

富山県灘浦地域の中新統姿層の珪藻化石層序の再検討

渡辺 真人¹

Mahito Watanabe (2002) Revised diatom biostratigraphy of the Miocene Sugata Formation in the Nadaura area, Toyama Prefecture, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol.53(9/10), p645-655, 5figs, 2tables.

Abstract: Diatom biostratigraphy is revised for the Sugata Formation (Miocene) in the Nadaura area, Toyama Prefecture, central Japan. The Sugata Formation is mainly composed of diatomaceous mudstone, containing diatom fossils throughout the formation. *Crucidentricula nicobarica* Zone (NPD 5A), *Denticulopsis praedimorpha* Zone (NPD 5B) and *Thalassiosira yabei* Zone (NPD 5C) are identified with diatom biohorizons of Yanagisawa and Akiba (1998) including D 51, D 52, D 53 and D 55 in the Sugata Formation. *C. nicobarica* occurs 10 to 20 percent of total assemblage in most of the samples from the upper part of NPD 5A to the lower part of NPD 5B, and decreases rapidly to less than 1 percent between the biohorizon D51 (first occurrence of *Denticulopsis praedimorpha* var. *minor*; 12.9 Ma) and D 52 (last occurrence of *C. nicobarica*; 12.7-12.8 Ma). The sediment accumulation rate curve of the Sugata Formation suggests that a hiatus exists between the diatomaceous mudstone and the glauconite Sandstone in the uppermost part of the Sugata Formation.

Keywords: Miocene, diatom biostratigraphy, diatomaceous mud, hiatus, Himi, Nadaura, Toyama, central Japan

要 旨

富山県氷見市灘浦地域の中新統姿層の珪藻化石層序を再検討し、高分解能の珪藻化石層序を確立した。姿層中には *Crucidentricula nicobarica* 帯 (NPD 5A), *Denticulopsis praedimorpha* 帯 (NPD 5B) と *Thalassiosira yabei* 帯 (NPD 5C) が認められ、Yanagisawa and Akiba (1998) による生層準 D 51, D 52, D 53 および D 55 が認められた。姿層の *C. nicobarica* 帯 (NPD 5A) から *D. praedimorpha* 帯 (NPD 5B) 下部にかけて、*C. nicobarica* が 10-20% 産出するが、生層準 D 51 (first occurrence of *Denticulopsis praedimorpha* var. *minor*; 12.9 Ma) と D 52 (last occurrence of *C. nicobarica*; 12.7-12.8 Ma) の間の2層で、産出頻度が1%以下と大きく低下することが判明した。姿層の堆積速度曲線を作成した結果、姿層最上部の珪藻質泥岩と大境海緑石砂岩層の間に、時間間隙があることが推定された。

1. はじめに

富山県氷見市北部の灘浦地域に分布する新第三系は、各種微化石を豊富に産出するため、日本の微化石層序の基準セクションの一つとしてくりかえし研究対象となり、グローバルな微化石層序の進歩に大きく貢献してきた(池辺、

1949; 千地, 1960; 中世古ほか, 1972; 小泉, 1979; 秋葉, 1979; Hasegawa, 1979; 両角・石垣, 1981; 菅野, 1982; 佐藤, 1983; 高山ほか, 1988など)。このうち、珪藻化石層序に関しては、中世古ほか(1972)、小泉(1979)、秋葉(1979)および渡辺(1990)により検討がなされた。さらに最近、鮮新統に関しては渡辺(2002)により、珪藻化石層序、石灰質微化石層序、火山灰層序および古地磁気層序が統合され年代層序の高精度化が行われた。しかし、中新統に関しては、高精度の珪藻化石層序はまだ十分には解明されていない。灘浦地域は日本の微化石層序の基準セクションの一つであり、本地域の珪藻化石層序を最新の区分(Yanagisawa and Akiba, 1998)に基づき更新しておくことは日本海側の中新統の対比や地史の解明のために重要であると考えられる。そこでこの研究では本地域の中新統姿層の珪藻化石層序を再検討した。

2. 層序, 試料および方法

2.1 地質概説

灘浦海岸地域の新第三系は、下位から、谷口層、中波層、姿層および藪田層に区分され、南東に傾斜する同斜構造をなして分布している(第1図)(長谷川・小林, 1986)。

谷口層は基盤の花崗岩類を不整合に覆う砂岩泥岩互層からなる地層で、植物化石や大型有孔虫化石、石灰質ナンノ化石などを産出する。佐藤(1983)は今回の調査した灘

¹地球科学情報研究部門複合年代層序研究グループ(Integrated Bio-and Chronostratigraphy Group, Institute of Geoscience, GSJ)

浦海岸セクションの南西約7-8kmに位置する阿尾川セクションで本層の石灰質ナノ化石層序を検討し、Okada and Budry (1980) のCN 3 / CN 4帯境界を本層上部に認めている。

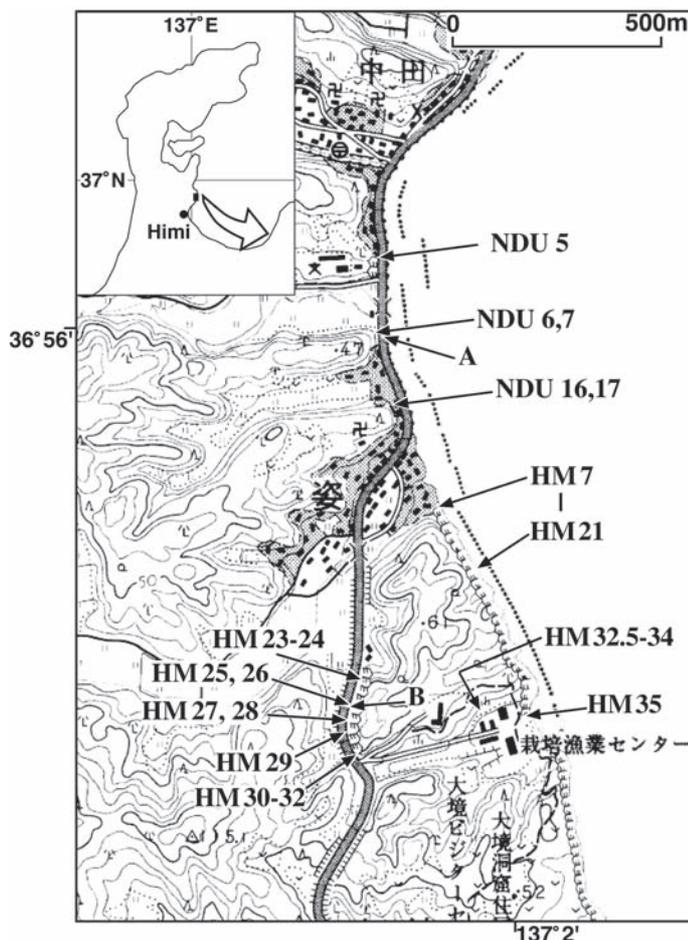
中波層は硬質泥岩を主体とする地層で、最上部に軽石質凝灰岩からなる中田凝灰岩層を挟在する。中波層中部は*Praeorbulina sicana*を含むが*Orbulina spp.* を含まない浮遊性有孔虫化石群集を産出し(中世古ほか, 1972), Blow(1969)のN. 8帯に相当する。また、中波層最上部は*Denticulopsis lauta* 帯(NPD 4A)に相当する(中世古他, 1972; 小泉, 1979; 秋葉, 1979; ただし、前二者はこの層準を姿層に含めている)。

