北海道北部, 羽幌層の古第三紀渦鞭毛藻化石・花粉化石とその地質年代および堆積環境

Paleogene dinoflagellate cysts and pollen from the Haboro Formation, northern central Hokkaido, Japan, and their chronostratigraphic and paleoenvironmental implications

Abstract

栗田裕司*
小布施明子*

Hiroshi Kurita*
Akiko Obuse*

1993年10月18日受付.

1994年1月24日受理.

* 石油資源開発株式会社技術研究所,
JAPEX Research Center; 1-2-1, Hamada,
Mihama-ku, Chiba 261, Japan

Palynological studies on the coal-bearing Haboro Formation in the Haboro area, northern central Hokkaido, Japan, have revealed that the formation is latest Paleocene to earliest Eocene in age. The dating is supported by diverse dinoflagellate cyst assemblages and several index pollen species. This conclusion suggests that the Paleogene sedimentary basin was formed by the early Early Eocene through central Hokkaido, where Paleogene clastic sequences were regionally developed.

Diagnostic species include: *Apectodinium hyperacanthum*, *Cannosphaeropsis utinensis*, *Cerodinium* spp., *Deflandrea robusta*, *D. truncata*, *Glaphyrocysta pastielsii*, *Hystriocholpoma salacium* and *Trithyrodinium evittii* (dinoflagellate cysts): *Liquidambarpollenites orientalisformis*, *L. styracifluaformis*, *Paraalnipollenites alterniporus*, *Pistillipollenites macgregorii*, *Reevesiapollis* spp. and *Tsugaepollenites igniculus* f. *major* (pollen).

Key words: Haboro Formation, Hokkaido, biostratigraphy, sedimentary environment, dinoflagellate cysts, pollen, Paleocene, Eocene

はじめに

北海道留萌市の北方約50 kmに位置する羽幌地域には、白亜系・第三系が大規模な背斜構造を形成して分布しており(第1図), その地質について地下資源開発とも関連して多くの研究が行われてきた。本地域の第三系下部を構成する羽幌層・三毛別層の層位的位置づけに関しては、さまざまな資料に基づく相異なる見解が提示され、混乱していた(佐藤, 1970, 1982; 岡田, 1981; 米谷ほか, 1982; 小笠原ほか, 1982; 高山, 1982; 棚井, 1982; 松岡, 1984; 保柳・松井, 1985; 秦ほか, 1988; 野田, 1989, 1992; Noda, 1992など)。しかし栗田ほか(1992)は、新たな微化石および放射年代資料を提示するとともに既存データを再解釈し、羽幌層・三毛別層が暁新統から下部中新統に至る堆積物で構成されていることを明らかにした。しかし、夾炭層である羽幌層の年代については、放射年代と花粉化石によって暁新世ないし中期始新世と推定されたものの、この推定にはかなりの幅があった。

このたび筆者らは、羽幌層から新たに渦鞭毛藻化石と花粉化石を検出し、本層の年代を詳細に特定することができたので、その結果を報告する。同層からの花粉化石についてはSato (1963)の報告があるが、渦鞭毛藻化石の報告は本論が最初である。また近年渦鞭毛藻化石を海成堆積環境の指標として利用する試みが多く行われており(例えば, Sweet and

McIntyre, 1988; 松岡, 1991; Moshkovitz and Habib, 1993), 今回明らかとなった羽幌層からの渦鞭毛藻化石の産出もその一例として意義あるものと考えらる。

地質概略および方法

[地質概略] 本論では層序区分は松野・木野(1960)および山口・松野(1963)に従う。羽幌地域の白亜系～第三系下部は一般に下位より、上部エゾ層群・パンケ沢層・羽幌層・三毛別層に区分され、これらの地層は中新統の築別層に覆われている。羽幌層の地表での分布は、築別背斜および羽幌背斜のそれぞれ背斜軸周辺に限られている(第1図)。築別川流域の築別背斜東翼における羽幌層は、パンケ沢層(ジャンパーニュ階上部～マーストリヒト階; 服部, 1965; 栗田ほか, 1992)の上位に重なり、三毛別層下部(上部始新統; 栗田ほか, 1992)に覆われる。ここでの羽幌層は層厚610 mで、砂岩を主体とし、シルト岩・泥岩・凝灰岩を頻りに挟有するほか、数層準に石炭を挟んでいる(第2図, 第3図)。なお三毛別層下部は野田(1992)の“逆川層”にあたるが、“逆川層”はまだ正式には記載されていない。

[試料] 今回分析した16個の試料はすべて、築別川本流の築別背斜東翼で採取した地表試料である(第1図, 第2図, 第3図)。石炭試料2個(第1表中にcoalと表記)、極細粒砂岩試料1個(KR904-045)のほかはすべてシルト岩ないし泥

第1図. 調査位置図.

網かけ部分は地表の羽幌層の分布地域 (松野・木野, 1960 ; 山口・松野, 1963 を簡略化).

第3図. 地質柱状図.

FTを付した番号は栗田ほか (1992) がフィッシュン・トラック年代を報告した試料の位置を示し, その直下に実線を挟んでその年代値を示す (単位 Ma).

岩で, 泥質な石灰質コンクリーションから採取した試料 (第1表中に conc と表記) も含んでいる. これらの試料は, 層位的には羽幌層の全層準にわたっている.

〔前処理〕粉砕した試料 20 g を 10% 塩酸と 52% 弗酸によ

第2図. 試料位置図.

1/25,000 地形図「羽幌貯水池」を使用. FT を付した番号は栗田ほか (1992) がフィッシュン・トラック年代を報告した試料の位置を示す.

