

A. c. XVI.

地質調査所報告 第241号

宮崎県えびの市産の
更新世植物群

地質調査所

昭和46年9月

561 : 551.791 (522.7)

地質調査所報告

所長 小林 勇

宮崎県えびの市産の
更新世植物群

尾上 亨

目 次

要 旨	1
I. 緒 言	2
II. 化石産地周辺の現在の環境	2
II. 1 位置および地形	2
II. 2 気 候	2
II. 3 植 生	6
III. 地 質 概 説	8
III. 1 基盤岩類	8
III. 2 国分層群相当層	8
III. 3 加久藤層群	8
III. 3. 1 池牟礼層	8
III. 3. 2 昌明寺層	9
III. 3. 3 溝園層	9
III. 3. 4 下浦層	9
IV. えびの化石植物群の特徴	9
IV. 1 大型化石群	11
IV. 1. 1 組 成	11
IV. 1. 2 量的考察	11
IV. 1. 3 環境と植生	12
IV. 2 小型化石群(花粉・孢子)	13
IV. 2. 1 分析方法	13
IV. 2. 2 分析結果とその解析	14
IV. 3 検 討	16
IV. 3. 1 大型化石と小型化石との関連	16
IV. 3. 2 古気候	19
IV. 3. 3 対比および地質時代	20
V. 結 論	21
VI. Systematic Descriptions	21
参考文献	
Abstract	
図 版 (Plates) I ~ XII	
Index of Name	

宮崎県えびの市産の

更新世植物群

尾上 亨*

要 旨

えびの化石植物群と呼ばれるこの植物群は宮崎県えびの市付近に分布している第四紀加久藤層群の最下部池牟礼層から採集された保存良好な大型化石（葉・実・種子など）と同一層から花粉分析によって検出された小型化石（花粉および胞子）からなっている。

そのうち、大型化石は22科・40属・47種からなり、暖帯種および暖～温帯種が大部分を占めている。産出傾向では Lauraceae（クスノキ科）の4属7種を筆頭に Pinaceae（マツ科）、Betulaceae（カバノキ科）、Leguminosae（マメ科）および Theaceae（ツバキ科）の4科はそれぞれ4種からなっている。個体数においては *Osmanthus ilicifolius*（ヒイラギ）が最も多く、全産出個体数の13.6%強となっている。続いて *Tsuga sieboldii*（ツガ）、*Abies firma*（モミ）、*Zelkova serrata*（ケヤキ）、*Picea polita*（ハリモミ）、*Torreya nucifera*（カヤ）の順となっており、温暖針葉樹種の多産が目立っている。

大型化石47種中常緑樹が19種、外来種と思われるものが1種それぞれ含まれているが、絶滅種は皆無であった。同植物群を構成している種の今日における生育地は低地から山地までにおよんでいるが、そのうち40種を山地斜面に求めることができる。したがってえびの化石植物群の供給源は主として山地斜面植物であったことが推定される。

一方、小型化石は24種類を検出することができた。このうち *Abies*（モミ属）が圧倒的に多く全体の21%を占めている。次いで *Tsuga*（ツガ属）10.8%、*Pinus*（マツ属）7.6%、*Picea*（トウヒ属）7.2%、*Alnus*（ハンノキ属）6.8%、*Carpinus*（クマシデ属）5.6%の順となって、小型化石においても針葉樹多産の傾向がみられた。しかし、これら多産種は他の種にくらべ大型および小型共に生産量が多く、しかも移動可能距離も大きいので、示された数字がそのまま当時の植生中の優勢を物語るものではない。

今回初めて大型化石と小型化石の両面からフローラの解析を行なってみたが、風媒花植物と虫媒花植物の産出傾向など、いくつかの興味ある結果が認められたほか、化石の量的考察には多くの問題があることが判明した。

大型化石および小型化石を総合して、えびの化石植物群の示す気候は温暖で、おおよそ現在の加久藤盆地周辺にその環境を求めることができる。含化石層の地質時代は、その上下関係およびえびの化石植物群の示す特徴から考えてミンデル／リスまたはリス／ヴェルム間氷期と推定される。

* 燃料部

I. 緒 言

日本の第四紀植物群については大型化石はもとより、最近では花粉分析による報告がとみにふえてきた。しかし、南九州地方におけるものはあまり多く知られていない。すなわち、遠藤(1939)は鹿児島県吉田村に産する吉田村植物化石層から7種を報告し、伊田ら(1956)は加久藤盆地の天然ガス調査を行ない、その際池牟礼層から7種類の植物化石を報じている。また三木・粉川(1962)による九州全域の後期新生代の研究があり、その中で加久藤盆地の植物化石についてもふれている。一方、畑中(1970)は加久藤盆地西南端に分布している国分層群の花粉分析による研究を行なっている。しかし、現在までのところいずれも古植物群としての詳しい報告はなされていない。

本報告では加久藤層群の池牟礼層から産出した植物群の記載を行ない、さらに従来あまり試みられていなかった同一層準から産出した大型化石と小型化石を比較検討し、これらの堆積当時の環境を解明することを目的とした。

筆者は1969年2月、科学技術庁の特別研究・えびの地震総合技術調査の一環として花粉分析試料採集のためえびの市を訪れた。その際、地震によってくずれた崖下に多数の植物化石が散在しているところを発見した。その時は外業が短時日であったため化石の採集は少数に止まった。しかし、その後機会に恵まれ同年11月および1970年11月の2回にわたって現地を訪れ、多数の化石を採集することができ、また、化石を含んでいたシルト岩の花粉分析を行ない多数の化石を検出することができた。

この研究を進めるにあたって、化石産地周辺の地質に詳しい本所石炭課鈴木泰輔技官からはその豊富な知識にもとづく懇切な協力をうけ、多くの資料の提供をうけた。また、徳永石炭課長からは花粉化石についての助言をうけた。ここに記して厚く御礼申し上げる。大型化石の鑑定にあたっては林業試験場浅川実験林、樹木研究室長小林義雄氏および日黒林業試験場造林部、植生研究室長前田鎮三氏から多大の御支援をいただいた。花粉分析を行なうにあたっては現在石油資源開発株式会社、技術研究所の嶋崎統五氏の協力があつた。東京堂株式会社は、同社出版の『日本の気候』に掲載してある図を本報告に引用することを快く許可して下さい。あわせて謝意を表する次第である。

II. 化石産地周辺の現在の環境

II. 1 位置および地形

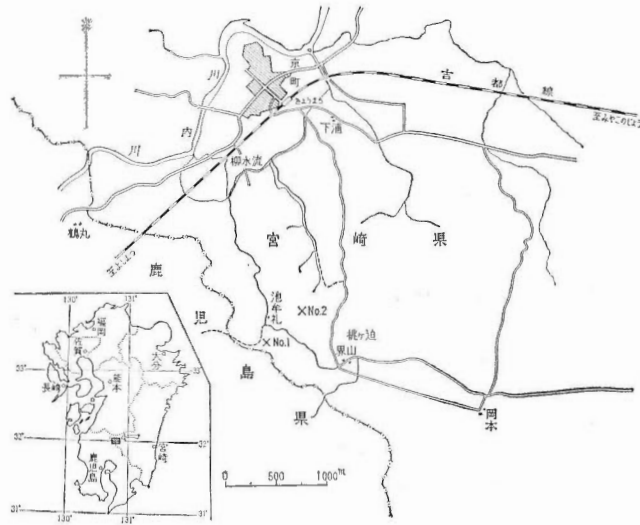
植物化石がえられた宮崎県えびの市池牟礼付近は、第1図に示した通り南九州のほぼ中央で、霧島火山帯山間部の小さな盆地内にある。

加久藤盆地と呼ばれているこの一帯は、北に矢岳山(739m)、白髪岳(1,417m)などの山々、南に韓国岳(1,699.8m)をはじめ、白鳥山(1,363m)、栗野岳(1,087.7m)などの山塊で囲まれている。この盆地の中央を白髪岳に源を発した川内川が東から西に流れ、さらに京町付近から次第に向きを南に変えて鹿児島県吉松町に達している。川内川の両岸は標高215~230mの沖積面を形成しているが、盆地西南部の化石産地、池牟礼付近は250~300mの丘陵となり、250~270m間の所々に高位段丘がみられる。そして、その付近から高度は次第に南東に増し、飯盛山(846.3m)をへて霧島山塊につながっている。

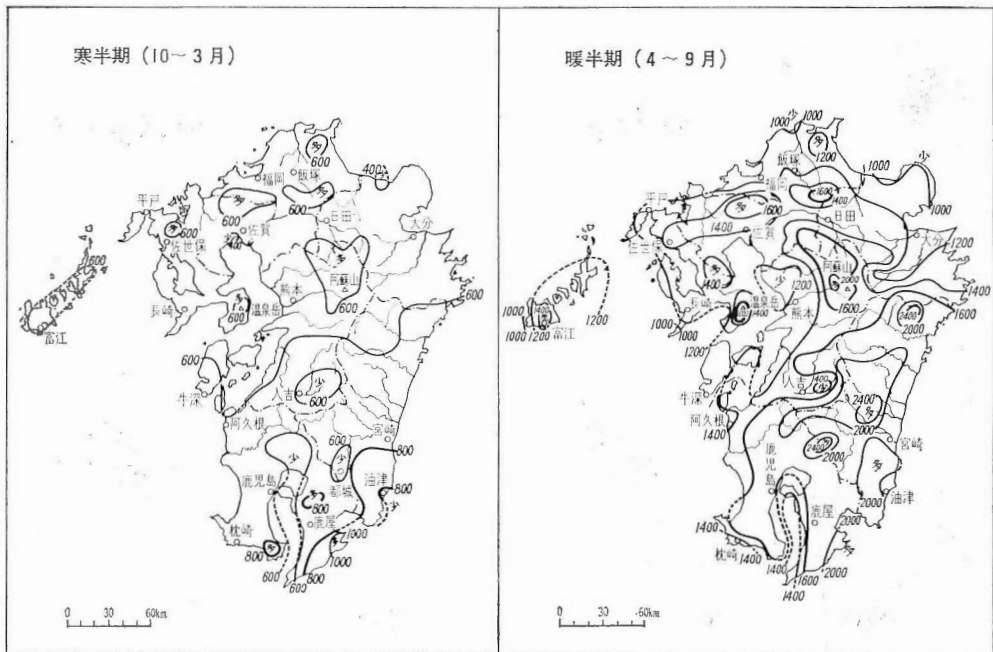
化石産地は国土地理院発行の5万分の1地形図の「加久藤」に属し、シートの西端下半部に位置している。交通は国鉄吉都線(吉松~都城間)の京町駅から南へ約3km、京町から岡元行のバスで界山停留所にて下車、徒歩5分位の所である。

II. 2 気 候

この地域は気候区分の上で南九州区に属している。南九州区は暖流の影響があつて、九州の中でも最も気温が高く、雨量も多い。年平均降水量は約2,500mmで、特に山間部の雨量は高度を増すに従って漸増し、



第1図 えびの化石植物群産地位置図 × 植物化石産地
 Plant fossil localities of the Ebino flora. × Plant fossil localities.

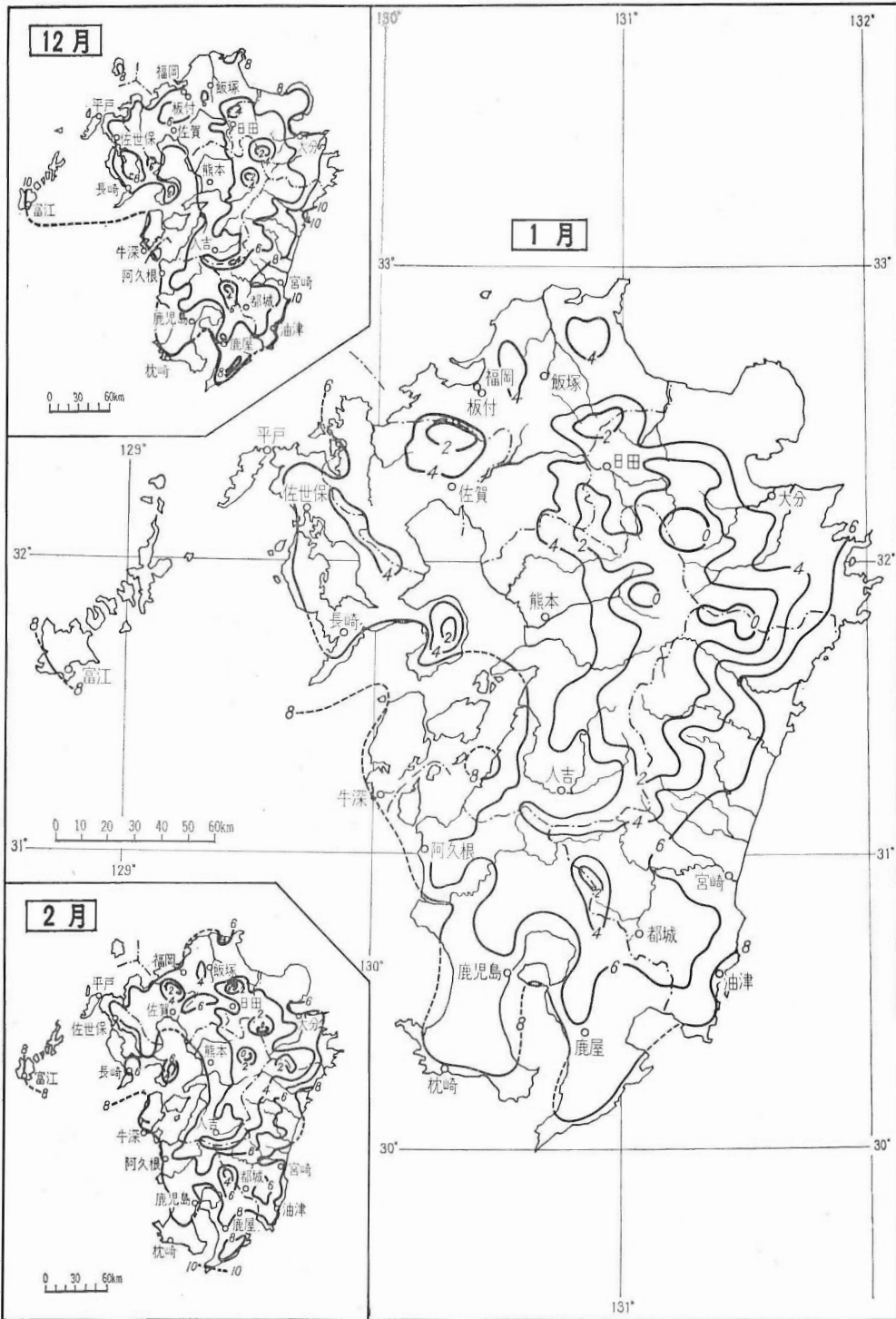


第2図 半期別降水量分布図(1921~1950年)
 Semiannual total precipitation (1921~1950).

(東京堂発行「日本の気候」から引用)

山頂付近では4,500mmに達しわが国最多雨地帯の1つに数えられている。第2図は当地方の降水量の分布を示しているが、台風などの影響が大きく、6~9月の4カ月で年間雨量の54%を占めている。冬の降水量は少ないが、1,2月の最寒期には雪が降ることがあり、山間部では積雪や霧氷がみられる。

化石産地周辺では、夏の平均気温(6~8月)は20~25°C、冬(12~2月)は4~6°Cを示し、推定年平均気温は13~16°Cとなっている。一方、盆地地形をなしているこの一帯では1日における気温較差がかなり大きく、1月で10°C前後、7月で8°C前後の較差が認められている。しかし、1年を通じてみれば他



第4図 月平均気温分布図(12~2月, 1921~1950年, 単位°C)
Normals of monthly mean temperature for December~February.

(東京堂発行「日本の気候」から引用)

第1表 加久藤盆地周辺月平均気温 (°C) (1926~1945年)
 Monthly mean temperature for the vicinity of
 the Kakutō Basin (1926~1945)

地名 月	真 幸 (230.0m)	矢 岳 山 (573.0m)	霧 島 (764.6m)
1 月	4.2	2.3	1.8
2 月	5.5	3.4	2.3
3 月	10.2	7.0	6.1
4 月	13.9	11.6	12.0
5 月	18.0	15.9	15.0
6 月	22.4	19.3	18.8
7 月	26.4	23.5	22.3
8 月	26.6	23.7	23.0
9 月	23.4	20.5	20.7
10 月	17.4	14.9	18.9
11 月	12.3	9.8	11.1
12 月	6.7	5.4	3.3
全 年	15.6	12.6	12.7

地域に比して夏季は低く、冬季が高い現象を呈している。

花粉の飛散に關係の深い風については、九州全般では冬に北西～北の季節風が卓越し、夏は南東の風が多い。しかし、当盆地はその局地的な地形に左右されて沿岸部に比して静穏な日が多い。また、花が最も多く咲く4月頃には南東の風が優勢である。したがって、化石産地付近では霧島山塊から飛来する花粉が多いものと推定される。

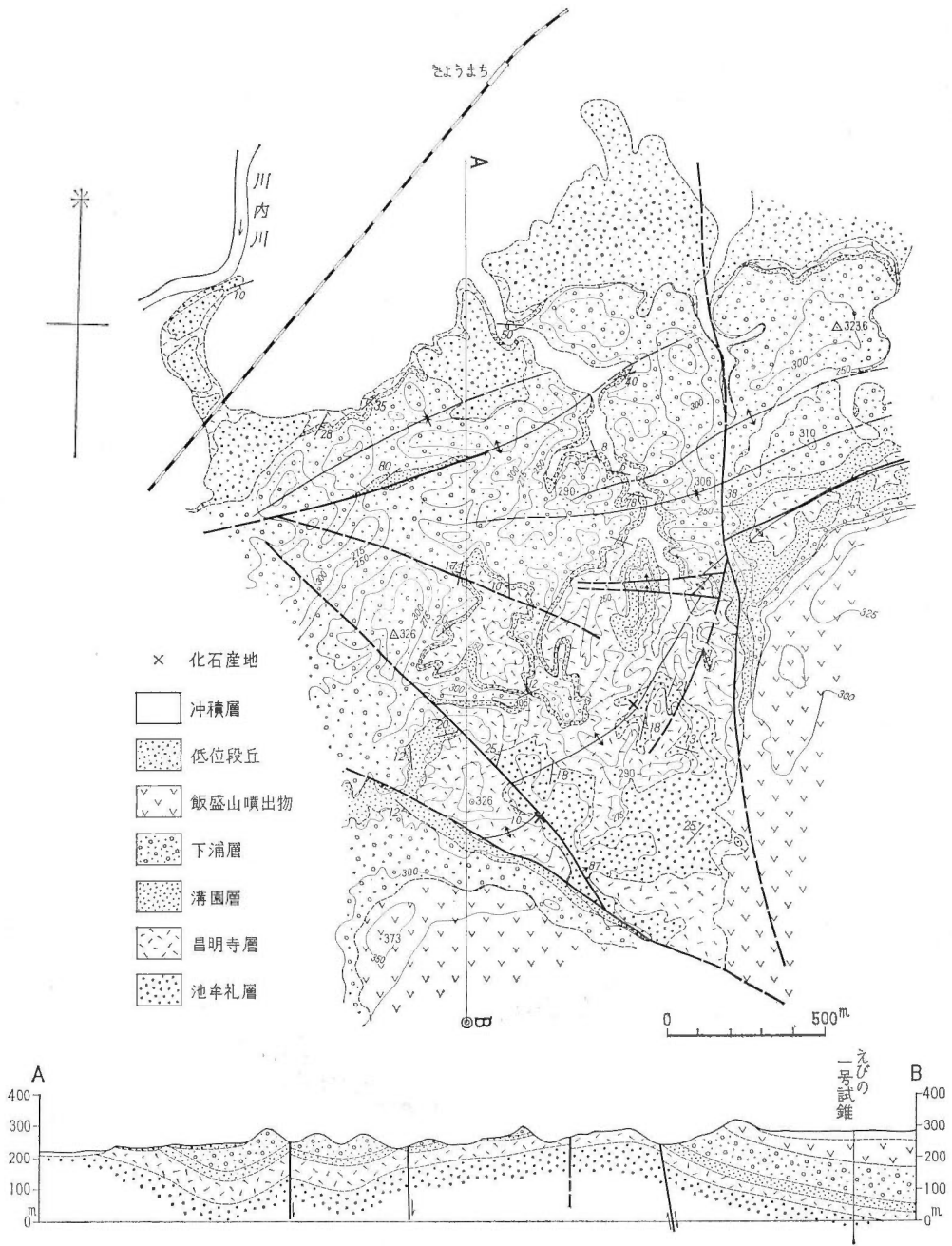
以上の環境を総括すると、当地域は南九州地方としてはやや低温・多雨の環境にあつて森林の生育には良好な気象条件を備えていると考えられている。

II. 3 植 生

南九州地方の植生は、大観して亜熱帯から温帯にわたる植物が自生している。すなわち、低地、特に南部から東部にかけての沿岸地方では *Cycas revoluta* (ソテツ) や *Livistona subglobosa* (ピロウ) など亜熱帯植物が、内陸では標高1,000m付近まで Lauraceae (クスノキ科), Theaceae (ツバキ科) および Fagaceae (ブナ科) などの特に常緑樹を主体とし、針葉樹をまじえた暖帯林が繁茂している。そして、それより高所には Pinaceae (マツ科) を主とした針葉樹に Betulaceae (カバノキ科), Fagaceae, Aceraceae (カエデ科) および Ericaceae (シャクナゲ科) などの落葉樹を混じえた温帯植物が山地を覆って分布している。

加久藤盆地周辺地域に限ると、標高200~600m付近の植生は九州山系南部地方暖帯性下位植生と称され、シイ、カシ類、タブノキ、イスノキ、クロマツ群集で代表されている。すなわち *Shiia cuspidata* (コジイ), *S. sieboldii* (イタジイ), *Quercus stenophylla* (ウラジロガシ), *Q. myrsinaefolia* (シラガシ), *Machilus thunbergii* (タブノキ), *Distylium racemosum* (イスノキ), *Pinus thunbergii* (クロマツ) などを高木層^{注1)}とし、*Machilus japonica* (アオガシ), *Cleyera japonica* (サカキ), *Eureya japonica* (ヒサカキ), *Camellia*

注1) 多層からなる森林群落を高木、低木、草本、センタイなどの各層に分けて植物群落の基本単位とすることがある。高木層は森林の最上層を占め、高木の樹冠からなっている。



