

## 大桑層の有孔虫

加藤道雄\*

Foraminifers of the Omma Formation distributed  
in Ishikawa Prefecture

Michio Kato\*

(1996年5月28日受理)

(Received 28, May, 1996)

### Abstract

Late Cenozoic marine sediments are well exposed in the coast of the Japan Sea and have been subjected to intensive paleontological studies. Foraminifers of these formations have received a good attention especially in oil - producing area. In contrast to the oil - fields of the northeastern Japan, the paleontological studies made in the Hokuriku sedimentary basin are mainly on molluscan fossils which are generally referred to as the "Omma-Manganji Fauna".

The present article has attempted to summarize the historical review on the foraminiferal studies of the Omma Formation which is the uppermost marine sediments distributed in Ishikawa Prefecture.

Before the Second World War, some research workers published the systematic studies on some families of the benthic foraminifers.

After the Second World War, members of Kyoto University reported many biostratigraphic studies in the Hokuriku sedimentary basin. However, the main studies based on the benthic foraminifers have been made in Toyama Prefecture.

After the 1970's, a few reports on the geologic age of the Omma Formation based on the planktonic microfossils such as planktonic foraminifers and calcareous nannofossils were published.

---

\* 金沢大学理学部地球学科, 920 - 11 金沢市角間町  
Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University. Kanazawa 920 - 11, Japan

## はじめに

日本海沿岸地域に発達する上部新生界の有孔虫群集については、主として東北地方の油田地域を中心に多くの研究が行われてきた。とくに Matsunaga (1963) は、東北日本の日本海沿岸地域に分布する上部新生界について底生有孔虫化石帯区分を行った。この帯区分は、現在も石油探鉱における重要な対比基準として広く用いられている。一方、北陸堆積盆地の上部新生界については軟体動物化石群集の研究が古くから行われてきており、秋田地域の化石群集と共通種が多いことから、その群集に対して「大桑一万願寺動物群」の名称が与えられ、我が国の代表的な鮮新世～更新世寒流系軟体動物化石群として広く知られてきた。しかし有孔虫化石に関する報告は、軟体動物化石と比べて決して多いとはいえない。しかもその多くは富山県に分布する鮮新統～更新統についてのものであり、石川県に分布する大桑層の有孔虫群集については、その地層名の知名度に比べると非常に少ないのが実状である。

本論では、この機会に石川県に分布する大桑層の有孔虫化石に関する研究史をまとめてみたい。さらに、1995年10月、金沢市大桑町の犀川に架かる通称「めがね橋」の改修工事に伴って、深さ25mのボーリングが行われたので、その試料の有孔虫群集調査結果も合わせて報告する。

### 1. ～1945

この時期は、数名の研究者によって、底生有孔虫化石の特定のグループについての記載的な研究が行われた時期である。

大桑層の有孔虫研究は、Cushman, J. A. と小沢儀明による Polymorphinidae についての記載的な報告に始まる (Cushman & Ozawa, 1928, 1929, 1930)。彼らはヨーロッパ、南北アメリカ、太平洋沿岸諸国の中生代ジュラ系から更新統まで、さらに海底堆積物をも含めた膨大な試料を採取して Polymorphinidae の詳細な分類を行い、190以上の種について記載し、6つの新属と65もの新種・新亜種を提唱している (Cushman & Ozawa, 1930)。日本からは金沢市の大桑をはじめとして、新潟県、福井県、静岡県および周辺海域の中新世から現世までの堆積物を扱っており、5属27種の産出を報告している。金沢市の大桑からは、*Guttulina austriaca*, *G. irregularis nipponensis*, *Pseudopolymorphina hanzawai*, *P. ishikawaensis*, *P. okuwaensis*, *P. suboblonga*, および *Sigmoidella kagaensis* の7種を報告した。これらのうち *G. irregularis nipponensis*, *P. ishikawaensis*, *P. okuwaensis*, *P. suboblonga*, および *S. kagaensis* の5種は、大桑から産出した個体が新種記載の模式標本となっている。

