新潟地域の寺泊層下部の有孔虫化石群集

井上 洋子¹⁾·加藤 進²⁾·三輪美智子³⁾

¹⁾ 井上パレオ・ラボ Inoue paleo-lab ²⁾ 株式会社地球科学総合研究所 JGI, Inc. ³⁾ 石油資源開発株式会社技術研究所 JAPEX Research Center

Foraminiferal assemblages from the lower part of the Teradomari Formation, Niigata Prefecture, Japan

Yoko Inoue¹⁾, Susumu Kato²⁾ and Michiko Miwa³⁾

Abstract

Foraminifera in cores from four boreholes drilled in the vicinity of Okozubunsui, which is the type section of *Globorotalia pseudopachyderma / Globigerina woodi* (s.l.) Zone (PF 4) of Maiya (1978), were examined.

The benthonic foraminiferal fauna from these cores is characterized by the predominance of arenaceous species such as "*Cribrostomoides*" and "*Dorothia*" groups and correlated with the lower subzone of *Spirosigmoilinella compressa* Zone (BF 2). The "Blue Zone", which is composed of arenaceous species and calcareous species such as "*Islandiella*" and "*Gyroidinoides*" groups, is intercalated in the middle part of the section.

The top of the PF 4 corresponds with the top of the "Blue Zone" according to the original definition of Maiya (1978). The PF 4 is divided into two planktonic foraminiferal assemblages. The upper assemblage characterized by common occurrence of *Globigerina bulloides* with *Globorotalia* cf. *scitula* is recognized in the type section. On the other hand, the lower assemblage characterizes by dominant *Neogloboquadrina psedopachyderma* (dextral) is recognized in the Izuomzaki-oki SK-1 well.

The "Blue Zone", whose geologic age is estimated to be about 8.2 Ma, is probably correlated with the warm period of the Neogene Climatic Optimum 3.

Key words: Teradomari Formation, Okozubunsui, planktonic foraminiferal assemblage, PF 4, "Blue Zone", Neogene climatic optimum.

はじめに

寺泊層(大村一蔵, 1927, 命名)は,新潟地域における主要な石油根源岩であると同時に,油・ガス層の貯留層でもあり,石油探鉱上非常に重要な地層のひとつである(宮下・三梨, 1974).しかしながら,微化石の産出が乏しいため,詳細な微化石層序や堆積環境はまだ十分に解明されていない.

寺泊層の模式地は新潟県三島郡寺泊町(現長岡市寺泊町) とされている(大村, 1927)が、大河津分水(新信濃川)開 削後は慣例的に分水ルートが模式地とみなされている(例え ば、宮下・三梨, 1974;新潟県, 2000;小林ほか, 2004).

また、この分水ルートは米谷(1978)による東北日本油田 地域における上部新生界の浮遊性有孔虫化石層序の *Globorotalia pseudopachyderma/Globigerina woodi* (s.l.) Zone (PF4帯)や渡辺(1976)が "Blue Zone" と呼称した特徴的 な底生有孔虫群集の模式地でもある.しかしながら、このルー トの底生有孔虫群集については詳細が報告されている(宮下・ 三梨, 1974; 渡辺, 1976; Hanagata, 2004)が, 浮遊性有孔 虫群集の詳細については報告がなされていない.

本稿では、建設省北陸地方建設局信濃川工事事務所(現国 土交通省北陸地方整備局信濃川河川事務所)が大河津分水の 両岸において実施したボーリングで採取されたコアを用いて 行った有孔虫化石調査の結果と、それに基づく PF 4 帯の検 討結果を報告する.

地質概説

寺泊層は暗灰色〜黒色泥岩と灰白色極細粒〜細粒砂岩との 泥岩優勢〜等量砂岩泥岩互層から主になり,厚層の火山灰・ 火砕岩鍵層を特徴的に挟む.通常,野積 (Nz)凝灰岩を境 に上部と下部に分けられる (小林ほか,2002). 宮下・三梨 (1974) は下位より,Fa凝灰岩,Ka凝灰岩,Nz凝灰岩の3 枚の厚い珪長質テフラ (それぞれ層厚が約5m,6.5m,約4.3 m)を記載している.黒川ほか (1997) によれば,模式地に



第1図.位置図(1/25,000地形図「寺泊」).

Fig. 1. Index map showing locations of boreholes and outcrops of Nozumi tuff (1:25,000 geographical map "Teradomari").

