

Palynological Investigation of the Neogene System in Kanazawa Area, Ishikawa Prefecture, Central Japan : Palynological Investigation of the Neogene System in the Hokuriku Region, Central Japan (5)

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/20456">http://hdl.handle.net/2297/20456</a>

# 金沢地域の新第三系の花粉学的研究\*

## —北陸新第三系の花粉学的研究(5)—

藤 則雄\*\*・堀 みより\*\*\*

### Palynological Investigation of the Neogene System in Kanazawa Area, Ishikawa Prefecture, Central Japan\* —Palynological Investigation of the Neogene System in the Hokuriku Region, Central Japan (5)—

Norio FUJI\*\* and Miyori HORI\*\*\*

#### Abstract

The Neogene system of Kanazawa, the central part of Ishikawa Prefecture is famous for one of the standard localities of the Neogene system in the Hokuriku region, Central Japan.

In this article, the present writers state about the vegetational and climatic conditions during the early to late Miocene and Pleistocene on the basis of the pollen assemblages from the Miocene mudstone of Iozen pyroclastic rock, Sunagozaka alternation of mudstone and sandstone, Asagaya mudstone and Takakubo mudstone members, and Pleistocene Omma sandstone member which are distributed in the Kanazawa area of the central part of Ishikawa Prefecture.

On the basis of the present pollen analyses, the pollen stratigraphy of the Kanazawa area is mainly divided into twelve pollen zones such as A-1, A-k, A-j, A-i, A-h, A-g, A-f, A-e, A-d, A-c, A-b and A-a in ascending order.

The vegetational and climatic conditions at the times of these pollen zones are summarized as follows:

A-1: Iôzen member; *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*; warm

A-k: Iôzen member; *Pinus diploxylon*-type, Taxodiaceae, *Lepidobalanus*, *Podocarpus*; warmer

A-j: Iôzen member; *Podocarpus*, Taxodiaceae; warm

A-i: Sunagozaka member; *Pinus diploxylon*-type, *Keteleeria*; warm

\* : 昭和 63 年 9 月 2 日受理, Received on Sept. 2nd., 1988; Contribution from the Department of Earth Sciences, Faculty of Education, Kanazawa University, No. 131.

\*\* : 金沢大学大学院自然科学研究科 (博士課程) 物質科学専攻自然計測講座 Department of Natural Sciences for Environment, Division of Physical Science, Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University; Marunouchi, Kanazawa, Japan 920.

\*\*\* : 石川県津幡町太白台小学校 Ohshirodai Elementary School, Tsubata, Ishikawa Prefecture, Japan 929-03.

- A—h: Sunagozaka member; *Pinus diploxylon*-type, *Keteleeria*; warmer  
 A—g: Sunagozaka member; *Pinus diploxylon*-type, *Keteleeria*; warm  
 A—f: Asagaya member; *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Juglans*; warm  
 A—e: Asagaya member; *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus Zelkova*; mild  
 A—d: Asagaya member; *Pinus diploxylon*-type, *Keteleeria*; warmer  
 A—c: Asagaya member; *Pinus diploxylon*-type, *Keteleeria*; warm  
 A—b: Takakubo member; *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Ilex*; slightly warm  
 A—a: Omma member; *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Castanea*; mild

In additional palaeotopographic condition, it is inferred that these sedimentary basins of the Neogene system above-mentioned were surrounded perhaps by mountains and/or hills with forests characterized by the mixing of the Warm Temperate and Cool Temperate plants, judging from the large frequency of *Pinus* and *Quercus* pollen grains in the pollen assemblages.

### はじめに

北陸には、新第三紀の各時期の珪藻泥岩・泥岩およびシルト岩が各所に分布しており、それらについての花粉学的研究がいくつか行われている (Fuji, 1969 a, 1969 b, 1969 c, 1972; 藤河合, 1982 a, 1982 b, 1983) が、局地的なものもあり、必ずしも新植代後期全般にわたって系統的になされたものではなかった。よって、北陸の新第三紀の花粉化石からみた古植物変遷と古気候変遷を明らかにする基礎的研究の一部とするために北陸、特に、石川県における新植代後期の花粉学的研究を行い、その一部 (多賀ら, 1987) については、既に公表した。

本論文では、北陸における新生代後期の標準的層序の一つになっている金沢地区の新第三系について花粉学的研究に基づく古花粉植生の変遷を解明し、それに準拠した当時の気候の変化について論述する。

### I 地形概要

本研究で調査したルートは、金沢市の浅野川ルート1本である。このルートが属する地域の地形についてその概要を述べる。

本研究で調査した地域は、石川県の中央～やや南寄りの金沢市に属する (Fig. 1)。東は、富山県小矢部市、西砺波郡福光町、東砺波郡上平村、南は、松任市、石川郡野々市町、鶴来町、

河内村、および吉野谷村に、西は日本海に面し、北は、河北郡内灘町、および津幡町に接する。北東に砺波丘陵が、南西に富樫山地があり、砺波丘陵の南東に戸室火山 (標高547.9m) が位置し、北端には卯辰山 (標高141.2m) がある。

地形は、南東から北西に向かって大きく傾斜しており、このため本調査地域を貫いて浅野川が南東から北西に、浅野川に平行して南側に犀川が流れ、日本海に注いでいる。

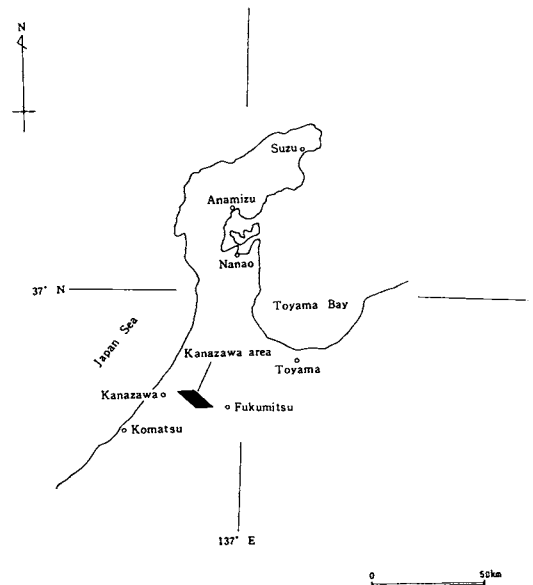


Fig. 1 Localities showing the studied area.

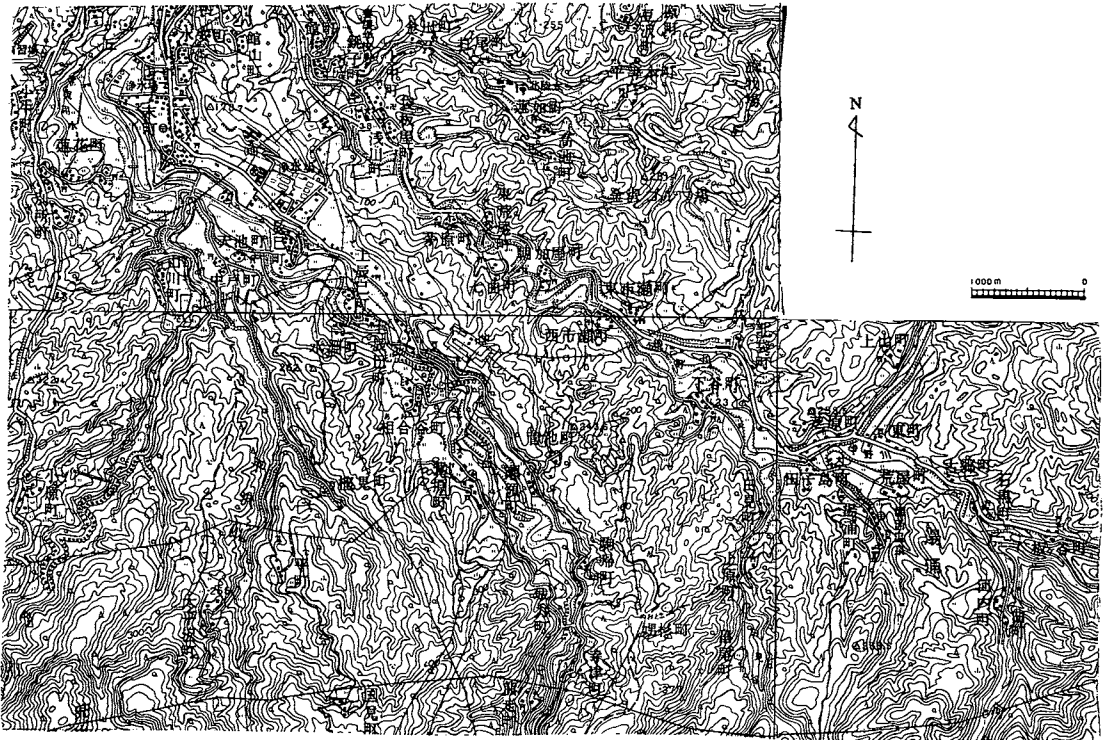


Fig. 2 Topographic map of the Kanazawa area, Ishikawa Pref., Central Japan.

