

1. 関東の地形と地質〈地盤の生い立ち〉

1.3 関東平野における最終氷期以降の環境変動と沖積層の形成史

Chapter 1 : Geotechnical Characteristics of Kanto District

〈How Nature has Affected Land Formation〉

1.3 Alluvial Soft Sediments on the Kanto Plain

小 杉 正 人 (こすぎ まさと)

日本大学助手 文理学部応用地学教室

1. はじめに

沖積平野および沖積層は、現在に通じる最新の環境変遷の記録者であり、古い時代の地層群では不可能な時間的にきめの細かな古環境記録を得ることが可能である。事実、最近の地質学的研究により、沖積平野は最終氷期以降の海水準変動と密接にかかわりながら形成されてきたことが明らかにされつつある。

関東平野は、首都圏に位置することから都市開発に伴うボーリングによる地質資料がきわめて豊富なため、通常は露頭観察の困難な沖積層に関する情報の蓄積が著しい。特に、東京低地・中川低地・荒川低地などの東京近郊の臨海部沖積低地では、わが国の沖積層の模式地として基底地形・層序・形成環境・古生物群集の解析などの地質学的研究が古くから行われてきた^{1)~31)}。また、本地域では土質工学的観点からも軟弱層や支持層の分布・岩相区分・地盤沈下などの研究も精力的に進められてきた^{32)~40)}。

本論では、関東平野の沖積平野のうち主要部分を占める中川・東京低地と現利根川・鬼怒川低地の2地域をとりあげ、既往の研究成果に基づいて両地域の沖積層の基底地形と形成環境・年代について概観したのち、最終氷期以降の環境変動、特に

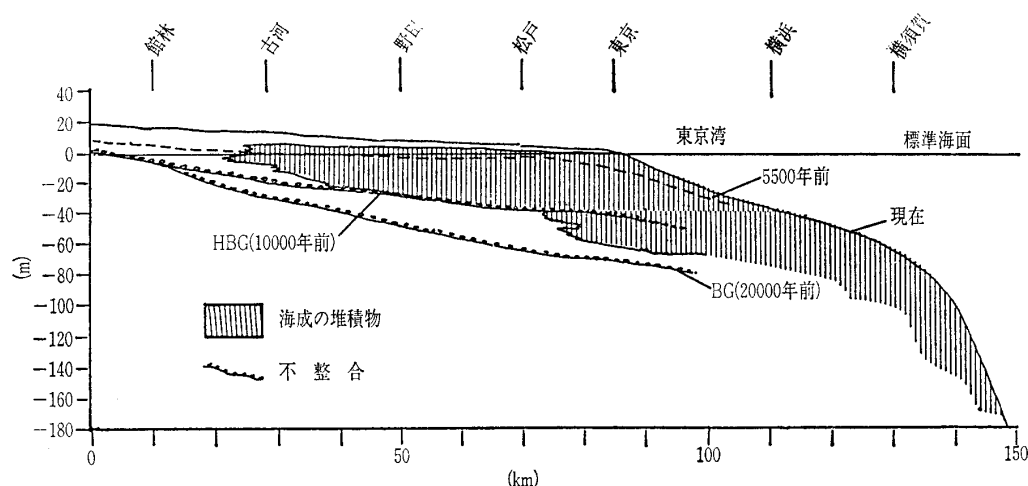
海水準変動と沖積層の形成のかかわりについて考察したい。

2. 沖積層層序の概要

表一1に、関東平野における沖積層の層序を主要テフラ、岩相、海進海退などの諸事象とあわせて示す。これは、遠藤ほか¹⁶⁾が、日本大学の沖積層研究グループにより公表された多数のボーリング試料とその¹⁴C年代値、テフラ、包含化石、などの解析結果^{13)~15),17)}に基づいて作成したものである。これによって、関東平野の沖積層が大きくは二つの海進に