て石英, 炭酸塩鉱物, その他の無機物を溶解除去した後, 臭化亜鉛重液 (比重 2.0) を用いて, 有機物を浮選・濃縮した. 濃縮した有機物はまず, (a) 篩分けしないものをカバーガラスに封入しスライドを作成した. さらに, (b) この有機物をシュルツ液および 10% アンモニア液で処理し, フミン質有機物を溶解して花粉・胞子・渦鞭毛藻類などの有機質微化石 (パリノモルルス palynomorphs) を濃縮した. この残渣に適宜 $12\mu\text{m} \cdot 20\mu\text{m} \cdot 30\mu\text{m} \cdot 45\mu\text{m}$ などの篩分け処理をして, スライドを作成した. 封入剤にはポリビニールアルコールを使用した.

〔検 鏡〕検鏡に際しては, 各種のスライドを適宜選択して分析を行った. 渦鞭毛藻化石分析では, 各試料についてスライド 1~3 枚の全面を検鏡してできるだけ多くの渦鞭毛藻化石個体を記録するよう努めた. 花粉化石分析では, 地層の年代決定に重要と思われる花粉化石を重点的に記録した. いずれの分析も個々の試料における検鏡量は一定でないため, 個々の種の計数結果は, 絶対数としても相対的な関係においても定量的な意味はない. 産出状況を示す第1表では渦鞭毛藻化石・花粉化石とも, 記録した個体数 51 個以上を VA, 21~20 個体を A, 11~20 個体を C, 10 個体以下を R, 1 個体のみ記録したものを + 印でそれぞれ表現した.

有機質微化石群集

渦鞭毛藻化石および花粉化石の産出状況を第1表に示す. 第4図に代表的な種を図示する.

〔渦鞭毛藻化石群集〕分析した 16 試料のうち, 9 試料から渦鞭毛藻化石が産出した. これは羽幌層基底部および最上部を除く羽幌層のほぼ全層準にあたる. 産出頻度は一般に極めてまれで, 試料あたり検出個体数も 20 個体以下が普通であるが, 羽幌層上部の 1 試料 (KR904-041) からは, 合計 277 個体を検出した.

羽幌層から検出された渦鞭毛藻化石は, 全体で 23 属 29 種 2 亜種である. 今回の分析結果を見る限り, 産出頻度は全般に少ないものの, 渦鞭毛藻化石群集の構成に大きな層位的変

第1表. 渦鞭毛藻化石・花粉化石の産出状況.

Palynological Species Chart		Sample Number		KR904-										conc conc conc coal coal									
Haboro Formation				001	009	008	007	041	040	039	038	049	048	047	046	045	044	043	042				
Pollen																							
Liquidambarpollenites	orientaliformis			+	+	R	+		+	R	R		+		R	+	R	R					
Liquidambarpollenites	styracifluaeformis										+							+					
Lonicerapollis	major											+	+										
Pistillipollenites	mcgregorii																	+					
Paraalnipollenites	alterniporus														R	R	R						
Reevesiapollis	sp.						+				+	+			R		R	+					
Saxonipollis	sp.																	+					
Tsugaepollenis	igniculus f. major	R	R	R	R			+	R			R	R					R					
Ulmoideipites	krempii	R	R	+	+	R		R			R	R	R	R	R	R	R	R					
Ulmoideipites	tricostatus	+		R							R	R	+		+		+						
Dinoflagellate Cysts																							
Achomosphaera	ramulifera						R				+				+								
Alisocysta	sp.2 of Heilmann-Clausen, 1985						+																
Alterbidinium	sp. cf. A. minus						R								R		R						
Apectodinium	hyperacanthum						+									+							
Areoligera	coronata										+												
Cannosphaeropsis	utinensis						+																
Cerodinium	depressum ?						R																
Cerodinium	diebelii						+																
Cerodinium	speciosum glabrum														+								
Cerodinium	speciosum speciosum						R						R										
Cordosphaeridium	fibrospinosum						R				+				+								
Deflandrea	robusta																+						
Deflandrea	truncata						A					+						R					
Glaphyrocysta	pastielsii						R				+	R											
Homotryblum	tenuispinosum																	R					
Hystriocholpoma	salacium						R																
Impagidinium	sp.1 of Heilmann-Clausen, 1985						+																
Isabelidinium	cingulatum						VA				+				+	R	+						
Isabelidinium	cooksoniae																+						
Isabelidinium	sp. cf. I. microarmum						R								+								
Laciniadinium	sp.														+								
Manumiella	druggii						+				+	+			R	+							
Pyxidinoopsis	sp. cf. P. crassimurata						R																
Senegalinium ?	dilwynense						R	+					+		R	R	+						
Spinidinium	densispinatum						R								R			R					
Spiniferites	pseudofurcatus						+																
Spiniferites	ramosus granosus						C									+							
Spiniferites	ramosus ramosus						C									R							
Trinovantedinium	boreale						A		+							R	+						
Trithyrodinium	evittii										+				R								
Vozzhennikovia	angulata															+	+						
Poorly preserved cysts indeterminate							A	R				+			R	R	R						
Cysts counted		0	0	0	0	277	4	1	0	7	8	0	19	20	17	2	0						

記号は記録した個体数を表す。VA=51 個体以上, A=21~50 個体, C=11~20 個体, R=10~2 個体, +=1 個体。

化は認められない。産出頻度の高かった KR 904-041 試料の群集においては, *Isabelidinium cingulatum* が最も多産し, *Trinovantedinium boreale*, *Deflandrea truncata* がこれに次ぐ。この3種は本試料から検出された全個体数の約6割を占めるが, 本試料の群集は全体で18属22種1亜種から構成されており, 種の多様性はかなり高い。このような種の多様性に富む古第三紀渦鞭毛藻化石群集は, 北日本においては現在までに北海道東部・白糠丘陵に分布する根室層群の暁新統か

らのみ知られている(栗田・松岡, 1991a, b)。羽幌層の群集は, 多様性で根室層群の暁新統群集と類似するばかりでなく, この両者には共通する種(第5図に★印で示す)が数多く存在する。また, 羽幌層の群集を, 単調な種構成で特徴づけられる北日本の中期始新世以降の古第三紀群集(栗田・松岡, 1991a)と比較すると, 種の構成においても多様性においてもかなり性質は異なっている。

[花粉化石群集] 分析した16試料のうち, KR 904-042, -043

第4図. 羽幌層から産した代表的花粉化石(1~7)・渦鞭毛藻化石(8~14). すべて微分干渉像.

