

北海道穂別地域に分布するセノマニアン-チューロニアン階の浮遊性有孔虫層序

Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Cenomanian-Turonian sequence in the Hobetsu area, Hokkaido, Japan

Abstract

山本真也* 長谷川卓*

Shinya Yamamoto* and
Takashi Hasegawa*

2005年3月28日受付.

2006年2月17日受理.

* 金沢大学大学院自然科学研究科

Graduate school of Natural Science and Technology, Kanazawa University, Kakuma, Kanazawa, 920-1192, Japan

Corresponding author; S. Yamamoto,
shinya@earth.s.kanazawa-u.ac.jp

Continuous occurrence of international planktonic foraminiferal index species was recognized in the Middle to Upper Turonian successions in the Hobetsu area, Hokkaido, Japan. It enables us to assume the stratigraphic position of the upper limit of the *Helvetoglobotruncana helvetica* Zone, an important planktonic foraminiferal zonal boundary. *Helvetoglobotruncana praehelvetica*, *Marginotruncana pseudolinneiana*, and *Praeglobotruncana gibba*, which are also internationally recognizable species, occur associated with *Helvetoglobotruncana helvetica*. This association indicates that stratigraphic top of the Kajiyanosawa route should be assigned to close to the top of the total range of *Helvetoglobotruncana helvetica*. Correlation of the carbon isotope fluctuation through the Kajiyanosawa route with that of well-studied sections supports our chronostratigraphic interpretation from planktonic foraminiferal biostratigraphy

Concurrence of genus *Archaeoglobigerina* with *Helvetoglobotruncana helvetica* in the Middle Turonian of this area demonstrates that the timing of the first appearance of *Archaeoglobigerina* is older than previous known.

Key words: planktonic foraminifera, *Helvetoglobotruncana helvetica*, biostratigraphy, carbon isotope, Cenomanian, Turonian, Cretaceous, Yezo Group, Hobetsu, Hokkaido

はじめに

白亜紀から始新世初頭にかけては、地球が非常に温暖化した時代であったと考えられており（例えば、Frakes, 1999; Zachos et al., 2001）、現世に最も近い温暖期（warm mode; Frakes et al., 1992）であることから当時の古環境を復元しようとする試みは様々な側面から行われてきた。それらの研究の基礎となる化石層序は模式地が存在するヨーロッパや北米で確立されてきた。Hardenbol et al. (1998) は中生界の大型化石層序及び微化石層序を総括し、海水準変動曲線やストロンチウム同位体比曲線との関係を示し、各バイオイイベントに対応する放射年代の値まで示している。一方、北海道に分布する白亜系の蝦夷層群は、堆積速度が速いので北西太平洋域における古環境に関するデータを千年オーダーで解析し得る可能性がある。ただし、それを活かすためには精度の高い国際対比を行うことが大前提となる。蝦夷層群は微化石を豊富に含み、アンモナイトやイノセラムスなどの大型化石もよく産出する海成層であり、Matsumoto (1942, 1943) 以来これらを用いた層序学的研究は盛んに行われてきた (Takayanagi, 1960; Toshimitsu and Maiya, 1986; 松本ほか, 1991; 西田ほか, 1992; Hasegawa, 1999 など)。利光ほか

(1995) は、本邦上部白亜系における大型化石、微化石、古地磁気の統合層序を提案した。この統合層序は亜階レベルでの国際対比を目指した試みであったが、産出の稀な種や地域的に限定されている種が年代指標種に含まれているという点では問題が残っている。

また、この十年間では炭素同位体比曲線という新たな対比ツールが登場し、その国際対比への有用性の議論が高まっている。Voigt (2000) は、ヨーロッパにおける Cenomanian-Turonian 階の炭酸塩炭素同位体比データを総括し、得られた統合炭素同位体比曲線、大型化石層序、放射年代値の詳細な関係を示した。Wiese and Kaplan (2001) は、北ドイツを中心とした地域の Middle/Upper Turonian 亜階境界付近での詳細な炭素同位体の変動を明らかにした上で、それらの対比から、境界の指標種となり得るいくつかの大型化石の初出現層準の差異について議論した。これらのヨーロッパにおける研究は、詳細な炭素同位体比層序を明らかにすることで従来の生層序では成し得なかった高精度かつ正確な地域間の対比が可能であることを示している。蝦夷層群における炭素同位体比の研究は、陸上高等植物起源の有機炭素を用いて、Cenomanian/Turonian 階境界を含む大夕張地域と達布地域で初めて報告された (Hasegawa and Saito, 1993)。その後

の研究で Cenomanian 期から Maastrichtian 期までの後期白亜紀全般にわたって陸源有機炭素と、ヨーロッパで報告されている炭酸塩の炭素同位体の長期的変動パターンがよく一致することが北海道やサハリンで示された。これは、両者の炭素同位体比が大気・海洋系中の CO₂ の炭素同位体比変動によって支配されていたためであると考えられている (Hasegawa, 1997; Hasegawa et al., 2003)。Cenomanian/Turonian 階境界では、炭素同位体比が顕著な正のエクスカージョンを示すので、この層準を化学的鍵層として用い、高精度国際対比がなされている (Hasegawa and Hatsugai, 2000)。最近では、Middle Turonian 期以降でも化学的鍵層となり得る炭素同位体比イベントが明らかになりつつある (Hasegawa, 2003b; 土屋ほか, 2003)。これら 2 つの研究は、大型化石に基づいて地域内・地域間対比を行っているが、大型化石種 (特に *Inoceramus hobetsensis*) の産出期間が比較的長いこと、化石帯の指標種の産出頻度が低い層位範囲があること、ヨーロッパとの共通種が稀にしか産しないことを考えると、Wiese and Kaplan (2001) に示された規模の小さい複数の同位体比イベントの内のどれか一つを蝦夷層群の Middle-Upper Turonian 亜階で見られるイベントに対応させるには現時点では不十分である。国際対比という観点では、大型化石 (アンモナイト、イノセラムスなどの二枚貝類) よりも連続的に年代指標種を産する微化石による詳細な生層序を確立し、それをを用いた年代補正を行った上で化学的鍵層となり得る炭素同位体比イベントを検証する必要がある。

大夕張地域では、本山ほか (1991)、平野ほか (1981) や Hasegawa (1999) などによって Cenomanian 階から Upper Turonian 亜階にかけて生層序学的研究がなされたが、その南方に位置する穂別地域では、この層位範囲にわたる系統的な生層序の研究はなされてこなかった。Cenomanian 階から Upper Turonian 亜階は大夕張から穂別に向かって一般にタービダイト砂岩の挟在が少なくなっていき、より沖合的な相を示しており (本山ほか, 1991; 高橋ほか, 2002 など)、深い水深にニッチェを持つ示準種となる浮遊性有孔虫の産出する可能性も高い。

これらの現状を踏まえて本研究では、同地域の浮遊性有孔虫層序のうち年代示準種を用いて浮遊性有孔虫帯区分を試みた。特に Middle-Upper Turonian 亜階で重要な年代面が確認されたので報告する。そして、蝦夷層群における既報の浮遊性有孔虫層序や共産する大型化石との対応関係を議論し、生層序におけるいくつかの問題点を示す。また、予察的ではあるが、同時に炭素同位体比も測定し、ヨーロッパにおける炭素同位体比曲線と対比が可能かどうか検討した。

地質概説

穂別北部地域 (Fig. 1) に分布する白亜系は、高橋・和田 (1985) により中部蝦夷層群主部層と最上部層 (佐久層)、上部蝦夷層群及び函淵層群と区分された。その後、中・上部蝦夷層群については松本らが大型化石による検討を報告し (松本ほか, 1989)、高橋ほか (2002) で稲里層、ヌタボマナイ層、長和層が定義されている。本研究における層序区分は

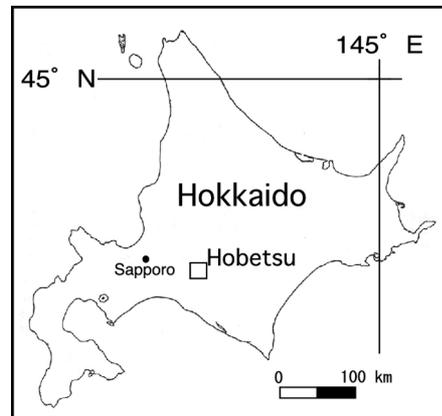


Fig. 1. Index map showing location of the Hobetsu area.

基本的に高橋ほか (2002) に従う。しかし、彼らがヌタボマナイ層に用いた「下部層」・「主部層」は地層命名規約にのっとった正式な部層の定義ではないので、本研究ではヌタボマナイ層「下部」・「主部」と表記する。本山ほか (1991) は穂別地域に隣接の大夕張地域において、それまでの中・上部蝦夷層群 (Matsumoto, 1942, 1943) の岩相は一連整合であることから、両層群を一括して蝦夷層群と呼んだ。穂別地域でも同様の理由から一括名称としての「蝦夷層群」を用いる。

本研究では、野外調査に基づいて地質構造が明瞭で連続的な露出を持つ穂別ダム南に位置する枝沢 (以下、穂別ダム南の沢と記述) ルートと鍛冶屋の沢ルートの 2 つを選択した。穂別ダム南の沢 (Fig. 2c) に分布する稲里層は、NW-SE の走向を持ち、北東に 54 ~ 80° で傾斜している。岩相は、青灰色の塊状泥岩で、稀に数 mm の凝灰岩薄層が挟在する。一方、鍛冶屋の沢ルート (Fig. 2b) に連続して露出するヌタボマナイ層は、NW-SE の走向を持ち、北東におよそ 40° で傾斜している。ヌタボマナイ層は高橋ほか (2002) によって「主部」と「下部」に分けられており、「下部」は帯緑色砂岩と凝灰質シルト岩の互層からなっている。高橋ほか (2002) では記載されていないが、「下部」の最上部には細粒から中粒の層厚約 40 m の帯緑色砂岩が挟在し、登川峠付近の尾根を形成している。また、「主部」は葉理の発達した砂質シルト岩が卓越し、数 mm の白色粘土化した凝灰岩薄層が頻繁に挟在する。一部は凝灰質シルト岩に漸移するが、上部に向かい細粒化する傾向がある。鍛冶屋の沢ルートでは、地層は概して東に傾斜する同斜構造で分布するが、「主部」の下部には小褶曲による繰り返しが確認された (Fig. 2d)。また、前述の繰り返しより下位では地層と地表面がほぼ同じ傾きであるために、同一層準が連続して分布している。ヌタボマナイ層「下部」に尾根があり、露出が不良のため連続セクションにおける試料採取はできなかったが、ヌタボマナイ層「下部」を追跡し、2 つのルートにおける層序の上下関係を明らかにした。ヌタボマナイ層「下部」の分布は地形的にも明瞭に現れており、少なくとも穂別ダム西岸まで南に連続していることを確認している。

