柏崎平野の下末吉期堆積物の花粉化石について¹⁾

新潟花粉グループ²⁾

Pollen Analysis of the Deposits of the Shimosueyoshi Stage in Kashiwazaki Plain, Niigata Prefecture, Japan¹⁾

Niigata Pollen Group²⁾

1) We have examined, by the method of pollen analysis, the Yasuda formation that is the deposits of the Shimosueyoshi stage, at Yokoyama, Yoso, Nozaki, Nishiyama and Yukinari in Kashiwazaki Plain in Niigata Prefecture.

As the results, *Alnus*, *Quercus*, *Tilia*, *Fagus*, *Cryptomeria*, *Juglans* and *Pinus* dominated in the Lower Yasuda formation. The central part of the Upper Yasuda formation has no great difference from the Lower Yasuda formation, though the central part of the Upper Yasuda formation might intermingle some more fossil pollen of *Tsuga diversifolia* type among collection *Tsuga* than the Lower Yasuda formation did.

At the top of the Upper Yasuda formation, *Alnus* and *Tsuga* dominated, there were more *Abies* and *Picea* contained than at any other place, and *Tsuga* consisted of the fossil pollen of *Tsuga diversifolia* type.

2) The Lower Yasuda formation was classified into two parts, upper half and Lower half, because it may be noticed slight difference in the assemblage of pollens, but its boundary is not clear.

3) It was recognized that the paleoclimate in the process of the deposition of the Yasuda formation was getting cooler with the change from the Lower to the Upper; it was warm in the Lower, slightly cool in the central part of the Upper and cool in the top of the Upper.

4) The Yasuda formation deposited in the inland bay in the process from transgression (the Lower Yasuda formation) to regression (the Upper Yasuda formation).

1) 1966. 10. 18. 受付. 日本地質学会第73年学術大会(昭和41年10月8日・金沢大学)において「新潟県柏崎平野における下末吉期堆積物の花粉分析について」と題して報告したものに訂正加筆をおこなったものである.

2) グループのメンバーはつぎのとおりである(ABC順, *印は連絡責任者). 五島智彦(新潟県中頸城郡清里村立清里中学校) Tomohiko GOTO (Kiyosato Junior High School, Kiyosato, Nakakubiki, Niigata), 早津一郎(新井市立新井小学校) Ichiro HAYATSU (Arai Primary School, Arai), 飯塚 満(新潟県中魚沼郡中里村立倉又小学校) Mitsuru IIZUKA (Kurumata Primary School, Nakasato, Nakauonuma, Niigata), 森沢勉(新井市立新井小学校) Tsutomu MORISAWA (Arai Primary School, Arai), 新田義信(新潟県立教育センター) Yoshinobu NITTA (The Education Center, Niigata), 佐藤勢次(新潟県立柏崎農業高等学校) Seizi SATO (Kashiwazaki Agricultural High School, Niigata), 仙田幸造(新潟県中頸城郡柿崎町立下黒川小学校) Kōzō SENDA (Shimo-kurokawa Primary School, Kakizaki, Nakakubiki, Niigata), *高野武男(新潟県立高田高等学校) Takeo TAKANO (Takada Senior High School, Niigata), 山田武雄(十日町市立中条中学校) Takeo YAMADA (Nakajō Junior High School, Tohkamachi), 山崎興輔(新潟県立栃尾高等学校) Kōsuke YAMAZAKI (Tochio Senior High School, Niigata).

5) Old Sand-dune of Arahama Sand-dune was made up in the process of regression in getting colder in the climate after the age of the deposition of the Yasuda formation.

6) The Lower Yasuda formation may be correlated to the Iwano formation that produced *Palaeoloxodon naumanii* at the Yoneyama coast.

7) The Yasuda formation may be correlated to the Hirayama formation and the Hara-nomachi formation in the Takada plain, the Iwano formation at the Yoneyama coast, and the Kuninaka formation in the Kuninaka plain (Sado Island).

I まえがき

柏崎平野の第四系については、1965年に団体研究がおこなわれ、その成果はすでに報告されている（歌代ほか 柏崎平野団体研究グループ、1965）。この中で、新潟花粉グループも室内作業を分担し、花粉分析の成果の一部を報告した。また、その後グループの一員である新田（1966）によっても報告された。

その後、さらに資料を追加し、つぎのようなテーマにしたがって詳細な検討をおこなった。

- 1) 柏崎平野の下末吉期堆積物とされている安田層の堆積過程における古気候の変遷を明らかにする。
- 2) 安田層の堆積環境を推定する。
- 3) 古気候の変遷から海岸地帯に発達する古砂丘の形成機構を考える。
- 4) 米山海岸で発見されたナウマン象の化石産出層（歌代ほか 高田平原団体研究グループ、1965）の検討をおこなう。

今回は以上のような検討の結果を報告し、批判をいただきたいと考えている。

なお、この小論をまとめるにあたって、各種の資料を提供していただいた柏崎平野団体研究グループの先生方、花粉分析の室内団研にさいし実験室を開放して便宜をはかっていただいた前新潟県立高田高等学校長平松義尚先生（前新潟県地学教育研究会会長）ならびに現新潟県立高田高等学校長岡田卓郎先生、そして、最後まで援助をおしなかった新潟県地学教育研究会の会員の先生方に深く感謝の意を表する。

II 柏崎平野および周辺の地形

柏崎平野は新潟県の南西部に位置し、東西には最大およそ 7 km、北東・南西に約 15 km のおおきさをもつ平野である。

ひじょうに平坦な沖積平野であるが、東側と南側の山麓地帯には安田層によって形成される洪積世の段丘が発達している。海岸地帯には荒浜砂丘とよばれる砂丘が発達し⁸⁾、その幅は最大およそ 3 km、長さ 12 km、高さは北部で最高 85 m 前後にたつする。南方にむかって低下し、柏崎の市街地付近では 8 m 程度となる。

周辺の山地をみると、平野の北部には砂丘地帯につらな^いで、椎谷岬の東方に海拔高度 100 m 前後の丘陵性の山地がある。この山地は 150 m 以上にたつすることはない。平野の東側は、北東・南西にはしる分水界をもち、新第三紀層の背斜構造をよく反映させた山地が発達する。高度は最高 350 m で、平均 300 m 前後のやはり丘陵性の山地である。南方には米山山塊が存在する。高度は 993 m である。

平野に流入する河川としては、北から別山川がある。流域の山地は最高 350 m 程度である。南方からは鱒石川と鵜川が流入している。両河川の上流は頸城山地のいわゆる地すべり地帯であるが、黒姫山 (890 m)・尾神嶽 (757 m) のほかは 550 m 前後の山地である。

III 柏崎平野の下末吉期堆積物（安田層）と古砂丘

A. 安田層

1. 地形および層序 詳細な記載はすでに報告されているので、ここでは概要をのべる。

安田層の基盤をなすのは新第三系の椎谷層、西山層、灰爪層などで、およそ北北東・南南西にはしる褶曲構造をなしている。

安田層は平野周辺の山麓線にそって分布し、安田段丘を構成している。安田段丘の沖積面からの比高は平均 10~20 m で、海拔高度の最高は 50 m である。段丘面の開析はすすみ、樹枝状の谷地形が発達している。そのために、段丘は孤立丘の状態を呈するところもある。し

