

関東平野中央部の第四系地下地質

Quaternary subsurface geology of the central Kanto Plain, Japan.

納谷友規¹・石原武志¹・植木岳雪^{1,2}・本郷美佐緒^{1,3}・松島(大上) 紘子^{1,4}・
八戸昭一⁵・吉見雅行^{6,7}・水野清秀¹
Tomonori Naya¹, Takeshi Ishihara¹, Takeyuki Ueki^{1,2}, Misao Hongo^{1,3},
Hiroko Ogami Matsushima^{1,4}, Shoichi Hachinohe⁵, Masayuki Yoshimi^{6,7} and
Kiyohide Mizuno¹

¹ 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)

² (現所属) 千葉科学大学危機管理学部環境危機管理学科 (Chiba Institute of Science)

³ (現所属) 有限会社アルプス調査所 (Alps Technical Research Laboratory Co., Ltd.)

⁴ (現所属) 豊島岡女子学園 (Toshimagaoka Joshigakuen)

⁵ 埼玉県環境科学国際センター研究所 (Research Institute, Center for Environmental Science in Saitama)

⁶ 活断層・地震研究センター (AIST, Geological Survey of Japan, Active Fault and Earthquake Research Center)

⁷ (現所属) 文部科学省研究開発局地震・防災研究科 (Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology in Japan)

Abstract: We performed drill core analyses to construct Quaternary stratigraphic basis of subsurface geology in the central Kanto Plain up to the depth of ca. 600m. Lithofacies, number and depth of marine intervals, paleo-magnetostratigraphy, correlative tephra layers, microfossil indices (pollen, diatoms) were investigated, and useful stratigraphic indices were recognized. Stratigraphic correlations on some columnar sections were shown based on the stratigraphic indices. Three dimensional subsurface geologic model in the central Kanto Plain were constructed using the stratigraphic correlation and boring data base.

Keywords: subsurface geology, Saitama Prefecture, central Kanto Plain, tephra, magnetostratigraphy, pollen, diatoms, Japan, Pleistocene

要旨

関東平野中央部の第四系標準地下層序確立のためにボーリングコアの解析を行った。ボーリングコア解析によって、深度 600m 程度の層相、海成層準の数と深度、古地磁気層序、テフラ層、花粉化石、珪藻化石などを調査し、第四系の対比に有効な層序指標を明らかにした。これら層序指標に基づき深度 600m 程度の柱状断面図を作成し地下層序の対比を行った。これら層序対比と深井戸等既存のボーリング資料に基づいたデータベースを利用して、関東平野中央部の地質構造モデルを作成した。

1. はじめに

関東平野中央部の地下数 100 m 程度までの層序お

よび地質構造を明らかにすることを目的として、掘削長 300 ~ 600m の長尺ボーリングコアの解析をすすめてきた。本プロジェクトでは、埼玉県久喜市(当時は南埼玉郡菖蒲町)で菖蒲(SB)コア(掘削長 350.2m)を掘削し解析したほか、埼玉県や東京都に保管されている既存のボーリングコアの再解析を行うことで地下地質層序を再検討し、これらのコアを基準にして関東平野中央部に広く適応できる標準地下地質層序の構築を行ってきた。最終的には、反射地震探査による反射面と特定の地層との対比を行い、地質構造をより正確に捉えるとともに(山口ほか, 2014: 本 DVD の報告参照)、地下水の水理構造との関係を明らかにして(安原ほか, 2014: 本 DVD の報告参照)、総合的に利用できる地下地質構造モデルを作成することが目標である。

これまでに、層相の観察と珪藻化石分析に基づく

詳細な海成層準の認定（山口ほか，2009；納谷ほか，2009；納谷ほか2012 a），花粉化石分析に基づく花粉化石帯の設定（本郷・水野，2009；本郷ほか，2011），ガラス質火山灰のカタログ化と広域対比の検討（水野・納谷，2011），古地磁気測定に基づく古地磁気層序の検討（植木ほか，2009；植木ほか，2012），浅海生化石珪藻を用いた層序指標の検討（Naya, 2010；納谷ほか，2012 b）を行い，標準層序確立の基礎となるデータを蓄積してきた。

本報告では，関東平野中央部で掘削された8本の標準層序ボーリングコアの詳細な解析によって明らかになった層序学的知見をまとめて示し，それらに基づき関東平野中央部の地下600m以浅に伏在する第四系の標準層序を提示する（第2章）。さらに，データベース化された既存ボーリング柱状図資料を，標準層序や反射法地震探査結果に基づき対比することにより作成した地質構造モデルについて紹介する（第3章）。

2. 標準層序ボーリングの解析に基づく標準地下地質層序の構築

2.1 標準層序ボーリングコアの概要

関東平野中央部の標準地下地質層序構築のために詳細な解析を行った標準層序ボーリングコアは，産総研で掘削した菖蒲（SB）コア（山口ほか，2009），埼玉県が設置した地盤沈下観測井のコアである，春日部（KK）コア（埼玉県，1991），川島（KJ）コア（埼玉県，1986），所沢（TZ）コア（埼玉県，1979），鷺宮（WM）コア（埼玉県：1981），行田（GD）コア（埼玉県1983），越谷東（KGH）コア（埼玉県，1985）と，同じく埼玉県が実施した活断層調査で掘削された深作A-1（FS）コア（埼玉県，1996）である（第1表，第1図）。これらのコアについては，層相記載，テフラ分析，珪藻分析，花粉分析，古地磁気測定を行った。既存のコアで既に各分析が行われていたコアについても，一部の項目については必要に応じて再分析を行った。なお，この報告で使用する柱状図（第2図）は，納谷ほか（2012a）によって作成されたものに基づく。また，本報告で用いるコアの一覧は第1表にまとめた。本報告で使用するコア名は第1表のコア略称で統一した。標準層序ボーリング以外の既存ボーリングコアについては，本DVDの石原（2014）にその一覧が示されているので参照されたい。

2.2 海成層準の認定

関東平野中央部地下に分布する第四系は，河川成堆積物を主体とした陸成層と，浅海成層の繰り返しからなることが知られている（例えば，関東平野中央部地質研究会，1994；中澤ほか，2009）。陸成層の間に挟在する海成層の堆積期間は，氷河性海水準変動による高海水準期に対応すると考えられ，同時期に堆積した

海成層は地質学的同時期面と見なすことができる。そのため，コアに挟在する海成層準の詳細な認定は層序対比のための基礎的情報となる。

標準コアでは貝化石の産出，堆積構造，生物擾乱，海生珪藻化石の産出に基づき海成層準が識別され，それらの分布深度が詳細に明らかにされた。そして，各海成層には識別番号が設定された（山口ほか，2009；納谷ほか，2009；納谷ほか，2012a）。所沢（TZ）コアでは15層準（TZ-M1～TZ-M15），鷺宮（WM）コアでは6層準（WM-M1～WM-M6），行田（GD）コアでは3層準（GD-M1～GD-M3），越谷東（KGH）コアでは12層準（KGH-M1～KGH-M12），川島（KJ）コアでは14層準（KJ-M1～KJ-M14），春日部（KK）コアでは18層準（KK-M1～KK-M18），深作A-1（FS）コアでは8層準（FS-M1～FS-M8），菖蒲（SB）コアでは9層準（SB-M1～SB-M9）の海成層をそれぞれ認定することができた（第2図）。

2.3 ガラス質火山灰層のカタログ作成と広域対比

標準コアのうち，菖蒲（SB），春日部（KK），川島（KJ），所沢（TZ），鷺宮（WM），行田（GD），深作A-1（FS）コアに挟まる主要なガラス質火山灰層に対して，火山ガラスの屈折率と化学組成を求め（水野，納谷，2011に一部追加），一覧表にまとめた（第2表）。また，それらの特徴をもとに周辺地域（房総半島，銚子，加治丘陵など）の既知テフラとの対比を行った（水野・納谷，2011に一部追加；第3表）。それぞれのボーリングコアでのテフラ名は，コアの略記号+T+深度（m）で示されている。

地層の対比や地質構造モデル作成の上で，重要な鍵層となるいくつかのテフラを以下に記載する。

2.3.1 千ヶ瀬5テフラ

青梅市の多摩川沿いに露出するガラス質火山灰層の一つ（正田ほか，2005）である。重鉍物として斜方輝石，単斜輝石を含み，火山ガラスの化学組成ではK2Oが少ない特徴がある。川島（KJ）コアのKJT-444.7がこのテフラに対比される。また，清水ほか（1994）によると，KJT-444.7は群馬県の板倉コア及び邑楽コアの下部に挟まるテフラに対比され，SB-IVと呼ばれている。このテフラの噴出年代は，下位の千ヶ瀬1,2テフラが2.9~2.7Ma頃の広域テフラ，上位の友田2テフラが2.6Ma頃の広域テフラに対比されている（正田ほか，2005；Tamura et al., 2008）ことから，約2.7 Maと推定される。

2.3.2 千ヶ瀬6テフラ

青梅市の多摩川沿いに露出するガラス質火山灰層の一つ（正田ほか，2005）で，千ヶ瀬5テフラの少し上位に位置する。火山ガラスに褐色を帯びた塊状のタイプを含むことが特徴的である。春日部（KK）コアのKKT-553.2がこのテフラに対比される。

2.3.3 阿須公園1テフラ

加治丘陵の仏子層最下部に挟まるガラス質火山灰層で、古琵琶湖層群中の鎌掛[かいがけ]火山灰層に対比されている(水野・納谷,2011)。重鉱物の含有量は少なく、火山ガラスの主成分・微量成分の特徴から、川島(KJ)コアのKJT-366.3及び行田(GD)コアのGDT-553.1がこのテフラに対比される。このテフラの噴出年代は、鎌掛火山灰層が松山逆磁極帯下部に位置する(横山ほか,1979など)ことから、約2.4~2.3Maと推定される。

2.3.4 Kd25 テフラ

房総半島上総層群黄和田層に挟まるガラス質火山灰層で(里口,1995)、多摩丘陵、加治丘陵、銚子地域などでも確認されている(鈴木・村田,2011; 正田・関東平野西縁丘陵団体研究グループ,2008; 藤岡・亀尾,2004など)。やや粗粒の火山ガラスを主体とし、その主成分・微量成分の特徴などから、春日部(KK)コアのKKT-520.7がこのテフラに対比される。このテフラの噴出年代は、石灰質ナンノ化石層序から約1.65Maと推定されている(佐藤ほか,1999)。

2.3.5 Kd12 テフラ

房総半島上総層群黄和田層に挟まるガラス質火山灰層で(里口,1995)、加治丘陵でも確認されている(水野・納谷,2011)。ほとんど火山ガラスからなるが、その主成分・微量成分の特徴などから、川島(KJ)コアのKJT-266.8および春日部(KK)コアのKKT-471.5がこのテフラに対比される。このテフラの噴出年代は、石灰質ナンノ化石層序から約1.4Maと推定される(佐藤ほか,1999)。

2.3.6 上越(SK030) テフラ

新潟地域の下部更新統中に挟まる、董青石を含むという著しい特徴を持つテフラである(黒川ほか,1981; Kurokawa and Hirata,1986)。また、火山ガラスの化学組成では、CaOの含有量が特徴的に少ない。小林・関東火山灰グループ(2003)により、房総半島上総層群大田代層のO18テフラ直下に見いだされたのをはじめ、吉見(YM)コア、春日部(KK)コア(KKT-389.7)、板倉(IK)コア、邑楽(OR)コア中にこのテフラが確認され、さらに川島(KJ)コア(KJT-197.5)、鷲宮(WM)コア(WMT-373.0)、宮城(MG)コア(水野・納谷,2011)、大和根(OT)ボーリング(納谷ほか,2013)などでも報告されていて、関東平野地下に広く分布が確認されている。このテフラの噴出年代は、石灰質ナンノ化石層序基準面との関係(佐藤ほか,1987; 1999)から、約1.12Maと推定される(納谷ほか,2013)。

2.3.7 U8 テフラ

房総半島上総層群梅ヶ瀬層中に挟まる、ガラス質火山灰層である(里口,1995)。赤塚コア中にこのテフラが報告されており(佐藤ほか,2004)、火山ガラスの屈折率や化学組成の類似から、行田(GD)コアのGDK-342.5はこのテフラに対比される(水野ほか,2006)。このテフラは、古地磁気極性からJaramillo正磁極帯

直上に位置し(新妻,1976)、その噴出年代は約0.95Maと推定される。

2.4 古地磁気層序

標準コアの古地磁気測定結果に基づいた磁極帯区分(植木ほか,2012)を第2図に示す。所沢コアの磁極帯区分は、テフラ等で信頼できる年代が得られていないので、暫定的な区分とする。深作A-1(FS)コアの古地磁気極性は埼玉県(1996)を参照した。春日部(KK)コアと川島(KJ)コアの古地磁気層序は、会田・関東平野中央部地質研究会(1992)、会田ほか(1994)で報告されているが、特に川島(KJ)コアでは中間的な極性を示す区間が大きく古地磁気極性に不明な点が多かったため、今回新たに試料を採取して再測定を行った。第2図に示した磁極帯区分は、この2コアについても、今回新たに測定した結果に基づく(植木ほか,2012)。各コアに認められた磁極帯は以下の通りである。

Brunhes-Matuyama 磁極帯境界は、所沢(TZ)コアを除くすべてのコアに認められた。その深度は、川島(KJ)コアで深度150m、深作A-1(FS)コアで深度235m、菖蒲(SB)コアで深度270m、春日部(KK)コアで深度250m、鷲宮(WM)コアと越谷東(KGH)コアで深度250m、行田(GD)コアで深度280mであった。

Jaramillo 正磁極帯は、川島(KJ)コアの深度150~180m、春日部(KK)コアの深度320~360m、鷲宮(WM)コアの以深300~325mで検出された。なお、菖蒲(SB)コアの深度350m以深及び越谷東(KGH)コアの深度320m以深からコアの最下部はJaramillo正磁極帯に達している。

