

総合地質

General Geology

Vol. 9 No. 1

論説

中央北海道の厚田産ハクジラ化石の産出年代—フィッショントラック年代と微化石による検討—
嵯峨山 積・一島啓人・木村方一

Geologic age of deposits (Bannosawa Formation), yielding an alleged albireonid dolphin remains, in Atsuta, Ishikari City, central Hokkaido, Japan: Based on fission track measurement and microfossil analyse
Tsumoru Sagayama, Hiroto Ichishima and Masaichi Kimura

..... 1-12

論説

古石狩湖の環境変遷—北海道石狩低地帯東野幌コアの花粉と珪藻化石—
星野フサ

Investigation of the Paleo-Lake Ishikariwann: Pollen and Diatom analyses of the core Higashinopporo in the Ishikari low land, Hokkaido, Japan
Fusa Hoshino

..... 13-20

論説

札幌市南区小金湯豊平川のクジラ化石産出箇所の地質と年代
岡 孝雄・加藤孝幸・大平寛人・秋葉文雄

Geology and geologic age of the whale fossil locality of Toyohira River in Koganeyu, Minami-ku, Sapporo City, Hokkaido

Takao Oka, Takayuki Katoh, Hiroto Ohira and Fumio Akiba 21-39

特定非営利活動法人 北海道総合地質学研究センター Hokkaido Research Center of Geology

理事長：宮下純夫 President: Sumio Miyashita

副理事長：中川 充 Vice President: Mitsuru Nakagawa

総合地質 General Geology

編集委員会 Editorial Committee

委員長：宮下純夫 Chief Editor: Sumio Miyashita

副委員長：岡 孝雄 Editor: Takao Oka

副委員長：岡村 聡 Editor: Satoshi Okamura

委員：田近 淳 Editor: Jun Tajika

委員：君波和雄 Editor: Kazuo Kiminami

委員：松田義章 Editor: Yoshiaki Matsuda

<論説>

中央北海道の厚田産ハクジラ化石の産出年代 ーフィッシュントラック年代と微化石による検討ー¹⁾

嵯峨山 積^{2) 3)}・一島啓人⁴⁾・木村方一⁵⁾

Geologic age of deposits (Bannosawa Formation), yielding an alleged albireonid dolphin remains, in Atsuta, Ishikari City, central Hokkaido, Japan:
Based on fission track measurement and microfossil analyses¹⁾

Tsumoru Sagayama^{2) 3)}, Hiroto Ichishima⁴⁾ and Masaichi Kimura⁵⁾

2025年7月15日受付

2025年11月20日受理

1) 日本地質学会北海道支部 2025年度例会で口頭発表

2) 北海道総合地質学研究センター

連絡先: 〒069-0834 江別市文京台東町18番地の12

Hokkaido Research Center of Geology, c/o Sagayama, Ebetsu
069-0834, Japan

3) アースサイエンス株式会社 〒001-0039 札幌市北区北39条
西3丁目2-1

Earth Science Co. Ltd., Sapporo, 001-0039, Japan

4) 福井県立恐竜博物館 〒911-8601 福井県勝山市村岡町寺尾
51-11

Fukui Prefectural Dinosaur Museum, 51-11 Terao, Muroko-
cho, Katsuyama 911-8601, Japan

5) 北海道教育大学名誉教授

Professor Emeritus, Hokkaido University of Education

Corresponding author: T. Sagayama: tsaga@hrcg.jp

Keywords: geologic age, fossil dolphin, Atsuta, fission track,
microfossil, Bannosawa Formation

はじめに

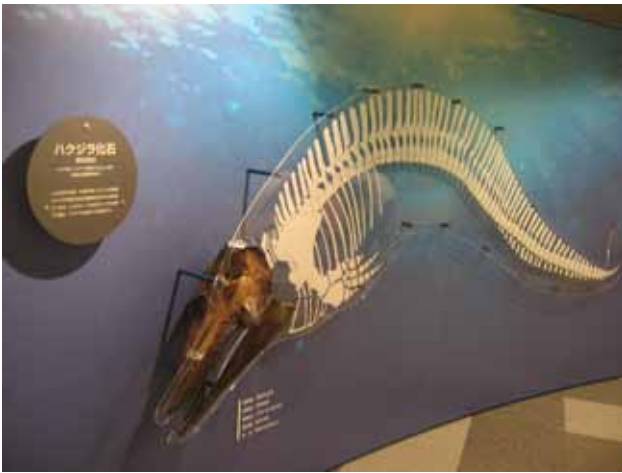
1995年に札幌市街約32km北西、石狩市厚田区(旧厚田村)の古潭市街付近に分布する新第三紀中新世の盤ノ沢層中部付近からハクジラの化石が福岡憲男氏(札幌市在住)により発見された(第1図)。1995年に発掘作業が行われ、札幌市博物館活動センター学芸員の古沢仁氏を中心となり研究がなされ(Barnes and Furusawa, 2001; 古沢・Barnes, 2002), その成果はパネルにも表されている(第2図)。しかし、古沢氏は志半ばにして2023年9月に逝去され、著者の一人である一島が研究を受け継ぐことになり(一島・古沢, 2025), 同化石の詳細は後日公表の予定である。古沢氏が残した資料からは表紙に解説版と記されたハクジラ化石に関する報告

要旨

1995年に石狩市厚田区の古潭市街付近で新第三紀中新世の盤ノ沢層中部付近からハクジラ化石が産出した。同化石の産出年代を再整理するために、厚田層～盤ノ沢層～望来層についてフィッシュントラック年代測定、放散虫化石、珪藻化石および石灰質ナノ化石の分析を行った報告書を用いて検討した。それぞれから出された年代値は若干の違いが認められ、特に珪藻分析の結果を重視しハクジラ化石の産出年代は8Ma前後と推定した。珪藻化石帯に基づけば、盤ノ沢層は一番川層より若く、両層は対比できない。



第1図 ハクジラ化石の発掘状況(古沢氏撮影)



第2図 厚田産ハクジラ化石の復元パネル

札幌市博物館活動センター所蔵。採取日は1997年5月31日と書かれているが、正しくは1995年11月15日である。

書が確認された(札幌市・アースサイエンス株式会社, 2001a)。一方, アースサイエンス株式会社では報告書は1冊のみの作成とのことで, 表紙に会社印がある報告書(札幌市・アースサイエンス株式会社, 2001b)を提供していただいた。両報告書に書かれた分析や測定の結果はほぼ同じであるものの, 前者には新たに花粉分析の結果が加えられている。このため, 会社印があるのが原本で, これを基に解説版が作成されたと推定され, 以下, これらを原本と解説版と称する。

分析項目は, 原本ではフィッシュトラック年代測定(以下, FT年代測定), 珪藻化石, 放散虫化石, 石灰質ナノ化石, 有孔虫化石で, 解説版では前記の5項目に新たに花粉化石が加わっている(第1表)。報告書は広く知られておらず, ハクジラ化石産出層準の地質年代については, 原本では8~8.6 Maの間, 解説版では7.6~8.6 Maの間とされ, 異なった結論が出されている。このため, 上記の分析・測定結果を整理しハクジラ化石の産出年代を明らかにする必要があるとの考えから, 本論をまとめるに至った。