第5図 化石産地周辺地質図(鈴木, 1971による)
 Geologic map in the vicinity of the fossil localities. (after T. SUZUKI, 1971)

japonica (ツバキ) などを亜高木層に、そして低木層では *Camellia sasanqua* (サザンカ), *Quercus glauca* (アラカシ), *Cinnamomum japonicum* (ヤブニッケイ), *Ficus erecta* (イヌビワ) などが主体をなしている。また、600~1,000m付近の植生を九州山系南部地方暖帯上位植生と呼び、モミ、ツガ、アカマツ、シキミ、ハイノキ群集で代表される。主として山腹斜面を占めるこの植生は、*Abies firma*, *Tsuga sieboldii*, *Pinus densiflora* (アカマツ), *Carpinus laxiflora* (アカシデ), *Stewartia monadelphica* (ヒメシヤラ), *Illicium religiosum* (シキミ), *Symplocos myrtacea* (ハイノキ), *Pieris japonica* (アセビ) などに加えて、下位から移行してタブノキ、イスノキ、ヒサカキ、ツバキ、ヤブニッケイなどもみられる。この地域における九州山系南部地方温帯性植生は、霧島山塊では、1,000m以上を占め、ハリモミ、アカマツ、ブナノキ、ミズナラ群集からなっている。それらは *Picea polita* (ハリモミ), *Pinus densiflora*, *Fagus crenata* (ブナノキ), *Quercus crispula* (ミズナラ), *Acer sieboldianum* (コハウチワカエデ), *Parabenzoin trilobum* (シロモジ), *Clethra barbinervis* (リョウブ), *Symplocos coreana* (タンナサワフタギ), *Styrax obassia* (ハクウンボク) などの樹木が優勢を示し、*Sasamorpha purpurascens* (スズダケ) などがそれら樹木の根元を一面に覆っている。

III. 地質概説

この地域の地質については伊田一善ほか(1951)および荒巻重雄(1968)などの報告があるが、この研究では1969年えびの地震総合技術調査で化石産地周辺を精査した地質調査所石炭課鈴木泰輔(1971)の報告に基づいた。ここでは地質の概略を述べるに止め、詳細は鈴木氏の報告を参照されたい。

III. 1 基盤岩類

化石産地付近に基盤岩類は露出していないが、えびの市真幸の真幸小学校横で実施されたボーリングで、深度337.5m付近から安山岩類が確認されている。また、加久藤盆地周辺部には真幸変朽安山岩・加久藤火山岩類・栗野安山岩などの分布が認められているところから、これら火山岩類が当地域の基盤をなしているものと考えられている。

III. 2 国分層群相当層

基盤と同様、化石産地付近にその露出はみられないが、えびの市京町の京町観光ホテル温泉ボーリングの61~225m付近に認められた地層をいう。いわゆる国分層群は鹿児島県国分市を中心として同県下に広く分布し主として凝灰質泥岩・砂岩などからなっている。同層群中には温帯性要素を多く含む植物化石を多産し、特に *Fagus crenata* BLUME がその産出量において高い率を占めている。前記ボーリングの深度61~70m間、140~155m間、および200~225m間に含まれていた泥質部3点について花粉分析を行なったところ、*Fagus* 属の花粉化石が多数検出されたほか、温帯性要素を含む種類が認められた。これらの結果は、上位池牟礼層の花粉分析結果と明らかに区別できる。現在までのところ、花粉分析の結果を唯一の手がかりとして、同層を一応国分層群に対比している。

III. 3 加久藤層群

加久藤盆地に模式的に発達し、層厚約500m、凝灰岩を主として、湖成泥質岩を伴っている。国分層群との関係は直接みることはできないが、不整合と考えられている。

同層群は、下位から池牟礼層、昌明寺層、溝園層および下浦層の4層に分けられている。

III. 3. 1 池牟礼層

主として加久藤盆地の西南端、池牟礼部落付近にその露出をみることができる。地表では同層の最上部20m程度がみられるにすぎないが、ボーリングによって同層の厚さは約100mと推定されている。地表部では主として灰白-暗灰色粘土およびシルトからなり、薄い砂層を挟有している。本報告の『えびの化石植物群』

は本層のシルト部に含まれている。また、珪藻類の産出も知られている。

Ⅲ. 3. 2 昌明寺層

池牟礼層を整合に覆ってかなり広範囲に分布する。層厚約70mで、基底部にはシルト礫・軽石礫および団塊などを含むが、上位の下浦層に比して全般的に分級のよい細砂を主体とした火山灰質砂からなっている。

Ⅲ. 3. 3 溝園層

昌明寺層を整合に覆い、盆地の東部では最もよく発達して約40mであるが、西へ行くにつれて薄化し、化石産地付近では10数mとなっている。本層は主として下部と上部が粘土およびシルトからなり、中部には火山灰質の砂を挟む。シルト部は少数ながら植物化石を含むことがあり、三木・粉川(1962)の報告にあるえびの市内^{うちたら}産の植物化石は温帯～亜高山種で構成されていて池牟礼層の化石植物群とは明らかに区別されること、三木らが採集した化石産地付近には溝園層以外にシルト岩を挟有している地層は分布していないことなどから推して本層のものと考えられる。三木らは植物化石の組成から同層は氷期の堆積物と考えている。

Ⅲ. 3. 4 下浦層

下位の溝園層との関係は一部不整合とみる向きもあるが、明確な証拠が認められていない。化石産地付近では池牟礼の北方に広く分布し、層厚約90mで、主として火山灰質砂および軽石からなっている。

Ⅳ. えびの化石植物群の特徴

加久藤層群池牟礼層から産出する大型化石(葉・実・種子・翼果など)および小型化石(花粉・胞子)の内容を合わせて『えびの化石植物群(Ebino flora)』と呼ぶ。

第 3 表

Systematic list of the Ebino Flora

- Gymnospermae
 Taxaceae
Torreya nucifera SIEBOLD and ZUCCARINI
 Pinaceae
Abies firma SIEBOLD and ZUCCARINI
Picea polita CARRIERE
Pinus thunbergii PARLATORE
Tsuga sieboldii CARRIERE
 Cupressaceae
Thuja standishii CARRIERE
 Angiospermae
 Juglandaceae
Juglans mandshurica var. *sieboldiana* MAKINO

第2表 化石産地周辺層序表
 Stratigraphic sequence in the vicinity of the fossil localities



 植物化石
Plant fossil

- Betulaceae
Alnus japonica SIEBOLD and ZUCCARINI
Betula sp.
Carpinus laxiflora BLUME
Carpinus tschonoskii MAXIMOWICZ
- Fagaceae
Quercus glauca THUNBERG
Quercus serrata THUNBERG
- Ulmaceae
Zelkova serrata MAKINO
- Magnoliaceae
Illicium religiosum SIEBOLD and ZUCCARINI
- Lauraceae
Benzoin glaucum SIEBOLD
Benzoin umbellatum REHDER
Cinnamomum camphora SIEBOLD
Cinnamomum japonicum SIEBOLD and NAKAI
Cinnamomum micranthum HAYATA
Machilus thunbergii SIEBOLD and ZUCCARINI
Parabenzoin praecox NAKAI
- Hamamelidaceae
Hamamelis japonica SIEBOLD and ZUCCARINI
- Rosaceae
Pourthiaea villosa DECNE
Prunus jamasakura SIEBOLD and KOIDZUMI
Rosa multiflora THUNBERG
- Leguminosae
Albizia (?) sp.
Gleditsia japonica MIQUEL
Maackia amurensis var. *buergeri* SCHNEID
Wistaria floribunda DC
- Aquifoliaceae
Ilex integra THUNBERG
- Aceraceae
Acer diabolicum BLUME
Acer mono forma *dissectum* REHDER
Acer rufinerve SIEBOLD and ZUCCARINI
- Sapindaceae
Sapindus mukurosii GAERTNER
- Sabiaceae
Meliosma myriantha SIEBOLD and ZUCCARINI
- Theaceae
Cleyera japonica THUNBERG
Eureya japonica THUNBERG
Stewartia monadelphica SIEBOLD and ZUCCARINI
Ternstroemia japonica THUNBERG
- Araliaceae
Kalopanax septemlobus KOIDZUMI
- Ericaceae
Pieris japonica D. DON
Rhododendron quinquefolium BISSET and MOORE
- Symplocaceae
Symplocos myrtacea SIEBOLD and ZUCCARINI
- Styracaceae
Styrax sp.
- Oleaceae
Fraxinus lanuginosa KOIDZUMI
Osmanthus ilicifolius MOUILLEFERT

IV. 1 大型化石群

IV. 1. 1 組成

えびの化石植物群のうち、大型化石群は第3表に示した通り22科・40属・47種からなっている。最も多くの種類を有する科は Lauraceae (クスノキ科) で4属7種からなっている。次いで Pinaceae (マツ科), Betulaceae (カバノキ科), Leguminosae (マメ科) および Theaceae (ツバキ科) の4科はそれぞれ4種から, Rosaceae (バラ科) および Aceraceae (カエデ科) の2科はそれぞれ3種からなっている。残りの科は2種以下で, 1種のみからなる科が12に及んでいる。属においては *Cinnamomum* (クスノキ属) および *Acer* (カエデ属) がそれぞれ3種で最も多く, 残りの大部分は1種からなっている。えびの化石植物群はいずれも現在北半球に広く分布している科からなっており, それらは温帯・暖帯・亜熱帯に分布する種で構成されている。

IV. 1. 2 量的考察

産出した化石は第4表に示した通り, No. 1産地において382個, No. 2産地では191個である。これらの数は池牟礼層堆積当時の環境を解明するには充分とはいえない。しかし, 筆者が1969年2月, 同11月および1970年11月の3回にわたってNo. 1およびNo. 2の化石産地を訪れ標本の採集を行なったが, そのうちで1ないし2個体のみからなる種については産出割合にある程度変化がみられたが, 1%以上を産出した種類については各回ともその産出割合に大きな変動はみられなかった。したがって, もし今後さらに多量の化石採集を行なったとしても, 第4表に示したパーセントに大きな変化は無いものと思われる。

えびの化石47種のうち10個以上を産するいわゆる多産種は16種で, それらの合計は全体の約81%を占め

第5表

Assumed growth habit of the Ebino plants

Trees

<i>Torreya nucifera</i>	<i>Cinnamomum camphora</i>
<i>Abies firma</i>	<i>Cinnamomum japonicum</i>
<i>Picea polita</i>	<i>Cinnamomum micranthum</i>
<i>Pinus thunbergii</i>	<i>Machilus thunbergii</i>
<i>Tsuga sieboldii</i>	<i>Prunus jamasakura</i>
<i>Thuja standishii</i>	<i>Gleditsia japonica</i>
<i>Juglans mandshurica</i> var. <i>sieboldiana</i>	<i>Maackia amurensis</i> var. <i>buergeri</i>
<i>Alnus japonica</i>	<i>Acer diabolicum</i>
<i>Betula</i> sp.	<i>Acer rufinerve</i>
<i>Carpinus laxiflora</i>	<i>Sapindus mukurosii</i>
<i>Carpinus tschonoskii</i>	<i>Meliosma myriantha</i>
<i>Quercus glauca</i>	<i>Stewartia monadelphæa</i>
<i>Quercus serrata</i>	<i>Ternstroemia japonica</i>
<i>Zelkova serrata</i>	<i>Kalopanax septemlobus</i>

Small trees or shrubs

<i>Illicium religiosum</i>	<i>Cleyera japonica</i>
<i>Benzoin glaucum</i>	<i>Eureya japonica</i>
<i>Benzoin umbellatum</i>	<i>Pieris japonica</i>
<i>Parabenzoin praecox</i>	<i>Rhododendron quinquefolium</i>
<i>Hamamelis japonica</i>	<i>Symplocos myrtaea</i>
<i>Pourthiaea villosa</i>	<i>Styrax</i> sp.
<i>Rosa multiflora</i>	<i>Fraxinus lanuginosa</i>
<i>Ilex integra</i>	<i>Osmanthus ilicifolius</i>
<i>Acer mono</i> forma <i>dissectum</i>	

Vines

Wistaria floribunda

ている。そして、これらは第5表に示されている高木に属するものが28種、低木ないし小高木と思われるものが8種となっている。このうち、最も産出個体数の多い種は *Osmanthus ilicifolius* の78個で、それは全産出量の13.6%を占めている。次いで *Tsuga sieboldii*, *Abies firma*, *Zelkova serrata* (ケヤキ), *Picea polita*, *Torreya nucifera* (カヤ), *Rhododendron quinquefolium* (ゴヨウツツジ), *Illicium religiosum*, *Parabenzoin praecox* (アブラチャン) の順となっている。そしてこれら上位9種の合計が全体の約67%になっている。さらに、*Benzoin glaucum* (ヤマコウバシ), *Hamamelis japonica* (マンサク), *Fraxinus lanuginosa* (アオダモ) の3種はいずれも2%台にあって、第5表の小高木ないし低木に含まれる。

残る35種は2%以下で、その約3分の2は1%にも満たない。

えびの化石植物群の中で針葉樹は6種類あるが、そのうち4種が上位2, 3, 5, 6位を占めており注目を引くが、これらの葉・種子などはいずれも生産量が多く、しかも小型のため水などによる移動が容易であることを考慮に入れば、この価をそのまま優占種に結び付けることはできない。

第5表に示した通りえびの構成種は高木に属するものは28種、小高木または低木は17種、つる植物1種、その他が1種となっている。そして、これらの化石産出量は高木61.54%, 小高木または低木37.24%, その他が1.22%の割合となり、種数が多くしかも葉の生産量も多いと考えられる高木類の産出量が比較的少ない。

えびの化石植物群はNo. 1およびNo. 2の2カ所の産地から採集されたもので、両者の間は直線距離にして約450mのへだたりがあるが層準はほぼ同一で、せいぜい数mの差しか考えられない。第4表で明かなように、それら2つの産地から採集された大型化石は種数においてかなり大きな開きがある。すなわち、No. 1産地からは46種鑑定されたのに対して、No. 2産地からは22種鑑定されたに止まった。

両者の組成の差は堆積当時の環境判断を左右するような大きな問題ではないが、してその原因を求めらば、No. 2産地においては地層中に含まれている化石の密度がNo. 1産地における密度に比較して小さく、今回No. 2産地から採集された化石の個体数の少なかったことが一因として考えられよう。かりにNo. 2産地においてNo. 1産地で採集したと同数の個体数をえることができたとしたら、No. 1産地で採集されたような植物の種数がある程度ふえることが予想される。しかし、前述のとおり多産種における産出割合には大きな変化はないものと考えられる。

したがって、両産地の化石含有層準のわずかな差が示す時間的なずれと、その時点における自然現象(風の強弱、その方向、雨量など)の差が植物の埋没の差に現われたのではないかと推察される。

IV. 1. 3 環境と植生

第6表は池牟礼層堆積当時の環境を再現するためにえびの化石植物群が構成している種の主として東アジアにおける現在の分布を示したものである。この表で明かなように、えびの化石植物群47種のうち46種までが現在の本州西南部・四国および九州に分布している。しかも、その大部分は化石産地の存在する南九州地方に現在もその生育がみられる。

これら47種のうち化石産地周辺にその生存が知られていないものは、*Cinnamomum micranthum* (シヨウギユウ), *Thuja standishii* (ネズコ) および *Rhododendron quinquefolium* (ゴヨウツツジ) の3種にすぎない。しかもこれら3種は南九州地方においても充分生育できるような環境下に現在分布している。

すなわち、*Cinnamomum micranthum* は現在台湾の固有種で、主として島の中～北部の広葉樹林に多く、*C. camphora* (クスノキ) と共存して標高450~1,800mに分布している。

台湾におけるこの高度範囲は熱帯から暖帯まで含まれている。したがって同種は、現在日本からその姿を消してしまったが、南九州地方の条件下でも充分生育できよう。

次に *Thuja standishii* は本州中部の山岳地帯に主な分布がみられるが、四国山地の標高1,250~1,600m付近にもその生存が確認されている。また、*Rhododendron quinquefolium* は本州中～南部および四国の山地に分布しており、南九州の山地にもそれらが生育していると同様な環境をみいだすことは容易であろう。

第7表はえびの化石植物群の構成種を現在の生育地にあてはめた群集を示している。47種のえびの構成種中40種を Slope Association に求めることができ、えびの化石植物群の供給源の主体は斜面群集によること

第 7 表

The Ebino plant associations

Lowland associations

<i>Carpinus laxiflora</i>	<i>Prunus jamasakura</i>
<i>Cinnamomum japonicum</i>	<i>Quercus glauca</i>
<i>Eureya japonica</i>	<i>Quercus serrata</i>
<i>Ilex integra</i>	<i>Rosa multiflora</i>
<i>Machilus thunbergii</i>	<i>Ternstroemia japonica</i>
<i>Osmanthus ilicifolius</i>	<i>Torreya nucifera</i>
<i>Parabenzoin praecox</i>	<i>Wistaria floribunda</i>
<i>Pinus thunbergii</i>	<i>Zelkova serrata</i>

Slope associations

<i>Abies firma</i>	<i>Machilus thunbergii</i>
<i>Acer diabolicum</i>	<i>Meliosma myriantha</i>
<i>Acer mono forma dissectum</i>	<i>Osmanthus ilicifolius</i>
<i>Acer rufinerve</i>	<i>Parabenzoin praecox</i>
<i>Alnus japonica</i>	<i>Pieris japonica</i>
<i>Benzoin glaucum</i>	<i>Pinus thunbergii</i>
<i>Benzoin unbellatum</i>	<i>Pourthiaea villosa</i>
<i>Carpinus laxiflora</i>	<i>Prunus jamasakura</i>
<i>Carpinus tschonoskii</i>	<i>Quercus glauca</i>
<i>Cinnamomum camphora</i>	<i>Quercus serrata</i>
<i>Cinnamomum japonica</i>	<i>Rosa multiflora</i>
<i>Cinnamomum micranthum</i>	<i>Sapindus mukurosii</i>
<i>Cleyera japonica</i>	<i>Stewartia monadelphica</i>
<i>Fraxinus lanuginosa</i>	<i>Styrax sp.</i>
<i>Gleditsia japonica</i>	<i>Symplocos myrtacea</i>
<i>Hamamelis japonica</i>	<i>Ternstroemia japonica</i>
<i>Ilex integra</i>	<i>Torreya nucifera</i>
<i>Illicium religiosum</i>	<i>Tsuga sieboldii</i>
<i>Juglans mandshurica</i> var. <i>sieboldiana</i>	<i>Wistaria floribunda</i>
<i>Kalopanax septemlobus</i>	<i>Zelkova serrata</i>

Montane associations

<i>Abies firma</i>	<i>Maackia amurensis</i> var. <i>buengeri</i>
<i>Acer mono forma dissectum</i>	<i>Picea polita</i>
<i>Betula sp.</i>	<i>Pieris japonica</i>
<i>Cinnamomum camphora</i>	<i>Rhododendron quinquefolium</i>
<i>Cinnamomum micranthum</i>	<i>Stewartia monadelphica</i>
<i>Fraxinus lanuginosa</i>	<i>Styrax sp.</i>
<i>Gleditsia japonica</i>	<i>Thuja standishii</i>
<i>Kalopanax septemlobus</i>	<i>Tsuga sieboldii</i>

が推測される。

IV. 2 小型化石群 (花粉・孢子)

IV. 2. 1 分析方法

分析試料として、池牟礼層の大型化石が多産する部分の凝灰質シルト岩を用いた。1) よく砕いた試料を32メッシュの篩に通し、そのうちから50gr. を NaOH の 10% 溶液に一昼夜浸した。

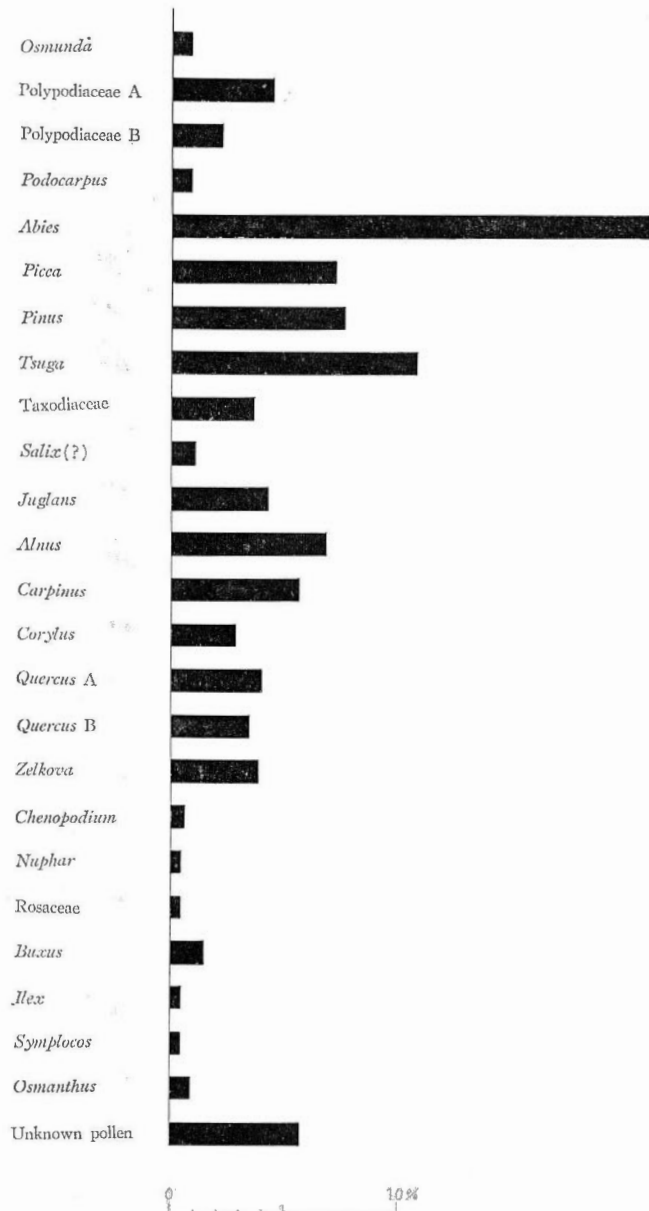
遠心分離器にかけて上澄の NaOH を捨て、水洗を行なった。2) HF48% 溶液を加えて一昼夜放置し、ふたたび遠心分離器にかけて HF 液を捨て水洗をくり返した。3) ガラス質が溶けて初めの半分以下に減った試料に HCl 10% 溶液を加えて70°C 程度で約5分間熱し、上澄液を捨てて水洗した。4) HCl : HNO₃ = 1 : 2 の混合液にそれと同量の水を加えた溶液で5分間70°C 程度に熱し、水洗によって酸を取り除いた。5) KOH 7% 溶液を10cc 加えて湯せん上で30分間熱した。KOH の反応によって黒色をおびた上澄液を、その色

が薄くなるまで水洗と遠心分離をくり返して行なった。6) 無水酢酸 [(CH₃CO)₂O] : 濃硫酸 (H₂SO₄) = 9 : 1 の混合液を加え、約30秒間70°C程度で熱し水洗した。7) 最後に氷酢酸 (CH₃COOH) で残渣を2回洗い、それを水洗してグリセリンゼリーで封入した。

今回の方法は時間と手数が多くかかったが、鉱物質や他の障害物は非常に少なく化石の保存状態も良好であった。

IV. 2. 2 分析結果とその解析

検出された花粉・孢子化石は第6図に示したとおりである。この解析には花粉・孢子化石500個体をもとにして行なった。この小型化石群は鑑定できたもの24種類と数種の鑑定できなかったものが含まれている。



第6図 池牟礼層産小型化石産出図
Diagram of the micro fossils from the Ikemure formation.

