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)

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: 多賀, みより, 藤, 則雄
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/20561

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)——

多賀みより**・藤　則雄***

Palynological Investigation of the Upper Neogene System in Nanao and Notojima Areas, Noto Peninsula, Central Japan*

——Palynological Investigation of the Neogene System in the Hokuriku Region, Central Japan (4)——

Miyori TAGA** and Norio FUJI***

Abstract

The Neogene system of the central part of Noto Peninsula 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 middle to late Miocene and Pliocene on the basis of the pollen assemblages from the Miocene Hamada mudstone, Suso siltstone, Wakura diatomaceous mudstone, Kôda diatomaceous mudstone, Futa'ana diatomaceous mudstone members, and the Pliocene Nozaki siltstone and Enome hard siltstone members which are distributed widely in the Nanao and Notojima areas of the central part of Noto Peninsula.

On the basis of the present pollen analyses, the pollen stratigraphy of the Notojima area is mainly divided into four pollen zones such as No-d, No-c, No-b, and No-a in ascending order. The vegetational and climatic conditions at the times of these pollen zones are summarized as follows:

No-a : Enome member ; *Pinus diploxylon*-type-*Lepidobalanus* ; mild to cool

No-b : Nozaki member ; *Pinus diploxylon*-type-*Keteleeria*-*Abies*-*Tsuga* ; slightly warm to mild

No-c : Futa'ana member and the upper part of Kôda member ; *Pinus diploxylon*-type-*Keteleeria*

* : 昭和61年9月12日受理, Received on Sept. 12th., 1986 ; Contribution from the Department of Earth Sciences, Kanazawa University, No. 223.

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

*** : 金沢大学総合大学院博士課程物質科学専攻自然計測講座 : Department of Natural Sciences for Environment, Division of Science for Structural Matter, Graduate School, Kanazawa University ; Marunouchi, Kanazawa 920, Japan.

-*Lepidobalanus* ; mild

No-d : Kôda member ; *Pinus diploxylon*-type-*Lepidobalanus*-*Keteleeria*-*Cyclobalanopsis* ; warm to slightly warm

The pollen stratigraphy of the Nanao area is mainly divided into four pollen zones such as Na-j, Na-i, Na-h, and Na-g in ascending order. The vegetational and climatic conditions during the middle to late Miocene in this area are inferred as follows:

Na-g : Wakura member ; *Pinus diploxylon*-type-*Lepidobalanus*-*Cyclobalanopsis*-*Abies* ; slightly warm

Na-h : the upper part of Hamada member ; *Pinus diploxylon*-type-*Lepidobalanus*-*Abies*-*Castanea* ; mild to slightly warm

Na-i : the middle and lower parts of Hamada member ; *Pinus diploxylon*-type-*Lepidobalanus*-*Podocarpus* ; warm

Na-j : the lowermost part of Hamada member ; *Pinus diploxylon*-type-*Lepidobalanus*-*Podocarpus*-*Castanea* ; slightly warm to mild

In additional palaeotopographic condition, it is inferred that these sedimentary basins of the Neogene system above-mentioned were surrounded perhaps by mountainous areas 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

石川県には，新第三紀の各時期の珪藻泥岩・泥岩・及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・古植物層序，及び古気候変遷を明らかにする基礎的研究とするために，金沢大学大学院教育学研究科理科教育専攻の課題研究の一部として北陸，特に石川県における新植代の花粉学的研究を行なった。この論文では，その後に得られた新知見をも併せて，主として，能登半島中央域の研究成果を報告する。

この研究をまとめるにあたっては，金沢大学の高山俊昭教授，加藤道雄助教授にいろいろの情報等について御教示をいただいた。ここに深く感謝の意を表する。

I　地形概要

本研究の対象地域は，能登半島中央部の鹿島郡田鶴浜町西部，七尾市和倉，及び能登島町東部である。

田鶴浜町西部は，緩やかな丘陵地帯を形成しており，深見川，大津川が七尾西湾に注いでおり，この川の流域には小規模な低地が発達している。

和倉は，七尾市北西部に属し，更新世の海成段丘を主とする丘陵～低山域が平均50m で，海岸沿いに発達している。

能登島は，七尾湾に浮かぶ東西約14km，南北約 7 km の島で，この島の東部は主として浸食低山と海成段丘よりなり，その海抜高度は約50 m，断面でみると，卓状の地形を呈し，段丘は，各所で深く刻み込まれ，溺谷状の支谷がよく発達している。

II　地質概要

本地域は，新第三紀中新世～鮮新世の各種火

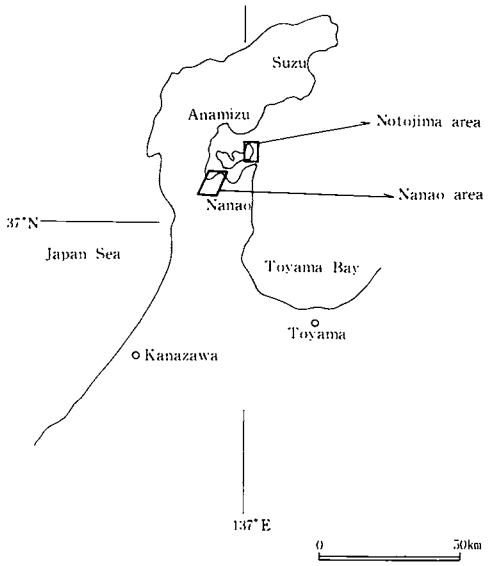

Fig. 1. Localities showing the studied areas.

山岩，及び堆積岩と第四紀更新世，及び完新世の堆積物からなる。これら各調査地域の上部第三系と第四系の分布と層序関係は，次のとおりである。

能登島東部の上部第三系は，下位より中新世の須曽シルト岩層，海緑石砂岩薄層，向田珪藻泥岩層，鮮新世の二穴シルト岩・珪藻泥岩互層，野崎シルト岩・泥岩互層，鰯目(えのめ)硬質シルト岩層よりなる。第四系は，数段の平坦面と海成段丘，及び完新統よりなる。

須曽シルト岩層は，上位，下位の地層とも整合関係を示し，概して大型化石に乏しい。

海緑石砂岩薄層は，層厚1～2mの薄層である。

向田珪藻泥岩層は，上位，下位の地層とも整合関係で，七尾北湾及び南湾に面した丘陵地に広く分布する。岩質は，均質の黄褐～灰緑青色の泥岩よりなり和倉珪藻泥岩層同様，豊富な微化石，特に珪藻化石を含む。

二穴シルト岩・珪藻泥岩互層は，二穴～日出

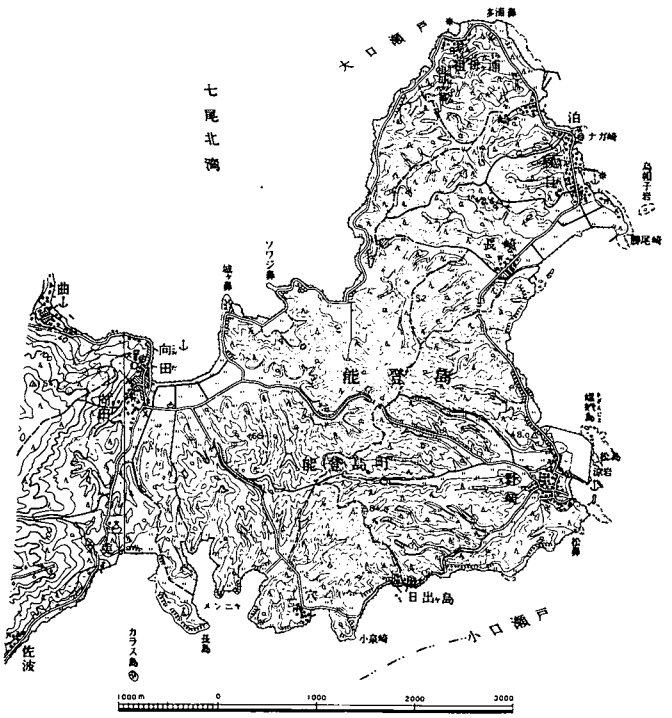

Fig. 2-a. Topographic map of the eastern part of Notojima area, Noto Peninsula, Central Japan.

