

第3章 下総層群

(納谷友規・中澤 努・野々垣 進・中里裕臣・風岡 修・吉田 剛)

本調査地域では、台地の表層部を覆う新期関東ローム層及び新期段丘堆積物の下位、低地では沖積層の下位に、中～上部更新統下総層群が広く分布する。徳橋・遠藤(1984)は姉崎地域の調査に基づき、河井(1961)の下総累層をもとに、下総層群を地蔵堂層、菰層、上泉層、清川層、横田層、木下層、姉崎層、及び常総粘土に区分した。千葉県北部地域では、小玉ほか(1981)により、姉崎層相当の河川成の堆積物と凝灰質粘土からなる常総粘土を含めた地層については常総層と命名されたが、本報告では後で述べるように、常総粘土を切り離し、河川成の堆積物のみを常総層として扱う。以下では、基準ボーリングの観察結果を中心に、本地域地下に分布する下総層群について記載する。

3. 1 地蔵堂層 (J)

命名・定義 坂倉(1935)の地蔵堂層に基づき徳橋・遠藤(1984)が再定義。下位の上総層群金剛地層を整合または軽微な不整合で覆い、上位の菰層にも同様に整合または軽微な不整合で覆われる。

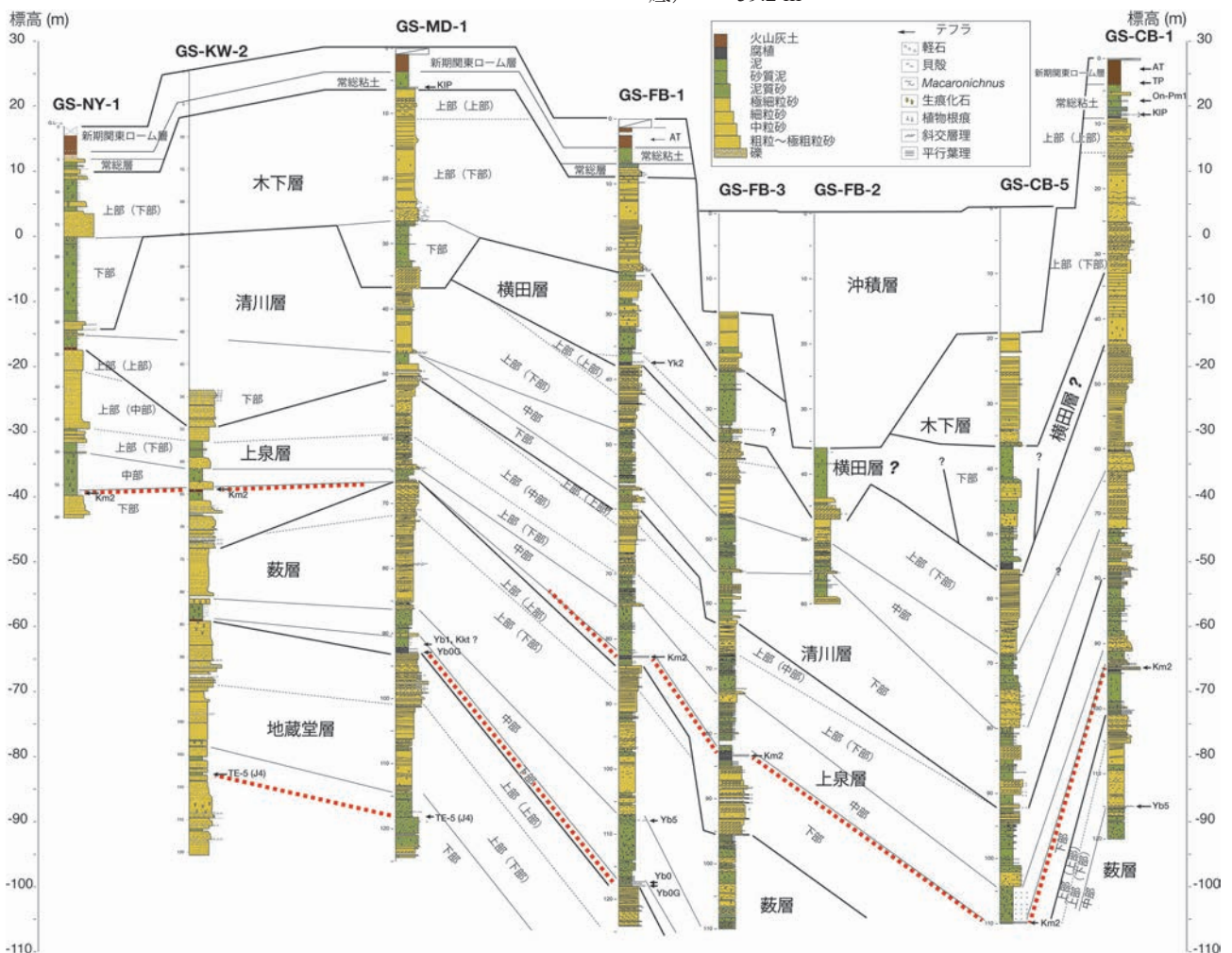
模式地 木更津市地蔵堂周辺(姉崎区幅内)

基準ボーリング地点の分布深度・標高

GS-FB-1: 深度 124.15(孔底)～118.10 m, 標高 -106.06(孔底)～-100.01 m

GS-MD-1: 深度 124.44(孔底)～93.02 m, 標高 -95.50(孔底)～-64.08 m

GS-KW-2: 深度 120 m(孔底)～86.4 m, 標高 -94.62(孔底)～-59.2 m



第 3.1 図 調査地域の更新統下総層群の柱状図

ボーリング柱状図はいずれも基準ボーリングデータとして都市域の地質地盤図ウェブサイトでも閲覧可能。
ボーリング地点は第 2.2 図及び第 2.1 表参照。

第 3.1 表 基準ボーリング調査のコア試料にみいだされたテフラの記載岩石学的特徴.

コア	深度 (m)	層厚	層相	色調	粒径	試料深度 (m)	重鉱物	ガラス形状	屈折率	対比	文献
GS-NY-1	56.08–56.38	30 cm			1–5 mm	56.31–56.33	opx, cpx, mg		opx (γ): 1.715–1.722 (1.716–1.719)	Km2	本報告
GS-KW-2	64.16–64.21	5 cm	pm, sco	褐灰			opx > cpx, mg		opx (γ): 1.714–1.720 (1.717–1.718)	Km2	中澤・田辺 (2011)
	108.92付近		sm				bi	T > C	gl (n): 1.497–1.504 (1.499, 1.502)	TE-5 (J4)	中澤・田辺 (2011)
GS-MD-1	91.30–92.04	sm	vfs			91.38–91.40	opx, cpx, ho, bi > mg	C > H	gl (n): 1.498–1.499 (1.498), 1.501–1.502 ho (n ₂): 1.665–1.673, 1.683–1.686, 1.690–1.694 opx (γ): 1.710–1.711, 1.716–1.717, 1.727–1.731 (1.729)	Yb1 + Kkt?	納谷ほか (2017)
						92.01–92.03	ho > opx, cum, mg, bi >> cpx	C > H, T	gl (n): 1.497–1.498 (1.498), 1.501–1.502 ho (n ₂): 1.666–1.674 (1.670)		納谷ほか (2017)
	92.20–92.30	10 cm	pm	ywbr	cs	92.27–92.29	opx, cpx, mg		opx (γ): 1.702–1.712 (1.705, 1.708–1.709)	Yb0G	納谷ほか (2017)
	92.73–92.85	12 cm	pm	ywbr	cs–ms	92.78–92.79	opx, cpx, mg		opx (γ): 1.698–1.705 (1.703–1.705), 1.709	Yb0G	納谷ほか (2017)
				gr	cs–ms	92.83–92.85	opx, cpx, mg		opx (γ): 1.701–1.706 (1.703)		
	118.13–118.15		fva	wh	vfs	118.13–118.15	bi >> ho, opx, cpx	H, C > T	gl (n): 1.498 ho (n ₂): 1.666–1.675 (1.670), 1.692	TE-5 (J4)	納谷ほか (2017)
GS-FB-1	37.45–37.50	5 cm	sm	ms–cs		37.47–37.49	opx, ho > cpx, mg	T	gl (n): 1.503–1.511, 1.530–1.535 (1.532) ho (n ₂): 1.670–1.686, 1.691–1.694 opx (γ): 1.696–1.706 (1.704)	Yk2 +	本報告
						82.65–82.68	opx > cpx, mg		opx (γ): 1.716–1.721 (1.718–1.720)		
						82.60–82.93	33 cm	pm	wh–gr	< 15 mm	82.76–82.79
						82.88–82.91	opx > cpx > mg		opx (γ): 1.714–1.719 (1.717–1.718)		
GS-FB-3	107.75–108.00	25cm	pm	wh	cs–vcs	107.83–107.86	ho > cum, mg	T	gl (n): 1.502–1.504 (1.503), 1.506 ho (n ₂): 1.666–1.672 cum (n ₂): 1.657–1.665 (1.658–1.659)	Yb5	本報告
	117.25–117.35	10 cm	pm	wh–gr	< 3 mm	117.33–117.35	opx, cpx > mg		opx (γ): 1.708–1.716 (1.712–1.714)	Yb0	本報告
	117.90–118.00	10 cm	pm	yw–gr	vcs–ms	117.93–117.96	opx > cpx, mg		opx (γ): 1.699–1.706 (1.703–1.704)	Yb0G	本報告
	GS-CB-1	83.25–83.59	34 cm	pm	wh	< 15 mm	83.38–83.40	opx, cpx, mg		opx (γ): 1.714–1.724 (1.719)	
83.43–83.45							opx, cpx, mg		opx (γ): 1.711–1.722 (1.720–1.721)	Km2	本報告
93.55–94.01		46 cm	pm	wh–gr	< 10 mm	93.65–93.68	opx > mg > cpx		opx (γ): 1.714–1.721 (1.717–1.718)		
						93.77–93.80	opx > mg >> cpx		opx (γ): 1.711–1.721 (1.719–1.720)		
						93.84–93.87	opx > mg >> cpx		opx (γ): 1.714–1.721 (1.718–1.719)	Km2	納谷ほか (2016)
	93.94–93.97					opx > mg, cpx		opx (γ): 1.715–1.722 (1.719)			
115.07–115.08	1 cm	pm	wh	fs	115.07–115.08	ho > mg > cum	T	gl (n): 1.500–1.503 (1.501) ho (n ₂): 1.664–1.672 cum (n ₂): 1.656–1.662 (1.658)	Yb5	納谷ほか (2016)	
GS-CB-5	109.80–110.00	> 20 cm	pm	wh–gr	< 15 mm	109.88–109.90	opx, cpx, mg		opx (γ): 1.714–1.724 (1.718)		
						109.97–109.99	opx, cpx, mg		opx (γ): 1.713–1.724 (1.716, 1.720–1.722)	Km2	納谷ほか (2016)
fva: fine vitric tuff, pm: pumice, sm: scatter in mud, wh: white, gr: gray, yw: yellow, ywbr: yellowish brown, ywwh: yellowish white, pugr: purplish gray vfs: very fine sand size, fs: fine sand size, ms: medium sand size, cs: coarse sand size, vcs: very coarse sand size opx: orthopyroxene, cpx: clinopyroxene, ho: hornblende, cum: cummingtonite, bi: biotite, mg: magnetite, H, C, T: shape type of glass shards (Yoshikawa, 1976)											

