北海道静川台地の中～上部更新統

—特に最終間氷期中の寒冷期および相対的海水準変化の検討—*

近藤 務**・五十嵐八枝子***・嵯峨山 積****

Middle to Upper Pleistocene deposits of Shizukawa Hills in Hokkaido
—Discussion on the cold stage and the relative sea-level change
during the Last Interglacial Age—*

Tsutomu KONDO**, Yaeko IGARASHI*** and Tsumoru SAGAYAMA****

Abstract Lithostratigraphy (tephras), pollen and diatom assemblages of the Middle to Upper Pleistocene deposits of 8 boreholes in the Shizukawa Hills, situated in the Southeastern part of Sapporo-Tomakomai Lowland of Hokkaido were investigated. The results of palynological zonation, and examination of facies distribution of the deposits (SZ-II~SZ-VI Formation) clarified the paleo-climate and relative sea level changes during the Middle to Late Pleistocene Epoch.

The SZ-IV Formation (The Last Interglacial Age deposits) superposes conformably over the SZ-III Formation (possibly correlated to the Riss Glacial Age deposits), and is overlain conformably by the SZ-V and the SZ-VI Formations (possibly correlated both to the early Last Glacial Age deposits). In addition, the SZ-III Formation unconformably overlies the SZ-II Formation (also possibly correlated to the M/R Interglacial Age deposits).

The SZ-IV Formation consisting mainly of marine sediments, may have been formed with the transgression of the Atsuma Age (Uma-oi Collaborative Research Group, 1983) and is well developed in the Shizukawa Hills (max. 34 m in thickness). But the Formation is locally intercalated by peaty terrestrial beds in the middle horizon.

Seven pollen zones (SH-I~SH-VII) are recognized in the lithostratigraphical profile. The SH-I, SH-II, SH-III~VI, and SH-VII Zones correspond to the SZ-II, SZ-III, SZ-IV and SZ-V~VI Formations respectively. The basal plane of each zone which is generally concordant with the sedimentary Formations (tephra layers), is isochronous.

Especially notable is the SH-V Zone within the Last Interglacial deposits having temperate pollen assemblages. The SH-V Zone itself is characterized by high pollen frequencies from a subarctic conifer forest. Although the coldness indicated by this SH-V Zone is not so severe compared to that of the SH-II Zone, the presence of a cold phase is established during the Last Interglacial Age in the Shizukawa Hills.

The relative sea-level change curve inferred from sedimentary facies and distributional pattern of the sediments belonging to each pollen zone, has three phases of lower sea level (SH-II, SH-V and SH-VII Stage) and three phases of relatively high sea level (SH-I, SH-IV and SH-VI Stage).

This study thus reveals the existence of a cold stage (SH-V) in the Last Interglacial Age, and defines the situation of the relative sea level as -25~-20 m (a.s.l.) during the time.

1987年8月17日受付. 1988年2月22日受理.

* 1984年日本応用地質学会北海道支部研究発表会(札幌)および1986年日本地質学会北海道支部個人講演会(札幌)で一部講演.

** 北海道土質試験協同組合. Hokkaido Soil Research Co-operation, Sapporo, 003 Japan.

*** 北海道大学理学部地質学鉱物学教室. Department of Geology and Mineralogy, Faculty of Science, Hokkaido University, 060 Japan.

**** 北海道立地下資源調査所. Geological Survey of Hokkaido, Sapporo, 060 Japan.

はじめに

札幌—苫小牧低地帯南東縁に位置する静川台地の1ボーリング孔(SZK 孔)にみられる第四系の層序は近藤ほか(1984b)により確立され、台地の北北東10kmの厚真地域の陸上の第四系層序(馬追団体研究会, 1983)と対比されている。

今回新たに本台地上の7孔のボーリング・コアの層相(テフラ)・花粉組成・珪藻化石を研究する機会を得た。その結果、静川寒冷期(リス氷期に相当すると推定される)堆積物層(SZ-III 層)の分布およびその上位に発達する海成層主体の最終間氷期堆積物層(SZ-IV 層)の中間層に一部陸成、一部海成の寒冷期堆積物(花粉帯 SH-V)が連続して見出された。

その結果、最終間氷期中の一寒冷期の存在と、局所的ではあるが当台地での当時の海水準が明らかとなり、静川付近の最終間氷期前後の堆積環境、古気候、さらに海水準変動を考察する上での新知見がもたらされた。ここに研究の成果を報告する次第である。

地質概説

静川台地(Fig. 1)は、第三系の背斜ないしドーム構造(山口, 1978)に対応する地形上の高まりである。本台地は、東西約4km、南北約5kmの偏四辺形を呈する低地帯からの比高約10mの台地である。

台地上面の地形は、表層の後期更新世テフラ層(厚さ: 約14m)を削剝する小河川によって開析されているが、標高22~23mを最高部とする平坦な面から構成される。その最高部稜線は台地中央部を通り、南南西から北北東方向に延びる。台地地形は、その北端で著しく狭小となるが、馬追丘陵の南縁の厚真地域へ連続する。

さて、厚真地域の地表地質からみた中・上部更新統の層序・層相と分布・構造の特徴は、馬追団体研究会(1983)によると以下のようなものである。

新第三系に不整合に累重する中部更新統・早来層は海成のシルト質粘土を主体とし、中期更新世の中の一間氷期堆積物と推定されている。層厚: 10m+, 分布高度上限: 早来で標高+46m。早来層に不整合に累重する上部更新統・厚真層は礫・粗粒砂・火山灰質粘土からな

Fig. 1. Index map (A) and a topographic map (B) around the Shizukawa Hills, showing the locations of boreholes. 1 : Mountain and Hills, 2 : Sand dune, 3 : Beach ridge, 4 : Lake and pond, 5 : River, 6 : Lowland, 7 : Contour line of 10 m a.s.l., 8 : Contour line of 20 m a.s.l., 9 : Shizukawa bore-hole (SZK), 10 : Studied boreholes.

Fig. 2. Stratigraphic profile of the Quaternary deposits of the Shizukawa Hills.

1 : Volcanic ash, 2 : Lapilli (pumice), 3 : Lapilli (scoria), 4 : Loam, 5 : Coarse sand, 6 : Medium and/or fine sand, 7 : Silt, 8 : Silty clay, 9 : Granule, 10 : Pebble, 11 : Clay bearing pebble, 12 : Mixture of shell, peat and pebble, 13 : Peat, 14 : Silt with peat, 15 : Thin lamina of ash, 16 : Alternation of thin lamina of fine sand and silt, 17 : Alternation of fine sand and silty fine sand, 18 : Humus (organic matter), 19 : Fragment of wood, 20 : Fossil shell, 21 : Fossil plant, 22 : Limonitic concretions with fine volcanic ash, 23 : Mixture of coarse sand, granule and pebble, 24 : Fine and/or medium sand, bearing pebble, 25 : Gravel with volcanic ash, 26 : Number of boreholes, 27 : Name of the Formation, 28 : Boundary of formation and member (sub-member), 29 : Name of the sub-member, 30 : Horizon of tephra, 31 : Name of pollen zone, 32 : Boundary of pollen zone, 33 : Sediments corresponding to SH-V pollen zone, 34 : Pollen zone of No. 34 borehole, 35 : Pollen zone of No. 78 borehole, 36 : Environment of aqueous area after diatom assemblages (m : marine, b-m : brackish to marine, b : brackish, b-f : brackish to fresh water), 37 : Azuma ash fall layers 1-3, 38 : Mukawa pumice fall layer 3, 39 : Shikotsu pumice fall layers 1-10, 40 : Tarumae volcano ejecta b layer.

る。上部は高鹹汽水成層であり、最終間氷期(下末吉期)堆積物と推定されている。層厚: 3 m+, 分布高度上限: 標高 +27 m。

厚真層に整合に累重する本郷層は、泥炭・泥炭質粘土・火山灰質粘土からなる淡水成層である。最終間氷期末葉～最終氷期初頭(小原台期: 関東第四紀研究会, 1980)の堆積物である。層厚: 3 m。鍵テフラ Aafa 1~4(春日井ほか, 1980)を挟在し、風成テフラ Mpfa(春日井ほか, 1980)および一連の Spfa(佐藤, 1969)に覆われる。

早来層、厚真層および本郷層はともに南西方向に緩く傾斜する。

ちなみに、厚真・静川・勇払周辺のボーリング資料(北海道立地下資源調査所, 1969; 山口, 1978)に基づくと、上述の海成の中・上部更新統は静川台地をへて苫小牧の地下へと連続する(曾屋・佐藤, 1980)。

一方、地下地質の資料に基づくと、静川台地の第四系は新第三系を基盤として発達し、全層厚は約 100 m である(山口, 1978)。この第四系のうち地表から深度 80 m までの層序・層相および編年は近藤ほか(1984b)により明らかにされた。

その模式層序(SZK 孔)は下位から、下部更新統: SZ-I 層、海成中部更新統: SZ-II 層(早来層に対比)、陸成中部更新統: SZ-III 層(静川寒冷期堆積物)、海成上部更新統: SZ-IV 層(厚真層に対比)、陸成上部更新統: SZ-V 層および SZ-VI 層(両層とも本郷層に対比)、最終氷期風成テフラ層: SZ-VII 層、および完新統: SZ-VIII 層である(Fig. 2)。

