

1. はじめに

日本の沖積低地は、内湾の奥に発達する三角州性の低地、臨海扇状地、砂州などの砂堆を海岸部に発達させる低地に大きく区分される。このうち三角州性の低地の沖積層は、古くから一般的、標準的な沖積層として最もよく研究され、関東平野や濃尾平野などの主要な沖積低地の地形発達過程は、後氷期の海面変化と関連してほぼ共通していることが明らかにされている（井関，1983；斉藤，1987）。海岸部に砂州、砂堤、浜堤、砂丘などの堆積地形を伴う低地の沖積層に関する研究は、砂州の発達過程やそれに関連する海面変化や気候変化の問題を中心に論じたもの（三位，1966；Moriwaki，1982；Matsumoto，1985；Endo，1986など）、主に砂堆の内陸側の沖積層の堆積構造・堆積環境を中心に論じたものが多く、完新世後半の砂堆の形成と内陸部の地形変化との関連は十分に議論されているとはいえない。そこで筆者は、海岸部に顕著な砂丘列の発達する新潟平野北東部の地域の完新世における古環境変遷について検討した（大平，1991）。本稿では、特に完新世中期における砂丘列の前進と潟湖の埋積を中心に報告する。なお、¹⁴C年代測定に使用した試料は、支持地盤調査などの際に標準貫入値（N値）試験のために約1mおきに採取されたボーリングコアサンプルとブルームサンプラーと呼ばれるハンドボーラーで採取した試料から取り出した。

2. 調査地域の地形

新潟平野は、その面積が約2,000km²に達し、濃尾平野とともに日本最大の沖積平野の一つであり、沈降運動に伴う最大約140mにおよぶ厚い沖積層、海岸部の顕著な砂丘列、更新世に形成された段丘の発達が悪いことなどの特徴をもつ（吉川ほか，1973）。

砂丘列は、海岸線に沿って全長約70km、標高最大約30mにおよぶ大規模なものである。加治川から信濃川にかけての地域では約10列の砂丘列となるが、北東端と南西端では、より新しい砂丘が古い砂丘を覆い、一列の砂丘列となっている。最も内陸部のものは現海岸線から約10kmも離れており、一般に内陸部のものほど連続性が悪い。この砂丘列を新潟古砂丘グループ（1974）は、砂丘表面の腐植層、砂丘砂の風化度、および地形的特徴から新砂丘Ⅰ（Ⅰ-1，Ⅰ-2，Ⅰ-3，Ⅰ-4）、新砂丘Ⅱ（Ⅱ-1，Ⅱ-2，Ⅱ-3，Ⅱ-4）、新砂丘Ⅲ（Ⅲ-1，Ⅲ-2）の3つの砂丘列群に区分した（Fig. 2）。また、それらの形成時期を遺跡の

