

## 大佐渡地域南部に分布する新第三系の海生珪藻化石層序

柳沢幸夫<sup>1,\*</sup>・渡辺真人<sup>1</sup>

Yukio Yanagisawa and Mahito Watanabe (2017) Marine diatom biostratigraphy of the Neogene sequence in the southern part of the Osado Mountain area, Sado Island, Niigata Prefecture, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 68 (6), p. 287–339, 15 figs, 21 appendices, 2 plates.

**Abstract:** Marine diatom biostratigraphy has been established for the Neogene sedimentary sequence distributed in the southern Osado Mountains area, Sado Island, Niigata Prefecture, Japan. The Neogene and Pleistocene sediments in this area are composed of the Orito, Hanyugawa, Nakayama, Nozaka, Kawachi, Kaidate and Shichiba formations in ascending order. This study examined diatoms in the Nakayama and Nozaka formations. The Nakayama Formation is composed of lower hard siliceous mudstone and upper diatomaceous mudstone, and correlated to the diatom zones NPD5B to NPD6A, ranging in age from 12.3 to 6.5 Ma. The Nozaka Formation overlies the Nakayama Formation with a glauconite bed and consists of marine massive mudstone. This formation is assigned to the subzones NPD7Ba and 7Bb, and its depositional age is estimated from 6.5 to 4.2 Ma. The age of the Orito Formation is determined to be latest Early Miocene between 17.0 and 16.7 Ma on the basis of the occurrence of the widespread Arcid-Potamid-type molluscan assemblage. The depositional age of the Hanyugawa Formation is dated by the ages of underlying Orito and overlying Nakayama formations to be early Middle Miocene ranging from 16.7 to 12.3 Ma, suggesting a long slow depositional time interval of over 4 million years.

**Keywords:** diatom, marine, biostratigraphy, Neogene, Miocene, Pliocene, Nakayama, Nozaka, Sado, Niigata, Japan

### 要 旨

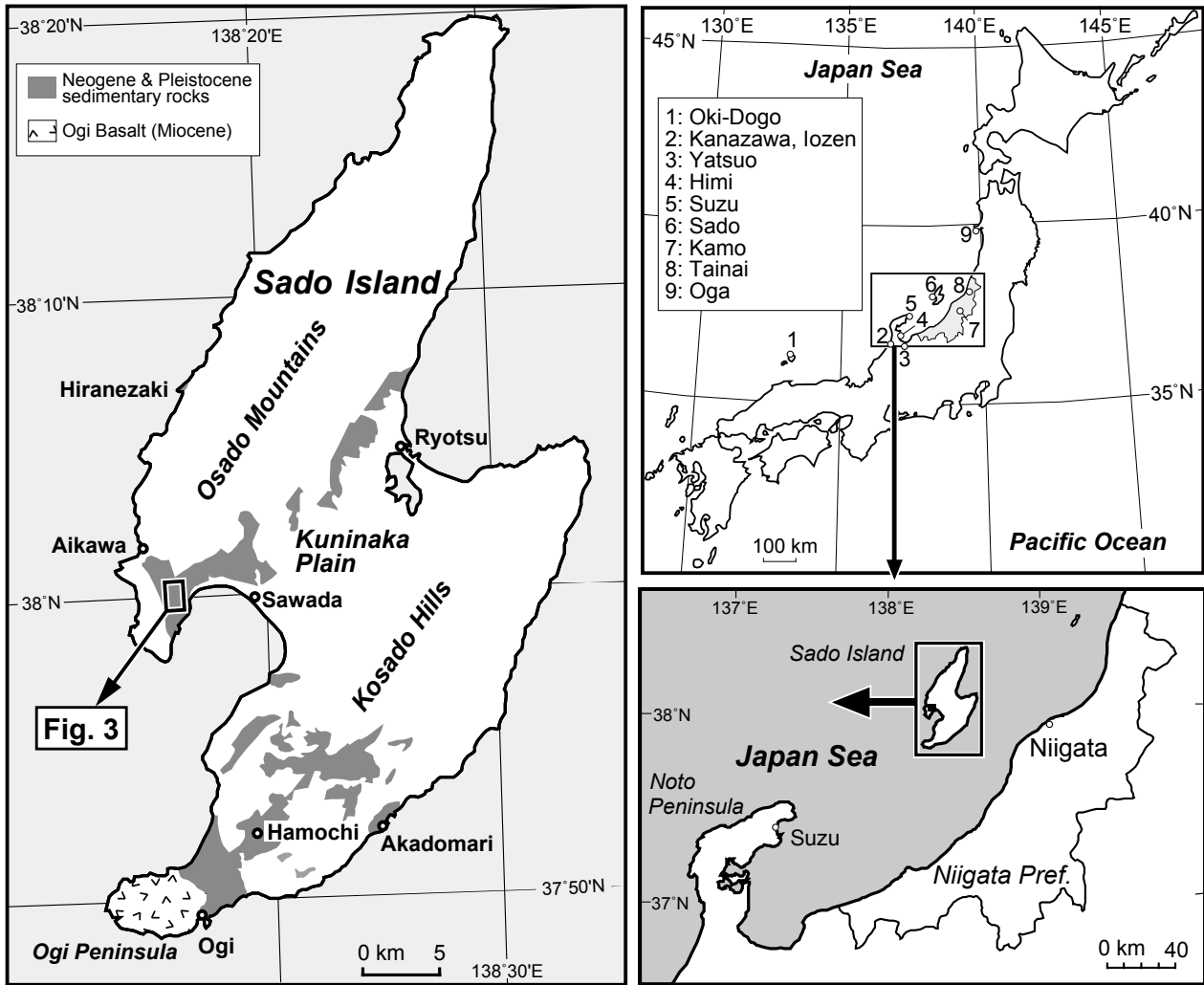
新潟県佐渡島の大佐渡地域南部に分布する新第三系堆積岩類の珪藻化石層序を確立した。この地域の新第三系及び更新統の堆積岩類は下位より、下戸層・羽二生川層・中山層・野坂層・河内層・貝立層及び質場層からなる。このうち、本研究では中山層と野坂層の珪藻化石を検討した。中山層は下部が硬質泥岩、上部が珪藻質泥岩からなり、珪藻化石帯の NPD5B 帯から NPD6A 帯に対比され、年代は 12.3–6.5 Ma と推定される。野坂層は海緑石層を介して中山層を整合に覆い、塊状泥岩からなる。本層は珪藻化石帯の NPD7Ba 亜帯から NPD7Bb 亜帯に対比され、堆積年代は 6.5–4.2 Ma と算定される。広く分布する Arcid-Potamid 貝類群集の年代から、下戸層の年代は 17.0–16.7 Ma の年代区間の中にあると推定される。下戸層及び中山層の年代から、羽二生川層の堆積年代は 16.7–12.3 Ma と推定され、羽二生川層の海緑石層は最大 400 万年以上もの時間を代表し、この期間で堆積が停滞していたことを示す。

### 1. はじめに

佐渡島(第1図)の大佐渡山地(地域)南部に分布する中新統中山層の珪藻質泥岩は「沢根珪藻土」として古くから採掘されてきた(例えば、園部, 1942)。しかし、中山層の珪藻化石に関する生層序学的な研究が始まったのは、沢根層団研究グループ(1973)が予備的な研究成果を発表した1970年代以降である。その後、1977年に佐渡博物館研究報告第7集が発行され、そこに掲載された歌代ほか(1977)、長谷川(1977)及び渡辺ほか(1977)によって初めて本格的な研究成果が報告された。歌代ほか(1977)は海生 *Denticula* 属の消長に基づいて独自の化石帯区分を設定しその特徴を記載した。また、長谷川(1977)は非常に稀な種を含めて中山層の珪藻化石群集の全組成を明らかにした。一方、渡辺ほか(1977)は、中山層を含む泥質岩の有機炭素量、窒素量及び珪藻化石の分析を行い、珪藻化石群集を3つの化石帯に区分した。このほか、同じ頃、渡辺・小林(1978)は、小佐渡の羽茂地域に分布する中山層相当層の珪藻化石層序を研究している。しかし、

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

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



第1図 佐渡島における調査地域の位置図。新第三系及び更新統堆積岩類と小木玄武岩類(中新世)の分布は新潟県地質図改訂委員会(2000)に基づく。1-9は第15図で対比する中新世の海緑石層の発達する地域を示す。

Fig. 1 Map showing surveyed area in Sado Island, Niigata Prefecture. Distribution of Neogene and Pleistocene sedimentary rocks with the Ogi Basalt (Miocene) is based on the Compilation Committee of the Geologic Map of Niigata Prefecture (2000). Numbers 1-9 indicate the location of areas where Miocene glauconite beds are recognized (Fig. 15).

この当時は珪藻化石帯区分自体が構築途上であったために(例えば, Koizumi, 1973, 1977), 中山層の珪藻化石層序も曖昧な状態に留まらざるを得なかった。

その後1980年代に入って珪藻化石層序学は急速に進展し, 1986年までに化石帯区分はほぼ完成した(Maruyama, 1984; Koizumi, 1985; Akiba, 1986)。この珪藻化石層序は中山層の研究にも導入され, その成果が1987年発行の佐渡博物館研究報告第9集に納められた秋葉(1987), 中原ほか(1987)及び遠藤ほか(1987)で報告された。秋葉(1987)は, 山野井(1978)が花粉化石を検討した試料を分析し, Akiba(1986)の珪藻化石層序を適用して中山層の正確な年代層序を明らかにした。また, 中原ほか(1987)は, 中山層とその上位の河内層の詳細な

珪藻化石層序を確立した。遠藤ほか(1987)も中山層と河内層の珪藻化石分析を実施し, その年代を議論した。このほか, 小木団体研究グループ(1986)も小佐渡南西端の小木半島に露出する小木玄武岩最下部に挟在する泥岩の珪藻化石を報告している。このように, 1980年代の後半までに, 佐渡島の中山層とその相当層に関する珪藻化石層序はほぼ確立し, その成果は小林・立石(1992)や新潟県地質図改訂委員会編(2000)の中で総括されている。

その後, 北太平洋珪藻化石層序については, *Denticulopsis* 属及びその類縁属珪藻の進化系統が詳細に明らかにされ(Yanagisawa and Akiba, 1990), さらに古地磁気層序との直接対比が行われて詳しい数値年代が明らかになった(Barron and Gladenkov, 1995)。その結果, Akiba(1986)

の珪藻化石帯区分は、更に時間分解能の高い珪藻化石層序へと進化した(Yanagisawa and Akiba, 1998; Watanabe and Yanagisawa, 2005). 柳沢ほか(2009)は、この新しい珪藻化石層序を中山層に適用し、坂本(1992)や黒川・富田(1995)が記載した中山層中のテフラ層の正確な年代を明らかにした。また、柳沢(2012a)は小佐渡地域に分布する中山層相当層の珪藻化石層序を再検討し、詳しい年代層序を確立した。さらに、柳沢(2012b)は珪藻化石年代層序を用いて小木玄武岩の活動年代を確定した。

こうした研究を踏まえて、筆者らは中山層の珪藻質泥岩中に記録された珪藻の進化や古海洋環境変遷を解釈することを主な目的に研究を開始したが、研究を進めるうちに、従来の研究に重大な対比の誤りがあること、また、珪藻質泥岩とそれが続成作用により変化してできた硬質泥岩との境界を地層の境界とすることが不適切であることが明らかとなってきた。さらに、海緑石が濃集した砂岩層(以下海緑石層)が予想外に長期間の地質年代を示していることが判明した。その結果、佐渡島の新第三紀の歴史を正確に理解するためには、岩相層序の基本的な枠組みを修正する必要があることが明らかになった。

そこで筆者らは大佐渡地域の第三系堆積岩類の岩相層序の改訂を行うこととした。岩相層序の改訂そのものについては、本号の柳沢・渡辺(2017)に記載したので、本論文ではその改訂の基となった珪藻化石層序の詳細を報告する。

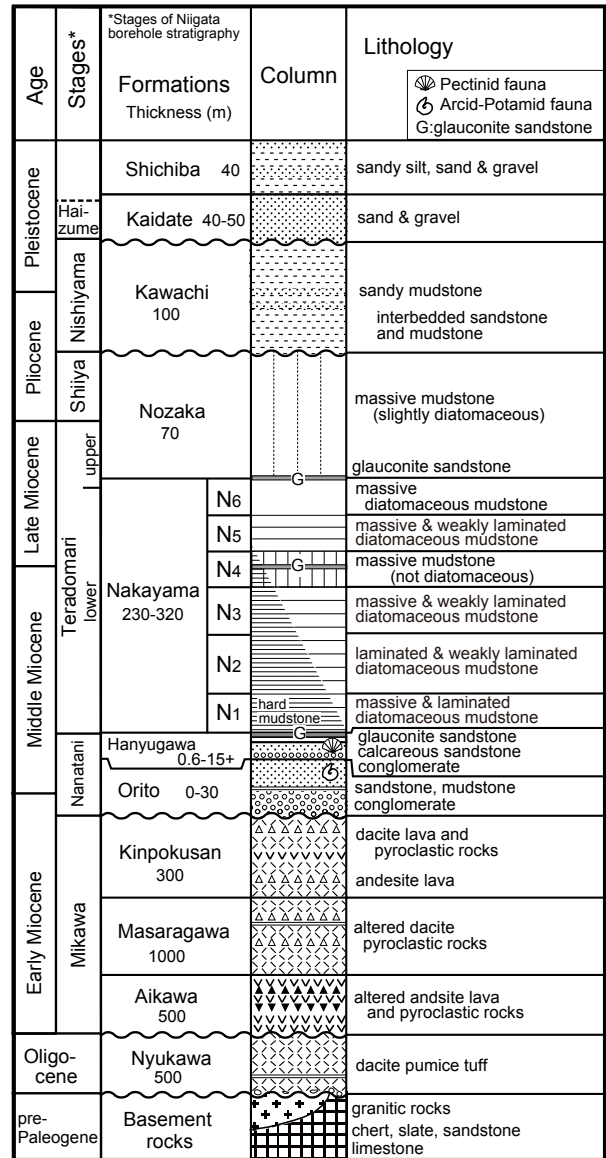
## 2. 地質概説

大佐渡地域の古第三系・新第三系及び第四系は、下位より入川層、相川層、真更川層、金北山層、下戸層、羽二生川層、中山層、野坂層、河内層、貝立層及び質場層からなる(第2図、小林・立石, 1992; 新潟県地質図改訂委員会編, 2000; 柳沢・渡辺, 2017)。

入川層は一部溶結したデイサイト軽石凝灰岩で、陸上火山活動の産物である。基盤岩を不整合に覆い、年代は漸新世と考えられている。

相川層～金北山層は前期中新世の火山岩類である。相川層は入川層を不整合に覆い、変質した灰緑色の安山岩溶岩及び同質火砕岩からなる。火山活動の中心から離れた場所では、泥岩層が挟在し、植物化石を産する。真更川層は変質したデイサイト火砕岩からなり、相川層に整合に重なる。一部では、珪藻質泥岩、玄武岩溶岩・火砕岩を挟む。珪藻質泥岩からは植物化石と湖沼生珪藻が産出する。金北山層は真更川層を整合に覆うデイサイト溶岩及び火砕岩からなる地層であるが、下部層準に安山岩溶岩を挟むことがある。

下戸層はこれら火山岩類を不整合に覆い、下部は礫岩を主とする河川堆積物、上部は生物擾乱の発達した泥質細粒砂岩を主とするエスチュアリー堆積物からなる。



第2図 大佐渡地域南部の新生界の層序。層序は小林・立石(1992)、新潟県地質図改訂委員会(2000)及び柳沢・渡辺(2017)に基づく。新潟地域坑井層序は、新潟県地質図改訂委員会(2000)及び工藤ほか(2011)による。

Fig. 2 Stratigraphy of the Cenozoic sequence in the southern Osado area, Sado Island, Niigata Prefecture based on Kobayashi and Tateishi (1992), the Compilation Committee of the Geologic Map of Niigata Prefecture (2000) and Yanagisawa and Watanabe (2017). Niigata borehole stratigraphy is based on the Compilation Committee of the Geologic Map of Niigata Prefecture (2000) and Kudo *et al.* (2011).

上部からは Arcid-Potamid 群集と呼ばれる内湾～潮間帯を示す貝類化石群が産出する。

羽二生川層は下戸層を整合に覆い、下位より海進礫岩、石灰質砂岩、海緑石層及び灰色泥岩からなる。石灰質砂岩からは Pectinid 群集と呼ばれる外海の浅海生貝類化石が豊富に産する。本層の最上部には、厚さ数十cm の海緑石が濃集した海緑石層が発達する。ただし、本層の模式地である質場川の支流奥(付図5, TB-III)では、灰色泥岩中に3層の海緑石層が認められる(付図10参照)。

中山層は羽二生川層の上位に整合に重なり、下部は硬質泥岩、上部は珪藻質泥岩からなる。本層は初生的には珪藻質泥岩から構成されていたが、下部は続成作用により硬質泥岩となったと推定される。本層は葉理の発達程度や岩相により、下位から N1 から N6 に区分できる。最下部の N1 は珪藻質泥岩で、塊状泥岩と葉理泥岩の繰り返しからなるが、全体では塊状泥岩が卓越する。N2 も珪藻質泥岩で、葉理泥岩と弱葉理泥岩の繰り返しからなり、塊状泥岩はほとんど含まない。N3 は珪藻質泥岩からなり、塊状泥岩と弱葉理泥岩の繰り返しが多く、わずかに葉理泥岩が発達する。N4 は塊状泥岩のみからなるが、岩質が珪藻質でないことで他の岩相とは異質である。N5 は再び珪藻質となり、塊状泥岩と弱葉理泥岩が繰り返すが、一部では葉理泥岩も発達する。最上部の N6 は塊状の珪藻質泥岩からなる。

野坂層は中山層を整合に覆う無層理塊状の泥岩からなる。本層の下限は、中山層と野坂層の境界付近に発達する海緑石層に挟在するテフラ層 WKA-5 の上面とする。本層の泥岩は珪藻を含み、多少珪藻質ではあるが、珪藻含有量は中山層に比べ少ない。

河内層は野坂層を不整合に覆い、主に砂質泥岩からなる。一部では砂岩泥岩互層からなる。一般に貝類化石を多産する。

貝立層は河内層を不整合に覆い、未固結の中～粗砂と礫からなる。貝化石層が発達する。

質場層は礫、砂、砂質シルトの互層からなり貝立層から整合に漸移する。貝類化石や有孔虫化石が多産する。

### 3. 調査セクション・試料及び方法

本研究では9つの層序セクション(NK, SN, WK, TB-I, TB-III, TB-IIU, TB-III, TB-IV, SW)で研究を行った(第3図)。層序セクションの名称は坂本(1992)と柳沢ほか(2009)に従う。各層序セクションの柱状図の対比を第4図に、ルートマップと試料採取地点を付図1から付図7に、詳細柱状図を付図8から付図11に示す。このほか、河内の北西の沢(河内ルート)でも散点的に試料を採取して分析した(付図1参照)。柱状図の作成では、泥岩の葉理については坂本(1992)の6タイプの分類を3タイプ(塊状泥岩、弱葉理泥岩、葉理泥岩)に簡略化して記載した

(柳沢・渡辺, 2017の第1表参照)。

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

珪藻殻の計数は、生物顕微鏡600倍の倍率下で行った。Chaetoceros 属の休眠胞子を除いて、観察されたすべての種の蓋殻が100になるまで計数し、その後、さらにカバーガラスの幅5 mm の範囲を走査して、その過程で新たに認められた種、及び破片としてのみ認められた種は present (+)として記録した。なお、化石帯が決定できない場合は、さらにスライドを全面走査するか、スライドを追加作成して走査した。休眠胞子については、上記100蓋殻計数時に認められた総数を別途記録した。

珪藻の保存状態(preservation)は、殻の破損・溶解の程度と頑丈な殻を持つ珪藻の頻度を基に、G (good), M (moderate), P (poor) の3段階に分けた。産出量(abundance)は100蓋殻に至るまでの走査線の数により、A (abundant) = 走査線1未満, C (common) = 走査線1以上3未満, R (rare) = 走査線3以上と区分した。

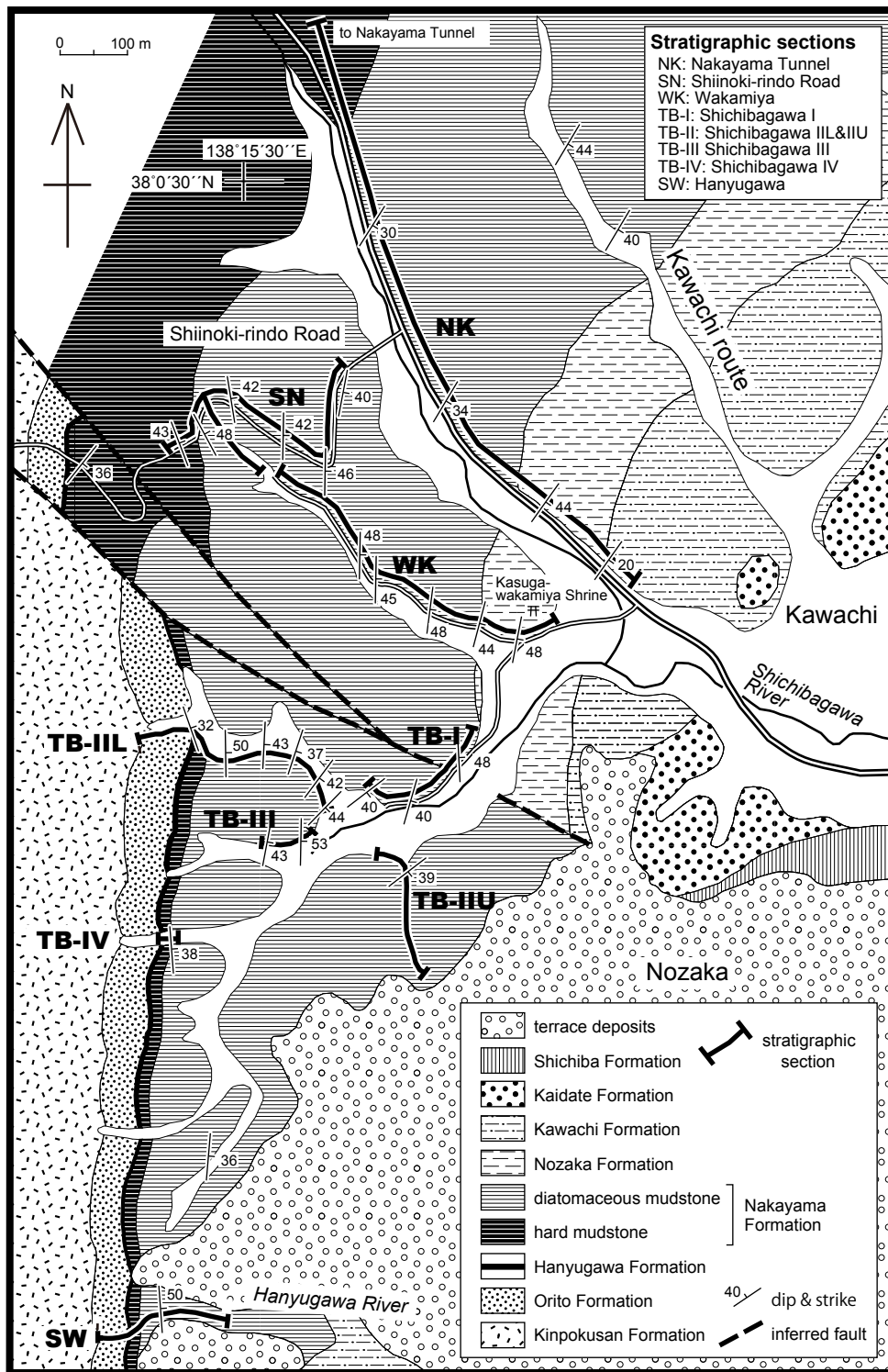
珪藻化石帯区分はAkiba (1986)とYanagisawa and Akiba (1998)の新第三紀北太平洋珪藻化石帯区分を適用し、化石帯はNPDコード、生層準はDコード(D10-D120)を用いた。なお、生層準 D77.5 (*Thalassiosira temperei* の終産出)のコードを暫定的に導入した(第13図の右上の付記を参照)。このほか、*Thalassiosira jacksonii* (plicated) の初産出層準(5.2 Ma)と終産出層準(4.8 Ma)も年代推定に用いた。年代はWatanabe and Yanagisawa (2005)を用いて修正し、Gradstein *et al.* (2012)の地磁気極性年代尺度に合わせて調整した。なお、この報告では記述を簡略化するために、コード番号のついた生層準を基準として、暫定的に各化石帯を細分した「区間」(interval)を導入して使用する(第4図)。