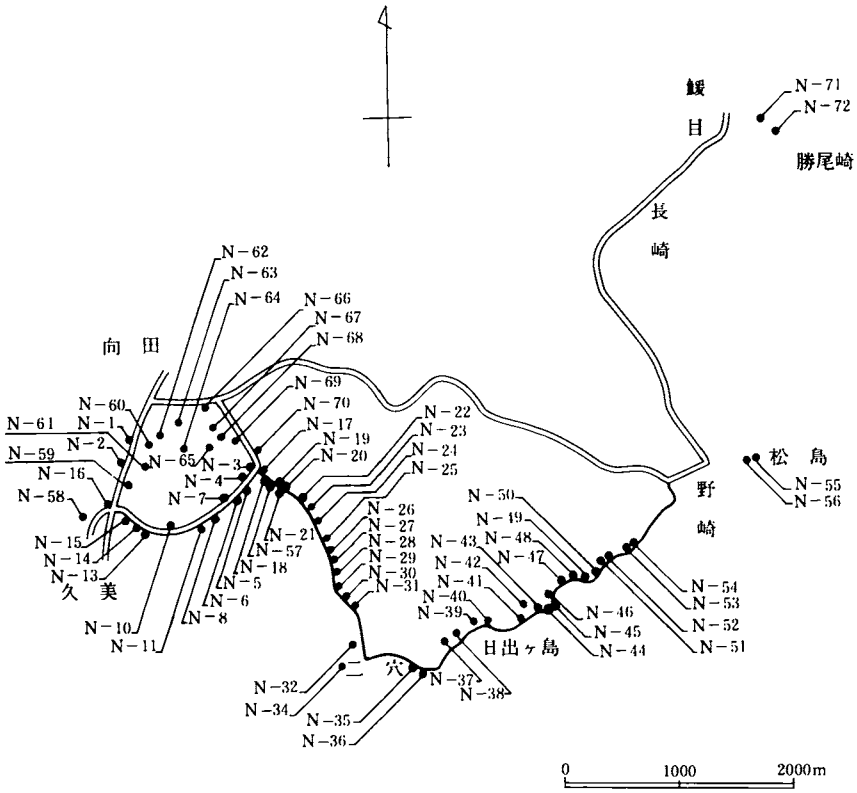

Fig. 2-b. Sampling sites of the Suso, Kōda, Futa'ana, Nozaki and Enome members distributed in the eastern part of Notojima area.

ケ島～東島隧道を経て向田と祖母ケ浦との中間の海岸にかけてほぼ南北方向に広く分布し，上位の野崎シルト岩・泥岩互層に漸移する。また，ノジュールを夾在し，微化石を含む。

野崎シルト岩・泥岩互層は，日出ケ島東側から野崎・八ケ崎，及び，祖母ケ浦に至る海岸，及び低山・丘陵地に分布する。上位の地層とは整合で，上部のシルト岩質の部分から大型貝化石を産出する。

鰀目硬質シルト岩層は，能登島東端野崎の松島，さざえ島，鰀目の勝尾崎周辺に限り分布する。亀甲状の小割目が層理面によく発達し，二枚貝・巻貝の化石を多産する（藤　則雄，1982）。

七尾地区の上部第三系は，下位より中新世前期の穴水累層，荒屋礫岩層・草木互層・山戸田泥岩層（この三層は，同時異相），中新世中期頃の浜田泥岩層・赤浦砂岩層・堀松砂岩層（この三層も同時異相），中新後期の笠師保泥岩層・和倉珪藻泥岩層（この基底には，海緑石砂岩薄層）が累積し，その上位には小島シルト岩層が，局所的に分布している。第四系は丘陵を形成し，更新世の海成段丘，及び完新統よりなる（藤，1977）。

本調査地域の和倉には，均質無層理の和倉珪藻泥岩層が分布している。下位の赤浦砂岩層とは，海緑石砂岩薄層を介して整合関係にある。また，赤崎シルト岩層とも整合関係をなしている。化石としては，微化石が豊富に検出される（藤　則雄，1977）。

田鶴浜町西部には，中新世中期の均質・塊状の浜田泥岩層が分布する。この層の下位には，不整合で穴水累層があり，また，浜田層の上限

近くには，2枚の凝灰岩薄層をはさみ，上位の笠師保泥岩層により整合に覆われている（紺野義夫，1977）。

III　花粉学的研究

1．試料採集及び分析処理

本研究では，能登島町東部，田鶴浜町西部，七尾市和倉に分布する珪藻泥岩，泥岩，シルト岩より試料を採集した。試料採集の地点は，Fig. 2, 3, 4 に，またそれら試料の地質層準は Fig. 5 にそれぞれ示してある。

能登島地区では，能登島町役場のやや北方をほぼ東西に通る断層をはさんで，その北側のルートとその南側のルートとの2つのルートに分けて，試料を採集した。断層をはさんで北側のルートを向田～鰕目ルートとし，南側のルートを役場～野崎ルートとした。向田～鰕目ルートから18試料を，役場～野崎ルートからは，43試料をそれぞれ採集した。

七尾地区では，田鶴浜町大津から能登海浜道路徳田大津インターチェンジに向かう田鶴浜～堀松線沿いで，浜田層より11試料を採集した。また，和倉からは8試料を採集した。

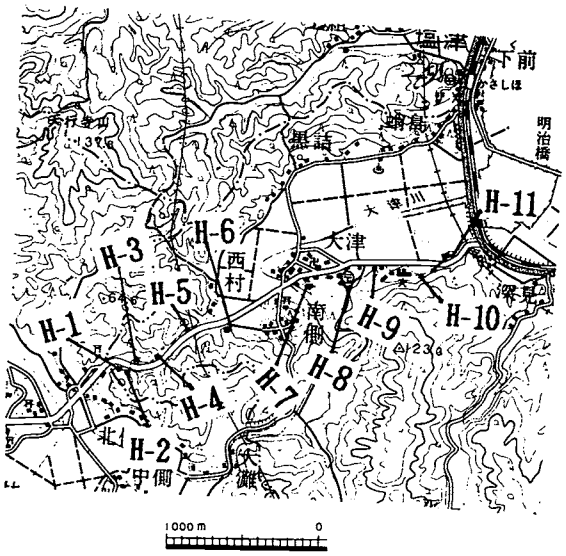

Fig. 3.　Sampling sites of the Hamada member distributed in the Nanao area, Noto Peninsula, Central Japan.

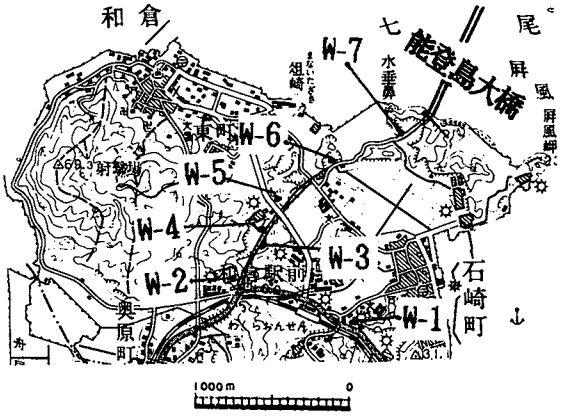

Fig. 4.　Sampling sites of the Wakura member distributed at Wakura, Nanao area, Noto Peninsula, Central Japan.

試料の採集にあたっては，既報の地質図やその説明書を基にして，それぞれの地質構造，地層の露出状況及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300～500 g）を採集した。

花粉分析の処理方法は，Iversen & Faegri (1954) の10% NaOH－HF Acetolysis 法を一部改良した法によった。

2．古植生・古気候解析の方法

(a)　現植生と現土壌からの花粉組成との比較

現土壌に含まれてい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，現植生と現土壌表面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もので，松の花粉が試料中の花粉の50%を占めているからといって，その当時の森林でも50%の松林に覆われているとは限らない。従って，気候解析をする際には，現植生を反映する表層土壌内における花粉の割合と現植生との関係を基準とし，且つ日本列島各気候帯から採集した現世花

