

八潮 GS-YS-2 コアに見られる更新統下総層群の堆積サイクルとテフロクロノロジー

坂田健太郎^{1,*}・中澤 努¹・中里裕臣²

Kentaro Sakata, Tsutomu Nakazawa and Hiroomi Nakazato (2011) Depositional cycles and tephrochronology of the Pleistocene Shimosa Group in the GS-YS-2 core, Yashio, Saitama Prefecture, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 62 (9/10), p. 329-345, 8 figs, 4 tables.

Abstract: Sedimentary facies and tephrochronology of the Pleistocene Shimosa Group in the GS-YS-2 core recovered from Yashio, Saitama Prefecture, central Japan are examined. Our detailed examination reveals that the depth range of 37.02-94.40 m which corresponds to the Shimosa Group is divided into 10 lithofacies units, A to J. Of them, Units G and J are composed mainly of humic mud interpreted as marsh facies. Units A, D, E, and H are characterized by bioturbated sandy mud and/or muddy sands indicating bay facies, and Units B, F, and I consist of well-sorted sands interpreted as shoreface to beach facies. We recognize four depositional cycles corresponding to the formations in the standard division of the Shimosa Group. Each of them comprises the marsh, bay, and shoreface to beach facies in ascending order. Consequently, the examined interval in the core section is divided into four formations; they are Formation I (Units A and B), Formation II (Units C, D, E, and F), Formation III (Units G, H, and I), and Formation IV (Unit J).

The core section intercalates some tephra layers. The lowermost tephra layer in the core section is A₁Pm (TE-5a) of the Omachi APm series, known as a marker tephra indicating MIS 11. It is intercalated in Formation II. A tephra layer which is similar to BT-72 considered to have fallen at MIS 10, is recognized in the lowermost part of Formation III. Therefore, Formations I to IV are correlative with the Kasamori Formation of the Kazusa Group, the Jizodo Formation, the Yabu Formation, and the Kamiizumi Formation of the Shimosa Group, respectively.

The correlation between the GS-YS-2 and the other cores in the central Kanto Plain makes it clear that each formation of the Shimosa Group becomes thicker and represents deeper distribution northeastward from the GS-YS-2 drill site. These characteristics are distinctive particularly in the lower formations. These indicate that the area northeast of the GS-YS-2 drill site was continuously subsiding during the deposition of the Shimosa Group.

Keywords: Yashio, central Kanto Plain, Middle Pleistocene, Shimosa Group, sedimentary facies, tephrochronology.

1. はじめに

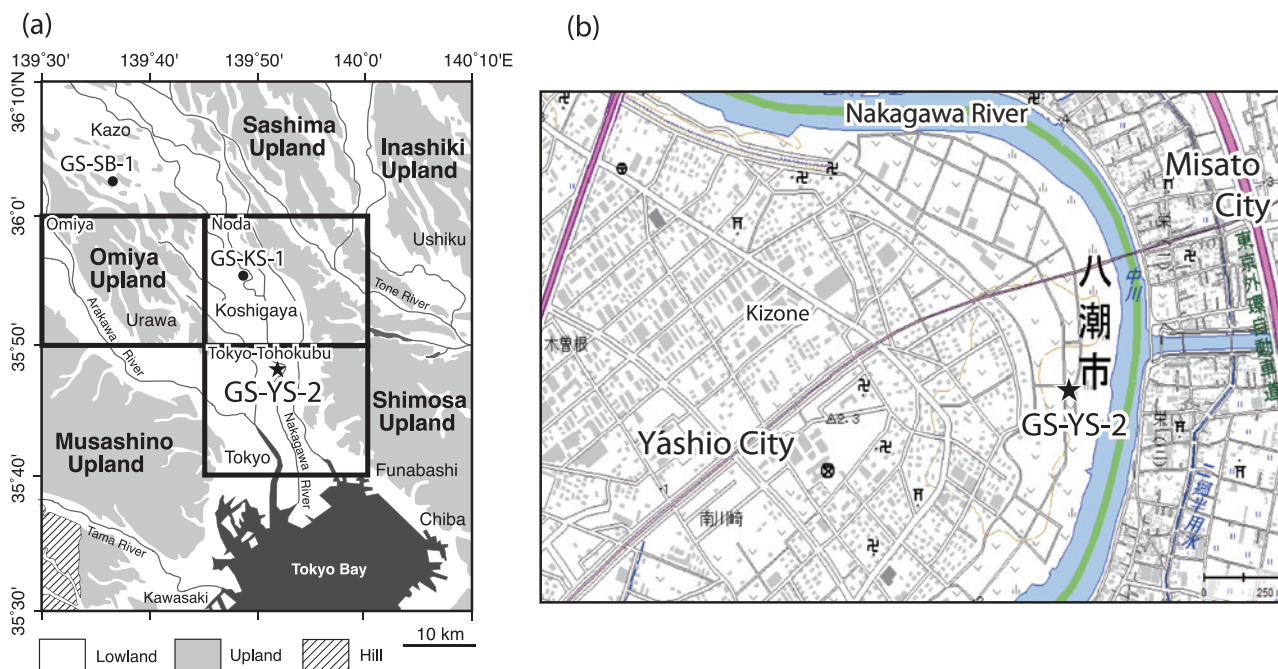
関東平野中央部の地下浅部に分布する下総層群は、古くからボーリング調査に基づく層序、地質構造の研究が行われている(森川, 1962; 新堀ほか, 1970; 菊地・貝塚, 1972; 高原, 1984; 関東平野中央部地質研究会, 1994; 埼玉県環境部防災局地震対策課, 1996; 中澤・遠藤, 2000; 中澤・中里, 2005; 中澤ほか, 2009 など)。しかし、ボーリングコアの詳細な観察例は少なく、層相や挟在するテフラに関する情報は十分とは言えない。最近、「大宮」「野田」地域においては堆積サイクルとテフロクロノロジーの詳細な検討に基づく下総層群の層序研究

が行われるようになったが(中澤・中里, 2005; 中里ほか, 2005; 中澤ほか, 2009; 中澤・田辺, 2011 など)、その南の「東京東北部」地域については未だ層序に関する情報がほとんどないのが現状である。今回、筆者らは「東京東北部」地域に相当する埼玉県南東部の八潮市木曾根において掘削されたGS-YS-2 コア(第1図)の詳細な検討を行った。本稿ではGS-YS-2 コアに見られる層相の記載を行い、その堆積環境と堆積サイクルについて考察する。また、挟在するテフラの特徴を記載し、既知のテフラとの対比を試みる。

¹ 地質標本館 (AIST, Geological Survey of Japan, Geological Museum)

² 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所
(National Institute for Rural Engineering, NARO, 2-1-6 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8609, Japan)

* Corresponding author: K. SAKATA, Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. E-mail: sakata-ke@aist.go.jp



第1図 コア掘削位置図 (a) GS-YS-2 コアの掘削地点及び比較した近隣のコアの位置 (b) GS-YS-2 コアの掘削地点の詳細図 (国土地理院電子国土 Web システムの電子国土基本図を使用)

Fig.1 Maps showing drilling sites. (a) : Drilling site of GS-YS-2 core examined in this study and those of reference sediment cores. (b) : Detailed map around drilling site of GS-YS-2 core. Base map from Digital Japan Web System by Geospatial Information Authority of Japan.

2. 地質概説と GS-YS-2 コアの掘削地点

関東平野は新第三紀以降沈降を続ける堆積盆地として発達してきた。この堆積盆地は、時代とともに沈降の中心が房総半島から北へと移動したとされ(菊地, 1980), 現在の沈降の中心は埼玉県北東部付近と考えられている(堀口, 1997 など)。今回調査を行った八潮市(第1図)は埼玉県の南東部に位置し、沈降を続ける盆地中心部の南東に位置する。

八潮地域を含む関東平野中央部には、地下浅部に広く更新統下総層群が分布することが知られている(中澤・中里, 2005; 中澤・田辺, 2011 など)。下総層群は房総半島北部を模式地とし、下位より地蔵堂層、藪層、上泉層、清川層、横田層、木下層、姉崎層の7累層とそれを覆う常総粘土に区別されている(第2図; 徳橋・遠藤, 1984)。このうち最上部の累層である姉崎層は淡水成(一部汽水成)の泥層及び砂・砂礫層のみからなるが、そのほかの累層はそれぞれが淡水～汽水成層(主に泥層や砂・砂礫層)とその上位の浅海成層(主に砂層)で構成される堆積サイクルからなり、それぞれが1回の海水準変動に対応すると考えられている(徳橋・遠藤, 1984; 徳橋・近藤, 1989)。一方、関東平野中央部の地下浅部には以前から模式地の下総層群によく似た堆積サイクルが知られていたが(関東平野中央部地質研究会, 1994), 模式地の下総層群との対比については詳細な議論はされてい

Age	Stratigraphic Division		Tephra		
	Boso Peninsula Tokuhashi and Endo (1984)	Central Kanto Plain Nakazawa and Nakazato (2005)			
Pleistocene	Late	Joso Clay	Joso Clay	SIP (KIP)	
		Anesaki Fm.	Omiya Fm.		
		Kioroshi Fm.	Kioroshi Fm.		
	Middle	Shimosa Group	Yokota Fm.	—	Ky3 (TB-8) Km4 Km2 (TCu-1)
		Kiyokawa Fm.	Kiyokawa Fm.		
		Kamiizumi Fm.	Kamiizumi Fm.		
		Yabu Fm.	Yabu Fm.		
Jizodo Fm.	Jizodo Fm.	—	JA (TE-5)		

