

富山県中 - 東部の東別所層, 天狗山層及び音川層の層序対比

長森 英明^{1,*}・渡辺 真人¹

NAGAMORI Hideaki and WATANABE Mahito (2023) Stratigraphic correlation of the Higashibessho, Tenguyama and Otokawa formations in the central to eastern area of Toyama Prefecture, central Japan. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 74 (3), p. 119-131, 6 figs, 2 tables.

Abstract: The Cenozoic strata, excluding terrace deposits and alluvium, in the eastern area of the Hokuriku sedimentary basin, central Japan, consists of the Nirehara, Iwaine, Kurosedani, Higashibessho, Tenguyama, lower Otokawa, upper Otokawa, Mita and Kurehayama formations in ascending order. In this study, the stratigraphic correlations among the Higashibessho, Tenguyama and Otokawa formations in the Yatsuo area are examined in terms of the type area and the strata present in east of Yatsuo area. Nineteen samples for diatom fossil analysis were collected from the Kushida, Kitayama, Kurokawa and Hieda areas. The Shakusenji Formation in the Kurokawa and Kiyayama areas is correlated with the *Denticulopsis lauta* Zone (NPD4A). On the other hand, diatom fossils are not found in the Otokawa Formation. The following conclusions are obtained in this study. The Higashibessho Formation is correlated with the Shakusenji, Sasagawa and lower Sazen formations. The Tenguyama Formation is contemporaneous with the upper Sazen Formation, but heterotopic facies. The Lower Otokawa Formation is correlated with the Takabatake Formation but is not distributed east of Yatsuo area to the Kurokawa area. The Upper Otokawa Formation extends to the Hayatsuki River, but not further north.

Keywords: Toyama Prefecture, Neogene stratigraphy, Higashibessho Formation, Tenguyama Formation, Otokawa Formation, Diatom fossil, Unconformity

要 旨

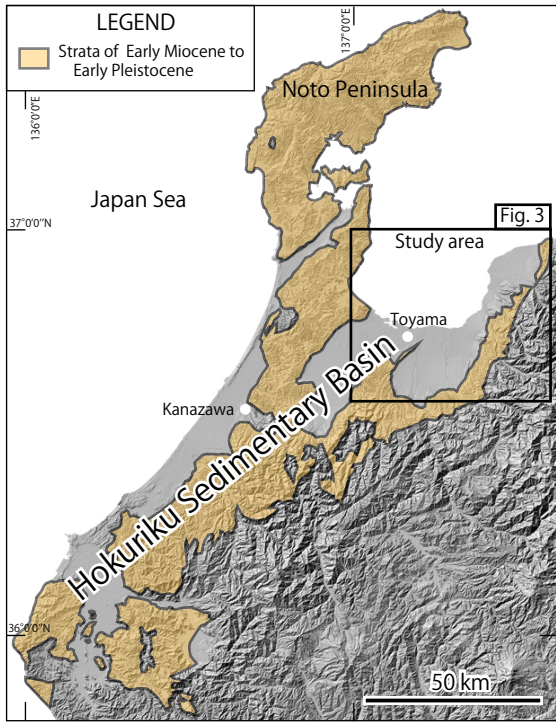
北陸堆積盆東部の段丘堆積物と沖積層を除く新生界層序は下位より楡原層, 岩稲層, 黒瀬谷層, 東別所層, 天狗山層, 音川層下部, 音川層上部, 三田層, 呉羽山層に区分される。このうち中-上部中新統の東別所層から音川層上部について, 模式地の八尾地域と東方の相当層について対比を行った。本報告では, 串田, 北山, 黒川及び稗島地域における19試料について珪藻化石分析を試みた。東別所層相当層の釈泉寺層から*Denticulopsis lauta*帯(NPD4A)に対比される珪藻化石が得られたが, 音川層及びその相当層から珪藻化石を得ることができなかった。検討の結果, 各層は次のように対比される。東別所層は, 釈泉寺層, 笹川層, 最禪層下部に, 天狗山層は, 最禪層上部に, 音川層下部は, 高島層にそれぞれ対比される。高島層は八尾地域東域から黒川地域では分布しない。音川層上部は早月川まで分布し, 早月川以北では分布しない。

1. はじめに

北陸堆積盆東部(第1図)に分布する段丘堆積物と沖積層を除く新生界は, 横山(1930)を始めとする多くの研究がなされ, 富山県央に位置する八尾地域(富山市八尾町一帯)において模式的な層序が構築されている(坂本ほか, 1959; 紺野ほか, 1961; 坂本, 1966; 相馬, 1982, 早川(1983), 早川・竹村, 1987; 富山県, 1992, 中嶋ほか, 2019など)。中嶋ほか(2019)による層序は, 下位より楡原層, 岩稲層, 黒瀬谷層, 東別所層, 天狗山層, 音川層, 三田層, 呉羽山層に区分され, さらに音川層は音川層下部と上部に細分される(第2図)。これら新生界の年代論は, 珪藻や浮遊性有孔虫などの微化石層序(Ikebe *et al.*, 1972; 千地・池辺, 1973; 谷村, 1979; Hasegawa and Takahashi, 1992; 渡辺, 1990, 2002a, b; 佐藤ほか, 1991; 柳沢, 1999; 佐藤ほか, 2010など), 古磁気層序(Itoh, 1986, 1988; 伊藤・早川, 1988, 1989; 伊藤・渡辺, 1988, 2000; 岩城・伊藤, 2000など), テフラ層序(田村・山崎, 2004; 田村ほか, 2005など), K-Ar年代(柴田, 1973; 石油公団, 1985; 金子, 2001など), フィッシュ

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

* Corresponding author: NAGAMORI, H., Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: nagamori-h@aist.go.jp



第1図 北陸堆積盆地及び調査位置図。
基図に国土地理院地図を使用した。中新統-下部更新統の分布は山田ほか(1974)に基づく。

Fig. 1 Hokuriku Sedimentary Basin and study area.
Base maps from GSI Maps of the Geospatial Information Authority Japan. Distribution of the Miocene to Lower Pleistocene strata followed Yamada *et al.* (1974).

ン・トラック年代(早川, 1983, 早川・壇原, 1986; 角井, 1986など)やU-Pb年代(Itoh, 2016; 長森・古川, 2017; 中嶋ほか, 2019)などの年代や層序に関する多くの報告によって年代論の精度が向上している。

これまでに富山県下に分布する新生界の層序対比は、坂本ほか(1959), 粕野ほか(1961), 坂本(1966), 藤井ほか(1992), 原山ほか(1996)などによって総括がなされてきた。しかし、八尾地域の東方域では、市村(1935), 藤井(1959), 野沢・坂本(1960), 富山県・工業技術院地質調査所名古屋出張所編(1967), 角・野沢(1973), 伊藤(1985), 岩城・伊藤(2000), 金子(2001), Itoh *et al.* (2016)などの報告があるものの、模式地の八尾地域における研究報告に比べると情報量が圧倒的に少なく、詳細な層序対比はほとんどなされていない。本報告では、東方域の中でも特に年代に関する情報の少ない東別所層相当層と音川層を対象として珪藻化石の検出を試み、既存資料を用いて年代論に基づく層序対比の整理及び考察を行う。本報告において記述する地名及び河川名は第3図に示す。なお、長森は試料の採取及び地質に関する執筆、渡辺は珪藻化石に関する分析及び執筆を担当した。

2. 東別所層, 天狗山層, 音川層及びその相当層の概略

東別所層, 天狗山層及び音川層に相当する地層の分布図を第3図に示す。これらの地層は八尾地域の東方では、北東-南西方向に帯状に分布する。なお、第3図における地質の分布は、基本的に坂本・野沢(1960), 野沢・坂本(1960), 角・野沢(1973), 竹内ほか(2017)の層序及び地質図に従ったが、八尾地域については、早川・竹村(1987), 天野ほか(2008), 中嶋ほか(2019)を参照して修正を加えた。

