

神奈川県西部, 山北南地震観測井のコア試料から産出した有孔虫化石

林 広樹¹・阿部恒平²・柳沢幸夫³・笠原敬司⁴

Hiroki Hayashi, Kohei Abe, Yukio Yanagisawa and Keiji Kasahara (2006) Foraminiferal fossils from core samples of the Yamakita-minami seismic observatory well in the western part of Kanagawa Prefecture, central Honshu, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 57(3/4), p.127 - 133, 2 figs, 2 tables, 1 plate.

Abstract: Fossil foraminiferal assemblages were detected from deep borehole core samples drilled at the Yamakita area, western part of Kanagawa Prefecture, central Japan. The borehole is located at the arc-arc collision zone composed of the Izu-Bonin and Honshu Arcs. Planktonic and benthic foraminifers were poorly preserved in samples consisting of calcareous coarse-grained sandstone and sandy siltstone recovered from a depth about 820 to 850 m. The foraminiferal assemblages indicate that the depositional environment of the fossil-bearing interval was an inner sublittoral sea influenced by open ocean water. The coarse-grained sandstone is chronologically correlated with the middle to upper part of the Ashigara Group according to the calcareous nannofossils data. However, the lithofacies of the borehole geology is different from that of the Ashigara Group. It suggests that the marine sediments of the present study might have been deposited at a different province basin from that of the Ashigara Group.

Keywords: foraminifera, Kanagawa Prefecture, Pleistocene, sedimentary environment, Yamakita Town

要 旨

神奈川県西部の山北地域で行われた大深度ボーリングのコア試料から有孔虫化石が産出した。掘削地点は足柄山地南部、伊豆 - 小笠原弧と本州弧の衝突境界近傍に位置する。ボーリングの深度820~850 m付近から得られた石灰質極粗粒砂岩及び砂質泥岩から、保存不良の浮遊性及び底生有孔虫化石が産出した。産出する化石が示唆する古環境は、外洋水の影響を強く受けた浅海環境である。石灰質極粗粒砂岩からはCN13a-14b帯に相当する石灰質ナノ化石が報告されており、年代的には足柄層群中部 - 上部に相当する。しかし、両者は岩相が大きく異なることから、本研究で有孔虫を検出した海成層は足柄層群とは異なる堆積物供給源を持っていた可能性が高い。

1. はじめに

本州中央部、神奈川県西部から静岡県東部にかけては伊豆 - 小笠原弧と本州弧との衝突境界が位置している。約1 Maには、伊豆 - 小笠原弧に属する火山島で

あった伊豆が本州弧側に衝突し、伊豆半島を形成したと考えられている(例えば、杉村, 1972)。この時、衝突される本州弧の前面に存在したトラフ充填堆積物が、礫岩や砂泥互層を主体とする海成更新統の足柄層群であるとされている(例えば、天野ほか, 1986)。一方で、衝突する伊豆 - 小笠原弧側にも、その外弧上に海成堆積物が存在していた筈である。それらは、衝突境界の逆断層によって本州弧側の地層に衝上され、または更新世以降の箱根火山の噴出物によって厚く覆われ、陸上の地下深部に伏在している可能性がある。こうした海成層の堆積環境を復元することは、衝突前後の古地理及び古地形を推定するうえで重要な示唆を与えるものと考えられる。