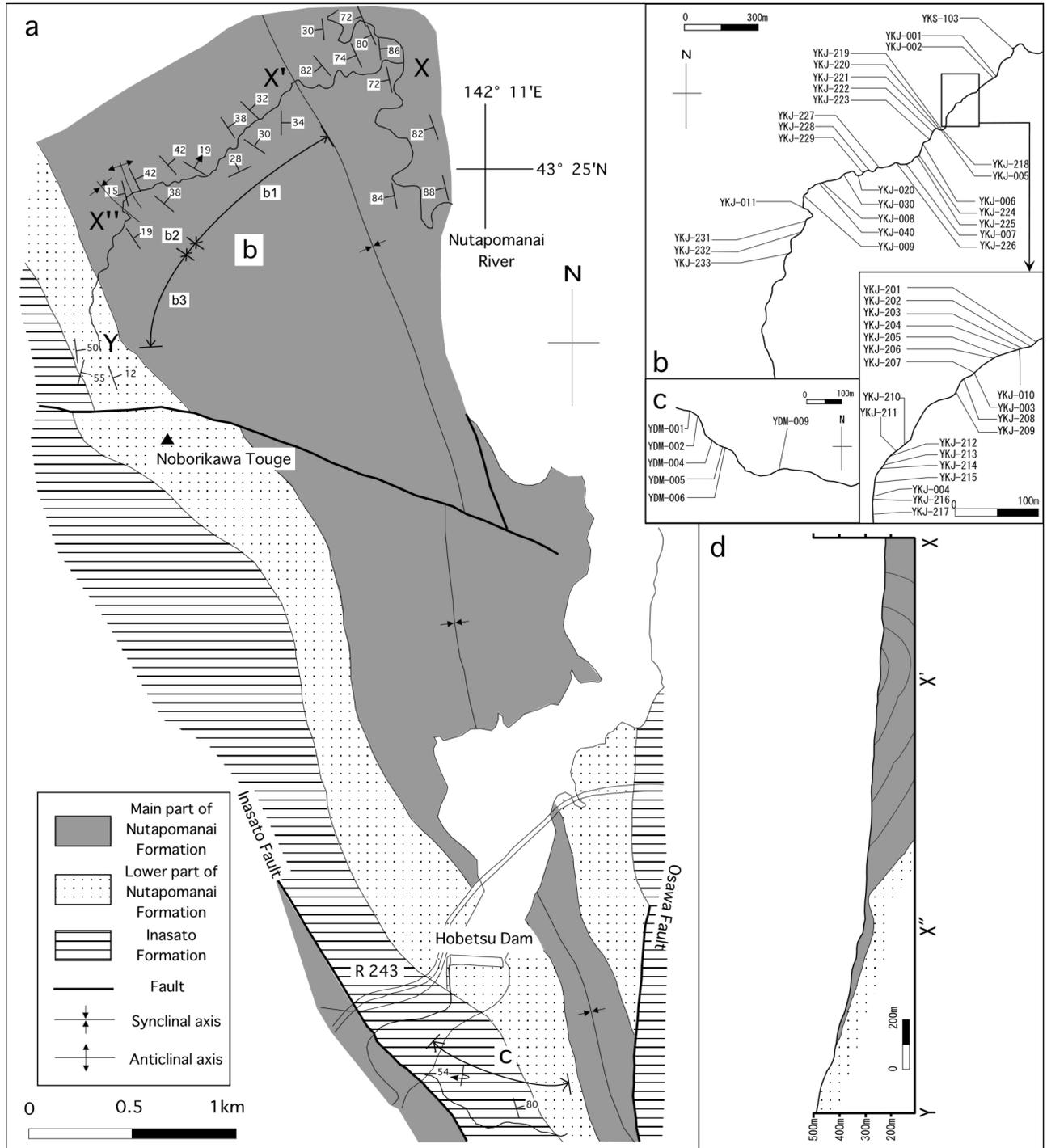


Fig. 2. Map (a) showing locality of selected two routes studied (b and c). Distribution of lithostratigraphic units are modified after Takahashi et al. (2002) with our original data. b, c: Maps showing sampling localities in the Hobetsu area; b: the Kajiyanosawa route, c: the route of a tributary of the Hobetsu River located south of the Hobetsu dam site. d: Geologic cross section along the Kajiyanosawa (b).

試料・手法

1. 大型化石

大型化石サンプルは鍛冶屋の沢から採取した。ノジュールおよび母岩から直接得たイノセラムスについて、層位分布図に示した (Fig. 3)。

2. 浮遊性有孔虫処理用試料

浮遊性有孔虫分析用の試料は、鍛冶屋の沢及び穂別ダム南の沢から採取した (Fig. 2a)。試料間の平均的な層序学的間隔は 20 ~ 50 m である。ヌタポマナイ層「主部」の上部では特に細粒な岩相であり、浮遊性有孔虫が良好に保存されていることが予想されたため、該当区間では 2 ~ 10 m 間隔で

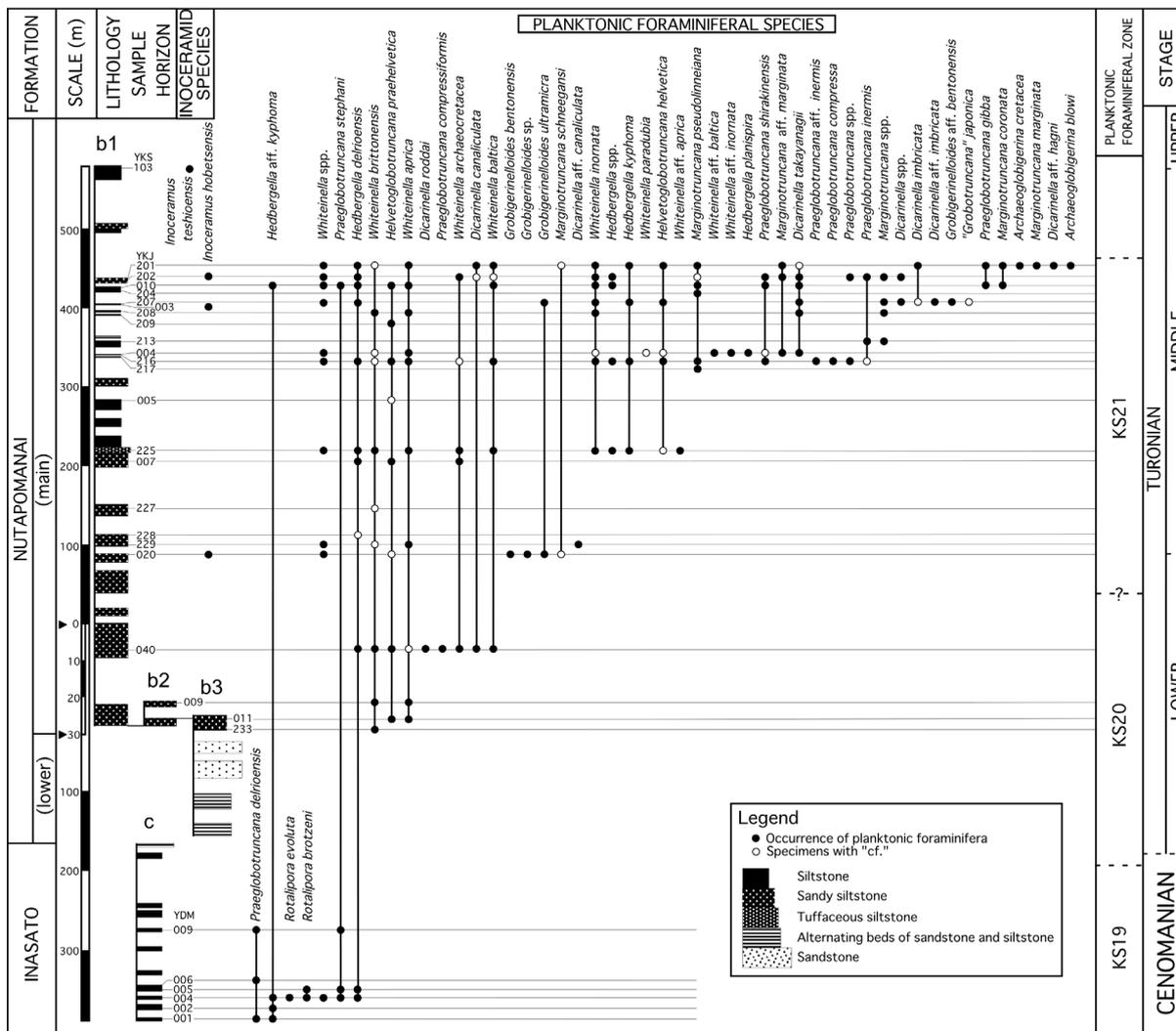


Fig. 3. Stratigraphic distribution of inoceramid species (left hand) and planktonic foraminiferal species (right hand) along two studied routes in the Hobetsu area. Designations at the top of each column (b1, b2, etc) correspond to those of the routes indicated in Fig. 2. Note that the scale is changed between the solid triangles.

