今金地域研究　第4号　1-17ページ，1998
Bulletin of the studies in Imakane district, No.4 p.1-17, 1998

北海道南西部今金地域に分布する“貝殻橋砂岩層”の底生有孔虫群集

長谷川四郎[1)]

Benthic foraminiferal fauna of the "Kaigarabashi Sandstone beds" at the Imakane area in southwestern Hokkaido, Japan

Shiro HASEGAWA[1)]

Key words: foraminifera, Middle Miocene, southwestern Hokkaido

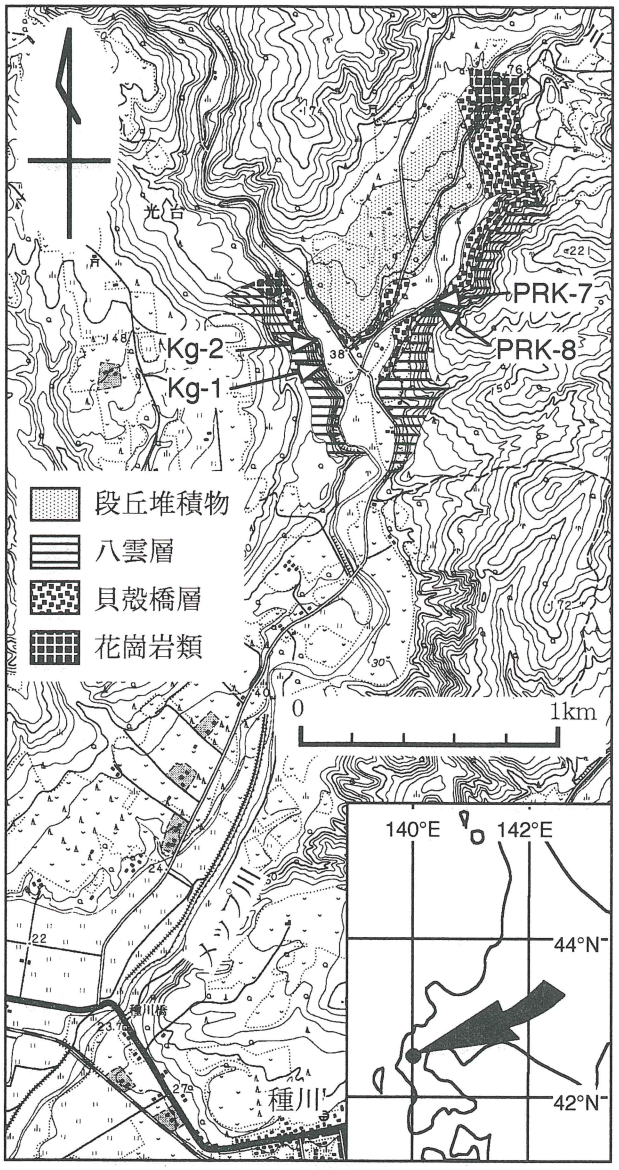
1．はじめに

いわゆる“貝殻橋砂岩層”は北海道南西部，渡島半島中部の今金町北部を流れるメップ川下流域の小範囲に限って分布する砂岩層である（第１図）．地層名の由来となった貝殻橋という橋の名に表れているように，この地層には多量に貝化石が含まれており，その化石群集の組成から，地層が浅海域で形成されたことが明らかになっている．しかしながら，この地層が堆積した年代については，これと周辺に分布する地層との層序関係についての見解とも関連して，研究者ごとに意見が分かれている．

この貝化石を含む地層は，長尾・佐々（1933）によって瀬棚統（鮮新世）の下部層である今金砂層の基底層として，その存在が初めて紹介された（第２図）．後にこの砂岩層を沢田（1961）は貝殻橋砂岩層と命名し，さらに含まれる貝化石の特徴から下部中新統訓縫層上部の１部層（Kaigarabashi Sandstone Member）とした（Sawada, 1962）．これに対し，橋本ほか（1963）や池谷・植松（1968）は，同砂岩層が直上の中部中新統八雲層と局所的に指交関係にあることと，八雲層の上部に挟在する凝灰岩薄層からこの砂岩層までの層厚が他地域に比べて薄いことから，八雲層上部に位置する1部層としている．その後，西塚ほか（1989）は同砂岩層と八雲層の層位関係および貝化石群を再検討した結果，これを訓縫層上部および八雲層下部から側方に変異する浅海相とみなし，貝殻橋層として独立させた．

一方，この地層を特徴づける貝化石群は*Placopecten setanaensis* (Kubota), *Nanaochlamys notoensis* (Yokoyama) などのPectinids化石を主とする．沢田（1961; Sawada, 1962）や増田・小笠原（1982）は，それらの種あるいはその近縁種の北陸から東北における産出層準にもとづき，貝殻橋砂岩層を下部中新統最上部～中部中新統下部とした．これに対し，浮遊性有孔虫を検討した高橋ほか（1980MS），尾田（1981）および土・茨木（1982）は*Globorotalia rikuchuensis* Takayanagi and Odaの産出をもとに，

[1)] 北海道大学大学院地球環境科学研究科地球環境変遷学講座．Laboratory of Geosphere Science, Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido Univeraity, 060-0810 Japan.