1: *Liquidambarpollenites orientalisformis*, KR 904-044. 2: *Liquidambarpollenites styracifluaformis*, KR 904-044. 3: *Paraalnipollenites alterniporus*, KR 904-045. 4: *Paraalnipollenites alterniporus*, KR 904-045. 5: *Pistillipollenites mcgregorii*, KR 904-044. 6: *Reevesiapollis* sp., KR 904-047. 7: *Ulmoideipites tricostatus*, KR 904-047. 8: *Deflandrea truncata*, KR 904-044. 9: *Deflandrea robusta*, KR 904-044. 10: *Cannosphaeropsis utinensis*, KR904-041. 11: *Apectodinium hyperacanthum*, KR 904-045. 12: *Isabelidinium cingulatum*, KR 904-041. 13: *Hystriocholopoma salacium*, KR 904-041. 14: *Glaphyrocysta pastielsii*, KR 904-048.

を除く14試料から花粉・孢子化石が産出した。産出頻度は基底部を除いては高い。

羽幌層の花粉・孢子化石群集の組成は堆積相によって多少の変動があるが、一般に *Taxodiaceae*, *Alnus* を主体とし, *Pinus*, *Pterocarya*, *Ulmus*, *Quercus*, *Carya*, *Liquidambar*, *Tilia*, *Ilex*, *Ericaceae*などを伴う組成で特徴づけられ, 試料によっては淡水性草本花粉やシダ類孢子を多く含む場合がある。この全般的な群集内容は, Sato (1963) が羽幌層の夾炭層準について示した花粉組成と相違ない。

Taxodiaceae, *Alnus* の多産は, 湿地性の植生を反映したものと考えられ, また淡水性草本花粉やシダ類孢子の産出は, 淡水の影響のある堆積場を示唆している。

羽幌層の地質年代

第5図に今回羽幌層から産出した渦鞭毛藻化石および花粉化石に関し, 既存資料による産出年代範囲・地理的分布および出典をまとめて示す。なお, 本論では地質年代尺度は Berggren et al. (1985) に従う。

羽幌層から産出した渦鞭毛藻化石群集は, 海外の資料との比較においても, 国内の既存資料との比較においても, 上部暁新統から下部始新統に特徴的な種から構成されている。花粉化石群集は, 暁新統以上, とくに下部始新統以上に多く見られる種を多く含んでいる。

渦鞭毛藻化石のうち, 年代の推定に際して特筆されるの

第5図. 羽幌層から産した花粉化石・渦鞭毛藻化石の既知の層位的産出範囲。

チャートの左端に黒棒で示した範囲が今回推定した羽幌層の層準。★印は北海道東部・根室層群の古第三系から、Nd は野田層群から、IP は石狩層群・幌内層からそれぞれ産出している種。A, B, C については本文参照。出典は、1: 筆者らの調査結果, 2: Guan et al. (1989), 3: Harker et al. (1990), 4: Heilmann-Clausen (1985), 5: Ioannides and McIntyre (1980), 6: Planning Research Institute (1978), 7: Mohr (1984), 8: McIntyre (1989), 9: Norris (1986), 10: Powell (1992), 11: Sarjeant (1986), 12: Sun et al. (1989), 13: Takahashi (1991), 14: Williams and Bujak (1985), 15: Wilson (1988), 16: Wrenn and Hart (1988)。地域は、a: 全世界, b: 日本, c: 中国, d: ロシア, e: エジプト, f: ナイジェリア, g: 欧州, h: デンマーク, i: ベルギー, j: 北アメリカ, k: カナダ, l: カナダ東部, m: 南アメリカ, n: オーストラリア, o: ニュージーランド。

は、2 試料で認められた *Apectodinium hyperacanthum* の産出である。本種はオーストラリア南部の暁新統から原記載されて以降、Anglo-Paris 堆積盆など欧州北西部では産状が詳しく検討されており、その産出年代範囲は Martini (1971) の石灰質ナノ化石帯 NP9 および NP10 の下部に限られることが確かめられている (Costa and Downie, 1979; Powell, 1988, 1992)。また Williams and Bujak (1985) は、本種の産出上限を NP12 帯の中部としている。いずれの見解をとっても、知られる限り *A. hyperacanthum* の産出は暁新統/始新統境界を含む上部暁新統上部から下部始新統下部の区間に限られる。本種の東アジア地域からの産出は今回が初めてであり、国内の海成暁新統～下部始新統の模式的層序である北海道東部の根室層群からはいまだ検出されていない。しかしながら、北大西洋地域などで第一級の示準化石と認められている本種の産出は、羽幌層の年代が後期暁新世後期～前期始新

世前期であることを強く示すものである。

また、羽幌層から産出した渦鞭毛藻化石群集は、*A. hyperacanthum* 以外にも、産出上限が暁新統である種 (第5図の A)、上部暁新統ないし下部始新統のみから知られている種 (第5図の B)、および産出下限が上部暁新統ないし下部始新統である種 (第5図の C) などから構成されており (文献は第5図参照)、これらのデータは羽幌層の年代が後期暁新世～前期始新世であることを示す。さらに、根室層群において下部暁新統を特徴づける種 (*Palaeoperidinium pyrophorum* など; 栗田・松岡, 1991b) および中部始新統を特徴づける種 (*Lentinia* sp. cf. *L. wetzelii*, *Thalassiphora delicata* など; 文献は同上) が羽幌層の渦鞭毛藻化石群集に含まれていないことは、上記の羽幌層の年代推定と矛盾がない。

