

種子島の中新統茎長層群の花粉化石群集

著者	小島 克俊, 大塚 裕之
雑誌名	鹿児島大学理学部紀要. 地学・生物学
巻	28
ページ	243-268
別言語のタイトル	Pollen Assemblages of the Miocene Kuginaga Group in Tanegashima, South Kyushu, Japan
URL	http://hdl.handle.net/10232/00001733

種子島の中新統荃永層群の花粉化石群集

小島克俊・大塚裕之¹⁾

(1995年9月29日受理)

Pollen Assemblages of the Miocene Kukinaga Group in Tanegashima,
South Kyushu, Japan

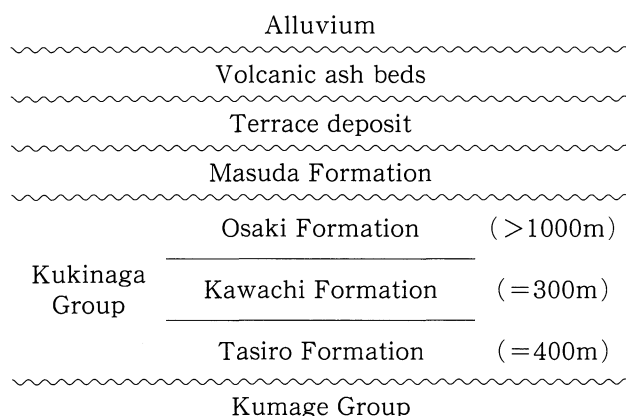
Katsutoshi KOJIMA and Hiroyuki OTSUKA¹⁾

Abstract

The palynological studies on the Neogene Kukinaga Group in Tanegashima Island, south Kyushu were carried out by the writers. The basement rocks in this Island is the Paleogene Kumage Group and is widely distributed in almost whole area. It is mainly composed of shale, sandstone and alternation of them.

The Miocene Kukinaga Group unconformably covers the basement rocks and the total thickness exceeds 1700 meters. This group is lithologically divided into three Formations: the Tashiro, the Kawachi and the Osaki in ascending order. The Tashiro Formation (400m thick) overlies the basement Kumage Group with clino-unconformity and is consisted of thick bed of conglomerate of variable grain sizes with frequently intercalations of coarse-grained sandstone layers. The Kawachi Formation (300m thick) is dominated by mudstone facies. This formation conformably overlies Tashiro Formation and yields abundant marine molluscs fossils. This molluscan fauna including such characteristic gastropoda as *Vicarya* and *Telescopium* clearly indicates the subtropical, intertidal to shallow neritic environment. It is safely correlative to the Middle Miocene Kadonosawa Fauna from the Kadonosawa Formation in the northeastern part of Iwate Prefecture, Northeast Honshu, Japan. The mudstone facies of the Kawachi Formation grades upward into the sandstone-rich alternation of the Osaki Formation. The Osaki Formation (more than 1000m thick) consists mainly of fine to coarse sandstone layers and yields abundant molluscan fossils showing an offshore environment.

¹⁾ 鹿児島大学理学部地学教室 〒890 鹿児島市郡元1丁目21-35
Institute of Earth Sciences, Faculty of Science, Kagoshima University, 1-21-35 Korimoto,
Kagoshima 890, Japan



The Pleistocene Masuda Formation unconformably covers the Kukinaga Group. This formation consists of unconsolidated coarse-grained sandstone and siltstone and yields marine molluscan fossils.

Through the palynological investigation on the Kawachi Formation of the Kukinaga Group, the following characteristic assemblages of the pollen flora were made clear.

(1) Together with the evergreen *Quercus* of high frequencies, occurrence of two mangrove genera, namely, *Sonneratia* and *Rhizophora* has been recognized in the Kawachi Formation.

(2) The high frequencies (more than 70%) of the evergreen *Quercus* throughout the Kawachi Formation strongly suggest a semi-closed shallow water environment at the time of deposition.

(3) Through the comparison of the pollen flora between the two localities-Injo Coast to the north and the Shimonaka coast to the south in Tanegashima Island, different amount of pollen occurrence were recognized. It may suggest a difference in extent of mangrove swamps (or lagoons) or different in the condition of sedimentary environment.

It is noticeable that the subtropical and mangrove sedimentary environment of the Kawachi Formation is paleoecologically supported by both the marine (molluscs) and the non-marine (pollen) fossils. This Flora is correlative with Middle Miocene NP-2 pollen zone in Japan (Yamanoi, 1990).

Key words: Pollen, Tanegashima, Miocene

I はじめに

南西諸島最北部に位置する鹿児島県種子島の西南部には、基盤岩をなす古第三紀の熊毛層群を傾斜不整合に被って、主として海成層からなる新第三系の茎永層群が分布している。同層群からは従来、巻貝化石の *Vicarya* で特徴付けられる中期中新世の海棲軟体動物化石群集を産出することが知られており、これらの動物化石群集は亜熱帯性要素を示す門ノ沢動物群（大塚1939）、

Vicarya-Tateiwana 動物群 (Kotaka, 1958), さらに *Arcid-Potamid* 動物群 (津田, 1965) 等に対比されてきた。かつて, Oyama (1950) は富山県の中新統黒瀬谷層産の貝類化石群に *Geloina-Telescopium* 群集を見いだし, これらがマングローブに特有であることを示唆した。その後, Hayasaka (1987) は茎永層群の軟体動物化石群集中に *Vicarya* とともに *Telescopium* を識別した。一方, 山野井ほか (1980) は黒瀬谷層の花粉学的研究を行い, マングローブ要素の花粉であるマヤプシキ *Sonneratia* を見いだした。更に彼らは *Geloina-Telescopium* 群集に対比される動物化石群集を産出する九州以北の日本各地の中新統にはマングローブ植物花粉が含まれていることを報告した (山野井・津田, 1986など)。しかしながら, 茎永層群についてもマングローブ・フローラの花粉化石群集の産出が予想されていたが, 未検討のまま今日まで残されていた。筆者らは今回, 同層群の花粉化石の研究を行い, 成果を得た。ここにその結果を報告する。

II 地 質

1. 地質概説

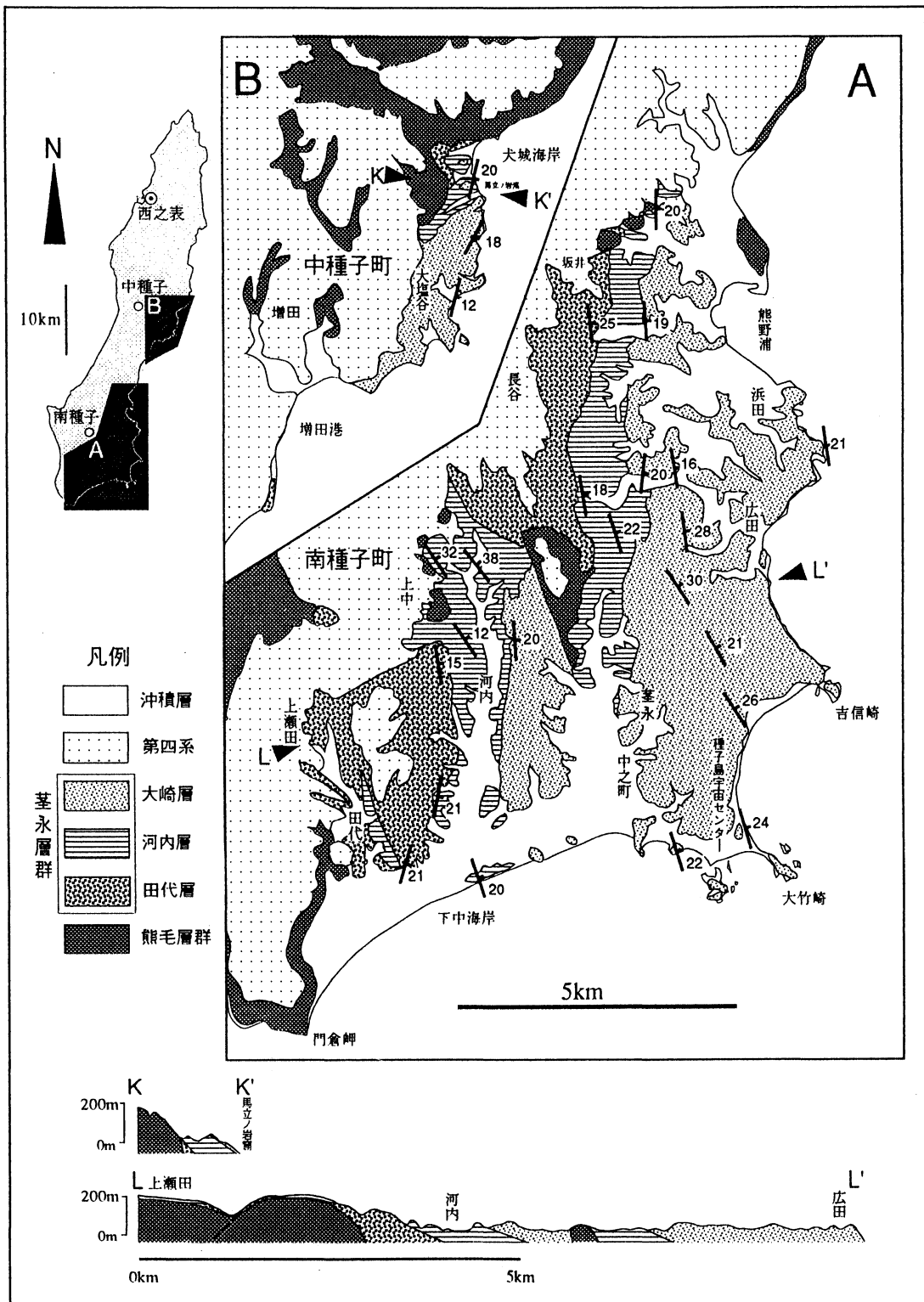
種子島の地質は四万十累帯に属する古第三系の熊毛層群が基盤をなす。熊毛層群は砂岩頁岩互層を主とし, 岩相層序学的に4累層が区分されている (Hayasaka et al., 1980)。同層群の走向は全体として $N30^{\circ}\sim 40^{\circ}E$, 西に 60° 後の傾斜をもつ。また, 同層群からは始新世中期から後期が示す放散虫化石群集が検出されている (岡田ほか, 1982)。

島の南部および中西部において熊毛層群を中新世中期の茎永層群が傾斜不整合に覆っている。主として海成層である茎永層群は, 岩相的に下位から礫岩相の田代層, 泥岩相の河内層, 砂岩相の大崎層に3分され, これらは互いに整合関係にある。同層群の走向は $N10^{\circ}\sim 30^{\circ}E$ で, 東へ $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ の傾斜を示す。また, Hayasaka (1969) により軟体動物化石群の総括的な研究が行なわれた。

前期更新世の増田層は熊毛・茎永両層群を傾斜不整合に覆って発達する浅海成層であ利, 軟体動物化石や植物化石を産する。八田 (1988) は浮遊性有孔虫群集の解析によって同層の時代を前期更新世であるとした。

第1表 種子島の層序

地質年代		地層名	層厚	岩相・化石
第四紀	更新世	後期	火山灰層	7層が確認されている。
		前期	増田層	50m 粗粒砂層, シルト層より成り, 貝類化石を産する。
新第三紀	中新世	茎永層群	大崎層	1000m 主に砂岩層より成り, 挟在する泥岩層から貝類化石を産する。
			河内層	300m 主に泥岩層から成り, 貝類化石を豊富に産する。渦堆積物。
			田代層	400m 円礫が主な礫岩層で, 一部, 陸成アルタ堆積層から成る。
古第三紀		熊毛層群		四万十累帯に属し, 堅硬な砂岩, 泥岩, 砂泥互層より成る基盤岩。



第1図 種子島南東部の地質および地質断面図

これらの第三系を更新世中期から後期にかけての段丘堆積物および後期更新世の降下火山灰層が被う。

2. 各 論

ここでは特に本研究で花粉分析を行った茎永層群についてのみ述べる。

茎永層群は半沢(1934)により命名された。下位から田代層、河内層、大崎層の3層に分けられている(知識, 1954MS)。

1) 田代層 (Tashiro Formation)