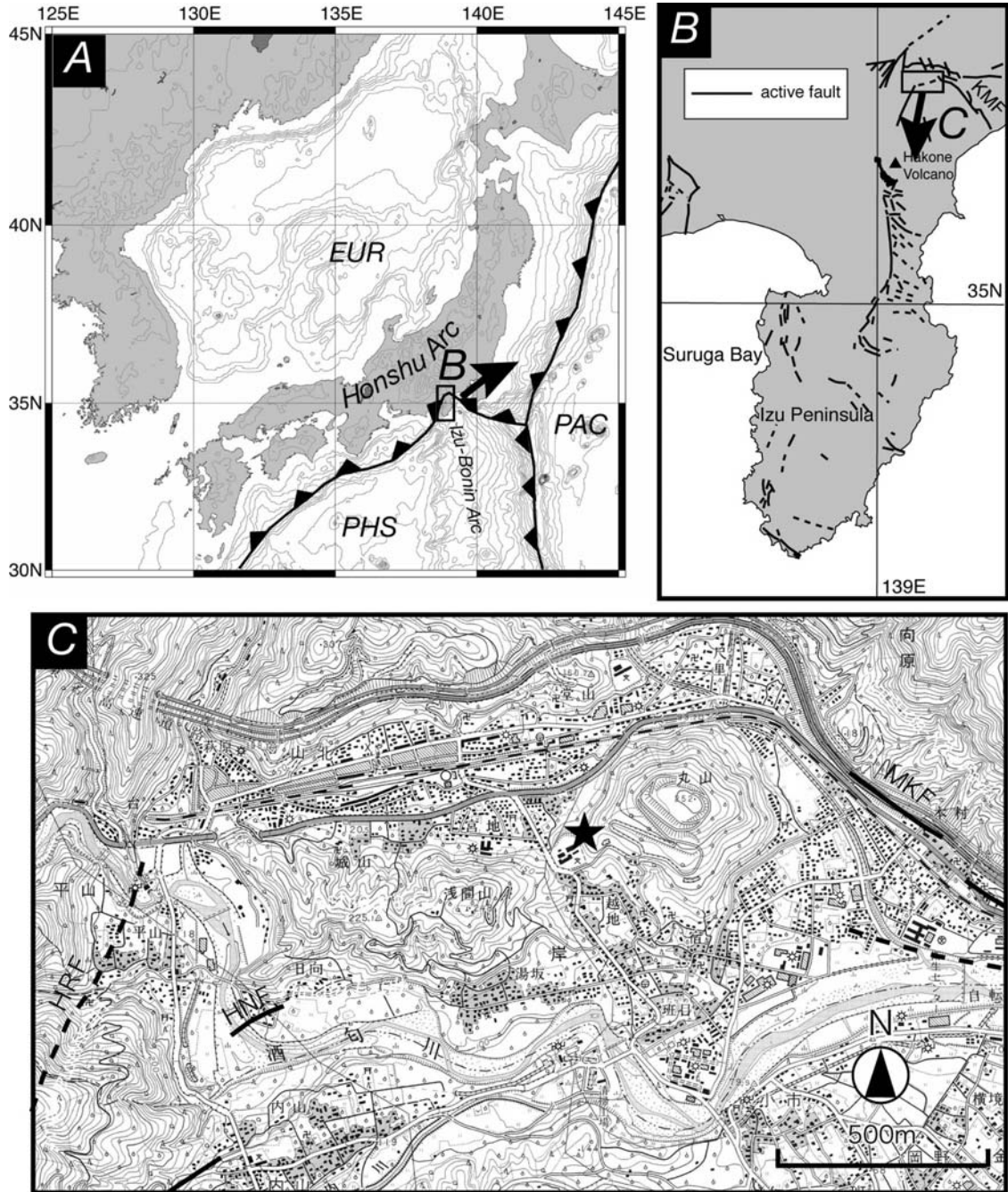
防災科学技術研究所は、文部科学省が推進するRR2002・大都市大震災軽減化特別プロジェクトの一環として、衝突帯北東部、神奈川県山北町の足柄山地南部山麓にて深度2,034.4 mに達するボーリング(山北南高感度地震観測井, 以下山北南観測井)を掘削した(笠原ほか, 2004, 2005)。この掘削地点は日本最大の平均変位速度をもつ国府津 - 松田断層系活断層のごく近傍に位置するため、掘削によって得られるコアの層序及び

¹島根大学総合理工学部 (Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University, Nishikawatsucho, Matsue City, Shimane 690-8504, Japan).

²筑波大学大学院生命環境科学研究科 (Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Tennodai, 1-1-1 Tsukuba City, Ibaraki 305-8572, Japan).

³地質情報研究部門 (Institute of Geology and Geoinformation, GSJ).