-
- 3) 荒浜砂丘に発達する番神砂層や雪成砂層（歌代ほか 柏崎平野団体研究グループ、1965）は新堀ら（1964）のいう玄海砂丘の古砂丘に対比されるものと考え、ふつう「古砂丘」と呼びならわしている。

第1図 柏崎平野における安田層および砂丘の分布と試料採集地点をしめす。

①⑦…横山, ⑨…与三, ③⑨…野崎, ④①…西山, ⑤①…雪成。

かし、平坦面はよく保存されている。全体に平野の中心部にむかってゆるく傾斜している。

一般に安田層は岩相のちがいによって下部と上部とに区別される。第2図⑩の露頭が標式地とされている。

安田層下部は青灰色～暗灰色シルト層と砂層の不規則な互層からなる。シルト層は部分的に暗灰色泥炭質粘土層にかわり、第1表にしめすような植物化石を産する。また、*Corbicula cf. japonica*, *Anadara* sp. などの貝化石も産する。

安田層上部は灰色～灰褐色シルト層と砂層の不規則な互層である。上半部には基盤の新第三系に由来するともわれるシルト岩の小円礫を主体とする砂礫層が認められる。最上部には地形にそった褐色粘土層がのっている。全体に褐鉄鉱の斑点状・網目状の汚染がみられるが、化石はまったく発見されていない。

安田層による安田段丘は鯖石川と鵜川にはさまれた地域にもっともよく発達し、東部と西部の山麓地帯は発達がある。海岸地帯では砂丘によっておおわれている。

2. 植物化石 安田層からは第1表にしめされるような植物化石が産出している。とくに、*Trapa macropoda* (シリプトビシ), *Styrax japonica* (エゴノキ), *Scirpus* sp. (ホタルイ属), *Juglans sieboldiana* (オニグルミ),

第1表 柏崎平野の安田層から産出する植物化石

	学名	和名	産出頻度
1	<i>Acer</i> sp.	カエデ属	C
2	<i>Aesculus turbinata</i>	トチノキ	r
3	<i>Alnus japonica</i>	ハンノキ	C
4	<i>Brasenia peltata</i>	ジュンサイ	C
5	<i>Castanea crenata</i>	クリ	r
6	<i>Cryptomeria japonica</i>	スギ	r
7	<i>Fagus crenata</i>	ブナ	C
8	<i>Juglans sieboldiana</i>	オニグルミ	C
9	<i>Najas</i> sp.	イバラモ属	C
10	<i>Euryale akashiensis</i>	アカシオニバス	A
11	<i>Quercus cf. serrata</i>	コナラ	r
12	<i>Pterocarya rhoifolia</i>	サワグルミ	r
13	<i>Sapium sebiferum</i>	ナンキンハゼ	r
14	<i>Scirpus</i> sp.	ホタルイ属	C
15	<i>Styrax japonica</i>	エゴノキ	C
16	<i>Trapa macropoda</i>	シリプトビシ	C
17	<i>Trapa macropoda</i> f. <i>bicerata</i>	シリプトビシの品種	A
18	<i>Trapa incisa</i>	ヒメビシ	r

1, 4, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18: 種子

3: 集合果 2: 外果皮 8: 堅果 5, 6, 7, 11: 葉

r: 産出地1か所 C: 産出地2か所以上 A: 産出地2か所以上で20個体以上

Alnus japonica (ハンノキ), *Euryale akashiensis* (アカシオニバス) などを多産する。*Sapium sebiferum* (ナンキンハゼ) をのぞくと、木本種の近似現生種は現在の柏崎平野の湿地や背後の山地に自生しているものである。

Fagus crenata (ブナ), *Aesculus turbinata* (トチノキ) があることから現在よりもやや冷涼な気候であったと推定することもできる。しかし、暖地性の *Sapium sebiferum* (ナンキンハゼ) が同時に産出しているので全体的な古気候は現在と大差のないものであったと考えられている(歌代ほか柏崎平野団体研究グループ, 1965)。

3. 時代 安田層は高田平原の平山層および原の町層、米山海岸の岩野層、佐渡國中平野の國中層に対比される。時代は南関東の下末吉期に対比されている。

B. 古砂丘

荒浜砂丘の基盤をなすいわゆる古砂丘は、荒浜砂丘の周辺部におおく露出し、番神砂層および雪成砂層とよばれている。中央部にはほとんどみられない。

番神砂層と雪成砂層はさらにそれぞれ上部と下部とに

区分される。番神砂層下部は黄灰色の中粒砂よりなり、全般に粘土化がすすんでいる。数枚のとくに粘土化のすすんだ層があり、そこでは褐鉄鉱やマンガンなどの集積がみられる。全体に湖成層を思わせるような水平なラミナが発達している。下位の地層との関係は内陸側では安田層上部と整合である。

番神砂層上部は灰白色の中粒砂で固結している。おおきく塊状に割れ、表面ちかくの割目は褐色土がうめっている。全体に塊状でときに結核がある。こまかい不規則な節理が発達し、これにそって白色の小脈がみられる。これはギブサイトであるとされている。下部との関係は調査地域ではいずれも整合である。

雪成砂層は西元寺^{さいげんじ}～寺尾間^{てらお}のごくかぎられた地域にのみ分布する。番神砂層のうえに不整合にのる。サクサクとけずれるような粗粒砂で全体に白色がかった特徴があ

る。上部には傾斜したラミナが発達し、下部は水平なラミナで、砂の一部が結核をなしている。

IV 試料採集地の層序

A. 横山

安田層の標式露頭である。12 m + の厚さの安田層が露出している。下部は6 m + の厚さをもち、中央部の冲積面より3 mのところに生痕帯が発達している。この生痕帯の上部から *Corbicula japonica*, *Anadara* sp. などの貝化石を産する。生痕帯はかなり広く断続するもようである。化石珪藻の分析の結果、安田層下部はこの生痕帯の上限を境として上半部と下半部とに区分されている。

上部は約6 mの灰色～灰褐色のシルト層と砂層の互層であるが、花粉も珪藻も検出されていない。

安田層下部の下半部では1～7番まで、上半部では8～16番までの合計16個の試料を、およそ80 cmの間隔をもって採集した。

この露頭の位置では第1図にみられるように古鵜川の影響がつかったと推定される。

B. 与三^{よぞう}

ここでは安田層が9 m + の厚さで露出している。上部が約4 m、下部が5 m + の層厚をもっている。安田層下部は上から約2 mはシルトからなり、その中央部に約40 cmの砂層がはさまれている。シルトの下は粘土層からなっている。安田層上部は粘土・シルト・砂の層からなっている。

試料は安田層下部のシルトの部分から5～14番まで、粘土の層から15～26番までの21個を、およそ25 cmの間隔で採集した。

この地域は古鵜石川と古別山川とはさまれた地域で、北部と南部の両方から影響をうけて堆積し、安田層が局部的に厚く堆積しているところである。

C. 野崎^{のざき}

6 m + の厚さの地層が露出している。上の5 mは番神砂層下部で、地表面には約1 mの褐色土が発達している。番神砂層の下位に約1 mの安田層上部が露出する。両者にはさまれて、安田層の最上部をしめる20 cmの泥炭質シルト層が堆積している。こ