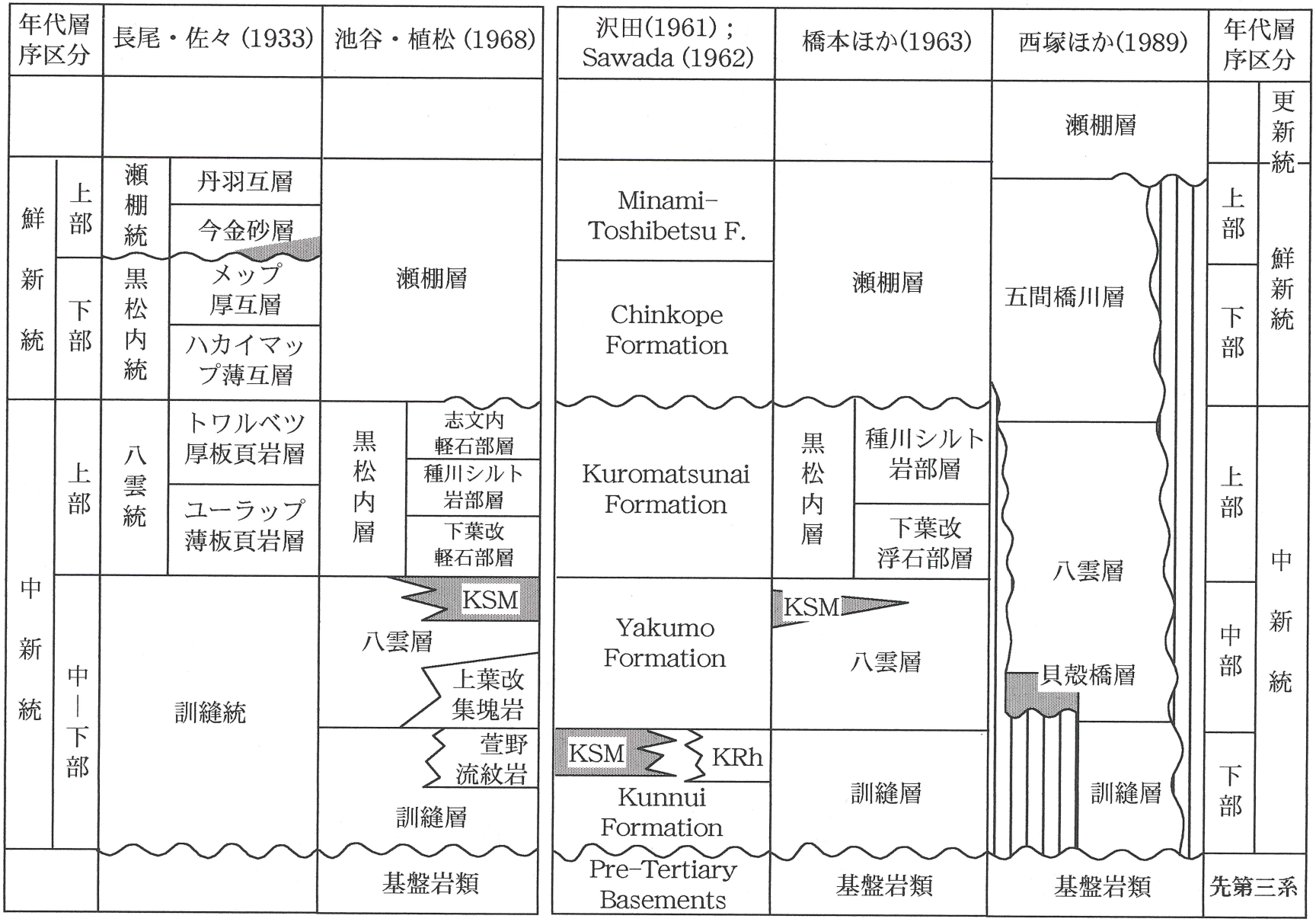


第１図　北海道瀬棚郡今金町種川，メップ川流域貝殻橋付近の地質概略と試料採取地点（国土地理院1:25,000地形図「今金」を使用）

同層の年代を中部中新統の上部（Blow (1969) のN.13-15帯）としており，貝化石の結果とは一致していない．

この年代の不一致は，同時にその当時の古環境観の不一致でもある．“貝殻橋砂岩層”の貝化石は中新世の最温暖期である，“Mid-Neogene Climatic Optimum (MNCO)”期を特徴づける温暖種と考えられている．それらはMNCO期に暖流系表層水とともに一時的に北方に分布を広げたが，それに続く寒冷化に伴ってその多くは絶滅した．また，この転換期に，一部の種は寒冷化に適応して種の分化が生じたと考えられている（増田・小笠原,1982）．宮城県仙台市北方の大堤周辺に分布する大堤層（有孔虫（Blow,1969）のN.11-13帯に相当）より産出する*Nanaochlamys notoensis otutumiensis* (Nomura and Hatai)はその典型的な例で，この転換期に*N. notoensis*から進化したとされている（Masuda,1960）．“貝殻橋砂岩層”には，その祖先形である*N. notoensis*が含まれることから，その堆積は浮遊性有孔虫のN.10帯よりは前の温暖期と考えられている（増田・小笠原,1982）．一方の浮遊性有孔虫が示すN.13-15帯の時期はMNCO期後の寒冷期に相当する．したがって，同層堆積時の海洋が寒冷，あるいは少なくとも暖流の影響を受けない冷涼な水域であったことを，浮遊性有孔虫は示唆していることになり，ここに著しい見解の相違がある．

有孔虫はそれを取り巻く環境，とりわけ水塊の分布に規制されることはよく知られており，それは浮遊性種のみならず底生種においても同様である（長谷川,1993）．MNCO期前後の著しい環境変動時には，暖流の経路や流入量などの変化に応じて，有孔虫の分布もまた大きく変動したことが想定される．とくに北海道周辺は新第三紀を通じて暖流の北限に近い位置にあったと考えられることから，その消長が有孔虫暖流系種の有無として記録されている可能性がある．そこで本論では，古海洋環境変遷の観点に立って“貝殻橋砂岩層”に含まれる底生有孔虫群集を検討し，貝化石と浮遊性有孔虫から得られた結論の間の矛盾点について考察し，その結果をもとに，同層の年代についても検討する．



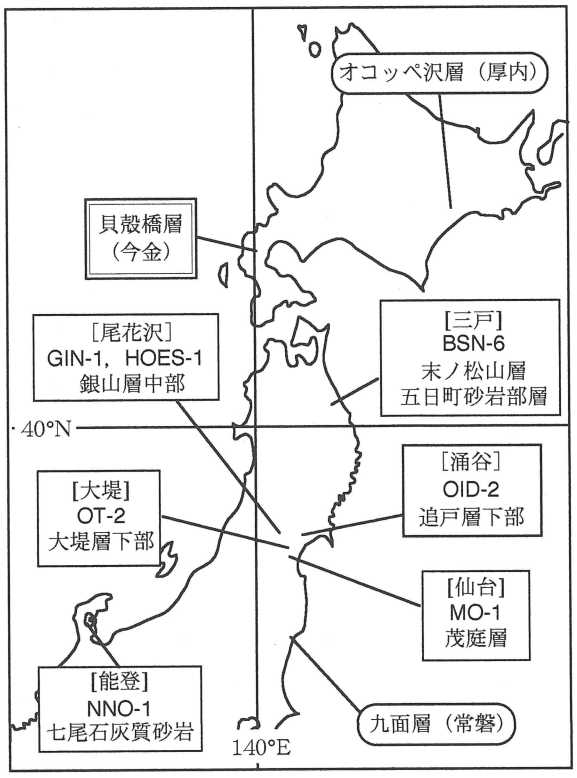
第２図　貝殻橋層の層位に関する従来の研究　KSM:Kaigarabashi Sandstone Member，または貝殻橋砂岩部層，KRh:Kayano Rhyolite

2．試料および研究方法

“貝殻橋砂岩層”はおもにアルコール質砂岩よりなり，上部はとくに石灰質で貝化石のほかウニの棘・コケ虫などの化石を多量に含む．この砂岩層は基盤の花崗閃緑岩を境界の不明瞭な不整合（混成不整合）で覆う．砂岩部の層厚は約80mでその最上部で暗灰色硬質泥岩と互層するようになり，さらに上位で八雲層の硬質泥岩に移化する．本論ではこの泥岩層の始まりをもって八雲層とする．なお，本砂岩層の層位学的位置については，前項で述べたように明確に定まってはいない．ここでは，西塚ほか（1989）に従って，これを独立した地層とみなし，貝殻橋層と呼ぶ．

本研究で用いた貝殻橋層の4試料はいずれも同層上部のもので，それらのうちPRK-7は比較的下部から，Kg-1～2は上部から，またPRK-8は最上部の互層直下から採取された（第1図）．これらのうち，PRK-7の浮遊性有孔虫については尾田（1981）がその概要を明らかにしている．また，土・茨木（1982）が報告した地点も位置図から判断してPRK-7と同一地点と推定される．

さらに，貝殻橋層の有孔虫群集の特徴を理解するために，貝殻橋層産のものと近縁の貝化石が報告されている北陸から東北地方の5地域，ならびに浮遊性有孔虫の結果から同時代とみなされる地層に含まれる群集との類似性をあわせて検討した（第3図）．試料の多くはすでに他の研究で使用された東北大学理学部所蔵のもので，原岩が残存するものは再処理を行い，それ以外は同学所蔵の有孔虫標本について分類学的再検討を行った（試料の産地を末尾のAppendixに示す）．また，七尾石灰質砂岩の試料NNO-1は新たに採取したものである．いずれの試料も，乾燥重量80ｇについて，硫酸ナトリウム・ナフサ法（米谷・井上,1973）に準拠した手法で岩石の分解を行った．



第３図　貝殻橋層の有孔虫群集との比較に用いた試料の採取地域

なお，新たな試料の処理では，水洗に開口径63μm（250メッシュ）のふるいを用いた，一方，既存の標本は73μm（200メッシュ）のふるいが使用された．そのため，本論では新たな試料について，処理の完了した乾燥試料をさらに開口径73μmの標準ふるいにかけて細粒部分を取り除き，新旧試料の使用する有孔虫サイズを揃えた．

各地の群衆の間の類似性を求めるため，底生有孔虫種の産出頻度をもとにQ-modeクラスター解析を行った．その手法は，Hasegawa (1988)が富山湾の現生種について行ったものと同様で，類似度指数としては次式で表されるHorn (1966)の重複度指数（R_0: Horn's measurement of overlap）を用いた．

$$R_0=\frac{\sum_i (Xi+Yi)\log(Xi+Yi)-\sum_i Xi\log Xi-\sum_i Yi\log Yi}{(X+Y)\log(X+Y)-X\log X-Y\log Y}$$

