

能登北部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 (8)

著者	藤 則雄, 堀 みより
雑誌名	金沢大学教育学部紀要 自然科学編 = Bulletin of the Faculty of Education, Kanazawa University. Natural science
巻	39
ページ	45-60
発行年	1990-02-20
URL	http://hdl.handle.net/2297/20447

能登北部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(8)—

藤 則雄**・堀 みより***

Palynological Investigation of the Neogene System in the Northern Area of Noto Peninsula, Ishikawa Prefecture, Central Japan* —Palynological Investigation of the Neogene System in the Hokuriku Region, Central Japan(8)—

Norio FUJI** and Miyori HORI***

Abstract

In the northern area of Noto Peninsula, Neogen system is distributed typically and widely. For these reasons, there are many studies on its distribution and stratigraphic classification.

In this article, the present writers state about the vegetational and climatic conditions during the middle to late Miocene on the basis of the pollen assemblages from the Miocene mudstone of Higashi-in'nai alternation of mudstone and sandstone, Akagami siltstone, mudstone in Awagura tuff, Najimi mudstone and Iizuka diatomaceous mudstone members which are distributed in the northern area of Noto Peninsula of the Ishikawa Prefecture.

On the basis of the present pollen analyses, the pollen stratigraphy of the northern part of Noto Peninsula is mainly divided into twelve pollen zones such as S-l, S-k, S-j, S-i, S-h, S-g, S-f, S-e, S-d, S-c, S-b, and S-a in ascending order.

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

- S-l : Higashi-in'nai and Akagami members ; *Pinus diploxylon*-type, *Podocarpus*, Taxodiaceae ; warm
- S-k : Akagami member ; *Pinus diploxylon*-type, Taxodiaceae, *Podocarpus* ; warmer
- S-j : Akagami member ; *Pinus diploxylon*-type, Taxodiaceae ; warm

* : 平成元年9月5日受理。Received September 5th. 1989 ; Contribution from the Department of Earth Sciences, Faculty of Education, Kanazawa University ; No. 136

** : 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 for Natural Environment, Division of Physical Sciences, Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University ; Kanazawa 920, Japan.

*** : 石川県鹿島町立越路小学校 Koshiji Elementary School, Ninomiya, Kashima-machi, Ishikawa Pref., Japan.

- S-i : Awagura member ; *Pinus diploxylon*-type, *Podocarps*, *Lepidobalanus*, Taxodiaceae ; warm
- S-h : Najimi member ; *Pinus diploxylon*-type, Taxodiaceae, *Lepidobalanus*, *Castanea* ; warm
- S-g : Najimi member ; *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, Taxodiaceae, *Abies* ; slightly warm
- S-f : Iizuka member ; *Lepidobalanus*, *Pinus diploxylon*-type ; cool
- S-e : Iizuka member ; *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Abies* ; mild
- S-d : Iizuka member ; *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus* ; cool
- S-c : Iizuka member ; *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Abies* ; mild
- S-b : Iizuka member ; *Lepidobalanus*, *Abies* ; cool
- S-a : Iizuka member ; *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Abies* ; 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 ; 藤・堀, 1989 a, 1989 b) については、既に公表した。

本論文では、中新統が広く発達し、その分布と層序について多くの研究がある能登北部地域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

本研究で調査した地域は、能登半島北東部の珠洲市に属する。能登半島北部の中央に東西に

連なる宝立山 (標高469m)、高洲山 (標高567m)、桑塚山 (標高408m) よりなる標高300~400mの比較的開析の進んだ能登山地があり、その周辺部に標高30~250mの平坦で富山湾側に緩く傾斜する奥能登丘陵がある。奥能登丘陵は、標高30~50m, 60~80m, 90~150m, 200~210m, 230~250mの5つの段丘が発達している。北西部は、猫岳、見平岳、鞍坪岳から禄剛崎へと続く峻険な断崖地形をもった岩石海岸となっている。また、南東部には、小規模な沖積性臨海低地がある。

II 地質概要

本地域は、新第三紀中新世の堆積岩とそれを覆う第四紀の堆積物からなる。

新第三系は、下位より中新世の穴水累層、柳田累層、東印内互層、赤神頁岩層、法住寺珪藻泥岩層、粟藏凝灰岩層、岩倉流紋岩類、飯田珪藻泥岩層、海緑石砂岩層、南志見泥岩層、および飯塚珪藻泥岩層よりなり、鮮新統は、この地域には分布していない。これら新第三系を覆って第四紀の更新統 (海成段丘堆積物) と完新統 (現河川堆積物) がある。

Tab. 1 Stratigraphic relation in the northern area of Noto Peninsula.