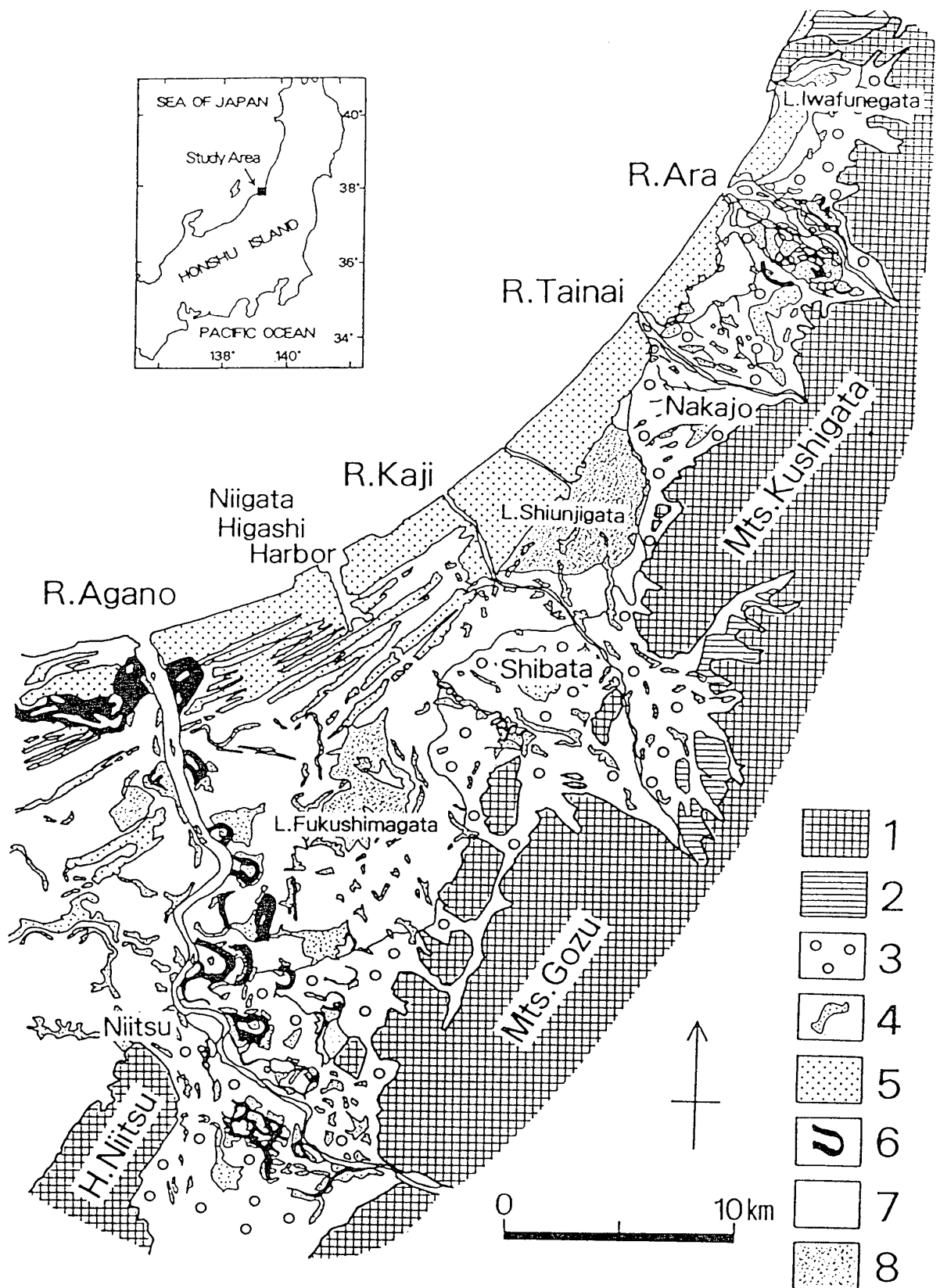


Fig. 1 Geomorphological map of the northeastern part of the Niigata Plain

- | | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| 1 : mountains and hills | 5 : sand dune ridges |
| 2 : Pleistocene terraces | 6 : former river channel |
| 3 : alluvial fan | 7 : backmarsh |
| 4 : natural levee | 8 : former lagoons (reclaimed land) |

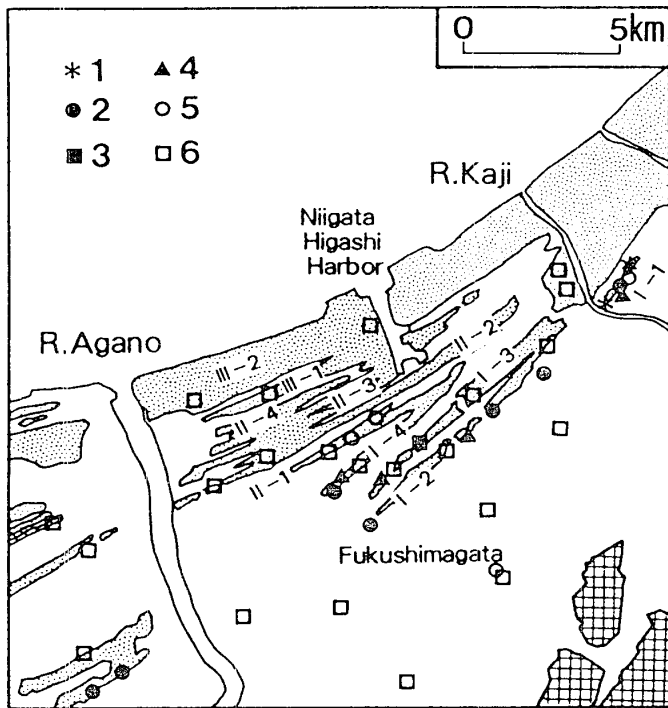


Fig. 2 Classification of the sand dune ridges and the distribution of archaeological remains

1: the early Jomon period 2: the middle Jomon period
 3: the late Jomon period 4: the latest Jomon period
 5: the Yayoi period 6: after the Kofun period
 Classification of sand dune ridges is referred to
 Niigata Ancient Dune Reserch Group (1974).
 Archaeological remains are based on
 the Board of Education of Niigata Prefecture (1979).

