

7. Okano.

A. c. IV.

地質調査所報告第163號
本邦炭田産の第三紀化石植物図説
I. 初期および中期中新世植物群

棚井敏雅

地質調査所

昭和30年3月

561 : 551.78 : 553.94 (52)

地質調査所報告

所長 兼 子 勝

本邦炭田産の第三紀化石植物図説
— I. 初期および中期中新世植物群 —

通商産業技官 棚井敏雅



目 次

要 旨	
I. はしがき	1
II. 中新世植物群の組成の特徴	2
II. 1 阿仁合型植物群の組成	3
II. 2 台島型植物群の組成	4
III. 東亜における現生植物群との比較	6
III. 1 阿仁合型植物群の近似現生種	6
III. 2 台島型植物群の近似現生種	7
IV. 産出地層の分布と層位学的意義	8
IV. 1 中新世植物群の本邦における分布	8
IV. 2 層位学的意義について	11
V. 本邦の中新世炭田の生成と古植物群との関係	12
VI. むすび	13
参考文献	14
Résumé (in English)	1
図版 22 葉	

本邦炭田産の第三紀化石植物図説

— I. 初期および中期中新世植物群 —

通商産業技官 棚井 敏 雅

要 旨

1) 本邦における中新世の植物群には、極めて対照的に異なつた組成の特徴をもつた阿仁合型および台島型の2つのタイプが認められる。

すなわち、阿仁合型植物群は温帯性の落葉潤葉樹を主体とし、これに針葉樹を混交している。これに反して、台島型植物群は暖帯性常緑潤葉樹を主体とし、これに温帯性落葉潤葉樹を混交しているが、針葉樹は比較的少ない。

2) これら両型植物群の構成種にそれぞれ最も近似した東亜における現生種を求め、その分布地を検討した。

その結果、阿仁合型植物群の近似現生種は、中部支那に現生するものが最も多く、本邦の本州・四国・九州がこれに次ぎ、北部支那・樺太・北海道の順である。しかも、それらの大部分が現在これらの地方の高地に生育している。台島型植物群の構成種にそれぞれ近似した現生種は、中部支那に現在自生するものが最も多く、東南部支那がこれに次ぎ、琉球・台湾地方、西南部支那などの順になる。しかも、それらの大部分が現在の海岸に近い平野地に生育しており、また、現在の暖熱帯性植物をかなり含むことも興味深い。

3) 両型植物群は本邦の各地から非常に多くその産出が知られているが、阿仁合型植物群は2、3の例外を除いては、中新世前半期の夾炭層からほとんど産出する。台島型植物群は本邦中新世中期の暖流性化石動物群を含む地層に近接した地層から、多くの場合は産出している。

4) これら両型植物群は層位的に上下の関係にあり；すなわち阿仁合型が台島型植物群の下位にあることは、本邦の各地域にわたつて認められる。

5) 本邦の中新世の石炭の大部分は、温帯性落葉樹のあるものを原材料とし、しかも当時の温冷な気候のもとに生成されたものと考えられる。

6) 最後に、現在までに検出することのできた両型植物群の構成種について、その解説的な図版を分類順に集録してある。

I. は し が き

石炭の生成機構については古来幾多の論議がくり返されているが、その原材料が植物の遺体であることは一致している。このことは石炭のなかから多くの花粉や胞子が取り出されたり、また、石炭そのもののなかに植物の炭化した材片が認められることでも明らかにわかるであろう。

従来、本邦炭田の層序や構造は比較的詳細に明らかにされているのに比べて、古生物学的研究ことに古植物の研究は非常に遅れており、しかも、それらの研究が炭田の層序学的研究と遊離して行われてきた場合が多かつた。しかるに、石炭の賦存状態の調査やその変成過程（石炭

化の過程)の研究において、古植物の研究は古動物の研究とともに、堆積物の相対的な時代の決定やそれらの対比、および堆積環境の史的解釈などに有効であることはいうまでもない。同時にまた、それは石炭そのもののなかに認められる組織上の差異、あるいは石炭の化学的性質の差異を究明することについても、今後の大きな貢献を期待できるものである。もちろん、石炭の物理的および化学的性質の相違は、その炭田における岩相・層相および構造などに反映されている地質学的要因に強く影響されているであろうが、また、その根源植物の差によることも否定できない。

石炭が堆積物である以上、植物遺体が水底に沈積する際に堆積当時の環境の支配をうけ、さらにその後の地質学的変動をうけて、それらが石炭となつてゆく一連の形成過程を史的に究明することは、今後の炭田調査を進めてゆく上の大きな課題となるであろう。従つて、本邦の未開発炭田や既開発炭田の深部地域などにおける炭量や炭質を合理的に推定するためにも、各炭田の炭層および石炭がいかなる環境のもとに、いかなる植物を根源として生成されたかということを明らかにすることが、精密な地表調査や炭質調査と平行して、今後行われることを筆者は期待している。

筆者はこれらの目的にそうために、ここ数年来本邦における主要炭田やそれらに関連した地域から産出する化石植物を検討し、夾炭層生成当時の植物群の解析を続けている。ここに不十分ではあるが、中新世前半期の植物群の組成の特徴を把握することができたので、それらの概要について述べ、とりあえず主要な種の解説的な図版を集録することにした。各植物群の組成やその特徴種についての詳細な記載は、いずれ別の機会に報告するつもりである。

この研究は本所燃料部尾上亨の協力による処多く、特に化石図版はすべて尾上の手になるものである。

またこの研究中、藤岡一男・前川文夫両博士には化石の同定やその他について御指導をうけた。記して謝意を表する次第である。

II. 中新世植物群の組成の特徴

本邦における中新世の植物群は、古第三紀のものに比較して羊歯植物が著しく減少しているほかは、属(Genus)の組成に関しては、現在までの筆者の研究結果によると、それほど顕著な差は認められない。しかし、同じ属のなかでもいずれも新しい種が旧種に代つて出現して、両者には割然とした相違がある。

中新世初期に始まる汎世界的な海進は、本邦においても中新世の前半期には著しく広域および、この時代の堆積層は全国にわたつてかなり広い分布をもち、しかも動物化石とともに植物化石を豊富に含んでいる。これら中新世前半期の多くの植物群には、既に藤岡一男(1949)に

よつて指摘されたように、極めて対蹠的に異なつた組成上の特徴をもつた2つのタイプが認められる。すなわち、これらの植物群は藤岡によつて阿仁合型および台島型植物群と呼ばれているが、それらのおのおの構成種においては、次に述べるように劇然とした相違を示している。

II. 1 阿仁合型植物群の組成

秋田県阿仁炭田の阿仁合夾炭層から産出する化石植物群をタイプとしており、現在までに東北地方をはじめ、その他の本州の各地域や北海道の2, 3の炭田地域から、その産出が知られている。

この植物群は温帯性の落葉闊葉樹を主体とし、これに毬果植物(針葉樹)を混交している。闊葉樹ではカンバ科(*Betulaceae*)・ニレ科(*Ulmaceae*)およびカエデ科(*Aceraceae*)のものが、産出個数や種数において極めて優勢である。ことに、最も豊富なカンバ科では、シデ属(*Carpinus*)・カンバ属(*Betula*)・ハンノキ属(*Alnus*)・アサダ属(*Ostrya*)の順に多い。ニレ科ではニレ属(*Ulmus*)やケヤキ属(*Zelkova*)が多く、ことにケヤキの葉印象は極めて豊富である。

これらのほかに、クルミ科(*Juglandaceae*)のクルミ属(*Juglans*)・サワグルミ属(*Pterocarya*)、ウリノキ科(*Alangiaceae*)のウリノキ属(*Marlea*)、カツラ科(*Cercidiphyllaceae*)のカツラ属(*Cercidiphyllum*)、シナノキ科(*Tiliaceae*)のシナノキ属(*Tilia*)、トチノキ科(*Hippocastanaceae*)のトチノキ属(*Aesculus*)、スイカズラ科(*Caprifoliaceae*)のガマズミ属(*Viburnum*)なども普通に認められる。

針葉樹としてはスギ科(*Taxodiaceae*)のものが最も優勢で、メタセコイア属(*Metasequoia*)とグリプトストロプス属(*Glyptostrobus*)とが極めて豊富であるが、スイシヨウ(水松)属(*Taxodium*)もまれにみいだされる。マツ科(*Pinnaceae*)のものはその遺体が保存され難いため比較的少ないが、モミ科(*Abietaceae*)のトウヒ属(*Picea*)・モミ属(*Abies*)・トガサワラ属(*Pseudotsuga*)などは、しばしばそれらの毬果や翅果がみいだされる。

また炭層に伴なつては、しばしばハス属(*Nelumbo*)やヘミトラップ属(*Hemitrapa*)のような淡水性の水草がみいだされていることは、炭層の生成条件を考える上にも興味あることであろう。

以上述べた多くの属のなかで、阿仁合型植物群の特徴となる代表種は次の通りである。

第1表 阿仁合型植物群の特徴種

Characteristic Species of the Aniai-type Flora

Metasequoia japonica (ENDO)

M. miocenica TANAI et ONOE

Glyptostrobus europaeus (BRONG.)

Salix varians HEER

Pterocarya asymetrosa KONNO
Alnus Kefersteinii (HEER)
Betula Mitai TANAI et ONOE
Betula uzenensis TANAI
Betula mioluminifera HU et CHANEY
Carpinus miocordata HU et CHANEY
Carpinus miofangiana HU et CHANEY
Fagus Antipofi (ABICH)
Ulmus miodavidiana TANAI
Ulmus longifolia UNGEE
Ulmus appendiculata HEER
Zelkova Ungerii (ETTINGS.)
Nelumbo Endoana OISHI et HUZIOKA (MS.)
Cercidiphyllum crenatum (UNGER)
Acer palaeodiabolicum ENDO
Acer protomiyabei ENDO
Acer kokangenense ENDO
Acer subpictum SAPORTA
Acer ezoanum OISHI et HUZIOKA
Aesculus majus (NATHORST)
Tilia distans NATHORST
Marlea aequalifolia (GOEPP.)
Hemitrapa borealis (HEER)
Kolopanax acerifolium HU et CHANEY
Viburnum protoparvifolium TANAI
Viburnum Otukai TANAI

II. 2 台島型植物群の組成

秋田県男鹿半島に分布する台島累層から産出する化石植物群をタイプとし、この組成をもつた植物群は多くの場合、暖流性の貝化石群を含む地層に近接して本邦の各地から産出する。

この古植物群の組成の特徴は、毬果植物が比較的少ないことと、温帯性落葉樹のほかによくの暖帯性の常緑闊葉樹を含んでいることとである。従つて、阿仁合型植物群を構成する植物の大半が、温帯性落葉樹であることと比べると、非常に明らかな相違がある。闊葉樹ではブナ科(Fagaceae)・クス科(Lauraceae)およびムクロジ科(Sapindaceae)などのものが、産出個体数や種類においてかなり豊富である。ことに最も優勢なブナ科では、カシ属(*Cyclobalanopsis*)・コナラ属(*Quercus*)・クリ属(*Castanea*)・マテバシヒ属(*Lithocarpus*)・ブナ属(*Fagus*)の順に多い。クス科ではクス属(*Cinnamomum*)・タブノキ属(*Machilus*)・クスモドキ属(*Crypto-*

carya)・イヌグス属(*Phoebe*)などのいずれも暖帯性のものも多く、ムクロジ科ではムクロジ属(*Sapindus*)やモクゲンジグマシ属(*Koelreuteria*)などが多い。このほか、マンサク科(*Hamamelidaceae*)のフウ(楓)属(*Liquidambar*)、ヤマモモ科(*Myricaceae*)のヤマモモ属^{註1)}(*Myrica*)、ウリノキ科のウリノキ属、ウルシ科(*Anacardiaceae*)のウルシ属(*Rhus*)・トネリバハゼノキ属(*Pistacia*)なども極めて普通に認められる。また、マメ科(*Papilionaceae*)のモダマ属(*Entada*)、ムクロジ科のハウチワノキ属(*Dodonaea*)、アオギリ科(*Sterculiaceae*)のチャセンギリ属(*Reevesia*)のような亜熱帯性のものを、しばしば伴なっていることは興味深いことである。しかし、阿仁合型植物群に極めて優勢であるニレ科やカンバ科のものは、この台島型植物群においては種数も個体数も著しく少ない。また、ヘミトラップ属やサンセウモ属(*Salvinia*)のような水草をしばしば含んでいることは、サルトリイバラ属(*Smilax*)のような低地性のものの多いことと合わせて、かなり注目をひくことであろう。蔓草植物としてサルトリイバラのほかに、ブドウ属(*Vitis*)・キズタ属(*Hedera*)などがみいだされることも特徴の1つである。

毬果植物は極めて少なく、スギ科のメタセコイア属・グリプトストロプス属・コウヨウザン属(*Cunninghamia*)などをごく少し含むにすぎない。また、まれにマツ属(*Pinus*)・イヌガヤ属(*Cephalotaxus*)もみいだされる。

以上述べた多くの属のなかで、台島型植物群の特徴となるような代表種をあげると、次の通りである。

第2表 台島型植物群の代表種
Characteristic Species of the Daishima-type Flora

- Cunninghamia Konishii* HAYATA
Smilax trinervis MORITA
Smilax minor MORITA
Myrica Naumannii (NATHORST)
Carya miocathayensis HU et CHANEY
Betula kusaidaniensis HUZIOKA (MS)
Betula kamigoensis TANAI
Carpinus miocenica TANAI
Fagus Hayatae PALIB.
Castanea Ungerii HEER
Castanea Kanekoi TANAI
Quercus koraica TANAI
Quercus subvariabilis TANAI
Cyclobalanopsis Mandraliscae (GAUDIN)

註1) 従来、*Comptoniophyllum* と称せられていたものは、北米に現生している *Myrica asplenifolia* に酷似して区別が困難なので、“*Comptoniophyllum*”の属名は抹消することにした。

Lithocarpus miohypophaea TANAI
Ulmus protoparvifolia HU et CHANEY
Roso usyuensis TANAI
Liquidambar formosana HANCE
Cinnamomum oguniense MORITA
Cinnamomum miocenum MORITA
Cryptocarya ennichiensis TANAI
Phoebe mioformosana TANAI
Dodonaea japonica (MORITA)
Sapindus Kaneharai TANAI
Pistacia miochinensis HU et CHANEY
Rhus miosuccedanea HU et CHANEY
Acer ornatum CARR.
Aralia miobippinata TANAI

III. 東亞における現生植物群との比較

本邦の中新世植物群を構成する属の大半は、現在もお東亞においてみいだされる。さらにまた、台島型植物群のなかには本邦における絶滅属がやゝ認められるけれども、阿仁合型には極めて少ない。従つて概括的にいえば、本邦の中新世前半期の植物群は属の構成においては、現在の東亞における植物群と大差ないものといえる。

これらの両型植物群の生育した当時の気候状態や生育地の地理的条件を考察するために、両型植物群を構成する種に最も近似した現生種^{註2)}を求め、それらの東亞における分布状態を検討すると次の通りである。

III. 1 阿仁合型植物群の近似現生種

現在までに筆者によつて認められた多くの阿仁合型植物群は、25科40属73種から成つている。その40属のなかで、双子葉植物では *Engelhardtia*, *Porana*, *Hemitrapa*, 毬果植物では *Metasequoia*, *Glyptostrobus*, *Taxodium* の6属が本邦に自生していないだけで、残りの34属はすべて本邦において現在も見られる。そして、これらの73種にそれぞれ最も近縁な現生種と、それらの東亞における分布状態とを示すと第3表の通りである。

第3表に示すように、阿仁合型植物群を構成する種の近似現生種のなかで、中部支那に分布

註2) 化石種と現生種との比較は、葉が分類の基準となつていないので葉の特徴のみでは難しい場合がある。ことに、幼芽葉や複葉の場合に多い。しかし概して、多くの標本について検討して行けば、かなり信用しうるデータは得られるものである。そして、現生種と化石種とにおいて、葉の特徴ではほとんど区別できないほど似ていることがしばしばある。

するものは27種あつて最も多く、本邦の本州・四国・九州に分布するものは24種でこれに次いでいる。また、北部支那および樺太・北海道に自生するものはそれぞれ22種と18種とであるが、南部支那^{註3)}や朝鮮に自生するものは比較的少ない。ことに、台湾・琉球のような暖熱帯地方、あるいは沿海州やカムチャッカのような寒帯地方などに自生している種はほとんどない。

従つて、このことから推論すれば、阿仁合型植物群は現在の中部支那から北部支那にかけて分布する温帯性植物群のあるタイプに最も近縁なものといえよう。

さらにまた、これらの近似現生種の生育地の地形的条件から、阿仁合型植物群の構成種について検討すると、沼沢性植物4、平地性植物6、山腹～丘陵地性植物45、高地性植物6、山腹～高地性植物4となる。従つて、この古植物群は当時の山地の山腹の傾斜地の植物を主体とし、これらが堆積地に流入するに際して、その他の要素を混交するに至つたものと考えられることは可能である。

III. 2 台島型植物群の近似現生種

この植物群を構成する植物は、現在までに28科51属69種が知られているが、その51属のなかで双子葉植物では *Carya*, *Pteroceltis*, *Liriodendron*, *Cryptocarya*, *Phoebe*, *Liquidambar*, *Entada*, *Forthergilla*, *Pistacia*, *Dilodendron*, *Dodonaea*, *Reevesia*, *Hemitrapa* などの13属、毬果植物では *Metasequoia*, *Glyptostrobus* の2属が本邦に自生していない。すなわち、阿仁合型に比べて本邦における絶滅属ははるかに多いが、しかしこれらの絶滅属も *Dilodendron* を除いてはいずれも東亜においては現生している。これら69種の化石種にそれぞれ最も近縁な現生種をあげ、それらの現在の分布地を地域別にプロットすると、第4表に示すように阿仁合型植物群とはかなり対蹠的な相違がある。

台島型植物群を構成する化石の近似現生種のなかで、中部支那^{註4)}に現在自生するものが最も多くて28種におよび、琉球・台湾の要素はこれに次ぎ27種を認めることができる。南支の要素も比較的多いが、東南部支那^{註4)}および西南部支那に現在自生するものは、それぞれ21種と16種とである。このほか、本邦の本州・四国・九州に分布するものは17種あるが、北海道・樺太、北部支那や満洲などのような温帯北部または寒帯南部などの要素は極めて少なく、わずかに数種がみいだされるにすぎない。

さらにまた、これらの近似現生種について、その生育地の地形的状態を考えて検討すると、沼沢性植物4、平地性植物18、山腹～丘陵地性植物18、高地性植物6、平地～丘陵地性植物14種である。

従つて、上述のような近似現生種の分布状態から推論すれば、台島型植物群は支那の中部か

註3) 南部支那でも、とくに西南部すなわち貴州・雲南のような海岸よりかなり離れた地域のものが多い。

註4) 中部および東南部支那のなかでも、ことに江蘇・浙江・福建省などの海岸に近い地域のものが多い。

ら東南部にかけての、あるいは台湾のそれぞれ海岸に近い平地に現在生育しているあるタイプの植物群に、最も近似しているといえよう。そして数種にすぎない高地性植物は、沈積の際の混入と考える方が妥当であろう。

IV. 産出地層の分布と層位学的意義

本邦における中新世の植物群は、従来からその産出が各地に知られていたが、化石種の同定に多くの無理と混乱^{註5)}とがあつたために、それらの産出地層は層位学的にもかなりの混乱を起していることが多かつた。従つて、動物化石の研究の遅れていることと相まつて、本邦の中新統に関する層序学的な知識は、本邦の新生代層位学において最も貧弱な1分野であつた。しかし、最近これらの化石種の検討が進み、かつ植物群の内容も明らかになるにつれて、その植物群の層位学的意義も次第に明らかになつてきたのである。

IV. 1 中新世植物群の本邦における分布

前にものべたように、阿仁合型植物群は主としてこの時代の夾炭層に伴なつて産する場合が多く、また、台島型植物群は海成層に近接した地層から産出するが多い。

すなわち、阿仁合型植物群は現在までの資料によれば、北海道においては天北炭田の宗谷夾炭層、苫前炭田の羽幌夾炭層、石狩炭田幾春別区域の朝日夾炭層、茅沼炭田の茅沼夾炭層、留萌炭田の本陣の沢夾炭層^{註6)}および石狩炭田芦別区域のサキペンベツ層などから知られている。

本州においては岩館炭田の岩館夾炭層、阿仁炭田の阿仁合夾炭層、西田川炭田の油戸夾炭層、常磐炭田の五安層の含炭部、熊野炭田の宮井夾炭層、伊賀炭田の関・加太夾炭層、岐阜重炭田の夾炭層(いわゆる“中村層群”中のもの)などからの化石植物群は、いずれも阿仁合型に属する。これらのほか、九州の佐世保炭田における佐世保層群の中位の夾炭部^{註7)}から産出する植物群は、資料は乏しいけれども阿仁合型を示すようである。

