Bull. Mizunami Fossil Mus., no. 24 (1997), p. 39-49, pls. 11-13, 10 figs., 1 tab.

秋田県鮎川—由利原地域の女川層の有孔虫化石

加藤　進・井上洋子

石油資源開発(株)，〒140 東京都品川区東品川2-2-20

Foraminifera from the Onnagawa Formation in the Ayukawa-Yurihara district, Akita Prefecture, Japan

Susumu Kato and Yoko Inoue

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

Abstract

The Onnagawa Formation in the Ayukawa-Yurihara district, Akita Prefecture, yields benthic foraminiferal assemblages including calcareous species. Three calcareous assemblages, which are tentatively named the O-1 assemblage, O-2 assemblage, and O-3 assemblage in descending order, are recognized. The O-1 assemblage, which is composed of calcareous and arenaceous species, is characterized by the presence of *Nodosaria* spp. or *Fursenkoina* spp. The O-2 assemblage is characterized by abundant *Fursenkoina* spp. and rare occurrence of *Hopkinsina shinboi, H. morimachiensis* and so on, which are typical species of the Nishikurosawa Formation. The O-3 assemblage resembles the benthic assemblage of the Nishikurosawa Formation.

These calcareous assemblages from the Onnagawa Formation are widely distributed in the Akita district. In paticular, the O-1 assemblage has the possibility to be a good marker for correlation.

Radiometric ages and planktonic foraminifera assign approximate ages to these calcareous assemblages; 8.5 Ma, 10 Ma, and 12 Ma respectively.

The survival of characteristic species from the Nishikurosawa Formation suggests that temporary inflow of warm-water currents in the Akita district or warm periods in middle to late Miocene cooling.

Key words: foraminifera, benthic, calcareous assemblage, *Nodosaria, Fursenkoina*, Onnagawa Formation, Ayukawa-Yurihara district, Japan.

1．は　じ　め　に

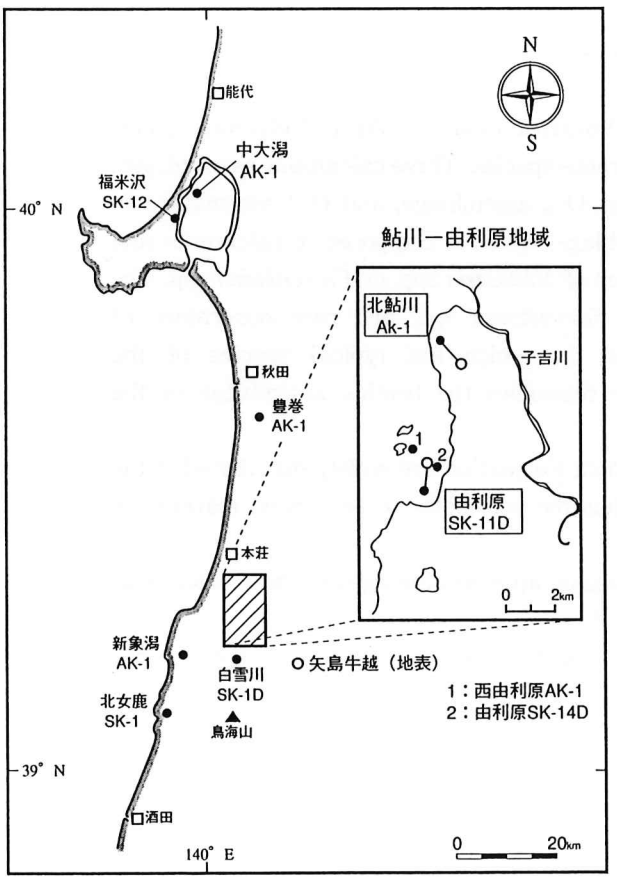
女川層は秋田地域の主要な石油根源岩であるばかりでなく，産油・産ガス層でもあり，国内の石油探鉱における重要な探鉱対象層準のひとつである．しかしながら，坑井における女川層は主に硬質頁岩や珪質頁岩からなるため，一般に有孔虫化石の産出が少なく，上位の船川層や下位の西黒沢層との境界や坑井対比などに問題が残っている．

女川層から産出する底生有孔虫化石は通常ほとんどいわゆる砂質種（＝膠着質種）のみから構成されるが，石灰質種が比較的多産する区間が認められる坑井も知られている．高橋（1972）は湖西地域の坑井を中心にこれらの石灰質有孔虫化石を検討し，女川層において上位からⅠ型，Ⅱ型，Ⅲ型の３つの群集を識別した．しかし，その後約25年間これらの群集について特に検討されることはなかった．

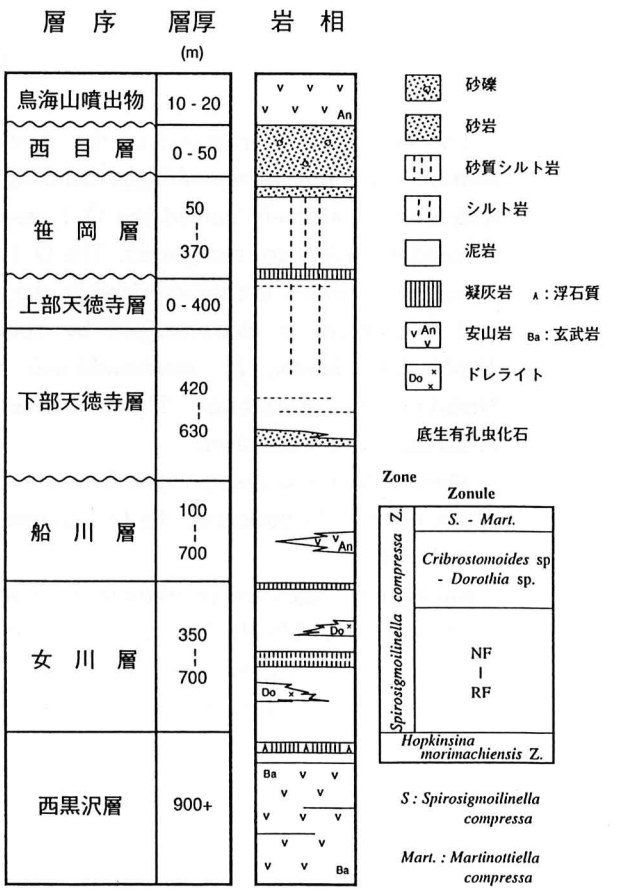
鳥海山の北麓に位置している由利原地域では，1978年に西黒沢層からガス層が発見され，さらに1981年には玄武岩類中に油層が発見され，この玄武岩類を対象に多数の坑井が掘削された（一関，1984）．また，その北方の鮎川地域では，1989年に女川層からガス層が発見され，女川層を主な対象に石油探鉱が進められている（荒木・加藤，1993）．その結果，多数の坑井において女川層中に石灰質有孔虫化石が産出することが明らかになった．本稿では，これらの石灰質有孔虫化石群集を報告し，坑井対比や広域対比におけるそれらのマーカーとしての可能性や推定される年代について考察する．

2．層　序　概　説

鮎川―由利原地域（第１図）の模式的な坑井層序を第２図に示す．西黒沢層が最下位層であり，900 m以上の層厚が確認されている．下部天徳寺層基底は不整合であり，この不整合による船川層の削剝量は北方および西方に向