浅野川と犀川の両岸には、3～4段のかなり広い河成段丘が発達している。このうち海拔50～110mの段丘は平坦面をよく残し、いわゆる小立野台地となる。兼六園や金沢大学がこの段丘上にある。また、浅野川に沿って北陸鉄道のバス金沢―湯涌―福光線が通っている。

II 地質概要

本地域には、新植代後期の地層である新第三紀中新世～第四紀更新世および完新世の堆積物が標式的に分布している。これら上部第三系と第四系の分布と層序関係は次の通りである。

新第三系は、下位より中新世の医王山累層、砂子坂凝灰質互層、七曲凝灰岩層、朝ヶ屋泥岩層、下荒屋凝灰岩層、および高窪泥岩層よりなり、鮮新世と断定できる堆積物は分布していないようである。第四系には、更新世と推定される大桑砂岩層、卯辰山層、高位砂礫層、河成段

Table 1 Stratigraphic relation of the Kanazawa area

地質年代	北陸地方の標準層序	金沢付近の層序区分(地層名)	最大層厚 (m)	主な岩相		
更新世 鮮新世 中新世	富山層群	段丘礫層および層状地堆積物	10	砂礫		
		高位砂礫層		砂礫、花		
		戸室火山噴出物		角閃石安山岩、泥流堆積物		
	北 陸 群	遊生累層	卯辰山層 上部	150	礫岩、砂岩、泥岩	
			卯辰山層 下部			
		氷見累層	大桑砂岩層 上部	150	黄褐色砂岩、青色細粒砂岩	
			大桑砂岩層 下部			
		菅川累層	高窪泥岩層	200	シルト岩、泥岩、凝灰質泥岩	
			下荒屋凝灰岩層	60	安山岩質凝灰岩、灰白色凝灰岩	
		栗駒層群	朝ヶ屋泥岩層	150	泥岩、シルト岩、下部に硬質泥岩	
			黒川砂岩層	50	玄武岩質集塊凝灰岩	
		群	黒川谷層群	七曲凝灰岩層	100	凝灰質砂岩・泥岩、砂質凝灰岩・角礫凝灰岩
				砂子坂凝灰質互層	170	凝灰質砂岩、泥岩、細粒凝灰岩
				医王山累層	500+	凝灰角礫岩、流紋岩、溶結凝灰岩
			岩橋累層	火砕岩類	1000±	安山岩溶岩、安山岩質凝灰角礫岩
橋原累層	二又礫岩層		120+	礫岩		
白亜紀～古第三紀	太美山層群		150+	流紋岩質凝灰岩類		
先ジュラ紀	片麻岩類			縞状片麻岩、結晶質石灰岩		

丘堆積物，および完新世の現河川堆積物，臨海性沖積層，砂丘層などがある。

医王山累層は，医王山火砕岩層とも呼ばれ，最大層厚1000mに達し，主に流紋岩，およびそれらの凝灰角礫岩からなり，上部に火山円礫を伴う。

砂子坂凝灰質互層は，医王山層の上に整合・漸移的に重なる。また，上位の七曲凝灰岩との関係も漸移的である。主として暗灰色を呈する凝灰質砂岩，および凝灰質泥岩からなり，随所に淡緑色または灰白色を呈する凝灰岩，および凝灰角礫岩をはさむ。

浅野川沿岸の市ノ瀬・北袋・覗などでは，凝灰質砂岩中から大型有孔虫の *Operculina* を豊富に産出する。また，各地から貝化石，ウニ，まれに *Liquidambar* などの植物化石を産する。最大層厚は170mである。

朝ヶ屋泥岩層は，下位の七曲凝灰岩層とは整合関係にあり，主に均質塊状の泥岩，およびシルト岩からなる。最大層厚は150mである。大型化石は少ないが，二枚貝やウニを産出する。また，海綿骨針と海棲珪藻などの微化石を含む。

本層と高窪層との間には，最大層厚約60mの下荒屋凝灰岩層が発達している。下荒屋凝灰岩層は，主として，凝灰質砂岩，および軽石凝灰岩からなる。

高窪泥岩層は，下位の下荒屋凝灰岩層とは整合で接し，岩相の特徴から下部と上部に大別される。下部は全般にシルト岩またはシルト質泥岩からなる。全般に，貝化石が少ないが，多量の海綿骨針と珪藻化石を含む。上部は主として暗灰色～青灰色のシルト岩からなる。全般に貝化石は，ほとんど含まれないが，大桑付近では *Pecten* sp.と *Lucina* sp.などの化石を多産する。最大層厚は約200mである。

大桑砂岩層は金沢市周辺に広く分布する。下位層との関係はほとんど不整合である。本層の主体をなす砂岩は，全般に塊状で，暗灰色を呈する。化石としては，貝化石，および有孔虫化石に富む。貝化石は，巻貝70種，および二枚貝

約90種に及び，寒流系の「大桑一万願寺動物群」に属している。本層の最大層厚は150mである（紮野義夫，1977）。大桑砂岩層は，従来新第三紀鮮新世に対比されていたが，最近の古地磁気・微化石層序の研究によると，少なくとも，犀川流域のそれは，第四紀前期に対比されるとの意見がある。

### III 花粉学的研究

#### 1 試料採集および分析処理方法

本研究では，金沢市を流れる浅野川沿いに分布する泥岩より試料を採集した。試料採集の地域は Fig. 2 に，その詳細な地点は，Fig. 3 に，また，それら試料の層相と層準は Fig. 4 にそれぞれ示してある。

浅野川ルートは，浅野川流域に沿った道路で，湯涌曲町，および湯涌町から銚子町にかけては医王山層，朝ヶ屋層，高窪層，および大桑層から試料を採集した。また，砂子坂層からの試料は，覗町から相合谷町に向かう道路沿い，および相合谷橋西方の犀川左岸から採集した。

金沢地区からは33試料を採集した。

試料の採集にあたっては，既報の地質図やその説明書（紮野，1977）を基にして地質構造，地層の露出状況および採集試料間の層序・層準を考慮しながら調査対象の各層につき3～5層準からそれぞれ新鮮な露出部で小塊（約300～500g）を採集した。

花粉分析の方法は，Iversen & Faegri (1954) の10% NaOH—HF—Acetolysis 法を一部改良した方法（Fuji, 1969a）によった。

#### 2 古植生・古気候解析の方法

##### ① 現植生と現土壌からの花粉組成との比較

現土壌に含まれる花粉の割合は，そのまま周辺の現植生の比率に換算されないことが現植生と現世土壌の中に含まれている花粉の割合との比較によって明らかにされている。例えば，松などは花粉を多量に産する樹種であるので，松の花粉が試料中に50%を占めているからとい



Fig. 3 Sampling sites of the Iozen, Sunagozaka, Asagaya, Takakubo and Omma members distributed in the Kanazawa area.

