

北海道穂別地域の中新統の地質と放散虫化石層序

Miocene geology and radiolarian biostratigraphy of the Hobetsu area, Hokkaido, Japan

本山 功, 川村好毅

Isao Motoyama and Koki Kawamura

筑波大学生命環境科学研究科, 茨城県つくば市天王台1-1-1

Department of Earth Evolution Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, 305-8572 Japan

Abstract

The Ishikari-Hidaka sedimentary basin which ranges from Iwamizawa to the coastal area of Hidaka District, Hokkaido, is occupied by thick Neogene sedimentary rocks. Of these Miocene rocks consist mainly of sandstone, mudstone, gravity flow deposits (sandstone and conglomerate), siliceous hard mudstone and diatomaceous mudstone, showing various vertical and lateral changes in lithofacies. We surveyed the Miocene Sakae, Abetsu, Nibutani and Nina Formations exposed in the middle part of Mukawa Town and have subdivided the Nibutani Formation into five units. We have examined radiolarian assemblages to understand the temporal and environmental sedimentary history of the basin. Stratigraphic occurrence of age-diagnostic species indicates that the Abetsu Formation was deposited during the Middle Miocene (15.3 to ~12.5 Ma) and the Nibutani Formation was during the late Middle to early Late Miocene (~12.5 to ~9.7 Ma). A deep dwelling species *Cornutella profunda*, which lives in the depths below 1000 m in the Pacific Ocean around Hokkaido today, first appeared at the upper part of the Sakae Formation, occurred throughout the Abetsu and Nibutani Formations and became almost absent from the Nina Formation. This suggests the basin subsidence during the deposition of the upper Sakae Formation, deposition of the Abetsu and Nibutani Formations below ~1000 m water depth, and subsequent filling by the Nina Formation.

Key words-- Miocene, Radiolaria, Hobetsu, Mukawa, Hokkaido, depositional age, depositional environment
(2009 年 1 月 31 日受付)

I はじめに

北海道中央南部むかわ町の^む鶺川流域一帯には、海成中新・鮮新統が広く分布している。一般に、埋没深度が増して続成作用が進行すると珪質化石の保存が悪化するため、たとえば秋田県の女川層や新潟県の寺泊層などの中一上部中新統は珪藻や放散虫化石に乏しい(本山, 1999b)。これに対して、北海道日高海岸地域一帯においては中新統最下部の^{たきのうえ}滝の上層にいたるまで放散虫化石の産出が認められていた(中世古・菅野, 1973; 長田・一ノ関, 1982)。日本を含む北太平洋地域の第三系放散虫化石帯区分は 1980 年代後半以降に細分化が進められ(船山, 1988; Shilov, 1995; Motoyama, 1996)、さらに、古地磁気層序や他の微化石層序との対応関係も詳しく検討された(本山・丸山, 1998; 本山, 1999a; Kamikuri et al., 2004, 2007; Motoyama et al., 2004)。そこで、著者の一人本山は共同研究者らとともに、

日高海岸地域の中新統の年代論の精度向上を目的に、最新の放散虫化石帯の適用に努めてきた(新澤ほか, 印刷中)。その過程で鶺川右岸の^{にわんざわ}似湾沢川とホロカンベ沢に囲まれた地域について新たに地質図を作成したので、放散虫化石の追加的データと合わせて、ここに報告することとした。

II 調査地域および地質概説

本研究の調査地域は北海道中央南部、胆振支庁東縁のむかわ町の中^{ほべつ}部(旧穂別町の南部)にあたり、5 万分の 1 地形図「穂別」と「富川」にまたがる。地質図作成のための調査範囲は、鶺川本流とそれに注ぐ^{さかえ}似湾沢川とホロカンベ沢の 3 本の河川によって^{むかわ}囲まれた地域であり(Fig. 1)、その範囲には^{さかえ}栄層(滝の上層)、^{かわぼた}アベツ層(川端層)、^{にぶたに}二風谷層(軽舞層)の 3 つの地層が分布する(今井・角, 1957; 高橋・和田, 1987; 川上, 1997; 川上ほか, 1999)。さらに、新澤ほか(印刷中)では、似湾沢川よりも

南側の地域において二風谷層上部とその上位の荷葉層についてもルート調査を行ったので、それらについても本論文で岩相記載を述べる。

図幅によって地層名が異なっているが、本研究では富川図幅(今井・角, 1957)で用いられている地層名を使用する(Figs. 2, 3)。すなわち、本調査地域の第三系は下位より、中新統の栄層、アベツ層、二風谷層、および中新統一鮮新統の荷葉層の4つに区分される。これに対して、穂別図幅では、滝の上層、川端層、軽舞層、荷葉層の地層名が用いられているが、本地域の第三系は、今井・角(1957)によって述べられているように、岩相のみから他地域の地層と対比することが困難なため、本研究でも、年代学的データが十分に蓄積されるまで別個の地層名で呼んでおくほうがよいと判断した。しかし、側方に連続する地層の名称が、5万分の1地形図という人為的な区画によって区切られているのは好ましい状況とはいえないため、いずれ、堆積盆全体にわたる岩相の時空分布の全容解明が進む中で、地層名も整理されてゆくものと期待される。

栄層は砂岩、凝灰岩、黒色泥岩からなり、アベツ層はタービダイト性の砂岩泥岩互層を主体として礫岩を伴う。二風谷層もタービダイト性の砂岩泥岩互層を主体とするが硬質化(ポーセラナイト化)しているのを特徴とし、これに礫岩、砂岩、砂質泥岩を伴う。荷葉層は珪藻質泥岩を特徴とし、礫岩と砂岩を伴う。これらの地層は全て整合に累重する。なお、二風谷層を特徴付けるポーセラナイト化した泥岩を、以下、硬質珪質泥岩と呼ぶことにする。地質図、地質断面図、対比柱状図をそれぞれFig. 4, Fig. 5, Fig. 6に示す。

III 地質構造

本地域の第三系は、NW-SE方向の走向をもって背斜・向斜を繰り返す褶曲構造やそれに伴う断層が発達している(今井・角, 1957; 高橋・和田, 1987)。似湾沢川下流部に沿って平取断層がNW-SE方向に延び、その北東側に平取背斜と二風谷向斜が並行に走る。その北側、キナウス川沿いにはNNW-SSE方向に延びる背斜が認められる。

1. 平取断層

北は追分町から南は新冠町西縁の厚賀川付近ま

で北北西-南南東方向に約60 kmにわたって追跡される主要断層であり、東側に平取背斜を伴う(今井・角, 1957; 石田・秦, 1986)。本調査地域では、北西-南東の方向性を示し、断層の北東側には栄層・アベツ層・二風谷層が分布し、南西側には二風谷層と荷葉層が分布する。本研究では、平取断層は露頭では確認されなかった。

2. 平取背斜

本調査地域では、北西-南東方向に延びる、背斜軸面が北東に傾斜した非対称褶曲であり(Figs. 4, 5)、栄からクリキノ沢付近で西翼90°、東翼50~40°Eの傾斜を示す。春栄沢川以北では両翼傾斜30~40°程度の対称に近い形態を示す。春栄沢川から似湾沢川にかけて半ドーム状構造を示して地層境界線が北西に閉じる。栄層を核として、アベツ層と二風谷層により構成される。東翼には栄層、アベツ層、二風谷層が順次露出するが、西翼は平取断層によって切られているため、栄付近でアベツ層が欠如し、平取断層を挟んで栄層が二風谷層に接していると思われる。

3. 二風谷向斜

平取断層および平取背斜の北東側に並走する向斜構造であり、本調査地域内では、西翼60~20°E、東翼40~10°Wの傾斜を示し、向斜軸付近では10°以下の緩傾斜になる。主に二風谷層により構成され、平取背斜とキナウス川沿いの背斜に近づくにつれてアベツ層が露出する。

二風谷向斜は、富川図幅内の南は日高門別川広富付近から北は沙流川にかけての向斜構造に対する名称であり(今井・角, 1957)、穂別図幅内では用いられていない(高橋・和田, 1987)。これはおそらく沙流川と鶴川の間で、向斜構造が不明瞭になるためではないかと思われる。しかし巨視的に見ると、平取断層の東側に並走し、平取背斜と対をなす向斜構造であり、その北方延長は早来図幅のシヨルマ向斜(松野・石田, 1960)、追分図幅の築別向斜(松野・秦, 1960)、夕張図幅の茂世丑向斜(佐々ほか, 1964)、さらに岩見沢図幅の志文向斜(松野ほか, 1964)へと連綿とつながる、石狩堆積盆を縦貫する長大な向斜構造であることから、ここでは南部を代表する二風谷向斜の名で呼んでおく。

4. キナウス川沿いの背斜

キナウス川に沿って北西-南東方向に延びる背斜

構造であり（高橋・和田，1987），本調査地域ではホロカンベ沢付近にその南端部が現れ，南に沈下した構造を示す．ホロカンベ沢では西翼 90°の傾斜を示す．背斜軸面が北東に傾斜した非対称褶曲と考えられる（Figs. 4, 5）．アベツ層を核として，それを取り巻いて二風谷層が分布する．

IV 地層各説

夕張一日高海岸地域の中新統には海底扇状地—トラフ充填性の粗粒堆積物が発達することから，その供給源や堆積機構についていくつかの研究が行われてきた（保柳ほか，1985，1986；嵯峨山ほか，1992；川上，1997；川上ほか，1999）．穂別地域にも同様の粗粒堆積物の発達を見るが，これら従来の研究によりすでに専門的な検討がなされていること，及び本研究では微化石層序を検討するために粗粒堆積物よりも泥質岩に主眼を置いていることから，粗粒堆積物の堆積構造や，砂組成・礫組成についての詳しい記載は行っていないため，以下の地質各説では主に肉眼観察に基づいた記載を述べる．

本研究では Fig. 1 に示す 12 のルートについて柱状図を作成した（Fig. 6）．以下の文中では，例えば，ホロカンベ沢ルート（1）のように，ルート名の後に括弧付けでルート番号を併記する．

1. 栄層（Sakae Formation）

今井・角（1957）命名．穂別図幅地域では滝の上層と呼ばれ，エゾ層群で構成される複背斜構造の東側で古第三系の紅葉山層を不整合に覆い，西側では断層で白亜系のエゾ層群と接するとされ，層厚は約 700 m と算定されている（高橋・和田，1987）．本調査地域においては平取断層の北側に沿う平取背斜の中核部に狭小に分布する．この平取背斜部の栄層の上部の黒色泥岩は，石油地質分野では，平取の沙流川堰堤（沙流頭首工）にちなんで「堰堤泥岩」と呼ばれ（土田，1957-1958），砂岩優勢の栄層下部（滝の上層下部）と砂岩泥岩互層優勢のアベツ層（川端層）とは独立した岩相ユニットのように扱われることがある（長田・一ノ関，1982）．ただし，土田（1957-1958）は堰堤泥岩を振老層（アベツ層・川端層相当）の下部としている．本研究では，栄付近で栄層上部の厚さ 240 m を調査した．栄付近では栄