### 4. 珪藻化石分析結果

各セクション及び河内ルートの珪藻化石の分析結果を付表1～10に示す。

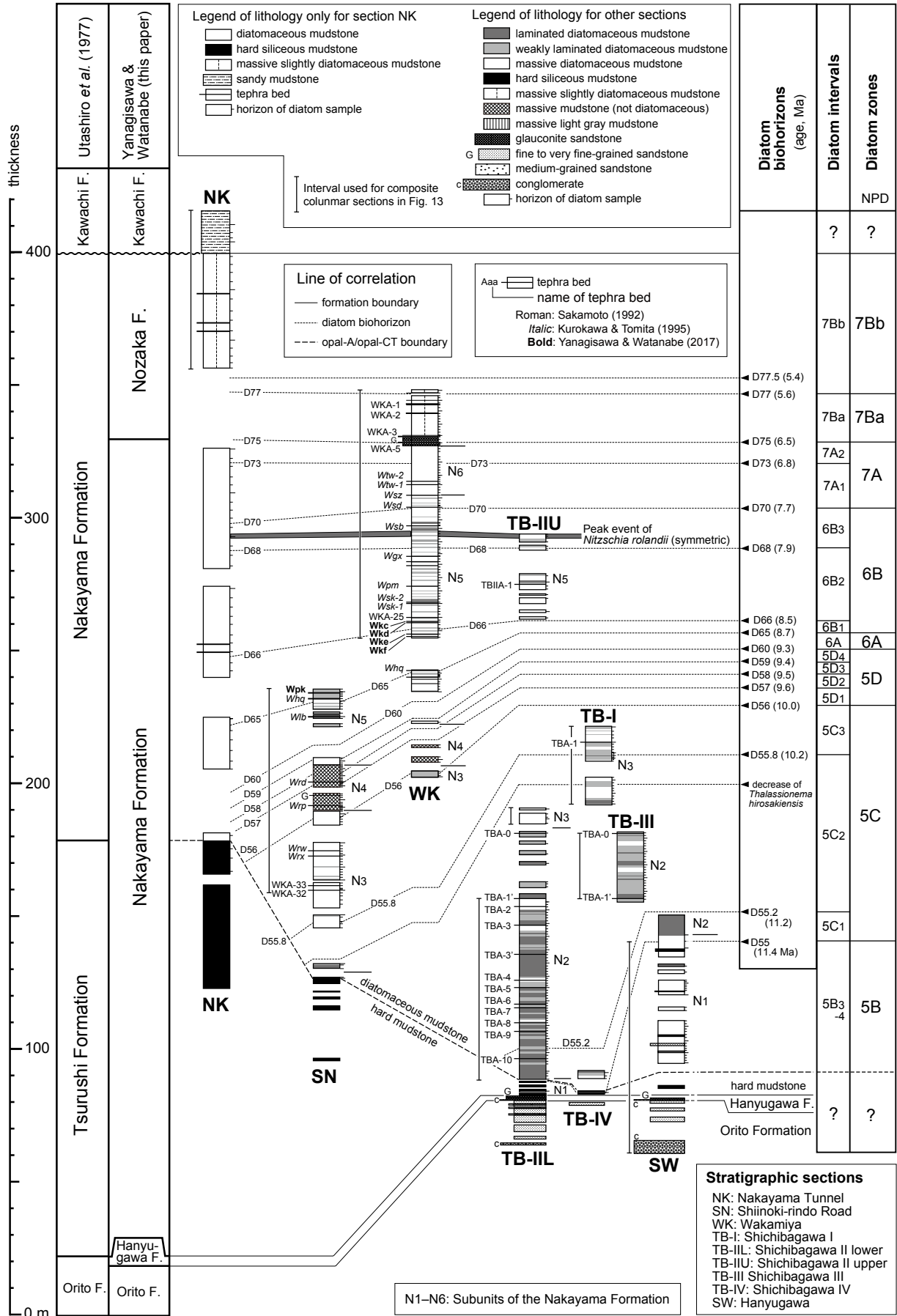
#### 4.1 中山トンネル(NK)セクション

このセクションは中山トンネルに至る県道沿いで作成



第3図 調査地域の地質図。柳沢・渡辺(2017)に基づく。

Fig. 3 Geologic map of the surveyed area based on Yanagisawa and Watanabe (2017).



されたセクション(第5図)で、中山層、野坂層及び河内層を含む(第4図)。ただし、第5図では珪藻の産出しない中山層下部の硬質泥岩は省いている。また、今回分析を行わなかった中山層の珪藻質泥岩の下部については、秋葉(1987)の珪藻化石帯区分の結果のみを図示している。岩相の記載は山野井(1978)に従い、珪藻質泥岩の岩相は細分していない。このセクションでは、花粉化石(山野井, 1978)、珪質鞭毛藻及び石灰質ナノ化石(Uchio, 1974)及び珪藻化石(歌代ほか, 1977; 渡辺ほか, 1977; 秋葉, 1987)の分析が行われている。

試料はNK01からNK33まで33個を分析した。このうち、試料NK01-29は山野井(1978)が花粉化石、秋葉(1987)が珪藻を分析した試料のうちの一部(N6-N34)である(番号の対応関係は付表1参照)。

中山層ではNPD5D帯からNPD7A帯まで、野坂層ではNPD7Bb帯が認定された。しかし、NPD7Ba帯はそれに相当する部分の露出が欠如しているため、認定されなかった。河内層については、再堆積種が多く化石帯の判定はできなかった。本研究の結果は基本的に秋葉(1987)の結果と一致した。このセクションでは、珪藻質泥岩と硬質泥岩の境界、すなわちオパールAからオパールCTヘシリカが変化する続成作用の境界はNPD5D帯内にある。

#### 4.2 椎ノ木林道(SN)セクション

このセクションは椎ノ木林道に沿う層序セクションで、すでに柳沢ほか(2009)が珪藻化石層序を報告している(第6図)。今回はさらに下位まで試料を追加して分析し、柳沢ほか(2009)の結果と併せて第6図に示した。このセクションにおける中山層の珪藻質泥岩層は、下位よりN3、N4及びN5からなる。試料は柳沢ほか(2009)が分析した試料も含めて、合計91個分析した。この他に硬質泥岩と珪藻質泥岩の境界部において硬質部と軟質部が

(← p. 292)

第4図 層序セクションの対比。各層序セクションの位置は第3図に示す。テフラ層のうち、ローマン体は坂本(1992)、イタリック体は黒川・富田(1995)、ボールド体は本研究によってそれぞれ命名された。珪藻化石帯と珪藻生層準はAkiba (1986)、Yanagisawa and Akiba (1998) 及び Watanabe and Yanagisawa (2005) による。本地域の珪藻化石層序は本報告による。

Fig. 4 Correlation between the stratigraphic sections studied. Locations of stratigraphic sections are shown in Fig. 3. Tephra beds shown in roman, italic and bold types were named by Sakamoto (1992), Kurokawa and Tomita (1995) and this study, respectively. Diatom zones: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998), Watanabe and Yanagisawa (2005). Diatom biostratigraphy in this area is based on this study.

数十cm単位で互層状を呈する部分(いわゆる硬軟互層)から、軟質部の試料を採取して分析したが、珪藻化石は検出されなかった。

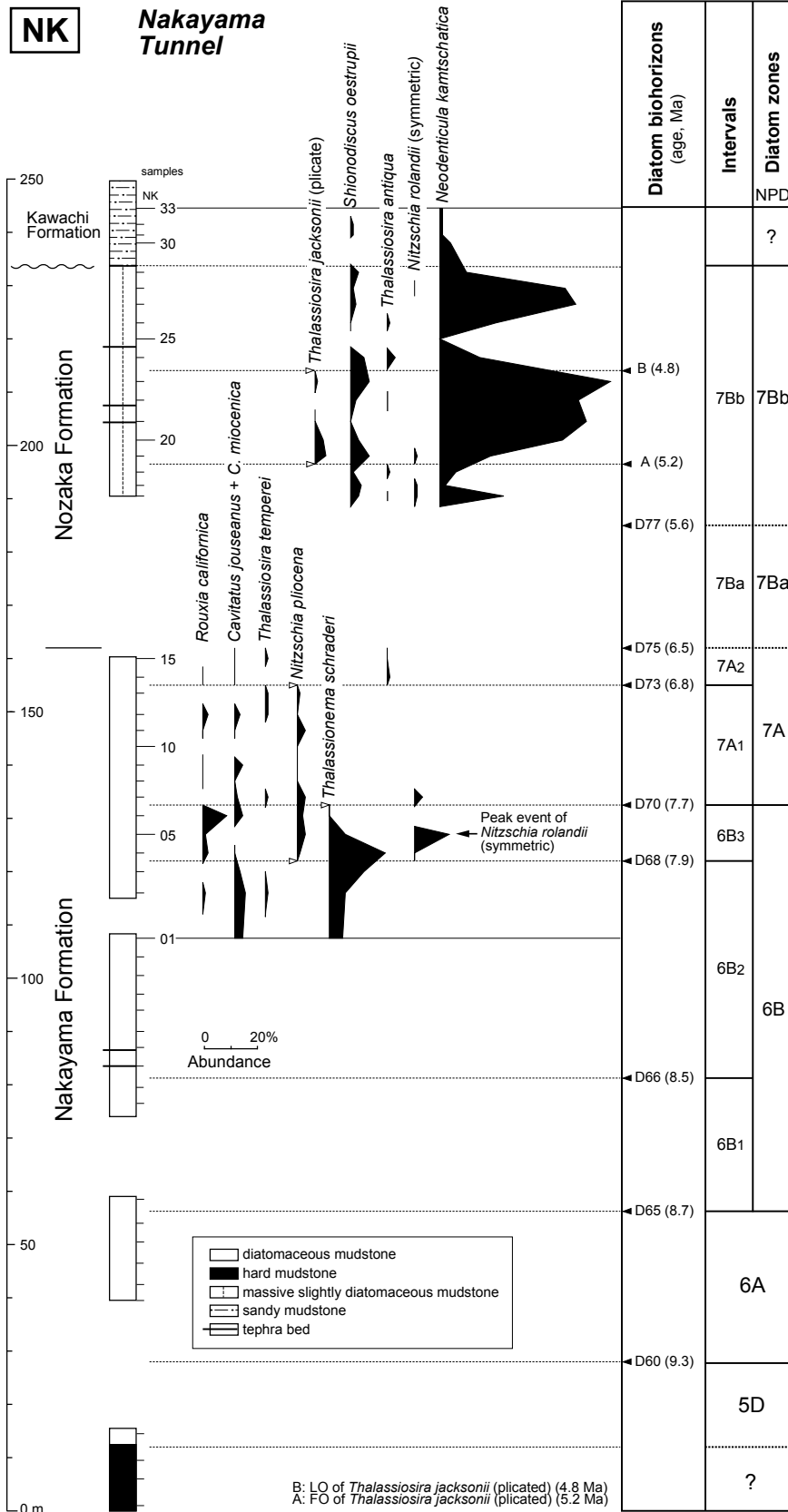
分析の結果、珪藻化石帯としてNPD5C帯からNPD6B帯、生層準としてD55.8からD65までが認められた。珪藻質泥岩と硬質泥岩の境界(シリカの続成作用の境界)は、このセクションではNPD5C帯の中上部にある。

#### 4.3 若宮(WK)セクション

春日若宮神社付近の農道に沿った層序セクションで、中原ほか(1987)が珪藻化石層序の検討を行ったルートである(第7図)。このセクションは中山層(N3~N6)と野坂層下部を含む。試料は合計129個分析した。分析の結果、珪藻化石帯としてはNPD5C帯からNPD7Bb帯、生層準はD56からD77までが認められた。

中山層と野坂層の境界であるテフラ層WKA-5の上面付近にあるNPD7A帯とNPD7Ba帯の境界は、*Rouxia californica*の終産出(D75, 6.5 Ma)で定義されているが、本種は終産出層準付近で産出頻度が低く、この生層準は認定が難しい場合が多い。この困難を克服する方法として、副認定基準 *Azpeitia komurae*の終産出層準(Akiba, 1987)と *Thalassiosira castanea*の初産出層準(Akiba and Yanagisawa, 1998)が提案された。若宮(WK)セクションにおいても、生層準D75は *R. californica*の頻度が低く、産出も一部散点的であるため、その認定が難しかったが、*A. komurae*の終産出と *T. castanea*の初産出層準を用いて、その位置を確定することができた。このほか、*Cavitatus jouseanus*, *C. miocenica*, *C. linealis*の終産出、すなわち *Cavitatus* 属の終産出層準も生層準D75にほぼ一致しており、生層準D75の認定に役立つ。

以上の結果は中原ほか(1987)とほぼ一致するが、一部に食い違いがある。中原ほか(1987)では、若宮(WK)セクションの最下部の試料(Wk-229)から *Denticulopsis praedimorpha*が産出し、この試料はNPD5B帯に位置づけられている。この部分は、本論文では椎ノ木林道(SN)セクションの一部に相当し(付図2)、中原ほか(1987)の試料Wk-229は、本論文の試料SN-11付近に当たる。本研究の結果に基づくと、この層準はNPD5B帯ではなく、NPD5C帯の上部と認定される(第6図)。この食い違いの原因としては、2つの可能性が考えられる。1つは、Wk-229に下位層準から *D. praedimorpha*の再堆積殻が含まれていた可能性である。もう1つは、SN-11から産出する *Denticulopsis crassa*のclosed copulaが *D. praedimorpha*のclosed copulaと誤認されて同定された可能性である。*D. crassa*はYanagisawa and Akiba (1990)によって記載された種で、中原ほか(1987)が研究を行った1980年代後半にはまだ識別されていなかった。両種のclosed copulaはよく似ており(図版1のfig. 5とfig. 18)、*D. crassa*が認識されていなかった当時、これを *D. praedimorpha*と同定して



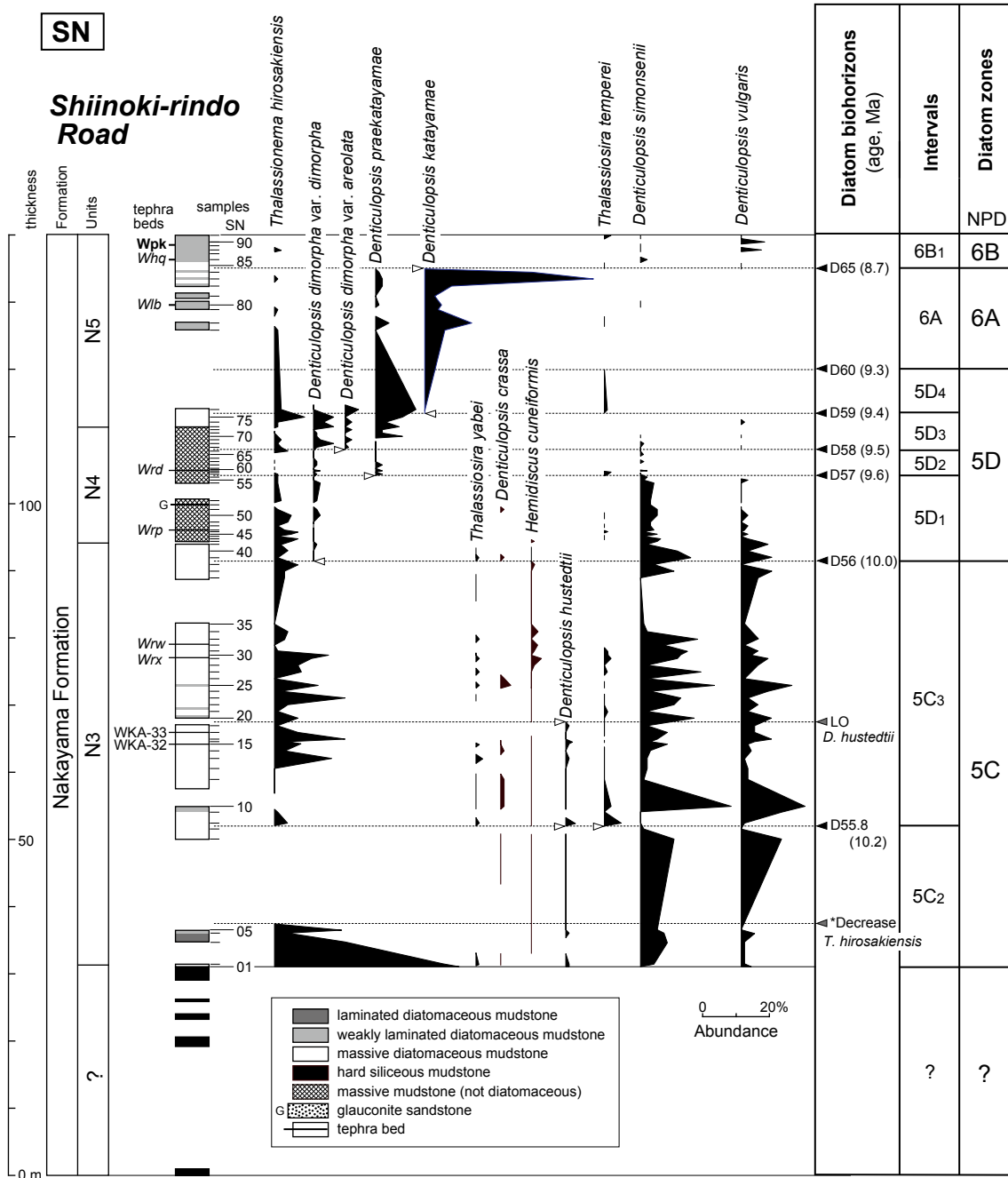
第5図

中山トンネル(NK)セクションにおける中山層・野坂層及び河内層の珪藻化石層序。中山層の最下部の硬質泥岩の部分の柱状図は省略。試料の採取位置は付図1に、珪藻化石分析結果は付表1に示す。珪藻化石帯と珪藻生層準はAkiba(1986)、Yanagisawa and Akiba (1998) 及び Watanabe and Yanagisawa (2005) による。珪藻区間は本研究による。

Fig. 5

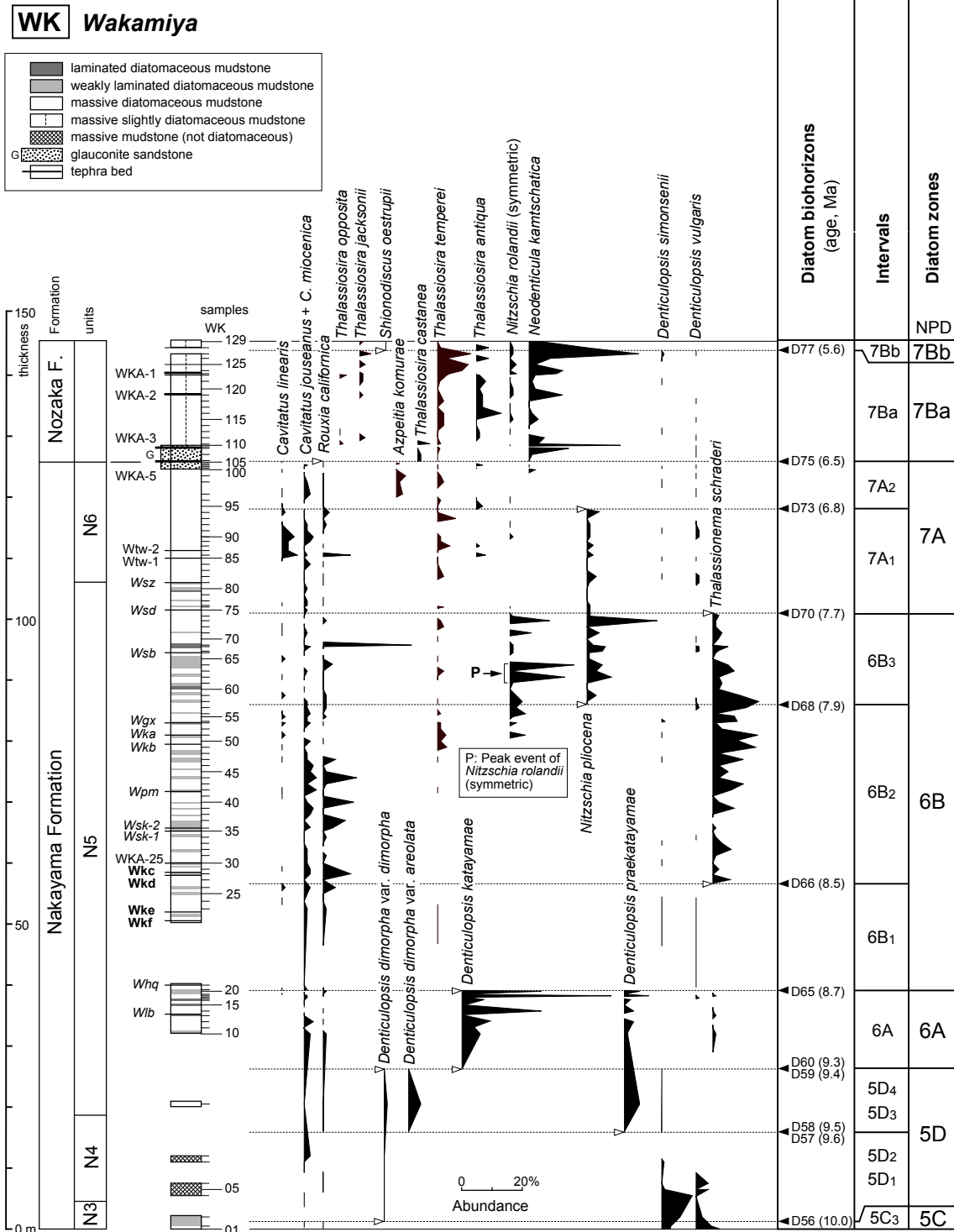
Diatom biostratigraphy of the Nakayama, Nozaka and Kawachi formations of the Nakayama Tunnel (NK) section. Interval of hard mudstone of the lowest part of the Nakayama Formation is omitted. Sample locations and the occurrence of diatoms in this section are shown in Fig. A1 and Table A1, respectively. Diatom zones: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998), Watanabe and Yanagisawa (2005). Diatom interval: this study.





第6図 椎ノ木林道(SN)セクションにおける中山層の珪藻化石層序. 珪藻化石分析データは, 柳沢ほか(2009)のデータを含む. 試料の採取位置は付図2に, 詳細柱状図は付図8に, 珪藻化石分析結果は付表2に示す. テフラ層のうち, ローマン体は坂本(1992), イタリア体は黒川・富田(1995), ボールド体は本研究によってそれぞれ命名された. 珪藻化石帯と珪藻生層準はAkiba(1986), Yanagisawa and Akiba(1998)及びWatanabe and Yanagisawa(2005)による. 珪藻区間は本研究による.

Fig. 6 Diatom biostratigraphy of the Nakayama Formation of the Shiinoki-rindo Road (SN) section, including the data of Yanagisawa *et al.* (2009). Sample locations, detailed columnar sections and the occurrence of diatoms in this section are shown in Fig. A2, Fig. A8 and Table A2, respectively. Tephra beds shown in roman, italic and bold types were named by Sakamoto (1992), Kurokawa and Tomita (1995) and this study, respectively. Diatom zones: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998), Watanabe and Yanagisawa (2005). Diatom interval: this study.



第7図 若宮(WK)セクションにおける中山層と野坂層の珪藻化石層序。試料の採取位置は付図3に、詳細柱状図は付図9に、珪藻化石分析結果は付表3に示す。テフラ層のうち、ローマン体は坂本(1992)、イタリック体は黒川・富田(1995)、ボールド体は本研究によってそれぞれ命名された。珪藻化石帯と珪藻生層準はAkiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998) 及び Watanabe and Yanagisawa (2005)による。珪藻区間は本研究による。

Fig. 7 Diatom biostratigraphy of the Nakayama and Nozaka formations of the Wakamiya (WK) section. Sample locations, detailed columnar sections and the occurrence of diatoms in this section are shown in Fig. A3, Fig. A9 and Table A3, respectively. Tephra beds shown in roman, italic and bold types were named by Sakamoto (1992), Kurokawa and Tomita (1995) and this study, respectively. Diatom zones: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998), Watanabe and Yanagisawa (2005). Diatom interval: this study.

