ₃	13.51	12.87	13.55	13.12	11.21	11.41	13.38	11.51	10.97	11.60	Al ₂ O ₃	12.31	1.06
FeO	1.46	1.26	1.61	1.30	1.29	1.03	1.55	1.17	1.01	0.87	FeO	1.26	0.24
MnO	0.05	0.00	0.14	0.11	0.08	0.05	0.17	0.17	0.13	0.01	MnO	0.09	0.06
MgO	0.45	0.29	0.46	0.40	0.17	0.09	0.45	0.13	0.13	0.12	MgO	0.27	0.16
CaO	1.96	1.59	1.99	1.73	1.17	1.11	1.97	1.12	0.94	1.07	CaO	1.47	0.42
Na ₂ O	3.54	3.34	4.02	3.66	3.18	3.27	3.97	3.26	3.29	2.74	Na ₂ O	3.43	0.38
K ₂ O	2.59	3.49	2.40	2.48	3.17	3.11	2.46	3.45	2.98	4.31	K ₂ O	3.04	0.60
Total	93.19	93.45	93.09	91.63	93.17	93.49	92.44	94.39	91.60	94.88		93.13	

point No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ave.	S.D.	
SiO ₂	74.54	75.27	73.77	74.90	78.17	78.43	73.78	77.76	78.49	77.88	SiO ₂	76.30	2.01
TiO ₂	0.18	0.29	0.27	0.22	0.08	0.11	0.31	0.19	0.27	0.28	TiO ₂	0.22	0.08
Al ₂ O ₃	14.50	13.77	14.56	14.32	12.03	12.20	14.47	12.19	11.98	12.23	Al ₂ O ₃	13.23	1.18
FeO	1.57	1.35	1.73	1.42	1.38	1.10	1.68	1.24	1.10	0.92	FeO	1.35	0.26
MnO	0.05	0.00	0.15	0.12	0.09	0.05	0.18	0.18	0.14	0.01	MnO	0.10	0.07
MgO	0.48	0.31	0.49	0.44	0.18	0.10	0.49	0.14	0.14	0.13	MgO	0.29	0.17
CaO	2.10	1.70	2.14	1.89	1.26	1.19	2.13	1.19	1.03	1.13	CaO	1.57	0.46
Na ₂ O	3.80	3.57	4.32	3.99	3.41	3.50	4.29	3.45	3.59	2.89	Na ₂ O	3.68	0.43
K ₂ O	2.78	3.73	2.58	2.71	3.40	3.33	2.66	3.66	3.25	4.54	K ₂ O	3.26	0.62
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		100.00	

第A2表 IM117 (On-Pm1) 中の火山ガラスのEDXによる主成分分析結果。
Ave. = 平均；S.D. = 標準偏差

Table A2 Major element contents of volcanic glass shards in IM117 (On-Pm1) by EDX measurements.
Ave. = average; S.D. = standard deviation.

IM117 (On-Pm1)																		
point No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Ave.	S.D.	
SiO ₂	71.03	71.72	73.37	72.78	72.23	72.52	72.33	72.28	71.93	71.13	71.10	70.92	71.31	71.35	70.39	SiO ₂	71.76	0.82
TiO ₂	0.09	0.19	0.13	0.11	0.16	0.12	0.27	0.08	0.14	0.24	0.19	0.15	0.13	0.25	0.18	TiO ₂	0.16	0.06
Al ₂ O ₃	12.76	13.62	13.49	12.99	13.31	13.18	13.36	13.21	13.06	13.12	13.16	13.17	13.10	13.14	12.86	Al ₂ O ₃	13.17	0.22
FeO	1.00	0.92	1.15	1.10	1.03	0.93	0.92	1.02	1.02	0.85	1.06	0.98	0.89	0.88	0.93	FeO	0.98	0.09
MnO	0.03	0.08	0.09	0.19	0.00	0.26	0.00	0.07	0.16	0.17	0.13	0.10	0.04	0.17	0.14	MnO	0.11	0.07
MgO	0.14	0.20	0.17	0.27	0.20	0.18	0.21	0.19	0.21	0.21	0.18	0.17	0.17	0.17	0.13	MgO	0.19	0.03
CaO	1.38	1.60	1.49	1.51	1.55	1.49	1.52	1.52	1.62	1.56	1.59	1.47	1.57	1.56	1.54	CaO	1.53	0.06
Na ₂ O	3.61	3.72	3.71	3.58	3.63	3.50	3.64	3.61	3.53	3.61	3.52	3.54	3.56	3.65	3.35	Na ₂ O	3.58	0.09
K ₂ O	3.27	3.39	3.39	3.45	3.36	3.59	3.45	3.42	3.47	3.39	3.33	3.52	3.53	3.49	3.29	K ₂ O	3.42	0.09
Total	93.31	95.44	96.99	95.98	95.47	95.77	95.70	95.40	95.14	94.28	94.26	94.02	94.30	94.66	92.81		94.90	

point No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Ave.	S.D.	
SiO ₂	76.12	75.15	75.65	75.83	75.66	75.72	75.58	75.77	75.60	75.45	75.43	75.43	75.62	75.38	75.84	SiO ₂	75.61	0.23
TiO ₂	0.10	0.20	0.13	0.11	0.17	0.13	0.28	0.08	0.15	0.25	0.20	0.16	0.14	0.26	0.19	TiO ₂	0.17	0.06
Al ₂ O ₃	13.67	14.27	13.91	13.53	13.94	13.76	13.96	13.85	13.73	13.92	13.96	14.01	13.89	13.88	13.86	Al ₂ O ₃	13.88	0.17
FeO	1.07	0.96	1.19	1.15	1.08	0.97	0.96	1.07	1.07	0.90	1.12	1.04	0.94	0.93	1.00	FeO	1.03	0.09
MnO	0.03	0.08	0.09	0.20	0.00	0.27	0.00	0.07	0.17	0.18	0.14	0.11	0.04	0.18	0.15	MnO	0.11	0.08
MgO	0.15	0.21	0.18	0.28	0.21	0.19	0.22	0.20	0.22	0.22	0.19	0.18	0.18	0.18	0.14	MgO	0.20	0.03
CaO	1.48	1.68	1.54	1.57	1.62	1.56	1.59	1.59	1.70	1.65	1.69	1.56	1.66	1.65	1.66	CaO	1.61	0.06
Na ₂ O	3.87	3.90	3.83	3.73	3.80	3.65	3.80	3.78	3.71	3.83	3.73	3.77	3.78	3.86	3.61	Na ₂ O	3.78	0.08
K ₂ O	3.50	3.55	3.50	3.59	3.52	3.75	3.61	3.58	3.65	3.60	3.53	3.74	3.74	3.69	3.54	K ₂ O	3.61	0.09
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		100.00	

第A3表 MF102 (Nm-MZ) 中の火山ガラスのEDXによる主成分分析結果.
Ave.=平均; S.D.=標準偏差

Table A3 Major element contents of volcanic glass shards in MF102 (Nm-MZ) by EDX measurements.
Ave. = average; S.D. = standard deviation.

MF102 (Nm-MZ)																		
point No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Ave.	S.D.	
SiO ₂	72.89	72.06	72.55	72.83	72.83	72.31	73.27	72.92	73.23	71.92	72.12	72.92	72.93	73.11	72.56	SiO ₂	72.70	0.43
TiO ₂	0.23	0.29	0.23	0.16	0.19	0.18	0.06	0.10	0.20	0.08	0.16	0.21	0.22	0.15	0.16	TiO ₂	0.17	0.06
Al ₂ O ₃	11.84	11.52	11.59	11.76	11.77	11.63	11.70	11.45	11.90	11.39	11.61	11.83	11.62	11.61	11.49	Al ₂ O ₃	11.65	0.15
FeO	0.81	0.84	0.71	0.74	0.81	0.78	0.87	0.72	0.93	0.87	0.73	0.90	0.73	0.86	0.88	FeO	0.81	0.07
MnO	0.16	0.15	0.11	0.01	0.10	0.22	0.00	0.17	0.09	0.13	0.03	0.08	0.00	0.17	0.05	MnO	0.10	0.07
MgO	0.15	0.19	0.21	0.13	0.21	0.16	0.19	0.20	0.21	0.19	0.14	0.21	0.19	0.17	0.22	MgO	0.18	0.03
CaO	1.03	1.09	1.11	1.11	1.05	1.02	1.11	1.05	1.11	1.03	1.06	1.02	1.10	1.00	1.17	CaO	1.07	0.05
Na ₂ O	3.09	3.05	3.11	3.06	3.19	3.04	3.13	3.00	3.11	2.91	3.02	3.12	3.04	3.04	3.10	Na ₂ O	3.07	0.07
K ₂ O	3.50	3.44	3.50	3.56	3.56	3.39	3.45	3.57	3.56	3.52	3.41	3.52	3.56	3.61	3.44	K ₂ O	3.51	0.07
Total	93.70	92.63	93.12	93.36	93.71	92.73	93.78	93.18	94.34	92.04	92.28	93.81	93.39	93.72	93.07	Total	93.26	
MF102 (Nm-MZ)																		
point No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Ave.	S.D.	
SiO ₂	77.79	77.79	77.91	78.01	77.72	77.98	78.13	78.26	77.62	78.14	78.15	77.73	78.09	78.01	77.96	SiO ₂	77.95	0.19
TiO ₂	0.25	0.31	0.25	0.17	0.20	0.19	0.06	0.11	0.21	0.09	0.17	0.22	0.24	0.16	0.17	TiO ₂	0.19	0.07
Al ₂ O ₃	12.64	12.44	12.45	12.60	12.56	12.54	12.48	12.29	12.61	12.38	12.58	12.61	12.44	12.39	12.35	Al ₂ O ₃	12.49	0.11
FeO	0.86	0.91	0.76	0.79	0.86	0.84	0.93	0.77	0.99	0.95	0.79	0.96	0.78	0.92	0.95	FeO	0.87	0.08
MnO	0.17	0.16	0.12	0.01	0.11	0.24	0.00	0.18	0.10	0.14	0.03	0.09	0.00	0.18	0.05	MnO	0.11	0.07
MgO	0.16	0.21	0.23	0.14	0.22	0.17	0.20	0.21	0.22	0.21	0.15	0.22	0.20	0.18	0.24	MgO	0.20	0.03
CaO	1.10	1.18	1.19	1.19	1.12	1.10	1.18	1.13	1.18	1.12	1.15	1.09	1.18	1.07	1.26	CaO	1.15	0.05
Na ₂ O	3.30	3.29	3.34	3.28	3.40	3.28	3.34	3.22	3.30	3.16	3.27	3.33	3.26	3.24	3.33	Na ₂ O	3.29	0.06
K ₂ O	3.74	3.71	3.76	3.81	3.80	3.66	3.68	3.83	3.77	3.82	3.70	3.75	3.81	3.85	3.70	K ₂ O	3.76	0.06
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	Total	100.00	

第A4表 MF103 (DKP) 中の火山ガラスのEDXによる主成分分析結果.
Ave.=平均; S.D.=標準偏差

Table A4 Major element contents of volcanic glass shards in MF103 (DKP) by EDX measurements.
Ave. = average; S.D. = standard deviation.

MF103 (DKP)																		
point No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Ave.	S.D.	
SiO ₂	70.14	71.12	69.55	69.24	68.95	69.98	69.92	68.91	70.17	68.68	69.47	69.19	69.35	68.84	68.87	SiO ₂	69.49	0.67
TiO ₂	0.19	0.20	0.21	0.18	0.28	0.23	0.27	0.25	0.31	0.34	0.18	0.35	0.17	0.27	0.29	TiO ₂	0.25	0.06
Al ₂ O ₃	13.41	13.80	13.37	13.46	13.45	13.28	13.64	13.73	13.54	13.62	13.52	13.65	13.45	13.59	13.30	Al ₂ O ₃	13.52	0.15
FeO	1.31	1.56	1.40	1.48	1.36	1.38	1.58	1.42	1.43	1.59	1.48	1.39	1.22	1.50	1.44	FeO	1.44	0.10
MnO	0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.08	0.09	0.04	0.00	0.11	0.07	0.05	0.01	0.01	0.10	MnO	0.05	0.04
MgO	0.42	0.48	0.42	0.41	0.44	0.42	0.39	0.55	0.46	0.49	0.41	0.44	0.41	0.53	0.49	MgO	0.45	0.05
CaO	1.74	1.86	1.85	1.88	1.85	1.77	1.85	2.09	1.84	2.04	1.79	2.00	1.67	1.90	2.00	CaO	1.88	0.12
Na ₂ O	3.92	4.15	4.03	3.81	3.85	3.88	3.98	3.99	3.90	3.95	3.98	3.99	3.83	3.89	3.91	Na ₂ O	3.94	0.09
K ₂ O	2.73	2.62	2.44	2.58	2.53	2.63	2.66	2.54	2.68	2.55	2.56	2.58	2.65	2.47	2.39	K ₂ O	2.57	0.09
Total	93.95	95.79	93.27	93.13	92.71	93.65	94.38	93.52	94.33	93.37	93.46	93.64	92.76	93.00	92.79	Total	93.58	
MF103 (DKP)																		
point No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Ave.	S.D.	
SiO ₂	74.66	74.25	74.57	74.35	74.37	74.73	74.08	73.68	74.39	73.56	74.33	73.89	74.76	74.02	74.22	SiO ₂	74.26	0.36
TiO ₂	0.20	0.21	0.23	0.19	0.30	0.25	0.29	0.27	0.33	0.36	0.19	0.37	0.18	0.29	0.31	TiO ₂	0.27	0.06
Al ₂ O ₃	14.27	14.41	14.33	14.45	14.51	14.18	14.45	14.68	14.35	14.59	14.47	14.58	14.50	14.61	14.33	Al ₂ O ₃	14.45	0.14
FeO	1.39	1.63	1.50	1.59	1.47	1.47	1.67	1.52	1.52	1.70	1.58	1.48	1.32	1.61	1.55	FeO	1.53	0.10
MnO	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.09	0.10	0.04	0.00	0.12	0.07	0.05	0.01	0.01	0.11	MnO	0.05	0.05
MgO	0.45	0.50	0.45	0.44	0.47	0.45	0.41	0.59	0.49	0.52	0.44	0.47	0.44	0.57	0.53	MgO	0.48	0.05
CaO	1.85	1.94	1.98	2.02	2.00	1.89	1.96	2.23	1.95	2.18	1.92	2.14	1.80	2.04	2.16	CaO	2.00	0.13
Na ₂ O	4.17	4.33	4.32	4.09	4.15	4.14	4.22	4.27	4.13	4.23	4.26	4.26	4.13	4.18	4.21	Na ₂ O	4.21	0.07
K ₂ O	2.91	2.74	2.62	2.77	2.73	2.81	2.82	2.72	2.84	2.73	2.74	2.76	2.86	2.66	2.58	K ₂ O	2.75	0.09
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	Total	100.00	

東北日本における大山倉吉テフラと山陰1テフラの降下層準 (山元)

第A5表 BAN305 (SAN1) 中の火山ガラスのEDXによる主成分分析結果.
Ave.=平均; S.D.=標準偏差

Table A5 Major element contents of volcanic glass shards in BAN305 (SAN1) by EDX measurements.
Ave. = average; S.D. = standard deviation.