第2図 試料採集地の露頭の柱状断面図と試料の採集位置をしめす。

①7: 横山 ③1: 与三 ③9: 野崎 ④1: 西山 ⑤1: 雪成 1: 表土
2: 褐色土 3: 粘土 4: シルト 5: 砂 6: 礫 7: 泥炭
8: 植物化石 9: 生痕 10: 基盤 11: ラミナ

こから試料を採集した⁴⁾。

D. 西山

16 m の厚さの安田層が露出している。下位には基盤の灰爪層が露出している。段丘面から 4.3 m が安田層上部で、それ以下は安田層下部である。この安田層下部は基底面から 1.5 m が暗灰色シルト、その上 1.5 m が砂泥質礫層および黄灰色～暗褐色の砂層からなる。さらに、その上位 7.9 m は暗灰色から青灰色のシルト層で礫のはさみがおおい。シルト層からは上・下ともに *Trapa* sp. の化石を産する。

安田層下部から約 40 cm おきに29個の試料を採集した。そして、第2図にみられるように14個の試料を分析した。

ここは位置的にみて内陸にあるために、安田層は礫層のはさみがおおくなっている。この堆積には別山川の影響がつよかったと考えられる。

E. 雪成

10.5 m の厚さの安田層が露出している。下の約 3 m が安田層下部である。青灰色の砂および砂質粘土で、こ

こから1～5番の5個の試料を採集した。上部約 8 m は安田層上部に相当する。灰白色のシルト層と黄灰色の砂質粘土にはさまれて、約 1.5 m の暗青灰色粘土質砂層が堆積している。ここからは6～9番の4個の試料を採集した。

野外観察の際には試料を採集した粘土質砂層の上位の黄灰色砂質粘土層を番神砂層下部としたが、花粉分析の結果からみると、これは安田層上部の一部とみたほうが妥当とおもわれる。この雪成の地域では安田層は番神砂層によっておおわれている。

V 花粉分析の方法と結果

A. 花粉分析の方法

試料50～100g→NaOH処理→水洗→HCl処理→水洗→HF処理→水洗→Acetolysis Method→水洗→封入という過程で処理した。また、花粉の含有量のきわめて少ないものについては $ZnCl_2$ の飽和溶液によって比重選別法を併用した⁵⁾ (中村, 1965)。

検鏡にあたって木本種、草本種をあわせて同定可能な

第3図 横山における花粉分析図

4) このシルト層から得られた木片の放射性炭素による年代測定の結果 $36,400^{+4,800}_{-3,000}$ Y.B.P. と値がだされた。(歌代ほか柏崎平野団研究グループ, MS)

5) 実際の処理の方法についてはグループの一員である山田武雄が高知大学文理学部中村純博士から私信によって教示を仰いだ。記して御礼申しあげる。

第2表 横山における

花 粉・胞子 番号																				
	<i>Pinus</i>	<i>Abies</i>	<i>Picea</i>	<i>Tsuga</i>	<i>Cryptomeria</i>	<i>Fagus</i>	<i>Quercus</i>	<i>Castanea</i>	<i>Betula</i>	<i>Alnus</i>	<i>Corylus</i>	<i>Carpinus</i>	<i>Ulmaceae</i>	<i>Juglans</i>	<i>Tilia</i>	<i>Acer</i>	<i>Salix</i>	<i>Weigela</i>	<i>Ilex</i>	<i>Elaeagnus</i>
16	8.9	5.1		5.6	4.2	18.3	8.7			20.1		0.5	0.9	5.1	11.7			1.8		
15	15.1	2.4		3.9	4.8	30.3	5.3			19.7		0.5	0.5	2.4	5.3	0.9		0.9		
14	10.2	0.9		2.9	2.9	22.5	6.9		0.9	22.5	0.5	0.9	2.0	5.9	9.3	0.9		0.5		
13	9.1			1.8	4.8	14.4	7.6	1.5		35.6		1.8	0.5	4.8	12.5		0.5			
12	3.8	0.4		0.4	4.7	14.4	11.8		1.9	28.8		0.8	0.4	4.2	13.7	0.4	1.9	0.4		
11	12.8	0.8	1.4	2.4	3.3	18.5	10.0		0.4	28.6	0.9	1.4	0.4	3.0	5.7		0.4	1.4		
10	9.0	1.3		0.5	5.4	7.7	5.0	1.9	2.2	38.5		1.8	0.5	2.7	11.7	0.5	2.2	0.9		
9	2.1				5.2	5.2	9.1	3.4	0.9	51.5		0.4		3.0	6.0	1.3	0.4	0.9		0.4
8	15.2				6.3	4.3	20.2	1.8	1.0	30.8	2.5	2.5	1.0	3.6	2.0		3.1			
7	12.8			0.8	8.0	7.2	22.4			14.4	0.8	1.6	1.8	0.8	0.8	1.6	2.4			
6	2.5		0.5	1.6	6.9	10.6	16.4			30.8	0.5		0.5	5.2	3.1		2.1			
5	0.6			0.6	12.5	5.7	18.4	1.2	1.2	13.3		3.0		6.6	1.8		5.7			
4	9.4				6.3	18.7	25.0	0.6		13.2	0.6	3.8		7.5		1.3				
3	1.5				2.6	10.2	26.0	2.6	1.2	30.1	0.5		2.6	4.8	1.5	2.4	1.5		1.2	
2					7.1	14.8	18.0			21.9	1.3	3.2		2.6	0.7	0.7	4.5		1.3	
1	4.4				10.9	7.0	19.7	1.1		27.9	0.5	2.7		2.2	1.6	0.5	1.6			