て、その当時の森林が50%の松林に覆っていたとは限らない。したがって、古植生・古気候解析を行う際には、現植生を反映する表層土壌における花粉の割合と現植生との関係を基準とし、かつ、日本列島各気候帯から採集した現世花粉群集と気候帯との関係を基礎に、当該古花粉群集における各花粉化石の比率をも考慮して、古植生を推定し、さらに、これら古植生から各時期の古気候の推定を行った。

## ② 各植物の温量指数に基づく grouping

花粉ダイヤグラムの中の要約図 summary diagram は、温量指数 warmth index に基づいて分類したものである。温量指数とは、月平均気温 5°C 以下の月を除く他の月の平均気温から 5°C を引いて残った値をすべて加算したものである。これは“月の暖かさの指数” month warmth index であり、日本の気候と植物の分布を説明するのに非常に有効とされている。各々の植物に成育可能な温量指数の範囲があ

り、各々の植物、なかんずく各木本類の温量指数を基に花粉化石で検出される木本類を分類して、亜寒帯性植物 Subpolar group, 冷温帯性植物 Cool Temperate group, 冷温帯～温帯性植物 Cool Temperate～Temperate group, 冷温帯中部～暖温帯性植物 Middle Cool Temperate～Warm Temperate group, および暖温帯～亜熱帯性植物 Warm Temperate～Subtropic group の 5 つの group に区分した。これら各 group の頻度と他 group のそれらとの相互関係に基づいて古植生と古気候を推定することにした。

## 3 分析結果

### 1) 主な属・科の変化

#### (a) 医王山累層

各層準とも *Pinus diploxylon*-type (22～46%), *Taxodiaceae* (3～14%), *Le-kidobalanus* (1～24%) が高率を示す。全層準

Kanazawa area (L,L',A,F)

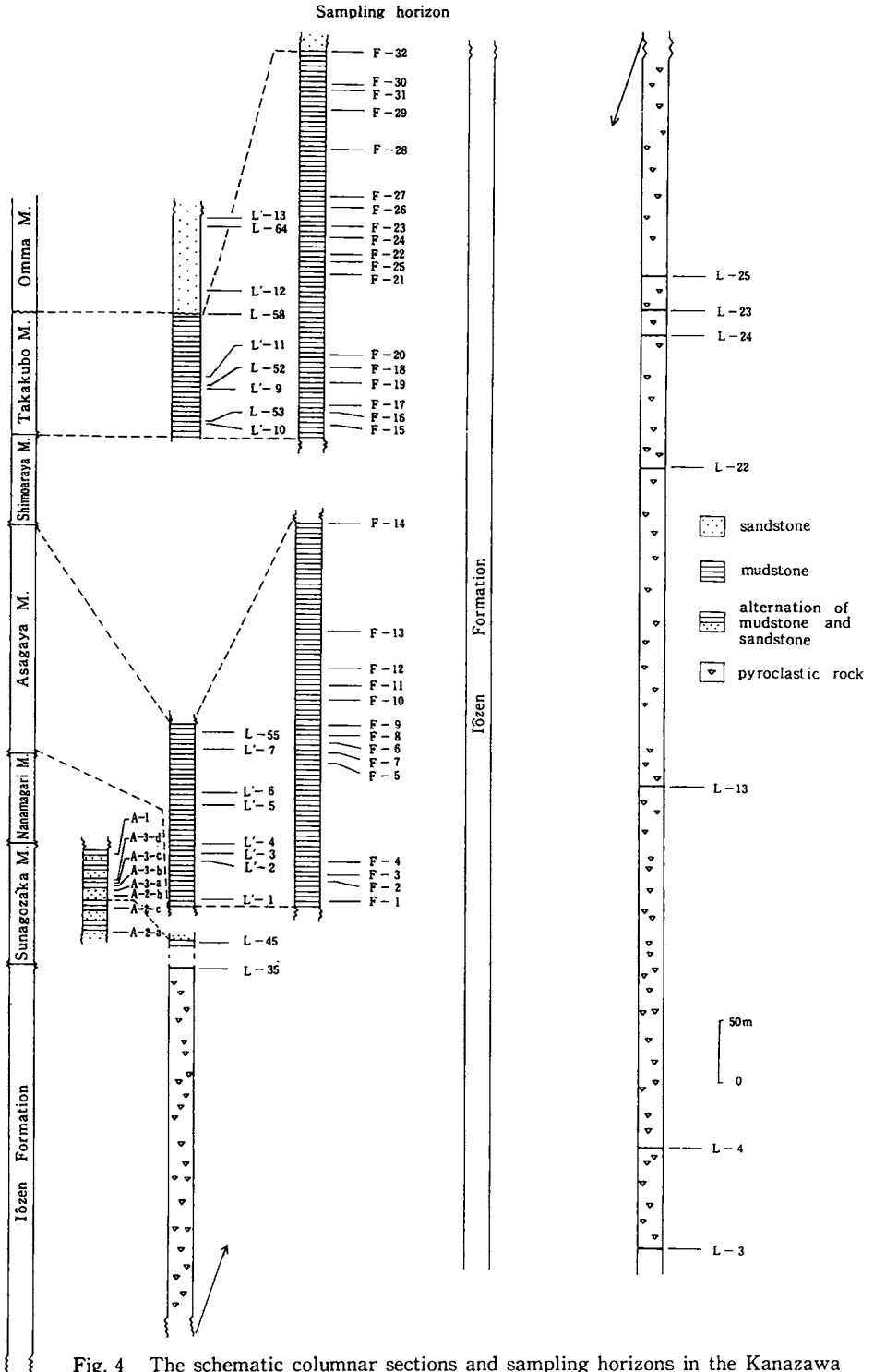


Fig. 4 The schematic columnar sections and sampling horizons in the Kanazawa area.