台地の第四系層序断面図

SZK 孔から北北東にかけて直線上に分布する 7 孔(No. 86 孔, No. 78 孔, No. 51 孔, No. 43 孔, No. 34 孔, No. 26 孔および No. 17 孔)のボーリング・コアの試料より地質柱状図を作成し、SZK 孔をふくむ 8 孔が線上にのる地質断面にそって層序断面図(Fig. 2)を作成した。地層区分は SZK 孔のそれを模式にした。そして、SZK 孔と各孔の対比にあたっては、層相上の特徴と層序関係を重視して行った。

以下、地質の分布および各層の孔別での層相の特徴を、下位層準から順次記載する。

1. SZ-I 層

本層は、上部のみが No. 86 孔と No. 78 孔でみられる。層相は、砂礫および砂からなる。No. 86 孔で層厚は 6.35 m+, 上面高度は -49.78 m である。No. 78 孔では、層厚は 3.80 m, 上面高度は -51.80 m である。

本層は両孔ともに SZK 孔の SZ-I b 部層に相当するものである。

2. SZ-II 層

本層の下半部が No. 86 孔, No. 78 孔で認められ、非常に硬質で均質なシルト質粘土からなる。No. 86 孔で層厚は 8.75 m, 上面高度は -41.03 m である。No. 78 孔では層厚は 3.80 m, 上面高度は -48.0 m である。本層は SZ-II a 部層に対比され、SZ-II b 部層を欠如する。それは SZ-II 層堆積後の侵食に起因すると考えられる。

3. SZ-III 層

本層は掘削深度の関係で No. 51 孔で観察できないが、それ以外はすべての孔で観察される。一般に陸成のよく締った砂礫、非常に硬質の粘土・泥炭からなる。SZK 孔以外では貝化石を含まない。層相・層厚および分布高度の変化が、それぞれ大きい。

No. 86 孔では、径 5~20 mm の角～亜角礫を主体の砂礫(暗灰色を示す)からなる。層厚は 0.70 m, 上面高度は -40.33 m である。

No. 78 孔では、径 5~10 mm の亜角礫を主体とする砂礫(暗青灰色を示す)からなる。層厚は 1.75 m, 上面高度は -46.25 m である。

No. 43 孔では、孔の最下部の暗灰色の硬質のシルト質粘土が、本層にあたる。下限は不明である。層厚は 1.50 m+, 上面高度は -35.22 m である。

No. 34 孔では、本層は、下部で粗砂混じり亜角礫、上位になるにつれて、礫混じり砂、砂質シルト、泥炭質粘土となり、細粒化する層相を示す。全層厚は 4.80 m+, 上面高度は -32.99 m である。

No. 26 孔では、層厚が 3.50 m+, 上面高度は -34.39 m である。層相は、下部で礫混じり砂(暗青灰色)であるが、上部では砂質シルト(灰色硬質)に変化する。

No. 17 孔では、硬質のシルト、泥炭質粘土からなる。層厚は 2.00 m+, 上面高度は -36.00 m である。

4. SZ-IV 層

本層は、全孔で観察される。層厚は 15.70~34.00 m, 上面高度は -13.60~-5.64 m である。層厚・分布高度とも地域的に変化する。本層の層相は、全般的に SZK 孔のそれに類似する。ただし、下部は泥相を特徴とする SZ-IV a 部層、上部はシルト・中～細砂互層を特徴とする SZ-IV b 層に区分しうる。

しかしながら、SZ-IV a 部層は水平方向での層相変化が大きく、断面線北域(No. 17 孔~No. 43 孔)では砂相(一部礫相)が、断面線南域(No. 51 孔~SZK 孔)では泥相が発達する。さらに断面線北域では SZ-IV a 部層の中

間層準に、泥炭質層が挟在し、これを基準に当部層をL亜部層(泥炭質層の下位)、M亜部層(泥炭質層)、そしてU亜部層(泥炭質層の上位)に細分した(Fig. 2のNo. 34孔参照)。

4-1. 層相

1) SZ-IVa 部層

〈断面線南域〉

No. 86 孔での本層は主にシルト質粘土(暗青灰色)からなり、下部に *Crassostrea gigas** を多産する。層厚は 16.80 m, 上面高度は -23.53 m である。

No. 78 孔は粘土質シルトを主体とし、しばしば腐植物を含み下部は火山灰質である。また中部(-42.30~-38.90 m)に *Crassostrea gigas* がカキ礁として多産する。層厚は 24.15 m, 上面高度は -22.10 m である。

No. 51 孔では、貝化石を含む粘土およびシルトからなる。層厚は 15.30 m+, 上面高度は -21.58 m である。

〈断面線北域〉

No. 43 孔で層厚は 22.50 m, 上面高度は -12.82 m である。北域で細分された3亜部層のうちL亜部層は粘土・シルトを主体とし、その中部に *Crassostrea* sp. を産出し、その直上層準に軽石・有色鉱物密集のテフラ i 層(-29.09~-28.94 m)を含む。本亜部層の層厚は 12.00 m, 上面高度は -23.32 m である。M亜部層は火山灰、有機物、泥炭を挟在する砂層を主体とする。そして、軽石質火山灰からなるテフラ f 層(-21.02~-20.92 m)を含む。本亜部層の層厚は 2.50 m, 上面高度は -20.82 m である。U亜部層は貝化石を含む細砂(8.00 m)を主体とし、有機物の薄層、軽石、火山灰、材化石を挟在する。

No. 34 孔では層厚は 20.60 m, 上面高度は -12.39 m である。L亜部層は下半部が泥層、上半部が砂質シルト層である。層相は No. 43 孔より細砂相が多くみられる。本亜部層の最上部付近に *Crassostrea* sp. が産出する。本亜部層の層厚は 11.60 m, 上面高度は -21.39 m である。M亜部層は火山灰、有機物を挟在する泥炭質シルトを主体とする。そして軽石質火山灰からなるテフラ e 層(-18.29~-18.04 m)を含む。本亜部層の層厚は 4.00 m, 上面高度は -17.39 m である。U亜部層は、細砂と砂質シルト(薄層)からなり、層厚は 5.00 m である。貝化石は下部と上部付近に多くみとめられる。

本孔での産出化石は鑑定不能であった。しかしながら、本孔の北西約 700~900 m の地点の3ボーリング孔(No. 12 孔, No. 22-3 孔, No. 30 孔)および本孔の西

約 500 m の地点の1ボーリング孔(No. 49-3 孔)において、層序関係からU亜部層と同じ層準とみられるコア試料から貝化石を産出した。それらの分布高度、底質および鑑定の結果は以下のものである。すなわち、No. 12 孔(-15.53 m, 砂混じりシルト質粘土): *Crassostrea gigas*, *Potamocorbula amurensis* (SCHRENCK), No. 22-3 孔(-13.73 m, 砂混じりシルト): *Crassostrea gigas*, No. 30 孔(-14.00 m, シルト質粘土): *Crassostrea gigas*, No. 49-3 孔(-14.08 m, 礫混じり砂): *Felaniella usta* である。これらは高鹹汽水生~海生の貝化石である。

No. 26 孔での層厚は 22.00 m, 上面高度は -12.93 m である。L亜部層は砂質シルトとシルト混じり細砂の互層を主体とする。一部に礫混じり砂を挟在する。本亜部層の層厚は 14.00 m, 上面高度は -20.39 m である。M亜部層は有機物を混入するシルト混じり細砂を主体とし、シルト薄層を挟在する。層厚は 2.30 m, 上面高度は -18.09 m である。U亜部層は、礫混じり砂、礫混じりシルト質砂および砂礫からなり、No. 34 孔に比べ礫相が現れる特徴がある。層厚は 5.70 m である。

No. 17 孔での層厚は 24.00 m, 上面高度は -12.00 m である。L亜部層は、シルト、砂礫、砂からなり、No. 26 孔より砂礫相が優勢となる。層厚は 12.40 m, 上面高度は -23.60 m である。M亜部層は、泥炭とシルトからなり、層厚は 4.60 m, 上面高度は -19.00 m である。U亜部層では、下位に貝化石を含む粘土が認められるが、亜部層の主体はシルト・軽石・火山灰・砂礫を混入する細砂である。層厚は 7.00 m である。

2) SZ-IVb 部層

本層は、全孔を通じてシルトと中~細砂との互層を主体とするが、断面線北域では中砂が比較的良く発達する。層厚は 2.70~11.90 m と変化するが、断面線北域では概して薄く、その平均値は 5.30 m である。

4-2. テフラによる対比

SZ-IV 層に挟在するテフラは、SZK 孔で認められた j 層(-25.34~-25.14 m)を含め5孔の試料から、10 層にみとめられる。それらを重鉱物組成および強磁性鉱物の熱磁気特性にみられる共通性(近藤, 1983)から、e と f 層、i と j 層がそれぞれ対比可能なテフラとなった(Fig. 2 参照)。すなわち、e と f 層ではキュリー温度 T_c はともに 575°C で、重鉱物組成は単斜輝石 17~18%, 斜方輝石 39~41%, 角閃石 33~34% の範囲にある。一方、i と j 層では T_c はともに 570°C で、単斜輝石 25~27%, 斜方輝石 38~40%, 角閃石 20~23% の範囲にある(近藤ほか, 1984a, 第1表参照)。以上の結果から SZ-IV 層のコア間の層準対比がなされた。

* 以下貝化石についての学名はすべて北海道開拓記念館赤松守雄博士による鑑定結果である。

Fig. 3. Pollen diagram of the deposits in No. 34 borehole. See legend in Fig. 2.

