

## 鹿児島県薩摩郡永野・東郷地域の鮮新-更新統の層序ならびに永野層の花粉化石群集について

著者	山本 憲史, 大塚 裕之
雑誌名	鹿児島大学理学部紀要. 地学・生物学
巻	28
ページ	153-179
別言語のタイトル	Stratigraphy of the Plio-Pleistocene Formations in the Nagano and the Togo Districts, Southwest Kyushu, Japan, with Special Reference to the Pollen Assemblages of the Nagano Formation
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10232/00000485">http://hdl.handle.net/10232/00000485</a>

## 鹿児島県薩摩郡永野・東郷地域の鮮新－更新統の層序 ならびに永野層の花粉化石群集について

山本憲史<sup>1)</sup>・大塚裕之<sup>2)</sup>

(1995年10月2日受理)

Stratigraphy of the Plio-Pleistocene Formations in the Nagano and the Togo  
Districts, Southwest Kyushu, Japan, with Special Reference to  
the Pollen Assemblages of the Nagano Formation

Norifumi YAMAMOTO<sup>1)</sup> and Hiroyuki OTSUKA<sup>2)</sup>

### Abstract

The Nagano Formation has been regarded to be one of the most important geological units for the study on the Late Neogene history in the South Kyushu area. The writers discussed the problems concerning stratigraphy and paleontology of the Nagano Formation, and the following several points have been made clear. The Nagano Formation, typically developed in the two areas, one of which is located at about 300m southeast of Nagano and the other is at about 1.0km east of Yakushi.

The Shiake tuff discriminated in the lower member of the Nagano Formation was dated as to be  $2.4 \pm 0.3$  Ma by fission track age-determination, suggesting the late Pliocene (Hase and Danhara, 1985). Furthermore, it is likely to be correlated to the Aragouchi tuff member of the Togo Formation in Togo area.

Through the pollen analysis of the Nagano Formation, two types of pollen assemblage were recognized. One of them occurs from the lower member (Lower zone of pollen flora) and the other from the middle member (Upper zone of pollen flora). Both of them, however, indicate the annual mean temperature  $3-4^{\circ}\text{C}$  cooler than the present-day climate. This leads us to the conclusion that the Nagano Formation had been deposited under the condition of cool climate in the Late Pliocene. This supports the Onoe's (1972) conclusion that the change of three floras (the Shigehira, the Nagano and the Yoshida) from the consecutive three formations indicates the decline of the annual mean temperature from the Pliocene through the Pleistocene

<sup>1)</sup> パシフィックコンサルタンツ インターナショナル 〒206 東京都多摩市関戸1丁目7-5 (Pacific Consultants International, Tokyo)

<sup>2)</sup> 鹿児島大学理学部地学教室 〒890 鹿児島市郡元1丁目21-35 (Institute of Earth Sciences, Faculty of Science, Kagoshima University, Kagoshima 890, Japan)

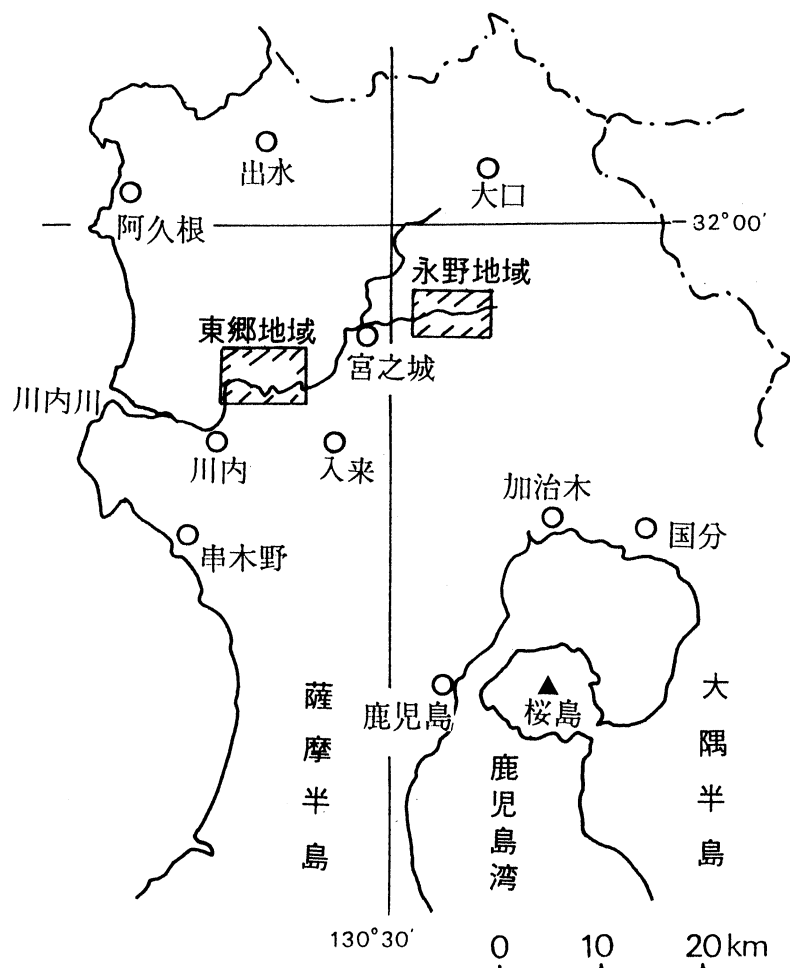
time.

The palynostratigraphic consideration the Nagano Formation is judged to be correlative to the stage of extinction of the *Metasequoia* flora in the Osaka Group in Kinki District (Ichihara, 1960).

**Key words:** Pollen, Kagoshima, Plio-Pleistocene

## I. はじめに

南部九州の鹿児島県北東部地域（北薩地域），とりわけ川内川流域およびその支流一帯には，一部に金属鉱床を胚胎した後期新生代の種々の火山岩類と，これに伴う堆積岩類，さらにこれらを不整合に被う後期更新世の火砕流堆積物が分布している。堆積岩類は主として湖沼性の碎屑物からなり，この中からはしばしば植物，昆虫，淡水魚化石を産し，この地域の新生代地史の研究上，重要な地質単位となっている。かつて桑原（1949MS）は鹿児島県薩摩町永野盆地に分布する淡水成層に対して「永野層」と呼んだが，印刷公表されていない。以来，北薩地域の小盆地に



第1図 研究地域位置図

点在して分布し、しばしば植物化石や珪藻土などを伴う淡水性堆積物は永野地域の堆積岩との層序学的対比の根拠が不明確なまま、「永野層」または「永野層相当層」とよばれてきた（南郷，1964；尾上，1972；Iwao，1975；長谷，1976）。近年，南部九州の上部新生界については，花粉層序学的研究（長谷・畑中，1984）および火山岩類の放射年代（長谷・壇原，1985）が発表されている。それらの成果からみると，模式地の永野層は鮮新世後期にあたり，また，従来「永野層」と呼ばれてきた北薩地方各地の堆積岩類には，幾つかの異なった層準を含んでいることがわかってきた。これらの総括的研究結果にもかかわらず，模式地の永野層の層序の詳細は未だ公表されていない。したがって，筆者等は薩摩郡薩摩町永野周辺およびその西方の同郡東郷町周辺（以下，永野地域，東郷地域と呼ぶ）における上部新生界の層序を検討するとともに，永野層の花粉分析を行い，従来知られている植物化石群集の資料と合わせて永野層の考察を行なった。ここにその成果を報告し，各位の御批判を仰ぐ次第である。本稿を公表するにあたり，火山岩類について御教示いただいた小林哲夫博士ならびに有意義な討論をしていただいた上野宏共教授に感謝申し上げる。

第1表 永野・東郷地域の新生界の層序

東 郷 地 域					永 野 地 域		
第 四 紀	更新世後期	入戸火砕流堆積物			入戸火砕流堆積物		
		阿多火砕流堆積物					
		加久藤火砕流堆積物			加久藤火砕流堆積物		
	更新世前期	東郷安山岩類 複輝石含有玄武岩質安山岩 カンラン石含有輝石安山岩 角閃石安山岩 角閃石安山岩質凝灰角礫岩			永野新期安山岩類 複輝石安山岩（駒ヶ段安山岩） カンラン石含有輝石安山岩類 普通輝石紫蘇輝石安山岩（茶屋ヶ岡安山岩） 紫蘇輝石角閃石安山岩（中岳安山岩）		
新 鮮 新 世 後 期 三 紀		笠山層		複輝石安山岩質 凝灰角礫岩		永 野 層	上部層
	永 野 層	鳥丸部層	凝灰質砂岩泥岩互層		中部層		凝灰質砂岩泥岩互層
			荒河内凝灰岩部層	凝灰岩			下部層
	中新世						
永野古期安山岩類 （金山安山岩）							
白堊紀		四万十累層群					

## Ⅱ. 地質層序

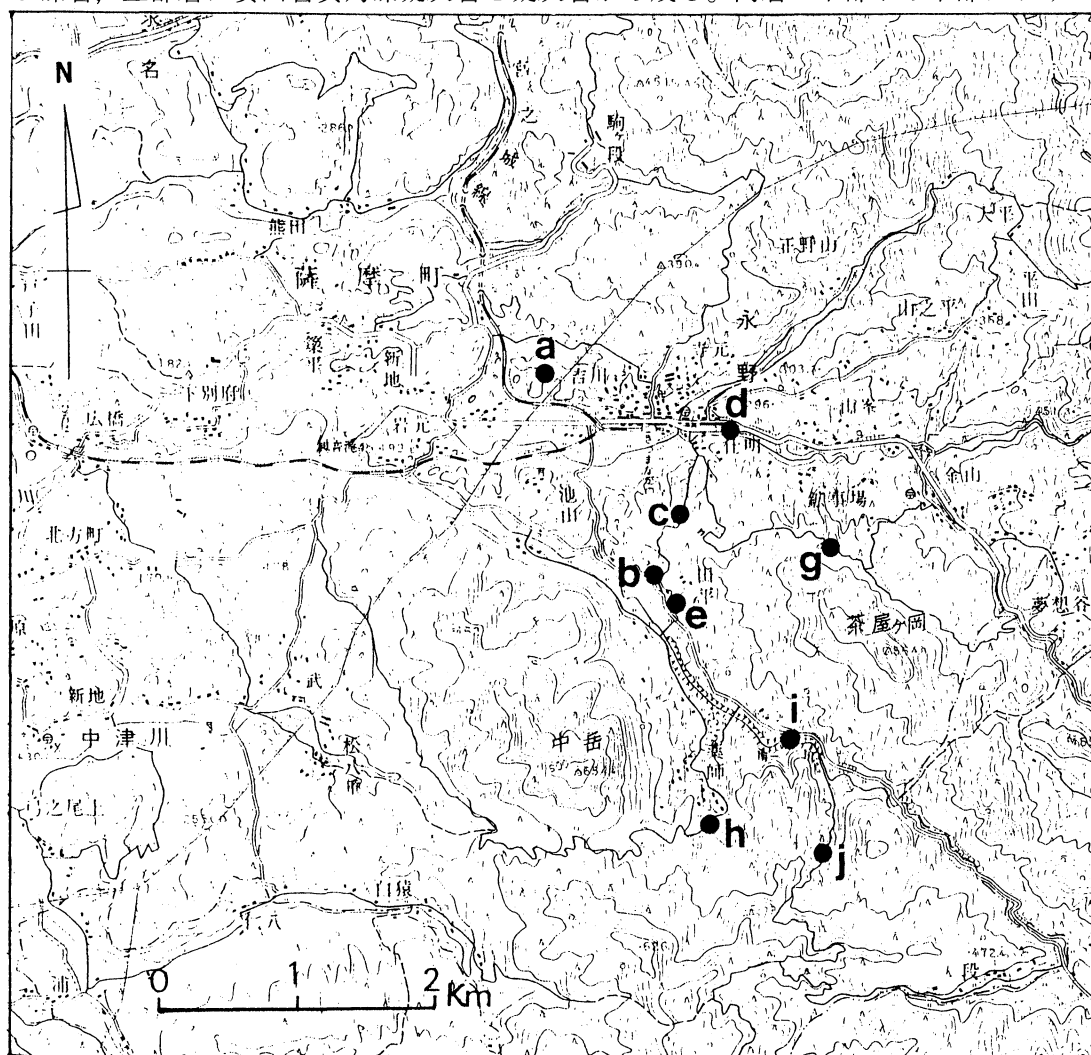
### A. 永野地域

鹿児島県薩摩町永野地域は，周辺を新生代の火山岩類からなる山々に囲まれた小盆地状の地形

をなし、同盆地の中心部を川内川の支流の穴川と南川が流れる。その東縁にはかつて山ヶ野金山鉱区があった。これらの両川の河岸一帯および周辺の丘陵地には湖沼層の堆積岩類が分布しており、古くから植物化石を産出することで有名である。桑原（1949MS）がこれらの堆積岩類に対して初めて「永野層」の地層名を与えて以来、北薩地方の各地に点々と分布する湖沼成層に対して「永野層」または「永野層相当層」と呼ばれてきた（橋本，1965MS；岩田，1971MS；川原，1975MS；小柳，1972MS；尾上，1971MS；山本，1975MS）。近年，これらの永野層は地質時代的に近接しているものの，幾つかの異なった層準を含んでいることが明らかにされた（長谷・畑中，1985）。