日本の標準区分	北陸の標準区分	能登北東部 (飯田・鶴飼地区)	
船川	音下川部	南志見泥岩層 (含海緑石層) (石こう鉱床) 500m	飯塚珪藻泥岩層 400m
女川	東別所	栗蔵凝灰岩層 岩倉山流紋岩 500m	飯田珪藻泥岩層 100m
		赤神頁岩層 250m	法住寺泥岩層 100m
西黒沢	黒瀬谷	東印内互層 150m	(八尾・門ノ沢動物群)
台島		柳田累層 500m	(台島型植物群)
西男鹿	岩稲	安山岩類 (穴水累層)	(阿仁合型植物群)

数字は最大層厚を示す。

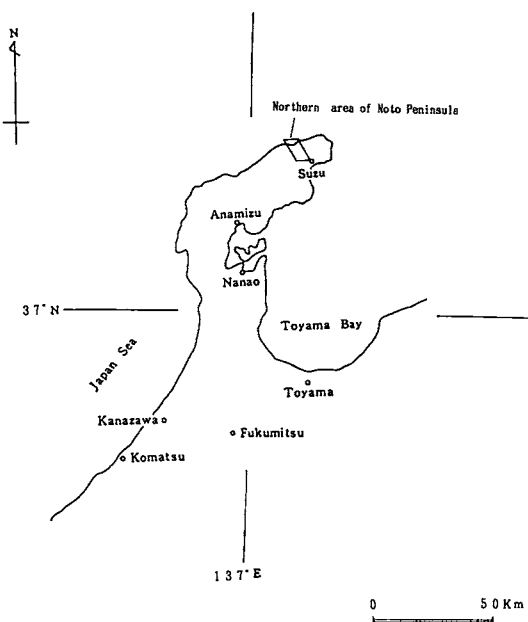


Fig. 1 Map showing a studied area.

本調査に直接関係のある地層に限って各層の要点を記述する。

東印内層は、柳田累層上位、あるいは、穴水累層を直接覆って分布している。砂岩・泥岩・礫岩からなる岩相変化に富む地層で、内湾性ないし浅海性の堆積物からなる。浅海性の砂岩・

泥岩層からは各種の浅海性貝類や有孔虫類を産し、やや内湾性の堆積物からは、内湾性貝類群集の化石を産出する。

赤神頁岩層は、東印内層の上位に整合に重なる。岩層は、成層構造を示す硬質頁岩である。厚さは最大250mに達し、小型有孔虫類や海綿類、やや深海性の二枚貝などを含む。東印内互層を堆積させた内湾ないし浅海性の環境が海水準の上昇によって次第に深くなった時代の堆積物とみることができる。

栗蔵凝灰岩層は、粗粒凝灰岩、および軽石凝灰岩からなり、所によっては流紋岩の巨礫を含む。本調査地域では、数枚の火山灰層の間に泥岩薄層をはさむものとなっている。

南志見泥岩層は、暗青色ないし暗灰色の無層理泥岩からなり、全体として均質であるが、一部に凝灰質物や粗粒砂などを不規則に含み、黒褐色の珪質泥岩や白色凝灰岩の薄層をはさむことがある。化石としては、小型有孔虫・放散虫・珪質鞭毛虫・海綿骨針・珪藻・花粉、孢子などの微化石の他に海綿類、および深海性の二枚貝などが産出する。

