

Online ISSN : 2186-490X
Print ISSN : 1346-4272
CODEN : CCKHA7

地質調査研究報告

BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Vol. 63 No. 9/10 2012



独立行政法人
産業技術総合研究所
地質調査総合センター



平成24年

論文

- 北海道幌延町の沿岸域における大深度ボーリングの岩相・微化石・テフラ
越谷 賢・丸井敦尚・五十嵐八枝子・秋葉文雄・古澤 明・岡 孝雄・萩原育夫 233

概報

- Geology of the Permian Higashimata Complex in the Nanjō Mountains, Fukui Prefecture, Southwest Japan
Satoshi Nakae 269

表紙の写真

北海道幌延町, DD-1 孔の掘削現場

北海道幌延町において深度 1,000 m を越えるボーリング調査を実施した。掘削現場は天塩平野の沿岸域で海岸線から 300 m 程度の内陸に位置する。研究プロジェクトの主な目的は沿岸域における地質環境、特に深部地下水に関する評価手法の高度化である。研究プロジェクトでは陸、海域におよぶ広範囲の物理探査も実施され、調査結果の統合的な解析が進められている。

(写真：吉岡正光 (サンコーコンサルタント株式会社), 文：越谷 賢)

Cover page

Drilling site of borehole DD-1 at Horonobe, Hokkaido

A deep drilling survey for a depth of more than 1,000 m (borehole DD-1) was conducted at Horonobe, Hokkaido. The drilling site locates the coast of the Teshio plain, 300 m apart from coastal line. One of the main purposes of this research project is to develop a methodology for evaluating a deep groundwater environment in the coastal region of Japan. Moreover, regional geophysical exploration from land to sea was conducted and comprehensive analyses were performed.

(Photograph by Masamitsu Yoshioka (Suncoh Consultants Co., Ltd.), Caption by Masaru Koshigai)

北海道幌延町の沿岸域における大深度ボーリングの岩相・微化石・テフラ

越谷 賢^{1,*}・丸井敦尚¹・五十嵐八枝子²・秋葉文雄³・古澤 明⁴・岡 孝雄⁵・萩原育夫⁶

Masaru Koshigai, Atsunao Marui, Yaeko Igarashi, Fumio Akiba, Akira Furusawa, Takao Oka and Ikuo Hagiwara (2012) Lithofacies, microfossils and tephra observed by deep drilling in the coastal zones at Horonobe, Northern Hokkaido, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 63 (9/10), p. 233-267, 9 figs, 3 tables, 6 appendices.

Abstract: The Teshio plain is one of the largest Cenozoic sedimentary basin in Hokkaido, Japan. Shallowing-upward thick successions ranging from shelf to terrestrial environments are distributed in and around this plain. The Yuchi and Sarabetsu Formations comprise Plio-Pleistocene sediments deposited in shallow sea to terrestrial environments in the latest stage of sedimentary basin formation. Geological ages of the Yuchi and Sarabetsu Formations are determined on the basis of biostratigraphic and fission track ages, and both formations have contemporaneous heterotopic facies. However, the geological age of the strata in the Teshio plain is unclear because of the thick alluvium covers. We conducted a deep drilling survey, to a depth of 1000 m, in the coastal zone of the Teshio plain and subsequent laboratory analysis (microfossil and tephra analysis) of the core. From the results of this analysis, it is clear that the geological succession is as follows: alluvium to a depth of 87.8 m; the Sarabetsu Formation at depths ranging between 87.8 m and 471.5 m; and the Yuchi Formation at depths ranging between 471.5 m and 1,004 m. Palynological successions of the Yuchi and Sarabetsu formations were divided into three pollen zones. Further, the *Larix* zone, which had formed after 1 Ma, has been confirmed at depths between 90 m and 220 m. Tephra, which is approximately 1.5 Ma, has been discovered at a depth of 930 m. The diatom zone has not been recognized because most diatom fossils are redeposited species. However, the presence of confirmed species is consistent with other analytical results. The geological age of both the Yuchi and Sarabetsu Formations, in the study area at depths between 90 m and 1,000 m, is estimated to be in the range of 0.8 to 1.5 Ma. In addition, the fact that both these formations are contemporaneous heterotopic facies until they reach Teshio plain is widely accepted. Moreover, both the strata in the Teshio plain are at least 0.5 million years younger than the strata in hilly areas to the east.

Keywords: coastal area, deep drilling, Teshio Plain, Horonobe area, lithostratigraphy, pollen, diatom, tephra, Quaternary, Pleistocene, Sarabetsu Formation, Yuchi Formation, Hokkaido, Japan

要 旨

北海道北部に位置する天塩平野は北海道における最も顕著な沈降域であり、周辺には新第三紀以降に堆積した深海成から陸成へ浅海化を示す厚い堆積物が分布する。勇知層と更別層は鮮新世～更新世に堆積した浅海～河川成を示す堆積盆末期の堆積物であり、丘陵地に分布する両層の微化石・テフラ分析による編年から同時異相の関係にあることが明らかとなってきている。ただし、天塩

平野は大部分が沖積層に覆われ、地下に分布する勇知層・更別層について堆積年代・環境の詳細は不明であった。我々は天塩平野の沿岸域において深度 1,000 m に及ぶオールコアボーリングを実施し、沖積層（深度 87.8 m まで）の下位に、更別層（深度 87.8 ～ 471.5 m）・勇知層（深度 471.5 m 以深）が分布することを確認した。そして、勇知層・更別層の堆積年代を把握するため、採取コアを対象に微化石（花粉、珪藻）分析とテフラ分析を行った。その結果、ボーリングコアは産出した花粉化石から 3 つ

¹ 地圏資源環境研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute for Geo-Resources and Environment)

² 北方圏古環境研究室 (Institute for Paleoenvironment of Northern Regions, 3-7-5, Koyochi, Kitahiroshima 061-1134, Japan)

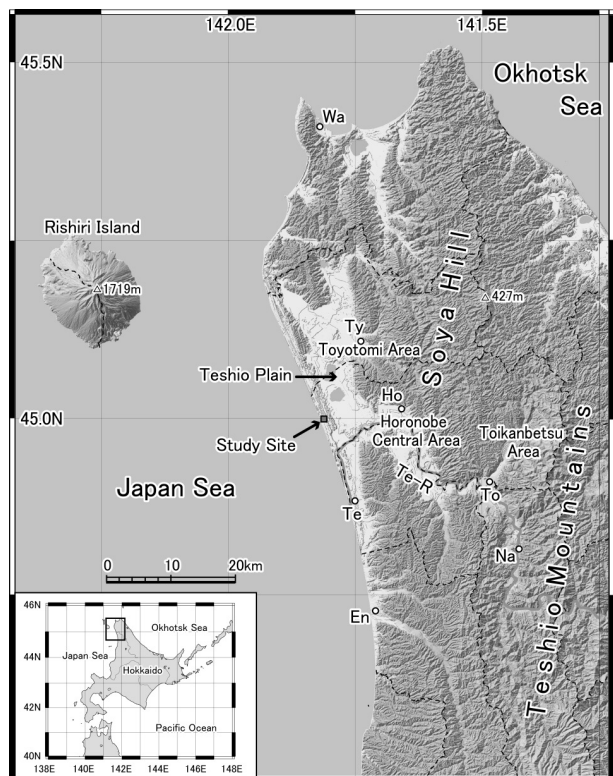
³ 有限会社珪藻ミニラボ (Diatom Minilabo Akiba Co., Ltd., Iwasawa 632-12, Hanno, Saitama 357-0023, Japan)

⁴ 株式会社古澤地質 (Furusawa Geological Survey Co., Ltd., 93-7, Tosaki-cho, Yashiki, Okazaki 44-0840, Japan)

⁵ アースサイエンス株式会社 (Earth Science Co., Ltd., 2-1, N39 W3, Kita-ku, Sapporo 001-0037, Japan)

⁶ サンコーコンサルタント株式会社 (Suncoh Consultants Co., Ltd., 1-8-9, Kameido, Koto-ku, Tokyo 136-8522, Japan)

* Corresponding author: M. KOSHIGAI, Central7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, E-mail: m.koshigai@aist.go.jp



第1図 研究地の位置とその周辺における地形。地形陰影図は国土地理院(2001)による。Wa: 稚内, Ty: 豊富, Ho: 幌延, To: 間寒別, Te: 天塩, Na: 中川, En: 遠別, Te-R: 天塩川。

Fig.1 The location of the study site and the geomorphology of the surrounding area. The shaded relief map was obtained from the 50 m digital elevation model published by the Geographical Survey Institute (2001). Wa: Wakkanai, Ty: Toyotomi, Ho: Horonobe, To: Toikanbetsu, Te: Teshio, Na: Nakagawa, En: Enbetsu, and Te-R: Teshio River.

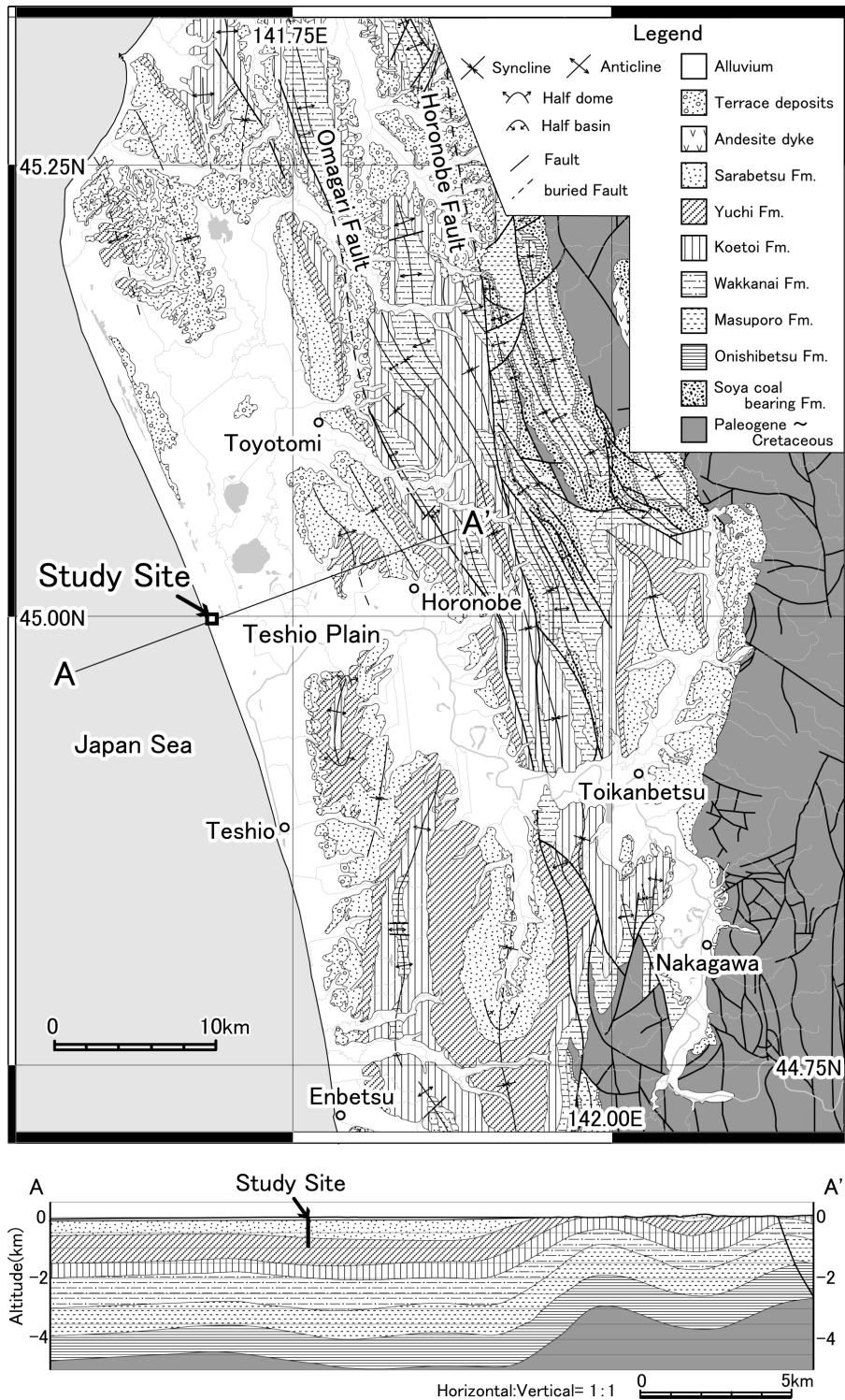
の花粉帯に区分され、最上位の深度90～200 mに北海道～サハリンに分布する下部更新統に広く認められるハラミロ・サブクロン以降に成立した *Larix* 帯に対比される花粉帯が確認された。また、深度930 m付近に1.5 Ma程度の地質年代を示すテフラに同定可能なテフラが確認された。珪藻化石は二次的に再堆積したものが多く化石帯の認定には至らなかったものの、他の分析結果と矛盾する種は確認されなかった。地質分析の結果を総合すると、深度90～1,000 m付近までに分布する勇知層・更別層は0.8～1.5 Ma頃までの約70万年間に形成された堆積物であることが明らかとなり、勇知層・更別層の示す同時異相の関係は天塩平野まで広く認められる現象であることが確認された。また、天塩平野の東部丘陵地に分布する両層とは50万年程度の堆積時期の違いがあることが示唆され、本地域における地史を編むに有益な情報が得られた。

1. はじめに

沿岸平野は社会・経済活動が集中し我々の生活における重要な位置を占め、平野地下の地質情報は都市基盤の整備、産業立地の計画などにとって重要な情報となる。近年では大深度の地下空間利用(例えば、地層処分や二酸化炭素の地中貯留)を背景に、深度数100～1,000 m程度の地下深部についても、地質環境の高度な評価が求められる現状にある。北海道幌延町の沿岸域は、沿岸域に特徴的な地質環境(例えば、塩淡水境界や伏在断層)の評価手法を高度化するための実証フィールドであり、大深度ボーリングや物理探査を含む調査・研究が行われている(丸井ほか, 2011; 電力中央研究所, 2011; 日本原子力研究開発機構, 2011)。

幌延町は石狩低地帯とともに北海道における最も顕著な沈降域である天塩平野(岡, 1986)に位置する(第1図)。天塩平野は東西5～8 km, 南北27 kmにわたる沖積低地を主体とし、周囲を新第三系と第四系からなる丘陵・台地(宗谷丘陵)に囲まれる。天塩平野及び周辺地域には基盤となる白亜系と古第三系を不整合に覆い、新第三系以降の厚い堆積物が分布する(山本, 1979)。天塩平野の大局的な地下地質構造は、深度数 km オーダーの反射法地震探査によって把握されている(小椋・掃部, 1992; 池田ほか, 2002; 産業技術総合研究所, 2006)。低地に分布する沖積層は、地盤調査ボーリングなどの解析によって把握されてきており、最大85 m程の厚さを示す(幌延地圏環境研究所, 2007; 酒井ほか, 2011)。天塩平野の沿岸域で沖積層以深を掘削したボーリングは天塩町の温泉ボーリング(北海道立地質研究所, 2004)があるが、堆積年代・環境などの地質環境に関する情報はなく、沖積層以深に関する地質環境の詳細は明らかでない。

我々は天塩平野沿岸域に位置する研究地において、深部の地質環境を把握するため、深度1,000 mを越える大深度ボーリングを含む複数の調査掘削を行い(丸井ほか, 2011)、沖積層の下位に更別層と勇知層が分布することを確認した(越谷ほか, 2012)。勇知層・更別層は鮮新世～更新世に堆積した地層であり、浅海～河川成を示す堆積盆末期の堆積物とされる。これまでに丘陵地に分布する鮮新統～更新統の編年から、両者の地質年代は西部でより新しい年代を示すといったように東西方向で異なり、同時異相の関係にあることが明らかとなってきた(高橋ほか, 1984; 岡・五十嵐, 1997a; 安江ほか, 2006; 新里ほか, 2007)。ただし、同様の現象が天塩平野沿岸域まで及んでいるかは確認されておらず、地質環境を把握するために重要な地史に不明な点があった。そこで、本論では天塩平野沿岸域の地下に分布する勇知層・更別層の堆積年代を明らかとするため、調査ボーリングで採取したコアを対象に微化石分析(花粉・珪藻化石)



第2図 研究地と周辺地域の地質図. 地質図は秦ほか (1969) と山口・須田 (1981) を, 地質断面図は産業技術総合研究所 (2006) を編図した. 地質断面図に示した黒太線は DD-1 孔を示す.

Fig.2 Geological map and cross section of the study site and surrounding area. The geological map is modified from Hata *et al.* (1969) and Yamaguchi and Suda (1981). The geological cross section is modified from AIST (2006). The thick line in the geological cross section indicates the location of borehole DD-1.

第1表 研究地と周辺地域の層序. 嵯峨山 (2003), 福沢ほか (1992), 岡・五十嵐 (1997a), 安江ほか (2006), 新里ほか (2007) による.

Table 1 Stratigraphy of the study site and surrounding area. Adapted from Sagayama (2003), Fukuzawa *et al.* (1992), Oka and Igarashi (1997), Yasue *et al.* (2006), and Niizato *et al.* (2007).

| Geological Age | Lithostratigraphic Unit | | Lithology | |
|-------------------------|-------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| | West | East | | |
| Quaternary | Holocene | | Alluvium mud, sand, gravel and peat | |
| | Pleistocene | L. | Terrace deposits mud, sand, gravel and peat | |
| | | M. | | |
| | | E. | Sarabetsu Fm. alternating beds of mudstone, sandstone and conglomerate with lignite | |
| | Neogene | Pliocene | L. | Yuchi Fm. f. to m.-grained sandstone |
| E. | | | Koetoi Fm. massive diatomeaceous mudstone | |
| Miocene | | L. | Wakkanai Fm. siliceous shale and diatomeaceous shale | |
| | | M. | Masuporo Fm. alternating beds of mudstone, sandstone and conglomerate with slumping block | |
| | | | Onishibetsu Fm. mudstone and sandstone with conglomerate | |
| | | | Soya coal bearing Fm. alternating beds of mudstone and sandstone with coal and conglomerate | |
| | | E. | | |
| Paleogene to Cretaceous | | | | |

とテフラ分析を行った。なお、本研究では、既往研究において勇知層・更別層の層序学的な研究が行われた地域を第1図に示すとおりに呼称する。

2. 地質の概要

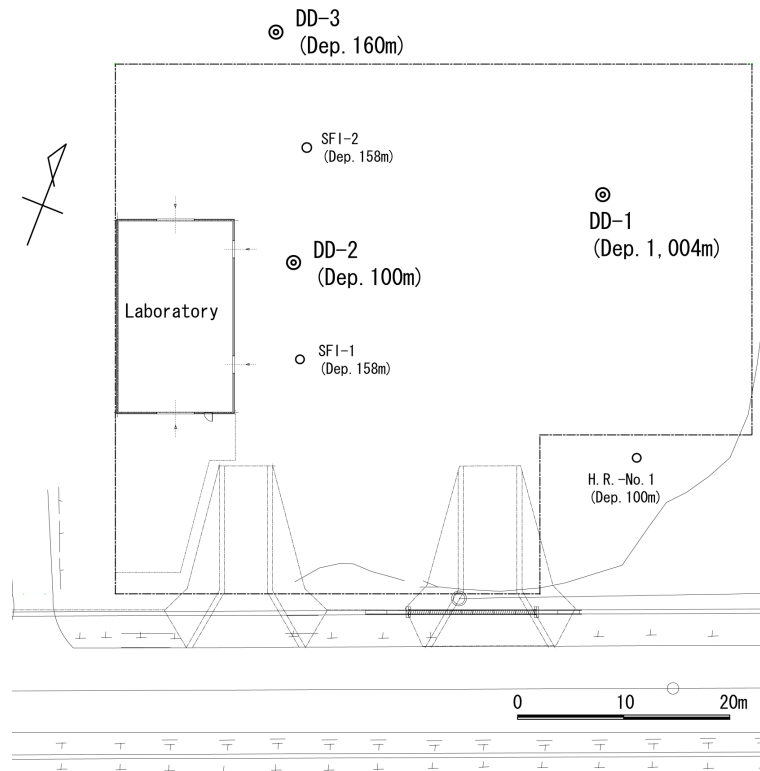
北海道北部地域は、地質構造的には、^{かむいこたん} 神居古丹帯と^{れぶん} 石狩 - 礼文隆起帯の2つの地質構造的な高まりとそれらの中に存在する^{てんぼく} 石狩 - 天塩帯に属する天北堆積盆からなる。天北堆積盆は、幅約 60 km の広がりを持ち、ほぼ南北に走る主要な構造線である大曲断層と幌延断層によって、^{わっかかない} 天北炭田区、^{とよみ} 稚内 - 豊富東部区及び^{てんぼく} 天塩平野区の3つの構造区に区分される (岡, 1986)。研究地の位置する天塩平野区は、沖積低地の大きな広がりがあり、他の構造区と比較して波長の大きい褶曲構造が発達している (岡, 1986; 小椋・掃部, 1992; 岡・五十嵐, 1997a)。

古第三紀後半から現在まで継続する堆積域である天北堆積盆は、堆積物の厚さが総計 8,500 m に達し、基盤となる白亜系と古第三系を不整合におおる新第三系堆積岩類 (下位から宗谷夾炭層^{おにしべつ}・鬼志別層^{ますぼろ}・稚内層^{こえとい}・声問層) 及び新第三紀末から第四紀にかけての堆積

物 (下位から勇知層・更別層・段丘堆積物・沖積層) が分布する (第2図; 第1表)。これらのうち、宗谷夾炭層・鬼志別層・増幌層は、陸成から海成の順に変化する堆積相を示し、トラフ状の堆積盆の発生・発展過程を反映した堆積物である。増幌層を不整合でおおる稚内層・声問層・勇知層・更別層は、深海成から陸成の浅海化を示す整合漸移関係にある一連の堆積物であり、堆積域の移動を反映し、より西方に上位の堆積物が分布する (福沢, 1987; 岡・五十嵐, 1997a など)。地質構造は、天塩平野と丘陵地の境界付近で日本海側へ 30° 程度傾斜するが、研究地付近ではおおむね緩やかな傾斜を示す。

勇知層は主に塊状の泥質細粒砂岩及び極細粒~細粒砂岩からなる浅海成の堆積物とされ、全体に上方粗粒化を示すとともに生物擾乱作用を受ける。所々に層厚数~数十 cm のガラス質火山灰、泥岩や平行葉理の発達する砂岩及び泥岩が挟在する。下位の声問層とは整合関係で泥質細粒砂岩の出現をもって声問層と区分される (岡・五十嵐, 1993)。滝川 - 本別動物群 (藤江・魚住, 1957) を代表する *Fortipecten takahashii* を含む海棲貝化石群が多産する (根本ほか, 1979; 福沢, 1985; 岡・五十嵐, 1993 など) が、最上部には特徴的に *Umbonium akitanum*, *Pseudoamiantis* などの瀬棚動物化石群に類似した海棲貝化石群を含む (岡・五十嵐, 1997a)。勇知層の堆積年代は、東方地域では *Neodenticula koizumii*-*Neodenticula kamschatica* 帯に属する珪藻化石を産出し前期鮮新世~後期鮮新世 (嵯峨山, 2003)、西方地域では *Neodenticula koizumii* 帯~*Actinocyclus oculatus* 帯に属する珪藻化石を産出し後期鮮新世~前期更新世とされ (秋葉, 1999)、より西方で堆積年代が新しい傾向にある。

更別層は、泥岩砂岩礫岩の互層で特徴づけられ、勇知層から整合漸移し砂礫が挟在する箇所から上位の地層である。堆積相から上部と下部に区分される。更別層の下部は、海水生~汽水生の貝化石を含み、厚さ 20 m 前後の堆積サイクルが顕著な浅海~ラグーン成の堆積物である。更別層の上部は、貝化石を産出せず亜炭を挟むラグーン~河川成の堆積物とされ、下部に比較して規則的な堆積サイクルは明瞭ではない。本層の基底からは、瀬棚動物群 (Uozumi, 1962) の貝化石群を産出する。岡・五十嵐 (1993) は、幌延町間寒別に分布する本層上部にハラミロ・サブクロン付近で認められるカラマツ急増期 (*Picea-Larix* 帯) に対比される *Larix* 帯と名付けられた寒冷期を認めている。また、岡・五十嵐 (1997a) は、豊富町市街地付近の本層下部の最上部から上部にかけて、*Tsuga* が高率に^{とから}十勝層群最上部と類似した花粉化石群集を報告している。石井・安江 (2005) は、幌延町における鮮新世~前期更新世のテフラ層序とフィッシュン・トラック年代 (以下, FT 年代) を検討し、幌延町中央地域に分布する更別層下部に挟在するテフラの年代を $1.5 \pm 0.1 \text{ Ma}$ としている。



第3図 研究地におけるボーリング孔の配置.

Fig.3 Locations of boreholes at the study site.

3. ボーリング調査の概要

3.1 掘削及びコア記載の方法

研究地には既存調査を含めると全部で6孔のボーリングが実施され、このうち、我々はDD-1～DD-3の3孔を掘削した(第3図)。なお、他のボーリングは、H.R.-No.1孔(深度100m:幌延地圏環境研究所,2007)とSFI-1孔・SFI-2孔(深度158m:原子力環境整備促進・試験管理センター,2009)である。

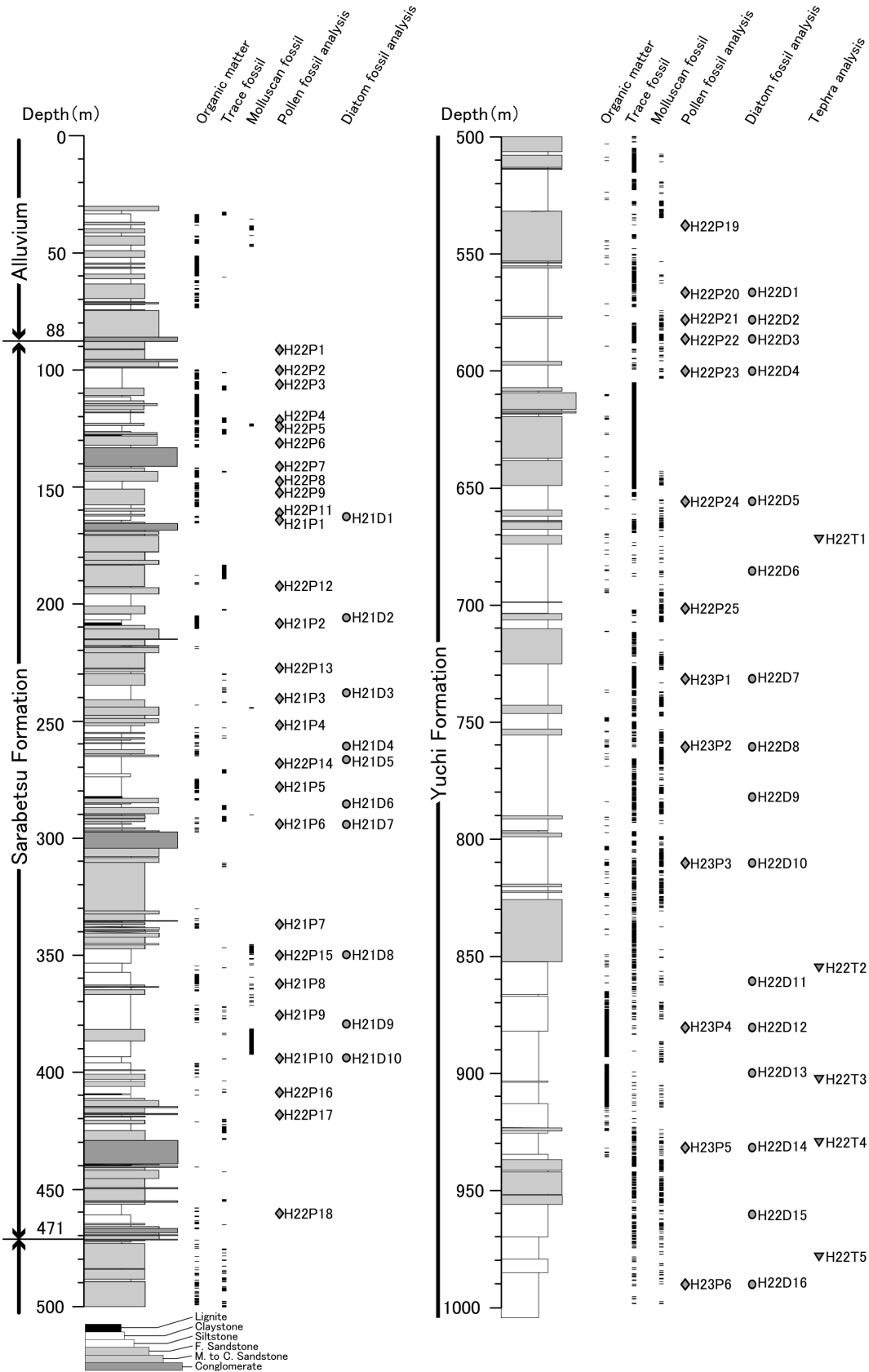
DD-1孔(深度1,004m,深度1,200mまで掘削を継続予定)はWL工法で深度158～1,004m間をコアリングした。DD-1孔におけるコア採取率は全深度で97%であった。DD-2孔(深度100m)とDD-3孔(深度160m)は普通工法でDD-2孔が深度30～100m,DD-3孔が深度100～160m間をコアリングした。コア採取率はDD-2孔が85%,DD-3孔が95%であった。コア採取率の低下した深度における地質の解釈はカッティングスと掘削状況(給圧等の変化)から推定した。

採取したコアはカッターナイフでコア表面をトリミングし、写真撮影・肉眼観察を行った。肉眼観察では、粒度、堆積構造、化石、色調などに着目して記載した。観察後のコア試料は、5～25cmごとに切断して、脱酸素剤を同封したビニールパックに脱気・密封して分析に供した。

3.2 岩相と層序

DD-1, DD-2 及び DD-3 孔を統合した地質柱状図を、分析試料の採取深度とともに第4図に示す。コアは未固結～固結した堆積物からなり、岩相は砂礫(礫岩)、中～粗砂(中粒～粗粒砂岩)、細砂(細粒砂岩)、シルト(シルト岩)、粘土(粘土岩)、有機質粘土・亜炭に大きく区分した。そして、岩相、累重関係、既往研究との対比から、深度87.8m以浅が沖積層、深度87.8～471.5mが一部に亜炭が挟在する泥岩～砂礫の互層からなる更別層、深度471.5m以深がシルト岩～細粒砂岩からなる勇知層に区分した。沖積層については幌延地圏環境研究所(2007)による詳細な報告があり、以下には更別層と勇知層の記載を示す。

更別層は深度87.8～471.5mまでの383.7m区間で確認した。更別層は勇知層から漸移するため、岩相・累重様式とともに砂礫～礫混り砂岩が挟在される箇所より上位の地層として区分した。岩相は主に層厚が5～20m程度の礫岩、砂岩、泥岩の互層からなる堆積サイクルが発達し、一部に亜炭～有機質シルト岩が挟在する。深度250m付近を境として岩相の累重様式が異なり、深度250m以深は細粒な岩相を主体とし堆積サイクルの厚さが大きい。深度250m以浅は粗粒な岩相が目立つようになり、堆積サイクルの厚さが小さい。全体には上方粗粒化する傾向を示す。有機物は全深度にわたり含



第4図 DD-1, DD-2 及び DD-3 孔を統合した地質柱状図及び微化石, テフラ分析用試料の採取深度。
 Fig.4 The composite geological column of deep boreholes DD-1, DD-2 and DD-3 with sampling horizons for microfossil and tephra analyses.

