

宮城県松島周辺に分布する新第三系の珪藻化石層序

秋葉文雄* 柳沢幸夫** 石井武政***

AKIBA, Fumio, YANAGISAWA, Yukio and ISHII, Takemasa (1982) Neogene diatom biostratigraphy of the Matsushima area and its environs, Miyagi Prefecture, Northeast Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 33 (5), p. 215-239.

Abstract: Neogene system distributed in the Matsushima area and its environs (ISHII *et al.*, 1982) yields abundant fossil diatoms. Based on their stratigraphic occurrences, seven diatom zones including a new zone, *Thalassionema hirosakiensis* s.l. Zone, are recognized. They range from early Miocene to Pliocene in age. Each zone is described in detail of their significances comparing with the previously established zonal frameworks in the North Pacific region.

The Neogene system is composed of the Miocene Matsushimawan and Shida Groups, and the Pliocene strata. Three major stratigraphic hiatuses are recognized within the system, and their durations are suggested by diatom evidences. Among the hiatuses, the one observed between the upper and lower parts of the Shida Group is seemingly largest, which covers an interval at least over 2.0 Ma long.

The lower part of the Matsushimawan Group is characterized by an initial stage of transgression as suggested by molluscan fauna and so forth. Diatom floral compositions suggest that the upper part of the Matsushimawan Group and the lower part of the Shida Group represent a major transgressional stage with its maximum in the latter. It is considered that a regression began to start in the accumulation of the upper part of the Shida Group and that the overlying Pliocene strata were deposited in a basin of rather closed bay.

要 旨

宮城県松島周辺に分布する新第三系は、豊富な珪藻化石を産出する。本報告ではその産状に基づいて、前期中新世から鮮新世までに及ぶ7つの珪藻化石帯について述べる。それらの中で、新たに *Thalassionema hirosakiensis* s. l. Zone を提唱し、また各化石帯について、北太平洋地域において既に区分されているそれと比較し、その意義及び問題点を詳述する。

本地域の新第三系は、下位より中新統の松島湾層群・志田層群、及び鮮新統からなるが、その間に3つの主要な不整合が認められる。これら不整合の時間間隙を珪藻化石層序学によって推定すると、志田層群を下部及び上部に二分するものが最も大きく、少なくとも2.0 Ma以上に達すると考えられる。新第三紀を通じて本地域の海進・海退の変化を大きく見ると次のようにまとめられる。すなわち松島湾層群中・下部は、貝化石その他から

示唆されるように、海進の初期段階を示している。珪藻化石群集組成の変化を見ると、松島湾層群上部の堆積時には海進は更に進行し、志田層群下部の堆積時になって最大海進を迎えたと判断される。そして志田層群上部の堆積時に海退が始まり、鮮新統の各層は内湾性の環境下に堆積したものと考えられる。

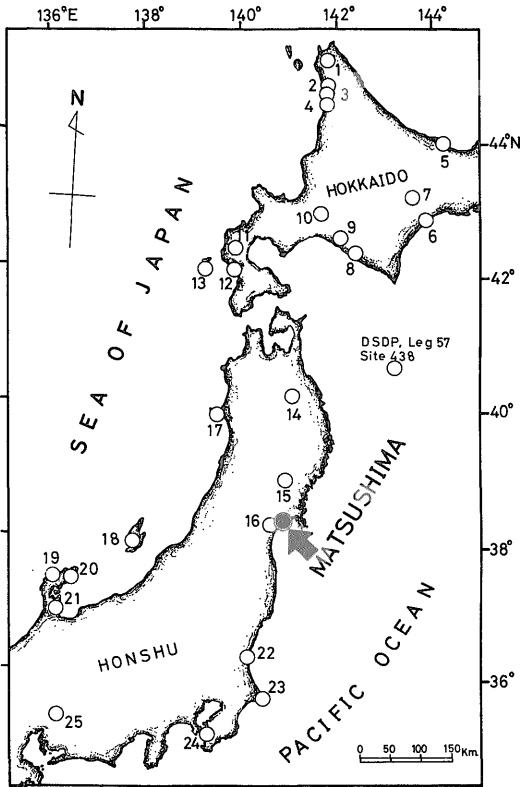
1. ま え が き

珪藻化石層序学は近年著しく発展しており、北太平洋地域、特にその中-高緯度地域の新第三系の広域対比に有効に利用されている (KOIZUMI, 1973 a, 1973 b, 1975, 1977; BURCKLE and OPDYKE, 1977; BARRON, 1980)。珪藻化石層序学の発展の端緒は、有孔虫化石によるそれと同様に、地表セクションに基づいている (KANAYA, 1957, 1959; SIMONSEN and KANAYA, 1961) が、その後は主にピストンコアや DSDP に代表される深海堆積物の研究に大きく依存している。このような状況からしばらくの間、地表セクションにおける珪藻化石研究はややなおざりにされていた感がある。しかしまたごく最近になってようやく地表セクションの見直しが始

* 石油資源開発(株)技術研究所

** 地質部

*** 環境地質部



第1図 松島地域及び珪藻化石を含む主要な新第三系セクション(1-25;各番号は第9図のそれと一致する。)の位置図

Fig. 1 Location map of the Matsushima area and selected Neogene diatom bearing sections (1-25; each number coincides with one of Fig. 9.).

まったとも言える(例; IGCP-114, NATIONAL WORKING GROUP OF JAPAN, 1979, 1981).

松島及びその周辺地域の珪藻化石に関しては、菊田(1973 MS)あるいは Koizumi (1973 c)の報告があるが、いずれも対象とした層準がかなり限られたものであり、また珪藻化石に基づいた時代論はほとんどなされていない。

筆者らのうち柳沢及び石井は、5万分の1「松島」図幅地域の地質調査研究に当たり、本地域周辺に分布する新第三系の大半の層準から多数の含珪藻化石試料を採集し、それらを秋葉が分析・検討する機会を得た。本地域における珪藻化石の産出頻度及び地質時代上の分布範囲は、岩手県二戸地域(秋葉, 1977 b; 小泉, 1979 a)や常磐地域(小泉, 1981)に匹敵するものである。珪藻化石の分析結果から、本地域新第三系の地質年代及び堆積環

境を推定する多くの資料が得られた。地質層序及び地質構造については、上記「松島」図幅の地域地質研究報告(石井ほか, 1982)に詳しく述べられているのでその概要を記すにとどめ、本報告では主に珪藻化石帯区分を中心にその意義と問題点を議論する。

ところで BRUN and TEMPÈRE(1889)は、本地域南西方の仙台付近からの採集とされる“仙台産石灰質団塊(Calcaire de Sendai)”から80種以上の海生珪藻化石を新種として記載したが、これは本邦産海生珪藻化石の最初の報告として意義深いものである。その中には北太平洋地域の珪藻化石層序学上重要な種が多数含まれている。ただしこの試料の正確な産地は従来から不明となっているほか、少なくとも仙台周辺からその珪藻化石群集に対応するものはその後報告されていない。今回の調査で、中新統大松沢層中からこれに近似した珪藻化石群集を認めたことは、“仙台産石灰質団塊”の産地を推定する上で興味深い。

本報告を取りまとめるに当たり、石油資源開発株式会社専務取締役池辺穰博士、同社探鉱部長鶴飼光男氏及び同社技術研究所所長広岡悦郎博士には研究成果の公表を快く了解していただき、また東北大学理学部高柳洋吉教授には有益な御助言・御指導をいただいた。技術研究所の郡司さく江嬢には試料の処理及び図表類の作成に協力を得た。米国地質調査所の J. BARRON 博士からは、DSDP, Leg57, Site 438のスライドの提供を受けた。以上の方々に深甚の謝意を表す。なお本報告の地質概説の項は、5万分の1「松島」図幅地域の地質調査研究の成果の一部であり、その現地調査並びに室内作業において、地質調査所北海道支所の山口昇一技官、同所環境地質部の寒川 旭技官及び松野久也元部長に種々討論していただいたことを付記し、併せてお礼申し上げる。

2. 地質概説

松島地域は、東北日本グリーンタフ地域の東縁部に位置し、中新統及び鮮新統からなる新第三系が丘陵地に広く分布している。先新第三系は本地域東方の北上山地に分布する一方、本地域内の利府町付近にわずかに露出する。また、主要な河川に沿った段丘面及び沖積平野には第四系が分布している。これら各地層の層序関係は第1表のようにまとめられる。

本地域の先新第三系は、三畳系の利府層及び白亜紀の貫入と推定される利府花崗岩類などからなり、利府町赤沼周辺に分布する。

中新統は、松島湾層群及び志田層群の2つに大別され、このほか、岩相の上から松島湾層群下部に対比される

第1表 松島地域の層序総括表 (石井ほか, 1982による)
 Table 1 Summary of the stratigraphy of the Matsushima area (after ISHII *et al.*, 1982, partly modified).

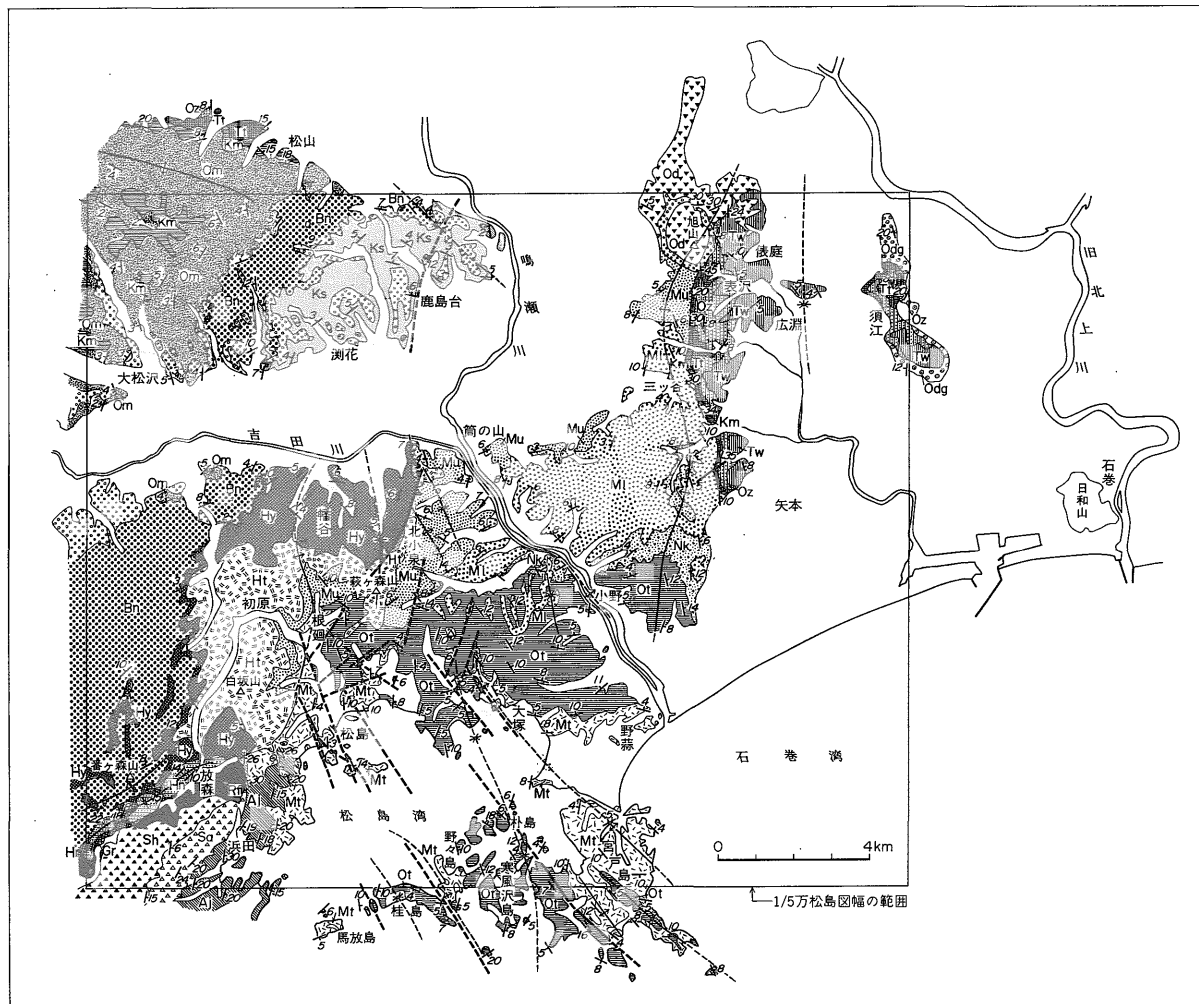
地質時代		層序区分及び層厚		主な岩相		層相 (新第三系のみ)	珪藻化石帯区分	
第四紀	完新世	沖積層 90m		シルト・粘土・礫・砂・泥炭			?	
	更新世	河岸段丘堆積物 1-3m		礫・砂				
		湖花層 3-6m		礫・砂・シルト				
新第三紀	鮮新世	俵庭層 50m		砂質シルト岩 砂岩・礫岩 亜炭		陸成 海成	<i>Denticulopsis kamtschatica</i>	
		表沢層 30m		礫岩・砂岩 シルト岩 凝灰岩・亜炭		陸成		
		竜の口層 10-15m		シルト岩		海成		
		放森層 15m		砂岩 円礫岩 角礫岩 シルト岩		陸成		
	新第三紀	後期	大松沢層 150m		塊状細-極細粒砂岩・凝灰岩		海成 (砂質)	<i>Thalassionema hirosakiensis</i> s.l.
			番ヶ森山層 80-180m	上部層 下部層	斜層理のある中-粗粒砂岩 軽石質粗-極粗粒砂岩			<i>D. hustedtii</i>
		中期	鹿島台層 160m		塊状細-極細粒砂岩		海成 (砂質)	<i>D. praedimorpha</i>
			幡谷層 180m	主部	凝灰岩・凝灰質砂岩 凝灰質シルト岩			<i>Denticulopsis nicobarica</i>
				根廻凝灰質砂岩部層	凝灰質シルト岩			
			三ッ谷層 280m	上部層	塊状細粒砂岩 斜層理のある中-粗粒砂岩			?
		下部層		凝灰質砂岩・礫岩				
		根古層 150m		凝灰質砂岩・凝灰岩				
新第三紀		前期	大塚層 300m	シルト岩砂岩部層	シルト岩・砂岩		海成 (シルト質)	<i>Denticulopsis lauta</i>
				珪藻質シルト岩部層	砂質シルト岩			
				凝灰質砂岩部層	デイサイト質火山角礫岩			
				砂質シルト岩部層	シルト岩部層			
	松島湾層群	松島層 350-400m	上部軽石凝灰岩部層	軽石凝灰岩			<i>Actinocyclus ingens</i>	
			シルト岩部層	凝灰角礫岩				
			凝灰角礫岩部層	シルト岩				
			中部軽石凝灰岩部層	凝灰質砂岩 シルト岩互層				
	網尻層 250m	追戸層 240m	凝灰質砂岩部層	凝灰質砂岩 凝灰角礫岩		陸成	?	
			凝灰質砂岩部層	凝灰質砂岩 凝灰角礫岩				
			旭山安山岩部層	普通輝石紫蘇輝石安山岩				
			佳景山礫岩部層	礫岩				
塩釜層 250m	安山岩質火山角礫岩・凝灰角礫岩 角礫岩							
三疊紀	白亜紀?	利府層	利府花崗岩類	頁岩・砂質頁岩 砂岩	花崗岩質岩			