BAN305 (SAN1)																		
point No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Ave.	S.D.	
SiO ₂	74.88	69.42	73.78	74.25	73.06	73.02	75.99	73.73	75.50	72.25	74.02	73.51	70.30	72.07	68.93	SiO ₂	72.98	2.08
TiO ₂	0.31	0.24	0.10	0.19	0.20	0.15	0.19	0.29	0.11	0.23	0.17	0.22	0.24	0.10	0.28	TiO ₂	0.20	0.07
Al ₂ O ₃	10.86	13.20	11.99	12.07	11.79	11.64	12.24	11.88	12.29	11.57	11.84	11.75	12.51	11.62	13.01	Al ₂ O ₃	12.02	0.58
FeO	1.75	1.30	0.59	0.99	0.80	0.80	0.73	0.69	0.70	0.89	0.71	0.72	1.19	0.87	1.31	FeO	0.94	0.32
MnO	0.00	0.07	0.13	0.15	0.05	0.17	0.00	0.04	0.16	0.16	0.31	0.02	0.07	0.04	0.03	MnO	0.09	0.09
MgO	0.26	0.41	0.22	0.18	0.19	0.21	0.19	0.20	0.23	0.20	0.19	0.21	0.37	0.23	0.36	MgO	0.24	0.07
CaO	1.56	1.80	1.15	1.14	1.04	1.10	1.17	1.28	1.17	1.09	1.11	1.17	1.54	1.15	1.65	CaO	1.27	0.24
Na ₂ O	3.14	3.81	2.60	2.56	2.62	3.00	2.63	2.74	2.72	3.09	2.93	2.71	3.52	3.06	3.68	Na ₂ O	2.99	0.40
K ₂ O	2.70	2.58	4.04	4.22	3.54	3.48	4.06	3.98	4.12	3.48	3.77	3.95	2.86	3.53	2.72	K ₂ O	3.54	0.57
Total	95.46	92.83	94.60	95.75	93.29	93.57	97.20	94.83	97.00	92.96	95.05	94.26	92.60	92.67	91.97	Total	94.27	
BAN305 (SAN1)																		
point No.																Ave.	S.D.	
SiO ₂	78.44	74.78	77.99	77.55	78.31	78.04	78.18	77.75	77.84	77.72	77.87	77.99	75.92	77.77	74.95	SiO ₂	77.41	1.18
TiO ₂	0.32	0.26	0.11	0.20	0.21	0.16	0.20	0.31	0.11	0.25	0.18	0.23	0.26	0.11	0.30	TiO ₂	0.21	0.07
Al ₂ O ₃	11.38	14.22	12.67	12.61	12.64	12.44	12.59	12.53	12.67	12.45	12.46	12.47	13.51	12.54	14.15	Al ₂ O ₃	12.75	0.71
FeO	1.83	1.40	0.62	1.03	0.86	0.85	0.75	0.73	0.72	0.96	0.75	0.76	1.29	0.94	1.42	FeO	0.99	0.34
MnO	0.00	0.08	0.14	0.16	0.05	0.18	0.00	0.04	0.16	0.17	0.33	0.02	0.08	0.04	0.03	MnO	0.10	0.09
MgO	0.27	0.44	0.23	0.19	0.20	0.22	0.20	0.21	0.24	0.22	0.20	0.22	0.40	0.25	0.39	MgO	0.26	0.08
CaO	1.63	1.94	1.22	1.19	1.11	1.18	1.20	1.35	1.21	1.17	1.17	1.24	1.66	1.24	1.79	CaO	1.35	0.26
Na ₂ O	3.29	4.10	2.75	2.67	2.81	3.21	2.71	2.89	2.80	3.32	3.08	2.88	3.80	3.30	4.00	Na ₂ O	3.17	0.47
K ₂ O	2.83	2.78	4.27	4.41	3.79	3.72	4.18	4.20	4.25	3.74	3.97	4.19	3.09	3.81	2.96	K ₂ O	3.75	0.56
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	Total	100.00	
BAN305 (SAN1)																		
point No.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Ave.	S.D.	
SiO ₂	67.42	76.74	74.78	70.15	74.43	71.38	74.45	70.63	75.40	71.97	73.78	73.87	70.23	74.31	74.83	SiO ₂	72.96	2.53
TiO ₂	0.15	0.07	0.15	0.31	0.23	0.20	0.17	0.29	0.14	0.17	0.18	0.10	0.25	0.17	0.10	TiO ₂	0.18	0.07
Al ₂ O ₃	13.10	12.38	12.06	13.15	11.84	11.99	12.03	13.72	12.14	13.67	11.69	11.89	12.83	11.87	11.78	Al ₂ O ₃	12.41	0.70
FeO	1.39	0.80	0.75	1.30	0.71	0.57	0.79	1.48	0.81	1.25	0.62	0.59	1.32	0.69	0.82	FeO	0.93	0.32
MnO	0.05	0.19	0.13	0.17	0.14	0.13	0.08	0.07	0.07	0.00	0.01	0.05	0.00	0.12	0.05	MnO	0.08	0.06
MgO	0.42	0.20	0.22	0.39	0.23	0.11	0.12	0.41	0.26	0.49	0.20	0.20	0.38	0.16	0.21	MgO	0.27	0.12
CaO	1.88	1.23	1.11	1.87	1.06	0.65	0.95	1.85	0.93	1.83	1.10	1.14	1.76	1.19	1.24	CaO	1.32	0.41
Na ₂ O	3.56	3.06	2.61	3.77	2.85	1.43	2.97	3.92	2.95	3.94	3.19	3.02	3.59	3.11	3.08	Na ₂ O	3.14	0.62
K ₂ O	2.49	3.84	4.17	2.60	3.91	4.96	3.91	2.57	3.85	2.66	3.43	3.55	2.74	3.51	3.49	K ₂ O	3.45	0.71
Total	90.46	98.51	95.98	93.71	95.40	91.42	95.47	94.94	96.55	95.98	94.20	94.41	93.10	95.13	95.60	Total	94.72	
BAN305 (SAN1)																		
point No.																Ave.	S.D.	
SiO ₂	74.53	77.90	77.91	74.86	78.02	78.08	77.98	74.39	78.09	74.98	78.32	78.24	75.44	78.11	78.27	SiO ₂	77.01	1.61
TiO ₂	0.17	0.07	0.16	0.33	0.24	0.22	0.18	0.31	0.15	0.18	0.19	0.11	0.27	0.18	0.10	TiO ₂	0.19	0.07
Al ₂ O ₃	14.48	12.57	12.57	14.03	12.41	13.12	12.60	14.45	12.57	14.24	12.41	12.59	13.78	12.48	12.32	Al ₂ O ₃	13.11	0.83
FeO	1.54	0.81	0.78	1.39	0.74	0.62	0.83	1.56	0.84	1.30	0.66	0.62	1.42	0.73	0.86	FeO	0.98	0.35
MnO	0.06	0.19	0.14	0.18	0.15	0.14	0.08	0.07	0.07	0.00	0.01	0.05	0.00	0.13	0.05	MnO	0.09	0.06
MgO	0.46	0.20	0.23	0.42	0.24	0.12	0.13	0.43	0.27	0.51	0.21	0.21	0.41	0.17	0.22	MgO	0.28	0.13
CaO	2.08	1.25	1.16	2.00	1.11	0.71	1.00	1.95	0.96	1.91	1.17	1.21	1.89	1.25	1.30	CaO	1.40	0.44
Na ₂ O	3.94	3.11	2.72	4.02	2.99	1.56	3.11	4.13	3.06	4.11	3.39	3.20	3.86	3.27	3.22	Na ₂ O	3.31	0.66
K ₂ O	2.75	3.90	4.34	2.77	4.10	5.43	4.10	2.71	3.99	2.77	3.64	3.76	2.94	3.69	3.65	K ₂ O	3.64	0.75
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	Total	100.00	

第A6表 BAN307 (Nm-MZ) 中の火山ガラスのEDXによる主成分分析結果.
Ave.=平均; S.D.=標準偏差

Table A6 Major element contents of volcanic glass shards in BAN307 (Nm-MZ) by EDX measurements.
Ave. = average; S.D. = standard deviation.

BAN307 (Nm-MZ)																		
point No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Ave.	S.D.	
SiO ₂	72.03	71.91	72.98	70.86	71.44	71.58	72.36	72.90	71.43	71.14	72.69	72.77	71.46	72.45	71.15	SiO ₂	71.94	0.71
TiO ₂	0.15	0.20	0.12	0.06	0.17	0.19	0.12	0.18	0.12	0.13	0.16	0.24	0.10	0.25	0.16	TiO ₂	0.16	0.05
Al ₂ O ₃	11.45	11.40	11.80	11.30	11.41	11.36	11.36	11.53	11.15	11.36	11.49	11.54	11.56	11.53	11.40	Al ₂ O ₃	11.44	0.15
FeO	0.83	0.78	0.69	0.62	0.55	0.72	0.76	0.70	0.69	0.78	0.66	0.72	0.75	0.76	0.76	FeO	0.72	0.07
MnO	0.03	0.09	0.12	0.03	0.01	0.10	0.02	0.09	0.10	0.11	0.15	0.01	0.03	0.04	0.13	MnO	0.07	0.05
MgO	0.22	0.18	0.23	0.23	0.24	0.12	0.21	0.22	0.19	0.18	0.19	0.16	0.24	0.16	0.15	MgO	0.19	0.04
CaO	1.11	1.12	1.09	1.10	1.04	1.11	1.14	1.01	1.15	1.11	1.08	1.13	1.13	1.08	1.00	CaO	1.09	0.05
Na ₂ O	3.01	3.26	2.58	3.01	2.92	2.99	2.98	2.99	2.93	3.14	3.02	3.10	3.02	3.00	3.15	Na ₂ O	3.01	0.15
K ₂ O	3.34	3.29	3.95	3.36	3.35	3.44	3.26	3.48	3.42	3.21	3.43	3.52	3.29	3.45	3.33	K ₂ O	3.41	0.17
Total	92.17	92.23	93.56	90.57	91.13	91.61	92.21	93.10	91.18	91.16	92.87	93.19	91.58	92.72	91.23	Total	92.03	
BAN307 (Nm-MZ)																		
point No.																Ave.	S.D.	
SiO ₂	78.15	77.97	78.00	78.24	78.39	78.14	78.47	78.30	78.34	78.04	78.27	78.09	78.03	78.14	77.99	SiO ₂	78.17	0.16
TiO ₂	0.16	0.22	0.13	0.07	0.19	0.21	0.13	0.19	0.13	0.14	0.17	0.26	0.11	0.27	0.18	TiO ₂	0.17	0.05
Al ₂ O ₃	12.42	12.36	12.61	12.48	12.52	12.40	12.32	12.38	12.23	12.46	12.37	12.38	12.62	12.44	12.50	Al ₂ O ₃	12.43	0.10
FeO	0.90	0.85	0.74	0.68	0.60	0.79	0.82	0.75	0.76	0.86	0.71	0.77	0.82	0.82	0.83	FeO	0.78	0.08
MnO	0.03	0.10	0.13	0.03	0.01	0.11	0.02	0.10	0.11	0.12	0.16	0.01	0.03	0.04	0.14			

5 万分の 1 地質図幅「一戸」地域 (岩手県北部) の中新統から産出した珪藻化石

辻野 匠^{1,*}・柳沢幸夫¹

Taquimi TuZino and Yukio Yanagisawa (2017) Diatom occurrence from the Miocene in the Ichinohe district, northern part of Iwate Prefecture, NE Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 68 (5), p. 237–258, 7 figs, 7 tables.

Abstract: A marine diatom biostratigraphic analysis was carried on the Miocene strata distributed in the Ichinohe district, Iwate Prefecture, Northeastern Japan. In this report, the biostratigraphic distribution and quantitative abundance of diatoms from the Kadonosawa, Suenomatuyama, Zyūmonzi, Yanagisawa, and Shitazaki formations are documented.

Keywords: diatom biostratigraphy, Miocene, Iwate, Kadonosawa, Zyūmonzi Unconformity

要 旨

地質調査総合センター発行の5万分の1地質図幅「一戸」(地域地質研究)の作成において、層序対比のために実施した中新世珪藻化石層序の分析データを報告する。本報告では、門ノ沢層、末ノ松山層、十文字層、柳沢層及び舌崎層から産出した珪藻化石の相対産出頻度を記載した。

1. はじめに

地質調査総合センターでは、国土の地球科学的実態を解明し、正確な地質情報を提供することを目的として、5万分の1地質図幅を作製し出版している。岩手県北部の「一戸」地域の地質調査は2010年度から2015年度にかけて実施され、2017年度に出版される(辻野ほか、印刷中)。本図幅の調査・研究においては、中新統の堆積岩類の年代と対比を明確にするために、採取した多数の試料の珪藻化石年代分析を実施した。その成果は本図幅の作成のために使用されたが、データが膨大で図幅の報告書には掲載できないため、ここに資料として公表する。本地域では、日本の中新統の代表的な軟体動物群が産出すること(例えば、Otuka, 1934; 鎮西, 1981; Matsubara, 1995)、また東北日本弧前弧域の代表的な堆積岩が分布していることから注目を集め、多くの微化石層序学的研究が行われてきた(例えば、佐俣, 1976; 秋葉, 1977, 1979; Koizumi *et al.*, 1980; 尾田ほか, 1983; Oda *et al.*, 1984; Maruyama, 1984)。更に、日本の新第三系の層序を総括した土(1979)やTsuchi (1981)でも、本地域の新第

三系は、日本の新第三系を代表する地層群の1つとして取り上げられている。また、北村信が研究代表者・編者となった新生代東北本州弧地質資料集でも、本地域はルート13(小笠原ほか, 1986)とルート15(大口ほか, 1986)として採録されている。

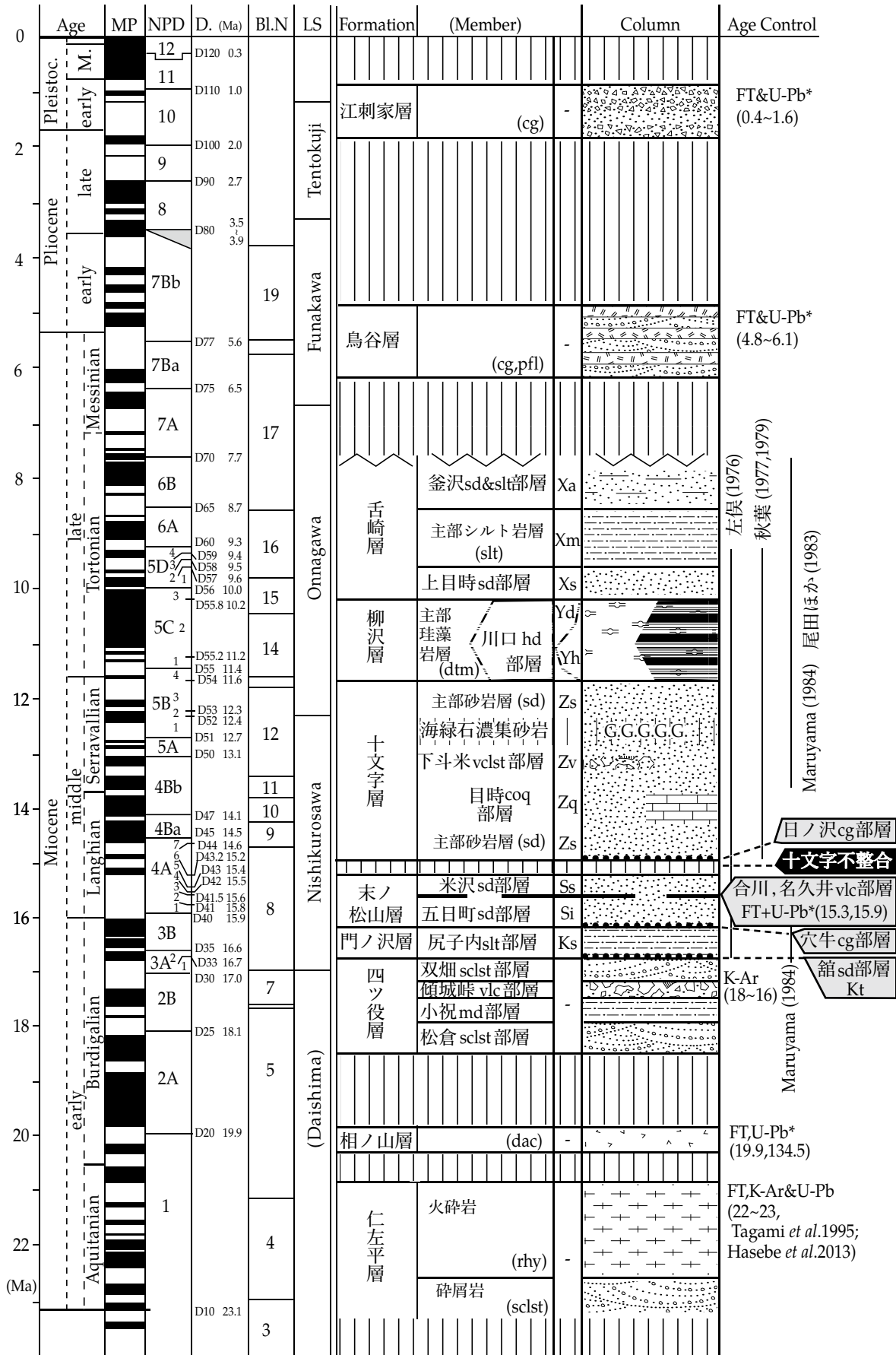
本地域では、砂岩を主とする浅海成層が広く分布し(鎮西, 1958a, b)、何層準も砂岩層が累重しているため、異なる層準でも類似した岩相を呈することが多い。このため、露出の悪い部分では、野外調査のみでは層準を正確に認定することは難しい。しかし、本地域では岩相変化が著しく、砂岩層中に泥岩やシルト岩が挟まれることが多い。これらの細粒堆積物を採取し、珪藻化石年代分析に供すことで、正確な層準を認定できた。また、中期中新世の初頭に形成された不整合や、中期中新世の後葉に、堆積が停滞することで生成した海緑石層の地理的分布(図幅地質図で記述; 辻野ほか, 印刷中)も珪藻化石年代分析によって制約することができた。

