

能登半島珠洲地域の新第三系の岩相

および放散虫化石層序

船 山 政 昭*

I. はじめに

能登半島は地質区分上、北陸山陰地質区（西南日本新生代研究グループ, 1960）に属し、ここに広く新第三系が分布する。東北日本日本海側のいわゆるグリーンタフ地域に類似した岩相層序を示すが、概して地層の変形度が小さく、種々の化石を多産するため、岩相・化石のいずれについても古くから数多くの研究がなされてきた。本研究で扱う珠洲地域は能登半島北東部に位置し、保存状況の良好な珪質微化石を多産する珪質堆積物が発達するため、標準的な化石層序を編むのに適した地域である。本地域において放散虫化石以外の浮遊性微化石群に関し数多くの研究がなされてきているが、放散虫化石層序、あるいはこれと他の浮遊性微化石層序との相互関係についてはまだ十分に明らかとなっていない。そこで放散虫化石層序を編み、複数の浮遊性微化石群間の層序関係を明らかにした。また、岩相単位、とりわけ海緑石密集層の化石層序における位置づけを明らかにした。

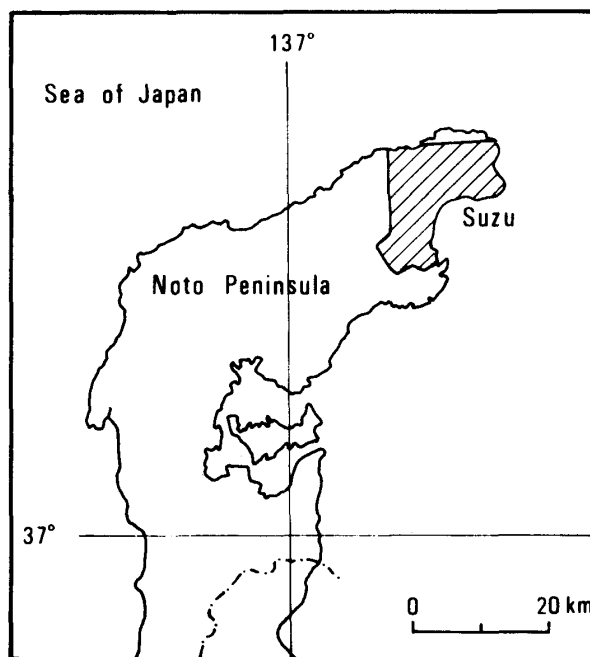
本研究は筆者が東北大学大学院理学研究科在学中に行なったもので、高柳洋吉教授には終始御指導いただいた。長谷川四郎博士には野外調査に同行いただき、底生有孔虫化石の同定をしていただいた。宇都宮大学の酒井豊三郎教授、秋田大学の相田吉昭博士には放散虫化石の同定および放散虫化石層序について御指導・御討論いただいた。熊本大学の尾田太良助教授には浮遊性有孔虫化石を、東北大学の丸山俊明博士には珪藻化石を、合同石油株式会社の本田信幸博士には石灰質ナノプランクトン化石をそれぞれ同定していただくとともに、各々の微化石層序について御教示いただいた。福島大学の鈴木敬治教授には植物化石の同定をしていただいた。金沢大学の高山俊昭教授には調査地域の情報を提供していただいた。本稿をまとめるにあたって東北大学石崎国熙助教には数多くの助言をいただいた。また、東北

大学地質学古生物学教室の各位からは、種々の御教示・御協力をいただいた。以上の方々に深く感謝する。

II. 地質概説

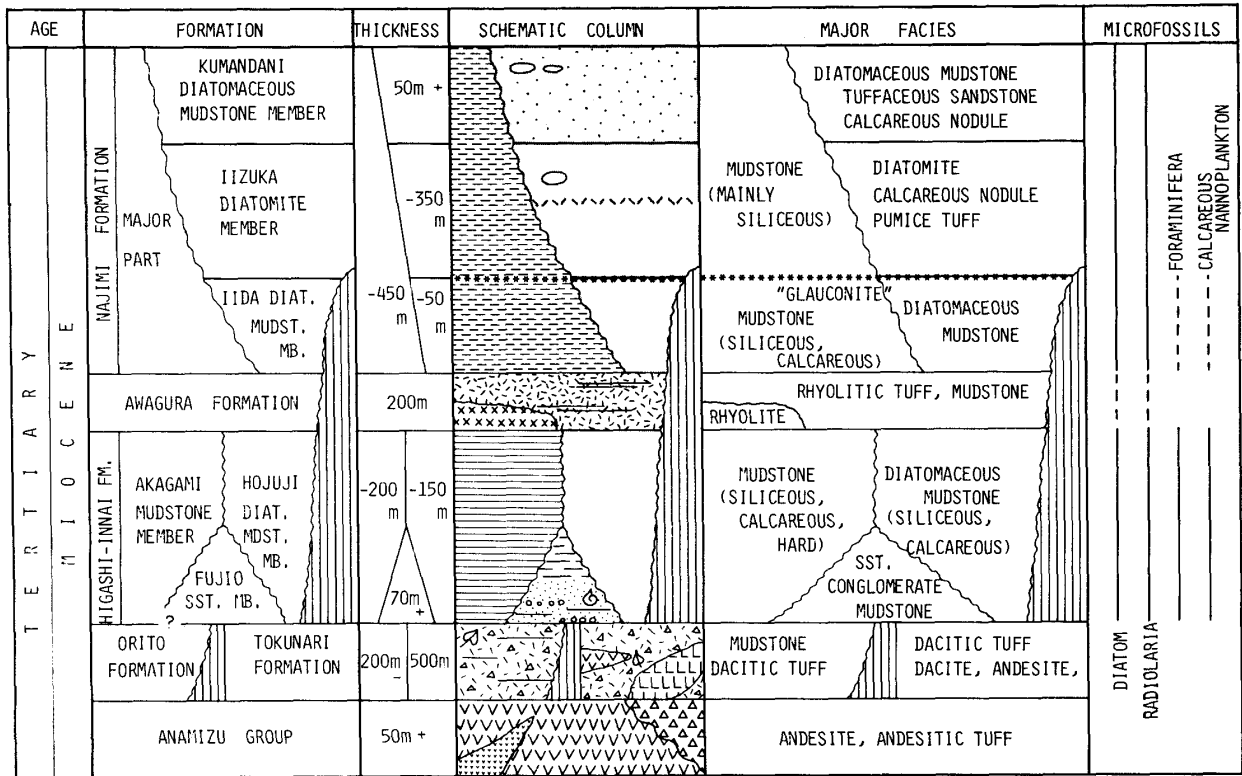
本地域に分布する新第三系は下位より穴水層群、徳成層・折戸層、東印内層、粟蔵層、南志見層に区分される。さらに東印内層は藤尾砂岩部層、法住寺珪藻質泥岩部層、赤神泥岩部層に、南志見層は主部、飯田珪藻質泥岩部層、飯塚珪藻土部層、熊谷珪藻質泥岩部層（新称）に、それぞれ細分される（第2図）。この区分は、本地域の層序を総括した石田・増田（1956）、Ishida（1959）、粕野（1965, 1977）らの区分とおおむね一致し、岩相層序区分上の混乱はほとんどないといえる。

地質構造として顕著なものは東西ないし東北東



第1図 調査地域位置図。
Fig. 1. Map showing study area.

* 帝国石油株式会社



第2図 模式柱状図。
Fig. 2. Stratigraphy of Suzu area, northeastern part of Noto Peninsula.

一西南西の軸をもつ褶曲とそれに平行な断層であり、大局的には、①則貞南方から東山中町へほぼ東西に延びる背斜と山伏山周辺の半ドーム、②宗末から川上の北方へ東北東一西南西に延びる若山川に沿う向斜、③白米坂北方でほぼ東西に延びる白米坂断層、④飯田町から西へ東西に延びる背斜、⑤鶴飼地域で東に開く鶴飼半ベースンによって特徴づけられる(第3図)。

軟質の珪藻質泥岩は主として調査地域の東部に発達し、本地域の新第三系の岩相を特徴づけている。この岩相は主として塊状無層理であるが、凝灰岩や海緑石の密集層などを鍵層として詳細な層序の把握が可能である。

III. 地層各説

A. 穴水層 (Anamizu Formation) [命名] 久保・鈴木 (1949)

模式地は穴水町。調査地域南部に広く分布する地層で、北部では大谷、小鮎山、山伏山、長手崎、蛸島などに分布する。本層は安山岩(両輝石安山岩・紫蘇輝石安山岩)および安山岩質火山砕屑岩であり、

塊状の安山岩溶岩、同質の凝灰角礫岩、変質の著しい赤色・緑色などの円礫を含む火山礫凝灰岩、柱状節理の発達した安山岩岩脈などから構成される。層厚は50m以上で、下限は不明である。

B. 徳成層 (Tokunari Formation) [命名] 大塚 (1946)

ここで述べる徳成層は大塚 (1946) の徳成層灰岩、赤嶺 (1952) の徳成凝灰岩層、増田 (1954) の徳成層と同義である。Ishida (1959) の Yanagida alternation と粕野 (1965, 1977) の柳田累層は、徳成層と折戸層(石田・増田, 1956 の東印内層折戸部層)を一括したものである。柳田村周辺では徳成層も“柳田層”と同一であるが、能登半島北部では“柳田層”が徳成層の分布に連続せず、岩相上も相違点があるため両者を区別して扱った。

徳成層の模式地は柳田村徳成であり、本地域での分布は白米坂北方に位置する東西性の断層の南側に認められる。主として白色・暗灰色・灰白色の無層理塊状の火山礫凝灰岩、浮石質凝灰岩、凝灰角礫岩からなる。このほか、玄武岩、石英安山岩、流紋岩が含まれる。恋路、菅沢、善野、小屋、泥ノ木、二

艘舟周辺では植物化石を含む火山豆石凝灰岩がみられる。また、泥ノ木の長谷橋付近では直径1mに及ぶ炭化した材化石が多く観察される。郷-菅沢間では、厚い石英安山岩質溶結凝灰岩が分布している。こうした陸上堆積を示唆する現象は鶴飼川の北1km以南に限られる。この北方では成層した白色の細粒凝灰岩が卓越し、上戸以西では徳成層上部に著しくガラス質の球顆流紋岩、真珠岩が分布しており、これらは水中堆積を示すと推察される。

徳成層は塊状を呈する岩相が主体であり、緩傾斜でもあるため正確な厚さは不明であるが、最大で500mと推定される。徳成層は乗木の西方で下位の穴水層と接しており、両者は不整合の関係にある。二艘舟付近の火山豆石凝灰岩から植物化石 *Quercus* sp., *Cyclobalanopsis mandralidae* Gaudin を産する。

C. 折戸層 (Orito Formation) [命名] 望月 (1932)

石田・増田 (1956) は、鈴木・久保 (1953) の上野砂岩礫岩泥岩互層、塩津凝灰岩互層を含め、東印内層の部層として折戸部層と呼んだ。折戸層はこの折戸部層の分布にほぼ一致する。

折戸層の模式地は折戸の海岸で、層厚は200m以上。調査地域内では上野-塩津間で最も厚く、西方へ厚さを減じる。上野-塩津間の海岸ではほぼ全面露出する。岩相は主として白色、灰緑色、淡黄色の無層理の火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩、浮石質凝灰岩、凝灰質砂岩よりなり、一部に級化層理や荷重痕などの堆積構造がみられることがある。*Comptonia naumani* (Nathorst) Huzioka, *Quercus* sp., *Cyclobalanopsis*? sp., *Diploclisia notoensis* Ishida などの植物化石を含む泥岩を挟む。Ishida (1970) は折戸層産の植物化石について詳細な報告を行っており、台島型植物群に属する狼煙植物群と命名している。調査地域内では折戸層と穴水層群との関係は確認できないが、石田・増田 (1956) は不整合関係にあるとしている。

D. 東印内層 (Higashi-innai Formation) [命名] 大塚 (1946)

大塚 (1946) の東印内層を包含する。藤尾砂岩部層、法住寺珪藻質泥岩部層、赤神泥岩部層から構成される。模式地は輪島市東印内である。

D-1 藤尾砂岩部層 (Fujio Sandstone Member) [命名] 石田・増田 (1956)

模式地は藤尾東方約400mから南々東にのびる沢で、層厚は本地域内では最大で70m。北部では大谷、仲平山の南から笹波にかけての背斜部と高波に分布する。南部では石坂を中心に北東-南西に約2kmにわたって分布するほか、小屋南方、二艘舟にも分布する。

礫岩、砂岩、泥岩より構成され、下部は凝灰質砂岩が主体で、上部では細粒となり砂質泥岩が優勢となる。二艘舟では珪藻質泥岩と含細礫砂岩が互層し、砂岩には *Operculina complanata japonica* Hanzawa を含む。一般に南部で細粒で、砂岩、泥岩が優勢で、巨礫を含む礫岩は北部に分布する。

本部層産の浮遊性有孔虫化石 (第1表) には *Globorotalia praescitula* 等が含まれ、石灰質ナノプランクトン化石 (第3表) では *Discoaster*, *Sphenolithus*, *Helicosphaera* の3属が高率を占める。調査地域南部から産した底生有孔虫化石 (第2表) は、群集組成から内部亜浅海帯の要素と上部半深海帯の要素の混在で特徴づけられる。南部では下位層に由来する礫がほとんど無いことから藤尾砂岩部層堆積時には下位層も海域にあったと考えられる。本部層は本地域南部では徳成層の上に重なり、加護の南の沢では下位の徳成層との間に軽微な不整合がみられる。北部では折戸層または穴水層に重なり、折戸層とは分布が調和的で整合的である。穴水層とは不整合である (石田・増田, 1956)。

D-2 法住寺珪藻質泥岩部層 (Hojuji Diatomaceous Mudstone Member) [命名] 赤嶺 (1952)

赤嶺 (1952) の法住寺泥岩・砂岩層の中の珪藻質泥岩を Ishida (1959) は Hojuji diatomaceous mudstone と呼んだ。筆者の法住寺珪藻質泥岩部層は Ishida (1959) の定義にほぼ一致し、さらに赤嶺 (1952) の桐畑泥岩層の一部を含む。

模式地は法住寺の谷で、層厚は最大で150m。大部分は鶴飼半ベースンの西縁部に分布し、般若川上流の法住寺付近の沢床と鳥屋尾-郷間の鶴飼川流域に好露出する。このほか雲津北東、二艘舟、泥ノ木東方、小屋南方にも小範囲に分布する。

一般に軟質の塊状無層理の珪藻質泥岩からなり、新鮮な部分では暗緑灰色を呈する。海綿骨針を多く含み、保存状態の良い石灰質・珪質の微化石を多量に含む。

鶴飼半ベースンの南西端の鳥越と加護の南方で下位の徳成層との間に不整合が観察される。藤尾砂岩部層とは一部指交・漸移関係にあり、二艘舟では、

Operculina, *Crassostrea* を産する含礫砂岩層が珪藻質泥岩中に挟在している。泥ノ木東方および法住寺西方では法住寺珪藻質泥岩部層の珪藻質泥岩と藤尾砂岩部層の砂質泥岩との間に漸移関係がみられる。漸移部では珪藻質泥岩は乾燥すると剝離する特徴を示す。このような岩相では珪質微化石は著しく溶解しており、同定に耐えない状態となっている。

藤尾砂岩部層と同様、浮遊性有孔虫化石(第1表)は *Globorotalia praescitula* 等を含み、石灰質ナノプランクトン化石(第3表)では *Sphenolithus*, *Discoaster*, *Helicosphaera* の3属を普遍的に含む。また、底生有孔虫化石群集(第2表)は二艘舟においては生息深度を異にする要素が混在するが、一般には上部半深海帯を示す。

D-3 赤神泥岩部層(Akagami Mudstone Member) [命名] 石田・増田(1956)

石田・増田(1956)の東印内層赤神泥岩部層に一致する。模式地は赤神西方であるが、大谷川の崖で好露出する。調査地域の北西部、東北部および中央部に分布し、最大層厚は200mである。

暗灰色から淡赤褐色の成層した硬質の泥岩で構成される。石灰質の泥岩と珪質の泥岩があり、石灰質な部分は大谷周辺と飯田町周辺に限られる。

北部では赤神泥岩部層と下位の折戸層との直接の関係は確認できないが、両者の分布は調和的である。南部では下位の徳成層とは分布形態から穴釜付近以南で不整合となっていると判断される。法住寺珪藻質泥岩部層とは穴釜北方一帯での観察から指交・漸移関係が確認された。また、この一帯では藤尾砂岩部層上部とも漸移関係にある。

藤尾砂岩部層および法住寺珪藻質泥岩部層と同様、*Globorotalia praescitula* 等および *Sphenolithus* 属、*Discoaster* 属を含み、底生有孔虫化石群集は上部半深海帯を示す(第1, 2, 3表)。

E. 粟蔵層(Awagura Formation) [命名] 大塚(1946)

模式地は町野町粟蔵で、層厚変化が著しく、調査地域西方の岩倉山周辺では1000mに及ぶと推定され(石田・増田, 1956)、東方に厚さを減じ、粟津では1m以下になり、高波-雲津間ではほぼ尖滅している。同様に、飯田町周辺で本層は層厚を減じるが、この南方の鶴飼半ベースンでは20m前後の厚さをもって分布する。

淡黄～白色、淡緑色の凝灰岩を主とし、東方及び

南方では凝灰岩は薄くなり、硬質・珪質の泥岩を挟むようになる。凝灰岩中には黒雲母を多く含むものがあり、白米坂北方の断層沿いに分布する黒雲母流紋岩も本層に属する。

下位層とは整合であるが、徳成層の陸成堆積層が分布する鶴飼半ベースン南端および恋路では東印内層を欠いて本層が徳成層にアバットする。

F. 南志見層(Najimi Formation) [命名] 増田(1954)

模式地は輪島市里町の海岸。南志見層は岩相上、主部、飯田珪藻質泥岩部層、飯塚珪藻土部層、熊谷珪藻質泥岩部層に区分される。

F-1 主部

主として若山川流域の向斜部に広く分布する。層厚は最大で450m。新鮮な部分では暗灰色～黒色の泥岩で、無層理塊状または成層を示す。風化部では淡赤褐色で細片化する。下部には海緑石の密集層があり、調査地域全域にわたって連続して追跡され、良好な鍵層となっている。内山、大屋周辺ではこの下位にも海緑石の密集層をはさむが連続性に乏しい。通伝、内山、東山中を結ぶ一帯および内山南方ではこの海緑石の密集層の下位で石灰質の砂質泥岩となる。海緑石の密集層の上位では、一般に黒色泥岩となり魚鱗化石を含む。

