表 7	波崎観測井	から産出	した珪藻化石
-----	-------	------	--------

Hazaki (diatom)								
Diatom zones (geologic age)	? (Qu	atlat	e Plioc	ene)	? (middle Miocene)			
Depth (m)	46	46 100 200 300				550	600	750
Preservation	і Р	Р	Р	Р	D	D	D	D
Abundance	R	R	R	R	PD	PD	PD	PD
Actinocyclus curvatulus Janisch	1	-	-	-	-	-	-	<u> </u>
A. ingens f. ingens (Rattray) Whiting et Schrader	+	+	1	2	-	-	-	+
A. ingens f. nodus (Baldauf) Whiting et Schrader	-	-	-	1	-	-	-	+
A. octonarius Ehrenberg	1	-	2	1	-	-	-	-
Actinoptychus senarius (Ehrenberg) Ehrenberg	+	4	4	-	-	-	-	+
Adoneis pacifica Andrews	2	2	-	-	-	-	-	-
Aulacoseira spp.	1	6	8	1	-	-	-	-
Azpeitia neocrenulata (Van Landingham) Fryxell et Watkins	-	-	-	1	-	-	-	-
Cavitatus jouseanus (Sheshukova) Williams	+	-	-	-	-	-	-	-
C. lanceolatus Akiba et Hiramatsu	-	-	-	+	-	-	-	-
Cocconeis scutellum Ehrenberg	2	-	-	-	-	-	-	-
Coscinodiscus marginatus Ehrenberg	+	2	2	2	+	-	-	-
C. spp.	3	-	-	-	-	-	-	-
Cyclotella striata (Kützing) Grunow	16	29	1	3	-	-	-	-
C. spp.	-	-	1	-	-	-	-	-
Delphineis surirella (Ehrenberg) Andrews	1	-	-	-	-	-	-	-
Denticulopsis hyalina (Schrader) Simonsen	+	-	-	+	-	-	-	-
D. ichikawae Yanagisawa et Akiba	-	-	-	+	-	-	-	-
D. lauta (Bailey) Simonsen	+	2	1	-	-	-	-	-
D. simonsenii Yanagisawa et Akiba	+	-	1	-	-	-	-	-
Diploneis bombus Ehrenberg	-	-	3	-	-	-	-	-
D. smithii (Brébisson) Cleve	3	-	2	1	-	-	-	-
Neodenticula koizumii Akiba et Yanagisawa	+	-	-	-	-	-	-	-
N. seminae (Simonsen et Kayana) Akiba et Yanagisawa	-	+	-	-	-	-	-	
Nitzschia fossilis (Frenguelli) Kanaya et Koizumi	-	-	-	1	-	-	-	-
N. marina Grunow in Cleve et Grunow	1	+	1	1	-	-	-	-
N. reinholdii Kanaya ex Barron et Baldauf	-	+	4	S	-	-	-	-
Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve	8	15	18	4	+	-	-	+
Proboscia barboi (Brun) Jordan et Priddle	+	I	-	-	-	-	-	<u> </u>
P. interposita (Hajos) Jordan et Priddle		-	-	-	-	-	-	+
Pseudoeunotia doliolus (Wallich) Grunow		+	+	-	-	-	-	-
Rhizosolenia nebetata I. niemalis Gran	-	-	1	-	-	-	-	-
R. styliformis Brightwell	-	-	1	- 1	-	-	-	+
Stephanoauscus sp.	2		- 1	14	-	-	-	
The Jassien on a have been a sillering (Heiden) Kelbe		5	9	14	т	-	т	т
Thatassionema bacultaris (fieldell) Kolbe		-	-	-	-	-	-	-
T nitosakiensis (Kanaya) Scinader	30	21	30	40	-	т	-	+
Thalassiosing brunii Akiba et Vanagisawa	<u></u>	21	50	40				
T convera Muchina	<u> </u>	1						
T iousege Akiba		1						
T oestrunii (Ostenfeld) Proshkina-Labrenko	1	3	2	3	_	-		_
$T_{\rm control of the second s$	17	8	7	5	-	-	-	_
Thalassiothrix longissima Cleve et Grunow	l	+	+	_	_	+	-	_
Total number of valves counted	100	100	100	86	-	-	-	
Resting spore of Chastocaros	19	68	21	20	Ŧ	+		+
Results spore of Chueloceros	1 40	00	51	57			-	r.

P: poor, D: dissolved, R: rare, PD: poor diatoms, +: present.