層の下限は露出しない．

（1）**岩相**：観察された栄層の下部は主に淘汰不良の塊状の凝灰質砂岩からなり，栄東ルート（8）で 1 層準に凝灰角礫岩が認められた．上部は主に黒色—暗灰色の硬質泥岩からなる．硬質泥岩にはときおり砂岩層が挟在する．硬質泥岩自体が砂質を帯びることもある．河川名不明のルート 6 では 1 層準に凝灰角礫岩が認められた．栄西ルート（7）では黒色硬質泥岩中にしばしば石灰質ノジュールを産する．石灰質ノジュールは，外見が白色—肌色で，内部の新鮮部は淡緑灰色を呈する．握りこぶし大の球形をしたものもあれば，層状のものもある．硬質泥岩や石灰質ノジュールからは放散虫や珪藻が産するが，硬質泥岩からは保存不良の個体しか産出せず，石灰質ノジュールからは比較的保存の良いものが多量に産出する．おそらく硬質泥岩中の珪質微化石は埋没続成作用により溶解を受けており，一方，石灰質ノジュール中の珪質微化石は，続成作用が進む前の比較的初期の状態を保っているものと考えられる．このことから，栄層の硬質泥岩は，堆積当初は放散虫や珪藻に富む珪質堆積物であったと推察される．栄付近の栄層下部からは軟体動物化石の産出が知られているが（今井・角，1957），本研究では確認できなかった．

（2）**地層境界**：栄層の下限は本地域には露出しない．富川図幅（今井・角，1957）によれば，本研究の栄西ルート（7）における地層は全て栄層に含まれることになる．しかし，本研究では，Fig. 6 に示すように，黒色—暗灰色の硬質泥岩から砂岩層を挟有する灰色泥岩に移り変わる層準をもって栄層の上限とした．

2. アベツ層（Abetsu Formation）

今井・角（1957）命名．穂別図幅地域では川端層と呼ばれ，栄層（滝の上層）に整合に重なる（今井・角，1957；高橋・和田，1987）．本調査地域においては平取背斜とキナウス川沿いの背斜の中核部に分布する．アベツ層の層厚は，栄東ルート（8）で 1000 m におよぶ．

（1）**岩相**：アベツ層は砂岩泥岩互層を主として，砂岩や礫岩を伴う．砂岩泥岩互層の砂岩層はタービダイト性であり，フルートキャスト・ツールマークなどの底痕やバウマシーケンスが認められること

がある。砂岩泥岩互層の泥岩は灰色～暗灰色を呈する半遠洋性泥岩である。砂岩と礫岩も重力流堆積物と見られ、礫岩と半遠洋性泥岩が互層することもある。

栄西ルート (7) ではアベツ層の最下部の厚さ 100 m が観察できる。そこでは灰色泥岩あるいは泥岩優勢の砂岩泥岩互層からなり、ときに厚さ 2 m を超える砂岩層を挟む。観察された最下部は、厚さ 10 cm の細粒砂岩層 1 枚を挟む厚さ 6 m の灰色泥岩からなり、その上位に泥岩優勢～等量の砂岩泥岩互層 (厚さ 15 m) が重なる。この層準の砂岩層は側方への連続性が悪く、露頭ではレンズ状の形を示し、厚さは最大 1 m であった。栄東ルート (8) では、アベツ層下部は露出不良だが、アベツ層基底から上位の厚さにして 260 m の層序区間には、礫径数 cm の円礫からなる礫岩層が認められ、さらに 390～420 m の層序区間に礫岩泥岩互層～砂岩泥岩等量互層が認められた (Fig. 6)。この粗粒相は北西へクリキノ沢 (5) から春栄沢川 (4) にかけて追跡され、春栄沢川では泥岩の比率が低い砂岩卓越の互層になる。地質図、断面図および対比柱状図 (Figs. 4, 5, 6) ではこれを粗粒堆積物卓越相 (Abc) として表現した。これより上位のアベツ層上部は主として泥岩優勢の砂岩泥岩互層からなる。互層をなす砂岩は極細粒～細粒で厚さは 1 cm 程度、まれに数 10 cm～1 m 程度になり、泥岩は暗灰色泥岩あるいは灰色砂質泥岩で、厚さは 5～10 cm 程度である。栄東 (8)、クリキノ沢 (5)、春栄沢川 (4) では、この泥岩優勢砂岩泥岩互層の中に厚さ 20～30 m ほどの泥岩卓越相が認められたので、これを Abm として図示した (Figs. 4, 5, 6)。栄東ルート (8) で認められた上部の等量～砂岩優勢の砂岩砂質泥岩互層は、砂岩層、砂質泥岩層とも厚さ 1 cm～数 cm の有律互層をなす。これに重なるアベツ層最上部の砂岩優勢の砂岩砂質泥岩互層を構成する砂岩は厚さ 30～200 cm で、砂質泥岩は厚さ 1～30 cm である。アベツ層 (川端層) の最上部が粗粒化することは、すでに川上 (1997) と川上ほか (1999) によって指摘されており、同様の傾向はカイカウニ沢 (9) と春栄沢川 (4) でも認められた。

ホロカンベ沢ルート (1) では、厚さ 220 m 分のアベツ層最上部が観察された。このアベツ層最上部は、主に砂岩泥岩等量互層よりなり、全体にわたっ

てスランプ褶曲が認められた (Fig. 6; 新澤ほか, 印刷中の fig. 5)。互層をなす砂岩は極細粒～細粒で厚さ 1～20 cm のものが多いが、粗粒で 1 m を超す厚さのものも見られる。泥岩は灰色泥岩で厚さ 2～30 cm であった。二風谷層直下の厚さ数 m は、級化構造を示して上部に泥質の葉理部を持つ、厚さ 20～140 cm の砂岩層の累重からなる。

アベツ層の泥岩、砂質泥岩中にはまれに石灰質ノジュールが含まれる。栄東ルート (8) における石灰質ノジュールは、径 10～60 cm 程度の楕円体ないしレンズ状の形態をしている。

(2) 地層境界: 栄西ルート (7) における栄層とアベツ層の境界の認識は、前述のように今井・角 (1957) と本研究では異なり、本研究の方が層厚にして 100 m あまり下位に位置する。本研究では、栄層特有の黒色泥岩からタービダイト性の砂岩層を挟む灰色泥岩へと移り変わる層準をアベツ層の基底と考えているが、栄西ルートでは露出の欠けている層準に境界を引いたため、あいまいさを伴う。観察された限りでは、タービダイト性砂岩層を頻りに挟むようになるのは、この地層境界よりも厚さにして 10 m ほど上位である。

3. 二風谷層 (Nibutani Formation)

今井・角 (1957) 命名。穂別図幅地域では軽舞層と呼ばれている (高橋・和田, 1987)。アベツ層 (川端層) に整合に重なり、富川図幅内では平取断層の南西側の帯状の地域と二風谷向斜に分布し、穂別図幅では図幅南部に広く分布している (今井・角, 1957; 高橋・和田, 1987)。厚さは富川図幅では場所により 1100 m 以上、あるいは 1300 m 以上と算定され、穂別図幅では約 1000 m とされている。

本地域では、二風谷層は二風谷向斜に伴ってホロカンベ沢、カイカウニ沢、似湾沢川付近に広く分布するほか、平取断層の南西側に分布する。本地域内では上限は不明である。観察された層厚は、二風谷向斜の西翼に当たるカイカウニ沢で 900 m、二風谷向斜の東翼に当たるホロカンベ沢からカイカウニ沢上流にかけてで 1030 m であった。

(1) 岩相: 二風谷層は硬質化 (ポーセラナイト化) した砂岩泥岩有律互層を特徴とするが、岩相は垂直方向に変化し、上部は砂岩・礫岩を主体とする。上部の岩相は側方への変化も著しい。基底には砂岩礫

岩層が存在する。硬質化した砂岩泥岩有律互層（以下、砂岩硬質珪質泥岩互層と呼ぶ）は、層厚数 cm のタービダイト性灰色細粒砂岩と暗灰色の硬質珪質泥岩のくり返しからなり、砂泥比はほぼ等量か泥優勢である。しばしば河床面や露頭面で洗濯板状の凹凸を示し、泥岩の方が硬いため砂岩より泥岩の方が突出している場合が多い。二風谷層の砂岩硬質珪質泥岩互層以外の砂岩泥岩互層や砂岩砂質泥岩互層は、砂岩と泥岩の堅さの差が小さいため、河床面や露頭面での露出は凹凸が不明瞭で滑らかな面を示すことが多い。二風谷層上部に現れる厚い砂岩は一般に塊状で、ときに正級化構造を示す。礫岩中に挟在する場合には平行葉理が認められることがある。礫岩は、粒度の違いにより弱～中程度に成層していたり、ときに正級化構造やインブリケーションが認められる。これらの岩相の特徴により、調査地域の二風谷層は、下部より砂岩礫岩層 (Nb1)、砂質泥岩相 (Nb2)、硬質珪質泥岩相 (Nb3)、砂岩砂質泥岩互層 (Nb4)、礫岩砂岩卓越相 (Nb5) の、大きく 5 つのユニットに分けられる (Figs. 4, 5, 6)。

なお、二風谷層の泥質岩中にはときおり石灰質ノジュールが含まれる。形は楕円体、レンズ状のものから層状のものまである。これらノジュールの石灰化の程度は様々で、硬質珪質泥岩中に産するものは石灰化の程度の低いものが多い。後述するように、石灰質ノジュールからは比較的保存の良い放散虫化石が産するが、硬質珪質泥岩からは保存不良のものしか産出しない。したがって、栄層の説明で述べたのと同様に、二風谷層の硬質珪質泥岩も、元々埋没続成作用を受けて変質する前は珪藻や放散虫に富む堆積物であったと考えられる。

砂岩礫岩層 (Nb1) : ホロカンベ沢 (1) における基底層は厚さ 50 m の砂岩礫岩からなる。この砂岩礫岩は、少量の泥岩のリップアップクラストを含み、全体的に上方細粒化を示す厚さ 25 m の砂質礫岩層 2 枚からなっている。このうちの下部の砂質礫岩層は、直径 1 cm 以下の垂円～円礫を含む厚さ 13 m の砂質礫岩部から厚さ 12 m の砂岩部に移化し、この砂岩部の中でさらに粗粒～中粒砂から細粒砂へと上方細粒化する。上部の砂質礫岩層は下部の砂質礫岩層に癒着累重し、全体的により細粒で、そのうちの下部の砂質礫岩部の厚さは 4 m、砂岩部は中粒～細粒で厚さは 21 m あり、最上部に厚さ 80 cm の砂