日本人による大桑層産の有孔虫に関する報告は、浅野 清と中村正義による *Cassidulina* 属の分類・記載が最初である (浅野・中村, 1937; Asano and Nakamura, 1937)。彼らは、北海道から台湾までの54カ所から採取した鮮新統～更新統の試料を用い、5新種・新亜種を含む14種を報告している (Asano and Nakamura, 1937)。石川県内では6カ所より4種の産出を報告し、そのうち金沢市大桑の大桑層から *Cassidulina laevigata* (?) 1種だけの産出を確認している。さらに彼らはこれら14種の地理的な分布の特徴から、本邦の *Cassidulina* 群集は太平洋側群集と日本海側群集とはっきりと分けられるとして、それぞれ「太平洋型 *Cassidulina* 区 (*Cassidulina* Province of Pacific Type)」、「日本海型 *Cassidulina* 区 (*Cassidulina* Province of Japan Sea Type)」と命名した。しかし、石川・富山両県で認められる群集だけが明確には区別できず、この地域の *Cassidulina* 属は太平洋型と日本海型とが混在する特徴を持つことを指摘した。

その後浅野は、本邦の *Elphidium* 属および *Nodosariidae* の分類・記載を行い、大桑層から産出したものについても報告している。Asano (1938a, 1938b) は、本邦鮮新統の *Elphidium* 属とその近

縁種について4新種を含む12種の記載を行った。大桑を含む石川県内の3地点より *Elphidium crispum*, *E. subgranulosa*, *E. advenum*, および *E. jenseni* の4種を確認し、大桑層からは *E. crispum* と *E. advenum* の2種が産出することを報告している。

Nodosariidae については、本邦各地の62地点を対象として、1新属、21新種・新亜種を含む92種を記載した (Asano, 1938c)。この中で、石川県大桑、新潟県佐渡島沢根、富山県田川及び安楽寺の4カ所の群集を「Onma association」と命名し、大桑からは、*Lenticulina kamakuraensis*, *Robulus limbosus*, *R. calcar*, *R. pseudorotulatus*, *Dentalina yabei*, *D. communis*, *Nodosaria subraphana*, *Lagenonodosaria scalaris*, *Lagena striata*, および *L. striata strumosa* の10種の産出を報告している。

さらに浅野(1939)はそれまでの調査結果にもとづいて、本邦鮮新統の有孔虫群集は、北海道西南部と青森県から石川県までの日本海沿岸地域にかけて分布するものと、房総半島・三浦半島・静岡県掛川地域および四国の太平洋側でみられるものとに二分されることを示し、それぞれ「裏日本化石有孔虫群」、「表日本化石有孔虫群」と呼んだ。「裏日本化石有孔虫群」には *Cassidulinidae*, *Polymorphinidae*, *Nonionidae* などが特徴的であり、北米西海岸の鮮新統～更新統の群集に類似することを指摘している。さらに大桑層から産出する群集を「大桑有孔虫群」と呼称し、大桑有孔虫群を特徴づける種としては、*Cassidulina yabei*, *C. japonica*, *C. sublimbata*, *Dentalina setanaensis*, *Guttulina sadoensis*, *Pseudopolymorphina ishikawaensis*, および *P. okuwaensis* の7種を挙げている。このように、大桑有孔虫群は *Cassidulinidae*, *Polymorphinidae* など深海性の種で特徴づけられる群集であり、秋田県男鹿半島の脇本層に認められる「脇本有孔虫群」と同性質の群集ではあるが、東北日本の日本海側とは違って太平洋側の群集と明確には区別できず、日本海型と太平洋型との混合相であると結論づけている。

以上のように、第二次大戦前は Cushman, J. A., 小沢儀明, 浅野 清, 中村正義ら数名の研究者による特定の種の記載が中心であり、群集としてとらえた浅野 (1939) の報告においても、その群集の詳細な内容は明らかにはされていない。

## 2. 1948～1970

この時期に行われた有孔虫研究は、種の記載よりも化石群集としてとらえ、その群集の層位的変化にもとづいた化石帯区分について論じたものが増加する。北陸地方では富山県の新第三系が研究の中心であり、その一部として石川県に分布する大桑層を扱っているものが多い。また、底生有孔虫化石群集が主体であり、浮遊性有孔虫化石について論じたものは僅かである。

池辺 (1949) は、富山県新第三系の標準層序をまとめ、最上位層の氷見層群に対して金沢の大桑層を模式地とした大桑級 (Onmaan) を提唱した。有孔虫化石帯として *Polystomellina discorbinoidea* zone の名称を与えたが、その群集内容については記載していない。森島・中世古 (1948), 森島ほか (1949) は、富山県西部に分布する第三系の有孔虫群集について論じているが、種名を用いずにアルファベットと番号で表示しているため、種構成の詳細は不明である。森島ほか (1949) は、池辺 (1949) の *P. discorbinoidea* zone を *Polystomellina* K1 帯と表示し、この化石帯を構成するものとして底生有孔虫27種を挙げ、*Polystomellina* K1 がもっとも顕著であり、*Cassidulina* K8, *Elphidium* K17, *Eponides* K7などを伴う浅海性の群集で特徴づけられるとしている。