産出個体数においては *Abies* (モミ属) が圧倒的に多く全体の21%を占め、次いで、*Tsuga* (ツガ属) 10.8%, *Pinus* (マツ属) 7.6%, *Picea* (トウヒ属) 7.2%, *Alnus* (ハンノキ属) 6.8%, *Carpinus* (クマシデ属) 5.6%の順となっている。そして、これら多産属のうち上位4属が針葉樹で占められている。さらに残る針葉樹 *Podocarpus* (イヌマキ属) および *Taxodiaceae* (スギ科) の2種も含めると針葉樹1科6属のみで全体の半数を越える51%に達する。また、*Salix* (?) (ヤナギ属)・*Juglans* (クルミ属)・*Alnus*・*Carpinus*・*Corylus* (ハシバミ属) および *Quercus* (コナラ属) など尾状花 (catkin) を有する植物の合計産出量が27.8%を占めている。針葉樹および尾状花類の花粉は虫媒花に較べて一般に生産量が多く、飛しょう距離も大きい。したがってこれら化石の産出割合が高いということのみでその植物が堆積当時優勢であったとか、堆積地のごく近縁に生育していたとする単純な推測は当たらない。

花粉粒は主として水・風および昆虫類によって移動する。そして、池牟礼層中に含まれた花粉の多くは風の影響を受けた可能性が強く、それを支持するに好都合な資料がある。すなわち、今回えびのフローラから検出された針葉樹および尾状花類の開花期には第二章の気候の項で述べたように加久藤盆地周辺は南東方向からの風向が優占すると考えられる。したがって、もし池牟礼層堆積当時の気象条件が現在とほぼ同じであったと仮定すると、これら風媒花植物の花粉粒の多くは霧島山塊から供給されて同盆地内の堆積物中に多く含まれる可能性が非常に強いことが指摘される。ちなみに、えびのフローラから検出された花粉粒の80%以上が風媒花からなっている。

次に上記多産種とは反対に大型化石の組成から推せば当然多数検出されてよいと考えられる *Osmanthus* がわずか0.8%にとどまり、*Lauraceae* にいたっては全然検出されなかった。*Osmanthus* は大型化石の項で述べたとおり堆積地近辺に繁茂していたものと推察している。同属の花粉生産量は風媒花植物の花粉生産量に比してかなり少なく、移動可能距離も小さいものと考えられる。したがって同属の花粉化石の産出量が少なかったことは以上のような原因その他が重なった結果と推測される。

一方、*Lauraceae* については大型化石で7種類が産出しているにもかかわらず、花粉は全然検出されなかった。この原因として、同科の植物は一般に花粉生産量が少ないことも考えられる。また、島倉 (1961) によれば同科の花粉は酸に弱いので保存されにくいといわれている。えびのフローラの場合、地層中に堆積した *Lauraceae* の花粉が酸に冒されて次第に消滅し、化石として保存されなかったものか、あるいは、試料分析の過程において酸を用いたため花粉化石を破壊してしまったものか、現段階では明らかでないが、いずれにしても *Lauraceae* の花粉化石が検出されなかった大きな原因は酸によるものと考えられる。

以上述べてきた中で特に今後に残る問題として花粉粒の量的考察があげられる。今回の報告ではその点についての資料が非常に少なかったため多くを述べるに至らなかった。

大型化石についても量的解析には問題があるが、特に小型化石の解析は生産量、移動距離、開花時期、保存の難易など上述のような諸条件があるので、それらを加味して解析を行なわなければ堆積当時の環境を推察する上に誤解を伴う危険がある。したがって、この点については今後慎重に検討していく必要がある。

次に、検出された花粉・孢子類のうち、おもな種類について気付いた点を記してみる。

Osmunda 大きさは32~40 μ で同属のものとしてはやや小型である。Pl. X, fig. 1では表面模様が不鮮明であるが、顕微鏡下では明らかに粒状模様を有し、Y型マークも印されている。

Polypodiaceae Pl. X, figs. 2, 3に示したとおり明らかにAとBの2つのタイプに分けられる。Aタイプは44~51 μ 、扁豆状で溝は単条型、表面は粗い網目模様を呈している。一方、Bタイプは50~68 μ 、扁豆状で単条型の溝を有する点ではAタイプと似ているが、表面模様は非常に薄く、わずかに細かい粒状模様を呈している。

Abies 本体は87~97 μ 、やや粗い粒状模様を呈する。Cap は非常に厚い。翼には粗い網目模様がある。同属は暖~亜寒帯の広い分布を示しているが、大型化石から推定される暖帯気候および同属の日本における現在の分布を考慮に入れ、さらに大型化石として産出する同属から類推して *A. firma* と考えられる。しかも花粉化石の形態特徴が現生種の特徴と一致する点が多い。

Picea 本体70~92 μ 、細かい粒状模様を呈し、翼との付着点に同属特有の形態がみられる。翼は本体に比し小さい。*Picea* 属は温~寒帯に多く分布しているが、大型化石から類推して *P. polita* と考えられる。

Pinus 本体46~51 μ , いわゆる *diploxylon* タイプで, 大型化石から推測される環境と同属の現在の分布から予想される現生種は *P. thunbergii* および *P. densiflora* で, この化石属にはこれら2種が含まれている可能性が高い。

Tsuga 本体44~51 μ , 翼の幅6~7 μ , 現在日本には *T. sieboldii* (温~暖帯) および *T. diversifolia* (コメツガ) (温帯) の2種のみが自生している。えびの産の花粉化石は, その大きさなど形態上の特徴から *T. sieboldii* と考えられ, しかも大型化石とも一致する。

Quercus A. (evergreen) 15~22 μ で, そのピークが18 μ にある。大きさから判断して常緑カシと考えられる。大型化石から類推される種は *Q. glauca* である。しかし, *Quercus* 属に含まれる多くの常緑カシ類の現在の分布を考慮すると, *Q. glauca* の他にも数種類が含まれている公算が大きい。

Quercus B. (deciduous) 24~36 μ で, そのピークが33 μ 付近にある。その大きさから判断して落葉カシと推定される。えびのフローラが示す暖帯気候から推定される落葉カシ類は, それらの現在の分布から考えて *Quercus serrata* の他に数種類がBタイプに含まれている可能性が高い。

Osmanthus 大きさは27 μ 前後で現生種 *O. ilicifolius* に比してやや大きい, Pl. XII, fig. 16b に示したうに表面模様と3孔溝型の形態特徴がよく一致する。大型化石との関連もあって *O. ilicifolius* と考えられる。

IV. 3 検 討

IV. 3. 1 大型化石と小型化石との関連

以上述べてきたように, 大型化石で47種, 小型化石では24種類の産出をみた。ここでこれらを単なる引算によって両者の産出種数の差を表わすことは適当でない。すなわち, 大型化石は種まで識別されての数であり, 小型化石は科または属までしか鑑定できなかったもので, もし花粉においても種まで識別できれば当然その種数が増えることが考えられる。

ここで両者を科の単位で比較してみれば, 大型化石22:小型化石17で数的には大きな開きはないが, 属の単位では40:24となり両者間にかなりの差が生じてくる。この差について現在考えられる原因は, 樹木の開花と落葉の時期的な食い違いとその各時期における自然現象の差・花粉と葉の生産量の差およびそれらの運搬可能距離の差・さらに Lauraceae の例で述べたように化石の保存の難易などに関係があるものと思われる。

第8表で明らかなように風媒花を有すると思われる植物の化石は大型と小型でほぼ共通した科または属が産出するが, 虫媒花を有すると思われる種類については大型化石では優勢であるが, 小型化石では小数の産出をみたにすぎない。したがって, 前にも述べたとおり池牟礼層堆積当時における花粉の移動は風による影響が大きかったと推察することにある程度肯定できるものである。また, 一般に大型化石は堆積盆地およびその周辺近くの森林を代表し, 小型化石ではさらに広範囲の森林を代表するものといわれている。両者の移動可能距離から考えて筆者もその説を否定するものではない。しかし, その説から考えると, 大型化石よりも小型化石の種数が上回ってよいはずであるが, えびのフローラにおいてはその逆の結果がでている。この原因についても前述の通り風の影響が主で虫媒花の産出が非常に少なかったという同フローラの特异性が一因として考えられる。しかし, 他に原因があることも考慮して今後多くのフローラについて両者の比較を行ないこれらの原因を究明して行く所存である。

小型化石24種類のうち大型化石で産出しなかったものが10種類含まれており, そのうち5種類がシダ類を含む草本類で占められている。さらに鑑定できなかった5.6%の個体の中にも草本類が多く含まれている可能性が高いが, 現在の所シダ類を除いて草本類の比較資料が少なく不明なものが多い。草本類の葉は一般にその形態上落葉することが少なく, したがって大型化石として保存されることはまれである。草本類には環境に鋭敏な種類も多くあるので花粉化石で識別することができれば, 大型化石を補って環境解析をする上により良い結果がえられるものと期待している。

従来, 花粉分析学の一般的考察からすると, 第6図の示すえびの小型化石群はその組成から Cool~warm-temperate 気候が推定されよう。一方第IV章の1.3項で述べたとおり, 大型化石群では明らかに warm-

第 8 表

A comparative table between Macro- and Micro-fossils

Macro-fossil	Micro-fossil
*	Osmundaceae
	<i>Osmunda</i>
*	Polypodiaceae
*	A type
	B type
Taxaceae	*
<i>Torreya</i>	
*	Podocarpaceae
	<i>Podocarpus</i>
Pinaceae	Pinaceae
<i>Abies</i>	<i>Abies "firma"</i>
<i>Picea</i>	<i>Picea "polita"</i>
<i>Pinus</i>	<i>Pinus "thunbergii" and "densiflora"</i>
<i>Tsuga</i>	<i>Tsuga "sieboldii"</i>
*	Taxodiaceae
Cupressaceae	*
<i>Thuja</i>	
*	Salicaceae
	<i>Salix (?)</i>
Juglandaceae	Juglandaceae
<i>Juglans</i>	<i>Juglans "mandshurica" var. "sieboldiana"</i>
Betulaceae	Betulaceae
<i>Alnus</i>	<i>Alnus "japonica"</i>
<i>Betula</i>	*
<i>Carpinus</i>	<i>Carpinus</i>
*	<i>Corylus</i>
Fagaceae	Fagaceae
<i>Quercus</i> (evergreen)	<i>Quercus</i> (evergreen) " <i>glauca</i> and others"
<i>Quercus</i> (deciduous)	<i>Quercus</i> (deciduous) " <i>serrata</i> and others"
Ulmaceae	Ulmaceae
<i>Zelkova</i>	<i>Zelkova "serrata"</i>
*	Chenopodiaceae
	<i>Chenopodium</i>
*	Nymphaeaceae
	<i>Nuphar</i>
Magnoliaceae	*
<i>Illicium</i>	
Lauraceae	*
<i>Benzoïn</i>	*
<i>Cinnamomum</i>	*
<i>Machilus</i>	*
<i>Parabenzoin</i>	*
Hamamelidaceae	*
<i>Hamamelis</i>	

第8表 つづき

Macro-fossil	Micro-fossil
Rosaceae	Rosaceae
<i>Pourthiaca</i>	*
<i>Prunus</i>	*
<i>Rosa</i>	*
Legminosae	
<i>Albizzia</i> (?)	*
<i>Gleditsia</i>	*
<i>Maackia</i>	*
<i>Wistaria</i>	*
*	Buxaceae
Aquifoliaceae	<i>Buxus</i>
<i>Ilex</i>	Aquifoliaceae
Aceraceae	<i>Ilex</i> "intgra"
<i>Acer</i>	*
Sepindaceae	
<i>Sapindus</i>	*
Sabiaceae	
<i>Meliosma</i>	*
Theaceae	
<i>Cleyera</i>	*
<i>Eureya</i>	*
<i>Stewartia</i>	*
<i>Ternstroemia</i>	*
Araliaceae	
<i>Kalopanax</i>	*
Ericaceae	
<i>Pieris</i>	*
<i>Rhododendron</i>	*
Symplocaceae	Symplocaceae
<i>Symplocos</i>	<i>Symplocos</i> "myrtacea"
Styracaceae	
<i>Styrax</i>	*
Oleaceae	Oleaceae
<i>Fraxinus</i>	*
<i>Osmanthus</i>	<i>Osmanthus</i> "ilicifolius"
Total 22 families (40 genera)	17 families (2 families, 20 genera and 2 types)
	* No occurrence
	" " Supposed species

temperate 気候を示している。このような差違は前述の供給範囲の違いにも原因を 求めることができるが、小型化石において種まで識別されていないことにおもな原因があると考えられる。

Osmunda, Polypodiaceae, *Abies*, *Picea*, *Pinus*, *Alnus*, *Carpinus*, *Quercus* などの科や属は多くの種を有し、しかもそれらは種によって分布地域がことなっていることが多い。このような科または属は種まで識別しないで、温冷とか温暖とか気候を云々することは非常に危険である。

現生花粉の研究に際して、最近進歩した光学機械によって花粉の形態の細部を観察し種まで識別する研究が行なわれており、その結果に希望が持たれている。

IV. 3. 2 古 気 候

すでに第IV章の各項でしばしば述べてきたが、池牟礼層堆積当時は化石植物群の組成が示すように堆積地付近は暖帯照葉樹林で代表される植生を呈し、その背後には山地斜面植生で特徴づけられる温・暖混交林があり、つづいて山地性温帯植生が存在していたものと推定される。そして、今日の日本におけるこのような条件を有する地方は、主として西南本州・四国および九州に求めることができる。さらに地域を絞ってみれば、第II章で述べたように現在のえびの周辺においてもその条件を十分に満たすことができる。そしてこれを否定する材料は現在までのところみあたらない。したがって現在のえびの地方の気候が示す年平均気温13~16°C、年平均降水量約2,500mmは池牟礼層堆積当時においても大差がなかったものと推測される。

第9表 加久藤盆地産植物化石〔三木・粉川(1962)による〕
Plant fossils from the Kakuto basin

	Loc. b	Loc. c	Loc. d
Gymnospermae			
<i>Abies homolepis</i> SIEB. and ZUCC.	×		
<i>Abies veitchii</i> LINDL.	×		
<i>Picea jezoensis</i> CARR.	×		
<i>Picea polita</i> CARR.		×	
<i>Tsuga diversifolia</i> MASTERS.	×		
<i>Tsuga sieboldii</i> CARR.	×	×	
<i>Cryptomeria japonica</i> D. DON	×		
<i>Chamaecyparis pisifera</i> SIEB. and ZUCC.		×	
<i>Thuja standishii</i> CARR.	×	×	
Angiospermae			
<i>Pterocarya rhoifolia</i> SIEB. and ZUCC.		×	
<i>Alnus hirsuta</i> TURCZ.	×		
<i>Betula grossa</i> SIEB. and ZUCC.	×		
<i>Betula platyphylla</i> SUKAT.	×		
<i>Carpinus cordata</i> BL.	×		
<i>Corylus sieboldiana</i> BL.		×	
<i>Ostrya japonica</i> SARG.		×	
<i>Fagus crenata</i> BL.		×	
<i>Nauphar japonicum</i> DC.			×
<i>Nymphaea tetragona</i> GEORGI.			×
<i>Hamamelis parrotioidea</i> MIKI		×	
<i>Prunus donarium</i> S.		×	
<i>Prunus salicina</i> LINDL.		×	
<i>Fagaria schimifolia</i> ENGL.		×	
<i>Staphylea bumalda</i> DC.		×	
<i>Acer palmatum</i> THUNB.	×		
<i>Rhamnus</i> cfr. <i>dahurica</i> PAHL.	×		
<i>Vitis coignetiae</i> PULL.	×		
<i>Stewartia monadelphica</i> SIEB. and ZUCC.		×	
<i>Aralia elata</i> SEEM.	×	×	
<i>Cornus controversa</i> HEMSL.	×	×	
<i>Pterostyrax corymbosa</i> SIEB. and ZUCC.	×		
<i>Fraxinus manshurica</i> RUPR.	×		
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.			×
<i>Sambucus sieboldiana</i> BL.		×	
<i>Schizopepon bryoniaefolia</i> MAX.	×		

地質時代については後述するが、年平均気温 $13\sim 16^{\circ}\text{C}$ は第四紀氷河時代における間氷期と考えられる。

ちなみに、池牟礼層堆積時の前・後における気候を、これまでに報告された資料から考察してみる。

三木・粉川(1962)は九州全般における後期新生代の植物群を研究し、その中で加久藤盆地から産出した化石についてもふれている。層準については詳しく述べられていないが採集位置と地層の特徴から Loc. b および Loc. c はともに加久藤層群溝園層に、また Loc. d は国分層群に相当するものと考えられる。

産出化石は第9表に示してあるとおり Loc. b および Loc. c の植物群は温帯～亜高山種が主体をなしており、三木らは同化石群を更新世の氷期の堆積物と考えている。粉川は Loc. d 産の *Menyanthes* の種子について計測し、その値からミンデル期としている。また、畑中健一(1970)は三木らの Loc. d と同じ場所における泥炭の薄層を挟むシルト層について花粉分析を行なった。その結果は *Polypodiaceae*, *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Tsuga* が多産し、*Fagus*, *Quercus*, *Alnus*, *Zelkova* なども検出されている。畑中はこの花粉構成から堆積当時の気温を現在より $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ 低かったと考え、氷期～亜氷期の植生とみなしている。しかし、畑中のいう気温低下の理由には疑問がある。すなわち、畑中は現在標高 1,000～1,200m にあるモミ・ツガ林を堆積地の高度(200m)まで下げて、同森林帯が 800～1,000m 降下したものと考えているが、それら植物の花粉の生産量および飛しょう力を考慮すれば、同森林帯を堆積地と同じ高度まで下げなくとも解釈できるものと思われる。

一方、*Fagus* の遷移から当時の気温変化をたどってみれば、国分層群からは第三章で述べたとおり *Fagus* が多産し、畑中の報告にもその存在が認められている。また溝園層からは三木らによって *Fagus crenata* (ブナ)の産出が報ぜられている。しかるにその中間に挟まれている池牟礼層からは大型化石はもとより花粉化石さえ認められなかった。第II章3項で述べてあり、Pl. II, fig. 1 でもみられるように、*Fagus* は現在霧島山塊の 1,000m 以上に、日本におけるブナのほぼ南限として、わずかながら自生している。再三述べてきたとおり、池牟礼層堆積当時の気候が現在のえびの地方と同じと考えれば、当時も背後に 1,000m 以上の山塊があってその山頂付近に *Fagus* が分布していたと想定することができる。そして、池牟礼層堆積地と当時の *Fagus* の分布地との距離がブナの花粉飛散可能距離よりも大きかったため化石として残らなかったものと推測される。いいかえれば、国分層群および溝園層堆積時にはブナの花粉や殻斗の移動可能距離内までブナ林が降下し分布していたと推測することができる。この推論が正しければ、国分層群および溝園層堆積時は池牟礼層堆積時よりも気温が低かったことになり、この小さな堆積盆の中にも氷河時代における気温の変動がきざまれていたことが推察される。

IV. 3. 3 対比および地質時代

第四紀の時代区分を植物化石のみで定めることは、現時点においては不可能に近い。たとえば、第四紀を通じて植物は現在のものと大きな変化がみられない。したがって、古い時代における標準化石による層序区分は、この時代については通用しない。この研究においても、その例にもれず植物群のみで時代区分を行なえるような資料はえられなかった。したがって、現在までに報告された当地方に関連ある資料も含めてえびのフローラの地質時代を検討してみたい。

伊田ら(1956)は、加久藤層群の時代を同層群の下半部と国分層群を対比してレターノミネーションによる I (鮮新世後期～更新世前期)とした。一方、III章でのべたように、最近の資料からは加久藤層群の下位と考えられる国分層群は鹿児島地方に広い分布が知られ、その時代についてはかつて鮮新世後期～更新世前期と考えられていた。しかし、最近では更新世前～中期を支持する報告および意見が多く聞かれるようになった。また、前項で述べたように粉川(1962)によるミツガシワ種子の計測値から国分層群の一部はミンデル期と考えられる。さらに *Metasequoia* に関する資料から推察すれば、同属は鮮新世末期まで汎世界的に繁茂し、日本では更新世前期までその生存が認められていた。その *Metasequoia* の南九州地方における最も新しい記録は、鹿児島県薩摩郡永野に主として分布している永野層から少数産出したものである。永野層はかつて国分層群の下部層に対比されていたが、現在では国分層群よりも下位の地層でその時代は鮮新世後期～更新世前期であると考えられている。現在までのところ国分および加久藤の両層群からは *Metasequoia* の産出は認められていないので、永野層堆積時を *Metasequoia* の消滅期と仮定すれば、国分層群は更新世前～

中期とする最近の考えと一致する。

荒巻(1968)は独自の考えから加久藤層群の昌明寺層・下浦層などシラスの大部分を京町層と名付け、同層を始良火山の入戸軽石流に対比した。入戸軽石流の地質時代については C^{14} 年代測定が行なわれており $16,000 \pm 350$ 年(荒巻, 1965)および $23,400 \pm 800$ 年(一色, 1965)の結果がえられている。この年代は第4氷期(ヴェルム期)に相当する。

以上数少ない資料から池牟礼堆積時前後の地質時代について述べてみた。これらを要約すれば、池牟礼層は下位のミンデル氷期と上位ヴェルム期の間にあって、しかも化石植物群が示す気候からは間氷期と推定されているところから、ミンデル/リスまたはリス/ヴェルムのいずれかの間氷期の堆積物と推測される。

V. 結 論

以上各項で述べてきたことを総合すると、えびの化石植物群からは次のような特徴が考えられる。

大型化石および小型化石とも生産量が多く、しかも移動が比較的容易な針葉樹の多産が目立った。それら針葉樹は主として温帯下部ないし暖帯性の要素を示すもので、いずれも現在の南九州地方に分布している。

Osmanthus ilicifolius の多産は例外的で、同種は常緑のしかも低木で生産量は針葉樹とは比較にならないくらい少ない。したがって同種は堆積地近辺に繁茂していたことが推察される。

大型化石47種中、常緑樹19種、外来種1種で絶滅種と思われるものは皆無で、主として暖帯性植物からなり温帯要素も含まれている。そして、これら同植物群の構成種は主として今日における山地斜面群系からなっている。

小型化石24種類中、風媒花と思われるものが14種類含まれており、それらの合計産出量は80%強を示している。したがって、花粉粒の堆積には風の影響が大きかったことを物語っている。

えびの化石植物群が示すように、池牟礼層堆積当時の加久藤盆地周辺には暖帯植物が繁茂し、その背後に温帯性森林を控えた、今日のえびの地方と同じ環境をしのばせるものがあつた。そして含化石層はその上下関係と植物群が示す特徴から考えてミンデル/リスまたはリス/ヴェルムのいずれかの間氷期の堆積物と推定した。

筆者は今回初めて大型化石と小型化石の両面から植物群を検討してみた。その結果、両者間には産出種類においてかなりの差が示されたが、堆積当時の環境を推定する上にそれほど大きな問題ではなかった。

花粉化石においては現時点で現生種との比較において種まで識別することは特殊なものを除いて困難であるが、大型化石の構成種から類推して、確信を持てるまでには至らないが、ある程度種の見当が付けられることがわかつた。花粉分析の研究は、大型化石がある限られた条件の下に堆積した地層からのみ産出するのに対し、小型化石はおおよそ堆積岩であれば大部分含まれていると考えられるところから地質学の分野においても今後さらに発展していくものと推察される。花粉分析は現在地層の対比に多く使われているが、古環境を推定する上にも重要となりつつある。前にも述べたが環境を解析するには花粉化石を種まで識別することが強く望まれる。その意味では今回の研究は一步前進したと云っても過言ではない。

以上述べた通り、大型化石と小型化石を比較検討した結果、いくつかの興味ある事実が判明したが、一方では今後に残された問題点も少なくなく、これらを究明していくことがこれからの課題である。

VI. Systematic Descriptions

Family Taxaceae

Torreya nucifera SIEBOLD and ZUCCARINI (Pl. IV, fig. 1)

Description: Needles linear to lanceolate, 10 to 25 mm. long and 3 to 4 mm. wide;

acuminate apex with pin-like tip; cuneate or obtuse at base; petiole short, 1 mm. long; two lines of stoma impressed.