質泥岩を伴う。

栄東ルート (8) からカイカウニ沢の南支流、春栄沢川上流をへて似湾沢川に至る平取背斜東翼部においても、アベツ層の砂岩泥岩互層の上位に砂岩礫岩層が認められ、そのまた上位に硬質珪質泥岩の累重を見ることから、この砂岩礫岩層を二風谷層の基底層と判断した。栄東ルート (8) の旧国鉄富内線沿いの露頭における基底層は、おもに直径 3 cm 以下の細円礫からなる礫岩であり、厚さは少なくとも 20 m ある。その北西隣のカイカウニ沢南支流にも露出が認められ、そこでも主に直径 3 cm 以下の細円礫からなり、厚さは 20 m に及ぶ。春栄沢川上流では直径 1 cm の細円礫からなり、厚さは 10 m 程度である。したがって、北西へ向かうにつれてやや細粒化していると見られる。

この砂岩礫岩層は、地質図範囲外、キナウス川沿いの背斜の西翼に沿って、北方へ下ノ沢を経て少なくとも良樹の沢まで追跡できる。

砂質泥岩相 (Nb2) : ホロカンベ沢 (1) の基底砂岩礫岩層の上位には 7 m の露頭欠如を挟んで、厚さ 220 m の泥岩が累重する。この泥岩部は厚さ 7 m の灰色硬質泥岩 (ポーセラナイト) に始まり、厚さ 50 m のあまり硬質ではない灰色泥岩を経て、あまり硬質ではない灰色極細粒砂質泥岩へと移化する。この灰色極細粒砂質泥岩も、よく見ると、粒度がわずかに粗いタービダイト性の薄い砂質泥岩～泥質砂岩層を挟有している。

平取背斜東翼部では、80～140 m ほどの厚さを持ち、砂岩泥岩互層あるいは砂岩砂質泥岩互層からなり、硬質珪質泥岩を挟む。砂泥比は泥岩優勢から砂岩優勢まで様々だが、砂岩層と泥岩層のコントラストが弱く、露頭面で顕著な凹凸を示さないことが多い。砂岩は細粒～極細粒のことが多く、単層内で上方へ粒度を減じて砂質泥に移化する場合が多い。

硬質珪質泥岩相 (Nb3) : この岩相は二風谷層 (軽舞層) を特徴づけるもので、主に砂岩硬質珪質泥岩有律互層よりなる。ホロカンベ沢 (1) での厚さはおよそ 420 m である。砂泥比は等量ないし泥岩優勢のことが多く、単層の厚さは大部分で数 cm～10 cm である。互層をなす砂岩は細粒～極細粒で灰色を呈し、硬質珪質泥岩は堅硬な暗灰色泥岩である。穂別図幅 (高橋・和田, 1987) のホロカンベ沢における軽舞層の基底は、本研究の Nb3 の基底に一致する。

カイカウニ沢南支流 (9) では、ホロカンベ沢に比べて硬質珪質泥岩の発達が悪く、厚さも薄く 140 m ほどである。北西の春栄沢川上流 (4) になるとやや明瞭になり、さらに似湾沢川 (3) ではホロカンベ沢同様の洗濯板状に露出する砂岩硬質珪質泥岩互層になる。

Nb3 は平取断層の西側にも分布し、五号沢では主に硬質珪質泥岩ないし砂岩硬質珪質泥岩互層からなる。

なお、硬質珪質泥岩 (ポーセラナイト) は続成作用により形成されるため、その発達状態は珪酸含有量などの堆積時の初生的な性質ばかりではなく、堆積後の埋没深度や熱履歴の違いも反映している。したがって、Nb3 の上限は堆積同時面を表しているとは限らない。

砂岩砂質泥岩互層 (Nb4) : Nb3 の硬質珪質泥岩の上限をもって Nb4 の基底とした。Nb4 は主に Nb2 と同様の砂質泥岩ないしコントラストの弱い砂岩砂質泥岩互層からなる。互層の砂泥比は泥岩優勢から砂岩優勢まで場所により変化する。

礫岩砂岩卓越相 (Nb5) : 砂岩と礫岩を主体として、少量の泥岩と砂質泥岩を挟む。礫岩のほとんどは砂を基質とする基質支持で、多くは塊状であるが、扁平な礫が時に弱いインブリケーションを示すことがある。側方への岩相変化が著しく、カイカウニ沢 (9)、宮崎沢 (10) および三十点の沢 (11) では礫岩・砂質礫岩が優勢であるのに対して、ホロカンベ沢ルート (1) と右の沢 (2) では礫岩はまれにしか認められない (Fig. 6)。穂別図幅 (高橋・和田, 1987) によると、軽舞層 (二風谷層) 上部の礫岩相 (Kc) は鶴川本流よりも南東側で広く発達し、カイカウニ沢付近を最後に似湾沢川以北には分布しないとされるので、Nb5 内の岩相側方変化は、これに調和的だと言える。ただし、二風谷向斜の向斜軸が南東へプランジしているために見かけ上そう見えているだけかもしれないので、側方変化の詳細についてはカイカウニ沢上流域や宮崎沢上流域を詳しく調べないと分からないと思われる。

ホロカンベ沢 (1) における Nb5 のうちの砂岩優勢砂岩砂質泥岩互層は、主として 10~40 cm の厚さの中粒~粗粒砂岩層のくり返しからなり、厚さ 1~4 m になる砂岩層や、砂岩層より薄い灰色砂質泥岩を伴う。級化により上部が泥質になる砂岩単層がくり

返し累重する場合も認められる。

カイカウニ沢 (9) の Nb5 の厚さにして 100 m ほどの最下部は主に癒着成層した厚さ 3~5 m の砂質礫岩からなり、単層内部は上方細粒化し、しばしば泥岩のリップアップクラスト含む。リップアップクラスト以外の礫の径は 1~2 cm 以下のものが多いが、ときに 10 cm ほどのものを多く含む層もある。礫種は粘板岩と泥質岩が多く、花崗岩質岩と砂岩を伴う。カイカウニ沢の Nb5 上部の礫岩には最大礫径 15 cm で礫の長径が一定方向を示すものも認められた。栄東ルート (8) の Nb5 最下部の礫岩は塊状で、細円礫からなる。

三十点の沢 (11) の Nb5 基底では、単層下部に 1 cm 以下の円礫を含む正級化が明瞭な基質支持の礫岩層 (厚さ 130 cm) が Nb4 の明灰色泥岩上に明瞭な下底面をもって重なり、さらに厚さ 10 cm~1 m の砂質泥岩と交互に厚さ数 m の同様な礫岩が累重している。三十点の沢ではさらに、斜交層理をなす砂質礫岩も観察された。礫径や礫の含有量にはばらつきがある。宮崎沢 (10) で観察された礫岩もほぼ同様で、礫径は数 mm から数 cm のものが多く、ときに塊状、ときに正級化が明瞭で単層内で上方へ砂岩に移り変わる。

(2) **地層境界 :** ホロカンベ沢ルート (1) の河床の露頭では基底部の砂岩礫岩層 (Nb1) は直下のアベツ層に平行に重なるため整合に見えるが、新澤ほか (印刷中) の Fig.5 を見れば、全体的にはスランプ褶曲したアベツ層をある程度削って累重しているのではないかと疑われる。ただし、後述する放散虫年代からも時間間隙は認められないので、これは同時侵食的な出来事であると考えられる。

本調査域の西方に位置する厚真川流域では、二風谷層相当の軽舞層の基底に「^{ならやま}楢山砂岩」と呼ばれる基底砂岩の存在が知られている (土田, 1957-1958)。これは、土田 (1957-1958) の記述によれば、指頭大の礫を含み泥岩のレンズを挟んでいるとされるので、本研究の基底砂岩礫岩層の特徴に類似しているように見える。現時点では、両者が同一層準のものかどうか分からないが、その可能性については今後検討の余地がある。土田 (1957-1958) はまた、楢山砂岩は従来振老層 (アベツ層・川端層相当) の上限と考えられていた、と述べている。一方、川上ほか (1999) は二風谷層 (軽舞層) の基底を泥岩と

している。したがって、土田 (1957-1958) のいう従来の区分や川上ほか (1999) の区分に従えば、本研究の二風谷層基底の砂岩礫岩層はアベツ層に含まれることになる。いずれにしても、アベツ層と二風谷層の境界にこのような砂岩礫岩層が存在することは、対比や地層区分に有効な鍵になると期待できるとともに、その堆積メカニズムについても興味を持たれる。

上述したように、穂別図幅 (高橋・和田, 1987) によるホロカンベ沢における軽舞層 (二風谷層) の下限は、本研究でいう硬質珪質泥岩相 (Nb3) が始まる層準に一致している。また、西隣早来図幅 (松野・石田, 1960) においても「硬質頁岩が多量に出現するところをもって」軽舞層の下限と認定されている。砂岩礫岩といった粗粒な岩相と細粒な泥質岩相のどちらに重点を置くかによって、当然地層区分に違いが生じる可能性がある。おそらく粗粒な岩相はより局所的な堆積場の性格を反映し、細粒な岩相、とくに珪質泥岩のような生物源物質に富む堆積物の場合はより広域的な環境 (たとえば北太平洋といった広がり) を反映する傾向が強いと考えられる。したがって、石狩-日高堆積盆全体といった広域的に通用する地層区分を行うためには泥質岩を基準とした方が合理的かもしれない。その点で、アベツ層 (川端層) と二風谷層 (軽舞層) の境界の認定については、今後課題が残されると考えられる。

4. 荷菜層 (Nina Formation)

今回の地質図作成範囲に荷菜層は含まれていないが、本論文と関係の深い新澤ほか (印刷中, figs. 6, 7, 8) において、似湾沢川支流の五号沢と旭岡付近の鶴川沿岸において荷菜層を含むルートマップと柱状図を示したので、ここで岩相についての記載を述べておきたい。

荷菜層は、今井・角 (1957) により命名された珪藻質泥岩・砂岩・礫岩からなる地層であり、平取断層の南西側に広く分布し、二風谷層に整合に重なり、鶴川流域の新第三系の最上部までを含み、層厚は約 1800 m 以上とされる (今井・角, 1957)。米谷ほか (1981), Akiba (1986, fig. 10), 平松 (2004) など、とくに石油地質分野では、荷菜層を上下に二分し、珪藻質泥岩を特徴とする下部を平取層、礫岩砂岩からなる上部を荷菜層と呼び分けている。ここでの荷

菜層の定義は今井・角 (1957) に準じるが、後述するように、五号沢ルートでは珪藻質泥岩の出現層準を荷菜層の下限とした。五号沢ルートで厚さにして 370 m の荷菜層下部が、旭岡ルートでは 1000 m が観察された。