地層の記載や試料採取位置, FT年代測定, 珪藻化石, 放散虫化石, 石灰質ナノ化石の分析方法や結果, それらに基づく考察(各微化石の分析結果による考察)は報告書からの要約や引用で, 考察の「ハクジラ化石の生息年代と地層対比」は著者らの考えによるものである。また, 有孔虫分析の結果は地質年代決定の有効性に乏しく, 花粉分析は古気候推定のためであることから, これらは検討から除外した。なお, 引用は必要な部分のみであり, 詳細は札幌市博物館活動センターに保管されている報告書を参照いただきたい。同センターに問い合わせの上, 閲覧可能である。

第1表 分析用地質試料一覧

札幌市・アースサイエンス株式会社(2001a)より。「晩の沢層」は「盤ノ沢層」。

		A珪藻	B放散虫	C石灰質ナノ	D有孔虫	E花粉
M0	望来層			○	●	
M1-1	望来層			●	●	
M1-5	望来層 / ジュール	●	●			
M2-3	望来層			○	●	
M2-4	望来層 / ジュール	○	○			
M3-3	望来層 / ジュール	○	●			
M3-5	望来層			●	●	
M3-7	望来層 / ジュール	●	●			
M8-5	望来層 / ジュール	●	●			
M8-6	望来層			○	●	
0-2	晩の沢層 / ジュール	●	●			
0-5	晩の沢層			●	●	
1-4	晩の沢層 / ジュール	○	●			
1-5	晩の沢層			○	●	
2-1	晩の沢層	○	○	○	●	●
4-8	晩の沢層 / ジュール	●	●			
4-20	晩の沢層			○	○	
6-12	厚田層 / ジュール	●	●			
6-20	厚田層			○	●	
7-20	厚田層			○	●	
8-20	厚田層			●	●	
8-2	厚田層			●	●	
10-3	厚田層 / ジュール	○	○			
11-1	厚田層 / ジュール	●	●			
12-20	厚田層			●	●	
13-8	厚田層 / ジュール	●	●			
ハクジラ	晩の沢層 / ハクジラに付着していた試料	○	○			

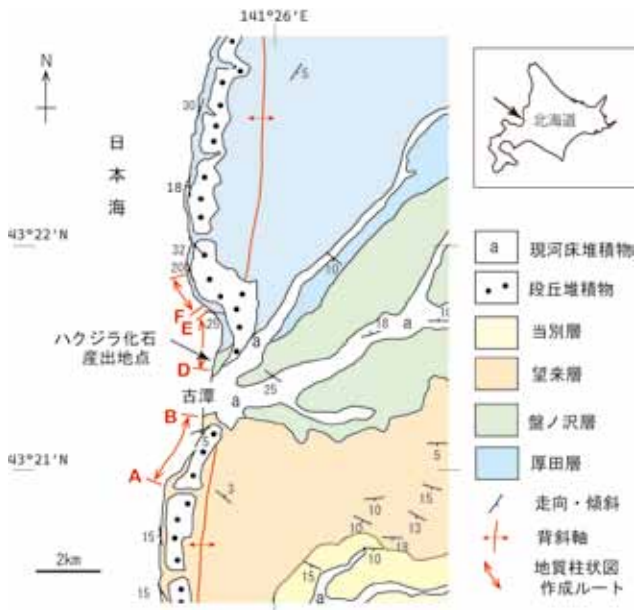
○ --- 試料地理のみのサンプル(微化石を含まない)
● --- 微化石の同定を行なったサンプル

産出地の周辺地質と地質試料採取位置

厚田図幅(対馬ほか, 1956)によれば, ハクジラ化石が産出した厚田区古潭付近は下位より厚田層, 盤ノ沢層および望来層に区分される新第三系(堆積岩類)が整合関係で緩く南に傾斜して分布する(第3図)。海岸には海食崖がよく発達し, ほぼ連続して追跡することができるものの, 盤ノ沢層と望来層の境界間は約200mにわたって露頭が欠如しており, 両者の直接の関係は観察できない。

厚田層は主として灰色の凝灰質シルト岩~極細粒砂岩からなり, 細粒砂岩層や凝灰岩層を挟在する。また, 砂岩層と凝灰岩層の量比や層理面の発達程度により, 上部と下部に区分される。上部はほとんどが凝灰質シルト岩~極細粒砂岩からなり, 凝灰岩薄層や暗灰色泥岩薄層を挟在する。暗灰色泥岩や凝灰岩を挟まない部分では, 層理面が認識されにくく, 塊状を呈する。凝灰岩は厚さ数cmで, 淡黄色の中粒凝灰岩である。下部層は主として灰色の凝灰質シルト岩~極細粒砂岩からなり, 細粒砂岩層や凝灰岩層を挟在する。厚さ2~3mの細粒砂岩とシルト岩が互層するものの, 圧倒的に砂岩の比が小さい。

盤ノ沢層は厚田層や望来層と比較すると全体的に粗粒で, 凝灰質細粒砂岩を主とする。暗緑灰色の中~粗粒砂岩や細~中粒砂岩を伴い, 岩相変化に富む。しばしば,



第3図 ハクジラ化石産出地点と周辺地質図

札幌市・アースサイエンス株式会社 (2001a) に基づき作成。

級化構造が認められ、上方細粒化を呈する。また、石灰質ノジュールを伴たり、石灰質な硬質砂岩層が挟在し、硬質部と軟質部の層状構造が認められる(第4図)。なお、高野ほか(1995, 1996)などでは盤の沢層と記述しているが、盤ノ沢層(対馬ほか, 1956)が正式名である。

望来層は凝灰質極細粒砂岩～シルト岩を主とし、砂岩層や凝灰岩層を挟在する。厚田層の下部と類似した岩相を示し、20～40cm間隔の硬軟互層を特徴とする。硬質部は軟質部よりやや細粒で、基質に富む傾向にある。凝灰岩層は層厚数cmで、赤紫色を呈する部分が認められる。鈴木ほか(2007)によれば、望来層のほぼ全層準から産出した放散虫化石は *Lipmanella redondoensis* 帯(9.1～約7.3 Ma: Motoyama, 1996)のもので、同層は後期中新世に形成されたとしている。また、小竹ほか(2008)は、望来層最下部を9.1 Ma (Maは100万年単位の単位)と仮定し、硬軟互層の平均堆積周期を約2940年としている。

第5図にA～Bルート、D～EルートおよびEルートの地質柱状図と試料採取層準を示す。各ルートの位置は地質図に示す。柱状図の左横の番号は柱状作成時の各セクションで、厚田層と盤ノ沢層の各セクションの位置を第6図に示す。なお、第6図では望来層の「M8-5」～「M1-1」と厚田層の「13-8」は書かれていない。