ここで，X・Yは群集X・Yにおける総個体数，Xi・Yiは群集X・Yにおける第i番目の種の個体数である．また，クラスターの連結を続行する際の類似度の再計算には，単純平均による連結法を用いた．さらに，類似度の95％信頼限界を石崎（1978）に従って，

$$\pm R_0=1.960\sqrt{\frac{R_0(1-R_0)}{n}}$$

により求めた（nは個体数）．

3．貝殻橋層の有孔虫化石，および他地域との比較

貝殻橋層の有孔虫化石は，処理をした4試料のうちPRK-8を除く3試料より産出し，47属66種が識別された．それらの産出頻度を，とくに希な種を除いて，第1表に示す．化石群集の種多様性は保存状態の良好なKg-1でとくに高く，種数は52種に達する．しかし，保存不良の2試料では12種および29種と低い．群集は*Cibicides lobatulus* (Walker and Jacob), *C. tani* Iwasa and Kikuchi, *Islandiella* sp. Aが卓越し，*Astrononion aomoriense* Asano, *Buccella tanaii* (Uchio), *Glabratella* spp., *Rosalina* spp.など温帯域の浅海性種を比較的多く伴う（第4-6図）．

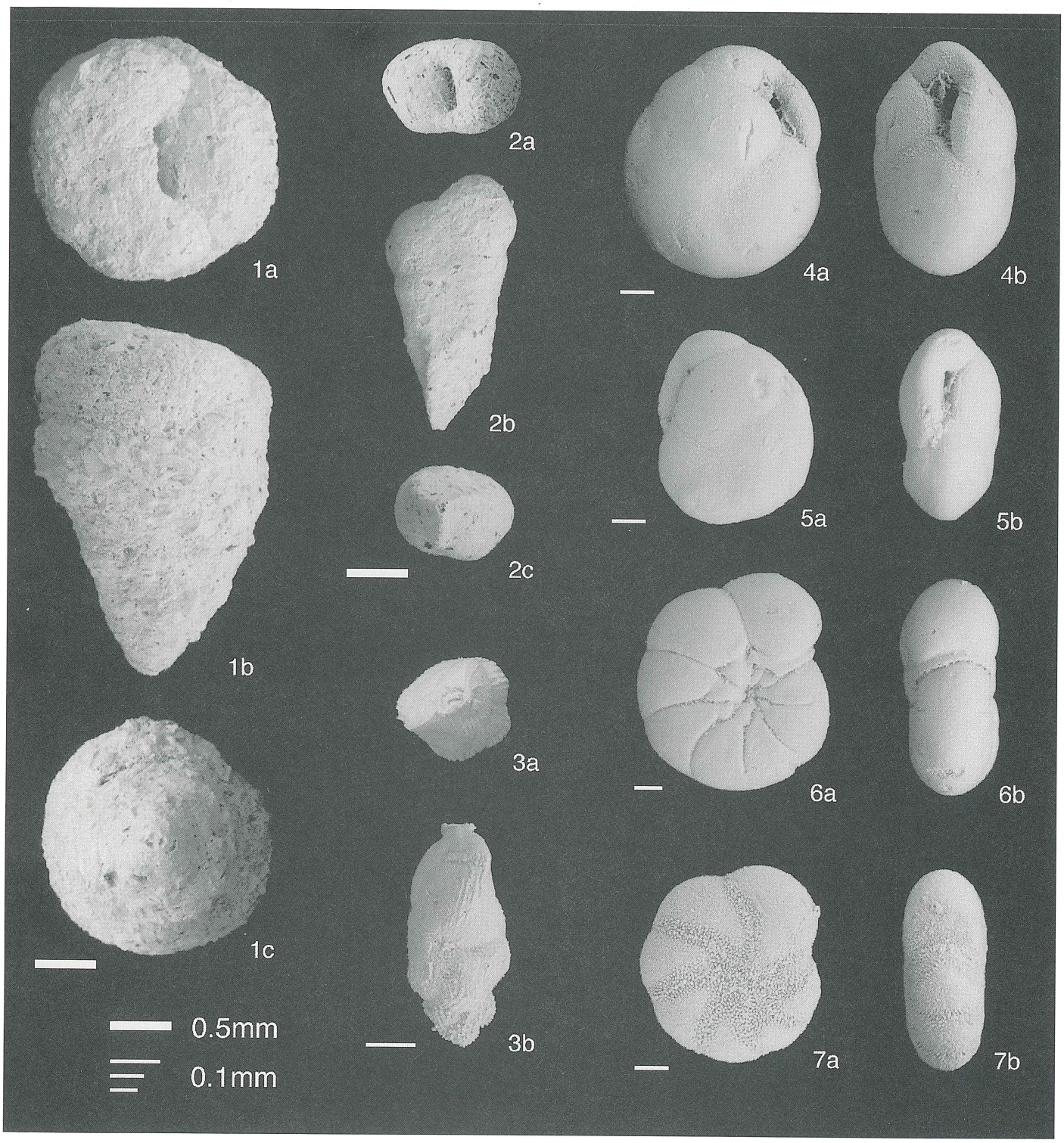
また，この群集にはわずかではあるが *Alabamina japonica* (Asano), *Amphicoryna fukushimaensis* (Asano), *Angulogerina kokozuraensis* (Asano), *Hanzawaia tagaensis* Asano などが含まれる．これらは常磐地域の九面層からAsano (1949) によって報告されたもので，MNCO 期を特徴づける種群である (長谷川ほか, 1993)．そのほか，*Buccella tanaii* (Uchio), *Baggina notoensis* Asanoなど，本州各地に広く分布するこの温暖期の地層から産出する暖流系種が含まれている．そこで，貝殻橋層の有孔虫群集について，同層と近縁の貝化石が報告されている地域における群集との類似性の程度を検討した．また，浮遊性有孔虫の結果から貝殻橋層と同時代とみなされる，山形県の銀山層についても併せて検討した（第2表）．

クラスター解析の結果をデンドログラムで示す（第7図）．貝殻橋層の3試料は互いに類似しており，また，仙台付近の茂庭層および同北部の大堤層下部層のものとの類似性が顕著である．さらに，それらは宮城県北部涌谷の追戸層や能登中部の七尾石灰質砂岩などとも類似する．これらは，全体として浮遊性有孔虫のN.8帯からN.13帯に相当するMNCO期からその後の寒冷期に向かう過渡期の地層である．これに対し，貝殻橋層の群集は，浮遊性有孔虫によってN.13帯～N.15帯とされる銀山層の中部層準（佐藤,1986）からの群集とは明確に区別される．すなわち，銀山層中部の底生有孔虫群集は*Cibicides*属・*Islandiella*属が卓越する点では貝殻橋層と共通だが，*Buccella*属の産出頻度の増加と*Cibicides*属の種数の減少などの差異が認められる．また，暖流系種がほとんど含まれず，温帯から亜寒帯の浅海域で形成されたことを示唆している．