2. 地質概説

「一戸」地域の地質系統は、下位よりジュラ系、白亜系、新第三系、第四系に区分される(辻野ほか、印刷中)。このうち、新第三系は下位より、仁左平層、相ノ山層、四ツ役層、門ノ沢層、末ノ松山層、十文字層、柳沢層、舌崎層及び鳥谷層からなる(第1図)。四ツ役層、門ノ沢層、末ノ松山層は白鳥川層群(鎮西, 1958a)として、十文字層、柳沢層、舌崎層は三戸層群(鎮西, 1958b)としてまとめられ、層群内のそれぞれの(累)層間の関係は

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: T. Tuzino, Central 7, Higashi 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan, Email: taphonomy@ni.aist.go.jp



(← p. 238)

第 1 図 一戸地域の中新統～下部更新統の年代層序概念図。

縦軸を年代としているので、地質学的に短時間で堆積した地層はこの図では薄く表現されることに注意。*は「一戸」の地質図幅(辻野ほか, 印刷中)で報告した値。MPは地磁気極性年代尺度で、Gradstein *et al.* (2004), NPD は珪藻化石帯で、D は珪藻の生層準である。これらは Yanagisawa and Akiba (1998)によるが、一部、本文で定義したものもある。年代値は Watanabe and Yanagisawa (2005)の改訂を反映させている。BLN は Blow Number (Blow, 1969) と呼称される浮遊性有孔虫の化石帯番号で、年代値は Nathan and Leckie (2003) を使用している。LS (local stage: 時階) は秋田標準時階といわれるもので、命名は池辺 (1962) によるが、定義については西黒沢階以上は鹿野ほか (2011) による。台島階については模式地において層序が改訂され (鹿野ほか, 2011), 台島階は時階設定から外されている。実際の台島層は下位の野村川層とあわせて 22–19.5 Ma ころの堆積物と考えられている。地層名については紙幅の都合上、以下の省略表記をした上で、本報告で分析した層準については地質図で使用されている記号を附した: 松倉 sclst 部層は松倉碎屑岩部層; 小祝 md 部層は小祝泥岩部層; 傾城峠 vlc 部層は傾城峠火山岩部層; 双畑 sclst 部層は双畑碎屑岩部層; 館 sd 部層は館砂岩部層/Kt; 尻子内 slt 部層は尻子内シルト岩部層/Ks; 穴牛 cg 部層は穴牛礫岩部層; 五日町 sd 部層は五日町砂岩部層/Si; 合川, 名久井岳 vlc 部層は合川火山岩部層及び名久井岳火山岩部層; 米沢 sd 部層は米沢砂岩部層/Ss; 目時 coq 部層は目時石灰質礫岩部層/Zq; 下斗米 vclst 部層は下斗米火山碎屑岩部層/Zv; 川口 hd 部層は川口硬質頁岩部層/Yh; 上目時 sd 部層は上目時砂岩部層/Xs; 釜沢 s&slt 部層は釜沢砂岩シルト岩部層/Xa。層については以下のように括弧内に卓越する岩相を記した: G は海緑石; cg は礫岩; dac はデイサイト質の溶岩; dtm は珪藻岩; pfl は火砕流堆積物; rhy は流紋岩質の火砕岩, sclst は珪質碎屑岩; sd は砂岩; slt はシルト岩。

Fig. 1 Miocene to lower Pleistocene stratigraphic diagram in the geologic map of 'Ichinohe district.' Note that a vertical axis represents time, not thickness, meaning that deposits under low sedimentation rate occupy long ranges. *: Radiometric ages reported in the geologic map (TuZino *et al.* in press). MP: Magnetic Polarity (Gradstein *et al.*, 2004). NPD: Neogene north Pacific diatom zone (Yanagisawa and Akiba, 1998). D: biohorizon of NPD, the parts of which were newly defined in this report. These ages are revised by Watanabe and Yanagisawa (2005). BLN: Blow Number (Blow, 1969), also known as planktonic foraminifer fossil zonation. The ages are based on Nathan and Leckie (2003). LS (Local Stage): 'Akita standard stratigraphic stages' after Ikebe *et al.* (1962). The stages on/over the Nishikurosawa Stage were redefined by Kano *et al.* (2011). The Daishima Stage was excluded from the standard stages, because of revision of local stratigraphy. In this report we present the Daishima Stage as the deposits during 22–19.5 Ma. G: glauconitic, cg: conglomerate, dac: dacite lava, dtm: diatomite, pfl: pyroclastic flow, rhy: rhyolitic volcanics, sclst: siliciclastics, sd: sandstone, slt: siltstone.

Formation and Member names are described in Japanese. The members and horizons we examined in this report were acronymised to the same letters as the geologic map, and shown on the right side of the horizon column:

江刺家層: Esashika F (Formation), 鳥谷層: Toya F., 舌崎層: Shitazaki F., 釜沢sd&slt部層/Xa: Kamassawa sandstone and siltstone M (Member), 主部シルト岩層/Xm: main part of Shitazaki F. (siltstone), 上目時sd部層/Xs: Kamimetoki sandstone M., 柳沢層: Yanagisawa F., 主部珪藻岩層/Yd: main part of Yanagisawa F. (diatomite), 川口hd層/Yh: Kawaguchi Porcelanite M., 十文字層: Zyūmonzi F., 主部砂岩層/Zs: main part of Zyūmonzi F. (sandstone), 下斗米vclst層/Zv: Shimotomai volcanoclastic rock M., 目時coq部層/Zq: Metoki coquina conglomerate M., 日ノ沢cg部層: Hinosawa conglomerate M., 十文字不整合: Zyūmonzi Unconformity, 末ノ松山層: Suenomatuyama F., 米沢sd部層/Ss: Mainosawa sandstone M., 合川vlc部層: Aikawa volcanic rock M., 名久井岳vlc部層: Nakuidake volcanic rock M., 五日町sd部層/Si: Itukamati sandstone M., 穴牛cg部層: Anausi conglomerate M., 門ノ沢層: Kadonosawa F., 尻子内slt部層/Ks: Sikonai siltstone M., 館sd部層/Kt: Tate sandstone M., 四ツ役層: Yotuyaku F., 双畑sclst層: Sukohata siliciclastic rock M., 傾城峠vlc部層: Keiseitoge volcanic rock M., 小祝md部層: Koiwai mudstone M., 松倉sclst部層: Matsukura siliciclastic rock M., 相ノ山層: Ainoyama F., 仁左平層: Nisatai F.

Some toponyms are not conformed to the revised Hepburn romanisation, authorised in this bulletin, because of preemption for original descriptions; Zyūmonzi <Jumonji, Suenomatuyama <Suenomatsuyama, Itukamati <Itsukamachi, Anausi <Anaushi, Sikonai <Shikonai, and Yotuyaku <Yotsuyaku.

整合または部分不整合の関係にあって、白鳥川層群と三戸層群の間には、十文字不整合 (Zyūmonzi Unconformity; Otuka, 1934) が形成されている。したがって、大きな地質単元で見ると、本地域の新第三系は、仁左平層、相ノ山層、白鳥川層群、三戸層群に大別でき、これらの層・層群は不整合の関係にある。それぞれの地質単元の概略を以下に記すが、年代に註記がないものは辻野ほか (印刷中) に根拠を記した。

仁左平層は、流紋岩質の火砕流堆積物 (大部分が溶結) を主体とする地層で、最下部には陸成の礫岩・砂岩・泥岩が見られる。火砕流堆積物はジルコンのフィッシュ・トラック (FT) 年代及び U-Pb 年代で 23–22 Ma (22.8 ± 1.0 Ma の FT 年代, Tagami *et al.*, 1995; 22.3 ± 0.6 FT 年代及び 22.2 ± 0.2 Ma の U-Pb 年代, Hasebe *et al.*, 2013) と中新世の下限に近くを示す。そのため最下部の陸成層の堆積時期は漸新世まで遡る可能性がある。

相ノ山層は、デイサイト質の無斑晶状溶岩を主体とし、それが礫として堆積した礫岩を伴う地層で、局所的にのみ分布し、周囲を断層により限られている。ジルコンのフィッシュ・トラック年代として 19.9 ± 1.5 Ma (前期中新世の中葉) が得られている (辻野ほか, 印刷中)。

四ツ役層は下位から陸成の礫岩・砂岩・泥岩からなる松倉碎屑岩部層、海棲軟体動物化石を多産する泥岩・砂岩からなる小祝泥岩部層、火山碎屑岩を主体とした傾城峠火山岩部層、陸成の礫岩・砂岩・泥岩からなる双畑碎屑岩部層とに細分される。これらの部層はところにより複雑に指交するが大局的には上下の関係にある。軟体動物化石の生層序 (明世動物群, Matsubara 1995) 及び傾城峠火山岩部層の火山碎屑岩 (斑晶を除いた石基) の K-Ar 年代 (17.4 ± 0.3, 16.9 ± 0.3 Ma, 石塚・宇都, 1995) から、本層はおよそ 18 Ma から 16.8 Ma (前期中新世の後半) にかけて堆積したと考えられる。

門ノ沢層は、基底の館砂岩部層と主体を占める尻子内シルト岩部層からなる。館砂岩部層は海棲軟体動物化石 (門ノ沢動物群) を多産する。尻子内シルト岩部層は青灰色～明灰色のシルト岩からなり、凝灰岩の薄層を頻繁に挟有する。本層の堆積年代は微化石層序から 16.8–16.3 Ma (前期中新世末) ごろである。模式地の白鳥川では最下部では NPD 3A (17.0–16.7 Ma), 下部では 3B (16.7–16.0 Ma), 中部・上部では 4A (16.0–14.6 Ma) となる (秋葉, 1977, 1979; Maruyama, 1984)。

末ノ松山層は青灰色の凝灰質な砂岩を主体とする地層である。基底の穴牛礫岩部層は斜交層理が顕著な礫岩・砂岩からなる。これは上方に向かって細粒化し、細粒～中粒砂岩で凝灰質な五日町砂岩部層に漸移し、その上位には合川火山岩部層・名久井岳火山岩部層の火山碎屑岩及び溶岩が累重する。この上位には米沢砂岩部層が累重する。これは下位の五日町砂岩部層よりも粗粒で、斜層理が認められることがある。また、スランプ相を伴う。

スランプの構成物として門ノ沢層が含まれる。本層の堆積年代は微化石層序 (五日町砂岩部層で NPD 4A, 秋葉, 1977) 及び挟在する火山岩の放射年代 (合川火山岩部層基底の軽石のジルコンから 15.3 ± 1.4 Ma の FT 年代, 15.9 ± 0.6 Ma の U-Pb 年代, 14.2 ± 1.2 Ma の K-Ar 年代, 辻野ほか, 印刷中) から 16.3 Ma から約 15 Ma (中期中新世の初頭) にかけて堆積したと考えられる (詳しい議論は辻野ほか (印刷中) に記述される。以下同じ)。

十文字層は、凝灰質砂岩主体の地層で岩相変化に富み、砂岩以外の岩相は日ノ沢礫岩部層、目時石灰質礫岩部層、下斗米火山碎屑岩部層として区別される。日ノ沢礫岩部層は十文字層基底を占める礫岩・砂岩で斜層理が認められ、下位の末ノ松山層を大きく削り込むことがある。目時石灰質礫岩部層は、生物源碎屑物からなる細粒礫岩を主体とした地層で、平板状斜層理が顕著である。本部層は十文字層の中部に位置する。下斗米火山碎屑岩部層は合川火山岩部層が再堆積した地層で、礫サイズの粗粒な火山碎屑岩を主体とする。下斗米火山碎屑岩部層の上位には砂岩中に海緑石濃集砂岩の薄層 (数 10 cm) が挟在する。本層中から浮遊性有孔虫化石では Blow (1969) の N.9 及び N.10 の化石を産しており (佐俣, 1976), 放散虫化石では本層の上部に *Cyrocapsella tetrapera* の急減層準 (12.5 Ma) がある (尾田ほか, 1983)。珪藻化石層序では本層下部は NPD 4A に対比されているが、本層の上部に NPD 4Bb, 5A, 5B (13.8–11.4 Ma) の間に堆積速度の異常に小さい層準があり (秋葉, 1979; Maruyama, 1984), この層準に海緑石濃集砂岩が位置する。以上の微化石層序から本層の堆積年代は 14.5–11.6 Ma (中期中新世) と考えられ、13.8–11.4 Ma には堆積速度低下層準があった。

柳沢層は、十文字層から漸移する泥質な細粒堆積岩で、未続成の珪藻質泥岩・珪藻岩の岩相と、それが続成作用により硬質頁岩になった岩相とに細分できる。硬質頁岩化した地層は川口硬質頁岩部層と称される。未続成相は白色で軟質の珪藻岩だが、陸源泥質成分が多い層準や砂岩層と互層する層準もある。硬質頁岩は暗色～黒色で、しばしば層状及び脈状の砂岩を挟有している。珪藻化石層序では本層は NPD 5C (Maruyama, 1984) に対比されるが、本層下部から放散虫化石の *Eucyrtidium inflatum* の急減層準 (11.6 Ma), 本層最上部から *Cyrocapsella japonica* の急減層準 (10.0 Ma) が検出されている (尾田ほか, 1983)。以上により、本層の堆積年代はから 11.6–10.5 Ma (後期中新世の前葉) ごろと考えられる。

なお、これまでの主要な研究 (鎮西, 1958b; Chinzei, 1966; 松原, 1997) では、十文字層と柳沢層に相当する地層は留崎層とされてきた。辻野ほか (印刷中) は留崎層の (比較的) 下部に粗粒堆積岩 (砂岩, 礫岩), 上部に細粒堆積岩 (泥岩, シルト岩) が発達することに注目して、上下に分割し、下位から十文字層, 柳沢層と命名・定義した。十文字層堆積時の浅海環境から、柳沢層堆積時の

深海化,あるいは,陸源碎屑物の寄与が乏しい陸域から隔離された環境へと急激に地史的变化が生じたことが示唆される。なお,留崎層の最上部にも砂岩は発達するが,これは後の研究で,舌崎層の基底砂岩として再定義され (Maruyama, 1984; 松原, 1996), 本報告もそれに従う。

舌崎層は,シルト岩を主体とする地層であるが,基底部は上目時砂岩部層として,また最上部に見られるシルト岩砂岩互層は釜沢シルト岩砂岩部層として,本層主部から区別される。上目時砂岩部層は凝灰質あるいはアルコース質の砂岩・細粒礫岩からなり,柳沢層を削り込みつつ累重している。本層主部のシルト岩は破片化した陸上植物遺骸をよく含み,挟在する凝灰岩には斜層理が認められることがある。最上部の釜沢シルト岩砂岩部層は凝灰質なシルト岩に対して凝灰質砂岩・凝灰岩が挟在する。珪藻化石層序では本層の下部~中部は NPD 5D に,上部は NPD 6A に対比される (秋葉, 1979; Maruyama, 1984)。有孔虫化石については最上部から Blow (1969) の N.14 より上位の化石が産している (佐俣, 1976) 以上により,本層の堆積年代は 10.5–8.4 Ma (後期中新世) ごろと考えられる。

鳥谷層は,火砕流堆積物,礫層,砂層,及び泥層からなる陸成層である。本地域の東部 (折爪断層の東側) でのみ分布し,折爪断層の東辺では十文字層の目時石灰質礫岩部層を不整合に覆うほか,更に東の軽米町市街地ではジュラ系・門ノ沢層,十文字層の上を覆っている。本層の堆積年代は放射年代測定から 6–5 Ma (後期中新世末~鮮新世最初期) 付近と考えられる。

3. 試料・方法

一戸図幅地域の調査研究では,本地域の中新統から合計 182 個の岩石試料を珪藻化石分析に供した。試料採取・分析を実施した地点の概略は第 2 図に示される。

試料の処理は, Akiba (1986) の unprocessed strewn slide method で行った。乾燥試料を新聞紙で包み,ハンマーで砕いた後,約 1 g の岩石片を 100 ml ビーカーに入れ,岩石片が浸る程度に純水で満たし,一昼夜放置しておく。この過程で岩石片はスライド調製可能な程度には泥化する。次にビーカーに純水を継ぎ足して約 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つ。懸濁液の上澄み部分からマイクロピペットで 0.5 ml を取り出し,18×18 mm のカバーガラスに滴下する。これをホットプレート上で加熱・乾燥後アルコールで薄めた Pleurax (包埋剤) 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上達させる。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り付ける。

珪藻殻の観察は,生物顕微鏡 600 倍の倍率下で行った。通常,計数は *Chaetoceros* 属の休眠胞子を除いて,観察

されたすべての蓋殻が通常は 100 になるまで行うが (例えば柳沢・秋葉, 1999), 今回は試料が膨大なため,珪藻殻の計数は 50 個に留めた。その後,更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を present (+) として記録した。なお,化石帯が決定できない場合は,更にスライドを全面走査するか,更にスライドを追加作成して走査した。休眠胞子については,上記の 50 蓋殻計数時に認められた総数を別途記録した。