測定・分析方法と結果

本論では、分析項目の内からハクジラ化石の産出年代に重要なFT年代測定、珪藻化石、放散虫化石および石



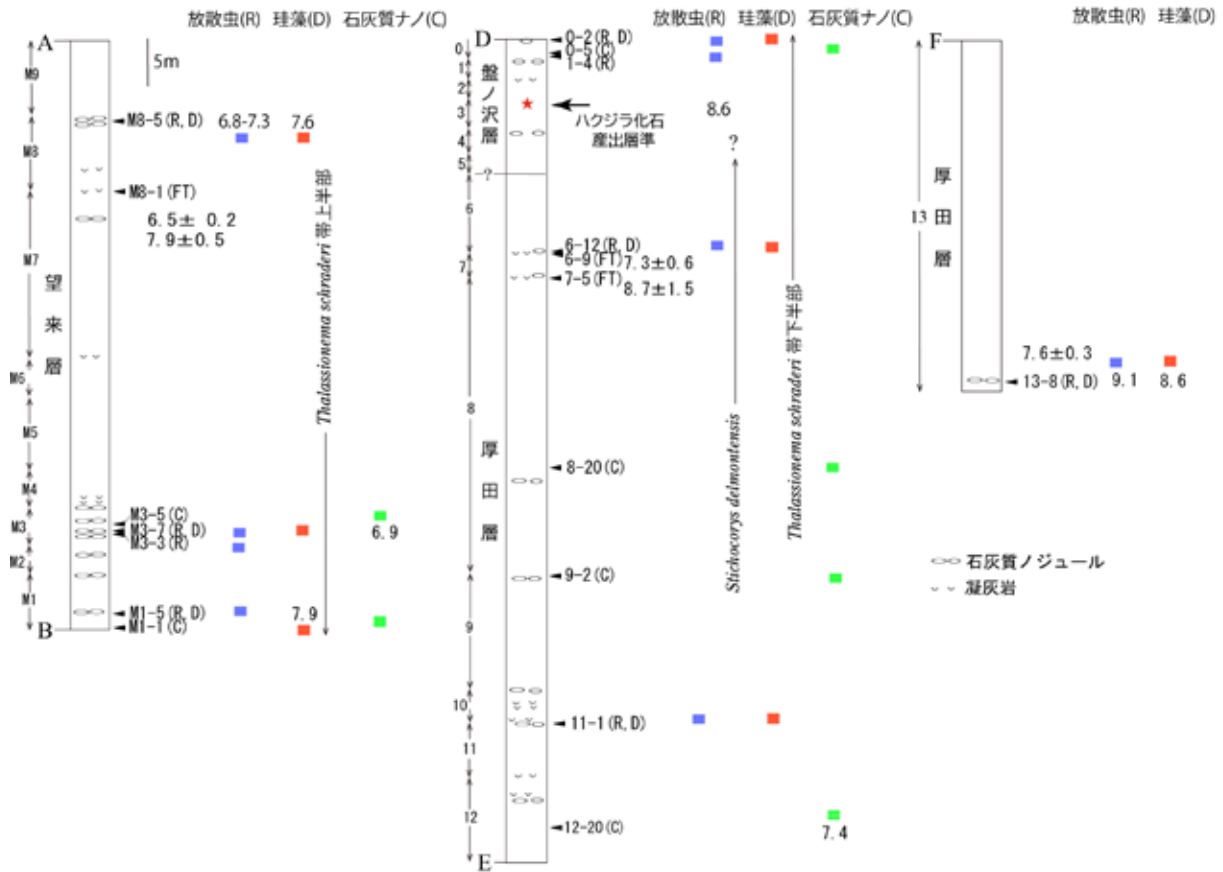
第4図 南方向に傾斜する盤ノ沢層の露頭(古潭漁港北隣で嵯峨山撮影)

灰質ナノ化石について記述する。

FT年代 原本ではM8-1(望来層)と7-5(厚田層)について年代測定が行われている。測定方法は記述されておらず、測定結果はM8-1が 7.9 ± 0.5 Ma, 7-5が 8.7 ± 1.5 Maである(第2表)。

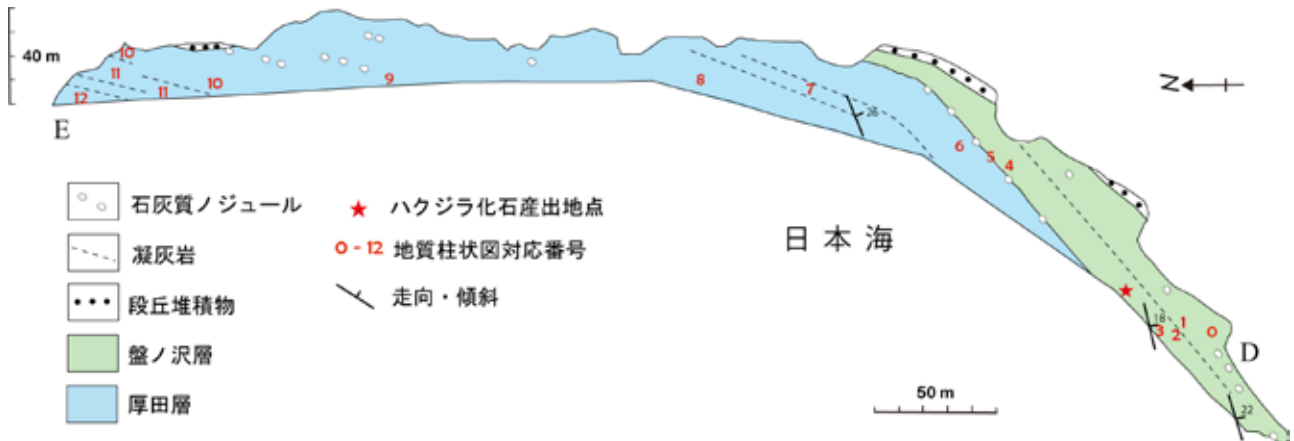
解説版では厚田層の13-2(柱状図になし;著者ら)と6-9, 望来層のM8-1について、ジルコンの結晶内部面を用いた外部ディテクター法で測定を行った。処理と測定方法は以下の通りである。試料を水中で揉み解しながら、流水下でふるいを用いて $63 \sim 250 \mu\text{m}$ の粒子を回収した。パンニングによって軽鉱物を廃棄し、重鉱物粒子を濃集した。常温乾燥後、プロモホルム(比重2.78)により比重分離を行なった。アイソダイナミックセパレーターで磁性鉱物を除去し、再度重液分離を行ない非磁性・重鉱物のみを回収した。その後シリカ鉱物除去のため46% HF (80℃)で24時間処理し、ジルコンのみを回収した。トラックの計数は生物顕微鏡Nikonの総合倍率1000倍で約300粒子のジルコンから、エッチング後の表面の状態の良好な粒子、すなわちトラックの出現が明瞭な粒子について計数を行なった。得られた年代はM8-1が 6.5 ± 0.2 Ma(M8-1), 6-9が 7.3 ± 0.6 Ma(6-9), 13-2が 7.6 ± 0.3 Ma(13-2)である(第3表)。