姿層は珪藻質泥岩からなり、最下部と最上部に海緑石砂岩層が発達する。姿層下部は*Globorotalia miozea*や*Globorotalia scitula gigantea*などを含む浮遊性有孔虫群集を産出し(中世古ほか, 1972), Blow(1969)のN. 10に相当する。前述の阿尾川セクションでは姿層の最下部に石灰質ナノ化石層序のOkada and Budry (1980) のCN 4 / CN 5a境界が認められている(佐藤, 1983)。姿層の珪藻化石層序は最初に中世古ほか(1972)により明らかにされ、その後小泉(1979), 秋葉(1979), 渡辺(1990)などにより検討された。中世古ほか(1972)および小泉(1979)は姿層

Age		Formation	
Pliocene		Yabuta Formation	calcareous sandy siltstone, fine-grained sandstone
Miocene	Late		
	Middle	Sugata Formation	diatomaceous mudstone, glauconite, tuff
	Early	Nakanami Formation	mudstone, tuff
		Taniguchi Formation	alternation of sandstone and siltstone, conglomerate

第1図 灘浦地域の新第三系の層序(長谷川・小林, 1986)

Fig. 1 Stratigraphy of the Neogene in the Nadaura area (after Hasegawa and Kobayashi, 1986).

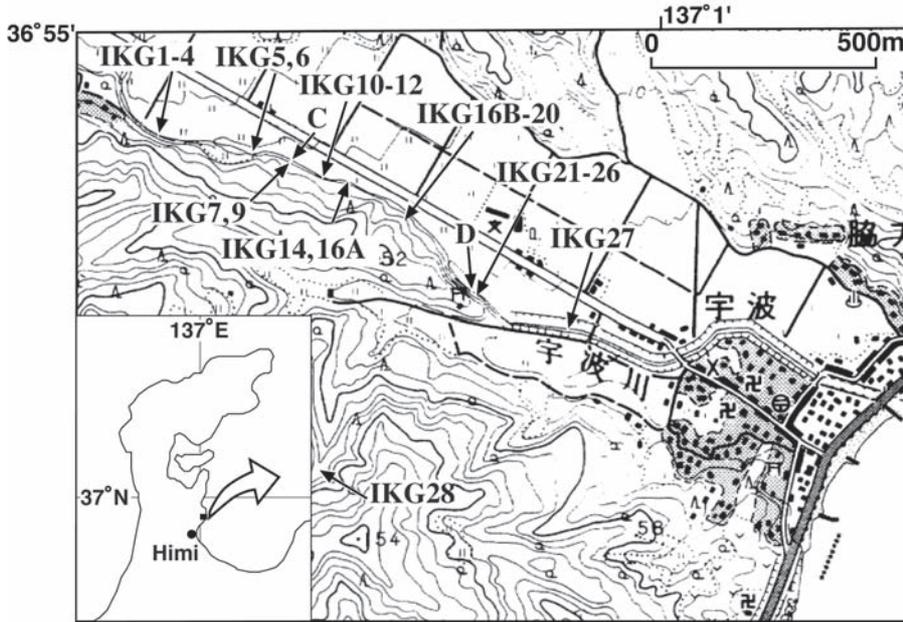


第2図

灘浦海岸セクションの試料採取位置図。国土地理院発行2万5千分1地形図「虻が島」を使用A, Bは第4図に示した凝灰岩層の露頭位置。

Fig. 2

Locations of the samples in the Nadaura Coast section. Topographic map "Abugashima" at 1:25000 in scale by Geographical Survey Institute of Japan. Locations of tuff beds shown in Fig. 4 are also plotted as A and B.



第3図
宇波セクションの試料採取位置図。国土地理院発行2万5千分1地形図「氷見」を使用。C, Dは第4図に示した凝灰岩層の露頭位置。

Fig. 3
Locations of the samples in the Unami section. Topographic map "Himi" at 1:25000 in scale by Geographical Survey Institute of Japan. Locations of tuff beds shown in Fig. 4 are also plotted as C and D.

を *D. lauta* - *Denticulopsis hustedii* 帯とした。その後秋葉(1979)は本層中に *D. praedimorpha* の初出現を認め、本層を *C. nicobarica* 帯 (NPD 5A) と *D. praedimorpha* 帯 (NPD 5B) に区分した。さらに、渡辺(1990)により、姿層最上部の珪藻質泥岩中に *Thalassiosira yabei* 帯 (NPD5C) が、藪田層との境界の直下にある海緑石砂岩層中に *Denticulopsis dimorpha* 帯 (NPD 5D) が認められることが明らかとなった。また、中波層と姿層の間では、*Denticulopsis hyalina* 帯 (NPD 5B) が欠如しており(秋葉, 1979)、そこには海緑石砂岩層が挟在する(長谷川・小林, 1986)。また、*D. dimorpha* 帯 (NPD 5D) にあたる姿層最上部の海緑石砂岩層と、上位の藪田層との間には *Denticulopsis katayamae* 帯 (NPD 6A) から *Rouxia californica* 帯 (NPD7 A) までの化石珪藻帯が欠如している(渡辺, 1990)。