Hazaki (Nannofossil)	Depth (m)	100	200	300	750	800	850	900	924	930
Preservation	• • • •	G	G	G	М	Μ	Р	Μ	Р	Μ
Abundance		Α	Α	Α	R	R	R	F	VR	F
Calcidiscus leptoporus (Murray and Blackman) Loeblich	and Tappan	+	+	+						
Cyclicargolithus floridanus (Roth and Hay) Bukry					+	+	+	+	+	+
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller		+	+	+	+	+	+	+		
Discoaster deflandrei Bramlette and Wilcoxon						+		+		+
Discoaster sp.									+	
Emiliania huxleyi (Lohmann) Hay and Mohler		+								
Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux and Hay		+	+	+						
G. oceanica Kamptner		+	+	+						
G. parallela Hay and Beaudry		+	+							
Gephyrocapsa spp. (small size)		+	+	+						
Helicosphaera carteri (Wallich) Kamptner		+	+	+		+				
Pseudoemiliania lacunosa (Kamptner) Gartner			+	+						
Reticulofenestra minutula (Gartner) Haq and Berggren										
R. producta (Kamptner) Wei and Thierstein					+	+		+		+
R. pseudoumbilicus (Gartner) Gartner					+	+	+	+		
Reticulofenestra sp.					+					+
Sphenolithus hetermorphus Deflandre					+	+	+	+		
S. moriformis (Bronnimann and Stradner) Bramlette and	Wilcoxon				+	+				+
Nannofossil zones	CN	15	14a	14a	4-3	4-3	4-3	4-3	5-	5-
Remarks								3?		_

表 8 波崎観測井から産出した石灰質ナンノ化石



5.0 µm

写真1 波崎観測井から産出した石灰質ナンノ化石の光学顕微鏡写真(クロスニコル) 1,2: Sphenolithus hetermorphus Deflandre, 3: Cyclicargolithus floridanus (Roth and Hay) Bukry, 4: Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller, 5: Discoaster deflandrei Bramlette and Wilcoxon, 6: Pseudoemiliania lacunosa (Kamptner) Gartner, 7: Gephyrocapsa oceanica Kamptner, 8: Gephyrocapsa parallela Hay and Beaudry, 9: Emiliania huxleyi (Lohmann) Hay and Mohler

f) 波崎観測井の地質年代調査

本坑井は茨城県南東部の神栖市(旧鹿島郡波崎町)で掘削された。今回堆積層の年代を明らかにするため、珪藻及び石灰質ナンノ化石分析を行った(表 7, 8, 写真 1)。

深度 300m 以浅からは更新世の年代を示す指標種が、また深度 750m 以深の試料からは 中期〜前期中新世の年代を示す指標種が産出した(図 10)。ただし、深度 500-700m の試 料からは年代を特定できる微化石は検出されなかった。

深度 300m 以浅と深度 750m 以深の区間の年代の隔たりは大きく、深度 300m と 750m の間に時間間隙を持つ不整合があると推定される。残念ながら深度 500-700m の区間の年代は不明であるが、本坑井の岩相変化を検討すると、深度 390-430m に顕著な礫岩が発達しているので、ここではこの礫岩を不整合の基底礫岩と考え、深度 430m に不整合が存在すると解釈する。この不整合は庭谷不整合と黒滝不整合が重複しているものである。

