

第5章 沖積層及び人工地層

(風岡 修・小松原純子・宮地良典・潮崎翔一・香川 淳・吉田 剛・加藤晶子・中澤 努)

沖積層は、最終氷期最盛期（約2万1千年前）以降に海面の上昇に伴って形成された堆積物のことを指す（井関，1983）。本地域では最終氷期に形成された台地縁辺の谷の中、及び東京湾岸の埋立地の地下に分布している。後者の分布は現在の海底へ続いている。

人工地層は本地域では主に盛土アソシエーション（アソシエーションの用語は5.2人工地層を参照）と埋立アソシエーションから構成される。埋立アソシエーションは主に東京湾岸臨海部の自然状態で水域だった土地を土砂で埋め立てて離水させた際に形成された人為的に形成された地層を指す。特に東京湾岸地域では埋立地前面の海底からサンドポンプでくみ上げた土砂を使って埋立てが行われた（清水，1983）ため、埋立アソシエーションは下位の沖積層・下総層群を母材として形成された。盛土アソシエーションは、周囲の自然地層や近隣の土木・建設工事に伴う掘削土砂を陸域にブルドーザーなどの重機によって盛り上げて作られた地層であり、都市域の造成された土地では表層部には厚さは異なるもののほぼ全域に存在する。このため本図幅ではこの地層については表現していない。

東京湾の現在の海岸線から内陸は6～7km入ったあたりに分水嶺（太平洋-東京湾分水界；楡井，1997）があり、そこより北東側の谷は利根川に注ぎ、南西側は東京湾に注いでいる。この分水嶺を境に地域を北東側（利根川流域）及び南西側（東京湾岸地域）に分けて説明する。

5.1 東京湾岸地域の沖積層

東京湾岸北部の低地の地下には、下総層群を不整合に覆い泥層を主体とした軟弱な沖積層、沖積層や下総層群を人自不整合（楡井ほか，1994a）に覆って人工地層が分布する。沖積層の基底面の標高分布に着目すると、本地域の臨海部の広い範囲で標高0～-10m付近、浦安では-20m付近、浦安～行徳では-25～-31mに平坦面がみられ、さらにこの平坦面を開析し、台地の開析谷から続く埋没谷がみられる（千葉県葛南開発工事事務所，1967；千葉県開発局，1969；松田，1993；加藤ほか，2012）。

2011年東北地方太平洋沖地震以後に国立研究開発法人産業技術総合研究所と千葉県環境研究センターによって行われたオールコアボーリングの調査結果（中澤ほか，2014；宮地ほか，2015；宮地ほか，2016；風岡ほか，2016；風岡ほか，2017a；風岡ほか，2017c）を市川市行徳から習志野市香澄を経て千葉みなとの順

に並べ、層相対比を行ったものが第5.1図である。なお、埋没谷の谷筋の名称については、呼び名の命名が最も古い千葉県開発局（1969）に従った。ただし、これにない名称については石綿（2004）の呼び名を踏襲した。さらに名称のない谷筋については新たに谷筋付近の地名を基に命名した。これら名称を第5.2図に示した。

5.1.1 下総層群、沖積層、人工地層の違い

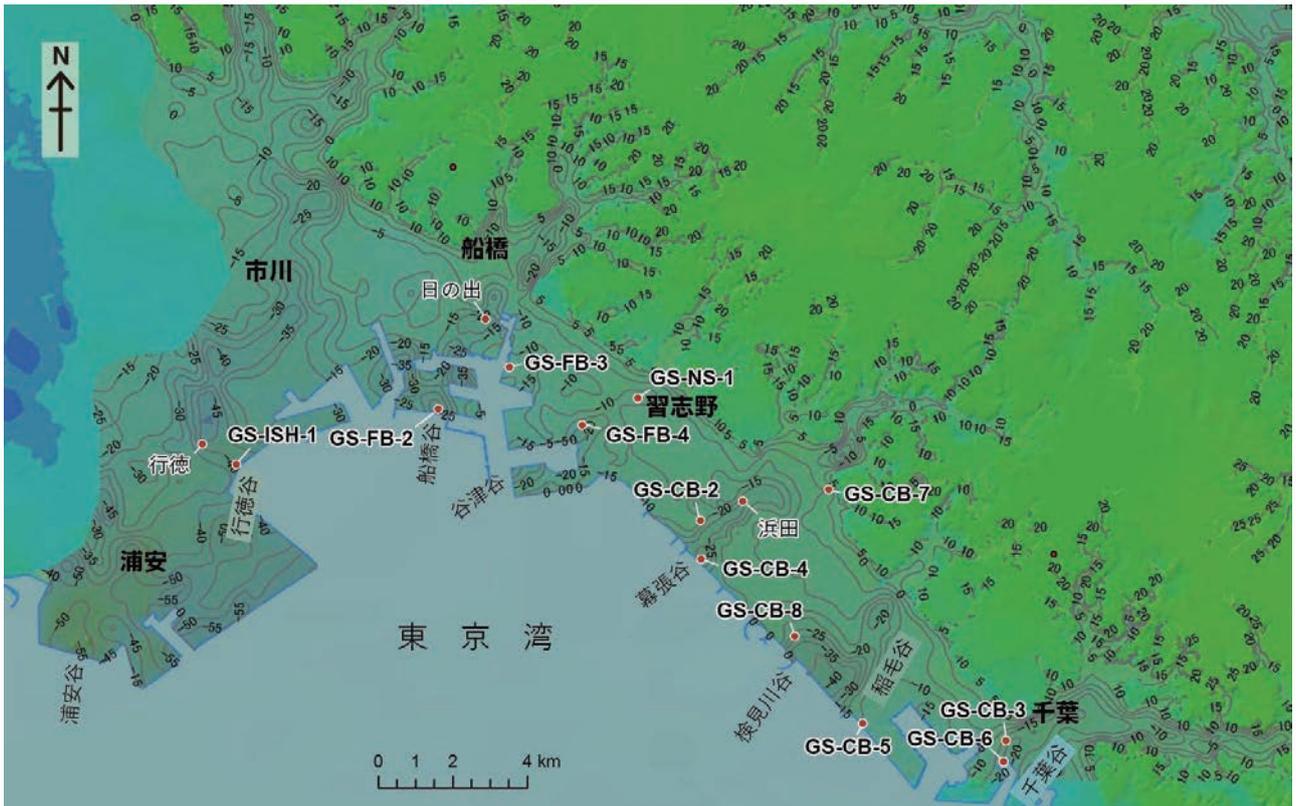
本地域のオールコアボーリングデータや小松原ほか（2017）及び千葉県開発局（1969）を基に、下総層群と沖積層との違いと沖積層と人工地層との違いは以下のようにまとめられる。

下総層群と沖積層との違い 硬さと色調が異なる。すなわち下総層群の多くはN値が30以上と硬く黄褐色～黄灰色であるのに対し、沖積層の多くはN値が3～20と中位ないし軟らかく色調は暗灰～灰色である。また、沖積層中には赤褐色のローム層や灰色の軟らかな常総粘土層と思われる泥層の細礫～中礫として含まれるが、下総層群にはこのような礫は含まれないことでも区別できる。