第四系
 第三系
 218
 新第三系
 新統
 中
 志田層群
 松島層群
 先新第三系

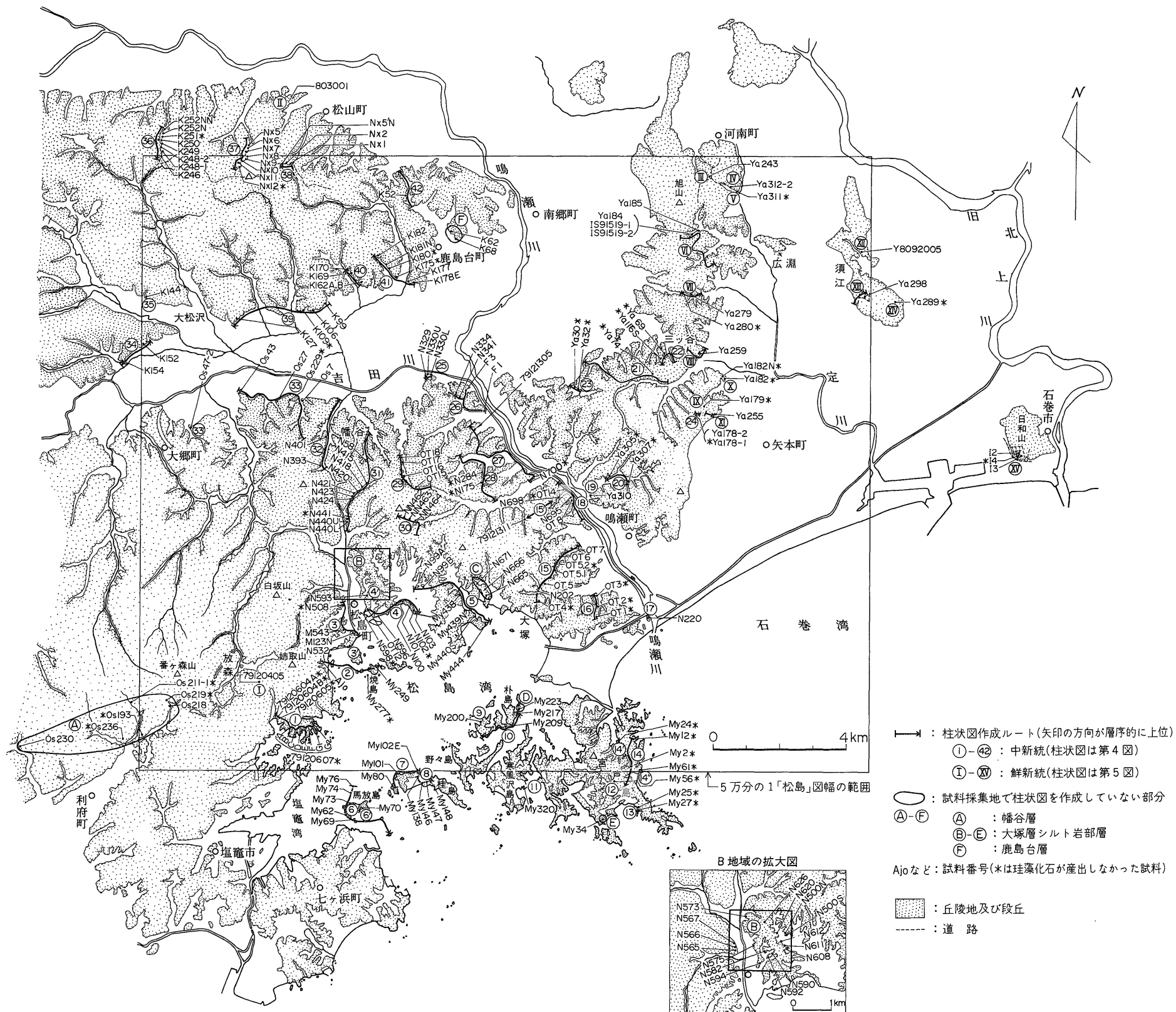
- | | |
|---------|--------------|
| 沖積層 | □ |
| 河岸段丘堆積物 | ▨ |
| 洞花層** | ▩ |
| 放森層 | Hn |
| 俣庭層 | Tw |
| 表沢層 | Oz |
| 竜の口層 | Tt |
| 亀岡層 | Km |
| 大松沢層 | Om |
| 番ヶ森山層 | Bn |
| 鹿島台層 | Ks |
| 樺谷層 | Hy 主部 |
| | Ht 白坂山凝灰岩部層 |
| 三ッ谷層 | Mu 上部層* |
| | Ml 下部層 |
| 根古層 | Nk |
| 大塚層 | Ot |
| 松島層 | Mt |
| 網尻層 | Aj |
| 佐浦町層 | Sa |
| 塩釜層 | Sh |
| 追戸層 | Od 追戸凝灰質砂岩部層 |
| | Odg 旭山安山岩部層 |
| | Odg 佳景山礫岩部層 |
| 利府花崗岩類 | Gr |
| 利府層 | Rf |

* 根廻凝灰質砂岩部層を含む
 ** 崖堆積物を含む

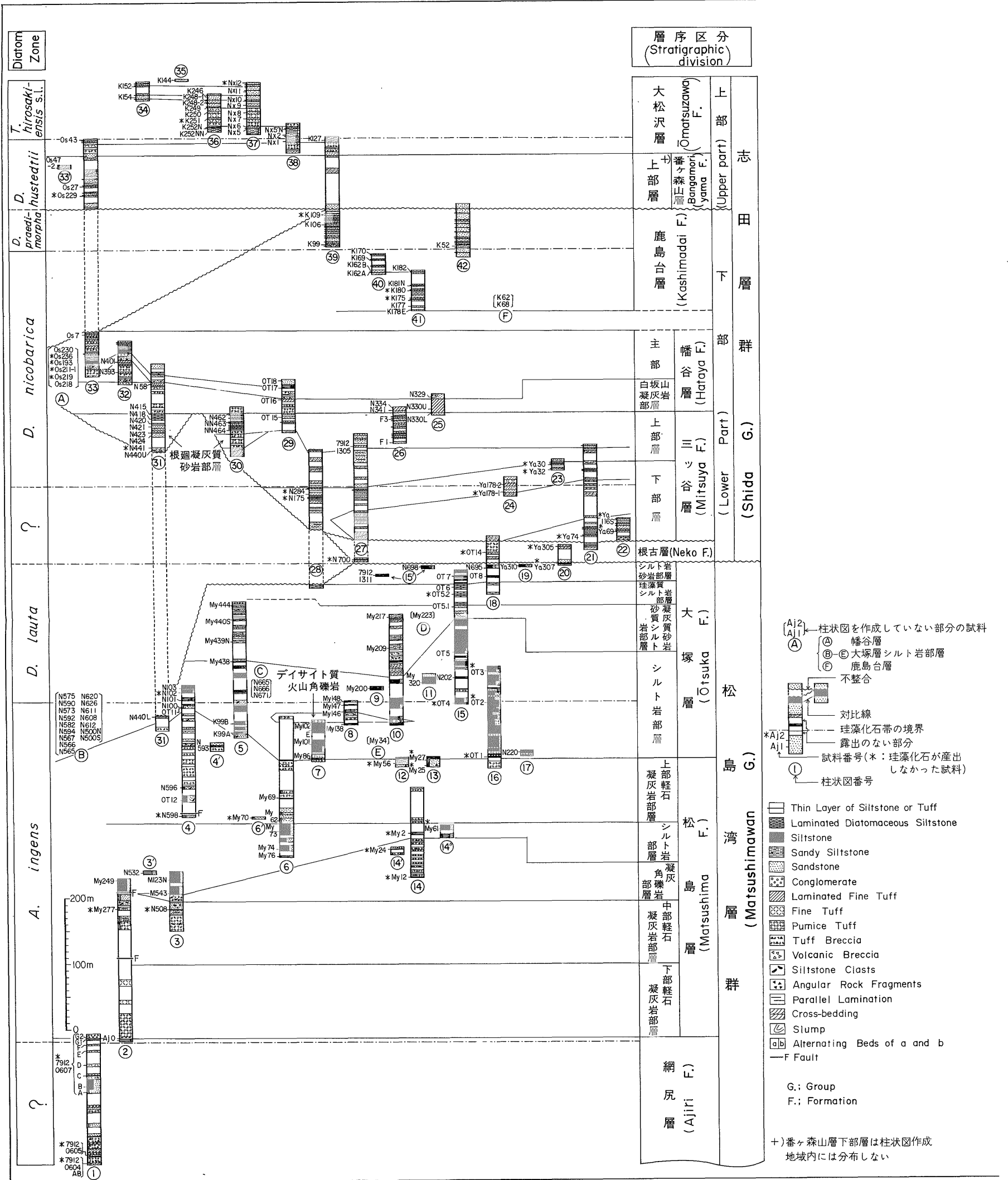
- 背斜
 向斜
 実在断層
 推定及び伏在断層



第2図 松島地域の地質図(石井ほか, 1982を簡略化)
 Fig. 2 Geological map of the Matsushima area (after Ishii et al., 1982).



第3図 松島地域の珪藻化石試料産地地図
 Fig. 3 Locality map of diatom bearing samples in the Matsushima area.



第4図 松島地域の中新統の柱状図
Fig. 4 Columnar sections of the Miocene sequences in the Matsushima area.

追戸層が調査地域北部の広淵から涌谷周辺に分布する。

鮮新統は、仙台市周辺の仙台層群に相当するもので、中新統及び先新第三系を不整合に覆い、広淵周辺・松山周辺及び番ヶ森山南麓などに分布する。

2.1 松島湾層群

松島湾層群は、本地域中新統下半部の塩釜層・佐浦町層・網尻層・松島層及び大塚層を一括したもので、主に松島湾周辺の丘陵及び島々に分布する。本層群の下部(塩釜層-網尻層下部)は最下部に安山岩質の火砕岩を伴った陸成層からなり、上部(網尻層上部-大塚層)は酸性凝灰岩を挟む海成のシルト岩及び砂岩から構成される。本層群の地質構造は、NNW-SSE方向の断層及び褶曲構造を特徴とし、全体としては東又は北東に緩く傾斜している。珪藻化石は網尻層最上部・松島層及び大塚層の各層のシルト岩中から多産する。

本層群の佐浦町層及び網尻層からは、*Comptoniophyllum naummani* NATHORST, *Liquidamber formosana* HANCE, *Ficustiliaefolia* HEER などの温暖な気候を示す植物化石が産出する(OKUTSU, 1955)。また網尻層の中・上部からは、*Vicarya yokoyamai* TAKEYAMA, *Siratoria siratoriensis* (OTUKA), *Batillaria tateiwai* MAKIYAMA などの貝化石が産出する(HANZAWA *et al.*, 1953)。

2.2 追戸層

本層は、礫岩・普通輝石紫蘇輝石安山岩質溶岩・凝灰質砂岩及び凝灰角礫岩などからなり、3つの部層に細分される。本層は広淵から涌谷周辺にかけて分布し、松島湾層群とは分布域が離れているが、主として安山岩質の火砕岩からなるという岩相上の特徴から、松島湾層群下部(塩釜層-網尻層下部)に対比される。

2.3 志田層群

志田層群は、本地域中新統上半部の砂質堆積物を一括したもので、根古層・三ツ谷層・幡谷層・鹿島台層・番ヶ森山層及び大松沢層からなる。このうち鹿島台層と番ヶ森山層との間には顕著な不整合が認められ、これを境として本層群は下部及び上部に2分される。本層群は下部の地層とは不整合関係にある。

本層群の岩相上の特徴は、全層準を通じて海成の砂質堆積物を主とする比較的粗粒な岩相からなることであり、シルト岩を主とする松島湾層群上部の海成層とは対照的である。分布域は吉田川及び鳴瀬川に沿った丘陵地であり、大局的には10°以下の緩やかな傾斜で西ないし北西に傾いている。珪藻化石は根古層及び三ツ谷層下部層を除く各地層から産出する。

2.4 鮮新統

本地域の鮮新統は、下位より亀岡層・竜の口層・表沢

層及び俵庭層からなるが、このほかにこれらとは分布域を異にし、かつ、多少岩相の異なる放森層及び中山砂岩泥岩層がある。

鮮新統中には、海進・海退に伴う2つの堆積輪廻—すなわち、①亀岡層(陸成)→竜の口層(海成)、及び②表沢層(陸成)→俵庭層(海成)—が認められ、両者は不整合関係にある。放森層はこの第1の輪廻に対比されるであろう。これら鮮新統の層序は仙台付近のものと大局的に一致し、特に下半部の亀岡層及び竜の口層については岩相的にもよく類似しているため、仙台付近と同じ地層名を使用している。珪藻化石は、竜の口層・俵庭層・放森層及び中山砂岩泥岩層から産出する。

竜の口層は、仙台地域の模式地では、*Fortipecten takahashii* (YOKOYAMA) をはじめとするいわゆる竜の口動物群を産するが、本地域では貝化石の産出はまれである。一方、石巻市日和山の丘陵頂部に分布する中山砂岩泥岩層(増田, 1953)は、従来、産出する貝化石から中新統と考えられてきたが、今回の調査では、本層から鮮新世を示す珪藻化石が見いだされた。しかし、本層の層序関係などについては問題があり、更に調査検討が必要である。

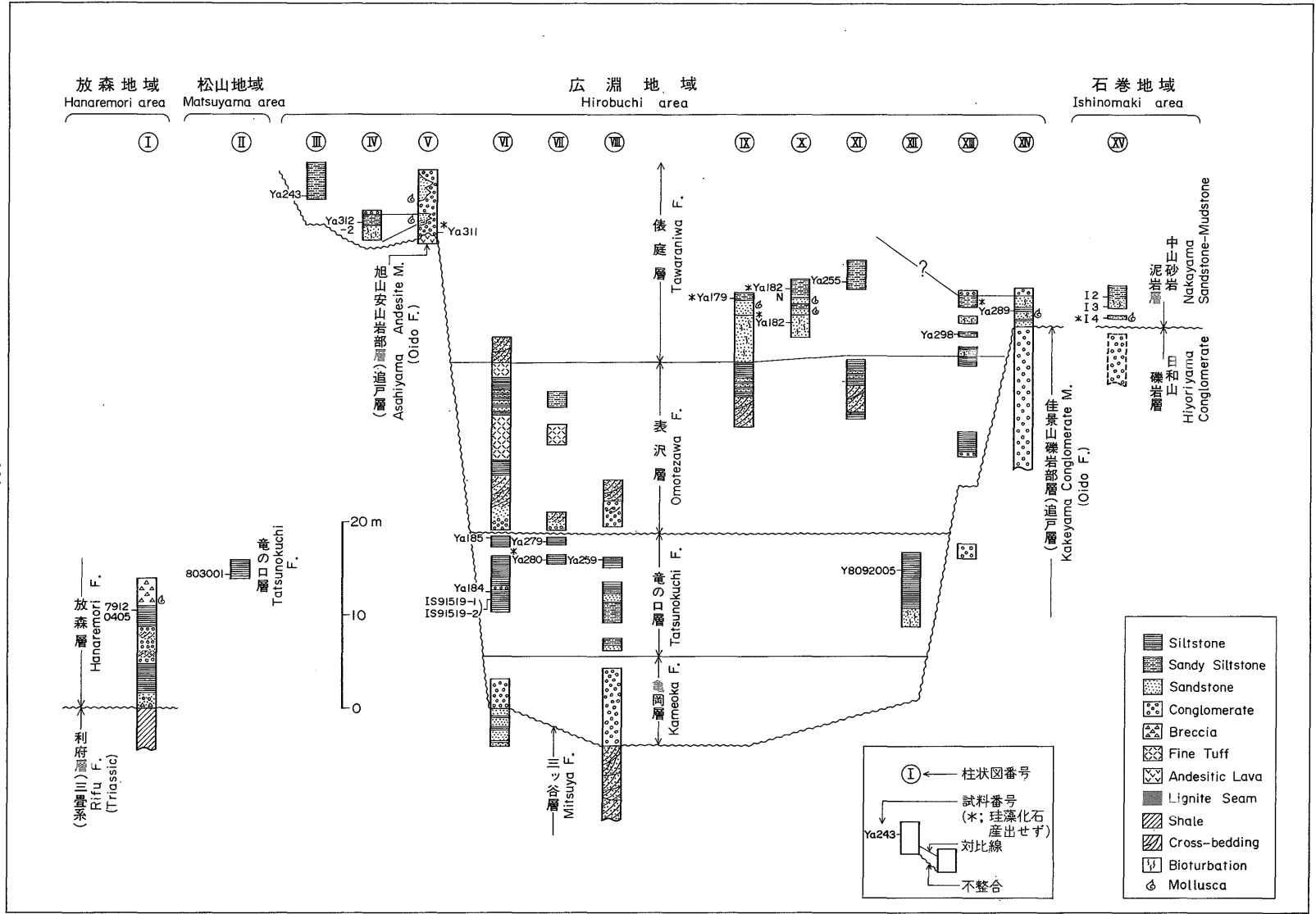
3. 珪藻化石層序

3.1 試料及び研究法

松島及びその周辺地域から203個の試料を採集し、珪藻化石の分析を行った(第3図-第5図)。試料採集は、亀岡層と表沢層を除いて、網尻層から俵庭層にかけての各層から行った。佐浦町層以下の地層については、岩相上、珪藻化石産出の可能性が小さいと判断されたので、試料採集を行わなかった。

珪藻化石の分析には、unprocessed strewn slide を使用した。これは近年の深海掘削計画などの調査船上において、ナンノプランクトン化石や珪藻化石の調査研究に一般に使用されている smear slide と同質なものである。

unprocessed strewn slide の作成法は次のとおりである。乾燥試料を小豆大に砕いた後、1-2gを100cc ビーカーに入れる。次に、試料が浸る程度に熱湯(蒸留水)を注ぎ入れて、一昼夜放置する。この過程で試料は半ば以上が泥化するが、未泥化部分についてはマイクロペーステルを使用して静かに機械的に泥化を促進する。次いで蒸留水をビーカーに注いで懸濁液を作り、約20秒間放置した後、底に沈んだ粗粒物質を除去する。その操作を2-3回繰り返して得られた懸濁液から、約1ccを取り出してスライドを作成する。使用したカバーガラスの大きさは18mm×18mm、封入剤はPleurax又はAroclorである。



第5図 松島地域の鮮新統の柱状図
 Fig. 5 Columnar sections of the Pliocene sequences in the Matsushima area.