表一1 関東平野における最終氷期以降の地質層序と古環境¹⁶⁾

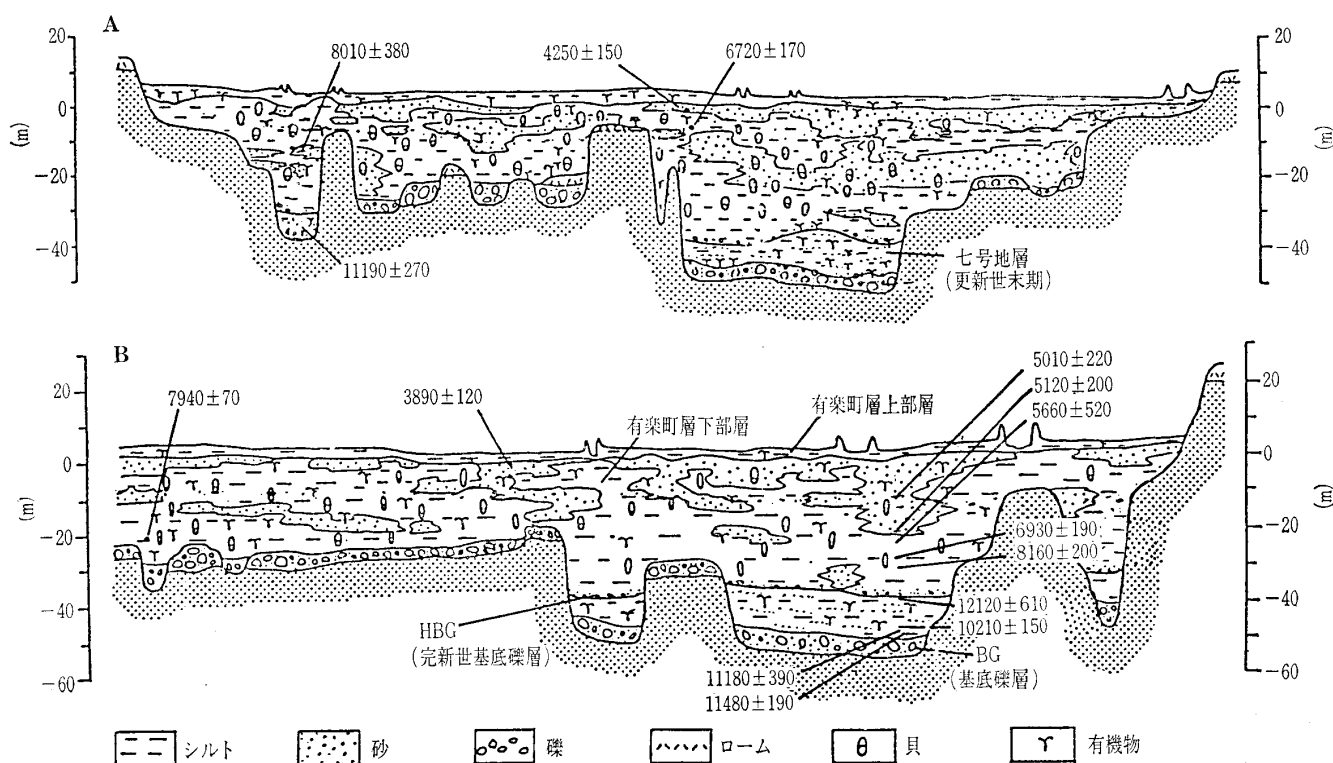
y. BP	主 要 テ フ ラ	層 序	岩 相	海進海退等
0	1783 浅間-A 1707 宝永(富士) ca 550 FA(榛名)	有楽町上部層	草本質泥炭層 洪水堆積物	沼沢増える 小海退
2000	Yu-2(富士) S-18(富士) Yu-1(富士)			
4000	R-2(富士) R-1(富士)			
6000	K-Ah			
8000		有楽町下部層	砂層レンズ卓越 貝化石に富む泥層	縄文海進最盛期 縄文海進 (有楽町海進)
10000			砂礫層(HBG)	下刻
20000	立川 UG ローム AT 層 KP	七号地層	汽水成砂泥層 砂礫層(BG)	七号地海進 下刻
30000		立川段丘礫層Ⅱ 立川段丘礫層Ⅰ 海成段丘堆積物		



11000 年前) が 0.4%, 5500 年前が 0.18%, 現在が 0.22% となる。

4. 沖積層の形成環境および年代

本地域の基底地形群を埋積した沖積層は、中川低地草加市付近で作成された地質横断面図（図一三）によって典型的に観察することができる。前述のように、沖積層の2部層をなす七号地層と有楽町層は、それぞれ七号地海進と縄文海進の二つの海進によ