GS-TM-1: 深度 65.40 (孔底) ～ 63.90 m, 標高 -25.47 (孔底) ～ -23.97 m

層相 本層は 4 つのコアの最下部に観察されるが、いずれのコアも本層の基底までは達していない (第 3.1 図)。観察された範囲において本層は、下部と上部に分けられる (第 3.1 図)。

下部は生物擾乱の発達した淘汰の悪い泥質砂層～砂質泥層を主体とし、部分的に貝殻片が観察され、貝殻片が混じる地層よりも下位に礫混じりの砂層が認められる場合もある (第 3.1 図)。GS-MD-1 と GS-KW-2 の本層下部には TE-5 テフラ (J4 テフラ) に対比されるテフラが認められる。

上部は斜交葉理が発達した分級の良い細粒～中粒砂

層からなり、薄い泥層を挟むことがある (第 3.1 図)。上部の最上部は中粒砂～極粗粒砂の砂層からなり、GS-MD-1 ではしばしば中礫を含む。白斑状生痕化石 *Macaronichnus segregatis* が多産する。GS-FB-1 コアでは上部のみが観察される。上部は全体的に上方粗粒化する。

本報告書第 6 章の透水層区分における YK-S4 透水層は、地蔵堂層に相当すると考えられる。大部分は地蔵堂層上部に対応すると考えられるが、YK-S4 透水層の下部に見られる砂泥互層は、地蔵堂層下部に相当する可能性がある。ボーリング地点 InzC-IU (第 6 章参照) では、この砂泥互層の上部に粗粒砂サイズの発泡のよい厚さ 13 cm のゴマシオ火山灰が認められる (風岡ほか, 2013)。

弾性波速度 弾性波速度は GS-MD-1 と GS-KW-2 ボーリング孔で検層結果が得られている。下部の礫混じりの砂層の S 波速度は 400 ～ 510 m/s、泥質砂層の S 波速度は 350 ～ 450 m/s の範囲の値を示す。上部（下部）の砂層では S 波速度が 350 ～ 400 m/s の範囲の値を示し、上部（上部）の礫混じり砂層では S 波速度が 400 ～ 620 m/s の範囲でやや高い値を示す。

テフラ

TE-5 (J4) テフラ：GS-MD-1 コアの 118.3 ～ 118.15 m 及び GS-KW-2 コアの 108.92 m 付近には、黒雲母を多く含むのが特徴的な火山ガラスを主体としたテフラが挟在する（納谷ほか，2017；中澤・田辺，2011）。火山ガラスの屈折率（ n ）は 1.498 ～ 1.499 にモードを示し、GS-KW-2 コアでは 1.502 にモードを示すやや高い屈折率の火山ガラスも含まれる（第 3.1 表）。また、GS-MD-1 では、重鉱物として普通角閃石を含み、その屈折率（ n_2 ）は 1.666 ～ 1.675（1.670、括弧内はモード値、以下同じ）、1.692 を示す（第 3.1 表；納谷ほか，2017）。これらの特徴は、大磯丘陵の中部更新統に挟まる TE-5 テフラ（町田・新井，2003）の特徴と一致することから、これらのテフラは TE-5 テフラに対比される。TE-5 テフラは地蔵堂層の J4 テフラに対比されている（徳橋・遠藤，1984）。

年代 TE-5 テフラの降灰層準は MIS 11 のピーク付近と考えられているため（中澤ほか，2009）、地蔵堂層は MIS 11 を中心とした時期に形成されたと考えられている（増田・中里，1988；中里，1997；中里・佐藤，2001）。

堆積環境 下部は、海生貝化石を含むことから海底下で堆積したと考えられる。生物擾乱を受けた泥質堆積物であることから、波浪の影響の少ない静穏な環境が考えられ、内湾環境で堆積したと推定される。上部は分級の良い斜交葉理が発達した砂層からなる。下位の内湾環境から推移することから、内湾沿岸域の砂浜環境で堆積したと考えられる。最上部は、菊地（1972）により白斑状生痕化石と呼ばれ、前浜（潮間帯）の指標とされる *Macaronichnus segregatis*（Clifton and Thompson, 1978；奈良，1994；Seike, 2009）が多産することから、前浜環境で堆積したと考えられる。

3. 2 ^{やぶ} 藪層 (Yb)

命名・定義 坂倉（1935）に基づき、徳橋・遠藤（1984）が再定義。下位の地蔵堂層を整合または軽微な不整合で覆い、上位の上泉層に同様に整合または軽微な不整合で覆われる。

模式地 木更津市藪及び宿周辺（姉崎図幅内）

基準ボーリング地点の分布深度・標高

GS-CB-1: 深度 120（孔底）～ 100.87 m、標高 -92.63（孔底）～ -73.50 m、

GS-FB-1: 深度 118.10 ～ 84.10 m、標高 -100.01 ～

-66.01 m、

GS-FB-3: 深度 110（孔底）～ 95.67 m、標高 -106.52（孔底）～ -92.19 m、

GS-MD-1: 深度 93.02 ～ 66.40 m、標高 -64.08 ～ -34.06 m、

GS-KW-2: 深度 84.6 ～ 73.27 m、標高 -59.22 ～ -47.89 m、

GS-SN-1: 深度 60.00（孔底）～ 53.18 m、標高 -38.31 ～ -31.49 m、

GS-IZ-1: 深度 60.00（孔底）～ 44.75 m、標高 -31.52 ～ -16.27 m、

層相 本層は、下部、中部、上部に分けられる（第 3.1 図）。

下部は黒色の有機質泥層～砂質泥層からなり、植物根化石が観察される（第 3.1 図）。また、複数の軽石質テフラ層を挟在する。基底部は、下位の地蔵堂層最上部の砂層から漸移する。

中部は、巣穴化石が多産し生物擾乱が顕著に認められ、貝殻片を含む泥質砂～砂質泥層からなる（第 3.1 図）。下部とは明瞭な層相境界で接する。

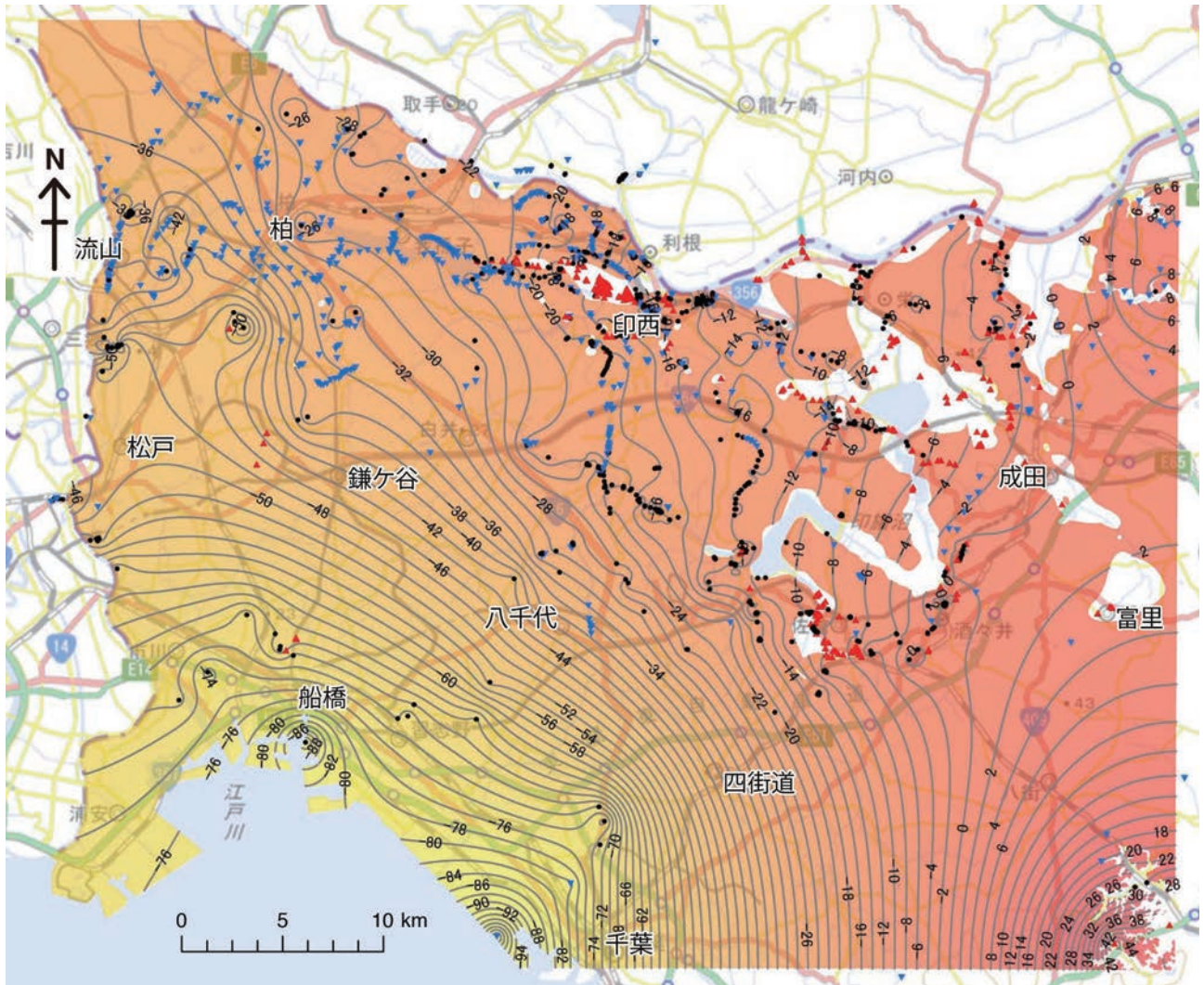
上部はさらに下部と上部に分けられる（第 3.1 図）。このうち下部は、貝殻片を含む分級の良い極細粒砂を主体とし、しばしば平行葉理及び斜交葉理が観察され、シルトの薄層を挟むことがある。GS-FB-3 及び GS-KW-2 では、やや分級の悪い泥質砂が多く観察される。上部は分級の良い細粒～中粒砂からなり、平行葉理と斜交葉理が観察される。白斑状生痕化石 *Macaronichnus segregatis* が多産する。GS-FB-3 では、上位の上泉層基底の砂層に侵食されて上部は観察されない。

本報告第 6 章の YK-S3 透水層は、概ね藪層上部に、本報告書第 6 章の YK-C3 難透水層は概ね藪層下部にそれぞれ相当すると考えられる。藪層下部に相当する YK-C3 難透水層では、層厚 5 cm 程度のシルトサイズの白色ガラス質テフラが認められる。

弾性波速度 本層下部の有機質泥層や泥層では、S 波速度は 300 ～ 370 m/s の範囲の値を示す。中部の泥質砂～砂質泥層では、S 波速度は 300 ～ 410 m/s の範囲の値を示す。上部の砂層では、S 波速度は 300 ～ 550 m/s の範囲を示し、上方に向かって S 波速度が大きくなる傾向が複数のボーリング孔で認められる。

テフラ

Yb0 及び Yb0G テフラ：Yb0 テフラ及び Yb0G テフラは、藪層基底付近に挟在する軽石質テフラである（佐藤，1993）。Yb0 テフラは、直方輝石（斜方輝石、以下直方輝石と記す）の屈折率（ γ ）モードがやや高めの 1.714 付近を示し、Yb0G テフラは 1.704 ～ 1.706 付近を示すという特徴を持つ（佐藤，1993）。GS-MD-1 コアの深度 92.73 ～ 92.85 m、92.20 ～ 92.30 m、GS-FB-1 コアの深度 117.90 ～ 118.00 m に挟在する軽石質テフラは、これまで知られている範囲よりやや広いレンジを持つが、直方輝石の屈折率（ γ ）モードが 1.703 ～ 1.705 付近に示すことから（第 3.1 表）、Yb0G テフラに対比される（納谷ほか，2017）。GS-FB-1 コアの深度 117.25 ～ 117.35 m に挟在する軽石質テフラは、直方輝石の屈折率（ γ ）が