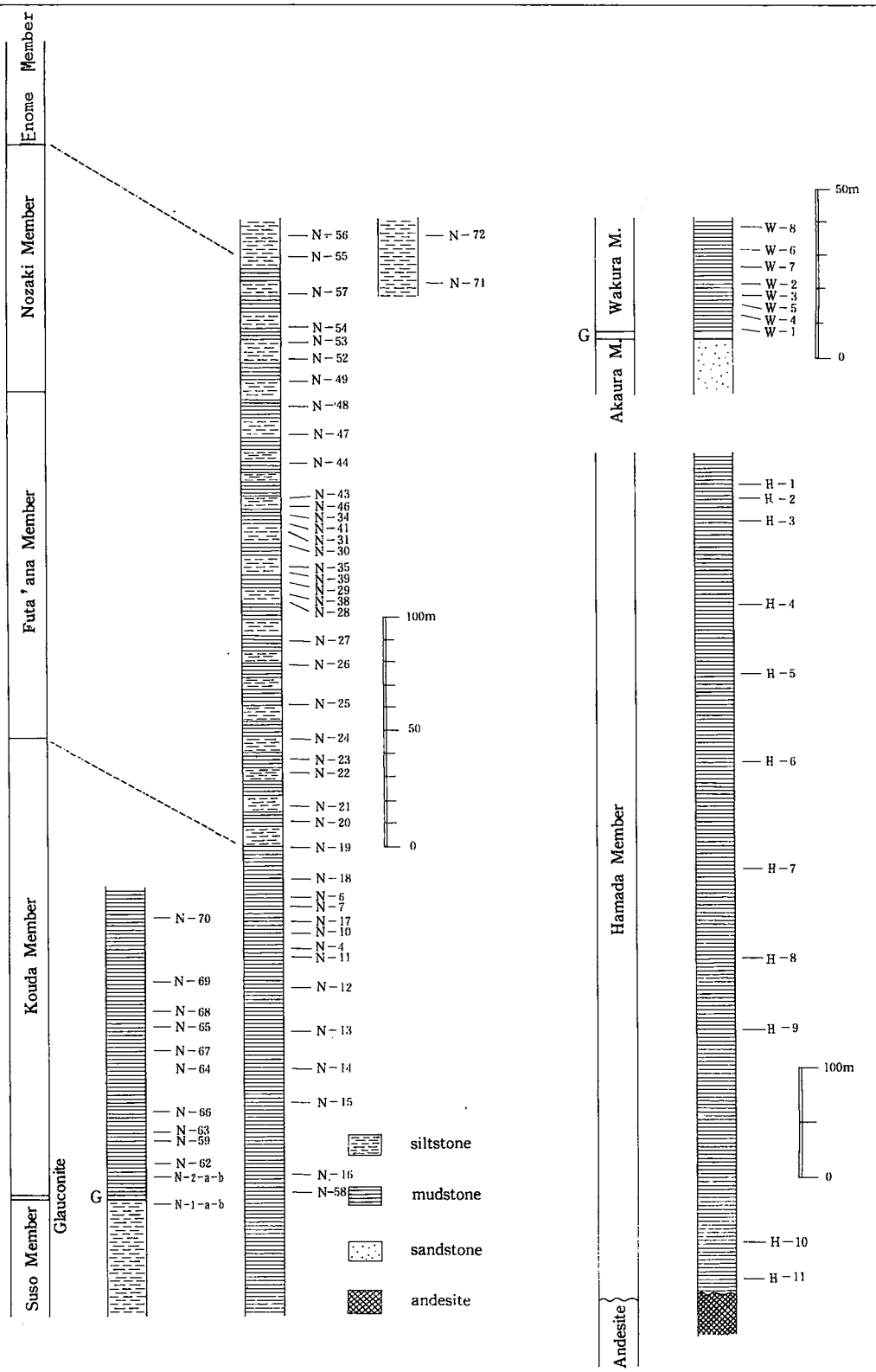

Fig. 5. The schematic columnar sections and sampling horizons in the Notojima and Nanao areas, Noto Peninsula, Central Japan.

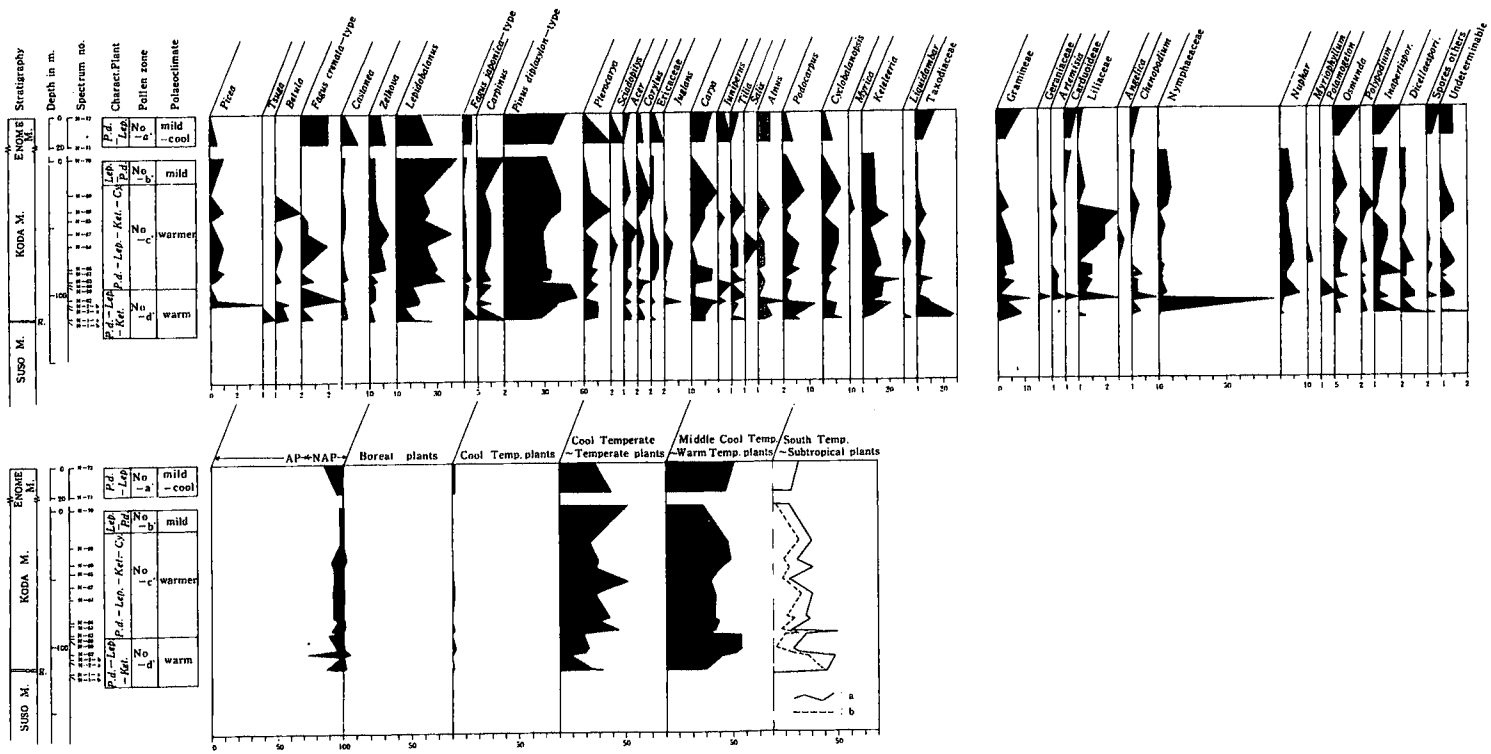

Fig. 8. Pollen diagrams from the Suso, Kôda and Enome members in the eastern and central parts of Notojima area, and summary diagram based on their palynological results. In "*Charact. Plant*" of Figs. 7~10, *P. d.*, *Lep.*, *Ket.*, and *Ab.* indicate *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Keteleeria*, and *Abies* respectively.

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。

(b) 各植物の温量指数に基づく grouping

花粉ダイヤグラム中の要約図 summary diagram は，温量指数 warmth index に基づいて分類したものであるが，温量指数は，月平均気温 5℃以下の月を除く他の月の平均気温から 5℃を引いて残った値をすべて加算した。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。各々の植物に生育可能な温量指数の範囲があり，各々の植物，なかんづ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，Subpolar group, Cool Temperate～Temperate group, Coll Temperate～Temperate group, middle Cool Temperate～Warm Temperate group, 及び Warm Temperate～Subtropic group の 5 つの group にし，これら各 group の頻度と他 group との相互関係に基づいて，古植生と古気候を考察するという手法である。

3．分析結果

1）主な属・科の変化

(a) 能登島地区：役場～野崎ルート

全体を通じて最も多産するのは，*Pinus diploxylon-type* (25～60%) で，次いで *Keteleeria* (2～38%) deciduous *Quercus* (*Lepidobalanus*, 0.5～40%) などが多い。暖温帯系要素としての *Keteleeria* は，下部～中部層準にかけて増加しているが，上部層準では，10%程に減少している。evergreen *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) は，下部層準から産出 (2～30%) するが，上部層準では，ほとんど産出しない。他方，寒冷系の要素では，*Abies* が中部～上部層準で 2～11%，*Tsuga* が上部層準で 0～7%となり，総じて上部層準では，寒冷系要素が高率である。また，*Pinus diploxylon*-type が全層準を通じて高率であるが，特に上部層準では，50～70%を示す。

(b) 能登島地区：向田～鰹目(えのめ)ルート

各試料とも *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus* が高率を示している。evergreen *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) や *Keteleeria* がこれに次ぐ。須曽層では，特に Taxodiaceae の高率 (25～27%) が特徴的である。向田層では，下部層準で *Pinus diploxylon*-type が *Lepidobalanus* を上まわる率を示すが，上部層準では，*Lepidobalanus* が *Pinus diploxylon*-type を上まわっている。寒冷系要素は，この層全体を通して低率である。上部層準では，Cool Temperate～Temperate plants が高率となっている。鰹目層では，試料数は少ないが，*Pinus diploxylon*-type 及び *Lepidobalanus* が高率である。また，*Fagus crenata*-type が 2%認められる。

(c) 七尾地区：田鶴浜町西部ルート

各層準とも *Pinus diploxylon*-type (42～67%)，*Lepidobalanus* (8～22%) が高率を占める。これらは，負の相関関係を示す。evergreen *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) がこれに次ぎ，3～11%を示す。Cool Temperate～Temperate plants は，上部で高率(21～27%)を示す。暖温帯系の植物として高率を示すのは，*Podocarpus* で，下部～上部層準で，約10%を示し，最上部で 4%を示している。