Table 1. Percentages of rare pollen and spores of the deposits in No. 34 borehole.

Sample number	Name of Genus or Family	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	Sciadopitys																						
	Pinus	0.5	0.5																				
	Tilia																						
	Styrax																						
	Carpinus																						
	Celtis																						
	Salix																						
	Hydrangea																						
	Ilex																						
	Acer																						
	Fraxinus																						
	Phellodendron																						
	Araliaceae																						
	Ligustrum																						
	Euonymus																						
	Lonicera																						
	Rhus																						
	Myrica																						
	Cornus																						
	Gramineae																						
	Carduaceae																						
	Artemisia																						
	Cyperaceae																						
	Polygonum																						
	Umbelliferae																						
	Epilobium																						
	Sparganium																						
	Typha																						
	Ranunculaceae																						
	Chenopodium																						
	Geranium																						
	Caryophyllaceae																						
	Thalictrum																						
	Sanguisorba																						
	Menyanthes																						
	Leguminosae																						
	Labiatae																						
	Rumex																						
	Lysichiton																						
	Thymelaeaceae																						
	Rosaceae																						
	Campanulaceae																						
	Valerianaceae																						
	Plantago																						
	Tricolporate																						
	Lycopodium																						
	Osmunda																						
	Selaginellaceae																						
	Monolete																						
	Equisetum																						
	Sphagnum																						

5. SZ-V 層

本層は、全孔を通じて砂礫を主体とし、砂を挟在する。層厚は 6.35~15.65 m の範囲にあり、断面線北域では薄くなる。上面高度は +0.41~+2.66 m の範囲にあり、概して平坦である。本層の中間層準に、SZK 孔と同じく火山灰卓越部がみられ (No. 86 孔, No. 43 孔および No. 34 孔)、この基底を境界として、SZ-Va, SZ-Vb 部層とに区分した。

本層は陸成堆積物を主体とし、海成堆積物を主体とする SZ-IV 層の上位に累重する。

6. SZ-VI 層

本層は、層厚が 1.00~2.50 m で、上面高度は +1.61~+4.56 m である。本層は SZK 孔で水成の鍵テフラ Aafa 3~Aafa 1 を挟在し (近藤, 1983)、全孔を通じて追跡される。No. 34 孔, No. 26 孔および No. 17 孔では泥炭を挟在する。

7. SZ-VII 層

本層は、層厚が 14.00 m で、風成テフラ Mpfa 3 および一連の降下軽石層主体の Spfa 層により構成される (近藤, 1983)。

8. SZ-VIII 層

本層は火山灰、火山灰混じり腐植土および軽石からなり層厚 2~7 m で台地を覆う。本層は鍵テフラ Ta-b 層を挟在する (近藤, 1983)。本層は沢地形部に位置する No. 43 孔, No. 26 孔では火山砕屑物の二次堆積物や未分解の泥炭を含む。

花粉・孢子化石

No. 34 孔および No. 78 孔の試料中の花粉・孢子化石を分析した。試料の処理、分析および算定は近藤ほか (1984b) の方法による。同定した花粉・孢子化石のうち、産出の多い樹木花粉 (AP) を Fig. 3 および Fig. 4 に、その他の樹木花粉、草本花粉 (NAP) および孢子の出現率を Table 1 および Table 2 に示した。分析の結果はつぎの通りである。

1. No. 34 孔 (Fig. 3, Table 1)

本孔では -35.89 m から +2.96 m までの 22 層準の花粉群集が明らかにされた。花粉群集の特徴から本孔の堆積物は、下位から 34-A 帯~34-F 帯の 6 花粉帯に分帯される。つぎに各帯の特徴を記載する。

34-A 帯 (試料 16~22, SZ-III 層および SZ-IVa 部層基底部に相当)。

全般に亜寒帯性の *Picea*, *Larix*, *Betula* および湿原性の *Ericales* が高い出現率を示すが、詳細にみると下位の礫まじり砂質シルトと粘土中では *Picea* は上位へ低く

なり、*Larix*, *Betula*, *Ericales* は逆に高くなる。その上位の泥炭で *Picea* は再び高くなるが、最上位 (試料 16: SZ-IVa 部層基底部) では *Larix* が高くなり 34% に達する。同時に湿原性の *Ericales*, *Sphagnum*, *Cyperaceae* が高くなる。

34-B 帯 (試料 14・15, SZ-IVa 部層 L 亜部層下部に相当)

試料は貝化石を含む粘土である。*Larix* は激減するが、*Abies* が前帯より高くなり、*Picea* は上方へ低下傾向を示す。他方、*Corylus*, *Betula*, *Alnus* といった広葉樹が上方へ高くなる。その他、高層湿原要素の *Sphagnum* と *Myrica*, *Ericales* およびシダ植物が高率となる。本帯の花粉群集は気候回復期の移行的植生とみられる。

34-C 帯 (試料 12・13, SZ-IVa 部層 L 亜部層中部に相当)

試料はときに貝化石を含む砂質シルトである。冷温帯性広葉樹の *Quercus*, *Ulmus*, *Juglans* が高く、また、4% 以内で *Fagus* を含む。ほかに、*Betula*, *Alnus*, *Corylus* といった広葉樹の頻度も高い。*Picea* は 34-B 帯にひき続き低下の傾向を示す。

34-D 帯* (試料 7~11, 標高 -24.54~16.89 m, SZ-IVa 部層 L 亜部層上部から同 U 亜部層基底部に相当)

砂質シルト、軽石を含む有機質シルト~細砂では、再び亜寒帯性針葉樹 *Picea*, *Larix* が高くなり、冷温帯性広葉樹は低率な *Ulmus* を除きまれとなる。同時に高層湿原要素の *Sphagnum* (3~25%) が特徴的に高くなる。SZ-IVa 部層 M 亜部層に対応する試料は 8~10 である。

34-E 帯 (試料 6, SZ-IVb 部層中部に相当)

試料は細砂の 1 点であるが、温帯性広葉樹の *Quercus*, *Ulmus*, *Juglans* の頻度が高い。一方、NAP とシダ植物の出現頻度は低い。

34-F 帯 (試料 1~5, SZ-V 層下部から SZ-VI 層に相当)

試料は火山灰に挟在する泥炭である。全般に亜寒帯性の *Picea*, *Abies*, *Betula* ならびに *Corylus*, *Alnus* が高頻度で、冷温帯要素は極めて低い。*Picea* は下位から上位へ増加傾向を示すが、*Abies*, *Betula*, *Alnus*, *Corylus* は上位へ低下する。試料 4・5 では草原要素の NAP を比較的高率に産する。

2. No. 78 孔 (Fig. 4, Table 2)

No. 78 孔では -49.6 m から -20.1 m までの 16

* No. 43 孔での本帯の連続性を確認するために、試料 1~4 (標高 -18.82~-26.32 m) の花粉分析を行った。その結果、試料 2・3 (標高 -18.82 m~-21.58 m) が本帯と同様の花粉組成を示し、試料 4 が C 帯、試料 1 が E 帯にそれぞれ対応する。これらの結果を考慮し、後述の SH-V 帯の分布 (Fig. 2) を定めた。

Fig. 4. Pollen diagram of the deposits in No. 78 borehole. See legend in Fig. 2.

Table 2. Percentages of rare pollen and spores of the deposits in No. 78 borehole.

Name of Genus or Family																																																			
		Pinus	Tilia	Myrica	Styrax	Carpinus	Celtis	Ostrya	Salix	Hydrangea	Ilex	Acer	Fraxinus	Phellodendron	Araliaceae	Ligustrum	Euonymus	Lonicera	Gramineae	Carduoideae	Artemisia	Cyperaceae	Nuphar	Polygonum	Umbelliferae	Epilobium	Sparganium	Typha	Ranunculaceae	Chenopodium	Geranium	Caryophyllaceae	Thalictrum	Sanguisorba	Menyanthes	Myriophyllum	Tricolporate	Lycopodium	Osmunda	Selaginellaceae	Monolete	Equisetum	Sphagnum								
Sample number	1	0.9	21	0.4	0.4					0.4		0.4							1.7	1.4	1.4	0.7												0.7	10	14	1.7	1.0	2.4	4.7											
	2	2.3	39	0.8	0.8												0.8		6.7	0.7	1.3													0.7	0.7	2.0															
	3	0.8	0.8	0.8															2.7	0.4	3.2	0.7		0.4	0.4	0.7	0.4	0.4					0.4																		
	4	0.9																	0.8		0.8						0.4																								
	5	0.5	1.1																0.9	1.3	0.9					0.4																									
	6	0.4	0.8	1.3	0.4	0.8		0.4	0.4						0.4				5.0	0.8	2.1	2.5		0.4	0.4	0.4	0.4	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4							0.4	2.4									
	7		0.5	2.3						0.5			0.5		0.5				2.7	1.2	0.8	2.3				1.9																									
	8			0.4									0.4							1.0	0.3	0.3											0.3	0.3	0.3																
	9		0.9	4.4									0.9						3.3	1.4	0.7			0.7		0.4										0.4															
	10		0.5		0.5							1.0							0.3	0.3	1.0				0.3			0.8																							
	11		0.5	1.0					0.5				0.5	0.5					1.5	0.4	1.4				0.4				0.8					0.4	0.4																
	12	0.8																	0.7	0.3	0.3					0.3											0.3														
	13	2.8													0.5				3.0	0.3	1.0						0.3	0.3	0.3						0.3																
	14	0.4	0.4																0.9					0.5																											
	15	4.5	0.5		0.5			0.5											0.4	0.8	1.6	0.8		0.4				1.2	0.4			1.6	0.4																		
	16	1.0			1.0	0.5							1.5	1.5	0.5				1.3		0.4																														