Remarks: Twenty seven impressions of needle in the Ebino flora are quite identical to the modern *Torreya nucifera* SIEB. and ZUCC. which is widely distributed in the southern part of the cool-temperate to the warm-temperate regions of central to western part of Honshū, Shikoku and Kyūshū.

The fossil leaves and seeds of this living species were described from Pleistocene sediments in Kinki district, Japan by MIKI (1957) and others.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4601.

Family Pinaceae

Abies firma SIEBOLD and ZUCCARINI

(Pl. IV, figs. 2-5)

Description: Needles linear, 18 to 22 mm. long, emarginate or sharply bifid at apex; midrib stout.

Conescales almost semicircle in shape, 20 to 30 mm. wide and 12 to 25 mm. height; base of scales subcordate; margin finely irregular-serrulate; stalks cuneate, 7 mm. long.

Seeds cuneate and 6 to 10 mm. long; wings semi-fan-like shape, 10 to 17 mm. long and 8 to 12 mm. wide.

Remarks: This species is represented by abundant well-preserved needles, two nearly complete conescales and seven seeds. These fossil specimens well match those of the modern *Abies firma* SIEB. and ZUCC., which now exists in Honshū, Shikoku and Kyūshū.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4602, 4603, 4604, 4605.

Picea polita CARRIÈRE

(Pl. IV, figs. 6, 7)

Description: Seeds triangularly oval in shape, acute at base, 4 to 5 mm. long and 3 mm. wide; wing ovate, rounded at the end, 9 to 15 mm. long and 4 to 8 mm. wide.

Remarks: This species is represented by both needles and seeds. Though several seed specimens are small in size, they probably produced near the end of the cones. Present fossils are similar to those of the modern *Picea polita* CARR. which is growing in the cool-temperate region of Honshū, Shikoku and Kyūshū, it grows in warmer part than any other Japanese spruces and the only spruce in Kyūshū.

The fossil seeds of *Picea kaneharai* TANAI and ONOE, which is closely similar to this living were described from the Mio-Pliocene Hōki flora in Chūgoku district in Japan by TANAI and ONOE. MIKI (1937) also described the fossil cones and leaves of this species from the upper Pliocene sediments near Akashi city, Hyōgo Prefecture.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4606, 4607.

Pinus thunbergii PARLATORE

(Pl. IV, fig. 11)

Description: Seeds triangular in shape, 6 mm. long and 4 mm. wide; wing oblong to obovate, rounded at the end, 15 mm. long and 6 mm. wide.

Remarks: Needles in bundle of two and six seed impressions are obtained from

the No. 1 locality. These specimens are closely similar to the living *Pinus thunbergii* PARL. or *Pinus densiflora* SIEB. and ZUCC., and the former is more similar to the mode of their outline. *P. thunbergii* is one of the trees most common in central and southern Honshū, Shikoku, Kyūshū and also extend to Korea. It natives generally along seashore and also found inland in the warmer part.

Many fossil cones of *Pinus fujiii* MIKI, which is closely similar to this living species, have been found from Pliocene flora in various localities in Japan.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4608.

Tsuga sieboldii CARRIERE

(Pl. IV, figs. 8-10)

Description: Leaves linear, 6 to 10 mm. long and 2 mm. wide; apex emarginate; acute or rounded at base; midrib clear; petiole slender and 1 mm. long.

Seeds ovate, 2 to 3 mm. long and 2 mm. wide; wings oval or ovate, 4 to 7 mm. long and 4 to 5 mm. wide; rounded at top; broadest near the base.

Remarks: Lots of needles, seeds and a single incomplete conescale impressions are referred to this species. These fossils are quite similar to the genus *Tsuga* by their characteristic features. In Japan, *Tsuga* grow two species *T. sieboldii* CARR. and *T. diversifolia* MAST. at present, and it is somewhat difficult to distinguish each other only leaf and seed. The Ebino specimens are rather alike *T. sieboldii* than *T. diversifolia*.

Tsuga sieboldii CARR. is a dominant tree of the temperate coniferous forest in central and southern Honshū, Shikoku and Kyūshū.

MIKI described fossil cones and other products from Pleistocene sediments in Nishinomiya-city, Kinki district, Japan.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4609, 4610, 4611.

Family Cupressaceae

Thuja standishii CARRIERE

(Pl. IV, figs. 12-14)

Description: Terminal part of leafy twigs slender; scale-like leaves decussately opposite, obtuse, the lateral ones much larger than facial ones.

Remarks: Eight fragmental leafy twigs obtained from No. 1 and No. 2 localities. These specimens are quite similar to scaly leaves of the living *Thuja standishii* CARR., which is distributed in the temperate forests of Honshū and Shikoku, and is most common in northern to central Honshū, at altitudes of 400 to 2,000 meters.

The fossil leafy twigs of this living species were described from the upper Pliocene sediments of Japan from MIKI and TAKAHASHI. TANAI and ONOE (1961) described fossil species *T. nipponica* resembling to this living species, from Mio-Pliocene Hōki flora in Chugoku district, Japan, and the fossil species has been comparatively common in Pliocene floras in Japan.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4612, 4613.

Family Juglandaceae

Juglans mandshurica var. *sieboldiana* MAKINO

(Pl. IV, figs. 15, 16)

Description: Leaflets incomplete, missing in basal part of blade, estimated elliptical in shape, 7.5 cm. long (estimated) and 3.5 to 4 cm. wide; apex abruptly pointed and acute; base missing; midrib stout and straight; secondary nerves rather slender, about 13 alternate pairs, diverging from the midrib at the angles of about 45 to 60 degrees, curving upwards, forming loops near the margin; tertiaries in the inter-secondary spaces forming a coarse and irregularly polygonal network.

Nut, though one of a pair, nearly globose, bluntly acute at apex; rounded at base; two-celled at the basal part and one-celled above the middle, 19 mm. wide and 21 mm. long, thick shelled.

Remarks: One of a pair of nut and three poorly-preserved leaflet impressions from No. 1 locality are identical with those of the modern *Juglans mandshurica* var. *sieboldiana* MAKINO (Syn. *J. ailanthifolia* CARR), which is growing from Hokkaido at the north to Kūshū at the south.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4614, 4615.

Family Betulaceae

Alnus japonica SEBOLD and ZUCCARINI

(Pl. IV, fig. 17)

Description: Leaves almost complete, missing only tip of blade, elliptical in shape, 3.2 to 4.5 cm. long and 1.7 to 2.3 cm. wide; apex acute; base acute; margin duplicately serrate with acute teeth; midrib stout, straight to the top; secondary nerves about 7 pairs, alternate or subopposite, diverging from the midrib at angles of about 40 degrees on the lower part and about 30 degrees on the upper part, slightly curving upwards, entering marginal large teeth, near the margin branches from the secondaries entering smaller teeth; tertiaries slender; texture thin.

Remarks: Only two small-sized leaves, including one nearly complete specimen closely resemble those foliage of the modern *Alnus japonica* SEB. and Zucc., which is widely distributed in Japan, China, Korea and Manchuria.

The fossil species, *Alnus miojaponica* TANAI, which is considered most nearly allied to this living species, have been commonly found from Neogene floras of Japan.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4616a.

Betula sp.

(Pl. IV, fig. 20)

Description: Conescale trilobate, 7 mm. long and 5 mm. wide; lobes spatulate; rounded apex, the lateral lobes ascending, one third shorter than middle lobe; base rounded.

Remarks: Single isolated scale of fruiting cone is obtained from No. 1 locality. This fossil specimen is referred to the genus *Betula* by its shape. Though it is closely similar to conescale of the living *Betula grossa* var. *ulmifolia* MAKINO in its outline and size, which is widely distributed in the temperate forests of Japan, except

Hokkaidō, but it isn't given specific name, because there found no decided products of species such as leaves and others but only conescale.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4617.

Carpinus laxiflora BLUME

(Pl. IV, figs. 23-25)

Description: Leaf incomplete, missing in left side of blade, ovate in shape, 3.8 cm. long and 1.9 cm. wide (estimated); apex acuminate; base rounded, slightly cordate; midrib stout, straight to the top; secondaries 12 pairs opposite to subalternate, regularly spaced, diverging from the midrib at angles of 35 to 40 degrees, nearly straight, entering the larger teeth; tertiaries among the inter-secondary space obscure; margin doubly-serrate, with acute teeth; texture thin, membranaceous; petiole rather slender, more than 4 mm. long.

Bractlets trilobed at the base, with lanceolate middle lobe, folded one side of lobes, 12 to 17 mm. long and 8 to 10 mm. wide (estimated); apex acuminate; base rounded or slightly cordate; palmately veined, with 3 primary veins on one side, and 1 or 2 on the other side of the midrib, all spreading, craspedodrome; margin irregularly serrate on one side of the middle lobe; stalk stout, more than 2 mm. long; nut missing.

Remarks: This species is presented by two complete bractlets and a single fragmental leaf impressions from No. 1 locality. These fossils resemble those produced by the living *Carpinus laxiflora* BLUME, which is widely distributed from southern Hokkaidō through Honshū, Shikoku, Kyūshū and also in Korea and central China.

The fossil leaf of the Ebino specimen resembles those of *C. subcordata* NATHORST which is commonly found from early Miocene to late Pliocene floras in Japan, but the latter generally differ in their cordate base and somewhat broader shape than the former.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4618, 4619, 4620.

Carpinus tschonoskii MAXIMOWICZ

(Pl. IV, figs. 18, 19)

Description: Bractlets obliquely ovate in shape, 20 to 22 mm. long and 7 to 11 mm. wide; apex acute with slightly falcate top; base cuneate; palmately veined with 2 primary veins on one side, and 1 on the other side of the midrib, all spreading and craspedodrome; margin coarsely serrate on one side of the bractlet; stalk stout, 2 to 3 mm. long; nut almost globular in shape, 4 mm. long and 3 mm. wide; apex broadly cuneate; base rounded; 4 ribbed on facing side.

Remarks: Three complete and other well-preserved bractlet materials, though no fossil leaf is obtained, are identified with bractlets of the modern *Carpinus tschonoskii* MAXIM., which is widely distributed from the lower part of cool- to warm-temperate forests in Honshū, Shikoku and Kyūshū, Japan, also extending to Korea.

The fossil leaves and bractlets of this living species are abundantly found from middle Miocene to late Pliocene sediments in various localities of Japan.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4621, 4622.

Family Fagaceae

Quercus glauca THUNBERG

(Pl. V, fig. 1)

Description: Leaves oblong-ovate in shape, 5 to 7 cm. long and 2 to 2.5 cm. wide; base obtuse to roundly obtuse; apex acuminate; midrib nearly straight, stout, secondary nerves rather slender, 8 to 12 pairs, opposite to subalternate, almost parallel and regularly spaced, diverging from the midrib at angles of 35 to 45 degrees, gently curving up and enter marginal teeth; tertiaries obscured; margin remotely denticulate on the upper half of blade, and entire on the basal part; petiole stout, more than 4 mm. long; texture coriaceous.

Remarks: This evergreen oak is represented by six leaf impressions with one nearly complete leaf from No. 1 and No. 2 localities. These fossil specimens well match foliage produced by the living *Quercus glauca* THUNB., which is widely distributed in the warm-temperate zone from central Honshū to Shikoku and Kyūshū, Japan, and southward to Formosa, China and Himalayas. This is one of the representative species in eastern Asia.

The fossil species of *Q. nathorsti* KRYSHTOFOVICH first described from the Miocene Kwannonzawa flora in northeastern Honshū, shows almost identical leaf characters with the present specimens, and may be considered to be closely related. This *Q. nathorsti* is commonly found from middle Miocene flora in Japan, and is a representative of the Daijima-type flora.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4623.

Quercus serrata THUNBERG

(Pl. V, figs. 2, 3)

Description: Leaves variable in shape and size, elliptical-ovate to obovate in outline, 2.8 to 10.5 cm. long and 1.3 to 5.0 cm. wide; rounded or slightly cordate at base; acuminate or abruptly acute at apex; midrib stout; secondary nerves rather stout, 9 to 13 pairs, alternate, diverging from the midrib at angles of about 40 to 50 degrees at the middle of blade, somewhat more spreading near the base, basal part of secondaries curving up along the margin; without basal part of secondaries entering the marginal teeth, craspedodrome; tertiaries indistinct; margin coarsely denticulate; petiole 5 to 10 mm. long, stout; texture firm.

Remarks: A single nearly complete leaf and some fragmentary fossil leaves are identified by their characteristic serrated margin and outline as modern *Quercus serrata* THUNB., which is common in the temperate regions of Japan and Korea.

Though many kinds of fossil oaks have been occurred abundantly in Cenozoic floras of Japan, the present species is scarcely known till today. *Quercus protoserrata* TANAI and ONOE, which is considered most nearly allied to existing species, have been found from the Mio-Pliocene Hōki flora in Chūgoku district, and MUKI (1937) described the fossil cupules and seeds of *Quercus serrata* THUNB. from the Pleistocene sediments near Akashi city, Japan.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4624, 4625.

Family Ulmaceae

Zelkova serrata MAKINO

(Pl. IV, figs. 21, 22)

Description: Leaves elliptical to oval in outline, 2.5 to 5.2 cm. long and 1.2 to 3.5 cm. wide; acuminate to acute at apex; base obtuse or rounded, sometimes slightly cordate; midrib stout, mostly straight; secondary nerves rather slender, 6 to 13 pairs, alternate to subopposite, diverging from midrib at the angles of about 40 to 60 degrees, gently curving up, then directly into marginal teeth; tertiaries thin; margin coarsely serrate; texture rather firm; petiole stout, 2 to 4 mm. long.

Remarks: The genus *Zelkova* has been abundantly found throughout Cenozoic floras in the world. In Japan the fossil species *Zelkova ungeri* (ETTINGS.) KOVATS, which is considered most nearly allied to existing species, have been commonly found from Eocene to Pleistocene floras.

Ebino flora is no exception to the rule, thirty specimens of fossil leaves are collected from No. 1 and No. 2 localities. These specimens are quite identical to the modern *Zelkova serrata* MAKINO, which is distributed in Honshū, Shikoku, Kyūshū and extend to Korea, Manchuria and China.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4626, 4627.

Family Magnoliaceae

Illicium religiosum SIEBOLD and ZUCCARINI

(Pl. V, fig. 4)

Description: Leaves oblong-obovate in shape, 5.5 to 9.5 cm. long and 1.8 to 3.0 cm. wide; base cuneate with the blade decurrent along the petiole; apex acuminate or rather mucronate; midrib stout below, then gradually thin toward apex; secondaries, tertiaries and nervilles inconspicuous; margin entire; petiole stout 10 to 15 mm. long; texture thick.

Remarks: A number of leaf impressions including two completely preserved are closely comparable with those of the modern *Illicium religiosum* SIEB. and ZUCC. in such characters as above mentioned. This modern species is common trees in the warm-temperate region, and is distributed from central to southern Honshū, Shikoku and Kyūshū.

The fossil leaves of this living species were described by MUKI (1962) from Pliocene and Pleistocene sediments of Kyūshū, and he (1957) also described fossil cone from the Pleistocene Uegahara flora in Nishinomiya city, Kinki district, Japan.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4628.

Family Lauraceae

Benzoin glaucum SIEBOLD

(Pl. V, figs. 5, 6)

Description: Leaves elliptical in outline, 2.5 to 3.5 cm. long and 1.5 to 2.0 cm. wide; base acute; apex acute or abruptly narrowed and cuneate; midrib rather slender, nearly straight; secondary veins thin, irregularly spaced, diverging from midrib at various angles, curving up near the margin; margin entire; petiole slender, 3 to 5 mm. long; texture thin.

Remarks: The impressions of twelve leaves, including several complete ones, are identical with those of the modern *Benzoin glaucum* SIEB. in their general outline and secondary veins. The existing species is now found from central to southern Honshū, Shikoku and Kyūshū, extending to Formosa, Korea and China.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4629, 4630.

Benzoin umbellatum REHDER

(Pl. V, figs. 7-9)

Description: Leaves obovate in general outline, 2.8 to 5.3 cm. long and 1.4 to 2.8 cm. wide; apex apparently abruptly cuneate; base acute; midrib stout and slightly curved in the upper half of blade; secondary veins rather variable as to spacing and angle of divergence, lowest secondary pairs forming sometimes triplinerved-like, 5 to 7 pairs, diverging at angles ranging from 30 to 60 degrees, curving up and make loops near the margin, camptodrome; tertiaries thin; margin entire; texture firm; petiole rather slender, 3 to 6 mm. long.

Remarks: Six materials of well-preserved leaves, with oblong-ovate shape and entire margin, are identical to those leaves produced by the modern *Benzoin umbellatum* REHD., which is distributed from Honshū to Kyūshū.

The fossil seeds and leaves of this living species were described by MIKI (1941) from the lower Pliocene *Pinus trifolia* beds in central Honshu, Japan.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4631, 4632, 4633.

Cinnamomum camphora SIEBOLD

(Pl. V, fig. 11)

Description: Leaf oblong ovate, 4.8 cm. long and 1.8 cm. wide, broadest in the middle; elongate-acuminate at apex; cuneate at base; midrib stout below, then gradually thin and curved toward apex; lateral primaries rather slender, leaving slightly above the base, gently curving up along margin, extending to the about half of blade, leaving midrib at angles of 25 degrees; secondaries from the midrib 4 pairs, subalternate, diverging at angles of 50 to 60 degrees in the upper half of blade; tertiaries thin; margin entire; petiole rather slender, 1.2 cm. long, texture firm.

Remarks: A single incomplete impression from No. 2 locality surely belongs to the Lauraceae as judged by its triplinervation and thick texture. Especially, this fossil leaf resembles those of the living *Cinnamomum camphora* SIEB. in its characters above described.

This camphora tree is distributed from central and southwestern Honshū, Shikoku and Kyūshū in Japan, and southward to Formosa, southern China and Indo-China.

The fossil leaves and seeds of existing species were described from Pliocene to Pleistocene sediments in Kinki and adjacent districts by MIKI (1948). *Cinnamomum miocenum* MORITA resembling to this living species is commonly found from various localities of Miocene and Pliocene sediments in Japan, and it is one of the representatives in the Daijima type flora of middle Miocene.

Occurrence: No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4634.

Cinnamomum japonicum SIEBOLD
(Pl. V, fig. 10)

Description: Leaf oval in shape, 2 cm. long and 1.4 cm. wide; broadly cuneate at apex; rounded at base; midrib stout, straight; lateral primaries leaving asymmetrical and slightly above the base, gently curving up and extending upward in the middle of midvein and margin; secondaries, tertiaries and nervilles indistinct; margin entire; texture coriaceous; petiole stout, more than 2 mm. long.

Remarks: A single almost complete leaf impression, though small in size, is referred to this species in its characters above mentioned. The resembling of the modern species, *Cinnamomum japonicum* SIEB., which is commonly distributed from central to southern Honshū, Shikoku, Kyūshū and extending to Formosa, southern Korea and southern China.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4635.

Cinnamomum micranthum HAYATA
(Pl. VI, figs. 1, 2)

Description: Leaves ovate or oval in shape, 3 to 5 cm. long and 2.4 to 2.8 cm. wide; apex acute or abruptly acuminate; base obtuse or rounded; primary vein obscurely trinerved; midrib gently zigzagged and tapered at apex; secondary veins slender, diverging from the midrib at varying angles, curving up and connecting with upper ones; nervilles fine and forming polygonal meshes; margin entire; texture coriaceous; petiole stout, 6 mm. long.

Remarks: This species is based on two complete and one fragmental impressions which are closely similar to the living *Cinnamomum micranthum* HAYATA in their characteristic veins and forms as cited above.

The existing species is nowadays distributed only Formosa as a endemic species, and is growing with *Cinnamomum camphora* at altitudes of 450 to 1,800 meter, more abundant in the north and central parts of the island.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4636, 4637.

Machilus thunbergii SIEBOLD and ZUCCARINI
(Pl. VI, fig. 3)

Description: Leaf incomplete, probably oblong-obovate in shape, 9 cm. long (estimated) and 3.5 cm. wide (estimated); upper half of blade missing; base acute; midrib strong and straight; secondary veins rather slender, diverging at angles of about 50 degrees, alternate, extending parallel and almost regularly spaced; gently curving up near the margin and prolonged along the margin, then forming loops; tertiaries among the inter-secondary thin; nervilles fine meshes; margin entire; petiole missing; texture thick.

Remarks: This species is represented by a single and fragmental leaf impression from No. 1 locality. This fossil material is, though upper half is missing, quite identical with those leaves produced by the modern *Machilus thunbergii* SIEB. and Zucc. in its various characters as above mentioned. This living evergreen tree is one of the most common species in the warm-temperate forests and distributed Honshū, Shikoku, Kyūshū, and also found in southern Korea, Formosa and China.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4638.

Parabenzoin praecox NAKAI
(Pl. VI, figs. 4-6)

Description: Leaves ovate, 1.6 to 3.7 cm. long and 0.9 to 1.9 cm. wide; apex broadly cuneate, sometimes tapered; rounded or acute at base; midrib slender; secondary veins weak, 4 to 6 subopposite pairs, leaving midrib at irregular intervals and at angles of 40 to 60 degrees, curving upward, forming loops; tertiaries thin, forming coarse and irregular network, nervilles obscure; margin entire; texture firm; petiole rather slender, 3 to 7 mm. long.

Remarks: This species is represented by many well-preserved leaf impressions, with several complete ones from No. 1 locality. These fossil leaves are variable in size and shape, but fall within the variation displayed by the living equivalent *Parabenzoin praecox* NAKAI, which is commonly found in the mountainous district of Honshū, Shikoku and Kyūshū.

The fossil leaves of *Parabenzoin protopraecox* TANAI considering most nearly allied to existing species was commonly found from middle Miocene flora in Honshū and southwestern Hokkaidō.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4639, 4640, 4641.

