

# 火山灰を用いた水文地質単位 YK-C3 難透水層の推定

## ～千葉県北西部 YcyC-YH-CC コアを用いて～

伊藤直人 吉田 剛 伴 雅雄\*

(\*：山形大学理学部)

### 1 はじめに

千葉県北西部は飲用・工業用・農業用の地下水を多く使用する地域の一つであり、地下水の持続的利用を達成するため、地層を透水層（砂層）と難透水層（泥層）に区別し、その分布（連続性）及び階層構造（層位）を把握することが必要とされている。当センターでは、地質環境調査等で掘削されたボーリングコアの対比<sup>注1)</sup>を行い、県内の広域的な地質構造及び水文地質単位<sup>注2)</sup>の設定に取り組んでいる。これらの設定には、主に火山灰層を鍵層<sup>注3)</sup>として用いて、離れた地域にある砂層及び泥層の連続性を確認する必要がある（図1）。風岡ほか<sup>1)</sup>では、千葉県北西部（主に印西市と八千代市）に連続する水文地質単元に統一名を与え、上位より YK-S1 透水層・YK-S2 透水層・YK-S3 透水層とこれらを分ける YK-C1 難透水層・YK-C2 難透水層に分類した。さらに、吉田ほか<sup>2)</sup>及び納谷ほか<sup>3)</sup>では、近隣の習志野市・白井市を加え対象範囲を拡大し（図2）、前述の水文地質単元の下部に YK-S4 透水層・YK-C3 難透水層を設定しているが（図3）、その分布や階層構造は明らかではなかった。また YK-S3 は優良な透水層として地下水が多く利用されている地層の一つであり、この透水層の下端を構成する YK-C3 難透水層の分布域を把握することは、地下水の持続的利用を考えるうえでは重要である。

今回の報告では、図2のB-B'測線沿いで掘削された YcyC-YH-CC ボーリングコアにおいて、YK-C3 難透水層に相当する地層を火山灰の対比によって確認することができたため、それについて報告する。

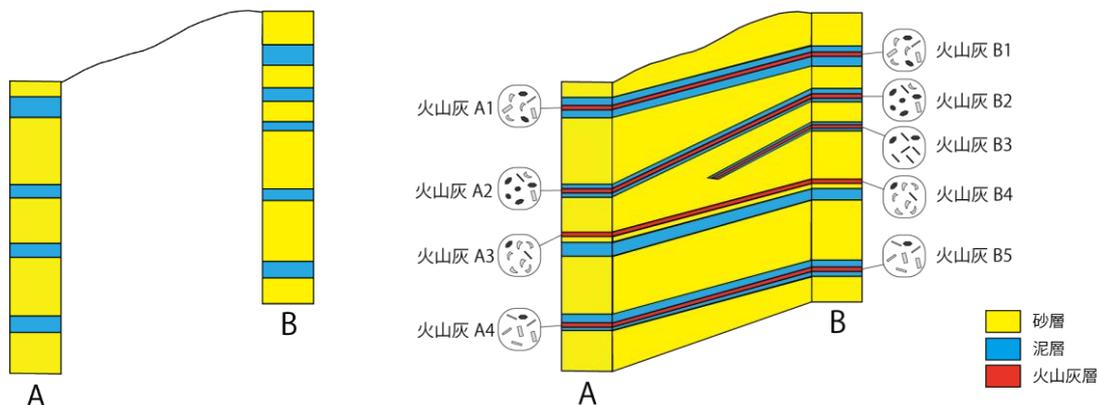


図1 火山灰を鍵層として用いた地層の連続性の確認

左) 離れた地域にある地層が、同一のものであるかを判定できない。

右) 火山灰層(赤線)を鍵層として用いることで、地層の連続性を確認できる。

### 2 千葉県下総層群の層序と火山灰について

前述した水文地質単位には、それぞれ対応する下総層群の累層が存在する（図4、例えば YK-S1 透水層は、清川層上部・横田層・木下層に相当する）。下総層群のそれぞれの累層中には特徴の異なる火山灰が含まれており、これを鍵層として地層の連続性を把握することができる。報告の対象となる YK-C3 難透水層は下総層群藪層下部の泥層に相当し、主な火山灰として Yb5・Yb1・Yb1 と同じ層準で確認される Kkt が含まれている。

