

第4章 研究手法

4.1 ボーリング柱状図資料の整備とボクセルモデルの構築

本研究では、多摩川北部の東京都内と多摩川南部の神奈川県川崎市と横浜市内から得られた8745本のボーリング柱状図を用いた(第4.1図)。ボーリング柱状図は東京都土木技術支援・人材育成センター(2019)によるものが3549本、川崎市(2019)によるものが2333本、横浜市(2019)によるものが2330本、土木研究所(2019)によるものが533本である。これらの全てのボーリング柱状図はJACIC形式(国土交通省, 2016)のXMLデータとして整備した。このフォーマットでは、ボーリング柱状図は位置情報と1m毎の岩相とN値の情報を含むことが定められている。岩相の記載は、大まかには礫層と砂層、シルト質砂層、砂質シルト層、泥層、泥炭層、ローム層、人工地層(盛土・埋土)、基盤岩に区分されるが、オペレーターによって若干異なる場合がある。また、これらの記載には、岩相の色調のほか、貝化石と生痕化石、植物片の有無といった情報も含まれる。N値は、地盤の固結度を測る指標で、63.5kgの重りを75cmの高さから自由落下させ、サンプラーが30cm貫入するのに要した打撃回数(打撃)の数値である(N値の話編集委員会, 1998)。N値は、粗粒な堆積物ほど高く、細粒な堆積物ほど低い。また、圧密の影響による深度依存性がある。N値の垂直変化は、沖積層の場合、大まかには粒度の垂直変化を示す。XML形式のデータセットは、石原ほか(2013)の手法を用いて50m×50m×1mグリッドのボクセルモデルとし、岩相とN値それぞれについて、平面図(付図5)と断面図(付図6)を作成した。

4.2 沖積層基底面の認定

ボーリング柱状図資料からは、岡ほか(1984)と松島(1987)の基準に基づき、沖積層とその基盤をなす上総層群と相模・下総層群を認定した。上総層群はN値50の砂泥質岩から構成される。相模・下総層群の泥および砂、礫のN値はそれぞれ5~20、20~50、50以上を示し、沖積層よりも明るい色調を示す。沖積層の泥と砂、礫のN値はそれぞれ0~20、5~30、30~50を示す。また、上総層群と相模・下総層群の岩相は側方への連続性が良いのに対し、沖積層は側方への変化が激しい。個々のボーリング柱状図からは、沖積層の基底深度のほか、緯度経度と標高、埋没段丘面における関東ローム層の有無、沖積層の基底面または埋没段丘面における礫層の有無、そしてこれらの礫層を

貫入しているボーリング柱状図については礫層の層厚を手動で読み取った。本アトラスでは、沖積層の基底深度には礫層の底面を採用している。このような基底深度は、ArcGIS 10.6の3D Analyst tools(クリギング法)を用いて補間し、LGMの開析谷の面的な形状を復元した。開析谷の形状の復元に用いたボーリング柱状図は5544本である(第4.1図)。そのうち沖積層の基底面または埋没段丘面に礫層が存在したものは2722本、礫層の層厚を読み取ったものは1880本である。

4.3 基準コアの掘削と解析

本研究では主にGSJによる9本のコア堆積物(総延長219m)を用いて議論を進める。松島(1987)による5本のコア(総延長174m)については、岩相が詳細に記載されていないため、本研究では放射性炭素年代値のみ利用する(第4.1表)。GSJによるコアは、多摩川低地の自然堤防と氾濫原、旧河道において、2014~2017年に掘削した(第4.1図)。GSJで掘削した9本のコア堆積物については、スリーブ内蔵二重管サンプラーを用いて採取した。コアの回収率はほぼ100%であった。