羽幌層から検出された花粉化石のうち、示準種として重要

なものには以下のものがある。 *Pistillipollenites mcgregorii* は、北米地域や中国の暁新統～中部始新統から産出が知られ (Norris, 1986), 筆者らの調査によれば日本では北部北上山地の久慈付近に分布する野田層群の久喜層から産出する。 *Paraalnipollenites alterniporus* は北米, ヨーロッパ～ロシア, 中国などの最上部白亜系～暁新統に特徴的な種であるが, 産出の上限は下部始新統に及ぶものと考えられている (Ioannides and McIntyre, 1980). *Tsugaepollenites* のうち羽幌層に産出したものは現生の *Tsuga* に明らかに類縁が認められる形態種であり, この形態のものはヨーロッパでは漸新統以上から産出し (Traverse, 1988), 中国では始新統以上で普通に認められるものの暁新統からわざわざ報告されている (Sun et al., 1989). また, *Liquidambarpollenites orientalisformis*, *L. styracifluaformis* は, いずれも中国の始新統以上から産出が報告されており (Sun et al., 1989), *Reevesiapollis* も北米, ヨーロッパ, 中国などの始新統以上から知られている (Mohr, 1984). 中国, 北米などからの報告によれば, 一般に暁新世の花粉化石群は Betulaceae, Myricaceae, Juglandaceae, Ulmaceae など近縁な小型の triporate 花粉が主要な位置を占めるのに対し, 始新世群集は多様な tricolpate あるいは tricolporate 花粉を比較的高率で含む組成で特徴づけられている (Hu and Sarjeant, 1992). これらの既存資料と比較すると, 羽幌層の花粉化石群集では, 暁新世を指示する小型の triporate 花粉は産出せず, 組成の上では tricolpate あるいは tricolporate 花粉を多く含み, 始新統以上の層準を示す種を含んでいることが特徴として挙げられる。さらに, 下部始新統を産出上限とする *Paraalnipollenites alterniporus* を稀産することを考慮すれば, 花粉化石に基づく羽幌層の年代は, 前期始新世と推定される。

以上, 今回の分析によって検出された羽幌層の渦鞭毛藻化石および花粉化石群集は全体として後期暁新世～前期始新世を指示しており, とくに渦鞭毛藻化石 *Apectodinium hyperacanthum* の産出を重視すれば, その年代はほぼ後期暁新世後期～前期始新世前期に限られると判断される。

今回羽幌層から検出した渦鞭毛藻化石・花粉化石群集に, 後期暁新世を指示するデータと前期始新世を指示するデータが共存していることについては, 次のように考えられる。従来より暁新統/始新統境界の設定には異論が多く, 例えば本論が従っている Berggren et al. (1985) は同境界を石灰質ナノ化石帯 NP 10 帯 (Martini, 1971) の基底に置くが, 近年提示されている他の年代尺度においては必ずしもこれと一致していない (Cavalier and Pomerol, 1986; Haq et al., 1987). また, これらの尺度の主要な基礎となっている石灰質ナノ化石や浮遊性有孔虫の化石帯は, 浅海成相では通常認定することが難しい。したがって, 暁新統/始新統境界の設定には従来からどの場所でもかなりの幅がある一方, 今回参照した化石の産出年代範囲に関する資料も, 他の海生微化石による精密な年代のコントロールを欠いている場合が多い。以上のことから, 今回得られた渦鞭毛藻化石・花粉化石群集の示す年代は, 矛盾しているというよりはむしろ, 羽幌層が暁

第6図. 羽幌地域の第三系下部および白亜系上部の年代層序対比。

地層名の左側は放射年代資料, 右側は化石年代資料。データに付した縦線は誤差範囲を示す。pF: 浮遊性有孔虫, Po: 花粉, Am: アンモナイト, DF: 渦鞭毛藻, Dt: 珪藻, N: 石灰質ナノ。放射年代のうち, *1 は保柳・松井 (1985) の K-Ar 年代, 他は栗田ほか (1992) によるフィッシュン・トラック年代 (単位は Ma)。化石資料のうち, *2 は栗田ほか (1992), *3 は米谷ほか (1982), *4 は岡田 (1981), *5 は本論, *6 は服部 (1965) による。年代尺度は Berggren et al. (1985) による。

新統/始新統境界付近の堆積物であることを積極的に示すものと解釈できる。このことは, 羽幌層に産出した微化石のうち, 最も詳しく産出年代範囲が明らかにされている *A. hyperacanthum* が示す年代と調和的である。

今回求められた微化石による年代は, 同一セクションの凝灰岩試料 3 試料について測定されたフィッシュン・トラック年代 (栗田ほか, 1992) のうち, 1 つの測定値 (55.7 ± 3.6 Ma; 試料番号 MD813-01) とよく一致している。他の 2 つの年代測定値はこの年代よりもやや古い年代を示す (63.1 ± 4.9 Ma, 64.1 ± 3.0 Ma) もの, 誤差範囲を考慮すればそれほど大きな違いはないと考えられる。第 6 図に, 羽幌地域の第三系下部および白亜系上部の年代層序対比をまとめて示す。

羽幌層の年代の意義

羽幌層が属する北海道中央部の空知-エゾ帯 (君波ほか, 1986) では, 主に先第三系の分布の西縁に沿い, ほぼ全域で広く古第三紀の夾炭層が分布する (例えば天然ガス鉱業会, 1992)。それらの古第三紀夾炭層のうち最も大規模な石狩～

