Bull. Mizunami Fossil Mus., no. 22 (1995), p. 9-18, pls. 3-6, 5 figs., 3 tabs.

山形県新庄盆地の中部中新統からの浮遊性有孔虫化石の産出とそれらの年代および古環境

加藤　進・井上洋子・一ノ関鉄郎

石油資源開発（株），〒140 東京都品川区東品川2-2-20

Planktonic Foraminifera from the Middle Miocene in the Shinjo Basin, Yamagata Prefecture, and Their Chronostratigraphic and Paleoenvironmental Implications

Susumu Kato, Yoko Inoue and Tetsuro Ichinoseki

Japan Petroleum Exploration Co. Ltd., Tokyo 140, Japan

Abstract

Planktonic foraminifera are reported for the first time from four localities in three formations of the Middle Miocene Onnagawa stage in the Shinjo basin, Yamagata Prefecture. Planktonic foraminiferal assemblages from Nishikawa, Motai and Horiuchi R-14 are characterized by dominant *Globigerina praebulloides* and *Neogloboquadrina continuosa*. On the other hand, the assemblage from Nagasawa consists chiefly of *Globorotalia rikuchuensis*. These assemblages are correlated with the *Globorotalia pseudopachyderma* - *Globigerina woodi* (*s. l.*) Zone of Maiya (1978) on the basis of the presence of *Neogloboquadrina pseudopachyderma* and the dominance of *Globigerina* spp. The coexistence of *Globigerina druryi*, *Globorotalia lenguaensis*, *G. siakensis*, and *Sphaeroidinellopsis subdehiscens*, or the predominance of *Globorotalia rikuchuensis* in them suggests the N13 to the N14 of Blow (1969) as the age for these assemblages.

The paleobathymetry at four localites is estimated to be the lower sublittoral zone to upper bathyal zone on the basis of dominant benthic foraminiferal species.

The planktonic foraminiferal assemblages which contain frequent temperate-water species and rare warm-water species correspond to climatic optimum 2 of Barron and Baldauf (1992). The occurrence of *Globorotalia rikuchuensis* in the two restricted regions seems to be an evidence for the temporary inflow of warm-water currents through them in this period.

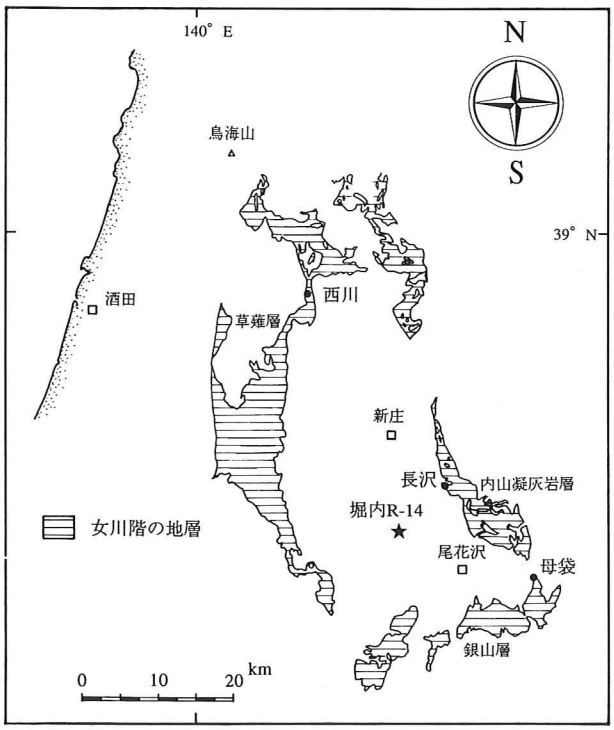
キーワード：浮遊性有孔虫，中期中新世，山形県，年代層序，古環境.

Key words: planktonic foraminifera, Middle Miocene, Yamagata Prefecture, chronostratigraphy, paleoenvironment.

1．はじめに

東北日本油田地域における上部新生界の浮遊性有孔虫化石帯は米谷（1978）によって9帯に分帯されている．このうち下位から4帯目の *Globorotalia pseudopachyderma* – *Globigerina woodi* (*s. l.*) Zone は *Globigerina bulloides*, *G. angustiumbilicata*, *G. woodi* などの *Globigerina* 属と *Globorotalia pseudopachyderma* などで構成される単調な群集からなり，keeled *Globorotalia* および *Globigerinoides* 属が全く産出しないとされている（米谷, 1978）．この Zone は他の微化石に基づいて Blow (1969) のN12～N15？に対比されており（米谷，1988），秋田・山形地域の女川階に相当している．新庄盆地では草薙層，小国川層群，銀山層などが女川階の地層と考えられているが，これらの地層からは浮遊性有孔虫化石がほとんど報告されていない．

石油資源開発（株）が昭和57年度に実施した地表地質調査で採取された試料や坑井試料ではこれらの地層の一部から比較的豊富な浮遊性有孔虫化石が産出した．この中には年代の推定に役立つ種が若干含まれており，古環境についても従来の見解とは少し異なる知見が得られた．そこで本稿では新庄盆地の女川階の地層から産出した浮遊性有孔虫化石を報告し，さらにそれらに基づいて地質年代と古環境を推定する．

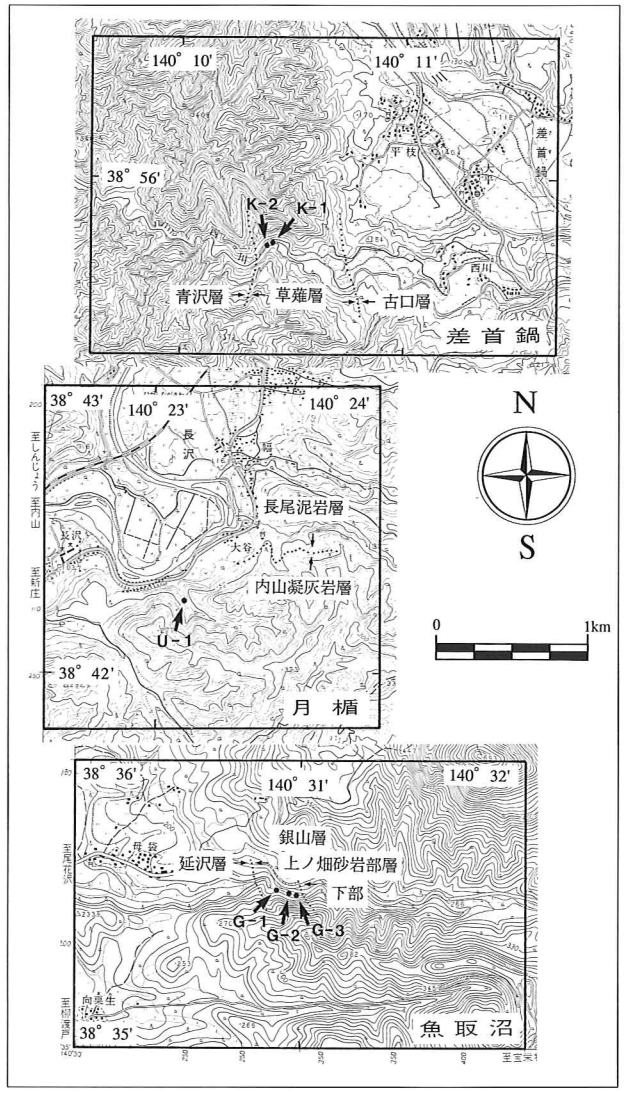


第1図．新庄盆地周辺における女川階の地層の分布と化石産地．

Fig. 1. Geographic distribution of formations of the Onnagawa stage and locations of fossil localities.