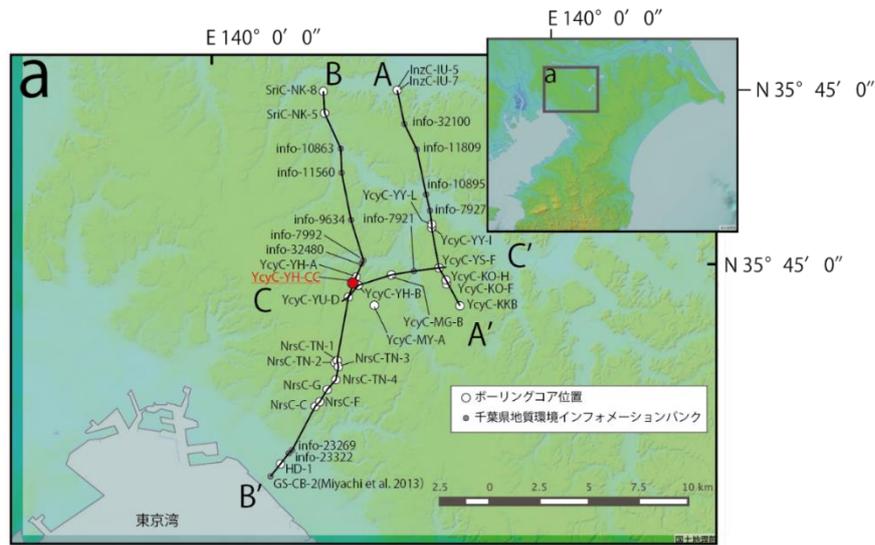


図 2 千葉県北西部ボーリングコア位置図. 吉田ほか<sup>2)</sup>を一部修正

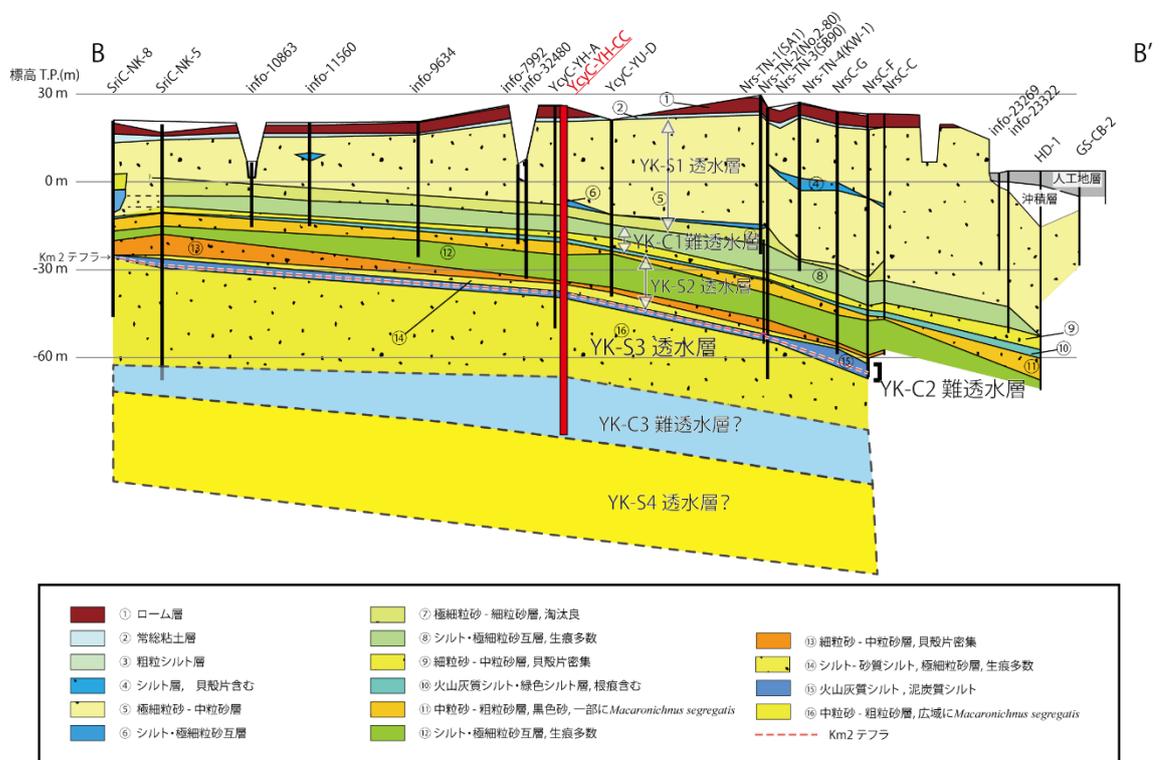


図 3 千葉県北西部 B-B' 断面図. 吉田ほか<sup>2)</sup>を一部修正

層序区分	主な火山灰	水文地質单元
沖積層		
新期ローム層	AT HK-TP	
常総層	On-Pm1	
姉崎層	SIP(KIP)	
木下層		YK-S1 透水層
横田層	Yk3	
清川層	Ky3(TB-8)	YK-C1 難透水層
上泉層	Km2(TCu-1) Km1	YK-S2 透水層 YK-C2 難透水層
藪層	Yb5 Yb1/Kkt	YK-S3 透水層 YK-C3 難透水層
地藏堂層	J4(TE-5) J1	YK-S4 透水層
上総層群	Ks11 Ch2 ⋮	

図 4 下総層群の層序と火山灰、水文地質单元

層序区分は納谷ほか<sup>4)</sup>を参考に、

水文地質单元は納谷ほか<sup>3)</sup>を参考に作成した

「透水層」は主に砂層、「難透水層」は泥層からなる