まれており、形態は細片状～片状のものから薄層状に密集するものが認められる。生痕化石はシルト岩～粘土岩に含まれる。貝化石は産出数が少ないものの *Mya* sp., *Boreotrophon uyemurai* (Yokoyama), *Macoma calcarea* (Gmelin) などの潮間帯～汽水に棲息する貝化石が産出する。

勇知層は深度 471.5～1,004.3 m までの 532.8 m 区間で確認した。シルト岩が主体をなし、50～100 m 間隔で層厚 10～40 m 程度の塊状～葉理の発達する細粒砂岩が挟在する。深度 881.9 m 以深では粘土岩が目立つが、全体に上方粗粒化し上部に向かい細粒砂岩が目立つようになる。散点的に含まれる有機物は細片状～針状の形態を示し、深度 870～930 m 間では多く認められる。生痕化石は全深度にわたり発達する。また、*Spisula* (*Mactoromeris*) *voyi alaskana* Dall, *Turritella* (*Neohaustator*) *fortilirata* Sowerby, *Serripes groenlandicus* (Bruguier), *Nuculana* (*Nuculana*) *pernula sadoensis* (Yokoyama), *Macoma tokyoensis* Makiyama, *Tectonatica* (*Cryptonatica*) *janthostomoides* Kuroda and Habe, *Dosinia* (*Phacosoma*) *tatsunokutiensis* Nomura, *Clinocardium* sp., *Acila gottschei* (Bohm), *Mizuhopecten yessoensis* s.s. (Jay), *Anadara* (*Anadara*) *trilineata calcarea* (Grant and Gale), *Conchocele nipponica* (Yabe and Nomura) などの潮間帯より深い浅海に棲息する貝化石を多産する。一部に *Mya japonica* (Jay), *Macoma calcarea* (Gmelin) などの潮間帯～汽水に棲息する貝化石が産出する。

4. 分析方法

4.1 花粉化石

花粉化石の分析は採取コアのうち有機物の多含する泥質な試料 (第 4 図, 第 2 表) を優先的に選定して行った。花粉化石は五十嵐ほか (1993) に従い KOH 法・HF 法・ZnCl₂ 法・アセトリシス処理を施し抽出した。抽出した花粉化石はグリセリンゼリーで封入し、プレパラートを作成した。花粉組成は、作成したプレパラートを光学顕微鏡 (400 倍) で検鏡し、木本化石 200 個を目途に同定するとともに、その間に視野に出現した草本花粉及びシダやコケの胞子を全て同定した。花粉化石の産出率は、木本花粉が木本花粉の総数、草本花粉とシダ・コケの胞子が花粉・胞子の総数を基数として算出した。

4.2 珪藻化石

珪藻化石の分析は採取コアのうち泥質な試料 (第 4 図, 第 2 表) を選定して行った。珪藻化石は秋葉ほか (1982) の方法によって、未処理スライドを作成した。検鏡は 500 倍の光学顕微鏡で行った。珪藻化石の算定は、まず 100 個体まで行った後、更に数 100～1,000 個体の観察を行い、その際に認められた種を present (破片も含む)

として記録した。化石の含有量は、VR (very rare), R (rare), C (common), A (abundant), VA (very abundant) の 5 段階で評価した。100 個体の算定に要した走査線の長さから算出したスライド 1 枚当りの総個体概数を示した。化石の保存度は、VP (very poor), P (poor), M (moderate), G (good), VG (very good) の 5 段階で評価した。*Chaetoceros* 属の休眠胞子は、上記 100 個体算定時の総数として記録した。化石帯の名称及び定義 (認定基準) は、Akiba (1986) と Yanagisawa and Akiba (1998) によった。

4.3 テフラ

テフラの分析は肉眼観察でテフラと判断されたコア試料を対象 (第 4 図) として、粒子組成、火山ガラスの屈折率・主成分化学組成の分析を行った。分析に供する試料は古澤 (2003) の方法に準じて前処理を行った。まず、流水洗浄・篩分けして 1/8～1/16 mm に粒度調整した後、超音波洗浄によって表面に付着した粘土分などを洗い流した。洗浄・篩分けを行った試料は屈折率 1.545 程度の光硬化樹脂で封入し、プレパラートを作成した。

粒子組成は、作成したプレパラートを偏光顕微鏡 (100 倍) で検鏡し、300 粒子 (1,000 粒子の平均値) を古澤 (2003) に従い区分した。また、含有率の低い粒子を特定するため 3,000 粒子 (10,000 粒子の平均値) の粒子組成の分析も行った。

火山ガラスの屈折率は、温度変化型測定装置 [MAIOT] (古澤, 1995) を使用し、火山ガラス 30 粒子を目途に計測した。なお、屈折率の測定精度は火山ガラスで ±0.0001 程度である。火山ガラスの主成分化学組成は、エネルギー分散型 X 線マイクロアナライザー (HITACHI S3000H+HORIBA EMAX ENERGY EX-250) を用いて行った。分析条件は加速電圧 15kV, 試料電流 0.3 nA, ビーム径 150 nm, 測定時間 150 秒で、4 μm 四方の範囲を走査し、補正計算は ZAF 法 (例えば、Love and Scott, 1978) によった。

5. 分析結果

5.1 花粉組成と花粉帯

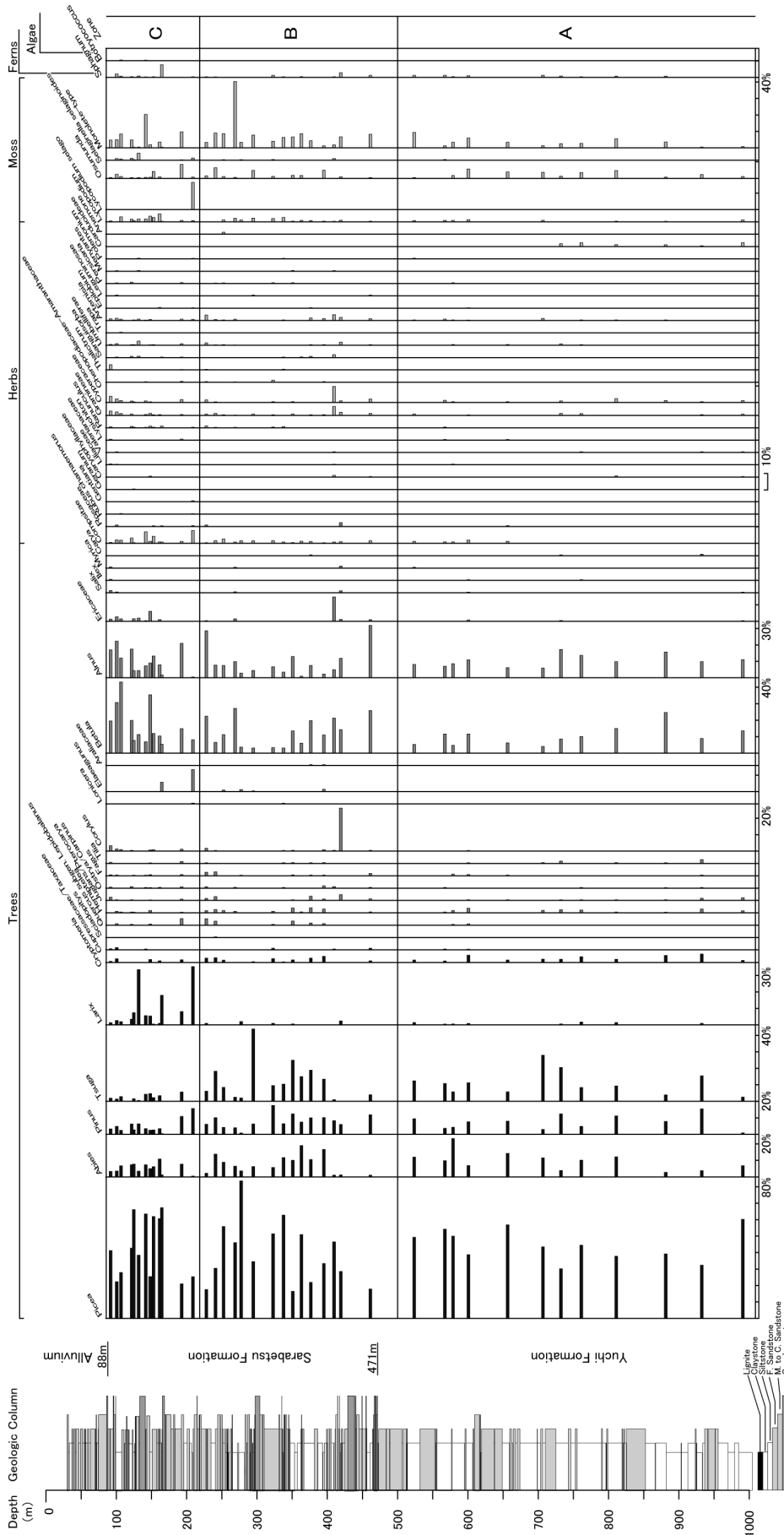
花粉及び胞子化石は全ての試料から得られた (付表 1)。ただし、H22P1 と H22P17 は、花粉化石の含有量が低く、木本類が 200 個に達しなかった。産出した木本類は針葉樹が 1 科 7 属、冷温帯落葉広葉樹が 1 科 10 属、その他広葉樹が中新世に産出した *Carya* を含む 1 科 6 属が同定された。草本類は 1 科 13 属 1 種が同定された。シダ植物とコケ類は 5 属と *Monoletes-type* が同定された。その他に H22P3 と H22P7 にのみ緑藻類の *Botryococcus* が認められた。そして、産出した木本花粉の組成に基づいて、下位から A, B, C の 3 つの花粉帯を区分した。花粉の組成図と花粉帯を第 5 図に示すとともに、以下に区分し

第2表 微化石分析に供した試料の一覧.

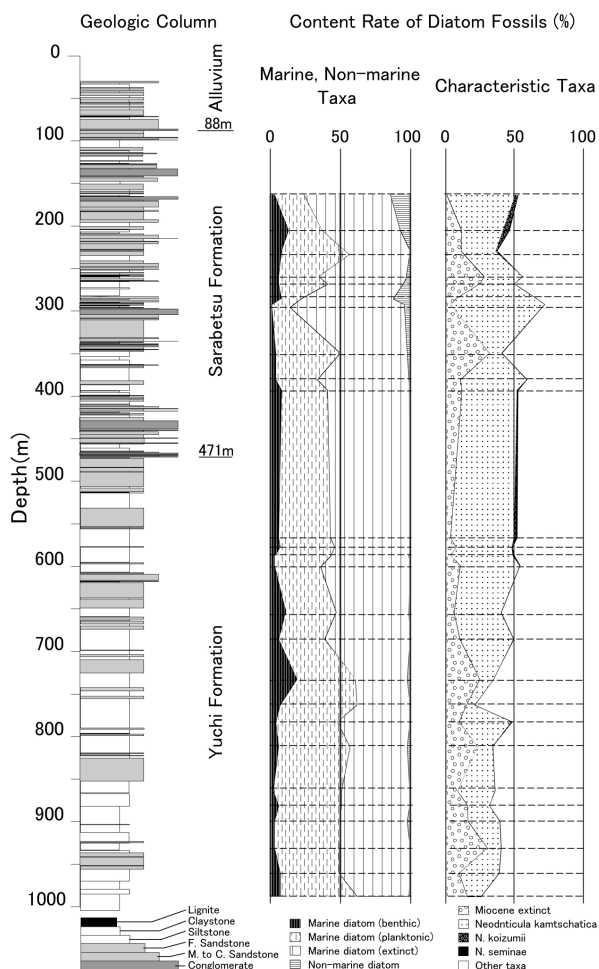
Table 2 The list of the samples for microfossil analysis.

| Objective | Sample No. | Borehole | Sample depth(m) | Lithology | Remark |
|------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|------------------|
| | H22P1 | DD-2 | 91.50-91.65 | Clay | |
| | H22P2 | DD-3 | 100.20-100.25 | Clay | Organic matter |
| | H22P3 | DD-3 | 106.32-106.38 | Clay | |
| | H22P4 | DD-3 | 121.50-121.55 | Clay | Organic matter |
| | H22P5 | DD-3 | 124.40-124.45 | Clay | |
| | H22P6 | DD-3 | 131.36-131.40 | Oganic Clay | |
| | H22P7 | DD-3 | 141.40-141.47 | Clay | |
| | H22P8 | DD-3 | 147.80-147.90 | Clay | |
| | H22P9 | DD-3 | 152.65-152.70 | Fine Sand | |
| | H22P11 | DD-1 | 161.23-161.35 | Clay | |
| | H21P1 | DD-1 | 164.19-164.44 | Silty Clay | Organic matter |
| | H22P12 | DD-1 | 192.50-192.64 | Fine Sand | |
| | H21P2 | DD-1 | 208.48-208.68 | Oganic Clay | |
| | H22P13 | DD-1 | 227.58-227.75 | Fine Sand | |
| | H21P3 | DD-1 | 240.60-240.75 | Sandy Silt | |
| | H21P4 | DD-1 | 251.93-252.18 | Clay | Organic matter |
| | H22P14 | DD-1 | 268.32-268.50 | Clay | |
| | H21P5 | DD-1 | 279.90-277.15 | Clay | Organic matter |
| | H21P6 | DD-1 | 294.25-294.50 | Clay | Organic matter |
| | H21P7 | DD-1 | 337.22-337.35 | Clay | Organic matter |
| Pollen fossil analysis | H22P15 | DD-1 | 350.45-350.60 | Silt | |
| | H21P8 | DD-1 | 362.65-362.93 | Fine Sand | Lignite seam |
| | H21P9 | DD-1 | 376.05-376.30 | Clay | Organic matter |
| | H21P10 | DD-1 | 394.50-394.70 | Silty Clay | Organic matter |
| | H22P16 | DD-1 | 409.10-409.22 | Lignite | |
| | H22P17 | DD-1 | 418.73-418.85 | Medium Sand | |
| | H22P18 | DD-1 | 460.80-460.91 | Medium Sand | |
| | H22P19 | DD-1 | 552.96-523.10 | Sand | Molluscan fossil |
| | H22P20 | DD-1 | 566.64-566.79 | Sandy Silt | |
| | H22P21 | DD-1 | 578.30-578.42 | Sandy Silt | Molluscan fossil |
| | H22P22 | DD-1 | 586.52-586.67 | Clay | |
| | H22P23 | DD-1 | 600.20-600.29 | Silt | |
| | H22P24 | DD-1 | 655.83-655.98 | Sandy Silt | |
| | H22P25 | DD-1 | 701.50-701.75 | Silt | Molluscan fossil |
| | H23P1 | DD-1 | 731.65-731.80 | Sandy Silt | Molluscan fossil |
| | H23P2 | DD-1 | 760.65-760.72 | Silt | Molluscan fossil |
| | H23P3 | DD-1 | 810.28-810.34 | Silt | Molluscan fossil |
| | H23P4 | DD-1 | 880.55-880.70 | Silt | Organic matter |
| | H23P5 | DD-1 | 931.79-931.94 | Clay | Molluscan fossil |
| | H23P6 | DD-1 | 990.11-990.40 | Silty Clay | |
| | H21D1 | DD-1 | 162.90-163.05 | Sandy Silt | Organic matter |
| | H21D2 | DD-1 | 206.14-206.25 | Silt | Organic matter |
| | H21D3 | DD-1 | 238.13-238.38 | Sandy Silt | |
| | H21D4 | DD-1 | 260.90-261.17 | Clay | Organic matter |
| | H21D5 | DD-1 | 266.75-266.90 | Clay | Organic matter |
| | H21D6 | DD-1 | 285.76-285.91 | Clay | Organic matter |
| | H21D7 | DD-1 | 294.50-294.65 | Clay | Organic matter |
| | H21D8 | DD-1 | 350.19-350.40 | Clay | Molluscan fossil |
| | H21D9 | DD-1 | 379.95-380.00 | Clay | Organic matter |
| | H21D10 | DD-1 | 394.35-394.50 | Clay | Organic matter |
| | H22D1 | DD-1 | 566.64-566.79 | Sandy Silt | |
| | H22D2 | DD-1 | 578.30-578.42 | Sandy Silt | |
| Diatom fossil analysis | H22D3 | DD-1 | 586.52-586.67 | Clay | Organic matter |
| | H22D4 | DD-1 | 600.29-600.44 | Silt | |
| | H22D5 | DD-1 | 655.83-655.98 | Sandy Silt | Molluscan fossil |
| | H22D6 | DD-1 | 685.55-685.70 | Sandy Silt | Molluscan fossil |
| | H22D7 | DD-1 | 731.65-731.80 | Sandy Silt | Molluscan fossil |
| | H22D8 | DD-1 | 760.65-760.72 | Silt | Molluscan fossil |
| | H22D9 | DD-1 | 782.13-782.28 | Sandy Silt | |
| | H22D10 | DD-1 | 810.28-810.44 | Silt | Molluscan fossil |
| | H22D11 | DD-1 | 860.75-860.90 | Silt | Organic matter |
| | H22D12 | DD-1 | 880.55-880.70 | Silt | Organic matter |
| | H22D13 | DD-1 | 900.00-900.10 | Clay | |
| | H22D14 | DD-1 | 931.79-931.94 | Clay | Molluscan fossil |
| | H22D15 | DD-1 | 960.40-960.54 | Silt | |
| | H22D16 | DD-1 | 990.11-990.40 | Silty Clay | |

幌延町沿岸域における大深度ボーリングの岩相・微化石・テフラ (越谷ほか)



第5図 ボーリングコアの花粉ダイアグラム.
Fig. 5 A pollen diagram for borehole cores.



第6図 ボーリングコアから産出した珪藻化石群集の産状。
Fig. 6 The occurrence of diatom fossils in borehole cores.

た花粉帯の特徴を述べる。

C帯(深度91.5~220.0m)は、落葉性針葉樹の *Larix* が急増して *Picea* とともに優先し、*Abies*, *Pinus*, *Tsuga* が低率に産出する。また、*Eriaceae*, *Compositae*, *Lycopodium*, *Osmunda*, Monolete-type, *Sphagnum* のほか、現在の標高1,500m以上の山岳域の高山帯に分布する *Selaginella selaginoides* などの寒冷地の湿原要素が産出した。

B帯(深度220.0~500.0m)は、常緑針葉樹の *Picea* と *Tsuga* が高率に産出するものの *Tsuga* が優勢し、*Abies*, *Pinus*, *Betula*, *Alnus* を伴う。また、低率であるが、*Cryptomeria* と冷温帯広葉樹の *Juglans/Pterocarya*, *Quercus* subgen. *Lepidobalanus*, *Ulmus/Zelkova*, *Ostrya/Carpinus*, *Fagus*, *Tilia*, *Corylus*, *Lonicera*, *Araliaceae*, *Ericaceae* が産出した。草本類とシダ・コケ類は Monolete-type と *Osmunda* を除いて全般に低率である。

A帯(深度500.0~990.0m)は、常緑針葉樹の *Picea* と *Tsuga* の優勢で特徴付けられ、*Abies*, *Pinus*, *Betula*, *Alnus* を伴う。また、低率であるが、*Cryptomeria*, 冷温

帯広葉樹の *Juglans/Pterocarya*, *Quercus Lepidobalanus*, *Ulmus/Zelkova*, *Corylus* などが産出する。草本類とシダ・コケ類は Monolete-type と *Osmunda* を除いて全般に低率である。

5.2 珪藻化石の産状

珪藻化石は全ての試料から得られた(付表2, 第6図)。珪藻化石の含有量は H22D8 を除き、数100~数1,000個体が含まれる大きなものであった。保存度は全体的には普通ないしやや不良であるが、試料によっては著しく変質したものが混在した。著しく変質したものは、ほとんどが *Actinocyclus ingens*, *Denticulopsis hustedtii* s.l., *Denticulopsis hyalina* であった。検出された珪藻化石の種類は累計143タクサであった。大半は海生種であり、随伴する淡水種はわずかであった。検出された珪藻化石群集の大きな特徴の一つは絶滅種の占める割合が大きなこと、中でも中新世の絶滅種が多くを占めた。

産出した珪藻化石群集の中では、全層準にわたって優占する種は、*Neodenticula kamtschatica* であり、試料によっては群集全体の半数を占めた。その他に比較的多産する種は、*Actinocyclus ingens*, *Coscinodiscus marginatus*, *Denticulopsis lauta*, *Stephanopyxis* spp., *Thalassionema nitzschioides*, *T. robusta*, *Thalassiosira antiqua* 及び *T. zabelinae* であった。この他に産出頻度が小さいものの、限られた試料に産出する生層序学的に重要な種は、*Neodenticula koizumii* と *N. seminae* であり、*N. koizumii* は H21D1, H21D2, H21D3, H22D1, H22D2, H22D9 の6試料に、そして *N. seminae* は H21D2, H21D6, H22D1, H22D3 の4試料にそれぞれ劣産した。

5.3 テフラの記載岩石学的特徴及び火山ガラスの屈折率・主成分化学組成

テフラの記載岩石学的特徴と火山ガラスの屈折率・主成分化学組成(100%再計算値)を第3表に示す。H22T1は岩片が主体をなすが、これ以外は火山ガラスに富む。なお、全ての試料について、本質と判断される有色鉱物は認められなかった。以下に試料ごとの記載岩石学的特徴を示す。

H22T1は厚さ8cm程度で平行葉理が発達し灰褐色を呈す細粒砂サイズのテフラであり、シルト質極細粒砂岩中に層状に挟在する。粒子組成は岩片を主体とし、軽鉱物と火山ガラスを少量含む。火山ガラスの形態はバブルウォールタイプが多く、パミスタイプと若干の低発泡タイプが認められた。火山ガラスの屈折率は1.497~1.503を示し、主成分化学組成は平均で SiO_2 が77.0wt%, K_2O が4.5wt%, CaO が0.9wt%, Na_2O が3.5wt%, FeO が1.5wt%程度を示した。

H22T2は厚さ5cm程度で平行葉理が発達し灰色を呈すシルトサイズのテフラであり、極細粒砂岩中に層状に

第3表 テフラの粒子組成及び火山ガラスの屈折率と主成分化学組成。

Table 3 Particle components of tephra, and refractive indices and main chemical compositions of volcanic glass shards.

| Sample No. | Particl Components | | | | | | | | | | | Refractive Index of Volcanic Glass Shards | Chemical Compositions of Volcanic Glass shards(wt%) | | | | | | | | | |
|------------|--------------------|-----|----|---------------|---|---------------|---|---|---|--------------|-----|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------|------------------|------------------|--------------------------------|------|------|------|------|-------------------|
| | Volcanic Glass | | | Light Mineral | | Heavy Mineral | | | | Rock Fragmen | | | Total | n. | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | FeO | MnO | MgO | CaO | Na ₂ O |
| H22T1 | 9 | 3 | 6 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 242 | 300 | 1.497-1.503 | 12 | 77.00 | 0.18 | 12.18 | 1.60 | 0.08 | 0.06 | 0.97 | 3.56 | 4.37 |
| | | | | | | | | | | | | | | 0.76 | 0.07 | 0.31 | 0.39 | 0.08 | 0.06 | 0.30 | 0.13 | 0.34 |
| H22T2 | 11 | 247 | 13 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 300 | 1.497-1.498 | 12 | 77.83 | 0.11 | 12.17 | 0.78 | 0.05 | 0.08 | 0.77 | 3.46 | 4.75 |
| | | | | | | | | | | | | | | 0.31 | 0.07 | 0.16 | 0.21 | 0.06 | 0.08 | 0.24 | 0.24 | 0.70 |
| H22T3 | 70 | 207 | 2 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 300 | 1.501-1.511 | 12 | 78.34 | 0.27 | 12.28 | 1.52 | 0.13 | 0.33 | 1.99 | 4.01 | 1.13 |
| | | | | | | | | | | | | | | 0.70 | 0.06 | 0.30 | 0.14 | 0.07 | 0.05 | 0.19 | 0.15 | 0.08 |
| H22T4 | 62 | 144 | 62 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 300 | 1.510-1.511(7/30), 1.517-1.532(23/30) | 12 | 73.15 | 0.68 | 13.24 | 3.32 | 0.16 | 0.75 | 2.98 | 4.18 | 1.53 |
| | | | | | | | | | | | | | | 1.52 | 0.14 | 0.37 | 0.53 | 0.07 | 0.19 | 0.45 | 0.14 | 0.12 |
| T22T5 | 2 | 195 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 82 | 300 | 1.508-1.514 | 12 | 76.70 | 0.42 | 12.19 | 2.34 | 0.06 | 0.50 | 2.63 | 3.60 | 1.56 |
| | | | | | | | | | | | | | | 2.20 | 0.07 | 0.87 | 0.51 | 0.05 | 0.20 | 0.75 | 0.15 | 0.21 |
| T23T2 | 5 | 267 | 1 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 300 | 1.508-1.512 | 15 | 77.37 | 0.40 | 11.92 | 2.12 | 0.09 | 0.43 | 2.50 | 3.66 | 1.52 |
| | | | | | | | | | | | | | | 0.37 | 0.06 | 0.14 | 0.14 | 0.06 | 0.06 | 0.15 | 0.12 | 0.11 |

挟在するものの上位層に削剥された産状を呈す。粒子組成は火山ガラスを主体とし、火山ガラスの形態はパミスタタイプからなる。火山ガラスの屈折率は1.497～1.498を示し、主成分化学組成は平均でSiO₂が77.8wt%、K₂Oが4.7wt%、CaOが0.7wt%、Na₂Oが3.4wt%、FeOが0.7wt%程度を示した。

H22T3は厚さ1～3cm程度で斜交葉理が発達し灰褐色を呈す砂質シルトサイズのテフラであり、シルト質極細粒砂岩中に互層をなして挟在する。粒子組成は火山ガラスを主体とする。火山ガラスの形態はパミスタタイプを主体とし、バブルウォールタイプを含む。火山ガラスの屈折率は1.501～1.511を示し、主成分化学組成は平均でSiO₂が78.4wt%、K₂Oが1.1wt%、CaOが2.0wt%、Na₂Oが4.0wt%、FeOが1.5wt%程度を示した。

H22T4は厚さ2cm程度で灰褐色を呈すシルトサイズのテフラで、シルト質極細粒砂岩～砂質泥岩中に層状に挟在する。粒子組成は火山ガラスを主体とし、褐色・緑色を呈すものが混在する。火山ガラスの形態はパミスタタイプを主体とし、バブルウォールタイプと低発泡タイプとを同量程度含む。火山ガラスの屈折率は大部分が1.510～1.511で、その他が1.517～1.532を示し、主成分化学組成は分布範囲が広いものの、平均でSiO₂が72.9wt%、K₂Oが1.5wt%、CaOが3.0wt%、Na₂Oが4.2wt%、FeOが3.4wt%程度を示した。

H22T5とH23T2は生物擾乱を受けるものの、厚さ1～5cm程度で砂質泥岩に層状に挟在する淡灰色を呈すシルト～砂質シルトサイズのテフラであり、ほぼ同一深度の2層の試料である。両試料は同一の岩石学的特徴を示した。粒子組成は火山ガラスを主体とし、火山ガラスの形態はパミスタタイプからなる。火山ガラスの屈折率は1.508～1.514を示し、主成分化学組成は平均でSiO₂が77.4wt%、K₂Oが1.5wt%、CaOが2.5wt%、Na₂Oが3.6wt%、FeOが2.1wt%程度を示した。

6. 考察

6.1 花粉帯の対比

研究地周辺における新第三系～第四系の花粉層序は、岡・五十嵐(1993;1997a)及び岡ほか(2006)によって報告されている。内陸部の間寒別地域では、勇知層と更別層について花粉層序が明らかとされた。間寒別地域に分布する勇知層下部は*Tsuga*, *Fagus*, その他の冷温帯広葉樹からなる植生で温暖・湿潤気候であり、上部は常緑針葉樹が優勢の亜高山帯針葉樹林の成立した冷涼な気候であった。更別層はほぼ全層準に優勢な常緑針葉樹に*Tsuga*や*Cryptomeria*を交え、最上部に*Larix*と*Picea*の優先する花粉帯がある。岡・五十嵐(1993)はこの*Larix*の優勢帯を*Larix zone*と呼んだ。豊富地域においては、下エコロベツ川及び豊富市街に分布する更別層と勇知層最上部について花粉層序が明らかとされた。豊富地域に分布する勇知層最上部は、*Betula*を高率に含むとともに冷温帯広葉樹を伴い、冷温帯広葉樹林が成立した温暖な気候であった。更別層は*Picea*, *Abies*及び*Tsuga*を高率に含むとともに、*Cryptomeria*や多種の冷温帯広葉樹を低率に伴うものであり、冷温帯広葉樹林から亜高山帯針葉樹林が成立した気候であった。なお、更別層の上部には*Latix*を含む層準がみられるが間寒別地域の*Larix zone*に対比される花粉帯は確認されていない。

研究地で確認された花粉帯のうち、C帯は*Larix*と*Picea*からなる亜寒帯林であり、*Selaginella selaginoides*も多産することから、寒冷で乾燥した気候が推定される。C帯は*Larix*の急増で特徴づけられる寒冷な気候を示唆する花粉帯であり、間寒別地域において同様の特徴を示す更別層最上部に認められる*Larix zone*と対比可能である。豊富地域においてC帯に対比される*Larix*の急増する花粉帯は認められておらず、岡・五十嵐(1997a)の報告よりも上位に存在するか、地表では削剥され欠如することが示唆される。B帯は*Tsuga*が優勢で*Picea*を伴う

常緑針葉樹林である。Tsugaは現在の北海道に自生しておらず、寒冷気候に適応したTsuga diversifoliaと仮定すると、本州山岳の標高600～2,200 mの亜高山帯に相当する(林, 1960)。また、山地帯及び低地に分布する冷温帯広葉樹を低率で多種伴うことから、山地帯に近い高度の植生が推定される。A帯はTsugaとPiceaを主とする亜高山帯の常緑針葉樹林である。A帯の気候は現在に比較して冷涼であり、B帯、C帯へ上方に寒冷化の進行が認められる。Tsuga優勢のB帯やPiceaとTsuga優勢のA帯は豊富地域におけるPicea, Abies, Tsugaを高率で含む更別層上部の花粉帯、問寒別地域におけるLarix zone以下の更別層の花粉帯と対比される。

ところで、北海道における新第三系～第四系の模式的な層序は、十勝平野に分布する十勝層群で研究されてきた。Igarashi (1976)は三谷(1964)によって鮮新統とされた十勝層群上部の池田層の中部第2夾炭層と第3夾炭層の境界で、Fagusを主とする冷温帯落葉広葉樹林からPicea, Abies, Larixの針葉樹林への変化を認め、新第三紀～第四紀における最初の寒冷期として報告した。池田層の堆積時代は、テフラの放射年代値と古地磁気測定に基づく編年が行われ、寒冷化の時期がハラミロ・サブクロンに相当することが確認された(Yoshida et al., 1981)。花粉層序は五十嵐ほか(1988), Igarashi (1976; 1997)によって明らかとされ、池田層のハラミロ・サブクロン付近でカラマツ属が急増する花粉帯(Larix帯)を認めた。このLarix帯はハラミロ・サブクロン付近で発生した寒冷化の指標となっており、十勝平野からサハリン分布する下部更新統に広く認められている(岡・五十嵐, 1997b)。本研究で確認されたLarixの急増するC帯はLarix帯に対比される可能性が高く、深度220 m以浅はハラミロ・サブクロン付近より以前の堆積物であることが示唆される。

6.2 珪藻化石帯と産状の特徴

化石帯区分と時代の指標となる海生種のNeodenticula kamschaticaは全試料に、N. koizumiiとN. seminaeは複数深度に産出した。産出した特徴種の産状から、化石帯の認定を行うと、N. seminaeがH21D2, H21D6, H22D1, H22D3に産出するため、587 m以浅の区間は少なくともNeodenticula koizumii帯(2.6/2.7 – 2.0 Ma)またはそれよりも上位層準であると判断される。なお、N. seminaeの初産出層準(2.4Ma)はN. koizumii帯の中位にあるのに対して、N. kamschaticaの終出現層準(2.6/2.7Ma)でN. koizumii帯の基底が定義づけられている。そのため、同時にこの区間に多産するN. kamschaticaはすべて再堆積によるものであると判断できる。Actinocyclus ingens, Denticulopsis hustedtii s.l., D. lauta, D. hyalina及びStephanopyxis spp.は増幌層や稚内層などの下部～中部中新統からの再堆積種と推定され、それらの一部

の殻は著しい変質を被っている。また、Thalassionema robustaやThalassiosira antiqua及びT. zabelinaeなどは、Neodenticula kamschaticaと同様に、声間層や勇知層などからの再堆積種であると推定される。これらの産状を考慮すると、深度600～990 mに産出するN. kamschaticaも再堆積種である可能性が大きく、また、N. koizumiiの産状も非常に散点的であるため、ほとんどが再堆積によるものと考えられる。深度600～990 mの区間について化石帯の認定を行うことは困難であるため化石帯認定不可(not zoned)とした。

産出した海生種のほとんどは下位層準からの再堆積種であり、自生または原地生の可能性が高いのは海生種より保存度が良好な淡水生種のみと推定される。このような産状は淡水種の産出が目立たなかったものの、下位層準の堆積物が大量に運搬・堆積するような浅海～河口付近の堆積環境を示唆し、更別層～勇知層の珪藻化石群集の特徴を示すものと考えられる。新里ほか(2007)は更別層と勇知層の珪藻化石群集のうち再堆積種を指標として、幌延中央地域に分布する更別層、勇知層の後背地解析を行っている。その解析の結果、勇知層中には、中新世絶滅種のActinocyclus ingensやDenticulopsis lauta, D. hyalina等が再堆積種として顕著に産出し、更別層にはNeodenticula kamschaticaが多産することを明らかとした。そして、再堆積種の産出頻度・層準と各層の堆積年代・分布域から、後期鮮新世後半には宗谷丘陵の東縁部周辺が削剥環境にあり、前期更新世後半には宗谷丘陵の東部～西部がともに削剥環境となったとしている。本研究で確認された更別層～勇知層に含まれる珪藻化石群集の特徴は、新里ほか(2007)による更別層の珪藻化石群集の特徴と一致する。このことは、幌延中央地域より西方に位置する研究地においては勇知層の堆積時から宗谷丘陵全体が削剥環境にあったことを示唆するものと考えられる。

6.3 テフラの対比

石井・安江(2005)は、研究地周辺に分布する声間層～更別層に挟在する47層のテフラについて、層位関係、記載岩石学的特徴、FT年代測定を行い、HR-1～21の21グループに分類したテフラ層序をまとめた。これらのテフラのうち、本研究で確認されたテフラと類似する特徴を示すものとして、幌延中央地域に分布する更別層下部に挟在するHR-1, HR-2, HR-3が挙げられる。このうち、HR-3は 1.5 ± 0.1 MaのFT年代値を示し、層位的な関係を考慮するとHR-1～HR-3は1.5 Ma付近の地質年代を示すとされる。