台島型植物群は、男鹿半島の台島累層、西田川炭田東部の上郷累層、山形県小国町附近の小国含植物化石層、新潟県津川町附近の津川累層、阿仁炭田の打当層、宮城県塩釜市附近の網尻累層、および同県槻木町附近の槻木累層などを始めとして、東北地方における各地の中新統か

註 5) 従来は、本邦の第三紀中期の植物化石は、ヘールの Arctic Flora の種に同定する場合が多かつた。しかし、ヘールの扱つた化石は不完全なものが多く、しかもしいて中欧の中新世の種に同定したために、1種名のなかに雑多な化石型が含まれ、そしてそれらの産出層準が必ずしも1つの定層準を正確には示していない。

註 6) これは留萌炭田雨竜地区において、古河雨竜および明治昭和鉱業所の稼行地域の西部に発達するもので、従来は古第三系のもと考えられていたこともあつた。

註 7) 詳細な資料はいまだないが、現在までの筆者の資料によれば、少なくとも柚木層から産出する植物化石は阿仁合型植物群の構成要素である。

らその産出が知られている。また、常磐炭田の亀尾層から白土層まで、岐阜県土岐盆地の平牧層および月吉層、栃木県茂木町附近の中川層群、滋賀県鮎河村附近の鮎河層群の上部層、長野県小県郡地方の別所累層、神戸市附近に発達する白川累層の下半部、島根県宍道湖周辺の古浦層の上半部、山口県下関市附近の第三系などからの化石植物群は、いずれも台島型の組成を示しており、このほか本州におけるその産地は枚挙にいとまないほどである。北海道に関する資料は乏しいけれども、現在までに留萌炭田大和田地区のユードロ層、および雨竜地区のユードロ層に相当する地層、空知郡深川町東北方に分布する内大部層、道南地域の訓縫層群の下部などの化石植物群もまた、多少の温帯要素が増加してはいるが、いずれも台島型である。

台島型植物群は炭田地域における夾炭層からは産出しないのが普通であるが、まれに一部の炭田の夾炭層から、このタイプの化石植物群の産出が知られている。すなわち、白河炭田の戸沢および西郷内夾炭層、茨城県久慈含炭地の夾炭層、青森県下北炭田の夾炭層などの化石植物群の構成種の大半は、台島型の要素でしめられている。しかし、阿仁合型の要素を多少混交している。このほか、資料は乏しいけれども、津山炭田や四国の伊予含炭地^{註8)}の夾炭層の植物群も台島型である。

第5表 本邦における中新世植物群の産地
The Localities of Miocene Floras in Japan

Hokkaidō

- 1) Tempoku coal field (Sōya coal-bearing formation)
- 2) Tomamae coal field (Haboro coal-bearing formation)
- 3) Honjinnosawa, Uryū district, Rumoe coal field (Honjinnosawa coal-bearing formation)
- 4) Owada district, Rumoe coal field (Yūdoro formation)
- 5) Near Fukagawa-machi, Sorachi-gun (Naidaibu formation)
- 6) Sakipembetsu, Ashibetsu district, Ishikari coal field (Sakipembetsu formation)
- 7) Asahi coal mine, Ikushumbetsu district, Ishikari coal field (Asahi coal-bearing formation)
- 8) Kayanuma coal field (Kayanuma coal-bearing formation)
- 9) Abura, Setana-machi, Shiribeshi-no-kuni (Kunnui group)
- 10) Yoshioka-mura, Matsumae-gun (Kunnui group)

Northeastern Honshū

- 11) Iwodate coal field (Iwodate coal-bearing formation)
- 12) Hachimori oil field ("Green Tuff" formation)
- 13) Ani coal field (Aniai coal-bearing formation)

註 8) この含炭地の夾炭層から、最近になつて *Sabalites?* sp. が発見された。このシュロ(棕櫚)に似た葉化石は、津山亞炭田の夾炭層、塩釜市の網尻累層、神戸市附近の白川累層および熊野炭田の夾炭層より上位の地層などから産出することが知られており、台島型植物群の1つの代表種となるかもしれない。

- 14) Ani coal field (Uttō formation)
- 15) Shimokita coal field (coal-bearing formation)
- 16) Fukuoka-machi, Ninohe-gun, Iwate prefecture (Yotsuyaku group)
- 17) Monzen, Oga peninsula, Akita prefecture (Monzen formation)
- 18) Daishima, Oga peninsula, Akita prefecture (Daishima formation)
- 19) Nishitagawa coal field (Kamigō formation)
- 20) Nishitagawa coal field (Aburato and Iragawa coal-bearing formation)
- 21) Tachiyazawa-mura, Higashitagawa-gun, Yamagata prefecture (Tachiyazawa formation)
- 22) Nakamata-mura, Iwafune-gun, Niigata prefecture ("Green Tuff" formation)
- 23) Iwafune coal-bearing area (coal-bearing formation)
- 24) Oguni-machi, Nishioitama-gun, Yamagata prefecture (Oguni plant-bearing formation)
- 25) Shiogama city and Saura-machi, Miyagi prefecture (Sauramachi and Ajiri formation)
- 26) Tsukinoki-machi, Miyagi prefecture (Tsukinoki formation)
- 27) Sōma coal field (Shiote group)
- 28) Kwannonzawa, Agawa-mura, Niigata prefecture (Tsugawa formation)
- 29) Irihirose-mura, Kitauonuma-gun, Niigata prefecture (Anazawa formation)
- 30) Seki-mura, Sado-gun, Niigata prefecture (Suginoura formation)
- 31) Jōban coal field (Shirado formation)
- 32) Jōban coal field (Goyasu formation)
- 33) Shirakawa coal field (Tozawa coal-bearing formation)
- 34) Kuji coal-bearing area (Kanazawa and Asakawa formation)
- 35) Motegi-machi, Haga-gun, Tochigi prefecture (Nakagawa formation)

Central Honshū

- 36) Kitaaiki-mura, Minamisaku-gun, Nagano prefecture (Kिताaiki formation)
- 37) Uetsu-machi, Fugeshi-gun, Ishikawa prefecture (Minazuki formation)
- 38) Bessho-mura, Chiisagata-gun, Nagano prefecture (Bessho formation)
- 39) Gifu-Aichi lignite field ("Nakamura formation")
- 40) Gifu-Aichi lignite field (Hiramaki formation)

Southwestern Honshū

- 41) Iga coal field (Seki and Kabuto coal-bearing formation)
- 42) Ayukawa-mura, Koga-gun, Shiga prefecture (Upper part of Ayukawa group)
- 43) Kumano coal field (Miyai coal-bearing formation)
- 44) Kumano coal field (Upper part of Mitsuno formation)
- 45) Kōbe city, Hyōgo prefecture (Shirakawa formation)
- 46) Tsuyama coal field (Tsuyama coal-bearing formation)
- 47) Near Matsue city, Shimane prefecture (Upper part of Koura formation)
- 48) Iyo coal-bearing area (Shinjōdai coal-bearing formation)
- 49) Shimonoseki city, Yamaguchi prefecture (Miocene formation)

Kyūshū

- 50) Sasebo coal field (Yunoki formation)

これらの阿仁合型および台島型の化石植物群は以上あげたほか、第5表に示すように多くの産地から知られているが、これらの主要な産地を図示すれば第1図の通りである。この図に見られるように、北海道においては台島型植物群の産出はまれであり、またその植物群の構成要素には温冷な気候を思わせるようなものを多分に混じている。これについては、すでに藤岡一男(1950)も簡単ではあるが指摘したが、当時の気候帯の存在によつて植物分布が相違することに原因するものと筆者は考えている。

IV. 2 層位学的意義について

台島型植物群は、従来は中新世中期を指示する標準化石として、ばく然と使われていた“*Comptoniophyllum*” *Naumannii* や *Liquidambar formosana* を含んでいて、中新世中期のものと考えられてきた。しかし、阿仁合型植物群は従来はほとんど注目されていなかったもので、しばしば古第三紀のもの^{註9)}と考えられることもあつた。最近になつて藤岡一男や筆者らによつて、1つの特徴的な中新世の植物群として取扱われるようになった。

これら両型植物群は最初は同時代のものと考えられ、そして同時代にもかかわらずその組成が異なるということは、それらの生育地の緯度差によるよりも高度差による分布の相違に基因するものと一応考えていた。最近になつて藤岡一男・井上武(1953)は、男鹿半島において台島型植物群を含む台島累層の下位にある双六累層から、阿仁合型植物群の存在することを発見し、また、この両型植物群の上下の関係は阿仁炭田においても認められるので、これら両型植物群が同時期のものではなく、層位的に明らかに上下の関係にあることを指摘している。この関係は、その後本邦の各地において確認されつつある。たとえば、常磐炭田の五安層の植物群は阿仁合型であるが、亀尾層から白土層のものは台島型であり、岐阜土岐盆地の“中村層群”の植物群は阿仁合型で、その上位にある平牧および月吉層のものは台島型である。また、北海道の留崩炭田の本陣の沢夾炭層の植物群は阿仁合型であるが、上位のユードロ層のものは台島型である。従つて、この両型植物群は一般的にいつて層位的に上下の関係にあることは、ほとんど本邦全域にわたつて認められるといつてもよい事実であろう。

台島型植物群が温暖多湿な気候のもとに、海岸に近い平原に生育した植物群であるということは、これと層位的に近接して多くの場合 *Vicarya*, *Vicaryella*, *Telescopium*, *Geloina*, *Chicoreus*, *Katelsia* などの暖流性貝化石、あるいは *Miogyopsina*, *Operculina* のような暖流性有孔虫化石を含むことなどから考えても、当時の暖流の影響が十分に推定されるであろう。

これに反して、阿仁合型植物群が温冷な気候のもとに、山腹の傾斜地に生育した植物群であ

註 9) たとえば、岐阜県の“中村層群”からの植物群は、遠藤誠道・矢部長克らによつて古第三紀のものと考えられ、現在に至つている。

ることは、この植物群が多くの場合に炭層に伴なうことと考え合わせると、かなり興味あることである。

従つて、この両型植物群の組成上の相違を、当時の生育地の地形的な相違すなわち高度差に基因すると考えるにしても、多くの場合両者が混交することなく、いかにして独自の化石植物群として産出し、しかも層位的に上下の関係にあるかということは、今後に残る問題である。

V. 本邦の中新世炭田の生成と古植物群との関係

本邦においては、中新世前半期に生成されたと考えられる炭田は、全土にわたつてかなり分布している。しかしながら、それらの石炭は一部のものを除けば炭質も良好でなく、また、炭量も大して期待できないのが現状である。しかし、炭量は少ないけれども、しばしば炭化度の高いものが見られる。たとえば、西田川炭田・茅沼炭田および佐世保炭田などは、本邦における数少ない強粘結炭産地の一部であり、阿仁炭田の一部や熊野炭田などからは無煙炭を産出する。

概して本邦の中新世の夾炭層は、初期中新世に始まる海進の初期において、基盤の凹所にあるいは入江のような所に、植物の遺体が堆積して生成されたものと筆者は考えている。従つて、台島型植物群が海岸に近い平地性植物を主体としていることから考えると、これらの植物遺体が水底に流入して沈積するということは、容易であろうと考えられる。しかし、前にのべたように実際は台島型植物群を伴う夾炭層は極めて少なく、逆に多くの場合には高地性の阿仁合型植物群が伴っている。高地性の植物群が伴うということは、本邦の中新世の炭層の大部分が山間の沼沢地において生成されたものか、あるいはまた、山腹の植物が遠く運搬されて低地に堆積したものと一応考えがちであるが、しかし炭田の規模、炭層の状態およびその他の地質学的条件から考えると、これらの解釈にはかなりの無理がある。そしてむしろ、当時はこの高地性の植物群が平地に生育しうる程度に、気温が温冷であつたと考える方が妥当であろう。

その後(中新世中期になつて)、本邦の全域におよんで気候は前期よりも温暖となり、平地にあつた阿仁合型植物群に代つて台島型植物群の生育を見るに至つたものであろう。しかし、中新世中期に至つては海進が前期に比べてかなり進捗し^{註10)}、かつその速度も早かつたために、

註 10) このことは、中新世中期の海成堆積層が本邦の各地域にわたつて、前期の堆積層よりも非常に広い分布をもっていることから明らかに推定される。

註 11) 一般的にいつて、本邦新生代の炭層の生成は、海進の初期と海退の末期との2つの場合に大別されると筆者は考えている。鮮新世以降の亜炭田は多くの場合は海退の産物である。そして、海進の初期の場合における炭層の生成には、基盤の揺変すなわち小さい上昇と沈降との反復を伴いつつ全体として沈降して、海進が徐々に行われることが必要であると考えられる。このことは、石狩・釧路炭田や北九州の炭田において、海成～半鹹半淡水成層と夾炭層とが交互に重なり、さらにそれらの上に厚い海成層をもっていることから明らかである。

炭層の生成条件^{註1)}を備えるに充分ではなかつたので、台島型植物群を伴なう夾炭層は少ないのであろうと考えられる。しかしながら、当時地形的に海岸の湾入が著しくて、ある程度外洋に対して閉塞的環境をもつた地域には、貧弱ながら炭層の生成を見るに至つたものであろう。たとえば、台島型植物群を伴なう久慈含炭地・白河炭田および津山炭田などは、いずれも古地理的に考えれば当時はかなり湾入していた地域であることなどからも、このことは十分に暗示されるところである。

以上述べたことから考えると、本邦の多くの中新世の夾炭層は、比較的温冷な気候のもとに生成されたものであろう。従つて、従来はばく然と炭層の生成には、温暖多湿な気候が1つの条件として考えられることが多かつたけれども、これは必ずしも必要な条件ではないであらう。

また、夾炭層から産出するすべての化石植物の種類が、その石炭の原材料であるとは限らないが、それらのうちのある種の植物遺体が、原材料となつたということはいうと思われ。従つて、本邦の中新世の石炭は少なくとも、暖熱帯性の常緑樹よりも、多くの場合は温帯性落葉樹を原材料としているといふ。そして、これらの石炭が、暖熱帯性植物を原材料とする石炭と、いかなる相違があるかということは今後検討する必要があると考えられる。

VI. む す び

本邦の中新世の夾炭層およびこれに関連した地層から産出する植物群の組成などについて述べたが、この研究はこれで完了したものではなく、まだ研究すべき多くの問題が残されている。この報告書は昭和28年12月までの研究結果を基にして、現在までの知識を綜括し、併せて化石図版を集録して、本邦において比較的研究の遅れているこの分野の紹介を行つたものである。従つて、今後研究の進捗と資料の増加とに伴つて、訂正すべき点も多く生ずると思われる。

最後に、現在の知識から考えられる今後の2、3の問題を指摘しておきたいと思う。

1) 阿仁合・台島両型植物群の分布は本邦の全域におよぶが、北海道の台島型のなかには本州のものに比べて、温帯要素がかなり多く含まれている。このような両型植物群の各産地の南北における組成上の相違を明らかにし、当時の気候帯の存在による植物分布を知ることは、今後の化石植物による地層対比を一層確実にするために重要である。

2) 本邦の中新世の夾炭層には、多くの場合に阿仁合型植物群を伴うが、まれに台島型植物群を伴うものも2、3認められる。これらの構成植物をさらに検討して、それらの石炭の原植物を推定し、原植物の差が石炭の物理学的および化学的性質にいかん反映しているかを検討する必要がある。

3) 花粉分析の研究の進展につれて、当時の植物分布の様相はさらに明らかになるので、これらによつて当時の気候条件や植物遺体の運搬距離などをさらに詳しく推定し、堆積岩の解析や古動物の研究などの結果と併せ考えて、各炭田の形成過程を明らかにして行かねばならない。

(1954年4月)

参 考 文 献

- Endo, S.: A New Species of *Nelumbo* from the Palaeogene of Japan. Jap. Jour. Geol. Geogr. Vol. 11, Nos. 3-4, p. 256-258, 1934.
- 遠藤誠道: 最近の地質時代に日本群島において絶滅せる植物 植物及動物, 2巻, 9号, 1934.
- Endo, S.: Discovery of *Liriodendron* Leaves from the Neogene of Japan. Proc. Imp. Acad. Tokyo, Vol. 10, p. 590-593, 1934.
- Endo, S.: New Fossil Species of *Sequoia* from the Far-East. Proc. Imp. Acad. Tokyo, Vol. 12, p. 172-175, 1936.
- Endo, S.: Some New and Intereating Miocene Plants from Tyosen, Jubilee Publ. Prof. Yabe, Vol. 1, p. 333-349, 1939.
- Endo, S.: On the Fossil *Acer* from Japan, Korea and South Manchuria. Short Papers IGPS, No. 1, p. 11-17, 1950.
- Endo, S.: On the Fossil *Carpinus* from Japan and Korea. Short Papers IGPS, No. 2, pp. 51-57, 1950.
- Endo, S.: On the Fossil *Acer* from Japan, Korea and South Manchuria. Short Papers IGPS, No. 3, p. 52-58, 1951.
- Endo, S. et Morita, H.: Notes on the Genera *Comptoniophyllum* and *Liquidambar*. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. (II) Vol. 15, No. 2, 1932.
- Florin, R.: Eine bersicht der Fossilien, *Salvinia*-Arten mit Besoderer Berücksichtigung eines Fundes von *Salvinia formosa* HEER in Tertiärer Japans. Bull. Geol. Inst. Upsula, Vol. 16, 1919.
- Florin, R.: Zur Kentniss der Jungstertiaeren Pflanzenwelt Japans. Kgl. Svenska Vet. Acad. Handl. Vol. 61, No. 1, 1920.
- Hanzawa, S. and others: The Geology of Sendai and its Environs. Sci. Rep. Tohoku Univ. (II), Vol. 25, p. 1-50, 1953.
- Heer, O.: Fossile Flora von Alaska. Kgl. Svensk. Vet. Acad. Handl. Vol. 8, No. 4, 1869.
- Heer, O.: Miocene Flora Insel Sachaline. Flora Fossiles Arctica, 5, 1873.
- Heer, O.: Beiträge zur Miocene Flora von Sachaline. Flora Fossiles Arctica, 5, 1878.
- Huzioka, K.: Notes on Some Tertiary Plants from Tyosen I. Jour. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. (IV), Vol. 7, No. 1, p. 117-141, 1943.
- 藤岡一男: 北海道・朝鮮の中新世層産の *Ostrya* 属および *Carpinus* 属の小苞化石 地質学雑誌, Vol. 50, No. 602, p. 317-325, 1943.
- 藤岡一男: 東北日本内帯台島期植物群の2型 地質学雑誌, Vol. 55, No. 648-649, p. 177, 1949.
- 藤岡一男: 北日本及び樺太の台島階植物群の比較 地質学雑誌, Vol. 56, No. 656, p.277, 1950.
- Huzioka, K.: Notes on Some Tertiary Plants from Tyosen (Korea). II. Trans. Proc.

- Palaeont. Soc. Jap. N. S. No. 3, p. 67-74, 1951.
- 藤岡一男・井上武：男鹿半島双六層より植物化石の発見(予報) 地質学雑誌, Vol. 58, No. 683, p. 361-364, 1952.
- Kryshstofovich, A.: A New Fossil Palm and Some other Plants of the Tertiary Flora of Japan. Jour. Geol. Soc. Tokyo, Vol. 27, No. 317, 1920.
- Kryshstofovich, A.: On the Contribution to the Tertiary flora of Eastern Asia. Rec. Geol. Com Russ. Far East, Vol. 18, 1921.
- Kryshstofovich, A.: Contribution to the Tertiary Flora of Kwannonzawa, Prov. Echigo, Japan. Ann. Rept. Russ. Palaeont. Soc. Vol. 6, p. 1-24, 1926.
- Kryshstofovich, A.: Evolution of the Tertiary Flora in Asia. The New Palaeophytologist, Vol. 28, No. 4, 1929.
- Hu, H. et Chaney, R. W.: A Miocene Floras from Shantung Province, China. Carnegie Inst. Publi. No. 507, p. 1-82, 1940.
- 三木茂：*Metasequoia* に就て 最近の生物学. I, p. 1-15, 1950.
- Miki, S.: On the Systematic Position of *Hemitrapa* and Some other Fossil *Trapa*. Palaeobotanist, Vol. 1, p. 364-350, 1953.
- Morita, H.: On New Species of the Genera *Cinnamomum* and *Smilax* from the Miocene Deposits of Oguni-Machi, Uzem Prov., Japan, Jap. Jour. Geol. Geogr. Vol. 9, p. 1-8, 1932.
- 森田日子次：山形県小国産中新世植物群中に発見せるターミナリヤに就て 地質学雑誌, Vol. 40, p. 335-356, 1933.
- Nathorst, A. G.: Zur Fossilen Flora Japans. Pal. Abb. von Dam. und Kayser, Vol. 4, No. 3, 1883.
- Nathorst, A. G.: Contribution à la Flore fossile du Japon. Kgl. Svenska Vetén Acad. Handl. Vol. 20, No. 2, 1888.
- Oishi, S.: On the Genus *Engelhardtia* and its Occurrence in the Palaeogene of Korea. Jour. Geol. Soc. Jap. Vol. 43, p. 627-630, 1936.
- Oishi, S. et Huzioka, K.: Studies on the Cainozoic Plants of Hokkaido and Karahuto. 2. *Salvinia natans* ALL. fossilis subsp. nov. from Karahuto and *S. formosa* HEER from Hokkaido. Jour. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. (IV), Vol. 4, No. 1-2, p. 193-199, 1941.
- Oishi, L. et Huzioka, K.: 3. *Comptoniophyllum* from Hokkaido and Karahuto. Ibid. Vol. 4, No. 1-2, p. 201-204, 1941.
- Oishi, S. et Huzioka, K.: 4. On the Tertiary *Tilia* from Hokkaido and Karahuto. Ibid. Vol. 7, No. 1, p. 71-79, 1943.
- Oishi, S. et Huzioka, K.: 5. Tertiary *Acer* from Hokkaido and Karahuto. Ibid. Vol. 7, No. 1, p. 81-101, 1943.
- 大石三郎・藤岡一男：北海道第三紀層よりニハウルシ属(*Ailanthus*)化石の発見 地質学雑誌, Vol. 49, No. 584, p. 180-182, 1942.
- 大石三郎・藤岡一男：北海道及朝鮮の第三紀層より *Pteroceltis* 属化石の発見 地質学雑誌, Vol. 49, No. 584, p. 177-179 1942.
- 大石三郎・藤岡一男：所謂北極地中新世植物群について 植物分類地理, Vol. 13, p. 130-139, 1943.
- 奥津春生：日本産 *Trapa* (菱)属及び其の2新種 地質学雑誌, Vol. 46, p. 329, 1939.