第3表 与三における

花 粉・胞子 番号																				
	<i>Pinus</i>	<i>Abies</i>	<i>Picea</i>	<i>Tsuga</i>	<i>Larix</i>	<i>Sciadopitys</i>	<i>Podocarpus</i>	<i>Cryptomeria</i>	<i>Fagus</i>	<i>Quercus</i>	<i>Castanea</i>	<i>Betula</i>	<i>Alnus</i>	<i>Corylus</i>	<i>Carpinus</i>	<i>Ulmaceae</i>	<i>Juglans</i>	<i>Pterocarya</i>	<i>Tilia</i>	<i>Acer</i>
5	11.0	1.5	2.0	1.5				10.5	40.0	10.0			7.5		0.5	1.5	4.0		2.5	
6	16.1	2.0	5.4	4.4				10.2	22.4	8.3			11.7		1.0	1.0	7.8		2.0	
7	11.0	1.5	3.0	5.0				11.5	19.4	10.5	1.5		22.5		1.0	0.5	3.0		3.0	
8	13.7	0.5	2.1	6.6				7.6	17.8	11.7			17.3	0.5	1.5	1.0	4.6		4.6	
9	8.3	1.1	4.4	6.4				18.1	13.7	2.9		1.1	22.0		0.5	1.1	1.5		6.9	
10	12.2	9.8	4.9	7.3				6.3	16.6	2.4		0.5	6.3		1.0	0.5	8.8		5.9	0.5
11	4.9	2.9	1.5	3.9		0.5		4.4	11.5	1.5		0.5	43.6	0.5	1.1		4.4		1.5	
12	5.6	1.8	3.6	5.6			0.5	8.9	4.7	1.0	1.0		16.8			1.0	4.7		5.6	0.5
13	19.2			6.4				20.9	2.9	17.4			4.6	2.3		1.1	1.7		3.5	1.7
14	22.8	4.4	2.4	12.6			1.5	6.3	10.2				5.3		1.0	0.8	3.9		6.3	
15	10.5	0.5	1.9	3.3				7.1	13.8	11.4			18.1		1.4	1.4	2.8		4.8	
16	14.8	3.5	0.5	7.9				4.0	10.9	10.9			9.4		0.5	1.5	2.0		12.4	
17	1.7	3.0	1.3	1.3				18.7	10.4	4.8			13.4		1.3	1.7	4.3		7.8	
18	28.1	8.6	7.6	20.5		0.5		5.7	8.1	2.8			3.3			0.5	1.9		2.8	
19	7.5	1.5		2.5				5.5	3.0	10.5	1.0	2.0	30.0	1.0	1.0	2.5	4.0	1.0	8.0	1.0
20	7.3	1.6		1.0	0.5			10.5	24.6	6.3			4.2		0.5	0.5	4.2		8.4	
21	0.4							28.1	14.5	28.9			2.9				1.7		3.7	
22	2.9					0.6		20.7	12.4	35.5							1.8			
23	0.4			0.4				5.3	8.2	30.3	1.5		35.6				2.9		0.9	1.5
24	3.1			1.8				3.1	9.4	17.1	3.1		7.1		1.4	0.8	1.2		5.3	4.9
25	10.5	12.5		7.5				0.5	17.0	15.0		0.5	2.5			0.5			23.0	

花粉分析表

<i>Euonymus</i>	<i>Osmunda</i>	<i>Styrax</i>	<i>Rhus</i>	<i>Symplocos</i>	<i>Sapium</i>	Ericaceae	<i>Viburnum</i>	<i>Persicaria</i>	<i>Trapa</i>	Compositae	<i>Urtica</i>	Cyperaceae	<i>Artemisia</i>	<i>Nelumbo</i> ?	<i>Nup^{tar}</i>	<i>Angelica</i>	<i>Patrinia</i>	Gramineae	Winged pollen fragment
						0.5		0.9				0.5						7.0	10
								2.4					0.5			0.5	0.5	2.9	9
					0.5			2.0	0.5				0.5					7.3	2
								0.9		2.0			0.5					2.0	2
		0.8		0.4			0.4						0.4					9.0	1
		0.4																	
	0.5							1.4		0.4								5.7	4
								1.3		0.5			1.3	0.5	0.9			4.5	10
0.4								0.4		0.9								7.8	8
																		5.7	
									5.6		1.6							17.6	
									0.5			1.0						16.4	
											3.6	2.4	0.6					21.6	
																		9.4	
												1.5						11.2	
			0.7							1.3								19.4	
												0.5						18.0	

花粉分析表

[illegible]

第4図 与三における花粉分析図

ものについて200個体以上をかぞえ、それぞれの割合を求めた。形態分類によったものと孢子については同定された木本種と草本種の個体数を基数とし、それにたいする割合で表現した。また、破損した有翼花粉の破片についても同様な取扱いをおこなった。

B. 分析の結果

分析の結果は第2表から第6表にしめすとおりである。第3図から第7図は分析の結果を、おもな樹木種についてのみ図示したものである。また、第8図は横山、与三、西山、雪成の分析結果から、*Pinus*, *Alnus*, *Pinus* と *Alnus* をのぞく木本種、および草本種のそれぞれの総和を図示したものである。

つぎに、それぞれの地域の特徴を説明をする。

1. 横山 全体的に *Alnus*, *Fagus*, *Quercus* が優占している。これらにつぐものとしては *Pinus*, *Cryptomeria*, *Tilia*, *Juglans* などがある。寒冷気候をあらわす *Abies*, *Picea*, *Betula* などはきわめて低率である。草本種では *Gramineae* がおおく出現している。下から上への出現頻度の変化をみると、*Cryptomeria* は9番で減少したまま低率で一定している。*Alnus* は9番で最高にたっし、徐々に減少する。*Fagus* は1番から次第に増加するが、8番・9番で最低となり再び上にむかっていちじるしく増加している。*Quercus* は9番でかなり急激に減少するが、*Tilia* は増加をはじめている。

第8図について木本種と草本種の割合の変化をみると、7番より下は草本種が20%以上をしめる部分があり、かなりの変動がみられ

第4表 野崎における花粉分析表

サンプル番号	花粉・孢子																				Winged pollen fragment	
	<i>Pinus</i>	<i>Abies</i>	<i>Picea</i>	<i>Tsuga</i>	<i>Larix</i>	<i>Cryptomeria</i>	<i>Fagus</i>	<i>Alnus</i>	<i>Juglans</i>	<i>Persicaria</i>	Compositae	<i>Artemisia</i>	<i>Nuphar</i>	Tricolpate pollen	Tripolate pollen	Tricolpolate pollen	Monocotyledonous pollen	Entomophilous pollen	Alete spore	Momotele spore		Indeterminable pollen
5	5.6	6.0	10.0	30.0	0.4	0.4	6.0	24.9	0.4	11.6	2.6	0.4	0.6	1.3	0.4	0.6	9.4	1.3	2.1	3.0	9.0	42.0

る。それにたいして、8番より上は全体に10%以下で、しかも安定している。

ここで、7・8・9番は露頭では生痕帯の上下に位置するところである。したがって、完全には一致しないが、珪藻化石による場合とおなじように、ここでは安田層下部は生痕帯の上限を境として、上半部と下半部とで花粉組成に多少の変化をみとめることができる。しかし、この下半部と上半部とでは有意の気候変化はみとめられない。

2. 与三 全体的には *Alnus*, *Fagus*, *Quercus*, *Cryptomeria* が優占している。これらにつぐものとしては *Tilia* と *Pinus* がある。ここでは *Tsuga* がかなりおおく出現しているので、最も頻度の高い18番で50個体について大きさを調べたところ55~85 μ のあいだで 70 μ 前後がもっともおおかった。したがって、この *Tsuga* は *Tsuga diversifolia* (コメツガ) 型ではなく、*T. Sieboldii* (ツガ) 型であろう (田井, 1963)。その他、*Abies*, *Picea*, *Betula* はきわめて低率である。草本種では Gramineae がおおかった。

下から上への変化は優占している属についてみても、きわめて変化ははげしく、一見したところ特定の傾向はみられない。しかし、第8図の本木種と草本種との比率をみると、11番より上は10%前後となり、出現率が安定している。この傾向は横山と同様であり、これを境として *Alnus* が極大から減少し、*Fagus* が極少から増加し、*Quercus* が減少の傾向にある点なども多少の類似がみられる。また、露頭においても11番の上位に砂層をはさむ点も一致している。これらのことから、ここには生痕帯は存在しないが、この付近を境として安田層下部を上半部と下半部に区分することができるのではないかと推定される。

