Bull. Mizunami Fossil Mus., no. 24 (1997), p. 27-38, pl. 10, 6 figs., 3 tabs.

東北地方の日本海沿岸地域における中新統の石灰質ナンノ化石層序

平松　力・三輪美智子・井上洋子・深沢和恵

石油資源開発（株）技術研究所，〒261，千葉県美浜区浜田1-2-1

Miocene calcareous nannofossil biostratigraphy in the coast of the Sea of Japan in the Tohoku district, Japan

Chikara Hiramatsu, Michiko Miwa, Yoko Inoue and Kazue Fukasawa

JAPEX Research Center, 1-2-1 Hamada, Mihamaku, Chiba, 261 Japan

Abstract

The occrrences of calcareous nannofossil together with those of foraminifera from the Miocene distributed in the coast of the Sea of Japan in the Tohoku district are described and their biostratigraphic and paleoceanographic implications are presented as follows:

1) The inflows of warm water current into the Paleo-Sea of Japan were suggested, at least, in the zones of CN5a-b, CN8, CN9 and CN10-11, during the Miocene Funakawa through the Onnagawa Stages. These paleoceanographic events are useful for the age determination and correlation of strata in the region.

2) It is suggested that the first occurrence of *Gephyrocapsa* (small) in the region is correlative with Lower Pliocene or Upper Miocene, although it has been thought to be within Late Pliocene.

3) Three calcareous nannofossil zones (CN3 to CN5a) are assigned to the Nishikurosawa Stage. It is possible to identify the biozones with much greater precision and higher resolution, by combining calcareous nannoplanktonic and foraminiferal biostratigraphy at the stage. The paleoenvironmental analysis based on benthic foraminifera indicates the sedimentary basin deepening upward during the stage in the region.

Key words: calcareous nannofossil, foraminifera, biostratigraphy, paleoceanography, Miocene, Niigata, Akita, Japan.

1．は　じ　め　に

東北日本海沿岸地域の石灰質ナンノ化石の研究は1980年代に入ってから急速に進み，詳細な地層年代決定利用への有効性が強調されている（佐藤ら，1987, 1988, 1991；高山ら，1988）．これらの成果によれば，石灰質ナンノ化石基準面を用いることにより，第四系は約10万年オーダーで対比が可能である．また，下部中新統上部～中部中新統中部についても，有孔虫化石と同等の分解能で3化石帯（CN3～CN5a）を認定できることが明らかにされている（佐藤，1982）．

しかし，秋田地域の船川階～女川階や新潟地域の椎谷階～寺泊階に相当する中部中新統上部～下部鮮新統につ

いては，石灰質ナンノ化石の産出が非常に乏しく，公表されているデータも散点的である（岡田，1981，1988）．したがって，石灰質ナンノ化石を利用した本層準の対比に関する報告はまったくなされていない．

本論では，現時点までに著者らが得た船川～女川層々準の新たなデータを示し，その生層序学および古海洋学的意義を考察する．また，下部中新統上部～中部中新統中部（秋田地域の西黒沢階，新潟地域の七谷階）についても，石灰質ナンノ化石層序と有孔虫化石層序とを組み合わせて用いることにより，精度の高い年代決定と地層対比が可能となることを述べ，底生有孔虫化石群集から推定される古環境の変遷についても併せて報告する．

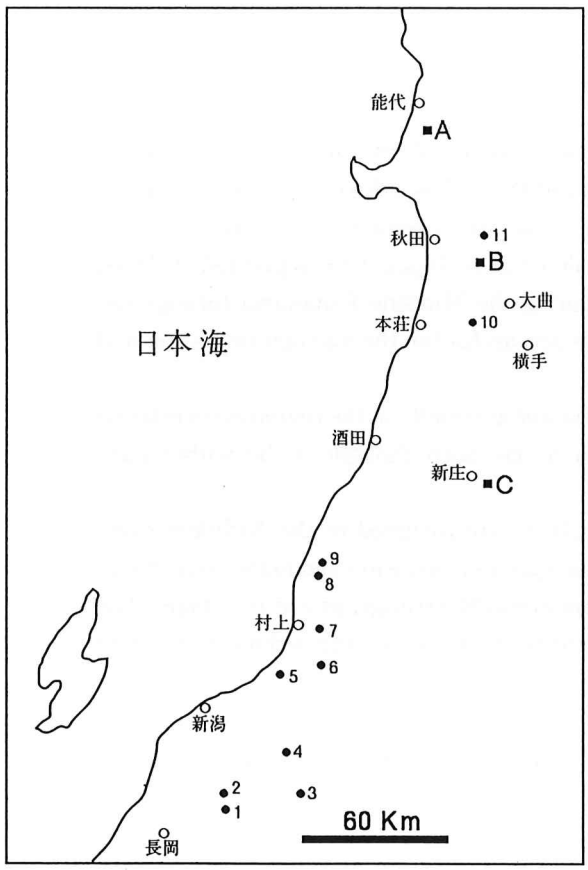


図１．調査位置図．
A：外岡（図２），B：刈和野（図３），C：新庄東部(図４)，１～11は図５のルート位置を示す　１：北五百川，２：大谷川，３：柴倉川，４：行地川，５：関沢川，６：安角，７：桃川，８：葡萄，９：大毎，10：羽広，荒又，11：鵜養，小出沢．
Fig. 1. Index map of the study area.

２．試料および分析方法

試料採取を行なった各ルートの位置図を図１に示した．石灰質ナンノ化石および有孔虫化石の分析と化石帯区分は次の方法で行なった．

石灰質ナンノ化石分析用試料は高山（1978）の方法で処理し，プレパラートを作成し検鏡に供した．石灰質ナンノ化石帯区分の定義および時代については　Okada and Bukry（1980）に従った．

有孔虫化石分析は，乾燥した試料100ｇを秤量し，薬品処理(硫酸ナトリウム法)を施して泥化させ，200メッシュの篩上で水洗後，120メッシュ以上の残渣について検鏡を行った．浮遊性有孔虫化石に基づく地質年代の推定は，日本海地域の新第三系および第四系を対象として設定された Shinbo and Maiya（1971）の分帯につき，米谷（1978）により修正された帯区分に従った．

３．船川階～女川階（椎谷階～寺泊階）の石灰質ナンノ化石層序

本層準からは従来石灰質ナンノ化石がほとんど検出されなかったので，公表されているデータは散点的であった．しかし，米谷(1978)が *Globorotalia ikebei* / *Orbulina universa* Zone（PF６帯）を設定しているように，浮遊性有孔虫化石を産出する層準は存在する．また，下部寺泊階でブルーゾーンと呼ばれている　*Cassidulina norcrossi, Gyroidinoides* cf. *soldanii* などの石灰質有孔虫を連続多産する層準も広く確認されている．井上（1995）は，ブルーゾーン中と考えられる層準に，Blow(1969)のN16に相当する暖海性種の産出，および *Globorotalia rikuchuensis* を伴うN12-N13に相当する群集の産出が確認されることを示した．以上のように層位的に連続した産出は望めないが，これらの産状は古日本海へ暖流が及んだというシグナルであり，古海洋学的な側面あるいは汎世界的な海水準変動との対応という点においても興味深い．さらに，対比基準面の少ない本層準で，これらのシグナルは生層序学的にも有効な情報である．以下には，現時点までに得られた石灰質ナンノ化石の産出データについて述べる．

能代市南方の外岡付近から得られた上部七座凝灰岩直上の試料（図２）は，岩相層序上天徳寺層と考えられるが，以下に示す化石内容から明らかに天徳寺階基底に位置する№３ *Globorotalia inflata* bed より下位の層準のものである．有孔虫化石帯は米谷（1978）の *G. ikebei* / *O. universa* Zone（PF６帯）に，珪藻化石帯は Akiba

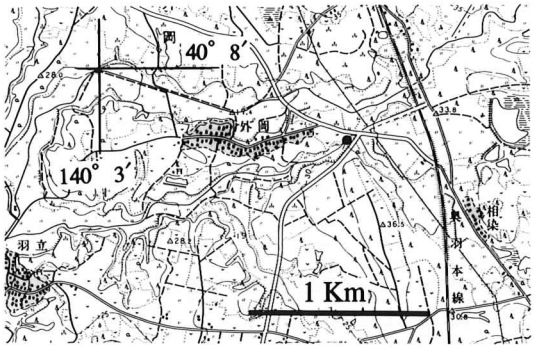


図2．能代市南方地域の試料採取位置図（国土地理院発行1/2.5万地形図「森岳」）．

Fig. 2. Sample locality map of the southern part of the Noshiro area.