⁴防災科学技術研究所 (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Tennodai 3-1, Tsukuba, Ibaraki 305-0006, Japan).



第1図 山北南観測井の位置(星印). 国土地理院発行1:25,000地形図「山北」を利用した. HNF:日向断層, HRF:平山断層, MKF:松田北断層.

Fig. 1 Map showing the drilling site of the Yamakita-minami seismic observatory well. Topographic map: "Yamakita" 1:25,000 in scale published by Geographical Institute of Japan. HNF: Hinata Fault, HRF: Hirayama Fault, and MKF: Matsuda-kita Fault.

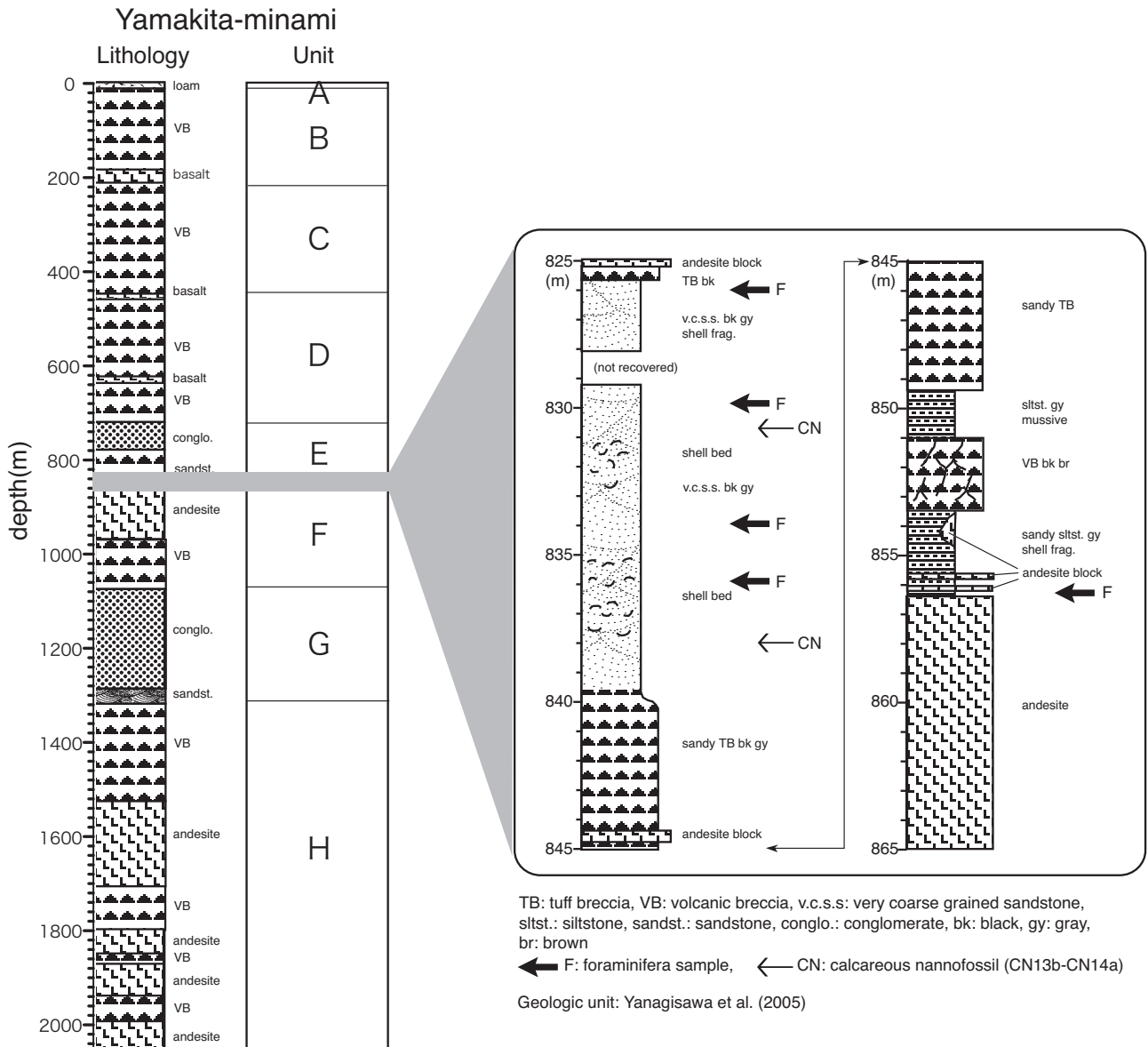
堆積環境を明らかにすることは、活断層を含むこの地域のテクトニクスを把握するうえで重要である。