藪田層は石灰質砂質シルト岩を主体として火山灰層を挟在し、軟体動物化石と各種の微化石を産出する上部鮮新統である(長谷川・小林, 1979; 渡辺, 2002)。

2.2 調査セクションの岩相

本研究では、灘浦海岸の国道160号線沿いと海食崖の露頭(灘浦海岸セクション; 第2図)、および宇波地域(宇波セクション; 第3図)の2セクションで姿層から試料を採取し、珪藻化石層序を検討した。今回の研究の対象は珪藻質泥岩からなる姿層主部のみで、姿層の最上部と最下部にある海緑石砂岩層については対象としていない。

両セクションの姿層は塊状珪藻質泥岩からなり、石灰質ノジュール、凝灰岩層を挟在する(第4図)。石灰質ノジュールは両セクションに認められ、灘浦海岸セクションでは姿層中部に厚さ数10cmの円盤状のノジュールが1層準になら

ぶ。一方宇波セクションでも姿層中部に厚さ10-20cm程度の円盤状のノジュールが約2m隔てて2層準に並んでいる。両セクションの姿層中には他に石灰質ノジュールを挟在する層準はなく、両セクションにおける石灰質ノジュールの挟在層準はほぼ同層準であると考えられる。この対比は後述の珪藻化石層序による対比と一致する。

姿層中の凝灰岩層の柱状図を第4図に示した。両セクションにおける最上位の凝灰岩層(第4図のBとD)は、岩層と層厚が類似し、同一の凝灰岩層であると考えられる。これは、後述の珪藻化石層序による対比とも整合的である。

2.3 試料と方法

本研究で取り扱った試料は、灘浦海岸セクションのNDU5-17およびHM7-35の33試料と、宇波セクションのIKG1-28の26試料の59試料である。HM7-35については、Akiba(1986)のunprocessed strewn slideの方法で、それ以外の試料は小泉・谷村(1978)に従い処理した。各試料につき100個の珪藻殻を同定・算定し、さらに400-1000個の珪藻殻を観察して珪藻化石層序上重要な種の有無を確認した。珪藻化石帯はYanagisawa and Akiba(1998)に従う。また、以下の略号を本文中で使用する。FO(first occurrence), LO(last occurrence), LCO(last common occurrence), AC(acme)。

3. 結果

両セクションの姿層からは保存良好な珪藻化石が全ての試料から産出する(第1, 2表)。全層準を通じて *Thalassionema nitzschioides* が多産するとともに、*Denticulopsis* 属の各種が比較的多産する。また、姿層の

第1表 灘浦海岸セクションの珪藻化石産出表. *: present.

Table 1 Occurrence chart of diatoms in the Nadaura coast section. *: present.

	NPD 5A				NPD5B													NPD5C																	
					D 51				D 52				D 53					D 55																	
	NDU5	NDU6	NDU7	NDU16	NDU17	HM7	HM8	HM9	HM11	HM-12	HM13	HM14	HM15	HM-6	HM17	HM18	HM19	HM20	HM21	HM23	HM23.5	HM24	HM25	HM26	HM27	HM28	HM29	HM30	HM31	HM32	HM32.5	HM33.5	HM35		
<i>Actinocyclus ellipticus</i> Grunow	*																																		
<i>A. ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattrae) Whiting et Schrader	1	1	*	*		11	7	4	5	6	12	6	4	5	2	4	1	9	6	1		3	1	3		1	1	*	1	*	1	2			
<i>A. ingens</i> f. <i>planus</i> Whiting et Schrader	2	1	1	2		6	4	2	5	5	8	3	3		2	1	2	3	7	12	*		4	6	1	1	1	*				1	2		
<i>A. octoarius</i> Ehrenberg	*	1		1									*																						
<i>Actinocyclus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	2	2	1	3		11	4	2	1	2	1	2	4	5	1		4	3	3	5	2		2	3	8	7	5	3				2	2	1	
<i>Asteromphalus</i> spp.																																		1	
<i>Aulacoseira</i> spp.																							2					*				*			
<i>Azeptia endoi</i> (Kanaya) Sims et Fryxell		1	*	*									1	*			*											*	*	*	*	3	2	*	
<i>A. nodulifera</i> (Schmidt) Fryxell et Sims																												*	*	*	*	*	1		
<i>A. vetustissima</i> (Pantocsek) Sims								11		*		*						6	2			10	1	*	1	1		*			1	15	3		
<i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) Williams	3	1	5	1		3	4	1	*	*	*	1	*	*	2	1	2	4	5	1		1	*	1	1		1	*	*	*	*	4			
<i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa									2	*	1	1					*																		
<i>Cestodiscus</i> spp.																				1		2					2								
<i>Cocconeis costata</i> Gregory									2				*																						
<i>C. scutellum</i> Ehrenberg					*			*			*																								
<i>C. spp.</i>										1	*																1								
<i>Coscinodiscus marginatu</i> Ehrenberg					3	9	13	2	9	3	3	1	8	11	3	3	2	3	2	4			1	2	2	2	2	3				*	*	*	
<i>C. radiatus</i> Ehrenberg		*	*																																
<i>Crucidentacula nicobarica</i> (Grunow) Akiba et Yanagisawa	14	3	21	19	15	1	18	11	1		9	24	24	12																					
<i>C. punctata</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa									*		*						1																		
<i>Delphineis</i> spp.		1																																	
<i>Denticulopsis crassa</i> Yanagisawa et Akiba						*		2	*	3	2	*	2		1	1						*		1	*										
<i>D. crassa</i> copula								1	*	*																									
<i>D. praedimorpha</i> var. <i>minor</i> Yanagisawa et Akiba						*	*	*	5	*	2	5	1		4	3	4	7	2	3	5	4	4	11	7	3	9	*	1						
<i>D. praedimorpha</i> var. <i>minor</i> copulae						1	*	5	*	1	*	2			2	5	5	3	1	4	6	2	1	5	5	2	4	*							
<i>D. praedimorpha</i> var. <i>praedimorpha</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa																						2	2	5	26	13	25	7	4	3					
<i>D. praedimorpha</i> var. <i>praedimorpha</i> copulae																						*	1	1	8	4	6	2	1						
<i>D. simonsenii</i> Akiba et Yanagisawa	16	15	1	9	15	12	12	9	27	30	13	16	15	11	38	24	26	3	8	9	3	3	4	7	4	10	7	13	11	11	10	4	9		
<i>D. simonsenii</i> d-girdle														1																					
<i>D. simonsenii</i> s-girdle	12	9	13	9		13	3	4	15	17	11	10	20	18	15	22	13	3	11	10		5	6	3	7	20	5	25	9	13	16	8	13		
<i>D. vulgaris</i> (Okuno) Yanagisawa et Akiba	4	4	*	*		4	7	2	4	8	3	2	3	2	7	4	2	*	*	1	1		1	*	5	3	2	1	*			2	3	2	
<i>Diploneis bombus</i> Ehrenberg																							1												
<i>D. smithii</i> (Brebisson) Cleve														1		1					*							1						*	
<i>D. spp.</i>																																			
<i>Grammatophora</i> spp.	1			2		1	*	1	*					1								*	2		1		2	1	*						
<i>Hemiaulus</i> sp.																						1													
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba			*																			*				2	*						1		
<i>Medialia splendida</i> Sheshukova	*	*	*	*	*	*	*	*	*						1			*	*										*					*	
<i>Navicula</i> spp.	*	1	1	*																															
<i>Neodelphineis pelagica</i> Takano																											1								
<i>Nitzschia challengeri</i> Schrader	*	1	*	*	2	1	1	*	*	*	1	2	1			*	*	2	*	*								*							
<i>N. heteropolica</i> Schrader + <i>N. umaensis</i> Akiba				2	2			*		1	1	2			*	1	3	1	*			1	*	*	1		*	1			*		1		
<i>N. cfr. rolandii</i> Schrader emend. Koizumi	1																											2	1						
<i>N. spp.</i>		*	1	*		*						3							*			*		1	*								1		
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh										*																									
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	1			1		*	1	7	8	12	5	3			2	3	2	1	1	1		2			2		2	1		1					
<i>Plagiogramma stauroporum</i> (Gregory) Heiberg									1																										
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundstöm	1																																		
<i>P. barboi</i> (Brun) Jordan et Priddle																									*	1									*
<i>P. praebarboi</i> (Schrader) Jordan et Priddle			*	1						1	1				1		1	*	1			1													1
<i>Rhaphoneis miocenica</i> Schrader			1	*		1											*	*			*														
<i>Rhizosolenia hebetata</i> (Bailey) Gran									1																				*					*	
<i>R. miocenica</i> Schrader	*	1	*			*									1	4	*		1	2		1	2	1		1							1		
<i>R. styliformis</i> Brightwell				1																		*		1											