第 3.2 図 上泉層の分布と基底面の等高線図 (単位 T.P.+ m)

上泉層は等高線で示した範囲に分布する。黒地点、赤三角地点、青逆三角地点は基底面のモデリングに使用したボーリングデータ地点を示す。黒地点は指定標高が基底面に相当するデータ地点、赤三角地点は指定標高よりも上に基底面が存在するデータ地点、青逆三角地点は指定標高よりも下に基底面が存在するデータ地点。基図は地理院地図を使用。

やや高めの 1.708 ~ 1.716 (1.712 ~ 1.714) を示すことから (第 3.1 表), Yb0 テフラに対比される。

Yb1 及び Kkt テフラ : Yb1 テフラは藪層下部に挟在する火山ガラスを主体とするガラス質テフラで (徳橋・遠藤, 1984), 黒雲母を含む特徴を持つ。これらの特徴から Yb1 テフラは, 中部地方に分布する大町 APm テフラ群のいずれかに対比されると考えられている (町田・新井, 2003)。GS-MD-1 の深度 91.30 ~ 92.04 m の有機質泥層には, 肉眼では分かりづらいが, 水洗により泥分を除去することにより火山ガラスや重鉱物が多く含まれることが確認された (納谷ほか, 2017)。このテフラに含まれる火山ガラスの屈折率 (n) は 1.497 ~ 1.499 (1.498), 1.501 ~ 1.502 と 2 つのレンジを示し, 重鉱物は普通角閃石を多く含み, 直方輝石, カミングトン閃石, 黒雲母を含む (第 3.1 表)。このうち, 1.498 にモードを持つ低屈折率の火山ガラスは Yb1 に対比さ

れる。一方, 1.501 ~ 1.502 の高めの屈折率を示す火山ガラスは Kkt (加久藤) テフラに対比される可能性がある (第 3.1 表; 納谷ほか, 2017)。

Yb5 テフラ : Yb5 テフラは, 町田ほか (1974) や杉原ほか (1978) が GoP₁ と呼んだ軽石層に相当する軽石質テフラである。GS-CB-1 コアの深度 115.07 ~ 115.08 m に挟在する, 細粒砂サイズの白色軽石からなる層厚約 1 cm のテフラ層, GS-FB-1 コアの深度 107.75 ~ 108.00 m に挟在する粗粒~極粗粒砂サイズの白色軽石の密集層は, 普通角閃石とカミングトン閃石を多く含み, Yb5 テフラの特徴を有する (第 3.1 表)。普通角閃石の屈折率 (n_2) は, 1.664 ~ 1.672 を示し, カミングトン閃石の屈折率 (n_2) は, 1.656 ~ 1.665 (1.658 ~ 1.659) を示す (第 3.1 表)。軽石の火山ガラスの屈折率は 1.500 ~ 1.504 (1.501) であり (第 3.1 表), Yb5 テフラに対比される。

年代 藪層は準広域テフラともいえる Yb1 テフラ (APms に対比) や Yb5 テフラ (GoP₁ に対比) を挟むことから MIS 9 を中心とした時期に形成されたと考えられている (中里・佐藤, 2001)。

堆積環境 本層下部は、植物根化石を含み有機質な泥層を挟むことから、陸上の湿地や氾濫原で堆積したものと考えられる。中部は、海生貝化石を含むことから海水の影響下で堆積したと考えられる。生物擾乱が発達した泥質堆積物を主体とすることから、内湾などの比較的静穏な環境で形成されたと考えられる。上部は内湾の沿岸帯の海浜から潮間帯 (前浜) で堆積したと考えられるが、GS-FB-3 や GS-KW-2 では泥質堆積物が多いことから内湾で堆積したと考えられる。

3. 3 ^{かみいずみ}上泉層 (Km)

命名・定義 三土 (1937) に基づき、徳橋・遠藤 (1984) が再定義。下位の藪層を整合または軽微な不整合で覆い、上位の清川層に同様に整合または軽微な不整合で覆われる。

模式地 市原市上泉及び川原井周辺 (姉崎図幅内)

基底面の分布形態 千葉市、船橋市、八千代市、松戸市、柏市、^{ながれやま}流山市にかけた範囲では、およそ西北西～東南東方向に走向を持ち東京湾に向かって傾斜する形態を示す (第 3.2 図)。千葉市～船橋市の埋立地側では、標高 -90 m よりも深く分布するのに対し、柏市や流山市付近では -40 m よりも浅い分布となる。千葉市よりも東側の地域では、走向がほぼ南北で、東側 (太平洋側) で浅く、西側 (東京湾側) に向かって深く傾斜する形態を示す。富里市、成田市、印西市、柏市にかけた範囲では、それよりも南側や西側の地域と比べて傾斜が緩く、やや平坦な分布形態を示す (第 3.2 図)。

基準ボーリング地点の分布深度・標高

GS-CB-1 : 深度 100.87 ~ 79.70 m, 標高 -73.50 ~ -52.33 m

GS-CB-5 : 深度 110.00 (孔底) ~ 92.70 m, 標高 -105.70 (孔底) ~ -88.40 m

GS-FB-1 : 深度 84.10 ~ 60.11 m, 標高 -66.01 ~ -42.02 m

GS-FB-3 : 深度 95.67 ~ 62.60 m, 標高 -92.19 ~ -59.12 m

GS-MD-1 : 深度 66.40 ~ 51.14 m, 標高 -37.46 ~ -22.20 m

GS-KW-2 : 深度 73.27 ~ 54.62 m, 標高 -47.89 ~ -19.24 m

GS-KW-3 : 深度 50.70 (孔底) ~ 39.68 m, 標高 -31.61 (孔底) ~ -20.59 m

GS-NY-1 : 深度 60.2 (孔底) ~ 31.45 m, 標高 -43.34 (孔底) ~ -17.59 m

GS-SN-1 : 深度 53.18 ~ 39.85 m, 標高 -31.49 ~ -18.16 m

層相 本層は下部、中部、上部に分けられる (第 3.1 図)。

下部は、斜交層理が発達し直径 15 mm 程度の礫を含む極粗粒～中粒砂と、その上位の植物根化石を含み最上部付近に腐植層が見られる泥層からなる (第 3.1 図)。砂層は GS-FB-3 及び GS-KW-2 にて 10 m ほどの層厚が

あるが、他のコアでは GS-CB-1 の本層基底部に薄く挟まる以外はほとんど観察されない。GS-FB-1 では泥層のみが観察される。GS-MD-1 では本層下部は観察されない。下部最上部の腐植層の中には、後述するように、Km2 テフラに対比される粗粒軽石質テフラが認められることが多い。本報告第 6 章の YK-C2 難透水層は、概ね上泉層下部に相当すると考えられる。

中部は、貝殻片を含み巢穴化石が多く観察され生物擾乱が顕著に認められる砂質泥～泥質砂からなる (第 3.1 図)。GS-FB-3 では、泥層と泥質極細粒砂の細互層が観察される。

上部はさらに下部、中部、上部に分けられる。このうち下部は、基底部は下位と明瞭な層相境界で接し貝殻片が密集する中粒～粗粒砂からなり、その上位は貝殻片を含む極細粒砂と泥層の互層からなり生物擾乱がみられる。中部は、平行葉理及び斜交葉理が発達する極細粒砂～細粒砂からなる。上部は、分級の良い細粒～中粒砂からなり、白斑状生痕化石 *Macaronichnus seg-regatis* が多産する。なお上部は、GS-FB-1 と GS-NY-1 で観察され、他のコアでは上位の清川層下部に侵食され観察されない。

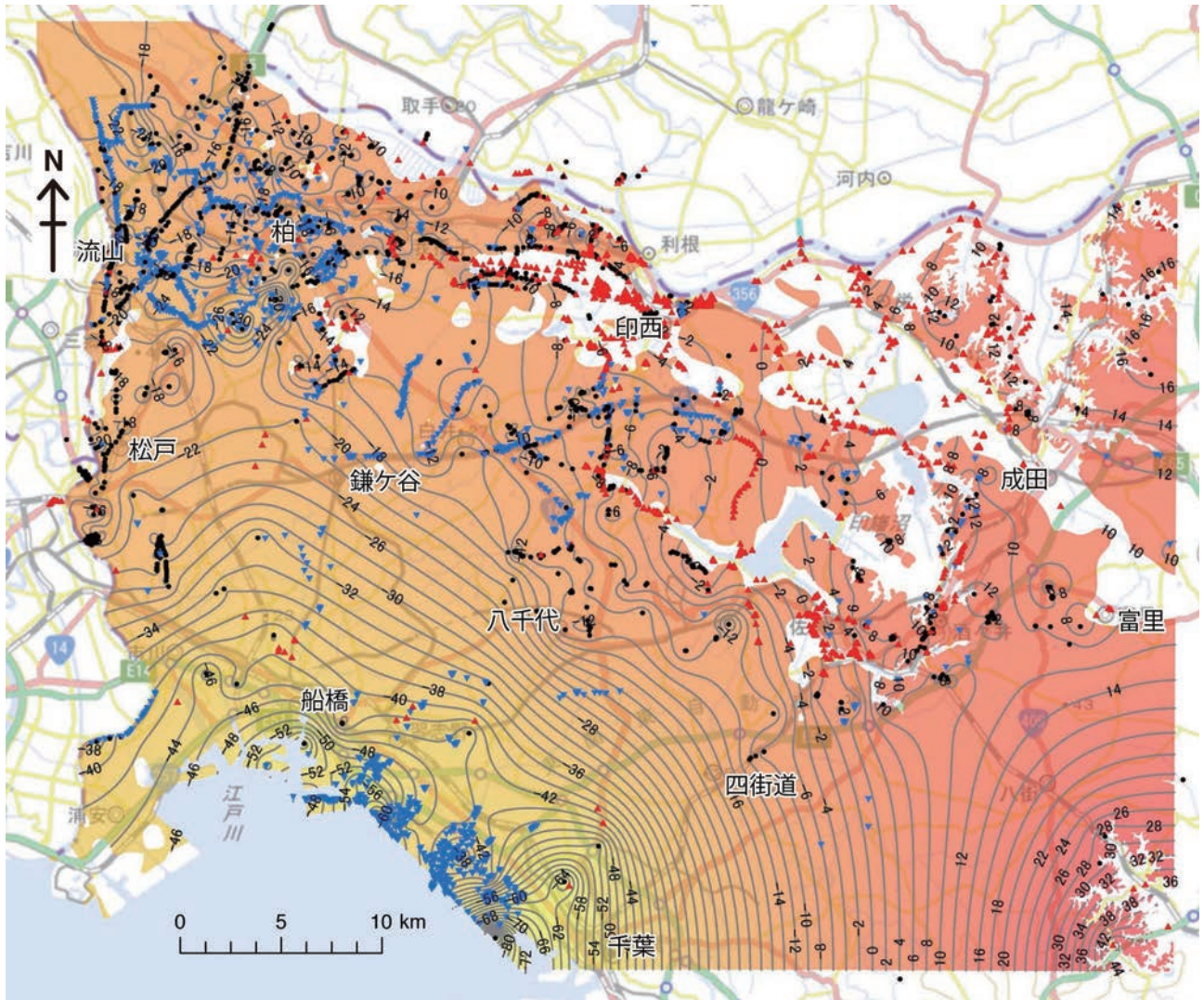
本報告第 6 章の YK-S2 透水層は、上泉層中～上部に概ね相当すると考えられる。