本坑井の地質については、調査年度毎に概要を報告したが、その詳細は記載できなかった(柳沢ほか, 2004, 2005)。そこで、本稿では、その後の調査研究によって得られた成果として、ボーリングコアより得られた浮遊性及び底生有孔虫化石を報告する。なお、本

坑井全体の地質層序と火山岩類については、別途稿を改めて報告する(津久井ほか, 投稿中)。

2. 試料及び処理方法

有孔虫化石の検討に用いたコア試料は、山北町南東部、足柄山地と足柄平野の境界近傍に位置する丸山山



第2図 化石産出層準の地質柱状図。

Fig. 2 Stratigraphic column of the Yamakita-minami well with sample horizons.

麓の標高152 m地点で掘削された(第1図)。この観測井の地質を第2図に示す。深度0~13.5 m(ユニットA)は新期ローム層, 13.5~721 m(ユニットB-D)は陸成の箱根古期外輪山堆積物(Kuno, 1950)で構成され, その下位(ユニットE-H)は溶岩や火山角礫岩を主とする更新-鮮新統と考えられる(柳沢ほか, 2004, 2005; 津久井ほか, 投稿中)。ボーリング地質では足柄山地を構成する足柄層群に相当する地層が認められなかったことから, 本掘削地点は国府津-松田断層系活断層の下盤側であると考えられる。

有孔虫化石を検出した試料は, 深度826~840 mの区間に認められる斜交層理の発達した灰色石灰質極粗粒砂岩, 及び深度853~857 mの塊状暗灰色砂質シルト岩

であり, 礫岩や火山角礫岩・砂岩等を主体とする層序ユニットE(柳沢ほか, 2005)の最下部に属する(第2図)。コアに認められる地層傾斜は, 25~45度である。石灰質極粗粒砂岩からは, Okada and Bukry (1980)の石灰質ナノ化石帯CN13b-14aに相当する石灰質ナノ化石が報告されている(柳沢ほか, 2005)。Berggren et al. (1995)の年代尺度に基づく, この化石帯に相当する年代は0.46~1.65 Maである。

岩石試料は, ハンマーを用いて粗く砕いたのちに, 乾燥重量80 gを硫酸ナトリウム法及びナフサ法の併用(高柳編, 1970)によって構成粒子まで分解した。分解後, 試料はステンレスメッシュで粒径を篩い分け, 125 μm以上の粒子(115メッシュ)について双眼実体顕微鏡

第1表 山北南観測井から産出した浮遊性有孔虫化石。
Table 1 Planktonic foraminifers from the Yamakita-minami well.

Depth(m)						
	826.00	829.80-829.85		834.00	835.80-836.00	856.30
Planktonic foraminifera						
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny		+				C
<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)		+		R		+
<i>Globorotalia inflata</i> (d'Orbigny) 3-chamber form						+
<i>Neogloboquadrina incompta</i> (Cifelli)						C
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> (Ehrenberg) dextral						+
Unidentified specimens	R		+	R		C
Number of specimens in 1 gram dry sediments	2.4	1.6	1.6	8.8		5.2
Preservation	P	M	P	M		VP

Specimens number, (+): 1-2, (R)are: 3-8, (C)ommon: 9-16, (A)bundant: >16

Preservation, M: moderate, P: poor, VP: very poor

下で有孔虫化石の抽出及び同定を行った。有孔虫化石の抽出はまず浮遊性有孔虫化石について行い、有孔虫化石が比較的多く産出する試料について底生有孔虫の抽出も行った。抽出された有孔虫個体数は30~100個体前後である。主要な種については、島根大学総合理工学部所有の走査型電子顕微鏡((株)日本電子製JSM-T220A)を用いて写真撮影を行った。

