

# 千葉県銚子市垣根町における沖積層ボーリング調査

## 植木岳雪

帝京科学大学教育人間科学部学校教育学科

Drilling survey of Holocene sediments in Kakine-cho, Choshi City, Chiba Prefecture, central Japan

Takeyuki UEKI

Department of School Education, Faculty of Education and Human Sciences, Teikyo University of Science

キーワード：沖積層、ボーリング調査、河川堆積物、利根川、放射性炭素年代測定、完新世、千葉県  
Keywords : Holocene incised valley deposits, drilling survey, fluvial deposits, <sup>14</sup>C dating, Chiba Prefecture

### 1. はじめに

沖積層は、最終氷期以降に沿岸平野・低地に堆積した地層の総称である。日本の沿岸平野・低地の地下には、しばしば最終氷期極相の海洋酸素同位体ス

テージ (Marine Isotope Stage, MIS) 2 の低海水準期に形成された埋没谷があり、後氷期の MIS 1 の海水準上昇期に軟弱な砂・泥層が埋没谷を埋めている。日本の大都市の多くは沖積層の分布域に位置するこ

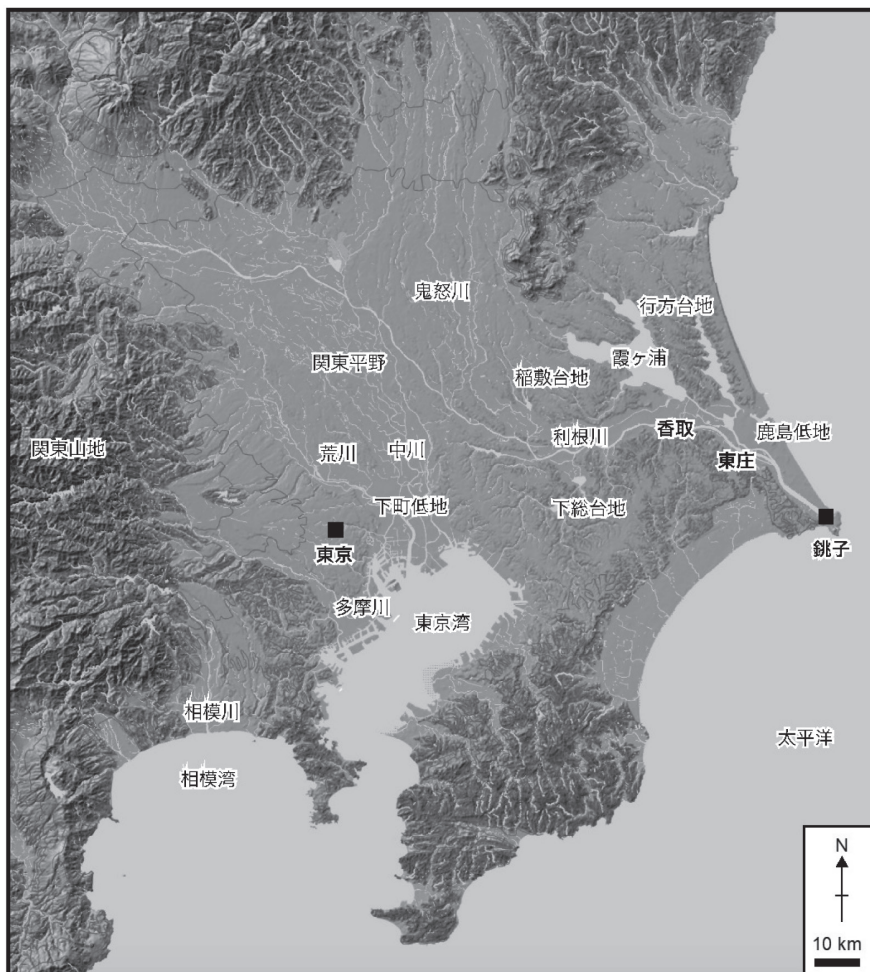


図1 関東平野の地形  
基図は国土地理院の地理院地図 (<https://maps.gsi.go.jp/>) によって作成。

とから、都市の地震防災、地盤沈下・環境保全の対策、建築・土木地盤の工学特性、大深度地下利用などのために、沖積層の研究は必要不可欠である。

関東平野の地形を図1に示す。関東平野の沖積層の研究は、1970～1990年代に中川・荒川、多摩川、相模川の河口部で行われた<sup>1-5)</sup>。特に、経済産業省傘下の産業技術総合研究所によって、東京の下町低地の沖積層の層序・年代・形成過程は、2000年以降に大きく進展した<sup>6, 7, 8)</sup>。一方、利根川の沖積層の研究は、低地最奥部や霞ヶ浦周辺を除いて<sup>3, 4, 9, 10)</sup>、ほとんど行われていない。千葉県香取市付近では沖積層の層厚は60～70 mに及び<sup>3, 4)</sup>、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）では、液状化の被害が特に大きかった<sup>11, 12)</sup>。しかし、そこから下流では、鹿島低地（鹿島半島）をなす広大な砂州が分布するため、埋没谷の位置や沖積層の層厚はよくわかっていない。