て形成されたものである。以下に、これらの部層の形成環境および年代をまとめてみたい。

下位の七号地層は、下部に基底礫層 (BG) をもち、上部は有機質シルトと砂の互層からなる。本層は埋没谷の中にのみ分布する。七号地層の形成年代は、 ^{14}C 年代測定に基づけば 20000~10000 年前を示す¹³⁾。草加市付近で得られた本層の ^{14}C 年代は、12000~10000 年前の期間に集中しているが、これは七号地海進の後半期になってはじめてこの付近が侵食域から堆積域に転じたためと推定される。本層は、埼玉県三郷市のボーリング試料中の珪藻化石群集の解析に基づけば、地下水位の低い乾燥した湿原、沼地、河川などが交互に現れる変化に富んだ環境変遷の過程で形成されたと推定されている⁴²⁾。

有楽町層は、下底部の完新世基底礫層 (HBG) によって下位の七号地層を侵食し不整合におおう。ただし、HBG の分布はふつう埋没谷内に限られるが、本層の主体部は沖積低地の幅いっぱい広がっている。海成の有楽町層は、珪藻化石の検討^{28), 43)} によって現在の利根川を越えた館林—古河の間の低地にまで分布していることが明らかにされている。

有楽町層は、堆積環境によって、さらに有楽町層下部層と同上部層の二つの部層に細分される。このうち、下部層は貝殻まじりの均質なシルトよりなることから、縄文海進期の前半の水深増加期の内湾（奥東京湾）沖部の堆積物と定義される。一方、上部層は植物遺体まじりの砂質シルトまたは砂、泥炭からなり、現成の堆積物と連続することから、縄文海進の海退期における陸域（後浜ないし淡水域）の堆積物と定義される。下部層と上部層の境界年代は、中川・東京低地の場合、越谷市付近を境にして、この上流域で 5300 年前ごろ、下流域では 3500 年前ごろと推定されている²⁴⁾。

最近、奥東京湾の海退に関して興味あるいくつかの地学的現象が報告されている。珪藻化石群集の時空間変遷の検討によると、湾奥の海岸線は、5300~4500 年前の 800 年間に約 40 km、1 年あたりに換算すると毎年 50 m の速度で後退したと推定された²⁴⁾。また、奥東京湾域の越谷市よりも下流部（湾口部）では、下部層の上半分にデルタ状の海成シルト質砂層が厚く発達する。埼玉県三郷市で行われた多数の ^{14}C 年代測定によって、このデルタ状のシルト質砂

層の堆積は、5000 年前前後の数 100 年間におよそ 15 m という急速な速度で進行したことが明らかにされた¹⁹⁾。こうした 5000 年前ごろの、湾口部におけるデルタ性堆積物の発達と湾奥部における陸化とは連動した現象と考えられる。なお、5300 年前以降陸化した上流域の各地では、ハンノキ・トネリコ属・コナラ・乾性草本類などからなる木質泥炭が堆積を開始する⁴⁴⁾が、これは海退した海岸平野に低水位の湿原が成立しそこに低地林が侵入した結果であろう。

奥東京湾の消滅（堆積・陸化）は、湾口部における有楽町層上部層の堆積開始時期から考えて 3500 年前以降であったと推定される。現在の沖積平野臨海部のおびたしい自然堤防群は、有楽町層上部層中の洪水成の砂層ラミナの発達から、これらの多くは 3500 年前以降の海退に伴って形成されたと推定される。