おける Nz 凝灰岩は 10 以上のユニットからなり,その全層 厚は約 15m と見積もられており,その上位約 20 mには層厚 が約 1 mの吉竹 (Yot) 凝灰岩が挟在している.

標準層序における寺泊層の底生有孔虫化石帯は Spirosigmoilinella compressa帯(BF2帯)であり、上部の Martinottiella communis-Spirosigmoilinella compressa 亜帯と下 部のCribrostomoides-Dorothia 亜帯に細分されている(渡辺, 1983;新潟県, 2000).また、佐藤ほか(1995)は寺泊階を 有孔虫化石の群集変化に基づいて上位から、UT, LT4, LT3, LT2, LT1の5つに細分しており、UTはMartinottiella communis-Spirosigmoilinella compressa 亜帯に、LT4~LT1 はCribrostomoides-Dorothia 亜帯に相当する.

試料および調査方法

信濃川工事事務所が大河津分水路の地質調査作業として平 成11年度~12年度に実施したボーリング(以下調査井)の うち,寺泊層をもっとも長くカバーできるように4本の調査 井(A-2, D-4, LB-5, LB-7)を選び(第1,2図), 泥岩および シルト岩のコアを約5m間隔で採取した.

試料は乾燥重量 100g を秤量して泥化水洗し,120mesh 以 上の篩の残渣について底生種および浮遊性種を全数カウント した.

調査井の岩相柱状図

第2図に示した模式柱状図から明らかなように、大河津分 水の右岸で掘削された D-4 と左岸で掘削された LB-5 では寺 泊層の重要な鍵層である Nz 凝灰岩が確認されている.調査



第2図.坑井層序と掘削層準. Fig. 2. Subsurface stratigraphy and cored sections.

柱状図では上位から Nz1, Nz2, Nz3 の 3 枚の凝灰岩が Nz 凝灰岩に対比されているが, 層厚から推定すると, Nz1 は黒 川ほか (1997) の Yot 凝灰岩に, Nz2 と Nz3 が Nz 凝灰岩に 対比される可能性がある.

LB-7 では Ka 凝灰岩と Fa 凝灰岩の両方が, A-2 では Fa 凝



第3図. 調査井 D-4 における有孔虫化石の産状. Fig. 3. Occurrence of foraminifera in the D-4 borehole.

灰岩が確認されている. LB-5 と LB-7 のコアの間には若干の ギャップが推定されるが, Nz 凝灰岩の上位約 40 mの寺泊層 上部から Fa 凝灰岩の下位約 40 mの寺泊層下部まで約 240 m の区間がカバーされている.

有孔虫化石調査結果

各調査井の有孔虫化石調査結果を第1表と第2表に示す. 1) D-4(第3図)

Nz 凝灰岩を挟む区間は貧化石であるが、この凝灰岩よ り上位の区間 (寺泊層上部に相当)では有孔虫化石が多産し、 そのほとんどが砂質有孔虫である. "Cribrostomoides"^{*1} 属お よび "Dorothia"^{*2} 属が多産するが、属名および種名の同定 は困難であった. Cyclammina 属の種や Goesella schencki が比 較的よく付随する. 寺泊層の指標種である Spirosigmoilinella compressa は全く認められない. また、寺泊層の上部亜帯の 指標種である Martinottiella communis の産出も極めて少ない.

最上部の2 試料にのみ,石灰質種の Uvigerina akitaensis と Gyroidinoides spp. が若干付随しているが,浮遊性有孔虫化石 は全く産出しない. 以上のことから,調査区間は BF 2 帯の Cribrostomoides-Dorothia 亜帯に相当し,佐藤ほか(1995)のLT4 に対比される.

2) LB-5 (第4図)

D-4 と同様に Nz 凝灰岩の区間は貧化石であるが,これよ り下位の層準では有孔虫化石が比較的多産する.砂質有孔虫, 特に "Cribrostomoides" 属の卓越が特徴的であり,"Dorothia" 属, Cyclammina spp., Recurvoides spp. 等が低頻度ながら付随 する. Spirosigmoilinella compressa や Martinottiella communis は付随しない.最下部の3 試料では石灰質種を僅かに伴うが, 浮遊性種の産出は極めて稀である. 調査区間は Cribrostomoides-Dorothia 亜帯に相当し,佐藤ほか(1995)の LT 4 に対比される.

