

# 千葉県中央部，村田川中流域周辺における水文地質構造

小島隆宏 吉田 剛 風岡 修

## 1 はじめに

千葉県の台地や低地には、主に砂層と泥層の互層からなる第四系<sup>(注1)</sup>の堆積層が広く分布する。このうち砂層は透水層、泥層は難透水層の水理的特性をもち、主に透水層中の地下水は、家庭用・水道用・農業用・工業用など様々な用途で利用されている。

地下水を持続的かつ健全に利用していくためには、水文地質構造とその側方への広がりを明らかにした上で、地下水盆<sup>(注2)</sup>全体を把握する必要がある。これまで、千葉県北西部においては、風岡ほか<sup>1)</sup>や吉田ほか<sup>2)</sup>などにより水文地質構造の検討が進められ、その結果は風岡ほか<sup>3)</sup>によりまとめられている。一方、千葉県中央部においては、地質構造や層序に関する研究は盛んに行われてきたが（たとえば徳橋・遠藤<sup>4)</sup>；中里<sup>5)</sup>）、水文地質学に関する研究の数は限定的であり（たとえば楠田ほか<sup>6)</sup>；小島・吉田<sup>7)</sup>）、その広域的かつ詳細な調査は課題である。

そこで著者らは、千葉県中央部に位置する村田川の

中流域とその周辺において、水文地質構造を検討した。さらに、風岡ほか<sup>3)</sup>による千葉県北西部の水文地質単元<sup>(注3)</sup>との対比を試みた。本論では、これらの結果について報告する。

## 2 研究地域と研究方法

研究地域は村田川中流域周辺の台地および低地<sup>(注4)</sup>である（図1）。この地域の表層付近の地質は、下総層群と沖積層を主体として構成される<sup>5)8)</sup>。台地では下総層群を主体とし、下総層群の上位にローム層<sup>(注5)</sup>や段丘堆積物が分布する。また、低地には沖積層が分布し、その下位に下総層群が分布している。

下総層群は、中一後期更新世<sup>(注6)</sup>に形成された地層で（図2）、海水準<sup>(注7)</sup>変動に由来する堆積サイクルに基づいて累層が区分されている<sup>4)9)</sup>。各累層は、海水準が低下した時期に堆積した淡水～汽水成の泥質層を主体とした下部層と、海水準が上昇した時期に堆積した貝殻を多産する浅海成砂層を主体とした上部層から成