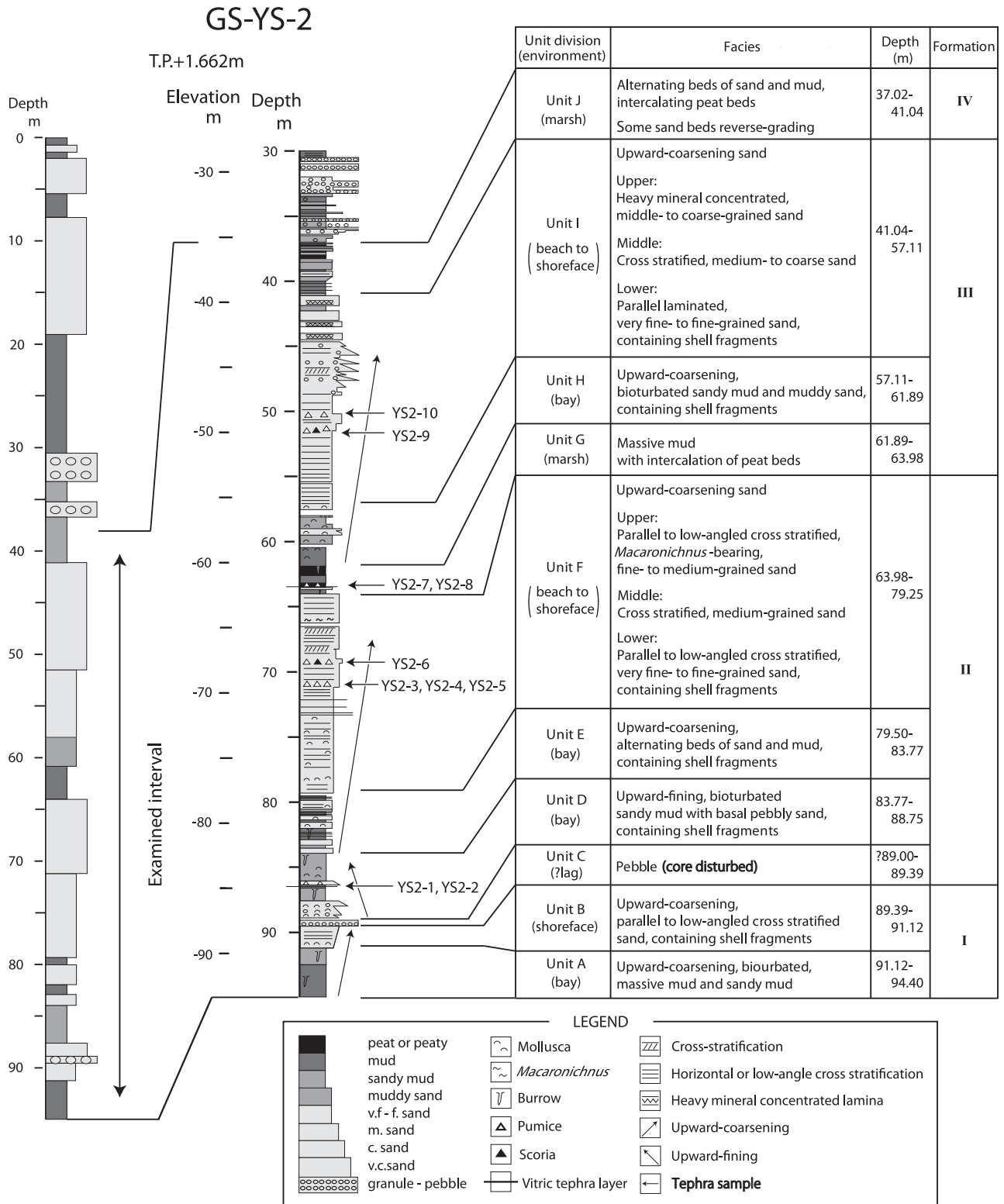
第2図 関東平野中央部の下総層群層序と模式地との比較
Fig.2 Correlation between stratotype of Shimosa Group in Boso Peninsula and correspondence beneath central Kanto Plain.

なかった。最近、「大宮」「野田」地域においては堆積サイクルとテフロクロロジーの詳細な検討により模式地とほぼ同様の下総層群の層序が確認されるようになったが(第2図; 中澤・中里, 2005; 中里ほか, 2005; 中澤ほか, 2009; 中澤・田辺, 2011), 八潮を含む「東京東北部」地域の下総層群相当層については未だ詳細な検討はされていない。

今回検討した GS-YS-2 コアの掘削地点は、「東京東

北部」地域の埼玉県八潮市木曾根 (第1図; 北緯 35°48' 59.0", 東経 139°52'00.6", 孔口標高 1.662 m) で, 中川低地に位置する. 掘進長は 94.40 m (掘止標高 -92.74 m)

である (第3図). このうち深度 37.02-30.50 m は礫層, 深度 30.32-0 m は泥層を主体とした軟らかい地層からなり (第3図), 遠藤ほか (1983) や中澤・田辺 (2011)



第3図 GS-YS-2 コアの柱状図

Fig.3 Columnar section of GS-YS-2 core.

の沖積層基底深度図、地質断面図を参照すると、これらの地層はそれぞれ埋没段丘堆積物、沖積層に相当すると考えられるため、本研究ではそれより下位の、下総層群に相当すると考えられる深度 37.02 m 以深を対象とした。

3. 研究方法

今回検討した GS-YS-2 コアは、1994-1995 年にかけて掘削された。掘削採取にはロータリー式オイルフィールド型試錐機及び 86 mm 径のコアパックサンプラーを使用した。ボーリングコアは、コアチューブから乱さない状態で取り出した後、50 cm 毎にコアの外径 (70 mm) とほぼ同じ内径のあらかじめ二つ割りにした塩化ビニル管に挿入した。採取したコアは岩石カッターで半割し、層相の記載及び柱状図の作成を行った。

テフラについてはコア観察時に肉眼的に観察される特徴 (構成粒子、粒径、層厚など) を詳細に記載した後、分析用の試料採取を行った。採取した試料は室内において、篩目 0.063 mm のメッシュクロス上で水洗し泥分を除去した後、乾燥させ、鏡下の観察により、重鉍物組成を定性的に把握した。火山ガラス、角閃石、斜方輝石が含まれる場合はそれらの屈折率を測定した。更に火山ガラスについては形状を吉川 (1976) に基づいて、平板状で突起が少なく平滑な扁平型、気泡を多く含み非常に密に曲線状・直線状突起が存在する多孔質型、扁平型と多孔質型の中間的性質を持つ中間型の 3 タイプに区分した。

屈折率の測定は、株式会社古澤地質製の温度変化型屈折率測定装置 MAIOT (古澤, 1995) を使用し、それぞ

れ 30 点以上の測定を行い、屈折率のレンジとモード値を把握した。角閃石、斜方輝石の屈折率を測定する際は、粒子をスライドガラスで挟んで潰し、浸液に浸して劈開面を出した状態で測定した。

火山ガラスの EPMA による主成分化学組成分析は株式会社古澤地質に依頼した。分析条件は 2 通りあり、表 1 の条件①では、EDS 分析装置 EMAX ENERGY EX-250 (HORIBA 製) と SEM 装置 S3000H (HITACHI 製) により、加速電圧 15 kV、試料電流 0.3 nA で 4 μm 四方の範囲を約 150 nm のビーム径で 150 秒間走査して測定した。条件②では、EDS 分析装置 EMAX-5770 (HORIBA 製) と SEM 装置 S-2150 (HITACHI 製) により、加速電圧 15 kV、試料電流 3.0 nA で 4 μm 四方の範囲を約 150 nm のビーム型で 200 秒走査して測定した。両者の比較のため、2 つの条件で測定した 7 つのテフラの分析値から各成分毎の補正係数を直線回帰により求め、条件②の分析値を条件①相当に補正した (第 1 表)。

4. 層相の記載

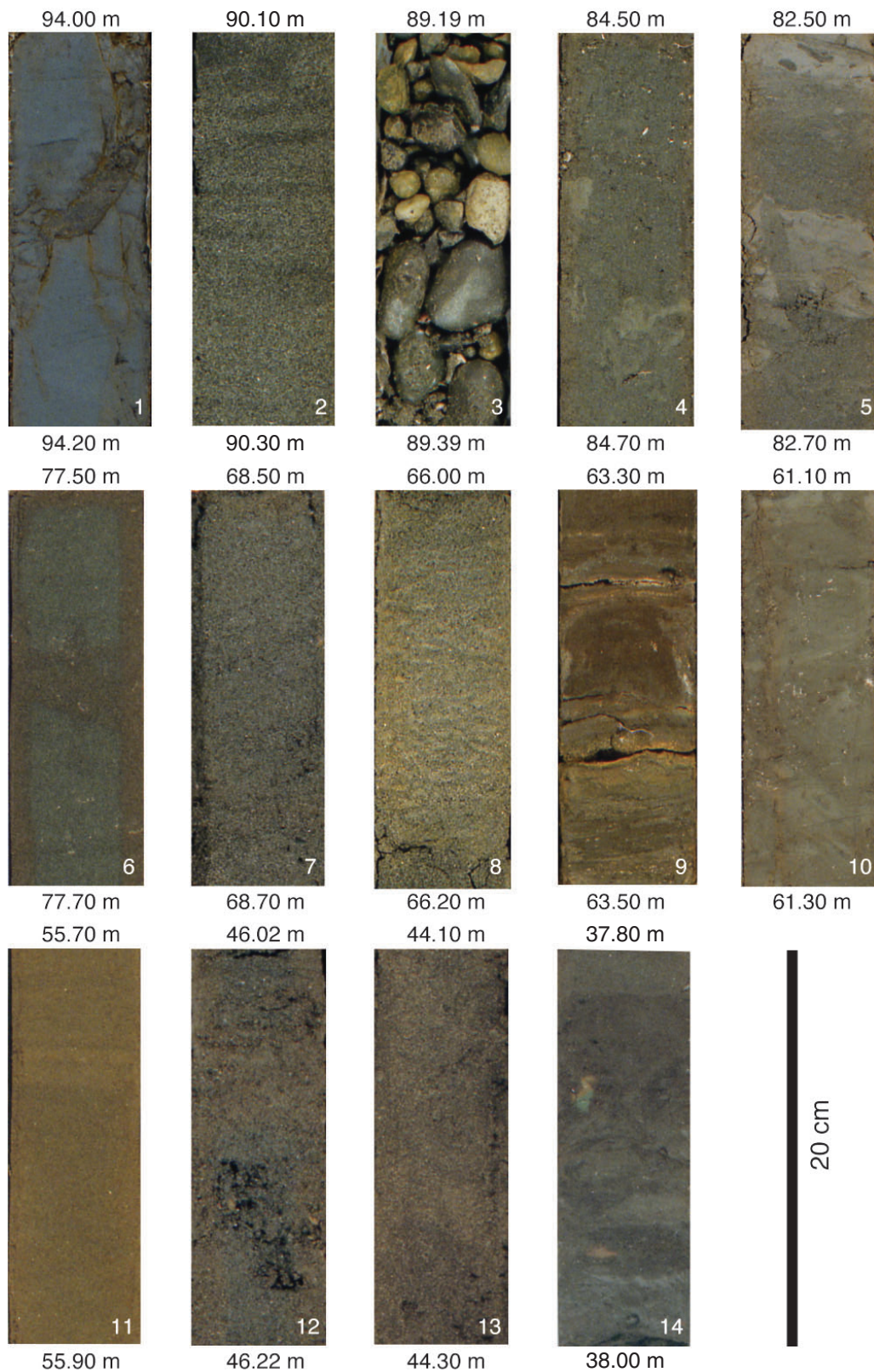
GS-YS-2 コアは掘進長 94.40 m であるが、前述のように 37.02 m 以浅は埋没段丘堆積物及び沖積層と考えられるため、ここでは深度 94.40-37.02 m について記載を行うものとする。今回、堆積物の粒径、堆積構造などに基づき、深度 94.40-37.02 m の層序範囲を 10 のユニット (下位よりユニット A~J) に区分した。以下に各ユニットの層相を記載する。また GS-YS-2 コアの柱状図を第 3 図に、各ユニットの代表的な層相の写真を第 4 図に示す。

第 1 表 主要テフラの EPMA 主成分化学組成分析における条件①、②での測定結果

Table 1 Difference of measurement result for some standard tephtras between measuring method 1 and 2.