下部では、*Crucidenticula nicobarica*を10%以上産出する層準がある。

灘浦海岸セクションの姿層下部のNDU5-7およびNDU15, 16からは、*Denticulopsis simonsenii*が多産し*C. nicobarica*を伴うが、*Denticulopsis hyalina*と*D. praedimorpha*を産出しないので、この区間は*C. nicobarica*帯(NPD 5A)に相当する。その上位のHM7からHM32までは、*D. praedimorpha*を産出するので*D. praedimorpha*帯(NPD 5B)にあたる。

これらの層準では以下のような珪藻化石生層準が認められる。HM7と下位のNDU17との間に*D. praedimorpha* var. *minor*のFO(D 51)がある。*C. nicobarica*は、*C. nicobarica*帯(NPD 5A)にあたる層準から引き続いて*D. praedimorpha*帯(NPD 5B)下部でも産出するが、その産出頻度はHM7で1%、HM8では約20%、HM12では無産出、HM14とHM15では再び約20%と大きく変動し、HM16とHM17の間にそのLO(D 52)がある。*Denticulopsis crassa*はHM11からHM16まで連続産出し、その上位でも散点的な産出が見られる。同種のAC1(第1アクメ)は、同種の連続産出の終わるHM16とHM17の間にあるものと推定されるが、本研究の試料間隔が粗いためにはっきりしたアクメは認められない。HM23.5とHM24の間には*D. praedimorpha* var. *praedimorpha*のFO(D 53)があり、HM32とHM32.5の間に*D. praedimorpha*のLCO(D 55)がある。HM32.5からHM35は*D. praedimorpha*と*D. dimorpha*を産出せず、*T. yabei*帯(NPD5C)にあたる。

宇波セクションの姿層下部のIKG1-4からは、*D. simonsenii*が多産し*C. nicobarica*を伴うが、*D. hyalina*と*D. praedimorpha*を産出しないので、*C. nicobarica*帯(NPD 5A)に相当する。その上位のIKG5からIKG27までは、*D. praedimorpha*を産出するので*D. praedimorpha*帯(NPD 5B)にあたる。IKG4とIKG5との間に*D. praedimorpha* var. *minor*のFO(D 51)があるが、IKG5からIKG14までの層準では*D. praedimorpha* var. *minor*の産出は断続的で、産出頻度はおよそ0.5%以下である。なお、この層準から産出する*D. praedimorpha* var. *minor*は、それより上位の層準のものに比べて小型のものが多い(Plate 1; 3, 12, 13)。*C. nicobarica*は、*C. nicobarica*帯(NPD 5A)にあたる層準から引き続いて*D. praedimorpha*帯(NPD 5B)下部でも産出するが、その産出頻度はIKG12で1%以下、IKG16Bでは20%以上と灘浦海岸セクションと同様に大きく変動し、IKG17とIKG18の間にそのLO(D 52)がある。*D. crassa*はIKG16B-17、IKG19で産出するが、そのAC1は灘浦海岸セクションと同様に認められなかった。IKG19とIKG20の間には*D. praedimorpha* var. *praedimorpha*のFO(D 53)があり、IKG27とIKG28の間に*D. praedimorpha*のLCO(D 55)がある。IKG28は*D. praedimorpha*と*D. dimorpha*を産出せず、*T. yabei*帯(NPD 5C)にあたる。

両地域における生層準と、岩相の項で述べた石灰質ノジュールと凝灰岩層を対比すると、宇波セクションの方が灘浦海岸セクションよりも、全般的に堆積速度が速いことが柱状図から読みとれる(第4図)。