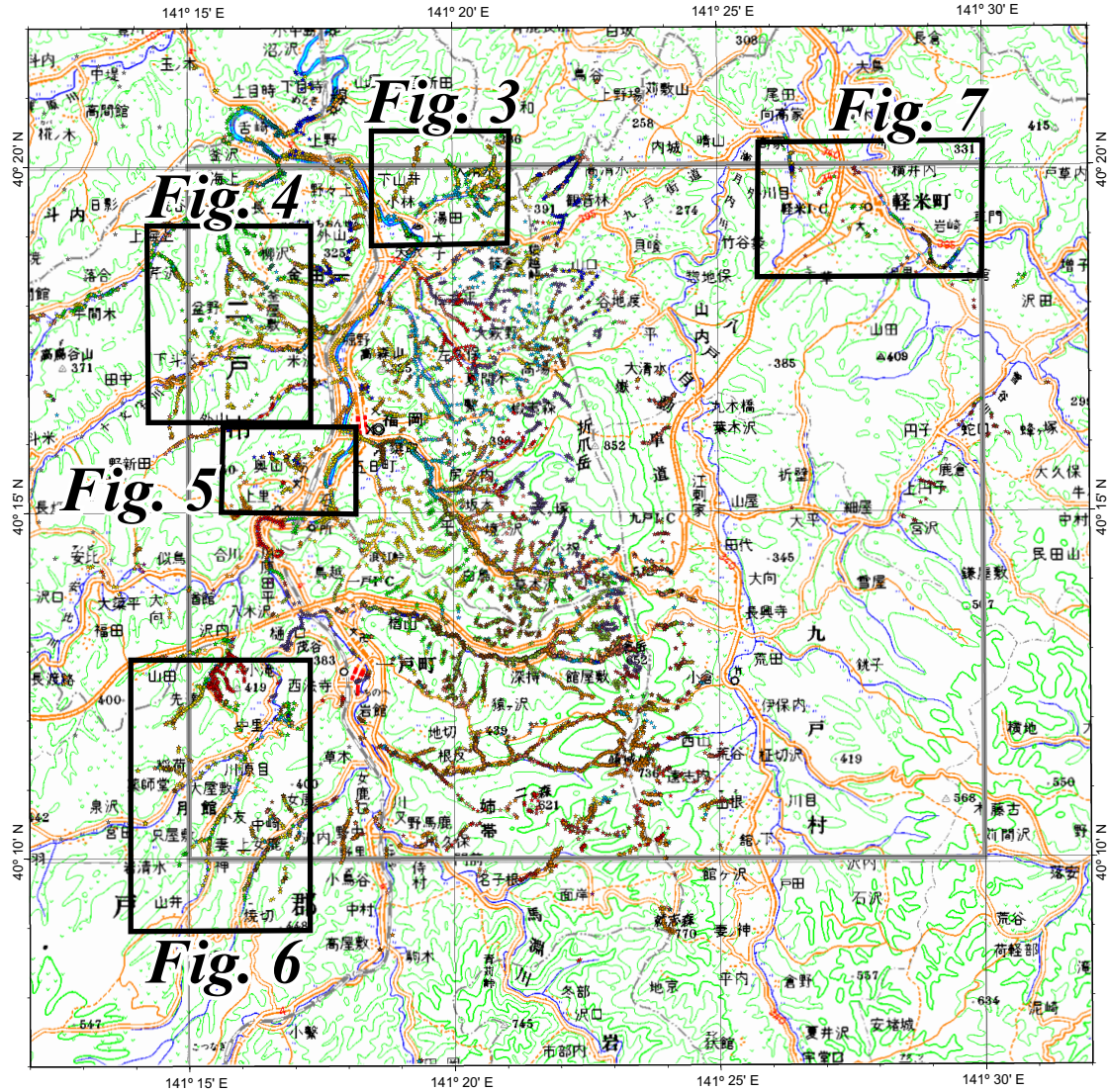
珪藻の保存状態 (preservation) は,殻の破損・溶解の程度と比較的頑丈な殻をもつ珪藻 (*Actinocyclus ingens*, *Coscinodiscus marginatus* など) の頻度を基に, G (good), M (moderate), P (poor) の 3 段階に分けた。産出量 (abundance) は,広視野光学顕微鏡 600 倍のもとで,カバーガラス上で 100 蓋殻に至るまでの走査線の数によって, A (abundant) : 走査線 1 未満, C (common) : 走査線 1 以上~3 未満, R (rare) : 走査線 3 以上の 3 段階に分けた。

4. 珪藻化石帯区分

本報告では珪藻化石の生層序区分として Akiba (1986) が提唱し, Yanagisawa and Akiba (1998) が改訂した North Pacific Diatom zonation (北太平洋珪藻化石帯区分) を適用した。化石帯は NPD コードを, 生層序は D コードを用いて示した。これは下位から上位に向って数値が増える表示系である。生層準の年代は Watanabe and Yanagisawa (2005) を用いて Gradstein *et al.* (2004) の地磁気極性年代尺度に合せて調整した (第 1 図)。

本報告では記述を簡潔にするために, NPD 3A 帯, 4A 帯, 5B 帯, 5C 帯及び 5D 帯については生層準を基準にして化石帯内を区間に細分した (第 1 図)。NPD 3A 帯は生層準 D33 により下位の区間 3A1 及び上位の区間 3A2 に細分される。同様にして NPD 4A は, 下位より生層準 D41, D41.5, D42, D43, D43.2 及び D44 によって, 区間 4A1 から 4A7 まで細分される。NPD 5B 帯は下位より生層準 D52, D53, 及び D54 によって, 区間 5B1 から 5B4 まで細分される。NPD 5C 帯は生層準 D55.2 と D55.8 により区間 5C1, 5C2, 及び 5C3 に区分される。この細分は珪藻の産出頻度が大きくない試料では適用が難しい場合があって, 必要に応じて使用した。NPD 5D 帯については下位より生層準 D57, D58, D59 によって区間 5D1 から 5D4 まで細分される。これらは暫定的なものである。

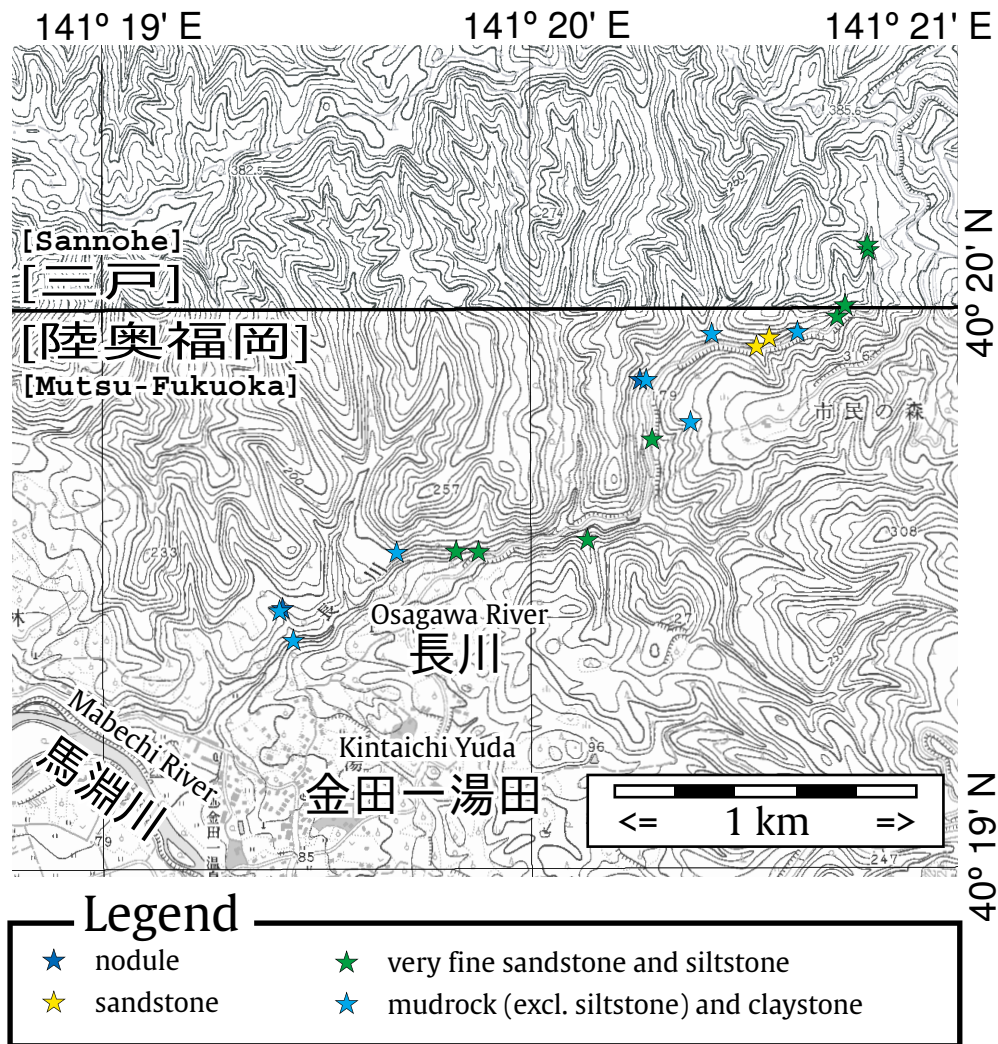
本研究で分析した試料の中には, 指標種が検出されず, 珪藻化石帯認定ができなかったものの, Baldauf and Barron (1980) によって生層序学的有効性が指摘された *Actinocyclus ingens* f. *nodus* を含む試料が幾つかあった。*A. ingens* f. *nodus* の初産出層準は NPD 4A 帯の下部 (生層準 D41 から D42 付近) に, 終産出層準は NPD 5A 帯から NPD 5B 帯最下部に存在する (柳沢, 1999a, b, c, d; 柳沢・



GMT 2017 Apr 10 17:00:38

第2図 一戸区幅地域において珪藻化石分析のための試料位置図の索引図。
 灰色線は5万分の1地質図幅「一戸」の範囲を示す。Fig. 3: 北部(金田一長川, 第3図)。Fig. 4: 北西部(久瀬沢, 下斗米, 神山(の沢), 日ノ沢, 盆野(の沢), 第4図)。Fig. 5: 東部(奥山, 第5図)。Fig. 6: 南東部(相ノ山, 中里, 月館, 小友川, 江六前, 中崎, 女鹿川, 第6図)。Fig. 7: 北東部(軽米, 第7図)。基図は国土地理院発行の数値地図200000の「八戸」を使用。地点はTokyo DatumとしてGMT (Wessel and Smith, 1995)により描画した(以降の図も同じ)。

Fig. 2 Index map of diatom analysis locality maps.
 Grey line indicates the area of geologic map of "Ichinohe district". Basemap is "Hachinohe" from Digital Maps 200000 published by Geospatial Information Authority of Japan. In this report, we use Tokyo datum as geodetic system, and plotted these maps with GMT (Wessel and Smith, 1995).



第3図 一戸区幅北部(金田一長川)の珪藻化石分析試料採取位置図。
基図は国土地理院発行の数値地図25000の「陸奥福岡」及び「三戸」を使用。

Fig. 3 Localities of diatom analyses samples from the Kintaichi-Osagawa area in the northern part of Ichinohe district. Basemap is "Mutsu-Fukuoka" and "Sannohe" from Digital Maps 25000 published by Geospatial Information Authority of Japan.

秋葉, 1999; 柳沢・林, 2003; Watanabe and Yanagisawa, 2005). 本地域において, このタクソンの産出年代区間に相当するのは, 末ノ松山層上部と十文字層下部である(第1図). 本地域で *A. ingens* f. *nodus* が産出したものの, 化石帯認定ができなかった試料は, いずれも堆積盆の縁辺部に存在するが, 堆積盆縁辺部では, 他の地質学的証拠から末ノ松山層は, 十文字層基底に存在する不整合によって削剥され欠如している可能性が高いことが示唆されている. このため, 本研究ではこうした *A. ingens* f. *nodus* を含む試料は十文字層下部に属するものと解釈した. より確実な対比には, 末ノ松山層から十文字層の珪藻化石分析を実施し, 産出パターンを明らかにすることが望ましい.

5. 結果

珪藻化石年代分析の結果について, 地点(試料ID)ごとの化石帯対比結果は第1表にまとめられる. 以下, 地域ごとにおいて, 採取地点と珪藻化石種の相対頻度を報告する. なお, 採取地点図において朱字でNPDコードが記入されていないものは試料を調製し検鏡したが珪藻は不産出であった地点である. これらは第1表では「19 試料未産出」などとまとめて記され, 個別の珪藻年代分析結果の表(第2-7表)には記載していない. なお, 長川地域(第3図)はすべて不産出だったため珪藻分析の結果の表はない.

第1表 本報告における珪藻化石分析で産出した試料(地点)リスト。
不産出の地域は備考覧に試料数を提示した。括弧内(...)の中には珪藻化石によって確認されなかったが、岩相やサクセッションにより対比された層準を示した。

Table 1 List of the sites where diatom analyses were deployed.
No occurrence sites are remarked with numbers. Parenthesised horizons were not proved by diatom fossils (not detected), but supposed based on lithostratigraphic data.

F	T	Area	Sample ID	Lithology	NPD	Horizon	Remarks			
3	-	Osagawa		Cly,Slt		Ks~Ss: 門ノ沢層及び末ノ松山層	ND (19 samples)			
Table 2		Kusesawa (久瀬沢)	XII-Sim08 _ 1555	Vfs[tf]	6A	Xa: 舌崎層釜沢砂岩シルト岩部層				
			XII-Sim08 _ 1521	Fs[tf]	6A	Xa: 舌崎層釜沢砂岩シルト岩部層				
			XV-Yay29 _ 1036	Fms[tf]	6A	Xa: 舌崎層釜沢砂岩シルト岩部層				
			XV-Yay29 _ 1108	Fms[tf]	6A	Xa: 舌崎層釜沢砂岩シルト岩部層				
			XV-Yay29 _ 1212	Fms[tf]	6A	Xa: 舌崎層釜沢砂岩シルト岩部層				
			XV-Yay29 _ 1331	Mfs	6B?	Xa: 舌崎層釜沢砂岩シルト岩部層				
			XV-Yay29 _ 1414	Slt[tf]	?	(Xm: 舌崎層主部シルト岩層)				
			XV-Yay29 _ 1452	Md	?	(Xm: 舌崎層主部シルト岩層)				
			XV-Yay29 _ 1530	Slt[plt]	6A	Xm: 舌崎層主部シルト岩層				
						Md~Fs		Xs~Xa: 舌崎層のいずれかの部層	ND (4 samples)	
Table 3		Bomno (盆野)	XII-Sih12 _ 1056	Slt	5D2	Xm: 舌崎層主部シルト岩層				
			XII-Sih12 _ 1415	Md	5C	Xs: 舌崎層上目時砂岩部層	5C2			
			XII-Sih12 _ 1441	Md	5C	Xs: 舌崎層上目時砂岩部層				
			XII-Sih12 _ 1448	Md	5C	Xs: 舌崎層上目時砂岩部層				
			XII-Sih12 _ 1527	Slt	4Bb	Zv: 十文字層下斗米火山砕屑岩部層				
			XII-Sih12 _ 1519	Vfs	4A7					
			XII-Sih12 _ 1543	Mes	4Bb	Zs lower: 十文字層主部砂岩相下部				
			XII-Sih12 _ 1534	Slt	4Bb	Zs lower: 十文字層主部砂岩相下部				
			XII-Sih03 _ 1501	Slt	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
				Cly,Slt		Xs?: 舌崎層上目時砂岩部層?	ND (2 samples)			
4		Jumonji R . (十文字川)	XI-Sih05 _ 1355	Vfs	?	(Zs: 十文字層)				
			XI-Sih05 _ 1451	Vfs	4A?	Zs lower: 十文字層主部砂岩相下部	<i>A.ingens f. nodus</i>			
				Slt		Zs glauconite: 十文字層海緑石層位	ND (1 sample)			
Table 4		Shimotomai (下斗米)	XII-Sih04 _ 1527	Cly	5D4	Xm: 舌崎層主部シルト岩層				
			XII-Sih04 _ 1534	Slt[tf]	5D3	Xm: 舌崎層主部シルト岩層				
			XII-Sih06 _ 0942	Slt	5D3	Xm: 舌崎層主部シルト岩層				
			XII-Sih06 _ 1111	Slt	5D3	Xm: 舌崎層主部シルト岩層				
			XII-Sih04 _ 1509	Ms	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih06 _ 1156	Slt	5D4	Xm: 舌崎層主部シルト岩層				
			XII-Sih06 _ 1212	Slt	5D4	Xm: 舌崎層主部シルト岩層				
			XII-Sim08 _ 1453	Slt	?	(Xm: 舌崎層主部シルト岩層)				
			XII-Sih03 _ 0752	Slt	5D2	Xs: 舌崎層上目時砂岩部層				
			XII-Sih06 _ 1348	Md	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相	5C2			
			XII-Sih06 _ 1409	Slt	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih06 _ 1434	Slt[tf]	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih06 _ 1447	Md	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih06 _ 1449	Slt	5C?	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih05 _ 1545	Slt	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih05 _ 1551	Ms[tf]	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih05 _ 0915	Dtm?	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih05 _ 0950	Slt	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih05 _ 0939	Slt	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih05 _ 1033	Slt	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih05 _ 1104	Cly	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih05 _ 1109	Cly	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih03 _ 0844	Slt	5C?	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih03 _ 0853	Dtm	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih05 _ 1205	Fs	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih05 _ 1141	Md	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih05 _ 1239	Fs	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相				
			XII-Sih05 _ 1251	Md	4Bb	Zs lower: 十文字層主部砂岩相下部				
						XIV-Sat20 _ 1531	Slt	5C	Yd: 柳沢層主部珪藻岩相	
						XIV-Sat20 _ 1453	Dtm?	5B3	Zs upper: 十文字層主部砂岩相最上部	
							Ms,Slt		Ks~Zs: 十文字層及び門ノ沢層再堆積	ND (2 samples)
					Hinosawa (日ノ沢)		Sd,Dtm?		Zs, Yd?: 十文字層下部及び柳沢層?	ND (2 samples)

Fig. 4

第 1 表 続き.
Table 1 Continued.