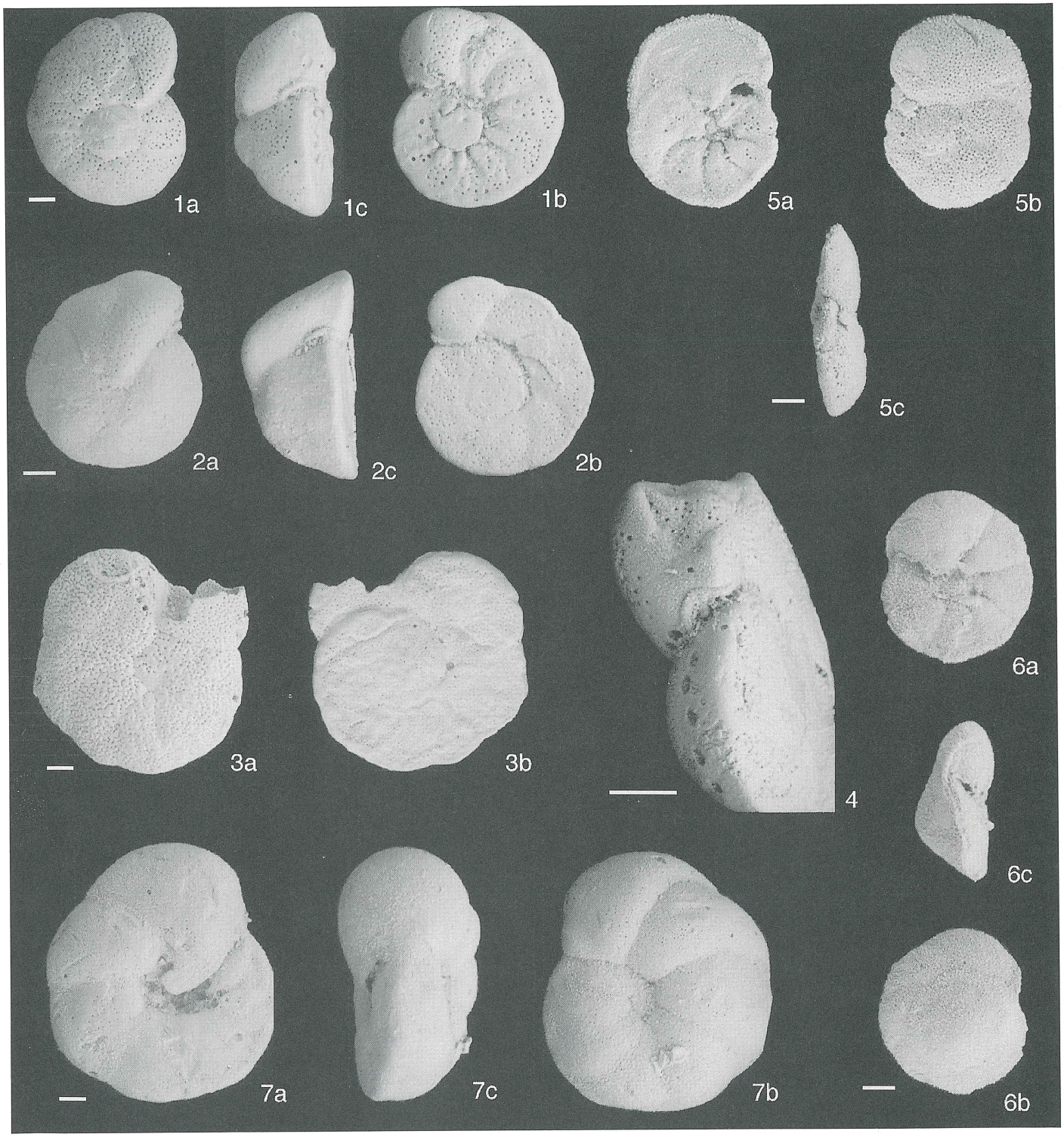
第1表　貝殻橋層および本州各地の中新世有孔虫群集

	貝殻橋砂岩			七尾*	茂庭層	追戸層	大堤層	末の松*	銀山層	
	PRK-7	Kg-1	Kg-2	NNO-1	MO-1	OID-1	OT-2	BSN-06	GIN-1	HOES-1
AGGLUTINATED FORAMINIFERA										
Dorothia goesii (Cushman)		F								
Gaudryina aff. arenaria Galloway and Wissler				R	R					
G. sp. A	F	F		F						
Textulina sp. A		F			R					
Textularia spp.	R	R		F						
CALCAREOUS FORAMINIFERA										
Alabamina japonica (Asano)	R			F				R		
Ammonia sp.								C		R
Amphicoryna fukushimaensis (Asano)		R		R		F	R		R	
A. pauciloculata (Cushman)		R			R	F				
Angulogerina hughesi (Galloway and Wissler)					F					F
A. kokozuraensis (Asano)	F	C			C		R	R	F	R
Astrononion aomoriense Asano	F	C		C	R			F	R	R
A. spp.					R				R	
Baggina notoensis Asano		R		R	R	F		R		R
B. philippinensis (Cushman)	R			F						
Bolivina dilatata Cushman	R	R			C					
B. sp. C					F					
Buccella frigida (Cushman)					R					
B. tanaii (Uchio)	C	F		F	C			C	C	F
B. sp.		R						R		R
Bulimina aculeata d'Orbigny						F				
Buliminella elegantissima (d'Orbigny)						F		R		
Cassidulina sp.								R	F	
Cibicides lobatulus (Walker and Jacob)	C	A	C	A	C	C	C	F	C	C
C. refulgens de Montfort		F	C	C		F	R	R		
C. tani Iwasa and Kikuchi	A	A	A	C	A	F	C	C		
C. sp.					C		R	F		
Cibicidoides pachydermus (Rzehak)	R	R		F		F	F			
Dentalina communis d'Orbigny	R			R	R					
Discorbinella subbertheloti (Cushman)	R	F			A					
Ehrenbergina notoensis Asano		R				R				
Elphidium sendaiense Takayanagi	R	F	F	F	F			F		R
E. spp.							R	C	R	
Eponides probatus Karasheninnikov		F								
Fissurina marginata (Montagu)	R	R			R				R	
F. orbignyana Seguenza		R		R						
Gavelinopsis sp. C		R			C				F	F
"Glabratella" spp.	R	R	F		C				F	R
Glabratellina arcuata Seiglie and Bermúdez		R		R	F					
Globocassidulina depressa (Asano and Nakamura)									C	C
G. sp.		R		R		R				
Globulina sp.		R		R						
Guttulina spp.	R	R	R	F	R	F				R
Gyroidlina spp.				F	R	F				R
Hanzawaia nipponica Asano	R			F	R	F	R	C	C	
H. tagaensis Asano		R		R	F	C				
Heterolepa praecincta (Karrer)		R			R					
Islandiella islandica (Nørvang)		F		C		C				
I. sp. A	R	A	C	R	A		A			
Lagena apiopleura Loeblich and Tappan	R	R	R			R		F		R
L. spp.		R		F				R		R
Lenticulina pseudorotulata (Asano)		R			R	F				
L. sp.	F			F	R	R				R
Marginulinopsis spp.		R		R		R				
Melonis nicobarensis (Cushman)	R	R	R			F	R		R	
M. pompilioides (Fichtel and Moll)				R					R	R
Nonionellina sp.								R	R	R
Paracassidulina nipponensis (Eade)								F		F
Planorbulina mediterranensis d'Orbigny	F	R								
Planularia sp.		R				R				R
Pseudononion subcostatum Fujita and Ito								C		
Pullenia bulloides (d'Orbigny)		F		F						
P. salisburyi R.E. and K.C. Stewart		F						R		
Quinqueloculina seminulum (Linné)	R				R					R
Rosalina australis (Parr)				F						
R. vilardevoana d'Orbigny		F		F			R	R		
R. sp. A		F		R				R		
R. spp.	F		C	R	R			R	R	F
Sigmomorphina spp.		F								
Sphaerogypsina globula (Reuss)				F						
Stilostomella lepidula (Schwager)		F								
Uvigerina spp.				R				R		
Valvulineria? sp. A		F								
MISCELLANEA	R	R		F	R	R		R		