試料を採取した。各々の試料につき乾燥重量で約 240 g を直径 1 cm 以下の小片に砕いた後、約 60 °C のオーブンで乾燥させ、硫酸ナトリウム-ナフサ法 (米谷・井上, 1973) を用いて処理し、200 メッシュの篩で水洗し乾燥させた。残渣のうち 80 メッシュより大きい個体について実体顕微鏡を用いて全ての浮遊性有孔虫を拾い出した。

3. 炭素同位体比分析用試料

炭素同位体比分析用の試料は、鍛冶屋の沢から採取した泥岩で浮遊性有孔虫処理に用いたものと同一試料である。

試料はマイクログラインダーを用いて粉末化し、5N の塩酸に 24 時間浸し、炭酸塩を除去した。その後、遠心分離機を用いて酸の除去を行った。乾燥試料は、錫カップに約 8 mg 秤量し、NBS19 を用いてキャリブレーションされている米国インディアナ大学地質科学教室生物地球化学研究室設置の Costech 社製 TC/EA 元素分析装置直結の連続フロー型質量分析装置 ThermoFinnigan 社製 Delta Plus XP にて分析

した。このとき、有機物含有量 (TOC) についても同時に分析値が得られた。分析値は以下の式で PDB 標準試料に対する $\delta^{13}\text{C}$ 値として示した。

$$\delta^{13}\text{C} = \left\{ \left(\frac{^{13}\text{C}/^{12}\text{C}}{^{13}\text{C}/^{12}\text{C}} \right)_{\text{sample}} / \left(\frac{^{13}\text{C}/^{12}\text{C}}{^{13}\text{C}/^{12}\text{C}} \right)_{\text{standard}} - 1 \right\} \times 1000$$

測定された同位体比は、同位体比が既知である研究室内標準試料 (アセトアニリド) を 16 試料に 1 回の割合で分析し補正を行った。標準試料の分析精度 (2σ) は 0.03 ‰ 以下であった。試料分析は 2 回行い、その再現性は分析精度内に収まっていた。2 回測定の平均値をもって議論に用いるデータとした。

採取した泥岩試料の中で任意に選択した 12 試料は、Bustin et al. (1983) の標準処理手順に従い、破碎した泥岩をペレット化し研磨した後、MPV-2 顕微鏡下で白色光および蛍光を用いて有機物組成を確認した。

Table 1. Stratigraphic occurrences of planktonic foraminifera in the Hobetsu area. Symbols denote the number of specimens included in each 240 g rock sample. VA: > 21 specimens, A: 10-20, C: 6-9, F: 3-5, R: 1 or 2. "1/2", "1/4" or "1/8" written under total number mean that 1/2, 1/4 or 1/8 fraction of residues were examined. The abundance of those samples are adjusted as converted number for 240g equivalent. The occurrences shown with parentheses are for specimens of which specific name can only be given with "cf."

Species	Sample No.	YDM 001	YDM 002	YDM 004	YDM 005	YDM 006	YDM 009	YKJ 233	YKJ 011	YKJ 009	YKJ 040	YKJ 020	YKJ 229	YKJ 228	YKJ 227	YKJ 007	YKJ 225	YKJ 005	YKJ 217	YKJ 216	YKJ 004	YKJ 213	YKJ 211	YKJ 209	YKJ 208	YKJ 207	YKJ 204	YKJ 010	YKJ 202	YKJ 201	YKJ 001					
<i>Whitella</i>																																				
<i>archaeocretacea</i>																																				
<i>W.</i>	<i>aprica</i>																																			
<i>W.</i>	aff. <i>aprica</i>																																			
<i>W.</i>	<i>brittonensis</i>																																			
<i>W.</i>	<i>ballica</i>																																			
<i>W.</i>	aff. <i>ballica</i>																																			
<i>W.</i>	<i>inomata</i>																																			
<i>W.</i>	aff. <i>inomata</i>																																			
<i>W.</i>	<i>paradubia</i>																																			
<i>W.</i>	spp.																																			
<i>Archeoglobigerina</i>	<i>cretacea</i>																																			
<i>A.</i>	<i>blowi</i>																																			
<i>Hedbergella</i>	<i>dellioensis</i>																																			
<i>H.</i>	<i>planispira</i>																																			
<i>H.</i>	<i>kyphoma</i>																																			
<i>H.</i>	aff. <i>kyphoma</i>																																			
<i>H.</i>	sp.																																			
<i>Dicranella</i>	<i>canaliculata</i>																																			
<i>D.</i>	aff. <i>canaliculata</i>																																			
<i>D.</i>	<i>hagni</i>																																			
<i>D.</i>	aff. <i>hagni</i>																																			
<i>D.</i>	<i>imbricata</i>																																			
<i>D.</i>	aff. <i>imbricata</i>																																			
<i>D.</i>	<i>roddei</i>																																			
<i>D.</i>	<i>takayanagi</i>																																			
<i>D.</i>	spp.																																			
<i>Pragelobotruncana</i>	<i>compressiformis</i>																																			
<i>P.</i>	<i>compressa</i>																																			
<i>P.</i>	<i>dellioensis</i>																																			
<i>P.</i>	<i>gibba</i>																																			
<i>P.</i>	<i>stephani</i>																																			
<i>P.</i>	<i>shirakimensis</i>																																			
<i>P.</i>	<i>inermis</i>																																			
<i>P.</i>	aff. <i>inermis</i>																																			
<i>P.</i>	spp.																																			
<i>Helvetoglobotruncana</i>	<i>praehelvetica</i>																																			
<i>H.</i>	<i>helvetica</i>																																			
<i>M.</i>	<i>pseudobilineana</i>																																			
<i>M.</i>	<i>schneegansi</i>																																			
<i>M.</i>	<i>marginata</i>																																			
<i>M.</i>	aff. <i>marginata</i>																																			
<i>M.</i>	<i>coronata</i>																																			
<i>M.</i>	spp.																																			
<i>Rotalipora</i>	<i>brucei</i>																																			
<i>R.</i>	<i>evoluta</i>																																			
<i>Globigerinelloides</i>	<i>bentonensis</i>																																			
<i>G.</i>	aff. <i>bentonensis</i>																																			
<i>G.</i>	<i>ultramica</i>																																			
<i>G.</i>	sp.																																			
" <i>Globotruncana</i> "	<i>japonica</i> *																																			
Indeterminable specimens		0	0	0	1	0	0	2	0	2	1	0	3	0	0	1	14	0	0	7	2	0	1	0	2	3	0	3	3	3	6					
Total number		2	1	6	4	1	2	3	2	5	25	16	7	1	2	4	193	1	1	38	17	2	1	1	8	25	3	48	29	73	6					

* Although *Globotruncana japonica* was originally described by Takayanagi (1960), the genus to which the species belongs should be reexamined. Because of this reason, we applied quotation marks for the genus name of this species.

