中・北部九州後期新生代の植生と古環境
—その3 玖珠盆地南部(下部・中部更新統)—*

岩内 明子**・長谷 義隆***

Late Cenozoic vegetation and paleoenvironment of northern and central
Kyushu, Japan

—Part 3 Southern part of Kusu Basin (Lower and Middle Pleistocene)—*

Akiko IWAUCHI** and Yoshitaka HASE***

Abstract The stratigraphic successions based on our investigation of the southern part of Kusu Basin and Asono area are shown in Table 1.

From the result of investigation of the stratigraphy and floral changes, it is inferred that the Hosenji Formation deposited under relatively shallow water lacustrine environment, but swamp did not spread. On the other hand, it is presumed that the temperate forest which was composed of deciduous broad-leaved and coniferous trees, covered the slope around the lake. In the later stage of the Early Pleistocene, the coniferous forest dominated by *Picea* spread and in the last stage a deciduous forest once more developed in the area. The Kawauchi Pyroxene Andesite filled the lake. After the activities of the Kawauchi Pyroxene Andesite and Haneyama Lava, Nogami-Asono Lake, probably due to a depression, was formed in the Middle Pleistocene about 0.5 Ma.

Nogami-Asono Lake was somewhat deep and fine-grained materials mainly composed of diatomite, deposited during the Middle Pleistocene. While the Nogami and Asono Formations were developing, the deciduous broad-leaved forest, of which *Fagus* was predominant, generally spread on the slope around the lake. But it is estimated that there were two cool and two warm periods from the early to middle stages (0.5—0.3 Ma) of the development of Nogami-Asono Lake. In the cool periods, the coniferous trees such as *Picea* and *Abies* were dominant and mixed deciduous broad-leaved and coniferous forest was formed. In the warm periods, the evergreen oaks, such as *Quercus gilva*, *Q. glauca* and *Q. salicina*, were dominant, and the evergreen and deciduous broad-leaved forest was formed.

About 0.3 Ma, the Nogami area of the lake was completely filled with the hornblende andesite, called the Kabushidake Lava, but in the Asono area hornblende andesitic lava, called the Uchiyama Hornblende Andesite, merely flowed into the lake. Therefore, size of the lake was reduced. Under the influence of the volcanic activities, the deciduous broad-leaved forest was destroyed in part, and then *Pinus* (*Diploxylon* type) invaded in the devastated land. About 0.2 Ma, in the Asono area, the Hanamureyama Volcanic Rocks buried the lake entirely.

1986年12月8日受付. 1987年5月18日受理.

* 日本地質学会西日本支部例会(1985年7月および1986年2月)にて一部発表.

** 熊本大学教養部. Faculty of General Education, Kumamoto University, Kumamoto, 860 Japan.

*** 熊本大学教養部地学教室. Department of Geology, Faculty of General Education, Kumamoto University, Kumamoto, 860 Japan.

は じ め に

筆者らは、先に大分県大分郡庄内町に分布する中部更新統阿蘇野層および同宇佐郡安心院町から院内町に分布する上部鮮新統津房川層堆積時の植生と古環境の変遷について報告した(長谷・岩内, 1985; 岩内・長谷, 1986b)。

大分県中部に位置する玖珠盆地の南部 (Figs. 1, 2) にも、上部新生界が広く分布し、従来から首藤(1953a, b, 1962), 林(1959), 松本(徃)ほか(1973), 岩尾(1979)などによって研究されている。筆者らは、本地域の層序を検討した結果、従来示されていた層序とは異なる見解を得た (Table 1)。本論で新称される宝泉寺層(下部更新統)は、時代的には先に報告した津房川層と阿蘇野層との間に位置し、また野上層の上部は阿蘇野層に対比される。

小論では玖珠盆地南部の層序の概要を示し、宝泉寺層および野上層に包含される植物化石に基づいて、本地域における前期～中期更新世の植生と古環境を述べる。

小論を草するにあたり、北九州大学畑中健一教授に

は、植生について、種々御教示いただいた。また、丸和電子工業株式会社鈴木 茂氏は、大型植物化石について、氏の修士論文からの引用を快諾され、一部化石試料

Fig. 1. Map showing the investigated areas of the northeastern Kyushu.

Fig. 2. Map showing the localities of the columnar sections of the Hosenji (A) and Nogami (C) Formations, outcrops (B), macrofossils of plants (D), radiometric samples (E) and area of the geologic map (Fig. 3) (F).

Table 1. Stratigraphic sequence of the Late Cenozoic formations in the Asono area (HASE & IWAUCHI, 1985) and the southern part of Kusu Basin.

	ASONO AREA	SOUTHERN PART OF KUSU BASIN	RADIOMETRIC AGE(Ma)
Holo-cene	Alluvium	Alluvium	
	Loam		
Pleistocene	Terrace deposit		
	Serikawa Pyroclastic Flow Deposit	Handa Pumice Flow Deposit	
	Volcanic fan·Piedmont deposits	Aso Pyroclastic Flow Deposit	
	Hanamura Volcanic Rocks	Oguradake Lava	
	Uchiyama Hornblende Andesite (1)	Kabushidake Lava (2)	(1) 0.34±0.17 (2) 0.36±0.12
	Asono Formation	Nogami Formation	
		Nakamura Lava (3)	(3) 0.5±0.3
	Kumamureyama Rhyolite (4)	Haneyama Lava (5)(6)	(4) 0.73±0.14 (5) 0.7±0.3 (6) 0.8±0.3
		Kawauchi Pyroxene Andesite (7)(8)	(7) 0.7±0.2 (8) 0.81±0.30
		Hosenji Formation	
Pliocene	Tokiyama Andesite		
	Imaichi Pyroclastic Flow Deposit		
	Kakura Andesite (9)		(9) 2.1±0.4
		Basement rocks	

(1), (4) : HASE & IWAUCHI (1985), (2) : this paper, (3), (5), (6) : KAMATA & MURAOKA (1982), (7), (9) : SUTO (1985), (8) : TAMANYU (1981).

を御提供いただいた。熊本大学理学部地学教室の諸先生には、当該地域に関する修士および卒業論文の閲覧を許され、特に、松本幡郎教授および村田正文教授には層序について御討論いただいた。同じく岩崎泰顕教授には、試料の走査電子顕微鏡写真を撮っていただいた。また、火山岩のフィッシュン・トラック年代の測定は、株式会社京都フィッシュン・トラックの檀原 徹氏にお願いした。以上の方々に、心から御礼申し上げます。

層序の概要

玖珠盆地南部の層序は Table 1 のようにまとめられる。なお、Fig. 3 には野上地域の地質図を示す。

基盤岩類は、町田川兩岸、玖珠川流域の後野上に分布する。本岩類の主な岩相は、軽石凝灰岩(この地域では変質が認められる)、凝灰角礫岩で、一部に淡褐色塊状の凝灰質シルト岩を挟む。本岩類は、分布・岩相から首藤(1953a)、松本(徃)ほか(1973)の宇佐層群としたものに相当する。

宝泉寺層は、首藤(1953a)の玖珠層宝泉寺部層および松本(徃)ほか(1973)の玖珠層群下部層にほぼ相当し、また野上層は前者の玖珠層野上部層および後者の玖珠層群上部層にほぼ相当する。しかし、宝泉寺層と野上層の堆積盆地は明らかに時代的に異なっているため、両層を玖

珠層あるいは玖珠層群としてまとめることはできない。

宝泉寺層(Hosenji Formation)(新称)