第2表 松島地域の珪藻化石産出表 (その1) —網尻層・松島層及び大塚層—
 Table 2 Occurrence chart of diatom fossils in the Matsushima area (part 1)—the Ajiri, Matsushima and Ōtsuka Formations—

E; 絶滅種 (extinct species) S; 海生底生種及び潮間帯種 (marine benthic and sublittoral species) P; 海生浮遊性種 (marine planktonic species) *; 破片又は100個体以上の観察で新たに認められた種 (fragment or species found in observations after 100 specimens countings)

NUMBER OF COLUMNAR SECTION	Matsushima F.										Matsushima F.										Ajiri F.																																											
	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																							
FORMATION	Ōtsuka F.										Matsu-shima F.	Ōtsuka F.	Ōtsuka F.	Ōtsuka F.										Matsu-shima F.																																								
DIATOM ZONE	D. lauta					A. i. D. lauta					A. ingens					D. lauta					A. i. D. lauta					Actinocyclus ingens																																						
SAMPLE	Yg 310	N 695	OT 8	79121311	OT 7	OT 5.1	OT 5.1	N 202	N 220	N 220	My 34	My 223	My 320	My 217	My 209	My 200	My 148	My 147	My 146	My 138	My 102 E	My 101	My 86	My 69	My 62	My 73	My 74	My 76	My 444	My 440 S	My 439 N	My 438 N	N 565	N 566	N 671	99 B	99 A	N 593	N 103	N 100	OT 11	N 596	OT 12	440 L	N 620	N 626	N 611	N 608	N 500 N	N 500 S	N 575	N 590	N 573	N 592	N 582	N 594	N 567	N 566	N 565	N 123 N	N 543	N 532	My 249	AI
DIATOM	approximate number of diatom valves/slide(X 100) preservation																																																															
MARINE DIATOMS	MARINE DIATOMS																																																															
S <i>Actinocyclus ehrenbergii</i> RALFS & var.																																																																
E P <i>A. ingens</i> RATT.																																																																
E P <i>A. invens</i> var. <i>nodus</i> BALDAUF																																																																
P <i>A. spp.</i>																																																																
S <i>Actinoptochus undulatus</i> (BAIL.) RALFS																																																																
S <i>Amphora</i> spp.																																																																
P <i>Biddulphia aurita</i> (LYNG.) BREB. & GOD.																																																																
S <i>B. tuomeyi</i> (BAIL.) ROP.																																																																
S <i>Cocconeis californica</i> (GRUN.) GRUN.																																																																
S <i>C. costata</i> GREG.																																																																
S <i>C. scutellum</i> EHR.																																																																
S <i>C. spp.</i>																																																																
E P <i>Coccinodiscus endoi</i> KANAYA																																																																
E P <i>C. lewisianus</i> GREV.																																																																
E P <i>C. marginatus</i> EHR.																																																																
E P <i>C. symbolophorus</i> GRUN.																																																																
E P <i>C. aff. nodulifer</i>																																																																
E P <i>C. sp. A</i>																																																																
E P <i>C. spp.</i>																																																																
E P <i>Craspedodiscus rhombicus</i> GRUN.																																																																
E <i>Cymatogona amblyoceras</i> (EHR.) HANNA																																																																
S <i>Cymatosira debuyi</i> TEMP. & BRUN																																																																
E S <i>C. aff. lorentziana</i>																																																																
E S <i>Delphineis penelliptica</i> ANDREWS																																																																
E P <i>Denticulopsis lauta</i> (BAIL.) SIMONSEN																																																																
E P <i>D. sp. A</i>																																																																
E P <i>D. nicobarica</i> (GRUN.) SIMONSEN																																																																
E P <i>D. norwegica</i> (SCHRADER) SIMONSEN																																																																
S <i>Diploneis</i> spp.																																																																
S <i>Glyphodesmis</i> sp.																																																																
E <i>Gonothecium rogersii</i> EHR.																																																																
S <i>Grammatophora</i> spp.																																																																
E P <i>Hemiaulus bipons</i> (EHR.) GRUN.																																																																
P <i>H. aff. polymorphus</i>																																																																
E S <i>Hyalodiscus ukaiensis</i> ICHIKAWA																																																																
E S <i>Ikebea</i> spp. (= <i>Gonothecium tenue</i> BRUN)																																																																
E <i>Kisseleviella carina</i> SHESHUK.																																																																
E <i>Liradiscus bipolaris</i> LOHMAN.																																																																
E <i>Medialia splendida</i> SHESHUK.																																																																
S <i>Melosira sol</i> (EHR.) KÜTZ.																																																																
S <i>M. sulcata</i> (EHR.) KÜTZ.																																																																
S <i>Navicula</i> spp. (marine)																																																																
E P <i>Nitzschia challengeri</i> SCHRADER																																																																
P <i>N. sp. 1</i>																																																																
P <i>N. spp.</i>																																																																
S <i>Plagiogramma staurophorum</i> (GREG.) HEIB.																																																																
S <i>Porosira</i> sp.																																																																
E P <i>Pseudodimerogramma elegans</i> SCHRADER																																																																
S <i>Pseudopodosira aff. hyalina</i>																																																																
E <i>Pterotheca subulata</i> GRUN.																																																																
E P <i>Raphidodiscus marylandicus</i> CHRIST.																																																																
S <i>Rhabdonema japonicum</i> TEMP. & BRUN																																																																
E S <i>Rhaphoneis elegans</i> (PANT) HANNA																																																																
E S <i>R. miocenica</i> SCHRADER																																																																
S <i>R. spp.</i>																																																																
P <i>Rhizosolenia atata</i> BRIGHTW.																																																																
E P <i>R. miocenica</i> SCHRADER																																																																
P <i>R. styliformis</i> BRIGHTW.																																																																
E P <i>R. aff. praearborescens</i>																																																																
P <i>R. spp.</i>																																																																
E P <i>Rouria naviculoides</i> SCHRADER																																																																
S <i>Rutilaria epsilon</i> GREV.																																																																
E P <i>Stephanogonia aff. hanzawae</i>																																																																
P <i>Stephanopyxis</i> spp.																																																																
E <i>Stictodiscus kittonianus</i> GREV.																																																																
E P <i>Synedra jouseana</i> SHESHUK.																																																																
E P <i>S. miocenica</i> SCHRADER																																																																
E P <i>Thalassionema hirosakiensis</i> (KANAYA) SCHRADER & S.																																																																
P <i>T. nitzschoides</i> GRUN.																																																																
E P <i>T. aff. nitzschoides</i>																																																																
P <i>Thalassiosira leptopus</i> (GRUN.) HASLE																																																																
E P <i>Thalassiothrix longissima</i> CL. & GRUN																																																																
P <i>Triceratium condecorum</i> BRIGHTW.																																																																
E <i>Trochosira spinosa</i> KITT.																																																																
E <i>Zygoceros quadricornis</i> GRUN.																																																																
MISCELLANEOUS																																																																
NON-MARINE DIATOMS																																																																
<i>Aulacosira granulata</i>																																																																
total number of diatom valves counted																																																																
resting spores																																																																

第3表 松島地域の珪藻化石産出表(その2) —三ツ谷層・幡谷層及び鹿島台層—
 Table 3 Occurrence chart of diatom fossils in the Matsushima area (part 2)
 —the Mitsuya, Hataya and Kashimadai Formations—

NUMBER OF COLUMNAR SECTION	39		40		41		F		32		31		29		26		25		A		30		27		28		24																
	FORMATION										Kashimadai F.		Hataya F.		Mitsuya F.		Hataya F.		Mitsuya F.																								
DIATOM ZONE	D.pr.										Denticulopsis nicobarica																																
SAMPLE																																											
DIATOM	K 106	K 99	K 97	K 170	K 169	K 162	K 162A	K 162B	K 181	K 177	K 178E	K 68	O 7	N 401	N 393	N 58	N 415	N 418	N 420	N 420	N 422	N 423	N 424	N 440U	O 17	O 16	N 334	N 341	N 329	N 330U	O 230	O 218	N 462	NN 463	NN 464	O 41	9/12/305	F 3	N 330L	YG 178-2			
approximate number of diatom valves/slide(X 100) preservation	710	845	90	830	145	68	3018	45	8	3018	45	2	2290	45	9018	22	45	8	45	5	5	4	4	2	2	45	90	22	30	30	4	15	9	2	22	3	1						
MARINE DIATOMS																																											
S <i>Actinocyclus ehrenbergii</i> RALFS & var.																																											
E P <i>A. ellipticus</i> GRUN.																																											
E P <i>A. ingens</i> RATT.	4	5	23	48	1	13	1	10	1	10	17	2	7	2	10	3	1	7	5	8	5	3	1	5	5	17	7	4	5	8	1	1	1	4	14	39	12	15	18	22	34		
E P <i>A. ingens</i> var. <i>nodus</i> BALDAUF																																											
E S <i>Actinoptuchus undulatus</i> (BAILL.) RALFS	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
S <i>Amphora</i> spp.																																											
P <i>Biddulphia aurita</i> (LYNG.) BREB. & GOD.																																											
E P <i>B. calamus</i> TEMP. & BRUN																																											
S <i>Cocconeis californica</i> (GRUN.) GRUN.																																											
S <i>C. costata</i> GREG.																																											
S <i>C. scutellum</i> EHR.																																											
S <i>C. vitrea</i> BRUN																																											
S <i>C.</i> spp.																																											
E P <i>Coccinodiscus endoi</i> KANAYA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
P <i>C. marginatus</i> EHR.																																											
E P <i>C. symbolophorus</i> GRUN.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
E P <i>C. temperei</i> BRUN																																											
E P <i>C. cf. yabei</i>																																											
P <i>C.</i> spp.																																											
S <i>Cymatosira debuyi</i> TEMP. & BRUN																																											
E P <i>Denticulopsis hustedtii</i> (SIM. & KANAYA) SIM.	2	8	13	8	52	3	62	55	2	68	16	38	46	14	56	52	56	36	44	30	33	35	35	41	39	13	20	49	53	17	4	23	26	40	40	27	26	10	20				
E P <i>D. hyalina</i> (SCHRADER) SIMONSEN																																											
E P <i>D. lauta</i> (BAILL.) SIMONSEN																																											
E P <i>D. cf. lauta</i> & aff. <i>lauta</i>																																											
E P <i>D. nicobarica</i> (GRUN.) SIMONSEN																																											
E P <i>D. praedimorpha</i> (AKIBA ex BARRON) BARRON	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
S <i>Diploneis</i> spp.																																											
P <i>Endictya oceanica</i> EHR.																																											
E P <i>Goniothecium rogersii</i> EHR.																																											
S <i>Grammatophora</i> spp.																																											
E P <i>Hemaulus bipons</i> (EHR.) GRUN.																																											
P <i>H. aff. polymorphus</i>																																											
P <i>Hemidiscus cuneiformis</i> WALL.																																											
S <i>Hyalodiscus</i> spp.																																											
E P <i>Ikebea</i> spp. (= <i>Goniothecium tenue</i> BRUN)	6	5	4	2	4	2	19	5	18	3	6	11	2	3	2	2	6	5	7	5	2	8	13	2	1	10	4	12	5	6	5	3	5	4	2								
E P <i>Kisseleviella carina</i> SHESHUK.																																											
E S <i>Medialia splendida</i> SHESHUK.																																											
S <i>Melosira sol</i> (EHR.) KÜTZ.																																											
S <i>M. sulcata</i> (EHR.) KÜTZ.																																											
S <i>Navicula</i> spp. (marine)																																											
E P <i>Nitzschia challengerii</i> SCHRADER																																											
E P <i>N. sp. 1</i>																																											
E P <i>N. sp. 2</i>																																											
E P <i>N. sp. 3</i> & cfr. <i>sp. 3</i>																																											
E P <i>Pseudodimerogramma elegans</i> SCHRADER																																											
S <i>Pseudopodosira aff. hyalina</i>																																											
E P <i>Pterotheca subulata</i> GRUN.																																											
S <i>Rhabdonema japonicum</i> TEMP. & BRUN																																											
E S <i>Rhaphoneis miocenica</i> SCHRADER																																											
S <i>R.</i> spp.																																											
P <i>Rhisosolenia alata</i> BRIGHTW.																																											
E P <i>R. barboi</i> (BRUN) TEMP. & PERAG.																																											
E P <i>R. miocenica</i> SCHRADER																																											
E P <i>R. styliformis</i> BRIGHTW.																																											
P <i>R.</i> spp.																																											
E P <i>Rossella praepaleacea</i> (SCHRADER) GERSONDE																																											
E P <i>Rouxia californica</i> PERAG.																																											
E P <i>R. peragalli</i> BRUN & TEMP.																																											
E S <i>Sawamuraia biseriata</i> KOMURA																																											
E P <i>Stephanogonia hanzawae</i> KANAYA																																											
P <i>Stephanopyxis</i> spp.																																											
E S <i>Stictodiscus californicus</i> GREV.																																											
E P <i>S. kittonianus</i> GREV.																																											
P <i>Synedra camtschatica</i> GRUN.																																											
E P <i>S. jouseana</i> SHESHUK.																																											
E P <i>S. miocenica</i> SCHRADER																																											
E P <i>Thalassionema hirosakiensis</i> (KANAYA) SCHRAD.																																											
E P <i>T. nitzschoides</i> GRUN.	3	4	18	28	10	36	79	98	1	10	16	7	9	18	33	4	27	18	16	28	30	30	35	37	38	3	24	18	25	7	31	22	29	26	35	2	7	28	4	19	8	4	9
E P <i>Thalassiosira leptopus</i> (GRUN.) HASLE																																											
E P <i>T. manifesta</i> SHESHUK.																																											
P <i>T.</i> spp.																																											
E P <i>Thalassiothrix longissima</i> CL. & GRUN.																																											
E P <i>Triceratium condecorum</i> BRIGHTW.																																											
E P <i>Trochosira spinosa</i> KITT.																																											
total number of diatom valves counted																																											
resting spores	31	45	82	36	72	9	6	29	23	33	67	10	68	73	15	59	63	57	67	5	1	6	1	8	1	0	5	5	73	63	84	41	4	47	5	43	52	7	0	61	3	64	36

unprocessed strewn slide は、試料中の細粒物質をすべて含んでいるために、やや検鏡しにくいという欠点はあるが、次のような利点を持つ。1) 極めて短時間で作成できる、2) 微細な珪藻種が失われない、3) ナンノプランクトン化石の分析や顕微鏡による微細な岩相の研究にも利用することができる。