Tephra	Oxide composition of glass shards (wt%)										Measuring method
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	
AT	78.25	0.12	12.35	1.23	0.05	0.21	1.13	3.35	3.32	100.00	②
	78.26	0.15	12.22	1.25	0.06	0.13	1.13	3.40	3.41	100.00	①
Ha-4(1)	76.92	0.25	12.94	1.47	0.06	0.35	1.61	3.80	2.60	100.00	②
	76.82	0.40	12.80	1.54	0.10	0.31	1.62	3.72	2.69	100.00	①
Ha-4(2)	78.13	0.30	12.46	1.34	0.06	0.30	1.33	3.40	2.69	100.00	②
	77.92	0.34	12.20	1.37	0.05	0.27	1.39	3.62	2.84	100.00	①
Yb1	77.82	0.05	12.43	0.82	0.02	0.18	0.79	3.07	4.84	100.00	②
	78.09	0.11	11.87	0.92	0.06	0.06	0.83	2.79	5.26	100.00	①
Ch2	77.37	0.16	13.04	0.88	0.05	0.20	0.95	3.52	3.84	100.00	②
	76.58	0.22	13.05	0.88	0.07	0.16	0.97	3.92	4.15	100.00	①
Kh8b	77.86	0.26	11.98	1.23	0.02	0.27	1.31	2.90	4.17	100.00	②
	77.82	0.29	11.74	1.31	0.03	0.19	1.25	2.94	4.43	100.00	①
Ks7.03	71.62	0.28	15.64	2.81	0.11	0.95	3.91	4.05	0.63	100.00	②
	70.90	0.42	15.63	3.04	0.17	0.84	4.25	4.14	0.62	100.00	①
a	0.895	0.728	0.910	0.912	0.529	1.023	0.897	0.734	0.909	②=a×①+b	
b	8.292	0.001	1.340	0.056	0.010	0.064	0.109	0.868	0.115		

FeO*: total Fe as FeO



第4図 各ユニットの層相写真

Fig.4 Core photographs of sedimentary facies of each unit. 1: Unit A. 2: Unit B. 3: Unit C. 4: Unit D. 5: Unit E. 6: Lower part of Unit F. 7: Middle part of Unit F. 8: Upper part of Unit F. 9: Unit G. 10: Unit H. 11: Lower part of Unit I. 12: Middle part of Unit I. 13: Upper part of Unit I. 14: Unit J.

4.1 ユニット A (深度 94.40–91.12 m) 第4図 写真1

泥層あるいは砂質泥層よりなり、全体として上方へ粗粒化する。全体的に生物擾乱を強く受けており、塊状を呈する。巣穴化石が見られ、その内部は極細粒砂～細粒砂で埋められている。

4.2 ユニット B (深度 91.12–89.39 m) 第4図 写真2

比較的分級の良い極細粒砂～中粒砂よりなる。下位のユニットとは明瞭な層相境界をもって接する。深度 91.12–90.76 m は極細粒砂～細粒砂、90.76–89.39 m は細粒砂～中粒砂からなり、上方に向かい粗粒化する。全体的に貝化石の小片が散在し、深度 91.00–90.95 m には貝化石が密集する。平行葉理、低角の斜交層理が見られる。

4.3 ユニット C (深度 89.39–89.00 ?m) 第4図 写真3

最大粒径 50 mm, 平均粒径 30 mm 程度の礫層からなる。マトリックスはコアの回収時に流失しているため不明である。

4.4 ユニット D (深度 88.75–83.77 m) 第4図 写真4

本ユニットは礫の混じる細粒砂～極粗粒砂層から泥層へと上方に細粒化することで特徴付けられる。下位のユニットとの境界はコアが流失しているため不明である。本ユニットの基底部(深度 88.75–87.41 m)は 40–50 cm 毎に上方細粒化を繰り返す細粒砂～極粗粒砂からなり、一部には細礫～中礫が散在する。全体的に貝片を含む。礫及び貝片は特に上方細粒化層の基底部に多く集まる。一方、本ユニットの主部(深度 87.41–83.77 m)に相当する泥質層は著しく生物擾乱を受けた分級の悪い砂質泥あるいは泥質砂からなり、全体として上方に細粒化することを特徴とする。全体的に貝片を含む。深度 86.50–86.24 m に細粒ガラス質火山灰層を挟在する。この細粒ガラス質火山灰層中には巣穴化石も見られる。深度 86.20–86.18 m には中粒砂～粗粒砂サイズの軽石層が挟まれる。

4.5 ユニット E (深度 83.77–79.50 m) 第4図 写真5

泥層と極細粒砂～細粒砂層の 20–90 cm 毎の互層からなり、一部は層厚 1–3 cm 毎の泥・砂質泥層と泥質砂・極細粒砂～細粒砂層の細互層からなる。全体として上方に粗粒化(砂層の層厚化)する。下位のユニットとの境界は漸移的である。泥質層には巣穴の生痕化石が見られる。砂層には弱い平行葉理が見られ、貝化石の小片が散在する。まれに長さ 1–5 cm 程度の泥質の偽礫を含む。

4.6 ユニット F (深度 79.25–63.98 m) 第4図 写真6, 7, 8

全体的に上方へ粗粒化する砂層よりなる。下位のユニットとの境界はコアが流失しているため詳細は不明で

ある。本ユニットのうち下部(深度 79.25–71.25 m)は分級の良い極細粒砂～細粒砂からなる。全体的に弱い平行葉理が見られる(第4図 写真6)。また、貝化石の小片が散在し、一部はラミナを形成する。深度 71.25–71.05 m には細粒砂～粗粒砂サイズの軽石を含む層準が見られた。この層準には雲母が多く散在する。一方、本ユニットの中部(深度 71.05–66.50 m)は分級の良い中粒砂からなる。砂層には平行葉理、低角の斜交層理が見られ、一部には高角斜交層理が観察される(第4図 写真7)。深度 69.33–68.79 m に中粒砂～粗粒砂サイズの軽石を多く含む層準がある。本ユニットの上部(深度 66.30–63.98 m)は分級の良い細粒砂～中粒砂よりなり、一部には粗粒砂が混じる。平行葉理、低角の斜交層理が見られ、深度 66.15–66.05 m には生痕化石 *Macaronichnus segregatis* が観察される(第4図 写真8)。

4.7 ユニット G (深度 63.98–61.89 m) 第4図 写真9

主に泥層からなり、一部に砂層が見られる。層相は下位のユニットから漸移的に変化する。本ユニットの深度 63.48–63.07 m, 62.60–61.89 m にかけて泥炭質の泥層が挟まれる。基底部(深度 63.98–63.80 m)の泥層には巣穴化石が見られ、内部は極細粒砂で埋まる。深度 63.69–63.55 m には極細粒砂～細粒砂層が見られる。深度 63.26–63.24 m には細粒ガラス質火山灰層、深度 63.21–63.16 m には中粒砂～粗粒砂サイズの軽石層が挟まれる。

4.8 ユニット H (深度 61.89–57.11 m) 第4図 写真10

砂質泥層または泥質砂層からなり、一部に泥層及び極細粒砂～細粒砂が見られる。全体に上方へ粗粒化する。下位ユニットとの境界は明瞭で、本ユニット基底面から下位のユニットに向かって穿孔する巣穴化石が見られる。深度 61.89–60.85 m は生物擾乱を受け塊状を呈する泥層からなる。深度 60.85–57.11 m は分級の悪い砂質泥、泥質砂、あるいは極細粒砂～細粒砂からなる。全体的に貝片が見られ、40–100 cm 毎に、基底部に貝片が密集し上方へ向かって減少する。

4.9 ユニット I (深度 57.11–41.04 m)

第4図 写真11, 12, 13

本ユニットは全体として上方に粗粒化する砂層よりなる。下位のユニットとの境界は明瞭である。本ユニットは下部、中部、上部に分けられる。このうち下部(深度 57.11–48.75 m)は分級の良い極細粒砂～細粒砂よりなり、弱い平行葉理が見られる(第4図 写真11)。深度 51.43–51.36 m には粗粒砂～極粗粒砂サイズの軽石層、深度 50.50–50.44 m には極粗粒砂～細礫サイズの軽石層が挟まる。一方、本ユニットの中部(深度 48.75–44.50 m)は中粒砂～粗粒砂よりなる。平行葉理、低

角斜交層理, 一部に高角斜交層理が見られる. また, 深度 48.10–44.81 m にかけて 10–60 cm 毎に, 基底部に粗粒砂～中礫を含み, 上方に向かって細粒化する構造を繰り返す (第 4 図 写真 12). 本ユニットの上部 (深度 44.50–41.04 m) は主に中粒砂～粗粒砂よりなり, 一部に砂質泥層, 泥質砂層が挟まる. 平行葉理が観察され, 深度 44.44–44.00 m では強い重鉱物の濃集が見られる (第 4 図 写真 13). 深度 43.00–42.20 m は生物擾乱を受けた分級の悪い泥質砂層が観察される.

4.10 ユニット J (深度 41.04–37.02 m) 第 4 図 写真 14

主に泥・砂質泥層と泥質砂・極細粒砂～細粒砂層との互層からなる. 層相は下位のユニットから漸移的に変化する. 砂層には平行葉理が見られる. 深度 39.96–39.83 m には泥層が上方に向かい泥質砂層に漸移する逆グレーディング構造が観察される. また深度 38.17–37.19 m に挟まる泥層, 砂質泥層の一部は泥炭質である. 本ユニットの上位には埋没段丘堆積物と考えられる礫層が累重する.