(1) 岩相: 五号沢ルートの荷菜層は、主に硬質化した砂岩泥岩互層と、砂岩珪藻質泥岩互層からなる。いずれも砂泥比は等量のことが多い。硬質な砂岩泥岩互層は二風谷層のものに類似する。砂岩珪藻質泥岩互層は、泥岩に珪藻が含まれる点と硬質ではない点、すなわちポーセラナイト化していない点を除くと、二風谷層の砂岩珪質泥岩互層と大差ないタービダイト性の砂岩泥岩互層である。珪藻質泥岩は全体に砂質を帯び、珪藻の含有率は必ずしも高くない。砂岩の粒度は細粒～極細粒である。荷菜層下部にはときに石灰質ノジュールが認められた。

旭岡ルートの荷菜層は露出不良のため詳細は分からないが、礫岩と珪藻質泥岩を主として砂岩を伴う。このルートにおける砂岩珪藻質泥岩互層は、それぞれの単層の厚さが 20～100 cm であり、砂岩層中には泥岩のリップアップクラストが含まれることがある。部分的には礫岩と珪藻質泥岩が互層をなす場合もある。珪藻質泥岩は新鮮部では灰色だが乾燥すると黄白色を呈しかなり軽くなるが、珪藻の含有率は必ずしも高くなく、全体に砂質を帯び、ときに礫質になる。砂岩は中粒～粗粒で、ときに泥岩のリップアップクラストを含む。礫岩は細礫～大礫の歪円～円礫を多く含む。

(2) 地層境界: 富川図幅によると、「栄の南西方では硬質頁岩と珪藻質シルト岩の間に砂岩、シルト岩、礫岩互層が発達し、二風谷層と漸移的となる」とされ、地質図では荷菜層基底に礫岩が描かれている (今井・角, 1957)。しかしながら露出が悪いこともあって、五号沢では礫岩は確認できなかった。新澤ほか (印刷中) の Figs. 6, 8 のルートマップと柱状図に示した地層境界は、硬質珪質泥岩から珪藻質泥岩へ移り変わる層準とした。この層準は富川図幅に描かれた荷菜層下限よりも層厚にして 200 m 上位に当たる。

V 放散虫化石

以上の各地層の堆積年代を明らかにするために

放散虫化石の分析を行った。サンプリング地点や産出化石リストの大部分は、すでに新澤ほか(印刷中)に報告済みであるが、さらにいくつかの新規データを加えて、ここに改めて放散虫化石層序と堆積年代について述べ、また堆積水深について新たな知見を示したい。

1. 試料と分析方法

放散虫分析用試料は、ホロカンベ沢(1)、右の沢(2)、栄西(7)、栄東(8)、カイカウニ沢(9)、三十点の沢(11)、五号沢、旭岡の8つのルートから採取した。このうちホロカンベ沢ルートの大部分、栄東ルートの一部と、栄西、五号沢、旭岡の4ルートのサンプルリスト、サンプリング地点については新澤ほか(印刷中, table 1, figs. 3-7)において報告したので、ここでは右の沢(2)、栄東ルート(8)のうちの仁和大橋付近、カイカウニ沢(9)、三十点の沢(11)、ホロカンベ沢ルート(1)の最上部のサンプルリストとサンプリング地点を示す(Table 1, Fig. 7)。試料は主に泥質岩と泥質岩中に産する石灰質ノジュールである。

試料処理には1試料当たり100g以上を用い、まずハンマーを用いて1cm角程度の大きさに砕いた。泥質岩試料の場合は、八尾・本山(2000)による固結泥質岩の処理法に準じて、硫酸ナトリウム法、ナフサ法、過酸化水素法を併用して処理を行った。石灰質ノジュールの処理では、まず八尾・本山(2000)の固結石灰質岩の処理法により塩酸処理を施し、さらに過酸化水素法を併用した。いずれも水洗には孔径63 μ mのふるいを用いた。残渣に砂粒が多量に含まれる場合は、板木(2003)の浮選法を適用して放散虫の濃度を高めるようにした。ただし、一般に中新世の放散虫は第四紀のものよりも大型で骨太なため沈降しやすいので、攪拌後の沈澱時間を5秒程度にまで短縮した。プレパラートの作成は八尾・本山(2000)の乾燥散布法によった。封入にはエンテランニューを用いた。観察には透過型の光学生物顕微鏡を用い、100~400倍で検鏡した。時間的な制約により、個体数の計測は一種につき5個体まで数え、それ以上は6個体以上として記録するにとどめた。

2. 各ルートの放散虫化石帯

検討の結果、新澤ほか(印刷中)のTables 2, 3,

4に示した放散虫化石が産出した。また、23地点の追加試料、すなわちホロカンベ沢ルート(1)のHB75.1, HB75.2, HB75.3, カイカウニ沢(9)のHB120-133, 栄東ルート(8)のHB134-136, 右の沢のHB137-138, 三十点の沢のHB139(Table 1, Fig. 7)のうち、Table 2に示した19試料から放散虫化石の産出が認められたが、残りの4試料からは産出しなかった。産出した放散虫の保存状態は良好~普通程度~不良まで様々であった。また、大多数の試料においてActinommidae科, Porodiscidae科, Spongodiscidae科およびLitheliidae科の個体が多産した。以下、特徴種および認定された化石帯と、それにより推定される堆積年代について各ルートごとに述べる。放散虫化石帯はKamikuri et al. (2004)とMotoyama et al. (2004)に準ずる。生層準の年代値についてはKamikuri et al. (2007)を用いる。

(1) 栄西ルート: 新澤ほか(印刷中)の栄ルート西部に相当し、栄層からアベツ層下部が露出する。石灰質ノジュールから産出した放散虫には目立った溶解もなく破損の程度も小さく保存状態は良好であった。それ以外の試料については、程度には差があるが溶解・破損・変形があり保存不良であった。指標種として、*Stylosphaera? magnaporulosa* (Clark and Campbell), *Dendrosphyris? sakaii* Sugiyama and Furutani, *Eucyrtidium asanoi* Sakai および *Eucyrtidium inflatum* Kling が産出した。*D.? sakaii* は栄層上部で連続的に産出し、栄層最上部で消滅する。*E. inflatum* はアベツ層最下部(HB17)で出現し、少なくとも本ルートで検討した最上位の層準までほぼ連続的に産出する。*E. inflatum* の出現(15.3 Ma)は栄層とアベツ層の境界にほぼ一致するため、栄層は*D.? sakaii* 帯に対比され、本ルートのアベツ層は*E. inflatum* 帯に対比される。

(2) 栄東ルート: 旧国鉄富内線と鶴川に沿ったルートであり、新澤ほか(印刷中)の栄ルート東部に仁和大橋付近を加えたルートである(Fig. 7)。栄層・アベツ層・二風谷層上部のNb5の最下部までが露出する。試料を採取したのはアベツ層から二風谷層Nb4にかけての範囲である。いくつかの石灰質ノジュールからは比較的保存良好な放散虫が産出したが、泥岩試料からは保存不良のものしか産出しなかった。*S.? magnaporulosa* の終産出(13.1 Ma)がアベツ層上部の試料HB29に認められた。本ルートの

アベツ層最上部と二風谷層からは、放散虫は少量しか産出せず、指標種も認められなかった。次に述べるカイカウニ沢ルートの結果を合わせて考えると、アベツ層は *E. inflatum* 帯に相当すると考えられる。

(3) カイカウニ沢ルート：カイカウニ沢の本流とそこに南西側から流入する支流を合わせたルートである (Figs. 1, 7)。アベツ層最上部から二風谷層 Nb5 までが露出する。全般に放散虫の産出量は少なく、保存状態は不良～普通程度であった。指標種としては、*Cyrtocapsella japonica* (Nakaseko) や *Lychnocanoma magnacornuta* Sakai の産出が認められた。HB128 に *L. magnacornuta* の初産出 (11.7 Ma) が認められた。この種は HB130 から産出したので、少なくとも本ルートの Nb3 の上部と Nb4 は *L. magnacornuta* 帯に相当すると考えられる。

(4) ホロカンベ沢ルート：新澤ほか (印刷中) のホロカンベ沢ルートにカイカウニ沢上流に北側から流入する支流を加えたルートである (Figs. 1, 7)。アベツ層上部から二風谷層上部 Nb5 までが露出する。石灰質ノジュール試料のうちのいくつかからは比較的保存良好の放散虫化石が産出したが、その他の試料では保存不良であった。

指標種として *C. japonica*, *E. inflatum*, *L. magnacornuta* が産出した。*E. inflatum* はアベツ層上部から Nb4 にかけて産出する。*L. magnacornuta* は二風谷層 Nb3 (試料 HB53) に初産出 (11.7 Ma) が認められ、そこから Nb5 にかけて産出した。*L. magnacornuta* の産出により、Nb3 の中部から Nb5 の下部までは *L. magnacornuta* 帯に対比される。

(5) 右の沢ルート：二風谷層 Nb5 から採取した HB137 と HB138 の 2 試料を検討したが、放散虫はほとんど産出しなかった。

(6) 三十点の沢ルート：二風谷層 Nb4 最上部の 1 試料 (HB139) を検討し、*E. inflatum* や *L. magnacornuta* の産出を認めた。*L. magnacornuta* の産出により、この試料は *L. magnacornuta* 帯に対比される。

(7) 五号沢ルート：このルートでは二風谷層の Nb4 と Nb5 に相当する岩相が認められず、Nb3 の上に荷菜層が累重する。Nb3 から産出した放散虫は溶解・破損を被り保存状態は悪い。HB90 より上位の試料からは目立った溶解や破損の見られない個体が産出した。

指標種としては *Cycladophora nakasekoi* Motoyama, *C. japonica*, *E. inflatum*, *L. magnacornuta*, *Stichocorys delmontensis* (Campbell and Clark), *Stichocorys peregrina* (Riedel) が産出した。*L. magnacornuta* は Nb3 の試料 HB81 に初産出 (11.7 Ma) が認められ、荷菜層では検討した最上位の層準まで連続して産出する。*C. nakasekoi* は Nb3 最上部の試料 HB86 に初産出 (9.9 Ma) が認められ、その後荷菜層を通じて比較的連続して産出する。*S. delmontensis* と *S. peregrina* は Nb3 上部で産出量が増える傾向を示す。