模式地：南種子町田代付近

層厚：犬城川沿いの露出において最大97m。下中地域においては400m。

分布：南種子町長谷～水牛，下中，田代。中種子町犬城川下流。

岩相・化石：比較的円磨度の高い熊毛層群起源の砂岩の中礫～大礫により構成される礫岩相と細粒砂岩層を伴う泥岩相，の二つの岩相から成る。動物化石の産出は知られていないが，植物片や層厚5～10cmの亜炭層をしばしば挟在している。下半部では亜角礫が多く，最下部付近では長径1m前後の巨礫が見られる。下中海岸の露頭においては大礫を多く含む円礫層から中礫を含む砂岩層へと漸移し，次第に泥岩相の河内層へと移行していくのが認められる。

2) 河内層 (Kawachi Formation)

模式地：南種子町河内付近

層厚：犬城海岸において約140m。下中地域では300m。

分布：中種子町犬城海岸北部，南種子町下中海岸以南の郡川沿い及び宮瀬川沿いなど。

岩相・化石：下位の田代層から漸移する。比較的淘汰の良い暗灰色の泥岩を主とするが，しばしば砂岩の中礫から成る礫岩層を挟む。ただし犬城海岸においては田代層からの漸移は見られず層相は礫岩層から泥岩層へ急に変化する。河内層は海棲ないし汽水棲の *Arcid-Potamid* 群集によって特徴づけられる(Hayasaka, 1969) 軟体動物化石群集を豊富に産出し，この群集は中期中新世初期の門ノ沢動物群(大塚, 1939)に対比される。田口(1993MS)はこれを Barron and Baldauf (1990)による中新世中期の Climatic Optimum 1 に対応させている。また，河内層にはマングローブ沼に特徴的な *Telescopium* の化石が産出する。このことから当時は熱帯～亜熱帯の気候下の浅海性の堆積環境であったことが示唆される。

3) 大崎層 (Osaki Formation)

模式地：南種子町大崎(海岸)

厚：犬城海岸において210m以上。大崎においては1000m以上。

分布：南種子町大崎の海岸から熊野浦まで海岸地域一帯。また中種子町大塩屋を中心とした海岸地域に分布する。

岩相・化石：砂岩層を主とする。しかし，本層は水平的に岩相は変化に富み，泥岩層や礫岩層なども多く見られ，特徴のないいくつかの岩相が区分できることが知られていたが，井上(1992)は有孔虫化石群集を解析し，5部層に区分した。砂岩層には斜交層理などの潮流による堆積構造が顕著に見られる。外洋浅海性の貝類化石を多く産出する。井上(1992)の浮遊性有孔虫群集解析により，中新世中期 Climatic Optimum 2 (Barron and Baldauf 1990) に対比させた。また，

田口 (1993MS) は *Tibia fusus* (Linne) の産出を確認し、井上 (1990) の考えを支持した。

Ⅲ 花粉分析

1. 花粉分析試料の試料採取方法

花粉分析用の試料採取は茎永層群でも特に泥岩相である河内層について主として行なった。その採取においては出来るだけ風化の進んでいない露頭を選び、1点あたり50グラム程度を採取した。試料採取を行なった層準は主に暗灰色の泥層や砂質泥層である。特に有機物の含有が予想できる層準について、可能な限り試料を採取した。有機物が含有されている可能性が高い地層の判断基準としては、黒色の縞をもつ数mm単位のラミネーションが見られる泥岩層や、実際に炭化物片が確認できるものなどである。採取数は総計54点である。

1) 試料採取ルート

分析試料採取ルートは露頭の連続性が良い海岸線を選択した。河川沿いには良好な露出が見られるものの、その連続性に乏しく、また、従来、好露出があった道路沿いの露頭は、近年、吹き付け工事が急速に進み、諸層の典型的露出は次々に失われている。幸いにも、中種子町犬城海岸と南種子町下中海岸の両海岸では河内層の好露出が続いている。両海岸とも、その海岸線の伸びの方向は茎永層群の一般的な走向方向に対して交差しており、従って、比較的連続的な柱状図が得られ、試料の組織的採取ができた。両海岸ともに層厚にして5m間隔で採取したが、粗粒砂質部などは除いた。また、下中海岸においては、礫岩相の田代層から泥岩相の河内層への環境の変遷を考察するために、両層の漸移部について採取可能な泥岩層についてはすべて採取した。

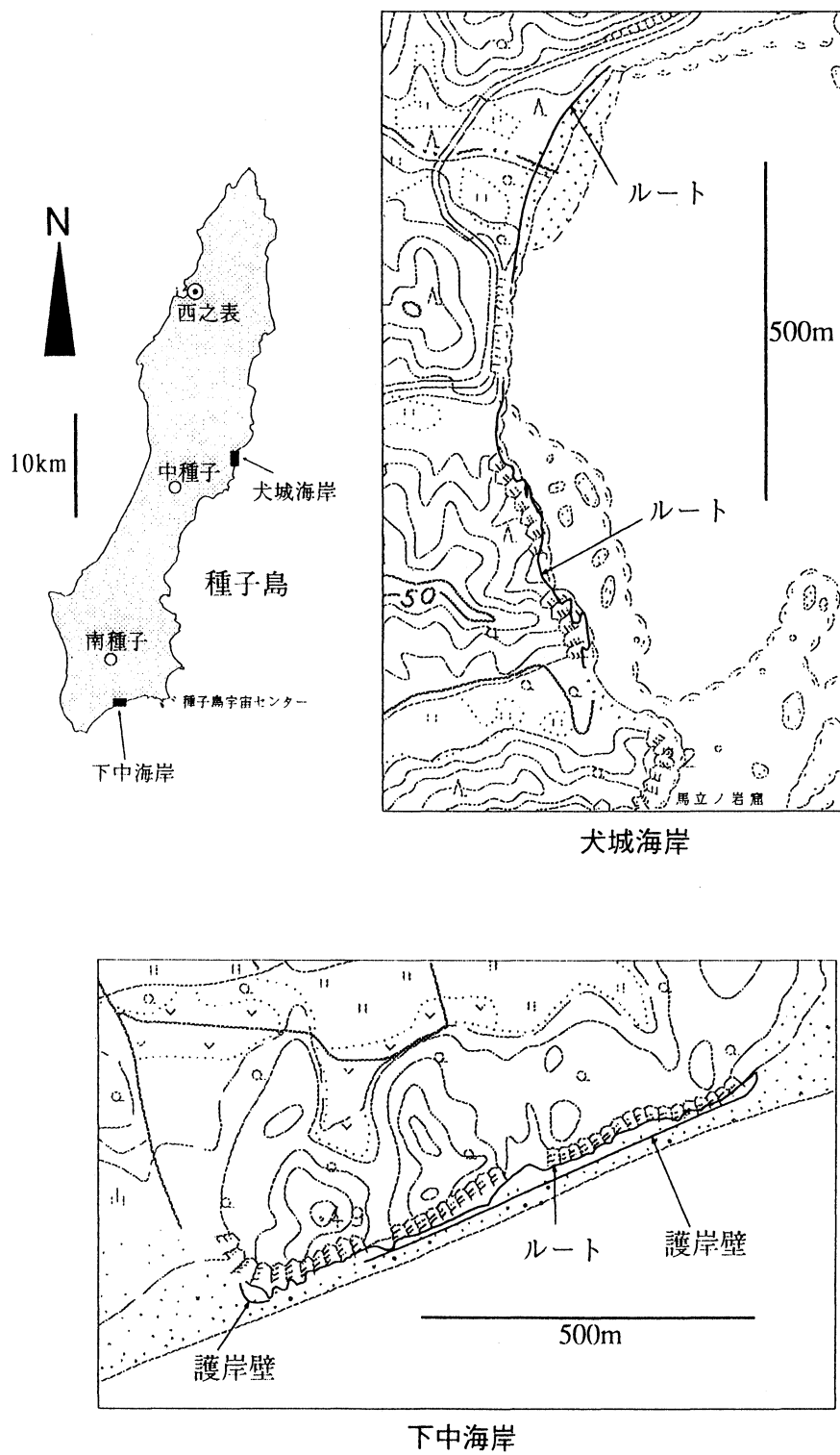
島の中央部、東側の犬城海岸では波食による地層の好露出がある。泥岩層を主とする河内層は比較的侵食に弱いため、谷地形が露頭の連続性を1カ所大きく妨げている。また、試料採取の際、落石の危険が予想される崖が多いため、そのような採取地点では試料の採取点数は少なくなった。犬城海岸における試料採取層準は総計12で、採取層準名及び試料名は I-1～ I-12の記号で示した。

島の南部の下中海岸の露頭においては護岸工事が進み、波浪侵食による新しい露頭は無いが、河内層における最大級の露頭がある。この露頭はほぼ東西方向に約750mにわたって続いているが、犬城海岸と同様に数ヶ所で露出が途切れる。また、露頭が古い為に風化は犬城海岸よりやや進行している。下中海岸における河内層の採取層準は総計42で、採取層準名及び試料名は S-1～ S-42の記号で示した。

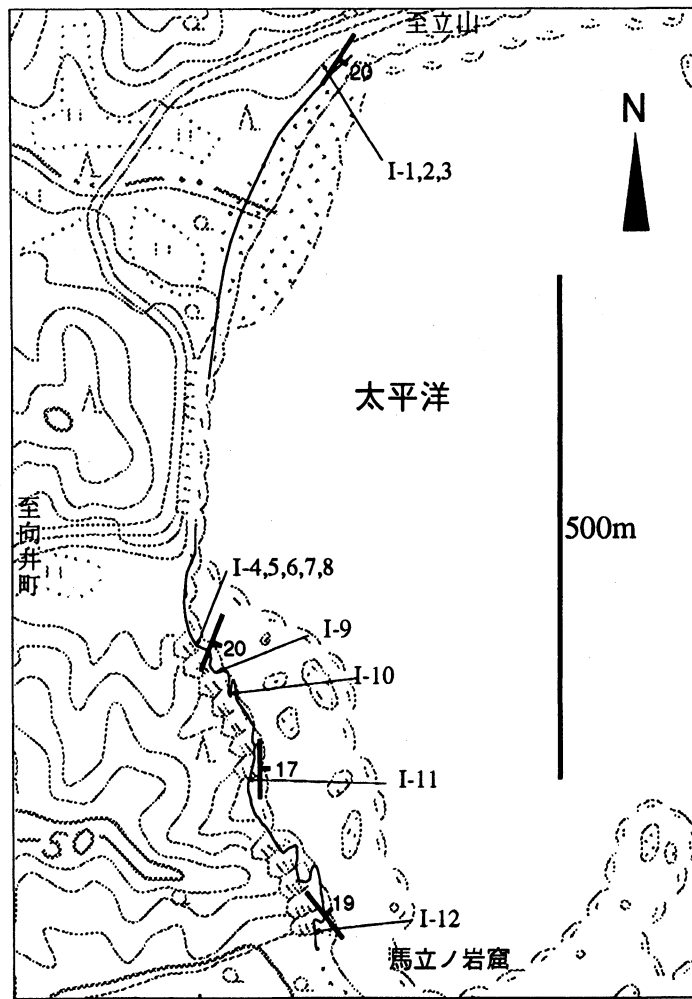
2) 試料採取方法

まず、露頭から1kg程度の試料を塊状に掘出し、とくに新鮮な中心部を100g程度採取した。試料掘り出し後、風化がひどく進んでいた層準については採取しなかった。

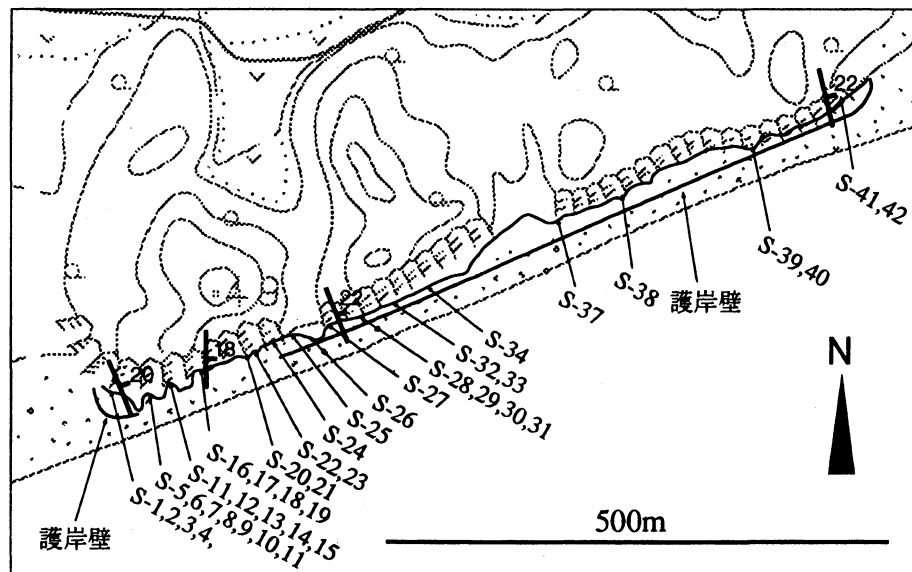
第3図と第4図には犬城海岸と下中海岸における採取ルートの詳細を示した。なお、両海岸の地形図は国土地理院発行の2万5千分の1地形図を用いた。犬城海岸は『浜津脇』と『大隅野間』の一部にあたり、位置はおおよそ東経131度2分北緯30度35分。下中海岸は『上中』にあたり、位置はおおよそ東経130度55分北緯30度23分である。