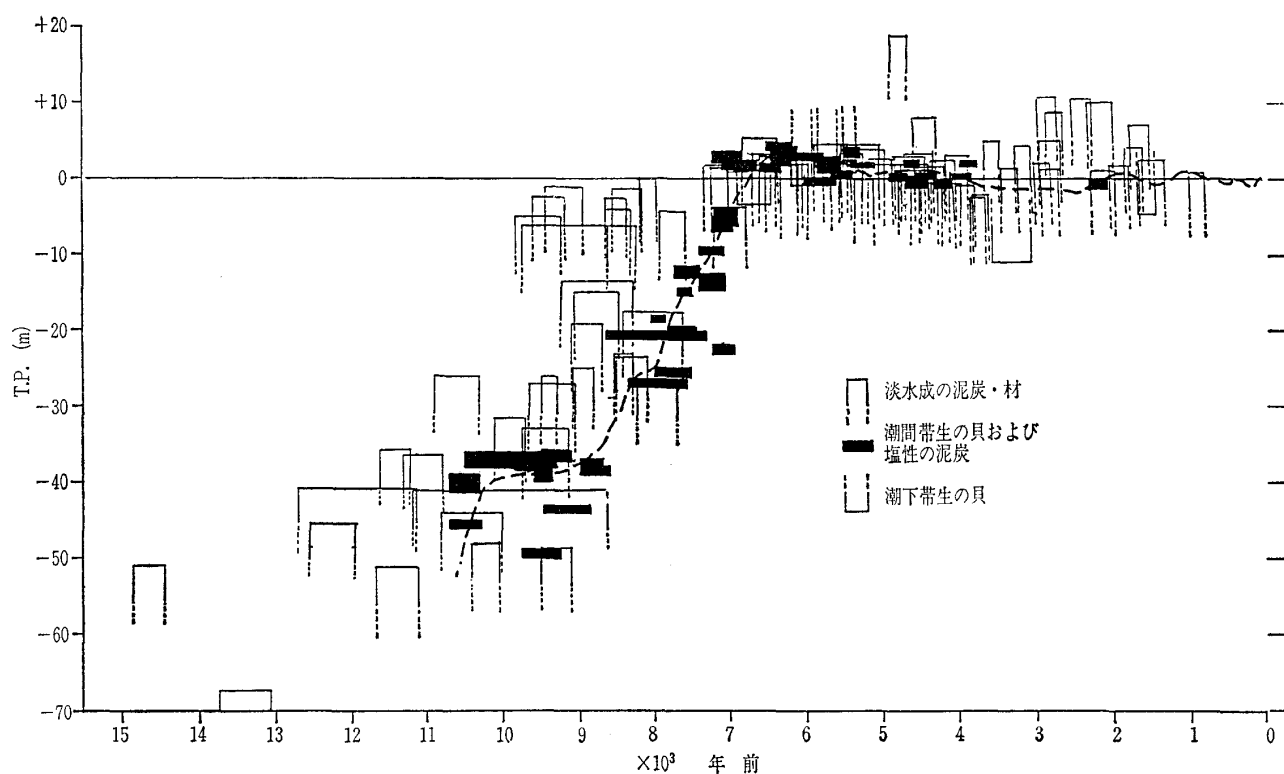
有楽町層上部層の最上部には、 ^{14}C 年代やテフラによって約 1800 年前以降の年代を示す草質泥炭がしばしば発達するが、包含される珪藻化石群集の特徴から、この泥炭は地下水位の高い湿原ないし沼沢に堆積したものと推定される^{27), 45)}。

5. 沖積層の形成過程と海水準変動

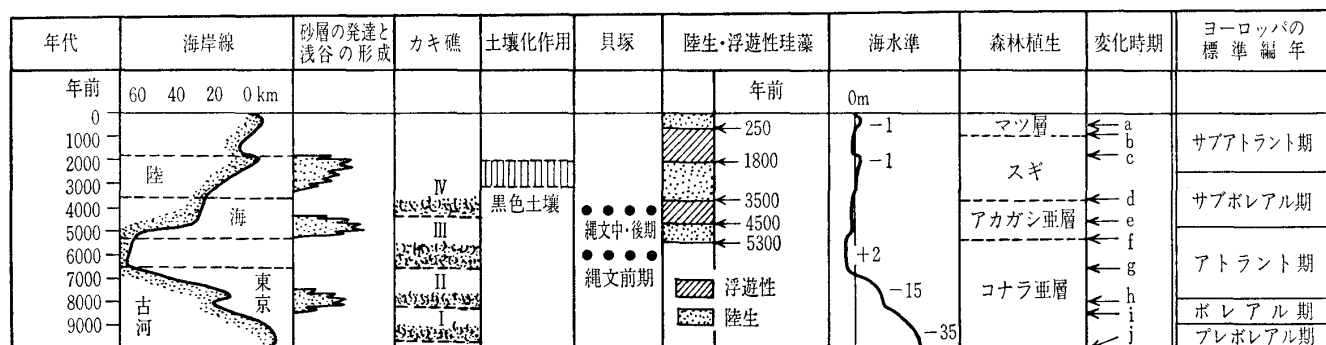
以上に述べた沖積層の各部層の特徴を、より広域的現象である海水準変動との関連からまとめてみたい。