珪藻化石 炭酸塩団塊を試料として分析を行った。盤ノ沢層から5個の試料(3個の炭酸塩団塊, 凝灰質泥岩, クジラ化石付着の凝灰質細粒砂岩), 厚田層から4個(炭酸塩団塊), 望来層から5個(炭酸塩団塊), 合計14個の試料(第1表)を次の方法によって処理し、検鏡した。1試料数gを細かく砕き, 200 mlのビーカーに入れ, 35%の塩酸を試料の2倍ほど加え, 数分間煮沸する。冷却後, 蒸留水を加え, 最低3時間後にビーカー底の沈殿物を流さないよう注意しながら上澄み液を捨てる。蒸



第5図 地質柱状図と測定・分析結果

札幌市・アースサイエンス株式会社 (2001b) に基づき岩相の一部を省略して作成。A～B, D～E および F の各ルート の位置を第3図に示す。FT: フィッショントラック年代測定用, D: 珪藻化石分析用, R: 放射虫化石分析用, C: 石灰質ナノ化石分析用。FT 年代値および微化石年代値の単位は Ma。4-8 (盤ノ沢層) と 13-2 (厚田層) の位置は原本の柱状図には書かれていない。



第6図 D～Eルート (盤ノ沢層～厚田層) の露頭地質図。

札幌市・アースサイエンス株式会社 (2001a) に基づき作成。赤字番号は第5図の D～E ルート左横の番号に対応する。

留水を加え、よく攪拌した後、残渣の質と量によって適量の懸濁液を捨てて、さらに蒸留水を加える。この水の取り替えを酸分が充分希釈されるまで最低3回行う。スライド作成は以下の通りである。上澄み液を捨て蒸留水を加え、粗粒の碎屑物が沈澱した後、ピペットの先端を懸濁液のなかほどに入れて懸濁液を適量吸い取る。ホッ

トプレート上のカバーガラスの上に吸い取った懸濁液を移す。懸濁液中の粒子が沈下した5～10分後に粒子の対流が生じない50～60℃で乾燥させる。乾燥後、封入剤(プルーラックス)を滴下し、封入剤の溶剤がぬけて表面が固結するまで室温で20分位乾燥させる。スライドガラスをアルコールランプで暖め封入剤の表面が溶

第2表 FT年代測定値(1)

札幌市・アースサイエンス株式会社(2001b)より.

Sample No.	Formation	Ns t/cm ² (×10 ⁶)	Ni t/cm ² (×10 ⁶)	φ n/cm ² (×10 ¹⁴)(×10 ¹⁰)	Ns/Ni	T(Ma)	E(Ma)	N	ηs	U(ppm)
M8-1	Mourai F.	1.32(1722)	2.21(2941)	1.72(0.28)	0.59	7.9	0.5	22	0.83	318
7-5	Atsuta F.	0.50(1768)	2.21(7224)	8.34(1.26)	0.25	8.7	1.5	59	0.77	132

Ns:自発核分裂トラック、Ni:誘発核分裂トラック、φ:熱中性子フルエンス、T:年代
E:誤差、ηs:自発核分裂トラック出現率、U:ウラン含有量、()内は実測値

第3表 FT年代測定値(2)

札幌市・アースサイエンス株式会社(2001b)より.

Sample Name	No. crystals	ρs(Ns) (×10 ⁶ /cm ²)	ρi(Ni) (×10 ⁶ /cm ²)	P(χ ²) %	ρd(Nd) (×10 ⁶ /cm ²)	r	U ppm	Age(Ma) (±1σ)
M8-1 (Mourai Fm.)	31	0.6637(1028)	3.178(4922)	25.6	1.693(6708)	0.843	230.9	6.5±0.2
6-9 (Atsuta Fm.)	10	0.7026(215)	2.997(917)	51.3	1.690(6697)	0.680	218.1	7.3±0.6
13-2 (Atsuta Fm.)	35	0.6153(1329)	2.528(5461)	12.6	1.691(6702)	0.887	183.9	7.6±0.3

Analysis was done by external detector method and internal crystal surface was used. Ages were calculated using NIST-SRM612 and the zeta value 367.9±4.1.

Samples were irradiated at Tc-pn facility of KUR reactor of Kyoto University. ρ=track density; N=total number of tracks counted; Subscripts: s for spontaneous, i for induced and d for dosimeter;

P(χ²)=probability of obtaining χ² value for ν degree of freedom (where ν=No.crystals-1)(Galbraith, 1981); r is correlation coefficient between ρs and ρi.

測定は結晶内部面を使用した外部ディテクター法によって行われた。年代はNIST-SRM612ガラスとそれに対する較正定数(ゼータ値)367.9±4.1を使用して計算された。中性子照射には京都大学原子炉実験所Tc-Pn照射設備を使用した。ρs(Ns):自発トラック密度(数)、ρi(Ni):誘発トラック密度(数)、ρd(Nd):線量ガラスSRM612に貼り付けたマイカの誘発トラック密度(数)、P(χ²):χ²乗検定結果、r:自発-誘発トラック密度の相関係数、U:ウラン濃度

けた後、スライドガラスに張り付ける。生物顕微鏡を使って珪藻殻が200個になるまで10(W)×100(油浸)で同定と算定を行った。珪藻殻の含有量が少ない試料においては200個の珪藻殻数に達しなかった。望来層のM8-5とM3-7からは保存良好な珪藻殻が多数検出され、後期中新世の珪藻群集が確認された。また、盤ノ沢層の0-2と4-8および厚田層の6-12からも後期中新世の珪藻群集が確認された。望来層のM1-5と厚田層の13-8と11-1では溶解からまぬがれた珪藻種が検出された。すべての試料の珪藻群集は海生種のみから構成され、後期中新世を特徴づける絶滅種を数種含んでいる。いずれの試料から*Coscinodiscus marginatus*と*Thalassionema nitzschioides*が多産した。その他、M8-5では*Nitzschia porteri*と*Thalassiosira nativa*, M3-7では*Rouxia californica*と*Actinoptychus senarius*, 4-8と6-12では*Thalassionema hirosakiensis*が多く産した。後期中新世を指示する絶滅種として、*Denticulopsis simonsenii*, *Goniothecium tenue*, *Nitzschia pliocena*, *Nitzschia porteri*, *Nitzschia rolandii*, *Rouxia californica*,

Thalassionema hirosakiensis, *Thalassionema schraderi*, *Thalassiosira antiqua*, *Thalassiosira borealis*, *Thalassiosira manifesta*, *Thalassiosira nativa*, *Thalassiosira nidulis*, *Thalassiosira temperei*などが特徴的に認められた(第4表)。

放散虫化石 検討した試料は厚田層4個、盤ノ沢層5個、望来層5個の計14個である(第5表)。ハクジラ化石付着岩を除いて、全てが石灰質ノジュールである。試料をある程度細かく粉碎した後、5~10%程度の塩酸につけ石灰質の基質を溶解し、放散虫化石をはじめとする粒子の分離を行った。さらに、放散虫化石の内部を充填、あるいは表面に付着している粘土等を除去するため、5%程度の過酸化水素水を用いて煮沸し、分散剤であるピロリン酸ナトリウムを加えて、クリーニングを行った。クリーニング済みの残渣を乾燥させ、スライドガラス上に散布した後に、カナダバルサムを用いて封入した。各試料における放散虫化石の有無、および化石の保存状態を光学顕微鏡下で観察した。塔状の放散虫(*Nassellaria*)が16種(群)、球状または平板状の放

第4表 放散虫化石産出一覧

札幌市・アースサイエンス株式会社(2001b)より.