以上から、本坑井の堆積層(最上部は除く)は、下位より富岡層群相当層(深度 930-430m) と上総層群相当層(深度 430-46m)に区分される。



図10波崎観測井の微化石層序



図 11 大洋温泉井の微化石層序

Taiyo-onsen (Nannofossil)	Depth (m)	140	190	240	290	340	390	440
Nanno zones	CN	14a	14a	14a	13	13	12cd	12b
Abundance		С	С	Α	F	F	F	F
Preservation		Μ	Μ	Μ	Μ	Μ	Μ	Р
Calcidiscus leptoporus (Murray & Blackman) Lo	eblich & Tappan	1	2	1	1	4	3	2
Calcidiscus macintyrei (Bukry & Bramlette) Loe	blich & Tappan	-	-	-	1	1	1	2
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller (>13 μ)	-	-	-	-	1	-	-
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller (12-13 µ	ι)	-	-	1	-	-	-	-
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller (11-11.9	θμ)	1	1	2	-	-	1	-
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller (10-10.9	(μ)	1	1	-	-	-	-	1
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller (9-9.9 μ	.)	-	-	-	1	-	1	-
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller (8-8.9 μ	.)	-	-	1	-	1	-	1
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller (7-7.9 μ	.)	-	-	-	-	-	1	-
<u>Coccolithus pelagicus</u> (Wallich) Schiller (6-6.9 μ	.)	-	-	-	1	-	-	-
Coccollinus pelagicus (Wallich) Schlief (Irag.)		1	2	-	-	-	-	-
Distussessites antausticus. Usa		1	-	-	-	-	-	1
Dictyococciles antarclicus Haq		1	-	-	-	-	-	1
Dictyococcites productus (Kamptner) Backman		13	3	-	23	9	3	4
Dictyococcites sp -B(Small:2-4)		15	1	1	<u></u> 6	- 5	6	
Dictyococcites sp $C(V \text{ Small}: 1.5-2 \mu)$		-	-	-	-	1	3	â
Dictyococcites spr. e(v.sman.r.e 2 m)		-	_	-	-	-	-	-
Discoaster asymmetricus Gartner		-	-	-	-	-	1	-
Discoaster brouweri Tan Sin Hok		-	-	-	-	-	- Î	2
Discoaster surculus Martini & Bramlette		-	-	-	-	-	-	1
Discoaster spp.		-	-	-	-	-	-	1
Discolithina japonica (Takayama) Nishida		-	-	1	-	1	-	1
Gephyrocapsa aperta Kamptner		3	4	3	-	2	5	1
Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay (medium:5-5.9 μ)	4	5	3	-	7	2	-
Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay (nedium:4-4.9 μ)	47	55	17	11	32	7	2
Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay (medium:3-3.9 μ)	61	25	25	7	21	13	3
Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay (medium:2.5-2.9 μ)	8	5	17	1	15	2	2
Gephyrocapsa oceanica Kamptner (medium:5-5.	9µ)	2	3	1	-	3	1	1
Gephyrocapsa oceanica Kamptner (medium:4-4.	9μ)	4	8	3	-	22	1	2
Gephyrocapsa oceanica Kamptner (medium:3-3.	(9μ)	5	1	2	-	15	1	2
Gephyrocapsa oceanica Kamptner (medium:2.5-	2.9μ)	-	-	2	-	-	1	-
<i>Gephyrocapsa</i> ci. <i>parallela</i> Hay & Beaudry		1	2	-	-	- 1	-	1
Gephyrocapsa snuosa Hay & Beaudry		19	23	68	26	20	17	18
Helicosphaera carteri (Wallich) Kamptper		10	$\frac{23}{2}$	$\frac{00}{2}$	20	20	1/	10
Helicosphaera of hvaling Gaarder		-	2	1	-	-	-	1
Helicosphaera wallichii (Lohmann) Boudreaux &	7 Hav	1	_	2	_	1	1	1
Helicosphaera spp	e may	1	1	-	-	-	-	-
Neosphaera coccolithomorpha Lecal-Schlauder		-	_	-	-	-	-	1
Pseudoemiliania lacunosa (Kamptner) Gartner		5	18	9	29	16	21	39
Reticulofenestra asanoi Sato & Takayama (>7 µ)	-	-	-	-	1	1	-
Reticulofenestra asanoi Sato & Takayama (6.1-6	(2μ)	1	1	-	-	-	-	-
Reticulofenestra asanoi Sato & Takayama (6.0 µ)	-	3	-	1	1	-	1
Reticulofenestra asanoi Sato & Takayama (<5.9)	u)	-	1	1	1	-	-	2
Reticulofenestra doronicoides (Black & Barnes)	Pujos[round]	1	2	-	29	3	25	20
Reticulofenestra doronicoides (Black & Barnes)	Pujos[elliptical]	-	-	-	13	1	16	29
Reticulofenestra cf. minuta Roth		-	5	1	18	2	15	8
Reticulofenestra minutula (Gartner) Haq & Berg	gren	-	1	2	20	3	18	15
Reticulofenestra pseudoumbilicus (Gartner) Gart	her $(6-9\mu)$	1	-	-	-	-	1	2
Reticulofenestra pseudoumbilicus (Gart.) Gartner	$(\text{small}:<5\mu)$	-	-	-	-	-	3	1
Reticulofenestra spp.	44. 0 W/:1	1	1	-	6	3	/	9
Sphenolithus moriformis (Bron. & Strad.) Bramie	ente & whicoxon	1	-	-	-	- 1	- 1	-
<i>Syracosphaera puichra</i> Lonmann	andan	1	-	1	-	1	1	1
Umbilicosphaera spp	a1u01	-	-	-		-	-	-
Elliptical placolith		15	27	23	15	19	25	23
Total number of specimens		204	$\frac{1}{210}$	205	$\frac{10}{210}$	213	207	215
Florisphaera profunda Okada & Honio			26	15	-	27	32	13
Florisphaera profunda elongata Okada & McInt	vre	-	-	_	-	-	-	_

表9 大洋温泉井から産出した石灰質ナンノ化石

A: abundant, C: common, F: few, M: moderate, P: poor.

g) 大洋温泉井の地質年代調査

本坑井は茨城県東部の鉾田市(旧行方郡大洋村)で掘削された温泉井である(図1)。今回堆積層の年代を明らかにするため、石灰質ナンノ化石を分析した(表9)。その結果、深度440m以浅から鮮新世〜更新世の年代を示す指標種が産出した(図11)。深度440m以

浅は、大洋観測井との対比から上総層群に対比される。また、深度 480-530m に発達する 礫岩は上総層群の基底礫岩である可能性が高く、この礫岩の基底(深度 530m)に不整合 が存在すると考えられる。それ以深の頁岩砂岩互層は、年代を示すデータは得られていな いが、大洋観測井との対比から中期中新世の富岡層群に対比するのが妥当である。以上か ら、本坑井の堆積層(最上部は除く)は、下位より富岡層群相当層(深度 1000-530m)と 上総層群相当層(深度 530-40m)に区分される。