飯塚珪藻泥岩層は、南志見泥岩層の中部～上部と同時異相の関係にある。南志見泥岩層とは整合的であるために両者に境界をひくことはし

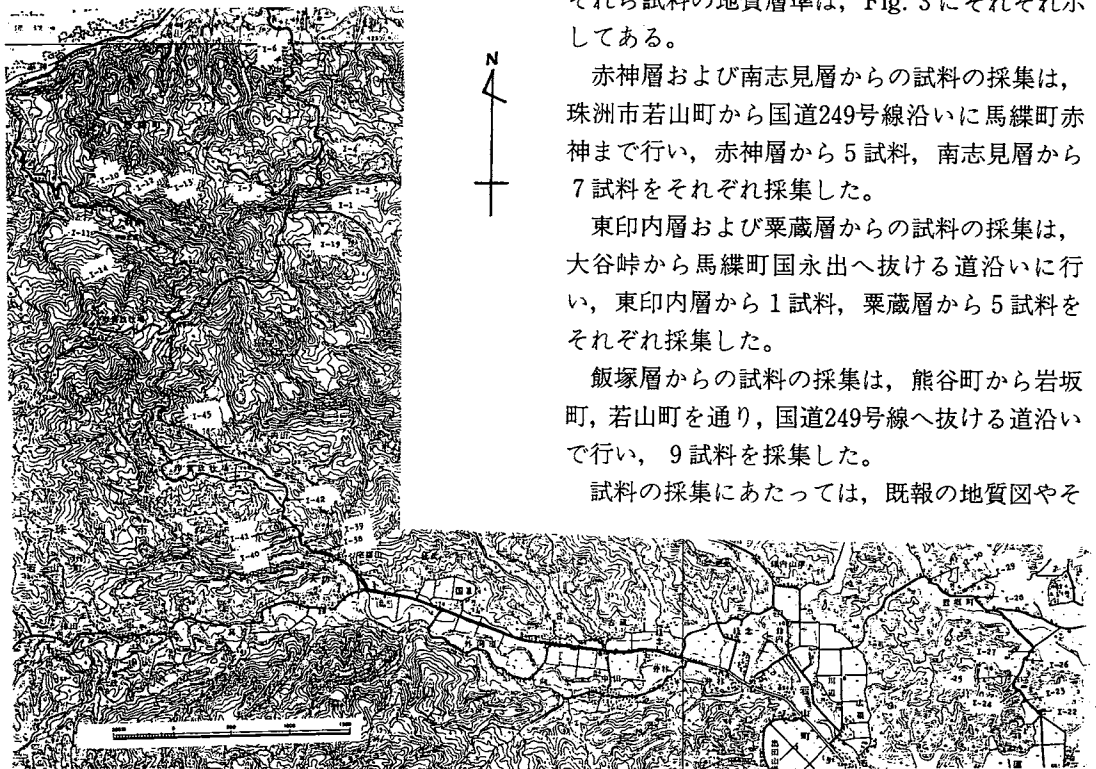


Fig. 2 Topographic map and sampling sites for pollen analyses in the northern area of Noto Peninsula.

それら試料の地質層準は、Fig. 3 にそれぞれ示してある。

赤神層および南志見層からの試料の採集は、珠洲市若山町から国道249号線沿いに馬縹町赤神まで行き、赤神層から5試料、南志見層から7試料をそれぞれ採集した。

東印内層および粟蔵層からの試料の採集は、大谷峠から馬縹町国永出へ抜ける道沿に行い、東印内層から1試料、粟蔵層から5試料をそれぞれ採集した。

飯塚層からの試料の採集は、熊谷町から岩坂町、若山町を通り、国道249号線へ抜ける道沿いで行き、9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

ばしば困難であるが、含有珪藻の量の多少によって区別している。新鮮な部分では暗青色ないし暗灰色、風化部では淡黄灰色ないし淡褐色を呈し、著しく珪藻に富む塊状泥岩からなる。大型化石の産出は多くないが、二枚貝類などを産する。微化石としては、珪藻・珪質鞭藻虫類・海綿骨針・放散虫類・花粉胞子なども認められる。

IGCP-114に関する日本の National working Group の研究 (Tsuchi, R., 1979) によると本層は、14~10 Ma. B. P. とされている。

II 花粉学的研究

1 試料分析および分析処理

本研究では、頁岩、泥岩、珪藻泥岩より試料を採集した。試料採集の地点は Fig. 2 に、また

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1~9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。

花粉分析の処理方法は、Iversen & Faegri (1954) の10% NaOH—HF Acetolysis 法を一部改良した法 (Fuji, 1969a) 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、現植生と現土壌表層の中に含まれている現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、松などは多量に産する種で、松の花粉が

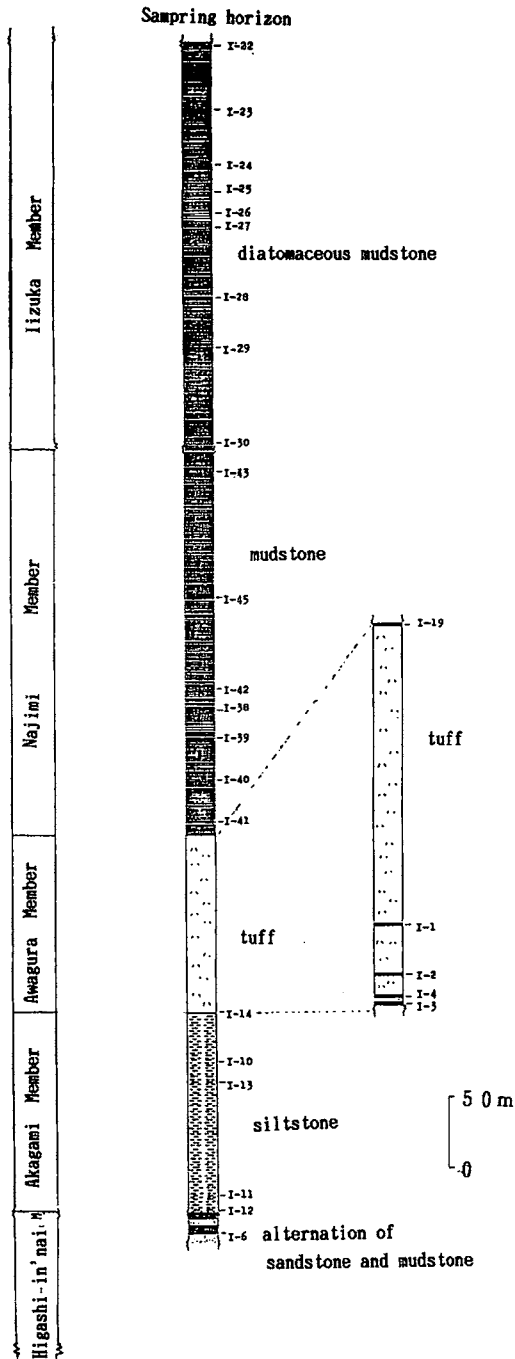


Fig. 3 The schematic columnar section and sampling horizons in the northern area of Noto Peninsula.