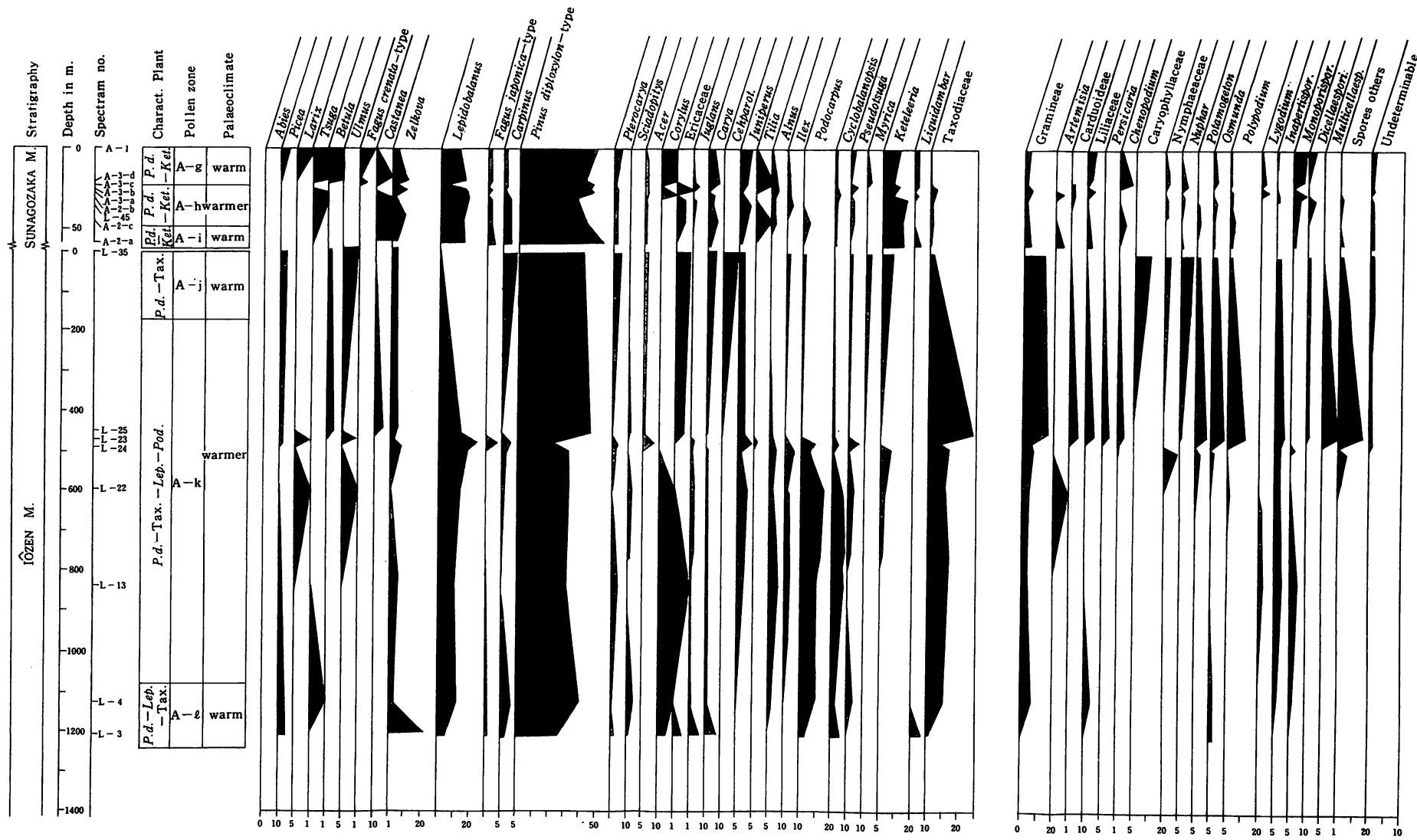


Fig. 5 Pollen diagrams from the Iōzen and Sunagozaka members in the Kanazawa area.



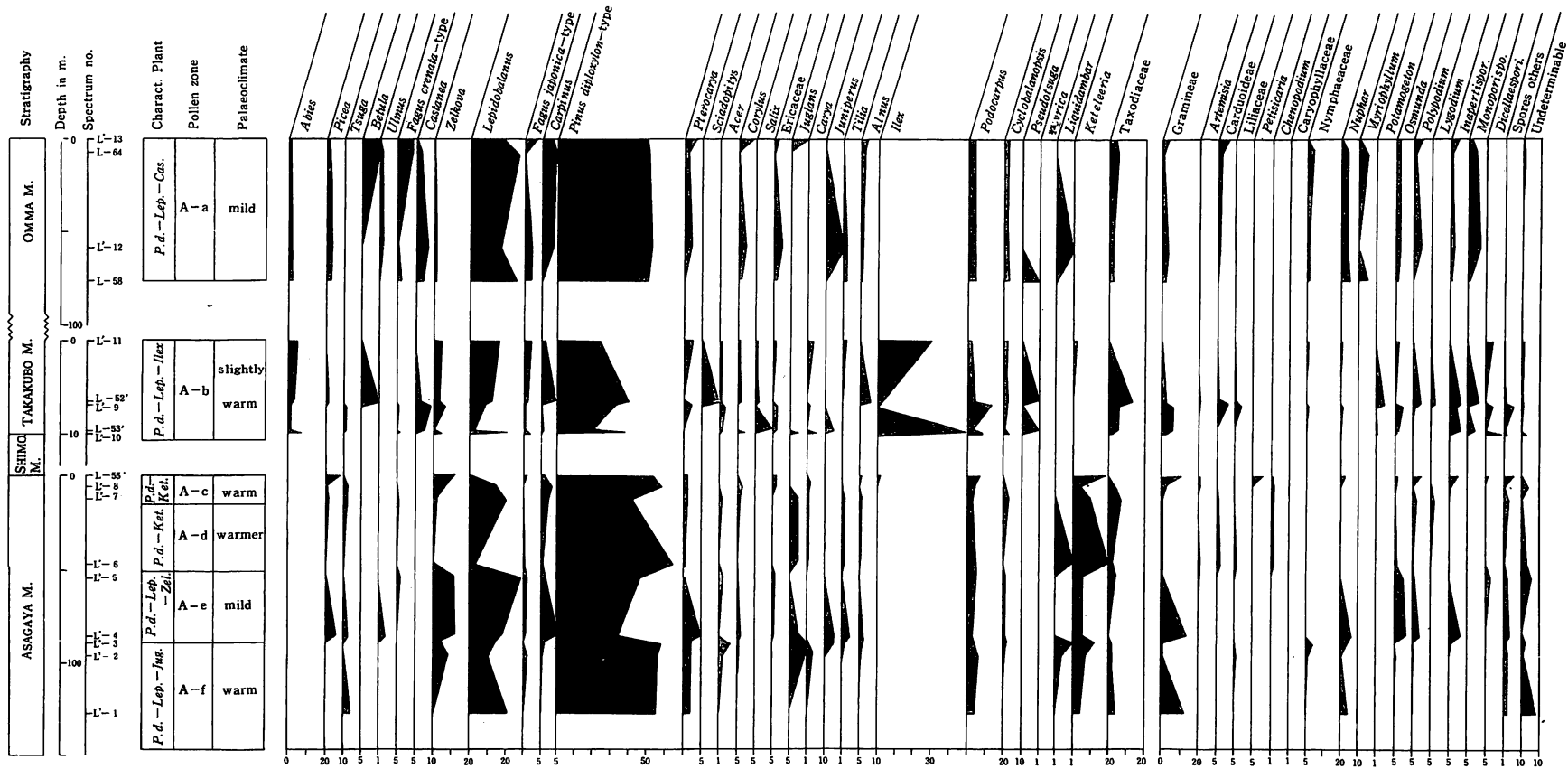


Fig. 6 Pollen diagrams from the Asagaya, Takakubo and Omma members in the Kanazawa area.

を通して Middle Cool Temperate~Warm Temperate, South Temperate~Subtropical plants が高率を示している。また、下部~中部の層準では、暖温帯系の *Podocarpus* が高率を示している。

(b) 砂子坂層

全体を通じて多産するのは、*Pinus diploxylon*-type (37~47%) である。この他には、暖温帯系の *Keteleeria* (7~16%) があげられる。また、*Liquidambar* (0~1%), *Taxodiaceae* (1~4%) が低率ながら全層準に認められる。

(c) 朝ヶ屋層

各層準とも *Pinus diploxylon*-type が高率 (34~64%) を示す。下部では、*Lepidobalanus* と *Zelkova* の産出が多く、上部では、*Keteleeria* の産出が多い。また、*Taxodiaceae* が低率 (0~7%) ながらも、ほぼ全層準に認められる。

(d) 高窪層

各層準とも *Pinus diploxylon*-type (20~40%)、および *Lepidobalanus* (3~21%) が多く認められる。また、*Ilex* も 2~49% と高率である。Boreal plant である *Abies* (1~8%) が各層準とも認められる。

(e) 大桑層

各層準とも高率を示すのは、*Pinus diploxylon*-type (49~52%) である。*Lepidobalanus* (18~26%) がこれに次ぐ。それ程高率ではないが、*Castanea* (0~7%) がほとんどの層準に認められる。また、Boreal plants である *Abies* (1~2%)、および *Picea* (2~3%) が各層準とも認められる。

2) 温量指数に基づく各 group の変化

(a) 医王山層

① 亜寒帯性植物の変化

全体を通じて低率で、0~3% を示す。

② 冷温帯性植物の変化

全体を通じて低率である。L-3~L-13 までは 0% であるが、L-22~L-35 では 1~2% を示す。

③ 冷温帯~温帯性植物の変化

*Lepidobalanus* の影響を受けた変化を全層準にわたり示している。下部から中部の層準にかけて増加し、32% を示すが、中部から上部の層準にかけては、減少する。

④ 冷温帯中部~暖温帯性植物の変化

*Pinus diploxylon*-type の影響を受けた変化を全層準にわたり示している。下部~中部の層準では、36~49% を示し、中部~上部の層準では、42~69% と、特に高率を示す。