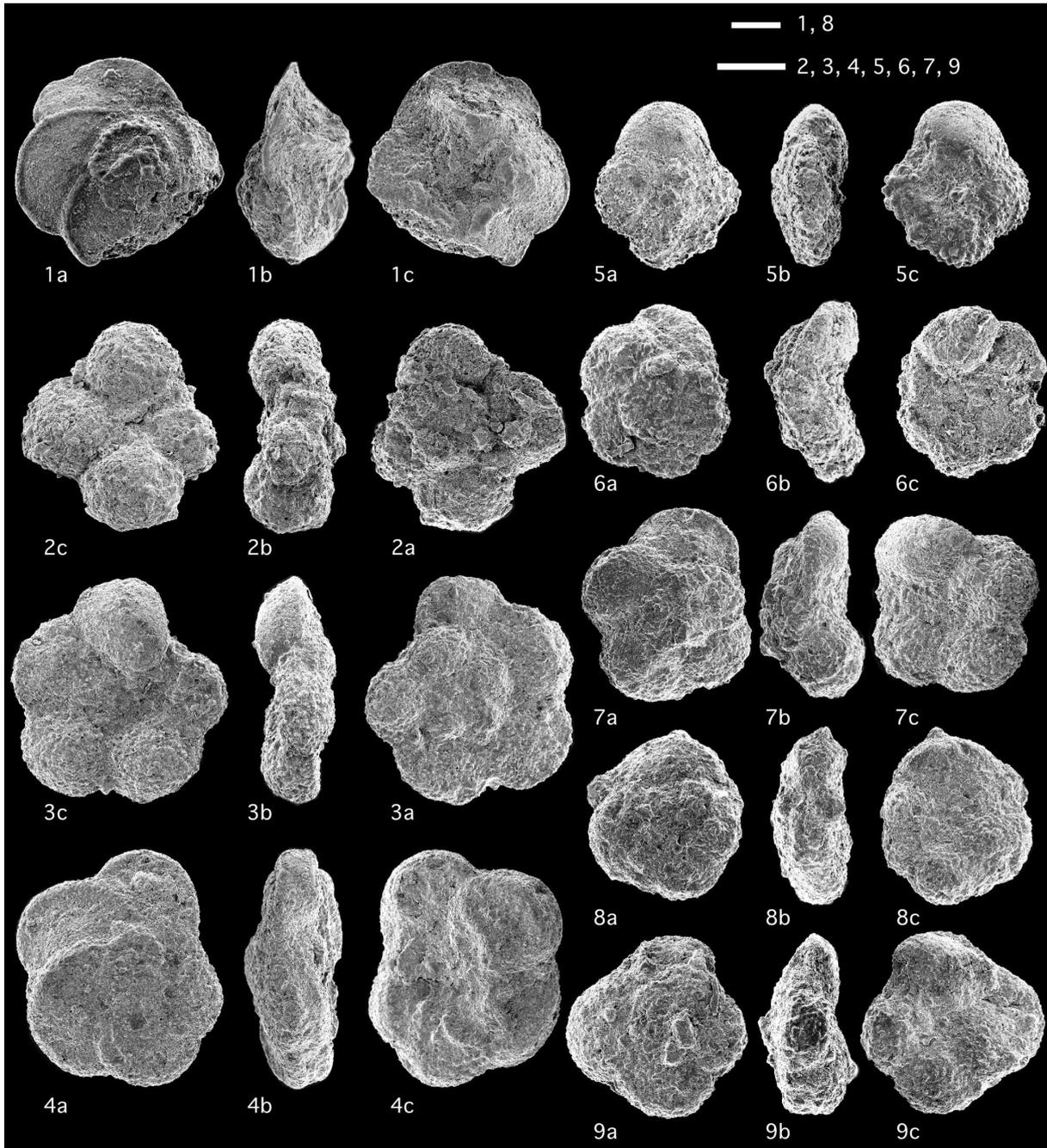


Fig. 4. Stratigraphically important planktonic foraminiferal species. All specimens are deposited in the Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University. a: spiral view, b: lateral view, c: umbilical view. (1) *Rotalipora brozteni* (Sigal), sample loc. no. YDM-005. (2) *Helvetoglobotruncana praehelvetica* (Trujillo), sample loc. no. YKJ-007. (3) *Helvetoglobotruncana helvetica* Bolli, sample loc. no. YKJ-201. (4) *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, sample loc. no. YKJ-010. (5) *Praeglobotruncana delrioensis* (Plummer), sample loc. no. YDM-001. (6) *Dicarionella roddai* (Marianos and Zingula), sample loc. no. YKJ-040. (7) *Praeglobotruncana gibba* Klaus, sample loc. no. YKJ-201. (8) *Archaeoglobigerina cretacea* (d'Orbigny), sample loc. no. YKJ-201. (9) *Archaeoglobigerina blowi* Pessagno, sample loc. no. YKJ-201. Scale bars = 100 μ m.

結 果

1. 大型化石

スタポマナイ層「主部」の中部から上部 (YKJ-003, 020, 202; Fig. 3) にわたり *Inoceramus hobetsensis* Nagao and Matsumoto (亜種は区別していない; 以下 s.l.と表記) の産出

が確認された。 *Inoceramus teshioensis* Nagao and Matsumoto の産出がスタポマナイ層「主部」の上部 (YKS-103; Fig. 3) で確認された。

2. 浮遊性有孔虫

穂別ダム南の沢及び鍛冶屋の沢において 60 試料を検討し、そのうち 30 試料から浮遊性有孔虫を抽出した (Table 1)。

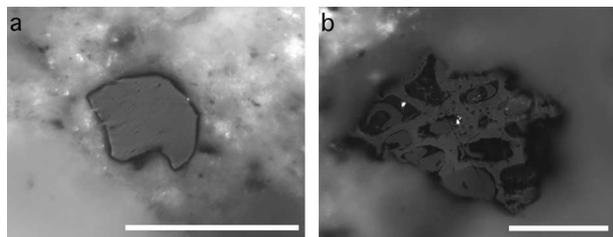


Fig. 5. Kerogen observed under microscope with reflected light. (a) Vitrinite from YKS-103. (b) Semifusinite from YKJ-217. Note a well-preserved cell structure in semifusinite demonstrating its origin from cellular lignins of terrestrial vascular plant. Scale bars = 60 μ m.

登川峠付近の林道に露出するヌタポマナイ層下部の泥岩を除けば、浮遊性有孔虫はほぼ連続的に産出する (Fig. 3)。稲里層では、有孔虫の保存は良く殻表面の再結晶化がほとんどなく、キールや表面装飾がよく保存されている。しかし、個体数は少なく5~10個体程度しか産せず、同層上部では全く産出しない。一方、ヌタポマナイ層「主部」の下部の砂質シルト岩の試料からの有孔虫の産出は稀であるが、同層上部のシルト岩の試料からは豊富に産出する。保存は中程度で殻表面が再結晶化しており、臍部はほぼ埋まり、キール等も不明瞭であることがある。このような個体については、食紅による染色を施して鑑定を行った。層準によっては、殻表面の再結晶化がほとんどなく口孔を確認できる保存の良い個体もいくつか得られている (例えば YKJ-201)。以下に世界の他地域でも広く産する種 (Caron, 1985 など) を中心に、下位から上位に向かって浮遊性有孔虫の産出を報告する。

稲里層からは、*Rotalipora brotzeni* (Sigal) (Fig. 4-1)、*Praeglobotruncana delrioensis* (Plummer) (Fig. 4-5)、*Rotalipora evoluta* (Sigal) が特徴的に産出する。*Hedbergella delrioensis* (Carsey)、*Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi) と *Whiteinella* spp. が産出しているが、それらは上位のヌタポマナイ層からも散在的に産出する。

ヌタポマナイ層「主部」の最下部付近 (YKJ-009, 011, 233) では *Whiteinella* 属が優勢であり、*Helvetoglobotruncana praehelvetica* (Trujillo) (Fig. 4-2) を確認した。その上位 (YKJ-040) ではそれらに加え、*Dicarinella* 属 *Dicarinella canaliculata* (Reuss)、*Dicarinella rod-dai* (Marianos and Zingula) (Fig. 4-6) の産出が認められた。その約 100 m 上位の YKJ-020 では、*Marginotruncana* cf. *shneegansi* (Sigal) の初産出が確認された。更に約 130 m 上位のヌタポマナイ層「主部」の中部 (YKJ-225) には *Helvetoglobotruncana helvetica* Bolli (Fig. 4-3) の初産出が認められる。*H. helvetica* はヌタポマナイ層「主部」の上部からも連続的に産出する。YKJ-217 より上位のヌタポマナイ層「主部」の上部では、産出する種数及び個体数が増加する傾向にある。YKJ-217 では *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno (Fig. 4-4)、YKJ-010 では *Praeglobotruncana gibba* Klaus (Fig. 4-7)、YKJ-201 では *Archaeoglobigerina blowi* Pessagno (Fig. 4-9) と

Table 2. Carbon isotopic ratio and total organic carbon content (TOC) along the Kajiyanosawa route. Samples with asterisk on the head were performed in a petrographic study to certify predominant terrestrial origin of organic matter.

Sample	$\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ vs. PDB (%)	TOC (%)
*YKS103	-24.91	0.70
YKJ001	-24.52	0.58
YKJ002	-24.75	0.53
*YKJ201	-24.51	0.55
YKJ202	-24.51	0.58
YKJ203	-24.61	0.71
YKJ010	-24.34	0.42
YKJ204	-24.73	0.72
YKJ205	-24.56	0.72
YKJ206	-24.37	0.56
*YKJ207	-24.67	0.62
YKJ003	-24.79	0.67
YKJ208	-24.51	0.70
*YKJ209	-24.58	0.61
YKJ210	-24.51	0.59
YKJ211	-24.56	0.65
YKJ212	-24.40	0.63
*YKJ213	-24.28	0.73
YKJ214	-24.83	0.71
YKJ215	-24.39	0.62
YKJ004	-24.71	0.55
YKJ216	-24.74	0.40
*YKJ217	-24.43	0.65
YKJ218	-24.48	0.67
*YKJ219	-24.08	0.23
YKJ005	-24.76	0.54
YKJ220	-24.76	0.60
*YKJ221	-24.94	0.64
YKJ222	-24.72	0.59
YKJ223	-24.37	0.47
YKJ006	-24.53	0.56
*YKJ224	-24.18	0.40
YKJ225	-24.44	0.34
YKJ007	-24.78	0.52
YKJ226	-24.54	0.45
YKJ227	-24.72	0.44
*YKJ228	-24.02	0.96
YKJ229	-24.56	0.75
YKJ020	-24.49	0.63
YKJ030	-24.51	0.62
YKJ008	-24.02	0.49
YKJ040	-24.12	0.46
YKJ009	-24.24	0.55
YKJ011	-24.00	0.38
*YKJ231	-23.77	0.66
YKJ232	-24.09	0.20
*YKJ233	-23.79	0.48

Archaeoglobigerina cretacea (d'Orbigny) (Fig. 4-8) の初産出がそれぞれ認められ、YKJ-010 では *Helvetoglobotruncana praehelvetica* の終産出が確認された。鍛冶屋の沢ルート最上部では *Dicarinella* 属と *Marginotruncana* 属も主要な構成要素となり、特に *M. pseudolinneiana* が特徴的に多産する。

3. 有機物組成

鍛冶屋の沢セクションの 12 試料について有機物組成を確認するためにケロジェン観察を白色光及び蛍光下の光学顕微鏡で行った。これらの試料におけるケロジェンは、ほとんど