図—4 は、奥東京湾域から得られた 134 点の ^{14}C 年代値に基づいて作成された相対的海水準変動曲線¹²⁾である。ここでは、潮下帯生の貝および塩性の泥炭の測定値が測定誤差と生息水深の幅を考慮して黒塗りの枠で示されている。また、潮下帯生の貝は上に開いた枠で、淡水域の泥炭・材は下に開いた枠でそれぞれ示されている。したがって、かつての海水準は上と下を開いた枠の間、すなわち黒塗りの枠の付近に存在していたことになる。

さらに、奥東京湾域においてはこれらの ^{14}C 年代値のほか、様々な旧海水準の上昇・安定・低下の傾向を示す証拠が報告されている。図—5 は、こうした諸現象を編年したものである²⁷⁾。ここで、海水準の上昇（または海岸平野の地下水位の上昇）を示すものは、「海岸線の侵入」、「海岸平野での浮遊性珪藻の卓越」である。海水準の安定を示すものは、



図—4 奥東京湾周辺域における最終氷期以降の相対的海水準変動曲線（遠藤・小杉¹²⁾に加筆）



図—5 関東平野を中心とする過去1万年間における地学的諸現象の編年²⁷⁾

変化時期：a. 250年前, b. 850年前, c. 1800年前, d. 3500年前, e. 4500年前, f. 5300年前, g. 6500年前, h. 7500年前, i. 8000年前, j. 10000年前

「海岸線の停滞」, 「カキ礁の発達」, 「貝塚の形成」である。海水準の低下（または海岸平野の地下水位の低下）を示すものは, 「海岸線の後退」, 「砂層・谷の発達」, 海岸平野での「土壌化作用の開始」および「陸生珪藻の卓越」である。図—4の相対的海水準変動曲線は, これらを考慮して描かれたものである。

以下に, こうして得られた海水準変動史と沖積層の各部層の形成過程との対応をみてみたい。

10000~9000年前, 海水準は標高約-40m付近にあったと推定される。この年代を示すマガキが砂泥層からしばしば見出されることから, 海水準は安定していたと考えられる。

9000~7000年前, 海水準が約-40mから現海水準付近にまで上昇した（2cm/年の上昇速度）。こうした急速な海水準の上昇のもとで水深の増大が起こり, 海底には有楽町層下部層を特徴づける貝まじりのシルトが堆積したのであろう。ただし, この期間においても, 有楽町層下部層中（草加市付近で標高約-15~20m）に8000年前ごろの年代を示す陸域起源の物質に富む砂層が挟在する⁴⁶⁾ことから, 8000年前ごろには海水準の一時的な停滞または低下もあったと推定される。

6500~5300年前, 海水準は+2~3mに高位安定する。これにより次第に湾の浅海化が進行した。有楽町層下部層の上部に砂粒分が増すのはこうした浅

海化が原因であろう。

5300～4500年前にかけて海水準は低下傾向をみせ、湾奥の海退・陸化と湾口部のデルタの発達をもたらした。上流域では有楽町層上部層が発達を開始し、海退を免れた湾口部においても同層下部層中に砂層の挟在が顕著となる。陸化した上流域における低地地下水位の沖積平野では、低地林が成立し木質泥炭層が形成された。

4500～3500年前の海水準は、+0～1m付近に安定していたと推定されるが、3500～1800年前にかけて再び海退傾向となり、有楽町層上部層中に砂層の発達や浅谷の形成、堆積物の土壌化が進行した。陸化した沖積平野上ではおびただしい自然堤防の発達により象徴されるように基準面の低下による侵食作用が始まった。