3) LB-7 (第5図)

砂質有孔虫の"Cribrostomoides"属と"Dorothia"属が優勢であり、Spirosigmoilinella compressa は 産 出 せ ず、 Martinottiella communis の 産 出 頻 度 も 極 め て 低 く、 Cribrostomoides-Dorothia 亜帯の群集の特徴を示している. Cyclamnina spp. は急減し、深度 21.2 ~ 65.2m の区間は石灰 質種、特に"Islandiella"属の種(Cassidulina cf. norcrossi、

^{*1} 設が潰れて正確な属の認定ができないが、平面旋回巻きと見られる砂質有孔虫の総称としてこの属名を用いる. 多くは Cribrostomoides, Haplophragmoides, Veleroninoides 属に該当する.

^{*2} 殻の変形により属の特定が困難で、便宜上 Dorothia, Plectina, Karrerulina 等同定されている線状配列のタクサで二列および三列配列の殻のタクサの総称として用いる.



第4図. 調査井 LB-5 における有孔虫化石の産状. Fig. 4. Occurrence of foraminifera in the LB-5 borehole.

Islandiella norcrossi, I. helenae, I. yabei, Planocassidulina praehelenae 等の種名に同定されている Cassidulindae の種) の著しい多産と Valvulineria sadonica および "Gyroidinoides" 属の種(一般に Gyroidina cf. soldanii, G. komatsui, Gyroidinoides shinjiensis 等に同定されている)の付随で特徴 づけられる.この群集は坑井間対比の重要な鍵層である"Blue Zone"(渡辺, 1976)に相当している.類似した底生有孔虫 化石群集は大河津分水左岸の地表からも報告されている(宮 下・三梨, 1974;渡辺, 1976; Hanagata, 2004).

深度 21.2 m 以深には浮遊性有孔虫が比較的連続的に付随 する. ほとんどが Globigerina bulloides であるが, Fa 凝灰岩 の上位の深度 93.4 mから暖海性種である Globorotalia cf. scitula が産出した(第1表).

深度 4.8 ~ 17.9 m間は佐藤ほか(1995)のLT 4 に, 深度 21.2 ~ 65.2 m間はLT 3 に, そして深度 70.9 ~ 118.3 m間は LT 2 に対比される.

4) A-2 (第6図)

砂質有孔虫の"Cribrostomoides"属と"Dorothia"属の種 が主要構成種であり、石灰質種の産出も目立ち、 Gyroidinoides spp. (多くが G. shinjiensis), "Islandiella" spp. (Islandiella cf. norcrossi と I. helenae に 該 当) および Valvulineria sadonica が比較的豊富に産出する.

浮遊性有孔虫も付随し,特にFa凝灰岩の上位の深度7.9 ~12.9 m間には浮遊性有孔虫が豊富に産出し,それらは Globigerina bulloides を主とする群集からなり, Globorotalia cf. *scitula* を伴う. 調査区間は佐藤ほか(1995)のLT2に対 比される.

考察

東北日本油田地域上部新生界の浮遊性有孔虫層序区分にお ける PF4 帯の模式地は野積橋から 800 m東方の大河津分水 左岸の寺泊層下部に指定されており, PF 4 帯は Globigerina bulloides, G. angustiumbilicata, G. woodi などの Globigerina 属 と Globorotalia pseudopachyderma (以下 Neogloboquadrina pseudopachyderma) で構成される極めて単調な群集からなる (米谷, 1978). これは LB-7の深度 21.2 m 以深の, Globigerina bulloides を主とする浮遊性有孔虫が比較的連続的 に産出する区間に追跡可能である.特に深度 21.2 ~ 65.2m 間は石灰質底生種の"Islandiella" spp.等が多産しており, "Blue Zone" に相当し, 佐藤ほか (1995)の LT 3 に対比される. この区間は Ka 凝灰岩のやや上位を中心とする約 40 mの区 間である (第5図). Fa 凝灰岩の上位約 10 mには暖海性種 の Globorotalia cf. scitula が産出し, 良好なマーカーとなって いる.

模式地周辺の底生有孔虫群集と鍵層の関係をみると、"Blue Zone"はNz 凝灰岩の下位(渡辺, 1976)、Ka 凝灰岩からFa 凝灰岩の間(第7図:宮下・三梨, 1974))、Nz 凝灰岩とKa 凝灰岩の間(Hanagata, 2004)で確認されている. "Blue Zone"では浮遊性種を伴っており、ほとんどが Globigerina



第5図. 調査井 LB-7 における有孔虫化石の産状. Fig. 5. Occurrence of foraminifera in the LB-7 borehole.



第6図. 調査井 A-2 における有孔虫化石の産状. Fig. 6. Occurrence of foraminifera in the A-2 borehole.