試料中の花粉全数の50%を占めているからといって、その当時の森林でも50%が松林に覆われているとは限らない。したがって、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、かつ日本列島の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花粉化石の比率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

花粉ダイアグラム中の要約図 summary diagram は、温量指数 warmth index に基づいて分類したものである。温量指数とは、月平均気温が5℃以下の月を除く他の月の各平均気温から5℃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。各々の植物に生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本木類を分類して、Subpolar group, Cool Temperate group, Cool Temperate ~ Temperate group, middle Cool Temperate ~ Warm Temperate group, および Warm Temperate ~ Subtropic group の5つの group にし、これら各 group の頻度と他 group との比較に基づいて、古植生と古気候とを考察する。

3 分析結果

1) 主な属・科の変化

全体を通じて最も多産するのは、*Pinus diploxylon*-type (24~72%) で、次いで deciduous *Quercus* (*Lepidobalanus*, 9~55%), *Taxodiaceae* (0~30%) などが多い。

(a) 赤神層・東印内層

各層準とも *Pinus diploxylon*-type (44~68%), *Taxodiaceae* (10~34%) の産出が多い。

(b) 粟蔵層

全体を通じて多産するのは、*Pinus diploxylon*-type (57~56%) である。この他では、*Lepidobalanus* (6~12%)、*Podocarpus* (5~17%) が各層準とも認められる。

(c) 南志見層

各層準とも高率を示すのは、*Pinus diploxylon*-type (20~72%) である。下部では、South Temperate ~ Subtropical plant である *Taxodiaceae* が (1~30%) を示す。

(d) 飯塚層

各層準とも *Pinus diploxylon*-type (19~51%) および *Lepidobalanus* (16~55%) が多く認められる。Boreal plant である *Abies* (0.5~8%)、*Tsuga* (0.5~11%) 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) 赤神層・東印内層

① 亜寒帯性植物の変化

赤神層では、全層準を通じて低率であり、1~3%を示す。

東印内層では、0.5%を示す。

② 冷温帯性植物の変化

赤神層では、全層準を通じて低率であり、0~1%を示す。

東印内層では、試料中に認められなかった。

③ 冷温帯~温帯性植物の変化

赤神層では、著しい変化が認められず、6~12%を示す。

東印内層では、16%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示し、高率である。上部と下部の層準で特に高率で、57~70%を示す。

東印内層では、60%を示す。

⑤ 暖温帯~亜熱帯性植物の変化

全層準を通じて高率であるが、中部の層準で特に高率で、36~37%を示す。

東印内層では、24%を示す。

(b) 粟蔵層

① 亜寒帯性植物の変化

全層準を通して0~4%を示し、著しい変化はしない。

② 冷温帯性植物の変化

認められなかった。

③ 冷温帯~温帯性植物の変化

全層準を通して8~12%を示し、著しい変化はしない。

④ 冷温帯中部~暖温帯性植物の変化

Pinus diploxylon-type の影響を受けた変化を全層準にわたり示し、60~70%と高率である。

⑤ 暖温帯~亜熱帯性植物の変化

全層準を通して18~28%を示す。下部より上部の層準にかけて漸減傾向が認められる。

(c) 南志見層

① 亜寒帯性植物の変化

全層準を通して1~7%を示し、著しい変化はない。*Abies* の影響を受けている。

② 冷温帯性植物の変化

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。上部の層準では、10%位を示し、下部の層準では、10~30%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、51~75%と高率である。

⑤ 暖温帯~亜熱帯性植物の変化

上部の層準では、10~20%を示し、下部の層準では、15~30%を示す。下部より上部の層準にかけて漸減傾向が認められる。

(d) 飯塚層

① 亜寒帯性植物の変化

Abies に支配された変化で、全体として10%位を示す。

② 冷温帯性植物の変化

全体として低率で、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全層準にわたり示している。また、冷温帯中部~暖温