Family Hamamelidaceae

Hamamelis japonica SIEBOLD and ZUCCARINI
(Pl. VI, figs. 7-9)

Description: Leaves oval to obovate in general outline, 4 to 5 cm. long and 2.5 to 3 cm. wide; apex obtuse; base asymmetrically rounded, slightly cordate; midrib rather stout; basal pairs of secondaries forming trinerve-like, united at the top of petiole, diverging at angles of 25 to 30 degrees, gently curving the margin and forming loops; other secondaries 3 to 4 alternate pairs, diverging at angles 35 to 40 degrees, extending nearly straight and ending in marginal teeth, craspedodrome; tertiaries irregularly networks in inter-secondary spaces; nervilles thin, coarsely polygonal meshes; margin irregularly undulate; texture firm; petiole rather stout; more than 3 mm. long.

Fruit obovate in shape, 10 mm. height and 7 mm. width; broadly cuneate at base with calyx; apex truncate; texture thick; petiole missing.

Remarks: Twelve well-preserved leaf impressions are referred to the genus *Hamamelis* by their shape, marginal character and venation. However, some of them are rather more similar to normal leaves of *Fothergilla* in southeastern United States and *Parrotia* in northern Iran than those of *Hamamelis* in Japan. But leaves produced by the modern *Hamamelis japonica* SIEB. and ZUCC. have a wide range of variation in foliar shape, and these fossil specimens seem to be fall within the range of variation displayed by the existing species.

One fossil fruit is also obtained. It is quite similar to this species in its shape and size. This living deciduous tree is distributed southern Hokkaidō, Honshū, Shikoku and Kyūshū.

The Ebino species are closely similar to the fossil leaf of *Hamamelis* sp. from the Mio-Pliocene Hōki flora in Chūgoku district. On the other hand, TANAI and N. SUZUKI (1966) described *H. protojaponica* from the upper Miocene Shanabuchi flora in northeastern Hokkaidō, and they identified the Hōki species with it.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4642, 4643, 4644.

Family Rosaceae

Pourthiaea villosa DECNE

(Pl. VI, fig. 10)

Description: Leaf incomplete, probably obovate in shape, 4.5 cm. long (estimated) and 2.2 cm. wide; apex missing; estimated base acuminate; midrib stout, straight; secondary veins rather thin, 5 alternate pairs, variable as to spacing and angle of divergence, diverging at angles of 30 degrees at the lowest pair, and other secondaries more spread, ranging from 40 to 70 degrees, curving upward along marginal border, forming loops; tertiary veins branching from secondaries camptodrome; nervilles clear, forming irregularly polygonal meshes; margin serrulate with acute teeth; texture thin; petiole missing.

Remarks: This species is based on a incomplete leaf impression which occurred in No. 1 locality. It is somewhat similar to the living *Pourthiaea villosa* DECNE in its characteristic general outline, secondary veins and marginal fine serration as described above. The resembling modern species is distributed widely in Hokkaidō, Honshū, Shikoku and Kyūshū of Japan, and also extends to Korea and China.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4645.

Prunus jamasakura SIEBOLD and KOIDZUMI

(Pl. VI, fig. 11)

Description: Leaf obovate, 3.4 cm. long and 2 cm. wide; apparently abruptly cuneate at apex; rounded at base; midrib stout, slightly curved; secondary veins rather thin, 7 alternate pairs, variable as to spacing and angle of divergence, diverging at angles ranging from 25 to 40 degrees, curving upward and connect with upper secondaries; tertiaries branching from secondaries entering marginal teeth; nervilles obscure; margin serrulate with sickle-shaped teeth; texture thin; petiole stout, more than 7 mm. long, with nectary on the top of the petiole.

Remarks: The present material, only one but nearly complete leaf impression, is identical to the genus *Prunus* by general characters. Among the living species of *Prunus*, this fossil specimen is well match to leaves of *Prunus jamasakura* SIEB. and KOIDZ. by its characters such as obovate in outline, impressed a nectary on the petiole and especially alike marginal feature. This living species is the most common wild cherry in central and southwestern Japan and also found southern Korea.

Though this fossil leaf is smaller than the normal leaves of *Prunus jamasakura* in size, it is seemed the dwarfish leaf of the species.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4646.

Rosa multiflora THUNBERG

(Pl. VI, fig. 12)

Description: Leaflet elliptical in shape, 15 mm. long and 9 mm. wide; rounded at apex, slightly emarginate; asymmetrically obtuse at base; midrib stout, straight; secondary veins thin, 7 alternate pairs, diverging at angles of about 55 degrees, mostly straight, near marginal border abruptly curving up, camptodrome; tertiaries diverging from secondaries entering marginal teeth; nervilles thin, forming fine polygonal meshes; margin serrate; texture thin; petiolule 1 mm. long.

Remarks: This species is represented by a single complete impression of detached

leaflet which is closely similar to the living *Rosa multiflora* THUNB. in its characters of general outline and marginal serration. This modern shrub is widely distributed in Japan and extends to Formosa, China and Korea.

The fossil species, *Rosa usyuensis* TANAI, of this living species is rarely found from Miocene floras of Japan.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4647.

Family Legminosae

Albizzia (?) sp.

(Pl. VI, figs. 13-15)

Description: Leaflets oblong to rectangle, 17 to 22 mm. long and 7 mm. wide; apex acute to obtuse; base asymmetrically rounded; midrib stout; secondaries slender but clear, diverging one side from the midrib three veins radially at the basal point and two or three veins at the upper half; texture thin; margin entire; petiole scant.



Text-fig. 1. A restoration of *Albizzia* (?) sp. (natural size)

Remarks: Besides the two specimens cited above, a single fragmental leaflet were examined. These fossils are well match the shape and nervation of leaflets of the modern *Albizzia julibrissin* DURAZZ, except their size as above described. The pink siris is one of the most common trees in the warmer part of Japan, and distributed also in Korea and China.

In general, leaflets of the living *Albizzia julibrissin* are fall within 15 mm. in length, and it is therefore doubtful to certain of its reference to this genus. The present materials are also somewhat similar in its outline to *Clausena lunulata* HAYATA, which is distributed in Formosa.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4648, 4649, 4650.

Gleditsia japonica MIQUEL

(Pl. VI, figs. 16, 17)

Description: Leaflets elliptical to ovate in general outline, 18 to 24 mm. long and 6 to 10 mm. wide; rounded at apex, sometimes rather emarginate; base asymmetrical, rounded or cuneate; midrib rather thin, straight or slightly flexuous; secondary veins 4 to 7 alternate pairs, diverging from midrib at angles about 50 degrees on one side, and the other about 20 to 30 degrees, camptodrome; nervilles clear, forming fine polygonal meshes; margin entire or sometimes undulate on the upper half of blade; texture thin; petiolule very short, nearly point.

Remarks: This species represented by three fossil leaflets including two complete ones. Above described features are well matched the living *Gleditsia japonica* MIQ., which is distributed southwestern part of Honshū, Shikoku and Kyūshū, and extending to Korea.

The fossil branched spines of this living species were described from Pliocene sediments in Kinki district, Japan.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4651, 4652.

Maackia amurensis var. *buergeri* SCHNEID

(Pl. VI, fig. 18; Pl. VII, fig. 1)

Description: Leaflets variable in shape, ovate to elliptical-ovate, 2.5 to 6 cm. long and 1.7 to 3.2 cm. wide; apex obtuse to acuminate, sometimes rather emarginate; base rounded or slightly cordate; midrib stout, nearly straight; secondary veins 5 to 7 alternate pairs, diverging from midrib at angles ranging from 40 to 70 degrees, curving upward, forming loops; margin entire; petiolule thick with striped pattern, 2 mm. long.

Remarks: This species is founded on six leaflet impressions in the No. 1 and No. 2 localities. These specimens seem closely related to modern *Maackia amurensis* var. *buergeri* SCHNEID, which is widely distributed in the cool-temperate and upper part of warm-temperate mountains throughout Japan, and extend to Korea.

The fossil leaves, odd-pinnate, of this living species were described from the Pleistocene Shiobara flora in Tochigi Prefecture, Japan. Abundant leaflets of *Maackia onoei* MATSUI were described from the middle Miocene Notonakajima flora in the central part of Noto Peninsula in Ishikawa Prefecture, and they resemble the Ebino specimens.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4653, 4616b.

Wistaria floribunda Dc

(Pl. VII, fig. 2)

Description: Leaflets oblong to elliptical-ovate in general outline, 3.5 to 5 cm. long and 1.6 to 2.5 cm. wide; apex acute to acuminate; base rather asymmetrical, broadly cuneate to rounded; midrib rather thin, straight or somewhat arched; secondary veins 7 to 9 subopposite pairs, diverging at angles about 50 degrees from midrib, gently curved, near marginal border abruptly curving upward and make loops; tertiaries and nervilles obscure; margin entire; texture firm; petiolule very short, the longest 2 mm. long.

Remarks: This species is represented by four leaflet impressions from No. 1 and No. 2 localities. The present materials are identical certainly to some leaflets of Family Legminosae in their outline and referred to the genus *Maackia* or *Wistaria*, but the features of venation and slender shape in these materials are rather close to those of *Wistaria*. The present specimens in this flora are similar to leaflets produced by the modern *Wistaria floribunda* Dc. This deciduous wistaria flourish in Honshū, Shikoku, Kyūshū, and extends to Loochoo.

The fossil leaflets or pods, *Wistaria fallax* TANAI and ONOE, of this living species were recorded from upper Miocene and Pliocene sediments in various areas of Japan.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4655.

Family Aquifoliaceae

Ilex integra THUNBERG

(Pl. VII, figs. 3, 4)

Description: Leaves obovate, 4 cm. long and 2 to 2.2 cm. wide; apex obtuse or

mucronate; base broadly cuneate or acuminate; midrib stout and straight; secondaries, tertiaries and nervilles non-printed; margin entire; texture thick; petiole stout, more than 5 mm. long.

Remarks: This species is based on two nearly complete and one fragmental impressions from No.1 locality. These specimens are definitely referable to the living *Ilex integra* THUNB. in having characters above described. This modern holly tree is native of the warm-temperate regions of Honshū, Shikoku, Kyūshū, and extends to Loochoo and Korea, especially common near coast.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4656, 4657.

Family Aceraceae

Acer diabolicum BLUME

(Pl. VII, figs. 5, 6)

Description: Leaf incomplete, probably pentagonal in shape, 6 cm. height (estimated) and 7cm. width (estimated); base somewhat cordate; palmately five-lobed; apex of each lobes acute; margin with a few unequal dentations, broadly cuneate-toothed; primary nerves rather thin but almost straight, and running to the tip of each lobes; secondary nerves thin, 7 alternate pairs; nervilles clear, forming fine polygonal meshes; petiole missing; texture firm.

Samaras 1.8 to 2.2 cm. long; wing 1.3 to 1.5 cm. long and 0.6 cm. wide, outer side straight and inner side convex or rounded, apex broadly cuneate, veins about 7 in number at base, curving inward and dichotomously branching; seeds ovate, 0.5 to 0.7 cm. in length; angles between outer margin of wing and the contact line of fruits about 50 degrees, contact line of seeds 4 mm. long.

Remarks: This species is represented by a single fragmental leaf and five well-preserved samaras from No. 1 locality. These fossils are closely similar to those of produced by the modern *Acer diabolicum* BLUME, which is distributed in the mountainous district of Honshū, Shikoku and Kyūshū.

The fossil species, *Acer palaeodiabolicum* ENDO, is the widely distributed plant in the Tertiary of Japan, and it is probably a direct progenitor of the living species.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4658, 4659.

Acer mono forma dissectum REHDER

(Pl. VII, figs. 7, 8)

Description: Leaf fan-shaped in general outline, 4.6 cm. height and 6.5 cm. width; palmately 5 lobate, sinus between each lobes deep, acute or broadly cuneate; lobes slender, oblong to lanceolate in shape, acuminate or caudate at apex; margin entire; base somewhat cordate; primary nerves 5 in number, rather thin, radiating straightly from base, entering into the tips of each lobe; secondary nerves thin, 6 to 8 subopposite pairs, curving gently upwards and makes loops; nervilles clear, forming fine polygonal meshes; texture thin, membranaceous; petiole very long, stout, 4.8 cm. long.

Samara 2.4 cm. long; wing 1.7 cm. long and 0.7 cm. wide at broadest in the middle, gradually narrowed to apex and rounded at top, convex at inner side and rather concave at outer side; seed ovate, 6 mm. in length; angle between outer margin of wing and the contact line of fruit about 60 degrees, contact line of seed 5 mm. long.

Remarks: A single well-preserved leaf impression and a complete samara with its

counterpart from No. 1 locality are much like those of the modern *Acer mono* forma *dissectum* REHD., which is growing in the mountainous district of Honshū, Shikoku and Kyūshū.

The leaf specimen in this flora is also similar to the fossil species *Acer subpictum* SAPORTA, which is quite identical with the living *Acer mono* MAXIM., but the former is more slender at lobes of the foliage and longer petiole than the latter. The fossil *A. subpictum* is the most common maple tree in Neogene flora of Japan, and occurred from many localities of Japan.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4660, 4661.

Acer rufinerve SIEBOLD and ZUCCARINI

(Pl. VII, fig. 9)

Description: Samara oblong in general outline, 1.8 cm. long; wing rounded at apex, 1.4 cm. long and 0.6 cm. wide, convex at inner side and straight at outer side, near the apex abruptly incurved; veins about 13 in number at base, rather thin, curving inwards and dichotomously branching; seed somewhat triangularly semicircular, 3 mm. in diameter; angles between outer margin of wing and the contact line of fruit about 70 degrees, contact line of seed 4 mm. long.

Remarks: This species is represented by a single complete and four well-preserved samara impressions from No. 1 locality. These fossils are quite similar in their shape to samaras of the modern *Acer rufinerve* SIEB. and ZUCC., which is commonly found in Honshū, Shikoku and Kyūshū. This maple tree is preferring sunny and moist places in the temperate regions and luxuriates at altitudes of 600 to 1,500 meter above sea level in the mountains of central Honshū.

The fossil maple being closely similar to this species, *Acer palaeorufinerve* TANAI and ONOE, were reported from Neogene and Pleistocene sediments in Japan.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4662.

Family Sapindaceae

Sapindus mukurosii GAERTNER

(Pl. VIII, fig. 7-9)

Description: Leaflets obliquely oblong to lanceolate, 11 to 14 cm. long and 3.5 to 4.2 cm. wide; apex gradually narrowed, acuminate; base asymmetrical, acute or broadly cuneate; midrib stout and thick, gently arcuate; secondary veins rather thin, 16 to 23 pairs, irregularly spaced, leaving midrib at angles of about 55 to 70 degrees, curving up gently to margin, then along the margin, forming broad loops; inter-secondaries sometimes leaving 1 or 2 slender subsecondary veins from midrib; tertiaries branching from secondaries forming loops; nervilles forming coarse, polygonal network; margin entire with somewhat wavy; texture firm; petiolule stout, 1 cm. long.

Remarks: This species is represented by five well-preserved leaflet impressions including almost complete ones. These fossil specimens are characterized by oblong shape, somewhat wavy margin, asymmetrical base, distinct veins and others as described above, and they are quite similar to those produced by the modern *Sapindus mukurosii* GAERTN. This tree is native of the warm-temperate and the sub-tropical regions.

From the middle Miocene Oguni flora in Yamagata Prefecture, northeastern Honshū, the writer collected fossil leaves of *Sapindus tanaii* ONOE (MS) and they are quite

identical with the Ebino specimens. On the other hand, the fossil seeds of this living species were found from the Pleistocene Egota flora in Tokyo.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4663, 4664, 4665.

Family Sabiaceae

Meliosma myriantha SIEBOLD and ZUCCARINI

(Pl. VII, figs. 10, 11)

Description: Leaves incomplete, elliptical to obovate in shape, 9 to 10 cm. long (estimated) and 4.2 to 5.2 cm. wide; apex abruptly narrowed, with acute tip; base rounded or asymmetrically acute; margin dentate with sharp points; midrib stout, nearly straight; secondary veins rather thin, 20 to 23 opposite or subalternate pairs, parallel and almost regularly spaced, nearly straight and entering marginal teeth, craspedodrome, diverging at angles of about 50 to 70 degrees; tertiaries and nervilles indistinct; texture firm; petiole missing.

Remarks: Three incomplete leaf impressions from No. 1 locality are closely similar to typical leaves of the modern *Meliosma myriantha* SIEB. and ZUCC. in these large and obovate shape, and especially resemble pinnate and lots of secondary veins and also sharp-toothed margin. This feature is a characteristic found only in this species, which is now distributed Honshū, Shikoku, Kyūshū and also Korea.

The fossil leaves of living species were recorded from upper Miocene sediments in Miyagi Prefecture, the Pliocene Mogi flora in Nagasaki Prefecture and the Pleistocene Shiobara flora in Tochigi Prefecture.

On the other hand, MIKI and KOKAWA (1962) reported fossil seed of this living species from Pleistocene sediments in Kakinokoba, Fukue-jima Gotō Island, Nagasaki Prefecture.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4666, 4667.

Family Theaceae

Cleyera japonica THUNBERG

(Pl. VIII, fig. 4)

Description: Leaf incomplete, elliptical in shape, 5 cm. long (estimated) and 2.6 cm. wide; apex missing; base abruptly cuneate with the blade decurrent along the petiole; midrib stout, nearly straight; secondary veins obscure, 6 alternate pairs, diverging from midrib at angles about 45 degrees, curving up gently to margin, then forming loops; tertiaries and nervilles indistinct; margin entire; texture thick; petiole stout, more than 5 mm. long.

Remarks: A single leaf impression from No. 1 locality is referred to *Cleyera japonica* THUNB. in its characteristic features as above described. This modern species is distributed from central to southwestern Honshū, Shikoku, Kyūshū and also found Loochoo, Formosa, Korea, southeastern China and Himalayas.

The fossil leaves of this living species were reported by MIKI (1948) from the upper Pliocene *Metasequoia* bed in Kinki district, and the fossil seeds were found from the Pleistocene Uegahara flora in Nishinomiya city, Kinki district, Japan.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4668.

Eureya japonica THUNBERG
(Pl. VIII, fig. 1)

Description: Leaves incomplete, oblanceolate in shape; apex missing; base gradually narrowed and acute; 3.5 cm. long (estimated) and 1.5 cm. wide; midrib stout, straight; secondary veins thin, 8 alternate pairs, diverging from midrib at angles about 45 degrees, extending mostly straight near the margin, then abruptly curving up and connect with upper ones, camptodrome; tertiaries branching from secondaries extend into marginal teeth; nervilles forming coarsely polygonal meshes; margin remotely serrate, with obtuse teeth; texture coriaceous; petiole missing.

Remarks: Ten incomplete leaf impressions from No. 1 and No. 2 localities are referred to this species. These fossil specimens have characteristic veins and marginal forms, and they are closely similar to those leaves of the *Eureya japonica* THUNB., which is commonly flourished in warm-temperate region of Honshū, Shikoku, Kyūshū in Japan, and also distributed in Korea, Formosa, China, India and others.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4669.

Stewartia monadelphica SIEBOLD and ZUCCARINI
(Pl. VIII, figs. 2, 3)

Description: Leaves elliptical to obovate in general outline, 3.2 to 5.5 cm. long and 2.2 to 2.7 cm. wide; apex acute; base gradually narrowed, broadly cuneate or obtuse; midrib stout, straight extending to the tip; secondary veins rather thin, 6 to 8 alternate pairs, leaving at angles of about 40 to 55 degrees, curving upwards and forming loops, camptodrome; tertiaries distinct, diverging from secondaries forming loops or extend into marginal teeth; nervilles make polygonal meshes; margin remotely serrate, with low pointed teeth; texture firm; petiole stout, more than 5 mm. long.

Remarks: Eleven well-preserved leaf impressions are referred to *Stewartia monadelphica* SIEB. and Zucc.. This species resemble also to *S. pseudo-camellia* MAXIM. in general appearance, but the Ebino specimens differ from it in their size of blade and marginal feature. Living *S. monadelphica* is distributed in central and western Honshū, Shikoku and Kyūshū, and especially common in the beech forest of the temperate regions.

The present species was already found from Pliocene sediments in various localities of Japan. Furthermore, the fossil leaves *Stewartia submonadelphica* TANAI and ONOE, which are closely similar to the existing species, were described from the upper Miocene Mitoku florule in Tottori Prefecture, and they are quite identical to the Ebino species.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4670, 4671.

Ternstroemia japonica THUNBERG
(Pl. VIII, fig. 5)

Description: Leaves obovate, 3.2 cm. long and 1.6 cm. wide; apex obtuse; base cuneate with the blade decurrent along the petiole; midrib heavy, straight; secondaries and other nerves indistinct; margin entire; texture very thick, petiole strong, 6 mm. long.

Remarks: Two fossil leaves including one complete specimen are closely similar to those of the modern *Ternstroemia japonica* THUNB., which is flourished in central

and southwestern Honshū, Shikoku, Kyūshū of Japan, and extending Korea, Formosa, southern China and others.

The fossil leaves *Ternstroemia maekawai* MATSUO, which is considered to be identical with this living species, were described by MATSUO (1963) from the middle Miocene Notonakajima flora in Hokuriku district, and they are similar to the Ebino species in their characteristic features, though the latter is smaller than the former. *Ternstroemia maekawai* MATSUO is the first record in the Tertiary of Japan.

Occurrence: No. 1

Collection: G. S. J. Reg. No. 4672.

Family Araliaceae

Kalopanax septemlobus KOMZUMI

(Pl. IX, fig. 1)

Description: Leaves incomplete, probably semicircular or reniform in general outline, 8 to 10 cm. height (estimated) and 9 to 13 cm. width (estimated); palmately 7 to 9 lobate, sinus between each lobes deep, broadly cuneate; middle lobe largest, basal lobes smallest; lobes abruptly narrowed, acute or acuminate at apex; margin serrulate; primary nerves stout, in the middle straight, others arched, extending radially, then entering into the tips of each lobe; secondary nerves rather thin, about 8 alternate pairs in each lobe, curving upward, forming loops, camptodrome; nervilles thin, forming fine polygonal meshes; base cordate or truncate; texture firm; petiole missing.

Remarks: This species is represented by four fragmental leaf impressions from No. 1 locality. These fossils are quite identical with leaves of the modern *Kalopanax septemlobus* KOMZ., which is distributed commonly in the slope forests of Hokkaidō, Honshū, Shikoku and Kyūshū, and extends northward into Saghalien and southern Kurile islands, westward into Korea and China, and northwestward into Manchuria.

ENDO (1940) described fossil leaves of this living species from the Pleistocene Shiobara flora in Tochigi Prefecture. TANAI and N. SUZUKI (1966) reported *K. acerifolius* (NATHORST) HU and CHANEY, which closely resemble leaves of the living species, from the upper Miocene Shanabuchi flora in northeastern Hokkaidō, moreover, this fossil species is recorded from middle Miocene to late Pliocene floras in various localities of Japan and China. These fossils are seem to be closely related to the Ebino species.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4673.

