千葉県山武市蓮沼高感度地震観測井の孔井地質と地質年代

林 広樹^{*1} 中満隆博^{*2} 柳沢幸夫^{*3} 渡辺真人^{*3} 堀内誠示^{*4} 嶋田智恵子^{*5} 北村敦史^{*6} 関口渉次^{*7} 笠原敬司^{*8}

Borehole Geology and Age of the Hasunuma Seismic Observatorion Well, Sanbu City, Chiba Prefecture, Central Honshu, Japan

Hiroki HAYASHI^{*1}, Takahiro NAKAMITSU^{*2}, Yukio YANAGISAWA^{*3}, Mahito WATANABE^{*3}, Seiji HORIUCHI^{*4}, Chieko SHIMADA^{*5}, Atsushi KITAMURA^{*6}, Shoji SEKIGUCHI^{*7}, and Keiji KASAHARA^{*8}

*¹Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University, Japan
 *²Graduate School of Science and Engineering, Shimane University, Japan
 *³Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan /AIST, Japan
 *⁴Palyno-Survey Co. Ltd., Japan
 *⁵Akita University, Japan
 *⁶Kyoto Prefecture, Japan

^{*7}Earthquake Research Department, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Japan ^{*8}Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Japan

Abstract

The Hasunuma seismic observation well was drilled to 1,661m in depth at the central part of the Kujukurihama lowland, Sanbu City, Chiba Prefecture, central Honshu, Japan. Fifteen spot core samples were collected at 50-200m intervals. Geophysical logging was conducted to measure in-situ physical properties of rocks such as *P*-wave velocity and density. According to the lithologic description and the biostratigraphy of the core and the slime samples, the borehole geology was divided into three formations in descending order : Holocene strand-plain deposits (0-30m in depth), Plio-Pleistocene Kazusa Group (30-1,584m in depth) and pre-Neogene basement rocks (1,584-1,661m in depth).

Key words : Biostratigraphy, Borehole geology, Boso Peninsula, Chiba Prefecture, Hasunuma seismic observation well

1. はじめに

関東平野の地下には厚い新第三系が分布しており、その実態解明が強震動予測をするうえで重要な課題となっている. 房総半島は関東堆積盆の東部に位置し、その中央部の千葉県市原市付近における新第三系の被覆層厚は3,000m以上に達する(例えば、鈴木、2002;林ほか、2004). 関東堆積盆を埋積する安房層群および上総層群はフィリ ピン海プレート沈み込みに伴う前弧海盆堆積物であると 考えられており、その層序には現在の巨大地震発生帯の 成立過程を反映した構造発達史が記録されているものと 考えられる.しかし、関東堆積盆の地下に分布する新第 三系の詳細な層序については、まだ明らかにされている 地点が多くない.

防災科学技術研究所(以下,防災科研)では,2002年度

*1 島根大学 総合理工学部(独立行政法人 防災科学技術研究所 客員研究員)
 *2 島根大学 大学院総合理工学研究科 *3 独立行政法人 産業技術総合研究所 地質情報研究部門
 *4 パリノ サーヴェイ株式会社 *5 秋田大学 *6 京都府 *7 独立行政法人 防災科学技術研究所 地震研究部
 *8 東京大学 地震研究所(独立行政法人 防災科学技術研究所 客員研究員)



図1 蓮沼観測井の位置図.地形図は1:25,000国土地理院発行「木戸」を利用.

Fig. 1 Map showing the drilling site of the Hasunuma observation well. Topographic map: "Kido" 1:25,000 in scale published by Geographical Institute of Japan.

より開始された文部科学省からの委託研究「大都市大震 災軽減化特別プロジェクト」(以下,大大特)の一環とし て,2005 年度に千葉県山武市蓮沼で深さ 1,661m の観測 井を掘削した.このボーリング地点(以下,蓮沼観測井 と呼ぶ)は、大大特で2002年度に実施した反射法地震探 査の房総測線と,石油公団が実施した房総沿岸の測線(石 油公団, 2000) に挟まれており (図1), これら地震探査 データとボーリングデータを総合することによって詳細 な堆積盆の層序を復元できる可能性がある. 蓮沼観測井 では岩石のカッティングス試料とスポットコア試料が採 取され、その地質年代調査を産業技術総合研究所の地質 情報研究部門が再委託研究として実施した.また、音波 速度検層、密度検層、電気検層といった各種孔内物理検 層や VSP 法による P 波 S 波速度構造探査が行われた. 最終的にこの観測井には高感度地震計が設置され, Hi-net 観測点として整備された.

本稿では, 蓮沼観測井の孔井地質, 孔内検層および微 化石を用いた地質年代調査の結果について報告する.

2. 蓮沼観測井の概要

蓮沼観測井の位置を図1に示す. 掘削点は千葉県立蓮 沼海浜公園の敷地内に設定された. 掘削点の所在地, 緯 度, 経度, 高度は以下の通りである. 住所 千葉県山武市蓮沼ホ字曙 緯度経度 北緯 35 度 35 分 27.8 秒, 東経 140 度 30 分 50.5 秒 (世界測地系) 標高 2m

地形学的には, 蓮沼観測井は九十九里浜低地に位置す る. 九十九里浜低地は, 関東平野東縁部の沿岸に北東-南西方向にのびる幅約 10km の海岸低地である. この低 地には多数の浜堤列が分布しており、地震性隆起によっ て形成されたことが示唆される.この低地の地下には上 総層群中に関東最大の水溶性ガス鉱床が分布しており, これまで資源探査を目的として多数のボーリング調査が 行われてきた.本調査地点のごく近傍では、1960年にガ ス資源の探鉱を目的として深度 1,444m に達するボー リング調査が行われている(蓮沼 TR-1; 河井, 1961). この孔井の地質は深度 1.359m までが上総層群、それよ り下位の 1,429m までが中新統により構成され、基盤岩 は硬質のグレイワッケからなる(Matoba, 1967; 福田ほ か, 1974). したがって、本研究で実施されるボーリング 掘削により、P波速度 4km/s 以上の地震基盤に十分到達 できるものと予測された.

観測井は株式会社冨士ボーリング(本社:東京都)により,深度1,661m(東京湾平均海水面からの標高-1,659m)



図2 蓮沼観測井の構造.

Fig. 2 Structure of the Hasunuma observation well.

まで掘削された. 観測孔はオールケーシング オールセ メンチングで仕上げられた(図2). 孔芯傾斜は全区間で 3 度以内であることが確認された.

岩石のカッティングス試料は, 掘進 5m 毎に 300cc が採 取された.本掘削地点の岩相は主に軟岩から構成されて いたため,通常のメッシュで水洗する採取法では固結度 の低い層準が洗い流されてしまい,岩相解釈が困難にな るおそれがあった.そこで,今回の掘削では泥水を洗い 流さないまま強制乾燥することによってカッティングス を採取した.スポットコアサンプルの採取は HQ(97.5mm)のビットを用い,深度 300mまでは 50m 毎, 400m~600mまでは 100m 間隔,それ以降は 200m 毎に 2m長の採取が計画され,計15か所で実際に採取された. 採取されたコア試料の一覧を表1に示す.

物理検層は比抵抗,密度,音波,自然ガンマ線,孔径, セメントボンドの6種目について実施した(表2).測定 は株式会社物理計測コンサルタント(本社:東京)が 行った.セメントボンド検層をケーシング後に行った以 外は,全て裸孔で検層を行った. 表1 コア採取一覧.

 Table 1
 The drilled cores of the Hasunuma observation well.

37	採取深	程(m)		வைக்	
17	自	至	抹収長(m)	凹収平	石相
1	55.00	59.00	4.00	1.00	貝殻片含む緑灰色シルト岩
2	100.00	105.00	1.54	0.31	貝殻片含む緑灰色砂質シルト岩
2-1	105.00	108.00	3.00	1.00	貝殻片含む緑灰色砂質シルト岩
3	149.00	154.00	5.00	1.00	緑灰色砂質シルト岩
4	200.00	205.00	5.00	1.00	緑灰色シルト岩
5	249.00	252.00	2.70	0.90	緑灰色シルト岩
6	300.00	303.00	1.18	0.39	緑灰色シルト岩
6-1	303.00	306.00	1.79	0.60	緑灰色シルト岩
7	400.00	405.00	2.75	0.55	緑灰色砂質シルト岩
8	498.00	503.00	4.40	0.88	緑灰色砂質シルト岩
9	600.00	605.00	3.00	0.60	緑灰色砂質シルト岩
10	803.00	805.00	1.70	0.85	緑灰色シルト岩
11	999.00	1004.00	4.70	0.94	泥岩を挟む灰色中粒砂岩
12	1198.00	1202.50	3.00	0.67	灰色中粒砂岩を挟む暗灰色シルト岩
13	1398.00	1402.50	2.80	0.62	灰色中粒砂岩を挟む暗灰色シルト岩
14	1598.00	1599.30	0.80	0.62	灰色硬質中粒砂岩
14-1	1599.30	1600.35	1.00	0.95	灰色硬質中粒砂岩
15	1659.50	1661.00	1.35	0.90	灰色硬質中粒砂岩

表 2 検層項目一覧.

 Table 2
 The geophysical loggings carried out for the Hasunuma observation well.

検層項目	実施深度
比抵抗	30.0-1659.2m
孔径	30.0-1660.5m
密度	30.0-1659.8m
音波	30.0-1660.0m
自然ガンマ線	30.0-1660.6m
セメントボンド	0-1634.0m

3. 孔井地質

カッティングスやコア試料の観察,掘削時の技術者か らの情報,及び物理検層の結果を総合的に解釈し,地質 柱状図を作成した(図3).カッティングスはスミアスラ イドを作成し,400 倍の偏光顕微鏡で鉱物および化石の 有無を確認した.なお,この柱状図では,検層結果の内, セメントボンド検層の結果は示していない.以下の深度 は,特に断らない限り全て地表面からの深度で表記され ている.

スポットコアで見られる岩相は,上位から下位へ向かっ て,緑灰色シルト岩,泥岩を挟む灰色中粒砂岩,灰色硬 質中粒砂岩の3種類であった(図4).検層の結果,深度 1,584m で比抵抗,密度,地震波速度の急増が認められ た.密度は地表から深度 1,584m までは 1.6~2.0g/cm² 前 後までゆるやかに増大するが,深度 1.584m で 2.6 g/cm² 前後まで急増する.また,地震波速度は地表から深度 1,584m まで Vp で 2.3km/s 前後, Vs で 1.0km/s 前後まで ゆるやかに増大するが,深度 1,584m より深くなると Vp で 5.6km/s 前後, Vs で 3.5km/s 前後まで急激に増大する. これらの結果から総合的に判断すると,本掘削孔では深





Fig. 3 Geological columnar section and logging section of the Hasunuma observation well.



図 4a スポットコア試料(55~154m)の写真 Fig. 4a Photographs of rock core samples (55-154m in depth) obtained from the Hasunuma observation well.