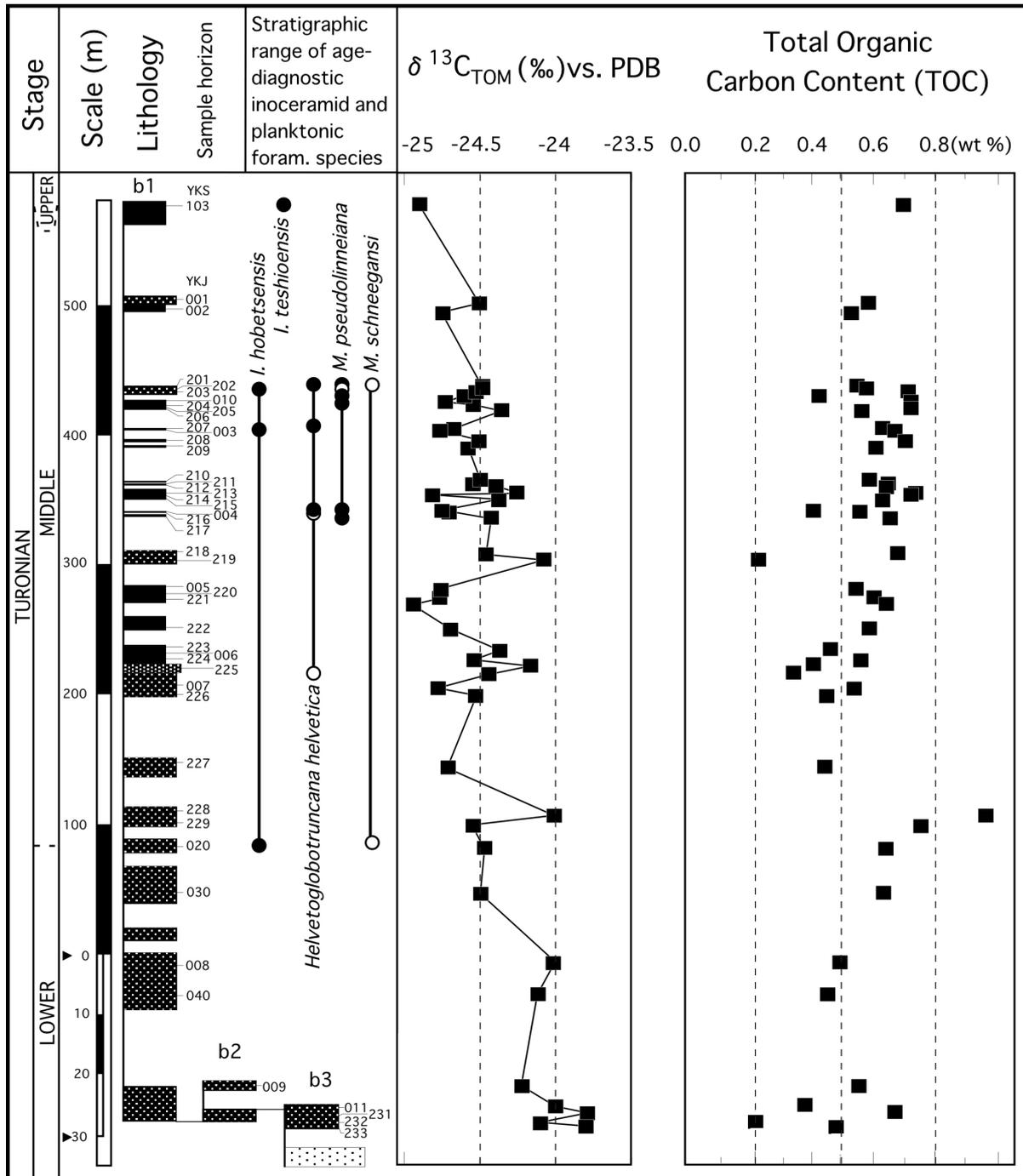


Fig. 6. Stratigraphic fluctuations of $\delta^{13}\text{C}$ of terrestrial organic matter and total organic carbon content (TOC) along the Kajiyanosawa route. Stage boundaries for the Hobetsu area are based on biostratigraphy discussed in this study. See Fig. 3 for legend.

が陸源高等植物の木質部リグニンに由来すると考えられるピトリナイト、イナーチナイト（セミフジニット及びフジニット）によって占められていた（Figs. 5a, b）。蛍光を発するアモルファナイトやアルジナイトは確認することができず、陸源高等植物以外の起源をもつ有機物は1%以下で、ほとんど観察することができなかつた。

4. 有機炭素同位体比

穂別地域鍛冶屋の沢ルートの有機物炭素同位体比と全有機

炭素量の値を Table 2 に、それらの層序学的な変動を Fig. 6 に示した。鍛冶屋の沢ルートの炭素同位体比は上位に向かい -23.7‰ から -24.9‰ へと減少する傾向を示し、本ルートの中位にあたる YKJ-221 で最小値をとる。以後、便宜上この層準を境として、下半部と上半部に区分する。下半部は YKJ-233 の -23.7‰ から YKJ-221 の -24.9‰ に至る 0.8‰ の負へのシフトによって特徴づけられる。一方、YKJ-221 の直上で YKJ-219 にかけて約 0.9‰ の正へのシフトが見られ

るが、本ルートにおける上半部では約-24.6%付近を中心に0.5%程度の変動を繰り返し、最上部のYKS-103でわずかに負(-24.9%)へシフトする。有機炭素含有量(TOC)の値は0.2~1.0%の範囲にあり、特記すべき変動は示さなかった(Fig. 6)。

考 察

1. 浮遊性有孔虫による年代論

白亜紀の浮遊性有孔虫層序については、Caron (1985) が総括している。Sliter (1989) は太平洋域で石灰岩に含まれる浮遊性有孔虫を薄片鑑定し、それらのデータを総括している。これらの中には白亜紀の浮遊性有孔虫の各種の生存期間が示されており、熱帯・亜熱帯地域の種を用い、Hauterivian 階からMaastrichtian 階をそれぞれ28および31の浮遊性有孔虫帯に区分している(Caron, 1985; Sliter, 1989)。また初めに述べたように、ヨーロッパ堆積盆における Hardenbol et al. (1998) の国際年代層序総括ではBerriasian 階からMaastrichtian 階の31の浮遊性有孔虫帯を採用し、各帯を特徴付けるバイオイベントに対応する放射年代を示している。大夕張地域では既にCenomanian 階からTuronian 階にかけて浮遊性有孔虫帯の認定がなされている(Hasegawa, 1997, 1999) が、本研究地域でも年代の示準種となる熱帯・亜熱帯種が連続的に産出していることから、浮遊性有孔虫帯の認定が可能である。当報告ではSliter (1989) の帯区分に基づいてその年代論を展開する。Hardenbol et al. (1998) の上部白亜系の浮遊性有孔虫帯はSliter (1989) のものと対応しており、Hardenbol et al. (1998) に示された各化石帯の放射年代値をSliter (1989) の帯区分に対して適用することができる。

(1) **KS19 帯** 稲里層から産出する *Praeglobotruncana delrioensis* と *Rotalipora brotzeni* は共に Cenomanian 階を特徴づける種である。Sliter (1989) によると、*P. delrioensis* は KS15 帯中部から KS19a 帯まで、*R. brotzeni* は KS17 帯から KS19a 帯上部まで生存する。したがって、稲里層は *R. brotzeni* の示す年代から Cenomanian 階 (KS19b, 20 帯に相当する上部を除く) に対比されると考えられる。また同時に、1 層準 (YDM-004; Fig. 3) のみながら *R. brotzeni* と *Whiteinella* spp. が共産している。Sliter (1989) では、*Whiteinella baltica* が KS19a 帯上部から、その他の *Whiteinella* 属の種は KS19b 帯から産出するとされている。大夕張地域では、*R. brotzeni* と *Whiteinella* spp. の共存が KS19b 帯下部で報告されている (Hasegawa, 1999)。穂別ダム南の沢ルート上の稲里層からは KS19 帯の指標種である *Rotalipora cushmani* (Morrow) が全く産していないことから化石帯を明確に認定することはできないが、上述の状況から YDM-004 が KS19a と KS19b 境界付近に位置していると考えるのが最も妥当であろう。したがって、同層の浮遊性有孔虫を産する層位範囲は KS19 帯の Middle-Upper Cenomanian 亜階に相当する可能性が高い。

(2) **KS20 帯** Caron (1985) や Sliter (1989) によれば、この区間は *Whiteinella* 属を中心とする比較的低い多様度

によって特徴づけられ、大夕張地域でもこのことが確かめられている (Hasegawa, 1995; 高嶋ほか, 1997)。ヌタポマナイ層「主部」の下部でも浮遊性有孔虫の産出は稀であり、その多様度も低い。しかし、この層準は岩相がやや粗いことから、古水深が浅かった可能性があり、また保存不良により多様度に偏りが生じたことも否定できない。したがって、本研究で見られる低い多様度は KS20 帯を推定する根拠にはならないと考えられる。しかし、*Dicarinella roddai* (Fig. 4-6) の産出によって年代層序範囲を Lower Turonian 亜階から Middle Turonian 亜階下部と推定することができる (YKJ-040; Fig. 3)。*D. roddai* は元来、Lower Turonian 亜階を示す種とされていた (Marianos and Zingula, 1966) が、大夕張地域では、Uppermost Cenomanian 亜階から Middle Turonian 亜階下部までの産出が確認されており、特に *W. archaeocretacea* 帯前後で多産する (Hasegawa, 1999; 長谷川, 2000)。ヌタポマナイ層「主部」の下部から *Rotalipora* 属の産出がないことも合わせて考察し、*D. roddai* の産出層準が Cenomanian 階ではなく、Lower Turonian 亜階から Middle Turonian 亜階下部にあたるものと考えられる。

(3) **KS21 帯** 穂別地域における *Helvetoglobotruncana helvetica* の初産出はヌタポマナイ層「主部」の YKJ-216 で確認され、それ以上の数層準からも産出することから KS21 帯 (*H. helvetica* の全生存帯) を認定することが可能である。また、YKJ-225 で *H. cf. helvetica* が確認されることから、KS21 帯下限が YKJ-225 より下位にあることが示唆される。

一方、*H. cf. helvetica* の初産出層準の上位約 100 m で、*Marginotruncana pseudolinneiana* の初産出が確認された。*M. pseudolinneiana* は KS21 帯上部にその初産出基準面 (FAD) がある (Sliter, 1989)。Nishi et al. (2003) で示された蝦夷層群における浮遊性有孔虫種の生存範囲によると、*M. pseudolinneiana* は *H. helvetica* 帯の中部に初産出するとされており本研究の結果と矛盾しない。

また *Praeglobotruncana gibba* の産出が KS21 帯の *M. pseudolinneiana* の産出する範囲で確認された。Hasegawa (1999) は穂別地域に隣接する大夕張地域で *P. gibba* の終産出を、*H. helvetica* の産出層準の上位約 50 m から報告しているが、*M. pseudolinneiana* と *P. gibba* の共産関係は確認されていない。また Nishi et al. (2003) によれば、蝦夷層群における *P. gibba* の層序学的産出範囲の上限は、*H. helvetica* の初産出よりも下位の KS20 帯にある (Fig. 7)。低緯度地域では *P. gibba* が KS19 帯から KS21 帯まで生存し、*H. helvetica* と同時消滅をする (最終出現面: LAD が同層準にある) とされており (Sliter, 1989)、*H. helvetica* や *M. pseudolinneiana* と生存範囲が重なることに矛盾はない (Fig. 7)。したがって、本研究で初めて *P. gibba* の北西太平洋域における層序的産出範囲が低緯度地域とほぼ一致し、KS21 帯上部に及ぶことが確かめられたことになる。