模式地は、大分県玖珠郡九重町宝泉寺である。模式地での宝泉寺層の岩相は、黒色～暗灰色の凝灰質砂岩と層理の発達する灰色～暗紫灰色の凝灰質泥岩を主とする。首藤(1953a)の「宝泉寺部層」にあたる。模式地のほか、本地域南部猪牟田の玖珠川右岸にも分布する。ここでの岩相は(Fig. 4)、厚さ 5～15 m の塊状凝灰質砂岩と厚さ 5～10 m の層理の発達する(単層の厚さは数 cm)帯紫灰色泥岩または塊状凝灰質泥岩の互層であり、その上位は、珪藻土である。この珪藻土は部分的に著しく擾乱する。また、本岩の一部には輝石安山岩の溶岩が挟在する。なお、この溶岩の岩質は後述する河内輝石安山岩と同質である。この珪藻土の見かけの厚さは約 10 m である。

宝泉寺層は山ノ口、梅ノ木、越道などにも分布する。また、宝泉寺層は小久保、野上、川東において、基盤岩類にアバットしている(Fig. 2 の [3], [4], [5] の地点)。

河内輝石安山岩(Kawauchi Pyroxene Andesite)(新称)

本岩は、河内から猪牟田に至る道路の大曲りの部分にみられる(Fig. 4 の [2]) 複輝石安山岩である。この地点に露出する複輝石安山岩の放射年代値は、TAMANYU

Fig. 3. Geologic map of the Nogami area.

(1981) および須藤 (1985) によって、それぞれ 0.81 ± 0.30 Ma (フィッシュン・トラック法) および 0.7 ± 0.2 Ma (K-Ar 法) と報告されている。本岩は上記の露頭および玖珠川右岸の露頭 (Fig. 4 の 1b) で、宝泉寺層最上部の珪藻土を整合に覆っている。

万年山溶岩 (Haneyama Lava) (松本(唯), 1933)

本溶岩は、この地域では青野山および城山を構成している。万年山溶岩の岩質は、城山基底部において紫蘇輝石角閃石デーサイトであり、その他では、黒雲母角閃石流紋岩〜デーサイトである (松本(徑), 1983)。万年山を構成する本岩の放射年代値には、 0.53 ± 0.06 Ma (フィッシュン・トラック法; 磯・池田, 1979), 0.7 ± 0.3 Ma, 0.8 ± 0.3 Ma (K-Ar 法; 鎌田・村岡, 1982) などがある。

野上層 (Nogami Formation) (新称)

模式地は大分県玖珠郡九重町下原から奥双石南西方の珪藻土採掘所にかけての地域である。

模式地以外では黒猪鹿、柿ノ原、城山、中村駅約 250 m 北方の珪藻土採掘所などに分布する。現在露出している本層の最下部には中村溶岩がある。中村溶岩は松本(徑)ほか(1973)が中村軽石流堆積物として記述したものであるが、鎌田・村岡(1982)は右田 (Fig. 2 の 1) に分布する角閃石安山岩を溶岩流と認め、「中村軽石流堆積物

に付随した溶岩」であるとして、これを中村溶岩と呼んだ。筆者らは、下原 (Fig. 2 の 9) において中村軽石流堆積物とされていた部分にも、放射状の割れ目を持ち、石基がきわめてガラス質な大小の角礫や、繊維状の構造をもつがあまり発泡していない岩片があり、しかも、これらの礫とマトリックスとが同質であることを認めた。このような産状から、本岩は水中に流入した溶岩と考えられ、下原地域も含めて中村溶岩と呼ぶことにする。この中村溶岩は、下原の小川の河床および河岸ではやや発泡した角礫岩相を呈する。その上位には明瞭な境界を示さずに葉理や斜交葉理の認められる軽石層が重なる。この軽石層の最上部には珪藻土が挟在しはじめ、約 0.5 m 上位で珪藻土に移り変わる。一方、中村駅の北方約 250 m にある珪藻土採掘所付近では、中村溶岩の上位にみかけ上アバットの関係で、厚さ約 60 cm の粗粒砂岩があり、その上位は珪藻土となっている。

中村溶岩より上位の野上層の岩相は、珪藻土主体の地層であり、大きくみて粗粒から細粒へいたる 2 回の堆積サイクルが観察される (Fig. 5)。1 回目のサイクルは中村溶岩を覆う軽石層とその上位の砂岩および珪藻土からなる。また、2 回目のサイクルは葉理の発達する厚さ 7 m+ の灰白色中粒〜細粒砂岩にはじまり、主として層

Fig. 4.

Columnar sections of the Hosenji Formation in the Shishimuta area and sampling horizons for the pollen analysis.

理の明瞭な珪藻土からなる。なお、2回目のサイクルの最下部で、葉理の発達する灰白色砂岩層(角閃石結晶のある軽石の垂角礫を含む)およびその上位の塊状帯紫灰白色極細粒砂岩層 (Fig. 5 の 3, CA-83~CB-1 の直下)は、比較的連続性がよく、野上層中部のよい鍵層となっている。しかし、厚さの変化は著しく、中村駅北方約 250 m の珪藻土採掘所では、下位の砂岩層が 0.8~1 m、上位の極細粒砂岩層は 0~15 cm と非常に薄くなっている (Fig. 5 の 1)。また、この葉理の発達する砂岩層の下位 4 m の層準および極細粒砂岩層の上位 4 m の層準には、それぞれ厚さ 40 cm, 20 cm の細かい葉理の発達する帯赤紫色の凝灰岩層があり、これも連続性があり、露頭間の対比に有用である。

また、野上層の下部を構成する中村溶岩直上から上位約 154 m の層準に、白色で、直径 2~4 mm の球状物(火山ガラスの集合体)からなる厚さ 3 cm 程度の薄層が挟在する (Plate I-1, 2)。このような薄層は、野上層全体を通じてこの層準だけにしか認められず、非常に特徴的である(後述)。

野上層は鹿伏岳溶岩に整合に覆われる (Fig. 5 の 3)。

野上層下部の中村溶岩は、鎌田・村岡(1982)により 0.5 ± 0.2 Ma (K-Ar 年代) と報告されている。この年代値と、野上層を整合に覆う鹿伏岳溶岩のフィッシュン・トラック年代値(後述)からみて、野上層は、更新世中期に堆積したものと考えられる。

鹿伏岳溶岩 (Kabushidake Lava) (林, 1959)

本岩は松本(徂)ほか(1973)の鹿伏岳溶岩類にあたる。本地域では奥双石の珪藻土採掘所に露出するほか、猪牟田にもみられ、鹿伏岳を構成して広く分布する。鹿伏岳溶岩の岩質は紫蘇輝石普通角閃石安山岩(松本(徂)ほか, 1973)であり、帯青灰白色の石基に、長さ 6~12 mm 程度の自形の普通角閃石斑晶や、白色の斜長石斑晶が認められる。

本岩のジルコンによるフィッシュン・トラック年代値は 0.36 ± 0.12 Ma* であり、更新世中期の活動とみることができる。

小倉岳溶岩 (Oguradake Lava) (新称)

本岩は小倉岳を構成している。本岩は首藤(1953a)の地質図(p. 236, 第6図)では宇佐層群に、また、松本(徂)ほか(1973)では豊肥火山岩類に含まれているが、梅ノ木で宝泉寺層中に貫入するのが観察される以外、他の地質単位との直接の層序関係は明らかではない。小倉岳がきわめて整った円錐形を呈し、侵食をあまり受けていないようにみえること、岩質が阿蘇野地域に分布する