珪藻化石の同定及び算定は、一般の生物顕微鏡の1,000倍の倍率下で行った。珪藻殻の算定は、いわゆる休眠孢子以外の、観察されたすべての種が100個体になるまで行った。その後更に100-200個体以上の観察を行い、その際新たに認められた種については* (present) として記録した。休眠孢子については、上記100個体算定時に認められた総数を記録した。また珪藻殻の保存状態は、VG (very good), G (good), M (moderate), P (poor) 及び VP (very poor) の5ランクに分けて表示した。各試料の珪藻化石含有量は、作成したスライド1枚当りの珪藻殻数、すなわち珪藻殻数/スライドとして示した。この数値は厳密に定量的に行って得られたものではないが、各試料の珪藻化石含有量の概数を十分に示すものである。

3.2 珪藻化石群集

各試料の珪藻化石群集内容を第2表-第5表に示す。珪藻化石を含まない試料又は群集内容を解析するに足るだけの個体数を含まない試料は、表から除外した。

珪藻化石は松島層から俵庭層までのほとんどの地層から連続的に産出する。特に大塚層の珪藻化石含有量は極めて多く、その大部分の試料は珪藻土質シルト岩と呼べる岩相からなっている。大塚層に次いで珪藻化石含有量が多いのは、その下位の松島層及び上位の三ツ谷層から鹿島台層にかけての各層である。大松沢層から俵庭層にかけての各層の珪藻化石含有量は、一部の試料を除いて一般に少ない。網尻層の試料は最上部の一試料を除いて珪藻化石は含まれず、また根古層の試料からは珪藻化石は検出されなかった。

網尻層から俵庭層にかけての珪藻化石群集は、その組成から次の4群集に明瞭に識別される。それらは、*Denticulopsis*²⁾ sp. A-*D. lauta* 群集、*D. hustedtii*-*D. nicobarica* 群集、*Thalassionema hirosakiensis* s. l. 群集及び *Denticulopsis kamtschatica*-*Coscinodiscus temperei* 群集である。次に層序に従って下位の群集から詳述する。

3.2.1 *Denticulopsis* sp. A-*D. lauta* 群集

本群集は、網尻層最上部・松島層及び大塚層に認められる。これは *D. sp. A* (=BARRON, 1980 の *D. cfr. lauta*)

又は *D. lauta* を優占種とし、*Actinocyclus ingens*, *Coscinodiscus endoi*, *C. lewsianus*, *C. symbolophorus*, *C. aff. nodulifer*, *Kisseleviella carina*, *Liradiscus bipolaris*, *Medialia splendida*, *Nitzschia challengerii*, *Raphidodiscus marylandicus*, *Rhaphoneis miocenica*, *Rouxia naviculoides*, *Synedra jouseana* 及び *Trochosira spinosa* などの特徴的に随伴する群集である²⁾。本群集の大部分は海生浮遊性種で、しかもその大半が絶滅種である。海生底生種及び潮間帯種の産出頻度は10%以下であり、淡水生種の混入は極めて散発的にしか認められない。

Denticulopsis sp. A と *D. lauta* の産出層準は、一部重複するもののほぼ上下関係にあり、前者は松島層から大塚層最下部の層準に、後者は大塚層主部の層準にそれぞれ限られて産出する。この2種以外には本群集内での種組成の変化はほとんどない。*Kisseleviella carina* あるいは *Synedra jouseana* は一部の試料には大量に産出し、他の試料には皆無であるが、層序学的な有意の差は認められない。

なお本群集に稀産する *Coscinodiscus lewsianus* と *Raphidodiscus marylandicus* は、沢村(1973)が詳述しているように、典型的な熱帯性種であり、本群集を含む層準が暖流の強い影響下に堆積したものであることを示している。

3.2.2 *Denticulopsis hustedtii*-*D. nicobarica* 群集

本群集は三ツ谷層から鹿島台層の主部にかけて認められるもので、*D. hustedtii* の大量産出と *D. nicobarica* を普通に伴うことで特徴づけられる。特徴的な随伴種は *Actinocyclus ingens*, *Coscinodiscus endoi*, *C. cfr. yabei*, *Ikeba* spp. (= *Goniothecium tenue*), *Medialia splendida*, *Rhizosolenia miocenica* 及び *Stephanogonia hanzawae* などである。下位の *Denticulopsis* sp. A-*D. lauta* 群集の特徴種、*D. sp. A* と *D. lauta* は、二次化石と考えられるもの以外全く産出しない。

本群集は、下位の *D. sp. A*-*D. lauta* 群集と同様に、大部分海生浮遊性種によって占められ、しかもその大半が絶滅種である。また海生底生種及び潮間帯種の産出頻度も同様に10%以下と低く、淡水生種の混入は認められない。したがって本群集と下位の *D. sp. A*-*D. lauta* 群集は、ともに外洋に近い環境下に形成されたものと考えられる。

なお鹿島台層最上部には、本群集に類似するものの、*D. nicobarica* を欠いて代わりに *D. praedimorpha* を伴う独特の群集が認められる。また大松沢層最下部の群集も *D. hustedtii* を比較的多く含む点で本群集に近似するも

1) 従来使用されてきたいわゆる海生の *Denticula* 属は、SIMONSEN (1979) により淡水生の *Denticula* 属と区別され、新属 *Denticulopsis* に移された。

2) 珪藻種の学名記載のうち著者名は第2表-第5表までの species chart 中に記したので本論では省略した。

第5表 松島地域の珪藻化石産出表(その4) — 竜の口層・俵庭層・放森層及び中山砂岩泥岩層—
Table 5 Occurrence chart of diatom fossils in the Matsushima area (part 4)—the Tatsunokuchi, Tawaraniwa and Hanaremorei Formations, and Nakayama Sandstone Mudstone—.

		Nakayama Sandstone Mudstone															
NUMBER OF COLUMNAR SECTION		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV				
FORMATION		Tawaraniwa F.					Tatsunokuchi F.							Hanaremorei F.			
DIATOM ZONE		Denticulopsis kantschatica?															
SAMPLE																	
DIATOM		Vg 283	Vg 312-2	Vg 255	Vg 298	I 2	I 3	Vg 185	Vg 186	IS 91519-1	IS 91519-2	Vg 279	Vg 259	V. 8092005	803001	79120405	
approximate number of diatom valves/slide(X 100) preservation		1	20	7	6	10	20	45	7	45	10	30	20	10	10	7	
		P	G	P	P	P	P	G	P	M	P	M	M	M	P	P	
MARINE DIATOMS																	
S	<i>Actinocyclus ehrenbergii</i> RALFS & var.	1	*					1	1	7	3	2			20		
P	<i>A. ingens</i> RATT.		*			1											
S	<i>Actinopterychus undulatus</i> (BAIL.) RALFS	13	11	20		2	19	22	18	24	21	18	33				
S	<i>A. splendens</i> (SHAD.) RALFS		3	*													
S	<i>Amphora</i> sp.		1														
S	<i>Anaulus</i> sp.		1														
S	<i>Auliscus</i> sp.																
S	<i>Bacillaria paradoxa</i> GMELIN			1	1												
P	<i>Biddulphia aurita</i> (LYNG.) BREB. & GOD.	1															
	<i>B. ? sp. A</i>		3	4					4	2	4	11	10				
S	<i>Cocconeis costata</i> GREG.					1											
S	<i>C. scutellum</i> EHR.	68	1	*		1	1			*					1		
P	<i>Coccinodiscus marginatus</i> EHR.	*															
E	<i>C. temperlei</i> BRUN	* 1					2	5	6					8			
P	<i>C. spp.</i>	*	*		*					1				3	2		
P	<i>Cyclotella striata</i> (KÜTZ.) GRUN.		6						5	1		2	*	1	1		
E	<i>Denticulopsis kantschatica</i> (ZAB.) SIMONSEN		4				9			1				1			
P	<i>Delphineis surirella</i> (EHR.) ANDREWS					2	2	*	1	1							
S	<i>Diploneis smithii</i> (BREB.) CL.	15	1	3	6	1	2										
S	<i>Grammatophora</i> spp.	1	*	10			2	*	*	*							
S	<i>Hyalodiscus</i> sp.					1											
S	<i>Melosira sol</i> (EHR.) KÜTZ.			8													
S	<i>M. sulcata</i> (EHR.) KÜTZ.	5	1	*	13	19			3	2	*	2	2				
S	<i>Navicula</i> spp. (marine)	1				1				1	*						
E	<i>Nitzschia reinholdii</i> KANAYA & KOIZUMI					1											
S	<i>N. punctata</i> (W.S.) GRUN.	26	5	5													
E	<i>N. cf. fossilis</i>								1								
E	<i>N. sp. 4</i> (pliocena - extincta)								5	9	3	5	3	1	2		
P	<i>N. spp.</i>							1	1						2		
S	<i>Opephora martyi</i> HERIB.	23															
S	<i>Plagiogramma staurophorum</i> (GREG.) HEIB.			3													
S	<i>Rhaphoneis</i> spp.	9	*	1		5	2	2	5		*						
P	<i>Rhizosolenia styliformis</i> BRIGHTW.	1	1									1		1			
P	<i>R. spp.</i>	1	*		2					1	1	2	5				
E	<i>Rossiella tatsunokuchiensis</i> (KOIZUMI) CERS.						32			1	1	2	5				
P	<i>Stephanopyxis</i> spp.	6	15	5	5	2				2		1	4	1			
P	<i>Thalassionema nitzschioides</i> GRUN.	8	9	2	6	27	21	29	30	49	36	34	28	3	5	19	55
E	<i>Thalassiosira antiqua</i> (GRUN.) CL.			1					5	6	4	11	6	7	3		
P	<i>T. lineata</i> JOUSE								*			7	2				
P	<i>T. spp.</i>		2	14	2	2	6	5	8	4	12	16	4	6	12		
P	<i>Thlasiotrinx longissima</i> CL. & GRUN.	* 1			1												
MISCELLANEOUS																	
		2	3														
NON-MARINE DIATOMS																	
	<i>Aulacosira granulata</i> (EHR.) SIMONSEN	1	2	3	4	13		1								98	
	<i>Cyclotella kützingiana</i> THW.		*	2						3		1	*				
	<i>C. meneghiniana</i> KÜTZ.									2	6	1					
	<i>Cymbella</i> spp.	2				*											
	<i>Epithemia</i> spp.	2				* 1											
	<i>Eunotia</i> sp.			1													
	<i>Navicula</i> spp. (non-marine)		2														
	<i>Pinnularia</i> sp.		1														
	<i>Rhopalodia</i> spp.		*												1		
	<i>Stephanodiscus</i> cf. <i>hantzschii</i>				4	2											
total number of diatom valves counted		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
resting spores		3	17	44	14	41	6	87	78	30	28	174	76				

のであるが、*D. nicobarica* と *D. praedimorpha* は含まれない。一方、鹿島台層と大松沢層との間に位置する番ヶ森山層からの2個の試料はいずれも *D. hustedtii* を産出するがその産出頻度は極めて低い。その1試料(OS 27)中には淡水生種の *Aulacosira granulata* が高い頻度で混入しており、番ヶ森山層の堆積した場が河川水流入の影響下にあったことを示している。したがって番ヶ森山層の珪藻化石群集には、二次化石の含まれている可能性が高い。

3.2.3 *Thalassionema hirosakiensis* s.l. 群集

本群集は大松沢層主部に認められるもので、*T. hirosakiensis* s.l.³⁾ の産出で特徴づけられる。特徴的な随伴種には、*Nitzschia pliocena*, *Rossiella tatsunokuchiensis*, *Rouxia californica*, *Thalassiosira borealis* 及び *T. nidulus* s. str. がある。これらの種はいずれも産出頻度が非常に低いが、大部分は本群集にのみ産出する。稀産ながら、*Rossiella praepaleacea* と *R. tatsunokuchiensis* は、本群集の層序的分布範囲の下部及び上部にそれぞれ限られて産出する。下位の *D. hustedtii*—*D. nicobarica* 群集の指標種、*D. hustedtii* は本群集からは産出しない。本群集には海生底生種及び潮間帯種が高い産出頻度で含まれている。特に *Melosira sulcata* の産出頻度が下位の2つの群集に比べて高く、最高約20%にも達する。したがって、本群集が堆積した海域は、下位の2つの群集の堆積時よりも浅かったと考えられる。

本群集に稀産する *Coscinodiscus temperei*, *Nitzschia pliocena*, *Rouxia californica*, *Thalassiosira nidulus* s. str. は、いずれも BRUN and TEMPÈRE (1889) が報告した“仙台産石灰質団塊”の珪藻化石群集中の特徴的な種であり、また最近の北太平洋地域の新第三系珪藻化石層序学上重視されている種でもある。しかし仙台付近からこれらの種を含む群集はその後報告されていない(KANAYA, 1963)。仙台に近接した本地域の大松沢層からこれらの種が認められたことは、“仙台産石灰質団塊”が松島地域周辺から採集された可能性のあることを示唆している。なお BRUN and TEMPÈRE (1889) は、“仙台産石灰質団塊”の地質時代をその中に含まれていた貝化石群集に基づいて鮮新世としたが、後述するように上記の種組成はこの試料が最上部中新統から得られたことを示している。

3.2.4 *Denticulopsis kamtschatica*—*Coscinodiscus temperei* 群集

本群集は竜の口層と俵庭層に認められるもので、*Denticulopsis kamtschatica* と *Coscinodiscus temperei* の産出で特徴づけられる。特徴的な随伴種には *Biddulphia?* sp. A, *Nitzschia* sp. 4, *Rossiella tatsunokuchiensis*, *Thalassiosira antiqua* 及び *T. lineata* などがあるが、*Biddulphia?* sp. A 以外の種は、いずれもほとんど竜の口層に限られて産出する。

本群集には海生底生種及び潮間帯種が卓越している。特に *Actinopterychus undulatus* の産出頻度が高い。淡水生種の混入も下位の3つの群集に比べると非常に多くなっている。特に俵庭層ではこれらの傾向が一層顕著であり、海生浮遊性種の産出頻度は著しく低い。俵庭層の含珪藻化石試料は6個であるが、各試料間の群集組成の変化、特に海生底生種及び潮間帯種のそれは非常に激しい。例えば、ある試料(Ya312-2)では *Cocconeis scutellum* が約70%の高い頻度で産出するのに対して、他の試料(Ya243)では *C. scutellum* を欠いて *Nitzschia punctata* 及び *Opephora martyi* がそれぞれ20%以上の頻度で産出している。これは海生底生種及び潮間帯種の分布が、海生浮遊性種とは違って、極めて局地的な環境に支配されていることを示している。竜の口層と俵庭層とは、その珪藻化石群集組成が示すように、下位の大松沢層堆積時よりも一層浅い、恐らく内湾性の環境下に堆積したものと判断される。

本地域の竜の口層中に認められた珪藻化石群集は、KOIZUMI (1973 c) の報告による本地域北西方に広く分布する竜の口層の群集組成に酷似している。ただし、KOIZUMI (1973 c) の分析した21試料中10試料に稀産している“*Denticula seminae*”⁴⁾ は、本地域の試料8個からは検出されなかった。

石巻市日和山に局地的に分布する中山砂岩泥岩層は、貝化石 *Chlamys kaneharai* (YOKOYAMA) を産出することから下部-中部中新統とされてきた(増田, 1953)。しかし本層から筆者らが採集した2試料(I 2及びI 3)の珪藻化石群集は、松島地域内に分布する俵庭層のそれと同様であり、後述するように、*Denticulopsis kamtschatica* の存在から本層は少なくとも最上部中新統以降の、恐らく鮮新統に属する堆積物と考えられる。

なお本地域南西部に分布する放森層から採集した試料はわずか1個のみであるが、この試料(79120405)の珪藻化石群集のほとんどは淡水生種である *Aulacosira granu-*

3) これは SCHRADER (1973) が図示した *T. hirosakiensis* (SCHRADER, 1973, pl. 23, figs. 31-33) であり、*T. hirosakiensis* s.str. (= *Fragilaria hirosakiensis* KANAYA, KANAYA, 1959, p. 104, pl. 9, figs. 11a-14) とは別種と考えられるものである。