沖積層と人工地層との違い 硬さや色調、ボーリング孔の崩れやすさが異なる。砂層については、沖積層の多くはN値が3～20と「ゆるい」～「中位」であるのに対し、人工地層は1～8と「極めてゆるい」～「ゆるい」である。色調は沖積層の暗灰色～灰色に対し、人工地層は極細粒砂～細粒砂は同様な色調であるものの中粒砂は黄灰色～黄褐色と異なる。また、生痕化石は沖積層では頻繁にみられるが人工地層中にはほとんどみられない。貝殻片密集層は人工地層中にしばしばみられるが、沖積層中には稀に挟まる程度である。泥層については、N値では比較ができない場合が多いもののコア試料では沖積層は軟らかいが、人工地層は非常に軟らかいことで区別ができる。

5.1.2 沖積層の区分

各地点でのオールコア試料の検討から、第5.1図に示すように、本地域の沖積層は、最下部・下部・中部・上部・最上部から構成され、埋没谷上で掘削したコアにはこの5区分がすべて分布していることが確認された。一方、埋没谷と埋没谷の間の平坦面上では最下部と下部は見られず、上部の厚さが薄くなる傾向がみられる（風岡ほか，2017b）。以下に各区分ごとの特徴をオールコア試料を基に述べる。また、地層物性のうち密度検層は中澤ほか（2014）、宮地ほか（2015）、宮地ほか（2016）及び風岡ほか（2017c）より、電気検層結果は



第 5.2 図 東京湾岸地域の沖積層基底標高 (単位 T.P.+m) 及びオールコアボーリングの位置。

風岡ほか (2016), 風岡ほか (2017a) 及び風岡ほか (2017c) より, S 波速度結果は中澤ほか (2014), 宮地ほか (2015), 宮地ほか (2016), 風岡ほか (2016) 及び風岡ほか (2017a), 風岡ほか (2017c) を基にした。堆積年代は中澤ほか (2014), 宮地ほか (2015), 宮地ほか (2016), 風岡ほか (2016), 風岡ほか (2017a), 小松原ほか (2017) など を基にした。放射性炭素年代値の一覧は第 5.1 表に示した。

最下部

分布 標高-13 m 以深の埋没谷の谷底付近に分布する。基底面は最も低い位置で標高-56 m, 最も高い位置で標高-13 m である。

層厚 0 ~ 8.6 m と場所によって大きく異なる。谷軸に近づくほど厚い。また、一つの埋没谷の中では谷の下流へ行くほど厚くなる傾向がみられる。

層相 砂層, 泥層及び泥炭層からなり, 互層状に重なる。砂層は斜交葉理がみられ上方細粒化する厚さ 0.1 ~ 1 m の黄灰色の細粒砂~粗粒砂層で, ローム層の細礫~中礫や先新生代の堆積岩の細礫を含むことが多い。礫が 2 割ほど含まれ砂礫層となることがある。泥層は青灰色の泥層ないし植物片を含む暗灰色の有機質泥層であり, 一部に粘土質な部分も見られる。生痕や貝化石はみられず, 風化してもジプサムは晶出せずブロック状に大きく割れ, 市原・市原 (1971) の淡水泥層の特徴を示す。泥炭層は黒色で厚さ 0.1 ~ 0.3 m である。

地層物性 N 値は砂層・砂礫層が 8 ~ 45 程度, 泥層が 5 ~ 15 程度である。S 波速度は場所により異なるが砂層を主体とする部分では 210 ~ 240 m/s であり, 泥層を主体とする部分では 150 ~ 175 m/s である (図 6.1)。密度検層結果は, 泥層が 1.6 ~ 1.8 g/cm³, 砂層が 1.9 ~ 2.0 g/cm³ である。電気検層結果は, 比抵抗値なので参考値として紹介する。ノルマルは 20 ~ 40 Ωm, ・マイクロが 10 ~ 30 Ωm であるものの, 地下水に塩分が含まれる場合はノルマル・マイクロともに約 2.5 Ωm と低い。

堆積年代 泥炭層より ¹⁴C 暦年較正年代として 8700 ~ 19000 年前の値が測定されている。特に 10200 ~ 12600 年前の測定値が多く得られている。

堆積環境 泥層の風化面の特徴より淡水域に堆積した泥層と推定される。また, 上方に細粒化する砂層をしばしば挟み, 泥炭層も挟まれることから河川-氾濫原に堆積したものと考えられる。

既存の研究との対比 埋没谷の谷底部に分布し, 砂泥互層を主体とすることから, 千葉県開発局 (1969) の沖積層下部粘土層の下部, 石綿 (2004) の七号地層に対比されると考えられる。東京低地の沖積層の模式地の層序 (青木・柴崎, 1966; 東京都土木技術研究所, 1969; 遠藤ほか, 1983; 東京都港湾局, 2001; 木村ほか, 2006; 田辺ほか, 2006 など) とは, 沖積層が堆積している埋没谷が異なり, 後背地の状況が大きく変わることから, 現状では対比が困難である。