Kasumigaura (Nannofossil)	Depth (m)	388	426
Nanno zones	CN	13	13
Abundance	011	F	F
Preservation		P	Ŵ
Calcidiscus leptoporus (Murray & Black	man) Loeblich & Tappan	3	2
Calcidiscus macintyrei (Bukry & Bramle	tte) Loeblich & Tappan	_	2
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller	$(10-10.9\mu)$	-	2
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller	$(9-9.9 \mu)$	-	1
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller	$(8-8.9\mu)$	1	1
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller	$(6-6.9\mu)$	1	2
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller	(frag.)	_	3
Dictvococcites productus (Kamptner) Ba	ckman	24	33
Dictvococcites spB(Small:2-4)		5	13
Dictvococcites spC(V.Small:1.5-2 μ)		2	1
Dictvococcites spp.		-	2
Discolithina japonica (Takayama) Nishic	la	1	-
Gephvrocapsa aperta Kamptner		2	-
Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux a	& Hay (medium: 4-4.9 μ)	4	6
Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux &	& Hay (medium: $3-3.9 \mu$)	13	2
Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux	& Hay (medium: $2.5 - 2.9 \mu$)	-	1
Gephyrocapsa sinuosa Hay & Beaudry		1	-
Gephyrocapsa spp. (small: $<2.5 \mu$)		15	16
Helicosphaera carteri (Wallich) Kamptn	er	1	2
Helicosphaera sellii Bukry & Bramlette		1	-
Helicosphaera wallichii (Lohmann) Bou	ireaux & Hay	-	1
Helicosphaera spp.	5	3	-
Pontosphaera discopora Schiller		-	-
Pseudoemiliania lacunosa (Kamptner) G	artner	11	3
Reticulofenestra asanoi Sato & Takavam	$a(6.0\mu)$	1	-
Reticulofenestra doronicoides (Black & I	Barnes) Pujos [round]	35	57
Reticulofenestra doronicoides (Black & I	Barnes) Pujos [elliptical]	21	4
Reticulofenestra cf. minuta Roth	, <u>, , , , , , , , , , , , , , , , , , </u>	9	13
Reticulofenestra minutula (Gartner) Haq	& Berggren	18	17
Reticulofenestra pseudoumbilicus (Gart.)	Gartner (small: $<5 \mu$)	-	1
Reticulofenestra spp.		3	6
Elliptical placolith		30	20
Total number of specimens		205	211
Florisphaera profunda Okada & Honjo		-	-
Florisphaera profunda elongata Okada &	z McIntyre	-	-
Coccosphere	-	-	-
F: few. M: moderate, P: poor.			

表 10 霞ヶ浦観測井から産出した石灰質ナンノ化石

h) 霞ヶ浦観測井の地質年代調査

本坑井は茨城県かすみがうら市(旧霞ヶ浦町)に掘削された観測井である(図1)。本年 度の調査では深度440m以浅の堆積層の年代を明らかにするため、深度338mと426mの 試料について石灰質ナンノ化石分析を行った(表10)。その結果、更新世の年代(CN13 帯?)を示す群集が産出し(図12)、この坑井の堆積層がほぼ上総層群に対比されること が判明した。



図 12 霞ヶ浦観測井の微化石層序

i) 勝浦東観測井の地質年代調査

本坑井は千葉県勝浦市で掘削された観測井である(図1,13)。今回深度491m以深の8 個のコア試料について石灰質ナンノ化石分析を行った(表11)。その結果、深度491.5m から566.5mの試料からはCN12帯、深度802m、804m、813mの試料からはCN11b帯 に対比される石灰質ナンノ化石が産出した。年代からみて、深度491.5mから566.5mの 試料は上総層群に、深度802m、804m、813mの試料は安房層群に属すると判断される。