2．地質概説

新庄盆地に分布する女川階の地層は出羽丘陵や坑井では草薙層（猪俣，1962；土谷，1989），新庄市東方の小国川地域では小国川層群（田口，1974），尾花沢市周辺では銀山層（斎藤，1960）などと呼ばれている（第1図）．



第2図．浮遊性有孔虫化石が産出した試料位置図．

Fig. 2. Locality map for samples with planktonic foraminifera.

第1表．浮遊性有孔虫化石リスト．
Table 1. List of planktonic foraminifera.

Species		Samples								
		G-1	G-2	G-3	U-1	K-1	K-2	H-1	H-2	H-3
Globigerina	*angustiumbilicata* Bolli					5	5	R	R	R
G.	*concinna* Reuss	2	1						C	R
G.	*druryi* Akers			1		1	3		R	
G.	*parabulloides* Blow		7			11	5			
G.	*praebulloides* Blow	12	47	1	8	40	20	VA	VA	VA
G.	*praebulloides* Blow var.					5	3			
G.	*woodi* Jenkins		1		2	6		R	R	R
G.	*venezuelana* Hedberg						1	VR		
G.	sp. indet.				5	21	13	VA	VA	VA
Globigerinita	*glutinata* (Egger)					20	22	R	R	VR
Neogloboquadrina	*continuosa* (Blow) (d)	4	21			84	33	A	A	A
N.	*continuosa* (Blow) (s)					2	1			
N.	cf. *continuosa* (Blow)	1	9					R	R	R
N.	*pseudopachyderma* (Cita, Premoli Silva & Rossi) (d)		10			11				
N.	*pseudopachyderma* (〃) (s)					2				
N.	sp. indet.					4				
Globigerinoides	*obliquus* Bolli		2					VR	R	
G.	*immaturus* LeRoy		1						VR	
G.	*parawoodi* Keller					1	1			
G.	*trilobus* (Reuss)		3					R		
G.	sp. indet.		4					R	R	
Orbulina	*suturalis* Bronnimann							R	R	
O.	*universa* d' Orbigny								VR	
Globorotalia	*obesa* Bolli								R	VR
G.	*iwaiensis* Takayanagi & Oda					1		R	R	R
G.	cf. *lenguaensis* Bolli						2	R	R	R
G.	*rikuchuensis* Takayanagi & Oda				39					
G.	cf. *siakensis* LeRoy		1							VR
G.	cf. *quinifalcata* Saito & Maiya							VR		
G.	*scitula* (Brady)									VR
Globorotaloides	*valiabillis* Bolli							VR		
Globoquadrina	*dehiscens* (Chapman, Parr & Collins)		1				1	VR	R	
Sphaeroidinellopsis	*disjuncta* (Finlay)							R	R	
S.	*subdehiscens* Blow								VR	
Total number of planktonic foraminifera/100g		19	108	2	54	214	110			

VA ≧200, A ≧100, C ≧20, R ≧2, VR =1

出羽丘陵に分布する草薙層は主として硬質泥岩と暗灰色泥岩からなり，酸性凝灰岩を頻繁に挟む．土谷(1989)は同層を珪質で明瞭な板状層理の発達した硬質泥岩からなる下部と，暗灰色泥岩および硬質泥岩からなる上部に区分した．

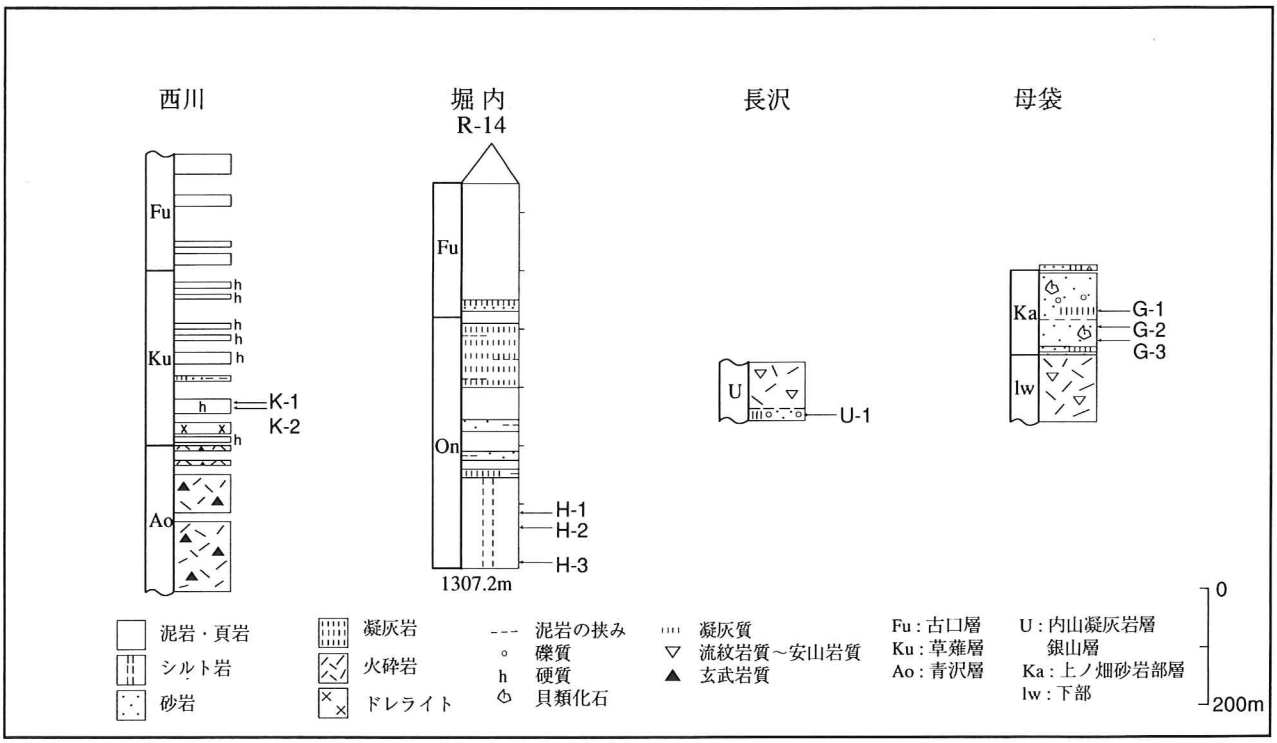
小国川層群では上部の内山凝灰岩層と硬質頁岩層が女川階に対比されている(田口，1974)．内山凝灰岩層は流紋岩質～デイサイト質，淡緑色～緑色，浮石質凝灰岩～凝灰角礫岩から主になる．硬質頁岩層は暗灰色硬質泥岩～シルト岩からなり，かなり凝灰質の部分もある．魚鱗化石や *Nuculana magarikawaensis*, *Yoldia yamagatana*, *Portlandia aokii*, *P. hurukuchiensis* などの貝類化石を含む．

銀山層は主として緑色～淡緑色の酸性凝灰岩ならびに安山岩質凝灰岩からなり，中部に化石を多産する砂岩層（上ノ畑砂岩部層）があり，上部に流紋岩質の淡緑色凝灰岩が存在する（斎藤，1960）．