4. 考察

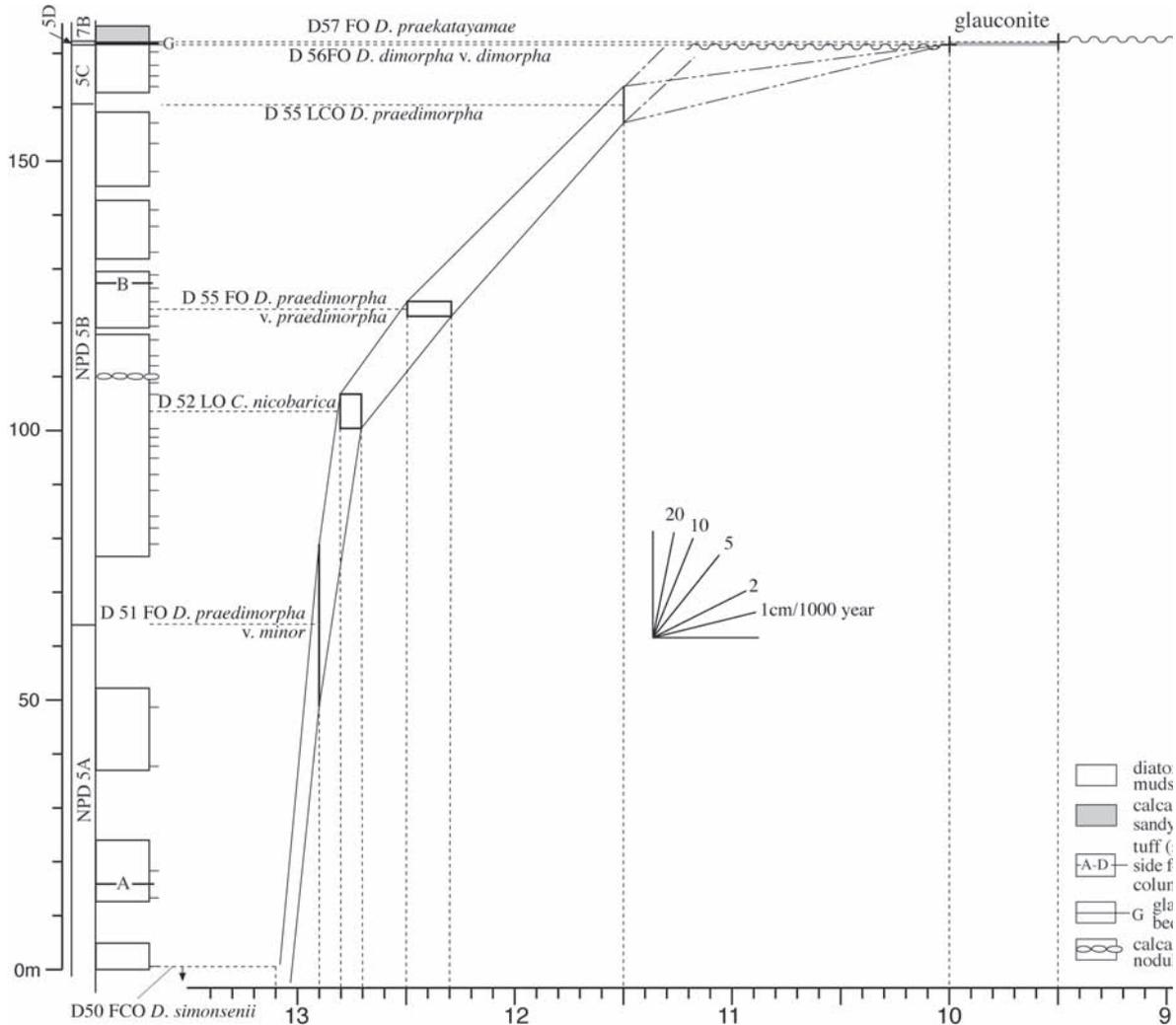
4.1 従来との比較

今回の結果を同じセクションで研究を行った渡辺(1990)の結果と比較すると、灘浦海岸セクションでは*D. praedimorpha*帯の基底が今回の結果の方が約40m以上下位に、宇波セクションでは約60m下位にある。秋葉(1979)の調査セクションも今回の灘浦海岸セクションとほぼ同じであり、やはり今回の結果の方が秋葉(1979)よりも*D. praedimorpha*帯の基底を約40m以上下位に認めている。これは、同帯下限を規定する*D. praedimorpha* var. *minor*がYanagisawa and Akiba (1990)で初めて記載された種であったため、秋葉(1979)や渡辺(1990)では、*D. praedimorpha*帯下部にわずかに産出する小型の*D. praedimorpha* var. *minor*を*D. praedimorpha*と認識できなかったことによるものと考えられる。

4.2 姿層の堆積速度曲線

渡辺(1990)における大境海緑石砂岩層の珪藻化石層序の結果もあわせて、灘浦海岸セクションにおける姿層の堆積速度曲線を第5図に示した。第5図では堆積速度曲線の通過する可能性のある範囲を2本の細線で示している。

姿層最下部の*C. nicobarica*帯(NPD 5A)と、*C. nicobarica*のLO(D 52)より下位の*D. praedimorpha*帯(NPD 5B)下部に相当する部分は20cm/1000年前後と堆積速度が速く、その上位の*D. praedimorpha*帯(NPD 5B)中上部では約5cm/1000年前後と遅くなる。その上位の*T. yabei*帯(NPD 5C)に相当する姿層最上部の珪藻質泥岩の堆積速度は同帯中に有用な生層準が認められなかったため正確には不明である。この姿層最上部の珪藻質泥岩と、その上位に重なる*D. dimorpha*帯(NPD 5D)下部に当たる海緑石密集部(渡辺, 1990)のあいだに時間間隙がなく、堆積が継続したとすると(第5図の二点鎖線)、姿層最上部の珪藻質泥岩の堆積速度は約1cm/1000年前後となる。珠洲地域(柳沢, 1999)の珪藻質泥岩では3-4cm/1000年以下の堆積速度の層準では海緑石が生成していることが知られており、もし岩相の類似する姿層最上部の珪藻質泥岩の堆積速度が約1cm/1000年前後まで低下したのであれば、同様に海緑石が生成した可能性が高い。しかし実際には姿層最上部の珪藻質泥岩には海緑石が含まれていないので、この珪藻質泥岩の堆積速度は約1cm/1000年前後まで低下していない可能性が高い。このことは、珪藻質泥岩と海緑石密集部のあいだに時間間隙がある可能性が高いことを示す。



第5図 灘浦海岸セクションの堆積速度曲線

Fig. 5 Sediment accumulation curve of the Sugata Formation in the Nadaura Coast section.