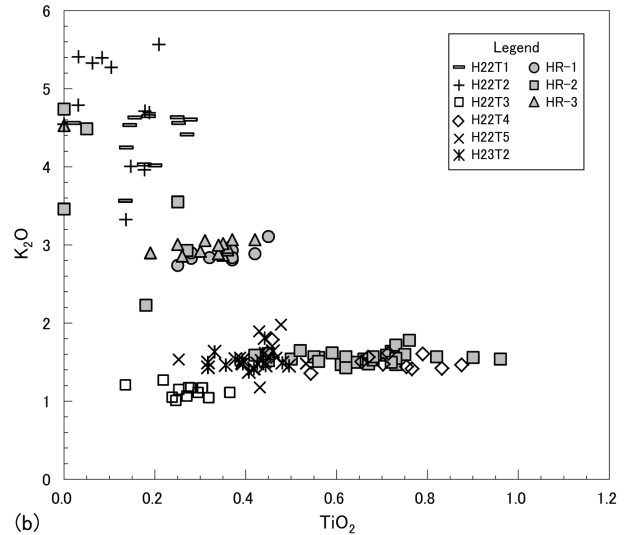
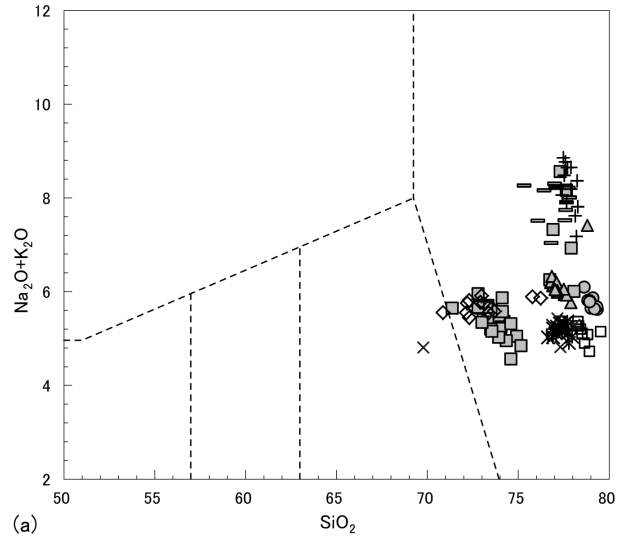
本研究で確認されたテフラとHR-1～HR-3との火山ガラスの主成分化学組成の比較を第7図と第8図に示す。各試料は第7図(a)に示す $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ vs SiO_2 ダイアグラム(Le Bas et al., 1986)によると、全ての試料は流紋岩の領域にプロットされるとともに3つのグループが識別さ

れる。第7図 (b) の珪長質マグマの組成を反映する K_2O vs TiO_2 ダイアグラム (例えば, 徳井, 1989; 古川ほか, 1997) においても3つのグループが分類され, H22T4とHR-2が同じグループに属することが確認される。第8図の SiO_2 と各酸化物の関係においても Al_2O_3 でやや異なるものの, 両者はほとんど一致する領域にプロットされる。HR-2は少量の斜方輝石, 角閃石を含む火山ガラスを主体とし, 火山ガラスの屈折率は主成分化学組成と同様に分散する傾向があるものの, 1.515 ~ 1.525 前後に集中し, 一部で 1.500 ~ 1.510 を示す。そして, HR-2の上下位のテフラについては火山ガラスの屈折率で 1.515 ~ 1.525 前後に集中するものが認められていない (石井・安江, 2005)。H22T4の火山ガラスの屈折率は大部分が 1.515 ~ 1.525 に含まれる特徴を有しており, これらの記載岩石学的な特徴から両者は同定が可能と考える。

6.4 研究地における更別層と勇知層の堆積年代

これまでに述べた微化石とテフラ分析の結果をまとめ, 本研究と既存研究との層序対比図を第9図に示す。研究地では, 花粉分析から, 深度 90 ~ 220 m 付近は *Larix* が優勢な C 帯 (*Larix* 帯) であり *Selaginella selaginoides* など寒冷地の湿原要素も産出する寒冷な気候が復元される。この花粉帯は十勝平野やサハリンに分布する下部更新統に広く認められる *Larix* の急増で特徴づけられる花粉帯に対比され, ハラミロ・サブクロン以降に成立したとみなされる。そのため, 深度 220 m 付近に 1Ma が設定できると考える。深度 220 m 以深については, 深度 220 ~ 400 m 付近が *Tsuga* 優勢の B 帯 (*Tsuga* 帯), 深度 400 ~ 1,000 m 付近まで *Picea*, *Tsuga* 優勢の A 帯 (*Picea-Tsuga* 帯) が連続することが確認された。豊富地域, 問寒別地域に分布する勇知層には, 冷涼な気候の下位に温暖・湿潤な気候が復元される花粉帯が確認されているが, 研究地の深度 1,000 m までに同様の花粉帯は分布しない。また, テフラ分析から, 深度 930 m 付近に石井・安江 (2005) の HR-2 に同定可能なテフラが確認され, 深度 950 m 付近に 1.5Ma が設定できると考える。なお, 珪藻化石は二次的に再堆積したものが多く, 明確な化石帯の設定には至らなかったものの, 上述の年代設定と矛盾する種は確認されていない。したがって, 研究地における深度 90 ~ 1,000 m 付近までの堆積物は, 0.8 ~ 1.5Ma 頃までの約 70 万年間に形成されたと考えられる。そして, 堆積速度を一律と仮定するならば, 勇知層と更別層との境界付近の堆積年代は 1.1 ~ 1.2Ma 程度と見積もられる。

安江ほか (2006) は幌延中央地域に分布する声間層上部の珪藻化石の分析と挟在するテフラの FT 年代を測定するとともに, 研究地周辺の層序に関する既存研究をまとめ, 声間層と勇知層との境界年代が西部と東部, 東西数十 km の間で西部の方が少なくとも 100 万年程度新しい傾向にあることを明らかとした。勇知層と更別層との

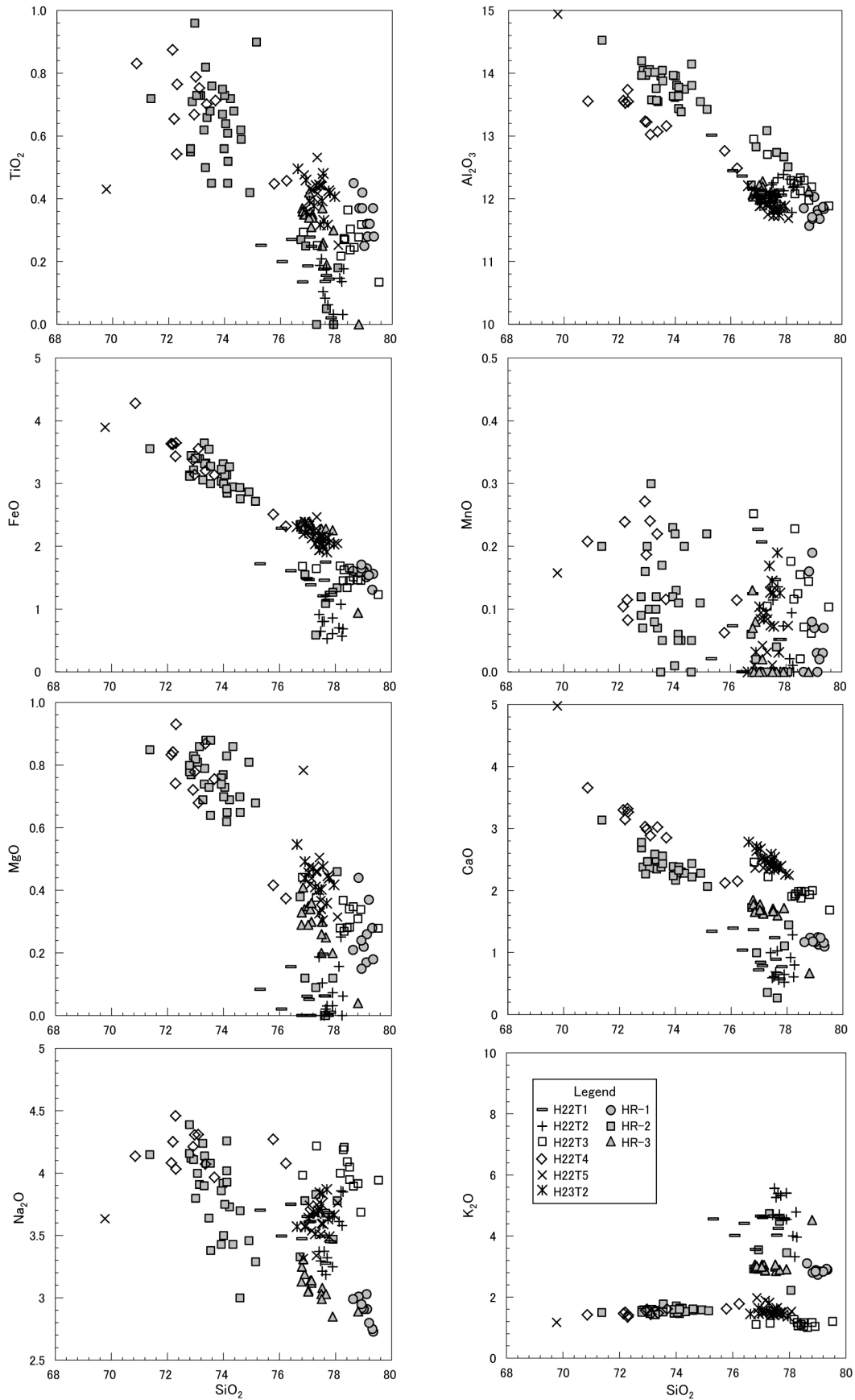


第7図 火山ガラスの (a) Na_2O+K_2O vs SiO_2 と (b) K_2O vs TiO_2 ダイアグラム。

Fig. 7 (a) Na_2O+K_2O vs. SiO_2 ; and (b) K_2O vs. TiO_2 diagrams of volcanic glass shards.

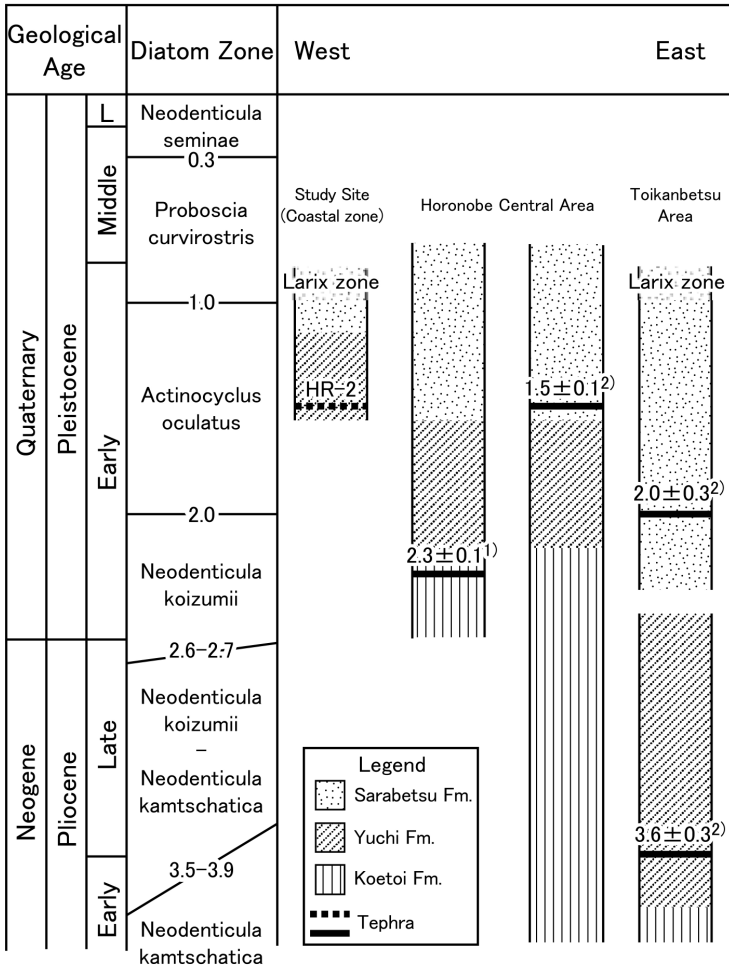
境界付近でも同様の傾向が認められること (問寒別地域で 2.4Ma 頃, 豊富地域で 1.3Ma 頃: 岡・五十嵐, 1993; 1997a) から, 高橋ほか (1984) などによる北海道北部の日本海沿岸地域において堆積域の中心が西方へ移動するとともに鮮新統~更新統の各地層が同時異相の関係にある見解を支持するとした。本研究で確認された勇知層と更別層の地質年代は天塩平野沿岸域と幌延中央地域とでは勇知層と更別層との境界付近の堆積年代に 50 万年程度の違いがあることを示し, 鮮新統~更新統の示す同時異相の関係が天塩平野沿岸域まで広く認められることを追認する結果と言える。

Yasue *et al.* (2005) は, 研究地周辺の地層の時空変遷と地質構造を考慮すると, 堆積域の西方への移動には断層



第8図 火山ガラスの主成分化学組成.

Fig. 8 Main chemical compositions (oxide vs. SiO_2) of volcanic glass shards.



第9図 研究地及び周辺地域の鮮新～更新統の層序対比. 新里ほか (2007) に加筆. テフラに付したのはFT年代 (単位は Ma) を示す. 1) : 安江ほか (2006), 2) : 石井・安江 (2005) による.

Fig. 9 Stratigraphic correlation of Plio-Pleistocene series between the study site and surrounding area modified from Niizato *et al.* (2007). The code above the tephra shows fission track age. 1) Yasue *et al.* (2006), 2) Ishii and Yasue (2005).

運動や褶曲作用などの構造運動が深く関与すると推定している. 各地層境界の堆積年代の差異は東部から西部に向かい小さくなる傾向 (問寒別地域と幌延中央地域で 100 万年程度, 幌延中央地域と天塩平野沿岸地域で 50 万年程度) にある. このことは研究地周辺の構造運動の程度が東西方向で時空的に変化することを示唆しており, 本研究で得られた堆積年代は研究地周辺の構造運動を把握し地史を編む上で有用な情報と考えられる. なお, 地層の形成には海水準変動等も考慮しなければならず, 今後コアの堆積相解析・陸上セクションとの対比を行った上で地史を編む必要がある. また, 天塩平野と丘陵地との縁辺には北北東-南南西方向に延びるサロベツ断層帯等の活構造帯が分布し, 平均的なずれの速度は 0.2 ~ 1.0 mm/yr と南北方向でも異なると考えられている (産業技術総合研究所, 2006). そして, 岡・五十嵐 (1997a) が報告した豊富地域における勇知層と更別層との境界付近の堆積年代は, 天塩平野沿岸域での堆積年代と大きな違いがなく, 構造運動の程度は南北方向でも異なることが示唆される. ただし, 豊富地域では明確な示準化石帯や放射年代値などが把握されておらず, 陸上セクションにおける調査・分析を行い堆積年代を確認する必要がある.

7. まとめ

天塩平野の沿岸域の地下に分布する更別層と勇知層の地質年代を把握するため, 研究地で掘削されたボーリングコアを対象に微化石分析とテフラ分析を行った. その結果, 以下の点が明らかとなった.

- ・ボーリングコアは *Picea* と *Tsuga* の優勢な A 帯 (500-1,000 m; *Picea-Tsuga* zone) と *Tsuga* の B 帯 (220-500 m; *Tsuga* zone), *Larix* の優勢な C 帯 (91.5-220 m; *Larix* zone) の 3 つに区分された. 確認された花粉帯のうち C 帯は, 北海道~サハリンに広く認められるハラミロ・サブクロン付近に成立した *Larix* 帯に対比される可能性が高く, 深度 220 m 以浅は 1.0Ma より以後の堆積物と示唆された.
- ・産出した珪藻化石群集は二次的に再堆積したものがほとんどであり, 明確な化石帯の認定には至らなかったものの, 他の分析結果と矛盾する種は確認されなかった. また再堆積種の組成の特徴は新里ほか (2007) によって報告された幌延中央地域における更別層の特徴と一致し, 研究地においては勇知層の堆積時から宗谷丘陵全体が削剥環境にあったことを示唆した.
- ・ボーリングコアに挟在するテフラのうち, 記載岩石学的特徴と火山ガラスの屈折率・主成分化学組成から, 深

度 930 m 付近の H22-T4 は石井・安江 (2005) によって報告された幌延中央地域の更別層に挟在する 1.5Ma 程度の年代とされる HR-2 と同定された。

・地質分析の結果を総合すると、研究地の深度 90 ~ 1,000 m 付近 (更別層~勇知層) までは 0.8 ~ 1.5Ma 頃までの約 70 万年間に形成された堆積物ということが把握された。これまでに、丘陵地の陸上セクションの研究から、研究地周辺の鮮新統~更新統は同時異相の関係にあると指摘されていたが、これは天塩平野沿岸域まで広く認められる現象であることが確認できた。

謝辞: 本研究は経済産業省資源エネルギー庁からの委託研究「沿岸域塩淡水境界・断層評価技術高度化開発」の研究成果の一部であり、DD-1 孔はこの委託研究の中で掘削された。また、DD-2 孔は経済産業省中小企業庁からの委託である「中小企業支援型研究開発制度」、DD-3 孔は産業技術総合研究所の研究プロジェクト「工業用地下水源の再開発・合理化研究」で掘削され、採取されたコアを本論の分析・解析に供した。現地調査を行うにあたり、幌延町と日本原子力研究開発機構幌延深地層研究ユニットの関係各位には大変お世話になった。また、産業技術研究所地圏資源環境研究部門の町田 功氏、井川 怜欧氏には現地調査においてご助力頂いた。担当編集委員の片山 肇氏 (地質情報研究部門) 及び査読者の柳沢 幸夫氏 (地質情報研究部門) からは貴重なコメントを頂いた。ここに記して深く謝意を表します。

文 献

- Akiba, F. (1986) Middle Miocene to Quaternary diatom biostratigraphy in the Nankai Trough and Japan Trench, and modified Lower Miocene through Quaternary diatom zones for middle-to-high latitudes of the North Pacific. In Kagami, H., Karig, D. E., Coulbourn, W. T., et al., Initial Reports Deep Sea Drilling Project, U. S. Govt. Printing Office, Washington D. C., **87**, 393-480.
- 秋葉文雄 (1999) 北海道天北地域の勇知層から産出した *Neodenticula seminae* と *Proboscia curvirostris* (珪藻化石) およびその生層序学的意義. 地質学雑誌, **105**, 733-736.
- 秋葉文雄・柳沢幸夫・石井武政 (1982) 宮城県松島周辺に分布する新第三系の珪藻化石層序. 地質調査所月報, **33**, 215-239.
- 電力中央研究所 (2011) 平成 22 年度岩盤中地下水移行評価技術高度化開発—地下水年代測定技術調査—報告書. 489 p.
- 藤江 力・魚住 悟 (1957) 北海道の新第三紀化石動物群の変遷 (予報) —その 1, 化石群集の外観と地質分布—. 新生代の研究, no. 23, 499-504.
- 福沢仁之 (1985) 北海道天北 - 羽幌地域の上部新第三系層序の再検討—とくに“稚内”・“声間層”について—. 地質学雑誌, **91**, 833-849.
- 福沢仁之 (1987) 北海道北部, 新第三紀後期の層状珪質岩の堆積場. 地質学雑誌, **93**, 37-55.
- 福沢仁之・保柳康一・秋山雅彦 (1992) 北海道中央北部の新第三系の層序と古環境. 地質学論集, no. 37, 1-10.
- 古川竜太・吉本充宏・山縣耕太郎・和田恵治・宇井忠英 (1997) 北海道駒ヶ岳火山は 1964 年に噴火したか? —北海道における 17 ~ 18 世紀の噴火年代の再検討—. 火山, **42**, 269-279.
- 古澤 明 (1995) 火山ガラスの屈折率測定および形態分類とその統計的な解析に基づくテフラの識別. 地質学雑誌, **101**, 123-133.
- 古澤 明 (2003) 洞爺火山灰降下以降の岩手火山のテフラの識別. 地質学雑誌, **109**, 1-19.
- 原子力環境整備促進・資金管理センター (2009) 地層処分共通技術調査 (沿岸域塩淡水境界・断層評価技術高度化開発), 665 p.
- 秦 光男・植田芳郎・松田武雄・杉山友紀 (1969) 20 万分の 1 地質図「天塩」. NL-54-17, 1sheet, 地質調査所.
- 林 弥栄 (1960) 日本産針葉樹の分類と分布. 農林出版, 202 p.
- 北海道立地質研究所 (2004) 北海道市町村の地熱・温泉ボーリングデータ集. 220 p.
- 幌延地圏環境研究所 (2007) 平成 18 年度地圏環境研究事業 研究成果報告書, 297 p.
- Igarashi, Y. (1976) The first cold phase during Pliocene-Pleistocene time in Hokkaido, Journal of Geological Society of Japan, **82**, 337-344.
- Igarashi, Y. (1997) Pliocene climatic change in Hokkaido, northern Japan, inferred from pollen data. 川村信人・岡孝雄・近藤 務編“加藤 誠教授退官記念論文集”, 401-407.
- 五十嵐八枝子・外崎徳二・吉田充夫 (1988) 十勝層群本別・足寄層の花粉化石層序. 地球科学, **42**, 277 - 289.
- 五十嵐八枝子・五十嵐恒夫・大丸裕武・山田 治・宮城豊彦・松下勝秀・平松和彦 (1993) 北海道の剣淵盆地と富良野盆地における 32,000 年間の植生変遷史. 第四紀研究, **32**, 89-105.
- 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志 (編) (2002) 第四紀逆断層アトラス. 東京大学出版, 254 p.
- 石井英一・安江健一 (2005) 幌延町における鮮新世~前期更新世のテフラ層と FT 年代. JNC-TN5400 2005-006, 52 p.

- 国土地理院 (2001) 数値地図 50 m メッシュ (標高) 日本-I.
- 越谷 賢・吉岡正光・北村昭博・丸井敦尚 (2012) ワイヤライン工法による軟岩コア採取技術の高度化—掘削ツールの開発と北海道幌延地域の沿岸域における掘削—. 応用地質, **53**, 80-88.
- Le Bas, M., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A. and Zanettin, B. (1986) A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology*, **27**, 745-750.
- Love, G. and Scott, V. D. (1978) Evaluation of a new correction procedure for quantitative electron probe microanalysis. *Journal of Physics D*, **11**, 1369-1376.
- 丸井敦尚・内田利弘・楠瀬勤一郎・古宇田亮一・町田功・上田 匠・井川怜欧・越谷 賢・横田俊之・伊藤成輝・安藤 誠・吉澤拓也・小原直樹 (2011) 沿岸域塩淡水境界・断層評価技術高度化開発平成 22 年度成果報告書. 産業技術総合研究所, 433 p.
- 三谷勝利 (1964) 北海道主部における鮮新世の層序と造盆地運動について. 地下資源調査所報告, no.30, 1-38.
- 日本原子力研究開発機構 (2011) 平成 22 年度地質環境総合評価技術高度化開発報告書 194 p.
- 新里忠史・舟木泰智・安江健一 (2007) 幌延地域における後期鮮新世以降の古地理と地質構造発達史, 地質学雑誌, **113** 補遺, 119-125.
- 根本隆文・佐川 昭・植田芳朗・織田精徳・松井 愈・三梨 昂 (1979) 天北炭田地質図, 1:25,000 及び説明書. 日本炭田図, no. 13, 122 p.
- 小椋伸幸・掃部 満 (1992) 天北・羽幌地域の石油地質—深部構造特性と炭化水素ポテンシャル—. 石油技術協会誌, **57**, 33-44.
- 岡 孝雄 (1986) 北海道の後期新生代堆積盆の分布とその形成に関わるテクトニクス. 地団研専報, no. 31, 295-320.
- 岡 孝雄・五十嵐八枝子 (1993) 北海道北部・間寒別構造盆地の鮮新-更新統—とくに堆積相および花粉層序について—. 地質学雑誌, **99**, 365-389.
- 岡 孝雄・五十嵐八枝子 (1997a) 北海道・天塩平野北部の上部新生界—特に勇知層・更別層の堆積層と花粉化石層序について—. 川村信人・岡 孝雄・近藤 務編“加藤 誠教授退官記念論文集”, 341-365.
- 岡 孝雄・五十嵐八枝子 (1997b) サハリン島, ユジノサハリンスク西方丘陵およびシュミット半島南西海岸での鮮新-更新統の分布と花粉化石層序. 川村信人・岡 孝雄・近藤 務編“加藤 誠教授退官記念論文集”, 325-340.
- 岡 孝雄・五十嵐八枝子・林 正彦 (2006) ボーリングデータ解析および花粉分析による天塩平野の沖積層の研究. 北海道立地質研究所報告, no. 77, 17-75.
- 嵯峨山積 (2003) 北海道北部地域の遠別層・声間層と勇知層の地質境界の地質年代—ルベシユベ川と上ヌカナン川ルート—. 地質学雑誌, **109**, 301-323.
- 酒井利彰・井岡聖一郎・石島洋二・五十嵐敏文 (2011) サロベツ原野における沖積層の地質解析. 応用地質, **52**, 2-13.
- 産業技術総合研究所 (2006) サロベツ断層帯の活動性および活動履歴調査, 「基盤的調査観測対象断層帯の追加・補完調査」成果報告書 (調査担当, 石山達也; +表 2 及び図 18), no. H17-1, 25 p.
- 高橋功二・福沢仁之・和田信彦・保柳康一・岡 孝雄 (1984) 北海道北部, 日本海沿岸地域の新第三系—その層序と古地理について—. 地球科学, **38**, 299-312.
- 徳井由美 (1989) 北海道における 17 世紀以降の火山噴火とその人文環境への影響. お茶の水地理, no. 30, 27-33.
- Uozumi, S. (1962) Neogene molluscan faunas in Hokkaido (Part 1. Sequence and distribution of Neogene molluscan faunas). *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4*, **13**, 119-137.
- 山口昇一・須田芳郎 (1981) 20 万分の 1 地質図「枝幸」. NJ-54-11, 1sheet, 地質調査所.
- 山本裕彦 (1979) オホーツク海および天北日本海側海域の地質構造と堆積盆について. 石油技術協会誌, **44**, 260-267.
- Yanagisawa, Y. and Akiba, F. (1998) Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. *Journal of Geological Society of Japan*, **104**, 395-414.
- Yasue, K., Ishii, E. and Niizato, T. (2005) Neotectonics of the Tenpoku Sedimentary Basin in northern Hokkaido, Japan: a case of Horonobe area. In: Research on active faulting to mitigate seismic hazards: the state of the art. Abstracts of the HOKUDAN International Symposium on Active Faulting, Hokudan, Japan, January 17th-24th 2005, 176-177.
- 安江健一・秋葉文雄・大平寛人・石井英一 (2006) 北海道北部, サロベツ背斜付近に分布する声間層上部の鮮新統上部珪藻化石帯とフィッション・トラック年代. 地質学雑誌, **112**, 284-293.
- Yoshida, M., Fujiwara, Y., Homma, M., Igarashi, Y. and Tonosaki, T. (1981) Magnetostratigraphy and chronology of the late Neogene to Quaternary deposits in the Tokachi district, Hokkaido, Japan. *Rockmagnetism and Paleogeographics*, **8**, 106-109.

(受付: 2012 年 7 月 12 日; 受理: 2012 年 12 月 27 日)

付表1 コアから産出した花粉・胞子化石. (1/5)

Appendix table 1 Occurrence chart of pollen and spore fossils in the borehole core.

| Sample No. Sample depth (m) | H22P1 | | H22P2 | | H22P3 | | H22P4 | | H22P5 | | H22P6 | | H22P7 | | H22P8 | |
|---------------------------------------------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|
| | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % |
| Trees | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Picea</i> | 63 | 41.1 | 50 | 22.6 | 58 | 27.8 | 88 | 42.7 | 170 | 66.1 | 78 | 38.4 | 148 | 63.5 | 71 | 25.4 |
| <i>Abies</i> | 5 | 3.2 | 8 | 3.6 | 14 | 6.7 | 15 | 7.2 | 20 | 7.7 | 7 | 3.4 | 17 | 7.2 | 14 | 5 |
| <i>Pinus</i> | 5 | 3.2 | 11 | 4.9 | 5 | 2.4 | 13 | 6.3 | 7 | 2.7 | 13 | 6.4 | 8 | 3.4 | 7 | 2.5 |
| <i>Tsuga</i> | 3 | 1.9 | 3 | 1.3 | 6 | 2.8 | 0 | 0 | 4 | 1.5 | 1 | 0.4 | 10 | 4.2 | 13 | 4.6 |
| <i>Larix</i> | 2 | 1.3 | 6 | 2.7 | 4 | 1.9 | 7 | 3.3 | 19 | 7.3 | 68 | 33.4 | 13 | 5.5 | 15 | 5.3 |
| <i>Cryptomeria</i> | 1 | 0.6 | 5 | 2.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1.7 |
| Cupressaceae/Taxaceae | 1 | 0.6 | 3 | 1.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 |
| <i>Sciadopitys</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i> | 0 | 0 | 2 | 0.9 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.7 |
| <i>Ulmus/Zelkova</i> | 0 | 0 | 2 | 0.9 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1.4 |
| <i>Juglans/Pterocarya</i> | 3 | 1.9 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 |
| <i>Ostrya/Carpinus</i> | 1 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 1 | 0.3 |
| <i>Fagus</i> | 1 | 0.6 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 2 | 0.7 |
| <i>Tilia</i> | 1 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 |
| <i>Corylus</i> | 5 | 3.2 | 3 | 1.3 | 2 | 0.9 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.7 |
| <i>Lonicera</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Elegnus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Araliaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Betula</i> | 30 | 19.6 | 69 | 31.2 | 90 | 43.2 | 41 | 19.9 | 20 | 7.7 | 23 | 11.3 | 16 | 6.8 | 99 | 35.4 |
| <i>Alnus</i> | 26 | 16.9 | 50 | 22.6 | 25 | 12 | 36 | 17.4 | 11 | 4.2 | 9 | 4.4 | 17 | 7.2 | 25 | 8.9 |
| Ericaceae | 2 | 1.3 | 6 | 2.7 | 3 | 1.4 | 0 | 0 | 4 | 1.5 | 4 | 1.9 | 1 | 0.4 | 17 | 6 |
| <i>Salix</i> | 2 | 1.3 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ilex</i> | 1 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Myrica</i> | 1 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Carya</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tree total | 153 | 99.1 | 221 | 99.4 | 208 | 99.5 | 206 | 99.3 | 257 | 99.3 | 203 | 99.6 | 233 | 99.4 | 279 | 99.2 |
| Herbs | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Compositae | 1 | 0.5 | 6 | 2.1 | 5 | 1.9 | 8 | 3.2 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 24 | 6.9 | 4 | 1.2 |
| Rosaceae | 0 | 0 | 2 | 0.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Rubus chamaemorus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Gentiana</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Geranium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Caryophyllaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.6 |
| Liliaceae | 1 | 0.5 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Valerianaceae | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lysichiton</i> | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ranunculus</i> | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.8 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 1 | 0.2 | 3 | 0.9 |
| Gramineae | 5 | 2.6 | 6 | 2.1 | 3 | 1.1 | 2 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.5 | 4 | 1.2 |
| Cyperaceae | 7 | 3.7 | 6 | 2.1 | 3 | 1.1 | 2 | 0.8 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 3 | 0.8 | 1 | 0.3 |
| Chenopodiaceae/Amaranthaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.2 | 0 | 0 |
| <i>Thalictrum</i> | 6 | 3.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sanguisorba</i> | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 2 | 0.8 | 0 | 0 | 2 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Umbelliferae | 1 | 0.5 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 1 | 0.3 | 6 | 2.5 | 0 | 0 | 1 | 0.3 |
| <i>Typha</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Artemisia</i> | 2 | 1 | 4 | 1.4 | 2 | 0.7 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 2 | 0.8 | 1 | 0.2 | 2 | 0.6 |
| <i>Epilobium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Leguminosae | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Persicaria</i> | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 2 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Menyanthes</i> | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Polemonium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Carduoideae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Anemone</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Herb total | 25 | 12.9 | 33 | 11.2 | 15 | 5.4 | 19 | 7.6 | 6 | 1.8 | 12 | 4.9 | 32 | 8.8 | 17 | 5.1 |
| Ferns | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lycopodium</i> | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 8 | 3 | 4 | 1.6 | 2 | 0.7 | 4 | 1.7 | 6 | 1.7 | 11 | 3.4 |
| <i>Lycopodium selago</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Osmunda</i> | 1 | 0.5 | 7 | 2.4 | 3 | 1.1 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 2 | 0.5 | 2 | 0.6 |
| <i>Selaginella selaginoides</i> | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 | 0.7 | 3 | 1.2 | 1 | 0.3 | 10 | 4.2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Monolete-type | 9 | 4.7 | 14 | 4.9 | 22 | 8.4 | 12 | 4.8 | 1 | 0.3 | 1 | 0.4 | 70 | 20.2 | 6 | 1.9 |
| Fern total | 11 | 5.7 | 24 | 8.3 | 35 | 13.2 | 20 | 8 | 4 | 1.3 | 16 | 6.7 | 78 | 22.4 | 19 | 5.9 |
| Moss | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sphagnum</i> | 0 | 0 | 6 | 2.1 | 2 | 0.7 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 2 | 0.8 | 1 | 0.2 | 0 | 0 |
| Moss total | 0 | 0 | 6 | 2.1 | 2 | 0.7 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 2 | 0.8 | 1 | 0.2 | 0 | 0 |
| Algae | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Botryococcus | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.2 | 0 | 0 |
| Algae total | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.2 | 0 | 0 |
| Total number | 189 | | 284 | | 261 | | 246 | | 267 | | 233 | | 345 | | 315 | |

幌延町沿岸域における大深度ボーリングの岩相・微化石・テフラ (越谷ほか)

付表 1 続き. (2/5)

Appendix table 1 Continued.