しまうのは無理からぬところがある。いずれにしろ、この層準がNPD5C帯の上部に相当することは確かである。

#### 4.4 質場川Ⅱ下部, Ⅲ (TB-I, TB-III, TB-III) セクション

第8図に、質場川Ⅰ (TB-I)、質場川Ⅱ下部 (TB-III) 及び質場川Ⅲ (TB-III) の3つのセクションを合わせた複合層序セクションの珪藻化石層序分析の結果を示す。ただし、第8図では、層準が重複する質場川Ⅱ下部 (TB-III) の上部と質場川Ⅲ (TB-III) では、連続性のよい質場川Ⅲ (TB-III) のデータに基づいて珪藻の産出状況を示している。

このセクションは下戸層、羽二生川層及び中山層 (N1, N2, N3) を含む。試料数は質場川Ⅰ (TB-I) で34個、質場川Ⅱ下部 (TB-III) で83個、質場川Ⅲ (TB-III) で27個である。このほか、TB-IIIでは、下戸層の泥質細粒砂岩23個と羽二生川層の泥岩及び海緑石砂岩16個についても分析を行ったが、珪藻化石は検出されなかった (付図10参照)。

分析の結果、珪藻化石帯はNPD5B帯からNPD5C帯、生層準はD55からD55.8までが確認できた。このほか、*Thalassionema hirosakiensis* の急減層準がTB-Iセクションの下部で認められた。この種はそれより下位では多産しているが、試料TBI-08とTBI-09の間で急減している。同様の現象は、露頭欠如で明瞭ではないものの、SNセクションの下部でも認められ (第6図)、この複合セクションと椎ノ木林道 (SN) セクションを対比するのに有用である。質場川Ⅱ下部 (TB-III) セクションでの珪藻質泥岩と硬質泥岩の境界は、NPD5C帯最下部ないしNPD5B帯最上部にあるが、硬質泥岩の一部は続成作用を免れて、珪藻質泥岩として残存しており、その層準 (試料TBII-01) からはNPD5B帯の珪藻化石群集が検出された。

#### 4.5 質場川Ⅱ上部 (TB-IIU) セクション

質場川右岸のセクションで、層準的には質場川Ⅰ (TB-I) セクションより上位に相当し、中山層のN6が露出する (第9図)。分析の結果、珪藻化石帯としてはNPD6B帯、生層準ではD68が認められた。生層準D68の約2m上位の層準では、*Nitzschia rolandii* (symmetric) が多産するピークイベントがあり、試料TBII-96では本種の産出頻度が68%に達している。

#### 4.6 質場川Ⅳ (TB-IV) セクション

このセクションでは、坂本 (1992) のTB-IVのうちの羽二生川層の海緑石層の珪藻化石年代を明らかにするために、その付近の層準のみの珪藻化石分析を行った (第10図)。露出が悪く、羽二生川層の礫岩と海緑石層は確認できなかったが、中山層最下部の珪藻質泥岩からは、NPD5C帯の珪藻化石が産出した。

#### 4.7 羽二生川 (SW) セクション

羽二生川の最上流部に沿ったセクションで、歌代ほか (1977) が珪藻分析を行ったMルートに相当する (第11図)。ここでは、下戸層、羽二生川層及び中山層の下部 (N1, N2) が露出している。試料は中山層で31個分析した。このほか、下戸層と羽二生川層についても6個試料を処理したが、珪藻化石は検出されなかった。

珪藻化石帯としてNPD5B帯とNPD5C帯、珪藻生層準としてD55が認定できる。

#### 4.8 河内ルート

このルートは予備的に調査したのみで、組織的に試料を採取していないので、試料採取地点 (付図1) と珪藻分析結果 (付表10) のみを示すに留める。

## 5. 考察

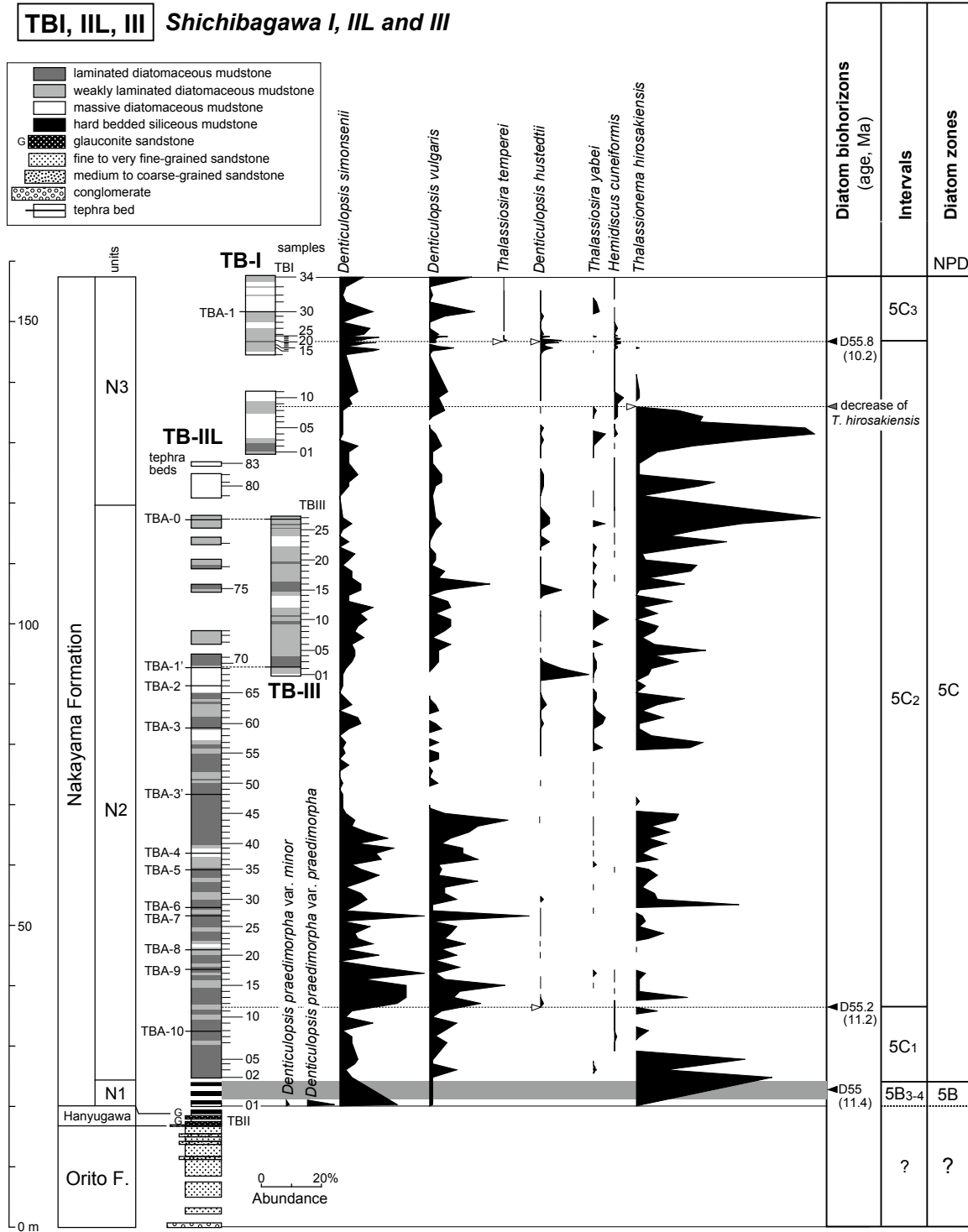
### 5.1 層序セクションの対比

第4図と第12図に本研究で検討した各層序セクションの対比を示す。Yanagisawa and Akiba (1998) が導入した各生層準は相互に矛盾なく対比できる。そのほか、質場川Ⅰ (TB-I) セクションにおいて生層準D55.8の下位で確認された *Thalassionema hirosakiensis* の急減は、SNセクションの下部でも同じ層準で認められるので、地域的な対比基準として使用できる。また、質場川Ⅱ上部 (TB-IIU) セクションにおいてNPD6B帯上部の生層準D68の上位で認められる *Nitzschia rolandii* (symmetric) のピークイベント (最大頻度68%) は、若宮 (WK) セクションや中山トンネル (NK) セクションでも産出頻度はやや小さいものの、全く同じ層準で同様なピークが認められるので、おそらく同じ現象を捉えたものと判断される。

以上の対比に基づくと、中山層上部の珪藻質泥岩はNPD5B帯からNPD7A帯に、野坂層はNPD7Ba垂帯とNPD7Bb垂帯に対比できる。一方、中山層下部の硬質泥岩からは珪藻化石は産出しないので、珪藻化石層序との対応関係は不明である。

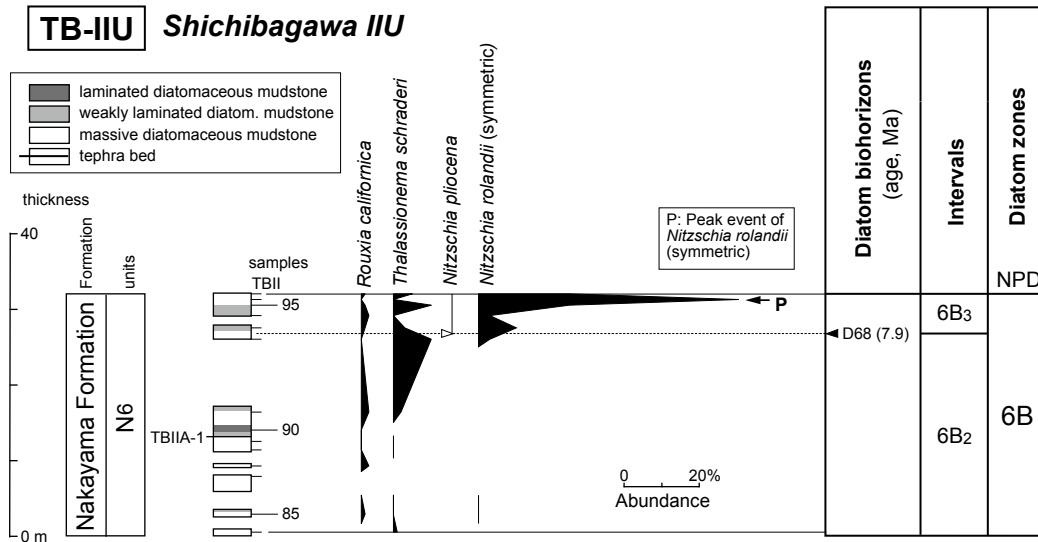
坂本 (1992) は珪藻質泥岩の層相とテフラ層に基づき各層序セクションを対比したが、本研究の珪藻化石分析の結果、その対比の一部を修正する必要があることがわかった。坂本 (1992) は、質場川Ⅰ、質場川Ⅱ下部 (TB-III) 及び質場川Ⅲ (TB-III) セクション全体を若宮 (WK) セクションの下部に対比した。しかし、本研究による珪藻化石層序に基づくと、質場川Ⅰ、質場川Ⅱ下部 (TB-III) 及び質場川Ⅲ (TB-III) セクションは、若宮 (WK) セクションよりも年代が古く、その下位に対比され、年代は全く重複しない (第4図)。また、質場川Ⅱ下部 (TB-III) セクションと羽二生川 (SW) セクションの対比も修正が必要である。

柳沢・渡辺 (2017) で新しく定義された中山層は、



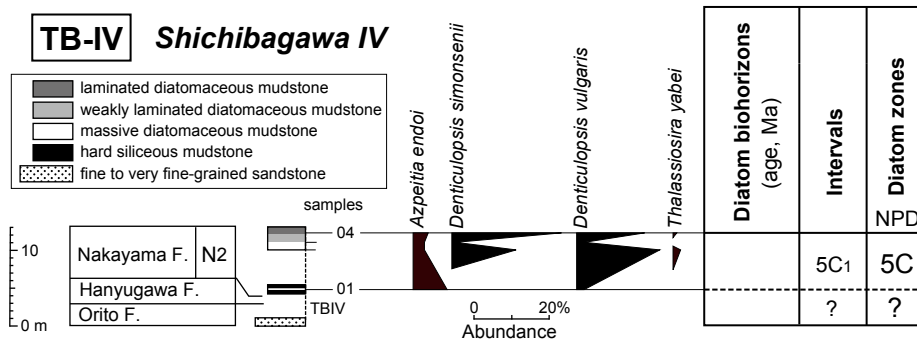
第8図 質場川 I, II 下部, III (TB-I, TB-IIL, TB-III) 複合セクションにおける中山層の珪藻化石層序。試料の採取位置は付図4 (TB-I) と付図5 (TB-IIL, TB-III) に、詳細柱状図は付図10 (TB-IIL) と付図11 (TB-I, TB-III) に、珪藻化石分析結果は付表4 (TB-I), 付表6 (TB-IIL), 付表5 (TB-III) に示す。テフラ層(ローマン体)は坂本(1992)によって命名。珪藻化石帯と珪藻生層準はAkiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998) 及びWatanabe and Yanagisawa (2005) による。珪藻区間は本研究による。

Fig. 8 Diatom biostratigraphy of the Nakayama Formation of the Shichibagawa I, II (lower) and III (TB-I, TB-IIL and TB-III) composite section. Sample locations are shown in Fig. A4 (TB-I) and Fig. A5 (TB-IIL, TB-III). Detailed columnar sections are shown in Fig. A10 (TB-IIL) and Fig. A11 (TB-I, TB-III). The occurrences of diatoms are shown in Tables A4 (TB-I), A6 (TB-IIL) and A5 (TB-III). Tephra beds were named by Sakamoto (1992). Diatom zones: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998), Watanabe and Yanagisawa (2005). Diatom interval: this study.



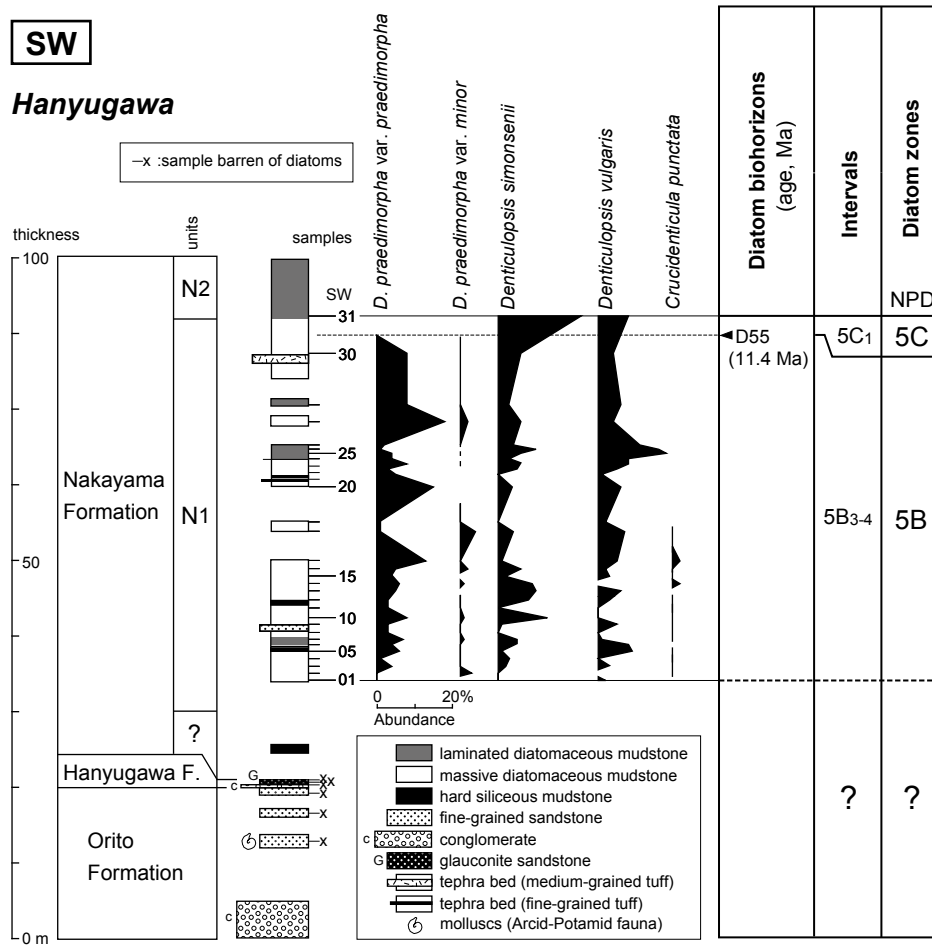
第9図 質場川IIセクション上部(TB-IIU)における中山層の珪藻化石層序。試料の採取位置は付図6に、詳細柱状図は付図10に、珪藻化石分析結果は付表7に示す。テフラ層は坂本(1992)により命名。珪藻化石帯と珪藻生層準は Akiba(1986), Yanagisawa and Akiba(1998) 及び Watanabe and Yanagisawa (2005) による。珪藻区間は本研究による。

Fig. 9 Diatom biostratigraphy of the Nakayama Formation of the upper part of the Shichibagawa II (TB-IIU) section. Sample locations, detailed columnar sections and the occurrence of diatoms in this section are shown in Fig. A6, Fig. A10 and Table A7, respectively. Tephra bed was named by Sakamoto (1992). Diatom zones: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998), Watanabe and Yanagisawa (2005). Diatom interval: this study.



第10図 質場川IV(TB-IV)セクションにおける中山層の珪藻化石層序。珪藻化石分析結果は付表8に示す。珪藻化石帯と珪藻生層準は Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998) 及び Watanabe and Yanagisawa (2005) による。珪藻区間は本研究による。

Fig. 10 Diatom biostratigraphy of the Nakayama Formation of the Shichibagawa IV (TB-IV) section. The occurrences of diatoms in this section are shown in Table A8. Diatom zones: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998), Watanabe and Yanagisawa (2005). Diatom interval: this study.



第11図 羽二生川(SW)セクションにおける中山層の珪藻化石層序。試料の採取位置は付図7に、珪藻化石分析結果は付表9に示す。珪藻化石帯と珪藻生層準は Akiba(1986), Yanagisawa and Akiba(1998) 及び Watanabe and Yanagisawa (2005) による。珪藻区間は本研究による。

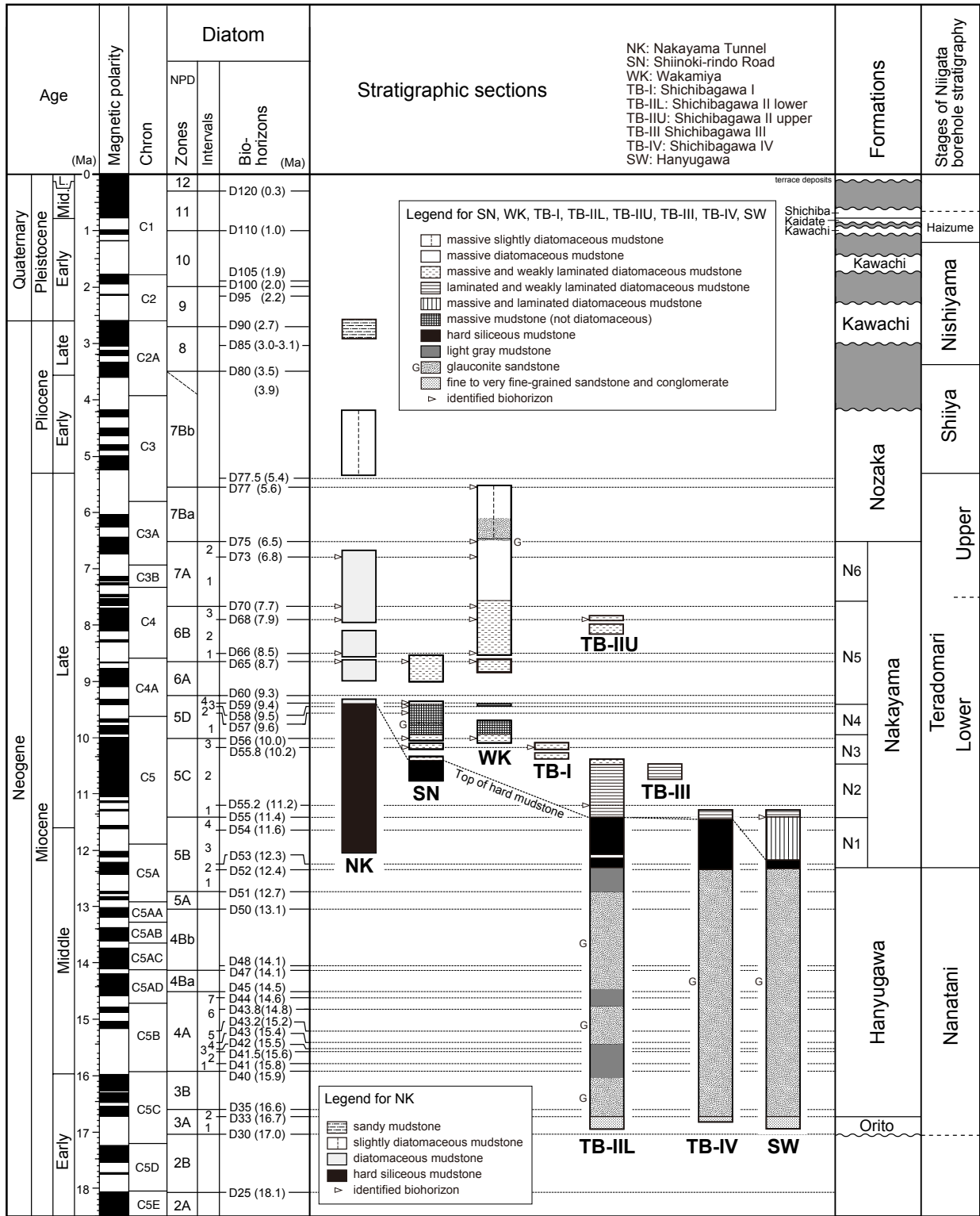
Fig. 11 Diatom biostratigraphy of the Nakayama Formation of the Hanyugawa (SW) section. Sample locations and the occurrence of diatoms in this section are shown in Fig. A7 and Table A9, respectively. Diatom zones: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998), Watanabe and Yanagisawa (2005). Diatom interval: this study.

下部は硬質泥岩、上部は珪藻質泥岩からなる。両岩相の境界は、従来の層序では下位の「鶴子層」(硬質泥岩)と上部の「中山層」(珪藻質泥岩)の地層境界とされてきたが、第4図及び第12図に示すように、珪藻化石層序の生層準で示される同時面とは明らかに斜交する。最も北に位置する中山トンネル(NK)セクションでは、珪藻質泥岩と硬質泥岩の境界はNPD5D帯の中にあるが、その南の椎ノ木林道(SN)セクションではNPD5C帯の中部の区間 5C2の中に、質場川II下部(TB-III)セクションではNPD5C帯最下部ないし NPD5B帯最上部に、そして最も南の羽二生川(SW)セクションでは NPD5B帯の中下部に存在する。このように、珪藻質泥岩と硬質泥岩の境界の年代は北のセクションほど新しく、南ほど古くなっている。

## 5.2 珪藻年代層序のまとめ

以上の対比を基に、重複部分を省略して統合柱状図を作成し、中山層、野坂層及び河内層最下部の珪藻化石層序をまとめ(第13図)、堆積速度曲線を作成した(第14図)。

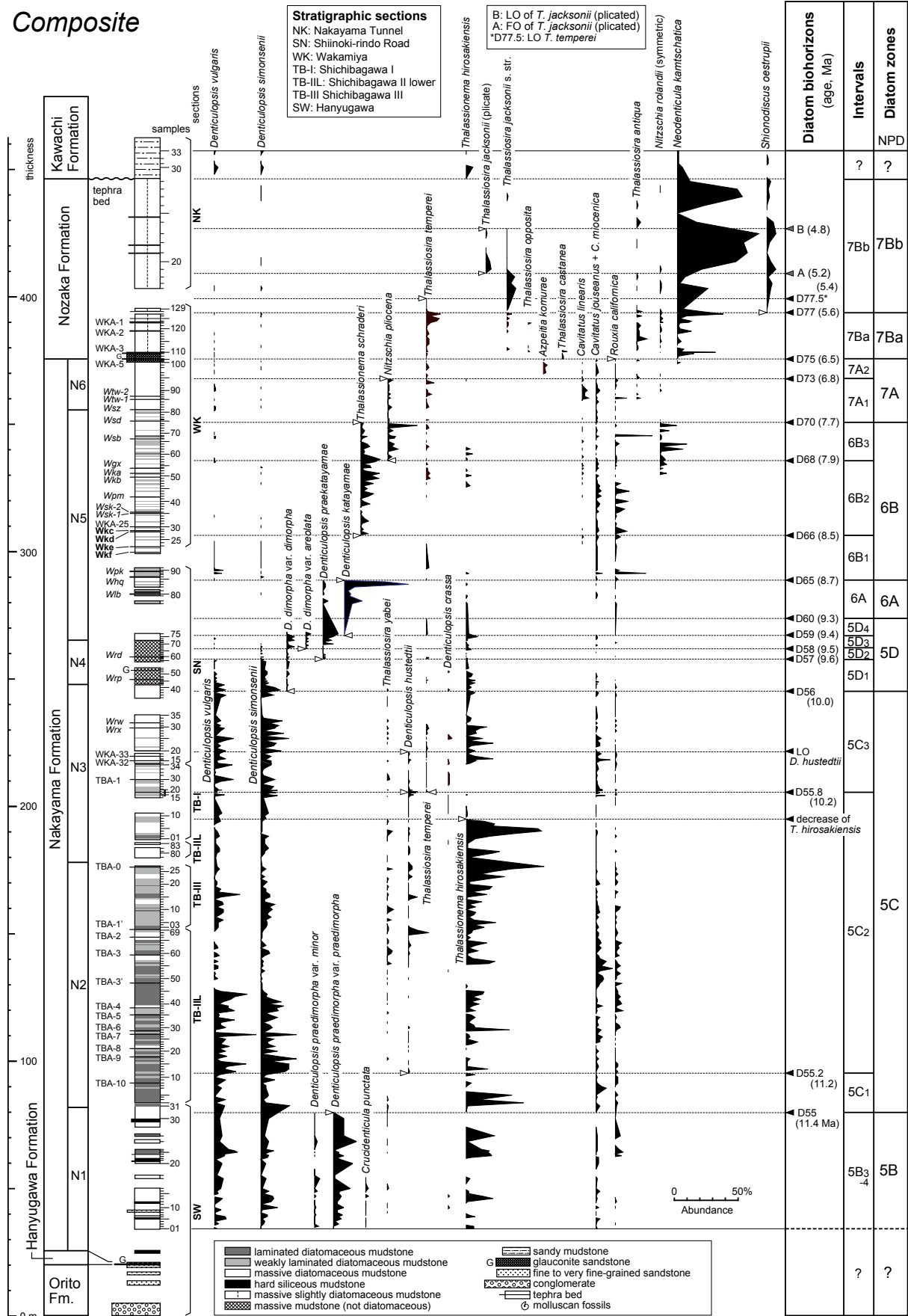
中山層の下部は硬質泥岩となっていて珪藻化石を産出しないため、珪藻化石層序上の位置づけは不明であるが、本層で最も古いのは区間 NPD5B<sub>3</sub>である。一方、本層の上限は、海緑石層になっており、NPD7A帯と NPD7Ba帯の境界に一致する。堆積速度曲線から中山層全体の堆積年代は12.3–6.5 Maと算定される。また、細分された各岩相の年代は、N1 が12.3–11.4 Ma, N2 は11.4–10.4 Ma, N3 は10.4–9.9 Ma, N4 は9.9–9.4 Ma, N5 は9.4–7.4 Ma, N6 は7.4–6.5 Maと推定される。野坂層は NPD7Ba 亜帯と NPD7Bb 亜帯に対比され、堆積速度曲線により本層の



第12図 各層序セクションの珪藻化石年代。各層序セクションの位置は第3図に示す。各層序セクションの岩相は簡略化した。地磁気極性年代尺度は Gradstein *et al.* (2012) に、珪藻化石帯区分は Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998) 及び Watanabe and Yanagisawa (2005) に、新潟地域坑井層序は、新潟県地質図改訂委員会 (2000) 及び工藤ほか (2011) による。

Fig. 12 Diatom biochronology of each stratigraphic section. Location of each stratigraphic section is shown in Fig. 3. Lithology of columnar section sections is slightly simplified. Geomagnetic polarity time scale: Gradstein *et al.* (2012); Diatom zones: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998), Watanabe and Yanagisawa (2005); Niigata borehole stratigraphy: the Compilation Committee of the Geologic Map of Niigata Prefecture (2000) and Kudo *et al.* (2011).