Katsuura-higashi (Nannofossil)	Depth (m)	491.5	492	550	561	566.5	802	804	813
Nanno zones	CN	12	12	12	12	12	11b	11b	11b
Abundance		С	F	F	F	F	С	С	С
Preservation		Р	Μ	VP	Р	Р	P	VP	VP
Calcidiscus leptoporus (Murray & Black	man) Loeblich & Tappan	-	3	-	2	1	1	3	2
Calcidiscus macintyrei (Bukry & Bramle	tte) Loeblich & Tappan	-	2	1	1	3	-	-	1
Ceratolithus cristatus Kamptner	· · ·	-	-	-	-	-	1	-	-
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller	$(>13\mu)$	-	-	-	-	-	1	-	-
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller	$(12-13\mu)$	-	1	-	-	-	-	-	-
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller	$(11-11.9\mu)$	1	1	-	-	1	-	-	1
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller	$(10-10.9\mu)$	1	1	1	1	1	-	-	1
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller	$(9-9.9 \mu)$	-	-	-	-	-	1	1	1
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller	$(8-8.9\mu)$	-	1	1	1	1	_	-	-
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller	(7-7.9 µ)	-	-	-	-	-	-	-	-
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller	(frag.)	-	-	-	-	-	-	-	1
Coccolithus streckerii Takavama & Sato		-	1	-	-	-	-	-	-
Dictvococcites antarcticus Hag		1	1	1	-	1	4	3	4
Dictvococcites perplexus Burns		-	-	-	1	-	9	5	3
Dictvococcites productus (Kamptner) Ba	ckman	5	13	3	1	2	27	12	18
Dictvococcites spB(Small:2-4)		9	24	4	6	6	22	19	29
Dictvococcites spC(V.Small:1.5-2 μ)		5	6	-	2	2	3	12	12
Dictvococcites spp.(v.small:<1.5 μ)		1	-	-	-	-	1	3	1
Dictvococcites spp.		2	-	-	2	-	3	_	2
Discoaster adamanteus Bramlette & Wile	coxon	-	-	_	-	-	1	1	1
Discoaster asymmetricus Gartner		-	-	-	-	-	1	2	-
Discoaster brouweri Tan Sin Hok		1	1	-	_	1	1	1	-
Discoaster challengeri Bramlette & Ried	el	-	-	-	-	-	1	1	-
Discoaster deflandrei Bramlette & Riede	1	-	-	-	-	-	_	1	-
Discoaster pentaradiatus Tan Sin Hok		-	-	_	-	-	1	î	_
Discoaster surculus Martini & Bramlette		-	-	-	-	-	2	1	1
Discoaster variabilis Martini & Bramlett	e	-	-	-	-	-	$\overline{2}$	î	-
Discoaster snn	-	2	3	-	-	4	3	4	3
Discloithing discopora Schiller		1	-	_	-	-	-	_	-
Discolithing ignonica (Takayama) Nishic	la	-	1	-	-	-	-	-	-
Discolithing multipora (Kamptner & Def	landre) Martini	-	Î	-	1	-	-	-	-
Genhvrocansa aperta Kamptner		-	2	-	-	-	-	-	-
Genhyrocansa sinuosa Hay & Beaudry		-	1	-	-	-	-	-	-
Genhyrocansa snn (small: $<2.5 \mu$)		-	8	_	-	-	-	6	-
Genhyrocansa aff spn (small: $<2.5 \mu$)		1	-	_	_	-	_	-	5
Helicosphaera carteri (Wallich) Kamptu	er	-	1	-	-	1	-	1	-
Pseudoemiliania lacunosa (Kamptner) G	artner	6	23	22	17	20	_	-	-
aff <i>Pseudoemiliania lacunosa</i> (Kamptner) G	r) Gartner	-	-		-	-	1	1	1
Reticulofonestra ampla Sato Kameo & T	akayama	3	2	7	14	11	0	12	16
Reticulofenestra doronicoides (Black & I	akayama Barnes) Puios [round]	57	$\frac{2}{70}$	89	73	83	27	17	21
Reticulofenestra doronicoides (Black & I	Barnes) Puios [elliptical]	61	32	48	63	58	29	$\frac{1}{21}$	17
Reticulofanastra galida (Geitzenquer) Ba	$ckman(6.0 \mu)$	1	52		-	- 50	1	5	3
Reticulofonestra minuta Roth	$(0^{-j}\mu)$	8	Q	7	8	3	5	21	19
Reticulofonestra minutula (Gartner) Hag	& Berggren	17	5	21	35	9	7	23	22
Reticulofenestra nsaudoumbilicus (Gartner	er) Gartner $(6-9 \mu)$	1	-	-	-	_	23	18	11
Reliculofenestra pseudoumbilicus (Garti)	Gartner (small:<5 μ)	6	1				6	$\frac{10}{2}$	3
Reliculojenestra pseudoumotticus (Gall.)	Garmer (sman. $\sim 5 \mu$)	15	1	-	2	-		2 5	2
<i>Subau alithug abiag</i> Daflandra		15	1	-	3	0		3	2
Sphenolithug app		-	-	-	-	-	+	2	2
Sphenoullius spp.		-	-	-	-	-	1	2	2
<i>Syracosphaera puicnra</i> Lonmann	1	-	-	-	-	-	1	-	1
Total number of engeines)]	-	-	-	-	-	-	200	200
Florisphagera profunda, Olrado & Haria		203	213	203	251	214	203	209	208
Florisphaera profunda Okada & Honjo	MaIntura	0	9	29	<i>33</i>	20	15	1/	23 1
<i>Fiorisphaera projunda elongata</i> OKada & Coccosphere	c wielintyre	1	-	1	2 1	3	-	-	1
Coccospilere		1	-	-	1	-		-	-

表 11 勝浦東観測井から産出した石灰質ナンノ化石

C: common, F: few, M: moderate, P: poor, VP: very poor.

j) 東松山温泉井の地質年代調査

本坑井は埼玉県東松山市で掘削された温泉井である(図1)。今回堆積層の年代を明らか にするため、珪藻化石の分析を行った(表12)。

深度 110m の試料からは NPD 5B 帯の珪藻化石が産出した。この試料は年代から安房層 群に対比される(図 14)。一方、深度 300m からは NPD 4A 帯、深度 480m と 590m の試 料からは NPD 3B 帯の珪藻化石が検出された。これらの試料は富岡層群に対比できる。

衣12 凩仏山@氷井かり厓山しに珪凜1	東松山温泉井から産出	した珪藻化石
---------------------	------------	--------