更に本研究では穂別地域で *Helvetoglobotruncana prae-helvetica* の終産出が、鍛冶屋の沢ルートにおける最上部の *H. helvetica* 産出層準 (YKJ-201) のわずかに (約 13 m)

D.: <i>Dicarinella</i> M.: <i>Marginotruncana</i> W.: <i>Whiteinella</i>	Caron (1985)	Sliter (1989)	This study	Nishi et al. (2003)	Japanese planktonic foraminiferal zone (Nishi et al., 2003)
	<i>Helvetoglobotruncana praehelvetica</i> <i>Praeglobotruncana gibba</i> <i>Helvetoglobotruncana helvetica</i> <i>Margino-truncana pseudolinneiana</i> <i>Archaeoglobigerina blowii</i> <i>Archaeoglobigerina cretacea</i>	<i>Helvetoglobotruncana praehelvetica</i> <i>Praeglobotruncana gibba</i> <i>Helvetoglobotruncana helvetica</i> <i>Margino-truncana pseudolinneiana</i> Genus <i>Archaeoglobigerina</i> in Premoli Silva and Sliter (1999)	<i>Helvetoglobotruncana praehelvetica</i> <i>Praeglobotruncana gibba</i> <i>Helvetoglobotruncana helvetica</i> <i>Margino-truncana pseudolinneiana</i> <i>Archaeoglobigerina blowii</i> <i>Archaeoglobigerina cretacea</i>	<i>Helvetoglobotruncana praehelvetica</i> <i>Praeglobotruncana gibba</i> <i>Helvetoglobotruncana helvetica</i> <i>Margino-truncana pseudolinneiana</i> <i>Archaeoglobigerina blowii</i> <i>Archaeoglobigerina cretacea</i>	
<i>D. concavata</i> Zone (KS 23)					<i>M. sinuosa</i> Zone
<i>D. primitiva</i> Zone KS 22					<i>M. pseudolinneiana</i> Zone
<i>M. sigali</i> Zone					
<i>Helvetoglobotruncana helvetica</i> Zone (KS 21)					<i>Helvetoglobotruncana helvetica</i> Zone
<i>W. archaeocretacea</i> Zone (KS 20)					<i>W. archaeocretacea</i> Zone

Fig. 7. Stratigraphic distribution of planktonic foraminiferal species summarized by various authors discussed in this paper.

下位にあることを確認した。*H. praehelvetica* の LAD について、Caron (1985) は *H. helvetica* の LAD より下位に位置すると考えたが、その後、Sliter (1989) は太平洋の試料から *H. helvetica* の LAD よりもわずかに上位にその LAD を置いた (Fig. 7)。蝦夷層群においては、Nishi et al. (2003) が *H. helvetica* と *H. praehelvetica* の日本に於ける終産出は同層準だと考えた。上下関係に相違はあるものの、これら 2 種の LAD が互いに近傍にあるという点で上述 3 論文の見解は一致している。

以上のように、本研究において確認された *H. praehelvetica* の終産出、および *H. helvetica*, *M. pseudolinneiana*, *P. gibba*, *H. praehelvetica* の共産関係は、KS21 帯最上部の特徴である (Fig. 7)。すなわち、本研究では *H. helvetica* の終産出層準を確認できなかったが、その直上に KS21/KS22 帯境界が存在することを強く示唆している。

ただし、*Archaeoglobigerina* 属の層位分布はこの解釈では説明できない。*H. helvetica* と *Archaeoglobigerina* 属の共産はこれまで他地域で報告されていない。膨大なデータを網羅している Caron (1985) や Premoli Silva and Sliter (1999) でもこの属の FAD を *H. helvetica* の LAD の上位に置いているが、その意義について、大型化石を含めて後に考察する。

2. 大型化石による年代論

イノセラムス類はアンモナイト類に比べ豊富に産出することから、蝦夷層群分布域では野外調査において準化石として容易に用いることができる。日本においては、共産するアンモナイト類を用いて本邦のイノセラムス帯をヨーロッパの年代層序区分と対比する試みがなされている (利光ほか, 1995)。*Inoceramus hobetsensis* (s. l.) は日本において Middle Turonian 亜階の代表種とされているが、この種はスタボマナイ層「主部」の中部から上部にかけて散点的な産出があり、その産出範囲を *I. hobetsensis* 帯であると認定し

た。また、*Inoceramus teshioensis* は Upper Turonian 亜階の代表種で、スタボマナイ層「主部」の最上部 (*I. hobetsensis* (s. l.) 終産出層準の上位約 140 m) から産出することから、鍛冶屋の沢ルートでは少なくとも Upper Turonian 亜階に達していることを示している。

また、スタボマナイ層「下部」は、浮遊性有孔虫が産出せず、上下層との層序関係から KS19 帯上部と KS20 帯の Upper Cenomanian 亜階から Lower Turonian 亜階であると推測される。松本ほか (1994) の検討では、Lower Turonian 亜階を示す *Mytiloides subhercynicus* (Seitz) や *Fagesia* sp. が得られており、この推定と調和的である。

3. 炭素同位体比曲線と生層序の統合と国際対比

本研究で炭素同位体比分析に用いた試料の有機物は、陸上高等植物の木質部リグニンに由来する有機物が大部分を占める。セミフジニットに保存されている細胞構造は、その起源が樹木に由来することを示している (Fig. 5b)。蛍光発色する有機物がほとんど観察されなかったことは、海洋起源有機物の寄与がほとんどないことを示している。陸源有機物が卓越するという特徴は、大夕張地域や古丹別地域の上部白亜系からも報告されている (Hasegawa, 1997, 2001; Hasegawa and Hatsugai, 2000)。また、蝦夷層群中の陸源高等植物由来の有機物は広域から由来し、運搬過程で十分攪拌されていると考えられている。また、それらを全岩で測定する場合、短期的 (例えば、季節変動や数年規模の異常気象現象など) な要因による植物生理学的な影響は平均化され、これによって長期的な炭素同位体比変動曲線のパターンが変わることはないと考えられる (長谷川, 2003a)。これらのことから、本研究で得られた有機物炭素同位体比の変動が有機物組成の変化によって生じたものではなく、大気海洋系の CO₂ の炭素同位体比変動を反映しており、大夕張地域やサハリン南部ナイバ地域の有機物炭素同位体比曲線及びヨーロッパの炭酸塩炭素同位体比曲線と対比が可能であると解釈した。

鍛冶屋の沢ルートでは、生層序学で重要な示準面がいくつ

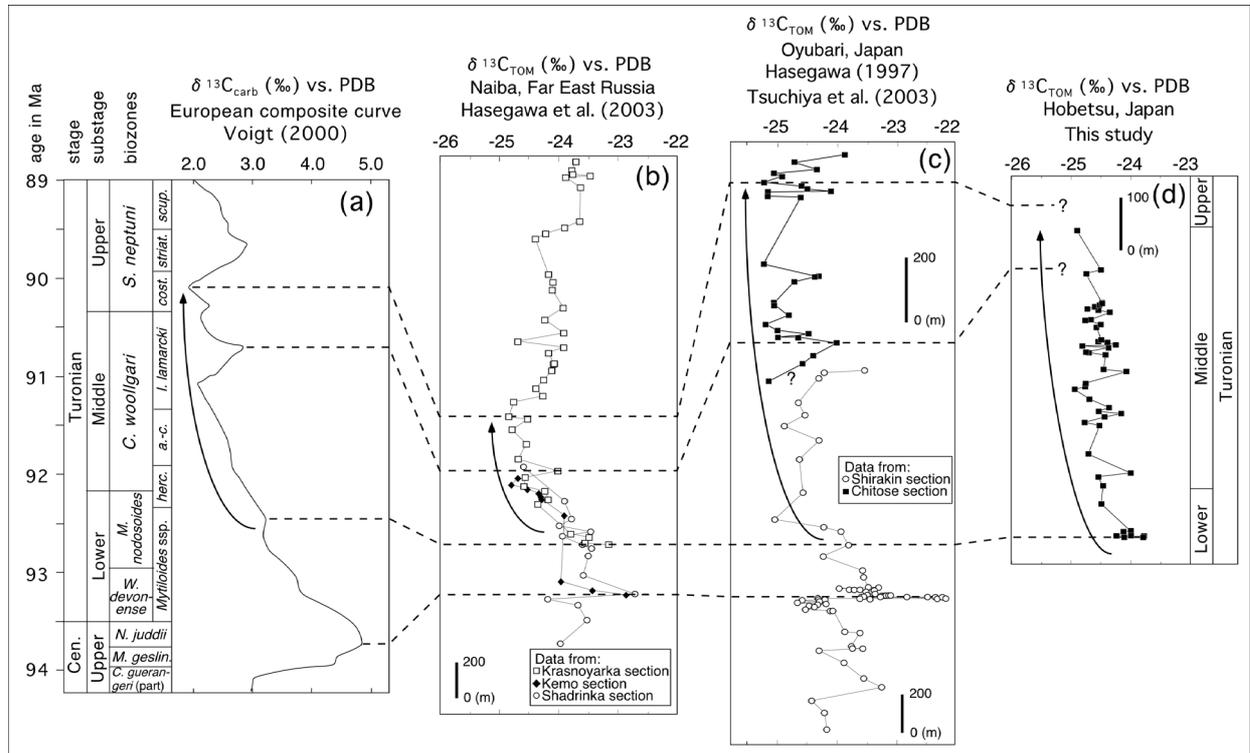


Fig. 8. Comparison of carbon-isotope profiles for carbonate (a) and terrestrial organic matter (b), (c), (d) modified after Hasegawa (2003b). Broken lines show correlative $\delta^{13}\text{C}$ events. Stage boundaries for the Hobetsu area are based on biostratigraphy discussed in this study.