下部の石灰質の砂質泥岩から石灰質微化石を産するが、東印内層から産出した *Globorotalia praescitula* は認められず、*Discoaster*, *Helicosphaera* 属の優占率も減少する。底生有孔虫化石群集は上部半深海帯を示す(第1, 2, 3表)。珪質微化石は一般に保存状態が不良である。

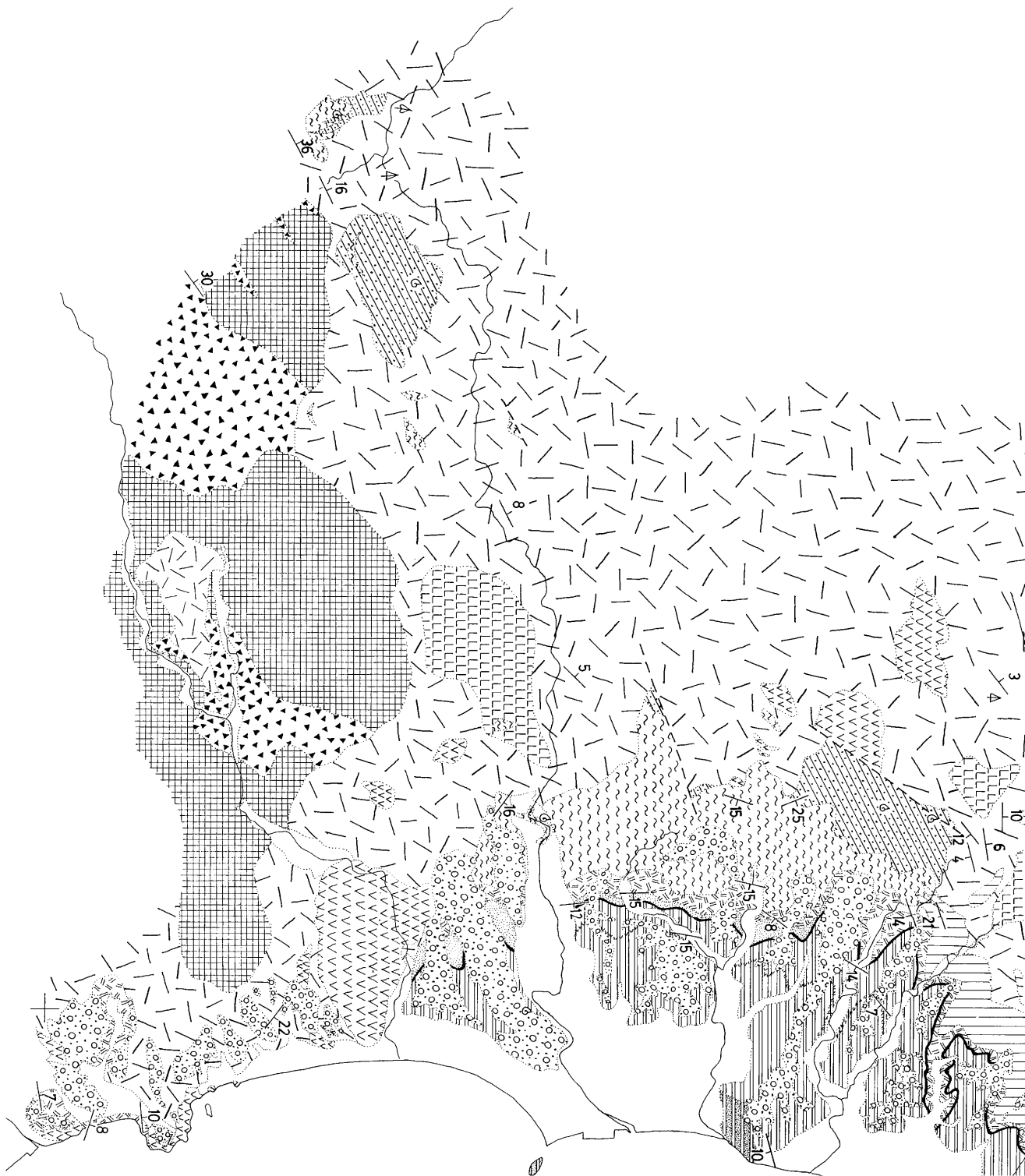
下位の粟蔵層とは整合である。

F-2 飯田珪藻質泥岩部層(Iida Diatomaceous Mudstone Member) [命名] 鈴木(1950)

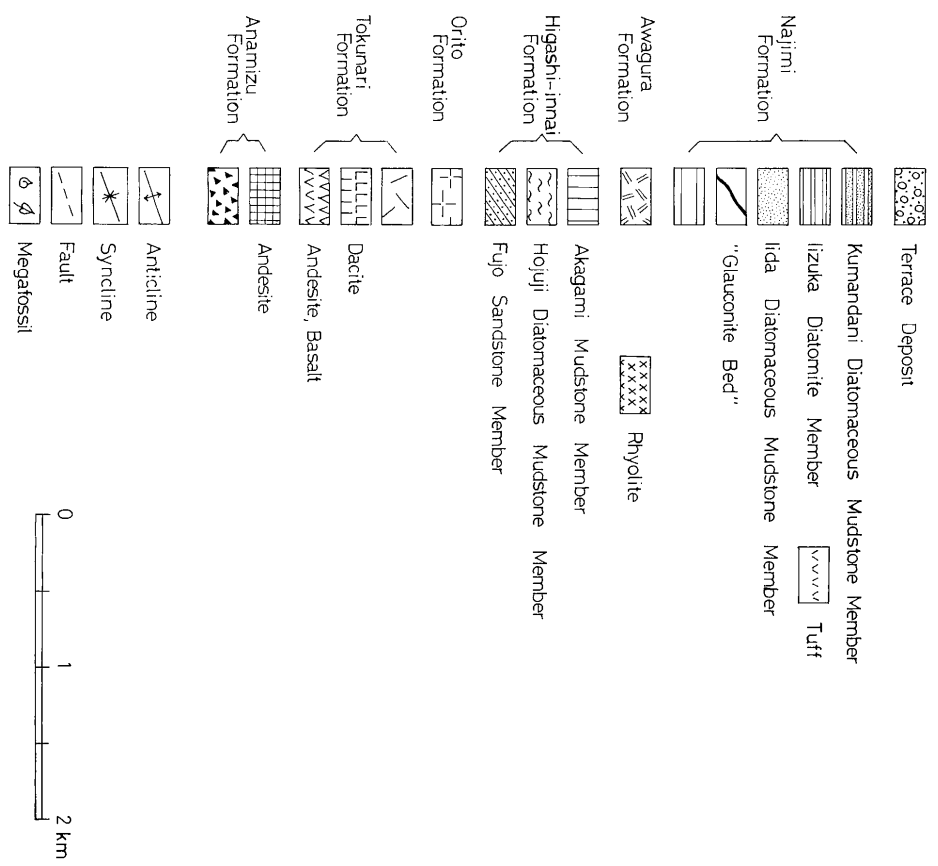
模式地は飯田町脇田と山岸の間の丘陵(赤嶺, 1952)。飯田町城山、脇田、北方のほか岡田におけるドーム構造の中心地、井田、雲津、鶴飼半ベースンに分布する。最大層厚は50m。全体として凝灰質で海綿骨針に富む珪藻質泥岩から構成される。新鮮な部分は暗緑色であるが、一般には風化して淡赤褐色～橙色を呈す。脇田、城山、岡田では淡青灰色の主として火山ガラスからなる凝灰岩の薄層を数枚挟む。最上部には海緑石の密集層があり、その密集度・密集層の厚さは側方に変るが広く追跡され良好な鍵層



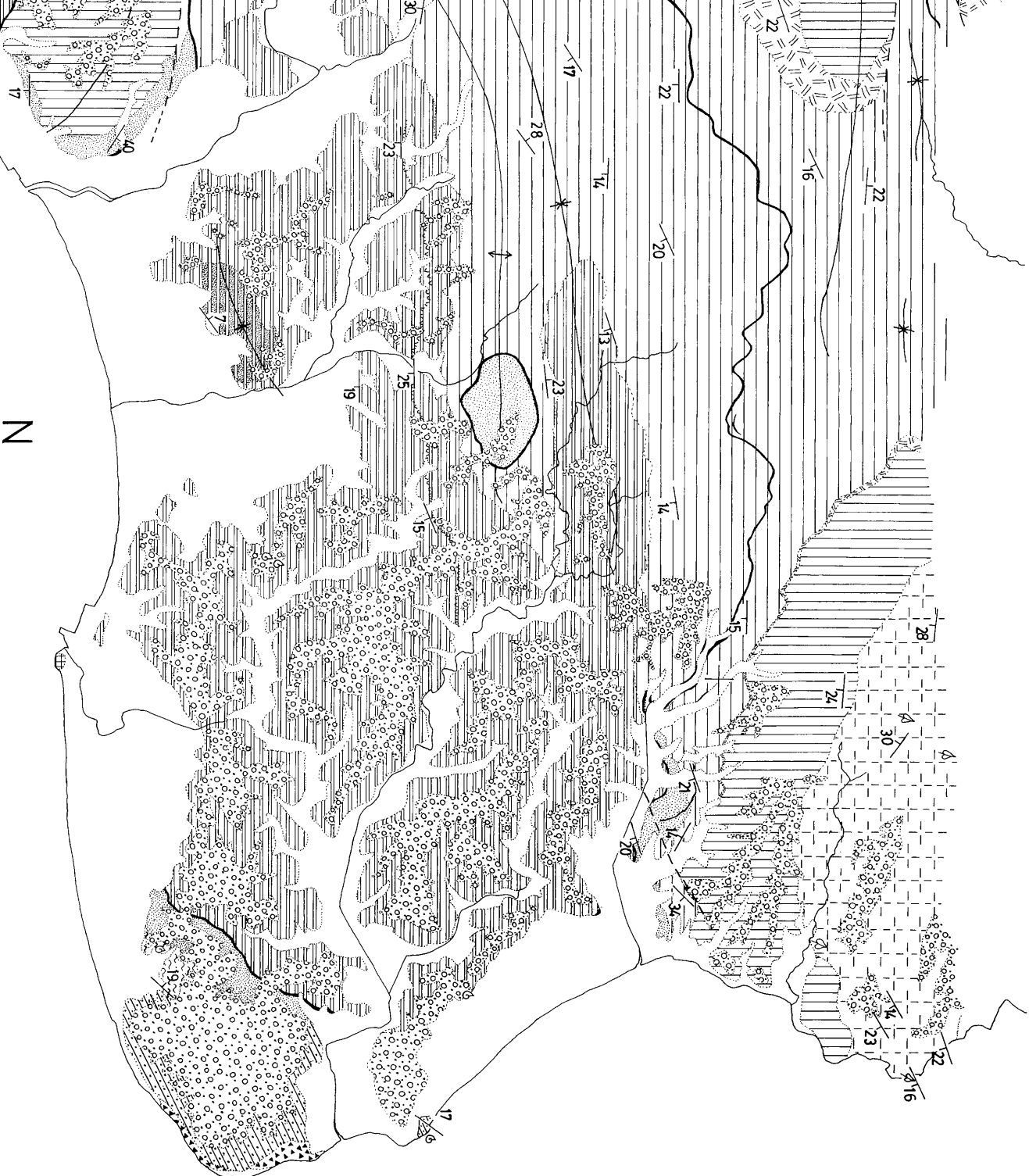
Figure 2. Geological Map of Sumatra area.

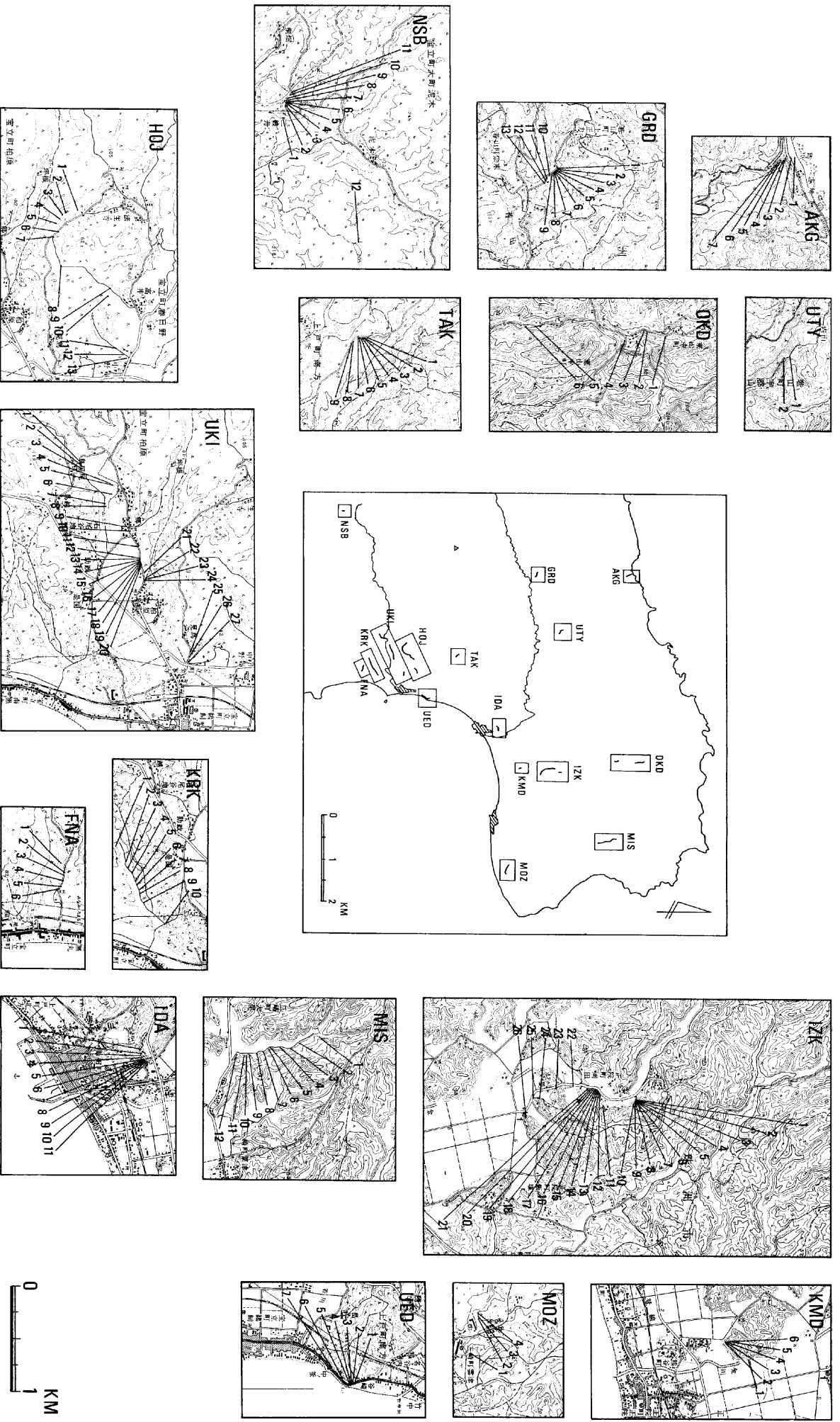






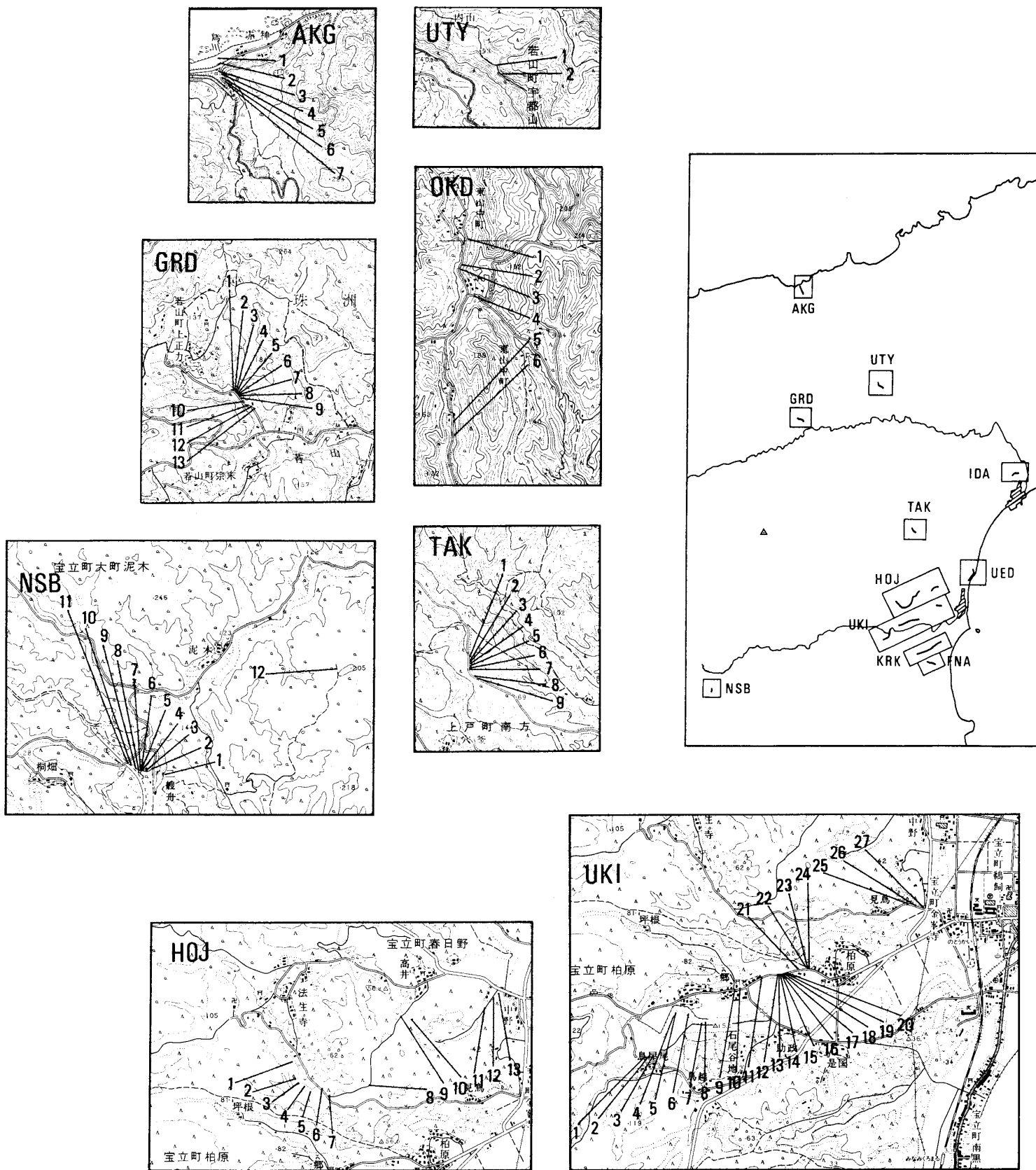
第 3 図 地質図.
 Fig. 3. Geological Map of Suzu area.