1950年代から1960年代にかけては、富山県南部や能登半島に分布する新第三系に関する報告が、京都大学の千地万造、中世古幸次郎によって精力的に行われている (Chiji and Nakaseko, 1950; 千地, 1955, 1960, 1961, 1969; 中世古, 1952, 1953, 1954)。千地 (1961) は、富山県に分布する新第三系について、底生有孔虫群集にもとづいた化石層序区分を行った。彼は、浅野川沿いの金沢市銚子口

の大桑層下部からも試料を採取し、39種の底生有孔虫を見だし、大桑層の群集は、*Elphidium bartletti*, *Hanzawaia nipponica*, *Rotalia papillosa* が多産することで特徴づけられるとした。さらに随伴する種として、*Cibicides refulgens*, *Clavulina tokaiensis*, *C. osaensis*, *Elphidium clavatum*, *E. advenum*, *Bolivina* cf. *decussata*, *Bulimina aculeata*, *B. marginata*, *Discopulvinulina* cf. *nitida*, *Gaudryina karihaensis*, *G. niigataensis*, *Nonion japonicum*, *Quinqueloculina seminulum*, *Rotalia* cf. *beccarii*, *Sigmoilina schlumbergeri*, *Siphogenerina raphana* の16種を挙げ、さらに多くの Polymorphinidae 属の種を伴うとしている。この群集に対して、*Rotalia papillosa* zonule の名称を与え、彼の設定した4つの化石帯のうち最上位の *Elphidium - Cassidulina* Zone の一部を成し、池辺 (1949) による *Polystomella discorbinoidea* zone の上半部に相当するとした。

金沢市に分布する大桑層の浮遊性有孔虫については、高柳 (1950 MS) の報告がある。彼は金沢市周辺の地質調査を行い、大桑層から底生有孔虫 37属68種の産出を報告するとともに、金腐川沿いの金沢市小二又と伝燈寺付近に分布する大桑層の中部から、暖流系の浮遊性有孔虫 *Orbulina universa* と *Globorotalia menardii* が産出することを確認している。

別所ほか (1967) も金沢市周辺の地質について報告し、底生有孔虫群集についても論じているが、「*Nonion japonicum*, *Hanzawaia nipponica*, *Pseudopolymorphina ishikawaensis*, *P. okuwaensis*, *Sigmoidella kagaensis*, *Bolivina seminuda*, *Rotalia japonica* 等の有孔虫化石の産出が知られている。」との記述しかなく、試料採集地点や産出状況についての記録はない。なお、彼らは大桑層を上部砂岩層としており、その地質時代については貝化石にもとづいて鮮新世後期としているが、「上部は洪積世初頭の可能性もある」と述べている。

### 3. 1970～

この時期になると、底生有孔虫群集についての研究では現世種の深度分布などの資料にもとづいて、地層の堆積環境を論じるものが増加してきた。さらに、Blow (1969) による第三系～第四系の浮遊性有孔虫化石帯区分や、Martini (1971) の第三系～第四系の石灰質ナンノプランクトン化石帯区分の報告を受けて、浮遊性微化石による地質時代区分が盛んに行われるようになった時期でもある。さらに深海掘削計画の進展とともに、各化石種の出現・絶滅の層準と古地磁気層序とを組み合わせることによって、地層の堆積年代がより詳細に論じられるようになった。

大桑層の浮遊性種を含む有孔虫群集の詳細な産出状況を報告したのは、Hasegawa (1979) が最初である。彼は、富山県灘浦・氷見・小矢部各地に分布する氷見層群と、金沢市浅野川と犀川に分布する大桑層の有孔虫群集を調査し、その地理的・層位的な変化を明らかにした。さらに、富山湾における現世有孔虫の深度分布の調査結果と合わせて、氷見層群と大桑層の堆積環境について論じている。彼は犀川河床の大桑層の17層準から試料を採取し、底生有孔虫132種、浮遊性有孔虫37種の層位的な変化を明らかにした。現世有孔虫の深度分布と合わせ、大桑層に見られる有孔虫群集は寒流系の浅海群集と暖流系群集の混合群集であると結論づけている。さらに上位層準に向かって暖流系の浮遊性有孔虫が増加し、最上部には熱帯系の *Globoquadrina dutertrei*, *Globorotalia cultrata*, *Pulleniatina obliquiloculata* が産出することを示した。また、浮遊性有孔虫と石灰質ナンノプランクトンの層位的な変化から、それまで新第三紀鮮新世と考えられていた大桑層の地質時代が、第四紀更新世であることを明らかにした。