層準の花粉群集を明らかにした。花粉群集の特徴から本孔の堆積物は下位より 78-α 帯から 78-e 帯の 6 花粉帯に分帯される。各帯の特徴をつぎに記載する。

78-α 帯(試料 15・16, SZ-II 層に相当)

試料はシルト質粘土である。冷温帯性広葉樹の *Fagus*,

Quercus, *Ulmus* および *Betula*, *Alnus*, *Corylus* は上位へ減少し、一方、*Picea*, *Abies*, *Larix* は上位へ増加傾向を示す。また、上位でシダ植物と高層湿原に分布する *Sphagnum* が比較的高い。

78-a 帯(試料 14, SZ-IVa 部層基底部に相当)

Fig. 5. Diagram showing the number of diatom valves and species found in the deposits in No. 34 borehole. See legend in Fig. 2.

試料は腐植混じり火山灰質シルト1点のみである。亜寒帯性の *Picea* と *Larix* が高い。特に *Larix* は 38% に達する。一方、冷温帯要素は含まれない。

78-b 帯(試料 12・13, SZ-IVa 部層最下部に相当)

試料はカキ貝殻の密集する粘土である。*Larix* は前帯より激減するが、*Picea*, *Abies* は高い。本帯の花粉群集は亜寒帯林から冷温帯林への移行的植生とみられる。

なお、*Sphagnum* の頻度が高い。

78-c 帯(試料 9~11, SZ-IVa 部層下部に相当)

試料は3点とも粘土質シルトであり、試料 11 はカキ貝殻を含む。全般に針葉樹が低く、*Betula* と *Alnus* が高い。*Quercus*, *Ulmus*, *Fagus*, *Juglans* といった冷温帯の要素が比較的高く出現する。その他、*Sphagnum*, *Ericales*, *Myrica* の頻度が高く高層湿原の拡大を示唆する。

78-d 帯(試料 8, SZ-IVa 部層中部に相当)

粘土質シルトの試料1点のみであるが、亜寒帯性の *Picea*, *Abies*, *Larix* の頻度が高く、冷温帯性広葉樹はまれである。試料の層準は -35.6 m ~ -35.1 m である。

78-e 帯(試料 1~7, SZ-IVa 部層上部~SZ-IVb 部層に相当)

試料は下部の粘土質シルトと上部のシルト・細砂互層である。標高 -22.6 m に腐植質シルト(試料 4)を挟在する。針葉樹の出現は、この層準付近を境に変化がみられる。すなわち、*Picea* はこの層準をピークとして上下で減少し、下位でわずかに出現する *Larix* は上位で消え

て、かわって *Tsuga* が出現している。しかし、本帯では冷温帯性の *Quercus*, *Ulmus*, *Juglans* などをほぼ安定して産することから同一の花粉帯とした。なお、試料 4 は *Sphagnum* の頻度が高いことから陸域の高層湿原あるいはその周辺の堆積物と推定される。

珪藻化石

1. 分析方法

No. 34 孔, No. 78 孔および No. 86 孔のコアの細粒碎屑物を試料とし、以下の手順で処理および同定をおこなった。

1) 試料約 1 g を過酸化水素水および塩酸で処理し、封入剤(マウントメディア: 和光純薬製)を用いてスライドを作製した。

2) 比較的珪藻含有率の高いスライドについて、1250 倍の光学顕微鏡下で個体数が 100 個になるまで同定した。なお、種の同定は主に HUSTEDT (1930, 1937), および小久保(1960)による。

2. 結果の特徴

同定した珪藻について、海~汽水生種(marine)と淡水生種(fresh water)の2グループに分けた(Tables 3, 4, 5)。グループ別の個体数(number of valves), 種数(number of species)および優勢種を Figs. 5~7 に示す。

以下、各ボーリング孔の分析試料毎の珪藻化石群集の特徴および推定しうる堆積環境を下位層準から記述す

Table 3. Distribution of the diatom species in the deposits in No. 34 borehole.

Specific name \ Sample		1	2	3	4
Marine	<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh			1	
	<i>Actinocyclus ingens</i> Ratt.	4			
	<i>A. subtilis</i> (Greg.) Ralfs	1			
	<i>Actinopteryx senarius</i> (Ehr.) Ehr.	1			
	<i>Biddulphia aurita</i> (Lyngb) Breb. and God.				1
	<i>B. sp.</i>			2	
	<i>Cocconeis scutellum</i> Ehr.		65	9	6
	<i>Cyclotella striata</i> (Kütz.) Grun.			6	4
	<i>C. stylorum</i> Bright			7	1
	<i>Denticulopsis dimorpha</i> (Schrader) Simonsen	4			
	<i>D. hustedtii</i> (Simonsen and Kanaya) Simonsen	8			
	<i>Dimerogramma minor</i> (Greg.) Ralfs			1	
	<i>Diploneis bombus</i> Ehr.			1	
	<i>D. smithii</i> (Breb.) Cl.		2	2	3
	<i>Grammatophora oceanica</i> (Ehr.) Grun. var. <i>macilenta</i> (W. Smith) Grun.		1	2	2
	<i>Navicula peregrina</i> (Ehr.) Kütz.		1		
	<i>Nitzschia fonticola</i> Grun.		1		
	<i>N. granulata</i> Bailey				1
	<i>N. tryblionera</i> Hantsch				4
	<i>Plagiogramma tessellata</i> Greville			1	
Freshwater	<i>Raphoneis surirella</i> (Ehr.) Grun.				1
	<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grun.	11	2	3	9
	<i>Thalassiosira eccentrica</i> Ehr.			1	1
	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> Grun.		3		20
	Number of marine valves	29	74	37	53
	<i>Achnanthes lanceolata</i> Breb.			2	1
	<i>Amphora ovalis</i> Kütz.	3		1	
	<i>Anomoenoneis</i> sp.				
	<i>Cocconeis placentula</i> Ehr. var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Cl.	1			2
	<i>Cyclotella comta</i> (Ehr.) Kütz.			2	
	<i>Cymbella ventricosa</i> Kütz.	1			
	<i>C. spp. (3taxa)</i>		1		2
	<i>Epithemia zebra</i> (Ehr.) Kütz.			2	2
	<i>Eunotia diodon</i> (Ehr.)	1			
	<i>E. faba</i> (Ehr.) Grun.			8	
	<i>E. spp. (5taxa)</i>		5	3	
	<i>Fragilaria brevistriata</i> Grun.	2			
	<i>F. caquicina</i> Desmoz.				2
	<i>F. construens</i> (Ehr.) Grun.	21		4	
	<i>F. construens</i> (Ehr.) Grun. var. <i>venter</i> (Ehr.) Grun.		2		
Unknown	<i>F. harrissonii</i> W. Smith	17		3	5
	<i>Gomphonema</i> spp. (6taxa)	3	1	1	2
	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	2			
	<i>Meridion circulare</i> Agardh	1			
	<i>Navicula lyra</i> Ehr.			1	1
	<i>N. marina</i> Ralfs				1
	<i>N. mutica</i> Kütz.				2
	<i>N. pupula</i> Kütz. var. <i>rectangularis</i> (Greg.) Grun.			1	
	<i>N. radiosa</i> Kütz.				3
	<i>Nitzschia amphibia</i> Grun.			2	
	<i>Pinnularia borealis</i> Ehr.	2			
	<i>P. episcopalis</i> Cl.			1	
	<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehr.	4			
	<i>P. spp. (9taxa)</i>	6	2	6	
	<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehr.) O. Mull.		3	3	4
	<i>Stauroneis phoenicenteron</i> Ehr.		1		
	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb) Kutz.	1	1	5	1
	Number of freshwater valves	65	16	45	28
	<i>Amphora</i> spp. (2taxa)		4	1	3
	<i>Galoneis</i> spp. (2taxa)		1	1	
	<i>diplooneis</i> spp. (3taxa)		2	6	4
	<i>Navicula</i> spp. (9taxa)	6	1	4	10
	<i>Nitzschia</i> spp. (6taxa)		2	6	2
	Number of unknown valves	6	10	18	19
Total		100	100	100	100

る。堆積環境は主に海～汽水生種の個体数の割合*により概念的に区分し、それを記号**で表現し、Fig. 2 に示す。

* グループに区分しえた個体総数に占める海～汽水生種の個体数を百分率で表す。

** 海～汽水生種の個体数百分率が 20% 以下を *f*, 21～45% を *b-f*, 46～65% を *b*, 66～85% を *b-m*, 86% 以上を *m* とする。後者は海水の影響が強まることを示す。

1) No. 34 孔について

本孔では 4 層準(試料 1～4)の分析を行った。

試料 4 は地層区分で SZ-IVa 部層 L 亜部層, 花粉分帯で 44-D 帯の下部に相当する。海～汽水生種は 53 個体(65%), 淡水生種は 28 個体(35%)である。優勢種は *Thalassionema nitzschioides* および *Thalassiothrix frauenfeldii* でいずれも沿岸浮遊性である。珪藻群集の特徴は、汽水域堆積環境(記号で *b*)を指示する。