時間間隙の存在は岩相からも支持される。珪藻質泥岩の上面には生痕化石が発達し、海緑石粒が生痕化石を充填している。その境界は明瞭であり、海緑石粒は珪藻質泥岩には混入していない(渡辺, 1990)。この境界の状態は、珪藻質泥の堆積後ある程度の時間が経過して、堆積時よりも泥がしまった状態になったところに巣穴が形成され、その上に海緑石ないしその元となった堆積物が堆積して巣穴を充填したと見ることができ、珪藻質泥岩と海緑石密集層の間に時間間隙があるという推定と調和的である。

さらに、*T. yabei*帯(NPD 5C)に相当する姿層最上部の珪藻質泥岩が、それよりも下位の地層と岩相がほぼ同じであることを考慮し、堆積速度が下位から引き続いて約5 cm/1000年前後であったと仮定して(第5図の一点鎖線)時間間隙の大きさを見積もってみる。堆積速度曲線によれば、珪藻質泥岩と*D. dimorpha*帯(NPD 5D)下部に当たる大境海緑石砂岩層(渡辺, 1990)との間には、この場合100万年以上の時間間隙があることになる。実際には堆積速度が下

位から引き続いて一定であったとは限らず、時間間隙はこれより短い(あるいは長い)かもしれないが、時間間隙がある可能性は高いと考えられる。

海緑石密集部と上位の菼田層の間には、*Denticulopsis katayamae*帯(NPD 6A)、*Thalassionema schraderi*帯(NPD 6B)および*Rouxia californica*帯(NPD 7A)を欠く大きな時間間隙があることが渡辺(1990)により明らかとなっている。

渡辺(1990)は、姿層最上部の珪藻質泥岩と大境海緑石砂岩層の間には珪藻化石帯が欠如しておらず、珪藻化石帯の分解能では時間間隙を認めることができない、とした。今回、両者の間に時間間隙を認めることができたのは、Yanagisawa and Akiba(1998)による高精度化した珪藻化石層序を用い、渡辺(1990)よりも試料間隔を狭くして再検討を行い堆積速度曲線を作成したからである。

4.3 珪藻化石生層準について

第2表 宇波セクションの珪藻化石産出表..*: present.

Table 2 Occurrence chart of diatoms in the Unami section. *: present.

	NPD 5A					NPD5B												5C									
	D 51					D 52			D 53			D 55															
	IKG1	IKG2	IKG3	IKG4	IKG5	IKG6	IKG7	IKG9	IKG10	IKG11	IKG12	IKG14	IKG16A	IKG16B	IKG17	IKG18	IKG19	IKG20	IKG21	IKG22	IKG24	IKG25	IKG26	IKG27	IKG28		
<i>Actinocyclus ellipticus</i> Grunow						*						*															
<i>A. ingens</i> f. <i>ingens</i> (Ratrae) Whiting et Schrader		2		*		3	1		1		1	1	*	1	*	1	1				3	2	1	4	2	*	
<i>A. ingens</i> f. <i>planus</i> Whiting et Schrader			3		1			*		8	*	3	2	*		1	2	1		1		1	5	1			
<i>A. octoarius</i> Ehrenberg		1						2	1	2	2	1	*					3								*	
<i>Actinopychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg		*	3	3	4	3	1	1	1	1	2	2	3	1	*	1	3	1	3	7	1	1	3	4	3	1	
<i>Aulacoseira</i> spp.													2	*													
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) Sims et Fryxell			2		1		4	2	1				*	*	*					1					4	1	
<i>A. nodulifera</i> (Schmidt) Fryxell et Sims																											
<i>A. vetustissima</i> (Pantocsek) Sims											1					*	*	1		*			1	1	1	1	
<i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) Williams		*	*	1	1	*				*	*	*	*	*	*	*	6	*	2	1	1	1	2	*	1	2	
<i>Cestodiscus</i> spp.		1																									
<i>Cocconeis costata</i> Gregory																1			*								
<i>C. curvirota</i> Brun et Tempère																											
<i>C. scutellum</i> Ehrenberg										*	3				*											1	
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehrenberg		*	*	1		1	2	*		1	8	1	1	1	1	2	3	1		7	12	2	7				
<i>C. radiatus</i> Ehrenberg			3			2		1	1	1	1										1			1	1	1	
<i>Crucidentacula nicobarica</i> (Grunow) Akiba et Yanagisawa		12	3	3	2	10	2	12	26	16	25	*	9	14	28	*											
<i>C. punctata</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa		*			*			*																			
<i>Delphineis</i> spp.						1			1		*							1	1								
<i>Denticulopsis crassa</i> Yanagisawa et Akiba														1	1	*											
<i>D. crassa</i> copula														2	1												
<i>D. praedimorpha</i> var. <i>minor</i> Yanagisawa et Akiba						*		*		*			1	1	1	1	2	10	2	5			2	4			
<i>D. praedimorpha</i> var. <i>minor</i> copulae								*		1			*	2	*	1	3	2		2	2	4	*				
<i>D. cfr. praedimorpha</i> var. <i>minor</i> Yanagisawa et Akiba				*	*			*		*																	
<i>D. praedimorpha</i> var. <i>praedimorpha</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa																			3	14	26	5	7	6	11	10	
<i>D. praedimorpha</i> var. <i>praedimorpha</i> copulae																		*	10	6	3		6	*	8		
<i>D. simonsenii</i> Akiba et Yanagisawa		11	9	4	3	7	12	15	10	18	10	30	21	10	36	33	5	22	8	5	11	16	4	6	6	11	8
<i>D. simonsenii</i> d-girdle																											
<i>D. simonsenii</i> s-girdle		1	9	*	5	5	8	2	7	8	9	5	11	11	13	27	7	12	7	9	21	22	10	5	4	7	20
<i>D. vulgaris</i> (Okuno) Yanagisawa et Akiba		4	3	*	*	3	3	4	3	3	3	2	8	3	4	16	4	5	3	3	*	9	2	*	*	13	5
<i>Diploneis smithii</i> (Brebisson) Cleve													1													*	
<i>D.</i> spp.								*																			
<i>Grammatophora</i> spp.		2		*	*		1	*	1		*	1				1		2	*	*							
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba														*				2			1	1		1	1		
<i>Medialia splendida</i> Sheshukova		*					*						*	*	*	*											
<i>Navicula</i> spp.													*		2	*		1					*				
<i>Nitzschia challengerii</i> Schrader		1	1	*	2	2	3	2	3	1	1	1		1	*	*		*									
<i>N. heteropolica</i> Schrader + <i>N. umaensis</i> Akiba		1	*	*	*	*	1	1	*	2	2	1	2	2	*	*	1	*	1	*	1		*	*	*	1	
<i>N. cfr. rolandii</i> Schrader emend. Koizumi													1														
<i>N.</i> spp.				1	2		*	1		*	*	1	4			*		1			2		3	*			
<i>Odontella aurita</i> (lyngbye) Agardh																										1	
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve		*	3			1	2	*		1	*	2	1	*	*	1	1	2	1	1	2		2	1		2	
<i>Plagiogramma stauroporum</i> (Gregory) Heiberg										*																	
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundstöm		2	2	1													*	1								*	
<i>P. barboi</i> (Brun) Jordan et Priddle																			*		1		1				
<i>P. praebarboi</i> (Schrader) Jordan et Priddle										*				*		1		*	1							1	
<i>Rhaphoneis miocenica</i> Schrader											*	1					*									1	
<i>R. miocenica</i> Schrader			*	*		1	*	2	*	1	*	1	1		1		*			1							
<i>R. styliformis</i> Brightwell				*		3		1																			
<i>R.</i> spp.				7			3		*		3	5	2			1		3	1	2	2	1	1	1			
<i>Rouxia californica</i> Peragallo		*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*										1	
<i>R.</i> spp.																										1	
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehrenberg) Hasle et Sims		2	*			2	1	*			1										1					*	
<i>Stephanogonia hanzawae</i> Kanaya												2	*								*		3				
<i>Stephanopyxis</i> spp.		*	*			1	*		1	1	2		*					1	1	1			3	1			
<i>Thalassionema hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader																		*	4	*		2	1	*		7	
<i>T. nitzschiioides</i> Grunow		60	49	86	71	66	52	39	35	34	37	40	24	38	10	17	70	43	49	45	16	26	47	57	44	41	42
<i>Thalassiosira</i> cfr. <i>brunii</i> Akiba et Yanagisawa																			*			2				1	
<i>T. grunowi</i> Akiba et Yanagisawa		3	5	*	*		*	6	4	1	1		2	1	1	*	1	1	1	1	2		*			*	
<i>T. leptopus</i> (Grunow) Hasle et Fryxell							*	1																			
<i>T.</i> spp.		2	2	1	2	1	4	1		1	1	3	1	1	1		1			3	3	1	4	1	2	5	
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow																*					*						
<i>Triceratium condecorum</i> Brightwell									1											*						1	
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