1987年から1988年にかけて佐藤時幸・高山俊昭らは、石川県から秋田県までの日本海沿岸地域に分布する最上部新生界の石灰質微化石層序をまとめている (佐藤ほか, 1987, 1988a,b; 高山ほか, 198

8). 高山ほか(1988)では、金沢市犀川の大桑層の95層準より87属199種の底生有孔虫の産出を確認し、そのうち優勢な12種の層位的な変化を示した。彼らは、大桑層の群集は *Buccella* 属, *Cibicides* 属, *Elphidium* 属, *Rosalina* 属, *Hanzawaia nipponica* など、大陸棚上の種を主体とすることを明らかにし、さらに比較的深い大陸棚から大陸斜面に分布する *Cassidulina* 属や *Bulimina marginata* が、大桑層の中・下部層準に比較的多く産出することも示している。また大桑層の群集は、Matsunaga (1963) が東北日本油田地域で設定した底生有孔虫化石帯のうち、*Criboelphidium yabei* Zone に相当するものであることを示した。さらに石灰質ナンノプランクトン化石基準面から、Matsunaga (1963) の化石帯は地域毎にその年代が異なっていることも明らかにした。

彼らは浮遊性有孔虫10種の層位的変化も示しており、大桑層の全層準を通して寒冷種の *Neogloboquadrina pachyderma* が多産するが、温暖種の *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia cultrata*, *Pulleniatina obliquiloculata* などが中部層より上位に向かって次第に漸増し、上部には群集の主体を占める層準のあることを明らかにしている。また、大桑層の中下部層準に、*N. pachyderma* の巻方向が左右ほぼ同数から左巻き優勢に変化する層準と、No. 2 *Globorotalia inflata* bed の存在することも明らかにした。これらの層準の存在と、石灰質ナンノプランクトン群集の層位的な変化から、犀川に分布する大桑層のうち微化石を産出しない最上部を除いて、その堆積年代を1.36~0.83 Ma と結論づけている。この微化石群集にもとづいた年代値は、土ほか(1985)によって報告された、めがね橋直下の凝灰岩層のフィッシュン・トラックによる年代値1.09±0.18 Maよりも、やや古い結果となった。

Tsuchi and Ibaraki (1988) も、犀川に分布する大桑層で浮遊性有孔虫 *N. pachyderma* の巻方向が変化する層準について論じている。彼らは、大桑層の中部層準で *N. pachyderma* の巻方向が右巻き優勢から左巻き優勢に変化することを示し、フィッシュン・トラック年代値とも合わせ、大桑層の堆積年代を1.2~0.7 Ma と結論している。

#### 4. めがね橋ボーリング試料中の有孔虫

1995年10月、大桑の犀川右岸で、めがね橋架け換え工事に伴うボーリング(BV-3)が行われ、地表より深さ25mまで掘削された。この試料については、本号の塚脇論文でボーリング位置や詳細な岩相記載が行われており、最下部約1mは下位層の犀川層である。この柱状試料から約2m間隔で厚さ約1cmの堆積物を切り取り、大桑層より12層準、犀川層より1層準の計13試料を有孔虫化石試料に供した。

通常の有孔虫化石試料処理手順にしたがって処理したが、有孔虫化石は大桑層からはまったく産出せず、犀川層の1試料(深度25m)にしか認められなかった。有孔虫殻はやや変質しているものの、保存状態は比較的良好である。群集は *Amphicoryna fukushimaensis* がもっとも優勢で群集の半数以上を占めており、ついで *Buccella* sp. が多産し、*Cassidulina yabei* が僅かに含まれている。この群集は、高山ほか(1988)によって示された犀川層最上部の群集と同一のものである。