第 5.1 表 放射性炭素年代一覧

測定番号	ボーリング地点名	試料名	深度(m)	標高(m)	地層名	試料	¹⁴ C age 1σ, yBP	暦年代 2σ, cal BP	公表
IAAA-153485	行徳	ISG-0566	5.66	-2.59	沖積層最上部	貝殻	680 ± 20	272 - 405	* 風岡ほか(2016)
IAAA-153486	行徳	ISG-1576	15.76	-12.69	沖積層上部	貝殻	2660 ± 30	2289 - 2435	* 風岡ほか(2016)
IAAA-153487	行徳	ISG-1883	18.83	-15.76	沖積層上部	貝殻	3190 ± 30	2882 - 3099	* 風岡ほか(2016)
IAAA-153488	行徳	ISG-3536	35.36	-32.29	沖積層下部	貝殻	9150 ± 40	9772 - 10109	* 風岡ほか(2016)
IAAA-153489	行徳	ISG-4107	41.07	-38.00	沖積層下部	草本の茎	9420 ± 40	10569 - 10743	* 風岡ほか(2016)
IAAA-133060	GS-FB-2	GS-FB-2.1366	13.66	-10.10	沖積層上部	植物片	1910 ± 20	1812 - 1903 (0.97) 1908 - 1924 (0.02)	+ 宮地ほか(2015)
IAAA-140336	GS-FB-2	GS-FB-2.1786	17.86	-14.30	沖積層上部	貝殻片(ウラカガミガイ)	3260 ± 20	2988 - 3174	* 宮地ほか(2015)
IAAA-140337	GS-FB-2	GS-FB-2.1980	19.80	-16.24	沖積層上部	貝殻片(ウラカガミガイ)	5850 ± 30	6193 - 6327	* 宮地ほか(2015)
IAAA-140338	GS-FB-2	GS-FB-2.2137-2147	21.37	-17.81	沖積層下部	貝殻片(マテガイ)	8410 ± 30	8926 - 9114	* 宮地ほか(2015)
IAAA-133061	GS-FB-2	GS-FB-2.2806	28.06	-24.50	沖積層中部	植物片	42250 ± 770	44168 - 47095	+ 宮地ほか(2015)
IAAA-133062	GS-FB-2	GS-FB-2.3044	30.44	-26.88	沖積層中部	植物片	8330 ± 30	9269 - 9452	+ 宮地ほか(2015)
IAAA-140339	GS-FB-2	GS-FB-2.3065	30.65	-27.09	沖積層下部	貝殻片(ハイガイ)	8840 ± 30	9437 - 9541	* 宮地ほか(2015)
IAAA-133063	GS-FB-2	GS-FB-2.3555	35.55	-31.99	沖積層下部	植物片	8810 ± 30	9689 - 9946 (0.89) 9993 - 10008 (0.01) 10063 - 10127 (0.01)	+ 宮地ほか(2015)
IAAA-133064	GS-FB-2	GS-FB-2.3664	36.64	-33.08	沖積層最下部	植物片	9190 ± 30	10246 - 10429 (0.97) 10465 - 10481 (0.03)	+ 宮地ほか(2015)
IAAA-153480	日の出	FMH-0410	4.10	-2.49	沖積層最上部	貝殻	680 ± 30	272 - 408	* 風岡ほか(2016)
IAAA-153481	日の出	FMH-0410	9.65	-8.04	沖積層中部	貝殻	7560 ± 30	7942 - 8117	* 風岡ほか(2016)
IAAA-153482	日の出	FMH-0410	17.35	-15.74	沖積層中部	貝殻	8320 ± 30	8743 - 8991	* 風岡ほか(2016)
IAAA-153483	日の出	FMH-0410	27.54	-25.93	沖積層下部	貝殻	8980 ± 30	9528 - 9752	* 風岡ほか(2016)
IAAA-153484	日の出	FMH-0410	35.21	-33.60	沖積層最下部	草本の茎	10320 ± 40	11987 - 12243 (0.79) 12268 - 12381 (0.21)	+ 風岡ほか(2016)
IAAA-150481	GS-FB-4	GS-FB-4.0720	7.20	-3.11	沖積層最上部	貝殻(ハマグリ合弁)	1260 ± 20	727 - 885	* 宮地ほか(2016)
IAAA-150482	GS-FB-4	GS-FB-4.1245	12.45	-8.36	沖積層上部	貝殻(モノノハナガイ)	2880 ± 30	2535 - 2732	* 宮地ほか(2016)
IAAA-153563	GS-FB-4	GS-FB-4.1410	14.10	-10.01	沖積層中部	貝殻(ヒメカノアサリ)	4120 ± 30	4075 - 4281	* 小松原ほか(2017)
IAAA-150483	GS-FB-4	GS-FB-4.1524	15.24	-11.15	沖積層中部	貝殻(ハマグリ)	8030 ± 30	8395 - 8562	* 宮地ほか(2016)
IAAA-150484	GS-FB-4	GS-FB-4.1713	17.13	-13.04	沖積層中部	貝殻(バカ貝)	8260 ± 30	8657 - 8951	* 宮地ほか(2016)
IAAA-150485	GS-FB-4	GS-FB-4.2322	23.22	-19.13	沖積層最下部	炭化物	7980 ± 30	8661 - 8667 (0.01) 8704 - 8996 (0.99)	+ 宮地ほか(2016)
IAAA-150486	GS-NS-1	GS-NS-1.0674	6.74	-3.84	沖積層最上部	貝殻(ホソウミミナ)?	1420 ± 20	908 - 1036	* 宮地ほか(2016)
IAAA-153564	GS-NS-1	GS-NS-1.0808	8.08	-5.18	沖積層上部	貝殻(ヤカドツノガイ)	2880 ± 30	2560 - 2736	+ 小松原ほか(2017)
IAAA-150487	GS-NS-1	GS-NS-1.0970	9.70	-6.80	沖積層中部	貝殻(ハマグリ)	7790 ± 30	8174 - 8339	* 宮地ほか(2016)
IAAA-150488	GS-NS-1	GS-NS-1.1488	14.88	-11.98	沖積層下部	貝殻(ウラカガミ)	8240 ± 30	8627 - 8931	* 宮地ほか(2016)
IAAA-150489	GS-NS-1	GS-NS-1.1696	16.96	-14.06	沖積層下部	炭化物	7880 ± 30	8590 - 8778 (0.97) 8834 - 8860 (0.02) 8922 - 8933 (0.01)	+ 宮地ほか(2016)
IAAA-142447	GS-CB-2	GS-CB-2.0917	9.17	-4.81	沖積層上部	貝殻(サクラガイ)	820 ± 20	416 - 503	* 宮地ほか(2015)
IAAA-142448	GS-CB-2	GS-CB-2.1082	10.82	-6.46	沖積層上部	貝殻(ヒメカノアサリ)	2150 ± 30	1645 - 1824	* 宮地ほか(2015)
IAAA-142449	GS-CB-2	GS-CB-2.1170追加	11.70	-7.34	沖積層上部	貝殻(巻貝)	2300 ± 30	1827 - 1983	* 宮地ほか(2015)
IAAA-142450	GS-CB-2	GS-CB-2.1257	12.57	-8.21	沖積層中部	貝殻(モノノハナガイ)	8040 ± 30	8409 - 8576	* 宮地ほか(2015)
IAAA-142451	GS-CB-2	GS-CB-2.1348	13.48	-9.12	沖積層中部	貝殻(シオフキ)	8140 ± 30	8518 - 8743	* 宮地ほか(2015)
IAAA-153565	GS-CB-3	GS-CB-3.0621	6.21	-0.83	沖積層中部	貝殻(シカガイ)	7070 ± 30	7471 - 7614	* 小松原ほか(2017)
IAAA-150476	GS-CB-3	GS-CB-3.0830	8.30	-2.92	沖積層中部	貝殻(シカガイ)	7390 ± 30	7770 - 7931	* 宮地ほか(2016)
IAAA-142455	GS-CB-3	GS-CB-3.1323	13.23	-7.85	沖積層中部	貝殻(ツルマルケボリガイ)	7770 ± 30	8161 - 8319	* 宮地ほか(2015)
IAAA-142456	GS-CB-3	GS-CB-3.1454	14.54	-9.16	沖積層中部	貝殻(アラムシロガイ)	7890 ± 30	8290 - 8419	* 宮地ほか(2015)
IAAA-142457	GS-CB-3	GS-CB-3.1545-2	15.45	-10.07	沖積層下部	カニ	8110 ± 30	8471 - 8684	* 宮地ほか(2015)
IAAA-142458	GS-CB-3	GS-CB-3.1630	16.30	-10.92	沖積層下部	貝殻片	8090 ± 30	8436 - 8635	* 宮地ほか(2015)
IAAA-142459	GS-CB-3	GS-CB-3.1823	18.23	-12.85	沖積層下部	貝殻(ハイガイ)	8520 ± 30	9020 - 9255	* 宮地ほか(2015)
IAAA-142460	GS-CB-3	GS-CB-3.2089	20.89	-15.51	沖積層最下部	貝殻片	46500 ± 500	48441 - 50000 \$	* 宮地ほか(2015)
IAAA-150477	GS-CB-4	GS-CB-4.1270	12.70	-9.14	沖積層上部	貝殻(ヤチノハナガイ)	1320 ± 20	786 - 923	* 宮地ほか(2016)
IAAA-153566	GS-CB-4	GS-CB-4.1826	18.26	-14.70	沖積層中部	貝殻(シカガイ)	7960 ± 30	8353 - 8508	* 小松原ほか(2017)
IAAA-150478	GS-CB-4	GS-CB-4.2026	20.26	-16.70	沖積層中部	貝殻(シカガイ)	8300 ± 30	8717 - 8976	* 宮地ほか(2016)
IAAA-150479	GS-CB-4	GS-CB-4.2666	26.66	-23.10	沖積層中部	貝殻(モノノハナガイ)	8780 ± 30	9390 - 9512	* 宮地ほか(2016)
IAAA-150480	GS-CB-4	GS-CB-4.3722	37.22	-33.66	沖積層最下部	木片	16000 ± 50	18721 - 18953	+ 宮地ほか(2016)
IAAA-162710	浜田	CHD-0518	5.18	-1.62	沖積層最上部	貝殻	Modern		* 風岡ほか(2016)
IAAA-162711	浜田	CHD-0735	7.35	-3.79	沖積層最上部	貝殻	1860 ± 20	1335 - 1496	* 風岡ほか(2016)
IAAA-170007	浜田	CHD-0975	9.75	-6.19	沖積層上部	貝殻	2670 ± 20	2297 - 2435	* 風岡ほか(2016)
IAAA-170008	浜田	CHD-1025	10.25	-6.69	沖積層上部	貝殻	2750 ± 20	2345 - 2574 (0.98) 2577 - 2583 (0.01) 2587 - 2593 (0.01)	* 風岡ほか(2016)
IAAA-170009	浜田	CHD-1735	17.35	-13.79	沖積層最下部	有機質シルト	9650 ± 30	10794 - 10852 (0.07) 10861 - 10960 (0.34) 11006 - 11021 (0.01) 11067 - 11187 (0.57)	+ 風岡ほか(2016)
IAAA-170010	浜田	CHD-1829	18.29	-14.73	沖積層最下部	泥炭	10580 ± 40	12427 - 12487 (0.13) 12520 - 12668 (0.87)	+ 風岡ほか(2016)
IAAA-162700	GS-CB-8	GS-CB-8-1133	11.33	-7.77	沖積層最上部	貝殻	610 ± 20	146 - 165 (0.04) 185 - 302 (0.96)	* 本報告
IAAA-162701	GS-CB-8	GS-CB-8-1378	13.78	-10.22	沖積層最上部	貝殻	1960 ± 20	1427 - 1596	* 本報告
IAAA-162702	GS-CB-8	GS-CB-8-1671	16.71	-13.15	沖積層上部	貝殻	3620 ± 20	3436 - 3595	* 本報告
IAAA-162703	GS-CB-8	GS-CB-8-1712	17.12	-13.56	沖積層上部	貝殻	5290 ± 30	5583 - 5712	* 本報告
IAAA-162704	GS-CB-8	GS-CB-8-1785	17.85	-14.29	沖積層中部	貝殻	8240 ± 30	8630 - 8928	* 本報告
IAAA-162705	GS-CB-8	GS-CB-8-2620	26.20	-22.64	沖積層下部	貝殻	8730 ± 30	9314 - 9480	* 本報告
IAAA-162706	GS-CB-8	GS-CB-8-2934	29.34	-25.78	沖積層下部	貝殻	8990 ± 30	9533 - 9784	* 本報告
IAAA-162707	GS-CB-8	GS-CB-8-3695	36.95	-33.39	沖積層最下部	木片	9190 ± 30	10248 - 10433 (0.95) 10462 - 10485 (0.05)	+ 本報告
IAAA-162708	GS-CB-8	GS-CB-8-3762	37.62	-34.06	沖積層最下部	有機質シルト	9840 ± 40	11198 - 11291 (0.99) 11300 - 11303 (0.01)	+ 本報告
IAAA-162709	GS-CB-8	GS-CB-8-3789	37.89	-34.33	沖積層最下部	有機質シルト	10050 ± 40	11357 - 11374 (0.01) 11391 - 11758 (0.99)	+ 本報告
IAAA-153568	GS-CB-5	GS-CB-5.1840	18.40	-14.10	沖積層上部	貝殻(ツキガイモドキ)	5500 ± 30	5760 - 5951	* 小松原ほか(2017)
IAAA-171100	GS-CB-6	GS-CB-6.0603	6.03	-4.00	沖積層中部	貝殻(ハマグリ)	7230 ± 30	7609 - 7777	* 小松原ほか(2017)
IAAA-153569	GS-CB-6	GS-CB-6.1290	12.90	-10.87	沖積層中部	貝殻(シカガイ)	7500 ± 30	7464 - 7601	* 小松原ほか(2017)
IAAA-153570	GS-CB-6	GS-CB-6.1715	17.15	-15.12	沖積層下部	貝殻(ヒメカノアサリ)	8080 ± 30	8436 - 8620	* 小松原ほか(2017)
IAAA-153571	GS-CB-6	GS-CB-6.2104	21.04	-19.01	沖積層下部	貝殻(ウラカガミ)	8550 ± 30	9060 - 9297	* 小松原ほか(2017)
IAAA-153572	GS-CB-6	GS-CB-6.2620	26.20	-24.17	沖積層最下部	木片	10540 ± 40	12414 - 12622	+ 小松原ほか(2017)
IAAA-153576	GS-NT-2	GS-NT-2.0947	9.47	-7.86	貝殻(アサリ)	5960 ± 30	6288 - 6441	* 小松原ほか(2017)	
IAAA-153577	GS-NT-2	GS-NT-2.1675	16.75	-15.14	貝殻(ヒメカノアサリ)	6450 ± 30	6842 - 7051	* 小松原ほか(2017)	
IAAA-153578	GS-NT-2	GS-NT-2.2179	21.79	-20.18	貝殻(マガキ)	8570 ± 30	9084 - 9329	* 小松原ほか(2017)	
IAAA-153579	GS-NT-2	GS-NT-2.2765	27.65	-26.04	貝殻(ウラカガミ片)	8490 ± 30	9001 - 9225	* 小松原ほか(2017)	
IAAA-153580	GS-NT-2	GS-NT-2.3352	33.52	-31.91	土壌	13200 ± 50	15697 - 16052	+ 小松原ほか(2017)	