3．浮遊性有孔虫化石

浮遊性有孔虫化石が産出したのは出羽丘陵西川ルートの2地点（K-1，2），小国川地域長沢東方の小沢の1地点（U-1），尾花沢市母袋東方ルートの3地点（G-1，2，3）から採取した地表試料と，堀内R-14の3ケ所（H-1，2，3）から採取したコア試料である（第1，2図）．これらの試料の層準と岩質を第3図に示す．西川の試料は草薙層下部の硬質泥岩である．長沢と母袋の試料はそれぞれ内山凝灰岩層の最下部と銀山層中部に位置する凝灰質粗粒砂岩である．堀内R-14の試料は猪俣（1962）が主に石灰質種からなる底生有孔虫化石群集を報告している草薙層中・下部の硬質泥岩である．

これらの地点から産出した浮遊性有孔虫化石は第1表のとおりである．西川では *Globigerina praebulloides* などの *Globigerina* 属，*Globigerinita glutinata*, *Neogloboquadrina continuosa* が多産しており，*N. pseudopachyderma* を伴っている．また暖海性種の *Globigerinoides parawoodi*, *Globorotalia iwaiensis*, *G.* cf. *lenguaensis*, *Globoquadrina dehiscens* が僅かに認められる．長沢の浮遊性有孔虫化石群集は *Globorotalia rikuchuensis* の多産と *Globigerina* 属のみを伴うことで特徴づけられる．母袋では *Globigerina praebulloides*, *Neogloboquadrina continuosa*, *N. pseudopachyderma* が比較的多産し，*Globigerinoides* 属も含まれている．堀内R-14では浮遊性有孔虫化石が最も豊富に産出しており，種数



第3図．試料の層準を示す地質柱状図．
Fig. 3. Columnar sections showing stratigraphic position of samples.

も多い．*Globigerina praebulloides* などの *Globigerina* 属，*Neogloboquadrina continuosa* が多産しており，暖海性の *Globigerinoides* 属，*Orbulina*属，*Globorotalia*属なども産出している．このように，全体として *Globigerina* 属が優勢であるという共通性は認められるが，西川，母袋および堀内R-14の群集は *N. continuosa* の多産や *N. pseudopachyderma*，*Globigerinoides* 属，*Globorotalia* 属の産出など互いに類似しているのに対し，長沢の群集はこれらとは異なり *Globorotalia rikuchuensis* が優勢である．

第2表．主な浮遊性種のレンジ．
Table 2. Stratigraphic ranges of selected planktonic foraminifera.

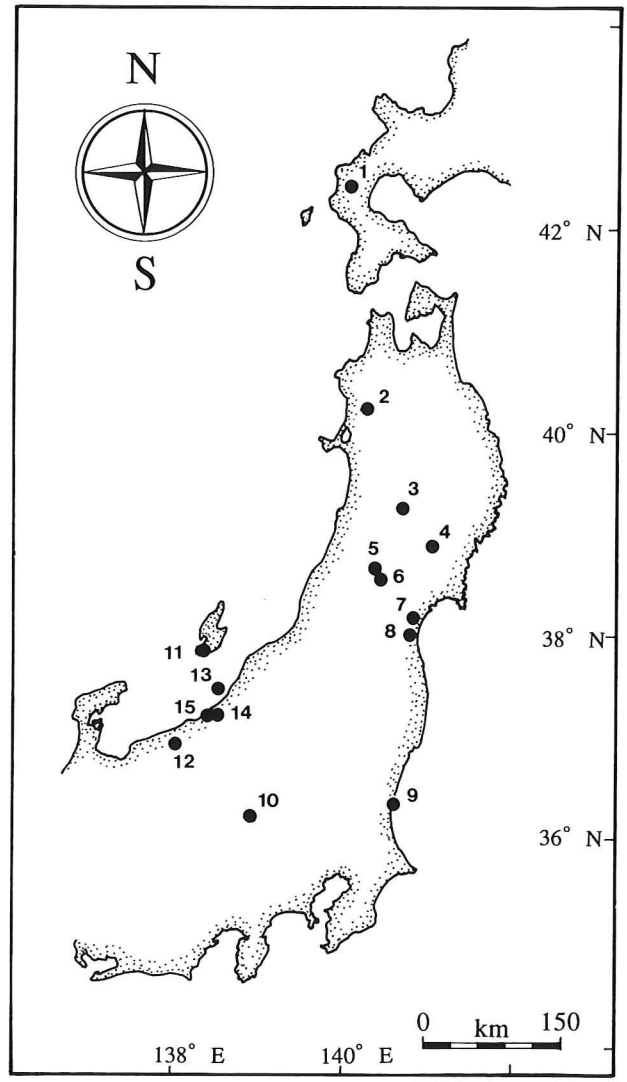
Species	Range	Ref.
Globigerina druryi Akers	N7 ～ N15	2)
Globorotalia lenguaensis Bolli	N12 ～ N17	2)
	N14 ～ N16	3)
Globorotalia siakensis LeRoy	P21 ～ N14	1)
	P22 ～ N14	2)
Sphaeroidinellopsis subdehiscens Blow	N13 ～ N19-20	1)

1) Blow (1969)
2) Kenett & Srinivasan (1983)
3) Bolli & Saunders (1985)