深度 (m)	スポットコア写真	深度 (m)	岩相
200		201	No.4 コア (1/2) 塊状緑灰色砂質シルト岩 貝殻片、炭質物を含む
201		202	
202		203	No.4 コア (2/2) 塊状緑灰色砂質シルト岩
203		204	貝殻片、炭質物を含む
204		205	
249		250	No.5 コア 塊状緑灰色シルト岩
250		251	白色軽石を含む
251		252	
300		301	No.6 コア 塊状緑灰色シルト岩
301		302	白色軽石を含む
302	The second second second	303	
303		304	No.6-1 コア 塊状緑灰色シルト岩
304		304	貝殻片、炭質物を含む
305		305	
400		401	No.7 コア 塊状緑灰色砂質シルト岩
401		402	白色軽石を含む
402	NYY Design	403	厚さ数 mm の暗灰色細粒 砂岩を挟む

図4b スポットコア試料(200~403m)の写真

Fig. 4b Photographs of rock core samples (200-403m in depth) obtained from the Hasunuma observation well.

深度 (m)	スポットコア写真	深度 (m)	岩相
	T		No.8 コア (1/2) 塊状緑灰色砂質シルト岩
498		499	
499		500	
500		501	No.8 コア (2/2)
501		502	現状線灰色砂質シルト岩 白色軽石を含む
502	0. 1	503	
600		601	No.9 コア 増出線広免砂質シルト岩
601	CTITITI	602	厚さ数 mm の暗灰色細粒
602		603	砂岩を挟む
803	CITIPED	804	No.10 コア 地球線のあらり トード
804	CP AND AND	805	堀仏林吹色シルト名
	31		
999		1000	No.11 コア (1/2) 地球灰色山粒砂岩
1000	all a liter	1001	灰色シルト岩を挟む
1001	ET LI LE	1002	
1002		1003	No.11 コア (2/2) 塊状灰色中粒砂岩
1003		1004	灰色シルト岩を挟み互層
	The second second second second second		状になる

図4c スポットコア試料(498~1,004m)の写真

Fig. 4c Photographs of rock core samples (498-1,004m in depth) obtained from the Hasunuma observation well.

深度 (m)	スポットコア写真	深度 (m)	岩相
1198	KC I I B	1199	No.12 コア 塊状暗灰色シルト岩
1199		2000	灰色中粒砂岩を挟む
2000		2001	L CHTU C B O
1398		1399	No.13 コア 唐特昭丽会 2011 日岩
1400	A TITA	1401	灰色中粒砂岩を挟む
1401		1402	1398.7m 付近にパッチ状 に白色極細粒凝灰岩
1598	NER ARKING CON	1599	No.14 コア 灰色硬質中粒砂岩
	The second secon		
1599.3	REFERENCES	1600.3	No.14-1 コア 灰色硬質中粒砂岩
1600.3	the second second	1601.3	
1601.3	and a state	1602.3	
1658.5	IN YR	1659.5	No.15 コア 灰色硬質中粒砂岩
1659.5	Carlotte - Transmit	1660.5	白色〜黒色細脈を不規則
	1		に含む

図4d スポットコア試料(1,198~1,660.5m)の写真

Fig. 4d Photographs of rock core samples (1,198-1,660.5m in depth) obtained from the Hasunuma observation well.

度 1,584m まで比較的軟質な新第三系以上の堆積物が分 布し,それ以深では硬質な先新第三系基盤に到達したも のと考えられる.なお,コアにおいて見られた地層傾斜 は一般にほぼ水平であった.

孔井地質は A-C の 3 層に区分された.

A 層 (0-30.0m): 貝殻の混じる未固結の灰白色粗粒砂 からなる. 掘削地周辺は浜堤列の発達する海岸低地であ ることから, この地層は完新統の浜堤堆積物と考えられ る.

B層(30.0-1,584m):主として軟質な緑灰色塊状シルト 岩または砂岩シルト岩互層からなる.深度1,025mまで は塊状シルト岩から主に構成され,貝殻片を含む(B1 層).深度1,025-1,400mまでは砂岩シルト岩互層からな る(B2層).砂はルーズで細~中粒砂からなり,礫を含 むことがある.シルト岩は塊状で,軽石や貝殻片をしば しば含む.深度1,400-1,435mの区間には円礫混じりの未 固結な暗灰色粗粒砂岩が見られた(B3層).深度 1,435-1,584mの区間は砂岩シルト岩互層からなり,大局 的に下位に向かって砂がちとなる(B4層).

C 層 (1,584-1,661m): 硬質な灰色中粒砂岩からなり, 不規則に白色または黒色の細脈が発達する.

4. ボーリング試料の微化石分析

石灰質ナンノ化石, 珪藻化石及び有孔虫化石の分析を, コア試料およびカッティングス試料について実施した. 分析は,スミアスライドの検鏡で微化石の産出を確認した B層についてのみ行った.

4.1 石灰質ナンノ化石による年代決定

カッティングスおよびコア試料について 51 試料を分析した.分析間隔は深度 5-50m 間隔である.各試料についてスミアスライドを作成し,位相差装置付き光学顕微鏡で検鏡した.

14属55タクサの石灰質ナンノ化石が産出した(表3). 保存状態 産出頻度ともに一般に不良で、殻の破損や溶 解が普遍的に認められる.全体的に上位の層準になるほ ど保存状態 産出頻度ともに悪化し、再結晶した殻も多 く認められた.深度 1,001.34-1,001.40m のコア試料から は産出しなかった.

年代決定上重要なタクサとして以下が産出した(図5). Reticulofenestra ampla および Discoaster tamalis が深度 1,530mより下位にかけて産出するが,産出頻度はごく少 ない. Discoaster asymmetricus が最下位の試料から深度 1,495mの試料まで散点的に産出する. Discoaster surculus が最下位の試料から深度 1,300mの試料にかけて散点的 に産出する. Discoaster brouweri が最下位の試料から深 度 1,175mの試料まで散点的に産出する. Calcidiscus macintyrei が最下位の試料から深度 1,150mの試料まで 連続的に産出するほか,深度 900m と 775mの試料でも 僅かに認められた. Reticulofenestra asanoi が最下位の試 料から深度 301.12-301.17mの試料まで散点的に産出する. Helicosphaera selii が深度 1,240m, 1,205m および深度 1,175mの試料から僅かに認められた. Gephyrocapsa spp. (large)が深度 1,225m, 1,205m および 1,195m の試料から 1 個体ずつ認められた. Gephyrocapsa caribbeanica が深度 1,540m の試料より上位で散点的に産出する. Gephyrocapsa oceanica が深度 1,495m の試料より上位で 散点的に産出し,特に深度 301.12-301.17m の試料より上 位で多産する. Gephyrocapsa parallela が深度 301.12-301.17m より上位の試料で産出する. Pseudoemiliania lacunosa が深度 105.00-105.05m の試料 から下位にかけて産出する. Reticulopenestra pseudoumbilicus および Sphenolithus abies は散点的に認 められたが,産出の不連続性と保存状態が異なることか ら,再堆積によるものと判断される.

これらの年代指標種の産出をもとに、Okada and Bukry (1980)の化石帯と佐藤ほか(1999)の生層準に基づいて年 代決定を行う. なお,後述のように,本観測井では化石 個体の再堆積がしばしば認められるため、それにより見 かけの終産出(LO)が上がっている可能性がある.また, カッティングス試料の場合は、上位層からの落ち込みに よって見かけの初産出(FO)が下がる可能性もある.した がって、本研究ではまずコア試料で明瞭に認められた生 層準を優先的に用いる.次に、カッティングス試料で認 められた LO を, 産出個体数やその連続性を吟味したう えで用いることとする. その結果, 不確実なものも含め 8 生層準が認識された (図 5). 下位より順に挙げる. R. ampla および D. tamalis の LO が試料 1,510m と 1,530m の間に認識される.しかし,産出したいずれの試料にお いても1個体のみの産出であり,真の消滅層準と一致し ていない可能性がある. D. surculus の LO は試料 1,250m と 1,300m の間に認識されるが、産出頻度が低く連続性 にも乏しいため、信頼性に疑問が残る. D. brouweri が試 料 1,175m から下位に向かって産出し、この試料の上位 に LO が存在すると考えられる. C. macintyrei は最下位 の試料から深度 775m まで産出し、この試料よりも上位 に LO が存在するものと考えられる. G. parallela の FO が試料 301.12-301.17m と 350m の間に認められる. この 生層準は産出する最下位の試料がコアであるため、信頼 性が高いものと判断される. R. asanoi の LO が試料 249.94-250.01m と 204.92-205.01m の間で認められる. P. lacunosaのLOが試料 57.95-58.00mと105.00-105.04mの 間で認められる.

以上に基づき化石帯を認定する. *P. lacunosa* の LO は CN14b 帯の下限を定義するため, 試料 57.95-58.00m より 上位は CN14b 帯以上に対比される. *G. parallela* の FO は CN14a 帯の下限を定義するため, 試料 301.12-301.17m か ら試料 105.00-105.04m までの区間は CN14a 帯に限定され る. それより下位の層準は *R. pseudoumbilicus* の非産出に より CN12a 帯以上に対比されるが, 指標種の産出に乏し いため, 各化石帯の境界を正確に決定する事は困難であ る. その中でも, 最下部の試料 1,530m から 1,580m の区 間は *D. tamalis* および *R. ampla* が産出するため, CN12a 帯に限定される可能性が高い.

防災科学技術研究所研究報告 第73号 2009年3月

	•	2	主	
	9	ч.	-#-	

蓮沼観測井から産出した石灰質ナンノ化石

表 3 a	蓮沼観測井から産出した石灰質ナンノ化石
Table 3a	The calcareous nannofossils from the Hasunuma observation well.