Family Ericaceae

Pieris japonica D. DON

(Pl. IX, figs. 2, 3)

Description: Leaves elliptical-obovate to oblanceolate, 3.2 to 5.2 cm. long and 1.2 to 2.1 cm. wide; apex acute or obtuse with cuspidate; base acuminate with the blade decurrent along the petiole; midrib stout below, then gradually thin toward apex; secondary veins slender, about 8 alternate or subopposite pairs, branch out at varying angles and spaced, diverging at angles 25 degrees at the base, 60 degrees at upper part of blade, curving up and make angular loops; tertiaries branching from secondaries also forming loops or entering marginal teeth; nervilles thin, forming coarsely polygonal meshes; margin serrate with dull point teeth; texture coriaceous; petiole thick, with striped pattern, 3 to 7 mm. long.

Remarks: Eight well-preserved, with some complete leaf impressions are quite identical to those of the living *Pieris japonica* D. DON. in its characters above described. Japanese andromeda is widely distributed in the middle part of cool- to warm-temperate regions of Honshū, Shikoku and Kyūshū.

The fossil of the living species are scarcely known till today. MIKI and KOKAWA (1962) reported fossils from Pleistocene sediments in Tanegashima, Kagoshima Prefecture.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4674, 4675.

Rhododendron quinquefolium BISSET and MOORE
(Pl. VIII, fig. 6)

Description: Leaves rhomboidal or broadly obovate in general outline, 2.2 to 3.8 cm. long and 1.5 to 2.1 cm. wide; apex obtuse with caspicate; base acute; midrib rather thin, somewhat flexuous; secondary veins slender, about 5 subopposite pairs, gently curving up near the margin, forming loops; tertiaries in inter-secondary spaces forming coarse network; nervilles impressed fine polygonal meshes; margin entire; texture thin; petiole short, 1 to 2 mm. long.

Remarks: This species is based on a nearly complete leaf impression and many well-preserved, incomplete specimens. These leaves closely resemble those of the modern *Rhododendron quinquefolium* BISSET and MOORE, which is growing in the mountainous regions of central to southwestern Honshū and Shikoku, Japan.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4676.

Family Symplocaceae

Symplocos myrtacea SIEBOLD and ZUCCARINI
(Pl. IX, fig. 4)

Description: Leaves ovate in shape, 3.4 cm. long and 1.7 cm. wide; apex acute with caudate tip; base broadly cuneate; midrib rather thin, slightly curved; secondary veins slender, 6 subopposite pairs, diverging from midrib varying angles and spaced, gently curving up, forming loops; tertiaries and nervilles indistinct; margin coarsely serrate with low pointed, and entire on the caudated portion; texture firm; petiole missing.

Remarks: A single nearly complete impression of ovate leaf from No. 1 locality is quite identical with those leaves of the modern *Symplocos myrtacea* SIEB and ZUCC.. This species is distributed now in the warm-temperate region of southwestern part of Honshū, Shikoku and Kyūsyū.

The fossil fruits of this living species were reported from Pliocene to Pleistocene sediments in Kinki and Chūbu districts of Japan by MIKI (1941, 1948).

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4677.

Family Styracaceae

Styrax sp.
(Pl. IX, fig. 9)

Description: Leaf incomplete, probably obovate in shape; apparently abruptly cuneate at apex; lower part of the blade missing; about 6 cm. long (estimated) and

3.4 cm. wide; midrib stout; secondary veins about 5 pairs, camptodrome; tertiary veins in inter-secondary spaces thin, forming coarse and irregular network; margin sparsely serrate, with wave-edged teeth; texture thin.

Remarks: An incomplete leaf impression from No. 1 locality is closely similar to leaves of the modern *Styrax japonica* SIEB. and ZUCC., which is commonly found in Japan, from southern Hokkaidō, through Honshū, Shikoku, Kyūshū to the Loochoo, Korea and China, preferring to grow at sunny and rather wettish places in the temperate regions.

This specimen is not sufficiently complete to warrant assigning a quite specific name.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. No. 4678.

Family Oleaceae

Fraxinus lanuginosa KOIZUMI

(Pl. IX, figs. 5-8)

Description: Leaf odd-pinnate with 4 leaflets; leaflets oblong to elliptical-ovate in general outline, 4.0 to 4.5 cm. long and 1.6 to 2.1 cm. wide; apex acuminate; base asymmetrical, acute or broadly cuneate with the blade decurrent along the petiole; midrib rather thin, nearly straight; secondary veins thin, 7 to 9 alternate pairs, diverging at angles ranging from 40 to 70 degrees, curving up near the margin, forming loops; tertiaries in inter-secondary spaces forming coarse network, marginal veins forming loops or extend into the marginal teeth; nervilles thin, make fine polygonal meshes; margin serrate; texture membranaceous; petiolule 5 to 7 mm. long.

Samaras linear in shape, 2.1 to 2.3 cm. long and 4 mm. wide; wing oblanceolate, rounded at apex, attached at the end of seed, nerves thin, numerous, subparallel to long axis of samara; seed oblong 7 mm. long and 3 mm. wide, stalk slender, 4 mm. long.

Remarks: This species is based on several well-preserved leaflets, a terminal and three lateral leaflets attached to the rachis, and some detached leaflets and three complete samaras. These fossil specimens resemble those produced by the living *Fraxinus lanuginosa* KOIZUMI, which is widely distributed from northern part of temperate to southern part of warm-temperate regions of Japan.

Occurrence: No. 1.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4679, 4680, 4681, 4682.

Osmanthus ilicifolius MOUILLEFERT

(Pl. IX, figs. 10, 11)

Description: Leaves variable in shape, generally elliptical to obovate in outline, 2.0 to 4.4 cm. long and 1.4 to 1.8 cm. wide; apex rounded to acute, with spinous on top; base obtuse; midrib stout, nearly straight; secondary veins slender, diverging from midrib various angles and spaced, looping well within the margin, sometimes extend straight into the marginal teeth; margin entire or with a few large spinose teeth on the upper half of blade; texture coriaceous; petiole stout, more than 5 mm. long.

Remarks: The present materials are most abundant in the writer's collections, and occupied more than 13 % of the total specimens. These foliage specimens are variable in shape, but they are fairly identical to various leaves of the living *Osmanthus ilicifolius* MOUILLEFERT in its characters above described. This modern species is

widely distributed from central to southwestern Honshū, Shikoku and Kyūshū in Japan, and southward to Formosa.

The fossil leaves, *Osmanthus chaneyi* MATSUO were described by MATSUO (1963) from the middle Miocene Notonakajima flora in Hokuriku district of Japan, and they have been seemed to be closely similar to the living *Osmanthus ilicifolius*. MIKI, HUIJITA and KOKAWA (1957) reported fossil leaves and fruits of this living species from the Pleistocene Uegahara flora in Kinki district, Japan.

Occurrence: No. 1 and No. 2.

Collection: G. S. J. Reg. Nos. 4683, 4684.

参 考 文 献

- 荒巻重雄 (1968): 加久藤盆地の地質——えびの・吉松地域の地震に関連して——, 地震研究所彙報, vol. 46, P. 1, 325~1, 343
- 遠藤誠道 (1931): 日本更新世 (Pleistocene Age) の気候について, 地質学雑誌, vol. 38, no. 457, p. 520
- ENDO, S. (1934): Some Japanese Cenozoic Plants, 1. On the Fossil Acer from the Shiobara Pleistocene Plant Beds. *Japan Jour. Geol. Geogr.* vol. 11, nos. 3~4, p. 239~253.
- ENDO, S. (1939): A Pleistocene Flora from Kagoshima, Kyūshū, Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, vol. 46, no. 547, p. 204~208.
- ENDO, S. (1940): A Pleistocene Flora from Shiobara, Japan. *Sci. Rept. Tohoku Univ.*, ser. II, vol. 21, no. 1, p. 47~80.
- 福田 理・他 2 名 (1971): えびの・吉松地区の地下地質と地熱構造, 防災科学技術総合研究, no. 26, p. 99~112
- 畑中健一 (1970): 加久藤盆地南西部における洪積世堆積物の花粉分析, 北九州大文学部紀要, vol. 4, no. 1, p. 1~8
- 林 弥栄 (1960): 日本産針葉樹の分類と分布, 202p., 農林出版
- HU, H. and CHANEY, R. W. (1938): A Miocene Floras from Shantung Province, China. *Palaeont. Sinica* new ser. A., no. 1, p. 1~82.
- HUZIOKA, K. (1963): Tertiary Floras of Japan, Miocene Floras. 3. The Utto Flora of Northern Honshu. *80th. Aniv. Geol. Surv. Japan*, p. 153~216.
- 幾瀬まさ (1956): 日本植物の花粉, 306 p., 広川書店
- 伊田一善・他 2 名 (1956): 宮崎県小林市付近天然ガス調査報告, 地調報告, no. 168, p. 1~46
- 一色直記・他 3 名 (1965): 放射性炭素による¹⁴C年代測定, 地質ニュース, no. 133, p. 20~27
- 岩田利治 (1965): 図説樹木学——常緑広葉樹編——214 p., 朝倉書店
- 岩田利治・草下正夫 (1954): 増訂邦産松柏類図説, 248p., 産業図書
- 鹿児島県 (1967): 鹿児島県20万分の1地質図および説明書, 52p.
- 鹿児島県地学会編 (1968): かごしまの自然——地史と岩石——, 112p., 第一学習社
- 金平亮三 (1936): 台湾樹木誌改版増補, 574p., 台湾総督府中央研究所
- 木野崎千代子・他 4 名 (1963): 関東地方の第四紀植物群落 (その1)——埼玉県比企郡玉川村田黒産植物化石群——, 地質学雑誌, vol. 69, no. 815, p. 353~361
- 小泉源一 (1940): 塩原更新世植物聚, 植物分類地理, vol. 9, no. 1, 27p.
- KOKAWA, S. (1961): Distribution and phytostратigraphy of *Menyanthes* remains in Japan. *Jour. Biol. Osaka City Univ.*, vol. 12, p. 123~151.
- KOKAWA, S. (1962): Age effect on the morphometric values of the fossil *Menyanthes* seed in Japan represented by Szaferowa's graphic method. *Jour. Biol. Osaka City Univ.*, vol. 13, p. 87~97.
- 粉川昭平 (1962): Szaferowa グラフ法によるミツガシロ種子化石の計測値と年代との関係, 第四紀研究,

- vol. 2, nos. 4~5, p. 180~187
- 牧野富太郎 (1965) : 牧野新日本植物図鑑, 1, 137p., 北隆館
- MATSUO, H. (1963) : Tertiary Floras of Japan. Miocene Floras 4. The Notonakajima Flora of Noto Peninsula. *80th. Aniv. Geol. Sur. Japan*, p. 217~243.
- MIKI, S. (1938) : On the change of flora of Japan since the Upper Pliocene and the floral composition at the present. *Japan Jour Bot.*, vol. 9, p. 213~251.
- MIKI, S. (1941) : Floral remains of the Conifer Age at Manzidani near Nishinomiya. *Japan Jour. Bot.*, vol. 11, p. 377~383.
- MIKI, S. (1941) : On the change of Flora in Eastern Asia since Tertiary Period (1), The Clay or Lignite Beds Flora in Japan with special Reference to the *Pinus trifolia* beds in Central Hondo. *Japan Jour. Bot.*, vol. 11, p. 237~303.
- 三木 茂 (1948) : 鮮新世以来の近畿並近接地域の遺体フローラについて, 地質と鉱物, vol. 9, nos. 2-9, p. 1~31
- 三木 茂 (1953) : メタセコイア——生ける化石植物——, 142p., 日本礦物趣味の会
- MIKI, S. (1955) : Nut Remains of Juglandaceae in Japan. *Jour. Inst. Polytech., Osaka City Univ.*, ser. D, vol. 6, p. 131~143.
- MIKI, S. (1956) : Remains of *Pinus koraiensis* S. et Z. and Associated Remains in Japan. *Bot. Mag. Tokyo*, vol. 69, p. 447~454.
- MIKI, S. (1957) : Pinaceae of Japan, with Special Reference to Its Remains. *Jour. Inst. Polytech., Osaka City Univ.*, ser. D, vol. 8, p. 221~272.
- MIKI, S. et al. (1957) : On the Occurrence of Many Broad-Leafed Evergreen Tree Remains in the Pleistocene Bed of Uegahara Nishinomiya City, Japan. *Proc. Japan Acad.*, vol. 33, no. 1, p. 41~46.
- MIKI, S. and KOKAWA, S. (1962) : Late Cenozoic Floras of Kyushu, Japan. *Jour. Biol. Osaka City Univ.*, vol. 13, p. 65~85.
- 森由紀子 (1965) : 東京湾湾底コアの花粉分析, 第四紀研究, vol. 4, nos. 3-4, p. 191~199
- MURAI, S. (1962) : Geology and Paleobotany of the Shizukuishi Basin, Iwate Prefecture, Japan (Part I). *Repot. Technology Iwate Univ.*, vol. 15, no. 1, p. 131~193.
- MURAI, S. (1962) : Geology and Paleobotany of the Shizukuishi Basin, Iwate Prefecture, Japan (Part II -1), *Repot. Technology Iwate Univ.*, vol. 15, no. 2, p. 1~34.
- MURAI, S. (1963) : Geology and paleobotany of the Shizukuishi Basin, Iwate Prefecture, Japan (Part II -2). *Repot. Technology Iwate Univ.*, vol. 16, no. 1, p. 77~109.
- MURAI, S. (1963) : Geology and Paleobotany of the Shizukuishi Basin, Iwate Prefecture, Japan (Part II -3). *Repot. Technolngy Iwate Univ.*, vol. 16, no. 2, p. 45~65.
- NATHORST, A. G. (1883) : Contribution á la flora fossile du Japon. *Kongl. Svenska Vet-Akad. Handl.* Bd. 20, p. 3~92.
- OKUTSU, H. (1955) : On the Stratigraphy and Palaeontology of Cenozoic Plant Beds of Sendai Area. *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, ser. 2, vol. 26, p. 1~114.
- 尾上 亨 (1965) : 栃木県塩谷郡塩原町における試錐コア中に発見された化石植物群, 地調月報, vol. 16, no. 4, p. 47~52.
- 尾崎公彦 (1969) : 早川および酒匂川における植物葉の運搬距離の観察, 横浜国立大, 理科報告, ser. II, no. 15, p. 95~108.
- 大井次三郎 (1957) : 日本植物誌, 1, 383p., 至文堂
- 太田良平 (1964) : シラス研究序説, 地球科学, no. 72, p. 1~10
- 太田良平・他2名 (1967) : シラスの地質学的分類, 43p., 鹿児島県企画部

- 坂本 亨 (1965) : やさしい地質学——洪積世の日本——, 地質ニュース, no. 135, p. 24~33
- 島倉己三郎 (1961) : 本邦新生代層の花粉層序学的研究V, 東京・横浜の第四系, 奈良学芸大, 自然科学, vol. 10, no. 1, p. 23~35
- 鈴木敬治 (1959) : 古植物生態学の諸問題 ——天王寺植物化石群とその古植物生態学的研究——, 地団研専報, no. 9, p. 1~48
- 鈴木敬治 (1963) : 本邦における洪積統産植物化石群の極観と植物 ——地理学上の2・3の問題——, 地球科学, nos. 60, 61, p. 45~52
- 鈴木泰輔 (1971) : えびの・吉松地震震源域付近の地質と地質構造, 防災科学技術総合研究, no. 26, p. 35~45
- 鈴木時夫 (1952) : 東亜の森林植生, 137p., 古今書院
- 首藤次男 (1962) : 九州の最新統諸層の吟味 ——対比の基礎(九州の最新統の地史学的研究-II)——, 地質学雑誌, vol. 68, no. 801, p. 301~312
- 首藤次男 (1962) : 九州の最新統諸層の対比 (九州の最新統の地史学的研究-III), 地質学雑誌, vol. 68, no. 803, p. 481~486
- 首藤次男 (1962) : 九州の最新統地史の問題点 (九州の最新統の地史学的研究-IV), 地質学雑誌, vol. 68, no. 804, p. 522~536
- 田井昭子 (1966) : 大阪市におけるボーリング (OD-1) コアの花粉分析——近畿地方の新期新生代層の研究V——, 地球科学, no. 84, p. 25~33
- 田尻貞治 (1969) : 関東ローム層における花粉分析法の考察, 日本花粉学会, no. 4, p. 8~10
- 高橋 清・他2名 (1968) : 有明海海底の第四系と花粉学, 長崎大教養部, 自然科学, vol. 9, p. 33~43
- 高見 寛・他8名 (1963) : 加久藤事業区 (旧矢岳・白鳥) 土壌調査報告, 第11報, p. 1~142, 林野庁
- 棚井敏雅 (1952) : 本邦炭の原植物の研究の綜括 ——本邦に於ける新生代植物群の概観——, 炭田探査審議会事業報告, vol. II, p. 61~83
- TANAI, T. (1961) : Neogene Floral Change in Japan. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, ser. IV, Geo. and Mine., vol. XI, no. 2, p. 119~398.
- TANAI, T. and ONOE, T. (1961) : A Mio-Pliocene Flora From the Ningyo-toge Area on the Border between Tottori and Okayama Prefecture, Japan. *Geol. Surv. Rep.*, no. 187, 62p.
- TANAI, T. and SUZUKI, N. (1960) : Miocene Maples from Southwestern Hokkaido, Japan. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, ser. IV, vol. 10, no. 3, p. 551~570.
- TANAI, T. and SUZUKI, N. (1963) : Tertiary Flora of Japan, Miocene Floras. 2. Miocene Flora of Southwestern Hokkaido, Japan. *80th. Aniv. geol. Surv. Japan*, p. 9~149.
- TANAI, T. and SUZUKI, N. (1965) : Late Tertiary Floras from Northeastern Hokkaido, Japan. *palaeont. Soc. Japan*, Special Paper, no. 10, 117p.
- 田中重五 (1964) : 原色日本林業樹木図鑑, 217p., 地球出版
- 徳永重元 (1963) : 花粉のゆくえ, 218p., 実業公報社
- 上原敬二 (1959) : 樹木大図説, 第I~III巻, 有川書房
- UENO, J. (1957) : Relationships of Genus *Tsuga* from Pollen Morphology. *Jour. Inst. Polytech. Osaka City Univ.*, ser. D, vol. 8, p. 191~196.
- UENO, J. (1958) : Some Palynological Observations of Pinaceae. *Jour. Inst. Polytech., Osaka City Univ.*, ser. D, vol. 9, p. 163~187.
- UENO, J. (1960) : Studies on Pollen Grains of Gymnospermae concluding Remarks to the Relationships between Coniferae. *Jour. Inst. Polytech., Osaka City Univ.*, ser. D, vol. 11, p. 109~136.
- UENO, J. (1960) : Palynological notes of Podocarpaceae. *Jour. Inst. Polytech., Osaka City Univ.*, ser. B, vol. 18, p. 198~207.
- 和達清夫 (1958) : 日本の気候, 492p., 東京堂

矢野 佐・石戸 忠 (1964) : 原色樹木検索図鑑, 211p., 北隆館

矢頭献一 (1965) : 図説樹木学——針葉樹編——189p., 朝倉書店

矢頭献一・岩田利治 (1966) : 図説樹木学——落葉広葉樹編——, 216p., 朝倉書店

A Pleistocene Flora from Ebino City, Miyazaki Prefecture, Japan

By

Toru ONOE

Abstract

The purpose of the present work based on the macro- (leaf, fruit, seed etc.) and micro- (spore and pollen) fossils is to describe the floras and to discuss the palaeoclimatic condition, palaeogeographical environment and comparison between macro- and micro-fossils.

Physical condition

The Ebino fossil localities, in the Kakutō Basin, are located in the central part of southern Kyūshū in Japan. This region is bordered northward by Yatake-san (739m), Shiraga-dake (1,417m) and southward by the Kirishima mountains (1,700m). In the center of the Kakutō Basin, the Sendai river flows from east to south, and on both sides of the river, there are alluvial plains of 215—230 meters elevation. The fossil localities and their vicinities are occupied with hills of 250—300 meters elevation, and then these hills extend southeastward with an increasing height, and connect with the Kirishima mountains.

Since this area is surrounded by these mountains, climate is mainly influenced by the mountain climate of southern Kyūshū. Summer temperatures are from 20°C to 25°C (from June to August), and winter temperatures are from 4°C to 6°C (from December to February) on the average. The annual precipitation is about 2,500mm on the average, and more than half of the precipitation falls from June to September. This is a region of much rain in Japan.

The forest of this region is largely warm-temperate forest with some temperate ones. On hillsides and mountain slopes of this region an evergreen broad-leaved forest is developed, composed mainly of Lauraceae, Fagaceae and Theaceae. On upland of 1,000 to 1,500 meters elevation there is a mixed type of deciduous broad-leaved and conifer forests such as *Abies firma*, *Tsuga s'eboldii*, *Fagus crenate* and *Quercus crispula*.

Outline of geology

The stratigraphical succession in the vicinity of the fossil localities in the Kakutō Basin is quoted from the report by T. SUZUKI (1971).

The geology of this region is briefly summarized. The basement of volcanic rock (Pliocene) and the equivalent of the Kokubu group (Pliocene-Pleistocene) are only recognized from drill cores. The Kakutō group of Pleistocene overlies the Kokubu group probably unconformably, and it is divided into four formations of the Ikemure formation (clay, silt and sand), Shōmyōji formation (volcanic sand and gravel), Mizozono formation (clay, silt and volcanic sand) and Shitaura formation (volcanic sand, gravel and pumice) in ascending order.

The Ebino fossil plants are contained within silt of the uppermost part of the Ikemure formation. Besides, MIKI and KOKAWA (1962) reported some fossil plants from the Mizozono formation.

Characters of the Ebino fossil flora

The Ebino fossil flora consists of macro- and micro-fossils from the Ikemure formation. The macro-fossils are composed of 22 families, 40 genera and 47 species. The largest family is the Lauraceae with 4 genera and 7 species; next come the Pinaceae, Betulaceae, Leguminosae and Theaceae with 4 species each. *Osmanthus ilicifolius* is the most predominant species, making up 13.6 per cent of specimens counted. It is followed by *Tsuga s'eboldii*, *Abies firma*, *Zelkova serrata*, *Picea polita* and *Torreya nucifera*. Most of the plants making up the Ebino flora have identical species living in Japan and its adjacent area as shown in table 6, and they are applied to mainly slope associations (table 7).

The micro-fossils are composed of 24 families and genera, and some unknown specimens as shown in figure 6. The most abundant genus is made up of 21 per cent of *Abies*, and followed by *Tsuga*, *Pinus*, *Picea*, *Alnus* and *Carpinus*. Among these dominant genera, 4 coniferous genera are contained, then on both macro- and micro-fossils, the coniferous plants are predominant in number of specimens.

Though this is the first attempt to discuss the fossil floras on both macro and micro sides of plant, the present writer found some interesting results. One of them is as shown in table 8, namely, according to the plant with anemophilous flower, both macro- and micro-fossils have a great deal in common with families or genera. On the contrary, many species were found in macro-fossils according to the plant entomophilous flower, but a few in micro. Therefore, it is considered that the pollen grains were flowed mainly by wind.