(d) 七尾地区：和倉ルート

各層準とも *Pinus diploxylon*-type (30～54%) *Lepidobalanus* (12～38%) が高率を示すが，この二つは，田鶴浜町西部，浜田層の結果と同様に負の相関関係を示す。次いで，暖温帯系の evergreen *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) が 6～13%を示す。他方，寒冷系は，*Abies* (0.5～5%) *Picea* (0～6%)，*Tsuga* (0～2%)，*Fagus crenata*-type (0～1%) と低率ながら，ほぼ全層に認められる。また，同様に低率ながらも，*Zelkova* (0～2%) や *Castanea* (0.5～2%) もほぼ全層準に認められる。

2）温量指数に基づく各 group の変化

(a) 能登島地区：役場～野崎ルート

① 亜寒帯性植物の変化

Abies 及び *Picea* に支配された変化を示す。下部層準（向田層相当）では，全体を通じて低率で0.5～3%を示す。中部層準（二穴層相当）では，N—25より下位層準で，1～4%と低率であるが，N—28～N—25では，高率で，N—28で19%を示す。N—28～N—41までは，約10%，N—41では，16%と比較的高率である。上部層準（野崎層相当）では，全層準にわたって 6～13%を示し，これも比較的高率である。最上部層準（鰹目層相当）では，試料数が少ないが，0～10%を示す。

② 冷温帯性植物の変化

Fagus crenata-type の影響を受けているが，全層準を通じて低率で，0～4％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。下部層準（向田層相当）では，高率で24～48％を示している。中部層準（二穴層相当）では，N—23で一度ピークがあり，40％と高率を示すが，全体としては，10％程度認められる。上部層準（野崎層相当）では，全層準を通して，6～8％であるが，N—49で14％認められる。最上部層準では，高率で，9～28％認められる。

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。冷温帯～温帯性植物の変化とは負の相関関係を示す。この気候区域の植物は，全層準を通して高率である。下部層準（向田層相当）～中部層準（二穴層中部）にかけては，32～58％認められるが，中部層準（二穴層上部）N—28から上部層準（野崎層・鰹目層相当）にかけては，特に高率で43～65％認められる。

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。下部層準（向田層相当）では10～30％を示しているが，中部層準（二穴層相当）では，特に *Keteleeria* の影響を受け高率で，20～50％認められるが，*Keteleeria* 以外の暖温帯～亜熱

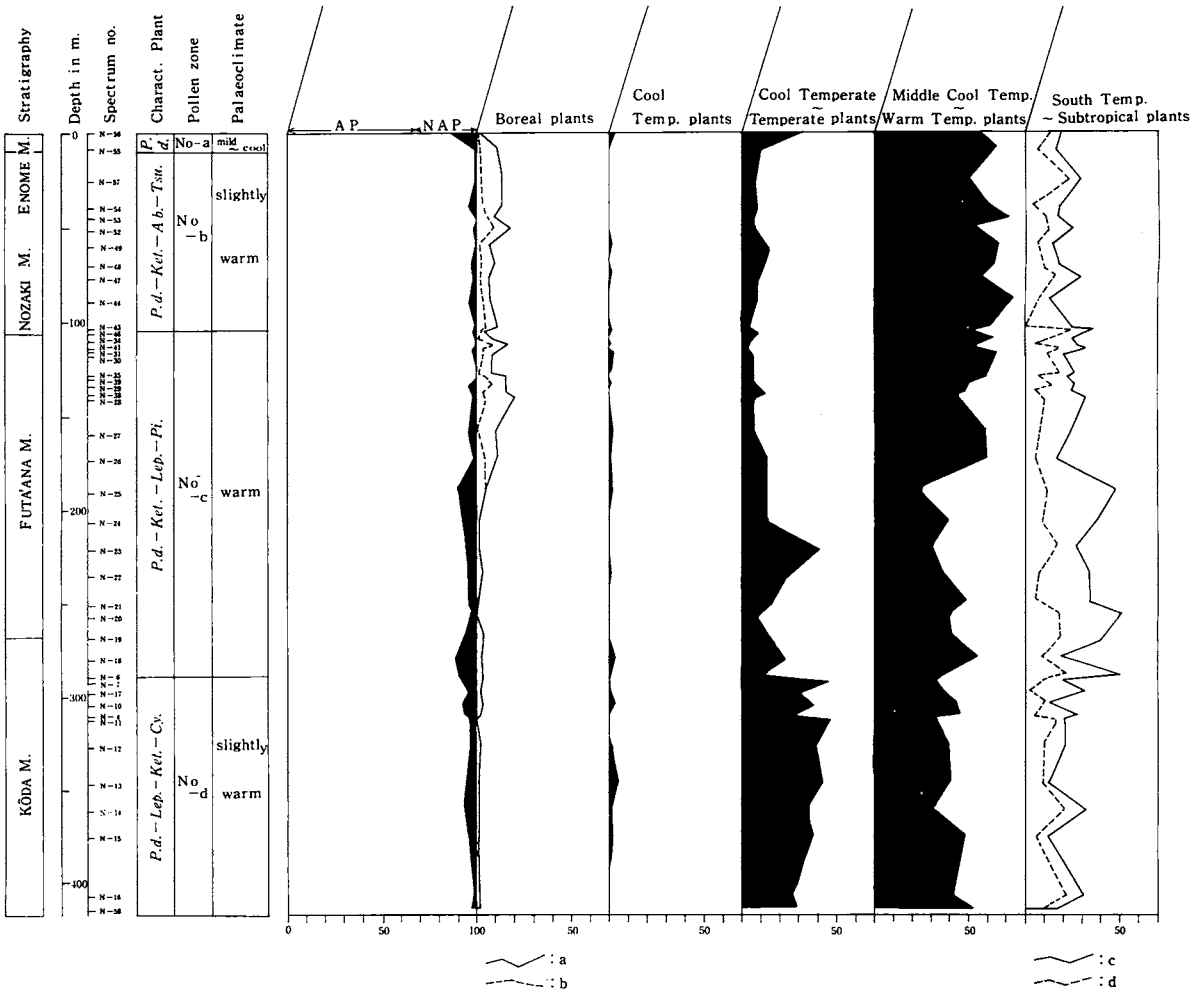

Fig. 7. Summary diagram of the palynological study in the eastern part of Notojima area.
a : except for *Abies*. d : except for *Keteleeria*.

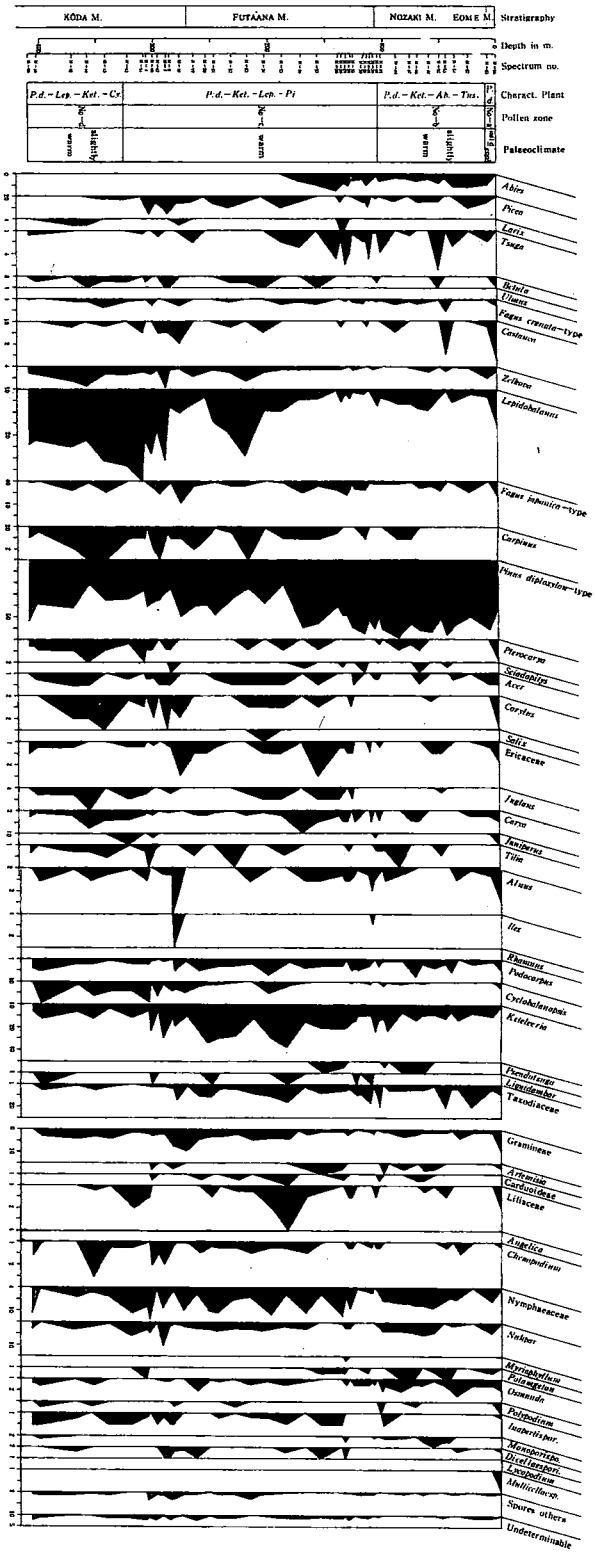

Fig. 6. Pollen diagrams from the Kōda, Futaāna, Nozaki and Eomi members in the eastern part of Notojima area.