- 奥津春生：宮城県下近生代植物化石層の対比及びその特質 地質学雑誌, Vol. 56, No. 656, p. 276, 1950.
- 鹿間時夫：神戸層群とその植物群 地質学雑誌, Vol. 45, p. 621-640, 1938.
- 高橋英太郎・内藤源太郎：下関産第三紀植物 地質学雑誌, Vol. 58, No. 678, p. 71-72, 1952.
- 高安泰助：岩館炭田発盛炭砦の地質 秋田鉱山専門学校, 地下資源研究所報告, No. 3, p. 11-17, 1950.
- 多井義郎：島根半島中央地区の層序と構造(その1) 地質学雑誌, Vol. 58, No. 687, p. 573-583, 1952.
- 棚井敏雅：本邦炭の原植物の研究の綜括一本邦における新生代植物群の概観 炭田探査審議会事業報告 II. 附録, p. 61-83, 1952.
- Tanai, T.: Des fossiles végétaux dans le bassin houiller de Nishitagawa, Préfecture de Yamagata, Japon. (I). Jap. Jour. Geol. Geogr. Vol. 22, pp. 119-135, 1952.
- Tanai, T.: Notes à propos de quelques plantes fossiles dans le groupe d'Ennichi (Yongil) du Coree méridionale (I). Trans. Proc. Palacont. Soc. Jap. N. S. No. 8, p. 231-236 1952.
- Tanai, T.: Notes on some Plant Fossils from Ennichi (Yongil), Group in Southern Korea (II). Ibid. No. 9, p. 1-7, 1953.
- Tanai, T.: Fossil Flora from the Nishitagawa Coal Field, Yamagata Prefecture, Japan. (II),(MS), 1954.
- Tanai, T. et Onoe, T.: Fossil Flora from Ono-mura, Ishiki-gun, Fukushima Prefecture, Japan. (MS), 1954.
- Yabe, H. et Endo, S.: Floral Change during the Cenozoic Era in the Japanese Islands. Proc. Pan-Pacific Congress (U. S. A.), 1932.

Résumé

Illustrated Catalogue of Tertiary Plants in Japanese Coal Fields

— I. Early and Middle Miocene Floras. —

by

Toshimasa Tanai

1. General Remarks

It is almost universally agreed that all the varieties of coal originated from vegetal matter, though there are some differences of opinion regarding its mode of accumulation. Therefore the plants which formed the coal and their distribution are matters of vital interest to all who study the origin of coal deposits. Of course, palaeobotany along with palaeontology is available for deciding the relative age of the deposits, their correlation and historical interpretation. Especially, palaeobotany is more favourable to above-mentioned purpose on studies of coal resource, by the fact that the coal is primarily composed of plant-derived materials and that plant fossils associated with coal are commonly a dominant source of palaeontologic data.

The coal geologists are generally concerned with determining the extent of coal resources and the quality of coal in each coal field. Coal is formed by diagenetic and metamorphic alteration of plant remains, being accumulated into basins in which coal seams are deposited. Accordingly, it is necessary for the study of coal resource to make clear that the coal is formed under any depositional circumstance and composed of any original plant materials. By such studies are reasonably presumed the amounts and quality of coal in unexploited fields or the deep-level areas of exploited fields.

Thus, there are two viewpoints about palaeobotany in studies of coal resource: the first is the stratigraphical and ecological contribution to coal geology, and the second is the contribution to coal petrography and the fundamental chemical or physical investigation of coal.

For these purposes the writer has examined the fossil plants which are collected from main coal fields of Japan and their relative areas, and also he has studied the floral composition and its ecologic condition at that time when the coal deposits had been formed. Lately he could grasp the general characters of the floras in early and middle Miocene ages, though unsatisfactorily. In this report the general outlines of floral composition and distribution in the time are briefly summarized, and the illustrated figures of their main species are explanatorily appended. The detailed description of each flora shall be reported in another papers by the writer.

2. Characters of the Miocene Floral Composition

In the early half of Miocene age the transgression extended over Japanese Islands, and the deposition occurred widespread during this time. These deposits contain plenty of fossil plants and molluscs.

As already pointed out by Dr. K. HUZIOKA, the fossil floras of Miocene age are divided into two contrasted types, which are considerably different in their compositions. And they are named as the Aniai and the Daishima types respectively.

A) The Aniai-type Flora.

This flora comprises mainly of deciduous broad-leaves trees such as grown in temperate zone, and also includes conifers.

Among broad-leaves trees the leaves of Betulaceae, Ulmaceae and Aceraceae are plentiful in numbers of their species and specimens. Especially, Betulaceae is most dominant, and the genera of it are abundant in species as the following order — *Carpinus*, *Betula* and *Alnus*. The family Ulmaceae is represented by such genera as *Ulmus* and *Zelkova*, and the leaves of *Zelkova* are very abundant in number. Such genera as *Juglans*, *Pterocarya*, *Cercidiphyllum*, *Marlea* and *Viburnum* are also commonly found in this flora.

Among conifers the family Taxodiaceae is dominant in numbers of species and specimens. Especially, *Metasequoia* and *Glyptostrobus* are plentiful in specimens, and *Taxodium* is rare. The family Pinaceae is comparatively rare, and leaves of *Picea*, *Pseudotsuga* and *Abies* are frequently found with their cones or fruits.

Accompanying with coal seams, such fresh-water plants as *Nelumbo* and *Hemitrapa* are frequently found.

The characteristic species by which the Aniai-type flora is represented, are shown in Table 1.

B) The Daishima-type Flora.

This flora is characterized by the fact that the conifers are comparatively rare and the ever-green broad-leaves trees are very abundant. The ever-green leaves occupy over 80 percent of the total broad-leaves which are contained in this flora.

Among the broad-leaves trees the leaves of Fagaceae, Lauraceae and Sapindaceae are abundant in numbers of their species and specimens, especially the family Fagaceae dominant. Among the leaves of Fagaceae *Cyclobalanopsis* is most plentiful in number of specimens, with *Quercus*, *Castanea*, *Lithocarpus* and *Fagus* following in the order given. It is one of the characters of this floral composition that the leaves of Lauraceae are very abundant. Though their leaves are frequently difficult to be determined only by leaf-impressions, such ever-green

trees of warm-climatic zone as *Cinnamomum*, *Machilus*, *Cryptocarya*, *Phoebe* and *Sassafras* are found up to present. The family Sapindaceae includes the genera such as *Sapindus*, *Koelreuteria*, *Dodonaea* and *Dilodendron*.

Beside the above-described genera, *Liquidambar*, *Myrica*, *Marlea*, *Rhus*, *Pistacia*, *Rosa* and *Acer* are commonly found. It is interesting for the ecological condition that such tropical plants as *Entada*, *Dodonaea* and *Reevesia* are contained. There are also included some vines as *Smilax*, *Vitis* and *Hedera*.

Conifers are scarce in this flora, and *Metasequoia*, *Glyptostrobus* and *Cunninghamia* of Taxodiaceae are rarely included. Leaves or cones of *Pinus* and *Cephalotaxus* are also rarely found.

The characteristic species by which the Daishima-type flora is represented, are shown in Table 2.

3. Comparison to the Present Floras in East Asia

Most of the genera contained in the Japanese Miocene floras are living now in East Asia except some genera. Among 40 genera of the Aniai-type flora, the extinct genera found in the present Japanese flora are six in number — *Metasequoia*, *Taxodium*, *Glyptostrobus*, *Engelhardtia*, *Porana* and *Hemitrapa*. The Daishima-type flora comprises 52 genera, and among them extinct 15 genera are as follows — *Metasequoia*, *Glyptostrobus*, *Carya*, *Pteroceltis*, *Liriodendron*, *Cryptocarya*, *Phoebe*, *Liquidambar*, *Fothergilla*, *Entada*, *Pistacia*, *Dilodendron*, *Dodonaea*, *Reevesia* and *Hemitrapa*. But these extinct genera are living in the present flora of East Asia except *Taxodium* and *Dilodendron*. Accordingly, the generic composition of the both flora is generally close to the living floras of East Asia.

In order to facilitate considerations on the probable ecologic conditions and climate under which those plants lived, Table 3 and 4 are prepared. The two tables give a list of the fossil species with the nearest equivalent living species, and the geographic distribution of the living species in East Asia.

As showing in Table 3, the Aniai-type flora is most similar to the present flora which are now distributed from central to northern China. And yet, considering from the associational conditions indicated by the flora, it is most predominant in the elements of mountain-slope.

As showing in Table 4, the present equivalents of the Daishima-type species are living mostly in the subtropical or warmer region, and scarcely in the temperate or cold region. Among the living floras of East Asia, the Daishima-type flora is considered to be closely similar to the present floras of Formosa, or from central to southern China. And it is dominant in the lowland elements near the coast.

4. Distribution and Stratigraphical Relations of Fossil-bearing Formation in Japan

Miocene floras have been known from many localities of Japan. But there are some confusions and unreasonableness on determining their fossil species, and the fossil-bearing formations has been confused stratigraphically. Accordingly, Miocene stratigraphy has been one of weak points on Cainozoic history of Japan. Lately, Miocene floras have been made clear stratigraphically with increase of knowledge on their floral compositions.

The Aniai-type floras occur mostly from the Miocene coal-bearing formation, and especially are known from the Miocene coal fields in the Northeast Japan. The most floras of the Daishima-type occur from the lacustrine or littoral sediments which are near stratigraphically to Miocene marine formations. These marine sediments contain frequently such molluscs lived in warm current as *Vicarya*, *Vicaryella*, *Chicoreus*, *Telescopium*, *Littorinopsis* and *Geloina*.

The Daishima-type floras are not yielded commonly in the coal-bearing formations, though there are several exceptions.

The many localities of the both type floras in Japan are shown in Fig. 1. and Table 5.

The both type floras have been once considered to be contemporaneous each other in age, and the difference of floral composition was attributed to the fact that their habitats are different in height. Lately, Dr. K. HUZIOKA and Mr. T. INOUE (1953) discovered the fact that the Aniai-type flora is lower in stratigraphical horizon than the Daishima-type in the Oga Peninsula and the Ani coal field, Akita Prefecture. Since then, this relationship has been observed in many localities. Accordingly, it may be almost considered that the relationship between the both type floras is not contemporaneous, but stratigraphically above and below in whole Japanese Miocene sediments.

5. Relationship between Fossil Flora and Formation of Miocene Coal Fields.

The coal fields formed in Miocene age are distributed in many provinces of Japan. The coals are generally of low-grade in quality, and not abundant in quantity, except some coal fields.

Generally, the Miocene coal deposits of Japan are found in the lower half of Miocene sediments. Namely, it can be said that they were products in the early stage of considerable transgression which had begun from early Miocene age and then extended widely over Japanese Islands. The writer considers that the topographic condition under which Miocene coal fields are formed was like that of a very lowland which was nearely sea-level in altitude and would be

transgressed widely by the sea if the land caused slightly to sink.

The Daishima-type flora consisted mostly of lowland elements which grew near the coast. So, their remains might be easily transported and deposited on the bottom of the sea or lagoon. But in fact, Miocene coal deposits are accompanied with the Aniai-type flora which is composed mainly of montane elements. Accordingly Miocene coal of Japan probably originated from the montane plants.

It may be unreasonable to consider that the coal-bearing formation were formed in swamp or lake in montane area, or the fragments of montane plants were carried by streams in a long distance and deposited on the bottom of the sea or lake.

It is rather reasonable to consider that the climate was so coolly temperate as the Aniai-type floras grew on the lowland area in that time when the coal deposits were formed. And then, the climate was so warmly temperate, and in the lowland area the Daishima-type floras were distributed luxuriantly in place of the Aniai-type.

In the middle Miocene age, the transgression progressed so rapidly that the depositional condition was generally not suitable for forming coal deposits except several areas. Namely, the coal deposits were barely formed only in the areas as deeply extended inlet.

Accordingly, the Miocene coal deposits of Japan generally originated from the temperate plant matters, and were probably formed under the temperate, rather comparatively cool, climatic condition.

6. Conclusion

On the basis of the results which the writer has been studied up to present, the general outlines of floral composition and distribution in the early and middle Miocene age in Japan are briefly described. And the original plants of Japanese Miocene coal are discussed.

The writer continues further this study, and many important problems for studies of coal resource shall be added or revised.

PLATES
AND
EXPLANATIONS

PLATE I

- Fig. 1. *Cephalotaxus* sp.
Figs. 2, 3. *Picea Sugaii* TANAI et ONOE (MS)
Fig. 4. *Pseudotsuga* sp.
Fig. 5. *Abies* sp.
Fig. 6. *Cunninghamia Konishii* HAYATA
Fig. 7. *Cunninghamia Konishii* HAYATA Specimen fo living
species for comparison
Figs. 8, 9, 10. *Metasequoia disticha* (HEER)
Figs. 11, 12. *Metasequoia japonica* (ENDO)
Figs. 13, 14. *Metasequoia miocenica* TANAI et ONOE
Figs. 15, 16. *Taxodium dubium* (UNGER)
Figs. 17, 18, 19. *Glyptostrobus europaeus* (BRONGNIART)

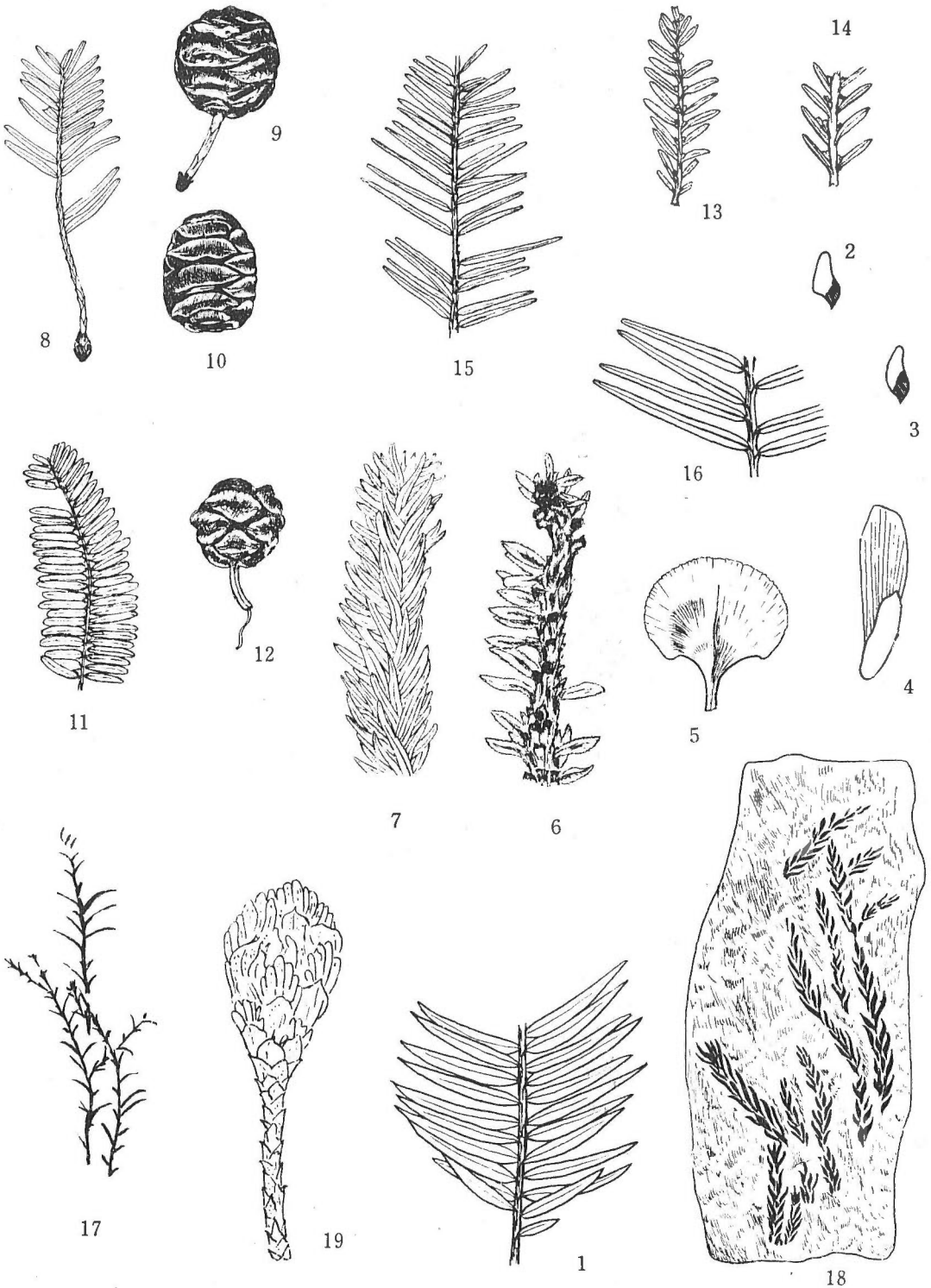


PLATE II

Figs. 1, 2. *Populus* sp.

Fig. 3. *Populus latior* AL. BR.