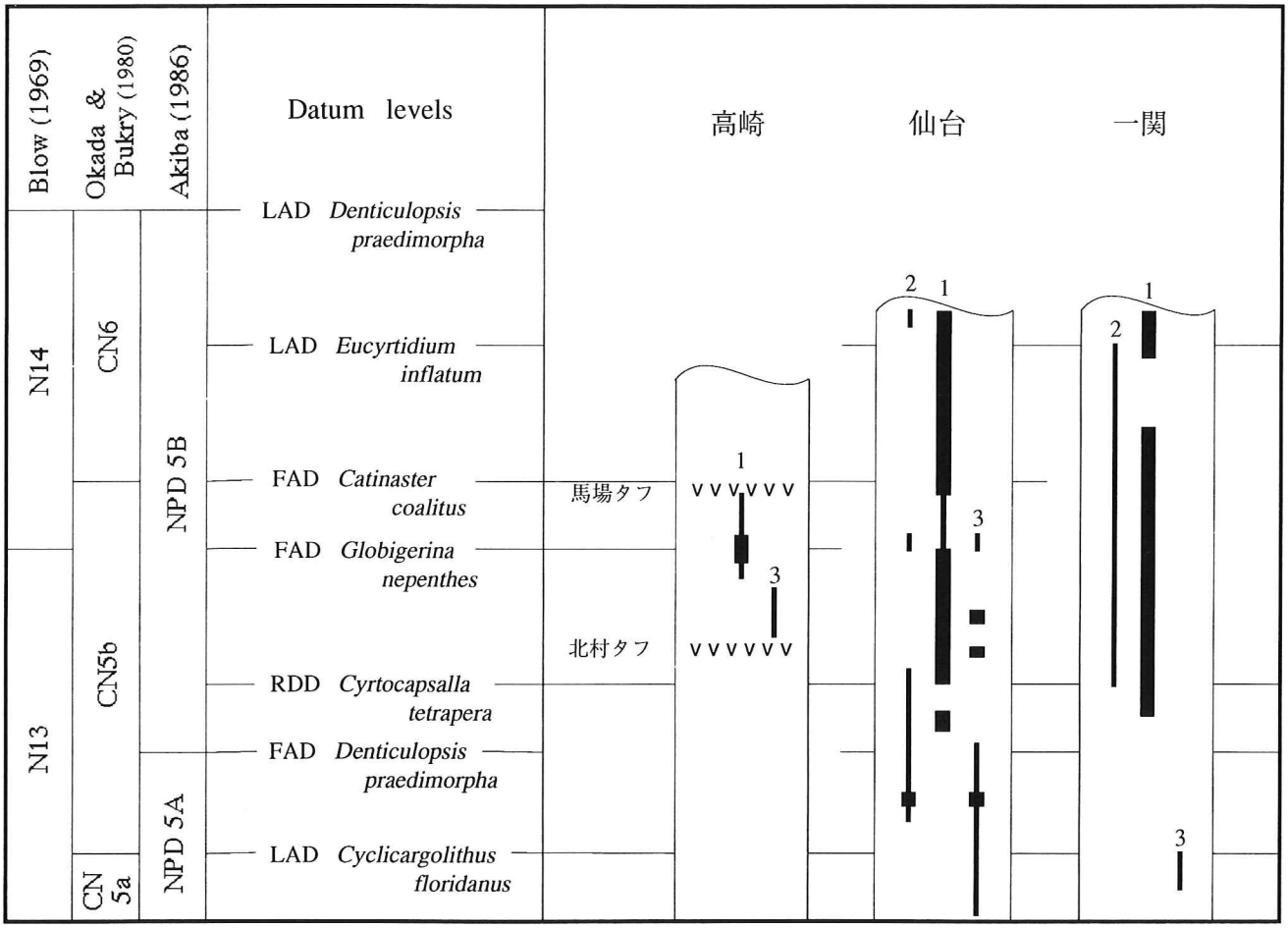
4．地質年代

西川および母袋の浮遊性有孔虫化石群集は *Neogloboquadrina pseudopachyderma* を含むことから，米谷（1978）の *Globorotalia pseudopachyderma* - *Globigerina woodi*（*s. l.*）Zone に対比される．堀内R-14の群集も *N. pseudopachyderma* は産出していないが，種構成が西川や母袋に類似していること，下位の *Globorotalia peripheroacuta* - *Globorotalia miozea*（*s. l.*）Zone を特徴づける *Globorotalia miozea, G. praemenardii, G. peripheroacuta, G. adamantea* などの *Globorotalia* 属が認められないことから，同様にこのZoneに対比されるであろう．これらの浮遊性有孔虫化石群集の中には年代を推定する上で役立つ比較的レンジの短い種も含まれている．それらは *Globigerina druryi, Globorotalia lenguaensis, G. siakensis, Sphaeroidinellopsis subdehiscens* であり，これらの種のレンジを第2表に示す．堀内R-14からはこれらの4種が産出しており，N13～N14に対比される．母袋からは *Globigerina druyri* と *Globorotalia* cf. *siakensis* が，西川からは *Globigerina druryi* と *Globorotalia* cf. *lenguaensis* が産出しており，これらの群集は堀内R-14のものと類似していることから，母袋と西川もN13～N14に対比されると考えられる．これは佐藤（1986）が銀山層中部から *Denticulopsis praedimorpha* Zone（NPD 5B）に相当する珪藻化石の産出を報告していることと矛盾しない．

長沢の群集も *Globorotalia rikuchuensis* の多産を除けば *Globigerina* 属のみからなることから *Globorotalia pseudopachyderma* - *Globigerina woodi*（*s. l.*）Zone に対比される．*Globorotalia rikuchuensis* は岩手県一関市



第4図．*Globorotalia rikuchuensis* の産出が確認されている地層の分布．
Fig. 4. Distribution of formations with occurrence of *Globorotalia rikuchuensis*.



FAD : First Appearance, LAD : Last Appearance, RDD : Rapid Decrease
1 : *Grt. rikuchuensis*, 2 : *Grt. lenguaensis*, 3 : *Grt. siakensis*

第5図. 高崎，仙台，一関地域における *Globorotalia rikuchuensis, G. lenguaensis* および *G. siakensis* の産出層準.

Fig. 5. Stratigrahic distribution of *Globorotalia rikuchuensis, G. lenguaensis* and *G. siakensis* in the Takasaki, Sendai and Ichinoseki areas.

の下黒沢層で記載された種であり（Takayanagi *et al.*, 1976），高崎地域から道南地域にかけての各地の中部中新統においてその産出が報告されている（Takayanagi *et al.*, 1985；尾田・酒井，1977；佐藤，1986など；第4図）．この種のレンジは高崎地域，仙台地域および一関地域では共存する浮遊性有孔虫化石や他の浮遊性微化石に基づいてN13～N14と推定される（尾田ら，1983；第5図）．また佐藤（1986）は宮城県の魚取沼層最上部からこの種の産出を報告し，*Globorotalia praemenardii praemenardii* の共存と石灰質ナンノ化石が Okada & Bukry（1980）の CN5b であることからこの層準をN13としている．以上のことから，長沢の浮遊性有孔虫化石群集もN13～N14に対比される．

浮遊性有孔虫化石が産出した層準はいずれもN13～N14に対比されるが，これらが同層準であるかどうかもう少し詳しく検討してみる．*Globorotalia siakensis* の産出層準は高崎，仙台，一関の3地域では *Globorotalia rikuchuensis* の産出層準の下部かそれよりも下位に位置しており，*Globorotalia lenguaensis* は仙台や一関地域では *G. rikuchuensis* の産出層準とほぼ同じ層準あるいは少し下位で産出している（第5図）．*Globorotalia iwaiensis* と *G. lenguaensis* は秋田県の川尻地域の小繋沢層上部から一緒に産出しており，その最上部からは *G. rikuchuensis* と *G.* cf. *siakensis* が産出している（臼田，1989）．これらのことを考慮すると，*G. rikuchuensis* が産出する長沢は堀内R-14や西川などよりも若干上位の層準かも知れない．

5．古環境

浮遊性有孔虫化石が産出した試料には底生有孔虫化石も豊富に含まれている．西川の2地点の底生有孔虫化石群集は石灰質種を主体にしており，*Alabamina japonica, Praeglobobulimina pupoides, Praeglobobulimina* sp., *Nonionellina labradorica* の多産と *Angulogerina angulosa, Uvigerina hootsi, Melonis pompilioides, Martinottiella communis* の比較的豊富な産出で特徴づけられる．長沢の群集は *Cibicides lobatulus* などの *Cibicides* 属が約6割を占め，*Hanzawaia nipponica, Lenticulina* sp. が豊富に産出している．母袋の群集は *Cibicides ungerianus, C. lobatulus* などを主とする *Cibicides* 属，*Islandiella japonica* の多産と *Melonis pompilioides, Hanzawaia nipponica* の比較的豊富な産出によって特徴づけられる．堀内R-14の草薙層中～下部からは *Praeglobobulimina pupoides, Melonis pompilioides, Lenticulina lucida* が多産し，*Angulogerina hughesi, Cibicides ungerianus, Cribrostomoides* spp. も豊富に産出している．

主に長谷川ら（1989）に基づいてこれらの底生有孔虫化石群集から古水深を推定すると，西川が最も深く，これと堀内R-14は上部漸深海帯下部，母袋は下部浅海帯～上部漸深海帯上部，長沢は下部浅海帯と推定される．銀山層からは豊富な貝類化石が産出することが古くから知られており（Nomura & Zinbo, 1937），この貝類化石群集は *Miyagipecten matumoriensis, Mizuhopecten paraplebejus, Chlamys* などの Pectinids で特徴づけられ，小笠原・増田（1989）はこの群集の古水深を50m前後と見積もっている．これは母袋における底生有孔虫化石群集から推定される古水深よりもやや浅い．