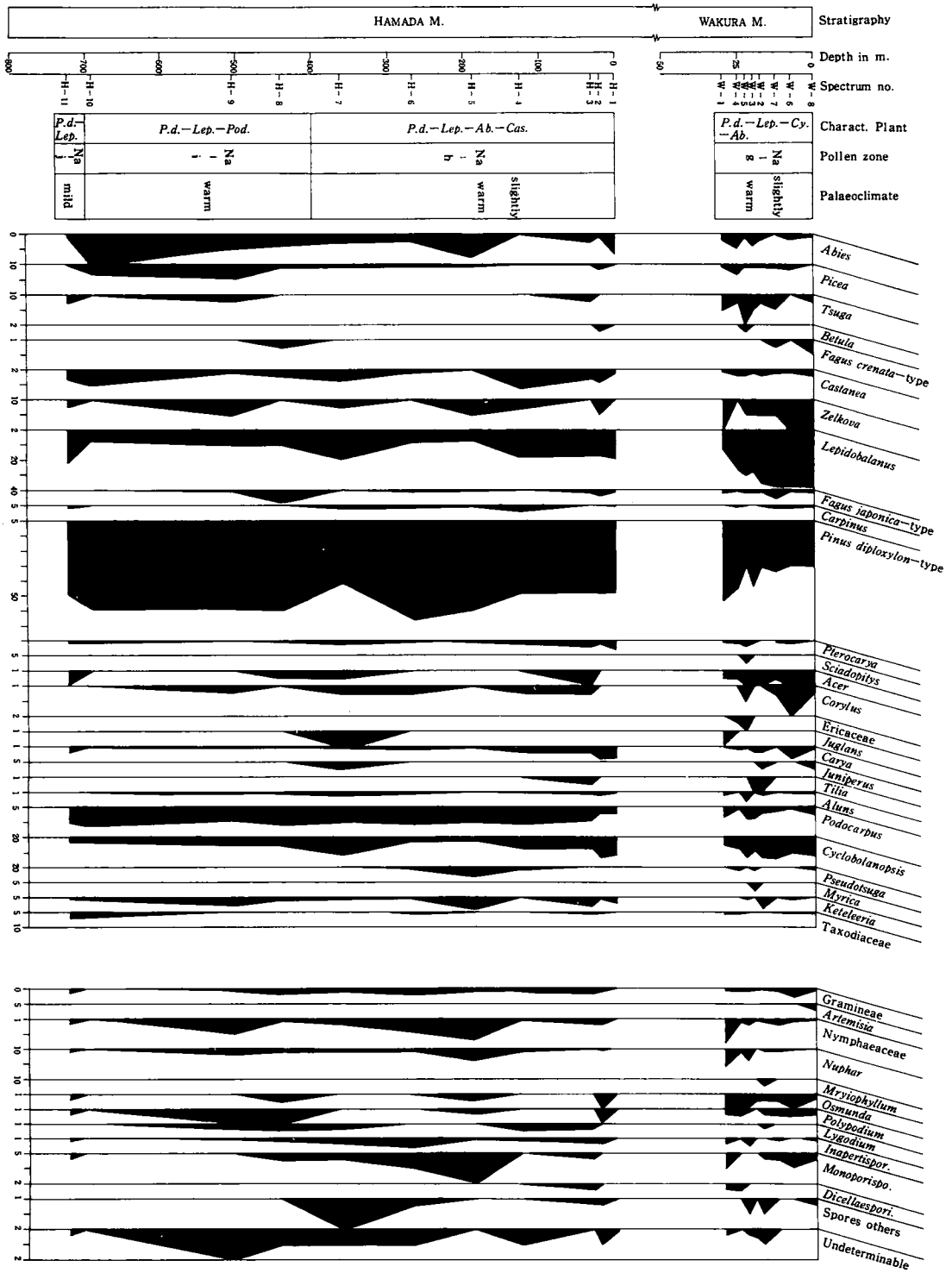

Fig. 9. Pollen diagrams from the Hamada and Wakura members in the Nanao area.

帯性植物でみると下部層準より低率で10%程である。上部層準（野崎・鰹目層相当）は，全層を通じて一番低率で16～29%認められる。また，*Keteleeria* 以外のものでみるとこの層準も中部層準同様10%程度認められる。

(b)　能登島地区：向田～鰹目ルート

①　亜寒帯性植物の変化

全層準を通して低率で，0～3%を示す。

②　冷温帯性植物の変化

亜寒帯性植物同様，全層準を通して低率で0～2%を示す。

③　冷温帯～温帯性植物の変化

全層準を通して *Lepidobalanus* の強い影響を受けている。須曽層に属するN－1－bで33%，向田層のN－63で46%，N－67で53%，N－70で52%を示すほかは

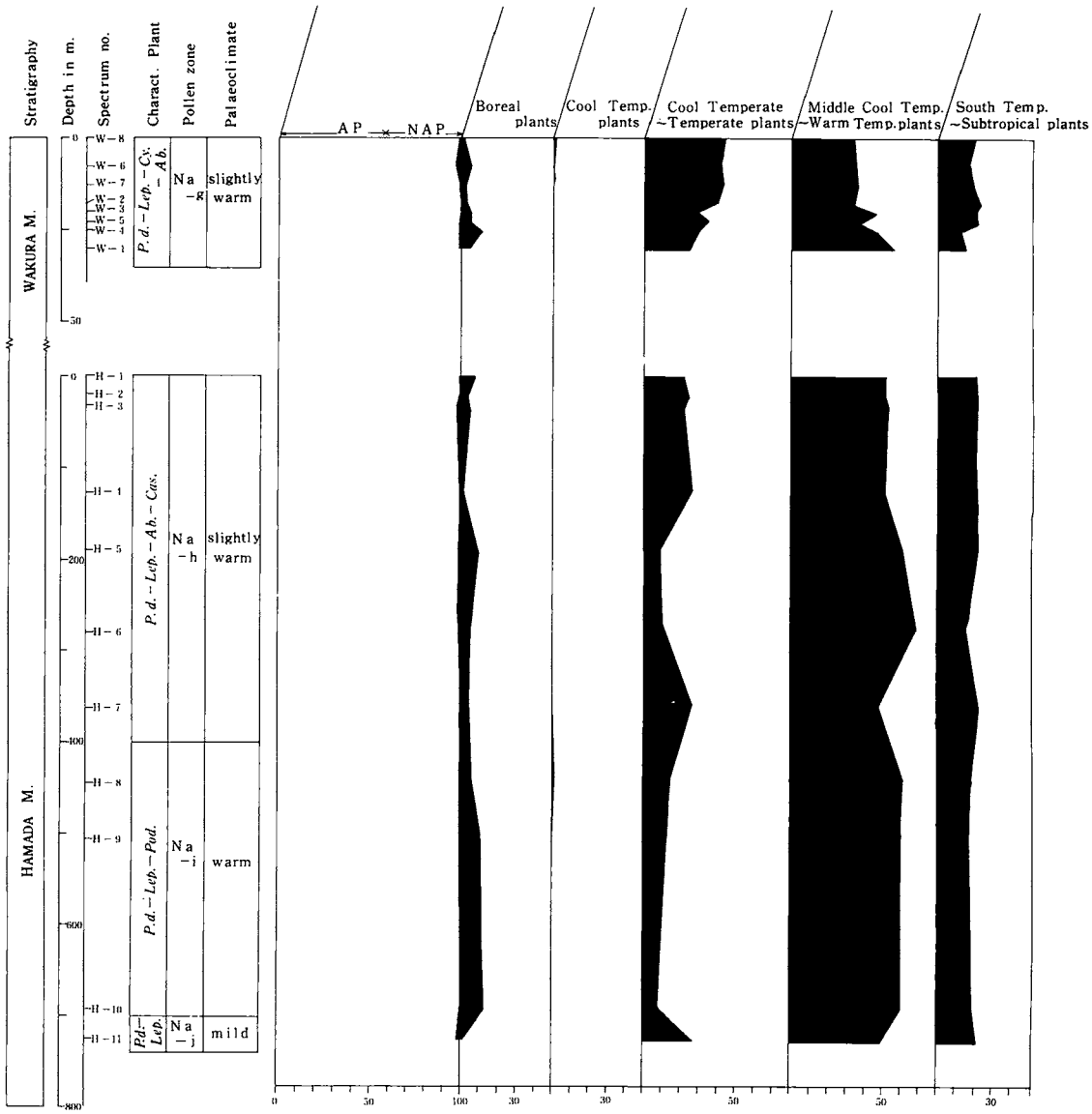

Fig. 10. Summary diagram of the palynological study in the Nanao area.