安田層下部を上半部と下半部に区分した場合、ここに

第5図 野崎における花粉分析図

においても両者のあいだに有意な気候の差はみとめられない。

3. 野崎 試料は1個しかなかったが、*Alnus* と *Tsuga* が優占している。この *Tsuga* について約50個体の大きさの頻度分布を調べたところ、第9図のように 100 μ にピークがあらわれた。これは田井 (1963) のいう *Tsuga diversifolia* (コメツガ) 型に比較するとややおおきすぎる感がある。しかし、本邦の後期洪積世の植物化石中の *Tsuga* 属については *T. diversifolia* 以外に記載がないので (鈴木, 1962)、ここで出現する花粉化石は *T. diversifolia* 型の花粉であろうと考える。

Abies と *Picea* については図示されたものは比較的小くないが、第4表にしめされるように大型有翼花粉の破片がひじょうにおおく観察された。そのため、実際には 6~7%はおおくみてよいのではないかと考えられる。したがって、*Abies* と *Picea* は横山、与三、雪成、西山などに比較してはるかに出現率は高いとみてよいであろう。

このほかに、*Fagus* はきわめて低率であり、*Cryptomeria* は1%以下であった。草本類では *Persicaria* がおい点も他の地域とことなっている。

4. 西山 全体として *Pinus*, *Alnus*, *Fagus*, *Cryptomeria*, *Tilia* などが優占しているが、層準による変化ははげしい。*Juglans*, *Quercus* などは下部に優占している。*Abies*, *Picea*, *Tsuga*, *Larix*, *Betula* などは低率である。

第5表 西山における

花粉・胞子												Alnus	Carpinus
	<i>Pinus</i>	<i>Abies</i>	<i>Picea</i>	<i>Tsuga</i>	<i>Larix</i>	<i>Cryptomeria</i>	<i>Fagus</i>	<i>Quercus</i>	<i>Castanea</i>	<i>Betula</i>			
29	8.1	1.3	2.7	3.7		1.3	6.7	1.8		1.3		37.3	
28	51.5	11.2		9.4		3.3	14.6	2.4	0.4			1.9	
27	50.2	9.3		9.1		3.8	7.8	2.4		1.4		0.4	
23	16.0	3.5	0.6			10.9	4.7	1.9				8.9	1.8
21	36.3	0.5		1.7		14.6	18.6	4.8				9.6	0.5
19	46.8	2.4		3.0		22.8	7.2	10.2				4.8	0.6
18	5.4	3.4	2.4	0.8		15.3	1.4	7.2				14.8	6.4
16	5.2	5.2	3.5	3.5		10.5	14.0	3.5				5.2	
13	32.1	1.9	1.3	3.2		4.4	35.8	5.0	0.6			2.6	
10	10.3	0.5		0.5		5.6	26.1	21.0	2.2	2.2		13.8	
8	4.0	0.6				1.2	9.2	10.2	0.6	0.6		46.9	2.0
4	4.5	0.9			0.4	1.8	12.3	15.6				30.7	0.9
3	43.5	7.4	0.4	6.8		6.3	1.9	0.9				6.8	
1	17.9	0.5		2.1		15.0				0.5		21.7	

第6表 雪成における

サン プル 番 号	花 粉 ・ 胞 子																								
		<i>Pinus</i>	<i>Abies</i>	<i>Picea</i>	<i>Tsuga</i>	<i>Larix</i>	<i>Sciadopitys</i>	<i>Podocarpus</i>	<i>Cryptomeria</i>	<i>Fagus</i>	<i>Quercus</i>	<i>Castanea</i>	<i>Betula</i>	<i>Alnus</i>	<i>Corylus</i>	<i>Carpinus</i>	<i>Ulmaceae</i>	<i>Juglans</i>	<i>Pterocarya</i>	<i>Tilia</i>	<i>Acer</i>	<i>Salix</i>	<i>Ilex</i>	<i>Elaeagnus</i>	<i>Rhus</i>
9		5.1	1.0	1.4			0.5	7.4	15.8	5.1		0.5	21.5	1.0	1.0		2.3	18.6	0.5				1.4		
8		7.4	3.0	4.0	8.9			5.9	21.3	2.5			7.9	1.0			1.0	1.5	24.3	1.5	0.5	0.5			
7		12.2	1.9	1.9	3.9		1.4	1.9	19.6	7.8			11.2	0.4	1.4		1.4	13.2	0.4			1.9			
6		11.1	5.3	2.2	11.1	0.9	1.7	8.4	15.5	8.0	1.7	1.7	12.4	0.4		0.4	2.6	13.3							
5		16.6	3.8		5.2		3.3	8.1	27.1	6.7	0.4		7.6	0.9		1.9	5.2	8.1			0.9				
4		10.4	13.7	1.4	8.0			6.1	13.2	1.9			2.9	0.5		1.0	6.1	25.9			0.5				
3		12.0	6.7	2.2	3.1	0.5		5.8	21.8	1.8			5.3	0.5		0.9	4.9	0.9	25.2	0.5	0.5		1.4		
2		3.2		2.6	13.3	0.5		7.4	10.7	2.6	1.1	0.5	8.5		2.1		0.5	32.5			1.6				
1		3.0			5.0			7.0	21.0	12.7			4.0	12.7				3.0	21.9		0.4	1.8			

花粉分析表

<i>Ulmaceae</i>	<i>Juglans</i>	<i>Pterocarya</i>	<i>Tilia</i>	<i>Salix</i>	<i>Taxus</i>	<i>Persicaria</i>	<i>Trapa</i>	<i>Compositae</i>	<i>Nuphar</i>	<i>Gramineae</i>	<i>Typha</i>	<i>Droseraceae</i>	<i>Menyanthes</i>
	2.7		13.7		1.4		0.4	0.4		17.1			
			4.3				0.8	2.9	2.4	2.9			
0.6	1.8		9.5					0.6		36.9		0.6	
	0.3		6.2	0.8		0.3		1.1	0.3	3.4			
			1.2	0.6						0.6			
	6.8		17.3	1.4						17.3			
	7.0		7.0					3.5		31.5			
			8.8							4.4			
	1.2		10.5	1.2		0.5				4.1			
1.2			23.9							5.1			1.2
0.4		1.3	26.6							4.1			
			22.7					0.4	1.4	0.4			
		0.5	29.0				0.5	2.7	4.3	0.5	2.7		

花粉分析表

<i>Symplocos</i>	<i>Ligustrum</i>	<i>Carya?</i>	<i>Myrica</i>	<i>Cornus</i>	<i>Persicaria</i>	<i>Trapa</i>	Compositae	<i>Artemisia</i>	<i>Nelumbo</i>	<i>Nuphar</i>	<i>Stellaria</i>	<i>Chenopodium</i>	Gramineae	Orchidaceae	<i>Myriophyllum</i>	<i>Lonicera</i>	Tricolpate pollen	Tripolpate pollen	Tricolpate pollen	Monocotyledonous pollen	Entomophylus pollen	Alete spore	Monolete spore	Trilete spore	Indeterminable pollen	Winged pollen fragment
1.9					0.5	1.0	1.0					12.6					8.4	6.5	3.3	34.3	5.1		22.4	21.0	8.9	
												0.5	7.9		0.5		1.9	6.4	5.4	51.3	1.9		33.8		20.3	
0.4	0.4	0.4			2.4		0.9		0.8	0.9	0.4	8.3			0.4		3.5	1.9	3.9	20.9	7.8	2.4	6.3	0.4	16.6	14.6
	0.9						0.4			1.3							1.7		8.9		8.5	7.6	10.6	7.1	18.7	13.8
	0.4									0.9	0.4	1.4					5.3	0.9	8.3		4.8	8.7	5.8	2.9	16.6	16.2
							1.0						2.9	5.7			0.5			12.7			17.4		29.2	10.8
				0.5			3.5						0.9	0.9			2.6	1.3		16.7			22.5		25.2	8.4
							0.5	0.5	1.1			0.5	3.7	5.8			5.3	0.5	2.1	9.6		4.8	13.9	3.2	28.9	3.2
	0.9						2.0						1.5				3.2	4.8	36.1	3.2	6.6	6.1	14.0	7.4	21.0	1.3