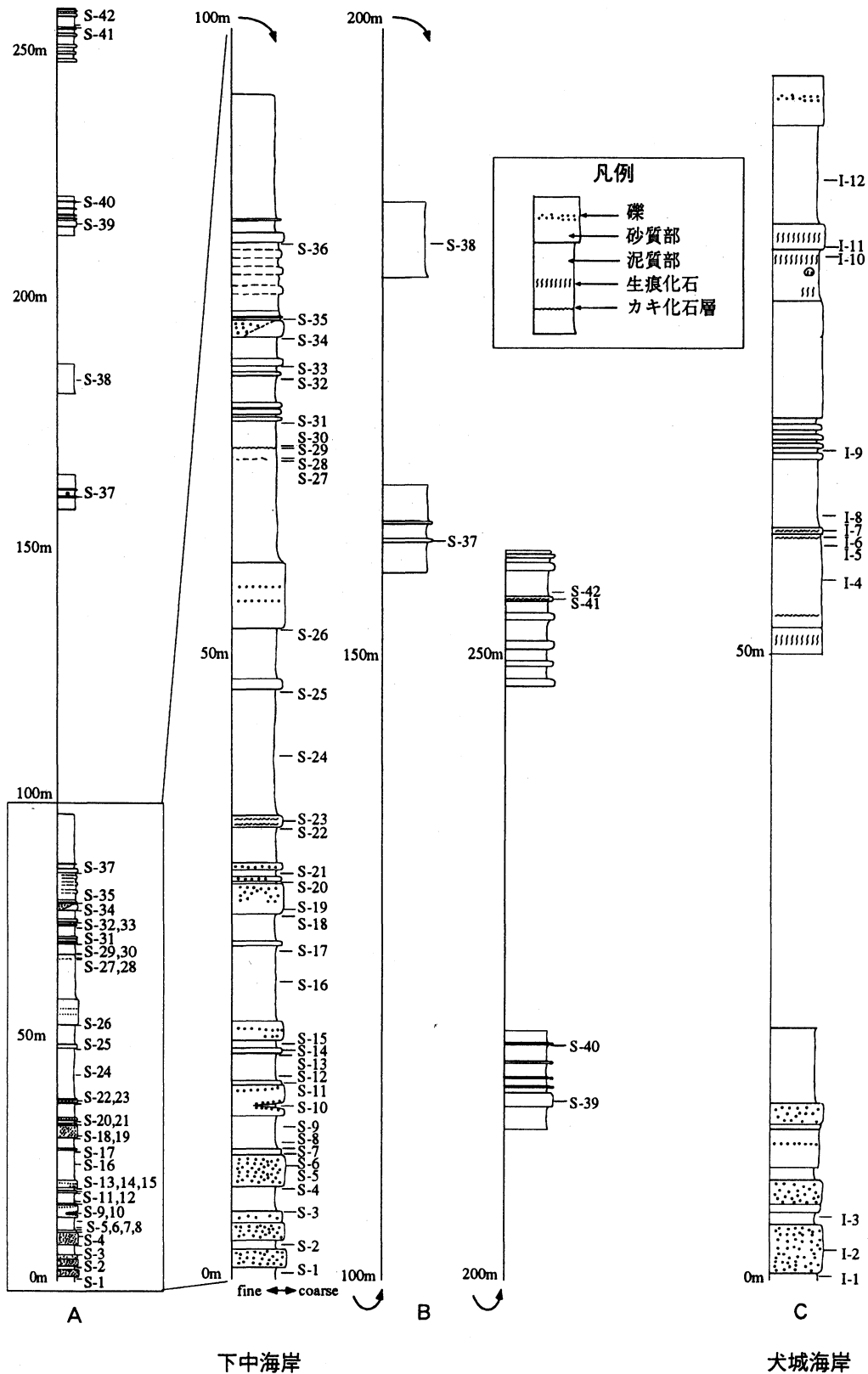
第2図 下中海岸及び犬城海岸の位置および両海岸における試料採取ルート



第3図 犬城海岸採取ルート 採取地点番号はI-1～I-12



第4図 下中海岸採取ルート 採取地点番号はS-1～S-42



第5図 茎永層群河内層の柱状図と花粉分析試料採取層準
下中海岸における試料採取層準 (A) の拡大柱状図 (B), 及び犬城海岸 (C)

2. 花粉化石抽出法

花粉化石の抽出法は試料の性質によりまちまちである。莖永層群河内層は炭質物に富むために、酸処理を主として行い、その他各種の処理を行なった。ただし、処理過程については山野井(1969)などに議論されているように、処理に用いた薬品によって花粉化石の粒径変化に差異が認められるので、本研究で行なった処理法について以下に略記する。処理法を決めるのには Traverse (1988) と野呂 (1993MS) などを参考にした。花粉抽出のための試料の処理は以下のような手順で行なった。

1) 20グラム程度の試料を準備, 2) 常温において24時間以上乾燥, 3) 粉碎, 4) 篩(60メッシュ)がけ, 5) KOH 処理, 6) HCl 処理, 7) $ZnCl_2$ による比重分離, 8) HCl, HNO_3 (1:1) 混液処理, 9) アセトリシス処理, 10) HF 処理, 11) プレパラートに封入。

以上のそれぞれの作業過程においては次の点に留意した。(1) やや水分を含んでしまっている試料を常温乾燥機により乾燥した。(2) はじめにハンマーによりある程度砕き, その後, 花粉化石まで破壊しないため, 摩りつぶさないように注意しながら鉄乳鉢の中で圧砕した。(3) 粉碎したサンプルの表面積を増やし, 薬品の反応をよくするために篩がけをした。このとき花粉の最大粒径よりも余裕のある60メッシュの篩を用いた。(4) 篩がけした試料を遠心管に入れ, 10% KOH を遠心管中の試料に加えフミン酸の除去を行った。このとき熱湯中で加熱した。加熱時間については試料によって異なる。KOH 処理時間は化石の粒径に対しての影響は比較的小さいとされる(山野井, 1968)ので, 本研究では以下のようにした。時間を決める基準はフミン酸の溶けだした水溶液の色によった。黒色~濃褐色になるものは10分間程度, 褐色~薄褐色になるものは5~10分程度, やや色がつく程度あるいはほとんど染色しないものは5分程度とした。KOH 処理による花粉化石の破壊は非常に起こりやすいので過反応に注意した。その後, 水洗を3回を行ったが, 1回につき遠心分離器で2000回転を3分間行った。なお, 最初的水洗の際には10% HCl を少量加えた。(5) 試料中に貝類化石などの炭酸カルシウムを含んでいるものについては, 10% HCl によりこれを除去した。このとき少量の10% HCl によって激しい反応が見られた場合, ビーカー内で加熱して完全に反応させた。また, 弱い反応の場合, 遠心管のまま熱湯中で加熱した。反応の見られなかった試料にはこの過程は行なわなかった。(6) $ZnCl_2$ 飽和水溶液は花粉化石に関して影響を余り与えないので比重分離に最適である。 $ZnCl_2$ 飽和水溶液は比重が2.1になるようにした。この程度の比重があればほとんどの鉱物などの破片と有機物が分離される。遠心管に試料を移し, $ZnCl_2$ 水溶液を加えてよく攪拌し, 十分混濁したら遠心分離器で500回転を30分間, 続けて2000回転で10分間行った。その後遠心管の上澄みに集まった有機物の層を別の遠心管にピペットで抽出し, 水洗した。水洗の前に1度, 10% HCl で洗浄した。(7) 炭質物の除去のため, 遠心管に HCl, HNO_3 (1:1) 混液を加えて熱湯中で加熱した。加熱時間は炭質物が多いときは1時間程度かそれ以上, それ以外は40分程度とした。(8) セルロースの破壊のためアセトリシス処理を行なった。アセトリシス処理も遠心管のまま行なった。アセトリシス処理法は野呂(1993MS)と同様に行なった。(9) $ZnCl_2$ 飽和水溶液で分離できなかった微少な鉱物片を除くため HF 処理をした。プラスチック遠心管に試料を移し, 47% HF を加えて10分間熱湯中で加熱した。加熱後, 遠心管にキャップをして遠心分離し, その後水洗した。(10) 処理の終了した遠心管中の試料から数滴をパラフィン伸展器で加熱したプレパラート上に落とし, グリセリンゼリーをほぼ等量加え, 混ぜ合わせた後にカバーガラスをかけた。このプレパラートを40度に設定したパラフィン伸展器の上で加熱, 乾燥した。この際, プレパラートはカバーガラス面が下になるようにして, 両端を硬貨や木片で支え, 1mm程度伸展器から浮いている様にした。その

後24時間程度放置した。

3. 花粉同定及び産出状況

1) 同定方法

抽出処理を行ない、プレパラートに封入した花粉化石を光学顕微鏡で観察し、同定した。使用した顕微鏡は OLYMPUS の BH-2である。花粉化石の同定については多くの方法論があり、その選択の仕方によっては同定に幾分の差違がでる可能性があるため、本研究で行った、その要点をここに明記する。同定は花粉および胞子について行なった。花粉については一層準あたり同定数を200個体とした。胞子数については花粉の同定数が100個に達するまでに数えられた個体数を数えた。

2) 検出結果

花粉化石の同定と統計処理を行なうのに十分含まれていた分析試料は、多くの場合、1単層の層厚が2 m程度以上の泥岩層であった。亜炭質の試料は花粉の検出数は比較的少なかった。本研究により、茎永層群から検出できた主な種類は、以下のようなものである。

Taxodiaceae スギ科 : *Cunninghamia*

Fagaceae ブナ科 : *Quercus, Castanea, Castanopsis, Pasania, Fagus, Ilex*

Sonneratiaceae ハマザクロ科 : *Sonneratia*

Rhizophoraceae ヒルギ科 : *Rhizophora*

Salicaceae ヤナギ科 : *Salix*

Betulaceae カバノキ科 : *Corylus, Betula, Carpinus, Ostrya, Alnus*

Juglandaceae クルミ科 : *Juglans, Petrocarya*

Hamameridaceae マンサク科 : *Liquidamber*

Ulmaceae ニレ科 : *Zelkova, Ulmus*

Anacardiaceae ウルシ科 : *Rhus*

Tiliaceae シナノキ科 : *Tilia*

Elaeagnaceae グミ科 : *Elaeagnus*

Aceraceae カエデ科 : *Acer*

Pinaceae マツ科 : *Pinus, Abies, Picea, Tsuga*

これらの花粉を形態別に記載する。同じ科の属の形態で非常に類似しているものがある場合には、同定される可能性が最も高い一つの属名を用いた。なお、記載用語は中村(1980)にしたがった。

4. 花粉記載

1) Monoporate-type 単孔型

Taxodiaceae スギ科

球形。pore (孔) が指状突起のものと、突出しないで薄膜状のものがある。pore が指状突起のものは表面模様が不明瞭。外膜は無層理。厚さ0.7 μ m。粒径は23 μ m前後。pore が薄膜状のものは表面模様が scabrate (微細な突起が見られる)。外膜は無層理。pore 径は4 μ m。粒径は30 μ m前後。これは特に *Cunninghamia* コウヨウザン属として別に数えてみた。よって、Taxodiaceae の数は *Cunninghamia* の数を除いたものである。

2) Tricolporate-type 三孔溝型

a. *Quercus* カシ属

(Evergreen *Quercus* 常緑カシおよび Deciduous *Quercus* 落葉カシ)

赤道観は楕円形. 稀に円形のものが見られる. 極観は円形. 表面模様は verrucate (1μ 以上の疣状突起がある) のものが比較的多いが, psilate (平滑) のものも見られる. また, pore が不明瞭なものもある. E. *Quercus* の長径はほぼ $20\mu\text{m}$, D. *Quercus* の長径は $25\mu\text{m}$ 以上.

b. *Castanea* クリ属

赤道観は楕円形. 極観は円形. colpus (溝), pore が明瞭. 表面は psilate. 外膜は厚さ $1\mu\text{m}$. 長径は約 $14\mu\text{m}$. 表面模様は psilate.

c. *Castanopsis* シナノキ属および *Pasania* マテバシイ属

赤道観は楕円形. 極観は円形. *Castanea* に似るが, *Castanea* より粒径が大きく, 表面模様がやや verrucate のものもある. 長径は約 $16\mu\text{m}$.