*C. nicobarica*帯(NPD 5A)から*T. yabei*帯(NPD5C)にかけてYanagisawa and Akiba(1998)により有用とされている生層準のうち、*D. praedimorpha* var. *minor*のFO (D 51)、*C. nicobarica*のLO(D 52)、*D. praedimorpha* var. *praedimorpha* のFO (D 53)および*D. praedimorpha*のLCO (D 55) がそれぞれ確認された。

一方、*D. crassa*のAC1 (D 52.5)、*Denticulopsis praedimorpha* var. *robusta*のFO (D 54)、*Denticulopsis hustedtii*のFO (D 55.2)、*D. crassa*のAC2 (D 55.5)および*D. hustedtii*のAC (D 55.8) は確認されなかった。このうち*D. crassa*のAC1 (D 52.5)は、継続期間が短いため今回の試料採取間隔では捕捉できなかつたと考えられ、灘浦海岸セクションではHM16と17の間に、宇波地域ではIKG17と18の間にそれぞれ相当すると推定される。その上位の*D. praedimorpha* var. *robusta*のFO (D 54)、*D. hustedtii*のFO (D 55.2) および*D. crassa*のAC2 (D55.5) は、氷見地域の北に位置する能登半島珠洲地域でも確認されており(柳沢, 1999)、能登半島周辺では生物地理学的要因により生層準として有用ではないと考えられる。

*D. hustedtii*のAC (D 55.8) は珠洲地域で確認されている(柳沢, 1999)ので、本地域に同生層準が認められないのは、前節に述べた姿層最上部の時間間隙の層準に相当するためであると考えられる。

また、本研究により、*C. nicobarica*帯上部から*D. praedimorpha* 帯下部にかけての*C. nicobarica* の産出頻度に大きな変動があることがわかった。灘浦海岸セクションでは*C. nicobarica* の産出頻度が、HM12で一時的に無産出となっており、その上下の層準の20%前後から大きく減少している(第4図)。一方、宇波セクションでもIKG12で*C. nicobarica* の産出頻度が、1%以下と著しく低くなっている(第4図)。これら両セクションにおける産出頻度の低下層準は、他の生層準の対比から、ほぼ同層準にあたる。今後多くの地域で*C. nicobarica*の産出頻度の変化を検討することにより、同種の頻度変化を使って*C. nicobarica*帯(NPD5A)から*D. praedimorpha*帯(NPD 5B)にかけての層準に、新たな生層準を設定できるかもしれない。

5. まとめ

本研究において、富山県灘浦地域の中新統姿層の珪藻化石層序を再検討した結果、以下のことが明らかとなった。

・灘浦海岸セクションおよび宇波セクションの姿層主部は、*C. nicobarica*帯(NPD 5A)、*D. praedimorpha*帯(NPD 5B)、*T. yabei*帯(NPD 5C)に相当する。*D. praedimorpha* var. *minor*の初産出が明らかになったことにより、*D. praedimorpha*帯(NPD 5B)の下限を従来の研究よりも下位に改訂した。

・灘浦海岸セクションの堆積速度曲線の検討により、姿層

最上部の珪藻質泥岩と大境海緑石砂岩層の間に時間間隙があることが推定できた。

・両セクションにおいて*D. praedimorpha* 帯(NPD 5A)下部の、*D. praedimorpha*のFO(D51; 12.9Ma)と*C. nicobarica*のLO(D 52; 12.7-12.8 Ma)の間の層準に、*C. nicobarica*の産出頻度の大きな低下が見られる。