* 株式会社京都フィッシュン・トラック 檀原 徹氏測定。

花弁山火山岩類の一部(小野, 1963 のナベ谷溶岩)に似ていることから, 本論では花弁山火山岩類と同層準としておく。

植物化石

花粉分析

宝泉寺層および野上層の各個柱状図(それぞれ Fig. 4 および 5)に示した各層準から試料を採取し分析を行った。そのうち宝泉寺層では 78 試料, 野上層では 115 試料から考察に十分な花粉・孢子化石を得た。処理方法は, HF-KOH-アセトリシス法(中村, 1975)を採用し, $ZnCl_2$ を用いた重液分離によって花粉および孢子化石を集め, グリセリンゼリーを用いて封入し, プレパラートを作成した。花粉・孢子化石は 600 倍で検鏡し, 同定を行った。花粉・孢子粒の計数にあたっては, プレパラート内での偏りをなくすために, 1 枚のプレパラートの全域を網羅するように努めた。なお, 花粉ダイアグラムは, 樹木花粉の総数を基数として, 各属の割合を百分率で示した。ただし, *Alnus* 花粉は, 本来樹木花粉であるが, 局地的な植生を強く反映することがあるので基数から除いた。Fig. 6 および 7 に, 宝泉寺層の花粉ダイアグラムを, Fig. 8 に野上地域の野上層の, Fig. 9 に黒猪鹿地域の野上層の花粉ダイアグラムを示す。

1) 花粉分帯

各樹木花粉化石の組成および産出状況を考慮すると, 宝泉寺層は下位より上位へ Zone H—I, H—II, H—III, H—IV および H—V に分帯され, 野上層は, 下位より, Zone N—I, N—II, N—III, N—IV, N—V, N—VI, N—VII の花粉帯に区分される。すなわち,

Zone H—I : *Cyclobalanopsis-Fagus-Ulmus* and/or *Zelkova* zone

Zone H—II : *Abies-Tsuga-Fagus* zone

Zone H—III : *Fagus-Ulmus* and/or *Zelkova* zone

Zone H—IV : *Picea-Abies* zone

Zone H—V : *Fagus-Ulmus* and/or *Zelkova-Alnus* zone

および

Zone N—I : *Abies-Picea-Fagus* zone

Zone N—II : *Cyclobalanopsis-Fagus* zone

Zone N—III : *Abies-Tsuga-Fagus* zone

Zone N—IV : *Fagus-Ulmus* and/or *Zelkova* zone

Zone N—V : *Picea* zone

Zone N—VI : *Abies-Picea-Fagus* zone

Zone N—VII : *Fagus-Ulmus* and/or *Zelkova* zone
である。

なお, 黒猪鹿に露出する野上層(Fig. 5 の 8)は, 岩相および花粉ダイアグラムの検討より, 野上地域の Zone N—II の最上部~Zone N—III に相当すると考えられる。以下に各花粉帯の特徴を示す。

宝泉寺層

Zone H—I : *Cyclobalanopsis-Fagus-Ulmus* and/or *Zelkova* zone (DA-1~DA-10)

落葉広葉樹の *Fagus*, *Ulmus* and/or *Zelkova*, *Carpinus* が安定して産出し, 常緑広葉樹の *Cyclobalanopsis* が 15~30% と多産する。針葉樹では, *Pinus*(*Diploxylon* type) は 10% 前後産出する。Taxodiaceae では 10~15% 程度の産出を示す層準がある。

Zone H—II : *Abies-Tsuga-Fagus* zone (DA-14~DA-22)

Cyclobalanopsis は 2~5% に減少するが, *Fagus*, *Ulmus* and/or *Zelkova*, *Carpinus* は, Zone H—I とほぼ変わらず安定している。*Tsuga* は 15~25%, *Abies* は 10% 前後で安定して産出する。また, Taxodiaceae は 1% 未満となる。

Zone H—III : *Fagus-Ulmus* and/or *Zelkova* zone (DA-23~DA-51)

Fagus が 25~65% ときわめて多産し, また *Ulmus* and/or *Zelkova*, *Carpinus* も Zone H—II に引き続いて安定している。針葉樹では, Zone H—II で比較的多産した *Tsuga* および *Abies* はそれぞれ 5% 以下, 3% 以下に減少する。

Zone H—IV : *Picea-Abies* zone (DA-52~DA-57)

Fagus は 3~22% に, また, *Carpinus* も 4% 未満に減少している。*Ulmus* and/or *Zelkova* は DA-52, 53 で 6% 程度に減少するが, それより上位の層準では 15% 程度の安定した出現を示す。*Picea* が 25~77% と非常に多産し, *Abies* は 10% 程度産出する。

Zone H—V : *Fagus-Ulmus* and/or *Zelkova-Alnus* zone (DA-58~DA-76, DB-1~DB-10)

Fagus が 25~60%, *Carpinus* が 5% 前後と再び安定した出現を示し, *Ulmus* and/or *Zelkova* も安定している。また *Alnus* が 10~35% 程度と比較的多産する。*Picea*, *Abies* は, それぞれ 5% 程度, 2~4% と減少し

Fig. 5. Columnar sections of the Nogami and Asono Formations and sampling horizons for the pollen analysis. The localities of ②, ③ and ④ columns were shown in the Figs. 3 and 4 of HASE & IWAUCHI (1985), and ⑦ coincides with the point OT-002 in Fig. 1 of IWAUCHI & HASE (1986). The Asono Formation is correlative with the upper part of the Nogami Formation.

Fig. 6. Pollen diagram of the Hosenji Formation. For key to lithologic symbols see Fig. 4 ([I]-a).

ているが、DA-62 では *Picea* が 44%, *Abies* が 22% と多産する。 *Pinus* (*Diploxylon* type) は、10~15% で安定した産出である。

野上層

Zone N-I : *Abies-Picea-Fagus* zone (CA-1~CA-27)

Fagus, *Carpinus*, *Ulmus* and/or *Zelkova* が安定して産出し、*Picea* が 5~20% 産出している。*Picea* に伴って、*Abies* が数~10% 程度産出する。

Zone N-II : *Cyclobalanopsis-Fagus* zone (CA-29~CA-73, CK-5)

Fagus, *Carpinus*, *Ulmus* and/or *Zelkova* はやや減少し、*Cyclobalanopsis* が、10~50% と多産する。*Picea* は 3% 以下に減少し、*Abies* も連続して産するものの、4%

以下で顕著ではない。

Zone N-III : *Abies-Tsuga-Fagus* zone (CA-75~CB-26, CK-7~CK-29)

落葉広葉樹は、Zone N-II に引き続き多産するが、*Cyclobalanopsis* は、数~15% に減少している。*Tsuga* は 10~30% で比較的多産し、これと調和的に *Abies* も 7~15% に増加する。

Zone N-IV : *Fagus-Ulmus* and/or *Zelkova* zone (CB-28~CB-100)

Fagus は、下部で 50~70% 程度まで増加し、上部 (CB-95~CB-100) では、13~26% とやや減少している。*Carpinus* は、CB-28~CB-60 では Zone N-III と同様 10% 程度を示すが、CB-95~CB-100 では 2% 程度に減少する。*Ulmus* and/or *Zelkova* の産出は、Zone N

一Ⅲに引き続き安定している。*Tsuga*, *Abies* は、この zone の下部では、ともに 3% 以下に減少するが、上部の CB-95~CB-100 では、*Abies* は 10% 前後、*Tsuga* は 5~8% の産出を示す。また、上部(CB-95~CB-100)では、*Picea* も 10% 程度、*Taxodiaceae* も 5~15% の産出である。

Zone N-V: *Picea* zone (CB-102~CB-107)

落葉広葉樹は、他の層準に比べて低率な産出である。たとえば *Fagus* は 13% 前後、*Ulmus* and/or *Zelkova* は 8~15% 程度に減少する。針葉樹では、*Picea* が 37% と多産し、これに伴って、*Abies* が 10~13% 産出する。

Zone N-VI: *Abies-Picea-Fagus* zone (CC-1~CC-5)

Zone N-V で特徴的な出現を示した *Picea* は、10~

22% とやや減少し、*Abies* も 5% 程度に減じている。また、*Fagus* は 25~45%、*Ulmus* and/or *Zelkova* は 13~20% に増加している。

Zone N-VII: *Fagus-Ulmus* and/or *Zelkova* zone (CC-7~CC-79)

Fagus は、40~60% と多産し、*Carpinus* は 2~10% 程度産出する。*Ulmus* and/or *Zelkova* は、下部(CC-7~CC-35)では 10~20% の産出であるが、それより上位の層準では 20~40% と多産する。その他の広葉樹では、*Salix* が CC-7~CC-55 で 2~3% 程度連続して産出し、また、*Cyclobalanopsis* は、5~10% で比較的低率ではあるが安定した産出を示す。針葉樹では、*Picea* が CC-7~CC-35 で 5~7% 産するが、それより上位では 1% 未満である。

Fig. 7. Pollen diagram of the Hosenji Formation. For key to lithologic symbols see Fig. 4 (I-b).