N 値及び弾性波速度 本層下部の礫を含む砂層では、S 波速度は 370 ~ 630 m/s の範囲の値を示し、その上位の泥層では、330 ~ 380 m/s の範囲の値を示す。本層中部の砂質泥層では、300 ~ 440 m/s の範囲の値を示す。本層上部の泥質砂層～砂層では、260 ~ 470 m/s の範囲の値を示し、400 m/s 以上の比較的高い値は貝殻密集層に対応する。

本層における N 値は、泥層では 10 ~ 30 の値を示すことが多いが、10 以下の低い値を示すこともある。砂層及び礫層については 40 ~ 50 以上の値を示す事が多いが、調査地域北東部の本層の分布標高が高く地表に近い場所では、砂層であっても 20 ~ 30 程度の比較的低い N 値を示す場合が多い。

テフラ

Km2 テフラ : Km2 テフラは上泉層下部に挟在する軽石質テフラで、大磯丘陵の TCu-1 テフラに対比される。基準ボーリングコアでは、GS-FB-1 コアの深度 82.60 ~ 82.93 m, GS-FB-3 コアの深度 83.25 ~ 83.59 m, GS-CB-1 コアの深度 93.55 ~ 94.01 m, GS-CB-5 コアの深度 109.80 ~ 110.00 m, GS-NY-1 コアの深度 56.38 ~ 56.08 m に挟在する。灰～白色の粗粒軽石からなる両輝石型のテフラで、1.718 ~ 1.720 付近の比較的高い直方輝石の屈折率モードをもつのが特徴である (第 3.1 表 ; 中里・佐藤, 1988)。Km2 テフラは、上泉層下部まで達しているほとんどのボーリングコアに挟在することが確認されたほか、八千代市から印西市にわたる地域で実施されたボーリング調査において、YK-C2 難透水層中に多くの地点で確認されており (吉田ほか, 2014,



第 3.3 図 清川層の分布と基底面の等高線図 (単位 T.P.+ m)

清川層は等高線で示した範囲に分布する。黒地点、赤三角地点、青逆三角地点は基底面のモデリングに使用したボーリングデータ地点を示す。黒地点は指定標高が基底面に相当するデータ地点、赤三角地点は指定標高よりも上に基底面が存在するデータ地点、青逆三角地点は指定標高よりも下に基底面が存在するデータ地点。基図は地理院地図を使用。

2017), 千葉県北部地域において上泉層の層準を知る上で重要な鍵層であるといえる。

年代 上泉層は, MIS 7e を中心とした時期に堆積したと考えられている (中里・佐藤, 2001)。

堆積環境 本層下部の砂層は粗粒な砂質堆積物からなり斜交層理が発達することから, 河川チャンネルで形成されたと考えられる。またその上位の泥層は, 植物根化石を含み有機質な泥層を挟むことから, 陸上の湿地や氾濫原で堆積したものと考えられる。中部は, 生物擾乱を受けた泥質堆積物を主体とすることから, 内湾などの比較的静穏な環境で形成されたと考えられる。上部をさらに下部, 中部, 上部に3分したうちの下部は生物擾乱を受けた泥質堆積物を主体とすることから内湾などの環境が考えられるが, 基底部の貝殻片が密集する粗粒堆積物は, 海進時に波浪や潮汐流などの高エネルギー環境下で形成された可能性がある。一方,

中部以上の砂層は内湾の沿岸帯の海浜で, 上部の *Macaronichnus segregatis* が多産する砂層は前浜で堆積したと考えられる。

3. 4 清川層 (Ky)

命名・定義 植田 (1930) の名称に基づき, 徳橋・遠藤 (1984) が地層区分を再定義。下位の上泉層を整合または軽微な不整合で覆い, 上位の横田層に整合に覆われ, 木下層以上の地層に不整合で覆われる。

模式地 袖ヶ浦市大鳥居付近 (姉崎図幅内)

基底面の分布形態 千葉市, 船橋市, 八千代市, 松戸市にかけた範囲では, およそ西北西～東南東方向に走向を持ち東京湾に向かって傾斜する形態を示す (第 3.3 図)。基底深度については, 千葉市～船橋市の埋立地側では, 標高 -50 m よりも深く分布し特に GS-CB-5 コア

の地点では標高 -80 m に達する。陸側の松戸市や鎌ヶ谷市付近では -20 m よりも浅い分布となり、-20 m よりも浅い部分では傾斜は緩くなり平坦に近い形状となる。千葉市よりも東側の地域では、走向がほぼ南北で、東側（太平洋側）で浅く、西側（東京湾側）に向かって深く傾斜する形態を示す（第 3.3 図）。本地域北側の、白井市～成田市にかけた地域では、南北の走向をもつものの、それよりも南側より傾斜が緩く東側に向かって徐々に標高が高くなる形態を示す（第 3.3 図）。調査地域西部の、浦安市から松戸市にかけた範囲では、南西～北東方向の走向を持ち、東京湾に向かって深く傾斜する形態を示す（第 3.3 図）。

基準ボーリング地点の分布深度・標高

GS-CB-1：深度 79.70 ～ 44.20 m，標高 -52.33 ～ -16.83 m

GS-CB-5：深度 92.70 ～ 56.45 m，標高 -88.40 ～ -52.15 m

GS-FB-1：深度 60.11 ～ 37.90 m，標高 -42.02 ～ -19.81 m

GS-FB-2：深度 60.00（孔底）～ 47.00 m，標高 -56.44（孔底）～ -43.44 m

GS-FB-3：深度 62.60 ～ 35.33 m，標高 -59.12 ～ -31.85 m

GS-MD-1：深度 51.14 ～ 36.93 m，標高 -22.20 ～ -7.99 m

GS-KW-1：深度 50.00（孔底）～ 34.57 m，標高 -24.96（孔底）～ -9.53 m

GS-KW-2：深度 54.62 ～ 上限は不明，標高 -29.24 ～ 上限は不明，

GS-NY-1：深度 34.45 ～ 31.28 m，標高 -17.59 ～ -14.42 m
層相 下部，中部，上部に分けられる（第 3.1 図）。

下部は、植物根化石を含む泥層と斜交層理が発達した細粒～極粗粒砂層の互層からなる。泥層にはしばしば植物片が含まれる（第 3.1 図）。下部の層厚は GS-MD-1 と GS-FB-1 において、約 3 ～ 5 m 程度、GS-FB-3 と GS-CB-1 では約 7 m，GS-CB-5 では約 12 m であり、地点によって異なる。

中部は、GS-CB-1 と他のコアで層相の特徴が異なるので、最初に GS-CB-1 以外のコアについてその特徴を述べる。中部の基底部は貝殻片が密集する細粒～中粒砂層からなり、下位とは明瞭な層相境界で接する（第 3.1 図）。この砂層の層厚は GS-MD-1，GS-FB-1，GS-FB-2，GS-FB-3 においては 50 cm 程度であるが、GS-CB-5 では厚く約 6 m に達する。その上位は、巣穴化石が観察され生物擾乱が発達した砂質シルトとシルト質極細粒砂の互層からなる。この極細粒砂には細かい貝殻片、平行葉理、斜交葉理が頻繁に観察される（第 3.1 図）。

上部（下部）は、平行葉理や斜交葉理が発達する分級の良い極細粒～細粒砂からなり、このユニットの下部には貝殻片が含まれる（第 3.1 図）。上部（上部）は分級の良い細粒砂～中粒砂からなり、白斑状生痕化石 *Macaronichnus segregatis* が多産する。上部（上部）は GS-FB-1 と GS-FB-3 のみに観察される。

GS-CB-1 における本層中部と上部は全体が砂層からなる（第 3.1 図）。中部は斜交葉理が発達する分級の良い細粒砂からなり、基底部には貝殻片が混じる。上部

基底部は貝殻片を含む中粒～粗粒砂からなり、その上は平行葉理と斜交葉理が発達する分級の良い極細粒砂、さらに上部は中粒砂に移行する。

本報告第 6 章の YK-S2 透水層の一部には清川層下部の砂層と礫層が含まれ、YK-C1 難透水層は、清川層下～中部に相当し、YK-S1 透水層の最下部は清川層上部に相当すると考えられる。YK-C1 難透水層では、清川層下部と考えられる緑灰色シルト層の直上に白色のガラス質テフラ及び軽石質テフラが挟まる場合がある。

N 値及び弾性波速度 本層下部では、S 波速度は 310 ～ 540 m/s の範囲の値を示し、礫層や粗粒な砂層では 400 m/s 以上の値を示す場合がある。本層中部では、S 波速度は 260 ～ 360 m/s の範囲の値を示すが、砂層が厚い GS-CB-1 と GS-CB-5 コアでは 310 ～ 640 m/s とやや高い値を示す。本層上部では、350 ～ 640 m/s の範囲の値を示す。

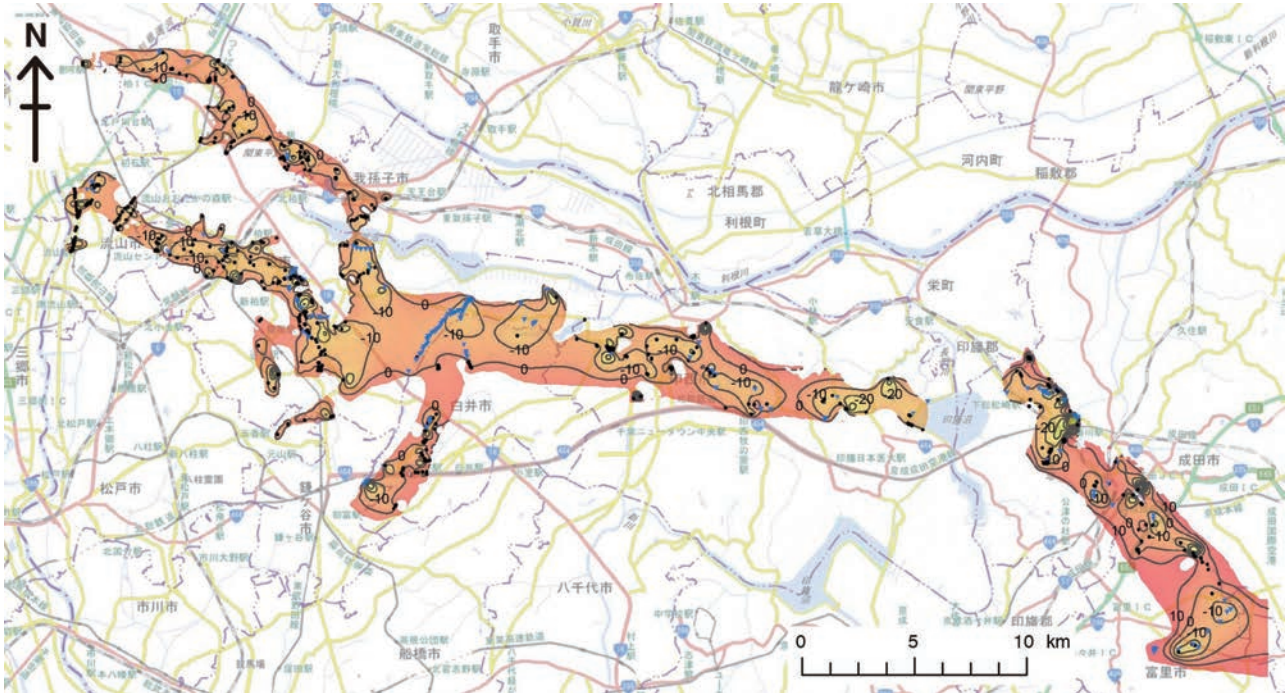
本層における泥層の N 値は 20 ～ 40 程度の値を示すことが多いが 10 ～ 20 程度の低い値を示すこともある。砂層及び礫層の N 値は 30 ～ 50 以上を示すことが多い。本層を覆う木下層や沖積層との境界付近では、やや低い値を示すことがあり、砂層であっても 20 以下の値を示すことがある。