Fig. 4. *Salix varians* GOEPPERT

Figs. 5, 6, 7. *Myrica Naumanni* (NATHORST)

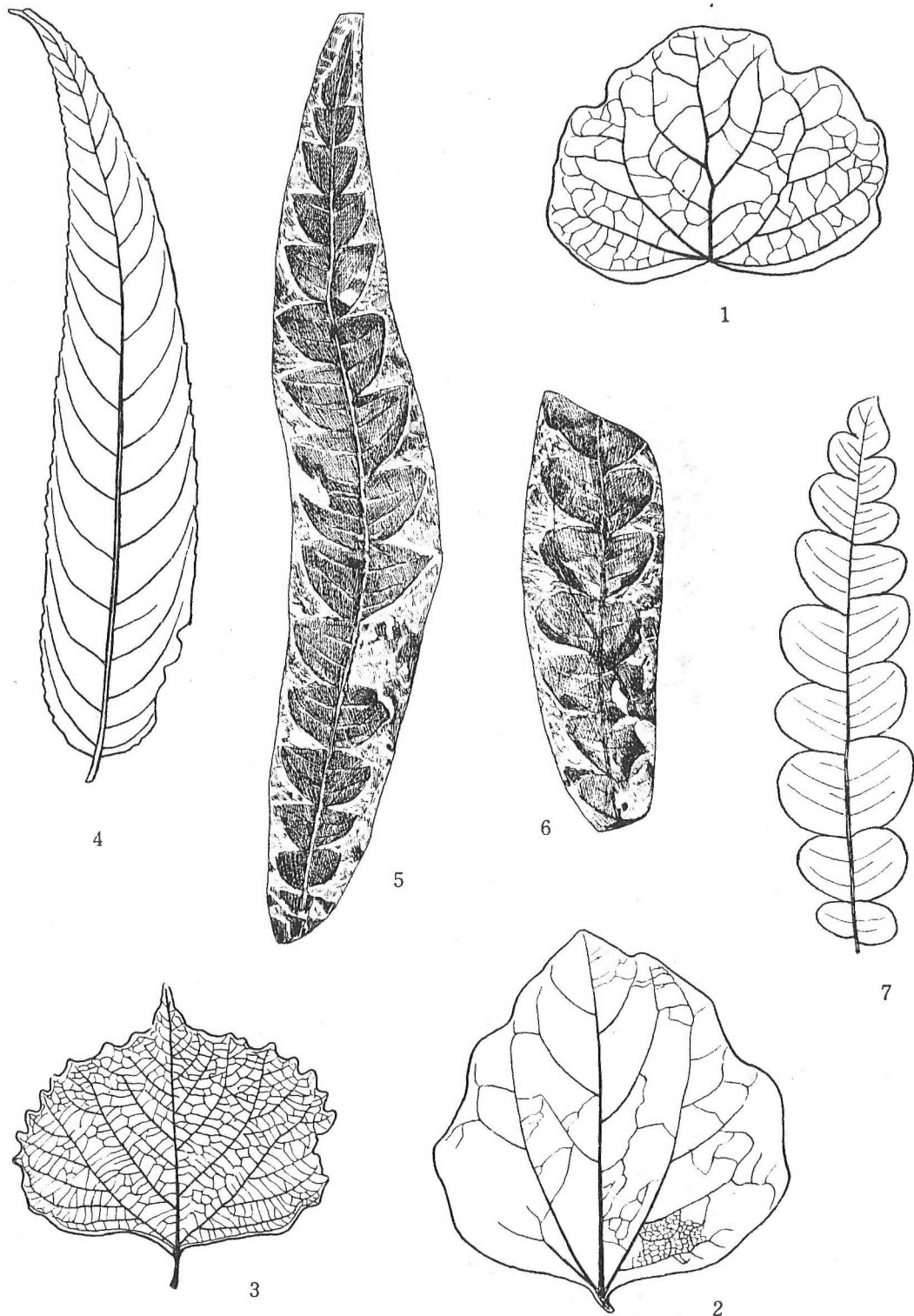


PLATE III

- Figs. 1, 2. *Engelhardtia koreanica* OISHI
Fig. 3. *Pterocarya asymetrosa* KONNO
Fig. 4. *Juglans miocathayensis* HU et CHANEY
Fig. 5. *Juglans shanwangensis* HU et CHANEY
Fig. 6. *Carya miocathayensis* HU et CHANEY

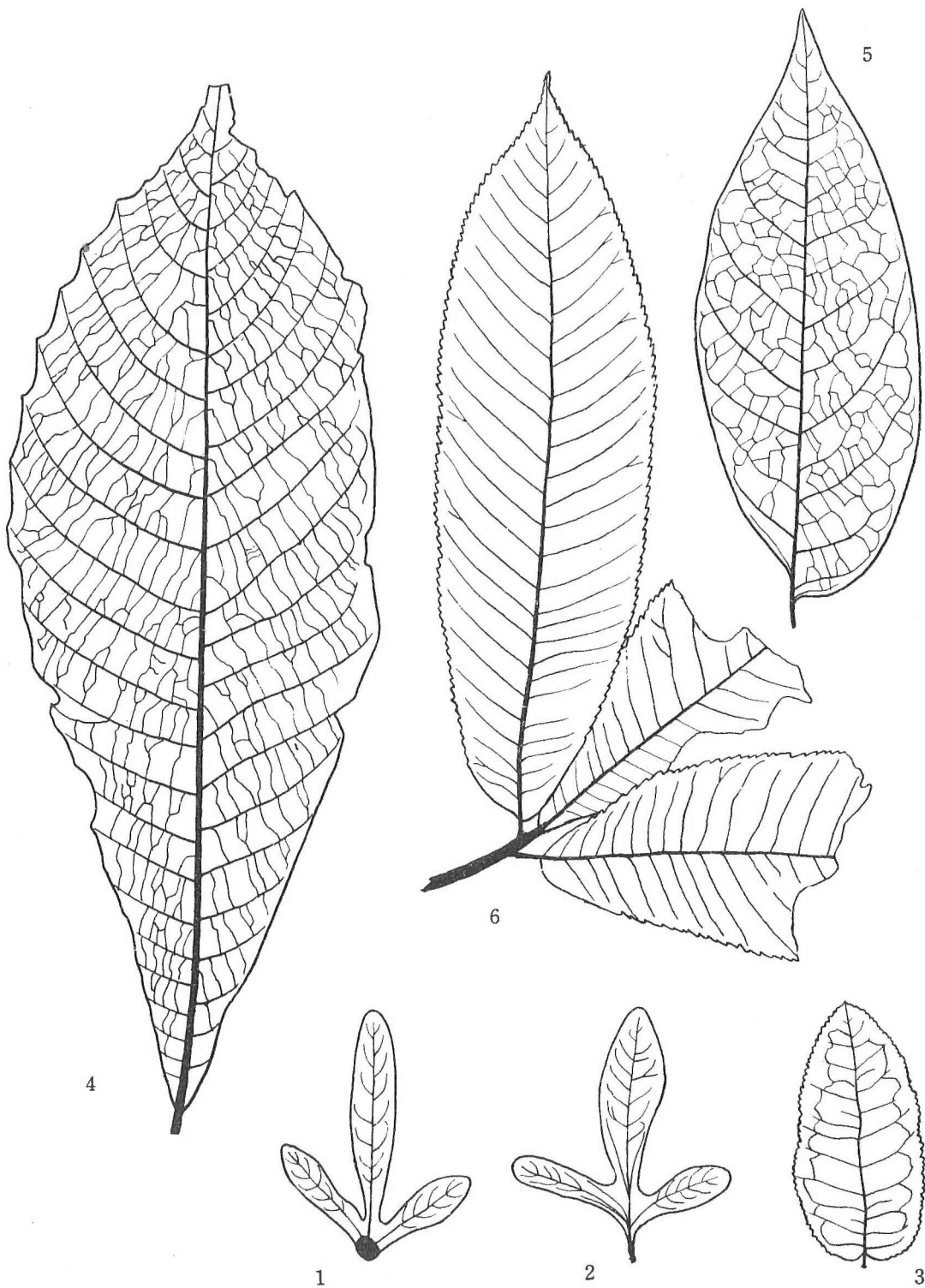


PLATE IV

- Fig. 1. *Betula kusaidaniensis* HUZIOKA (MS)
Fig. 2. *Betula uzenensis* TANAI (MS)
Figs. 3, 4. *Betula Mitai* TANAI et ONOE (MS)
Fig. 5. *Betula* sp. (cone scale)
Fig. 6. *Betula kamigoensis* TANAI (MS)
Figs. 7, 8. *Betula mioluminifera* HU et CHANEY

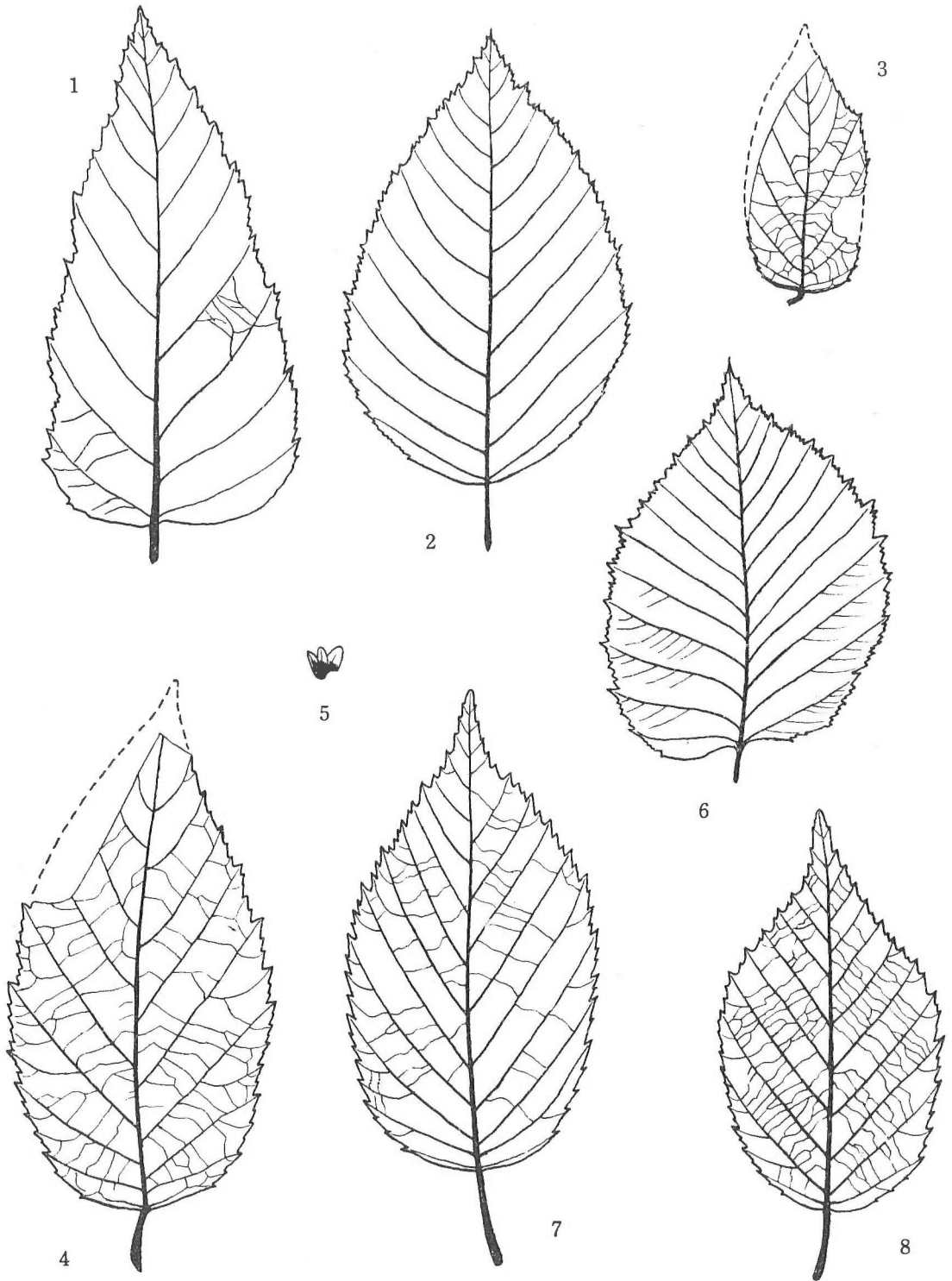


PLATE V

- Figs. 1, 2. *Carpinus miocenica* TANAI (MS)
Fig. 3. *Carpinus simplicibracteata* HUZIOKA
Fig. 4. *Carpinus miofangiana* HU et CHANEY
Figs. 5, 6. *Carpinus erosa* BL. subsp. *ellipticibracteata* HUZIOKA
Figs. 7, 8. *Carpinus s-Satoi* TANAI et ONOE (MS)
Figs. 9, 10. *Carpinus subjedoensis* KONNO
Fig. 11. *Carpinus ishikiensis* TANAI et ONOE (MS)
Fig. 12. *Carpinus erosa* BLUME
Figs. 13, 14. *Carpinus miocordata* HU et CHANEY
Figs. 15, 16, 17. *Carpinus miofargesiana* TANAI et ONOE (MS)
Fig. 18. *Carpinus kodairae-bracteata* HUZIOKA
Fig. 19. *Carpinus protojaponica* ENDO ($\times 2$)
Fig. 20. *Carpinus nakosoensis* ENDO
Fig. 21. *Carpinus protoerosa* TANAI
Fig. 22. *Carpinus Shimizui* TANAI (MS)

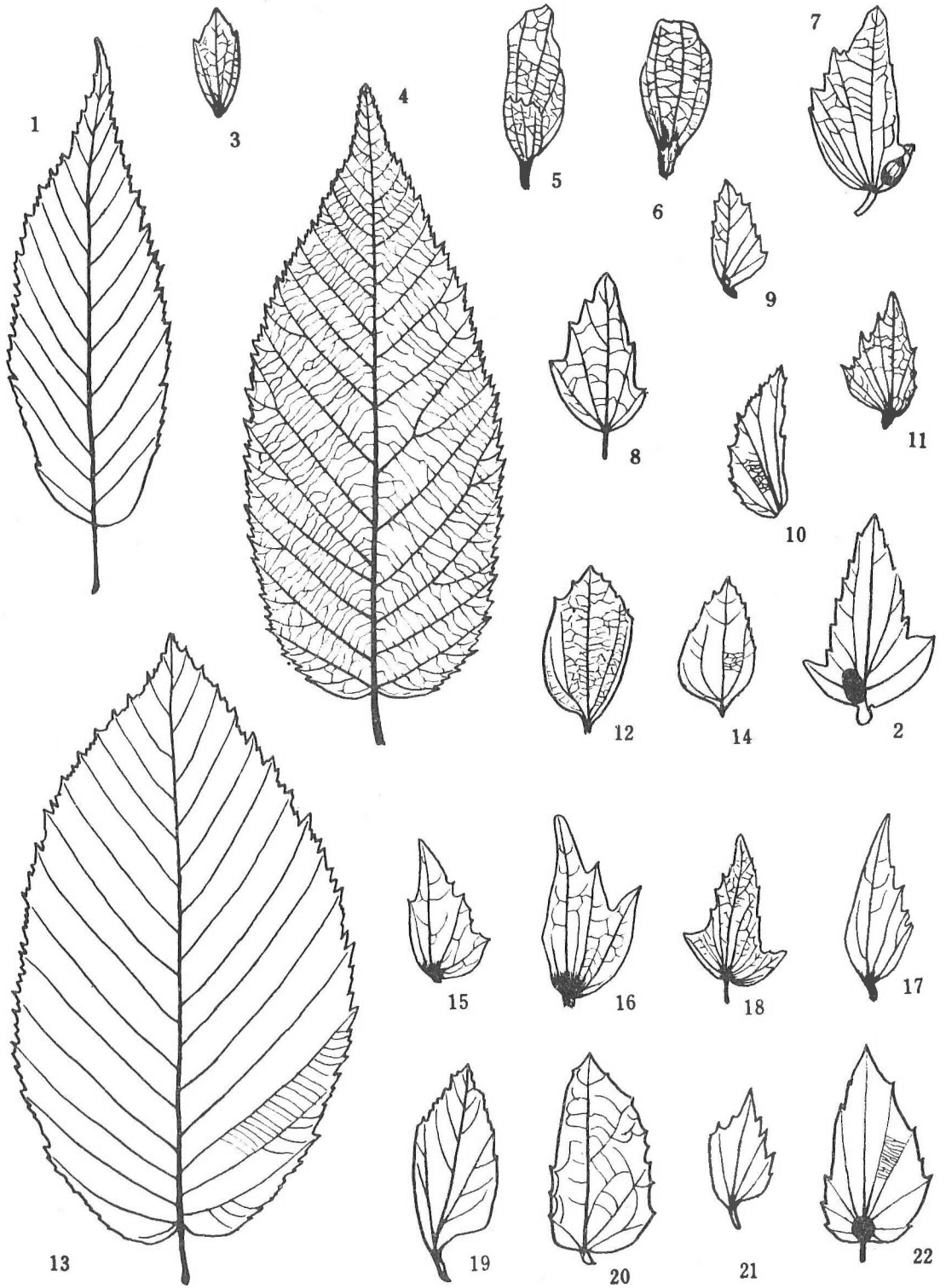


PLATE VI

- Figs. 1, 2. *Ostrya subvirginiana* TANAI et ONOE (MS)
Figs. 3, 4. *Ostrya japonica* SARG. subsp. *oblongibracteata* HUZIOKA
Fig. 5. *Corylus miochinensis* TANAI et ONOE (MS)
Figs. 6, 7. *Alnus Kefersteinii* (GOEPPERT)
Fig. 8. *Alnus miojaponica* TANAI (MS)

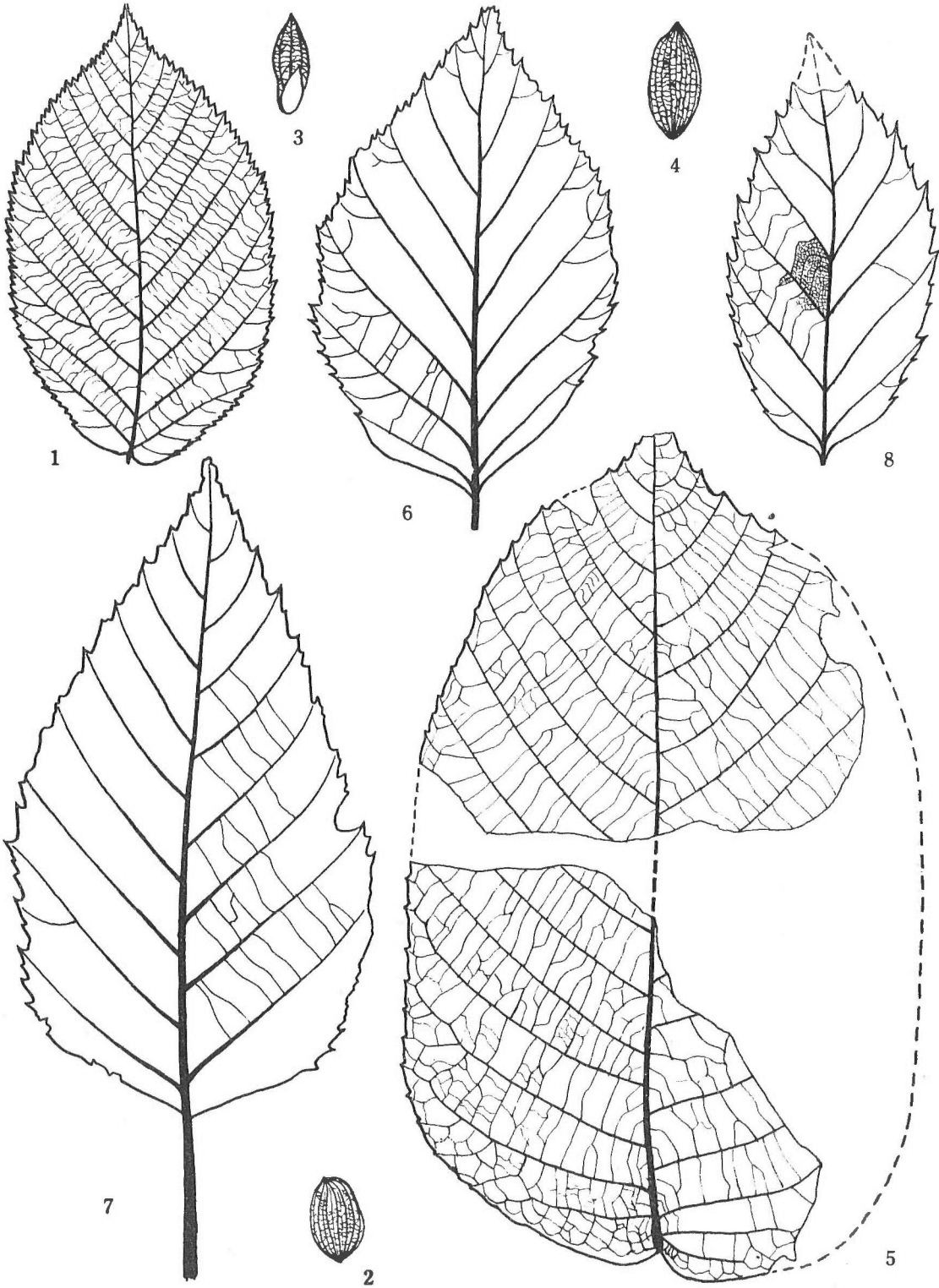


PLATE VII

- Figs. 1, 2. *Fagus Antipofi* (ABICH)
Figs. 3, 4, 5. *Fagus ferruginea* AITON
Fig. 6. *Fagus koraica* HUZIOKA
Figs. 7, 8. *Fagus Hayatae* PALIB.
Fig. 9. *Fagus Uotanii* HUZIOKA
Fig. 10. *Fagus protolongipetiolata* HUZIOKA