### 1. 地質概説

永野地域の基盤をなすものは、金山安山岩から成る永野古期安山岩類であり、これらを湖沼成層の永野層が被っている。永野層はその岩相から下部層，中部層，上部層の3部層に分けられる。下部層は凝灰質無層理シルト岩，珪藻土，凝灰岩から成る。中部層は凝灰質砂岩・シルト岩互層および礫岩，上部層は安山岩質角礫凝灰岩と凝灰岩から成る。同層の下部から中部にかけてはメ



第2図 薩摩町永野地域の地形図（国土地理院発行1/25000「永野」）。a～iは柱状図（第3図）作成ルートの基点を示す。

タセコイア (*Metasequoia*) によって特徴づけられる植物化石群集「永野フローラ」を産する。永野層はその上位を永野新期安山岩類によって被われている。さらにこれらの地質系統は更新世後期の火砕流堆積物によって被われている。

## 2. 地質各論

### 1) 永野古期安山岩類 (Nagano older andesites)

#### 金山安山岩 (Kanayama andesite)

かつて良質の金鉱石を産出した山ヶ野鉱山付近を中心に、調査地域の東側に分布する複輝石安山岩で、本地域の若い新生界の基盤岩をなすものである。本岩は一部がプロピライト化している。串木野の金鉱床を胚胎するプロピライトと同時代のものであることが予想される。その地質年代は松本 (1976) の山野流紋岩の絶対年代の13m. y. より中期中新世と考えられるが、さらにこれよりも若い可能性がある。

模式地：鹿児島県薩摩郡薩摩町金山

分布：金山を中心に、平田、山之平に分布する。本来の火山地形は失われ、新期火山岩類とは対照的に岩体の表面は平坦である。

岩相：本岩はプロピライト化作用を受けていない部分は暗紫色を呈する細粒緻密な複輝石安山岩であるが、プロピライト化作用を受けた部分は暗灰色または灰白色に変色し、硬度も低下し、また、表面にカルサイトの結晶が付着していることもある。本岩は一部が凝灰角礫岩となっている個所もあるが、その殆どが溶岩である。鏡下では斜長石、普通輝石、紫蘇輝石などが認められるが、斑晶は小さく、特に斜長石はその径が0.2~0.3mmと小さなものが多い。

層位関係：本地域ではこの安山岩の下位にくる地質は露出していないが、他の北薩地域の層序から判断して、基盤は四万十累層群であろうと推定される。上位は永野層と永野新期安山岩類に被われる。

### 2) 永野層 (Nagano Formation)

北薩地方の各地で更新世の湖沼性堆積物が認められるが、火砕流堆積物や各種の火山岩類によって被われているために、それらの分布の連続性が悪く、相互にその層位的関係が詳細には分っていない。便宜的にそれらは広義の「永野層」または「永野層相当層」と呼ばれてきた。長谷・畑中 (1985) は模式地の永野地域に分布する地層のみを永野層と呼ぶことを提唱し、模式地を永野～仕明地区とした。しかしながら、本地域の地質図も層序の詳細についても未だ示されていない。本研究では永野層を含む地質の検討を行ない、岩相層序の記載を行なった。

模式地：鹿児島県薩摩町永野の旧国鉄宮之城線永野駅東方約300mの穴川から田平にかけてのルート (永野ルート) を模式地とする。ただし、このルートでは主に下位との層序関係がよく見られるものの、上位との関係が不明確である。そのために、本層と上位の地層との関係が見られる薬師東方約1kmの南川河岸域から南部の起次殿越にかけての林道沿いのルート (以下、起次殿越林道ルートと呼ぶ) を副模式地とする。

分布：永野～仕明の集落付近、茶屋ヶ岡の周辺、薬師、起次殿越、金山北方、熊田西方に分布する。この他には、南川、穴川の河岸や川床にも好露出がある。

岩相：凝灰質砂岩頁岩の互層、礫岩、凝灰質シルト岩、珪藻土、凝灰岩、スコリアおよび角礫凝灰岩等である。永野層はその岩相的特徴から、凝灰質シルト岩で特徴づけられる下部層、凝灰質砂岩シルト岩の互層から成る中部層、凝灰角礫岩で特徴づけられる上部層の3部層に区分される。

層厚：250m+

層位関係：永野古期安山岩類を不整合に被い、永野新期安山岩類や更新世後期の火砕流堆積物によって不整合に被われる。

地質構造：本地域の中央を南東から北西に流れる南川付近を境にして、北側ではほぼ走向N45°W、傾斜10°~20°W、南側ではほぼN45°W、10°~20°Eを示す。すなわち、南川付近に褶曲軸をもつ緩やかな向斜構造をなしている。本層中には小断層はかなり認められるが、一帯の地質構造を支配するような大きな断層は確認出来ない。

化石：植物化石は豊富に産出し、第3図の柱状図に示した(a), (i), (g)の各ルートにおいて、特に産出する。従来、永野の集落の西部に分布する珪藻土(第3図-a)から *Fagus* や *Metasequoia* 等の産出することが知られている。尾上(1975)は東郷地域と永野地域の地層と植物化石群集が非常に良く似ているとして、両地域の植物化石群集を一括して永野フローラと呼び、14科21属29種の植物化石を報告している。尾上(1975)が指摘するように、温帯性落葉樹を主体としているが、“exotic species”として *Metasequoia*, *Glyptostrobooides* が産出することが特徴的である。従来、*Metasequoia* の産出頻度が小さいとか、その産出は永野層下部のみであるといった議論がなされてきたが、今回、第3図柱状図(g)に示すような永野層上部層からもその産出が確認された。上部層からも *Metasequoia* の葉化石が普遍的に産出することは、後述する花粉分析結果とも矛盾しない。さらに上部層からは、その他の第三紀型の植物化石遺体の産出が見られないというのは、花粉分析結果からも裏付けられた。植物化石以外の化石としては、珪藻化石および淡水魚化石(橋本, 1965MS)産出がある。

## 2a) 永野層下部層

黄褐色ないし褐色を呈する凝灰質無層理のシルト岩、淡黄白色ないし白色の珪藻土、淡褐色ないし白色の凝灰岩および暗灰色のスコリア層より成る。最下部に礫岩層を挟む。礫岩層の礫は主に角礫で、礫種は永野古期安山岩起源の変質した安山岩類である。仕明橋近くの穴川左岸に露出する仕明凝灰岩は下部層下半部に特徴的に挟在されている。層厚2m。全体的に灰白色を呈し、角閃石を特徴的に含む。下部層の分布はあまり広くなく、南川や穴川の川床や薬師、永野集落付近に露出している。層厚約60m。以下、ルートごとの岩相層序を記載する。

### (a) 南川川床(起次殿越林道ルートの北西約400m付近)(第3図-i)

下部層の最もよく露出しているルートであり、その層序を柱状図に示す。層厚約30mにわたって露出しているが、下限は不明である。黄褐色ないし褐色を呈する塊状の凝灰質シルト岩を主とする。下部に層厚約30cmのスコリア層を挟む。シルト岩からは *Metasequoia* sp. や *Zelkova* sp. などの植物化石を産した。花粉分析試料はこのルートの8層準から採取した。

### (b) 薬師および永野集落付近(第3図-h)

薬師および永野の両集落付近には、下部層の珪藻土がみられる。とくに永野集落の北西約500mにある露頭では、層厚9m以上の珪藻土が露出している。多少葉理が見られるが、ほとんどが無層理で、明るい灰色ないし白色を呈する。ここでの走向はN50~65°W、傾斜20°Wで、下部層の中でもその上部に相当するものと思われる。植物化石を豊富に産し、その構成種は南川川床のものに似る。一方、薬師の集落付近および同集落南東方の南川を沿いの道路沿いには、層厚4m以上の珪藻土が露出している。

## (c) 穴川川床 (第3図-d)

旧国鉄の薩摩永野駅東方約300mの穴川にかかる橋付近からその上流300~400mまでの川床と、同駅の北西に延びる穴川支流の川床には、下部層の好露出がある。ここでは、基盤岩の金山安山岩と永野層の基底との不整合関係が確認できる。金山安山岩を被う層厚約2mの仕明凝灰岩は黄白色の凝灰岩で、やや固結している。直径1~5cmの軽石を含み、火砕流堆積物と見做される。鉱物組成は、斜長石、角閃石、紫蘇輝石、普通輝石、石英などである。フィッショントラック年代は $2.4 \pm 0.3$  Ma (長谷・壇原, 1985) で、鮮新世後期を示す。この凝灰岩の上位を、細粒ないし中粒砂岩の細互層、さらに無層理のシルト岩が被っている。

## 2b) 永野層中部層

主に凝灰質砂岩とシルト岩の互層および礫岩からなる。層厚130m。下部層に比べて地層の固結度は高い。全体として、下部から中部にかけて層理が顕著に発達するが、上部では礫岩の挟在が次第に頻繁となる傾向がある。永野の集落から田平にかけてのルート (第3図-c) では、この岩相の垂直的な変化がよくわかる。礫岩層の礫種は永野古期安山岩類から由来した輝石安山岩がほとんどで、その大半が直径5cm内外の垂円礫である。

中部層の分布は下部層にくらべて広く、模式地の永野ルート、起次殿越ルート周辺を中心として、薬師、金山、白猿、熊田などに分布している。

## (a) 永野ルート (第3図-c)

明るい褐色から黄褐色の凝灰質シルト岩、灰色~暗灰色の凝灰質砂岩およびこれらの互層を主とする。互層は1単層が10cm内外のものや、数cm以下の細互層もある。一方、凝灰質シルト岩、凝灰質砂岩の単層は1cmから数cmものがある。中部層の特徴として、岩相の垂直的なリズムカルな変化があげられる他、その上部における礫岩層があげられる。礫種は5cm以下の安山岩の垂円礫が多く、またそのマトリックスは軽石を含む暗灰色の中粒砂である。礫岩層の1単層は数cm位のものが多く、最大10cmに達するものがある。

## (b) 起次殿越林道ルート (第3図-j)

南川から起次殿越林道にかけて連続的な露出がある。永野ルートと同様に、下半部は凝灰質砂岩とシルト岩の互層で、上半部は礫岩層が卓越する。このルートにおける中部層は岩相の側方変化が著しく、また、大型の材化石を包含していることがある。また、この部層の最上部には全層厚が15mに達する成層した礫岩層が発達する。礫種は安山岩の垂円礫で構成される。このような粗粒相の発達していることからみて、このルート一帯に発達する中部層は当時の湖沼 (古永野湖) の周辺部相を示している可能性がある。また上部付近の粗粒相の発達と細粒相の欠如は、古永野湖の埋積作用の最末期を示唆している。