⑤ 暖温帯~亜熱帯性植物の変化

全層準を通して 24~31% を示す。*Podocarpus* と *Taxodiaceae* の影響を受けている。

(b) 砂子坂層

① 亜寒帯性植物の変化

全層準を通して低率で、0~4% を示す。

② 冷温帯植物の変化

全層準を通して低率で、0~1% を示す。

③ 冷温帯~温帯性植物の変化

*Lepidobalanus* の影響を受けた変化を示す。A-3-C で 16% を示す他は 21~27% を示す。

④ 冷温帯中部~暖温帯性植物の変化

*Pinus diploxylon*-type の強い影響を受けている。冷温帯~温帯性植物の変化とは負の相関関係を示す。すべての層準にわたって 49~56% の高率を示す。

⑤ 暖温帯~亜熱帯性植物の変化

冷温帯中部~暖温帯性植物の変化と正の相関関係を示す。全層準を通して 17~32% とやや高率を示す。

(c) 朝ヶ屋層

① 亜寒帯性植物の変化

各層準とも低率で、3~7% を示す。

② 冷温帯性植物の変化

各層準とも低率で、0~2% を示す。

③ 冷温帯~温帯性植物の変化

*Lepidobalanus* に支配された変化を示す。L'-4~L'-5 にかけて約 40% を示す他は、7~28% を示す。

④ 冷温帯中部~暖温帯性植物の変化

*Pinus diploxylon*-type の影響を受けた変化

を全層準にわたり示している。本groupの変化は冷温帯～温帯性植物の変化とは負の相関関係を示す。L'-7とL'-4～L'-5にかけて46～47%を示す他は、57～69%と高率を示す。

#### ⑤ 暖温帯～亜熱帯性植物の変化

*Keteleeria*の影響を受けた変化を示す。冷温帯中部～暖温帯性植物の変化とは正の相関関係を示す。L'-8とL'-4～L'-5にかけて10～14%を示す他は、22～29%を示す。

#### (d) 高窪層

##### ① 亜寒帯性植物の変化

全層準を通じて2～8%を示す。

##### ② 冷温帯性植物の変化

L'-10とL'-9で0.5%を示す他は試料中に認められなかった。

##### ③ 冷温帯～温帯性植物の変化

*Lepidobalanus*の影響を受けた変化を示す。L-53'で10%を示す。他は23～25%を示す。

##### ④ 冷温帯中部～暖温帯性植物の変化

この気候区の植物は、全層準を通して高率であり、50%以上を示す。特に、L-53'では78%を示す。これは、*Ilex*が高率のためである。

##### ⑤ 暖温帯～亜熱帯性植物の変化

全層準を通して11～23%認められる。下部より上部の層準にかけて漸減傾向が認められる。

#### (e) 大桑層

##### ① 亜寒帯性植物の変化

全層準にわたり3～5%認められる。

##### ② 冷温帯性植物の変化

下部より上部の層準にかけて漸増傾向が認められる。下部では0～1%、上部では4%を示す。

##### ③ 冷温帯～温帯性植物の変化

L'-13で25%を示す他は、29～32%を示し、あまり変化は認められない。

##### ④ 冷温帯中部～暖温帯性植物の変化

*Pinus diploxylon*-typeの影響を受け、37～48%を示す。

##### ⑤ 暖温帯性～亜熱帯性植物の変化

全層準を通してあまり変化はなく、9～11%

を示す。

## 4 解析

各地層から採集した試料の花粉構成と特にその特徴種族の頻度に基づいて分帯を行い、これら帯(zone)を構成する花粉の比率を考慮しながら古植生を推定し、さらに、各時期(各帯)の古気候の推定を行った。

過去の地質時代における気候の推定をする時、その基準となるのは現在の気候である。日本の主要各地での現在の花粉群集と現気候帯との分布関係が判明しているので、これを基にして古植生と古気候を推定した。

北陸については、例えば、石川県河北潟底堆積物の表層のサンプル(藤則雄・小林令子, 1978; 藤則雄・加納弘子, 1979)によると、亜寒帯性植物が10%、冷温帯性植物が10%、冷温帯～温帯性植物が25～50%、冷温帯中部～暖温帯性植物が40～50%、暖温帯～亜熱帯性植物が10～20%という花粉組成である。これを「温和(mild)」とし、過去の気候の寒暖の基準とした。これより冷涼・寒冷系の植物の頻度が大きい場合は、その頻度に応じて冷涼 cool, 寒冷 coldとした。冷涼・寒冷系植物の頻度が小さく、逆に温暖～亜熱帯性植物の頻度が大きい場合には、その頻度に応じて、やや温暖 slightly warm, 温暖 warm, より温暖 warmer と表現した。

以下に層準の下位より順に解析した。なお、地質時代は既報の報告書(紘野義夫, 1977)によった。

医王山累層、砂子坂層、朝ヶ屋層、高窪層、および大桑層からの各試料の花粉構成に基づき分帯を行なうと、下部よりA-l, A-k, A-j, A-i, A-h, A-f, A-e, A-d, A-c, A-b, A-a花粉帯に細分できる。

#### ① A-l花粉帯(試料L-3, および4; 中新世前～中期)

主な構成要素は、*Pinus diploxylon*-type, および*Lepidobalanus*である。亜寒帯性植物, 冷温

帯性植物とも低率を示す。冷温帯～温帯性植物は花粉帯上部にかけて減少し、冷温帯中部～暖温帯性植物は増加する。また、暖温帯～亜熱帯性植物は25%位で高率を示す。これらのことからこの時期は温暖であった、といえる。

② A-k 花粉 (試料 L-13, 22, 24, 23, および 25; 中新世前～中期)

主な構成要素は *Pinus diploxylon*-type と *Taxodiaceae* である。亜寒帯性植物、および冷温帯性植物は低率である。冷温帯～温帯性植物は、15～30%位を示し、A-l 花粉帯よりも低率である。冷温帯中部～暖温帯性植物はこの花粉帯上部にかけて増加している。暖温帯～亜熱帯性植物は25～35%と高率である。これらのこと

からこの時期はより温暖であった、といえる。

③ A-j 花粉帯 (試料 L-35; 中新世前～中期)

主な構成要素は *Pinus diploxylon*-type と *Taxodiaceae* である。亜寒帯性植物は、A-k 花粉帯同様低率である。冷温帯性植物は2%と低率である。冷温帯～温帯性植物はA-k 花粉帯よりも減少している。一方、冷温帯中部～暖温帯性植物はA-k 花粉帯よりも増加している。暖温帯～亜熱帯性植物はA-k 花粉帯よりも減少しているが、依然として高率である。これらのことからこの時期は温暖であった、といえる。

④ A-i 花粉帯 (試料 A-2-a; 中新世中期)