Well Name	L	B-5		LB-7												A-2							
Depth (m)	95.5	102.7	4.8	21.2	31.2	40.9	49.6	53.8	65.2	80.6	93.4	97.3	118.3	7.9	12.9	15.8	36.3	41.5	59.9				
Species																							
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny	2	1				4			19	2	9		6	418	168	1	4	3	9				
Globigerina sp. indet.			1	2	4	15	2	1	7		4	2	2	23	3		3	1	3				
<i>Globorotalia</i> cf. <i>scitula</i> (Brady)											1			19	1								
Total Planktonic Foraminifera	2	1	1	2	4	19	2	1	26	2	14	2	8	460	172	1	7	4	12				

Total Arenaceous **Type locality** species number (%) $\begin{smallmatrix}&1000\\200&500\end{smallmatrix}$ 100 0 0 50 100 (m) sample 300 200 Nz Ka 100 Fa 100 50 0 (%) Planktonic species Calcareous

第7図. 大河津分水ルートにおける有孔虫化石の産状(宮下・三梨(1974)に基づいて作成). Fig. 7. Occurrence of foraminifera in the Okozubunsui route (after Miyashita & Mitsunashi (1974)).

C Tuff

species

spp. であるが, 渡辺 (1976) は *Globorotalia* sp. の産出を報告 しており, その層準は "Blue Zone"の下部である. "Blue Zone"の下限の取り方にはかなり任意性があるようである.

0

PF4帯と上位の Barren Planktonic Foraminifera Zone (PF5 帯)の境界は浮遊性有孔虫化石が全く産出しなくなる層準と 定義されている(米谷, 1978).浮遊性有孔虫化石は D-4 で は全く産出せず,LB-5 では Nz 凝灰岩の下位約 15 m までは 産出していない.浮遊性有孔虫化石の産出は "Blue Zone" やその下位では比較的連続し個体数も多いのに対し、それよ りも上位では断続的で個体数も僅かである。米谷(1978)の 定義を拡大解釈して、PF4帯の上限を浮遊性種が比較的連 続的に個体数も多く産出する区間の上限に設定するならば、 PF4帯の上限は"Blue Zone"の上限に一致している。米谷 (1978)によれば、PF4帯の底生有孔虫化石群集は砂質種と ともにValvulineria japonica、Cassidulina cf. norcrossi, Globobulimina auriculata などの石灰質種をかなり産出するこ

第1表. 浮遊性有孔虫化石リスト. Table 1. List of planktonic foraminifera from LB-5, LB-7 and A-2 boreholes.



Nt: Nanatani Formation

第8図. 出雲崎沖 SK-1 における浮遊性有孔虫化石の産状.

Fig. 8. Occurrence of planktonic foraminifera in the Izumozaki-oki SK-1 well.

とから, "Blue Zone"の群集と類似しており, PF4帯の上限 が "Blue Zone"の上限に一致することと矛盾はない. 新潟 県 (2000)や小林ほか (2002)は "Blue Zone"をPF5帯に 対比しているが, PF5帯は寺泊層上部に相当しており, "Blue Zone"とは底生有孔虫化石群集が異なっていること, "Blue Zone"には浮遊性有孔虫化石が付随することからこの考え には賛成できない. このような誤解が生じた原因は米谷 (1978)が PF4帯の模式地を指定しながら, その浮遊性有孔 虫化石群集の species chart を示さなかったことにあると推測 される.

PF 4 帯の副模式地は三島郡出雲崎町沖合 2km で掘削され た出雲崎沖 SK-1 の深度 1090 mである(米谷, 1978). 米谷 (1975) によれば, この深度付近の浮遊性群集は *Neogloboquadrina pseudopachyderma*の右巻きが卓越し, *Globigerina* 属は劣勢であり,模式地付近の浮遊性群集とは 異なっている. この坑井の深度 940 mと 1000 mには暖海性 種の Globorotalia cf. scitula および Globorotalia sp. の産出が認 められ, さらに深度 720 ~ 900 m間は "Islandiella" spp. 等 の多産で特徴づけられ, "Blue Zone"と認定されている(第 8 図). 浮遊性有孔虫化石は深度 720 mの "Blue Zone"の上 限から産出しており, 深度 1000 mまではほとんどが Globigerina spp. である. 深度 1010 m以深から右巻きの Neogloboquadrina pseudopachyderma がほぼ連続的に産出して いる. したがって, この坑井でも PF 4 帯の上限は "Blue Zone"の上限と一致しており, さらに PF 4 帯は個体数が少 なく, 主に Globigerina spp. から構成される上部群集と比較 的 個 体 数 が 多 く, 右 巻 き の Neogloboquadrina pseudopachyderma が産出する下部群集に分けられる.