川島(KJ)コアの深度370m以深と春日部(KK)コアの深度535m以深の正磁極帯は、Gauss正磁極帯に対比される。

2.5 花粉化石による指標層準

関東平野中央部の花粉化石による更新統の指標層準については、本郷・水野(2009)、本郷ほか(2011)によって、深作A-1(FS)コアおよび菖蒲(SB)コアにおける詳細な分析結果と関東平野南・中部や大阪堆積盆地での既往研究との比較から検討が行われた。本郷・水野(2009)、本郷ほか(2011)は、関東平野中央部に分布する中部更新統の生層序対比指標として、*Cyclobalanopsis*(コナラ属アカガシ亜属)花粉の多産層準と*Quercus*(コナラ属コナラ亜属)花粉の相対的多産層準の存在を明らかにした。また、既往研究により下部更新統の対比指標とされてきた*Metasequoia*(メタセコイア属)など第三紀型植物群要素の存否が調査地域でも適用できるか否かについて確認した。ここでは、これら3層準についてその概略を示す。それぞれのコアにおけるアカガシ亜属花粉多産層準とコナラ亜

属花粉の相対的多産層準の上限は第2図の柱状図に示した。

2.5.1 アカガシ亜属花粉多産層準

温暖帯常緑広葉樹であるアカガシ亜属花粉は、中部更新統中部に特徴的に多産することが、深作 A-1 (FS)・菖蒲 (SB) コアをはじめとする多くのコアで確かめられた (埼玉県, 1983; 関東平野中央部花粉グループ, 1994; 本郷・水野, 2009; 本郷ほか, 2011)。この層準は、MIS12 に降下したとされる Ks5 テフラ (町田・新井, 2003) の上位の海成層に対応することから、この層準は海洋酸素同位体ステージ (MIS) 11 に相当することが示され、アカガシ亜属花粉多産層準が関東平野中央部の MIS11 層準を示す有用な指標であることが明らかになった (第3図)。なお、MIS11 層準は、房総半島の下総層群最下部の地蔵堂層に対比される (中里・佐藤, 2001 など)。

アカガシ亜属花粉の多産層準は、関東平野内の他の地域 (横浜地域: 西村, 1980, 銚子地域: Okuda et al., 2006) においても認められ、さらには東海地方や大阪堆積盆地など、関東平野以外でもその存在が知られている (例えば、杉山, 1991; 本郷, 2009)。中部更新統におけるアカガシ亜属花粉多産層準は、関東平野だけでなく、他地域間の層序対比にも有用な層序指標として位置づけられる (本郷・水野, 2009; 本郷ほか, 2011)。今回検討したコアでは、川島 (KJ) コア、深作 A-1 (FS) コア、菖蒲 (SB) コア、春日部 (KK) コア、行田 (GD) コアにおいて、中部更新統におけるアカガシ亜属花粉多産層準が認められた (第2図)。

2.5.2 コナラ亜属花粉相対的多産層準の上限

先に述べたアカガシ亜属花粉多産層準の下位には、温帯落葉広葉樹であるコナラ亜属花粉が相対的に多産する層準及び、その上位のコナラ亜属花粉が減少して *Fagus* (ブナ属) 花粉が相対的に多産する層準が認められる。この境界層準は、銚子地域・房総半島・横浜地域など、関東平野に広域に認められ、地域間で対比可能と考えられる (本郷・水野, 2009; 本郷ほか, 2011)。酸素同位体比層序が明らかにされた銚子コアの花化石群集 (Okuda et al., 2006) からは、この層準が MIS15/16 境界付近に認められる (本郷・水野, 2009)。コナラ亜属花粉の相対的多産層準の上限は MIS15/16 境界の指標として有効である (第3図)。

今回検討したコアでは、川島 (KJ) コア、深作 A-1 (FS) コア、菖蒲 (SB) コア、春日部 (KK) コアにおいて、コナラ亜属花粉の相対的多産層準の上限が認められた (第2図)。

2.5.3 メタセコイア属花粉等第三紀型植物群要素の産出

メタセコイア属に代表される第三紀型植物群要素の分類群は、植物遺体化石の研究から前期更新世頃に次第に消滅していったと考えられており、現在の日本列島には自生していない。このため花粉分帯でも、第三

紀型植物群要素の産出上限が下部更新統上部の指標として用いられてきた。

メタセコイア属花粉は、菖蒲 (SB) コア、深作 A-1 (FS) コア、春日部 (KK) コア、川島 (KJ) コアなど花粉化石が検討されたすべてのコアで産出が確認された (本郷ほか, 2011)。これらのコアにおいて、メタセコイア属花粉は下部更新統上部において連続的に産出し、中部更新統でも断続的に産出する (本郷・水野, 2009; 本郷ほか, 2011)。そのため関東平野の花分帯では、メタセコイア属などの第三紀型植物群要素が低率ながら連続的に産出する層準を下部更新統上部の指標とするのが有効である。

2.6 沿岸珪藻化石を用いた層序指標の検討

関東平野中央部の更新統に挟在する海成層は、いずれも浅海成の海成層であり外洋の浮遊性珪藻化石をほとんど産出しないため、外洋堆積物の年代決定に有効である珪藻化石層序が利用できない。そこで浅海成の海成層の層序指標となる珪藻化石について検討した結果、関東平野中央部の浅海成更新統には *Lancineis rectilatus* という絶滅種が存在することが明らかになった (Naya, 2010)。関東平野中央部における *Lancineis rectilatus* の産出範囲は、約 1.5 ~ 0.7Ma に限られることから (納谷ほか, 2012b)、本種の産出が上記年代の指標として利用できると考えられる (第3図)。

2.7 関東平野中央部地下第四系の層序対比

標準ボーリングの層序対比に基づいた断面図 (A ~ D) を作成した (第4図~第7図)。断面図に示した層序の基準となる層準は、広域対比されたテフラ層、コナラ属アカガシ亜属花粉多産層準、MIS11 海成層、下総層群・上総層群境界 (MIS11 海成層基底)、コナラ属コナラ亜属花粉の相対的多産層準の上限、Brunhes-Matuyama 磁極帯境界、Jaramillo 亜磁極帯、Gauss 正磁極帯である。断面図には、沖積層および海成層準の部分的な対比も合わせて示した。なお、各海成層の精密な対比については今後の検討課題である。

2.7.1 A-A' 断面 (第4図)

行田 (GD) コア、菖蒲 (SB) コア、深作 A-1 (FS) コア、春日部 (KK) コア、越谷東 (KGG) コアの地点を通る断面である。それぞれの層序基準の深度に大きな差は無いが、深作 A-1 (FS) コアはほとんどの層序基準の深度が他のコアより浅い深度に位置する。また若干ではあるが、行田 (GD) コア・菖蒲 (SB) コアにおいて、それぞれの層序基準の深度が深く位置する傾向が認められる。

2.7.2 B-B' 断面 (第5図)

行田 (GD) コア、川島 (KJ) コア、所沢 (TZ) コアの地点を通る断面である。共通して認められる層序基準は多くないが、下総層群・上総層群境界、Brunhes-Matuyama 磁極帯境界、阿須公園 1 テフラ層

準などの層序基準が行田 (GD) コアで深く川島 (KJ) コアで浅く位置する。所沢 (TZ) コアでは確実な層序基準が得られていないので不明確であるが、Brunhes-Matuyama 磁極帯境界が川島コアよりも浅く位置すると推測される。

2.7.3 C-C' 断面 (第6図)

川島 (KJ) コア, 菖蒲 (SB) コア, 鷺宮 (WM) コアの地点を通る断面である。それぞれの層序基準は川島 (KJ) コアにおいて浅く, 菖蒲 (SB) コア, 鷺宮 (WM) コアで深くなる傾向が認められる。菖蒲 (SB) コアと鷺宮 (WM) コアでは, Brunhes-Matuyama 磁極帯境界と Jaramillo 亜磁極帯の深度が鷺宮コアでやや浅い傾向にある。

2.7.4 D-D' 断面 (第7図)

川島 (KJ) コア, 深作 A-1 (FS) コア, 春日部 (KK) コアの地点を通る断面である。ほとんどの層序基準は, 川島 (KK) コアにおいて浅く, 深作 A-1 (FS) コア・春日部 (KK) コアに向かって深くなる傾向が認められる。

3. ボーリングデータベースを用いた地質構造モデルの構築

既報告のボーリングコアや既存ボーリング資料を用いて, 地質柱状図の電子化を行うとともに, 地層の対比を行い, 関東平野中央部の地質構造モデルを作成した。特に3方向の地質断面図を作成するとともに, 特定の2層準(約35万年前:下総層群梅ヶ瀬層基底層準付近, および約100万年前:上総層群梅ヶ瀬層基底層準付近)について, 標高分布図を作成した。

3.1 研究方法

既に述べた埼玉県下の8本の標準ボーリングコアのほか, 既存オールコアの対比や標準となるボーリング資料は, 平社(2008a,2008b), 関東平野中央部地質研究会(1994), 松島ほか(2009), 水野ほか(2004,2006), 中里ほか(2006), 中澤・遠藤(2002), 中澤・中里(2005), 中澤・田辺(2011), 中澤ほか(2009), 納谷ほか(2013), 埼玉県(1999,2000), 坂田ほか(2011), 佐藤ほか(2004), 東京都土木技術研究所(1996)などを用いた。さらに最近産総研が掘削した3本のコア(大泉(IZM), 吉見(YSM), 富士見(FJM):吉見ほか,2013)の未公表解析結果も取り入れた。また, そのほかの多数のボーリング資料は, 深度100m以上のものを収集し, 埼玉県が所有している750本のボーリング資料を中心にして, 群馬県所有の資料77本, 通商産業省・東京通商産業局(1975)の資料1本などを使用した(第8図, 第1表)。

これらのボーリング資料をXML形式で電子化し, 産総研の開発したソフトウェア(ボーリング柱状図解析システム: <http://gsj3dm.muse.aist.go.jp/software/bor->

[ing/index.html](http://gsj3dm.muse.aist.go.jp/software/bor-ing/index.html))を用いて, 多数の地質断面を作成し, 標準ボーリング間における対比を基準にして, その間の地層の連続性を検討した。検討するにあたって, 堀川ほか(2013), 伊藤ほか(2011), 埼玉県(1999), 山口ほか(1999,2006,2007,2008), による反射法探査結果なども活用した(第8図)。綾瀬川断層(杉山ほか,1997)の近傍では, 既存ボーリング資料に乏しく, 断層の両側での地層の対比が難しいが, 石山ほか(2005)や須貝ほか(2007)により明らかにされた変形構造や後期更新世以降の平均上下変位速度0.1m/kyを参考にして地質構造を推定した。また, 西部の加治丘陵に分布する鍵テフラ(水野・納谷,2011)の分布標高も, 地質構造を推定するうえで参考にした。

地質断面は, 複数の標準ボーリング地点を通り, 綾瀬川断層にほぼ直交する方向の2測線と下盤側で綾瀬川断層にほぼ平行な方向の1測線を作成した。地質断面図への柱状図の投影幅は, 1kmを基準にした。また, 標高分布図は, 約35万年前(下総層群梅ヶ瀬層基底層準付近: MIS11とMIS9の両海成層の間)と, 約100万年前(上総層群梅ヶ瀬層基底層準付近)の2つについて作成した。藪層はその下位の地蔵堂層とともに広域にわたって海成層を伴い(松島ほか,2009), 地蔵堂層はアカガシ亜属花粉の多産が特徴的で(本郷ほか,2011), その上位に重なる藪層海成層との間には厚い礫層が伴われることが多いことから, 対比が比較的容易であるために, 基準面の一つとしてこの礫層基底層準を用いた。ただし, 調査地域の南部では, 礫層は不明瞭となり, MIS9の海進堆積物とその下位層との境界をこの基準面とした。したがって, 厳密には, 同時面となっていない。もう一つの梅ヶ瀬層基底層準付近は, 古地磁気層序におけるJaramillo 亜磁極帯上限近く(新妻,1976)で, またメタセコイア属花粉が有意に産出する上限付近(本郷ほか,2011)でもあることから, この層準も比較的設定しやすいため, 基準面として採用した。ただし, その層準は, 明瞭な海進あるいは海退層との関係から設定できる精度がないので, 約35万年前の基準面よりもさらに幅を持っていて, 厳密性に欠けている。なお, さらに古い層準となると, ボーリング資料に限られ, 精度が著しく落ちるため, 標高分布図は作成していない。空間補間は逆距離加重(IDW)法を用いて行った。

3.2 X-X' 断面 (第9図)

深谷断層(杉山ほか,1997;水野ほか,2004)南端部及び綾瀬川断層北部をほぼ南西-北東方向で横切り, 吉見(YM)コア(関東平野中央部地質研究会,1994), 吉見(YSM)コア(吉見ほか,2013), 行田(GD)コア, 板倉(IK)コア(関東平野中央部地質研究会,1994a)を結ぶ断面である。約35万年前層準, 約100万年前層準の標高は, 深谷断層の南東端部と推定される部分と綾瀬川断層の2つによって段階的に北東側が下がる

変位を示している。吉見 (YSM) コアでは、MIS11 層準と推定されるアカガシ亜属花粉多産層準が深度 23 ~ 33 m 付近にあり、約 35 万年前の層準は、標高 -4 m 付近と推定される。その北東側の既存資料では、地蔵堂層及び菰層の海成層と推定される地層が読み取れ、深谷断層によって約 35 万年前層準は 100 m 程度変位を受けていると考えられる。一方、綾瀬川断層による変位量は最大でも 20 m 以下と推定され、この付近が綾瀬川断層の北端部と考えられる。吉見 (YSM) コアでは深度約 60 m 以深でメタセコイア花粉が産出することから、約 100 万年前の層準もその深度付近と仮定すると、やはり綾瀬川断層に比べ、深谷断層による変位量が大きいと推定される。綾瀬川断層の下盤側では、約 35 万年前、100 万年前層準とも、行田 (GD) コア地点の周辺で最も深くなり、そこから北東の板倉 (IK) コアへ向かって浅くなっている。