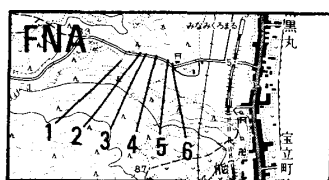
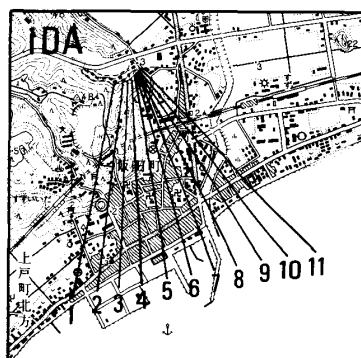
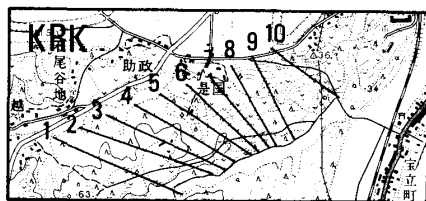
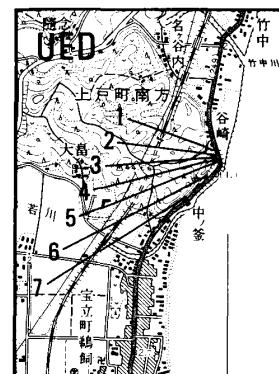
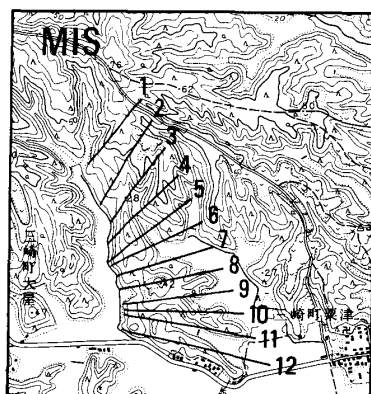
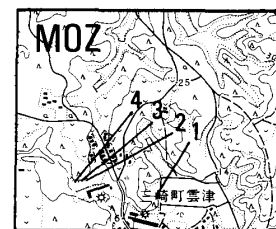
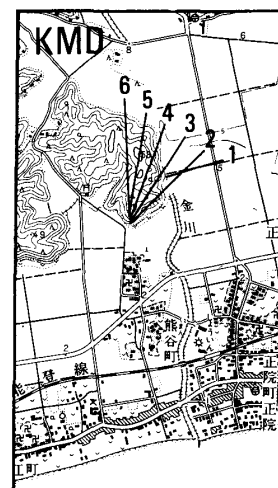
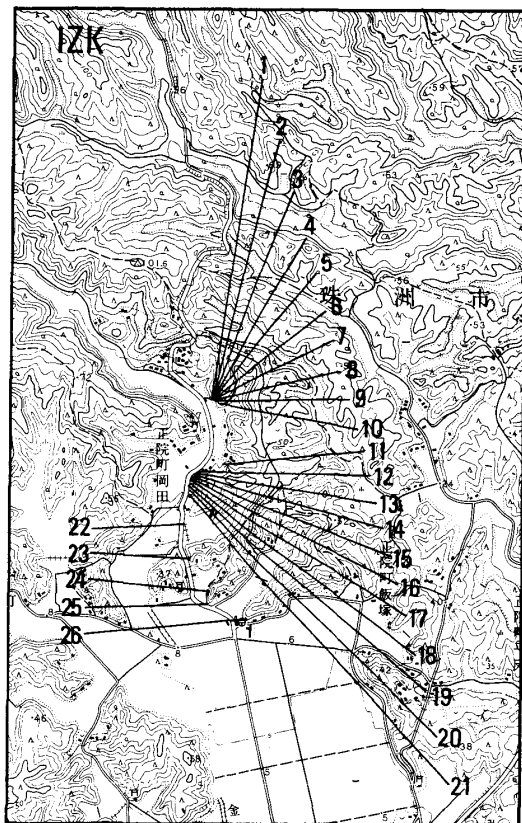
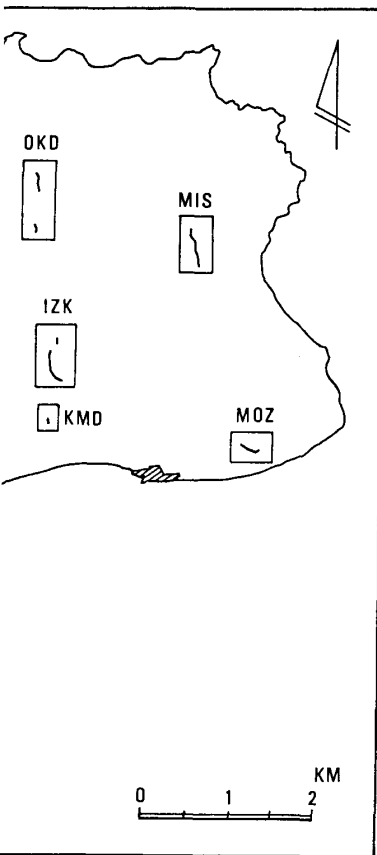


第4図 試料採取位置図(国土地理院発行2万5千分の1地形図「栗洲脚」,「馬瀬」,「能登飯田」,「宝立山」,「杵波」使用)。

Fig. 4. Map showing sample sites (Topographic maps "Suzumisaki", "Matsunagi", "Notoida", "Horyusan" and "Matsunami", 1:25,000 in scale, published by Geographical Survey of Japan).



第4図 試料採取位置図(国土地理院発行2万5千分の1地形
「松波」使用).
Fig. 4. Map showing sample sites (Topographic maps
ryusan" and "Matsunami", 1: 25,000 in scale, p



図「珠洲岬」, 「馬縹」, 「能登飯田」, 「宝立山」,

「Suzumisaki」, 「Matsunagi」, 「Notoiida」, 「Ho-

ublished by Geographical Survey of Japan).

第2表 底生有孔虫化石產出表。
Table 2 Stratigraphic occurrence of benthonic foraminifera in Suzu area.

Formation, Member	Sample	Higashi-Innai Formation										Najimi Fm.											
		Fuji Sst. Mb.					Hojuji Mb.					Ak.			Tida								
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3									
Species	NSB	NSB	NSB	NSB	NSB	NSB	NSB	NSB	NSB	NSB	UKI	HOJ	HOJ	MOZ	ARG	ARG	ODA	ODA	ODA	UTY	UTY	RIS	
Atenaceous Foraminifera																							
<i>Cyclammina orbicularis</i> Brady																							
C. <i>eggerella bradyi</i> (Cushman)																							
<i>Gaudryina quadrangularis</i> Bagg																							
<i>Martinottiella communis</i> (d'Orbigny)																							
M. (?) sp.																							
<i>Spirosigmoinella compressa</i> Matsunaga																							
S. cf. <i>compressa</i> Matsunaga																							
Calcareous Foraminifera																							
<i>Alabama japonica</i> (Asano)																							
A. cf. <i>japonica</i> (Asano)																							
<i>Ammonia</i> cf. <i>hatatensis</i> (Takayanagi)																							
A. aff. <i>hatatensis</i> (Takayanagi)																							
A. <i>tochiyensis</i> (Uchio)																							
A. spp.																							
<i>Amphicoryna pauciloculata</i> (Cushman)																							
<i>Anomalinoides glabrata</i> (Cushman)																							
A. sp. A																							
A. spp.																							
<i>Astrononion aomoriense</i> Asano																							
A. <i>umbilicatum</i> Uchio																							
<i>Baggina notoensis</i> Asano																							
<i>Bolivina advena</i> Cushman																							
B. <i>dilatata</i> Reuss																							
B. aff. <i>robusta</i> Brady																							
B. spp.																							
<i>Brizalina marginata masudai</i> (Asano)																							
B. <i>zanzibarica</i> (Cushman)																							
<i>Buccella</i> cf. <i>inuizata</i> Andersen																							
B. <i>nipponica</i> (Husezima and Maruhashi)																							
B. <i>tansii</i> (Uchio)																							
B. (?) sp.																							
<i>Bulimina striata notoensis</i> Asano																							
B. <i>striata striata</i> d'Orbigny																							
B. spp.																							
<i>Cassidella</i> sp.																							
<i>Cassidulina yabei</i> Asano and Nakamura																							
C. cf. <i>yabei</i> Asano and Nakamura																							
<i>Cassidulinoides</i> sp.																							
<i>Ceratobulimina hanzawai</i> Asano																							
<i>Chilostomella</i> sp.																							
<i>Cibicides aknerianus</i> (d'Orbigny)																							
C. <i>lobatulus</i> (Walker and Jacob)																							
C. <i>refulgens</i> Montfort																							
C. spp.																							
C. (?) sp.																							
<i>Cibicides mediocris</i> (Finlay)																							
C. spp.																							
<i>Dentalina</i> spp.																							
<i>Ehrenbergina notoensis</i> Asano																							
E. sp. A																							
<i>Elphidiella momiyamaensis</i> Uchio																							
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman)																							
E. <i>fimbriatulum</i> (Cushman)																							
E. <i>sendaiense</i> Takayanagi																							
<i>Epistominella pulchella</i> Husezima and Maruhashi																							
<i>Fissurina marginata</i> (Montagu)																							
F. spp.																							
<i>Fronicularia notoensis</i> Asano																							
<i>Fursenkoina mexicana</i> (Cushman)																							
<i>Gavelinopsis praegeri</i> (Heron-Allen and Earland)																							
<i>Glabratella opercularis</i> (d'Orbigny)																							
<i>Globobulimina</i> sp.																							
<i>Globocassidulina</i> cf. <i>depressa</i> (Asano and Nakamura)																							
G. <i>oriangulata</i> Belford																							
G. <i>pacifica</i> (Cushman)																							
G. sp.																							
<i>Guttulina asanoi</i> Iwasa and Kikuchi																							
G. <i>yabei</i> Cushman and Ozawa																							
G. spp.																							
<i>Gyroldina cushmani</i> Boomgaard																							
<i>Gyroldinoides nipponicus</i> (Ishizaki)																							
G. cf. <i>nipponicus</i> (Ishizaki)																							
G. spp.																							
<i>Hanzawia nipponica</i> Asano																							
<i>Heterolepa</i> spp.																							
<i>Hopkinsina shinboi</i> Matsunaga																							
<i>Legena apioleura</i> Loeblich and Tappan																							
L. <i>hispidula</i> Cushman																							
L. cf. <i>pliocenica</i> Cushman and Gray																							
L. <i>striatopunctata</i> Parker and Jones																							
L. <i>sulcata spicata</i> Cushman and McCulloch																							
L. spp.																							
<i>Lenticulina</i> spp.																							
<i>Margulinella sendaiensis</i> Asano																							
M. sp.																							
<i>Melonis</i> cf. <i>pacificus</i> (Cushman)																							
M. cf. <i>pompilioides</i> (Fichtel and Moll)																							
<i>Nodosalia iongiscata</i> d'Orbigny																							
N. <i>pyrulus</i> d'Orbigny																							
N. <i>vertebralis</i> (Batsch)																							
<i>Nonion japonicum</i> Asano																							
N. <i>nakosense</i> Asano																							
<i>Nonionellina</i> cf. <i>labradorica</i> (Dawson)																							
N. sp.																							
<i>Oolina hexagona</i> (Williamson)																							
O. <i>melo</i> d'Orbigny																							
<i>Operculina complanata japonica</i> Hanzawa																							
<i>Oridorsalis umbonatus</i> (Reuss)																							
<i>Orthomorphina</i> spp.																							
<i>Parrelloides bradyi</i> (Trauth)																							
<i>Planulina convexa</i> Takayanagi																							
<i>Plectofronicularia foliacea</i> (Schwager)																							
<i>Pleurostromella subcylindrica</i> (Cushman)																							
<i>Pseudononion</i> sp.																							
<i>Pullenia bulloides</i> (d'Orbigny)																							
P. <i>salisburyi</i> Stewart and Stewart																							
<i>Quadraxorhina</i> cf. <i>laevigata</i> (Phleger and Parker)																							
Q. spp.																							
<i>Quinqueloculina</i> sp.																							
<i>Rosalina bradyi</i> (Cushman)																							
<i>Sigmolopsis schlumbergeri</i> (Silvestri)																							
<i>Sphaeroidina japonica</i> Asano																							
<i>Stainforthia</i> cf. <i>ishikiensis</i> (Asano)																							
<i>Stilostomella consobrina</i> (d'Orbigny)																							
S. <i>japonica</i> (Ishizaki)																							
S. <i>lepidula</i> (Schwager)																							
S. cf. <i>stachei</i> Srinivasan																							
S. spp.																							
<i>Trifarina</i> cf. <i>cazinata</i> (Cushman)																							
T. <i>kokozuraensis</i> (Asano)																							
T. spp.																							
<i>Uvigerina</i> cf. <i>hootsi</i> Rankin																							
U. <i>nispida</i> Schwager																							
U. <i>proboscidea</i> Schwager																							
U. <i>segundoensis</i> Cushman and Galliher																							
U. spp.																							
<i>Valvulineria masudai</i> Asano																							

となる。海緑石の密集層はその上位もしくは下位に硬質の泥岩を伴う場合、著しく珪化している。上、下位とも軟質の珪藻質泥岩の場合は珪藻質泥岩中に海緑石が密集もしくは散在する。海緑石の密集層の直下では特に海綿骨針が多い。一般にこの珪藻質泥岩からは保存状態の良い珪藻ならびに放散虫化石を産する。稀に石灰質微化石を伴うこともある。底生有孔虫化石の産出も少ないが、得られた化石群集は東印内層同様、上部半深海帯を示す(第1, 2, 3表)。

飯田珪藻質泥岩部層は南志見層の硬質泥岩の側方変化である。下位の粟蔵層に整合に重なるが、鶴飼半ベースン南端の船橋川南方では東印内、粟蔵両層を欠いて徳成層にアバットする。

F-3 飯塚珪藻土部層 (Iizuka Diatomite Member) [命名] 望月 (1932)

望月 (1932) の飯塚層を赤嶺 (1952), 鈴木・北崎 (1952) は海緑石の密集層をもって二分し、その上位の地層を飯塚珪藻土泥岩層と呼んだ。この区分は

Ishida (1959), 粕野 (1965, 1977) にも踏襲されており、本論での区分も同様である。

・模式地は正院町飯塚 (鈴木・北崎, 1952)。層厚は模式地周辺で最も厚く 350m。調査地域北東部と鶴飼半ベースンに広く分布する。

総じて固結度の進んでいない無層理塊状の均質な珪藻土からなり、新鮮な面では暗灰色～暗緑色を呈するが、風化すると白色、淡赤褐色、淡黄色となる。珪藻土にはイオウ臭に似た特有の匂いをもつこと、風化面に黄色の粉状の鉄ミョウバンの針状結晶が析出すること (金谷・長谷川, 1971), 乾燥すると著しく軽量化するなどの特徴がある。また、保存状態の極めて良好な珪藻・放散虫化石を多量に含む。

飯塚-岡田間では厚さ 5~50cm の 7 枚の凝灰岩が観察され、このうち厚さ 15cm 程度の粗粒の凝灰岩は本部層を通して広く追跡できる。飯塚珪藻土部層は南志見層の硬質の泥岩の側方変化であり、下位には硬質の泥岩もしくは飯田珪藻質泥岩部層が存在する。船橋川南方では東印内層、粟蔵層、飯田珪藻

第1表 浮遊性有孔虫化石産出表。

Table 1 Stratigraphic occurrence of planktonic foraminifera in Suzu area.