(8) 旭岡ルート：荷菜層が露出する。放散虫の保存状態は良好であったが、HB118 と HB119 の 2 試料を検討したのみであり、化石帯は判然としなかった。

3. 堆積年代

以上を要約すると、アベツ層の基底には *E. inflatum* の初産出 (15.3 Ma) と *E. asanoi* の初産出 (15.3 Ma) が認められた (Fig. 3)。*S. ? magnaporulosa* の終産出 (13.1 Ma) はアベツ層中に、また、*L. magnacornuta* の初産出 (11.7 Ma) が二風谷層 Nb3 の中に認められた。二風谷層最上部には *C. nakasekoi* の初産出 (9.9 Ma) が認められた。*L. magnacornuta* は五号沢ルートでは荷菜層を通じて産出したが、旭岡ルートでは産出しなかった。したがって、その間の荷菜層中に *L. magnacornuta* の連続的産出の上限 (9.0 Ma) を認定することができる。

以上の放散虫生層準に基づくと、栄層/アベツ層境界の年代は 15.3 Ma、アベツ層/二風谷層境界の年代は約 12.5 Ma、二風谷層/荷菜層境界の年代は約 9.7 Ma であると見積もられる。したがって栄層の堆積年代は中期中新世初期以前 (15.3 Ma 以前)、アベツ層の堆積年代は中期中新世の中頃 (15.3～約 12.5 Ma)、二風谷層の堆積年代は中期中新世後期～後期中新世前期 (約 12.5～約 9.7 Ma)、荷菜層の堆積年代は後期中新世以降 (約 9.7 Ma～) と考えられる。

嵯峨山ほか (1992) は日高海岸地域一帯の新第三系珪藻化石層序を検討し、富川図幅内の栄層、アベツ層、二風谷層からそれぞれ 1 試料、荷菜層から 12 試料珪藻化石の産出を報告し、さらに嵯峨山 (2000) はその結果の要約を述べている。それによると、栄層の 1 試料は *Denticulopsis lauta* 帯 (15.9～14.9 Ma)

に、アベツ層の1試料は *Crucidentacula nicobarica* 帯 (13.1~12.9 Ma) に、二風谷層の1試料は *Denticulopsis dimorpha* 帯 (9.9~9.16 Ma) に、荷菜層は *Thalassiosira yabei* 帯 (11.5~9.9 Ma) から *Thalassiosira oestrupii* 帯 (5.49~3.53-3.95 Ma) に対比されている。これらのうち栄層、アベツ層、二風谷層の推定年代は上述の放散虫による推定年代と矛盾がなく整合的である。荷菜層については米谷ほか (1981) による珪藻化石の報告もあり、荷菜層最下部は *T. yabei* 帯に対比されている。今回放散虫により荷菜層の堆積年代を約 9.7 Ma 以降と見積もったので、荷菜層の年代が *T. yabei* 帯まで下るとする珪藻の結果と矛盾するようにも見えるが、嵯峨山ほか (1992) によって議論されているように、これは場所による違いであり、二風谷層と荷菜層の境界は時間面に斜交しているものと解釈される。ただし、岩相記載の項で述べたように、二風谷層を特徴付ける硬質珪質泥岩と荷菜層を特徴付ける珪藻質泥岩の違いは、埋没後の続成作用により生じたものと考えられるので、二風谷層と荷菜層が堆積時に同時異相関係にあったということではない。

4. 堆積水深

珪藻や円石藻 (石灰質ナンノ化石)、渦鞭毛藻のような光合成を行う植物プランクトンと違って、放散虫は必ずしも日光を必要としないため、有光層よりも深い水深にも生息する。プランクトンネットや採水器による調査や、底質調査により、様々な種の深度分布が調べられた結果、中層や深層に好んで生息する種の存在が明らかにされている (Casey, 1977; Kling, 1979; Tanaka and Takahashi, 2008 など)。例えば数 100 m (およそ 300 m) よりも深い水深に生息する深層種のひとつに *Cornutella profunda* Ehrenberg を挙げることができる。この種については北海道周辺の底質調査データも存在し、十勝沖 (板木, 2004) と日高沖 (鈴木ほか, 2007) の調査結果によると *C. profunda* は 1000 m 以深からしか産出しない。

本研究と新澤ほか (印刷中) のデータを合わせると、*C. profunda* は栄層の下部には産出せず、上部の試料 HB07 から産出を始める。さらにアベツ層全体を通じて産出し、二風谷層においても Nb2 から Nb5 (HB75) まで断続的に産出が認められる。荷菜層 (HB87-119) になると産出する試料数も個体数もぐ

っと低下する。これらのことから、本地域の中新統の堆積水深の変遷を推定すると、栄層の堆積初期には数 100 m 以浅の堆積深度にあり、後期になって数 100 m 以深 (おそらくは 1000 m 以深) に沈降した。その後、アベツ層と二風谷層の堆積期を通じて、少なくとも数 100 m より深い水深にあり、上述の北海道周辺の現世深度分布データを考慮すると、おそらくは 1000 m 前後かそれ以深の水深が保たれていた。そして、荷菜層の堆積期になって数 100 m 程度かそれよりも浅い堆積深度に転じたと考えられる。

本研究で調査したアベツ層、二風谷層、荷菜層はそれぞれ約 1000 m の層厚を持ち、足し合わせると 3000 m に達する (荷菜層の層厚は今井・角 [1957] によると約 1800 m 以上とされるが、西方へプログラデーションしているとすれば、実際の層厚はそれよりも小さいであろう)。したがって、栄層堆積後期に一気に 3000 m ほど沈降して、その後徐々に埋積が進み、アベツ層と二風谷層の合わせて 2000 m 分の堆積終了時に水深が 1000 m 程度にまで浅くなり、さらに荷菜層の堆積により堆積盆が完全に埋め立てられた、というストーリーを描くこともできる。あるいは、栄層堆積後期に 1000 m 程度にまで沈降して、アベツ層と二風谷層の堆積期を通じて堆積物の供給と堆積盆の沈降が均衡した状態で 1000 m 程度の水深が維持され、荷菜層の堆積期になって沈降が終了したか埋積が上回るようになったという可能性も考えられる。

いずれであるかを今回のデータから決めることはできない。また、二風谷層の Nb5 の堆積水深については、ホロカンベ沢ルート (1) に基づく推定であり、今回十分な放散虫の産出が得られなかったカイカウニ沢ルート (9) などの礫岩卓越相の堆積水深も同じと見なしてよいのかどうか疑問が残る。礫岩からの放散虫化石抽出は望みが薄い、挟在する泥質岩からの抽出努力を今後も続けたいと考えている。

VI おわりに

本論文は新澤ほか (印刷中) の姉妹論文であるが、新澤ほか論文が放散虫産出データや化石写真を主体とした資料的性格の強いものであるのに対し、本論文は岩相記載を主体として堆積年代や堆積水深

についても考察を行った。これらの研究の主な目標は、岩相の側方変化と時間面との関係を明らかにすることにある。本研究では、二風谷層を5つの岩相ユニット(Nb1-Nb5)に区分してみたが、これにより、従来から言われていたことではあるが、硬質珪質泥岩相(Nb3)や礫岩砂岩卓越相(Nb5)の層厚や岩相が側方に変化する様子を、改めて認識することができた。さらに、*L. magnacornuta*の出現層準がホロカンベ沢ルートとカイカウニ沢ルートにおいて、ともにNb3の中に認められたことにより、Nb2からNb4にかけての層序区間については、岩相境界が時間面に対して大きく斜交しているわけではないと考えることができる。ただし、とくに今回の追加試料は放散虫を豊富に産出したとは言えないため、さらに生層準の層位を絞り込むための努力が必要と考えられる。また、Nb5の年代・古水深推定の元にした試料数は限られている。この問題については、隣接地域へ調査範囲を広げて検討する必要があるかもしれない。

謝 辞

北海道立地質研究所の川上源太郎氏には粗稿をお読み頂いた。むかわ町立穂別博物館の櫻井和彦氏には論文公表の機会を与えて頂いた。記して御礼申し上げたい。研究費の一部に文部科学省科学研究費補助金(課題番号15540446,代表本山)を使用した。

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. DSDP, 87, 393-481. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office.

Casey, R. E., 1977, The ecology and distribution of Recent Radiolaria. In Ramsay, A.T.S. ed., Oceanic Micropalaeontology, Volume 2, 809-845. Academic Press, London.

舟川 哲, 1993, 北海道東部, 後期中新世の放散虫化石群集. 大阪微化石研究会誌(NOM), 特別号, no. 9, 293-311.

船山政昭, 1988, 能登半島珠洲地域の第三系の新第三系の岩相および放散虫化石層序. 東北大学理学部地質学古生物

学教室研究邦文報告, no. 91, 15-41.

平松 力, 2004, 勇払油・ガス田における上部中新統—鮮新統の珪藻化石層序. 石油技術協会誌, 69, 291-299.

保柳康一・三戸 望・吉岡正俊・宮坂省吾・渡辺 寧・松井 愈, 1985, 石狩—天塩帯南部の中新統層序と堆積環境—受圧層海底扇状地の復元. 地球科学, 37, 393-405.

保柳康一・宮坂省吾・渡辺 寧・木村 学・松井 愈, 1986, “衝突帯”のタービダイト相形成とテクトニクス—中新世・中央北海道の例. 地団研専報, no. 31, 265-284.

今井 功・角 靖夫, 1957, 5万分の1地質図幅「富川」および同説明書. 北海道開発庁, 52p.

石田正夫・秦 光男, 1986, 1:500,000地質図「札幌」, 地質調査所.

板木拓也, 2003, 砂質堆積物からの放散虫殻の懸濁分離法. 化石, no. 73, 38-41.

板木拓也, 2004, GH03航海で採取したプランクトン試料および表層堆積物中に認められる親潮域の放散虫群集. 地質調査総合センター速報, no. 30, 104-111.

Kamikuri, S., Nishi, H. and Motoyama, I., 2007, Effects of late Neogene climatic cooling on North Pacific radiolarian assemblages and oceanographic conditions. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 249, 370-392.

Kamikuri, S., Nishi, H., Motoyama, I. and Saito, S., 2004, Middle Miocene to Pleistocene radiolarian biostratigraphy in the Northwest Pacific, Ocean Drilling Program Leg 186. The Island Arc, 13, 191-226.

川上源太郎, 1997, 北海道穂別地域に分布する, 中新世堆積岩類の岩相と堆積環境. 穂別町立博物館研究報告, no. 13, 27-42.

川上源太郎・吉田孝紀・臼杵 直, 1999, 北海道中央部穂別地域の中部中新統川端層—堆積システムと供給源に関する予察的検討. 地質学雑誌, 105, 673-686.

Kling, S. A., 1973, Radiolaria from the eastern North Pacific, Deep Sea Drilling Project, Leg 18. In Kulm, L. D., von Huene R., et al., Init. Repts. DSDP, 18, 617-671. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office.

Kling, S. A., 1979, Vertical distribution of polycystine radiolarians in the central North Pacific. Marine Micropaleontology, 4, 295-318.