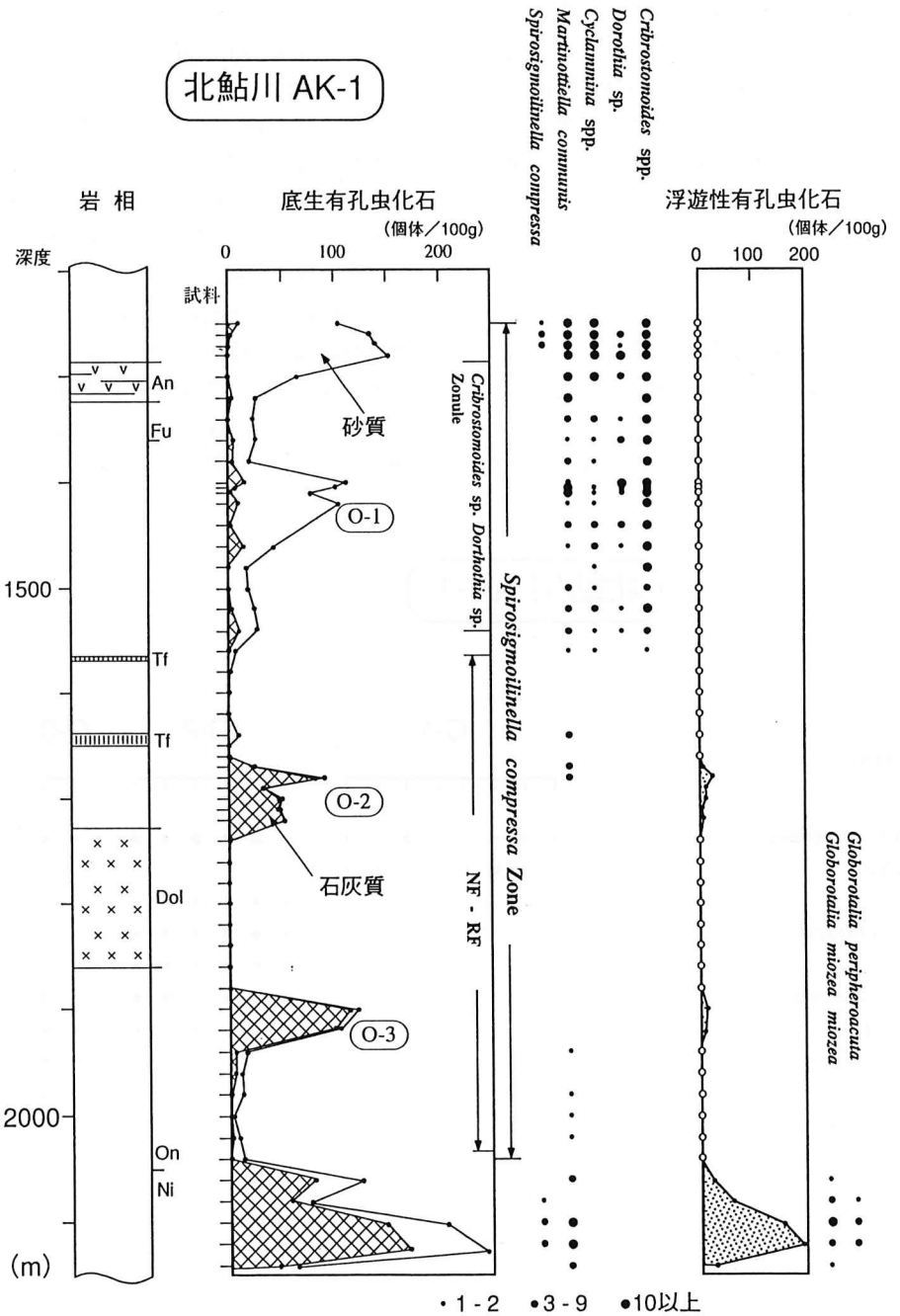
第１図．対象地域および参考坑井位置図．
Fig. 1. Index map showing the study area and the referential wells.



第２図．鮎川―由利原地域の坑井層序．
Fig. 2. Subsurface stratigraphy of the Ayukawa-Yurihara district.

かって増大している．笹岡層基底にも不整合が推定され，上部天徳寺層が削剝され欠如している．鮎川地域には船川層下部に福山安山岩（大沢ほか，1977）の延長と考えられる安山岩が認められる．

女川層は主に硬質頁岩からなり，酸性凝灰岩やドレライトを伴っている．層厚はかなり変化し，南方あるいは西方に向かって厚くなる傾向が認められる．女川層は，底生有孔虫化石分帯では *Spirosigmoilinella compressa* Zone（Matsunaga, 1963）に相当し，さらに上位の *Cribrostomoides* sp.-*Dorothia* sp. Zonule と下位の無化石—貧化石（NF-RF）に細分される．また浮遊性有孔虫化石分帯では *Globorotalia pseudopachyderma-Globigerina woodi*（s.l.）Zone（米谷，1978）に相当しているが，坑井では浮遊性有孔虫化石の産出は僅かである．



第 3 図．北鮎川 AK-1 における有孔虫化石の産状．

Fig. 3. Stratigraphic distribution of selected foraminifera in the Kita-Ayukawa AK-1 well.

3．有孔虫化石

坑井では，化石屋と呼ばれる技術者によって，通常20m毎にカッティングス（掘屑）を用いて有孔虫化石調査が行われ，スピーシス・チャート（species chart）が作成される．著者らはこのスピーシス・チャートに基づいて，鮎川―由利原地域で女川層を掘り抜いている坑井を中心に約30坑について有孔虫化石を検討した．また必要に応じて，永久保存されている処理済試料(砂袋)に戻って種の検討を行った．検討した坑井の中で最も模式的な有孔虫化石の産状を示す北鮎川　AK-1　と由利原　SK-11D を以下に報告する．

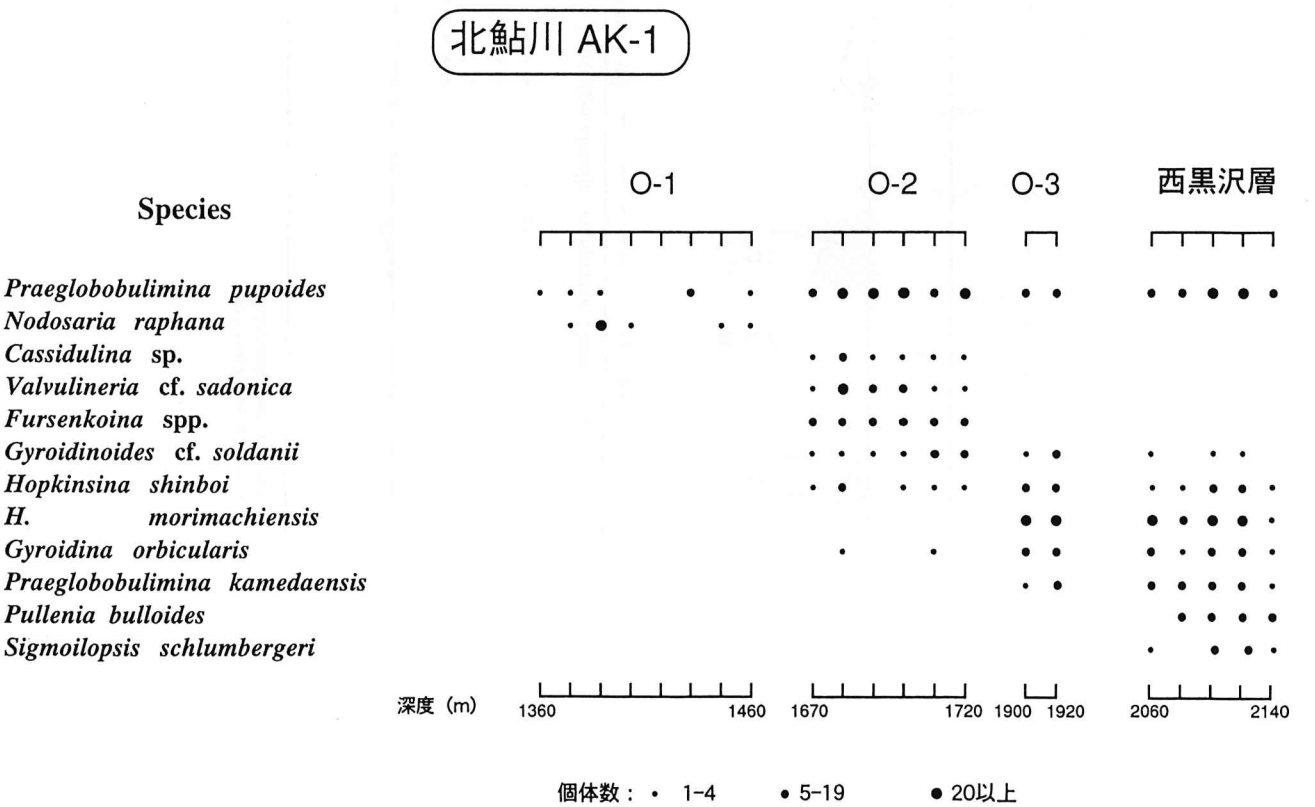
1）北鮎川 AK-1

本井の *Spirosigmoilinella compressa* Zone と西黒沢層最上部における岩相および有孔虫化石の産状を第3図に示す．女川層中には底生有孔虫化石が比較的多産し，石灰質種を伴う区間が3ケ所認められるので，これらを上位からO-1群集，O-2群集，O-3群集と呼ぶことにする．