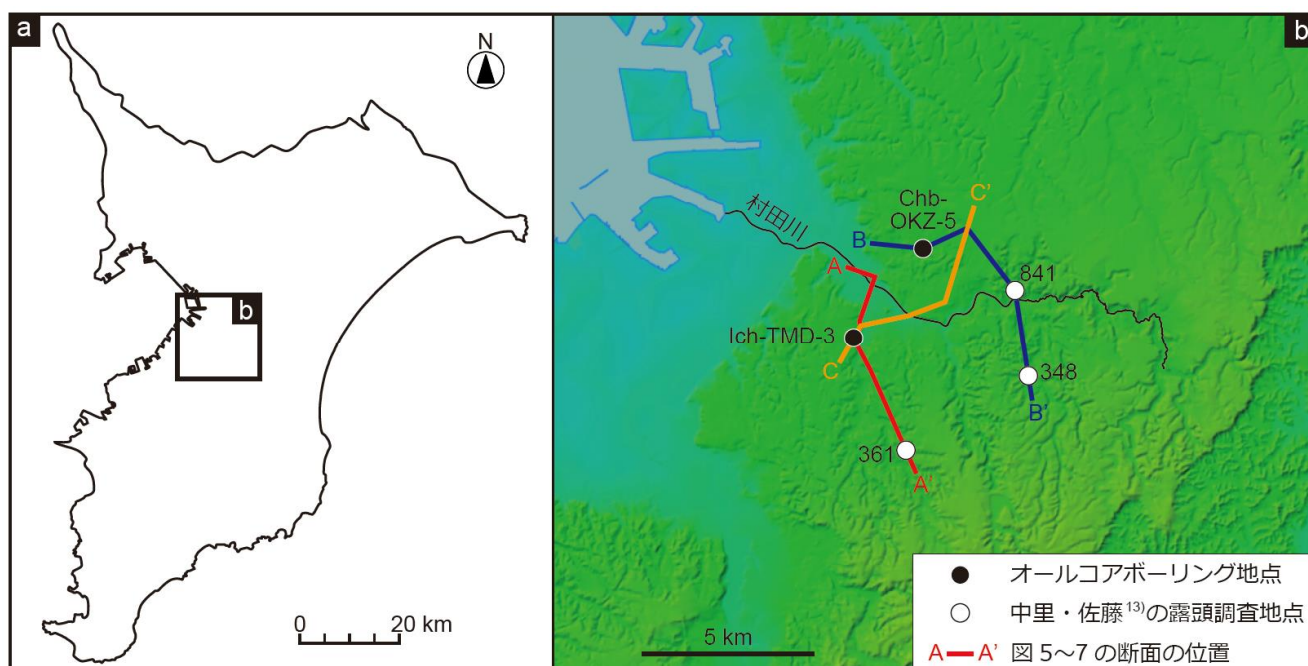


図1 研究地域

b 図には国土地理院の地理院地図（色別標高図）を使用した。

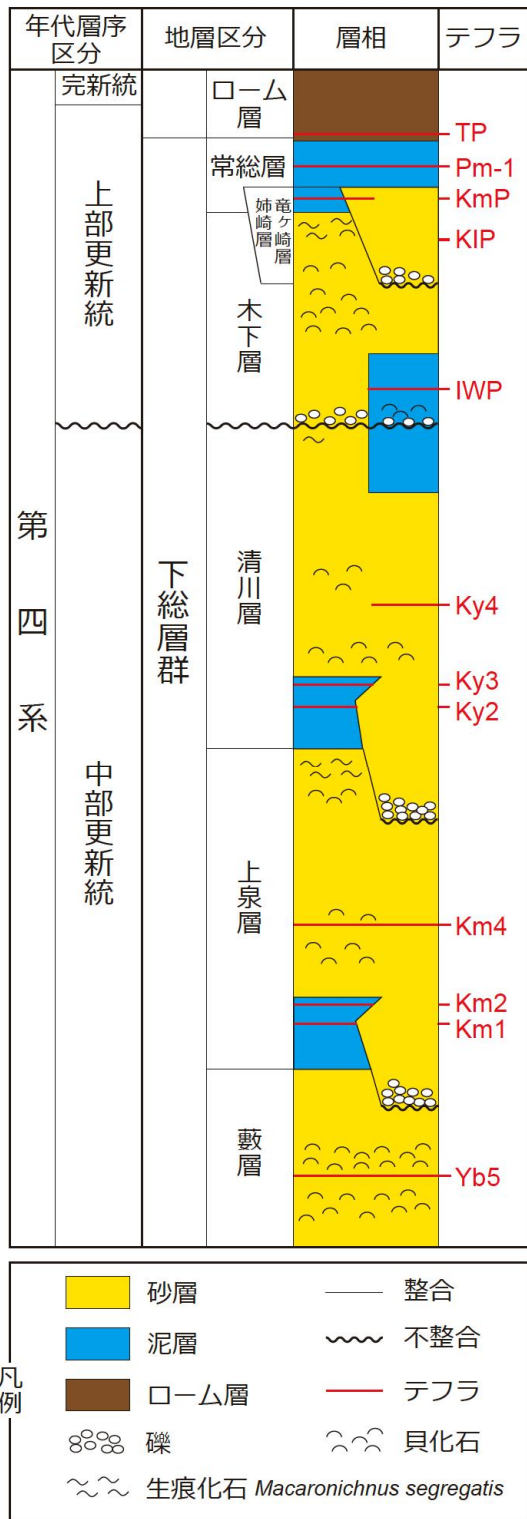


図2 養老川以東の下総層群の層序  
(中里<sup>5)</sup>に基づき作成)

っており<sup>4)</sup>(図2)、本研究地域周辺では西～北西方向に緩く傾斜している<sup>4)10)11)12)13)</sup>。

沖積層は後期更新世末期から完新世<sup>(注8)</sup>に形成された地層であり、主に泥と砂から構成される。

研究地域の地質を調査するにあたり、2地点のオールコアボーリング試料、中里・佐藤<sup>13)</sup>による露頭の柱状図(地点を図1bに示す)、17地点の観測井や標準貫入試験等のボーリングデータ(千葉県地質環境インフォメーションバンクの柱状図資料等)を用いた。オールコアボーリング試料(以下、「コア」)については、図1bに示す地点で採取されたものを使用した。また、層序を検討するため、これらのコアに挟まれているテフラ<sup>(注9)</sup>から分析用試料を採取し、偏光顕微鏡(Nikon製 ECLIPSE LV100ND)および温度可変型屈折率測定装置(楸古澤地質製 MAIOT)を用いて、重鉱物<sup>(注10)</sup>組成と直方輝石<sup>(注11)</sup>の屈折率を測定した。また、中里・佐藤<sup>13)</sup>による調査地点においては、層序学的検討が行われており、各累層の区分が柱状図に示されている。本研究では、2地点のコアと中里・佐藤<sup>13)</sup>の柱状図を層序の基準とし、先行研究による本研究地域の地層の傾斜<sup>4)10)11)12)13)</sup>を考慮してボーリングデータを用いて地層を対比し、透水層と難透水層の側方への連続性を検討した。また、後述する第1難透水層の下総層群清川層下部の泥層について、その上端面標高、基底面標高および層厚(上端面と基底面の標高の差)の等高線図を作成した。さらに、低地においては、地層の層相と標準貫入試験結果(N値<sup>(注12)</sup>)により沖積層の分布深度について検討した。

### 3 コアの層相と層序

2地点のコアの層相と層序について述べる。コアの柱状図を図3に示す。

#### 3. 1 Chb-OKZ-5 コア(千葉市緑区大金沢町)

深度50mまで採取されたコアであり、深度50~5m部分を観察した。

深度50.00~42.57mは青灰色の細粒~中粒砂層を主体とする。このうち、深度50.00~45.48mは、シルト<sup>(注13)</sup>壁をもつ生痕化石<sup>(注14)</sup>が発達する細粒砂層を主体としており、貝化石を含む。また、深度45.48~42.57mは、細粒砂混じりの中粒砂を主体とし、貝化石と軽石を多く含む。