坑井では検層カーブと有孔虫化石データを用いて対比が行 われており、検層カーブ上のマーカーで上・下限を規定する 凝灰質岩(タフと呼ばれる)が広域に追跡されている(猪間, 1976).出雲崎沖SK-1でもQタフとSタフが追跡されており、 "Blue Zone"はQタフとSタフの間に認定されている.Nz 凝灰岩はQタフに対比されており(猪間,1976)、"Blue Zone"や *Globorotalia* cf. scitula の産出との関係から、Fa 凝 灰岩がSタフに対比される可能性が高い(第9図). PF4帯 の下部群集は出雲崎沖SK-1ではSタフの直下から産出して おり、大河津分水左岸でもFa 凝灰岩より下位で下部群集が 確認される可能性がある.

Fa 凝灰岩では 11.8 Ma (村松, 1985), Nz 凝灰岩では 7.5

Ma (天然ガス鉱業会・大陸棚開発協会, 1982) と 8.4 Ma (村 松, 1985) のフィッション・トラック (FT) 年代値が報告 されている. Hanagata (2002) も Nz 凝灰岩に対し 9.6 ± 0.9 Ma の FT 年代値を報告しているが、少し古すぎるとコメン トしている. この FT 年代値はジルコン結晶の外部面を用い て測定されたものであり、粒子年代値のまとまりは良くなく、 内部面の FT 年代値は 5.8 ± 0.3 Ma とかなり若い. この試料 は年代測定試料として適していないと判断される.

加藤ほか(2004)は片貝ガス田で採取されたガス層のコア を用いて FT 年代を測定し, "Blue Zone"の年代を 8.2 Ma 前 後と推定している.この年代値は浮遊性有孔虫化石帯 (Blow, 1969)の N17 帯最下部付近に相当しており, 渦鞭毛藻化石 の結果と調和的である(加藤ほか, 2004).

米谷(1988)は PF 4 帯では寒流がほぼ日本海全域で支配 的になったと推定しているが、地表の"Blue Zone"からは暖 海性の頭足類 Mizuhobaris izumoensis の産出が報告されてお り(小林・吉原、1990)、今回の調査でFa 凝灰岩の上位に暖 海性浮遊性種である Globorotalia cf. scitula の産出が確認され た. 頚域から中央油帯にかけての地域で石油探鉱のために掘 削された坑井においても、"Blue Zone"付近の層準から Globorotalia cf. scitula, Orbulina spp., Globigerinoides spp. な どの暖海性浮遊性種の産出が報告されている(井上、1995). Barron and Baldauf (1990) は N17 帯下部にピークを持つ温暖 期を Neogene Climatic Optimum 3 と呼んでおり、"Blue Zone"



Ndp: Natsudo pumiceous tuff

第9図. 結果の要約図. Fig. 9. Summary of the present study.

がこれに相当する可能性が高い.

また、PF4帯の下部群集に産出する Neogloboquadrina pseudopachyderma はほとんどが右巻きであり、頚城地域の坑井などでは Globorotalia rikuchuensis を伴うことがあり(井上, 1995;新潟県, 2000), PF4帯は従来考えられていたほど寒くはなかったと推定される.

まとめ

1) PF 4 帯の模式地である大河津分水周辺の寺泊層下部の 浮遊性有孔虫化石群集は Globigerina bulloides を主とし, Globorotalia cf. scitula を伴うのに対し,副模式地は右巻きの Neogloboquadrina pseudopachyderma を主とする群集であり, これらは上下関係にある.したがって, PF 4 帯は Globigerina bulloides を主とする上部群集と Neogloboquadrina pseudopachyderma を主とする下部群集に細分できる.

2) PF 4 帯の上限は、石灰質底生種の "Islandiella" spp. 等 の多産で特徴づけられる "Blue Zone"の上限にほぼ一致する.

3) "Blue Zone"の年代は 8.2 Ma 前後と推定され (加藤ほか, 2004), この年代値は N17帯の最下部付近に相当しており, Neogene Climatic Optimum 3 (Barron and Baldauf, 1990)の温暖期に対比される可能性が高い.

