

「活断層の追加・補完調査」成果報告書 No.H19-2

神縄・国府津－松田断層帯の活動性調査

平成 20 年 5 月

独立行政法人
産業技術総合研究所

目 次

1. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究	1
2. 調査結果	2
(1) 曾我原地区におけるボーリング調査	2
(2) 曾我原地区におけるトレンチ掘削調査	8
(3) 国府津地区におけるボーリング調査	12
3. まとめ	15
3. 1 断層帯の位置及び形態	15
(1) 断層帯を構成する断層	15
(2) 断層面の位置・形状	15
(3) 変位の向き	15
3. 2 断層帯の過去の活動	15
(1) 平均変位速度	15
(2) 活動時期	16
(3) 1回の変位量	16
(4) 活動間隔	16
(5) 活動区間	16
文 献	18
図 表	20

1. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究

神縄・国府津－松田断層帯は、静岡県駿東郡小山町から神奈川県足柄上郡松田町を経て同県小田原市国府津にいたる長さ約25kmもしくはそれ以上の逆断層帯である（地震調査研究推進本部地震調査委員会〔以下推本と略す〕，2005）（図1，表1）。本断層帯を構成する断層は北西から、塩沢断層，神縄断層，日向断層，松田北断層，松田山麓断層，国府津－松田断層からなる（例えば，活断層研究会，1980；1991；除，1995；神奈川県，2002，2003，2004；推本，2005など）。同断層帯の走向は，松田町付近を境にして，北部の西北西－東南東走向から南部の北北西－南南東走向に屈曲する（図1）。推本（2005）では，断層の位置関係，平面形状から断層帯全てを一つの起震断層として評価している。

本断層帯の将来の活動確率については，これまでに実施された古地震調査結果から，今後30年間でM7.5程度の地震が「ほぼ0.2%～16%」の確率で発生するとされている（推本，2005）。この値は，主として神奈川県（2003，2004）による国府津－松田断層のトレンチ掘削調査で明らかにされた活動間隔が約800年～1300年，最新活動時期が12世紀以後14世紀前半以前（西暦1350年以前），の判断に基づいている。しかしながら，神奈川県（2003，2004）により実施されたトレンチ地点（曾我原地区）は，国府津－松田断層の地表トレースが複数に分岐する区間で，そのうちの1断層を対象としたものであることから，断層全体における位置づけを明確にする必要がある。また，神縄・国府津－松田断層帯を構成する断層のうち，最も高い活動度を有する国府津－松田断層の詳細な断層位置や断層形状は，一部を除いて十分検討されているとは言い難い。特に同断層南部区間における断層位置・形状に関する情報は，相模トラフ沿いのプレート境界断層との関係を議論する上で重要である。

このような点を踏まえ，平成19年度の調査では，国府津－松田断層を調査対象として，特に1) 神奈川県（2003，2004）により実施された断層の形状および変位速度の解明，2) 同断層南部区間における断層の位置・形状の解明，を目的とした。調査は，小田原市曾我原地区（ボーリング調査，トレンチ掘削調査）と同市国府津岡地区（ボーリング調査）の2地点で実施した（図1，2）。以下に本年度の調査結果を記す。

2. 調査結果

(1) 曾我原地区におけるボーリング調査

調査地周辺の概要

調査地点である曾我原周辺では、国府津－松田断層は並走する複数の断層から構成されている(図2, 3).

曾我原付近では、大磯丘陵と足柄平野との間に、丘陵を開析する剣沢川などの谷によって形成された開析扇状地面(菊原(1975)の曾我原面, 太田ほか(1982)の立川期相当面(開析扇状地))が分布しており、地形学的特徴からその南縁に北東傾斜の逆断層が認定されている(例えば, 太田ほか, 1982; 活断層研究会, 1991; 宮内ほか, 1996a; 神奈川県, 2002, 2003, 2004)(図2, 3). この断層については、神奈川県(2003, 2004)によりトレンチ掘削調査が実施され、完新統を変位させる逆断層が確認されるとともに、複数回の古地震イベントが認定されている.

一方、大磯丘陵南西斜面基部にも活断層が認定されている(例えば, 太田ほか, 1982; 宮内ほか, 1996a; 水野ほか, 1996; 神奈川県, 2002, 2003, 2004)

(図2, 3). 水野ほか(1996), 山崎・水野(1999)は、この活断層を横切るトレンチ掘削調査を行い、約6~6.5万年前の箱根東京テフラ(Hk-TP: 降下軽石, Hk-T: 火砕流堆積物)が直立している状況を報告している. 神奈川県(2004)によるピット調査およびボーリング調査によると、この断層は完新世にも活動している可能性が高く、その活動間隔は1.6万年以上と推定されている. なお、この断層の北東に位置する丘陵内において谷の屈曲から東西走向の右横ずれ成分を伴う活断層が推定されている(太田ほか, 1982; 宮内ほか, 1996a; 神奈川県, 2002, 2004)(図2).

さらに曾我原西方に分布する千代台地と呼ばれる平坦面の西縁に沿って崖地形が連続している(図2). この崖の成因については、断層活動により形成された断層崖という見解(例えば, Kaneko, 1971; 活断層研究会, 1980, 1991; 太田ほか, 1982; 宮内ほか, 1996a; 上本・上杉, 1998; 神奈川県, 2002, 2003, 2004)と断層は存在しないという見解(水野ほか, 1996; 山崎・水野, 1999)がある.

今回の調査では、これらのうち神奈川県(2003, 2004)によりトレンチ掘削調査が実施された、開析扇状地南縁付近に分布する断層を対象として、1) 最近の活動履歴の解明、2) 浅部断層形状の推定、および3) 平均変位速度の解明を目的として、群列ボーリング調査およびトレンチ調査を実施した(図3~6).

調査を実施した曾我原周辺では、これまで深度 20m~100m のボーリング調査が行われており、足柄平野下に箱根東京テフラ (Hk-T (pfl), Hk-TP : 約 6~6.5 万年前, 町田・新井, 2003) などの広域テフラが広く分布することが報告されている (山崎ほか, 1982 ; 水野ほか, 1996 ; 神奈川県, 2003) (図 3). そこで、本調査では、断層近傍で深度 80m に達するボーリングを実施し、箱根東京テフラおよび箱根小原台テフラ (Hk-OP : 約 8~8.5 万年前, 町田・新井, 2003) の分布深度を明らかにするとともに、既存資料を用いて断層を横切る地質断面図を作成して本地域に分布する国府津-松田断層の過去数万年以前以降の活動性を検討することにした。

ボーリングコアにみられる地質

地形的に認定される南西向き断層崖の基部付近で、地層および断層の分布を把握することを目的として、北東から SG-1 (深度 80m), SG-2 (深度 25m), SG-3 (深度 80m), SG-4 (深度 25m) の 4 地点でボーリング孔を掘削し、ボーリングコアを採取した (図 3~5). その結果、各コアとも砂礫層を主体とする堆積層および軽石・スコリアを含む火山灰層が確認された。各コアにみられる地層を岩相に基づき、上位から 1 層から 7 層に区分した。さらに、各層について色調、年代値、傾斜程度の違いなどにより細分した。細分した地層は上位から a, b, ... の順に付した (表 2, 図 5). なお、この地層区分は後述する既存ボーリングおよびトレンチ壁面の地層区分と対応している。

¹⁴C 年代測定

各コアとも深度 30m 以浅では、砂・シルト互層を主体とし、炭質物 (木片, 炭, 種子) や腐植物が多く含まれている。層相から区分される各地層の堆積年代を把握するために、主として木片試料の ¹⁴C 年代測定を実施した (表 3). 測定に際しては、各コアで地層に大きな違いがないことから、最も頻繁に木片や腐植物を挟む SG-1 を中心に試料を採取した。なお、本調査では ¹⁴C 年代測定は株式会社加速器分析研究所に依頼した。

3 層中に含まれる木片の ¹⁴C 年代値は 2,420±30~7,660±40yBP を示すことから、完新世の地層である。

4 層中から採取された木片, 炭, 腐植質シルトの ¹⁴C 年代値は 19,810±100~29,420y±160BP を示す (表 3, 図 5, 6). これらの ¹⁴C 年代値と層相から、本層