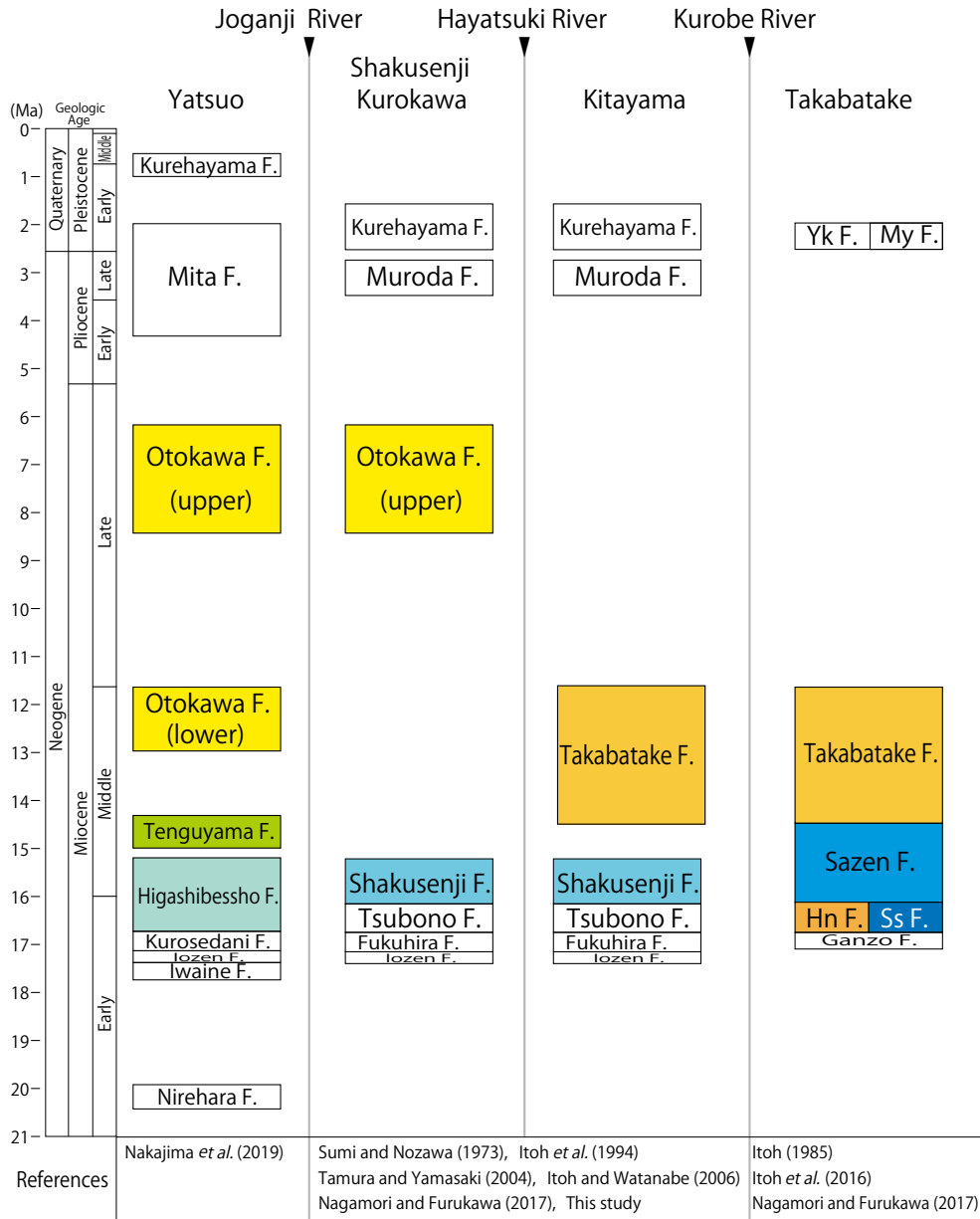
2.1 東別所層及び相当層

東別所層は藤田・中川(1948)によって命名された。砺波市東別所を模式地とし、庄川と常願寺川の間に分布する。主に塊状の泥岩からなる。八尾地域では下位より栃上泥岩部層, 塩谷砂岩部層, 三谷泥岩部層, 浅谷シルト岩部層の4部層に細分される(早川・竹村, 1987)。八尾地域の東方における東別所層の相当層として釈泉寺層, 笹川層, 羽入層及び最禪層が分布する(第2図)。釈泉寺層は主に灰色の塊状砂質泥岩からなり、常願寺川と黒部川の間に分布する(角・野沢, 1973; 長森・古川, 2017)。主に灰色-暗灰色の塊状泥岩からなる笹川層(市村, 1935)の南西端は小川沿いに存在する小川断層によって分布を切られ、断層の南西側に同時異相の凝灰質砂岩からなる羽入層(伊藤, 1985)が分布する(長森・古川, 2017)。最禪層(藤井, 1959)は灰色-明灰色の砂質泥岩からなり、黒部川の北東側に分布する(長森・古川, 2017)。

2.2 天狗山層, 音川層及び相当層

音川層の定義は早川・竹村(1987)によって大きく変更された。そこで本論では早川・竹村(1987)の定義より前の音川層については、「音川層」として表記する。

「音川層」は藤田・中川(1948)によって命名された。模式地は富山市婦中町外輪野付近(旧音川村)の南方である(早川・竹村, 1987)。なお、音川村が1959年に消滅した後、「音川」は地名として残存していない。「音川」の読みは地名としては「おとがわ」であるが、地層名としては「おとかわ」(池邊, 1949; 今村ほか, 1951; 中世古, 1953, 1954; 伊藤, 1985; 長谷川・小林, 1986; Ogasawara *et al.*, 1989; 小笠原ほか, 1989; 原山ほか, 1996; 竹内ほか, 2017など)と「おとがわ」(坂本・野沢, 1960; 野沢・坂本, 1960; 坂本, 1963; 坂本, 1966; 坂本ほか, 1967; 角・野沢, 1973; 早川・竹村, 1987; 藤井ほか, 1992; 中嶋ほか, 2019など)の両方の事例があり、混乱している。読み方を示した文献は池邊(1949)が最も古く、先取権を尊重し、「おとかわ」を採択する。当初「音川層」は、年代的な根拠が不詳なものの後期中新世から前期鮮新世の堆積物とされていた(早川, 1983)。しかしその後、早川・



第2図 北陸堆積盆東部の中新統～中部更新統の層序対比。
略号 (Yk : 横尾, My : 宮崎, Hn : 羽入, Ss : 笹川, F. : 層).

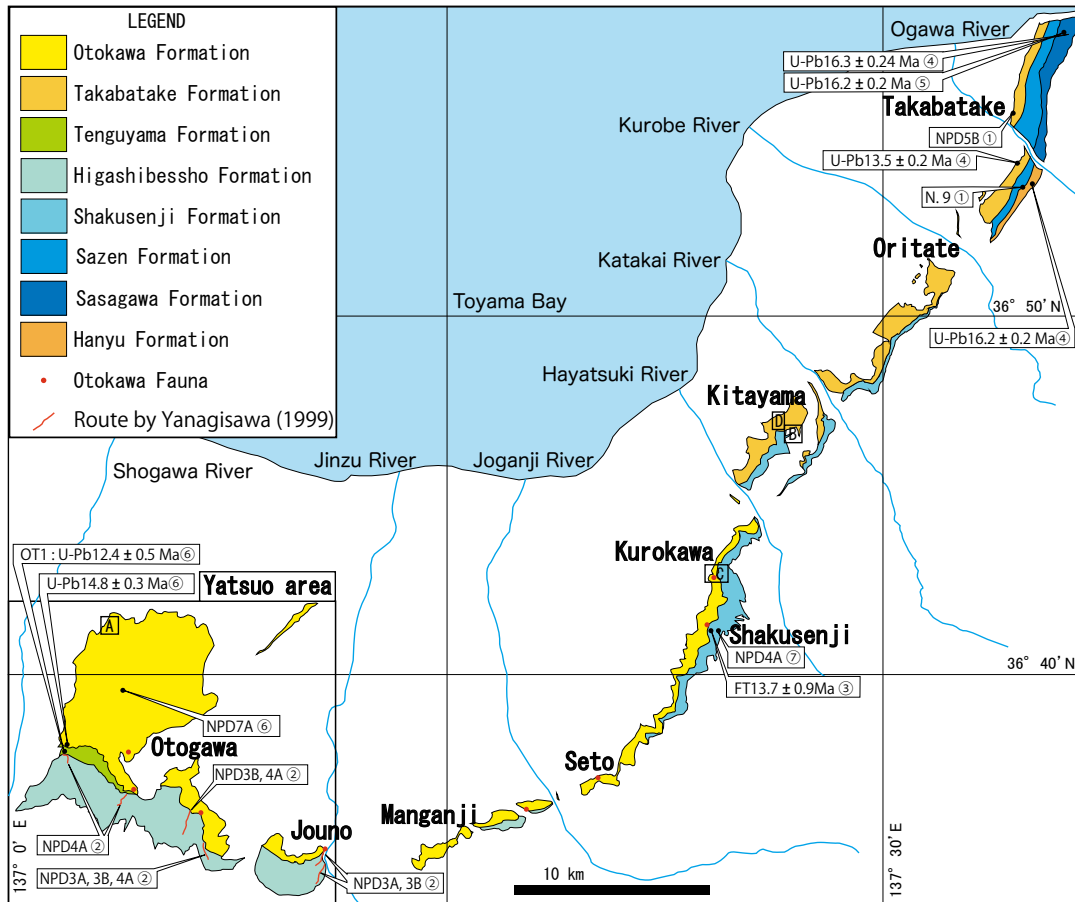
Fig. 2 Stratigraphic correlation of the Mioocene to Middle Pleistocene in the eastern part of the Hokuriku Sedimentary Basin.
Abbreviations (Yk: Yokoo, My: Miyazaki, Hn: Hanyu, Ss: Sasagawa, F.: Formation).