一般に *Castanopsis* と *Pasania* との区別はできないとされる. 本研究では二つの属を *Castanopsis* で代表した.

d. *Fagus* ブナ属

赤道観は円形. 極観は類円形. 直径は $30\mu\text{m}$ 前後. 円形の pore は径 $7\mu\text{m}$ 程度で明瞭. 表面模様は verrucate.

e. *Ilex* モチノキ属

赤道観は楕円形. colpus は明瞭. 全体に clavae (先端が球状に膨らんでいる棒状突起) が見られる. 長径は $25\mu\text{m}$ 前後.

f. *Sonneratia* マヤブシキ属

赤道観は楕円形. 極観は類三角形. tricolporate に分類されているが, colpus は不明瞭で確認できない. pore は突出する. 今回の試料では収縮しているものが多い. この時, pore は目立たない. 表面模様は verrucate で極付近より赤道付近の方が比較的是っきりしている. 長径は $26\sim 30\mu\text{m}$.

g. *Rhizophora* ヤエヤマヒルギ属

赤道観は円形から楕円形. colpus は浅いが比較的明瞭. pore は突出している. 表面模様は verrucate. 長径は $12\sim 15\mu\text{m}$ 程度.

h. *Rhus* ウルシ属

赤道観は紡錘形. colpus は長く明瞭, pore は明瞭. 表面模様は reticulate (突起が網状). 長径は $25\mu\text{m}$ 前後.

i. *Salix* ヤナギ属

赤道観は楕円形. colpus は広く, 明瞭. 表面模様は明瞭な reticulate. 長径は $20\mu\text{m}$ 前後.

j. *Elaeagnus* グミ属

極観は三角形. colpus は短い. vestibulum 型 (pore の周りの内外両層が二またに分かれ前室を形成している), pore は突出している.

k. *Tilia* シナノキ属

極観は円形. colpus は短く, vestibulum 型の pore は明瞭. 極観による粒径は $30\mu\text{m}$ 前後.

l. *Acer* カエデ属

赤道観は楕円形. pore は目立たない. 表面模様は stiate (帯状または線状の突起がほぼ平行). 長径は $33\mu\text{m}$.

3) Triporate-type 三孔型または縁孔型

a. *Corylus* ハシバミ属

極観は三角形. 3 porate. pore での断面では外層が棍棒状に見える. 径は $20\mu\text{m}$ 前後. 表面模様は rugulate 帯状の疣状突起 verruca が不規則に配列.

b. *Betula* カバノキ属

極観はやや丸みを帯びた三角形. 3 または 4 porate. 外膜は厚く, pore 部はさらに厚い. pore は vestibulum 型 (所謂 *Betula* 型) であり, 内室が確認できる. しかし, 内部構造は不明瞭なことが多い. 粒径は $30\mu\text{m}$ 前後.

c. *Carpinus* クマシデ属および *Ostrya* アサダ属

極観は球形に近い. 3 - 5 porate. pore は外層が突出して形成されている. 表面模様は verrucate. 粒径は $30\mu\text{m}$ 前後. *Carpinus* および *Ostrya* の区別は一般に困難である. *Carpinus* で両属を代表した.

d. *Alnus* ハンノキ属

極観は多角形. 3 - 6 porate. pore のかたちは vestibulum 型. 孔と孔の間に弧状の肥厚部がある. 表面模様は不明瞭. 粒径は $25\mu\text{m}$ 前後.

e. *Carya* カリヤグルミ属

極観は円形. 3つの pore を周縁部にもつ. 表面模様は psilate. 直径 $45\mu\text{m}$ 前後.

4) Periporate 面孔型または縁孔型

a. *Juglans* クルミ属および *Petrocarya* サワグルミ属

極観は多角形. 5 - 7 pore. 極観の多角形の頂点部に pore はあることが多い. *Juglans* および *Petrocarya* の形態は酷似するが *Juglans* は極面に pore がある. しかし, 一般にこの pore は不明瞭になるとされる. このため *Juglans* で両者を代表した.

b. *Liquidamber* フウ属

球形. 赤道観, 極観共に円形. 約10個の pore を表面全体にもつ. pore 径は $5\mu\text{m}$ 前後. 表面模様は verrucate. 直径は $30\mu\text{m}$ 前後.

c. *Zelkova* ケヤキ属および *Ulmus* ニレ属

極観は類円形. 4 - 5 porate. pore は赤道にある. 背腹がある. 背面の表面模様は rugulate (帯状の疣状突起が不規則に配列). 腹面は不明瞭. 直径は $30\mu\text{m}$ 前後. *Zelkova* および *Ulmus* は形態が酷似しているため今回は *Zelkova* で代表した.

5) Saccate 有翼型

a. *Pinus* マツ属

楕円形の本体と球形の気嚢を二つもつ. 気嚢の表面模様は reticulate. 本体のみの長径は $50\mu\text{m}$, 気嚢も含めた長径は $80\mu\text{m}$.

b. *Abies* モミ属

楕円形の本体と球形の気嚢を二つもつ. 気嚢の表面模様は reticulate. マツ属より大型. 本体のみの長径は $70\mu\text{m}$, 気嚢も含めた長径は $110\mu\text{m}$.

c. *Picea* トウヒ属

楕円形の本体と球形の気嚢を二つもつ. 気嚢は半球形で本体との境界は不明瞭. 気嚢の表面模様は reticulate. 本体のみの長径は $60\mu\text{m}$, 気嚢も含めた長径は $100\mu\text{m}$ 程度.

d. *Tsuga* ツガ属

極観は円形。粒径は50~60 μ m。背腹があり、背面の外膜が粒状とされる。ひだ状突起が周縁部を囲む。表面模様は verrucate。

5. 河内層産出の花粉化石について

Sonneratia について

本調査によって確認された *Sonneratia* の花粉は現生のものより小さい。Borneo における新生代の花粉層序を明らかにした Germeraad, et al. (1968) によると、*Sonneratia* の化石である *Florschuetzia* の花粉は時代によって変化しているとされる。特徴的な変化を見せるのは粒径と表面模様である。粒径は時代と共に大きくなる傾向にあり、表面模様は verrucate が明瞭なものに漸移している。今回見いだされた *Sonneratia* もそのような移行期のものであろう。一般的に現生のものは中新統の化石に比べるとかなり大きいと言える。

Rhizophora について

Kandelia, *Buruguiera* 等の現生種が知られるが、化石についての資料は少なく、属としての区分は明瞭にできなかった。本研究では Andeson, et al. (1975) の分類を参考に *Rhizophora* type のものは *Rhizophora* とした。

なお、*Picea* は S-22で観察されたが、S-22は花粉化石全体の含有数が十分ではなかったため、群集の統計はとれなかった。

6. 花粉化石分析結果

統計処理に耐えられる試料を含んでいたのは処理を行った全試料54点の中で22点であった。同定した花粉は13科27属である。検出した花粉の全データを下中海岸については第2表に、犬城海岸については第3表に示す。

河内層の花粉化石群集で特徴的なことは *Quercus* (常緑) が全層準で非常に高率に産出することである。また、*Castanopsis* が比較的多く、連続的に産出する。*Alnus* が層準によっては高い出現率を示す。さらに注目すべきことは *Sonneratia*, *Rhizophora* といったマングローブ植物群特有の花粉が産出した点である。

全ての層準で高い産出率を示す *Quercus* (常緑) は S-27で最大値83%、S-36で最小値33%を示す。下中海岸では平均して65.6%、犬城海岸では67.8%である。これに対して *Quercus* (落葉) は非常に小さな出現率を示す。*Quercus* (落葉) の最大値は S-38での10%であるが、下中海岸の平均値は2.7%、犬城海岸の平均値は3.7%である。

次に多く産出するのは *Castanopsis* である。*Castanopsis* は犬城海岸で平均14.2%、下中海岸で平均3.7%と両海岸での産出率がかなり異なる。

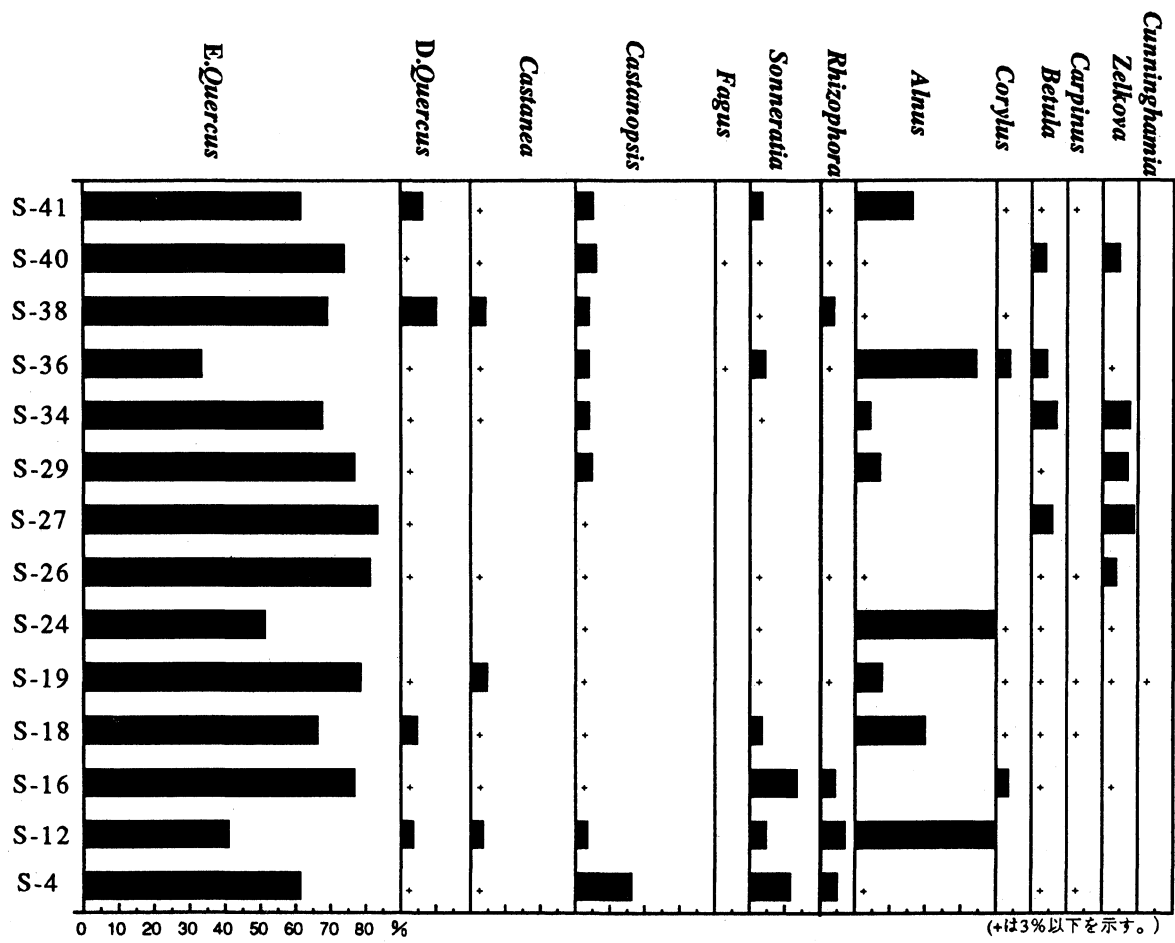
Alnus は *Castanopsis* とは逆に、犬城海岸で平均2.9%と低めであるが、下中海岸において平均12.3%と高い出現率を示す。孢子については十分な解析、分類ができる比較資料がまだない。よって産出割合を第8図に示すにとどめた。また、産出した主な種類の写真を図版に載せた。