第6図 西山における花粉分析図

木本種と草本種との比をみると13番と16番の間に境がある。13番以下では草本種が10%以下で安定し、14番以上では高率と低率とが交互にあらわれ、変化がおおきい。しかし、第6図でみると *Cryptomeria* が極小から増加し、*Fagus* が急激に増加し、*Alnus*, *Juglans*, *Tilia* が急減する境界は8番と10番の間にある (*Quercus* の減少はややずれて10番と13番の間)。このように、横山や与三のような一致がみられない。この不一致については試料の欠番があるためにたしかなことはわからない (試料の欠番そのものもおおきな原因になっているものと考えられる)。したがって、安田層下部の上半部と下半部の境界をどこに求めるかが問題となるが、ここでは層序の上で堆積物が礫および砂からシルトに変わり、優占花粉の出現率が変化する8番と10番の間におくのが妥当なように考えられる。

ここでは、木本種と草本種の出現状態は横山、与三とは逆になっている点も注目しなければならない。

また、ここでも上半部、下半部に区分した場合に、両者の間で有意な気候の変化はみとめられない。

5. 雪成 安田層下部の1～5番については *Tilia*, *Fagus* が優占し、*Alnus*, *Quercus*, *Cryptomeria*, *Pinus*, *Tsuga*, *Juglans* などがこれにつぐ。*Abies* は部分的におおきく出現しているが、*Picea*, *Betula* などはすくない。*Tsuga* については2番のものについておおきさの頻度分布を調べたところ、50個体にみたなかったが、 $56\sim 60\mu$, $64\sim 68\mu$ にピークがあらわれた。しかし、 82μ 以上のものは出現しなかった。また、4番では $72\sim 76\mu$ に極端に高いピークがあらわれた。したがって、これは *Tsuga diversifolia* (コメツガ) 型ではなく *T. Sieboldii* (ツガ) 型とみてよいのではないかと考えられる。

草本種の割合はおおむね10%以下である。また、*Cryptomeria*, *Fagus*, *Quercus*, *Alnus* などの出現率から、さらに層位的にも安田層下部の上半部とみてよいであろう。

安田層上部の6番から9番についても、花粉組成と優占する属は安田層下部のものと大差はない。しかし、6～9番の *Tsuga* についておおきさの頻度分布を調べたところ、やはり50個体にみたないものもあったが $72\sim 80\mu$, $84\sim 92\mu$ の間にピークがあらわれ、後者の割合が安田層下部にあたる2番と4番にくらべ、かなりおおくなっている。したがって、*Tsuga diversifolia* (コメツガ) 型花粉がかなりおおきく混入しているものと考えられる。

第7図 雪成における花粉分析図（左上3三番目の PICES は PICEA の誤り）

VI 考察

資料の一部である横山の分析結果については、すでに「柏崎平野の第四系」（柏崎平野団体研究グループ、1965）の中に報告された。その中では安田層下部の堆積過程における古気候は、下から上に温→冷→温→冷という小変化はあるが、全体的には現在と大差のない湿潤な気候であったこと、下半部から上半部への冷温化の過程で温暖な時期をはさむことなどが論じられた。

その後、新田（1966）によって西山の試料の分析がおこなわれ、ほぼ同様な結論がみちびかれ、後背山地の影響は花粉組成に有意の差を生じていないと報告された。

今回は、さらに資料を追加することができたので、これまで報告された資料をも含めて、層序区分、古気候とその変遷、堆積環境、古砂丘の形成、ナウマン象化石の産出層準、各地との対比などについてより総合的な考察を試みることにする。

A. 層序区分

横山、与三、西山の各地で生痕帯、砂層、礫層などを境として、その上下で花粉組成と出現率とに多少の差がみられた。この結果からすると安田層下部は、花粉組成と出現率との差によって下半部と上半部に区分することができると考えられる。しかし、両者の境界は層序関係とは必ずしも一致せず、かなり不明瞭である。また、つぎの古気候の項でべるように上半部・下半部とも花粉組成と出現率とは全地域で共通していないで、それぞれの地域で多少の差がみとめられる。

B. 安田層の堆積過程における古気候

1. 安田層下部 横山、与三、西山、雪成の4か所をとおして、下半部では *Alnus*, *Quercus*, *Tilia*, *Fagus*, *Cryptomeria*, *Juglans*, *Pinus* などが優占している。上半部では *Quercus* が少いが、この点をのぞけばほぼ同様である。

しかし、これらはすべての地域に共通して優占しているのではなく、それぞれ場所によって出現頻度にはおおきな変化がある。たとえば、*Alnus* は下半部では横山と西山で優占するが与三では必ずしも下半部全体に優占してはいない。上半部では西山と雪成で低率となっている。*Quercus* は下半部ではそれぞれの場所で優占しているが、与三のように部分的にしか高率をしめないところもある。*Tilia* は下半部では西山に、上半部では雪成にしか優占していない。*Fagus* も下半部・上半部ともに部分的にしか優占していない。*Cryptomeria*, *Juglans*, *Pinus* なども同様であって、それぞれの出現頻度の増減について対応関係がほとんどみとめられない。

以上のような事実から、今回の分析結果の考察からは安田層下部では、その下半部・上半部をつうじて堆積過程における有意な気候変化をみいだすことはできなかった。ただ西山の *Cryptomeria* の変化はスモースカープをえがいているので、あたかも気候変化を代表しているかにみえるが、これとても、1か所かぎりて他にこれに対応した変化がみられないので、気候変化の証拠とはなりえないであろう。

以上の結果から、下半部と上半部、およびその堆積の過程における花粉組成や出現率のちがいは、海面変動にともなって生じたそれぞれの場所の環境の変化が植生に

第8図 *Pinus*, *Alnus*, 主要樹木種および草本種の構成をしめす。
 黒: *Pinus* 白: *Alnus* 斜線: 主要樹木種 横線: 草本種。

Tsuga などが全過程をつうじて、きわめて低率である。そのため、全体的に温暖な気候であったとみることができるであろう⁶⁾。したがって、安田層下部の堆積過程を通じて海進の時期であったとみることができるであろう。

2. 安田層上部 雪成の6~9番と野崎の分析結果が当時の古気候をしめしている。野崎の場合はすぐに上位に番神砂層下部が接しているの、明らかに雪成のものより層位的には上位にあるとみてよいであろう。