Depth (m)	35m	57.9558m	10504m	1499m	204.9201m	249.9401m	301.1217m	350m	40212m	502.93-503m	550m	602.5764m	650m	700m 750m	755m	775m	804.006m	840m	850m 900m	950m	1001.3440m	1015m 1050m
Calcidiscus leptoporus (Murray & Blackman) Loeblich & Tappan Calcidiscus macintyrei (Bukry & Bramlette) Loeblich & Tappan	2	1	3	2	27	16 -	2	26	25 2	3 13 	37 	13	1	- 1	7	8 1	-	1	- 6 - 1	16	-	1 2
Ceratolithus cristatus Kamptner	-	-	-	-	-	-	-	-	- 1			-	-		-	-	-	-		-	-	
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller [12-13 µ]		-	2	-	-	-	-	1	1	2 -		-	-	- 1	-		1	-	- 2	2	-	
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller [11-11.9 µ] Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller [10-10.9 µ]	-	- 1	1	-	2	-	-	1	- 1	9 - 6 -		- 1	-		-	1	-	1	- 2	2	-	1 1 2 1
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller [9-9.9 μ]	-	-	2	-	-	-	-	-		, 7-		9	-		1	-	-	1		-	-	1 -
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller [8-8.9 μ] Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller [7-7.9 μ]	-	1	1	-	1	-	2	-	-	1.		14	-	1 -	2	2	-	-		-	-	2 -
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller [6-6.9 μ]	-	-	-	-	-	-	-	-	-			2	-		-	-	-	-		-	-	
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller [5-5.9 µ] Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller [frag.]	1	1	3	-	-	2	-	-	-	 3 1		1 6	-	1 -	$\begin{vmatrix} 1\\1 \end{vmatrix}$	1	-3	-	- 1	2	-	
Coccolithus streckerii Takayama & Sato	-	3	-	-	-	-	-	-	-			-	-		-	-	-	-		-	-	
Cyclicargolithus floridanus (Roth & Hay) Bukry Cyclicargolithus aff. floridanus (Roth & Hay) Bukry	-	-	-	-	-	2 83	-	1	-	2 -		-	-		-		-	-		-	-	
Dictyococcites antarcticus Haq	-	-	-	-	-	-	3	1	-	2 -		12	11		-	1	-	2		-	-	3 -
Dictyococcites cf. antarcticus Haq Dictyococcites hesslandii (Haq)Haq and Lohmann	-	1	-	-	1	- 1	1	1	-		- 13	-			1	1	-	-		-	-	
Dictyococcites perplexus Burns	-	-	-	-	-	3	4	-	-			-	-		-	-	-	-		-	-	
Dictyococcites cf. perplexus Burns Dictyococcites productus (Kamptner) Backman	7	- 15	8	-	- 17	1 3		41 15	1 1:	8 - 622	- 38 2 88	3 53	2 82	- 3 163 21	37	- 24	-	- 29	7 11	1	-	1 - 28 2
Dictyococcites scrippsae Bukry & Percival	-	-	-	-	2	1	2	4	-			-	-		-	-	-	-		-	-	13 -
Dictyococcites spB[Small:2-4] Dictyococcites spC[V.Small:1.5-2 µ]	-	-	3	3	1	2	2	1	- 3	37 - 1	/ - 1 -	-	-	2 2	3	1	-	$\frac{2}{1}$	- 1	-	_	$\frac{2}{1}$ -
Dictyococcites spp.[v.small:<1.5 µ]	-	-	-	-	1	-		-	-		· .	1	-		-	1	-	1		-	-	
Dictyococcites spp. Discoaster adamanteus Bramlette & Wilcoxon	-	-	2	-	1	2	-	18	3 1	I -	- 17	2	- 14	1.1		1	-	-		1	-	
Discoaster asymmetricus Gartner	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-		-	-	-	-		-	-	
Discoaster brouweri Tan Sin Hok Discoaster cf. brouweri Tan Sin Hok	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-		-	-	-	-		-	-	
Discoaster aff. deflandrei Bramlette & Riedel	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-		-	-	1	-		-	-	
Discoaster surculus Martini & Bramlette Discoaster tamalis Kamptner	-	1	1		2	2	2	-	-			-	2			1	-	-		-		
Discoaster triradiatus Tan Sin Hok	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-		-	-	-	-		-	-	
Discoaster variabilis Martini & Bramlette Discoaster spp.	-	1	-	-	2	-	2	-	-			-	-		-	1	-	-		-	-	
Discolithina japonica (Takayama) Nishida	-	-	-	-	1	-	1	-	-			-	-		-	1	-	-		-	-	1 -
Discolithina multipora (Kamptner & Deflandre) Martini Discolithina spp.	-	1	2		1	2	1	1	-			-	2			1	-	-		1	-	
Gephyrocapsa aperta Kamptner	-	-	2	2	1	-	3	-	-	- 1	- 1	1	-		2	3	-	2		-	-	
Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay [large:>6µ] Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay [medium:5-5.9µ]	- 13	- 1	3	-	1	2	1	-	2			17	2		2	3	-	-			-	1 -
Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay [medium:4-4.9 µ]	43	38	35	2	6	2	1	-	-			16	-		16	15	-	1		-	-	3 -
Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay [medium:3-3.9 µ] Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay [medium:2.5-2.9 µ]	3	14	15	8	28	9	19 8	1	-			5	-	14 -	13	- 5	-	3		-	-	4 -
Gephyrocapsa ericsonii McIntyre & Be	-	-	-	-	÷	-	-	-	-			-	-		-	-	-	-		-	-	
Gephyrocapsa oceanica Kamptner [medium:5-5.9 µ] Gephyrocapsa oceanica Kamptner [medium:4-4.9 µ]	14 74	2 21	2 27	-	3 32	- 16	-	-	-			- 3	-			- 1	-	-		-	-	1 -
Gephyrocapsa oceanica Kamptner [medium:3-3.9 µ]	8	4	2	2	7	3	43	-	-			2	-		-	1	-	-		-	-	1 -
Gephyrocapsa oceanica Kamptner [medium:2.5-2.9 µ] Gephyrocapsa parallela Hay & Beaudry	7	-3	12	2	2	-	2	-	-			-	-		1	1	-	-		-	-	
Gephyrocapsa sinuosa Hay & Beaudry	-	-	1	13	2	1	-	-	-			-	-		2	1	-	3		-	-	
Gephyrocapsa spp. (small:<2.5 µ) Helicosphaera carteri (Wallich) Kamptner	4	2	12 10)9 2	24 3	17	- 25	1	62	$1 24 \\ 1 1$	+ - 1 -	30	2	8 -	40	- 13	-	8		1	-	5 -
Helicosphaera hyalina Gaarder	-	-	1	-	-	-	-	-	-			-	-		-	-	-	-		-	-	
Helicosphaera selui Bukry & Brannette Helicosphaera wallichii (Lohmann) Boudreaux & Hay	-	- 1	6	3	3	-	2	-	-			-	-		1		-	1			_	1 -
Helicosphaera spp.	-	2	2	1	1	1	1	2	-	1 -		1	-		-	-	-	-		-	-	
Pseudoemiliania aff. lacunosa (Kamptner) Gartner	-	1	- 12	-	-	-	-	-	-	- 9	, - 	-	-		- 29	- 27	-	-		-	-	23 -
Reticulofenestra ampla Sato, Kameo & Takayama	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-		-	-	-	-		-	-	
Reticulofenestra asanoi Sato and Takayama[6.1-6.2 μ] Reticulofenestra asanoi Sato and Takayama[6.0 μ]	-	1	-	-	2	-	4	-	-	2 -		-	-		1	1	-	1		-	-	2 -
Reticulofenestra cf. asanoi Sato and Takayama[6.0 µ]	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-		-	-	-	-		-	-	
Reticulofenestra doronicoides (Black & Barnes) Pujos[round]	4	12	4	-	3	5	7	4	43 2	5 76	5 15	5	-	12 7	19	61	- 1	03	- 2	-	-	87 -
Reticulofenestra doronicoides (Black & Barnes) Pujos[elliptcal] Reticulofenestra gelida (Geitzenauer) Backman [6-9.11]	-	7	2	-	1	1	2	1	1	9 29) 17	2	-	2 5	8	22	-	9		-	-	2 -
Reticulofenestra haqii Backman	-		-	_	2	-	-	18	-			-	-		_	-	-	_		-	_	
Reticulofenestra minuta Roth Reticulofenestra minutula (Gartner) Hag & Berggren	1	-	1	1	-	1	2	7	24	2 3 3 12	3 3	-	1		- 2	-	-	-		-	-	1 -
Reticulofenestra pseudoumbilicus (Gartner) Gartner[6-9 µ]	-	-	-	-	-	6	1	2	-			-	-		-	-	-	-		-	-	
Reticulofenestra spp. Rhabdosphaera claviger Murray & Blackman	1	4	1		1	-	3	9	2 1	1 1	6	-	2		1	3	-	-		-	-	
Sphenolithus abies Deflandre	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-		-	-	-	-		-	-	
Sphenolithus spp. Svracosphaera pulchra Lohmann	-	-	-	-	2	1	-	-	-			-	-		-	1	-	1		-	-	
Syracosphaera spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-		-	-	-	-		-	-	
Umbilicosphaera sibogae (Weber-van Bosse) Gaarder Umbilicosphaera rotula (Kamptner)Varol	-	-	-	-	-	-	1	-	-			-	-		-	-	-	-		-	-	
Umbilicosphaera spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-		-	-	1 -
Emptical placolith Total	21 203	64 201	33 205 24	16 02 2	24 206 0	25 205 0	39 204 - 2/	13 08	12 208 20	3 5 5 205	5 208	1 212	2 118 :	218 40	12	7 202	- 13 2	- 04	3 2 10 29	- 24	-	$\frac{1}{202}$ 8
Florisphaera profunda Okada & Honjo		-	-	2	-	-	-	-	-	- 13	- 3					-	-	2		-	-	
<i>Florisphaera profunda elongata</i> Okada & McIntyre Coccosphere		-			2	-	2		-				-			- 1	-	-		-]	
Abundance A:abundant, C:common, F:few, R:rare, VR:vary rare,	R	VR	R	R	R	R	F١	/R	VR VI	R R	R VR	RV	VR	RVVR	F	RV	'VR	R	VRVVR	VVR	NO	VRVVR
VVK:vary vary rare, No:barren Preservation G:good, M:moderate, P:poor, VP:vary poor	Р	VP	Р	PV	VPV	VPV	VP V	VP	VPVV	P F	VVP	PV	VPV	VPVVP	Р	VPV	VP	Р	VVPVVP	VVP		VPVVP
		÷		Ť			4											T				
Nanno Zone(Okada and Bukry(1980))	CN 14b ?	CN 14b ?	CN C 14a 1	CN 4a	CN 14a	CN 14a	CN 1 14a	CN 3b	CN Cl 13b 13	N CN b 13t	N CN b 13b	CN 13b	CN 13b	CN CN 13b 13t	CN 13b	CN 13b	CN (13b 1	CN 3b	CN CN 13b 13b	CN 13b	CN 13b	CN CN 13b 13b

千葉県山武市蓮沼高感度地震観測井の孔井地質と地質年代-林ほか

表 3b	蓮沼観測井から産出した石灰質ナンノ化石
12 30	建山 既例 川 かう 座田 し に 石 八 負 ノ シ ノ 旧 石

Table 3bThe calcareous nannofossils from the Hasunuma observation well.