| Sample No. Sample depth (m) | H22P9 | | H22P11 | | H21P1 | | H22P12 | | H21P2 | | H22P13 | | H21P3 | | H21P4 | |
|---------------------------------------------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
| | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % |
| Trees | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Picea</i> | 140 | 62.2 | 123 | 60.5 | 165 | 67.6 | 52 | 20.9 | 53 | 25.4 | 40 | 17.7 | 75 | 30.4 | 119 | 55.8 |
| <i>Abies</i> | 14 | 6.2 | 22 | 10.8 | 3 | 1.2 | 19 | 7.6 | 1 | 0.4 | 5 | 2.2 | 34 | 13.8 | 19 | 8.9 |
| <i>Pinus</i> | 6 | 2.6 | 7 | 3.4 | 1 | 0.4 | 27 | 10.8 | 33 | 15.8 | 14 | 6.2 | 25 | 10.1 | 9 | 4.2 |
| <i>Tsuga</i> | 5 | 2.2 | 7 | 3.4 | 0 | 0 | 14 | 5.6 | 0 | 0 | 14 | 6.2 | 45 | 18.2 | 18 | 8.4 |
| <i>Larix</i> | 1 | 0.4 | 2 | 0.9 | 44 | 18 | 20 | 8 | 74 | 35.5 | 2 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cryptomeria</i> | 0 | 0 | 2 | 0.9 | 0 | 0 | 4 | 1.6 | 0 | 0 | 6 | 2.6 | 7 | 2.8 | 3 | 1.4 |
| Cupressaceae/Taxaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sciadopitys</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 |
| <i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 4 | 0 | 0 | 9 | 4 | 6 | 2.4 | 0 | 0 |
| <i>Ulmus/Zelkova</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 3 | 1.3 | 5 | 2 | 3 | 1.4 |
| <i>Juglans/Pterocarya</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.8 | 0 | 0 | 3 | 1.3 | 6 | 2.4 | 0 | 0 |
| <i>Ostrya/Carpinus</i> | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 2 | 0.8 | 0 | 0 | 2 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Fagus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.8 | 0 | 0 | 5 | 2.2 | 6 | 2.4 | 0 | 0 |
| <i>Tilia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1.2 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Corylus</i> | 2 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1.2 | 0 | 0 | 4 | 1.7 | 1 | 0.4 | 0 | 0 |
| <i>Lonicera</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Elegnus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 5.7 | 0 | 0 | 28 | 13.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.9 |
| Araliaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Betula</i> | 27 | 12 | 21 | 10.3 | 13 | 5.3 | 37 | 14.9 | 17 | 8.1 | 51 | 22.6 | 16 | 6.5 | 24 | 11.2 |
| <i>Alnus</i> | 30 | 13.3 | 16 | 7.8 | 4 | 1.6 | 52 | 20.9 | 1 | 0.4 | 65 | 28.8 | 19 | 7.7 | 16 | 7.5 |
| Ercaceae | 0 | 0 | 2 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Salix</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ilex</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Myrica</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Carya</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tree total | 225 | 99.7 | 203 | 99.3 | 244 | 99.8 | 248 | 99.5 | 208 | 99.4 | 225 | 99.2 | 246 | 99.5 | 213 | 99.7 |
| Herbs | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Compositae | 11 | 4.2 | 2 | 0.8 | 2 | 0.7 | 4 | 1.1 | 23 | 7.7 | 1 | 0.3 | 5 | 1.6 | 7 | 2.7 |
| Rosaceae | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 2 | 0.7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Rubus chamaemorus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Gentiana</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Geranium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Caryophyllaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Liliaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Valerianaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lysichiton</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ranunculus</i> | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 3 | 1.1 | 1 | 0.3 | 0 | 0 |
| Gramineae | 1 | 0.3 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 2 | 0.5 | 0 | 0 | 2 | 0.7 | 4 | 1.2 | 1 | 0.3 |
| Cyperaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1.7 | 0 | 0 | 4 | 1.5 | 1 | 0.3 | 0 | 0 |
| Chenopodiaceae/Amaranthaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.5 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Thalictrum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.2 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sanguisorba</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 1 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Umbelliferae | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.8 | 0 | 0 | 4 | 1.5 | 1 | 0.3 | 1 | 0.3 |
| <i>Typha</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Artemisia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.8 | 2 | 0.6 | 9 | 3.3 | 2 | 0.6 | 1 | 0.3 |
| <i>Epilobium</i> | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Leguminosae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Persicaria</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 1 | 0.3 |
| <i>Menyanthes</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Polemonium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Carduoideae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Anemone</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| Herb total | 15 | 5.4 | 4 | 1.6 | 7 | 2.3 | 26 | 6.8 | 32 | 9.8 | 27 | 9.7 | 15 | 4.6 | 14 | 3.9 |
| Ferns | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lycopodium</i> | 7 | 2.7 | 11 | 4.8 | 1 | 0.3 | 3 | 0.8 | 2 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1.1 |
| <i>Lycopodium selago</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49 | 16.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Osmunda</i> | 11 | 4.2 | 2 | 0.8 | 0 | 0 | 29 | 8.5 | 2 | 0.6 | 4 | 1.5 | 20 | 6.4 | 3 | 1.1 |
| <i>Selaginella selaginoides</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.2 | 4 | 1.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 |
| Monolete-type | 0 | 0 | 8 | 3.5 | 1 | 0.3 | 33 | 9.7 | 0 | 0 | 9 | 3.3 | 28 | 9 | 22 | 8.5 |
| Fern total | 18 | 6.9 | 21 | 9.1 | 2 | 0.6 | 66 | 19.2 | 57 | 18.9 | 13 | 4.8 | 48 | 15.4 | 29 | 11 |
| Moss | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sphagnum</i> | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 21 | 7.6 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 1 | 0.3 | 1 | 0.3 | 0 | 0 |
| Moss total | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 21 | 7.6 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 1 | 0.3 | 1 | 0.3 | 0 | 0 |
| Algae | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Botryococcus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Algae total | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total number | 259 | | 228 | | 274 | | 340 | | 298 | | 266 | | 310 | | 256 | |

付表1 続き. (3/5)

Appendix table 1 Continued.

| Sample No. | H22P14 | | H21P5 | | H21P6 | | H21P7 | | H22P15 | | H21P8 | | H21P9 | | H21P10 | |
|---------------------------------------------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|
| Sample depth (m) | 268.32-268.50 | | 276.90-277.15 | | 294.25-294.50 | | 337.22-337.35 | | 350.45-350.60 | | 362.65-362.93 | | 376.05-376.30 | | 394.55-394.70 | |
| Trees | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % |
| <i>Picea</i> | 93 | 46 | 208 | 83.5 | 77 | 34.6 | 145 | 62.7 | 33 | 16.5 | 102 | 51 | 50 | 21.9 | 72 | 33.3 |
| <i>Abies</i> | 13 | 6.4 | 9 | 3.6 | 14 | 6.3 | 27 | 11.6 | 20 | 10 | 38 | 19 | 24 | 10.5 | 36 | 16.6 |
| <i>Pinus</i> | 8 | 3.9 | 2 | 0.8 | 14 | 6.3 | 15 | 6.4 | 25 | 12.5 | 15 | 7.5 | 23 | 10 | 22 | 10.1 |
| <i>Tsuga</i> | 5 | 2.4 | 5 | 2 | 98 | 44.1 | 24 | 10.3 | 50 | 25 | 30 | 15 | 43 | 18.8 | 29 | 13.4 |
| <i>Larix</i> | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cryptomeria</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 | 3 | 1.5 | 0 | 0 | 6 | 2.6 | 8 | 3.7 |
| Cupressaceae/Taxaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sciadopitys</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2.5 | 0 | 0 | 3 | 1.3 | 2 | 0.9 |
| <i>Ulmus/Zelkova</i> | 2 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 3 | 1 | 0.5 | 7 | 3 | 5 | 2.3 |
| <i>Juglans/Pterocarya</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 6 | 2.6 | 2 | 0.9 |
| <i>Ostrya/Carpinus</i> | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1.3 |
| <i>Fagus</i> | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 |
| <i>Tilia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 |
| <i>Corylus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.9 |
| <i>Lonicera</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Elegnus</i> | 0 | 0 | 3 | 1.2 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1.3 |
| Araliaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 |
| <i>Betula</i> | 55 | 27.2 | 9 | 3.6 | 7 | 3.1 | 7 | 3 | 27 | 13.5 | 12 | 6 | 45 | 19.7 | 24 | 11.1 |
| <i>Alnus</i> | 20 | 9.9 | 7 | 2.8 | 10 | 4.5 | 8 | 3.4 | 26 | 13 | 2 | 1 | 17 | 7.4 | 5 | 2.3 |
| Ercaceae | 3 | 1.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Salix</i> | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ilex</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Myrica</i> | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Carya</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 |
| Tree total | 202 | 99.3 | 249 | 99.9 | 222 | 99.7 | 231 | 99.4 | 200 | 100 | 200 | 100 | 228 | 99.4 | 216 | 99.3 |
| Herbs | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Compositae | 3 | 0.8 | 4 | 1.5 | 4 | 1.4 | 2 | 0.7 | 1 | 0.4 | 3 | 1.2 | 3 | 1.1 | 1 | 0.4 |
| Rosaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Rubus chamaemorus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Gentiana</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Geranium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Caryophyllaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Liliaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Valerianaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lysichiton</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ranunculus</i> | 1 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gramineae | 1 | 0.2 | 0 | 0 | 2 | 0.7 | 0 | 0 | 2 | 0.8 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 1 | 0.4 |
| Cyperaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chenopodiaceae/Amaranthaceae | 1 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 |
| <i>Thalictrum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sanguisorba</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 2 | 0.7 | 0 | 0 |
| Umbelliferae | 1 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 1 | 0.4 |
| <i>Typha</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Artemisia</i> | 3 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1.5 | 3 | 1.2 |
| <i>Epilobium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 |
| Leguminosae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Persicaria</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Menyanthes</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Polemonium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Carduoideae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Anemone</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Herb total | 10 | 2.4 | 4 | 1.5 | 7 | 2.4 | 8 | 2.6 | 6 | 2.4 | 4 | 1.6 | 12 | 4.2 | 7 | 2.8 |
| Ferns | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lycopodium</i> | 8 | 2.1 | 3 | 1.1 | 6 | 2.2 | 7 | 2.6 | 1 | 0.4 | 2 | 0.8 | 2 | 0.7 | 1 | 0.4 |
| <i>Lycopodium selago</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Osmunda</i> | 2 | 0.5 | 0 | 0 | 13 | 4.8 | 0 | 0 | 4 | 1.7 | 4 | 1.7 | 0 | 0 | 12 | 5 |
| <i>Selaginella selaginoides</i> | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Monolete-type | 150 | 40.3 | 9 | 3.3 | 21 | 7.8 | 17 | 6.4 | 15 | 6.6 | 20 | 8.6 | 11 | 4.3 | 3 | 1.2 |
| Fern total | 160 | 42.9 | 13 | 4.7 | 40 | 14.8 | 24 | 9 | 20 | 8.7 | 26 | 11.1 | 13 | 5 | 16 | 6.6 |
| Moss | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sphagnum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Moss total | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Algae | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Botryococcus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Algae total | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total number | 372 | | 266 | | 269 | | 264 | | 226 | | 231 | | 253 | | 239 | |

幌延町沿岸域における大深度ボーリングの岩相・微化石・テフラ (越谷ほか)

付表 1 続き. (4/5)

Appendix table 1 Continued.

| Sample No. | H22P16 | | H22P17 | | H22P18 | | H22P19 | | H22P20 | | H22P21 | | H22P22 | | H22P23 | |
|---------------------------------------------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----|---------------|------|---------------|------|---------------|------|--------------|------|---------------|------|
| Sample depth (m) | 409.10-409.22 | | 418.73-418.85 | | 460.80-460.91 | | 522.96-523.10 | | 566.64-566.79 | | 578.30-578.42 | | 586.52-58.67 | | 600.20-600.29 | |
| Trees | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % |
| <i>Picea</i> | 94 | 46.5 | 24 | 29.2 | 36 | 18 | 103 | 49.2 | 116 | 54.2 | 105 | 50 | 108 | 51.4 | 96 | 38.7 |
| <i>Abies</i> | 2 | 0.9 | 1 | 1.2 | 2 | 1 | 25 | 11.9 | 21 | 9.8 | 49 | 23.3 | 12 | 5.7 | 17 | 6.8 |
| <i>Pinus</i> | 17 | 8.4 | 5 | 6 | 24 | 12 | 20 | 9.5 | 8 | 3.7 | 9 | 4.2 | 37 | 17.6 | 19 | 7.6 |
| <i>Tsuga</i> | 2 | 0.9 | 0 | 0 | 8 | 4 | 26 | 12.4 | 23 | 10.7 | 12 | 5.7 | 20 | 9.5 | 28 | 11.2 |
| <i>Larix</i> | 0 | 0 | 2 | 2.4 | 0 | 0 | 3 | 1.4 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 | 2 | 0.9 | 2 | 0.8 |
| <i>Cryptomeria</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | 1.4 | 2 | 0.9 | 0 | 0 | 5 | 2.3 | 11 | 4.4 |
| Cupressaceae/Taxaceae | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 2 | 0.9 | 1 | 0.4 |
| <i>Sciadopitys</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 | 2 | 0.8 |
| <i>Ulmus/Zelkova</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 3 | 1.4 | 2 | 0.9 | 7 | 2.8 |
| <i>Juglans/Pterocarya</i> | 0 | 0 | 3 | 3.6 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 |
| <i>Ostrya/Carpinus</i> | 2 | 0.9 | 0 | 0 | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Fagus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.9 | 0 | 0 | 2 | 0.8 |
| <i>Tilia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 |
| <i>Corylus</i> | 1 | 0.4 | 22 | 26.8 | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 |
| <i>Lonicera</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Elegnus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Araliaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Betula</i> | 43 | 21.2 | 12 | 14.6 | 52 | 26 | 11 | 5.2 | 25 | 11.6 | 10 | 4.7 | 7 | 3.3 | 29 | 11.6 |
| <i>Alnus</i> | 10 | 4.9 | 10 | 12.1 | 64 | 32 | 17 | 8.1 | 15 | 7 | 18 | 8.5 | 14 | 6.6 | 27 | 10.8 |
| Ercaceae | 30 | 14.8 | 1 | 1.2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.8 |
| <i>Salix</i> | 0 | 0 | 1 | 1.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 |
| <i>Ilex</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 |
| <i>Myrica</i> | 0 | 0 | 1 | 1.2 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Carya</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tree total | 202 | 99.3 | 82 | 99.5 | 200 | 100 | 209 | 99.5 | 214 | 99.5 | 210 | 99.5 | 210 | 99.5 | 248 | 99.5 |
| Herbs | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Compositae | 2 | 0.7 | 1 | 0.9 | 4 | 1.6 | 3 | 1.2 | 2 | 0.8 | 2 | 0.8 | 4 | 1.6 | 6 | 2 |
| Rosaceae | 0 | 0 | 2 | 1.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Rubus chamaemorus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Gentiana</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Geranium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Caryophyllaceae | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Liliaceae | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Valerianaceae | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lysichiton</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ranunculus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 |
| Gramineae | 15 | 5.4 | 2 | 1.9 | 3 | 1.2 | 2 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 1 | 0.3 |
| Cyperaceae | 27 | 9.7 | 1 | 0.9 | 5 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1.2 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 | 0 | 0 |
| Chenopodiaceae/Amaranthaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1.2 | 0 | 0 |
| <i>Thalictrum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sanguisorba</i> | 5 | 1.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Umbelliferae | 0 | 0 | 2 | 1.9 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Typha</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Artemisia</i> | 10 | 3.6 | 2 | 1.9 | 3 | 1.2 | 1 | 0.4 | 2 | 0.8 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 1 | 0.3 |
| <i>Epilobium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.3 |
| Leguminosae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Persicaria</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 | 0 | 0 |
| <i>Menyanthes</i> | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Polemonium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Carduoideae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Anemone</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Herb total | 65 | 23.1 | 10 | 9.4 | 18 | 7.2 | 7 | 2.8 | 9 | 3.6 | 7 | 2.8 | 11 | 4.4 | 9 | 2.9 |
| Ferns | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lycopodium</i> | 1 | 0.3 | 1 | 0.9 | 1 | 0.4 | 2 | 0.8 | 2 | 0.8 | 2 | 0.8 | 5 | 2 | 4 | 1.3 |
| <i>Lycopodium selago</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Osmunda</i> | 0 | 0 | 1 | 0.9 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 4 | 1.7 | 3 | 1.2 | 17 | 5.6 |
| <i>Selaginella selaginoides</i> | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 |
| Monolete-type | 5 | 1.8 | 7 | 6.7 | 20 | 8.2 | 23 | 9.3 | 3 | 1.2 | 8 | 3.4 | 10 | 4.1 | 18 | 6 |
| Fern total | 9 | 3.1 | 9 | 8.5 | 22 | 9 | 26 | 10.5 | 6 | 2.4 | 14 | 5.9 | 19 | 7.7 | 39 | 12.9 |
| Moss | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sphagnum</i> | 1 | 0.3 | 3 | 2.8 | 3 | 1.2 | 3 | 1.2 | 3 | 1.2 | 1 | 0.4 | 3 | 1.2 | 3 | 1 |
| Moss total | 1 | 0.3 | 3 | 2.8 | 3 | 1.2 | 3 | 1.2 | 3 | 1.2 | 1 | 0.4 | 3 | 1.2 | 3 | 1 |
| Algae | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Botryococcus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Algae total | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total number | 277 | | 104 | | 243 | | 245 | | 232 | | 232 | | 243 | | 299 | |

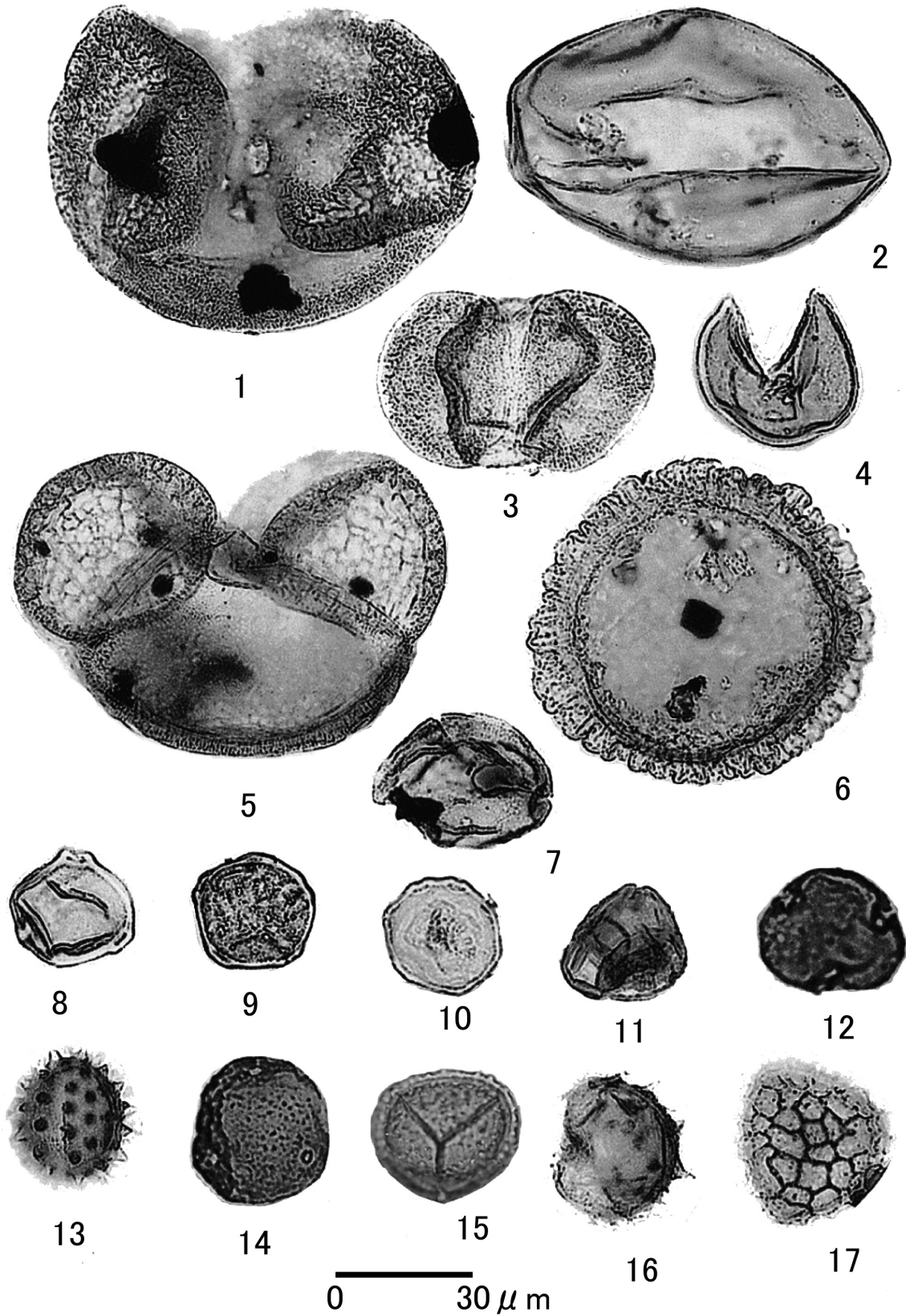
付表1 続き. (5/5)

Appendix table 1 Continued.

| Sample No. | H22P24 | | H22P25 | | H23P1 | | H23P2 | | H23P3 | | H23P4 | | H23P5 | | H23P6 | |
|---------------------------------------------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|
| Sample depth (m) | 655.83-655.98 | | 701.50-710.75 | | 731.65-731.80 | | 760.65-760.72 | | 810.28-810.44 | | 880.55-880.70 | | 931.79-931.94 | | 990.11-990.40 | |
| Trees | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % | number | % |
| <i>Picea</i> | 120 | 57.1 | 87 | 43.5 | 63 | 30.1 | 101 | 44.5 | 81 | 37.8 | 100 | 39.2 | 69 | 32.4 | 142 | 60.1 |
| <i>Abies</i> | 30 | 14.2 | 23 | 11.5 | 8 | 3.8 | 23 | 10.1 | 26 | 12.1 | 7 | 2.7 | 8 | 3.7 | 16 | 6.7 |
| <i>Pinus</i> | 17 | 8 | 6 | 3 | 26 | 12.4 | 11 | 4.8 | 24 | 11.2 | 20 | 7.8 | 33 | 15.5 | 2 | 0.8 |
| <i>Tsuga</i> | 12 | 5.7 | 56 | 28 | 43 | 20.6 | 19 | 8.4 | 20 | 9.3 | 10 | 3.9 | 33 | 15.5 | 6 | 2.5 |
| <i>Larix</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.5 | 4 | 1.7 | 3 | 1.4 | 0 | 0 | 2 | 0.9 | 0 | 0 |
| <i>Cryptomeria</i> | 3 | 1.4 | 4 | 2 | 4 | 1.9 | 8 | 3.5 | 4 | 1.9 | 11 | 4.3 | 11 | 5.1 | 3 | 1.3 |
| Cupressaceae/Taxaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sciadopitys</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ulmus/Zelkova</i> | 0 | 0 | 3 | 1.5 | 4 | 1.9 | 4 | 1.7 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 | 5 | 2.3 | 3 | 1.3 |
| <i>Juglans/Pterocarya</i> | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 1 | 0.5 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 | 3 | 1.4 | 4 | 1.7 |
| <i>Ostrya/Carpinus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 | 0 | 0 |
| <i>Fagus</i> | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 |
| <i>Tilia</i> | 0 | 0 | 1 | 0.5 | 3 | 1.4 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 | 5 | 2.3 | 0 | 0 |
| <i>Corylus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lonicera</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Elegnus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Araliaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Betula</i> | 13 | 6.1 | 8 | 4 | 18 | 8.6 | 23 | 10.1 | 32 | 15 | 63 | 24.7 | 19 | 8.9 | 32 | 13.6 |
| <i>Alnus</i> | 13 | 6.1 | 12 | 6 | 36 | 17.2 | 31 | 13.6 | 21 | 9.8 | 40 | 15.7 | 21 | 9.8 | 26 | 11 |
| Ercaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 |
| <i>Salix</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 |
| <i>Ilex</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Myrica</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Carya</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.9 | 0 | 0 |
| Tree total | 210 | 99.4 | 200 | 100 | 209 | 99.9 | 227 | 99.6 | 214 | 99.7 | 255 | 99.9 | 213 | 99.5 | 236 | 99.8 |
| Herbs | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Compositae | 3 | 1.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rosaceae | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Rubus chamaemorus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Gentiana</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Geranium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Caryophyllaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 |
| Liliaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Valerianaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 |
| <i>Lysichiton</i> | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ranunculus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gramineae | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1.3 | 3 | 1.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 2 | 0.7 |
| Cyperaceae | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 2 | 0.8 | 0 | 0 | 6 | 2.3 | 3 | 1.1 | 1 | 0.4 | 3 | 1.1 |
| Chenopodiaceae/Amaranthaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Thalictrum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sanguisorba</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Umbelliferae | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 2 | 0.8 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Typha</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Artemisia</i> | 0 | 0 | 3 | 1.3 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 | 1 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Epilobium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Leguminosae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Persicaria</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Menyanthes</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Polemonium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Carduoideae | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1.7 | 6 | 2.2 | 3 | 1.1 | 3 | 1.1 | 1 | 0.4 | 6 | 2.3 |
| <i>Anemone</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Herb total | 7 | 2.8 | 3 | 1.3 | 11 | 4.6 | 12 | 4.5 | 12 | 4.6 | 7 | 2.5 | 4 | 1.6 | 13 | 4.9 |
| Ferns | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lycopodium</i> | 0 | 0 | 2 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 | 0 | 0 | 3 | 1.1 |
| <i>Lycopodium selago</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Osmunda</i> | 9 | 3.8 | 8 | 3.6 | 3 | 1.3 | 9 | 3.3 | 12 | 4.7 | 2 | 0.7 | 5 | 2.2 | 3 | 1.1 |
| <i>Selaginella selaginoides</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Monolete-type | 8 | 3.4 | 3 | 1.3 | 6 | 2.6 | 7 | 2.6 | 14 | 5.5 | 10 | 3.6 | 1 | 0.4 | 2 | 0.7 |
| Fern total | 17 | 7.2 | 13 | 5.8 | 9 | 3.9 | 16 | 5.9 | 27 | 10.6 | 13 | 4.7 | 6 | 2.6 | 8 | 2.9 |
| Moss | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sphagnum</i> | 0 | 0 | 3 | 1.3 | 2 | 0.9 | 1 | 0.4 | 2 | 0.8 | 2 | 0.7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Moss total | 0 | 0 | 3 | 1.3 | 2 | 0.9 | 1 | 0.4 | 2 | 0.8 | 2 | 0.7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Algae | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Botryococcus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Algae total | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total number | 234 | | 219 | | 231 | | 218 | | 255 | | 277 | | 222 | | 257 | |

付図1 コアから産出した代表的な花粉化石の写真。

Appendix figure 1 Photomicrographs of pollen fossils in the borehole cores. 1: *Picea*, 2: *Larix*, 3: *Pinus*, 4: *Cryptomeria*, 5: *Abies*, 6: *Tsuga*, 7: *Fagus*, 8: *Betula*, 9: *Alnus*, 10: *Juglans*, 11: Ericaceae, 12: *Tilia*, 13: Carduoideae, 14: *Carya*, 15: *Osmunda*, 16: *Selaginella selaginoides*, 17: *Lycopodium*.



付表2 コアから産出した珪藻化石. (1/10)

Appendix table 2 Occurrence chart of diatom fossils in the borehole cores.

| Diatom Zone | | <k | <k | <k | <k | <k | <k |
|--------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Sample No. | | H21D1 | H21D2 | H21D3 | H21D4 | H21D5 | H21D6 |
| depth (m) | | 163 | 206 | 233 | 261 | 267 | 286 |
| Abundance | | A | R | R | R | R | C |
| (app. number of diatom valves per slide (X 100)) | | 144 | 12 | 4 | 6 | 9 | 54 |
| Preservation | | M | P | P | P | P | M |
| Marine diatoms | | 86 | 93 | 100 | 98 | 95 | 88 |
| benthic | | 3 | 13 | 8 | 6 | 6 | 8 |
| planktonic | | 21 | 24 | 47 | 29 | 35 | 14 |
| extinct | | 62 | 56 | 45 | 63 | 54 | 66 |
| Miocene extinct | | 1 | 11 | 11 | 27 | 23 | 5 |
| Non-marine diatoms | | 14 | 7 | 0 | 3 | 5 | 12 |
| Total number of diatoms counted | | 100 | 100 | 100 | 101 | 100 | 100 |
| Resting spores of <i>Chaetoceros</i> | | 25 | 23 | 27 | 23 | 24 | 21 |
| number of taxa recognized | | 79 | 55 | 31 | 35 | 49 | 66 |
| M A R I N E D I A T O M S | | | | | | | |
| | p | <i>Actinocyclus</i> | <i>curvatus</i> Janisch | | | | |
| M | e | p | <i>A. ingens</i> Rattray | 1 | + | 3 | 3 |
| M | e | p | <i>A. ingens</i> (altered) | + | 2 | 2 | 4 |
| e | p | <i>A. ochotensis</i> Jouse | | | | | 1 |
| | b | <i>A. octonarius</i> Ehrenberg | | | | | + |
| e | p | <i>A. sp.</i> (star-shaped hyaline area) | + | | | | |
| | b | <i>Actinopterychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg | 3 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| | b | <i>A. senarius</i> (altered) | | | | | + |
| | b | <i>A. splendens</i> (Shadbolt) Ralfs | | | | | |
| | b | <i>Amphora</i> spp. | + | | | | 1 |
| | b | <i>Arachnoidiscus</i> spp. | + | | | | + |
| | p | <i>Asteromphalus</i> spp. | + | | | | |
| | p | <i>Aulacodiscus</i> sp. | | | | | |
| | p | <i>Azpeitia</i> sp. | | | | | |
| | p | <i>Bacteriosira fragilis</i> (Gran) Gran | | | | | |
| M | e | p | <i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) Williams | | | + | + |
| M | e | p | <i>C. lanceolatus</i> Akiba et Hiramatsu | | | | |
| M | e | p | <i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa | | | 1 | + |
| M | e | p | <i>C. rectus</i> Akiba et Hiramatsu | | | | + |
| | b | <i>Clavicularia polymorpha</i> Grunow | | | | | |
| | b | <i>Cocconeis costata</i> Gregory | + | 2 | | | 1 |
| | b | <i>C. scutellum</i> Ehrenberg | + | + | + | | 1 |
| | b | <i>C. spp.</i> | + | + | 2 | 1 | |
| | p | <i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehrenberg | + | 1 | 3 | 1 | 5 |
| | p | <i>C. oculus-iridis</i> Ehrenberg | + | + | + | + | + |
| | p | <i>C. radiatus</i> Ehrenberg | + | | 1 | | |
| M | e | p | <i>C. symbolophorus</i> s.l. | | 1 | | 1 |
| | p | <i>C. spp.</i> | + | + | + | + | 1 |
| | p | <i>C. spp.</i> (altered) | | | | + | 1 |
| | e | p | <i>Cosmidiscus intersectus</i> Jouse | + | 1 | 2 | |
| M | e | p | <i>Crucidenticula parancobarica</i> Akiba et Yanagisawa | | | | + |
| | e | p | <i>C. punctata</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa | | | 1 | |
| | p | <i>Cyclotella striata</i> (Kuetz) Grun. | | | | | 1 |
| | b | <i>Cymatosira debyi</i> Temp. et Brun | + | 1 | 1 | | + |
| | e | b | <i>Delphineis cf. sachalinensis</i> (Sheshukoba) Andrews | + | | | |
| | b | <i>D. surirella</i> (Ehrenberg) Andrews | | | | | |
| | b | <i>D. spp.</i> | + | + | 1 | | |
| | e | p | <i>Denticulopsis dimorpha</i> (Schrader) Simonsen | + | | | |
| M | e | p | <i>D. hustedtii</i> (Sim. & Kan.) Simonsen s.l. | + | 3 | 2 | 2 |
| M | e | p | <i>D. hyalina</i> (Schrader) Simonsen | + | | | 1 |
| M | e | p | <i>D. hyalina</i> (altered) | | | | 1 |
| M | e | p | <i>D. lauta</i> (Bailey) Simonsen | + | 1 | 3 | 7 |
| M | e | p | <i>D. aff. lauta</i> (Bailey) Simonsen | | | 1 | 2 |
| M | e | p | <i>D. lauta</i> (altered) | | | | 2 |
| | e | p | <i>D. praedimorpha</i> Barron ex Akiba | + | | | |
| | b | <i>Diploneis smithii</i> (Brebisson) Cleve | | | | | + |
| | b | <i>D. spp.</i> | + | 2 | | 2 | + |
| | p | <i>Endictya oceanica</i> Ehrenberg | | | | | 3 |
| | b | <i>Grammatophora spp.</i> | | 2 | 1 | | + |
| | e | b | <i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova | + | | 1 | |
| | b | <i>H. spp.</i> | | | | | + |
| M | e | p | <i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba | + | 4 | | 8 |
| | b | <i>Isthmia sp.</i> | | + | | | 3 |
| | e | p | <i>Kisseleviella carina</i> Sheshukova | | | | + |
| M | e | p | <i>K. ezoensis</i> Akiba | | | | + |
| | e | p | <i>Koizumia tatsunokuchiensis</i> (Koizumi) Yanagisawa | | | | |
| | b | <i>Lancineis sp.</i> | | | | | 1 |
| | b | <i>Mastogloia sp.</i> | | | | | + |
| M | e | p | <i>Medialia splendida</i> Sheshukova | | | | |
| | e | p | <i>Melosira albicansu</i> Sheshukova | + | 1 | | 1 |
| | b | <i>M. sol</i> (Ehrenberg) Kuetzing | + | | 1 | + | |
| | b | <i>Navicula spp.</i> | | | | | + |
| | e | p | <i>Neodenticula kamschatica</i> (Zabelina) Akiba et Yanagisawa | 47 | 32 | 25 | 28 |
| | e | p | <i>N. koizumii</i> Akiba et Yanagisawa | 2 | 2 | 1 | |
| | e | p | <i>N. sp. A</i> | | | | |
| | b | <i>Nitzschia granulata</i> Grunow | | + | | | 1 |
| | p | <i>N. grunowii</i> Hasle | + | 1 | | | |
| | e | p | <i>N. heteropolica</i> Schrader | | | | |
| | e | p | <i>N. rolandii</i> Schrader emend. Koizumi | | 2 | | |
| | p | <i>N. seminae</i> (Simonsen et Kanaya) Akiba et Yanagisawa | | | | | + |

Diatom zone: <k; N. koizumii Zone or younger, n.z.; not zoned. Abundance: VA; very abundant, A; abundant, C; common, R; rare, VR; very rare. Preservation: G; good, M; moderate, P; poor, VP; very poor. Habitat: p; planktonic, b; benthic, e; extinct, M; extinct Miocene species.