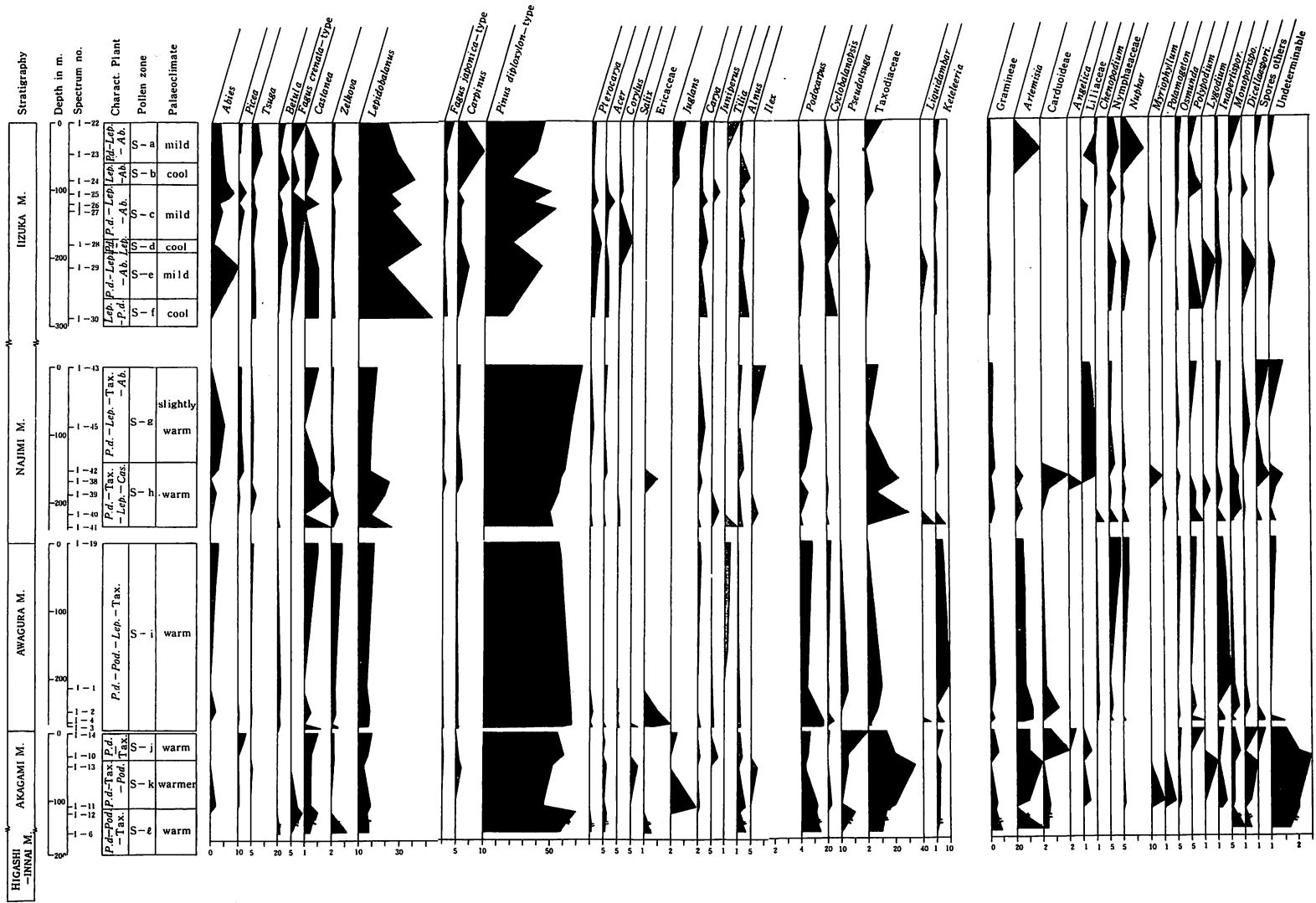


Fig. 4 Pollen diagrams from the Akagami, Awagura, Najimi and Iizuka members in the northern area of Noto Peninsula.