Sample	厚田層			盤ノ沢			望来層			
	13-8	11-1	6-12	4-8	1-4	0-2	M1-5	M3-3	M3-7	M8-5
Preservation	g	m	p	p-m	m	p	m	g	p-m	g
NASSELLARIA										
<i>Acanthodesmiid</i> gen. et sp. indet.	R						R	R		
<i>Baityrostrombus</i> cf. <i>auritas/australis</i> (Ehrenberg)	R									
<i>Dictyocoryphalus papillosus</i> (Ehrenberg)	R				R					R
<i>Amphiplecta</i> sp.										R
<i>Ceratocyrtis</i> sp.	R	R								R
<i>Lipmanella redondoensis</i> (Campbell and Clark)	R	R		R	R		R	R		R
<i>Lophophaena</i> spp.	R									F
<i>Peridium</i> sp.	R									
<i>Pseudodictyophimus tanythorax</i> Funakawa	R									C
<i>Lamprocyclas</i> sp.	R									
<i>Cycladophora cornutoides</i> Kling		R					R			R
<i>Cycladophora nakasekoi</i> Motoyama	F	R		R	R		R	C	R	C
<i>Cycladophora</i> sp.	R	R					R			R
<i>Cyrtocapsella tetrapera</i> Haeckel		R								
<i>Dictyophimus</i> ? sp.	R									
<i>Stichocorys delmontensis</i> (Campbell and Clark)	C	F		R						
SPUMELLARIA										
<i>Actinomma antarcticum</i> (Haeckel)	F				R		R	R		
<i>Actinomma medianum</i> Nigrini	R	R	R	R	R			R		R
<i>Actinomma</i> sp.		R		R						R
<i>Axoprimum angelinum</i> (Campbell and Clark)							R			
<i>Cenosphaera</i> sp.				R	R			R		R
<i>Cladococcus</i> ? sp.										R
<i>Hexacanthum</i> sp.					R					
<i>Druppatractus ostracion</i> Haeckel	R	R					R			R
<i>Hexacanthum octocolpa</i> Haeckel	R									
<i>Stylocanthum aciculatum</i> (Hays)	R	R								
<i>Thecosphaera tochiensis</i> Nakaseko	F									
<i>Didymocyrtis</i> ? sp.										R
<i>Collosphaera</i> ? sp.										R
<i>Larcopele</i> spp.	C	R			R		R	R		R
<i>Lithelius minor</i> Jørgensen	R	R		F	F	R	R			R
<i>Lithelius nautiloides</i> Popofsky	F									
<i>Lithelius</i> sp.		R			R					R
<i>Lithocalptum polyacanthum</i> Campbell and Clark	F	F		F		R	R	R		
<i>Prunopyle butschlii</i>										R
<i>Porodiscus circularis</i> Clark and Campbell	R									
<i>Stylochlamidium venustum</i> (Bailey)	F	C	R		R	F	R	C	F	F
<i>Stylodictya multispina</i> Haeckel	F	R		R	R		R		R	R
<i>Spongodiscus</i> sp.	F	R		R	R		F	R	R	R
<i>Spongopyle osculosa</i> Dreyer	R									
Radiolarian zone	Cy	Cy	?	Cy	Cy	?	Cy	Cy	Cy	Cy

g:good, m:moderate, p:poor
Cy: *Cycladophora cornutoides* zone

散虫 (*Spumellaria*) が 24 種 (群) の, 合計 40 種 (群) が 10 試料から認識された (第 5 表). 全体的に放散虫の含有量は乏しく, 1 枚のプレパラートにおける放散虫化石は数個から数十個にとどまる. また, 保存の状態によって得られた種数に変動が見られる. すなわち, 保存状態の良好な M8-5 および 13-8 においては, それぞれ 23 種 (群) および 28 種 (群) が認められたが, 保存の不良な 0-2 および 6-12 からは, それぞれ 3 種および 2 種が認められたに過ぎない. 各々の種 (群) の産出状況をみると, *Lipmanella redondoensis*, *Cycladophora nakasekoi*, *Actinomma medianum*, *Lithelius minor*, *Stylochlamidium venustum*, *Stylodictya multispina* および *Spongodiscus* sp. がセクションを通して連続的に産

出している. 一方, *Stichocorys delmontensis* については, セクション下部において連続的かつ比較的多量に産出し, セクション上部では産出が認められない. その他の種に関しては散点的産出にとどまり, 特徴的な産出傾向は見られない.

石灰質ナノ化石 14 試料 (厚田層 5 個, 盤ノ沢層 4 個, 望来層 5 個) について検討を行った (第 1 表). 各試料から 5 mm 角程度の小片をとり, 乳鉢で粉砕した. その後, 蒸留水を用いてスライドガラス上に塗布し, 乾燥後カバーガラスと樹脂を用いて封入しスミアスライドを作成した. 検鏡にあたっては倍率 1000 倍の偏光顕微鏡を用い, 直交ニコルで鑑定を行った. 最終的に 6 試料から石灰質ナノ化石を検出した (第 6 表). 最下位の