Composite





年代は 6.5–4.2 Ma と算定される。河内層については、再堆積種が多く化石帯の判定はできなかったが、中原ほか (1987) によれば、NPD8 帯に属する珪藻化石群集が産出している。

### 5.3 下戸層と羽二生川層の年代推定

中山層の最下部以下の層準では、珪藻化石は続成作用によって溶解して年代の推定に珪藻化石層序を用いることができず、また微化石層序のデータもほとんどないので、下戸層と羽二生川層では、貝類化石などの大型化石や他地域との対比を基に間接的に年代を推定した。

下戸層の年代は主に貝類化石を基に推定した。下戸層からは、門ノ沢動物群に属する熱帯ないし亜熱帯の内湾生の Arcid-Potamid 群集が産出する (津田, 1954, 1956, 1965; 木村・小林, 1977)。門ノ沢動物群は、浮遊性有孔虫化石帯 (Blow, 1969) の N.8 帯を示す中新世の Mid-Neogene Climatic optimum を示す群集として知られているが (例えば, Tsuchi, 1990)、珪藻化石層序データによって、その年代はさらに限定できる。この群集は内湾のエスチュアリー堆積物中に産するので、外洋性の微化石は直接的には併存しないが、海進面を挟んでその直上の外洋性堆積物中からは、珪藻化石層序の NPD3A 帯上部 (区間 NPD3A2) を示す珪藻群集が産出する。このことは、岩手県二戸・三戸地域の門ノ沢層 (入月・松原, 1994)、宮城県松島地域の網尻層 (秋葉ほか, 1982; 柳沢・秋葉, 1999)、福島県～茨城県の常磐地域の南白土層 (小泉, 1986; 須藤ほか, 2005)、富山県八尾地域の黒瀬谷層と東別所層 (柳沢, 1999c)、石川県能登半島の珠洲地域の東印内層と法住寺層 (柳沢, 1999d; 吉川ほか, 2002)、石川県医王山地域の砂子坂層と土山層 (柳

沢, 1999b)、石川県金沢地域の砂子坂層と七曲層 (柳沢, 1999a)、岡山県高山市地域の備北層群下部 (渡辺ほか, 1999) など、本州の広範囲にわたる多くの地域で確認されている。また、北海道の奥尻島 (秦・長谷川, 1971; 秋葉, 1977) や岩手県の軽米地域 (吉田ほか, 1987) では、貝類化石産出層準との正確な上下関係は不明ではあるが、門ノ沢動物群を産するのと同じ地層から、NPD3A 帯の下部 (区間 NPD3A1) と認定できる珪藻化石群集が報告されている。一方、常磐地域では、門ノ沢動物群を含む南白土層の下位にあたる湯長谷層群三沢層の上部に NPD3A 帯の下限を定義する生層準 D30 が見出されている (柳沢, 2011)。

以上の事実は、門ノ沢動物群が日本の広範囲において、いずれの地域においても区間 NPD3A1 (17.0–16.7 Ma) の短い年代区間に収まり、極めて同時性が高いことを示す。また、この群集の産出層準の年代は酸素同位体比曲線で示されるグローバルな温暖化のピークに正確に一致していること (須藤ほか, 2005; 柳沢, 2011) も、その同時性を支持している。もちろん、地域によって多少の年代差はあったと思われるが、現時点での地質学的時間スケールの分解能では、門ノ沢動物群の年代は、ほぼ同時とみてよい。以上のように、年代の判明している日本のほとんどの地域で、門ノ沢動物群は区間 NPD3A1 (17.0–16.7 Ma) の短い年代区間にあると判断される。したがって、同じ貝類化石群を産する下戸層の年代も、この年代区間内にあると考えられる。

羽二生川層からは貝類化石 (Pectinid fauna) や大型有孔虫化石が産出しているが、これから本層の堆積年代を推定することはできない。そこで、本層の年代は下位の下戸層の上限年代と上位の中山層の珪藻年代から推定した。

羽二生川層下限の年代は下戸層の年代からみて、16.7 Ma に近接した年代と推定される。一方、羽二生川層の上限の年代は、上位の中山層の珪藻化石年代が制約となる。質場川 II 下部 (TB-III) セクションでは、羽二生川層の海緑石層の上限からわずか 1.3 m 上位から NPD5B 帯上部 (区間 NPD5B3) に認定できる珪藻化石が産出する (付図 10)。また、中山層の珪藻質泥岩層の堆積速度曲線を羽二生川層の海緑石層に外挿すると、羽二生川層の上限の年代は、生層準 D52 と D53 の間 (12.4–12.3 Ma)、すなわち区間 NPD5B2 の中に落ちる。したがって、羽二生川層の海緑石層の上限の年代としては、約 12.3 Ma を採用する。以上から羽二生川層の年代は 16.7–12.3 Ma と推定する。

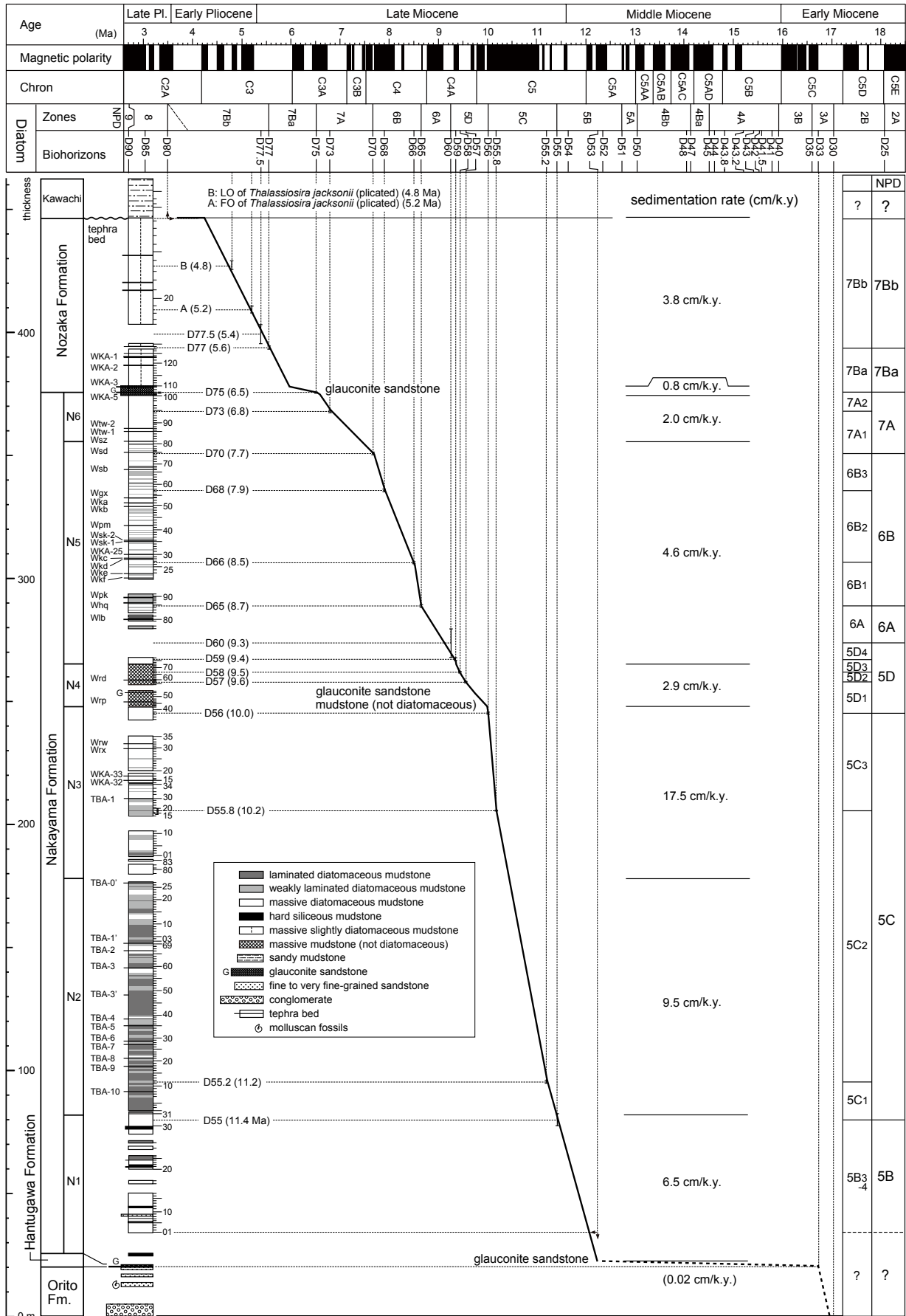
### 5.4 羽二生川層の海緑石層の年代と対比

羽二生川層の主体を占める海緑石層の年代分布を、珪藻化石や他の微化石などで年代が判明している秋田県男鹿半島 (小泉・的場, 1989; Koizumi *et al.*, 2009; 柳沢・渡辺, 2011; 鹿野ほか, 2011)、新潟県胎内地域 (柳沢未

(← p. 302)

第 13 図 複合セクションの珪藻化石層序。柱状図は各層序セクションを総合して作成した。この複合セクション作成に用いた各層序セクションの柱状図の部分は第 4 図に示す。テフラ層のうち、ローマン体は坂本 (1992)、イタリック体は黒川・富田 (1995)、ボード体は本研究によってそれぞれ命名された。珪藻化石帯と珪藻生層準は Akiba (1986)、Yanagisawa and Akiba (1998) 及び Watanabe and Yanagisawa (2005) による。

Fig. 13 Diatom biostratigraphy of the composite stratigraphic section. Columnar section is composed of each stratigraphic section shown in Fig. 4. Tephra beds shown in roman, italic and bold types were named by Sakamoto (1992), Kurokawa and Tomita (1995) and this study, respectively. Diatom zones: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998), Watanabe and Yanagisawa (2005).



公表データ), 新潟県加茂地域(柳沢・工藤, 2011; 工藤ほか, 2011), 富山県氷見地域(渡辺, 1990, 2002), 石川県能登半島の珠洲地域(柳沢, 1999d), 石川県金沢・医王山地域(柳沢, 1999a, b), 及び島根県隠岐諸島の島後(谷村・斎藤, 1986; 林ほか, 2011; 平松ほか, 2015, 2017)の海緑石層と対比した(第15図)。

この図から, 多少のずれはあるものの, 海緑石層の生成は無秩序ではなく, 5層準の限定された年代区間で起こっていることがわかる。それらの海緑石層の年代(最大年代幅)と珪藻化石帯との対応関係は以下のとおりである。

- 1 番目: 約 16.6–15.9 Ma (NPD3B)
- 2 番目: 約 15.4–15.2 Ma (NPD4A5)
- 3 番目: 約 14.1–12.3 Ma (NPD4Bb–5B2)
- 4 番目: 約 10.0–9.6 Ma (NPD5D1)
- 5 番目: 約 6.7–6.2 Ma (NPD7A/7Ba)

このうち, 3番目の海緑石層が最も生成時間が長期間にわたり, しかも地理的分布も広範囲にわたっている。残りの海緑石層の生成年代範囲は比較的短く, 地理的な分布も限定的である。このように海緑石層の生成が日本海地域の各地域でほぼ同じ年代区間で起こっているのは, 日本海の広い範囲に影響を及ぼした共通した要因が働いていることを強く示唆している。なお, 珠洲地域の一部の層序セクションでは, 2番目と3番目が合体して1つの厚い海緑石層となっている(柳沢, 1999d)。また, 男鹿半島でも, 一部の地域で3番目と4番目がほぼ近接して1つの海緑石層のようにになっている場合がある(柳沢・渡辺, 2011)。

羽二生川層の年代は 16.7–12.3 Ma であり, 他地域の1番目, 2番目, 3番目の海緑石層を合わせたものにほぼ相当することがわかる。すでに述べたように, 珠洲地域や男鹿地域では複数の海緑石層が合体して1つの層になっている場合があるので, 羽二生川層の海緑石層も

3層の海緑石層が1つに融合しているものと考えられる。なお, 羽二生川層の模式地である質場川Ⅱ下部(TB-III)セクションの露頭(付図5)では, 海緑石層が灰色泥岩中に3層認められるが(付図10), これら3層の海緑石層は, 他地域の1番目, 2番目, 3番目の海緑石層にそれぞれ対応しているのかもしれない。

このほか, 中山層中部のN4中にみられる海緑石層と, 中山層と野坂層の境界に存在する海緑石層は, それぞれ4番目と5番目の海緑石層に対比される。

## 5.5 新潟地域坑井層序との対比

下戸層はその推定年代(17.0–16.7 Ma)から, 新潟地域坑井層序の七谷階最下部に対比される(第12図)。

羽二生川層(とくにその海緑石層)は, 最大で400万年以上(16.7–12.3 Ma)もの時間を代表し, この期間で堆積が停滞していたことを示す。また, この海緑石層は年代的には新潟地域坑井層序の七谷階の大部分に相当する。したがって, 大佐渡地域南部には七谷階に相当する泥岩はほとんど分布しない。

中山層は新潟地域坑井層序の下部寺泊階にほぼ対応し, 七谷階に相当する部分は含まない。従来「鶴子層」とされた中山層下部の硬質泥岩も下部寺泊階に対応する。

野坂層はほぼ上部寺泊階～権谷階に対比される。ただし上部寺泊階の基底とは多少ずれる部分があるが, これは下部寺泊階と上部寺泊階の境界の年代が確定していないためである。

中山層と野坂層の境界部に存在する海緑石層は, これを挟んで上下で泥岩の岩相が異なり, 海緑石層の下位の中山層は珪藻質泥岩からなるのに対し, 海緑石層の上位の野坂層の泥岩は, 珪藻は含むものの珪藻質泥岩ではない。この海緑石層は, 加茂地域や胎内地域などの新潟堆積盆東縁地域で広く見られるハイアタスに年代的に確実に対比できる(第15図)。

## 6. まとめ

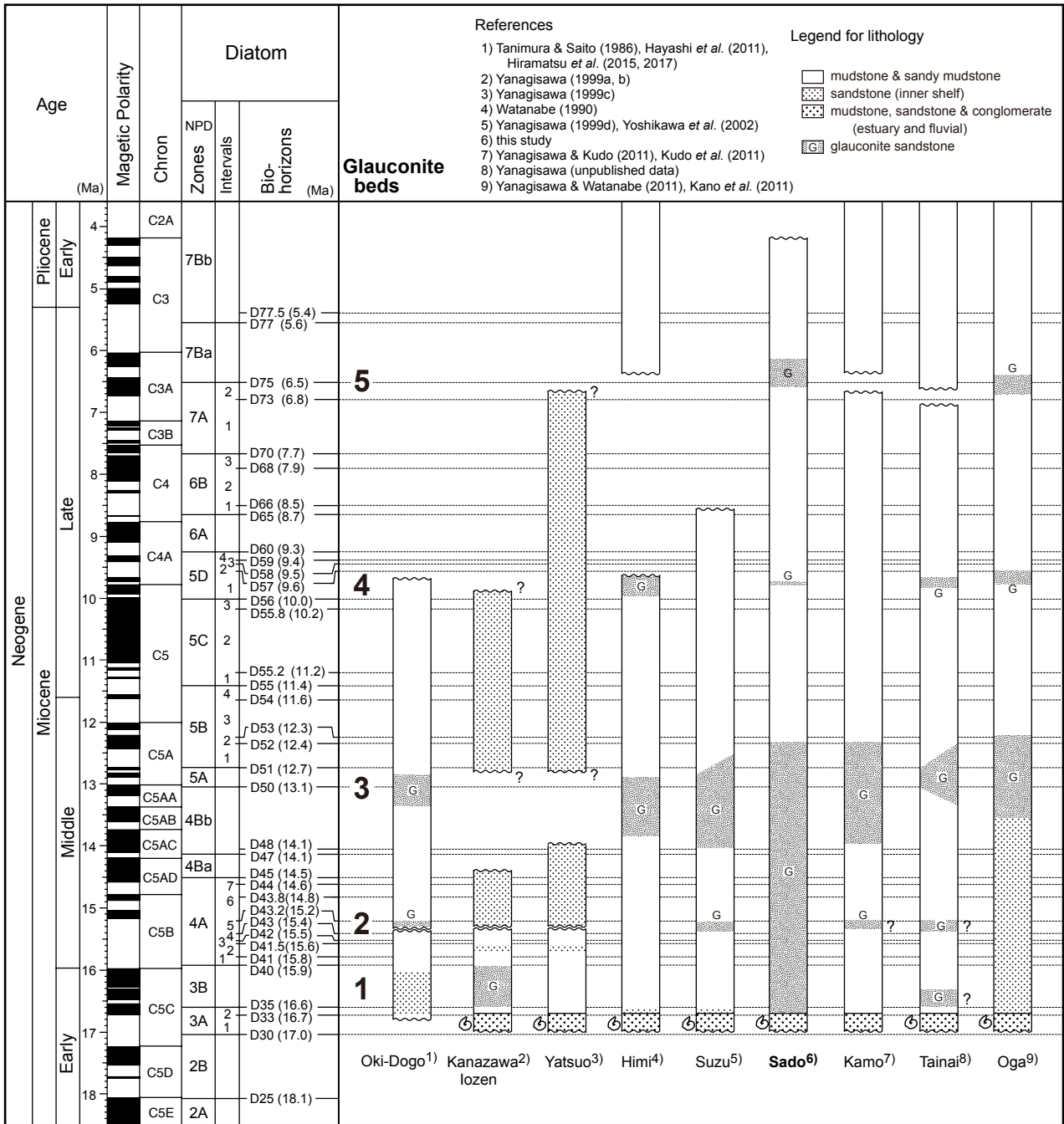
本研究では, 新潟県佐渡島の大佐渡地域南部に分布する新第三系の中山層と野坂層について珪藻化石分析を行い, 両層の珪藻年代層序を確立した。また, 併せてその下位の下戸層と羽二生川層の年代も推定した。

- 1) 中山層は珪藻化石区分の NPD5B帯–NPD7A帯に相当し, その堆積年代は12.3–6.5 Ma と推定される。野坂層は NPD7Ba 帯と NPD7Bb 帯下部に対比され, 年代は6.5–4.2 Ma と算定される。
- 2) 中山層の珪藻質泥岩とそれが続成変化した硬質泥岩の境界は, 同一時間面である珪藻化石層準と大きく斜交する。
- 3) 広域的な同時性を有する門ノ沢動物群に属する Arcid-Potamid 貝類群集の年代から判断して, 下戸層は珪藻

(← p. 304)

第14図 複合セクションにおける堆積速度曲線。テフラ層は, ローマン体が坂本(1992), イタリック体が黒川・富田(1995), ボールド体が本研究によってそれぞれ命名された。地磁気極性年代尺度は Gradstein *et al.* (2012)に, 珪藻化石帯区分は Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998)及び Watanabe and Yanagisawa (2005)による。

Fig. 14 Age-thickness plot for the composite stratigraphic section. Tephra beds shown in roman, italic and bold types were named by Sakamoto (1992), Kurokawa and Tomita (1995) and this study, respectively. Geomagnetic polarity time scale: Gradstein *et al.* (2012); Diatom zones: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998), Watanabe and Yanagisawa (2005).



第15図 日本各地に分布する海緑石層の年代層序と対比。各地域の位置は第1図に示す。地磁気極性年代尺度は Gradstein *et al.* (2012)に、珪藻化石帯区分は Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998) 及び Watanabe and Yanagisawa (2005)による。

Fig. 15 Chronology and correlation of the glauconite beds recognized in several areas in Japan. Location of each area is shown in Fig. 1. Geomagnetic polarity time scale: Gradstein *et al.* (2012); Diatom zones: Akiba (1986), Yanagisawa and Akiba (1998), Watanabe and Yanagisawa (2005).