## 2c) 永野層上部層

主として複輝石安山岩質角閃石安山岩の凝灰角礫岩からなり、一部に白色凝灰岩 (起次殿越凝灰岩) と紫蘇輝石角閃石安山岩の凝灰角礫岩を挟在する。層厚60m以上。前者は調査地域の南側に広域にみられるが、平均直径10cmの角礫が粗粒火山砕屑物によって充填されている。層序の上半部に挟在されている起次殿越凝灰岩は層厚約2.5mで、白色を呈し、上部層の鍵層として広範囲に追跡できる。



## (a) 起次殿越林道ルート (第3図-j)

中部層の成層した礫岩層上の凝灰質シルト岩層を上部層基底の凝灰角礫岩層(層厚7m)が被っている。同角礫岩は平均5cm, 最大20cm以上の紫蘇輝石角閃石安山岩の角礫を含んでいる。さらにこの上位には, 上部層の大部分を占める層厚50mの複輝石安山岩の凝灰角礫岩が累重している。上部層の上限に近い層準には, 層厚2.5mの白色凝灰岩(起次殿越凝灰岩)が挟在されている。この凝灰岩は軽石や角閃石を特徴的に含み, その鉱物組成は下部層の仕明凝灰岩に類似している。

## (b) 白猿ルート

起次殿越ルートの西方約2kmの白猿付近にも小規模に紫蘇輝石角閃石安山岩質凝灰角礫岩および起次殿越凝灰岩の露出が見られる。

## 3) 永野新期安山岩類 (Nagano younger andesites)

永野層を不整合に被う, 主に輝石安山岩からなる安山岩類で, 茶屋が岡・烏帽子岳などの広範囲に分布する。熊田西方に分布する橄欖石輝石安山岩を除き, 岩相は互いに類似しているが, 相互の層序関係も明確ではないので, 本稿では永野新期安山岩類として一括して呼ぶ。ただし, この安山岩類は造岩鉱物の組み合わせが多少異なる幾つかの岩体からなっている。

## a: 中岳安山岩 (Nakadake andesite)

研究地域のほぼ中央にあって, 標高654mの中岳を最高峰とする紫蘇輝石角閃石安山岩から成る急峻な山体を形成している。岩石は灰白色を呈し, 肉眼でも大きな角閃石の斑晶が顕著に認められる。輝石はほとんどが紫蘇輝石からなる。同安山岩の層位的位置付けについては, 従来, 永野層よりも古いとする説(山本, 1976MS, 1979MS)と永野層よりも新しいとする説(橋本, 1965MS; 小柳, 1972MS; 川原, 1975MS)があった。本研究において筆者らは, その層位を決めるべく努力をしたが, その層位を確定するだけの十分な証拠を得ることは出来なかった。しかしながら, 中岳安山岩はプロピライト化作用を受けておらず, また火山体としての地形をやや留めていることなどから, 金山安山岩よりは明らかに新しく, 永野新期安山岩類に含められる可能性がある。「昭和51年度金鉱山の基礎的地質鉱床調査報告書—北薩地域—」では同安山岩を北薩古期安山岩類の末期の活動としてとらえているが, その根拠は分らない。

## b: 茶屋が岡安山岩 (Chayagaoka andesite)

普通輝石・紫蘇輝石安山岩は茶屋が岡を中心とした中岳の南側に広く分布する溶岩である。これを茶屋が岡安山岩とよぶ。起次殿越ルートの約300mから400m西側では, 永野層上部層を貫いて茶屋が岡安山岩の貫入岩体が認められる。茶屋が岡安山岩は, 一般に坂状節理が発達しており, 大きな輝石の斑晶を含む。特に南川上流, すなわち調査地域の南東端に分布する溶岩には最大2cmに及ぶ輝石の斑晶が含まれている。

## c: 複輝石安山岩

複輝石安山岩は永野集落の北側の駒ヶ段一帯に分布する他, 大口市および菱刈町との町境付近まで広く分布している。茨城ほか(1987)による菱刈地域の「菱刈下部安山岩類」に連なっている。斑晶の輝石は比較的小さく, 大きくても数mm程度である。茶屋が岡安山岩よりも暗色を呈

し、全体に細粒の安山岩である。その岩相は部分的に凝灰角礫岩ないし火山角礫岩へ移行している。菱刈下部安山岩類については、 $0.95 \pm 0.09 \sim 1.78 \pm 0.15$  K-Ar Ma という放射年代が得られており（茨城ほか, 1987）、同安山岩が更新世前期の噴出物であることを示している。

#### d: 橄欖石含有輝石安山岩

研究地域の北端に近い熊田付近の安山岩は、唯一橄欖石を含むことで特徴づけられる輝石安山岩である。

#### 4) 加久藤火砕流堆積物 (Kakuto pyroclastic flow deposits)

分布：永野盆地の穴川流域およびその南部の南方川河岸一帯に分布し、西へは宮之城町から東郷町にかけての川内川河岸の分布域につながっている。薩摩町の観音滝公園はこの岩石より出来ている。

岩相：中熔結ないし強熔結を示す熔結凝灰岩で、強熔結部は安山岩様を呈することがある。

層位関係：永野層を不整合に被い、入戸火砕流堆積物に不整合に覆われる。

層厚：15m。

#### 5) 入戸火砕流堆積物 (Ito pyroclastic flow deposits)

分布：永野集落の西側の標高185mを最高点とする台地を形成している。

岩相：軽石凝灰角礫岩、いわゆるシラスである。

### B. 東郷地域

調査地域の基盤岩は、主に東郷町北部一帯の山地に分布する白亜紀の四万十累層群で、砂岩、頁岩およびこれらの互層からなっている。これらの基盤岩類を鮮新世の永野層相当層である東郷層が傾斜不整合に被覆しており、それは主として川内川流域および同川支流一帯に分布している。東郷層は下半部が砂岩・シルト岩およびそれらの互層、さらに凝灰岩からなる淡水成層で、上半部は複輝石安山岩質凝灰角礫岩からなっている。下部層からは植物・昆虫・淡水魚類化石の産出が報告されている（Iwao, 1974, 1976; Ueno and Iwao, 1975）。東郷層を不整合に被って東郷安山岩類が分布している。さらに平野部に面した丘陵地一帯では、これらの地質系統を不整合に被って、更新世後期の加久藤・蒲生・入戸の各火砕流堆積物が分布している。

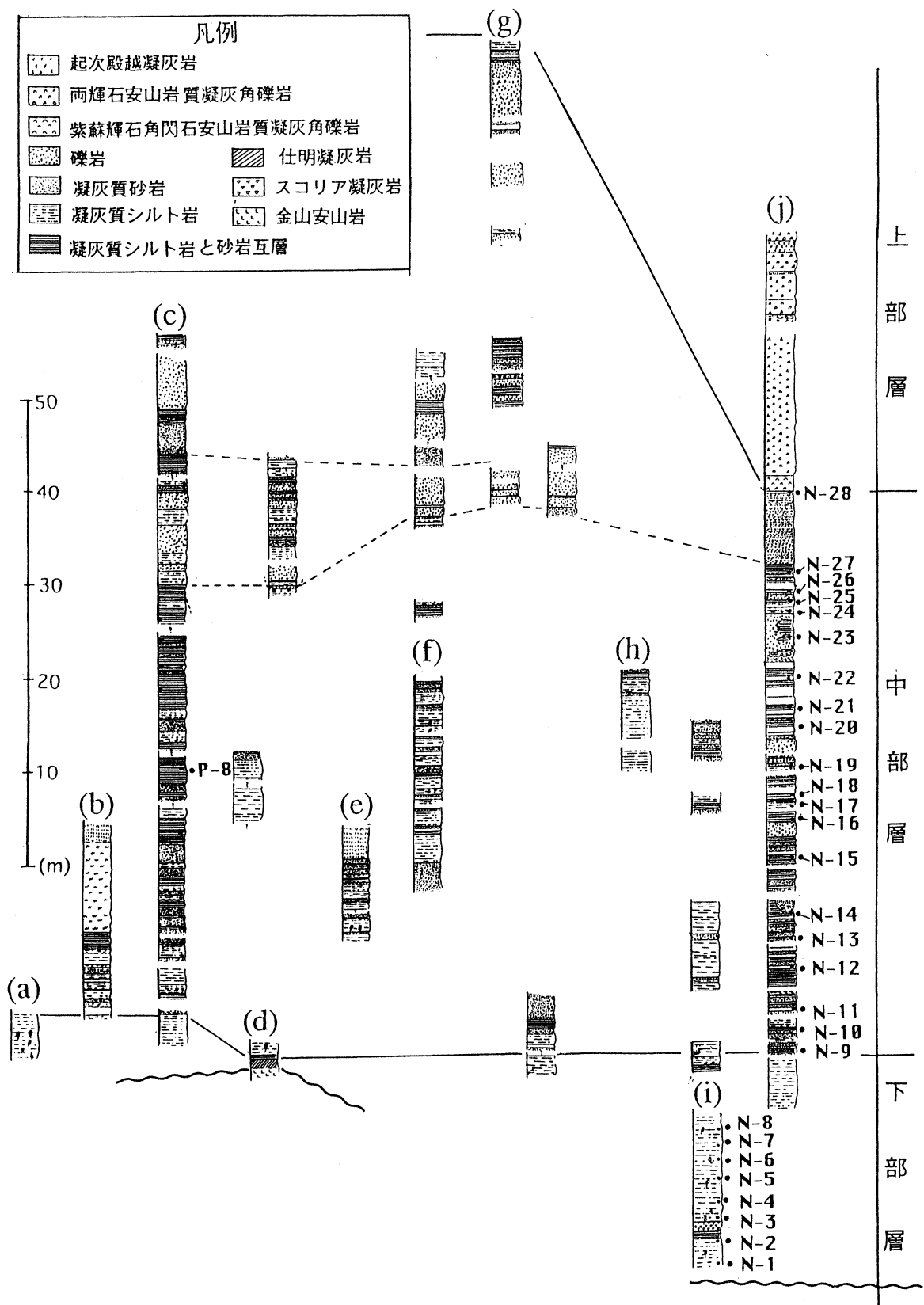
#### 1. 地質各論

##### 1) 基盤岩類 (basement rocks)

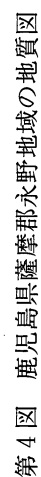
南部九州の四万十累層群については、橋本（1962）の先駆的研究を初めとして、多くの研究者によって研究されている。本研究地域の基盤をなす四万十累層群は橋本（1962）によって東郷層群とよばれたもので、一般に青灰色中粒砂岩、暗褐色～黒色の頁岩や粘板岩およびそれらの互層から成っている。東郷層群はその後の米田・岩松（1987）による大川層群（前期白亜紀末期～後期白亜紀初期；アルビアン～セノマニアン）に相当する。

##### 2) 東郷層 (Togo Formation)

東郷地域に分布する若い新生界の層序については Iwao（1974）によって提唱されている。同氏は樋渡川左岸の荒川内付近の約1 km平方メートルの範囲の地質図を示し、この地域の鮮新-



第3図 永野地域における永野層の柱状図。N-1～N-28は花粉分析用試料採取層準を示す。



第4図 鹿児島県薩摩郡永野地域の地質図

更新統の層序を、下位から荒川内層とそれを不整合におおう東郷層に区分し、東郷層の同時異相を笠山層とした。さらに東郷層を下位から、鳥丸砂岩部層・三ヶ郷珪藻土層に細分した。しかしながら、これら提唱された地層については定義がなされていないばかりか、三ヶ郷珪藻土層については記載が無く、その分布も示されていない。

筆者らはこの研究で第2表に示すような層序を提唱する。東郷層は、下位から、荒川内凝灰岩部層とそれに整合に累重し、砂岩・シルト岩・砂岩シルト岩互層からなる鳥丸部層からなる。この上位には、複輝石安山岩質の凝灰角礫岩からなる笠山層が整合的に累重するが、同層の最下部は鳥丸部層の最上部と同時異相の関係にある。後述するように、東郷層はその岩相・層序・産出化石などから、模式地の永野層に対比が可能である。