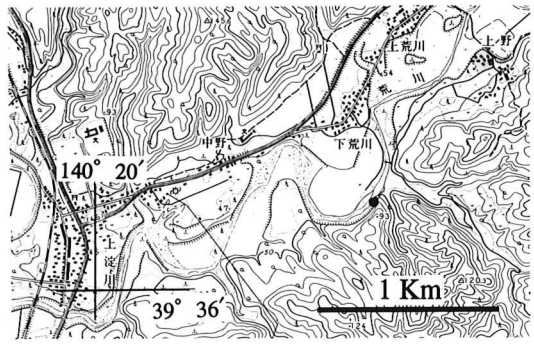


図3．刈羽野地域の試料採取位置図（国土地理院発行1/2.5万地形図「羽後境」）．

Fig. 3. Sample locality map of the Kariwano area.

（1986）の *Neodenticula kamtschatica* 帯にそれぞれ認定される．この試料から検出される石灰質ナンノ化石群集は *Coccolithus pelagicus* を優占種とし，*Sphenolithus* cf. *abies* を伴う．頻度は非常に低いものの *Reticulofenestra pseudoumbilica* も検出される．したがって，Okada and Bukry（1980）の CN11帯を含め，それより下位に対比されるが，その下限を規定することはできない．有孔虫化石および珪藻化石の分析結果を考慮すれば，CN10～11帯（前期鮮新世）に相当すると考えられる．

岡田（1981）は北海道日高地域の平取町の荷菜層からCN9帯（後期中新世後期）の群集を報告している．この群集には暖海性とされる鍵種の *Discoaster quinqueramus* が含まれ，暖流の影響が北海道南部まで及んだことを示している．しかも，このCN9帯に相当する群集はその後秋田県北部の米内沢地域の藤琴川層と山形県北部の草薙層からも発見され，いわゆる「暖流のスパイク」と呼ばれる暖流の北上現象が，中新世末期の東北日本海側や脊梁山地にも及んだことが明らかにされている（岡田，1988）．なお，岡田（1981）が報告した荷菜層の試料採取地点の珪藻化石帯は *Thalassionema schraderi* 帯に相当し（米谷ら，1981），石灰質ナンノ化石の結果と矛盾しない．

井上（1995）は，秋田県刈羽野地域の船川層下部からN16に相当する有孔虫化石群集を報告すると共に，同様の群集が同県矢島地域および北海道の石狩地域にも認められることを示している．三輪ら（1995）は同地点からの底生有孔虫化石群集について報告している．刈羽野地域の試料（図3）から産出する石灰質ナンノ化石は *C. pelagicus* を主体とし，これに *Reticulofenestra gelida* を伴うことで特徴づけられる．頻度は低いが *S. abies*, *Discoaster braarudii*, *D. brouweri*, *D. variabilis* なども検出される．化石帯認定に有効な種は認められないが，*D. braarudii* の産出および有孔虫化石と珪藻化石の分析結果からCN8帯（後期中新世前期）と考えられる．井上（1995）は刈羽野地域の試料とほぼ同地点から珪藻化石の *Denticulopsis katayamae* 帯の群集を報告している．しかし，同試料の再分析の結果，わずかながら *Denticulopsis dimorpha* が検出された．したがって，*D.*

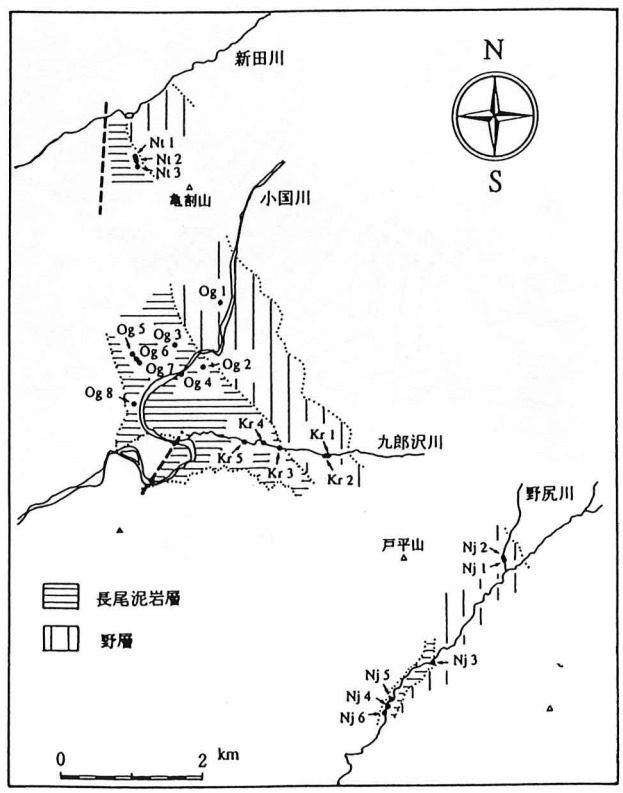


図4．新庄盆地東部の試料採取位置図（加藤ら，1996）．

Fig. 4. Sample locality map of the Shinjo area.

表1．新庄盆地東部から産出した石灰質ナンノ化石．
Table 1. List of calcareous nannofossil from the Shinjo area.

Species Chart (Nannofossil)

山形県新庄盆地東部

試料中での化石産出頻度
A : Abundant　R : Rare
C : Common　B : Barren
F : Few

化石の保存状態
G : Good
M : Moderate
P : Poor

各タクサの相対産出頻度
D > 50%　F : 1-5%
A : 11-50%　R < 1%
C : 6-10%　+ : Present

ROUTE	新田川ルート			小国川ルート								九郎川ルート					野尻川ルート						
NANNO ZONE	CN5a	CN5a		CN5b		CN5b	CN5b	CN5a	CN5b	CN5a		CN4?	CN5a	CN5b	CN5b		CN4	CN4	CN5a	CN5b	CN5b	CN5b	CN5a
	Nt			Og								Kr					Nj						
SAMPLE	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	
ABUNDANCE	C	C	B	R	C	B	C	C	A	A	A	R	F	C	C	A	C	C	C	A	A	C	
PRESERVATION	P	P		P	M		M	M	M	M	M	P	P	M	M	G	M	M	M	M	M	M	
Calcidiscus leptoporus (Murray & Blackman) Loeblich & Tappan	F	R			F			F	R	R	F				F	R		R	R	R		R	
C. macintyrei (Bukry & Bramlette) Loeblich & Tappan	R	R							R	R									R			R	
Coccolithus miopelagicus Bukry		R					F	F	F	F	R		F	R	F	F	F	F	R	F	F	F	
C. pelagicus (Wallich) Schiller	D	A		+	C		C	A	A	A	A		F	A	A	A	D	D	A	A	A	A	
Cyclicargolithus floridanus (Roth & Hay) Bukry	F	R							R		F		D	R			R	F	F			R	
Dictyococcites perplexus Burns	F	F			F		F	F	F	F	C			F	F	F	F	F	F	C	F	F	
D. productus (Kamptner) Backman	F	F			R			F	C	F	A			F		F	F	F	A	F	F	F	
Discoaster adamanteus Bramlette & Wilcoxon															F								
D. deflandrei Bramlette & Riedel	R	R							R	R	F		+	F		F	R	F	F	R		F	R
D. exilis Martini & Bramlette		R						R	R							R			R				
D. variabilis Martini & Bramlette	R	F			R		R	R	F	R	R			F	R	F	R		R		F		F
D. spp.	F	R					R		F								F	F					F
Helicosphaera carteri (Wallich) Kamptner		F							R	R	R					R	R	F	R	F	R	R	F
H. hyalina Gaader	R																						
Reticulofenestra gelida (Geitzenauer) Backman	C	C			A		A	A	A	A	C				A	A	A	F	A	A	A	A	A
R. gelida >7 μm	C	C		+	A		A	A	C	C	F				A	A	A			F	A	A	A
R. haqii Backman	F	F			F		F		F	F	F				F	F	C	F	F	C	C	F	C
R. minuta Roth							F	F	C	C					F			F	F	F	F	F	
R. minutula (Gartner) Haq & Berggren	F	F			F		F	F	F	F	F				F	F	F	C	C	F	F	F	C
R. pseudoumbilica (Gartner) Gartner	C	C			A		A	A	A	C	C				A	F	F	F		C	F	F	C
R. pseudoumbilica >7 μm	F	C			C		F	A	F	A	F				F	F	F			C	F	F	
Sphenolithus compactus Backman		F			F			R							R		F	F	F	R			F
S. heteromorphus Deflandre																		C	C				
S. moriformis (Bronnimann & Stradner) Bramlette & Wilcoxon	F	F							F	R	F			F			R	C	F	F	C	F	F

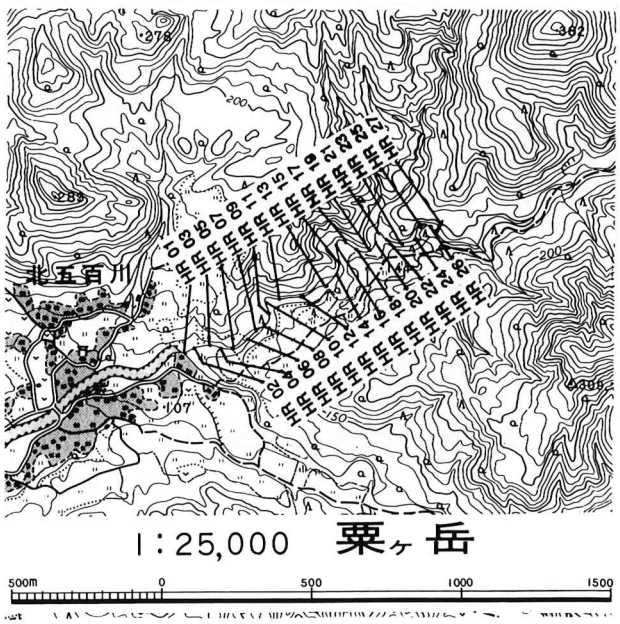


図5-1. 北五百川ルートの試料採集位置図(国土地理院発行1/2.5万地形図「栗ケ岳」).
Fig. 5-1. Sample locality map of the Kitaimogawa route.