3. 沖積層の層相と年代

筆者は、層相、N値、¹⁴C年代値に基づいて、砂丘背後の内陸部の沖積層を下部砂シルト互層(LS)、中部シルト粘土層(MC)、上部砂層(US)、最上部層(T)の4層に区分した。

下部砂シルト互層(LS)は、N値20~50の砂、15~25のシルト質砂、10~20の砂質シルトがそれぞれ数mの層厚をもった複雑な互層よりなり、泥炭層をはさむ場合もある。全体的に腐植物を少量含んでおり、貝化石も稀に含む。福島潟付近で層厚最大20m、旧紫雲寺潟付近で層厚最大10m程度である。阿賀野川付近では今のところ不明である。

中部シルト粘土層(MC)は、貝化石、腐植物を含むN値0~4のかなり均質なシルト質粘土が主体をなし、層厚数mの砂層をはさむところもある。福島潟口

立地状況から、それぞれ縄文時代中期以前、古墳時代以前、室町時代以降とした。Moriwaki (1982) は、新砂丘Iを縄文時代前期以前(約6,000~5,000年前)、新砂丘IIを縄文時代後期以前(約4,000~3,000年前)、新砂丘IIIを縄文時代晩期以降(約2,500年前以降)の形成によるとした。海津(1991)は、新砂丘I、新砂丘II間の堆積物の基底の年代を求め、さらに遺跡の立地を再整理した結果、新砂丘Iが縄文時代前期~中期以前、新砂丘IIが縄文時代後期以降弥生時代以前、新砂丘IIIが歴史時代以降に形成されたとした。

Table 1 ^{14}C dates in the study area

Location	latitude/longitude	height(m)	material	C-14 age(yrBP)	code no.	References
L. Fukushima Katakuchihashi	37° 54' 30" N 139° 14' 23" E	-9.15 ~ -9.45 -25.15 ~ -25.45	wood frag. wood frag.	4,810 ± 110 9,600 ± 280	NUTA-1336 NUTA-1211	This study
L. Fukushima Housuiro-ohashi	37° 54' 33" N 139° 14' 26" E	-7.58 ~ -7.68 -9.88 ~ -9.98 -59.58 ~ -60.33 -59.83 ~ -60.08 -74.58 ~ -74.78	wood frag. wood frag. peat peat peat	5,350 ± 155 5,420 ± 200 34,300 ± 1888 30,600 ± 860 > 37,800		Kamoi et al. (1990)
Niigata-Higashi Harbour	37° 58' 23" N 139° 13' 53" E	ca -8	wood	2,340 ± 125	TH-119	Mogi (1980)
Toyosaka city Kawanishi	37° 54' 09" N 139° 13' 11" E	-1.70 ~ -1.75 -2.90 ~ -2.95	peat peat	2,480 ± 160 3,380 ± 130	NUTA-1271 NUTA-1338	This study
Sasakami village Kaminishino	37° 57' 22" N 139° 15' 47" E	+0.55 ~ +0.50	peat	5,700 ± 210	NUTA-1270	This study
Shibata city Sumiyoshi	37° 56' 26" N 139° 18' 55" E	+2.15 ~ +2.45 -4.15 ~ -4.45 -5.15 ~ -5.45 -14.15 ~ -14.45	wood frag. wood frag. wood frag. wood frag.	4,160 ± 130 5,910 ± 110 5,390 ± 110 7,730 ± 160	NUTA-1690 NUTA-1689 NUTA-1705 NUTA-1692	This study
Kajikawa village Sumita	37° 59' 11" N 139° 22' 13" N	-17.85 ~ -19.15	humus	21,220 ± 310	NUTA-1038	This study
Murakami city Youkaichi	38° 13' 40" N 139° 27' 05" N	-27.09 ~ -27.29 -33.09 ~ -33.29	humus humus	22,340 ± 360 21,660 ± 320	NUTA-1339 GaK-14588	This study

橋 (FK) において, MC 下部の -25m の砂質シルトより得られた木片の ^{14}C 年代は, $9,600 \pm 280$ yrBP (NUTA-1211) であった. 新発田市住吉 (SY) において, MC 相当層のシルト質砂から得られた木片の ^{14}C 年代は, $7,730 \pm 160$ yrBP (NUTA-1692) であった. FK 地点の -15m には, 潮間帯などに生息する *Hinia festiva* (アラムシロガイ) がみられた. 村上市岩船 (MK) においても MC から *Cyclina orientalis* (オキシジミ), *Corbicula japonica* (ヤマトシジミ) の破片が認められた. また, このシルト粘土からは, *Melosira granulata* などの淡水生珪藻に混じって, *Coscinodiscus* spp., *Cyclotella stylonum*, *Nitzschia granulata* などの海~汽水生珪藻が検出される. 海津 (1991) は, 信濃川下流域の地表下 30~50m には厚い粘土層が存在し, この粘土層は白根市を中心に東西約 10km, 南北約 8km の範囲に分布することを報告している. この粘土層は 6,000 年代の ^{14}C 年代を示すことや海~汽水生珪藻を産出することなどから縄文海進によって拡大した潟湖の堆積物と判断されている. この信濃川下流域の顕著な粘土層と平野北東部の MC とは層相などの特徴から, 同時代の堆積物であると推定され, 縄文海進に伴って拡大した潟湖の湖底には, シルト, 粘土が広く堆積していたと考えられる.