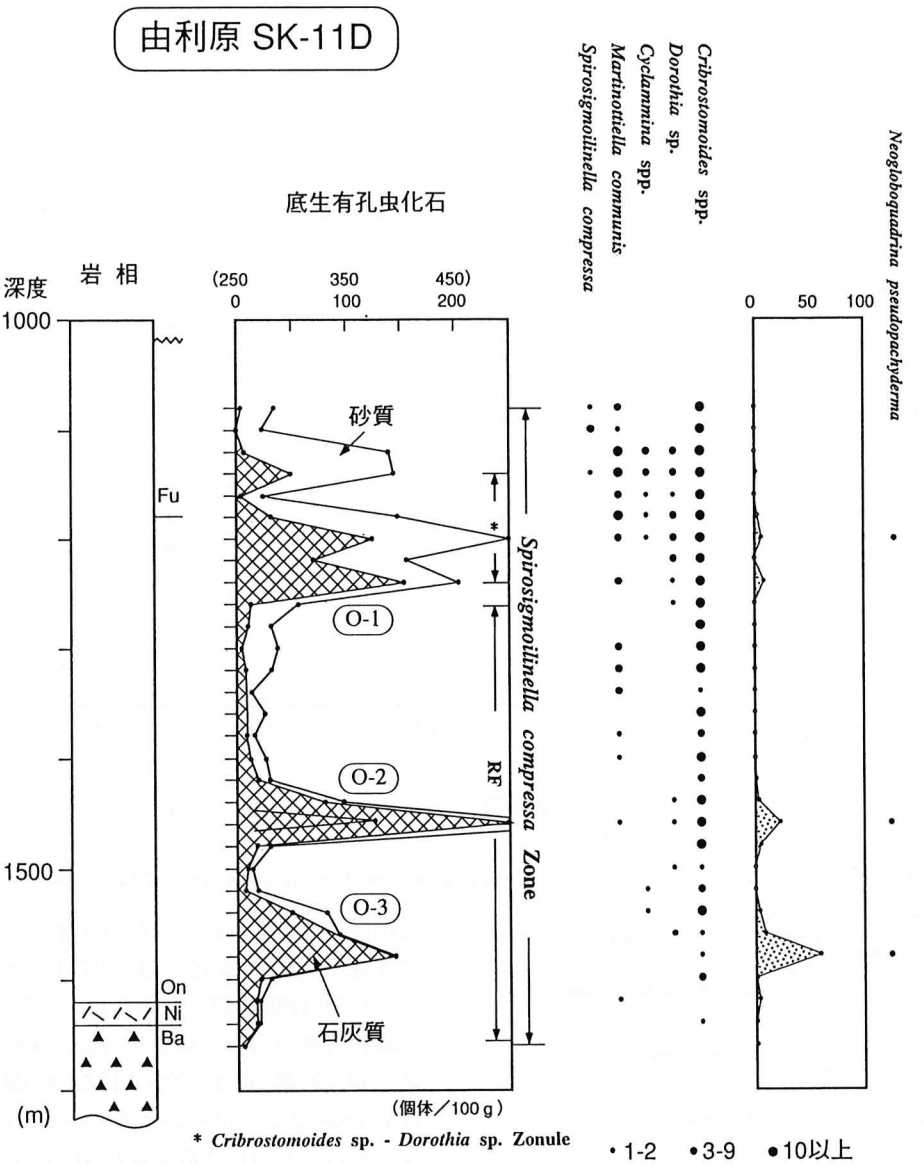
O-1群集は砂質種優勢の群集であるのに対し，下位のO-2群集とO-3群集は石灰質種からほとんど構成される．また，O-1群集は *Cribrostomoides* sp.-*Dorothia* sp. Zonule に属するのに対し，下位の2つの群集は NF-RF に属する．浮遊性種はO-1群集には認められないが，下位の2つの群集には僅かに認められる．

一方，西黒沢層の有孔虫化石群集は，砂質種と石灰質種からなる混合群集であり，*Globorotalia miozea miozea* や *Globorotalia peripheroacuta* などの暖海性浮遊性種を伴うことで女川層の群集から区別できる．

主な石灰質種の産状を第4図に示す．O-1群集は種の多様性が低く，*Nodosaria raphana* の産出で特徴づけられるのに対し，O-2群集は *Cassidulina* cf. *sadonica*, *Valvulineria* sp., *Fursenkoina* spp. などの産出で特徴づけられ，西黒沢層に通常産出する *Hopkinsina shinboi* や *Gyroidina orbicularis* を若干伴っている．O-3群集は *Hopkinsina shinboi, H. morimachiensis, Gyroidina orbicularis* など西黒沢層を特徴づける種をかなり含んでいる．このように，女川層の3つの群集は石灰質種の構成が明らかに異なっている．



第4図．北鮎川 AK-1 における石灰質種の産状．
Fig. 4. Stratigraphic distribution of selected species of calcareous foraminifera in the Kita-Ayukawa well.

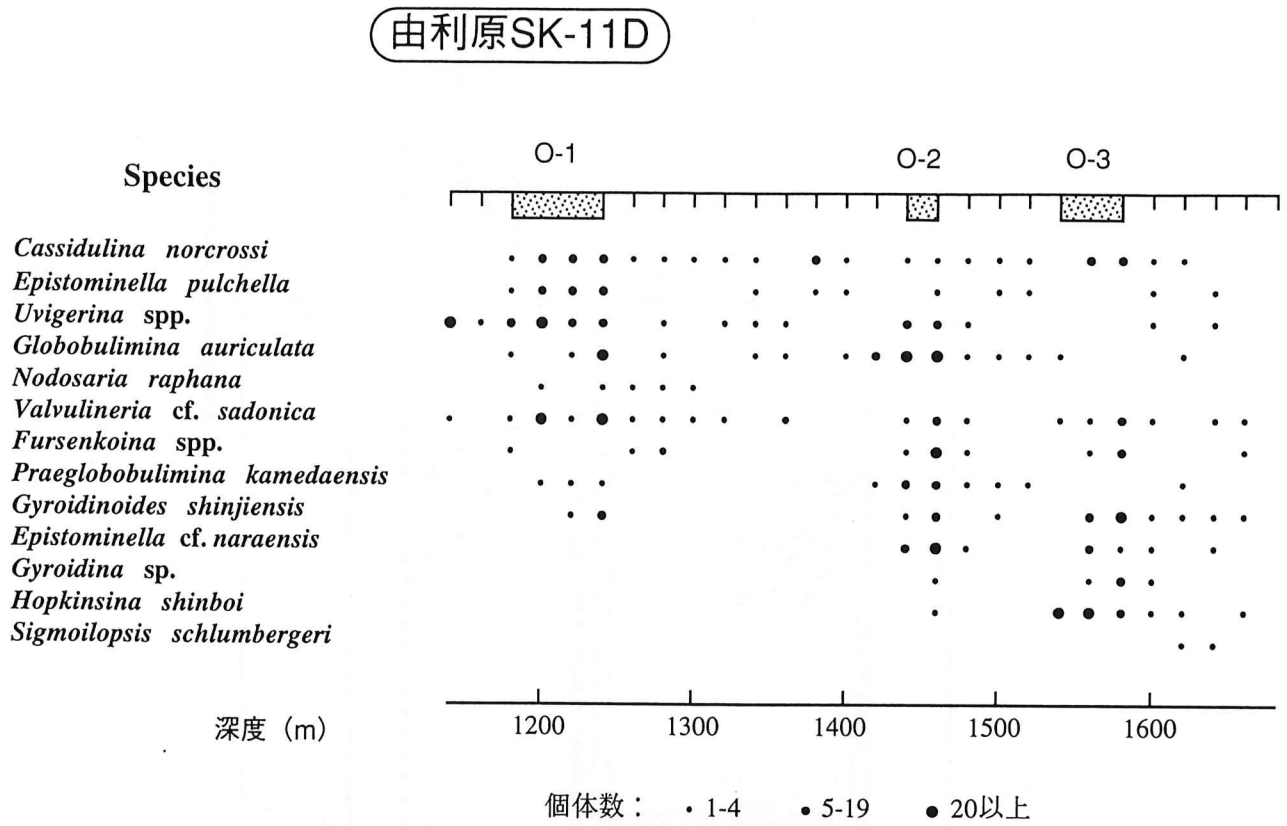


第5図．由利原 SK-11D における有孔虫化石の産状．
Fig. 5. Stratigraphic distribution of selected foraminifera in the Yurihara SK-11D well.