F	T	Area	Sample ID	Lithology	NPD	Horizon	Remarks
Fig. 5	Table 5	Okuyama (奥山)	XV-Yay25 _ 1553	Slt[br]	3B	Ks u: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部	
			XV-Yay25 _ 1557	Slt	3A2	Ks l: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	
			XV-Yay25 _ 1622	Fms[lap]	?	(Kt~Kt: 門ノ沢層)	
Fig. 6	Table 6	Ainoyama (相ノ山)	XIII-Yay25 _ 0957	Slt[hard]	3B	Ks u: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部	
			XIII-Yay25 _ 0957'	Slt[soft]	?	(Ks u: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部)	
			XIII-Yay25 _ 1010	Slt	3A2	Ks l: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	
			XIII-Yay25 _ 1108	Md[tf]	3A2	Ks l: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	
			XIII-Yay25 _ 1356	Fms	?	Zs lower: 十文字層主部砂岩相下部	A. ingens f. nodus
			XIII-Yay25 _ 1433	Vfs[slt]	3A2	Ks l: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	C. kanayae
			XIII-Yay25 _ 1522	Slt	3B	Ks l: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	
			XIII-Yay25 _ 1509	Vfs	3A2	Ks l: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	C. kanayae
			XIII-Yay25 _ 1557	Slt	?	Zs lower: 十文字層主部砂岩相下部	A. ingens f. nodus
			XIII-Yay25 _ 1610	Fms[tf]	?	Zs lower: 十文字層主部砂岩相下部	A. ingens f. nodus
	XIII-Yay25 _ 1737	Slt	3B	Ks u: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部			
	-	-	Sd[md]	-	Si~Zs: 十文字層か末ノ松山層	ND (3 samples)	
	-	-	Md,Vfs	-	Kt~Ks?: 門ノ沢層?	ND (2 samples)	
	6	Tsukudate (月館)	XII-Sat26 _ 1329	Fms	?	(Si: 末ノ松山層五日町砂岩部層)	
	-	-	XII-Sat26 _ 1546	Slt	4Ba	Zs lower: 十文字層主部砂岩相下部	
-	-	-	Slt~Ms	-	Si~Zs: 十文字層か末ノ松山層	ND (4 samples)	
Table 6	Kotomo River (小友川)	XII-Sat25 _ 1302	Slt	3A2?	Ks l: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部		
		XII-Sat28 _ 1508	Md	?	(Kt~Ks: 門ノ沢層)		
		XII-Sat28 _ 1513	Md	3A2?	Ks l: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部		
		XII-Sat28 _ 1608	Md[ils]	3A2	Ks l: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部		
		XII-Kan28 _ 1606	Fs	?	Si~Ss?: 末ノ松山層?		
		XII-Kan29 _ 1041	Slt	3B	Ks l: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部		
		XII-Kan29 _ 1147	Slt	3A2	Ks l: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	C. kanayae	
		XII-Kan30 _ 1121	Md	3B	Ks u: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部		
		XII-Kan30 _ 1155	Slt	3B	Ks u: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部		
		XII-Kan30 _ 1358	Slt	3B	Ks u: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部		
XII-Kan30 _ 1406	Slt	3B	Ks u: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部				
XII-Kan30 _ 1520	Slt	3A2	Ks l: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部				
-	Erokumae (江六前)	X-Sih03 _ 1553	Slt	?	(Si: 末ノ松山層五日町砂岩部層)		
-	-	-	Slt,Md	-	ND (12 samples)		
-	-	-	Cly	-	Ss?: 末ノ松山層上部 (Ks(3B)の再堆積)?	ND (1 sample)	
-	-	-	Md,Slt	-	Si,Ss: 末ノ松山層の上下の砂岩部層	ND (10 samples)	
-	-	-	Cly~Slt	-	Kt~Ss: 門ノ沢層または末ノ松山層	ND (22 samples)	
Fig. 7	Table 7	Karumai (軽米)	XIV-Kan05 _ 1613	Slt	3A2	Ks l: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	C. kanayae
			XIV-Kan05 _ 1619	Slt	3A2	Ks l: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	
			XIV-Kan05 _ 1621	Slt	3A2	Ks l: 門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	
	-	-	-	Md,Slt	-	(Kt~Ks: 門ノ沢層)	ND (11 samples)
-	-	Gosaka R. (郷坂川)	-	Md[shell]	-	(Kt~Ks: 門ノ沢層)	ND (2 samples)

Base Ages(Ma)	NPD	Geologic Time(approx.)
8.7	6B	late Tortonian
9.3	6A	(後期中新世の中葉)
10.0	5D	early Tortonian
11.4	5C	(後期中新世の前葉)
12.7	5B	Serravallian (中期中新世の後葉)
13.1	5A	
14.1	4Bb	Langhian-Serravallian
14.5	4Ba	(中期中新世の中葉)
15.9	4A	early Langhian (中期中新世の前葉)
16.6	3B	late Burdigalian
17.0	3A2	(前期中新世の末期)

A.ingens f. nodus: *Actinocyclus ingens f. nodus*. br: 含火山岩塊. C. kanayae: *Crucidentricula kanayae* var. *kanayae*. Cly: 粘土岩. D. lauta: *Denticulopsis lauta*. Dtm: 珪藻岩. Fms: 細粒~中粒砂岩. Fs: 細粒砂岩. hard: 硬質. ils: 分級不良. l: 下部. lap: 含火山礫. Md: 泥岩 (粒径 2⁴ mm 以下の細粒堆積岩でシルト岩とも粘土岩とも区分しがたいもの). md: 泥質. Mfs: 中粒~細粒砂岩. plt: 植物片. R.: 川. Sd: 砂岩. shell: 含貝殻. Slt: シルト岩. soft: 軟質. tf: 凝灰質. u: 上部. Vfs: 極細粒砂岩. [...]: 例えば Md[ils], Md[shell], Md[tf], Sd[md] はそれぞれ分級不良の泥岩, 含貝殻泥岩, 凝灰質泥岩, 泥質砂岩を指す.

Ac.ingens f. nodus: *Actinocyclus ingens f. nodus*. br: including volcanic blocks. C. kanayae: *Crucidentricula kanayae* var. *kanayae*. Cly: claystone. D. lauta: *Denticulopsis lauta*. Dtm: diatomite. Fms: fine-to-middle grained sand (sandstone). Fs: fine grained sand (sandstone). ils: ill sorted. l: lower. lap: with lapilli. Md: mudrock (fine-grained deposits composed of particles less than ϕ 2⁴ mm, excepting typical siltstone nor claystone). md: muddy. Mfs: middle-to-fine grained sand (sandstone). plt: plant debris. R.: River. Sd: sandstone. shell: shelly. Slt: siltstone. tf: tuffaceous. u: upper. Vfs: very-fine-grained sand (sandstone). [...]: e.g., Md[ils], Md[shell], Md[tf] and Sd[md] mean ill-sorted mudrock, shelly mudrock, tuffaceous mudrock and muddy sandstone, respectively.

5.1 一戸図幅北部(第3図)

一戸図幅北部の二戸市の^{きんたいち}金田一地区の長川(第3図)には門ノ沢層とその上位の末ノ松山層が露出している。この地域で17地点19試料(うち、2地点では泥岩と泥岩中に挟有される団塊)を分析したが珪藻の産出はなかった。

5.2 一戸図幅北西部(第4図)

一戸図幅北西部(第4図)の久瀬沢(第2表)、盆野の沢(第3表)、十文字川・下斗米・神山の沢(第4表)及び日ノ沢には十文字層、柳沢層及び舌崎層が分布している。多くの地点で年代決定可能な珪藻が産出した(第1表)。珪藻化石帯としては、NPD 4A帯(?)から6B帯(?)にわたるが、北側の久瀬沢(第2表)ではNPD 6帯の舌崎層層準が顕著で、中央の盆野の沢(第3表)や南側の十文字川近辺(第4表)ではNPD 4帯-5帯の十文字層・柳沢層層準が主体となっている。更に、下斗米では十文字層下斗米火山碎屑岩部層の層準(試料ID: XV-Sih05_1451)に *Actinocyclus ingens* f. *nodus* が産したことが特筆される。

5.3 一戸図幅東部(第5図)

一戸図幅東部(奥山、第5図)には門ノ沢層が堆積し、その上を末ノ松山層が累重しつつあった中において、末ノ松山層の合川火山岩部層の火山岩が貫入している。また、貫入岩と走向を同じくする断層(トノミ断層、辻野ほか、印刷中)が発達し、仁左平層が地表まで押し上げられている。断層と貫入岩により既に堆積した門ノ沢層と末ノ松山層(主に五日町砂岩部層)が乱されている。更に本地区では、末ノ松山層上部(米沢砂岩部層)には、門ノ沢層の細粒堆積岩(尻子内シルト岩部層)が再堆積する、という複雑な地質となっている。シルト岩から門ノ沢層に対比される珪藻化石を産した(第5表)。

5.4 一戸図幅南東部(第6図)

一戸図幅南東部(第6図)の相ノ山、中里、月館、小友川、江六前、中崎及び女鹿川では四ツ役層の上位に門ノ沢層、末ノ松山層及び十文字層がそれぞれ薄く覆っている。この区域の南方に位置する女鹿川沿いの江六前、中崎及び二ツ石川の中里では珪藻は不産出であったが、それ以外ではある程度年代決定できる産出があった(第6表)。産出した地点の多くは門ノ沢層に対比される年代を示しているが、相ノ山では *Actinocyclus ingens* f. *nodus* を産した砂岩が2地点(試料ID: XIII-Yay25_1356, XIII-Yay25_1610)あったこと、月館では十文字層を示唆する泥岩が1地点(試料ID: XII-Sat26_1546)あったことが特筆される。

5.5 一戸図幅北東部(第7図)

一戸図幅北東部(第7図)の軽米の中心街から小軽米にかけて青灰色泥岩・シルト岩が分布し、軽米層(吉田ほか、1987)とも呼ばれていた。岩相と吉田ほか(1987)の珪藻化石年代から二戸・一戸に分布する門ノ沢層と一致することがわかっており、今回の分析(第7表)でも追認された。軽米町の郷坂川にも同様の門ノ沢層の泥岩が露出している(第7図)、こちらからは珪藻は不産出であった。

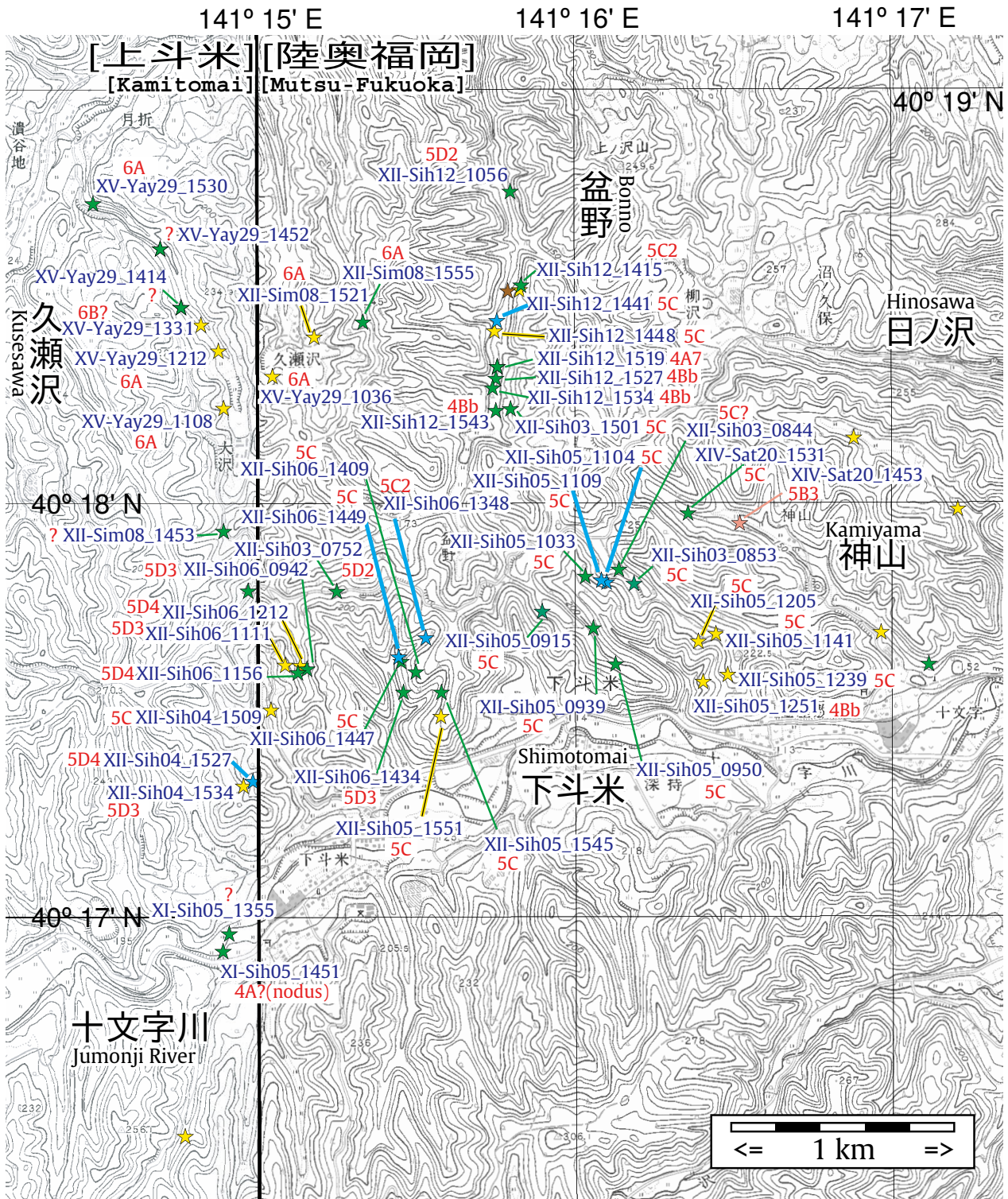
謝辞：試料は平井圭子氏によって珪藻化石分析用プレパラートとして調製いただいた。石塚治氏には四ツ役層傾城峠火山岩部層の K-Ar 年代の分析対象についてご教示いただいた。図の一部は GMT (Wessel and Smith, 1995) を用いて作成した。編集委員会の諸氏には本報告の体裁の非常に精緻な箇所において多々ご教示いただいた。以上、記して感謝する。

(p. 247 →)

第4図 一戸図幅北西部(久瀬沢、盆野の沢、十文字川、下斗米、神山(の沢)、日ノ沢)の珪藻化石分析試料採取位置図。

基図は国土地理院発行の数値地図25000の「陸奥福岡」「上斗米」を使用。

Fig. 4 Localities of diatom analyses samples from the Kusezawa, brook from Bonno, Jumonji River, Shimotomai, brook from Kamiyama, Hinosawa in the northwestern part of Ichinohe district. Basemap is "Mutsu-Fukuoka" and "Kamitomai" from Digital Maps 25000 published by Geospatial Information Authority of Japan.