3.3 Y-Y' 断面 (第 10 図)

綾瀬川断層の中部をほぼ南西-北東方向に横断する断面であり、川島 (KJ) コア、北本 (OK) コア (中澤・遠藤, 2002)、菖蒲 (SB) コア、鷺宮 (WM) コアを結ぶ断面である。約 35 万年前の層準は、綾瀬川断層を挟んで東側が 70 m 程度低くなっている。また、約 100 万年前の層準は、明瞭な基準層がないために正確ではないが、150 m 程度の変位量を示す。両層準とも、綾瀬川断層から北東へは徐々に標高が高くなっていき、100 万年前の層準のほうがより傾斜が急である。荒川よりも南西側の日高台地の地下では基準になる地層が明らかでないため、各基準面の標高は不明であるが、川島 (KJ) コアでは標高 -350 m 付近に認められる阿須公園 1 テフラが加治丘陵の露頭 (標高約 75 m) まで高くなる (水野・納谷, 2011) ことを考えると、各層の標高は川島 (KJ) コアから南西に向かって高くなっていくと推測される。

3.4 Z-Z' 断面 (第 11 図)

綾瀬川断層より下盤側で断層に平行な北西-南東方向の断面であり、行田 (GD) コア、菖蒲 (SB) コア、春日部 (KK) コア、越谷 (KS) コア (中澤ほか, 2009; 中澤・田辺, 2011)、越谷東 (KGH) コアを結ぶ断面である。約 35 万年前の層準の標高は、行田 (GD) コアから越谷東 (KGH) コアへ南東に向かって次第に高くなる。また、約 100 万年前の層準の標高には大きな差がないものの、やはり行田 (GD) コアから越谷東 (KGH) コアへ向かって高くなる傾向が認められる。

3.5 地層標高分布モデル図

約 35 万年前 (菰層基底層準) の標高分布モデル (第 12 図) では、行田 (GD) コア・菖蒲 (SB) コアから春日部 (KK) コアにかけて、標高 -130 ~ -100 m の等標高線で示される北西-南東方向の凹部が認められ

る。また、川島 (KJ) コアの南側にも標高 -110 ~ -100 m の凹部が現れている。これらの凹部の北側と南側では、それぞれ外側へ向かって標高が高くなる。また、綾瀬川断層の上盤側から吉見付近では、基準面の顕著な高まりがみられる。特に、吉見付近では基準面の標高が -10 m 前後と極端に高い。全体的に、傾斜が現在の地形と異なり、北西部に向かって深くなり、また南部の八潮 (YS) コア付近が相対的な高まりになっている特徴がある。

約 100 万年前 (梅ヶ瀬層基底層準) の標高分布モデル (第 13 図) では、行田 (GD) コア、菖蒲 (SB) コア、春日部 (KK) コア、越谷東 (KGH) コアを軸に、標高 -340 ~ -300 m の等標高線で示される北西-南東方向の凹部が現れている。対照的に、西部の吉見付近と、南部の赤塚公園 (AT) コア (佐藤ほか, 2004)、宮城 (MG) コア (東京都土木技術研究所, 1996; 水野・納谷, 2011) 付近では、基準面の標高が -60 m 以上と極端に高い。北部でも、板倉・邑楽付近では標高が -200 m よりも高くなっている。また、綾瀬川断層の南半部では、断層の両側で顕著な高度差がみられず、累積変位量が大さくないことを示している可能性があるが、資料が不十分なためである可能性を否定できない。

両図を比較すると、行田から越谷にかけて北西-南東方向の凹部が認められること、その北側と南側では外側に向かって標高が急激に高くなる傾向が共通して読みとれる。約 35 万年前層準の比高は最大で 100 m 以上、約 100 万年前層準の比高は約 300 m に達している。両層準が厳密な同時期でないことを考慮に入れても、両図の等標高線が初生的な地形面を表しているとは考えにくく、地殻変動の影響を受けたことを示唆する。一方、約 35 万年前層準では春日部から越谷へ向かって標高が高くなっているのに対し、約 100 万年前層準では春日部から越谷まで凹部が連続しているなどの違いも認められる。越谷付近では、約 100 万年前から約 35 万年前の間に相対的沈降から相対的隆起に転じた可能性がある。第 13 図では綾瀬川断層の上盤側の高まりや川島付近の低まりが認められないが、これらの地域のデータが不足しているために描画できなかった可能性を否定できない。また、第 13 図、第 14 図ともに、板倉 (IK) コア-邑楽 (OR) コア間や赤塚公園 (AT) コア付近に谷状の凹部がみられるが、これも少数のデータに引きずられる形で見かけ上の谷地形が描かれている可能性がある。各地層の標高分布モデルは、今後ボーリング資料などが増加するたびに、修正をしていく予定である。

謝辞 この調査研究を行うにあたり、東京都土木技術支援・人材育成センターにはボーリングコア観察の機会をいただき、群馬県にはボーリング資料を提供していただいた。また、産業技術総合研究所活断層・地震研究センターの堀川晴央氏には未公表の反射法断面デー

タの閲覧を許可していただき、地質情報研究部門の木村克巳氏には、ボーリングデータベースに関して終始お世話になった。以上の方々に、厚く御礼申し上げます。

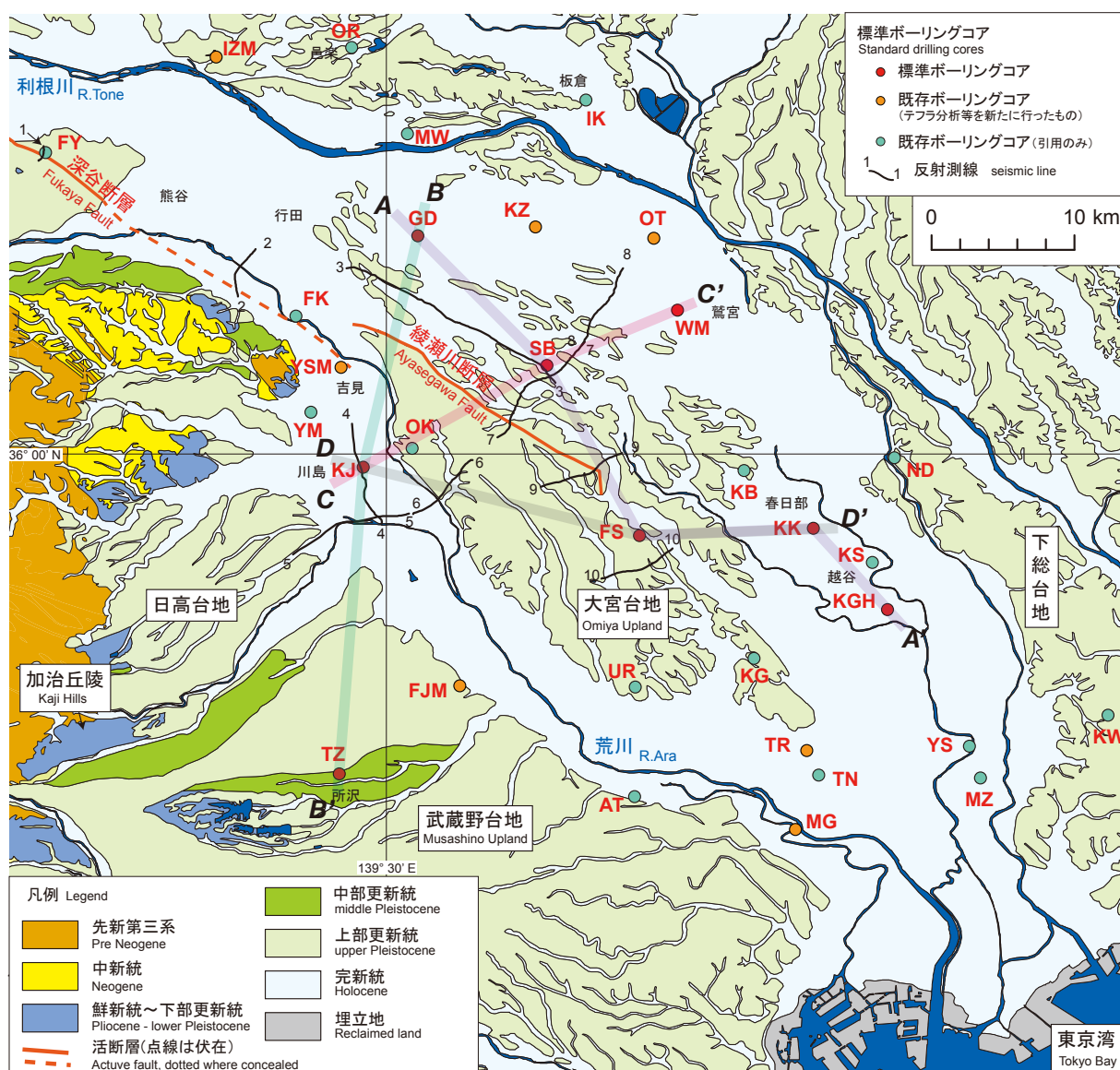
文献

- 会田信行・関東平野中央部地質研究会（1992）春日部地盤沈下観測井の古地磁気層序。地球科学, **46**, 283-286.
- 会田信行・野村 哲・北爪智啓（1994）関東平野中央部ボーリングコアの古地磁気層序。地団研専報, no.42, 48-55.
- 藤岡導明・亀尾浩司（2004）テフラ鍵層に基づく銚子地域の小浜層と房総半島の上総層群黄和田層, 大田代層および梅ヶ瀬層との対比。地質雑, **110**, 480-496.
- Gradstein, F., Ogg, J. and Smith, A., 2004, A Geologic Time Scale 2004. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 589p.
- 平社定夫（2008a）関東平野中央部における中・上部更新統の堆積相および堆積シーケンス。地球科学, **62**, 29-41.
- 平社定夫（2008b）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.
- 本郷美佐緒（2009）大阪堆積盆地における中部更新統の花粉生層序と古環境変遷。地質雑, **115**, 64-79.
- 本郷美佐緒・水野清秀（2009）埼玉県さいたま市で掘削された深作 A-1 ボーリングコアの花粉化石群集。地調研報, **60**, 559-579.
- 本郷美佐緒・納谷友規・山口正秋・水野清秀（2011）関東平野中央部埼玉県菖蒲町で掘削された 350m ボーリングコア (GS-SB-1) から産出した花粉化石群集。地調研報, **62**, 281-318.
- 堀川晴央・山口和雄・横倉隆信・伊藤 忍（2013）関東平野に伏在する活断層を対象とした反射法地震探査。巨大地震による複合的地質災害に関する調査・研究中間報告, 産総研地質調査総合センター, 127-133.
- 入谷 剛・北川陽一・大井信夫・古澤 明・宮脇理一郎（2005）長野県北部, 上部更新統高野層のテフラと花粉分析に基づく環境変遷。第四紀研究, **44**, 323-338.
- 石原武志（2014）関東平野中央部における標準ボーリング試料一覧。関東平野中央部の地下地質情報とその応用 特殊地質図 No.40 (CD), 産総研地質調査総合センター。
- 石山達也・水野清秀・杉山雄一・須貝俊彦・中里裕臣・八戸昭一・末廣匡基・細矢卓志（2005）変動地形・ボーリング・反射法地震探査により明らかになった綾瀬川断層北部の撓曲構造。活断層・古地震研究報告, 産総研地質調査総合センター, no.5, 29-37.
- 伊藤 忍・山口和雄・横倉隆伸・伊東俊一郎（2011）埼玉県川島町における反射法地震探査。平成 22 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, no.56, 143-148.
- 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, 180p.
- 関東平野中央部花粉グループ（1994）関東平野中央部ボーリングコアの花粉層序 - 春日部 (60KK) および川島 (84KJ) ボーリングコアの花粉分析 -。地団研専報, no.42, 212-150.
- 小林雅弘・関東火山灰グループ（2003）関東平野中央部の地下および房総半島で新たに発見された前期更新世の含堇青石テフラ。地球科学, **57**, 155-160.
- 黒川勝己・遠藤敦子・山下由紀子（1981）魚沼層群および灰爪層中の火山灰層から堇青石とカミングトン閃石の発見。地球科学, **35**, 253-258.
- Kurokawa, K. and Hirata, I. (1986) Grain-size characteristics of the Joetsu Ash (Unit I), a subaqueous ash flow turbidite of early Pleistocene, central Japan. *Mem. Fac. Educ. Niigata Univ. (Natural Sciences)*, **28**, 15-24.
- Lisiecki, L. E., and M. E. Raymo (2005), A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records, *Paleoceanography*, **20**, PA1003, doi:10.1029/2004PA001071.
- 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, 東京, 336p.
- 松島絃子・須貝俊彦・水野清秀・八戸昭一（2009）関東平野内陸部, 吹上～行田地域における中・上部更新統の地下層序と堆積環境変化。第四紀研究, **48**, 59-74.
- 水野清秀・納谷友規（2011）広域テフラと海成層層準の認定に基づく関東平野中央部のボーリングコアの対比。地質調査総合センター速報, no.56, 121-132.
- 水野清秀・須貝俊彦・八戸昭一・中里裕臣・杉山雄一・石山達也・中澤 努・松島絃子・細矢卓志（2004）ボーリング調査から推定される深谷断層南東部の地質構造と活動性。活断層・古地震研究報告, 産総研地質調査総合センター, no.4, 69-83.
- 水野清秀・杉山雄一・石山達也・須貝俊彦・松島絃子・八戸昭一・中里裕臣・細矢卓志（2006）深谷-綾瀬川断層帯周辺の地下地質。月刊地球, **28**, 31-37.
- 中里裕臣・佐藤弘幸（2001）下総層群の年代と“鹿島”隆起帯の運動。第四紀研究, **40**, 251-257.
- 中里裕臣・中澤 努・水野清秀（2006）関東平野中部～東部の中・上部更新統の編年。月刊地球, **28**, 17-23.