主な分布地域：東郷町荒川内から宮ヶ原付近の樋渡川左岸一帯に主として分布する他、川内川支流の岩切川、南瀬の山田川川床、田海川左岸の的場、谷之口、宮之城川口橋付近、川内川左岸の川内市長野付近などの小範囲に露出している。

#### a) 荒川内凝灰岩部層 (Arakawachi tuff member)

荒川内と宮ノ原付近の樋渡川左岸には、下部層の最下位をしめる層厚15mの荒川内凝灰岩が露出している。この凝灰岩は淡灰色ないし灰色を呈し、斜長石、輝石、角閃石、石英などの造岩鉱物を含み、弱熔結している。この凝灰岩と鳥丸部層のシルト岩とは層位的に漸移している。よって、この凝灰岩を東郷層の最下部のメンバーとした。下限は不明である。

#### b) 鳥丸部層 (Torimaru member)

岩相：一般に暗灰色の凝灰質砂岩、褐色や暗灰色と呈する凝灰質シルト岩、およびこれらの互層、さらに凝灰角礫岩からなり、一部に亜炭層を挟む。砂岩は細粒ないし中粒で、上部ほど粗粒砂岩の割合が多くなる。また、これらの諸層はよく固結していて、硬い。全層準にわたって粒径数mm程度の軽石からなる葉層をひんばんに挟む。

層厚：90m。

層位関係：東郷層荒川内凝灰岩部層の下限は不明であるが、四万十累層群を不整合に被っているものと推定される。鳥丸部層の最上部は笠山層下部の凝灰角礫岩と指交関係にある。

地質構造：東郷層は走向はNE-SW性で、南東または南西方向へ10°~20°傾斜している。一方、南瀬川沿いの川床に露出する本部層は、走向・傾斜にかなりの乱れがみられる。全体として、東郷地域の永野層相当層である東郷層は、永野地域のそれに比べて小断層で切られることも少なく、構造的にあまり乱されていない。ただし、荒川内凝灰岩や東郷層下部層が樋渡川の右岸に見られないことから、樋渡川の西側が南北性の断層によって落ちていることが推定できる。

化石：保存良好の植物化石、昆虫化石（藤山・岩尾，1975）および魚類化石が産出する。植物化石は主に荒川内と宮ノ原の樋渡川に注ぐ沢に露出する東郷層鳥丸部層の泥岩あるいは泥岩・砂岩の細互層から産出するが、それらの構成種についてはIwao（1974, 1975）によって報告されている。*Quercus* 属が多いが、*Metasequoia* 属は見られない。魚類化石はUeno and Iwao（1975）によって、淡水魚のゴクラクハゼの産出が報告されている。

#### a) 荒川内～宮ノ原付近

旧国鉄宮之城線楠元駅の北方約2kmの樋渡川左岸の荒川内から、その北方約500mの宮ノ原の樋渡川支流一帯が東郷層の模式地である。第11図に示すように、最下部には層厚15m以上の荒川

内凝灰岩があり、これを整合に湖成層の砂岩と泥岩が被っている。湖成層の最下部には粗粒な凝灰質砂岩が特徴的で、また細互層からは植物化石を産する。また、この粗粒砂岩には黒雲母が特徴的に含まれている層準がある。中部の層準には凝灰質細粒砂岩と泥岩からなる互層が卓越するようになる。さらにこの上位には中粒～粗粒凝灰質砂岩が卓越するようになり、この砂岩には東郷層から由来した種々のサイズの泥岩の偽礫、3～4 cmサイズの軽石礫、さらに10～20 cmサイズの安山岩の角礫を多く含む。安山岩礫の含有率は上部になるに従って次第に大きくなり、ついには笠山層の凝灰角礫岩へ移化する。

#### b) 川内市的場付近

川内市と東郷町の境界付近を流れる川内川支流の田海川の河口より3 km、上流に位置する的地場付近には、ただ一ヶ所だけ泥炭層の薄層を挟在する東郷層の小露頭が見られる(第5図)。全体に固結度が低いことから、この堆積物は東郷層よりも新しい層準の可能性も考えられたが、露頭周辺の層序や地質構造の検討の結果、これらは鳥丸部層最上部に相当することがわかった。後述するように、この泥炭層には樹木の花粉化石が少なく、反対に胞子が多い。このことは、東郷層を堆積せしめた堆積盆の埋積作用の進行と縁辺部における沼沢地の形成との関連が考えられる。

また、的地場付近では東郷層の上位を角閃石安山岩溶岩および同岩質凝灰角礫岩が不整合に被っており、樋渡川の東部一帯に分布する東郷層鳥丸部層と笠山層の関係とはやや異なっている。この角閃石安山岩は東郷安山岩類のものに比べると、角閃石の斑晶は小さく、量も少なく、斜長石は拍子木状をなすなどの特徴があり、どちらかという調査地域の西方から川内市北東部にかけて広く分布する角閃石安山岩類の一部に含められ可能性が強い。

### 2) 笠山層 (Kasayama Formation)

東郷層の鳥丸部層に密接に伴って分布する複輝石安山岩質凝灰角礫岩で、鳥丸部層とは整合関係にある。東郷町宮ヶ原において、樋渡川へ東方から流入する沢一帯では、鳥丸部層では上部にいくに従って、シルト岩の同時礫とともに、最大直径20 cmの複輝石安山岩の角礫の混入が次第に多くなり、ついには笠山層の凝灰角礫岩へ移化している。層厚150 m以上。

### 3) 東郷安山岩類 (Togo andesites)

本研究地域に広範囲に分布する更新世の安山岩溶岩および同岩質凝灰角礫岩については、各火山岩体相互の詳細な層位関係は不明であるので、本稿では一括して「東郷安山岩類」とした。同岩類は造岩鉱物の組合わせに基づいて、1) 複輝石玄武岩質安山岩、2) 含橄欖石輝石安山岩、3) 複輝石安山岩、4) 角閃石安山岩、5) 角閃石安山岩質凝灰角礫岩の5つの岩体に区分できる。この中で、角閃石安山岩の活動は東郷層鳥丸部層へ碎屑物をもたらした複輝石安山岩の活動と相前後していることである。このことは北薩地域に火山活動史を編む上に重要である。

#### 3a) 角閃石安山岩および同岩質凝灰角礫岩

東郷町新田を中心に、古里、山田下さらに旧国鉄楠元駅の南部にも見られる。新田付近のものは板状節理の良く発達した溶岩で、古里および山田下では広く凝灰角礫岩あるいは火山角礫岩として分布している。同溶岩は角閃石と斜長石に富んでいる。東郷層との直接の関係は不明であるが、的地場における角閃石安山岩と同様に、東郷層を不整合に被っているものと考えられる。

### 3b) 複輝石安山岩

東郷町と宮之城町の町境を挟んだ高塚山周辺、南瀬の北方、そして川内市中郷町周辺などに見られる溶岩で、灰色～暗灰色を呈し、顕著な板状節理を示すことが多い。

### 3c) 橄欖石含有輝石安山岩

旧国鉄楠元駅南側に分布するもので、複輝石安山岩とは肉眼では見分けが付きにくい。

### 3d) 複輝石含有玄武岩質安山岩（笠山安山岩）

笠山を中心に分布する暗灰色で細粒緻密な岩石で、板状節理が良く発達している。鏡下では拍子木状の細長い斜長石が粒状の輝石を膠結している、いわゆる玄武岩組織が認められる。

## 4) 加久藤火砕流堆積物 (Kakutou pyroclastic flow deposits)

東郷町舟倉、谷之口さらに宮之城町など川内川に沿って広く分布している。入戸火砕流堆積物に不整合に被われている。灰色～乳白色の熔結凝灰岩で、ユータキシチック構造がみられる。また、熔結凝灰岩特有の柱状節理を示し、強熔結していて、安山岩溶岩のように堅固である。最大層厚15m。

## 5) 阿多火砕流堆積物 (Ata pyroclastic flow)

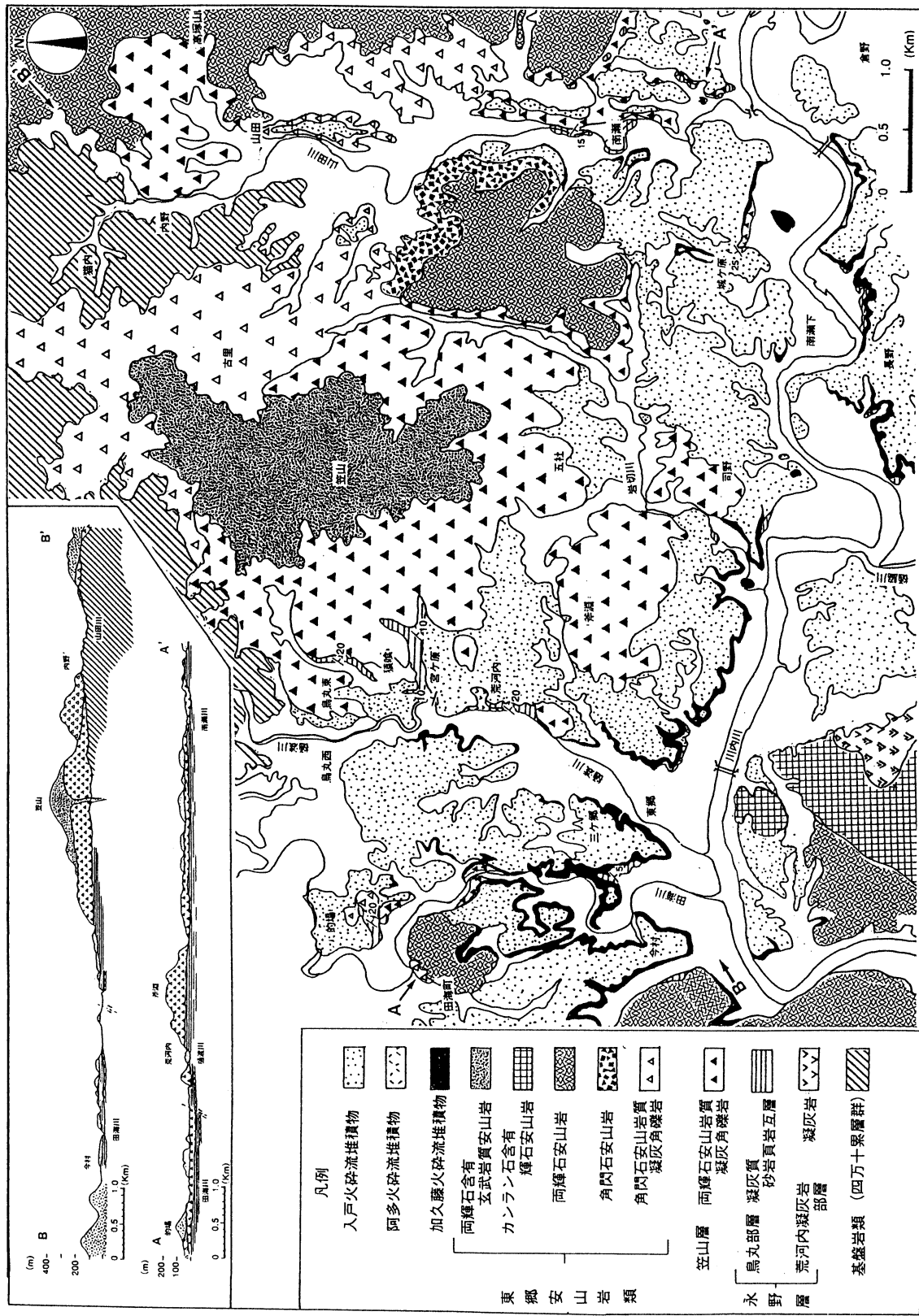
東郷地域では小規模に分布する火砕流堆積物で、研究地域からわずかに東側へ離れた宮之城町古城にその典型的な露出がある。その他に東郷小学校付近や東郷町谷之口付近などに小規模に露出している。岩相は非常に細粒の黒紫色の火砕流堆積物で、軽石は1mm前後のものが少量含まれている。古城で見られるものは非熔結または弱熔結で脆いが、東郷小学校付近に分布するものはかなり熔結しており、柱状節理も認められる。層厚約8m。古城では入戸火砕流堆積物に不整合に被われ、東郷小学校付近では加久藤火砕流堆積物を不整合に被っている。