主な構成要素は *Pinus diploxylon*-type と

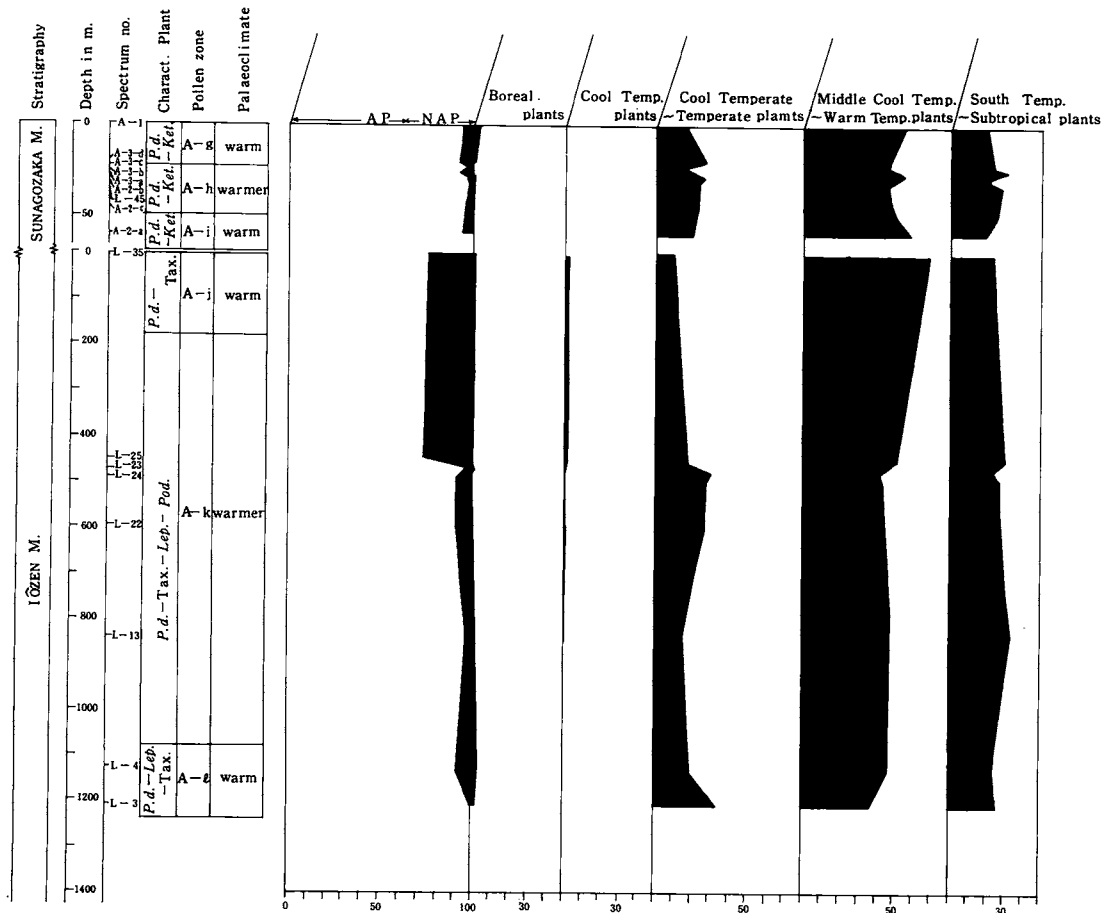


Fig. 7 Summary diagrams from the Iōzen and Sunagozaka members in the Kanazawa area.

*Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物は低率である。冷温帯性植物は認められない。冷温帯～温帯性植物は20～25%位を示す。冷温帯中部～暖温帯性植物はこの花粉帯上部にかけて減少し、暖温帯～亜熱帯性植物は増加する。これらのことからこの時期は温暖であった、といえる。

⑤ A-h 花粉帯（試料 A-2-c, L-45, A-2-b, A-3-a, および A-3-b; 中新世中期）

主な構成要素は, *Pinus diploxylon*-type と *Keteleeria* である。亜寒帯性植物は低率である。冷温帯性植物は認められない。冷温帯～温帯性植物は, A-i 花粉帯と同じ位の頻度であるが, この花粉帯の上部で減少している。冷温帯中部～暖温帯性植物の頻度は, A-i 花粉帯よりも小さい。暖温帯～亜熱帯性植物は, A-i 花粉帯よりも増加している。これらのことからこの時期はより温暖であった、といえる。

⑥ A-g 花粉帯（試料 A-3-c, A-3-d, および A-1; 中新世中期）

主な構成要素は, *Pinus diploxylon*-type と *Keteleeria* である。亜寒帯性植物と冷温帯性植物は低率である。冷温帯～温帯性植物と冷温帯中部～暖温帯性植物の頻度は, A-i 花粉帯とほぼ同じである。また, 暖温帯～亜熱帯性植物の頻度は A-i 花粉帯よりも低下し, 20%位を示す。これらのことからこの時期は温暖であった、といえる。

⑦ A-f 花粉帯（試料 L'-1, L'-2, および L'-3; 中新世中～後期）

主な構成要素は, *Pinus diploxylon*-type と *Keteleeria* である。亜寒帯性植物は低率である。冷温帯性植物は認められない。冷温帯～温帯性植物は, 20～28%位を示し, A-g 花粉帯とほぼ同じ頻度である。冷温帯中部～暖温帯性植物は 57～70%位を示し, 高率である。暖温帯～亜熱帯性植物は, L'-1 の16%から上部にかけて増加し, 20%以上を示す。これらのことからこの時期は温暖であった、といえる。

⑧ A-e 花粉帯（試料 L'-4, および L'-5; 中新世中～後期）

主な構成要素は *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, および *Zelkova* である。亜寒帯性植物の頻度が大きくなり, 冷温帯性植物も認められる。また, 冷温帯～温帯性植物の頻度は A-f 花粉帯よりも大きくなっている。これに対し, 冷温帯中部～暖温帯性植物の頻度は小さくなっており, 暖温帯～亜熱帯性植物の頻度も同様に小さくなっている。これらのことからこの時期は温和であった、といえる。

⑨ A-d 花粉帯（L'-6; 中新世中～後期）

主な構成要素は *Pinus diploxylon*-type と *Keteleeria* である。亜寒帯性植物は, A-e 花粉帯よりも減少し, 冷温帯性植物も低率である。冷温帯～温帯性植物は, A-e 花粉帯よりも減少するのに対し, 冷温帯中部～暖温帯性植物は, A-e 花粉帯よりも増加するが, 上部にかけて減少する。暖温帯～亜熱帯性植物は高率を示す。これらのことからこの時期はより温暖であった、といえる。

⑩ A-c 花粉帯（試料 L'-7, L'-8, および L'-55'; 中新世中～後期）

主な構成要素は *Pinus diploxylon*-type と *Keteleeria* である。亜寒帯性植物は増加し, 冷温帯性植物の頻度は小さい。冷温帯～温帯性植物は増加する。冷温帯中部～暖温帯性植物は上部にかけて増加するが, L'-55' にかけて減少する。暖温帯～亜熱帯性植物は, A-d 花粉帯よりも減少するが, L'-55' にかけて増加する。これらのことからこの時期は温暖であった、といえる。

⑪ A-b 花粉帯（試料 L'-10, L-53', L'-9, L-52', および L'-11; 中新世後期）

主な構成要素は *Pinus diploxylon*-type と *Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物の頻度は, A-c 花粉帯とほぼ同じであり, 冷温帯性植物の頻度は小さい。冷温帯～温帯性植物の頻度も A-c 花粉帯とほぼ同じである。冷温帯中部～暖温帯性植物は, L-53' において *Ilex* の高率の影響を受け, 78%と高率を示す他は, A-c 花粉帯とほぼ同じ頻度であり, 上部にかけて増加