3. 結果及び考察

有孔虫分析のために石灰質極粗粒砂岩の4試料、及び砂質泥岩の1試料を処理し、その全てから有孔虫化石が産出した(第1表、第2表)。化石の保存状態は一般にきわめて不良で、二次的な運搬過程によると思われる殻の破損が普遍的に認められる。砂質泥岩の試料から産出した化石では初生的な殻が完全に溶失しているが、特に浮遊性有孔虫ではおそらく珪酸と思われる塩酸に無反応の乳白色半透明の物質によって表面構造まで良好に置換されており、同定可能な個体も認められた。岩石乾燥重量1gあたりの化石個体数は、石灰質極粗粒砂岩で50~80個体前後、砂質泥岩で約15個体である。全有孔虫個体に占める浮遊性種の割合は、石灰質極粗粒砂岩で低く4~10%前後、砂質泥岩で高く50%近くに達する。このことから、相対的に砂質泥岩の方が外洋水の影響を強く受ける堆積環境下にあったものと考えられる。

浮遊性有孔虫は、相対頻度順に *Globigerina bulloides*, *Neogloboquadrina incompta*, *Globigerinita*

glutinata, *Neogloboquadrina pachyderma*, *Globorotalia inflata* の5種が同定された(第1表)。年代決定上重要な種は認められなかった。産出した種はいずれも亜熱帯-冷温帯海域に分布の中心をもち、すなわち現在の日本周辺海域で普通に産出するものである(例えば、Takemoto and Oda, 1997)。

底生有孔虫はいずれも石灰質殻をもつ種であり、16タクサを同定した(第2表)。深度826.00 m及び835.80~836.00 mの石灰質極粗粒砂岩からは *Buccella makiyamae*, *Cibicides lobatulus*, *Elphidium crispum*, *Rosalina bradyi*, *Rosalina australis*などの種が産出し、特に岩盤、海草、堆積物表面などに生息する表生種の割合が高い(Murray, 1991)。これらの種の生息水深は内部浅海帯(0~50 m)である(秋元・長谷川, 1989)ことから、これらの種を産出した2試料を含む堆積物は内部浅海帯で堆積したと考えられる。深度856.30 mの砂質泥岩は *Bulimina* sp., *Elphidium* sp.などを産出するものの、保存不良のため種レベルの同定が困難な個体が多く、堆積環境を推定するに至らなかった。

本研究で検討した石灰質極粗粒砂岩からは、前述のようにCN13b-14aに対比される石灰質ナノ化石群集が産出していることから(柳沢ほか, 2005)、この層準は足柄層群中部の畑層から上部の塩沢層までの区間に相当する(Imanaga, 1999)。畑層は主に砂泥互層から構成され、浮遊性及び底生有孔虫化石、貝化石等を産出する。また、畑層を整合で覆う塩沢層は花崗岩礫及び緑色岩礫を多く含む円礫岩から主に構成され、貝化石を産出する。それらの化石から示唆される古環境は、畑

第2表 山北南観測井から産出した底生有孔虫化石.

Table 2 Benthic foraminifers from the Yamakita-minami well.

Depth (m)			
	826.00	835.80-836.00	856.30
Benthic calcareous foraminifera			
CALCAREOUS FORAMINIFERA			
<i>Ammonia</i> sp.		+	
<i>Bolivina</i> sp.		+	
<i>Buccella makiyamae</i> Chiji	R	R	
<i>Buccella</i> sp.		R	
<i>Bulimina</i> sp.			R
<i>Buliminella elegantissima</i> (d'Orbigny)		+	
<i>Cassidulina</i> spp.	+	R	
<i>Cibicides lobatulus</i> (Walker and Jacob)	R	C	+
<i>Cibicides refulgens</i> Montfort	+		
<i>Elphidium crispum</i> (Linné)	A	C	+
<i>Elphidium</i> sp.			R
<i>Nonion</i> sp.		+	R
<i>Quinquelocilina</i> sp.			+
<i>Rosalina australis</i> (Parr)	+	A	
<i>Rosalina bradyi</i> (Cushman)	A	A	
<i>Rosalina</i> sp.	+	R	+
other calcareous speceis	R	R	R
Number of specimens in 1 gram dry sediments	53.6	76.0	9.6
Preservation	M	M	P