## 6) 入戸火砕流堆積物 (Ito pyroclastic flow deposits)

東郷町一帯の低地のほぼ全域に分布する軽石凝灰岩、いわゆるシラスである。最大層厚30m。南瀬において好露出がある。

## Ⅲ. 永野層の花粉化石群集

南九州の後期新生界の花粉化石群集の研究は、鹿児島県下に分布する前期～中期更新統に関するもので、長谷（1976）による山之口層および西井上・大塚（1982）による国分層群についての研究があった。その後、長谷・畑中（1984）は南部九州における鮮新世後期以降の諸層についての総括的な花粉層序学的研究を行ない、その中で永野層が南九州における鮮新世後期から更新世前期の *Metasequoia* 帯をなすものとしている。しかしながら、層厚90mにおよぶ同層堆積岩については、4層準だけの分析がなされているのみで、1花粉帯を代表する同層研究としては必ずしも充分ではない。筆者らは、南九州における後期新生界の重要な地質単元をなし、地史考察上重要な植物化石群を産出する永野層および同相当層の東郷層の花粉化石群集を検討し、さらにこの研究結果と大型植物遺体化石群集を合せて、同層のフローラの検討を行なった。



第5図 鹿児島県薩摩郡東郷地域の地質図



## 1. 花粉分析

### (1) 試料の処理法

日本では従来、島倉(1956)、田井(1969)らが行なった堆積物の処理方法があり、この方法が最もオーソドックスな方法として知られてきた。しかしながら、彼等の方法は処理が繁雑で、処理の全行程を行なうのに数日から最大5日を要する。また、筆者らが試みたこの方法では、花粉の濃集率も良くないように思われた。そこで KOH 処理、ZnCl<sub>2</sub> 重液(比重1.8~2.0)処理、アセトリシス処理に濾紙で濾過する行程を加えて、全行程を簡素化し、処理時間も3~4時間程度で完了する方法を用いた。その処理方法を略記すると次のとおりである。

1) 試料の粉碎→60mesh で篩い、篩い目を通った試料を集める→試料を遠心管4本ほどに少しづつ入れ、10% KOH を8分目ほど加えて、ガラス棒で攪はんする。2) 5分間ウォーターバス中で煮沸し、遠心分離器により沈殿させ、上澄みを捨てる。蒸留水を加えて上澄みがほぼ透明になるまで遠心分離を繰り返す。3) 重液を入れて攪拌し、遠心分離を行なう。4) 花粉化石を含んだ重液を濾紙で濾過する。5) 濾紙に残った花粉を水差しで洗いながら回収し、これらを遠心管にとって、遠心分離器によって洗浄する。6) アセトリシス法処理を行ない、洗浄後、時計皿に移し、最後にプレパラートに封入する。

## 2. 花粉分析の結果

### (1) 永野地域

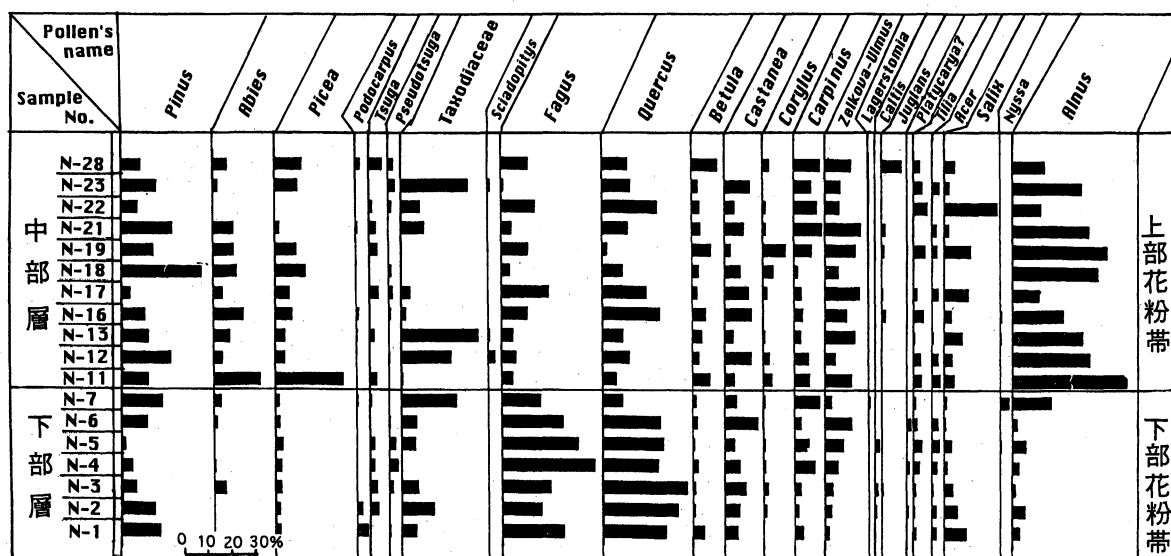
分析試料は第3図で示したように、永野ルートで南川ルートから起次殿越林道ルートにおいて28層準(N-1~N-28)をサンプリングして分析した。花粉化石の抽出率は永野層下部層がよく、中部層のサンプル中には花粉の濃集率が悪いものあるいはデーターとならないサンプルもあり、結局花粉群集の解析が可能なデーターがえられた層準は下部層で7層準、中部層で11層準であり、これらは図中の柱状図に・印をつけて示した。分析結果は第6図、第7図および第8図の花粉ダイアグラムに示した。花粉化石群集の産出頻度に着目すると、永野層は下部花粉帯と上部花粉帯に区分出来る。花粉化石と永野層の岩相に基づく部層区分とが極めて一致するのが興味深い。

下部花粉帯は *Fagus*, *Quercus* が高率で出現するものの、*Alnus* やマツ科が少ないことで特徴づけられる。上部花粉帯は *Alnus*, *Ilex*, *Persicarya*, *Lonicera*, マツ科で特徴づけられる。その他の木本科の花粉は全層準にわたって平均的に出現する。とくに *Taxodiaceae* がかなりの高率でほぼ普遍的にみられることは注目される。

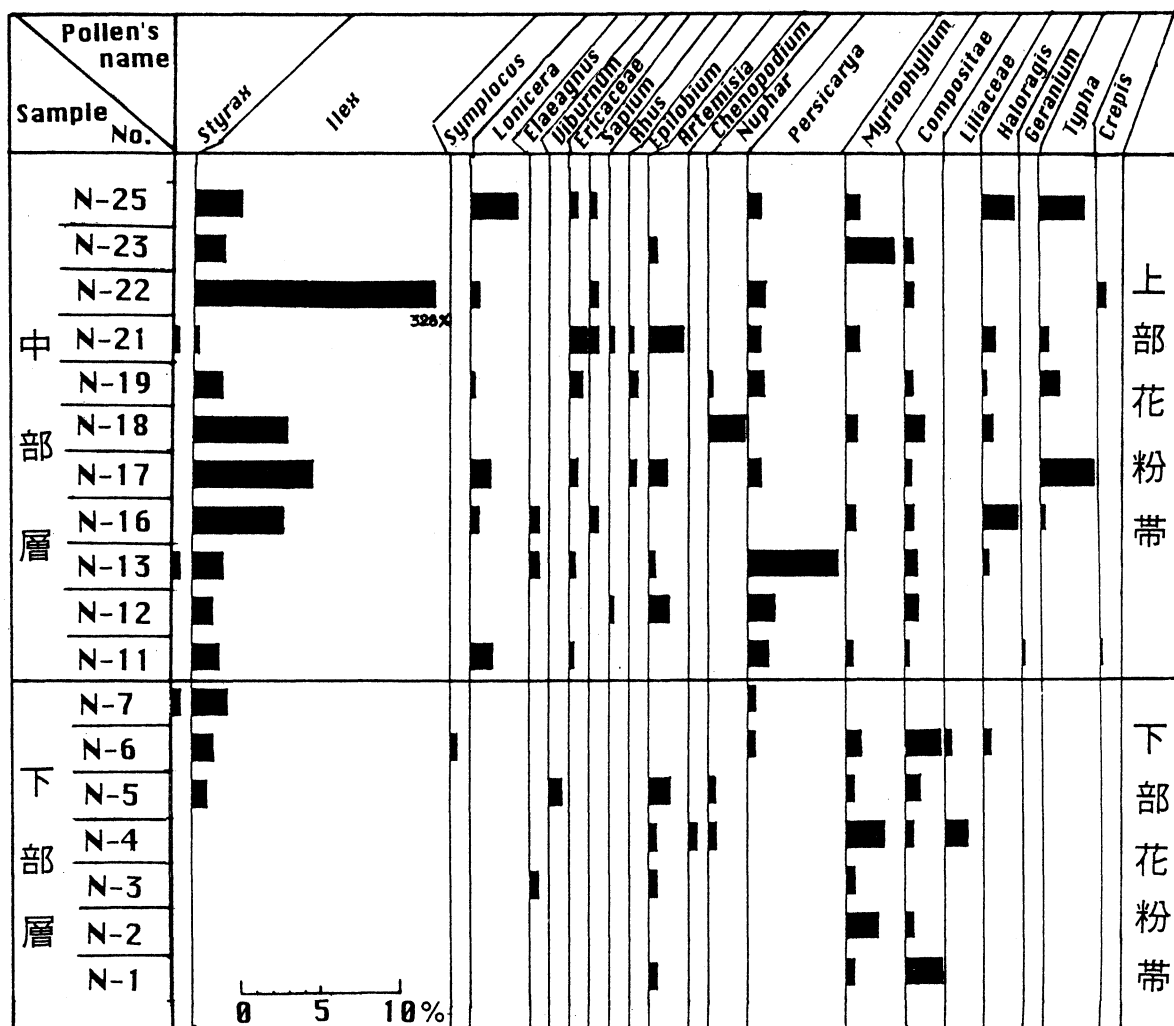
一般に花粉分析によって識別される種類の同定は属レベルまでで、種レベルの議論ができないのが普通である。しかし、花粉のサイズの頻度分布を描くことによって、ある程度種類を推定することが可能である。この場合、処理に用いた薬品による花粉粒のサイズの変化には留意する必要がある。以下、永野層産花粉化石のうち、いくつかの重要木本類の属について、サイズの頻度分布とその層位的変遷を検討した。