深度42.57~33.30mは青灰色または青緑色を呈する泥優勢の砂泥互層から構成され、後述する2枚の火山灰層を挟む。泥層は一部有機質である。また、深度

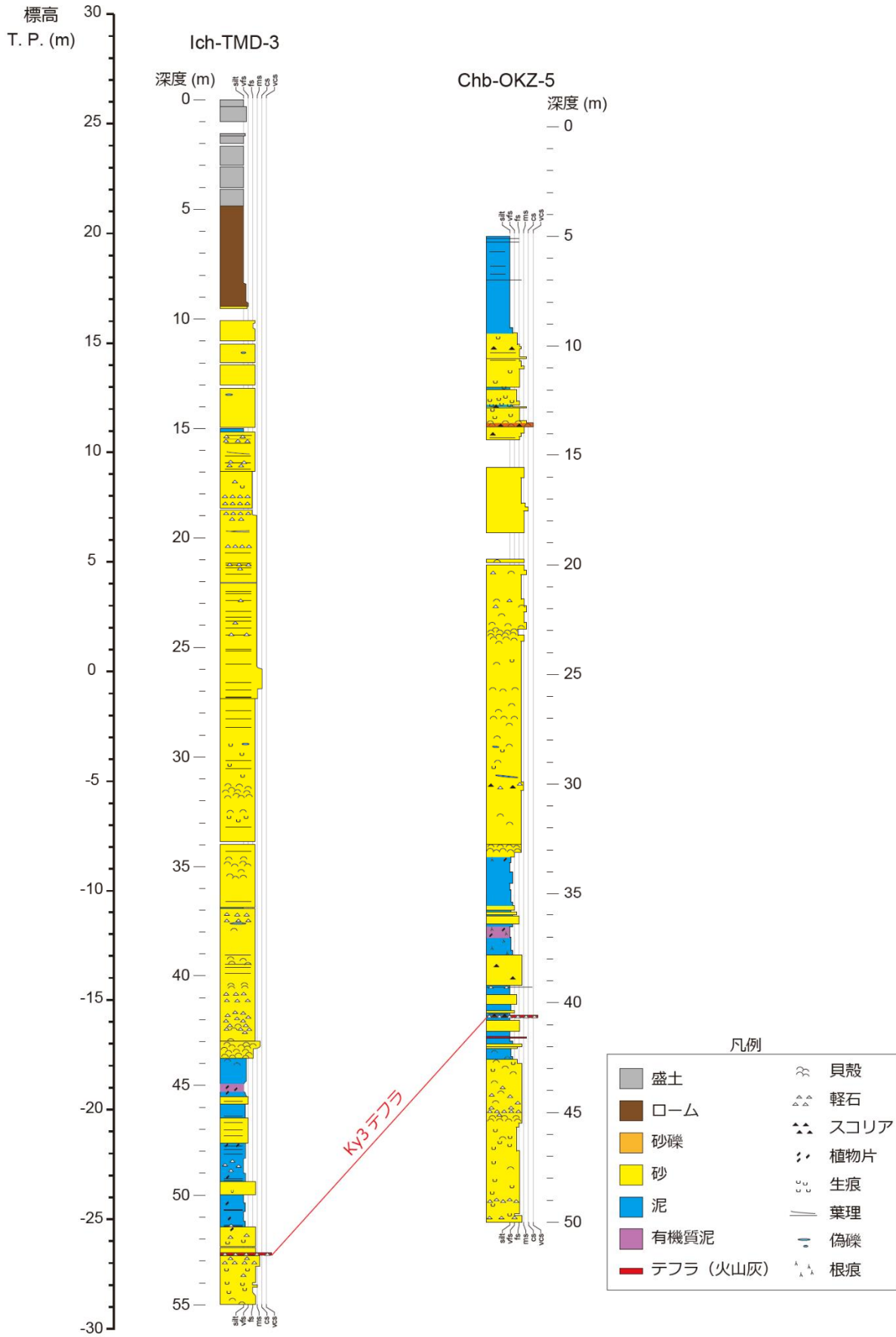


図3 オールコアボーリング試料の柱状図

表1 オールコアボーリング試料から見出されたテフラの特徴

コア	深度 (m)	層厚	層相	粒径	軽石の種類	重鉱物	直方輝石の屈折率 ( $\gamma$ )	対比
Chb-OKZ-5	40.69-40.57	12 cm	pm, sco	vc-7 mm	白色	opx>cpx>mg	1.714-1.723, 1.725-1.729	Ky3
Chb-OKZ-5	41.60-41.52	8 cm	pm, sco	si, ms-cs	-	-	-	-
Ich-TMD-3	52.75-52.63	12 cm	pm	2-5 mm	白色	opx>cpx>mg	1.706-1.714, 1.719-1.729	Ky3
					灰色	opx>cpx>mg	1.709, 1.711-1.722, 1.728	

pm: 軽石、sco: スコリア、si: シルトサイズ、ms: 中粒砂サイズ、cs: 粗粒砂サイズ、vc: 極粗粒砂サイズ  
opx: 直方輝石、cpx: 単斜輝石、mg: 磁鉄鉱

39.21~37.80 m はスコリア<sup>(注15)</sup>の細粒砂混じり中粒砂層からなる。

深度 33.30~13.65 m は、青灰色~暗黄灰の中粒砂層を主体とし、深度 33.30~19.75 m には貝化石が多く含まれる。深度 19.6~13.65 m に軽石質火山灰が葉理に沿って挟まれる部分がある。