Legend					
★	tuff	★	conglomerate	★	very fine sandstone and siltstone
★	sandstone	★	mudrock (excl. siltstone) and claystone		

第2表 一戸図幅北西部の久瀬沢の試料の珪藻化石産出表。
括弧の中には珪藻化石によって確認されなかったが、岩相やサクセッションにより対比された層準を示した。層準の記号は第1図、第1表参照。

Table 2 Occurrence of diatom fossils from Kusezawa area in the northwestern part of Ichinohe district. Parenthesised horizons were not proved by diatom fossils (not detected), but supposed based on lithostratigraphic data. See Fig. 1 and Table 1 for the acronyms of horizons.

Section	Kusesawa (久瀬沢)								
	舌崎層 釜沢砂岩シルト岩部層						(舌崎層主部)	舌崎層主部	
Horizon	Xa						(Xm)	Xm	
Diatom zones	6A	6A	6A	6A	6A	6B?	?	?	6A
Sample number	XII-Sim08_1555	XII-Sim08_1521	XV-Yay29_1036	XV-Yay29_1108	XV-Yay29_1212	XV-Yay29_1331	XV-Yay29_1414	XV-Yay29_1452	XV-Yay29_1530
Preservation	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Abundance	R	R	C	R	R	R	R	R	R
<i>Actinocyclus ellipticus</i> Grunow	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader	-	2	1	1	9	4	-	-	-
<i>A. sp. A</i>	1	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Actinocyclus senarius</i> (Ehr.) Ehr.	-	1	1	2	7	1	3	4	9
<i>Adoneis pacifica</i> G.W.Andrews et Rivera	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) P.A.Sims et G.A.Fryxell	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. vetustissima</i> (Pant.) P.A.Sims	-	-	-	-	+	-	-	1	-
<i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) D.M.Williams	+	-	-	-	+	1	1	+	-
<i>Cocconeis californica</i> Grunow	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. costata</i> Greg.	-	1	-	-	-	1	-	-	-
<i>C. curviritunda</i> Brun et Temp.	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>C. scutellum</i> Ehr.	-	1	-	1	+	1	-	-	-
<i>C. vitrea</i> Brun	-	+	1	-	1	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehr.	3	16	6	4	3	8	8	2	3
<i>C. radiatus</i> Ehr.	1	-	1	-	-	1	+	-	2
<i>Cladogramma dubium</i> Lohman	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Denticulopsis katayamae</i> Maruyama	7	+	15	+	+	-	-	-	1
<i>D. praekatyamae</i> Yanagisawa et Akiba	2	-	+	-	-	-	-	-	+
<i>D. vulgaris</i> (Okuno) Yanagisawa et Akiba	-	-	-	-	-	-	-	1	-
S-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group	-	-	-	-	-	-	-	2	-
D-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group	2	-	2	-	2	-	-	-	1
<i>Diploneis bombus</i> Ehr.	1	+	-	+	+	-	-	1	+
<i>D. smithii</i> (Bréb.) Cleve	-	-	-	-	1	2	2	-	1
<i>Grammatophora</i> spp.	+	-	-	+	-	1	1	+	+
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova	2	2	+	13	3	7	7	3	1
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba	-	-	-	-	-	-	-	+	2
<i>Melosira sol</i> (Ehr.) Kützing	-	5	1	3	1	-	1	1	-
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve	7	6	4	18	9	5	20	27	12
<i>Plagiogramma staurophorum</i> (Greg.) Heib.	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Proboscia barboi</i> (Brun) Jordan et Priddle	1	-	+	-	6	6	1	-	-
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>hiemalis</i> Gran	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. sp. B</i> (flame)	-	-	-	1	1	-	-	-	-
<i>Rouxia californica</i> Perag.	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehr.) Hasle et P.A.Sims	-	-	-	-	-	-	+	-	2
<i>Stephanopyxis</i> spp.	-	2	-	-	1	2	-	2	-
<i>Thalassionema hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>T. nitzschoides</i> (Grunow) H. Perag. et Perag.	20	9	14	3	6	9	3	6	12
<i>T. schraderi</i> Akiba	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Thalassiosira manifesta</i> Sheshukova	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>T. minutissima</i> Oreshkina	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>T. temperei</i> (Brun) Akiba et Yanagisawa	1	3	+	2	-	1	-	-	-
<i>T. spp.</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Aulacoseira</i> spp.	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Total number of valves counted	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Resting spore of <i>Chaetoceros</i>	13	29	14	24	11	14	8	17	14

5 万分の 1 地質図「一戸」地域（岩手県北部）の中新統珪藻化石（辻野・柳沢）

第 3 表 一戸図幅北西部の盆野の沢の試料の珪藻化石産出表。

アスタリスク (*) は石灰質ナンノ化石が検出された試料。層準の記号は第 1 図，第 1 表参照。

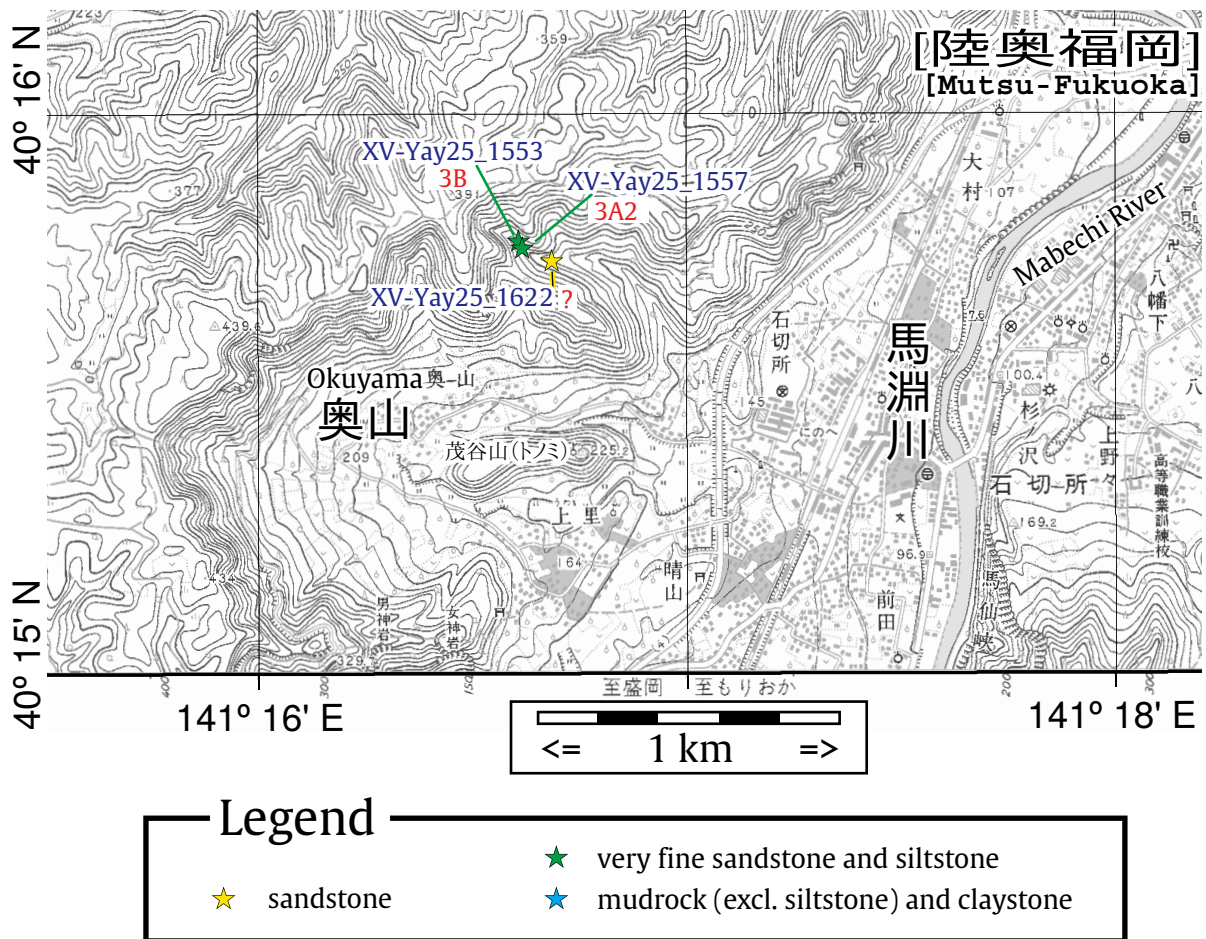
Table 3 Occurrence of diatom fossils from the area around the brook from Bonno in the northwestern part of Ichinohe district. An asterisk (*) is the sample which nannofossils were detected. See Fig. 1 and Table 1 for the acronyms of horizons.

Section	Bonno (盆野)								
	舌 主 部 シ ル ト 岩 層 Xm	舌 上 目 時 砂 岩 部 層 Xs	火 下 山 斗 字 層 Zv	十 文 字 層 下 部 Zs lower	柳 主 部 珪 藻 岩 相 Yd				
Diatom zones	5D2	5C	5C	5C	4Bb	4A7	4Bb	4Bb	5C
Sample number	XII-Sjh12_1056	XII-Sjh12_1415	XII-Sjh12_1441	XII-Sjh12_1448	XII-Sjh12_1527	XII-Sjh12_1519	XII-Sjh12_1543	XII-Sjh12_1534	XII-Sjh03_1501
Preservation	P	P	M	P	P	P	P	P	P
Abundance	R	C	A	A	R	R	R	R	C
<i>Actinocyclus ellipticus</i> Grunow	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>A. ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader	4	32	11	30	3	11	8	11	3
<i>A. ingens</i> f. <i>nodus</i> (Baldauf) Whiting et Schrader	-	-	-	-	2	11	1	11	-
<i>A. octonarius</i> Ehr.	-	-	+	-	-	-	-	-	1
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehr.) Ehr.	3	-	-	1	1	2	1	+	2
<i>Arachnoidiscus</i> spp.	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) P.A.Sims et G.A.Fryxell	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>A. vetustissima</i> (Pant.) P.A.Sims	-	-	-	-	-	1	-	1	-
<i>Cavitatus miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa	-	-	-	-	-	+	1	-	-
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehr.	4	1	-	-	3	11	1	-	1
<i>Denticulopsis crassa</i> Yanagisawa et Akiba	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. dimorpha</i> var. <i>dimorpha</i> (Schrader) Simonsen (Closed copula)	3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. hustedtii</i> (Simonsen et Kanaya) Simonsen	5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. hustedtii</i> (Simonsen et Kanaya) Simonsen	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. hyalina</i> (Schrader) Simonsen	-	-	-	-	5	-	6	2	-
<i>D. lauta</i> (Bailey) Simonsen	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>D. praeahyalina</i> Tanimura	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>D. praekatayamae</i> Yanagisawa et Akiba	4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. tanimurae</i> Yanagisawa et Akiba	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>D. simonsenii</i> Yanagisawa et Akiba	-	1	1	+	-	-	-	-	7
<i>D. vulgaris</i> (Okuno) Yanagisawa et Akiba	-	3	8	10	-	-	-	-	8
Girdle view of <i>D. hyalina</i> group	-	-	-	-	-	-	3	-	-
S-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group	1	+	5	4	-	-	-	-	7
D-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group	8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diploneis smithii</i> (Bréb.) Cleve	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Goniothecium rogersii</i> Ehr.	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Grammatophora</i> spp.	1	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Hemiaulus bipons</i> (Ehr.) Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova	1	1	-	-	4	1	-	-	1
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba	-	1	-	1	-	-	-	-	+
<i>Melosira scopos</i> A.Mann	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>M. sol</i> (Ehr.) Kützing	2	-	-	-	1	1	3	4	1
<i>Nitzschia heteropolica</i> Schrader	-	-	1	+	-	-	-	-	+
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve	5	-	4	-	12	2	2	11	2
<i>Plagiogramma staurophorum</i> (Greg.) Heib.	+	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Proboscia alata</i> (Bright.) Sundstöm	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. barboi</i> (Brun) Jordan et Priddle	1	4	1	-	-	-	-	-	+
<i>Rhaphoneis amphiceros</i> Ehr.	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>hiemalis</i> Gran	-	1	1	+	-	-	-	-	+
<i>R. styliformis</i> Brightw.	1	1	-	-	-	-	-	1	2
<i>Rouxia californica</i> Perag.	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehr.) Hasle et P.A.Sims	1	-	1	1	-	-	-	-	1
<i>Stephanogonia hanzawae</i> Kanaya	-	-	1	1	-	-	-	-	+
<i>Stephanopyxis</i> spp.	1	1	2	-	10	3	1	5	-
<i>Thalassionema hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader	+	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>T. nitzschoides</i> (Grunow) H. Perag. et Perag.	9	1	11	1	5	5	21	2	13
<i>T. sp. A</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira grunowii</i> Akiba et Yanagisawa	-	-	2	1	-	-	-	-	-
<i>T. temperei</i> (Brun) Akiba et Yanagisawa	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Triceratium condecorum</i> Brightw.	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aulacoseira</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Total number of valves counted	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Resting spore of <i>Chaetoceros</i>	6	9	4	4	19	15	4	5	20
Nannofossil	-	-	-	-	*	-	-	-	-

(← p. 250)

第4表 一戸図幅北西部の十文字川，下斗米，及び神山の沢(Kamiy.)の試料の珪藻化石産出表。括弧の中には珪藻化石によって確認されなかったが，岩相やサクセッションにより対比された層準を示した。アスタリスク(*)は石灰質ナノ化石が検出された試料。層準の記号は第1図，第1表参照。

Table 4 Occurrence of diatom fossils from the areas of Jumonji River, Shimotomai, and the brook from Kamiyama (Kamiy.) in the northwestern part of Ichinohe district. Parenthesised horizons were not proved by diatom fossils(not detected), but supposed based on lithostratigraphic data. An asterisk (*) is the sample which nannofossils were detected. See Fig. 1 and Table 1 for the acronyms of horizons.



第5図 一戸図幅東部(奥山)の珪藻化石分析試料採取位置図。基図は国土地理院発行の数値地図25000の「陸奥福岡」を使用。

Fig. 5 Localities of diatom analyses samples from the Okuyama area in the eastern part of Ichinohe district. Basemap is "Mutsu-Fukuoka" from Digital Maps 25000 published by Geospatial Information Authority of Japan.

第5表 一戸岡幅西部(奥山)の試料の珪藻化石産出表。
 (...)の中には珪藻化石によって確認されなかったが、岩相やサクセッションにより対比された層準を示した。層準の記号は第1図、第1表参照。

Table 5 Occurrence of diatom fossils from the Okuyama area in the western part of Ichinohe district. Parenthesised horizons were not proved by diatom fossils (not detected), but supposed based on lithostratigraphic data. See Fig. 1 and Table 1 for the acronyms of horizons.