5. テフラの記載

本研究では GS-YS-2 コアから 10 層のテフラを見出すことができた. 以下に下位より順に, 挟在深度, 層厚, 粒径, 構成粒子, 屈折率などの記載岩石学的特徴を記述する. 屈折率の記載は角閃石の場合は n_2 , 斜方輝石の場合は γ , 火山ガラスの場合は n の値として示す. なお各テフラの角閃石及び斜方輝石の屈折率のヒストグラムは第 5 図に, 火山ガラスの屈折率のヒストグラムは第 6 図に, 各テフラのコア写真は第 7 図に示す. またテフラの記載岩石学的特徴を第 2 表にまとめた. なお YS2-1, YS2-7 以外のテフラについては, 火山ガラスは変質しているため屈折率の測定はできなかった.

5.1 YS2-1 テフラ

深度 86.50–86.24 m に挟在する層厚 26 cm の灰白色の細粒ガラス質テフラである. 層中にはいくつかの巣穴状の生痕化石が見られる. 本層準の基底に近い深度 86.49–86.46 m から 1 試料 (YS2-S1) を採取した.

YS2-S1 試料: 細粒の火山ガラスと黒雲母からなる. 火山ガラスの形状は中間型が多く, 次いで扁平型が見られ, 多孔質型は少ない. 屈折率 (n) は 1.499–1.501 (1.499, 括弧内はモード値, 以下同じ).

5.2 YS2-2 テフラ

深度 86.20–86.18 m に挟在する層厚 2 cm の灰白色の軽石質テフラである. 粒径は中粒砂～粗粒砂サイズ. ほぼ中央の層準から 1 試料 (YS2-S2) を採取した.

YS2-S2 試料: 重鉱物は角閃石が多く, 他に微量の斜方輝石, 磁鉄鉱を含む. 角閃石の屈折率 (n_2) は 1.666–1.672

(1.668). 斜方輝石の屈折率 (γ) は 1.703–1.708 (1.704–1.706).

5.3 YS2-3 テフラ

深度 71.225–71.215 m に挟在する層厚 1 cm の淡黄色の軽石質テフラである. 粒径は中粒砂～粗粒砂サイズ. ほぼ中央の層準から 1 試料 (YS2-S3) を採取した.

YS2-S3 試料: 全体的に重鉱物の量は少ないものの角閃石, 斜方輝石, 黒雲母を含む. また, 破片状の石英が顕著に見られた. 角閃石の屈折率 (n_2) は 1.686–1.698 (1.694). 斜方輝石の屈折率 (γ) では殆どが 1.707–1.715 (1.712) の範囲に収まるものの, 少数だが 1.729–1.733 と高い値を示すものが見られる.

5.4 YS2-4 テフラ

深度 71.14–71.12 m に挟在する層厚 2 cm の淡黄色の軽石質テフラ. 粒径は中粒砂サイズ. ほぼ中央の層準から 1 試料 (YS2-S4) を採取した.

YS2-S4 試料: 全体的に重鉱物の量は少ないものの角閃石, 斜方輝石, 黒雲母が観察される. また, 破片状の石英が顕著に見られる. 角閃石の屈折率 (n_2) は 1.690–1.698 (1.693–1.695). 斜方輝石の屈折率 (γ) は 1.733–1.737 (1.735).

5.5 YS2-5 テフラ

深度 71.09–71.04 m に挟在する層厚 5 cm の淡黄色の軽石質テフラ. 粒径は中粒砂サイズ. 堆積構造として低角の斜交層理が見られる. 下部 (深度 71.09–71.07 m) から 1 試料 (YS2-S5) を採取した.

YS2-S5 試料: 全体的に重鉱物は少ないが角閃石, 斜方輝石, 黒雲母が含まれる. また, 破片状の石英が顕著に見られた. 角閃石の屈折率 (n_2) は 1.669–1.676. 斜方輝石は極微量のため測定できなかった.

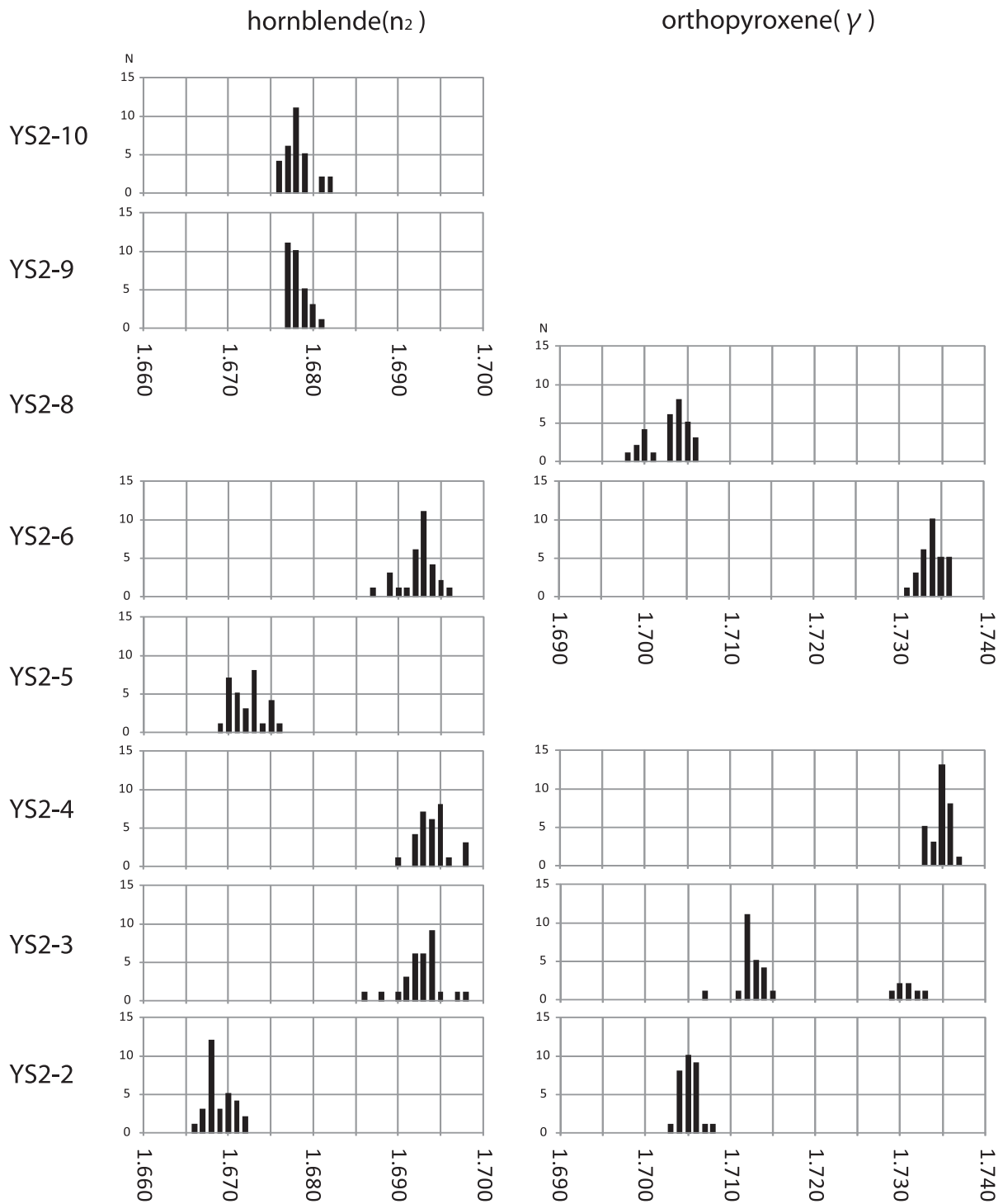
5.6 YS2-6 テフラ

深度 69.33–68.79 m に挟在する層厚 54 cm の淡黄色の軽石質テフラ. 粒径は中粒砂サイズ. 深度 69.33–69.20 m と深度 68.97–68.79 m には平行葉理が見られる. 下部 (深度 69.25–69.20 m) から 1 試料 (YS2-S6) を採取した.

YS2-S6 試料: 全体的に重鉱物は少ないが角閃石, 斜方輝石, 黒雲母が見られた. 破片状の石英が顕著に含まれる. 角閃石の屈折率 (n_2) は 1.687–1.696 (1.693). 斜方輝石の屈折率 (γ) は 1.731–1.736 (1.734).

5.7 YS2-7 テフラ

深度 63.26–63.24 m に挟在する層厚 2 cm の灰黄色の細粒ガラス質テフラである. ほぼ中央の層準から 1 試料 (YS2-S7) を採取した.



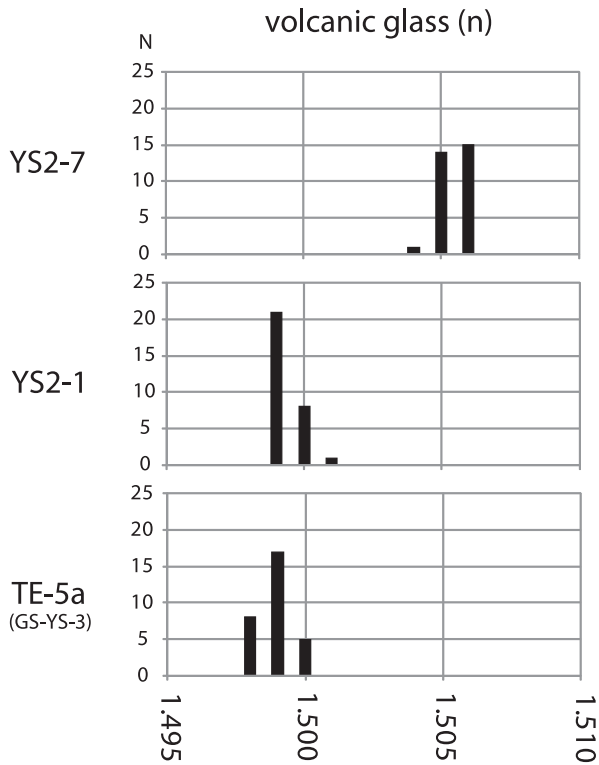
第5図 各テフラに含まれる角閃石及び斜方輝石の屈折率のヒストグラム

Fig.5 Histograms of refractive indices of hornblende and orthopyroxene crystal grains contained in tephra layers.