テフラ

模式地である姉崎地域では鍵テフラ層（Ky1 ～ Ky4 テフラ）が挟在するが、本地域の基準ボーリングコアからは、これらのテフラ層は見つかっていない。これらのうち Ky3 テフラは高屈折率の直方輝石を含む特徴から、大磯丘陵の TB-8 に対比されており（杉原ほか，1978；徳橋・遠藤，1984），本地域では印旛沼周辺から成田市荒海川流域にかけての清川層下部のシルト層に挟在する（杉原，1980；徳橋・遠藤，1984；中里，1993；成田層古環境団体研究グループ，1996）。印西市岩井戸における Ky3 は直方輝石，単斜輝石，普通角閃石を含む径 2 ～ 4 mm のスコリア混じり軽石質テフラで、直方輝石の屈折率 (γ) は 1.717 ～ 1.733 を示す（中里，1993）。

年代 清川層は MIS 7c を中心とした時代に堆積したと考えられている（中里・佐藤，2001）。

堆積環境 本層下部は、植物根化石を含む泥層と砂層の互層と斜交層理が発達する砂層からなるので、陸上の氾濫原や河川チャネルで堆積したと考えられる。中部は、生物擾乱が発達した泥質堆積物を主体とすることから内湾などの環境が考えられる。上部の砂層は内湾沿岸域の海浜で堆積したと考えられ、最上部の *Macaronichnus segregatis* が多産する砂層は、前浜で堆積したと考えられる。中部と上部の基底部にみられる貝殻片が密集する砂質堆積物は、海進時に波浪や潮汐流などが卓越する高エネルギー環境下で形成された可能性がある。



第 3.4 図 木下層下部の分布と基底面の等高線図 (単位 T.P.+m)

木下層下部は等高線で示した範囲に分布する。黒地点、赤三角地点、青逆三角地点は基底面のモデリングに使用したボーリングデータ地点を示す。黒地点は指定標高が基底面に相当するデータ地点、赤三角地点は指定標高よりも上に基底面が存在するデータ地点、青逆三角地点は指定標高よりも下に基底面が存在するデータ地点。基図は地理院地図を使用。

3. 5 横田層

命名・定義 徳橋・遠藤 (1984) が命名。下位の清川層を整合に覆い、木下層以上の地層に不整合で覆われる。

模式地 袖ヶ浦市大鳥居付近 (姉崎図幅内)

基準ボーリング地点の分布深度・標高

GS-CB-1 : 深度 44.20 ~ 33.03 m, 標高 -16.83 ~ -5.66 m

GS-FB-1 : 深度 37.90 ~ 23.52 m, 標高 -19.81 ~ -5.43 m

GS-FB-2 : 深度 47.00 ~ 36.78 m, 標高 -43.44 ~ -33.22 m

GS-FB-3 : 深度 35.33 ~ 15.20 m, 標高 -19.81 ~ -5.43 m

GS-KW-1 : 深度 34.57 ~ 19.50 m, 標高 -9.53 ~ 5.54 m

層相 本層下部は、斜交葉理が発達する細粒～中粒砂と、植物根化石を含む泥層からなり、GS-FB-1 では腐植層が観察される (第 3.1 図)。上部は、巢穴化石が観察される泥質砂～中粒砂、及び平行葉理と斜交葉理が観察される細粒～中粒砂からなる。GS-CB-1 では、巢穴化石が観察される細粒砂からなる。本層の層相は地点によって異なるうえ、沖積層の分布域では上部が沖積層の基底によって侵食されているため、上位の木下層との関係を判断することは難しいことが多い。

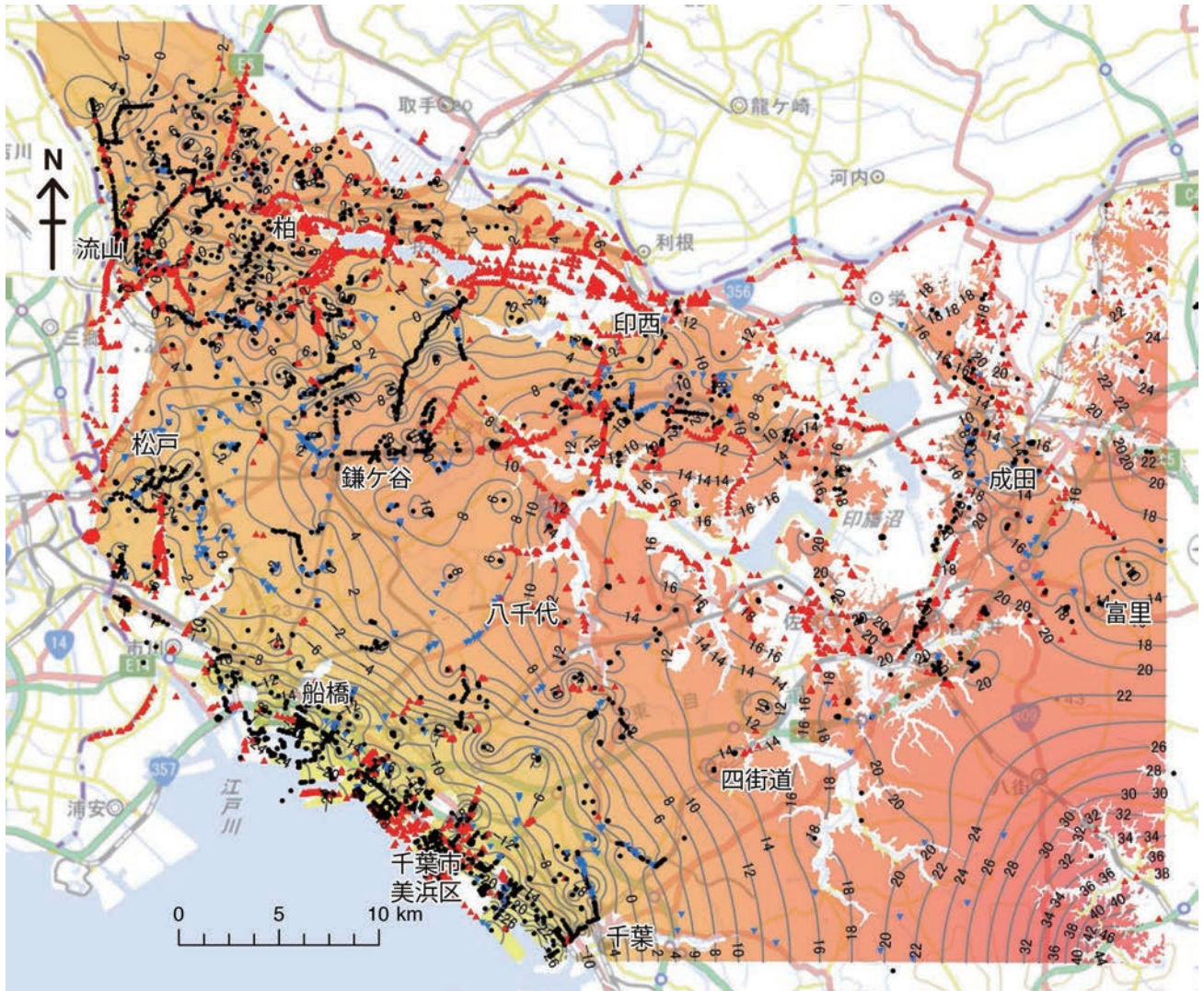
N 値及び弾性波速度 本層の S 波速度は、160 ~ 560 m/s の範囲の値を示す。本層の上部に分布する泥層では S 波速度は 160 ~ 200 m/s と比較的小さい値を示す。

既存ボーリング柱状図データでは横田層と清川層の区別が難しいため、全体の N 値の分布は分からないが、

GS-FB-3 コア周辺のデータを参考にとすると、泥層では 10 以下の値を示し、砂層では 20 ~ 40 程度の値を示すことが多い。

テフラ

Yk2 テフラ Yk2 テフラは横田層の模式地において、本層下部の有機質泥層中に含まれる軽石質テフラで (徳橋・遠藤, 1984), 直方輝石の屈折率 (γ) モードが 1.704 を示す特徴を有する (千葉県立中央博物館, 1992 ; 小松原ほか, 2004)。GS-FB-1 コアの深度 37.45 ~ 37.50 m に挟在する。層厚 5 cm で、中粒～粗粒砂サイズの軽石質テフラが有機質泥層中に高密度で散在する。重鉱物は直方輝石と普通角閃石を多く含み、単斜輝石と磁鉄鉱も含まれる (第 3.1 表)。直方輝石の屈折率 (γ) は、1.696 ~ 1.706 の範囲を示し、1.704 にモードを持つ (第 3.1 表)。普通角閃石の屈折率 (n_2) は 1.670 ~ 1.686 と 1.691 ~ 1.694 の範囲を示す (第 3.1 表)。軽石の火山ガラスは多孔型を主体とする。この火山ガラスの屈折率 (n) は 1.530 ~ 1.535 の範囲を示し 1.532 にモードを持つ (第 3.1 表)。この層準には、細粒～中粒砂サイズの白色多孔型ガラスを主体とする火山ガラスも含まれる。この火山ガラスの屈折率 (n) はやや低く 1.503 ~ 1.511 の範囲を示す (第 3.1 表)。火山ガラスの屈折率が複数のレンジを示すため、この層準には複数のテフラが混在していると考えられるが、1.704 の屈折率モードを示す直方輝石を含むことから、少なくとも Yk2 テフラが含まれると考えられる。



第 3.5 図 木下層上部の分布と基底面の等高線図 (単位 T.P.+m)

木下層上部は等高線で示した範囲に分布する。黒地点、赤三角地点、青逆三角地点は基底面のモデリングに使用したボーリングデータ地点を示す。黒地点は指定標高が基底面に相当するデータ地点、赤三角地点は指定標高よりも上に基底面が存在するデータ地点、青逆三角地点は指定標高よりも下に基底面が存在するデータ地点。基図は地理院地図を使用。

年代 横田層は MIS 7a を中心とした期間に堆積したと考えられている (中里・佐藤, 2001)。

堆積環境 本層下部は、植物根痕化石を含む泥層、腐植層及び砂層からなるので、陸上の氾濫原で堆積したと考えられる。上部については、コアによって層相が異なり推定するのが難しいが、生痕化石を多く含み、一部のコアでは貝殻片が認められることから海底下で堆積したと考えられ、干潟や内湾底などで堆積した可能性が考えられる。