- 中澤 努・遠藤秀典 (2002) 大宮地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 41p.
- 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クロロジー. 地質雑, **111**, 87-93.
- 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 地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 72p.
- 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. 地質雑, **115**, 49-63.
- Naya, T. (2010) *Lancineis rectilatus* sp. nov., a new fossil species from Pleistocene sediments in Japan. *Diatom Research*, **25**, 111-124.
- 納谷友規・山口正秋・水野清秀 (2009) 関東平野中央部埼玉県菖蒲町で掘削された 350m ボーリングコア (GS-SB-1) の珪藻化石産出層準と淡水成層準及び海成層準の識別. 地調研報, **60**, 245-256.
- 納谷友規・八戸昭一・松島紘子・水野清秀 (2012a) 珪藻化石と岩相に基づく関東平野中央部で掘削されたボーリングコアの海成層準の認定. 地調研報, **63**, 147-180.
- 納谷友規・植木岳雪・本郷美佐緒・水野清秀 (2012b) 関東平野における浅海成更新統の層序指標としての海生珪藻化石 *Lancineis rectilatus*. 日本第四紀学会講演要旨集, no. 42, 10-11.
- 納谷友規・平松 力・古澤 明・柳沢幸夫・山口和雄 (2013) 関東平野中央部埼玉県大利根町で掘削された 1505m 温泉ボーリングの年代層序. 地質雑, **119**, 375-395.
- 新妻信明 (1976) 房総半島における古地磁気層位学. 地質雑, **82**, 163-181.
- 西村祥子 (1980) 横浜市における中・上部更新統の花粉群変遷. 地質雑, **86**, 275-291.
- Okuda, M., Nakazato, H., Miyoshi, N., Nakagawa, T., Okazaki, H., Saito, S. and Taira, A. (2006) MIS11-19 pollen stratigraphy from the 250-m Choshi core, northeast Boso Peninsula, central Japan: Implications for the early/mid-Brunhes (400-780 ka) climate signals. *Island Arc*, **15**, 338-354.
- 埼玉県 (1979) 所沢地盤沈下観測所地質調査委託業務報告書 昭和 54 年. 埼玉県環境部水質保全課, 157p.
- 埼玉県 (1981) 鷺宮地盤沈下観測所地質調査報告書 昭和 56 年. 埼玉県環境部水質保全課, 174p.
- 埼玉県 (1983) 行田地盤沈下観測所地質調査報告書 昭和 58 年. 埼玉県環境部水質保全課, 138p.
- 埼玉県 (1985) 越谷東地盤沈下観測所地質調査報告書 昭和 60 年. 埼玉県環境部水質保全課, 166p.
- 埼玉県 (1986) 川島地盤沈下観測所地質調査報告書 昭和 60 年. 埼玉県環境部水質保全課, 141p.
- 埼玉県 (1991) 春日部地盤沈下観測所地質調査報告書 平成 3 年. 埼玉県環境部水質保全課, 210p.
- 埼玉県 (1996) 埼玉県活断層調査報告書. 埼玉県環境部防災局地震対策課, 200p.
- 埼玉県 (1999) 平成 10 年度地震関係基礎調査交付金 関東平野北西縁断層帯 (深谷断層) に関する調査成果報告書. 109p.
- 埼玉県 (2000) 平成 11 年度地震関係基礎調査交付金 関東平野北西縁断層帯 (深谷断層) に関する調査成果報告書. 48p.
- 坂田健太郎・中澤 努・中里裕臣 (2011) 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クロロジー. 地調研報, **62**, 329-345.
- 佐藤万理・鈴木毅彦・中山俊雄 (2004) 東京都板橋区および大田区地下に産出する前期更新世テフラの層序と対比. 地学雑誌, **113**, 816-834.
- 佐藤時幸・高山俊昭・加藤道雄・工藤哲朗 (1987) 日本海側に発達する最上部新生界の石灰質微化石層序 その 1: 新潟地域. 石技誌, **52**, 11-21.
- 佐藤時幸・亀尾浩司・三田 勲 (1999) 石灰質ナンノ化石による後期新生代地質年代の決定精度とテフラ層序. 地球科学, **53**, 265-274.
- 里口保文 (1995) 上総層群中・下部の火山灰層序. 地質雑, **101**, 767-782.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (編) (2012) 20 万分の 1 日本シームレス地質図データベース (2012 年 7 月 3 日版). 産業技術総合研究所研究情報公開データベース DB084, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 清水康守・長谷川 寛・松本昭二 (1994) 関東平野中央部ボーリングコアの火山灰. 地団研専報, no.42, 17-28.
- 正田浩司・関東平野西縁丘陵団体研究グループ (2008) 仏子層中に挟在する笹井ガラス質テフラ層 (SSI) の記載と広域対比. 「関東の地質」第 2 回研究発表会講演資料集, 日本地質学会関東支部, 44-45.
- 正田浩司・菊地隆男・鈴木毅彦・竹越 智・関東平野西縁丘陵団体研究グループ (2005) 関東平野西縁に分布する飯能礫層下部層のテフラ層序と広域対比. 地球科学, **59**, 339-356.
- 須貝俊彦・水野清秀・八戸昭一・中里裕臣・石山達也・杉山雄一・細矢卓志・松島紘子・吉田英嗣・山口正秋・大上隆史 (2007) 表層堆積物の変形構造からみた深谷断層系綾瀬川断層北部の後期更新世以降の活動史. 地学雑誌, **116**, 394-409.
- 杉山雄一 (1991) 渥美半島 - 浜名湖東岸地域の中中部更新統 - 海進 - 海退サイクルとその広域対比 -. 地調月報, **42**, 75-109.

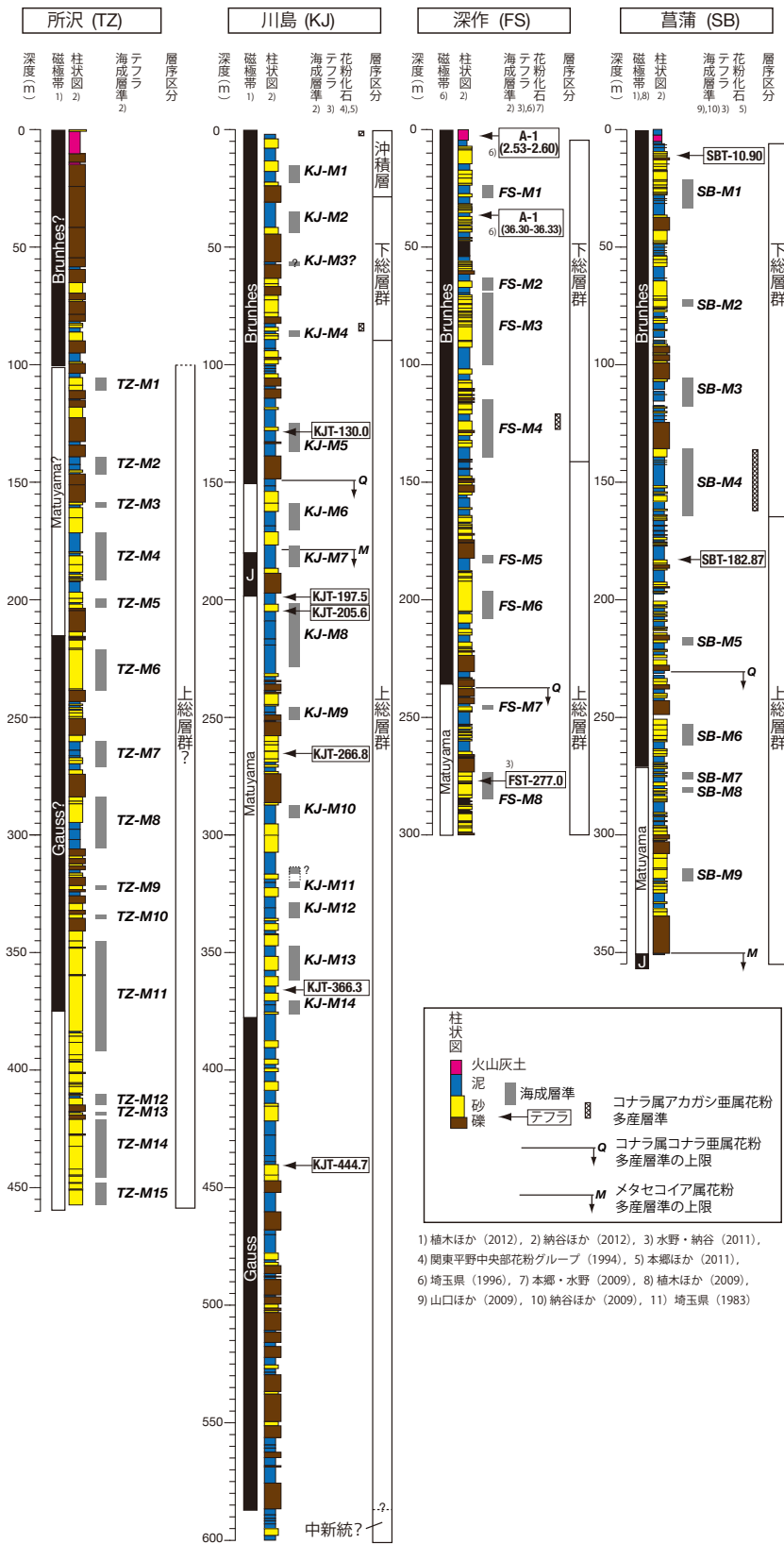
- 杉山雄一・佐竹健治・駒澤正夫・須貝俊彦・井村隆介・水野清秀・遠藤秀典・下川浩一・山崎晴雄・石田瑞穂・広島俊男・長谷川功・村田泰章（1997）50万分の1活構造図「東京」（第2版）及び説明書．活構造図8，地質調査所，34p.
- 鈴木毅彦・村田昌則（2011）上総層群黄和田層とその相当層に介在するテフラの層序と対比．地質雑，**117**, 379-397.
- Tamura, I., Yamazaki, H. and Mizuno, K. (2008) Characteristics for recognition of Pliocene and early Pleistocene marker tephra in central Japan. *Quaternary International*, **178**, 85-99.
- 東京都土木技術研究所（1996）東京都（区部）大深度地下の地盤．東京都（区部）大深度地下地盤図，東京都地質図集6, 66p.
- 通商産業省立地公害局工業用水課・東京通商産業局総務部開発業務課（1975）首都圏地下水理総合大規模調査報告（その2）．工業用水，**203**, 31-51.
- 植木岳雪・山口正秋・本郷美佐緒・納谷友規・水野清秀（2009）関東平野中央部，埼玉県菖蒲町で掘削されたGS-SB-1コアの古地磁気・岩石磁気測定．地調研報，**60**, 199-243.
- 植木岳雪・納谷友規・水野清秀（2012）関東平野中央部の深層ボーリングコアの古地磁気層序．第四紀学会講演要旨集，no.42, 8-9.
- 山口和雄・加野直巳・横倉隆伸・木口 努・横田俊之・田中明子・中島善人・大滝壽樹（1999）反射断面で見た深谷断層周辺の地下構造．地質調査所速報（平成10年度活断層・古地震研究調査概要報告書），no.EQ/99/3, 29-36.
- 山口和雄・加野直巳・横倉隆伸・大滝壽樹・伊藤 忍（2006）荒川低地北部の浅部地下構造．活断層古地震研究報告，産総研地質調査総合センター，no.6, 11-20.
- 山口和雄・加野直巳・住田達哉・大滝壽樹・牧野雅彦・横倉隆伸（2007）綾瀬川断層から加須低地に至る浅部地下構造．活断層古地震研究報告，産総研地質調査総合センター，no.7, 81-90.
- 山口和雄・加野直巳・大滝壽樹・住田達哉・横倉隆伸・牧野雅彦・伊藤 忍・横田俊之・木村治夫（2008）関東平野中部，加須低地・荒川低地の浅部地下構造．活断層古地震研究報告，産総研地質調査総合センター，no.8, 119-131.
- 山口和雄・伊藤 忍・加野直巳・横倉隆伸・住田達哉・大滝壽樹・牧野雅彦（2014）反射法地震探査による関東平野中央部の中層地下構造．関東平野中央部の地下地質情報とその応用 特殊地質図 No.40 (CD), 産総研地質調査総合センター，204-230.
- 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350mボーリングコア（GS-SB-1）の層相と堆積物物性．地調研報，**60**, 147-197.
- 安原正也・稲村明彦・森川徳敏・高橋正明・鈴木秀和・Stephen B. Gingerich・高橋 浩・風早康平・大和田道子・戸崎裕貴・牧野雅彦・林 武司・宮越昭暢・鈴木裕一・藪崎志穂・宮下雄次（2014）関東平野中央部の地下水システム．関東平野中央部の地下地質情報とその応用 特殊地質図 No.40 (CD), 産総研地質調査総合センター，231-254.
- 横山卓雄・松岡長一郎・田村幹夫・雨森 清（1979）古琵琶湖層群．滋賀自然環境研究会編，滋賀県の自然総合学術調査研究報告，滋賀県自然保護財団，309-389.
- 吉見雅行・竿本英貴・水野清秀・細矢卓志（2013）関東平野における更新統のオールコアボーリングと堆積層の土質試験．巨大地震による複合的地質災害に関する調査・研究中間報告，産総研地質調査総合センター速報，no.63, 135-154.