2) 考察

上述した花粉組成と産出状況から推定される各帯の植生について以下に述べる。

宝泉寺層：Fig. 10 は、Fig. 6 の花粉ダイアグラムのうち、常緑のカシ類(*Cyclobalanopsis*)、落葉広葉樹(*Fagus*, *Carpinus*, *Ulmus* and/or *Zelkova*, *Lepidobalanus*, *Betula*)、針葉樹の *Pinus* (*Diploxylon* type), *Abies*, *Tsuga*, 現在の温帯上部～亜寒帯に分布する *Picea*, および草本花粉+胞子をそれぞれ取り出して示したものである。

Zone H—Iでは、ブナ属、ニレ属、ケヤキ属を中心にした安定した落葉広葉樹林が広がり、山地斜面の下部には常緑のカシ類が繁茂して、湖水周辺には常緑広葉樹主体の森林が広く成立していた。また、*Taxodiaceae* が連続的に多産することより、比較的湿潤な環境であったと考えられる。Zone H—IIでは、それまで湖水周辺に成立していた常緑のカシ類主体の森林は著しく縮小あるいは消滅した。これに代わって、針葉樹のモミ属、ツガ属を主体とする、現在の植生でいえば、いわゆる「中間温帯」のモミ～ツガ林が広がった。そして山地斜面では、Zone H—Iに引き続いてブナ属、カンバ属、ニレ属、ケヤキ属主体の安定した落葉広葉樹林が広がった。Zone H—IIIでは、モミ属、ツガ属主体の森林は消滅し、山地斜面全体に安定した落葉広葉樹林が広がった。Zone H—IVの時期になると、落葉広葉樹林の分布範囲は極端に狭められ、山地斜面の上部には、現在では温帯上部～亜寒帯に分布するトウヒ属、モミ属主体の針葉樹林が広がった。Zone H—Vでは、再びブナ属、カンバ属、ニレ属、ケヤキ属主体の安定した落葉広葉樹林が広がり、Zone H—IIIとほぼ同様な植生になった。しかし、*Picea*, *Abies* が 44%, 22% と多産する層準もあることより、針葉樹林が非常に優勢に広がった時期がごく短期間存在したと推定される。

草本花粉および胞子は、花粉ダイアグラム全体を通して連続して産出する。草本花粉の種類は、*Gramineae*, *Artemisia*, *other Compositae* が主体で、水生植物の *Typha*, *Nuphar*, *Trapa* は顕著ではない。

宝泉寺層を堆積させた湖の周辺にはヨシやオギなどのイネ科の植物が繁茂していたと考えられる。しかし、水生の草本花粉の産出状況からみてこの湖には湿地が著しく広がったことはなく、このような湖の状態は宝泉寺層の堆積期間中ほとんど変化しなかったと推察される。また、Zone H—IVより上位で、草本花粉および胞子が比較的多産することは、Zone H—IVにおける気候の寒冷化による針葉樹林の発達に伴い、下草が広く繁茂したこ

とを推察させる。

野上層 : Fig. 11 は、野上層中に含まれる花粉化石のうち、常緑のカシ類 *Cyclobalanopsis*, 落葉広葉樹のうちで優勢な *Fagus*, 針葉樹では、*Pinus* (*Diploxylon* type) および *Picea* の産出割合を樹木花粉を基数にした百分率で表し、その変化を示したものである。また Fig. 11 には、野上層と阿蘇野層(小野, 1963; 長谷・岩内, 1985)との対比を行う(後述)ための資料として、阿蘇野層について示された図(長谷・岩内, 1985)も加えている。ただし、阿蘇野層の花粉帯は、長谷・岩内(1985)では、Zone I~V とされたが、本論では、野上層および宝泉寺層の花粉帯との区別を明確に示すために、これらを Zone A—I~A—V に呼び改めている。

野上層堆積時の Zone N—I では、ブナ属、カンパ属、ニレ属あるいはケヤキ属を主体にした安定した落葉広葉樹林が山地斜面に広がっており、その山地斜面の上部には、モミ属、トウヒ属の針葉樹をまじえた落葉広葉樹・針葉樹混交林が広がっていた。Zone N—II にはいると、気候がやや温暖化したため、山地斜面の下部の比較的広い範囲に落葉広葉樹に常緑のカシ類が混在する常緑・落葉広葉樹混交林が成立した。Zone N—III では、気候の寒冷化が始まったため、常緑のカシ類が混在する範囲は著しく縮小し、これに代わって、山地斜面の下部では、現在、いわゆる「中間温帯」に分布している針葉樹のモミ属、ツガ属が混在して、落葉広葉樹・針葉樹混交林が広がった。Zone N—IV になると、ブナを主体にした安定した落葉広葉樹林が広がった。そして気候の寒冷化はさらに進み、Zone N—V では、落葉広葉樹林の広がる山地斜面の上部に、比較的短期間ではあるが、現在の温帯~亜寒帯に分布するトウヒ属が針葉樹林を形成していた。この後、気候は温暖化に転じ、Zone N—VI においてはトウヒ属主体の針葉樹林の占める範囲は縮小し、さらに Zone N—VII になると、Zone N—IV と同様なブナを主体とする安定した落葉広葉樹林が山地斜面全体に広がった。

大型植物化石

玖珠盆地から産出する大型植物化石については、首藤(1953b), 林(1959), MIKI & KOKAWA(1962), 岩尾(1981)などの報告がある。しかし、これらの報告では、産出地点、柱状図(層序図)などによる産出層準の明示が十分でなく、筆者らが進めている、堆積層の層序を確立した上での、植物化石に基づく古環境解析の資料とするには十分でない。

鈴木(1981)は玖珠盆地から産出する大型植物化石を検討した。筆者らは、堆積層の層序・時代などについては

鈴木(1981)が示した見解と異なる結論を得ているが、鈴木(1981)には各化石産地、産出層準、産出個数が明示されており、上記の諸問題を検討する資料として有効である。本論における大型植物化石の考察は、鈴木(1981)が示した化石リストに基づいている。なお、鈴木(1981)は本地域産のブナ化石を *Fagus* cf. *hayatae* PALIBIN ex HAYATA に同定したが、筆者らの検討の結果では、現在九州に自生する *Fagus crenata* BLUME との区別ができない。

鈴木(1981)は、本地域の町田および宝泉寺産の大型植物化石を示した。これら2産地はともに筆者らの宝泉寺層に属している。これらの産出層準の岩相は2~3 cm の層理の発達する凝灰質泥岩である。Table 2 のHに町田および宝泉寺から産出した大型植物化石を示す(鈴木, 1981 を一部修正)。両産地の産出状況を比較すると、産出個体数の量的な差はあるものの、ほぼ同じ組成を示している。すなわち、*Fagus crenata*, *Zelkova serrata*, *Betula grossa*, *Wisteria* cf. *floribunda*, *Acer mono*, *Ostrya japonica*, *Castanea crenata* などの落葉広葉樹主体である。これに加えて、針葉樹の *Chamaecyparis plicifera*, *Tsuga sieboldii*, *Torreya nucifera*, *Abies firma* などが産出する。したがって、これら大型植物化石から推定される当時の植生は、現在の温帯落葉広葉樹・針葉樹混交林である。

