

富山県八尾地域の下部—中部中新統の珪藻化石層序

柳沢幸夫*

Yukio YANAGISAWA (1999) Diatom biostratigraphy of the lower to middle Miocene sequence in the Yatsuo area, Toyama Prefecture, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 50 (3), p. 139-165., 15 figs., 1 table, 5 appendix-tables.

Abstract : Diatom biostratigraphy is established for the lower to middle Miocene sequence in the Yatsuo area, Toyama Prefecture, Hokuriku Province, central Japan. The Miocene sequence in this area is composed of the Nirehara, Iwaine, Iozen, Kurosedani, Higashibessho, Tenguyama and Otagawa Formations in ascending order. Diatoms are found in the uppermost Kurosedani Formation and throughout the Higashibessho Formation. Diatom zones of the upper *Crucidentricula kanayae* Zone (NPD 3A) through the middle *Denticulopsis lauta* Zone (NPD 4A) are identified with stratigraphically useful diatom biohorizons. Useful diatom biohorizons including the first occurrence (FO) of *D. praelauta* (D35, 16.3 Ma), the FO of *D. lauta* (D40, 15.9 Ma) and the LO of *D. praelauta* (D41, 15.7 Ma) are recognized in the Tochiage Mudstone Member of the Higashibessho Formation. The FO of *C. lanceolatus* (D41.5, 15.6 Ma) and the FO of *Denticulopsis okunoi* (D42, 15.5 Ma) are identified in the lower Asatani Siltstone Member, and the LO of *D. okunoi* (D43, 15.4 Ma) is located in the uppermost horizon of the same member. Furthermore, the last common occurrence of *Coscinodiscus lewisianus* and the first common occurrence of *D. praelauta* are also useful for local correlation throughout the Hokuriku Province. Correlation of the diatom biostratigraphy to the magnetostratigraphy established by Itoh *et al.* (1999) in the Yatsuo area is not coincident with Barron and Gladenkov's (1995) diatom biochronology. Diatom ages are consistently older than estimated ages based on magnetostratigraphy, suggesting possible error in correlation between diatom stratigraphy and magnetostratigraphy.

要 旨

富山県八尾地域に分布する下部—中部中新統について珪藻化石層序学的研究を行い, 高い時間分解能で年代層序を明らかにした。本地区の下部—中部中新統は楡原層, 岩稲層, 医王山層, 黒瀬谷層, 東別所層, 天狗山層, 音川層からなり, 珪藻は黒瀬谷層最上部と東別所層から産出した。東別所層は, Akiba (1986)の珪藻化石帯 *C. kanayae* 帯 (NPD 3A), *D. praelauta* 帯 (NPD 3B) および *D. lauta* 帯 (NPD 4A) に属する。広域対比可能な生層準として, *D. praelauta* の初産出 (D35, 16.3 Ma), *D. lauta* の初産出 (D40, 15.9 Ma) および *D. praelauta* の終産出 (D41, 15.7 Ma) が, 東別所層の栃上泥岩部層下部に認められた。*Coscinodiscus lanceolatus* の初産出 (D41.5, 15.5 Ma) と *D. okunoi* の初産出 (D42, 15.4 Ma) は, 東別所層の浅谷シルト岩部層の下部に, *D. okunoi* の終産出 (D43, 15.3 Ma) は同部層の上限付近で確認された。このほか, 栃上泥岩部層下部の *Coscinodiscus lewisianus* の終多産出と *D. praelauta* の初多産出層準が

対比に有用であることがわかった。八尾地域における前中新世末—中中新世初頭での珪藻化石層序と古地磁気層序の対比(伊藤ほか, 1999)は, Barron and Gladenkov (1995)による対比と整合的でなく, 珪藻化石層序のほうが系統的に古い年代を示す。珪藻化石の産出する範囲では, 隣接する医王山地域および金沢市南部地域の中新統と非常に高い精度で地層の対比ができる。

1. はじめに

近年北太平洋における新第三紀珪藻化石層序は急速に進歩し, 地層の広域対比や年代推定的手段として広く用いられている。とくに最近では, 中新世においても20-30万年オーダーの精度での対比を可能とする新たな珪藻化石層序が提案され, これによって, 地層に記録されたさまざまなイベントを高精度で対比し, それらの相互関係や成因に迫ってゆくことが可能になりつつある(Yanagisawa and Akiba, 1998)。

本論文をはじめとする一連の論文(柳沢, 1999a, b,

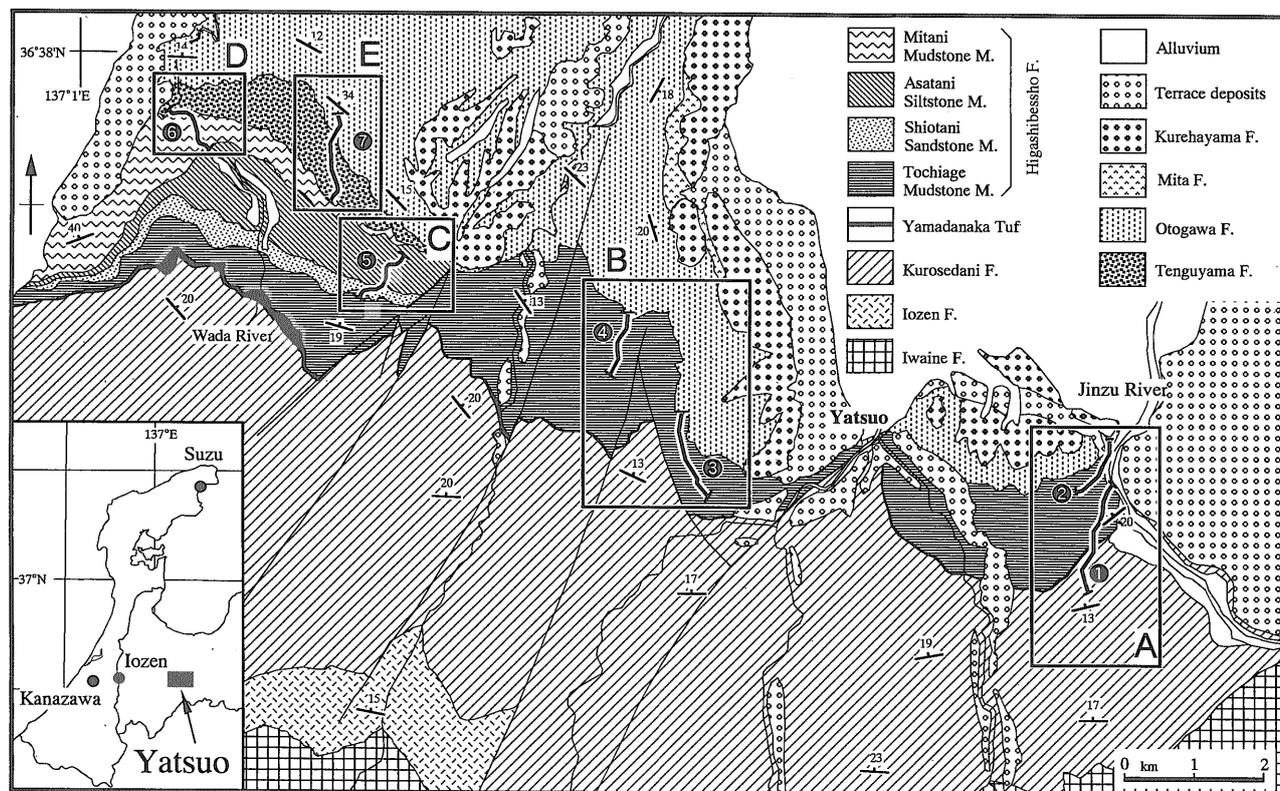
Keywords : diatom, sedimentary rock, biostratigraphy, biochronology, magnetostratigraphy, Yatsuo, Toyama Prefecture, Hokuriku, Japan, Neogene, Miocene

*地質標本館 (Geological Museum, GSJ)

c) では、この時間分解能の高い珪藻化石年代層序 (Yanagisawa and Akiba, 1998) を用いて、北陸地域の中新統の精密な年代層序学を確立し、海水準変動サイクルなどの地史的イベントを明らかにするための基礎的データを提供する。すでに、金沢市南部地域と医王山地域の中新統の珪藻化石層序については報告したので (柳沢, 1999a, b), この論文ではその続報として、隣接する富山県八尾地域 (第1図) の下部-中部中新統の珪藻化石層序について述べる。

八尾地域の新第三系の層序区分は、富山堆積盆地の標準層序としてばかりでなく、北陸地域の標準層序と時階区分として使用され、北陸地域全体の中新第三系の層序を構築してゆく上で重要な位置を占めている (藤井ほか, 1992)。本地域の中新第三系の層序と構造については、1950年代以降数多くの研究が行われ、その詳細が明らかにされてきた (津田, 1953, 1955; 中世古, 1953, 1954; 坂本ほか, 1959; 坂本・野沢, 1960; 坂本, 1966; 早川・竹村, 1987)。また、本地域では、Oyama (1950) によるマングローブ沼性貝類化石の発見をはじめ、貝類化石群に関する数多くの研究が行われており、新第三系の貝化石に関しては、本邦において最も研究が進んでいる地域

の1つである (津田, 1955; Tsuda, 1959, 1960; 津田, 1965; 藤井・清水, 1988, 1989; Ogasawara *et al.*, 1989 など)。また、この熱帯・亜熱帯性の貝類群集に関連して、花粉化石の研究も行われ、マングローブの花粉化石も発見されている (山野井ほか, 1980; 山野井・津田, 1986 など)。微化石層序の研究でも、1950年代から有孔虫化石の研究が着手され (千地, 1955, 1961), 1970年代には日本の浮遊性有孔虫化石層序の年代論的な枠組みを作る際には、*Orbulina datum* の年代を含め重要なデータを提供した (Ikebe, *et al.*, 1972; 千地・池辺, 1973 など)。その後、珪藻を含む各種石灰質および珪質微化石層序の研究が行われ、詳しい年代層序が明らかにされている (谷村, 1979; 伊東, 1986; Hasegawa and Takahashi, 1992; 佐藤ほか, 1991 など)。さらに、こうした基礎的な層序を踏まえて、中新世初期に日本海が拡大したことを示す信頼性の高い古地磁気データの提供され、詳細な古地磁気層序も明らかにされている (Itoh, 1986, 1988; 伊藤・早川, 1988, 1989, 伊藤ほか, 1999 など)。このように、八尾地域は、日本の新第三系の中では稀にみるほど各種の層序学的なデータがそろっている地域であるといえる。



第1図 八尾地域の地質図。坂本・野沢 (1960) および早川・竹村 (1987) などに基づく (一部簡略化)。A-D は第3図, E は第4図の範囲を示す。①-⑦は層序セクションを示す。①: 土川, ②: 井栗谷, ③: 柳川, ④: 新山, ⑤: 大瀬谷, ⑥: 和田川, ⑦: 市谷。

Fig. 1 Geologic map of the Yatsuo area, partly modified after Sakamoto and Nozawa (1960) and Hayakawa and Takemura (1987). ①-⑦: stratigraphic sections. ①: Do River, ②: Iguridani, ③: Yanaigo, ④: Arayama, ⑤: Osedani, ⑥: Wada River, ⑦: Ichtani.

この論文では八尾地域における珪藻化石層序学的研究の結果を報告するとともに、これまでの微化石層序、放射年代および古地磁気層序学的研究を総括した上で、複合年代層序の観点から考察を加える。また、すでに報告した金沢市南部および医王山地域の中新統との詳細な対比を試みる。

2. 層序の概要

八尾地域の新第三系には幾つかの層序区分が提案されている(津田, 1953; 中世古, 1953, 1954; 坂本・野沢, 1960; 早川・竹村, 1987など)が、ここでは最も新しい早川・竹村(1987)の層序区分を用いる。

本地域の新第三系は、下位より八尾層群及び砺波層群に分けられる(第2図)。八尾層群は下位より楡原層、岩稲層、医王山層、黒瀬谷層および東別所層から、砺波層群は天狗山層、音川層および三田層からなる。

楡原層は、先新第三系の基盤岩を不整合に覆う礫岩を基底として砂岩および泥岩からなる。岩稲層は、楡原層を整合に覆う安山岩火山岩および火砕岩類からなる地層で、一部は水中火砕岩である。医王山層は、八尾地域西方の医王山地域を中心に発達する流紋岩質の火砕岩からなる地層で、八尾地域では西部のみに分布する。

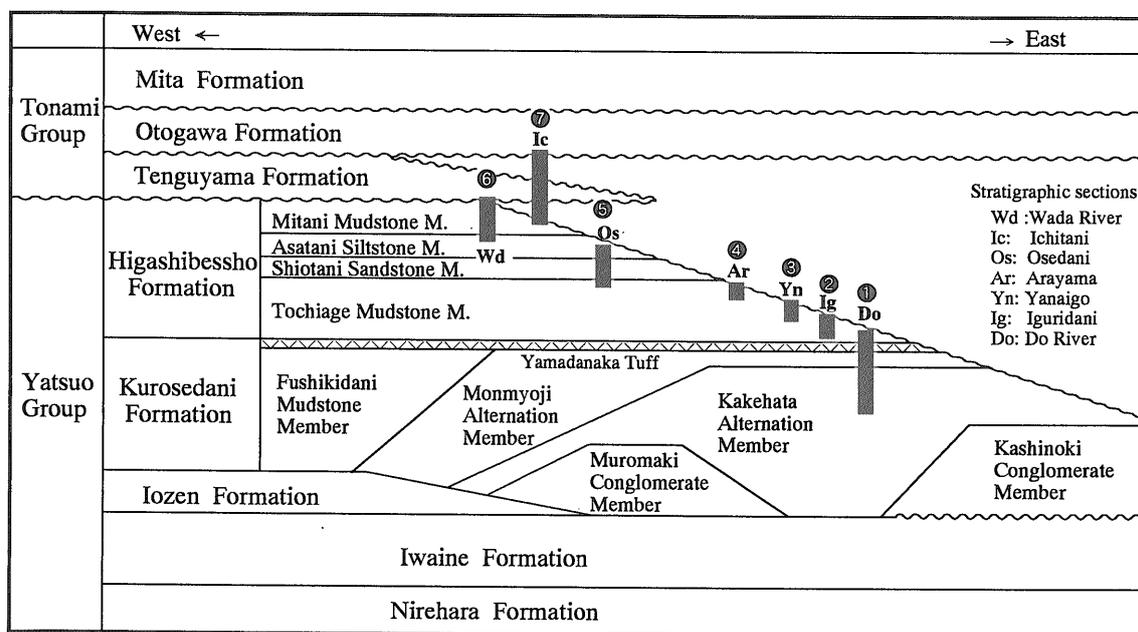
黒瀬谷層は層厚800mを越える厚い地層で、黒色砂岩泥岩を特徴とし、下位の岩稲層から由来した安山岩と黒瀬谷層中の玄武岩・安山岩類に由来した礫岩・砂岩などの粗粒碎屑物からなる。岩相の側方変化が著しく、多くの部層に区分される。試料を採取した範囲では、樫ノ木礫岩部層、室牧礫岩部層、掛畑砂岩泥岩互層部層、間名寺

砂岩泥岩互層部層、伏木谷泥岩部層に細分されている。本層の最上部は山田中凝灰岩部層が占め、上位の東別所層に整合に被覆される。黒瀬谷層は、下部の礫岩の発達する部分を河口部とするファンデルタの堆積物で、マングローブ沼から漸深海帯にわたる貝類化石が多産する。このうち、マングローブ沼と公海性のものは、熱帯—亜熱帯性であり、いわゆる八尾—門ノ沢動物群に属する。

東別所層は、黒瀬谷から漸移する泥岩を主とする地層で、下位より板^{しおたに}上泥岩部層、塩谷砂岩部層、浅谷^{あきたに}シルト岩部層、三谷泥岩部層に区分される。板^{しおたに}上泥岩部層は塊状の泥岩からなるが、一部に成層した泥岩が発達する。本部層は、続成作用の弱い東部では珪藻質泥岩であるが、西部では続成作用を受けて黒灰色泥岩となっている。塩谷砂岩部層は凝灰質の泥質細—中粒砂岩から、その上位の浅谷^{あきたに}シルト岩部層は凝灰質の砂質泥岩からなる。最上部の三谷泥岩部層は、1—数cmの間隔で成層した泥岩で、数cmの厚さの砂岩層を挟む。東別所層は、上位の天狗山層・音川層基底の不整合によって侵食されており、侵食量は東方ほど大きくなっている(第2図)。このため、本層上部の塩谷・浅谷・三谷の3部層は、八尾地域西部にしか分布しない。

天狗山層は、下部の礫岩(和田川橋礫岩部層)と上部の細粒砂岩(千光寺砂岩部層)からなる。全体として、安山岩質火山岩由来の砂岩を特徴とし、黒色を呈する。本層は、下位の東別所層を顕著な不整合(伊香浜不整合)で覆う。

音川層は、泥質細粒砂岩ないし粗粒砂岩を主体とし、新山砂岩と坪野砂岩などに区分される。下位の天狗山層および東別所層を不整合(新山不整合)に覆う。



第2図 八尾地域新第三系の層序(早川・竹村, 1987)。図は Hasegawa and Takahashi (1992)を参考にした。
Fig. 2 Stratigraphy of the Neogene sequence in the Yatsuo area, after Hayakawa and Takemura (1987).