* Marine13(marine100%)を使用し、Calib7.0.4にて校正

+ IntCal13を使用し、Calib7.0.4にて校正

\$ 暦年較正曲線の範囲を超えるため較正不可

** 核実験の影響を受けているため較正不可

下部

分布 埋没谷内の標高-6.6 m以深に分布する。最下部と下部の境界の最も高い位置は標高-13.3 m, 最も低い位置は標高-46.5 mである。

層厚 0～15.4 mと変化し、一つの埋没谷内では下流へ厚さが薄くなり、上流へ厚くなる傾向がみられる。

層相 貝化石及び生痕化石を含む暗灰～灰色の泥層を主体とする。貝化石は主に上部に、生痕化石は全体にみられる。この泥層のほとんどは、風化するとジプサムを生じ、水でぬらすと酸性を示すなど市原・市原(1971)の海成泥層の特徴を示す。下部と下位の最下部との境は漸移的で、下部の基底付近は植物片や種子を含み青灰色の色調となる場合がある。上位の中部との境界付近ではしばしば極細粒砂の薄層を挟み指交関係をなす。

地層物性 N 値は1～7程度である。砂が混じると10程度になる。S波速度は場所によって異なり、谷津谷と千葉谷(第5.2図)では100 m/sと遅いが、他の場所では140～160 m/sと比較的速く、行徳谷では175 m/sと速い。密度検層結果は、1.55～1.7 g/cm³である。電気検層結果は、ノルマルが10～20 Ωm, マイクロが7.5～10 Ωmであるものの、地下水に塩分を含む場合はノルマルが5～10 Ωm, マイクロが2～3 Ωmと低くなる。