中新世においては，有孔虫化石の殻の酸素同位体組成に基づいて浮遊性種の海洋表層での層状棲み分けが明らかにされている（Keller & Macleod, 1992）．例えば，*Globigerinoides* 属や *Globorotalia siakensis* は50～100

第3表．*Globorotalia rikuchuensis* の産出が確認されている地層の特徴．
Table 3. Characteristics of formations with occurrence of *Globorotalia rikuchuensis.*

	地域	地層名	*Grt. rikuchuensis* の産出頻度	随伴する浮遊性種	底生群集	古水深	他の化石	文　献
1	道南	貝殻橋砂岩層	C	*Gna. praebulloides*	*Cibicides* spp. *Islandiella* cf. *margareta*	浅海帯	M	長谷川(1994), 高橋ら(1980)
2	北秋田	湯ノ沢層	R	*N. pseudopochyderma* *Grt. iwaiensis*	*Cassidulina spp.* *Globocassidulina* spp. *Cibicides* spp.	下部浅海帯 (150～200m)		山本ら(1994)
3	川尻	小繋沢層(最上部)		*N. continuosa* *Grt.* cf. *siakensis*				臼田(1989)
4	一関	下黒沢層(中上部)	C-A	*N. continuosa* *Grt. lenguaensis*		浅海帯	R. N	Takayanagi *et al.*(1976) Oda *et al.* (1986)
5	新庄	内山凝灰岩層(最下部)	A	*Gna. praebulloides*	*Cibicides* spp.	浅海帯	M	本論文
6	尾花沢	魚取沼層(最上部)		*Grt. praemenardii*			N	佐藤(1986)
7	仙台	旗立層(中部)	A	*N. continuosa*		浅海～上部漸深海帯	R, D, N, M	尾田・酒井(1977)
8	亘理	山入層		*N. continuosa* *Gds. immaturus*		浅海帯(100m前後)	R. M	Masuda & Noda(1977)
9	那珂湊	磯崎層	C	*N. continuosa* *Grt. miozea*	*Stilostouella* aff. *lepidula*	中部漸深海帯	D, R	長田ら(1976)
10	高崎	原市層	C	*Gna. nepenthes* *Orbulina* spp.	*Hopkinsia sinboi*	上部漸深海帯	R, N	Takayanagi *et al.* (1976) Takayanagi *et al.*(1984)
11	佐渡	鶴子層	R	*N. continuosa* *Grt. siakensis*		中部漸深海帯		渡辺(1987)
12	姫川	前沢層	C	*N. pseudopachyderma* *Grt. siakensis*	*Epistominella pulchella* *Bulininella elegantissima*	浅海～上部漸深海帯		米谷ら(1986)
13	基礎試錐	「柏崎沖」				中部漸深海帯		津田(1992)
14	基礎試錐	「新米山」				中部漸深海帯		滝本(1993)
15	基礎試錐	「高田平野」		*Grt. siakensis*		中部漸深海帯		津田(1992)

A：Abundant,　C：Common,　R：Rare
R：放散虫，D：珪藻，N：石灰質ナンノ，M：貝類
Gna.：Globigerina, N.：Neogloboquadrina, Grt.：Globorotalia, Gds.：Globigerinoides

m, *Neogloboquadrina continuosa, Globoquadrina dehiscens, Globigerina druryi* は100～250m, *Globigerina venezuelana* は250m以深の水深に棲息していたと推定されている．古水深の違いが長沢の浮遊性有孔虫化石群集と他の群集の違いに反映されているかも知れない．

浮遊性種は主にどの海域に分布しているかによって，低緯度地域を特徴づける暖海性種，高緯度地域を特徴づける寒海性種，そして中緯度地域を特徴づける温帯種に分類できる．*Globigerinoides* spp., *Orbulina* spp., *Globigerina druryi, Globoquadrina dehiscens, Globorotalia iwaiensis, G. lenguaensis, G. siakensis, Sphaeroidinellopsis subdehiscens* などが暖海性種である．浮遊性種全体の中で暖海性種が占める割合は，暖海性種が比較的多く含まれている母袋（G-2）や堀内R-14では1割程度であるが，この値は高崎や仙台地域における同時代（N13～N14）の地層のそれと同程度である（Ibaraki, 1990）．このことは銀山層から産出する貝類化石に *Apollon, Callistoma* などの暖流系の種が若干含まれていること（斉藤，1960など）と調和的である．*Globorotalia rikuchuensis, Neogloboquadrina continuosa*(d), *N. pseudopachyderma*(d) などは温帯種と考えられ，これらが浮遊性種のかなりの部分を占めている．したがって，*Globorotalia pseudopachyderma* - *Globigerina woodi* (s. l.) Zone は寒海性種のみから構成される（米谷，1988）とは限らず，若干の暖海性種やかなりの温帯種を伴うことがある．

これまでに *Globorotalia rikuchuensis* の産出が確認されている地層について，その古水深や随伴する浮遊性種などを第3表にまとめた．これらの地層の分布は大きく2つに分けられ，内山凝灰岩層を含め道南までの脊梁地域周辺に分布する地層は大陸棚上の浅海域で堆積したものが多く，*G. rikuchuensis* が多産することもあるのに対し，新潟地域の地層は主に砂質種（膠着質種）からなり中部漸深海帯を示唆する底生有孔虫化石群集で特徴づけられ，*Globorotalia siakensis* を伴うことが多い．このことは脊梁地域及び新潟地域への2つに分岐した暖流の流入を示唆していると考えられる．

中・高緯度地域では中期中新世以降は急速な寒冷化で特徴づけられるが，南西太平洋で掘削されたDSDP Site 588の底生有孔虫化石 *Cibicidoides* の $\delta^{18}O$ カーブに認められるように，少なくとも3回の温暖期が存在することが知られている．Barron & Baldauf (1990) はこれらを下位から Climatic Optimum 1, Climatic Optimum 2, Climatic Optimum 3と呼んでいる．Climatic Optimum 2は11.5～10.4 Ma（N13～N14）の時期であり，カムチャッカの貝類化石群集にも認められる（Gladenkov & Shantser, 1990）．新庄地域の浮遊性有孔虫化石の産出層準も Climatic Optimun 2に相当していると考えられ，暖海性浮遊性有孔虫化石の産出が秋田・山形地域の女川階の地層から今後確認される可能性は十分にあり，これらは追跡可能な時間面として利用できるかも知れない．

6．まとめ

これまで浮遊性有孔虫化石の報告がほとんどない新庄盆地の女川階の地層から4ケ所（西川，長沢，母袋，堀内R-14）で比較的豊富な浮遊性有孔虫化石が得られ，*Neogloboquadrina pseudopachyderma* の産出などからこれらの群集は米谷（1978）の *Globorotalia pseudopachyderma* - *Globigerina woodi* (*s. l.*) Zone に相当すると考えられる．また比較的レンジの短い種の産出，あるいは関東から道南にかけての中部中新統から産出が報告されている *Globorotalia rikuchuensis* の多産によって，これらの群集はN13～N14に対比される．

浮遊性有孔虫化石と一緒に産する底生有孔虫化石群集から推定される古水深は上部漸深海帯下部（西川，堀内R-14），下部浅海帯～上部漸深海帯上部(母袋)，下部浅海帯（長沢）である．