は最終氷期後期の扇状地堆積物であると判断される。

SG-1～SG-3 で採取した 4 層の ^{14}C 年代値と試料採取標高との関係に注目すると、いずれのコアでも概ね標高が高い試料ほど若い年代値を示すが、ある標高でこの傾向に有意な不連続が認められる(図 6)。SG-1 の場合、標高 13.34～14.80m 間の試料を境にその上下でそれぞれ認められる標高と年代値の間の正の相関関係に明瞭なオフセットが生じている。SG-2 でも試料数が少ないものの、SG-1 と同様に標高 14.90～19.50m 間の試料を境に地層の年代値に不連続が生じている。このような 4 層中の ^{14}C 年代値と試料採取標高との関係は、後述するように断層による地層の繰り返しによるものと考えられる。

火山灰の対比

SG-1 および SG-3 では、深度 34m 以深から肉眼で観察できるテフラが複数枚認められる(図 5)。これらのテフラは、いずれも粒径数 cm 程度以下(一部粒径 10 数 cm)の軽石層で、層厚は数 10cm～10m 程度である。また、これらの軽石層は、粒経・色調等の岩相や層厚、堆積様式、層位から SG-1 と SG-3 のボーリングコア間で容易に対比される。そこで、本調査ではテフラの同定を目的として SG-1 のボーリングコアから軽石を採取し、火山灰分析を実施した。火山灰分析では、鉱物組成に加えて火山ガラスと斜方輝石の屈折率を測定した(図 7)。なお、本調査では火山灰分析は株式会社古澤地質に依頼した。

また、今回実施した群列ボーリング調査測線の北東延長に水野ほか(1996)によるボーリング孔(B-6)があり(図 3)、そのコアの一部が独立行政法人産業技術総合研究所に保管されている。B-6 は今回実施したボーリングに対して断層を挟んだ上盤側に位置することから、地層の対比に基づく断層変位量の推定のためにテフラ試料を採取し、火山灰分析を実施した(図 7)。B-6 コアの一部では水野ほか(1996)により火山灰分析が行われている。

SG-1 および SG-3 には、それぞれ下位に降下軽石堆積物を伴う厚さ 7～10m の軽石流(火砕流)堆積物が 2 枚確認される(5d 層, 7a 層, 図 5)。このうち上位の軽石流堆積物は上面高度が標高-20.88～-20.44m、下面高度が標高-31.61～-30.25m であり、層厚 1.9～2.2m の降下軽石堆積物を伴っている。SG-1 では軽石流堆積物の最下部に明瞭なサージ堆積物を伴う。一方、下位の軽石流堆積物は上面高度が標高-44.86～-42.55m、下面高度が-51.65～-50.24m であり、層厚 2.5m の降下軽石堆積物を伴う。これらの軽石層は鉱物組成の特徴および火山ガ

ラス、斜方輝石の屈折率から、それぞれ箱根東京テフラ (Hk-T: 軽石流堆積物, Hk-TP: 降下軽石; 町田・新井, 2003), 箱根小原台テフラ (Hk-OP: 軽石流堆積物および降下軽石; 町田・新井, 2003) に対比される。

さらに、SG-1 の標高-9.25~-9.41m と SG-3 の標高-8.05~-8.15m に、SG-1 の標高-35.28~-35.81m と SG-3 の標高-33.44~-34.14m に、SG-1 の標高-36.80~-37.14m と SG-3 の標高-34.92~-35.21m に、それぞれ岩相の類似した降下軽石堆積物が認められる。これらは層位、岩相および火山灰分析結果から、それぞれ箱根三色旗テフラ (Hk-S; 町田・新井, 2003), 箱根三浦テフラ (Hk-MP; 町田・新井, 2003), 箱根安針テフラ (Hk-AP; 町田・新井, 2003) に対比される。

一方、B-6 では標高-5.45~-8.80m 付近に降下軽石堆積物を伴う軽石流堆積物が、標高 12.94~12.36m と標高 10.77~10.65m にそれぞれ降下軽石堆積物 (一部スコリアを含む) が認められる。岩相、層位関係および火山灰分析結果からこれらのテフラはそれぞれ、Hk-OP, Hk-MP, Hk-AP に対比される。水野ほか (1996) によると、Hk-TP 相当とされる細粒白黄軽石が深度 37.49~37.85m (標高 16.06~15.70m) で確認されているが、それを覆う軽石流堆積物 (Hk-T) は確認されない。

SG-1~SG-4 間の地下地質構造

SG-1~SG-4 の各コアにみられる地層を層相、 ^{14}C 年代、テフラに基づいて相互に対比し、地質断面図を作成した (図 5)。断面の測線は、調査地区周辺の断層の走向とほぼ直交する $\text{N}45^{\circ}\text{E}$ に設定した。

曾我原地区の地下地質は、主として完新世の斜面堆積物 (3 層)、最終氷期後期の扇状地堆積物 (4 層)、箱根東京テフラや箱根小原台テフラなどのテフラを挟む更新世後期の扇状地堆積物・風成堆積物 (5 層, 7 層) からなる。

SG-1~SG-3 間の地層の対比に基づくと、5 層および 7 層は北東に数度傾斜している (図 5)。このうち、Hk-T (pfl) および Hk-OP (pfl) は西方の箱根火山から流下した軽石流堆積物であることから、本来北東に傾斜して堆積した可能性はあるものの、両層の間に分布する扇状地堆積物 (5 層および 7 層) は、南西に流下する剣沢川等の谷によって形成されたと考えられることから、北東傾斜は扇状地面形成時の傾斜に対して逆傾斜となっている可能性がある。

断面図の上部では、SG-1~SG-3 の各コアにおいて地層の繰り返しと ^{14}C 年代値の逆転から、4 層~3 層に変位を与える断層が推定される。SG-1 では、深度

13.61mの地層境界を境に4f～4d層が繰り返していること(図5)、これに対応するように深度13.21mと深度14.67mとの間で上位に向かってほぼ一様に若くなる ^{14}C 年代値の傾向に不連続(^{14}C 年代値の逆転)が生じていること(図6)から、深度13.61m付近に断層の存在が推定される。SG-2では、深度7.72m付近を境に下位のスコリア質シルト層から上位の腐植質シルト層に急変する。また、深度7.36mから得られた試料の年代値が $21,200\pm 90\text{yBP}$ であるのに対し、深度11.96mでは $19,880\pm 100\text{yBP}$ と若く、 ^{14}C 年代値に逆転が生じている(図6)。この年代値の逆転が断層変位によるとすると、地層の繰り返しから深度7.72m付近に断層の存在が推定される。SG-3では深度6.52m付近で下位の4c層が上位の3f層に衝上している。変位を受けた3f層からは、 $7,660\pm 40\text{yBP}$ の ^{14}C 年代値が得られた。一方、SG-4では、断層を示唆する地層の繰り返しや剪断変形は確認されない。

SG-1～SG-3の3つのコアで推定・確認された断層が連続するものとする、本地区における深度約15mまでは、北東に傾斜する低角逆断層である。隣り合うコアでの断層位置(深度)に基づくと、SG-1～SG-2間での断層面の傾斜は約 22° であるのに対して、SG-3～SG-2間では約 10° と浅部に向かって断層面の傾斜が緩くなる傾向が認められる。SG-1～SG-3で認定・推定された断層面を地表に延ばすと、その位置はSG-4付近あるいはその南西に位置する(図4, 5)。

SG-1では、断層によって繰り返し出現する4f層および4e層の上面の落差はそれぞれ約10.9m、約10.6mである。一方、SG-2での4e層および4d層の上面の落差はそれぞれ約7.4m、約8.1mである。両コアで断層変位が認められる4e層の落差を比較した場合、SG-2の方が小さい。断層上盤側の4d層は、SG-1～SG-3間で掘削したトレンチ壁面内で西に傾斜している(後述)ことから、この落差の違いは、断層近傍の撓曲(引きずり)の影響を示している可能性がある。変動地形学的特徴から、SG-1の東側でも4e, f層が西傾斜している可能性を考慮すると、SG-1で確認される4f層および4e層の落差約11mはこの断層の上下方向の変位量の最小値を示すとみられる。4f層および4e層から得られた ^{14}C 年代値が約 $23,000\sim 21,000\text{yBP}$ を示すこと(表3)から、上下方向の平均変位速度は $0.5\text{m}/\text{千年以上}$ と見積もられる。

B-5～B-6間の地質構造

図5に示した曾我原地区における地質断面測線の南西延長部(B-5:深度50m)

および北東延長部 (B-6 : 深度 70m) でそれぞれ 1 点ずつボーリング調査が行われている (水野ほか, 1996) (図 3).