#### 謝 辞

本論をまとめるにあたり、このような機会を与えていただいた北陸地質研究所所長、粕野義夫金沢大学名誉教授に心より感謝の意を表す。研究史をまとめる際の文献調査・収集等には、金沢大学教養部佐藤雪江氏に大変お世話になった。めがね橋ボーリング試料は、石川県金沢土木事務所より提供いただいた。ここに記して感謝する。

## 引用文献

- Asano, K., 1938a, On the Japanese species of *Elphidium* and its allied genera. *Geol. Soc. Japan, Jour.*, 45, no. 538, 47-57, pl. 14.
- Asano, K., 1938b, On the Japanese species of *Elphidium* and its allied genera. *Palaeontol. Soc. Japan, Trans. Proc.*, nos. 11-12, 47-57, pl. 14.
- Asano, K., 1938c, Japanese fossil Nodosariidae, with notes on the Frondiculariidae. *Tohoku Imp. Univ., Sci. Rep.*, ser. 2 (Geol.), 19, no. 2, 179-220, pls. 24-31.
- 浅野 清, 1939, 日本鮮新世化石有孔虫群 (予報). 地質雑, 46, no. 547, 155-168.
- 浅野 清・中村正義, 1937, 日本産 *Cassidulina* 屬有孔虫の分布に就いて (予報). 地質雑, 44, no. 523, 329-336.
- Asano, K. and Nakamura, M., 1937, On the Japanese species of *Cassidulina*. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, 14, 43-153, pls. 11, 12.
- 別所文吉・藤 則雄・柿沢紀生・末吉勝久・出口幹雄・今井芳生・西村勇・藤田昌宏, 1967, 金沢周辺の地質. 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, no. 16, 119-125, 付図 1.
- Blow, W. H., 1969, Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. *Proc. 1st Internat. Conf. Planktonic Microfossils, Geneva 1967*, 1, 199-421, pls. 1-54.
- 千地万造, 1955, 富山県八尾町付近における八尾層群の微化石層序について. 地質雑, 61, no. 715, 162-172.
- 千地万造, 1960, 富山県“なだうら”地方の新第三系の微化石層序. 大阪市自然史博研報, no. 12, 63-95.
- 千地万造, 1961, 富山積成盆地新第三系の底棲有孔虫による化石層序学的研究. 大阪市自然史博研報, no. 14, 1-89, pl. 7.
- 千地万造, 1969, 北陸地方の第四紀有孔虫化石. 日本化石集, nos. 21, 22, 築地書館, 東京, 6 p.
- Chiji, M. and Nakaseko, K., 1950, New species of Neogene Foraminifera from the Toyama Basin, Japan (Microbiostratigraphic study of Cainozoic strata in Japan, Part 3). *Geol. Soc. Japan, Jour.*, 56, no. 663, 519-522.
- Cushman, J. A. and Ozawa, Y., 1928, An outline of a revision of the Polymorphinidae. *Cushman Lab. Foram. Res., Contr.*, 4, pt. 1, 13-21, pl. 2.
- Cushman, J. A. and Ozawa, Y., 1929, Some species of fossil and Recent Polymorphinidae found in Japan. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, 6, nos. 3-4, 63-77, pls. 13-16.
- Cushman, J. A. and Ozawa, Y., 1930, A monograph of the foraminiferal family Polymorphinidae, Recent and fossil. *U. S. Nat. Mus., Proc.*, 77, art. 6, 1-185, pls. 1-40.
- Hasegawa, S., 1979, Foraminifera of the Himi Group, Hokuriku province, central Japan. *Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd ser. (Geol.)*, 49, no. 2, 89-163, pls. 3-10.
- 池邊展生, 1949, 富山県西部及石川県東部の第三紀層. 地学, 1, no. 1, 14-26.
- Martini, E., 1971, Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. *Proc. 2nd Planktonic Conf., Roma 1970*, 2, 739-785, pls. 1-4.
- Matsunaga, T., 1963, Benthonic smaller foraminifera from the oil fields of northern Japan. *Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd ser. (Geol.)*, 35, no. 2, 67-122, pls. 24-52.
- 森島正夫・中世古幸次郎, 1948, 富山県西部の鮮新統の微古生物学的研究(要旨). 地質雑, 54, no.

637, 124-125.

森島正夫・中世古幸次郎・丸橋正穂・井上寛生, 1949, 富山県西部第三紀層の微古生物学的研究(その1). 石油技協誌, 14, no. 1, 2-8.

中世古幸次郎, 1952, 富山堆積盆地西部の余川層群の微化石層序について(日本新生代微化石層序学的研究, その4). 大阪大学南北校理科報告, no. 1, 73-79.