20～30%認められる。鰻目層では，27～39%を示す。

④　冷温中部～暖温帯性植物の変化

Pinus diploxylon-typeの強い影響を受けている。向田層のN－62～N－59にかけて57%認められ，他は，26～45%を示す。鰻目層では，45～51%認められる。

⑤　暖温帯～亜熱帯性植物の変化

*Keteleeria*及びTaxodiaceaeの影響を受けた変化を示す。須曽層のN－1－bで43%，向田層のN－2－aで48%，N－60で47%を示す他は，概して，15～30%を示す。鰻目層では，15～20%を示す。

なお，花粉ダイアグラムにおいて亜寒帯性植物boreal conifersの点線は，*Abies*を除いてある。同様に，暖温帯～亜熱帯性植物Warm Temp～Subtropic.の点線は，*Keteleeria*を除いてある。

(c)　七尾地区：田鶴浜西部ルート

①　亜寒帯性植物の変化については，H－10で13%を示し，以浅にかけて漸減する。H－5で9%認められ，他は1～4%を示す。このような変化は，*Abies*に影響されているところが大きい。

②　冷温帯性植物の変化

全層準を通してほとんど認められず，H－8で0.5%認められるのみである。

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。H－11で30%，H－7で26%のピークを示す他は，9～12%認められる。H－4にかけて増加し，H－1まで21～27%認められる。

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示す。冷温帯～温帯性植物の変化とは，負の相関関係を示す。H－7で48%を示す他は，すべての層準にわたって50～61%の高率を示す。

⑤　暖温帯～亜熱帯性植物の変化

*Podocarpus*とevergreen *Quercus* (*Cyclobalanopsis*)の影響を受けた変化を示す。全層準にわたってあまり変化はなく，14～22%を示す。

(d)　七尾地区：和倉ルート

①　亜寒帯性植物の変化

*Abies*と*Picea*に影響を受けた変化を示す。W－4で11%を示す他は，1～5%を示す。

②　冷温帯性植物の変化

全層準を通じてほとんど認められず，W－7とW－8で0.5%認められるのみである。

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。全層準にわたって26%から44%へ漸増傾向を示しているが，W－5で29%と一時落ち込む。

④　冷温帯中部～暖温帯性植物の変化

W－1で56%を示し，以浅で減少するが，W－3にかけて増加し，47%を示す。W－2～W－8にかけては，34～30%を示す。

⑤　暖温帯～亜熱帯性植物の変化

*Podocarpus*とevergreen *Quercus* (*Cyclobalanopsis*)の影響を受けた変化を示す。W－4で11%を示す他は，17～21%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属の頻度に基づいて分帯を行ない，さらに各時期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として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は，図5（Fuji, 1976)の例に示すようである。北陸については，例えば，石川県河北潟底堆積物の現在のサンプル（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，これを「温和（mild)」とし，過去の気候の寒暖の基準とした。それより冷涼・寒冷系の植物の頻度が高率である場合は，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少なく，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，及びより温暖warmerと表現した。

以下に層準の下位より順に，各地域のルートごとに植生変化と気候変化に焦点を合わせて解析した。

なお，地質時代は，既報の報告書(紿野義夫，1977）によった。

(a)　能登島地区：役場～野崎ルート

鰻目層・野崎層・二穴層・向田層からの各試料の花粉構成に基づいて分帯を行うと，下部よ

り，No-d, No-c, No-b, 及び No-a の4つの花粉帯に細分できる。それぞれの花粉帯について下位より順に記す。

① No-d 花粉帯（N—58, —16, —14, —13, —12, —11, —4, —10, —17, 及び—7, 向田層，中新世後期）

主な構成要素は，*Pinus diploxylon*-type 及び *Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物及び冷温帯性植物は，低率である。また，冷温帯～温帯性植物は，4つの花粉帯では，最も高い頻度を示している。冷温帯中部～暖温帯性植物は，4つの花粉帯を比較すると，低率である。暖温帯～亜熱帯性植物は，15～30%を示す。これらのことから，この時期の気候は，やや温暖であった，といえる。

② No-c 花粉帯（N—6, —18, —19, —20, —21, —22, —23, —24, —25, —26, —27, —28, —38, —29, —39, —35, —30, —31, —41, —34, 及び—36, 向田層最上部，二穴層，中新世後期～鮮新世）

主な構成要素は，*Pinus diploxylon*-type 及び *Keteleeria* である。亜寒帯性植物は，深度が浅くなるに従い増加している。冷温帯性植物は低率である。冷温帯～温帯性植物は，No-d 花粉帯よりも減少している。冷温帯中部～暖温帯性植物は，No-d 花粉帯よりも下部で減少し，上部で増加している。暖温帯～亜熱帯性植物は，*Keteleeria* の影響でかなり増加している。*Keteleeria* 以外の暖温帯～亜熱帯性植物は，No-d 花粉帯よりもむしろ減少している。

つまり，冷温帯～温帯性植物の減少と暖温帯～亜熱帯性植物の増加によりこの時期は，温暖であった，といえる。

③ No-b 花粉帯（N—43, —44, —47, —48, —49, —52, —53, —55, 及び—57, 野崎層，鮮新世後期）

主な構成要素は，No-c 花粉帯同様，*Pinus diploxylon*-type 及び *Keteleeria* である。亜寒帯性植物は，6～17%を示し，No-c 花粉帯上部とほぼ同じ頻度である。冷温帯～温帯性植物も No-c 花粉帯上部同様，低率である。冷温帯中部～暖温帯性植物は，No-c 花粉帯よりも増加しており，暖温帯～亜熱帯性植物は，*Keteleeria* の減少の影響を受け，No-c 花粉帯よりも減少し，No-d 花粉帯とほぼ同じか，やや低い値を示している。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。

④ No-a 花粉帯（N—55, 及び—56, 鰺目層，鮮新世後期）

主な構成要素は，*Pinus diploxylon*-type 及び *Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物は，1～10%を示し，冷温帯性植物よりも少ないながら認められる。冷温帯～温帯性植物は，*Lepidobalanus* の影響で増加し，No-b 花粉帯よりも高率を示す。冷温帯中部～暖温帯性植物は，No-b 花粉帯とほぼ同率である。暖温帯～亜熱帯性植物は，No-b 花粉帯よりもやや減少している。これらのことから，この時期は，冷涼～温和であった，といえる。

(b) 能登島地区：向田～鰺目ルート

下部より No-d′, No-c′, No-b′, No-a′ の4つの花粉帯に細分できる。それぞれの花粉帯について下位より順に記す。

① No-d′ 花粉帯（N—1—b, —1—a, —2—a, —2—b, —62, 及び—59, 須曽層，向田層下部，中新世後期）

主な構成要素は，*Pinus diploxylon*-type 及び *Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物及び冷温帯性植物は，低率ながら認められる。冷温帯～温帯性植物は，下部で24～33%を示すが，上部では減少する。冷温帯中部～暖温帯性植物は，下部では，No-b′ 花粉帯とほぼ同じ値を示し，比較的低率であるが，上部では，4つの花粉帯中で一番高い値を示す。これらのことから，この時期は，温暖であった，といえる。

② No-c′ 花粉帯（N—60, —63, —61, —66, —64, —67, —65, —68, 及び—69, 向田層中部，中新世後期）

主な構成要素は，*Pinus diploxylon*-type 及び *Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物及び冷温

帯性植物は，No-d′ 花粉帯同様，低率ながら認められる。冷温帯～温帯性植物は，No-d′ 花粉帯下部と同じ位の頻度である。冷温帯中部～暖温帯性植物は，No-d′ 花粉帯上部よりも頻度が低下しているが，No-d′ 花粉帯下部よりも高率である。暖温帯～亜熱帯性植物の頻度は，No-d′ 花粉帯同様 *Keteleeria* の影響を受け，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 No-b′ 花粉帯（N—70，向田層上部，中新世後期）

主な構成要素は，*Pinus diploxylon*-type 及び *Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物及び冷温帯性植物は低率である。冷温帯～温帯性植物は，No-c′ 花粉帯よりも増加している。冷温帯中部～暖温帯性植物は，No-c′ 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。

④ No-a′ 花粉帯（N—71，及び—72，鰺目層，鮮新世後期）

主な構成要素は，*Pinus diploxylon*-type 及び *Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物及び冷温帯性植物は，低率ながら認められる。冷温帯～温帯性植物は，25～30%位を示し，冷温帯中部～暖温帯性植物は，45～50%位を示す。また，暖温帯～亜熱帯性植物は，15～20%を示し，No-a 花粉帯とほぼ同じ頻度である。これらのことから，この時期は，冷涼～温和であった，といえる。

従来の研究（藤，1982，紬野，1977）によると，向田層が堆積した時代は中新世後期とされていたが，最近の化石石灰質ナンノプランクトンの研究（高山俊昭の未公表資料）では，向田層よりも下位に位置する須曽層の時代が鮮新世前期の可能性のあるらしいという結果がある。

また，向田層と二穴層よりも上位に位置する野崎層は，七尾岬山地区の崎山層に相当する。崎山層の時代は，高山俊昭らによると鮮新世後期という結果（高山俊昭ら未公表資料）になっている。