堆積年代 貝化石の¹⁴C暦年較正值として8400～10700年前の値が測定され、特に8500～9900年前の値を示すことが多い。

堆積環境 泥層の風化面の特徴より、本泥層は海域ないし汽水域に堆積したものと推定される。また、下部は埋没谷内にも分布することから、海進が進む中埋没谷内に侵入してきた内湾の海域に堆積したものと考えられる。

既存の研究との対比 埋没谷の最下部に分布し、砂泥互層を主体とすることから、千葉県開発局(1969)の沖積層下部粘土層、有楽町層下部粘性土、加藤ほか(2012)の沖積層泥層の下部に対比される。

中部

分布 千葉谷付近のGS-CB-3・GS-CB-6を除くと標高-5.6 mよりも低い位置に分布する。埋没谷の中だけでなく、この外側の平坦面上にも広く分布する。下部と中部の境界の最も高い位置は標高-5.6 m, 最も低い位置は標高-28.2 mである。一つの埋没谷内では、上流部では比較的浅い深度に、下流部では比較的深い深度に分布する傾向がある。

層厚 1.6～11.6 mであり埋没谷の中では厚く、谷の外へ向かい徐々に薄くなる。また、埋没谷の上流部で厚く、下流へ行くに従い薄くなる。

層相 斜交葉理がみられる細粒砂～中粒砂層を主体とし、大局的には上方粗粒化する。また、直径0.5～5 cmの明褐～橙色のローム層や未固結の暗灰色の泥層の礫及び海生の貝化石を多く含む。貝化石は破片状のも

のが多く、上部に多くみられる。全体に生痕化石がみられ、一部に生物擾乱が著しく葉理が不鮮明となる場合もある。

地層物性 N 値は7～20であるが、まれに30～35程度のことがある。また、ローム層の礫を多数含む場合には4程度と小さくなる。S波速度は200～230 m/sである。密度検層結果は1.7～1.9 g/cm³である。電気検層結果はノルマル・マイクロともに10～20 Ωmであるものの、地下水に塩分を含む場合はノルマル・マイクロともに5～10 Ωmと低くなる。この中部は含水量が多い部分があり、ボーリング時に孔壁が崩れやすい。また地下水に塩分濃度が高い部分がみられる(吉田ほか, 2012)。

堆積年代 貝化石の¹⁴C暦年較正值として4100～9500年前の値が測定されている。特に、7500～9000年前の値を示すことが多い。

堆積環境 斜交葉理が発達する砂層を主体とし、ほとんど円磨されない破片状の貝化石を多く含む生物擾乱がみられること、上方へ粗粒化することからデルタの地層と考えられる。

既存の研究との対比 埋没谷の外にも分布すること、砂層を主体とすることから、千葉県開発局(1969)の沖積層下部砂層、石綿(2004)の有楽町層下部砂質土、加藤ほか(2012)の沖積層中部の砂層に対比される。また、宮地ほか(2016)の中間ラグ堆積物はこの中部層の一部にあたる。

上部

分布 GS-CB-3を除くと標高-4 mよりも低い位置に分布する。埋没谷の内外に広く分布する。中部と上部の境界の最も低い位置は標高-25.6 m, 最も高い位置は-5.9 mである。

層厚 1.3～12.2 mであり埋没谷の中では厚く、谷の外では徐々に薄くなる。一つの埋没谷内では下流部ほど厚くなり、上流ほど薄くなる傾向がみられる。

層相 貝化石や生痕化石を多く含む暗灰色～灰色の泥層からなり、合弁の貝化石をしばしば含む。上半部は極細粒砂の薄層を頻繁に挟むことがある。基底付近には貝殻密集部を伴う。風化するとジプサムを生じ、水でぬらすと酸性を示し市原・市原(1971)の海成泥層の特徴を示す。上部と下位の中部とは一部指交する。また、上部と上位の最上部とも一部指交する。

地層物性 N 値は0～3であるが、砂が混じると5～10と高くなる。S波速度は135～150 m/sと同様な泥層の下部層に比べて速度は遅く、船橋谷では90 m/sと極端に遅い部分がみられる。密度検層結果は1.6～1.8 g/cm³である。電気検層結果はノルマルが25～30 Ωm, マイクロが15～20 Ωmであるものの、地下水に塩分を含む場合はノルマル・マイクロともに2～10 Ωmと低くなる。

堆積年代 貝化石の¹⁴C暦年較正值として400～6300

年前の値が測定され、特に1800～3100年前の値を示すことが多い。また、本部層基底部の貝殻密集部は1900～6300年前を示し、堆積速度が極端に遅くなっている。

堆積環境 泥層の風化面の特徵より、本泥層は海域ないし汽水域に堆積したものと推定される。また、上部の泥層は埋没谷の外にも広く分布すること、堆積年代に示されるように海進期からこれ以降の時期に堆積していること、砂層をほとんど挟まないことから、ほぼ現在のような東京湾の中の波浪限界深度以深の沖合に堆積したものと考えられる。

既存の研究との対比 埋没谷の外の平坦面上にも広く分布する泥層であることから、千葉県開発局(1969)の沖積層上部泥層、石綿(2004)の有楽町層上部粘性土、加藤ほか(2012)の沖積層上部の泥層に対比される。

最上部

分布 埋立地の全域に広く分布する。上部と最上部の境界の位置は、GS-CB-5より南部を除けば、標高-11.5～-4mであり、沖合へ向かいその標高が下がる。上面は人為的に掘削されている場合が多く、最上部が掘削により消失している部分もみられる。

層厚 埋没谷の内外で厚さの変化は小さいが、表層部が人為的に削剥されているため0～8.1mと変化が大きい。

層相 粗粒シルト層～極細粒砂層を主体とし、貝化石を多く含み、生物擾乱が一般に著しい。合弁の貝化石をしばしば含む。

地層物性 N 値は5～15であることが多いが、まれに20以上となることもある。S波速度は140～170m/sである。ただし、船橋谷の一部で90m/sと極めて遅い部分がある一方、行徳谷では190～280m/sと速い。密度検層結果は1.6～1.9g/cm³と場所により大きく変化する。電気検層結果はノルマルが25～50Ωm、マイクロが20～30Ωmであるものの、地下水に塩分を含む場合はノルマル・マイクロともに2～5Ωmと低くなる。

堆積年代 貝化石の¹⁴C暦年較正值として1600年前以前の値が測定されている。特に、270～1500年前の値を示すことが多い。

堆積環境 埋立前の潮間帯に堆積していた地層である。

既存の研究との対比 埋没谷間の平坦面上にも広く分布する砂層であることから、千葉県開発局(1969)の沖積層上部砂層、石綿(2004)の有楽町層上部砂質土、加藤ほか(2012)の沖積層最上部の砂層に対比される。

5.2 東京湾岸地域の人工地層

東京湾岸地域の埋立は、1946年～1965年に市川市・船橋市・習志野市・千葉市において、海岸線から0.5Km沖合までの干潟の一部で埋立が行われた。1966年以降にはかつての干潟を中心に大規模な埋立が行われ

ようになり、1966年～1974年には、浦安市・千葉市で干潟の大半が埋立てられた。また、1975年～1982年には浦安市・市川市・船橋市・習志野市・千葉市の干潮時の海岸線付近からさらに沖合までが埋立てられ、埋立地の地表面の標高は近年の中でも甚大な被害となった1917年10月1日の高潮の潮位よりも高く設定された(清水, 1983)。