第5表 珪藻化石産出一覧

札幌市・アースサイエンス株式会社 (2001b) より. 「晩の沢層」は「盤ノ沢層」

Species / Samples	厚田層			晩の沢層		望来層		
	13-8	11-1	6-12	4-8	0-2	M1-5	M3-7	M8-5
<i>Actinocyclus ingens</i> Rattray	1	1	1			1		
<i>A. octonarius</i> Ehrenberg							2	
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	6		1	1	3		12	7
<i>Cocconeis costata</i> Gregory				2	2			6
<i>Coscinodiscus insignis</i> Jouse			1					
<i>C. marginatus</i> Ehrenberg	31	15	33	22	10	40	26	35
<i>C. osulus-iridis</i> Ehrenberg	3							1
<i>Denticulopsis hyalina</i> (Schrader) Simonsen					1		1	
<i>D. simonsenii</i> Akiba & Yanagisawa			1	1	4			2
<i>Eucampia balaustium</i> Castracane			2		6		2	9
<i>Goniothecium tenue</i> Brun							1	2
<i>Grammatophora</i> spp.			1		1			
<i>Nitzschia grunowii</i> Hasle							1	3
<i>N. pliocena</i> (Brun) Mertz							5	7
<i>N. porteri</i> Frenguelli					4		1	25
<i>N. reinholdii</i> Kanaya							1	
<i>N. rolandii</i> Schrader				1			1	3
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh								1
<i>Pseudopodosira elegans</i> Sheshukova-Poretzkaya				1			1	1
<i>Rhabdonema japonicum</i> Tempere & Brun						1		
<i>Rhizosolenia alata</i> Brightwell								1
<i>R. barboi</i> Brun				2		1	4	1
<i>R. styliformis</i> Brightwell			1		2		1	8
<i>Rouxia californica</i> Peragallo			2	4	7		97	9
<i>Stellarima stellaris</i> (Roper) Hasle & Sims	1			3	2		5	2
<i>Stephanopyxis turris</i> (Greville & Arnott) Ralfs			2	3	6		2	4
<i>S. spp.</i>	7		9	6	5	2	6	8
<i>Synedra kamtschatica</i> Grunow		3	2	1				2
<i>Thalassionema hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader		2	15	14	2	3	4	8
<i>T. nitzschoides</i> Grunow		3	22	32	28	1	7	14
<i>T. schraderi</i> Akiba			1	4	3	1	1	2
<i>Thalassiosira antiqua</i> (Grunow) Cleve-Euler			1		1		2	
<i>T. borealis</i> Koizumi							1	3
<i>T. eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve			1	2	5		1	
<i>T. leptopus</i> (Grunow) Hasle & Fryxell					2		1	2
<i>T. manifesta</i> Sheshukova-Poretzkaya	1	1					1	4
<i>T. nativa</i> Sheshukova-Poretzkaya					1		2	19
<i>T. nidulus</i> (Tempere & Brun) Jouse							1	2
<i>T. temperei</i> (Brun) Akiba & Yanagisawa							1	
<i>T. spp.</i>							2	7
<i>Thalassiothrix lpngissima</i> (Cleve) Cleve & Grunow			3	1	5		7	2
Total valves	50	25	100	100	100	50	200	200

12-20を除いては石灰質ナノ化石の産出は稀であり、ある程度詳細な年代判定ができたのは厚田層下部層準のみである。厚田層の12-20からは少数ながら *Discaoster quinquerramus* を産出した。盤ノ沢層と望来層の試料からはまれにしか産出しなかった。

考察

1. 微化石分析による考察

以下の考察は、札幌市・アースサイエンス株式会社 (2001a) の内容を引用したものである。

放散虫化石 本報告では Motoyama (1996) の放散

虫化石帯および本山・丸山 (1998) の年代に基づいて、試料の放散虫化石の年代の議論を進める。

分析した厚田層の11-1、盤ノ沢層の1-4および4-8、望来層のM8-5、M3-7、M3-3およびM1-5から *Cycladophora nakasekoi* の産出が認められる。この種は北西太平洋およびその周辺部に産出が認められるもので、Motoyama (1996) によれば、特に日本海において多量に産出している。本種は9.9 Maに出現しており、その生存期間は Motoyama (1996) による化石帯の *Lychnocanoma magnacornuta* 帯上部から *Cycladophora cornutoides* 帯に相当し、さらに上位の

Lychnocanoma parallelipes 帯では散点的な産出となる。一方、*Cycladophora cornutoides* 帯は *Lychnocanoma magnacornuta* の多産出層準 (9.1 Ma) を下限とし、*Lychnocanoma parallelipes* の初産出層準 (6.8 ~ 7.3 Ma) をその上限と定義づけられている。上記の 7 試料からは、*Lychnocanoma magnacornuta* および *Lychnocanoma parallelipes* の産出は認められないことから、これらはすべて *Cycladophora cornutoides* 帯 (9.1 ~ 6.8-7.3 Ma) となる。一方、13-8 では北西太平洋域で *Lychnocanoma magnacornuta* 帯中上部 (9.9 Ma) を産出上限とする *Porodiscus circularis* が産出しているものの、下位層準より再堆積したものと判断される。従って、本試料も *Cycladophora cornutoides* 帯と結論づけられる。

ハクジラ化石は 2-1 と 4-8 (柱状図に記載なし; 著者ら) の間から産出している。2-1 からは放散虫化石が産出していないので、1-4 と 4-8 の放散虫化石から、若干の年代の考察を試みる。4-8 より下位においては、*Stichocorys delmontensis* が連続して (保存不良である 6-12 は考慮に入れない) 比較的多産している。一方、1-4 より上位においては、本種の産出を認めることができなかった。このことは、4-8 から 1-4 にかけて、*Stichocorys delmontensis* の連続的多産区間から散点的な産出の区間に変化することを示している。本

山・丸山 (1995) によれば、本種の産出状況が変化する層準は、珪藻化石帯のほぼ *Denticulopsis katayamae* 帯最上部近辺から *Thalassionema schraderi* 帯下部に相当する。*Denticulopsis katayamae* 帯と *Thalassionema schraderi* 帯の境界は約 8.6 Ma とされている。従って放散虫化石から見る限り、ハクジラ化石の産出した層準は、*Cycladophora cornutoides* 帯 (9.1 ~ 6.8-7.3 Ma) の中部であり、珪藻化石帯における *Denticulopsis katayamae* 帯と *Thalassionema schraderi* 帯の境界 (8.6 Ma) 近傍と結論づけられる。

珪藻化石 本山・丸山 (1998) や Yanagisawa and Akiba (1998) の珪藻帯区分に基づくと、分析試料中の珪藻化石は後期中新世であると判断される。*C. marginatus* の多産で特徴づけられる後期中新世の珪藻帯は Akiba (1980) によって *Thalassionema schraderi* 帯として提唱された。後期中新世の特徴種である *Goniothecium tenue* が最上部の 2 試料 (M8-5, M3-7) から検出された。後期中新世の特徴種である *Nitzschia pliocena* の典型的な珪藻殻が同様に最上部の 2 試料で検出された。後期中新世で多産する *Rouxia californica* が検出され、とくに M3-7 では珪藻群集の半分を優先的に占めた。中-高緯度 (亜寒帯) 域の後期中新世~前期鮮新世に限定しての産出が認められている *Thalassiosira manifesta* が全層準にわたって少数ながら検出された。厚

第 6 表 石灰質ナノ化石産出一覧
札幌市・アースサイエンス株式会社 (2001b) より

SAMPLE NUMBER	厚田層			盤ノ沢層	望来層	
	8-20	9-2	12-20	0-5	M1-1	M3-5
ABUNDANCE - PRESERVATION	R	R	C	R	VR	R
ETCHING / OVERGROWTH	2/0	3/0	1/0	2/0	2/0	2/0
<i>Calcidiscus leptoporus</i>	-	-	F	-	-	-
<i>Coccolithus pelagicus</i>	+	+	A	-	-	-
<i>Coccolithus streckerii</i>	-	-	F	-	-	-
<i>Discoaster brouweri</i>	-	-	R	-	-	-
<i>Discoaster quinqueramus</i>	-	-	R	-	-	-
<i>Helicosphaera carteri</i>	-	-	R	-	-	-
<i>Reticulofenestra gelida</i>	+	+	A	+	-	+
<i>Reticulofenestra haqii</i>	+	+	C	+	-	-
<i>Reticulofenestra minuta</i>	+	+	A	+	-	-
<i>Reticulofenestra minutula</i>	-	-	C	+	-	+
<i>Reticulofenestra perplexa</i>	-	-	C	-	-	-
<i>Reticulofenestra productus</i>	+	-	A	-	-	-
<i>Reticulofenestra pseudoumbilica</i>	+	+	C	+	+	+
<i>Reticulofenestra sp. (malformed)</i>	-	-	C	-	-	-
<i>Sphenolithus abies</i>	+	-	F	-	-	-
<i>Umbilicosphaera sp.</i>	-	-	R	-	-	-