	1			Т	-			Т				1	_		1								_
					.40r								93r										
Depth (m)	н	E	E.	E	36	m	E E	В	m	m	u u	E	.06.(E E		E E	n (E	H	ш	m	E C	ш
	1100	1150	1175	1195	1200	1205	122	124	125(130(133(135(137(1400	145(147(149(1495	150(151(153(154(155(156(158(
Calcidiscus leptoporus (Murray & Blackman) Loeblich & Tappan	3	4	7	3	4	9	8	7	2	6	1 8	11	2	13 7	7 14	5	2	2	3	2	1	2	3
Calcidiscus macintyrei (Bukry & Bramlette) Loeblich & Tappan Ceratolithus cristatus Kamptner	-	15	2	3	7	5	2	1	1	2	- 12	2	8	8 1	1 3	4	1	8	2	2	1	5	2
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller [>13 μ]	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-		-	-			-	1	-	-	-	-	-	-
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller [12-13 µ]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- 2	-	-		- 1	-	-	-	-	-	-	-	-
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller [10-10.9 μ]	1	_	1	1	1	-	-	-	2	2	1 9	2	1	1 2	$\frac{2}{2}$ $\frac{4}{4}$	1	1	1	2	1	-	-	1
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller [9-9.9 µ]	-	-	-	1	-	1	1	1	-	1	- 3	-	2	1 3	3 2	2	-	2	1	-	-	1	-
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller $[8-8.9 \mu]$	-	-	- 1	1	-	-	1	1	-	-	- 2	1	1	1 1	l -	2	-	1	1	-	-	1	1
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller $[6-6.9 \mu]$	1	-	2	-	-	1	-	-	-	-	- 1	-	-			-	-	1	-	-	-	-	-
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller $[5-5.9 \mu]$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-			-	-	-	-	-	-	-	-
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller [frag.]	-	1	-		1	-	-	1	2	-	- 1	-	1			-	-		1	-	-	-	-
Cyclicargolithus floridanus (Roth & Hay) Bukry	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-			-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclicargolithus aff. floridanus (Roth & Hay) Bukry	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-		-	-			-	-	-		-	-		-
Dictyococcites antarcticus Haq Dictyococcites cf. antarcticus Haq	-	_		-	-	-	-		-	-	1.1	15	-		1 1		-	2	-	-	1	-	2
Dictyococcites hesslandii (Haq)Haq and Lohmann	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-			-	-	-	-	-	-	-	-
Dictyococcites perplexus Burns	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		3	-		· ·	2	-	1	-	-	-	-	-
Dictyococcites ci. perpiexus Burns Dictyococcites productus (Kamptner) Backman	8	33	3	24	- 9	17	- 111 12	21	33	38	4 37	87	47	64 15	5 35	36	2	33	37	28	27	71 1	- 119
Dictyococcites scrippsae Bukry & Percival	-	-	-	-	-	-		-	4	-	1 -	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-
Dictyococcites spB[Small:2-4]	1	3	1	11	-	3	9 1	4	-	17	- 9	2	6	2 10	24	5	1	3	6	2	2	8	18
Dictyococcites sp $C[v.small:-1.5-2\mu]$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		-	-		+ 0		-	-	-	-	-	1	2
Dictyococcites spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-			-	-	-	-	-	-	-	3
Discoaster adamanteus Bramlette & Wilcoxon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		1	-	- 1	1 -	-	-	-	2	-	-	-	-
Discoaster brouweri Tan Sin Hok		-	1	1	-		1	1	-	2		1	-	- 2	2 1	1		1	2	2	-	1	2
Discoaster cf. brouweri Tan Sin Hok	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-			-	-	-	-	-	-	-	2
Discoaster aff. deflandrei Bramlette & Riedel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-		- 1	-	-	-	1	-	-	-	-
Discoaster tamalis Kamptner			-	-	-	-	-	1	-	-			-		1		-	_	i	1	-	1	1
Discoaster triradiatus Tan Sin Hok	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	- 1	1 -	-	-	-	1	-	-	1	1
Discoaster variabilis Martini & Bramlette			-	-	1	-	-		1	2	1		-				3	- 1	3	2	-	2	2
Discolithina japonica (Takayama) Nishida	-	-	2	1	-	1	-	-	-	-		1	-			1	-	-	-	ĩ	-	-	ĩ
Discolithina multipora (Kamptner & Deflandre) Martini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-			-	-	-	-	1	-	-	-
Gephyrocapsa aperta Kamptner	-	- 1	1	-	-	1	-	-	-	-			- 1			- 1	-	-	-	-	-	-	-
Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay [large:>6µ]	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-		-	-			-	1	-	-	-	-	-	-
Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay [medium:5-5.9µ]	-	-	1	1	-	7	1	-	-	-		1	-			1	-	-	-	-	-	-	-
Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay [medium:4-4.9 µ] Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay [medium:3-3.9 µ]	-	- 14	6 4	3	-	3 8	3	1	2	2	- 8	1	4	- 1	1 -	-		_	-	1	1	-	-
Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay [medium:2.5-2.9 µ]	-	11	1	-	-	3	-	-	-	-	1 3	-	1			-	-	-	-	-	-	-	-
Gephyrocapsa ericsonii McIntyre & Be	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-			-	-	-	-	-	-	-	-
Gephyrocapsa oceanica Kamptner [medium:5-5.9 µ]		_	1	-	-	1	-	-	-	-	- 1		_			1	-	-	1	-	-	-	-
Gephyrocapsa oceanica Kamptner [medium:3-3.9 µ]	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-		-	-			-	-	-	-	-		-	-
Gephyrocapsa oceanica Kamptner [medium:2.5-2.9 µ]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-			-	-	-	-	-	-	-	-
Gephyrocapsa sinuosa Hay & Beaudry	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	- 1	ı -	-	-	-	-	-	-	-	-
Gephyrocapsa spp. (small:<2.5 μ)	2	8	5	1	-	9	2	2	1	2	1 -	12	4	7 12	2 6	9	19	13	5	11	15	3	2
Helicosphaera carteri (Wallich) Kamptner Helicosphaera hyalina Gaarder	-	-	-	1	-	2	-	1	-	1	1 24	- 1	1	- 1		1	-	2	3	-	-	2	1
Helicosphaera sellii Bukry & Bramlette	-	-	3	-	-	1	-	1	-	-		-	-			-	-	-	-	-	-	-	-
Helicosphaera wallichii (Lohmann) Boudreaux & Hay	-	-	-	2	-	2	1	3	-	1	- 1	1	2			1	-	-	1	-	-	-	-
Pseudoemiliania lacunosa (Kamptner) Gartner	-	7	47	27	-	11	7 1	9	-	14	- 1	4	9	- 25	5 13	17	16	10	16	8	4	13	5
Pseudoemiliania aff. lacunosa (Kamptner) Gartner	2	-	-	3	-	-	-	1	1	-		-	-	1	- 2	1	-	-	2	1	-	-	3
Reticulofenestra ampla Sato, Kameo & Takayama Reticulofenestra aragoi Sato and Takayama[6.1.6.2.4.]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-			-	-	-	1	1	-	1	1
Reticulofenestra asanoi Sato and Takayama[6.0μ]	1 -	-	1		-	-	-		-	-			-	- 1	i [-	-	-	-	-	1	-	-
Reticulofenestra cf. asanoi Sato and Takayama[6.0 µ]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		1	-		- 1	-	-	-	-	-	-	-	-
Reticulofenestra asanoi (small) Sato and Takayama[<5.9 µ]	10	37	- 78 1	2	-	107	45 2	-	- 62		8 30	41	87	- 3	3 2	1	- 02	- 117	83	-	-	79	1
Reticulofenestra doronicoides (Black & Barnes) Pujos[found]	3	28	11	3	1	2	1 1	3	57	13	2 3	8	11	2 12	2 11	5	17	5	11	3	10	6	3
Reticulofenestra gelida (Geitzenauer) Backman [6-9 µ]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-			-	-	-	-	-	-	-	-
Reticulofenestra haqui Backman Reticulofenestra minuta Roth	20	- 19	-	-	-	-	-	-	- 27	-		-	- 2	17 13		- 1	32	-	- 3	1	- 0	1	$\frac{1}{2}$
Reticulofenestra minutula (Gartner) Haq & Berggren	3	5	4	3	-	3	-	2	4	4	- 2	3	4	2 10) ğ	3	-	- 1	7	6	2	1	3
Reticulofenestra pseudoumbilicus (Gartner) Gartner[6-9 μ]	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-		-	-			1	-	-	-	-	-	-	-
Rhabdosphaera claviger Murray & Blackman	-			_	1	-	1	-	-	-	- 1	3	-			- 2	-	-		-	-	-	-
Sphenolithus abies Deflandre	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-			-			-	-	-	1	-	-	-	-
Sphenolithus spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-			-	-	-	-	-	-	-	-
Syracosphaera spp.	1	_	- 2	-	-		1	-	-	2	1.1		-						1	-	-	-	-
Umbilicosphaera sibogae (Weber-van Bosse) Gaarder	-	-	1	-	-	1	1	-	-	-			-			-	-	-	-	-	-	-	-
Umbilicosphaera rotula (Kamptner)Varol	-	-	-	ſ	-	-		-[-			1 -	-		1 -	-	-	-	-	-	-	-	ī
Elliptical placolith	13	18	7	3	-	2	2		7	3		3	4		7 -	2	15	1	-	1	17	-	-
Total	82	207	202 2	07	25	209	201 21	1	207 2	213	23 205	212	207	205 207	7 208	210	206	209	210	210	215	209 2	205
Florisphaera profunda Okada & Honjo	-	12	19	27		16	22 1	5	7	5	. 7	2	3		17	5	9	4	18	11	2	-	-
Coccosphere	L -			1		-	-	-		-			1		- 1			_		-	-	-	-
Abundance A:abundant, C:common, F:few, R:rare, VR:vary rare,	VVR	R	F	RV	VR	F	R	R	R	FV	VR R	F	VR	VR VF	VR	VR	R	VR	F	VR	F	F	R
Preservation G:good, M:moderate. P:poor. VP:varv poor	VVP	Р	м	VP	VP	М	Р	Р	Р	ΡV	VP P	Р	Р	РТ	VP	VP	VP	VP	Р	VP	М	VP	Р
					-			\dagger	-			† i		. 1 	1 CNI	CNU	CNU	-		-			-
Nanno Zone(Okada and Bukry(1980))	CN1	CN1	CN1 C	N1 (CN1	CN1 (CN1 CN		CN1 C	CN1 C	NI CNI	CN1	CN1	CN1 CN 3b2 3a	- 3a-	- 3a-	- 3a-	JNI 3a-	CN1 C	CN1 (CN1 (2N1 C	'N1
	30	30	50	50	30	30	50 2	.0	50	50	<i></i> 30	1 "	30	12	b 12b	12b	12b	12b	∠a	∠d	∠d	∠a	∠d



The lithologic legend is same as in Fig. 3. Stratigraphic distributions of selected microfossil species obtained from the Hasunuma observation well. 図 5 Fig. 5

4.2 珪藻化石による年代決定

カッティングスとコア試料について 38 試料を分析した.分析はほぼ深度 50m 間隔で実施したが,B 層最下部 付近では 5m 間隔で実施した.試料の処理は,Akiba (1986)の unprocessed strewn slide の方法で行った.

36 試料から 60 属 110 タクサの珪藻化石が産出した (表 4). 産出した全ての試料で保存状態は不良であり, 産出頻度も低い.また, Denticulopsis lauta や Actinocyclus ingens といった中新世に生息期間が限られるような種が 多くの層準で産出する.こうした明らかに再堆積と思わ れる化石個体の産出頻度は,大局的に上位に向かって増 加する.

本掘削地点からは北太平洋および赤道太平洋地域の 化石帯区分に使われている指標種が認められた.このう ち中新世以前の指標種は除外すると,特に重要な種群と して以下が産出する(図 5).北太平洋の指標種として, Neodenticula kamtschatica が深度1,750mから1,555mまで の区間と深度750m以上の区間で産出する.Neodenticula koizumii, Neodenticula seminae は全層準を通じて散点的 に産出する.Actinocyclus ocuatus は深度650mの試料よ りも下位で散点的に産出する.赤道太平洋の指標種とし て, Fragilariopsis doliolus が深度1,150mの試料より上位 で産出する.Nitzschia fossilis, Nitzschia reinholdii が全体 を通じて散点的に産出する.Rhizosolenia praebergonii が 深度700mの試料より下位で散点的に産出する.