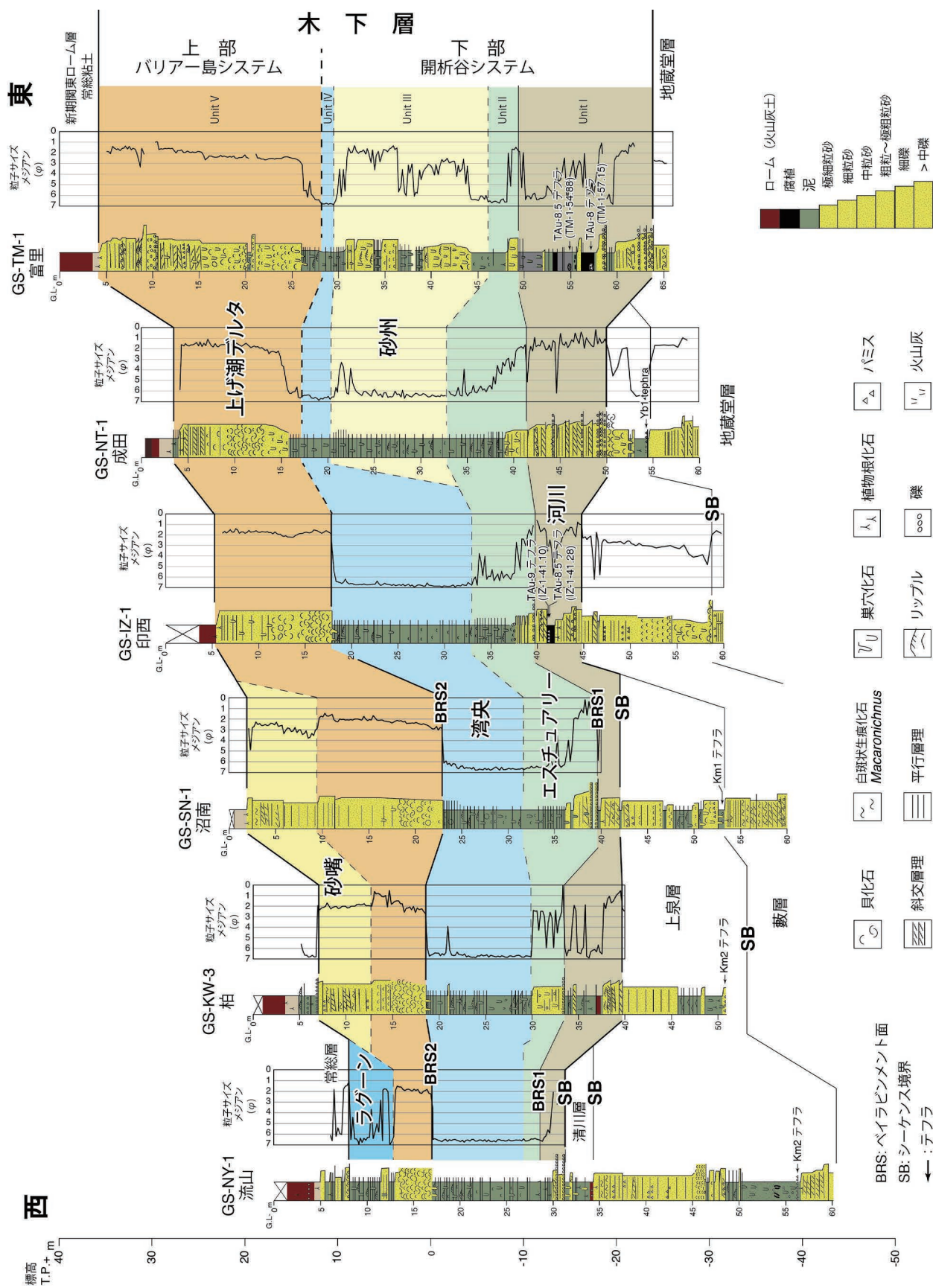
3. 6 ^{きおろし} 木下層 (Ko)

命名・定義 槇山 (1931) の木下亜階に基づき、徳橋・遠藤 (1984) が再定義。横田層以下の地層を不整合で覆う。また上位には常総層の河川チャネル堆積物に不整合で覆われるか、あるいは常総粘土に整合で覆われ

る。姉崎図幅地域では Ko1 ~ Ko4 と呼ばれる特徴的なテフラ層を挟む。また最上部付近には杉原ほか (1978) によって KIP テフラ群に対比された道脇寺テフラ群 (Ko-D: 徳橋・遠藤, 1984) を挟む。

模式地 千葉県印西市木下

分布形態 下部と上部で分布形態が大きく異なる。下部は流山付近から成田・富里付近にかけて西北西～東南東に延びる幅 3 ~ 4 km 程度の開析谷を埋積して分布する (第 3.4 図)。このほか把握が難しいが、支谷と考えられる局所的な分布が多数あると推測される。一方、上部は調査地域の台地のほぼ全域に分布する。調査地域北部では上部の基底面は全体に西傾斜で、基底面の標高は富里で約 20 m、流山で 0 m 付近である (第 3.5 図)。木下層下分布域では上部の基底面標高が周囲に比べてやや低くなっている。調査地域南西部の東京湾に面した地域では、南西傾斜となり、東京湾側が低く、



第 3.6 図 調査地域北部の木下層の柱状図
 Nakazawa *et al.* (2017) の図を日本語に改変。ボーリング柱状図はいずれも基準ボーリングデータとして
 都市域の地質地盤図ウェブサイトでも閲覧可能。ボーリング地点は第 2.2 図及び第 2.1 表参照。

東京湾岸の千葉市美浜区では標高約 -30 m まで低下する (第 3.5 図)。上部基底が東傾斜から南西傾斜に変換するのはおよそ四街道から鎌ヶ谷のラインである。

基準ボーリング地点の分布深度・標高

GS-NY-1 : 深度 31.28 ~ 8.15 m, 標高 -14.42 ~ 8.71 m.

GS-KW-1 : 深度 19.50 ~ 5.00 m, 標高 5.54 ~ 20.04 m.

GS-KW-3 : 深度 39.68 ~ 7.45 m, 標高 -20.59 ~ 11.64 m.

GS-SN-1 : 深度 39.67 ~ 2.00 m, 標高 -17.98 ~ 19.69 m.

GS-IZ-1 : 深度 44.75 ~ 5.50 m, 標高 -16.27 ~ 22.98 m.

GS-NT-1 : 深度 50.00 ~ 3.30 m, 標高 -18.89 ~ 27.81 m.

GS-TM-1 : 深度 63.90 ~ 4.27 m, 標高 -23.97 ~ 35.66 m.

GS-MD-1 : 深度 36.93 ~ 6.35 m, 標高 -7.99 ~ 22.58 m.

GS-FB-1 : 深度 23.52 ~ 8.90 m, 標高 -5.43 ~ 9.19 m.

GS-CB-1 : 深度 33.03 ~ 9.25 m, 標高 -5.66 ~ 18.12 m.

層相 下部と上部に分けられる (第 3.6 図)。下部は泥層を主体とし、谷埋め状の局所的な分布を示す。上部は砂層を主体とし、調査地域のほぼ全域に分布する。木下層全体の層厚は最大約 60 m に達する。

下部は最大層厚約 35 m で、主に貝化石片が散在する泥層からなる (第 3.6 図)。開析谷の軸部に相当する地域では最下部に礫混じりの砂層がみられる。この礫混じり砂層は下位層と明瞭な層相境界を介して接し、不整合関係にあると考えられる。ただし既存の土質ボーリングデータでは、下位層準の下総層群の砂層と区別が難しいことが多く、その場合には礫混じり砂層の上位の泥質堆積物の基底を木下層基底として対比した。最下部の礫混じり砂層は層厚 2 ~ 8 m で、斜交層理を示す分級の悪い粗粒~極粗粒砂からなる。含まれる礫は細礫サイズが多いが、まれに中礫サイズもみられる。礫混じり砂層の上位は、植物根痕を含み、上方細粒化する有機質泥質砂層、砂質泥層を経て、木下層下部の主部である貝化石片が散在する泥層が累重する。この泥層の基底部は偽礫や貝化石や木片などからなる粗粒堆積物が見られ、基底は侵食面である。泥層には、極細粒砂の薄層が頻りに挟在し、全体に 2 mm 以下となった貝化石片が散在する。生物擾乱が著しいために、全体に弱く層理が残る程度か、あるいはほぼ塊状となっていることも多い。この泥層は調査地域東部では砂質となり、特に富里では生物擾乱の著しい貝化石混じりの泥質砂層が卓越する。

上部は層厚 10 ~ 25 m で、基底部の貝化石を多量に含む粗粒堆積物と、その上に重なる比較的分級のよい砂層からなる (第 3.6 図)。基底部の貝化石を多量に含む粗粒堆積物は、*Macra chinensis* (バカガイ) や *Ringiculina doliaris* (マメウラシマ) などの貝類やカシパンウニの化石を多量に含むことを特徴とする。貝化石は密集して産することがあり、多くの貝化石が層理面に沿って平行に配列するのが観察される。本層準は既存の土質ボーリングデータにも貝殻層あるいは貝殻混じり砂層として記載され、側方に追跡することが比較的容易である。しかし貝化石は場所により産出しな

あるいは溶解してカストのみとなっていることもあり、溶解した場合はその層準が極めて硬質になっていることがある。貝化石層の上位の砂層は場所によりさまざまな層相を呈する。富里から成田、印西にかけての地域では、平板状斜交層理が発達する細粒~中粒砂からなる。斜交層理のセット厚は 20 ~ 80 cm で、露頭で観察されるフォアセット葉理の傾斜は多くが南西方向であり、まれに東方向が認められる。一方、千葉から柏市にかけての現在の東京湾岸沿いの地域には、分級のよい砂層が分布する。この砂層は平行~低角斜交層理の発達する極細粒~細粒砂層、平行葉理が発達し白斑状生痕化石 *Macaronichnus segretatis* を多産する細粒~中粒砂層の順に累重する。最上部は重鉱物を多く含む平行葉理砂層がみられる。

柏市北部及び流山市北部では、木下層上部基底の貝殻密集層の上位は砂泥細互層からなる (第 3.6 図)。砂泥細互層は砂層と泥層が 1 ~ 5 cm ごとに繰り返すことが多い。このうち砂層は極細粒~細粒砂層からなり、リップルがしばしば観察される。砂泥細互層は全体として下部では上方細粒化、上部では上方粗粒化を示す。**N 値及び弾性波速度** 下部の基底部の礫混じり砂層は N 値 30 ~ 50, S 波速度 300 m/s 以上となることが多い。下部の主体である貝化石片が散在する泥層は N 値 10 以下, S 波速度は 200 m/s 前後の値を示す。特に泥層の上部では S 波速度が 150 m/s 程度まで低下することがあり、更新統としてはかなり軟らかい泥層である。一方で下部が砂質となる富里では N 値 30 ~ 50, S 波速度は 300 m/s 前後である。

上部の砂層は N 値 30 ~ 50, S 波速度は概ね 300 m/s 以上を示す。しかし柏市北部及び流山市北部にみられる砂泥細互層は S 波速度が 200 m/s 程度である。