Higashimatsuyama (diatom)				
Diatom zones (NPD)	5B	4A	3B	3B
Depth (m)	110	300	480	590
Preservation	M	Р	Μ	G
Abundance	R	R	R	Α
Actinocyclus ellipticus Grunow	-	-	-	+
A. ingens f. ingens (Rattray) Whiting et Schrader	3	14	1	2
A. ingens f. planus Whiting et Schrader	-	1	-	3
Actinoptychus senarius (Ehrenberg) Ehrenberg	1	-	1	3
Aulacoseira spp.	-	2	3	+
Azpeitia endoi (Kanaya) Sims et Fryxell	-	-	1	+
A. vetustissima (Pantocsek) Sims	-	-	-	+
Cavitatus jouseanus (Sheshukova) Williams	-	+	+	1
C. miocenicus (Schrader) Akiba et Yanagisawa	-	1	1	1
Cocconeis costata Gregory	-	1	-	-
Coscinodiscus marginatus Ehrenberg	4	14	14	-
C. <i>perforatus</i> Ehrenberg	-	2	-	-
Delphineis miocenica (Schrader) Andrews	-	-	1	2
Denticula norwegica Schrader	-	-	-	+
Denticulopsis lauta (Bailey) Simonsen	-	1	-	-
D. praedimorpha var. praedimorpha	1	-	-	-
(Closed copula)	1	-	-	-
D. praelauta Akiba et Koizumi	-	-	1	1
D. simonsenii Yanagisawa et Akiba	6	-	-	-
D. vulgaris (Okuno) Yanagisawa et Akiba	1	-	-	-
S-type girdle view of D. simonsenii	4	-	-	-
<i>Eucampia</i> sp. A (= <i>Hemiaulus polymorphus</i>)	-	-	-	1
Grammatophora spp.	+	+	-	1
Hyalodiscus obsoletus Sheshukova	1	-	-	-
Kisseleviella carina Sheshukova	-	1	-	-
Koizumia adaroi (Azpeitia) Yanagisawa	+	-	-	-
Mediaria splendida Sheshukova	-	+	+	+
Melosira sol (Ehrenberg) Kützing	2	-	-	-
Nitzschia challengeri Schrader	-	-	+	+
N. heteropolica Schrader	+	-	-	-
Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve	13	6	1	1
Raphidodiscus marylandicus Christian	-	-	-	1
Stellarima microtrias (Ehrenberg) Hasle et Sims	-	2	2	2
Stephanopyxis spp.	3	30	8	2
Thalassionema hirosakiensis (Kanaya) Schrader	1	-	-	-
T. cf. hirosakiensis (Kanaya) Schrader	-	1	-	1
T. nitzschioides (Grunow) H. et M. Peragallo	58	22	42	73
T. obtusa (Grunow) Andrews	-	+	+	3
Thalassiosira cf. brunii Akiba et Yanagisawa	1	-	-	-
T. <i>leptopus</i> (Grunow) Hasle et Fryxell	-	2	1	1
Thalassiothrix longissima Cleve et Grunow	+	-	-	-
Trochosira spinosa Kitton	-	-	-	1
Total number of valves counted	100	100	77	100
Resting spore of <i>Chaetoceros</i>	18	27	3	8

G: good, M: moderate, P: poor, A: abundant, R: rare.

以上の珪藻化石データと坑井の岩相から、本坑井の堆積層は下位より富岡層群相当層(深度 770-180m)、安房層群相当層(深度 180-80m)及び上総層群相当層(深度 80m 以浅)に 区分できる。庭谷不整合は深度 180m に、黒滝不整合は深度 80m 付近のあるものと見られる。

地表の層序(高橋・柳沢,2004)との対比では、深度770-180m(富岡層群相当層)は比 企丘陵の小園層・荒川層・市ノ川層に、深度180-80m(安房層群相当層)は岩殿丘陵の神 戸層・根岸層・将軍沢層にそれぞれ対比できる。また、深度80以浅(上総層群相当層)は 岩相から岩殿丘陵の物見山層に対比可能である。



3) シリカの続成作用と坑井における物性変化の関係

泥ないし泥岩中に含まれる珪藻や放散虫化石の殻からなる生物源シリカ(SiO₂・nH₂O) は、非晶質シリカであり、「オパール-A」と呼ばれる状態にある(図15)。しかし、この状 態は常温でも不安定で、堆積物が埋没してゆく過程で温度・圧力が上昇し、「オパール-CT」 という状態を経て、最終的には鉱物学的に安定な「石英(水晶)」へと変化してゆく(Kano, 1979など)。



図15 シリカの続成作用と密度の変化. Kano (1979)の図から作成.
縦軸は続成作用の程度を示す. Am:非晶質シリカ, Qz: 石英,
*はクリストバライト101結晶面の面間隔(d(101))を示す.

こうした変化は、軟らかい堆積物が硬い岩石へと変化してゆく作用(続成作用)の一部 である。シリカの続成作用では、結晶状態が変化する際に物性が不連続に変化することが 知られている。とくに、オパール-Aからオパール-CTに変化する際には、泥岩の密度や音 波速度(P波速度)が不連続に増加する(図15)。したがって、シリカの続成作用は平野地 下の速度構造モデルを構築する際に考慮に入れなければならない重要な要因となる。しか し、これまで関東平野を含む堆積平野の速度構造モデルの研究においては、続成作用の効 果はほとんど考慮されてこなかった。





図 17 府中観測井における珪藻化石産出下限層準と泥質部の物性の関係

オパール-Aからオパール-CTへの変化は、珪藻化石の溶解を伴うため、この反応が起こ る深度以深では珪藻化石は溶解して産出しない。つまり、珪藻化石が産出する最も深い深 度(産出下限層準)は、オパール-Aからオパール-CTへの変化層準にほぼ一致する。した がって、珪藻化石分析を行うことによって、オパール-Aからオパール-CTの変化層準を特 定することができる。ただし、厳密にはエックス線回折分析で確かめる必要がある。