2）由利原 SK-11D

本井でも石灰質有孔虫化石が多産する区間が3ケ所認められ，それらは北鮎川 AK-1 のものとほぼ同層準に対比される（第5図）．O－1群集は *Cribrostomoides* sp.-*Dorothia* sp, Zonule に属し，砂質種と石灰質種から構成されている．下位の2つの群集は RF に属し，ほとんど石灰質種のみからなる．浮遊性種はいずれの群集にも認められるが，下位の群集ほど多く，*Globorotalia*（＝*Neogloboquadrina*）*pseudopachyderma* が1個体づつ産出する．

主な石灰質種の産状をみると（第6図），O－1群集は *Uvigerina* spp., *Globobulimina auriculata, Valvulineria* cf. *sadonica* などが普通に産し，*Nodosaria raphana* を特徴的に伴っている．O－2群集は *Globobulimina auriculata, Praeglobobulimina kamedaensis, Fursenkoina* spp. などからなり，*Hopkinsina shinboi* を若干伴っている．O－3群集は *Gyroidinoides shinjiensis, Gyroidina* sp., *Hopkinsina shinboi* などからなる．このように3つの群集は石灰質種の構成が異なり，識別が可能である．



第6図. 由利原 SK-11D における石灰質種の産状.
Fig. 6. Stratigraphic distribution of selected species of calcareous foraminifera in theYurihara SK-11D well.

群集	底生種 砂質種	底生種 石灰質種	浮遊性種	特徴種
O－1	○	△	△	*Nodosaria* spp.,(*Fursenkoina* spp.)
O－2		◎	○	*Fursenkoina* spp.
O－3		◎	○	*Hopkinsina* spp.
Ni	○	○	●	*Hopkinsina* spp., *Pullenia bulloides*

◎優勢 ○普通 △劣勢 ●暖海性

第7図. 鮎川—由利原地域の女川層から産出する石灰質群集の特徴.
Fig. 7. Characteristics of three calcareous foraminiferal assemblages from the Onnagawa Formation in the Ayukawa-Yurihara district.

3）女川層の有孔虫化石群集の特徴

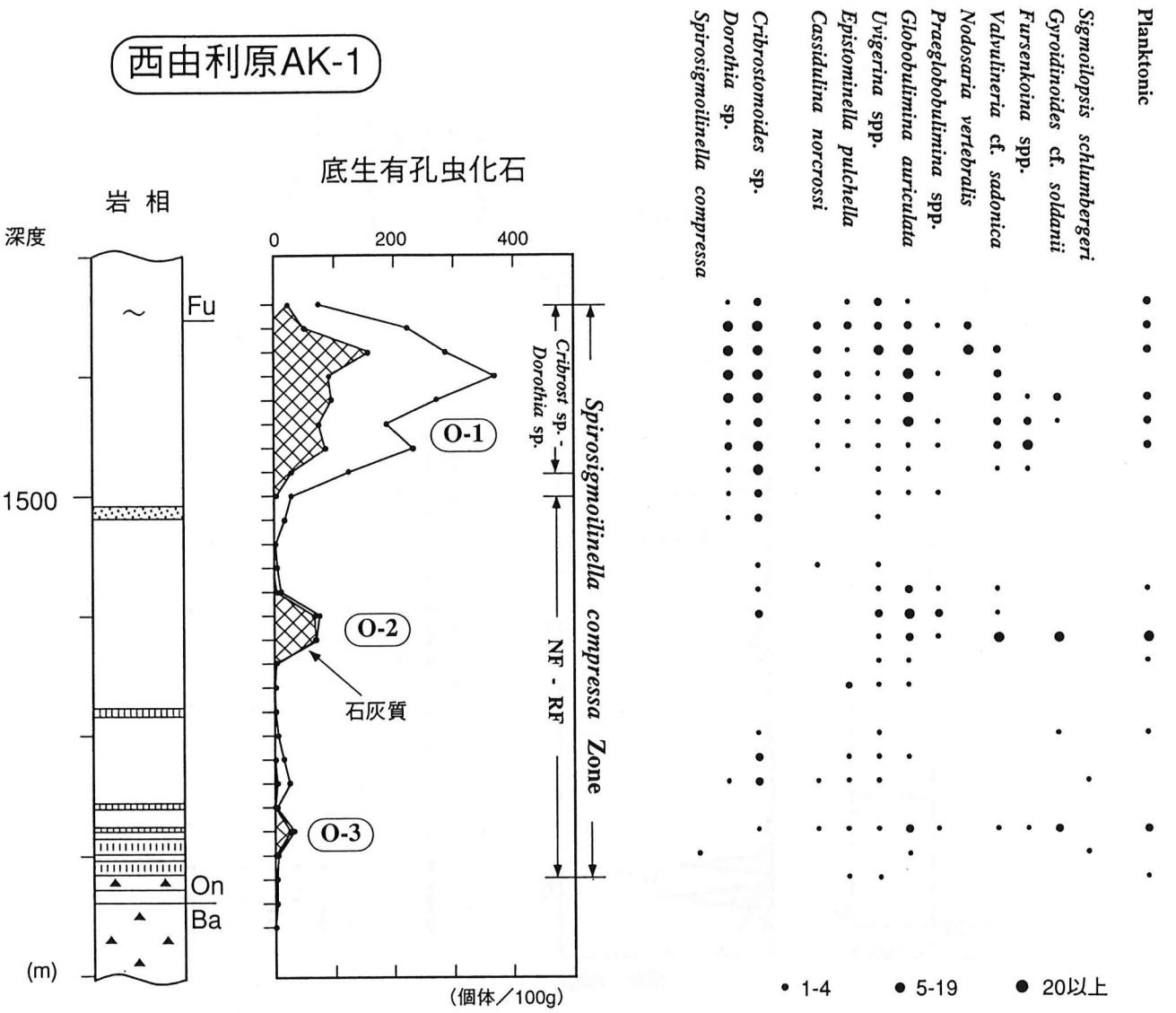
前述した2坑井を中心に，鮎川—由利原地域の女川層中に認められる3つの有孔虫化石群集の特徴を整理したものを第7図に示す．この図には西黒沢層の群集も比較のために示してある．

各坑井におけるこれら3つの群集の発達状況や種構成はかなり変化するが，多くの坑井でこれらの群集が識別できる．第8図は西由利原 AK-1 の例である．O－1群集は1360/1460 m間に認められ，上部は *Nodosaria vertebralis*，下部は *Fursenkoina* spp. の産出で特徴づけられる．O－2 群集は1600／1620 m 間に認められ，*Gyroidinoides shinjiensis* や *Valvulineria* cf. *sadonica* などからなる．O－3群集は1780 mに認められ，上下の深度には西黒沢層の特徴種のひとつである *Sigmoilopsis schlumbergeri* が産出している．このように本井では西黒沢層の特徴づける種の産出は少ないが，3つの群集すべてが認定できる．

4．考　　察

1）対比

高橋（1972）が検討した湖西地域でも，女川層中に3つの石灰質底生有孔虫化石群集（上位からI型，II型，III型）が認められている．その地域の代表的な坑井である福米沢 SK-12 の有孔虫化石の産状を第9図に示す．*Nodosaria* spp. や *Fursenkoina* spp. など鮎川—由利原地域のO－1群集やO－2群集を特徴づける種は産出して