	S-04	S-12	S-16	S-18	S-19	S-24	S-26	S-27	S-29	S-34	S-36	S-38	S-40	S-41	平均値
Fossil name															
<i>E.Quercus</i>	61	40.5	76.5	66	78	51	81	83	76.5	67.5	33	69	73.5	61.5	65.6%
<i>D.Quercus</i>	2	3	0	4.5	1	0	1.5	1.5	2.5	2.5	10	1.5	6	2.7%	
<i>Castanea</i>	1.5	3	1	1.5	4.5	0	1.5	0	0	1	2	4	1.5	1.5	1.6%
<i>Castanopsis</i>	16	3	1	2	1.5	1.5	1	0.5	4.5	3.5	3.5	3.5	5.5	5	3.7%
<i>Fagus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0.2%
<i>Ilex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0.5	0.2%
<i>Sonneratia</i>	11.5	4.5	13	3	0.5	0.5	1	0	0	1	4	1	2.5	3	3.3%
<i>Rhizophora</i>	5	7	4	0	1	0	2	0	0	0	1.5	3.5	2	2.5	2.0%
<i>Rhus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.5	0.5	0	0.1%
<i>Salix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0.2%
<i>Tilia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0.0%
<i>Acer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
<i>Alnus</i>	1.5	39	0	20	7.5	39	2.5	0	7	4	34	1.5	0.5	16	12.3%
<i>Corylus</i>	0	0	3	1.5	0.5	1	0	0	0	0	3.5	1	0	1.5	0.9%
<i>Betula</i>	0.5	0	1	0.5	1.5	1	2.5	5.5	1.5	7	4	0	3.5	1	2.1%
<i>Carpinus</i>	0.5	0	0	0.5	0.5	0	1	0	0	0.5	0	0	0	1	0.3%
<i>Elaeagnus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
<i>Petrocarya</i>	0	0	0	0.5	0	2	1	0.5	0.5	1.5	7	0	1	0.5	1.0%
<i>Zelkova</i>	0	0	0.5	0	2	2.5	3.5	8.5	7	7.5	1.5	0	4.5	0	2.7%
<i>Liquidambar</i>	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	2.5	0	1.5	1.5	0	0.5%
<i>Carya</i>	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	1	1.5	0	0	0.2%
<i>Pinus</i>	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
<i>Abies</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0.1%
<i>Tsuga</i>	0.5	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.1%
Taxodiaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
<i>Cunninghamia</i>	0	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1%
spore	56	358	32	34	12	42	152	40	58	102	1720	15	36	57	193.9%

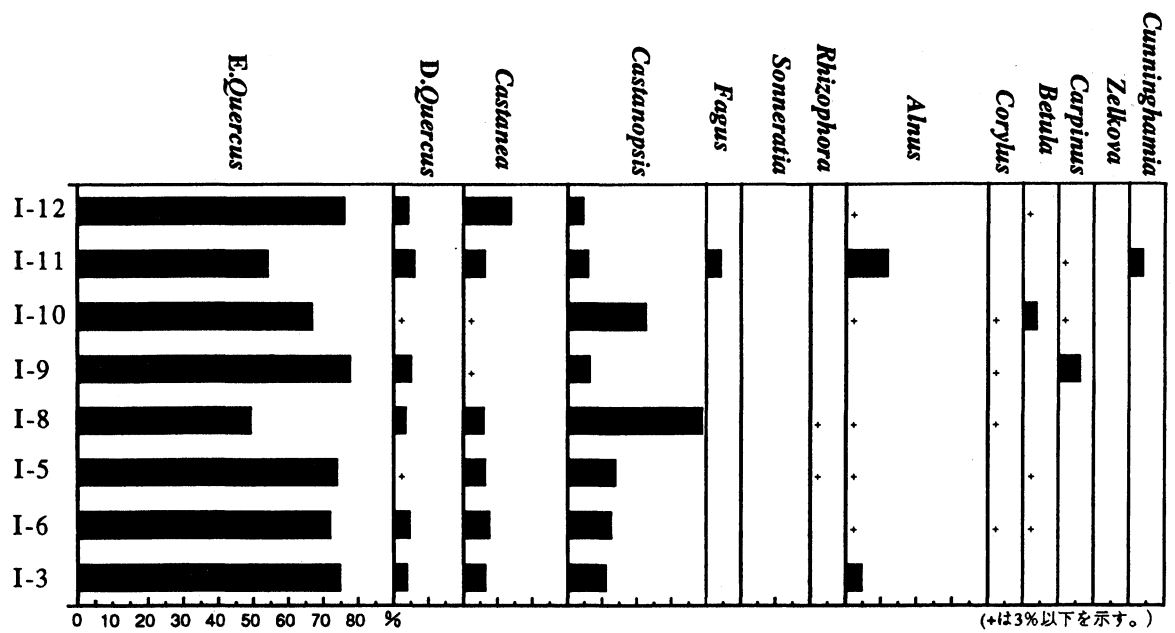
第2表 基永層群産出花粉化石（下中海岸）. 単位は全て%, 胞子は花粉100個に対しての産出率を示す

	I-03	I-05	I-06	I-08	I-09	I-10	I-11	I-12	平均値
Fossil name									
<i>E.Quercus</i>	74.5	71.5	73.5	49	77.5	66.5	54	75.5	67.8%
<i>D.Quercus</i>	3.5	4.5	2.5	3	5	1.5	5.5	4	3.7%
<i>Castanea</i>	6	7.5	6	5.5	2	1	6	13.5	5.9%
<i>Castanopsis</i>	10.5	12.5	13.5	38.5	6	22.5	5.5	4.5	14.2%
<i>Fagus</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0.5%
<i>Ilex</i>	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0.5	0.2%
<i>Sonneratia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
<i>Rhizophora</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0.3%
<i>Rhus</i>	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.1%
<i>Salix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
<i>Tilia</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1%
<i>Acer</i>	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0.1%
<i>Alnus</i>	4.5	1.5	1	1	1	2	11.5	0.5	2.9%
<i>Corylus</i>	0	0.5	0	0.5	0.5	1.5	0	0	0.4%
<i>Betula</i>	0	0.5	0.5	0	0	3.5	0	0.5	0.6%
<i>Carpinus</i>	0	0	0	0	5.5	1	0.5	0	0.9%
<i>Elaeagnus</i>	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0.1%
<i>Petrocarya</i>	1	1.5	0.5	0.5	1.5	0.5	0	0	0.7%
<i>Zelkova</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
<i>Liquidambar</i>	0	0	0.5	0	0	0	2.5	0	0.4%
<i>Carya</i>	0	0	0.5	0	0.5	0	1	0	0.3%
<i>Pinus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0.1%
<i>Abies</i>	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0.3%
<i>Tsuga</i>	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.1%
Taxodiaceae	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0.2%
<i>Cunninghamia</i>	0	0	0	0	0	0	3.5	0	0.4%
spore	104	147	39	184	12	31	45	25	73.4%

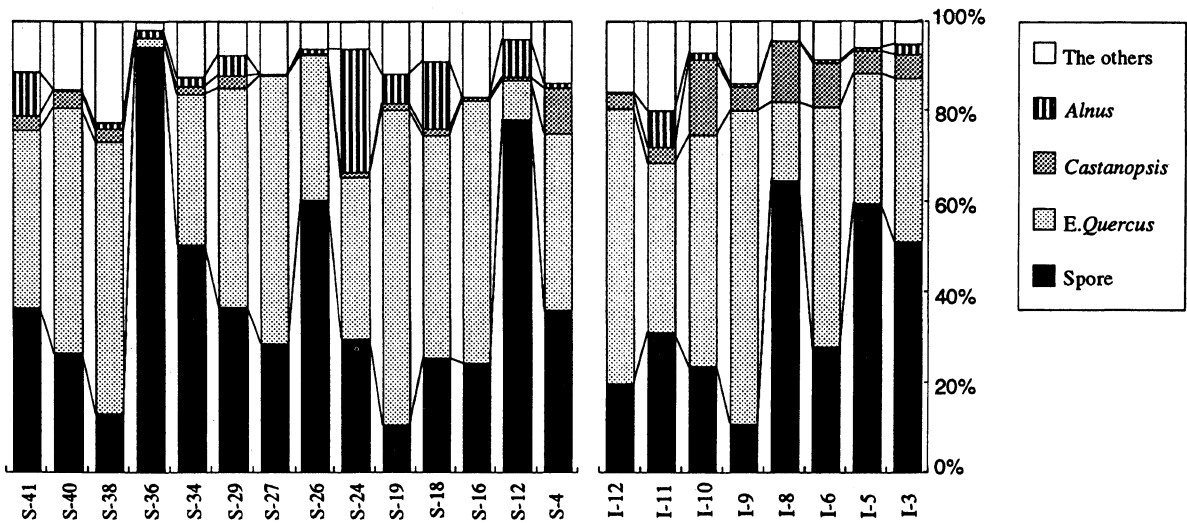
第3表 基永層群産出花粉化石（犬城海岸）. 単位は全て%, 胞子は花粉100個に対しての産出率を示す



第6図 下中海岸における基永層群の主要産出花粉化石



第7図 犬城海岸における基永層群の主要産出花粉化石



第8図 下中海岸と犬城海岸における茎永層群河内層の孢子産出率

IV 考 察

1. 茎永層群河内層の花粉化石群集

1) マングローブ植物花粉化石

本研究で、花粉分析用試料を採取した下中海岸の露頭での最下層部は田代層から河内層への漸移部である。この漸移部に含まれる試料採取地点 S-4 からマングローブフローラである *Sonneratia* および *Rizophora* が産出する。このことは茎永層群の堆積物が礫岩相（田代層）から泥岩相（河内層）に完全に移行してしまう以前にもマングローブ沼が存在していた可能性を示している。貝類化石の産出が知られていない田代層の最上部にマングローブ沼の要素があったことは興味深い。しかし、一般的に田代層の泥岩には粗粒砂層が多く含まれ、花粉化石の産出はやはり稀である。

一方、犬城海岸での試料採取地点 I-1, I-2 も田代層から河内層への漸移部と考えられる。特に I-2 は亜炭を多く挟在していた。それにもかかわらず、花粉の産出は見られず、炭質物の破片や少数の孢子しか検出されない。

2) 花粉化石群集から見た古環境

70%以上に高率に産出する属が見られ、かつ、気嚢を持つような形の花粉の産出率がすくない場合、Neves effect (Traverse, 1988) による説明では、堆積環境は比較的浅海域であるとされる。先に述べたように下中海岸において *Sonneratia*, *Rizophora* といったマングローブ植物花粉が産出したことは、茎永層群河内層堆積当時、付近にマングローブ沼が存在していた可能性を示唆する。河内層産の貝類化石群集研究の結果から当時マングローブ沼が存在していたことが示唆されていたが、本研究による花粉化石群集分析の結果も、これを裏付けることになった。犬城海岸においてこれらの花粉化石の産出が稀であった理由は、今回の研究では説明できない。しかし、堆積環境の違いを反映している可能性がある。