上部砂層 (US) は, 下位の MC に比べて明らかに粗粒な堆積物からなり, 潟湖付近では N 値 5~20 の砂, 礫混じり砂, シルト質砂よりなり, 稀に貝化石を含むこともある. 層厚は, 1~10m と地域によって差があるが, 潟湖中心部では US を

まったく欠く地域もある。このような地域ではMCと層相がほとんど変わらないシルトや粘土が表層まで堆積している。福島潟において、 $-7\sim-12\text{m}$ の砂層中の木片の ^{14}C 年代は、 $4,810\pm 110\text{ yrBP}$ (NUTA-1336), $5,350\pm 155$, $5,420\pm 200\text{ yrBP}$ (鴨井ほか, 1990)である。福島潟付近の砂層は、笹神丘陵、阿賀野川、加治川へと連続するが、とくに河川付近へ向かって粗粒化していく傾向がある。加治川付近では、層厚 $5\sim 10\text{m}$, N値 $15\sim 30$ で、径 $5\sim 10\text{mm}$ の細礫を主体とし、径 30mm の中礫を混入する砂礫、礫混じり粗砂よりなる河成の層相を示している。新発田市住吉(SY)において、 $+1\sim -10\text{m}$ にかけて発達する上部砂層より得られた木片の年代は、 $5,390\pm 110\text{ yrBP}$ (NUTA-1705), $5,910\pm 110\text{ yrBP}$ (NUTA-1689)であった。層相および年代値から、加治川扇状地扇端部から福島潟にかけての上部砂層は、縄文海進高頂期以降、約 $5,400\sim 4,800$ 年前に急速に堆積したものと考えられる。同層では*Synedra ulna*, *Gomphonema parvulum*などの淡水生付着性で流水環境を好む珪藻が優占していた。

一方、砂丘地域の地下は砂層が卓越し、層相的には全層が上部砂層に対比されるが、この砂層は海進にともなって累重的に堆積したと考えられており(海津, 1991), 潟湖地域の上部砂層に比べてかなり古い時期、おそらく後氷期の海面上昇開始期から堆積が始まり、その後、完新世後半に海側へ前進的に堆積していったと考えられる。新潟古砂丘グループ(1974)は、砂丘上に立地する遺跡の時代から、縄文時代前期末葉以降、縄文時代中期までの間に3列の砂丘列が形成されたとしており(Fig. 2), 潟湖地域の上部砂層の堆積期とよく一致している。また、砂丘地域のボーリング資料を詳しくみると、 $-5\sim -18\text{m}$ と $-30\sim -40\text{m}$ に礫層が現れる傾向があり、不整合面が存在すると考えられている(茂木, 1980)。新潟東港では、上位の不整合面にあたる $-6\sim -10\text{m}$ の砂層中から産出した埋没樹の年代が、 $2,340\pm 125\text{ yrBP}$ と得られており(茂木, 1980), 縄文時代晩期頃は、現在の海岸線付近まで砂堆が形成されていたと考えられる。

さらに、砂丘地域のボーリング資料には軽石をはさむという記載がしばしば認

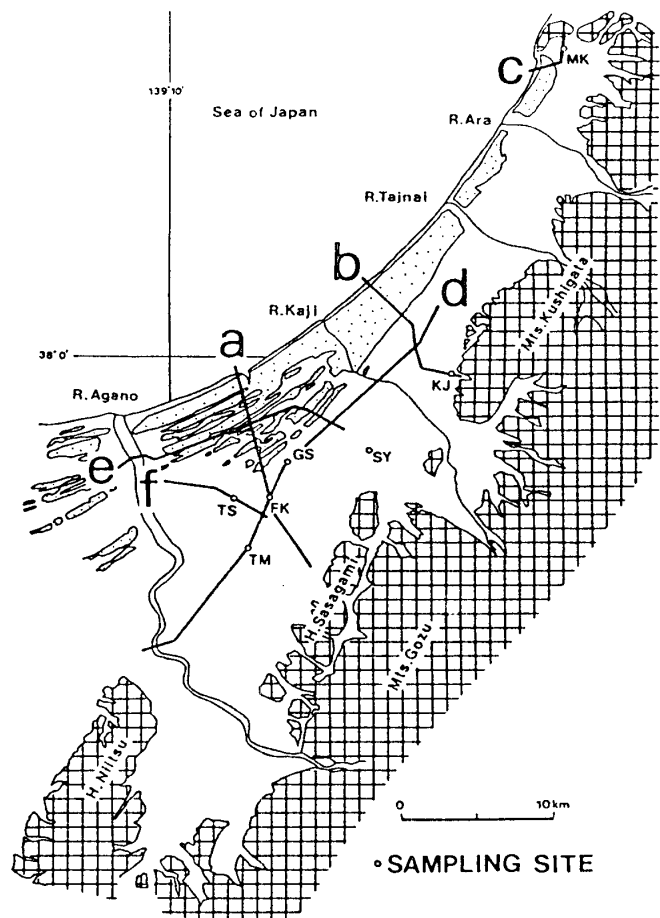


Fig. 3 Map showing the locations of geological sections and the sampling sites for radiocarbon dating and diatom analysis