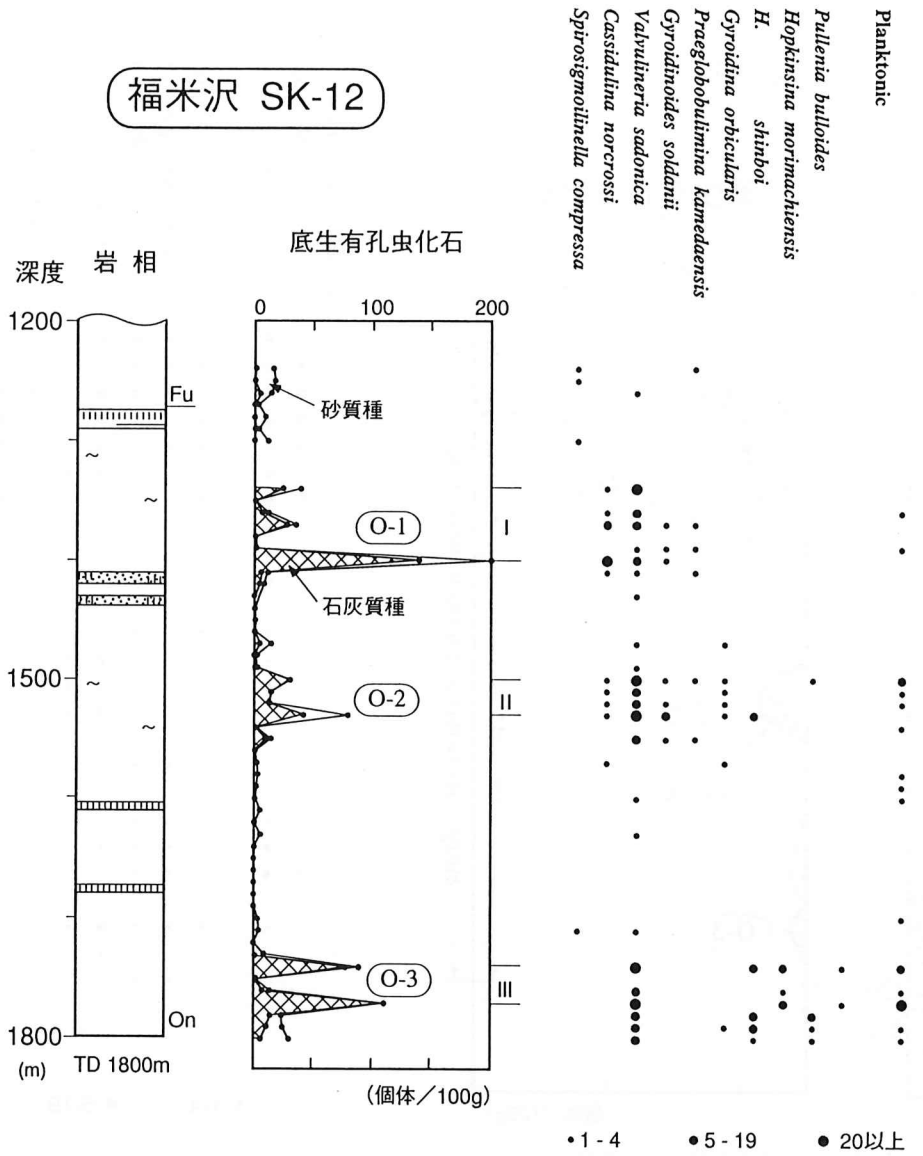


第8図. 西由利原 AK-1 における有孔虫化石の産状.
Fig. 8. Stratigraphic distribution of selected foraminifera in the Nishi-Yurihara AK-1 well.

いないが，浮遊性種の産状，西黒沢層の特徴種である *Hopkinsina* spp., *Gyroidina orbicularis*, *Pullenia bulloides* などの産状は北鮎川 AK-1 に非常に類似しており，I型，II型，III型はそれぞれO-1群集，O-2群集，O-3群集に対比される．この近くで掘削された中大潟 AK-1 のI型群集には *Nodosaria* sp. が産出しており，この対比を支持している．*Nodosaria* sp. は鮎川—由利原地域の南に位置する白雪川 SK-1D や北女鹿 SK-1 の女川層上部にも僅かに産出しており，O-1群集を認定する上で有効である．

Fursenkoina spp. の多産は他地域の坑井や地表の女川層にも認められる．新象潟 AK-1 や矢島の牛越ルート（辻ほか，1991）では女川層上部の *Cribrostomoides* sp.-*Dorothia* sp. Zonule に *Fursenkoina* spp. の多産が認められ，これらはO-1群集に対比される．一方，豊巻 AK-1 では女川層中部の NF-RF に *Fursenkoina* spp. の多産が認められ，O-2群集に対比される．山形県新庄盆地に発達する女川階の地層からは浮遊性有孔虫化石とともに石灰質種を主体とする豊富な底生有孔虫化石群集が報告されている（加藤ほか，1995）．これらの群集には西黒沢層を特徴づける種は含まれていないが，浮遊性種が比較的多産し，僅かながら暖海性種を伴うことから，おそらくO-3群集に対比される．

新潟県中越・頚城地域の寺泊階下部には “Blue Zone”



第 9 図. 福米沢 SK-12 における有孔虫化石の産状.
Fig. 9. Stratigraphic distribution of selected foraminifera in the Fukubezawa SK-12 well.

と呼ばれる広範囲に追跡可能な有孔虫化石群集が知られている(渡辺, 1976). この群集は, 砂質種は *Dorothia* sp., *Cribrostomoides* sp. を主とし, 石灰質種は *Cassidulina norcrossi, Valvulineria sadonica, Globobulimina* cf. *auriculata, Gyroidinoides* cf. *soldanii* などからなり, 浮遊性種(*Globigerina woodi, Neogloboquadrina pseudopachyderma*)を伴う. これらの特徴はO－1群集に類似しており, 秋田地域ではO－1群集が最も広範囲に追跡できることから, 両者は対比可能である.

2) 地質年代

鮎川—由利原地域では, O－1群集の上位に福山安山岩が分布している. 福山安山岩の放射年代は7.8 Ma と7.9 Ma が報告されている(臼田・岡本, 1986; 木村, 1984).

矢島の牛越ルートでは, O－1群集が認められた露頭で採取されたシロウリ貝化石 *Calytogena* sp. が密集した転石から第1表に示す浮遊性有孔虫化石が産出している(井上, 1995). *Neogloboquadrina acostaensis, Globorotalia miotumida* の共存と *Neogloboquadrina pachyderma* の殻の巻方向が左巻であることから, この群集は Blow (1969) の N16 に対比でき, その年代は

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

Species			
Globigerina	*bulloides*	d'Orbigny	53
G.	*concinna*	Reuss	14
G.	*falconensis*	Blow	4
G.	*nepenthes*	Todd	2
G.	*quinqueloba*	Natland	4
G.	sp. indet.		72
Globigerinita	*glutinata*	(Egger)	7
Globoquadrina	*altispira*	(Cushman & Jarvis)	3
Globogerinoides	*trilobus*	Reuss	5
G.	*obliquus*	Bolli	2
G.	sp. indet.		4
Globorotalia	*miotumida*	Jenkins	3
G.	*miozea conoidea*	Walters	8
Neogloboquadrina	*acostaensis*	(Blow) (s)	1
N.	*acostaensis*	(Blow) (d)	2
N.	*continuosa - pachyderma*	intermediate form (s)	8
N.	cf. *humerosa*	(Takayanagi & Saito) (s)	4
N.	cf. *humerosa*	(Takayanagi & Saito) (d)	1
N.	*pachyderma*	(Ehrenberg) (s)	74
N.	*pachyderma*	(Ehrenberg) (d)	1
N.	sp. indet.		12
Orbulina	*suturalis*	Bronniman	2
Sphaeroidinellopsis	*seminulina*	(Schwager)	1

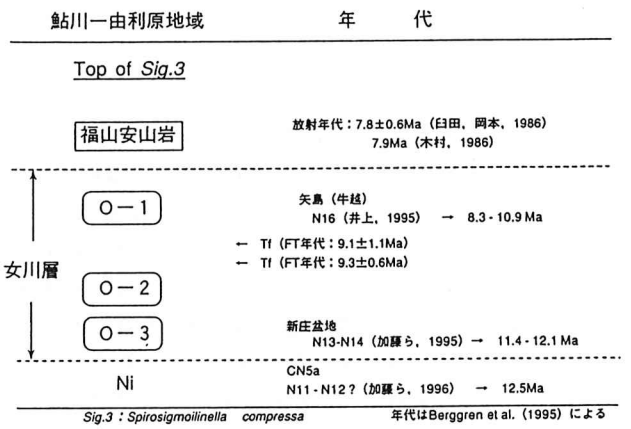
（個体数／100g）

Berggren *et al.* (1995) によれば8.3-10.9 Ma である．また，O-3群集に対比される新庄盆地の群集の浮遊性有孔虫化石は N13/N14 に対比され（加藤ほか，1995），その年代は11.4-12.1 Ma である．

鮎川—由利原地域の西黒沢層から産出する浮遊性有孔虫化石は *Globorotalia peripheroacuta-Globorotalia miozea* (s.l.) Zone（米谷，1978）に相当し，その上限は Blow（1969）の N11（米谷，1988）あるいは N12（加藤ほか，1996）に対比され，その年代は約12.5 Ma と推定される．

北鮎川 AK-1のO-2群集の直上の凝灰岩で測定したフィッション・トラック年代は9.1±1.1 Ma と9.3±0.6 Ma である．

以上のデータを基に3つの群集の年代を推定すると，O-1群集は約8.5 Ma，O-2群集は約10 Ma，O-3群集は約12 Ma と推定される（第10図）．



第10図．鮎川—由利原地域の女川層から産出する石灰質群集の年代．

Fig. 10. Ages of three calcareous foraminiferal assemblages from the Onnagawa Formation in the Ayukawa-Yurihara district.