竹村(1987)が“音川層”中に不整合の存在を明らかにし、従来“音川層”とされていた地層を下位より天狗山(累)層、音川(累)層、三田(累)層に細分して再定義した。さらに、中嶋ほか(2019)は音川層の最下部層準に 12.4 ± 0.5 Maの U-Pb年代値を持つOT1凝灰岩層が挟まれること、中部層準から珪藻化石帯のNPD7A帯(7.7-6.5 Ma)の珪藻化石が産出することから、境界は不明なものの中中部中新統の音川層下部と上部中新統の音川層上部に区分している(第2

図)。本報告の天狗山層と音川層の層序的な位置づけは、早川・竹村(1987)と中嶋ほか(2019)に基づく。

天狗山層は砺波市頼成の森県民公園の天狗山周辺を模式地として、早川・竹村(1987)によって命名された。天狗山層は八尾地域西部のみに分布し、東方に厚さを減じて消滅する。下位の東別所層を不整合で覆う。この不整合は伊香浜不整合(早川・竹村, 1987)と呼ばれる。

砂礫岩からなる和田川橋礫岩部層(坂本・野沢, 1960),



第3図 東別所層・天狗山層・音川層及びその相当層の分布概略図。

本図は坂本・野沢(1960), 坂本(1963), 角・野沢(1973), 早川・竹村(1987), 竹内ほか(2017)に基づく。四角は第4図における試料採取位置を示す。A: 串田地域, B: 北山地域, C: 黒川地域, D: 稗畠地域。赤線: 柳沢(1999)の層序セクション。音川動物群の軟体動物化石産地は小笠原(1988), 清水・藤井(1995)に基づく。①: 伊藤(1985), ②: 柳沢(1999), ③: 伊藤・渡辺(2006), ④: Itoh *et al.* (2016), ⑤: 長森・古川(2017), ⑥: 中嶋ほか(2019), ⑦: 伊藤ほか(1994)。NPD: 北太平洋珪藻化石帯区分コード(Yanagisawa and Akiba, 1998)。N.: 浮遊性有孔虫化石帯(Blow, 1969)。

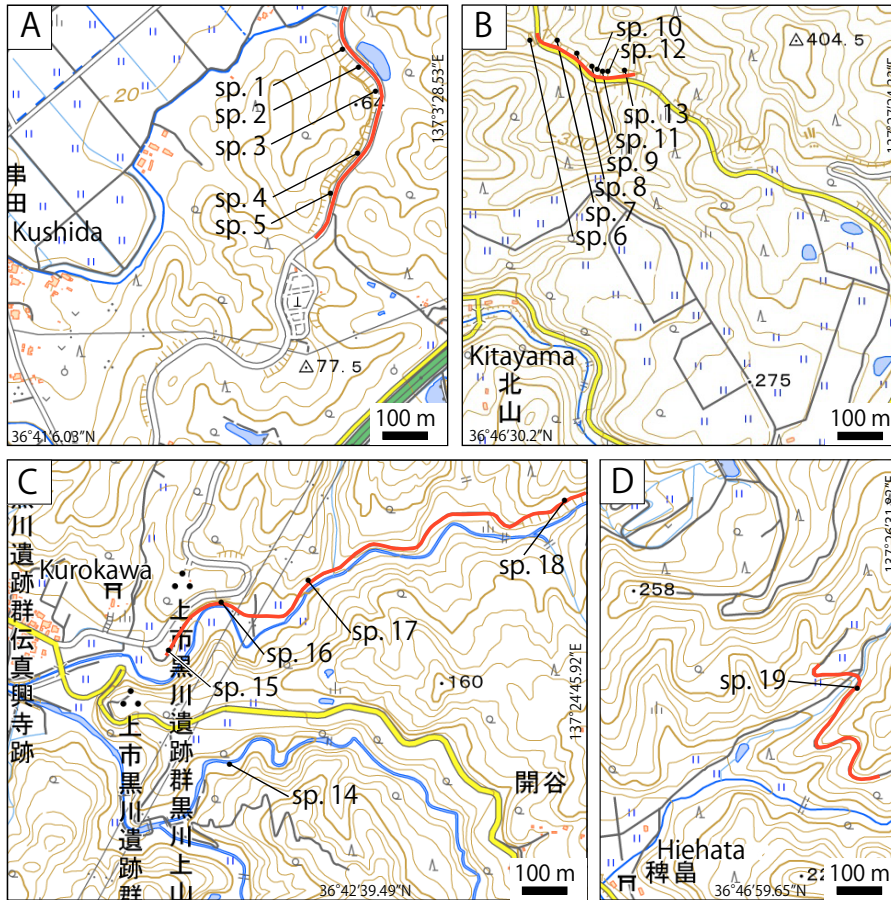
Fig. 3 Outline of the Higashibessho, Tenguyama, Otokawa formations and comparable formations.

This map modified after Sakamoto and Nozawa (1960), Sakamoto (1963), Sumi and Nozawa (1973), Hayakawa and Takemura (1987), Takeuchi *et al.* (2017). Squares indicate sampling map on Fig. 4. A: Kushida area, B: Kitayama area, C: Kurokawa area, D: Hiehata area. Red line: Stratigraphic section of Yanagisawa (1999). Mollucan fossil locality of the Otokawa Fauna is based on Ogasawara (1988) and Shimizu and Fujii (1995). ①: Itoh, 1985, ②: Yanagisawa (1999), ③: Itoh and Watanabe (2006), ④: Itoh *et al.* (2016), ⑤: Nagamori and Furukawa (2017), ⑥: Nakajima *et al.* (2019), ⑦: Itoh *et al.* (1994). NPD: Code of Neogene North Pacific diatom zones (Yanagisawa and Akiba, 1998). N.: Code of planktonic foraminiferal zones (Blow, 1969).

塊状砂岩からなる千光寺砂岩部層(藤田・中川, 1948)に区分される(早川・竹村, 1987)。塩原動物群の構成種を含む軟体動物化石が産出する(Ogasawara *et al.*, 1989)。

模式地における音川層は主に砂岩層から構成され、模式地の北西域では、側方に岩相変化して泥質となる(早川・竹村, 1987)。八尾地域の音川層の部層区分は、研究者により層序が異なるが、早川・竹村(1987)によれば、頼成の森礫岩部層(早川, 1983), 坪野シルト岩層部層

(早川・竹村, 1987), 新山砂岩部層(池邊, 1949), 吉谷砂岩部層(早川・竹村, 1987)に区分され、八尾地域の西部域においては下位の天狗山層を、東部域においては東別所層を不整合で覆う。この不整合は新山不整合(早川・竹村, 1987)と呼ばれ、八尾地域では東方ほど削剥量が多い(Hasegawa and Takahashi, 1992)。八尾地域から黒川付近に分布する音川層の基底には基底礫層が認められる(今村ほか, 1951; 早川・竹村, 1987; 野沢・坂本,



第4図 試料採取位置図。
基図に地理院地図を使用した。各地図の位置は第3図を参照。A：串田地区，B：北山地区，C：黒川地区，D：稗島地区。赤線は第5図の柱状図作成ルートを示す。

Fig. 4 Sample locality map.

Map showing the localities of samples. Base maps from GSI Maps of the Geospatial Information Authority Japan. See Fig. 3 for the localities of the maps. A: Kushida area, B: Kitayama area, C: Kurokawa area, D: Hiehata area. Red line: route that made columnar section in Fig. 5.