付表2 続き. (3/10)

Appendix table 2 Continued.

| Diatom Zone | | <k | <k | <k | <k | <k | <k |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| SampleNo. | | H21D7 | H21D8 | H21D9 | H21D10 | H22D1 | H22D2 |
| depth (m) | | 295 | 350 | 380 | 394 | 567 | 578 |
| Abundance | | C | R | R | R | R | R |
| (app. number of diatom valves per slide (X 100)) | | 90 | 4 | 9 | 20 | 36 | 9 |
| Preservation | | M | P | P | P | P | P |
| Marine diatoms | | 96 | 98 | 100 | 99 | 100 | 100 |
| | benthic | 1 | 4 | 4 | 8 | 6 | 7 |
| | planktonic | 13 | 46 | 30 | 33 | 37 | 39 |
| | extinct | 82 | 48 | 66 | 58 | 57 | 54 |
| | Miocene extinct | 2 | 31 | 10 | 11 | 3 | 7 |
| Non-marine diatoms | | 4 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Total number of diatoms counted | | 100 | 100 | 101 | 100 | 100 | 100 |
| Resting spores of Chaetoceros | | 18 | 23 | 24 | 13 | 15 | 15 |
| number of taxa recognized | | 59 | 38 | 35 | 43 | 39 | 35 |
| M A R I N E D I A T O M S | | | | | | | |
| | p <i>Actinocyclus</i> | | | | | | |
| M e p | <i>A. curvatus</i> Janisch | | | | | | |
| M e p | <i>A. ingens</i> Rattray | + | 10 | 2 | 4 | 1 | 4 |
| M e p | <i>A. ingens</i> (altered) | | 4 | 4 | 1 | | 1 |
| M e p | <i>A. ochotensis</i> Jouse | + | | 1 | | | |
| M e p | <i>A. octonarius</i> Ehrenberg | | 1 | | | | |
| | <i>A.</i> sp. (star-shaped hyaline area) | | | | | | |
| b | <i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg | + | | + | 1 | 3 | 1 |
| b | <i>A. senarius</i> (altered) | | 1 | | | | |
| b | <i>A. splendens</i> (Shadbolt) Ralfs | | | | 1 | | |
| b | <i>Amphora</i> spp. | + | | 1 | | | |
| b | <i>Arachnoidiscus</i> spp. | + | | | | | + |
| p | <i>Asteromphalus</i> spp. | | | | + | | |
| p | <i>Aulacodiscus</i> sp. | | | | | 1 | |
| p | <i>Azpeitia</i> sp. | | | | 1 | | |
| p | <i>Bacteriosira fragilis</i> (Gran) Gran | | | | | | |
| M e p | <i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) Williams | | + | | | | |
| M e p | <i>C. lanceolatus</i> Akiba et Hiramatsu | | | | | | |
| M e p | <i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa | | 1 | | | | |
| M e p | <i>C. rectus</i> Akiba et Hiramatsu | | | | | | |
| b | <i>Clavícula polymorpha</i> Grunow | | | | | | |
| b | <i>Cocconeis costata</i> Gregory | + | | | | | 2 |
| b | <i>C. scutellum</i> Ehrenberg | + | | | | | |
| b | <i>C.</i> spp. | + | | | + | + | |
| p | <i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehrenberg | 1 | 3 | 5 | 6 | 5 | 5 |
| p | <i>C. oculus-iridis</i> Ehrenberg | + | | 1 | + | 2 | |
| p | <i>C. radiatus</i> Ehrenberg | + | 1 | + | 1 | 1 | |
| M e p | <i>C. symbolophorus</i> s.l. | | | | | | |
| p | <i>C.</i> spp. | + | 1 | + | + | 2 | 1 |
| p | <i>C.</i> spp. (altered) | | 2 | | + | | 1 |
| e p | <i>Cosmodiscus intersectus</i> Jouse | + | + | + | + | | + |
| M e p | <i>Crucidenticula parancobarica</i> Akiba et Yanagisawa | | | | | | |
| e p | <i>C. punctata</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa | | | | | | |
| p | <i>Cyclotella striata</i> (Kuetz) Grun. | | | | | | |
| e b | <i>Cymatosira debyi</i> Temp. et Brun | | | | | | |
| e b | <i>Delphineis cf. sachalinensis</i> (Sheshukoba) Andrews | + | | 1 | | | |
| b | <i>D. surirella</i> (Ehrenberg) Andrews | | | | | | |
| b | <i>D.</i> spp. | | | 1 | + | | + |
| e p | <i>Denticulopsis dimorpha</i> (Schrader) Simonsen | | | | | | |
| M e p | <i>D. hustedtii</i> (Sim. & Kan.) Simonsen s.l. | 1 | 2 | | 1 | + | 1 |
| M e p | <i>D. hyalina</i> (Schrader) Simonsen | | | 1 | 1 | | + |
| M e p | <i>D. hyalina</i> (altered) | | | | | | |
| M e p | <i>D. lauta</i> (Bailey) Simonsen | | 6 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| M e p | <i>D. aff. lauta</i> (Bailey) Simonsen | 1 | | | + | 1 | |
| M e p | <i>D. lauta</i> (altered) | | 3 | | | | |
| e p | <i>D. praedimorpha</i> Barron ex Akiba | | | | | | |
| b | <i>Diploneis smithii</i> (Brebisson) Cleve | + | | | | | + |
| b | <i>D.</i> spp. | + | | + | | | |
| p | <i>Endictya oceanica</i> Ehrenberg | | 2 | | | | |
| b | <i>Grammatophora</i> spp. | + | | + | | 1 | 1 |
| e b | <i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova | 1 | | | 1 | 1 | |
| b | <i>H.</i> spp. | | | | | | |
| M e p | <i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba | + | 4 | + | 3 | | |
| b | <i>Isthmia</i> sp. | + | | | | | |
| e p | <i>Kisseleviella carina</i> Sheshukova | | 1 | | | | |
| M e p | <i>K. ezoensis</i> Akiba | | | | | | |
| e p | <i>Koizumia tatsunokuchiensis</i> (Koizumi) Yanagisawa | | | | | | |
| b | <i>Lancineis</i> sp. | | | | | | |
| b | <i>Mastogloia</i> sp. | | | | | | |
| M e p | <i>Medialia splendida</i> Sheshukova | | | | | | |
| e p | <i>Melosira albicansu</i> Sheshukova | | | | | | |
| b | <i>M. sol</i> (Ehrenberg) Kuetzing | + | + | + | 2 | + | 1 |
| b | <i>Navicula</i> spp. | | | | | | |
| e p | <i>Neodenticula kamschatica</i> (Zabelina) Akiba et Yanagisawa | 68 | 9 | 48 | 39 | 46 | 40 |
| e p | <i>N. koizumii</i> Akiba et Yanagisawa | | | | | 1 | + |
| e p | <i>N.</i> sp. A | | | | | 1 | |
| b | <i>Nitzschia granulata</i> Grunow | | | 1 | | | |
| p | <i>N. grunowii</i> Hasle | + | 1 | | | | |
| e p | <i>N. heteropolica</i> Schrader | | | | 1 | | |
| e p | <i>N. rolandii</i> Schrader emend. Koizumi | | | | + | | |
| p | <i>N. seminae</i> (Simonsen et Kanaya) Akiba et Yanagisawa | | | | 1 | 1 | |

Diatom zone: <k; N. koizumii Zone or younger, n.z.; not zoned. Abundance: VA; very abundant, A; abundant, C; common, R; rare, VR; very rare. Preservation: G; good, M; moderate, P; poor, VP; very poor. Habitat: p; planktonic, b; benthic, e; extinct, M; extinct Miocene species.

幌延町沿岸域における大深度ボーリングの岩相・微化石・テフラ (越谷ほか)

付表 2 続き. (4/10)

Appendix table 2 Continued.

| SampleNo. | | H21D7 | H21D8 | H21D9 | H21D10 | H22D1 | H22D2 |
|-------------------|----------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| MARINE DIATOMS | | | | | | | |
| p | <i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh | + | | | 1 | | |
| b | <i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve | + | 2 | + | 1 | 2 | 2 |
| b | <i>Plagiogramma staurophorum</i> (Greville) Heiberg | + | | | | | |
| b | <i>Pleurosigma</i> spp. | | | | | | |
| e | <i>Praboscia barboi</i> (Brun) Jordan et Priddle | + | + | + | 1 | | + |
| e | <i>Pseudopyxilla amricana</i> Forti | + | | | | | |
| b | <i>Rhabdonema japonicum</i> Temp. et Brun | | + | | 1 | + | |
| b | <i>Rhaphoneis</i> spp. | | | | | | |
| p | <i>Rhizosolenia cf. hebetata</i> (Bailey) Gran | | | | | | |
| e | <i>R. miocenia</i> Schrader | | 1 | | | | |
| p | <i>R. cf. styliiformis</i> Brightwell | | 2 | | 1 | 1 | |
| p | <i>R.</i> spp. | + | 3 | | | + | |
| e | <i>Rouxia californica</i> Peragallo | | | + | | | + |
| b | <i>Savamuraia biseriata</i> Komura | | | | | | |
| M | <i>Stephanogonia hanzawae</i> Kanaya | + | 1 | | | | |
| p | <i>Stephanopyxis</i> spp. | 4 | 15 | 10 | 6 | 9 | 13 |
| p | <i>S.</i> spp.(altered) | | | | + | 2 | 3 |
| e | <i>Stictodiscus californicus</i> Greville | | | | 1 | | |
| e | <i>S. kittonianus</i> Greville | | | + | | | |
| b | <i>Synedra camtschatica</i> Grunow | + | + | | | | |
| p | <i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) H. et M. Peragallo | 3 | 12 | 10 | 9 | 8 | 10 |
| e | <i>T. robusta</i> Schrader | 1 | 1 | 1 | + | + | 1 |
| M | <i>T. schraderi</i> Akiba | | | | | | |
| e | <i>T. antiqua</i> Cleve-Euler | 3 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 |
| e | <i>T. convexa</i> Mukhina | + | | | | | |
| p | <i>T. cf. decipiens</i> (Grun.) Joerg. | 1 | | | 2 | 1 | 1 |
| e | <i>T. delicata</i> (Barron) Akiba | + | | | | + | |
| p | <i>T. eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve | | | | | | |
| p | <i>T. gravida</i> Cleve | + | | 1 | 2 | + | + |
| e | <i>T. gravida f. fossilis</i> Jouse | | | | | + | |
| e | <i>T. jacksonii</i> Koizumi et Barron | + | | | | | + |
| e | <i>T. cf. jacksonii</i> Koizumi et Barron | 1 | | | | | |
| e | <i>T. jouseae</i> Akiba | 1 | | | | | 1 |
| e | <i>T. manifesta</i> Sheshukova | | | | | | |
| e | <i>T. marujamica</i> Sheshukova | 1 | 1 | + | 1 | 1 | |
| e | <i>T. multipora</i> Whiting et Schrader | | | | | | |
| e | <i>T. nidulus</i> (Brun) Jouse | | | | | | |
| e | <i>T. singularis</i> Sheshukova | | | | | | |
| e | <i>T. tertaria</i> Sheshukova | | | | | | |
| e | <i>T. cf. tetraoestrupii var. reimeri</i> Mahood et Barron | + | | | | + | |
| p | <i>T. trifida</i> Fryxell et Hasle | | | | | 1 | |
| e | <i>T. zabelinae</i> Jouse | 5 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 |
| p | <i>T.</i> spp. | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 5 |
| p | <i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow | | + | + | + | + | |
| b | <i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenberg) Cleve | | | | | | + |
| b | <i>Triceratium arcticum</i> Brightwell | | | | | | |
| b | <i>T.</i> sp. | | | | | | |
| b | <i>T. favus</i> Ehrenberg | | | + | | | |
| e | <i>Trochosira concava</i> Sheshukova | | 1 | | | | |
| NONMARINE DIATOMS | | | | | | | |
| b | <i>Achnantes</i> spp. | | | | | | |
| p | <i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen s. l. | 1 | 2 | | | + | |
| p | <i>A. granulata</i> s. l. (altered) | | | | | | |
| b | <i>Campyrodiscus</i> spp. | | | | | | + |
| b | <i>Cymbella</i> spp. | + | | | | | + |
| b | <i>Diatoma</i> spp. | | | | | | |
| b | <i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve | | | | | | |
| b | <i>Epthemia</i> spp. | + | | | | + | |
| b | <i>Eumotia</i> spp. | | | | | | |
| p | <i>Fragilaria</i> spp. | | | | | | |
| b | <i>Gomphonema</i> spp. | 1 | | | | | |
| b | <i>Gyrosigma</i> spp. | | | | | | |
| b | <i>Hantzschia amphixys</i> (Ehrenberg) Grunow | 1 | | | | | |
| b | <i>Navicula</i> spp. | + | | | 1 | | |
| b | <i>Nitzschia</i> spp. | | | | | | |
| b | <i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg | | | | | | |
| b | <i>P.</i> spp. | 1 | | 1 | | | |
| b | <i>Rhopalodia</i> spp. | + | | | | | |
| b | <i>Stauroneis</i> spp. | | | | | | |
| b | <i>Surirella</i> spp. | | | | | | |
| b | <i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg | | | | | | |
| b | <i>S.</i> spp. | + | | | | | |
| b | <i>Tabelaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kuetzing | + | | | | | |

Diatom zone: <k; N. koizumii Zone or younger, n.z.; not zoned. Abundance: VA; very abundant, A; abundant, C; common, R; rare, VR; very rare. Preservation: G; good, M; moderate, P; poor, VP; very poor. Habitat: p; planktonic, b; benthic, e; extinct., M; extinct Miocene species.

付表2 続き. (5/10)
Appendix table 2 Continued.

| Diatom Zone | | <k | n.z. | n.z. | n.z. | n.z. | n.z. |
|--------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SampleNo. | | H22D3 | H22D4 | H22D5 | H22D6 | H22D7 | H22D8 |
| depth (m) | | 587 | 600 | 656 | 685 | 732 | 761 |
| Abundance | | R | R | R | R | R | VR |
| (app. number of diatom valves per slide (X 100)) | | 12 | 12 | 6 | 20 | 2.8 | 0.7 |
| Preservation | | P | P | P | P | P | P |
| Marine diatoms | | 99 | 100 | 99 | 100 | 98 | 71 |
| benthic | | 3 | 3 | 11 | 6 | 19 | 5 |
| planktonic | | 41 | 33 | 36 | 33 | 42 | 39 |
| extinct | | 55 | 64 | 52 | 61 | 37 | 27 |
| Miocene extinct | | 3 | 10 | 5 | 9 | 24 | 15 |
| Non-marine diatoms | | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| Total number of diatoms counted | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 71 |
| Resting spores of Chaetoceros | | 16 | 21 | 10 | 12 | 15 | 9 |
| number of taxa recognized | | 33 | 25 | 31 | 37 | 35 | 29 |
| M A R I N E D I A T O M S | | | | | | | |
| M e p | <i>Actinocyclus</i> | <i>curvatus</i> Janisch | | + | + | | |
| M e p | <i>A.</i> | <i>ingens</i> Rattray | 1 | 3 | 2 | 3 | 8 |
| M e p | <i>A.</i> | <i>ingens</i> (altered) | + | + | 1 | + | 5 |
| M e p | <i>A.</i> | <i>ochotensis</i> Jouse | | | | | |
| M e p | <i>A.</i> | <i>octonarius</i> Ehrenberg | | | | | 1 |
| M e p | <i>A.</i> | sp. (star-shaped hyaline area) | | | | | |
| M e p | <i>Actinopteryx</i> | <i>senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg | + | 1 | 2 | 1 | + |
| M e p | <i>A.</i> | <i>senarius</i> (altered) | | | | | |
| M e p | <i>A.</i> | <i>splendens</i> (Shadbol) Ralfs | | | | | |
| M e p | <i>Amphora</i> | spp. | | | | | |
| M e p | <i>Arachnoidiscus</i> | spp. | + | | | + | + |
| M e p | <i>Asteromphalus</i> | spp. | | | | | |
| M e p | <i>Aulacodiscus</i> | sp. | | | | | |
| M e p | <i>Azpeitia</i> | sp. | | | | | |
| M e p | <i>Bacteriosira</i> | <i>fragilis</i> (Gran) Gran | | | | | |
| M e p | <i>Cavitatus</i> | <i>jouseanus</i> (Sheshukova) Williams | | | | | + |
| M e p | <i>C.</i> | <i>lanceolatus</i> Akiba et Hiramatsu | | | + | | |
| M e p | <i>C.</i> | <i>miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa | | | | + | |
| M e p | <i>C.</i> | <i>rectus</i> Akiba et Hiramatsu | | | | | |
| M e p | <i>Clavícula</i> | <i>polymorphus</i> Grunow | | | | | |
| M e p | <i>Cocconeis</i> | <i>costata</i> Gregory | | | | | |
| M e p | <i>C.</i> | <i>scutellum</i> Ehrenberg | + | | | | |
| M e p | <i>C.</i> | spp. | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| M e p | <i>Coscinodiscus</i> | <i>marginatus</i> Ehrenberg | 5 | 1 | 5 | 7 | 8 |
| M e p | <i>C.</i> | <i>oculus-iridis</i> Ehrenberg | | | | | 6 |
| M e p | <i>C.</i> | <i>radiatus</i> Ehrenberg | | | 1 | | 1 |
| M e p | <i>C.</i> | <i>symbolophorus</i> s.l. | | | + | | |
| M e p | <i>C.</i> | spp. | 2 | + | | 2 | 1 |
| M e p | <i>C.</i> | spp.(altered) | | | | | 2 |
| M e p | <i>Cosmidiscus</i> | <i>intersectus</i> Jouse | + | | 1 | + | 1 |
| M e p | <i>Crucidenticula</i> | <i>paranicobarica</i> Akiba et Yanagisawa | | | | | |
| M e p | <i>C.</i> | <i>punctata</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa | | | | | |
| M e p | <i>Cyclotella</i> | <i>striata</i> (Kuetz) Grun. | | | | | |
| M e p | <i>Cymatosira</i> | <i>debyi</i> Temp. et Brun | | | | | |
| M e p | <i>Delphineis</i> | cf. <i>sachalinensis</i> (Sheshukoba) Andrews | | | | + | |
| M e p | <i>D.</i> | <i>surirella</i> (Ehrenberg) Andrews | | | | | |
| M e p | <i>D.</i> | spp. | + | | 1 | 2 | + |
| M e p | <i>Denticulopsis</i> | <i>dimorpha</i> (Schrader) Simonsen | | | | | |
| M e p | <i>D.</i> | <i>hustedtii</i> (Sim. & Kan.) Simonsen s.l. | | 4 | 1 | 3 | 2 |
| M e p | <i>D.</i> | <i>hyalina</i> (Schrader) Simonsen | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| M e p | <i>D.</i> | <i>hyalina</i> (altered) | | | | | |
| M e p | <i>D.</i> | <i>lauta</i> (Bailey) Simonsen | | 2 | | 1 | 1 |
| M e p | <i>D.</i> | aff. <i>lauta</i> (Bailey) Simonsen | | | | | 4 |
| M e p | <i>D.</i> | <i>lauta</i> (altered) | | | | | 1 |
| M e p | <i>D.</i> | <i>praedimorpha</i> Barron ex Akiba | | | | | |
| M e p | <i>Diploneis</i> | <i>smithii</i> (Brebisson) Cleve | | | | | 1 |
| M e p | <i>D.</i> | spp. | | | + | | 1 |
| M e p | <i>Endictya</i> | <i>oceanica</i> Ehrenberg | | | | | |
| M e p | <i>Grammatophora</i> | spp. | | | | 1 | + |
| M e p | <i>Hyalodiscus</i> | <i>obsoletus</i> Sheshukova | + | 1 | 1 | | 1 |
| M e p | <i>H.</i> | spp. | | | 1 | | |
| M e p | <i>Ikebea</i> | <i>tenuis</i> (Brun) Akiba | | | | | 2 |
| M e p | <i>Isthmia</i> | sp. | | | | | + |
| M e p | <i>Kisseleviella</i> | <i>carina</i> Sheshukova | | | | | |
| M e p | <i>K.</i> | <i>ezoensis</i> Akiba | | | | | |
| M e p | <i>Koizumia</i> | <i>tatsunokuchiensis</i> (Koizumi) Yanagisawa | | | | | |
| M e p | <i>Lancineis</i> | sp. | | | | | |
| M e p | <i>Mastogloia</i> | sp. | | | | | |
| M e p | <i>Medialia</i> | <i>splendida</i> Sheshukova | | | | | |
| M e p | <i>Melosira</i> | <i>albicansu</i> Sheshukova | + | | | | |
| M e p | <i>M.</i> | <i>sol</i> (Ehrenberg) Kuetzing | + | 1 | | + | 4 |
| M e p | <i>Navicula</i> | spp. | | | | 1 | 1 |
| M e p | <i>Neodenticula</i> | <i>kamtschatica</i> (Zabelina) Akiba et Yanagisawa | 45 | 43 | 34 | 39 | 10 |
| M e p | <i>N.</i> | <i>koizumii</i> Akiba et Yanagisawa | | | | | 6 |
| M e p | <i>N.</i> | sp. A | | | | | |
| M e p | <i>Nitzschia</i> | <i>granulata</i> Grunow | | | | | |
| M e p | <i>N.</i> | <i>grunowii</i> Hasle | 1 | 1 | | + | |
| M e p | <i>N.</i> | <i>heteropolica</i> Schrader | | | | | |
| M e p | <i>N.</i> | <i>rolandii</i> Schrader emend. Koizumi | 1 | 1 | 1 | | |
| M e p | <i>N.</i> | <i>seminae</i> (Simonsen et Kanaya) Akiba et Yanagisawa | 1 | | | | |

Diatom zone:<k; N. koizumii Zone or younger, n.z.; not zoned. Abundance: VA; very abundant, A; abundant, C; common, R; rare, VR; very rare. Preservation: G; good, M; moderate, P; poor, VP; very poor. Habitat: p; planktonic, b; benthic, e; extinct, M; extinct Miocene species.

付表2 続き. (7/10)

Appendix table 2 Continued.

| Diatom Zone | | n.z. | n.z. | n.z. | n.z. | n.z. | n.z. |
|--------------------------------------------------|---|---------------------|-----------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| SampleNo. | | H22D9 | H22D10 | H22D11 | H22D12 | H22D13 | H22D14 |
| depth (m) | | 782 | 810 | 861 | 881 | 900 | 932 |
| Abundance | | R | R | R | R | R | R |
| (app. number of diatom valves per slide (X 100)) | | 9 | 2.8 | 5.1 | 4.5 | 4 | 4.5 |
| Preservation | | P | P | P | P | P | P |
| Marine diatoms | | 100 | 98 | 100 | 100 | 98 | 100 |
| benthic | | 4 | 6 | 2 | 6 | 3 | 3 |
| planktonic | | 44 | 51 | 49 | 45 | 47 | 46 |
| extinct | | 52 | 41 | 49 | 49 | 48 | 51 |
| Miocene extinct | | 9 | 23 | 8 | 15 | 16 | 30 |
| Non-marine diatoms | | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| Total number of diatoms counted | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Resting spores of Chaetoceros | | 18 | 11 | 10 | 14 | 9 | 9 |
| number of taxa recognized | | 32 | 29 | 27 | 26 | 25 | 28 |
| M A R I N E D I A T O M S | | | | | | | |
| | p | <i>Actinocyclus</i> | <i>curvatus</i> Janisch | | | | |
| M | e | p | <i>A. ingens</i> Rattray | + | | | |
| M | e | p | <i>A. ingens</i> (altered) | 5 | 5 | 3 | 6 |
| | e | p | <i>A. ochotensis</i> Jouse | + | 6 | 1 | 6 |
| | b | p | <i>A. octonarius</i> Ehrenberg | | | | 1 |
| | e | p | <i>A.</i> sp. (star-shaped hyaline area) | | | | |
| | b | p | <i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg | 2 | | + | 2 |
| | b | p | <i>A. senarius</i> (altered) | | | | 3 |
| | b | p | <i>A. splendens</i> (Shadbolt) Ralfs | | | | |
| | b | p | <i>Amphora</i> spp. | | | | |
| | b | p | <i>Arachnoidiscus</i> spp. | 1 | + | | + |
| | p | p | <i>Asteromphalus</i> spp. | | | | |
| | p | p | <i>Aulacodiscus</i> sp. | | | | |
| | p | p | <i>Azpeitia</i> sp. | | | | |
| | p | p | <i>Bacteriosira fragilis</i> (Gran) Gran | | | | |
| M | e | p | <i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) Williams | | | + | |
| M | e | p | <i>C. lanceolatus</i> Akiba et Hiramatsu | | | | |
| M | e | p | <i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa | | | | |
| M | e | p | <i>C. rectus</i> Akiba et Hiramatsu | | | | |
| | b | p | <i>Clavícula polymorpha</i> Grunow | | | | |
| | b | p | <i>Cocconeis costata</i> Gregory | | | 1 | |
| | b | p | <i>C. scutellum</i> Ehrenberg | + | | + | + |
| | b | p | <i>C.</i> spp. | + | | | |
| | p | p | <i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehrenberg | 12 | 12 | 10 | 14 |
| | p | p | <i>C. oculus-iridis</i> Ehrenberg | 1 | | | 1 |
| | p | p | <i>C. radiatus</i> Ehrenberg | | | 3 | 2 |
| M | e | p | <i>C. symbolophorus</i> s.l. | | | | 1 |
| | p | p | <i>C.</i> spp. | 1 | 3 | + | 2 |
| | p | p | <i>C.</i> spp.(altered) | | | | 2 |
| | e | p | <i>Cosmidiscus intersectus</i> Jouse | + | | 1 | + |
| M | e | p | <i>Crucidenticula parancobarica</i> Akiba et Yanagisawa | | | | |
| | e | p | <i>C. punctata</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa | | | | |
| | p | p | <i>Cyclotella striata</i> (Kuetz) Grun. | | | | |
| | b | p | <i>Cymatosira debyi</i> Temp. et Brun | 1 | | | |
| | e | b | <i>Delphineis cf. sachalinensis</i> (Sheshukoba) Andrews | | | | |
| | b | p | <i>D. surirella</i> (Ehrenberg) Andrews | | | | |
| | b | p | <i>D.</i> spp. | | 1 | | 2 |
| | e | p | <i>Denticulopsis dimorpha</i> (Schrader) Simonsen | | | | |
| M | e | p | <i>D. hustedtii</i> (Sim. & Kan.) Simonsen s.l. | 2 | 5 | 1 | + |
| M | e | p | <i>D. hyalina</i> (Schrader) Simonsen | | 2 | 2 | |
| M | e | p | <i>D. hyalina</i> (altered) | | | | 1 |
| M | e | p | <i>D. lauta</i> (Bailey) Simonsen | 2 | 4 | 1 | 7 |
| M | e | p | <i>D. aff. lauta</i> (Bailey) Simonsen | | | | 5 |
| M | e | p | <i>D. lauta</i> (altered) | | | | 1 |
| | e | p | <i>D. praedimorpha</i> Barron ex Akiba | | | | |
| | b | p | <i>Diploneis smithii</i> (Brebisson) Cleve | | 1 | | + |
| | b | p | <i>D.</i> spp. | + | 1 | | 2 |
| | p | p | <i>Endictya oceanica</i> Ehrenberg | | | | |
| | b | p | <i>Grammatophora</i> spp. | | | | |
| | e | b | <i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova | + | 1 | 2 | 1 |
| | b | p | <i>H.</i> spp. | | 1 | | |
| M | e | p | <i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba | | 1 | | 2 |
| | b | p | <i>Isthmia</i> sp. | | | + | |
| | e | p | <i>Kisseleviella carina</i> Sheshukova | | | | |
| M | e | p | <i>K. ezoensis</i> Akiba | | | | |
| | e | p | <i>Koizumia tatsunokuchiensis</i> (Koizumi) Yanagisawa | | | | |
| | b | p | <i>Lancineis</i> sp. | | | | |
| | b | p | <i>Mastogloia</i> sp. | | | | |
| M | e | p | <i>Medialia splendida</i> Sheshukova | | | | 1 |
| | e | p | <i>Melosira albicansu</i> Sheshukova | | | 1 | |
| | b | p | <i>M. sol</i> (Ehrenberg) Kuetzing | | 1 | 1 | 2 |
| | b | p | <i>Navicula</i> spp. | 1 | | | + |
| | e | p | <i>Neodenticula kamtschatica</i> (Zabelina) Akiba et Yanagisawa | 38 | 11 | 27 | 16 |
| | e | p | <i>N. koizumii</i> Akiba et Yanagisawa | + | | | |
| | e | p | <i>N.</i> sp. A | | | | |
| | b | p | <i>Nitzschia granulata</i> Grunow | | | | |
| | p | p | <i>N. grunowii</i> Hasle | | | | |
| | e | p | <i>N. heteropolica</i> Schrader | | | | |
| | e | p | <i>N. rolandii</i> Schrader emend. Koizumi | | | | 1 |
| | p | p | <i>N. seminae</i> (Simonsen et Kanaya) Akiba et Yanagisawa | | | | + |

Diatom zone: <k; N. koizumii Zone or younger, n.z.; not zoned. Abundance: VA; very abundant, A; abundant, C; common, R; rare, VR; very rare. Preservation: G; good, M; moderate, P; poor, VP; very poor. Habitat: p; planktonic, b; benthic, e; extinct, M; extinct Miocene species.

幌延町沿岸域における大深度ボーリングの岩相・微化石・テフラ (越谷ほか)

付表 2 続き. (8/10)

Appendix table 2 Continued.

| SampleNo. | | H22D9 | H22D10 | H22D11 | H22D12 | H22D13 | H22D14 |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| M A R I N E D I A T O M S | | | | | | | |
| p | <i>Odontella</i> | <i>aurita</i> (Lyngbye) Agardh | | | | | |
| b | <i>Paralia</i> | <i>sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve | | | | | |
| b | <i>Plagiogramma</i> | <i>staurophorum</i> (Greville) Heiberg | | | | | |
| b | <i>Pleurosigma</i> | spp. | | | | | |
| e | p | <i>Praboscia</i> | <i>barboi</i> (Brun) Jordan et Priddle | | | | |
| e | p | <i>Pseudopyxilla</i> | <i>amricana</i> Forti | | | | |
| b | <i>Rhabdonema</i> | <i>japonicum</i> Temp. et Brun | | | | | |
| b | <i>Rhaphoneis</i> | spp. | | 1 | | | |
| p | <i>Rhizosolenia</i> | cf. <i>hebetata</i> (Bailey) Gran | | | | | |
| e | p | <i>R.</i> | <i>miocenia</i> Schrader | | | | |
| p | <i>R.</i> | cf. <i>styliformis</i> Brightwell | | | | | |
| p | <i>R.</i> | spp. | | 1 | 1 | 2 | 1 |
| e | p | <i>Rouxia</i> | <i>californica</i> Peragallo | | | | |
| b | <i>Savamuraia</i> | <i>biseriata</i> Komura | | | | | |
| M | e | p | <i>Stephanogonia</i> | <i>hanzawae</i> Kanaya | | 1 | |
| p | <i>Stephanopyxis</i> | spp. | 10 | 21 | 9 | 17 | 13 |
| p | <i>S.</i> | spp.(altered) | 1 | 2 | | | 1 |
| e | b | <i>Stictodiscus</i> | <i>californicus</i> Greville | | | | |
| e | p | <i>S.</i> | <i>kittonianus</i> Greville | | | | |
| b | <i>Synedra</i> | <i>camtschatica</i> Grunow | | | | | |
| p | <i>Thalassionema</i> | <i>nitzschoides</i> (Grunow) H. et M. Peragallo | 11 | 5 | 21 | 8 | 12 |
| e | p | <i>T.</i> | <i>robusta</i> Schrader | + | 5 | 2 | 1 |
| M | e | p | <i>T.</i> | <i>schraderei</i> Akiba | | | |
| e | p | <i>Thalassiosira</i> | <i>antiqua</i> Cleve-Euler | 1 | | 2 | 4 |
| e | p | <i>T.</i> | <i>convexa</i> Mukhina | | | | |
| p | <i>T.</i> | cf. <i>decepiens</i> (Grun.) Joerg. | | | | | |
| e | p | <i>T.</i> | <i>delicata</i> (Barron) Akiba | | | | |
| p | <i>T.</i> | <i>eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve | | | | | |
| p | <i>T.</i> | <i>gravida</i> Cleve | | 1 | | | |
| e | p | <i>T.</i> | <i>gravida</i> f. <i>fossilis</i> Jouse | 1 | | 1 | 1 |
| e | p | <i>T.</i> | <i>jacksonii</i> Koizumi et Barron | | | | |
| e | p | <i>T.</i> | cf. <i>jacksonii</i> Koizumi et Barron | | | | |
| e | p | <i>T.</i> | <i>jouseae</i> Akiba | + | | | |
| e | p | <i>T.</i> | <i>manifesta</i> Sheshukova | | | | |
| e | p | <i>T.</i> | <i>marujamica</i> Sheshukova | + | | 3 | 1 |
| e | p | <i>T.</i> | <i>multiplora</i> Whiting et Schrader | | | | |
| e | p | <i>T.</i> | <i>nidulus</i> (Brun) Jouse | | | | |
| e | p | <i>T.</i> | <i>singularis</i> Sheshukova | | | 1 | |
| e | p | <i>T.</i> | <i>ternaria</i> Sheshukova | | + | | |
| e | p | <i>T.</i> | cf. <i>tetraoestrupii</i> var. <i>reimeri</i> Mahood et Barron | | | | |
| p | <i>T.</i> | <i>trifluta</i> Fryxell et Hasle | | 1 | | | |
| e | p | <i>T.</i> | <i>zabelinae</i> Jouse | 2 | 5 | 5 | 8 |
| p | <i>T.</i> | spp. | 7 | 6 | 4 | 1 | 6 |
| p | <i>Thalassiothrix</i> | <i>longissima</i> Cleve et Grunow | + | + | + | + | + |
| b | <i>Trachyneis</i> | <i>aspera</i> (Ehrenberg) Cleve | | + | + | + | + |
| b | <i>Triceratium</i> | <i>articum</i> Brightwell | | | | | |
| b | <i>T.</i> | sp. | | | | | 1 |
| b | <i>T.</i> | <i>favus</i> Ehrenberg | | | | | |
| e | p | <i>Trochosira</i> | <i>concava</i> Sheshukova | | | | 1 |
| N O N M A R I N E D I A T O M S | | | | | | | |
| b | <i>Achnantes</i> | spp. | | | | | |
| p | <i>Aulacoseira</i> | <i>granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen s. l. | | | | | |
| p | <i>A.</i> | <i>granulata</i> s. l. (altered) | | | | | |
| b | <i>Campyrodiscus</i> | spp. | | 1 | | | |
| b | <i>Cymbella</i> | spp. | + | | | 1 | |
| b | <i>Diatoma</i> | spp. | | | | | |
| b | <i>Diploneis</i> | <i>ovalis</i> (Hilse) Cleve | | | | | |
| b | <i>Epthemia</i> | spp. | + | | | | |
| b | <i>Eumotia</i> | spp. | | | | | |
| p | <i>Fragilaria</i> | spp. | | | | | |
| b | <i>Gomphonema</i> | spp. | | | | | |
| b | <i>Gyrosigma</i> | spp. | | | | | |
| b | <i>Hantzschia</i> | <i>amphixys</i> (Ehrenberg) Grunow | | | | | |
| b | <i>Navicula</i> | spp. | | | | | |
| b | <i>Nitzschia</i> | spp. | | | | | |
| b | <i>Pinnularia</i> | <i>borealis</i> Ehrenberg | | | | 1 | |
| b | <i>P.</i> | spp. | | | | | |
| b | <i>Rhopalodia</i> | spp. | | | | | |
| b | <i>Stauroneis</i> | spp. | | 1 | | | |
| b | <i>Surirella</i> | spp. | | | | | |
| b | <i>Synedra</i> | <i>ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg | + | | | | |
| b | <i>S.</i> | spp. | | | | | |
| b | <i>Tabelaria</i> | <i>fenestrata</i> (Lyngbye) Kuetzing | | | | | |

Diatom zone: <k; N, koizumii Zone or younger, n.z.; not zoned. Abundance: VA; very abundant, A; abundant, C; common, R; rare, VR; very rare. Preservation: G; good, M; moderate, P; poor, VP; very poor. Habitat: p; planktonic, b; benthic, e; extinct., M; extinct Miocene species.