空知地域の石狩層群については、直上の海成層の石灰質ナンノ化石年代 (Okada and Kaiho, 1992) および同層群中の若鍋層・夕張層の凝灰岩層の放射年代 (棚井, 1986) により、その年代は中期始新世の前期から後期に至るものと考えられている (尾崎, 1992)。北海道中央部のその他の地域の古第三紀夾炭層である留萌地域の雨竜層群・大和田層、樺戸炭田の樺戸層は、いずれも大型植物化石の検討から石狩層群の上部層 (美唄層～幾春別層) に対比されており (棚井, 1986)、その年代は中期始新世後期である (尾崎, 1992)。

これらの年代と比較すると、今回得られた羽幌層の後期晩新世後期～前期始新世前期という年代は、北海道中央部の古第三紀夾炭層の年代としては最も古い。このことは、中期始新世に北海道中央部で広く夾炭層を形成した堆積作用と同様の現象が、少なくとも羽幌地域を含む一部の地域では前期始新世前期までの時期に生起していたことを示す。石狩層群の堆積開始時期を中期始新世の初め (尾崎, 1992) とすれば、羽幌層と石狩層群最下部との年代差はほとんど無いか、最大でも 5 Ma 程度以下と考えられる。羽幌層を形成した堆積作用と石狩層群のそれとのテクトニクス上の関連は、現段階では必ずしも明らかではないが、羽幌層の堆積が引き続く石狩層群の堆積の先駆的なものであったと考えることは不自然ではない。この推論に従えば、空知-エゾ帯における古第三紀夾炭層の堆積盆の形成時期は前期始新世前期までさかのぼると考えられる。

一方、羽幌層より下位では、羽幌地域での直接の下位層であるパンケ沢層の最上部から 67.4 ± 3.2 Ma のフィッシュン・トラック年代が得られており (栗田ほか, 1992)、パンケ沢層と羽幌層との時間間隔が数 Ma のオーダーであることを示している (第 5 図)。また北海道中央部の北東部・中頓別地域には小規模ではあるが海成相を含む晩新統の宇津内川層が分布することが知られている (Yasuda, 1986)。宇津内川層から得られている年代資料はその基底部に産する前期晩新世の示準浮遊性有孔虫化石のみであり (Yasuda, 1986)、その上限の年代は不明確であるが、宇津内川層と羽幌層の年代差は最大でも 5 Ma 程度であろう。

以上のような古第三系下部の時空分布を総合すれば、空知-エゾ帯では晩新世以降、おそらくは 5 Ma 以下の時間間隔を挟んで宇津内川層、羽幌層、石狩層群が順次堆積したが、宇津内川層および羽幌層と同時代の地層は現在までに他に知られておらず、それらの時代の堆積作用は地域的に限られたものであったことが推察される。

近年、空知-エゾ帯の東方の日高帯 (君波ほか, 1986) においても、付加体を構成する古第三紀初期の堆積岩類の存在が各地で明らかにされ、構造発達史上の意義が論じられている (例えば、七山, 1992; 植田ほか, 1993)。このようにさまざまな地質条件下で形成された古第三系の年代を精密に求めることは、北海道の地史の解明に重要な基礎を提供するものであるが、空知-エゾ帯の各地に分布する古第三紀夾炭層のような非海成～浅海成層においては粗粒岩相が発達し海生微化石の産出に乏しいため、その年代を決定することは一般に容易ではない。今回渦鞭毛藻化石と花粉化石の利用により羽幌層

の年代が精度よく求められたことは、同様な層相を有する他の古第三系の年代決定に新たな可能性を開くものといえる。

羽幌層の堆積環境

従来本層からの産出化石は陸上植物化石 (Tanai, 1961)・花粉化石 (Sato, 1963)・淡水生の貝化石 (松野・木野, 1960; 山口・松野, 1963) が知られ、また筆者らの調査では羽幌層のごく一部から底生有孔虫 *Bathysiphon* sp., *Hypocreppina* sp. のわずかな産出も認められているものの、同層の堆積場への海洋の影響の詳細は不明であった。今回羽幌層の多くの層準から得られた渦鞭毛藻化石はすべて海生種であり、渦鞭毛藻化石産出層の堆積環境は海水の影響下 (少なくとも汽水域ないしはより海側) であることが明らかである。また渦鞭毛藻化石を産するような泥質岩層では、露頭において弱い生物擾乱がしばしば認められ、それらが海成層であることを支持している。本層が石炭層を数層準に挟有する夾炭層であること、花粉化石が湿地性の植生や淡水の影響を示すことを考慮すれば、本層は湿地を伴う海岸付近で堆積したもので、そのかなりの部分が海成堆積物で構成されていると考えられる。この事実は、当時の古地理を考察する上で重要な情報を与えるものである。

現世堆積物の分析によれば、渦鞭毛藻化石は内湾・浅海域から外洋にいたる広範な海域の堆積物中に含まれており (例えば、Harland, 1983)、古環境指標としての潜在的能力は高い。羽幌層からの渦鞭毛藻化石の産出は、ごく浅い海成相が卓越し、他の海生微化石の産出に乏しい層相において、渦鞭毛藻化石が海成堆積環境の示相化石として利用価値が高いことを示す良い例である。今後生層序のみならず古環境解析やシーケンス層序解釈等の面で、さらに渦鞭毛藻化石の実用的な利用の広がることが期待される。