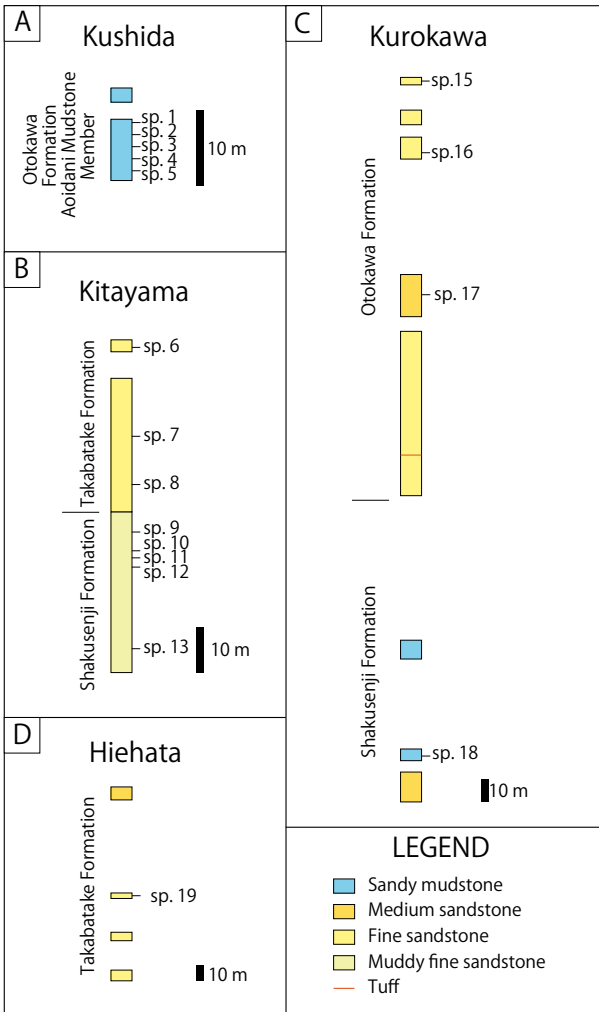
1960；角・野沢，1973）。

早月川以北に分布する音川層の相当層は高島層^{たかぼたけ}（藤井，1959）である（第2図）。高島層は下立付近において塊状の細-粗粒砂岩からなり，高島付近では塊状の細粒砂岩からなる（長森・古川，2017）。早月川右岸と片貝川両岸に分布する角・野沢（1973）が“音川層”とした地層は，塊状の細-粗粒砂岩から構成され，下立付近の岩相（長森・古川，2017）と類似することから高島層に含める（第3図）。なお，同地域では厚さが70 m以下の泥岩層を挟む（角・野沢，1973）。高島層は，黒部川以北では基底礫層を伴わず下位層と整合的に重なる（長森・古川，2017）が，黒部川から早月川の間では下立地域において下位の積泉寺層が欠損すること（長森・古川，2017）と，稗島付近で基底礫が認められること（角・野沢，1973）から基底に不整合が推定される。

3. 珪藻化石分析試料

珪藻化石の分析試料として，射水市串田の5点（第4図A，第5図A），魚津市北山の8点（第4図B，第5図B），上市町黒川の5点（第4図C，第5図C），魚津市稗島^{ひえはた}の1点（第4図D，第5図D），合計19点の試料を採取した（第1表）。

串田の試料（sp. 1-5）はいずれも音川層の青井谷泥岩部層の生物擾乱を伴う塊状の砂質シルト岩である。北山の試料はsp. 6-8は高島層の砂岩（角・野沢（1973）の音川層「砂岩層（Os）」に相当），sp. 9-13は積泉寺層の泥質細粒砂岩（角・野沢（1973）の音川層「泥岩層（Om）」に相当）より採取した。黒川の試料sp. 14-17は音川層，試料sp. 18は積泉寺層の層準から採取した。sp. 14は音川層の泥質砂岩に挟まれる貝化石層中の貝化石の内側から採取した。試料sp. 15-16は細粒砂岩，試料sp. 18は砂質泥岩である。



第5図 試料採取地点の柱状図
各地点の位置を第4図に示す。

Fig. 5 Columnar sections of sampling points shown in Fig. 4.

稗島の試料 sp. 19 は高島層の砂岩層に挟まれる泥岩の薄層から採取した。

4. 珪藻化石分析試料の処理と分析方法

約 1 g の試料を乾燥して紙に包んでハンマーで粉碎し、100 ml の純水を注いで懸濁液とする。0.5 ml をピペットで 18 × 18 mm のカバーガラスに広げて 40 °C のホットプレートで乾燥し、Pleulax を封入剤としてスライドガラスに貼り付け観察用プレパラートとした。

珪藻化石の算定は、600 倍の光学顕微鏡で 1000 倍を併用して行った。Chaetoceros 属の休眠胞子を除いて観察された珪藻殻が 100 個になるまで同定し、Chaetoceros 属の休眠胞子は同定対象となる 100 個とは別に数えて産出リストに数を示した。時代決定に有効な種の有無を確認するため、100 個の珪藻殻を観察するのに要したカバーガラス上の面積の約 2 倍の範囲を観察し、その際新たに見

つかった種については産出リストに“+”で示した。

Yanagisawa and Akiba (1998) の珪藻化石帯区分 (NPD1–12) と生層準 (D10–120) を用い、それらの数値年代については Gradenstein *et al.* (2020) の地磁気極性年代尺度で Watanabe and Yanagisawa (2005) による年代を補正した柳沢・渡辺 (2017) の年代値を用いた。

5. 珪藻化石の分析結果

19 試料を処理し、試料番号 sp. 13 と、sp. 18 の 2 試料から同定可能な珪藻化石が産出した (第 1 表、第 2 表)。産出した珪藻化石は第 2 表に示すとおりである。

北山地域の sp. 13 からはやや保存の悪い珪藻化石が産出した。本試料の珪藻化石群集は、*Denticulopsis lauta* を含み、*Denticulopsis hyalina* を含まないことから、NPD4A 帯 (15.9–14.5 Ma) に相当する。*Actinocyclus ingens f. nodus*、*Cavitatus exiguus* の産出もこれと調和的である。NPD4A 帯内に初産出層準と終産出層準がある *Cavitatus lanceolatus* が産出しないことから、本試料は NPD4A 帯中にある同種の初産出層準 D41.5 より下位か終産出層準 D43.2 より上位にあると判断される (15.9–15.6 Ma ないし 15.2–14.5 Ma)。本試料の珪藻化石の保存が良くないため、NPD4A 帯中の細分に有効な *Denticulopsis* 属及び *Crucidenticula* 属の珪藻化石がほとんど産出しないため、これ以上詳細な時代決定は行えない。

黒川地域の sp. 18 の珪藻化石群集は、*D. lauta*、*Denticulopsis okunoi* を含むことから、NPD4A 帯中の *D. okunoi* の初産出層準 D42 と終産出層準 D43 の間の層準にあたる (15.5–15.4 Ma)。*A. ingens f. nodus*、*C. lanceolatus* の産出もこれと調和的である。八尾地域の東別所層浅谷シルト岩部層が本試料と同層準にあたる (柳沢, 1999)。

6. 東別所層の対比

東別所層は八尾地域において珪藻化石帯の NPD3A 帯から NPD4A 帯が確認されており、中期中新世の 16.6–15.2 Ma の堆積物とされる (第 3 図; 柳沢, 1999; 中嶋ほか, 2019)。東別所層及びその相当層の対比を第 6 図に示す。

常願寺川から黒部川にかけて分布する東別所層相当層は、積泉寺層 (野沢・坂本, 1960) である。これまでに積泉寺層の模式地から NPD4A 帯に対比される珪藻化石が産出している (第 3 図; 伊藤ほか, 1994)。なお、模式地近隣の最上部に挟在する凝灰岩のジルコンのフィッシュン・トラック年代として 13.7 ± 0.9 Ma の値が報告されている (第 3 図; 伊藤・渡辺, 2006) が、この値は珪藻化石の生層序年代よりも新しい年代を示している。本研究により、黒川地域 (第 4 図 C) 及び北山地域 (第 4 図 B) に分布する積泉寺層から珪藻化石を検出し、NPD4A 帯に対比されることが明らかとなった (第 2 表)。なお、北山地域の試料 sp. 13 を採取した泥質細粒砂岩 (第 5 図) の層序的な位置付けは、角・野沢 (1973) によって“音川層”の「泥岩

富山県東別所層, 天狗山層, 音川層の対比 (長森・渡辺)

第1表 試料リスト.

NPD: 北太平洋珪藻化石帯区分コード (Yanagisawa and Akiba, 1998).

Table 1 Sample list.

NPD: Code of Neogene North Pacific diatom zones (Yanagisawa and Akiba, 1998).