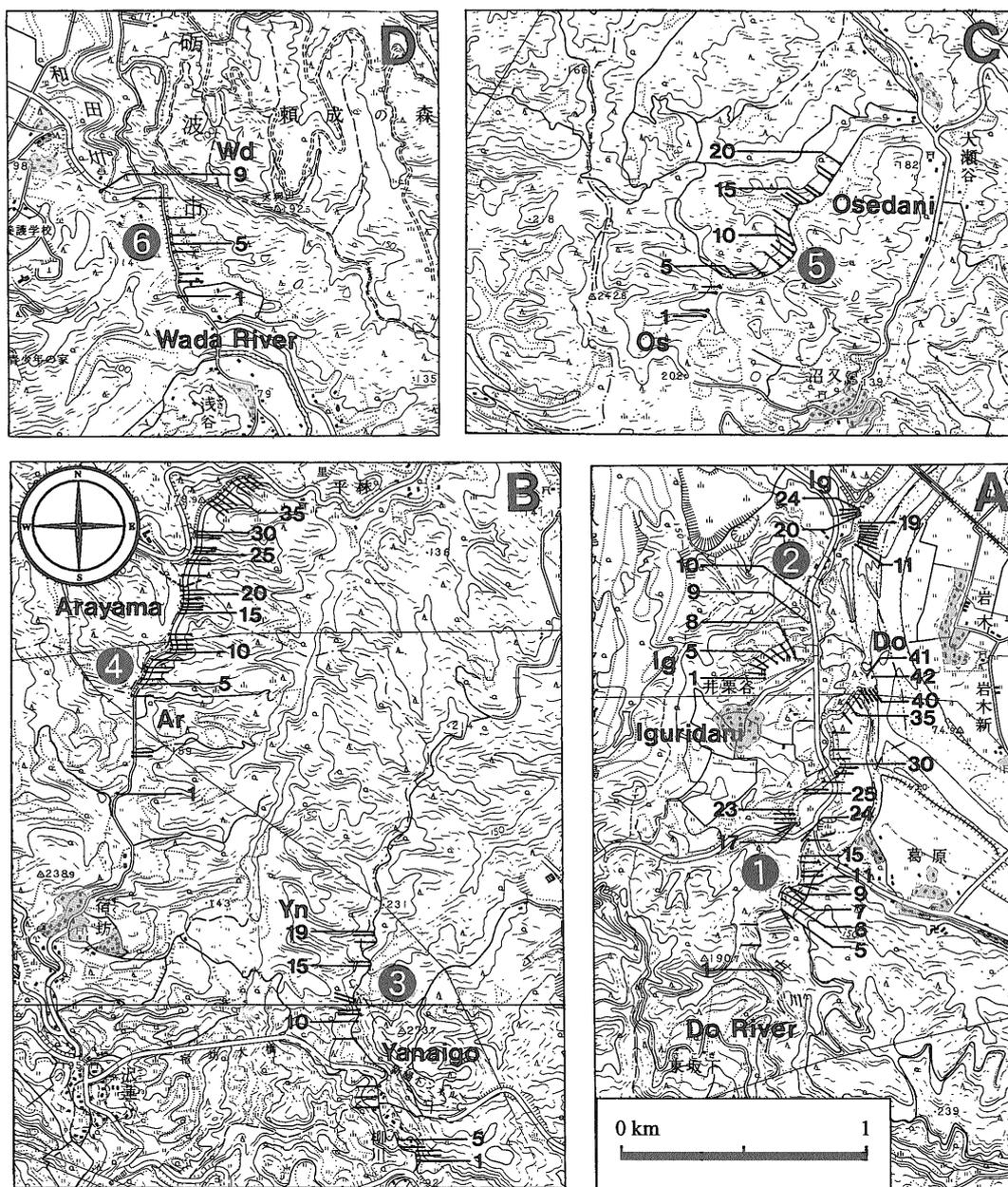
三田層は、数枚の軽石凝灰岩を挟む中粒砂岩、石灰質砂岩からなり、下位の音川層を不整合に覆う。

3. 試料・方法

本研究では、東から土川^{どがわ}(Do01-42)、井栗谷^{いぐりだに}(Ig01-24)、柳川^{やなぎがわ}(Yn01-19)、新山^{あらやま}(Ar01-39)、大瀬谷^{おほせや}(Os01-20)、和田川^{わだがわ}(Wd01-09) および市谷^{いちやに}(IC01-25) の7セクションで、合計178個の泥岩—細粒砂岩試料を採取し分析した

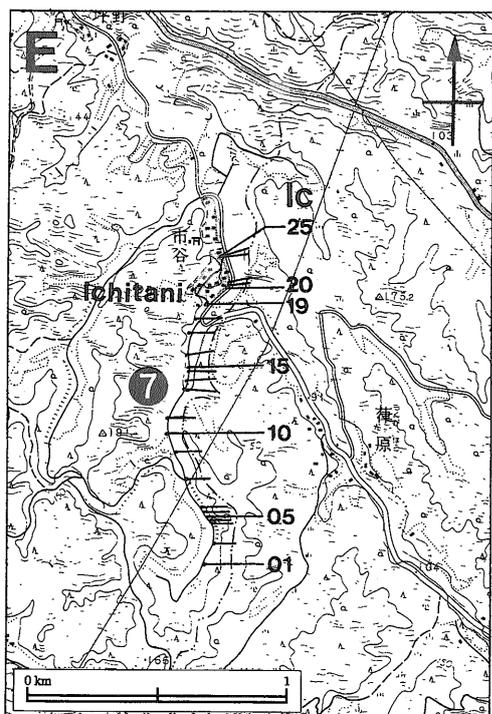
(第3図、第4図)。検討した層準は、黒瀬谷層最上部の掛畑互層上部・聞名寺互層・山田中凝灰岩部層、東別所層、天狗山層および音川層の最下部である(第2図)。

谷村(1979)、伊東(1986)およびHasegawa and Takahashi(1992)を参考にすると、本地域では続成作用が東方ほど弱く、東側のセクションほど下位の層準まで珪藻化石が残っていることが予想された。そこで、ルート^①の選定及び試料採取にあたっては、第2図に示すように西から東に向かって試料採取層準が次第に下位になる



第3図 試料採取位置図(1)。国土地理院発行2万5千分1地形図「宮森新」(B, C, D)、「山田温泉」(B)および「八尾」(A)を使用。①-⑥は層序セクション。①：土川，②：井栗谷，③：柳川，④：新山，⑤：大瀬谷，⑥：和田川。

Fig. 3 Map showing sample locations. Topographic maps “Miyamorishin”, “Yamadaonsen” and “Yatsuo” at 1:25,000 in scale by Geographical Survey Institute of Japan. ①-⑥: stratigraphic sections. ①: Do River, ②: Iguridani, ③: Yanaigo, ④: Arayama, ⑤: Osedani, ⑥: Wada River.



第4図 試料採取位置図(2). 国土地理院発行2万5千分1地形図「宮森新」を使用。

Fig. 4 Map showing sample locations in the Ichitani section (7). Topographic map "Miyamorishin" at 1 : 25,000 in scale by Geographical Survey Institute of Japan.

ようにルートを設定した。実際の試料採取では、セクションの上位から採取を順次行い、珪藻化石が続成作用で溶けていると判断されるやや固い岩相で試料採取をやめ、それ以下の層準では試料採取をしていない(ただし土川セクションを除く)。

炭酸塩団塊以外の試料の処理は、秋葉ほか(1982)およびAkiba(1986)のunprocessed strewn slideの方法で行った。また、炭酸塩団塊の試料の処理は、小泉・谷村(1978)の方法に従った。

珪藻化石の算定は、生物顕微鏡600倍の倍率下で行った。珪藻殻の算定は、*Chaetoceros* 属の休眠胞子を除いて、観察されたすべての種の蓋殻が100個になるまで行った。その後、さらにカバーガラスの幅5 mmの範囲を走査して、その過程で新たに認められた種はpresent(+)として産出表に記録した。また、破片としてのみ認められた種も同様にpresent(+)とした。なお、*Chaetoceros* 属の休眠胞子については、上記蓋殻を100個算定時に認められた総数を別途記録した。

珪藻の保存状態は、殻の破損・溶解の程度や、頑丈な殻を持つ珪藻の頻度などを総合的に判断して、G(good), M(moderate), P(poor)の3段階に分けて表示した。珪藻殻の産出量の評価は、広視野光学顕微鏡600倍のもとで、カバーガラス上ですべての種の蓋殻が100個になるまでの走査線の数によって、次の3段階に分けた。A(abun-

dant) = 走査線1以下, C (common) = 走査線1-3, R (rare) = 走査線3以上。

4. 結果

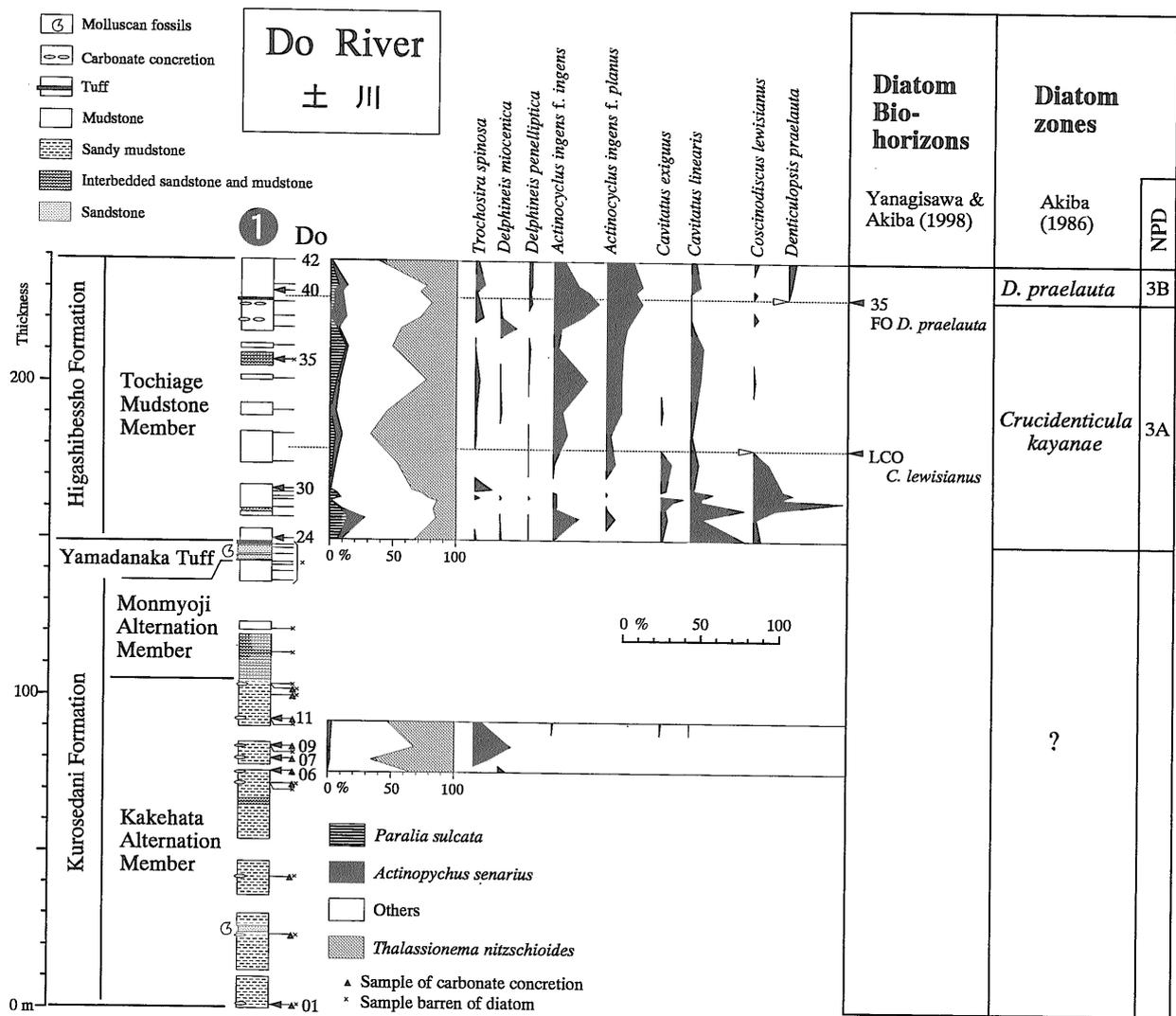
178個の試料のうち、112個から珪藻化石が産出した(第1表および付表第1-5表)。珪藻化石帯は、Akiba(1986)およびYanagisawa and Akiba(1998)の北太平洋中—高緯度珪藻化石帯をNPDコードとともに用いる。また、広域対比に有用な生層準は、Yanagisawa and Akiba(1998)のDコード番号を用いる。なお、生層準については、この論文の図では以下のような略号を使う。FO(first occurrence, 初産出), LO(last occurrence, 終産出), FCO(first common occurrence, 初多産出), LCO(last common occurrence, 終多産出)。

4.1 土川セクション

土川セクションは、八尾町の東端を北流する土川の最下流で作成したセクションで(第3図)、黒瀬谷層上部の掛畑互層・間名寺互層及び山田中凝灰岩の各部層と、東別所層の栃上泥岩部層最下部を含む(第5図)。その層厚は、約240mである。採取した42個の試料(Do01-42)のうち、22個から珪藻化石が産出した(付表第1表)。黒瀬谷層では、炭酸塩団塊以外の試料からは全く珪藻化石は産出しなかったが、掛畑互層部層最上部の4個の炭酸塩団塊試料(Do06, 07, 09, 11)からは、保存不良ではあるが珪藻化石が検出された。一方、山田中凝灰岩部層の直上のDo24より上位の栃上泥岩部層からはほぼ連続的に珪藻化石が産出した。

黒瀬谷層の掛畑互層部層から産した珪藻化石群集は、保存状態が悪く、珪藻化石帯の判定は難しい。栃上泥岩部層のDo39とDo40の間には、*Denticulopsis praelauta*の初産出(D35)が認められ、これより上位は、*D. praelauta*帯(NPD 3B)と認定できる。一方、この生層準より下位の栃上泥岩部層(Do24-39)は、*Denticulopsis* 属を欠き、かつ*Actinocyclus ingens*を産することから、*C. kanayae*帯(NPD 3A)と判定できる。また、Do24からDo39の間からは、*C. kanayae*が全く産出しないことから、この部分は、*C. kanayae*帯上部にある*C. kanayae*の終多産出層準(D33)よりも上位にあると判断できる。

栃上泥岩部層最下部の試料Do24-31では、暖流系珪藻である*Coscinodiscus lewisianus*が、平均して20%程度の頻度で多産し、とくに試料Do27では*C. lewisianus*の頻度は57%にも達する。しかし、Do32で急減し、これより上位では*C. lewisianus*は散点的に稀産するのみである。したがって、Do31とDo32の間に認められる*C. lewisianus*の終多産出層準(LCO)は、極めて明瞭に認識できる。後述するように、この生層準は、井栗谷セクションでも明瞭に認められるほか、金沢市南部(柳沢, 1999a)や能登半島珠洲地域の法住寺珪藻質泥岩部層(柳沢, 1999c)



第5図 土川セクションにおける主な珪藻種の層序学的分布・珪藻生層準及び珪藻化石帯。

Fig. 5 Stratigraphic distribution of selected diatom species, diatom biohorizons and diatom zones in the Do River stratigraphic section.