ま と め

- 1) 北海道羽幌地域の築別背斜東翼に露出する羽幌層のほぼ全層準から、年代推定に有用な渦鞭毛藻化石・花粉化石を検出した。これらの微化石の示す羽幌層の年代は、後期晩新世後期ないし前期始新世前期である。この結果は既存の放射年代値とも概ね一致する。
- 2) 北海道中央部には夾炭古第三系が広く分布しているが、今回得られた羽幌層の年代は知られる限りそれらの地層のうちで最も古い年代を示す。このことは、この地域の古第三紀夾炭層の堆積盆が、遅くとも始新世最初期までに形成されていたことを示唆する。
- 3) 渦鞭毛藻化石の産状から考えて、築別背斜地域の羽幌層は、かなりの程度海成環境下で形成されたと推定できる。
- 4) 北海道中央部における夾炭第三系の精密な年代対比は今後の課題であり、この地域の新生代地史のさらなる解明にとって重要な鍵である。今回、海成相を含む地層であれば、花粉化石分析と渦鞭毛藻化石分析の組み合わせが夾炭層の年代決定に有効であることが確かめられた。今後同様な調査を各地で進めることにより、精密な年代対

比に貢献できるものと考えられる。

謝 辞：石油資源開発株式会社には本稿の公表を許可いただき、同社の専務取締役役員平忠實博士はじめ猪間明俊博士、老田絃一氏、浅川 忠博士、米谷盛壽郎博士、秋葉文雄氏には本稿の作成にあたり多くのご助言をいただいた。地表調査・試料採取は増田健介・大久保肇・佐藤隆一・沢田洋海・時田和仁の各氏に、羽幌層の有孔虫化石分析は一ノ関鉄郎氏に、野田層群の花粉化石分析は嶋崎統五氏に、それぞれご協力いただいた。堆積相解釈について高野 修氏より有益なご教示をいただいた。卓抜した試料前処理は三浦亜洋子氏による。以上の方々に衷心よりの謝意を表す。

〔付記〕 同定した種のリスト

花粉化石：*Liquidambarpollenites orientalisformis* Nagy, 1969；*Liquidambarpollenites styracifluaformis* Nagy, 1969；*Lonicerapollis major* Zhou, 1975；*Pistillipollenites mcgregorii* Rouse, 1962；*Paraalnipollenites alterniporus* (Simpson, 1961) Srivastava, 1975；*Reevesiapollis* sp.；*Saxonipollis* sp.；*Tsugaepollenites igniculus* f. *major* (Potonié, 1951) Potonié, 1958；*Ulmoideipites krempii* Anderson, 1960；*Ulmoideipites tricostatus* Anderson, 1960
渦鞭毛藻化石：*Achomosphaera ramulifera* (Deflandre, 1937) Evitt, 1963；*Alisocysta* sp.2 of Heilmann-Clausen, 1985；*Alterbidinium* sp. cf. *A. minus* (Alberti, 1959) Lentin and Williams, 1985；*Apectodinium hyperacanthum* (Cookson and Eisenack, 1965) Lentin and Williams, 1977；*Areoligera coronata* (O. Wetzel, 1933) Lejeune-Carpentier, 1938；*Cannosphaeropsis utinensis* O. Wetzel, 1933；*Cerodinium depressum* ? (Morgenroth, 1966) Lentin and Williams, 1987；*Cerodinium diebelii* (Alberti, 1959) Lentin and Williams, 1987；*Cerodinium speciosum glabrum* (Gocht, 1969) Lentin and Williams, 1987；*Cerodinium speciosum speciosum* (Alberti, 1959) Lentin and Williams, 1987；*Cordosphaeridium fibrospinosum* Davey and Williams, 1966；*Deflandrea robusta* Deflandre and Cookson, 1955；*Deflandrea truncata* Stover, 1974；*Glaphyrocysta pastielsii* (Deflandre and Cookson, 1955) Stover and Evitt, 1978；*Homotryblium tenuispinosum* Davey and Williams, 1966；*Hystriocholpoma salacium* Eaton, 1976；*Impagidinium* sp. 1 of Heilmann - Clausen, 1985；*Isabelidinium cingulatum* Wilson, 1988；*Isabelidinium cooksoniae* (Alberti, 1959) Lentin and Williams, 1977；*Isabelidinium* sp. cf. *I. microarmum* (McIntyre, 1975) Lentin and Williams, 1977；*Laciniadinium* sp.；*Manumiella druggii* (Stover, 1974) Bujak and Davies, 1983；*Pyxidiniopsis* sp. cf. *P. crassimurata* Wilson, 1988；*Senegalinium* ? *dilwynense* (Cookson and Eisenack, 1965) Stover and Evitt, 1978；*Spinidinium densispinatum* Stanley, 1965；*Spiniferites pseudofurcatus* (Klumpp, 1953) Sarjeant, 1970；*Spiniferites ramosus granosus* (Davey and

Williams, 1966) Lentin and Williams, 1973；*Spiniferites ramosus ramosus* (Ehrenberg, 1838) Loeblich and Loeblich, 1966；*Trinovantedinium boreale* Bujak, 1984；*Trithyrodinium evittii* Drugg, 1967；*Vozzhennikovia angulata* Wilson, 1988