今年度の微化石分析の結果、下総・府中・江東観測井では、珪藻化石の産出下限層準が 明瞭に特定されたので、この層準を音波速度と密度の検層結果と比較した(図16, 17, 18)。 ただし、音波速度と密度のデータは泥質部の値のみを抽出している。



図 18 江東観測井における珪藻化石産出下限層準と泥質部の物性の関係

下総及び府中観測井では、珪藻化石の産出下限層準付近に粗粒物質が挟まれているので、 厳密な対応関係をつけることはできないものの、珪藻化石の産出下限層準を挟んで、音波 速度と密度が不連続に変化している(図 16, 17)。一方、江東観測井では、深度 1,670-1,675m の試料と 1,700-1,705mの試料との間に珪藻化石の産出下限が見られ、この層準は音波速度 が約 2.5km/secから 2.7km/secへと不連続に増加する層準に一致する(図 18)。また密度も同 様にここで約 2.0g/cm³から約 2.1g/cm³以上へと増加する。しかし、この層準では岩相には とくに変化がない。したがって、この物性の不連続な物性変化は岩相変化によるものでは なく、シリカの続成作用の結果である可能性が高いと解釈できる。

以上のように、それぞれのコアにおいて、珪藻化石の産出下限層準が音波速度と密度の 不連続な増加にほぼ一致することが確認された。したがって、これらの坑井においては、 シリカの続成作用によりオパール-Aがオパール-CTに変化することによって、音波速度と 密度が不連続に増加していると考えられる。

今年度の調査では、シリカの続成作用に伴う物性変化が関東平野においても存在する可 能性が高いことが初めて明らかにされた。続成作用による物性境界は各種物理探査におい ても検知されると予想されるので、今後関東平野を含む堆積平野の速度構造モデルを構築 するには、続成作用の効果を考慮する必要がある。

(c) 結論ならびに今後の課題

今年度の調査では下記に示すように、関東平野の地下構造モデル作成に資する重要な成 果を得ることができた。

1) 今年度千葉県で掘削された蓮沼観測井の試料について地質年代調査を進めた。

2) 関東の既に掘削された 10 本の大深度ボーリングについて、珪藻と石灰質ナンノ化石 による地質年代調査を実施し、正確な年代層序を明らかにすることができた。

3) 珪藻化石の産出の下限が、坑井における P 波速度及び密度の不連続な変化層準に一致 していることを示し、シリカの続成作用が物性変化に大きな影響を与えていることを明ら かにした。

今後、蓮沼観測井については微化石年代調査をさらに進め、詳しい地質年代層序を明ら かにする必要がある。また、今年度の調査によって、続成作用が地下の堆積層の物性変化 に大きな影響を及ぼしていることがはじめて明らかになったので、今後関東平野を含む堆 積平野の速度構造モデルを構築するために続成作用の効果を更に詳しく検討してゆくこと が必要である。

(d) 引用文献

- Barron, J. A.: Miocene to Holocene planktic diatoms, *In* Bolli, H. M., Saunders, J. B. and Perch-Nielsen, K. eds., Plankton Stratigraphy, Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp.763-809, 1985.
- Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisher, C. C., III, and Aubry, M. -P.: 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, Vol.54, pp.129-212, 1995.
- Blow, W. H.: Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Brönnimann, P. and Renz, H.R., eds., Proc. 1st Internat. Conf. Planktonic Microfossils, Geneva, 1967, Vol.1, pp.199-422, 1969.
- 4) Cande, S.C. and Kent, D.V.: A new geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. Jour. Geophy. Res., Vol.97, pp.13917-13951, 1995.

- 5) Gradstein, F., Ogg, J. and Smith, A. eds., A Geologic Time Scale, Cambridge Univ. Press, 589pp., 2004.
- 6) 林 広樹・堀内誠示・高橋雅紀・笠原敬司:関東平野地下に分布する新第三系の層序と 対比,石油技術協会誌, Vol.69, pp.402-416, 2004a.
- 7)林 広樹・高橋雅紀・笠原敬司: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,Vol.69, pp.574-586, 2004b.
- 8)林 広樹・笠原敬司・木村尚紀・川中 卓・太田陽一:茨城県大洋村におけるバイブロ サイス反射法探査—棚倉構造線南方延長に関連して—,地震, Vol.58, pp. 29-40, 2005.
- 9) Kano, K.: Deposition and diagenesis of siliceous sediments of the Onnagawa Formation, Science Reports of the Tohoku University, 3rd Series, Vol.14, pp.135-189, 1979.
- Oda, M.: Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the late Cenozoic sedimentary sequence, central Japan, Science Reports of the Tohoku University, 2nd Series (Geology), Vol.48, pp.1-172, 1977.
- Okada, H. and Bukry, D.: Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). Marine Micropaleontology, Vol.5, pp.321-325, 1980.
- 佐藤時幸・亀尾浩司・三田 勤: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, Vol.53, pp.265-274, 1999.
- 13) 里口保文: 房総半島を年代軸とした鮮新統〜下部更新統の広域火山灰層序, 月刊地球, Vol.28, pp.49-55, 2006.
- 14) 関根智之・新藤亮太・亀尾浩司・本山 功: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,日本地質学会大111年学術大会講演要旨, 191,2004.
- 15) 鈴木宏芳: 江東深層地殻観測井の地質と首都圏地域の地質構造, 防災科学技術研究所 研究報告, No.56, pp.77-123, 1996.
- 16) 鈴木宏芳: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, pp.1-19, 2002.
- 17) 鈴木宏芳・池田隆司・御子柴正・木下繁夫・佐藤春夫・高橋 博:関東・東海地域に おける孔井検層資料集,防災科学技術研究資料, No.65, pp.1-45, 1981.
- 18) 鈴木宏芳・小村健太郎:関東地域の孔井データ資料集,防災科学技術研究所研究資料, No.191, pp.1-79, 1999.
- 19) 鈴木宏芳・堀内誠示:関東平野の深層観測井地質試料のナンノ化石分析,防災科学技術研究所研究資料, No.225, pp.1-71, 2002.
- 20) 鈴木宏芳・高橋 博:府中深層地殻活動観測井の作井と地質,国立防災科学技術セン ター研究速報,No.64, pp.1-83, 1985.
- 21) 鈴木宏芳・高橋 博・福田 理:下総深層地殻活動観測井の作井と坑井地質,国立防 災科学技術センター研究速報, No.48, pp.1-61, 1983.
- 22) 高橋 博・福田 理・鈴木宏芳・田中耕平:岩槻深層地殻活動観測井の作井と坑井地