B-5 では, 4 層に相当する礫層・砂層互層 (始良 Tn テフラ, 2.6~2.9 万年前 : 町田・新井, 2003 を挟在), 5b 層に相当するスコリア質シルトおよび 5d 層 (Hk-T (pfl)) が分布している (水野ほか, 1996) (図 8).

一方, B-6 では 4 層に相当する地層は確認されないが, 5b 層 (Hk-S を含む), 5d 層 (Hk-TP), 5e 層 (Hk-MP および Hk-AP を挟む) および 7a 層 (Hk-OP (pfl, pfa)) が分布している (水野ほか, 1996) (図 8). また, B-6 には 5b 層の上位に立川ローム (~武蔵野ローム) 相当とみられる風成堆積物が認められる. ここでは, 本調査で実施したボーリングコアにみられる地層との層位関係から, 便宜的にこの風成堆積物を 5a 層とした.

図 8 に曾我原地区を横切る測線沿いの B-5~B-6 の地質断面図を示す. 測線の方法は, 図 5 と同様 N45°E に設定した.

SG-3, SG-1 および B-6 の各コアで 5 枚の鍵テフラ層 (Hk-S, Hk-TP, Hk-MP, Hk-AP, Hk-OP) が対比されることから, 鍵テフラ層間の層厚の変化を見積もることができる. それによると, 5d 層, 7a 層については SG-1 および SG-3 の方が B-6 より厚いのに対し, 5b 層, 5e 層は B-6 の方が厚い (図 8). すなわち, 7a 層中の Hk-OP (pfl) は, 断層下盤側の SG-1 および SG-3 で層厚が 6.8~7.7m であるのに対し, B-6 コアでは約 0.7m と極端に薄くなる. 一方, 5b 層や 5e 層は, 礫層を挟み, 南西に向かって層厚が薄くなることから, 南西方に開いた扇状地の堆積物を含むと考えられる. また, 7b 層は層相が 5b 層や 5e 層に類似しており, 扇状地堆積物を含むものと判断される. このため, 7a 層中の Hk-OP (pfl) は南西に緩く傾斜する扇状地面を北東に向かって遡上し, 層厚を減じた可能性が高い. このため Hk-OP (pfl) は扇状地面の起伏を平坦化したものと考えられる. SG-1~B-6 間の Hk-OP (pfl) 上面の落差は約 39.4m となる. Hk-OP の年代 (80~85ka) から見積もられる上下方向の平均変位速度は 0.5m/千年である.

一方, 5d 層を構成する Hk-T (pfl) は, 断層下盤側の SG-1 および SG-3 では分布が認められるが, B-6 では確認されず, Hk-TP のみがみられる (水野ほか, 1996). このため, Hk-T (pfl) は, 南西向きの扇状地面あるいは断層崖を埋積しきれず, B-6 まで到達しなかった可能性がある. このため, SG-1 の Hk-T と B-6 の Hk-TP 上面の高度差は, 上下方向の変位量の最大値を示す. その高度差は約 36.5m となり, Hk-T および Hk-TP の年代 (60~65ka) から見積もられる上下方

向の平均変位速度の最大値は 0.6m/千年である.

B-3～B-6 間の地質構造

曾我原南西方に分布する千代台地周辺では, これまでに数地点でボーリング調査が実施されている (G2 千代, 山崎ほか (1982); B-3, 水野ほか (1996); Td-1～Td-3, 神奈川県 (2002)) (図 3, 9). これらの地質資料および上述した B-5～B-6 間の地質状況に基づき, B-3～B-6 間の地質断面図を作成した (図 9).

G2 千代では, Hk-T (pfl) の下位に風成堆積物が報告されている. 今回実施した曾我原地区でのボーリングでは, この地層に明確に対比される地層が確認されない. ここでは, この風成堆積物を 5f 層とした. また, 5f 層の下位に海成の段丘砂礫層が認められ, 三崎面構成層とされている (山崎ほか, 1982). ここでは, 曾我原地区でのボーリングでみられる地層の層位関係から, この礫層を 6 層とした. 6 層は千代台地西方の B-3 でも G2 千代とほぼ同高度に出現することが確認されている (山崎・水野, 1999) (図 9). 一方, 東方の SG-3, SG-1 および B-6 では 6 層は認められない. SG-3 では, G2 千代の 6 層とほぼ同じ高度でより古い 7a 層 (Hk-OP (pfl)) が分布する. このことから, SG-3 と G2 千代の間には埋没した段丘崖あるいは東側上がりの断層運動により形成されたと推定される西向きの崖地形が存在すると判断される.

(2) 曾我原地区におけるトレンチ掘削調査

トレンチは, 前述した SG-1～SG-3 間で実施した (図 4, 5). ボーリング調査の結果, 地表付近の断層出現位置はトレンチ掘削地点よりも 10m 以上南西 (平野側) に位置すること (図 4) が予想されたが, 用地の確保が困難なことから, 今回の調査では断層上盤側の変形構造を確認することを目的とした (図 10, 11).

トレンチ壁面にみられる地質とその年代

曾我原トレンチにみられる地層は, 北側壁面, 南側壁面とも, 上位から耕作土・人工攪乱層, 黒色 (一部黄色) スコリア層, 砂礫混じり腐植質シルトおよびシルト混じり砂礫層からなる. それらを層相に基づき, 上位から 1～4 層に区分した. さらに, 各層について色調, 年代値, 変形程度の違いなどにより細分した. 細分した地層は上位から a, b, ... の順に付した (図 11).

1 層は, 耕作土・人工攪乱層で, 後述する 2 層を覆う, あるいは切って分布す

ることから、西暦 1707 年より新しい。

2 層は、黒色～黄色スコリア層で、層位・岩相から西暦 1707 年の富士山宝永噴火で噴出した富士宝永テフラ (F-Ho ; 町田・新井, 2003) に対比される。北壁面のグリッド N2～N4 間では下位が黄色で上位が黒色の整然と堆積した風成スコリア層の層相 (2b 層) を示すが、それ以外では耕作等により乱されている (2a 層)。

3 層は、淘汰の悪い礫混じりの腐植質シルトからなり、縄文の石鏃、弥生後期～古墳前期の土師器、13 世紀～中世の陶器など様々な時代の遺物片を雑多に含む。このような層相および遺物の出土状況から、本層はトレンチ地点北側の扇状地面を開析する浅い谷からもたらされた斜面堆積物あるいは地すべり堆積物と判断される。本層からは、遺物片に加えて、木片、果実種、腐植物などの ^{14}C 年代試料が多数得られた。 ^{14}C 年代測定結果と出土遺物の鑑定結果をそれぞれ表 3 および表 4 に示す。なお、出土遺物の鑑定は、小田原市教育委員会生涯学習部文化財課の山口剛志氏および渡辺千尋氏に依頼した。