（受付：2013年12月6日 受理：2014年1月29日）



第1図 関東平野の地質図，標準ボーリング・既存ボーリングの掘削地点，標準ボーリングを用いた断面図（第4～7図）の位置。地質図は産業技術総合研究所地質調査総合センター（編）（2012）を簡略化。先新第三系以前，中新統，鮮新～下部更新統，中部更新統，上部更新統の地質をそれぞれ一つの凡例に統合した。また，水域を一部省略した。反射測線の出典は以下の通り。1（埼玉県，1999），2,9,10（堀川ほか，2013），3（山口ほか，2014），4（伊藤ほか，2011），5（山口ほか，2006），6,8（山口ほか，2008），7（山口ほか，2007）。標準ボーリング（TZ：所沢コア，KJ：川島コア，GD：行田コア，SB：GS-SB-1，FS：深作A-1コア，WM：鷺宮コア，KK：春日部コア，KGH：越谷東コア）

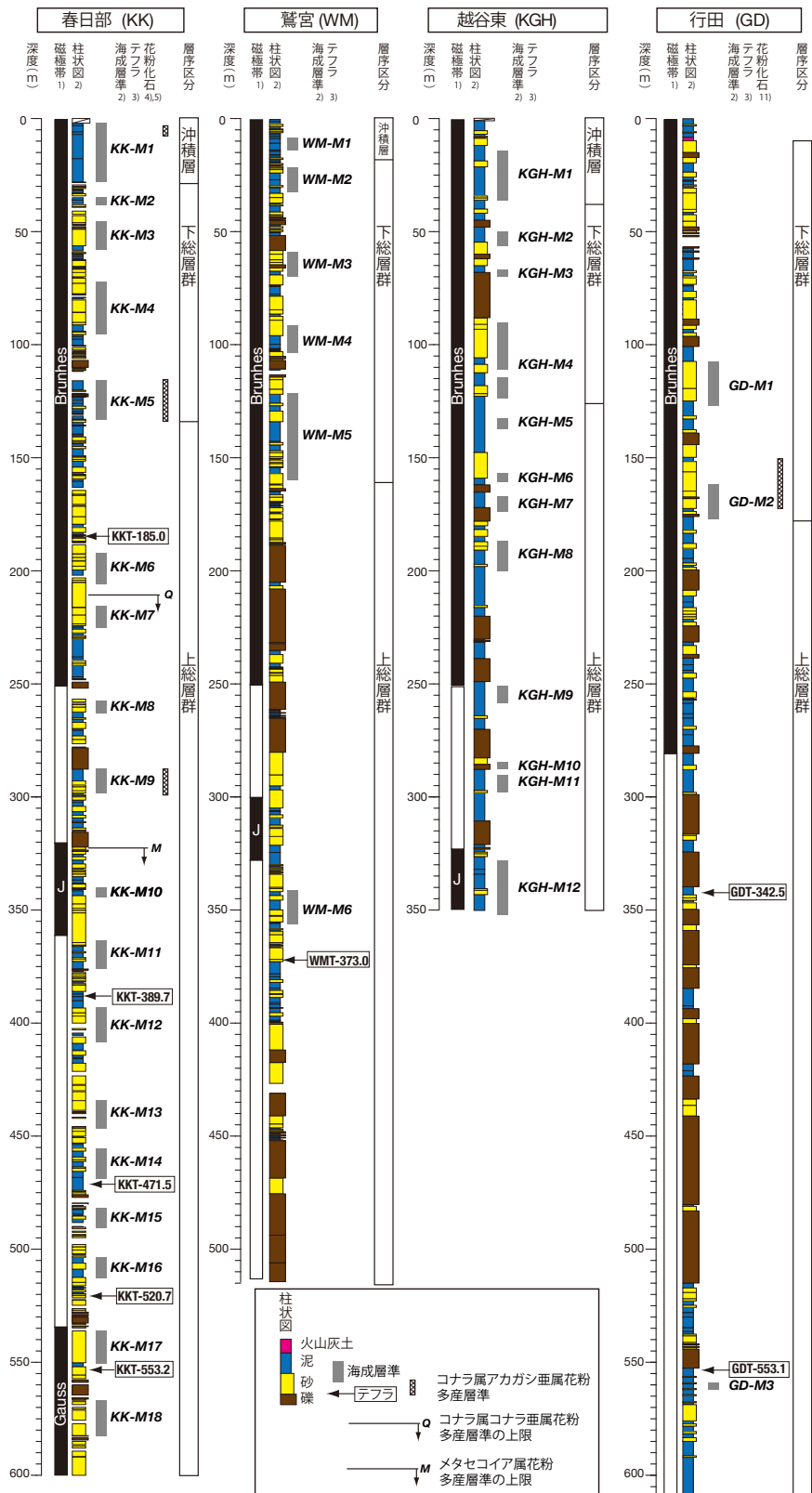
Fig.1 Geologic map of Kanto Plain and locality of cores, which are examined and referred in this study. Geologic map of Kanto Plain is simplified after Geological Survey of Japan, AIST (ed.) (2012). Legends of pre Neogene, Neogene, Pliocene, and Pleistocene (lower, middle, and upper) are merged respectively and a part of water areas are cut. References of seismic lines 1 to 10 are as follows: 1 (Saitama Pref.,1999), 2,9,10 (Horikawa et al., 2013), 3 (Yamaguchi et al., 2014), 4 (Ito et al., 2011), 5 (Yamaguchi et al., 2006), 6,8 (Yamaguchi et al., 2008), 7 (Yamaguchi et al., 2007). (TZ: Tokorozawa, KJ: Kawajima, GD: Gyoda, SB: GS-SB-1, FS: Fukasaku A-1, WM: Washimiya, KK: Kasukabe, KGH: Koshigaya-Higashi)



第2図 関東平野中央部のボーリングコアの柱状図 (TZ: 所沢コア, KJ: 川島コア, FS: 深作 A-1 コア, SB: GS-SB-1 コア, KK: 春日部コア, WM: 鷺宮コア, KGH: 越谷東コア, GD: 行田コア)。柱状図, 海成層準の番号と深度, 沖積層・下総層群・上総層群境界は納谷ほか (2012a) に, 古地磁気帯は植木ほか (2012) に *Cyclobalanopsis* (コナラ属アカガシ亜属) 花粉多産層準および *Quercus* (コナラ属コナラ亜属) 花粉及び *Metasequoia* (メタセコイア属) の相対的多産層準の上限は本郷・水野 (2009), 本郷ほか (2011), 埼玉県 (1983), テフラ層は水野・納谷 (2011) に基づく。

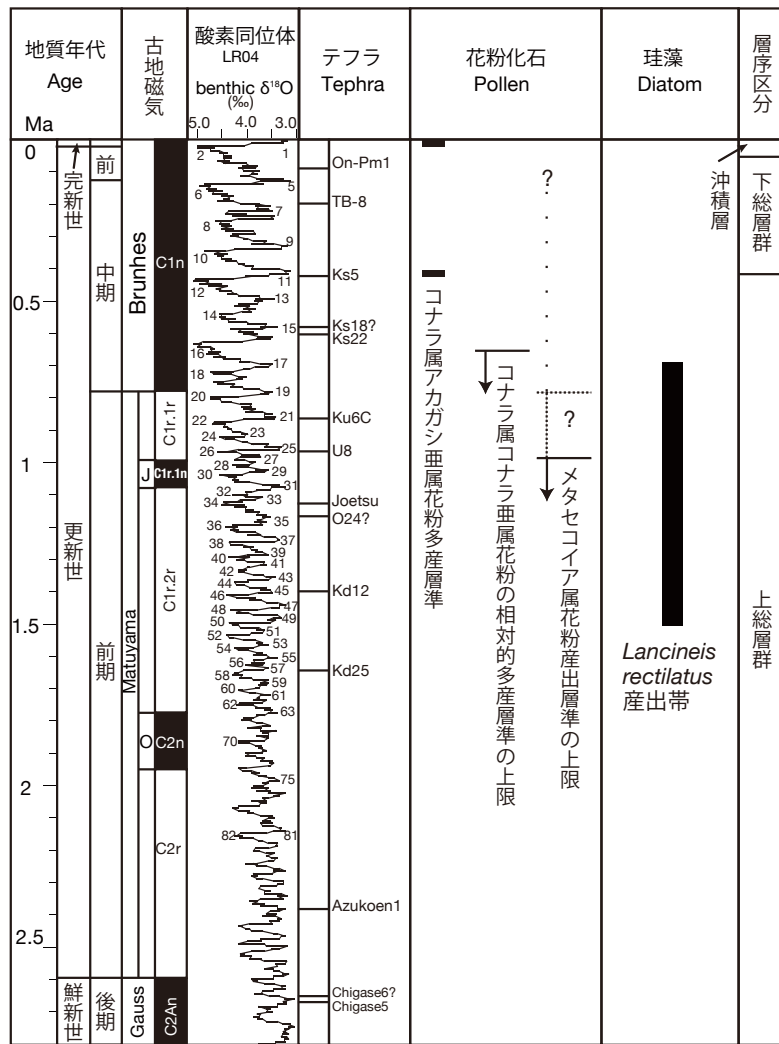
Fig.2 Small-scale column of drilled cores in the central Kanto Plain (TZ: Tokorozawa, KJ: Kawajima, FS: Fukasaku A-1, SB: GS-SB-1, KK: Kasukabe, WM: Washimiya, KGH: Koshigaya Higashi, GD: Gyoda). Column, numbers and depth of marine intervals, boundary of the latest Pleistocene to Holocene incised valley fills, Shimosa Group and Kazusa Group, are based on Naya et al. (2012), chronozones (Ueki et al. 2012), *Cyclobalanopsis* zones and upper limit of *Quercus* and *Metasequoia* abundance zone (Hongo & Mizuno, 2009; Hongo et al., 2011; Saitama Pref., 1983) and tephra (Mizuno & Naya, 2011).

関東平野中央部の第四系地下地質



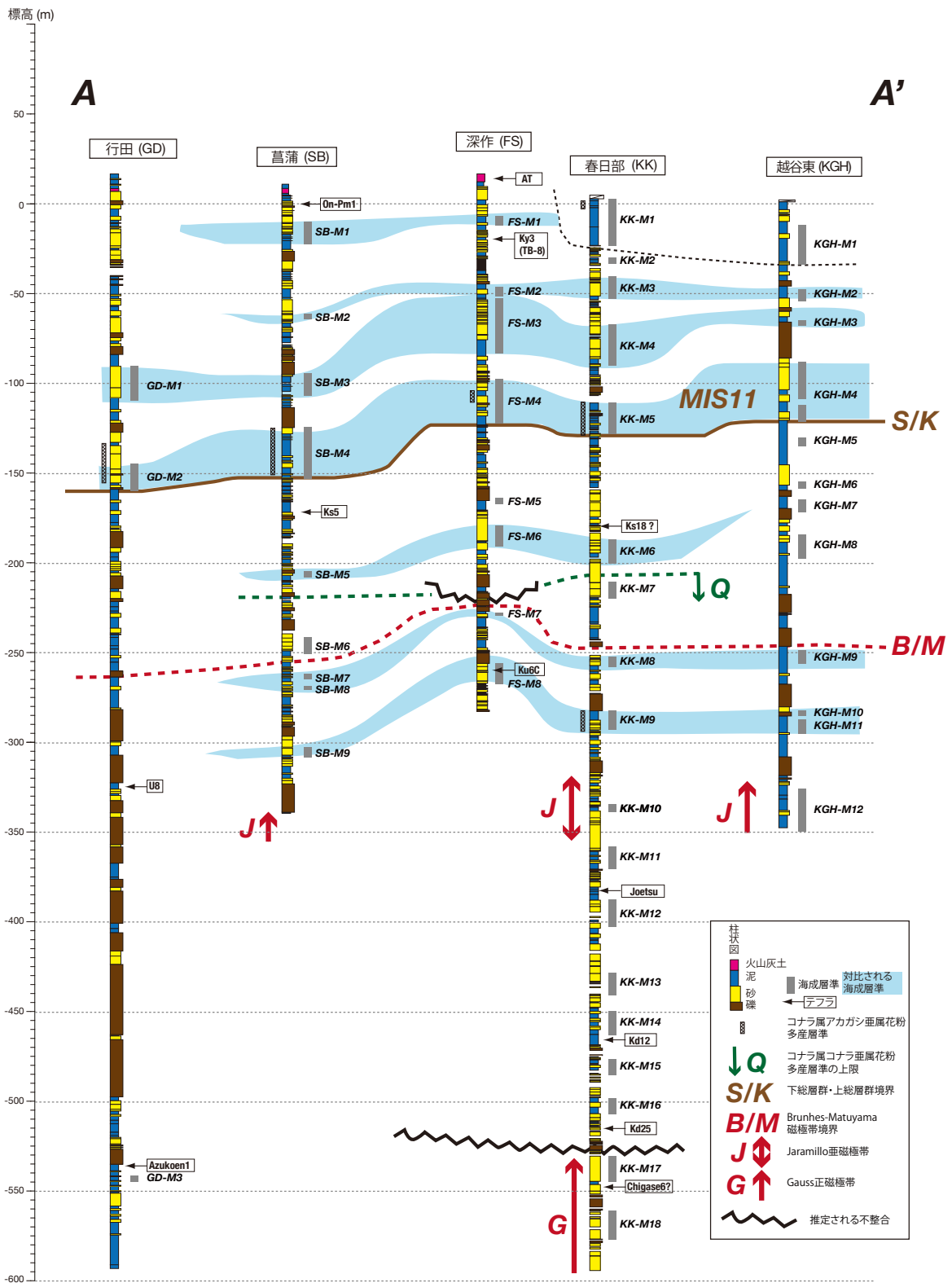
1) 橋本ほか (2012), 2) 納谷ほか (2012), 3) 水野・納谷 (2011),
 4) 関東平野中央部花粉グループ (1994), 5) 本郷ほか (2011),
 6) 埼玉県 (1996), 7) 本郷・水野 (2009), 8) 橋本ほか (2009),
 9) 山口ほか (2009), 10) 納谷ほか (2009), 11) 埼玉県 (1983)

第2図 (つづき) .
 Fig.2 (continued).