Globorotalia pseudopachyderma - *Globigerina woodi* (*s. l.*) Zone は寒海性種から構成されると考えられている（米谷，1988）が，新庄盆地から産出した浮遊性有孔虫化石群集には若干の暖海性種やかなりの割合の温帯種が含まれている．これらの産出層準は Barron & Baldauf (1990) の Climatic Optimum 2に相当していると考えられる．

Globorotalia rikuchuensis の産出が確認されている地層について，分布，随伴する浮遊性種，古水深などを整理すると，道南までの脊梁地域周辺と新潟地域の2つに大きく分かれ，これは2つの地域への分岐した暖流の流入を示唆していると考えられる．

謝　　辞

石油資源開発（株）片平忠実代表取締役副社長には資料の公表を許可して頂いた．名古屋大学人間情報学研究科柴田　博教授には貝類化石の鑑定と粗稿の査読をお願いした．また同大学糸魚川淳二名誉教授には発表の機会を与えて頂いた．石油資源開発（株）古田土俊夫氏は加藤とともに新庄地域の地表調査を行った．以上の方々に心よりお礼申し上げます．

引 用 文 献

Barron, J. A. and Baldauf, J. G. (1990), Development of biosiliceous sedimentation in the North Pacific during the Miocene and Early Pliocene. *In*, Tsuchi, R. (ed.), *Pacific Neogene Event, their Timing, Nature and Interrelationship*, 43-63. Shizuoka.

Blow, W. H. (1969), Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. *Proc. First Intern. Conf. Plankt. Microfossils*, Geneva 1967, Leiden, **1**, 199-421.

Bolli, H. B. and Saunders, J. B. (1985), Oligocene to Holocene low latitude planktonic foraminifera. *Plankton Stratigraphy*, 155-262.

Gladenkov, Y. B. and Shantser, A. E. (1990), Neogene of Kamechatka: stratigraphy and correlation of geological events. *In*, Tsuchi, R. (ed), *Pacific Neogene Event, their Timing, Nature and Interrelationship*, 173-182. Shizuoka.

長谷川四郎・秋元和實・北里　洋・的場保望 (1989), 底生有孔虫にもとづく日本の後期新生代古水深指標. 地質学論集, no. 32, 241-253.

Ibaraki, M. (1990), Neogene planktonic foraminifera and events in Japan. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **77**, 335-343.

猪俣虎彦 (1962), 山形県北西部中新統上部の Biofacies の研究. 石技誌, **27**, 465-502.

Keller, G. and Macleod, N. (1992), Faunal turnover and depth stratification: their relationships to climate and productivity events in the Eocene to Miocene pelagic realm. *Centenary of Japanese Micropaleontology*, 1-14.

Kennett, J. P. and Srinivasan, M. S. (1983), *Neogene planktonic foraminifera: A phylogenetic atlas.* 265 p. Hutchinson Ross Publishing Company, Stroudsburg, Pennsylvania.

米谷盛寿郎 (1978), 東北日本油田地域における上部新生界の浮遊性有孔虫層序.「日本の新生代地質」(池辺展生教授記念論文集), 35-60.

米谷盛寿郎 (1988), 有孔虫化石群の変遷に見られる新第三紀イベント. 新第三紀における生物の進化・変遷とそれに関するイベント, 31-48, 大阪市立自然史博物館.

米谷盛寿郎・一ノ関鉄郎・栗田裕司・加藤邦弘・武富　浩・木幡信弘 (1986), 北部フォッサマグナ西頸城－小谷・姫川地域に分布する新第三系の有孔虫化石層序と新潟標準層序との対比について (要旨). 石技誌, **51**, 346.

Masuda, K. and Noda, H. (1977), Remarks on the Miocene marine fauna from Watari-machi, Miyagi Prefecture, Japan. *Saito Ho-on Kai Mus. Res. Bull.*, no. 45, 13-16.

長田享一・井上洋子・秋葉文雄 (1976), 茨城県那珂湊市磯崎海岸に分布する磯崎層の生層位学的研究. 石油資源開発 (株) 技研所報, **20**, 14-23.

Nomura, S. and Zinbo, N. (1937), On some Neogene Mollusca from Yamagata Prefecture, Northeast Honshu, Japan. Part 1, List of the Miocene fossils from the vicinity of the Ginzan Hot Spring, northeastern slope of the Hunagata Volcano. *Saito Ho-on Kai Mus. Res. Bull.*, no. 13, 155-157.

尾田太良・長谷川四郎・本田信幸・丸山俊明・船山政昭 (1983), 中新統浮遊性微化石層序の現状と問題点. 石技誌, **48**, 71-87.

尾田太良・酒井豊三郎 (1977), 旗立層中・下部の微化石層位－浮遊性有孔虫・放散虫－. 藤岡一男教授退官記念論文集, 441-456.

Oda, M., Hasegawa, S., Honda, N., Maruyama, T. and Funayama, M. (1986), Integrated biostratigraphy of planktonic foraminifera, calacreous nannofossils, radiolarians and diatoms of Middle and Upper Miocene sequences of central and northeast Japan. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **46**, 53-69.

小笠原憲四郎・増田孝一郎 (1989), 東北地方新第三系貝類化石の古水深指標とその適用. 地質学論集, no. 32, 217-227.

Okada, H. and Bukry, D. (1980), Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973: 1975). *Marine Micropaleont.*, **5**, 321-325.

斎藤常正 (1960), 宮城・山形県境付近脊梁山地西縁の地質. 地質雑, **66**, 157-169.

佐藤比呂志 (1986), 東北地方中部地域 (酒田－古川間) の新生代地質構造発達史. 東北大　地質古生物研邦報, no. 8, 1-32 ; no. 89, 1-45.

田口一雄 (1974), 5万分の1地質図幅「新庄」及び同説明書. 22 p, 山形県.

Takayanagi, Y., Oda, M., Hasegawa, S., Honda, N., Maruyama, T. and Funayama, M. (1984), Some Middle Miocene planktonic microfossil datum planes in northern Honshu, Japan: their paleoceanographic implications. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **46**, 71-84.

Takayanagi, Y., Takayama, T., Sakai, T., Oda, M. and Kitazato, H. (1976), Microstratigraphy of some Middle Miocene sequences in northern Japan. *Progress in Mi-*

cropaleontology, 356-381.
滝本俊明(1993)，基礎試錐「高田平野」．最近の我が国の石油開発－石油技術協会創立60周年記念－，81-84.
津田宗茂 (1992)，新潟・長野地域．日本の石油・天然ガス資源 (改訂版)，81-127.
土谷信之 (1989)，大沢地域の地質．地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅)，85 p，地質調査所.
臼田雅朗(1989)，秋田県南部の地質構造発達史．地質学論集，no. 32，57-80.
渡辺其久男(1987)，佐渡島の有孔虫および放散虫化石について．佐渡博物館研究報告，no. 9，127-156.
山本信治・入野智久・多田隆治・飯島　東 (1994)，秋田県藤里地域中新世海山の復元と“女川層”珪質頁岩の堆積環境．地質雑，**100**，557-573.