第7表 5万分の1地質図幅「厚田」と「月形」の後期中新世の地層対比

地質時代		厚田図幅 (対馬ほか, 1956)	月形図幅 (垣見・植村, 1958) (厚田相) (浦臼相)	
5.3Ma	新第三紀 後期中新世	望来層	望来層	晩生内層
		盤ノ沢層 (8Ma)	盤ノ沢層 ← *	一番川層
		厚田層 ?	厚田層 ?	須部都層 ?
11.6Ma				10-12Ma (嵯峨山, 1989)

田層から望来層にかけて得られた群集は *Thalassionema schraderi* を含み *Denticulopsis simonsenii* の産出頻度が低いことから、全て *Thalassionema schraderi* 帯 (8.6 ~ 7.6 Ma) に入ると考えられる。とくに望来層からは *Nitzschia pliocena* や *Thalassiosira temperi* など *Thalassionema schraderi* 帯最上部 (7.9 ~ 7.6Ma) に出現する種が含まれる。盤ノ沢層中のハクジラ化石産出層準より下位にあたる 4-8 (柱状図になし; 著者ら) では、*Nitzschia pliocena* や *Thalassiosira temperi* は産出しなかったものの、*Thalassionema schraderi* 帯上半部 (約 8 Ma 以降) に出現するとされる *Nitzschia rolandii* が 1 個体ながら確認された。以上の結論として、厚田層・盤ノ沢層は *Thalassionema schraderi* 帯 (8.6 ~ 7.6 Ma)、望来層は同帯最上部 (7.9 ~ 7.6 Ma) と判断することが妥当と考える。

石灰質ナノ化石 厚田層の 12-20 からは少数ながら *Discoaster quinquemuram* を産出した。CN9 化石帯 (8.6-5.6 Ma) に同定でき、後期中新世後半の年代である。盤ノ沢層と望来層の試料からは、石灰質ナノ化石がまれにしか産出せず詳しい年代判定はできない。しかし、これらの地層で石灰質ナノ化石が見つかった 3 試料からは共通して *Reticulofenestra pseudoumbilica* が産出する。この種の絶滅は CN11 化石帯の上限を規定するもので、3.75 Ma に起こったとされている。したがって、石灰質ナノ化石から判断すれば盤ノ沢層と望来層は中新世末期から鮮新世前期の堆積層と判断できる。なお、望来層からの石灰質ナノ化石産出は報告されていたが、厚田層と盤ノ沢層からの石灰質ナノ化石産出は今回が初めてである。しかも、厚田層下部から CN9 化石帯を示す石灰質ナノ化石群集が発見され、日高地方平取の荷葉層と同じ年代であることが明らかになったのは意義が大きい。Ujii et al. (1977) は厚田層から望来層の古地磁気層序を Epoch 6 としているが、特に望来層の下部に Epoch 6a を認識している。斉藤 (1999) によれば、Epoch 6 は CK95・BKSA95 の古地磁気層序の C3B から C3a 下部、Epoch

6a は C3B 上部に対比できる。したがって、厚田層から盤ノ沢層は C3B 下部、望来層の下部は C3B 上部となり、それに従えば今回扱った試料は約 7.4 ~ 6.9 Ma の年代を示すと推定される。

2. ハクジラ化石の生息年代と地層対比

FT 年代測定、放散虫、珪藻および石灰質ナノの微化石年代の結果を第 5 図に示す。厚田層～望来層は、放散虫化石によれば後期中新世中葉の 9.1 ~ 6.8-7.3 Ma (*Cycladophora cornutoides* 帯)、珪藻化石によれば同じく後期中新世中葉の 8.6 ~ 7.6 Ma (*Thalassionema schraderi* 帯) とほぼ調和的な年代値を示す。厚田層からは石灰質ナノ化石により後期中新世中葉以降の 8.6 ~ 5.6 Ma (CN9 帯) の年代が得られた。解説版では、ハクジラ産出層準の年代は *Thalassionema schraderi* 帯の下部、およそ 7.6 ~ 8.6 Ma の間とするのが妥当と記述しているが、この年代値は *Thalassionema schraderi* 帯全体を示す値なので誤っている。一方、原本では、ハクジラ産出層準の年代は *Thalassionema schraderi* 帯の下部で、およそ 8~8.6Ma の間としている。

ハクジラ化石が産出した層準は、厚田層と望来層に挟まれた盤ノ沢層の中部層準にあたる。札幌市・アースサイエンス株式会社 (2001a) の放散虫化石の検討によれば、ハクジラ化石産出層準を境に下位で多く含まれた *Stichocorys delmontensis* が上位で見られなくなることから、同産出層準は 8.6 Ma と推定している。しかし、同値は今回確認された珪藻帯 (*Thalassionema schraderi* 帯) と直接下位の *Denticulopsis katayamae* 帯との境界の値であり、分析では *Denticulopsis katayamae* 帯が認められなかったことからハクジラ化石産出層準が上記の境界年代とするのは無理と思われる。一方、珪藻化石ではハクジラ化石産出層準を含む盤ノ沢層～厚田層は *Thalassionema schraderi* 帯の下半部 (8.6 ~ 7.9 Ma) で、望来層が *Thalassionema schraderi* 帯の上半部 (7.9 ~ 7.6 Ma) である。すなわち、ハクジラ化石産出層準の約 6.5 m 上位の盤ノ沢層と望来層の境界が 7.9 Ma である。

FT年代は原本と説明版では大きく異なる値を示す。望来層では同じM8-1について前者では7.9 ± 0.5 Maで後者では6.5 ± 0.2 Maで、1.3 Maも異なる。ハクジラ化石産出層準の約15 m下位の厚田層上部の6-9で7.3 ± 0.6 Ma、更に約2.5 m下位の7-5で8.7 ± 1.5 Maを示し、両者間では約1.4 Maの差を示す。上記のハクジラ化石産出層準の年代(8.1 ~ 8.6 Ma間)を考慮すると原本の8.7 ± 1.5 Ma(7-5)はやや古い値で、解説版のFT年代値は微化石分析の結果と比べてやや若い値である。

FT年代値や微化石分析による年代値にばらつきはあるものの、珪藻分析の結果からハクジラ化石産出層準の約6.5 m上位が7.9 Maと推定され、同産出層準は8 Ma前後と考える。本値は、札幌市の豊平川流域で発見されたサッポロカイギュウの産出年代(約8.2 Ma:札幌市, 2007)よりいくらか若い。