本研究では、千葉県銚子市の利根川沿いの低地においてオールコアボーリング掘削を行い、ボーリングコアの沖積層を記載する。それは、利根川河口部における沖積層の研究として、初めてのものである。本研究は、鹿島臨海工業地帯や銚子市街地において、長周期地震動や液状化の予測・評価およびそれらの対策に資するものである。

## 2. 調査地域の概要

銚子市東部の地形分類図を図2に示す。本地域には、中生界からなる標高74 mの愛宕山<sup>あたご</sup>が孤立し、下総台地の東端をなす更新世段丘が広く分布する<sup>13)</sup>。

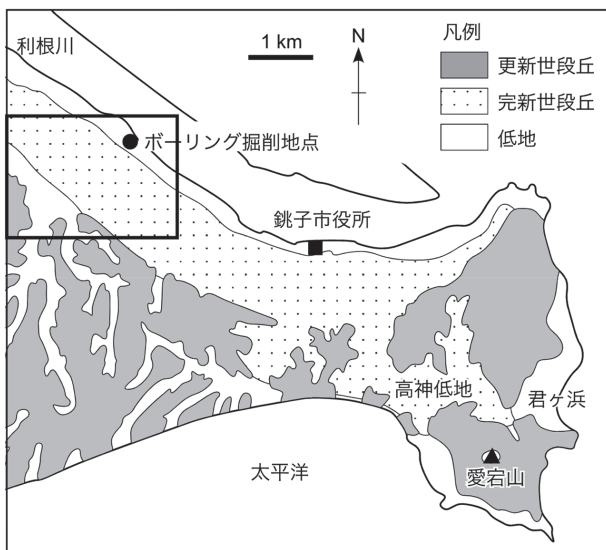


図2 銚子地域の地形分類図  
太田ほか (1985)<sup>14)</sup>を簡略化。枠内は図5の範囲。

更新世段丘は、標高50～60 mと標高30～40 mの2段に区分され、高位のものは最終間氷期極相（MIS 5e）の海成段丘とされている。完新世の海成段丘は、利根川沿いの台地の下に、河口から上流の東庄町にかけて10 km以上連続的に分布する。また、台地を開析する高神低地<sup>たかがみ</sup>にも分布する。利根川沿いのものは海浜の堆積物、高神低地は内湾の堆積物からなり、それらは約6,000年前の縄文海進に対応して形成された<sup>14)</sup>。利根川に沿っては、完新世段丘<sup>きんせいがはま</sup>の前面に幅500 m以下の低地が連続する。また、君ヶ浜には砂丘がのる低地が小分布する。

## 3. ボーリング調査

### (1) 掘削地点および掘削方法

銚子市垣根町1丁目の利根川沿いの低地で、2017年1月に無水式土壤調査マシン（エコプローブ）によるボーリング掘削を行った。掘削地点（世界測地系で北緯35度44分55.72秒、東経140度47分37.78秒）は、集落が位置する自然堤防と堤防の間の後背湿地に位置し（図2）、現在は畑地として使われている。掘削孔の地表の標高（孔口標高）は3.1 mである。

掘削は、株式会社サンコアに依頼した。クローラ（キャタピラで自走できる）タイプの振動式（パイプロ）ドリルのワイビーエム社製ECO-1Vを用いて掘削し（図3）、コアパック式サンプラーを用いて、1 mずつで径86 mmのオールコアを採取した。孔壁の保護のため、深度9 mまでケーシングパイプを挿入した。コアの全長は10 mである。本研究では、そのコアをCIS-KKNコアと呼ぶことにする。



図3 エコプローブによるボーリング掘削の様子

(2) ボーリングコアの記載

CIS-KKN コアの柱状図を図4に示す。以下に、コアの層相を地表から深度方向に記載する。なお、深度1.73~2.00 mと2.93~3.00 mはコアが採取されず、欠落している。