深度 13.65~13.38 m は、黄褐色を呈し貝殻片が密集するスコリア質の礫混じり砂層からなる。固結が進んでおり、また淘汰が悪い。

深度 13.38~12.20 m は、泥壁をもつ生痕化石が著しく発達した黄褐色のシルト層および砂層からなる。

深度 12.20~9.92 m は、青灰色の正級化する中粒砂~細粒砂層が複数枚重なっている。

深度 9.92~9.15 m は、泥壁をもつ生痕化石が密集した細粒砂層および砂質シルト層からなる。

深度 9.15~5.00 m は、暗灰色または黄褐色の塊状のシルト層を主体とし、細粒~中粒砂の薄層を挟む。

なお、このコアの柱状図の一部は、古野ほか<sup>14)</sup>によっても報告されており(コア番号5として)、深度5m以浅にも泥層が記載されている。

また、深度 41.60~41.52 m には軽石・スコリア質のテフラが、深度 40.69~40.57 m には主に軽石からなるテフラが確認された(表1)。

### 3. 2 Ich-TMD-3 コア (市原市北部)

深度 55 m まで採取されたコアである。

深度 55.00~51.47 m は、青黒色を呈するシルト混じりの中粒砂層と主体としており、泥壁をもつ生痕化石や貝化石を含む。また、後述のテフラが挟在される。

深度 51.47~43.77 m は、暗緑灰~青黒色の泥優勢の砂泥互層から構成される。泥層は一部有機質である。

深度 43.77~15.00 m はオリーブ系統色の細粒砂混じ

りの中粒砂層を主体とする。このうち、深度 43.77~31.16 m には貝化石が多く含まれる。また、最下部付近と最上部付近には軽石が多く含まれる部分がある。

深度 15.17~9.43 m は灰黄~褐色を呈するシルトおよび中粒砂混じりの細粒砂層を主体とする。基底には厚さ 2 cm の茶褐色のシルト層がみられる。

深度 9.43~4.84 m は茶褐色のローム層から、深度 4.84~0.00 m は盛土層からなる。

また、深度 52.75~52.63 m に軽石からなるテフラが確認された(表1)。

### 4 テフラ分析に基づくコアの層序学的検討

Chb-OKZ-5 コアの深度 40.69~40.57 m のテフラと Ich-TMD-3 コアの深度 52.75~52.63 m のテフラは主に軽石からなる。両テフラから試料を採取し、軽石の分析を行った結果を表1に示す。両テフラともに軽石の重鉱物組成は直方輝石、単斜輝石<sup>(注16)</sup>、磁鉄鉱<sup>(注17)</sup>であり、高屈折率の直方輝石を含むことが特徴的である。このような特徴は、清川層下部に挟在する Ky3 テフラ<sup>4)</sup>(図2)の特徴<sup>5)</sup>とよく一致する。また、中里<sup>5)</sup>によれば Ky3 テフラの直方輝石の屈折率の範囲は 1.699~1.734 と広い。このことは、Ky3 テフラが、異なる屈折率特性を持つ複数の降下ユニットが混合したテフラであることによると解釈されている<sup>15)</sup>。本論における両テフラ(特に Ich-TMD-3 コアのテフラ)も、直方輝石の屈折率のレンジが比較的広いことが確認できる(表1)。さらに、中里・佐藤<sup>12)13)</sup>や納谷ほか<sup>16)</sup>による研究地域周辺の清川層の分布標高においても矛盾がないことから、これらは Ky3 テフラに対比される可能性が高い。



したがって、両テフラが挟まれる層準は清川層下部と推定される。とくに、Chb-OKZ-5 コアでは深度 42.57~33.30 m に、Ich-TMD-3 コアでは深度

54.83~51.30 m に分布する泥層を主体とする地層は清川層下部の泥層 (図 2) に対比されると考えられる。

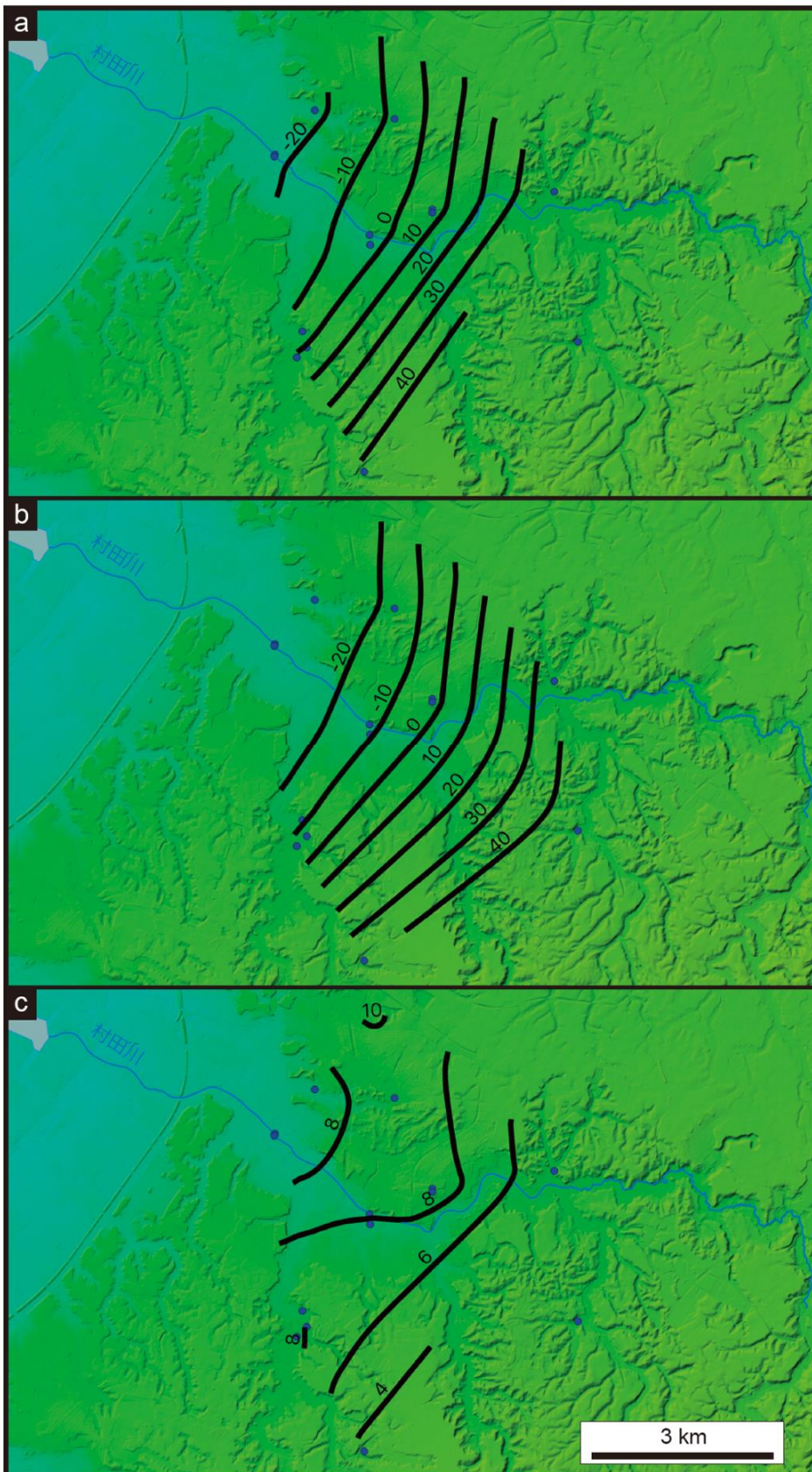


図 4 清川層下部泥層(第 1 難透水層)の分布と等高線図. 点はデータ位置を示す(非公表データを除く). 国土地理院の地理院地図(色別標高図)を使用.  
**a:** 上端面標高 (単位: T.P. m)  
**b:** 基底面標高 (単位: T.P. m)  
**c:** 層厚 (単位: m)