従って，能登島地区の須曽層と向田層は，既述のように，中新世後期ではなく，二穴層及び野崎層と共に，これら4層は，鮮新世前期から後期にかけて堆積した可能性があるということになる。

(c) 七尾地区

七尾地区では，和倉層，浜田層の各試料からの花粉構成に基づいて分帯を行うと下位より Na-j, Na-i, Na-h, 及び Na-g 花粉帯に細分できる。それぞれの花粉帯について下位より順に記す。

① Na-j 花粉帯（H—11，浜田層最下部，中新世中～後期）

主な構成要素は，*Pinus diploxylon*-type，及び *Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物は，2～10%位を示す。冷温帯性植物は認められない。冷温帯～温帯性植物は，この花粉帯上部にかけて減少し，これに対して，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。また，暖温帯～亜熱帯性植物は，20%位を示す。これらのことから，この時期は，温和であった，といえる。

② Na-i 花粉帯（H—10，—9，及び—8，浜田層下部～中部，中新世中～後期）

主な構成要素は，*Pinus diploxylon*-type 及び *Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物は，10%位を示す。冷温帯性植物は，低率である。冷温帯～温帯性植物は，Na-j 花粉帯よりも低率を示し，冷温帯中部～暖温帯性植物は，Na-j 花粉帯よりも高率を示す。暖温帯～亜熱帯性植物は，Na-j 花粉帯とほぼ同率を示す。これらのことから，この時期は，温暖であった，といえる。

③ Na-h 花粉帯（H—7，—6，—5，—4，—3，—2，及び—1，浜田層上部，中新世中～後期）

この時期の主な構成要素は，*Pinus diploxylon*-type 及び *Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物は，Na-i 花粉帯とほぼ同率である。冷温帯性植物は認められない。冷温帯～温帯性植物は，一部 Na-i 花粉帯と同率であるが，Na-i 花粉帯よりも増加している。冷温帯中部～暖温帯性植

物は，Na-i 花粉帯とほぼ同じ頻度か，または，それより低い頻度を示す。暖温帯～亜熱帯性植物は，Na-i 花粉帯とほぼ同じ頻度である。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。

④　Na-g 花粉帯(W－1，－4，－5，－3，－2，－7，－6，及び－8，和倉層，中新世後期)

和倉層の堆積時代は，従来中新世後期とされていたが，能登島地区の向田層に相当することから鮮新世になる可能性がある。この時期は，Na-h 花粉帯同様に主な構成要素は，*Pinus diploxylon*-type 及び *Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物は，Na-h 花粉帯とほぼ同じ頻度である。冷温帯性植物は，低率である。冷温帯～温帯性植物は，25～43%を示し，深度が浅くなるに従い頻度が高くなっている。冷温帯中部～暖温帯性植物は，深度が浅くなるに従って減少しており，Na-h 花粉帯よりもやや低率を示す。暖温帯～亜熱帯性植物は，Na-h 花粉帯と同様に20%位を示す。これらのことから，やや温暖であったといえる。

5．従来の研究との比較・検討

従来の研究と本研究との比較・検討をするにあたって，まず，従来の大型植物化石の成果と小型植物化石(Pollen と spore)の成果をそれぞれ述べ，その後に本研究との比較・検討をしてみたい。

1）大型植物化石の成果

従来の植物化石の研究としては，Tanai, T.（1961)，松尾秀邦(1975)，Ishida Shiro(1970)，藤則雄・羽場敦子（1983)，及び藤則雄・吉田好美（1984）などがあげられる。

これらの大型植物化石の成果をまとめると，中新世前期は，現在よりも若干冷涼か，やや現在と類似した植生を示す落葉樹を主としつつも若干の常緑広葉樹を含んだいわゆる阿仁合型植物相で代表される。中新世中期は，台島型植物相を示し，暖温～亜熱帯性の常緑樹が豊富であり，温暖な気候を示している。中新世後期～鮮新世にかけて，気温は低下し，三徳型植物相を示す。この植物相は，落葉樹が主体で，温和な気候を示しているが，地方及び地形的な若干の相違が植物構成にみられる。三徳型植物相の上位には，広葉樹が主体で，南方系はほとんど認められない温和な気候を示す新庄型植物相がある。この植物相もまた，地域的な差異が植物構成にみられる。

大型植物化石の成果と本研究の結果を比較してみると，産出する植物化石の属・種の構成に大きな違いがみられるが，これは当然とも言える。たとえば，*Pinus* 属の頻度が花粉化石ではかなり高くなっている。しかし，全体としては，中新世前期～鮮新世にかけて亜熱帯ないし暖温帯性の気候から温和な気候に変化しているという気候変化の大勢という点で一致している。

2）小型植物化石（Pollen と spore）の成果

小型植物化石の研究として，Fuji（1969 a，1969 b，1969 c，及び1972)，藤　則雄・河合明博（1982，1983)，及び佐藤誠司（1970）があげられる。

従来の小型植物化石の成果をまとめると，化石花粉は，大型植物化石の産出しない層準においても認められるもので古植物群の推定に役立つ。特に，能登半島における中新世の気候変化を地質時代の古い方からみてみると，中新世前～中期には，鵜川植物化石層で代表されるように，暖温帯的気候で淡水性水域のある低地で，背後に丘陵～低山帯があり，遠くに山があった。中新世中期高屋植物化石層堆積当時の気候は，温暖であり，堆積水域は，入江の奥か潟であった。植生は，低地に暖温帯性の森林が繁茂し，周辺に比高1,000m 余りの山々があった。中新世中期山戸田層堆積当時の気候は，暖温帯及び亜熱帯であり，堆積水域は，海と連絡した小潟であり，台島タイプの中の能登中島相に相当する。中新世中期，法住寺層堆積当時の気候は，現在位で，堆積水域は，入江～湾奥であり，堆積盆地周辺に低山～丘陵があり，溺谷的地形であった。中新世後期塚田層堆積当時の気候は，現在の北陸地方とほぼ同じ気候か，それよりも

冷涼であった。堆積水域は，外海に面した入口の広い入江の奥の出入りの多い水域であり，mixed-slope・riparianを示す植物が生育していた。中新世後期の聖川層や荻ノ谷層堆積当時の気候は，暖温帯の要素を伴なった温和な気候を示し，mixed slope～riparianに生育する植物の優勢を示す。聖川層の堆積水域は，海狭であり，三徳タイプを示す。中新世後期和倉層堆積当時は，暖温帯の要素を伴なう温和な気候で，堆積水域は，入口のやや閉ざされた湾であり，周辺にはmixed slopeやriparian系の植物の生育を示し，三徳タイプである。

これらのことから，中新世前期から鮮新世にかけて気候が温暖から温和になっていったことが分かる。

各層ごとに，既報の大型植物化石及び小型植物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。

浜田層の堆積した時代は，法住寺層堆積時代に相当する。浜田層堆積当時の気候は，温和(現在)～温暖を示し，法住寺層堆積当時の気候は，現在ぐらいを示しているので，前者の方がやや暖かめの気候であった。

須曽層堆積当時は，聖川層堆積当時に相当し，温暖な気候を示しているが，聖川層堆積当時は，暖温帯の種を伴なった温和な気候を示している。

和倉層は，向田層にほぼ相当する。和倉層堆積当時は，温和な気候を示している。(Fuji, 1969) 本研究では，和倉層堆積当時や向田層堆積当時の気候は，やや温暖な気候を示している。

二穴層は，荻ノ谷層にほぼ相当する。荻ノ谷層堆積当時は，主として温和な気候を示し，層準が上位にいくに従い，冷温帯，亜寒帯性の植物が増加している。他方，二穴層堆積当時の気候は，温暖な気候を示すが，層準が上位にいくにつれて，亜寒帯性植物が増加している。従って，荻ノ谷層の方が，やや温かめの気候を示している，と推定される。

これらをまとめると，大型及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た結論であるが，中新世後期から鮮新世にかけて気温が低下し，総じて温和な気候を示している。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，各地の植物相の構成に地域による相違が生じてきた，と考えられる。

6．古環境の総合解析

(a) 能登島地区

① 須曽層（中新世後期）

須曽層は，均質なシルト岩で，海綿化石や二枚貝の小化石を産出することから内湾状の海底に堆積した，と推定され，当時の気候は，温暖であり，Taxodiaceaeが多いことから湿潤であった，といえる。また，*Pinus*属，*Quercus*属の出現があるので，堆積盆地周辺に丘陵～低山帯があったらしいが，Gramineaeの出現率がやや高いので低湿地もあった，と推定される。

② 向田層（中新世後期）

向田層は，均質な珪藻泥岩よりなり，含まれている化石珪藻から判断すると，あまり深くない内湾状の海底に堆積したと考えられ，当時の気候は，やや温暖であった，と推定される。そして，*Quercus*属や*Pinus*属の頻度が高いので堆積盆地周辺に丘陵～低山帯があった，と推定される。

③ 二穴層（鮮新世）

二穴層は，シルト岩と珪藻泥岩の互層であり，向田層同様あまり深くない内湾状の海底に堆積したと推定され，堆積当時の気候は，*Keteleeria*の影響で温暖であった，という結果が出ているが，この層の上部にかけて*Pinus*属の増加，亜寒帯性植物及び冷温帯性植物が増加することから徐々に気温が低下していったと思われる。この層も向田層同様*Pinus*属の頻度が高いので，丘陵～低山帯が堆積盆地の周囲にあった，と考えられる。

④ 野崎層（鮮新世後期）

野崎層は，シルト岩と泥岩の互層であるため，海底が向田層堆積当時よりもやや浅くなった，

Tab. 1. Correlation between the palynological results from the Hamada, Suso, Wakura, Kôda, Futa'ana, Nozaki and Enome members distributed in the central part of Noto Peninsula, Central Japan.