原稿受付　1995年7月28日；1995年8月30日受理

Explanation of Plate

Plate 4

Figs. 1a-c; *Globorotalia iwaiensis* Takayanagi & Saito ····· × 175
a, dorsal view; b, ventral view; c, edge view; H-2, Horiuchi R-14, Yamagata Prefecture.
Figs. 2 & 3; *Orbulina suturalis* Bronnimann ····· 2, × 100 ; 3, × 175
side views; H-2, Horiuchi R-14, Yamagata Prefecture.
Figs. 4a-b & 5a-b; *Globorotalia lenguaensis* Bolli ····· × 250
4a & 5a, dorsal views; 4b, edge view; 5b, ventral view; H-2, Horiuchi R-14, Yamagata Prefecture.
Figs. 6 & 10; *Spheroidinellopsis subdehiscens* Blow ····· × 175
6, ventral view; 10, dorsal view; H-2, Horiuchi R-14, Yamagata Prefecture.
Figs. 7; *Sphaeroidinellopsis disjuncta* (Finlay) ····· × 175
apertural view; H-3, Horiuchi R-14, Yamagata Prefecture.
Figs. 8a-c; *Globoquadrina dehiscens* (Chapman, Parr & Collins) ····· × 100
a, dorsal view; b, ventral view; c, edge view; H-1, Horiuchi R-14, Yamagata Prefecture.
Figs. 9a-c; *Globigerinoides immaturus* LeRoy ····· × 100
a, dorsal view; b, ventral view; c, edge view; H-2, Horiuchi R-14, Yamagata Prefecture.
Figs. 11a-c; *Globigerina woodi* Jenkins ····· × 175
a, dorsal view; b, ventral view; c, edge view; H-2, Horiuchi R-14, Yamagata Prefecture.

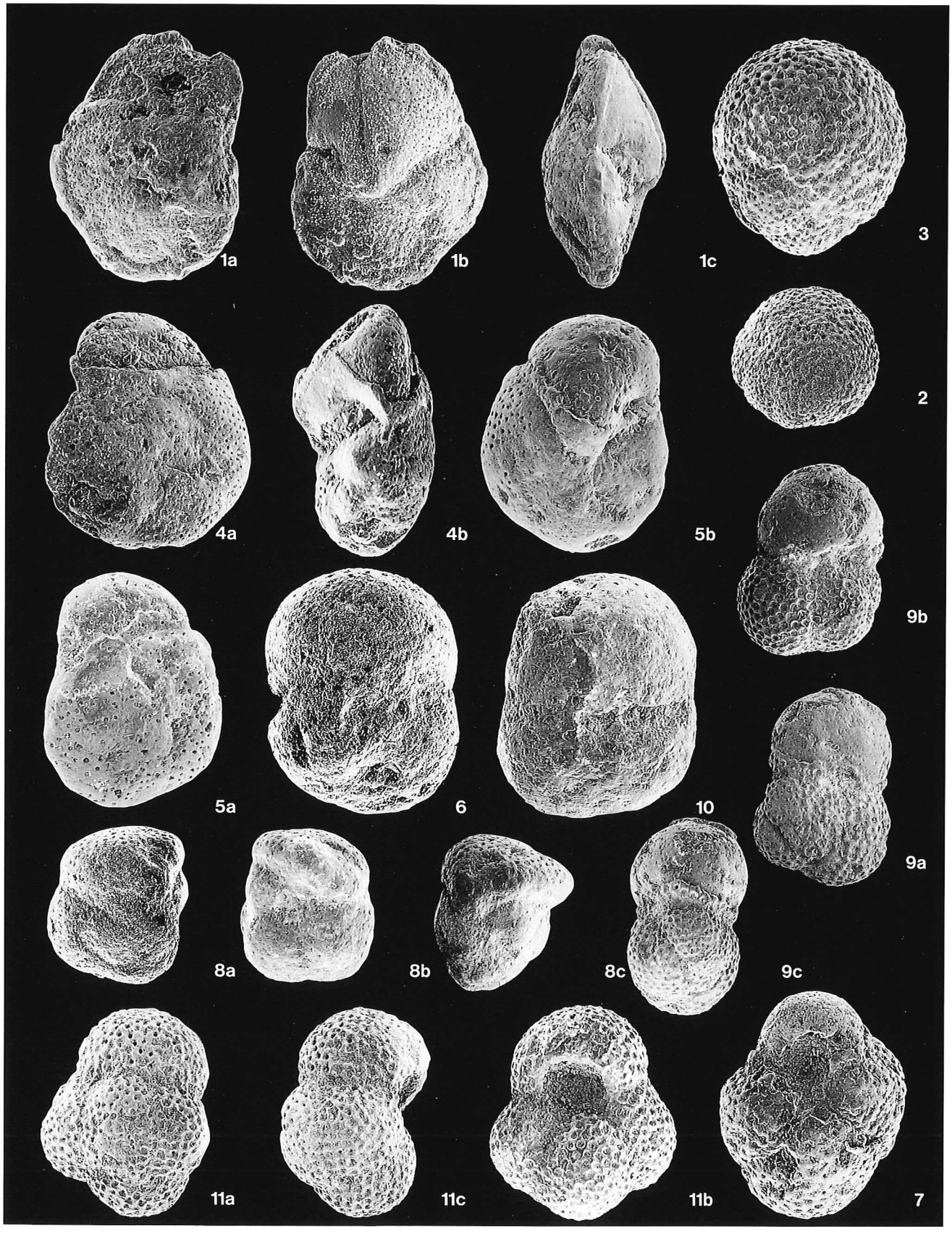

1a
1b
1c
3
4a
4b
5b
2
5a
6
10
9b
8a
8b
8c
9c
9a
11a
11c
11b
7

Plate 5

Figs. 1a-c; *Globorotalia* cf. *lenguaensis* Bolli ····· × 100
a, dorsal view; b, ventral view; c, edge view; K-2, Nishikawa route, Lower part of Kusanagi Formation, Yamagata Prefecture.

Figs. 2a-c; *Globorotalia iwaiensis* Takayanagi & Oda ····· × 175
a, dorsal view; b, ventral view; c, edge view; K-1, Nishikawa route, Lower part of Kusanagi Formation, Yamagata Prefecture.

Figs. 3a-b; *Neogloboquadrina continuosa* (Blow) ····· × 175
a, dorsal view; b, ventral view; c, edge view; K-1, Nishikawa route, Lower part of Kusanagi Formation, Yamagata Prefecture.

Figs. 4a-c; *Globigerinoides pawawoodi* Keller ····· × 250
a, dorsal view; b, ventral view; c, edge view; K-2, Nishikawa route, Lower part of Kusanagi Formation, Yamagata Prefecture.