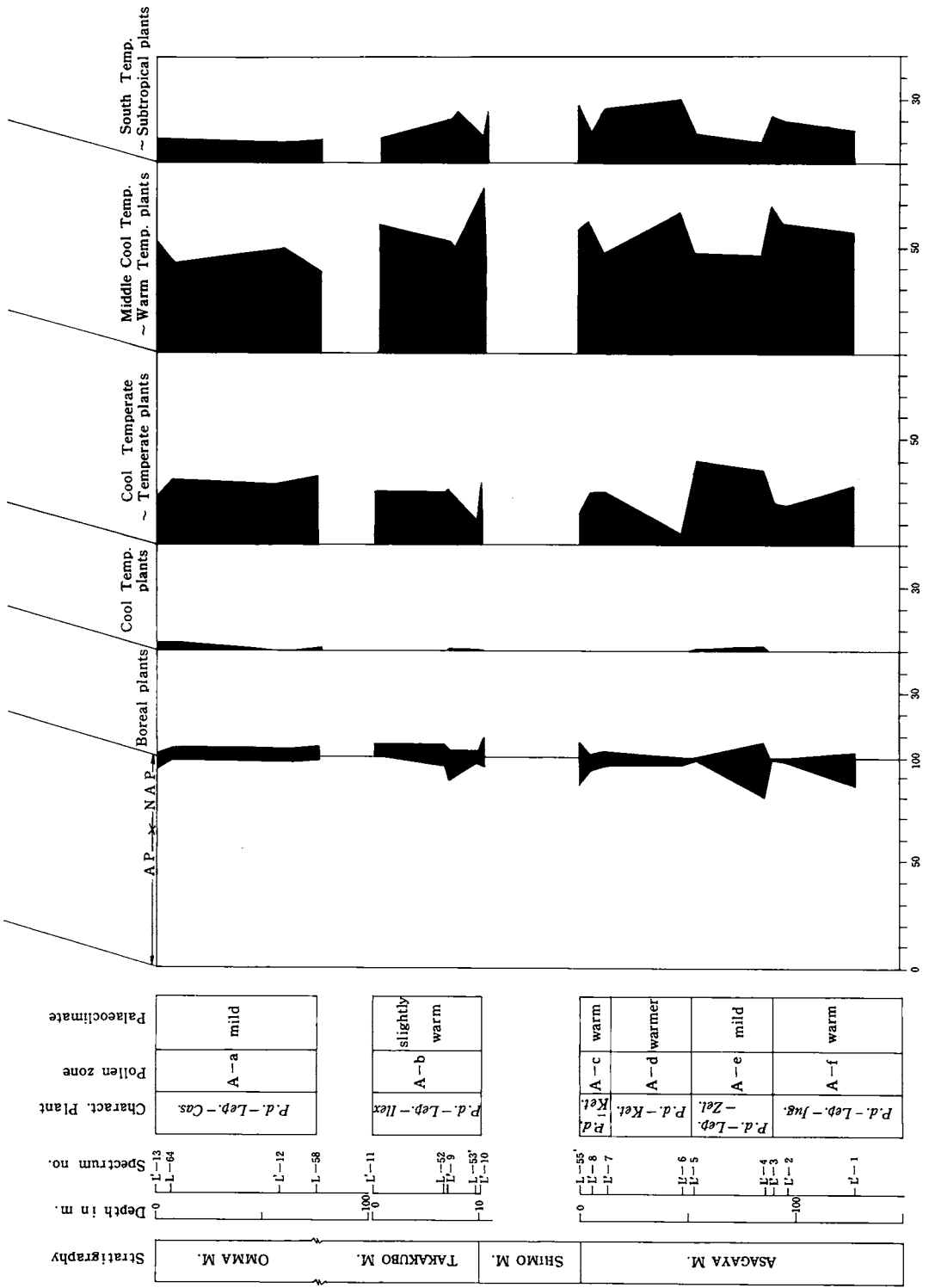


Fig. 8 Summary diagrams from the Asagaya, Takakubo and Omma members in the Kanazawa area.

している。暖温帯～亜熱帯性植物は、全層準を通して11～23%を示し、A-cとA-f花粉帯よりも小さい頻度である。これらのことからこの時期はやや温暖であった、といえる。

⑫ A-a花粉帯(試料L-58, L'-12, L-64, およびL'-13;更新世前期)

主な構成要素は *Pinus diploxylon*-type と *Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物はA-b花粉帯とほぼ同じ頻度を示し、冷温帯性植物は上部にかけて増加している。冷温帯～温帯性植物はA-b花粉帯とほぼ同じ頻度である。冷温帯中部～暖温帯性植物と暖温帯～亜熱帯性植物はA-b花粉帯よりも減少している。これらのことからこの時期は温和であった、といえる。

## 5 古環境の解析

### ① 医王山累層(中新世前～中期初頭)

医王山累層が堆積した当時の気候は温暖～より温暖であった、と推定できる。また、*Pinus* 属、*Quercus* 属、および *Podocarpus* の頻度が大きいことから近くに丘陵～低山帯があったと考えられ、かつ、*Taxodiaceae* の頻度が全層準を通して大きく、*Zelkova* なども認められるため、湿潤な地域、例えば、湖岸や洪水原、谷などもあったと考えられる。

### ② 砂子坂層(中新世中期)

砂子坂層は、著しく凝灰質を示す砂岩および泥岩の互層からなり、市ノ瀬、北袋、および硯などでは凝灰質砂岩中から *Operculina complanata japonica* を豊富に産出する。また、*Keteleeria* と *Liquidambar* を産出する。よって、この層の堆積当時は浅海であり、気候は、医王山累層堆積当時同様、温暖～より温暖を示し、現在より暖かい気候であった、と推定される。また、*Pinus* 属、*Quercus* 属、および *Keteleeria* の頻度が大きいことから堆積盆地の近くに丘陵～低山帯があった、と考えられる。

### ③ 朝ヶ屋層(中新世中～後期)

朝ヶ屋層は、均質塊状の泥岩からなり、海綿骨針と海棲珪藻などを多産する。これらのこと

からこの層の堆積当時は砂子坂層堆積当時よりも海が深海化していたと考えられる。また、当時の気候は、温和～より温暖な気候を示し、現在よりも暖かい気候であったと推定される。この層も *Pinus* 属、*Quercus* 属、および *Keteleeria* の頻度が大きいので、堆積盆地の近くに日当たりのよい丘陵～低山帯があったと考えられるが、*Zelkova* や *Juglans* の頻度がやや大きいので湿潤な地域もあった、と考えられる。

### ④ 高窪層(中新世後期)

この層は全般に均質なシルト質泥岩からなっている。したがって、朝ヶ屋層堆積当時よりも海が若干浅海化していたのではないかと考えられる。また、当時の気候はやや温暖であったが、朝ヶ屋層堆積時よりも冷涼化していたようである。*Pinus* 属と *Quercus* 属の頻度が大きいことから、日当たりのよい丘陵～低山帯が堆積盆地の近くにあって、と推定できる。

### ⑤ 大桑層(更新世前期)

この層は砂岩層であり、本研究では細粒砂岩から試料を採集して分析を行っている。大桑層は、巻貝70種と二枚貝約90種を産出し、それらは寒流系を示す「大桑一万願寺動物群」として有名である。主な構成要素は、*Pinus* 属、*Quercus* 属、および *Castanea* などである。これらのことから大桑層堆積当時は、海はやや浅海化しており、堆積盆地の周辺に日当たりのよい丘陵～低山帯があった、と考えられる。しかし、湿潤な場所を好む樹木の頻度が減少していることも注目すべきである。

## 6 従来の研究との比較・検討

各層ごとに既報の大型化石と小型化石に関する報告と本研究の結果とを比較してみると下位から順に次のようになる。

なお、従来の植物化石の研究としては、Tanai, T. (1961), 松尾秀邦 (1975), Ishida S. (1970), 藤 則雄・羽場敦子 (1983), および藤 則雄・吉田好美 (1984) などがあげられ、小型植物化石 (pollen と spore) の研究として、Fuji

		Kanazawa area				
		Pollen zone	Palaeoclimate	Characteristic pollenflora		
Tertiary Neogene	Quaternary	Pleistocene	A-a	Mild	<i>Pinus diploxylon</i> -type... <i>Lepidobalanus</i> ... <i>Castanea</i>	
			Miocene	Pliocene	Omma	A-b
	Asagaya	Shimoaraya				A-c
				A-d	Warmer	<i>Pinus diploxylon</i> -type... <i>Keteleeria</i> ... <i>Taxodiaceae</i>
				A-e	Mild	<i>Pinus diploxylon</i> -type... <i>Lepidobalanus</i> ... <i>Zelkova</i>
				A-f	Warm	<i>Pinus diploxylon</i> -type... <i>Lepidobalanus</i> ... <i>Juglans</i>
	Sunagozaka	N./K.		A-g	Warm	<i>Pinus diploxylon</i> -type... <i>Keteleeria</i> ... <i>Liquidambar</i>
				A-h	Warmer	<i>Pinus diploxylon</i> -type... <i>Keteleeria</i> ... <i>Liquidambar</i> ... <i>Taxodiaceae</i>
				A-i	Warm	<i>Pinus diploxylon</i> -type... <i>Keteleeria</i> ... <i>Liquidambar</i>
				A-j	Warm	<i>Pinus diploxylon</i> -type... <i>Taxodiaceae</i>
	Iōzen	A-k		Warmer	<i>Pinus diploxylon</i> -type... <i>Taxodiaceae</i> ... <i>Lepidobalanus</i> ... <i>Podocarpus</i>	
		A-l	Warm	<i>Pinus diploxylon</i> -type... <i>Lepidobalanus</i> ... <i>Taxodiaceae</i>		