本埋立地の人工地層は、サンドポンプ工法による埋立アソシエーションとこの上位のブルドーザーなどの重機による盛土アソシエーションから構成される(風岡ほか, 2014)。なお、アソシエーションとは、Nirei *et al.*, (2012)によって提唱された人工地層の地層単元に使用されている用語であり、岩相層序単元の累層のオーダーに相当する。同様に部層のオーダーに相当する用語として、バンドルが提唱されている。

以下に各アソシエーションの特徴をオールコア試料(風岡ほか, 2000; 中澤ほか, 2014; 風岡ほか, 2016; 風岡ほか, 2017a; 宮地ほか, 2015; 宮地ほか, 2016; 小松原ほか, 2017)及びACEライナー試料(風岡ほか, 2014)を基に述べる。また、地層物性のうち密度検層結果は中澤ほか(2014)、宮地ほか(2015)及び宮地ほか(2016)より、電気検層結果は風岡ほか(2016)及び風岡ほか(2017a)より、S波速度結果は中澤ほか(2014)、宮地ほか(2015)、宮地ほか(2016)、風岡ほか(2016)及び風岡ほか(2017a)を基にした。

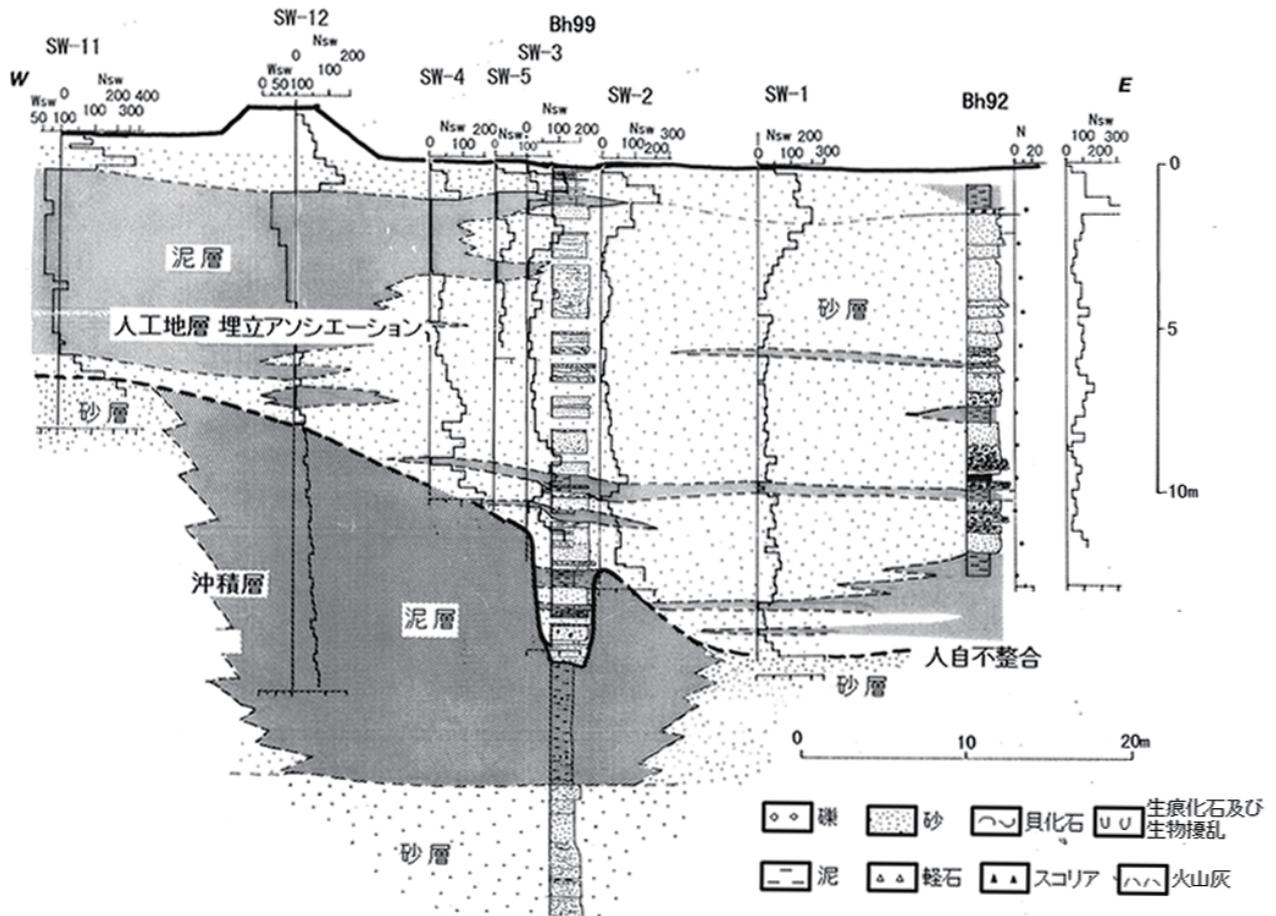
5.2.1 埋立アソシエーション

層厚 3.5～14mと場所により異なる。

層相 サンドポンプ工法による埋立アソシエーションは、埋立地前面に広がる東京湾の海底の土砂に由来し(清水, 1983)、泥層・砂層・貝殻層より構成される(風岡ほか, 2000, 2014など)。サンドポンプの吹き出し口に近い部分では流速が速く、下位層を大きく浸食する場合があります。この直上には粒径の大きな貝殻層や先新生代堆積岩の中礫が含まれることが多い。この水流の流動方向ないしこの貝殻層の上位には砂層が堆積している。このさらに流動方向の先では泥層が堆積している様子が航空写真などから読み取れる(風岡ほか, 2000)。サンドポンプの吹き出し口は、人工地層の堆積状況によっては大きく位置を変えることもしばしばあるため人工地層の側方変化は大きく、千葉市美浜区磯辺地区の中磯部公園や県立高校の自転車置場では、側方へ数m離れただけでメートルオーダーで砂層や泥層の厚さが変化している(第5.3図; 風岡ほか, 2000; 第5.4図; 風岡ほか, 2014)。

各地層の特徴は以下のようである。貝殻層は、中粒砂～中礫の粒径の貝殻片が密集し透水性が非常に高い。時に粉碎されていない貝殻や先新生代の細～中礫が混じることがある。

砂層は極細粒砂～中粒砂からなり、泥質分をほとんど含まず、葉理が発達し、貝殻片を含む場合が多い。



◎ 日本地質学会

第 5.3 図 中磯辺公園の人工地層の断面図。

1987年千葉県東方沖地震時には、人工地層の泥層と砂層の境目付近で砂層が液状化し、地層の境界に沿って地表では亀裂が生じそこから砂が噴出した（風岡ほか，2000）。東北地方太平洋沖地震時には、砂層部分が沈下した。砂層部分の広い範囲が液状化―流動化したものと推定される（風岡，2011）。

色調は中粒砂層が黄褐色～黄灰色であることが多く、極細粒砂層が灰色～暗灰色ないし青灰色である。細粒砂層は一部が黄褐色～黄灰色、一部が灰色～青灰色と多様である。極細粒砂層は泥層や粗粒シルト層と互層をなすことが多い。

泥層は粗粒シルトよりも細粒な泥からなり、しばしば粗粒シルト層を挟む。堆積時の変形構造がみられることがある。生痕化石は含まれず、貝殻片を含むことがあり、極めて軟らかい。色調は灰白色～灰色で、しばしば灰色の中に厚さ数 mm の灰白色の葉理がみられる。