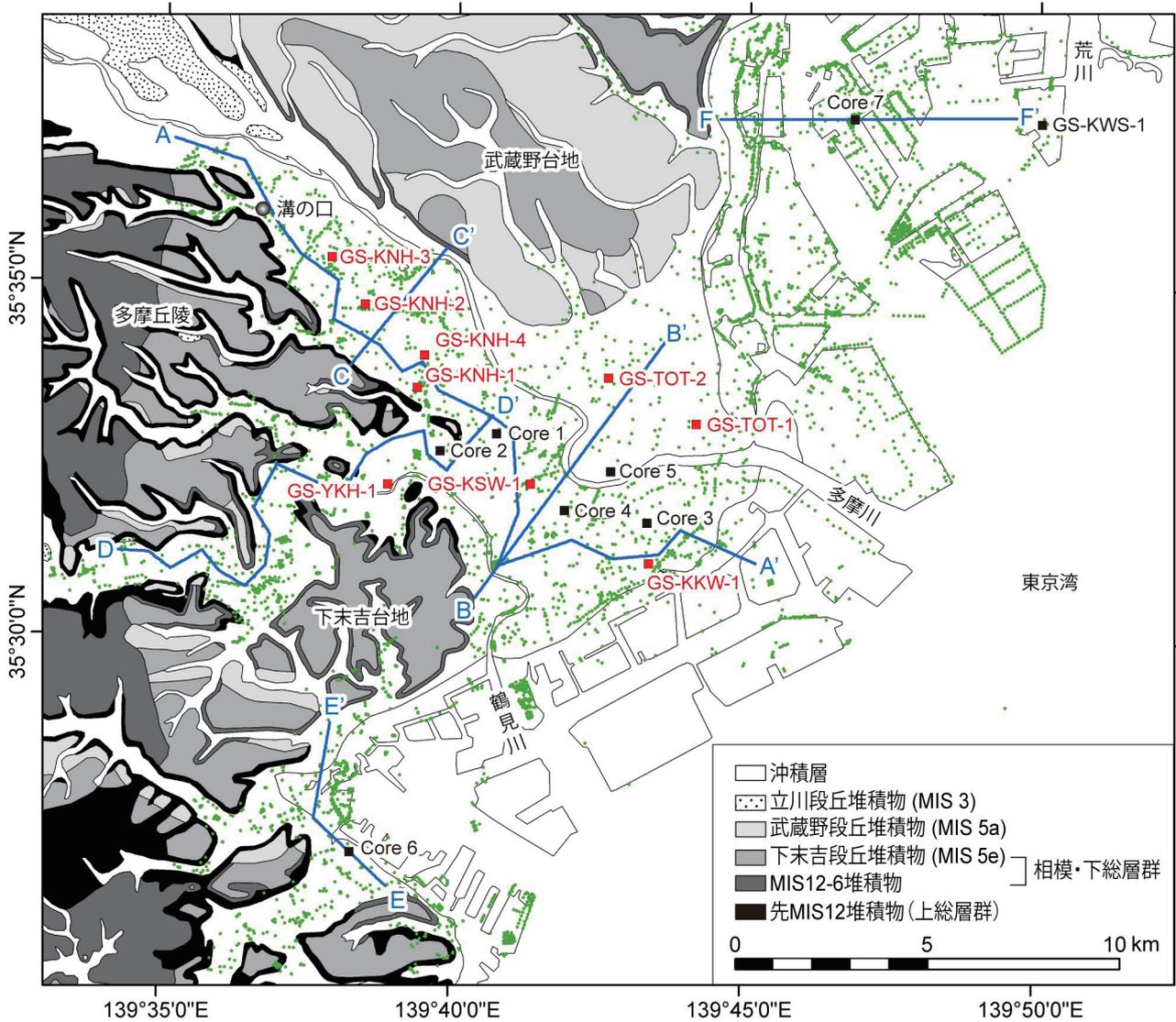
採取したコアは、GSJの実験室において、半裁したのちに岩相(粒度と粒子の支持様式、堆積構造、岩相境界の特徴)と生物化石相(貝化石と生痕化石の産状と種類、植物根の有無)に着目した記載を行った。また裸眼では把握しにくい堆積構造の可視化のために軟エックス線写真を撮影した。4φよりも細かい粒子の含有量(含泥率)は粒度の垂直変化を定量的に把握するために測定した。これは63μmの篩を用いて、20cm間隔で7mlの堆積物を水洗篩分したものである。また、本研究では堆積環境の解釈をサポートするために珪藻化石の分析を行った。GS-KSW-1の11層準、GS-KNH-1の9層準、GS-KNH-2の10層準、GS-KNH-3の10層準、GS-YKH-1の5層準、GS-TOT-2の3層準で珪藻化石の分析を行った。これらの珪藻化石の分析は(株)パリオサーヴェイが実施したものである。各スライドで100個体以上が計数・同定され、堆積環境の解釈は千葉・澤井(2014)に基づいておこなわれた。

4.4 放射性炭素年代値の測定

本研究では、GSJのコア堆積物から得られた123点と松島(1987)のコア堆積物から得られた73点の放射性炭素年代値を使用する。123点の放射性炭素年代値は、貝化石と植物片を用いて、(株)加速器分析研究所