## 5 清川層下部泥層の分布と構造

清川層下部泥層は、本研究地域内の東部の露頭においても確認されている<sup>13)</sup>(地点は図1bに示した)。また、ボーリングデータにも本泥層に対比されると考えられる泥層を確認することができた。これらの標高値から、本泥層の上端面と基底面の標高の分布と層厚分布を推定し、図4に示した。

これらの結果から、本泥層は本研究地域の北部では西北西方向に、南部では北西方向に傾斜していることが確認できる。また、傾斜は概ね南東部で大きく、北西部で小さい。傾斜角は基底面では約1°であり、上端面では0.6~1.3°である。層厚は南東方向に薄くなる傾向がある。低地では、本泥層の上位に沖積層が不整合<sup>(注18)</sup>で重なることがあり、このような地域では、本泥層が侵食され薄くなっている場合がある(図7)。

## 6 水文地質構造の検討と千葉県北西部との対比

地質断面図および水文地質単元を図5~7に示す。本研究地域の地質構造と層序から、上述した清川層下部泥層は第1難透水層と認定することができる。また、第1難透水層の約5~10m下位にも泥層が確認できる。この泥層は、その層序学的位置から上泉層下部の泥層である可能性が高く、本研究地域では第2難透水層となる。また、透水層についても、上位より第1~第3透水層を識別できる。第1透水層には、地表付近に泥層を挟むことがある。Chb-OKZ-5コアにおいては、表層に層厚5m以上の泥層が認められるが(図6)、このような泥層は他の地点では確認できず、本研究地域では局所的に分布している地層であると考えられる。本研究では、この泥層も第1透水層中に部分的に含まれる泥層として扱う。また、ボーリングデータの地層の層相と標準貫入試験によるN値に基づき、低地には沖積層が10m前後の厚さで分布していることが推定された。

千葉県北西部では、10の水文地質単元が設定されており、これらの単元と累層との対応関係も明らかにされている<sup>3)</sup>。それによれば、清川層下部の泥層はYK-C1難透水層に、上泉層下部の泥層はYK-C2難透水層に相当する。したがって、当地域の第1難透水層はYK-C1難透水層に対比される。また、上泉層下部と推定さ

れる第2難透水層はYK-C2難透水層に対比される可能性が高い。さらに、両難透水層の層序学的位置から、第1透水層はYK-S1透水層、第2透水層はYK-S2透水層、第3透水層はYK-S3透水層に対比される可能性が高い。

## 7 まとめ

村田川中流域周辺の地域において、オールコアボーリング試料とボーリングデータ等を用いて水文地質構造を検討した。その結果、3つの透水層と2つの難透水層が認定され、特に第1難透水層である下総層群清川層下部の泥層については、その地質構造が詳細となった。さらに、これらの水文地質単元を千葉県北西部のものに対比することができた。以上の結果は、関東地下水盆の南部における水文地質環境の保全に貢献する重要な資料になると期待される。