謝辞

調査井のコア試料の採取・利用および資料の公表を許可さ れた国土交通省北陸地方整備局信濃川河川事務所と有孔虫化 石データの公表を許可された石油資源開発㈱に深謝します. コアの存在を教えて頂き,信濃川河川事務所やボーリング作 業を請け負った㈱キタックを紹介して頂いた新潟大学山岸宏 光教授,コア試料の採取時に協力して頂いた石油資源開発㈱ 探鉱本部の浅利康介および山足友浩社員,大河津分水周辺の 寺泊層の有孔虫化石についていろいろ教えて頂いた渡辺其久 男氏に厚くお礼申し上げます.

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* R. Tsuchi, (ed.), *Pacific Neogene Events*, 43– 63.
- Blow, W. H. (1969), Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. Proc. First Intern. Conf. Plankt.

Microfossils, Geneva 1967, Leiden, 1, 199–422.

- Hanagata, S. (2004), Miocene foraminifera from the Niigata oil and gas field region, northeastern Japan. Proceedings of the Sixth International Workshop on Agglutinated Foraminifera, Grzybowski Foundation Special Publication, 8, 151–166.
- 猪間明後(1976), 上・中越地域の層序対比一特に寺泊階・七谷階 について一. 新潟大地鉱研究報告, 4, 137-144.
- 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年度石油技術協会春季講 演会シンポジウム・個人講演要旨集,64.
- 加藤 進・小田 浩・檀原 徹 (2004), 寺泊層底生有孔虫化石マー カーの年代. 石技誌, **69**(4), 385-394.
- 小林巌雄・立石雅昭・小松原 琢 (2002), 三条地域の地質.地域 地質研究報告 (5万分の1地質図幅, 産総研地質調査総 合センター, 98 p.
- 小林巌雄・吉原和義 (1990), 中部中新統の寺泊層から産出した頭 足類化石. 地球科学, **44**(5), 283-286.
- 黒川勝己・青木豊樹・潤間新一・吉田祐介・佐藤正隆・高野 修 (1997),新潟地域における野積(Nz)凝灰岩および吉竹 (Yot)凝灰岩(後期中新世)の対比.新潟大学教育学部 紀要(自然科学編), **38**(2), 65-84.
- 米谷盛壽郎(1975),東北日本油田地域における上部新生界の浮遊 性有孔虫層位学的研究.石油資源開発(㈱技術研究所技研 特報,35,1–97.
- 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 性有孔虫化石層序.「日本の新生代地質」(池辺展生教授 記念論文集),35-60.
- 米谷盛壽郎(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,大阪市立自然史博物館,31-48.
- 宮下美智夫・三梨 昂 (1974), 寺泊地区の地質層序について. 地 質調査所報告, 250(1), 51-66.
- 村松敏雄(1985),新潟県下に分布する新第三系のフィッション・ トラック年代.新潟大学理学部研究生研究業績報告書, 20 p.
- 新潟県(2000),新潟県地質図および同説明書.200 p.
- 大村一蔵 (1927),石油地質学概要 (十五).地球,8,449-457.
- 佐藤時幸・工藤哲朗・亀尾浩司(1995), 微化石層序からみた新潟 地域における根源岩の時空分布.石油技術協会誌,60(1), 76-86.
- 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会(1982),日本の石油・天然 ガス資源(新版・技術報告書).
- 渡辺其久男(1976),新潟県頚城地域の含油新第三系の有孔虫化石 層序.新潟大学理学部地鉱研究報告,第4号(西田彰一 教授退官記念論文集),179-190.
- 渡辺其久男(1983),東北裏日本油田地域の年代層序の現状.石油 技術協会誌, **48**(1), 88–92.

2007年8月17日原稿受理

第2表. 調査井の底生有孔虫化石スピーシスチャート.

Table 2. Species chart of benthonic foraminifera from four boreholes (D-4, LB-5, LB-7, A-2).