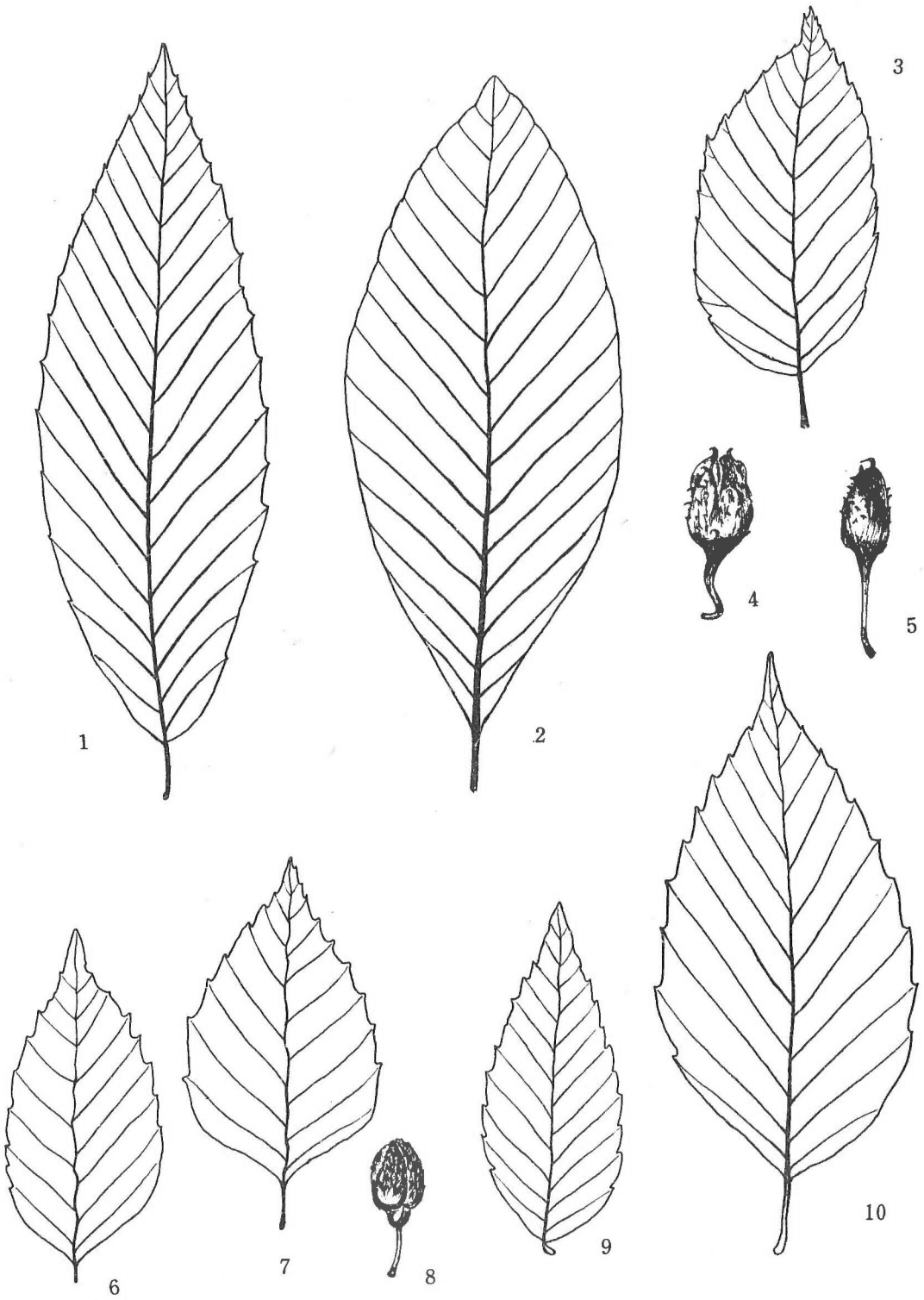
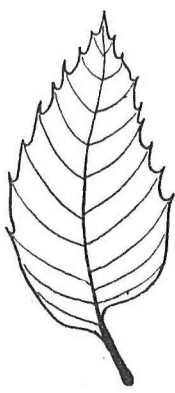
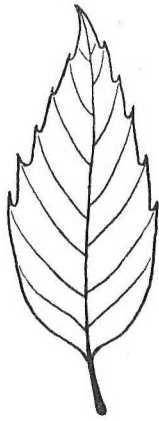


PLATE VIII

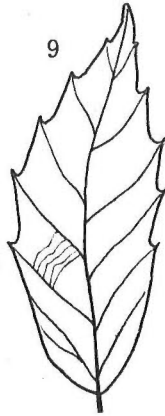
- Figs. 1, 2. *Quercus koraica* TANAI
Figs. 3, 4, 5. *Quercus subvariabilis* TANAI (MS)
Figs. 6, 7. *Cyclobalanopsis Mandraliscae* (GAUDIN)
Fig. 8. *Cyclobalanopsis Nathorsti* (KRYSHTOFOVICH)
Fig. 9. *Lithocarpus protokonishii* TANAI
Figs. 10, 11. *Lithocarpus miohypophaea* TANAI
Fig. 12. *Lithocarpus hypophaea* HAYATA Cupula of living species
for comparison ($\times 3/4$)



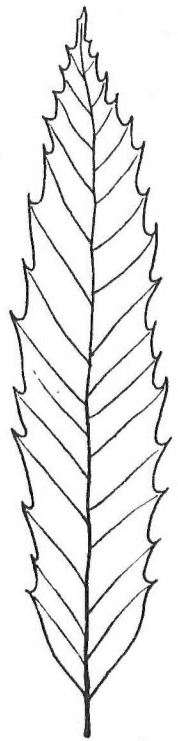
1



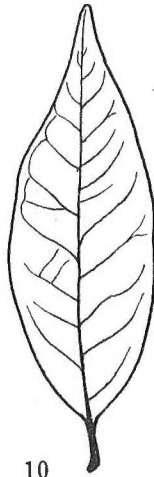
2



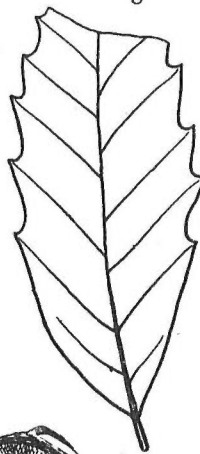
9



3



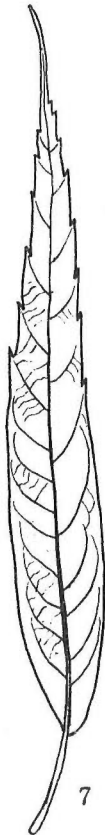
10



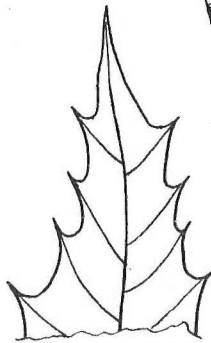
8



6



7



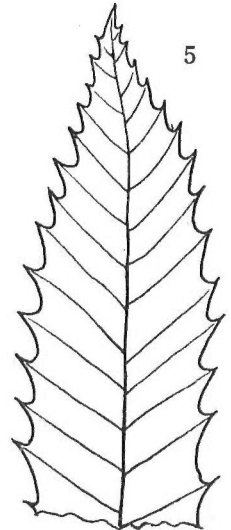
4



11



12



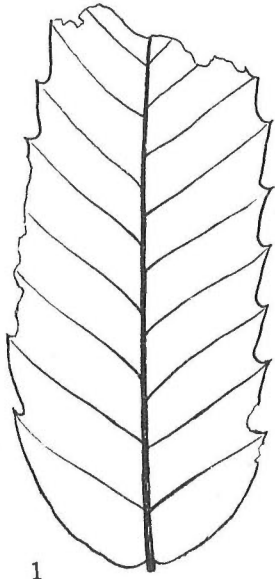
5

PLATE IX

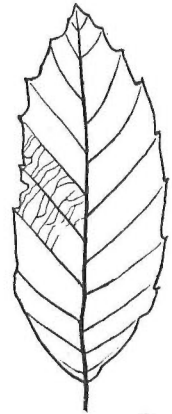
Figs. 1, 2. *Castanea miomollissima* HU et CHANEY

Figs. 3, 4. *Castanea Kanekoi* TANAI (MS)

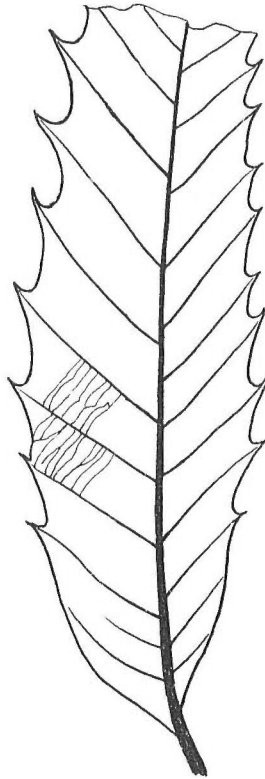
Fig. 5. *Castanea Ungerii* HEER



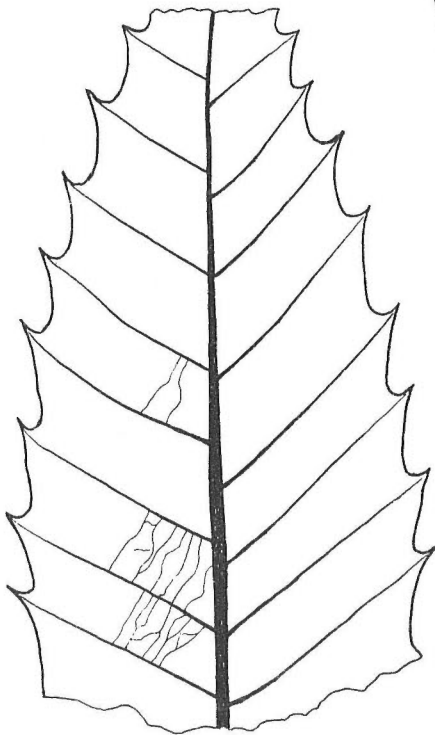
1



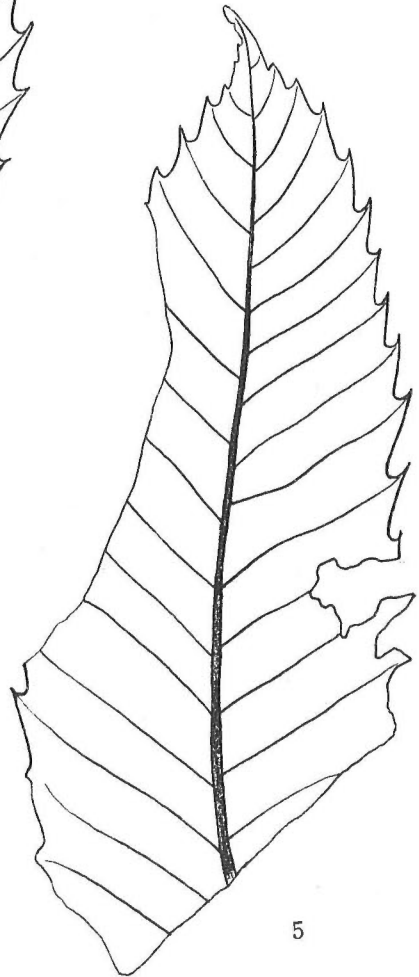
2



3



4



5

PLATE X

- Figs. 1, 2. *Ulmus longifolia* UNGER
Fig. 3. *Ulmus appendiculata* HEER
Fig. 4. *Ulmus pseudolongifolia* OISHI et HUZIOKA
Fig. 5. *Ulmus protoparvifolia* HU et CHANEY
Fig. 6. *Ulmus miodavidiana* TANAI (MS)

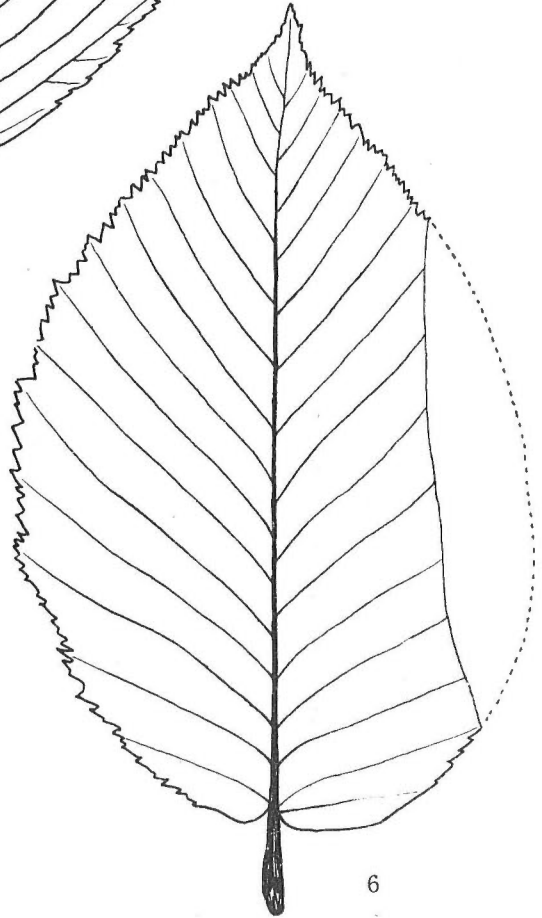
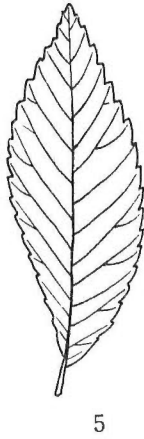
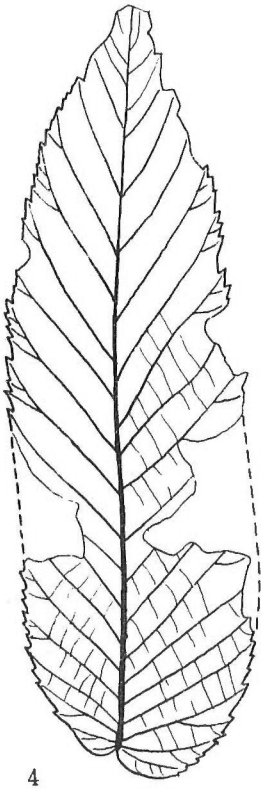
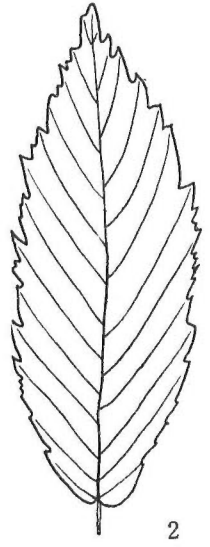
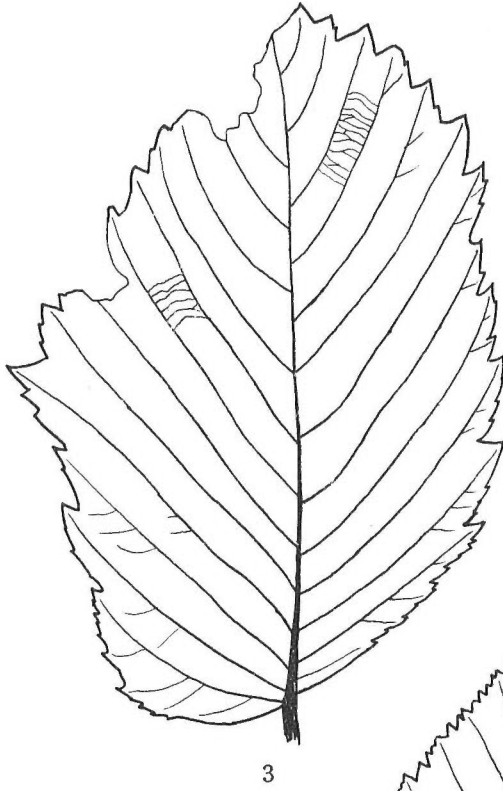
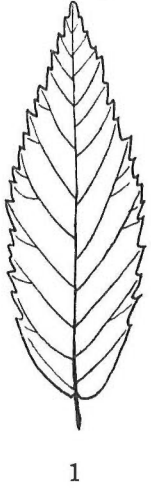


PLATE XI

- Figs. 1, 2. *Zelkova Tibae* OISHI et HUZIOKA
Figs. 3, 4. *Zelkova Ungerii* (ETTINGSHAUSEN)
Fig. 5. *Pteroceltis*? sp.
Fig. 6. *Pteroceltis* sp. cfr. *Tartarinowii* MAXIM.
Figs. 7, 8. *Celtis miobungeana* HU et CHANEY
Figs. 9, 10. *Cercidiphyllum crenatum* (UNGER)

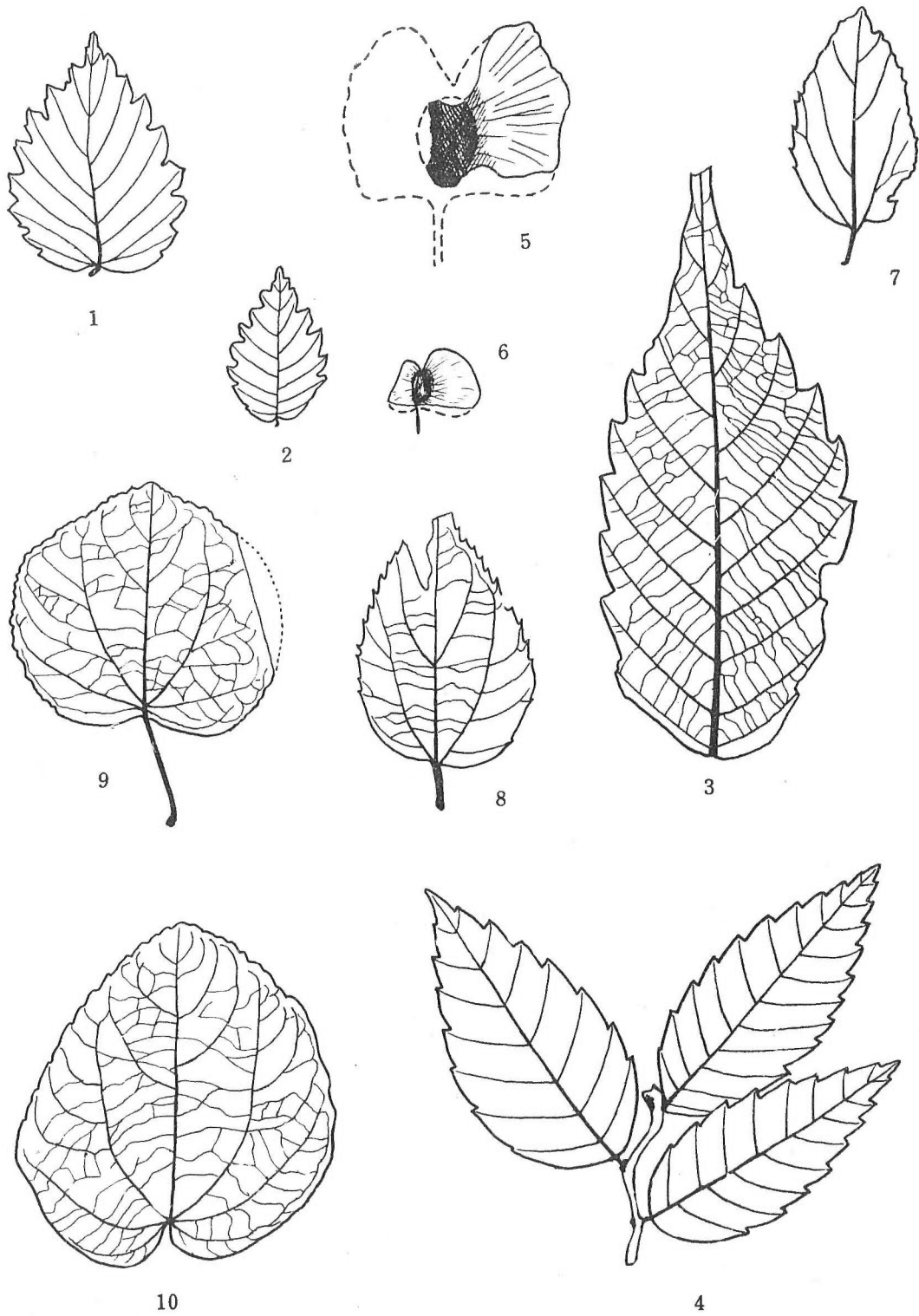


PLATE XII

- Fig. 1. *Liriodendron meisenensis* ENDO
Fig. 2. *Cinnamomum miocenum* MORITA
Fig. 3. *Cinnamomum oguniense* MORITA
Fig. 4. *Lindera paraobtusiloba* HU et CHANEY
Figs. 5, 6. *Cryptocarya ennichiensis* TANAI
Fig. 7. *Phoebe mioformosana* TANAI
Figs. 8, 9, 10. *Liquidambar formosana* HANCE
Fig. 11. Marginal character of the above species (×10)