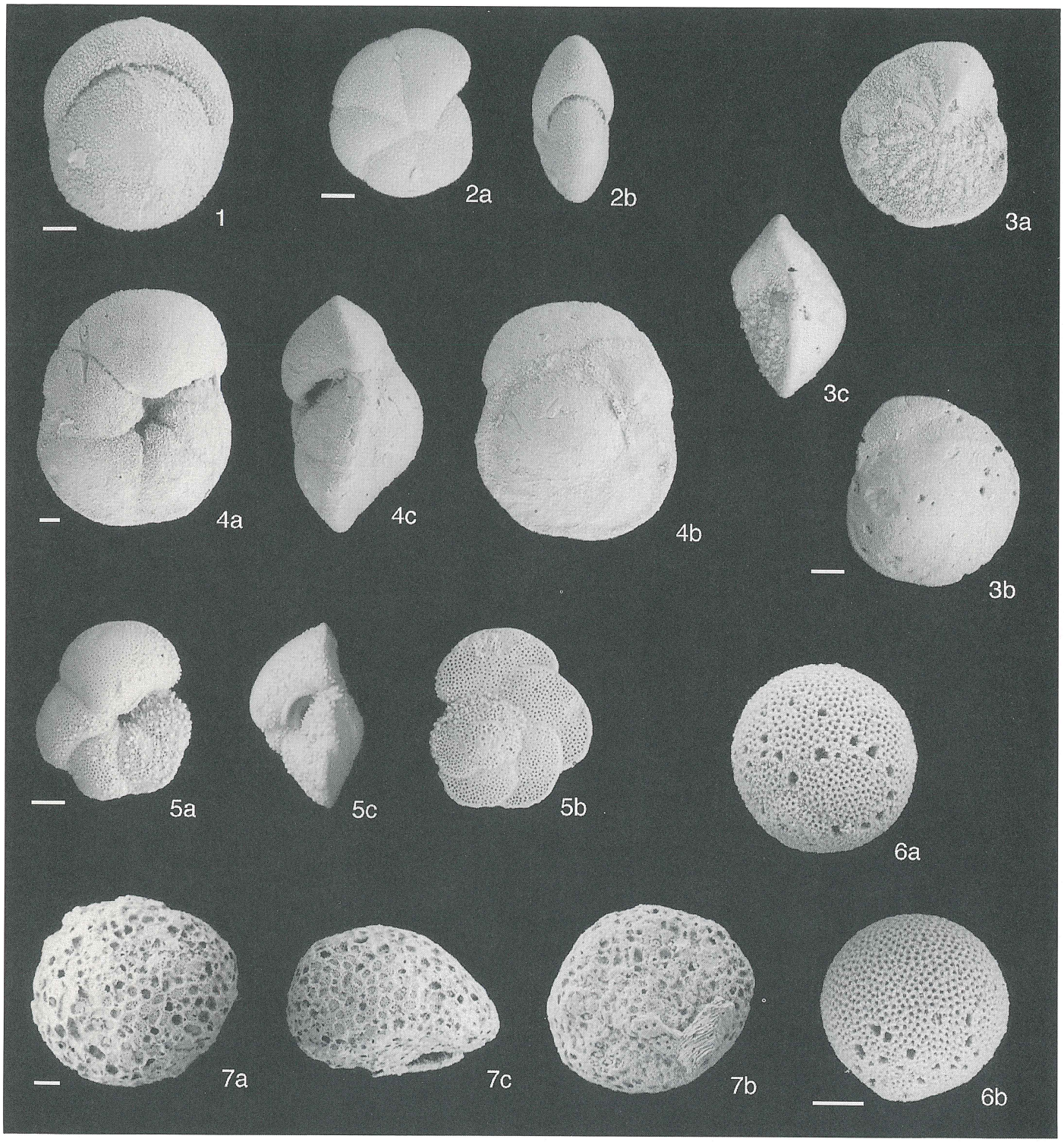
*　七尾：七尾石灰質砂岩，　末の松：末の松山層



第4図　貝殻橋層（試料kg-1）の主要な底生有孔虫群集（1）.
la-c. *Dorothia* cf. *goesii* (Cushman) . 2a-c. *Gaudryina* sp. A. 3a, b. *Angulogerina kokozuraensis* Asano.
4a, b. *Islandiella islandica* (Nørvang) . 5a, b. *Islandiella* sp. A. 6a, b. *Astrononion aomoriense* Asano.
7a, b. *Elphidium sendaiense* Takayanagi.



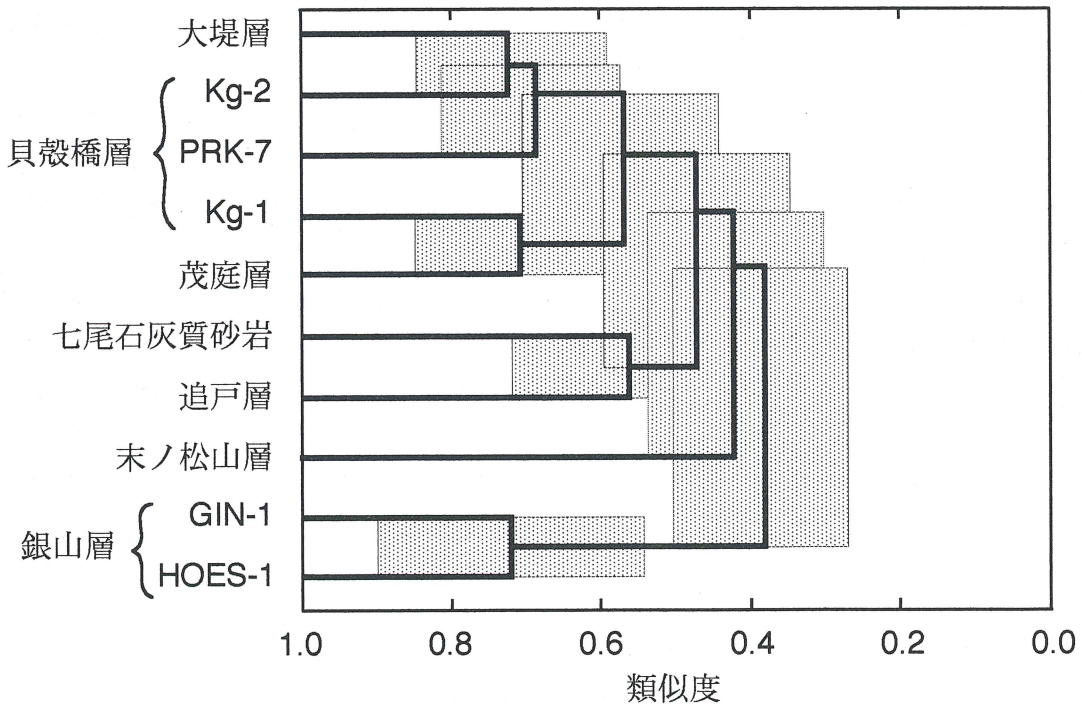
第５図　貝殻橋層（試料Kg-1）の主要な底生有孔虫群集（2）　　(Scale=100 μm)
la-c. *Cibicides tani* Iwasa and Kikuchi. 2a-c. *Cibicides refulgens* de Montfort.
3a, b, 4. *Cibicides lobatulus* (Walker and Jacob). 5a, b. *Discorbinella subbertheloti* (Cushman).
6a, b. *Rosalina vilardeboana* d'Orbigny. 7a, b. *Valvulineraia*? sp. A.



第６図　貝殻橋層（Kg-1, PRK-7）および七尾石灰質砂岩（NNO-1）の主要な有孔虫群集　（Scale＝100 μm）
1. *Pullenia bulloides* (d'Orbigny), Kg-1. 2a-c. *Pullenia salisburyi* R. E. Stewart and K. C. Stewart, Kg-1.
3a, b. *Buccella tanaii* (Uchio), PRK-7. 4a-c. *Eponides probatus* Krasheninnikov.
5a, b. *Globorotalia miozea* cf. *conoidea* Walters, NNO-1. 6a, b. *Orbulina suturalis* Brönnimann, NNO-1.
7a-c. *Sphaerogypsina globula* (Reuss), NNO-1.