In the standpoint of paleoecology based on macro- and micro-fossils, there were flourished mainly warm-temperate plants with temperate plants at the background in the vicinity of the Kakutō Basin at the time of deposition as nearly the same environmental condition of the present time.

Geologic age

Considering warm-temperate climate indicated by the Ebino plants, the flora might be considered to be an interglacial age of Pleistocene between preceding the Kokubu group which is supposed to be the Mindel glacial stage and following the Mizozono formation including cool-temperate plants.

PLATES
AND
EXPLANATIONS

(with 12 Plates)



1. 宮崎県えびの市池牟礼 No. 1 化石産地の含植物化石層
Plant-bearing rocks at the No. 1 locality, Ikemure,
Ebino city, Miyazaki Prefecture.



2. えびの化石植物群の No. 1 化石産地 (手前の露頭) とその付近の常緑樹林
The No. 1 locality of the Ebino flora (exposure in foreground) and
its environs with evergreen forest.



1. 宮崎県えびの高原標高1,100m付近におけるモミ、ハリモミ、ブナ、ミズナラの混交林。後方は韓国岳（1,700m）

Mixed forest of *Abies firma*, *Ficea polita*, *Fagus crenata*, *Quercus crispula* at Ebino Plateau in Miyazaki Prefecture, altitude 1,100 meters. Mt. Karakuni-dake (1,700m) in background.



2. 白鳥山に近いえびの高原標高1,200m付近のアカマツ林（化石産地の南東10km）
Forest of *Pinus densiflora* at Ebino Plateau, altitude 1,200 meters, near Mt. Shiratori, which is situated about 10 kilometer southeast of the Ebino fossil locality.



1. 霧島山系北西斜面標高900m 付近の混交林。手前の樹木はツガ
Mixed woodland on the northwestern slope of the Kirishima mountains
altitude 900 meters. *Tsuga sieboldii* in foreground.



2. 矢岳山 (739m) 南斜面標高500m 付近の暖帯林 (化石産地の北方6 km)
Warm-temperate forest (altitude 500 m) on the southern slope of
the Mt. Yatake (739 m), which is situated about 6 kilometers
north of the Ebino fossil locality.

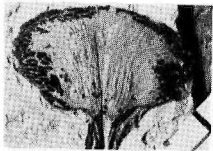
PLATE IV

- Fig. 1. *Torreya nucifera* SIEBOLD and ZUCCARINI, G. S. J. No. 4601.
Figs. 2-5. *Abies firma* SIEBOLD and ZUCCARINI, G. S. J. Nos. 4602,
4603, 4604, 4605.
Figs. 6, 7. *Picea polita* CARRIERE, G. S. J. Nos. 4606, 4607.
Figs. 8-10. *Tsuga sieboldii* CARRIERE, G. S. J. Nos. 4609, 4610, 4611.
Fig. 11. *Pinus thunbergii* PARLATORE, G. S. J. No. 4608.
Fig. 12. *Thuja standishii* CARRIERE, enlarged of fig. 13. $\times 2$.
Figs. 13, 14. *Thuja standishii* CARRIERE, G. S. J. Nos. 4612, 4613.
Figs. 15, 16. *Juglans mandshurica* var. *sieboldiana* MAKINO,
G. S. J. Nos. 4614, 4615.
Fig. 17. *Alnus japonica* SIEBOLD and ZUCCARINI, No. 4616a.
Figs. 18, 19. *Carpinus tschonoskii* MAXIMOWICZ, G. S. J. Nos.
4621, 4622.
Fig. 20. *Betula* sp., G. S. J. No. 4617.
Figs. 21, 22. *Zelkova serrata* MAKINO, G. S. J. Nos. 4626, 4627.
Figs. 23-25. *Carpinus laxiflora* BLUME, G. S. J. Nos. 4618, 4619, 4620.

(All natural size unless otherwise stated)



1



2



3



4



5



6



8



9



10



11



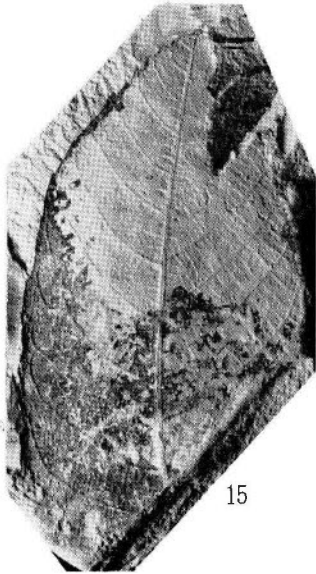
12



7



13



15



16



18



19



14



17



20



21



22



23



24



25

PLATE V

- Fig. 1. *Quercus glauca* THUNBERG, G. S. J. No. 4623.
Figs. 2, 3. *Quercus serrata* THUNBERG, G. S. J. Nos. 4624, 4625.
Fig. 4. *Illicium religiosum* SIEBOLD and ZUCCARINI, G. S. J. No. 4628.
Figs. 5, 6. *Benzoïn glaucum* SIEBOLD G. S. J. Nos. 4629, 4630.
Figs. 7-9. *Benzoïn umbellatum* REHDER, G. S. J. Nos. 4631, 4632, 4633.
Fig. 10. *Cinnamomum japonicum* SIEBOLD and NAKAI, G. S. J. No. 4635.
Fig. 11. *Cinnamomum camphora* SIEBOLD, G. S. J. No. 4634.

(All natural size)

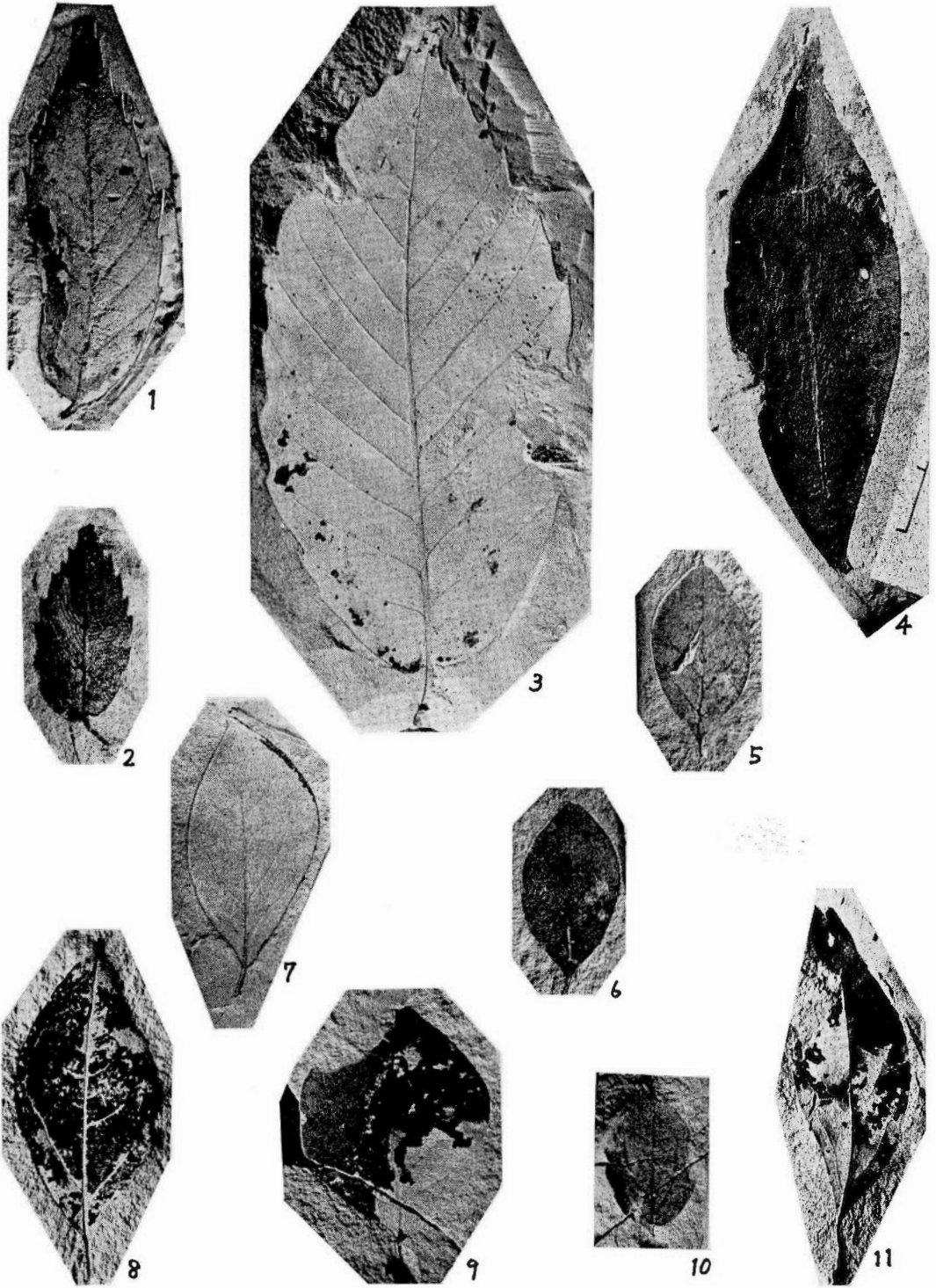
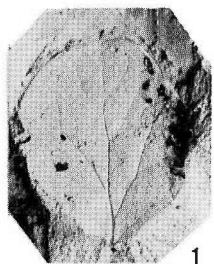


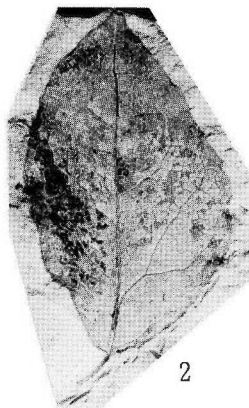
PLATE VI

- Figs. 1, 2. *Cinnamomum micranthum* HAYATA, G. S. J. Nos. 4636, 4637.
Fig. 3. *Machilus thunbergii* SIEBOLD and ZUCCARINI, G. S. J. No. 4638.
Figs. 4-6. *Parabenzoin praecox* NAKAI, G. S. J. Nos. 4639, 4640, 4641.
Figs. 7-9. *Hamamelis japonica* SIEBOLD and ZUCCARINI, G. S. J. Nos.
4642, 4643, 4644.
Fig. 10. *Pourth'aea villosa* DECNE, G. S. J. No. 4645.
Fig. 11. *Prunus jamasakura* SIEBOLD and KOIDZUMI, G. S. J. No. 4646.
Fig. 12. *Rosa mu'tiflora* THUNBERG, G. S. J. No. 4647.
Figs. 13-15. *Alb'zzia* (?) sp. G. S. J. Nos. 4648, 4649, 4650.
Figs. 16, 17. *Gleditsia japonica* MIQUEL, G. S. J. Nos. 4651, 4652.
Fig. 18. *Maackia amurensis* var. *buergeri* SCHNEID. G. S. J. No. 4653.

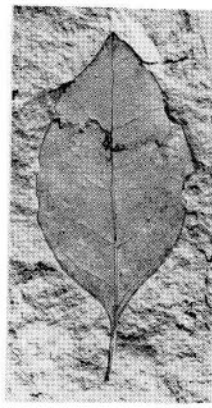
(All natural size)



1



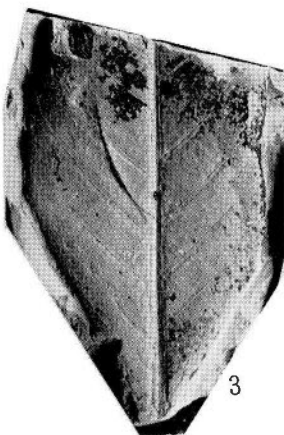
2



4



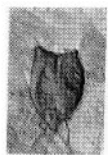
5



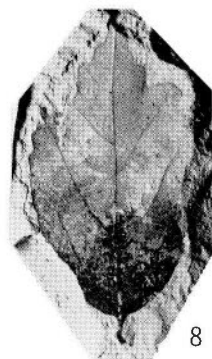
3



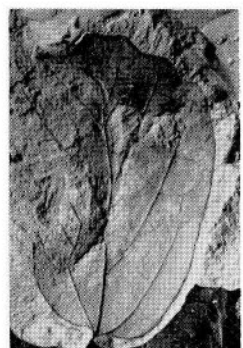
6



7



8



9



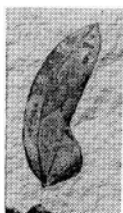
10



11



12



13



14



15



16



17

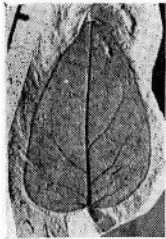


18

PLATE VII

- Fig. 1. *Maackia amurensis* var. *buergeri* SCHNEID, G. S. J. No. 4616b.
Fig. 2. *Wisteria floribunda* DC, G. S. J. No. 4655.
Figs. 3, 4. *Ilex integra* THUNBERG, G. S. J. Nos. 4656, 4657.
Figs. 5, 6. *Acer diabolicum* BLUME, G. S. J. Nos. 4658, 4659.
Figs. 7, 8. *Acer mono* forma *dissectum* REHDER, G. S. J. Nos. 4660, 4661.
Fig. 9. *Acer rufinerve* SIEBOLD and ZUCCARINI, G. S. J. No. 4662.
Figs. 10, 11. *Meliosma myriantha* SIEBOLD and ZUCCARINI, G. S. J. Nos.
4666, 4667.

(All natural size)



1



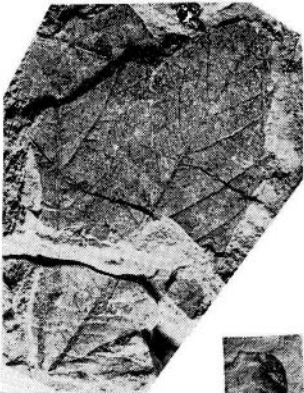
2



3



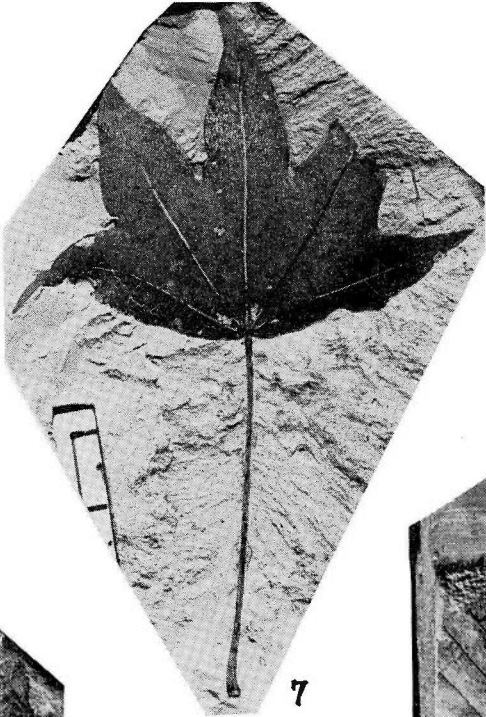
4



5



6



7



9



10



8



11

PLATE VIII

Fig. 1 *Eureya japonica* THUNBERG, G. S. J. No. 4669.

Figs. 2, 3. *Stewartia monadelpha* SIEBOLD and ZUCCARINI, G. S. J. Nos.
4670, 4671.

Fig. 4. *Cleyera japonica* THUNBERG, G. S. J. No. 4668.

Fig. 5. *Ternstroemia japonica* THUNBERG, G. S. J. No. 4672.

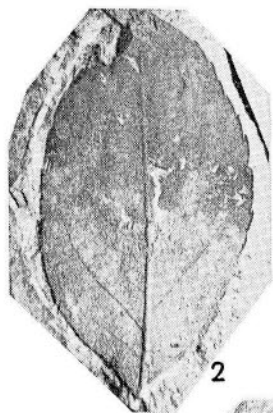
Fig. 6. *Rhododendron quinquefolium* BISSET and MOORE, G. S. J. No. 4676.

Figs. 7-9. *Sapindus mukurosi* GAERTNER, G. S. J. Nos. 4663, 4664, 4665.

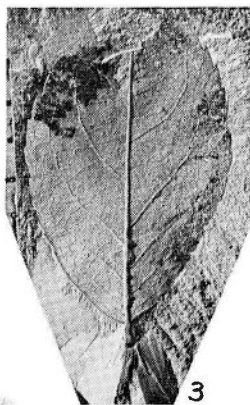
(All natural size)



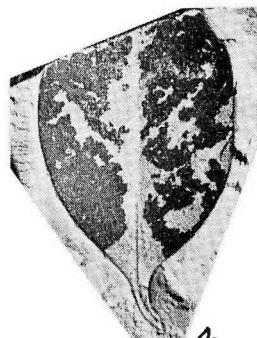
1



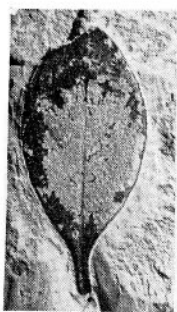
2



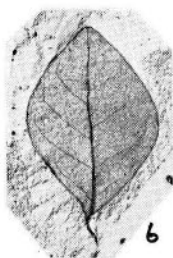
3



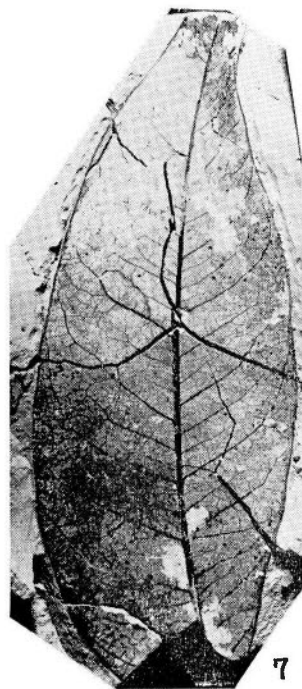
4



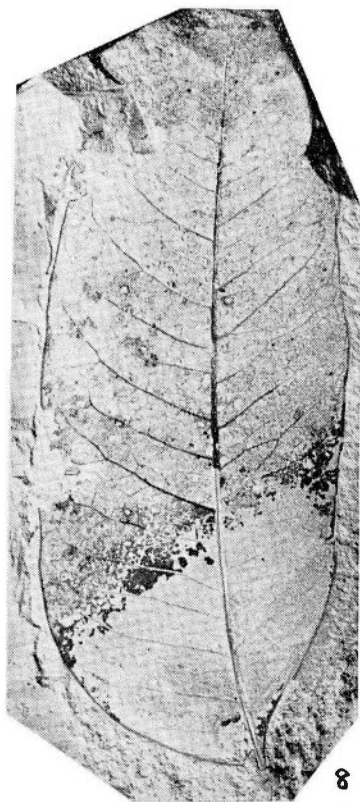
5



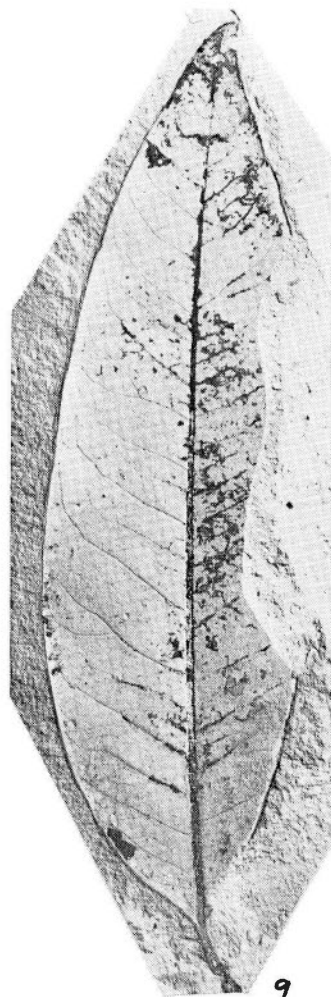
6



7



8

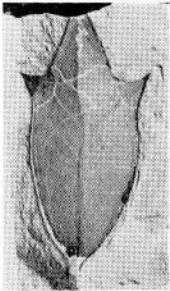
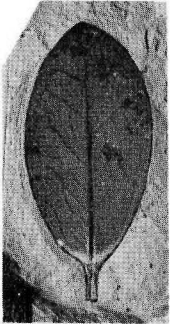
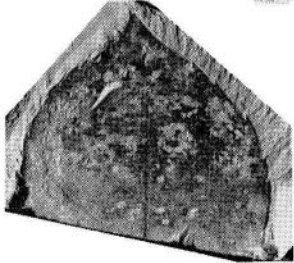
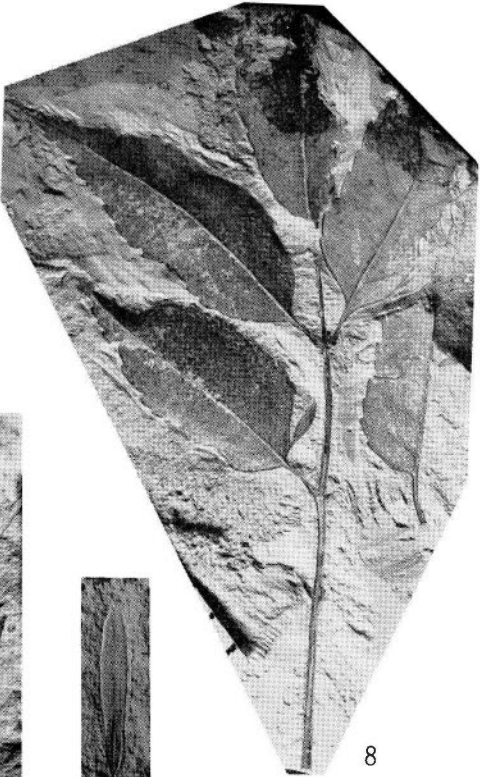
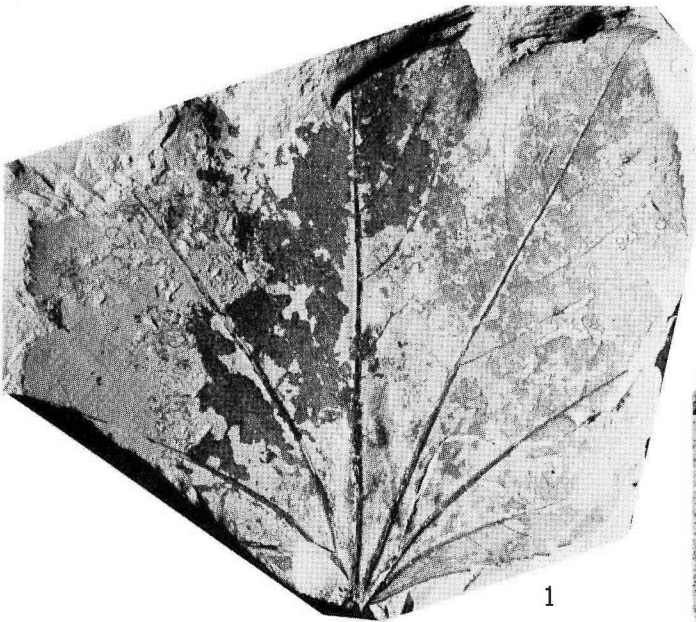


9

PLATE IX

- Fig. 1. *Kalopanax septemlobus* KOIDZUMI, G. S. J. No. 4673.
Figs. 2, 3. *Pieris japonica* D. DON, G. S. J. Nos. 4674, 4675.
Fig. 4. *Symplocos myrtaea* SIEBOLD and ZUCCARINI, G. S. J. No. 4677.
Figs. 5-8. *Fraxinus lanuginosa* KOIDZUMI, G. S. J. Nos. 4679, 4680,
4681, 4682.
Fig. 9. *Styrax* sp., G. S. J. No. 4678.
Figs. 10, 11. *Osmanthus ilicifolius* MOULLEFERT, G. S. J. Nos.
4683, 4684.