試料 3, 2 はいずれも M 亜部層で花粉分帯の D 帯に属する。試料 3 は腐植物層の直上層準であり、個体数の割合では淡水生種が海～汽水生種(45%)をややうまわっている。比較的多い種は付着性・沿岸性の *Cocconeis scutellum*, さらに *Cyclotella stylorum*, *C. striata* の海～汽水生種と, *Eunotia faba*, *Tabellaria fenestrata*, さらに *Pinnularia* 属, *Rhopalodia gibberula* の淡水生種である。以上の群集は淡水の影響の強い汽水域の堆積環境(記号 *b-f*)を指示する。とくに, *Pinnularia* と *Eunotia* の 2 属の産出は三角州平野の自然堤防間に淡水泥炭湿地が発達したことを示すと考えられる(森, 1980)。試料 2 では個体数において海～汽水生種の割合が大きく 74 個体(82%)である。このうち 65 個体が *Cocconeis scutellum* である。群集の特徴は、海水の影響の強い汽水域の堆積環境(記号 *b-m*)を指示する。

試料 1 は地層区分で SZ-V 層の最上部に位置し、花粉分帯で 34-F 帯に相当する。個体数では淡水生種の割合が大きく 65 個体(70%)である。一方、海～汽水生種では *Denticulopsis hustedtii* など絶滅種がみられる。これは第三系からのリワークによると考えられる。それを考慮すると海～汽水生種の個体数は 20% 以下であり、堆積環境は基本的には淡水域(記号 *f*)と推定する。淡水生種における優性種は *Fragilaria construens* および *F. harrissonii* である。

2) No. 78 孔について

本孔では 2 層準(試料 1～2)の分析を行った。

試料 2 は地層区分で SZ-IVa 部層最上部, 花粉分帯で 78-e 帯中部に相当する。個体数の 71% を海～汽水生種が占め、このうち優勢種は浮遊性の *Thalassionema nitzschioides* である。群集は海水の影響の強い汽水域の堆積環境(記号 *b-m*)を指示する。

試料 1 は地層区分で SZ-IVb 層下部, 花粉分帯で 78-e 帯中部に相当し、海～汽水生種は 84 個体(91%)を占める。このうち、約半数は *T. nitzschioides* である。群集は海水域の堆積環境(記号 *m*)を指示する。

3) No. 86 孔について

本孔では 10 層準の試料(試料 1～10)を分析した。

Fig. 6. Diagram showing the number of diatom valves and species of the deposits in No. 78 borehole. See legend in Fig. 2.

Table 4. Distribution of the diatom species in the deposits in No. 78 borehole.

Specific name \ Sample		1	2
Marine	<i>Actinocyclus divinus</i> (Grun.) Hust.	1	
	<i>Biddulphia aurita</i> (Lyngb) Breb. and God.	6	4
	<i>Cocconeis marginatus</i> Ehr.		1
	<i>C. sp.</i>		3
	<i>Cyclotella striata</i> (Kütz.) Grun.	1	
	<i>Denticulopsis hustedtii</i> (Simonsen and Kanaya) Simonsen	2	
	<i>D. kamtschatica</i> Zabelina	1	
	<i>D. lauta</i> (Bailey) Simonsen	3	
	<i>D. seminae</i> Simonsen and Kanaya	1	
	<i>Diploneis smithii</i> (Breb.) Cl.	1	1
	<i>Raphoneis surirella</i> (Ehr.) Grun.	2	1
	<i>Rhizosolenia hebetata fo. decorata</i> Takano	1	
	<i>R. sp.</i>		1
	<i>Stephanodiscus aeglyptiacus</i>	1	
	<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grun.	39	31
	<i>Thalassiosira eccentrica</i> Ehr.	7	
	<i>T. hyalina</i> (Grun.) Gran.		2
	<i>T. lineata</i> Jousé		9
	<i>T. nordenskiöldi</i> Cl.	5	3
	<i>T. sp.</i>	13	9
Number of marine valves		84	65
Freshwater	<i>Cyclotella comta</i> (Ehr.) Kütz.		1
	<i>Cymbella</i> spp. (4taxa)	1	3
	<i>Diatoma hienale</i> (Lyngb) Heib	1	1
	<i>Epithemia sorex</i> Kütz.		1
	<i>Eunotia</i> spp. (4taxa)	1	4
	<i>Fragilaria construens</i> (Ehr.) Grun.		2
	<i>F. harrisonii</i> W. Smith	1	
	<i>F. intermedia</i> Grun.	1	1
	<i>Gomphonema</i> spp. (2taxa)	2	2
	<i>Meridion circulare</i> Agardh		1
	<i>Navicula lanceolata</i> Breb.		2
	<i>N. pusilla</i> W. Smith		1
	<i>Pinnularia</i> spp. (2taxa)		2
	<i>Pleurosigma</i> sp.		1
	<i>Rhopalodia gibbelura</i> (Ehr.) O. Mull.	1	1
	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb) Kütz.		3
Number of freshwater valves		8	26
Unknown	<i>Achnanthes</i> sp.		1
	<i>Diploneis</i> sp.	1	3
	<i>Navicula</i> spp. (3taxa)	1	2
	<i>Nitzschia</i> spp. (5taxa)	6	3
Number of unknown valves		8	9
Total		100	100

試料 10~8 は地層区分で SZ-II 層, 花粉分帯で 78- α 帯に属する。試料 10 は, 珪藻の含有率は低く 50 個

体を同定した。このうち海~汽水生種 (54%) と淡水生種の割合はほぼ同じである。この群集の特徴は汽水域の堆積環境 (記号 b) を指示する。試料 9 は, 個体数で海~汽水生種が 86 個体 (93%) を占める。優勢種は *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira lineata* である。試料 8 は個体数で海~汽水生種が下位試料 9 と同じく卓越 (90%) する。優勢種も同様である。以上の 2 層準の群集の特徴は, 海水域の堆積環境 (記号 m) を指示する。

試料 7 の層準は地層区分で SZ-IVa 部層の最下部に位置し, 花粉分帯ではおそらく 78-b 帯に属する。個体数において海~汽水生種が 69% を占め, 優勢種は *Cocconeis scutellum*, *Nitzschia lanceolata* である。淡水生種では *Rhoicosphenia curvata* が優勢である。群集の特徴は, 海水の影響がやや強い汽水域の堆積環境 (記号 b-m) を指示する。

試料 6 は, 地層区分で SZ-IVa 部層下部, おそらく花粉分帯 78-c 帯に相当し, 珪藻含有率が低く同定数は 61 個体である。このうち 79% を海~汽水生種が占め, 優勢種は *T. nitzschioides*, *Cyclotella striata* である。群集の特徴は, 試料 7 層準より海水の影響の強い汽水域の堆積環境 (記号 b-m) を指示する。

試料 5 は, 地層区分で SZ-IVa 部層下部層でおそらく花粉分帯 78-c 帯の上限層準に相当し, 個体数では 92% が海~汽水生種である。このうち *T. nitzschioides* が半数以上を占める。群集の特徴は海水域の堆積環境 (記号 m) を指示する。

試料 4 は, 地層区分で SZ-IVa 部層中部, おそらく花粉分帯の 78-d 帯に相当し, 海~汽水生種は個体数で 75% を占める。ただし, これは下位の試料 5 より海~汽水生種の 17% の減少, 淡水生種の増加を示す。優勢

Fig. 7. Diagram showing the number of diatom valves and species of the deposits in No. 86 borehole. See legend in Fig. 2.

種は下位と同様、*T. nitzschioides* であるが、その割合は半減する。群集の特徴は、海水の影響の強い汽水域の堆積環境(記号 *b—m*)を指示する。

試料 3～1 は、地層区分で SZ-IVa 部層上部、花粉分帯の 78-e 帯に相当する。試料 3 は海～汽水生種の割合は 76% を占め、優勢種は *T. nitzschioides*, *Melosira sulcata* である。ただし、前者は下位試料 4 より減少する傾向を示す。群集の特徴は基本的に海水の影響の強い汽水域の堆積環境(記号 *b—m*)を示す。試料 2 では花粉分帯 78-c 帯(試料 5 層準)と同様に、海～汽水生種の割合はふたたび 89% と増加し、海水域の堆積環境(記号 *m*)に変わったことを指示する。優勢種は下位の試料と同様に *T. nitzschioides*, *M. sulcata* である。試料 1 は、SZ-IVa 部層の最上部で、花粉分帯 78-e 帯中部に相当し、No. 78 孔の試料 2 とほぼ同層準である。珪藻含有率は低く同定数は 48 個体である。このうち、72% は海～汽水生種であり、下位の試料 2 より 17% その割合が低下する。比較的多い種は遠洋浮遊性とされる *Thalassiothrix longissima* である。群集の特徴から、海水の影響の強い汽水域の堆積環境(記号 *b—m*)を指示する。