下中海岸と犬城海岸の河内層の花粉化石群集には、この他にも幾つかの相違点が見られる。

Castanopsis と *Alnus* は共に比較的産出量が多い。しかしその産出頻度は両海岸においてはそれぞれ違い、*Castanopsis* は犬城海岸の方が多く、*Alnus* は下中海岸の方が多く含まれていた。なぜ両海岸で何故このような差異がでたのかは疑問である。

この二つの河内層分布地域での上記の様な花粉産出状況の相違が堆積環境の違いを反映しているとしたら、それが、試料採取層準の時間的差異によるのか、空間的な差異によるのか、またはその両方が関係しているかについては花粉分析のみから推論するのは無理である。一方、莖永層群について地質学的な見地から見ると南種子町莖永に分布するそれと犬城地域に分布するそれとは、分布規模の違い以外はほとんど認められない。この分布地域の異なりは、基盤岩類の分布形態、つまり、当時の堆積盆の輪郭やその起伏状況などに起因すると考えられる。二つの地域の莖永層群はともに下位から礫岩相—泥岩相—砂岩相という岩相の単純な垂直的变化があり、これらの岩相は互いに非常に酷似している。このことから両地域における花粉化石群集の相違を時間的差異、層準の違いとして考えるのは難しい。よって、この問題について、本研究では『両海岸に分布する莖永層群には、互いに時間的な差異はない』として考察を進める。

下中海岸における莖永層群の花粉化石群集には低地湿地を比較的好む *Alnus* が多く、*Sonneratia* や *Rizophora* のような、マングローブ沼特有の花粉化石が検出された。犬城海岸の同層群にはその低地林要素が少なく、高地を比較的好む *Castanopsis* が多い。どちらにも高率に現われる常緑型 *Quercus* はすぐ近くの後背地から由来したものとみなせる。この点に注目すると、犬城海岸と下中海岸での花粉化石の構成と産出率に差異が見られたのは、莖永層群の堆積盆の基盤である熊毛層群の水面下及び陸上での古地形や配置等が原因である可能性が大きいと考えられる。以上のことから、今回産出した花粉化石に基づく莖永層群の堆積史を推論すると次の様になる。

莖永層群河内層の堆積初期には、すでに熊毛層群による種子島の古基盤地形は現在のものに近かった。この時、現在の下中海岸付近は、低地を後背地に持つ浅海域で水流も弱かった。そしてそこにはマングローブ沼が形成されることもあった。低湿地帯には *Alnus* を主体に低地林が形成された。同時期の今の犬城海岸付近は当時、後背地に低地ではなく高地を持っていて、沿岸部には遠浅域が広がっていた。その高地には *Castanopsis* と *Quercus* (常緑型) を主とする高地照葉樹林があった。ここで *Quercus* (常緑型) 林はどちらの地域にも十分な花粉を堆積できる規模であった。その後、両海岸地域には海侵が進み、大崎層の堆積が始まった。

棚井 (1993) によると『現在の熱帯～亜熱帯にみられるマングローブ沼には後背地植物として *Barringtonia*, *Terminalia*, *Calophyllum*, *Heritiera*, *Hernandia* 等がみられるから、それらの花粉化石がマングローブフローラと共に産出しないならば古気候が熱帯～亜熱帯であったとは言えない』と述べている。しかし、今回検出した莖永層群の花粉化石群集には寒冷要素とみなされる花粉化石属の産出が非常に少なく、貝類化石群集にも温暖要素が見られる (Hayasaka, 1969) ことから、かつての種子島地域は相当温暖であったことは確実である。

3) 大崎層の花粉化石

本研究では河内層の露頭状況の良い下中海岸および犬城海岸について花粉分析を実施した。しかし莖永層群において、泥岩相が見られるのは河内層のみではない。大崎層の一部には水平的に連続性のよい泥岩相の卓越部があることが知られている。この泥岩相は、泥岩優勢砂泥互層および黒色塊状泥岩よりなる広田互層部層と呼ばれている (井上, 1992)。この層準と考えられる地域の露頭から採取した泥岩について花粉抽出処理を行なったが、産出した花粉化石は非常に少な

く、花粉は検出できなかった。この処理によって、確認できた花粉は、破損した *Pinus* が数個であった。このことは大崎層の堆積環境が花粉の沈殿定着に不適当なものであったことを示唆する。なお、この試料は種子島宇宙センター大崎射場付近の吉信崎の北西約1.6kmの小入江の海岸における露頭と、そこから北方約2.5km、黒瀬の西方500mの海岸（えびの湯付近）露頭で採取したものである。

2. 茎永層群軟体動物化石群集と花粉化石群集との関係

1) 茎永層群の軟体動物化石群集

種子島の中新統、茎永層群の動物化石群集は知識（1954MS）の先駆的研究以来、多くの研究がなされてきた。同層群の軟体動物化石群集は主として河内層と大崎層から産出する。特に河内層からは *Vicarya-Tateiwana* 動物群（Kotaka, 1958）、*Arcid-Potamid* 動物群（津田, 1965）、門ノ沢動物群（Chinzei, 1981）等に対比されている特徴的な軟体動物化石群集が産出することが知られている（Hayasaka, 1987）。近年、田口（1993MS）は産出する貝類化石群集から河内層の堆積環境についての環境解析を試みている。

2) 軟体動物化石群集と花粉化石群集との関係

下中海岸の位置は田口（1993MS）が貝類化石産出地域として示した中之下～河内地域にり、その産地番号はN-50～N-57で示してある。犬城海岸の位置は田口（1993MS）による増田～犬城地域にあたり、産地番号はM-1～M-22で示してある。産地番号ごとの産出化石を第4表に、また、化石産地の位置を第9図に示した。

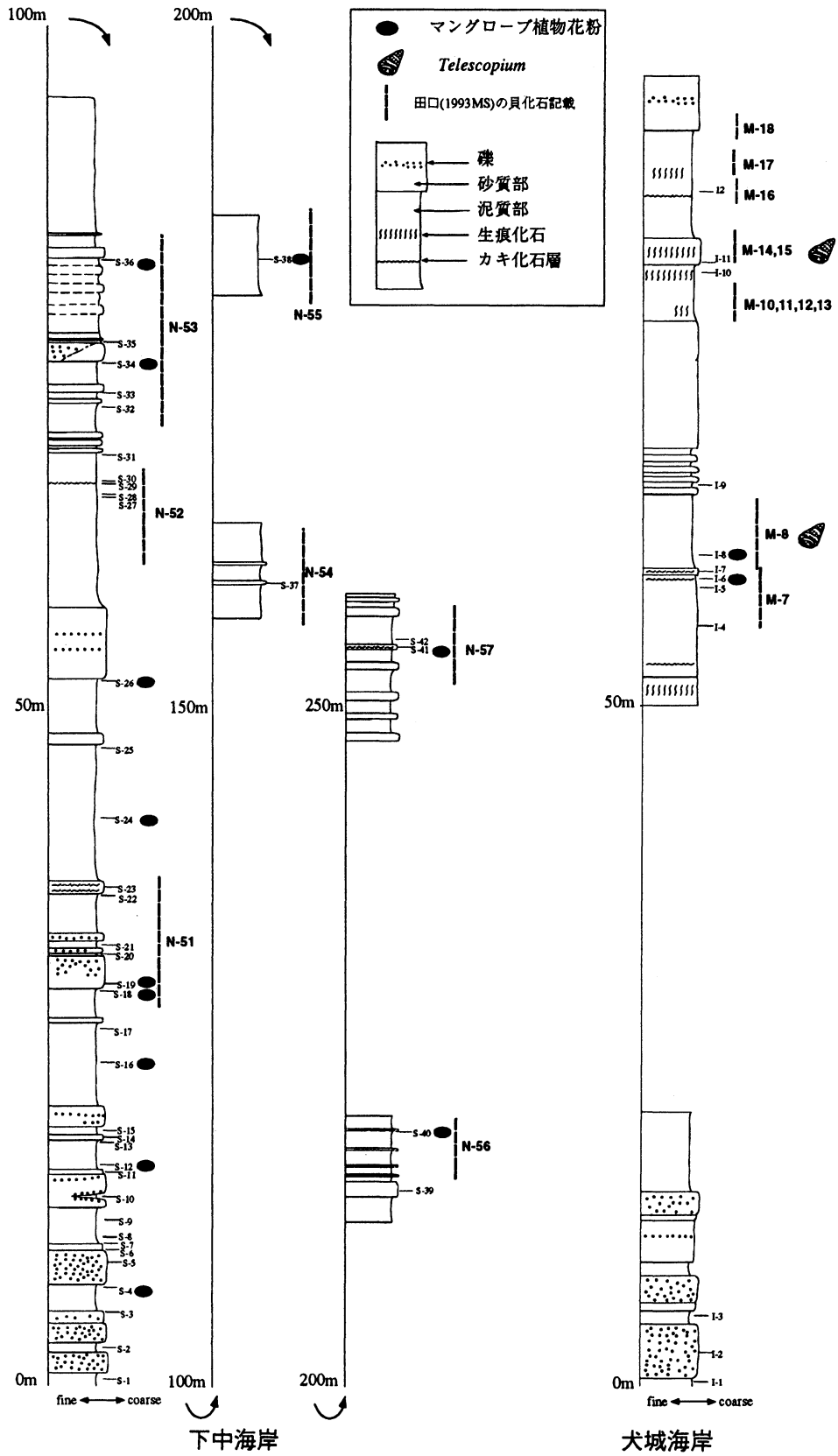
第4表に揚げた貝類化石リストの中で *Telescopium* はマングローブ特有のものとして知られる。

下中海岸においては現在の露頭状況でもマガキ *Ostrea* (*Crassostrea*) *gigas* (Thunberg) の産出地点（田口1993MS）との位置関係が比較的明瞭なのでこれを基準面としてにその他の貝類化石と花粉化石との関係を考察した。これは、かつては波の侵食を受け、好露頭が続いていたが、その後の護岸壁の構築によって波侵食を受けなくなり、露頭の風化が進み、露頭での貝類化石の確認が困難であったことによる。

犬城海岸においては下中海岸に比べて多くの貝類化石が確認できた。しかし、犬城海岸は地層の走向方向に平行な海岸線であり、岩相の側方変化が非常に大きいため、貝類化石群集の産出層準と花粉分析試料採取層準との対応は完全ではない。

第4表に揚げた貝類化石リストにおいて注目すべきことは *Telescopium* の現生種がマングローブ沼を好むことが確認されていることである。この巻貝は下中海岸からは報告が無いが、犬城海岸からは M-8, M-14で産出している（田口, 1993MS）。花粉化石でマングローブ要素が確認された層準は、下中海岸が S-4, S-12, S-16, S-18, S-19, S-24, S-26, S-34, S-36, S-38, S-40, S-41の12層準、犬城海岸はI-6, I-8の2層準である。これらの層準と貝類化石を産した層準とを比較し、マングローブ沼要素花粉と貝類化石の関係を見た。全体として、マングローブ花粉を産する層準付近では貝類化石の産出種が多いことがわかる。

下中海岸ではマングローブ要素花粉が連続的に見られることから、ほとんどの貝類化石産出層の堆積とマングローブ花粉とのなんらかの関係が予想される。しかし、犬城海岸ではこのような明瞭な関係は見い出せない。例えば、*Telescopium* を産するM-8ではマングローブ花粉が確認できたが、M-14では同花粉は産出していない。