Formation, Member	Higashi-innai Formation												Najimi Fm.							
	Fujio				Hojuji				Akagami				Iida							
Species	3	4	5	10	12	1	2	3	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	10	4
Sample	NSB	NSB	NSB	NSB	NSB	UKI	UKI	HOJ	HOJ	HOJ	MOZ	AKG	AKG	AKG	AKG	IDA	OKD	OKD	UTY	ERK
<i>Globigerina angustiumbilitata</i> Bolli	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Gna. foliata</i> Bolli																				
<i>Gna. praebulloides praebulloides</i> Blow	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Gna. praebulloides pseudociperoensis</i> Blow	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Gna. woodi</i> Jenkins	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Gna. sp. A</i>		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Gna. spp.</i>																				
<i>Globigerinella praesiphonifera</i> (Blow)	●				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)																				
<i>Gnt. uvula</i> (Ehrenberg)																				
<i>Globigerinoides parawoodi</i> Keller																				
<i>Gds. quadrilobatus immaturus</i> LeRoy																				
<i>Gds. quadrilobatus sacculifer</i> (Brady)																				
<i>Gds. quadrilobatus trilobus</i> (Reuss)																				
<i>Globoquadrina dehiscens</i> (Chapman, Paar and Collins)																				
<i>Gqd. obesa</i> Akers																				
<i>Gqd. venezuelana</i> (Hedberg)																				
<i>Gqd. aff. venezuelana</i> (Hedberg)																				
<i>Globorotalia cf. denseconnexa</i> Subbotina																				
<i>Grt. cf. minutissima</i> Bolli																				
<i>Grt. miozea</i> Finlay																				
<i>Grt. peripheroronda</i> Blow and Banner																				
<i>Grt. cf. peripheroronda</i> Blow and Banner																				
<i>Grt. praescitula</i> Blow																				
<i>Grt. aff. praescitula</i> Blow																				
<i>Grt. quinifalcata</i> Saito and Maiya																				
<i>Grt. siakensis</i> (LeRoy)																				
<i>Grt. cf. siakensis</i> (LeRoy)																				
<i>Globorotaloides variabilis</i> Bolli																				
<i>Orbulina suturalis</i> Brönnimann																				
<i>Sphaeroidinellopsis seminulina</i> (Schwager)																				
<i>Sps. sp.</i>																				

第3表 石灰質ナノプランクトン化石産出表.

Table 3 Stratigraphic occurrence of calcareous nannoplankton fossils in Suzu area.

Formation, Member	Higashi-innai Fm.										Najimi												
	F		Hojuji D.M.M.				Akagami				Fm.		Iida										
Species	NSB	12	1	2	4	6	2	3	5	9	1	2	3	6	7	1	2	4	5	9	10	4	
Sample	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	MOZ	AKG	AKG	AKG	AKG	AKG	OKD	OKD	OKD	OKD	MIS	MIS	KRK
<i>Braarudosphaera bigelowii</i> (Gran and Braarud) Deflandre	R																						
<i>Calcidiscus leptoporus</i> (Murray and Blackman) Loeblich and Tappan			R + R				R										R	F	R	R	R	R	R
<i>Calcidiscus macintyreii</i> (Bukry and Bramlette) Loeblich and Tappan																							
<i>Coccolithus miopelagicus</i> Bukry	C	C	A	C	F	F	C	F	F	F		+	R	R	+	F							
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schiller	A	A	A	+	A	A	A	A	A	A		+	A	A	A			C	C	A	C	A	A
<i>Coronocyclus nitescens</i> (Kamptner) Bramlette and Wilcoxon																							
<i>Cyclicargolithus floridanus</i> (Roth and Hay) Bukry						R	R	R	R	R							R	R	R	R	R	R	R
<i>Discoaster adamanteus</i> Blamlette and Wilcoxon																							
<i>Discoaster deflandrei</i> Bramlette and Riedel	C	R	R				R	R	R			+	R										
<i>Discoaster variabilis</i> Martini and Bramlette	R	R																					
<i>Discoaster</i> spp.	F						R	R									R	R				R	R
<i>Discolithina japonica</i> Takayama																							
<i>Discolithina multipora</i> (Kamptner ex Deflandre)			R	R																			
<i>Helicosphaera carteri</i> (Wallich) Kamptner	F	F	F	+	F	F	F	F	R	+							F	R	R			F	F
<i>Helicosphaera scissura</i> Miller				R	R																		
<i>Reticulofenestra pseudoumbilica</i> (Gartner) Gartner							R	R	R														
<i>Sphenolithus abies</i> Deflandre	R																						F
<i>Sphenolithus heteromorphus</i> Deflandre	F	F	R	R	R	R	R	R	R	R													
<i>Sphenolithus moriformis</i> (Bronniman and Stradner) Bramlette and Wilcoxon	F	R	R																				
<i>Sphenolithus neoabies</i> Bukry and Bramlette	R	R	R																				

質泥岩部層を欠いて徳成層にアバットする。また蛸島付近でも穴水層の安山岩に直接接している。

F-4 熊谷珪藻質泥岩部層 (Kumandani Diatomaceous Mudstone Member) [新称]

模式地は野々江町熊谷である。飯塚珪藻土部層の上位で珪藻土からやや粗粒となった珪藻質砂質泥岩を熊谷珪藻質泥岩部層と定義する。模式地付近では向斜部に分布するほか、鶴飼半ベースンの東端にあたる谷崎、大島、見付島に分布する。

凝灰質で海綿骨針を多く含む砂質の珪藻質泥岩から構成され、みかけ上は飯塚珪藻質泥岩部層に似るが、より砂質である。凝灰質砂岩を挟み、上部では凝灰質極細粒砂岩が優勢となる。また、見付島ではスランプベディングが観察される。下位の飯塚珪藻土部層に比べ珪質微化石の保存状態は劣り、放散虫化石群集は再堆積したと考えられる個体を稀に含む。本部層が南志見層主部の硬質泥岩と直接に接する地域はない。飯塚珪藻土部層とは漸移関係にある。

IV. 放散虫化石層序

A. 研究方法および試料処理

微化石層位学的検討のため、AKG, UTY, OKD, GRD, MIS, MOZ, IZK, KMD, IDA, UED, TAK, HOJ, UKI, KRK, FNA, NSBの

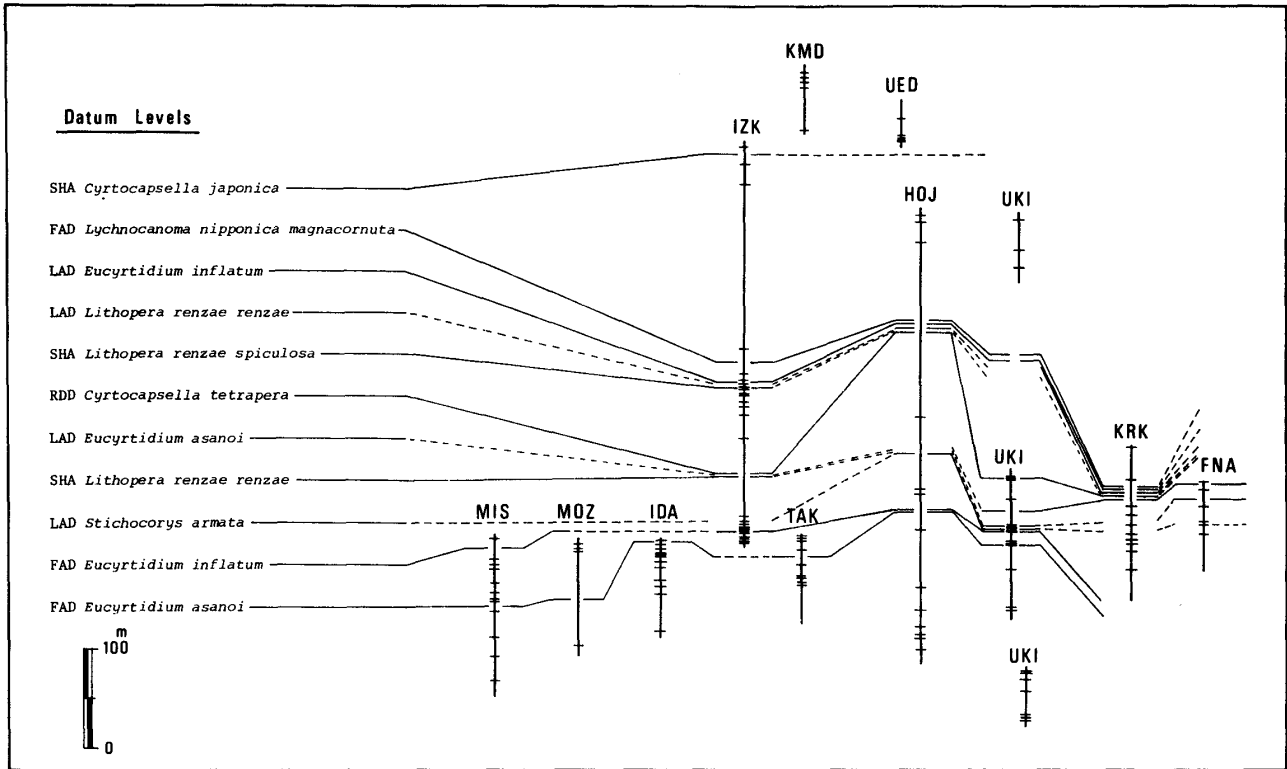
16ルートから試料を採取し、172試料を検討した(第3, 4図)。各々の試料について放散虫、有孔虫、珪藻、石灰質ナノプランクトン化石の処理を行なった。処理の方法は高柳(1978)にはほぼ従い、軟質岩については硫酸ナトリウム法、ナフサ法を用い、過酸化水素酸などによるクリーニングも行なった。硬質岩にはフッ化水素酸法やボロン法を併用した。珪藻化石処理には放散虫および有孔虫化石処理の水洗の段階で250メッシュを通った混濁液を利用した。

本研究では放散虫化石層序に重点をおいたが他の化石層序との関係を明らかにすることも重要と考え、同一試料から複数の浮遊性微化石群について検討することを心がけた。

放散虫化石については主要ルートのIZK, KMD, UKIからの計59試料は原則として1000個体以上を同定し、その他のルートからの計75試料は原則として500個体以上を同定した。また分類学的検討のため光学顕微鏡と走査電子顕微鏡を併用した。

B. 本地域で設定した放散虫化石層序

上記16のルートのうち、放散虫を連続的に産出したのはGRD, MIS, MOZ, IZK, KMD, IDA, TAK, HOJ, UED, UKI, KRK, FNAの12ルートで、それぞれについて作成した放散虫化石産出表に基づき、出現層準が認定できる種を選び、それらの出現層準を第1級の基準面として帯区分を行なっ



第5図 放散虫化石調査ルートで認定された基準面。

Fig. 5. Sampling sections and radiolarian datum levels.

FAD: First Appearance Datum. LAD: Last Appearance Datum. RDD: Rapid Decrease Datum. SHA: Short Acme.

た。さらに消滅層準や特徴的な消長(急減, 急増, アクメなど)を基準面として位置づけ, 各ルート毎に基準面の対比を行なった(第5図)。この図において実線は確認された基準面を, 破線は推定した基準面であることを示している。第6図は IZK, KMD ルートについて基準面設定の具体例を図示したものである。また, 第4, 5, 6表には IZK, KMD, UKI, UED, HOJ の5つの代表的ルートにおける放散虫化石の検鏡結果を同一試料で認定した珪藻化石層序(Maruyama, 1984)と共に示した。

こうした基礎資料を用いて放散虫化石の基準面を認定し, 第7図のような放散虫化石層序を設定した。Takayanagi *et al.* (1984), Oda *et al.* (1984) にはここで述べる基準面の一部が報告されている。

ここで述べる化石帯は下位より *Calocycletta costata* 帯, *Eucyrtidium asanoi* 帯, *Eucyrtidium inflatum* 帯, *Lychnocanoma nipponica magnacornuta* 帯の4帯である。

1. *Calocycletta costata* Interval Zone (Riedel and Sanfilippo, 1970)

定義: *C. costata* 帯の基底は本地域では確認でき

ないため Riedel and Sanfilippo (1970) の定義に従う。上限は *Eucyrtidium asanoi* の出現層準とする。

他の帯との関係: 三陸沖の DSDP Site 438A (Reynolds, 1980) の *Lithacarpium polyacantha* 帯の一部と *Sphaeropyle robusta* 帯の一部に相当する。

特徴: 本帯の名称として用いた *C. costata* の産出は稀である。 *Cyrtocapsella tetrapera*, *Styhocorys armata* が多産する。

年代: 初期中新世末期~中期中新世初期

2. *Eucyrtidium asanoi* Interval Zone (新称)

定義: 基底は *C. costata* 帯の上限と一致する。上限は *Eucyrtidium inflatum* の出現層準と定義する。

Weaver *et al.* (1981) が Monterey Formation から報告した *E. cienkowskii* (Weaver *et al.*, 1981, Pl. 1, figs. 6-8) は *E. asanoi* と同種と考えられる。

他の帯との関係: DSDP Site 436 (Sakai, 1980) の *Dorcadospyris alata* 帯の一部, Site 438A (Reynolds, 1980) の *S. robusta* 帯の一部に相当する。

特徴: *E. asanoi* が連続的に産出し, *C. tetrapera* が多産する。

年代: 中期中新世初期~中期中新世中期

第5表 UKI ルートにおける放射虫化石産出表 (黒丸は保存状態が不良ながら存在が確認されたものであることを示す、柱状化石帯をあわせて示す)。

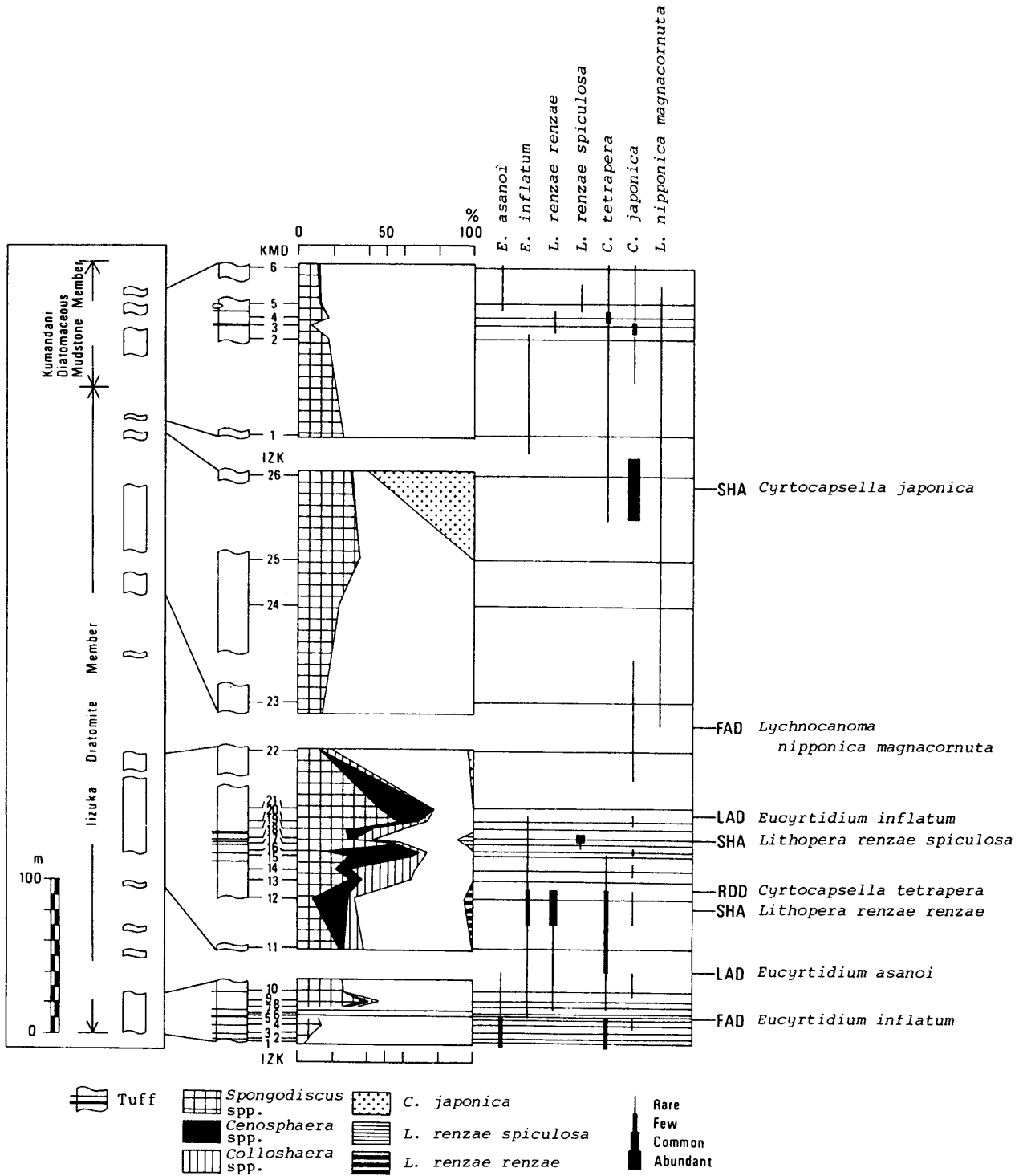
Table 5 Stratigraphic occurrence of radiolarian fossils in UKI section (Dots show the presence of specimens in a poor state of preservation. Diatom zones are also shown).