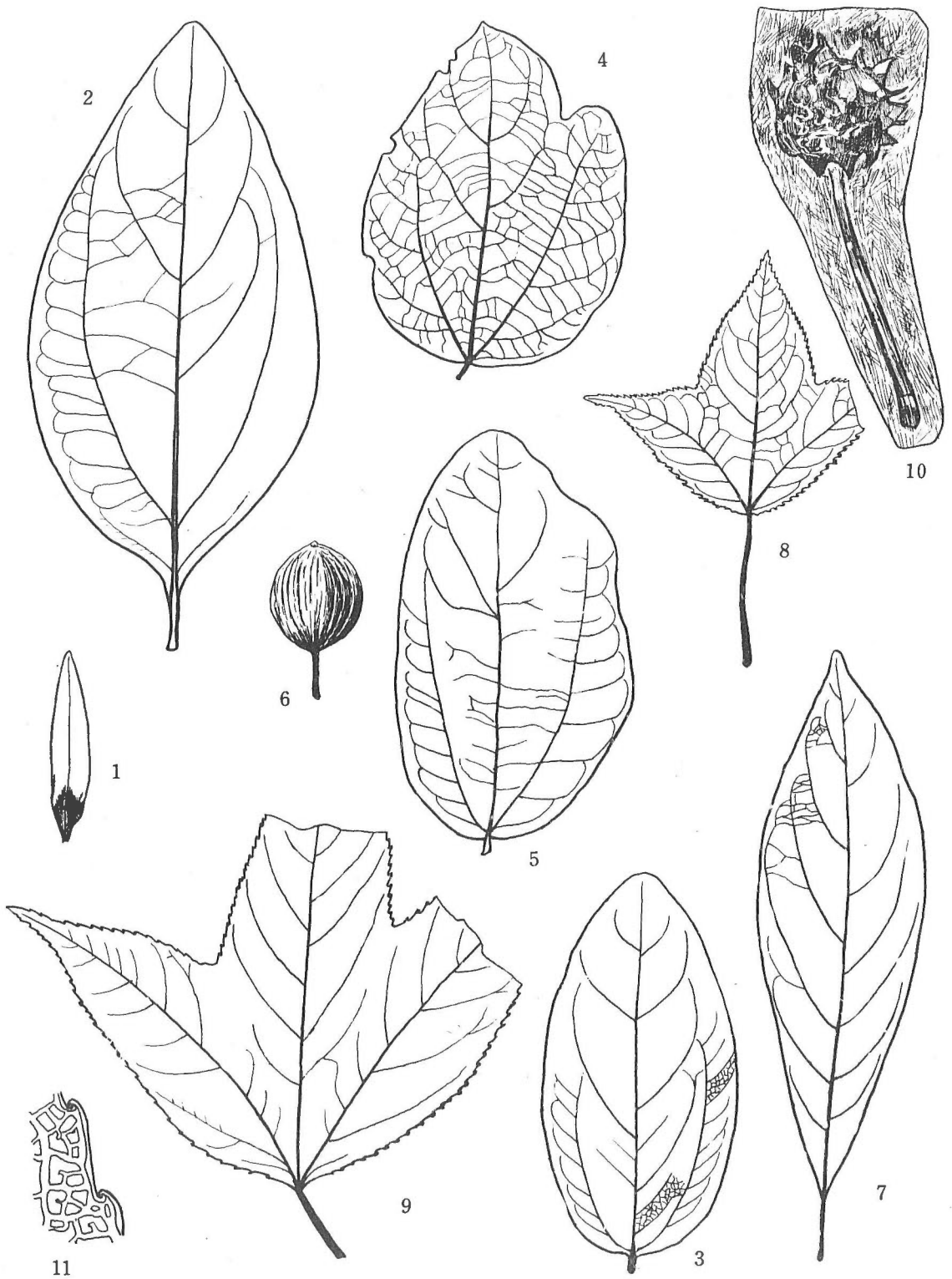


PLATE XIII

- Fig. 1. *Hydrangea lanceolimba* HU et CHANEY
Fig. 2. *Fothergilla viburnifolia* HU et CHANEY
Figs. 3, 4. *Sorbus* sp.
Fig. 5. *Rosa usyuensis* TANAI (MS)
Fig. 6. *Crataegus* sp.
Fig. 7. *Spiraea* sp.
Fig. 8. *Sophora mijaponica* HU et CHANEY
Fig. 9. *Cercis japonica* KRYSHTOFOVICH
Figs. 10, 11. *Entada mioformosana* TANAI
Figs. 12, 13. *Ailanthus yezoense* OISHI et HUZIOKA

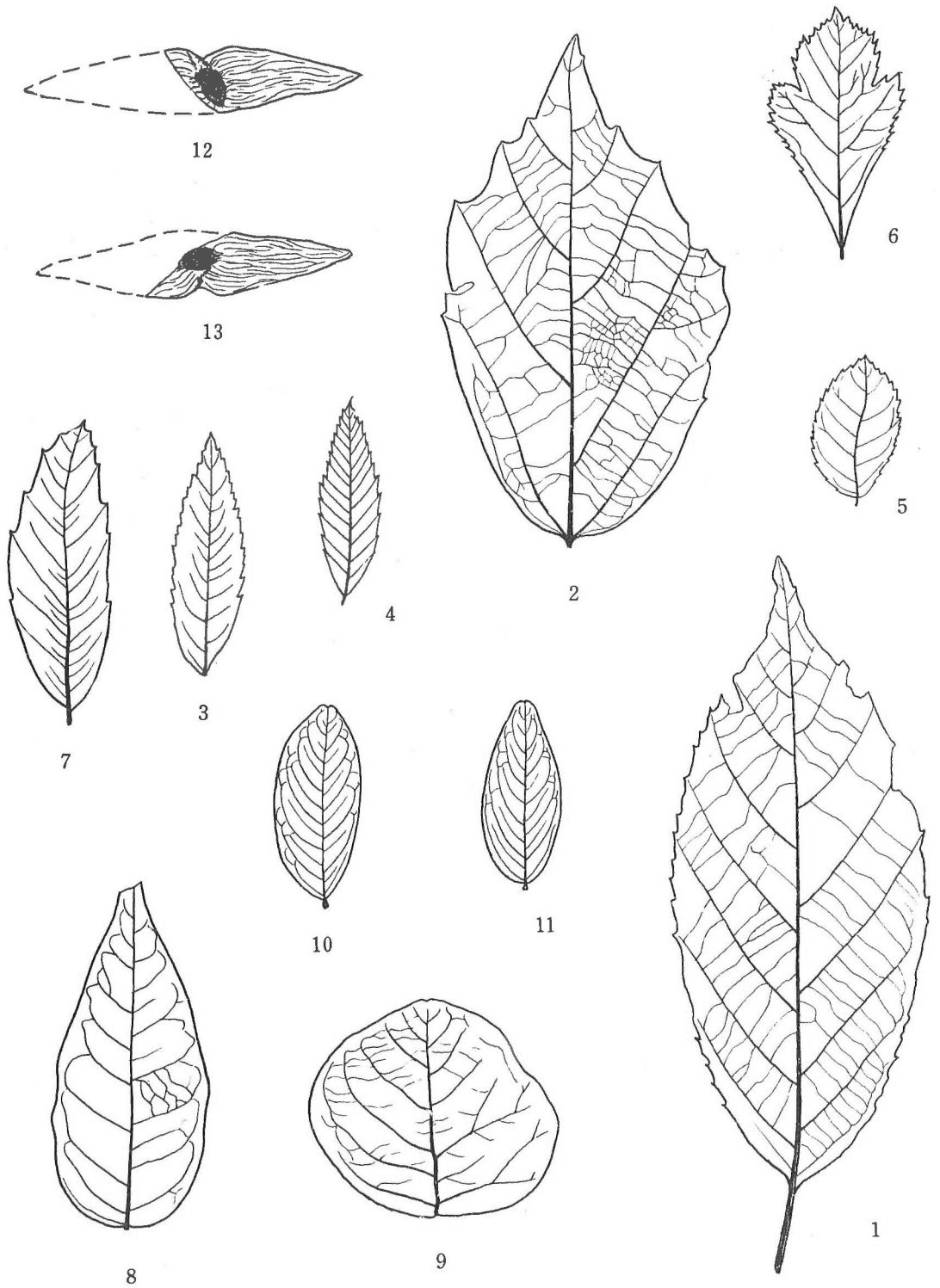


PLATE XIV

- Figs. 1, 2. *Rhus miosuccedanea* HU et CHANEY
Figs. 3, 4. *Pistacia miochinensis* HU et CHANEY
Fig. 5. *Aesculus majus* (NATHORST)
Fig. 6. *Sapindus linearifolius* BERRY
Figs. 7, 8. *Sapindus Kaneharai* TANAI

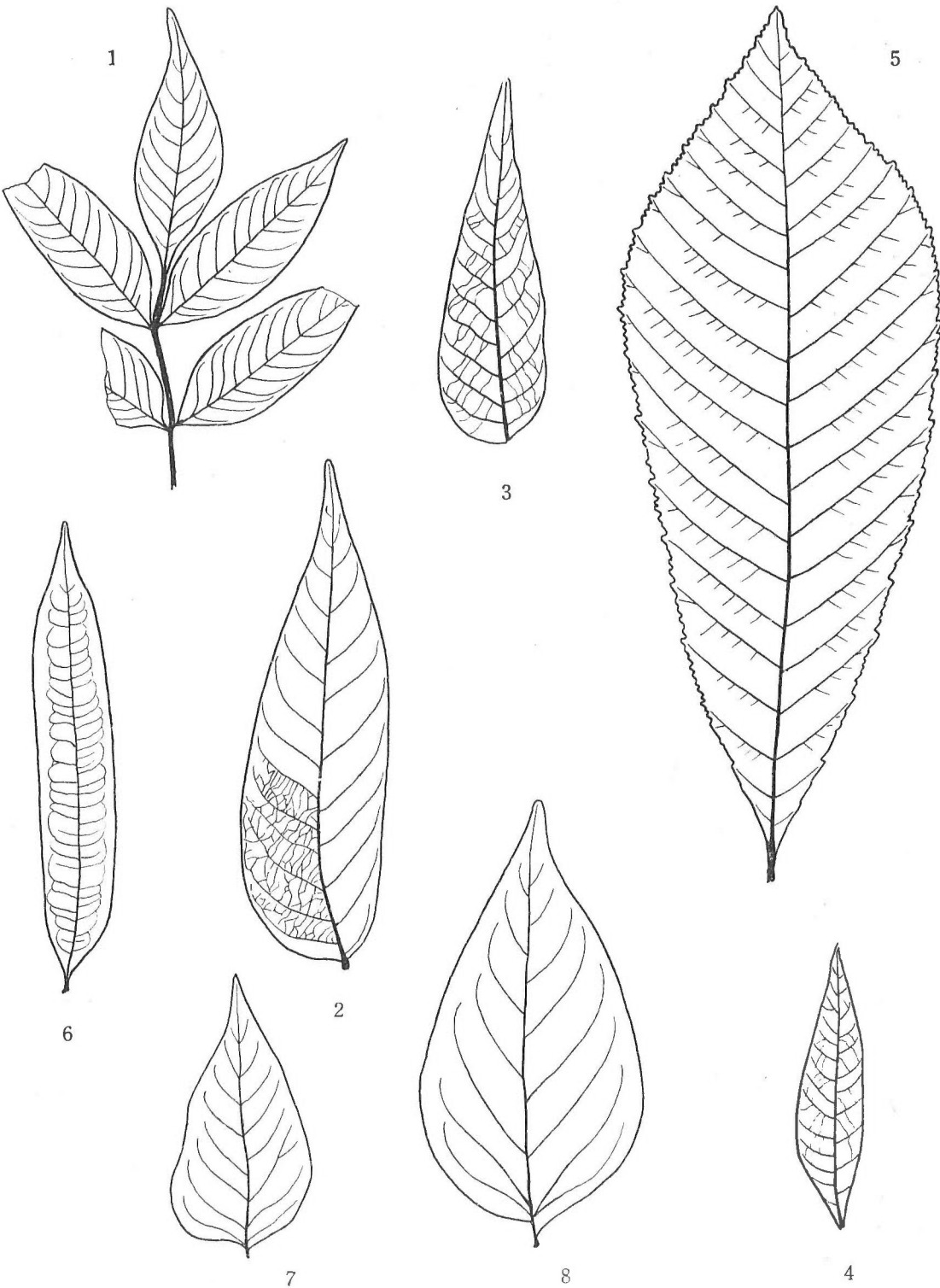


PLATE XV

- Figs. 1, 2. *Dodonaea japonica* (MORITA)
Fig. 3. *Dilodendron* sp.
Figs. 4, 5, 6. *Koelreuteria miointegrifolia* HU et CHANEY
Fig. 7. *Berchemia floribunda* BRONGNIART
Figs. 8, 9, 10. *Paliurus miocenicus* HU et CHANEY
Fig. 11. *Vitis Naumanni* (NATHORST)

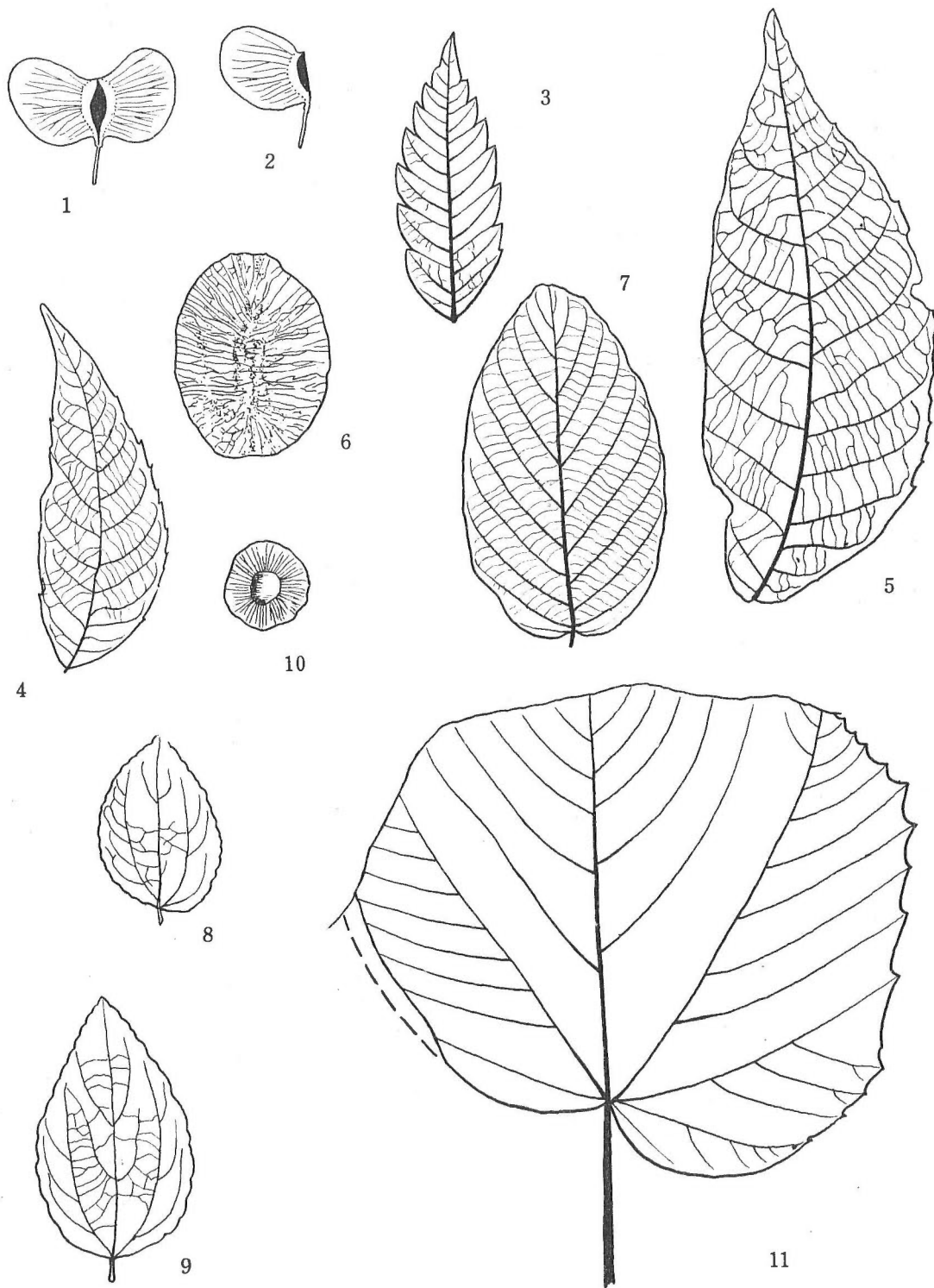
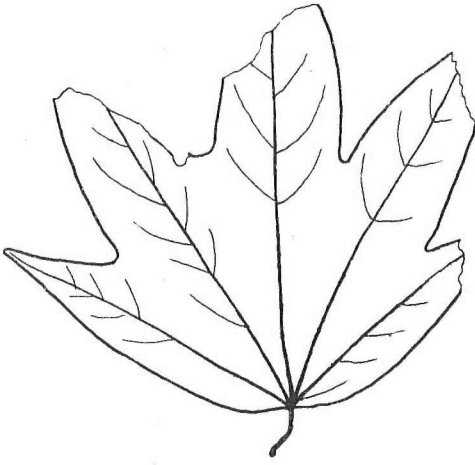
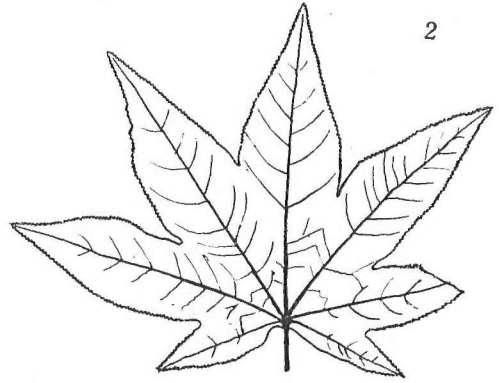


PLATE XVI

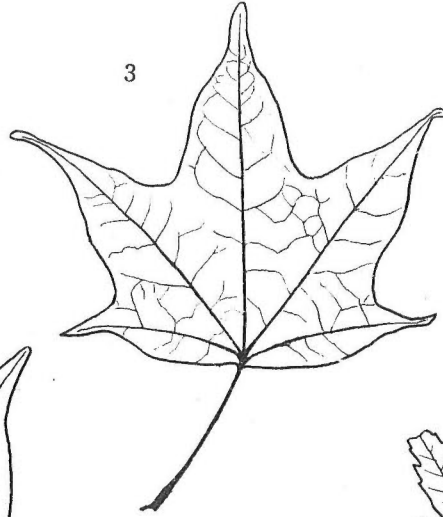
- Fig. 1. *Acer rotundatum* HUZIOKA
Fig. 2. *Acer Nordenskiordi* NATHORST
Figs. 3, 4. *Acer subpictum* SAPORTA
Figs. 5, 6. *Acer ornatum* CARRIER
Fig. 7. *Acer fatsiaefolia* HUZIOKA



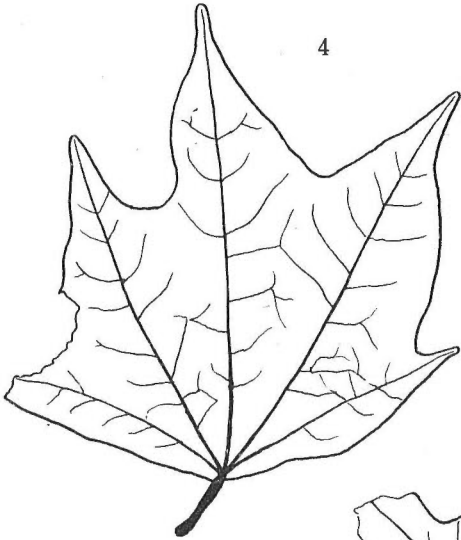
1



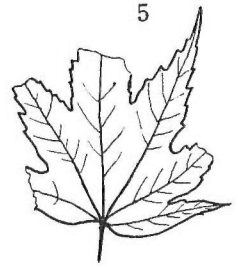
2



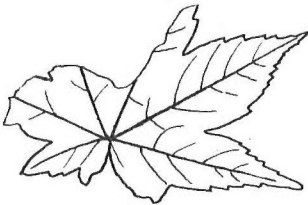
3



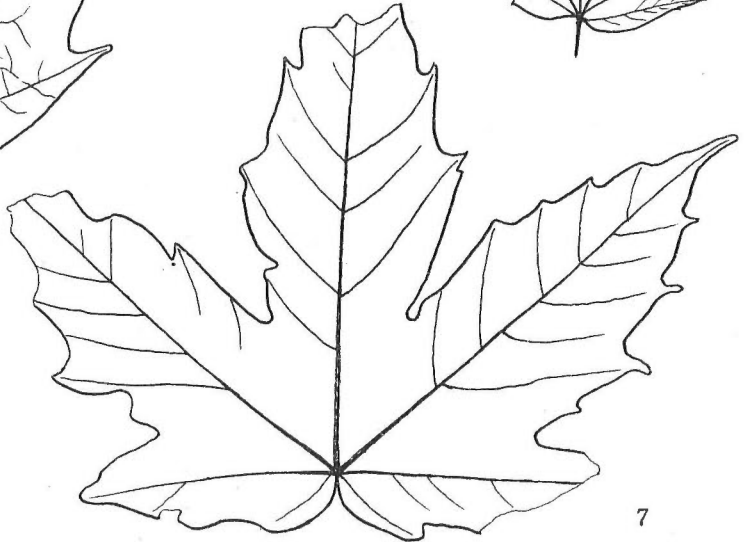
4



5



6



7

PLATE XVII

- Figs. 1, 2. *Acer ezoanum* OISHI et HUZIOKA
Fig. 3. *Acer prototrifidum* TANAI
Figs. 4, 5. *Acer Miyabei* MAXIM.
Figs. 6, 7, 8. *Acer palaeodiabolicum* ENDO
Fig. 9. *Acer protomiyabei* ENDO
Fig. 10. *Acer ornatum* CARRIER
Figs. 11, 12. *Acer protojaponicum* TANAI et ONOE (MS)
Fig. 13. *Acer kokangenense* ENDO
Fig. 14. *Acer palaeoplatanoides* ENDO