付表2 続き. (9/10)
Appendix table 2 Continued.

| Diatom Zone | | n.z. | n.z. |
|--------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|--------|
| SampleNo. | | H22D15 | H22D16 |
| depth (m) | | 960 | 990 |
| Abundance | | R | R |
| (app. number of diatom valves per slide (X 100) | | 5.1 | 4.5 |
| Preservation | | P | P |
| Marine diatoms | | 100 | 99 |
| | benthic | 7 | 7 |
| | planktonic | 42 | 55 |
| | extinct | 51 | 37 |
| | Miocene extinct | 9 | 15 |
| Non-marine diatoms | | 0 | 1 |
| Total number of diatoms counted | | 100 | 100 |
| Resting spores of Chaetoceros | | 9 | 17 |
| number of taxa recognized | | 27 | 29 |
| MARINE DIATOMS | | | |
| | p <i>Actinocyclus</i> | <i>curvatus</i> Janisch | |
| M | e p <i>A.</i> | <i>ingens</i> Rattray | 3 8 |
| M | e p <i>A.</i> | <i>ingens</i> (altered) | 1 5 |
| | e p <i>A.</i> | <i>ochotensis</i> Jouse | 1 |
| | b <i>A.</i> | <i>octonarius</i> Ehrenberg | |
| | e p <i>A.</i> | sp. (star-shaped hyaline area) | |
| | b <i>Actinoptychus</i> | <i>senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg | + + |
| | b <i>A.</i> | <i>senarius</i> (altered) | |
| | b <i>A.</i> | <i>splendens</i> (Shadbolt) Ralfs | |
| | b <i>Amphora</i> | spp. | 1 |
| | b <i>Arachnoidiscus</i> | spp. | + |
| | p <i>Asteromphalus</i> | spp. | |
| | p <i>Aulacodiscus</i> | sp. | + |
| | p <i>Azpeitia</i> | sp. | |
| | p <i>Bacteriosira</i> | <i>fragilis</i> (Gran) Gran | |
| M | e p <i>Cavitatus</i> | <i>jouseanus</i> (Sheshukova) Williams | |
| M | e p <i>C.</i> | <i>lanceolatus</i> Akiba et Hiramatsu | |
| M | e p <i>C.</i> | <i>miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa | + + |
| M | e p <i>C.</i> | <i>rectus</i> Akiba et Hiramatsu | |
| | b <i>Clavícula</i> | <i>polymorphus</i> Grunow | |
| | b <i>Cocconeis</i> | <i>costata</i> Gregory | |
| | b <i>C.</i> | <i>scutellum</i> Ehrenberg | 1 + |
| | b <i>C.</i> | spp. | 2 |
| | p <i>Coscinodiscus</i> | <i>marginatus</i> Ehrenberg | 12 7 |
| | p <i>C.</i> | <i>oculus-iridis</i> Ehrenberg | |
| | p <i>C.</i> | <i>radiatus</i> Ehrenberg | 1 1 |
| M | e p <i>C.</i> | <i>symbolophorus</i> s.l. | |
| | p <i>C.</i> | spp. | 2 3 |
| | p <i>C.</i> | spp.(altered) | + 1 |
| | e p <i>Cosmiodiscus</i> | <i>intersectus</i> Jouse | |
| M | e p <i>Crucidentricula</i> | <i>paranicobarica</i> Akiba et Yanagisawa | |
| | e p <i>C.</i> | <i>punctata</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa | |
| | p <i>Cyclotella</i> | <i>striata</i> (Kuetz) Grun. | |
| | e b <i>Cymatosira</i> | <i>debyi</i> Temp. et Brun | 1 |
| | e b <i>Delphineis</i> | cf. <i>sachalinensis</i> (Sheshukoba) Andrews | |
| | b <i>D.</i> | <i>surirella</i> (Ehrenberg) Andrews | |
| | b <i>D.</i> | spp. | + |
| | e p <i>Denticulopsis</i> | <i>dimorpha</i> (Schrader) Simonsen | |
| M | e p <i>D.</i> | <i>hustedtii</i> (Sim. & Kan.) Simonsen s.l. | 2 1 |
| M | e p <i>D.</i> | <i>hyalina</i> (Schrader) Simonsen | |
| M | e p <i>D.</i> | <i>hyalina</i> (altered) | |
| M | e p <i>D.</i> | <i>lauta</i> (Bailey) Simonsen | 2 1 |
| M | e p <i>D.</i> | aff. <i>lauta</i> (Bailey) Simonsen | |
| M | e p <i>D.</i> | <i>lauta</i> (altered) | 1 |
| | e p <i>D.</i> | <i>praedimorpha</i> Barron ex Akiba | |
| | b <i>Diploneis</i> | <i>smithii</i> (Brebisson) Cleve | 3 1 |
| | b <i>D.</i> | spp. | |
| | p <i>Endictya</i> | <i>oceanica</i> Ehrenberg | |
| | b <i>Grammatophora</i> | spp. | |
| | e b <i>Hyalodiscus</i> | <i>obsoletus</i> Sheshukova | 1 |
| | b <i>H.</i> | spp. | |
| M | e p <i>Ikebea</i> | <i>tenuis</i> (Brun) Akiba | |
| | b <i>Isthmia</i> | sp. | |
| | e p <i>Kisseleviella</i> | <i>carina</i> Sheshukova | |
| M | e p <i>K.</i> | <i>ezoensis</i> Akiba | |
| | e p <i>Koizumia</i> | <i>tatsunokuchiensis</i> (Koizumi) Yanagisawa | |
| | b <i>Lanceinis</i> | sp. | |
| | b <i>Mastogloia</i> | sp. | |
| M | e p <i>Medialia</i> | <i>splendida</i> Sheshukova | |
| | e p <i>Melosira</i> | <i>albicansu</i> Sheshukova | 1 |
| | b <i>M.</i> | <i>sol</i> (Ehrenberg) Kuetzing | 2 4 |
| | b <i>Navicula</i> | spp. | |
| | e p <i>Neodenticula</i> | <i>kamtschatica</i> (Zabelina) Akiba et Yanagisawa | 29 10 |
| | e p <i>N.</i> | <i>koizumii</i> Akiba et Yanagisawa | |
| | e p <i>N.</i> | sp. A | |
| | b <i>Nitzschia</i> | <i>granulata</i> Grunow | |
| | p <i>N.</i> | <i>grunowii</i> Hastle | |
| | e p <i>N.</i> | <i>heteropolica</i> Schrader | |
| | e p <i>N.</i> | <i>rolandii</i> Schrader emend. Koizumi | |
| | p <i>N.</i> | <i>seminae</i> (Simonsen et Kanaya) Akiba et Yanagisawa | |

Diatom zone: <k; N. koizumii Zone or younger, n.z.; not zoned. Abundance: VA; very abundant, A; abundant, C; common, R; rare, VR; very rare. Preservation: G; good, M; moderate, P; poor, VP; very poor. Habitat: p; planktonic, b; benthic, e; extinct, M; extinct Miocene species.

幌延町沿岸域における大深度ボーリングの岩相・微化石・テフラ (越谷ほか)

付表 2 続き. (10/10)

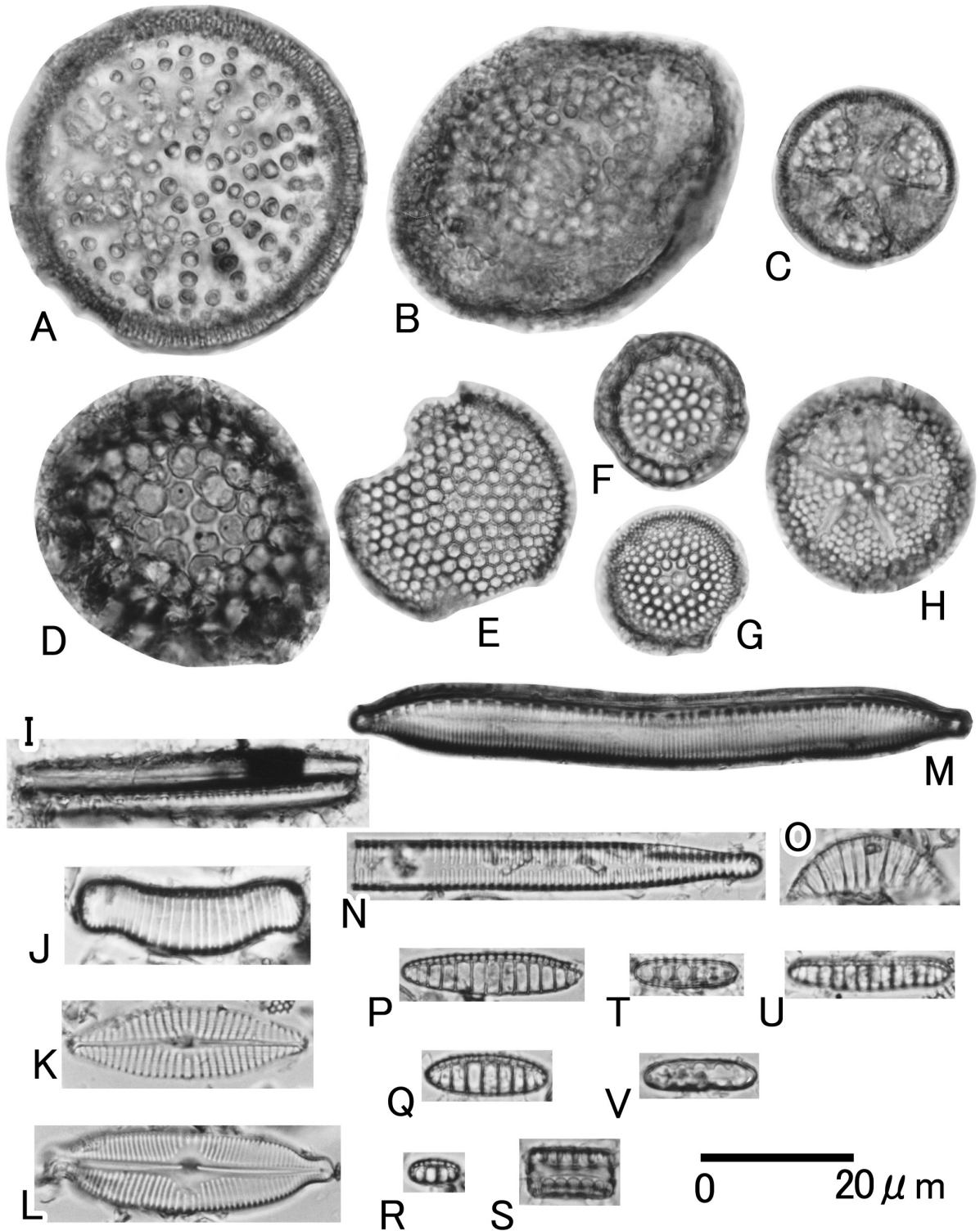
Appendix table 2 Continued.

| SampleNo. | | H22D15 | H22D16 |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| | MARINE DIATOMS | | |
| p | <i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh | | |
| b | <i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve | | |
| b | <i>Plagiogramma staurophorum</i> (Greville) Heiberg | | |
| b | <i>Pleurosigma</i> spp. | | |
| e | <i>Praboscia barboi</i> (Brun) Jordan et Priddle | | |
| e | <i>Pseudopyxilla americana</i> Forti | | |
| b | <i>Rhabdonema japonicum</i> Temp. et Brun | | |
| b | <i>Rhaphoneis</i> spp. | | |
| p | <i>Rhizosolenia</i> cf. <i>hebetata</i> (Bailey) Gran | | |
| e | <i>R.</i> <i>miocenia</i> Schrader | | |
| p | <i>R.</i> cf. <i>styliformis</i> Brightwell | | |
| p | <i>R.</i> spp. | | |
| e | <i>Rouxia californica</i> Peragallo | | |
| b | <i>Savamuraia biseriata</i> Komura | | |
| M | <i>Stephanogonia hanzawae</i> Kanaya | | |
| e | <i>Stephanopyxis</i> spp. | 13 | 15 |
| p | <i>S.</i> spp.(altered) | | + |
| e | <i>Stictodiscus californicus</i> Greville | | |
| e | <i>S.</i> <i>kittonianus</i> Greville | | |
| b | <i>Synedra camtschatica</i> Grunow | | |
| e | <i>Thalassionema nitzschoides</i> (Grunow) H. et M. Peragallo | 9 | 22 |
| p | <i>T.</i> <i>robusta</i> Schrader | 2 | |
| e | <i>T.</i> <i>schraderi</i> Akiba | | |
| M | <i>Thalassiosira antiqua</i> Cleve-Euler | | |
| e | <i>T.</i> <i>convexa</i> Mukhina | | |
| p | <i>T.</i> cf. <i>decepiens</i> (Grun.) Joerg. | | 1 |
| e | <i>T.</i> <i>delicata</i> (Barron) Akiba | | |
| p | <i>T.</i> <i>eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve | | |
| p | <i>T.</i> <i>gravida</i> Cleve | | + |
| e | <i>T.</i> <i>gravida</i> f. <i>fossilis</i> Jouse | | |
| e | <i>T.</i> <i>jacksonii</i> Koizumi et Barron | | |
| e | <i>T.</i> cf. <i>jacksonii</i> Koizumi et Barron | | |
| e | <i>T.</i> <i>jouseae</i> Akiba | | |
| e | <i>T.</i> <i>manifesta</i> Sheshukova | | |
| e | <i>T.</i> <i>marujamica</i> Sheshukova | | 1 |
| e | <i>T.</i> <i>multiopora</i> Whiting et Schrader | | |
| e | <i>T.</i> <i>nidulus</i> (Brun) Jouse | | |
| e | <i>T.</i> <i>singularis</i> Sheshukova | | |
| e | <i>T.</i> <i>tertiaria</i> Sheshukova | | |
| e | <i>T.</i> cf. <i>tetraoestrupii</i> var. <i>reimeri</i> Mahood et Barron | 1 | |
| p | <i>T.</i> <i>trifluta</i> Fryxell et Hasle | | 3 |
| e | <i>T.</i> <i>zabelinae</i> Jouse | 8 | 9 |
| p | <i>T.</i> spp. | 5 | 2 |
| p | <i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow | + | + |
| b | <i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenberg) Cleve | | |
| b | <i>Triceratium articum</i> Brightwell | | |
| b | <i>T.</i> sp. | | |
| b | <i>T.</i> <i>favus</i> Ehrenberg | | |
| e | <i>Trochosira concava</i> Sheshukova | | |
| | NON MARINE DIATOMS | | |
| b | <i>Achnantes</i> spp. | | |
| p | <i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen s. l. | | 1 |
| p | <i>A.</i> <i>granulata</i> s. l. (altered) | | |
| b | <i>Campyrodiscus</i> spp. | | |
| b | <i>Cymbella</i> spp. | | |
| b | <i>Diatoma</i> spp. | | |
| b | <i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve | | |
| b | <i>Epithemia</i> spp. | | |
| b | <i>Eunotia</i> spp. | | |
| p | <i>Fragilaria</i> spp. | | |
| b | <i>Gomphonema</i> spp. | | |
| b | <i>Gyrosigma</i> spp. | | |
| b | <i>Hamtschia amphixys</i> (Ehrenberg) Grunow | | |
| b | <i>Navicula</i> spp. | | |
| b | <i>Nitzschia</i> spp. | | |
| b | <i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg | | |
| b | <i>P.</i> spp. | | |
| b | <i>Rhopalodia</i> spp. | | |
| b | <i>Stauroneis</i> spp. | | |
| b | <i>Surirella</i> spp. | | |
| b | <i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg | | |
| b | <i>S.</i> spp. | | |
| b | <i>Tabelaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kuetzing | | |

Diatom zone: <k; N. koizumii Zone or younger, n.z.; not zoned. Abundance: VA; very abundant, A; abundant, C; common, R; rare, VR; very rare. Preservation: G; good, M; moderate, P; poor, VP; very poor. Habitat: p; planktonic, b; benthic, e; extinct., M; extinct Miocene species.

付図2 コアから産出した代表的な珪藻化石の写真。

Appendix figure 2 Selected diatoms from a borehole core. A-B: *Actinocyclus ingens*, B; heavily altered and strongly deformed specimen, C: *Actinoptychus senarius*, D: *Stephanopyxis* sp., heavily altered, E: *Thalassiosira antiqua*, F: *Thalassiosira jouseae*, G: *Thalassiosira* cf. *tetraoestrupii* var. *reimeri*, H: *Actinocyclus* sp. (star-shaped hyaline area), I: *Ikebea tenuis*, J: *Eumotia* sp., K-L: *Navicula* spp., M: *Hantzschia amphioxys*, N: *Synedra ulna*, O: *Rhopalodia* sp., P-S: *Neodenticula kamtschatica*, P-R: valve views, S: girdle view of a frustule, T: *Neodenticula seminae*, valve view from inside, U; *Neodenticula koizumii*, V; *Denticulopsis praedimorpha*, a connecting band.



幌延町沿岸域における大深度ボーリングの岩相・微化石・テフラ（越谷ほか）

付表 3 EDS による火山ガラスの主成分化学組成.

Appendix table 3 Main chemical compositions of volcanic glass shards by EDS.

| Sample No. | Sample depth(m) | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | FeO | MnO | MgO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O |
|------------|-----------------|------------------|------------------|--------------------------------|------|------|------|------|-------------------|------------------|
| H22T1 | 672.55-672.75 | 77.73 | 0.14 | 12.14 | 1.14 | 0.05 | 0.00 | 0.58 | 3.68 | 4.54 |
| | | 77.05 | 0.28 | 12.09 | 1.47 | 0.00 | 0.05 | 0.84 | 3.61 | 4.61 |
| | | 77.60 | 0.14 | 11.96 | 1.46 | 0.15 | 0.06 | 0.89 | 3.49 | 4.25 |
| | | 77.81 | 0.02 | 12.06 | 1.27 | 0.05 | 0.01 | 0.77 | 3.45 | 4.56 |
| | | 77.11 | 0.25 | 12.01 | 1.39 | 0.21 | 0.00 | 0.79 | 3.61 | 4.64 |
| | | 76.06 | 0.20 | 12.45 | 2.29 | 0.07 | 0.02 | 1.40 | 3.49 | 4.02 |
| | | 77.64 | 0.16 | 11.83 | 1.75 | 0.00 | 0.06 | 0.66 | 3.28 | 4.63 |
| | | 76.98 | 0.19 | 12.04 | 1.49 | 0.23 | 0.06 | 0.72 | 3.65 | 4.65 |
| | | 76.79 | 0.13 | 12.15 | 2.38 | 0.12 | 0.00 | 1.37 | 3.47 | 3.57 |
| | | 76.40 | 0.27 | 12.36 | 1.61 | 0.00 | 0.16 | 1.04 | 3.75 | 4.41 |
| | | 75.30 | 0.25 | 13.02 | 1.72 | 0.02 | 0.08 | 1.34 | 3.70 | 4.56 |
| 77.55 | 0.18 | 12.10 | 1.21 | 0.00 | 0.20 | 1.24 | 3.49 | 4.03 | | |
| H22T2 | 854.15-854.20 | 78.23 | 0.03 | 12.18 | 0.57 | 0.01 | 0.00 | 0.61 | 3.58 | 4.79 |
| | | 78.12 | 0.15 | 12.31 | 0.70 | 0.02 | 0.16 | 0.92 | 3.61 | 4.01 |
| | | 77.89 | 0.00 | 12.39 | 0.86 | 0.07 | 0.07 | 0.52 | 3.65 | 4.55 |
| | | 78.26 | 0.18 | 12.20 | 0.69 | 0.00 | 0.06 | 0.80 | 3.85 | 3.97 |
| | | 78.19 | 0.14 | 11.78 | 1.08 | 0.09 | 0.25 | 1.29 | 3.86 | 3.32 |
| | | 77.69 | 0.06 | 12.33 | 0.53 | 0.14 | 0.03 | 0.56 | 3.32 | 5.33 |
| | | 77.59 | 0.08 | 12.06 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.69 | 3.37 | 5.40 |
| | | 77.41 | 0.19 | 12.10 | 0.92 | 0.14 | 0.19 | 1.00 | 3.37 | 4.69 |
| | | 77.89 | 0.03 | 12.13 | 0.61 | 0.00 | 0.03 | 0.65 | 3.25 | 5.41 |
| | | 77.52 | 0.10 | 12.25 | 0.80 | 0.11 | 0.10 | 0.61 | 3.21 | 5.27 |
| | | 77.47 | 0.21 | 12.22 | 0.65 | 0.00 | 0.00 | 0.59 | 3.30 | 5.57 |
| 77.64 | 0.18 | 12.03 | 1.20 | 0.00 | 0.02 | 1.03 | 3.18 | 4.71 | | |
| H22T3 | 903.59-903.74 | 78.50 | 0.30 | 12.13 | 1.65 | 0.02 | 0.28 | 1.99 | 3.95 | 1.17 |
| | | 76.82 | 0.29 | 12.95 | 1.68 | 0.25 | 0.44 | 2.46 | 3.98 | 1.11 |
| | | 79.52 | 0.13 | 11.89 | 1.23 | 0.10 | 0.28 | 1.69 | 3.94 | 1.21 |
| | | 78.80 | 0.28 | 11.98 | 1.46 | 0.14 | 0.31 | 1.94 | 3.92 | 1.18 |
| | | 78.27 | 0.27 | 12.24 | 1.45 | 0.12 | 0.37 | 1.92 | 4.19 | 1.18 |
| | | 78.90 | 0.32 | 12.19 | 1.46 | 0.06 | 0.34 | 2.00 | 3.69 | 1.05 |
| | | 78.63 | 0.25 | 12.30 | 1.51 | 0.07 | 0.35 | 1.98 | 3.90 | 1.01 |
| | | 78.41 | 0.36 | 12.28 | 1.34 | 0.12 | 0.28 | 1.99 | 4.09 | 1.11 |
| | | 78.16 | 0.22 | 12.29 | 1.69 | 0.18 | 0.28 | 1.91 | 4.00 | 1.28 |
| | | 77.31 | 0.25 | 12.71 | 1.65 | 0.10 | 0.38 | 2.22 | 4.22 | 1.15 |
| | | 78.49 | 0.24 | 12.33 | 1.46 | 0.15 | 0.34 | 1.88 | 4.05 | 1.05 |
| 78.30 | 0.27 | 12.08 | 1.63 | 0.23 | 0.27 | 1.95 | 4.21 | 1.07 | | |
| H22T4 | 929.68-929.88 | 72.30 | 0.77 | 13.55 | 3.65 | 0.08 | 0.93 | 3.27 | 4.03 | 1.42 |
| | | 70.85 | 0.83 | 13.56 | 4.28 | 0.21 | 1.05 | 3.66 | 4.14 | 1.42 |
| | | 72.97 | 0.79 | 13.23 | 3.15 | 0.19 | 0.78 | 2.99 | 4.31 | 1.61 |
| | | 72.28 | 0.54 | 13.74 | 3.44 | 0.11 | 0.74 | 3.32 | 4.46 | 1.36 |
| | | 72.91 | 0.67 | 13.24 | 3.38 | 0.27 | 0.72 | 3.03 | 4.21 | 1.57 |
| | | 73.36 | 0.70 | 13.07 | 3.20 | 0.22 | 0.87 | 3.03 | 4.07 | 1.48 |
| | | 73.67 | 0.71 | 13.16 | 3.14 | 0.12 | 0.76 | 2.86 | 3.97 | 1.62 |
| | | 72.19 | 0.66 | 13.53 | 3.63 | 0.24 | 0.84 | 3.15 | 4.25 | 1.51 |
| | | 76.22 | 0.46 | 12.49 | 2.32 | 0.11 | 0.37 | 2.15 | 4.08 | 1.79 |
| | | 72.13 | 0.88 | 13.56 | 3.64 | 0.10 | 0.83 | 3.30 | 4.08 | 1.47 |
| | | 75.77 | 0.45 | 12.77 | 2.51 | 0.06 | 0.42 | 2.13 | 4.27 | 1.63 |
| 73.10 | 0.75 | 13.03 | 3.56 | 0.24 | 0.68 | 2.89 | 4.31 | 1.44 | | |
| T22T5 | 978.50-978.60 | 78.07 | 0.25 | 11.69 | 2.05 | 0.07 | 0.32 | 2.25 | 3.76 | 1.53 |
| | | 77.48 | 0.44 | 11.94 | 2.17 | 0.00 | 0.37 | 2.48 | 3.51 | 1.62 |
| | | 77.09 | 0.39 | 11.97 | 2.28 | 0.09 | 0.42 | 2.53 | 3.67 | 1.56 |
| | | 76.85 | 0.48 | 12.03 | 2.19 | 0.01 | 0.78 | 2.36 | 3.32 | 1.98 |
| | | 77.07 | 0.43 | 11.89 | 2.28 | 0.08 | 0.47 | 2.50 | 3.75 | 1.53 |
| | | 77.33 | 0.42 | 11.94 | 2.22 | 0.00 | 0.46 | 2.47 | 3.75 | 1.41 |
| | | 77.15 | 0.43 | 12.02 | 2.13 | 0.04 | 0.44 | 2.37 | 3.54 | 1.89 |
| | | 77.31 | 0.53 | 12.11 | 2.29 | 0.03 | 0.46 | 2.45 | 3.34 | 1.48 |
| | | 77.49 | 0.47 | 12.01 | 2.13 | 0.01 | 0.34 | 2.40 | 3.60 | 1.56 |
| | | 69.77 | 0.43 | 14.94 | 3.90 | 0.16 | 1.01 | 4.98 | 3.64 | 1.18 |
| | | 77.42 | 0.44 | 12.02 | 1.94 | 0.07 | 0.51 | 2.38 | 3.72 | 1.50 |
| 77.33 | 0.39 | 11.75 | 2.47 | 0.08 | 0.46 | 2.36 | 3.67 | 1.48 | | |
| T23T2 | 978.70-978.90 | 77.68 | 0.32 | 11.81 | 1.91 | 0.19 | 0.36 | 2.36 | 3.87 | 1.50 |
| | | 77.20 | 0.38 | 12.00 | 2.15 | 0.08 | 0.47 | 2.49 | 3.69 | 1.54 |
| | | 77.43 | 0.32 | 11.99 | 1.94 | 0.13 | 0.33 | 2.59 | 3.84 | 1.44 |
| | | 77.04 | 0.39 | 11.89 | 2.32 | 0.10 | 0.46 | 2.67 | 3.64 | 1.48 |
| | | 77.53 | 0.48 | 11.73 | 2.16 | 0.13 | 0.30 | 2.34 | 3.83 | 1.49 |
| | | 77.49 | 0.39 | 11.82 | 2.05 | 0.14 | 0.40 | 2.42 | 3.75 | 1.53 |
| | | 76.63 | 0.50 | 12.21 | 2.31 | 0.00 | 0.55 | 2.79 | 3.57 | 1.46 |
| | | 76.91 | 0.36 | 12.12 | 2.39 | 0.00 | 0.49 | 2.71 | 3.57 | 1.46 |
| | | 77.28 | 0.44 | 11.90 | 2.04 | 0.09 | 0.41 | 2.51 | 3.51 | 1.81 |
| | | 77.55 | 0.33 | 11.82 | 1.99 | 0.07 | 0.48 | 2.54 | 3.59 | 1.64 |
| | | 77.39 | 0.44 | 11.91 | 2.11 | 0.17 | 0.40 | 2.42 | 3.70 | 1.46 |
| 76.91 | 0.46 | 12.08 | 2.22 | 0.03 | 0.44 | 2.64 | 3.57 | 1.64 | | |
| 77.95 | 0.41 | 11.89 | 2.04 | 0.00 | 0.42 | 2.26 | 3.66 | 1.38 | | |
| 77.73 | 0.43 | 11.74 | 2.14 | 0.03 | 0.45 | 2.38 | 3.63 | 1.48 | | |
| 77.77 | 0.42 | 11.88 | 2.06 | 0.13 | 0.44 | 2.39 | 3.49 | 1.42 | | |

Geology of the Permian Higashimata Complex in the Nanjō Mountains, Fukui Prefecture, Southwest Japan

Satoshi Nakae^{1, *}

Satoshi Nakae (2012) Geology of the Permian Higashimata Complex in the Nanjō Mountains, Fukui Prefecture, Southwest Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 63 (9/10), p. 269-281, 10 figures, 1 table.

Abstract: The Nanjō Mountains cover an approximately 300 km² area of central Fukui Prefecture, in Southwest Japan. The mountains extend eastward from the east coast of Tsuruga Bay and are topographically separated from the surrounding mountains by high-angle faults. In terms of the geotectonic division, the Nanjō Mountains belong to the Ultra-Tamba belt to the north and to the Mino belt to the south, which are defined by Permian and Jurassic sedimentary complexes, respectively. These complexes are bounded by a northward-dipping low-angle fault.

The sedimentary complex distributed in the Ultra-Tamba belt in the Nanjō Mountains is called the Higashimata Complex, the main outcrops of which are observed in the northern margin of the mountains, and is thought to have formed along the convergent margin where the oceanic plate was subducting beneath the paleo-Asian continent during a late part of the Permian Period. The Higashimata Complex is primarily composed of terrigenous clastic rocks such as phyllitic mudstone and massive to stratified sandstone, together with lesser amounts of siliceous mudstone, felsic tuff and chert. Among these rocks, sandstone and phyllitic mudstone are the most dominant components, while felsic tuff and chert are rarely found in this complex. Generally speaking, the stratigraphic succession consists of phyllitic mudstone, interbedded mudstone and sandstone, and massive to stratified sandstone. Arranging these elements from the base to the top results in an upward-coarsening and thickening sequence. The basal phyllitic mudstone is normally up to 150 m thick, the interbedded sandstone and mudstone is 100–200 m thick, and the sandstone is 400–500 m thick. This succession is repeated several times in the complex, which has a total thickness of 5,200 m at the highest point.

The largest and principal structure of the Higashimata Complex is a broad east–west trending homocline, that dips gently to moderately northward. The general strike is approximately east–west trending, but it is weakly folded with northward-plunging axes. The main faults at the base and the upper sections of the Higashimata Complex are the basal low-angle fault and high-angle faults, respectively. The basal low-angle fault separates the Higashimata Complex from the underlying Mino sedimentary complex, although the movement along the fault plane is not clearly evident. In contrast, the high-angle faults pass in an approximately east–west trend and remove the upper sections of the Higashimata Complex, that were originally covered by the Cretaceous Asuwa Group.

Radiolarian fossil discoveries in the Nanjō Mountains have been reported in previous studies. These fossil assemblages primarily consist of genera *Follicucullus*, *Entactinia*, *Ishigaum*, *Pseudotormentus*, *Haplentactinia*, *Cauletella*, *Raciditor* and *Stigmosphaerostylus*, and were found in siliceous and tuffaceous mudstones at four localities. The age of the Higashimata Complex can be determined based on this radiolarian evidence, and indicates formation in the late Middle to Late Permian Period.