が存在するが、これらと炭素同位体比の変動との関係を考察する (Fig. 6)。 *I. hobetsensis* (s. l.) の産出範囲より下位の区間は、Lower Turonian 亜階に当たるが、炭素同位体比はおよそ -24.0‰ から -24.5‰ への負方向への変動を示す。この上位の Middle Turonian 亜階下部にあたる *I. hobetsensis* (s. l.) の産出範囲に入ってから更に負へのシフト傾向は続き、 *H. cf. helvetica* の初産出層準の上位約 50 m で極小値をとる (YKJ-221; -24.9‰)。その直上から正にシフトし始め、 *M. pseudolinneiana* の初産出層準の下位約 50 m (YKJ-218; -24.5‰) より上位では 0.5‰ の幅を持って変動を繰り返す。この傾向は、当ルートで浮遊性有孔虫が産出する最上部の、KS21/KS22 帯境界付近と考えられる層準の上位約 70 m まで続く。Upper Turonian 亜階最下部に当たる *I. teshioensis* の産出層準 (YKS-103) では 1 層準のみであるが、 -24.9‰ となり、再び減少する (Fig. 6)。

Hasegawa (2003b) は大型化石を用い、大夕張地域・達布地域及びサハリン南部ナイバ地域とヨーロッパの Turonian 階を対比させ、Turonian 階において北海道及びサハリンの陸源有機炭素同位体比とヨーロッパの炭酸塩炭素同位体比が類似した変動を示すことを明らかにした。Hasegawa (2003b) の同位体比曲線の比較からは、Cenomanian/Turonian 階境界の正のスパイク直後の負方向へのシフトバックとそれに続くステップ状の安定期を経た後に、Lower Turonian 亜階上部から Upper Turonian 亜階最下部にかけて炭素同位体比は $1.0 \sim 1.5\text{‰}$ の負のシフトを示す大局的なパ

ターンを読み取ることができる。同様な約 1.0‰ の大局的な負方向への変動傾向は鍛冶屋の沢ルートを通じて見られる (Fig. 8 の矢印)。このような大局的な変動に加え、Hasegawa (2003b) は、 *I. hobetsensis* の層序的産出範囲の中部付近に見られる炭素同位体比の約 1‰ の正のエクスカージョンを IH スパイクと呼び、ヨーロッパで Middle Turonian 亜階の *Collignonicerias woolligari* 帯中部に典型的に見られる顕著な正のエクスカージョン (例えば、Wiese and Kaplan, 2001) に対比できると考えた。鍛冶屋の沢ルートでは *I. hobetsensis* (s. l.) の産出範囲下限の上位約 160 m で -24.9‰ の極小値をとった直後に、約 1‰ 正方向への小エクスカージョンが見られる。この小エクスカージョンは *I. hobetsensis* 帯にあり、Hasegawa (2003b) の IH スパイクに対応する可能性がある。しかし、IH スパイクの年代は Voigt (2000) に対比すれば約 90.7 Ma であり、KS21/KS22 帯境界 (91.31 Ma; Hardenbol et al., 1998) よりわずかに若く、本地域ではこの正の小エクスカージョンが KS21 帯に含まれている。したがって、この小エクスカージョンは Middle Turonian 亜階に汎世界的に見られる IH スパイクに相当しないものと考えるのが妥当であろう。ただし、IH スパイクと *H. helvetica* の産出範囲について詳細に研究した例はなく、断定はできない。生層序学的フレームワークに基づけば、当ルートにおいて IH スパイクに相当する炭素同位体比の変動が存在する可能性が高い層位範囲は YKJ-201 から YKS-103 までの約 150 m である。この区間は比較的試料

間隔が広いために、エクスカージョンに相当する層準が露出していなかったのか、若しくは YKS-103 以上の層準で、鍛冶屋の沢ルートに分布する区間より上位にあるために確認できなかった可能性がある。

4. *Archaeoglobigerina* 属 2 種と *H. helvetica* の産出層序関係に関する考察

H. helvetica は Early-Middle Turonian 期のみ生存した種であり、その全生存期間が浮遊性有孔虫帯の KS21 帯 (*H. helvetica* 帯) と定義されている。一方、*Archaeoglobigerina* 属は、これまで年代指標種として用いられてはこなかった。しかし、Caron (1985) では *Dicarinella primitiva* 帯の基底部に *Archaeoglobigerina cretacea*, 同帯中部以上に *Archaeoglobigerina blowi* の FAD を示している。Premoli Silva and Sliter (1999) では、それよりわずかに下位の KS22 帯 (*Dicarinella primitiva*-*Marginotruncana sigali* Zone) 中部が *Archaeoglobigerina* 属の初出現であるとしており、膨大な試料を検討した両研究のどちらにおいても KS21 帯より上位で *Archaeoglobigerina* 属が出現すると考えている (Fig. 5)。本研究では *A. blowi* および *A. cretacea* は KS21 帯で出現しており、上記の両研究と食い違う。本山ほか (1991) は、本研究地域に北接する大夕張地域で、*A. cretacea* と *A. blowi* の初産出する層準が、大型化石では Turonian 階を示す層準であることを問題として提起している。

以下に大型化石と炭素同位体比層序の観点から *A. cretacea* と *A. blowi* の初産出の層準の評価を試みる。Hirano et al. (1989, 1991) によれば、本山ほか (1991) の示した *A. cretacea* と *A. blowi* の初産出は、国際的に Middle Turonian 亜階 (一部 Upper Turonian 亜階にかかる) の指標種である *Collignonicerias woollgari* (Mantell) と、日本における Middle Turonian 亜階の代表種とされる *Inoceramus hobetsensis* の 2 種の層序的産出範囲に含まれている。本研究でも *Archaeoglobigerina* 属 2 種の産出地点とほぼ一致する層準で *I. hobetsensis* (s. l.) を得ている。Hasegawa (2003b) によると、IH スパイクが存在するのは白金層下部のシルト岩層であり、本山ほか (1991) が *A. cretacea* と *A. blowi* の初産出を報告した層準にほぼ一致する。以上のことから、大夕張地域においても *Archaeoglobigerina* 属の 2 種の層序的産出範囲が Middle Turonian 亜階に始まることは明らかである。すなわち、これら 2 種の FAD の年代が、従来知られていた時期よりも古かった、と言える。

本研究で *A. cretacea* と *A. blowi* を産した YKJ-201 は、前述のように本研究で検討した試料の最上部に当たり、KS21/KS22 帯境界の近傍にあると判断できるが、Hadenbol et al. (1998) によれば、その層準の年代は 91.31 Ma である。大夕張の *Archaeoglobigerina* 属 2 種の初産出 (本山ほか, 1991) 層準の年代は IH スパイクの年代から約 90.7 Ma と推定されるが (前述), YKJ-201 の層準はこれより更に古い年代を示すことになる。

結 論

北海道穂別地域の白亜系において浮遊性有孔虫の層序学的研究を行った結果、浮遊性有孔虫の層序学的分布は熱帯・亜熱帯地域の帯区分と比較することができ、Sliter (1989) の化石帯を認定することができた。それに基づいて、以下の知見を得た。

- 1) スタポマナイ層「主部」の上部から、*Helvetoglobotruncana helvetica* が数層準にわたって産出し KS21 帯を認定した。
- 2) 産出化石から推定される地質年代は、稲里層において Middle-Late Cenomanian 期である。スタポマナイ層「主部」においては Middle Turonian 期であり、一部 Late Turonian 期に達する。化石の産出はなかったが、上下層との関係からスタポマナイ層「下部」の地質年代は、Late Cenomanian 期から Early Turonian 期であると推定される。
- 3) *Helvetoglobotruncana helvetica*, *Helvetoglobotruncana prae-helvetica*, *Marginotruncana pseudolinneiana*, *Praeglobotruncana gibba* が共産ないし極めて近い層準から産出した。その関係から、鍛冶屋の沢ルートにおいて上部に浮遊性有孔虫帯の KS21/KS22 帯境界があることが推定された。その層準の *P. gibba* は従来日本で報告されていたよりも若い時代のもので、日本でも *H. helvetica* の最終出現面 (LAD) 相当の層準まで同種が産出することがわかった。
- 4) 鍛冶屋の沢ルートで見られる炭素同位体比の変動は Lower Turonian 亜階から Upper Turonian 亜階最下部に対比でき、生層序から推定された年代を支持する。
- 5) これまで層序学的産出範囲が KS22 帯以上に限られると考えられてきた *Archaeoglobigerina* 属が *H. helvetica* と共産することを穂別地域において確認し、北接する大夕張地域の過去のデータ (*Archaeoglobigerina* 属と大型化石の産出状況および炭素同位体比) を合わせて考察した結果、北西太平洋域では *Archaeoglobigerina* 属が従来から知られているより早い時代から生存しており、同属の初産出基準面 (FAD) は KS21 帯内の Middle Turonian 亜階に下がることが明らかになった。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、産業技術総合研究所の利光誠一氏には野外調査において有益な御助言を頂き、大型化石の同定をして頂いた。京都大学の前田晴良助教授には大型化石の同定をして頂いた。また、インディアナ大学地質科学教室生物地球化学研究室の L. M. Pratt 氏には著者らに同大学施設を使用させて頂き、同 P. Sauer 氏には炭素同位体比分析に関し協力を頂いた。インディアナ地質調査所の M. Mastalerz 氏には有機物の同定をして頂き、有益な示唆を頂いた。早稲田大学教育学部の平野弘道教授、および匿名の査読者からは貴重なご助言を頂き、本稿を改善することができた。道有林入林に際し胆振森づくりセンターに便宜を図って頂いた。ま

た野外調査中の宿泊に関して関谷旅館の皆様にお世話になった。以上の方々に対し、記して感謝の意を表す。なお、本研究の一部には日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究 C (1) 課題番号 13640469 (代表者: 長谷川卓) を使用した。