Specimens number, (+): 1-2, (R) are: 3-8,

(C) ommon: 9-16, (A) bundant: >16

Preservation, M: moderate, P: poor, VP: very poor

層が水深100~300 mの外部浅海帯, 塩沢層が水深0~20 mの内部浅海帯である(松島, 1982; Huchon and Kitazato, 1984). このうち塩沢層の古水深は本研究で推定された古水深とほぼ一致しているものの, 塩沢層では花崗岩礫が多量に含まれているのに対し, 本研究地点ではほとんど含まれず, 岩石片は主としてスコリアや安山岩・玄武岩からなり, 岩相は両者で大きく異なっている. したがって, 本掘削地点は足柄層群とは異なる堆積物供源であったことが指摘される. 前述の通り, 足柄層群は伊豆半島が衝突付加する前面のトラフ充填堆積物であるとされているが, 本研究で有孔虫を産出した海成層は, その位置を岩相から判断すると, 衝突する以前の火山島だった伊豆半島側の, 伊豆・小笠原弧の外弧上に位置する浅海堆積物である可能性が高い. こうした海成層は陸上では認められておらず,

大深度ボーリングを用いた今回の研究によって初めて確認された.

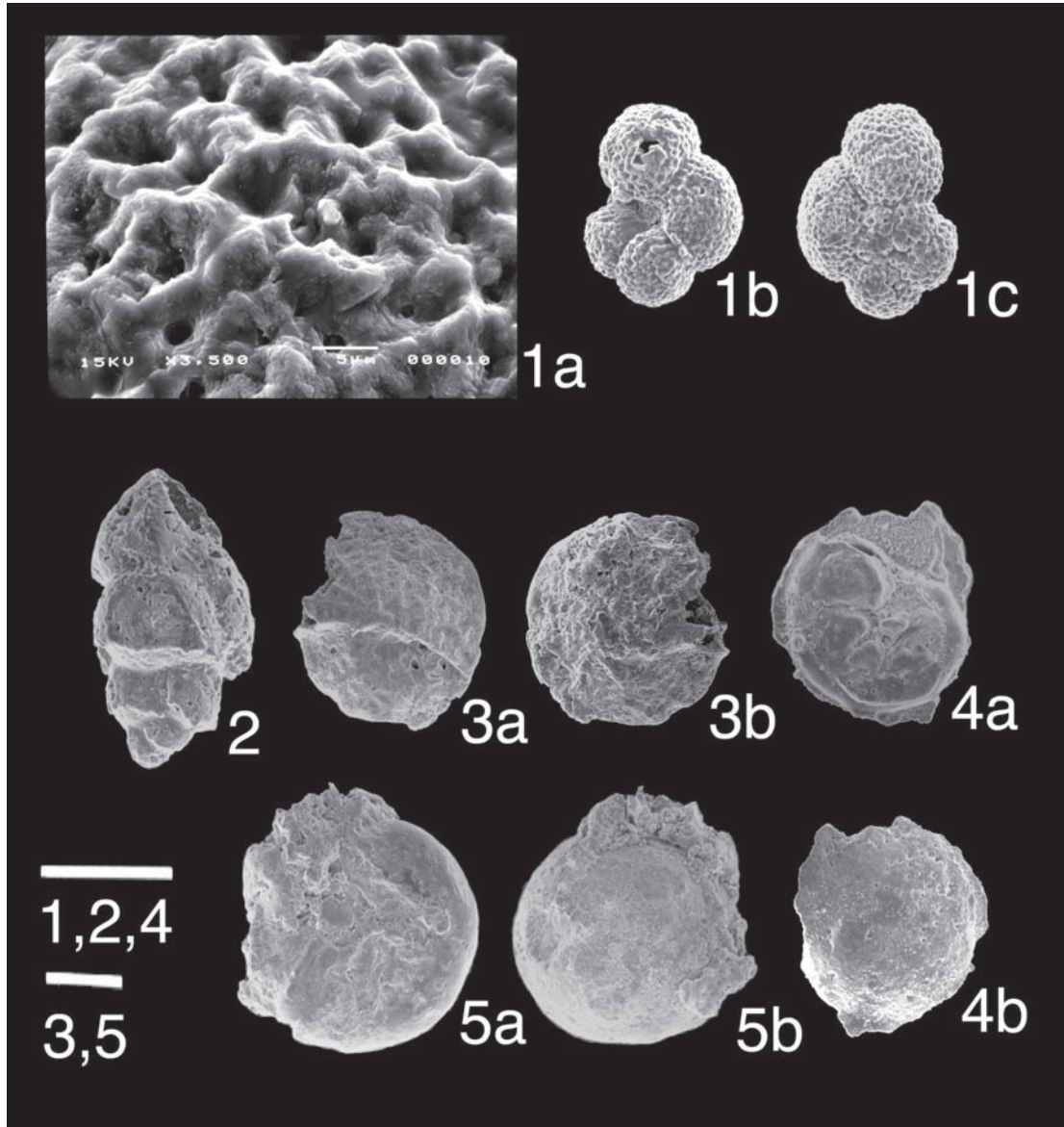
謝辞: 山北南観測井の掘削においては山北町をはじめ, 関係諸機関にご協力をいただいた. 産業技術総合研究所の中島 礼博士には, 同定には至らなかったものの, 石灰質極粗粒砂岩より産出した貝化石を見ていただいた. ボーリングコアの検討にあたっては, 以下にあげる多数の方々に現地やコア観察会等でご討論いただいた(敬称略): 井川 猛, 伊藤谷生, 上杉 陽, 小山田浩子, 関口涉次, 高橋雅紀, 竹下 徹, 田中裕一郎, 津久井雅志, 松井智之, 宮内崇裕, 山北 聡, 山崎 優, 山田隆二, 山水史生, 渡辺真人. 査読者の西村 昭博士に頂いたご助言により本稿は改善された. 以上の方々に厚く御礼申し上げる. 本研究は文部科学省のRR2002・大都市