3e 層からは弥生後期～古墳前期初頭や 6 世紀頃とみられる土師器が出土しているが、 $1,200\pm 30\text{yBP}$ の ^{14}C 年代値を示す種子が含まれている。このことから、本層の堆積時期は、 $1,200\text{yBP}$ より新しい。3c 層中からは $1,460\pm 30\sim 1,560\pm 30\text{yBP}$ の ^{14}C 年代値が得られているが、同層中からは、縄文時代の石鏃から中世 (13～15 世紀) の陶器まで幅広い年代に含まれる多数の遺物が出土している。したがって、本層の堆積時期は 13 世紀以降の可能性が高い。3b 層からは、5 世紀後半～7 世紀の ^{14}C 年代値や遺物が認められるが、3c 層の上位であることから、本層の堆積時期は 13 世紀以降である可能性が高い。3a 層中からは、 $1,290\pm 30\sim 1,380\pm 30\text{yBP}$ の ^{14}C 年代値が得られているが、3b 層同様本層より下位の 3c から出土する遺物に基づくと、本層の堆積時期は 13 世紀以降である可能性が高い。このように 3 層の各層は、 ^{14}C 年代と遺物年代の大きな隔たりがあること、上下の地層で年代値に逆転がみられることで特徴付けられる。こうした特徴は、後述するように、本層が地すべり堆積物からなり、地すべり移動時に下位層や地表付近の遺物を巻き込みながら現位置に定着したためと考えられる。

4 層は、緑灰色のシルト、砂層、礫層からなる扇状地堆積物である。トレンチ底部に分布する砂礫層は、色調・層位から、ボーリング SG-1～SG-4 にみられる 4c, d 層に対比される (図 5)。トレンチ壁面内の本層からは年代試料は得られなかった。

地質構造

トレンチ下部に分布する 4 層は層相変化が著しいものの、本層中の層理面および葉理面は、南～南西に傾斜している。南壁面で計測された地層の走向・傾斜は、N57°W18°S, N85°W32°S である。

4 層上部には円弧状の低角すべり面が多数確認でき、3 層とともに斜面下方に向かって移動している (図 11)。いずれのすべり面も 4a 層あるいは 4b 層中に発達している。南側壁面のグリッド S8～S12 の 4b 層の上面は火炎様の形状を示し、火炎が斜面下方 (西方) に倒れ込むように傾斜している。

南側壁面グリッド S1～S2 間の 4b～4a 層中に南西に傾斜し北東側が低下する短いみかけ上の逆断層が認められる。その傾斜隔離は 5cm 程度である。

トレンチ壁面の解釈

曾我原トレンチの壁面には、上位から耕作土・人工攪乱層 (1 層)、風成火山灰層 (2 層、二次堆積物を含む)、斜面堆積物・地すべり堆積物 (3 層)、扇状地堆積物 (4 層) が確認された。

このうち 3 層および 4 層上部は、断面形状が円弧状の断層を境に下位層と接している。この円弧状の断層は、西方 (斜面下方)、東方 (斜面上方) とともに地表に向いており、その形状から地すべりのすべり面であると判断される (図 10, 11)。3 層からは $1,200\pm 30\sim 1,660\pm 30$ yBP の ^{14}C 年代値が得られているが、同層中から縄文～中世 (13～15 世紀) の遺物が出土することから、地すべり移動時に下位層や地表付近の遺物を巻き込みながら現位置に定着したものと考えられる。すべり面上位の 4d 層中からも弥生後期～古墳前期初頭? の時代を示す土師器が出土するが、この遺物も周囲の 4d 層が乱れていることから判断すると、移動時に上位の 3 層から取り込まれた可能性が高い。

北壁面グリッド N4～N7 間では、4d 層が 3b 層に衝上し、それを 2a 層が覆っていることから、3b 層堆積後で 2a 層形成前に地すべりイベントが発生したと解釈される。南壁面でこれに対応する変形は、グリッド S4～S7 間で認められる。

また、南壁面グリッド S6～S8 間では、4a 層が 3c 層に衝上しているが、その上方延長部の 3b 層基底面はほぼ水平で変形は認められない。このことから 3c 層堆積後で 3b 層堆積前に地すべりイベントが発生した可能性が高い。北壁面でこれに対応する変形は、グリッド N6～N8 間で認められる。

これらの地すべりイベント発生時期については、上述のように、3 層中の ^{14}C

年代と同層から出土する遺物の時代との間に大きな隔たりがあること、 ^{14}C 年代値に逆転がみられることなどの問題があるが、3c層中から13～15世紀とされる陶器片が出土することを重視すると、少なくとも13世紀頃以降に2回以上の地すべりイベントが発生した可能性が高い。2a層は富士宝永テフラ（2b層）の二次堆積物であることから形成年代が不明である。そのため、地すべりイベント時期の上限を与えることはできない。

このように、曾我原トレンチ調査により、13世紀頃以降複数回の地すべりイベントが認定された。この地すべりイベントと国府津－松田断層の活動との関係は不明である。

曾我原地区における調査結果の意義と今後の課題

今回の曾我原地区での調査では、並走する複数の断層のうち、開析扇状地末端付近に分布する断層を対象としてボーリング調査およびトレンチ掘削調査を実施した。その結果、この断層の活動時期、平均変位速度、変位様式に関する資料が得られた。

ボーリング調査の結果、同断層は $7,660\pm 40\text{yBP}$ 以降に活動しており、過去約8万年前以降の上下方向の平均変位速度は約 $0.5\sim 0.6\text{m}/\text{千年}$ である。この平均上下変位速度は、大磯丘陵南縁の海岸沿いに分布する完新世段丘堆積物を覆う湿地性堆積物中に挟まれるK-Ah降灰層準と断層西側のK-Ahテフラ降灰層準との高度差から見積もられる平均変位速度（約 $3.3\text{m}/\text{千年}$ 程度：松島，1982，2003）および大磯丘陵に分布する三崎面相当の段丘面と足柄平野下に分布する三崎面構成層上面の高度差から推定されるより平均変位速度（約 $2.3\text{m}/\text{千年}$ 程度：山崎，1984）に比べて有意に小さい。この理由としては、曾我原付近で断層が複数本に分岐・並走しており、今回見積もられた平均変位速度は、そのうちの1本の平均変位速度であるためと考えられる。断層帯の長期評価の精度を高めるためには、今後分岐している他の断層の分布、性状および活動履歴を解明することが必要である。

曾我原地区に分布する扇状地堆積物には、軽石流堆積物であるHk-T (pfl)、Hk-OP (pfl) が挟在している。SG-1 および SG-3 で確認された層厚はいずれも7m以上であり、南西に傾斜する扇状地面（の一部）を覆い一時期地表面を平坦化させたものと考えられる。また、Hk-S, Hk-MP, Hk-AP 等の指標テフラも挟在しており、8.5万年前以降の地層の対比を行うことが可能である。本調査では

これらの指標テフラの高度差に基づき、断層の変位速度（上下成分）を検討した（上述）。しかしながら、断層上盤側のボーリングが1地点のため、断層周辺における各地層の分布形態や断層形状に関する情報が不足している。このため、今後 SG-1～B-6 間でボーリング調査を実施して地層の分布を把握することにより、この扇状地末端付近に分布する断層の 8.5 万年前以降の運動像がより明確になると考えられる。

SG-3～G2 千代間には、三崎面構成層と Hk-OP (pfl) の分布高度から、Hk-T (pfl) に埋積される西向きの段丘崖あるいは断層崖の存在が推定される。断層が存在するとすれば、8～8.5 万年前の地層（7a 層）を有意に変位させ、6～6.5 万年前の地層（5d 層）で覆われる活動史をもつことになる。並走する断層の発達様式の解明のため、この崖の成因を明らかにすることが必要である。

（3）国府津地区におけるボーリング調査

東海道新幹線弁天山トンネルから国府津海岸に至る国府津－松田断層南部区間における地表の断層トレースは、これまで大磯丘陵西側斜面基部付近（丘陵斜面と沖積低地との境界あるいは丘陵を開析する谷から形成された沖積扇状地面上）に沿って認定・図示されている（例えば、宮内ほか，1996a；神奈川県，2002，2004）（図 12）。この活断層トレース沿いの国府津岡地区で実施されたトレンチ掘削調査の結果、完新世後期に複数回の地すべりイベントが発生したことが報告されている（水野ほか，1996；山崎・水野，1999）が、断層は確認されていない。