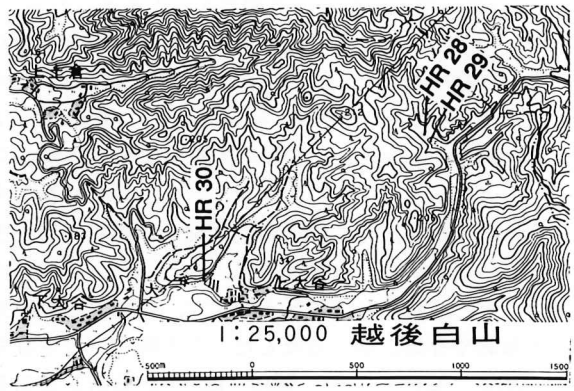


図5-2. 大谷川ルートの試料採集位置図（国土地理院発行1/2.5万地形図「越後白山」).
Fig. 5-2. Sample locality map of the Otanigawa route.

katayamae の産出を考慮すれば，本試料は *D. dimorpha* 帯上部に認定される．

井上（1995）はN12～N13に相当すると考えられる *Globorotalia rikuchuensis* の産出層準についても述べている．この層準は一般に新潟県の寺泊階最下部付近に認められるものである．同層準から産出する石灰質ナンノ

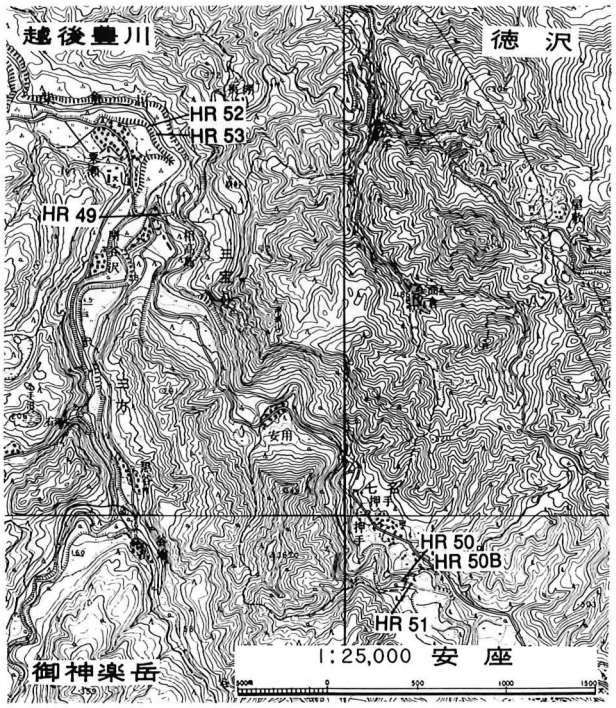


図5-3. 柴倉川ルートの試料採集位置図（国土地理院発行1/2.5万地形図「越後豊川」「徳沢」「御神楽岳」「安座」）.

Fig. 5-3. Sample locality map of the Shibakuragawa route.

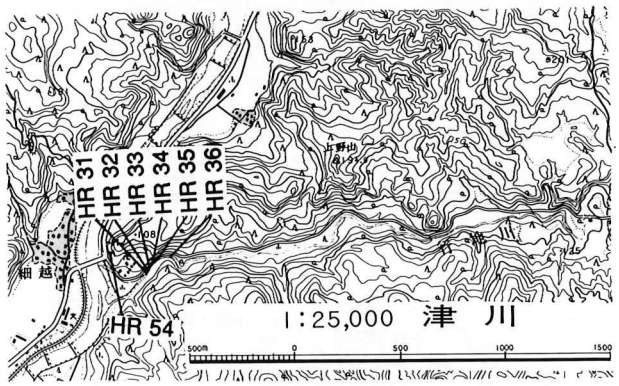


図5-4. 行地川ルートの試料採集位置図（国土地理院発行1/2.5万地形図「津川」）.

Fig. 5-4. Sample locality map of the Gyouchigawa route.

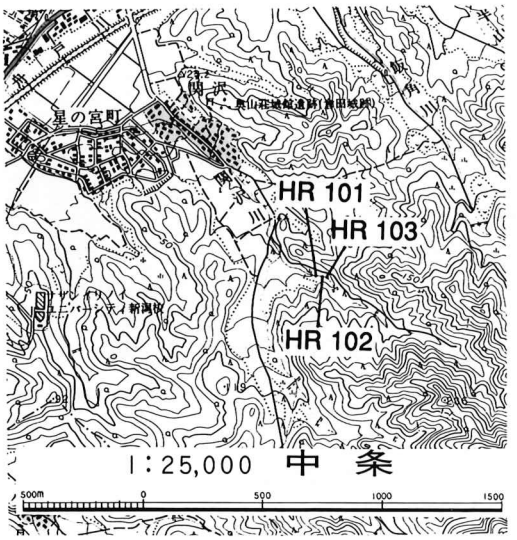


図5-5. 関沢川ルートの試料採集位置図（国土地理院発行1/2.5万地形図「中条」）.

Fig. 5-5. Sample locality map of the Sekizawagawa route.

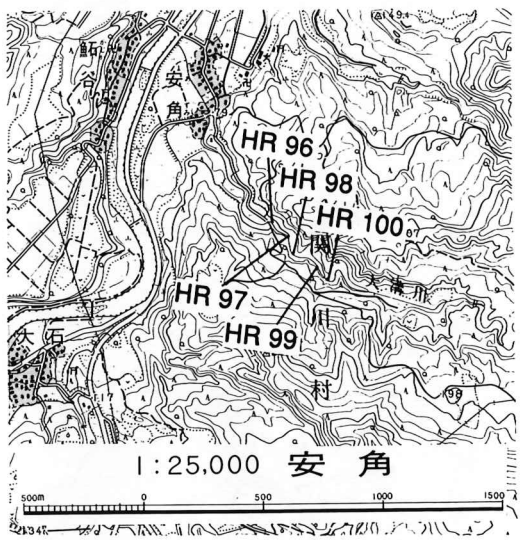


図5-6. 安角ルートの試料採集位置図（国土地理院発行1/2.5万地形図「安角」）.

Fig. 5-6. Sample locality map of the Azumi route.

化石群集について，山形県新庄盆地の長尾泥岩層を例として以下に述べる．同じ試料から認められた浮遊性有孔虫化石に関しては，加藤ら（1996）が詳しく述べている．分析を実施した試料の採取位置図を図4に，産出した石灰質ナンノ化石を表1にそれぞれ示した．結論を先に述べれば，長尾泥岩層はCN5a-b帯（中期中新世後期）に相当し，その下位の野層はCN4帯（中期中新世前期）に相当する．

群集内容は，野層および長尾泥岩下部で *C. pelagicus* が優勢であること，そして長尾泥岩層中～上部で *Reticulofenestra gelida, R. pseudoumbilica* を主体とすることで，それぞれ特徴づけられる．暖海性種の

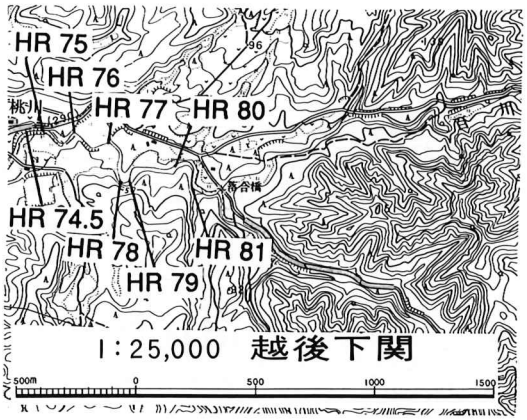


図5-7. 桃川ルートの試料採集位置図（国土地理院発行1/2.5万地形図「越後下関」）.

Fig. 5-7. Sample locality map of the Momokawa route.