第２表　貝殻橋層とほか地域の有孔虫群集の類似度

地層	貝殻橋層			七尾石灰質砂岩	茂庭層	追戸層	大堤層	末ノ松山層	銀山層	
試料	PRK-7	Kg-1	Kg-2	NNO-1	MO-1	OID-1	OT-2	BSN-6	GIN-1	HOES-1
PRK-7	1.000									
Kg-1	0.673	1.000								
Kg-2	0.656	0.650	1.000							
NNO-1	0.595	0.655	0.497	1.000						
MO-1	0.706	0.649	0.684	0.384	1.000					
OID-1	0.338	0.470	0.353	0.574	0.289	1.000				
OT-2	0.484	0.720	0.657	0.460	0.570	0.382	1.000			
BSN-6	0.519	0.372	0.333	0.362	0.465	0.240	0.329	1.000		
GIN-1	0.432	0.375	0.261	0.405	0.378	0.311	0.323	0.404	1.000	
HOES-1	0.465	0.454	0.354	0.430	0.421	0.284	0.253	0.359	0.723	1.000



第７図　貝殻橋層とその他の中新統に含まれる有孔虫群の類似性網掛けの部分は各類似度の95％信頼区間を示す

4．底生有孔虫にもとづく貝殻橋層の古海洋環境と年代

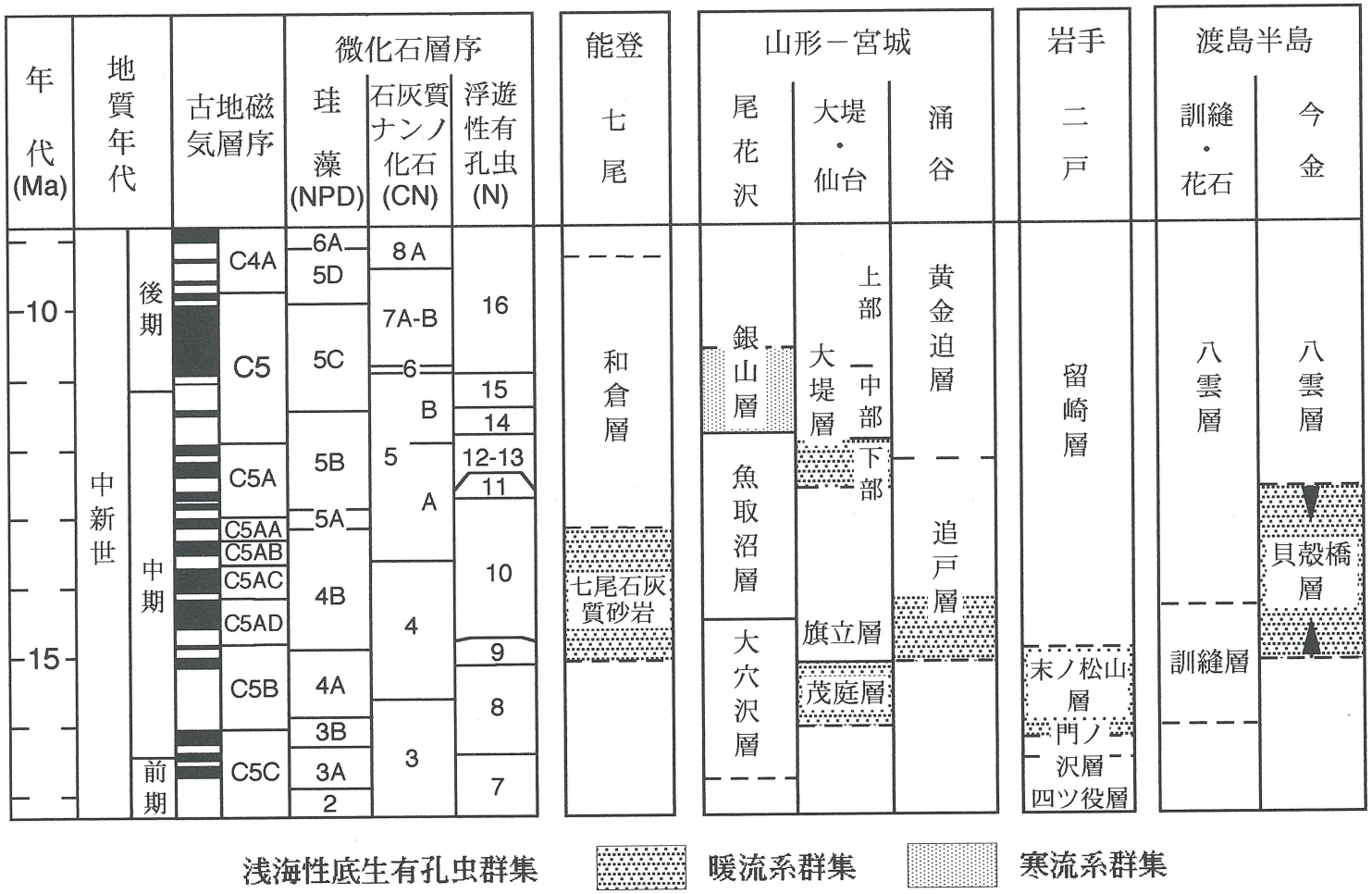
クラスター解析の結果は，貝殻橋層の底生有孔虫群集が本州各地のMNCO期の群集に近縁であることを示しており，その形成時には北海道南部が暖流の影響を受けていたことを示唆する（第8図）．その一方で，渡島半島域では，貝殻橋層の群集が示すものよりはるかに温暖な古環境を示唆する化石群が報告されている．すなわち，長万部地域の訓縫層および奥尻島の釣懸層から熱帯性巻貝の*Vicarya*が（Kanno et al., 1988; Uozumi and Fujie, 1966），また上ノ国地域の大安在川層からは大型有孔虫の*Operculina*と*Miogypsina*がそれぞれ報告されている（Hanzawa, 1935）．これらの地層は有孔虫（Blow, 1969）のN.8帯（16.4～15.1 Ma;Berggren et al.,(1995)による），珪藻（Akiba, 1968）のNPD3A帯（釣懸層；約17.3～16.2Ma;本山・丸山（1998）による）に相当すると考えられるが，その上位の八雲層あるいはその相当層である木古内層・千畳層の下限はほぼ12Maとされており（鴈澤, 1992），その間にかなりの時間間隙が推定される．これに対し，貝殻橋層は八雲層と整合関係にあり，上記の各層との直接の層位関係はないものの，それらの地層より上位にあたることは明らかである．すなわち，貝殻橋層はN.9帯（15.1 Ma～）より上位でN.13帯（～11.8Ma）より下位の時期，すなわちMNCO期末ないしその直後に限定される．このことは，同層がN.13～15帯（約12～11Ma）のMNCO期後の寒冷期に相当するとした浮遊性有孔虫の結果とは相反するものであり，むしろ，貝化石による結果に近いものである．

底生有孔虫と貝類との共通点がともに底生生物である．そこで，この相違がプランクトンとベントスの差異，ないしはそれらを支配する表層水と底層水の違いに関連する可能性を考えてみる．プランクトンが示す表層水には*Globigerinoides*属やkeelの発達した*Globorotalia*属などの暖流系要素が見られないことから，貝殻橋層堆積時の北海道南部は寒流系水の影響下にあったと見なされてきた．これに対し，ベントスが示す底層環境は暖流系の“底層水塊”の支配下にある．また，底生有孔虫群集から堆積深度は中部～外部浅海域（水深約100～200m）と見積もられる．すなわち，現在の海洋にあてはめてみると，陸棚上の下層を暖流系層水が占め，その上層を寒流系表層水が覆うという構図になる．

このような状況は，日本付近において，オホーツク海の北海道沿岸部で冬季にのみ確認されている．そこでは，夏季に北海道沿岸の表層部を北から南方に流れる宗谷暖流が，冬季には水深50m以深に存在するものの，その上位に低温だが非常に低塩分なために暖流より密度の小さい水塊が覆っている（青田, 1985）．したがって，このような海況は多量の低塩分水が支配する沿岸部では起き得るものの，通常の外洋域では生じ得ないと考えられる．

一方，貝殻橋層に含まれる浮遊性有孔虫は多様性がやや低く，純然たる外洋性のものではないものの，*Globorotalia*属を含んでおり，低塩分水が表層を覆うような沿岸域のものとは考えにくい，しがたって，この時期の海況として，現在のオホーツク海沿岸域を類推することは困難であり，表層水が下層よりも寒冷であるという前提は見直さざるを得ない．その結果，必然的に『水深が200mに満たない海域において下層だけが暖流』という海況は想定できないので，ベントス群集が示唆する暖流系水は表層にまで影響を及ぼしていたことになる．