Sample No.	Field No.	Lithology	Area	Formation	NPD
1	0190529-01-A	light gray sandy siltstone	Kushida	Otokawa Formation	—
2	0190529-01-B	light gray sandy siltstone	Kushida	Otokawa Formation	—
3	0190529-01-C	light gray sandy siltstone	Kushida	Otokawa Formation	—
4	0190529-01-D	light gray sandy siltstone	Kushida	Otokawa Formation	—
5	0190529-01-E	light gray sandy siltstone	Kushida	Otokawa Formation	—
6	20201218-03	sandstone	Kitayama	Otokawa Formation	—
7	20201218-02	sandstone	Kitayama	Otokawa Formation	—
8	20201218-01	sandstone	Kitayama	Otokawa Formation	—
9	20201218-04	muddy sandstone	Kitayama	Higashibessho Formation	—
10	20201218-05	muddy sandstone	Kitayama	Higashibessho Formation	—
11	20201218-06	muddy sandstone	Kitayama	Higashibessho Formation	—
12	20201218-07	muddy sandstone	Kitayama	Higashibessho Formation	—
13	20190525-02	muddy sandstone	Kitayama	Higashibessho Formation	NPD4A
14	20180525-01	sandy mudstone in molluscan shell	Kurokawa	Otokawa Formation	—
15	20201219-01	muddy fine sandstone	Kurokawa	Otokawa Formation	—
16	20201219-02	fine sandstone	Kurokawa	Otokawa Formation	—
17	20201219-03	mudstone (thin bed)	Kurokawa	Otokawa Formation	—
18	20201219-04	sandy mudstone	Kurokawa	Higashibessho Formation	NPD4A
19	20190525-01	mudstone (thin bed)	Hiehata	Otokawa Formation	—

第2表 珪藻化石産出リスト.

“+”は100個の算定後に見つかった種.

Table 2 Occurrence chart of diatom species.

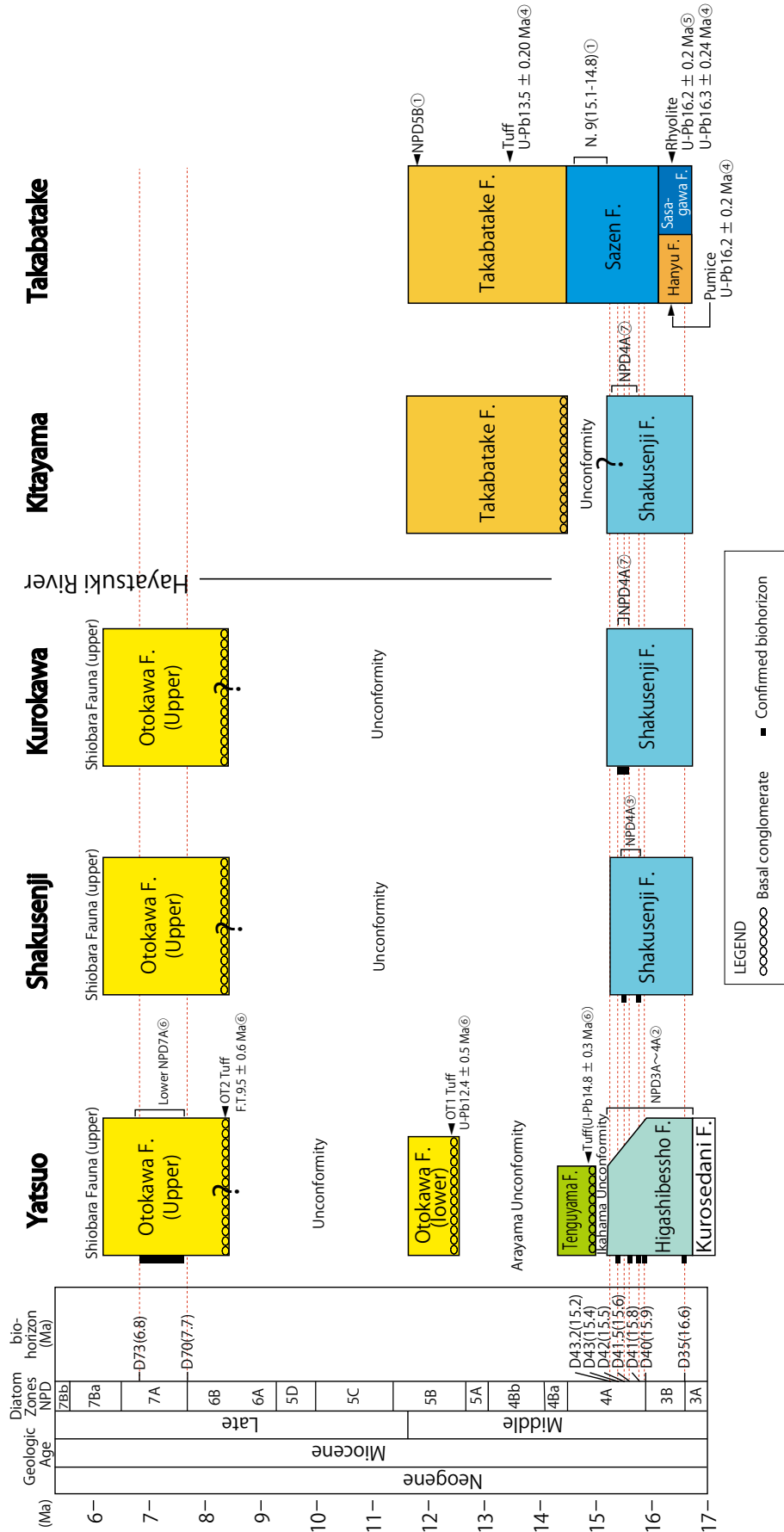
“+” indicates the taxa which is found after counting of one hundred diatom valves.

Diatom Zones (NPD)	4A	4A
Sample number	20190525-02	20201219-04
<i>Actinocyclus ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting & Schrader	16	6
<i>A. ingens</i> f. <i>nodus</i> (Rattray) Whiting & Schrader	4	+
<i>A. ingens</i> f. <i>planus</i> Whiting & Schrader	4	17
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	7	3
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) Sims & Fryxell	1	
<i>Azpeitia nodulifera</i> (Schmit) Fryxell & Sims		+
<i>Cavitatus exiguus</i> Yanagisawa & Akiba	5	7
<i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) Williams	5	5
<i>Cavitatus lanceolatus</i> Akiba & Hiramatsu		15
<i>Cavitatus linearis</i> (Sheshukova) Akiba & Yanagisawa	+	+
<i>Cestdiscus</i> sp.	+	
<i>Coscinodiscus lewisianus</i> Greville		+
<i>C. marginatus</i> Ehrenberg	1	+
<i>Delphineis miocenica</i> (Schrader) Andrews	1	
<i>Denticulopsis ichikawae</i> Yanagisawa & Akiba		2
<i>D. lauta</i> (Baily) Simonsen	+	6
<i>D. okunoi</i> Yanagisawa & Akiba		7
<i>D. lauta</i> Group girdle view		1
<i>Nitzschia challengeri</i> Schrader		1
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	8	3
<i>Stellarima microstrius</i> (Ehrenberg) Hasle & Sims		+
<i>Stephanopyxis</i> spp.	1	2
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	46	25
<i>Thalassiosira</i> spp.	1	+
Total number of valve counted	100	100
Resting spore of <i>Chaetoceros</i>	36	34

層(Om)」とされていたが, NPD4A帯に対比される珪藻化石が産出したことにより下位の釈泉寺層となる. 釈泉寺層は, 珪藻化石が確認された地点ではいずれもNPD4A帯が認められている(第6図).

珪藻化石層序による生層序は, 伊藤ほか(1994)により釈泉寺地域ではD41 (15.8 Ma), D42 (15.5 Ma)が, 本報告により黒川地域でD42とD43の間の層準(15.5–15.4 Ma)及び北山地域でNPD4A帯のうちD41.5より下位ないしD43.2より上位の層準(15.9–15.5 Maないし15.2–14.5 Ma)があることが確認されている. これらの珪藻化石の生層序によれば, 釈泉寺層は東別所層に対比される(第6図). なお, 八尾地域の東別所層下部ではNPD3A帯及びNPD3B帯が確認されている(柳沢, 1999)が, 釈泉寺層では未確認である.

黒部川の北東側に分布する東別所層相当層は, 笹川層, 羽入層及び最禪層である. 笹川層中部に挟まれる流紋岩中のジルコンのU–Pb年代として16.3 ± 0.24 Ma, フィッション・トラック年代として14.0 ± 0.9 Maの値(Itoh *et al.*, 2016)が得られている. ほぼ同位置の流紋岩軽石質火山礫凝灰岩のジルコンのU–Pb年代として16.2 ± 0.2 Ma, フィッション・トラック年代として18.2 ± 1.1 Maの値が報告されている(長森・古川, 2017). 両データのU–Pb年代値はほぼ一致する. また, 羽入層からは16.2 ± 0.2 MaのジルコンのU–Pb年代値が報告されている(Itoh *et al.*, 2016). 年代値による対比では笹川層中–上部及び羽入層



第6図 東別所層・天狗山層・音川層及びその相当層の層序対比。
 F.: 層. ①: 伊藤(1985), ②: 柳沢(1999), ③: 伊藤・渡辺(2006), ④: Itoh *et al.* (2016), ⑤: 長森・古川(2017) ⑥: 中嶋ほか(2019), ⑦: 本報告. NPD: 北太平洋珪藻化石帯区分コード (Yanagisawa and Akiba, 1998).
 Fig. 6 Stratigraphic correlation of the Higashibesho, Tenguyama, Otokawa formations and comparable formations.
 F.: Formation. ①: Itoh (1985), ②: Yanagisawa (1999), ③: Itoh and Watanabe (2006), ④: Itoh *et al.* (2016), ⑤: Nagamori and Furukawa (2017), ⑥: Nakajima *et al.* (2019), ⑦: This study. NPD: Code of Neogene North Pacific diatom zones (Yanagisawa and Akiba, 1998).