でも確認され、少なくとも北陸地域内では有用な対比基準となりうる。なお、*C. lewisianus* ほど明瞭ではないが、*Cavitatus linearis* と *C. exiguus* も同様な産出パターンを示す。

4.2 井栗谷セクション

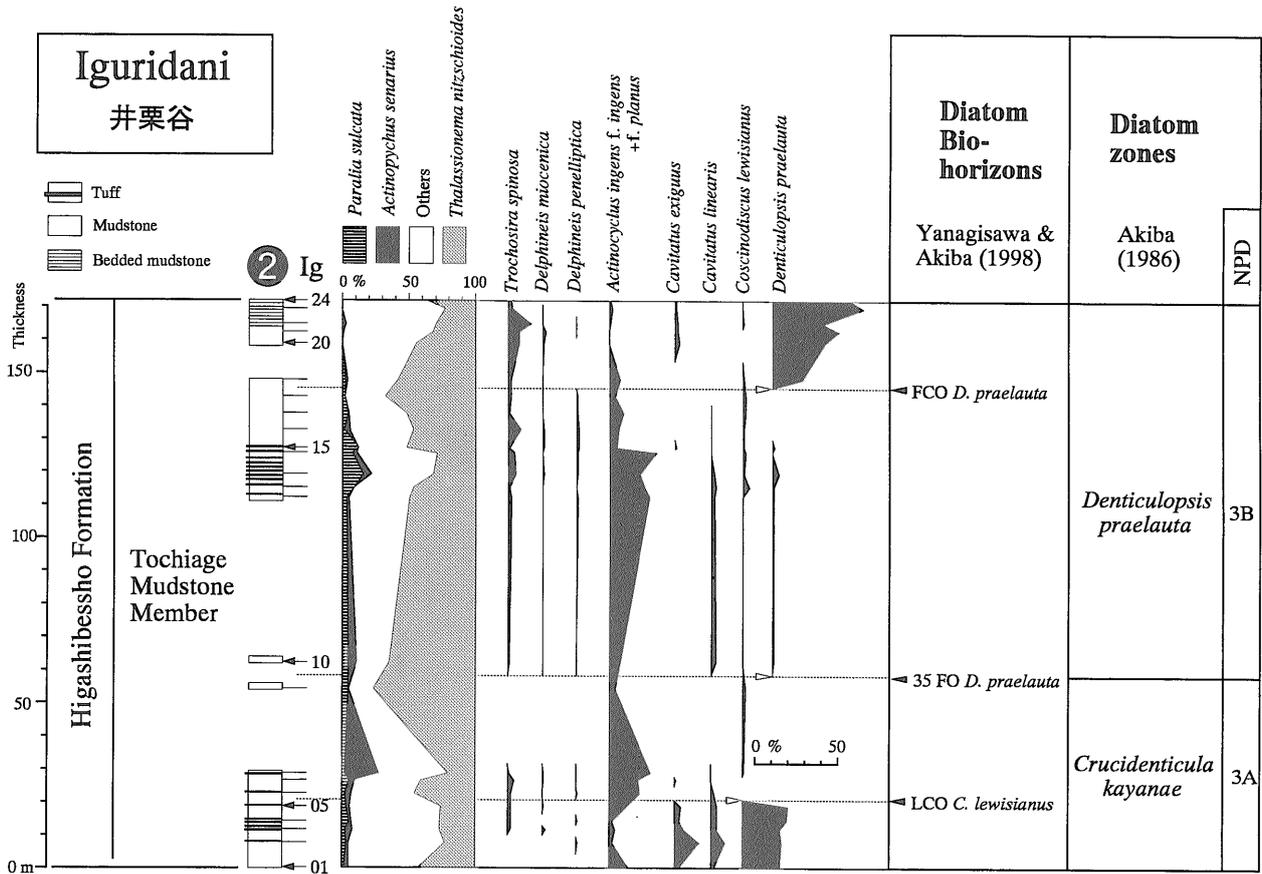
井栗谷セクションは、八尾町東端の井栗谷集落の北東部から神通川の左岸にかけてのセクションで、土川セクションの北西に位置する(第3図)。このセクションは、東別所層下部の栃上泥岩部層下部からなり、層厚は170mである(第6図)。採取した試料 Ig01-24のすべてから、珪藻化石が検出された(付表第2表)。

試料 Ig09と Ig10の間に *Denticulopsis praelauta* の初産出層準(D35)が確認され、この層準より上位の区間は、*D. praelauta* を産し、かつ *Denticulopsis lauta* を含まな

いことから、*D. praelauta* 帯(NPD 3B)と認定できる。一方、この層準より下位は、*Denticulopsis* 属を含まず *Actinocyclus ingens* を産するので、*C. kanayae* 帯と判断できる。

このセクション下部の Ig05と Ig06の間には、土川セクションと同様に *Coscinodiscus lewisianus* の終多産出層準(LCO)が明瞭に確認できる。また、*Cavitatus linearis* と *C. exiguus* も同様にこの層準より上位で急減する。

このセクション上部では、Ig18と19の間に *D. praelauta* の初多産出(FCO)が認められる。この変化は急激で、この層準より下位では、*D. praelauta* の頻度は1%内外(最多でも4%)で、一部の試料では欠如するのに対し、これより上位では5mほどの短い区間で急増し、その頻度は最大50%以上に達する。後述するように、*D. praelauta* の初多産出層準は、柳川セクションにも認められ、少な



第6図 井栗谷セクションにおける主な珪藻種の層序学的分布・珪藻生層準及び珪藻化石帯。
 Fig. 6 Stratigraphic distribution of selected diatom species, diatom biohorizons and diatom zones in the Iguridani stratigraphic section.

くとも八尾地域での地域的な対比基準となる。

4.3 柳川セクション

柳川セクションは、山田村東端の柳川集落から北方にのびる道路沿いのセクションで(第3図), 東別所層下部の栃上泥岩部層中下部(厚さ170m)が露出し, 上位は音川層に不整合に覆われる(第7図)。採取した19個の試料(Yn01-19)すべてから, 珪藻化石が検出された(付表第3表)。

このセクション最下部の試料 Yn04と05の間に, *D. praelauta* の初産出層準(D35)が確認され, この層準より下位の区間は, *C. kanayae* 帯である。この層準からこのセクション最上部の Yn16と17の間にある *D. lauta* の初産出層準(D40)までは *D. praelauta* 帯(NPD 3B), それより上位は, *D. lauta* 帯と認定される。なお, Yn14と15の間には, 井栗谷セクションで認められた *D. praelauta* の初多産出層準が存在する。

4.4 新山セクション

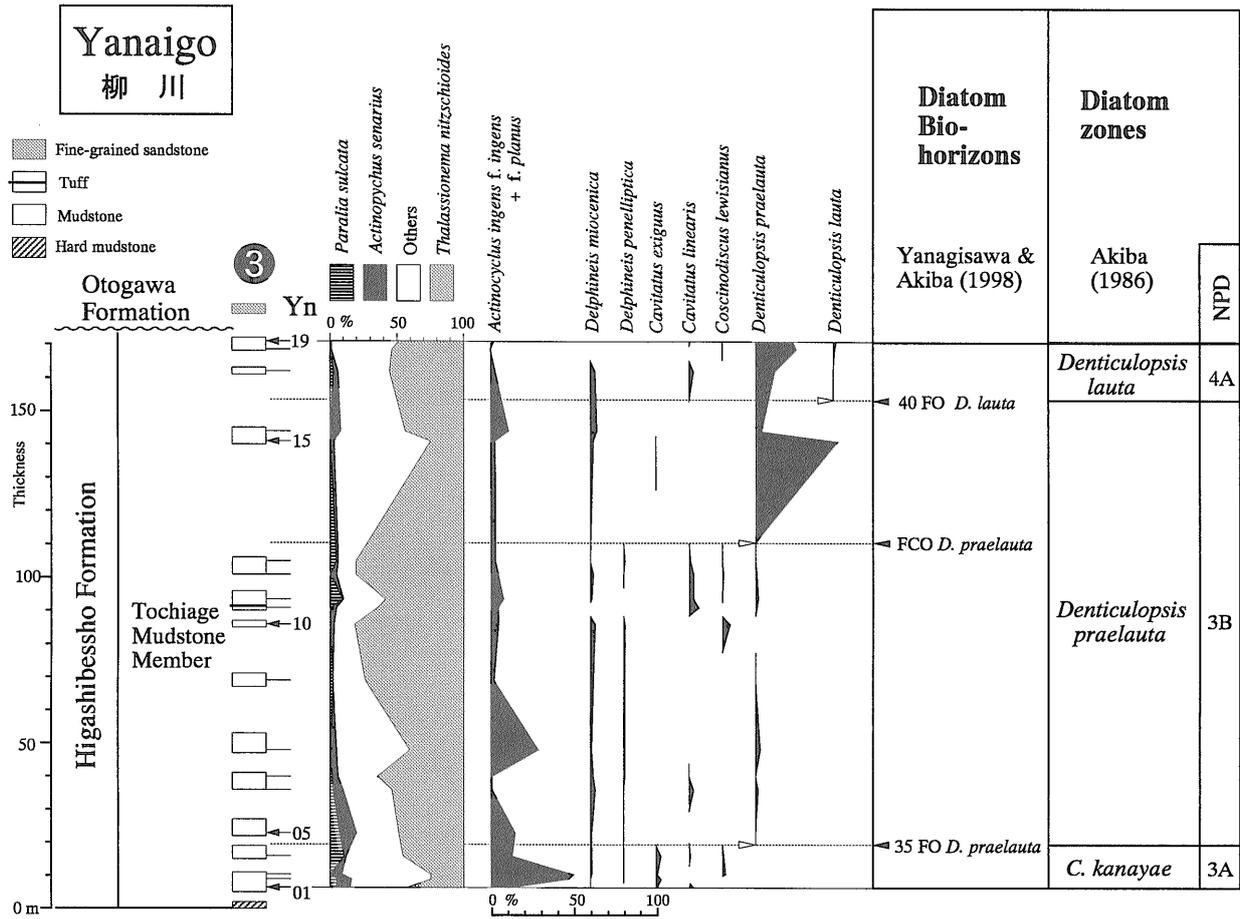
新山セクションは, 八尾町北西端の新山集落の南方の尾根沿いの道路に沿ったセクションで(第3図), 東別所

層下部の栃上泥岩部層中上部と音川層最下部が露出する(第8図)。栃上泥岩部層は厚さが約160mで, 上位の音川層とは不整合の関係にある。栃上泥岩部層の21個の試料(Ar01-21)のうち最下部の試料 Ar01を除く20個から珪藻化石が産出した(付表第4表)。しかし, 音川層から採取した試料(Ar22-39)からは全く珪藻化石が産出しなかったため, 第8図では音川層の部分の柱状図は大部分省略した。

セクション最下部の Ar02と03の間に *D. lauta* の初産出層準(D40)があり, これより下位は *D. praelauta* 帯に, これより上位は *D. lauta* 帯と認定される。また, Ar07と08の間には, *D. praelauta* の終産出層準(D41)が認められる。

4.5 大瀬谷・和田川セクション

大瀬谷セクションは婦中町南端の大瀬谷集落南西の沢沿い, 和田川セクションは礪波市塩谷北方の和田川下流に位置し(第3図), 東別所層の栃上泥岩部層最上部・塩谷砂岩部層・浅谷シルト岩部層及び三谷泥岩部層を含む(第9図)。層厚は両セクションを合わせて約320mである。採取した試料 Os01-20, Wd01-09のうち, Os01, 04,



第7図 柳川セクションにおける主な珪藻種の層序学的分布・珪藻生層準及び珪藻化石帯。
 Fig. 7 Stratigraphic distribution of selected diatom species, diatom biohorizons and diatom zones in the Yanaigo stratigraphic section.

13の3個を除くすべての試料から珪藻が産出した(付表第5表)。

この2つのセクションの試料はすべて *D. lauta* 帯に属する。浅谷シルト岩部層下部の Os09と10, Os11と12の間には、それぞれ *Cavitatus lanceolatus* の初産出層準(D41.4), *Denticulopsis okunoi* の初産出層準(D42)が認められる。また、浅谷シルト岩部層と三谷泥岩部層の境界付近の Wd03と04の間には、*D. okunoi* の終産出層準(D43)がある。

4.6 市谷セクション

市谷セクションは、砺波市市谷南方の沢のセクションで(第4図)、東別所層最上部の三谷泥岩部層、天狗山層および音川層最下部を含む(第10図)。その厚さは310mである。処理した試料 Ic01-25のうち、珪藻化石を産出したのは、三谷泥岩部層の Ic01と、音川層最下部の成層した細粒凝灰岩(OT1凝灰岩)から採取した試料 Ic19のみで、天狗山層からの試料すべてと、Ic19を除く音川層の試料からは珪藻化石は全く検出されなかった。

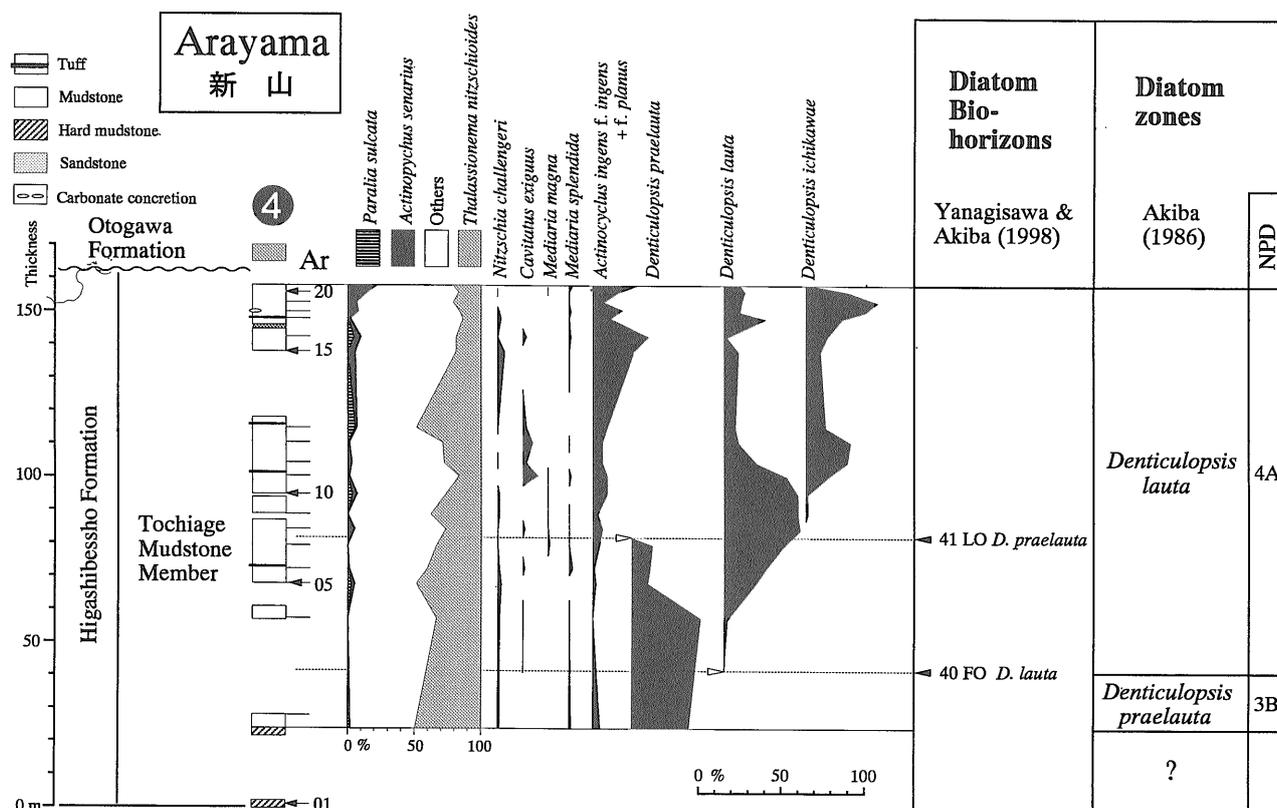
このうち、Ic01の珪藻群集は、*D. lauta* および *C. lan-*

ceolatus が産出し、*D. okunoi* を欠く(付表第5表)。したがって、この試料は、*D. lauta* 帯の上部の *D. okunoi* の終産出(D43)と *C. lanceolatus* の終産出(D43.2)の間の区間にあたり、和田川セクションの三谷泥岩部層の群集と同じ区間に位置づけられる。

一方、音川層最下部の試料 Ic19からは第1表に示すように、*Actinocyclus* sp.と *Aulacoseira* spp.が多産し、*Eunotia* sp.および *Synedra* sp.がわずかに産出する。これらの種は現在のところ種名の同定には至っていないが、いずれも淡水生と思われる、これから年代を推定することはできない。

4.7 対比及び珪藻化石年代

第11図に、市谷セクションを除く6つのセクションの結果をまとめた。東別所層は、Akiba (1986)の珪藻化石帯区分の *C. kanayae* 帯、*D. praelauta* 帯および *D. lauta* 帯に属する。また、Yanagisawa and Akiba (1998)の示した生層準のうち、*D. praelauta* の初産出(D35, 16.3 Ma), *D. lauta* の初産出(D40, 15.9 Ma)および *D. praelauta* の終産出(D41, 15.7 Ma)が栃上泥岩部層中に



第8図 新山セクションにおける主な珪藻種の層序学的分布・珪藻生層準及び珪藻化石帯。
 Fig. 8 Stratigraphic distribution of selected diatom species, diatom biohorizons and diatom zones in the Arayama stratigraphic section.