以上の産出状況に基づき,不確実なものも含め以下の 4 生層準を認識した(図 5).下位より順に挙げる.*N. kamtschatica* は全区間を通じて産出しているが,連続し て産出するのは深度 1,555m よりも下位の区間であり, それより上位では散点的にわずかな個体数が産出するの みである.したがって試料 1,550m と 1,555m の間に本種 のLO があり,それより上位の産出は再堆積によるもの と判断した.*F. doliolus* はコア試料のみに着目した場合, 深度 804.00-804.06m の試料より上位で産出する.した がって,この深度より下位に本種のFO が存在するもの と考えられる.*R. praebergonii* のLO が試料 650m と 700m の間に認められる.*A. oculatus* が深度 650m の試料より 下位で散点的に産出するため,この深度よりも上位に本 種のLO が存在するものと考えられる.

以上に基づき, Yanagisawa and Akiba (1998)の北太平洋 の化石帯への適用を試みる. N. kamtschatica の LO は NPD8 帯の上限を定義するため,この生層準より下位の 深度 1,555m より下位は NPD8 帯に,その直上は NPD9 帯に相当する可能性が高い. 深度 1,555m の試料では NPD9 帯中部に FO をもつ N. seminae も産出しているが, カッティングスであるために落ち込みによる見かけの FO である可能性がある. N. koizumii の LO は NPD9 帯の 上限を定義するが,本種はおそらく再堆積のために B 層 全体から産出しているため, NPD9 帯と NPD10 帯の境界 を認定することは困難である. A. oculatus の LO は NPD10 帯の上限を定義するため,この種が産出する深度 650m の試料より下位は NPD10 帯以下に対比される. こ の試料より上位は NPD11 帯以上に相当する可能性も指摘されるが,詳細は不明である.

4.3 浮遊性有孔虫化石による年代決定

カッティングスおよびコア試料について,深度約 50m おきに 25 試料の分析を行った. 試料の処理は,硫酸ナト リウム法とナフサ法の繰り返しにより構成粒子まで分解 した. 有孔虫化石の抽出は双眼実体顕微鏡を用い, 125µm 以上の粒子について拾い出した.ただし,産出頻 度がきわめて少ない 3 試料(深度 1,300m, 1,450m および 1,500m)については,年代指標種を効率的に抽出するた めに 180µm 以上の粒子について検鏡し,産出が認められ た種を産出表に「+」記号で表記した.年代決定上重要 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 JSM-T220A(日本電子製,本社:東京)を用い て写真撮影を行った.

24 試料から13 属46 タクサの浮遊性有孔虫化石が産出 した(表5).産出頻度は深度が浅いほど高くなる傾向を 示し, 深度 204.92-205.00mの試料で岩石乾燥重量 1g あ たり 435 個体に達するが,深度 500m 以深では数個体~ 30 個体前後である.保存状態は一般に良好だが,下位の 層準では殻の破損等により悪化する.

年代決定上重要な種として以下が産出した(図 5). Neogloboquadrina asanoi が 深 度 1,300m か ら 1,001.34-1,001.40m の試料まで産出する. Globoconella puncticulata が深度 1,450m から 204.92-205.00m の試料ま で産出する. Globoconella inflata (3 室タイプ: Hayashi et al., 2003 で modern form とされたもの)が深度 1,300m の試料より上位で産出する. Pulleniatina obliquiloculata が全体を通じて散点的に産出するが、深度 602.57-602.64m よりも上位は右巻き卓越であることが確 実である. Globoturborotalita obliquus が深度 1,001.34-1,001.40m, 900m および 700m の試料で産出した. Globorotalia tosaensis が深度 350m, 301.12-301.18m, 149.00-149.10m の 試料で産出した. Globorotalia truncatulinoides が深度 602.57-602.64m と 550m の試料で 産出した. Neogloboquadrina inglei が深度 301.12-301.18m および 249.94-250.00m の試料で産出した.

以上に基づき,不確実なものも含めて6生層準を認識 した(図5).下位より順に挙げる.*G. inflata* (modern form)のFOが試料1,400.90-1,400.93mと1,300mの間に認 識される.*N. asanoi*のLOが試料1,001.34-1,001.40mと 950mの間に認識される.*P. obliquiloculata*の巻き方向が 左巻きから右巻きへ変化する層準(StoD)が試料900mと 602.57-602.64mの間に存在するものと考えられる.*G. obliquus, N. inglei*および*G. tosaensis*のLOが,それぞ れ試料700m,試料249.94-250.00mおよび試料 149.00-149.10mより上位に存在するものと考えられるが, 産出頻度が低いために正確な位置は不明である.本研究 ではBlow(1969)やBerggren *et al.* (1995)による化石帯指 標種の産出が乏しいため,化石帯の認定は困難である.

表 4a蓮沼観測井から産出した珪藻化石Table 4aThe diatoms from the Hasunuma observation well.

				Т				1			1				Т				<u> </u>			Τ				Т				1				Т	
																			∞				0				m								
			5		2	9	×.	2		2		4				9			1.3	1			0.4(0.9								
Depth (m)		8	05.0	-6t	č.	0.0	<u> </u>	2.1		33.0		32.6				77.0			0	3			120				9								
		-58		3 3	7-7	4	5	4-0		3-51		-6				0-8			34-	ţ			36-				-06								
		-67	5.0	0.6	4 V	6.6	1.1	2.0	0	2.9	0	2.5	0	0	-	4.0	0	0 0	0.1	50	8	50	00.	50	8	50	8	50	8	50	55	99	65	2	35
	35	57	2 :	4 8	₹	2	35 30	4	45	50	55	9	65	2 5	2	80	85	90	=	2 2	Ξ	Ξ	12	2	<u> </u>	8	4	4	15	15	15	15	5 5	<u>- 1</u> -	<u> </u>
Abuncance	В	М	M	M N	М	M	M M	Μ	М	Μ	Μ	Μ	М	M	M	М	М	P M	P	P M	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	РВ
Preservation	Р	Р	Р	Р	Р	Р	P P	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	P P	Р	P P	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	P P
Total count	- 2	200 2	200 20	0 20	0 2	00 20	00 200	200	200	200 2	200	200 2	200 :	200 20	02	200 20	00 2	200 200	5	5 200	97	34	14 1	32 :	0	02	00	12	19	4	200 2	00 1	22 12	6 1	7 -
RS of Chaetoceros spp.	-	71	20 6	5 8	4	25 8	89 65	31	55	335	68	200 2	247	176 26	61	126	84	83 134	-	- 265	131	26	28	77	0	12	05	12	8	4	68 1	13	56 4	9	5 -
Achnanthes spp.	-	-	2	- 1	6	-	1 -	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	- 1	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Actinocyclus curvatulus	-	-	2	-	-	-	- 2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-		-	*	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
Actinocyclus ingens	-	6	1	-	-	1	- *	-	-	3	-	-	2	-	2	-	2	- 2	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	
Actinocyclus oculatus	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	- 2	-	*	-	3	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
Actinocyclus SDD.	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	2	-	-	-		-		-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Actinoptychus senarius	-	8	5	-	-	-	2 2	-	1	*	4	1	1	-	1	-	-	2 2	-	- *	*	-	-	1	-	-	-	-		-	1	2	-	-	
Actinoptycus splendens	-	-	1	-	-	-	- *	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Amphora spp.	-	2	-	-	-	-	1 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	
Alveus marinus	-	-	1	4	-	ж	1 2	1	2	2	4	-	15	3	2	6	5	2 4	-	- 1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	*	2	-	-	
Arachnoidiscus spp	-		-	-	-	*		-	-	-	-	-	-	-	-	_	-		-		-	-	-	-	-	-				-			-	-	
Aulacoseira spp	-	2	-	-	3	-	2 2	2	2	2	9	4	10	-	4	6	10	- 4	-		-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	
Azpeitia nodurifera	-	-	-	-	1	1	1 -			-		-		-	_	-			-		-	-		-	-	-				-	-		-	_	
Azpeitia tabularis	-	-	-	_	2	2	- 2	-	冰	-	-	-	-	-	_	-	-		-	- 1	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bacillaria sp	-		-	-	_	_	- 1	-	*	-	-		*	-		-			-		-	-		-		-	-			-			-	-	
Bacteriastrum varians	- I	-	-	_	_	_		_	_	-	_	_		_	_	1						_	-	_	_	_	_	_		_	-			_	
Bacterosira fragilis				-							-				-	-						-				-				-		2		-	
Cavitatus jouseanus		1	-	_	1	_			*	1	_	_				1	_	1 -				_	_	1			_	_		_	_	-	-		
Chastossees an Vagat			-								_	_		-			Δ				-	_				_		-		-			-	_	
Coccoreis antiqua			_		_	-	_		1	1	*			-		-	-				_			_	_		-	-	-			_	_		
Cocconeis costata			1		_	1					1	_	2	-		_					-	_		-		_		_		-			-	_	
Cioccongis pinnata	_		1	-	2			_	2	-	2	-	2	-	-	_					-	-	-	_		-	-			-	-		-	-	
Cocconais placentula	-	-	2	1	2	-	4 1	5	2	-	2	2	2	-		-	-	2	-		1		-	-	-		1	1	-	-	-	-	-		
Cocconeis soutellum			2	2	2	1	+ 1	5	1	-		2	3					2 2		2	1						1	1			5	1	-		
Cocconeis scutetum	-	*	5	1	5	1	2	-	1	-	-	-	1	-		2	2	- 2	-	- 2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	*
Coscinodiscus marginalus	-		5	1	1	-	2 -	-	-	-	-	-	Ţ	-	2	2	2	2	-	- 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	
Coscinduiscus ruaiantis	-	*	-	-	1	-	1	-	- 1	-	-	-	-	-	5	2	-	2 -	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cruciaeniicula nicobarica	-	,	2	-	-	*	1 -	-	1	-	2	-	1	-	7	-	-		-		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
Cyclotella strilana	-	2	2	-	2	10	4 3	-	2	-	2	-	1	4	2	*	2		-	- 2	-	-	-	-	1	-	-	-	4	-	-	1	-	-	
Cycloletta siyiorum	-	-	-	1	-	10	- 2	1	2		- 1	-	1	2	2	1	2		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cymatosira sp.	-	-	-	1	-	-		-	-	-	1	-	-	-		1	-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cymbella spp.	-	-	-	-	2	-	- 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Delphineis kippae	-	1	1	-	1	3.	15 1	4	3	2	2	-	-	-	1	-	-	1 2	-	- 4	-	1	-	-1-	-	-	4	-	-	-	-	1	-	1	
Delphinels surfreita	-	-	0	2	3	T	2 2	4	4	1	-		-	-	2	-	-		-	- 0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-		-	1	
Denticuopsis aimorpha	-	2	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
D. hyalina	-	6	-		2	-		1	1	-	-	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1 -
D. katayamae	-	-	-	1	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	- 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D. lauta	-	4	-	1	-	-		1	-	-	1	-	-	1	-	-	-		-		-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1 -
D. praeaimorpna	-	-	-	1	-	-		-	-	-	-	-	-	2		-	-		-		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D. praenyalina	-		-	-	2	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D. praekatayamae	-	1	-	-	-	-	÷ -	-	-	-	-	-	-	-		-	-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D. praetauta	-	-	-	-	-	-		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D. simonsenii	-	1	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D. vulgaris	-	1	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Diatoma spp.	-	-	-	-	-	-		1	-	-	-	-	Ē	-	-				-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	
Diploneis bombus	-	-	1	-	2	3	4 12	-	4	4	4	1	1	3	3	1	1	1 1	-	- 5	-	~	-	1	-	-	2	-	-	-	-	2	3	2	
Diptoneis cf. bombus	-	3	-	-	-	-		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dipioneis smithii	-	*	-	-	-	2	5 2	*	3	1	*	-	-	1	1	1	1	- *	-	- 1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	3	5	т ^і –
Epithemia spp.	-	-	1	1	1	-	1 1	-	-	-	-	-	-	*		-	1		-		-	-	-	-	-	-	*	7	-	-	-	-	1	-	
Eunotia spp.	-	-	-	-	-	-		-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	- 2	-	- 1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	
Fragilariopsis cylundrus	-	-	-	-		-		1.7	_	-	-	-	1	-	1	-	-		- 1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	
Fragilariopsis doliolus	-	2	4	5	1	3	6 2	4	7	-	5	9	6	10	8	6	14	6 6	-	- 1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- 1	?	
Fragilariopsis oceanica	-	-	-	1	-	-		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-		-		-	-	1	1	-	-	-	-	-	-		-	-	-	
Grammatophora spp.	-	*	-	2	-	-	- *	1 -	2	-	1	-	*	-		*	-		-		2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	*	*	*	
Gomphonema spp.	-	-	-	1	1	-	1 -	¹	1	-	-	-	-	-	4	-	-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	
Gyrosigma sp.	- 1	*	-	-	-	-		l -	-	-	-	-	-	-	-	-	-		- 1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

表 4b蓮沼観測井から産出した珪藻化石Table 4bThe diatoms from the Hasunuma observation well.