## 謝辞

市原市環境管理課の地下水担当者様には、柱状図資料等の使用に関して便宜を図っていただきました。厚く御礼申し上げます。

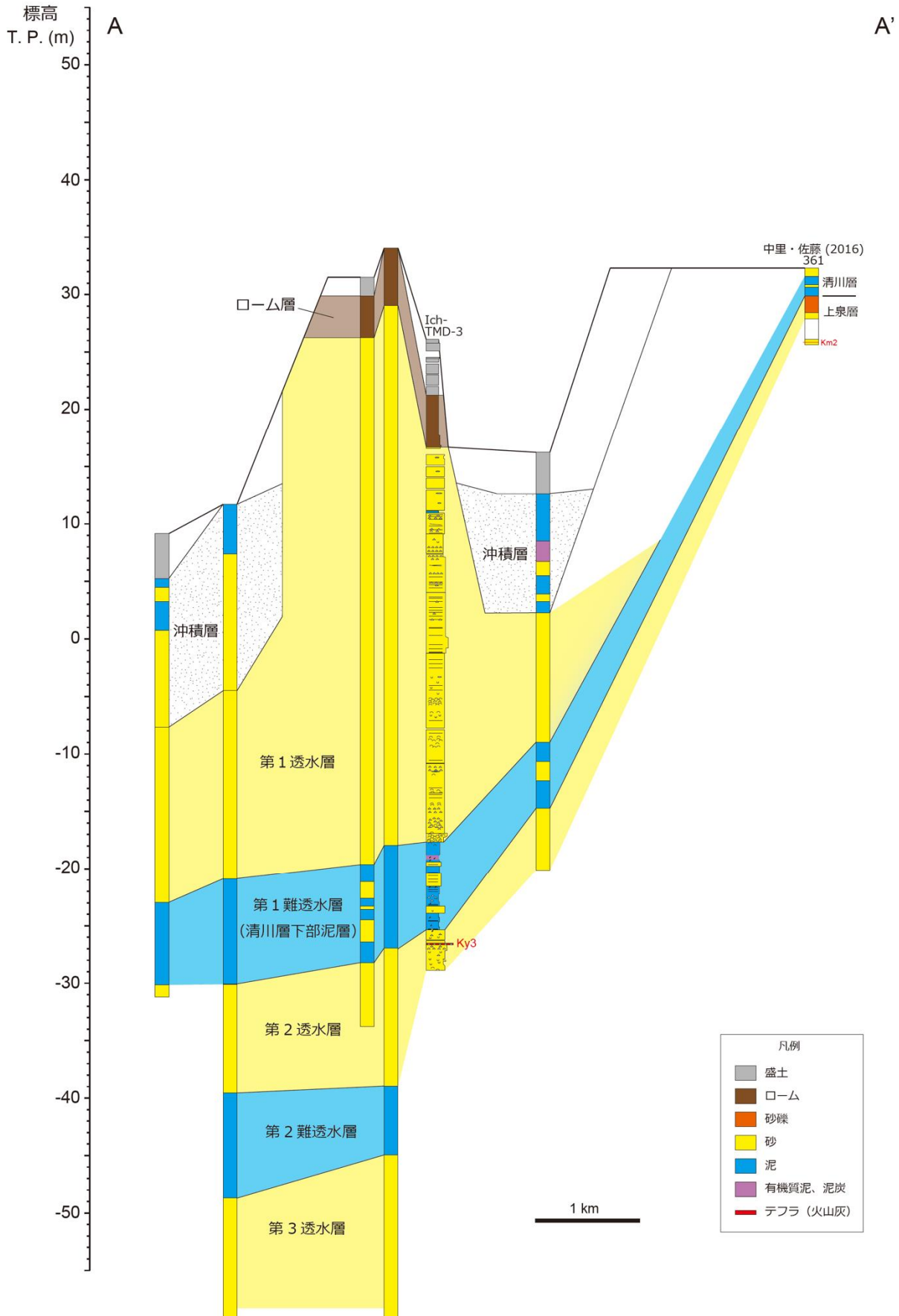


図5 A-A'断面図と水文地質単元

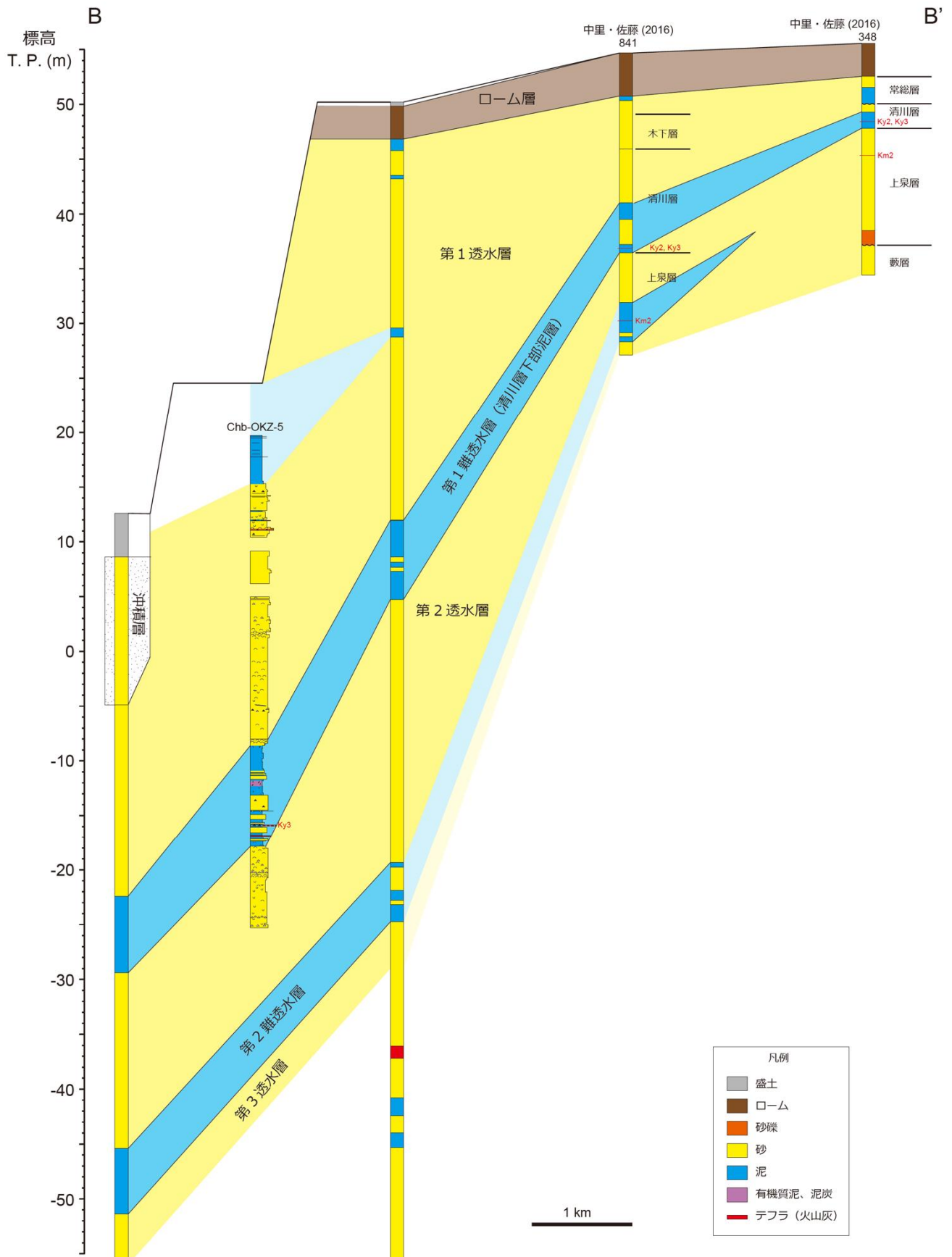


図6 B-B'断面図と水文地質単元

色の薄い部分は地層の対比についてさらなる検討が必要な部分



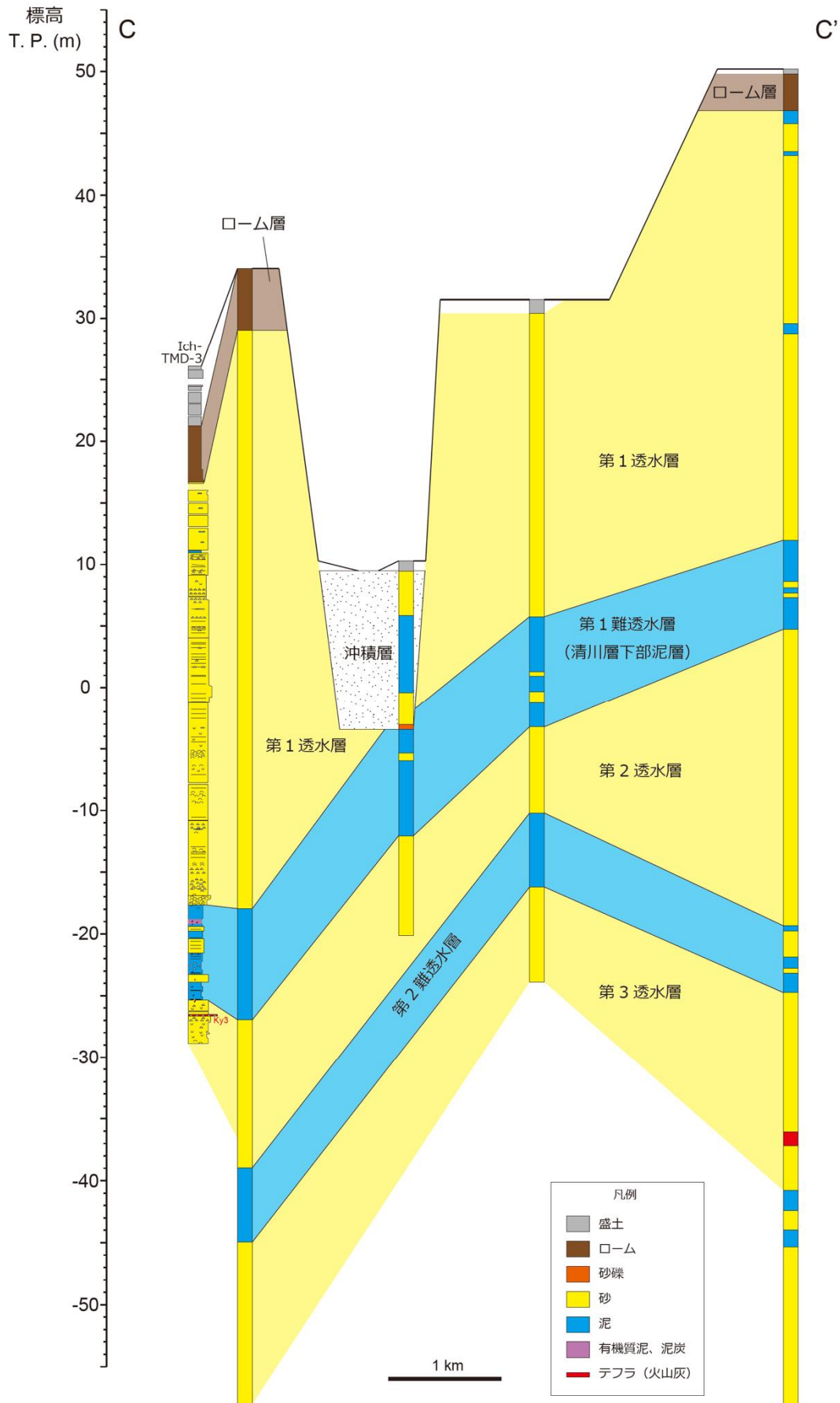


図7 C-C'断面図と水文地質単元

## 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—. 環境地質学シンポジウム論文集, 23, 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. 環境地質学シンポジウム論文集, 27, 125–130 (2017).
- 3) 風岡 修, 吉田 剛, 香川 淳, 八武崎寿史, 潮崎 翔一, 荻津 達: 第 6 章 応用地質及び環境地質. 都市域の地質地盤図「千葉県北部地域」, 産総研地質調査総合センター, 35–44 (2018).
- 4) 徳橋秀一, 遠藤秀典: 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, 136p. (1984).
- 5) 中里裕臣: 下総層群清川層と上岩橋層の層序学的関係. 千葉中央博物館自然誌研究報告, 2, 115–124 (1993).
- 6) 楠田 隆, 西川 順二, 香村 一夫, 原 雄, 森 義 則, 庄山 公透, 鈴木 房宗, 鳥海 稔雄, 河村 昌 太郎, 吉田 剛, 大岡 健三, 楡井 久, 岩本 広志, 池田 秀史, 越川 憲一, 小田川 信哉, 村田 正 敏: 市原市妙香周辺の水文地質構造と地下水質. 環境地質学シンポジウム論文集, 13, 87–92 (2003).
- 7) 小島隆宏, 吉田 剛: 市原市八幡周辺に分布する凝灰質泥層を含む難透水層について. 千葉県環境研究センター年報, 第 5 章調査報告編 (2021).