深度0~1.58 mは人工堆積物である。深度0~0.21 mは畑土壌である。径1~3 cmの礫を含む塊状の中粒~粗粒砂からなる。深度0.21~1.23 mは盛土である。深度0.21~1.00 mはシルト礫や腐植を多く含み、淘汰の良い塊状の粗粒砂層からなる。深度1.00~1.23 mは径1~4 cmの礫を多く含む中粒~粗粒砂である。深度1.23~1.58 mは水田土壌である。暗色を呈し、腐植を含む塊状のシルト層からなり、下部8 cmは硬盤層で固い。

深度1.58~7.68 mは河川堆積物である。深度1.58~2.40 mはヨシの茎やシルト礫を多く含み、淘汰の悪い塊状の中粒~粗粒砂層からなる。深度2.40~3.39 mは化石を含まず、淘汰の良い塊状の中粒~細

粒砂層である。深度3.39~7.68 mは貝化石を含み、淘汰の良い塊状の細粒~粗粒砂層からなる。深度3.39~3.54 m、3.63~3.73 m、3.94~4.36 m、4.76~4.95 m、5.50~5.55 m、5.70~5.80 m、7.19~7.25 mは、リワークした破片状の貝化石が多く含まれる。深度4.37~4.39 mには腐植や材化石が多く含まれる。深度3.73 m、4.35 m付近には、潮汐によると思われる侵食面が見られる。

深度7.68~10.00 mは、上位の地層と不整合関係にある下部~中部更新統の犬吠層群横根層<sup>15)</sup>である。全体に弱く固結している。生物擾乱が著しく、貝化石を少量含み、淘汰の悪い塊状の細粒~粗粒砂層からなる。堆積環境は塩性湿地(干潟)と考えられる。深度9.58~9.70 mには径2 mmの軽石質テフラが含まれる。本層準を横根層とした理由は、台地の基部には横根層の固結したシルト層が露出しており、本研究の掘削地点周辺では、地下7~9 mに固結した横根層と判断される砂質シルト層が現れるからである(千葉県の「ちば情報マップ」\*<sup>1)</sup>の地質柱状図のページを参照)。

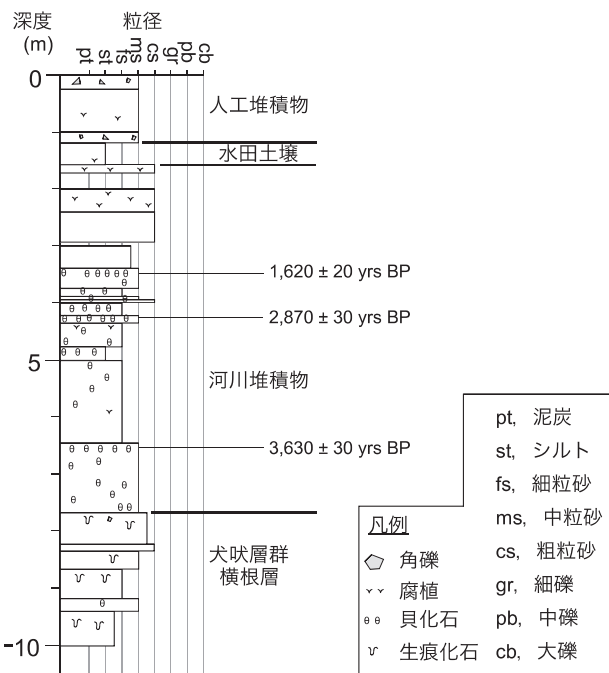


図4 CIS-KKNコアの柱状図  
数字は植物遺体の放射性炭素 (<sup>14</sup>C) 年代。

4. 放射性炭素 (<sup>14</sup>C) 年代測定の結果

表1に放射性炭素年代測定の結果を示す。CIS-KKNコアの深度3.46 m、4.23 m、6.50 mから貝化石を採取し、加速器質量分析 (AMS) <sup>14</sup>C年代測定に供した。測定は、株式会社加速機分析研究所に依頼した。<sup>14</sup>C年代測定に際して国際的な慣例となっている Libby の半減期5,568年<sup>16)</sup>を用いて年代値を算出し、 $\delta^{13}C$ 値により同位体分別効果の補正を行った。OxCal 4.2.4校正プログラム<sup>17)</sup>とMarine13校正曲線<sup>18)</sup>を用い、Marine100%で暦年校正を行った。その結果、深度3.46 m、4.23 m、6.50mの貝化石から、それぞれ1,620 ± 20 yrs BP、2,870 ± 30 yrs BP、3,630 ± 30 yrs BPのAMS <sup>14</sup>C年代が得られ、それらの暦年校正年代(確率68.2%)は西暦AD717~785年(68.2%)、西暦BC759~662年、西暦BC1,616~1,526年(68.2%)であった。