なお、今回花粉化石の分析を行った猪牟田地域の玖珠川右岸に露出する宝泉寺層からも大型植物化石が得られるが、その産出はきわめて少ない。産出する樹種の組成は、町田および宝泉寺のそれと著しい違いはない。

また、筆者らは、鈴木(1981)が報告した野上層の大型植物化石の産地の層準を検討し、その結果 Na, Nb の2層準を確認したので、Table 2 に整理して示す。

Na から産出する大型植物化石の特徴は、上述したように常緑のカシ類が多産することである。すなわち、*Quercus gilva*, *Q. salicina*, *Q. glauca* の3種は、Na 層準から産出する樹種全体の約40%を占める。Na は、Fig. 8 および Fig. 9 に示した花粉ダイアグラムの Zone N—II の層準に含まれる。

Nb 層準から産出する大型植物化石は、*Fagus crenata*, *Zelkova serrata*, *Acer mono*, *Wisteria* cf. *floribunda*, *Acer rufinerve*, *Ailanthus altissima*, *Celtis jessoensis* などの落葉広葉樹が主体である。これらは、産出層準からみて花粉ダイアグラムの Zone N—III の上部にあたる。野上層の中部~上部からの大型植物化石の産出はきわめて少ない。

Fig. 8. Pollen diagram of the Nogami Formation in the Nogami area. For key to lithologic symbols see Fig. 5 (3).

野上層と阿蘇野層との対比

玖珠盆地の野上地域より南東方へ、約 20 km に位置

する大分県大分郡庄内町 阿蘇野地域には、阿蘇野層(小野, 1963)が分布する。阿蘇野層は、珪藻土主体の地層であり、岩相の上から野上層に類似している。阿蘇野層

の基盤である熊群山流紋岩のフィッシュン・トラック年代が 0.73 ± 0.14 Ma であり, 阿蘇野層上部に挟在する内山角閃石安山岩のフィッシュン・トラック年代が

0.34 ± 0.17 Ma であることからみて, 阿蘇野層は更新世中期の堆積層であると考えられている(長谷・岩内, 1985).

Fig. 9. Pollen diagram of the Nogami Formation in the Kuroiga area. For key to lithologic symbols see Fig. 5 (8).

本章では、更新世中期の堆積層である野上層と阿蘇野層との対比を試みる。

1) 岩相上の対比

阿蘇野層の有用な鍵層である「白まるバンド」(長谷・岩内, 1985)は、白色で直径 2~4 mm の球状物(火山ガラスの集合物)からなる薄層(厚さ 2.5~3 cm)であり、明瞭な級化層理を示す。野上層の最上部付近には、前述したように、直径 1~3 mm の球状物の集合層(厚さ 2~5 cm)がある。これは阿蘇野層中にみられる「白まるバンド」に酷似している。Plate I に阿蘇野層の「白まるバンド」と野上層のものの露頭および標本写真を、Plate II に両層から得られた球状物の断面の走査電子顕微鏡写真を示す。Plate II から明らかなように、両者とも火山ガラスの集合物であり、同心円状の構造を呈する。中心部は、大きな火山ガラス(cusped shards や platy shards)を呈する; FISHER & SCHMINCKE, 1984)だけが密集しており(Plate II-4, 5, 6, 10, 11), また、中心から外側に向かって火山ガラスは小さくなり、縁辺部(半径の外側から 1/3 の間)では、火山ガラスの間に珪藻化石が巻き込まれている(Plate II-3, 12)。この球状物は、水中に落下した火山豆石であると考えられる。したがって、野上層中にも「白まるバンド」が存在し、両層は、ともに特殊な成因による薄層を挟在していることになる。

また、阿蘇野地域では、この「白まるバンド」より 3

~7 m 上位には、帯紫褐色を呈する厚さ 4~5 m で葉理の発達した凝灰質砂岩・シルト岩互層が重なり、その上位 3~5 m には内山角閃石安山岩の溶岩が挟在する。本安山岩の直下には部分的にスランプ層(見かけの厚さ約 15 m) (Fig. 5 の ⑦)がみられる。内山角閃石安山岩の岩質は、紫蘇輝石普通角閃石安山岩であり、帯青灰白色の石基中に長さ 5 mm 程度の自形の角閃石斑晶や斜長石斑晶がみられる。また、流理構造が著しく、一部には偽枕状構造を呈する(長谷・岩内, 1985; 岩内・長谷, 1986a)。

一方、野上地域でも、野上層の「白まるバンド」の上位 5 m には厚さ 3 m 程度の帯紫褐色を呈する葉理の発達した凝灰質砂岩・シルト岩互層が重なり、さらに上位 3 m には鹿伏岳溶岩が整合に重なる。なお、鹿伏岳溶岩の直下の層準には、部分的にスランプ層(見かけの厚さは最大約 20 m) (Fig. 5 の 3' および 10)が存在する。鹿伏岳溶岩の岩質は、前述したように紫蘇輝石普通角閃石安山岩である。

以上のように、野上層と阿蘇野層は、両層に挟まる「白まるバンド」、それぞれその上位にみられる葉理の発達した帯紫褐色凝灰質砂岩・シルト岩互層、さらに上位に整合に重なる角閃石安山岩(鹿伏岳溶岩・内山角閃石安山岩)および角閃石安山岩のフィッシュ・トラック年代に基づいて Fig. 5 のように対比される。この対比に従えば、野上層は阿蘇野層より下位の層準まで露出し

ていることになる。また、野上地域では、鹿伏岳溶岩に覆いつくされて珪藻土の堆積が終わっているのに対し、阿蘇野地域では、内山角閃石安山岩の流入後も堆積が続いていたことが示されている。

2) 花粉化石からみた対比

阿蘇野層についての花粉分析結果はすでに長谷・岩内(1985)により報告されている。

Fig. 11 の野上層および阿蘇野層の花粉変化図には、「白まるバンド」の層準を鎖線で示している。両地域ともほぼ全層準にわたって *Fagus* が優勢であるが、阿蘇野層では「白まるバンド」より約 20 m 下位の層準に *Picea* の急激な増加が認められる。これに対して、野上層では「白まるバンド」より約 24 m 下位に *Picea* が急激に増加する層準がある。すなわち、「白まるバンド」を対比可能な鍵層とみた場合、両地層において、ほぼ同じ層準に *Picea* のピークが認められる (Fig. 11)。

3) 珪藻化石群集による対比

阿蘇野層では、一般に中心目の *Cyclotella comta* (EHR.) KÜTZING がきわめて優勢(全体の 50~90% を占める)であるが、*Picea* 花粉の多産する層準(花粉帯の Zone A—II~A—III)では、同じ中心目の *Stephanodiscus astraea* EHRENBURG が急増している(岩内・長谷, 1986a)。

野上層の珪藻化石群集については、西村(1953, 1954)および龍頭(1977)が報告している。これらによれば、野上層においてもほぼ全層準にわたって *Cyclotella comta*

がきわめて優勢であるが、一部に *Stephanodiscus astraea* の多産する部分がある。龍頭(1977)が示したその層準は、まさに筆者らが明らかにした *Picea* 花粉の多産する層準である。したがって、阿蘇野層と野上層では、ほぼ同層準に、*Picea* 花粉と *Stephanodiscus* 属珪藻が多産するという共通の特徴が認められる。