認められた。さらに、*Cavitatus lanceolatus* の初産出 (D41.5, 15.5 Ma) と *D. okunoi* の初産出 (D42, 15.4 Ma) が浅谷シルト岩部層の下部に、*D. okunoi* の終産出 (D43, 15.3 Ma) が浅谷シルト岩部層の上限付近で確認された。このほか、栃上泥岩部層下部の *Coscinodiscus lewisianus* の終多産出と *D. praelauta* の初多産出層準が対比に有用である。

東別所層の下部では、*C. kanayae* は産出しないので、本層の下限は *C. kanayae* 帯上部にある *C. kanayae* の終多産出層準 (D33, 16.5 Ma) より上位にある。一方、東別所層の上限まで *C. lanceolatus* が産出するので、本層の上限は *C. lanceolatus* の終産出層準 (D43.2, 15.1-15.2 Ma) よりも下位になる。以上から、Yanagisawa and Akiba (1998) の示した珪藻年代に基づけば、東別所層は、16.5 から 15.1 Ma の間に堆積したと考えられる。

次に Yanagisawa and Akiba (1998) の珪藻年代を基に堆積曲線を作成した (第12図)。なお、ここでは圧密による層厚の減少を考慮していないので、以下の堆積速度はいずれも見かけの堆積速度である。

一部の折れ曲がりはあるが、生層準の逆転はなく、矛盾のない比較的滑らかな曲線が得られる。この曲線に基づけば、*C. lewisianus* の終多産出層準と *D. praelauta* の初多産出層準の年代は、それぞれ 16.4 Ma, 16.0-16.1 Ma

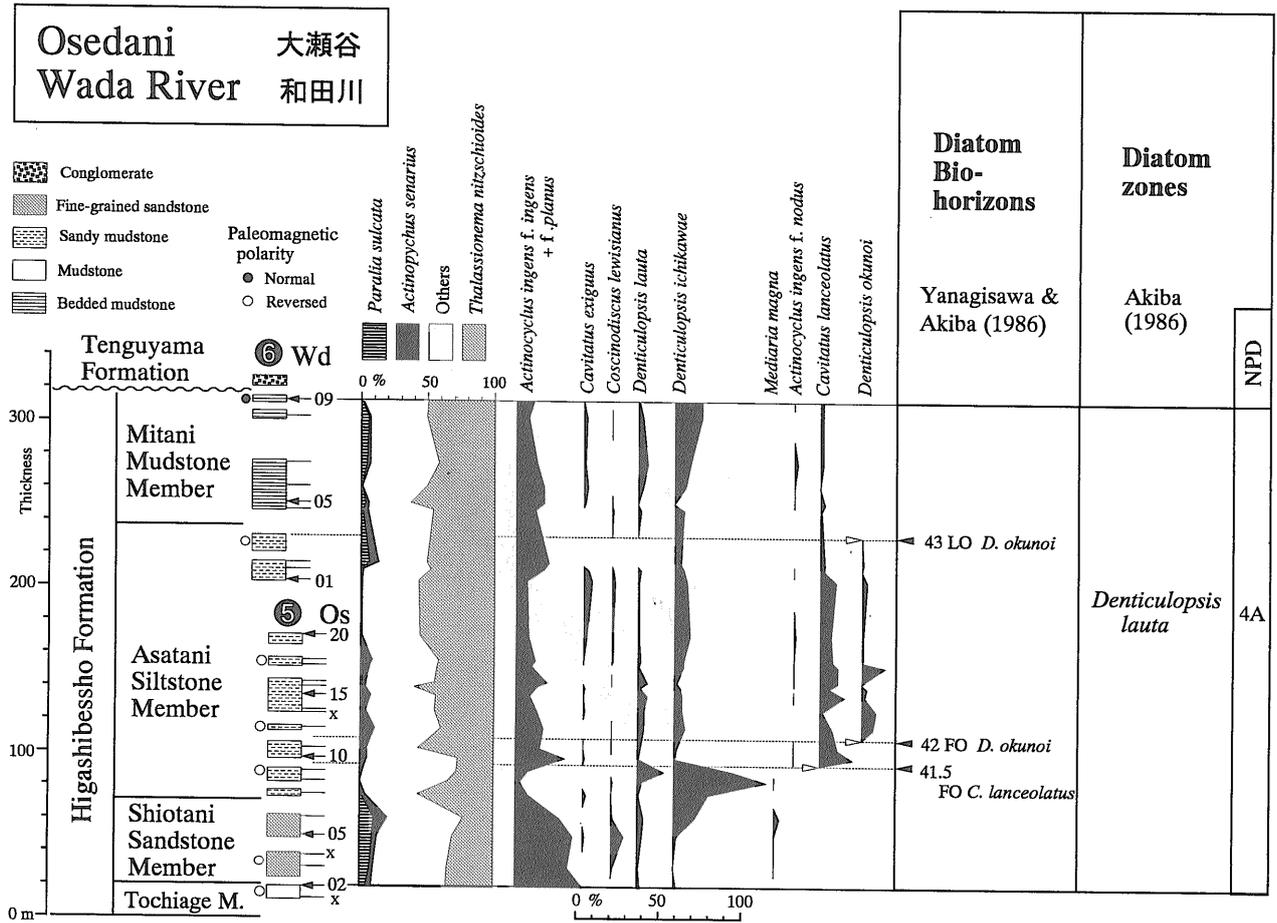
と算定される。この値は珠洲地域での算定値 (柳沢, 1999 c) とほぼ一致する。

5. 考察

本地域では、これまでに各種微化石層序、古地磁気層序および放射年代に関する多数の報告がある。ここでは、これらの研究の成果を総括した上で、複合年代層序の見地から今回の珪藻化石層序の結果と比較し、問題点などについて議論する。また、隣接する医王山地域と金沢市南部地域の中新統との精密な対比を行い、堆積作用や海水準変動の現れ方の違いについて考察する。

5.1 微化石層序研究との比較

本地域では、これまでに珪藻、浮遊性有孔虫、石灰質ナノ化石および放散虫化石層序の研究がなされている。まず珪藻化石では、谷村 (1979) が谷内川と和田川沿いの東別所層の三谷泥岩部層から、Koizumi (1977) の *Denticulopsis lauta* 帯に認定される珪藻を報告した。また、伊東 (1986) は和田川・大瀬谷・山田川・新山ルート of 東別所層の試料を検討し、いずれも Koizumi (1985) の *D. lauta* 帯に属すると判断している。さらに、長谷川ほか (1990) は、東別所層の下部が *Actinocyclus ingens* 帯 (= *C. kanayae* 帯)、中部が *D. praelauta* 帯、そして上部が



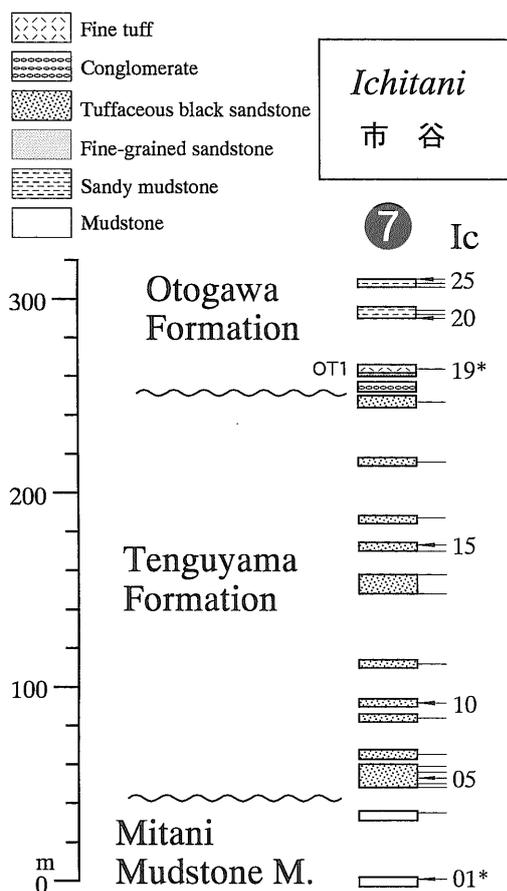
第9図 大瀬谷及び和田川セクションにおける主な珪藻種の層序学的分布・珪藻生層準及び珪藻化石帯。
 Fig. 9 Stratigraphic distribution of selected diatom species, diatom biohorizons and diatom zones in the Osedani and Wada River stratigraphic sections.

D. lauta 帯に相当するとしている。これらの結果はいずれも本論文の研究結果と一致する。

浮遊性有孔虫層序では、まず千地・池辺(1973)が、黒瀬谷層の上部から *Globigerinoides sicanus* de Stefani を検出し、黒瀬谷層中上部を Blow (1969) の Zone N.8 と認定した。そして、これより上位からは *G. sicanus* が産出せず、*G. sicanus* の終産出がほぼ Zone N.9 の下限に一致するとされていることを根拠にして、黒瀬谷層上限の山田中凝灰岩部層の直下付近に N.8/N.9 境界があると考えた。その後、谷村(1979)と茨木(1981a, b)は、それぞれ板土泥岩部層最下部と山田中凝灰岩部層の層準からも *G. sicanus* が産出することを明らかにし、N.8/N.9 境界がさらに上位にあることを示した。また、長谷川ほか(1990)と Hasegawa and Takahashi (1992)は、東別所層中部の塩谷砂岩部層までを Zone N.8 に対比し、N.8/N.9 境界がこれより上位の東別所層最上部にある可能性を指摘した。このように、黒瀬谷層の中上部が Zone N.8 に相当することは当初から明らかであったが、N.8/N.9 境界の推定位置は研究の進展によって次第に上位へと変更になり、現在では少なくとも東別所層中部の塩谷砂岩部層

より上位にあると考えられている。なお、早川(1983)は、塩谷砂岩部層と浅谷シルト岩部層が Zone N.9 から N.11 に相当する可能性を指摘したが、Zone N.9 の下限から産出し始める *Orbulina* 属や、Zone N.10 の基底から産出が始まる *Globorotalia peripheroacuta* Blow et Banner が、現在まで東別所層からは全く見つかっていないので、その化石帯認定は確かなものではない。なお、珪藻化石層序では、東別所層の上限は *D. lauta* 帯 (NPD 4A) の *D. okunoi* の終産出 (D43) と *C. lanceolatus* の終産出 (D43.2) の間にあり、Yanagisawa and Akiba (1998) の珪藻年代層序と Berggren *et al.* (1995) の浮遊性有孔虫の年代層序によれば、N.8/N.9 境界は、D43.2 よりも上位にあるので、東別所層の上部に Zone N.9 が存在する可能性は小さい(第13図)。

石灰質ナンノ化石では、長谷川ほか(1990)と小笠原ほか(1990)によれば、黒瀬谷層最上部から東別所層下部までが Okada and Bukry (1980) の CN3 に、これより上位の東別所層が CN4 に相当するとされる。その詳細は公表されていないが、塩谷砂岩層の直下まで *Helicosphaera scissura* Miller が産出するので、CN3/CN4 境界の位置は



第10図 市谷セクションの柱状図。*は珪藻化石の産出した試料。

Fig. 10 Columnar section of the Ichitani section. *: samples containing diatom fossils.

栃上泥岩層の最上部にあるという(田中裕一郎, 談)。一方, 佐藤ほか(1991)は和田川沿いのルートで, *H. scissura* が山田中凝灰岩から産出しそれより上位からは産出しないこと, また *Discoaster* 属の中での *Discoaster deflandrei* Bramlette et Riedel の頻度が黒瀬谷層の上限付近で急減することから, Martini (1971)の NN4/NN5境界, すなわち Okada and Bukry (1980)の CN3/CN4境界が, 黒瀬谷層と東別所層の境界付近にあるとした。このように, 長谷川ほか(1990)と佐藤ほか(1991)では, CN3/CN4境界について食い違いがあるが, ここでは CN3を示す *H. scissura* の産出を重視して, CN3/CN4境界は栃上泥岩層の最上部にあると考えておく。これによれば, CN3/CN4境界は珪藻の生層準の D41と D41.4の間にくる。これは Berggren *et al.* (1995)と Yanagisawa and Akiba (1998)の年代層序と矛盾しない(第13図)。

放散虫化石では, 谷村(1979)が谷内川沿いの東別所層三谷泥岩部層上部から *Calocyclus costata* (Riedel) Riedel et Sanfilippo を報告し, この部分を Riedel and Sanfilippo (1978)の *C. costata* 帯と認定した。一方, 長谷川ほか(1990), 小笠原ほか(1990)および Hasegawa

第1表 市谷セクションの Ic 19から産出した珪藻。

Table 1 Diatoms from the sample Ic 19 in the Ichitani stratigraphic section. Preservation, P: poor; Abundance, R: rare.

Section	Ichitani
Formation	Otogawa
Sample number	Ic 19
Original sample number	Noto 1160
Preservation	P
Abundance	R
<i>Actinocyclus</i> sp.	58
<i>Aulacoseira</i> spp.	40
<i>Eunotia</i> sp.	1
<i>Synedra</i> sp.	1
Total number of valves counted	100

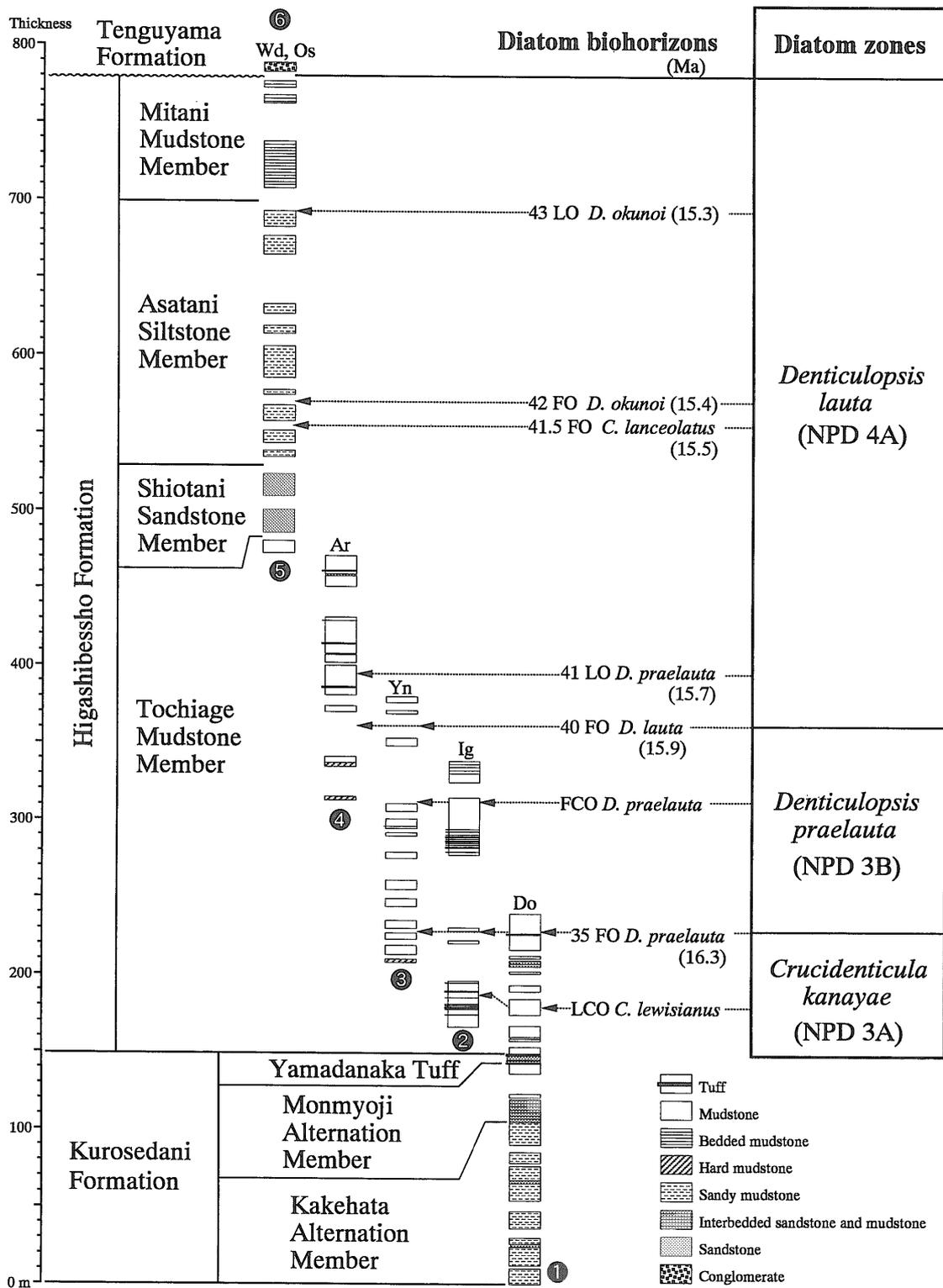
and Takahashi (1992)は, 本論文の土川・井栗谷セクションの東別所層栃上泥岩部層をやはり *C. costata* 帯とした。以上のデータからみると, 東別所層はすべて Riedel and Sanfilippo (1978)の *C. costata* 帯に属すると考えられる(第13図)。 *C. costata* 帯の上限は, その年代が15.68 Ma とされるので (Sanfilippo and Nigrini, 1998), 珪藻化石層序の *D. lauta* 帯の中にある。したがって, 東別所層がすべて Riedel and Sanfilippo (1978)の *C. costata* 帯に属するという推定は珪藻化石層序とは矛盾しない。

以上述べてきたように, 本地域の微化石層序のデータは, 現時点での微化石年代層序 (Berggren *et al.*, 1995; 本山・丸山, 1998; Yanagisawa and Akiba, 1998) とは矛盾するものではない。しかし, これらのデータの中には, 試料の採取位置や群集組成の詳細が明示されていないものが少なくないため, 細部にわたる比較ができず, 精度の高い複合微化石層序を組み立てる上で障害となっている。今後の詳細なデータの公表が望まれる。