3）古環境

O-1群集など3つの石灰質群集に多産している *Globobulimina, Praeglobobulimina, Fursenkoina, Uvigerina* などの現生種は日本周辺海域では水深200 m～3000 m間の上部漸深海～中部漸深海下部に生息し，多産帯は250 m～1500 m間の上部漸深海～中部漸深海上部にある（Inoue, 1989）．また，*Uvigerina* を除くこれらの属は泥質堆積物に深くもぐって生息する生活様式（deep infaunal）から貧酸素の環境下での耐性が高く（Kitazato, 1994 ; Buzas *et al.*, 1993），水深500 m～1000 m間の海洋の酸素極小帯に多産する傾向がある（Sen Gupta & Machain-Castillo, 1993）．長谷川ほか（1989）によれば，*Globobulimina* spp., *Valvulineria sadonica, Gyroidina orbicularis* の東北日本における中期中新世の分布水深の上限深度帯は中部漸深海帯上部であり，中部漸深海帯下部の指標種である *Spirosigmoilinella compressa* はこれらの群集にはほとんど含まれていない．以上のことから，3つの石灰質群集の古水深は上部漸深海～中部漸深海上部と推定される．

西黒沢層の底生有孔虫化石群集は南方系深層水の群集であり，これらの群集は女川期に入っても秋田の鵜養や青森の津軽半島など一部地域では生存していたと考えられている（的場，1992）．この群集は，西黒沢期に特徴的であった深海性石灰質種（*Stilostomella* spp., *Hopkinsina morimachiensis, Pullenia bulloides, Chilostomella oolina, Gyroidina* spp.）と，鮮新～更新世の群集で代表的な石灰質種（*Epistominella pulchella, Psedoparrella takayanagii, Cassidulina norcrossi, Valvulineria*

sadonica, Bolivina decussata) が混合した群集であり (的場, 1992), 鮎川—由利原地域のO-2群集やO-3群集はまさにこの群集である.

O-1群集を特徴づける *Nodosaria* spp. には coste の発達した *N. vertebralis, N. subraphana, N. raphana* などの種が含まれている. これらの種の日本周辺海域 (Asano, 1956) やフィリッピン周辺海域 (Cushman, 1921) での分布は, これらの種が暖海性で浅海～漸深海に生息する水深に対する適応力の強い種であることを示唆している. *Nodosaria* spp. の比較的豊富な産出は太平洋側に分布する中新統～鮮新統に認められる (例えば, 掛川地域の西郷層群 (Sawai, 1962), 房総地域の上総層群黄和田層 (石油資源開発㈱, 社内報告) など). 日本海側地域では, 中部中新統須郷田層 (Iwasa & Kikuchi, 1954), 津軽半島の上部中新統源八森層 (的場, 1992) などに僅かに産出している. 女川層における *Nodaosaria* spp. の産出や西黒沢層の底生有孔虫群集の一部の生存は, 秋田地域への暖流の流入あるいは中期～後期中新世における温暖期の存在を示唆していると考えられる.

5. ま と め

1) 鮎川—由利原地域の女川層には3つの石灰質底生有孔虫群集 (上位からO-1群集, O-2群集, O-3群集) が認められる. O-1群集は *Nodosaria* spp. や *Fursenkoina* spp. の産出で, O-2群集は *Fursenkoina* spp. の産出と *Hopkinsina* spp. などの西黒沢層の特徴種の若干の随伴で特徴づけられ, O-3群集は西黒沢層の群集に類似する.

2) 女川層の石灰質群集は湖西地域など広範囲にわたって分布しており, 特にO-1群集は良好な対比マーカーとなりうる可能性が高い.

3) 放射年代や浮遊性有孔虫化石などに基づいて, 鮎川—由利原地域の石灰質群集の年代はO-1群集が約8.5 Ma, O-2群集が約10 Ma, O-3群集が約12 Ma と推定される.

4) 西黒沢層の底生有孔虫群集の女川層における一部の生存は, 秋田地域への暖流の流入あるいは中期～後期中新世における温暖期の存在を示唆していると考えられる.

謝 辞

石油資源開発 (株) 森田謙宏取締役探鉱部長には資料の公表を許可して頂いた. 本稿で用いた坑井の有孔虫化石データは同社技術研究所や鉱業所の多くの化石技術者によって得られたものである. これらの方々に心よりお礼申し上げます.

引 用 文 献

荒木直也・加藤 進 (1993), 鮎川油・ガス田の発見. 石技誌, **58**, 119-127.

Asano, K. (1956), The foraminifera from the adjacent seas of Japan, collected by S. S. Soyo-maru, 1922-1930. Part 1. Nodosariidae. *Tohoku Univ., Sci. Rep.*, 2nd ser. (Geol.), **27**, 1-55.

Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisher, C. C., III and Aubry, M.-P. (1995), A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. *SEPM Spec. Pub.*, no. 54, 129-212.

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

Buzas, M. A., Culver, S. J. and Jorissen, F. J. (1993), A statistical evaluation of the microhabitats of living (stained) infaunal benthic foraminifera. *Mar. Micropaleontol.*, **20**, 311-320.

Cushman, J. A. (1921), Foraminifera of the Philippine and adjacent seas. *U.S. Natn. Mus., Bull.*, **100**, 1-608.

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.

一関久夫 (1984), 由利原油・ガス田の探鉱開発について. 石技誌, **49**, 226-233.

Inoue, Y. (1989), Northwest Pacific foraminifera as paleoenvironmental indicators. *Sci. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba,* Sec. B, **10**, 57-162.

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・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.

加藤 進・井上洋子・一ノ関鉄郎 (1995), 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. 瑞浪市化石博研報, no. 22, 9-18.

木村勝弘(1986), 東北地方第三系の放射年代層位. 月刊地球, 8, 370-375.

Kitazato, H. (1994), Foraminiferal microhabitats in four marine enviroments around Japan. *Mar. Micropaleontol.*, **24**, 29-41.

Matsunaga, T. (1963), Benthonic smaller foraminifera from oil fields of northern Japan. *Sci. Rep., Tohoku Univ.*, 2nd Ser. (Geol.), **35**, 67-122.

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.

的場保望(1992), 東北本州日本海地域の後期新生代底生有孔虫群集の変遷. 地質学論集, no. 37, 125-138.

大沢 穠・高安泰助・池辺 穠・藤岡一男 (1977), 本荘地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 54 p.

Sawai, K. (1962), *Orbulina universa* d'Orbigny in central Japan. *Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto,* Ser. B, **29**, 113-159.

Sen Gupta, B. K. and Machain-Castillo, M. L. (1993), Benthic foraminifera in oxygen-poor habitats. *Mar. Micropaleontol.*, **20**, 183-201.

高橋　清(1972), 秋田油田地域における西黒沢—女川層の有孔虫化石群集について. 石油資源開発（株）技研所報, **16**, 88-112.

辻　隆司・増井泰裕・早稲田　周・井上洋子・栗田裕司・甲斐邦男(1991), 秋田県矢島町周辺の女川層の岩相区分と堆積環境, およびその根源岩特性. 石油資源開発(株)技術研究所研究報告, no. 7, 45-99.

臼田雅郎・岡本金一(1986), 秋田県南部における新第三紀火山岩類の K-Ar 年代と新第三紀の対比. 北村教授退官記念論文集, 595-607.

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. 新潟大地鉱研報, 第4号（西田彰一教授退官記念論文集), 179-190.