#### a) *Quercus* 花粉

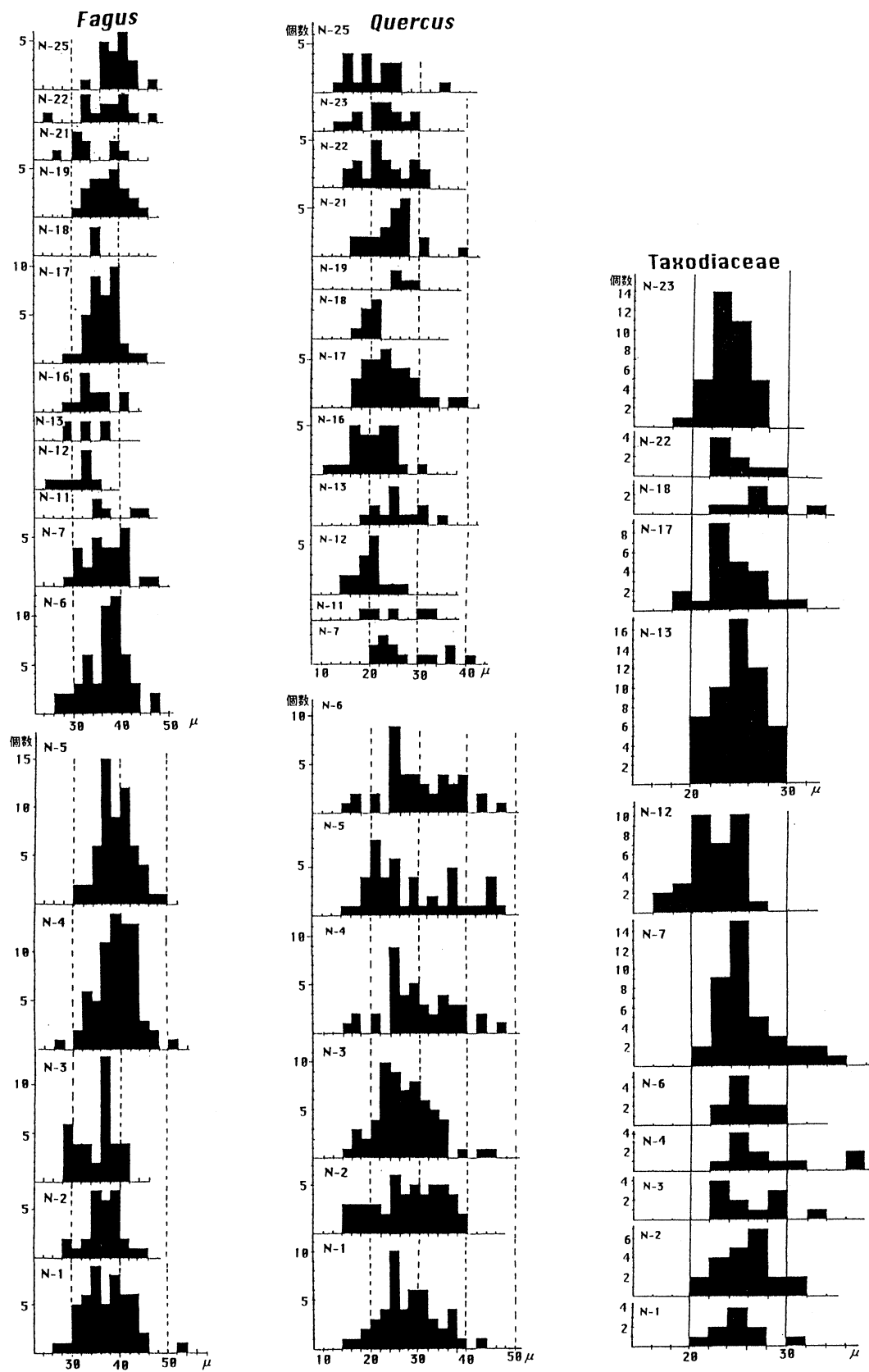
暖温帯(warm temperate zone)を特徴づける属の中で、花粉分析に利用できるのは *Quercus* だけである。なぜなら、*Cinnamomum* の花粉は化石として残らない。*Castanopsis* は *Castanea* との区別が困難である。他は虫媒種のために堆積物中の出現頻度が少ない。現生の *Quercus* の花粉粒は、大きさを測定することによって、常緑型と落葉型に区別できる(中村, 1956; 田井,



第6図 永野層の主要木本類の花粉ダイグラム



第7図 永野層の花粉ダイアグラム（主要木本類を除く）



第8図 永野層における *Fagus*, *Quercus*, *Taxodiaceae* 花粉の大きさの頻度分布の層位的変遷

1963)。永野層産の *Quercus* の花粉粒についてみると、下部の方がややサイズの大きなものが多く、落葉型が常緑型よりも多いのではないかということが推測できる（第8図および第9図）。さらに、下部花粉帯と上部花粉帯に分けた場合に、*Quercus* のサイズの頻度分布もそれを裏付けているようである。

#### b) *Fagus* 花粉

冷温帯を示す *Fagus* は、更新統ではほぼ *Fagus crenata* と *Fagus japonica* の2種と考えるがよい。*Fagus crenata* の大きさは40 $\mu$ 前後で、*Fagus japonica* は30 $\mu$ 後にモードのピークがある（田井, 1969; Tai, 1973）。サイズの頻度分布からみると、永野層の *Fagus* はモードに多少のバラツキがあるものの、*Fagus crenata* が卓越しているようである。この結果はブナの葉化石が産することと矛盾しない（第8図）。

#### c) Taxodiaceae 科の花粉

Uno (1951) によると、*Metasequoia* の花粉は Taxodiaceae の中でも小型であることが特徴で、*Cryptomeria* がそれに次ぎ、前者は約25 $\mu$ 、後者は約28 $\mu$ 付近にピークがある。永野層の Taxodiaceae には両者が混在しているようにみえるが、植物化石として *Metasequoia* が多数産出することから、*Metasequoia* が高い比率で含まれていることが考えられる（第8図）。

#### d) *Picea* 花粉

Tai (1973) などによれば、90 $\mu$ 以下のものが *Picea yezoensis* などの亜寒帯性種、それより大型のものは *Picea polita* などの温帯～冷温帯性種と考えられる。したがって、永野層の *Picea* には温帯と冷温帯両種の混在が考えられる（第9図）。

#### e) *Betula* 花粉

塚田 (1974) によれば、*Betula ermani* で代表種とする亜寒帯性種の花粉の大きさは、35 $\mu$ 以上であり、*B. platyphylla* を代表種とする冷温帯種の花粉は35 $\mu$ 以下である。花粉粒の大きさからみると、永野層の *Betula* は冷温帯性種であると推定できる（第9図）。

#### f) *Tsuga* 花粉

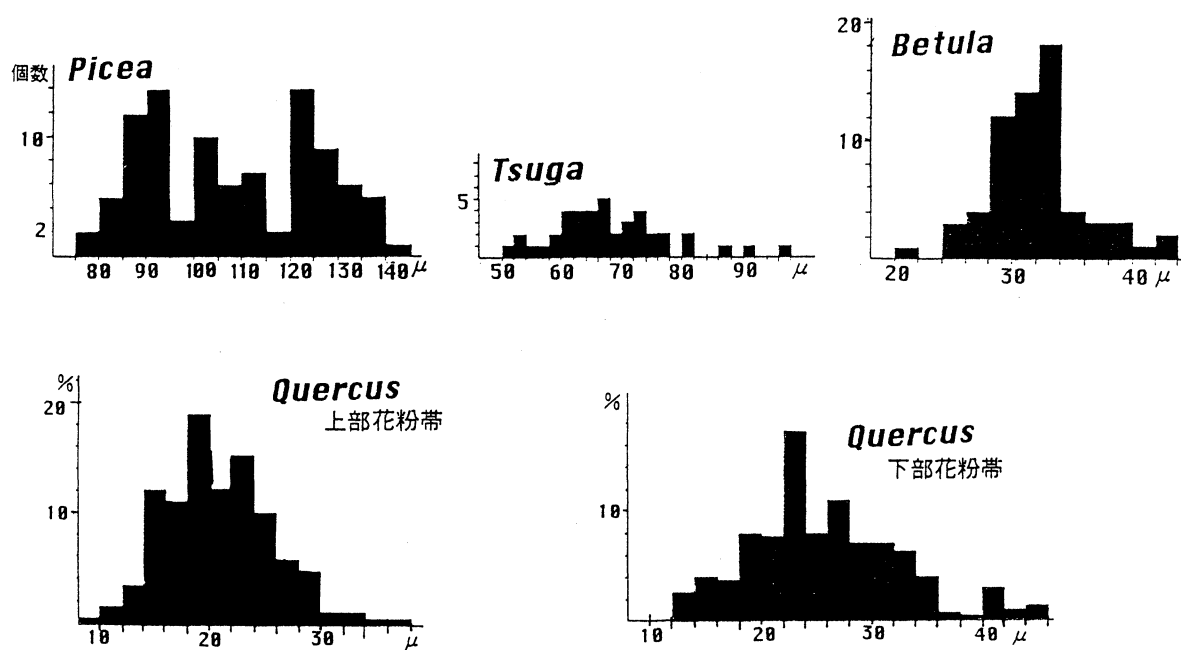
Tai (1973) によれば、*Tsuga diversifolia* は82 $\mu$ 、*T. sieboldii* は72 $\mu$ にそれぞれ花粉粒の大きさのピークがある。永野層の *Tsuga* は *T. diversifolia* はほとんどなく、大部分は冷温帯性の *T. sieboldii* であろう（第9図）。

### (2) 東郷地域

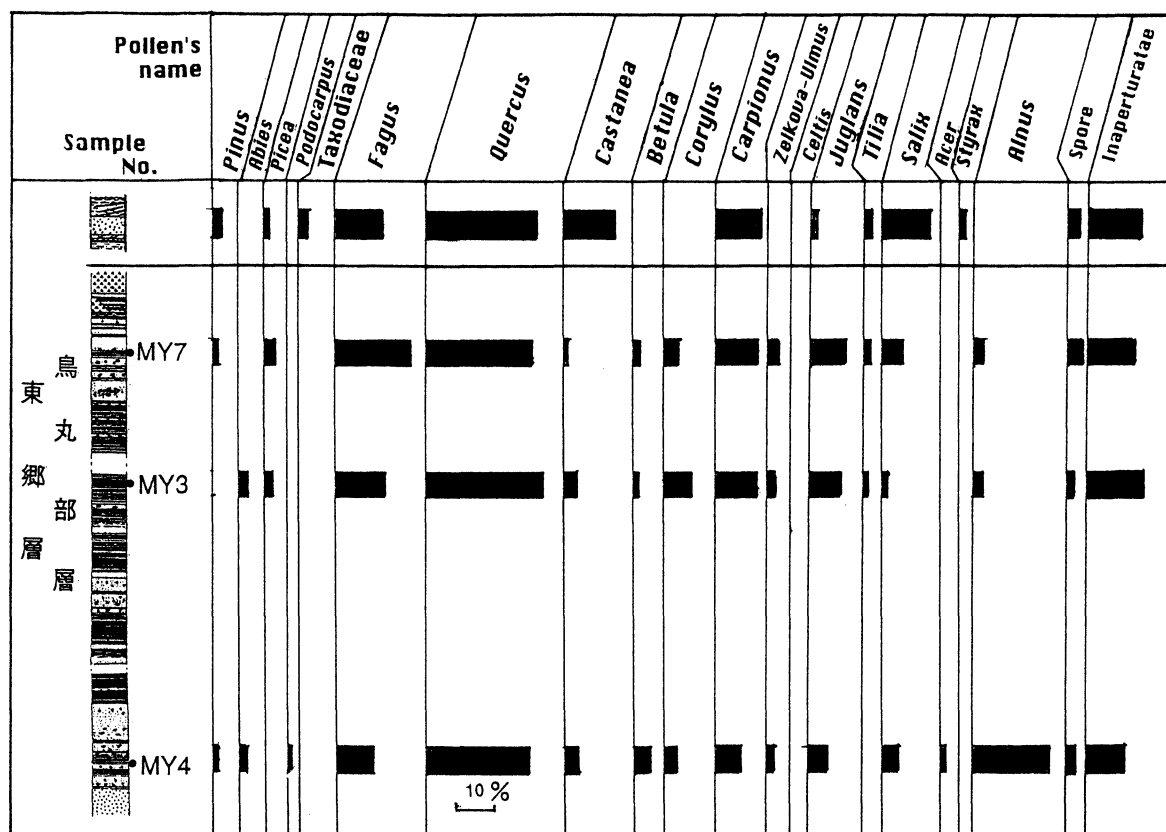
東郷地域の永野層相当層の花粉分析は樋渡川河岸の東郷層烏丸部層の泥岩層について約40層準について行なった。しかしながら、統計処理可能な十分な花粉化石を抽出できたのは、わずかに4層準であった（第11図）。この非効率的な結果は、試料の処理方法に問題があるようである。また、本地域では宮ヶ原北西部的場付近に分布する東郷層最上部の泥炭層についても花粉分析を行なった。