Species	Well Name Depth (m)	18.1	21.6	25.7	30.2	35.2	D-4 42.2	54.9	57.5	60.2	74.2	76.1	42.8	45.4	52.4	59.5	LB 79.2	-5 84.4	86.4	91.2	95.5	102.7	4.8	7.9	13.4	
Angulogering kokozurgensis Asano		1																					1			
Angulogerina kokozuraensis Asano Anomalinoides glabratus (Cushman)		1																					1			
Bulimina striata d'Orbigny																										
Bulimina sp. indet. Cassidulina norvanai Thalmann		1																								
Cassidulina sp. indet.																										
Chilostmella oolina Schwager																										
Cibicides? sp. indet.		1																					1			
Dentalina sp. indet.																										
Epistominella pulchella Husezima & Maruhasi			1																		2	4	8			
Epistominella sp. indet.																										
Globobulimina or Praeglobobulimina gen. sp. indet.																1				1		12				
Globocassidulina subglobosa (Brady)																							1			
Gyroidina orbicularis d'Orbigny																										
Gyroidinoides shiniiensis Nomura		6	9																		19	5	59		8	
Gyroidinoides sp. indet.																										
Gyroidinoides ? sp. indet.		1																								
Hanzawaia nipponica Asano Hanzawaia cf. nipponica Asano		1																								
Hopkinsina cf. morimachiensis Matsunaga																					1					
Hopkinsina shinboi Matsunaga																										
Hopkinsina ? sp. Islandiella cf. norcrossi (Cushman)																							2			
Islandiella helenae (Feyling-Hanssen & Buzas)																							-			
Lagena striata (d'Orbigny)																										
Lenticulina sp. indet. Melonis nicobarense (Cushman)			1																			I				
Melonis sp. indet.		2																								
Nodosaria sp. indet.																										
Oridorsalis umbonatus (Reuss)																										
Planulina sp. indet.																					1					
Praeglobobulimina cf. kamedaensis (Matsunaga)																										
Pullenia apertula Cushman																										
Pullenia sp. indet.																										
Quinqueloculina sp. indet.																						1				
Sphaeroidina bulloides d'Orbigny		16	2																			2				
Uvigerina akitaensis Asano Uvigerina cf. proboscidea Schwager		15																								
Uvigerina sp. indet.																						1				
Valvulineria glabra (Cushman)																										
Valvulineria sadonica Asano																					3	3				
Ammobaculites? sp. indet.																				1					1	
Ammodiscus sp. indet.		1				10					1															
Bathysiphon sp. indet.			14		7						2								8		1		2	1	4	
Cribrostomoides cf. renzi (Asano)			50		51																17					
Cribrostomoides sp. A			51	473	40	457	54	6	33	3	2			76	35		80	608	544	246	265	142	160	25	3	
Cribrostomoides sp. B		24								-							100		100		100	60				
"Cribrostomoides" sp. indet. Cyclammina cancellata Brady		26	45	256	2	128	10	2	1	7	15	1/4	1	25	8		128	208	192	263	109	60	31	88	108	
Cyclammina cf. ezoensis Asano					2													0		1						
Cyclammina japonica Asano			26	3	12		4														34					
Cyclammina orbicularis Brady Cyclammina pusilla Brady																					1					
Cyclammina pushia Brady			23	11	27									6					2		3					
Dorothia scabra (Brady)			13	865	4	272	8					241		5	6		280	8		27	15		12	112	6	
"Dorothia" sp. A						0	4			4		6											6	6	1	
"Dorothia" sp. C		7		22	30	38	5			4		29											0	192	08	
"Dorothia" sp. D				65																						
"Dorothia" sp. (Large)		100	33	14		3	2	2		17		21							32		12	3	21	112	26	
Eggerella bradyi yar. A		189		/		10	8	3	1	17	1	21											31	115	30	
Eggerella sp. indet.																				5						
Goesella schencki Asano			11		68												10									
Haptophragmoides compressum ReLoy Haptophragmoides sp. A		3	2	90								149					48	8						3	10	
Haplophragmoides sp. 11 Haplophragmoides sp. indet.		5	~	20								,													10	
Karreriella cf. conversa (Grzybowski)																										
Martinottiella communis (d'Orbigny) Prolivonlecta exillis (Cushman)		1	3	1	12															3			2			
Recurvoides turbinatus (Brady)							16													54	5	4				
Recurvoides sp. A																										
Recurvoides sp. B			2																	-	,					
Recurvoiaes sp. indet.			2		1															5	5					
Thalmannammina parkerae (Uchino)																										
Thalmannammina? sp.																										
Trochammina nadal Ucnio Trochammina vesicularis Goes																										
Trochammina sp. A																										
Trochammina sp. indet.				1	9																			6		
veteroninoides ct. crassimargo (Norman) Veleroninoides scitulus (Brady)			8	1	66			1							1							4	3			
Verneuilinulla advena (Cushman)			0		00										1							,	5			
		1217	07.	14.00	175	(2)	205	67	101	~~		40.1		12	~		105	000	0.5	102	101	62		070	201	
Arenaceous Miscellaneous Genus		1312	271	1440	175	630	205	65	101	22	91	491		13	9	1	192	200	96	190	156	93	562	979	281	
Total Calcareous Benthonic Foram.		28	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	26	29	72	0	8	
Total Benthonic Foram.		1558	450	2776	469	1089	262	71	103	50	107	1111	1	49	24 24	2	648	432 432	323 323	549	364	193	881	1525	526	