Keywords: Permian, Higashimata Complex, Ultra-Tamba belt, Nanjō Mountains, Fukui Prefecture, Southwest Japan

1. Introduction

This report is a review of the current knowledge related to the geology of the Permian sedimentary complex of the Ultra-Tamba belt in the Nanjō Mountains,

and is written to describe the geological map that covers the northern margin of the mountains. It presents a regional overview and gives a detailed account of area's stratigraphy and lithology. Mapping in the Nanjō Mountains was conducted from 2001 to 2008 by the

¹AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation

*Corresponding author: S. NAKAE, Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: nakae-satoshi@aist.go.jp

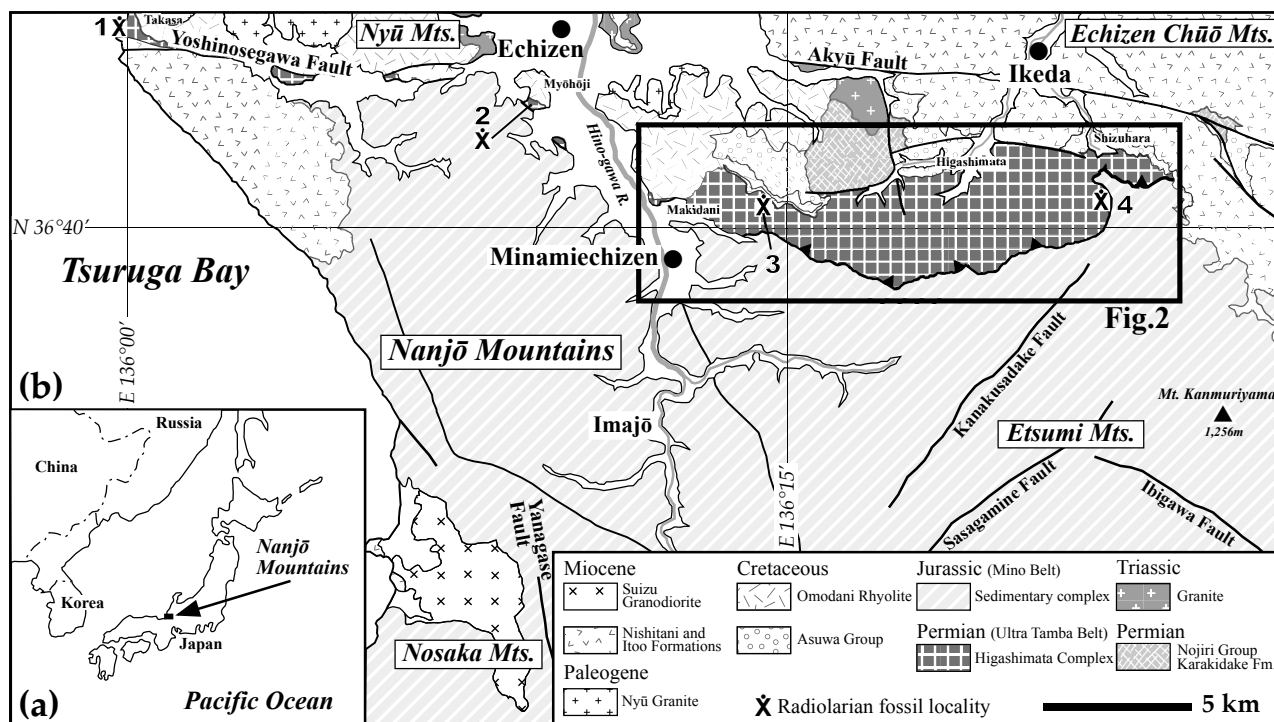


Figure 1 Index map showing the location of the Nanjō Mountains (a) and geological sketch map of the Nanjō and surrounding mountains (b).

The rectangular frame indicates distribution area of the Higashimata Complex. Symbols with a number indicate fossil localities; 1 at Takasa, 2 at Myōhōji, 3 at east of Makidani, and 4 at south of Shizuhara. Compiled from Fukui Prefecture (1955, 1969), Wakita *et al.* (1992), and unpublished data. Mts.: Mountains, R.: River, Fm.: Formation.

mapping project of the Geological Survey of Japan (GSJ). The full text of ‘Geology of Imajō and Takenami district’ and ‘Geology of the Kanmuriyama district’ along with 1:50,000 geological maps (quadrangle series) will be published in the near future.

The Nanjō Mountains occupy a central area of Fukui Prefecture, in Southwest Japan (Figure 1a) and extend eastward from the east coast of Tsuruga Bay to the border zone of the Etsumi Mountains (Figure 1b), covering an area of approximately 300 km². The Nanjō Mountains are topographically separated from the surrounding mountains by high-angle faults. To the north, they are separated from the Nyū Mountains by the Yoshinosegawa Fault, and from the Echizen Chūō Mountains by the Akyū Fault. To the south, they are separated from the Nosaka Mountains by the Yanagase Fault, and from the Etsumi Mountains to the east by the Kanakusadake Fault.

The Nanjō Mountains are primarily underlain by sedimentary complexes, which are unconformably covered by Cretaceous to Miocene siliciclastic and volcanoclastic rocks and intruded upon Paleogene and Miocene granitic rocks. On the basis of the lithology and stratigraphical relation, the sedimentary complexes distributed in the Nanjō Mountains have been divided into the two following units. The first is a Permian complex, called the Higashimata Complex, which con-

sists primarily of massive to stratified sandstone and phyllitic mudstone, belonging to the Ultra-Tamba belt. This complex is exposed in the northern margin of the Nanjō Mountains. The second is a Jurassic complex of the Mino belt (abbreviated as the Mino sedimentary complex in this report for the sake of convenience), which is composed of predominant chert, mudstone and sandstone and accompanied by lesser amounts of basalt and limestone. This complex is distributed throughout the Nanjō, Etsumi and Nosaka Mountains. The Permian complex overlies the Mino sedimentary complex at a low-angle fault or thrust. A geological sketch map of the mountains is shown in Figure 1.

In the next sections, the Higashimata Complex of the Ultra-Tamba belt in Nanjō Mountains will be defined and described in greater detail.

2. History of survey

The Permian system (Higashimata Complex) distributed in the Nanjō Mountains is an accretionary complex that belongs to the Ultra-Tamba belt (Caridroit *et al.*, 1985) in Southwest Japan. This belt is situated between the Maizuru belt to the north and the Tamba belt to the south, and its type locality occupies the area covering southern Maizuru City and northeastern Ayabe City, Kyoto Prefecture.

The first geological survey of the Permian system in the Nanjō Mountains, that is equivalent to those of the Ultra-Tamba belt, was carried out by Otsuki and Kiyono (1919) in the course of mapping the region on a scale of 1:200,000. That map, which covers a larger area than is discussed in this account, was published on quadrangle 'Tsuruga' sheet. In this research, the Permian system was regarded as a member of the so-called Chichibu Paleozoic System. After that pioneer study, no further research was conducted until the 1950s. However, a geological compilation map of the geology of the prefecture (drawn on a scale of 1:200,000), that includes the Nanjō Mountains was produced by the Fukui Prefecture government in 1955, and then revised for a second edition (on a scale of 1:150,000) in 1969.

Taking all the above sources into consideration, it can be said that predominant massive to stratified sandstones and phyllitic mudstones, called the Higashimata Formation, are widely distributed in the northern margin of the Nanjō Mountains, which can thus be inferred to be date from the late Permian Period, or even afterwards (Fukui Prefecture, 1955, 1969). In 2010, the Fukui Prefecture government produced a third edition of the renewal-compiled map, this time on a scale of 1:100,000 (Fukui Prefecture, 2010).

Nakaya and Saito (1986) described the general geology and structure of the Higashimata Formation obtained from their detailed survey around Higashimata, Ikeda Town. With respect to the age of the formation, they inferred that the formation occurred during the early Jurassic to late Cretaceous Periods based on the stratigraphic relationship between underlying and overlying strata. From the siliceous mudstone on the east coast of Tsuruga Bay, at Takasa, Echizen Town, where a western extension of the Higashimata Formation exists, late Middle to Late Permian radiolarian fossils have been detected (Umeda, 1986; Umeda and Hattori, 1987), and similar fossils have also been found in the Nanjō Mountains (Umeda, 1996; Umeda *et al.*, 1996; Nakae, 2011). Based on the petrological characteristics of the sandstone (Umeda, 1987) together with the occurrence of the above-mentioned fossils, Umeda *et al.* (1996) concluded that the Higashimata Formation could be correlated to the stratotype section of the Permian accretionary complex of the Ultra-Tamba belt.

The systematic large-scale mapping of most areas of the mountains on the quadrangle Series Maps (1:50,000) by the GSJ was completed in 2008 and will be published on the new map sheets for the 'Imajō and Takenami' and 'Kanmuriyama' districts by the present author and his co-geological surveyors in the near future. Hereafter, the Higashimata Formation will be referred to as the Higashimata Complex.

3. Outline of geology

In general terms, plate subduction during the late part of the Permian Period resulted in sediment accretion

along the convergent margin in front of paleo-Asian continent to form the sedimentary complex of the Ultra-Tamba belt (*e.g.*, Caridroit *et al.*, 1985; Ishiga, 1986a; Kimura, 1988). The sedimentary complex of this belt commonly consists of terrigenous clastic rocks such as sandstone and phyllitic mudstone, together with lesser amounts of siliceous mudstone, felsic tuff, chert, limestone and basalt.

In the Nanjō Mountains, the Higashimata Complex occurs in an east–west trend approximately 18 km long with 1 to 4 km wide, and has an ESE–WNW strike in the western area, an east–west strike in the central area and an ENE–WSW strike in the eastern area (Figure 2). It also possesses a gently to moderately northward dip that displays a homoclinal structure (Figure 3), and which crops out in a few narrow areas on the south of the Yoshinosegawa fault (Figure 1).

The Higashimata Complex is bounded with the underlying Mino sedimentary complex by the northward-dipping low-angle fault or thrust. It is unconformably overlain by Cretaceous nonmarine siliciclastic deposits (Asuwa Group) and felsic volcanic rocks (Omodani Rhyolites) as well as Miocene andesite volcanoclastic rocks (Nishitani and Ito formations). Internally, the stratigraphic succession consists of phyllitic mudstone, interbedded mudstone and sandstone, and massive to stratified sandstone, arranged from the base to the top in several repetitions. The overall thickness of the complex decreases appreciably from 5,200 m in the central area to 1,900 m in the western area and 460 m in the eastern area. This change in thickness is possibly due to post-depositional erosion by the overlying formations during periods of uplift in the late Cretaceous Period.

4. Higashimata Complex

The main outcroppings of the Higashimata Complex are observed in the northern margin of the Nanjō Mountains, east of central Minamiechizen Town (formerly Nanjō Town) and south of central Ikeda Town in Fukui Prefecture, while small outcroppings lie along the Yoshinosegawa Fault, which divides the Nanjō Mountains from the Nyū Mountains (Figure 1).

4.1. Name

The term 'Higashimata Formation' was originally included in the graduation thesis of Soichiro Kida, which was submitted to Kanazawa University in 1954, and first appeared in the literature published by Fukui Prefecture (1969). However, the name is not acceptable as a formal stratigraphic unit designation, because such formal names require a significant amount of justification. Furthermore, the literature by Fukui Prefecture (1969) did not provide any definitions of the type locality and stratotype of the Higashimata Formation. Therefore, the name should be disaffirmed or redefined.

Nevertheless, it is felt that the 'Higashimata' portion of the geographic name should be retained due to

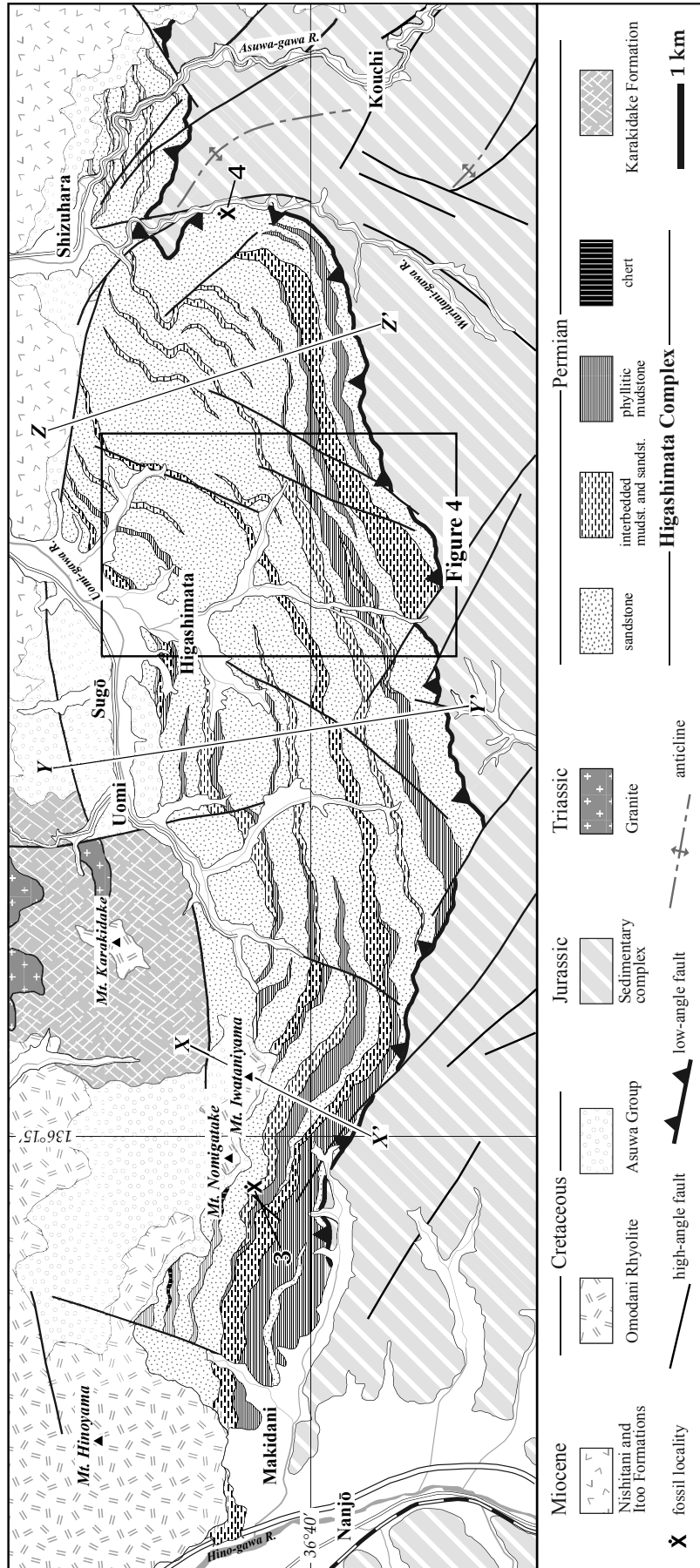


Figure 2 Geological map of the Higashimata Complex in the Nanjō Mountains.

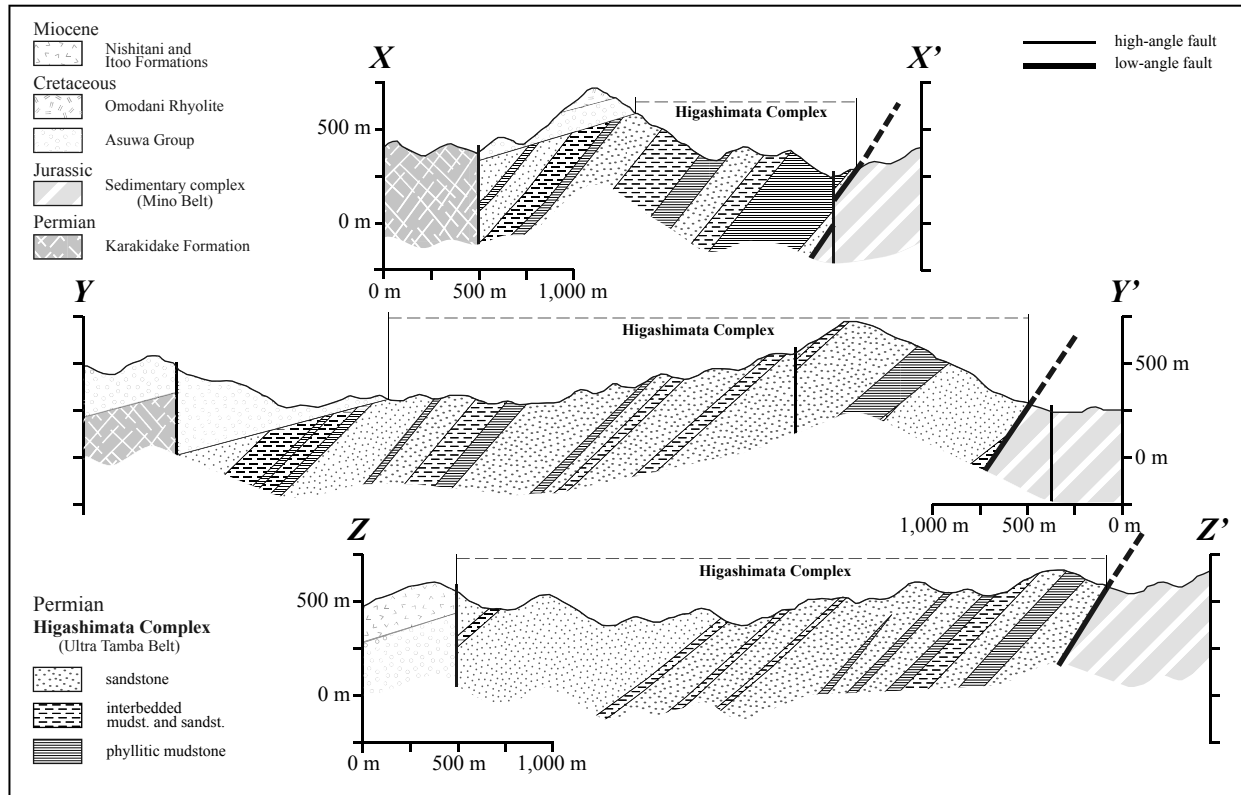


Figure 3 Geological profiles of the Higashimata Complex in the Nanjō Mountains. Locations of transection lines $X-X'$, $Y-Y'$ and $Z-Z'$ are shown in Figure 2.

following reasons: the formation is typically exposed around Higashimata as described by Kida, and the name ‘Higashimata’ has been in longstanding and common usage to date. Consequently, the name is formally redefined in this report to conform to the modern rules and procedures (Salvador, 1994) by changing the unit type. In the present case, as mentioned below, this unit is characterized by moderately complicated structural relations to the extent that the original sequence of the component rocks is somewhat obscured. Furthermore, the stratigraphic relations of the individual lithologies that form the rock body of this unit are unidentifiable. Thus, because the unit cannot be subdivided on stratigraphic grounds, the term ‘complex’ is appended to the name of this formal stratigraphic unit.

4.2. Stratotype and type locality

The stratotype and type locality of the Higashimata Complex have not been formally defined in any previous works. Therefore, in this paper, the stratotype is specified as beginning at the south of Higashimata, Ikeda Town in Fukui Prefecture (Figure 4). Outcrops along the forest roads from Higashimata are sporadically (rather than continuously) distributed, but typically represent the litho-stratigraphic feature of this complex.

4.3. Regional aspects

The Higashimata Complex occupies an area of approxi-

mately 30 km long (east–west trending) and between 1 and 5 km wide (north–south trending) along the northern margin of the Nanjō Mountains, ranging from an area southwest of Echizen City and travelling through the southern foot of Mts. Hinoyama, Nomigatake and Iwataniyama, which are south of Ikeda Town and southwest of Ōno City. It is also exposed on the coastal area at Takasa, Echizen Town.

Tectonically, the Higashimata Complex lies on the Mino sedimentary complex, being caused by a low-angle fault. This feature is well developed in the south of Higashimata. Its top is unconformably overlaid by the Cretaceous Asuwa Group and Omodani Rhyolites (Tsukano and Miura, 1959; Matsuo, 1962; Fukui Prefecture, 1969). The thickness of the Higashimata Complex extends up to 5,200 m (Figure 5).

4.4. Stratigraphy

The Higashimata Complex is approximately 5,200 m thick around Higashimata (columns d and e in Figure 5) in the central area, generally decreasing to 1,900 m at Makidani in the west (column a) and to 460 m at Shizuhara in the east (column h). This change in thickness is thought to be due to the following two movements. The first is that the lower sections of the Higashimata Complex were cut off by a low-angle fault, which separated it from the Mino sedimentary complex. The

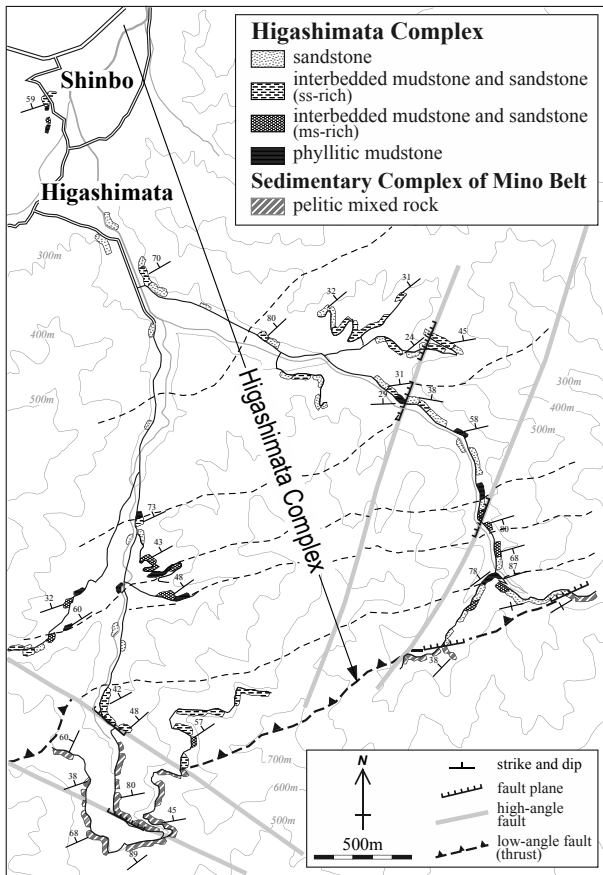


Figure 4 Stratotype of the Higashimata Complex. These two routes are equivalent to the columns d and e, which are shown in the figure 5. Broken lines are the traces of lithostratigraphic boundaries.

other is that the upper sections were removed by post-depositional erosion before the deposition of the overlying Asuwa Group.

The Higashimata Complex is mainly composed of phyllitic mudstone and sandstone, together with lesser amounts of chert and felsic tuff. Generally speaking, the phyllitic mudstone, interbedded mudstone and sandstone, and sandstone (which is arranged from lower to upper sections) displays an upward-coarsening and thickening sequence, and it is likely that the sequence is repeatedly exposed at least seven times (Figure 5). The basal phyllitic mudstone averages 150 m thick (350 m thick at maximum). In the middle and upper sections, the interbedded mudstone and sandstone (100–200 m thick) and sandstone (400–500 m thick) are randomly exposed (Figure 5).

4.5. Lithology

The lithological variation of the Higashimata Complex has been documented in detail in previous surveys (Nakaya and Saito, 1986; Umeda, 1987). These studies provided a wealth of information, especially on the sandstone that is the most predominant component of

the complex. As mentioned above, the Higashimata Complex consists of predominant sandstone and phyllitic mudstone, together with lesser amounts of chert and felsic tuff.

(1) Chert

This stone is generally gray to light gray in color, and intercalated with siliceous mudstone, but occasionally the bedding is faintly observed (Figures 6a and b). The chert in this complex is commonly several centimeters thick, and the thin layers of siliceous mudstone are less than 5 mm.

(2) Phyllitic mudstone

This stone is generally black or dark gray in color, but appears dark brown where intensely weathered. This mudstone is intensely foliated and tends to split along the foliation (Figure 6c). The foliation is defined by the planar alignment of clay minerals such as illite. In addition, two types of the mudstone can be observed. One is the siliceous mudstone that is less than one centimeter thick and which is locally intercalated with the phyllitic mudstone. The other is the silty laminae that develops in phyllitic mudstone (Figures 6d and 8a). In situations where silty laminae are intercalated, the mudstone is commonly coarser than the normal types.

(3) Felsic tuff

Felsic tuff is light gray to pale gray in color, and is observed in thin layers several centimeters thick within the phyllitic mudstone (Figure 6e) or as tuffaceous mudstone (Figure 6f). It consists solely of fine grains of quartz within a much finer matrix (Figure 8b).

(4) Interbedded mudstone and sandstone

Mudstone and sandstone are divided into two types in terms of the thickness of sandstone beds; one is thinly and the other is thickly interbedded types. Mudstone is predominant in the thinly interbedded type (mudstone-rich), which is characterized by sandstone beds less than 30 cm thick (Figure 7a). In contrast, sandstone predominates in the thickly interbedded type (sandstone-rich), whose thickness ranges from 30 cm to 100 cm, and occasionally up to 300 cm, whereas intercalated mudstone is commonly less than 50 cm thick. (Figure 7d). The stratification composed by the rhythmical alternation of mudstone and sandstone is often dismembered in various degrees of deformation (Figures 7b and 7c).

(5) Massive sandstone

Where sandstone is primarily homogeneous, its thickness often exceeds more than 100 cm, and is characterized by massive and monotonous lithology due to the absence of sedimentary structures (Figures 7e and 7f). However, it is often intercalated with phyllitic mudstone beds less than 10 cm thick, which is exposed as stratified sandstone.

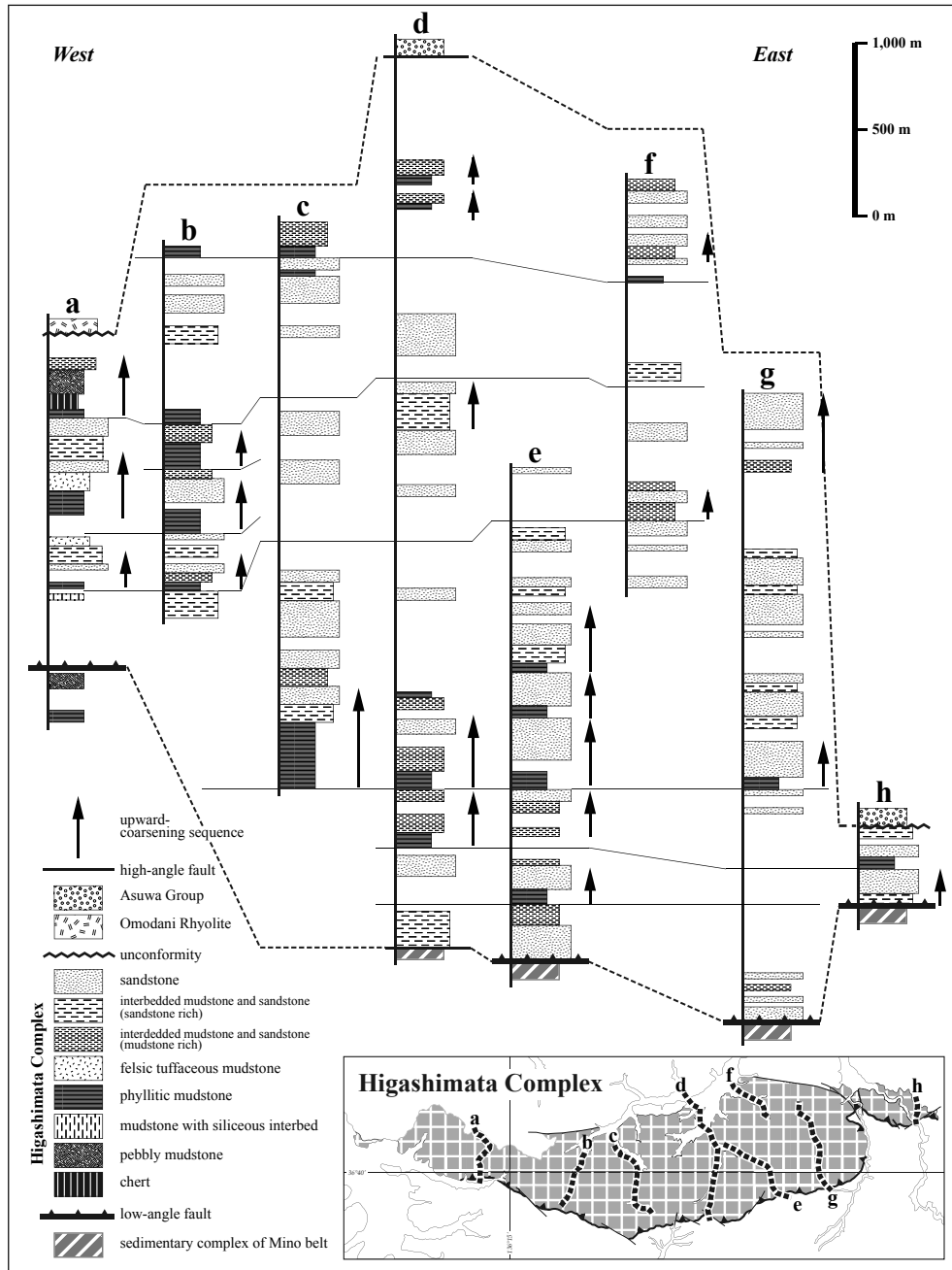


Figure 5 Representative stratigraphic columns of the Higashimata Complex in the Nanjō Mountains. Localities of each transect and column are as follows. a: east of Makidani, b–c: south of Uomi, d–e: south of Higashimata, f: Higashikakuma, g: east of Mt. Ōgoyasan, h: south of Shizuhara. Localities a and b are included in Minamiechizen Town, and remainings are in Ikeda Town. Thin lines are the traces of lithostratigraphic boundaries. The bottom and top of the Higashimata Formation are indicated by the broken lines.

This stone is pale to greenish gray in color, changing to brown or white where it is intensely weathered. Sandstone consists of medium to coarse, angular to subangular clastic grains, which are dominated by quartz and plagioclase with potassium feldspar, chlorite, mica and lithic fragments within a finer matrix (Figure 8c), generally occurring as a poorly sorted feldspathic wacke (Figure 9). Very coarse-grained sand-

stones commonly contain granules of sandstone, chert, volcanic rock and others. A meshwork structure consisting of 1–2 mm-wide calcite veins is well developed. The matrix, which locally has a calcareous component (Figure 8d), consists of chlorite, mica and unidentified fine-grained minerals. The micas and chlorites have a shape-preferred orientation. This sandstone is massive in appearance, but is commonly sheared and affected

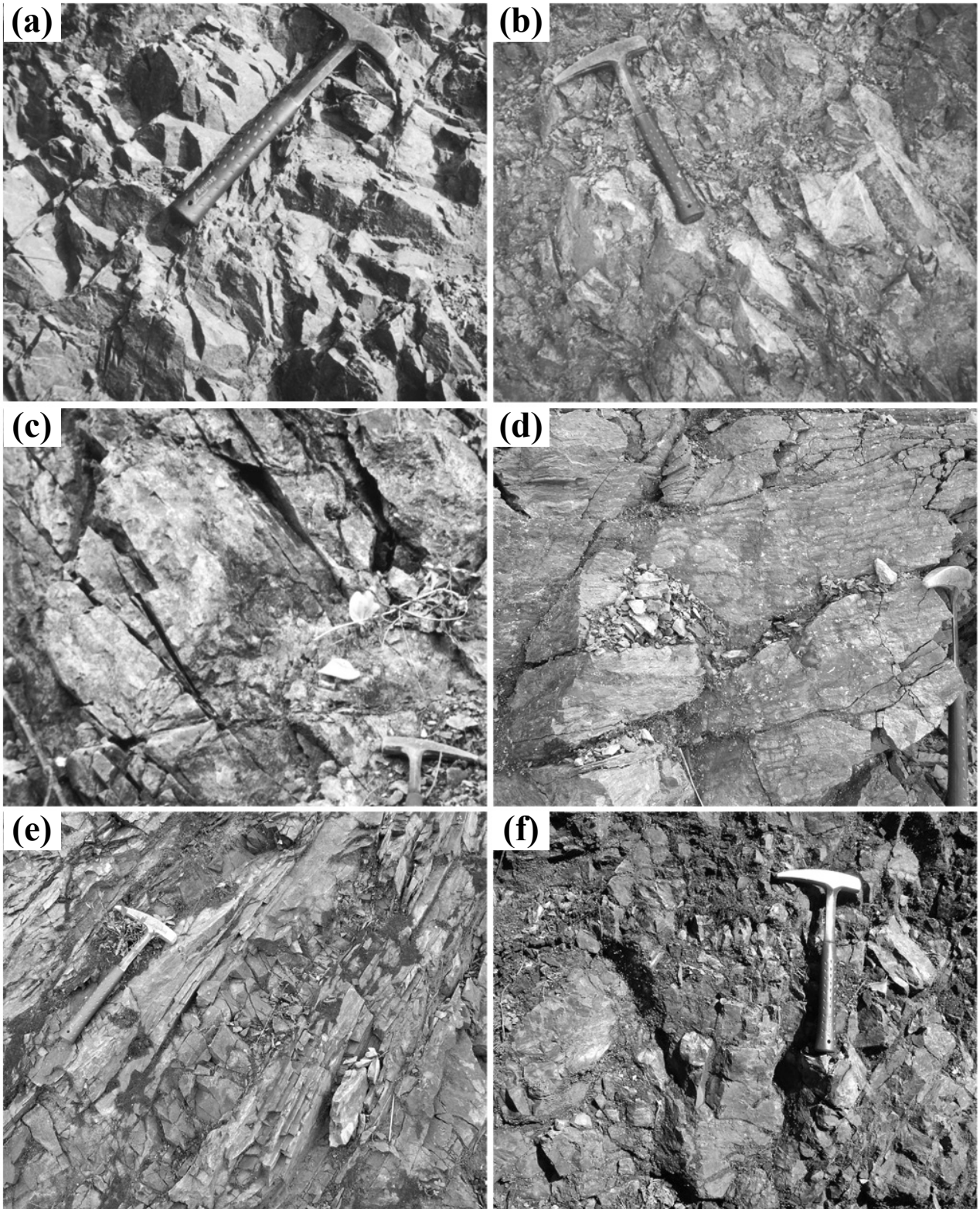


Figure. 6 Field photographs showing occurrence and lithology of main component rocks of the Higashimata Complex in the Nanjō Mountains (I).