本調査では、活断層トレースが認定されている斜面基部の地下地質構造を明らかにすることを目的として、国府津地区（国府津字岡）において斜面基部を挟んで東側の斜面上で 1 孔（KZ-1：深度 25m）、西側の沖積扇状地面上で 1 孔（KZ-2：深度 80m）の計 2 孔のボーリング調査を実施した（図 12）。また、その結果に基づいて斜面基部を横切る地質断面図を作成した。（図 13）。

ボーリングコアにみられる地質

KZ-1 および KZ-2 の各コアとも、厚さ 30cm 前後の表土・盛土の下位に礫混じり（一部腐植質）シルトおよび砂礫層が確認された。これらを層相から I 層（礫混じり腐植質シルト）、II 層（礫混じりシルト）および III 層（砂礫層）に区分した（図 13）。

I層は、KZ-2にのみ観察される厚さ3m弱の灰褐色礫混じり腐植質シルト層である。その層相および分布から、調査地点から西方に分布する沖積扇状地面を構成する地層と推定される。KZ-2の本層下部（深度2.55m）から採取した腐植質シルトから $2,360 \pm 30$ yBPの ^{14}C 年代値が得られた（表5）。この ^{14}C 年代値に基づくと、本沖積扇状地面の形成時期は約2300年前よりも新しい。

II層は、KZ-1およびKZ-2の各コアに分布する黄褐色礫混じりシルト層である。層厚はKZ-1で約1.7m、KZ-2で約3mと西に向かってやや厚くなる。その層相から、本層は大磯丘陵からもたらされた斜面堆積物と判断される。KZ-2の本層中部（深度4.55m）から採取した腐植質シルトの ^{14}C 年代値は $4,850 \pm 30$ yBPを示す（表5）。 ^{14}C 年代値に基づくと、本層形成時期は約4800年前よりも新しい。

III層は、KZ-1およびKZ-2の各コアの孔底まで分布する黄褐色～青灰色砂質礫、礫質砂の互層である。地層は 60° 程度傾斜している。本層を構成する礫種は、調査地域北方の丹沢山地周辺に広く分布する丹沢層群由来とみられる緑色を呈する安山岩、石英閃緑岩、緑色凝灰岩を主体として、砂岩、珪質頁岩、礫岩などを含む。礫の円磨度は、亜円～亜角礫が多く、円礫を含む。礫径は1～10cmであり、2～5cmのものが多く、基質は、粗粒砂～細礫である区間が多く、一部に褐色を呈すシルト質細粒砂を含む。本層からは、火山灰や化石等は見出されないため堆積年代が不明であるが、層相と地層の分布状況から、大磯丘陵南西部に分布する二宮累層国府津礫層（小沢・大木，1972；太田ほか，1982）、国府津礫岩部層（矢野，1986）、曾我山層（山崎ほか，1991）に相当すると考えられる。山崎ほか（1991）およびYamazaki（1992）は、曾我山層およびその上位の地層に挟まれるテフラの編年から、曾我山層（国府津礫層）の堆積年代を約50～30万年前と推定している。

推定される地下地質構造

国府津地区で掘削したボーリングコアの観察結果をもとに地質断面図を作成した（図13）。それによると、国府津地区では上位から、完新世の扇状地堆積物（I層）および斜面堆積物（II層）と中期更新世の国府津礫層とみられる砂礫層（III層）が確認される。

KZ-1とKZ-2の各コアとも、III層中で 60° 前後地層が傾斜している状況が観察されるものの、断層を示唆する地層の繰り返しや明瞭な剪断変形は認められな

い。また、III層の分布上面は、KZ-1とKZ-2との間でみかけ西に約25°傾斜している。この傾斜は、KZ-1背後の丘陵西側斜面の傾斜（～30°）にほぼ等しい。したがって、調査地点付近において断層崖とされる斜面は、ある程度西方までI～II層下に埋没している可能性が高いと考えられる。これらのことから、従来国府津－松田断層が認定されていた斜面基部付近には地層境界を形成するほどの変位を累積させる断層が分布している可能性は低く、主断層はさらに西方に位置していると判断される。断層の位置に関しては、深度80mまで掘削したKZ-2に地層境界を形成するような断層が認められないことから、仮に断層が東に45°傾斜しているとする、断層トレースは斜面基部から少なくとも80m程度以上西に離れていると考えられる。

国府津地区における調査結果の意義と今後の課題

断層崖とされる斜面基部の前面でボーリング調査を実施した結果、深度80mのボーリングコア中に分布する中期更新世の国府津礫層とみられる砂礫層（III層）が60°前後傾斜していることが観察されたが、有意な変位をもつ断層は確認されなかった。以上のことから、斜面基部付近には地層境界を形成するほどの変位を累積させる断層が分布している可能性は低く、主断層は斜面基部から少なくとも80m程度以上離れているものと考えられる。

米軍1947年撮影縮尺約10,000分の1空中写真を判読した結果、丘陵西側斜面基部から約100～200m西方で沖積低地面および沖積扇状地面に不明瞭ながら北北西－南南東方向に延びる比高2～3m程度の西向きの崖地形が認定される。この低崖地形の延びの方向が丘陵西縁とほぼ平行していることと崖が西向きであることから、この低崖地形は国府津－松田断層の完新世後期における断層運動により形成された断層崖の可能性がある。

また、国府津地区周辺には3,000～2,000yBP前後の¹⁴C年代を示す泥炭や腐植質シルト層など湿地性堆積物が広く分布していることが報告されている（松島，1982；山崎ほか，1982，1991；水野ほか，1996）。今後この湿地性堆積物の分布高度を手がかりにして、上記低崖の成因、主断層の位置、落差などを解明することができると考えられる。

3. まとめ

3. 1 断層帯の位置及び形態

(1) 断層帯を構成する断層

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）では，神縄断層，国府津－松田断層，塩沢断層，松田山麓断層，松田北断層，日向断層などで構成されるとされている。

(2) 断層面の位置形状

ボーリング調査の結果，曾我原地区，国府津地区とも今回調査を実施した地点より西側（平野側）に主断層が分布していることが明らかになった。曾我原地区における地表付近の主断層は，SG-4 付近あるいはそれよりも南西に位置している。国府津地区での地表付近における主断層の位置は，従来活断層トレースが認定されていた丘陵斜面基部から少なくとも 80m 程度以上西方に分布している可能性が高い。

(3) 変位の向き

曾我原地区で実施した群列ボーリング調査の結果，地下 15m までは，北東に 10～20°前後傾斜する北東側上がりの低角逆断層であることが明らかになった。

3. 2 断層帯の過去の活動

(1) 平均変位速度

曾我原地区において実施したボーリング調査および既存ボーリング資料を用いて作成した地質断面図から，開析扇状地南端付近に分布する断層の平均変位速度が以下のように見積もられる。

1) SG-1 において断層により繰り返し出現する 4f 層および 4e 層上面の上下方向の高度差（約 11m）とその ^{14}C 年代値（21,000～23,000yBP）とから見積もられる平均上下変位速度は 0.5m/千年である。ただし，この値は断層上盤側の撓曲変形を考慮に入れていないことから最小値を示す。

2) 断層下盤側の SG-1 の Hk-T (pfl) テフラ上面と断層上盤側の B-6 の Hk-TP 上面の高度差（約 37m）とその年代（6～6.5 万年前）から求められる上下方向の平均変位速度の最大値は 0.6m/千年である。なお，この値は Hk-T (pfl) が

B-6 地点まで到達していないことから、断層上盤側における Hk-T (pfl) の分布高度は、少なくとも B-6 の Hk-TP 上面より低いという推定に基づく。

3) Hk-OP (pfl) 上面の落差 (約 39m) とその年代 (8~8.5 万年前) から見積もられる上下方向の平均変位速度は 0.5m/千年である。

これらのことから、約 8 万年前以降、曾我原地区に分布する断層の上下方向の平均変位速度がほぼ一定であると仮定するとその値は 0.5~0.6m/千年となる。ただし、ここでは断層が複数に分岐していること、断層全体の平均上下変位速度に比べて有意に小さいことから、今後分岐している他の断層の分布、性状および活動履歴を解明することが必要である。