地層物性 砂層の N 値は 1～10 が多く、上部で 10～30 の部分がみられる。この N 値の高い部分は地盤改良ないし転圧されている可能性がある。泥層の N 値は 0～1 であり、砂や礫を含むと 10 以上となる場合がある。S 波速度は 90～210 m/s と場所によって異なる。密度検層結果は砂層が $1.7 \sim 1.8 \text{ g/cm}^3$ であるが、 1.9 g/cm^3 と高い部分もみられる。泥層は $1.5 \sim 1.6 \text{ g/cm}^3$ であるが、 1.8 g/cm^3 と高い部分もみられる。電気検層結果は

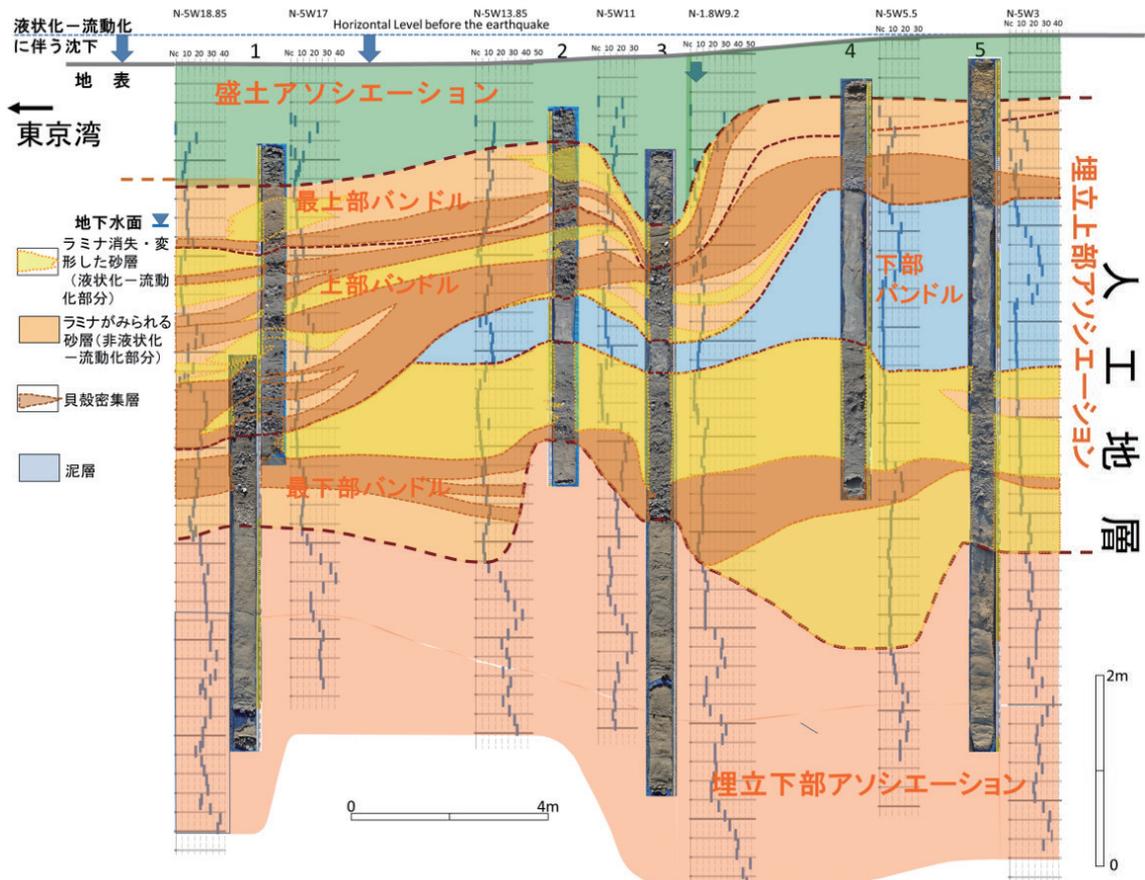
ノルマルが $25 \sim 50 \Omega\text{m}$ 、マイクロが $30 \sim 50 \Omega\text{m}$ であるものの、地下水に塩分を含む場合はノルマルが $4 \sim 5 \Omega\text{m}$ 、マイクロが $4 \sim 10 \Omega\text{m}$ と低くなる。ボーリングの際には、埋立アソシエーションの上部や基底部分で孔壁が崩れやすく、コアの採取がしばしば困難な場合がある。

5. 2. 2 盛土アソシエーション

層厚 1～2.5 m と場所により異なる。

層相 ブルドーザーなどの重機により作られ、泥・砂・礫が混合し、礫を含む砂混じり泥層となっている場合が多く、礫質な砂混じり泥層や泥混じり砂層など淘汰の悪い多様な地層である。色調も暗褐色～黄褐色や暗灰色～灰色、青灰色など多様である。礫は先新第三系の堆積岩や、下総層群・上総層群の固結泥岩、常総層や関東ローム層の軟質な礫、碎石・コンクリート・アスファルト・鈹滓・プラスチックなどの人工物が含まれることが多い。

地層物性 礫を含む砂混じり泥層の N 値は 0～1 のこ



第 5.4 図 千葉市美浜区の県立高校内の局所的沈下がみられた付近での地層断面調査結果。

柱状の写真は、東北地方太平洋沖地震後に採取された ACE ライナーによる不攪乱試料の剥ぎ取り面。

埋立上部アソシエーション中の最下部・上部・最上部バンドル内の黄色の部分が液状化-流動化し葉理が消えたり不明瞭となった部分。主に、上部バンドル・最上部バンドルの液状化部分が地表へ流動し沈下したものと考えられる（岡岡ほか，2014）。泥層の直下では大規模に液状化したが、泥層がキャップロックとなり噴砂として流動できなかったため、泥層の厚い部分では沈下はほとんどみられない。

とが多いが、砂や礫を含むと 10 以上となる場合がある。密度検層結果は $1.5 \sim 1.8 \text{ g/cm}^3$ である。

5. 3 利根川流域の沖積層

利根川流域の低地は印旛沼を含む低地（印旛沼低地と呼ぶ）と手賀沼を含む低地（手賀沼低地と呼ぶ）に分けられる。どちらも下総台地に取り囲まれ、利根川に向かって開いている。それぞれの地下に分布する沖積層について以下に述べる。

5. 3. 1 印旛沼低地の沖積層

既存研究 印旛沼低地の沖積層分布は、成田市（1980）及び杉原ほか（2011）によって明らかにされている。Chiba *et al.*,（2016）は鹿島川沿いの 6 本のボーリング試料について珪藻化石の分析と ^{14}C 年代の測定を行い、Holocene highstand（縄文海進）のピーク、平均潮位を明らかにした。

層相 千葉県地質環境インフォメーションバンク

（2018）及び産総研で掘削したコア GS-NT-2 の記載（宮地ほか，2016）に基づいて層相を述べる。印旛沼低地の沖積層は最大 40 m 程度の厚さを持ち、下部、中部、上部に分けられる。