4) KOIZUMI (1972) の図版を参考にすると、KOIZUMI (1973c) の“*D. seminae*”は現在一般に慣用されている *Denticulopsis seminae* と *D. seminae* var. *fossilis* の双方を含んでいると考えられる。しかし北上河谷に沿って分布する竜の口層にはそのいづれが産出しているか不明確である。

lata であり、海生種は全く認められなかった。したがって少なくとも本試料を含む層準は非海成層とみなされる。しかし、本試料の直上の層準から貝化石 *Crassostrea* sp. が採集されている(石井ほか, 1982)ことを考慮すれば、本層は汽水域ないし河川水流入の影響を強く受けた浅海域に堆積したものと考えるのが妥当であろう。

3.3 珪藻化石帯区分

北太平洋中-高緯度地域の珪藻化石帯区分は、KOIZUMI (1973 a, 1973 b, 1975, 1977) によって設定された中期中新世から現世にかけての9化石帯が最も標準的なものであり、しかもそれがこの地域全体にわたって広く追跡されるものとして一般に認められている(BURCKLE and OPDYKE, 1977; BARRON, 1980)。KOIZUMI の珪藻化石帯区分は主に深海堆積物の研究結果に基づいているが、秋葉(1975, 1979) は東北日本及び北海道各地の地表セクションの珪藻化石層序を検討した結果、KOIZUMI の珪藻化石帯区分の一部改定を提唱した。両者の珪藻化石帯区分の差異は、後述するように、*Denticulopsis* 属数種の種概念及びその産状に関する認識の違いに起因している。北太平洋地域における新第三系珪藻化石層序区分上 *Denticulopsis* 属各種の果たしている役割は非常に大きく、大部分の珪藻化石帯は *Denticulopsis* 属の産状だけで容易に認定されると言っても過言ではない。一例として、八戸沖の日本海溝西側斜面に掘削された DSDP, Leg 57, Site 438 における主要な珪藻化石種の産状と珪藻化石帯区分を示す(第6図)。なお最近、BARRON (1980) と小泉(1979 b) は、従来未区分であった下部中新世に対して新たに3つの珪藻化石帯を設定した。

上述した点を考慮して、ここでは松島地域に適用されると考えられる珪藻化石帯を中心に、その意義や問題点について述べる。前述した珪藻化石群集中の海生浮遊性種の産状(第7図)に基づけば、本地域の新第三系珪藻化石層準に対して、次の珪藻化石帯が適用される。すなわち、下位より、*Actinocyclus ingens* Zone, *Denticulopsis lauta* Zone, *D. nicobarica* Zone, *D. praedimorpha* Zone, *D. hustedtii* Zone, *Thalassionema hirosakiensis* s. l. Zone 及び *Denticulopsis kamschatica* Zone の7化石帯である。

次に各化石帯について詳述するが、KOIZUMI による化石帯区分と本報告で使用するそれとの関係については第8図を、また各化石帯の東北日本及び北海道各地の主な地表セクションにおける産状については第9図を参照されたい。

3.3.1 *Actinocyclus ingens* Zone (BARRON, 1980)

〔定義〕 下限は小泉(1979b)によれば *Kisseleviella carina* の多産出層準直上。上限は *Denticulopsis lauta* の初産出

層準直下。

〔時代〕 前期中新世。

〔絶対年代〕 16.5-15.5 Ma (BARRON, 1980)。

〔本地域での分布〕 網尻層最上部・松島層及び大塚層最下部。

〔問題点その他〕 本 zone は秋葉(1977 a)の "*Denticula*" *kanayae* Zone にほぼ相当する。DSDP, Leg 57, Site 438 で BARRON (1980) が認めた *Actinocyclus ingens* Zone (第6図)の上半部には、*Denticulopsis* sp. A (=BARRON, 1980の *D. cfr. lauta*) が多産し、下半部には "*Denticula*" *kanayae* が多産している。本地域で認められた本 zone は、前述のように *Denticulopsis* sp. A を多産するので、BARRON (1980) の *Actinocyclus ingens* Zone の上半部に対比される。

小泉(1979 b)は、*A. ingens* Zone の下位の化石帯として、更に *A. ingens-Kisseleviella carina* Zone 及び *K. carina* Zone を提唱しており、*Actinocyclus ingens* Zone の下限を *Kisseleviella carina* の連続多産出層準直上に置いている。しかし、本 zone も含めてその下位層準の珪藻化石の産状に関する資料はまだ極めて乏しく、*Actinocyclus ingens* Zone の下限の定義とともに、*Kisseleviella carina* を含む珪藻化石帯はまだ確立されたものとは言えない(小泉, 1981)。例えば、本地域の *Actinocyclus ingens* Zone には *Kisseleviella carina* が連続して産出するが、その産出頻度は試料ごとに変化が激しく、この種の連続産出層準上限が化石帯区分の規準として十分であるかどうか疑わしく思われる。なお、*K. carina* 及び *Actinocyclus ingens* の化石層序学的価値については、既に沢村(1973)が指摘している。

3.3.2 *Denticulopsis lauta* Zone (KOIZUMI, 1973b; BARRON, 1980)

〔定義〕 下限は *D. lauta* の初産出層準。上限は *D. hustedtii* の初産出層準直下。

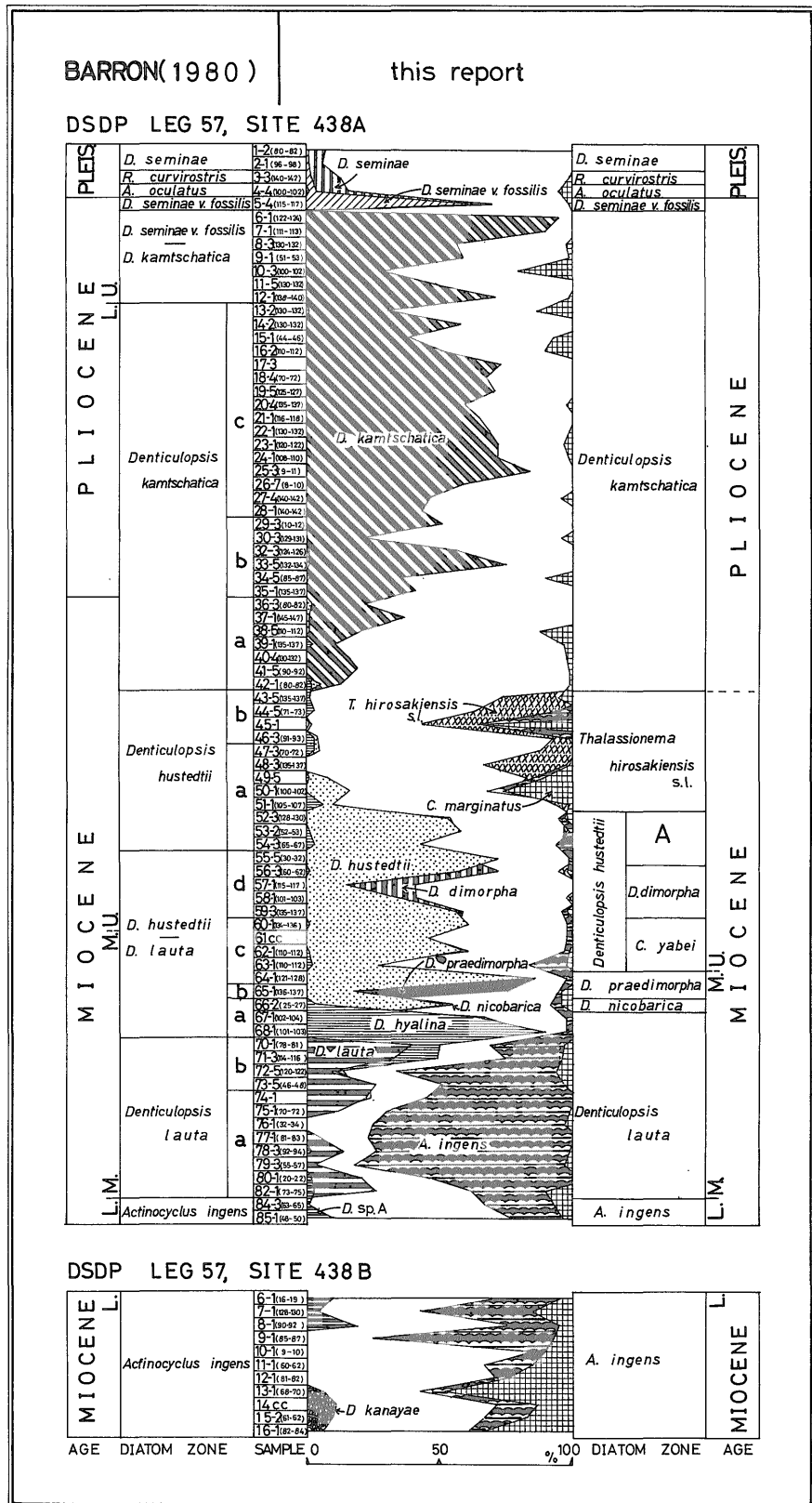
〔時代〕 中期中新世前期。

〔絶対年代〕 15.5-14.0 Ma (BARRON, 1980)。

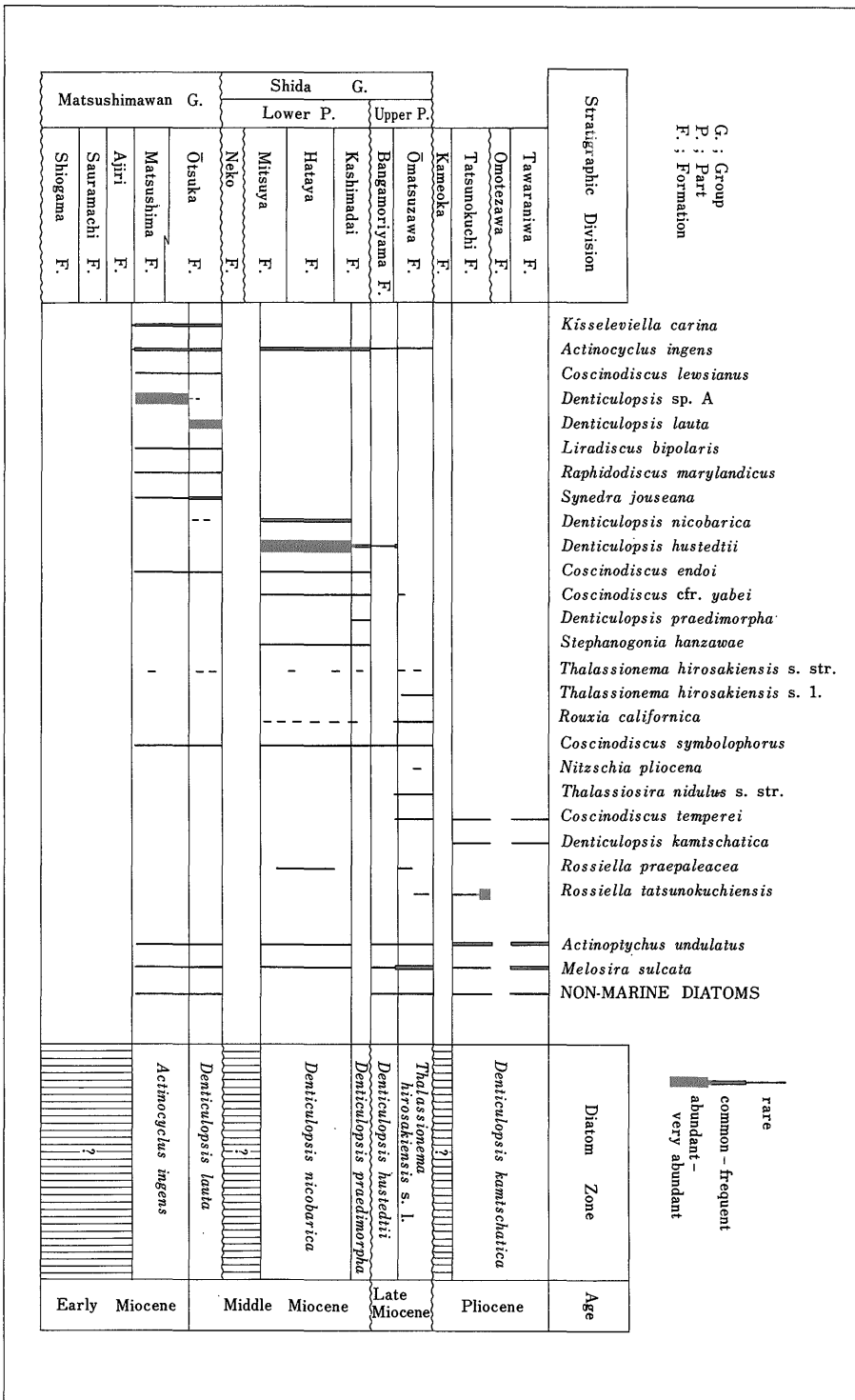
〔本地域での分布〕 大塚層主部。

〔問題点その他〕 本 zone の最上部には *D. lauta* が稀産もしくは皆無となり、代わって *D. hyalina* が多産する層準のあること(第6図参照)が、他地域のいくつかのセクションで認められている(秋葉, 1979; BARRON, 1980)。しかし、本地域では *D. hyalina* が多産する層準は認められなかった。したがって、この層準が本地域では欠如しているか、又は珪藻化石を検出できなかった根古層がこの層準を代表しているか、いずれかと解釈される。

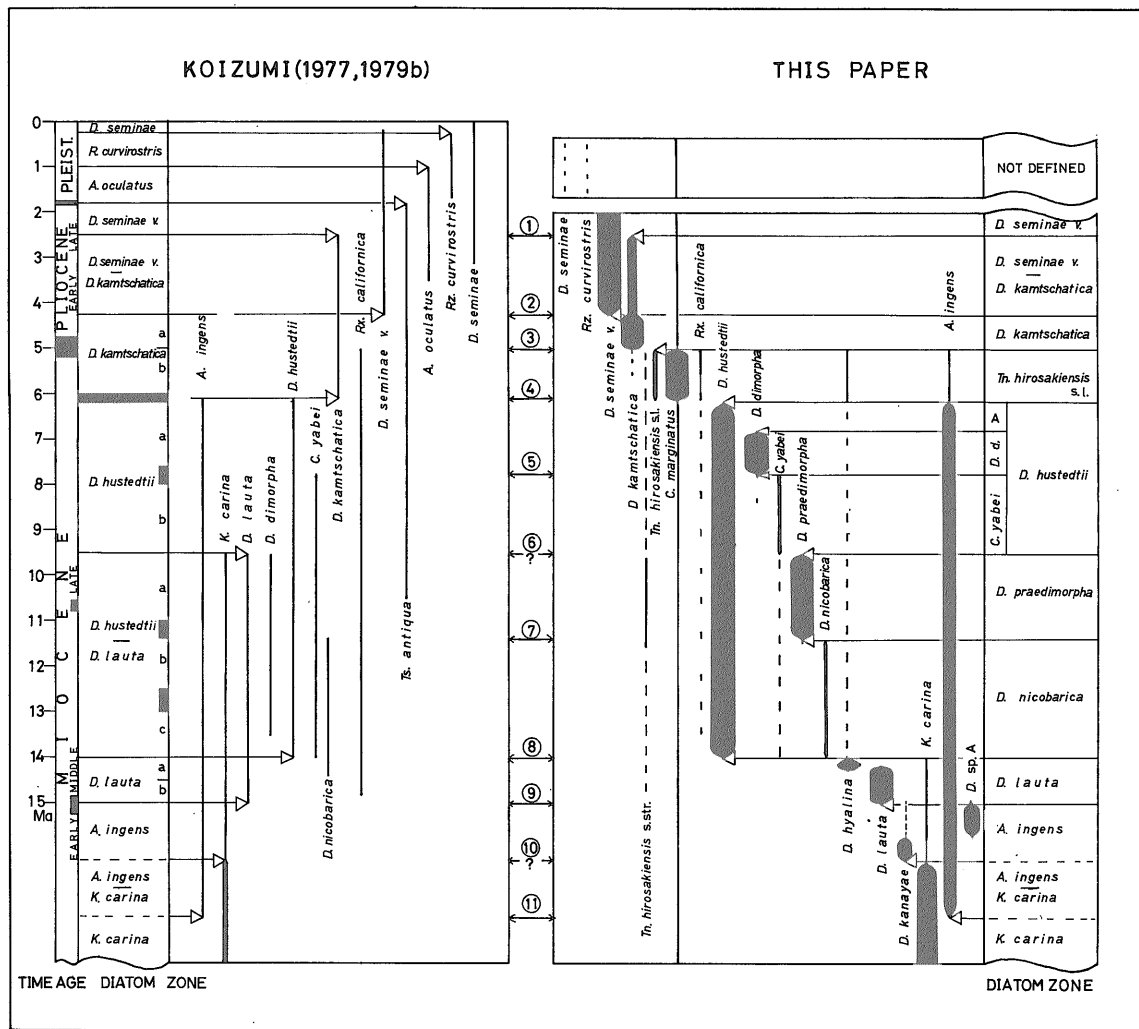
3.3.3 *Denticulopsis nicobarica* Zone (秋葉, 1979)



第6図 DSDP, Leg 57, Site 438 の主要珪藻化石の産状と珪藻化石帯区分
 Fig. 6 Occurrences of selected diatom fossils and the diatom biostratigraphic subdivisions in DSDP, Leg 57, Site 438.