米谷盛寿郎・秋葉文雄・一ノ関鉄郎, 1981, 11.日高地域(2)--平取. 土 隆一編, 日本の新第三系の生層序及び年代層序に関する基本資料「続編」, 36-37, 黒船印刷, 静岡.

松野久也・秦 光男, 1960, 5万分の1地質図幅「追分」および同説明書. 北海道開発庁, 34p.

松野久也・石田正夫, 1960, 5万分の1地質図幅「早来」および同説明書. 北海道開発庁, 35p.

松野久也・田中啓策・水野篤行・石田正夫, 1964, 5万分の1地質図幅「岩見沢」および同説明書. 北海道開発庁, 168p.

- Motoyama, I., 1996, Late Neogene radiolarian biostratigraphy in the subarctic Northwest Pacific. *Micropaleontology*, 42, 221-262.
- 本山 功, 1999a, 本邦含油新第三系をめぐる放散虫化石層序の進歩—化石帯区分の進歩, 石油技術協会誌, 64, 28-39.
- 本山 功, 1999b, 本邦含油新第三系をめぐる放散虫化石層序の進歩—石油探鉱への適用. 石油技術協会誌, 64, 268-281.
- 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. 地質学雑誌, 104, 171-183.
- Motoyama, I., Niitsuma, N., Maruyama, T., Hayashi, H., Kamikuri, S., Shiono, M., Kanamatsu, T., Morishita, C., Aoki, K., Hagino, K., Nishi, H. and Oda, M., 2004, A Middle Miocene to Pleistocene magnetobiostratigraphy of ODP Sites 1150 and 1151, northwest Pacific: sedimentation rate and updated regional geologic time scale. *The Island Arc*, 13, 289-305.
- 長田享一・一ノ関鉄郎, 1982, 北海道道央部日高地域における微化石層序について. 石油資源開発技術研究所報告, 25, 113-173.
- 中世古幸次郎・菅野耕三, 1973, 日本新第三紀の化石放散虫分帯. 地質学論集, no. 8, 23-33.
- Reynolds, R. A., 1980, Radiolarians from the western North Pacific, Leg 57, Deep Sea Drilling Project. In *Scientific Party, Init. Repts. DSDP, 56/57, pt. 2, 735-769*, Washington, D.C., U.S. Government Printing Office.
- 嵯峨山 積, 2000, 北海道の新生界中部中新統—鮮新統層序と堆積盆の動き. 道立地質研究所報告, no. 71, 59-102.
- 嵯峨山 積・保柳康一・宮坂省吾, 1992, 中央北海道日高海岸地域の新第三系珪藻生層序と粗粒堆積物の形成期. 地質学雑誌, 98, 309-321.
- 佐々保雄・田中啓策・秦 光男, 1964, 5 万分の 1 地質図幅「夕張」および同説明書. 北海道開発庁, 184p.
- Shilov, V. V., 1995, Miocene-Pliocene radiolarians from Leg 145, North Pacific. In Rea, D. K., Basov, I. A., Scholl, D. W. and Allan, J. F., eds., *Proc. ODP, Sci. Results, 145, 93-116*, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- 新澤みどり・上栗伸一・本山 功, 印刷中, 北海道中央南部穂別地域の中新統から産出した放散虫化石. 大阪微化石研究会誌, 特別号, no. 14.
- 鈴木紀毅・鹿納晴尚・曾野明洋, 2007, GH06 航海で採取された日高沖の表層堆積物中の放散虫群集からみた生息上限水深 (予察). 地質調査総合センター速報, no. 39, 112-118.
- 高橋功二・和田信彦, 1987, 5 万分の 1 地質図幅「穂別」および同説明書. 北海道立地下資源調査所, 40p.
- Tanaka, S. and Takahashi, K., 2008, Detailed vertical distribution of radiolarian assemblage (0-3000 m, fifteen layers) in the central subarctic Pacific, June 2006. *Memoirs of the Faculty of Sciences, Kyushu University, Series D, Earth and Planetary Sciences*, 32, 49-72.
- 土田定次郎, 1957-1958, 北海道宗谷日高堆積盆地の微古生物学的研究 (その 1—その 6), 石油技術協会誌, 22, 156-162, 198-206; 23, 1-15, 44-52, 81-89, 163-173.
- 山口昇一, 1960, 5 万分の 1 地質図幅「鶴川」および同説明書. 地質調査所, 29p.
- 八尾 昭・本山 功, 2000, II-1-4-3 放散虫類. 化石研究会編, 化石の研究法—採集から最新の解析法まで, 共立出版, 73-78.

本山 功・川村好毅, 2009. 北海道穂別地域の中新統の地質と放散虫化石層序. *むかわ町立穂別博物館研究報告*, 24, 1-18.

Isao MOTOYAMA and Koki KAWAMURA, 2009. Miocene geology and radiolarian biostratigraphy of the Hobetsu area, Hokkaido, Japan. *The Bulletin of the Hobetsu Museum*, 24, 1-18.

(要 旨)

むかわ町中部の平取背斜・二風谷向斜地域に分布する中新統は, 下位より栄層, アベツ層, 二風谷層に区分される. 本研究ではアベツ層中に粗粒相と泥岩卓越相を認め, 二風谷層を 5 つの岩相ユニットに区分し, それらの分布と層位関係を地質図や対比柱状図に表した. 産出した放散虫化石により, 栄層は 15.3 Ma 以前, アベツ層は 15.3—約 12.5 Ma, 二風谷層は約 12.5—約 9.7 Ma という堆積年代が得られた. また, 深層種の産出に基づいて, 栄層上部・アベツ層・二風谷層の堆積水深をおよそ 1000 m 以深, 少なくとも数 100 m 以深であると見積もった.

北海道穂別地域の中新統の地質と放散虫化石層序

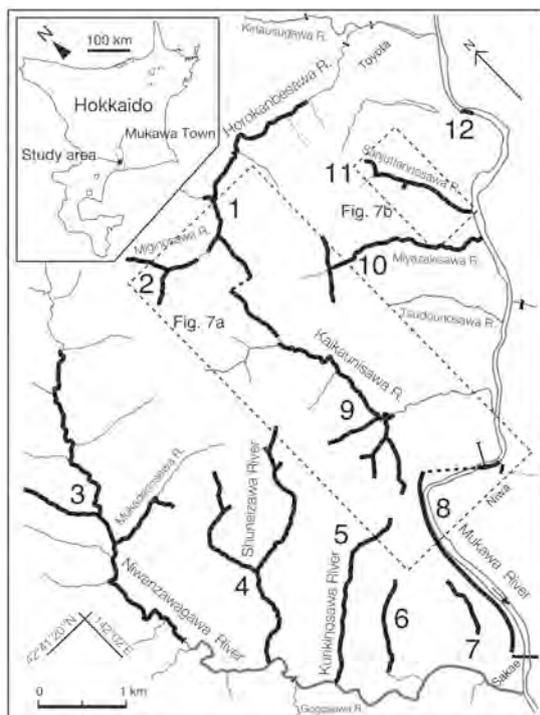


図1 調査位置図. 番号を付した太線は図6の柱状図作成範囲を示す.

Fig. 1. Legend map showing the studied sections. Numbered thick lines refer to columar sections shown in Fig. 6.

早来・鶴川 穂別 富川
Hayakita Hobetsu Tomikawa
Mukawa
松野・石田 (1960) 高橋・和田 (1987) 今井・角 (1957)
山口 (1960)

鮮新統	Pliocene	萌別層 Moebetsu F.	荷菜層 Nina F.	荷菜層 Nina F.
	中新統	Miocene	軽舞層 Karumai F.	軽舞層 Karumai F.
		振老層 Fureoi F.	川端層 Kawabata F.	アベツ層 Abetsu F.
		トニカ層 Tonika F.	滝の上層 Takinoue F.	栄層 Sakae F.

図2 層序対照表.

Fig. 2. Lithostratigraphic subdivisions of the Neogene deposits around the study area.

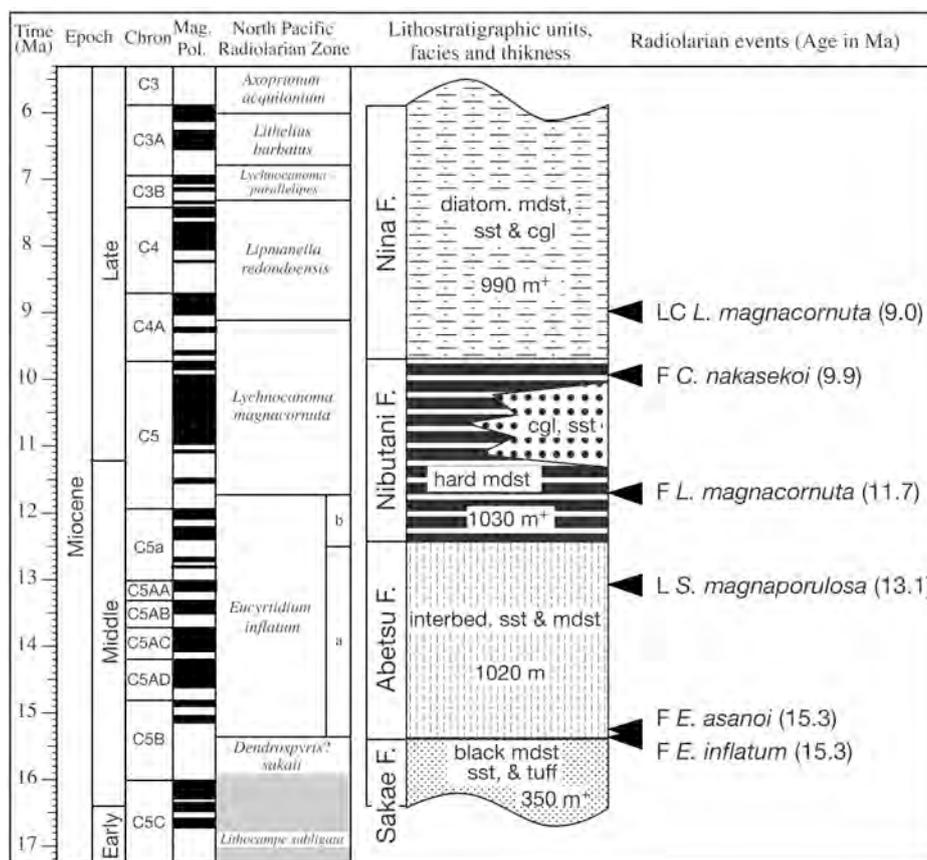


図3 模式柱状図および放散虫化石年代.

Fig. 3. Summary of geology and radiolarian biostratigraphy of the study area.