Radiolaria Zone	Calocyclus costata																											
	A. ingens						E. asanoi			Eucyrtidium inflatum																		
	D. lauta						D. hy D. hu			D. praedim.																		
	Higashi-Innai Formation						Iida Diatomaceous Mudst. Mb.			Najimi Formation																		
Diatom Zone (Maruyama, 1984)																												
Formation, Member	Higashi-Innai Formation						Awagura Formation			Iizuka Diatomite Member																		
	Hojuji Diatomaceous Mudstone Member						Iida Diatomaceous Mudst. Mb.			Najimi Formation																		
Species	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI	UKI									
<i>Didymocyrtis tubaria</i> (Haeckel)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
<i>Didymocyrtis violina</i> (Haeckel)	6																											
<i>Didymocyrtis mamifera</i> (Haeckel)	2	1	2	2																								
<i>Didymocyrtis laticonus</i> (Kiedel)																												
<i>Didymocyrtis</i> sp.C of Sakai																												
<i>Didymocyrtis</i> sp.D of Sakai																												
<i>Didymocyrtis</i> spp.																												
<i>Diatom</i> sp.A of Sakai																												
<i>Diatom</i> sp.B of Sakai																												
<i>Spongodiscus</i> spp.																												
<i>Cenosphæra</i> spp.																												
<i>Coliosphaera</i> spp.																												
other Spumellaria																												
<i>Eucyrtidium asanoi</i> Sakai	684	●	672	590	722	669	658	663	799	597	779	878	792	854	628	581	519	553	523	478	346	263	404	788	579	604		
<i>Eucyrtidium calvertense</i> Martin																												
<i>Eucyrtidium cienkowski</i> Haeckel	1	●	5	4	2	3	4	2	8	5	12	6	8	4	2	12	1	2	5	4	1	9	14	1	1	17	1	
<i>Eucyrtidium inflatum</i> Kling																												
<i>Eucyrtidium</i> spp.																												
<i>Lithopora renzæ renzæ</i> Sanfilippo and Riedel																												
<i>Lithopora renzæ spiculosa</i> Funayama																												
<i>Lithopora neotera</i> Sanfilippo and Riedel																												
<i>Lithopora thornburgii</i> Sanfilippo and Riedel																												
<i>Cyrtocapsella tetrapera</i> (Haeckel)	13	●	11	33	13	40	17	14	85	3	6	4	10	15	9	99	18	6	6	3	180	16	27	1	1	1		
<i>Cyrtocapsella cornuta</i> (Haeckel)	2																											
<i>Cyrtocapsella japonica</i> (Nakaseko)																												
<i>Stichocorys armata</i> (Haeckel)	51	●	35	36	51	1	35	39	2	16	4	2	2	2	1	1	1	1	1	1	5					4	4	
<i>Stichocorys delmontensis</i> (Campbell and Clark)																												
<i>Stichocorys</i> spp.																												
<i>Calocyclus virginis</i> Haeckel																												
<i>Calocyclus costata</i> (Riedel)																												
<i>Calocyclus caepa</i> Moore																												
<i>Calocyclus</i> spp.																												
<i>Lamprocyrtis hawaii</i> (Campbell and Clark)																												
<i>Lamprocyrtis</i> cf. <i>margatensis</i> (Campbell and Clark)	1																											
<i>Theocorys redondoensis</i> (Campbell and Clark)																												
<i>Lychnocanoma eilongata</i> (Vinassa)																												
<i>Lychnocanoma nipponica nipponica</i> (Nakaseko)																												
<i>Lychnocanoma nipponica magnicornuta</i> Sakai																												
<i>Lychnodictium auidax</i> Riedel																												
<i>Cornutella</i> spp.																												
Artostrobilidae spp.																												
Carpocanilidae spp.																												
Acanthodesmidae spp.	54																											
other Nassellaria	85	●	116	203	64	171	158	153	118	116	288	59	52	60	98	103	106	68	101	27	152	47	45	99	33	47		
Total	1009		1020	1000	1048	1016	1008	1029	1041	1048	1031	1031	1054	1025	1137	1059	1038	1032	1029	1022	1096	981	989	1005	1010	1008	1005	

第 6 表 HOJ, UED ルートにおける放射虫化石産出表 (黒丸は保存状態が不良ながら存在が確認されたものであることを示す。珪藻化石帯をあわせて示す)。

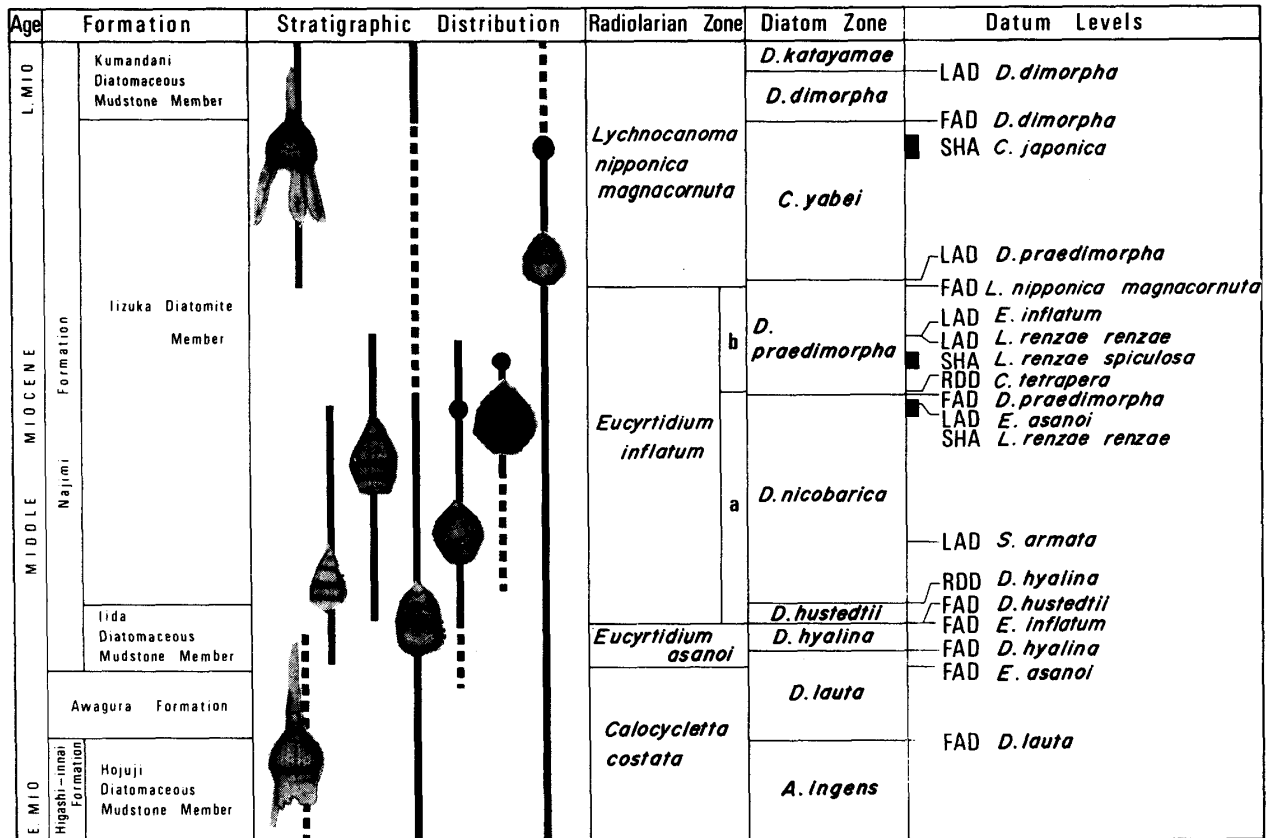
Table 6 Stratigraphic occurrence of radiolarian fossils in HOJ and UED sections (Dots show the presence of specimens in a poor state of preservation. Diatom zones are also shown).

Radiolaria Zone	Calocyclus costata										Lychnocanoma nipponica magnacornuta											
	A. ingens					D. lauta					E. inf.					C. yabei						
	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	UED	UED	UED	UED	UED	D.d.p.kt.	
Diatom Zone (Maruyama, 1984)																						
Formation, Member	Higashi-innai Fm.					Awagura Fm.					Najimi Formation											
	Hojuji Diat. Mdst. Mb.					Iida					Iizuka Diatomite Member										Kumandani	
Species	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	HOJ	UED	UED	UED	UED	UED	UED	UED
<i>Didymocyrtis tubaria</i> (Haeckel)	1																					
<i>Didymocyrtis violina</i> (Haeckel)	1																					
<i>Didymocyrtis mammifera</i> (Haeckel)	1																					
<i>Didymocyrtis laticonus</i> (Riedel)																						
<i>Didymocyrtis</i> sp.C of Sakai																						
<i>Didymocyrtis antepenultima</i> (Riedel and Sanfilippo)																						
<i>Didymocyrtis</i> spp.	1					1	2	3	1	3	3	3				1	1				2	
<i>Diartus petterssoni</i> (Riedel and Sanfilippo)																						
<i>Diartus</i> sp.B of Sakai																						
<i>Spongodiscus</i> spp.	3	14	20	6	●	16					60	7	33	22	17	320	150	189	113	105	74	89
<i>Cenosphaera</i> spp.																						
<i>Coliosphaera</i> spp.																						
other Spumellaria	324	388	394	376	●	421	344	358	298	237	385	376	157				309	300	372	366	395	361
<i>Eucyrtidium asanoi</i> Sakai																						
<i>Eucyrtidium calvertense</i> Martin																						
<i>Eucyrtidium cienkowskii</i> Haeckel																						
<i>Eucyrtidium inflatum</i> Kling																						
<i>Eucyrtidium</i> spp.																						
<i>Lithopera renzae renzae</i> Sanfilippo and Riedel																						
<i>Cyrtocapsella tetrapera</i> (Haeckel)	3	38	32	53	●	18	1	37	30	4						2	3	8	1	4	8	4
<i>Cyrtocapsella cornuta</i> (Haeckel)																						
<i>Cyrtocapsella japonica</i> (Nakaseko)																4	1	2	1		10	4
<i>Stichocorys armata</i> (Haeckel)	13	1	2			1	1	1	1	1						2	4					
<i>Stichocorys delmontensis</i> (Campbell and Clark)																						
<i>Stichocorys</i> sp.																						
<i>Calocyclus virginis</i> Haeckel																						
<i>Calocyclus costata</i> (Riedel)																						
<i>Calocyclus</i> sp.																						
<i>Lamprocyrtis hanna</i> (Campbell and Clark)																						
<i>Theocorys redondoensis</i> (Campbell and Clark)																						
<i>Lychnocanoma elongata</i> (Vinassa)																						
<i>Lychnocanoma nipponica nipponica</i> (Nakaseko)																						
<i>Lychnocanoma nipponica magnacornuta</i> Sakai																						
<i>Lychnodictium audax</i> Riedel																						
<i>Cornutella</i> spp.																						
Artostrobilidae spp.	3	2														4	5				1	6
Carpocaniidae spp.	7															1					2	
Acanthodesmiidae spp.	40	6	5	4	●	5	17	3	26	32	10	33	19			18	30	2	6	18	15	211
other Nassellaria	116	52	27	44	●	40	112	19	68	111	59	67	2			15	13	2	14	10	12	20
Total	514	515	501	504		508	508	518	517	513	501	545	503			515	556	508	504	513	514	509



第6図 IZKルートおよびKMDルートにおける放散虫化石群集と認定された基準面。

Fig. 6. Biostratigraphic distribution of selected radiolarian fossils in IZK and KMD sections.



第7図 珠洲地域における放射虫・珪藻化石の基準面と化石帯。

Fig. 7. Proposed radiolarian zonation and diatom zones (Maruyama, 1984), accompanied by their datum levels, in Suzu area.

3. *Eucyrtidium inflatum* Interval Zone (Reynolds, 1980; 上限は再定義する)

定義：基底は *E. asanoi* 帯の上限と一致する。上限は *Lychnocanoma nipponica magnacornuta* の出現層準と定義する。また、*C. tetrapera* の急減層準 (Takayanagi *et al.*, 1976; 尾田・酒井, 1977) をもってそれ以下を a 亜帯 (subzone), それよりも上位を b 亜帯と定義する。

他の帯との関係：DSDP Site 436 (Sakai, 1980) の *D. alata* 帯の一部に相当する。Reynolds (1980) は Site 438A において *E. inflatum* 帯を *E. inflatum* の生存範囲帯 (total range zone) と定義している。ここで再定義した *E. inflatum* 帯は Reynolds (1980) の *E. inflatum* 帯と *Lithopera bacca* 帯の一部に相当する。

特徴：*E. inflatum* は連続して産出するが、その消滅層準は b 亜帯の中に位置する。a 亜帯は *C. tetrapera*, *Spongodiscus* spp. の多産することで特徴づけられる。a 亜帯には下位より *Stichocorys armata* の消滅層準、*Lithopera renzae renzae* のアクメ、*E. asanoi* の消滅層準が存在する。b 亜帯では *Spongo-*

discus spp., *Cenosphaera* spp., *Collosphaera* spp. などが多産し、群集組成は単調である。b 亜帯には *L. renzae spiculosa* (新亜種) のアクメ、*L. renzae renzae*, *E. inflatum* の消滅層準が存在する。

年代：中期中新世中期～後期中新世

4. *Lychnocanoma nipponica magnacornuta* Range Zone (新称)

定義：*L. nipponica magnacornuta* 帯の基底は *E. inflatum* 帯の上限と一致する。上限は *L. n. magnacornuta* の消滅層準と定義する。ただし、本帯の上限は三戸地域 (尾田他, 1983) で定義する。

特徴：*Spongodiscus* spp. が多産するほか、*C. tetrapera*, *C. japonica* が比較的多産する。本帯には *C. japonica* のアクメが存在する。

他の帯との関係：Sakai (1980) の *D. alata* 帯の一部、*Cannartus petterssoni* 帯、*Ommatartus antepenultimus* 帯に相当する。また、Reynolds (1980) の *Cannartus hughesi* 帯、*O. antepenultimus* 帯に相当する。

年代：後期中新世

C. 他地域への適用性

前述の放射虫化石層序が広域対比にどの程度有効であるかを検討するために、他地域との比較を試みる。

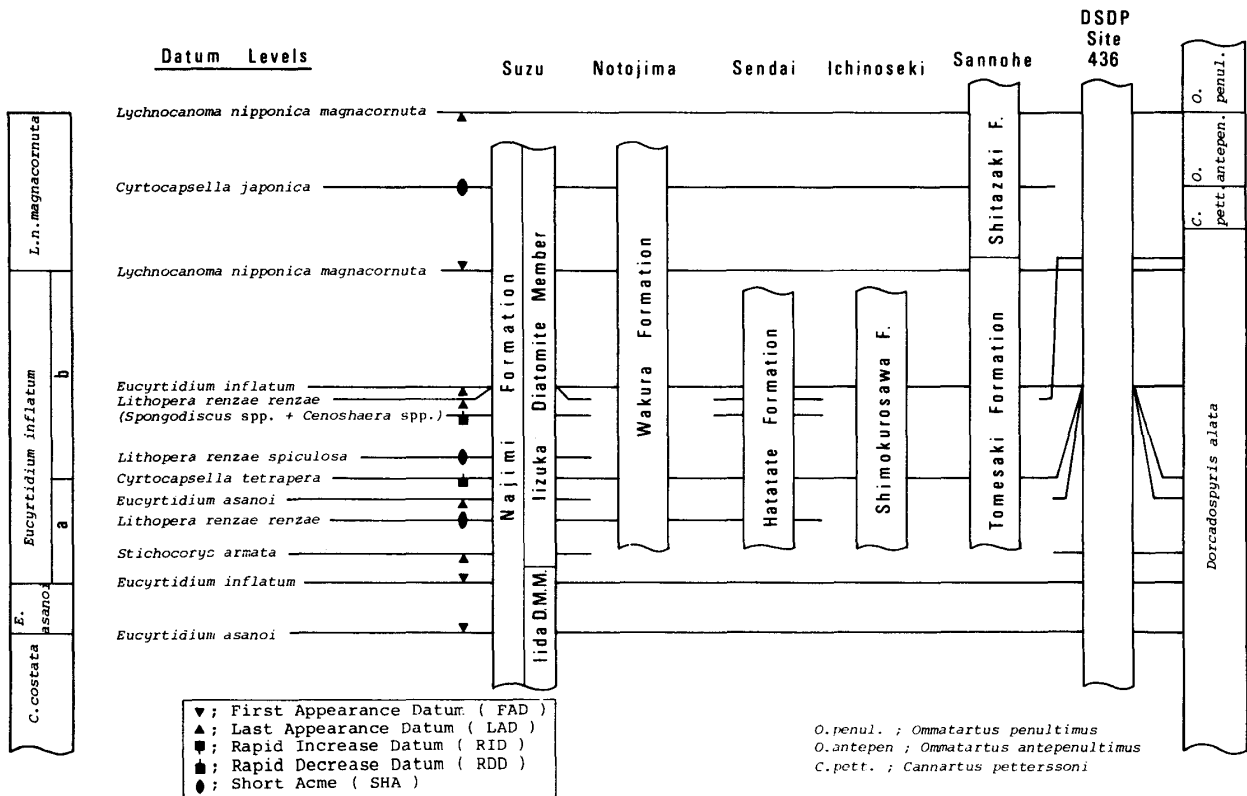
a. DSDP Site 436 との関係

第 8 図は本地域ならびに東北日本の陸上と DSDP Site 436 (Sakai, 1980) で設定された放射虫化石層序を比較したものである。帯区分に用いた第 1 級の基準面の順序関係は両者の間で一致する。Sakai (1980) が認定した放射虫基準面は低緯度地域において設定された帯区分 (Riedel and Sanfilippo, 1978) と関連づけられている。さらに Sakai の基準面には中緯度地域で有効な示準種となる *E. inflatum* などの基準面も含まれているため、本地域の放射虫化石層序を広域に対比するための橋渡しの役割を果たす。しかしながら、彼が報告した種には本地域での産出が稀なものもすくなくならず、Site 436 における基準面の全てを本地域で認識することは困難である。

細部について述べると、*E. inflatum* の消滅層準と *C. tetrapera* の急減層準が Site 436 では一致しているが、本地域では上下に分かれ、前者が後者の上位に位置する。この順序は仙台や三戸地域でも確認されている (尾田・酒井, 1977; 尾田他, 1983)。また、本地域においては種のアクメとなる層準を基準面としたものが 3 つあるが、Site 436 ではそうした現象が見当たらない。この掘削点ではまた、Sakai (1980) は artiscin グループ (Artiscinae 亜科) の系統関係に基づいて多数の基準面を設定している。しかし、本地域ではその産出頻度が低く、そのうえ彼の分類基準を artiscin グループのすべての形態に適用するのが困難なため、このグループの基準面の認定を行なうことはできなかった。

b. 本邦の他地域への適用性

東北日本太平洋側の化石層位学的研究の中で、放射虫化石層序も扱っているものとして Takayanagi *et al.* (1976)、尾田・酒井 (1977)、尾田他 (1983) など



第 8 図 放射虫化石基準面の他地域との関係 (能登島; 沢田, 1983MS, 仙台; 尾田・酒井, 1977, 一関; Takayanagi *et al.*, 1976, 三戸; 尾田他, 1983, DSDP Site 436; Sakai, 1980).

Fig. 8. Biostratigraphic correlation of sedimentary sequences in Suzu, Notojima, Sendai, Ichinoseki, Sannohe, and at DSDP Site 436 on the basis of radiolarian datum levels (Data from Sawada, 1983MS; Oda and Sakai, 1977; Takayanagi *et al.*, 1976; Oda *et al.*, 1983; Sakai, 1980).