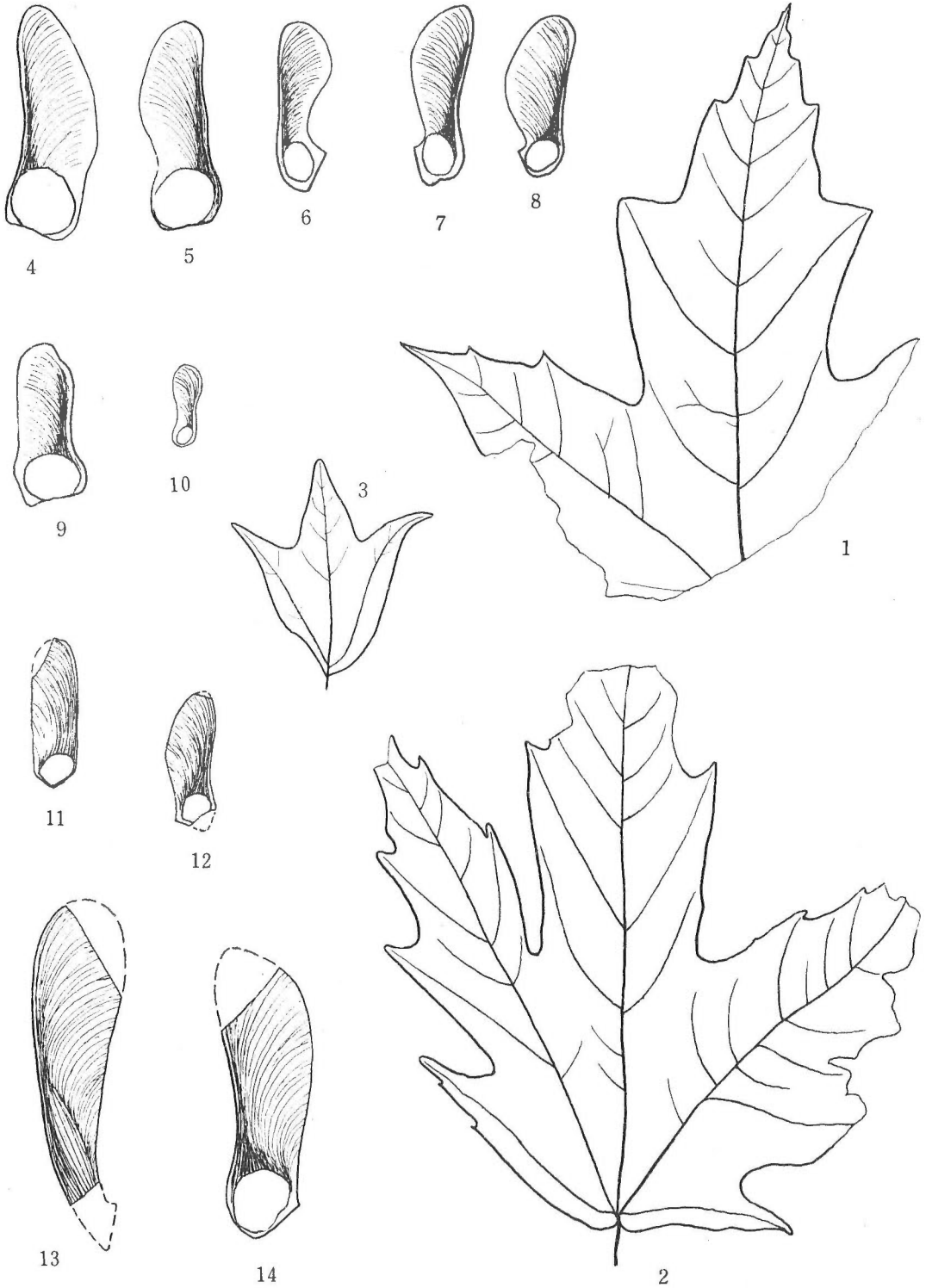


PLATE XVIII

- Fig. 1. *Tilia subnobilis* HUZIOKA
Fig. 2. *Tilia remotiserrata* HUZIOKA
Fig. 3. *Tilia meisenensis* HUZIOKA
Fig. 4. *Tilia distans* NATHORST
Fig. 5. *Tilia* sp. (Bracteole)
Figs. 6, 7, 8. *Reevesia mioformosana* TANAI (MS)

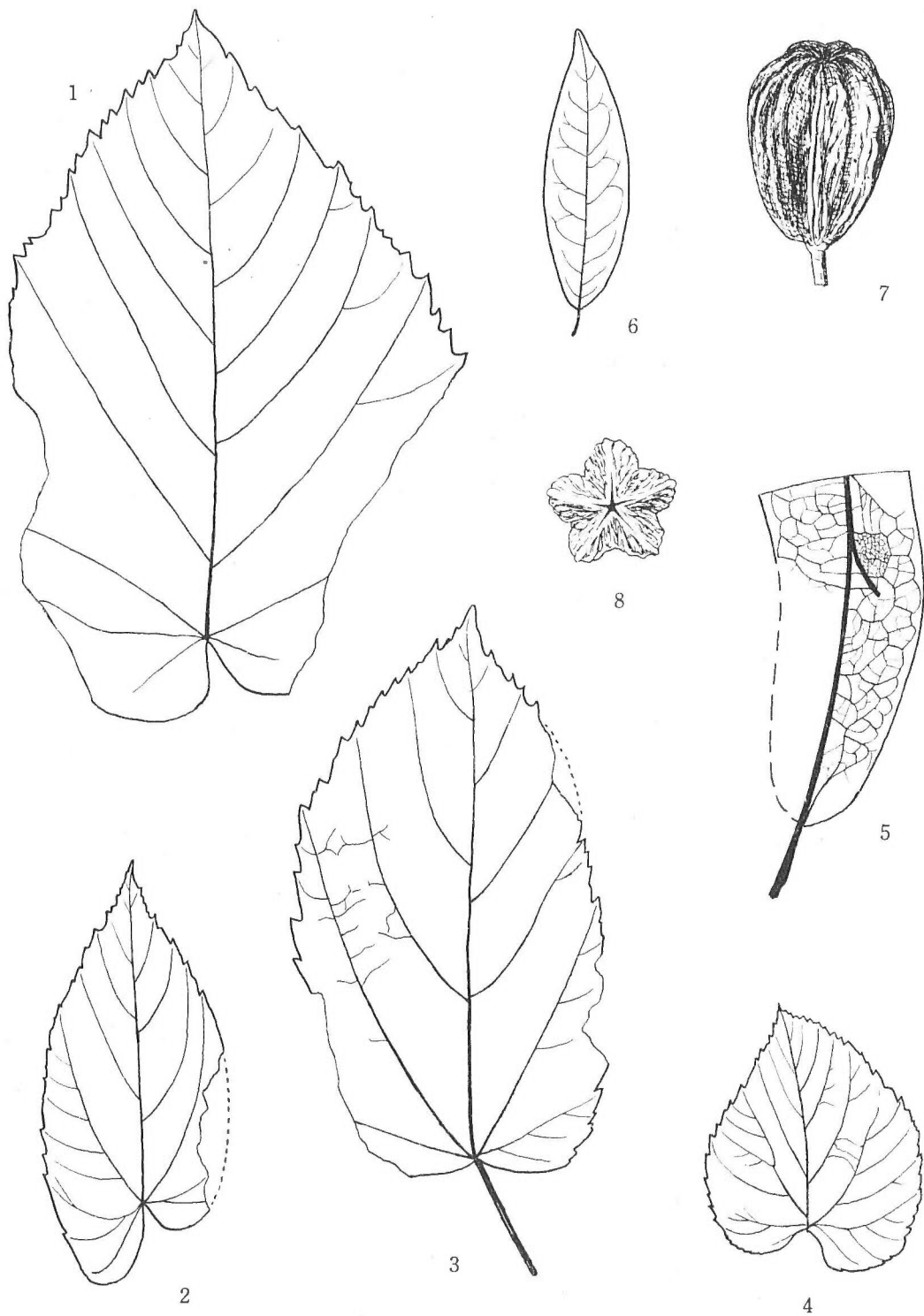


PLATE XIX

- Fig. 1. *Marlea iragawense* TANAI ($\times 1/3$)
Fig. 2. *Marlea aequalifolia* (GOEPPERT)
Fig. 3. *Kalopanax acerifolium* (NATHORST) ($\times 2/3$)
Fig. 4. *Aralia miobipinnata* TANAI (MS)
Fig. 5. *Aralia celtifolia* TANAI et ONOE (MS)

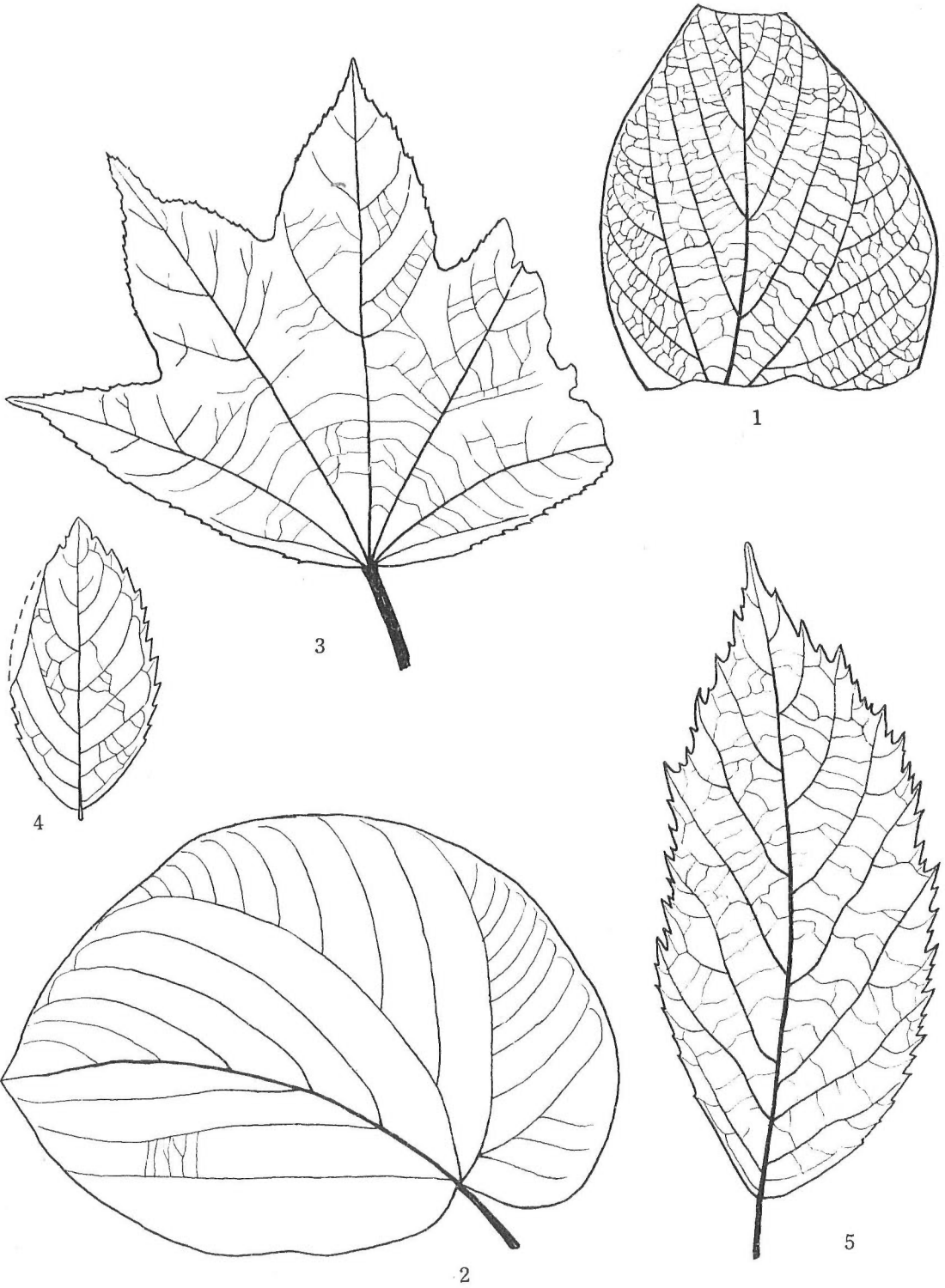


PLATE XX

- Fig. 1. *Cornus megaphylla* HU et CHANEY
Figs. 2, 3. *Diospyros miokaki* HU et CHANEY
Fig. 4. *Fraxinus insularis* HEMSL. ($\times 2/3$)
Fig. 5. *Fraxinus ennichiensis* TANAI
Fig. 6. *Porana kokangenense* ENDO
Fig. 7. *Viburnum protoparvifolium* TANAI (MS)
Fig. 8. *Viburnum Otsukai* TANAI
Fig. 9. *Viburnum* sp.

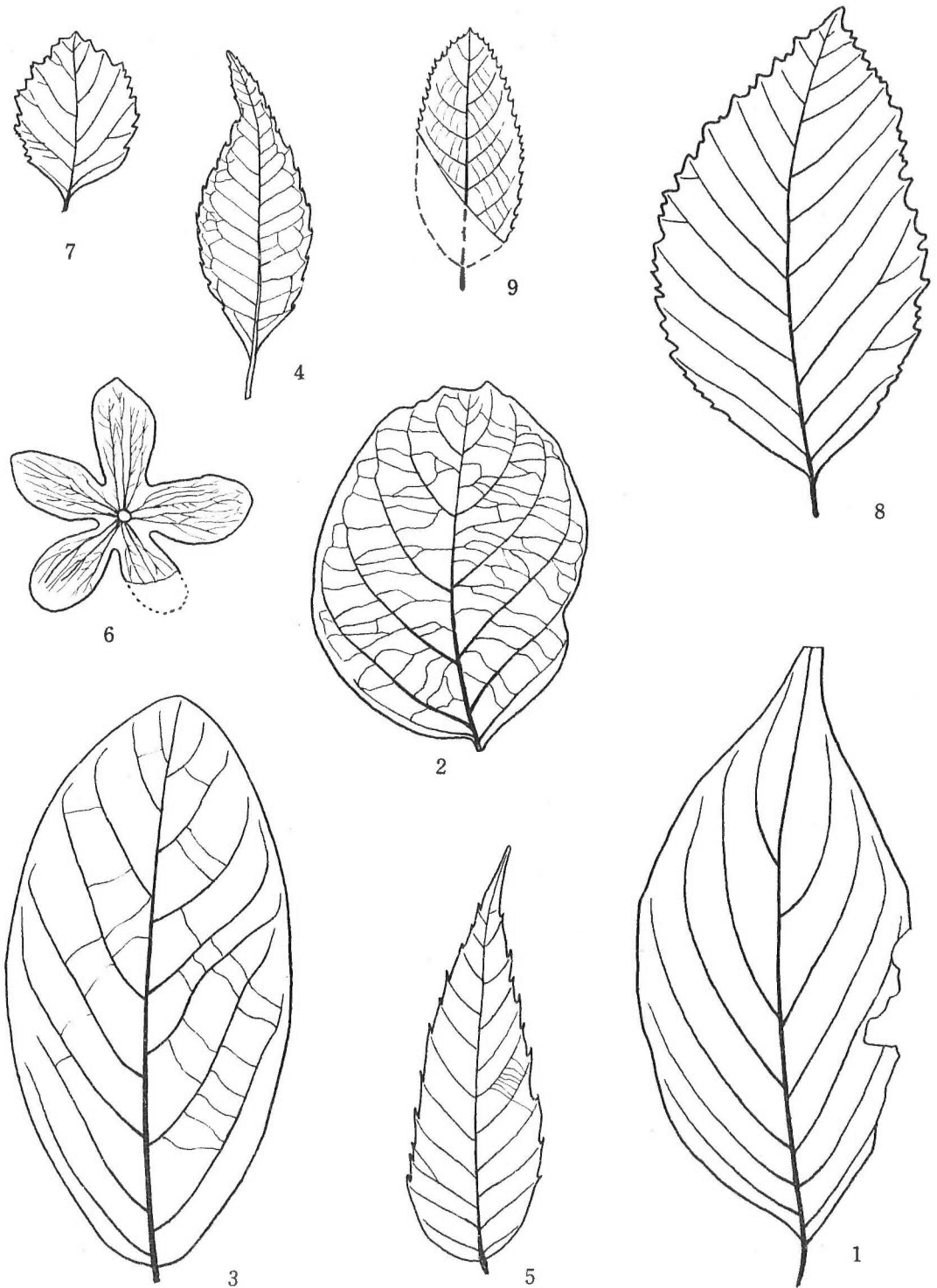


PLATE XXI

- Fig. 1. *Salvinia natans* ALL. fossilis OISHI et HUZIOKA ($\times 2$)
Fig. 2. Enlarged figure of the above species for showing the
 nerivation and the tubercles
Fig. 3. *Salvinia pseudoformosana* OISHI et HUZIOKA ($\times 2$)
Fig. 4. Enlarged figure of the above species for showing the
 nerivation and the tubercles
Fig. 5. *Salvinia formosa* HEER ($\times 3$)
Figs. 6, 7. *Hemitrapa Yokoyamae* (NATHORST)
Fig. 8. *Hemitrapa sachalinensis* (OKUTSU)
Fig. 9. *Hemitrapa hokkaidoensis* (OKUTSU)
Figs. 10, 11, 12. *Hemitrapa borealis* (HEER)
Fig. 13. *Smilax minor* MORITA
Fig. 14. *Smilax trinervis* MORITA