古気候・古環境および相対的海水準変化

1. 花粉分帯と古気候・堆積環境の変遷

SZK 孔の花粉群集(近藤ほか, 1984b)と本研究の 2 ボーリング孔の花粉群集を比較検討し、下位から SH-I ～ SH-VII の 7 花粉帯を設定した。

この花粉分帯は岩相層序区分によるコア間の対比と矛盾しない。ただし、SH-II 花粉帯は SZ-III 層および一部地域で SZ-IV 層の基底部を包括する。SH-III 花粉帯は南部で薄化し SZK 孔では尖滅する。SH-IV 花粉帯は、テフラ層 i-j を下限とし、ほぼ同一層厚で全域に分布する。ただし、本帯は断面線北域で SZ-IVa 部層 M 亜部層を包括し、その上・下位に厚く、断面線南域では薄い。SH-VI 花粉帯および SH-VII 花粉帯はいずれも下位の帯に並行して全域に分布する。以上のことから、各花粉帯の境界はほぼ同じ時間面を示しているとみなすことができる。

つぎに、各花粉帯の花粉群集から復元される古植生・古気候および花粉帯の存在していた各期間の珪藻化石からみた堆積環境の特徴を述べる。

1) SH-I 花粉帯(SZ-II 層, 78- α 帯)

本帯の花粉群集は、現在の本地域より若干温暖な気候下の *Quercus*, *Fagus*, *Ulmus* を主とする冷温帯林において、気候の冷涼化に伴って針葉樹が増加し、かつ、高層湿原が拡大する過程を示す。これは、中期更新世の一温暖期末期の堆積物とみなされる。

この時期の堆積環境は、初期に汽水域であるものの一般的に海水域が支配的である。規模の大きい海進に伴い形成された内湾性の堆積環境を指示する。この内湾は日本海側には開口せず、太平洋側に広く開いた海況であった(赤松, 1987)。

Table 5. Distribution of the diatom species in the deposits in No. 86 borehole.

Specific name \ Sample		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Marine	<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh var. <i>intermedia</i> (Kütz.) Cl.			1	1	1					
	A. <i>delicatura</i> Kütz.							7			
	A. <i>divisus</i> (Grun.) Hust.			2							
	<i>Actinocyclus ehrenbergi</i> Ralfs			1							
	A. <i>ingens</i> Ratt.	1							1	2	2
	<i>Actinopterychus undulatus</i> (Bail.) Ralfs	1						1		1	
	<i>Amphora exigua</i>				4						
	<i>Biddulphia aurita</i> (Lyngb) Breb. and God.		1	4		4	1		1		
	B. <i>scutellum</i> Ehr.	1	1	5	4			27	3		6
	C. <i>scutellum</i> Ehr. var. <i>parva</i> Grun.	1	1	3	3	2	1				
	<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehr.									1	
	C. <i>oculus-iridis</i> Ehr.	1	4	6	3					2	
	C. sp.1								6		
	C. sp.2								2	6	
	<i>Cyclotella striata</i> (Kütz.) Grun.		2	7	8	2	12				
	C. <i>stylorum</i> Bright.			1	1	2	1	1			
	<i>Denticulopsis hustedii</i> (Simonsen and Kanaya) Simonsen						1	2	2	1	2
	D. <i>kamchatica</i> Zabelina									2	
	D. <i>lauta</i> (Bailey) Simonsen	3							4	1	2
	D. <i>praedimorpha</i> Barron ex Akiba										1
	D. spp.		1					2			
	<i>Dimenogramma minor</i> (Greg.) Ralfs		1								
	<i>Diploneis bombus</i> Ehr.			1							
	D. <i>fusca</i> (Greg.) Cl.	1			1	1					
	D. <i>interrupta</i> (Kg.) Cl.								1		
	D. <i>smithii</i> (Breb.) Cl.							3	2	1	
	D. <i>weissflogi</i> (A.S.) Cl.								1		
	<i>Grammatophora oceanica</i> (Ehr.) Grun. var. <i>macilenta</i> (W.Smith) Grun.	1		1	1				2	3	
	G. <i>undulata</i> Ehr.	2									
	G. spp. (3 taxa)				1	2	1				
	<i>Mastogloia</i> sp.					1	1				
	<i>Melosira sulcata</i> (Ehr.) Kütz.		10	10		2			1		
	<i>Nitzschia apiculata</i> (Greg.) Grun.			1							
	N. <i>constricta</i> (Gregory) Grun.			1							
	N. <i>granulata</i> Bailey						1	4			1
	N. <i>lanceolata</i> W. Smith							12			
	N. <i>paradoxa</i> Gmelin		1								
	N. <i>punctata</i> W. Smith								1		
	N. <i>tryblionella</i> Hantsch		1			1	2				
	<i>Plagiogramma staurophorum</i> (Greg.) Heib.		1	1	1						1
	<i>Pseudopodosira elegans</i> Jouse			1							
	<i>Raphoneis surirella</i> (Ehr.) Grun.		1								
	<i>Rhizosolenia hebetata</i> (Bail.) Grun. var. sp.								1		1
	R. <i>tesselata</i> (Roper.) Grun.								1	2	
	<i>Stephanophyxis</i> sp.	2		3		8			2	9	2
	<i>Synedra tabulata</i> (Ag.) Kütz.	1									
	<i>Tetracyclus lacutris</i> Ralfs.										1
	T. <i>rupestris</i> (A.Br.) Grun.										1
	<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grun.	7	43	20	29	54	23	3	25	30	6
	<i>Thalassiosira antiqua</i> (Grun.) Cl. Euler									1	
	T. <i>eccentrica</i> (Ehr.) Cl.		13	1	1	3				9	1
	T. <i>hyalina</i> (Grun.) Grun.				1	2			5	2	
	T. <i>lineata</i> Jouse	2	3	2	7	6	1		8	13	
	T. <i>nordenskioldi</i> Cl.		5	1		1					
	T. <i>pacifica</i> Grun and Angst					1	1				
	T. sp.									4	
	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> Grun.				4				3	3	
	T. <i>longissima</i> (Cl.) Cl. and Grun.	11			1						
	<i>Trachyneis aspera</i> (Ehr.) Cl.								1		
Number of marine valves		35	89	73	71	92	47	62	82	86	25

Specific name \ Sample		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Freshwater	<i>Achnanthes lanceolata</i> Breb.							2			
	<i>A. lanceolata</i> Breb. var. <i>rostrata</i> Hust.	1									
	<i>Amphora eunotia</i> Cl.						1				
	<i>A. ovalis</i> Kütz.			1							2
	<i>A. turgida</i> Greg.		1								
	<i>A. veneta</i> (Kütz.)										1
	<i>Ceratoneis arcus</i> (Ehr.) Kütz.	1									
	<i>Cocconeis clandestina</i> A. Schmidt				1						
	<i>C. costata</i> Greg.									1	1
	<i>C. diminuta</i> Pant.									1	
	<i>C. disculoides</i> Hust.								1		
	<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Cl.							3	2	1	
	<i>C. pseudostina</i>			1	2						
	<i>Cymbella</i> sp.					1				1	1
	<i>Diatoma hienale</i> (Lyngb) Heib var. <i>mesodon</i> (Ehrb.) Grun.	1									
	<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cl.							1			
	<i>Epithemia argus</i> Kütz.										1
	<i>E. zebra</i> (Ehr.) Kütz.		1	1		2					
	<i>E. zebra</i> (Ehr.) Kütz. <i>saxonica</i> (Kütz.) Grun.							1			
	<i>Eunotia faba</i> (Ehr.) Grun.										1
	<i>E. praerupta</i> Ehr.							2			
	<i>E. spp.</i>	1	1	1	2		2	1			2
	<i>Fragilaria capucina</i> Desmaz.					1					
	<i>F. construens</i> (Ehr.) Grun.			1		1		2	2		1
	<i>F. construens</i> (Ehr.) Grun. var. <i>venter</i> (Ehr.) Grun.				4						1
	<i>F. harrisonii</i> W. Smith var. <i>dubia</i> Grun.						5				2
	<i>Gomphonema accuminatum</i> Ehr.										1
	<i>G. accuminatum</i> Ehr. var. <i>coronata</i> (Ehr.) W. Smith		1		1						
	<i>G. divaceum</i>			1							
	<i>G. graceum</i> Ehr.	1									
	<i>G. spp.</i>	1					1	2	1		
	<i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs	2	1		1		1	1		1	1
	<i>M. granulata</i> (Ehr.) Ralfs var. <i>angustissima</i> O. Mull.									1	
	<i>M. italica</i> (Ehr.) Kütz.	2		4	2		2	1			1
	<i>Navicula cari</i> Ehr.					1					
	<i>N. granulata</i> Bailey										
	<i>N. lanceolata</i> Breb.		1	3							
	<i>N. lyra</i> Ehr. fo. <i>recta</i>			1							
	<i>N. mutica</i> Kütz.	1									1
	<i>Nitzschia coconeiformis</i> Grun.										1
	<i>N. hungarica</i> Grun.				1						
	<i>N. parvula</i> Lewis							1			
	<i>Pinnularia borealis</i> Ehr.		1		2						
	<i>P. braunii</i> (Grun.) Cl. var. <i>amphicephara</i> (A. Mayer) Hust.	1									
	<i>P. spp. (2taxa)</i>	2						3	1		1
	<i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kütz.) Grun.		1					4			
	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Mull.								1		
	<i>R. gibberula</i> (Ehr.) O. Mull.			7	6			3	1		
	<i>Stauloneis</i> sp.										1
	<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehr.					1					
	<i>S. ulna</i> (Nitzsch) Ehr. var. <i>aegualis</i> (Kütz.) Hust.		1								
	<i>tabellaria fenestrata</i> (Lyngb) Kütz.			2	1						1
	<i>T. flocculosa</i> (Roth) Kütz.		1								
Number of freshwater valves		13	11	23	23	7	12	27	9	6	21
Unknown	<i>Amphora</i> sp.			4	2		1		3	2	1
	<i>Diploneis</i> spp.									1	
	<i>Melosira</i> sp.							2			
	<i>Navicula</i> spp.					1	1	5	3	2	2
	<i>Nitzschia</i> sp.				2			4	1	1	1
Number of unknown valves		0	0	4	6	1	2	11	9	8	4
Total		48	100	100	100	100	61	100	100	100	50