は東別所層に相当する。

高島地域に分布する最禪層最上部はBlow (1969)の浮遊性有孔虫化石帯のN. 9帯 (15.1–14.8 Ma)が確認され, N. 10帯が存在する可能性が示唆されている(伊藤, 1985)。しかし, 本層からはN. 9帯及びN. 10帯の基底を定義する化石帯指標種が産出しておらず, 化石帯の認定は確かとは言えない。化石帯の再検討が必要なものの, 最禪層の下部は八尾地域の東別所層の上部に対比される可能性が高い。

7. 天狗山層の対比

天狗山層の年代は, 下部に挟まれるTG1凝灰岩層のジルコンのフィッシュン・トラック年代 12.3 ± 1.9 Ma (早川, 1983)に基づき中期中新世後期に対比する案(早川・竹村, 1987)と, 木村・辻(1990)による15.1 Maのフィッシュン・トラック年代に基づき中期中新世前期に対比する案(Ogasawara *et al.*, 1989など)があった。その後, 中嶋ほか(2019)によって中部に挟まれる凝灰岩層のジルコンのU–Pb年代 14.8 ± 0.3 Ma及びフィッシュン・トラック年代 14.8 ± 0.7 Maの信頼性の高い値が報告された。天狗山層から産出する軟体動物化石には*Nanaochlamys notoensis*, *Kotorapekten kagamianus*などの中期中新世前半の古期塩原動物群(Ogasawara, 1994)のみに見られる特徴種が含まれている(Ogasawara *et al.*, 1989)。これらのことから, 天狗山層は中期中新世の前期に堆積したと判断される。

天狗山層は東に向かって下位の東別所層にオンラップし, 堆積時にテクトニックな傾動隆起が想定されている(早川・竹村, 1987; 中嶋ほか, 2019)。新山不整合による削剥は東方ほど多いため, 八尾地域東部以東では天狗山層は浸食によって欠損する(早川・竹村, 1987)。しかし, 北陸堆積盆の東端の高島地域では笹川層, 最禪層, 高島層の各層に不整合は確認されていない(長森・古川, 2017)。これらの一連の地層の中で天狗山層に相当する層準は, 笹川層に挟まれる約16 MaのU–Pb年代値を示す流紋岩と, 高島層に挟まれる約13.5 MaのU–Pb年代値を示す凝灰岩の間に位置する(第6図)。浮遊性有孔虫化石帯のN. 9帯 (15.1–14.8 Ma)が確認される(伊藤, 1985)最禪層最上部が天狗山層相当層準の候補となるが, 前述のように化石帯の再検討が必要となる。

8. 音川層の対比

八尾地域における音川層は中嶋ほか(2019)によって不整合関係にある中部中新統の音川層下部(約13.0–11.6 Ma)と上部中新統(約8.4–6.2 Ma)の音川層上部に区分される(第2図)。ただし, 両者の境界は確認されていない。八尾地域では音川層下部の最下部にOT1凝灰岩層, 音川層上部にOT2凝灰岩層が挟まれ, 鍵層として追跡されている(早川・竹村, 1987)。しかしながら, これらの凝灰岩層は神通川より東側の地域ではこれまでに確認されて

いない。本報告では, 串田地域の5地点, 北山地域の8地点, 黒川地域の5地点, 稗島地域の1地点の合計19地点(第4図)において音川層の珪藻化石の分析を試みたが, 化石は検出されなかった。これまでに, 音川層の珪藻化石処理は, 谷村(1979), 早川・竹村(1987), 小笠原(1988), 柳沢(1999), 中嶋ほか(2019)によって多くの地点において実施されているが, 珪藻化石層序の決定に有効な化石はほとんど産出していない。音川層中部層準から産出した例は, NPD6B帯, NPD7 A帯に対比される谷村(1979), 早川・竹村(1987)及び中嶋ほか(2019)による3試料の報告のみである。

八尾地域に分布する音川層からは軟体動物化石の*Mizuhopecten matumoriensis*, *Dosinia kaneharai*, *Anadara cf. hataii*などの化石が産出している(小笠原, 1988; 小笠原ほか, 1989; 清水・藤井, 1995)。同様の種構成を示す産地が神通川から黒川地域にかけて分布する音川層に認められる(第3図, 小笠原, 1988; 小笠原ほか, 1989)。また, それらの化石は同地域の音川層の下部層準により多く認められる(角・野沢, 1973)。これらの種は約11–5 Maの日本に繁栄した新期の塩原動物群(Ogasawara, 1994)に認められる種である。一方, 八尾地域における音川層下部の堆積時期に生息していた, およそ14–11 Maの古期塩原動物群(Ogasawara, 1994)の特徴種である*Nanaochlamys notoensis*, *Kotorapekten kagamianus*などの種は, 神通川から黒川地域にかけて分布する音川層からは産出していない。このことから, 神通川から黒川地域に分布する積泉寺層の上位の軟体動物化石を含む砂岩層は, 中嶋ほか(2019)の八尾地域における音川層上部に相当する可能性が高い。

下立付近とその北東域では東別所相当層の積泉寺層及び最禪層を覆う高島層が分布する(長森・古川, 2017)。これまでに高島層から得られた年代に関するデータは, 中部層準に挟在する凝灰岩薄層のジルコンU–Pb年代値として 13.5 ± 0.20 Ma (Itoh *et al.*, 2016)が, 最上部の海緑石を含む砂岩層からNPD5B帯 (12.7–11.4 Ma)に対比される珪藻化石(伊藤, 1985)が報告されている。

長森・古川(2017)は, 天狗山層に挟在するTG1凝灰岩のジルコンのフィッシュン・トラック年代値の 12.3 ± 1.9 Ma (早川, 1983)そして音川層のOT1凝灰岩層のジルコンのフィッシュン・トラック年代値の 9.5 ± 0.6 Ma (角井, 1986)に基づいて, 高島層を天狗山層に対比した。しかしその後, 中嶋ほか(2019)によって天狗山層から 14.8 ± 0.3 Ma, 音川層のOT1凝灰岩層から 12.4 ± 0.5 MaのジルコンU–Pb年代値が報告された。早川(1983)と角井(1986)の値はHurford (1990)によるフィッシュン・トラック年代測定の標準化の勧告前の測定であるため参考値として扱い, 中嶋ほか(2019)の値に基づいて対比すると, 高島層上部の年代は音川層下部の堆積時期と調和的である(第6図)。なお, 下立地域より北東側に分布する

高島層は基底に基底礫岩が認められておらず、下位の最禪層を整合に覆うと考えられ(長森・古川, 2017), かつ挟在する凝灰岩の 13.5 ± 0.20 MaのU-Pb年代値(Itoh *et al.*, 2016)が報告されていることから, 八尾地域で不整合により欠損している天狗山層上面から音川層下部の下底までの層準が, 高島層では存在すると推定される。

下立地域から早月川にかけて分布する高島層の年代に関する報告はこれまでになかったため, 角・野沢(1973)が音川層(本論の高島層)の「泥岩層(0m)」とした地層からsp. 13を採取した(第4図, 第1表)が, その試料から積泉寺層に相当するNPD4A帯に対比される珪藻化石が得られた(第2表)。このことは, この地域は断層で地層の分布が寸断されて地層の分布が複雑である(角・野沢, 1973)こともあり, 層序の再検討が必要であることを示す。

9. 不整合

“音川層”の基底不整合は今村ほか(1951), 中世古(1953), 坂本ほか(1959), 坂本(1966), 粕野ほか(1961)などによって古くからその存在が指摘されてきた。現在では, 東別所層から音川層の層準に存在する不整合は, 天狗山層, 音川層下部, 音川層上部の各基底において確認されている(中嶋ほか, 2019)。天狗山層基底の不整合は伊香浜不整合, 音川層下部基底の不整合は新山不整合と命名されている(早川・竹村, 1987; 第6図)。音川層上部の基底不整合は中嶋ほか(2019)によって推定されたもので, 命名はされていない。これらの不整合はおおよそ15–13 Maの時期に形成されている(第6図)。不整合が形成された要因として, 飛騨山地の隆起による傾動が想定されていた(坂本ほか, 1959; 坂本, 1966)。しかし, 小笠原ほか(1989)は不整合による間隙が北方に小さくなることから傾斜不整合であると, 海水準の低下に伴って形成されたと考えた。中嶋(2018), 中嶋ほか(2019)は広域テクトニクスの枠組みの中で検証し, 背弧海盆の拡大に伴う引張応力場におけるリフティングが15 Ma頃に終息し, その後圧縮場に転じたことによって局所的に発生した隆起や傾動によって不整合が形成されたと考えた。