																									_									_
Depth (m)	35	57.97-58.00	105.00-105.05	149.00-149.10	204.92-205.00	249.94-250.00	301.12-301.18 350	402.00-402.12	450	502.93-503.00	550	602.57-602.64	650	700	750	804.00-804.06	850	900 950	1001.34-1001.38	1050	1100	1200.36-1200.40	1250	1300	1350	1400.90-1400.93	1450	1500	0001	1560	1565	1570	1575	1580
Hantzschia sp	-	1	-	-	-	-	-		1	-	-	-	-	-	-	-	-				-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
Hemidiscus cuneiformis	-	1	-	-	-	-	-			-	-	-		-	-	-		1 -					-	-	-		-	-	-		-	-	-	-
Hydlodiscus spp	- I	÷	-	_	_	-	-		-	-	_	-		2	2	*		· .					*	-	_	_	_	-	_	4 -	3	-		_
Mastagonia spp.				_								-			-			* _							_					÷ .				
Masidgonia spp.			_		1	_		1	_	1		_	_			_	_				-		_	_	_		_	_	_		_			_
Marosira albicans		-			-	-				-	_	4			-	_									-			_	-			-		_
Merosira albicans	-	-	-	2	5	2	2		1	-	2	1	1	-	-	-	-				- ,	-	-	-	-	-	-	1	-	 2 1	-	-	-	-
Navicula spp.	-	1	-	4	5	5	5	2	1	-	4	1	1	-		-	-		-			-	-	-	-	-	-	1	-	2 1	-	-	-	-
Netatum sp.	-	1	-	-	2	-	-		-	-		2	-	-	1	-	2				2		-	-	-	6	-	-	-	4 24	-	-	1	-
Neodennicula kolzumli	-	1	4	-	2	-	-		-	-	-	2	-	-	1	-	2	- 9	-	- 4	2		-	-	-	0	-	-	-	4 24	-	_	1	-
N. kamischatica	-	4	-	-1	-	-	1		-	-	ا ب	-	-	-	-	1	1	1 -	-		-		-	-	-	-	-	-	-	1 10	1	2	-	_
N. seminae	-	10	-	-	-	-	2		1	-	Ŧ	2	-	0	3	1	-	1 2	-	- 1	8		4	-	-	4	-	-	-	4 -	-	-	-	-
N. seminae closed copula	-	*	-	-	-	-			-	-	- 1		-	*	-	-	-				-		-	-	-	-	-	-	-		-	-		-
Nitzschia fossilis	-	2	4	-	-	-	1		-	-	1	-	-	-	2	-	-		-		-		-	-	-	-	-	-	-	- 6	2	-	-	-
Nitzschia heteropolica	-	-	-	-	-	-	-	- 1	-	-	-	-	1	-	-	-	-				-		-	-	-	1	-	-	-		-	-	-	-
Nitzschia jouseae	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-		-		-		-	-	-	-	-	-	-		-	1	-	-
Nitzschia reinholdii	-	*	5	1	-	-	3		1	-	5	5	14	14 1	1	2	8 1	6 21	-	- 15	2 3	3 2	4	2	-	3	*	*	1	3 3	1	1	2	-
Nitzschia sicula	-	*	3	1	-	-	-	2 -	2	1	-	2	1	-	-	-	-		-		-		-	-	-	1	-	-	-		1	-	-	-
Nitzschia spp.	-	-	3	3	2	-	4	1 2	1	-	- 1	3	-	-	-	-	-	1 1	-		-	· ·	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
Odontella spp.	-	-	-	-	-	-	-		2	-	-	-	-	-	-	*	-		-		-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
Opehora spp.	-	-	-	-	4	-	-		-	-	-	-	-	-	-	2	-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	2	-	-
Paralia sulcata	-	2	10	2	2	18	34		26	5	9	2	9	67 2	20	45 1	2 2	22 13	-	- 11	9	*	4	*	-	-	-	-	-	- 23	24	21	6	-
Pinnularia spp.	-	1	-	-	1	1		4 1	*	-	- 1	-	1	-	-	-	2		-		1		-	-	-	*	-	-	-		-	-	-	-
Proboscia alata	-	-	-	4	-	2	1		-	-	2	2	-	-	-	-	-		-		-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
Proboscia barboi	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	*	-	-		-		-		-	-	-	-	-	-	-	2 4	-	2	-	-
Psammodictyon punduriformis	-	-	-	-	-	-	1 3	2 2	1	2	-	-	-	-	-	-	-		-		- 3	- 1	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
Rhaphoneis amphiceros	-	5	6	3	4	3	1	- 1	-	-	-	-	-	-	-	-	4		-		-		1	-	-	-	-	-	-	1 -	-	-	-	-
Rhizosolenia bergonii	-	-	-	-	-	-	-		4	2	-	-	-	-	-	-	2	2 -	-	- 2	-		-	-	-	-	-	-	-	2 -	-	-	-	-
Rhizosolenia hebetata	-	4	-	-	2	-	4	- 4	6	2	-	-	-	-	4	-	2	2 8	-	- 2	- 2	2 -	-	-	-	-	-	-	-	8 -	10	2	-	-
Rhizosolenia praebergonii	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	2	4	2	-	4 4	-		-		-	-	-	-	-	-	-	- 6	2	2	-	-
Rhizosolenia setigera	-	-	2	2	-	2	4	- 6	4	8	-	2	6	2	*	8	6	6 -	2	2 2	-		-	-	-	4	2	-	-	2 2	-	4	-	-
Rhizosolenia styliformis	-	-	-	-	-	2	-		2	-	-	-	2	2	-	-	-		-	- 2	- 2	2 -	-	-	-	-	2	-	-		-	2	-	-
Rhizosolenia spp.	-	-	-	-	-	-	-		2	-	-	2	2	-	-	2	-	2 -			- 2	2 -	-	2	-	-	-	-	-	2 -	-	-	-	-
Rhonalodia spp	-	*	2	-	-	-	-		-	*	-	-	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
Rossiella? sp	-	-	-	2	-	-	-		-	-	-	2	-	-	-	-	-				-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
Staurosirella spp	-	-	-	_	-	4	-	1 *	-	2	-	_	-	-	-	-	_						_	-	-	-	_	-	-		-	-	-	-
Stenhanodiscus spp.	-	-	-	2	-	2	-			-	-	2	2	1	-	-	1	- *					*	-	-		-	-	-		1	-	-	-
Stephanonyxis dimorpha	-	2	-	_	_	-	-		-	-	_		-	2	_	_	2						-	-	_	_	_	-	_		2	-		_
Stephanopyris turris	- I	2	-	1	1	3	1	1 1		-	_	2	1		1	_		5 -		- 2	*		1	1	_	4	*	-	_	3 2	10	-	2	_
Stellarima microtrias		-		¹	ĵ.	-	*	1	-		_	-	÷		1	_					-		÷	2	_	÷	_	-	_			_	~	_
Sunadra spp		2	2	1			-		*	-	_	*			_	_				*	-		1	-	_			-	-		-	-		_
Thalassionema bacillaris		-		1	1	1					-				-	1							<u>.</u>		-		-		-			-		
T frauenfeldii		5	6	7	5	5	3	2 13	15	0	4	6	0	2	7	7	7 1	7 8		- 7	3 /	1	3		_	2	_		-		1	5		_
T. nitzschioides		80	70 1	10	0/ 1	115	63 11		64	128	0/	00	81	12 -	78	60 6	8 6	0 03	1	1 1 1 2	55 13	6	03	2	1	32	5	12	313	6 80	32	45	3	
Thalassionama nobusta	-	14	6	2	1	115	05 11	1	04	120	24	90	01	42 1	0	09 0	10 U 2	19 9 5	1	1 112	1	0	95	2	-11	54	5	12	5113	0 09	52	+5	5	-
Thulassionema robusia	-	14	0	4	1	-	-	· -	-	5	4	-	-	-		-	2				1	-	-	-	-	-	-	-	-	- 1	-	4	-	-
Thadaassosira aniiqua	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-		-		-		-	-	-	-	-	-	-	1 -	-	-	-	_
Thalassiosira convexa	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	2	-	-	-	-	-		-		-		-	-	-	-	-	-	-			-	-	-
Thalassiosira eccentrica	-	-	1	-	-	-	-	- 2	-	-	-	2	-	-	-	-	-				-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
Thalassiosira graviaa	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	_	-	-		-				-	-	-	-	-	-	-	- ~	2	-	-	-
1 naiassiosira ieptopus	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	2	4	-	-	2 1	1 '		-	1 -	-	-	-	4	-	-	-		-	-	-	-
Thatassiosira lineata	-	-	1	-	-	-	-	- *	-	-	-	-	2	-	-	1	-	1 -	-		-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
1 naiassiosira nidulus	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	2	-		1 '			1.	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
1 naiassiosira oestrupii	-	3	5	13	15	8	16 1	+ 12	17	6	22	32	9	14	S	15 2	8 1	4	-	- 5	1	$ ^{2}$	2	-	-	4	-	-	-	- 3	3	-	-	-
Thalassiosira spp.	-	3	8	-	2	2	-	- *	-	-	-	1	1	-	2	2	2	5 1	1 -		-	1 -	4	-	-	2	-	2	-		1	4	-	1
Thatassiothrix lanceolata	-	-	-	-	5	-	1	-1 -	-		- 1	1	-	2	2	-	1	1 -	1 -		-	1 -	1	-	-	5	-	-	-	- 1	-	-	-	-
Thatassiothrix longissima	-	1	1	-	2	1	-		*	2	3	3	-	6	1	1	1	2 1	-		-		*	-	-	1	-	-	-	1 5	2	3	1	-
Trachneis aspera	-	-	-	-	2	-	*	* *	*	*	- 1	-	-	-		*	-	* -	1 -		-	1 -	-	-	-	-	-	-	-		-	*	-	-
Centrales	-	11	6	10	7	-	4 1	가 4	3	4	9	5	5	4	3	5	6	3 3	2	2 2	2 2	4 -	-	2	-	2	-	-	-	6 2	12	15	-	-
Pannates	- 1	- 3	7	- 1	4	2	4	51 11	- 3	7	6	2	- 5	2	6	5	3	3 3	L -	- 1	5	-1 1	7	-	-1	12	1	-	-1	3 1	-	- 11	-	-