貝化石 前述のように木下層上部基底付近には貝化石が密集して産することが多い。この貝化石密集層は、木下層の模式地である印西市木下で「木下貝層」として知られ、国の天然記念物にも指定されている。岡崎・黒住 (2008) によれば「木下貝層」は、下部は *Ostrea denselamellosa* (イタボガキ), *Ringiculina doliaris*, *Raetellops pulchellus* (チョノハナガイ) などがみられ、上部は *Macra chinensis*, *Cadella delta* (クサビザラ), *Ringiculina doliaris*, 棘皮動物のカシパンウニが多く、そのほか *Solen krusensternii* (エゾマテ), *Siphonalia fusoides* (トウイト), *Tonna luteostoma* (ヤツシロガイ) などもみられる。これらの貝化石層は上げ潮デルタの底置層から前置層下部の堆積物として形成されたと考えられている (岡崎・黒住, 2008 ; 岡崎ほか, 2016)。

松戸市栗山からは、木下層上部基底と考えられる層準より、*Meretrix lamarckii* (チョウセンハマグリ), *Umbonium giganteum* (ダンベイキサゴ), *Cyclosunetta menstrualis* (ワスレガイ), *Macoma sector* (サギガイ), *Solen grandis* (オオマテガイ), *Glycymeris albolineata* (ベンケイガイ), *Tentidona kiusiuensis* (キュウシュウナミ

第3.2表 木下層に挟在するテフラ及び対比候補となる大磯丘陵のテフラの記載岩石学的特徴。
Nakazawa *et al.* (2017) に基づく。

テフラ番号	コア番号/ 場所	深度	岩相	粒径	重鉱物組成	直方輝石の屈折率 (γ)	火山ガラスの屈折率 (n)	対比
TM-1-54.88	GS-TM-1	54.87–54.88 m	wt pumices in burrow	m	opx > cpx, mt	1.709–1.715 1.727–1.730 (1.729–1.730)	1.501–1.502 (1.502)	TAu-8.5
TM-1-57.15	GS-TM-1	57.14–57.15 m	wt to yw wt pumices in burrow	f-c	opx, cpx > mt	1.707–1.712 (1.710–1.711)	1.523–1.524 (1.523)	TAu-8
IZ-1-41.10	GS-IZ-1	41.09–41.10 m	yw wt pumices	m-c	opx, mt	1.710–1.713 (1.712)	1.525–1.527 (1.526)	TAu-9
IZ-1-41.28	GS-IZ-1	41.27–41.28 m	gy wt pumices	m-c	opx	1.700–1.703 1.711–1.717 (1.716)	1.501–1.503 (1.501)	TAu-8.5
TAu-9	大磯	—	yl pumices	p	opx, cpx, mt	1.705–1.713 1.719–1.720	1.509–1.513 (1.511) 1.520–1.529 (1.523–1.525)	—
TAu-8.5	大磯	—	wh pumices	vc-p	opx, mt > cpx	1.702–1.703 1.726–1.730 (1.729)	1.500–1.502 (1.501)	—
TAu-8	大磯	—	wt or pumices	p	opx, mt > cpx	1.705–1.715 (1.709–1.710)	1.522–1.525 (1.524)	—

f:細粒, m:中粒, c:粗粒, vc:極粗粒, g:細礫, p:中礫, opx:直方輝石, cpx:単斜輝石, ho:普通角閃石, bi:黒雲母, mt:磁鉄鉱
yw wt: 黄白色, gy wt:灰白色, wh:白色, wt or:白橙色, yl:黄色

第3.3表 木下層に挟在するテフラ及び対比候補となる大磯丘陵のテフラに含まれる火山ガラスの化学組成。Nakazawa *et al.* (2017) に基づく。

テフラ番号 n	SiO ₂ S.D.	TiO ₂ S.D.	Al ₂ O ₃ S.D.	FeO S.D.	MnO S.D.	MgO S.D.	CaO S.D.	Na ₂ O S.D.	K ₂ O S.D.	Total(wt%) raw Total	対比
TM-1-54.88 20	78.88 0.15	0.21 0.07	11.86 0.10	1.54 0.08	0.08 0.05	0.16 0.05	1.28 0.06	4.36 0.07	1.64 0.05	100.00 93.71	TAu-8.5
TM-1-57.15 20	72.80 0.19	0.74 0.07	13.04 0.07	3.76 0.16	0.16 0.07	0.86 0.03	3.39 0.10	4.09 0.06	1.16 0.04	100.00 94.17	TAu-8
IZ-1-41.10 20	72.01 0.59	0.77 0.09	13.63 0.38	3.87 0.22	0.14 0.06	0.83 0.15	3.37 0.23	4.21 0.08	1.16 0.05	100.00 95.90	TAu-9
IZ-1-41.28 20	78.83 0.16	0.20 0.06	11.87 0.10	1.52 0.08	0.11 0.06	0.15 0.03	1.29 0.06	4.38 0.06	1.65 0.05	100.00 93.02	TAu-8.5
TAu-9_Oiso 18	72.01 0.44	0.78 0.08	13.59 0.27	4.09 0.25	0.17 0.07	0.80 0.17	3.31 0.15	4.10 0.11	1.15 0.06	100.00 94.10	—
TAu-8.5_Oiso 20	78.88 0.14	0.21 0.06	11.89 0.09	1.51 0.10	0.08 0.07	0.15 0.05	1.28 0.06	4.37 0.05	1.63 0.04	100.00 94.16	—
TAu-8_Oiso 20	73.02 0.22	0.71 0.07	13.10 0.13	3.62 0.13	0.14 0.05	0.87 0.05	3.30 0.09	4.09 0.11	1.15 0.05	100.00 94.19	—

各成分の分析値の合計が100%になるように再計算を行った。また、全FeをFeOとして計算した。

ノコガイ), *Maetra crossei* (ヒメバカガイ), *Gomphina neastartoides* (キタノフキアゲアサリ) を含む, 黒潮の影響を受けた外洋的性格の強い浅海砂底貝化石群集が報告されている (近藤, 1991)。

花粉化石 Nakazawa *et al.* (2017) は, 産出する花粉化石群集をもとに, 木下層に花粉帯 I ~ IV を設定した (第3.7図)。花粉帯 I ~ III は木下層下部, 花粉帯 IV は木下層上部の泥層部分に相当する。このうち花粉帯 I は *Alnus* (ハンノキ属) が卓越し, *Fraxinus* (トリネコ属), *Quercus subgen. Lepidobalanus* (コナラ属コナラ亜属), *Juglans/Pterocarya* (クルミ属/サワグルミ属), *Carpinus/Ostrya* (クマシデ属/アサダ属), *Betula* (カバノキ属) を伴う。 *Picea* (トウヒ属), *Cryptomeria* (ス

ギ属), *Fagus* (ブナ属) は少なく, また *Quercus subgen. Cyclobalanopsis* (コナラ属アカガシ亜属) は産出しないかあるいは極めて少ない。花粉帯 II は *Cryptomeria* と *Pinus* (マツ属) が卓越し, *Picea* や *Quercus subgen. Lepidobalanus* を伴う。流山 GS-NY-1 コアでは *Alnus* や *Hemiptelea* (ハリゲヤキ属) も多いが, 成田 GS-NT-1 コア *Cryptomeria* や *Pinus* が多く, *Hemiptelea* は少ない傾向にある。花粉帯 III は *Hemiptelea*, *Alnus*, *Quercus subgen. Lepidobalanus* が卓越し, *Picea*, *Carpinus/Ostrya* を伴う。また *Lagerstroemia* (サルスベリ属) が少ないながらも連続的に産出するのが特徴である。花粉帯 IV は *Cryptomeria* が卓越し, *Alnus*, *Tsuga* (ツガ属), *Picea* を伴う。花粉帯 III で多くみうけられた *Quercus*

subgen. *Lepidobalanus* や *Hemiptelea* は少なく, *Fagus*, *Quercus* subgen, *Cyclobalanopsis*, *Lagerstroemia*, *Juglans/Pterocarya*, *Carpinus/Ostrya*, *Betula* は産出しないかあるいは少ない。底生有孔虫の酸素同位体比分析が行われている鹿島沖海底コア (MD01-2421) の花粉化石群集 (五十嵐, 2009) との比較から, 花粉帯 I ~ II は MIS 5e 前期, 花粉帯 III は MIS 5e 中期 (ピーク頃) 花粉帯 IV は MIS 5e 後期に対比された。なお花粉帯 II で, 流山 GS-NY-1 コアでは *Alnus* や *Hemiptelea* が多く, 成田 GS-NT-1 コアでは *Cryptomeria* や *Pinus* が多く, *Hemiptelea* や *Alnus* は少ない傾向にあるのは, 流山 GS-NY-1 コアがその当時, 内陸側であるため河畔湿地が近傍に発達する環境にあり, 成田は海域に位置することによると考えられている (Nakazawa *et al.*, 2017)。

テフラ

TAu-8 テフラ : TAu-8 は町田ほか (1974) により大磯丘陵から報告された軽石質のテフラである。本調査地域では富里 GS-TM-1 コアの木下層下部の基底近く (深度 57.14 ~ 57.15 m) に認められ (第 3.6 図), Nakazawa *et al.* (2017) により TM-1-57.15 テフラとして記載された。富里 GS-TM-1 コアの本テフラは細粒~粗粒砂サイズの白色~黄白色の軽石からなり, 重鉱物は直方輝石と単斜輝石を含む。このうち直方輝石の屈折率は 1.707 ~ 1.712 (1.710 ~ 1.711), 火山ガラスの屈折率は 1.523 ~ 1.524 (1.523) を示す (第 3.2 表)。また火山ガラスの化学組成は SiO_2 を約 73% 含むことが特徴である (第 3.3 表)。大磯丘陵の TAu テフラ群との化学組成, 屈折率の比較及び後述の TAu-8.5 テフラとの層序関係により, TM-1-57.15 テフラは TAu-8 テフラ (町田ほか, 1974) に対比された (Nakazawa *et al.*, 2017)。

TAu-8.5 テフラ : TAu-8.5 は町田ほか (1974) の TAu-8 と TAu-9 の間に挟まれるテフラとして中里ほか (2016) により大磯丘陵から報告された軽石質のテフラである。富里 GS-TM-1 コア及び印西 GS-IZ-1 コアの木下層下部の基底近く (GS-TM-1 深度 54.87 ~ 54.88 m ; GS-IZ-1 深度 41.27 ~ 41.28 m) に認められ (第 3.6 図), Nakazawa *et al.* (2017) により TM-1-54.88 テフラ及び IZ-1-41.28m テフラとして記載された。中粒~粗粒砂サイズの白色~灰白色の軽石からなり, 重鉱物は直方輝石と単斜輝石を含む。このうち直方輝石の屈折率は 1.709 ~ 1.717, 1.727 ~ 1.730 (1.729 ~ 1.730), 火山ガラスの屈折率は 1.501 ~ 1.503 (1.501 ~ 1.502) を示す (第 3.2 表)。また火山ガラスの化学組成は SiO_2 が 79% と高い値を示すことが特徴である (第 3.3 表)。これらは大磯丘陵から報告された TAu-8.5 テフラの特徴と一致することから TM-1-54.88 テフラ及び IZ-1-41.28m テフラは TAu-8.5 テフラに対比された (Nakazawa *et al.*, 2017)。

TAu-9 テフラ : TAu-9 は町田ほか (1974) により大磯丘陵から報告された軽石質のテフラである。本調査地域では印西 GS-IZ-1 コアの木下層下部の基底近く (深度 41.09 ~ 41.10 m) に認められ (第 3.6 図), Nakazawa *et*