(a)–(b) Cherts at Makidani, Minamiechizen Town, (c) Phyllitic mudstone at Makidani, Minamiechizen Town, (d) Laminated mudstone at Uomi, Ikeda Town, (e) Interbedded mudstone and felsic tuff at Uomi, Ikeda Town, and (f) Tuffaceous mudstone at Uomi, Ikeda Town.

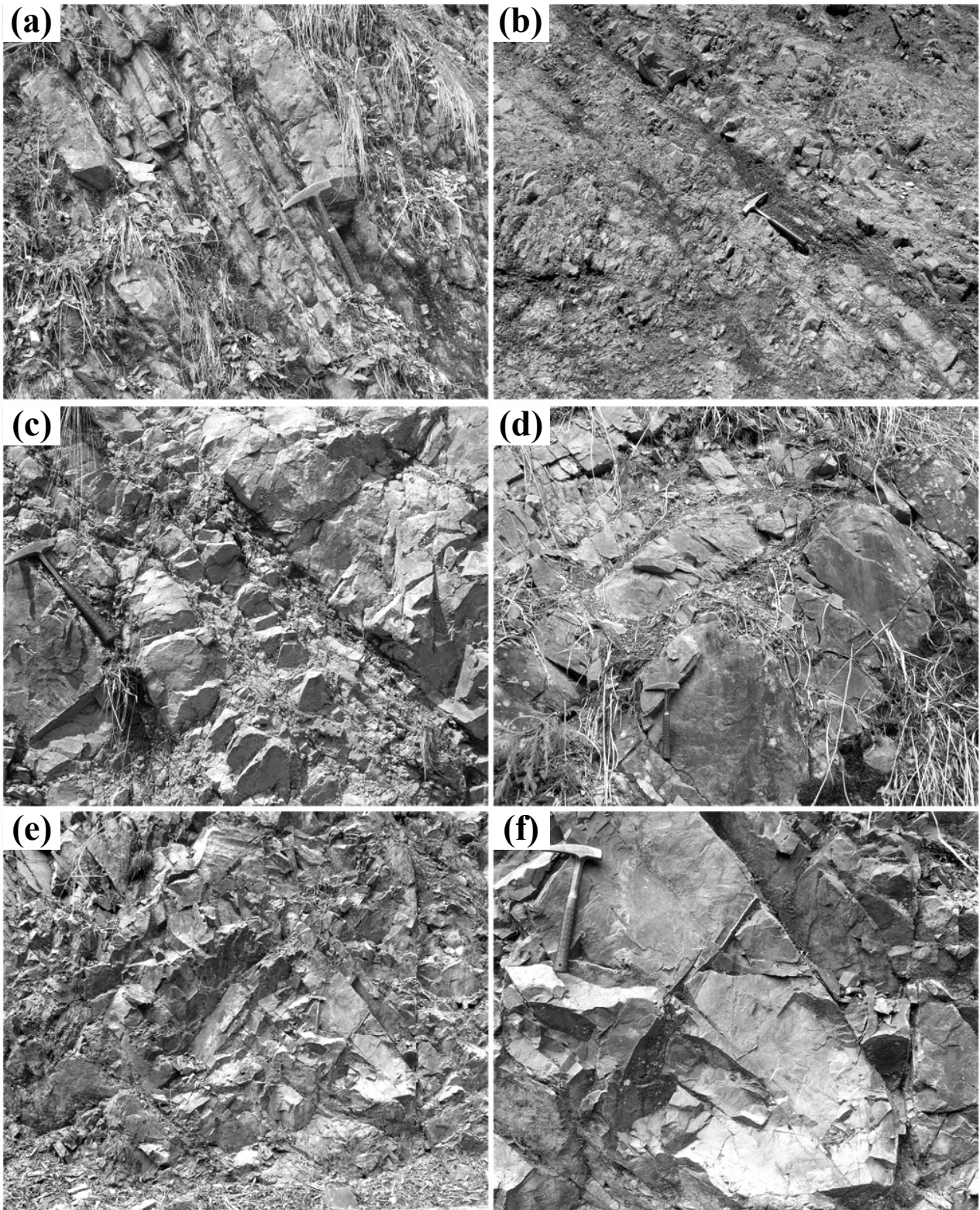


Figure. 7 Field photographs showing occurrence and lithology of main component rocks of the Higashimata Complex in the Nanjō Mountains (II).

(a) Thinly interbedded mudstone and sandstone (mudstone-rich), (b) Dismembered interbedded mudstone and sandstone (mudstone-rich) at Mt. Iwataniyama, (c) Dismembered interbedded mudstone and sandstone (sandstone-rich), (d) Thickly interbedded mudstone and sandstone (sandstone-rich), (e)–(f) Massive sandstone (e), and its close up (f). All outcrops excluding photo (b) are located around Uomi, Ikeda Town.

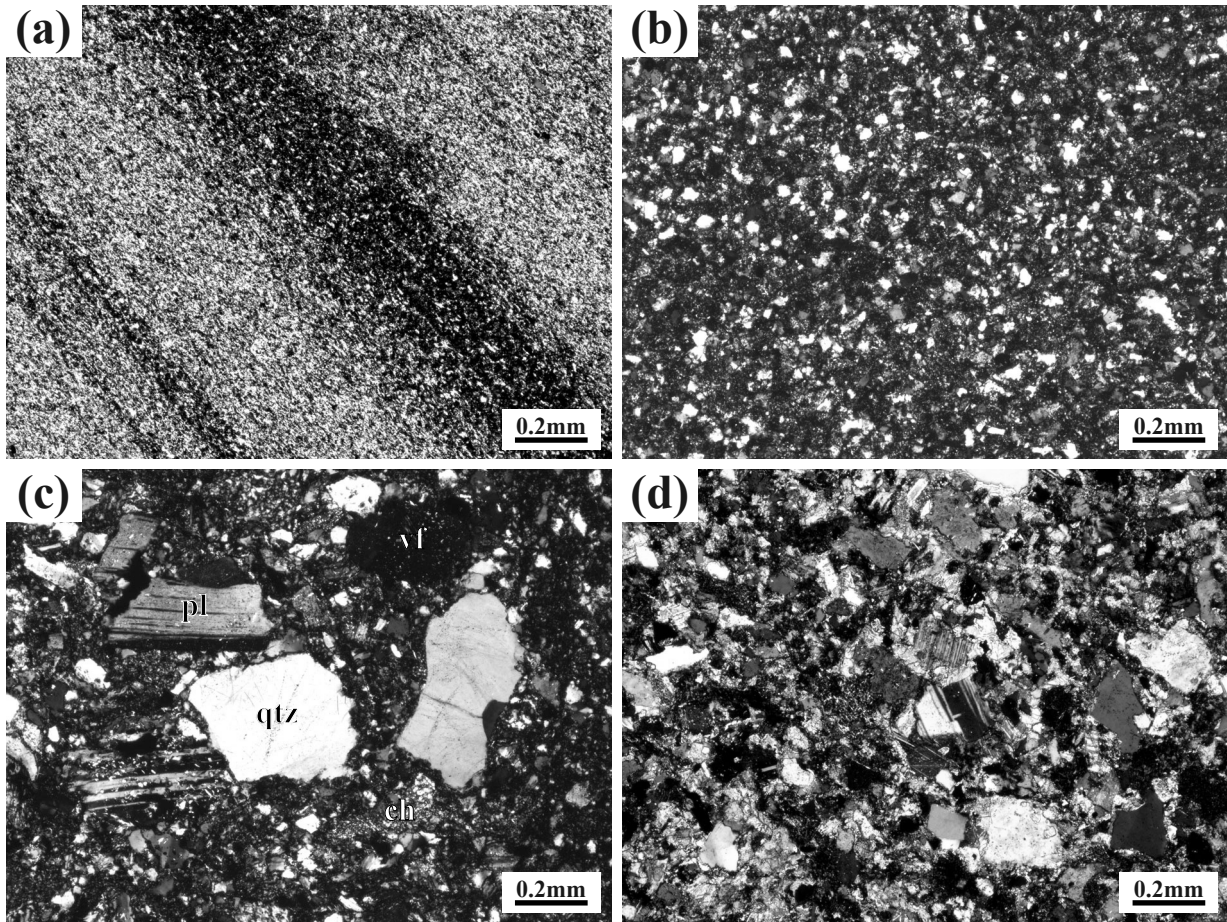


Figure 8 Thin-section photomicrographs of each lithology of main component rocks of the Higashimata Complex in the Nanjō Mountains.

(a) Laminated mudstone, (b) Tuffaceous mudstone, (c) Coarse-grained sandstone, and (d) Medium-grained sandstone with calcareous matrix. qtz: quartz, pl: plagioclase, vf: volcanic rock fragment, ch: chert fragment.

by cataclastic deformation. Pressure shadows consisting of clay minerals are formed around most quartz and plagioclase grains, and the margins of these grains has commonly been dissolved and embayed (Figure 8c).

4.7. Geologic structure

The largest and principal structure of the Higashimata Complex is relatively simple, being dominated by a broad east–west trending homocline that dips gently to moderately northward. The general dip and strike are almost coincident with those of the underlying Mino sedimentary complex.

North–south trending geologic profiles traverse the three areas of the Higashimata Complex. One line passes east of Makidani in the western area and shows a moderately northward dipping of the component rocks of the complex ($X-X'$ in Figure 3). The remaining two lines, one west of Higashimata in the central area and the other west of Shizuhara in the eastern area, also illustrate a northward dipping ($Y-Y'$ and $Z-Z'$ in Figure 3). However, the dips are slightly gentler than those in the

western area.

The general strike is approximately east–west trending, but is weakly folded with northward-plunging axes. Furthermore, the strike gently changes from WNW–ESE trend in the western area east of Makidani to ENE–WSW trend in the central area around Higashimata and the eastern area west of Shizuhara (Figure 10).

The main faults at the base and the upper sections of the Higashimata Complex are the basal low-angle fault and high-angle faults, respectively. The basal low-angle fault passes parallel to the general strikes and separates the Higashimata Complex from the underlying Mino sedimentary complex as mentioned above (Figure 2), but the movement along the fault remains unclear. For example, this feature is well developed on the forest-road cut outcrop at south of Higashimata, where the interbedded mudstone and sandstone (sandstone-rich) and the massive sandstone of the Higashimata Complex overlies on the pelitic mixed rock of the Mino sedimentary complex through the fault (Figures 4 and 5).

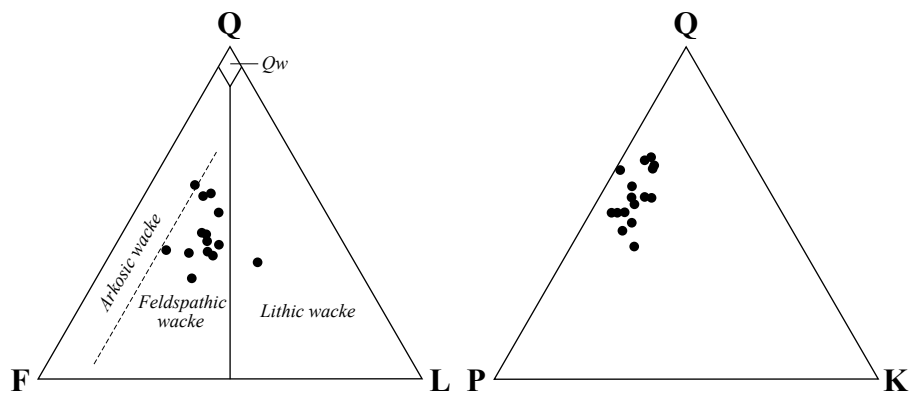


Figure. 9 Classification of sandstones of the Higashimata Complex in the Nanjō Mountains. Abbreviations are as follows. Q: quartz, F: feldspar, L: lithic fragment, P: plagioclase, K: potassium feldspar, Qw: Quartz wacke. Data source is from Nakaya and Saito (1986).

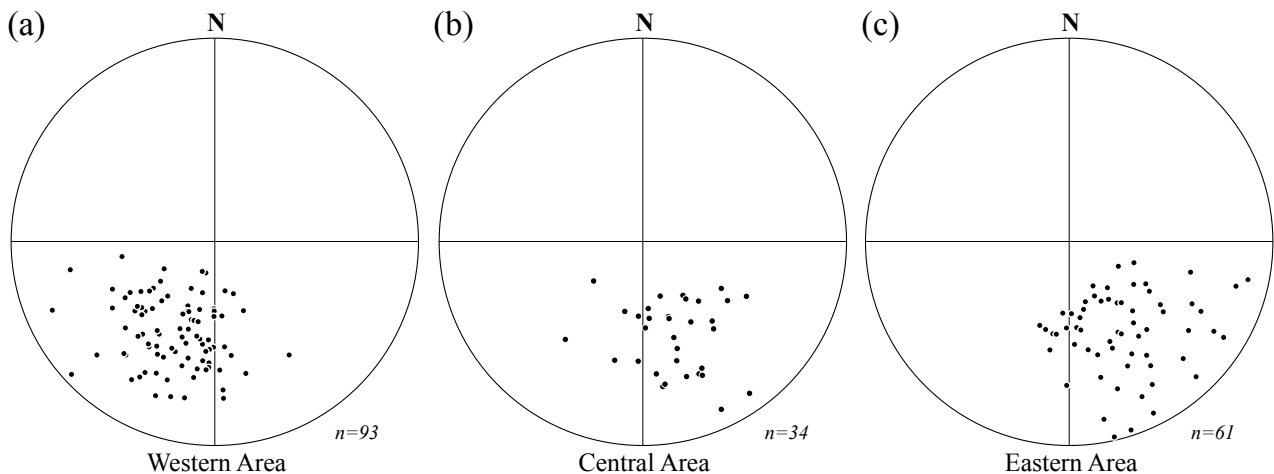


Figure. 10 Strikes and dips of the Higashimata Complex in the Nanjō Mountains. Lower hemisphere of stereo (schmit net) projection. (a): western part east of Makidani, (b): central part around Higashimata, (c): eastern part west of Shizuhara.

However, the high-angle faults pass in an approximately east–west trend from the south of Mt. Karakidake to the west of Shizuhara. They remove the upper sections of the Higashimata Complex, which was originally covered by the Cretaceous Asuwa Group (Figure 3).

4.8. Fossil and Geologic age

Radiolarian fossil occurrence has been reported at four localities in the Nanjō Mountains in previous studies. They are: Takasa, Echizen Town (Locality 1); Myōhōji, Echizen City (Locality 2); east of Makidani, Minamiechizen Town (Locality 3); and south of Shizuhara, Ikeda Town (Locality 4). See Figures 1 and 2. The radiolarian species identified are listed in Table 1.

Radiolarian fauna consisting primarily of *Follicucullus scholasticus* Ormiston et Babcock, *Pseudoalbail-*

lella? sp., “*Deflandrella*” sp. (*Kimagior* is now used as the replacement name for *Deflandrella*: Sugiyama, 2000), and *Entactinia?* sp. has been obtained from siliceous mudstone, which is intercalated with fine-grained sandstone laminae at locality 1 (Umeda, 1986; Umeda and Hattori, 1987). Radiolarian fauna composed of *Follicucullus scholasticus* Ormiston et Babcock, *Follicucullus porrectus* Rudenko, *Follicucullus ventricosus* Ormiston et Babcock, *Follicucullus* sp. cf. *F. charveti* Caridroit et De Wever, “*Nazarovella*” sp. (*Racidior* is now used as the replacement name for *Nazarovella*: Sugiyama, 2000), *Pseudotormentus* sp. and *Haplentactinia* sp. has been found in the siliceous mudstone included in sandstone-rich interbedded mudstone and sandstone at locality 2 (Umeda, 1996). Umeda *et al.* (1996) reported that the siliceous mudstone examined

Table 1 List of radiolarian species obtained from the Nanjō Mountains.

| Locality no. | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------------------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------------|
| Lithology | sil ms - ms | | | sil ms tuff ms |
| Sample no. | KM03 MY03 | | A B | KJ 5205A KJ 5205B |
| <i>Albaillella?</i> sp. | | + | | |
| <i>Follicucullus scholasticus</i> | + | + | + | + |
| <i>Follicucullus porrectus</i> | | + | + | + |
| <i>Follicucullus ventricosus</i> | | + | | |
| <i>Follicucullus bipartitus</i> | | | + | + |
| <i>Follicucullus</i> sp. cf. <i>F. charveti</i> | | + | + | + |
| <i>Follicucullus</i> spp. | | + | + | + |
| <i>Follicucullus?</i> sp. | | + | | |
| <i>Pseudoalbaillella</i> sp. | | | + | + |
| <i>Pseudoalbaillella?</i> sp. | + | | | |
| Albaillellidae? gen. indet. | | | | + |
| <i>Latentifistula</i> sp. | | | | + |
| <i>Pseudotormentus</i> sp. | | + | | |
| <i>Caletella manica</i> | | | | + |
| <i>Caletella</i> sp. | | | | + |
| <i>Ishigaum</i> sp. cf. <i>I. trifustis</i> | | | | + |
| <i>Ishigaum</i> sp. cf. <i>I. obesum</i> | | | | + |
| <i>Raciditor</i> sp. | | | | + |
| " <i>Deflandrella</i> " sp. | + | + | + | + |
| " <i>Nazarovella</i> " sp. | | + | + | |
| Latentifistulidae gen. indet. | | | | + |
| <i>Copiellintra?</i> sp. | | | | + |
| <i>Cenosphaera?</i> sp. | | | | + |
| <i>Srakaesphaera</i> sp. cf. <i>S. minuta</i> | | | | + |
| <i>Stigmosphaerostylus</i> sp. | | | | + |
| <i>Stigmosphaerostylus?</i> sp. | | | | + |
| <i>Haplentactinia</i> sp. | | + | + | |
| <i>Entactinia</i> sp. | | | + | + |
| <i>Entactinia?</i> sp. | + | + | | |
| <i>Entactinosphaera</i> sp. | | | + | |
| Reference | Umeda (1986) | Umeda (1996) | Umeda et al. (1996) | Nakae (2011) |

at locality 3 showed radiolarian fauna that was nearly identical to that present at locality 2, and identified the fauna as the equivalent of the *Follicucullus bipartitus*–*Follicucullus charveti* Assemblage proposed by Ishiga (1986b). Recently, Nakae (2011) reported an additional occurrence of radiolarian fossils found in siliceous and tuffaceous mudstones at locality 4. There were *Caletella manica* (De Wever et Caridroit), *Ishigaum* sp. cf.

I. trifustis De Wever et Caridroit, *Ishigaum* sp. cf. *I. obesum* De Wever et Caridroit, *Raciditor* sp., *Stigmosphaerostylus* sp. and others.

The age of the Higashimata Complex can thus be determined by the co-occurrence of the above radiolarian fossils, and indicate the late Middle to Late Permian Period (Umeda, 1986; Umeda and Hattori, 1987; Umeda et al., 1996; Nakae, 2011).

Acknowledgements: This report is based on results of the study “Geology of Imajō and Takenami district” and “Geology of Kanmuriyama district” which have been conducted by the Geological Survey of Japan, AIST. The review and comments by Associate Prof. Shizuo Takemura (Hyogo University of Teacher Education) substantially improved the manuscript.

References

- Caridroit, M., Ichikawa, K. and Charvet, J. (1985) The Ultra-Tamba zone, a new unit in the Inner Zone of Southwest Japan –Its importance in the nappe structure after the example of the Maizuru area–. *Earth Science (Chikyu Kagaku)*, vol. 39, p. 210–219.
- Fukui Prefecture (1955) *1:200,000 Geological map of Fukui Prefecture and its explanatory note*. Fukui Prefecture, 34 p. (**)
- Fukui Prefecture (1969) *1:150,000 Geological map of Fukui Prefecture and its explanatory note*. Fukui Prefecture, 117 p. (**)
- Fukui Prefecture (2010) *1:100,000 Geological map of Fukui Prefecture and its explanatory note (2010)*. Fukui Prefectural Corporation of Construction Technology, 173 p. (**)
- Ishiga, H. (1986a) Ultra-Tamba zone of Southwest Japan. *Jour. Geosci. Fac. Sci., Osaka City Univ.*, vol. 29, p. 45–88.
- Ishiga, H. (1986b) Late Carboniferous and Permian radiolarian biostratigraphy of Southwest Japan. *Jour. Geosci. Fac. Sci., Osaka City Univ.*, vol. 29, p. 89–100.
- Kimura, K. (1988) Geology and tectonic setting of the Ultra-Tamba belt in the western part of Ayabe City, Kyoto Prefecture, Southwest Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, vol. 84, p. 361–379. (*)
- Matsuo, H. (1962) A study on the Asuwa Flora (Late Cretaceous age) in the Hokuriku district, central Japan. *Sci. Rep., Kanazawa Univ., ser. 2*, vol. 8, p. 177–250.
- Nakae, S. (2011) Middle and Late Permian radiolarians from the Nanjo Mountains, Fukui Prefecture, Southwest Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 62, p. 441–453.
- Nakaya, Y. and Saito, M. (1986) On the Higashimata Formation distributed in Ikeda Town, Fukui Prefecture. *Bull. Fukui Museum of Natural History*, no. 33, p. 11–18. (**)

- Otsuki, Y. and Kiyono, N. (1919) *Geological map of Japan 1:200,000, Tsuruga, with explanatory book*. Geological Survey of Japan, 191 p. (**)
- Salvador, A. (1994) *International Stratigraphic Guide, Second edition*. International Union of Geological Sciences and Geological Society of America, 214 p.
- Sugiyama, K. (2000) Replacement names for Permian stauraxon radiolarians. *Paleontological Research*, vol. 4, p. 227–228.
- Umeda, M. (1986) Permian radiolarians from clastic rocks in the Shirahama–Takasa area of Echizen-Cho, Fukui Prefecture, central Japan and its significance. *Bull. Fukui Municipal Museum of Natural History*, no. 33, p. 19–30. (**)
- Umeda, M. (1987) Petrography of calcareous sandstones in the Higashimata area at the south of Ikeda-Cho, Fukui Prefecture, central Japan. *Bull. Fukui City Museum of Natural History*, no. 34, p. 19–28. (**)
- Umeda, M. (1996) Occurrences of the strata belonging to “the Ultra-Tamba zone” at the northern margin of Nanjo massif, Mino terrane, Fukui Prefecture, central Japan. *Bull. Fukui City Museum of Natural History*, no. 43, p. 21–34. (*)
- Umeda, M. and Hattori, I. (1987) Permian radiolarians from clastic rocks in the Takasa area of Echizen-Cho, Fukui Prefecture, central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, vol. 93, p. 229–231. (**)
- Umeda, M., Taga, H. and Hattori, I. (1996) Discovery and its geologic significance of Permian radiolarians from clastic rocks at the northern margin of the Nanjo massif, Fukui Prefecture, central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, vol. 102, p. 635–638. (**)
- Tsukano, Z. and Miura, S. (1959) On the Upper Cretaceous formation and related some problems in the western part of the Hida plateau, Japan. *Mem. Fac. Liberal Arts, Fukui Univ.*, (II), vol. 9, p. 123–137.
- Wakita, K., Harayama, S., Kano, K., Mimura, K. and Sakamoto, T. (1992) *Geological map of Japan 1:200,000, Gifu*. Geological Survey of Japan. (*)
- (*): in Japanese with English abstract
(**): in Japanese
- Received May 14, 2012
Accepted December 27, 2012

西南日本、福井県南条山地におけるペルム系東俣コンプレックスの地質

中江 訓

要 旨

福井県の南条山地北縁部に分布する超丹波帯^{ひがしまた}東俣コンプレックスについて、岩相・層序・地質構造・地質時代について記載した。東俣コンプレックスは、千枚岩質泥岩と砂岩などの陸源碎屑岩を主体とし少量の珪質泥岩・珪長質凝灰岩・チャートを伴う。下限は低角断層により下位の美濃帯ジュラ系と接し、上限は白亜系^{あすわ}足羽層群に不整合で覆われる。全層厚は約5,200 mに達する。東俣コンプレックスは千枚岩質泥岩・砂岩泥岩互層・砂岩が累重する層序で構成され、これが複数繰り返し露出する特徴をもつ。主要な大構造は、東西走向・北傾斜の同斜構造である。産出報告された放散虫化石に基づくと東俣コンプレックスの地質時代は、中期ペルム紀の末期から後期ペルム紀の前半と判断される。

難読・重要地名等：

Higashimata：東俣，Asuwa：足羽，Omodani：面谷，Nyū：丹生，Nishitani：西谷，Itoō：糸生，Yoshinosegawa：吉野瀬川，Akyū：秋生，Nanjō：南条，Etsumi：越美，Nosaka：野坂，Minamiechizen：南越前，Imajō：今庄，Makidani：牧谷，Shizuhara：志津原，Uomi：魚見，Ultra-Tamba：超丹波，Mino：美濃

地質調査総合センター研究資料集

- | | | |
|-----|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 542 | 桜島昭和火口の噴煙の時間的変化の観察 | 西来邦章・宮城磯治 |
| 543 | 日本の大規模マスムーブメントデータベース | 塚本 齊 |
| 544 | 3D 絵葉書 | 岸本清行・河村幸男・川畑 晶・ 中島 礼 |
| 545 | 筑波山・霞ヶ浦地質見学ガイド | 中島 礼・西岡芳晴・宮地良典 |
| 546 | 石川県珠洲市（能登半島）の中新統飯塚層から産出した鯨脚類及び鯨類化石の珪藻年代 | 柳沢幸夫・小西健二・甲能直樹 |
| 547 | 房総半島南部下部～中部中新統産の珪質鞭毛藻化石 | 沢村孝之助・柳沢幸夫 |
| 548 | 地質情報展 2011 みと 未来に活かそう 大地の鳴動 | 川畑 晶・中島和敏・大熊洋子・ 百目鬼洋平 |
| 549 | 新潟県津川地域音無川沿いに露出する野村層（中部～上部中新統）のテフラ層 | 平中宏典・柳沢幸夫・黒川勝己 |
| 550 | 岩手県、宮城県及び福島県北部から産出した束柱類化石の地質年代 | 柳沢幸夫 |
| 551 | 地質調査総合センター第18回シンポジウム地質学で読み解く巨大地震と将来の予測 ―どこまでわかったか― | 地質調査総合センター編 |
| 552 | 地質調査総合センター第19回シンポジウム社会ニーズに応える地質地盤情報 ―都市平野部の地質地盤情報をめぐる最新の動向― | 地質調査総合センター編 |
| 553 | 釧路炭田地域石炭資源探査坑井（北陽・留真・釧路沖）のコア試料の観察結果 | 佐脇貴幸・中嶋 健・小笠原正継・ 鈴木祐一郎 |
| 554 | イーハトーブの地質ジオ | 加藤碩一・青木正博・長森英明 |
| 555 | 産総研におけるベントナイトのメチレンブルー吸着量測定方法 | 堀内悠・高木哲一 |
| 556 | 概要調査の調査・評価項目に関する技術資料 ―立地要件への適合性とその根拠となる調査結果の妥当性― | 深部地質環境研究コア編 |
| 557 | 第1回アジア太平洋大規模地震・火山噴火リスク対策ワークショップ講演要旨集 | 佃 栄吉・高橋 浩・宝田晋治・ 高田 亮・桑原保人・吾妻 崇・ 小泉尚嗣・石川有三 |
| 558 | 2011年の霧島山噴火映像 | 宮城磯治 |
| 559 | 砂漠を歩いてマントルへ ―中東オマーンの地質探訪― | 小笠原正継・青木正博・芝原暁彦・ 澤田結基 |
| 560 | 概要調査の調査・評価項目に関する技術資料 ―立地要件への適合性とその根拠となる調査結果の妥当性― | 深部地質環境研究コア編 |
| 561 | 一般向けウェブページ用地質用語の解説 | 吉川敏之・井川敏恵・西岡芳晴 |
| 562 | 茨城県瓜連丘陵に分布する引田層のフィッシュン・トラック年代 | 山元孝広 |
| 563 | 仙山線沿線の地質ガイド | 高橋裕平 |
| 564 | 日本列島における地下水賦存量の試算に用いた堆積物の地層境界面と層厚の三次元モデル（第一版） | 越谷 賢・丸井敦尚 |
| 566 | 2011年9月紀伊半島台風12号による災害緊急調査報告 | 川畑大作・斎藤 眞 |
| 567 | 石川県輪島市（能登半島）に分布する中新統塚田泥岩層の珪藻化石 | 柳沢幸夫 |
| 568 | 佐渡島羽茂地域の後期中新世海生珪藻化石 | 柳沢幸夫 |
| 569 | 佐渡島小木半島の中新世玄武岩層の年代―珪藻年代層序による再検討 | 柳沢幸夫 |
| 572 | 産技連地質関係合同研究会地質地盤および地圏環境に関する最近の成果 | 産技連地質関係合同研究会事務局 |

地質調査総合センターの最新出版物

| | | |
|-----------------|--------|--------------------------------------------------|
| 200 万分の 1 地質編集図 | No. 4 | 日本地質図第 5 版 |
| 20 万分の 1 地質図幅 | | 伊勢・静岡及び御前崎 (第 2 版)・与論島及び那覇・八代及び野母崎の一部・新潟 (第 2 版) |
| 5 万分の 1 地質図幅 | | 西郷・延岡・野田・加茂・戸賀及び船川 (第 2 版)・熱海・榛名山・阿仁合 (第 2 版)・足助 |
| 海外地球科学図 | | アジア地質図 (1:500 万) |
| | | 中央アジア鉱物資源図 (1:300 万) |
| 海洋地質図 | No. 74 | 落石岬沖海底地質図 (1:20 万) |
| | No. 75 | 天売島周辺海底地質図 (1:20 万) |
| | No. 76 | 積丹半島付近表層堆積図 (1:20 万) |
| | No. 77 | 日高舟状海盆海底地質図 (1:20 万) |
| 構造図 | No. 14 | 全国主要活断層活動確率地図 |
| 火山地質図 | No.15 | 樽前火山地質図 (1:3 万) |
| | No.16 | 十勝岳火山地質図 (1:3 万) |
| 鉱物資源図 | No. 7 | 南西諸島 (1:50 万) |
| 特殊地質図 | No. 39 | 千葉県清和県民の森周辺の地質図 |
| 重力図 | No. 27 | 岡山地域重力図 (ブーゲー異常) |
| | No. 28 | 高知地域重力図 (ブーゲー異常) |
| | S3 | 甲府地域重力構造図 (ブーゲー異常) |
| 空中磁気図 | No. 44 | 岩手火山地域高分解能空中磁気異常図 |
| | No. 45 | 福井平野地域高分解能空中磁気異常図 |
| 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 |
| | FR-2 | 燃料資源地質図「東部南海トラフ」 |
| | GT-4 | 全国地熱ポテンシャルマップ |
| | S-1 | 海陸シームレス地質情報集「能登半島北部沿岸域」DVD 版 |
| | S-2 | 海陸シームレス地質情報集「新潟沿岸域」DVD 版 |
| | V-3 | 口永良部島火山地質データベース |
| | P-7 | 有珠火山地域地球物理総合図 |
| | 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 |
| | E-5 | 表層土壌評価基本図 ～富山県地域～ |
| その他 | | 日本の熱水系アトラス |
| | | 海と陸の地球化学図 |

地質調査研究報告編集委員会

委員長 森下祐一
副委員長 佐脇貴幸
委員 大谷竜
吉川敏之
長森英明
鈴木淳
片山肇
澤井祐紀
月村勝宏
川邊禎久
神宮司元治
内野隆之
森尻理恵
中野俊

事務局

独立行政法人 産業技術総合研究所
地質調査情報センター
地質・衛星情報サービス室
Tel : 029-861-3601
<http://www.gsj.jp/inquiries.html>

地質調査研究報告 第63巻 第9/10号
平成24年12月31日 発行

独立行政法人 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
つくば中央第7

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

Bulletin of the Geological Survey of Japan Editorial Board

Chief Editor: Yuichi Morishita
Deputy Chief Editor: Takayuki Sawaki
Editors: Ryu Ohtani
Toshiyuki Yoshikawa
Hideaki Nagamori
Atsushi Suzuki
Hajime Katayama
Yuki Sawai
Katsuhiko Tsukimura
Yoshihisa Kawanabe
Jinguuji Motoharu
Takayuki Uchino
Rie Morijiri
Shun Nakano

Secretariat

National Institute of Advanced Industrial
Science and Technology
Geological Survey of Japan
Geo-information Center Geoinformation Service Office
Tel: +81-29-861-3601
<http://www.gsj.jp/inquiries.html>

Bulletin of the Geological Survey of Japan
Vol.63 No.9/10 Issue December 31, 2012

National Institute of Advanced Industrial
Science and Technology
Geological Survey of Japan
AIST Tsukuba Central 7, 1-1, Higashi 1-chome,
Tsukuba, Ibaraki 305-8567 Japan

All rights reserved.

BULLETIN
OF THE
GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Vol. 63 No. 9/10 2012

CONTENTS

- Lithofacies, microfossils and tephra observed by deep drilling in the coastal zones at Horonobe, Northern Hokkaido, Japan
Masaru Koshigai, Atsunao Marui, Yaeko Igarashi, Akira Furusawa, Fumio Akiba, Takao Oka
and Ikuo Hagiwara.....233
- Geology of the Permian Higashimata Complex in the Nanjō Mountains, Fukui Prefecture, Southwest Japan
Satoshi Nakae.....269

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

1-1, Higashi 1-chome, Tsukuba, Ibaraki, 305-8567 Japan

地 調 研 報
Bull. Geol. Surv. Japan
Vol. 63, No. 9/10, 2012