第9図 葦永層群河内層におけるマングローブ花粉化石および貝化石産出層準

	N	N	N	N	N	N	N	N	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M			
	50	51	52	53	54	55	56	57	2	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	21	22
<i>Anadara (Hataiaraca) shimonakaensis</i> Hayasaka	x		x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							x		
<i>Anadara (Hataiaraca) yatsuoensis</i> Nida var.													x													x
<i>Anadara (Hataiaraca) sp.</i>					x																					
<i>Anadara sp.</i>	x																									
<i>Barbatia (Cuculæarca) obtusoides</i> (Nyst)								x																		
<i>Barnea cf. manileusis</i> (Philippi)								x																		
<i>Barnea (Ancomasa) aff. manileusis</i> (Philippi)								x																		
<i>Barnea sp.</i>								x																		
<i>Batillaria cf. toshioi</i> Masuda	x				x	x			x		x															
<i>Batillaria (tateiwania) tateiwai</i> Makiyama								x																		
<i>Batillaria sp.</i>	x				x				x	x		x								x						
<i>Cerithidea (Cerithidea) kanpokuensis</i> Makiyama	x																									
<i>Cerithidea (Cerithideopsilla) cingulata</i> (Gmelin)	x						x	x	x		x				x				x							x
<i>Cerithidea (Cerithideopsilla) sirakii</i> Makiyama	x	x			x		x	x	x		x															
<i>Cerithidea (Cerithideopsilla) cf. sirakii</i> Makiyama	x						x																			
<i>Cerithidea (Cerithideopsilla) sp.</i>												x	x													x
<i>Cerithidea sp.</i>	x							x																		
<i>Clementia (Clementia) nakosoensis</i> Kamada								x																		
<i>Clementia sp.</i>								x	x	x		x				x										
<i>Cultellus izumoensis jobanicus</i> Kanno								x																		
<i>Cultellus sp.</i>									x	x																
<i>Cyclina (Cyclinorbis) lunulata</i> Makiyama							x																			
<i>Cyclina (Cyclina) lunulata</i> Makiyama	x																									
<i>Cyclina (Cyclina) orientalis</i> (sowerby)	x		x		x							x														
<i>Cyclina (Cyclina) cf. orientalis</i> (sowerby)			x									x														
<i>Cyclina (Cyclina) sp.</i>							x													x						
<i>Cyclina sp.</i>							x	x	x		x				x	x										
<i>Joannisiella cumingii kukinagaensis</i> Hayasaka							x		x																	
<i>Joannisiella sp.</i>							x	x	x																	
<i>Natica sp.</i>											x		x		x											
<i>Ostrea (Crassostrea) gigas</i> (Thunberg)	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x				
<i>Ostrea sp.</i>								x				x	x	x												
<i>Roxania cf. punctulata</i> A.Adamus	x											x														
<i>Solen cf. gordonis</i> (Yokoyama)							x	x																		
<i>Solen sp.</i>	x						x	x																		
<i>Striarca sp.</i>							x	x				x														
<i>Telescopium sp.</i>													x							x						x
<i>Trapezium sp.</i>								x																		
<i>Vicarya (Shoshiroia) callosa japonica</i> Yabe & Hatai	x									x	x															
<i>Vicarya sp.</i>																										

第4表 下中海岸と犬城海岸から産出した主な茎永層群産出貝類化石 (田口1993MSより一部引用)

3. 日本の中新統産花粉化石群集

1) 中新統の軟体動物化石群集

日本の中新統における古環境解析は軟体動物化石群集の研究によって始まった。Oyama (1950) は富山県の中新統黒瀬谷層産の貝類化石群に *Geloina* (ヒルギシジミ)-*Telescopium* (センニンガイ) 群集を見だし報告した。*Geloina-Telescopium* 群集はマングローブ沼の存在を示しているとされる。その後も、古環境と軟体動物化石群集については糸魚川・津田 (1986) や Itoigawa and Yamanoi (1990) などの研究が行われている。

2) 中新統の花粉層序

山野井ほか (1980) は富山県の中新統黒瀬谷層からマングローブ花粉であるマヤプシキ *Sonneratia* を見だし、この研究により中新世のマングローブの存在が確認された。これ以降、

山野井・津田(1986)その他の研究により, *Bruguiera* オヒルギ属, *Excoexaria* シマシラキ属, *Rhizophora* ヤエヤマヒルギ属, *Ceriops* コヒルギ属, *Sonneratia* マヤプシキ属, *Scyphiphora* ウミマサキ属, *Avicennia* ヒルギダマシ属, *Nyssa* ニッパヤシ属といったマングローブ花粉が見つかった(山野井, 1990).

山野井(1990)は日本の中新統の総括的な花粉層序研究を行い, 花粉化石群集に基づいて5つの花粉化石帯(NP-1~NP-5)を設定した. これらの花粉化石帯はTanai(1961)による大型植物化石群集との関係が認められている. つまり, NP-1帯は垂仁合型植物群に, NP-2帯は台島型植物群に, NP-4帯は三徳型植物群に, NP-5帯は新庄型植物群に対比されている. また, この中でNP-3帯は花粉化石のみで見られる化石帯としている. 全体として茎永層群河内層は花粉化石群集からみると温暖な気候であったNP-2帯に対比されると考えられる.

V まとめ

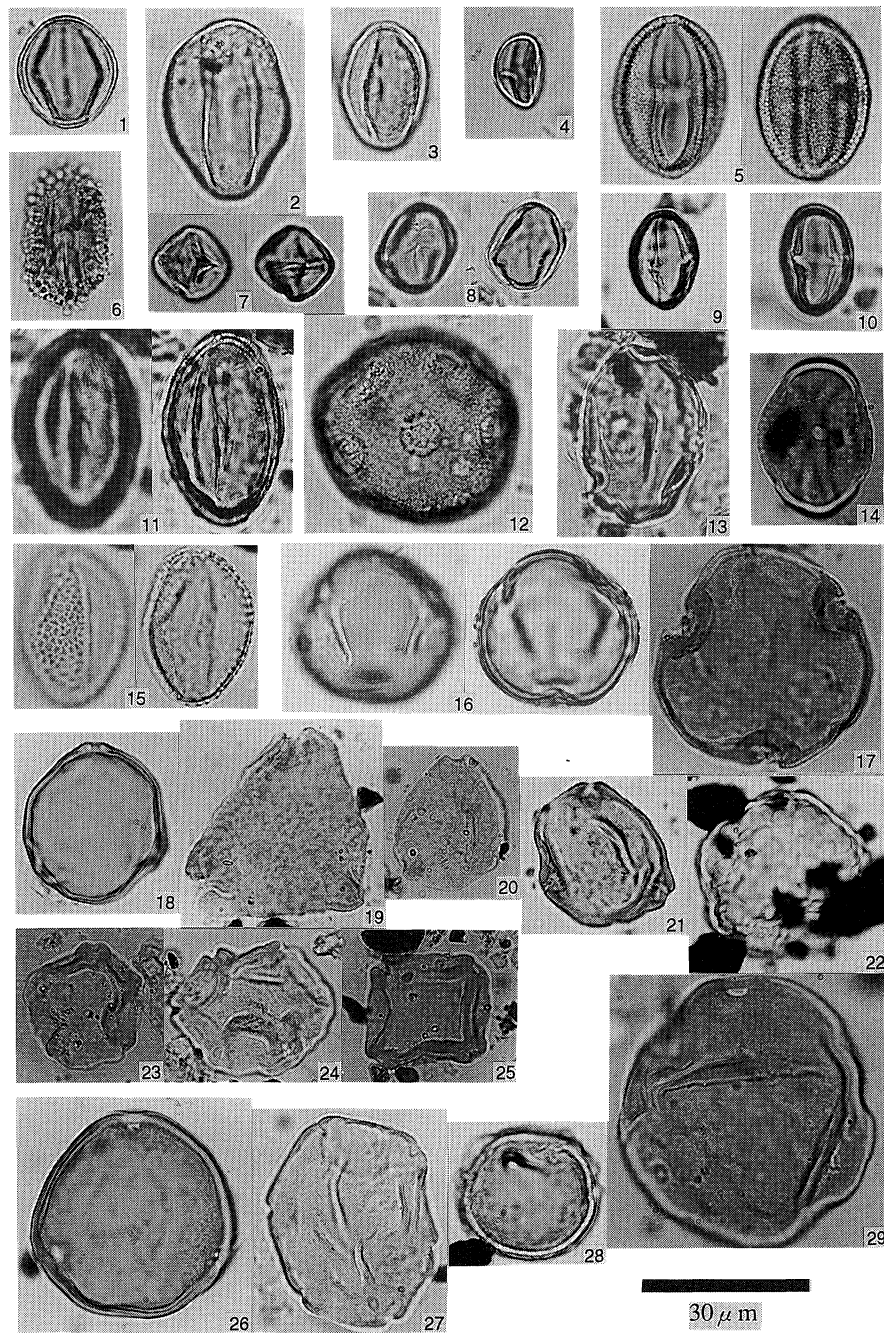
中新統茎永層群河内層について花粉化石群集の研究を行った結果, 以下の点が明らかになった.

1. 全層準を通して *Quercus* (常緑) が高率に出現することから, 河内層堆積当時の堆積環境は浅海域であることが推定される.
2. 貝類化石群集によって示唆されていた河内層堆積時のマングローブ沼の存在がマングローブ植物である *Sonneratia*, *Rhizophora* の花粉化石の産出によって確認された.
3. 犬城海岸と下中海岸地域における河内層の花粉化石群集は, その種類と構成に若干の相違点が見られ, 堆積環境はやや異なる可能性が認められた.
4. 貝類化石を産しない田代層の河内層への漸移部においてマングローブ植物が産出した. この事実は田代層の堆積環境解析の一助となるであろう.
5. 茎永層群河内層堆積時は閉じた浅海であり, マングローブに特有な動植物が生息し, その沿岸後背地には *Quercus* (常緑) 林が発達していたことが推定される.
6. これらの河内層の花粉化石群集は山野井(1990)による日本の中新世中期の花粉化石帯 NP-2帯に対比されると考えられる.

文 献

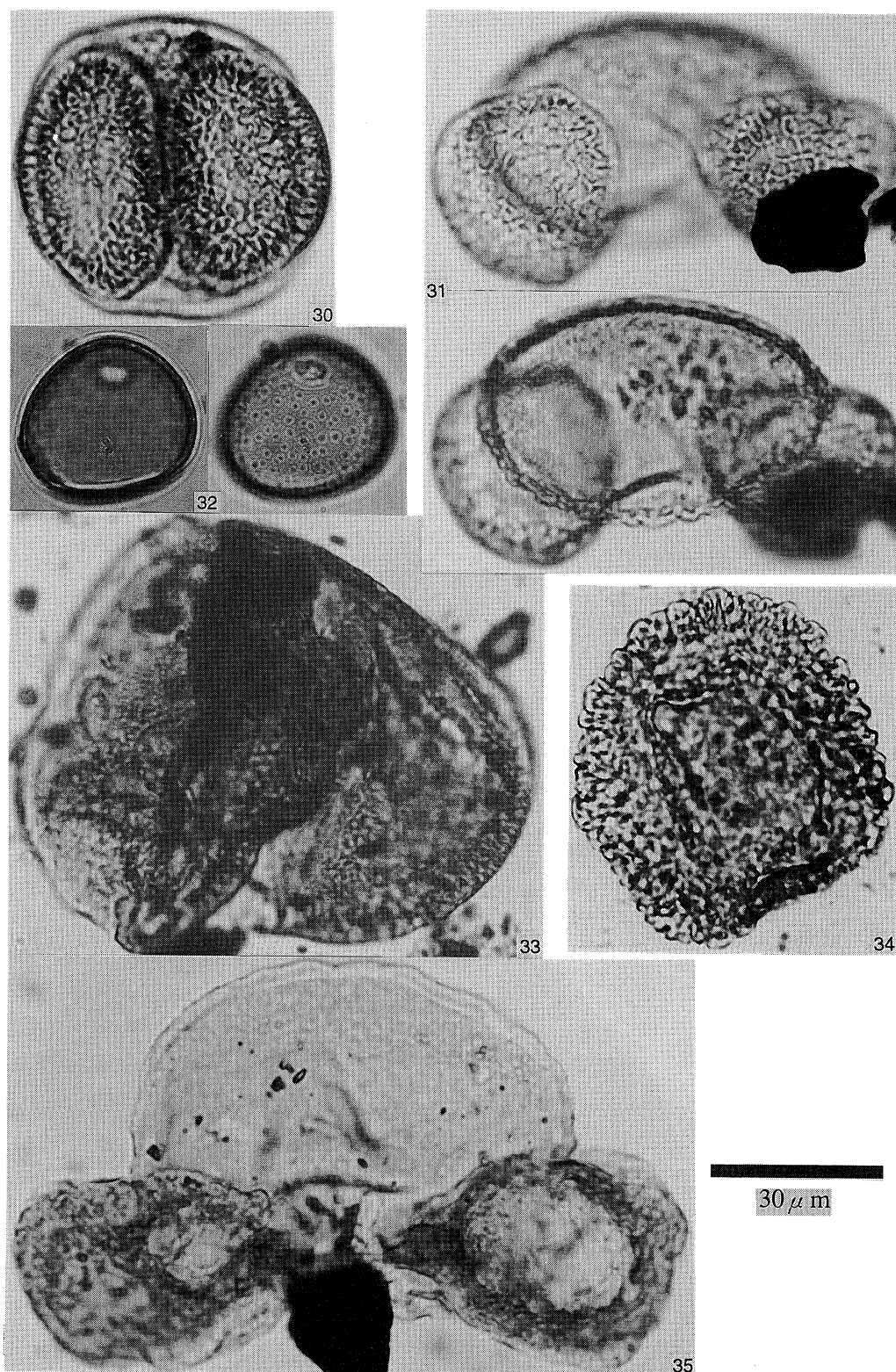
- Anderson, J.A.R. and Muller, J., 1975. Palynological study of a Holocene peat and a Miocene coal deposit from N.W.Borneo. *Rev. Palaeobot. & Palynol.*, **19**, 291-351.
- Barron, J.A. and Baldauf, J.G., 1990. Development of Biosiliceous Sedimentation in the North Pacific during the Miocene and Early Pliocene. Pacific Neogene Events. University of Tokyo press., 43-63
- Germeraad, J.H., Hopping, C.A. and Muller, J., 1968. Palynology of Tertiary Sediments from Tropical Areas. *Rev. Palaeobot. & Palynol.*, **6**, 189-348
- 半沢正四郎, 1934. 種子島の地形及地質. 地質学雑誌, **41**, 408-410.
- Hanzawa, S., 1935. Topography and geology of Riukiu Islands. *Tohoku Imp. Univ., Sci. Rep.*, 2nd Ser. (Geol.), **17**, 1-16.
- Hayasaka, S., 1969. Molluscan fauna of the Kukinaga Group in Tane-ga-shima, south Kyushu, Japan. *Rep. Fac. Sci., Kagoshima Univ.*, (Earth Sci., Biol.), **2**, 33-52.
- Hayasaka, S., Fukuda, Y., and Hayama, A., 1980. Discovery of molluscan fossils and the paleo-environmental aspects of the Kumage Group, in Tane-ga-shima, south Kyushu, Japan. Prof. S.Kanno