ハクジラ化石を産した盤ノ沢層は「厚田」図幅の東隣の「月形」図幅(垣見・植村, 1958)にも分布しており、同層を一番川層に対比している(第7表)。和田・秋山(1990)もこの考えを踏襲しており、高野ほか(1995, 1996)や岡村・高野(2010)も同様な地層対比を行っているものの、年代決定の根拠は記述されていない。盤ノ沢層の地質年代は前者の2論文では10.6 ~ 9 Ma、後者では10.6 ~ 8.2 Maと読み取れ、これらの年代値は本論の盤ノ沢層は約8 Maとした結論とは一致しない。一方、嵯峨山(1989)は一番川層の直接上位に累重する晩生内層の珪藻分析を行い、同層は*Coscinodiscus yabei*帯~*Denticulopsis dimorpha*帯に相当し、地質年代は約12 ~ 10 Maとしている。垣見・植村(1958)は晩生内層の基底層は一番川層に相当するとしており、これに従えば一番川層の上限は最も若くても約12 Maと推定される。以上から、盤ノ沢層と一番川層の地質年代は大きく異なっており、両層は対比できないと考える。

おわりに

北海道の新第三系の地質年代はいまだ不明な点が多く、今後も精力的な研究が必要であり、札幌市近郊の新第三系についても同様である。今回の報告書の測定・分析結果は貴重なデータであるにも関わらず、北海道の地質を網羅した日本地方地質誌「北海道地方」の当該域(岡村・高野, 2010)でも引用されていない。本論が大型海生哺乳類化石と北海道の新第三系の研究の一助になれば幸いである。小論を故古沢仁博士に捧げます。

謝辞 本論の査読は匿名氏により行われ、貴重な指摘を

いただきました。札幌市博物館活動センターの山崎真実氏と田中嘉寛氏、アースサイエンス株式会社の加藤孝幸氏から報告書や情報の提供など様々なご協力をいただきました。島根大学の大平寛人氏からフィッシュントラック年代測定についてご教示いただきました。記して感謝申し上げます。

引用文献

- Akiba, F., 1980, A lower Miocene diatom flora from the Boso Peninsula, Japan, and the resting spore formation of an extinct diatom, *Kisseleviella carina* Sheshukova-Poretzkaya. *Bull. Tech. Lab. JAPEX*, **23**, 81-100.
- Barnes, L. G. and Furusawa, H., 2001, A primitive albireonid dolphin (Cetacea, Odontoceti, Delphinoidea) from Hokkaido, Japan. *Abstract of papers, Journal of Vertebrate Paleontology*, **21**, 31A, Society of Vertebrate Paleontology.
- 古沢 仁・Barnes, L. G., 2002, 北海道厚田から産出した北西太平洋域初のマイルカ上科アルビレオ科(ALBIREONIDAE)化石. 日本古生物学会2002年年会講演予稿集, 個人講演, 50.
- 一島啓人・古沢 仁, 2025, 北海道後期中新世産の世界最古のイッカク科化石. 日本古生物学会2025年年会講演予稿集(札幌), 65.
- 垣見俊弘・植村 武, 1958, 5万分の1地質図幅「月形」および同説明書. 札幌一第4号, 地質調査所, 67p.
- 小竹敦子・鈴木德行・阿波根直一・嵯峨山 積, 2008, 後期中新世北海道望来層珪質堆積物の珪藻化石年代と堆積リズム. 日本地質学会第115年学術大会講演要旨(秋田), 194.
- Motoyama, I., 1996. Late Neogene radiolarian biostratigraphy in the subarctic Northwest Pacific. *Micropaleontology*, **42**, 221-262.
- 本山 功・丸山俊明, 1995, 青森県津軽半島中西部の新第三系の層序と放散虫・珪藻化石. 地質調査所月報, **46**, 333-374.
- 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.
- 岡村 聡・高野 修, 2010, 樺戸山地西部地域. 日本地方地質誌「北海道地方」, 日本地質学会編集, 朝倉書店, 193-196.
- 嵯峨山 積, 1989, 中央北海道, 石狩低地帯の新第三系

- 珪藻帯. 地下資源調査所報告, **60**, 177-186.
- 斎藤常正, 1999, 最近の古地磁気層序の改訂と日本の標準微化石層序. 石油技術協会誌, **64**, 2-15.
- 札幌市, 2007, 札幌市大型動物化石総合調査報告書ーサッポロカイギュウとその時代の解明. 156p.
- 札幌市・アースサイエンス株式会社, 2001a, 平成13年度厚田産出ハクジラ化石の年代推定と環境分析業務報告書: 解説版. 61p.
- 札幌市・アースサイエンス株式会社, 2001b, 平成13年度厚田産出ハクジラ化石の年代推定と環境分析業務報告書, 35p.
- 鈴木徳行・及川耕太郎・椎根 大・本山 功, 2007, 後期中新世望来層珪質泥岩の地質年代と堆積リズム. 日本地質学会第114年学術大会講演要旨(札幌), 254.
- 高野 修・保柳康一・能登正明・太田勝一・八幡正弘・樺戸団研堆積相グループ, 1995, 北海道樺戸山地南部における新第三系の陸棚～ファンデルタ～礫質河川システム. 地球科学, **49**, 253-270.
- 高野 修・保柳康一・能登正明・太田勝一・八幡正弘・樺戸団研堆積相グループ, 1996, 北海道樺戸山地南部における新第三系の堆積シーケンスとその形成過程. 地球科学, **50**, 9-28.
- 対馬坤六・垣見俊弘・植村 武, 1956, 5万分の1地質図幅「厚田」および同説明書. 札幌一第3号, 地質調査所, 31p.
- Ujiie, H., Saito, T., Kent, D. V., Thompson, P. R., Okada, H., Klein, G. de V., Koizumi, I., Happer, H. E. Jr. and Sato, T., 1977, Biostratigraphy, Paleomagnetism and Sedimentology of Late Cenozoic Sediments in Northwestern Hokkaido, Japan. *Bull. Natn. Sci. Mus.*, ser. C (Geol.), **3**, 49-102.
- 和田信彦・秋山雅彦, 1990, 北海道中央部. 日本の地質「北海道地方」編集員会編, 日本の地質1「北海道地方」, 共立出版株式会社, 95-99.
- 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. *Jour Geol Soc Japan*, **104**, 395-414.

Abstract

An alleged albiroonid fossil dolphin found in 1995 derived from the upper Miocene Bannosawa Formation near the town of the Kotan, Atsuta, Ishikari City, Hokkaido, Japan. We scrutinized the fission track data, radiolarians, diatoms, and calcareous nannoplanktons used for dating the deposits of Bannosawa Formation yielding the fossil dolphin and the overlying Mourai Formation and the underlying Atsuta Formation as well because analyses conducted before showed two different results for the age. Based mainly on diatoms, we drew a conclusion that the strata producing the fossil dolphin was around 8 Ma. Diatom fossil zones show the Bannosawa Formation is not correlative with, and younger than, the Ichibangawa Formation distributed in the Tsukigata area.