化石帯のNPD3A帯の下部(区間NPD3Ai)に対比され、その年代は17.0–16.7 Maの年代区間の中にあると推定される。

4) 下戸層及び中山層の年代から、羽二生川層の堆積年代は16.7–12.3 Maと推定される。羽二生川層の海緑石層

は最大で400万年以上もの時間を代表し、この期間で堆積が停滞していたことを示す。

5) 下戸層と羽二生川層は新潟地域坑井層序の七谷階に、中山層は下部寺泊階に、野坂層は上部寺泊階と椎谷階にほぼ対比される。

謝辞：新潟大学の小林巖雄名誉教授，有限会社珪藻ミニラボの秋葉文雄氏，元石油資源開発株式会社の稲葉 充氏，石油資源開発株式会社技術研究所の平松 力氏，佐渡市教員委員会の市橋弥生氏，及び佐渡市在住の神蔵勝明氏には，原稿を読んでいただき，たいへん有益なご助言をいただいた。また，査読者及び担当編集委員には，細部にわたって原稿を吟味していただき，たいへん有益なコメントをいただいた。ここに深く感謝の意を表する。なお，この研究は科学研究費補助金(課題番号22540482)を用いて実施した。

## 文 献

- 秋葉文雄(1977) *Denticula kanayae* n. sp. と *Denticula kanayae* Zone の珪藻生層序学的意義. 技研所報, **20**, 129-145.
- Akiba, F. (1986) Middle Miocene to Quaternary diatom biostratigraphy in the Nankai Trough and Japan Trench, and modified Lower Miocene through Quaternary diatom zones for middle-to-high latitudes of the North Pacific. In Kagami, H., Karig, D. E., Coulbourn, W. T., et al., *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, U. S. Government Printing Office, Washington D. C., **87**, 393-480.
- 秋葉文雄(1987) 佐渡島中山峠セクションの新第三紀珪藻化石層序，および「船川遷移面」(山野井, 1978)との関係. 佐渡博物館研究報告, no. 9, 85-101.
- Akiba, F. (1987) *Azpeitia komurae* n. sp., a biostratigraphically useful diatom from the Neogene of Japan. *Bull. Natl. Sci. Mus., Tokyo, Ser. C*, **13**, 157-170.
- Akiba, F. and Yanagisawa, Y. (1998) *Thalassiosira castanea*, a new diatom species useful for the Late Miocene diatom biostratigraphy in the North Pacific. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **49**, 179-185.
- 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. 地調月報, **33**, 215-240.
- Barron, J. A. and Gladenkov, A. Y. (1995) Early Miocene to Pleistocene diatom biostratigraphy of Leg 145. In Rea, D. K., Basov, I. A., Scholl, D. W. and Allan, J. F. eds., *Proc. Ocean Drilling Program, Sci. Results*, College Station TX (Ocean Drilling Program), **145**, 3-19.
- Blow, W. H. (1969) Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Brönnimann, P. & Renz, H. H. eds., *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils*, **1**, 199-422. Leiden, Netherlands.
- 遠藤満久・武田淳子・田中 力・小林巖雄(1987) 佐渡国中平野北西部の地質と微化石群集. 佐渡博物館研究報告, no. 9, 117-126.
- Gradstein, F. M., Ogg, J. M., Schmitz, M. D. and Ogg, G. M. (2012) *The Geologic Time Scale 2012*. 1144p. Elsevier, Amsterdam, Boston.
- 長谷川康雄(1977) 佐渡島後期中新世中山層の化石珪藻について. 佐渡博物館研究報告, no. 7, 77-101.
- 秦 光男・長谷川康雄(1971) 北海層奥尻島南部新第三系の地質と化石珪藻群. 地球科学, **24**, 93-103.
- 林 広樹・井原広一・渡辺真人・田中裕一郎(2011) 島根県隠岐の島町の模式地における中新統久見層の複合微化石層序. 島根大学地球資源環境学研究報告, **30**, 47-56.
- 平松 力・高橋利宏・東 将士・入月俊明・林 広樹(2015) 島根県隠岐諸島島後の中新統久見層および都万層の珪藻化石層序. 石油技誌, **80**, 375-384.
- 平松 力・高橋利宏・東 将士・富倉 隆・入月俊明・林 広樹(2017) 島根県隠岐諸島島後の国立公園に分布する中新統の珪藻化石層序. 石油技誌, **82**, 131-142.
- 入月俊明・松原尚志(1994) 貝形虫群集解析に基づく下—中部中新統門ノ沢層の堆積環境の垂直変化. 地質雑, **100**, 136-149.
- 鹿野和彦・大口健志・柳沢幸夫・粟田泰夫・小林紀彦・佐藤雄大・林 信太郎・北里 洋・小笠原憲四郎・駒澤正夫(2011) 戸賀及び船川地域の地質(第2版). 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 127p.
- 木村和子・小林巖雄(1977) 新潟県佐渡に分布する下戸層の古生物学的研究(その1) —平根崎・下戸などから産する軟体動物化石について—. 佐渡博物館研究報告, no. 7, 143-156.
- 小林巖雄・立石雅昭(1992) 新潟地域における新第三系の層序と新第三紀古地理. 地質学論集, no. 37, 53-70.
- Koizumi, I. (1973) The stratigraphic ranges of marine planktonic diatoms and diatom biostratigraphy in Japan. *Mem. Geol. Soc. Japan*, no. 8, 35-44.
- Koizumi, I. (1977) Diatom biostratigraphy in the North Pacific region. *Proceedings of First International Congress on Pacific Neogene Stratigraphy, Tokyo 1976*, Kaiyo Shuppan, Tokyo, 235-253.
- Koizumi, I. (1985) Diatom biochronology for late Cenozoic Northwest Pacific. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **91**, 195-211.
- 小泉 格(1986) 常磐炭田新第三系の珪藻年代層序—湯長谷・白土・高久層群—. 北村 信教授記念地質学論文集, 175-191. 北村信教授退官記念事業会.
- 小泉 格・的場保望(1989) 西黒沢層の上限について. 地質学論集, no. 32, 187-195.
- Koizumi, I., Sato, M. and Matoba, Y. (2009) Age and

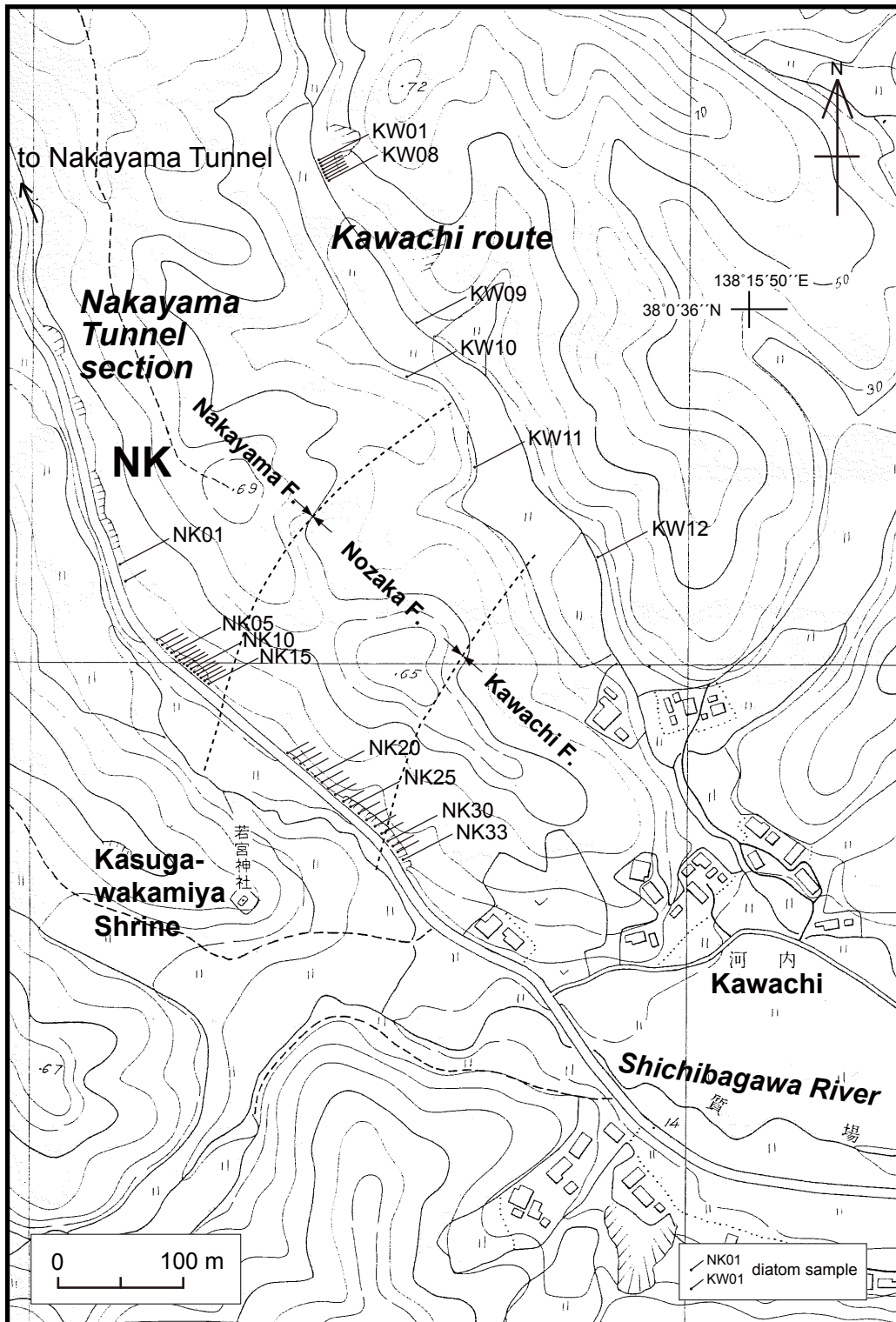
- significance of Miocene diatoms and diatomaceous sediments from northeast Japan. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **272**, 85–98.
- 工藤 崇・内野孝之・小松原琢・高橋 浩・柳沢幸夫(2011) 加茂地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 162p.
- 黒川勝己・富田裕子(1995) 大佐渡南西部における中山層・河内層中の火山灰層とその対比. 新潟大学教育学部紀要(自然科学編), **37**, 13–65.
- Maruyama, T. (1984) Miocene diatom biostratigraphy of onshore sequences on the Pacific side of northeast Japan, with reference to DSDP Hole 438A (Part 2). *Sci. Repts. Tohoku Univ., 2nd Ser. (Geol.)*, **55**, 77–140.
- 中原功志・田中 力・遠藤満久・小林巖雄(1987) 佐渡国中平野南西部の新第三系・下部更新統. 佐渡博物館研究報告, no. 9, 103–115.
- 新潟県地質図改訂委員会(2000) 20万分の1新潟県地質図(2000年版)および同説明書. 新潟県, 200p.
- 小木団体研究グループ(1986) 小佐渡山塊南部の新生界. 地球科学, **40**, 417–436.
- 坂本竜彦(1992) 佐渡島中山層(中期中新世～初期鮮新世)の堆積リズム. 地質雑, **98**, 611–633.
- 沢根層団体研究グループ(1973) 佐渡ヶ島におけるいわゆる沢根層の化石生物層序学的研究. 新潟大学教育学部高田分校研究紀要, no. 18, 187–204.
- 園部龍一(1942) 新潟県鉱物資源調査報文(その1)新潟県佐渡郡佐和田町珪藻土調査報文. 地質報告, 別輯, no. 4, 3–18.
- 須藤 斎・柳沢幸夫・小笠原憲一郎(2005) 常磐地域及びその周辺の第三系の地質と年代層序. 地質調査研究報告, **56**, 375–409.
- 谷村好洋・斎藤靖二(1986) 隠岐島後の中期中新世初期海成珪藻土. 国立科学博物館専報, no. 19, 43–56.
- 津田禾粒(1954) 岩相と古生物群よりみた黒瀬谷及び下戸累層の堆積環境について. 地質雑, **60**, 311.
- 津田禾粒(1956) 古地理よりみた佐渡の地史—いわゆるGreen Tuff 地域の中新統に関する堆積環境の研究. 地質雑, **62**, 550–558.
- 津田禾粒(1965) 東北裏日本の新第三紀動物群と岩相—とくに中新世中期の動物群について—. 化石, no. 10, 20–23.
- Tsuchi, R. (1990) Neogene events in Japan and the Pacific. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **77**, 355–365.
- Uchio, T. (1974) Tertiary nannoplankton stratigraphy of Sado Island, Niigata Prefecture, and a proposal of the *Braarudosphaera bigelowi* – *Coccolithus pelagicus* Zone for the Pliocene Japanese Oil Field of Japan Sea Side. *Repts. Geol. Surv. Japan*, no. 250-1, 235–254.
- 歌代 勤・黒田一武・小林忠夫・西川 誠・長谷川康雄・藤田 剛・渡辺秀男(1977) 新潟県佐渡郡佐和田地域第三系の層序と化石珪藻群集. 佐渡博物館研究報告, no. 7, 45–62.
- 渡辺悦子・小林巖雄(1978) 小佐渡羽茂町中部地域に分布する新第三系の珪藻化石群. 斎藤良二郎先生退職記念誌, 35–42.
- 渡辺真人(1990) 富山県氷見・灘浦地域の第三系の層序—とくに姿層とその上位層との間の時間間隙について—. 地質雑, **96**, 915–936.
- 渡辺真人(2002) 富山県灘浦地域の中新統姿層の珪藻化石層序の再検討. 地質調査研究報告, **53**, 645–655.
- Watanabe, M. and Yanagisawa, Y. (2005) Refined Early Miocene to Middle Miocene diatom biochronology for the middle- to high-latitude North Pacific. *Island Arc*, **14**, 91–101.
- 渡辺真人・三宅 誠・野崎誠二・山本裕雄・竹村厚司・西村年晴(1999) 岡山県高山市地域の備北層群, および津山地域の勝田層群から産出した中新世珪藻化石. 地質雑, **105**, 116–121.
- 渡辺剛忠・加藤園江・小坂秀王・小林巖雄(1977) 新潟県佐渡, 相川-沢根に露出する中新統の泥質岩—とくに, 岩相, 有機炭素量, 窒素量, 珪藻化石について—. 佐渡博物館研究報告, no. 7, 103–112.
- 山野井 徹(1978) 佐渡(中山峠)における新第三系の花粉層序. 石油技誌, **43**, 120–127.
- 柳沢幸夫(1999a) 金沢市南部に分布する中新統の珪藻化石層序. 地調月報, **50**, 49–65.
- 柳沢幸夫(1999b) 富山・石川県境の医王山地域に分布する中新統の珪藻化石層序. 地調月報, **50**, 67–81.
- 柳沢幸夫(1999c) 富山県八尾地域の下部—中部中新統の珪藻化石層序. 地調月報, **50**, 139–165.
- 柳沢幸夫(1999d) 能登半島珠洲地域の中新統の珪藻化石層序. 地調月報, **50**, 167–213.
- 柳沢幸夫(2011) 常磐地域の下部中新統湯長谷層群の珪藻化石年代層序. *Diatom*, **27**, 33–45.
- 柳沢幸夫(2012a) 佐渡島羽茂地域の後期中新世海生珪藻化石. 地質調査総合センター研究資料集, no. 568, 1–19.
- 柳沢幸夫(2012b) 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—. 地質調査総合センター研究資料集, no. 569, 1–18.
- Yanagisawa, Y. and Akiba, F. (1990) Taxonomy and phylogeny of the three marine diatom genera, *Crucidenticula*, *Denticulopsis* and *Neodenticula*. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **41**, 197–301.
- 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

大佐渡地域南部に分布する新第三系の海生珪藻化石層序 (柳沢・渡辺)

- biohorizons. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **104**, 395–414.
- 柳沢幸夫・秋葉文雄(1999) 松島地域の中新世の珪藻化石層序の再検討. 地質調査所月報, **50**, 431–448.
- 柳沢幸夫・工藤 崇(2011) 5万分の1地質図幅「加茂」地域(新潟県)の新第三紀及び第四紀の珪藻化石層序資料. 地質調査総合センター研究資料集, no. 537, 1–59.
- 柳沢幸夫・渡辺真人(2011) 5万分の1地質図幅「戸賀及び船川」地域(男鹿半島)の新第三紀及び第四紀の珪藻化石層序資料. 地質調査総合センター研究資料集, no. 533, 1–17.
- 柳沢幸夫・渡辺真人(2017) 大佐渡地域南部に分布する新第三系堆積岩類の層序の改訂. 地質調査研究報告, **68**, 259–285.
- 柳沢幸夫・平中宏典・黒川勝己・渡辺真人(2009) 佐渡島中山層(中部中新統～下部鮮新統)の珪藻化石層序とテフラ年代層序. 地球科学, **63**, 95–106.
- 吉田 尚・吉井守正・片田正人・田中啓策・坂本 亨・佐藤博之(1987) 陸中大野地域の地質. 地域地質研究報告(5万分1地質図幅), 地質調査所, 70p.
- 吉川敏之・鹿野和彦・柳沢幸夫・駒澤正夫・上嶋正人・木川栄一(2002) 珠洲岬, 能登飯田及び宝立山地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 76p.

( 受 付 : 2017年1月30日 ; 受 理 : 2017年10月12日 )

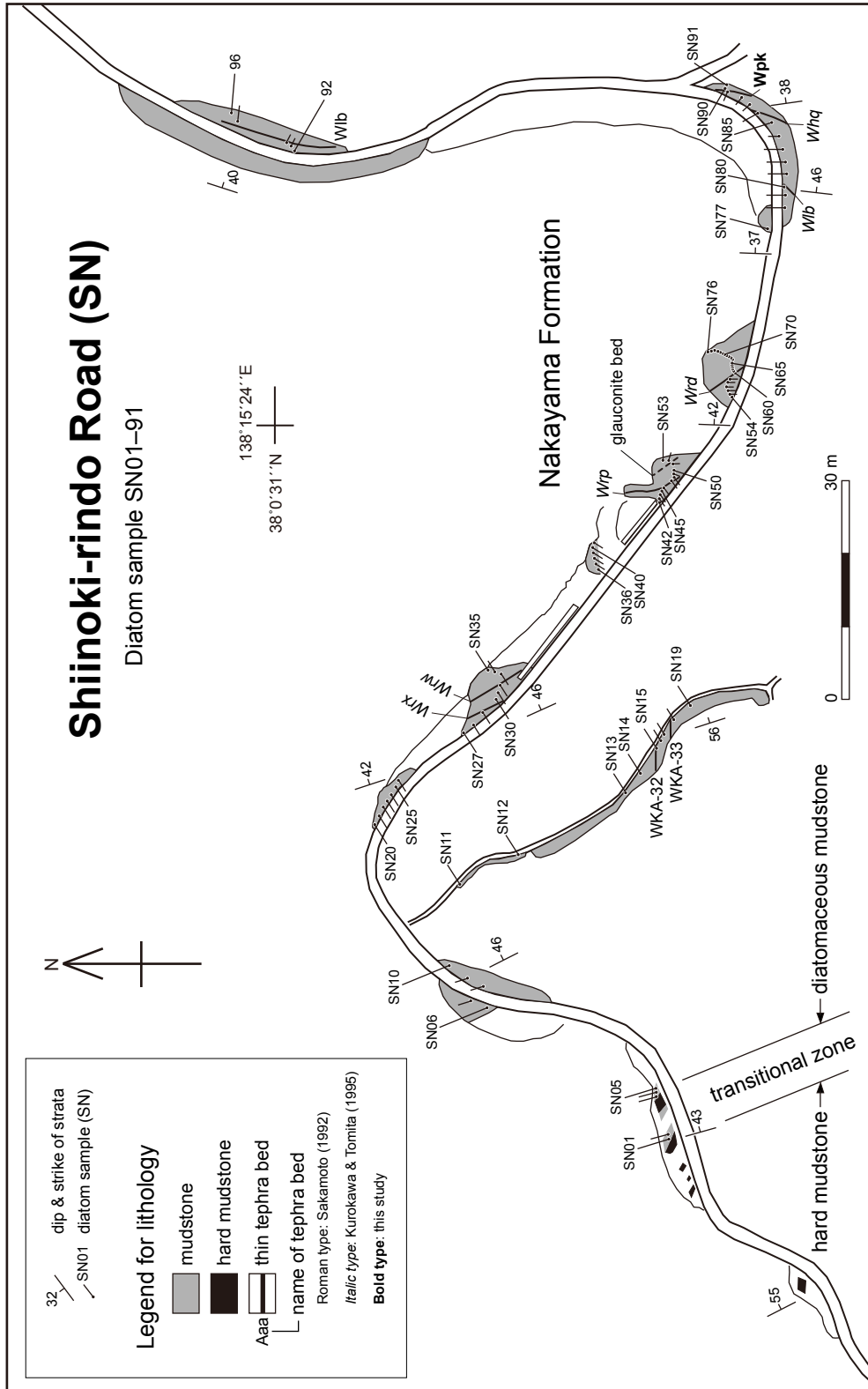
付録 Appendices



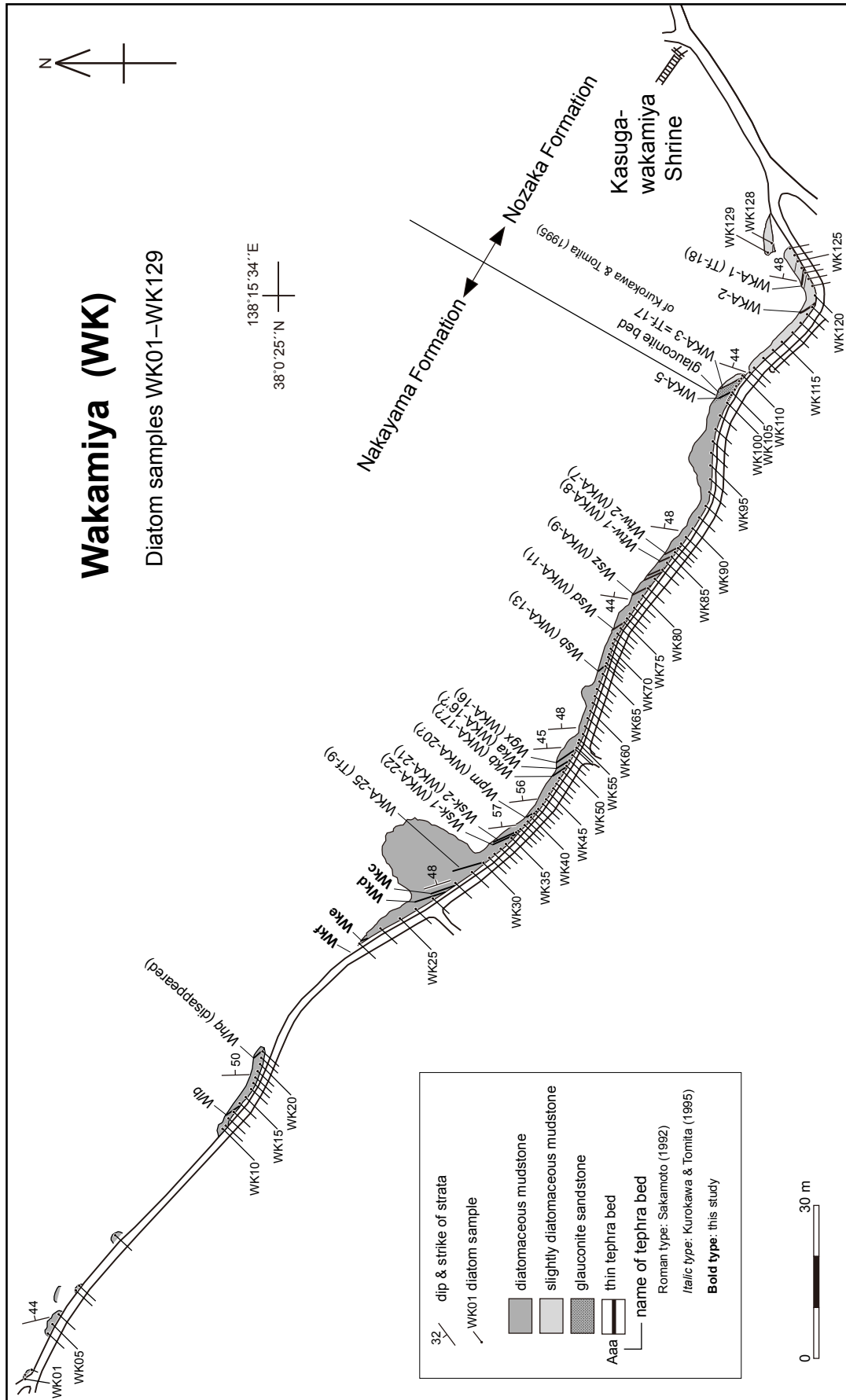
付図1 中山トンネル(NK)セクション及び河内ルートにおける珪藻試料採取位置図。

Fig. A1 Map showing diatom sample locations in the Nakayama Tunnel (NK) section and Kawachi route.

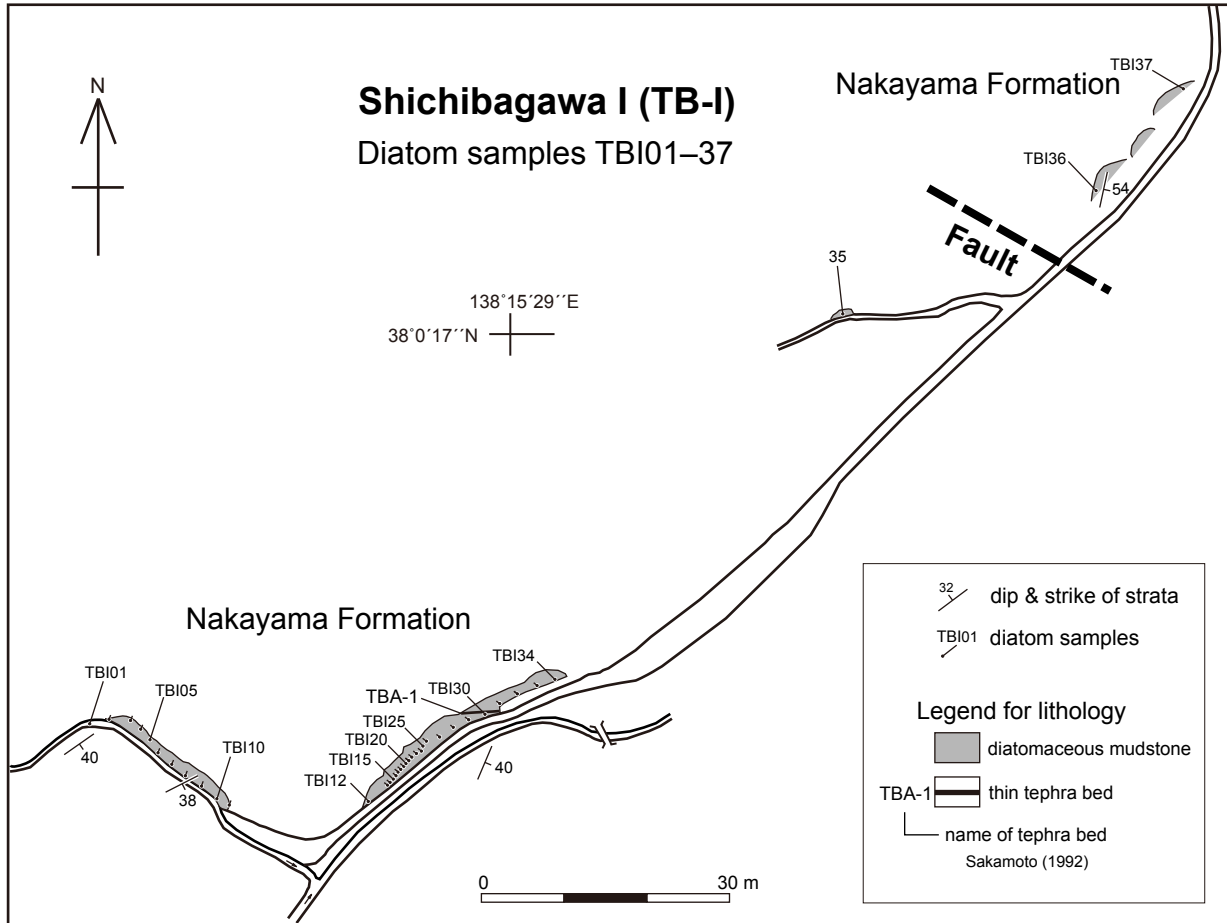




付図2 椎ノ木林道 (SN) セクションにおける珪藻試料採取位置図。  
Fig. A2 Map showing diatom sample locations in the Shinoki-rindo Road (SN) section.