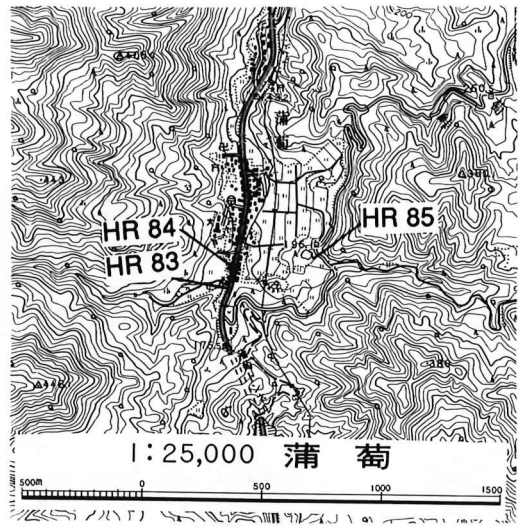


図5-8. 葡萄ルートの試料採集位置図（国土地理院発行1/2.5万地形図「葡萄」）.

Fig. 5-8. Sample locality map of the Budou route.

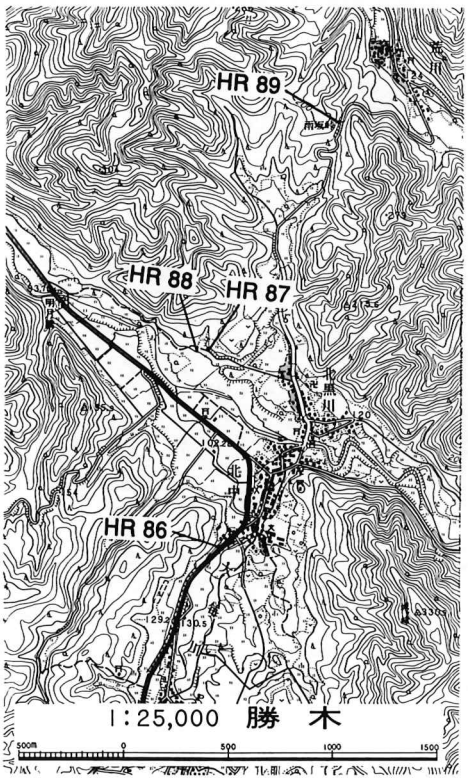


図5-9. 大毎ルートの試料採集位置図（国土地理院発行1/2.5万地形図「勝木」）.

Fig. 5-9. Sample locality map of the Ogoto route.

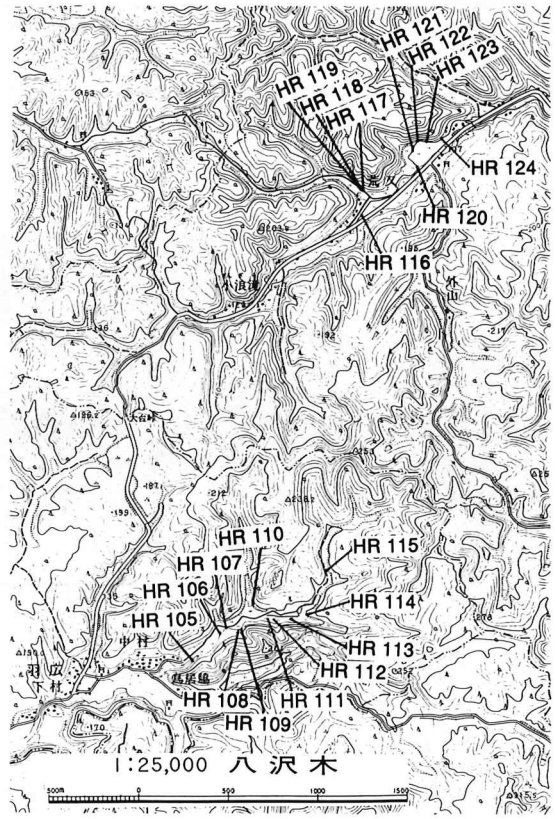


図5-10. 羽広，荒又ルートの試料採集位置図（国土地理院発行1/2.5万地形図「八沢木」）.

Fig. 5-10. Sample locality map of the Habiro and Aramata routes.

Cyclicargolithus floridanus の産出頻度は長尾泥岩層で非常に低く，しかも連続的ではない．本種の消滅はCN5a亜帯とCN5b亜帯の境界を規定しており，表1の産出

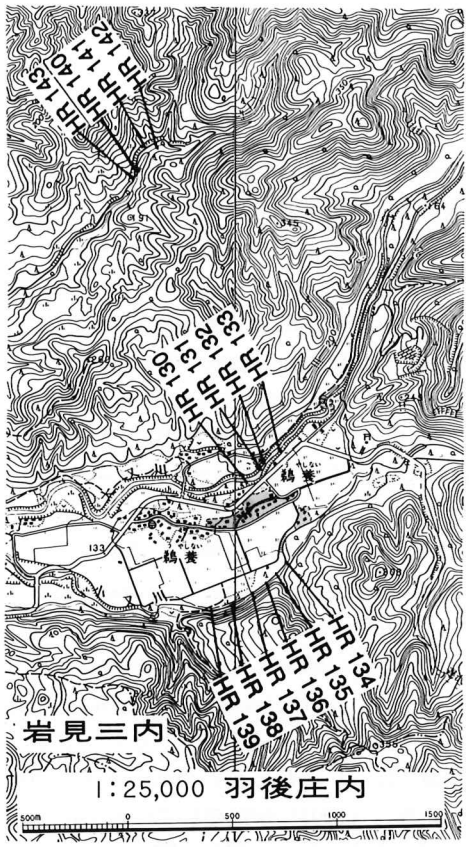


図5-11. 鵜養，小出沢ルートの試料採集位置図(国土地理院発行1/2.5万地形図「羽後庄内」).

Fig. 5-11. Sample locality map of the Uyashinai and Koidezawa routes.

表でも *C. floridanus* が検出された場合は CN5a 亜帯に，まったく検出されない場合は CN5b 亜帯にそれぞれ認定してある．各ルートで，試料番号が大きいものほど上位層準となる（図4）ことから，CN5b 亜帯と認定された試料の上位で再び *C. floridanus* が検出されていることが分かる．これと同様の産状は米谷ら（1989）が公表した荷頃 SK-1号井の CN5a/5b 境界付近，および新潟県柴倉川（図5-3）でも確認されている．以上のような産状が東北日本海地域で本来のものであるのか，あるいは *C. floridanus* が CN5b 亜帯層準へ再堆積したものと解釈すべきかは今後のデータの蓄積を待ちたい．*G. rikuchuensis* を含む3試料（Kr-5，Nj-5，6）についても，2試料が CN5b 亜帯，最も上位と考えられる Nj-6 が CN5a 亜帯に認定されていることから，CN5a 亜帯と CN5b 亜帯の境界近傍に位置づけられる可能性が高い．なお，以上のような *C. floridanus* の産状を考慮すると，同層準のスポット試料の化石帯認定には細心の注意を必要とする．本群集（特に CN5b 亜帯）と前述した CN8帯以降の群集とで異なる点としては，下位の群集には *Coccolithus miopelagicus*（>13μm）が連続的に検出されるのに対し，上位の群集では *C. miopelagicus* が認められないことが挙げられる．Takayama and Sato（1987）によると，北東大西洋で本種の消滅層準の年代値は10.23 Ma とされている．東北日本海地域においても，*C. miopelagicus* の消滅は CN5～CN8帯間に存在すると考えられる．

最後に，今後解明すべき問題として，長径が2.5μm より小さい *Gephyrocapsa* spp.（small）の産状について述べる．東北日本海沿岸地域における本タクサの産出層準は主に CN12帯上部より上位の層準（後期鮮新世以降）であると考えられてきた（佐藤ら，1988）．すなわち，CN12帯下部に相当する有孔虫化石の№3 *G. inflata* bed 層準から産出する群集は *Reticulofenestra* spp.（small）と *Dictyococcites productus* を主体とする群集である．同層準の石灰質ナンノ化石群を調べた平松・三輪（1989）および平松・生路（1990）によれば，新潟～秋田地域に分布する本群集中から *Gephyrocapsa* spp.（small）はまったく検出されていない．