がある。また、これらに加えて能登島、三戸地域、秋田地域、会津盆地の放散虫化石を検討する機会を得たので、これらを含めて適用性を検討する。

第8図は各地域で認められる基準面をまとめたものである。図の中で実線で結ばれていないものもあるが、それは必ずしも基準面がその地域に存在しないというわけではない。試料間隔が粗いとか、化石を産出するような岩相が分布しないとか、既に報告がなされているものについても同一の分類基準を用いて再検討すれば基準面が認定できる可能性があるといった事由が考えられるからである。この図は本地域の基準面が仙台、三戸などの東北日本太平洋側にも追跡可能であることを示している。SHA (Short Acme) として設定した基準面のうち *C. japonica* のアクメは能登島、三戸でも認定できる。また、尾田・酒井 (1977) が仙台地域で認めた *Spongodiscus* と *Cenosphaera* の急減は本地域でも認められ、群集変化でも能登と仙台の間で対応しているものがあることを示している。また、図には示していないが、会津地域 (井口, 1983MS) では *L. n. magnacornuta* の出現層準や *C. japonica* のアクメが、また秋田の鷹ノ巣地域 (布施, 1983MS) でも *L. n. magnacornuta* の出現、消滅層準と *C. japonica* のアクメが一連の層序断面で確認された。

珠洲地域における放散虫化石層序の帯区分は、種もしくは亜種の出現層準に基づいて設定したが、1) この出現層準の順序が Site 436 で Sakai (1980) の認めたものと一致すること、2) 三戸地域をはじめいくつかの層序断面において、この帯区分における急増・急減あるいはアクメのような種または亜種の特徴的な消長の順序関係の一部が東北日本の日本海側・太平洋側で一致することから、この帯区分は北陸・東北日本の中新統に対して統一的な微化石層位学的尺度となり得ると考える。

V. 他の浮遊性微化石との相互関係および本地域の各岩相単位の化石層序による位置づけ

一般に同一試料から珪質と石灰質の殻を持つ微化石が共産することは稀である。複数の種類の浮遊性微化石を組み合わせた層序は層位学的分解能や対比の信頼性を向上させるにとどまらず、それら分類群の生態上の違いや共産する底生生物の古生態を総合的に解析することにより、古環境や古海洋をさぐる重要な手がかりが得られる。

今回の調査では放散虫、有孔虫、珪藻、石灰質ナ

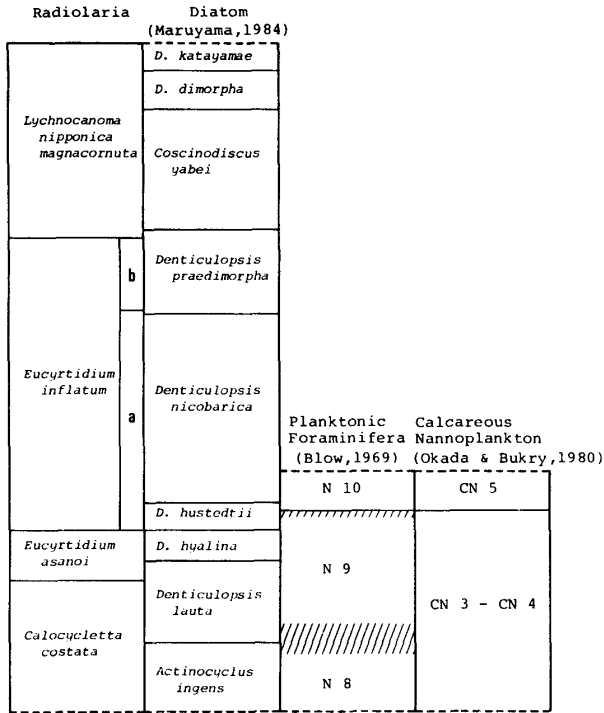
ノプランクトン化石を同一試料で検討することをたてまえた。放散虫化石を産した試料の大部分は珪藻化石を多産し、その基準面をおさえて Maruyama (1984) による帯区分に対応させた。浮遊性有孔虫および石灰質ナノプランクトン化石は AKG, UTY, OKD, HOJ, MIS, MOZ, IDA, UKI, KRK, NSB のルートの東印内層、南志見層下部より産出した (第1, 3表)。このうち、珪質微化石を共産したのは HOJ, MIS, MOZ, IDA, UKI, KRK ルートの一部で、海緑石密集層の下位に限られる。

第1, 3表より、年代考察に重要なものは以下のようによまとめられる。①東印内層および法住寺珪藻質泥岩部層より散点的ながら、*Helicosphaera scissura* が産出する。② *Globorotalia praescitula* および *Discoaster deflandrei* の産出が東印内層に限られる。③東印内層と、海緑石密集層より下位の南志見層では *Sphenolithus heteromorphus*, *Cyclicargolithus floridanus* が産出する。④南志見層では散点的ながら *Globorotalia quinifalcata* が産出する。⑤南志見層下部の飯田珪藻質泥岩部層に属し、海緑石密集層中に位置する試料 KRK4 は、*Globorotalia miozea* を産出し、*S. heteromorphus* を産出しないことから、N10, CN5 に相当する。また、この試料は放散虫・珪藻化石を共産し、*E. inflatum*, *D. hustedtii* の出現層準より上位で、かつ *D. hyalina* の急減層準より下位の狭い範囲に層準を限定できる。

調査地域内では、いわゆる *Orbulina* 系列を代表する種群である *Globigerinoides sicanus*, *Praeorbulina* spp., *Orbulina sturalis* の産出が認められないため、N8/N9 境界を確定できないが、東印内層は、おそらく N8 と推定される。この東印内層と粟蔵層をはさんで上位に位置する南志見層は、浮遊性有孔虫の群集構成でも前者から区別できるが、化石帯を確定できる示準種に欠けている (第1表参照)。

以上のデータを前述の放散虫・珪藻化石の基準面、帯区分と対応させて、4種類の浮遊性微化石帯区分の関係を総合した (第9図)。

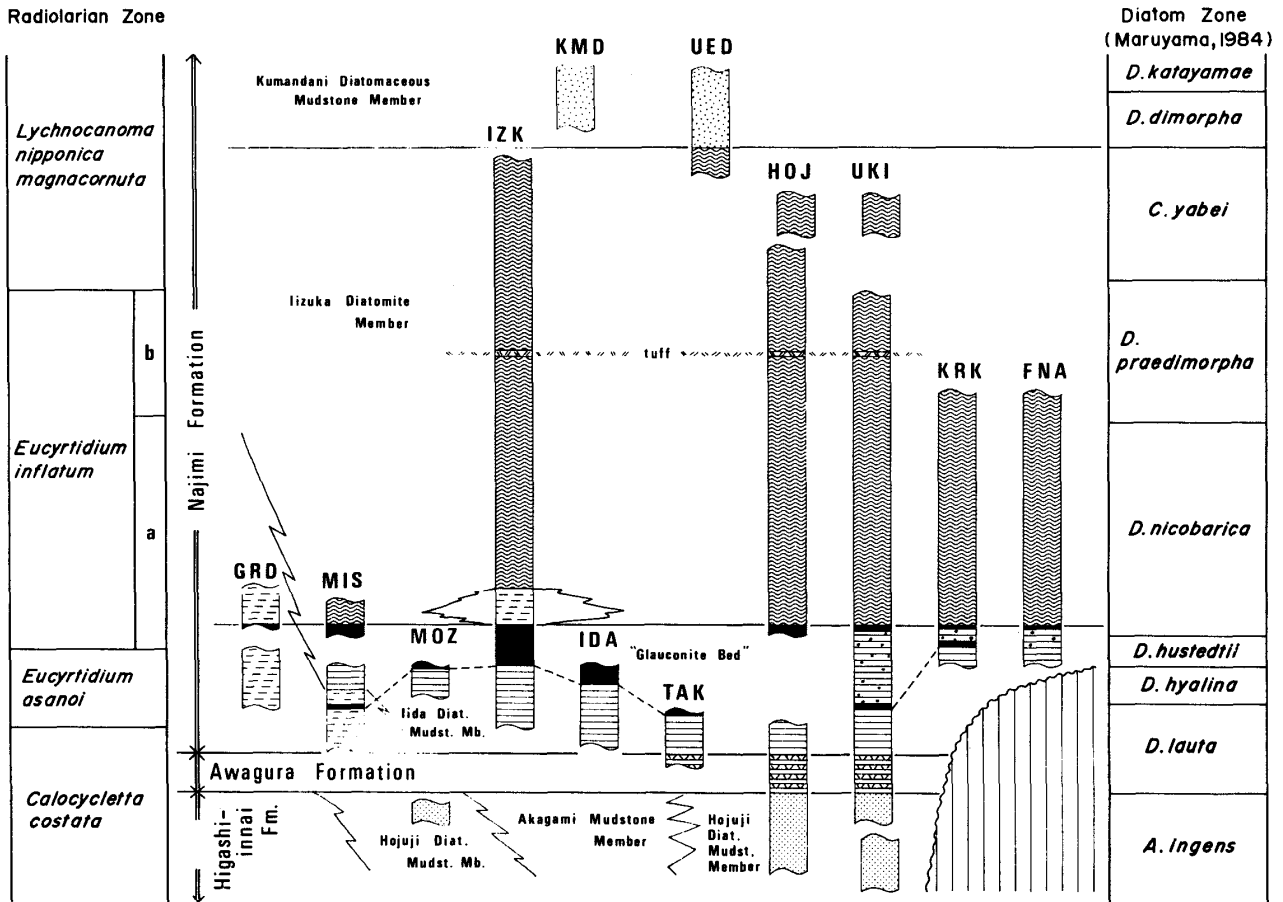
次に、珪質微化石層序に従って本地域の岩相区分を位置づけた (第10図)。石灰質微化石のみを産出するルートについては第9図に従った。これにより法住寺珪藻質泥岩部層、粟蔵層、飯田珪藻質泥岩部層、飯塚珪藻土部層、熊谷珪藻質泥岩部層は放散虫化石層序では4帯 (亜帯を含めると5帯) に、珪藻化石層序では9帯にわたることが判明した。2つの珪質微化石層序を組み合わせるにより、かなりの分解能をもって化石層位学的位置づけができる。



第9図 4つの浮遊性微化石群による化石帯の相互関係.
Fig. 9. Integrated plankton zones based on datum levels of each fossil group.

層の単位でまとめると、東印内層は放散虫化石では *Calocycletta costata* 帯、珪藻化石では *Actinocyclus ingens* 帯に、浮遊性有孔虫化石では Blow (1969) の N8, 石灰質ナノプランクトン化石では Okada and Bukry (1980) の CN3-CN4 にそれぞれ認定される。南志見層を海緑石の密集層の上限をもって上部と下部に分けると、下部は放散虫化石では *C. costata* 帯, *E. asanoi* 帯, *E. inflatum* 帯の a 亜帯の 3 帯に、珪藻化石では *Denticulopsis lauta* 帯から *D. nicobarica* 帯までの 4 帯に位置づけられる。浮遊性有孔虫化石では N9-N10 に、石灰質ナノプランクトン化石では CN4-CN5 に認定できる。南志見層の上部からは石灰質微化石が産出せず、放散虫化石で *E. inflatum* 帯の a 亜帯, b 亜帯, *L. n. magnacornuta* 帯に、珪藻化石では *D. nicobarica* 帯から *D. katayamae* 帯の 5 帯に位置づけられる。

本地域において秋葉 (1977), 高山 (1977), 高山ら (1979), Koizumi (1977, 小泉, 1979), 菅野・長田 (1978), 菅野 (1982), 池田 (1982) により放散虫, 珪



第10図 岩相層位区分単位の放散虫・珪藻化石帯による位置づけ.
Fig. 10. Relationship between the lithostratigraphic units and the radiolarian and diatom zones.

藻、有孔虫、石灰質ナノプランクトン化石層序が報告されてきた。これらの中で今回の調査結果と比較可能なものについて対応させてみる。

浮遊性有孔虫化石については高山ら (1979) が法住寺珪藻質泥岩部層を N8 に認定した。筆者の結果もそれを裏づける。しかし、本部層からは保存状態の良好な浮遊性有孔虫化石が著しく多産するにもかかわらず、*Praeorbulina* 属の産出が確認されていないという問題がある。

石灰質ナノプランクトン化石については高山 (1977)、高山ら (1979) が法住寺珪藻質泥岩部層を Martini (1971) の NN4-NN5 に位置づけた。これは Okada and Bukry (1980) の CN3-CN4 に相当し、筆者の結果もこれらと一致する。

珪藻化石について秋葉 (1977) は般若川流域の法住寺珪藻質泥岩部層中に *D. lauta* の出現層準があるとし、小泉 (1979) も同様の結果を報告した。筆者は法住寺珪藻質泥岩部層と粟蔵層の境界付近に *D. lauta* の出現層準を認めたが、これより下位にあるかどうかは研究者による地層区分法の相違に左右される性質の問題であると考えられる。さらに同部層の *D. lauta* およびその近縁種については分類学的な問題もある。高山ら (1979) は *D. praelauta* を報告し、同部層を *D. praelauta* 帯とした。一方秋葉 (1977) は *D. kanayae* を報告し、さらに秋葉 (1983) は *D. lauta* 帯以下について帯区分をして、*D. praelauta* 帯、*D. kanayae* 帯を設定した。しかし、この両種とも未記載のうちに化石帯を規定するのに使用されたため、これらの層位関係を文献のみに基づいて明らかにすることは困難である。また、*D. kanayae* についてはその産出も稀であることなどの問題があるので、今後さらに分類学的検討を進めた上でこれらの種群の層位的分布について精査する必要がある。

また、Koizumi (1977)、小泉 (1979) は *D. hustedtii* の出現層準を飯田珪藻質泥岩部層最上部の海緑石密集層より上位に位置づけたが、筆者は試料採取間隔を密にして検討した結果、FNA, KRK, UKI の 3 ルートで *D. hustedtii* が海緑石密集層の下位にあることを確認した。小泉 (例えば Koizumi, 1977, 小泉, 1979, 1980) や秋葉 (1982, 1983) の化石帯と本珪藻化石層序とを比較する際は、帯同士を直接比べることはできないので、基準面を用いて比較する必要がある (Maruyama, 1984)。

放散虫化石層序については本地域では菅野・長田 (1978) の研究がある。彼らは優占種と特徴種から規定された群集型を用いて群集帯 (assemblage zones)

をつくる手法を用い、基準面の順序関係から化石層序を編む方法とはやや性質を異にしているうえ、着目している種も異なることから、これと筆者の帯区分との直接対応は困難なため、行なっていない。

VI. 海緑石密集層の層位学的意義

A. 海緑石の存在と意義

海緑石の成因を論じた Odin and Matter (1981) はその成因を以下の 3 つのカテゴリーに分類した。①ゼラチン状のシリカの沈殿に続くシリカの水和作用とその後の塩基の吸収作用によって生じる。②黒雲母や鉄雲母を起源とする。③層状鉱物の変化による。

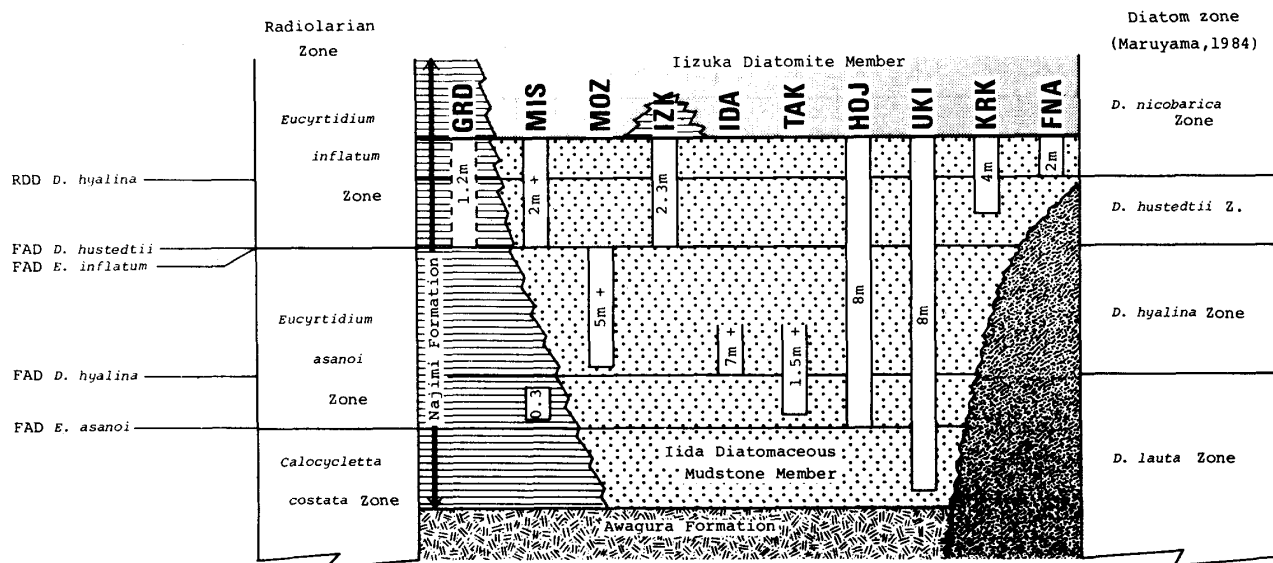
これらのうち③の層状格子理論と呼ばれる考えが成因論の主流をなしてきた。しかし、Odin and Matter は海緑石の産状、鉱物学的性質、現在の海洋における生成環境などから層状格子理論、すなわち、埋没に伴う続成作用のみでは十分に説明できない事実があることを指摘し、さらに底質中の形成に適した微環境において、自生的な海緑石の結晶成長が進むことを論じた。ここでいう形成に適した環境とは、堆積作用の停滞した海底を指し、これによって海緑石の存在が不整合を示唆する場合もあると考えられている (例えば Brust, 1958)。

本邦における代表的なものとして、能登半島灘浦地域の姿層とその上位の地層との間の大境海緑石が挙げられる。この海緑石層をめぐる、上下層との層位関係について意見が分かれてきた (池辺, 1949; 紘野他, 1957; 中世古他, 1972 など)。さらに最近では微化石層序から堆積間隙の存在が指摘されてきている (長谷川, 1976MS; 小泉, 1979; 両角・石垣, 1981)。

B. 本地域における海緑石の産状

本地域における海緑石は密集層を成しており、広く追跡できる。海緑石は最大で厚さが 8m の密集部をつくる。密集度は非常に密に濃集している場合と巣穴を埋める形で濃集している場合とがあり、地域によってその度合いが異なる。密集度が低く厚さも 2m 程度と薄い地域は調査地域南部の船橋川流域、是国南方であるが、その 1km 北方では 8m の厚さで密集度も高い。このように密集層の厚さの変化も地域によって異なり、変化も急激である。

C. 化石層位学的検討による海緑石密集層の位置づけ



第11図 海緑石密集層の厚さの地域的变化と珪質微化石による層位的な位置づけ (白抜きの棒は海緑石密集層の珪質微化石層序における分布範囲を、数字は厚さを示す)。

Fig. 11. Stratigraphic distribution of glauconite beds based on integrated siliceous microfossil biostratigraphy (White bars represent stratigraphic ranges of glauconite beds in each section. Accompanied numbers represent the thickness of glauconite beds).