1800年前ごろ、海水準の上昇があり低地の水位が上昇し、沖積低地に沼沢地が拡大した。沖積平野の各地で有機質泥や草質泥炭が堆積を開始した。

参 考 文 献

- 1) 長谷川康雄：関東平野の前期縄文時代における沖積土の微古生物学的検討—化石珪藻について—その I. 資源科学研究所彙報, No. 67, pp. 73～83, 1966.
- 2) 森 由紀子：東京湾湾底コアの花粉分析. 第四紀研究, Vol. 4, No. 3～4, pp. 191～199, 1965.
- 3) 青木 滋・柴崎達雄：海成“沖積層”の層相と細分問題について. 第四紀研究, Vol. 5, No. 3～4, pp. 113～120, 1966.
- 4) 阪口 豊：沖積世における関東平野中央部の陸化の年代. 第四紀研究, Vol. 7, No. 2, pp. 57～60, 1968.
- 5) Kuwano, Y., Shibasaki, T. and Aoki, S.: Significance of buried valleys and other topographies in elucidating the late Quaternary geohistory of Japanese coastal plains. Quaternaria, Vol. 14, pp. 217～236, 1971.
- 6) Matsuda, I.: Distribution of the recent deposits and buried landforms in the Kanto lowland, central Japan. Geogr. Review, Vol. 14, pp. 217～236, 1974.
- 7) Kaizuka, S., Naruse, Y. and Matsuda, I.: Recent formations and their basal topography in and around Tokyo bay, central Japan. Quaternary Res., Vol. 8, pp. 32～50, 1977.
- 8) 菊地隆男：関東平野中央部における後期更新世以後の古環境の変遷. 第四紀研究, Vol. 17, No. 4, pp. 215～221, 1979.
- 9) 海津正倫：日本における沖積低地の発達過程. 地理学評論, Vol. 54, No. 3, pp. 142～160, 1981.
- 10) 堀口万吉：関東平野中央部における考古遺跡の埋没と地殻変動. 地質学論集, No. 20, pp. 79～94, 1981.
- 11) 平井幸弘：関東平野中央部における沖積低地の地形発達. 地理学評論, Vol. 56, No. 10, pp. 679～694, 1983.
- 12) 遠藤邦彦・小杉正人：海水準変動と古環境. 広島大学総合地誌研究所叢書20「モンスーン・アジアの環境変遷」, pp. 93～103, 1990.
- 13) Endo, K., Sekimoko, K. and Takano, T.: Holocene stratigraphy and paleoenvironments in the Kanto plain, in relation to the Jomon Transgression. Proc. Inst. Nat. Sci., Nihon Univ., No. 17, pp. 1～17, 1982.
- 14) 遠藤邦彦・関本勝久・高野 司・鈴木正章・平井幸弘：関東平野の沖積層. アーバンクボタ, No. 21, pp. 24～43, 1983.
- 15) 遠藤邦彦・小杉正人・鈴木 茂・菱田 量：草加市周辺の縄文海進期後の沖積層層序と古環境. 日本大学自然科学研究所研究紀要, No. 22, pp. 47～56, 1987.
- 16) 遠藤邦彦・小杉正人・菱田 量：関東平野の沖積層とその基底地形. 日本大学自然科学研究所研究紀要, No. 23, pp. 37～48, 1988.
- 17) 遠藤邦彦・小杉正人・高野 司：草加市の地質. 草加市史自然・考古編, pp. 23～69, 1988.
- 18) 遠藤邦彦・小杉正人・松下まり子・宮地直道・菱田量・高野 司：千葉県古流山湾における完新世の環境変遷史とその意義. 第四紀研究, Vol. 28, No. 2, pp. 61～77, 1989.
- 19) 遠藤邦彦・印牧もとこ・中井信之・森 育子・藤沢みどり・是枝若奈・小杉正人：中川低地と三郷の地質. 三郷市史自然編, 1992 (印刷中).
- 20) Endo, K. and Kosugi, M.: Holocene sea-level records and changes in Japan. Geo-journal, 1992 (in preparation).
- 21) 安藤一男：珪藻群集からみた埼玉県見沼低地の古環境の変遷と完新世最高海水準. 第四紀研究, Vol. 25, No. 3, pp. 165～176, 1986.
- 22) 安藤一男・和田 信・高野 司：珪藻群集からみた埼玉県の荒川低地の古環境の検討. 第四紀研究, Vol. 26, No. 2, pp. 111～127, 1987.
- 23) 小杉正人：珪藻の環境指標種群の設定と古環境復原への応用. 第四紀研究, Vol. 27, No. 1, pp. 1～20, 1988.
- 24) 小杉正人：完新世における東京湾の海岸線の変遷. 地理学評論, Vol. 62, No. 5, pp. 359～374, 1989.
- 25) 小杉正人：珪藻群集による古奥東京湾の塩分濃度の推定. 第四紀研究, Vol. 28, No. 1, pp. 19～26, 1989.
- 26) 小杉正人：古奥東京湾域における海水面変動と沖積層形成. 埼玉地理, No. 13, pp. 17～23, 1989.
- 27) 小杉正人：完新世における東京湾の環境変遷史の時期区分. 関東平野, No. 3, pp. 39～58, 1990.
- 28) 小杉正人・金山喜昭・張替いづみ・樋泉岳二・小池裕子：古奥東京湾周辺における縄文時代黒浜期の貝塚形成と古環境. 考古学と自然科学, No. 21, pp. 1～22, 1989.
- 29) 松島義章編：川崎市内沖積層の総合研究. 川崎市博物館資料収集委員会, 1987.
- 30) 遠藤秀典・相原輝雄・宇野沢 昭・松本英二・富樫