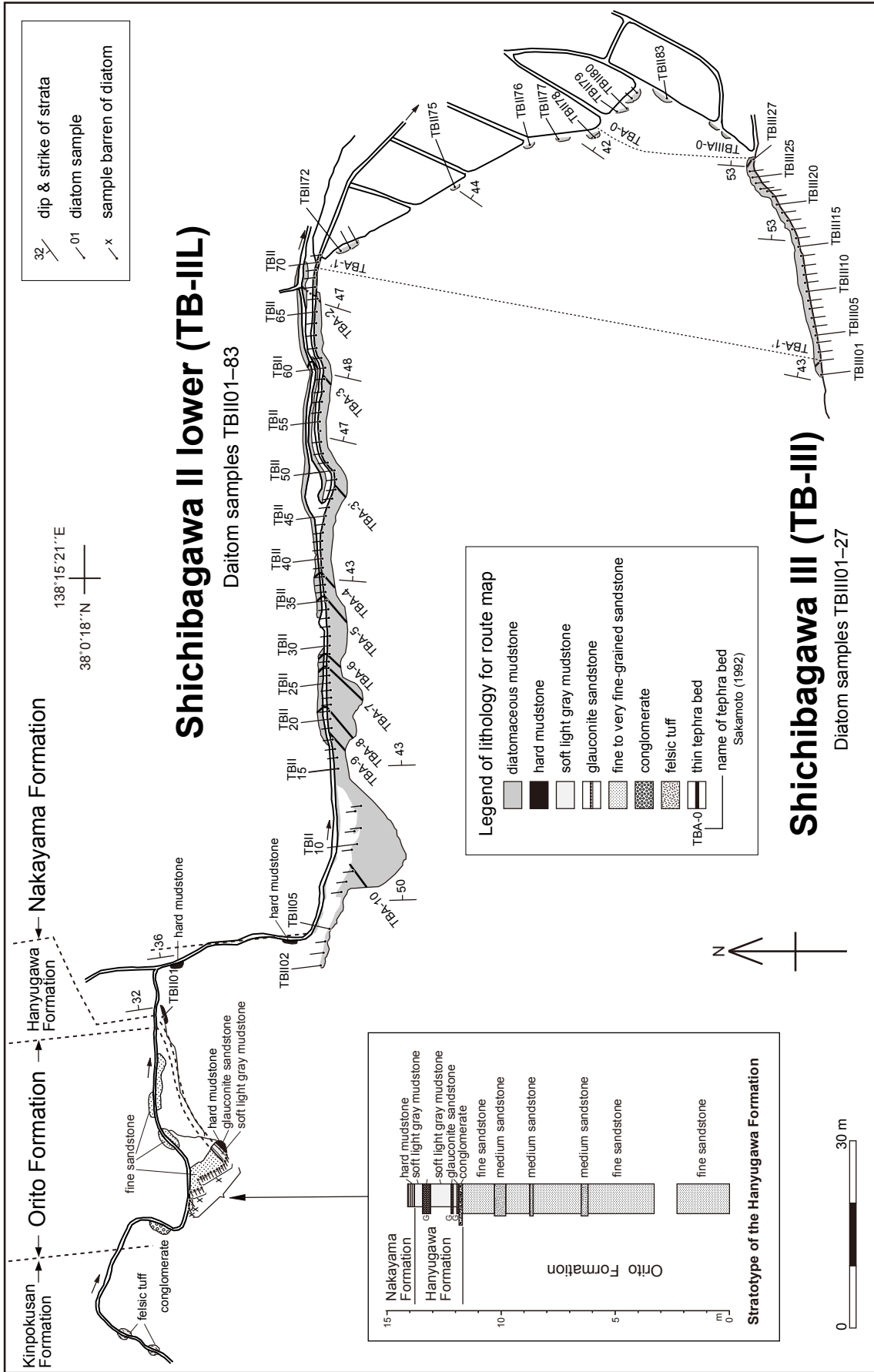


付図3 若宮(WK)セクションにおける珪藻試料採取位置図。  
Fig. A3 Map showing diatom sample locations in the Wakamiya (WK) section.



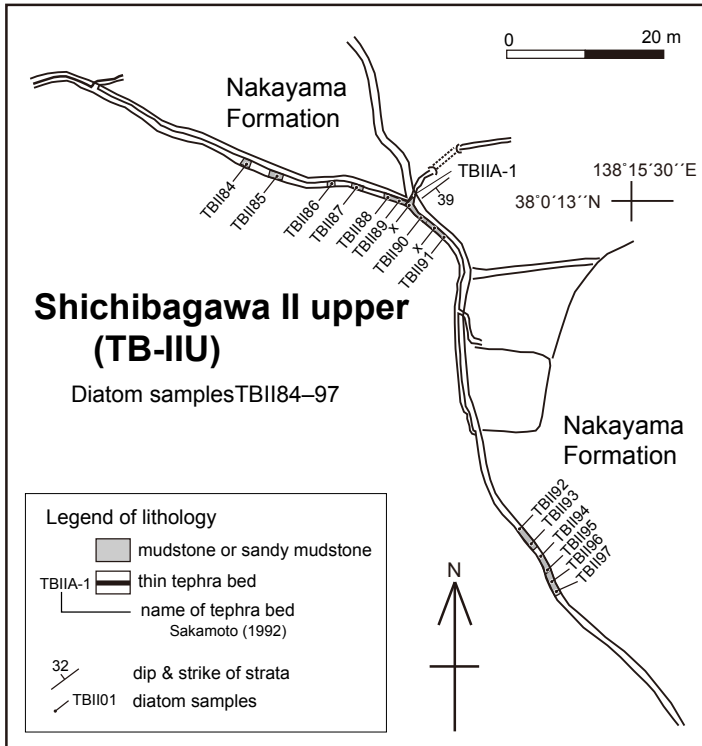
付図4 質場川 I (TB-I) セクションにおける珪藻試料採取位置図。

Fig. A4 Map showing diatom sample locations in the Shichibagawa I (TB-I) section.

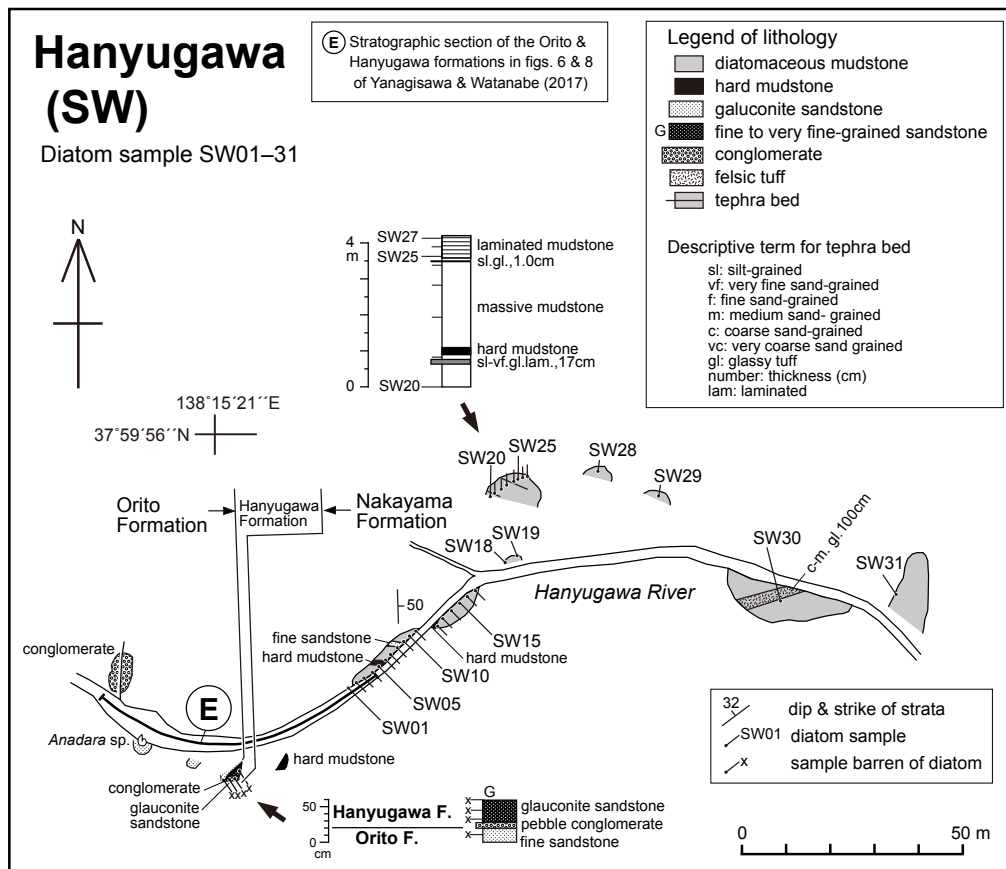


付図5 質場川II下部(TB-II-L)及び質場川III(TB-III)セクションにおける珪藻試料採取位置図。

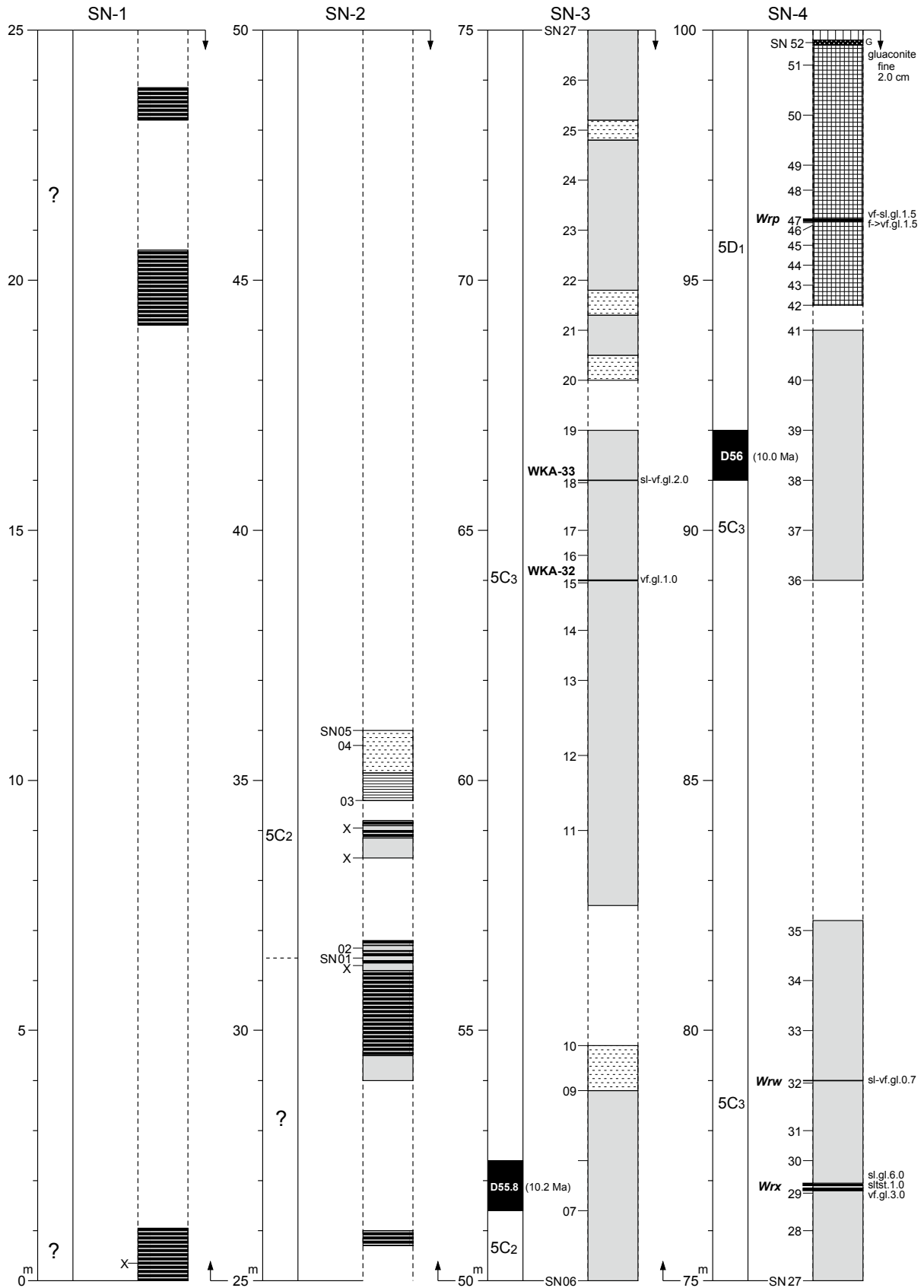
Fig. A5 Map showing diatom sample locations in the lower Shichibagawa II (TB-II-L) and Shichibagawa III (TB-III) sections.



付図6 質場川IIセクション上部(TB-IIU)における珪藻試料採取位置図。  
Fig. A6 Map showing diatom sample locations in the upper Shibagawa II (TB-IIU) section.



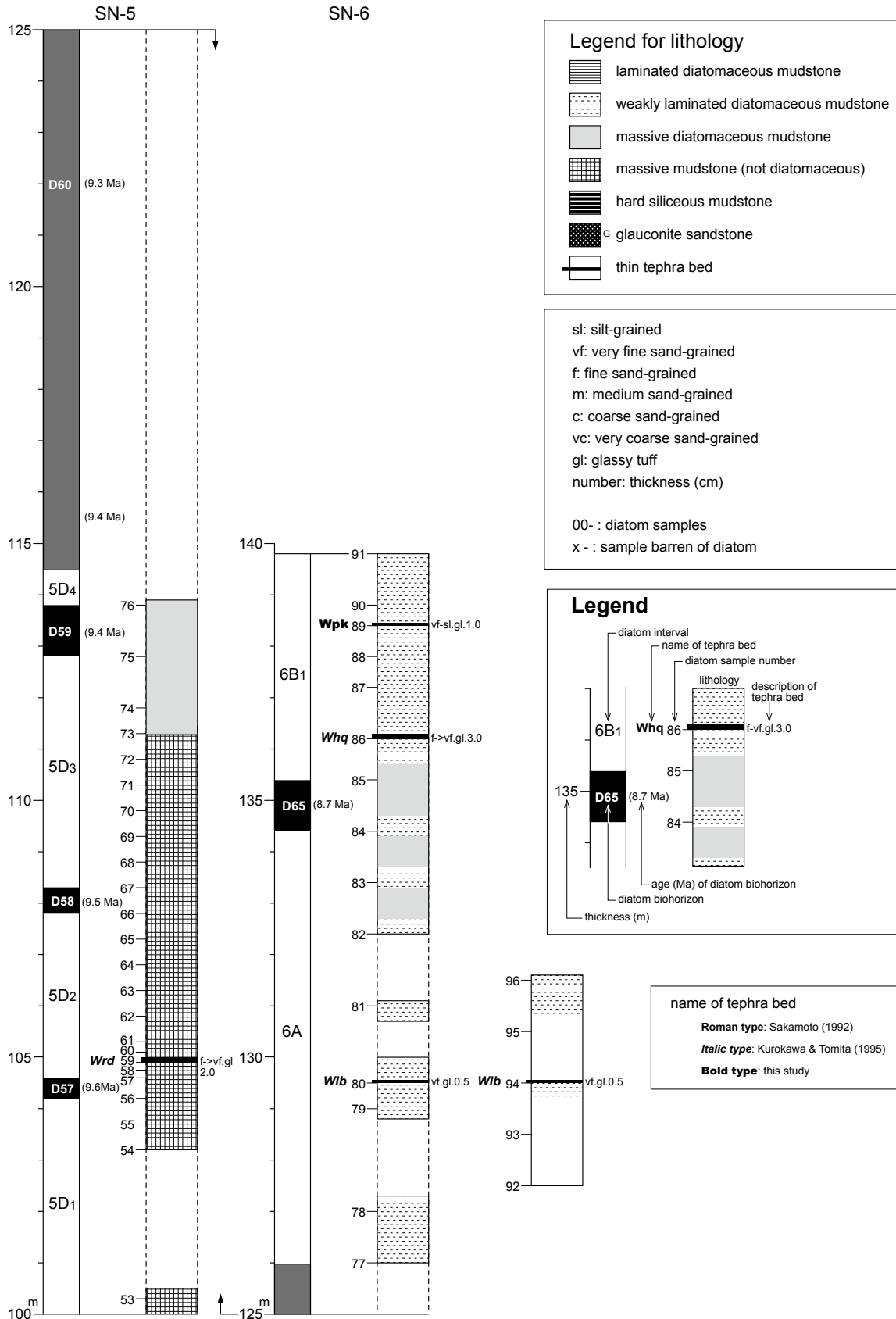
付図7 羽二生川(SW)セクションにおける珪藻試料採取位置図。  
Fig. A7 Map showing diatom sample locations in the Hanyugawa (SW) section.



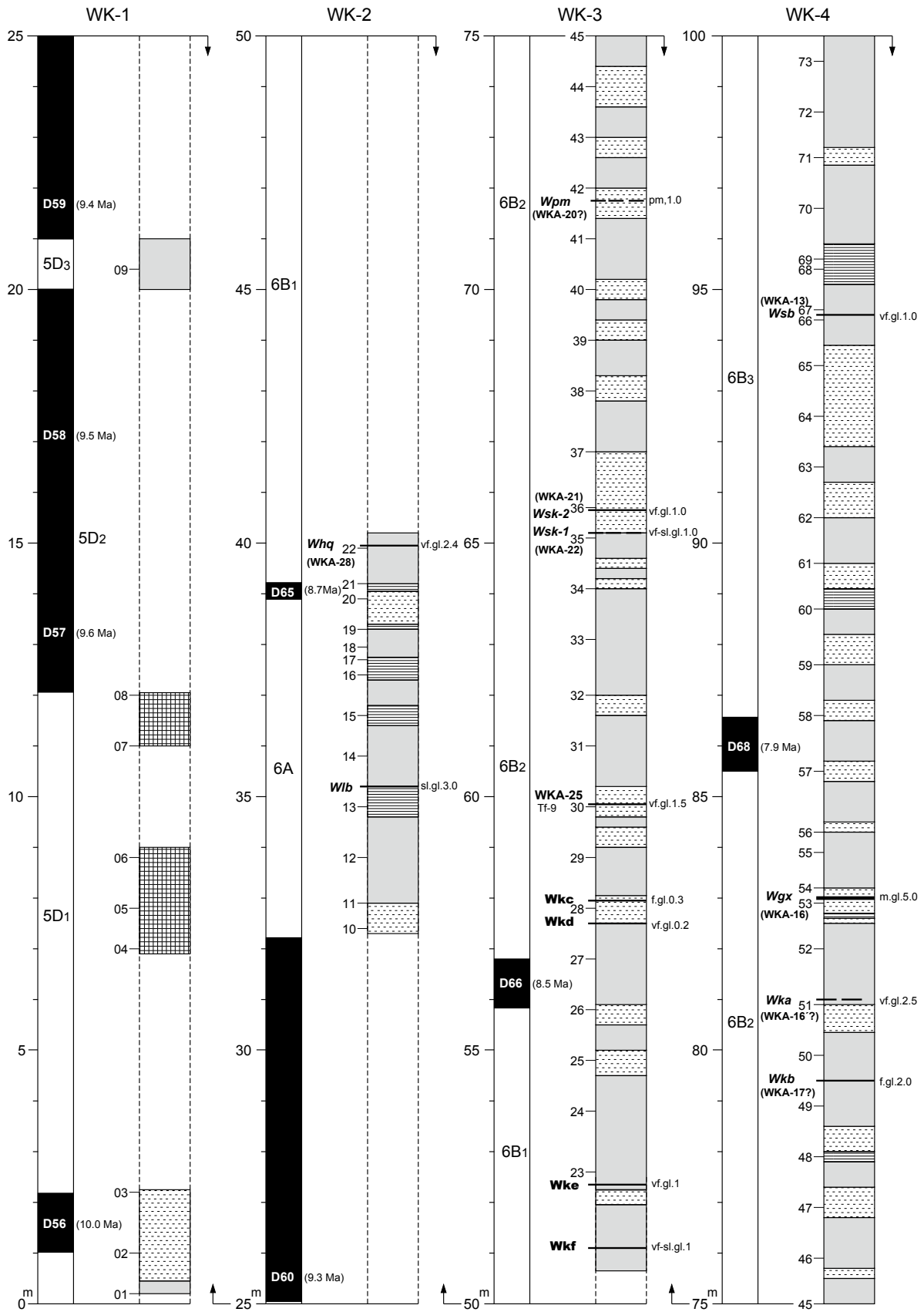
付図8 榎ノ木林道(SN)セクションにおける中山層の詳細岩相柱状図.

Fig. A8 Detailed columnar section of the Nakayama Formation of the Shiinki-rindo Road (SN) section.

大佐渡地域南部に分布する新第三系の海生珪藻化石層序 (柳沢・渡辺)



付図8 続き.  
 Fig. A8 Continued.