#### 1) 花粉分析結果

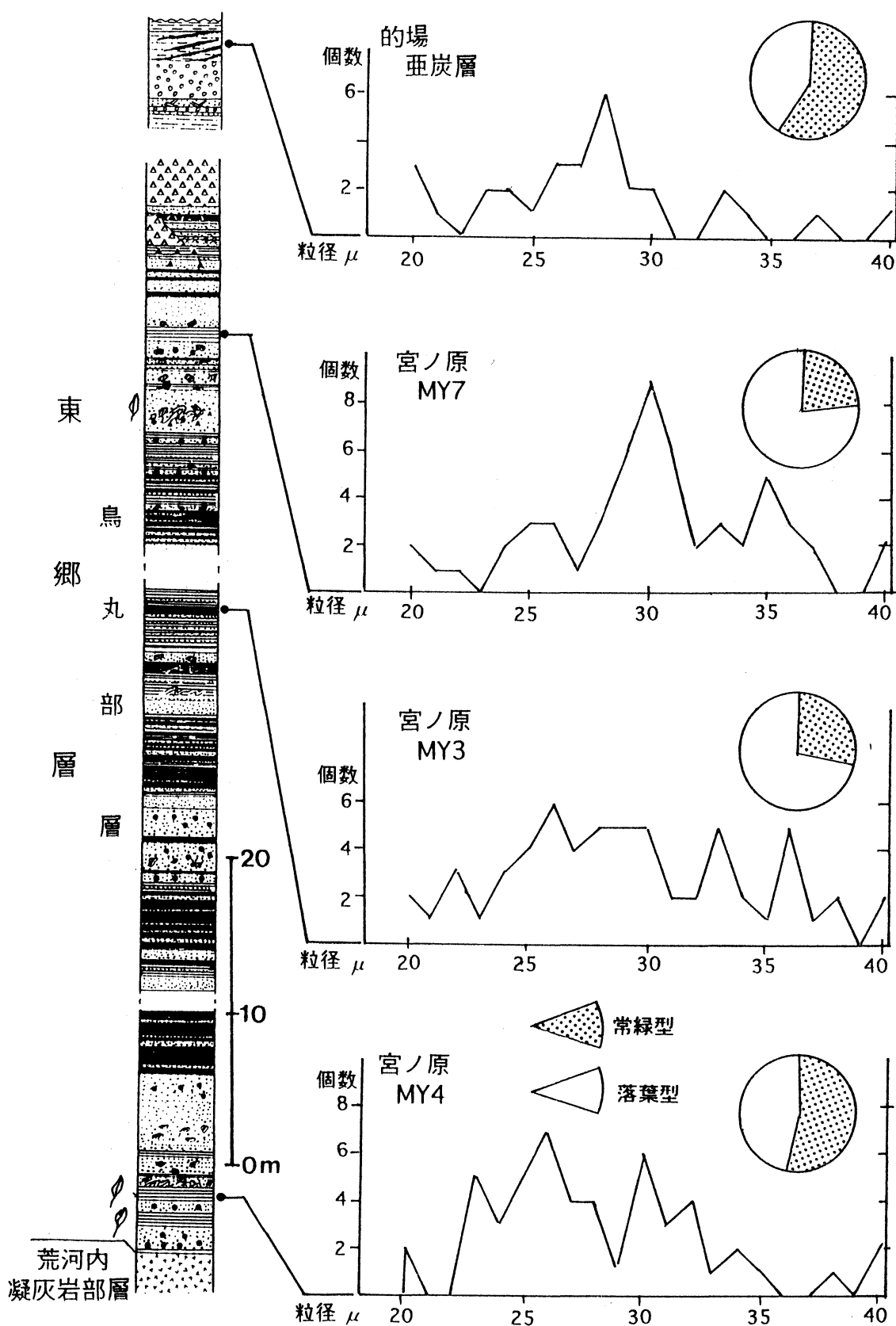
東郷層についての花粉分析結果は第10図に示す花粉ダイヤグラムに示す。*Quercus* が安定して高い出現率をしめす。Pinaceae の産出は少ない。Taxodiaceae も殆ど産出しないが、僅かに最上部に *Cryptomeria* とみられるものがあるのみで、*Metasequoia* はほとんど認められなかった。東郷層の花粉化石群集は、基本的には永野層のそれと大きな違いはない。しかしながら、*Quercus* 花粉についてみると、常緑型は烏丸部層下部に卓越し、その中部では減少し、落葉型が40%ちかくを占める。上部では再び常緑型が卓越し、的場泥炭層では35%に達する。これらの



第9図 永野層における *Picea*, *Tsuga*, *Betula* の花粉の大きさの頻度分布 (上段) と *Quercus* 花粉の大きさの頻度分布 (下段)



第10図 東郷層の花粉ダイアグラム



第11図 東郷層の柱状図および Quercus 花粉の大きさの頻度分布

産出頻度の変化は、気候の変動を示唆している可能性がある（第11図）。

### 3. 永野層の花粉化石群集と古気候

#### 1) 花粉化石群集

一般に花粉群集によって古気候を推定する場合には、その群集を構成する特定の樹種だけで判断するのは危険であり、できる限りすべての花粉に関する生態学的検討を加え、花粉の生産量、堆積過程さらに樹種の可能な限りの種レベルでの検討などを踏まえて考察されなければならない。

まず、*Tilia* に注目すると、第10図に示すように、ほぼ全層準にわたり、安定した出現率を示す。*Tilia* は虫媒種であるために、花粉生産量は少なく（塚田，1958）、また、風で遠方まで運ばれることもないので、いわゆる原地性を示すものと思われる。同種は温帯性種であるので、永野層は温帯の気候下での堆積物で堆積したことを示唆する。一方、先に述べたように、永野層の花粉化石群集には、*Picea*, *Betula*, *Fagus*, *Tsuga* など冷温帯指示種が卓越している。*Quercus* には常緑型も含むが、葉化石にみられるように、*Quercus serrata* を主とした落葉型の方が多いようであるので、暖温帯上部（Northern part of warm-temperate zone）を示す。

次に特徴的な顕著な出現率を示す種に *Ilex* がある。この属は下部層下半部（N-1～N-4）には産出していないが、堆積盆と周辺の植生の一次的な変化が影響している可能性がある。*Ilex* は *Tilia* と同様に虫媒種であり、一般に温帯下部の気候を示す。永野層の植物化石群を特徴づける第三紀型の *Metasequoia* は、Tai (1973) によれば暖温帯上部に生息する。白倉（1965）によれば、*Metasequoia* は夏の乾燥を極端に嫌う性質があるので、永野層堆積時にも、現在と同様、夏の雨量は充分あったものと思われる。

*Fagus* は花粉分析において4～5%以上の割合で、全層準からほぼ連続的に出現している。*Fagus* の連続的な高い出現率は、堆積盆の近くにその生息地があったことを示唆している（中村，1960）。*Fagus* は冷温帯の指示種である。

#### 2) 古気温と温度指数

以上に述べたように、永野層の花粉化石群集は冷温帯種と暖温帯種が混交しており、この両者の混交した森林の存在は植物生態学的に無理があるようにみえる。しかしながら、*Ilex* は *Ilex integra* のような種であれば冷温帯近くまで分布可能であるし、*Fagus* は海洋性の暖かい冬をもつ九州の山では常緑樹林と分布範囲が少し重なっている（吉良，1948）ので、この混交林の存在は説明がつく。よって、これらを総合的に考えると、永野層の堆積時の古気温は暖温帯上部～冷温帯下部の間であったろうと推測できる。

さらに、各樹種の緯度分布、高度分布の重なる部分を考慮して暖かさの温度指数を想定してみると、約100℃前後にくるものと考えられる。鹿児島県の北薩地域の温度指数が130℃前後であるので、永野層堆積当時は2.5℃前後年平均気温が現在よりも低かったものと推定できる。

次にこの温度指数が2つの花粉帯の間ではどうかというと、上部花粉帯の *Quercus* が下部花粉帯より常緑型の割合が大きく、また、*Fagus* が下部花粉帯ほど多くないこと、さらに *Ilex* が上部花粉帯に多いことなどから、上部花粉帯の方が下部花粉帯よりも若干温暖であったと考えられる。*Abies* と *Picea* が上部花粉帯で多いが、これは河川などの流入による影響が考えられる。というのは、上部花粉帯の永野層中部層は堆積物の層相変化が著しく、水の流入エネルギー増大を示唆する上方粗粒化の傾向を示してからである。例えば *Abies* は10%以下の産出頻度であれば、近くに *Abies* は自生していなかったとみなせる（Firbas, F., 1949）こともそれを裏付けて

いる。

以上、永野地域における永野層の植物化石群集について考察したが、東郷地域における同層についても同様である。ただし、東郷地域における同層には花粉化石および植物遺体（葉化石）ともに模式地の永野層に特徴的な *Metasequoia* や *Cunninghamia* を欠いている。この理由については十分に説明出来る資料を得ていないが、1つの推測として、当時このような第三紀型植物が永野地域に孤立して生息するような地理的条件に支配されていたのではないかと考えられる。

#### 4. 花粉化石からみた永野層堆積時の古環境と堆積盆の変遷

永野・東郷地域の永野層および東郷層が淡水性の堆積物であることは、淡水魚の産出（上野・岩尾，1975）でもわかるが、花粉化石からも永野地域からの *Nupher*, *Haloragis* の産出をもって証拠とすることができる。また、山本（1975MS）は、薩摩永野の西約15kmの蘭牟田池周辺の永野層から産出する珪藻化石群集を検討し、同層がほぼ完全に淡水湖の堆積物であるということ、また、同化石群集には *Melosira granulata* が圧倒的に優勢で、同種の増殖適温は12℃～14℃であることから、同層の堆積した古水温が推定できることを述べている。

先に述べたように、花粉化石群集の示す温量指数は100℃であるから、逆算すると、年平均気温が13℃と産出され、珪藻化石 *Melosira* 増殖適温との関連性をうかがわせる。つぎに花粉化石の *Alnus* に注目すると、永野地域では上部花粉帯に多産する。*Alnus* は水位の低下による湿地の拡大とともに進出してくるので、汀線の推定の目安となる。従って、永野層の上部花粉帯での *Alnus* の多産および *Percicarya* と *Nupher* の存在は、永野層を堆積せしめた堆積盆が次第に埋積され、浅化してゆく過程で繁茂したものと考えられる。このような、永野層の花粉化石に示される堆積盆の変遷は、同層の堆積物が下部から上部にかけて次第に粗粒化してゆく岩相変化とも一致している。

#### 5. 永野フローラと他地域の化石フローラとの比較検討

尾上（1972）は鹿兒島県下の化石フローラを重平フローラ、永野フローラ、吉田フローラの3つにわけ、その産出層をそれぞれ下位より重平凝灰岩、永野層、吉田植物化石層とし、さらにこれら3つのフローラが鮮新世から更新世の氷期にかけて次第に気温が低下していった過程を示すものとしている。重平フローラは暖～亜熱帯気候を示し、*Keteleeria davidana*, *Liquidamber formosana* などの、いわゆる“exotic element”が多く含まれ、その時代は鮮新世後期とされている。吉田フローラの産地は Endo（1939）が示した植物化石の産地と同じであるが、大塚・西井上（1980）のいう国分層群蒲生層の一部、あるいは長谷（1978）による国分層の一部にあたる。吉田植物化石層を含む蒲生層の植物化石群には *Fagus* を多産し、当時付近に *Fagus* の純林の存在を推定させるものである。塚田（1974）は過去の氷期に我が国でも7～9℃現在よりも年平均気温が低下したという証拠は充分にあったとし、その場合、九州地方は *Fagus* を優先した冷温帯林になると指摘している。この指摘が正しいとすると、吉田フローラは氷期の可能性を示唆することになる。

一方、前述のように、永野花粉フローラは *Taxodiaceae* が暖温帯上部～冷温帯下部と考えられ、長谷・畑中（1984）の *Metasequoia* 帯にあたる。全体的にみると、重平、永野、吉田の各フローラは、次第に気温が低下していった過程を示しているものと思われ、尾上（1972）の考えを指示するものである。