2) SH-II 花粉帯 (SZ-III 層, 78-a 帯, 34-A 帯)

南域では, *Larix*, *Picea* を主とする亜寒帯林, 北域では主として *Larix*, *Picea*, *Betula*, *Alnus* からなる亜寒帯林および高層湿原が発達した. 本帯は SZ-III 層および SZ-IVa 層の基底部の腐植混じり火山灰質シルトの層準に見出される. その時代は中期更新世の一氷期である「静川寒冷期」(おそらく Riss 氷期)と考えられる(近藤ほか, 1984b).

この時期の堆積環境は, 層相から寒冷気候下の陸域ないし淡水域が支配的であったと推定される.

3) SH-III 花粉帯 (SZ-IVa 部層最下部, 78-b 帯, 34-B 帯)

本帯の堆積期には, SH-II 花粉帯の寒冷期からの気候回復に伴う移行的植生, すなわち *Picea*, *Abies*, *Betula*, *Corylus*, *Alnus* からなる針広混交林と高層湿原が発達した. 気候は現在より冷涼と推定される. 本帯相当層層準は全般的に SZ-IV 層中に存在するが, SZK 孔では検出されていない.

この時期の堆積環境は, 全体として汽水域であるが, 次第に海水の影響が強まる. 気候の回復とともに海水準は上昇したと推定される. SZK 孔に汀線が達していなかったと考えられることから, この期の海水準は SH-III 花粉帯の下限(−44.65 m)から SZK 孔の SZ-IVa 部層下限(−25.54 m)の範囲にあったことになる.

4) SH-IV 花粉帯 (SZ-IVa 部層下部, 78-c 帯, 34-C 帯)

本帯の組成は, 現在程度に回復した気候下での冷温帯林の成立を示している. 貝化石の産出, 沿岸浮遊性の *Thalassionema nitzschioides* の系統的な増加(Fig. 7)から引き続き海進が進行したと推定される.

この時期の堆積環境は, 初期の海水の影響の強い汽水域から完全な海水域へと漸次変化する.

5) SH-V 花粉帯 (SZ-IVa 部層中部, 78-d 帯, 34-D 帯)

本帯の組成は, 再び亜寒帯林が優勢となったことを示している. 海退に伴って断面線北域に高層湿原および亜寒帯林が成立したと推定される. ただし, 寒冷化の程度は *Larix* の混交率からみて SH-II 花粉帯の時期ほど強くない.

この時期の堆積環境は, 北域では汽水域からより淡水の影響の強い汽水域へと変わり, 末期になるにつれて再び海水の影響の強い汽水域となる. 一方, 南域では全般的に海水の影響の強い汽水域が支配的である. しかしながら, この南域でも, 前期(SH-IV 花粉帯の時期)での珪藻化石 *Thalassionema nitzschioides* の増加傾向は中斷

し出現率は逆に半減する. この期間の海水準は南域の海成層の上限付近でかつ北域の陸成層である泥炭層の下底付近, すなわち −24~−20 m に設定しうる.

6) SH-VI 花粉帯 (SZ-IVa 部層上部および SZ-IVb 部層; 78-e 帯, 34-E 帯)

本帯の堆積期には全般に現在に近い気候のもとに冷温帯林が成立した. ただし, その間本帯中期へ向かって若干冷涼化し, その後再び回復するという気候変化があった.

この時期の堆積環境は, 全般的に海水域(m)に変わったと推定される. ただし, この時期の中間で小海退により汽水域(b-m)となった. この事実は上述の冷涼化と対応する. この小海退時の海水準は, 堆積物の層準からみると, SZ-IVa 部層の最上部付近にあたり, それは北域の No. 34 孔における貝化石の分布上限層準(約 −12 m)に対応する.

7) SH-VII 花粉帯 (SZ-V 層および SZ-VI 層, 34-F 帯)

本帯の堆積期は全般に亜寒帯性の針広混交林が成立したが, 後期には, 広葉樹をほとんど含まない針葉樹林へと移行しており, 気候が寒冷化したことを示す. その寒冷化の程度は SH-V 花粉帯とほぼ同じと推定される.

この時期の堆積環境は, 陸域ないし淡水域(f)が支配的である.

以上の古気候・堆積環境の変遷を Fig. 8 に概念的に示した.

2. 最終間氷期の相対的海水準変化

札幌—苫小牧低地帯において, 静川台地以外での海〜汽水成の最終間氷期堆積物は, 野幌丘陵の層厚 4~10 m のもみじ台層(赤松ほか, 1981), 馬追丘陵付近の厚真層(馬追団体研究会, 1983)および由仁安平低地の安平層 I (馬追団体研究会, 1987)が知られている. しかし, 海〜汽水成層の層厚や分布の規模からみると, 海成最終間氷期堆積物は静川台地において最もよく発達している. すなわち, SZ-IV 層は最大層厚 34 m であり, 陸成の静川寒冷期堆積物層の上位に整合関係で全域に発達する. 本層は厚真期の海進(馬追団体研究会, 1983)に伴って形成されたものと考えられる.

本研究において, SZ-IV 層の実態が把握されたことから, 堆積期間の相対的な海水準変化について検討を試みる. 札幌—苫小牧低地帯においてはこの期間の海水準はまだ定められていないことから, ここでは静川台地に限定した場合の相対的な古海水準を推定し, その変化について定性的な議論を行うにとどめる. 詳細な海水準変動の検討は今後の研究課題とする.

★ Shizukawa Cold Age deposits (KONDO *et al.*, 1984b)

Fig. 8. Climatic and relative sea-level change curves of Middle to Late Pleistocene Epoch in the Shizukawa Hills, 1) Quaternary stratigraphy is mainly after KONDO *et al.* (1984b), but sub-members L, M and U are newly added. N: northern area, S: southern area. 2) C: cold, W: warm. 3) Thick short line shows the sea level position, but the one with arrow shows only upper or lower limit. Dotted line is a generalized sea-level change curve inferred from scattered data. 4) N, S: same as 2), 5) After UMA-OI COLLABORATIVE RESEARCH GROUP (1983).

層序断面図 (Fig. 2) の 8 ボーリング孔間に、堆積後の変位・変形がないと仮定した場合、各地層の堆積時の古海水準は、各地層の堆積物の現時点での分布高度を基準にして相対的に求めることができる。すなわち、各花粉帯の境界線の同時性、および境界線に挟まれる堆積物の堆積環境とその差異に着目すると堆積物の分布高度は陸成堆積物では古海水準の上限、海～汽水成層では古海水準の下限、さらに汀線付近の堆積物では古海水準そのものであると推測する。

相対的な古海水準を Fig. 8 に示す。特に証拠のあるものは短かい太線・矢印で示し、カーブはそのデータに基づき推定したものである。

以下、中～後期更新世での相対的古海水準とその変化について具体的に記述する。

中期更新世の一温暖期 (SH-I 期) では、対応する堆積物 (SZ-II 層) のうち、明確な海成層である SZ-II a 部層の上限が -36 m (SZK 孔の SZ-II a 部層上限) であることから、古海水準は -36 m の上位に求められ

る。

中期更新世の静川寒冷期 (SH-II 期) では、対応する堆積物 (SZ-III 層) が陸成層を主体としその下限高度が -48 m (No. 78 孔の SZ-III 層下限) であることから、古海水準は -48 m 以下に低下したと推定される。

後期更新世の最終間氷期の前半 (SH-III 期～SH-IV 期) では海水準は上昇傾向を示す。すなわち、SH-III 期では前期の陸成層の堆積から海成層の堆積に変わり、初期においては対応する堆積物の下限が -45 m (No. 78 孔, SH-III 花粉帯下限) であり、基底部にみられる汽水成層の上限高度が -40 m (No. 86 孔, SH-III 花粉帯下部) であることから、古海水準は -45 m から -40 m 付近に上昇したと推定される。SH-III 期の末期では、海成堆積物の上限は -29 m (No. 43 孔, SH-III 花粉帯上限すなわちテフラ i 層下限のカキ産出層準) であるが、対応する堆積物が SZK 孔で欠如し、かつそこに整合で一連の上位層が -25.5 m から累重することから、古海水準は -27 m 付近まで上昇したことを示す。

SH-IV 期では、対応する堆積物は No. 78 孔, No. 86 孔で海成層からなる。これと一連の堆積物層の上限は -24 m(北域)~-20 m(南域: SZK 孔)であることから、古海水準は -20 m の上位まで上昇したと推定しうる。