まず、雪成の分析結果についてみると、安田層下部のものとほとんど変化のない花粉組成をしめしている。しかし、*Tsuga* の中には *Tsuga diversifolia* (コメツガ) 型花粉を混入させている⁷⁾。そのため、安田層下部に比較してやや冷温な古気候を推定することができるであろう。

野崎の場合は *Alnus* について *Tsuga* が優占している。この *Tsuga* も *Tsuga diversifolia* 型であり、他の *Tsuga* を含まないと推定される。もし、これが優占する程度に柏崎平野に飛来・流出するとすれば、野崎では別山川の影響下にあったとみられるので、柏崎平野の北部山地や、すくなくとも米山山塊には自生していな

反映された結果であるとみるのが妥当であろう。

ればならない。当時の柏崎平野北部の山地は現在より多少は高かったとしても、400 m 前後であったと推定され

6) 植物化石として *Fagus crenata* (ブナ) が産出しているが、すでに指摘したように (新潟県花粉グループ 1965), 現在の米山には標高 300 m まで *F. crenata* が生育している事実がある。また *Fagus* 以外に冷涼な気候をしめすものが多産していないので、これは必ずしも *F. crenata* であるとはかぎらない (このことについては現在検討中である) し、そうであるという証拠はどこにもない。

7) コメツガは青森県の岩木山、八甲田山を北限とし、本州中部山岳地帯をへて四国 (高知県長岡郡白髪山にのみ産するという) にいたる、1,700~2,000 m の地に生育する (岩田・草下, 1959)。また青森県では最低の高度は 450 m といわれている (田井, 1966)。さらに第四系の寒冷種ともされている (島倉, 1961)。ツガは本州関東以南、四国、九州、屋久島に至り、また朝鮮では鬱陵島にのみこれを産する。*Abies firma* (モミ) と共に落葉広葉樹または常緑広葉樹と混交し、単純林を形成することはほとんどない (岩田・草下, 1959)。

るので、ここに *T. diversifolia* が自生していたとすれば、*Abies*, *Picea* がかなりおおく、*Fagus* が少く、*Cryptomeria* をほとんど含まない事実とあわせて、かなり冷涼な気候を想定することができる⁸⁾。

以上のように、安田層の堆積過程では、安田層下部の温暖な気候から、上部の冷温、さらに安田層上部の最上部における冷涼な気候へと変遷していったものと推定される。

C. 安田層の堆積環境

飛翔距離がおおきく花粉産出量のおおいものとして *Pinus* が、現地に堆積し花粉が遠方まで運ばれることのすくないものとして *Alnus* および主要樹種をのぞく樹主・灌木種・草本種があげられている (田井, 1966)。また、外洋性のものほど *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Tsuga*, *Quercus* などが多量に含まれるといわれている (藤, 1962)。

安田層下部についてみると、第3図～第8図にみられるように *Pinus*, *Quercus* などは、全体的には必ずしもおおくないし、*Alnus* が優占する場合がおおいので、内湾性の比較的海岸に近い水域に堆積したものと推定される。

また、安田層下部の下半部と上半部についてみると、横山と与三では下半部は *Pinus*, *Alnus* および草本種ともに出現率の変動がはげしく、上半部で安定する傾向がみられる。これは、この地域の下半部の堆積期は古地理的にみて河川流路の変化などのはげしい不安定な状態にあったが、上半部の堆積期になると海進がすすみ、湾が拡大して、かなり安定した環境に変化したものと考えられる。しかし、西山の場合はつねに不安定な状態にあるので、ここは内陸に位置し、つねに海岸線の近くにあるので、終始不安定な地域であったと考えられる。

安田層上部については資料がすくなく、たしかなことはわからないが、気候が冷温から冷涼化していく事実とてらしあわせて、おそらく海退の過程に堆積したものと推定される。

D. 古砂丘の形成について

荒浜砂丘地域の古砂丘の形成については、安田層の堆積後の気候の寒冷化にともなう海退の過程で、安田層にひきつづき番神砂層、雪成砂層が堆積したと考えられている (柏崎平野団体研究グループ, 1965; 歌代他, 1966)。

今回の花粉分析の結果、安田層下部から安田層上部へと堆積の過程をつうじて気候が冷涼化したことが明らかにされた。したがって、安田層上部の堆積につづく気候

第9図 *Tsuga* のおおきさの頻度分布
50個体にみえないものは (与三の No.18,
雪成の No.2,7,9) 個数で表現した。

の寒冷化による海退の過程で古砂丘が形成されたとみてまちがいないであろう。すなわち、気候の寒冷化にともなう海水準の低下によって、海岸付近の海底が陸化し、そこから風によってはこばれた砂粒が堆積し古砂丘を形成したものと推定される。

E. ナウマン象化石の産出層準について

米山海岸の鯨波駅南方の国道18号線の切通しで、ナウマン象の歯片が発見されている（歌代ほか高田平原団体研究グループ, 1965; 歌代他, 1966）。

この化石を産出した露頭は、米山海岸に分布する岩野層の代表的な露頭である。岩野層は柏崎平野の安田層に対比されている（歌代ほか柏崎平野団体研究グループ, 1965）。しかしながら、安田層の下部および上部のどちらに対比されるかということは不明であった。

米山研究グループ（1965）によれば、この露頭は最下部に基盤をなす輝石安山岩質火山角礫岩層があり、これを不整合におおって岩野層が堆積している。さらに、その上位には整合に番神砂層が堆積している。岩野層の厚さは 5.5 m+ あり、下部は安山岩質円礫が大部分であり、上部は泥炭質シルトである。ナウマン象の化石は、この岩野層の上限からおおよそ 50 cm ほど下位のところで産出した。泥炭質シルト層は多量の化石を含み、おもな植物化石としては *Alnus japonica*（ハンノキ）、*Styrax japonica*（エゴノキ）、*Fagus crenata*（ブナ）、*Aesculus turbinata*（トチノキ）、*Sapium sebiferum*（ナンキンハゼ）、*Juglans mandshurica*（オニグルミ）、*Trapa macropoda*（シリブトビシ）、*Trapa incisa*（ヒメビシ）などを産する。シルト層の下部からは貝化石としてシジミ類（*Corbicula japonica*, *C. sandai*, *Anodonta iwakawai*）を産する。そして、珪藻化石の分析の結果、このシルト層は汽水域～淡水域の堆積物とされている。さらに、このシルト層については花粉分析もおこなわれている。

その花粉分析の結果によると *Alnus*, *Fagus*, *Quercus*, *Pinus* が優占し、*Tilia* と *Juglans* がこれについている。 *Abies*, *Picea*, *Tsuga*, *Betula* などはほとんど出現

しないか、きわめてすくない。この花粉組成は柏崎平野の安田層下部とまったく類似しており、それから推定される古気候は現在と大差のない温暖な気候であったと考えられる。また、植物化石についても、ほとんどが安田層下部から産出されるものであり、それによって推定される古気候も、安田層下部の場合と矛盾しない。