Quaternary	Pleistocene		Toyama Group			Notojima area						Nanao area	
Tertiary	Pliocene	Wakimoto	Hokuriku Group	Himi	Shinjō type	No-a	Mild~Cool	*Pinus diploxylon*-type	No-a′	Mild~Cool	*Pinus diploxylon*-type		
						No-b	Slightly Warm	*Pinus diploxylon*-type--*Keteleeria*--*Abies*--*Tsuga*				Na-g	Slightly Warm	*Pinus diploxylon*-type--*Lepidobalanus*--*Cyclobalanopsis*--*Abies*
	Miocene	Kitaura		Otogawa	Mitoku type	No-c	Warm	*Pinus diploxylon*-type--*Keteleeria*--*Lepidobalanus*--*Picea*					
		Funakawa				No-d	Slightly Warm	*Pinus diploxylon*-type--*Lepidobalanus*--*Keteleeria*--*Cyclobalanopsis*	No-b′	Mild	*Lepidobalanus*		
									No-c′	Warmer	*Pinus diploxylon*-type		
									No-d′	Warm	*Pinus diploxylon*-type		
		On'nagawa		Higashi-bessho	Daijima type							Na-h	Slightly Warm	*Pinus diploxylon*-type--*Lepidobalanus*--*Abies*--*Castanea*
												Na-i	Warm	*Pinus diploxylon*-type--*Lepidobalanus*--*Podocarpus*
												Na-j	Mild	*Pinus diploxylon*-type--*Lepidobalanus*--*Podocarpus* *Castanea*

と考えられる。また，気候はやや温暖であった，と推定される。*Pinus* 属の頻度が高いため，堆積盆地の周囲に丘陵～低山帯があったようだが，*Abies*, *Picea*, Tsuga などが産出するため丘陵～低山帯の背後に高山があった，と考えられる。

⑤ 鰺目層（鮮新世後期）

鰺目層の堆積当時は，冷涼～温和な気候であり，海底は，野崎層堆積当時よりもより浅海化したであろう。全体を通じて *Pinus*, *Keteleeria*, *Quercus* 属などが高率であるので，日当たりのよい丘陵～山地があった。

また，二穴層～鰺目層堆積当時は，同時代の他層と比較するとそれ等の植物相にいくらかの相違が目立つので，当時の植物相には，地域的差異が強く現われ始めたのか，それとも地層の対比に問題があるかのいずれかである。

(b) 七尾地区

① 浜田層（中新世中～後期）

浜田層は，明瞭な海成層で，均質な粘土質泥岩からなっている。堆積当時の気候は，温和～温暖であった。これらのことから浜田層は，温暖な気候下の深海性の海に堆積した，と考えられ *Pinus* 属の頻度が高いことから近くに丘陵～低山帯があった，と考えられる。また，*Abies*, *Picea* が若干産出しているため丘陵～低山帯の背後に高山があった，と推定される。

② 和倉層（中新世後期）

和倉層は，珪藻泥岩よりなり，均質無層理を示し，そこに産出する珪藻化石からあまり深くない内湾状の環境に堆積したようである。また，当時の気候は，やや温暖であった，と推定される。*Pinus* 属及び *Quercus* 属が多いことから近くに丘陵～低山帯があったようである。さらに，*Abies*, *Picea*, *Tsuga* なども産出するため，浜田層同様，堆積盆地より離れて高山があった。

IV 結　論

北陸地域の新植代の堆積岩の層位学的関係が比較的に確立している北陸地域の標準的地域をとりあえず石川県内から選定し，それらの地区に分布する堆積岩を採取して，その中に含有されている花粉・胞子化石を用いて各時代の古植生の解析を行ない，さらにこの古植生に基づいてこれらの時代の気候環境の解析を行った。今回の報告では，その一つとして，能登半島中央部の七尾・能登島地区について研究した。

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。

(1) 能登島地区：

役場～野崎ルートでは，下位より上位にかけて，No-d, No-c, No-b, No-a の 4 つに区分された。これら各花粉帯（時期）の花粉群集と気候環境は，No-d 花粉帯（中新世後期，向田層）は，*Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Keteleeria*, *Cyclobalanopsis* により代表され，やや温暖な気候であった。

・No-c 花粉帯（向田層最上部～二穴層，中新世後期～鮮新世）は，*Pinus diploxylon*-type, *keteleeria*, *Lepidobalanus*, *Picea* により代表され，温暖な気候であった。

・No-b 花粉帯（鮮新世後期，野崎層）は，*Pinus diploxylon*-type, *Keteleeria*, *Abies*, *Tsuga* により代表され，やや温暖な気候であった。

・No-a 花粉帯（鮮新世後期，鰺目層）は，*Pinus diploxylon*-type により代表され，温和～冷涼な気候であった。

以上のように推定される。

(2) 能登島地区：

向田～鰺目ルートでは下位より上位にかけて No-d′, No-c′, No-b′, No-a′ の 4 つの花粉帯に区分された。これら各花粉帯・時期の花粉群集と気候環境を示すと次のようである。

・No-d′ 花粉帯（中新世後期，須曽層～向田層下部）は，*Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Keteleeria* により代表され，温暖な気候であった。

・No-c′ 花粉帯（中新世後期，向田層中部）は，*Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Keteleeria*, *Cyclobalanopsis* により代表され，より温暖な気候であった。

・No-b′ 花粉帯（中新世後期，向田層上部）は，*Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus* により代表され，温和な気候であった。

・No-a′ 花粉帯（鮮新世後期，鰺目層）は，*Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus* により代表され，温和～冷涼な気候であった。

(3)　七尾地区

各試料の分析結果から下位より上位にかけて，Na-j, Na-i, Na-h, Na-g の4つの花粉帯に区分された。

・Na-j 花粉帯（中新世中～後期，浜田層最下部）は，*Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Podocarpus*, *Castanea* により代表され，温和な気候であった。

・Na-i 花粉帯（中新世中～後期，浜田層下部～中部）は，*Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Podocarpus* により代表され，温暖な気候であった。

・Na-h 花粉帯（中新世中～後期，浜田層上部）は，*Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Abies*, *Castanea* により代表され，やや温暖な気候であった。

・Na-g 花粉帯（中新世後期，和倉層）は，*Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Cyclobalanopsis*, *Abies* よりやや温暖な気候であった。

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

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 Wakura Member; *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, 173, 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; *Tras. Proc. Palaent. Soc. Japan, N. S.*, 74, 51—80.

FUJI, Norio (1969c): Fosil 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. Palanent. Soc. Japan, N. S.* 76, 185—204.

FUJI, Norio (1972); Fossil spores and pollen grains from the Neogene deposits in Noto Peninsula, Central Japan. A palynological study of the late Miocene Tsukada Member; *Trans. Proc. Palaent. 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・桝本宏美（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，10，53—102.

藤　則雄・河合明博（1982 a）：能登半島中新世高屋植物化石層からの花粉化石，—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，31，49—61.

藤　則雄・河合明博（1982 b）：能登半島中新世法住寺層及び飯塚層からの花粉化石，—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，31，63—99.

藤　則雄（1982）：能登島の地形・地質・気候，〝石川県『能登島町史』〟；資料編第一巻，110p.

藤　則雄・羽場敦子（1983）：能登新第三紀〝鵜川植物化石群〟からの大型植物化石，—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，32，59—72.

藤　則雄・河合明博（1983）：能登半島中新世鵜川植物化石群の花粉化石，—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，32，73—83.

ISHIDA, Shiro (1970): The Noroshi Flora of Noto Peninsula, Central Japan; *Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ. Ser. Geol. Miner.*, **37**, 1, 1—59.

紬野義夫（1977）：石川県の環境地質；石川県，128p.

松尾秀邦（1975）；本邦の新植代に見られる二・三の事項について；金沢大学教養部論集，自然科学編，12，73—90.

佐藤誠司（1970）；北海道中軸部の中新統の対比—とくに海成堆積物の花粉分析に基づいて—；地質雑誌，76，6，283—301.

里見信生(1975)：石川県の植生；石川県林業試験場,139p.

島倉巳三郎(1973)：日本植物の花粉形態，大阪市立自然史博物館資料目録，5.

TANAI T. (1961): Neogene. floral change in Japan.; *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser.* **4**, 11.