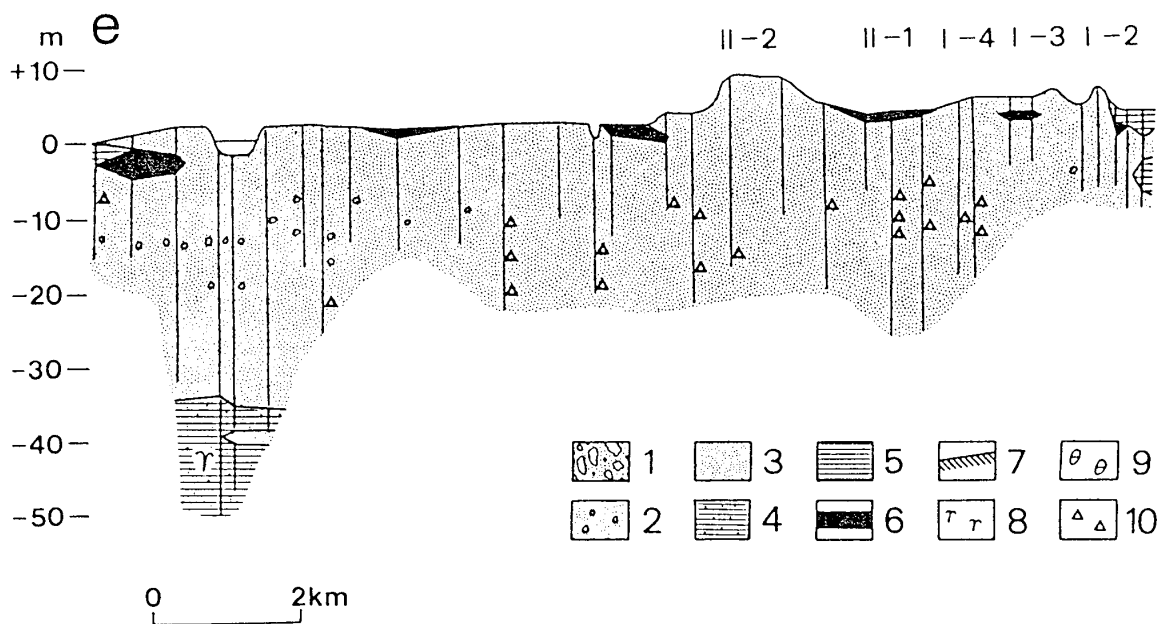
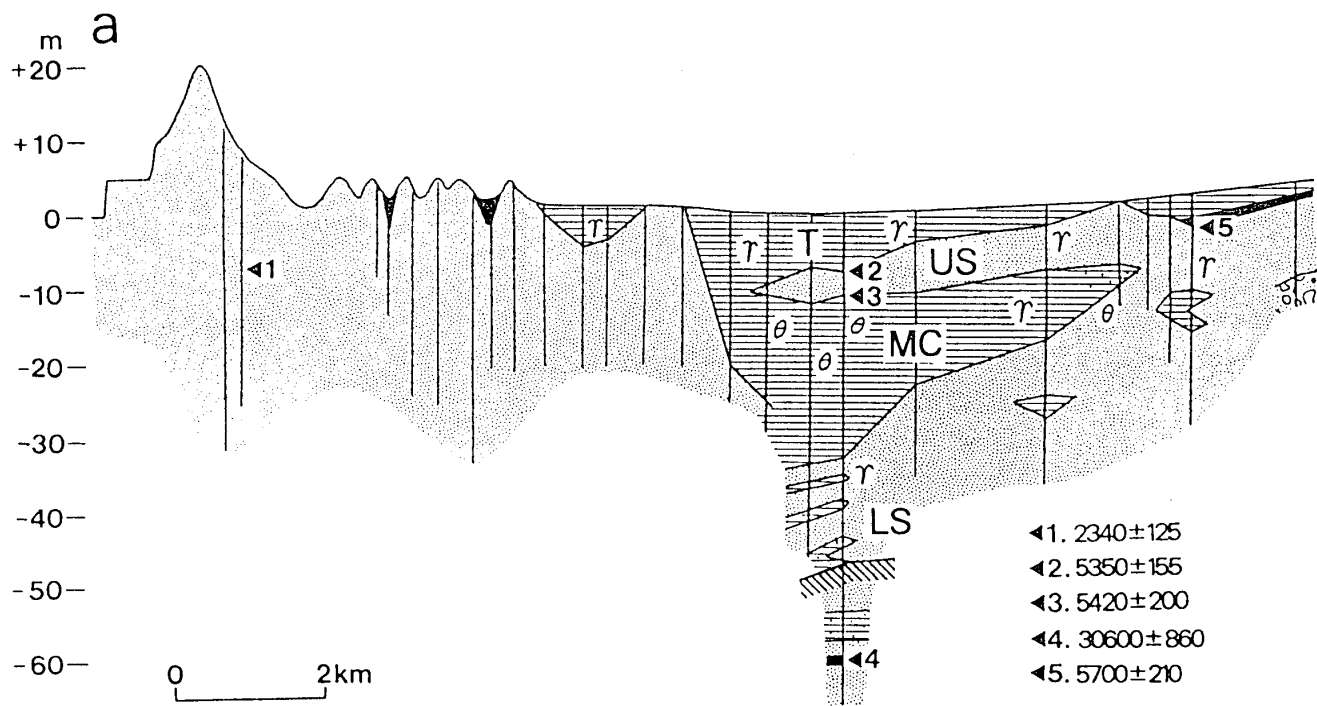