1997年9月7日受理

Plate 11

Fig. 1. *Dorothia* sp. ·····×90
side view; 1180 m, Yurihara SK-11D well, Akita Prefecture
Fig. 2. *Goesella schencki* Asano ·····×32
side view; 1500 m, Kita-Ayukawa AK-1D well, Akita Prefecture
Figs. 3a, b & 4a, b. *Veleroninoides scitulus* (Brady) ·····×65
a, side views; b, edge views; 1200 m, Yurihara SK-11D well, Akita Prefecture
Figs. 5a, b. *Martinottiella communis* (d'Orbigny)·····×90
a, side views; c, near apertural views; 1180 m, Yurihara SK-11D well, Akita Prefecture
Figs. 6a, b. *Cyclammina* sp. ·····×32
a, side views; b, edge views; 1180 m, Yurihara SK-11D well, Akita Prefecture
Fig. 7. *Spirosigmoilinella compressa* Matsunaga ·····×90
side view; 1160 m, Higashi-Yurihara AK-1 well, Akita Prefecture
Figs. 8a, b & 9a, b. *Augulogerina kokozuraensis* Asano ·····×90
a, side views; b, apertural views; 8, 1240 m, Yurihara SK-11D well; 9, 1620 m, Nishi-Yurihara AK-1 well, Akita Prefecture
Fig. 10. *Praeglobobulimina* sp. ·····×90
side view; 1920 m, Kita-ayukawa AK-1D well, Akita Prefecture
Figs. 11a, b. *Praeglobobulimina pupoides* (d'Orbigny) ·····×90
a, side view; b, apertural view; 1440 m, Yurihara SK-11D well, Akita Prefecture
Fig. 12. *Kleinpella* sp. ·····×65
side view; 1240 m, Yurihara SK-11D well, Akita Prefecture
Fig. 13. *Fursenkoina ishikiensis* (Asano) ·····×90
side view; 1400 m, Yurihara SK-14D well, Akita Prefecture
Figs. 14a, b. *Nodosaria* sp. ·····×90
fragment; a, side view; b, transverse view; 1200 m, Yurihara SK-11D well, Akita Prefecture
Figs. 15a, b. *Uvigerina proboscidea* Schwager ·····×90
a, side view; b, apertural view; 1240 m, Yurihara SK-11D well, Akita Prefecture
Figs. 16a, b. *Uvigerina yabei* Asano ·····×90
a, side view; b, apertural view; 1440 m, Yurihara SK-11D well, Akita Prefecture
Figs. 17a, b. *"Hopkinsina" morimachiensis* Matsunaga ·····×90
a, side view; b, apertural view; 1900 m, Kita-Ayukawa AK-1 well, Akita Prefecture

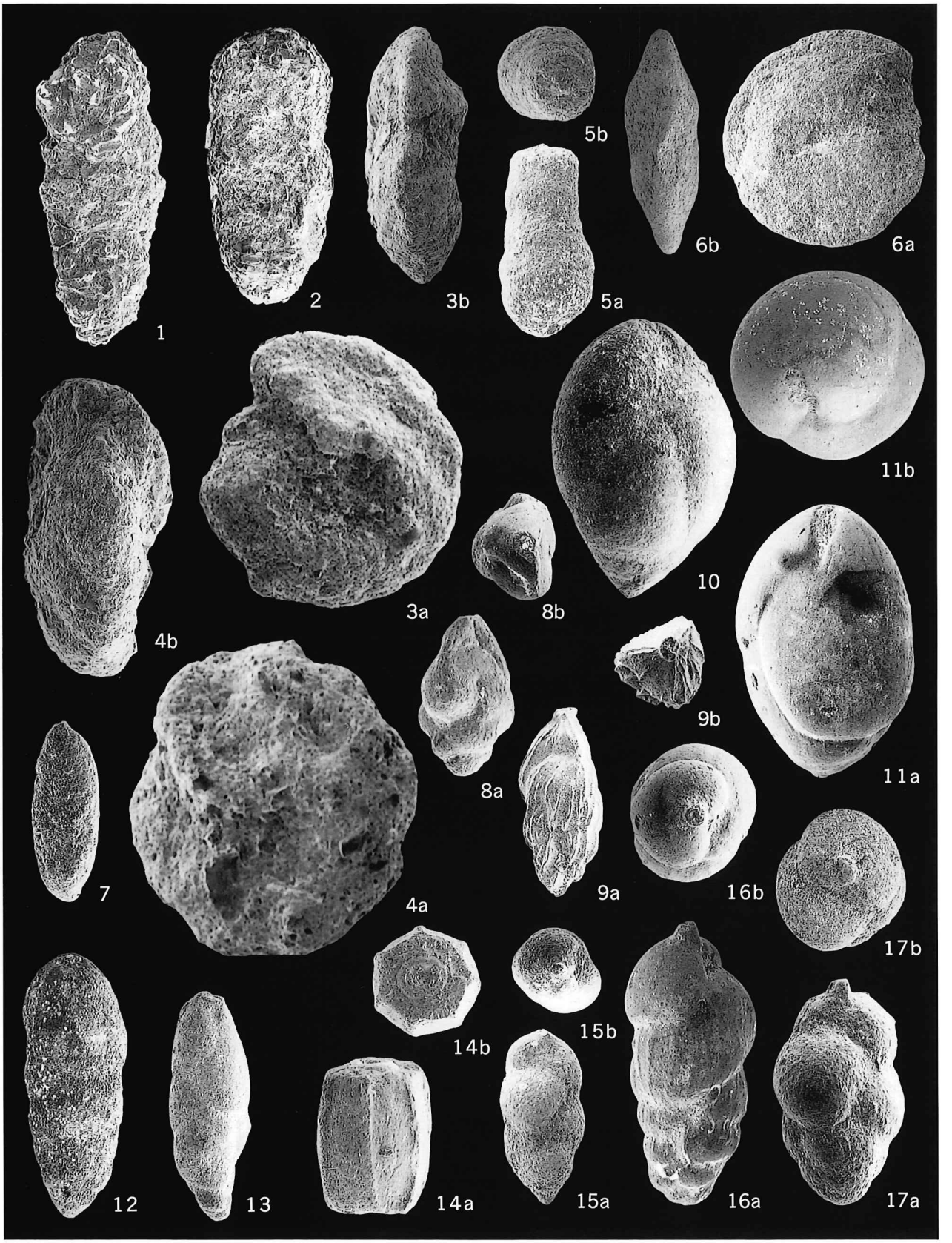

1
2
3b
5b
5a
6b
6a
11b
4b
3a
8b
10
11a
9b
8a
7
4a
9a
16b
17b
14b
15b
12
13
14a
15a
16a
17a

Plate 12

Figs. 1a, b. *Cassidulina norcrossi* Cushman ·····×160
a, side view; b, edge view; 1160 m, Higashi-Yurihara AK-1 well, Akita Prefecture
Figs. 2a, b. *Cyroidina orbicularis* d'Orbigny ·····×160
a, ventral view; b, edge view; 1900 m, Kita-Ayukawa AK-1 well, Akita Prefecture
Figs. 3a-c. *Cassidulina* cf. *norcrossi* Cushman ·····×90
a & b, side views; c, edge view; 1240 m, Yurihara SK-11D well, Akita Prefecture
Figs. 4a, b. *Islandiella norvangi* (Thalmann) ·····×160
a, side view; b, edge view; 1400 m, Yurihara SK-14D well, Akita Prefecture
Figs. 5a-c & 6a-c. *Epistominella* cf. *naraensis* (Kuwano) ·····×160
a, dorsal views; b, ventral views; c, edge views; 5, 1540 m, 6, 1560 m, Yurihara SK-11D well, Akita Prefecture
Figs. 7a-c. *Gyroidinoides profunda* (Aoki) ·····×90
a, dorsal view; b, ventral views; c, edge views; 1540 m, Yurihara SK-11D well, Akita Prefecture
Figs. 8a-c. *Epistominella pulchella* Husezima & Maruhasi ·····×90
a, dorsal view; b, ventral view; c, edge view; 1160 m, Higashi-Yurihara AK-1 well, Akita Prefecture
Figs. 9a-c & 10a-c. *Gyroidinoides shinjiensis* Nomura ·····×90
a, dorsal views; b, ventral views; c, edge views; 9, 1240 m, Yurihara SK-11D well; 10, 1500 m, Yurihara SK-14D well, Akita Prefecture