表1 放射性炭素 (<sup>14</sup>C) 年代測定の結果

層準	測定物質	$\delta^{13}C$ (‰)	<sup>14</sup> C年代 (1 $\sigma$ , <sup>14</sup> C yr BP)	暦年校正年代 (1 $\sigma$ , cal AD)	測定番号
1	貝	2.27±0.49	1,620±20	717-785 cal AD (68.2%)	IAAA-162373
2	貝	0.68±0.54	2,870±30	759-662 cal BC (68.2%)	IAAA-162374
3	貝	1.16±0.41	3,630±30	1,616-1,526 cal BC (68.2%)	IAAA-162374

## 5. 利根川沿いの地形・地質の形成過程と霞ヶ浦の成立時期

ちば情報マップの地質柱状図によれば、ボーリング掘削地点周辺の地下には、横根層のやや固結したシルト層が広がる。横根層の上面は台地の基部から北東に向かってほぼ一定の傾斜で高度を下げ、利根川の堤防付近では標高-6~8mとなる\*<sup>2</sup> (図5)。これは、縄文海進の高海水準期に、海岸侵食によって台地が後退して形成された波食台と考えられる。このような埋没波食台は、東京の下町低地の地下にもみられる<sup>19-22)</sup>。

銚子地域の利根川沿いでは、縄文海進後の海水準低下に従って、埋没波食台上に海浜堆積物が北東に向かってオンラップし、完新世海成段丘が形成されたと考えられる。しかし、CIS-KKNコアの河川堆積物は、約3,600~1,600年前に、上方に累重する砂層から構成される。東京の下町低地においては、現生の網状河川の泥層の下に、約3,000~2,000年前の「弥生の小海退」によるシート状の砂層が分布する<sup>23)</sup>。また、稲敷台地と下総台地に挟まれた利根川低地最奥部では、弥生の小海退以後の海水準上昇に伴って形成された湖沼堆積物が発見された<sup>10)</sup>。それらと同様に、銚子地域の利根川沿いの低地は、弥生の小海

退によって海成段丘が下刻され、その後の海水準上昇によって砂層が堆積してできた可能性がある。それは、利根川の現在の底質が泥からなり<sup>24)</sup>、利根川沿いの低地を構成する河川堆積物よりも細粒なことからも支持される。

完新世の縄文海進により、霞ヶ浦、利根川および鬼怒川の下流低地には「古鬼怒湾」が広がっていた<sup>3)</sup>。利根川左岸の鹿島低地は、行方台地から南東に伸びる砂州からなる。砂州の発達には1万年前から始まり、約5,500年前から砂州が広く離水し、約4,000~2,500年前には内湾が閉塞されて霞ヶ浦(香取海の一部)が成立したとされる<sup>9)</sup>。CIS-KKNコアの河川堆積物の下部は約3,600年前の<sup>14</sup>C年代を示すことから、その当時から、利根川は銚子地域を流れていたことになる。これは、約4,000~2,500年前に砂州が内湾を閉塞して、霞ヶ浦が成立したことを支持するものである。

## 6. おわりに

千葉県銚子市垣根町の利根川沿いの低地において、全長10mのオールコアボーリング掘削を行った。ボーリングコアの深度0~1.58mは人工堆積物、深度1.58~7.68mは河川堆積物、深度7.68~10.00mは



図5 犬吠層群横根層の上面高度  
数字は標高 (m)。

下部～中部更新統の犬吠層群横根層であった。河川堆積物は、完新世の約3,600～1,600年前に、上方に累重する砂層から構成され、利根川はその当時から銚子地域を流れていたことがわかった。今後、利根川河口部における沖積層の層序・年代・形成過程を明らかにするためには、利根川沿いの低地だけでなく、完新世海成段丘においてもボーリング調査を行うことが期待される。

## 謝辞

本研究の一部は、千葉科学大学の平成28年度地(知)の拠点整備事業(大学COC事業)による地域志向教育研究経費によって行われた。ボーリング調査にあたり、地権者の角田様には掘削を許可していただいた。2名の査読者による建設的なコメントによって、本論文の記述は改善された。ここに深く感謝いたします。