本研究で扱った試料の中で，N. 9～11帯（およそ15-13Ma）に相当するのは能登の七尾石灰質砂岩のみである．そこから，*Globorotalia miozea* cf. *conoidea* Walters, *Orbulina suturalis* Brönnimannなどが確認された（第６図）．また，この浮遊性有孔虫群集は貝殻橋層のものよりも多様性が高い．一方，底生種については，種数ではあまり変わらないものの，種構成ではかなりの相違がある．とくに七尾石灰質砂岩には九面の種で代表される暖温帯域の種の割合が多く，さらに熱帯生の *Sphaerogypsina globula* (Reuss)が産出する．これに比べると，貝殻橋層では暖温帯種は産出するものの，相対頻度は極



第８図　貝殻橋層の層位的位置
年代層序ならびに石灰質微化石層序はCande and Kent (1995)とBerggren *et al.* (1995)による．珪藻化石層序区分の年代は Akiba (1986)と本山・丸山(1998)による．各地域の地層の年代の根拠は Appendix (本文末尾) に示す．

めて小さい．これらのことから，貝殻橋層の群集は七尾石灰質砂岩のものとほぼ同時期ではあるが，それらよりは暖流の影響が小さい海域で形成されたものと考えられる．

渡島半島以外の北海道におけるこの時期の地層は，石狩－日高地域の滝上層上部～川端層，羽幌地域の築別層上部～古丹別層で代表されるように，中央ではいずれも深海相を呈しており，海洋の表層環境を示す試料は乏しい．しかし，東部の厚内地域に分布するオコッペ沢層中部において暖流の影響が13Ma頃まであったことが，温帯性浅海域を示す*Ammonia*属の産出をもとに推定されている（石村ほか, 1997）．しかし，この群集に含まれる暖流系種は同属のみであり，暖流の影響が貝殻橋層の群集よりもさらに小さいと考えられる．同様の群集は，現生群集としては北海道北部の日本海沿岸より報告されており（桑野, 1953），暖流のほぼ北限を示すものといえる．

現在の日本列島周辺において，厚内地域に近接する釧路付近は暖流の影響がもっとも小さい海域であり，一方，北海道南西部周辺は弱いながらも明らかに暖流（対馬暖流）の影響を受けている．また，約6900年前～約5400年前には釧路付近にも暖流が及んだとされるが（松島, 1988, 1998），その時期は縄文海進の最暖期であり，道南地域における暖流の勢力は現在よりも著しく強かったとされている（松島, 1988）．

西岸境界流としての黒潮やその分枝である対馬暖流の流路特性からみて，地質時代に日本列島の位置や海陸分布が現在と多少異なったとしても，両海域の間で暖流から受ける影響の程度には現在と基本的な相違はないと推定され，少なくとも釧路付近よりも道南周辺の方が寒冷であったとは考えにくい．したがって，13Ma以前における今金地域と厚内地域の群集の相違は海水温の差異によるもので，両地域に影響を及ぼした暖流の勢力の違いを反映すると考えることができる．同様の関係は，北関東や能登半島地域と今金地域との間についても推定できる．一方，12Ma以降には，山形付近でも寒流域に入っていることから，この時期に北海道南西部や釧路付近に暖流が流れ込むことは考えにくい．したがって，貝殻橋層の堆積時期は，12Ma以降の寒冷期ではなく，それ以前のMNCO期末の暖流が衰退しつつある過渡期であると考えられる．

5．結語

北海道南西部，今金町北部の小範囲に分布する貝殻橋層の底生有孔虫を調査し，その群集組成をもとに同層堆積時の古海洋環境を検討するとともに，その年代について考察した，底生有孔虫群集には暖海性種が含まれており，暖流の影響が認められた．その産出頻度や種構成を本州および道内各地における前期中新世末～中期中新世後期の群集と比較した結果，貝殻橋層の群集は中期中新世前期のMid-Neogene Climatic Optimum期末から寒冷期への過渡期におけるものであり，当時の暖流の北限よりはやや南方で形成されたものであると推定した．

底生有孔虫による化石層位学は，1960年代からの浮遊性微化石研究の急速な発展に反比例するように，その価値が減退した．その反面，底生有孔虫は古環境指標としての意義が強調されてきた．それは，ベントスの生存を規制する環境要因が浮遊性生物（プランクトン）のそれに比べて多彩であり，その結果としてベントスの形成は地理的な変異が大きく，底質や底層環境への依存性が高いことによると考えられる．しかしそれ故に，とくに浅海域の群集は表層水の特性と密接な関係にあるため，地球規模の気候変化に伴って表層水の分布が変化する場合には，敏感にその生息範囲を変化させると考えられる．そして，暖流の北限のように特有の水塊の縁辺域においては，そのような海況の変化は各水塊依存種の産出の有無として，比較的明瞭に捉えられる可能性が高い．また，水塊の地理的変異は群集の微妙な変化として把握できることから，一種の鍵層として，地層対比の一手段として活用でき

ると考えられる．貝殻橋層の有孔虫群集は，こうした可能性を示す１例と考えられる．

謝辞　本研究をまとめるにあたり，執筆の契機を与えて下さった今金町教育委員会能條　歩博士に感謝の意を表する．また，一部の試料採取については，福井県立博物館野田芳和博士（当時，東北大学大学院理学研究科）の手を煩わせた．本研究で用いた試料には，東北大学理学部地質学古生物学教室の卒業・修士または博士論文に関連して筆者が同学在任中に鑑定を依頼され，その後の処理を委任されたものが含まれる．それらの原試料を採取された当時の学生諸氏をAppendix（文末）に記して感謝を申し上げる．

文　献

Akiba, F., 1986, Middle Miocene to Quaternary diatom biostratigraphy in the Nankai Trough and Japan Trench, and modified Lower Miocene through Quaternary diatom zones for middle- to high-latitudes of the North Pacific. *In* Kagami, H., Karig, D. E., Coulbourn, W. T., et al., *Init. Repts. DSDP*, 87, Washington, D.C., U.S.Government Printing Office, 393-481.

青田昌秋，1985：海況変動．日本海洋学会沿岸海洋研究部会（編），日本全国沿岸海洋誌，第1章　オホーツク海沿岸海域，物理，13-19.

Asano, K., 1949, New Miocene foraminifera from Japan. *Jour. Paleontol.*, 23, 423-430.

Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisher, C. C., III, and Aubry, M.-P., 1995, A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. *In* Berggren, W. A., Kent, D. V., Aubry, M.-P. and J. Hardenbol (eds.), *Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation. SEPM Spec. Publ.*, no. 54, 129-212.

Blow, W. H., 1969, Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. *In* Brönnimann, P. and Renz, H. H. (eds.), *Proc. 1st Int. Conf. Planktonic Microfossils, Geneva, 1967*, 1, E. J. Berll, Leiden, 199-421.

Cande, S. C. and Kent, D. V., 1995, Revised calibration of the geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Jour. Geophys. Res.*, 100, 6093-6095.

鎮西清高，1979，門ノ沢－三戸地域．土　隆一（編），日本の新第三系の生層序および年代層序に関する基本資料，50-52.

Fujiwara, O., 1992, A new species of Halicardia (Bivalvia) from the Late Miocene of Miyagi Prefecture, Northeast Honshu, Japan. *Saito Ho-on Kai Musueum, Res. Bull.*, no. 60, 9-21.

鴈澤好博，1992，西南北海道渡島半島の新第三系層序と古地理．地質学論集，no.37, 11-23.

Hanzawa, S., 1935, Some fossil *Operculina* and *Miogypsina* from Japan, and their stratigraphical significance. *Tohoku Imp. Univ., Sci. Rep., Ser . 2 (Geol.)*, 18, 1-29.

Hasegawa, S., 1988, Distribution of Recent foraminiferal fauna in Toyama Bay, central Japan. *Rev. Paléobiologie*, Vol. Spéc, no. 2, Benthos '86, Genève, 803-813.

長谷川四郎，1993，底生有孔虫から見た日本の周辺海域の水温分布－新生代海洋構造の解明に向けて－．化石，no. 55, 17-33.