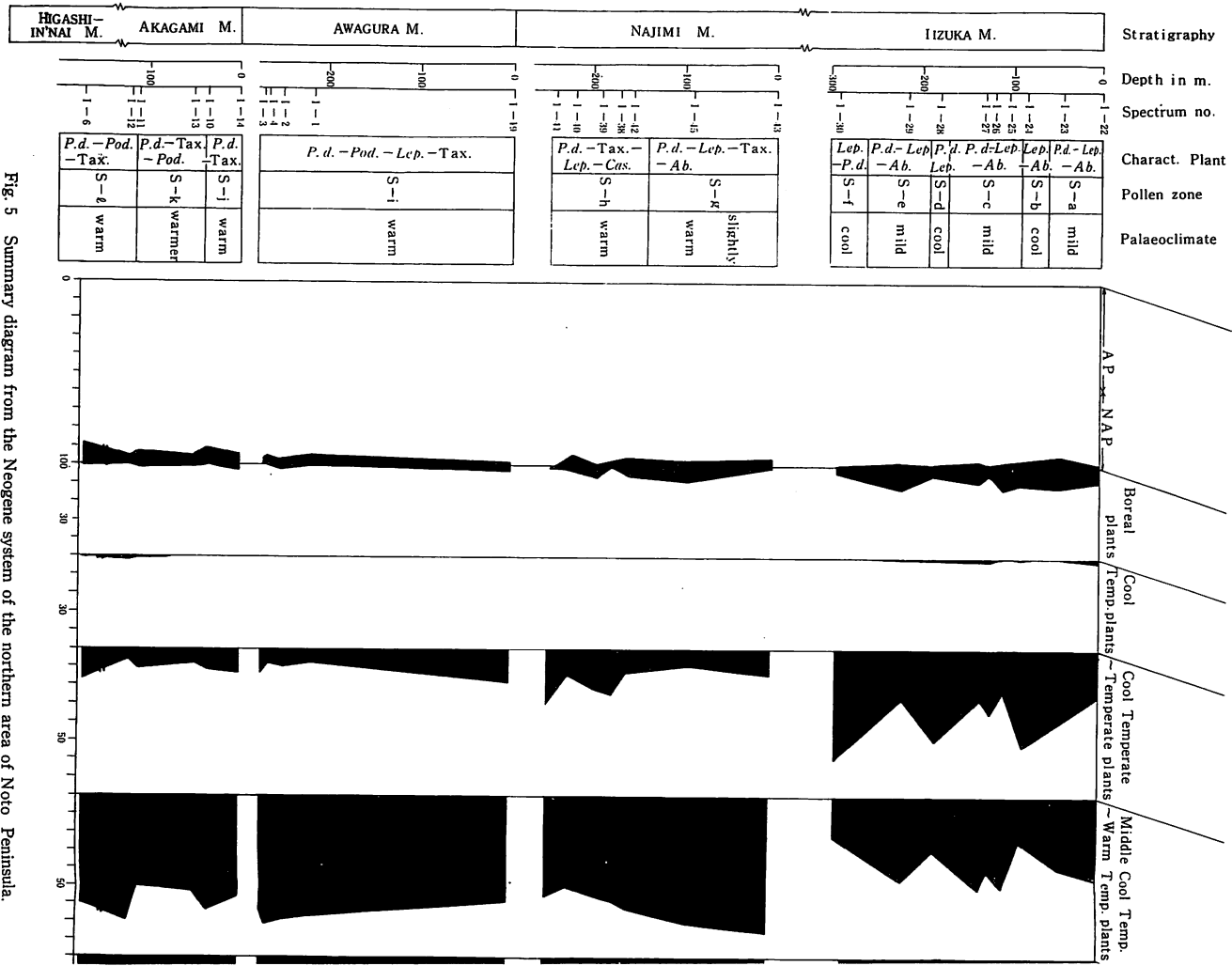


Fig. 5 Summary diagram from the Neogene system of the northern area of Noto Peninsula.

帯性植物の変化とは負の相関関係を示す。I-24, I-28, I-30で特に高率で50%以上を示す。

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。I-25, I-27, I-29で特に高率で、48～53%を示す。

⑤ 暖温帯～亜熱帯性植物の変化

全層準を通して10～20%を示し、著しい変化はない。

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ため、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 (鮎野義夫, 1977) によった。

東印内層, 赤神層, 栗蔵層, 南志見層, 飯塚層からの各試料の花粉構成に基づき分帯を行うと、下部より S-l, S-k, S-j, S-i, S-h, S-g, S-f, S-e, S-d, S-c, S-b, および S-a 花粉帯に細分できる。

① S-l 花粉帯 (試料 I-6, および12; 中新世中期)

主な構成要素は、*Pinus diploxylon*-type, および *Podocarpus* である。冷温帯中部～暖温帯性植物と暖温帯～亜熱帯性植物の頻度は、合計すると80%以上を示し、亜寒帯性植物および冷温帯性植物の頻度は低い。これらのことからこの時期は現在よりも温暖であった、といえる。

② S-k 花粉帯 (試料 I-11, および13; 中新世中期)

主な構成要素は、*Pinus diploxylon*-type, および *Taxodiaceae* である。亜寒帯性植物および冷温帯性植物は、S-l 花粉帯同様低率である。一方、暖温帯～亜熱帯性植物は、S-l 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。

③ S-j 花粉帯 (試料 I-10, および14; 中新世中期)

主な構成要素は、S-k 花粉帯同様 *Pinus diploxylon*-type, および *Taxodiaceae* である。亜寒帯性植物, 冷温帯性植物の頻度が低い。また、暖温帯～亜熱帯性植物は、S-k 花粉帯よりも低率である。したがって、この時期は温暖であった、といえる。

④ S-i 花粉帯 (試料 I-3, 4, 2, 1, および19; 中新世後期)

主な構成要素は、*Pinus diploxylon*-type, および *Podocarpus* である。亜寒帯性植物および冷温帯性植物の頻度は小さい。一方、冷温帯中部～暖温帯性植物および暖温帯～亜熱帯性植物の頻度は、合計すると80～90%と高率を示している。これらのことからこの時期は温暖であった、といえる。

⑤ S-h 花粉帯 (試料 I-41, 40, 39, 38, および42; 中新世後期)

Tertiary				Quaternary
Miocene	Onnagawa	Funakawa	Kitaura	Pliocene
		Hokurika Group		Wakimoto
Daijima	Nishi-kurosawa	Higashi-bessho	Otogawa	Himi
Kurosedani	Daijima	Mitoku	Shinjio	type

Pollen zone	Palaeoclimate	Characteristic pollenflora
-------------	---------------	----------------------------

S-a	Mild	<i>Pinus diploxylon</i> -type — <i>Lepidobalanus</i> — <i>Abies</i>
S-b	Cool	<i>Lepidobalanus</i> — <i>Abies</i>
S-c	Mild	<i>Pinus diploxylon</i> -type — <i>Lepidobalanus</i> — <i>Abies</i>
S-d	Cool	<i>Pinus diploxylon</i> -type — <i>Lepidobalanus</i>
S-e	Mild	<i>Pinus diploxylon</i> -type — <i>Lepidobalanus</i> — <i>Abies</i>
S-f	Cool	<i>Lepidobalanus</i> — <i>Pinus diploxylon</i> -type
S-g	slightly warm	<i>Pinus diploxylon</i> -type — <i>Lepidobalanus</i> — Taxodiaceae — <i>Abies</i>
S-h	Warm	<i>Pinus diploxylon</i> -type — Taxodiaceae — <i>Lepidobalanus</i> — <i>Castanea</i>
S-i	Warm	<i>Pinus diploxylon</i> -type — <i>Podocarpus</i> — <i>Lepidobalanus</i> — Taxodiaceae

S-j	Warm	<i>Pinus diploxylon</i> -type — Taxodiaceae
S-k	Warmer	<i>Pinus diploxylon</i> -type — Taxodiaceae — <i>Podocarpus</i>
S-l	Warm	<i>Pinus diploxylon</i> -type — <i>Podocarpus</i> — Taxodiaceae

Tab. 2 Correlation between the palynological results from the northern area of Noto Peninsula.