17.0	21.2	20.2	21.2	20.4	LBD-4	-7	52.0	£9.1	62.2	65.2	70.0	76.6	20.6	20.7	02.4	07.2	102.6	100.5	112	110.2	7.0	12.0	15.0	24.1	20.5	A-2	26.2	41.5	46.5	51.0	50.0
17.9	21.2	29.2	31.2	39.4	40.9	49.6	53.8	58.1	63.2	65.2	/0.9	/6.6	80.6	89.7	93.4	97.3	102.6	109.5	112	118.3	7.9	12.9	15.8	24.1	28.5	31.5	36.3	41.5	46.5	51.8	59.9
2																1					2										
									1				13 1								15 2	11 10					2 2	2			
								1					1				2			1		51					25	5		1	80
																											1			1	
						1																					1				
6	1				3					1																					
																1	1					4									
1	1							9		4			1		27					1	31 1	11					15		1	5	19
										1					1																
	3				3	16	28	1	25	26	6	1	41		29	17					968	51	2				5	2			11
															1	1															
													1																		
																						10					3	1			
14	20	273		12	244	298	175	9	316	990	80	2			330					10		4 5					1	79		3	
		1			8	26	4			16					13							89									
						1				1					,							2									
											1		1		5	1					5	2									1
										1					3 147						33										2
										2											78										
								2		2					7						13	2 10					7				3
															1						1						2				
																											-				1
		7					1														1	7									ſ
		/	1										2		1					1								3			2
1								6	1	50	2	1	1 12		37						118	8					3	5			4
																											1				
1 22	20	13	5		2 2	6	1			1 20			5 28	6		1		1	1	9				1	1	1	2				5
	4									5					14																
31	3	110	208		56	54	36		68	349	2	2	38	5	126				6		1000	137			52		80	10			5
17	4	28	75	2	34	22	68	1	36	77	57	130	42	301	77	41		31	8	37	662	45	3	646	55 1074	401	29	12			7
					2										3	1			1		9	2		1			2				
															1							8									
					2											1		2	3		8	8		3	1		9				
6	4	81 14	352 14		2	5	103		94 14	9	457 23	490 49	49 13	149 4	66	104		220 24	76 39	886 32	80	146	66	1034	1197	839	114	141			23
		47	9				11		2		24	5		59	8			9	5	1											
											12																				
7		12	4	2	1	3	12	1		1	4	21	5	5		7		1	2	11	8		8	35	5	14					6
																			1								52		2		
	1						9		3		3				7	14		11							2			3			
											9	32		68				38													
					1					4	2		7		2	15											3				
										-	2		,		2	15					22	7		36	22	26	5				
											1	_		20							52										
		2				3			9	24		2	48											21							
																							30	18			4				
88 29		2								1		1	11 5	4 17		12	5		14	2											
9																							5								
2		1					1		5		1		1	1	3	10	3		8	3	8	7	1	А	35		14				
															5	209					13	, 0		-	55		4				
00		452	100	-	10.5	207	41.5		252	165	030	252	262	0.12	245	7()	-	100	201	12/7		9	107	410	1000		200	262			02
99	31	452	499	2	126	207	415	4	353	466	930	3/2	262	943	246	/61	2	190	206	1267	776	178	105	410	1080	584	388	203	3	2	92
24	25	281	1	12	258	342	208	28	343	1095	89	4	74	0	603	21	3	0	0	13	1270	275	2	0	0	0	66	98	1	10	126
311 335	67 92	762 1043	1166 1167	6 18	228 486	300 642	664 872	6 34	584 927	958 2053	1525 1614	1104 1108	514 588	1582 1582	558 1161	1177 1198	10 13	533 533	370 370	2248 2261	2596 3866	547 822	218 220	2217 2217	3470 3470	1866 1866	705 771	369 467	5 6	2 12	138 264



Planktonic foraminiferal species from borehole A-2, depth of 7.9–8.0 m, Teradomari Formation, upper part of PF 4 Zone. Figs. 1a, b & 2a–c: *Globorotalia* cf. *scitula* (Brady); figs. 3a–c: *Globigerina bulloides* d'Orbigny. Scale bars: 1a, b & 2a–c = $50 \mu m$, $3a–c = 100 \mu m$.