Section	Okuyama(奥山)		
Horizon	門ノ沢層 尻子内シルト岩部層	(門ノ沢層)	
	Ks	(Kt)	
Diatom zones	3B	3A2	?
Sample number	XV-Yay25_1553	XV-Yay25_1557	XV-Yay25_1622
Preservation	P	P	P
Abundance	R	R	R
<i>Actinocyclus ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader	4	1	10
<i>A. octonarius</i> Ehr.	-	-	3
<i>A. sp. A</i>	3	-	-
<i>Actinocyclus senarius</i> (Ehr.) Ehr.	-	-	2
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) P.A.Sims et G.A.Fryxell	-	-	2
<i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) D.M.Williams	+	-	+
<i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa	+	-	1
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehr.	-	2	2
<i>C. spp.</i>	-	-	2
<i>Crucidentacula kanayae</i> var. <i>kanayae</i> Akiba et Yanagisawa	+	-	-
<i>D. penelliptica</i> G.W.Andrews	+	1	-
<i>Denticulopsis praelauta</i> Akiba et Koizumi	2	-	-
<i>Grammatophora</i> spp.	+	-	-
<i>Hemiaulus bipons</i> (Ehr.) Grunow	-	-	-
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova	2	-	-
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba	1	+	-
<i>Kisseleviella carina</i> Sheshukova	-	1	1
<i>Melosira sol</i> (Ehr.) Kützing	-	-	1
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve	-	1	3
<i>Pseudodimerogramma elliptica</i> Schrader	-	1	-
<i>Rhizosolenia miocenica</i> Schrader	-	-	2
<i>R. styliformis</i> Brightw.	-	1	1
<i>Stephanopyxis</i> spp.	14	10	5
<i>Thalassionema</i> cf. <i>hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader	1	7	-
<i>T. nitzschoides</i> (Grunow) H. Perag. et Perag.	20	20	12
<i>Thalassiosira mizunamiensis</i> Yanagisawa	1	-	-
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow	-	-	+
<i>Trochosira spinosa</i> Kitton	1	4	1
<i>Aulacoseira</i> spp.	1	1	2
Total number of valves counted	50	50	50
Resting spore of <i>Chaetoceros</i>	6	16	9
Nannofossil	-	-	-

(p. 253 →)

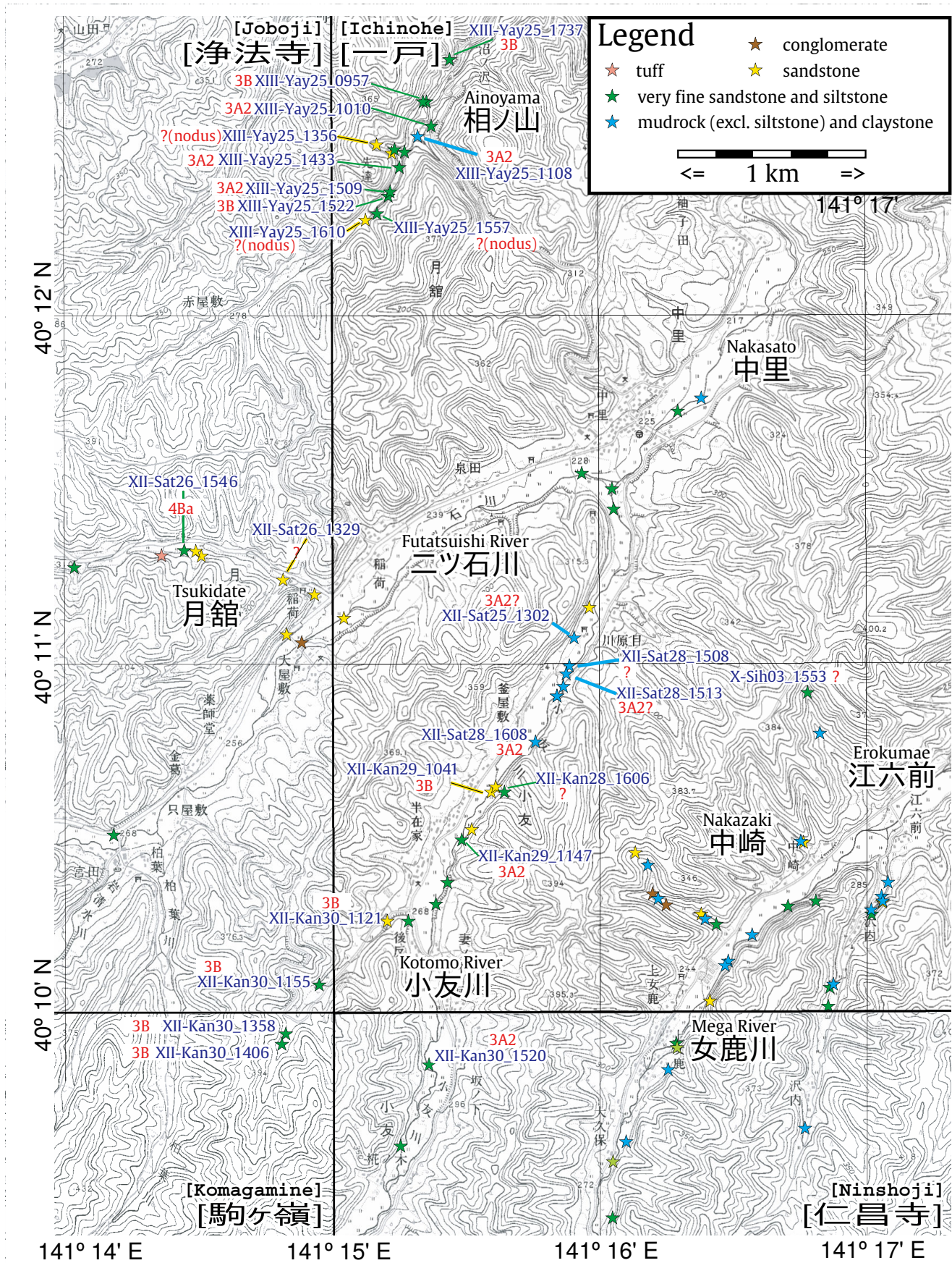
第6図 一戸岡幅南東部(相ノ山, 中里, 月館, 小友川, 江六前, 中崎, 女鹿川)の珪藻化石分析試料採取位置図。

試料ID:XIII-Yay25_0957 と XIII-Yay25_0957' は同一地点の固結度が異なる2種類の岩相から採取したため地点としては1地点である。基図は国土地理院発行の数値地図25000の「一戸」, 「浄法寺」, 「仁昌寺」, 「駒ヶ嶺」を使用。

Fig. 6 Localities of diatom analyses samples from the area of Ainoyama, Nakasato, Tsukidate, Otomo River, Erokumae, Nakazaki and Mega River in the southeastern part of Ichinohe district.

Samples of XIII-Yay25_0957 and XIII-Yay25_0957' were collected from the same outcrop, but they dier consolidation. Basemap is "Ichinohe", "Joboji", "Nishoji" and "Komagamine" from Digital Maps 25000 published by Geospatial Information Authority of Japan.

5万分の1地質図「一戸」地域（岩手県北部）の中新統珪藻化石（辻野・柳沢）



第6表 一戸岡幅南西部(相ノ山, 月館, 小友川, 江六前)の試料の珪藻化石産出表.

括弧の中には珪藻化石によって確認されなかったが, 岩相やサクセッションにより対比された層準を示した. アスタリスク(*)は石灰質ナンノ化石が検出された試料. 層準の記号は第1図, 第1表参照. Tsuk.: 月館. Er.: 江六前.

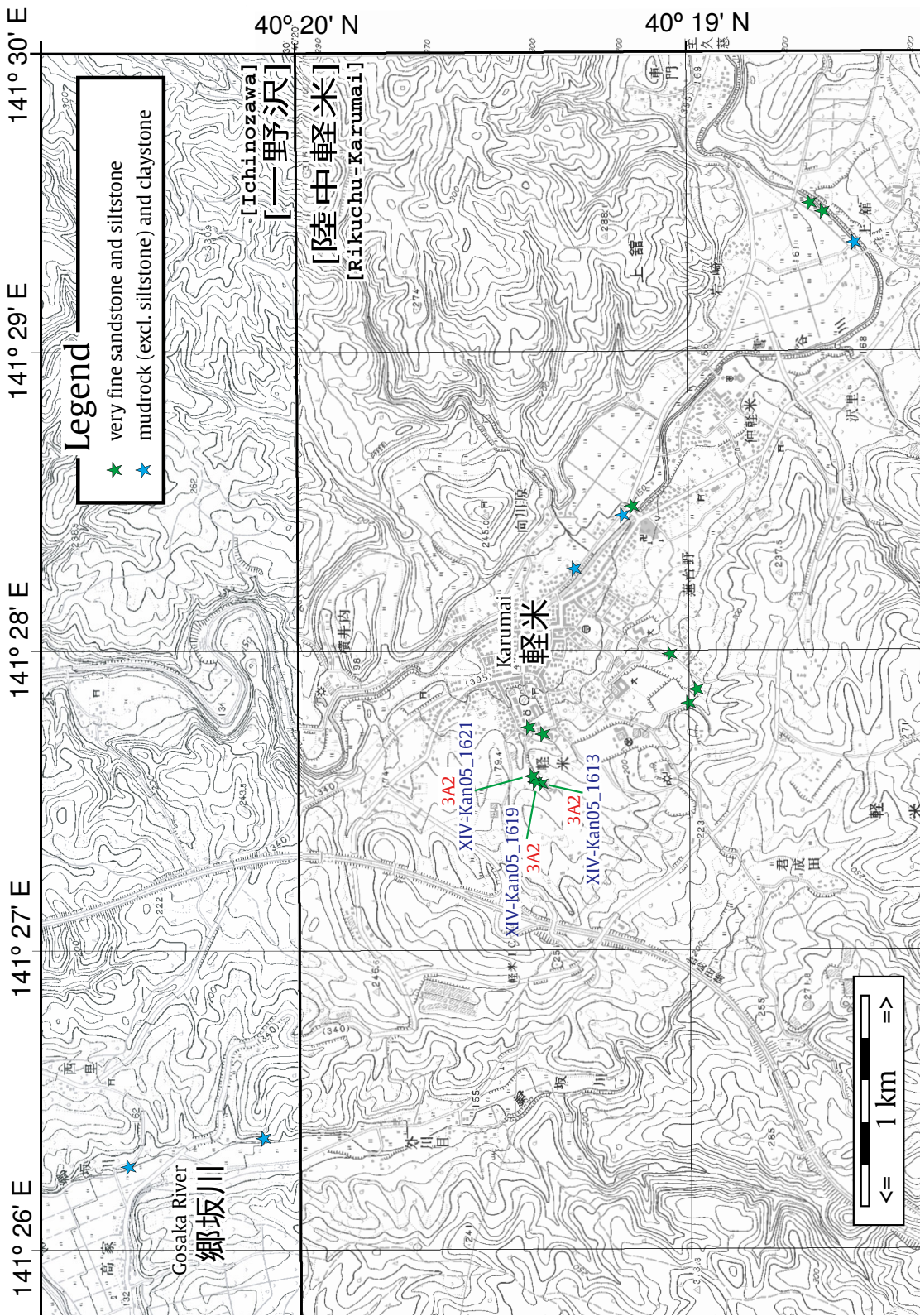
Table 6 Occurrence of diatom fossils from the area of Ainoyama, Tsukidate, Otomo Gawa, Erokumae in the southwestern part of Ichinohe district. Parenthesised horizons were not proved by diatom fossils(not detected), but supposed based on lithostratigraphic data. An asterisk (*) is the sample which nannofossils were detected. See Fig. 1 and Table 1 for the acronyms of horizons. Tsuk.: Tsukidate, Er: Erokumae.

Section	Ainoyama (相ノ山)										Tsuk.	Kotomo R. (小友川)										Er.				
	(門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部)	(門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部)	門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	十文字層上部砂岩層下部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	(十文字層上部砂岩層下部)	門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部	(末ノ松山層五日町砂岩部層)	十文字層上部砂岩層下部	(門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部)	(門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部)	門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	(末ノ松山層五日町砂岩部層)						
Horizon	Ks u	(Ks u)	Ks 1	Zs 1	Ks 1	Ks u	Ks 1	(Zs 1)	Ks u	(Si)	Zs 1	Ks 1	(Ks 1)	Ks 1	(Ks 1)	Ks u	Ks 1	Ks u	(Si)							
Diatom zones	3B	?	3A2	3A2	3A2	3A2	?	?	3B	?	4Ba	3A2?	?	3A2?	3A2	3B	3A2	3B	3B	3B	3A2	?				
Sample number	XII-Yay25_0957	XIII-Yay25_0957	XII-Yay25_1010	XIII-Yay25_1108	XII-Yay25_1356	XIII-Yay25_1433	XIII-Yay25_1522	XIII-Yay25_1509	XIII-Yay25_1557	XIII-Yay25_1610	XIII-Yay25_1737	XII-Sat26_1329	XII-Sat26_1546	XII-Sat25_1302	XII-Sat28_1508	XII-Sat28_1513	XII-Sat28_1608	XII-Kan28_1606	XII-Kan29_1041	XII-Kan29_1147	XII-Kan30_1121	XII-Kan30_1155	XII-Kan30_1358	XII-Kan30_1406	XII-Kan30_1520	X-Sih03_1553
Preservation	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	P	P	P
Abundance	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	C	R	R	R	R	R	R	R
<i>Actinocyclus ingens f. ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader	2	2	3	1	2	8	2	6	7	6	2	13	6	1	2	1	5	1	1	5	2	4	2	5	23	4
<i>A. ingens f. nodus</i> (Baldauf) Whiting et Schrader	-	-	-	-	5	-	-	-	3	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. ingens f. planus</i> Whiting et Schrader	-	1	1	3	-	1	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	1	+	+	-	-	-	-	-	+	-
<i>A. octonarius</i> Ehr.	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	2	1	-	+	1	+	2	1	1	-	-
<i>A. sp. A</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehr.) Ehr.	3	6	6	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	1	2	+	5	4	3	1	7	2	-	
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) P.A.Sims et G.A.Fryxell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1	+	2	1	-
<i>Cavitatus exiguus</i> Yanagisawa et Akiba	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	+	-
<i>C. jouseanus</i> (Sheshukova) D.M.Williams	-	1	1	2	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2	1	+	1	+	+	+	-	3	-
<i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa	-	+	1	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	-	-	-	-	1	+	-	+	-
<i>Cestodiscus sp. (concave)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Cocconeis californica</i> Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>C. costata</i> Greg.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	-	-
<i>C. vitrea</i> Brun	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus lewisianus</i> Grev.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. marginatus</i> Ehr.	1	-	2	1	20	8	3	1	6	3	3	5	-	2	6	4	2	3	+	-	1	-	+	-	4	4
<i>C. spp.</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Crucidenticula kanayae</i> var. <i>kanayae</i> Akiba et Yanagisawa	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	1	-	-	-	-	-
<i>C. punctata</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Delphineis miocenicus</i> (Schrader) G.W.Andrews	-	-	2	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1	1	-	+	-
<i>D. penelliptica</i> G.W.Andrews	-	-	4	-	-	2	-	-	-	-	-	+	-	3	-	1	1	-	1	-	+	-	-	-	-	-
<i>Denticulopsis praelauta</i> Akiba et Koizumi	1	-	-	-	-	+	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1	3	8	16	-	-
<i>D. hyalina</i> (Schrader) Simonsen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. praehyalina</i> Tanimura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. tanimurae</i> Yanagisawa et Akiba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Girdle view of <i>D. hyalina</i> group	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diploneis bombus</i> Ehr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. smithii</i> (Bréb.) Cleve	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Grammatophora</i> spp.	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	1	-	-	-	-
<i>Hemiaulus bipons</i> (Ehr.) Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	+	1	+	1	+	1	-
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	2	-	-	+	1	-	-	+	-	-	-
<i>Kisseleviella carina</i> Sheshukova	-	1	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	+	1	+	-	1	-	-	-
<i>Mediaria splendida</i> f. <i>tenera</i> Schrader	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Melosira sol</i> (Ehr.) Kützing	-	-	1	2	-	-	-	3	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia challengeri</i> Schrader	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	-	-
<i>N. grunowii</i> Hasle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	+	-	-
<i>N. heteropolica</i> Schrader	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Odontella aurita</i> (Lyngb.) J.A.Agardh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve	4	-	-	-	-	5	-	1	5	-	5	6	12	4	8	-	-	-	+	6	-	-	+	2	1	3

5 万分の 1 地質図「一戸」地域 (岩手県北部) の中新統珪藻化石 (辻野・柳沢)

第 6 表 続き.
Table 6 Continued.

Section	Ainoyama (相ノ山)							Tsuk.	Kotomo R. (小友川)							Er.											
Horizon	門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	十文字層主部砂岩層下部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	(十文字層主部砂岩層下部)	門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部	(末ノ松山層五日町砂岩部層)	十文字層主部砂岩層下部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層上部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	門ノ沢層尻子内シルト岩部層下部	(末ノ松山層五日町砂岩部層)									
	Ks u	(Ks u)	Ks 1	Zs 1	Ks 1	Ks u	Ks 1	(Zs 1)	Ks u	(Si)	Zs 1	Ks 1	(Ks 1)	Ks 1	(Ks 1)	Ks u	Ks 1	Ks u	(Si)								
Diatom zones	3B	?	3A2	3A2	?	3A2	3A2	?	3B	?	4Ba	3A2?	?	3A2?	3A2	3B	3A2	3B	?								
Sample number	XIII-Yay25_0957	XIII-Yay25_0957	XIII-Yay25_1010	XIII-Yay25_1108	XIII-Yay25_1356	XIII-Yay25_1433	XIII-Yay25_1522	XIII-Yay25_1509	XIII-Yay25_1557	XIII-Yay25_1610	XIII-Yay25_1737	XII-Sat26_1329	XII-Sat26_1546	XII-Sat25_1302	XII-Sat28_1508	XII-Sat28_1513	XII-Sat28_1608	XII-Kan28_1606	XII-Kan29_1041	XII-Kan29_1147	XII-Kan30_1121	XII-Kan30_1155	XII-Kan30_1358	XII-Kan30_1406	XII-Kan30_1520	X-Sih03_1553	
Preservation	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	G	M	P	P	
Abundance	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	C	R	R	R	R	R	C	R	R	C	A	A	R	R	
<i>Proboscia interposita</i> (Hajós) Jordan et Priddle	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudodimerogramma elliptica</i> Schrader	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	1	+	-
<i>Rhabdonema japonicum</i> Temp. et Brun	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Rhizosolenia miocenica</i> Schrader	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. styliformis</i> Brightw.	-	-	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	1	+	-	-	-	2	-	-	1	-
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehr.) Hasle et P.A.Sims	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
<i>Stephanogonia hanzawae</i> Kanaya	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	+	-
<i>Stephanopyxis</i> spp.	7	13	10	14	14	13	15	24	17	26	9	10	2	7	10	2	5	5	1	10	8	10	3	+	3	9	-
<i>Thalassionema</i> cf. <i>hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1	+	1	-	-	-	-	-	-
<i>T. nitzschioides</i> (Grunow) H. Perag. et Perag.	18	11	9	16	4	8	10	8	+	1	23	5	1	14	2	4	15	15	40	10	16	13	14	12	10	-	-
<i>Thalassiosira mizunamiensis</i> Yanagisawa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>T. praeypei</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. sp.</i> (Matsushima)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	1	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Triceratium condecorum</i> Brightw.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Trochosira spinosa</i> Kitton	12	15	7	6	2	-	16	3	-	4	-	-	-	1	-	8	-	3	3	12	4	14	2	-	-	-	-
<i>Aulacoseira</i> spp.	-	-	2	3	-	5	+	2	-	1	1	2	-	9	-	3	6	1	1	6	+	3	2	1	+	2	-
Total number of valves counted	50	50	50	50	50	50	50	50	40	50	50	42	50	50	25	27	50	31	50	50	50	50	50	50	50	50	22
Resting spore of <i>Chaetoceros</i>	14	20	21	10	2	7	11	11	3	14	19	14	6	31	19	19	31	8	10	12	19	27	23	51	7	1	
Nannofossil	-	-	-	-	-	*	-	-	*	-	-	*	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	*	-	



第7図 一戸区幅北東部(軽米)の珪藻化石分析試料採取位置図。
 基図は国土地理院発行の数値地図25000の「陸中軽米」「一野沢」を使用。
 Fig. 7 Localities of diatom analyses samples from the Karumai area in the northeastern part of Ichinohe district. Basemap is "Rikuchū-Karumai" and "Ichinozawa" from Digital Maps 25000 published by Geospatial Information Authority of Japan.