各不整合について記述する前に, 上記3つの不整合によって削剥された東別所層及び相当層の削剥について整理する。東別所層及び相当層は, 八尾から下立地域にかけて不整合に伴う削剥を受けている。八尾から城生地域では東別所層の削剥量は東ほど多いことが確認されている(Hasegawa and Takahashi, 1992; 柳沢, 1999)。具体的にみると, 同地域における天狗山層と音川層直下の東別所層で確認されている珪藻生層序は, 西端ではNPD4A帯のD43より古いもの, 東端ではNPD3A帯のD35より古いものが確認されることから, 東別所層の削剥量は東ほど多くなっている(柳沢, 1999)。さらに東方の万願寺から瀬戸にかけての地域では東別所層は削剥によって欠損な

いし層厚を減じている。常願寺川と黒部川の間分布する東別所相当層の積泉寺層は, 積泉寺地域において最大層厚を示し, 西端と東端で削剥により尖滅する。八尾地域の東域において侵食によって欠如しているNPD4A帯の層準が, さらに東方の積泉寺, 黒川, 北山地域において認められる(伊藤・渡辺, 2006; 本報告)。黒部川以東では, 東別所層から音川層下部にわたる層準において, 不整合は認められていない。以上のように不整合による東別所層の削剥は均一ではなく, 地域による顕著な差が認められる。なお, 削剥量が最も多かった地域は, 積泉寺層が欠損している万願寺, 瀬戸及び下立地域である(第3図)。

以上をふまえ, これまでに報告されている情報に基づき, 富山地域の中中部～上部中新統に認められる3つの不整合, すなわち伊香浜不整合, 新山不整合及び音川層上部基底の不整合について整理する。

9.1 伊香浜不整合

八尾地域の東別所層と天狗山層の間に存在する伊香浜不整合は15.4–15.2 Maに形成されたと推定されている(中嶋ほか, 2019)。

八尾地域より東の地域で天狗山層(15.2–14.3 Ma: 中嶋ほか, 2019)に相当する可能性のある地層は, 浮遊性有孔虫化石帯のN. 9(15–14.8 Ma: 伊藤, 1985)に対比される高島地域の最禪層上部(伊藤, 1985)のみである(第6図)。しかし, 最禪層中には伊香浜不整合に相当する不整合は認められていない(長森・古川, 2017)。これに対して南西に位置する北山地域付近には積泉寺層と高島層の間に不整合が認められる(今村ほか, 1951; 角・野沢, 1973; 第6図)。北山地域に分布する積泉寺層の最上部は, 珪藻化石帯のNPD4A帯に対比され, 保存不良のため珪藻生層序は特定できないものの, NPD4A帯中の15.9–15.5 Maないし15.2–14.5 Maのいずれかの層準に対比される。上位の高島層の下限は, 高島地域において下位の最禪層最上部の浮遊性有孔虫化石帯がN. 9帯(15.1–14.8 Ma)に対比され, N. 10帯(14.8–13.8 Ma)の層準が存在する可能性があること(伊藤, 1985)と, 高島層に挟在する凝灰岩層の 13.5 ± 0.20 MaのU-Pb年代値(Itoh *et al.*, 2016)から判断すると14 Ma前後となる。年代論の精度が悪いため, 北山地域の積泉寺層と高島層間の不整合と伊香浜不整合との対比については今後の課題となる。

八尾地域と北山地域では不整合が認められるが, 高島地域では不整合は存在しないことから, 地域によって隆起量が異なっていたと推定される。古流向の変化を見ると, 北山地域付近において積泉寺層の古流向が北北西, 北, 北北東方向であったが, “音川層”(本報告の高島層)の古流向は北東方向に変化をしている(角・野沢, 1973)。この東方向への古流向の変化は, 高島層堆積時に西側地域が隆起したことを反映していると考えられる。

9.2 新山不整合

八尾地域における天狗山層と音川層下部の間に形成された新山不整合は、14–13 Ma付近の200万年間程度の間隙があると推定されている(中嶋ほか, 2019)。OT1凝灰岩層を挟在する音川層下部は下位層に低角にアバットしており、オンラップ不整合で東別所層を覆っている(早川・竹村, 1987)。このため、音川層下部は天狗山層と同様に八尾地域のみに分布している可能性が高い。音川層下部に対比される高島層は、新山不整合が形成された時期のU–Pbの年代として 13.5 ± 0.20 Ma (Itoh *et al.*, 2016)の値を示す凝灰岩が認められるので、新山不整合に対比される不整合は形成されていないと考えられる(第6図)。音川層下部は八尾地域のみに分布することから、新山不整合は八尾地域のみで認識される。

9.3 八尾地域の音川層上部基底の不整合の対比

従来の研究によると音川層の不整合に伴う基底礫が八尾地域から黒川地域付近まで認められている(今村ほか, 1951; 早川・竹村, 1987; 野沢・坂本, 1960; 角・野沢, 1973)。これまでの見解では、音川層下部基底の新山不整合によって東別所層と天狗山層が浸食されたと考えられている。しかし、中嶋ほか(2019)によって八尾地域の音川層中に11.5–8.5 Maの期間にわたり形成された不整合が存在することが推定された。また、八尾地域と早月川の間に天狗山層と音川層下部相当層が認められないこと、新山不整合と比較して音川層下部と上部の間の不整合は形成時期が長いことから、音川層上部基底と下位層との不整合は伊香浜不整合や新山不整合より規模が大きい可能性がある。

高島層上面には海緑石が認められている(伊藤, 1985)ことから時間間隙の存在が想定されるが、上位には下部更新統の横尾層が被覆しており、音川層上部に相当する地層は欠損している(第2図)。

9.4 不整合に関する問題点

八尾地域から高島地域にかけて分布する東別所層から音川層の層準には、前述のように3つの時期の不整合の存在が推定されている。東別所層は珪藻化石が産出することから珪藻化石帯が認定されている一方、天狗山層、音川層からは珪藻化石がほとんど産出してない。八尾地域において音川層は不整合関係にある中部中新統の下部層と上部中新統の下部層に区分されている(中嶋ほか, 2019)。しかしながら、この区分は珪藻化石とテフラの年代値によって推定された区分で、実際の露頭における不整合は確認されていない。さらに、八尾地域の天狗山層、音川層に狭在するテフラ層は東地域では確認されていない。本論では、層序対比、珪藻化石及びテフラの年代値から不整合について整理したが、諸要因によって詳細な不整合の形成時期や不整合を誘発した隆起の時期、範囲などは不明な点が残されている。特に、神通川から

早月川の範囲では天狗山層と音川層下部が欠損していることから、東別所層から音川層上部基底までの時期についての情報は不詳である。今後の課題として、音川層の珪藻化石等の微化石とテフラの検出が望まれる。