大震災軽減化特別プロジェクト(I)大都市圏地殻構造調査研究(研究代表者:東京大学地震研究所 平田 直教授)の一部として行われた。

文 献

- 秋元和寛・長谷川四郎(1989)日本近海における現生底生有孔虫の深度分布—古水深尺度の確立に向けて—。地質学論集, **32**, 229-240.
- 天野一男・高橋治之・立川孝志・横山健治・横田千秋・菊池 純(1986)足柄層群の地質—伊豆微小大陸の衝突テクトニクス—。北村 信教授記念地質学論文集, 7-29.
- 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 Hardenbol, J., eds., *Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation*. SEPM Special Publication, **54**, 129-212.
- Huchon, P. and Kitazato, H. (1984), Collision of the Izu block with central Japan during the Quaternary and geological evolution of the Ashigara area. *Tectonophysics*, **110**, 201-210.
- Imanaga, I. (1999) Stratigraphy and tectonics of the Ashigara Group in the Izu collision zone, central Japan. *Bulletin of Kanagawa Prefectural Museum, Natural Science*, **28**, 73-106.
- 笠原敬司・関口渉次・小原一成・藤原広行・山水史生・青井 真・山田隆二・木村尚紀・汐見勝彦・関根秀太郎・松原 誠・林 広樹(2004)大深度ボーリング掘削, 検層および孔井内速度構造調査。大都市大震災軽減化特別プロジェクト1:地震動(強い揺れ)の予測「大都市圏地殻構造調査研究」(平成15年度)成果報告書, 244-288。文部科学省研究開発局・東京大学地震研究所・京都大学防災研究所・防災科学技術研究所。
- 笠原敬司・関口渉次・小原一成・藤原広行・山水史生・青井 真・山田隆二・木村尚紀・汐見勝彦・関根秀太郎・松原 誠・林 広樹・森川信之(2005)大深度ボーリング掘削, 検層および孔井内速度構造調査。大都市大震災軽減化特別プロジェクト1:地震動(強い揺れ)の予測「大都市圏地殻構造調査研究」(平成16年度)成果報告書, 266-307。文部科学省研究開発局・東京大学地震研究所・京都大学防災研究所・防災科学技術研究所。
- 部科学省研究開発局・東京大学地震研究所・京都大学防災研究所・防災科学技術研究所。
- Kuno, H. (1950) Geology of Hakone volcano and adjacent areas, part I. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, ser. II*, **7**, 257-279.
- 松島義章(1982)足柄層群中部・上部の貝化石群集について。国立博物館専報, **15**, 53-62.
- Murray, J. W. (1991) *Ecology and palaeoecology of benthic foraminifera*. Longman Scientific & Technical, co-pub. in the U. S., 397p.
- 高柳洋吉(編)(1978)微化石研究マニュアル。朝倉書店, 東京, 161p.
- Takemoto, A. and Oda, M. (1997) New planktonic foraminiferal transfer function for the Kuroshio-Oyashio current region off Japan. *Paleontological Research*, **1**, 291-310.
- 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**, 321-325.
- 杉村 新(1970)日本付近におけるプレートの境界。科学, **42**, 192-202.
- 津久井雅志・山崎 優・松井智之・小山田浩子・上杉 陽・林 広樹・柳沢幸夫・笠原敬司(投稿中)伊豆弧北端の火山岩類の記載と地殻構造—山北南大深度観測井の箱根火山, 先箱根火山岩類から—。地質調査研究報告。
- 柳沢幸夫・高橋雅紀・渡辺真人・田中裕一郎・林 広樹(2004)大深度ボーリング試料による地質年代調査。大都市大震災軽減化特別プロジェクト1:地震動(強い揺れ)の予測「大都市圏地殻構造調査研究」(平成15年度)成果報告書, 322-366。文部科学省研究開発局・東京大学地震研究所・京都大学防災研究所・防災科学技術研究所。
- 柳沢幸夫・高橋雅紀・渡辺真人・田中裕一郎・林 広樹(2005)大深度ボーリング試料による地質年代調査。大都市大震災軽減化特別プロジェクト1:地震動(強い揺れ)の予測「大都市圏地殻構造調査研究」(平成16年度)成果報告書, 337-358。文部科学省研究開発局・東京大学地震研究所・京都大学防災研究所・防災科学技術研究所。

(受付:2006年5月24日;受理:2006年8月29日)



図版1 山北南観測井から産出した主要な有孔虫種の電子顕微鏡写真。スケールバーの長さは全て100 μm を示す。

1a-c: *Neogloboquadrina incompta* (Cifelli) (殻が珪酸で置換された個体), 深度 856.30 m.

2: *Bulimina* sp. (殻が珪酸で置換された個体), 深度 856.30 m.

3a-b: *Elphidium crispum* (Linné), 深度 826.00 m.

4a-b: *Rosalina australis* (Parr), 深度 835.80 ~ 836.00 m.

5a-b: *Rosalina bradyi* (Cushman), 深度 826.00 m.

Plate 1 SEM microphotographs of selected foraminiferal species from the Yamakita-minami well.

1a-c: *Neogloboquadrina incompta* (Cifelli), sample 856.30 m in depth. The shell material of this specimen is replaced by silica.

2: *Bulimina* sp., sample 856.30 m in depth. The shell material of this specimen is replaced by silica.

3a-b: *Elphidium crispum* (Linné), sample 826.00 m in depth.

4a-b: *Rosalina australis* (Parr), sample 835.80-836.00 m in depth.

5a-b: *Rosalina bradyi* (Cushman), sample 826.00 m in depth.

Scale bars represent 100 μm .