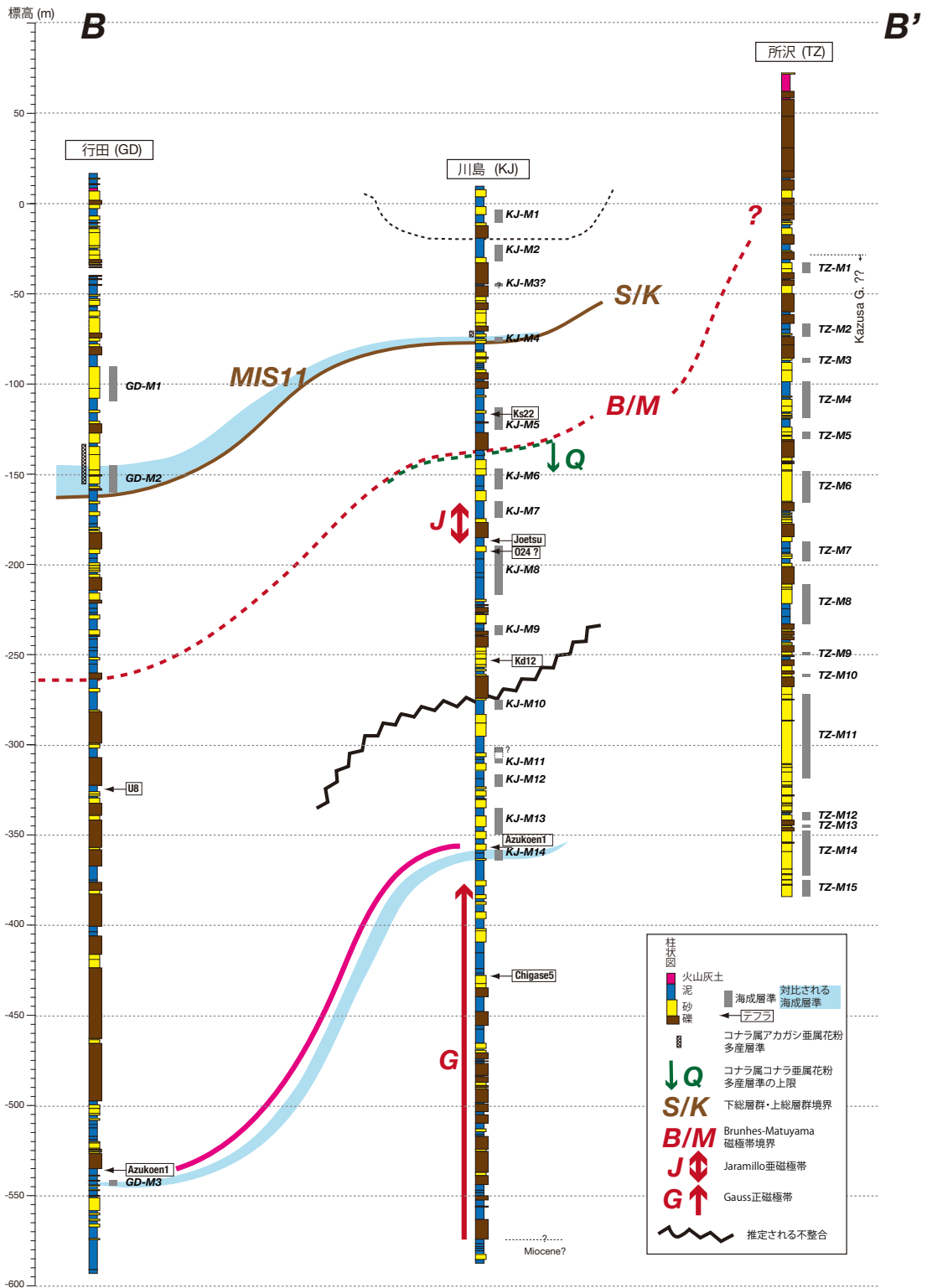


第3図 関東平野中央部の第四系層序指標と年代対比. 年代スケールと古地磁気帯区分は Gradstein et al.(2004) に、海洋酸素同位体比曲線は Lisiecki and Raymo (2005) に基づく.

Fig.3 Quaternary stratigraphic indices and their age correlations in the central Kanto Plain. Geologic time scale and geomagnetic polarity are based on Gradstein et al. (2004). Marine oxygen isotope curve is based on the LR04 stack model (Lisiecki and Raymo (2005)).

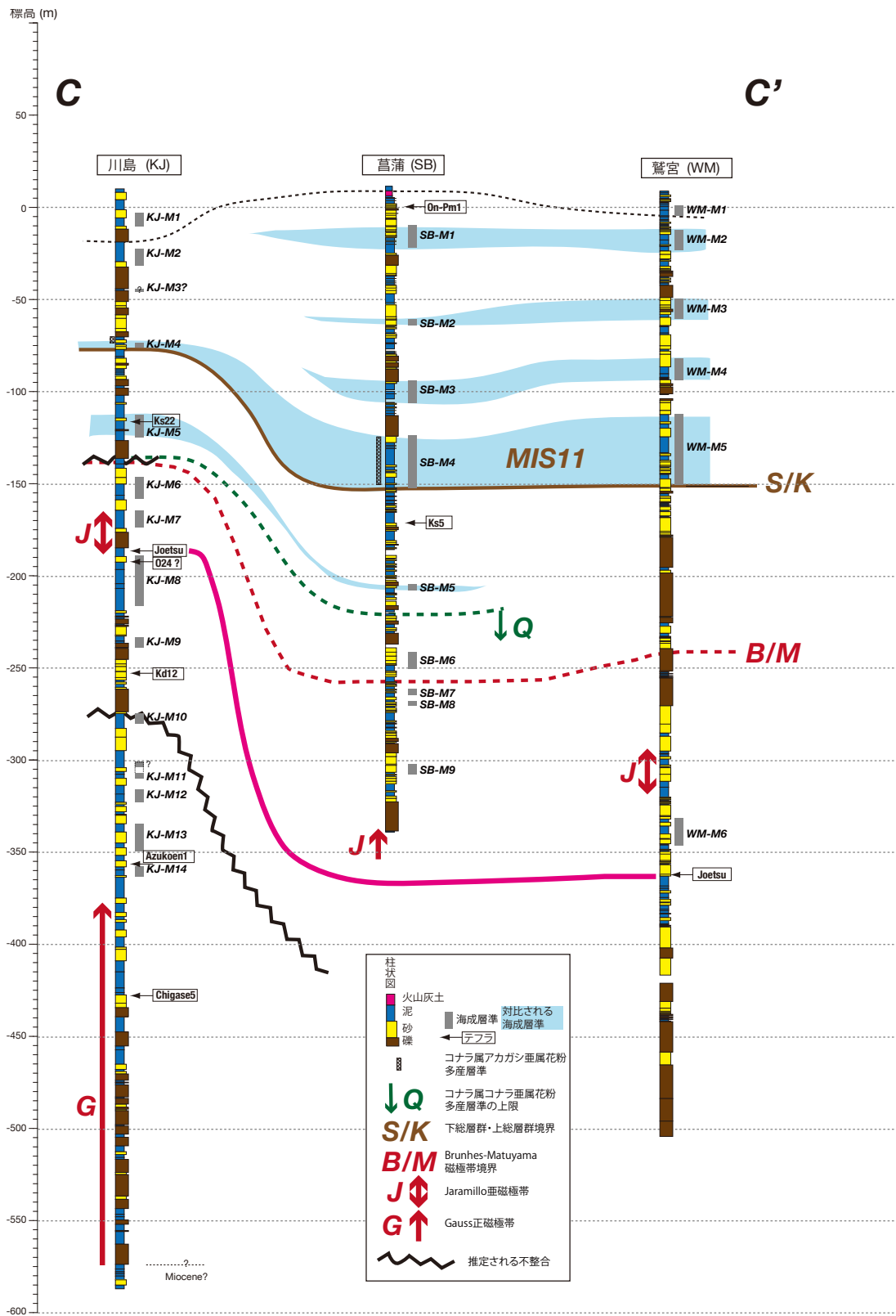


第4図 関東平野中央部の第四系地下地質断面 (A-A')
 Fig.4 Quaternary subsurface geologic section in the central Kanto Plain (A-A').

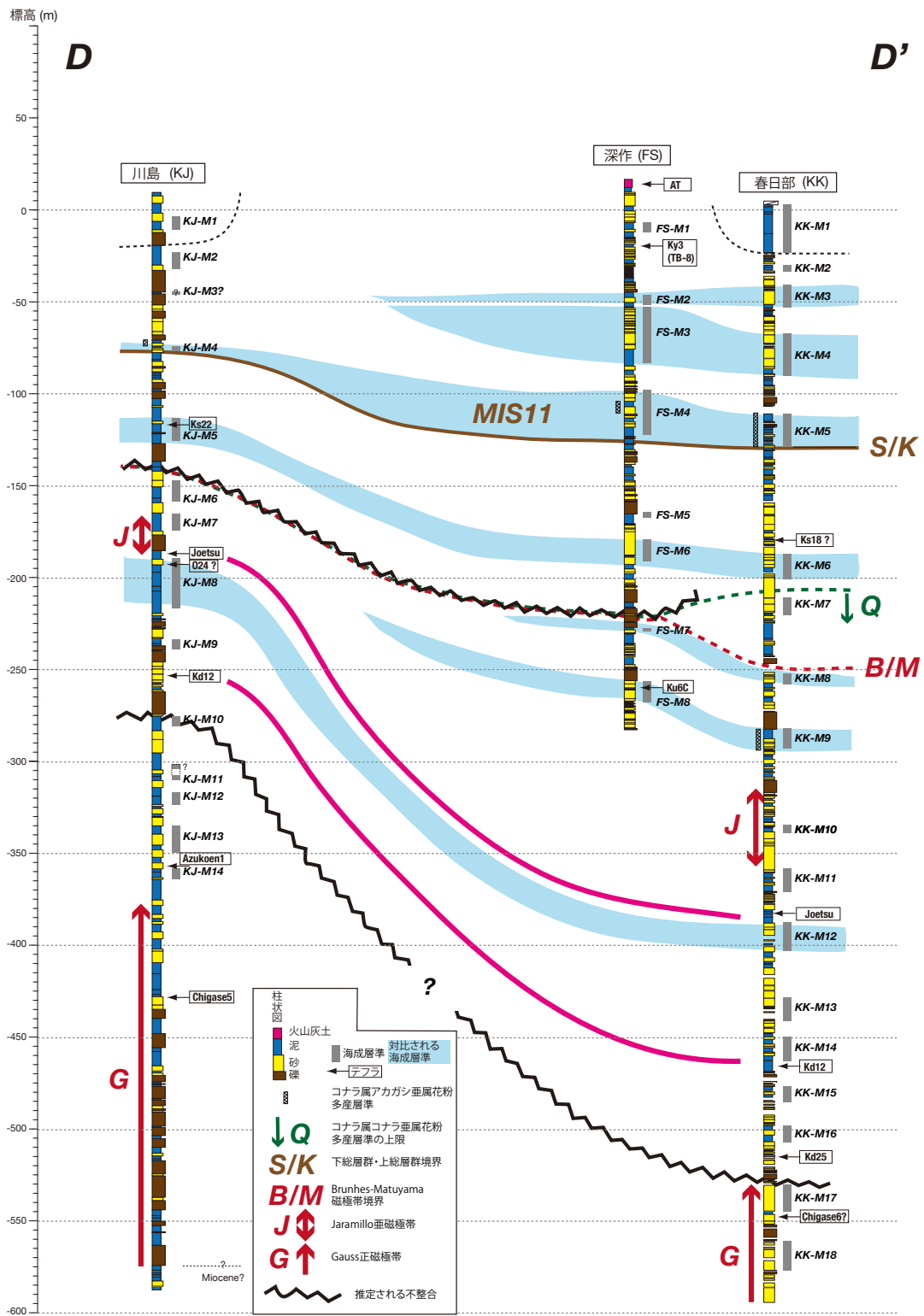


第5図 関東平野中央部の第四系地下地質断面 (B-B')

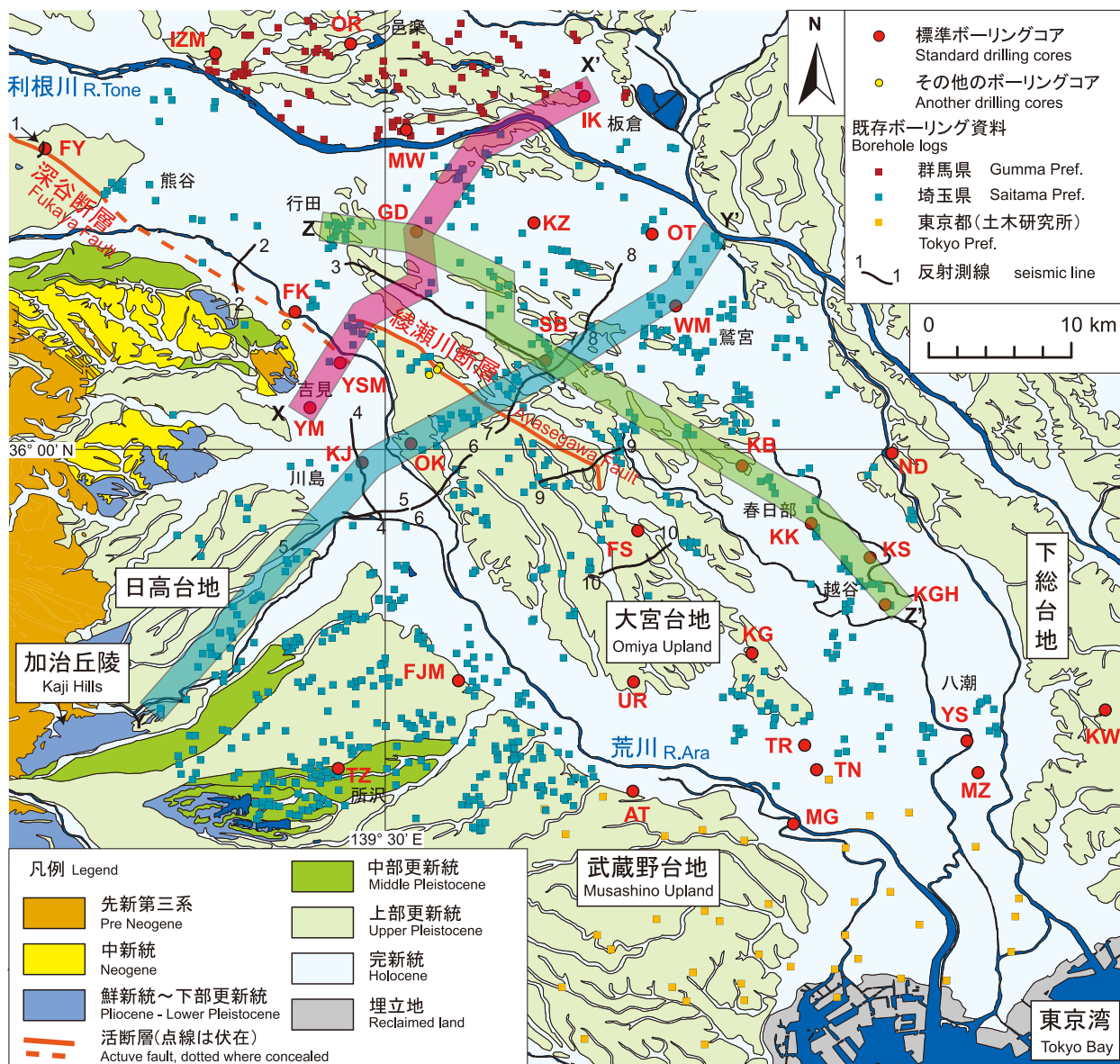
Fig.5 Quaternary subsurface geologic section in the central Kanto Plain (B-B').