最終間氷期中期(SH-V 期)では、対応する堆積物は連続して全域に分布し、南域では海成層を主体とし、北域では主に汽水ないし淡水の影響の強い汽水域の堆積物層および泥炭質の陸成層からなる。この期間の海面は、M垂部層の泥炭の下底付近に設定できることから、古海水準は概して -25~-20 m の範囲にあったと推測することができる。この期は海水準が前期から数m程度低下したものと考えられる。

最終間氷期後期、とくに SH-VI 期中頃では、対応する堆積物(SZ-IVa 部層上限付近)は海成層でその上限は -16 m(南域: SZK 孔)~-12 m(北域: No. 34 孔)であることから、古海水準は上昇し -12 m 付近に達したものと推定される。

最終間氷期末期~最終氷期初頭(SH-VII 期)では、対応する堆積物(SZ-V 層, SZ-VI 層)は基本的に陸成層からなり、とくに SZ-V 層の下限は -14 m (No. 78 孔)であることから、古海水準は -14 m かその下位に低下したと推定される。したがって、この期の初期における海水準は SH-VI 期中頃より若干低下したと推定される。

以上から、中期更新世(早来期)から後期更新世最終間氷期(厚真期)の末期にかけて、静川台地での相対的古海水準の変化を概観すると、海水準低下期が3期(SH-II 期, SH-V 期, SH-VII 期)、高海面期が3期(SH-I 期, SH-IV 期, SH-VI 期)みとめられる。

相対的な古海水準の変化カーブと花粉帯の組成から推定される古気候の変遷のカーブを比較すると、海水準変化カーブは大局的に後者と共通の変化特性を示す。すなわち、寒冷期での海水準の低下および温暖期での海水準の回復が対応し、さらにそれらの時相が基本的に一致する特徴がみられる。

ところで、最終間氷期の中間期での寒冷期(SH-V 期)の存在は北海道ではまだ報告されていない。しかし、最近福島県の太平洋岸に分布する塚原層および山形盆地のボーリング・コアにおいて、最終間氷期堆積物層中の中間に亜寒帯性要素の優勢な花粉群集からなる層準が見出され、その年代は古地磁気の極性から Blake event(約 110,000 y.B.P.)に対比されている(松岡ほか, 1984; TAKEUTI, 1985)。

一方、静川台地での寒冷期(SH-V 期)の年代につい

てみる。当花粉帯の上位の SH-VII 花粉帯の上半部に対応する堆積物層(SZ-VI 層)に挟在するテフラ Aafa 2 層の年代は、FT 年代 0.13 ± 0.03 Ma(奥村ほか, 1984)を参考値として約 100,000~110,000 y.B.P. と推定されている(奥村, 1986)。したがって、SH-V 期は前述の寒冷期(松岡ほか, 1984; TAKEUTI, 1985)より以前の一寒冷期に相当する可能性が考えられる。ただし、詳細な年代論の検討は今後の課題である。

静川台地において最終間氷期中の寒冷期(SH-V 期)が見出され、この期の相対的な古海水準が -25~-20 m と定められたことは、札幌一苦小牧低地帯の最終間氷期の古地理の変遷を解明する上で重要な知見となるものである。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、ご指導と暖かい励ましを賜わり、本論文の原稿の校閲をいただいた北海道大学理学部加藤 誠教授に深謝する。

本研究において、層序検討では前北海道大学理学部教授松井 愈先生、テフラ検討では北海道大学理学部勝井義雄教授、テフラの熱磁気分析では同藤原嘉樹助教授各位のご指導をいただいた。本稿のまとめに際して、馬追団体研究会の和田信彦氏(北海道立地下資源調査所)および吉田充夫博士には有益なご議論をいただいた。北海道開拓記念館の赤松守雄博士には貝化石の鑑定をしていただき堆積環境についてご教示をいただいた。以上の方々に記して感謝をする。

一連のボーリング・コアの研究と成果の公表をご了解下さった関係各位のご厚意に対して、また筆者の一人近藤が日頃研究上の便宜と励ましをいただいている北海道土質試験協同組合理事長斎藤昌之博士をはじめ職員ご一同に心からお礼申し上げる。

文 献

- 赤松守雄, 1987: 石狩低地帯周辺丘陵の更新世温暖水系貝化石群集の層準とその特性. 地質雑, **93**, 809-821.
- ・山田悟郎・北川芳男・矢野牧夫, 1981: 野幌丘陵の地質と古生物の変遷. 道開拓記念館研究報告, **6**, 17-24.
- 北海道立地下資源調査所, 1969: 石狩低地帯の深井戸検層図集. 北海道立地下資源調査所報告, no. 39. 79p.
- HUSTEDT, F., 1930: Die kieselalgen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Ländern Europas sowie der andrenzen den Meeresgebiet. In RABENHORST, L., ed.: *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreichs und der Schweiz.*, Leipzig. 7, (1), 920p.

- , 1937: Die kieselalgen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Ländern Europas sowie der anderen Meeresgebiet. In RABENHORST, L., ed.: *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreichs und der Schweiz.*, Leipzig. 7, (2), 736p.
- 関東第四紀研究会, 1980: 南関東地域の中上部更新統の層序とその特徴. 第四紀研究, **19**, 203-216.
- 春日井昭・藤田 亮・細川貢四郎・岡村 聡・佐藤博之・矢野牧夫, 1980: 南部石狩低地帯の後期更新世のテフラ斜方輝石の屈折率と Mg-Fe との比較研究一. 地球科学, **34**, 1-15.
- 小久保清治, 1960: 浮游硅藻類. 330p., 恒星社厚生閣, 東京.
- 近藤 務, 1983: 石狩低地帯 南東部の 後期更新世テフラ, Aafa, Mpfa の強磁性鉱物の熱磁気的性質一対比への適用例一. 地球科学, **37**, 205-218.
- ・五十嵐八枝子, 1984a: 苫小牧市静川台地付近の中・上部更新統の層相・テフラ・花粉組成. 日本地質学会北海道支部個人講演要旨集, 10-12.
- ・吉田充夫・赤松守雄, 1984b: 北海道苫小牧静川ボーリング・コアにみられる第四系. 第四紀研究, **22**, 313-325.
- 松岡 功・阿久津純・真鍋健一・竹内貞子, 1984: 山形盆地の第四系一特に地質年代と堆積環境について一. 地質雑, **90**, 531-549.
- 森 忍, 1980: 濃尾平野中部更新統のケイソウ群集. 第四紀研究, **19**, 173-183.
- 奥村晃史, 1986: 北海道の中・後期更新世テフロクロロジーと海成地形面の変動. 地学団体研究会第40回総会シンポジウム資料集, 253-256.
- ・八木浩司・寒川 旭, 1984: 黒松内低地帯の後期更新世段丘に関する年代資料. 第四紀研究, **23**, 209-212.
- 佐藤博之, 1969: 札幌一苫小牧低地帯の火山灰. 地質ニュース, no. 179, 15-20.
- 曾屋龍典・佐藤博之, 1980: 千歳地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 92p.
- TAKEUTI, S., 1985: The climatic change during the Last Interglaciation in Northeast Honshu, Japan. *Saito Ho-on Kai Museum Research Bulletin*, no. 53, 13-19.
- 馬追団体研究会, 1983: 北海道 中央部馬追丘陵南東の中・上部更新統一2つの海進について一. 地球科学, **37**, 8-21.
- , 1987: 石狩低地帯東縁部の更新統層序と古地理の変遷. 地球科学, **41**, 303-319.
- 山口久之助, 1978: 苫小牧東部の地下水について. 道立地下資源調査所報告, no. 50, 133-159.

(要 旨)

近藤 務・五十嵐八枝子・嵯峨山積, 1988: 北海道静川台地の中～上部更新統一特に最終間氷期中の寒冷期および相対的海水準変化の検討一. 地質雑, **94**, 343-359. (KONDO, T., IGARASHI, Y. and SAGAYAMA, T., 1988: Middle to Upper Pleistocene deposits of Shizukawa Hills in Hokkaido—Discussion on the cold stage and the relative sea-level change during the Last Interglacial Age—. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **94**, 343-359.)

静川台地地下の中～上部更新統の層相(テフラ), 花粉・珪藻組成の研究により地層の分布状態と層相の変化を明らかにし, 古気候・古環境の変遷と相対的海水準の変化を考察した.

中～上部更新統(SZ-II～SZ-VI 層)は7花粉帯(SH-I～SH-VII)に分帯され, この間に3回の海水準低下期(SH-II, SH-V, SH-VII 期)と3回の高海面期(SH-I, SH-IV, SH-VI 期)が存在する.

海成層主体の最終間氷期の堆積物層はリス氷期相当の静川寒冷期(近藤ほか, 1984b)の堆積物層上に整合的に発達する. しかしながら, 本層の中間層準に *Picea*, *Larix*, *Abies*, *Betula* の高率な産出を特徴とする SH-V 花粉帯が見出され, 寒冷期の存在が明らかになった. ただし寒冷化の程度は静川寒冷期(SH-II 花粉帯)より弱い. さらに本花粉帯の堆積物是一部泥炭を含む陸成層, 一部海成層からなり連続的に分布する. その分布高度から当時の海水準を -25～-20 m(海拔)と定めた.