## IV. 結 論

1. 鹿児島県薩摩町永野一帯に分布し、鮮新世後期の淡水成層である永野層は、岩相的に下部、中部、上部の3部層に区分される。東郷町一帯に分布する東郷層は永野層の同時異相である。2. *Metasequoia* 帯（長谷・畑中, 1984）の模式層である永野層は、花粉化石群集によって、下部花粉化石帯と上部花粉化石帯に分けられる。3. 下部花粉化石帯はメタセコイアを含む *Taxodiaceae*・*Fagus*・常緑型 *Quercus*・*Pinus* によって、上部花粉帯は *Taxodiaceae*・*Pinus*・*Abies*・*Picea*・*Alnus*・*Zelkova*・*Ulmus*・*Ilex*・*Persicarya*・*Lonicera* などによって、それぞれ特徴づけられる。4. 永野層の古気温は温度指数にして、100°, 年平均気温は13°と推定される。これは、当時の気温が現在の南九州の低地の年平均気温寄りも、2.5°ほど低かったことになる。

## 文 献

- Endo, S., 1939. A Pleistocene flora from Kagoshima, Kyushu, Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **46**, no.547, 48-52.
- 初島住彦, 1976. 日本の樹木. 講談社.
- 長谷義孝・畑中健一, 1976. 鹿児島県入来町山ノ口層の層序と花粉分析について. 熊大紀要, **10** (1), 1-10.
- , 1978. 南部九州鹿児島湾北方の加治木層と国分層との層位関係. 熊本大学理学部紀要(地学), **11** (1), 13-21.
- ・———, 1984. 南部九州後期新生代層の花粉層序学的研究. 第四紀研究, **23** (1), 1-20.
- ・壇原 徹, 1985. 南部九州後期新生代火山岩の放射年代. 地球科学, **39** (2), 136-155.
- 橋本 勇, 1962a. 鹿児島県北薩地方の時代未詳層群の層序と構造. 九州大学教養部地学研究報告, (8), 47-62.
- , 1962b. 九州南部における時代未詳層群研究の総括. 九州大学教養部地学研究報告, (9), 13-69.
- 橋本将司, 1965. 鹿児島県薩摩郡薩摩町永野付近の地質. 鹿児島大学文理学部地学科卒業論文 (MS).
- 藤山家徳・岩尾雄四郎, 1975. 鹿児島県北西部の後期新生代昆虫化石. 国立科博専報, (8), 33-48.
- 茨城謙三ほか, 1987. 菱刈鉱山の発見と開発. 鉱山地質, **37** (4), 227-236.
- 幾瀬マサ, 1956. 日本植物の花粉. 広川出版.
- Iwao, Y., 1974. On the Torimaru flora (Plio-Pleistocene) in Kagoshima Prefecture, Southern Kyushu, Japan. *Rep. Fac. Sci. Eng. Saga Univ.*, (2), 79-93, 3pls.
- , 1975. On the Torimaru Flora (Plio-Pleistocene) in Kagoshima Prefecture, Southern Kyushu, Japan (Part II). *Rep. Fac. Sci. Eng. Saga Univ.*, (3), 25-44.
- 岩田八隆, 1971. 鹿児島県入来町西部, 蒲生町東部の地質ならびに珪藻遺体の研究. 鹿児島大学理学部地学科卒業論文 (MS).
- 川原和博, 1975. 鹿児島県薩摩郡薩摩町永野地域の地質. 鹿児島大学理学部地学科卒業論文 (MS).
- 金属鉱業事業団, 1977. 金鉱山の基礎的地質鉱床調査報告書—北薩地域—.
- , 1981. 昭和55年広域調査南薩地域地質調査報告書.
- , 1982. 昭和56年広域調査南薩地域地質調査報告書.
- 吉良竜夫, 1948. 温量指数による垂直な気候帯のわちかたについて. 寒地農学, **2**, 143-173.
- , 1954. 植物遺体による過去の気候の推定法についての2, 3の問題. 日本生態学会誌, **4** (1), 1-6.
- , 1976. 生態学からみた自然. 河出書房新社.
- 小柳 孝, 1972. 鹿児島県薩摩郡薩摩町永野付近の地質. 鹿児島大学理学部地学科卒業論文 (MS).
- 桑原 寛, 1948. 鹿児島県山ヶ野鉱山周辺の地質に就いて. 九州大学理学部進級論文 (MS).

- 松本恒夫・西村 進・田島俊彦, 1977. 九州の新生代火成岩の fission-track 年代. 長崎大学教養部紀要, **17**, 63-75.
- 宮地六美・宮地貞憲, 1975. 鹿児島県八重山付近の火砕流堆積物について. 九大教養地質研報, (19), 11-26, 1pl.
- Nakamura, J., 1956. The size frequency of Quercus pollen. Sci. Rep. Kochi Univ., **5** (21), 1-5.
- 中村 純, 1967. 花粉分析. 古今書院, p. 232.
- 南郷春文, 1964. 薩摩半島八重山山地 その1 新第三紀層(永野層). 鹿児島県地学会誌, (23), 23-28.
- , 1972. 薩摩半島八重山山塊7. 重平山フロラ(中間報告), 42p.
- , 1973. 薩摩半島八重山山塊凝灰岩堆積時の古環境 1. 重平フロラの古気候(演旨). 日本地質学会西日本支部会報, 57, 5-6.
- 西村進・宮地六美, 1973. 南九州火砕流の Fission-Track 年代. 岩石鉱物鉱床学会誌, **68** (7), 225-229.
- , 1976. 南九州火砕流の Fission-Track 年代(2). 岩石鉱物鉱床学会誌, **71** (11), 360-362.
- 尾上 亨, 1971. 宮崎県えびの市産の更新世植物群. 地質調査所報告, (241): 44p., 地質調査所.
- , 1972. 鹿児島県北西部産後期新生代植物群について(予報). 地質雑, **78** (7), 369-375.
- 太田良平, 1971. 川内地域の地質. 地域地質研報, 5 万分の1 図幅説明書, 30p., 地質調査所.
- 大西郁夫, 1965. 大分市における碩南・大分層群の花粉分析. 第四紀研究, **4** (3-4): 208-216.
- 太田良平, 1971. 川内地域の地質. 地質調査所.
- 大庭 昇, 1957. 鹿児島県北西部の紫尾花崗閃緑岩および捕獲岩類. 鹿児島大学理科報告, (6), 83-98.
- 大塚裕之, 1965. 口之津層群の層序および堆積物—口之津層群の地史学的研究. 地質学雑誌, **72** (8), 371-284.
- , 1966. 口之津層群の地質構造, 化石および対比. 地質学雑誌, **72** (10), 491-501.
- ・西井上 剛, 1980. 鹿児島県北部沿岸地域の第四系. 鹿児島大学理学部紀要(地学・生物学), (13), 35-76.
- 島倉巳三郎, 1956. 本邦新生代層の花粉層序学的研究1—方法および一般の問題—. 奈良学芸大学紀要, **5** (11), 57-64.
- 佐藤誠之, 1965. 化石花粉の大きさについて. 第四紀研究, **4** (3-4), 135-143.
- Takayama, R. and Hayasaka, S., 1974. Preliminary report on the Late Cenozoic plant fossils from the area north of Kagoshima City, south Kyushu, Japan. Sci. Rep. Kagoshima Univ. (Earth Sci. Bio.), (7), 37-53.
- Taneda, S., Miyachi, S. & Nishihara, M., 1957. Geological and petrological studies of the "Shirasu" in South Kyushu, Japan. Part III: The "Shirasu" in the Tsuruda-Hiwaki area, north of Kagoshima City. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., (D), **6**, 107-127.
- 佐藤誠之, 1965. 化石花粉の大きさについて. 第四紀研究, **4** (3-4), 135-143.
- 相馬寛吉, 1976. 古気候—パリのロジエからのアプローチ. 陸の古生態. 古生態学論集 I, 63-80.
- 田井昭子, 1963. 深草・枚方地域における第四紀堆積物の花粉分析—近畿地方の新期新生代層の研究 II—地球科学, (64), 8-17.
- , 1964. 枚方丘陵の大阪層群の花粉分析—とくに海成・淡水成層と気候変化について—近畿地方の新期新生代層の研究 IV. 地球科学, (74), 22-32.
- , 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, (84), 25-33, 31-38.
- , 1969. マチカネワニ産出層の花粉分析. 地球科学, (23): 142-148.
- Tai, A., 1973. A study on the pollen stratigraphy of the Osaka Group, Pliocene-Pleistocene deposits in the Osaka Basin. Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ., Ser. Geol. & Mineral., **39** (2): 123-165.
- 竹岡政治, 1959. 主要樹種花粉における大きさの頻度分布曲線についての考察1—とくにマツ・カシ属の花粉について—. 京都府立大農演習林集報, (3), 21-27.
- 塚田松雄, 1974. 古生態学 I, II. 共立出版.

- Ueno, J., 1951. Morphology of Pollen of *Metasequoia*, *Sciadopitys* and *Taiwanica*.  
*Jour. Inst. Polytechn. Osaka City Univ.*, Ser. D, **12**, 22-26.
- , 1957. Relationshipss of genus *Tsuga* from pollen morphology. *Ibid.*, **9**, 163-178.
- , 1958. Some palynological observation of Pinaceae. *Ibid.*, Ser. D, **9**, 163-178.
- Uyeno, T. and Iwao, Y., 1975. Late Cenozoic Gobiid fish from Togo Formation in Kagoshima Prefecture, Japan. *Bull. Natn. Sci. Mus.*, Ser. C (Geol.), **1** (2), 55-59.
- 山本敬, 1960. 肥薩火山区の火山地質学並びに岩石学的報告, 九州工大地質研究室, 1-90.
- 山本憲史, 1976MS. 鹿児島県東郷町, 宮之城町周辺の地質並びに永野層中の花粉植物化石について. 鹿児島大学理学部地学科 (MS).
- 山本憲史, 1979. 永野層および相当層の花粉層位学的研究. 鹿大理学研究科修士論文 (MS).
- 山本滋樹, 1975MS. 鹿児島県蘭牟田池周辺の地質並びに永野層の(鮮新~更新統)中の化石珪藻群集. 鹿児島大学理学部地学科卒論 (MS).
- ・竹岡政治, 1956. Taxodiaceae の花粉の同定について. 西京大学学術報告, 農学 (8), 10-16.
- , 1956. 日本における Taxodiaceae の絶滅期. 西京大学学術報告, 農学 (8), 1-9.
- 米田茂夫・岩松暉, 1987. 鹿児島県北薩地域の四万十累層群の層序と地質構造. 地質雑, **93** (12), 881-895.

## 図 版

### 図説明 (Explanation of Plate)

- |                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1. <i>Pinus</i> (N-1)      | 15. <i>Alnus</i> (N-4)          |
| 2. <i>Abies</i> (N-7)      | 16. <i>Salix</i> (N-4)          |
| 3. <i>Picea</i> (N-12)     | 17. <i>Castanea</i> (N-4)       |
| 4. <i>Podocarpus</i> (N-1) | 18. <i>Juglans</i> (N-25)       |
| 5. <i>Tsuga</i> (N-5)      | 19. <i>Acer</i> (N-5)           |
| 6. <i>Quercus</i> (N-7)    | 20. <i>Artemisia</i> (N-4)      |
| 7. <i>Quercus</i> (N-22)   | 21. <i>Zelkova-Ulmus</i> (N-7)  |
| 8. <i>Fagus</i> (N-7)      | 22. <i>Zelkova-Ulmus</i> (N-21) |
| 9. <i>Fagus</i> (N-22)     | 23. <i>Persicarya</i> (N-13)    |
| 10. <i>Carpinus</i> (N-11) | 24. <i>Tilia</i> (N-5)          |
| 11. <i>Corylus</i> (N-19)  | 25. <i>Ilex</i> (N-22)          |
| 12. Taxodiaceae (N-13)     | 26. <i>Ilex</i> (N-7)           |
| 13. <i>Betula</i> (N-5)    | 27. <i>Symplocos</i> (N-6)      |
| 14. <i>Alnus</i> (N-7)     | 28. <i>Lonicera</i> (N-11)      |

### 倍 率

- |                                 |                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1~3, 5: $\times$ ca. 480        | 4: $\times$ ca. 1100              |
| 8: $\times$ ca. 1150            | 7, 9, 11, 16, 18~28: $\times$ ca. |
| 1150; 12, 14: $\times$ ca. 1200 | 13: $\times$ ca. 1190             |
| 15: $\times$ ca. 1190           | 17: $\times$ ca. 860              |