文 献

- Berggren, W.A., Kent, D.V., Flynn, J.J. and Van Couvering, J.A., 1985, Cenozoic geochronology. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **96**, 1407-1418.
Cavalier, C. and Pomerol, C., 1986, Stratigraphy of the Palaeogene. *Bulletin de la Societe Geologique de France*, **11**, 255-265.
Costa, L.I. and Downie, C., 1979, The Wetzeliellaceae；Palaeogene dinoflagellates. *IVth International Palynological Conference, Lucknow (1976-1977)*, **2**, 34-43.
Guan Xue-ting, Fan Hui-ping, Song Zhi-chen and Zheng Ya-hui, 1989, *Researches on Late Cenozoic palynology of the Bohai Sea. Cenozoic-Mesozoic Palaeontology and Stratigraphy of East China, Series 4*, Nanjing University Press, 152 p.*
Hag, B.U., Hardenbol, J. and Vail, P.R., 1987, Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, **235**, 1156-1167.
Harker, S.D., Sarjeant, W.A.S. and Caldwell, W.G.E., 1990, Late Cretaceous (Campanian) organic-walled microplankton from the Interior Plains of Canada, Wyoming and Texas：biostratigraphy, palaeontology and palaeoenvironmental interpretation. *Palaeontographica, Abt.B*, **219**, 1-243.
Harland, R., 1983, Distribution maps of recent dinoflagellate cysts in bottom sediments from the North Atlantic Ocean and adjacent seas. *Palaeontology*, **26**, 321-387.
秦 光男・柳沢幸夫・沢村孝之助, 1988, 北海道羽幌地域の三毛別層の地質年代について. 日本地質学会第95年学術大会演旨, 139.
服部幸雄, 1965, 北海道築別炭礫の原の沢層よりアンモナイト類産出. 地質雑, **71**, 149-151.
Heilmann-Clausen, C., 1985, Dinoflagellate stratigraphy of the uppermost Danian to Ypresian in the Viborg 1 borehole, central Jylland, Denmark. *Danmarks geologiske undersogelse*, **7**, 69 p.
保柳康一・松井 愈, 1985, 北海道羽幌地域第三系, 三毛別層の K-Ar 年代. 地球科学, **39**, 74-77.
Hu Zhongheng and Sarjeant, W.A.S., 1992, Cenozoic spore-pollen assemblage zones from the shelf of the East China Sea. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **72**, 103-118.
Ioannides, N.S. and McIntyre, D.J., 1980, A preliminary palynological study of the Caribou Hills outcrop section along the Mackenzie River, District of Mackenzie. *Geological Survey of Canada, Paper*, **80-1 A**, 197-208.
君波和雄・小松正幸・新井田清信・紀藤典夫, 1986, 北海道中生界の構造区分と層序. 地団研専報, no. 31, 1-15.
栗田裕司・松岡數充, 1991 a, 北海道夕張地域, 幌内層・紅葉山層の渦鞭毛藻化石群集. 日本古生物学会 1991 年年会予稿集, 44.
———, 1991 b, 北海道白糠丘陵地域, 古第三系の渦鞭毛藻化石群集. 日本古生物学会第 140 回例会予稿集, 25.
———・一ノ関鉄郎・平松 力, 1992, 北海道羽幌地域の三毛別層と羽幌層の地質年代. 地質雑, **98**, 259-266.
米谷盛壽郎・古田土俊夫・生路幸生・嶋崎統五, 1982, 天北一築別・羽幌両地域の第三系微化石層序の問題—特に曲淵層, 三毛別層の時代—. 棚井敏雅 (編), 北海道新第三系の諸問題, 北海道大学, 23-32.
Martini, E., 1971, Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In Farinacci, A., ed., *Proceedings of the Second Planktonic Conference*. Edizioni Tecnoscienza, Rome, 739-785.
松野久也・木野義人, 1960, 5 万分の 1 地質図幅「築別炭礫」および同説明書. 北海道開発庁, 43 p.
松岡數充, 1984, 渦鞭毛藻化石からみた三毛別層の時代. 斎藤常正・