5.2 古地磁気層序との対比

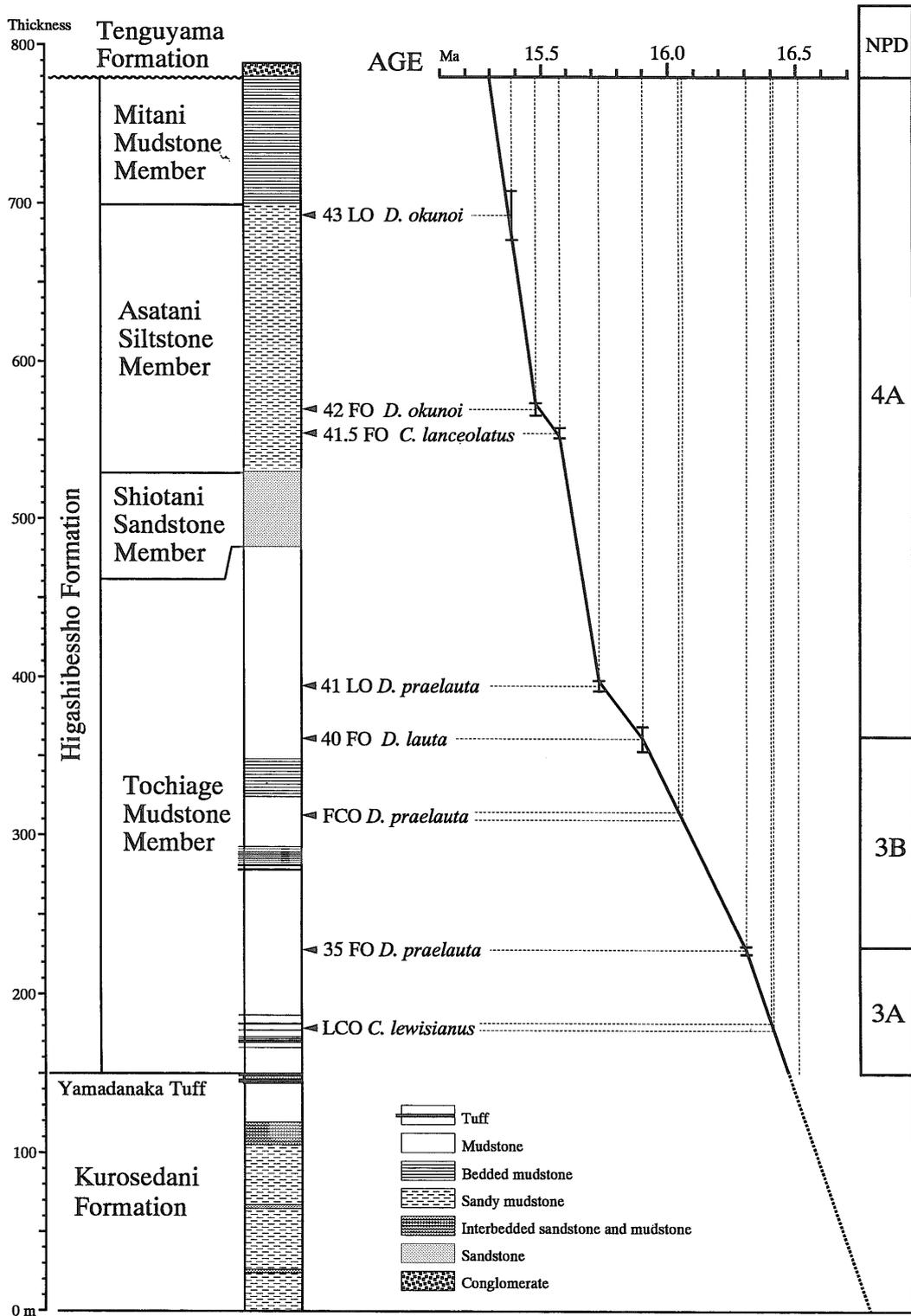
伊藤・早川(1988, 1989)は, 八尾地域に分布する楡原層から三田層までの古地磁気測定を行い, 地磁気極性年代尺度と対比した。また, 最近伊藤ほか(1999)は, 測定に問題のあった地点の再測定を行い, 地磁気極性年代尺度との対比を修正した。ここでは, 今回の研究で明らかになった珪藻化石層序と, 伊藤ほか(1999)の古地磁気層序の比較を行う(第13図)。

伊藤ほか(1999)によれば, 医王山層中部から黒瀬谷層および東別所層の最上部までは, すべて逆帯磁が得られている。彼らは, 黒瀬谷層上部から東別所層にかけての浮遊性有孔虫・珪藻化石層序に基づいて, この長い逆帯磁区間を, Cande and Kent (1995)の地磁気極性年代尺度の Chron C5Br に対比した。したがって, この対比



第11図 各セクションの対比。①：土川 (Do), ②：井栗谷 (Ig), ③：柳川 (Yn), ④：新山 (Ar), ⑤：大瀬谷 (Os), ⑥：和田川 (Wd)

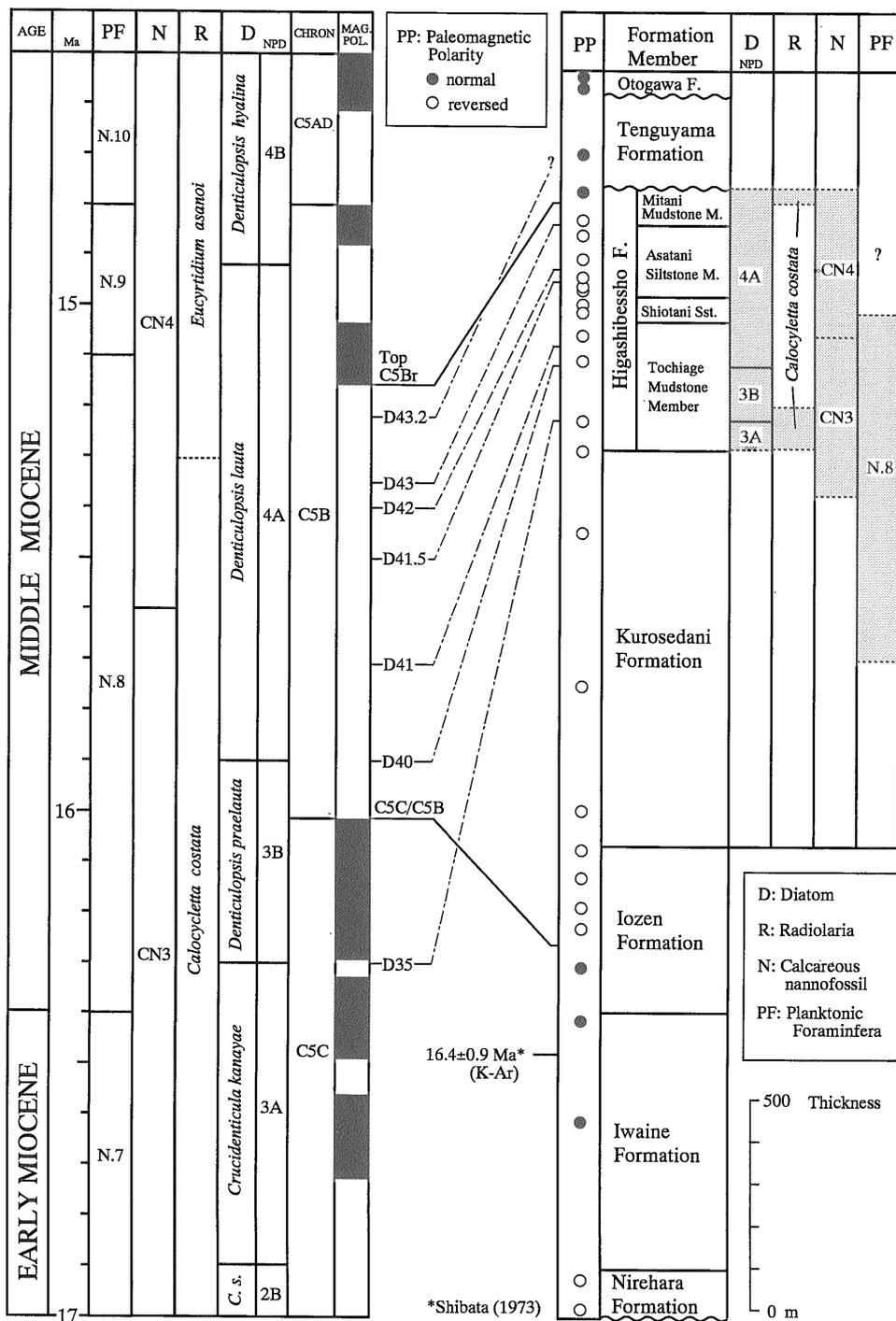
Fig. 11 Correlation of the stratigraphic sections studied. ①: Do River (Do), ②: Iguridani (Ig), ③: Yanaigo (Yn), ④: Arayama (Ar), ⑤: Osedani (Os), ⑥: Wada River (Wd).



第12図 東別所層の堆積速度曲線。生層準の年代は Yanagisawa and Akiba (1998) による。
 Fig. 12 Sediment accumulation rate curve for the Higashibessho Formation.

Magnetobiochronology

Yatsuo area



第13図 八尾地域の下部—中部中新統と地磁気極性年代尺度および微化石年代尺度との対比。年代：Berggren *et al.* (1995)；PF：浮遊性有孔虫化石帯 (Blow, 1969)；N：石灰質ナノ化石帯 (Okada and Bukry, 1980)；R：放射虫化石帯 (本山・丸山, 1998)；D：珪藻化石帯 (Akiba, 1986; Yanagisawa and Akiba, 1998)；地磁気極性年代尺度：Cande and Kent (1995)。浮遊性有孔虫化石帯と石灰質ナノ化石帯の年代は Berggren *et al.* (1995) に基づく。放射虫化石帯および珪藻化石帯の年代は、それぞれ本山・丸山 (1998) と Yanagisawa and Akiba (1998) による。D35-43.2は珪藻の生層準のコード番号。八尾地域の古地磁気層序と地磁気極性年代尺度との対比は伊藤・早川 (1988, 1989) および伊藤ほか (1999) に基づく。八尾地域の古地磁気層序と地磁気極性年代尺度との対比は伊藤ほか (1999) による。八尾地域の珪藻化石層序は本論文に、放射虫化石層序と石灰質ナノ化石層序は谷村 (1979), 長谷川ほか (1990), Hasegawa and Tahahashi (1992) および伊藤ほか (1991) に、浮遊性有孔虫層序は千地・池辺 (1973), 谷村 (1979), 茨木 (1981a, b), 長谷川ほか (1990) および Hasegawa and Tahahashi (1992) による。

Fig. 13 Correlation of the lower to middle Miocene sequence in the Yatsuo area to the geomagnetic polarity time scale and biochronology.

に基づくと、C5C/C5B 境界は医王山層の中部に、Chron C5Br の上限は東別所層最上部にある。

今回の研究で東別所層中に確認された生層準のうち、D43, D42, D41.5の位置は古地磁気層序と大きくは矛盾はしないが、D41, D40およびD35の位置は古地磁気層序よりは全体に古く、とくにD35はその対比線がC5C/C5B境界の対比線と交差してしまい、明らかに古地磁気層序とは矛盾する。

同様の矛盾は、金沢市南部地域の中新統でも存在する(柳沢, 1999a)。すなわち、金沢市南部地域の医王山層最上部と八尾地域の黒瀬谷層に対比される七曲・砂子坂層からは、すべて逆帯磁が得られており(Itoh and Ito, 1989)、D35の対比線とC5C/C5B境界の対比線が交差する(柳沢, 1999a)。

また、後述のように、層序・岩相から天狗山層に確実に対比される医王山地域の蔵原層中には生層準D43.2があり(柳沢, 1999b)、この生層準がもし天狗山層中にもあるとすると、この生層準の対比線も地磁気層序のChron C5Brの上限の対比線と交差する(第13図)。

このように、伊藤ほか(1999)の地磁気層序と本論文の珪藻化石層序を比較すると、全体として珪藻化石層序のほうがやや古く年代を見積もっていることがわかる(第13図)。

Yanagisawa and Akiba (1998)の珪藻年代層序は、基本的にはBarron and Gladenkov (1995)の珪藻化石層序と古地磁気層序の対比に基づいている。柳沢(1999a)で指摘したように、Barron and Gladenkov (1995)が研究したODP Site 884Bと887では、前期中新世末から中期中新世初頭にかけては、古地磁気層序の記録が不良か、あるいは珪藻化石層序の認定が難しく、珪藻化石層序と古地磁気層序の対応は完全ではないので、珪藻化石層序と古地磁気層序の対比には解釈の余地が十分にある。したがって、伊藤ほか(1999)の古地磁気層序と本論文の珪藻化石層序が合わないのは、むしろODP Site 884Bと887における珪藻化石層序と古地磁気層序の対比の方に問題がある可能性もある。

しかしながら、秋葉ほか(1982)による宮城県松島地域の中新統の珪藻化石層序を現在の珪藻化石層序で解釈し、同じセクションで測定を行ったYamazaki (1989)の古地磁気層序と対応させると、Chron C5C/C5B境界は*D. praelauta*帯の最上部にあり、むしろBarron and Gladenkov (1995)の対比を支持する。

このように、前期中新世末から中期中新世初頭における古地磁気層序と珪藻化石層序の対比についてはまだまだ細部に問題点が残されていると言える。しかし、食い違いはたかだか数十万年以下であり、このような些細な矛盾が顕在化してきたのは、生層序および古地磁気層序の精度が向上して、このようなオーダーの食い違いを検知できるようになったためでもある。いずれにしろ、今

後さらに幾つかのセクションでの詳しい検討を行い、この食い違いの原因を明らかにする必要がある。

5.3 放射年代値との対比

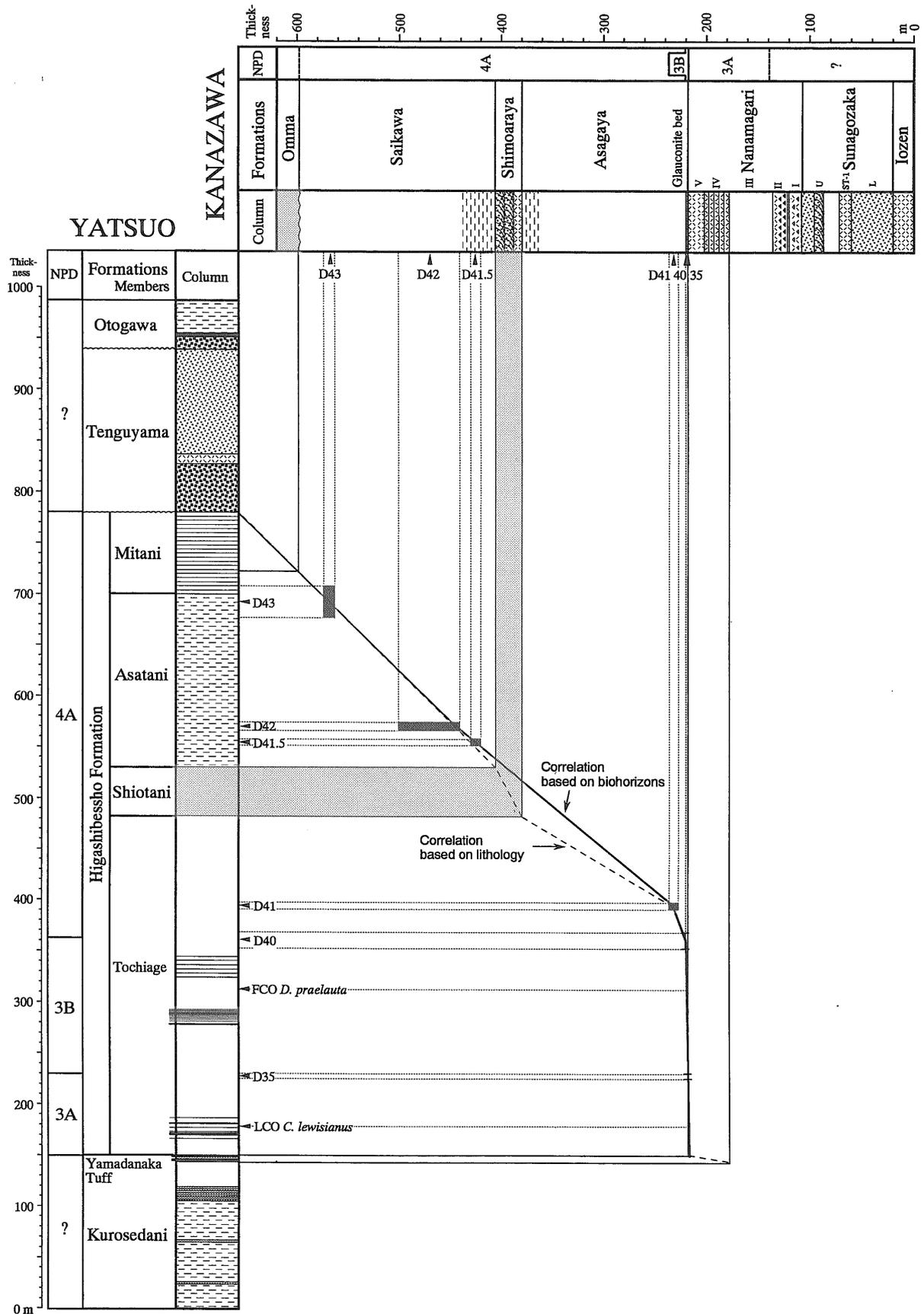
カリウムアルゴン(K-Ar)年代としては、柴田(1973)が、久婦須川・別所川沿いの岩稲層上部から 16.3 ± 0.9 Ma, 16.4 ± 0.9 Ma (新壊変定数により補正; 柴田, 1981; 以下同様)、山田川沿いの岩稲層上部から 13.6 ± 0.7 Ma, 医王山層から 14.1 ± 1.2 Maの値を報告した。そして、最終的には山田川沿いの試料は変質が著しいとして、最も古い 16.4 ± 0.9 Maを岩稲層上部の年代として採用した。この年代値は、珪藻年代層序とは誤算の範囲で矛盾はしない。

ジルコンフィッシュョントラック(FT)年代としては、黒瀬谷層上部の凝灰岩の 16.8 ± 0.9 Ma (早川・檀原, 1986)、黒瀬谷層の山田中凝灰岩部層の 16.0 ± 2.3 Ma (早川, 1983)と 15.0 ± 1.0 Ma (中島・水島, 1984)の年代値がある。ただし、角井(1986)は、早川(1983)と同じ地点の山田中凝灰岩部層から採取した試料のFT年代測定を行っているが、本質—非本質ジルコン粒子が分離できないとして年代値の算出をしていない。さらに天狗山層では、 12.3 ± 1.9 Ma (早川, 1983)と 15.1 Ma (木村・辻, 1990)の年代が報告されているが、後者では採取位置・層準および誤差などの詳細が公表されていない。これらのFT年代は、すべてFT年代測定の標準化の勧告(Hurford, 1990)の前に測定された値なので、現在では参考値に留まる。