- 茂子：東京低地の本所埋没段丘及びその埋積堆積物の形成年代. 第四紀研究, Vol. 26, No. 4, pp. 401~405, 1988.
- 31) Fujimoto, K.: Reexamination of late sea-level changes in Japan. Sci. Rep. of the Tohoku Univ., 7th Ser. (Geogr.), Vol. 40, No. 2, pp. 37~70, 1990.
 - 32) 復興局建築部：東京及び横浜地質調査報告. 144 p., 1929.
 - 33) 中条純輔：古東京川について一音波探査による一. 地球科学, No. 59 (Vol. 16, No. 2), pp. 30~39, 1962.
 - 34) 東京都土木技術研究所：東京都地盤地質図. 1969.
 - 35) 松田磐余：多摩川低地の沖積層と段丘地形. 地理学評論, Vol. 46, No. 5, pp. 339~356, 1973.
 - 36) Matsuda, I.: Distribution of the recent deposits and buried landforms in the Kanto lowland, central Japan. Geogr. Rep. of Tokyo Metropolitan Univ., No. 9, pp. 1~36, 1974.
 - 37) 清水恵助：東京港における埋立て地盤の性状. 土と基礎, Vol. 21, No. 6, pp. 45~52, 1973.
 - 38) 清水恵助：東京港の埋立地について一埋立地の地質学的考察一. 地質学論集, No. 23, pp. 141~154, 1983.
 - 39) 陶野郁雄：京葉地域における埋立砂の密度と三軸圧縮性状. 応用地質, Vol. 18, No. 4, pp. 161~172, 1977.
 - 40) 地盤沈下防止対策研究会編：地盤沈下とその対策. 白亜書房, 319 p., 1990.
 - 41) 井関弘太郎：日本周辺の陸棚と沖積統基底面との関係について. 名古屋大学文学部研究論集, No. 14, pp. 85~102, 1956.
 - 42) 小杉正人：珪藻化石群集からみた最終氷期以降の三郷周辺の環境変遷史. 三郷市史自然編, 1992 (印刷中).
 - 43) 小杉正人・遠藤邦彦：完新世における環境変遷. 古河市史資料 原始・古代編, pp. 1~18, 1986.
 - 44) 藤沢みどり・小杉正人・百原 新：植物遺体群集に基づく奥東京湾周辺の縄文時代以降における暖温帯落葉広葉樹と照葉樹の存在様式. 日本古生物学会 1992年年会講演予稿集, pp. 104, 1992.
 - 45) 小杉正人：陸生珪藻による古環境の解析とその意義一わが国への導入とその展望一. 植生史研究, No. 1, pp. 29~44, 1986.
 - 46) 小杉正人：珪藻化石からみた草加市及びその周辺の古環境. 草加市史自然・考古編, pp. 72~102, 1988.
 - 47) 遠藤邦彦・小山修司・長田敏明：縄文海進期の草加一干潟の時代一. 草加市史研究, No. 4, pp. 57~66, 1985.
 - 48) 海津正倫：メッシュマップを用いた多摩川下流域の古地理の復原. 地理学評論, Vol. 50, No. 10, pp. 596~606, 1977.

(原稿受理 1992.1.8)