以上のような理由から、ナウマン象の化石を産出した岩野層を柏崎平野の安田層下部に対比することができるかと推察している⁹⁾。

ところで、この場合に岩野層はその上に直接に番神砂層が堆積しているので、安田層上部に相当する地層が欠除することになる。また、安田層下部の場合は上半部におおくの海棲珪藻の化石を含むが、岩野層の場合はシルト層の下部に海棲珪藻を含んでいる。以上のことが問題点として残されるが、これについては岩野層は地形的にみて、安田層とは別の小規模な入江に堆積したと考えられるので、当時の古地理的な環境の要素が重要な意味をもつものと推定している。

F. 他地域との対比

新潟県下では高田平原の平山層および原の町層、米山海岸の岩野層、佐渡国中平野の国中層についての花粉分析の結果が報告されている（高野ほか新潟県花粉グループ, 1965）。これらの地層は、いずれも段丘面の高度や発達の状態、開析の程度の類似、植物化石や珪藻化石その他から推定される古気候や堆積環境などから南関東の下末吉期に対比されている（歌代ほか高田平原団体研究グループ, 1965; 高野ほか新潟県花粉グループ, 1965）。花粉分析の結果も温暖な気候を指示し、間氷期のものと考えられる。

今回の柏崎平野の安田層の花粉分析の結果も、花粉組成は温暖な気候から、堆積の終末期に冷涼な気候をしめし、間氷期のものとみることができる。また、安田層が構成する安田段丘の性質も、上記の地域のものに類似している。

以上の結果から、安田層を平山層・原の町層・岩野層・国中層に対比する。

8) もし、当時の柏崎平野北部の山地に *Tsuga diversifolia*（コメツガ）が自生していたとすると、現在の最低の分布高度をもつ青森県とはほぼ同程度の条件となる。それで青森市における年平均気温は 9.3°C（理科年表）、柏崎市の年平均気温は 13.2°C（新潟気象台調べ、55年間の平均）であるので、約 4°C の年平均気温の低下があることになる。また、現在の中部地方の最低分布高度は 1,700 m であるので、これを柏崎平野北部の山地の 400 m 前後まで低下させると 7.5°C、米山の山頂までさげると 3.5°C の気温降下となる。しかし、日本海岸を対馬海流が洗っていたであろうことと考えあわせると 7.5°C の降下はおおきすぎると考えられる。

9) 岩野層は C¹⁴ による年代測定の結果 31,200±1,800 Y.B.P. という値がえられている（歌代ほか柏崎平野団体研究グループ, 1965）。野崎における安田層上部の最上部より新しくなっていることも一つの問題点である。

VII まとめ

1) 柏崎平野の安田層について、横山・与三・野崎・西山・雪成の5か所で花粉分析をおこなった。その結果、安田層下部では *Alnus*, *Quercus*, *Tilia*, *Fagus*, *Cryptomeria*, *Juglans*, *Pinus*, などが優占していた。安田層上部の中央部でも、安田層下部と大差はないが *Tsuga* の中に *Tsuga diversifolia* 型花粉が安田層下部よりおおく混入していると考えられる。安田層上部の最上部では *Alnus* と *Tsuga* が優占し、*Abies*, *Picea* も他地域よりおおく、*Tsuga* は *Tsuga diversifolia* 型花粉が主であった。

2) 安田層下部は花粉組成の多少のちがいで下中部と上半部に区別されるが、その境界は明瞭でない。

3) 安田層の堆積過程における古気候は、安田層下部の温暖、安田層上部の中央部における冷温、安田層上部の最上部における冷涼という変遷がみとめられた。

4) 安田層は内湾における海進（安田層下部）から海退（安田層上部）の過程の堆積物である。

5) 荒浜砂丘の古砂丘は安田層の堆積にひきつづく気候の寒冷化による海退過程で形成された。

6) 米山海岸のナウマン象化石を産出した岩野層は安田層下部に対比される。

7) 安田層を高田平原の平山層および原の町層、米山海岸の岩野層、佐渡国中平野の国中層に対比する。

VIII あとがき

安田層上部の気候の冷涼化の過程については、資料が必ずしも十分ではないので、今後資料を豊富にしていきたいと考えている。

さらに、新潟県下において、安田層をはじめ従来中位段丘の堆積物と考えられていた地層から、脚註にあげたもののほかに直江津海岸北塚で 33,600±3,200-2,200 Y.B.P.（歌代ほか高田平原グループ, 1935）、柏崎平野北谷で 32,800 Y.B.P.、おなじく横山で >33,100 Y.B.P（柏崎平野団研グループ, MS）佐渡国中平野長江で >32,000 Y.B.P（歌代ほか佐渡国中平野団研グループ, 1966）という絶対年代がえられている。そのため、これを下末吉期とすることには若干の問題と批判が生じている。しかし、我われは現在のところこれを事実として受けとる以外の資料をもちあわせていない。けれども、この問題をとくには、花粉化石の詳細な検討結果にもとづく、関東地方との比較を試みるのが重要であると考え、それを実施中である。

参考文献

- 藤則雄（1962）北陸における後期洪積世層の花粉分析学的研究。地球科学, (60・61) 35—44。
岩田利治・草下正夫（1934）増訂邦産松柏類図説。産業図書株式会社, 122—125。
歌代動ほか柏崎平野団体研究グループ（1965）柏崎平野の第四系—新潟県の第四系・そのⅦ—。新潟大学教育学部高田分校研究紀要, (10), 145—185。
中村 純（1965）高知県低地部における晩氷期以降の植生変遷。第四紀研究, 4, (3—4), 200—207。
新田義信（1966）柏崎平野・西山地域安田層の花粉分析について。新潟県立理科教育センター理科研究集録, (4), 55—59。
高野武男ほか新潟県花粉グループ（1965）新潟県下の下末吉期堆積物の花粉化石について。第四紀研究, 4, (3—4), 172—182。
島倉巳三郎（1961）本邦新生代層の花粉層位学的研究Ⅴ, 東京・横浜付近の第四系。奈良学芸大学紀要, 自然科学, 10, (1), 23—35。
新堀友行ほか（1964）北九州の玄海砂丘の意義——そのレス状層について——。資源科学研究所集報, (63), 49—63。
鈴木敬治（1962）本邦における洪積統産植物化石群の概観と植物地理学上の2・3の問題。地球科学, (60・61), 45—52。
田井昭子（1963）深草・枚方地域における第四紀堆積物の花粉分析——近畿地方の新时期新生代層の研究2——。地球科学, (64), 8—18。
——（1966）大阪市におけるボーリング（OD—1）コアの花粉分析——近畿地方の新时期新生代層の研究Ⅴ——。地球科学, (83), 25—33, (84), 31—38。
歌代動ほか高田平原団体研究グループ（1965）高田平原北部の第四系——高田平原の団体研究・そのⅤ——。新潟大学教育学部高田分校研究紀要, (9), 143—173。
渡辺勇ほか米山研究グループ（1965）米山海岸鯨波におけるナウマン象産露頭の花粉化石および珪藻化石について。新潟県地学教育研究会誌, (3), 24—47。
歌代動ほか8名（1966）新潟県下の第四系——特に、ナウマン象の含有層と古砂丘について——。日本地質学会第73年学術大会総合討論会資料「日本海地域の地学的諸問題」, 171—182。
歌代動ほか佐渡国中平野団体研究グループ（1966）佐渡国中平野の第四系——新潟県の第四系, そのⅦ——。新潟大学教育学部高田分校研究紀要, (11), 147—205。