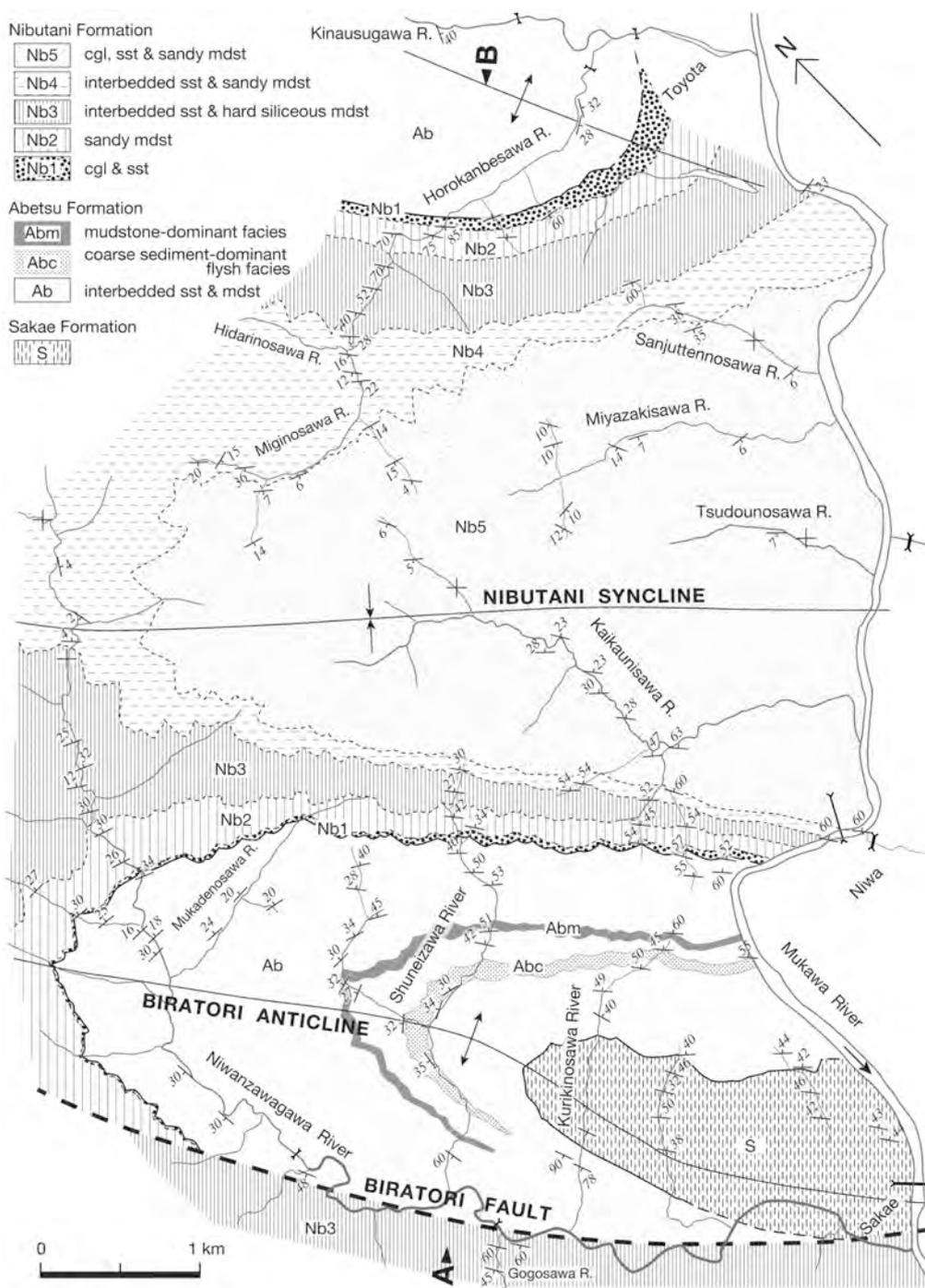


図4 地質図.
Fig. 4. Geological map of the study area.

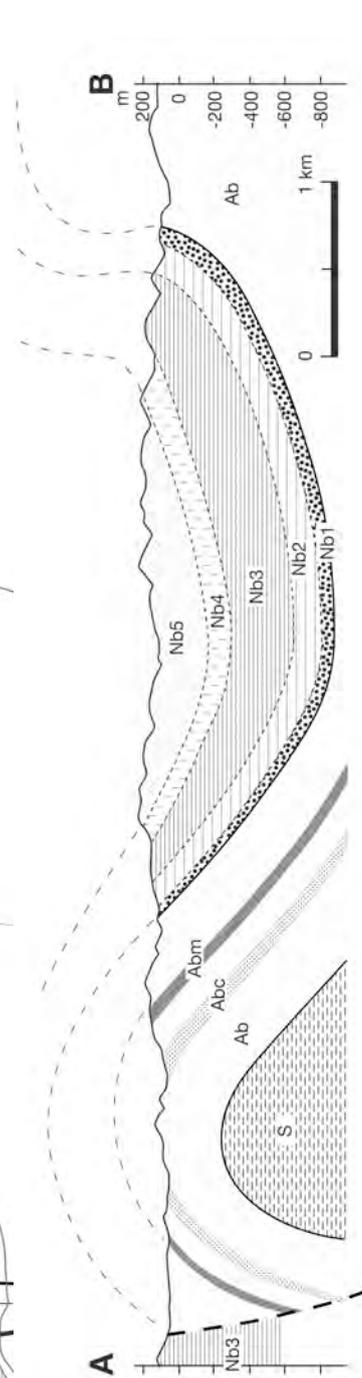


図5 地質断面図. 断面線の位置と模様は凡例を参照.
Fig. 5. Geological cross section. For location and map units, see Fig. 4.

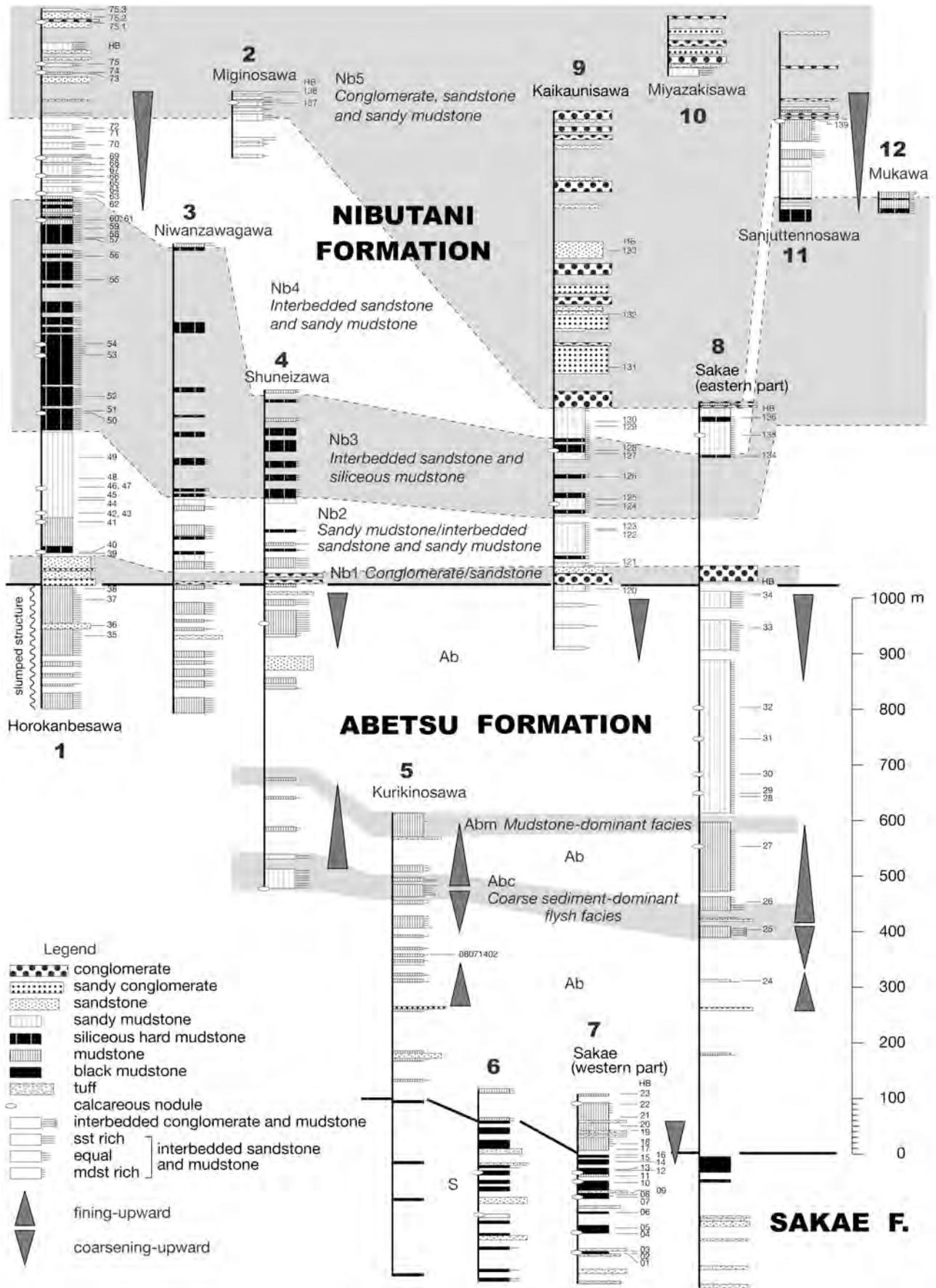


図 6 対比柱状図.

Fig. 6. Geologic columnar sections.

図7 試料採取地点図.

Fig. 7. Sampling locality along the Kaikaunisawa, Mukawa, Miginosawa and Sanjuttennosawa Rivers.