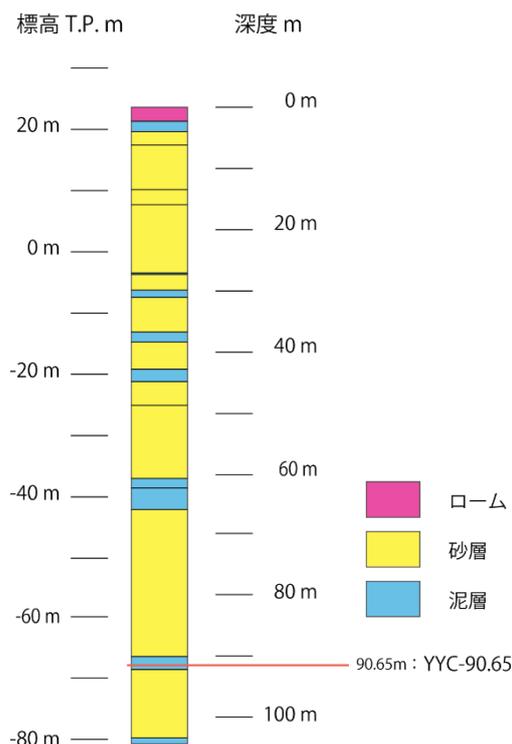


図 5 YcyC-YH-CC コア柱状図と火山灰の出現深度

### 3 調査対象及び分析手法

YcyC-YH-CC コアの柱状図と火山灰の出現深度を図 5 に示す。最上部にはローム層があり、それ以深は砂層と泥層の互層である。火山灰は深度 90.65m の泥層中に確認された(以下この火山灰を YYC-90.65 とする)。コアから火山灰を採取した後、試料の洗浄、篩いわけ(250 メッシュ)を行い、岩石記載を行った。また、火山灰中の鉱物や火山ガラスについて、屈折率の測定(温度変化型屈折率測定装置 MAIOT)と主成分化学分析(山形大学理学部所有の日本電子製 EPMA-WDS)を行った。EPMA の測定条件は、加速電圧 15kV、プローブ電流 10nA、ビーム径 10 $\mu$ m に設定し、測定時間はピーク 10 秒、バックグラウンドを 5 秒とした。また、ビーム照射による Na の減衰を考慮し、電子ビーム照射後 30 秒以内に Na の計測を終了するようにした。測定値の補正には ZAF 法を用いた。