第7図 松島地域の主要珪藻化石の産状と珪藻化石帯区分
 Fig. 7 Occurrences of selected diatom fossils and the diatom biostratigraphic subdivisions in the Matsushima area.

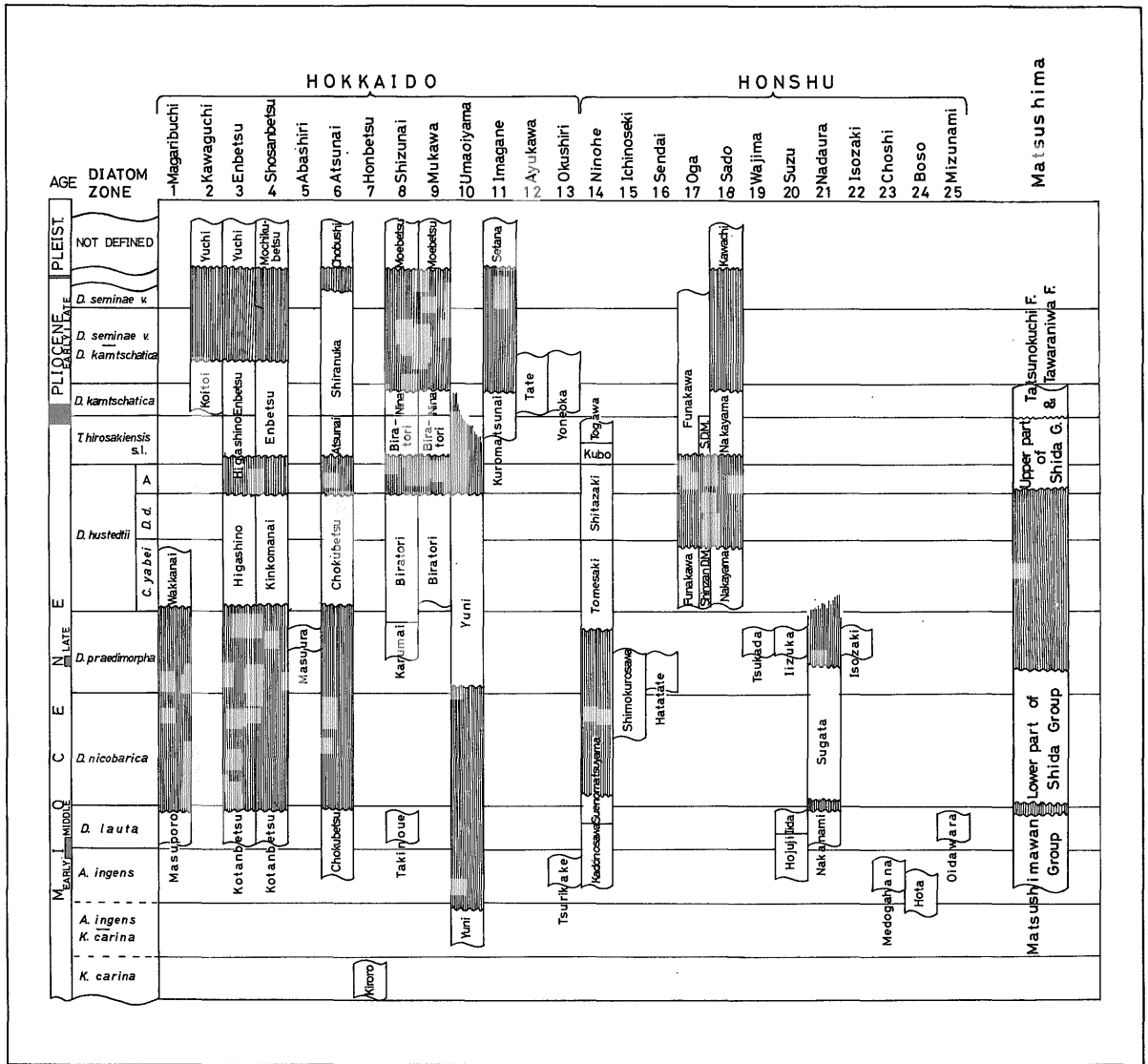


第 8 図 Koizumi (1977, 1979b) の珪藻化石帯区分と本報告で使用した珪藻化石帯区分 (秋葉, 1979) を一部改訂) との対比。矢印 (→) は各化石帯を規定する規準面, ①-⑪は対比に使用した基準面をそれぞれ示す。

Fig. 8 Correlation of the diatom zones used in this report (partly modified from Akiba, 1979) with the zonation by Koizumi (1977, 1979b). Each arrow (→) indicates datum which defines each zone, and ①-⑪ are datums used in the correlation of the two zonal frameworks.

- ① L. O. (last occurrence) of *Denticulopsis kamtschatica*
- ② F. O. (first occurrence) of *D. seminae* var. *fossilis*
- ③ L. O. of *Rouxia californica*
- ④ L. O. of *Denticulopsis hustedtii*
- ⑤ L. O. of *Coscinodiscus yabei*
- ⑥ L. O. of *Denticulopsis praedimorpha*
- ⑦ L. O. of *D. nicobarica*
- ⑧ F. O. of *D. hustedtii*
- ⑨ F. O. of *D. lauta*
- ⑩ Upper limit of abundant occurrence of *Kisseleviella carina*
- ⑪ F. O. of *Actinocyclus ingens*

A.; *Actinocyclus*, C.; *Coscinodiscus*, D.; *Denticulopsis*, Tn.; *Thalassionema*, Ts.; *Thalassiosira*, Rz.; *Rhizosolenia*, Rx.; *Rouxia*



第9図 珪藻化石帯区分による北海道及び東北日本の主要な新第三系地表セクションの対比 (秋葉, 1979を一部改作)
 Fig. 9 Correlation of selected Neogene sequences in Hokkaido and Northeast Japan by diatom zones (after Akiba, 1979, partly modified).

セクション名及び地層名 (カッコ内が地層名)

1. 曲洑 (増幌, 稚内) 2. 川口 (声聞, 勇知) 3. 遠別 (古丹別, 東野, 遠別) 4. 初山別 (古丹別, 金駒内, 遠別, 茂築別)
 5. 網走 (鯨浦) 6. 厚内 (直別, 厚内, 白糠, 長節) 7. 本別 (貴老路) 8. 静内 (滝の上, 軽舞, 平取, 荷菜, 蓆別)
 9. 鷲川 10. 馬追山 (由仁) 11. 今金 (黒松内, 瀬棚) 12. 鮎川 (館) 13. 奥尻 (釣懸, 米岡) 14. 二戸 (門ノ沢, 末ノ松山, 留崎, 舌崎, 久保, 斗川)
 15. 一関 (下黒沢) 16. 仙台 (旗立) 17. 男鹿 (船川, 真山珪藻土質泥岩) 18. 佐渡 (中山, 河内)
 19. 輪島 (塚田) 20. 珠州 (法住寺, 飯田, 飯塚) 21. 灘浦 (中波, 姿) 22. 磯崎 (磯崎) 23. 銚子 (夫婦ヶ鼻)
 24. 房総 (保田) 25. 端浪 (生伎)
- 松島 (松島湾, 志田, 竜の口, 俵庭)

〔定義〕 下限は *D. hustedtii* の初産出層準。上限は *D. praedimorpha* の初産出層準直下。上限は *D. nicobarica* の最終産出層準とほぼ一致する。

〔時代〕 中期中新世。

〔絶対年代〕 14.0-11.5 Ma (KOIZUMI, 1977)。

〔本地域での分布〕 ミツ谷層・幡谷層及び鹿島台層上部。

〔問題点その他〕 本 zone は KOIZUMI (1973 a) の *D. hustedtii*-*D. lauta* Zone の下半部の b 及び c Subzone に相当する。*D. hustedtii*-*D. lauta* Zone は *D. hustedtii* 及び *D. lauta* の共存する区間として定義されているが、秋葉 (1979) は両種が共存することではなく、両種の生存期間は明瞭に分かれること、更に *D. hustedtii* と共存する種は *D. lauta* ではなくて *D. praedimorpha* 又は *D. dimorpha* であると論じた。したがって、*D. hustedtii*-*D. lauta* Zone は化石層序学的に適切ではないので、それに代わるものとして、下位より *D. nicobarica* Zone 及び *D. praedimorpha* Zone の 2 つの化石帯が提唱された。

本地域で認められた *D. nicobarica* Zone には、いくつかの試料に *D. lauta* が極めて散発的に認められるが、これは恐らくより下位の層準からの二次化石と判断される。*D. lauta* の最終産出層準は、前述した *D. lauta* Zone 上部の *D. hyalina* が多産する層準の直下であると考えられる。

3.3.4 *Denticulopsis praedimorpha* Zone (秋葉, 1979)

〔定義〕 下限は *D. praedimorpha* の初産出層準。上限は *D. praedimorpha* の最終産出層準。すなわち本 zone は *D. praedimorpha* の全生存期間で代表される。

〔時代〕 中期中新世の後期-後期中新世の前期。

〔絶対年代〕 11.5-9.8 Ma (KOIZUMI, 1977)。

〔本地域での分布〕 鹿島台層最上部。

〔問題点その他〕 本 zone は KOIZUMI (1973 a) の *D. hustedtii*-*D. lauta* Zone の上半部の a Subzone に相当すると考えられる。

第 9 図に示したとおり、本 zone 中には *D. praedimorpha* が一般に多産するが、本地域ではその産出頻度は極めて低い。本地域で認められた *D. praedimorpha* Zone は、恐らくこの zone の最下部に相当しており、その主部は鹿島台層と番ヶ森山層との間の不整合により欠如していると考えられる。

3.3.5 *Denticulopsis hustedtii* Zone (KOIZUMI, 1973 b を一部改訂; 秋葉, 1979)

〔定義〕 下限は *D. praedimorpha* の最終産出層準直上。上限は *D. hustedtii* の最終産出層準。

〔時代〕 後期中新世。

〔絶対年代〕 9.8-6.4 Ma (KOIZUMI, 1977)。

〔本地域での分布〕 番ヶ森山層及び大松沢層最下部。

〔問題点その他〕 本 zone は KOIZUMI (1973 b) により設定されたが、その後上・下限の認定に関して研究者ごとに微妙な食い違いが認められる (秋葉, 1979; BARRON, 1980)。まず下限に関して、KOIZUMI (1973 b) は *D. lauta* の最終産出層準を本 zone の下限と定義したが、秋葉 (1979) は前述した *D. lauta* の最終産出層準の認定差を理由に *D. praedimorpha* の最終産出層準を、さらに BARRON (1980) は *D. dimorpha* の最終産出層準を、それぞれ本 zone の下限として採用している。KOIZUMI (1977) は *D. lauta* と *D. dimorpha* 両者の最終産出層準は一致するとしているので、その意味では KOIZUMI (1973 b) と BARRON (1980) の定義は同一のように見える。しかし秋葉 (1979) は、*D. lauta*, *D. praedimorpha* 及び *D. dimorpha* の層序的分布の範囲は重複していないとしている (第 6 図及び第 8 図参照)。また、本 zone の上限についても同様の問題があるが、これについては次の *Thalassionema hirosakiensis* s. l. Zone の項で述べる。

D. hustedtii Zone は KOIZUMI (1977) により、*Coscinodiscus yabei* の最終産出層準を規準にして、a Subzone (上位) と b Subzone (下位) に 2 分されている (第 8 図)。秋葉 (1979) も同様な規準で本 zone の細分を行っている。ただし、KOIZUMI (1977) が *C. yabei* の最終産出層準を *Denticulopsis dimorpha* のそれよりも上位に設定したのに対し、秋葉 (1979) は両者の産状は全く逆の関係にあるとして、本 zone を *C. yabei* Subzone (下位) と *D. dimorpha* Subzone (上位) に 2 分した。なお、八戸沖 (Leg57, Site 438 A) (第 6 図) 及び岩手県二戸地域では *D. dimorpha* の最終産出層準は *D. hustedtii* のそれよりもかなり下位にあるが、北海道各地のセクションでは両者は一致している (第 9 図)。したがって、北海道各地では、二戸地域等で認められる *D. dimorpha* と *D. hustedtii* のそれぞれの最終産出層準に挟まれる層序的区間 (第 8 図-第 9 図で A Subzone と仮称した) が広域にわたって欠如していると解釈される。ただし、上述の産状の違いは、北海道と東北日本との間の生物地理学的な珪藻種の分布の違いに起因したものとも考えられ、今後の資料の追加と検討が待たれる。

さて、本地域では番ヶ森山層と大松沢層最下部に *D. hustedtii* Zone の群集が認められる。ただし、これについては若干の疑問点が残る。つまり、前述したように番ヶ森山層の試料からは *D. hustedtii* が産出しているものの、その頻度は極めて低く、更に多量の淡水生種が混入していることから本層には二次化石が含まれている可能性が

強いのである。そのため、*D. hustedtii* を二次化石と解釈して、番ヶ森山層を、更には大松沢層最下部をも上位の *Thalassionema hirosakiensis* s. l. Zone に認定することも可能である。しかし、現時点ではこの解釈を積極的に支持する他のデータがないので、*D. hustedtii* の産出を基に、番ヶ森山層及び大松沢層最下部は *D. hustedtii* Zone に相当すると考えたい。本地域に分布する *D. hustedtii* Zone は、番ヶ森山層に稀産する *D. dimorpha* の産状を考慮すると、本 zone の最上部(第8図-第9図の A Subzone) を代表するにすぎず、本地域ではその主部(*C. yabei* Subzone) 及び *D. dimorpha* Subzone) は欠如しているものと判断される。この欠如は番ヶ森山層とその下位の鹿島台層との間の不整合により表わされ、欠如の示す時間間隙は少なくとも 2.0 Ma 以上と考えられる。

3.3.6 *Thalassionema hirosakiensis* s. l. Zone (新称)

〔定義及び特徴〕本 zone の下限は *Denticulopsis hustedtii* の最終産出層準直上、上限は *T. hirosakiensis* s. l. の最終産出層準である。*T. hirosakiensis* s. l. の産出はこの zone に限られる。また、一般に本 zone は *Coscinodiscus marginatus* の大量産出区間にほぼ一致する。他の特徴的な随伴種には、*Coscinodiscus symbolophorus*, *C. temperei*, *Denticulopsis hyalina*, *Ikebea* spp., *Nitzschia pliocena*, *N. rolandii*, *Rouxia californica*, *Rhizosolenia barboi*, *Thalassiosira decipiens* s. l., *T. manifesta*, *T. nidulus* s. str. 及び *T. punctata* 等である。*Denticulopsis kamschatica* は一般に本 zone には産出しないが、もし産出することがあっても極めて散発的にしか認められない。

〔模式地〕北海道道東厚内北方海岸の厚内層(詳細は米谷ほか, 1981を参照されたい)。

〔時代〕後期中新世末葉

〔本地域での分布〕大松沢層主部。

〔問題点その他〕本 zone は、沢村・山口(1961)の B₂ 群, 秋葉(1975, 1979)の *Coscinodiscus marginatus* Zone, 及び KOIZUMI (1973 b) の *Denticulopsis kamschatica* Zone の下半部(小泉, 1979 b の b Subzone) にそれぞれほぼ相当する。