- Memor. vol., 59-70.
- 外間喜春, 1987MS. 中新世茎永層群(種子島)の古生態学的研究. 鹿児島大学理学部修士論文 (MS)
- 井上恵介, 1992. 鹿児島県種子島の中新統茎永層群の層序と年代. 瑞浪市化石博物館研究報告, No.19, 347-362.
- Itoigawa, J. and Yamanoi, T., 1990. Climatic Optimum in the Mid-Neogene of the Japanese Islands. Pacific Neogene Events. University of Tokyo Press., 3-14.
- Itoigawa, J., 1978. Evidence of Subtropical environments in the Miocene of Japan. *Bull. Mizumami fossil Mus.*, No.5, 7-21.
- 糸魚川淳二, 1990. 海生軟体動物化石の時空分布と系統—日本の中新世を中心に—. 瑞浪市化石博物館専報, No.7, 83-99.
- 糸魚川淳二, 津田禾粒, 1986. 中新世熱帯系貝類群集の古生態的特性—特にマングローブ沼群集について—. 瑞浪市化石博物館研究報告, No.6, 171-182.
- 中村 純, 1980. 日本産花粉の標徴 I, II. 大阪市立自然史博物館, 所蔵資料目録 第12, 13集.
- 大塚彌之助, 1933. 岩手県二戸郡一戸町・福岡町付近の層位 附, 東北日本新第三系の地質構造上の或る特徴, 地質学雑誌, **31**, 213-219.
- Oyama, K., 1950. Studies of fossil molluscan biocoenosis, No.1. Biocoenological studies on the mangrove swamps, with descriptions of new species from Yatsuo Group. *Geol. Surv. Japan, Rep.*, No.132, 1-15.
- 田口公則, 1993MS. 中新統茎永層群の堆積環境及び貝類化石群. 鹿児島大学理学部修士論文 (MS)
- Tanai, T., 1961. Neogene floral change of Japan. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, ser. 4, **11**, 199-398.
- Traverse, A., 1988. *Paleopalynology*, Unwin Hyman Ltd.
- 棚井敏雅, 1992. 東アジアにおける第三紀森林植生の変遷. 瑞浪市化石博物館研究報告, No.19, 125-164
- 棚井敏雅, 1993. 植物化石群による第三紀気温変化の推定. 化石, No.54, 35-52
- 知識親則, 1954MS. 種子島南部に於ける地質. 鹿児島大学文理学部 (MS)
- 津田禾粒, 糸魚川淳二, 山野井 徹, 1979. 日本の中新世中期の古環境—マングローブ沼の存在をめぐる—. 化石, No.30, 31-42.
- Tuda, K., Itoigawa, J. and Yamanoi, T., 1986. Mangrove swamp fauna and flora in the Middle Miocene of Japan. *Palaeont. Soc. Japan, Spec. Publ.*, **29**, 129-134.
- 山野井 徹, 1969. 現生および化石花粉の粒径—とくに薬品処理との関係について—. 日本花粉学会会誌, No.4, 11-16.
- 山野井 徹, 1990. 新第三系の花化石—とくに中新世前期・中期の花化石群集—. 瑞浪市化石博物館専報, No.7, 13-23.
- 山野井 徹, 1992. 中部日本における中期中新世初期の花化石群集. 瑞浪市化石博物館研究報告, No.19, 103-112.
- 山野井 徹, 津田禾粒, 1986. 富山県黒瀬谷層(中部中新統)に見出だされるマングローブ林の様相, 国立科学博物館専報, No.19, 55-66.



第 1 図版

- | | | |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1. <i>E.Quercus</i> (I-12) | 11. <i>Acer</i> (I-8) | 21. <i>Betula</i> (I-12) |
| 2. <i>D.Quercus</i> (S-38) | 12. <i>Liquidamber</i> (I-11) | 22. <i>Zelkova</i> (S-19) |
| 3. <i>E.Quercus</i> (S-30) | 13. <i>Sonneratia</i> (S-34) | 23. <i>Alnus</i> (I-24) |
| 4. <i>Castanea</i> (I-12) | 14. <i>Sonneratia</i> (S-36) | 24. <i>Alnus</i> (S-34) |
| 5. <i>Rhus</i> (I-11) | 15. <i>Salix</i> (S-38) | 25. <i>Alnus</i> (I-24) |
| 6. <i>Ilex</i> (I-11) | 16. <i>Fagus</i> (I-11) | 26. <i>Carya</i> (I-11) |
| 7. <i>Rhizophora</i> (S-40) | 17. <i>Tilia</i> (I-12) | 27. <i>Petrocarya</i> (S-36) |
| 8. <i>Rhizophora</i> (S-22) | 18. <i>Carpinus</i> (I-11) | 28. Taxodiaceae (I-11) |
| 9. <i>Castanopsis</i> (I-12) | 19. <i>Elaeagnus</i> (I-6) | 29. <i>Carya</i> (S-38) |
| 10. <i>Castanopsis</i> (I-8) | 20. <i>Colylus</i> (S-24) | |



第 2 図 版

30. *Pinus* (I-11)

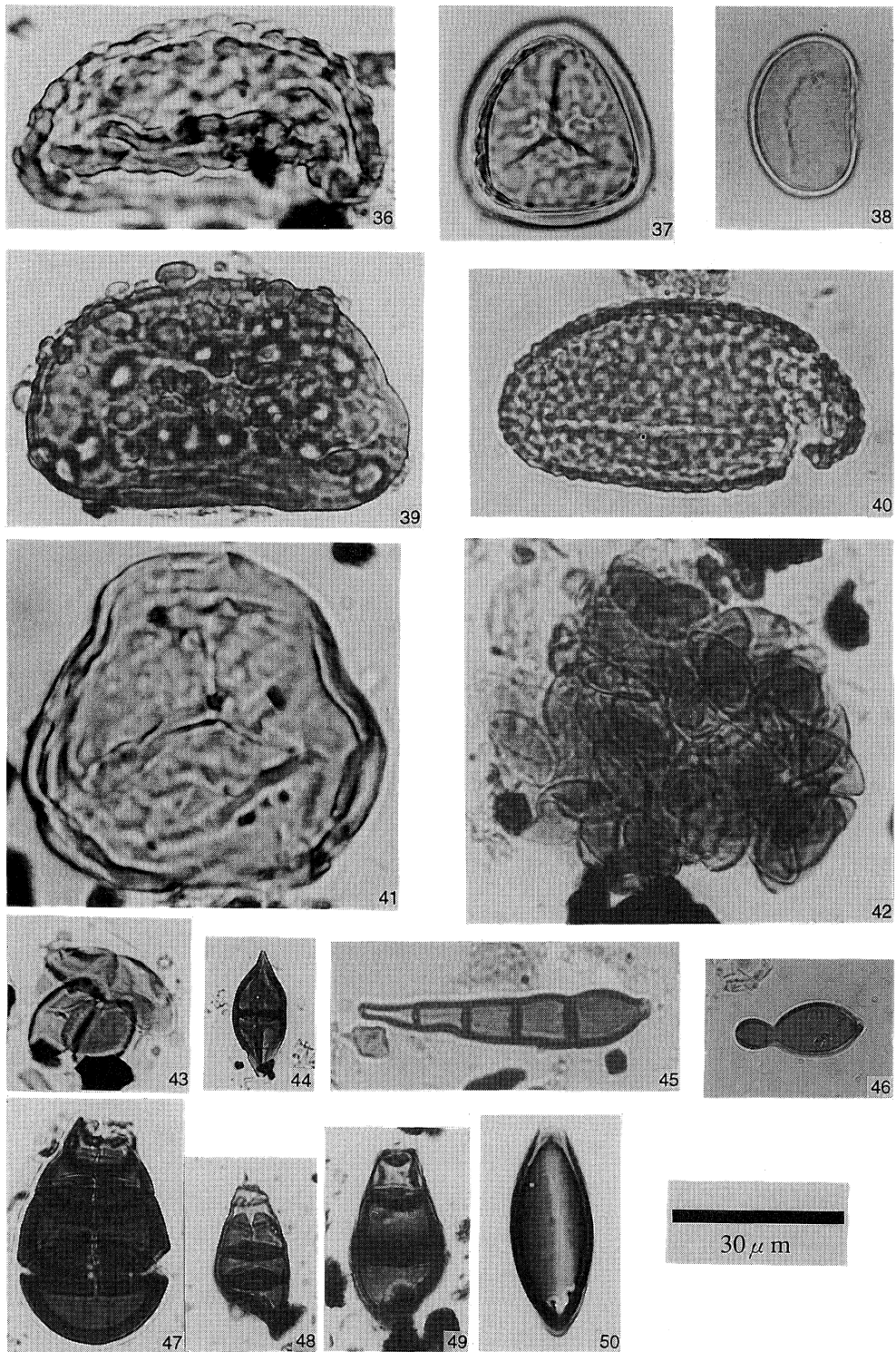
33. *Picea* (S-22)

31. *Pinus* (I-11)

34. *Tsuga* (I-11)

32. *Cunninghamia* (I-11)

35. *Abies* (S-22)



第 3 図版

- | | | |
|------------------|------------------|------------------|
| 36. spore (S-27) | 41. spore (S-27) | 46. spore (36) |
| 37. spore (I-11) | 42. spore (S-36) | 47. spore (S-36) |
| 38. spore (I-11) | 43. spore (S-36) | 48. spore (S-38) |
| 39. spore (I-11) | 44. spore (S-36) | 49. spore (S-41) |
| 40. spore (I-11) | 45. spore (I-12) | 50. spore (S-38) |