- 8) 宇野沢昭, 岡 重文, 坂本 亨, 駒澤正夫: 20 万分の 1 地質図幅「千葉」. 地質調査所, (1983).
- 9) 徳橋秀一, 近藤康生: 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 (1989).
- 10) 菊地隆男: 古東京湾. アーバンクボタ, 18, 16–28 (1980).
- 11) 鈴木宏芳: 関東平野の地下地質構造. 防災科学技術研究所研究報告, 63, 1–19 (2002).
- 12) 中里裕臣, 佐藤弘幸: 下総層群の年代と“鹿島”隆起帯の運動, 第四紀研究, 40, 251–257 (2001).
- 13) 中里裕臣, 佐藤弘幸: 千葉県北部地域の下総層群の層序. 平成 27 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 地質調査総合センター速報, 71, 55–78 (2016).
- 14) 古野 邦雄, 風岡 修, 香川 淳, 森崎 正昭, 佐藤 賢司, 酒井 豊, 香村 一夫, 加藤 晶子, 楠田 隆, 楡井 久: 千葉市大金沢の関東ローム層を切る断層—地質ボーリング調査を中心として—. 環境地質学シンポジウム論文集, 9, 53–56 (1999).
- 15) 中澤 勉, 中里裕臣, 小松原琢, 塚本 斉: 関東地方に分布する中期更新世指標テフラ TB-8 と Ky3 の対比の再検討. 地質調査研究報告, 54, 341–350 (2003).
- 16) 納谷友規, 中澤 努, 野々垣進, 中里裕臣, 風岡 修, 吉田 剛: 第 3 章 下総層群. 都市域の地質地盤図「千葉県北部地域」, 産総研地質調査総合センター, 7–22 (2018).
- 17) 石井武政: 地下水盆の地下水とその調査. 地質ニュース, 512, 16–19 (1997).
- 18) 産業技術総合研究所 地質調査総合センター: 専門用語を知るページ.  
<https://gbank.gsj.jp/geowords/index.html>(2023 年 3 月時点)
- 19) 地学団体研究会 新版地学辞典編集委員会: 新版地学辞典. 1443p. 平凡社, (1997).