Fig. 4 — a, e Geological sections

1 : sandy gravel 2 : sand with gravel 3 : sand 4 : sandy silt and sandy clay
 5 : silt and clay 6 : peat 7 : basal sediments 8 : humic matter
 9 : shell 10 : pumice

Geological sections of b, c, d, f are omitted.

められる。この軽石は、約5,000年前に福島県の沼沢沼から阿賀野川によって供給された沼沢沼軽石と考えられている（新潟古砂丘グループ，1978）。この軽石は、新砂丘Ⅰ-2とⅠ-3の地下には認められず、それより海側の新砂丘Ⅰ-4と新砂丘Ⅱ-1では-9~-14mに、さらに海側の新砂丘Ⅱ-2では-12~-22mに認められる。よって、沼沢沼軽石の流下時の約5,000年前は、新砂丘Ⅰ-3の海側は、10~20m前後の水深があったと考えられる。

最上部層（T）は、層厚5~10mをもち、地域による層相変化が非常に激しく、腐植物を多量に含むN値5~15の砂、シルト質砂、N値0~3のシルト、粘土および泥炭などからなり、潟湖付近では貝殻を含んでいる場合もある。Tは、層相および珪藻分析結果から後背湿地・湖沼・湿原の環境下で堆積したと考えられる。豊栄市川西（TS）において、-2~-3mに発達する泥炭層の基底と最上部の年代は、 $3,380 \pm 130$ yrBP（NUTA-1338）、 $2,480 \pm 160$ yrBP（NUTA-1271）であった。また、新発田市住吉（SY）では、上部砂層より上位では細粒な堆積物が卓越しているが、+2mのシルト質砂から得られた木片の年代は、 $4,160 \pm 130$ yrBP（NUTA-1690）であった。

4. 完新世中期の地形変化

縄文海進高頂期には、珪藻群集や層相から判断して、海岸部には砂州が存在し、内陸部は複数の潮流口を通じて海水が流入する塩分濃度の高い潟湖が拡大したことが推定される。潟湖の拡大した範囲を層相から検討すると、阿賀野川から旧紫雲寺潟にかけての地域で、内陸側は水原、新発田付近にまで及んでいたと考えられる。なお、年代資料は欠いているが、FK地点で得られた-25mで9,600年前、-9mで4,800年前という年代値をもとに、堆積速度を一定と仮定して、海~汽水生珪藻の出現率が最も高い-13mの層準の年代を求めると約6,000年前と推定される。砂州の位置については、縄文時代前期の遺跡が立地する新砂丘Ⅰ-1付近に存在したと考えられる。

縄文海進高頂期に拡大した潟湖は、層相や珪藻群集から上部砂層（US）の発達によって急速に埋積されるとともに閉塞的な環境になったと考えられる。さらに、USの層相を検討してみると福島潟付近のUSは、河川付近では礫混じり砂、砂礫などのより粗粒な堆積物に連続し、河成の堆積物であると判断される。また、河川付近でも下位の堆積物に比べて明らかに粗粒になっていることから、USの堆積した約5,400~4,800年前には、上流部から粗粒な堆積物（砂礫）の供給が多かったと解釈することができる。また、旧紫雲寺潟と旧岩船潟でもMCを覆って、粗粒なUSが顕著に発達しており、時期については今後さらに検討していく必要があるが、縄文海進高頂期以降、土砂供給が活発になる時期があるようである。一方、海岸部の砂丘において、沼沢沼軽石の層位や遺跡の立地状況を検討すると、約5,400~4,800年前には新砂丘Ⅰ-2からⅠ-3、もしくはⅠ-4まで、2~3列の砂丘が前進しており、内陸部の土砂供給の増加との関連が考えられる。この