主な構成要素は、*Pinus diploxylon*-type, および *Taxodiaceae* である。S-i 花粉帯よりも亜寒帯性植物および冷温帯～温帯性植物の頻度が大きくなっているが、冷温帯中部～暖温帯性植物および暖温帯～亜熱帯性植物の頻度が依然として大きい。これらのことからこの時期は温暖であった、といえる。

⑥ S-g 花粉帯 (試料 I-45, および 43; 中新世後期)

主な構成要素は、*Pinus diploxylon*-type, および *Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物の頻度は、S-h 花粉帯とほぼ同じである。冷温帯中部～暖温帯性植物の頻度は、S-h 花粉帯よりも大きくなっている。暖温帯～亜熱帯性植物は 10～14%位を示す。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。

⑦ S-f 花粉帯 (試料 I-30; 中新世後期)

主な構成要素は、*Lepidobalanus* と *Pinus diploxylon*-type である。亜寒帯性植物は、S-g 花粉帯とほぼ同じ頻度であるが、冷温帯～温帯性植物は増加している。一方、冷温帯中部～暖温帯性植物は、S-g 花粉帯よりもかなり減少しており、暖温帯～亜熱帯性植物の頻度は、S-g 花粉帯とほぼ同じである。これらのことからこの時期は冷涼であった、といえる。

⑧ S-e 花粉帯 (試料 I-29; 中新世後期)

主な構成要素は、*Pinus diploxylon*-type, および *Lepidobalanus* である。

⑨ S-d 花粉帯 (試料 I-28; 中新世後期)

主な構成要素は、*Pinus diploxylon*-type と *Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物は、S-e 花粉帯よりも少し減少している。冷温帯～温帯性植物が S-e 花粉帯よりも増加し、冷温帯中部～暖温帯性植物は、S-e 花粉帯よりも減少している。また、暖温帯～亜熱帯性植物は、S-e 花粉帯とほぼ同じである。これらのことからこの時期は冷涼であった、といえる。

⑩ S-c 花粉帯 (試料 I-27, 26, 25; 中新世後期)

主な構成要素は、S-d 花粉帯と同様、*Pinus*

diploxylon-type と *Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物は、S-e 花粉帯とほぼ同じ頻度を示し、冷温帯中部～暖温帯性植物、暖温帯～亜熱帯性植物も S-e 花粉帯と同じような頻度である。これらのことからこの時期は温和であった、といえる。

⑪ S-b 花粉帯 (試料 I-24; 中新世後期)

主な構成要素は、*Pinus diploxylon*-type と *Lepidobalanus* である。亜寒帯性植物は、S-c 花粉帯とほぼ同率であるが、冷温帯～温帯性植物の頻度は高くなっている。逆に、冷温帯中部～暖温帯性植物の頻度は低くなっている。暖温帯～亜熱帯性植物は 13%位を示し、目立った変化はしない。これらのことからこの時期は冷涼であった、といえる。

⑫ S-a 花粉帯 (試料 I-23, 22; 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、S-b 花粉帯とほとんど同じであるが、冷温帯～温帯性植物の頻度は低下している。冷温帯中部～暖温帯性植物の頻度は高くなっている。暖温帯～亜熱帯性植物は、やや増加傾向がみられる。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 東印内層・赤神層 (中新世中期)

東印内層は、内湾性ないし、浅海性の堆積物からなっており、前者からは、内湾性貝類群集が、後者からは、浅海性貝類や *Operculina* などが産出する。赤神層は、均質な岩相で、小型有孔虫類、海綿類、やや深海性の二枚貝を産出する。また、*Taxodiaceae* の頻度が大きくなっている。よって、東印内層堆積当時は、内湾または浅海であり、*Taxodiaceae* が増加することから、気候がより湿潤・温暖化し、赤神層堆積当時には、日本海が外洋性海域になった、と考えられる。また、*Pinus diploxylon*-type が高率であることから近くに丘陵～低山帯があったと推

定される。

② 粟蔵層 (中新世後期)

粟蔵層は、大部分が海底堆積による凝灰岩層であると考えられている。この層の堆積当時の気候は、温暖な気候であった、と推定される。

Pinus diploxylon-type が高率であることや *Betula* や *Tsuga* が僅少認められることから、堆積盆地周辺に丘陵～低山帯があり、遠くにかなり高い山があった、と考えられる。

③ 南志見層 (中新世後期)