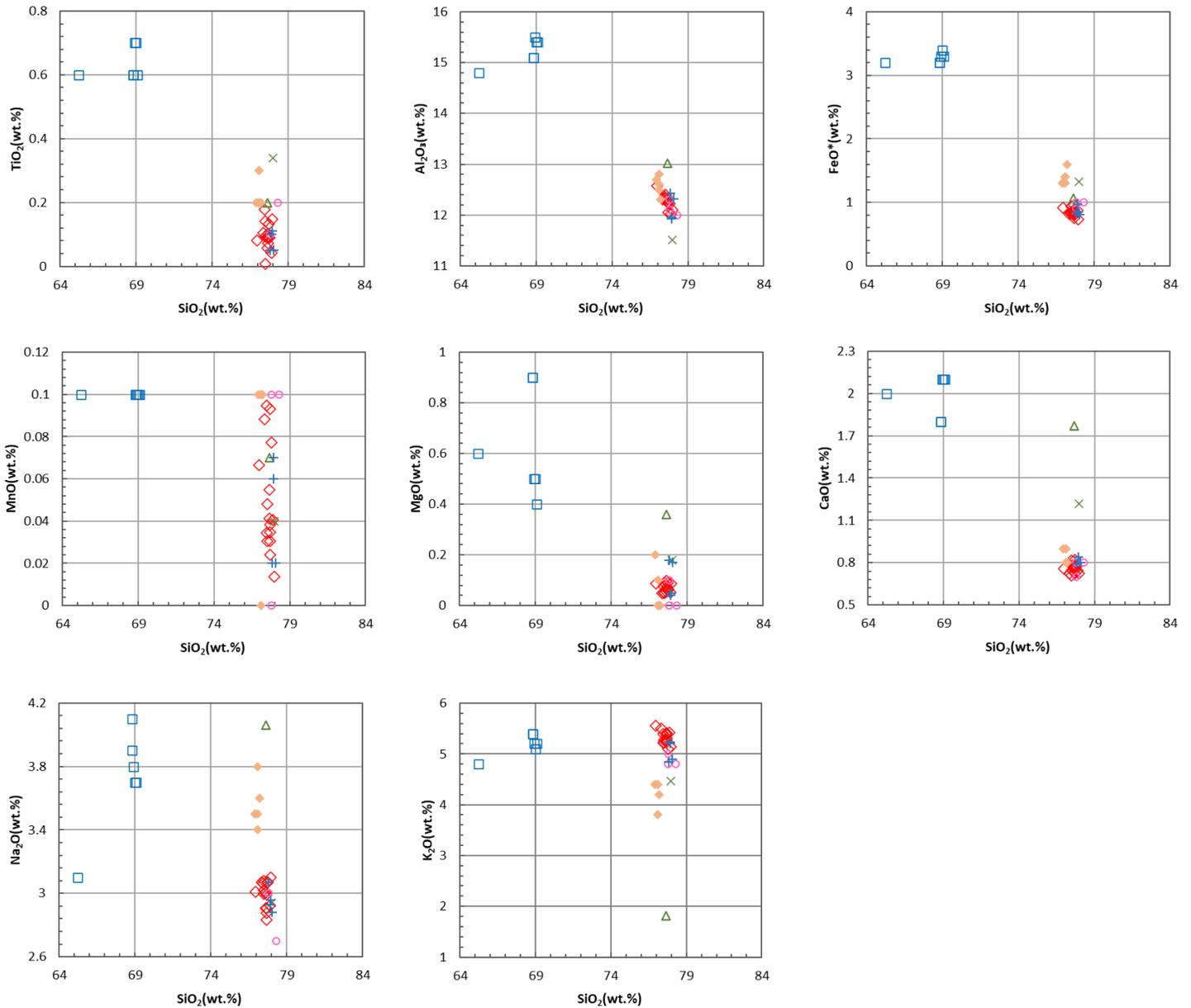
### 4 結果

火山灰に含まれる重鉱物組成、火山ガラスの形態、重鉱物とガラスの屈折率・化学組成を表 1 に、地層の対比に使用した火山灰データを表 2 に示す。また、化学組成変化図を図 6 に示す。化学組成値は、H<sub>2</sub>O を除いて 100wt.% になるように再計算している。