Table 2 Correlation between the palynological results from the Iōzen, Sunagozaka, Asagaya, Takakubo and Omma members distributed in the central part of Ishikawa Prefecture, Central Japan

(1969 a, 1969 b, 1969 c, および1972), 藤 則雄・河合明博 (1982, 1983), および佐藤誠司 (1970) があげられる。

本研究の医王山累層は、高屋植物化石層 (珠洲市) を含む柳田累層の下部層とほぼ同時代に堆積し、堆積当時の気候は温和～温暖であった。

砂子坂層からは、亜熱帯～熱帯の海域に棲む *Operculina* 属が多産し、同層から産出する貝化石類は浅海域に現在棲息する貝類群集と類似し、これらの軟体動物を主とする fauna は、いわゆる「八尾一門の沢動物群」に属している。堆積当時の気候は暖温帯の気候であった、と推

定されている。

朝ヶ屋層は化石に乏しく、これまでに気候の判定に有用な化石は余り多産していない。本層の層相は均質で塊状の泥岩よりなり、海棲生物を僅少産出することなどから、静海域での堆積と推定されている。堆積当時の気候はやや暖かめな温和～温暖な気候であった、と推定される。

高窪層は和倉層 (七尾・和倉地区) とほぼ同時代に堆積した。後者は、温和な気候を示し、前者は、下位の層準から上位の層準にかけて温暖から温和な気候を示す。

大桑層は、寒流系を示す貝化石を豊富に産出



するので、この層が堆積した当時の気候は、高窪層堆積当時よりも冷涼化したと考えられる。本研究では、冷涼～温和な気候下での堆積を示している。

これらをまとめると、大型および小型植物化石の成果も本研究の結果も中新世前～中期には温暖な気候であったという点で一致している。中新世後期から鮮新世、第四紀更新世にかけては、従来の研究では気温が低下し、温和な気候を示しているが、本研究では、温暖から冷涼な気候を示し、本研究の方がやや暖かめの気候である。しかし、これらの時代に生育していた植物の種類を検討した結果、地域により植物相の構成に違いが生じ、そのため各地域ごとに異なる結果が生じた、と考えられる。

## 7 結 論

各地区ごとの各時期の花粉群集とそれに基づく気候解析の結果は、次のように要約される。

下位より上位にかけて、A-1, A-k, A-j, A-i, A-h, A-g, A-f, A-e, A-d, A-c, A-b, および A-a の計12に区分された。これらの各花粉帯 (時期) の花粉群集と気候環境は、以下のように要約される。

- ① A-1 花粉帯 (中新世前～中期, 医王山層下部) は, *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus* により代表され, 温暖な気候であった。
- ② A-k 花粉帯 (中新世前～中期, 医王山層下部～上部) は, *Pinus diploxylon*-type, *Taxodiaceae*, *Lepidobalanus*, および *Podocarpus* により代表され, より温暖な気候であった。
- ③ A-j 花粉帯 (中新世前～中期, 医王山層最上部) は, *Podocarpus* と *Taxodiaceae* により代表され, 温暖な気候であった。
- ④ A-i 花粉帯 (中新世中期, 砂子坂層下部) は, *Pinus diploxylon*-type, *Keteleeria* により代表され, 温暖な気候であった。
- ⑤ A-h 花粉帯 (中新世中期, 砂子坂層中部) は, *Pinus diploxylon*-type と *Keteleeria* により代表され, より温暖な気候であった。

- ⑥ A-g 花粉帯 (中新世中期, 砂子坂層上部) は, *Pinus diploxylon*-type と *Keteleeria* により代表され, 温暖な気候であった。
- ⑦ A-f 花粉帯 (中新世中～後期, 朝ヶ屋層下部) は, *Pinus diploxylon*-type と *Lepidobalanus*, *Juglans* により代表され, 温暖な気候であった。
- ⑧ A-e 花粉帯 (中新世中～後期, 朝ヶ屋層中部) は, *Pinus diploxylon*-type と *Lepidobalanus*, *Zelkova* により代表され, 温和な気候であった。
- ⑨ A-d 花粉帯 (中新世中～後期, 朝ヶ屋層中部～上部) は, *Pinus diploxylon*-type と *Keteleeria* により代表され, より温暖な気候であった。
- ⑩ A-c 花粉帯 (中新世中～後期, 朝ヶ屋層最上部) は, *Pinus diploxylon*-type と *Keteleeria* により代表され, 温暖な気候であった。
- ⑪ A-b 花粉帯 (中新世後期, 高窪層) は, *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus* と *Ilex* により代表され, やや温暖な気候であった。
- ⑫ A-a 花粉帯 (更新世前期, 大桑層) は, *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus* と *Castanea* により代表され, 温和な気候であった。

## 参 考 文 献

- 文化庁 (1977): 植生図・主要動植物地図, 17: 石川県; 国土地理協会
- 別所文吉・藤則雄・柿沢紀生・末吉勝久・出口幹雄・今井芳正・西村勇・藤田昌宏: (1967): 金沢周辺の地質; 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 16号, 119-125
- Fuji, Norio (1969a): Fossil spores and pollen grains from the Neogene deposits in Noto peninsula, Central Japan—I: A palynological study of the late Miocene Wokura Member; *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, 73, 1-25.
- Fuji, Norio (1969b): Fossil spores and pollen grains from the Neogene deposits in Noto peninsula, Central Japan—II: A palynological study of the Middle Miocene Yamatoda Member; *Trans. Proc.*

- Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, 74, 51—80
- Fuji, Norio (1969c): Fossil spores and pollen grains from the Neogene deposits in Noto peninsula, Central Japan—III: A palynological study of the Pliocene Oginoya and Late Miocene Hijirikawa Members; *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.* 76, 185—204
- Fuji, Norio (1972): Fossil spores and pollen grains from the Neogene deposits in Noto peninsula, Central Japan—IV: A palynological study of the late Miocene Tsukada Member; *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, 86, 295—318
- 藤 則雄 (1977): 能登半島七尾の地質; 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 25, 29—36
- 藤 則雄・橋本宏美 (1978): 能登半島新第三紀珪藻泥岩層の堆積環境; 金沢大学日本海域研究所報告, 10号, 53—102
- 藤 則雄・加納弘子 (1979): 石川県河北湖底第四紀末堆積物の花粉学的研究; 金沢大学日本海域研究所報告, 11号, 105—127
- 藤 則雄 (1980): 微化石; “化石鑑定のカギ” (小島郁生編); 朝倉書店, 200p.
- 藤 則雄・河合明博 (1982a): 能登半島中新世高屋植物化石層からの花粉化石, 一北陸新第三系の花粉学的研究 (1) —; 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 31号, 49—61
- 藤 則雄・河合明博 (1982b): 能登半島中新世法住寺層及び飯塚層からの花粉化石, 一北陸新第三系の花粉学的研究 (2) —; 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 31号, 63—99
- 藤 則雄・羽場敦子 (1983a): 能登新第三紀“鶴川植物化石群”からの大型植物化石, 一その発見の意義と古植生の検討—; 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 32号, 59—72
- 藤 則雄・河合明博 (1983b): 能登半島中新世鶴川植物化石群の花粉化石, 一北陸新第三系の花粉学的研究 (3) —; 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 32号, 73—83
- Ishida, Shiro (1970): The Noroshi Flora of Noto Peninsula, Central Japan; *Mem. Fac. Sci, Kyoto Univ. Ser. Geol. Miner.*, 37, 1, 1—59
- 紘野義夫 (1977): 石川県の環境地質; 石川県, 128p.
- 里見信生 (1975): 石川県の植生; 石川県林業試験場, 139p.
- 嶋倉巳三郎 (1973): 日本植物の花粉形態; 大市立自然史博物館資料目録, 5
- 杉本幹博 (1981): 金沢市犀川流域の砂子坂層—北陸第三系の砂子坂層の研究—; 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 29号, 15—21
- 多賀みより・藤 則雄 (1987): 能登七尾・能登島の新第三系の花粉学的研究—北陸新第三系の花粉学的研究 (4) —; 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 36号, 35—56