南志見層は、全体として均質な岩相を示し、海綿や深海性の二枚貝化石を含んでいる。よって、この層堆積当時は、深海で、気候は、やや温暖～温暖な気候であったと推定される。下部では、*Taxodiaceae* が高率であり、層準が上になるにつれ *Abies* や *Pinus* 属が増加しているため、湿潤な環境から乾燥した環境になり、気温も低下していったと考えられる。また、堆積盆地周辺に丘陵～低山帯があったと推定される。

④ 飯塚層 (中新世後期)

飯塚層は、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る。気候は冷涼化し、冷涼～温和を示すようになったと推定される。また、*Pinus* 属や *Quercus* 属、*Abies*、*Picea*、*Tsuga*、*Betula*、*Fagus crenate*-type などの山地の要素が多くなっているため、丘陵～低山帯の背後に高山があったと推定される。

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 (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。

東印内層は山戸田層 (能登中島一帯) と赤神層は、法住寺層 (珠洲市) とほぼ同時代に堆積したと推定される。東印内層と山戸田層堆積当時は暖温帯の気候ということによく似た結果となっている。法住寺層堆積当時の気候は、初期と後期に一時やや温暖化したか、現在位の気候であったと考えられている。そして、赤神層堆積当時は、温暖な気候であったと推定されている。

粟蔵層は、塚田層 (輪島市) 下部に、南志見層は、同上部に対比される。粟蔵層、南志見層は、温暖な気候下で堆積したと推定される。一方、塚田層は、温暖というよりむしろ温和な気候下で堆積したと考えられている。

飯塚層は、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、温和～冷涼な気候を示す。

これらをまとめると、従来の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中期には温暖な気候であったという点で一致しているが、中新世後期では、従来の研究は温和な気候を示しているのに対して、本研究は温暖～冷涼な気候を示している。そこで、中新世後期以降の時代に生育していた植物の種類を検討したところ、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花粉群集が生じたと推定される。

7 結 果

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。

本地域の花粉群集は、下位より上位にかけて、S-1, S-k, S-j, S-i, S-h, S-g, S-f, S-e, S-d, S-c, S-b, S-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である。

① S-1花粉帯 (中新世中期, 赤神層下部・東印内層) は、*Pinus diploxylon*-type, *Podocar-*

- pus, Taxodiaceae により代表され、現在よりも温暖な気候であった。
- ② S-k 花粉帯 (中新世中期, 赤神層中部) は, *Pinus diploxylon*-type, Taxodiaceae, *Podocarpus* により代表され、より温暖な気候であった。
- ③ S-j 花粉帯 (中新世中期, 赤神層上部) は, *Pinus diploxylon*-type により代表され、温暖な気候であった。
- ④ S-i 花粉帯 (中新世後期, 栗蔵層) は, *Pinus diploxylon*-type, *Podocarpus*, *Lepidobalanus*, Taxodiaceae により代表され、温暖な気候であった。
- ⑤ S-h 花粉帯 (中新世後期, 南志見層下部) は, *Pinus diploxylon*-type, Taxodiaceae, *Lepidobalanus*, *Castanea* により代表され、温暖な気候であった。
- ⑥ S-g 花粉帯 (中新世後期, 南志見層上部) は, *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, Taxodiaceae, *Abies* により代表され、やや温暖な気候であった。
- ⑦ S-f 花粉帯 (中新世後期, 飯塚層下部) は, *Lepidobalanus*, *Pinus diploxylon*-type により代表され、冷涼な気候であった。
- ⑧ S-e 花粉帯 (中新世後期, 飯塚層下部) は, *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Abies* により代表され、温和な気候であった。
- ⑨ S-d 花粉帯 (中新世後期, 飯塚層中部) は, *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus* により代表され、冷涼な気候であった。
- ⑩ S-c 花粉帯 (中新世後期, 飯塚層中部) は, *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Abies* により代表され、温和な気候であった。
- ⑪ S-b 花粉帯 (中新世後期, 飯塚層上部) は, *Lepidobalanus*, *Abies* により代表され、冷涼な気候であった。
- ⑫ S-a 花粉帯 (中新世後期, 飯塚層最上部) は, *Pinus diploxylon*-type, *Lepidobalanus*, *Abies* 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
- Fuji, Norio (1969 a) : 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., 73, 1-25.
- Fuji, Norio (1969 b) : 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 (1969 c) : 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・枘本宏美 (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) : 石川県河北潟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 ; “化石鑑定のカイド” (小島郁生編) ; 朝倉書店, 200p.
- 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, 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 (1972 b) : 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 (1983 a) : 能登第三紀 “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物の検討— ; 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)一, 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 32号, 73-83.
- 藤 則雄・吉田好美 (1984) : 能登半島新第三紀阿仁合型“曾山峠植物化石群”; 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 33号, 79-91.
- 藤 則雄・堀みより (1990) : 加賀市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(7)—, 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 39号, 31-44.
- Ishida, Shiro (1970) : The Noroshi Flora of Noto Peninsula, Central Japan ; Mem. Fac, Sci, Kyoto Univ. Ser. Geol. Miner., 37, 1, 1-59.
- 粕野義夫 (1977) : 石川県の環境地質; 石川県, 128p.
- 里見信夫 (1975) : 石川県の植生; 石川県林業試験場, 139p.
- 鳴倉巳三郎 (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.