Depth (m)	00.88-89.78	20.201-00.201	01.041-00.041	00,202-205,00	00.022-40.042	81.105-21.108	056	21.204-00.201	051	00:000-06:709	F9 209-25 205	055 F01700 (2170)	002	052	90'\$08-00'\$08	000	050	04.1001-48.1001	0011	07.0021-96.0021	0061	£6.0041-00.0041	1420	0051	
Catapsydrax sp.	; •	-						, ,	, ,					1	3	5 '	5	['	· ·	('	+	r '	E '	'	
Globigerina bulloides d'ORBIGNY	54	54	63	50	55	23	25	28	16	26 1	1 3		5	9	0	4	4	Э	1	21	+	4	+	+	
Globigerina falconensis BLOW	12	28	22	6	10	14	29	5	~	-		~	ĉ		_	6	9	2	1	4		7	1		
Globigerina woodi Jenkins	'				,		,			÷	Ĵ					<u> </u>		1	1	-	1	'	1		
Globigerinella calida (PARKER)	ŝ	7		6	,	,		,	2				1		1	'		1	1	1	1	1	1		
Globigerinita glutinata (EGGER)	36	51	62	24	29	67	57	35	52	8	3	7 5	0 21	-	8 24	9	-		1	80	1	5	1	•	
Globigerinita iota (PARKER)	ŝ	•			5	4		-	5										1	1	1	1	1		
Globigerinita uvula (EHRENBERG)	ŝ	6	5	16			4	5		-		<u> </u>			5		ŝ	'	1	1	'	1	1		
Globigerinoides ruber (d'ORBIGNY)	6	22	6	×	6	17	17	6	8	сч со		-	7	4	4	4	9	-	1	ŝ	1	-	+	i.	
Globigerinoides sacculifer (BRADY)		1	1	7	3	5	-		1	-			3			-		1	1	-	+	1	1	•	
Globigerinoides conglobatus (BRADY)	1	1	÷					-		ļ	÷			÷	1	<u> </u>		1	1	1	1	1	1	•	
Globoconella cf. ikebei (MAIYA, SAITO and SATO)	•	•								ļ				į		·		'	'	1	'	'	1	•	
Globoconella inflata (d'ORBIGNY) modern form	2	19	7	12	16	14	15	5	58	8		~	m		14		6	2	1	-	+	1	1		
Globoconella inflata (d'ORBIGNY) transitional form	9	12	ŝ	ŝ	0	Ξ	4	6	5	10			1	2	8	9	-		1	ŝ	1	-	1		
Globoconella puncticulata (DESHAYES)	•	•	•	e		7				_		<u> </u>	°				1	-	1	ε	1	1	+	•	
Globoconella spp.	•	-	,	i.						Ì	į			į		' 	·	1	1	0	1	1	1	i.	
Globorotalia crassaformis (GALLOWAY and WISSLER)	6	12	,	6	12	-	5	4	4	61			-			_		0	1	-	1	1	1	i.	
Globorotalia crassaformis hessi BOLLI and PREMOLI-SILVA	i.	ı.		i.	,	,							-					1	1	1	1	1	1		
Globorotalia scitula (BRADY)	1	-	ł		-	61		-	_						1	'		1	1	1	1	1	1	i.	
Globorotalia tosaensis TAKAYANAGI and SAITO		•	-			-	4			ļ	į			į		<u> </u>		1	'	1	1	'	1	•	
Globorotalia truncatulinoides (d'ORBIGNY)		•								-								1	1	1	1	1	1	•	
Globorotalia tunida (BRADY)	•	•			2		-		_		į				-	-		1	1	-	1	1	1	1	
Globorotalia ungulata BERMUDEZ	1	•	•		-	-				į						<u>'</u>			1	1	1	1	1		
Globorotalia viola BLOW		1								-						'		1	1	-	'	1	1		
Globorotalia spp.	1	,		÷		-				Ì						<u> </u>		1	1	1	1	1	1		
Globorotaloides spp.	•	7	•	,	.	.	.	e				- -			'	'	'	1	'	'	ľ	'	ľ '		
Globoturborotalita decoraperta (TAKAYANAGI and SAITO)	1					,	,				7	-+	'	į		'		1	1	1	'	-	1		
Globoturborotalita obliquus BOLLI													-			61		-	'	1	'	'	1		
Globoturborotalita rubescens HOFKER													6					-	1	1	'	1	1		
Globoturborotalita tenella (PARKER)	1	4	16	6	2	-	_					_	-			5	-	1	1	1	1	1	1		
Menardella menardii (PARKER, JONES and BRADY)	•	-														'	ľ	'	1	'	ľ	•	•	•	
Neogloboquadrina asanoi (MAIYA, SAITO and SATO)	1									÷	į			į		<u>'</u>		-	1	0	+	1	1		
Neogloboquadrina cf. asanoi (MAIYA, SAITO and SATO)	1		÷							÷		_		į	4	<u> </u>		1	1	5	1	1	1		
Neogloboquadrina conglomerata (SCHWAGER)	6	9	•		3		-			ļ								1	1	1	1		1	•	
Neogloboquadrina dutertrei (d'ORBIGNY)	3	15		11	22	2	12	6	4	7			2			'			1	1		1	1		
Neogloboquadrina humerosa (TAKAYANAGI and SAITO)	1	•	-															'	1	1	'	1	1	•	
Neogloboquadrina incompta (CIFELLI)	84	187	121	163	60	45	56	74	36	28 1	4	6	4	-	1 20	21	8	'	1	10	+	2	1	•	
Neogloboquadrina inglei KUCERA and KENNETT	•	•			-	2				ļ	÷					<u> </u>			1	<u> </u>		1	1	•	
Neogloboquadrina cf. inglei KUCERA and KENNETT	•	•	ŀ							Ì	į			į	1	<u>'</u>	1	1	1	1	1	1	1	ł	
Neogloboquadrina kagaensis (MAIYA, SAITO and SATO)	•	1	•									_			5	'	1	1	1	3	1	1	1	•	
Neogloboquadrina pachyderma (EHRENBERG) dextral	2	ŝ	0	-	7		17	4	28	6		10	3(0 5	4	ŝ	21	4	1	-	1	1	1	•	
Neogloboquadrina pachyderma (EHRENBERG) sinistral	79	6	4	ŝ	0	5	_	13	20	_			-			<u> </u>		1	1	ę	1	-	1	•	
Pulleniatina obliquiloculata (PARKER and JONES) dextral	i.	1	7		œ	,	4		5							' 	'	'	1	1	'	-	1	•	
Pulleniatina obliquiloculata (PARKER and JONES) sinistral	1	•			-					ļ						-		'	1	1	'	1	1	•	
Sphaeroidinella dehiscens (PARKER and JONES)		•							,			-	6		1	1	1	1	1	1	+	1	1		
Turborotalita quinqueloba (NATLAND)	47	168	5	15	60	18	30	8	Ξ	8		10 41	1	m	5	1	3	2	1	7	1	1	1		
総個体数	348	602	318	333	333	240	284	201	248	83	4	96 15	9 15	20	68	59	6	24	0	16(10	18	5	-	
岩石乾燥重量1gあたり個体数	139.2	240.8	127.2	435.2	133.2	24.0	26.8	0.2	9.6	6.6 8.	4 33	2 6.	4 3.6	9 6	5.4.5	5	4.2	3 1.2	0.0	32.(3.6	1	•	
R & Mour Cood Cood Moderate Boor Mour Boor)	SV V	δV	ΩΛ	NG	ΔN	ΝG	Ċ	c	Ċ	0	2				2	2		M	Σ	2	Д	4	Σ	Σ	

5. 考察

5.1 蓮沼観測井の微化石年代

本研究により得られた石灰質ナンノ化石、珪藻、浮游 性有孔虫の生層準に基づき, 堆積速度曲線を作成した (図 6). なお,基準となる古地磁気極性年代尺度には Cande and Kent (1995) (以下, CK95) を採用し、それ以 外の年代尺度を基準とした生層準年代は CK95 を基準と した値に換算して用いた.石灰質ナンノ化石の生層準は 佐藤ほか(1999)から引用した. 珪藻化石の生層準は Yanagisawa and Akiba(1998), および Barron (1985)を用 いた. 浮遊性有孔虫の生層準については、以下の文献を 参照した, G. inflata (modern form)の FO および N. asanoi の LO については、東北日本三陸沖の深海掘削データを 用いた (Motoyama et al., 2004). StoD Pulleniatina spp. に ついては、Oda (1977)によって房総半島上総層群で認識 された生層準の年代を、古地磁気層序(新妻, 1976) に 基づいて算出した. G. tosaensis の LO は Berggren et al. (1995), G. obliquus の LO は Gradstein et al. (2004)から 引用した.

これら微化石3者の生層準には互いに大きな矛盾は無いが、石灰質ナンノ化石のD. surculusのLOについては、

他の生層準から示唆される位置よりもおよそ 200m 上位 に認識されている. D. surculus は先述の通り散点的な産 出であり,深度 1,530m の試料より下位では比較的連続 して産出するものの,それより上位では深度 1,300m の 試料で 1 個体が産出したのみである. もし深度 1,530m を LO と仮定すると他の生層準とほぼ矛盾が無くなるた め,深度 1,300m の産出は再堆積によるものである可能 性が指摘される. また,珪藻の F. doliolus の FO も他の 生層準から示唆される位置より 200m 以上上位に認定さ れたが,これは先述の通りコア試料のみから厳密に FO を認定したため,見かけの FO が上位に移動した可能性 がある.本種はカッティングス試料も含めると深度 1,150m の試料から産出しており,もしこの試料を FO と すると,浮遊性有孔虫や石灰質ナンノ化石の生層準と矛 盾しない.

得られた堆積速度曲線によると、全体を通じて数 10~100cm/千年以上の大きな堆積速度であったことが分かる. その中でも、1.6Ma 前後より下位の層準は 120cm/千年前 後の大きな堆積速度を示している.一方、それより上位 の層準では、相対的に堆積速度が低下する傾向が認めら れる(10~40cm/千年).もし A. oculatus の LO および



図6 蓮沼観測井周辺の堆積速度曲線. 岩相の凡例は図3に示した.

Fig. 6 Sediment accumulation rate curve of the Hasunuma observation well based on microbiostratigraphy. The lithologic legend is same as in Fig. 3. G. obliquus の LO が信頼できると仮定すると, 1.0~ 1.6Ma の区間に数 cm/千年程度のきわめて小さな堆積速 度が推定されるが (図6中に点線で示した), この両者の 生層準は産出頻度が低いために見かけの LO が下位に移 動している可能性が高く, 詳細については不明である.

以上を総合すると, 蓮沼観測井の B 層は鮮新世中期から更新世中期に対比される.