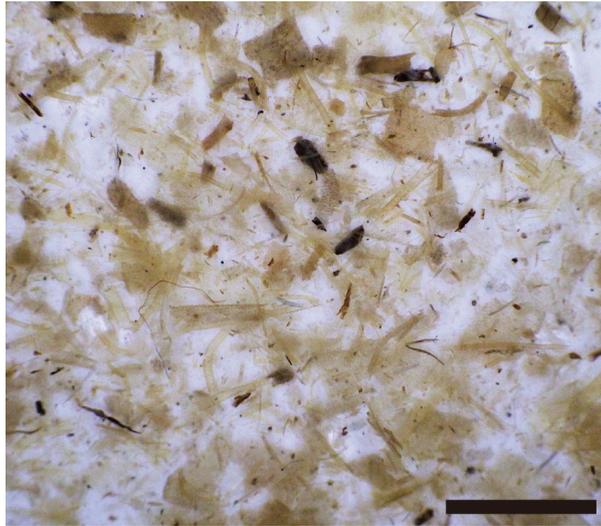
の加速器質量分析装置 (Accelerator Mass Spectrometry: AMS) によって測定した。本研究では 13 点の貝化石を除いた全ての年代値を 63 μ m の篩で水洗篩分して取り出した葉や葉脈を用いて年代測定を行った (第 4.2 図)。葉や葉脈は土壌中で分解されやすく、古い陸源性有機物の混入が避けられると考えられる。松島 (1987) の年代値は、学習院大学の液体シンチレーションカウンターもしくは名古屋大学の AMS を用いて測定されたものである。松島 (1987) による同位体分別未補正年代は、貝化石と植物片の $\delta^{13}\text{C}$ をそれぞれ 0 と -27.5‰ と

仮定することで、同位体分別補正年代を計算した。以上の年代値は、CALIB 7.1 のプログラム (Stuiver *et al.*, 2020) と IntCal 13 と Marine 13 のデータセット (Reimer *et al.*, 2013) を用いて暦年代に較正した。貝化石の暦年較正の際、 ΔR (汎世界的な海洋放射性炭素年代と地域的なそれとの差; Stuiver and Braziunas, 1993) は 0、海洋炭素は 100% と仮定した。本研究では yr BP (同位体分別補正年代) と特筆しない限り、cal BP (暦年代) を使用する。ka は cal kyr BP, すなわち千年前を指す。



第 4.1 図 基準コアとボーリング柱状図資料の位置図

赤い点は産総研の基準コア，黒い点は既存の基準コア，緑の点は本研究で用いたボーリング柱状図資料の分布を示す．青い線は第 6.6 図の地質断面図の位置を示す．台地と丘陵の地質は産総研地質調査総合センター（2021）に基づく．



第 4.2 図 放射性炭素年代値の測定に用いた浮遊性植物片
スケールバーは 2 mm.

第 4.1 表 コア地点の位置情報

コア	緯度 (N)	経度 (E)	標高 (m)	掘進長 (m)	地形	採取年月	文献
GS-KKW-1	35°31'04.0"	139°43'21.6"	0.45	45	氾濫原	2014年11月	Tanabe <i>et al.</i> (2022)
GS-KSW-1	35°32'10.3"	139°41'18.9"	2.58	36	旧河道	2015年9月	Tanabe <i>et al.</i> (2022)
GS-KNH-1	35°33'31.1"	139°39'20.6"	5.86	27	自然堤防	2014年12月	Tanabe <i>et al.</i> (2022)
GS-KNH-2	35°34'41.3"	139°38'26.2"	9.43	24	氾濫原	2015年9月	Tanabe <i>et al.</i> (2022)
GS-KNH-3	35°35'21.3"	139°37'51.3"	11.33	13	氾濫原	2015年9月	Tanabe <i>et al.</i> (2022)
GS-KNH-4	35°33'58.9"	139°39'28.5"	6.80	19	自然堤防	2017年10月	Tanabe <i>et al.</i> (2022)
GS-YKH-1	35°32'08.7"	139°38'52.1"	4.10	35	自然堤防	2017年11月	Tanabe <i>et al.</i> (2022)
GS-TOT-1	35°33'03.2"	139°44'10.2"	1.88	10	氾濫原	2017年9月	Tanabe <i>et al.</i> (2022)
GS-TOT-2	35°33'41.0"	139°42'38.8"	3.06	10	氾濫原	2017年9月	Tanabe <i>et al.</i> (2022)
GS-KWS-1	35°37'18.4"	139°50'0.1.1"	8.55	85	————	————	小松原ほか(2020)
Core 1	35°32'52.7"	139°40'43.4"	5.07	38	————	————	松島 (1987)
Core 2	35°32'37.7"	139°39'45.4"	3.77	29	————	————	松島 (1987)
Core 3	35°31'38.7"	139°43'19.4"	0.58	44	————	————	松島 (1987)
Core 4	35°31'48.7"	139°41'54.4"	2.40	43	————	————	松島 (1987)
Core 5	35°32'21.7"	139°42'41.4"	2.50	20	————	————	松島 (1987)
Core 6	35°26'55.4"	139°38'06.4"	2.40	40	————	————	松島・山口 (1987)
Core 7	35°37'23.3"	139°46'48.9"	6.94	110	————	————	東京港地下地質研究会 (2000)