謝辞: 査読者の柳沢幸夫博士、編集委員の細井 淳博士には原稿改善のための有益なご助言をいただいた。ここに感謝の意を表す。

文 献

- 天野和孝・葉室麻吹・佐藤時幸(2008) 鮮新世における日本海への暖流の流入—富山市八尾町の三田層産軟体動物群の検討を通じて—。地質学雑誌, **114**, 516–531.
- Blow, W. H. (1969) Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Brönnimann, P. and Renz, H. H., eds., *Proceedings of the 1st International Conference on Planktonic Microfossils, Geneva, 1967*, 199–422.
- 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(1959) 富山県朝日町東部の新生代層。富山県の地理学的研究, **3**, 121–126.
- 藤井昭二・後藤道治・神島利夫・清水正之・金子一夫・河野芳輝(1992) 10万分の1富山県地質図説明書。富山県, 201p.
- 藤井昭二・粕野義夫・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.
- 藤田和夫・中川衷三(1948) 富山県砺波地方の第三紀層。地質学雑誌, **54**, 125.
- Gradstein, F. M., Ogg, J. G., Schmitz, M. D. and Ogg, G. M. (2020) *The Geologic Time Scale 2020*. Amsterdam, Netherlands, Elsevier, 1300p.
- 原山 智・滝沢文教・加藤碩一・駒澤正夫・広島俊男・須藤定久(1996) 20万分の1地質図幅「富山」。地質調査所。
- 長谷川四郎・小林博明(1986) 能登半島南部上部新生界の地質, その1. 富山県氷見市付近の岩相層序区分と層模式(Stratotypes)。北村 信教授退官記念地質学論文集, 91–111.
- 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 Publishing Company, 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. 大阪微化石研究会誌, no. 10, 1-13.
- 早川秀樹・壇原 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. 地質学雑誌, **93**, 717-732.
- Hurford, A. J. (1990) Standardization of fission track dating calibration: Recommendation by the fission track working group the I.U.G.S. subcommission on geochronology. *Chemical Geology*, **80**, 171-178.
- 市村賢一(1935)富山県下新川郡三日市東南方第三紀層産出化石. 地質学雑誌, **42**, 59-73.
- 池邊展生(1949)富山県西部及石川県東部の第三紀層(富山県及石川県の地質学的研究1). 地学, 14-26.
- Ikebe, N., Takayanagi, Y., Chiji, M. and Chinzei, K. (1972) Neogene biostratigraphy and radiometric time scale of Japan - and attempt at intercontinental correlation. *Pacific Geology*, **4**, 39-78.
- 今村外治・長谷 晃・村田茂雄・吉田博直・多井義郎・中島 拓(1951)富山県東部魚津町・上市町付近の第三系. 広島大学地質学報告, no. 1, 15-36.
- 伊藤康人(1985)富山県泊地域の第三系の層序と年代. 大阪微化石研究会機関誌, no. 13, 1-12.
- Itoh, Y. (1986) Differential rotation of northeastern part of Southwest Japan: Paleomagnetism of Early to Late Miocene rocks from Yatsuo area in Chubu district. *Journal of Geomagnetism and Geoelectricity*, **38**, 325-334.
- Itoh, Y. (1988) Differential rotation of the eastern part of Southwest Japan inferred from paleomagnetism of Cretaceous to Neogene rocks. *Journal of Geophysical Research*, **93**, 3401-3411.
- 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磁気層序. 地質学雑誌, **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. 地質学雑誌, **95**, 133-136.
- 伊藤康人・渡辺真人(1988)古地磁気から推定した富山県東端部泊地域の回転運動. 地質学雑誌, **94**, 457-460.
- 伊藤康人・渡辺真人(2000)八尾地域の前期中新世地磁気層序の精密化. 地調月報, **51**, 37-45.
- 伊藤康人・渡辺真人(2006)魚津地域下部-中部中新統のフィッシュン・トラック年代測定. 地質調査研究報告, **57**, 57-59.
- 伊藤康人・山下 透・壇原 徹・長崎康彦・渡辺真人・荒戸裕之(1994)基礎試錐「金沢沖」の中新世火山岩類について—背弧海盆拡大期の火成活動—. 石油技術協会誌, **59**, 809-518.
- Itoh, Y., Kusumoto, S. and Uda, T. (2016) Tanayama Terrace, A multidisciplinary study of an arc-arc collision front. *LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken*, 103p.
- 岩城啓美・伊藤康人(2000)富山県東部魚津地域に分布する新第三系の古磁気学的研究. 地質調査所月報, **51**, 229-236.
- 金子一夫(2001)富山県東部における中新世火山岩-火山砕屑岩の層序と構造史. 地質学雑誌, **107**, 729-748.
- 粕野義夫・坂本 亨・石田志朗(1961)北陸東部の新第三紀地史に関する一試論. 横山次郎教授記念論文集, 83-95.
- 木村勝弘・辻 喜弘(1990)堆積盆の生成発展過程の研究. 平成元年度石油公団石油開発技術センター年報, 10-14.
- 横山次郎(1930)日本地方地質誌中部地方. 朝倉書店, 233p.
- 中世古幸次郎(1953)富山県南部の上部新第三紀層の層序. 大阪大学南校・北校理科報告, no. 2, 87-100.
- 中世古幸次郎(1954)富山県南部の上部新第三紀層の層序の修正. 大阪大学南校・北校理科報告, no. 3, 97-105.
- 長森英明・古川竜太(2017)泊地域の地質, 第12章, 新第三系中新統-下部更新統. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 68-87.
- 中嶋 健(2018)日本海拡大以来の日本列島の堆積盆テクトニクス. 地質学雑誌, **124**, 693-722.
- 中嶋 健・岩野英樹・壇原 徹・山下 透・柳沢幸夫・谷村好洋・渡辺真人・佐脇貴幸・中西 敏・三石裕之・山科起行・今堀誠一(2019)富山県八尾地域の新第三系年代層序の再検討とテクトニクス. 地質学雑誌, **125**, 483-516.
- 野沢 保・坂本 亨(1960)5万分の1地質図幅「五百石」および同説明書. 地質調査所, 69p.
- 小笠原憲四郎(1988)北陸地方新第三系の貝類化石群の層序と古生態. 昭和62年度科学研究費補助金(一般C)研究成果報告書, 31p.
- Ogasawara, K. (1994) Neogene paleogeography and marine climate of the Japanese Islands based on shallow-marine molluscs. *Papaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **108**, 335-351.
- Ogasawara, K., Ijima, S. and Kaseno, Y. (1989) Miocene molluscs from the Tenguyama Formation, Toyama Prefecture, Hokuriku District, Japan. *Science Report of Kanazawa University*, **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.
- 坂本 亨(1963) 5万分の1地質図幅「富山」および同説明書. 地質調査所, 45p.
- 坂本 亨(1966) 富山積成盆地南半部の新生界とその構造発達史. 地質調査所報告, no. 213, 1–28.
- 坂本 亨・野沢 保(1960) 5万分の1地質図幅「八尾」および同説明書. 地質調査所, 69p.
- 坂本 亨・今井 功・水野篤行・角 靖夫・井上正昭(1959) 富山積成盆地南縁部の新生界. 地質調査所月報, **10**, 75–82.
- 坂本 亨・今井 功・角 靖夫・野沢 保・盛谷智之(1967) 20万分の1地質図幅「七尾・富山」. 地質調査所.
- 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. 石油技術協会誌, **56**, 263–279.
- 佐藤時幸・神崎 裕・奥山貴男・千代延俊(2010) 北陸～北日本に分布する中新統石灰質ナンノ化石層序. 秋田大学大学院工学資源研究科研究報告, no. 31, 37–45.
- 石油公団(1985) 基礎試錐「富山」調査報告書, 60p.
- 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.
- 清水正之・藤井昭二(1995) 後期中新世音川動物群—音川動物群から大桑動物群への遷移—. 地球科学, **49**, 419–432.
- 相馬惇一(1982) E. 富山・金沢地域. 日本の石油・天然ガス資源<<新版>>技術報告書. 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会, 225–238.
- 角 靖夫・野沢 保(1973) 魚津地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 104p.
- 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. 大阪微化石研究会誌(NOM), no. 14, 51–61.
- 竹内 誠・古川竜太・長森英明・及川輝樹(2017) 泊地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 121p.
- 田村糸子・山崎晴雄(2004) 北陸層群のテフロクロノロジー—テフラ層序および広域テフラ層との対比に基づく北陸層群の堆積年代—. 地質学雑誌, **110**, 417–436.
- 田村糸子・山崎晴雄・水野清秀(2005) 前期鮮新世 4.1 Ma 頃の広域テフラ, 境火山灰層とその相当層. 地質学雑誌, **111**, 727–736.
- 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.
- 富山県(1992) 富山県地質図(10万分の1)及び説明書. 富山県, 201p.
- 富山県・工業技術院地質調査所名古屋出張所編(1967) 富山県黒東地域の天然ガス. 富山県, 31p.
- 渡辺真人(1990) 富山県氷見・灘浦地域の第三系層序—とくに姿累層とその上位層の間の時間間隙について—. 地質学雑誌, **96**, 915–936.
- 渡辺真人(2002a) 富山県氷見・灘浦地域の鮮新統の珪藻化石層序と年代層所の再検討—とくに広域火山灰層とNo. 3 *Globorotalia inflata* (浮遊性有孔虫) bedの年代について—. 地質学雑誌, **108**, 499–509.
- 渡辺真人(2002b) 富山県灘浦地域の中新統姿累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 to middle Miocene diatom biochronology for the middle- to high-latitude North Pacific. *The Island Arc*, **14**, 91–101.
- 山田直利・坂本 亨・野沢 保・遠田朝子(1974) 50万分の1地質図幅「金沢」. 地質調査所.
- 柳沢幸夫(1999) 富山県八尾地域の下部-中部中新統の珪藻化石層序. 地質調査所月報, **50**, 139–165.
- Yanagisawa, Y. and Akiba, F. (1998) Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. *Journal of Geological Society of Japan*, **104**, 395–414.
- 柳沢幸夫・渡辺真人(2017) 大佐渡地域南部に分布する新第三系の海生珪藻化石層序. 地質調査研究報告, **68**, 287–339.

(受 付 : 2022年4月4日 ; 受 理 : 2023年6月19日)