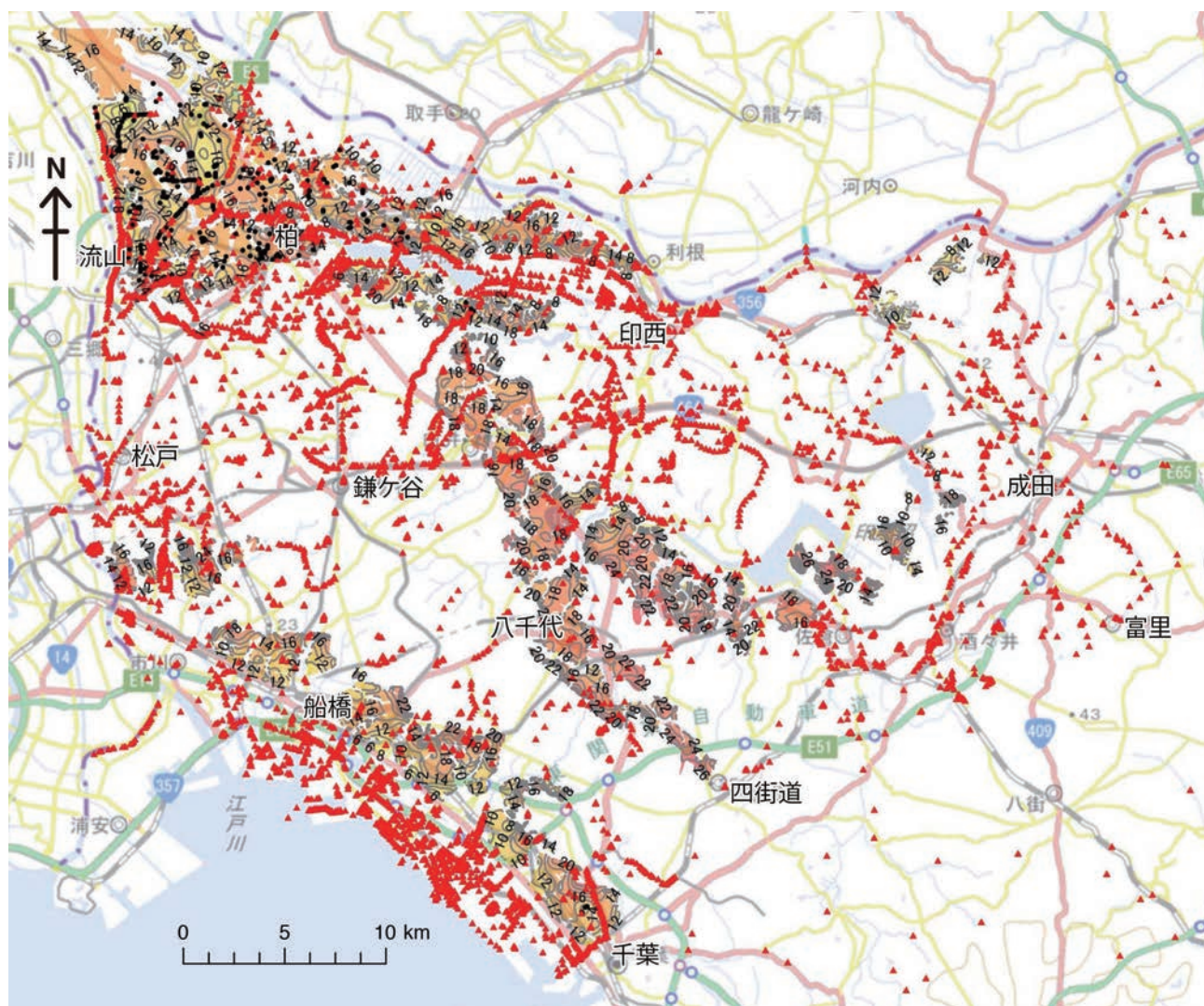


第 3.8 図 木下層上部を形成したバリアー島システムの復元。岡崎・増田 (1992) に基づき作図。

al. (2017) により IZ-1-41.10 テフラとして記載された。印西 GS-IZ-1 コアの本テフラは中粒~粗粒砂サイズの黄白色の軽石からなり, 重鉱物は直方輝石を含む。直方輝石の屈折率は 1.710 ~ 1.713 (1.712), 火山ガラスの屈折率は 1.525 ~ 1.527 (1.526) を示す (第 3.2 表)。火山ガラスの化学組成は SiO_2 が 72%, FeO が 4% 程度を示すことが特徴である (第 3.3 表)。これらは大磯丘陵から報告された TAu-9 テフラの特徴と一致することから, IZ-1-41.10 テフラは TAu-9 テフラ (町田ほか, 1974) に対比された (Nakazawa *et al.*, 2017)。

KIP テフラ群 : 富里 GS-TM-1 コアの深度 13.29 ~ 13.30 m 及び 13.90 ~ 13.91 m には粗粒~極粗粒砂サイズの黄橙~橙白色の軽石質テフラが挟在する。これらのテフラは, 火山ガラスは風化により粘土化しているが, 重鉱物は直方輝石及び単斜輝石を含み, このうち直方輝石の屈折率は 1.704 ~ 1.715 を示す。このような特徴は KIP テフラ群にみられる特徴と一致する。ただし KIP テフラ群の直方輝石の屈折率はどれも同じような値を示すことから, KIP テフラ群のどのテフラに相当するかの判断は難しい。

年代 大磯丘陵の TAu テフラ群は下末吉海進 (MIS 5e) の時期に降灰したテフラとされ, 海進の開始は TAu-6 降灰期あるいはその少し前 (町田・松島, 1976), 海進のピークは TAu-12 降灰期直後と考えられている (町田ほか, 1974 ; 町田・新井, 2003)。調査地域には前述のように木下層下部の基底部付近に TAu-8, TAu-



第 3.9 図 常総層の分布と基底面の等高線図 (単位 T.P.+m).

常総線は等高線で示した範囲に分布する。黒地点、赤三角地点は基底面のモデリングに使用したボーリングデータ地点を示す。黒地点は指定標高が基底面に相当するデータ地点、赤三角地点は指定標高よりも上に基底面が存在するデータ地点。基図は地理院地図を使用。

8.5, TAu-9 が見いだされたことから、木下層下部は下末吉海進期に形成されたと考えられる。Nakazawa *et al.* (2017) は、底生有孔虫殻の酸素同位体比から海洋酸素同位体ステージ (MIS) との対比が明らかにされている鹿島沖海底コア (MD-01-2421 : Oba *et al.*, 2006) の花粉化石群集 (Igarashi and Oba, 2006 ; 五十嵐, 2009) との比較により、木下層下部の花粉帯 I ~ II は MIS 5e 初期、花粉帯 III は MIS 5e 中期に形成されたと考えた。また木下層上部の貝化石層及び砂層の年代は花粉化石の十分な産出がないため不明であるが、流山の砂泥細互層に相当する花粉帯 IV は鹿島沖コアとの比較から MIS 5e 後期であるとしている (Nakazawa *et al.*, 2017)。木下層上部の上半部に挟在する軽石質テフラは前述のように KIP テフラ群のいずれかに相当する可能性があるが、KIP テフラ群は下末吉海進ピーク以降に降灰したと考えられており、木下層上部の形成が MIS 5e 後

期に及ぶことを支持する。以上により，木下層下部は MIS 5e 前期～中期，上部は MIS 5e 中期？～後期に形成されたと考えられる。

堆積環境 調査地域の木下層は、下部は開析谷システム、木下層上部はバリアー島システムにより形成されたと考えられている（岡崎・増田，1992；Nakazawa *et al.*, 2017）．このうち木下層下部の基底部の礫混じり砂層は、上位に植物根痕を含む有機質の泥質砂層・砂質泥層に漸移することから河川成の堆積物と考えられ、礫混じり砂層はチャネル堆積物、有機質の泥質砂層・砂質泥層は後背湿地の堆積物と考えられる（Nakazawa *et al.*, 2017）．その上位の貝化石片が散在する泥層は海進により開析谷内に形成された内湾の堆積物で、泥層基底の侵食面はベイラビンメント面と考えられている（Nakazawa *et al.*, 2017）．

木下層上部基底では、さらに海進がすすみ、現在の

関東平野内陸部まで広がる広大なバリアー島システムへと移行した。上部基底は海進の際に形成されたベイラビンメント面と考えられている (Nakazawa *et al.*, 2017)。成田～印西地域にみられる貝化石層及び平板状斜交層理砂層は、バリアー島の切れ目の潮流口付近から内湾側に発達した上げ潮デルタとされ (第 3.8 図；岡崎・増田, 1992)、フォアセット葉理の南西方向の傾きもその解釈を支持している。一方、千葉市から柏市にかけての地域にみられる、平行～斜交層理砂層、白斑状生痕化石 *Macaronichnus segretatis* を多産する平行葉理砂層、重鉱物を多く含む平行葉理砂層は、それぞれ外浜から前浜、後浜の堆積物と考えられ、バリアー島、上げ潮デルタとの位置関係から、現在の関東平野東縁に発達したバリアー島の南東部から西側に張り出すように発達したスピットと考えられる (第 3.8 図；岡崎・増田, 1992)。また柏市北部及び流山市北部に見られる砂泥細互層はバリアー島の内側のラグーンの堆積物と考えられ、同様の堆積物は関東平野中央部の大宮地域にも知られている (中澤ほか, 2006)。

3. 7 ^{じょうそう} 常総層 (Js)

命名・定義 小玉ほか (1981) は、成田層 (本報告の木下層) を覆う河川成の堆積物と凝灰質粘土 (後述する常総粘土に相当) を含めた地層を常総層と呼んだが、本報告では凝灰質粘土を切り離し、河川成の堆積物のみを常総層として扱う。

分布形態 下総下位面 (杉原, 1970) に相当する、流

山市・柏市付近の台地域、東京湾に面した台地縁辺部、印旛沼低地周辺の台地縁辺部に分布する (第 3.9 図)。

基準ボーリング地点の分布深度・標高

GS-NY-1 : 深度 8.15 ～ 5.00 m, 標高 8.71 ～ 11.86 m.

GS-KW-3 : 深度 7.45 ～ 4.82 m, 標高 11.64 ～ 14.27 m.

GS-FB-1 : 深度 8.9 ～ 7.45 m, 標高 9.19 ～ 10.64 m.

層相 泥層を挟在する砂層あるいは砂質泥層からなる。流山 GS-NY-1 コアでは、本層は層厚約 3 m で、砂層からシルト層へと上方に細粒化する層厚 20 ～ 70 cm 程度の多数のサイクルの累重により構成される (第 3.6 図)。砂層は下部のサイクルほど粗粒で、中粒～粗粒砂からなり、明瞭な斜交層理が発達する。上部のサイクルでは砂層もシルト質となり、本層全体としても上方に細粒化する傾向がみられる。泥層を中心に植物根痕がしばしば見受けられる。一方、常総層の分布の縁辺域である柏 GS-KW-3 コアでは層厚約 2.6 m の一回の上方細粒化層、船橋 GS-FB-1 コアでは層厚約 1.5 m の上方細粒化する細粒～粗粒砂層のみからなる。

年代 常総層を覆う凝灰質粘土 (後述する常総粘土) に On-Pm-1 が挟在することが知られることから (杉原, 1970)、常総層の離水年代は On-Pm-1 の降灰年代 (約 100 ka) 頃の MIS 5c と考えられる。また常総層は MIS 5e の堆積物である木下層を剝削して分布する。よって常総層の形成年代は MIS 5d ～ 5c 頃と考えられる。

堆積環境 斜交層理の発達する砂層から植物根跡を含む泥層へと上方に細粒化する地層からなり、砂層は河川のチャンネル堆積物、泥層は氾濫原堆積物と考えられる。