一方，平松（1991）によると，新潟県見附市の芝野町 TS-1号井で，№3 *G. inflata* bed より明らかに下位である椎谷層中の CST 試料から *Gephyrocapsa* spp.(small) の産出が報告されている．また，近年掘削された基礎試錐「石狩湾」では，望来層に相当する深度1243 mの CST 試料から本タクサが検出された(石油公団，1995)．本試錐では，浮遊性有孔虫化石から深度1020～1480 mは米谷（1978）の PF5～6帯に，珪藻化石から深度1116.5～1220 mは *Rouxia californica* 帯に，そして石灰質ナンノ化石から深度920～1332.8 mは CN9b～CN11帯にそれぞれ認定されていろことから，本タクサ産出層準は上部中新統である可能性が高い．さらに，基礎試錐「富倉」の椎谷層～上部寺泊層（*Miliamina echigoensis* 帯）に相当する深度360 m，440 mの試料からも *Gephyrocapsa* spp.（small）が認められた（石油公団，1996）．深度360～440 m間は，*Ceratolithus* aff. *rugosus, Sphenolithus* cf. *abies* の産出から CN10c-CN11帯（前期鮮新世）と考えられている．本試錐の場合，いずれもカッティングス試料からの検出ではあるが，坑口から椎谷層～上部寺泊層が出現していて，試料の落ち込みによる影響は考える必要がない．Pujos (1987) によると，東太平洋赤道域で *Gephyrocapsa* spp.（small）の出現は上部中新統基底の11.5 Ma であり，緯度が高くなるにしたがってその出現は遅れ，中高緯度地域では 鮮新世の CN11～CN12帯である．したがって，中緯度に位置する東北日本海沿岸

地域でも本タクサの出現が CN9～CN11帯（後期中新世～前期鮮新世）である可能性も否定できない．この場合，No. 3 *G. inflata* bed 層準で *Gephyrocapsa* spp. (small) がまったく検出されないことから，No. 3 *G. inflata* bed 層準より下位で認められる種と上位の種とは別種であると考えるか，あるいは一時期本タクサが分布域を狭め，日本海から姿を消したとも考えることができる．いずれにせよ，現時点では，坑井試料のみからの産出が認められているにすぎず，No. 3 *G. inflata* bed 層準より下位の地表試料から *Gephyrocapsa* spp. (small) が検出されるか否かがこの問題を解く鍵となろう．

以上のように船川階～女川階（椎谷階～寺泊階）における石灰質ナンノ化石の産出は，連続的ではないが，少なくとも CN10-11帯, CN9帯, CN8帯および CN5a-b 帯の 4 層準で確認されている．その産出層準は暖海性の *Discoaster* 属や *Sphenolithus* 属を伴うことからも，古日本海への暖流の流入時と一致すると考えられ，これらは同時間面として追跡できると考えられる．現時点でのデータは散点的であるが，今後のさらなるデータの蓄積により，対比基準面として有効利用できる可能性が高い．

4．西黒沢階（七谷階）の石灰質ナンノ化石層序

以下ではグリーンタフの上位層準である秋田地域の西黒沢層および新潟地域の七谷層に相当する地表試料を対象に行った石灰質ナンノ化石分析結果について述べる．

試料採取地点および化石群集内容の詳細については，図 5－1～11と表 2－1～3にそれぞれ示した．また，表 3 には底生有孔虫化石群集から推定される古環境を示した．

図 6 は秋田～新潟地域の各ルートにおける化石産出層準を石灰質ナンノ化石層序および浮遊性有孔虫化石層序に基づいて対比したものである．米谷(1978)によれば，本層準は *Globigerinoides sicanus* / *Praeorbulina glomerosa curta* Zone(PF 1 帯)，*Globorotalia peripheroronda* / *Globorotalia quinifalcata* Zone (PF 2 帯) および *Globorotalia peripheroacuta* / *Globorotalia miozea* (s.l.) Zone (PF 3 帯)に相当する．PF 1 帯は Blow (1969)の N8に，PF 2 帯は N9に，PF 3 帯はN10にそれぞれ対比される．

石灰質ナンノ化石帯も有孔虫化石帯と同様に CN3～CN5a 帯の 3 帯がこの層準で認定できる（佐藤，1982）．CN3帯は *Sphenolithus heteromorphus* が認められ，しかも *Helicosphaera ampliaperta* あるいはその近縁種である *Helicosphaera scissura* が認められた場合に認定される．*H. ampliaperta* の消滅層準は *Discoaster deflandrei* 多産上限と一致する．しかし，日本のような中緯度地域では *D. deflandrei* の多産上限が判然としないため，佐藤ら (1991) が指摘している *Discoaster* 属中に占める *D. deflandrei* の割合に関しても，CN3帯認定の際に考慮した．次に，*S. heteromorphus* が検出され，*H. ampliaperta* や *H. scissura* が認められず，しかも *Discoaster* 属中に占める *D. deflandrei* の産出頻度が低

表2-1．新潟地域から産出した石灰質ナンノ化石（その 1）．
Table 2-1. List of calcareous nannofossil from the Niigata region (part 1).

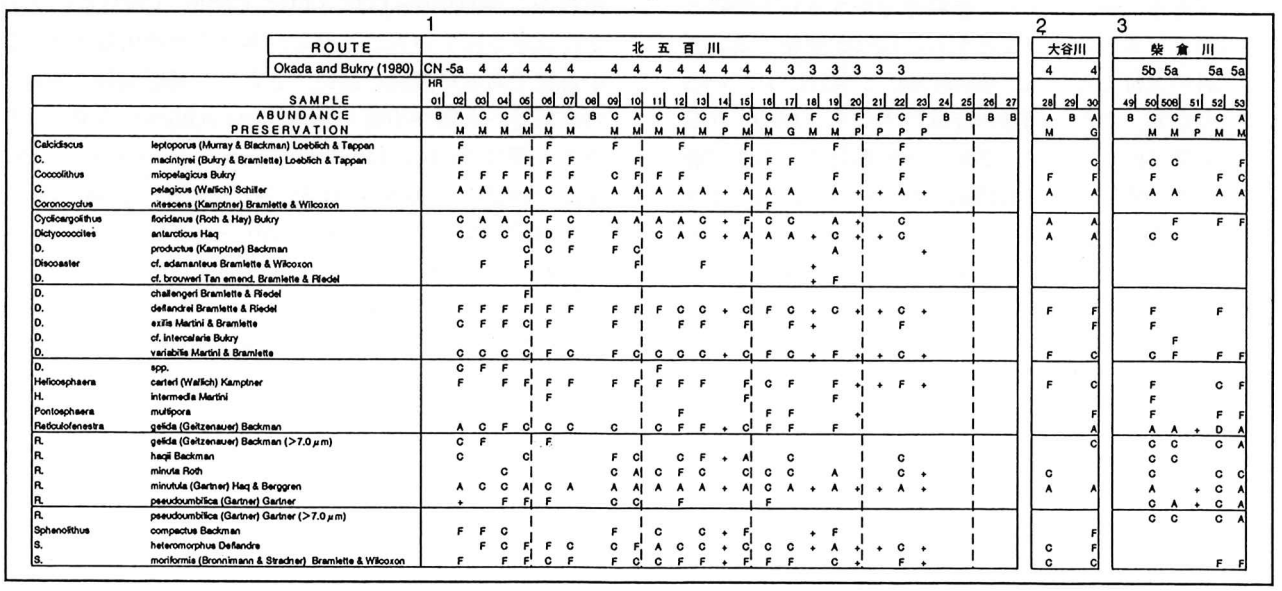


表2-2. 新潟地域から産出した石灰質ナンノ化石（その2）.
Table 2-2. List of calcareous nannofossil from the Niigata region (part 2).

		4						5	6			7							8		9			
ROUTE		行地川						関沢川	安角			桃川							葡萄		大毎			
Okada and Bukry (1980)		CN4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						4		5a			
SAMPLE		HR 31	32	33	34	35	36	54	101	102	103	96	97	98	99	100	75	76	76	77	78	79	80	81	83	84	85	86	87	88	89
ABUNDANCE		F	F	R	F	C	C	B	A	C	C	B	F	B	B	C	C	C	B	B	B	B	B	B	F	B	B	B	B	C	B
PRESERVATION		P	P	P	P	M	M		G	M	M		P			P	M	M							P					M	
Calcidiscus	macintyrei (Bukry & Bramlette) Loeblich & Tappan				F				F		F						F								F					F	
Coccolithus	miopelagicus Bukry				A	A	A		F	F	C					C	C	F							F						
C.	pelagicus (Wallich) Schiller	D	D	+	D	D	D		A	A	A		D			D	A	A							D					A	
Cyclicargolithus	floridanus (Roth & Hay) Bukry		F	+	A	A	C		A	A	A		C			C	A	A							A					F	
Dictyococcites	antarcticus Haq								C								C														
D.	productus (Kamptner) Backman								C		C						F														
Discoaster	deflandrei Bramlette & Riedel	F		+	F	F	F		F	C			C			C	F	F							F						
D.	exilis Martini & Bramlette								F																					C	
D.	variabilis Martini & Bramlette	C	C	+	F	C	F		C	C			C			C	C	C							C					C	
D.	spp.	F	F	+		F							F				F	F							F					F	
Helicosphaera	carteri (Wallich) Kamptner				F				F	F	F					C															
Pontosphaera	multipora						F		F																						
Reticulofenestra	gelida (Geitzenauer) Backman								C	F						A	A													A	
R.	gelida (Geitzenauer) Backman (>7.0 μm)																													C	
R.	hagii Backman				F				C																					C	
R.	minuta Roth								A																						
R.	minutula (Gartner) Haq & Berggren								A	C	A		F			F	C	F												A	
R.	pseudoumbilica (Gartner) Gartner				F				C	F	F					F		F												A	
R.	pseudoumbilica (Gartner) Gartner (>7.0 μm)					F																								C	
Sphenolithus	compactus Backman		F	+	F		F											F												F	
S.	heteromorphus Deflandre	F	C	+	C	F	C		C	F	C		F			F	C	F							F						
S.	moriformis (Bronnimann & Stradner) Bramlette & Wilcoxon	F			F		C		F		F		F			C	F	F												F	

表2-3. 秋田地域から産出した石灰質ナンノ化石.
Table 2-3. List of calcareous nannofossil from the Akita region.