YS2-S7 試料：細粒の火山ガラスからなる。重鉱物は観察されなかった。火山ガラスの形状は扁平型，中間型が多く，次いで多孔質型が見られる。屈折率 (n) は 1.504 - 1.506 (1.505 - 1.506)。

5.8 YS2-8 テフラ

深度 63.21 - 63.16 m に挟む層厚 5 cm の灰黄色の軽石質テフラ。粒径は中粒砂～粗粒砂サイズ。下部（深度 63.21 - 63.19 m）から 1 試料 (YS2-S8) を採取した。



第6図 テフラに含まれる火山ガラスの屈折率のヒストグラム

Fig.6 Histograms of refractive indices of volcanic glass shards contained in tephra layers.

YS2-S8 試料：重鉱物は斜方輝石，単斜輝石を含む。斜方輝石の屈折率 (γ) は 1.698–1.706 (1.704)。

5.9 YS2-9 テフラ

深度 51.43–51.36 m に挟在する層厚 7 cm の灰白色の軽石質テフラ。粒径は粗粒砂～極粗粒砂サイズ。上部(深度 51.38–51.36 m) から 1 試料 (YS2-S9) を採取した。

YS2-S9 試料：全体的に重鉱物の量は少ないが，角閃石と極微量の斜方輝石が観察された。また，破片状の石英が顕著に含まれる。角閃石の屈折率 (n_2) は 1.677–1.681 (1.677–1.678)。斜方輝石は極微量のため測定できなかった。

5.10 YS2-10 テフラ

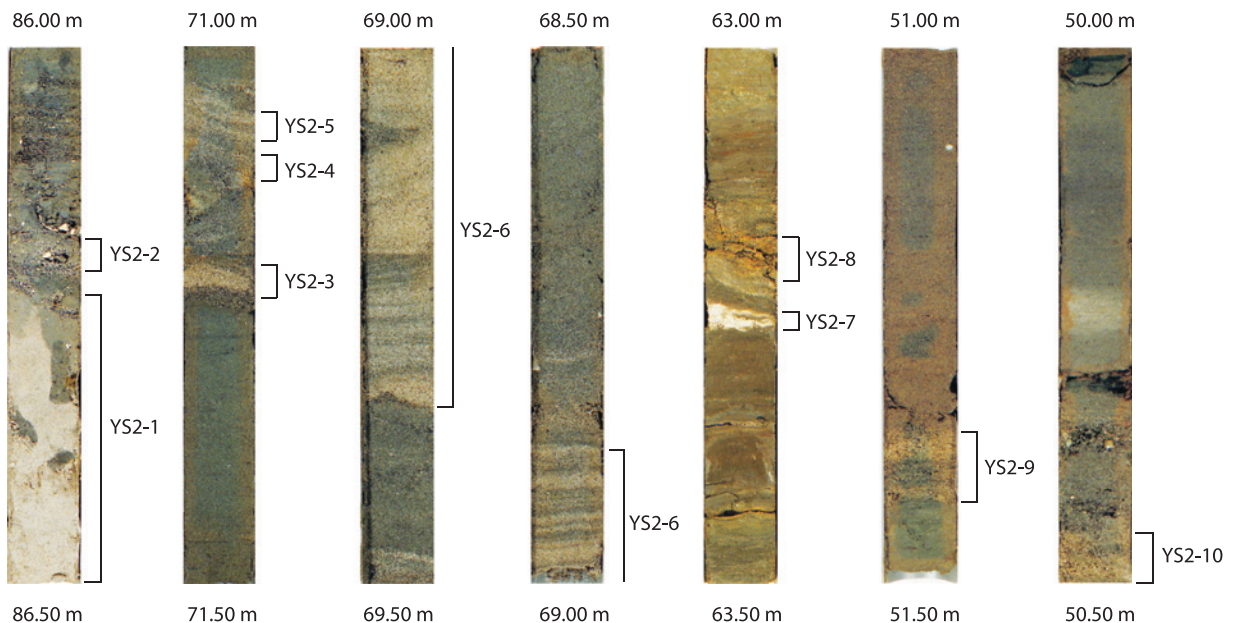
深度 50.50–50.44 m に挟在する層厚 6 cm の灰白色の軽石質テフラ。粒径は極粗粒砂～細礫サイズで上方に細粒化する。下部 (深度 50.50–50.48 m) から 1 試料 (YS2-S10) を採取した。

YS2-S10 試料：重鉱物は角閃石と極微量の斜方輝石，磁鉄鉱を含む。角閃石の屈折率 (n_2) は 1.676–1.682 (1.678)。斜方輝石は極微量のため測定していない。

6. 考察

6.1 堆積環境と堆積サイクル

ユニット A は泥層あるいは砂質泥層からなり，生物擾乱を強く受けていることから海成層である可能性が高く，泥質層であることから，波浪や水流の影響が穏やかな環境で形成されたことが推定される。よってユニット



第7図 各テフラの写真

Fig.7 Core photographs of examined tephra layers.

第2表 検討したテフラの記載岩石学的特徴

Table 2 Petrographic properties of examined tephra layers.

Pumiceous tephra layers

Tephra	Depth (m)	Thickness (cm)	Color	Grain size	Heavy mineral composition	Remarkable component	Refractive index of hornblende (n_2)	Refractive index of orthopyroxene (γ)
YS2-10	50.50-50.44	6	gy-wh	v.c - gr	ho > (opx, mg)	-	1.676-1.682 (1.678)	-
YS2-9	51.43-51.36	7	gy-wh	c - v.c	(ho > opx)	qz	1.677-1.681 (1.677-1.678)	-
YS2-8	63.21-63.16	5	gy-yw	m - c	opx, cpx	-	-	1.698-1.706 (1.704)
YS2-6	69.33-68.79	54	lt-yw	m	(ho, opx, bi)	qz	1.687-1.696 (1.693)	1.731-1.736 (1.734)
YS2-5	71.09-71.04	5	lt-yw	m	(ho, opx, bi)	qz	1.669-1.676	-
YS2-4	71.14-71.12	2	lt-yw	m	(ho, opx, bi)	qz	1.690-1.698 (1.693-1.695)	1.733-1.737 (1.735)
YS2-3	71.225-71.215	1	lt-yw	m - c	(ho, opx, bi)	qz	1.686-1.698 (1.694)	1.707-1.715 (1.712), 1.729-1.733
YS2-2	86.20-86.18	2	gy-wh	m - c	ho > (opx, mg)	-	1.666-1.672 (1.668)	1.703-1.708 (1.704-1.706)

Vitric tephra layers

Tephra	Depth (m)	Thickness (cm)	Color	Shape of glass shards	Heavy mineral composition	Remarkable component	Refractive index of volcanic glass (n)
YS2-7	63.26-63.24	2	gy-yw	H, C > T	-	-	1.504-1.506 (1.505-1.506)
YS2-1	86.50-86.24	26	gy-wh	C > H > T	bi	-	1.499-1.501 (1.499)
TE-5a (GS-YS-3)	86.77-86.53	24	gy-wh	C > H > T	bi	-	1.498-1.500 (1.499)

Grain size m: medium sand, c: coarse sand, v.c: very coarse sand, gr: granule

Color gy-wh: grayish white, gy-yw: grayish yellow, lt-yw: light-yellow

Shape of glass shards H: flat type, C: medium type, T: porous type (Yoshikawa, 1976)

Heavy mineral composition bi: biotite, ho: hornblende, opx: orthopyroxene, mg: magnetite, cpx: clinopyroxene, (): small quantity

Remarkable component qz: quartz

A は内湾環境で堆積したと考えられる。

ユニット B は細粒～中粒砂層からなり、全体に貝化石を含むことから海成層と推定できる。砂質の沿岸環境は深部より、内側陸棚、外浜-陸棚遷移帯、下部外浜、上部外浜、海浜（前浜、後浜）に区分できる (Walker and Plint, 1992; Galloway and Hobday, 1996 など)。ユニット B の深度 91.12–90.76 m は粒径としては極細粒砂～細粒砂サイズであり、下部外浜の特徴 (Clifton, 2006) と一致する。砂層に認められる平行葉理、低角斜交層理はハンモック状あるいはスウェール状斜交層理 (Walker and Plint, 1992) の可能性がある。以上のことからユニット B は下部外浜で堆積した可能性が高いと考えられる。また一般的には下部外浜堆積物の上位には上部外浜堆積物、前浜堆積物が累重することが多いことから (Walker and Plint, 1992; Galloway and Hobday, 1996 など)、本ユニットにおいては、本来下部外浜堆積物の上位に累重していた上部外浜堆積物、前浜堆積物などが後の浸食により欠如している可能性が高い。

ユニット C は礫質堆積物からなるため、エネルギーレベルの高い環境での堆積が考えられるが、コアの流失が著しいため詳細は不明である。本ユニットは上部が浸食により欠如していると考えられるユニット B と後述する内湾堆積物のユニット D との間に位置することから、おそらく海進時に形成されたラグ堆積物であろう。

ユニット D は全体に貝化石を含み生物擾乱を受けていることから海成層と考えられる。上部は泥分を含むことから波浪などの影響の少ない環境で形成されたことがうかがえる。よって本ユニットは内湾環境で堆積したと推定される。下部に含まれる粗粒の堆積物は下位のユニット C からの漸移部分に相当する可能性がある。

ユニット E は全体に貝化石を含むことから海成層と考えられる。泥層を含むことから波浪などの影響の少ない内湾環境での堆積が推定できるが、全体として上方に粗粒化することから浅海化している可能性がある。

砂層からなるユニット F も貝片を含むことから海成層と推定される。ユニット下部は弱く平行葉理が発達する主に分級の良い極細粒砂～細粒砂からなる。ユニット B と同様に、これらは下部外浜の特徴と一致する (Clifton, 2006)。またユニット中部に見られる高角斜交層理は上部外浜の特徴である (Clifton, 1981)。また、深度 66.15–66.05 m において観察できる生痕化石 *Macaronichnus segregatis* は前浜の堆積物に特徴的に見られる (菊地, 1972; 奈良, 1994 など)。以上のことから本ユニットは下部外浜～海浜への上方浅海化を示す堆積物と考えられる。ただし掘削地点の八潮は関東平野の内陸部に位置することから、層相から解釈された砂質沿岸環境は外洋に面した波浪卓越型ではなく、むしろ現在の関東平野の内陸部にまで海が侵入することで形成された広大な内湾環境の縁辺の砂浜の可能性が高い。