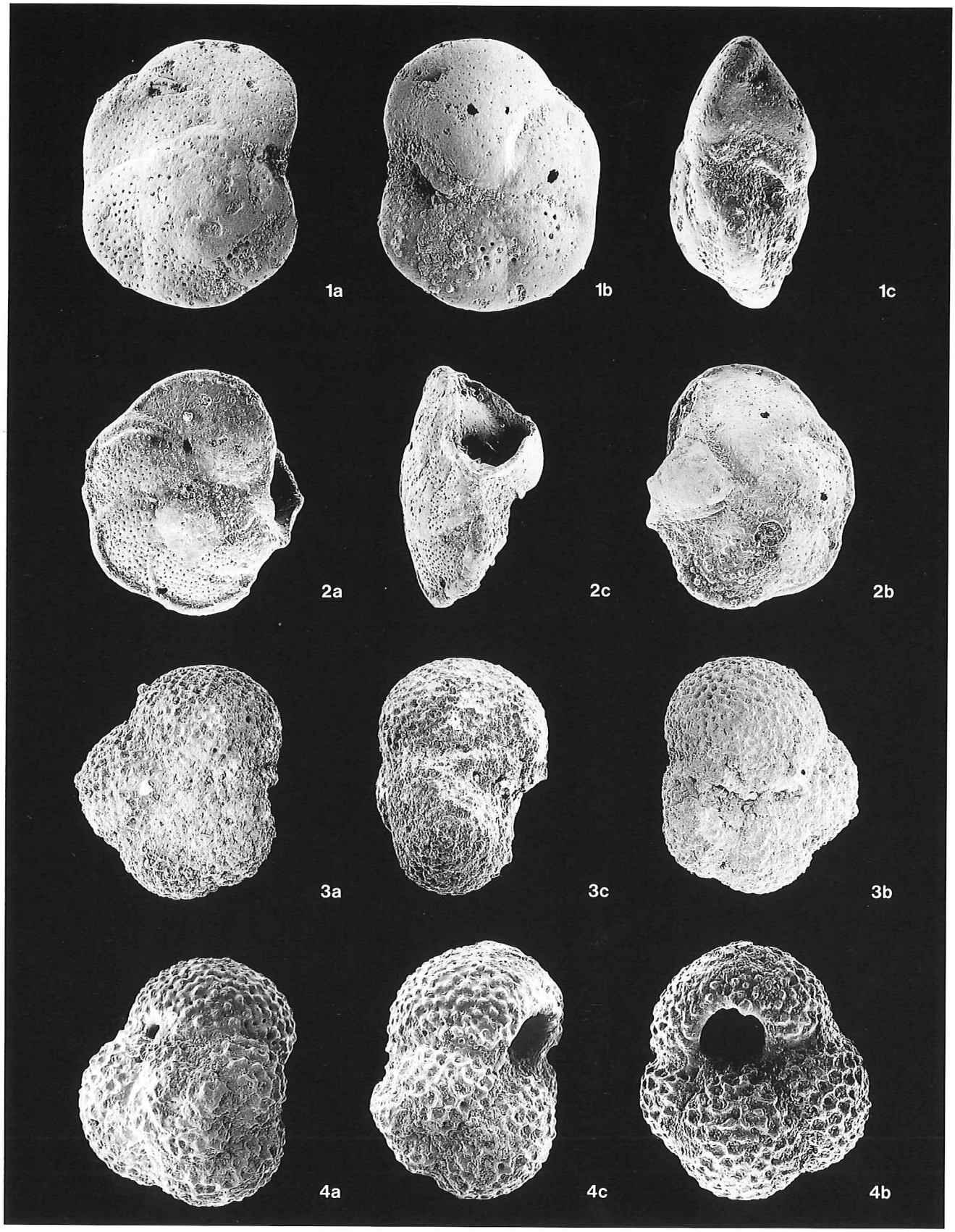

1a
1b
1c
2a
2c
2b
3a
3c
3b
4a
4c
4b

Plate 6

Figs. 1a-c & 2a-c; *Globorotalia rikuchuensis* Takayanagi & Oda ····· × 175

a, dorsal view; b, ventral view; c, edge view; U-1, Eastern route of Nagasawa, Ogunigawa Area, Uchiyama Formation, Yamagata Prefecture.

Figs. 3a-c; *Globigerina druryi* Akers ····· × 175

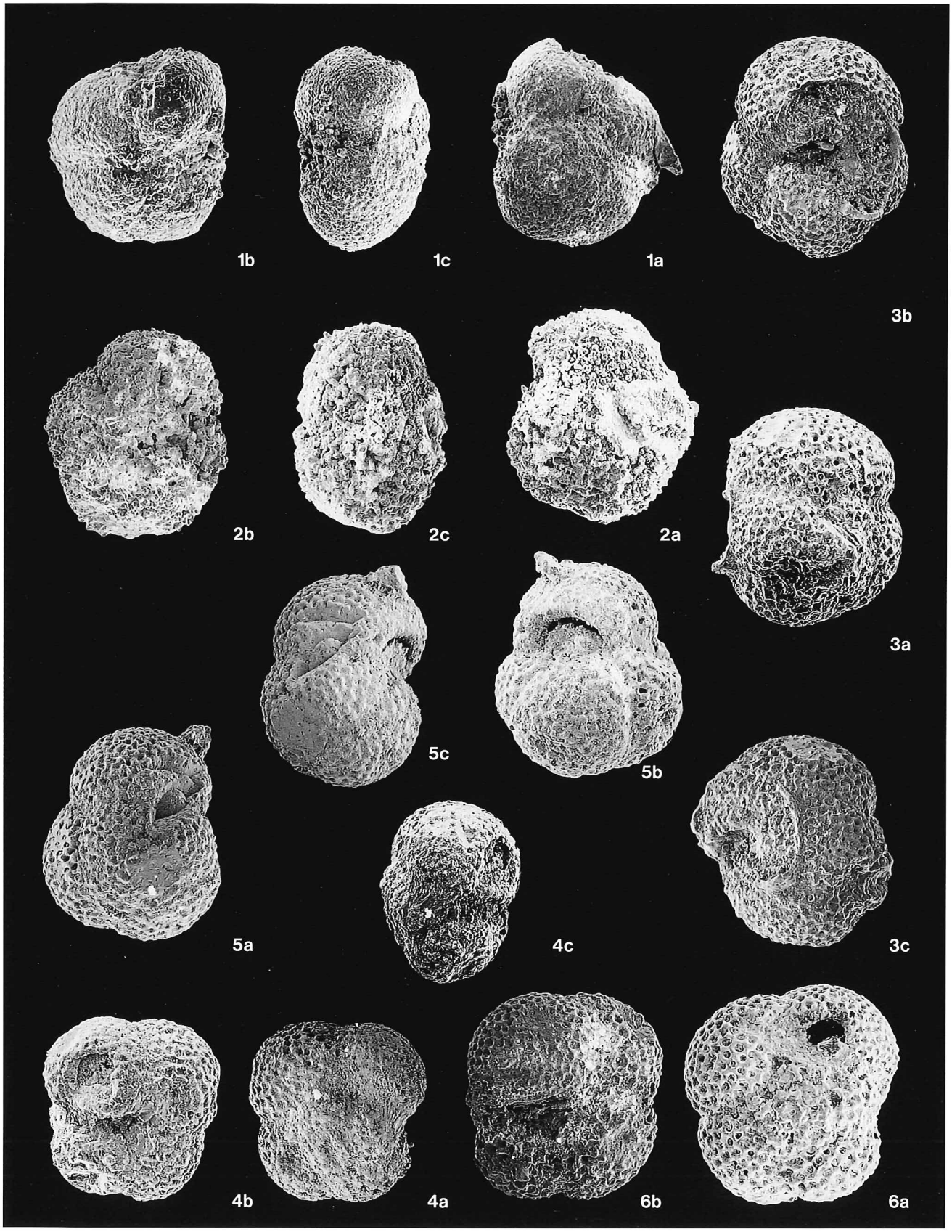
a, dorsal view; b, ventral view; c, edge view; G-3, Eastern area of Motai, Obanazawa City, Ginzan Formation, Yamagata Prefecture.

Figs. 4a-c & 6a-b; *Neogloboquadrina continuosa* (Blow) ····· × 175

a, dorsal view; b, ventral view; c, edge view; G-2, Eastern area of Motai, Obanazawa City, Ginzan Formation, Yamagata Prefecture.

Figs. 5a-c; *Globigerina woodi* Jenkins ····· × 175

a, dorsal view; b, ventral view; c, edge view; G-2, Eastern area of Motai, Obanazawa City, Ginzan Formation, Yamagata Prefecture.


1b
1c
1a
3b
2b
2c
2a
3a
5c
5b
5a
4c
3c
4b
4a
6b
6a