第11図には11ルートにおける海緑石密集層の岩相層序並びに放散虫・珪藻化石層序上の位置づけを示す。白抜きの棒は層序上の分布範囲を、なかの数字は海緑石密集層の厚さを示している。IDA, TAKルートでは海緑石密集層の一部が著しく珪化しており、珪藻化石の抽出が困難であったり、保存状態が悪く同定可能な珪藻化石を産しないために層序上の上限が確定できない。MISルートでは海緑石密集層が2枚に分かれており、それぞれの層準に違いがみられる。HOJ, UKIは調査ルートの中で海緑石密集層が最も厚く、その密集度も最も密なルートである。KRK, FNAルートでは海緑石密集層が薄く、しかも密集度も疎になり、巣穴を埋める程度となっている。

図において明らかなように海緑石密集層について次のことが示される。①海緑石密集層の下限の層準はルートによって層位が異なる。②層準の異なる2層の海緑石密集層が発達する地域がある。③UKIルートでは他の場所に比べ長期間継続して海緑石が形成された。④海緑石の上限の層準は、露出状況などのために確定できないルートを除く7ルートにおいて、ことごとく *E. inflatum* 帯ないし *D. nicobarica* 帯の下部に相当する。海緑石が続成の産物でなく堆積時に生成が進行したと仮定すると、①は海緑石の生成開始時期が地域によって異なることを、

②は海緑石の生成の一時的な中断を、③は連続的な生成を、それぞれ示していると考えられる。④の結果は、海緑石の形成が本地域に次第に広く広がったことを示し、分布の広さという点では海緑石密集層の上限の形成時期がその最大形成期であるといえる。本地域の60km南方の能登島に分布する海緑石の上限もこの層準に一致し(沢田, 1983MS), 海緑石形成が広域にわたって進行したことを示唆する。

UKIルートでは試料の採取間隔が1m以下のところがあり、1mの間隔で珪藻化石の *D. hustedtii* 帯が代表される所もみられる。この1km南方のKRKルートではこの化石帯が13m以上にわたる。このように地域によって堆積の停滞した場所と進行した場所があったことが示唆される。*D. hustedtii* 帯、すなわち、下限が *D. hustedtii* の出現層準、上限が *D. hustedtii* の急増層準と *D. hyalina* の急減層準で定義される化石帯 (Maruyama, 1984) に着目してみると、上記のように試料の採取間隔を密にすれば認定できる場合があるように、堆積の停滞はあったものの、完全な無堆積ではなかったことが明らかである。化石帯の欠如から堆積間隙の存在を結論づける場合に、試料採取間隔の粗密については十分な注意を払う必要がある。

VII. 結 論

1. 本地域新第三系の層位関係に基づいて放散虫化石層序を編んだ。帯区分に当たっては種の出現層準を第1級の基準面とし、その他の基準面は設定した帯区分中にその順序関係を位置づけた。結果として、下位から *Calocyclus costata* 帯, *Eucyrtidium asanoi* 帯, *Eucyrtidium inflatum* 帯, *Lychnocanoma nipponica magnacornuta* 帯を設定し、*E. inflatum* 帯は *Cyrtocapsella tetrapera* の急減層準をもって a, b の2亜帯に細分した。また、層位学的に重要な *Lithopera* 属を再検討して *Lithopera renzae spiculosa* を新亜種として記載した。
2. 上記の帯区分は東北日本太平洋側の新第三系にも適用できる。
3. 放散虫化石層序と他の浮遊性微化石層序との相互関係、とりわけ同じ珪質微化石である珪藻化石層序との関係を明らかにした。その結果、東北日本太平洋側の新第三系において Maruyama (1984) が設定した珪藻化石層序は本地域にも適用でき、本地域で編んだ珪質微化石層序が日本海側と太平洋側の中新統に対して統一的な尺度となり得ることが明らかとなった。
4. 従来の岩相層序区分に加えて、南志見層の最上部に熊谷珪藻質泥岩部層を新たに区分した。また各岩相区分を放散虫・珪藻化石帯に位置づけた。
5. 海緑石密集層の産状(密集度など)、密集層の厚さなどに地域性が認められる。珪質微化石層序における位置づけの検討から、海緑石の形成開始時期、形成期間にも地域差のあることがわかった。また、海緑石密集層の上限の層準は調査したどのルートでも一致している。この検討を通して、特に海緑石の発達する岩相においては試料採取間隔の粗密が、堆積間隙の推定に際して重大な影響をおよぼすことが示された。

VIII. 放散虫化石種の記載

放散虫化石層序で重要な化石のうち、新亜種 *Lithopera renzae spiculosa* と報告例の少ない *Eucyrtidium asanoi* を記載する。

Subclass Radiolaria Müller, 1858
Order Polycystina Ehrenberg, 1838
emend. Riedel, 1967
Suborder Nassellaria Ehrenberg,
 1875

Family Theoperidae Haeckel, 1881
emend. Riedel, 1967

Genus *Lithopera* Ehrenberg, 1847

Lithopera renzae spiculosa

Funayama, n. subsp.

Pl. 4, figs. 1a-b, 5a-b, 6a-b, 7a-b, 8a-b;

Pl. 5, figs. 3, 5)

Description: Three segmented form: cephalis small, spherical, partly hidden in thorax, with a small apical horn; thorax forms major part of test, approximately campanulate; abdomen terminally closed, very variable in shape and size. Collar stricture indistinct, lumbar stricture distinct in contour. Pores of thorax and abdomen irregular in size and arrangement. Wall of thorax thicker than that of abdomen. Test surface rough because of spinose nodes at each vertex of polygonal pore frames.

Dimensions: Total length (excluding apical horn) 140-200 μm . Maximum breadth 100-155 μm . Ratio of abdomen to thorax length 0.06-0.43:1. Measurements are made on 30 specimens from sample IZK18.

Remarks: This subspecies is distinguished from *Lithopera renzae renzae* Sanfilippo and Riedel by having its spinose nodes, more heavily silicified wall and somewhat larger test. The stratigraphic range of this subspecies is restricted within the total range of *Eucyrtidium inflatum* and overlaps that of *Lithopera renzae renzae*.

Type: Holotype- Pl. 4, figs. 8a-b. IGPS 99766. Sample IZK18, Iizuka Diatomite Member, Najimi Formation.

Stratigraphic occurrence: Iizuka Diatomite Member, Najimi Formation.

Genus *Eucyrtidium* Ehrenberg, 1847

***Eucyrtidium asanoi* Sakai**

(Pl. 3, figs. 5a-b, 7, 8)

Eucyrtidium asanoi Sakai, 1980, p. 709, pl. 7, figs. 12a-b, 13a-c, 14a-b.

Eucyrtidium cienkowskii Haeckel group: Weaver *et al.*, 1981, pl. 1, figs. 6-8.

Remarks: Longitudinal ridges arising from near the base of thorax are distinct. Two or three pores are arranged longitudinally between sets

of ridges. Two types of abdomen are recognized: one is truncate conical which Sakai (1980) described, the other is approximately cylindrical. The former is more abundant than the latter in examined fossil assemblages. The ranges of these two forms are inseparable stratigraphically.

Stratigraphic occurrence: Iida Diatomaceous Mudstone and Iizuka Diatomite Members, Najimi Formation.

引用文献

- 赤嶺秀雄, 1952, 能登半島北部宝立山山地の地質. 資源
 科研彙報, no. 26, p. 27-33.
- 秋葉文雄, 1977, *Denticula Kanayae* n. sp. と *Denticula
 kanayae* Zone の珪藻化石層位学的意義. 石油資源開発
 (株)技研所報, v. 20, nos. 3-4, p. 126-146.
- , 1982, *Coscinodiscus marginatus* Zone の再
 検討. 石油資源開発(株)技研所報, v. 24, nos. 3-4, p.
 206-223.
- , 1983, 北太平洋中高緯度地域の第三系珪藻
 化石帯の改訂—基準面の評価と時代—. 海洋科学, v.
 15, no. 12, p. 717-724.
- Blow, W. H., 1969, Late Middle Eocene to Recent
 planktonic foraminiferal biostratigraphy. *Proc.
 First Intern. Conf. Planktonic Microfossils, Geneva*
 1967, Leiden, v. 1, p. 199-422.
- Brust, J. F., 1958, Glauconite pellets; Their mineral
 nature and applications to stratigraphic interpreta-
 tions. *A. A. P. G. Bull.*, v. 42, p. 310-327.
- 布施圭介, 1983MS, 秋田県河辺郡協和町～角館町付近の
 地質. 東北大地質古生物卒論.
- 長谷川四郎, 1976MS, 能登半島基部上部新生界の微化石
 層序, 新第三紀総研事務局編, 研究連絡誌, 北陸地方
 の新第三系の対比と編年, p. 46-51.
- 井口 豊, 1983MS, 福島県耶麻郡高郷村付近の地質. 東
 北大地質古生物卒論.
- 池辺展生, 1949, 富山県西部及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, no. 1, p. 14
 -26.
- 池田 正, 1982, 能登半島北東部中新統の浮遊性有孔
 虫. 地球科学, v. 36, no. 1, p. 1-9.
- Ishida, S., 1959, The Cenozoic strata of Noto, Japan.
*Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto, Ser. Geol. and Mine-
 ral.*, v. 15, no. 2, p. 83-101.
- , 1970, The Noroshi Flora of Noto Penin-
 sula, Central Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ.,
 Ser. Geol. and Mineral.*, v. 37, no. 1, p. 1-112.
- 石田史朗・増田孝一郎, 1956, 能登半島北東部の地質.
 地質学雑誌, v. 62, no. 735, p. 703-716.
- 金谷太郎・長谷川康雄, 1971, 珪藻, 化石研究会編, 化石
 の研究法, 共立出版, p. 27-49.
- 野義夫, 1965, 能登半島の地質. 能登半島学術調査報
 告書, 石川県, p. 1-84.
- , 1977, 石川県の環境地質(10万分の1地質図説
 明書). 「石川県の自然環境, 第1分冊, 地形・地質」,
 石川県, p. 1-128.
- ・中世古幸次郎・松島 洋・発田 刀・高島好
 雄・藤井昭二・牧堯 信・北村幸吉・中塩和彦・森 久
 雄, 1957, 富山県灘浦地方の新第三系の層序. 地質学
 雑誌, v. 63, no. 738, p. 167-181.
- Koizumi, I., 1977, Diatom biostratigraphy in the
 North Pacific region. In: Saito T. and Ujiié, H.,
 eds., *Proc. First Intern. Congr. Pacific Neogene
 Stratigr.*, p. 235-253.
- 小泉 格, 1979, 能登半島北部—珠洲地域—. 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, p. 93-94.
- , 1981, 珪藻化石からみた日本における初—中
 期中新世の海洋古環境. 化石, no. 30, p. 87-100.
- 久保恭輔, 1953, 奥能登柳田地方の地質. 地質学雑誌,
 v. 59, no. 698, p. 489-496.
- ・鈴木好一, 1949, 石川県鳳至郡西部の第三紀
 層. 地質学雑誌, v. 54, no. 638, p. 139-140.
- Martini, E., 1971, Standard Tertiary and Quaternary
 calcareous nannoplankton zonation. *Proc. Second
 Conf. Planktonic Microfossils*, v. 2, p. 739-786.
- Maruyama, T., 1984, Miocene diatom biostratigraphy
 of onshore sequences on the Pacific side of north-
 east Japan, with reference to DSDP Hole 438A. Part
 1. *Tohoku Univ., Sci. Rept., 2nd Ser.(Geol.)*, v. 55,
 p. 77-140.
- 増田孝一郎, 1954, 石川県鳳至郡町野町, 南志見村, 柳
 田村付近の地質. 地質学雑誌, v. 60, no. 703, p. 145
 -152.
- 望月勝海, 1932, 能登平床貝層と珠洲岬附近の第三紀層
 (概報). 地質学雑誌, v. 39, no. 460, p. 26-37.
- 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—. 大阪市立自然史博物館研報, no. 35, p. 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. 地質学雑誌,
 v. 78, no. 738, p. 253-264.
- ・菅野耕三, 1973, 日本新第三紀の化石放射虫
 分帯. 地質学論集, no. 8, p. 23-33.
- 尾田太良・酒井豊三郎, 1977, 旗立層中・下部の微化石
 層位—浮遊性有孔虫・放射虫—. 藤岡一男教授退官記
 念論文集, p. 441-456.
- ・長谷川四郎・本田信幸・丸山俊明・船山政昭,
 1983, 中新統浮遊性微化石層序の現状と問題点. 石油
 技誌, v. 48, p. 71-87.

- Oda, M., Hasegawa, S., Honda, N., Maruyama, T. and Funayama, M., 1984, Integrated biostratigraphy of planktonic foraminifera, calcareous nannofossils, radiolarians and diatoms of middle and upper Miocene sequences of central and northeast Honshu, Japan. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, v. 46, p. 53-69.
- Odin, G. S. and Matter, A., 1981, De Glauconarium origine. *Sedimentology*, v. 28, p. 611-641.
- Okada, H. and Bukry, D., 1980, Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation. *Marine Micropaleont.*, v. 5, p. 321-325.
- 大塚弥之助, 1946, 能登北岸の地学的観察. 自然研究, no. 1, p. 12-17.
- Reynolds, R. A., 1980, Radiolarians from the western north Pacific Leg 57. Deep Sea Drilling Project. *In Scientific Party, Init. Rept. DSDP*, v. 56-57, p. 735-767.
- Riedel, W. R. and Sanfilippo, A., 1970, Radiolaria, Leg 4, Deep Sea Drilling Project. *In: Bader, R. G., Gerald, R. D., et al., Init. Rept. DSDP*, v. 4, p. 503-575.
- , 1978, Stratigraphy and evolution of tropical Cenozoic radiolarians. *Micropaleontology*, v. 24, p. 61-96.
- Sakai, T., 1980, Radiolarians from sites 434, 435 and 436, northwest Pacific Leg 56, Deep Sea Drilling Project. *In Scientific Party, Init. Rept. DSDP*, v. 56-57, p. 695-733.
- 沢田 豊, 1983MS, 石川県鹿島郡能登島及び中島付近の地質. 東北大地質古生物卒論.
- 西南日本新生代研究グループ, 1960, 西南日本の新生代地史—構造発達史への序説. 地球科学, nos. 50-51, p. 56-65.
- 菅野耕三, 1982, 北陸新第三系放射虫化石について. JRS81, 大阪微化石研究会誌特別号, no. 5, p. 437-443.
- ・長田享一, 1978, 北陸新第三系の放射虫層序の研究(第一報)—能登半島珠洲地域における新第三系化石層序—. 大阪教育大紀要, v. 27, p. 37-47.
- 鈴木孝一, 1950, 能登半島の含珪藻泥岩の層序学的関係. 地質学雑誌, v. 56, no. 654, p. 136.
- 鈴木好一・北崎梅香, 1952, 奥能登東端の地質. 資源科研彙報, no. 28, p. 90-98.
- ・久保恭輔, 1953, 奥能登北端の海岸地方の地質. 資源科研彙報, no. 31, p. 43-53.
- 高山俊昭, 1977, 石灰質超微化石からみた「法住寺珪藻泥岩」の地質時代. 金沢大教養部論集, 自然科学, v. 14, p. 71-76.
- ・小泉 格・米谷盛寿郎, 1979, 能登半島北部—珠洲市鶴飼川地域—. 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, p. 95-96.
- 高柳洋吉(編), 1978, 微化石マニュアル. 朝倉書店, 東京, 161p.
- Takayanagi, Y., Oda, M., Hasegawa, S., Honda N., Maruyama, T. and Funayama M., 1984, Some middle Miocene planktonic microfossil datum planes in northern Honshu, Japan: their paleoceanographic implications. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, v. 46, p. 71-84.
- , Takayama, T., Sakai, T., Oda, M. and Kitazato, H., 1976, Microbiostratigraphy of some Middle Miocene sequences in northern Japan. *In: Takayanagi, Y. and Saito, T. (eds.), Progress in Micropaleontology, Spec. Publ. Micropaleont. Press*, p. 356-381.
- Weaver, F. M., Casey, R. E. and Perez, A. M., 1981, Stratigraphic and paleoceanographic significance of Early Pliocene to Middle Miocene radiolarian assemblages from northern to Baja California. *In: The Monterey Formation and Related Siliceous Rocks of California, S. E. P. M.*, p. 71-86.
- Westberg, M. J. and Riedel, W. R., 1978, Accuracy of radiolarian correlations in the Pacific Miocene. *Micropaleontology*, v. 24, p. 1-23.