長谷川四郎・根本直樹・亀丸文秀，1993，常磐地域の中新統九面層の模式地における有孔虫群集．日本古生物学会1993年年会予稿集，120.

橋本　亘・菅野三郎・品田　穣・大島一精，1963，北海道渡島半島，今金－訓縫－八雲間の地質．地質学雑誌，69，228-238.

Hatai, K., Masuda, K. and Noda, H., 1974, Marine fossils from the Moniwa Formation, distributed along the

Natori River, Sendsai, Northeast Honshu, Japan. Part 4, A new species of *Chlamys*. *Saito Ho-on Kai Museum, Res. Bull.*, no. 43, 35-41.

Horn, H. S., 1966, Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *Amer. Naturalist*, 100, 419-424.

池谷仙之・植松健児，1968，瀬棚層と黒松内層の関係について，地質学雑誌，74, 21-36.

入月俊明・松原尚志, 1994，貝形虫化石群集解析に基づく下－中部新統門ノ沢層の堆積環境の垂直変化．地質学雑誌, 100, 136-149.

石井武政・柳沢幸夫, 1984, 旧北上川沿いに分布する追戸層の地質時代について，地質調査所月報，35, 623-635.

石村豊穂・板木拓也・嶋田智恵子・長谷川四郎，1997，北海道東部厚内地域における中新統オコッペ沢層の複合微化石層序．日本地質学会104年学術大会演旨，117.

石崎国熙，1978，解析法．高柳洋吉（編），微化石研究マニュアル，5. データ処理，朝倉書店，東京，129-140.

上　俊二・加藤道雄・口田恭子・高山俊昭，1981，能登半島に分布する石灰質砂岩層の地質時代．金沢大学教養部論集，自然科学編, 18, 47-63.

Kanno, S., Amano, K., and Noda, H., 1988, *Vicarya* and its associated molluscan fauna from the Kunnui Formation in Oshamanbe, Southwest Hokkaido. *Saito Ho-on Kai*, *Spec. Pub.* (*Prof. T. Kotaka Commem. Vol.*), 737-389.

北村　信・大澤　穠・中川久夫，1983，地域地質研究報告（5万分の1図幅）「吉岡地域の地質」，地質調査所，50p.

桑野幸夫，1953，日本近海の現世有孔虫類の研究 Ⅰ．オホーツク海南部の有孔虫遺骸群集 (1)．資源科学研彙報．no. 32, 71-83.

米谷盛寿郎・井上洋子，1973，微化石研究のための効果的岩石処理法について．化石，nos. 25/26, 87-96.

Masuda, K., 1960, On the morphology of *Nanaochlamys*. *Tohku. Univ., Sci. Rep., 2nd Ser.* (*Geol.*), Spec. Vol. no. 4, 371-383.

増田考一郎・小笠原憲四郎，1982，貝殻橋砂岩層の貝類化石の産出層準．棚井敏雅（編），北海道新第三系生層序の諸問題，15-20.

松島義章，1988，貝類からみた日本海沿岸の返遷　－とくに北海道沿岸を例として－．採集と飼育，50, 67-71.

松島義章，1998，北海道における温暖種の消長からみた対馬暖流の動向．日本古生物学会1998年年会予稿集，37.

本山　功・丸山俊明，1998，中・高緯度北西太平洋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.

長尾　巧・佐々保雄，1933，北海道西南部の新生代層と最近の地史 (2)．地質学雑誌，40, 750-775.

西塚知久・片山　肇・中嶋秀敏・丸山俊明・長谷川四郎，1989，北海道渡島半島中部における上部新生界の層序と微化石年代．日本地質学会第96年学術大会演旨, 207.

尾田太良，1981，道南地域の新第三紀の浮遊生有孔虫．棚井敏雅（編），北海道の新第三系の生層序，研究連絡紙，no. 2, 61-62.

尾田太良・長谷川四郎，1981，北海道渡島半島の有孔虫化石の産状．棚井敏雅（編），北海道の新第

三系の生層序，研究連絡紙，no. 2, 9-12.

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.

Ogasawara, K., Hasegawa, S., and Maruyama, T., 1990, Neogene marine sequences and benthic foraminifera in Sendai district. *Guidebook for Field Trip C, Prepared for Benthos '90, the Fourth International Symposium on Benthic Foraminifera, Sendai, Japan*, 1-17.

佐藤比呂志，1986，東北地方中部地域（酒田～古川）の新生代地質構造発達史（第Ⅰ・Ⅱ部）．東北大理地質古生物研邦報，no. 88, 1-31；no. 89, 1-45.

沢田義男，1961，北海道瀬棚郡今金町北方の新第三紀層．室蘭工大研報．3, 635-644.

Sawada, Y., 1962, The geology and paleontology of the Setana and Kuronatsunai areas in Southwest Hokkaido, Japan. *Mem. Muroran Inst. Tech.*, 4, 1-110.

高橋　清・一ノ関鉄郎・大倉　保・秋葉文雄・村田勇治郎・吉田土俊夫，1980MS，北海道渡島半島の新第三系微化石層序　－主に，有孔虫・珪藻・放散虫・各化石の産出状態と，それらの生層序学的関係について－．石油資源開発㈱技研所報，23, 142-167.

土　隆一・茨木雅子，1982，北海道の新第三系の対比に関する知見．棚井敏雅（編），北海道新第三系生層序の諸問題，63-66.

Uozumi, S., and Fujie, T., 1966, Neogene molluscan faunas in Hokkaido. Part. ⅡU Description of the Okushiri fauna associated with *Vicarya*, from the Okushiri Island, Southwest Hokkaido. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. IV*, 13, 139-163.

Appendix:試料の概要と地質年代（関連する手記論文を併せて示す）

貝殻橋層［Kg-1およびKg-2］

試料：北海道瀬棚郡今金町種川，メップ川支流右岸の崖．［片山　肇，1986MS，北海道瀬棚郡今金町東部の地質，東北大学理学部地質学古生物学教室卒業論文］

貝殻橋層［PRK-7およびPRK-8］

試料：北海道瀬棚郡今金町種川，メップ川本流左岸の大崖．［尾田・長谷川，1981］

茂庭層［MO-1］

試料：宮城県名取市今成，生出橋南詰砂取場（尾田・酒井,1977：Ogasawara *et al.*, 1990）

年代：N.8帯（尾田・酒井,1977）

追戸層下部［OID-2］

試料：宮城県田郡涌谷町小塚中野（*Chlamys oidensis* Hatai, Masuda and Noda, 1974, の模式地）

年代：N.9～10帯（石井・柳沢,1984）

大堤層［OID-2］

試料：宮城県仙台市泉区堂所北方，宮床川河床．北村ほか（1983）の試料No.2．［糟谷正雄，1982MS，宮城県泉市根白石－定義付近の地質．東北大学理学部地質学古生物学教室卒業論文］

年代：下部および上部：N12～14帯，中部CN5b帯（北村ほか,1983）；上部：N.16帯，CN8帯（Fujiwara, 1992）

末の松山層五日町砂岩部層［BSN-06］

試料：岩手県二戸福岡，馬淵河流域馬仙峡（鎮西,1979）［片山敏男，1980MS，青森・岩手県境，馬淵河流域の新第三系の層位学的研究．東北大学理学部地質学古生物学教室修士論文］

年代：N8～9帯，NPD3B～4A帯（入月・松原,1994）

銀山層［GIN-1およびHOES-1］

試料：山形県尾花沢市上柳渡戸西方，銀山河沿い［GIN-1］；尾花沢市向栗生東方［HOES-1］（佐藤,1986）

年代：魚取沼層（下位層）最上部：N13帯，CN5b帯（佐藤,1986）；中部：NPD5B帯（佐藤 (1986) 紹介）

七尾石灰質砂岩［NNO-1］

試料：石川県七尾市岩屋町道路沿い（*Nanaochlamys notoensis*（Yokoyama,1929），Hatai and Masuda（1953）の模式地）

年代：CN4～5帯（上ほか,1981）