		10								10							11								11		
ROUTE		羽広								荒又							鵜茱								小出沢		
Okada and Bukry (1980)		CN-	3	3	3	3	4	3	3	4	5a	5a	5a		3	3	3	3-4			4	4	4	4	5a	3-4	3-4	3-4
SAMPLE		HR 105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142
ABUNDANCE		B	C	C	C	C	F	C	C	B	R	F	C	A	C	A	B	C	C	C	B	C	B	B	B	C	C	F	A	C	B	C	C	C
PRESERVATION			M	M	M	M	M	M	G	M	P	M	M	M	M	M		M	M	M		M				M	M	M	M	M		P	M	P
Braarudosphaera	bigelowii (Gran & Braarud) Deflandre				F																													
Calcidiscus	leptoporus (Murray & Blackman) Loeblich & Tappan													F		F		F														F	
C.	macintyrei (Bukry & Bramlette) Loeblich & Tappan										+		F	F	F	C			F							F								
Coccolithus	miopelagicus Bukry		A	A	A	A	A	A	A		+	C	C	F	F	F		C	C	A		C				C	F		F	F		C	C	C
C.	pelagicus (Wallich) Schiller		A	D	D	D	D	D	D		+	D	D	C	A	A		D	D	D		D				A	A	A	A	A		A	A	D
Cyclicargolithus	floridanus (Roth & Hay) Bukry		F	F	F	F	F	F	C		+	F	A	C	F	F		C	A	C		F				A	A	A	A	F		A	A	C
Dictyococcites	antarcticus Haq				F									C	C	F			F									C				C	
D.	productus (Kamptner) Backman		C		F	F	F							C												F		C	C			C	
Discoaster	deflandrei Bramlette & Riedel		F	F	F	C	F	C	C		+	F	F	F		F		F	F	F		F				C	C	F	F	F		C	C	C
D.	exilis Martini & Bramlette												+	F		F		F								C	C			F				
D.	variabilis Martini & Bramlette		F	F	F	F	F	F	F		+	F	C	F	F	C		F	F								C	C		C	C		F	C	
D.	spp.			F				F								F		F														F	F	F
Helicosphaera	carteri (Wallich) Kamptner		C	A	A	C	A	A	C		+	A	A	F	F	F		A	C	C							F		F				F	C	
H.	euphratis Haq			F	F																													
H.	cf. euphratis Haq							F																										
H.	granulata Bukry & Percival																	F																
H.	sciassura Miller		F	F	F	F		C	F									F	F															
Pontosphaera	multipora						F		C									C	C															
Reticulofenestra	gelida (Geitzenauer) Backman		C	C	C						+	F		A	A	A										F		F	C	C				
R.	gelida (Geitzenauer) Backman (>7.0 μm)			C	C				F					C	C	A													F	C				
R.	cf. gelida (Geitzenauer) Backman (>7.0 μm)																																	
R.	haqii Backman		F										F	A	C	A													A	C				
R.	minuta Roth		C	C	C	C	C	F	C				C	A	C	A		C	C										C				C	
R.	minutula (Gartner) Haq & Berggren		F	F	F			F	F				F	A	A	A		F		C					A				A	A			C	
R.	pseudoumbilica (Gartner) Gartner							C	F		+			C	C	C						F								C				
R.	pseudoumbilica (Gartner) Gartner (>7.0 μm)								F					C	F																			
R.	cf. pseudoumbilica (Gartner) Gartner (>7.0 μm)															F																		
Sphenolithus	compactus Backman			F									F	F				F	F	F		A				C		F	F	F			F	
S.	heteromorphus Deflandre		F		F	C	F	F				C	C						F			A				C	C	F	C			F	C	
S.	moriformis (Bronnimann & Stradner) Bramlette & Wilcoxon		F	F	F		F		F			F	F	F	C			F	F			C				C	F		F	F		F	F	

いことでCN4帯を認定した. CN4帯中～上部では寒流系種の *Reticulofenestra pseudoumbilica* や *R. gelida* の産出が顕著となるので，これらの種の産状についても注目すべきである. CN5a 亜帯は下位帯の特徴種である *S. heteromorphus* の産出が認められないこと，および *Cyclicargolithus floridanus* が認められることにより認定した.

図6で石灰質ナンノ化石帯と有孔虫化石帯の対応関係をみると，PF 2帯と PF 3帯の境界は CN4帯上部に，PF 1帯と PF 2帯の境界は CN4帯下部にそれぞれ位置する. したがって，有孔虫化石層序で PF 3帯とされてきた層準も，石灰質ナンノ化石分析を併せて実施することにより，PF 3帯下部(CN4帯に認定される関沢川ルート)と PF 3帯上部（CN5a 亜帯に認定される大毎ルート）とに容易に区分でき，両者が上下関係にあることを示すことができる. すなわち，いずれか一方の化石層序を用

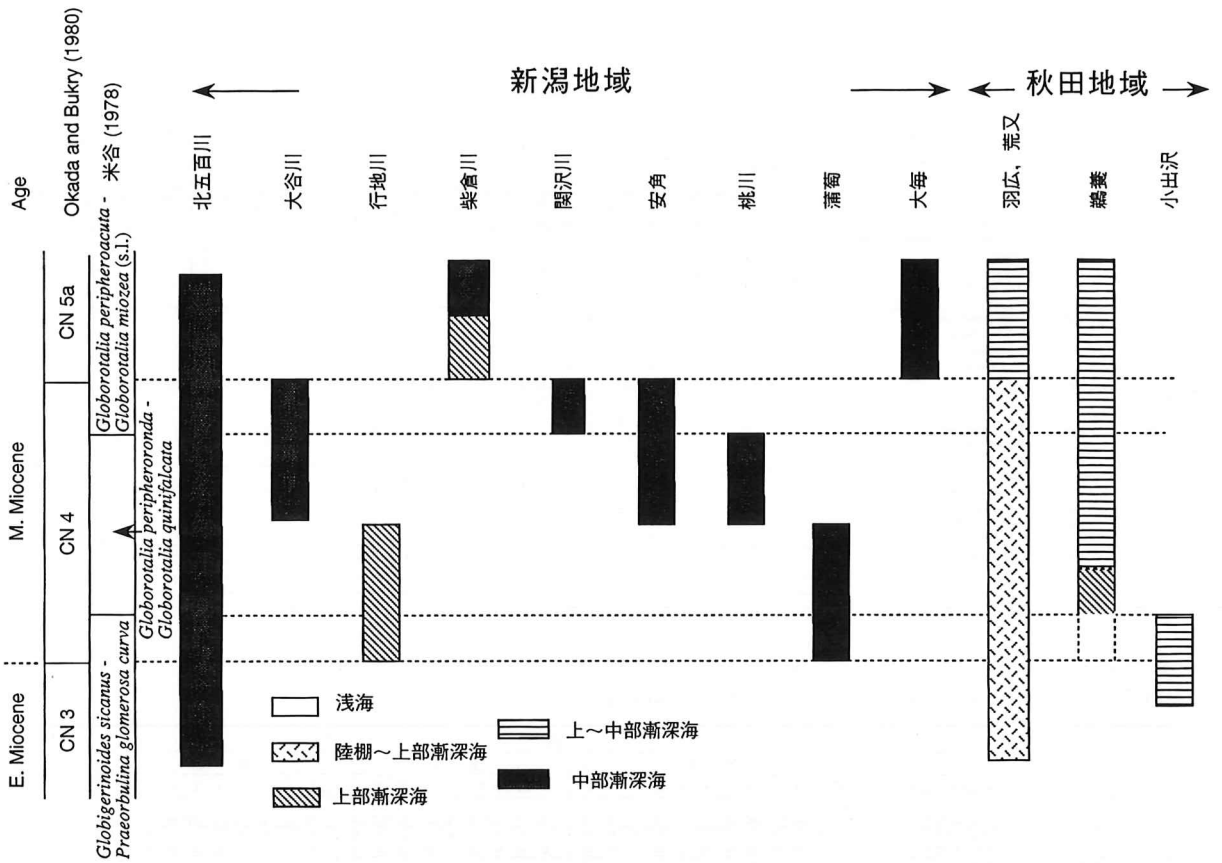


図6．石灰質ナンノ化石層序および浮遊性有孔虫化石層序に基づく柱状対比と推定される古環境．

Fig. 6. Correlation based on calcareous nannoplanktonic and planktonic foraminiferal biostratigraphy, and paleoenvironment based on benthic foraminiferal assemblages.