Miocene Radiolarian Stratigraphy of the Suzu Area, Northeastern Part of the Noto Peninsula, Japan

Masaaki Funayama

Abstract

Siliceous (diatomaceous) sediments of Miocene age are widely distributed in the Suzu area of the Noto Peninsula. The sediments yield plenty of well-preserved microfossils such as radiolaria, diatom, planktonic foraminifera and calcareous nannoplankton. The Miocene strata in the Suzu area is divided into the following four radiolarian zones in upward sequence: the *Calocycletta costata*, *Eucyrtidium asanoi*, *Eucyrtidium inflatum*, *Lychnocanoma nipponica magnacornuta* Zones, by using the first appearance datums of *E. asanoi*, *E. inflatum* and *L. nipponica magnacornuta*. Other datum levels such as last appearance, acme, rapid increase and rapid decrease are situated in each zone. *Lithopera renzae spiculosa* is described as a stratigraphically important new subspecies.

Miocene radiolarian biostratigraphy proposed here is applicable to onland sequences both on the Pacific and Japan Sea sides of central and northeast Honshu. This radiolarian stratigraphy is combined with the diatom biostratigraphy proposed by Maruyama (1984) using the same samples in the hope that an integrated siliceous biostratigraphy improves stratigraphic resolution.

Each lithostratigraphic unit is positioned by this integrated siliceous biostratigraphy. The Miocene strata in the Suzu area cover four radiolarian zones and nine diatom zones, respectively. A characteristic glauconite bed in this area is used as a key marker. This glauconite bed extends over three radiolarian zones and four diatom zones, respectively. The upper limit of the glauconite bed in terms of the siliceous microbiostratigraphy is uniform from section to section in this area. On the other hand, its lower limit differs from section to section. It is suggested, therefore, that intervals at which samples are taken are fundamentally important in revealing such local differences in timing of the deposition of glauconite.

Plate 3

Figures 12-14 are scanning micrographs and others are transmitted micrographs.

Scale bars represent 100 μ m. Scale A ; Fig. 14. Scale B ; Figs. 12, 13.

Scale C ; Figs. 1-11.

Figs. 1a-b, 2, 12. *Eucyrtidium inflatum* Kling

1, 2. Sample IZK9, Najimi Formation.

12. Sample IZK12, Iizuka Diatomite Member, Najimi Formation.

Fig. 3. *Stichocorys armata* (Haeckel)

Sample UKI8, Hojuji Diatomaceous Mudstone Member, Higashi-innai Formation.

Fig. 4. *Eucyrtidium yatsuoense* Nakaseko

Sample MOZ2, Iida Diatomaceous Mudstone Member, Najimi Formation.

Figs. 5a-b, 7, 8, 13. *Eucyrtidium asanoi* Sakai

5. Sample IZK9, Najimi Formation.

7, 8. Sample MOZ2, Iida Diatomaceous Mudstone Member, Najimi Formation.

13. Sample IZK5, Iida Diatomaceous Mudstone Member, Najimi Formation.

Fig. 6. *Theocorys spongoconum* Kling

Sample MOZ4, Iida Diatomaceous Mudstone Member, Najimi Formation.

Fig. 9. *Calocycletta virginis* Haeckel

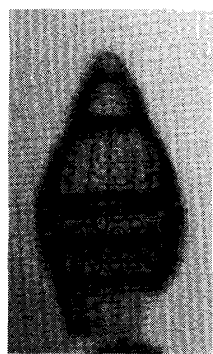
Sample MOZ2, Iida Diatomaceous Mudstone Member, Najimi Formation.

Figs. 10, 14. *Lychnocanoma nipponica magnacornuta* Sakai

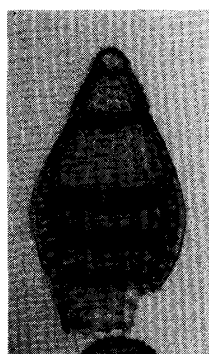
Sample IZK26, Iizuka Diatomite Member, Najimi Formation.

Fig. 11. *Calocycletta costata* (Riedel)

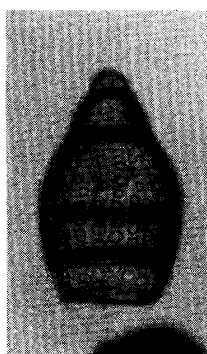
Sample UKI9, Awagura Formation.



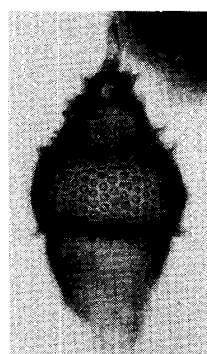
1a



1b



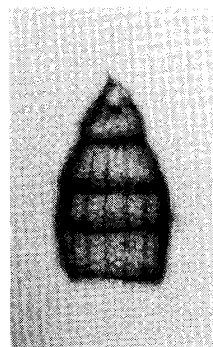
2



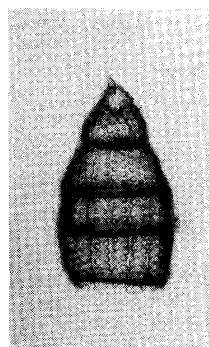
3



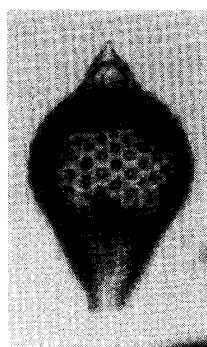
4



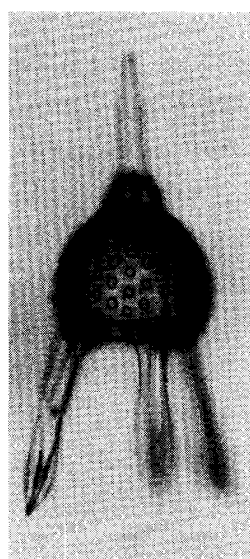
5a



5b



6



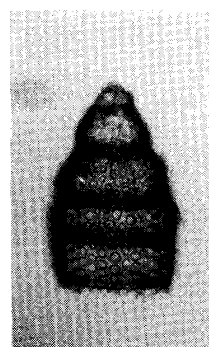
10



11



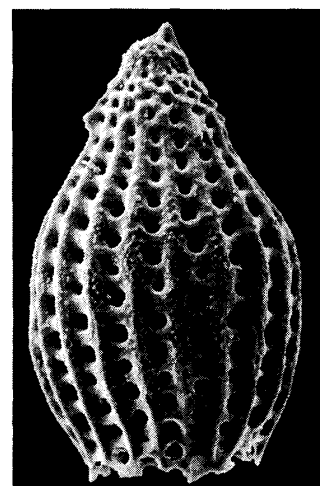
7



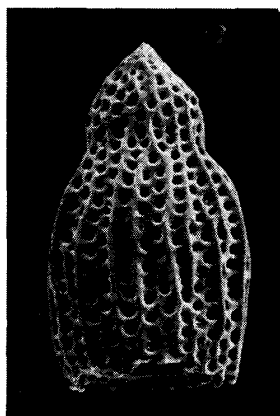
8



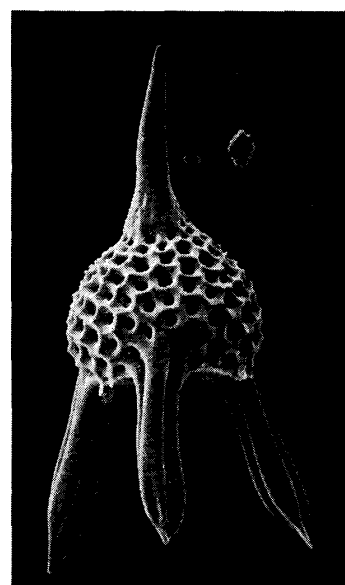
9



12



13



14



Plate 4

All figures are transmitted micrographs.

Scale bar represents 100 μ m.

Figs. 1a-b, 5a-b, 6a-b, 7a-b, 8a-b. *Lithopera renzae spiculosa* Funayama n. subsp.

Sample IZK18, Iizuka Diatomite Member, Najimi Formation.

Holotype: Figs. 8a-b. IGPS 99766.

Fig. 2. *Lithopera renzae renzae* Sanfilippo and Riedel

Sample IZK15, Iizuka Diatomite Member, Najimi Formation.

Fig. 3. *Lithopera neotera* Sanfilippo and Riedel

Sample IZK9, Najimi Formation.

Fig. 4. *Lithopera thornburgi* Sanfilippo and Riedel

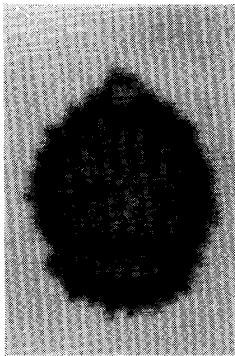
Sample IZK9, Najimi Formation.

Figs. 9a-b. *Cyrtocapsella tetrapera* (Haeckel)

Sample HOJ3, Hojuji Diatomaceous Mudstone Member, Higashi-innai Formation.

Figs. 10, 11a-b. *Cyrtocapsella japonica* (Nakaseko)

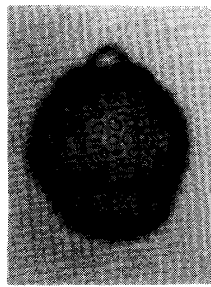
Sample IZK10, Najimi Formation.



1a



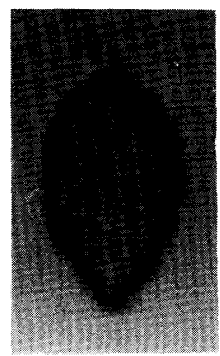
1b



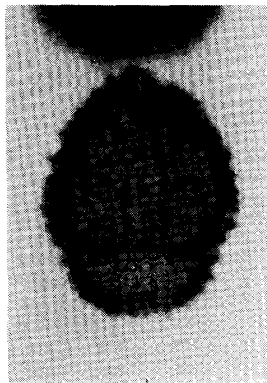
2



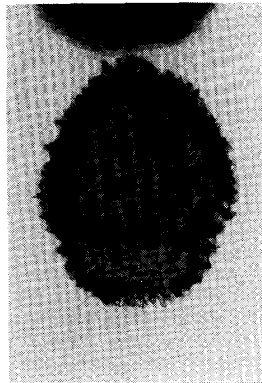
3



4



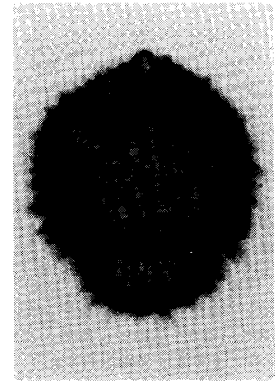
5a



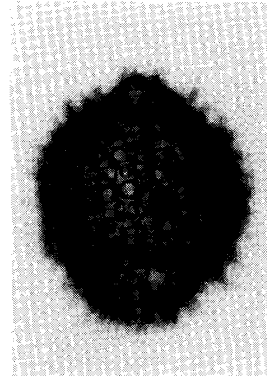
5b



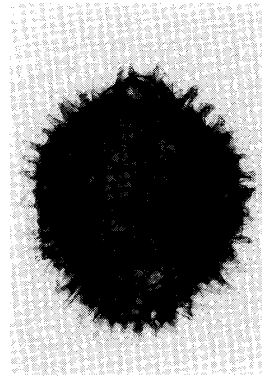
6a



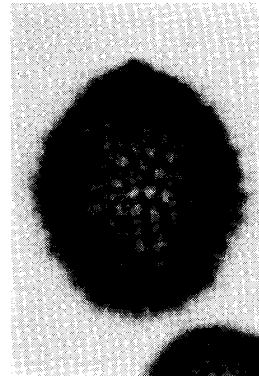
6b



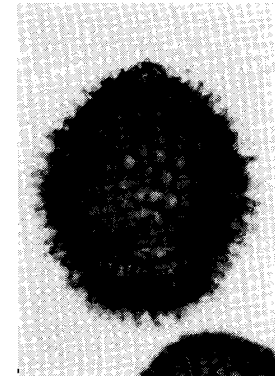
7a



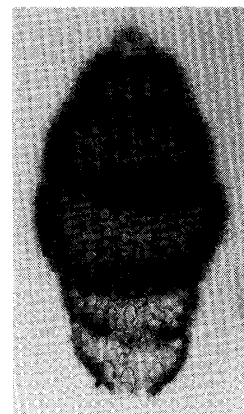
7b



8a



8b



9a



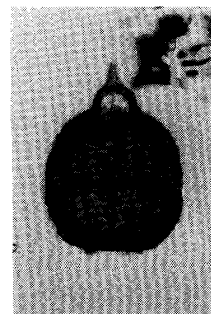
9b



10



11a



11b



Plate 5

All figures are scanning micrographs.

Scale bar A represents 100 μ m in Figs. 1-3. Scale bar B 10 μ m in Figs. 4, 5.

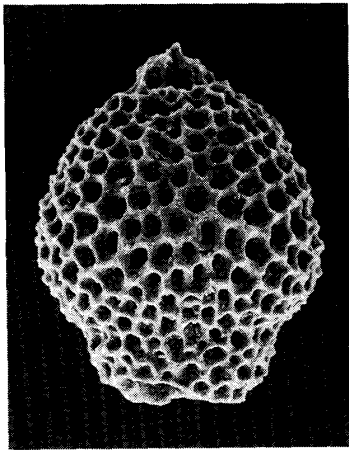
Figs. 1, 2, 4. *Lithopera renzae renzae* Sanfilippo and Riedel

Sample IZK15, Iizuka Diatomite Member, Najimi Formation.

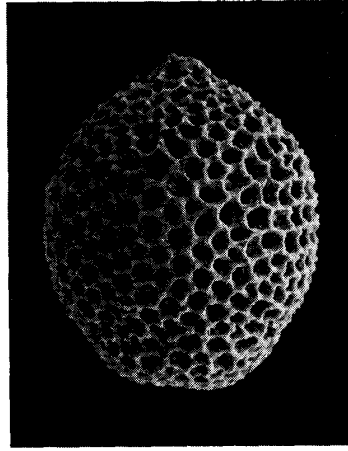
Fig. 4. A part of Fig. 2 under high magnification.

Figs. 3, 5. *Lithopera renzae spiculosa* Funayama, n. subsp.

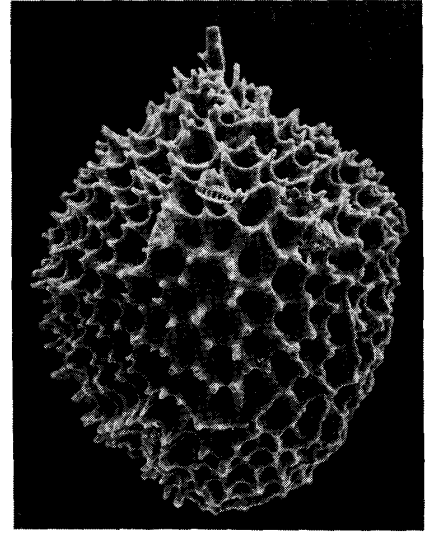
Sample IZK18, Iizuka Diatomite Member, Najimi Formation.



1



2



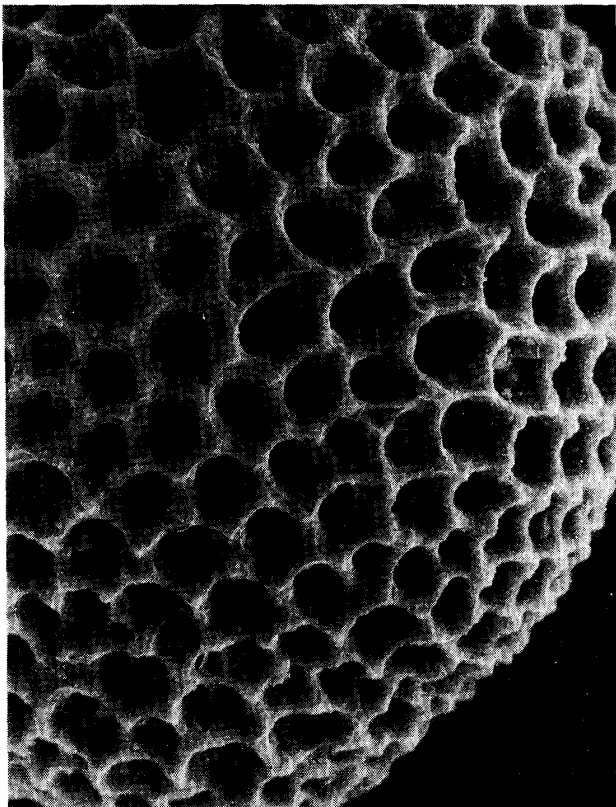
3



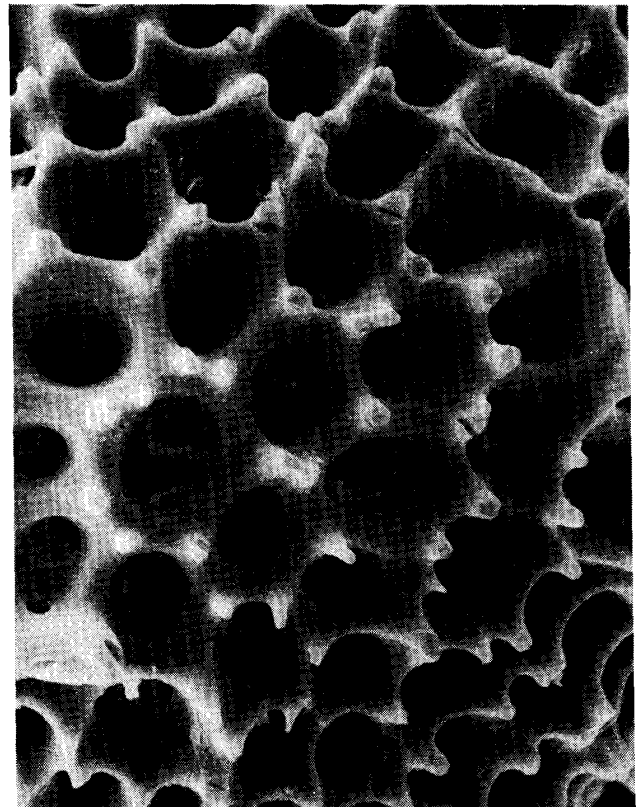
A



B



4



5