KOIZUMI (1973 b)によれば、*D. hustedtii* Zone の上限は *D. hustedtii* の最終産出層準で、その上位の *D. kamschatica* Zone の下限は *D. kamschatica* の初産出層準でそれぞれ規定される。すなわち、*D. hustedtii* の最終産出層準は *D. kamschatica* の初産出層準の直下であると認定されている。しかし、東北日本や北海道各地の地表セクションでは、一般に *D. hustedtii* の最終産出層準と *D. kamschatica* の初産出層準の間には、これらのいずれの種も含まない厚い堆積物が存在する(秋葉, 1979)。同じよう

な産状は八戸沖の DSDP Site 438A でも認められる(第6図)。この *D. hustedtii* の最終産出層準と *D. kamschatica* の初産出層準に挟まれる区間は、前者を規準にすれば *D. kamschatica* Zone に、また後者を規準に採用すれば *D. hustedtii* Zone にそれぞれ認定される可能性がある。例えば、秋葉(1979)は前者を、BARRON (1980) は後者を採用している。このように、同一区間が相異なった化石帯に認定される可能性があることは、将来化石層序学的な混乱を引起すであろう。したがって、この区間を独立した化石帯として扱った方が化石層序学的により適切であると考えられるので、新たに *T. hirosakiensis* s. l. Zone を提唱する。本 zone は、*Rouxia californica* や *Thalassiosira nidulus* 等の随伴種の存在から、KOIZUMI (1973 b) の *D. kamschatica* Zone の下半部(小泉, 1979 b の b Subzone) にほぼ対比される。

大松沢層主部に認められる群集は、北海道各地に分布する本 zone の典型的な群集と若干異なっている。つまり *C. marginatus* の大量産出は認められず、*T. hirosakiensis* s. l. の産出も散発的である。これは、前述したように、大松沢層主部が比較的浅い海域に堆積したことに起因すると判断される。

3.3.7 *Denticulopsis kamschatica* Zone (KOIZUMI, 1973 b を一部改訂; 秋葉, 1975, 1979)

〔定義及び特徴〕下限は *T. hirosakiensis* s. l. の最終産出層準直上。上限は *Denticulopsis seminae* var. *fossilis* の初産出層準直下。本 zone は *D. kamschatica* の大量産出で特徴づけられる。*Coscinodiscus temperei* の最終産出層準は本 zone の中に認められる。

〔時代〕前期鮮新世。

〔絶対年代〕5.2-4.2 Ma (KOIZUMI, 1977; BURCKLE and OPDYKE, 1977)。

〔本地域での分布〕竜の口層及び俵庭層

〔問題点その他〕本 zone は KOIZUMI (1973 b) の *D. kamschatica* Zone の上半部(小泉, 1979 b の a Subzone) にほぼ相当する。また本 zone の下限は *D. kamschatica* の連続産出層準の下限とほぼ一致する。

本地域の竜の口層及び俵庭層は、*D. kamschatica* と *C. temperei* が共存することから、本 zone に相当すると判断される。しかし、本地域の竜の口層と俵庭層は河川水の流入の影響を強く受けた浅海成堆積物と考えられ、二次化石混入の可能性のあること、及び外洋性の環境下にあった他の地域では普通に産する種が本地域では検出されない可能性があることを考慮しなければならない。前述のように、本地域の竜の口層の珪藻化石群集と、本地域の西方及び北西方に分布する竜の口層のそれ(KOIZUMI,

1973c)とは酷似しており、唯一の相違点は後者に“*Denticula seminae*”が稀産することだけである。更に、福島県の阿武隈山地東縁に分布する竜の口層の珪藻化石群集は、海生浮遊性種として *D. kamtschatica* 及び“*D. seminae*”を普遍的に含んでおり (KOIZUMI, 1972), *D. kamtschatica* Zone の上位の化石帯, *D. seminae* var. *fossilis*-*D. kamtschatica* Zone (KOIZUMI, 1973 b)に相当すると判断される。ところが、今回得られたデータを直接使用すれば、本地域の“竜の口層”は“*D. seminae*”を含まないことから他の2地域のものよりも若干古い、つまり、*D. kamtschatica* Zone に相当すると解釈することができるのである。一方、本地域の竜の口層に産する *Coscinodiscus temperiei* は二次化石であり、また“*D. seminae*”を検出できなかったのは単に堆積環境の違いであると解釈することもできる。

いずれにしても、竜の口層及び俵庭層の時代は鮮新世以降であることは確実であるが、正確な位置づけに関しては、いわゆる竜の口層に産する貝化石 *Fortipecten takahashii* の時代論⁵⁾とも関連して、今後更に検討を加えなければならないだろう。

4. ま と め

本地域の新第三系から多産する珪藻化石群集中の海生浮遊性種の産状に基づいて、網尻層から俵庭層までの各層を7つの珪藻化石帯に区分し、各層の地質時代を推定した。各化石帯については、北太平洋中-高緯度地域における化石帯区分、特に KOIZUMI (1973 a, 1973 b, 1977) 及び小泉 (1979b) のそれとの比較を行い、その意義及び問題点について論じた。

既に沢村・山口 (1961) が示唆しているように、珪藻化石は東北日本及び北海道各地に分布する新第三系の対比に非常に有効であることが知られている。しかも、本報告で紹介したようにその処理方法は極めて簡便であり、また二次化石を伴うような層準や浅海成堆積物を除けば、一般に各珪藻化石帯の指標種はその群集中で最も優勢な種であるので、化石帯の認定そのものも極めて容易に行うことができる。したがって、有孔虫や貝化石などと同様に、今後新第三系の調査研究に大いに活用されることが望まれる。

また、珪藻は周知のように淡水域から海水域まで各種

5) カムチャッカ・北海道及び東北地方太平洋側に広く産出する *F. takahashii* は、従来から鮮新世の重要な指標種と考えられてきたが、最近北海道に分布するこの貝化石を産出する地層、例えば天北地域の勇知層や日高地域の薄別層から稀産しながら更新世の指標となる珪藻化石が見い出されている (石油資源開発(株)未公表資料)。しかし、これらの資料が *F. takahashii* の産出する地点そのものから得られたものでないことや、この貝化石の産出層準が北海道と東北日本の間で同一であるか否かについて、問題点が残されている。

の環境下に広く生息していることから、古環境の推定にも供される。本報告では各珪藻化石群集中に占める海生底生種・潮間帯種及び淡水生種の割合に基づいて、各地層の堆積盆の相対的な深度変化や外洋性か内湾性かの違い等の推定を行った。珪藻は光合成を営む独立栄養の植物であり、真光帯以深の深度には生息できないので、底生有孔虫に基づくようなきめの細かい古水深の推定はできないが、生態の異なる種の産出頻度の割合を比較することにより、上位・下位の層準との相対的な堆積深度をある程度推測できる。すなわち本地域では、松島湾層群の上部から志田層群下部にかけての層準が海進時を示しており、特に志田層群下部は本地域の海進最盛期の堆積物と判断される。そして、志田層群上部から海退が始まり、その上位の竜の口層及び俵庭層は海退の末期を示すもので、内湾性の浅海域に推積したものと考えられる。また層序的な位置からも、貝化石や大型植物化石の産出からも示されるように、松島湾層群の下部は本地域における海進の始まりを示している。

本地域の新第三系には層序学的に認定された幾つかの不整合が存在するが、その2・3については珪藻化石の産状からもその存在と時間間隙の大きさを示唆できる。まず、松島湾層群と志田層群の間の不整合については、*Denticulopsis lauta* Zone の最上部 (*D. hyalina* の多産出層準)の欠如に基づいて、約0.5 Maの欠層が推定される。ただし、この間隙が珪藻化石を含まない志田層群最下部の根古層によって代表されている可能性もある。また、志田層群の上部と下部の間には、*D. praedimorpha* Zone と *D. hustedtii* Zone のそれぞれの主部が欠如していると考えられるので、少なくとも2.0 Ma程度 (最大4.5-5.0 Ma)の時間間隙が推定される。志田層群上部とその上位の鮮新統の間には、もし竜の口層と俵庭層の群集の一部を二次化石と判断するならば、*D. kamtschatica* Zone が欠如していることになり、約1.0 Maの時間間隙が予想される。なお、留意すべき点は上記の時間間隙の推定はあくまでもほぼ化石帯単位で行っていることであり、化石帯内での時間間隙は認識できないことである。例えば、松島湾層群と志田層群の間の不整合をもたらした時間間隙は上述の可能性のほかに、志田層群下部に認められた *D. nicobarica* Zone (約2.5 Maの長さにわたる)の中にまで食い込んで、0.5 Ma以上の間隙となっていることも考えられるのである。

文 献

- 秋葉文雄 (1975) 北海道支知・日高地域と天北地域
新第三系の *Denticula* 属を中心とした珪藻

- 化石層序による対比と問題点. 技研所報, vol. 18, p. 197-236.
- 秋葉文雄(1977 a) *Denticula kanayae* n. sp. と *Denticula kanayae* Zone の珪藻生層位学的意義. 技研所報, vol. 20, p. 126-146.
- (1977 b) 岩手県二戸地域の新第三系珪藻化石層序について. 石油技誌, vol. 42, p. 275.
- (1979) *Denticula dimorpha* とその類縁種の形態, および新第三系珪藻化石帯区分. 技研所報, vol. 22, p. 148-189.
- BARRON, J. (1980) Lower Miocene to Quaternary diatom biostratigraphy of Leg 57, off northeastern Japan, Deep Sea Drilling Project. In; HONZA, E., et al., *Init. Repts. DSDP*, vols. 56-57, Washington (U. S. Govt. Printing Office), p. 641-685.
- BRUN, J. and TEMPÈRE (1889) Diatomées fossiles du Japon—Espèces marines & Nouvelles des Calcaires Argileux de Sendai & de Yedo. *Mémoires de la Société de physique et d'Histoire Naturelle de Genève*, vol. 30, no. 9, 75 p.
- BURCKLE, L. H. and OPDYKE, N. (1977) Late Neogene diatom correlations in the circum-Pacific. *Proceedings of the First International Congress on Pacific Neogene Stratigraphy, Tokyo, 1976*, p. 255-284.
- HANZAWA, S., HATAI, K., IWAI, J., KITAMURA, N. and SHIBATA, T. (1953) The geology of Sendai and its environs. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.)*, vol. 25, p. 1-50.
- IGCP-114, NATIONAL WORKING GROUP OF JAPAN (1979) 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. 土 隆一編, 156p.
- (1981) 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「続編」. 土 隆一編, 124 p.
- 石井武政・柳沢幸夫・山口昇一・寒川 旭・松野久也(1982) 松島地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 121p.
- KANAYA, T. (1957) Eocene diatom assemblages from the Kellogg and "Sidney" Shales, Mt. Diablo Area, California. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.)*, vol. 28, p. 27-124.
- KANAYA, T. (1959) Miocene diatom assemblages from the Onnagawa Formation and their distribution in the correlative formations in the northeast Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.)*, vol. 30, p. 1-130.
- (1963) A Survey of the Fossils from Japan Illustrated in Classical Monographs Part VI—BRUN & TEMPÈRE (1889)—. In; MATSUMOTO, T. (ed.), A Survey of the Fossils from Japan Illustrated in Classical Monographs (Primarily A Nomenclatorial Revision), *Palaeont. Soc. Japan, Twenty-fifth Anniv. Volume*, p. 21-25.
- 菊田恵美子(1973) 宮城県桃生郡鳴瀬町野る北西部の地質. 東北大学理学部地質学古生物学教室卒論 (MS).
- KOIZUMI, I. (1972) Marine diatom flora of the Pliocene Tatsunokuchi Formation in Fukushima Prefecture. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 86, p. 340-359.
- (1973a) The stratigraphic ranges of marine planktonic diatoms in Japan. *Mem. Geol. Soc. Japan*, no. 8, p. 35-44.
- (1973b) The late Cenozoic diatoms of Sites 183-193, Leg 19, Deep Sea Drilling Project. In; CREAGER, J. S., SCHOLL, D. W., et al., *Init. Repts. DSDP*, vol. 19, Washington (U. S. Govt. Printing Office), p. 805-855.
- (1973c) Marine diatom flora of the Pliocene Tatsunokuchi Formation in Miyagi Prefecture. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 79, p. 126-136.
- (1975) Late Cenozoic diatom biostratigraphy in the Circum-north Pacific region. *Jour. Geol. Soc. Japan*, vol. 81, p. 611-627.
- (1977) Neogene diatom correlations in the north Pacific region. *Proceedings of the First International Congress on Pacific Neogene Stratigraphy, Tokyo, 1976*, p. 235-253.
- 小泉 格(1979 a) 門ノ沢一三戸地域(2). 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, IGCP-114, NATIONAL

- WORKING GROUP OF JAPAN, p. 53-55.
- 小泉 格 (1979 b) 日本海の地史—堆積物と微化石から—。研究連絡誌「日本海」, no. 10, p. 69-90.
- (1981) 常磐地域(1)~(5)。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「続編」, IGCP-114, NATIONAL WORKING GROUP OF JAPAN, p. 18-27.
- 米谷盛寿郎・秋葉文雄・一ノ関鉄郎 (1981) 釧路地域(2)。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「続編」, IGCP-114, NATIONAL WORKING GROUP OF JAPAN, p. 38-39.
- 増田孝一郎 (1953) 石巻市の地質。石巻市史, 石巻市, p. 27-46.
- OKUTSU, H. (1955) On the stratigraphy and paleobotany of the Cenozoic plant beds of the Sendai area. *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, 2nd ser. (*Geol.*), vol. 26, p. 1-114.
- 沢村孝之助 (1973) 三浦・房総両半島中新統の化石珪藻による対比。地調月報, vol. 24, p. 327-338.
- ・山口昇一 (1961) 網走—浦幌地域の硬質頁岩層の珪藻による対比。地調月報, vol. 12, p. 885-890.
- SCHRADER, H. J. (1973) Cenozoic diatoms from the northeast Pacific, Leg 18. In; KULM, L. D., von HUENE, R., et al., *Init. Repts. DSDP*, vol. 18, Washington (U. S. Govt. Printing Office), p. 673-797.
- SIMONSEN, R. (1979) The diatom system: Ideas on phylogeny. *Bacillaria*, vol. 2, p. 9-71.
- and KANAYA, T. (1961) Notes on the marine diatom genus *Denticula* Kütz. *Internat. Rev. Ges. Hydrobiol.*, vol. 46, p. 498-518.

(受付: 1981年11月6日; 受理: 1982年1月6日)

Explanation of Plates I-III (magnification of all figures except for
fig. 1 with $\times 500$, is $\times 1,000$)

[sample number, F.: Formation, Z.: diatom zone]

A.: *Actinocyclus*, D.: *Denticulopsis*, T.: *Thalassionema*

Plate I

- fig. 1; unprocessed strewn slide [N 665, Ōtsuka F., *D. lauta* Z.]
- figs. 2-3; *Coscinodiscus marginatus* EHR.: fig. 2 [K 248-2, Ōmatsuzawa F.,
T. hirosakiensis s.l. Z.], fig. 3 [OT 7, Ōtsuka F., *D. lauta* Z.]
- figs. 4-5; *Coscinodiscus temperei* BRUN: fig. 4 [Ya 184, Tatsunokuchi F., *D.*
kamtschatica Z.], fig. 5 [Ya 185, Tatsunokuchi F., *D. kamtschatica* Z.]
- figs. 6-7; *Actinocyclus ingens* RATT. [K 170, Kashimadai F., *D. nicobarica* Z.]
- fig. 8; *Actinocyclus ellipticus* GRUN. [K 248-2, Ōmatsuzawa F., *T. hirosakiensis*
s.l. Z.]
- fig. 9; *Coscinodiscus* sp. A [OT 7, Ōtsuka F., *D. lauta* Z.]
- figs. 10-11; *Coscinodiscus lewsianus* GREV. [ditto]
- fig. 12; *Stictodiscus kittonianus* GREV. [K 170, Kashimadai F., *D. nicobarica* Z.]
- fig. 13; *Coscinodiscus endoi* KANAYA [N 611, Ōtsuka F., *D. lauta* Z.]
- fig. 14; *Coscinodiscus symbolophorus* GRUN. [OT 7, Ōtsuka F., *D. lauta* Z.]
- figs. 15-16; *Coscinodiscus* cfr. *yabei* KANAYA: fig. 15 [K 52, Kashimadai F.,
D. praedimorpha Z.], fig. 16 [N 58, Hataya F., *D. nicobarica* Z.]