(2) 活動時期

最新活動時期に関する新知見は得られなかった。

曾我原地区のボーリング調査の結果、約 2 万年前前後に堆積した扇状地堆積物に変位を与える北東に低角で傾斜する逆断層が認定された。SG-3 ではこの逆断層沿いで 3f 層が切断されていることが確認された。断層により変位を受けた 3f 層中の腐植質シルト層から 7,660±40yBP の ¹⁴C 年代値が得られたことから、活動時期は 7,660±40yBP 以降であると考えられる。ただし、活動時期の上限およびこの間の活動回数は不明である。

(3) 活動間隔

活動間隔に関する資料は得られなかった。

(4) 1 回の変位量

1 回の変位量に関する明確な資料は得られなかった。

(5) 活動区間

活動区間に関する資料は得られなかった。

謝 辞

本調査に際し、地権者には調査の趣旨をご理解いただき、貴重な土地の利用を許可していただきました。都留文科大学上杉陽教授には、曾我原トレンチの

地質についてご教示いただきました。産業技術総合研究所地質情報研究部門水野清秀氏には、ボーリング試料を提供していただきました。以上の方々に心からお礼申し上げます。

(調査担当：丸山 正)

文 献

- 地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）神縄・国府津－松田断層帯の長期評価の一部改訂について.
- 神奈川県（2002）平成13年度地震関係基礎調査交付金事業「神奈川県活断層（神縄・国府津－松田断層帯）調査事業」成果報告書. 127p.
- 神奈川県（2003）平成14年度地震関係基礎調査交付金事業「神縄・国府津－松田断層帯に関する調査」成果報告書. 56p.
- 神奈川県（2004）平成15年度地震関係基礎調査交付金事業「神縄・国府津－松田断層帯に関する調査」成果報告書. 65p.
- 活断層研究会編（1980）「日本の活断層－分布図と資料」. 東京大学出版会, 363p.
- 活断層研究会編（1991）「新編日本の活断層－分布図と資料」. 東京大学出版会, 437p.
- 国土地理院（2002）発行数値地図 200,000（地図画像）日本-II. CD-ROM1 枚.
- 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, 336p.
- 松島義章（1982）相模湾北岸，足柄平野における沖積層の ^{14}C 年代とそれに関連する問題. 第四紀研究, 20, 319-323.
- 松島義章（2003）小田原市羽根尾から産出した完新統下原層の貝化石について. 神奈川県自然誌資料, 24, 13-20.
- 水野清秀・山崎晴雄・下川浩一・佐竹健治・井村隆介・吉岡敏和（1996）平成7年度活断層調査研究報告 No. 28 国府津－松田断層のボーリング，物理探査等による総合地質調査. 地質調査所研究資料集 no. 252, 69p.
- 宮内崇裕・池田安隆・今泉俊文・佐藤比呂志・東郷正美（1996a）1 : 25,000 都市圏活断層図「小田原」. 国土地理院技術資料 D・1-No. 333.
- 宮内崇裕・池田安隆・今泉俊文・佐藤比呂志・東郷正美（1996b）1 : 25,000 都市圏活断層図「秦野」. 国土地理院技術資料 D・1-No. 333.
- 太田陽子・松田時彦・小池敏夫・池田安隆・今泉俊文・奥村 清（1982）国府津・松田断層に関する調査報告. 神奈川県地震災害対策資料「三浦半島および国府津・松田地域の活断層に関する調査報告書」, 神奈川県, 82-173.
- 小沢 清・大木靖衛（1972）大磯丘陵南西部の地質. 神奈川温泉地学研究所報告, 3, 73-82.

- 徐 垣 (1995) 足柄層群南縁の衝上断層 (日向断層) とその地震テクトニクス上の意義. 地質学雑誌, 101, 295-303.
- Stuiver M, Reimer, P. J., Bard E., Beck J. W. Burr G. S., Hughen K. A., Kromer B., McCormac G., van der Plicht J., and Spurk M. (1998) IntCal98 radiocarbon age calibration, 24,000-0 cal BP. Radiocarbon, 40 (3), 1041-1083.
- 上本進二・上杉 陽 (1998) 小田原市千代台地に 3 遺跡における地震跡—国府津—松田断層の最新活動時期に関する若干の資料—. 関東の四紀, 21, 41-53.
- 山崎晴雄 (1984) 活断層からみた南部フォッサマグナ地域のネオテクトニクス. 第四紀研究, 23, 129-136.
- Yamazaki, H. (1992) Tectonics of a plate collision along the northern margin of Izu Peninsula, central Japan. 地質調査所月報, 43, 603-657.
- 山崎晴雄・垣見俊弘・加藤 完・池田喜代治・高橋 誠・永田松三・伊藤吉助 (1982) プレート北端部の造構運動の調査研究. 「フィリピン海プレート北端部の地震テクトニクスに関する特定総合研究中間報告書」, 科学技術庁研究調整局, 368-393.
- 山崎晴雄・水野清秀 (1999) 国府津・松田断層の最新活動時期と地震テクトニクス. 第四紀研究, 38, 447-460.
- 山崎晴雄・水野清秀・加藤 完・下川浩一 (1991) 1. 地殻構造及び地殻活動史に関する研究, 1.2 地殻活動史に関する研究, 1.2.3 断層の活動史に関する研究. 科学技術振興調整費, マグニチュード7級の内陸地震の予知に関する研究 (第I期 昭和62~平成元年度) 成果報告書, 科学技術庁研究開発局, 79-92.
- 矢野 享 (1986) 大磯丘陵南部地域の層序とその年代および堆積環境. 静岡大学地球科学研究報告, 12, 191-208.

図 表

表 1 神縄・国府津松田断層のまとめ

表 2 曾我原地区ボーリングコアにみられる地層

表 3 ^{14}C 年代測定結果（曾我原地区）

表 4 曾我原トレンチ出土遺物一覧

表 5 ^{14}C 年代測定結果（国府津地区）

図 1 神縄・国府津－松田断層の分布. 基図は, 国土地理院 (2002) 発行数値地図 200,000 (地図画像) 日本-II 「東京 (5339)」, 「甲府 (5238)」, 「横須賀 (5239)」, 「静岡 (5238)」を使用. 活断層の分布は地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2005) に基づく.

図 2 国府津－松田断層の分布と調査地点 (宮内ほか (1996a) に調査地点を加筆).

図 3 曾我原地区周辺の活断層図. 活断層トレースは, 宮内ほか (1996a), 神奈川県 (2002, 2004) および本調査に基づく. これまで実施されたトレンチ掘削調査地点 (水野ほか, 1996; 神奈川県, 2003, 2004) およびボーリング調査地点 (山崎ほか, 1982; 水野ほか, 1996; 神奈川県, 2003) をそれぞれ緑色の○, 水色の□で示す. 基図は, 小田原市発行 1:2,500 都市計画図 IX-MC 54-2 「下大井」, IX-MC 55-1 「上曾我」, IX-MC 55-3 「曾我光海」および IX-MC 55-4 「曾我別所」を使用.

図 4 曾我原地区で実施したボーリング・トレンチ調査の位置図.

図 5 ボーリング調査に基づく曾我原トレンチ地点の地下地質構造. 断面の位置は図 4 に示す.

- 図 6 SG-1～SG-4 コア中の 4 層から採取された ^{14}C 年代試料の年代値と標高との関係.
- 図 7 (上) SG-1 および (下) 既存ボーリングコア (B-6 : 水野ほか, 1996) から採取したテフラ (軽石) の鉱物組成, 火山ガラスおよび斜方輝石の屈折率.
- 図 8 本調査で実施したボーリング (SG-1～SG-4) および既存ボーリング資料 (B-5, B-6 : 水野ほか, 1996) に基づく曾我原地区の地下地質構造. 断面の位置は図 3 に示す.
- 図 9 本調査で実施したボーリング (SG-1～SG-4) および既存ボーリング資料 (G2 千代 : 山崎ほか, 1982 ; B-3～B-6 : 水野ほか, 1996 ; Td-1, Td-2 : 神奈川県, 2002) から推定される千代台地西方～曾我原間の地下地質構造.
- 図 10 曾我原トレンチ南北壁面写真. 上 : 北壁面, 下 : 南壁面.
- 図 11 曾我原トレンチ南北壁面スケッチ. 上 : 北壁面, 下 : 南壁面.
- 図 12 国府津ボーリング地点周辺の地形 (基図は, 小田原市発行 1 : 2,500 都市計画図 IX-MC 65-2 「田島」 および IX-MC65-4 「国府津」 を使用). 活断層トレース 1 は宮内ほか (1996a), 2 は神奈川県 (2002, 2004) による.
- 図 13 ボーリング調査に基づく国府津地区の地下地質構造. 断面の位置は図 12 に示す.