以上のように、阿蘇野層と野上層を岩相上、Fig. 5 に示すように対比することには、花粉および珪藻化石の検討からも矛盾はない。さらに、湖水環境を最もよく示す淡水性珪藻化石群集についての両地層の共通性や、ほぼ同層準に大規模なスランプ層があることを考慮すると、阿蘇野層と野上層を形成した湖は、なんらかの形で一連に続いていた(野上—阿蘇野湖と呼ぶ)と考えられる (Fig. 12)。そして、野上地域では、鹿伏岳溶岩の火山活動の中心に近かったために、凝灰角礫岩や凝灰岩によって湖が埋めつくされたのに対し、阿蘇野地域では、内山角閃石安山岩の溶岩流が湖水盆の縁辺部に流入した程度(厚さ 6~4 m 程度の溶岩流として)であり、湖はそのあとに存続して、その上位にも珪藻土が堆積したと考えられる (Fig. 13 の C)。なお、阿蘇野層と野上層の花粉帯を対比すると、阿蘇野層の Zone A—I は野上層の Zone N—IV の上半部に、Zone A—II は Zone N—V に、Zone A—III は Zone N—VI に、Zone A—IV は None N—VII にそれぞれ対比される。

宝泉寺層(下部 更新統)および野上層・阿蘇野層(中部

Fig. 10. Frequency diagram of the pollen of some genera of the Hosenji Formation. For key to lithologic symbols see Fig. 4 ([1]-a,b).

更新統) 堆積時の植生と古環境

植物化石および岩相の検討より、宝泉寺層、野上層および阿蘇野層堆積当時の植生および古環境の解析を試みる。

更新世前期宝泉寺層および更新世中期野上層・阿蘇野層堆積時の湖盆周辺の植生変遷を Fig. 14 に示す。この図には、花粉帯、大型植物化石の産出層準と主な樹種を示し、この両者から推定される湖水周辺の当時の植生を古植生の欄に示した。ただし、大型植物化石 P-1 の層準からは、現在のところ花粉化石のデータを得ていないので大型化石のみで考察した。また、WOLFE (1978) が示した、広葉樹のうちで全緑葉をもつ樹種の割合と年平均

均気温との関係に基づいて、大型植物化石より年平均気温を求め、○印で示した。さらに、花粉化石の産出割合の変化をもとに推定される気温変化を表わした。

宝泉寺層堆積当時(更新世前期)の湖水周辺の山地斜面には、はじめに、ブナ属、カンバ属、ニレ属、ケヤキ属などの落葉広葉樹林が広がり、気候がやや温暖であったために山地斜面の下部では、常緑のカシ類が混在していた。その後、気候がやや寒冷化するにつれ、常緑のカシ類の混在する範囲は狭まり、代わって、いわゆる「中間温帯」に分布するモミ・ツガ主体の針葉樹林(～落葉広葉樹・針葉樹混交林)が山地斜面の下部に広がった。しかし、この期間は短く、その後は比較的長い期間、安定

Fig. 11. Frequency diagrams of the pollen of some genera of the Nogami and Asono (HASE & IWAUCHI, 1985) Formations. For key to lithologic symbols see Fig. 5.

した落葉広葉樹林が山地斜面全体を覆った。この後、気候の寒冷化が急激に起こったため、落葉広葉樹林の分布範囲は著しく狭まり、さらに、山地斜面の上部には現在の温帯上部～亜寒帯に分布するトウヒ属を主体とする針葉樹林が成立した。その後、気候のやや温暖化に伴って、トウヒ属優勢の針葉樹林の分布範囲は縮小し、再び落葉広葉樹林が山地斜面全体に広がった。しかし、ごく短期間ではあるが、気候の寒冷化が生じ、トウヒ属主

体の針葉樹林が広がる時期もあった。宝泉寺層最上部の岩相が珪藻土であることより、その時期の湖水は、極細粒碎屑物が沈澱する静穏な環境であったと推察される。また、植生は引き続き安定した落葉広葉樹林であった。なお、草本の花粉化石では水生植物の顕著な産出がないこと、大型植物化石でも、水草は *Myriophyllum verticillatum* が1個体、*Ceratophyllum demersum* が1個体産出することから、この湖には広く沼沢地が発達することは

Table 2. List of the macrofossils of plants from the Hosenji and Nogami Formations (SUZUKI, 1981 ; modified).