ユニット G は泥層が卓越すること、一部に泥炭層が挟まることから河川の氾濫原で堆積したと推定できる。深度 63.69–63.55 m に見られる極細粒砂～細粒砂層は小規模な流路の堆積物の可能性がある。

ユニット H は貝化石を含み、生物擾乱を受けていることから海成層と考えられる。泥層、砂質泥層あるいは泥質砂層が見られることより、波浪や水流の影響が穏やかな環境で形成されたことが推定できる。よって本ユニットは内湾環境で堆積したと考えられる。

ユニット I は分級の良い砂層からなる。深度 57.11–48.75 m は極細粒砂～細粒砂よりなり、下部外浜の特徴と一致する (Clifton, 2006)。ユニット下部に見られる平行葉理は下部外浜の特徴であるハンモック状もしくはスウェール状斜交層理 (Walker and Plint, 1992) の可能性がある。深度 48.10–44.81 m に見られる 10–60 cm 毎に基底部に粗粒砂～中礫を含み上方細粒化を繰り返すような構造は上部外浜の特徴である (Clifton, 1981)。また、深度 44.44–44.00 m では海浜の特徴である強い重鉱物の濃集が見られる (Harms *et al.*, 1975)。以上のことから本ユニットは下部外浜～海浜への上方浅海化を示す堆積物と考えられる。ユニット F のように内湾縁辺の砂質沿岸域で形成された可能性が高い。

ユニット J は砂泥互層からなり、一部に泥炭層や逆グレイディング構造 (伊勢屋, 1982) が観察できることから河川の氾濫原の堆積物と考えられる。

以上をまとめると、記載した 10 のユニットのうち、ユニット A は内湾相、ユニット B は下部外浜、ユニット C はラグ堆積物、ユニット D 及び E は内湾相、ユニット F は下部外浜～海浜相、ユニット G は氾濫原相、ユニット H は内湾相、ユニット I は下部外浜～海浜相、ユニット J は氾濫原相と解釈することができる。

6.2 堆積サイクルと累層区分

上述の堆積相解析から GS-YS-2 コアの深度 94.40–37.02 m の区間には、下位より河川成の泥層、内湾成の泥質層、浅海成の砂層からなる堆積サイクルが認められる。このような堆積サイクルは模式地である房総半島の下総層群にも認められ、それぞれが 1 回の海水準変動に対応して形成されたと考えられている (徳橋・近藤, 1989)。また下総層群は、このような堆積サイクルを 1 累層として層序区分されている (徳橋・遠藤, 1984)。そこで GS-YS-2 コアにおいても房総半島の下総層群と同様に 1 回の堆積サイクルを 1 累層と捉え、累層区分を試みた。その結果、ユニット A～B、ユニット C～F、ユニット G～I、ユニット J の 4 つの堆積サイクルを認めた。このうちユニット A～B、ユニット J は堆積サイクルとしては不完全であるが、堆積サイクルの一部が浸食により欠如したものと考えた。このような堆積サイクルの一部欠如は模式地の下総層群でも普通に認められる (徳橋・

遠藤, 1984; 徳橋・近藤, 1989). そしてこれらの堆積サイクルを下位よりI層, II層, III層, IV層とした.

6.3 テフラの同定と対比

6.3.1 TE-5とYS2-1及びYS2-2

中期更新世に噴出したTE-5テフラは中部地方から関東平野にかけて広く分布する(町田・新井, 2003). このテフラは細粒の火山灰層とその上部または上位にある粗粒の軽石からなり, 両者は特性と給源火山が異なることが分かっている(吉川ほか, 1991; 斉藤, 2000). 細粒火山灰層はTE-5a, 軽石層はTE-5bと呼ばれており, TE-5aは飛騨山脈を給源とする大町A₁Pmと対比される(町田・新井, 2003). また, TE-5は下総層群では地藏堂層に挟在するJ4テフラ(徳橋・遠藤, 1984)に対比されている(杉原ほか, 1978; 町田・新井, 2003). 今回検討した八潮GS-YS-2コアに挟在するYS2-1は黒雲母片を含む細粒ガラス質のテフラで, 火山ガラスの屈折率(n)は1.499-1.501(1.499)の範囲を示す. 町田・新井, (2003)はTE-5aの火山ガラスの屈折率(n)を1.498-1.500としており, YS2-1の値とほぼ一致する. 更に大町A₁Pmを含む大町APmテフラ群は黒雲母片に富むことが知られており(町田・新井, 2003), YS2-1の特徴と一致する. このことからYS2-1はTE-5aに対比される. また, YS2-1の4cm上位に挟まれるYS2-2は中粒砂~粗粒砂サイズの軽石質テフラであり, 角閃石の屈折率(n₂)は1.666-1.672(1.668), 斜方輝石の屈折率(γ)は1.703-1.708(1.704-1.706)である. 町田・新井, (2003)はTE-5bの角閃石の屈折率(n₂)を

1.667-1.672, 斜方輝石の屈折率(γ)を1.703-1.708としており, YS2-2の値とほぼ一致している. また本テフラがTE-5aに対比されたYS2-1の直上にあることから, YS2-2はTE-5bに対比される可能性が高い.

また, GS-YS-2コアと同一地点で掘削されたGS-YS-3コアでは, 深度86.77-86.53mに黒雲母に富む灰白色ガラス質細粒テフラが挟在し, YS2-1と同様にTE-5aに対比されている(中澤・中里, 2007). このテフラの火山ガラスの屈折率(n)は1.498-1.500(1.499)であり(第6図, 第2表), 主成分化学組成はFeOが0.8%, SiO₂が77.9%, K₂Oが4.9%を示す(第3表). 珪長質でアルカリに富む特徴を持つことや, 中澤ほか(2009)によりTE-5aに対比されたGS-KS-1コアに挟在するKS-T1aテフラの主成分化学組成ともおおむね一致することからもTE-5aとの対比が支持される.

なおTE-5aの降灰層準については, 町田・新井(2003)はMIS 11後期あるいはMIS 11-10移行期に相当する海水準低下期としたが, 中澤ほか(2009)はKameo *et al.* (2006)の酸素同位体比曲線との対比に基づき, 降灰層準をMIS 11のピーク付近とした.

6.3.2 大町A₂Pm, A₃PmとYS2-3, YS2-4, YS2-6

飛騨山脈を給源とする大町APmテフラ群は中部~北関東にかけて分布しており(鈴木・早川, 1990), 共通する特徴として黒雲母斑晶に富む珪長質のものが多いことなどが挙げられる(町田・新井, 2003). また大町APmテフラ群は下位からA₁Pm~A₅Pmと呼ばれており, 特にA₁Pm(TE-5a)は関東平野での広い分布が知られている(町田・新井, 2003). 本コアから採取した

第3表 検討したガラス質テフラの主成分化学組成
Table 3 Chemical composition of glass shards in examined tephra layers.

Tephra	Oxide composition of glass shards (wt%)										Measuring method	Reference
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total		
TE-5a (GS-YS-3)	77.91 0.23	0.03 0.04	12.32 0.12	0.81 0.09	0.02 0.03	0.13 0.06	0.83 0.05	3.04 0.12	4.92 0.21	100.00 n=20	②	-
KS-T1a	77.84 0.23	0.04 0.04	12.28 0.10	0.82 0.07	0.03 0.06	0.13 0.05	0.85 0.04	2.87 0.20	5.13 0.37	100.00 n=15	②	Nakazawa <i>et al.</i> (2009)
YS2-7	76.86 0.20	0.35 0.07	12.40 0.09	1.56 0.09	0.05 0.05	0.31 0.04	1.69 0.07	3.59 0.16	3.18 0.17	100.00 n=19	①	-
YS2-7 (correction value)	77.08 0.17	0.26 0.05	12.63 0.09	1.47 0.08	0.04 0.02	0.38 0.05	1.63 0.06	3.51 0.12	3.01 0.16	100.00 n=19	② (equivalent)	-
BT72	77.28 0.27	0.25 0.06	12.70 0.09	1.31 0.07	0.02 0.03	0.34 0.05	1.44 0.07	3.54 0.09	3.12 0.08	100.00 n=20	②	-
OgA	77.26 0.29	0.24 0.06	12.68 0.07	1.33 0.06	0.02 0.03	0.37 0.06	1.36 0.05	3.79 0.16	2.94 0.07	100.00 n=20	②	Nakazato <i>et al.</i> (2005)

upper row: average, lower row: standard deviation, FeO*: total Fe as FeO

YS2-3 は粒径が中粒砂～粗粒砂サイズ, YS2-4, YS2-6 は中粒砂サイズの軽石質テフラである. 3つのテフラ全てで角閃石, 斜方輝石, 黒雲母及び石英が見られる. YS2-3 の角閃石の屈折率 (n_2) は 1.686–1.698 (1.694), 斜方輝石の屈折率 (γ) は 1.707–1.715 (1.712) 及び 1.729–1.733 である. YS2-4 の角閃石の屈折率 (n_2) は 1.690–1.698 (1.693–1.695), 斜方輝石の屈折率 (γ) は 1.733–1.737 (1.735) である. 一方, YS2-6 の角閃石の屈折率 (n_2) は 1.687–1.696 (1.693), 斜方輝石の屈折率 (γ) は 1.731–1.736 (1.734) である. 町田・新井 (2003) の示す A₁Pm～A₅Pm の角閃石及び斜方輝石の屈折率は, それぞれ 1.687–1.695, 1.729–1.736 の範囲に収まり, YS2-3 の斜方輝石を除いて, 3つのテフラの値におおむね一致する. YS2-3 の斜方輝石の屈折率 (γ) も少数ではあるが, 1.729–1.733 という値が見られる. これらのことから, 筆者らは YS2-3, YS2-4, YS2-6 の各テフラが A₁Pm～A₅Pm のいずれかに対比できると考えた. 町田・新井 (2003) は TE-5a を A₁Pm に, 鈴木 (2003) は地蔵堂層の上位にある藪層の Yb1 を A₄Pm に対比した. この対比に基づくと TE-5a に対比される YS2-1 と同じ堆積サイクルに属し, かつ, YS2-1 の上位に挟在する YS2-3, YS2-4 及び YS2-6 は A₂Pm あるいは A₃Pm に対比される可能性が考えられる. YS2-3, YS2-4 及び YS2-6 は砂層中に挟まれ, 一部テフラに斜交層理も認められることから, 少なからず再移動したことが考えられる. よってこれらのテフラは A₂Pm あるいは A₃Pm のどちらかひとつを起源とする同一のテフラの可能性もある.