いた場合，本層準は3帯に区分された．しかし，両化石層序を同時に用いることによって本層準を5帯に区分でき，より分解能の高い，しかも信頼性の高い年代決定および対比が可能となる．なお，図6で示したルートのみで言えば，堆積盆の古水深は秋田地域では浅く，新潟地域でより深い傾向がある．また，両地域ともに，上位層準に向かう深海化が認められる（三輪ら，1994）．

次に，新潟地域と秋田地域の群集内容の比較について考察する（表2）．CN5a亜帯について北五百川ルートと荒又ルートの群集を比較すると，いずれも *Coccolithus pelagicus, Reticulofenestra gelida, Reticulofenestra minutula* を主体としており，群集内容に大きな差異は認められない．また，CN5a亜帯が確認された柴倉川ルートや大毎ルートでも，同様の群集が認められる．CN4帯に関しては，北五百川ルートと鵜養ルートの群集を比べてみる．やはり，いずれの群集も *C. pelagicus, Cyclicargolithus floridanus, R. minutula* を優占種とすることで，同様の群集内容といえる．CN3帯については，北五百川ルートと小出沢ルートで *C. pelagicus, C. floridanus*，小型の *Reticulofenestra* 属を主体とし，*Sphenolithus* 属と *Discoaster* 属を伴う群集が認められる．以上の比較から，CN3～CN5a帯に相当する前期中新世後期～中期中新世中期で，秋田～新潟間は石灰質ナンノ化石群集からみて同一水塊の影響下にあったものと推察され，南北方向で群集内容に顕著な差は認められない．

ただし，同じCN3帯に認定されている北五百川ルートと羽広ルートとでは，群集内容が非常に異なる．すなわち，北五百川ルートの群集が *C. pelagicus, C. floridanus*，小型の *Reticulofenestra* 属を主体とするのに対し，羽広ルートの群集内容は50%以上を *C. pelagicus* が占め，これに *C. miopelagicus* と *Helicosphaera carteri* を伴うものであり，*C. floridanus, Sphenolithus* 属および *Discoaster* 属の産出頻度が低い．これは両ルートの堆積環境の差が群集内容の差として表れているものと考えられる．底生有孔虫化石から推定された古環境は北五百川ルートが中部漸深海帯（1000～2500 m）であり，一方羽広ルートでは好気性の内湾環境（100～250 m）である．堆積物も前者は硬質頁岩からなるのに対し，後者は粗粒

表3．各ルートにおける底生有孔虫化石群集と推定される古環境．
Table 3. Benthic foraminiferal assemblages and inferred paleoenvironment from the assemblage.

Assemblage	ルート（サンプル番号）	推定される古環境（古水深）
Martinottiella communis -Spirosigmoilinella compressa	北五百川ルート (HR-01, 08, 24, 25) 大谷川ルート (HR-29) 桃川ルート (HR-76)	中部漸深海帯上部 ～下部漸深海帯上部 (1000～2500m)
Cribrostomoides spp.	桃川ルート (HR-77～81) 大毎ルート (HR-86, 87)	上記 Assemblage と同じ，あるいは やや浅い上部漸深海帯下部 ～中部漸深海帯（500～2000m）
Hopkinsina shinboi	北五百川ルート (HR-02～07, 09～23) 大谷川ルート (HR-28, 30) 柴倉川ルート (HR-52, 53) 桃川ルート (HR-74.5, 75) 大毎ルート (HR-86, 87) 関沢川ルート (HR-101～103)	中部漸深海帯上部 ～下部漸深海帯上部 (1000～2500m)
Cibicides spp.- Nonionellina labradorica	行地川ルート (HR-31, 33～36)	上部漸深海帯～中部漸深海帯最上部 (300～600m)
Bulimina striata- Pullenia bulloides	蒲萄ルート (HR-83)	中部漸深海帯上部 ～下部漸深海帯上部（1000～2500m）
Gyroidina orbicularis	安角ルート (HR-96, 100)	中部漸深海帯上部 ～下部漸深海帯上部（1000～2500m）
Praeglobobulimina pupoides- Oridorsalis umbonatus	柴倉川ルート (HR-50, 51)	酸素極小帯 (400～800m)
Martinottiella communis- Hopkinsina imogawaensis	小出沢ルート (HR-141)	上部漸深海帯下部 ～中部漸深海帯上部（500～1200m）
Buccella spp.-Ammonia spp.	鵜養ルート (HR-131)	外海水の影響を受けにくい湾中央部 (数m～10数m)
Cibicides spp.	羽広ルート (HR-108～115) 荒又ルート (HR-116,120～124)	外洋水の出入りが多い，好気性の 内湾環境（100～250m）
Cibicides malloryi- Pullenia bulloides	荒又ルート (HR-117～119) 鵜養ルート (HR-134,137,138)	上部漸深海帯下部 ～中部漸深海帯中部（500～1500m）
Stainforthia sp.	鵜養ルート (HR-130)	内湾性の閉鎖海域 (400m前後)

砂岩からなる．外洋種と考えられる *C. floridanus, Sphenolithus* 属，*Discoaster* 属は北五百川ルートで多産するのに対し，内湾環境である羽広ルートではこれらの頻度が低く，逆に沿岸種である *Helicosphaera* 属を多産する．各種ごとにみると，*C. pelagicus* は沿岸～沖合い，いずれの環境においても多産する．*Helicosphaera* 属の中でも *H. carteri* はわずかではあるが北五百川ルートでも認められるのに対し，CN3帯の指標種である *H. ampliaperta* や *H. scissura* は北五百川ルートでまったく認められないが，羽広ルートでは *H. scissura* が検出される．これらのことは，CN3帯と CN4帯の境界の認定には，浅海環境で *H. ampliaperta* / *H. scissura* が有効であり，深海環境では *D. deflanderi* の割合が有効であることを意味する．以上のように，沿岸域と外洋域とでそれぞれ特徴的な群集内容を示していることは，石灰質ナンノ化石群集に基づく古環境の復元がある程度の精度で可能であることを示唆している．

5．ま　と　め

以上，新潟～秋田地域に分布する中新統から産出した石灰質ナンノ化石群集について述べたが，本論のまとめ

として，次のことが指摘できる．

1）船川階～女川階で，少なくとも4層準（CN5a-b, CN8, CN9およびCN10-11）で石灰質ナンノ化石の産出が確認され，今後対比面として利用が可能である．

2）No. 3 *Globorotalia inflata* bed より古い層準からの *Gephyrocapsa* spp.（small）の産出が認められたが，その解釈は今後の研究に委ねられる．

3）西黒沢階では CN3～5a 帯が認められ，浮遊性有孔虫化石層序と組み合わせることで，より精度の高い対比が可能である．

4）石灰質ナンノ化石群集からも，古環境の復元がある程度の精度で可能である．

謝　辞

本論の公表を許可していただいた石油資源開発(株)に厚く謝意を表します．また，データ公開を承諾して下さった通商産業省資源エネルギー庁石油部開発課および石油公団に心より御礼申し上げます．石油資源開発（株）技術研究所秋葉文雄氏には原稿を読んでいただき，貴重な御教示をいただいた．同所の一ノ関鉄郎氏をはじめとする古生物担当者には常日頃から有益な意見をいただいている．以上の方々に深謝の意を表します．

引 用 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. *Int. Rep. DSDP*, **87**, 393-481.

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

平松　力 (1991)，芝野町 TS-1 号井の石灰質ナンノ化石層序—浮遊性有孔虫化石マーカーとの関係，および石灰質ナンノ化石層序の諸問題—．石油資源開発(株)技術研究所研究報告，**7**，33-44.

平松　力・生路幸生 (1992)，能代～二ッ井地域に分布する船川層・天徳寺層・笹岡層の微化石層序と地質時代(要旨)．石技誌，**57**(4)，372-373.

平松　力・三輪美智子(1990)，北蒲原地域の新第三系微化石層序(要旨)．石技誌，**55**(4)，289.

井上洋子(1995)，東北日本油田地域における中～後期中新世の暖海性浮遊性有孔虫化石．平成7年度石油技術協会，個人講演要旨集，p. 64.

加藤　進・井上洋子・平松　力 (1996)，山形県新庄盆地東部の中部中新統から産出した浮遊性有孔虫化石．瑞浪市化石博研報，no. 23，65-73.