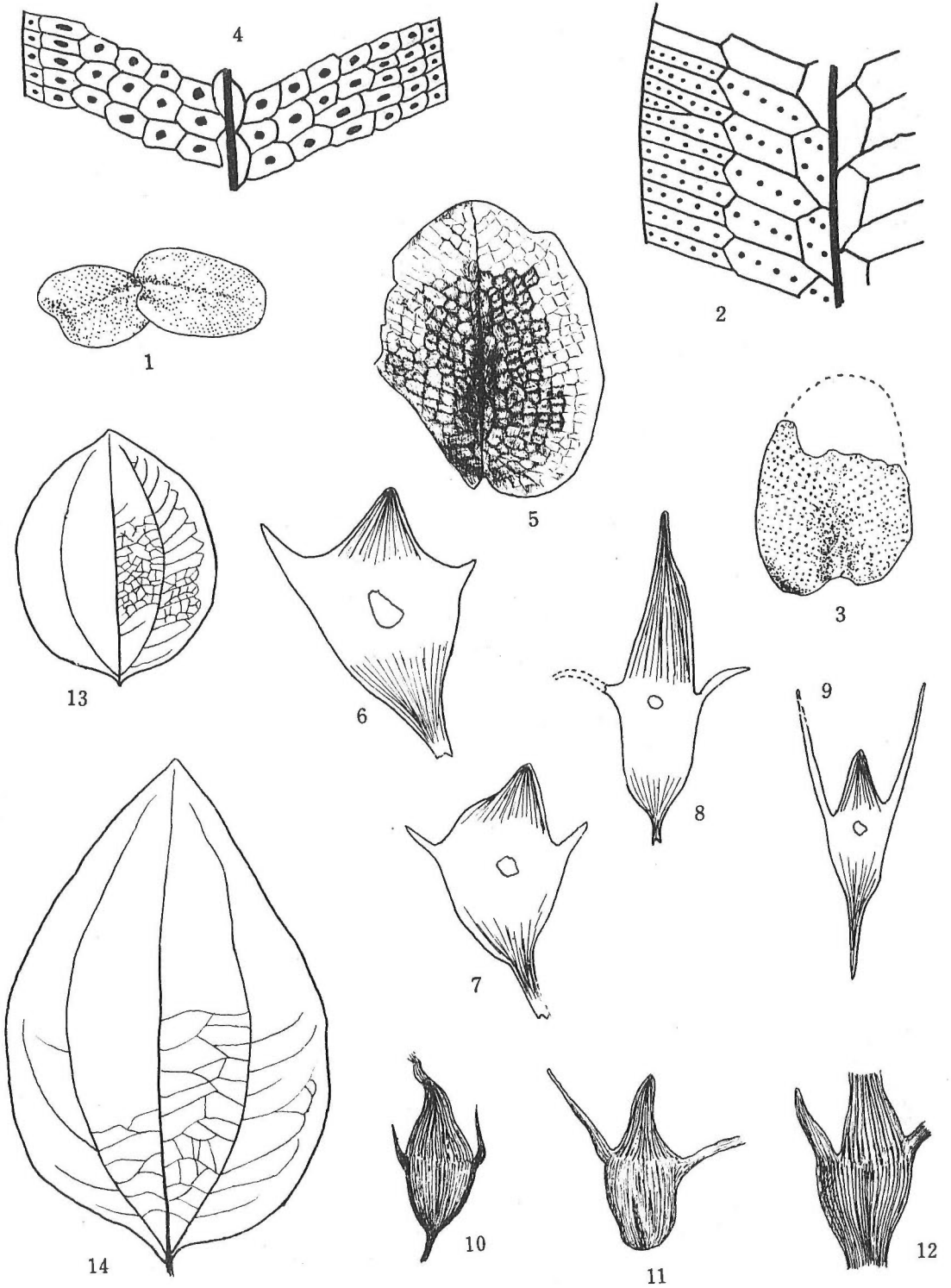
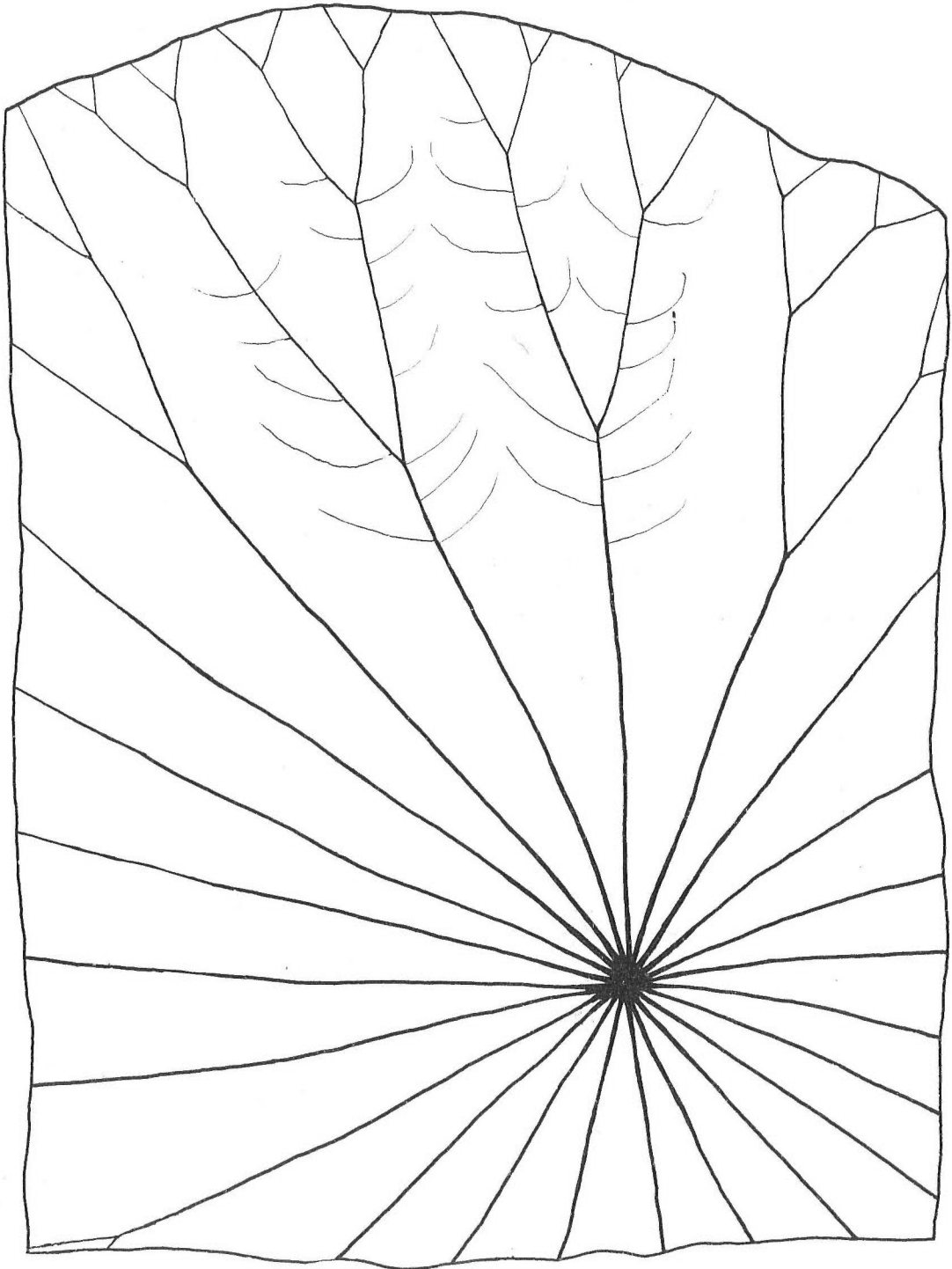


PLATE XXII

Nelumbo Endoana OISHI et HUZIOKA (MS)



I N D E X

- A
- Abies* sp. Pl. 1, fig. 5
Acer ezoanum OISHI et HUZIOKA Pl. 17, figs. 1, 2
Acer fatsiaefolia HUZIOKA Pl. 16, fig. 7
Acer kokangenense ENDO Pl. 17, fig. 13
Acer Miyabei MAXIM. Pl. 17, figs. 4, 5
Acer Nordenskioldi NATHORST Pl. 16, fig. 2
Acer ornatum CARRIER Pl. 16, figs. 5, 6; Pl. 17, fig. 10
Acer palaeodiabolicum ENDO Pl. 17, figs. 6, 7, 8
Acer palaeoplatanoides ENDO Pl. 17, fig. 17
Acer protojaponicum TANAI et ONOE Pl. 17, figs. 11, 12
Acer protomiyabei ENDO Pl. 17, fig. 9
Acer prototrifidum TANAI Pl. 17, fig. 3
Acer rotundatum HUZIOKA Pl. 16, fig. 1
Acer subpictum SAPORTA Pl. 16, figs. 3, 4
Aesculus majus (NATHORST) Pl. 14, fig. 5
Ailanthus yezoensis OISHI et HUZIOKA Pl. 13, figs. 12, 13
Alnus Kefersteini (GOEPPERT) Pl. 6, figs. 6, 7
Alnus miojaponica TANAI Pl. 6, fig. 8
Aralia celtifolia TANAI et ONOE Pl. 19, fig. 5
Aralia miobipinnata TANAI Pl. 19, fig. 4
- B
- Berchemia floribunda* BRONGNIART Pl. 15, fig. 7
Betula kamigoensis TANAI Pl. 4, fig. 6
Betula kusaidaniensis HUZIOKA (MS) Pl. 4, fig. 1
Betula mioluminifera HU et CHANEY Pl. 4, figs. 7, 8
Betula Mitai TANAI et ONOE Pl. 4, figs. 3, 4
Betula uzenensis TANAI Pl. 4, fig. 2
Betula sp. (cone scale) Pl. 4, fig. 5
- C
- Carpinus erosa* BLUME Pl. 5, fig. 12
Carpinus erosa BL. subsp. *ellipticibracteata* HUZIOKA Pl. 5, figs. 5, 6
Carpinus ishikiensis TANAI et ONOE Pl. 5, fig. 11
Carpinus Kodairae-bracteata HUZIOKA Pl. 5, fig. 18
Carpinus miocenica TANAI Pl. 5, figs. 1, 2
Carpinus miocordata HU et CHANEY Pl. 5, figs. 13, 14
Carpinus miofangiana HU et CHANEY Pl. 5, fig. 4
Carpinus miofargesiana TANAI et ONOE Pl. 5, figs. 15, 16, 17
Carpinus nakosoensis ENDO Pl. 5, fig. 20
Carpinus protoerosa TANAI Pl. 5, fig. 21
Carpinus protojaponica ENDO Pl. 5, fig. 19
Carpinus Shimizui TANAI Pl. 5, fig. 22
Carpinus simplicibracteata HUZIOKA Pl. 5, fig. 3
Carpinus s Satoi TANAI et ONOE Pl. 5, fig. 7, 8.
Carpinus subyeoensis KONNO Pl. 5, figs. 9, 10
Carya miocathayensis HU et CHANEY Pl. 3, fig. 6
Castanea Kanekoi TANAI Pl. 9, figs. 3, 4
Castanea miomollissima HU et CHANEY Pl. 9, figs. 1, 2
Castanea Ungerii HEER Pl. 9, fig. 5
Celtis miobungeana HU et CHANEY Pl. 11, figs. 7, 8
Cephalotaxus sp. Pl. 1, fig. 1
Cercidiphyllum crenatum (UNGER) Pl. 11, figs. 9, 10
Cercis japonica KRYSHTOFOVICH Pl. 13, fig. 9
Cinnamomum miocenium MORITA Pl. 12, fig. 2
Cinnamomum oguniense MORITA Pl. 12, fig. 3
Cornus megaphylla HU et CHANEY Pl. 20, fig. 1

Corylus miochinensis TANAI et ONOE

Pl. 6, fig. 5

Crataegus sp.

Pl. 13, fig. 6

Cryptocarya ennichiensis TANAI

Pl. 12, figs. 5, 6

Cunninghamia Konishii HAYATA

Pl. 1, figs. 6, 7

Cyclobalanopsis Mandralisca (GAUDIN)

Pl. 8, figs. 6, 7

Cyclobalanopsis Nathorsti (KRYSHTOFOVICH)

Pl. 8, fig. 8

D

Dilodendron sp.

Pl. 15, fig. 3

Diospyros miokaki HU et CHANEY

Pl. 20, figs. 2, 3

Dodonaea japonica (MORITA)

Pl. 15, figs. 1, 2

E

Engelhardtia koreanica OISHI

Pl. 3, figs. 1, 2

Entada mioformosana TANAI

Pl. 13, figs. 10, 11

F

Fagus Antipofii (ABICH)

Pl. 7, figs. 1, 2

Fagus ferruginea AITON

Pl. 7, figs. 3, 4, 5

Fagus Hayatae PALIB,

Pl. 7, figs. 7, 8

Fagus koraica HUZIOKA

Pl. 7, fig. 6

Fagus protclongipetiolata HUZIOKA

Pl. 7, fig. 10

Fagus Uotanii HUZIOKA

Pl. 7, fig. 9

Forthergilla viburnifolia HU et CHANEY

Pl. 13, fig. 2

Fraxinus ennichiensis TANAI

Pl. 20, fig. 5

Fraxinus insularis HEMSL.

Pl. 20, fig. 4

G

Glyptostrobus europaeus (BRONG),

Pl. 1, figs. 17, 18,
19

H

Hemitrapa borealis (HEER) Pl. 21, figs. 10, 11,

12

Hemitrapa hokkaidoensis (OKUTSU)

Pl. 21, fig. 9

Hemitrapa sachalinensis (OKUTSU)

Pl. 21, fig. 8

Hemitrapa Yokoyamae (NATHORST)

Pl. 21, figs. 6, 7

Hydrangea lanceolimba HU et CHANEY

Pl. 13, fig. 1

J

Juglans miocathayensis HU et CHANEY

Pl. 3, fig. 4

Juglans shanwangensis HU et CHANEY

K

Kalopanax acerifolium (NATHORST)

Pl. 19, fig. 3

Koelreuteria miointegrifolia HU et CHANEY

Pl. 15, figs. 4, 5, 6

L

Lindera paraobtusiloba HU et CHANEY

Pl. 12, fig. 4

Liquidambar formosana HANCE

Pl. 12, figs. 8, 9,
10, 11

Liriodendron meisenensis ENDO

Pl. 12, fig. 1

Lithocarpus hypophaea HAYATA

Pl. 8, fig. 12

Lithocarpus miohypophaea TANAI

Pl. 8, figs. 10, 11

Lithocarpus protokonishii TANAI

Pl. 8, fig. 9

M

Marlea aequalifolia (GOEPPERT)

Pl. 19, fig. 2

Marlea iragawense TANAI Pl. 19, fig. 1

Metasequoia disticha (HEER)

Pl. 1, figs. 8, 9, 10

Metasequoia japonica (ENDO)

Pl. 1, figs. 11, 12

Metasequoia miocenica TANAI

Pl. 1, figs. 13, 14

Myrica Naumannii (NATHORST)

Pl. 2, figs. 5, 6, 7

N

Nelumbo Endoana OISHI et HUZIOKA (MS)

Pl. 22

O

Ostrya japonica SARG. subsp. *oblongi-*

bracteata HUZIOKA Pl. 6, figs. 3, 4

Ostrya subvirginiana TANAI et ONOE

Pl. 6, figs. 1, 2

P

- Paliurus miocenicus* HU et CHANEY
Pl. 15, figs. 8, 9, 10
- Phoebe mioformosana* TANAI
Pl. 12, fig. 7
- Picea Sugaii* TANAI et ONOE
Pl. 1, figs. 2, 3
- Pistacia miochinensis* HU et CHANEY
Pl. 14, figs. 3, 4
- Populus latior* AL. BR. Pl. 2, fig. 3
- Populus* sp. Pl. 2, figs. 1, 2
- Porana kokangenense* ENDO Pl. 20, fig. 6
- Pseudotsuga* sp. Pl. 1, fig. 4
- Pterocarya asymetrosa* KONNO
Pl. 3, fig. 3
- Pteroceltis* sp. cfr. *Tartarinowii* MAXIM.
Pl. 11, fig. 6
- Pteroceltis?* sp. Pl. 11, fig. 5

Q

- Quercus koraica* TANAI Pl. 8, figs. 1, 2
- Quercus subvariabilis* TANAI
Pl. 8, figs. 3, 4, 5

R

- Reevesia mioformosana* TANAI
Pl. 18, figs. 6, 7, 8
- Rhus miosuccedanea* HU et CHANEY
Pl. 14, figs. 1, 2
- Rosa usyuensis* TANAI Pl. 13, fig. 5

S

- Salix varians* GOEPPERT Pl. 2, fig. 4
- Salvinia formosa* HEER Pl. 21, fig. 5
- Salvinia natans* ALL. fossilis OISHI et
HUZIOKA Pl. 21, figs. 1, 2
- Salvinia pseudoformosa* OISHI et HUZIOKA
Pl. 21, figs. 3, 4
- Sapindus Kaneharai* TANAI Pl. 14, figs. 7, 8

Sapindus linearifolius BERRY

- Pl. 14, fig. 6
- Smilax minor* MORITA Pl. 21, fig. 13
- Smilax trinervis* MORITA Pl. 21, fig. 14
- Sophora miojaponica* HU et CHANEY
Pl. 13, fig. 8
- Sorbus* sp. Pl. 13, figs. 3, 4
- Spiraea* sp. Pl. 13, fig. 7

T

- Taxodium dubium* (UNGER) Pl. 1, figs. 15, 16
- Tilia distans* (NATHORST) Pl. 18, fig. 4
- Tilia meisenensis* HUZIOKA Pl. 18, fig. 3
- Tilia remotiserrata* HUZIOKA
Pl. 18, fig. 2
- Tilia subnobilis* HUZIOKA Pl. 18, fig. 1
- Tilia* sp. (Bracteole) Pl. 18, fig. 5

U

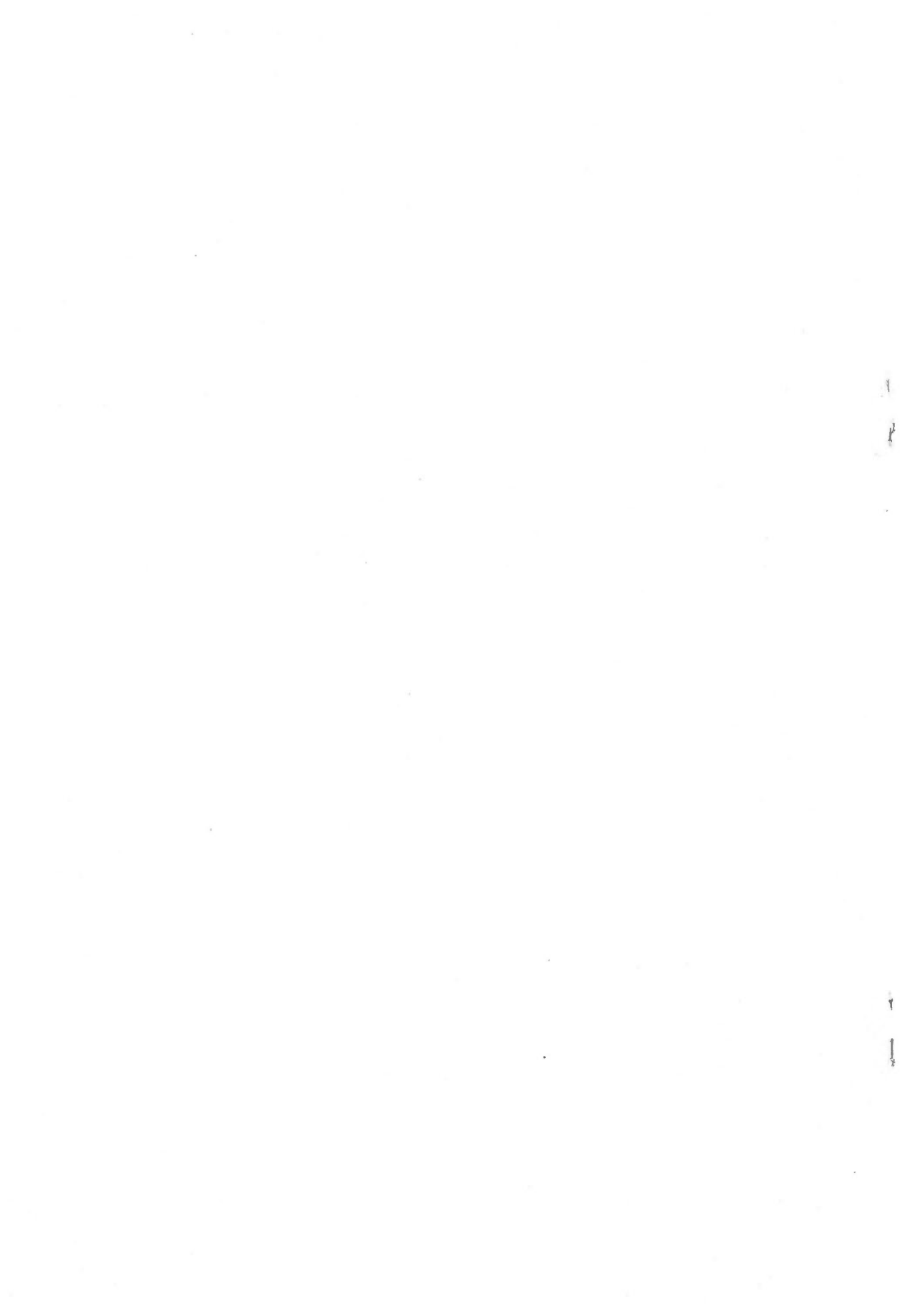
- Ulmus appendiculata* HEER Pl. 10, fig. 3
- Ulmus longifolia* UNGER Pl. 10, figs. 1, 2
- Ulmus miodavidiana* TANAI Pl. 10, fig. 6
- Ulmus protoparvifolia* HU et CHANEY
Pl. 10, fig. 5
- Ulmus pseudolongifolia* OISHI et
HUZIOKA (MS) Pl. 10, fig. 4

V

- Viburnum Otukai* TANAI Pl. 20, fig. 8
- Viburnum protoparvifolium* TANAI
Pl. 20, fig. 7
- Viburnum* sp. Pl. 20, fig. 9
- Vitis Naumanni* (NATHORST)
Pl. 15, fig. 11

Z

- Zelkova Tibae* OISHI et HUZIOKA
Pl. 11, figs. 1, 2
- Zelkova Ungerii* (ETTINGSHAUSEN)
Pl. 11, figs. 3, 4



The Geological Survey of Japan has published in the past several kinds of reports such as the Memoirs, the Bulletin, and the Reports of the Geological Survey.

Hereafter all reports will be published exclusively in the Reports of the Geological Survey of Japan. The currently published Report will be consecutive with the numbers of the Report of the Imperial Geological Survey of Japan hitherto published. As a general rule, each issue of the Report will have one number, and for convenience's sake, the following classification according to the field of interest will be indicated in each Report.

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

Note: Besides the regularly printed Reports, the Geological Survey is newly going to circulate "Bulletin of the Geological Survey of Japan" which will be published monthly commencing in July 1950.

本所刊行の報文類の種目には従来地質要報・地質調査所報告等があつたが、今後はすべて刊行する報文は地質調査所報告に改めることとし、その番號は従来地質調査所報告を追つて附けることにする。そして報告は1報文につき報告1冊を原則とし、その分類の便宜のために次の如くアルファベットによる略號を附けることにする。

- | | | |
|---------------------|---|---|
| A 地質およびその基礎科學に關するもの | } | a. 地質
b. 岩石・鉱物
c. 古生物
d. 火山・温泉
e. 地球物理
f. 地球化學 |
| B 應用地質に關するもの | } | 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. 物理探礦・化學探鉱および試錐 |
| C その他 | | |
| D 事業報告 | | |

なお刊行する報文以外に、當分の間報文を謄寫して配布したものに地下資源調査所速報があつたが、今後は地質調査所月報として第1号より刊行する。

昭和 30 年 2 月 25 日印刷

昭和 30 年 3 月 1 日発行

著作権所有 工業技術院
地質調査所

印刷者 向喜久雄
印刷所 一ツ橋印刷株式会社
図版印刷所 熊谷印刷株式会社

REPORT No. 163

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Katsu KANEKO, Director

ILLUSTRATED CATALOGUE OF TER-
TIARY PLANTS IN JAPANESE
COAL FIELDS

— I. EARLY AND MIDDLE MIOCENE FLORAS —

BY

Toshimasa TANAI

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Hisamoto-cho, Kawasaki-shi, Japan

1 9 5 5