Scientific name	H	Na	Nb	Scientific name	H	Na	Nb
<i>Osmunda japonica</i> Thunb.			*	<i>Hamamelis japonica</i> Sieb. et Zucc.			*
<i>Abies firma</i> Sieb. et Zucc.	*	*	*	<i>Deutzia crenata</i> Sieb. et Zucc.			*
<i>Picea polita</i> (Sieb. et Zucc.) Carr.		*	*	<i>Deutzia scabra</i> Thunb.			*
<i>Pinus densiflora</i> Sieb. et Zucc.		*	*	<i>Hydrangea paniculata</i> Sieb.	*		*
<i>Pinus</i> sp.	*	*	*	<i>Philadelphus satsumi</i> Sieb.			*
<i>Tsuga sieboldii</i> Carr.	*	*	*	<i>Pourthiaea villosa</i> Decne.			*
<i>Chamaecyparis pisifera</i> (Sieb. et Zucc.) Endl.	*	*	*	<i>Prunus incisa</i> Thunb.	*		*
<i>Thuja standishii</i> (Gord.) Carr.	*			<i>Prunus jamasakura</i> Sieb.	*	*	*
<i>Torreya nucifera</i> Sieb. et Zucc.	*	*	*	<i>Albizia kalkora</i> (Roxb.) Prain	*		*
<i>Cyclocarya paliurus</i> (Batal.) Iljinskaja	*			<i>Cladrastis platycarpa</i> Makino	*	*	*
<i>Juglans ailanthifolia</i> Carr.	*		*	<i>Cladrastis sikokiana</i> Makino			*
<i>Pterocarya rhoifolia</i> Sieb. et Zucc.			*	<i>Cladrastis</i> sp.	*	*	*
<i>Populus sieboldii</i> Miquel	*		*	<i>Gleditsia japonica</i> Miquel	*		*
<i>Alnus hirsuta</i> Turcz.	*		*	<i>Maackia amurensis</i> Rupr. et Maxim.	*	*	*
<i>Betula grossa</i> Sieb. et Zucc.	*		*	<i>Maackia floribunda</i> (Miquel) Takeda	*		*
<i>Carpinus japonica</i> Blume	*		*	<i>Wisteria</i> cf. <i>floribunda</i> Rehd. et Wils.	*		*
<i>Carpinus laxiflora</i> (Sieb. et Zucc.) Blume	*		*	<i>Daphniphyllum teijsmannii</i> Zoll.			*
<i>Carpinus tschonoskii</i> Maxim.	*	*	*	<i>Sapium japonicum</i> Pax.		*	*
<i>Carpinus turczaninowii</i> Hance	*	*	*	<i>Ailanthus altissima</i> Swingle	*		*
<i>Ostrya japonica</i> Sarg.	*	*	*	<i>Rhus ambigua</i> Lavallee			*
<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	*		*	<i>Acer carpinifolium</i> Sieb. et Zucc.			*
<i>Castanopsis cuspidata</i> (Thunb.) Schottky	*	*	*	<i>Acer cissifolium</i> Sieb. et Zucc.	*		*
<i>Fagus crenata</i> Blume	*	*	*	<i>Acer diabolicum</i> Blume			*
<i>Quercus acuta</i> Thunb.		*	*	<i>Acer mono</i> Maxim.	*	*	*
<i>Quercus gilva</i> Blume		*	*	<i>Acer pycnanthum</i> K. Koch			*
<i>Quercus</i> cf. <i>glauca</i> Thunb.		*	*	<i>Acer rufinerve</i> Sieb. et Zucc.	*		*
<i>Quercus salicina</i> Blume		*	*	<i>Acer palmatum</i> Thunb.	*		*
<i>Quercus serrata</i> Murray	*	*	*	<i>Meliosma myriantha</i> Sieb. et Zucc.	*		*
<i>Quercus</i> sp.		*	*	<i>Ilex chinensis</i> Sims.		*	*
<i>Celtis jessoensis</i> Koidzumi		*	*	<i>Ilex integra</i> Thunb.		*	*
<i>Celtis sinensis</i> Persoon		*	*	<i>Ilex</i> sp.			*
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> (Rehder) Nakai	*		*	<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb.			*
<i>Ulmus parvifolia</i> Jacquin	*		*	<i>Euonymus oxyphyllus</i> Miquel	*		*
<i>Ulmus</i> sp.	*		*	<i>Tripterygium regelii</i> Sprague et Takeda			*
<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino	*	*	*	<i>Berchemia berchemiaefolia</i> (Makino) Koidzumi			*
<i>Ficus stipulata</i> Thunb.		*	*	<i>Berchemia racemosa</i> Sieb. et Zucc.			*
<i>Polygonum cuspidatum</i> Sieb. et Zucc.			*	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.			*
<i>Magnolia kobus</i> DC.			*	<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> Trautv.			*
<i>Actinodaphne lancifolia</i> (Sieb. et Zucc.) Meissn.		*	*	<i>Vitis coignetiae</i> Pulliat		*	*
<i>Cinnamomum japonicum</i> Sieb. ex Nakai	*		*	<i>Tilia japonica</i> (Miquel) Simonkai			*
<i>Lindera erythrocarpa</i> Makino		*	*	<i>Tilia mandschurica</i> Rupr. et Maxim.	*		*
<i>Lindera glauca</i> (Sieb. et Zucc.) Blume		*	*	<i>Tilia miqueliana</i> Maxim.	*		*
<i>Lindera obtusiloba</i> Blume	*	*	*	<i>Idesia polycarpa</i> Maxim.			*
<i>Lindera umbellata</i> Thunb.		*	*	<i>Lagerstroemia fauriei</i> Koehne	*		*
<i>Neolitsea aciculata</i> (Bl.) Koidzumi		*	*	<i>Myriophyllum verticillatum</i> Linn.	*		*
<i>Persea japonica</i> (Sieb. et Zucc.) Kosterm.		*	*	<i>Cornus controversa</i> Hemsley			*
<i>Persea thunbergii</i> (Sieb. et Zucc.) Kosterm.		*	*	<i>Cornus kousa</i> Buerger ex Hance	*		*
<i>Euptelea polyandra</i> Sieb. et Zucc.		*	*	<i>Hedera rhombea</i> (Miquel) Bean	*		*
<i>Cercidiphyllum japonicum</i> Sieb. et Zucc.	*		*	<i>Kalopanax pictus</i> (Thunb.) Nakai	*	*	*
<i>Ranunculus kazusensis</i> Makino			*	<i>Clethra barbinervis</i> Sieb. et Zucc.	*		*
<i>Akebia quinata</i> (Houtt.) Decne.		*	*	<i>Styrax japonica</i> Sieb. et Zucc.			*
<i>Ceratophyllum demersum</i> Linn.	*		*	<i>Styrax obassia</i> Sieb. et Zucc.	*		*
<i>Actinidia arguta</i> (Sieb. et Zucc.)			*	<i>Fraxinus longicuspis</i> Sieb. et Zucc.			*
Planchon ex Miquel			*	<i>Fraxinus spaethiana</i> Lingelsh.			*
<i>Camellia japonica</i> Linn.		*	*	<i>Damnacanthus indicus</i> Gaertner		*	*
<i>Eurya emarginata</i> (Thunb.) Makino		*	*	<i>Uncaria rhynchophylla</i> (Miquel) Miquel			*
<i>Ternstroemia gymnanthera</i>		*	*	<i>Potamogeton octandrus</i> Poir.			*
(Wright et Arn.) Bedd.			*	<i>Smilax china</i> Linn.			*

H : Hosenji and Machida localities of the Hosenji Formation (See Fig. 2),

Na and Nb : Sampling horizons of the Nogami Formation (See Figs. 2 and 5).

なかったと推定される。

この後、上位の河内輝石安山岩の火山活動によって宝泉寺層を形成した湖は埋め尽くされた。

万年山溶岩の活動後(更新世中期), 阿蘇野地域に陥没性の構造盆地が生じた(小野, 1963)ため, 野上—阿蘇野湖が成立した(Fig. 13 の B)。そして, この湖周辺の山地斜面には, 湖成層堆積期間のほぼ全体を通じてブナの

きわめて優勢な落葉広葉樹林が繁茂していた。そして, 最下部の層準 (*Abies-Picea-Fagus* zone) では, この地域の気候は相対的にやや寒冷であったため(年平均気温 5~6°C), 山地斜面上部では, 落葉広葉樹林にモミ属, トウヒ属からなる針葉樹林が混在して落葉広葉樹・針葉樹混交林が成立していた。その後, 気候は温暖化し, モミ属・トウヒ属主体の針葉樹はほとんどみられず, 山

Fig. 12. Paleogeographic map of the northeastern Kyushu.

Fig. 13. Paleogeographic evolution of the Nogami and Asonno areas during the middle Pleistocene.

Vegetation: A (unknown), B (mixed broad-leaved and coniferous forest, evergreen and deciduous broad-leaved forest), B-C (mixed broad-leaved and coniferous forest, deciduous broad-leaved forest, evergreen and deciduous broad-leaved forest, coniferous forest, mixed broad-leaved and coniferous forest, deciduous broad-leaved forest), C-D (mixed broad-leaved and coniferous forest, coniferous forest)

地斜面の下部では落葉広葉樹林に, *Quercus gilva*, *Q. glauca*, *Q. salicina* などの常緑のカシ類を混在する常緑・落葉広葉樹混交林が成立していた (*Cyclobalanopsis-Fagus* zone). その後, 気候は寒冷化に向かったとみられ, 次の *Abies-Tsuga-Fagus* zone では, もはや常緑のカシ類の顕著な出現はなく, これに代わって, 山地斜面の下部には, *Abies firma*, *Tsuga* cf. *sieboldii* など「中間温帯」の森林を形成する針葉樹がブナ主体の落葉広葉樹林に混在し, 落葉広葉樹・針葉樹混交林が形成されていた. 気候の寒冷化はその後進み, 次の *Fagus-Ulmus* and/or *Zelkova* zone では, ブナが優勢で, ニレ属, ケヤキ属, シデ属などを伴った安定した温帯の落葉広葉樹林が山地斜面全体に広がった. この上位の層準では, 大型植物化石から知られるように, 気候の温暖化が起こり, 常緑のカシ類 (*Quercus glauca*, *Q. gilva*) が混在して, 常緑・落葉広葉樹混交林が成立していた. さらに, これより上位の層準では再び気候は寒冷化に転じ, *Fagus crenata*, *Quercus serrata*, *Zelkova serrata* 主体の落葉広葉樹林が広がった (*Fagus-Ulmus* and/or *Zelkova* zone). その後, さらに気候の寒冷化は進み, 現在の温帯上部～亜寒帯気候になったため, 落葉広葉樹林の分布範囲は狭まり, その上位にはトウヒ属主体の針葉樹が比較的広い範囲に成立した (*Picea* zone). この後, 気候が比較的緩やかに温暖化したため, 亜寒帯から温帯への移行期の植生 (トウヒ属, モミ属が混在する落葉広葉樹・針葉樹混交林) が形成されたとみられる (*Abies-Picea-Fagus* zone). この後には, 再びブナ主体の落葉広葉樹林が広がった (*Fagus-Ulmus* and/or *Zelkova* zone). そして, 内山角閃石安山岩・鹿伏岳溶岩の火山活動 (約 0.3 Ma) が始まり, 気候的には大きな変化はないものの, 火山活動の影響 (火山灰降下など) により, ブナ主体の安定した落葉広葉樹林は部分的に破壊され, その荒廃した土地にはアカマツなど (二葉のマツ) が侵入し, マツの二次林を形成した (*Pinus-Fagus-Ulmus* and/or *Zelkova* zone). この時, 当時野上～阿蘇野地域に広がっていた湖の野上側は, 鹿伏岳溶岩の活動によって埋め尽くされ, 湖水域は阿蘇野側だけに縮小された (Fig. 13 の C). その後も, 火山灰降下などによる土地の荒廃は続き, マツ林の破壊も大きくなり, 下草的性質をもつ低木のハンノキ属が優勢な植生となった. そして, 阿蘇野地域では, 花牟礼山火山岩類の活動が始まり, 湖は完全に埋積されるに至ったと推察される (Fig. 13 の D).