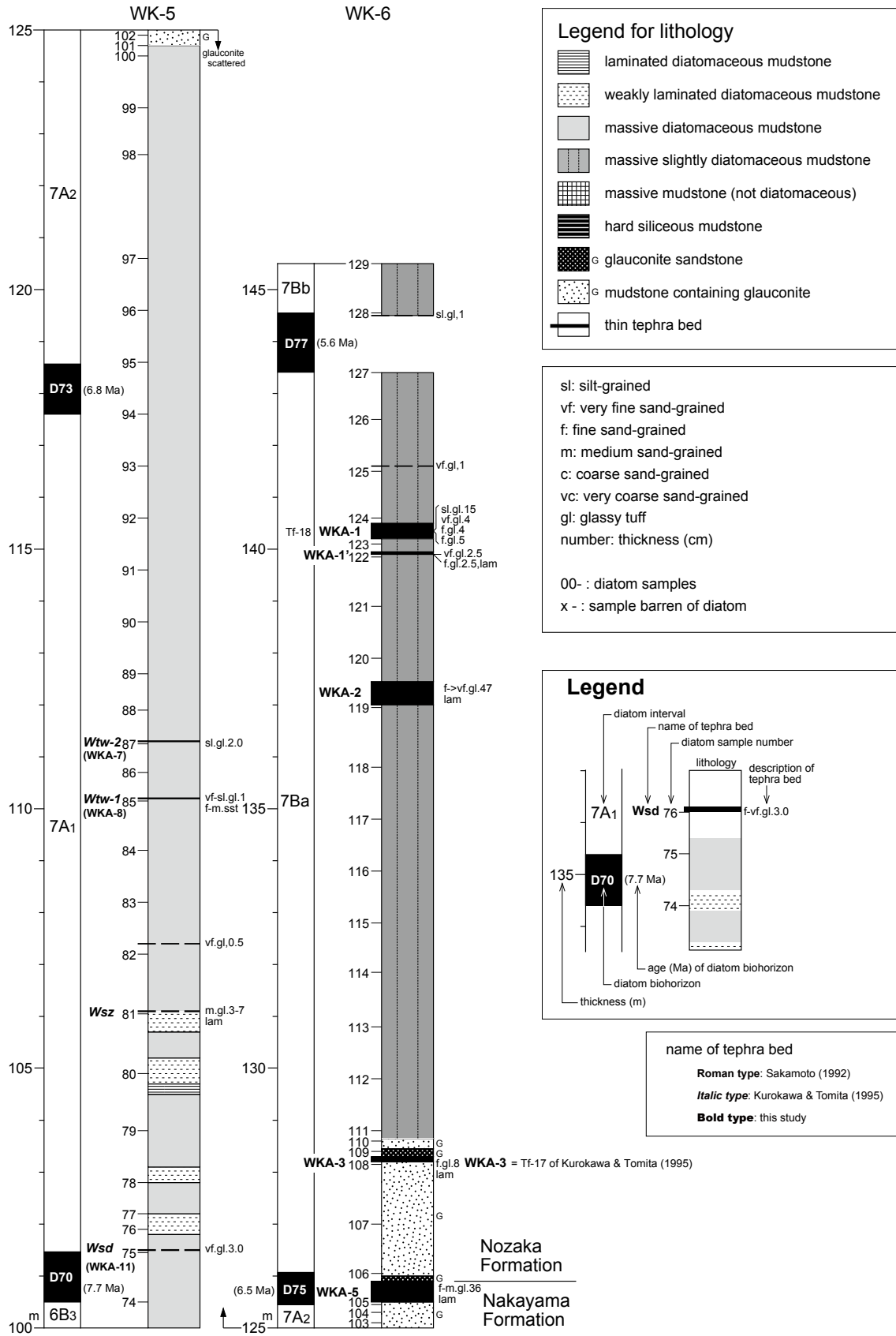


付図9 若宮(WK)セクションにおける中山層と野坂層の詳細岩相柱状図。

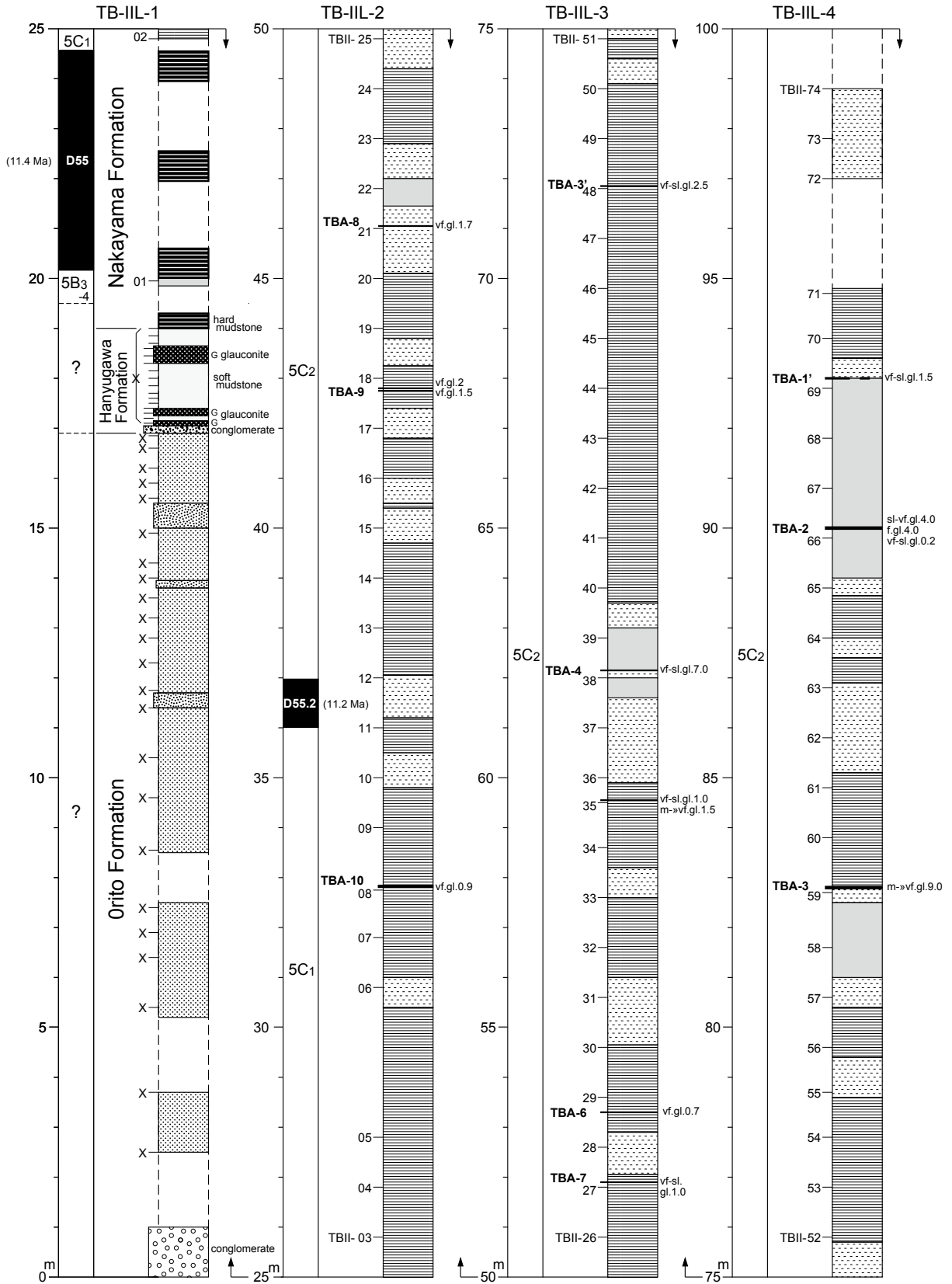
Fig. A9 Detailed columnar section of the Nakayama and Nozaka formations of the Wakamiya (WK) section.



大佐渡地域南部に分布する新第三系の海生珪藻化石層序 (柳沢・渡辺)



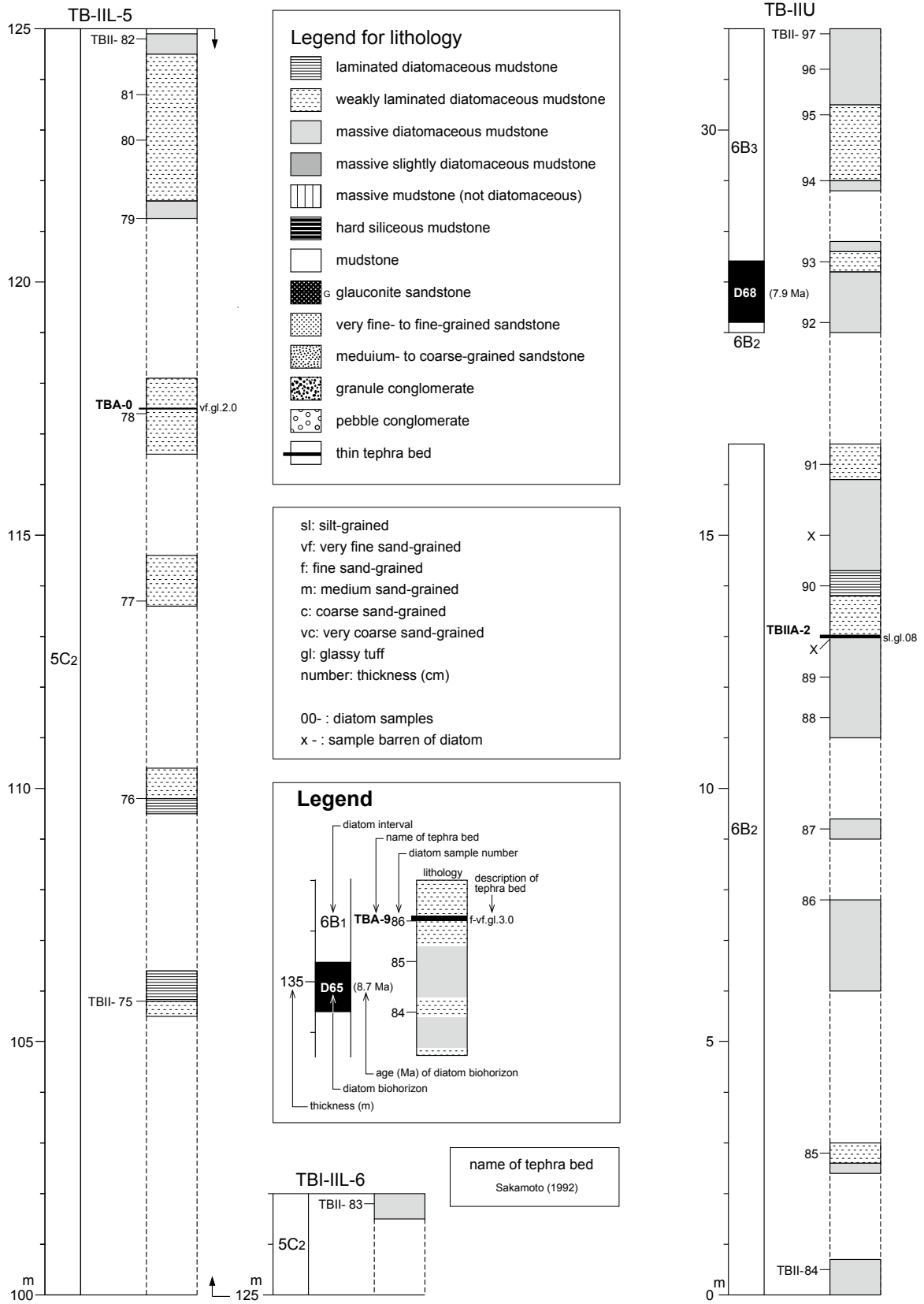
付図9 続き.  
Fig. A9 Continued.



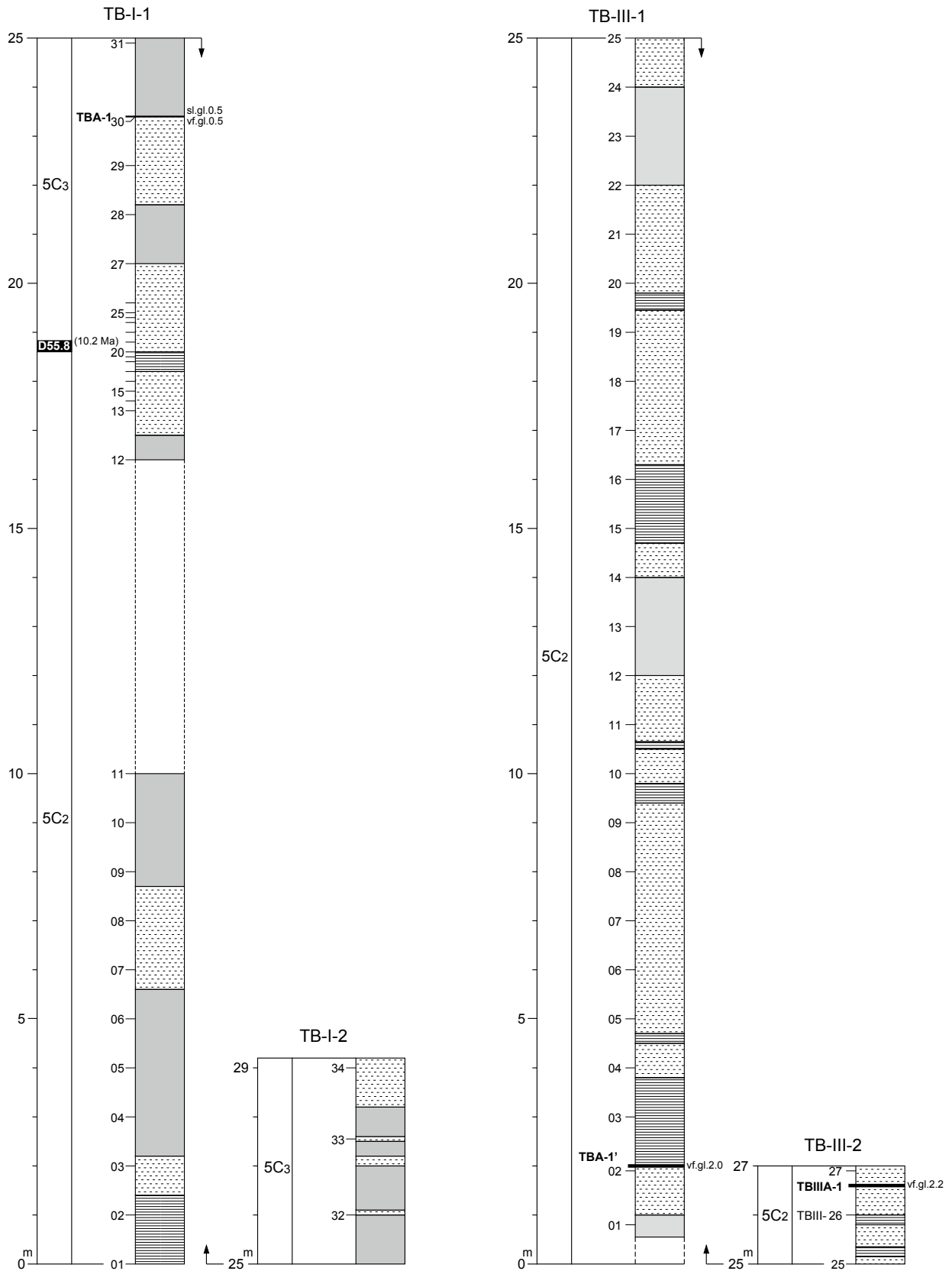
付図10 質場川II (TB-II) セクションにおける下戸層, 羽生川層及び中山層の詳細岩相柱状図.

Fig. A10 Detailed columnar section of the Orito, Hanyugawa and Nakayama formations of the lower and upper Shichibagawa II (TB-IIL and TB-IIU) sections.

大佐渡地域南部に分布する新第三系の海生珪藻化石層序 (柳沢・渡辺)



付図10 続き.  
Fig. A10 Continued.



付図11 質場川 I (TB-I) 及び質場川 III (TB-III) セクションにおける中山層の詳細岩相柱状図。凡例は付図10 参照。

Fig. A11 Detailed columnar section of the Nakayama Formation of the Shichibagawa I (TB-I) and Shichibagawa III (TB-III) sections. See Fig. 10A for legend.















大佐渡地域南部に分布する新第三系の海生珪藻化石層序 (柳沢・渡辺)

付表5 質場川Ⅲセクション (TB-III) から産出した珪藻化石.

Table A5 Occurrence chart of diatoms in the Shichibagawa III (TB-III) section.

Formation	Nakayama Formation																											
	Thalassiosira yabei Zone (NP5C)																											
	5C2																											
Diatom zone	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
(Tentative interval)																												
Sample number (TB-III)	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Original sample number (Sado)	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	
Resistration number (GSJ R)	103785	103786	103787	103788	103789	103790	103791	103792	103793	103794	103795	103796	103797	103798	103799	103800	103801	103802	103803	103804	103805	103806	103807	103808	103809	103810	103811	
Preservation	G	G	G	M	G	G	G	G	G	G	M	M	G	G	M	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	
Abundance	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
<i>Actinocyclus ellipticus</i> Grunow	-	1	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	1	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	1	+	-	-	
<i>A. ellipticus</i> var. <i>javanica</i> T.Renhold	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>A. ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader	-	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	4	+	3	2	+	1	+	+	1	1	1	-	-	1	+	+	
<i>A. sp. A</i>	-	+	1	1	1	+	1	4	2	1	2	+	+	+	+	-	1	+	+	+	+	+	1	4	+	+	+	
<i>Actinopychus senarius</i> (Ehr.) Ehr.	1	2	+	+	+	3	1	+	+	2	2	4	1	+	3	+	1	+	+	2	5	+	2	+	1	3	+	
<i>A. vulgaris</i> Schum.	-	1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	-	
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) P.A.Sims et G.A.Fryxell	2	-	+	4	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	1	-	+	-	
<i>A. cf. nodulifera</i> (A.W.F.Schmidt) G.A.Fryxell et P.A.Sims	-	1	+	-	1	+	+	2	+	2	+	1	-	1	+	1	1	1	+	+	+	4	-	2	1	3	+	
<i>A. vetustissima</i> (Pant.) P.A.Sims	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	
<i>Bogorovia puncticulata</i> Yanagisawa	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	
<i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) D.M.Williams	-	2	1	1	+	+	2	+	3	2	1	-	1	+	+	+	1	+	+	3	1	+	+	+	1	+	+	
<i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa	+	+	1	-	-	+	+	+	-	+	+	1	1	+	+	1	-	-	-	-	+	1	-	-	+	+	+	
<i>Cocconeis</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehr.	1	1	+	1	-	-	-	+	+	1	-	+	-	+	+	+	+	+	2	+	2	+	+	+	1	-	-	
<i>C. spp.</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	1	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Delphineis surirella</i> (Ehr.) G.W.Andrews	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	1	-	-	
<i>Denticulopsis crassa</i> Yanagisawa et Akiba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>D. hustedii</i> (Simonsen et Kanaya) Simonsen	-	2	1	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	1	7	+	+	+	+	+	+	+	3	+	+	3	3	
<i>D. simonsenii</i> Yanagisawa et Akiba	-	3	4	5	5	4	8	5	6	9	7	11	3	3	7	7	4	4	1	3	5	+	3	+	1	4	1	
<i>D. vulgaris</i> (Okuno) Yanagisawa et Akiba	1	4	3	3	3	7	1	5	7	7	2	7	6	+	5	20	3	5	1	2	2	+	+	1	2	4	2	
S-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group	3	5	3	1	1	1	3	-	2	5	2	9	3	-	3	9	+	2	2	2	2	-	1	1	4	-	2	
<i>Diploneis</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
<i>Eucampia</i> sp. A (= <i>Hemiaulus polymorphus</i> Grunow)	-	-	+	+	+	-	1	1	+	+	-	1	1	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	2	
<i>Goniothecium rogersii</i> Ehr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Hemidiscus cuneiformis</i> G.G.Wall.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova	-	-	-	+	1	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba	-	-	+	-	+	1	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	1	-	+	-	-	+	-	-	
<i>Koizumia adaroi</i> (Azpeitia) Yanagisawa	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Mediaria splendida</i> Sheshukova	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Neodelphineis pelagica</i> Takano	+	+	1	-	1	3	-	+	+	+	5	3	-	-	-	-	-	1	-	4	-	+	-	-	-	1	-	
<i>Nitzschia challengerii</i> Schrader	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>N. grunowii</i> Hasle	-	+	-	-	-	-	+	1	+	+	-	+	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	+	+	
<i>N. heteropolica</i> Schrader	1	1	1	+	1	1	+	+	+	3	+	2	+	+	1	+	1	+	1	1	1	+	+	+	1	1	+	
<i>N. praereinholdii</i> Schrader	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>N. rolandii</i> Schrader emend. Koizumi	1	-	-	-	+	+	+	+	+	1	-	2	-	1	-	+	+	+	2	+	-	1	-	4	-	-	-	
<i>N. cf. sicula</i> (Castr.) Hust.	-	+	+	+	+	+	1	1	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Odontella aurita</i> (Lyngb.) J.A.Agardh	-	-	-	-	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve	-	-	+	6	-	2	+	+	+	+	3	1	4	1	-	+	2	+	+	2	+	2	+	2	-	2	-	
<i>Porosira glacialis</i> (Grunow) Jørg.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Proboscia barboi</i> (Brun) Jordán et Priddle	1	1	+	-	1	+	+	+	+	1	+	6	1	1	1	2	-	1	+	+	+	1	+	1	+	1	+	
<i>Pseudodimerogramma elegans</i> Schrader	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Rhaphoneis amphiceros</i> Ehr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	
<i>Rhizosolenia miocenica</i> Schrader	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	+	1	+	+	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>R. styliformis</i> Brightw.	-	-	+	+	1	-	1	2	-	+	-	3	1	1	1	1	+	3	1	2	-	+	-	3	1	-	-	
<i>R. sp. A (normal)</i>	-	-	+	1	-	+	+	+	1	-	1	+	1	+	1	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	
<i>R. sp. E (cola)</i>	-	1	-	-	-	+	+	+	+	1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>R. sp. F (yasuri)</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rouxia californica</i> Perag.	-	2	+	+	1	+	1	+	+	3	4	-	-	-	-	+	+	2	-	1	2	+	+	2	+	1	+	
<i>R. peragalli</i> Brun et Hérib.	+	+	1	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	1	+	1	-	2	-	1	-	
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehr.) Hasle et P.A.Sims	1	-	-	-	+	1	+	+	+	+	1	-	-	2	1	1	1	1	+	1	+	+	4	2	-	+	+	
<i>Stephanogonia hanzawae</i> Kanaya	-	-	-	2	+	-	-	1	+	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Stephanopyxis</i> spp.	1	-	-	-	-	+	1	-	+	+	-	1	+	+	1	+	-	-	-	+	-	-	1	+	+	+	+	
<i>Thalassionema claviformis</i> Schrader	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>T. hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader	1	2	14	6	23	6	2	6	7	+	7	2	12	+	1	16	4	18	20	3	2	17	30	11	21	35	61	
<i>T. nitzschoides</i> (Grunow) H. Perag. et Perag.	83	69	68	63	59	66	75	71	68	56	54	38	62	86	55	39	80	59	70	61	75	68	48	72	60	34	25	
<i>Thalassiosira brunii</i> Akiba et Yanagisawa	-	-	-	-	-	-	1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
<i>T. grunowii</i> Akiba et Yanagisawa	1	-	+	4	-	+	+	+	3	-	+	1	-	1	6	2	-	2	-	5	1	+	2	1	1	2	1	
<i>T. leptopus</i> (Grunow) Hasle et G.A.Fryxell	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>T. praeinidulus</i> Akiba	-	+	-	1	-	-	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>T. cf. temperei</i> (Brun) Akiba et Yanagisawa	-	1	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	1	1	+	1	+	
<i>T. yabei</i> (Kanaya) Akiba et Yanagisawa	1	+	1	+	+	3	-	-	1	5	1	-	-	+	+	1	-	+	1	-	+	+	1	-	-	+	4	-
<i>T. sp. A</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	
<i>T. sp. B</i>	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-							

付表6 質場川IIセクション下部(TB-III)から産出した珪藻化石.

Table A6 Occurrence chart of diatoms in the lower Shichibagawa II (TB-III) section.

Formation	Nakayama Formation																																		
	Diatom zones	Thalassiosira yabei Zone (NPD5C)																																	
		5B	5C1										5C2																						
(Tentative interval)	5B	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	28	30	31	32	33		
Sample number (TB-II)		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	28	30	31	32	33	
Original sample number (Sado)		327	326	325	324	323	319	318	316	315	314	313	312	311	310	308	307	305	304	303	302	301	300	299	298	297	296	295	294	293					
Restirstration number (GSJ R)		103773	103772	103771	103770	103769	103767	103766	103765	103764	103763	103761	103760	103759	103758	103757	103756	103755	103753	103752	103751	103750	103749	103748	103747	103746	103745	103744	103743	103742	103741	103740			
Preservation		G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	M	M	M	M	G	G	G	G	M	G	G			
Abundance		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			
<i>Actinocyclus ellipticus</i> Grunow		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>A. ellipticus</i> var. <i>javanica</i> Reinhold		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>A. ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader		4	+	3	1	3	-	2	6	3	14	+	3	1	+	2	1	4	9	3	27	8	2	10	2	5	2	11	1	1	6	2	4	12	4
<i>A. ingens</i> f. <i>nodus</i> (Baldauf) Whiting et Schrader		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>A. ingens</i> f. <i>planus</i> Whiting et Schrader		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>A. octonarius</i> Ehr.		1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>A. sp. A</i>		1	-	+	2	1	-	-	-	+	1	1	1	-	-	1	1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Actinocyclus senarius</i> (Ehr.) Ehr.		1	+	2	5	2	10	5	9	8	3	5	1	1	5	2	+	4	3	2	2	2	1	3	4	6	4	5	+	5	6	5	19	4	
<i>A. vulgaris</i> Schum.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asteromphalus</i> spp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) P.A.Sims et G.A.Fryxell		+	3	5	6	2	15	6	4	5	1	3	5	2	6	2	+	+	1	8	+	+	2	2	4	1	4	+	1	2	2	1	3	1	
<i>A. cf. nodulifera</i> (A.W.F.Schmidt) G.A.Fryxell et P.A.Sims		-	+	27	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. vetustissima</i> (Pant.) P.A.Sims		+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bogorovia puncticulata</i> Yanagisawa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) D.M.Williams		+	+	-	1	+	4	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa		-	-	+	+	+	4	4	1	+	1	+	+	1	1	1	+	2	+	+	+	+	+	+	3	3	3	1	2	2	+	1	+	1	+
<i>Cocconeis</i> spp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis marginatus</i> Ehr.		1	-	-	-	-	+	1	+	+	1	-	1	+	1	+	-	-	-	1	-	1	-	+	+	+	1	+	-	1	+	1	+	1	-
<i>C. radiatus</i> Ehr.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. spp.</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Delphineis surirella</i> (Ehr.) G.W.Andrews		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Denticulopsis crassa</i> Yanagisawa et Akiba		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(Closed copula)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Denticulopsis hustedtii</i> (Simonsen et Kanaya) Simonsen		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. praedimorpha</i> var. <i>minor</i> Yanagisawa et Akiba		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(Closed copula)		+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. praedimorpha</i> var. <i>praedimorpha</i> Barron ex Akiba		9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(Closed copula)		6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. simonsenii</i> Yanagisawa et Akiba		19	4	2	5	6	4	4	1	11	2	4	19	22	22	22	8	28	13	-	13	2	11	6	5	10	1	28	2	6	9	7	2	8	
<i>D. vulgaris</i> (Okuno) Yanagisawa et Akiba		6	1	3	8	2	+	4	12	9	5	2	9	14	8	10	5	11	8	7	5	2	5	12	3	26	2	11	6	1	12	3	5	2	
S-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group		1	1	9	1	1	6	2	5	9	1	4	17	8	10	25	5	2	10	2	9	4	12	5	7	9	1	33	1	1	9	5	5	16	
<i>Diplepis</i> spp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eucampia</i> sp. A (= <i>Hemiaulus polymorphus</i> Grunow)		+	+	+	+	1	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Goniothecium rogersii</i> Ehr.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Grammatophora</i> spp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemidiscus cuneiformis</i> G.G.Wall.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba		1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Koizumia adaroi</i> (Azpeitia) Yanagisawa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>K. cf. tatsunokuchiensis</i> (Koizumi) Yanagisawa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mediaria splendida</i> Sheshukova		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. splendida</i> f. <i>tenera</i> Schrader		+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neodelphineis pelagica</i> Takano		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia challengeri</i> Schrader		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. grunowii</i> Hasle		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. heteropolica</i> Schrader		1	2	2	2	2	1	+	1	+	2	1	+	1	+	1	2	1	3	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. praereinholdii</i> Schrader		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. rolandii</i> Schrader emend. Koizumi		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. cf. sicula</i> (Castr.) Hust.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odontella aurita</i> (Lyngb.) J.A.Agardh		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve		+	1	3	+	-	+	2	+	6	1	+</																							



付表7 質場川IIセクション上部(TB-IIIU)から産出した珪藻化石.