6.3.3 BT72 と YS2-7

YS2-7 は扁平型～中間型の火山ガラスに富む特徴から, 広域テフラとの対比が期待される. TE-5 の上位で火山ガラスの屈折率 (n) が 1.504–1.506 付近を示す広域テフラとしては, 琵琶湖高島沖コアの BT72 (吉川・井内, 1991) があげられる. BT72 は大阪湾岸コアの K1-175 (吉川ほか, 2000), 古琵琶湖層群山下テフラ (里口・服部, 2008) などに対比され, その年代は 349 ka (MIS 10) とされている (長橋ほか, 2004).

BT72 の火山ガラスは吉川・井内 (1991) により 1.498–1.504 (1.502–1.504), Satoguchi *et al.* (2008) により 1.498–1.505 (1.502–1.505) と報告されており, BT72 に対比される茨城県友部町の大古山火山灰 OgA の火山ガラスは 1.502–1.505 (1.503–1.504) であり (中里ほか, 2005), YS2-7 はこれらよりやや高い屈折率を示す. 火山ガラスの主成分化学組成についてみると, 第 1 表の補正係数により条件②相当に補正した YS2-7 の分析値は, BT72 及び OgA に対し, FeO と CaO で 1 σ 以上高い値を示すもののよく似た組成を示す (第 3 表). このように, BT72 と YS2-7 はよく似た特徴を示すが, 屈折率および主成分化学組成に一致しない部分もあるため, ここでは対比の可能性を指摘するにとどめる.

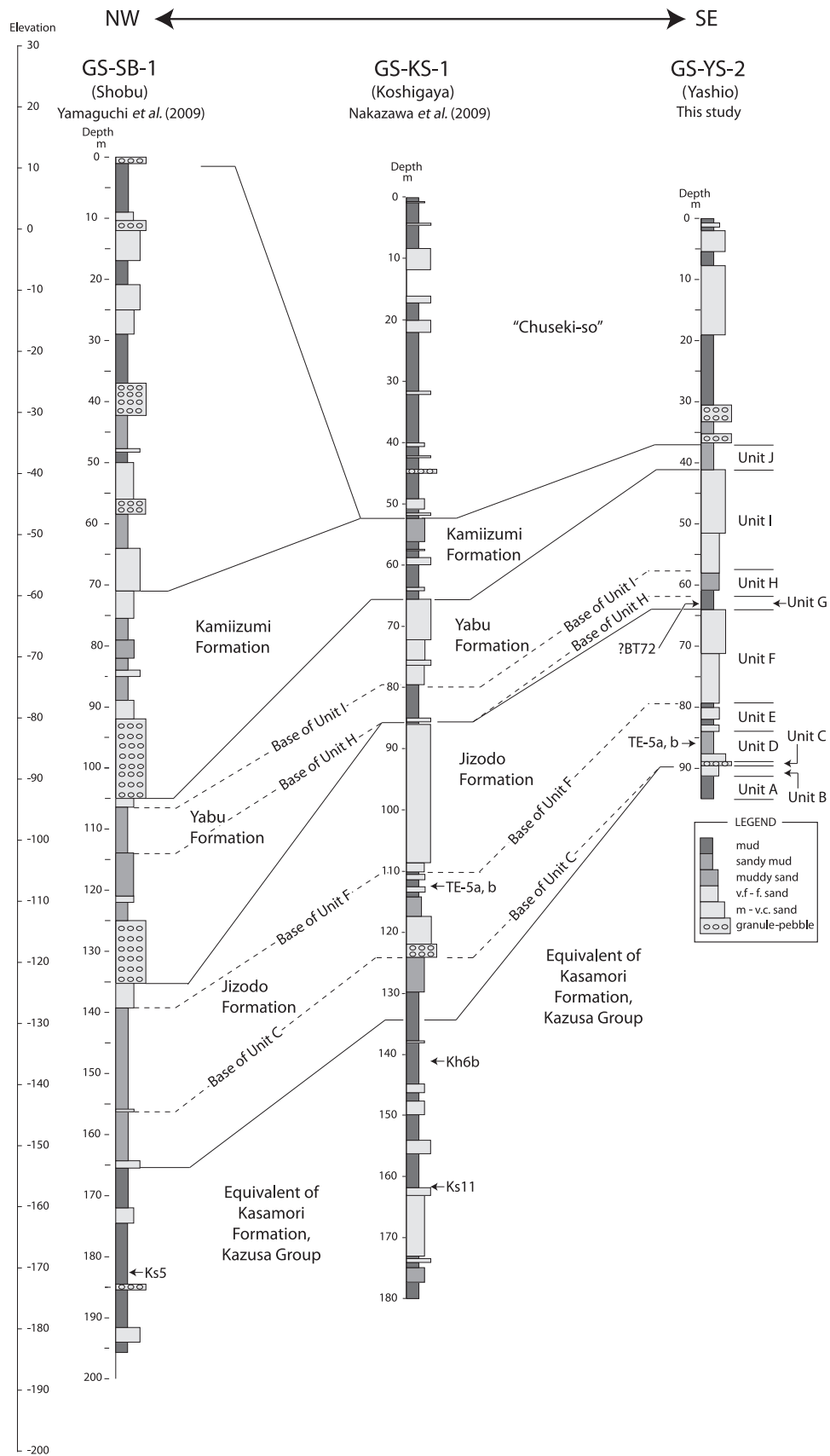
6.4 模式地の下総層群との対比

II 層のユニット D に挟在する YS2-1, YS2-2 は下総層群地蔵堂層の J4 (TE-5) テフラに対比される. よって, II 層は下総層群の最下部に相当する地蔵堂層に対比される. 更に, III 層は II 層の上位の堆積サイクルであることから下総層群藪層に対比できる. その際ユニット G に挟在する YS2-7 を MIS10 の指標テフラである BT72 に対比したとしても矛盾はない. I 層や IV 層には指標テフラは挟在しないが, I 層は II 層の下位に相当することから上総層群最上部の笠森層相当層と考えられる. すなわち GS-YS-2 コアではユニット B-C 境界が房総半島の上総-下総層群境界に相当すると考えられる. また IV 層は III 層の上位に位置することから下総層群上泉層に対比される.

6.5 近隣のコアとの対比及びそれらから推定される構造運動

次に GS-YS-2 コアと近隣のコアとの対比を行う. 本研究では埼玉県久喜市菖蒲町上大崎にて掘削採取した GS-SB-1 コア (第 1 図; 山口ほか, 2009) 及び埼玉県越谷市大杉にて掘削採取した GS-KS-1 コア (第 1 図; 中澤ほか, 2009; 中澤・田辺, 2011) との対比を行った (第 8 図). GS-YS-2 コアでは, 地蔵堂層 (II 層) は深度 89.39–63.98 m (標高 -87.73–-62.32 m), 藪層 (III 層) は深度 63.98–41.04 m (標高 -62.32–-39.38 m), 上泉層 (IV 層) は深度 41.04–37.02 m (標高 -39.38–-35.36 m) に分布する. GS-KS-1 では地蔵堂層は深度 134.12–85.60 m (標高 -128.79–-80.3 m) に分布する (中澤ほか, 2009). また藪層は深度約 85.6–65.6 m (標高約 -80.3–-60.2 m), 上泉層は深度約 65.6–52.6 m (標高約 -60.2–-47.3 m) に分布する (中澤・田辺, 2011). 一方, GS-SB-1 コアは累層区分は行われていないものの, 深度 164.875–135.33 m (標高 -153.139–-123.59 m) に見られる海成層を地蔵堂層の海成層に対比し, 更に深度 118.375–105.60 m (標高 -106.639–-93.86 m) の海成層は藪層の海成層, 深度 75.45–72.00 m (標高 -63.71–-60.26 m) の海成層は上泉層の海成層に対比される可能性が示唆されている (山口ほか, 2009). 以上のことから GS-KS-1 コア及び GS-SB-1 コアの下総層群の各累層は GS-YS-2 コアのそれよりも明らかに分布深度が深いことが分かる.

また八潮, 越谷, 菖蒲で更に詳細な構造運動を検討するため 3 本のコアの柱状図を並べ, GS-YS-2 コアのユニット C 基底 (地蔵堂層内湾成層基底), ユニット F 基底 (地蔵堂層海成砂層基底), ユニット H 基底 (藪層内湾成層基底), ユニット I 基底 (藪層海成砂層基底) に相当する面を基準面とし, 各コアにおける分布標高を比較した (第 8 図, 第 4 表). その結果, 各基準面の標高差は, 八潮から越谷, 菖蒲に向け, 下位層準ほど累積し



第8図 GS-YS-2とGS-KS-1(越谷),GS-SB-1(菖蒲)との対比

Fig.8 Correlation between GS-YS-2, GS-KS-1 (Koshigaya), and GS-SB-1 (Shobu) cores.

第4表 GS-YS-2,GS-KS-1 及び GS-SB-1 の各基準面の標高 (T. P. +)

Table 4 Elevation (T. P. +) of major unit boundaries in each core.