## 【注】

\* 1 ちば情報マップ

<https://map.pref.chiba.lg.jp/pref-chiba/Portal>

\* 2 ちば情報マップの地質柱状図に示された孔口標高は、地理院地図の標高より1～1.5 m低い。その理由はよくわからないが、図4の標高はちば情報マップに基づいた。

## 文献引用

- 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*, 5: 113-120, 1966.
- 松田磐余: 多摩川低地の沖積層と埋没地形. *地理学評論*, 46, 339-356, 1973.
- 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*, 21: 26-43, 1983.
- 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. *日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要*, 23: 37-48, 1988.
- 久保純子: 相模川下流平野の埋没段丘からみた酸素同位体ステージ5a以降の海水準変化と地形発達. *第四紀研究*, 36: 147-163, 1997.
- 田辺晋・石原与四郎・中島礼: 東京低地北部における沖積層のシーケンス層序と古地理. *地質調査研究報告*, 59: 509-547, 2008.
- 遠藤邦彦, 石綿しげ子, 堀伸三郎, 中尾有利子: 東京低地と沖積層 – 軟弱地盤の形成と縄文海進 –. *地学雑誌*, 122: 968-991, 2013.
- 田辺晋: 東京低地と中川低地における沖積層の形成機構. *地質学雑誌*, 125: 55-72, 2019.
- 斎藤文紀, 井内美郎, 横田節哉: 霞ヶ浦の地史 – 海水準変動に影響された沿岸湖沼環境変遷史. *地質学論集*, 36: 103-118, 1990.
- 田辺晋, 堀和明, 百原新, 中島礼: 利根川低地における「弥生の小海退」の検証. *地質学雑誌*, 122: 135-153, 2016.
- 先名重樹, 長谷川信介, 前田宜浩, 藤原広行: 東北地方太平洋沖地震における利根川流域の液状化被害. *日本地震工学会論文集*, 12 (5): 143-162.
- 青山雅史, 小山拓志, 宇根寛: 2011年東北地方太平洋沖地震による利根川下流低地の液状化被害発生地点の地形条件と土地履歴. *地理学評論*, 87: 128-142.
- 杉原重夫: 銚子半島と九十九里平野(巡検案内). *日本地理学会予稿集*, 10: 282-283, 1976.
- 太田陽子, 松島義章, 三好真澄, 鹿島薫, 前田保夫, 森脇広: 銚子半島およびその周辺地域の完新世における環境変遷. *第四紀研究*, 24: 13-29, 1985.
- 酒井豊三郎: 千葉県銚子地域の上部新生界 – 岩相・古地磁気・放散虫化石層序 –. *宇都宮大学教養部研究報告 第2部*, 23: 1-34, 1990.
- Godwin, H.: Half life of radiocarbon. *Nature*, 195: 984, 1962.
- Bronk Ramsey, C.: Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51: 337-360, 2009.
- Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Buck, C. E., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hafliðason, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T. J., Hoffmann, D. L., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kromer, B., Manning, S. W., Niu, M., Reimer, R. W., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Staff, R. A., Turney, C. S. M. and Plicht, J. V. D.: IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 55: 1869-1887, 2013.
- Matsuda, I.: Distribution of the recent deposits and buried landforms in the Kanto lowland, central Japan. *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*, 9: 1-36, 1974.

- 20) Kaizuka, S., Naruse, Y. and Matsuda, I.: Recent formations and their basal topography in and around Tokyo Bay, Central Japan. *Quaternary Research*: 8, 32-50, 1977.
- 21) 木村克己, 花島裕樹, 石原与四郎, 西山昭一: 埋没地形面の形成過程を考慮したボーリングデータ補間による沖積層基底面モデルの三次元解析: 東京低地北部から中川低地南部の沖積層の例. *地質学雑誌*, 119: 537-553, 2013.
- 22) 小松原純子: 荒川低地の沖積層基盤地形. *地質調査研究報告*, 65: 85-95, 2014.
- 23) 田辺晋, 石原与四郎: 東京低地と中川低地における沖積層最上部陸成層の発達様式: “弥生の小海退” への応答. *地質学雑誌*, 119: 350-367, 2013.
- 24) 岡本圭世, 池田宏: 利根川下流のシルト河床区間の成因. *筑波大学陸域環境研究センター報告*, 1: 35-41, 2000.