- 岡田尚武・海保邦夫(編), 日本の古第三系の生層序と国際対比, 山形大学, 65-68.
- , 1991, 渦鞭毛藻化石群集からみた対馬における完新世(約10,000年間)の海洋環境の変遷. 伊藤・松岡(編), 「対馬暖流域の生物地理」報告書, 長崎大学, 15-24.
- McIntyre, D.J., 1989, Paleocene palynoflora from northern Somerset Island, District of Franklin, N.W.T. *Geological Survey of Canada, Paper*, 89-1G, 191-197.
- Mohr, B.A.R., 1984, Die Mikroflora der Obermiozän bis Unterpliozän Deckschichten der Rheinischen Braunkohle. *Palaeontographica, Abt.B*, 191, 29-133.
- Moshkovitz, S. and Habib, D., 1993, Calcareous nannofossil and dinoflagellate stratigraphy of the Cretaceous-Tertiary boundary, Alabama and Georgia. *Micropal.*, 39, 167-191.
- 七山 太, 1992, 北海道中軸南部, “中の川層群”の層序と岩相. 地質雑, 98, 1041-1059.
- 野田芳和, 1989, 築別・三毛別動物群. 日本地質学会第96年学術大会演旨, 209.
- , 1992, 北海道羽幌炭田地域の三毛別層について. 日本地質学会第99年学術大会演旨, 169.
- Noda, Y., 1992, Neogene molluscan faunas from the Haboro coal-field, Hokkaido, Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser.(Geol.)*, 62, 1-140.
- Norris, G., 1986, Systematic and stratigraphic palynology of Eocene to Pliocene strata in the Imperial Nuktak C-22 well, Mackenzie Delta region, District of Mackenzie, N.W.T. *Geological Survey of Canada, Bulletin*, 340, 1-89.
- 小笠原憲四郎・小高民夫・増田孝一郎・野田芳和, 1982, 北海道新第三系貝類化石群の概要と諸問題. 棚井敏雅(編), 北海道第三系の諸問題, 北海道大学, 3-13.
- 岡田尚武, 1981, 石灰質ナノ化石による三毛別層と幌内層の堆積年代の推定. 棚井敏雅(編), 北海道の新第三系の生層序 研究連絡紙, 1, 12-13.
- Okada, H. and Kaiho, K., 1992, Paleogene calcareous nannofossils from Hokkaido, Japan. In Ishizaki, K. and Saito, T., eds., *Centenary of Japanese Micropaleontology*. Terra Scientific Publishing, Tokyo, 461-471.
- 尾崎正紀, 1992, 日本における古第三紀植物群の変遷と古気候変化. 地調月報, 43, 69-85.
- Planning Research Institute for Petroleum Exploration and Development, Ministry of Petro-Chemical Industry, and Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica, 1978 eds., *Early Tertiary spores and pollen grains from the coastal region of Bohai*. Science Press, Beijing, 177 p.* (本文中には Planning Research Institute, 1978, として引用)
- Powell, A.J., 1988, A modified dinoflagellate cyst biozonation for latest Palaeocene and earliest Eocene sediments from the central North Sea. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 56, 327-344.
- , 1992 ed., *A stratigraphic index of dinoflagellate cysts*. Chapman and Hall, London, 290 p.
- Sarjeant, W.A.S., 1986, A restudy of Pastiels' (1948) dinoflagellate cysts from the Early Eocene of Belgium. *Bull. inst. r. Sci. nat. Belg. : Science de la Terre*, 56, 5-43.
- Sato, S., 1963, Palynological study on Miocene sediments of Hokkaido, Japan. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser.IV*, 12, 1-110.
- 佐藤誠司, 1970, 北海道中軸部の中新統の対比—とくに海成堆積物の花粉分析に基づいて—. 地質雑, 76, 283-301.
- , 1982, 北海道北部羽幌地域の羽幌層および三毛別層の層準. 棚井敏雅(編), 北海道新第三系の諸問題, 北海道大学, 57-62.
- Sun Mengrong, Sun Xiuyu, Zhao Yingniang, Wang Daning, Li Zengrui, Hu Zhongheng, Zu Jinrong and Mei Pengfei, 1989, Description of the Palaeontology, I. Sporopollen. In Research Party of Marine Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources, and Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, eds., *Cenozoic Paleobiota of the continental shelf of the East China Sea (Donghai), Micropaleobotanical Volume*. Geological Publishing House, Beijing, 6-111.*
- Sweet, A.R. and McIntyre, D.J., 1988, Late Turonian marine and nonmarine palynomorphs from the Cardium Formation, north-central Alberta Foothills, Canada. In James, D.P. and Leckie, D.A., eds., *Sequences, Stratigraphy, Sedimentology: Surface and Subsurface*. Can. Soc. Petrol. Geol. Mem., 15, 499-516.
- Takahashi, K., 1991, Palynological study of the Akkeshi and Tokotan Formations of the Nemuro Group, eastern Hokkaido. *Bull. Fac. Lib. Arts, Nagasaki Univ., Nat. Sci.*, 31, 169-513.
- 高山俊昭, 1982, 築別川ルートの石灰質ナノ化石. 棚井敏雅(編), 北海道新第三系の諸問題, 北海道大学, 53-56.
- Tanai, T., 1961, Neogene floral change in Japan. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser.IV*, 11, 119-398.
- 棚井敏雅, 1982, 北海道の新第三紀生層序研究の今後の課題. 棚井敏雅(編), 北海道新第三系の諸問題, 北海道大学, 81-90.
- , 1986, 日本の古第三紀植物相の変遷. 棚井敏雅(編), 日本の白亜紀後期-第三紀初期における植物相変遷史の研究, 研究成果報告書, 北海道大学, 4-11.
- 天然ガス鉱業会, 1992, 日本の石油・天然ガス資源, 改訂版. 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会, 520 p.
- Traverse, A., 1988, *Palaeopalynology*. Unwyn Hyman, Boston, 600 p.
- 植田勇人・川村信人・岩田圭示, 1993, 北海道中軸部イドンナップ帯からの晩新世放散虫化石の産出. 地質雑, 99, 565-568.
- Williams, G.L. and Bujak, J.P., 1985, Mesozoic and Cenozoic dinoflagellates. In Bolli, H.M., Saunders, J.B. and Perch-Nielsen, K., eds., *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, Cambridge, 847-964.
- Wilson, G.J., 1988, Paleocene and Eocene dinoflagellate cysts from Waipawa, Hawkes Bay, New Zealand. *New Zealand Geol. Surv. Paleont. Bull.*, 57, 96 p.
- Wrenn, J.H. and Hart, G.F., 1988, Paleogene dinoflagellate cyst biostratigraphy of Seymour Island, Antarctica. *Geol. Soc. Amer. Mem.*, 169, 321-447.
- 山口昇一・松野久也, 1963, 5万分の1地質図幅「三溪」および同説明書. 地質調査所, 50 p.
- Yasuda, H., 1986, Cretaceous and Paleocene Foraminifera from northern Hokkaido, Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser.(Geol.)*, 57, 1-101.

*: in Chinese with English abstract.

(要 旨)

栗田裕司・小布施明子, 1994, 北海道北部, 羽幌層の古第三紀渦鞭毛藻化石・花粉化石とその地質年代および堆積環境. 地質雑, 100, 292-301. (Kurita, H. and Obuse, A., 1994, Paleogene dinoflagellate cysts and pollen from the Haboro Formation, northern central Hokkaido, Japan, and their chronostratigraphic and paleoenvironmental implications. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 100, 292-301.)

北海道中央部羽幌地域の第三系最下部層である羽幌層から新たに検出した渦鞭毛藻化石および花粉化石を検討した結果, 本層の年代は後期晩新世後期～前期始新世前期であることが明らかとなった. この結論は従来羽幌層から得られているフィッシュン・トラック年代値とおおむね調和的である. この年代は北海道中央部に広く分布する夾炭古第三系のなかでは最も古いものであり, この地域の夾炭古第三系堆積盆の形成時期が少なくとも前期始新世前期までさかのぼることを示唆している. また夾炭層である羽幌層の多くの層準から海生渦鞭毛藻化石が産出したことは, 本層のかなりの部分が海成堆積物で構成されており, 当時の堆積場が海洋と通じていたことを示す.