		GS-SB-1	Difference of elevation	GS-KS-1	Difference of elevation	GS-YS-2
Yabu Fm	Base of Unit I	-94.86m	19.86m	-75.00m	19.55m	-55.45m
	Base of Unit H	-102.76m	22.46m	-80.30m	20.07m	-60.23m
Jizodo Fm	Base of Unit F	-126.96m	22.14m	-104.82m	27.23m	-77.59m
	Base of Unit C	-144.96m	26.29m	-118.67m	30.94m	-87.73m

て大きくなることが明らかになった。このことは少なくとも地蔵堂層及び藪層堆積期には北西に継続的に傾動していたことを示す。また隣り合った2地点間を比較した場合、もし八潮-菖蒲間で傾動量が一律ならば八潮-越谷間(約14.0 km)よりも越谷-菖蒲間(約22.6 km)の方が各基準面の標高差は大きいことが予想される。しかし、実際には越谷-菖蒲間の各基準面の標高差は八潮-越谷間のそれと同等かむしろ小さく、越谷-菖蒲間よりも八潮-越谷間の方が傾動量が大きいことが推定される。

ところで、堀口(1997)は、考古遺跡の埋没などから現在の関東造盆地運動の中心が埼玉県北東部にあるとしている。また、平社(2008)も埼玉県北東部において下総層群相当層の分布形態から同様の地質構造を明らかにしている。今回の八潮GS-YS-2コアの結果は堀口(1997)や平社(2008)らが示した沈降域の南東延長の構造として彼らの解釈と調和的である。すなわち八潮を含む東京北東部地域は、埼玉県北東部や房総半島と比べると下総層群各累層の層厚が小さく、沈降量の少ない地域として位置づけられ、埼玉県北東部と房総半島の両沈降域に挟まれた構造的な高まりに相当すると考えられる。

7. まとめ

埼玉県南東部の八潮市木曾根において実施したボーリングのGS-YS-2コアについて詳細な観察を行い、堆積環境と堆積サイクルについて考察した。また、コアに挟在するテフラについて記載を行い、既知のテフラとの対比を試みた。更に近隣のコアとの対比を検討した。結果は以下のようにまとめられる。

- 1) GS-YS-2を層相により下位からA~Jの10のユニットに分け、堆積環境を考察した。ユニットAは内湾相、ユニットBは下部外浜、ユニットCはラグ堆積物、ユニットD及びEは内湾相、ユニットFは下部外浜~海浜相、ユニットGは氾濫原相、ユニットHは内

湾相、ユニットIは下部外浜~海浜相、ユニットJは氾濫原相と解釈された。

- 2) 1回の海水準変動によって形成された堆積サイクルをI累層として本コアをI層(ユニットA, B)、II層(ユニットC, D, E, F)、III層(ユニットG, H, I)、IV層(ユニットJ)の4つの累層に区分した。
- 3) GS-YS-2コアにはYS2-1~10の10層のテフラが挟在する。このうちYS2-1はTE-5a、YS2-2はTE-5bに対比される。また、YS2-3、YS2-4、YS2-6は大町APmテフラ群のA₂PmあるいはA₃Pm、YS2-7はBT72である可能性がある。
- 4) 上記テフラに基づけば、II層は下総層群地蔵堂層に対比される。また地蔵堂層の下位のI層は上総層群笠森層相当層、地蔵堂層の上位のIII層は藪層、III層の上位のIV層は上泉層に対比される。
- 5) GS-YS-2コアを近隣のコア(菖蒲GS-SB-1コア及び越谷GS-KS-1コア)と比較した結果、下総層群の各累層の分布深度は北西に向かい累積的に深くなることが分かった。八潮-菖蒲間では少なくとも地蔵堂層及び藪層堆積期には北西方向へ継続的に傾動していたと考えられる。また標高差の累積性を2地点間で比較した結果、八潮-越谷間は越谷-菖蒲間よりも傾動量が大きいことが分かった。

謝辞: 福島大学長橋良隆准教授にはBT72の試料をご提供いただいた。コア掘削・処理の初期の作業は、産総研評価部 遠藤秀典氏及び新潟大学 卜部厚志氏(両名、当時地質調査所環境地質部)により行われた。テフラの化学分析は株式会社古澤地質によって行われた。ボーリング工事は中央開発株式会社により実施された。担当編集委員の片山 肇氏(地質情報研究部門)及び査読者の水野清秀氏(地質情報研究部門)からは査読を通じてたいへん有益なコメントを頂いた。以上の方々に厚く御礼申し上げます。

文献

- Clifton, H. E. (1981) Progradational sequences in Miocene shoreline deposits, southeastern Caliente Range, California. *Journal of Sedimentary Petrology*, **51**, 165-184.
- Clifton, H. E. (2006) A reexamination of facies models for clastic shorelines. *SEPM Special Publication*, **84**, 293-337.
- 遠藤邦彦・関本勝久・高野 司・鈴木正章・平井幸弘(1983) 関東平野の“沖積層”. *アーバンクボタ*, **21**, 26-43.
- 古澤 明 (1995) 火山ガラスの屈折率測定および形態分類とその統計的な解析に基づくテフラの識別. *地質学雑誌*, **101**, 123-133.
- Galloway, W. E. and Hobday, D. K. (1996) *Terrigenous clastic depositional systems; Applications to fossil fuel and groundwater resources, second edition*. New York, Springer, 489 p.
- Harms, J. C., Southard, J. B., Spearing, D. R. and Walker, R. G. (1975) Depositional environments as interpreted from primary sedimentary structures and stratification sequences. *SEPM Short Course*, **2**, 161 p.
- 平社定夫 (2008) 関東平野中央部における中-上部更新統の層序および構造運動. *地球科学*, **62**, 43-55.
- 堀口萬吉 (1997) 利根川中流低地の変動と古代地震. *地球科学*, **51**, 40-50.
- 伊勢屋ふじこ (1982) 茨城県, 桜川における逆グレンジングをした洪水堆積物の成因. *地理評*, **55**, 597-613.
- Kameo, K., OKada, M., El-Masry, M., Hisamitsu, T., Saito, S., Nakazato, H., Ohkouchi, N., Ikehara, M., Yasuda, H., Kitazato, H. and Taira, A. (2006) Age model, physical properties and paleoceanographic implications of the middle Pleistocene core sediments in the Choshi area, central Japan. *Island Arc*, **15**, 366-377.
- 関東平野中央部地質研究会 (1994) 関東平野中央部の地下地質-ボーリングコアによる解析-. *地団研専報*, no. **42**, 180 p.
- 菊地隆男 (1972) 成田層産白斑状化石生痕とその古地理学的意義. *地質学雑誌*, **78**, 137-144.
- 菊地隆男 (1980) 古東京湾. *アーバンクボタ*, **18**, 16-21.
- 菊地隆男・貝塚爽平 (1972) 関東平野地下の成田層群. *日本地質学会第79年学術大会「地盤と地下水に関する公害」検討会資料*, 99-110.
- 吉川清志・水野清秀・杉山雄一 (1991) 関東～九州における前～中期更新世テフラの広域対比. *月刊地球*, **13**, 228-234.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) 新編 - 火山灰アトラス - 日本列島とその周辺. 東京大学出版会, 336 p.
- 森川六郎 (1962) 埼玉県南平野の地盤地質. *応用地質*, **3**, 11-19.
- 長橋良隆・吉川周作・宮川ちひろ・内山 高・井内美郎 (2004) 近畿地方及び八ヶ岳山麓における過去43万年間の広域テフラの層序と編年-EDS分析による火山ガラス片の主要成分化学組成-. *第四紀研究*, **43**, 15-35.
- 中里裕臣・鈴木毅彦・水野清秀・大井信三・横山芳春 (2005) 茨城県中部の下総層群から検出されたBT72テフラ. *第四紀学会講演要旨集*, **35**, 4-5.
- 中澤 努・遠藤秀典 (2000) 関東平野中央部大宮・野田地域地下浅部の更新統堆積シーケンスと構造運動. *堆積学研究*, **51**, 23-38.
- 中澤 努・中里裕臣 (2005) 関東平野中央部に分布する更新統下総層群の堆積サイクルとテフロクロロジー. *地質学雑誌*, **111**, 87-93.
- 中澤 努・中里裕臣 (2007) 関東平野中央部の下総層群: 研究の進展と課題. *地質ニュース*, no. **634**, 50-59.
- 中澤 努・中里裕臣・大嶋秀明・堀内誠示 (2009) 関東平野中央部における上総-下総層群境界: 越谷GS-KS-1コアでのMIS12層準の特定. *地質学雑誌*, **115**, 49-63.
- 中澤 努・田辺 晋 (2011) 野田地域の地質. *地域地質研究報告 (5万分の1図幅)*, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 72 p.
- 奈良正和 (1994) “ヒメスナホリムシの生痕化石”の形成者は何か? -生痕化石 *Macaronichnus segregatis* の形成メカニズム-. *化石*, **56**, 9-20.
- 埼玉県環境部防災局地震対策課 (1996) 埼玉県活断層調査報告書. 200 p.
- 齊藤尚人 (2000) 八ヶ岳東麓と関東平野の中期更新世テフラの対比とその編年. *第四紀研究*, **39**, 15-23.
- 里口保文・服部 昇 (2008) 中部更新統古琵琶湖層群上部と上総層群上部の火山灰層の対比. *第四紀研究*, **47**, 15-27.
- Satoguchi, Y., Nagahashi, Y., Furusawa, A., Yoshikawa, S. and Inouchi, Y. (2008) The Middle Pleistocene to Holocene tephrostratigraphy of the Takashima-oki core from Lake Biwa, central Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City Univ.*, **51**, 47-58.
- 新堀友行・羽鳥謙三・成瀬 洋 (1970) 関東平野の地下地質 第2報 関東平野中央部の洪積層. *資源科学研究所果報*, **73**, 30-36.
- 杉原重夫・新井房夫・町田 洋 (1978) 房総半島北部の中・上部更新統のテフロクロロジー. *地質学雑誌*

- 誌, **84**, 583-600.
- 鈴木毅彦 (2003) テフラ研究からみた中部山岳域周辺における中・後期更新世編年の諸問題. 第四紀研究, **42**, 157-163.
- 鈴木毅彦・早川由紀夫 (1990) 中期更新世に噴出した大町 APm テフラ群の層位と年代. 第四紀研究, **29**, 105-120.
- 高原勇夫 (1984) 大宮台地南部及び荒川低地における第四系の地層区分と堆積環境. 埼玉地理, **8**, 1-12.
- 徳橋秀一・遠藤秀典 (1984) 姉崎地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 地質調査所, 136 p.
- 徳橋秀一・近藤康生 (1989) 下総層群の堆積サイクルと堆積環境に関する一考察. 地質学雑誌, **95**, 933-951.
- Walker, R. G. and Plint, A. G. (1992) Wave-and storm-dominated shallow marine systems. In Walker, R. G. and James, N. P. eds., *Facies models - Response to Sea Level Change*, Geological Association of Canada, p. 219-238.
- 山口正秋・水野清秀・納谷友規・本郷美佐緒・中里裕臣・中澤 努 (2009) 関東平野中央部, 埼玉県菖蒲町で掘削された 350 m ボーリングコア (GS-SB-1) の層相と堆積物物性. 地質調査研究報告, **60**, 147-197.
- 吉川周作 (1976) 大阪層群の火山灰層について. 地質学雑誌, **82**, 497-515.
- 吉川周作・井内美郎 (1991) 琵琶湖高島沖ボーリングコアの火山灰層序. 地球科学, **45**, 81-100.
- 吉川周作・水野清秀・加藤茂弘・里口保文・宮川ちひろ・衣笠善博・三田村宗樹・中川康一 (2000) 神戸市東灘 1,700 m ボーリングコアの火山灰層序. 第四紀研究, **39**, 505-520.

(受付: 2011 年 7 月 21 日; 受理 2011 年 10 月 26 日)