おわりに

玖珠盆地南部の下部更新統宝泉寺層および中部更新統

Fig. 14. Summarized columns consisted of lithology, pollen zones, macrofossils of plants, vegetation and climatic oscillation in the north-eastern Kyushu.

A : alternation of tuffaceous sandstone and siltstone, B : slump bed, C : tuff, D : "Shiromaru band", E : pumice bed, F : sandstone, G : diatomite, H : lava, I : mudstone (bedded), J : mudstone (massive), K : sandstone (with films of mudstone).

野上層について植物化石を検討し、本地域の更新世前期および中期の植生を明らかにした。なお、玖珠盆地北部についての筆者らの予察的な調査では、宝泉寺層の分布が確認され、さらに下位の層準にも湖水性堆積層が認められた。この層は、中・北部九州後期新生代の植生の変遷を明らかにする上で重要であり、今後、玖珠盆地全体の層序の確立を含め、検討する必要がある。

文 献

- FISHER, R. V. and SCHMINCKE, H. U., 1984 : *Pyroclastic Rocks*. 472 p., Springer-Verlag, Berlin.
- 長谷義隆・岩内明子, 1985 : 中・北部九州後期新生代の植生と古環境—その1 阿蘇野地域—. 地質雑, **91**, 753-770.
- 林 行敏, 1959 : 中部九州の非海成珪藻土について (I. 玖珠地区). 同上, **65**, 519-527.
- 磯 望・池田安隆, 1979 : 中部九州万年山周辺の万年山溶岩のフィッシュン・トラック年代. 第四紀研究, **18**, 165-168.
- 岩尾雄四郎, 1979 : 北九州における後期新生界の層序学的研究 (第I報). 佐賀大学理工学部研究報告, no. 7, 21-32.
- , 1981 : 北九州における後期新生界の層序学的研究 (第II報). 佐賀大学理工学部集報, no. 9, 97-111.
- 岩内明子・長谷義隆, 1986 a : 大分県阿蘇野層 (中期更新世) の珪藻化石群集. 第四紀研究, **24**, 283-293.
- , 1986 b : 中・北部九州後期新生代の植生と古環境—その2 安心院-院内地域 (上部鮮新統)—. 地質雑, **92**, 591-598.
- 鎌田浩毅・村岡洋文, 1982 : 大分県中部の火山岩類のK-Ar年代. 地調月報, **33**, 561-567.
- 松本唯一, 1933 : 似而非阿蘇熔岩. 火山, **1**, no. 4, 1-20.
- 松本徹夫, 1983 : 九重火山群の火山地質学的研究. 山口大学理学部地質学鉱物科学教室, 91 p.
- ・坂田輝行・松尾孝一・林 正雄・山崎達雄, 1973 : 大分県九重火山北麓の火山地質. 九大生産研報告, no. 57, 1-15.
- MIKI, S. and KOKAWA, S., 1962 : Late Cenozoic Floras of Kyushu, Japan. *Jour. Biol. Osaka City Univ.*, **13**, 65-86.
- 中村 純, 1975 : 花粉分析. 232 p., 古今書院, 東京.
- 西村吉男, 1953 : 大分県産珪藻土の産地及化学成分並2~3の性質. 大分工業試験場年報, 56-90.
- , 1954 : 大分県産珪藻土の産地及2~3の性質 (続報). 同上, 9-66.
- 小野晃司, 1963 : 5万分の1地質図「九住」および同説明書. 106 p., 地質調査所.
- 龍頭一則, 1977 : 大分県大分郡玖珠盆地の上部新生界について. 熊本大学理学部地学科卒業論文 (手記), 73 p.
- 首藤次男, 1953 a : 豊州累層群の地史学的研究 (1). 地質雑, **59**, 225-240.
- , 1953 b : 豊州累層群の地史学的研究 (2). 同上, **59**, 372-383.
- , 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). 同上, **68**, 301-312.
- 須藤 茂, 1985 : 豊肥地熱地域の火山岩のK-Ar年代と古地磁気. 地調月報, **36**, 119-136.
- 鈴木 茂, 1981 : 大分県玖珠郡玖珠盆地南部の層序と古植物群集. 熊本大学大学院理学研究科修士論文 (手記), 76 p.
- TAMANYU, S., 1981 : Evaluation of potential for geothermal energy by means of fission-track dating method in Hohi geothermal area, Kyushu, Japan. *Nucl. Tracks*, **5**, 215-222.
- WOLFE, J. A., 1978 : A paleobotanical interpretation of Tertiary climates in the Northern Hemisphere. *American Scientist*, **66**, 694-703.

(要 旨)

岩内明子・長谷義隆, 1987 : 中・北部九州後期新生代の植生と古環境—その3 玖珠盆地南部 (下部・中部更新統)—. 地質雑, **93**, 469-489. (IWAUCHI, A. and HASE, Y., 1987 : Late Cenozoic vegetation and paleoenvironment of northern and central Kyushu, Japan—Part 3 Southern part of Kusu Basin (Lower and Middle Pleistocene)—. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **93**, 469-489.)

中部九州玖珠盆地南部に分布する宝泉寺層 (下部更新統), 野上層 (中部更新統) について植物化石を検討した。また、野上層と阿蘇野層 (中部更新統; 小野, 1963) の対比を行った。花粉分析結果より、宝泉寺層は5つ、野上層は7つの花粉帯に分帯される。宝泉寺層堆積時の植生は、ブナ、ニレ、ケヤキ主体の落葉広葉樹林であり、気候の寒暖に伴って、それぞれ針葉樹 (*Picea*, *Abies* など) や常緑のカシ類の分布範囲が拡大した時期があった。河内輝石安山岩、万年山溶岩の活動の後、阿蘇野地域に陥没性の構造盆地が生じたため (小野, 1963), 野上—阿蘇野湖 (0.5~0.3 Ma) が成立した。この湖周辺の山地斜面には、ブナが極めて優勢な落葉広葉樹林が広がっており、それぞれ2回の温暖期と冷涼期があったと考えられる。また約0.3 Maの角閃石安山岩の活動で、この湖は阿蘇野側のみに縮小され、さらに、その後の花傘礼山火山岩類の活動により、残っていた湖も完全に埋めつくされた。

Explanation of Plates

Plate I

1. and 3. Outcrops of the Shiromaru band at the digging of diatomite in the Nogami (1) and Asono (3) areas, respectively.
2. and 4. Hand specimens containing the Shiromaru band from the outcrops in the Nogami (2) and Asono (4) areas, respectively.

Plate II

Grains from the Shiromaru band in the Nogami and Asono Formations. 1-6 : Nogami Formation, 7-12 : Asono Formation. Scale bar : 1000 μm (1,2,7,8), 100 μm (3-6, 9-11), 10 μm (12)