5.2 周辺地域との対比

これまで実施されたボーリング調査の結果により, 蓮 沼周辺を含む房総半島中央部〜北部の地下には, 海成鮮 新統〜更新統の上総層群および中新統〜鮮新統の安房層 群が広く分布していることが明らかにされている(林ほ か, 2004 など). 蓮沼観測井で詳細な年代が決定された B層について, 上総層群および安房層群との対比を試み た. 上総層群および安房層群については, 佐藤 高山 (1988)や蟹江ほか(1991)等によって石灰質ナンノ化石層 序の結果がまとめられている. また, 浮遊性有孔虫生層 序については Oda (1977), 尾田(1979)によって検討され ており,これらの結果と対比した.

連沼観測井で認められた石灰質ナンノ化石生層準の うち, C. macintyreiのLOは上総層群黄和田層中部の鍵 層 Kd25 付近に, G. parallelaのFOは大田代層最上部付 近に, R. asanoiのLOは梅ヶ瀬層上部に認められている (佐藤 高山, 1988). 浮遊性有孔虫の生層準について は, N. asanoiのLOが大原層に, PulleniatinaのStoDが 黄和田層の鍵層Kd38直下に認められている(尾田, 1979). 上総層群の下限の年代については,下位の安房層群安野 層でR. pseudoumbilicus やR. minutula var. B (Kameo and Takayama, 1999), D. tamalis といった上総層群で産出しな い種が認められていることを考慮すると, 2.78Ma よりも 新しい事は確実である(関根ほか, 2004)が,詳細は不 明である.

以上の上総層群および安房層群の年代情報に基づき, 蓮沼観測井との対比図を作成した(図7). 蓮沼観測井の





B層は、ほぼ上総層群の全体に対比できる. その中でも、 塊状シルト岩から構成される上半部の B1 層は黄和田層 より上位の層準に、砂岩泥岩互層から主に構成される B2~B4層は大原層よりも下位の層準にほぼ対比される. ただし、B4 層は石灰質ナンノ化石の生層準として D. tamalis と R. ampla のLOを含んでおり、これらの生 層準から示唆される年代が上総層群の下限近傍であるた め、安房層群最上部に相当する層準を含む可能性も否定 できない.しかし、検層や岩相分布に基づく限り B 層中 に明瞭な不整合は認められなかったため、現時点では B4 層を上総層群最下部に対比しておく.

蓮沼観測井の B1 層は上総層群の黄和田層より上位の 地層に対比されるが、地層の厚さに着目すると、模式地 における黄和田層から上総層群上限までの厚さに比べて 500m 前後薄くなっている.これは、模式地では大田代 層より上位の地層が主に砂岩泥岩互層により構成されて おり、頻繁に砂岩からなるイベント堆積物を挟むのに対 し、蓮沼観測井では塊状シルト岩から構成されており、

ほとんど砂岩を挟まない事に対応している可能性がある. 房総半島中央部で実施された堆積相解析によると、上総 層群上部では堆積シーケンスが北東方向に前進する累重 様式を示しており(Ito, 1992),模式地との岩相および層 厚の違いは堆積物の給源から相対的に遠かったためであ る可能性が考えられる.

5.3 先新第三系の帰属

蓮沼観測井より得られた C 層の硬砂岩(深度 1,584-1,661m)は、2.5g/cm2 前後の密度と5.5km/s 前後の P 波速度を示し、先新第三系基盤岩類と考えられる.C 層の深度 1,600.1m から得られた硬砂岩の研磨面写真を図8に示す、薄片観察の結果、この硬砂岩は角ばった石英、長石粒子から主に構成され、少量の黒色頁岩片を含んでおり、基質に乏しく、石英 長石質アレナイトに相当する.

本観測井の近傍に位置する蓮沼 TR-1 孔井では,カッ ティングス分析により基盤岩類としてグレイワッケが得 られ,秩父帯に対比されている(福田ほか,1974).ま た,これまでに報告されている関東平野地下の基盤岩類 の分布を見ると,九十九里浜周辺の孔井では秩父帯に対 比されている砂岩が多くの地点で得られている(林ほか, 2006).以上の事から,本観測井で得られた硬砂岩も秩父 帯に属する可能性が高いと考えられるが,詳細について は今後の課題である.

6. まとめ

房総半島北東部,千葉県山武市蓮沼の九十九里浜低地 において,深度 1,661m の中深層地震観測井(蓮沼観測 井)が掘削された.得られた岩石試料の観察結果および 各種物理検層結果によると,本観測井の孔井地質は,未 固結の粗粒砂からなる A層(深度 0-30m),軟質なシルト 岩および砂岩シルト岩互層から主に構成される B 層 (30-1,584m),および硬質な中粒砂岩からなる C 層 (1,584-1,661m)の3層に大きく区分される.このうち,



- 図8 蓮沼観測井の深度 1,600.1m より得られた硬砂岩 の研磨面写真. スケールは 10mm.
- **Fig.8** Photograph of the sandstone obtained from 1,600.1m in depth of the Hasunuma observation well. Scale bar = 10mm.

B 層のコアおよびカッティングス試料からは石灰質ナン ノ化石, 珪藻化石および浮遊性有孔虫化石が豊富に産出 し, 認識された生層準から鮮新世中期~更新世中期に対 比された. A 層は周辺地形との対比から完新世の浜堤堆 積物に相当すると考えられる. B 層は房総半島に広く分 布する上総層群にほぼ相当する. C 層は先新第三系に相 当し,その中でも秩父帯に帰属する可能性が指摘される.

謝辞

蓮沼観測井の掘削においては、地元自治体をはじめ関 係諸機関にご協力をいただいた.財団法人地震予知総合 研究振興会の山本 明氏には,掘削計画全般にわたって多 大なるご支援をいただいた.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教授 平田 直)の大深度ボー リング調査の一部として行われた.

参考文献

- 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, in Init. Rep. Deep Sea Drilling Project, edited by Kagami, H., Karig, D.E., Coulbourn, W.T., *et al.*, **87**, 393-480, U.S. Govt. Printing Office, Washington D.C.
- Barron, J.A. (1985): Miocene to Holocene planktic diatoms, in Plankton Stratigraphy, edited by Bolli, H.M.,

Saunders, J.B. and Peach-Nielsen, K., Cambridge University Press, 763-809.

- Berggren, W.A., Hilgen, F.J., Langereis, C.G., Kent, D.V., Obradovich, J.D., Raffi, I., Raymo, M.E., and Shackleton, N.J. (1995): Late Neogene chronology: New perspectives in high-resolution stratigraphy. Geological Society of America Bulletin, 107, 1272-1287.
- Blow, W.H. (1969): Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy, in Proc. First International Conference on Planktonic Microfossils (Geneva, 1967). E. J. Brill, Leiden, edited by Broennimann, P. and Renz, H.H., 1, 199-421.
- Cande, S.C. and Kent, D.V. (1995): A new geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. Journal of Geophysical Research, 97, 13917-13951.
- 6)福田理 高橋博 大八木規夫 鈴木宏芳 (1974): 坑 井地質にみる関東平野の基盤. 地質ニュース, No. 234, 8-17.
- Gradstein, F., Ogg, J. and Smith, A. (2004): A Geologic Time Scale. Cambridge University Press, 589p.
- Hayashi, H., Morishita, C., and Oda, M. (2003): Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Japan trench, ODP Leg 186, in Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, edited by . Suyehiro, K., et al., 186 (online), 1-26.
- 外広樹 高橋雅紀 笠原敬司 (2004):関東平野の地下における新第三系の分布.石油技術協会誌, 69, 574-586,
- 10)林広樹 笠原敬司 木村尚紀 (2006):関東平野の地 下に分布する先新第三系基盤岩類. 地質学雑誌, 112, 2-13.
- Ito, M. (1992): High-frequency depositional sequences of the upper part of the Kazusa Group, a middle Pleistocene forearc basin fill in Boso Peninsula, Japan. Sedimentary Geology, 76, 155-175.
- 12) Kameo, K. and Takayama, T. (1999): Biostratigraphic significance of sequential size variations of the calcareous nannofossil genus *Reticulofenestra* in the Upper Pliocene of the North Atlantic. Marine Micropaleontology, **37**, 41-52.
- 13) 蟹江康光 岡田尚武 笹原由紀 田中浩紀 (1991): 三 浦 房総半島新第三紀三浦層群の石灰質ナノ化石年 代および対比. 地質学雑誌, 97, 135-155.
- 14) 河井興三 (1961): 南関東ガス田についての鉱床地 質学的研究. 石油技術協会誌, 26, 1-55.

- Matoba, Y. (1967): Younger Cenozoic foraminiferal assemblages from the Choshi district, Chiba prefecture. Science Reports of the Tohoku University, Second Series (Geology), 38, 221-263.
- 16) Motoyama, I., Niitsuma, N., Maruyama, T., Hayashi, H., Kamikuri, S., Shiono, M., Kanamatsu, T., Morishita, C., Aoki, K., Hagino, K., Nishi, H., and Oda, M. (2004): A Middle Miocene to Pleistocene magnetobiostratigraphy of ODP Sites 1150 and 1151, northwest Pacific: sedimentation rate and updated regional geologic time scale. The Island Arc, **13**, 289-305.
- 17) 新妻信明 (1976): 房総半島における古地磁気層位学. 地質学雑誌, 82, 163-181.
- 18) Oda, M. (1977): Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the late Cenozoic sedimentary sequence, central Japan. Science Reports of the Tohoku University, Second Series (Geology), 48, 1-172.
- 19) 尾田太良(1979):10 房総半島-東部-.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本 資料, 24-27.
- Okada, H. and Bukry, D. (1980): Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). Marine Micropaleontology, 5, 321-325.
- 21) 佐藤時幸 亀尾浩司 三田勲 (1999):石灰質ナンノ 化石による後期新生代地質年代の決定精度とテフラ 層序.地球科学, 53, 265-274.
- 22) 佐藤時幸 高山俊明 (1988): 石灰質ナンノプランク トンによる第四系化石帯区分. 地質学論集, No. 30, 205-217.
- 23)関根智之 新藤亮太 亀尾浩司 本山功 (2004):石 灰質ナンノ化石および放散虫化石に基づく三浦層群 清澄層と安野層の地質時代.日本地質学会第111年 学術大会講演要旨,191.
- 24) 石油公団(2000): 平成10年度国内石油天然ガス基礎調査.海上基礎物理探査「房総沖浅海域」調査報告書.
- 25) 鈴木宏芳 (2002): 関東平野の地下地質構造. 防災科 学技術研究所研究報告, No. 63, 1-19.
- 26) Yanagisawa, Y. and Akiba, F. (1998): Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. J. Geol. Soc. Japan, 104, 395-414. (原稿受理: 2008年10月2日)

要 旨

関東平野北東部,千葉県山武市蓮沼において,深度1,661mの中深層観測井が掘削された.ボーリング孔では 50-200m 間隔で合計 15 層準からスポットコアを採取した.また,孔内物理検層から地震波速度や密度といった岩石物性を現位置で測定した.コアやカッティングス試料の岩相および微化石分析結果から総合的に判断すると,本観測井の地質は完新統の浜堤堆積物(深度 0-30m),鮮新統〜更新統の上総層群相当層(深度 30-1,584m)および先新第三系基盤岩類(1,584m 以深)に区分される.

キーワード: 生層序, 孔井地質, 房総半島, 千葉県, 蓮沼観測井