第 6 図 関東平野中央部の第四系地下地質断面 (C-C')
 Fig.6 Quaternary subsurface geologic section in the central Kanto Plain (C-C').

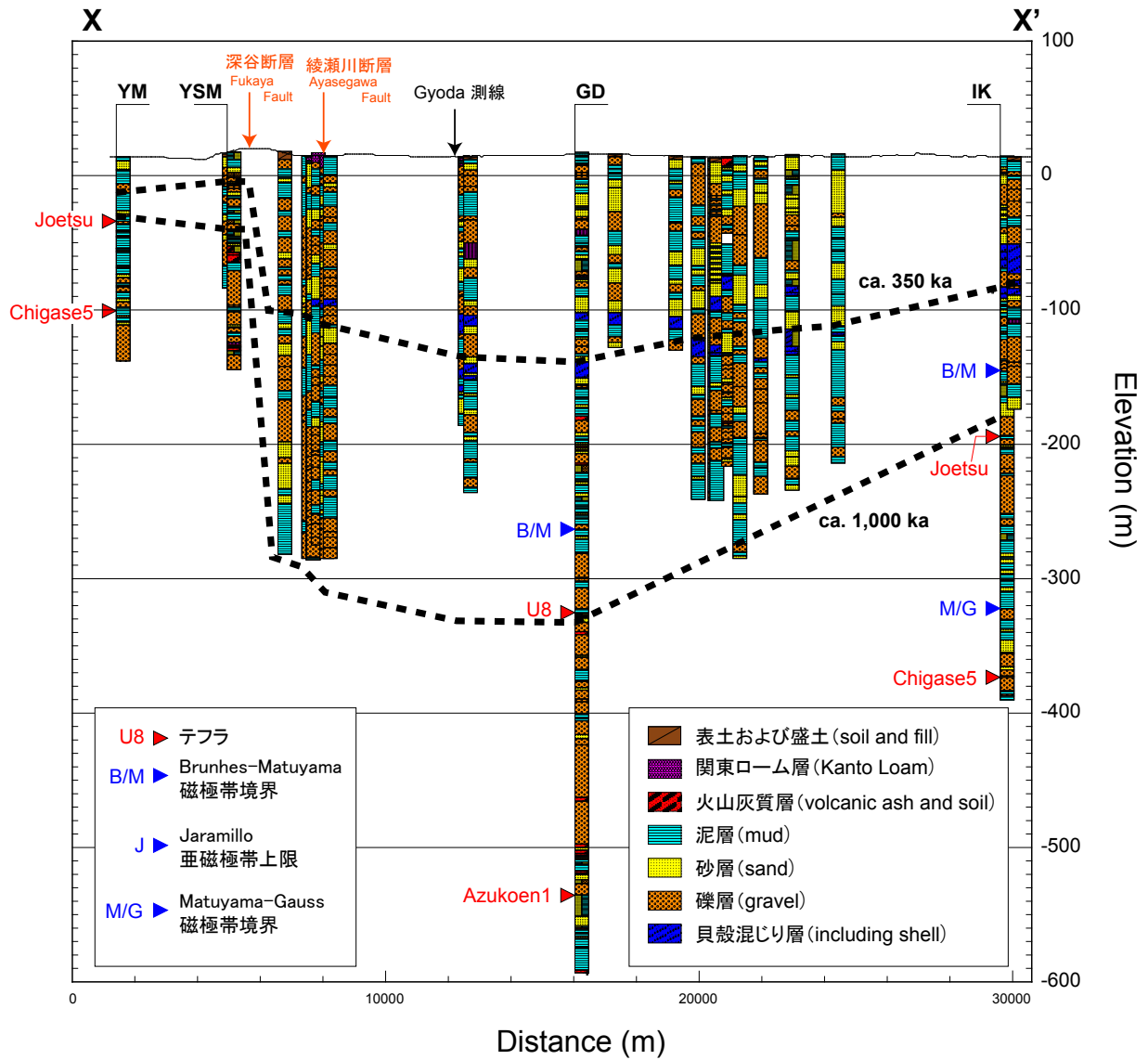


第7図 関東平野中央部の第四系地下地質断面 (D-D')
 Fig.7 Quaternary subsurface geologic section in the central Kanto Plain (D-D').

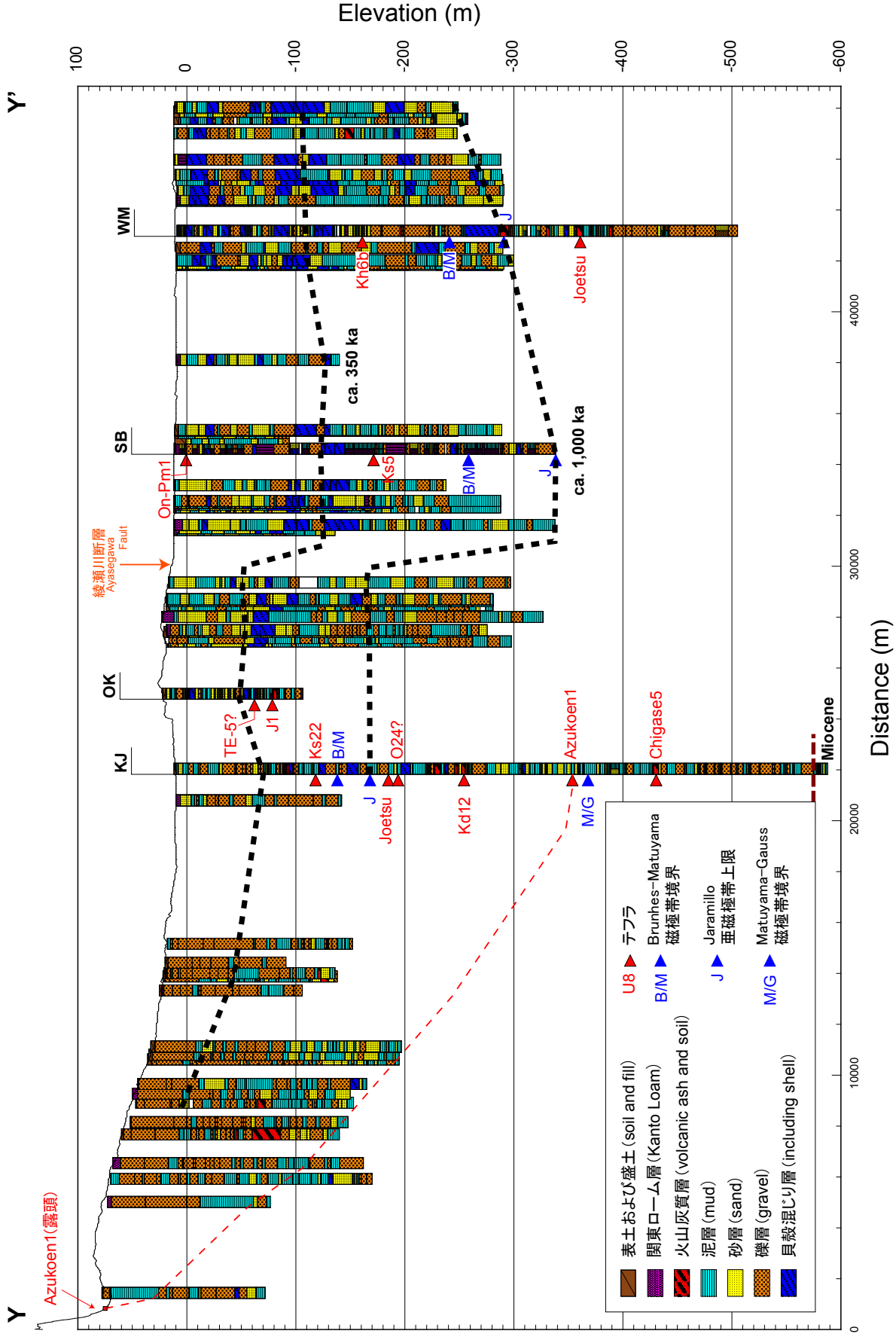


第8図 ボーリング資料と地質柱状断面測線位置。地質図は産業技術総合研究所地質調査総合センター(編)(2012)を簡略化。(AT: 赤塚公園コア, MG: 宮城コア, MZ: 水元公園コア, TN: 舎人公園コア, TR: 舎人コア, OR: 邑楽コア, MW: 明和コア, IK: 板倉コア, FY: 深谷コア, TZ: 所沢コア, KJ: 川島コア, GD: 行田コア, FS: 深作A-1コア, WM: 鷺宮コア, KK: 春日部コア, KGH: 越谷東コア, YM: 吉見コア, OT: 大利根温泉ボーリング, SB: GS-SB-1, IZM: GS2012-IZM, YSM: GS2012-YSM, FJM: GS2012-FJM, FK: GS-FK-1, OK: GS-OK-1, KZ: GS-KZ-1, ND: GS-ND-1, KB: GS-KB-1: UR: GS-UR-1, KG: GS-KG-1, YS: GS-YS-2, KW: GS-KW-2, KS: GS-KS-1)

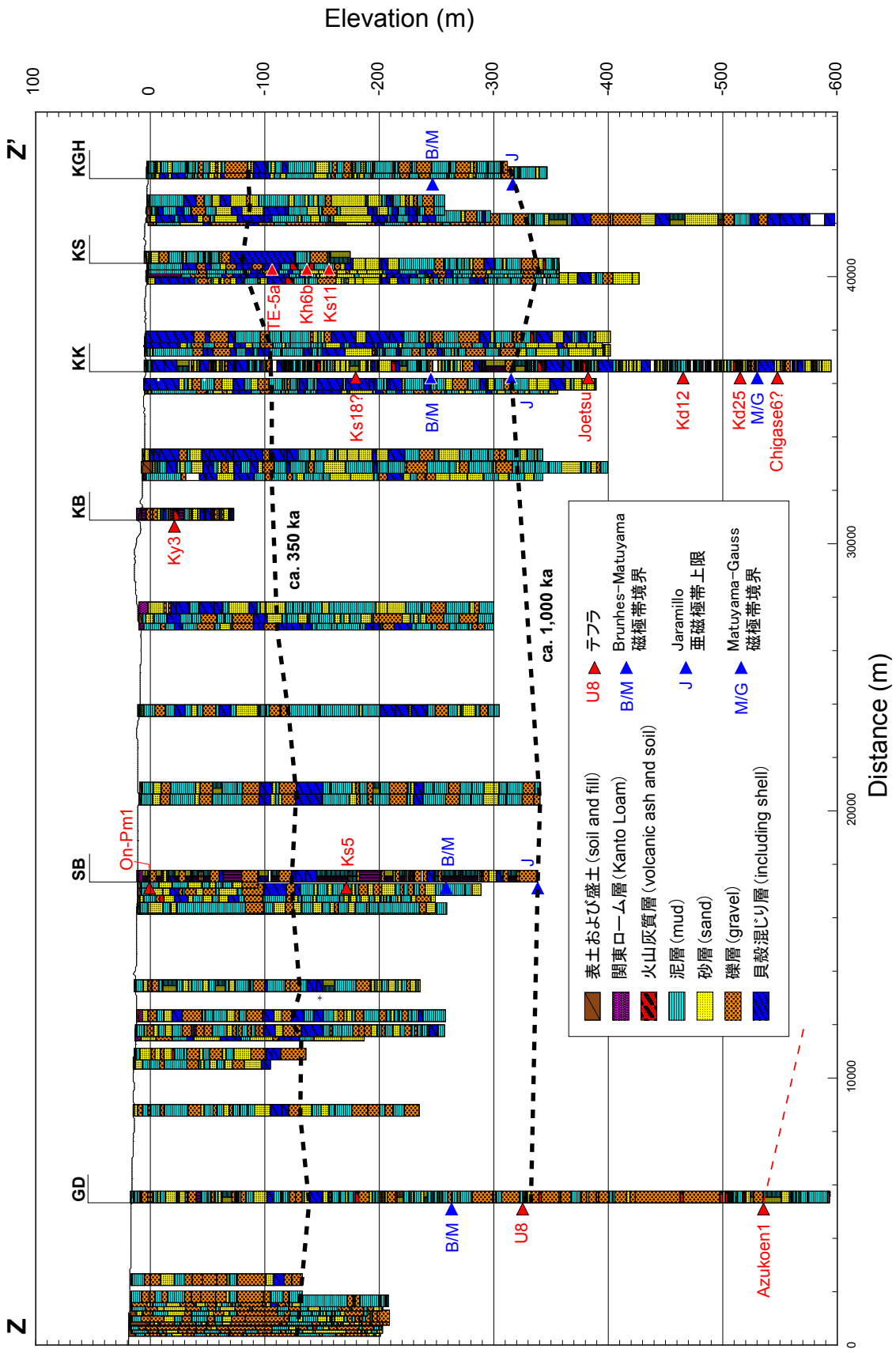
Fig.8 Locality of borehole data and lines of geologic section in the central Kanto Plain. Geologic map of Kanto Plain is simplified after Geological Survey of Japan, AIST (ed.) (2012). (AT: Akatsuka-Koen, MG: Miyagi, MZ: Mizumoto-Koen, TN: Toneri-Koen, TR: Toneri, OR: Oura, MW: Meiwa, IK: Itakura, FY: Fukaya, TZ: Tokorozawa, KJ: Kawajima, GD: Gyoda, FS: Fukasaku A-1, WM: Washimiya, KK: Kasukabe, KGH: Koshigaya-Higashi, YM: Yoshimi, OT: Otone hot spring well, SB: GS-SB-1, IZM: GS2012-IZM, YSM: GS2012-YSM, FJM: GS2012-FJM, FK: GS-FK-1, OK: GS-OK-1, KZ: GS-KZ-1, ND: GS-ND-1, KB: GS-KB-1: UR: GS-UR-1, KG: GS-KG-1, YS: GS-YS-2, KW: GS-KW-2, KS: GS-KS-1)