以上述べたように、現時点で比較の対象となる放射年代値は、柴田(1973)による岩稲層のK-Ar年代のみである。この年代値は、1970年代初頭に浮遊性有孔虫*Orbulina*属の初産出層準(*Orbulina datum*)の年代を定め、汎世界的な微化石年代層序の基本的な枠組みを作る上で重要な役割をはたした(Ikebe *et al.*, 1972)。この年代値の影響は間接的ながら、現在広く使用されている年代尺度(Berggren *et al.*, 1995)にも及んでいること、そして、現在では浮遊性有孔虫ばかりでなく、各種微化石と古地磁気の詳細な層序が八尾地域で確立していることから、この放射年代値は年代尺度を作成する上で今でも大きな意義をもっているといえる。とくに前期中新世から中期中新世にかけての年代範囲では、地磁気極性年代尺度を作成するためのコントロール年代の選択に関して深刻な論争があるため(Cande and Kent, 1992, 1995; Baksi, 1993; Wei, 1995; Berggren *et al.*, 1995; 本山・丸山, 1998)、この年代値は重要である。

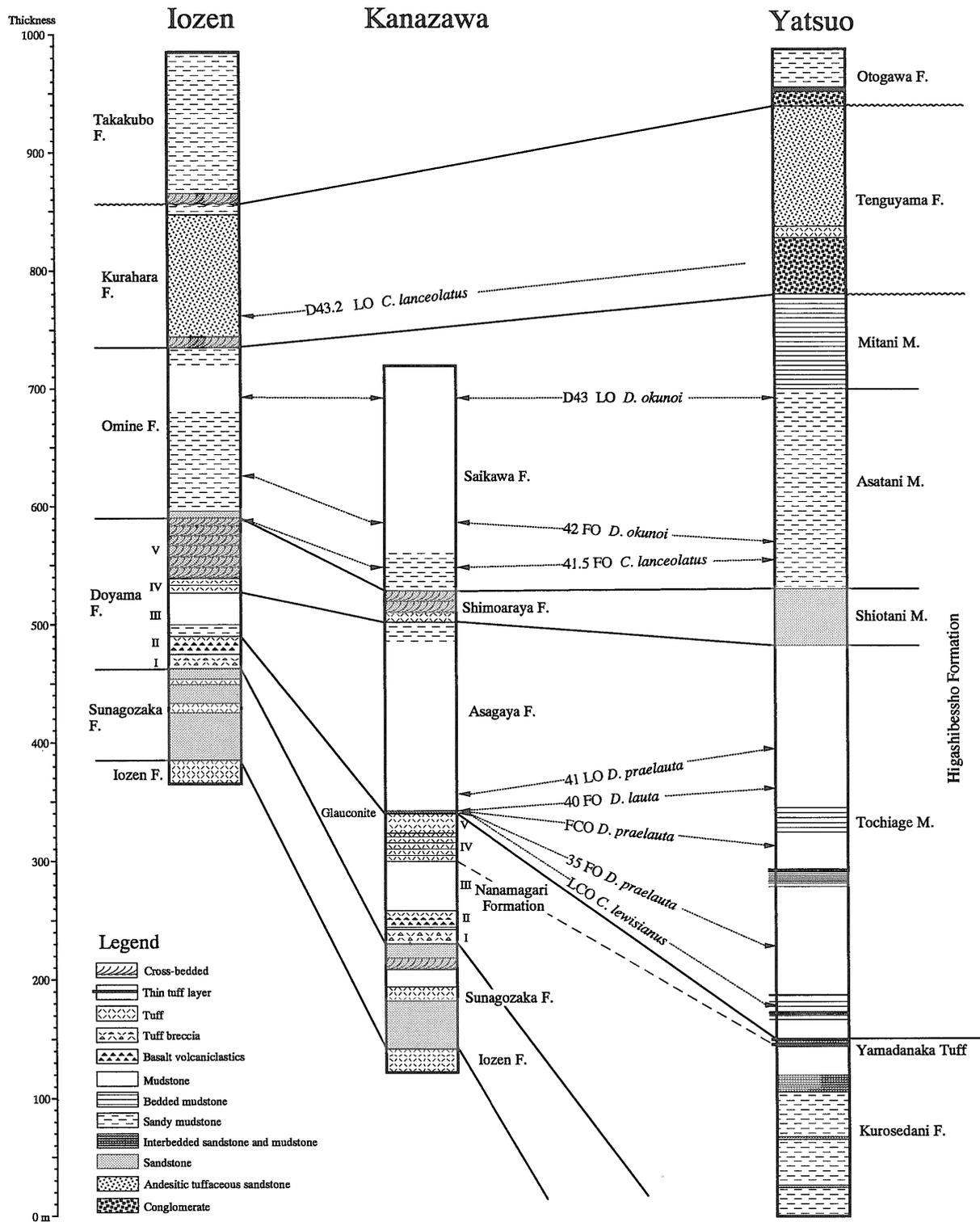
上述のように、岩稲層は古地磁気層序ではChron C5Cnに対比される(第13図)。Chron C5Cnの年代は、Cande and Kent (1995)およびBerggren *et al.* (1995)では 16.01

^{*)}Baksi (1993)ではChron C5Cnの下限の年代が与えられていない。



第14図 八尾地域と金沢市南部地域の下部—中部中新統の対比。

Fig. 14 Graphic correlation of the lower to middle Miocene sequences between Yatsuo and southern Kanazawa areas.



第15図 八尾、金沢市南部および医王山地域の下部—中部中新統の対比。金沢市南部および医王山地域のデータはそれぞれ柳沢 (1999a, 1999b) による。

Fig. 14 Correlation of the lower to middle Miocene sequences between Yatsuo, southern Kanazawa and Iozen areas.

-16.72 Ma, Wei (1995)では17.39-18.05 Ma, Baksi (1993)では17.33 Ma 以前^{#1}とされ、その算定年代の差は最大約140万年にも及ぶ。Chron C5Cnに対比される岩稲層のK-Ar年代は 16.4 ± 0.9 Maであり、この年代値は、Cande and Kent (1995)および Berggren *et al.* (1995)の地磁気極性年代尺度を支持する。

5.4 金沢市南部および医王山地域の中新統との対比

次に、柳沢 (1999a, b) が珪藻化石層序を検討した金沢市南部と医王山地域の中新統との対比を試みる。なお、以下の考察では議論の混乱を避けるため、原則として柳沢 (1999a, b) が使用している地層名を用いる。

金沢市南部地域の中新統は、下位より医王山層、砂子坂層、七曲層、朝ヶ屋層、下荒屋層および犀川層から(第14図)、医王山地域では、医王山層、砂子坂層、土山層、御峰層、蔵原層および高窪層からなる(第15図)。珪藻化石層序に基づく両地域の中新統の対比は、すでに柳沢(1999b)で詳細に議論したので、ここではまず、珪藻生層準がより多く認定できる金沢市南部地域と八尾地域を対比し、その後で医王山地域を含めて3地域の中新統の対比について考察する。

金沢市南部地域でも、八尾地域と同様に下位より生層準 D35, D40, D41, D41.5, D42, D43が確認されており、珪藻化石が産出する区間ではこれらの生層準を用いて正確な対比ができる(第14図)。生層準 D41と D43の間では、両地域間の生層準による対比線はほぼ45度の傾きを持つ直線で近似でき、両地域の堆積速度はほぼ同程度であることがわかる。しかし、D41以下になると、金沢市南部地域では堆積速度が極端に小さく、とくに朝ヶ屋層の基底部の海緑石密集層ではほとんど堆積が起っていないのに対し、八尾地域では同じ時間に厚さ約200mもある泥岩層が堆積している。

以上の対比線を基にすると、珪藻の産出する範囲では、両地域の中新統は次のように対比できる。まず八尾地域の東別所層浅谷シルト岩部層は生層準 D41.5, D42, D43が認められるので、金沢市南部地域の犀川層に対比できる。また、三谷泥岩部層は D43より上位にあるので、犀川層の D43より上位の部分に相当する。対比線とはややずれがあるものの、八尾地域の塩谷砂岩部層は金沢市南部地域の下荒屋層にほぼ対比される。ただし、岩相は塩谷部層の方が細粒である。また、栃上泥岩部層中に認められる生層準 D35, 40, 41は、金沢市南部の朝ヶ屋層最下部にあるので、栃上泥岩部層は朝ヶ屋層に対比されるが、栃上泥岩部層の下部は朝ヶ屋層最下部の厚さわずか2mの海緑石層に相当する。

次に珪藻の産出のない区間も含めて、八尾・金沢市南部・医王山地域の中新統全体の対比について、第15図を用いて考察する。なお、第15図では、対比の都合上地理的な位置関係は無視してある。

まず3地域間で最も確実に対比できるのは、3つの生層準 D41.5, D42, D43が存在する八尾地域の浅谷シルト岩・三谷泥岩部層、金沢市南部地域の犀川層、および医王山地域の御峰層である。これらの地層はいずれも泥岩主体であり、3地域間で層厚にも大きな違いはない。

その下位の塩谷砂岩層・下荒屋層・土山層IV・V部層は、生層準 D41.5のすぐ下に位置し、砂質の堆積物であることから同時期の堆積物であると考えられる。ただし、下荒屋層と土山層IV・V部層は斜交層理の発達した粗一中粒砂岩であって、波浪限界以浅の浅い堆積環境を示すのに対し、塩谷砂岩層は塊状の泥質細粒砂岩で、相対的に深い深度を示す。柳沢 (1999b) が述べているように、これらの砂岩層の堆積時期には、相対的海水準が3地域とも一時的に低下したと考えられる。

栃上泥岩部層と朝ヶ屋層とは、D35, D40, D41の生層準をともに含むので、ほぼ確実に対比できる。また、柳沢(1999b)によれば、朝ヶ屋層は土山層中部の泥岩層(III部層)に対比できる。第15図でわかるように、この部分の厚さは、地域的な違いが大きく、3地域間で堆積速度にかなりの違いがあったことがわかる。すなわち、八尾地域の栃上泥岩部層は330mの厚さを持つのに対し、朝ヶ屋層は160m、そして土山層のIII部層は40mの層厚しかない。この違いは、朝ヶ屋層の基底や土山層III部層の基底にも存在が予想される海緑石濃集層の部分で、とくに堆積速度が小さくなっていることが、主な原因であると考えられる。

これより下位では珪藻層序の生層準が認められないので、確実な対比はできないが、山田中凝灰岩は従来通り金沢市南部地域の七曲層の凝灰岩に対比しても特に矛盾はない。ただし、層厚から考えて、七曲層の全層準が山田中凝灰岩部層に相当するのではなく、七曲層上部の凝灰岩のみが山田中凝灰岩部層に対比される可能性もある。七曲層の中下部と砂子坂層は、黒瀬谷層に対比される。

一方、東別所層より上位の天狗山層は、今回珪藻化石は産出しなかったものの、従来の見解(Ogasawara *et al.*, 1989 など) どり医王山地域の蔵原層に対比するのが妥当と考える。それは、両者ともに生層準 D43より上位にあること、ともに安山岩質の黒色凝灰岩質砂岩からなるからである。また、天狗山層基底の不整合(伊香浜不整合)は、蔵原層基底の斜交層理砂岩によって示唆される浅海化に対応すると考えれば合理的である。なお、蔵原層下部に認められる生層準 D43.2の年代は15.2-3 Ma であり(Yanagisawa and Akiba, 1998)、これは天狗山層から報告されている2つのFT年代のうち、木村・辻(1990)の15.1 Ma と整合的である。

音川層と高窪層については、今回はなんら対比に使えるデータが得られなかったため、岩相の類似と層序から、小笠原ほか(1989)など従来の見解に従って両者を対比しておく。以上、3地域の中新統は、従来にくらべ格段

の確実さで対比することができた (第15図)。

第15図から指摘できることの1つは、朝ヶ屋層基底にみられる海緑石濃集層の形成に関連するイベントの地域的な現れかたの違いである。このイベントは柳沢 (1999a) が議論しているように、一時的な海水準の低下を反映している疑いが強い。しかし、このイベントに対応するような現象は八尾地域では全くみられない。これは、医王山と金沢市南部地域では、終始相対的に浅い環境に置かれ、堆積速度も小さかった (佐々木・小笠原, 1986) ために、海水準の一時的な低下が岩相変化として明瞭に現れたのに対し、八尾地域はこの時期に相対的に深い環境 (おそらく下部漸深海帯以深; 千地, 1986) にあったために、海水準低下の影響が岩相変化として顕在化しなかったためと考えられる。このように、海水準変動の影響の現れ方は、その地域の置かれていた環境によって違ってくるので、単純に岩相変化として現れたサイクルの数合わせのみに基づいて、海水準サイクルの同定・対比を行うことはできないことがわかる。

6. ま と め

この論文では、八尾地域に分布する下部—中部中新統の珪藻化石層序学的検討を行い、Yanagisawa and Akiba (1998) の高分解能珪藻化石層序がこの地域でも適用できることを示した。また、これまでに報告のある微化石層序、古地磁気層序および放射年代を総括し、八尾地域下部—中部中新統の年代層序学的枠組を提示した。このうち古地磁気層序と珪藻化石層序には系統的なずれがあり、今後再検討する必要があることがわかった。さらに、隣接する医王山地域と金沢市南部地域の中中新統との精密な対比を行い、堆積作用や海水準変動の現れ方の違いについて考察した。

これにより、八尾地域の下部—中部中新統においても、高い精度の年代層序学的基盤が整備された。この基盤の上に、これまでの研究、あるいは今後の研究によって明らかにされる海水準・古気候・動植物群の変遷・構造運動などのデータを正確に位置づけることにより、新たな観点から北陸地域の地史を復元して行く道が開けてきたと言える。こうした点については、また機会を改めて議論したい。

謝辞 石油資源開発株式会社技術研究所の秋葉文雄副主席研究員、筑波大学の小笠原憲四郎教授、資源エネルギー地質部の渡辺真人主任研究官、ならびに地質部の鹿野和彦研究室長には原稿を読んでいただき、有益なコメントをいただいた。大阪府立大学の伊藤康人博士、海洋地質部の田中裕一郎博士、琉球大学の本山 功博士および北海道開発局の伊東佳彦専門官にはそれぞれ、本地域の古地磁気層序、石灰質ナンノ化石層序、放散虫化石層序

および珪藻化石層序についてご教示いただいた。また東北大学の佐々木理助教授および岩下智洋氏には本地域の層序について、山形大学の山野井徹教授には花粉化石について、それぞれご教示いただいた。地質部の鹿野和彦研究室長には試料採取に際し援助を受けた。以上の方々に深くお礼申し上げる。なお、この研究は工業技術院特別研究「島弧型炭化水素ポテンシャルの形成機構と予測手法に関する研究」の一環として行ったが、分析した試料の一部は、地質調査所経常研究「地質の研究」を実施した際に採取したものである。

文 献

- Akiba, F. (1986) Middle Miocene to Quaternary diatom biostratigraphy in the Nankai Trough and Japan Trench, and modified Lower Miocene through Quaternary diatom zones for middle-to-high latitudes of the North Pacific. *In* Kagami, H., Karig, D. E., Coulbourn, W. T., *et al.*, *Init. Repts. Deep Sea Drilling Project*, U. S. Govt. Printing Office, Washington D. C., 87, 393-480.
- 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, 215-239.
- Baksi, A. K. (1993) A geomagnetic polarity time scale for the period 0-17 Ma, based on $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Plateau ages for selected field reversals. *Geophys. Res. Lett.*, 20, 1607-1610.
- 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.
- Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisher, C. C. III and Aubry, M. -P. (1995) A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. *SEPM Special Publ.*, no. 54, 129-212.
- Blow, W. H. (1969) Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. *In* Bronnimann, P. and Renz, H. H. eds., *Proc. First International Conference on Planktonic Microfossils (Geneva, 1967)*, Leiden, no. 1, 199-421.
- Cande, S. C. and Kent, D. V. (1992) A new geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Jour. Geophys. Res.*,