中世古幸次郎, 1953, 富山県南部の上部新第三紀層の層序. 大阪大学南北校理科報告, no. 2, 87-100.

中世古幸次郎, 1954, 富山県南部の上部新第三紀層の層序の修正. 大阪大学南北校理科報告, no. 3, 97-105.

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. 石油技協誌, 52, no. 3, 231-242.

佐藤時幸・高山俊昭・加藤道雄・工藤哲朗, 1988a, 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. 石油技協誌, 53, no. 3, 199-212.

佐藤時幸・高山俊昭・加藤道雄・工藤哲朗・亀尾浩司, 1988b, 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4:総括-太平洋側および鮮新統/更新統境界の模式地との対比. 石油技協誌, 53, no. 6, 475-491.

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. 石油技協誌, 53, no. 1, 9-27.

高柳洋吉, 1950 MS, 石川県金沢市周辺の地質. 東北大学理・地質古生物教室卒論.

土 隆一・岡本和夫・西村 進・斉藤 豊・志川陽子・茨木雅子・仙波恵仁, 1985, 大桑層, "柵層", 大桑・万願寺動物群の地質年代とその特徴. 日本地質学会第92年学術大会講演要旨, 100.

Tsuchi, R. and Ibaraki, M., 1988, Note on the Omma-Manganji molluscan fauna: Its geologic age and paleoceanographic implications. *Saito Ho - on Kai Spec. Pub. (Prof. T. Kotaka Commem. Vol.)*, 557-565.

Plate 1

(All figures are scanning electron micrographs unless stated otherwise)

底生有孔虫

Figs. 1 a, b. *Textularia aokii* Asano. × 50.

Figs. 2 a, b. *Clavulina yabei akiensis* Asano. × 60.

Figs. 3 a, b. *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri). × 64.

Figs. 4 a, b. *Bolivina robusta* Brady. × 100.

Figs. 5 a, b. *Brizalina seminuda* (Cushman). × 32.

Figs. 6. *Rectobolivina raphana* (Parker and Jones). × 32.

Figs. 7 a, b. *Bulinina marginata* d'Orbigny. × 100

Fig. 8. *Guttulina irregularis nipponensis* Cushman and Ozawa. × 30,  
optical micrograph.

Fig. 9. *Pseudopolymorphina ishikawaensis* Cushman and Ozawa. × 30,  
optical micrograph.

Fig. 10. *Pseudopolymorphina okuwaensis* Cushman and Ozawa. × 30,  
optical micrograph.

Fig. 11. *Pseudopolymorphina suboblunga* Cushman and Ozawa. × 30,  
optical micrograph.

Fig. 12. *Sigmoidella kagaensis* Cushman and Ozawa. × 30,  
optical micrograph.

Figs. 13a–c. *Baggina notoensis* Asano. × 46.

Figs. 14a–c. *Rosalina bradyi* (Cushman). × 69.

Figs. 15a–c. *Cibicides refulgens* Montfort. × 46.

Figs. 16a–c. *Ammonia japonica* (Hada). × 46.

Figs. 17a–c. *Buccella frigida* (Cushman). × 91.

Figs. 18a–c. *Buccella makiyamai* Chiji. × 69.

Figs. 19a–c. *Pseudorotalia gaimardii compressiuscula* (Brady). × 32.

Figs. 20a, b. *Elphidium advenum* (Cushman). × 46.

Figs. 21a, b. *Elphidium bartletti* Cushman. × 128.