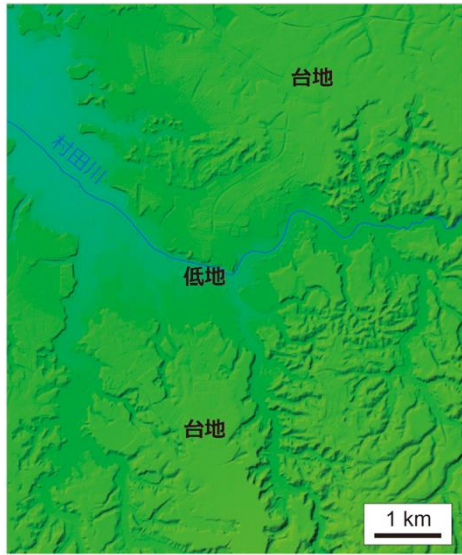
# Hydrogeological structure in the area around middle reaches of the Murata River, Chiba Prefecture, Japan

KOJIMA Takahiro YOSHIDA Takeshi KAZAOKA Osamu

千葉県中央部の村田川の中流域周辺において、オールコアボーリング試料、先行研究による露頭の柱状図およびボーリングデータを使用し、水文地質構造を調査した。その結果、連続性の良い泥層（下総層群清川層下部）が確認され、これを基準として層序学的検討を行い、5つの水文地質単元を設定した。さらに、当地域におけるこれらの単元と千葉県北西部の水文地質単元の対比を検討した。

キーワード : Hydrogeological structure, Stratigraphy, Shimosa Group, Kiyokawa Formation, Ky3 tephra

脚注一覧

1	第四系	258万8千年前から現在までの時代である第四紀に形成された地層	
2	地下水盆	降水からの涵養（地中へのしみ込み）を受けやすく、かつ地下水を貯留しやすい地質構造をもつ透水性の大きい帯水層が1層もしくは複数層あって、水文地質学（地表水や地下水を対象とした地質学）的に一連の関係にある範囲 <sup>17)</sup>	
3	水文地質単元	透水層や難透水層等の単元	
4	台地および低地	本研究地域では、村田川やその支流により、下総台地に谷が刻まれており、そこには台地よりも一段低い低地が発達している。右図に台地と低地の位置を示す。この地図（国土地理院の地理院地図 色別標高図を使用）では、概ね、台地は黄緑色～緑色の部分、低地は水色～濃い緑色の部分にあたる。一般に、千葉県の手賀台地の表層付近には下総層群が、低地の表層付近には沖積層が分布している。	
5	ローム層	火山から噴出した火山砕屑物を主体とした風成堆積物をさし、風化火山灰層とも呼ばれる <sup>18)</sup>	
6	更新世	258万8千年前から11,700年前までの地質時代で、第四紀を二分する古い方の世。更新世に形成された地層を更新統という。また、更新世は年代により前期・中期・後期に細分され、これらの時代に形成された地層をそれぞれ下部更新統・中部更新統・上部更新統という。	
7	海水準	陸地に対する海面の相対的な高さ	
8	完新世	11,700年前から現在までの地質時代で、第四紀を二分する新しい方の世。完新世に形成された地層を完新統という。	
9	テフラ	火山噴火の際に火口から放出され、地表に堆積した火山砕屑物の総称 <sup>19)</sup>	
10	重鉱物	鉱物のうち比重が2.85以上のもの <sup>19)</sup>	
11	直方輝石	珪酸塩鉱物の一種	
12	N値	標準貫入試験によって求められる地盤の硬軟の指標であり、値が大きいほど硬く、小さいほど軟らかい。一般に沖積層は軟弱であり、その下位に分布する下総層群よりも相対的にN値が小さい。	
13	シルト	泥（1/16 mm以下の砕屑物粒子）の中で、1/256 mmより大きいもの	
14	生痕化石	地層や化石に残された古生物の生活の痕跡 <sup>19)</sup>	
15	スコリア	火山砕屑物の一種で、多孔質で黒色・暗褐色など暗い色を示すもの <sup>19)</sup>	
16	単斜輝石	珪酸塩鉱物の一種	
17	磁鉄鉱	鉄の酸化鉱物の一種	



18	不整合	重なり合う2つの地層の形成時代が大きく離れているとき、それらの地層は不整合関係にあるという <sup>18)</sup> 。また、不整合に重なり合う新旧2層の境界面を不整合面という <sup>19)</sup> 。
----	-----	---