- 97, 13917-13951.
- Cande, S. C. and Kent, D. V. (1995) Revised calibration of geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Jour. Geophys. Res.*, **100**, 6093-6095.
- 千地万造 (1955) 富山県八尾町付近における八尾層群の微化石層序について. 地質雑, **61**, 162-172.
- 千地万造 (1961) 富山積成盆地新第三系の底生有孔虫による化石層序学的研究. 大阪市立博報告, no. 14, 1-89.
- 千地万造 (1986) 日本海の形成とそれに伴う地史的イベントに関する 2, 3 の問題. 海洋科学, **18**, 188-191.
- 千地万造・池辺展生 (1973) いわゆる *Lepidocyclina-Miogypsina* Zone と *Miogypsina-Operculina* Zone の時代についての 2・3 の問題. 地質学論集, no. 8, 77-84.
- 藤井昭二・紘野義夫・中川登美雄 (1992) 北陸地域における新第三系の層序対比と新第三紀古地理. 地質学論集, no. 37, 85-95.
- 藤井昭二・清水正之 (1988) 富山県婦負郡婦中町蓮花寺産の軟体動物化石. 富山大教養紀要 (自然科学), **21**, 75-89.
- 藤井昭二・清水正之 (1989) 富山県婦負郡八尾町高熊産の軟体動物化石. 富山大教養紀要 (自然科学), **22**, 1-13.
- 長谷川四郎・丸山俊明・小笠原憲四郎・酒井豊三郎・茂林俊宏・高橋利宏・田中裕一郎 (1990) 富山県八尾地域の中新統複合浮遊性微化石層序. 日本古生物学会1990年年会講演予講集, 62.
- Hasegawa, S. and Takahashi, T. (1992) Faunal succession of benthic foraminifera in the upper Yatsuo Group of the Hokuriku district, central Japan — A temporal faunal trend during an Early-Middle Miocene transgression in Japan —. In Ishizaki, K. and Saito, T. eds., *Centenary of Japanese Micropaleontology*, Terra Scientific Publ. Com., Tokyo, 51-66.
- 早川秀樹 (1983) 富山県八尾地域西部の新第三系の層序と年代. *NOM* (大阪微化石研究会機関誌), no. 10, 1-13.
- 早川秀樹・檀原 徹 (1986) 八尾地域黒瀬谷累層中の凝灰岩のフィッシュン・トラック年代測定. *NOM* (大阪微化石研究会機関誌), no. 14, 63-69.
- 早川秀樹・竹村厚司 (1987) 富山県八尾地域の新第三系. 地質雑, **93**, 717-732.
- Hurford, A. J. (1990) Standardization of fission track dating calibration: Recommendation by the Fission Track Working Group of the I. U. G. S. Subcommision of Geochronology. *Chem. Geol.*, **80**, 171-178.
- 茨木雅子 (1981a) “*Lepidocyclina*”, “*Miogypsina*” 産出層準の浮遊性有孔虫群. 化石, no. 30, 67-72.
- 茨木雅子 (1981b) 富山県八尾地域. 土 隆一編, 日本の新第三系の生層序および年代層序に関する基本資料「続編」, **81**.
- Ikebe, N., Takayanagi, Y., Chiji, M. and Chinzei, K. (1972) Neogene biostratigraphy and radiometric time scale of Japan — an attempt at intercontinental correlation. *Pacific Geology*, **4**, 39-78.
- Itoh, Y. (1986) Differential rotation of northeastern part of Southwest Japan: Paleomagnetism of Early to Late Miocene rocks from Yatsuo area in Chubu district. *Jour. Geomag. Geoelectr.*, **38**, 325-334.
- Itoh, Y. (1988) Differential rotation of the eastern part of Southwest Japan inferred from paleomagnetism of Cretaceous to Neogene rocks. *Jour. Geophys. Res.*, **93**, 3401-3411.
- Itoh, Y. and Ito, Y. (1989) Confined ductile deformation in the Japan arc inferred from paleomagnetic studies. *Tectonophysics*, no. 167, 57-73.
- 伊藤康人・早川秀樹 (1988) 富山県八尾地域に分布する新第三系の古地磁気層序. 地質雑, **94**, 515-525.
- 伊藤康人・早川秀樹 (1989) 富山県八尾地域の新第三系における磁極期 C5B/C5C 境界について. 地質雑, **95**, 133-136.
- 伊藤康人・柳沢幸夫・渡辺真人 (1999) 八尾地域に分布する新第三系の古地磁気層序/珪藻化石層序. 地調月報, **50**, 215-223.
- 伊東佳彦 (1986) 北陸地方新第三系の珪藻化石層序. *NOM* (大阪微化石研究会機関誌), no. 14, 1-27.
- 木村勝弘・辻 喜弘 (1990) 堆積盆の生成発展過程の研究. 石油開発技術センター年報 (平成元年度), 10-14.
- Koizumi, I. (1977) Diatom biostratigraphy in the North Pacific region. *Proc. 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・谷村好洋 (1978) VI. 珪藻・珪質鞭毛藻. 高柳洋吉編, 微化石研究マニュアル, 朝倉書店, 70-75.
- Martini, E. (1971) Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In Farinacci, A. ed., *Proc. Second Planktonic Conference (Roma, 1970)*, 739-785.
- 本山 功・丸山俊明 (1998) 中・高緯度北西太平洋地域における新第三紀珪藻・放散虫化石年代尺度: 地磁気極性年代尺度 CK92および CK95への適合. *地質雑*, **104**, 171-183.
- 中島正志・水島聡子 (1984) 北陸地方の *Miogypsina*-*Operculina* 層準のフィッション・トラック年代. *地質雑*, **90**, 667-670.
- 中世古幸次郎 (1953) 富山県南部の上部新第三系の層序. *大阪大理科報*, no. 2, 87-100.
- 中世古幸次郎 (1954) 富山県南部の上部新第三系の層序の修正. *大阪大理科報*, no. 3, 97-105.
- Ogasawara, K., Ijima, S. and Kaseno, Y. (1989) Miocene molluscs from the Tenguyama Formation, Toyama Prefecture, Hokuriku District, Japan. *Sci. Repts. Kanazawa Univ.*, **34**, 67-93.
- 小笠原憲四郎・佐々木理・根本 潤 (1989) 北陸新第三系の音川動物群とその地史的意義. 松尾秀邦教授退官記念論文集, 65-74.
- 小笠原憲四郎・金子一夫・清水正之・広岡公夫 (1990) 八尾周辺の第三系. 日本地質学会第97年年会 (富山大会) 見学旅行案内書, 1-23.
- Okada, H. and Bukry, D. (1980) Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973, 1975). *Marine Micropaleontol.*, **5**, 321-325.
- Oyama, K. (1950) Studies of fossil molluscan biocoenosis (No. 1. Biocoenological studies on the mangrove swamps, with descriptions of new species from Yatsuo Group. *Repts. Geol. Surv. Japan*, no. 132, 1-16.
- Riedel, V. R. and Sanfilippo, A. (1978) Stratigraphy and evolution of tropical Cenozoic radiolarians. *Micropaleontol.*, **23**, 61-96.
- 坂本 亨 (1966) 富山積成盆地南半分の新生界とその構造発達史. *地調報告*, no. 213, 1-27.
- 坂本 亨・今井 功・水野篤行・角 靖夫・井上正和 (1959) 富山積成盆地南縁部の新生界. *地調月報*, **10**, 1-8.
- 坂本 亨・野沢 保 (1960) 5万分の1地質図幅「八尾」および説明書. 地質調査所, 69p.
- Sanfilippo, A. and Nigrini, C. (1998) Code numbers for Cenozoic low latitude radiolarian biostratigraphic zones and GPTS conversion tables. *Marine Micropaleontol.*, **33**, 109-156.
- 佐々木理・小笠原憲四郎 (1986) 北陸地方石川, 富山県境付近の中新統砂子坂層産潮間帯性貝類化石群. *国立博物館専報*, no. 19, 79-90.
- 佐藤時幸・馬場 敬・大口健志・高山俊昭 (1991) 日本海側における海成下部中新統の発見と東北日本の台島期—西黒沢期における環境変動. *石油技誌*, **56**, 263-279.
- 柴田 賢 (1973) 北陸層群中の火山岩の K-Ar 年代. *地質学論集*, no. 8, 143-149.
- 柴田 賢 (1981) K-Ar 法による新第三紀放射年代資料 (1979-1980). 土 隆一編, 日本の新第三系の生層序および年代層序に関する基本資料「続編」, 101-104.
- 角井朝昭 (1986) 富山県八尾地域新第三系凝灰岩の Fission track 年代測定. *NOM* (大阪微化石研究会機関誌), no. 14, 51-61.
- 谷村好洋 (1979) 富山県八尾地域 (2). 土 隆一編, 日本の新第三系の生層序および年代層序に関する基本資料, 83-84.
- 津田禾粒 (1953) 富山県八尾付近の地質. *新潟大理研究報告*, no. 1, 1-33.
- 津田禾粒 (1955) 八尾層群の堆積環境について—いわゆる Green Tuff 地域の中新統に関する堆積環境の研究 (その1). *地質雑*, **61**, 532-542.
- Tsuda, K. (1959) New Miocene molluscs from the Kurosedani Formation in Toyama Prefecture, Japan. *Jour. Fac. Sci. Niigata Univ., Ser. 2*, **3**, 67-110.
- Tsuda, K. (1960) Paleo-ecology of the Kurosedani fauna. *Jour. Fac. Sci. Niigata Univ., Ser. 2*, **3**, 171-203.
- 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.
- Wei, W. (1995) Revised age calibration points for the geomagnetic polarity time scale. *Geophys. Res. Lett.*, **22**, 957-960.
- 山野井徹・津田禾粒 (1986) 富山県黒瀬谷相 (中部中新統) に見出されるマングローブ林の様相. *国立科博専報*, no. 19, 55-66.
- 山野井徹・津田禾粒・糸魚川淳二・岡本和夫・田口栄次 (1980) 西南日本の中部中新統中部から発

- 見されたマングローブ林植物について. 地質雑, 86, 635-638.
- Yamazaki, T. (1989) Paleomagnetism of Miocene sedimentary rocks around Matsushima Bay, Northeast Japan and its implication for the time of the rotation of Northeast Japan. *Jour. Geomag. Geoelectr.*, 41, 533-548.
- 柳沢幸夫 (1999a) 金沢市南部地域に分布する中新統の珪藻化石層序. 地調月報, 50, 49-65.
- 柳沢幸夫 (1999b) 富山・石川県境の医王山地域に分布する中新統の珪藻化石層序と対比. 地調月報, 50, 67-81.
- 柳沢幸夫 (1999c) 能登半島珠洲地域の中新統の珪藻化石層序と対比. 地調月報, 50, 167-213.
- Yanagisawa, Y. and Akiba, F. (1998) Revised Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 106, 395-414.

(受付: 1998年7月17日; 受理: 1998年12月11日)

富山県八尾地域の下部—中部中新統の珪藻化石層序 (柳沢)

付表第1表 土川セクションにおける珪藻産出表.

Appendix table 1 Occurrence chart of diatom species in the Do River stratigraphic section.

Preservation, G: good, M: moderate, P: poor; Abundance, A: abundant, C: common, R: rare, PD: poor diatom; Occurrence, +: present.

Section	Do River Section																						
	Formation	Higashibessho Formation																					
	Member	Tochiage Mudstone Member																					
Diatom zones	?																						
Neogene North Pacific Diatom Biohorizons	Crucidentacula kanayae Zone (NPD 3A)																						
	LCO C. lewisianus																						
	D35																						
Sample number	Do	6	7	9	11	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	36	37	38	39	40	41	42
Original sample number	Noto	1116	1115	1113	1111	1104	1087	1086	1085	1084	1083	1082	1081	1080	1079	1078	1076	1075	1074	1073	1072	1088	1089
Preservation		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	M	M	M	P	P	M	M	M	M	M	G
Abundance		PD	PD	PD	R	R	PD	R	C	R	R	R	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A
<i>Actinocyclus ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader		-	-	-	1	1	8	2	2	2	2	-	1	9	6	22	3	5	18	29	23	16	7
<i>A. ingens</i> f. <i>planus</i> Whiting et Schrader		-	-	-	-	-	3	1	-	-	1	-	6	3	10	10	11	13	17	23	19	23	7
<i>A. octonarius</i> Ehrenberg		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	+	-	-	-	-	-
<i>A. cf. kisselevii</i> Makarova		1	-	-	-	1	-	1	1	10	1	11	1	2	5	4	3	11	3	3	3	1	-
<i>Actinopychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg		-	1	1	3	4	6	2	1	2	-	1	3	6	5	3	2	2	13	8	7	7	1
<i>Aulacoseira</i> spp.		-	-	5	-	10	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) Sims et Fryxell		-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. praenodulifera</i> (Barron) Sim et Fryxell		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cavitatus exiguus</i> Yanagisawa et Akiba		-	-	-	1	1	2	3	8	14	-	3	7	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. jouseanus</i> (Sheshukova) Williams		+	1	-	1	2	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-
<i>C. linearis</i> (Sheshukova) Akiba et Yanagisawa		-	-	-	+	25	4	34	7	7	14	2	5	1	3	6	7	2	+	+	+	6	3
<i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa		-	-	-	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	1
<i>Cocconeis costata</i> Gregory		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus lewisianus</i> Greville		-	-	-	-	5	1	14	57	18	25	19	10	-	-	1	-	-	3	-	2	-	3
<i>C. marginatus</i> Ehrenberg		1	-	-	1	1	2	5	3	2	14	3	6	-	-	6	3	1	4	1	1	1	-
<i>C. perforatus</i> Ehrenberg		1	1	-	4	3	1	1	2	1	1	-	3	-	1	2	-	+	-	+	+	-	-
<i>C. radiatus</i> Ehrenberg		-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. spp.</i>		4	1	6	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymatosira cf. loretziana</i> Grunow		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Delphineis miocenica</i> (Schrader) Andrews		1	-	-	-	1	+	-	-	1	-	-	-	-	1	+	-	10	1	+	-	-	-
<i>D. penelliptica</i> Andrews		-	-	-	-	+	+	-	-	1	-	+	+	+	-	+	1	-	-	2	1	2	2
<i>Denticula norwegica</i> Schrader		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Denticulopsis praelauta</i> Akiba et Koizumi		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	5
<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson) Cleve		-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eucampia</i> sp. A (= <i>Hemiaulus polymorphus</i>)		1	-	1	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Grammatophora</i> spp.		-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-
<i>Hemiaulus bipons</i> (Ehrenberg) Grunow		-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova		-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	+	-	-	+
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba		-	-	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Koizumia adaroi</i> (Azpeitia) Yanagisawa		-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mediaria splendida</i> Sheshukova		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Melosira sol</i> (Ehrenberg) Kützing		-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh		-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve		-	-	-	-	6	7	8	+	7	6	-	2	4	-	5	12	5	-	3	3	6	+
<i>Proboscia interposita</i> (Hajós) Jordan et Priddle		-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Pseudodimerogramma elliptica</i> Schrader		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Raphidodiscus marylandicus</i> Christian		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>semispina</i> (Hensen) Gran		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. miocenica</i> Schrader		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>R. styliformis</i> Brightwell		-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehrenberg) Hasle et Sims		1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	+	2	2	-	3	2	+	1	1	-
<i>Stephanopyxis</i> spp.		2	4	4	8	-	2	8	4	9	5	8	4	5	8	9	6	4	4	8	6	5	3
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) H. et M. Peragallo		7	33	16	53	33	8	18	15	22	27	35	47	68	55	24	51	44	29	20	29	24	63
<i>T. obtusa</i> (Grunow) Andrews		-	-	-	2	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira mizunamiensis</i> Yanagisawa		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow		-	1	-	+	+	1	1	-	-	1	+	+	-	+	-	1	-	+	+	1	+	+
<i>Triceratium condecorum</i> Brightwell		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>T. arcticum</i> Brightwell		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Trochosira spinosa</i> Kitton		-	5	12	5	1	-	-	-	3	-	11	-	1	1	3	+	-	5	3	1	6	2
Total number of valves counted		20	51	49	100	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Resting spore of <i>Chaetoceros</i>		6	16	26	34	23	15	9	8	64	18	77	18	23	29	31	12	24	23	11	16	21	15

富山県八尾地域の下部—中部中新統の珪藻化石層序 (柳沢)

付表第3表 柳川セクションにおける珪藻産出表.

Appendix table 3 Occurrence chart of diatom species in the Yanaigo stratigraphic section.

Preservation, G: good, M: moderate, P: poor; Abundance, A: abundant, C: common; Occurrence, +: present.