表 1 神縄・国府津－松田断層のまとめ.

	従来評価	今回調査を含めた結果	備考
1. 断層帯の位置・形態 (1)断層帯を構成する断層	神縄断層, 国府津－松田断層, 塩沢断層, 松田山山麓断層, 松田北断層, 日向断層など	神縄断層, 国府津－松田断層, 塩沢断層, 松田山山麓断層, 松田北断層, 日向断層など	変更なし
(2)断層帯の位置・形状 地表における断層帯の位置・形状 断層帯の位置(両端の緯度・経度)	(北西端)北緯35°22'東経138°59' (屈曲点)北緯35°21'東経139°09' (南東端)北緯35°17'東経138°13'	(北西端)北緯35°22'東経138°59' (屈曲点)北緯35°21'東経139°09' (南東端)北緯35°17'東経138°13'	変更なし
長さ	約25km以上もしくはそれ以上	約25km以上もしくはそれ以上	変更なし
地下における断層面の位置・形状	地表での長さ・位置と同じ	地表での長さ・位置と同じ	変更なし
上端の深さ	0km	0km	変更なし
一般走向	N80°W(北西端－屈曲点) N35°W(屈曲点－南東端)	N80°W(北西端－屈曲点) N35°W(屈曲点－南東端)	変更なし
傾斜	70-80°北傾斜(北西端－屈曲点) 40-60°北東傾斜(屈曲点－南東端)	70-80°北傾斜(北西端－屈曲点) 深さ15m以浅は10-20°北東傾斜	曾我原ボーリングによる
幅	不明	不明	変更なし
(3)断層のずれの向きと種類	北－北東側隆起の逆断層	北－北東側隆起の逆断層	変更なし
2. 断層の過去の活動 (1)平均的なずれの速度	約2-3m/千年(上下成分)	約0.5m/千年(上下成分)* *並走する複数の断層のうちの1断層	曾我原ボーリングによる
(2)過去の活動時期	活動1(最新活動) 12世紀以後, 14世紀以前(AD1350年以前) 活動2(1つ前の活動) 約2400年前以後, 1世紀以前 活動3, 4 約4500年前以後, 約2500年前以前	活動1(最新活動) 12世紀以後, 14世紀以前(AD1350年以前) 活動2(1つ前の活動) 約2400年前以後, 1世紀以前 活動3, 4 約4500年前以後, 約2500年前以前	変更なし
(3)1回のずれの量と平均活動間隔	1回のずれの量 3m程度(上下成分) 平均活動間隔 約8百-1千3百年	1回のずれの量 3m程度(上下成分) 平均活動間隔 約8百-1千3百年	変更なし
(4)過去の活動区間	断層帯全体で1区間	断層帯全体で1区間	変更なし

表2 曾我原ボーリングコアにみられる地層.

地層名	推定される堆積環境	層相・岩相	細層	記載	年代・対比される地層
1	耕作土, 人工擾乱層, 盛土	礫混じり砂質シルト	—		—
2	風成堆積物およびその二次堆積物	黒色・黄色スコリア	2a, b	スコリア(2b)およびスコリア層の二次堆積物(2a)	富士宝永テフラ*(AD1707)
3	斜面堆積物, 地すべり堆積物, 後背湿地堆積物など	腐植質シルト, 礫, 砂	3a~e 3f	砂混じり腐植質シルト 後背湿地堆積物, 腐植質シルト	—
4	扇状地堆積物, 一部風成堆積物を含む	礫, シルト, 砂, 腐植質シルト	4c 4d 4e 4f 4g	淡緑灰色~淡褐灰色を呈すスコリア・火山灰質の砂混じりシルトを主体とする. 径0.2~0.5cmの安山岩礫とスコリアが散在する. 礫層を主体とする. 礫は径1~5cmの安山岩が主体. 一部スコリア質のシルト層および炭化木片を含むシルト層を挟む. スコリア質の砂混じりシルトを主体とする. 砂・シルト互層を主体とする. 礫層を挟む. 炭化木片が散在し, 腐植質シルト層を挟む. 砂質シルト~シルト質砂層.	— — — —
5	風成堆積物, 扇状地堆積物	スコリア質のシルト, 礫, 軽石, 砂	5b 5d 5e	スコリア質のシルトを主体とし, 礫層を挟み, 軽石が散在する. 下部はスコリア質の砂層からなる. 軽石層を挟む. Hk-SとHk-T(TP)間の層厚は西に向かって薄くなる傾向にある. 軽石, 上部は軽石の集積層, 中部は基質支持の軽石層, 下部は礫支持の軽石層. スコリアおよび軽石質のシルトを主体とする. 軽石層を挟む. 西に向かって層厚が薄くなる.	箱根三色旗テフラ(Hk-S)*が挟在する 箱根東京テフラ(Hk-T, Hk-TP)* 箱根三浦テフラ(Hk-MP)*と箱根安針テフラ(Hk-AP)*が挟在する
7	風成堆積物	軽石, スコリア	7a 7b	上部は基質支持の軽石層, 下部は礫支持の軽石層Hk-OP(pfl)の層厚は東に向かって薄くなり, B-6では0.7mとなる スコリアおよび軽石質の砂質シルト	箱根小原台(Hk-OP)* —

* 町田・新井(2003)

表3 ¹⁴C年代測定結果 (曾我原地区).