下部は極細粒～中粒砂の互層からなり、層厚は最大で 10 m 程度である。低地の中央部では最大 1 m 程度の厚さの礫層を基底に伴う。成田市北須賀の干拓地で掘削した標準ボーリング GS-NT-2 コアでは深度 38.2 m（標高 -36.59 m）に、層厚約 1 m の細礫～中礫からなる礫層を伴う、沖積層の基底が認められる。深度 32 m までは上方細粒化するシルト～細粒砂の互層からなり、斜交層理や平行葉理が見られる。深度 33.6～32.2 m には生痕化石が見られる。深度 32.2～32.0 m は有機質で植物片を含む。下位の更新統も細粒砂～中粒砂からなるため、礫層を伴わない場合、既存ボーリングデータからは基底が識別しがたいことがある。既存ボーリングデータでは、まれに厚さ 1 m 前後の有機質土、もしくは腐植土を含む。

中部は軟弱なシルト層からなり、層厚は最大で 35 m

を超える。GS-NT-2 コアでは深度 32.0 ~ 31.0 m には生痕化石が見られ、植物片を含む。深度 31.0 ~ 24.4 m には生痕化石はほとんど見られず、貝殻片が散在する。深度 24.4 ~ 14.4 m は生痕化石の卓越するシルトからなる。22.4 ~ 19.0 m 及び 15.0 ~ 14.4 m には直径最大 3 cm の偽礫を含む。17.6 m 付近に直径 3 cm の材片を含む。このシルト層は低地全体に厚く分布し、既存ボーリングデータによると印旛放水路を上流にさかのぼった印西市吉田干拓の阿宗橋付近でも 10 m 以上の厚さを持っている。

上部は極細粒～細粒砂を主体とし、シルトや腐植土を含む。GS-NT-2 コアでは、深度 14.4 ~ 4.8 m は貝殻片を含む極細粒～細粒砂で、上方粗粒化し、未固結変形が見られる。深度 8.9 ~ 4.8 m には偽礫が多く含まれる。深度 4.8 ~ 1.6 m は貝殻片を含む細砂及びシルトからなり、斜交層理及び平行葉理が見られる。既存ボーリングデータではこの最上部の砂層は概ね 1.5 ~ 8 m 程度の厚さで有機物もしくは腐植土を含み、印旛沼低地全体に分布する。

分布形態 杉原ほか (2011) によれば、印旛沼低地の沖積層基底は谷の出口付近 (栄町安食) で標高 -40 m、新川と鹿島川の合流部で -22 m で、低地全体において谷底の幅は 2 km 程度である。印旛北沼と利根川の間の低地帯下では、この谷の両側に標高 -10 m 前後の平坦面が分布している (杉原ほか, 2011)。既存ボーリングデータによると、より下流の利根川に面した栄町の若草大橋付近では沖積層の基底は標高 -49 m となる。また、上流の鹿島川沿いでは特に標高 2 m 以上の地点で地表付近に腐植が厚く (2 m 以上) 堆積する (杉原ほか, 2011 ; Chiba *et al.*, 2016)。

N 値及び弾性波速度 下部の基底礫層及び砂層の S 波速度は 210 ~ 420 m/s、周辺の既存ボーリングデータによると N 値は 10 ~ 50 程度である。中部のシルト層は非常に軟弱で S 波速度は 150 m/s 以下、N 値は 0 である。周辺のボーリングデータではところどころ砂質な層準があり、そこでは N 値は 2 ~ 10 となっている。上部の上方粗粒化する砂層は S 波速度が上方へ向かって 250 m/s から 190 m/s と遅くなり、周辺の N 値は 2 ~ 20 を示す。最上部のシルト～細粒砂層は非常に軟弱で S 波速度は 100 m/s 程度、周辺の N 値は 2 ~ 5 程度である。

年代 GS-NT-2 コアからは、深度 33.52 m の有機質泥から 16052 ~ 15697 cal yBP、深度 27.65 m のウラカガミから 9225 ~ 9001 cal yBP、21.79 m のマガキから 9329 ~ 9084 cal yBP、16.75 m のヒメカノコアサリから 7051 ~ 6842 cal yBP、9.47 m のアサリから 6441 ~ 6288 cal yBP の放射性炭素年代年代 (いずれも暦年較正後、2 σ) が得られている。

杉原ほか (2011) は鹿島川沿いの 9 本のボーリングコアを掘削し、多数の ¹⁴C 年代を測定した。Chiba *et al.*, (2016) は、杉原ほか (2011) が掘削したボーリングコアのうち 6 本について、さらに ¹⁴C 年代測定を行い詳

細な年代層序を求めた。Chiba *et al.*, (2016) によれば、下部の砂層は 13000 ~ 7500 cal yBP、中部のシルト層は 8500 ~ 3500 cal yBP、上部の砂層及び腐植層は 6500 ~ 1300 cal yBP の範囲にある。

堆積環境 下部の基底礫層及び砂層は、粗粒であること、植物片など有機物を多く含むこと、上位ほど生痕化石が見られることから、河口に近い河川や海岸近くの湿地で堆積したと考えられる。中部の厚いシルト層は海成貝化石を含むこと、生痕が見られること、非常に軟弱であることから、内湾性の堆積物と考えられる。堆積年代は 9000 ~ 7000 年前であり、関東地方の海進期と一致する。現在の利根川沿いに海が入ってきて「香取海」(久保, 2007) が形成された時期の堆積物と考えられる。印旛沼低地は支流の鹿島川上流まで海面下となった (Chiba *et al.*, 2016)。台地の縁辺には砂州が形成され、現在も栄町木塚や須賀付近、及び成田市大竹付近に微高地として残っている (成田市, 1980)。海面がピークに達したのは 6500 ~ 6400 年前であり、当時の平均潮位は標高 1.9 m であった (Chiba *et al.*, 2016)。その後、江戸時代に付け替えられた利根川から大量の土砂が印旛沼低地に流入して低地を閉塞した (成田市, 1980)。

5. 3. 2 手賀沼低地の沖積層

既存研究 遠藤ほか (1988) は手賀沼低地の沖積層基底を図示しているが、大縮尺で関東平野全体を示したものの精度は良くなく、また根拠となるボーリングの位置も示されていない。

沖積層の概要 千葉県地質環境インフォメーションバンク (2018) で提供されている既存ボーリング資料に基づいて沖積層の概要を述べる。沖積層の基底は谷の出口付近 (我孫子市布佐西町) で標高 -35 m、8 km ほど上流の手賀沼東端で標高 -23 m 程度である。基底は N 値 50 以上の固結した細砂からなる。基底直上にはまれに厚さ 1 m 以下の礫もしくは礫質粗砂～中砂を伴う。谷の中央部ではその上に腐植土が堆積し、その厚さは最大 4 m 程度である。その上には貝殻片を伴う非常に軟弱な (N 値 0) 泥層が 25 ~ 30 m 程度堆積する。最上部の 1 ~ 2 m は同様に貝殻片を伴う軟弱な (N 値 20 以下) 細粒砂に被われる。

5. 4 表層の堆積物

沖積層の最上部は、地形を反映して、低湿地・谷底低地堆積物、自然堤防堆積物、砂州・浜堤堆積物に分けることができる。これらの分布は地質図 (平面図) に示したが、立体図では沖積層として一括した。

低湿地・谷底低地堆積物 (ab)

本堆積物は、河川流域の氾濫原や浜堤間あるいは浜堤の背後の低地に分布する。主に泥質堆積物よりなる。

自然堤防堆積物 (al)

主に利根川や江戸川の低地に網目状に分布する。主に砂質堆積物からなる。

砂州・浜堤堆積物 (as)

本堆積物は、市川から船橋にかけての旧海岸線に沿って分布が認められる。主に砂質堆積物からなる。