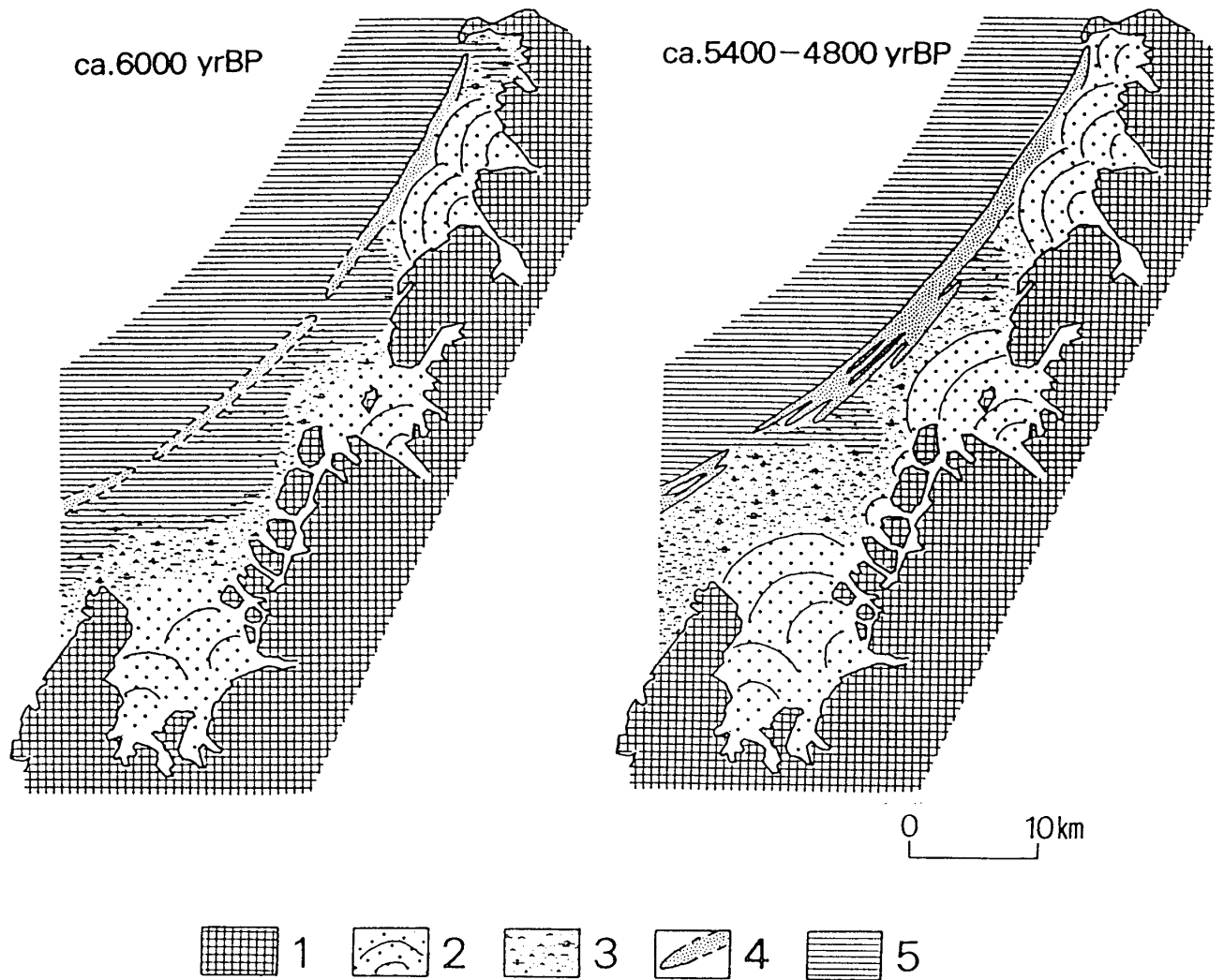


Fig. 5 Paleogeographical maps during the middle Holocene
in the northeastern part of the Niigata Plain

- 1: mountains, hills and Pleistocene terraces 2: alluvial fans
3: flood plains 4: coastal barriers and sand dune ridges
5: sea and lagoons

ことは、新潟古砂丘グループ（1978）が、新砂丘Ⅰの粒度組成が信濃川から北東にいくにつれて粗粒になることから、新砂丘Ⅰの砂丘砂の供給方向を北東方向と考えていることとも矛盾しない。Moriwaki（1982）は、完新世後半の海岸線の前進と海面低下が関連することを明らかにしており、約5,400～4,800年前は、それ以前のいわゆるHypsithermal期の高海面期より相対的に海面が低下した可能性が指摘できる。

さらに、後背山地の環境を調べてみると、五頭山地西麓には時代を異にする土石流堆積物が報告されており、完新世では縄文時代中期～後期の土石流堆積物が確認されている（高浜・野崎，1981）。また、若干地域は異なるが飯豊山地北麓においても5,500～3,000年前に最も新しい土石流堆積地形が形成されたと推定さ