(All natural size)



6

7

8

10

11

PLATE X

- Fig. 1. *Osmunda* × 1,000
Fig. 2. Polypodiaceae A. × 1,000
Fig. 3. Polypodiaceae B. × 600
Figs. 4, 5. *Podocarpus* × 600
Figs. 6-8. *Abies* × 600
Fig. 9. Taxodiaceae × 1,000

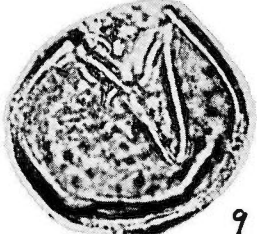
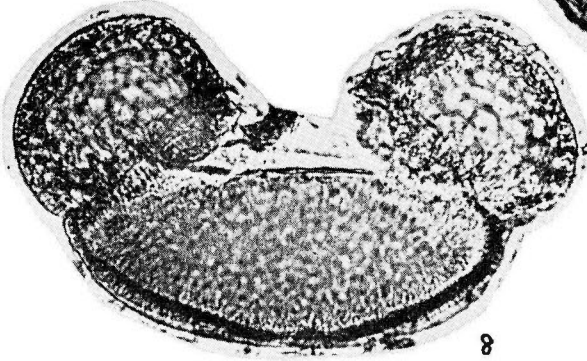
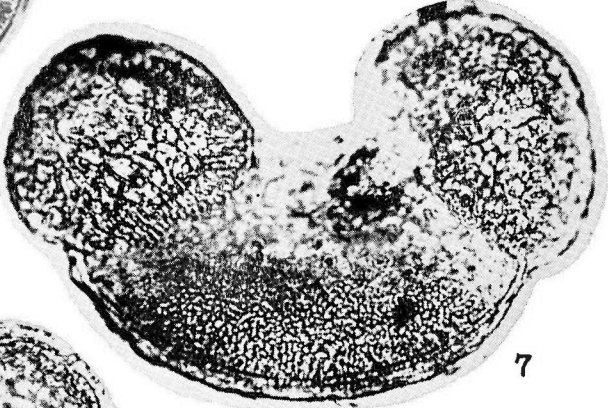
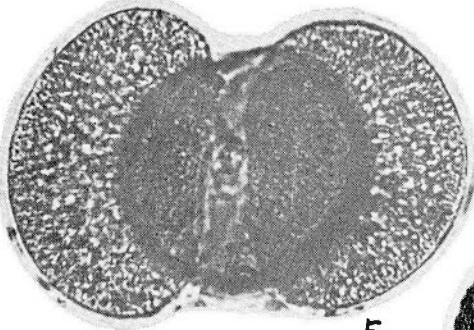
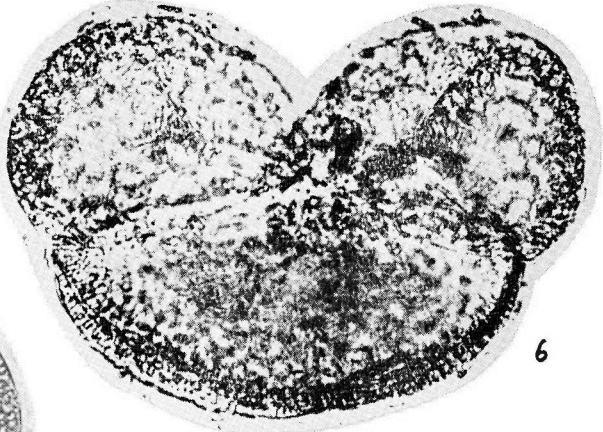
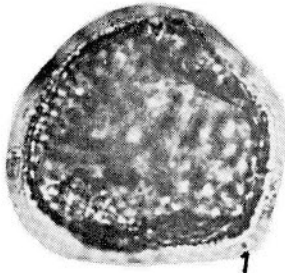


PLATE XI

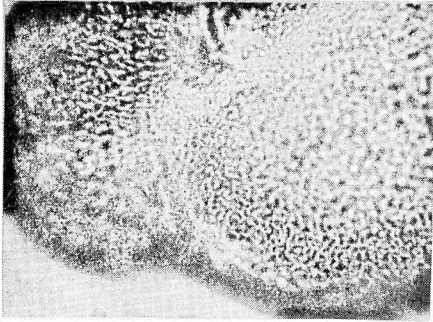
Figs. 1a, 1b. *Picea* 1a \times 600, 1b distal surface view,
expanded a part of fig. 1a \times 1,200

Fig. 2. *Picea* \times 600

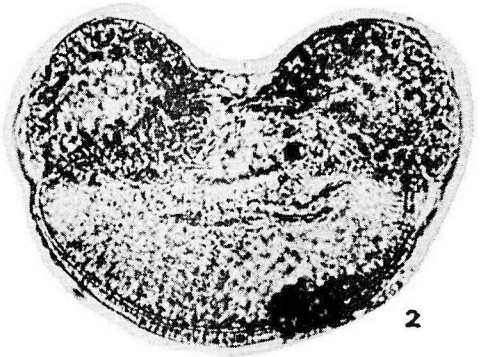
Figs. 3, 4. *Pinus* \times 1,000

Figs. 5, 6. *Pinus* \times 600

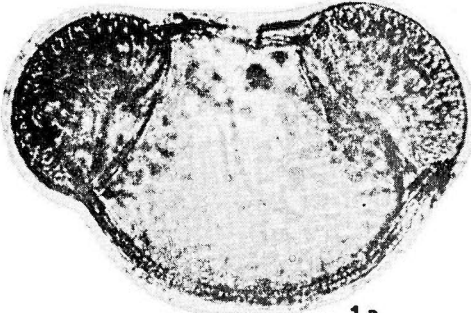
Figs. 7, 8. *Tsuga* \times 600



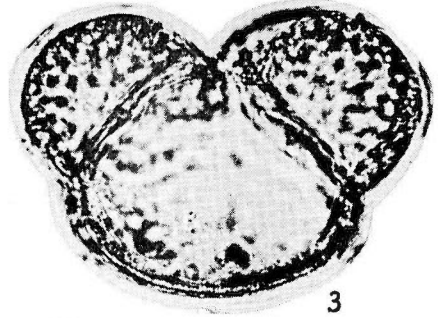
1b



2



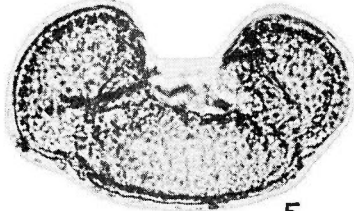
1a



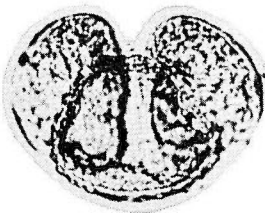
3



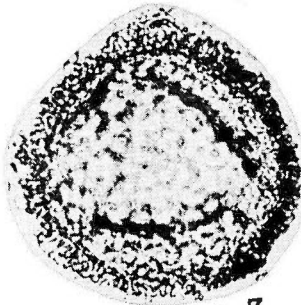
4



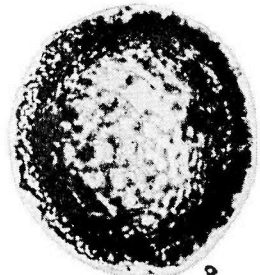
5



6



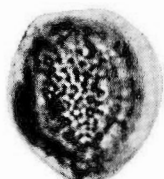
7



8

PLATE XII

- Figs. 1a, 1b. *Salix* (?) \times 1,000, a, distal surface view.
b, outline.
- Fig. 2. *Juglans* \times 1,000
- Fig. 3. *Alnus* \times 1,000
- Fig. 4. *Carpinus* \times 1,000
- Fig. 5. *Corylus* \times 1,000
- Fig. 6. *Quercus* A. \times 1,000
- Fig. 7. *Quercus* B. \times 1,000
- Figs. 8, 9. *Zelkova* \times 1,000
- Fig. 10. *Chenopodium* \times 1,000
- Fig. 11. *Nuphar* \times 1,000
- Fig. 12. Rosaceae \times 1,000
- Fig. 13. *Buxus* \times 1,000
- Fig. 14. *Ilex* \times 1,000
- Figs. 15a, 15b. *Symplocos* \times 1,000, a, outline, b, distal surface view.
- Figs. 16a, 16b. *Osmanthus* \times 1,000, a, outline, b, distal surface view.



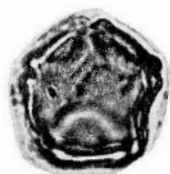
1a



1b



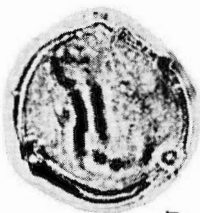
2



3



4



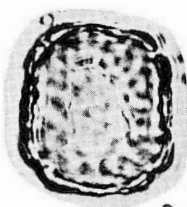
5



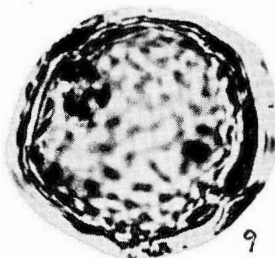
6



7



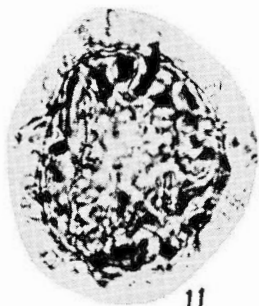
8



9



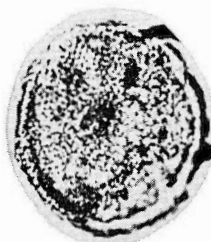
10



11



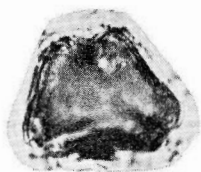
12



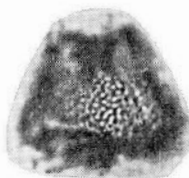
13



14



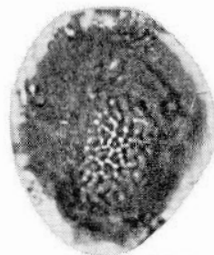
15a



15b



16a



16b

Index of Name

A

- Abies* 14, 15, 15, 20 : Pl. X, figs. 6-8.
firma, 8, 9, 12, 15, 22 : Pl. IV, figs. 2-5.
homolepis, 19.
veitchii, 19.
- Acer*
diabolicum, 10, 34 : Pl. VII, figs. 5, 6.
mono, 35.
mono forma *dissectum*, 10, 34 : Pl. VII,
figs. 7, 8
palaeodiabolicum, 34.
palaeorufinerve, 35.
palmatum, 19.
rufinerve, 10, 35 : Pl. VII, fig. 9.
sieboldianum, 8.
subpictum, 35.
- Albizzia*
julibrissin, 32.
(?) sp., 10, 32, Text-fig. 1 : Pl. VI, figs.
13-15.
- Alnus* 14, 15, 15, 20 : Pl. XII, fig. 3.
hirsuta, 19.
japonica, 10, 24 : Pl. IV, fig. 17.
- Aralia*
elata, 19.

B

- Benzoin*
glaucum, 10, 12, 27 : Pl. V, figs. 5, 6.
umbellatum, 10, 28 : Pl. V, figs. 7-9.
- Betula*
grossa, 19.
grossa var. *ulmifolia*, 24.
platyphylla, 19.
sp., 10, 24 : Pl. IV, fig. 20.
- Buxus* 14 : Pl. XII, fig. 13.

C

- Camellia*
japonica, 6.
sasanqua, 8.
- Carpinus* 14, 15 : Pl. XII, fig. 4.
cordata, 19.
laxiflora, 8, 10, 25, : Pl. IV, figs. 23-25.
subcordata, 25.
tschonoskii, 10, 25 : Pl. IV, figs. 18, 19.

- Chamaecyparis*
pisifera, 19.
- Chenopodium*, 14 : Pl. XII, fig. 10.
- Cinnamomum*
camphora, 10, 12, 28 : Pl. V, fig. 11.
japonicum, 8, 10, 29 : Pl. V, fig. 10.
micranthum, 10, 12, 29 : Pl. VI, figs. 1, 2.
miocenum, 28.
- Clausena*
lunulata, 32.
- Clethera*
barbinervis, 8.
- Cleyera*
japonica, 6, 10, 36 : Pl. VIII, fig. 4.
- Cornus*
controversa, 19.
- Corylus* 14, 15 : Pl. XII, fig. 5.
sieboldiana, 19.
- Cryptomeria*
japonica, 19.
- Cycas*
revoluta, 6.

D

- Distylium*
racemosum, 6.

E

- Eureya*
japonica, 6, 10, 37 : Pl. VIII, fig. 1.

F

- Fagara*
schinifolia, 19.
- Fagus* 8, 20, 20.
crenata, 8, 8, 19, 20.
- Ficus*
erecta, 8.
- Fothergilla* 30.
- Fraxinus*
lanuginosa, 10, 12, 40 : Pl. IX, figs. 5-8.
manshurica, 19.

G

- Gleditsia*
japonica, 10, 32 : Pl. VI, figs. 16, 17.

H*Hamamelis*

- japonica*, 10, 12, 30 : Pl. VI, figs. 7-9.
parroitioides, 19.
protajaponica, 30.
 sp., 30.

I*Illex* 14 : Pl. XII, fig. 14.

- integra*, 10, 33 : Pl. VII, figs. 3, 4.

Illicium

- religiosum*, 8, 10, 12, 27 : Pl. V, fig. 4.

J*Juglans* 14, 15 : Pl. XII, fig. 2.

- ailanthifolia*, 24.
mandshurica var. *sieboldiana*, 9, 24 : Pl. IV, figs. 15, 16.

K*Kalopanax*

- acerifolius*, 38.
septemlobus, 10, 38 : Pl. IX, fig. 1.

L*Livistona*

- subglobosa*, 6.

M*Maackia*

- amurensis* var. *buergeri*, 10, 33 : Pl. VI, 18 ; Pl. VII, fig. 1.
onoei, 33.

Machilus

- japonica*, 6.
thunbergii, 6, 10, 29 : Pl. VI, fig. 3.

Meliosma

- myriantha*, 10, 36 : Pl. VII, figs. 10, 11.

Menyanthes 20.

- trifoliata*, 19.

Metasequoia 20.**N***Nuphar* 14 : Pl. XII, fig. 11.

- japonicum*, 19.

Nymphaea

- tetragona*, 19.

O*Osmanthus* 14, 15, 16 : Pl. XII, figs. 16a, 16b.

- chaneyi* 41.
ilicifolius 10, 12, 16, 40 : Pl. IX, figs. 10, 11.

Osmunda 14, 15 : Pl. X, fig. 1.*Ostrya*

- japonica*, 19.

P*Parabenzoin*

- praecox*, 10, 12, 30 : Pl. VI, figs. 4-6.
protopraecox, 30.
trilobum, 8.

Parrotia, 30.*Picea* 14, 15, 15, 20 : Pl. XI, figs. 1a, 1b, 2.

- jezoensis*, 19.
kaneharai, 22.
polita, 8, 9, 12, 15, 19, 22 : Pl. IV, figs. 6, 7.

Pieris

- japonica*, 8, 10, 38 : Pl. IX, figs. 2, 3.

Pinus 14, 15, 16, 20 : Pl. XI, figs. 3-6.

- fujiii*, 23.
densiflora, 8, 16, 23.
thunbergii, 6, 9, 16, 22 : Pl. IV, fig. 11.

Podocarpus 14, 15 : Pl. X, figs. 4, 5.

Polypodiaceae 15, 20.

- A type, 14 : Pl. X, fig. 2.

- B type, 14 : Pl. X, fig. 3.

Pourthiaea

- villosa*, 10, 31 : Pl. VI, fig. 10.

Prunus

- donarium*, 19.
jamasakura, 10, 31 : Pl. VI, fig. 11.
salicina, 19.

Pterocarya

- rhoifolia*, 19.

Pterostyrax

- corymbasa*, 19.

Q*Quercus* 15, 20.

- crispula*, 8.
glauca, 8, 10, 16, 26 : Pl. V, fig. 1.
myrsinaefolia, 6.
nathorsti, 26.
protoserrata, 26.
serrata, 10, 16, 26 : Pl. V, figs. 2, 3.
stenophylla, 6.

A type, 14, 16 : Pl. XII, fig. 6.
B type, 14, 16 : Pl. XII, fig. 7.

R

Rhamnus

cfr. *dahurica*, 19.

Rhododendron

quinquefolium, 10, 12, 39 : Pl. VIII,
fig. 6.

Rosa

multiflora, 10, 31 : Pl. VI, fig. 12.
usyuensis, 32.

Rosaceae 14 : Pl. XII, fig. 12.

S

Salix (?) 14, 15 : Pl. XII, figs. la, lb.

Sambucus

sieboldiana, 19.

Sapindus

mukurosii, 10, 35 : Pl. VIII, figs. 7-9.
tanaii, 35

Sasamorpha

purpurascens, 8.

Schizopepon

bryoniaefolia, 19.

Shiia

cuspidata, 6.
sieboldii, 6.

Staphylea

bumalda, 19.

Stewartia

monadelpha, 8, 10, 19, 37 : Pl. VIII, figs.
2, 3.

pseudo-camellia, 37.

submonadelpha, 37

Styrax

japonica, 40.

obassia, 8.

sp., 10, 39 : Pl. IX, fig. 9.

Symplocos 14 : Pl. XII, figs. 15a, 15b.

coreana, 8.

myrtacea, 8, 10, 39 : Pl. IX, fig. 4.

T

Taxodiaceae 14, 15 : Pl. X, fig. 9.

Ternstroemia

japonica, 10, 37 : Pl. VIII, fig. 5.

maekawai, 38.

Thuja

nipponica, 23.

standishii, 9, 12, 12, 19, 23 : Pl. IV, figs.
12-14.

Torreya

nucifera, 9, 12, 21 : Pl. IV, fig. 1.

Tsuga 14, 15, 16, 20 : Pl. XI, figs. 7, 8.

diversifolia, 16, 19, 23.

sieboldii, 8, 9, 12, 16, 19, 23 : Pl. IV, figs.
8-10.

V

Vitis

coignetiae, 19.

W

Wistaria

fallax, 33.

floribunda, 10, 33 : Pl. VII, fig. 2.

Z

Zelkova 14, 20 : Pl. XII, figs. 8, 9.

serrata 10, 12, 27 : Pl. IV, figs. 21, 22.

ungeri, 27.

地質調査所報告は1報文について報告1冊を原則とし、その分類の便宜のために、次のようにアルファベットによる略号をつける。

- A. 地質およびその基礎科学に関するもの
 - a. 地質
 - b. 岩石・鉱物
 - c. 古生物
 - d. 火山・温泉
 - e. 地球物理
 - f. 地球化学
- B. 応用地質に関するもの
 - a. 鉱床
 - b. 石炭
 - c. 石油・天然ガス
 - d. 地下水
 - e. 農林地質・土木地質
 - f. 物理探鉱・化学探鉱および試錐
- C. その他
- D. 事業報告

As a general rule, each issue of the Report, Geological Survey of Japan will have one number, and for convenience's sake, the following classification according to the field of interest will be indicated on each Report.

- A. Geological & allied sciences
 - a. Geology
 - b. Petrology and Mineralogy
 - c. Paleontology
 - d. Volcanology and Hot spring
 - e. Geophysics
 - f. Geochemistry
- B. Applied geology
 - a. Ore deposits
 - b. Coal
 - c. Petroleum and Natural gas
 - d. Underground water
 - e. Agricultural geology and Engineering geology
 - f. Physical prospecting, Chemical prospecting & Boring
- C. Miscellaneous
- D. Annual Report of Progress

地質調査所報告

第 236 号

TANAKA, K. : Sedimentation of the Cretaceous flysch sequence in the Ikushumbetsu area, Hokkaido, Japan, 1970

第 237 号

寺岡易司 : 九州大野川盆地付近の白亜紀層, 1970

第 238 号

木野義人 : 関東平野中央部における被圧地下水の水理地質学的研究, 1970

第 239 号

石原舜三 : 日本の主要モリブデン鉱床および関連する花崗岩質岩類, 1971

第 240 号

岸 和男 : 石川県手取川扇状地における水収支の研究, 1971

REPORT, GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

No. 236

TANAKA, K. : Sedimentation of the Cretaceous flysch sequence in the Ikushumbetsu area, Hokkaido, Japan, 1970 (in English)

No. 237

TERAOKA, Y. : Cretaceous formations in the Onogawa basin and its vicinity, Kyushu, Southwest Japan, 1970 (in Japanese with English abstract)

No. 238

KINO, Y. : Hydrogeological study on the confined groundwater in the central part of the Kwantō plain, Japan, 1970 (in Japanese with English abstract)

No. 239

ISHIHARA, S. : Major molybdenum deposits and related granitic rocks in Japan, 1971 (in Japanese with English abstract)

No. 240

KISHI, K. : Study on the water balance of ground-water reservoir in the Tetori river fan, Ishikawa Prefecture, 1971 (in Japanese with English abstract)

ONOE, T.

宮崎県えびの市産の更新世植物群

尾上 亨

地質調査所報告, no. 241, p. 1~46, 1971

6 illus., 12pl., 9 tab.

宮崎県えびの市の加久藤盆地に分布している第四紀加久藤層群の最下部池牟礼層から産出した化石植物群を“えびの化石植物群”と呼ぶ。この植物群は大型化石（葉・実・種子など）と小型化石（花粉・胞子）から明らかにされた。

大型化石が47種、小型化石は24種類を産し、それらは主として暖帯性の植物からなっており、数種の温帯性要素も含んでいる。この植物群の示す気候は温暖であるところから、池牟礼層は第四紀氷河時代における間氷期の堆積物と推察される。今回初めて同一層準において大型化石と小型化石とを比較検討し、いくつかの興味ある結果が判明した。

561 : 551.791 (522.7)

昭和 46 年 9 月 18 日 印 刷

昭和 46 年 9 月 23 日 発 行

工業技術院地質調査所

印刷者 坂 根 謙 吉
印刷所 株式会社坂根商店
東京都中央区八丁堀 1-3-9

A. c. XVI.

REPORT No. 241

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Isamu KOBAYASHI, Director

**A PLEISTOCENE FLORA FROM EBINO CITY,
MIYAZAKI PREFECTURE, JAPAN**

By

Toru ONOE

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Hisamoto-chō, Kawasaki-shi, Japan

1 9 7 1

地質調報
Rept. Geol. Surv. J.
No. 241, 1971