文 献

- 秋葉文雄(1979) *Denticula dimorpha* とその類縁種の形態、および新第三系珪藻化石層序区分. 石油資源技研所報, **22**, 148-189.
- 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 Kagami, H., Karig, D. E., Coulbourn, W. T. et al., *Init. Rep. DSDP*, U. S. Government Printing Office, Washington, **87**, p. 393-481.
- Blow, W. H. (1969) Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Brönnimann, P. and Renz, H. H., eds., *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils*, **1**, 199-422, Netherlands.
- 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. 大阪市立自然史博研報, **12**, 63-95.
- Hasegawa, S. (1979) Foraminifera of the Himi Group, Hokuriku Province, Central Japan, *Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd Ser., (Geol.)*, **49**, 89-163.
- 長谷川四郎・小林博明(1986) 能登半島南部上部新生界の地質 その1. 富山県氷見市付近の岩相層序区分と層模式 (stratotypes). 北村 信教授記念地質学論文集, 91-111.
- 池辺展生(1949) 富山県西部および石川県東部の第三紀層(富山県及石川県の地質学的研究1). 地学, **1**, 14-26.
- 小泉 格(1979) 能登半島南部 一灘浦海岸地域一. 土隆一編, 日本の新第三系の生層序および年代層序に関する基本資料. 89-90.
- 小泉 格・谷村好洋(1978) 珪藻・珪質鞭毛藻. 高柳洋吉編, 微化石研究マニュアル, 朝倉書店, 70-75.
- 両角芳郎・石垣武久(1981) 藪田層の浮遊性有孔虫化石群集—藪田層の時代および下位の地層との層序関係に関連して—. 大阪市立自然史博研報, **35**, 1-13.
- 中世古幸次郎・小泉 格・菅野耕三・米谷盛寿郎(1972) 富山県灘浦地方の新第三系の微化石層序. 地質雑, **78**, 253-264.
- Okada, H. and Bukry, D. (1980) Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-

- latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973, 1975). *Marine Micropaleontol.*, **5**, 321-325.
- 佐藤時幸(1983)北陸・山陰地域の浮遊性微化石層序 — 不整合と関連して—. 石技誌, **48**, 62-69.
- 菅野耕三(1982)北陸地方新第三系の化石放散虫層序の研究(第2報)—藪田層の放散虫化石群集—. 大阪教育大紀要, **31**, 35-43.
- 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. 石技誌, **53**, 9-27.
- 渡辺真人(1990)富山県氷見・灘浦地域の第三系の層序 —とくに姿累層とその上位層との間の時間間隙について—. 地質雑, **96**, 915-936.
- 渡辺真人(2002)富山県氷見・灘浦地域の鮮新統の珪藻化石層序と年代層序の再検討—とくに広域火山灰層とNo. 3 *Globorotalia inflata* (浮遊性有孔虫)bedの年代について—. 地質雑, **108**, 999-999.
- 柳沢幸夫(1999)能登半島珠洲地域の中新統の珪藻化石層序. 地調月報, **50**, 167-213.
- Yanagisawa, Y. and Akiba, F. (1990) Taxonomy and phylogeny of the three marine diatom genera, *Crucidentacula*, *Denticulopsis* and *Neodenticula*. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **41**, 197-301.
- 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. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **104**, 395-414.
- (受付:2002年3月8日;受理:2002年7月18日)

図版1 灘浦地域の姿累層の珪藻化石. Scale A: 20-21, 33-41; Scale B: 1-19, 22-32.

Plate 1 Diatom fossils of the Sugata Formation in the Nadaura area. Scale A: 20-21, 33-41; Scale B: 1-19, 22-32.

1. *Nitzschia challengeri* Schrader (IKG12).
- 2, 11. *Denticulopsis* cf. *praedimorpha* var. *minor* (2, IKG6; 11, IKG12).
- 3a, 3b, 4, 5, 6, 7, 12. *Denticulopsis praedimorpha* var. *minor* Yanagisawa et Akiba: 3a, 3b, 4, 6, outer valve view; 5, inner valve view; 7, girdle view. (3a, 3b, IKG5; 4, 5, IKG10; 6, IKG19; 7, IKG20; 12, IKG12).
- 8, 9, 10. *Denticulopsis praedimorpha* var. *praedimorpha* Barron ex. Akiba: 8, 9, outer valve view; 10, girdle view (IKG21).
- 13, 14. Closed copula of *D. praedimorpha* var. *minor*, (13, IKG12; 14, IKG17).
- 15, 16. Closed copula of *D. praedimorpha* var. *praedimorpha*, (IKG21).
17. *Crucidentacula nicobarica* (Grunow) Akiba et Yanagisawa (IKG16B).
- 18, 19. *Denticulopsis simonsenii* Yanagisawa et Akiba (18, IKG7; 19, IKG5).
20. *Rouxia californica* Peragallo (IKG6).
21. *Cavitatus jouseanus* (Sheshukova) Williams (IKG19).
- 22, 23, 24. *Denticulopsis* cf. *barronii* Yanagisawa et Akiba (22, IKG14; 23, IKG5; 24, IKG16B).
- 25, 26. *Denticulopsis vulgaris* (Okuno) Yanagisawa et Akiba (25, IKG14; 26, IKG14).
- 27, 29. *Denticulopsis crassa* Yanagisawa et Akiba (28, IKG16B; 29, IKG17).
28. Copula of *Denticulopsis crassa* (IKG16B)
30. *Thalassionema nitzschioides* Grunow (IKG17).
31. *Thalassionema hirosakiensis* (Kanaya) Schrader (IKG21).
32. *Nitzschia heteropolica* Schrader (IKG10).
33. *Actinocyclus ellipticus* Grunow (IKG7).
34. *Proboscia alata* (Brightwell) Sundstöm (IKG2).
35. *Proboscia praebarboi* (Schrader) Jordan et Priddle (IKG11).
36. *Palaria sulcata* (Ehrenberg) Cleve (IKG12).
37. *Proboscia barboi* (Brun) Jordan et Priddle (IKG22).
38. *Azpeitia vetustissima* (Pantocsek) Sims (IKG12).
39. *Thalassiosira* cf. *brunii* Akiba et Yanagisawa (IKG21).
40. *Actinocyclus ingens* f. *planus* Whiting et Schrader (IKG7).
41. *Rhizosolenia miocenica* Schrader (IKG4).

Plate 1