れており（鈴木，1990），平野部での土砂供給期とほぼ一致している。縄文海進高頂期以降の堆積物の粗粒化の原因について，井関（1985）はAtlantic期からSubboreal期にかけての寒冷化によって物理的風化作用が強化され，岩屑生産量が一時的に活発化した可能性を指摘している。本調査地域は，後背山地の地質が花崗岩類からなること，五頭山地は隆起が激しいことなど土石流を発生させやすい条件を備えており，今後さらに検討していくことが必要である。

本研究を行なうにあたり，名古屋大学文学部地理学教室の海津正倫先生に終始御指導いただきました。年代測定の際には，名古屋大学年代測定資料研究センターの中村俊夫先生にお世話になりました。上記して深く感謝致します。

文献

- 井関弘太郎（1983）：『沖積平野』 東京大学出版会 145p.
- 井関弘太郎（1985）：沖積上部砂層・砂礫層形成の環境と要因。細井淳一郎先生退官記念論文集出版事業会編：『地域をめぐる自然と人間との接点』，1-8.
- 海津正倫（1991）：『沖積平野における上部砂層の特質とその形成に関する研究』 科研費報告書 79p.
- 大平明夫（1991）：完新世における新潟平野北東部の古環境変遷。日本地理学会予稿集，39，68-69.
- 鴨井幸彦・小林巖雄・坂井陽一・藤田英忠・斉藤道春・木村澄枝（1990）：新潟平野北東部地下の上部更新統・完新統と泥炭層の¹⁴C年代。日本第四紀学会講演要旨集，20，68-69.
- 斉藤文紀（1987）：海水準変動に支配された海成沖積層の形成モデル。月刊地球，99，533-541.
- 鈴木郁夫（1990）：飯豊山地北麓における土石流堆積物の年代。第四紀研究，29，25-29.
- 高浜信行・野崎保（1981）：新潟平野東縁，五頭山地西麓の土石流発達史。地質学雑誌，87，807-822.
- 新潟古砂丘グループ（1974）：新潟砂丘と人類遺跡－新潟砂丘の形成史Ⅰ－。第四紀研究，13，57-65.
- 新潟古砂丘グループ（1978）：新潟砂丘砂－新潟砂丘の形成史Ⅱ－。第四紀研究，17，25-38.
- 三井秀夫（1966）：沖積世における海岸砂州の発達過程。第四紀研究，5，139-148.
- 茂木昭夫（1980）：新潟東港における埋没樹の年代測定。第四紀研究，19，53-55.

- 吉川虎雄・杉村新・貝塚爽平・太田陽子・阪口豊（1973）：『新編日本地形論』
東京大学出版会，415p.
- Endo, K. (1986) : Coastal sand dune in Japan. Proc. Inst. Nat. Sci.
Nihon Univ., 21, 37-54.
- Matsumoto, S. (1985) : Beach ridge ranges on Holocene coastal plains
in northeast Japan—the formative factors and periods—. Sci. Rep.
Tohoku Univ., 7th, Ser. (Geography), 35, 15-46.
- Moriwaki, H. (1982) : Geomorphic development of Holocene coastal plains
in Japan. Geogr. Repts. Tokyo Metropol. Univ., 17, 1-43.

GEOMORPHIC CHANGE DURING THE MIDDLE HOLOCENE IN THE NORTHEASTERN
PART OF THE NIIGATA COASTAL PLAIN, CENTRAL JAPAN

Akio OHIRA*

*)Department of Geography, School of Letters, Nagoya University.

The Niigata Plain is located on the western coast of central Honshu island and consists of alluvial plains of the Shinano River in the southwestern part and the Agano River and other small rivers in the northeastern part.

In this paper stratigraphy and sedimentary environments of the Holocene sediments in the northeastern part of the plain were studied on the basis of the analysis of boringlogs, AMS ¹⁴C dating and diatom analysis.

Coastal sand dune ridges are classified into three groups by the discontinuous pattern. They are considered to have been formed discontinuously in the middle and late Holocene, judging from the stratigraphy of the Numazawanuma Pumice, the ¹⁴C date and the distribution of archaeological remains.

The geomorphic change during the middle Holocene can be summarized as follows;

1) In the culmination of the Post-glacial transgression, about 6,000 yrBP, brackish lagoons spread out behind coastal barriers.

2) Between about 5,400 yrBP and about 4,800 yrBP, sandy sediments rapidly covered the inland region and two or three sand dune ridges prograded seaward. It is considered that the sedimentation of sand has been influenced by the increase of coarse sediments from the upper reaches of the rivers and by the regression of the relative sea level.

口頭発表

- 1)大平明夫：完新世における新潟平野北東部の古環境変遷．1991年度日本地理学会春季学術大会（駒沢大学） 日本地理学会予稿集，39，68-69.

論文発表

- 1)大平明夫：完新世における新潟平野北東部の地形発達史．地理学評論投稿中