Plate 1

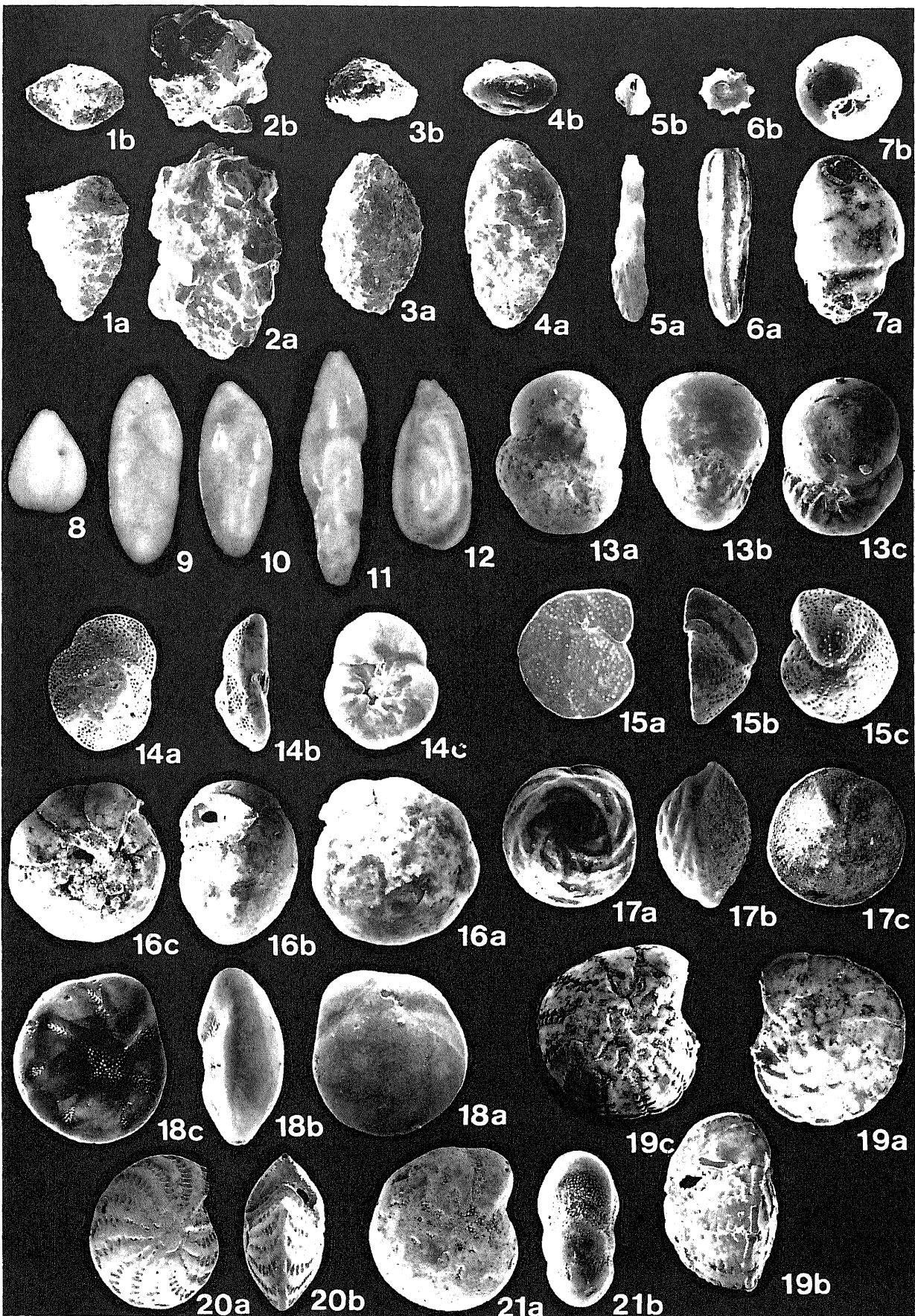


Plate 2

(All figures are scanning electron micrographs)

底生有孔虫

Figs. 1 a, b. *Elphidium crispum* (Linne). × 69.

Figs. 2 a, b. *Elphidium jenseni* (Cushman). × 100.

Figs. 3 a, b. *Elphidium subarcticum* Cushman. × 100.

Figs. 4 a, b. *Criboelphidium yabei* (Asano). × 50.

Figs. 5 a–c. *Cassidulina japonica* Asano and Nakamura. × 46.

Figs. 6 a, b. *Nonion manpukujiense* Otuka. × 46.

Figs. 7 a–c. *Pseudononion japonicum* Asano. × 69.

Figs. 8 a–c. *Hanzawaia nipponica* Asano. × 46.

浮遊性有孔虫

Figs. 9 a–c. *Globigerinoides ruber* (d'Orbigny). × 46.

Figs. 10a–c, 11a–c. *Neogloboquadrina pachyderma* (Ehrenberg).

10. Sinistrally coiling specimen. × 128.

11. Dextrally coiling specimen. × 100.

Figs. 12a–c. *Neogloboquadrina dutertrei* (d'Orbigny). × 69.

Figs. 13a–c. *Pulleniatina obliquiloculata* (Parker and Jones). × 69.

Figs. 14a–c. *Globorotalia menardii* (d'Orbigny). × 46.

Plate 2