Table A7 Occurrence chart of diatoms in the upper Shichibagawa II (TB-IIIU) section.

Formation	Nakayama Formation													
	<i>Thalassionema schraderi</i> Zone (NPD6B)													
	6B2						6B3							
Diatom zone (Tentative interval)	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
Sample number (TB-II)	408	409	410	411	412	413	415	417	418	419	420	421	422	423
Original sample number (Sado)	103812	103813	103814	103815	103816	103817	103818	103819	103820	103821	103822	103823	103824	103825
Resistration number (GSJ R)	P	P	P	M	P	P	P	P	P	M	M	P	M	M
Abundance	R	C	R	C	R	C	R	C	C	A	A	A	A	A
<i>Actinocyclus ellipticus</i> Grunow	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader	4	2	-	-	1	-	-	2	3	-	2	1	-	-
<i>A. octonarius</i> Ehr.	-	-	-	-	1	1	-	+	-	1	-	-	-	-
<i>A. sp. A</i>	2	-	-	17	5	9	2	1	1	10	2	1	1	-
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehr.) Ehr.	18	15	21	25	30	33	41	22	14	6	7	4	2	8
<i>Arachnoidiscus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>A. sp. (oval form)</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) P.A.Sims et G.A.Fryxell	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>A. vetustissima</i> (Pant.) P.A.Sims	-	-	-	-	-	1	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) D.M.Williams	1	+	2	3	2	1	2	-	1	1	+	1	1	2
<i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa	+	1	-	4	+	1	1	1	-	2	-	1	+	+
<i>Cocconeis californica</i> Grunow	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>C. vitrea</i> Brun	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehr.	23	7	23	8	4	10	3	4	20	2	1	6	3	8
<i>C. radiatus</i> Ehr.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. sp.</i>	3	1	1	2	1	4	-	3	-	-	-	+	-	-
<i>Delphineis surirella</i> (Ehr.) G.W.Andrews	-	2	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Denticulopsis hyalina</i> (Schrader) Simonsen	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>D. simonsenii</i> Yanagisawa et Akiba	1	-	+	2	-	1	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. vulgaris</i> (Okuno) Yanagisawa et Akiba	-	-	-	+	-	1	+	1	-	-	-	-	-	-
S-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Diploneis bombus</i> Ehr.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. smithii</i> (Bréb.) Cleve	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	+	+
<i>Eucampia</i> sp. A (= <i>Hemiaulus polymorphus</i> Grunow)	-	-	-	1	-	-	-	1	1	1	-	-	1	-
<i>Grammatophora</i> spp.	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova	1	1	-	1	2	2	+	-	1	-	-	-	2	1
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Lithodesmium reynoldsii</i> Barron	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Nitzschia grunowii</i> Hasle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>N. plicocena</i> (Brun) Merz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1	1	3
<i>N. cf. plicocena</i> (Brun) Merz (linear form)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-
<i>N. sp. (linear)</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	+	1	1	1
<i>N. rolandii</i> Schrader emend. Koizumi	-	+	-	-	-	-	-	-	3	10	3	24	68	24
<i>N. suikoensis</i> Koizumi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve	6	10	12	1	2	5	8	3	13	12	2	1	2	6
<i>Plagiogramma staurophorum</i> (Greg.) Heib.	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Proboscia alata</i> (Bright.) Sundstöm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>P. praealata</i> (Schrader) Jordan et Priddle	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. barboi</i> (Brun) Jordan et Priddle	6	9	9	3	2	1	5	11	7	9	1	4	2	7
<i>P. barboi</i> (Brun) Jordan et Priddle (spinose)	-	-	5	+	3	+	-	6	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightw.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>R. sp. A (normal)</i>	2	+	1	-	1	1	-	+	-	1	5	-	-	-
<i>R. sp. B (flame)</i>	4	3	8	-	1	-	4	2	-	-	-	-	-	-
<i>Rouxia californica</i> Perag.	-	1	-	2	+	+	+	2	+	1	2	1	+	1
<i>R. peragalli</i> Brun et Hérib.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehr.) Hasle et P.A.Sims	-	2	-	3	-	2	+	7	-	4	-	1	-	1
<i>Stephanopyxis</i> spp.	-	1	-	1	1	-	1	+	1	-	-	-	-	-
<i>Thalassionema hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader	1	3	-	-	-	-	+	-	-	2	-	-	-	-
<i>T. nitzschoides</i> (Grunow) H. Perag. et Perag.	15	27	16	24	34	23	22	14	23	23	68	38	14	25
<i>T. schraderi</i> Akiba	1	+	-	-	+	+	-	2	10	3	+	10	+	5
<i>T. sp. A (sakiboso)</i>	1	10	-	1	3	-	-	11	-	1	1	2	2	4
<i>Thalassiosira manifesta</i> Sheshukova	2	2	-	-	-	-	2	1	-	+	3	-	-	-
<i>T. marujamica</i> Sheshukova	-	1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	-
<i>T. singularis</i> Sheshukova	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>T. temperi</i> (Brun) Akiba et Yanagisawa	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	+	-
<i>T. sp. A</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-
<i>T. sp. B</i>	-	1	-	-	-	1	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-
<b>Non-marine diatom</b> <i>Aulacoseira</i> spp.	2	1	1	1	3	3	7	2	2	2	-	1	+	1
Total number of valves counted	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Resting spore of <i>Chaetoceros</i>	45	33	20	37	40	45	67	29	82	9	44	17	5	75

Preservation, G: good; M: moderate, P: poor; Abundance, A: abundant, C: common, R: rare

付表8 質場川IV (TB-IV) セクションから産出した珪藻化石.

Table A8 Occurrence chart of diatoms in the Shichibagawa IV (TB-IV) section.

Formation	Nakayama F.			
Diatom zone	<i>T. yabei</i> (NPD5C)			
(Tentative interval)	5C1			
Sample number (TB-IV)	01	02	03	04
Original sample number (Sado)	440	439	438	437
Resistration number (GSJ R)	103835	103834	103833	103832
Preservation	M	M	P	G
Abundance	A	A	C	A
<i>Actinocyclus ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader	12	4	55	4
<i>A. octonarius</i> Ehr.	-	1	-	-
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehr.) Ehr.	11	3	6	1
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) P.A.Sims et G.A.Fryxell	9	3	3	4
<i>A. vetustissima</i> (Pant.) P.A.Sims	2	-	-	-
<i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) D.M.Williams	-	-	-	+
<i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa	2	2	1	3
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehr.	-	-	13	1
<i>Denticulopsis simonsenii</i> Yanagisawa et Akiba	-	12	1	25
<i>D. vulgaris</i> (Okuno) Yanagisawa et Akiba	2	15	2	15
S-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group	-	10	-	7
<i>Goniothecium rogersii</i> Ehr.	1	-	-	-
<i>Mediaria splendida</i> Sheshukova	-	-	+	-
<i>Neodelphineis pelagica</i> Takano	-	+	-	-
<i>Nitzschia heteropolica</i> Schrader	-	1	-	+
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve	+	4	-	1
<i>Proboscia alata</i> (Bright.) Sundstöm	-	-	1	-
<i>P. barboi</i> (Brun) Jordan et Priddle	8	-	1	2
<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightw.	-	2	-	-
<i>R. sp. A</i>	+	-	3	3
<i>Rouxia californica</i> Perag.	+	1	-	+
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehr.) Hasle et P.A.Sims	-	+	3	2
<i>Stephanogonia hanzawae</i> Kanaya	-	+	-	-
<i>Stephanopyxis</i> spp.	-	+	-	-
<i>Thalassionema hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader	3	+	-	-
<i>T. nitzschiioides</i> (Grunow) H. Perag. et Perag.	50	40	10	29
<i>Thalassiosira grunowii</i> Akiba et Yanagisawa	-	-	1	1
<i>T. yabei</i> (Kanaya) Akiba et Yanagisawa	-	2	-	2
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow	-	+	-	-
<i>Triceratium condecorum</i> Brightw.	-	+	-	-
Total number of valves counted	100	100	100	100
Resting spore of <i>Chaetoceros</i>	19	16	12	22

Preservation, G: good; M: moderate, P:poor; Abundance, A:abundant, C: common, R:rare





大佐渡地域南部に分布する新第三系の海生珪藻化石層序 (柳沢・渡辺)

付表10 河内ルートから産出した珪藻化石.

Table A10 Occurrence chart of diatoms in the Kawachi route.

Formation	Nakayama Formation										Nz	Ka
	<i>T. schraderi</i> (NPD6B)							NPD7A		7Bb		
Diatom zones	6B3							7A1	7A2	7Bb	?	
(Tentative interval)	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Sample Number (KW)												
Original sample number (Sado)	580	579	578	577	576	575	593	592	591	581	582	590
Resistration number (GSJ R)	103953	103952	103951	103950	103949	103948	103964	103963	103962	103954	103955	103961
Preservation	G	G	G	G	G	M	G	G	G	G	G	P
Abundance	A	A	A	A	A	A	A	A	R	C	A	A
<i>Actinocyclus ellipticus</i> Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader	5	11	1	+	+	-	-	-	-	-	-	4
<i>A. sp. A</i>	4	1	-	-	2	+	-	-	-	+	2	-
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehr.) Ehr.	1	2	1	1	+	+	1	1	-	+	3	+
<i>A. vulgaris</i> Schum.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) P.A.Sims et G.A.Fryxell	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2
<i>A. cf. nodulifera</i> (A.W.F.Schmidt) G.A.Fryxell et P.A.Sims	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) D.M.Williams	-	-	-	-	+	+	+	-	1	-	-	+
<i>C. linearis</i> (Sheshukova) Akiba et Yanagisawa	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>C. mioenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa	-	-	+	1	-	+	3	+	-	-	-	-
<i>Cocconeis costata</i> Greg.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. curviturunda</i> Brun et Temp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. scutellum</i> Ehr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>C. vitrea</i> Brun	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehr.	3	+	2	1	+	1	5	7	16	33	2	1
<i>C. radiatus</i> Ehr.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. spp.</i>	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crucidentricula punctata</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Delphineis surirella</i> (Ehr.) G.W.Andrews	-	-	-	-	-	+	-	1	-	+	-	-
<i>Denticulopsis crassa</i> Yanagisawa et Akiba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>D. hyalina</i> (Schrader) Simonsen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>D. katayamae</i> Maruyama	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	+
<i>D. simonsenii</i> Yanagisawa et Akiba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>D. vulgaris</i> (Okuno) Yanagisawa et Akiba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Girdle view of <i>D. hyalina</i> group	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
S-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diploneis smithii</i> (Bréb.) Cleve	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Eucampia</i> sp. A (= <i>Hemiaulus polymorphus</i> Grunow)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Grammatophora</i> spp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Mediaria splendida</i> Sheshukova	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Neodenticula kamschatca</i> (Zabelina) Akiba et Yanagisawa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
<i>Nitzschia grunowii</i> Hasle	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>N. heteropolica</i> Schrader	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>N. pliocena</i> (Brun) Merz	+	+	-	+	+	+	3	1	-	-	-	-
<i>N. cf. pliocena</i> (Brun) Merz (linear form)	-	+	-	-	-	-	3	+	-	-	-	-
<i>N. rolandii</i> Schrader emend. Koizumi	+	-	+	+	20	1	14	-	-	1	-	-
<i>N. suikoensis</i> Koizumi	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odontella aurita</i> (Lyngb.) J.A.Agardh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve	-	-	+	+	-	-	-	4	-	+	2	2
<i>Proboscia alata</i> (Bright.) Sundstöm	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-
<i>Proboscia barboi</i> (Brun) Jordan et Priddle	14	5	-	3	2	4	2	-	6	1	1	2
<i>Proboscia barboi</i> (Brun) Jordan et Priddle	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Rhaphoneis amphicerus</i> Ehr.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhabdonema japonicum</i> Temp. et Brun	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>semispina</i> (Hensen) Gran	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. styliformis</i> Brightw.	-	-	-	-	1	+	-	-	2	1	1	1
<i>R. sp. A</i> (normal)	1	-	-	-	-	+	1	-	-	-	-	-
<i>R. sp. C</i> (costa)	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-
<i>Rouxia californica</i> Perag.	-	-	2	-	+	-	+	-	-	-	-	+
<i>Shionodiscus oestrupii</i> (Ostenfeld) A.J.Alverson, S.H.Kang et E.C.Theriot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehr.) Hasle et P.A.Sims	-	-	+	+	+	-	-	+	-	1	1	+
<i>Stephanopyxis</i> spp.	-	-	-	2	-	-	-	+	+	-	-	1
<i>Thalassionema hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader	-	1	-	-	-	1	-	-	1	10	-	1
<i>T. nitzschoides</i> (Grunow) H. Perag. et Perag.	19	25	40	38	24	39	11	28	15	-	4	23
<i>T. cf. robusta</i> Schrader	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
<i>T. schraderi</i> Akiba	3	4	1	2	+	2	3	-	-	-	-	-
<i>T. sp. (sakiboso)</i>	+	1	-	+	+	1	-	1	-	-	-	-
<i>Thalassiosira antiqua</i> (Grunow) Cleve-Euler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>T. grunowii</i> Akiba et Yanagisawa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>T. manifesta</i> Sheshukova	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. marujamica</i> Sheshukova	-	-	-	-	1	-	2	-	-	+	2	-
<i>T. singularis</i> Sheshukova	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>T. sp. B</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Non-marine diatoms</b>												
<i>Aulacoseira</i> spp.	-	+	1	1	-	+	-	-	4	+	-	+
<i>Mesodactyon japonicum</i> Yanagisawa et Tanaka	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Eumotia</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Total number of valves counted	50	50	50	50	50	50	53	50	50	50	50	50
Resting spore of <i>Chaetoceros</i>	8	12	14	5	2	2	2	27	9	2	2	11

Preservation, G: good; M: moderate; P:poor; Abundance, A:abundant, C: common, R:rare  
Nz: Nozaka Formation, Ka: Kawachi Formation

図版1 中山層と野坂層の珪藻化石。

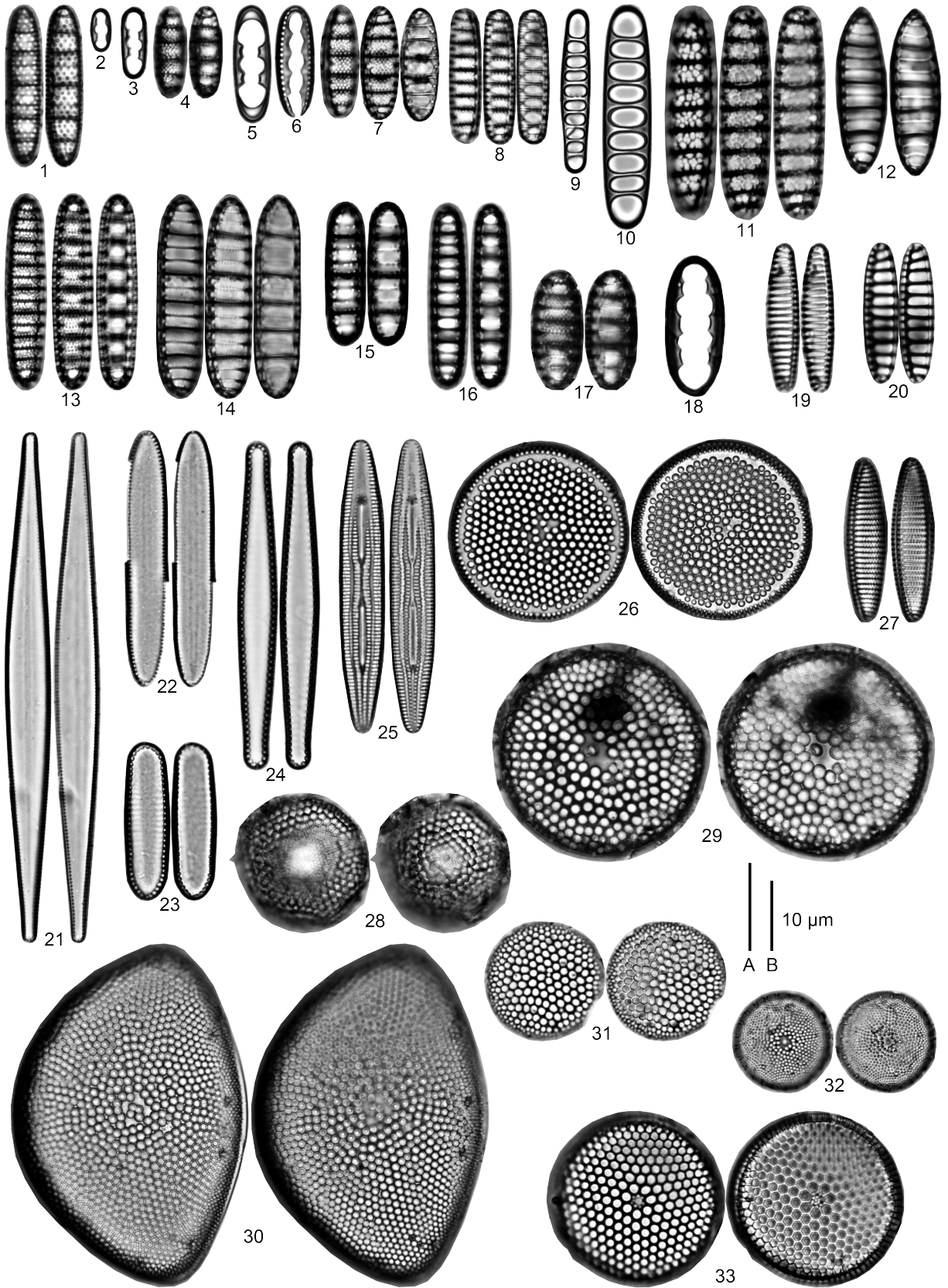
スケールAは図1-20, スケールBは図21-33に適用。種名の後は試料番号(括弧内は採取時の試料番号)を示す。

Plate 1 Diatoms from the Nakayama and Nozaka formations.

Scale bar A for figs. 1-20 and scale bar B for figs. 21-33. Code number after species name indicates sample number with original sample number in parenthesis.

- 1: *Crucidentacula punctata* (Schrader) Akiba et Yanagisawa, SW-04 (Sado454)
- 2: Closed copula of *Denticulopsis praedimorpha* var. *minor* Yanagisawa et Akiba, TB-II-01 (Sado327)
- 3: Closed copula of *Denticulopsis praedimorpha* var. *minor* Yanagisawa et Akiba, SW-02 (Sado456)
- 4: *Denticulopsis praedimorpha* var. *minor* Yanagisawa et Akiba, SW-02 (Sado456)
- 5: Closed copula of *Denticulopsis praedimorpha* var. *praedimorpha* Barron ex Akiba, TB-II-01 (Sado327)
- 6: Open copula of *Denticulopsis praedimorpha* var. *praedimorpha* Barron ex Akiba, TB-II-01 (Sado327)
- 7: *Denticulopsis praedimorpha* var. *praedimorpha* Barron ex Akiba, TB-II-01 (Sado327)
- 8: *Denticulopsis dimorpha* var. *dimorpha* (Schrader) Simonsen, SN-40 (Sado30)
- 9: Closed copula of *Denticulopsis dimorpha* var. *dimorpha* (Schrader) Simonsen, WK-09 (Sado220)
- 10: Closed copula of *Denticulopsis dimorpha* var. *areolata* Yanagisawa et Akiba, WK-09 (Sado220)
- 11: *Denticulopsis dimorpha* var. *areolata* Yanagisawa et Akiba, WK-09 (Sado220)
- 12: *Denticulopsis hustedtii* (Simonsen et Kanaya) Simonsen, TB-II-69 (Sado257)
- 13: *Denticulopsis simonsenii* Yanagisawa et Akiba, TB-I-07 (Sado245)
- 14: *Denticulopsis vulgaris* (Okuno) Yanagisawa et Akiba, TB-I-07 (Sado245)
- 15: *Denticulopsis praekatayamae* Yanagisawa et Akiba, WK-18 (Sado211)
- 16: *Denticulopsis katayamae* Maruyama, WK-18 (Sado211)
- 17: *Denticulopsis crassa* Yanagisawa et Akiba, SN-25 (Sado15)
- 18: Closed copula of *Denticulopsis crassa* Yanagisawa et Akiba, SN-26 (Sado16)
- 19: *Nitzschia rolandii* Schrader emend. Koizumi, WK-111 (Sado134)
- 20: *Neodenticula kamtschatica* (Zabelina) Akiba et Yanagisawa, WK-127 (Sado120)
- 21: *Cavitatus jouseanus* (Sheshukova) D.M. Williams, TB-I-01 (Sado251)
- 22: *Cavitatus linearis* (Sheshukova) Akiba et Yanagisawa, WK-69 (Sado166)
- 23: *Thalassionema schraderi* Akiba, WK-69 (Sado166)
- 24: *Thalassionema hirosakiensis* (Kanaya) Schrader, TB-I-07 (Sado245)
- 25: *Rouxia californica* Peragallo, WK-69 (Sado166)
- 26: *Azpeitia endoi* (Kanaya) P.A. Sims et G.A. Fryxell, TB-II-68 (Sado258)
- 27: *Nitzschia pliocena* (Brun) Merz, WK-69 (Sado166)
- 28: *Thalassiosira castanea* Akiba et Yanagisawa, WK-106 (Sado136)
- 29: *Azpeitia komurae* Akiba, WK-99 (Sado143)
- 30: *Hemidiscus cuneiformis* G.G. Wallich, TB-I-07 (Sado245)
- 31: *Shionodiscus oestrupii* (Ostenfeld) A.J. Alverson, S.H. Kang et E.C. Theriot s. l., NK-19 (N-16)
- 32: *Thalassiosira jacksonii* Koizumi et Barron in Koizumi, NK-19 (N-16)
- 33: *Thalassiosira antiqua* (Grunow) Cleve-Euler, WK-96 (Sado146)

Plate 1



図版2 中山層と野坂層の珪藻化石.

種名の後は試料番号(括弧内は採取時の試料番号)を示す.

Plate 2 Diatoms from the Nakayama and Nozaka formations.

Code number after species name indicates sample number with original sample number in parenthesis.

- 1: *Thalassiosira temperei* (Brun) Akiba et Yanagisawa, WK-123 (Sado123)
- 2: *Thalassiosira* cf. *temperei* (Brun) Akiba et Yanagisawa, TB-II-62 (Sado264)
- 3: *Thalassiosira yabei* (Kanaya) Akiba et Yanagisawa, TB-II-64 (Sado262)
- 4: *Actinocyclus ellipticus* Grunow, SW-14 (Sado444)
- 5: *Actinocyclus ellipticus* Grunow, TB-I-07 (Sado245)
- 6: *Thalassiosira jacksonii* Koizumi et Barron in Koizumi (plicate), NK-19 (N-16)
- 7: *Actinocyclus ingens* f. *ingens* (Rattray) Whiting et Schrader, TB-II-01 (Sado327)
- 8: *Thalassiosira singularis* Sheshukova, WK-69 (Sado166)
- 9: *Thalassiosira leptopus* (Grunow) Hasle et G.A.Fryxell, TB-I-07 (Sado245)
- 10: *Proboscia barboi* (Brun) Jordan et Priddle, WK-29 (Sado201)
- 11: *Rhizosolenia miocenica* Schrader, TB-II-68 (Sado258)
- 12: *Goniothecium rogersii* Ehrenberg, SN-26 (Sado16)
- 13: *Rhizosolenia styliformis* Brightwell, TB-II-68 (Sado258)
- 14: *Rhizosolenia styliformis* Brightwell, SW-14 (Sado444)
- 15: *Triceratium condecorum* Brightwell, TB-II-68 (Sado258)

Plate 2