文 献

- Bustin, R. M., Cameron, A. R., Grieve, D. A. and Kalkreuth, W. D., 1983, *Coal petrology, its principle, methods, and applications*. Geol. Assoc. Canada Short Course Note, **3**, Geol. Assoc. Canada, Victoria, 230p.
- Caron, M., 1985, Cretaceous planktonic foraminifera. In Bolli, H.M., Saunders J. B. and Perch-Nielsen, K., eds., *Plankton Stratigraphy*, Cambridge Univ. Press, 17-86.
- Frakes, L. A., 1999, Estimating the global thermal state from Cretaceous sea surface and continental temperature data. In Barrera, E. and Johnson, C. C., eds., *Evolution of the Cretaceous ocean-climate system*, *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.*, no.332, Boulder, 49-57.
- Frakes, L. A., Francis, J. E. and Syktus, J. I., 1992, *Climate modes of the Phanerozoic*. Cambridge Univ. Press, 274p.
- Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M.B., Jacquin, T., de Graciansky, P. C. and Vail, P. R., 1998, Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basins. *SEPM Spec. Pub.*, no. 60, 3-13, 8 charts.
- Hasegawa, T., 1995, Correlation of the Cenomanian/Turonian boundary between Japan and Western Interior of the United States. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **101**, 2-12.
- Hasegawa, T., 1997, Cenomanian-Turonian carbon isotope events recorded in terrestrial organic matter from northern Japan. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **130**, 251-273.
- Hasegawa, T., 1999, Planktonic foraminifera and biochronology of the Cenomanian-Turonian (Cretaceous) sequence in the Oyubari area, Hokkaido, Japan. *Paleont. Res.*, **3**, no. 3, 173-192, 9 figs.
- 長谷川卓, 2000, 白亜紀 Cenomanian/Turonian 期境界の海洋無酸素事変. 月刊地球号外, no. 29, 166-177.
- Hasegawa, T., 2001, Predominance of terrigenous organic matter in Cretaceous marine fore-arc sediments, Japan and Far East Russia. *Intern. Jour. Coal Geol.*, **47**, 207-221.
- 長谷川卓, 2003a, 有機物の炭素同位体比を用いた古環境解読の試み. 地質ニュース, no. 586, 4-11.
- Hasegawa, T., 2003b, A global carbon-isotope event in the Middle Turonian (Cretaceous) sequences in Japan and Russian Far East. *Proc. Japan Acad.*, **79**, ser. B, no. 6, 141-144.
- Hasegawa, T. and Hatsugai, T., 2000, Carbon-isotope stratigraphy and its chronostratigraphic significance for the Cretaceous Yezo Group, Kotanbetsu area, Hokkaido, Japan. *Paleont. Res.*, **4**, no. 2, 95-106.
- Hasegawa, T., Pratt, L. M., Maeda, H., Shigeta, Y., Okamoto, T., Kase, T. and Uemura, K., 2003, Upper Cretaceous stable carbon isotope stratigraphy of terrestrial organic matter from Sakhalin, Russian Far East: proxy for the isotopic composition of paleoatmospheric CO₂. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **189**, 97-115.
- Hasegawa, T. and Saito, T., 1993, Global synchronicity of a positive carbon isotope excursion at the Cenomanian/Turonian boundary: validation by calcareous microfossil biostratigraphy of the Yezo Group, Hokkaido, Japan. *Island Arc*, **3**, 181-191.
- 平野弘道・安藤寿男・平川正人・森田利仁・石川 享, 1981, 北海道大夕張地域南部の化石層序学的研究. 第2部. 早稲田大教育学的研究 (生物学・地学編), **30**, 33-45.
- Hirano, H., Takizawa, K. and Tsuchida, S., 1989, Biostratigraphy of the Upper Cretaceous in the Oyubari area, central Hokkaido, Japan (I). *Bull. Sci. Engin. Res. Lab. Waseda Univ.*, **123**, 13-34.
- Hirano, H., Takizawa, K. and Tsuchida, S., 1991, Biostratigraphy of the Upper Cretaceous in the Oyubari area, central Hokkaido, Japan (IV). *Bull. Sci. Engineering Res. Lab. Waseda Univ.*, **127**, 8-26.
- 米谷盛壽郎・井上洋子, 1973, 微化石研究のための効果的岩石処理について. 化石, nos. 25・26, 87-96.
- Marianos, A. W. and Zingula, R. P., 1966, Cretaceous planktonic foraminifers from Dry Creek, Tehama County, California. *Jour. Paleontol.*, **40**, 328-342.
- Matsumoto, T., 1942, Fundamentals in the Cretaceous stratigraphy of Japan. Part I. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Imp. Univ.*, ser. D, **1**, 129-280.
- Matsumoto, T., 1943, Fundamentals in the Cretaceous stratigraphy of Japan. Part II, III. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Imp. Univ.*, ser. D, **2**, 98-237.
- 松本達郎・野田雅之・蟹江康光・吉川幸叙・利光誠一・米谷盛壽郎・花方 聡, 1994, 北海道穂別地域におけるセノマニアン・チュロニアン推移部の層序. 穂別町立博研報, no. 10, 1-25.
- 松本達郎・野田雅之・米谷盛壽郎, 1991, 北海道白亜系セノマニアン・チュロニアン両階のアンモナイト・イノセラムス・有孔虫による統合層序を目指して. 地質雑, **100**, 378-398.
- 松本達郎・野田雅之・利光誠一, 1989, 穂別町立博物館の巨大アンモナイトーその産出記録と層位. 穂別町立博研報, no. 5, 13-25, pls. I-II.
- 本山 功・藤原 治・海保邦夫・室田 隆, 1991, 北海道大夕張地域の白亜系の層序と石灰質微化石年代. 地質雑, **97**, 507-527.
- Nishi, H., Takashima, R., Hatsugai, T., Saito, T., Moriya, K., Ennyu, A. and Sakai, T., 2003, Planktonic foraminiferal zonation in the Cretaceous Yezo Group, central Hokkaido, Japan. *Jour. Asian Earth Sci.*, **21**, 867-886.
- 西田民雄・松本達郎・久間裕子・米谷盛壽郎, 1992, 北海道古丹別川流域白亜系セノマニアン・チュロニアンのイノセラムス・有孔虫統合層序. 佐賀大教育研究論文集, 39, 21-59.
- Premoli Silva, I. and Sliter, W.V., 1999, Cretaceous paleoceanography: evidence from planktonic foraminiferal evolution. In Barrera, E. and Johnson, C. C., eds., *Evolution of the Cretaceous Ocean-Climate System*, *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.*, Boulder, no.332, 301-328.
- Sliter, W.V., 1989, Biostratigraphic zonation for Cretaceous planktonic foraminifers examined in thin section. *Jour. Foram. Res.*, **19**, 1-19, pls. 1-3.
- 高橋功二・谷口久能・渡辺 順・石丸 聡, 2002, 5万分の1地質図幅「紅葉山」および説明書. 北海道立地質研究所, 117p.
- 高橋功二・和田伸彦, 1985, 穂別町の地質. 穂別町立博研報, no. 2, 1-15.
- 高嶋礼詩・西 弘嗣・斎藤常正・長谷川卓, 1997, 北海道シューパロ川流域に分布する白亜系の地質と浮遊性有孔虫化石層序. 地質雑, **103**, 543-563.
- Takayanagi, Y., 1960, Cretaceous foraminifera from Hokkaido, Japan. *Sci. Rept. Tohoku Univ.*, Second Ser. (Geol), **32**, no. 1, 1-154.
- Toshimitsu, S. and Maiya, S., 1986, Integrated inoceramid-foraminiferal biostratigraphy of Upper Cretaceous of northwestern Hokkaido, Japan. *Cret. Res.*, **7**, 307-326.
- 利光誠一・松本達郎・野田雅之・西田民雄・米谷盛壽郎, 1995, 本邦上部白亜系の大型化石—微化石層序および古地磁気層序の統合に向けて. 地質雑, **101**, 19-29.
- 土屋 健・長谷川卓・リサ M. ブラット, 2003, 北海道蝦夷層群における炭素同位体比曲線とイノセラムス生層序の対応関係. 地質雑, **109**, 30-40.
- Voigt, S., 2000, Cenomanian-Turonian composite $\delta^{13}C$ curve for Western and Central Europe: the role of organic and inorganic carbon fluxes. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **160**, 91-104.
- Wiese, F. and Kaplan, U., 2001, The potential of the Lengerich section (Münster basin, northern Germany) as a possible candidate Global boundary Stratotype Section and Point (GSSP) for the Middle/Upper Turonian boundary. *Cret. Res.*, **22**, 549-563.
- Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E. and Billups, K., 2001, Trends rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. *Science*, **292**, 686-693.

(要 旨)

山本真也・長谷川卓, 2006, 北海道穂別地域に分布するセノマニアン-チューロニアン階の浮遊性有孔虫層序. 地質雑, **112**, 243-256. (Yamamoto, S. and Hasegawa, T., 2006, Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Cenomanian-Turonian sequence in the Hobetsu area, Hokkaido, Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan.* **112**, 243-256.)

北海道穂別北部地域の Middle-Upper Turonian 亜階で, 国際的に年代指標性のある浮遊性有孔虫が連続的に産出し, 重要な浮遊性有孔虫帯境界である *Helvetoglobotruncana helvetica* 帯上限の層序学的位置を推定することができた. 更に, 国際的に同種と共産するとされている浮遊性有孔虫3種との共産が確認され, 鍛冶屋の沢ルートの上部がほぼ *H. helvetica* 帯最上部であることが明らかになった. 同ルートの炭素同位体比の変動は, 汎世界的な Middle-Upper Turonian 亜階の変動と調和的であり, 浮遊性有孔虫層序から推定された年代を支持する.

また, Middle Turonian 亜階で *Archaeoglobigerina* 属が *H. helvetica* と共産することから, 同属の初出現の時期は従来知見より古いことが示された.