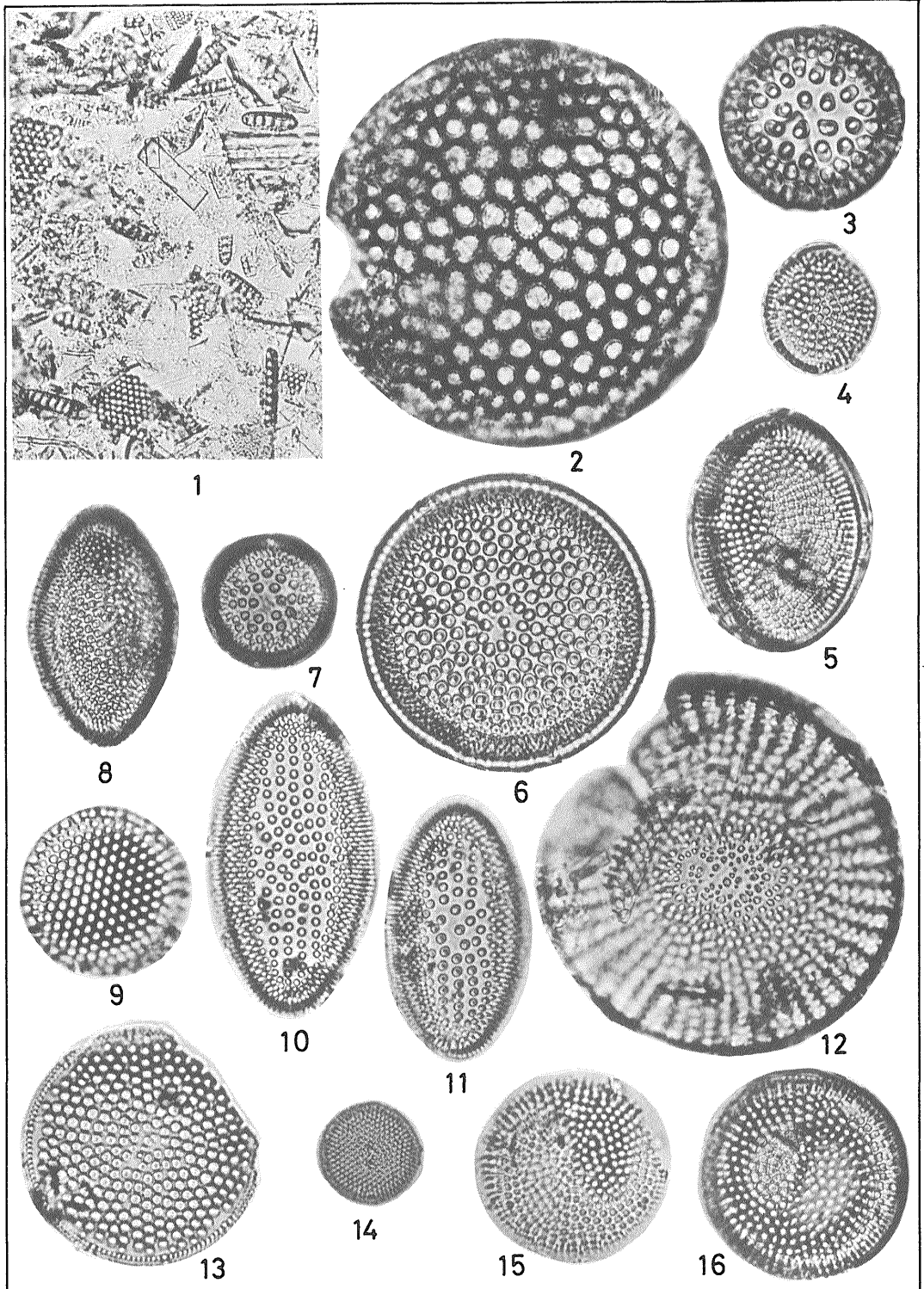


Plate II

- fig. 17; *Rhizosolenia barboi* (BRUN) TEMP. et PERAG. [K 248-2, Ōmatsuzawa F., *T. hirosakiensis* s.l. Z.]
- fig. 18; *Rhizosolenia miocenica* SCHRADER [My 209, Ōtsuka F., *D. lauta* Z.]
- figs. 19-20; *Thalassiosira nidulus* (TEMP. et BRUN) JOUSÉ s.str. [K 127, Ōmatsuzawa F., *D. hustedii* Z.]
- fig. 21; *Biddulphia* cfr. *aurita* (LYNG.) BREB. et GOD. [OT 7, Ōtsuka F., *D. lauta* Z.]
- fig. 22; *Rhizosolenia styliformis* BRIGHTW. [K 52, Kashimadai F., *D. praedimorpha* Z.]
- fig. 23; *Biddulphia* sp. A [Y8092005, Tatsunokuchi F., *D. kamschatica* Z.]
- fig. 24; *Thalassiosira manifesta* SHESHUK. [K 248-2, Ōmatsuzawa F., *T. hirosakiensis* s.l. Z.]
- fig. 25; *Thalassiosira antiqua* (GRUN.) CL. [Ya 185, Tatsunokuchi F., *D. kamschatica* Z.]
- fig. 26; *Thalassiosira* sp. [K 248-2, Ōmatsuzawa F., *T. hirosakiensis* s.l. Z.]
- fig. 27; *Thalassiosira* sp. [ditto]
- fig. 28; *Raphidodiscus marylandicus* CHRIST. [My 209, Ōtsuka F., *D. lauta* Z.]
- fig. 29; *Hemiaulus* aff. *polymorphus* GRUN. [K 170, Kashimadai F., *D. nicobarica* Z.]
- fig. 30; *Hemiaulus bipons* (EHR.) GRUN. [OT 7, Ōtsuka F., *D. lauta* Z.]
- fig. 31; *Triceratium condecorum* BRIGHTW. [K 99, Kashimadai F., *D. praedimorpha* Z.]
- fig. 32; *Ikebea* sp. (= *Goniothecium tenue* BRUN) [Nx 11, Ōmatsuzawa F., *T. hirosakiensis* s.l. Z.]
- fig. 33; *Aulacosira granulata* (EHR.) SIMONSEN [I 3, Nakayama Sandstone Mudstone, *D. kamschatica* Z.]
- figs. 34-35; *Medialia splendida* SHESHUK.: fig. 34 [My 209, Ōtsuka F., *D. lauta* Z.], fig. 35 [N 58, Hataya F., *D. nicobarica* Z.]
- fig. 36; *Stephanogonia hanzawae* KANAYA [N 58, Hataya F., *D. nicobarica* Z.]
- figs. 37-38; *Actinoptychus undulatus* (BAIL.) RALFS [Y8092005, Tatsunokuchi F., *D. kamschatica* Z.]
- figs. 39-40; *Melosira sulcata* (EHR.) KÜTZ.: fig. 39 [K 170, Kashimadai F., *D. nicobarica* Z.], fig. 40 [K 248-2, Ōmatsuzawa F., *T. hirosakiensis* s.l. Z.]

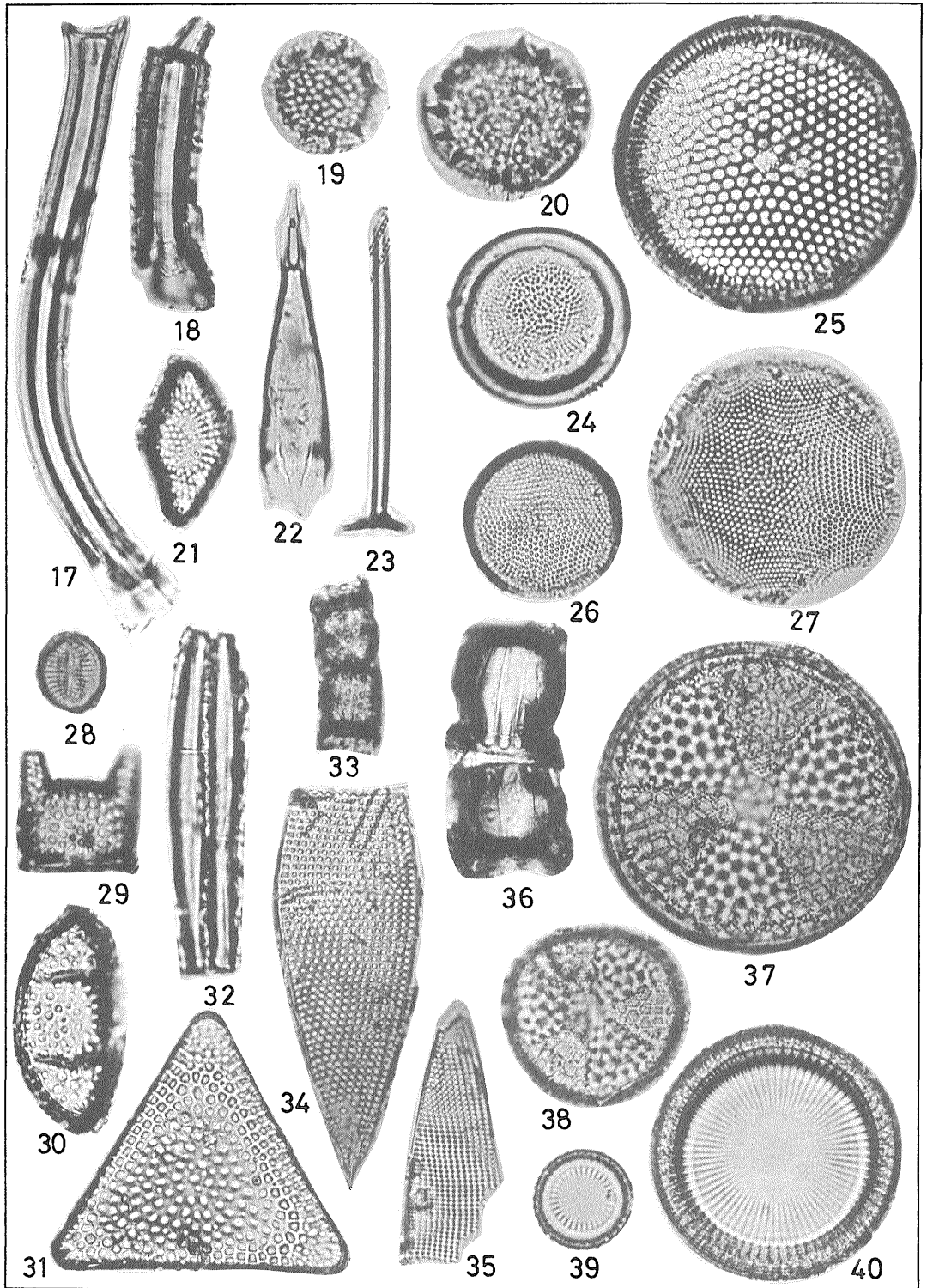


Plate III

- figs. 41–44; *Denticulopsis* sp. A: figs. 41, 44 [My 101, Ōtsuka F., *A. ingens* Z.],
figs. 42–43 [N 575, Ōtsuka F., *A. ingens* Z.]
- figs. 45–48; *Denticulopsis lauta* (BAIL.) SIMONSEN: figs. 45, 48 [My 209, Ōtsuka
F., *D. lauta* Z.], fig. 46 [OT 7, Ōtsuka F., *D. lauta* Z.], fig. 47 [OT 8,
Ōtsuka F., *D. lauta* Z.]
- figs. 49–52; *Denticulopsis nicobarica* (GRUN.) SIMONSEN: figs. 49, 51 [N 58,
Hataya F., *D. nicobarica* Z.], figs. 50, 52 [K 62, Kashimadai F., *D.*
nicobarica Z.]
- figs. 53–57; *Denticulopsis hustedtii* (SIMONSEN et KANAYA) SIMONSEN: figs. 53,
55a–b [N 58, Hataya F., *D. nicobarica* Z.], figs. 54, 56 [K 62, Kashimadai
F., *D. nicobarica* Z.], fig. 57 [K 127, Ōmatsuzawa F., *D. hustedtii* Z.]
- figs. 58–62; *Denticulopsis praedimorpha* (AKIBA ex BARRON) BARRON [K 52,
Kashimadai F., *D. praedimorpha* Z.], fig. 61; connecting band
- figs. 63–65; *Denticulopsis dimorpha* (SCHRADER) SIMONSEN [Os 47–2,
Bangamoriyama F., *D. hustedtii* Z.], all figures connecting bands
- figs. 66–68; *Denticulopsis kamschatica* (ZABELINA) SIMONSEN [I 3, Nakayama
Sandstone Mudstone, *D. kamschatica* Z.]
- fig. 69; *Nitzschia* cfr. sp. 2 [K 127, Ōmatsuzawa F., *D. hustedtii* Z.]
- fig. 70; *Nitzschia fossilis* KANAYA et KOIZUMI [Nx 11, Ōmatsuzawa F., *T.*
hirosakiensis s.l. Z.]
- fig. 71; *Nitzschia* sp. 4 [Ya 185, Tatsunokuchi F., *D. kamschatica* Z.]
- fig. 72; *Cymatosira debyi* TEMP. et BRUN [Nx 6, Ōmatsuzawa F., *T. hirosakiensis*
s.l. Z.]
- fig. 73; *Cymatosira* aff. *lorentziana* GRUN. [My 209, Ōtsuka F., *D. lauta* Z.]
- figs. 74–75; *Kisseleviella carina* SHESHUK. [N 575, Ōtsuka F., *A. ingens* Z.]
- fig. 76; *Rouxia naviculoides* SCHRADER [My 209, Ōtsuka F., *D. lauta* Z.]
- figs. 77–80; *Thalassionema hirosakiensis* (KANAYA) SCHRADER s.l.: figs. 77, 79
[K 248–2, Ōmatsuzawa F., *T. hirosakiensis* s.l. Z.], fig. 78 [Nx 6,
Ōmatsuzawa F., *T. hirosakiensis* s.l. Z.], fig. 80 [K 152, Ōmatsuzawa F.,
T. hirosakiensis s.l. Z.]
- fig. 81; *Thalassionema hirosakiensis* (KANAYA) SCHRADER s.str. [K 52,
Kashimadai F., *D. praedimorpha* Z.]
- fig. 82; *Thalassionema nitzschioides* GRUN. [K 152, Ōmatsuzawa F., *T.*
hirosakiensis s.l. Z.]
- figs. 83–84; *Synedra jouseana* SHESHUK. [OT 7, Ōtsuka F., *D. lauta* Z.]
- fig. 85; *Rhaphoneis miocenica* SCHRADER [K 99A, Ōtsuka F., *A. ingens* Z.]
- fig. 86; *Rhaphoneis elegans* (PANT.) HANNA [My 209, Ōtsuka F., *D. lauta* Z.]
- fig. 87; *Cocconeis scutellum* EHR. [Ya 312–2, Tawaraniwa F., *D. kamschatica* Z.]
- fig. 88; *Nitzschia punctata* (W.S.) GRUN. [Ya 243, Tawaraniwa F., *D.*
Kamschatica Z.]
- fig. 89; *Opephora martyi* HERIB. [Ya 243, Tawaraniwa F., *D. kamschatica* Z.]
- figs. 90–91; *Rossiella tatsunokuchiensis* (KOIZUMI) GERSONDE [Ya 185,
Tatsunokuchi F., *D. kamschatica* Z.]
- fig. 92; “*Cussia*” *mediopunctata* (HAJÓS) SCHRADER [K 127, Ōmatsuzawa F.,
D. hustedtii Z.]
- fig. 93; *Rossiella praepaleacea* (SCHRADER) GERSONDE [ditto]