YYC-90.65 は、含黒雲母ガラス質細粒火山灰で、少量の角閃石、直方輝石、稀にチタン鉄鉱を含み、重鉱物組成の多くは黒雲母が占めている。火山ガラスの形態は、主にバブルウォール型で、変質した繊維状及びスポンジ状もみられる。火山ガラスの主成分元素は、SiO<sub>2</sub> = 77.6  $\pm$  0.2wt.% であり、CaO・Na<sub>2</sub>O 量は少なく、K<sub>2</sub>O 量は特徴的に高い。表 2 の火山灰リストと図 6 の化学組成図をみると、化学組成値で YYC-90.65

と類似するのは、Yb1 と TE-5a (J4)であるが、角閃石と直方輝石の屈折率から、Yb1 に対比される。図4で Yb1 は、下総層群藪層下部の泥層に相当し、この層準は、水文地質単元の YK-C3 難透水層に対応している。

本報告では、千葉県北西部 B-B' 測線沿いで掘削された YeyC-YH-CC コアにおいて、吉田ほか<sup>2)</sup>及び納谷ほか<sup>3)</sup>で分布や層位が明確ではなかった YK-C3 難透水層に対応する地層を、火山灰の対比によって確認することができた。



◇ YC-90.65 □ Km1 △ Yb5 ◆ Kkt + Yb1 ○ TE-5a(J4) × J1

図 6 火山灰化学組成変化図

Km1<sup>7-9)</sup>, Yb5<sup>10)</sup>, Kkt<sup>11, 12)</sup>, Yb1<sup>5)</sup>, TE-5a(J4)<sup>13)</sup>, J1<sup>14)</sup>

**表 1 YYC-90.65 の記載岩石学的特徴と火山ガラス主成分元素**

主成分元素の上段は平均値，下段は標準偏差を示す。n は分析 grain 数を示す。ガラスの形態分類は，町田・新井(2011)を参考にした。

bw : バブルウォール型, fib : 繊維状, spg : スポンジ状

bi : 黒雲母, ho : 角閃石, opx : 直方輝石, il : チタン鉄鉱, ( ) : 極少量

火山灰	重鉱物組成	ガラス形態	屈折率(最頻値)			分析手法	火山ガラス主成分元素(wt.%)									n
			火山ガラス	直方輝石	角閃石		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	
YYC-90.65	bi>ho>opx,(il)	bw,fib,(spg)	1.498-1.499(1.499)	1.725-1.732(1.731)	1.691-1.705(1.695)	WDS	77.60	0.10	12.27	0.84	0.05	0.07	0.76	3.00	5.32	16
							0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	

**表 2 下総層群下部に含まれる主要な火山灰リスト**

YYC-90.65 火山灰は，出現深度が図 2 の下総層群下部に相当すると考えられるため，地藏堂層・藪層・上泉層の火山灰をリスト化した。

bw : バブルウォール型, pm : 軽石型(pm ⊃ fib & spg)

bi : 黒雲母, ho : 角閃石, cum : カミングトン閃石, opx : 直方輝石, cpx : 単斜輝石, ( ) : 少量含有

火山灰	重鉱物組成	ガラス形態	屈折率(最頻値)			分析手法	Locality	火山ガラス主成分元素(wt.%)								
			火山ガラス	直方輝石	角閃石			SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Km1 <sup>7)</sup>	(opx,cpx)	pm,bw	1.515-1.521	-	-	EDS <sup>9)</sup>	木更津市根岸	68.80	0.60	15.10	3.20	0.10	0.90	1.80	4.10	5.40
Yb5 <sup>7)</sup>	ho, cum,(bi)	pm	1.500-1.503(1.500-1.502)	-	1.664-1.670(1.667-1.668)	EDS <sup>10)</sup>	長野県川上村金山伊倉	77.64	0.20	13.02	1.07	0.07	0.36	1.77	4.06	1.81
Kkt <sup>7)</sup>	opx, cpx, (ho)	bw, pm	1.500-1.501	1.718-1.723	-	WDS <sup>12)</sup>	鹿児島県国分市萩の元	77.10	0.20	12.80	1.30	0.00	0.10	0.90	3.80	3.80
Yb1 <sup>7)</sup>	bi>ho>opx	-	1.497-1.501(1.498)	-	1.689-1.701(1.694)	EDS <sup>5)</sup>	横芝光町新屋敷	77.91	0.10	11.93	0.97	0.07	0.04	0.84	2.93	5.21
TE-5a(J4) <sup>13)</sup>	bi, ho,(opx)	-	-	1.703-1.707	1.665-1.672	EDS <sup>13)</sup>	木更津市地藏堂	77.83	0.14	12.06	1.01	0.03	0.03	0.74	2.99	5.00
J1 <sup>14)</sup>	ho>opx	-	1.500-1.502(1.501)	1.705-1.713(1.710)	1.665-1.675(1.670)	EDS <sup>14)</sup>	市原市金剛地	77.99	0.34	11.51	1.32	0.04	0.18	1.22	2.94	4.47