文 献

第7表 一戸図幅北東部(軽米)の試料の珪藻化石産出表。層準の記号は第1図, 第1表参照。

Table 7 Occurrence of diatom fossils from the Karumai area in the southeastern part of Ichinohe district. See Fig.1 and Table 1 for the acronyms of horizons.

Section	Karumai 軽米		
Horizon	門ノ沢層下部		
Diatom zones	Kt~Ks		
	3A2	3A2	3A2
Sample number	XIV-Kan05_1613	XIV-Kan05_1619	XIV-Kan05_1621
Preservation	P	P	P
Abundance	R	C	C
<i>Actinocyclus ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader	2	2	+
A. sp. A	-	-	1
<i>Actinocyclus senarius</i> (Ehr.) Ehr.	3	1	1
<i>Cavitatus exiguus</i> Yanagisawa et Akiba	1	-	-
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehr.	-	1	-
<i>C. vitrea</i> Brun	-	1	-
<i>Coccinodiscus marginatus</i> Ehr.	1	3	-
<i>Crucidentacula kanayae</i> var. <i>kanayae</i> Akiba et Yanagisawa	1	-	-
<i>Delphineis miocenica</i> (Schrader) G.W.Andrews	1	1	1
<i>D. penelliptica</i> G.W.Andrews	+	-	1
<i>Grammatophora</i> spp.	+	+	+
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova	1	-	-
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba	1	7	+
<i>Kisseleviella carina</i> Sheshukova	10	9	23
<i>Melosira sol</i> (Ehr.) Kützing	1	-	-
<i>Nitzschia challengeri</i> Schrader	-	+	+
<i>Odontella aurita</i> (Lyngb.) J.A.Agardh	-	-	1
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve	2	2	1
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>hiemalis</i> Gran	-	1	-
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehr.) Hasle et P.A.Sims	1	-	-
<i>Stephanopyxis</i> spp.	7	12	8
<i>Thalassionema</i> cf. <i>hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader	5	+	+
<i>T. nitzschioides</i> (Grunow) H. Perag. et Perag.	11	6	11
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow	-	+	-
<i>Triceratium condecorum</i> Brightw.	-	1	-
<i>Trochosira spinosa</i> Kitton	2	1	2
<i>Aulacoseira</i> spp.	-	2	-
Total number of valves counted	50	50	50
Resting spore of <i>Chaetoceros</i>	67	108	38

秋葉文雄(1977) *Denticula kanayae* n. sp. と *Denticula kanayae* Zone の珪藻生層序学的意義. 石油資源開発技術研究所報告, **20**, 126-146.

秋葉文雄(1979) *Denticula dimorpha* とその類縁種の形態, および新第三系珪藻化石層序区分. 石油資源開発技術研究所報告, **22**, 148-189.

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., and Coulbourn, W. T., eds., *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **87**, U.S. Govt. Printing Office, Washington, 393-481.

Baldauf, J. G. and Barron, J. A. (1980) *Actinocyclus ingens* var. *nodus*: a new, stratigraphically useful diatom of the circum-North Pacific. *Micropaleontology*, **26**, 103-110.

Blow, W. H. (1969) Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Bönnimann, P. and Renz, H. H., eds., *Proceedings of First International Conference on Planktonic Microfossils (Geneve, 1976)*, Leiden, 199-422.

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) 北上山地北縁部鮮新統の層序: 北上山地北縁の新生界II. 地質雑, **64**, 526-536.

Chinzei, K. (1966) Younger Tertiary geology of the Mabechi River Valley, Northeast Honshu, Japan. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, sec. II*, **16**, 161-208.

鎮西清高(1981) 門ノ沢動物群. 軟体動物の研究-大森昌衛教授還暦記念論文集, 大森昌衛教授還暦記念論文集刊行会, 新潟, 207-212.

Gradstein, F., Ogg, J. and Smith, A. (2004) *A Geologic Time Scale 2004*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.

Hasebe, N., Tamura, A., and Arai, S. (2013) Zeta equivalent ssion-track dating using LA-ICP-MS and examples with simultaneous U-Pb dating. *Island Arc*, **22**, 280-291.

池辺 穰(1962) 秋田油田地域における含油第三系の構造発達と石油の集積について. 秋田大学地下資源研究施設研究報告, **26**, 1-59.

石塚 治・宇都浩三(1995) 岩手県二戸地域新第三系火山岩類のK-Ar年代. 日本火山学会講演予稿集, **2**, 4.

鹿野和彦・大口健志・柳沢幸夫・栗田泰夫・小林紀彦・佐藤雄大・林 信太郎・北里 洋・小笠原憲四郎・駒澤正夫(2011) 戸賀及び船川地域の地質. 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, 127p.

Koizumi, I., Barron, J. A. and H. E. Harper, Jr. (1980)

- Diatom correlation of Legs 56 and 57 with onshore sequences in Japan. *In* Lee, M. and Stout, L. N., eds., *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Leg 56, 57 part 2*, **56,57**, U.S. Govt. Printing Oce, Washington, 687–694.
- Maruyama, T. (1984) Miocene diatom biostratigraphy of onshore sequences on the Pacific side of Northeast Japan, with reference to DSDP Hole 438A (part2). *Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd Ser. (Geology)*, **55**, no. 1, 77–140.
- Matsubara, T. (1995) Fossil Mollusca of the Lower Miocene Yotsuyaku Formation in the Niinohe district, Iwate Prefecture, Northeast Japan : Part 1. General consideration of the fauna. *Trans. Proc. Palaeontol. Soc. Japan. New Series*, no. 180, 303–320.
- 松原尚志(1996) 青森・岩手県中部中新統留崎層下部の貝類化石群 : Mid-Neogene Climatic Optimum 後の貝類化石群の例(演旨). 日本地質学会第103年学術大会講演要旨, 106.
- 松原尚志(1997) 砂礫底化石群集とシーケンス層序 : 二戸—三戸地域の中部中新統産貝類化石群の例. 化石(日本古生物学会和文誌), **63**, 49–54.
- Nathan, S. A. and Leckie, R. M. (2003) Miocene planktonic foraminiferal biostratigraphy of Sites 1143 and 1146, ODP Leg 184, South China Sea. *In* Prell, W. L., Wang, P., Blum, P., Rea, D. K. and Clemens, S. C., eds., *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, College Station, TX (Ocean Drilling Program)*, **184**, 1–43.
- 尾田太良・長谷川四郎・本田信幸・丸山俊明・船山政昭(1983) 中新統浮遊性微化石層序の現状と問題点. 石油技術協会誌, **48**, 71–87.
- Oda, M., Hasegawa, S., Honda, N., Maruyama, T. and Funayama, S. (1984) Integrated biostratigraphy of planktonic foraminifera, calcareous nannofossils, radioarians and diatoms of middle and upper Miocene sequences of central and northeast Honshu, Japan. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **46**, 53–69.
- 小笠原憲四郎・尾田太良・堀越 叡(1986) 島弧横断ルートNo.13(能代—大館—花輪—三戸—階上岳). 北村 信編新生代東北本州弧地質資料集第二巻, 宝文堂, 仙台, 16. 3 sheets.
- 大口健志・大上和良・尾田太良(1986) 島弧横断ルートNo.15(大葛温泉—田山—浄法寺—二戸—久慈). 北村 信編新生代東北本州弧地質資料集第二巻, 宝文堂, 仙台, 15. 3 sheets.
- Otuka, Y. (1934) Tertiary structures of the northeastern end of the Kitakami Mountainland, Iwate Prefecture, Japan. *Bull. Earthq. Res. Inst., Tokyo Imperial Univ.*, **12**, 566–638.
- 佐俣哲郎(1976) 北上山地北縁部, 馬淵川流域の新第三系の浮遊性有孔虫化石層序. 地質雑, **82**, 783–793.
- Tagami, T., Uto, K., Matsuda, T., Hasebe, N. and Matsumoto, A. (1995) K-Ar biotite and fission-track zircon ages of the Nisatai Dacite, Iwate Prefecture, Japan: A candidate for Tertiary age standard. *Geochem. Jour.*, **29**, 207–211.
- 土 隆一編(1979) 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, 静岡大学, 156p.
- Tsuchi, R., ed. (1981) *Neogene of Japan: its biostratigraphy and chronology – in commemoration of IGCP-114 International Workshop on Pacific Neogene Biostratigraphy*, Shizukoka University, Shizuoka, 140p.
- 辻野 匠・工藤 崇・中江 訓・近藤玲介・西岡芳晴・植木岳雪(印刷中) 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.
- Watanabe, M. and Yanagisawa, Y. (2005) Refined early to middle Miocene diatom biochronology for the middle- to high-latitude North Pacific. *Island Arc*, **14**, 91–101.
- Wessel, P. and Smith, W. H. F. (1995) New version of Generic Mapping Tools released. *EOS Trans. AGU*, **76**, 329.
- 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・秋葉文雄(1999) 松島地域の中新世珪藻化石層序の再検討. 地質調査所月報, **50**, 431–448.
- 柳沢幸夫・林 広樹(2003) 岩手県一関地域に分布する中新統の海生珪藻化石層序と生層準. 地質調査研究報告, **54**, 49–61.
- 柳沢幸夫(1999a) 金沢市南部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.
- 柳沢幸夫(1999b) 富山・石川県境の医王山地域に分布する中新統の珪藻化石層序と対比. 地質調査所月報, **50**, 67–81.
- 柳沢幸夫(1999c) 富山県八尾地域の下部—中部中新統の珪藻化石層序. 地質調査所月報, **50**, 139–165.
- 柳沢幸夫(1999d) 能登半島珠洲地域の中新統の珪藻化石層序. 地質調査所月報, **50**, 167–213.
- 吉田 尚・吉井守正・片田正人・田中啓策・坂本 亨・佐藤博之(1987) 陸中大野地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 70p.

(受付 : 2017年5月2日 ; 受理 : 2017年9月28日)

地質調査総合センター研究資料集

- | | | |
|-----|--------------------------------|------------------------|
| 627 | 福岡県柳川市における産業技術総合研究所ボーリングの柱状図 | 松浦 浩久 |
| 629 | 吸気フィルタの火山灰目詰試験 | 山元 孝広・古川 竜太・奥山 一博 |
| 630 | 西暦 869 年貞観地震の復元 | 田村 明子・澤井 祐紀・黒坂 朗子 |
| 631 | 浅間火山におけるプリニー式噴火時の降灰評価 | 山元 孝広 |
| 632 | 支笏カルデラ形成噴火のマグマ体積 | 山元 孝広 |
| 634 | ウラン-鉛年代データ解析のための Python スクリプト | 野田 篤 |
| 635 | 大山倉吉テフラの降灰シミュレーション | 山元 孝広 |
| 636 | モンゴル中部、バヤンホンゴル地域の地質 | 寺岡 易司・鈴木 盛久・Ch. NINJIN |
| 637 | 西南日本の古生代後期—新生代砂岩に含まれる碎屑性ザクロ石 | 寺岡 易司・川上 久美 |
| 638 | 東北日本の東西短縮テクトニクスの原因に関する思考実験 | 高橋 雅紀 |
| 639 | 四万十累層群砂岩のモード組成 | 寺岡 易司 |
| 640 | 四万十累層群碎屑岩の化学組成 | 寺岡 易司・奥村 公男 |
| 641 | 知床半島及び能取半島の上部新第三系の珪藻化石層序資料 | 柳沢 幸夫・山口 昇一 |
| 642 | 世界の地質図リスト | 一色 直記 (代理: 奥村 公男) |
| 644 | 日本列島の東西短縮地殻変動のメカニズムを再現したアナログ模型 | 高橋 雅紀 |
| 646 | 千葉県睦沢町の瑞沢川河床から湧出する天然ガス (動画) | 佐脇貴幸 |
| 647 | 日本列島下の海洋プレートの GIS データ作成 | 斎藤英二 |

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	観音寺・泊・鳥羽
20 万分の 1 地質図幅	横須賀 (第 2 版)・大分 (第 2 版)・松山 (第 2 版)
200 万分の 1 地質編集図	No. 4 日本地質図 (第 5 版) No. 11 日本の火山 (第 3 版)
特殊地質図	No. 12 富士火山地質図 (第 2 版) No. 33 日本周辺海域鉱物資源分布図 (第 2 版)
海洋地質図	No. 88 見島沖海底地質図 (1:20 万)
火山地質図	No. 18 蔵王火山地質図 (1:2.5 万) No. 19 九重火山地質図 (1:2.5 万)
水文環境図	No. 9 富士山
空中磁気図	No. 46 養老断層地域高分解能空中磁気異常図 No. 47 富士火山地域高分解能空中磁気異常図
重力図	No. 32 和歌山地域重力図 (ブーゲー異常) S3 甲府地域重力構造図 (ブーゲー異常)
構造図	No. 14 全国主要活断層活動確率地図
海外地球科学図	アジア鉱物資源図 (1:500 万) 東アジア地域地震火山災害情報図 (1:1000 万)
海陸シームレス地質図	S-5 海陸シームレス地質情報集「駿河湾北部沿岸域」
燃料資源図	FR-3 燃料資源地質図「関東地方」
土壌評価図	E-7 表層土壌評価基本図「高知県地域」
数値地質図	G-16 20 万分の 1 日本シームレス地質図 DVD 版 G-17 九州地質ガイド GT-4 全国地熱ポテンシャルマップ V-3 口永良部島火山地質データベース P-2 日本重力データベース DVD 版 G20-1 20 万分の 1 数値地質図幅集「北海道北部」第 2 版 G20-2 20 万分の 1 数値地質図幅集「北海道南部」第 2 版
その他	日本の熱水系アトラス 海と陸の地球化学図 関東の地球化学図

地質調査研究報告編集委員会

委員長	鈴木淳
副委員長	田中明子
委員	石塚治
	宮越昭暢
	昆慶明
	高倉伸一
	大谷竜明
	長森英明
	内野隆之
	高橋浩
	工藤崇
	板木拓也
	森尻理恵
	加瀬治

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: Atsushi Suzuki
Deputy Chief Editor: Akiko Tanaka
Editors: Osamu Ishizuka
Akinobu Miyakoshi
Yoshiaki Kon
Shinichi Takakura
Ryu Ohtani
Hideaki Nagamori
Takayuki Uchino
Yutaka Takahashi
Takashi Kudo
Takuya Itaki
Rie Morijiri
Osamu Kase

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68巻 第5号
平成29年12月25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.68 No.5 Issue December 25, 2017

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. 68 No. 5 2017

CONTENTS

- Stratigraphic revision of the Miocene “Saikawa Formation” distributed in the southern Kanazawa area, Ishikawa Prefecture, central Japan
Toshihiro Yamada, Shota Teduka, Takahiro Kamiya and Yukio Yanagisawa 183
- Stratigraphic positions of the Daisen-Kurayshi and San-in 1 tepra fallouts in NE Japan
Takahiro Yamamoto 223
- Diatom occurrence from the Miocene in the Ichinohe district, northern part of Iwate Prefecture, NE Japan
Taumi TuZino and Yukio Yanagisawa 237