Stratigraphic section	Yanaigo Section																			
	Higashibesho Formation																			
	Tochiage Mudstone Member																			
Diatom zones	<i>C. kanayae</i> (NPD 3A)				<i>Denticulopsis praelauta</i> Zone (NPD 3B)										<i>D. lauta</i> (NPD 4A)					
Neogene North Pacific Diatom Biohorizons	D35				FCO <i>D. praelauta</i>										D40					
Sample number	Yn	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Original sample number	Noto	1140	1139	1138	1137	1136	1135	1134	1133	1132	1131	1130	1129	1128	1127	1126	1125	1124	1123	1122
Preservation		M	P	P	M	M	G	M	M	G	G	G	G	G	G	G	G	M	G	G
Abundance		A	C	C	A	A	C	A	A	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Actinocyclus</i> cf. <i>curvatus</i> Janisch		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
<i>A. ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader		4	16	27	8	9	1	1	25	2	+	3	4	4	1	3	7	3	+	+
<i>A. ingens</i> f. <i>planus</i> Whiting et Schrader		9	25	23	5	6	+	-	4	+	3	2	4	1	2	-	4	+	+	2
<i>A. octonarius</i> Ehrenberg		-	1	1	2	-	4	1	3	1	1	4	+	1	-	-	-	-	-	-
<i>Actinocyclus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg		11	11	9	2	13	8	5	5	+	3	5	1	5	2	3	8	4	1	1
<i>Aulacoseira</i> spp.		+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) Sims et Fryxell		-	-	-	-	6	5	3	1	+	-	-	-	-	1	-	1	1	+	+
<i>A. vetustissima</i> (Pantocsek) Sims		-	-	-	-	1	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	1	-	+	+
<i>Cavitatus exiguus</i> Yanagisawa et Akiba		3	-	-	1	-	3	+	-	-	-	6	3	3	1	-	-	3	-	1
<i>C. jouseanus</i> (Sheshukova) Williams		+	1	1	3	1	+	7	9	-	1	1	6	+	1	6	13	11	8	7
<i>C. linearis</i> (Sheshukova) Akiba et Yanagisawa		1	3	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa		-	-	-	-	+	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	1	1
<i>Cestodiscus</i> sp. (concave)		8	+	1	+	+	2	1	1	7	2	+	1	1	2	1	2	-	2	4
<i>Cocconeis costata</i> Gregory		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. scutellum</i> Ehrenberg		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Coscinodiscus lewisianus</i> Greville		-	-	2	1	-	-	-	-	-	5	-	+	1	+	-	-	-	+	+
<i>C. marginatus</i> Ehrenberg		4	3	1	6	-	6	3	-	1	1	1	2	-	1	-	1	-	-	1
<i>C. perforatus</i> Ehrenberg		1	1	2	-	+	-	2	1	2	-	1	-	-	-	-	+	-	1	+
<i>C. radiatus</i> Ehrenberg		-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clavicula polymorpha</i> Grunow et Pantocsek		-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Cymatosira</i> cf. <i>loretziana</i> Grunow		+	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
<i>Delphineis miocenica</i> (Schrader) Andrews		+	1	1	1	3	2	1	2	3	-	1	2	+	2	4	3	-	-	-
<i>D. penelliptica</i> Andrews		-	+	+	+	+	+	1	1	1	1	-	-	+	1	-	-	-	-	-
<i>Denticula norwegica</i> Schrader		-	-	-	1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Denticulopsis lauta</i> (Bailey) Simonsen		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	2
<i>D. praelauta</i> Akiba et Koizumi		-	-	-	-	+	2	+	3	+	-	1	2	1	+	50	4	12	25	23
<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson) Cleve		-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eucampia</i> sp. A (= <i>Hemiaulus polymorphus</i>)		-	-	-	-	+	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	+
<i>Grammatophora</i> spp.		+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Hemiaulus bipons</i> (Ehrenberg) Grunow		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kisseleviella carina</i> Sheshukova		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mediaria splendida</i> Sheshukova		-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	1	-	+
<i>Melosira scopos</i> Mann		2	1	-	-	+	3	-	-	+	+	-	1	+	-	-	-	-	-	-
<i>M. sol</i> (Ehrenberg) Kützing		-	-	1	-	+	-	2	1	2	-	1	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Nitzschia challengeri</i> Schrader		-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	3	+	-	-	-	-	-	+	1
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve		4	5	-	10	7	2	1	-	2	-	9	-	4	-	+	-	2	-	+
<i>Planifolia tribranchiata</i> Ernissee		-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundstöm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>P. interposita</i> (Hajós) Jordan et Priddle		-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pseudodimerogramma elliptica</i> Schrader		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Raphidodiscus marylandicus</i> Christian		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	+	-
<i>Rhaphoneis scalaris</i> Ehrenberg		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	+	+
<i>Rhizosolenia miocenica</i> Schrader		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
<i>R. styliformis</i> Brightwell		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1
<i>R.</i> sp. A		-	-	-	-	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rouxia naviculoides</i> Schrader		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehrenberg) Hasle et Sims		1	2	-	1	2	+	+	-	1	+	3	2	1	+	3	-	-	2	+
<i>Stephanopyxis</i> spp.		3	4	5	6	-	2	2	-	2	1	2	3	1	1	2	1	-	+	-
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) H. et M. Peragallo		43	25	25	46	49	54	65	41	74	82	65	59	81	81	25	44	56	54	49
<i>T. obtusa</i> (Grunow) Andrews		-	-	-	1	1	1	+	2	-	-	-	-	-	-	-	2	3	1	4
<i>Thalassiosira leptopus</i> (Grunow) Hasle et Fryxell		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>T. mizunamiensis</i> Yanagisawa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>T.</i> sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow		-	-	+	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	1
<i>Triceratium condecorum</i> Brightwell		-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trochosira spinosa</i> Kitton		4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Total number of valves counted		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Resting spore of <i>Chaetoceros</i>		35	29	20	32	18	17	20	3	4	6	9	10	3	9	13	6	22	8	

付表第4表 新山セクションにおける珪藻産出表。

Appendix table 4 Occurrence chart of diatom species in the Arayama stratigraphic section.
 Preservation, G: good, M: moderate, P: poor; Abundance, A: abundant, C: common, R: rare;
 Occurrence, +: present.

4 Stratigraphic sections	④ Arayama section																				
	Higashibesho Formation																				
	Tochiage Mudstone Member																				
Diatom zones	D,p	Denticulopsis lauta Zone (NPD 4A)																			
Neogene North Pacific Diatom Biohorizons	3B	D40					D41														
Sample number	Ar	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Original sample number	Noto	791	789	788	787	786	785	784	783	782	781	780	779	778	777	776	774	773	772	771	
Preservation	G	G	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	
Abundance	A	A	A	C	C	A	A	C	C	R	R	C	C	R	C	C	C	C	C	R	
<i>Actinocyclus ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader		3	+	2	+	4	1	2	8	7	5	3	6	24	17	4	9	2	8	17	
<i>A. ingens</i> f. <i>planus</i> Whiting et Schrader		1	+	-	1	+	5	1	1	2	1	3	3	9	17	7	9	5	8	10	
<i>A. octonarius</i> Ehrenberg		+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>A. tenerus</i> (Brébisson) Andrews		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	
<i>Actinocyclus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg		1	+	2	1	-	5	+	4	1	3	1	2	6	6	2	8	7	15	22	
<i>Adoneis pacifica</i> Andrews		+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) Sims et Fryxell		+	1	-	-	1	1	+	-	-	-	1	1	-	-	-	+	-	-	-	
<i>A. vetustissima</i> (Pantocsek) Sims		+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Cavitatus exiguus</i> Yanagisawa et Akiba		-	+	-	1	-	1	-	-	9	2	6	2	-	2	-	-	-	-	-	
<i>C. jouseanus</i> (Sheshukova) Williams		+	3	+	5	2	6	2	3	+	1	+	1	1	1	1	1	1	1	+	
<i>C. linearis</i> (Sheshukova) Akiba et Yanagisawa		-	-	-	3	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa		2	1	2	-	-	-	2	2	-	-	1	+	1	1	-	-	-	-	-	
<i>Cestodiscus</i> sp. (concave)		+	1	2	2	-	+	+	2	1	3	+	2	11	3	3	-	3	-	1	
<i>Coscinodiscus lewisianus</i> Greville		1	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>C. marginatus</i> Ehrenberg		-	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	1	
<i>C. perforatus</i> Ehrenberg		+	+	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Cymatosira debyi</i> Tempère et Brun		-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Delphineis miocenica</i> (Schrader) Andrews		-	2	2	1	-	-	-	-	1	+	1	-	-	-	-	-	-	+	-	
<i>D. penelliptica</i> Andrews		-	3	2	2	1	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Denticulopsis ichikawae</i> Yanagisawa et Akiba		-	-	-	-	-	-	1	1	10	20	17	7	5	8	17	33	35	20	2	
<i>D. lauta</i> (Bailey) Simonsen		-	2	14	16	23	28	32	36	28	16	6	4	6	1	19	9	9	10	7	
<i>D. praelauta</i> Akiba et Koizumi		35	42	10	11	13	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Girdle view of <i>D. lauta</i> group		-	-	5	9	13	18	13	9	14	9	13	8	7	6	11	4	10	9	4	
<i>Eucampia</i> sp. A (= <i>Hemiaulus polymorphus</i>)		-	+	1	-	1	-	-	-	1	2	+	-	-	-	-	-	-	1	1	
<i>Goniothecium odontella</i> Ehrenberg		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Grammatophora</i> spp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova		-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Kisseleviella carina</i> Sheshukova		-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
<i>Mediaria magana</i> Yanagisawa		-	-	-	-	1	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
<i>M. splendida</i> Sheshukova		1	+	-	2	+	+	+	-	1	-	+	-	+	1	+	1	+	+	2	
<i>Melosira scopos</i> Mann		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	-	1	
<i>Nitzschia challengeri</i> Schrader		1	1	2	1	+	+	1	1	-	+	-	+	4	+	2	1	-	+	-	
<i>N. cf. grunowii</i> Hasle		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	1	1	-	-	-	-	
<i>N. cf. heteropolica</i> Schrader		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve		1	+	2	-	-	-	-	3	+	-	5	4	-	4	-	+	-	-	-	
<i>Proboscia interposita</i> (Hajós) Jordan et Priddle		1	-	+	-	-	+	-	-	-	1	-	+	-	1	-	-	-	-	-	
<i>Pseudodimerogramma elliptica</i> Schrader		+	1	1	1	2	-	-	+	+	2	+	1	+	+	4	+	+	+	1	
<i>Rhaphoneis scalaris</i> Ehrenberg		-	-	1	-	-	+	-	-	-	-	-	+	1	-	-	1	2	2	2	
<i>Rhizosolenia miocenica</i> Schrader		-	-	-	-	-	-	+	1	1	-	1	1	2	-	2	1	1	2	2	
<i>R. sp. A</i>		-	-	-	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rouxia naviculoides</i> Schrader		-	3	1	-	1	2	6	+	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehrenberg) Hasle et Sims		1	2	+	1	1	+	+	1	+	-	1	1	-	1	-	-	-	1	-	
<i>Stephanopyxis</i> spp.		1	-	1	2	1	-	1	2	+	-	1	1	-	1	2	3	1	2	5	
<i>Stictodiscus kittonianus</i> Greville		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	-	-	-	
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) H. et M. Peragallo		50	34	49	41	34	27	38	27	17	28	29	49	19	19	14	16	21	17	21	
<i>T. obtusa</i> (Grunow) Andrews		1	1	-	+	1	6	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Thalassiosira cf. grunowii</i> Akiba et Yanagisawa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	1	-	-	-	
<i>T. cf. lacustris</i> Hasle		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>T. leptopus</i> (Grunow) Hasle et Fryxell		+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>T. mizunamiensis</i> Yanagisawa		-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>T. sp. A</i> (convex)		-	2	-	-	1	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow		-	+	-	-	+	-	+	-	1	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	
<i>Trachosira spinosa</i> Kitton		+	-	-	-	-	-	-	-	2	3	10	7	3	3	10	3	2	5	-	
Total number of valves counted		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

富山県八尾地域の下部—中部中新統の珪藻化石層序 (柳沢)

付表第5表 大瀬谷・和田川および市谷セクションにおける珪藻産出表。

Appendix table 5 Occurrence chart of diatom species in the Osedani, Wada River and Ichitani stratigraphic section. Preservation, G: good, M: moderate, P: poor; Abundance, A: abundant, C: common, R: rare; Occurrence, +: present.

5 6 7	Stratigraphic sections		Osedani Section														Wadagawa Section									Ichi			
	Formation		Higashibesho Formation																										
	Member		T. s.	Shiotani Sst.	Asatani Mudstone Member										Mitani Mudstone Member														
Diatom zones		Denticulopsis lauta Zone (NPD 4A)																											
Neogene North Pacific Diatom Biohorizons		D41.5 D42														D43													
Sample number	Os	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	Wd 1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ic 1	
Original sample number	Noto	674	673	671	670	669	668	667	666	665	664	662	661	660	659	658	657	656	678	677	676	679	680	681	682	683	684	1142	
Preservation		P	P	P	P	M	M	G	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	
Abundance		R	R	R	R	C	A	A	R	R	R	R	R	C	R	C	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	C	R	
<i>Actinocyclus ingens</i> f. <i>ingens</i> (Ratray) Whiting et Schrader		37	22	32	25	+	2	4	17	6	5	9	+	7	10	3	6	4	5	3	10	12	9	10	10	4	6	22	
<i>A. ingens</i> f. <i>nodus</i> (Baldauf) Whiting et Schrader		-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	1	-	+	-	-	+	+	2	-	+	-	
<i>A. ingens</i> f. <i>planus</i> Whiting et Schrader		4	12	3	2	8	1	4	13	9	12	4	9	6	9	7	6	4	2	14	10	10	8	7	3	4	5	3	
<i>A. octonarius</i> Ehrenberg		-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	1	+	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Actinocyclus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg		6	4	4	11	4	+	2	5	4	10	4	7	3	3	6	8	1	1	2	7	4	3	1	3	2	2	2	
<i>Annelus californicus</i> Tempère		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Aulacoseira</i> spp.		-	-	2	-	-	-	-	1	-	+	-	-	-	-	+	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) Sims et Fryxell		5	4	1	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	1	+	-	-	-	+	1	-	-	1	-	1	1	
<i>A. vetustissima</i> (Pantocsek) Sims		+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Cavitatus exiguus</i> Yanagisawa et Akiba		-	-	1	-	2	-	-	1	+	-	1	+	1	-	-	+	2	5	3	-	-	1	2	1	2	+	1	
<i>C. jouseanus</i> (Sheshukova) Williams		1	2	+	+	+	+	2	2	2	1	-	8	+	3	2	3	3	1	3	1	+	1	5	+	+	+	3	
<i>C. lanceolatus</i> Akiba et Hiramatsu		-	-	-	-	-	-	-	20	11	8	2	15	6	11	11	8	7	10	3	3	1	3	+	2	2	2	1	
<i>C. linearis</i> (Sheshukova) Akiba et Yanagisawa		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
<i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	1	1	-	-	
<i>Cestodiscus</i> sp. (concave)		-	-	-	-	1	+	+	+	1	1	-	2	+	1	+	4	2	2	1	-	3	-	1	6	3	4	-	
<i>Cocconeis californica</i> Grunow		-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Cocconeis lewisianus</i> Greville		-	1	8	1	+	1	-	+	+	+	-	-	-	+	-	1	1	2	1	-	1	+	-	-	1	-	1	
<i>C. marginatus</i> Ehrenberg		2	3	1	+	+	+	+	3	2	1	2	-	+	2	3	+	-	1	-	1	5	3	2	1	-	2	8	
<i>C. perforatus</i> Ehrenberg		-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2	1	+	+	-	
<i>Delphineis angustata</i> (Pantocsek) Andrews		-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	1	-	+	+	+	-	
<i>D. miocena</i> (Schrader) Andrews		-	-	1	1	1	-	-	+	+	-	1	+	+	1	-	+	+	-	1	2	+	-	+	+	1	-	-	
<i>D. penelliptica</i> Andrews		-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	2	-	+	+	+	-	2	+	+	+	1	-	+	-	1	
<i>Denticula norvegica</i> Schrader		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Denticulopsis ichikawae</i> Yanagisawa et Akiba		2	+	1	7	18	43	33	1	1	5	6	5	4	1	5	5	8	6	4	4	+	5	5	12	16	-	-	
<i>D. lauta</i> (Bailey) Simonsen		1	+	2	2	1	2	14	1	1	3	3	5	2	4	1	2	1	1	1	-	1	+	2	3	2	1	+	
<i>D. okunoi</i> Yanagisawa et Akiba		-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	7	2	3	+	11	1	1	2	+	1	-	-	-	-	-	-	-	
<i>D. praelauta</i> Akiba et Koizumi		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Girdle view of <i>D. lauta</i> group		1	1	2	8	3	14	6	+	2	5	4	1	+	3	4	1	2	3	3	+	3	+	3	8	6	1	-	
<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson) Cleve		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
<i>Eucampia</i> sp. A		-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova		-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	-	1	-	+	1	1	
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Kisseleviella carina</i> Sheshukova		-	1	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1	-	-	-	
<i>Mediaria magana</i> Yanagisawa		-	+	+	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>M. splendida</i> Sheshukova		+	-	-	3	+	+	+	+	1	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	1	-	+	-	-	-	-	
<i>Melosira sol</i> (Ehrenberg) Kützing		-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	1	-	-	2	
<i>Nitzschia challengeri</i> Schrader		-	-	-	-	2	1	4	+	+	-	-	1	1	1	-	-	1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve		2	7	9	10	+	+	+	-	1	1	+	1	1	1	1	1	-	-	+	6	1	3	+	4	5	+	4	
<i>Planifolia tribranchiata</i> Emissée		-	-	1	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundstöm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>P. interposita</i> (Hajós) Jordan et Priddle		-	1	-	-	-	-	+	2	+	-	1	-	+	+	+	2	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	
<i>Pseudodimerogramma elliptica</i> Schrader		-	-	-	-	-	+	+	+	+	2	1	+	+	1	-	+	-	+	1	-	+	-	+	-	-	1	-	
<i>Pterotheca subulata</i> Grunow		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Raphidodiscus marylandicus</i> Christian		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	-	1	-	-	-	-	
<i>Rhaphoneis</i> sp.		-	-	-	1	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	
<i>Rhizosolenia miocena</i> Schrader		-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
<i>R. styliformis</i> Brightwell		-	1	-	-	-	+	2	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
<i>Rouxia naviculoides</i> Schrader		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehrenberg) Hasle et Sims		+	+	-	-	1	+	+	+	-	1	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	1	2	-	+	-	
<i>Stephanogonia hanzawae</i> Kanaya		-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	
<i>Stephanopyxis</i> spp.		1	5	1	3	1	1	+	+	+	6	2	+	7	-	2	1	+	2	1	-	5	3	3	-	3	2	4	9
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) H. et M. Peragallo		36	35	31	23	57	35	28	27	57	40	45	44	60	45	43	42	56	57	48	51	46	63	51	42	51	50	40	
<i>Thalassiosira muzumamiensis</i> Yanagisawa		-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	1	1	1	1	1	+	+	+	+	-	-	-	-	-	1	
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow		1	+	+	-	+	-	+	1	-	-	-	-	-	+	+	1	+	+	-	-	-	1	+	-	1	-	+	
<i>Triceratium condecorum</i> Brightwell		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Trochosira spinosa</i> Kitton		-	-	-	-	1	+	+	-	-	+	1	+	+	+	1	+	1	+	5	1	2	+	+	-	-	2	-	
Total number of valves counted		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	