## 5 引用文献

- 1) 風岡 修, 吉田 剛, 藤ヶ崎 稔, 清水健一, 長根山皓介, 鈴木博也, 楠田 隆, 酒井 豊, 楡井 久: 下総台地中央部の更新統の透水層構造と地下水質の概要-印西市~八千代市について-. 第 23 回環境地質学シンポジウム論文集, 69-74(2013).
- 2) 吉田 剛, 風岡 修, 楡井 久, 楠田 隆, 酒井 豊, 古野邦雄, 坂田健太郎: 千葉県北西部に広域に連続する難透水層(YK-C1, YK-C2)の分布. 第 27 回環境地質学シンポジウム論文集, 125-130(2017).
- 3) 納谷友規, 野々垣進, 小松原純子, 宮地良典, 中澤 努, 風岡 修, 潮崎翔一, 香川 淳, 吉田 剛, 加藤晶子, 八武崎寿史, 荻津 達, 中里裕臣: 都市域の地質地盤図「千葉県北部地域」(説明書). 地質調査総合センター, 35-44(2018).
- 4) 納谷友規, 坂田健太郎, 中澤 努: 松戸市の地下に分布する下総層群の層序: GS-MD-1 コアの調査概要. 地質調査総合センター速報, 74, 39-46(2017).
- 5) 中里裕臣, 佐藤弘幸: 千葉県北東部における下総層群指標テフラ Yb1. 日本地質学会第 115 年学術大会講演要旨, 76(2008).
- 6) 徳橋秀一, 遠藤秀典: 姉崎地域の地質. 地域地質研究報告, 76, 58-76(1984).
- 7) 町田 洋, 新井房夫: 火山灰アトラス [日本列島とその周辺]. 東京大学出版会, 336(2003).
- 8) 白井正明, 多田隆治, 藤岡換太郎: ODP 日本海試料との対比に基づく男鹿半島安田海岸更新世中~後期テフラの同定と年代. 第四紀研究, 36, 183-196(1997).
- 9) Suzuki Takehiko: chemical analysis of volcanic glass by energy dispersive X-ray spectrometry with JEOL. JED-2001 and JSM-5200: analytical procedures and application. *Geogr. Rep. Tokyo Metropol. Univ.*, 31, 27-36(1996).
- 10) 相模原市立博物館: テフラ標本目録-町田洋コレクション-. 相模原市立博物館, 4, 81(2003).
- 11) 鈴木毅彦, 早津賢二: 関東-中部地方の第四紀テフラ研究-特に中期更新世テフラの重要性-. 第四紀研究, 29, 105-120(1991).
- 12) 町田 洋, 新井房夫: 火山灰アトラス [日本列島とその周辺]. 東京大学出版会, 276(1992).
- 13) 鈴木毅彦, 早川由紀夫: 中期更新世に噴出板大町 APm テフラ群の層位と年代. 第四紀研究, 29, 105-120(1990).
- 14) 七山 太, 中里裕臣, 大井信三, 中島 礼: 茂原地域の地質. 地域地質研究報告, 77, 73-88(2016).

注 1) 地層の対比 (地層の同定): 離れた地域に分布する地層について, 岩相や層位, 火山灰や化石などの鍵層を基に, 同時性を決定すること。

注 2) 水文地質単元: 地下に広がる様々な地層を透水層 (砂層) と難透水層 (泥層) に区分すること。

注 3) 鍵層: 離れた地域にある地層が同一のものであるかを判定できる地層。例として, 特徴的な化石が含まれる層や火山灰層などが挙げられる。