質,国立防災科学技術センター研究速報,No.47, pp.1-113, 1983.

- 23) 高橋雅紀: "N.8 層"と"post N.8 層"に二分された関東地域の新第三系—庭谷不整合の テクトニクス—. シンポジウム「関東地方の地質—最新成果と今後の課題—」論文集, pp.11-14, 2003.
- 24) 高橋雅紀・林 広樹・笠原敬司・井川 猛・川中 卓・須田茂幸:関東平野下に伏在 する中新世ハーフグラーベン群—地表地質から見た地下地質構造の新たな視点—,防 災科学研究所研究報告, no.67, pp.13-28, 2005.
- 25) 高橋雅紀・柳沢幸夫:埼玉県比企丘陵に分布する中新統の層序—複合年代層序に基づ く岩相層序の総括,地質学雑誌, Vol.110, pp.290-308, 2004.
- 26) 高木秀雄・鈴木宏芳・高橋雅紀・濱本拓志・林 広樹:関東平野岩槻観測井の基盤岩 類の帰属と中央構造線の位置,地質学雑誌, Vol.112, pp.53-64, 2006.
- 27) Yanagisawa, Y., and Akiba, F.: Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons, Journal of Geological Society of Japan, Vol.104, pp.395-414, 1998.
- 28) Watanabe, M. and Yanagisawa, Y.: Refined Early to Middle Miocene diatom biostratigraphy for the middle- to high-latitude North Pacific. The Island Arc, Vol.14, pp.91-101, 2005.
- 29) 柳沢幸夫・高橋友啓・長橋良隆・吉田武義・黒川勝己:福島県太平洋岸に分布する鮮 新統大年寺層のテフラ層—その 1. 年代層序—. 地質調査研究報告, Vol.54, pp.351-364, 2003.

(e)	成果の論文発表	•	口頭発表等
$\langle \circ \rangle$			

著者	題名	発表先	発表年月日
Takahashi,M.,	Subsurface half-grabens	Abstract of 2nd Intern.	平成 17 年
Yanagisawa,Y.,	in the Kanto Plain,	Workshop, Strong Ground	10 月
Kasahara, K.,	central Japan and its	Motion Prediction and	
Sekiguchi, H.	effect for long-period	Earthquake Tectonics in	
and Hayashi,	strong motion	Urban Areas	
Н.			
高橋雅紀	日本海拡大時の東北日本弧	地 質 学 雑 誌 , Vol.112,	平成 18 年
	と西南日本弧の境界	pp.14-32.	1月
高橋雅紀,	関東平野西縁の反射法地震	地質学雑誌, Vol.112,	平成 18 年
林 広樹,	探査記録の地質学的解釈—	pp.33-52.	1月
笠原敬司,	とくに吉見変成岩の露出と		
木村尚紀	利根川構造線の西方延長		
高木秀雄,	関東平野岩槻観測井の基盤	地質学雑誌, Vol.112,	平成 18 年
鈴木宏芳,	岩類の帰属と中央構造線の	pp.53-64.	1月
高橋雅紀,	位置		
濱本拓志,			
林 広樹			

高木秀雄,	松伏 SK-1 坑井基盤岩試料	地 質 学 雑 誌 , Vol.112,	平成 18 年
高橋雅紀	からみた関東平野の中央構	pp.65 ⁻ 71.	1月
	造線		

(f)特許出願,ソフトウエア開発,仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウエア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成17年度業務計画案

関東平野東部において掘削される大深度ボーリング試料について、微化石分析と年代測 定を行い、掘削到達深度における地層の精密年代を明らかにする。本プロジェクトにより 収集された既存のボーリングコア試料と周辺に露出する地層についても、年代層序学的検 討を総合的に行い、平野における堆積盆構造モデル構築に資するデータを最終的に総括す る。