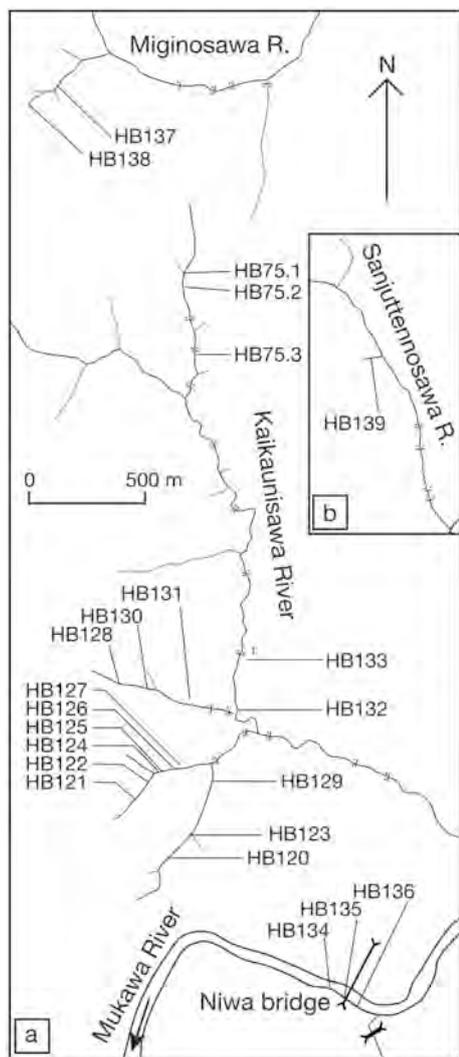
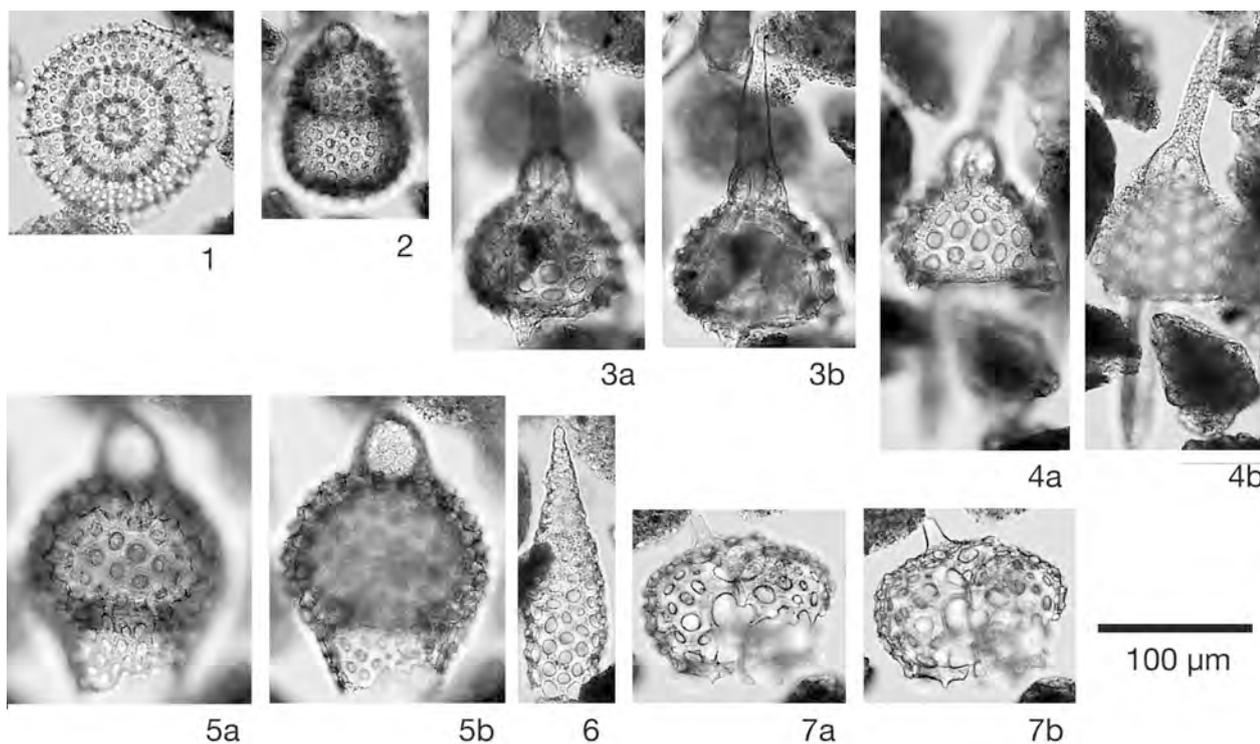


図8 放射虫化石写真.

Fig. 8. Photographs of radiolarian fossils. Locality of the illustrated specimens on the slides is indicated by England Finder positions.

1. *Porodiscus circularis* Clark and Campbell. HB139, sl. 2, H7/0.
2. *Cyrtocapsella japonica* (Nakaseko). HB130, sl. 1, B14/2.
3. *Lychnocanoma magnacornuta* Sakai. HB139, sl. 3, N50/2.
4. *Lychnocanoma magnacornuta* Sakai. HB130, sl. 1, O53/0.
5. *Lipmanella redondoensis* (Campbell and Clark). HB139, sl. 2, O45/3.
6. *Cornutella profunda* Ehrenberg. HB124, sl. 3, U21/4.
7. *Dendrospyris?* sp. HB139, sl. 1, P32/1.



北海道穂別地域の中新統の地質と放散虫化石層序

表 1 試料一覧表.
Table 1. Sample list.

Sample no.	Original number	Formation	Lithology	Locality	Date
HB75.1	Sp07072602	Nb5, Nibutani F.	calcareous nodule	Kaikaunisawa (Fig. 7)	26.Jul.07
HB75.2	Sp07072601	Nb5, Nibutani F.	gray sandy mudstone	Kaikaunisawa (Fig. 7)	26.Jul.07
HB75.3	Sp07072603	Nb5, Nibutani F.	gray sandy mudstone	Kaikaunisawa (Fig. 7)	26.Jul.07
HB120	Sp07072703	Abetsu F.	gray sandy mudstone	Kaikaunisawa (Fig. 7)	27.Jul.07
HB121	Sp07072906	Nb2, Nibutani F.	gray sandy mudstone	Kaikaunisawa (Fig. 7)	29.Jul.07
HB122	Sp07072905	Nb2, Nibutani F.	gray mudstone	Kaikaunisawa (Fig. 7)	29.Jul.07
HB123	Sp07072702	Nb2, Nibutani F.	gray sandy mudstone	Kaikaunisawa (Fig. 7)	27.Jul.07
HB124	Sp07072904	Nb3, Nibutani F.	calcareous nodule	Kaikaunisawa (Fig. 7)	29.Jul.07
HB125	Sp07072903	Nb3, Nibutani F.	gray sandy mudstone	Kaikaunisawa (Fig. 7)	29.Jul.07
HB126	Sp07072902	Nb3, Nibutani F.	gray hard sandy mudstone	Kaikaunisawa (Fig. 7)	29.Jul.07
HB127	Sp07072901	Nb3, Nibutani F.	gray sandy mudstone	Kaikaunisawa (Fig. 7)	29.Jul.07
HB128	Sp08100703	Nb3, Nibutani F.	calcareous nodule	Kaikaunisawa (Fig. 7)	7.Oct.08
HB129	Sp07072701	Nb4, Nibutani F.	gray sandy mudstone	Kaikaunisawa (Fig. 7)	27.Jul.07
HB130	Sp08100702	Nb4, Nibutani F.	calcareous nodule	Kaikaunisawa (Fig. 7)	7.Oct.08
HB131	Sp08100701	Nb5, Nibutani F.	rip-up clast in sandstone	Kaikaunisawa (Fig. 7)	7.Oct.08
HB132	Sp07072704	Nb5, Nibutani F.	gray mudstone	Kaikaunisawa (Fig. 7)	27.Jul.07
HB133	Sp07072705	Nb5, Nibutani F.	gray sandy mudstone	Kaikaunisawa (Fig. 7)	27.Jul.07
HB134	Sp07072606	Nb3, Nibutani F.	gray sandy mudstone	Niwa bridge (Fig. 7)	26.Jul.07
HB135	Sp07072605	Nb4, Nibutani F.	calcareous nodule	Niwa bridge (Fig. 7)	26.Jul.07
HB136	Sp07072604	Nb4, Nibutani F.	dark gray sandy mudstone	Niwa bridge (Fig. 7)	26.Jul.07
HB137	Sp08071202	Nb5, Nibutani F.	calcareous nodule	Miginosawa (Fig. 7)	12.Jul.08
HB138	Sp08071201	Nb5, Nibutani F.	gray sandy mudstone	Miginosawa (Fig. 7)	12.Jul.08
HB139	Sp08071301	Nb4, Nibutani F.	calcareous nodule	Sanjuttennosawa (Fig. 7)	13.Jul.08

表2 放散虫化石産出表. 黒丸は1スライド中における6個体以上の産出, 星印は2枚目以降のスライドにおける産出を表す.

Table 2. Radiolarian occurrences from the studied sections. Solid circles indicate six or more specimens in a slide. Asterisks (*) indicate occurrence in a second slide.

Sample no. (HB)	<i>Collosphaera</i> sp. A of Reynolds (1980)	<i>Actinomma popofskii</i>	<i>Stylatractus neptunus</i>	<i>Stylatractus santaeannae santaeannae</i>	<i>Stylatractus univertus</i>	<i>Porodiscus circularis</i>	<i>Stylodictya aculeata</i>	<i>Stylodictya camerina</i>	<i>Spongopyle osculosa</i>	<i>Larcopyle polyacantha</i>	<i>Lithelus minor</i>	<i>Sprema</i> sp. of Kling (1973)	<i>Dendrospyris?</i> sp.	<i>Lipmanella redondoensis</i>	<i>Cornutella profunda</i>	<i>Cycladophora conica</i>	<i>Cycladophora</i> sp. A of Funakawa (1993)	<i>Cycladophora</i> spp.	<i>Cyrtocapsella japonica</i>	<i>Cyrtocapsella tetrapera</i>	<i>Eucyrtidium inflatum</i>	<i>Lychnocanoma magnacornuta</i>	<i>Stichocorys delmontensis</i>	<i>Anthocyrtidium</i> sp.	Collosphaeridae gen. et sp. indet.	Actinommidae gen. et sp. indet.	Porodiscidae gen. et sp. indet.	Spongodiscidae gen. et sp. indet.	Pyloniidae gen. et sp. indet.	Litheliidae gen. et sp. indet.	Spyrida gen. et sp. indet.	Plagoniidae gen. et sp. indet.	Theoperidae gen. et sp. indet.	specimens in a slide			
139	1					*	●	●		2	*	1	1	1										1	●	●	3	●	●	●	●	●	●	●	●	1	57
138																																				1	
137																																				1	
136																																				4	
135							●	●		2	1			4	*	*											●	●	2	●	●	●	●	●	●	82	
134																																				2	
133			1																								1	●	●	●	●	●	●	●	●	13	
130			*				1	●		*			1			1	1	1	4	1						●	●	2	●	●	●	●	●	●	29		
129																												●	●	●	●	●	●	●	●	8	
128		2	1	1	2		3	●		4	1	*		1		2	1	2	*	1					*	●	●	●	●	●	●	●	●	●	184		
127							1	●						1													2	●	●	●	●	●	●	●	●	23	
126							1	●																			1	●	●	●	●	●	●	●	●	10	
125		1					5	●																			1	●	●	●	●	●	●	●	●	20	
124							1	●		4		*		*		*	1	1								2	●	●	●	●	●	●	●	●	22		
123																										2	2	3	3	3	3	3	3	3	6		
122							4	●																		2	5	5	3	3	3	3	3	3	12		
121							●	●						2												1	1	2	4	4	4	4	4	4	18		
120							4	●																		2	2	2	1	1	1	1	1	1	7		
75.2																											4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	