米谷盛壽郎(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．池辺展生教授記念論文集，35-60.

米谷盛壽郎・秋葉文雄・一ノ関鉄郎 (1981)，日高地域(2)—平取—．土　隆一(編)，日本の新第三系の生層序及び年代層序に関する基礎資料「続編」，36-37.

米谷盛壽郎・渡辺其久男・山田昌道・岡田尚武 (1989)，新潟県栃尾市荷頃 SK-1 における七谷層の微化石層序 (要旨)．石技誌，**54**(4)，312-313.

三輪美智子・秋葉文雄・平松　力 (1995)，秋田県河辺郡協和町船川層からの底生有孔虫化石群集．日本古生物学会1995年年会，講演予稿集，p. 121.

三輪美智子・平松　力・井上洋子 (1994)，秋田・新潟県下に分布する七谷・西黒沢階の古環境変遷 (要旨)．石技誌，**59**(4)，309.

岡田尚武 (1981)，Additional Data 28. 北海道平取地域．土　隆一(編)，日本の新第三系の生層序及び年代層序に関する基礎資料「続編」，p. 78.

岡田尚武(1988)，東北日本北部の新第三系における石灰質ナノ化石層序．飯島　東 (編)，第三紀珪質頁岩層の総合研究，81-86.

Okada, H. and Bukry, D. (1980), Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Mar. Micropaleont.*, **5**(3), 321-325.

Pujos, A. (1987), Late Eocene to Pleistocene medium-sized and small-sized "Reticulofenestrids". *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, Band 39, *INA, Vienna Meeting 1985 Proc.*, 239-277.

佐藤時幸(1982)，石灰質微化石群集に基づく七谷層と西黒沢層の層序学的考察．石技誌，**47**(6)，374-379.

佐藤時幸・馬場　敬・大口健志・高山俊昭 (1991)，日本海側における海成下部中新統の発見と東北日本の台島期一西黒沢期における環境変動．石技誌，**56**(3)，263-279.

佐藤時幸・高山俊昭・加藤道雄・工藤哲朗 (1987)，日本海側に発達する最上部新生界の石灰質微化石層序，その1：新潟地域．石技誌，**52**(3)，231-242.

佐藤時幸・高山俊昭・加藤道雄・工藤哲朗 (1988)，日本海側に発達する最上部新生界の石灰質微化石層序，その3：秋田地域および男鹿半島．石技誌，**53**(3)，1-14.

石油公団(1995)，平成6年度国内石油・天然ガス基礎調査　基礎試錐「石狩湾」調査報告書．118 p.

石油公団(1996)，平成7年度国内石油・天然ガス基礎調査　基礎試錐「富倉」調査報告書．140 p.

Shinbo, K. and Maiya, S. (1971), Neogene Tertiary planktonic foraminiferal zonation in the oil-producting provinces of Japan. *In, Stratigraphic correlation between sedimentary basins of the ECAFE region (second vol.)*, United Nations, Mineral Resources Development series, **36**, (1970), 135-142.

高山俊昭(1978)，石灰質ナンノプランクトン．高柳洋吉編，微化石研究マニュアル，朝倉書店（東京），51-59.

高山俊昭・加藤道雄・工藤哲朗・佐藤時幸・亀尾浩司 (1988)，日本海側に発達する最上部新生界の石灰質微化石層序，その2：北陸堆積盆地．石技誌，**53**(1)，9-27.

Takayama, T., and Sato, T. (1987), Coccolith biostratigraphy of the North Atlantic Ocean, Deep Sea Drilling Project Leg 94. *In*, Ruddiman, W. F., Kidd, R. B., Thomas, E., *et al., Init. Repts. DSDP*, Washington (U. S. Govt. Printing Office), **94**, 651-702.

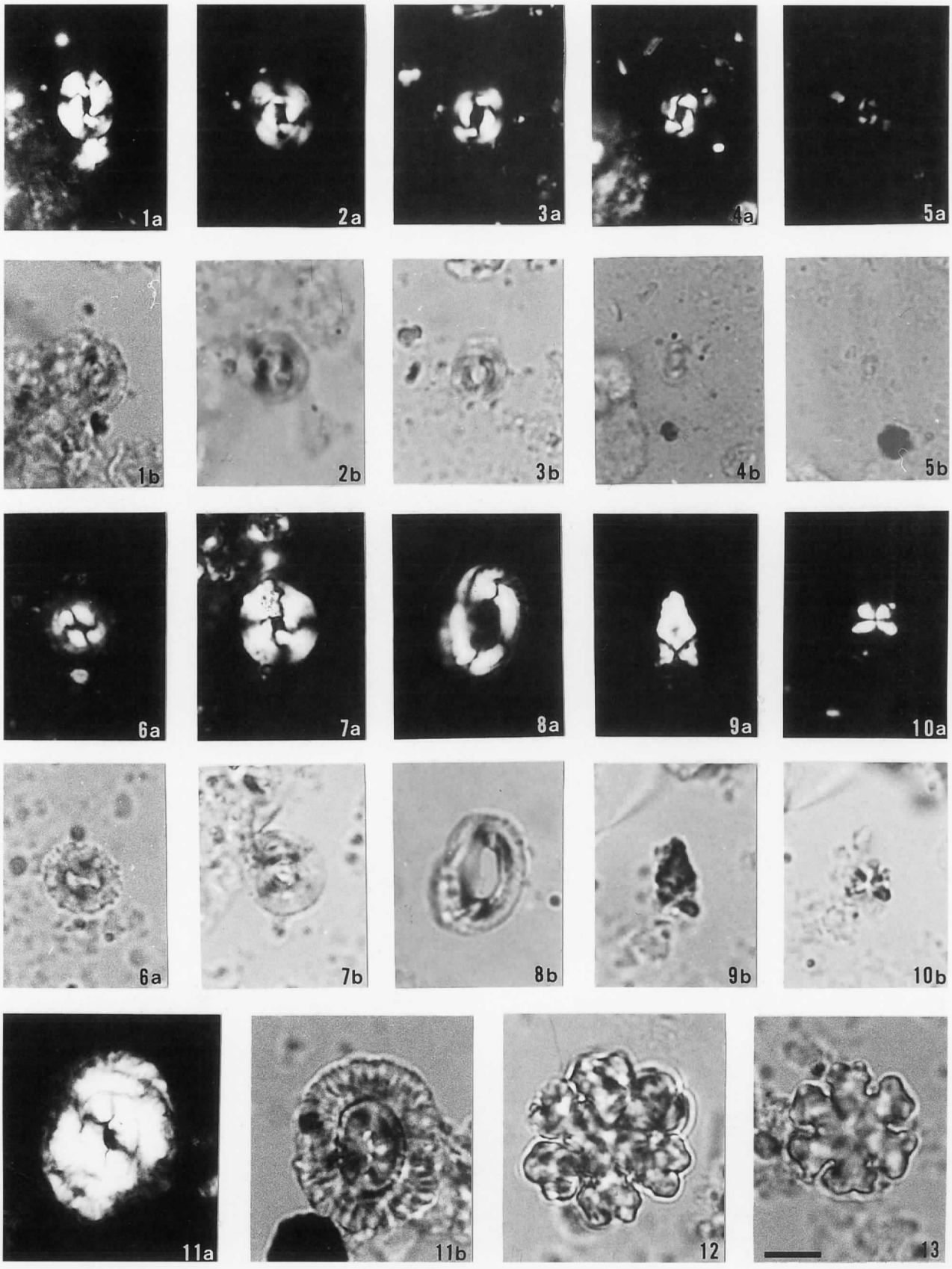
1997年8月15日受理

Plate

Plate 10

Magnifications are the same for all figures and the scale bar in the left - lower corner of Figure 13 indicates 5μm. In Figs. 1-11, a=crossed nicols, b=without nicols; Fig. 9=long axis 45°; Fig.10=long axis 0°.

Figs. 1, 2. *Reticulofenestra gelida* (Geitzenauer) Backman, Sample HR-50
Fig. 3. *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner, Sample HR-101
Fig. 4. *Reticulofenestra minutula* (Gartner) Haq & Berggren, Sample HR-02
Fig. 5. *Reticulofenestra minuta* Roth, Sample HR-11
Fig. 6. *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, Sample HR-02
Fig. 7. *Cyclicargolithus floridanus* (Roth & Hay) Bukry, Sample HR-101
Fig. 8. *Helicosphaera scissura* Miller, Sample HR-111
Figs. 9, 10. *Sphenolithus hetermorphus* Deflandre, Sample HR-19
Fig. 11. *Coccolithus miopelagicus* Bukry, Sample HR-35
Figs. 12, 13. *Discoaster deflandrei* Bramlette & Riedel, Sample HR-111


1a
2a
3a
4a
5a
1b
2b
3b
4b
5b
6a
7a
8a
9a
10a
6a
7b
8b
9b
10b
11a
11b
12
13