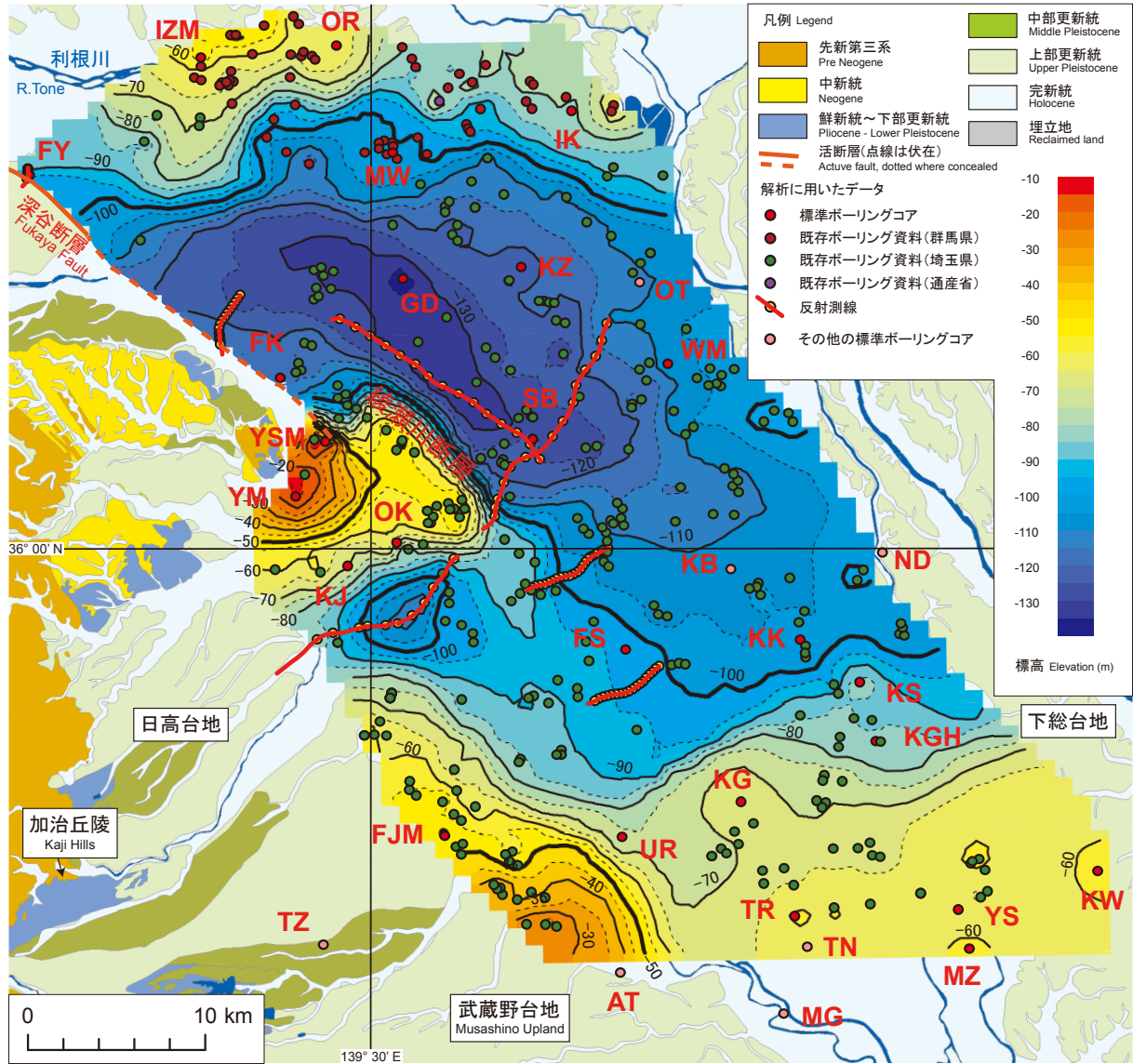
第9図 関東平野中央部の地質断面 (X-X') Gyoda 測線は山口ほか (2014) より (第8図の測線3).
 Fig.9 Quaternary subsurface geologic section (X-X'). Gyoda line is from Yamaguchi et al. (2014).



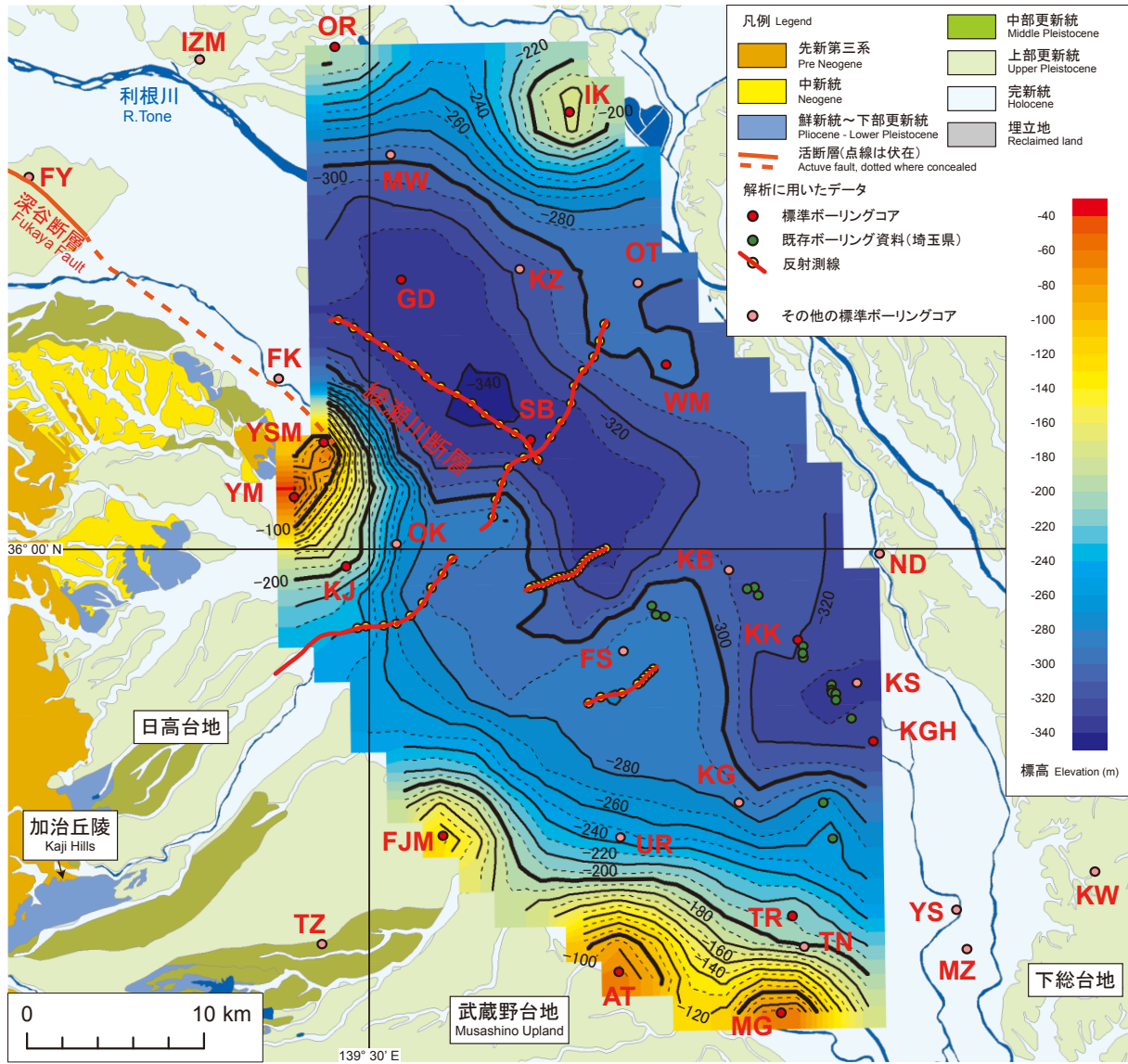
第10図 関東平野中央部の地質断面 (Y-Y')
Fig.10. Quaternary subsurface geologic section (Y-Y')



第 11 図 関東平野中央部の地質断面 (Z-Z')
Fig.11 Quaternary subsurface geologic section (Z-Z')



第 12 図 約 35 万年前の地層標高分布モデル. 等高線は実線が 10 m 間隔, 破線が 5 m 間隔.
 Fig.12 Basal depth distribution (m) of the Yabu Formation (ca. 350ka). Interval of contour lines is 10 m (solid), and 5 m (dashed)



第13図 約100万年前の地層標高分布モデル。等高線は実線が20m間隔、破線が10m間隔。
 Fig.13 Basal depth distribution (m) of the Umegase Formation (ca. 1 Ma). Interval of contour lines is 20 m (solid), and 10 m (dashed)

第1表 標準ボーリング及び既存ボーリングの名称、略称、掘削長、孔口標高、緯度経度および掘削年
 Table 1 Name, abbreviated name, length, elevation, latitude-longitude and drilled year of examined and referred cores in this study.

ボーリング名称	コア略称	掘削長(m)	孔口標高(m)	緯度経度	掘削年	出典
1 所沢 (埼玉県地盤沈下観測所)	所沢 (TZ)	457.3	73.928	N35° 47' 56.9"	E139° 28' 13.1"	埼玉県 (1979)
2 鷺宮 (埼玉県地盤沈下観測所)	鷺宮 (WM)	514.62	9.24	N36° 5' 27.1"	E139° 40' 59.6"	埼玉県 (1981)
3 行田 (埼玉県地盤沈下観測所)	行田 (GD)	610.7	17.304	N36° 8' 18.3"	E139° 31' 11"	埼玉県 (1983)
4 越谷東 (埼玉県地盤沈下観測所)	越谷東 (KGH)	350	3.37	N35° 54' 8.0"	E139° 48' 55.5"	埼玉県 (1985)
5 川島 (埼玉県地盤沈下観測所)	川島 (KJ)	600	11.884	N35° 59' 29.5"	E139° 29' 7.8"	埼玉県 (1986)
6 春日部 (埼玉県地盤沈下観測所)	春日部 (KK)	600	5.31	N35° 57' 13.3"	E139° 46' 6.3"	埼玉県 (1990)
7 深作A-1 (埼玉県活断層調査)	深作A-1 (FS)	300	17.124	N35° 56' 55.7"	E139° 39' 33.6"	埼玉県 (1996)
8 菖蒲 (GS-SB-1)	菖蒲 (SB)	350.2	11.736	N36° 3' 21.8"	E139° 36' 4.3"	山口ほか (2009)
9 大泉 (GS2012-IZM)	大泉 (IZM)	138	33.8	N36° 14' 59.2"	E139° 23' 34.8"	吉見ほか (2013)
10 吉見 (GS2012-YSM)	吉見 (YSM)	162	17.53	N36° 3' 16.9"	E139° 28' 17"	吉見ほか (2013)
11 富士見 (GS2012-FJM)	富士見 (FJM)	150	18.08	N35° 51' 15.1"	E139° 32' 46.1"	吉見ほか (2013)
12 加須 (GS-KZ-1)	加須 (KZ)	251.7	11.5	N36° 8' 35.9"	E139° 35' 38.4"	納谷・安原 (印刷中)
13 吹上 (GS-FK-1)	吹上 (FK)	173.2	20.63	N36° 5' 12.9"	E139° 26' 34.7"	水野ほか (2004)
14 北本 (桶川) (GS-OK-1)	北本 (OK)	128.8	22.33	N36° 0' 12.6"	E139° 30' 58.5"	中里ほか (2006)
15 野田 (GS-ND-1)	野田 (ND)	110	15.09	N35° 59' 52.5"	E139° 49' 11.3"	中澤・田辺 (2009)
16 春日部 (GS-KB-1)	春日部 (KB)	85	11.98	N35° 59' 23.1"	E139° 43' 30"	中澤・中里 (2005)
17 越谷 (GS-KS-1)	越谷 (KS)	180	5.34	N35° 55' 55.8"	E139° 48' 20.1"	中澤・田辺 (2009)
18 川口 (GS-KG-1)	川口 (KG)	110	14.01	N35° 52' 17.8"	E139° 43' 52.5"	中澤・中里 (2005)
19 浦和 (GS-UR-1)	浦和 (UR)	102	16.29	N35° 51' 13"	E139° 39' 25"	中澤・中里 (2005)
20 柏 (GS-KW-2)	柏 (KW)	120	25.38	N35° 50' 8.9"	E139° 57' 14"	中澤・田辺 (2009)
21 八潮 (GS-YS-2)	八潮 (YS)	94.4	1.66	N35° 48' 59"	E139° 52' 0.6"	坂田ほか (2011)
22 吉見 (農政局地盤沈下観測所)	吉見 (YM)	152	14	N36° 1' 35.7"	E139° 27' 9.4"	関東平野中央部地質研究会 (1994)
23 邑楽 (群馬県地盤沈下観測所)	邑楽 (OR)	405	23.63	N36° 15' 21.4"	E139° 28' 40.8"	関東平野中央部地質研究会 (1994)
24 明和 (群馬県地盤沈下観測所)	明和 (MW)	405	14.57	N36° 12' 5.8"	E139° 30' 48.3"	平社 (2008b)
25 板倉 (群馬県地盤沈下観測所)	板倉 (IK)	405	20.91	N36° 13' 22.6"	E139° 37' 31.4"	関東平野中央部地質研究会 (1994)
26 赤塚公園 (東京都深部地盤調査)	赤塚公園 (AT)	210	5.276	N35° 47' 5.2"	E139° 39' 21.6"	東京都土木技術研究所 (1996)
27 舎人公園 (東京都深部地盤調査)	舎人公園 (TN)	100	2.883	N35° 47' 53.8"	E139° 46' 18.1"	東京都土木技術研究所 (1996)
28 水元公園 (東京都深部地盤調査)	水元公園 (MZ)	100.9	1.85	N35° 47' 47.2"	E139° 52' 24.5"	東京都土木技術研究所 (1996)
29 宮城 (東京都地盤沈下調査)	宮城 (MG)	450	2	N35° 45' 50.8"	E139° 45' 27.3"	東京都土木技術研究所 (1996)
30 舎人 (東京都地盤沈下調査)	舎人 (TR)	600	3.4877	N35° 48' 47.8"	E139° 45' 52.8"	東京都土木技術研究所 (1996)
31 深谷 (埼玉県活断層調査)	深谷 (FY)	150	40.05	N36° 11' 23.3"	E139° 17' 8.47"	埼玉県 (1999)
32 大和根 (温泉ボーリング)	大和根 (OT)	1505	13	N36° 8' 9.7"	E139° 40' 5.9"	納谷ほか (2013)