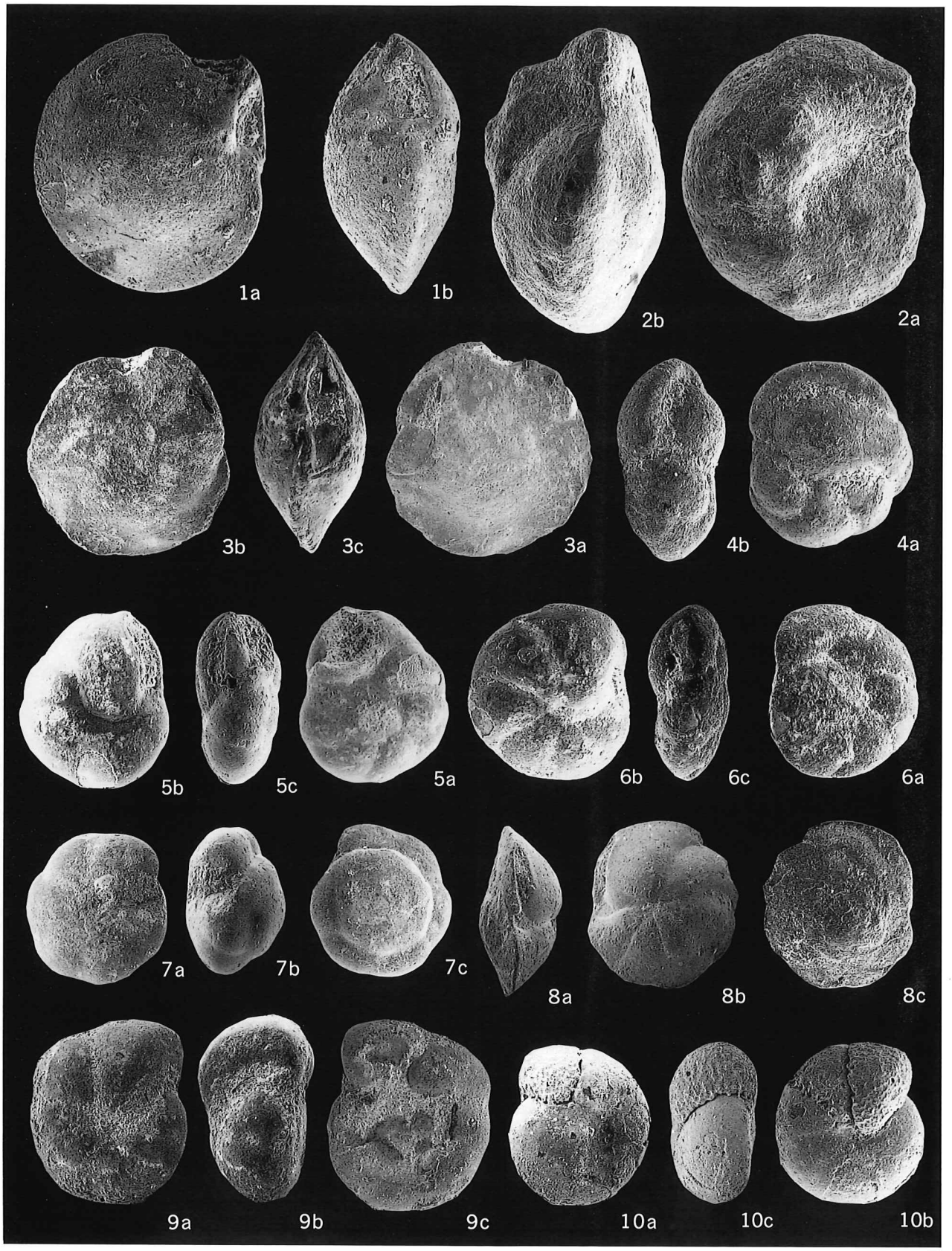

1a
1b
2b
2a
3b
3c
3a
4b
4a
5b
5c
5a
6b
6c
6a
7a
7b
7c
8a
8b
8c
9a
9b
9c
10a
10c
10b

Plate 13

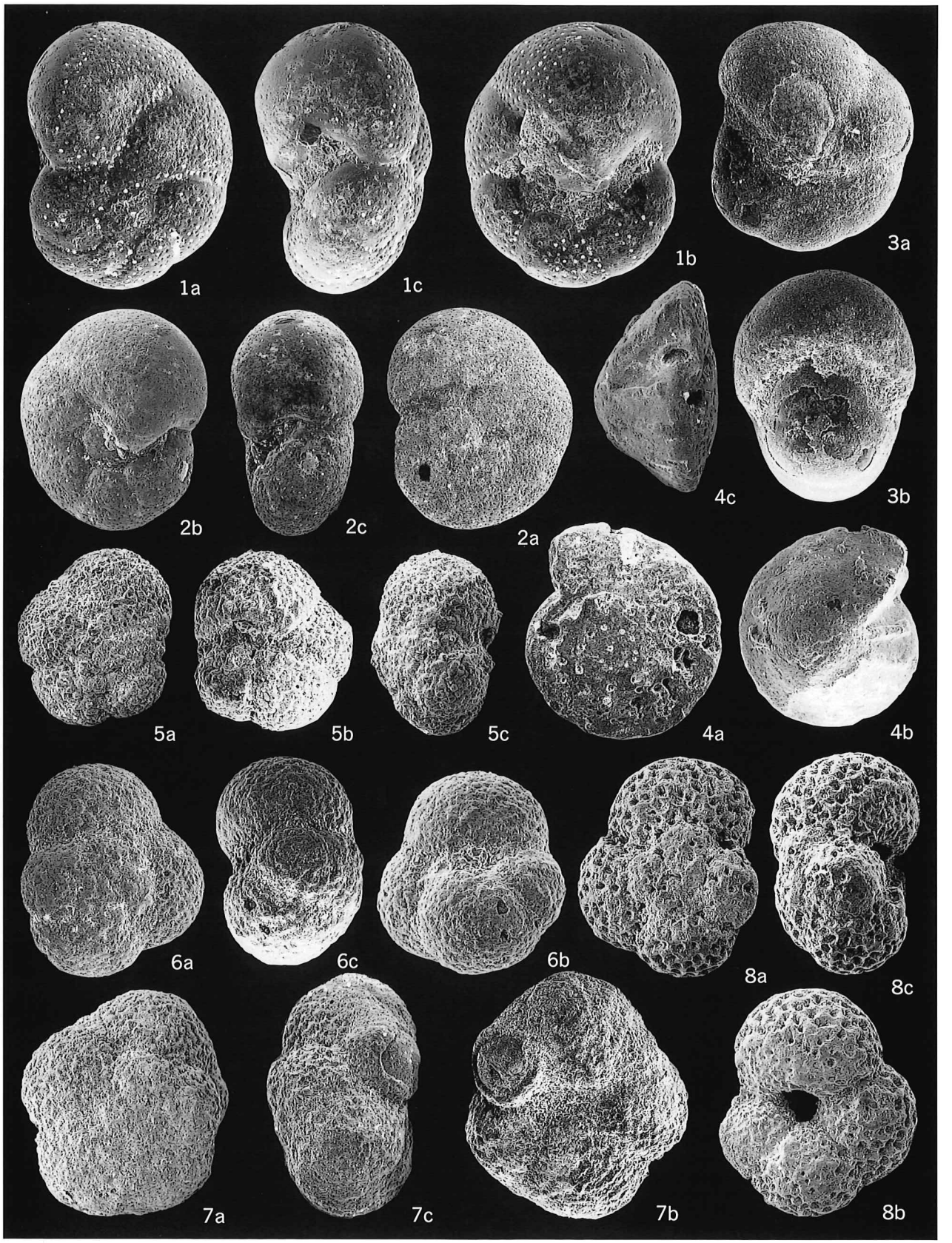
Figs. 1a-c & 2a-c. *Valvulineia sadonica* Asano ····· 1, ×160 ; 2, ×90
a, dorsal views; b, ventral views; c, edge views; 1, 1140 m, 2, 1240 m, Yurihara SK-11D well, Akita Prefecture

Figs. 3a, b. *Pullenia bulloides* (d'Orbigny) ·····×160
a, side view; b, edge view; 1500 m, Yurihara SK-14D well, Akita Prefecture

Figs. 4a-c. *Cibicides refulgens* Montfort ·····×90
a, dorsal view; b, ventral view; c, edge view; 1440 m, Yurihara SK-11D well, Akita Prefecture

Figs. 5a-c, 7a-c & 8a-c. *Neogloboquadrina* sp. ·····×160
a, dorsal views; b, ventral views; c, edge views; 5 & 8, 1620 m, Nishi-Yurihara AK-1 well; 7, 1500 m, Yurihara SK-11D well, Akita Prefecture

Figs. 6a-c. *Globigerina praebulloides* Blow ·····×160
a, dorsal view; b, ventral view; c, edge view; 1540 m, Yurihara SK-11D well, Akita Prefecture


1a
1c
1b
3a
2b
2c
2a
4c
3b
5a
5b
5c
4a
4b
6a
6c
6b
8a
8c
7a
7c
7b
8b