試料名	試料番号	地層	試料	方法	Measured ¹⁴ C age (yBP, ±1σ)	δ ¹³ C (‰)	Conventional ¹⁴ C age ¹ (yBP, ±1σ)	cal BP age ranges ² (cal yBP, ±2σ)
曾我原ボーリング								
CSG-1(5.90m)	I AAA-72687	4e	木片	AMS	21,510 ± 100	-26.42	21,490 ± 100	-
CSG-1(7.34m)	I AAA-72688	4f	木片	AMS	21,920 ± 100	-29.19	21,850 ± 100	-
CSG-1(8.59m)	I AAA-72689	4f	炭	AMS	21,560 ± 100	-33.17	21,430 ± 100	-
CSG-1(9.90m)	I AAA-72690	4f	木片	AMS	22,060 ± 110	-30.49	21,970 ± 110	-
CSG-1(10.66m)	I AAA-72691	4f	木片	AMS	22,580 ± 100	-27.03	22,540 ± 100	-
CSG-1(13.21m)	I AAA-72692	4f	木片	AMS	23,770 ± 100	-27.24	23,740 ± 100	-
CSG-1(14.67m)	I AAA-72693	4e	木片	AMS	21,060 ± 100	-22.25	21,110 ± 100	24990-25730 (91.8%) 25820-[25980] (8.2%)
CSG-1(16.23m)	I AAA-72694	4e	木片	AMS	21,430 ± 90	-26.04	21,410 ± 90	-
CSG-1(17.70m)	I AAA-72695	4f	木片	AMS	21,350 ± 100	-21.52	21,410 ± 100	-
CSG-1(19.93m)	I AAA-72696	4f	木片	AMS	22,040 ± 100	-22.14	22,080 ± 100	-
CSG-1(20.20m)	I AAA-72697	4f	木片	AMS	21,940 ± 100	-29.11	21,870 ± 100	-
CSG-1(23.18m)	I AAA-72698	4f	木片	AMS	22,120 ± 90	-27.24	22,080 ± 90	-
CSG-1(24.24m)	I AAA-72699	4f	木片	AMS	22,020 ± 90	-26.60	21,990 ± 90	-
CSG-1(25.50m)	I AAA-72700	4f	木片	AMS	23,890 ± 100	-21.80	23,940 ± 100	-
CSG-1(27.10m)	I AAA-72701	4g	木片	AMS	26,480 ± 120	-27.85	26,430 ± 120	-
CSG-1(28.45m)	I AAA-72702	4g	木片	AMS	29,230 ± 140	-24.05	29,240 ± 140	-
CSG-1(29.41m)	I AAA-72703	4g	腐植質シルト	AMS	29,450 ± 160	-26.96	29,420 ± 160	-
CSG-2(7.36m)	I AAA-72704	4e	腐植質シルト	AMS	21,230 ± 90	-26.39	21,200 ± 90	25410-[25980] (100%)
CSG-2(11.96m)	I AAA-72705	4d	木片	AMS	19,910 ± 100	-26.74	19,880 ± 100	23480-24150 (100%)
CSG-2(14.33m)	I AAA-72706	4e	腐植質シルト	AMS	21,670 ± 90	-25.42	21,660 ± 90	-
CSG-2(16.34m)	I AAA-72707	4f	腐植質シルト	AMS	22,720 ± 100	-29.72	22,640 ± 100	-
CSG-2(18.14m)	I AAA-72708	4f	木片	AMS	22,470 ± 100	-31.32	22,360 ± 100	-
CSG-3(5.40m)	I AAA-73137	3f	腐植質シルト	AMS	7,510 ± 30	-15.97	7,660 ± 40	8390-8540 (100%)
CSG-3(11.77m)	I AAA-72717	4d	木片	AMS	19,980 ± 90	-27.07	19,940 ± 90	23590-24210 (100%)
CSG-3(12.31m)	I AAA-72716	4d	木片	AMS	19,860 ± 100	-27.78	19,810 ± 100	23390-24070 (100%)
CSG-3(16.30m)	I AAA-72715	4f	木片	AMS	22,110 ± 110	-26.27	22,090 ± 110	-
CSG-3(19.21m)	I AAA-72714	4f	木片	AMS	22,900 ± 90	-25.02	22,900 ± 90	-
CSG-4(5.18m)	I AAA-73138	3e	木片	AMS	2,430 ± 30	-25.33	2,420 ± 30	2350-2500 (78.9%) 2530-2540 (0.9%) 2590-2610 (4.0%) 2640-2700 (16.2%)
CSG-4(5.40m)	I AAA-73139	3e	木片	AMS	2,620 ± 30	-30.89	2,520 ± 30	2490-2640 (71.1%) 2670-2740 (28.9%)
CSG-4(7.50m)	I AAA-73140	3f	木片	AMS	7,010 ± 40	-18.16	7,120 ± 40	7860-7900 (20.3%) 7920-8010 (79.7%)
CSG-4(23.25m)	I AAA-73141	4g	木片	AMS	23,160 ± 100	-29.05	23,090 ± 100	-
曾我原トレンチ								
SGSC-4	I AAA-72684	5	腐植質シルト	AMS	1,230 ± 30	-21.08	1,290 ± 30	1180-1290 (100%)
SGNC-2	I AAA-72679	5	腐植質シルト	AMS	1,300 ± 30	-19.97	1,380 ± 30	1270-1340 (100%)
SGNC-5	I AAA-72680	6	腐植質シルト	AMS	1,400 ± 30	-22.97	1,440 ± 30	1230-1380 (100%)
SGNC-18	I AAA-72682	7a	種子	AMS	1,250 ± 30	-22.41	1,300 ± 30	1180-1220 (34%) 1220-1290 (66%)
SGNC-13	I AAA-72681	7a	腐植質シルト	AMS	1,390 ± 30	-21.24	1,460 ± 30	1300-1400 (100%)
SGSC-14	I AAA-72685	7a	腐植質シルト	AMS	1,460 ± 30	-19.29	1,560 ± 30	1390-1530 (100%)
SGNC-21	I AAA-72683	8	種子	AMS	1,220 ± 30	-25.81	1,200 ± 30	1010-1030 (1.3%) 1060-1180 (92.2%) 1210-1240 (6.5%)
SGSC-17	I AAA-72686	8	木片	AMS	1,540 ± 30	-19.37	1,660 ± 30	1420-1430 (1.1%) 1440-1460 (2.2%) 1510-1630 (90.7%) 1660-1690 (6.0%)

¹ δ¹³C補正を行った年代値 (Libbyの半減期5568年を使用) .

² 暦年較正プログラム”Calib 5.0.2; CALIB Radiocarbon Calibration (<http://calib.qub.ac.uk/calib/>, データセットはINTCAL04 (Stuiver et al., 2004).)”を使用.

表4 曾我原トレンチ出土遺物.

試料番号	出土層準	器種・器形	時代	備考
SGNPo-12	1d	陶器	近世（18世紀前後）	
SGSPo-1	3a	土師器	5世紀後半～7世紀	
SGSPo-2	3a	土師器	5世紀後半～7世紀	
SGNPo-4	3b	土師器	5世紀後半～7世紀	
SGNPo-6	3b	土師器	5世紀後半～7世紀	
SGNPo-9	3b	土師器	5世紀後半～7世紀	
SGNPo-11	3b	土師器	5世紀後半～7世紀	
SGNPo-7	3b	土師器	弥生後期～古墳前期初頭	
SGSPo-6	3b	土師器	弥生後期～古墳前期初頭	
SGSPo-7	3c	陶器	13世紀～15世紀	中国青磁
SGNPo-5	3c	土師器	5世紀後半～7世紀	
SGNPo-8	3c	土師器	5世紀後半～7世紀	
SGSPo-4	3c	須恵器	5世紀後半～（7世紀?）	
SGSPo-5	3c	須恵器	5世紀後半～（7世紀?）	
SGNPo-3	3c	土師器, 甕, 胴部	弥生後期～古墳前期初頭	
SGSPo-13	3c	土師器	弥生後期～古墳前期初頭	
SGSPo-14	3c	土師器	弥生後期～古墳前期初頭	
SGSPo-15	3c	土師器	縄文	
SGSPo-16	3c	黒曜石	縄文	
SGSPo-17	3c	黒曜石, 石鏃	縄文	
SGSPo-8	3c	土師器	—	
SGNPo-10	7a	黒曜石	縄文	
SGNPo-13	3e	土師器, 坏	6世紀	
SGNPo-14	3e	土師器	5世紀後半～7世紀	
SGNPo-15	3e	土師器	5世紀後半～7世紀	
SGSPo-3	3e	須恵器	5世紀後半～（7世紀?）	
SGSPo-9	3e	土師器	弥生後期～古墳前期初頭	
SGSPo-10	3e	土師器	—	
SGSPo-11	3e	土師器	—	
SGSPo-12	3e	土師器	—	
SGNPo-1	4d	土師器	弥生後期～古墳前期初頭?	
SGNPo-2	4d	土師器	弥生後期～古墳前期初頭	

表 5 ^{14}C 年代測定結果 (国府津地区).

試料名	試料番号	地層	試料	方法	Measured ^{14}C age (yBP, $\pm 1\sigma$)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Conventional ^{14}C age ¹ (yBP, $\pm 1\sigma$)	cal BP age ranges ² (cal yBP, $\pm 2\sigma$)
国府津ポーリング								
CKZ-2 (2.55m)	IAAA-73142	1a	腐植質シルト	AMS	2,180 \pm 30	-14.36	2,360 \pm 30	2330-2470 (100%)
CKZ-2 (4.55m)	IAAA73143	1b	腐植質シルト	AMS	4,790 \pm 30	-21.79	4,850 \pm 30	5490-5510 (15.3%) 5520-5530 (0.8%) 5580-5650 (83.9%)

¹ $\delta^{13}\text{C}$ 補正を行った年代値 (Libbyの半減期5568年を使用) .

² 暦年較正プログラム”Calib 5.0.2; CALIB Radiocarbon Calibration (<http://calib.qub.ac.uk/calib/>, データセットはINTCAL04 (Stuiver et al., 2004).)”を使用.



図1 神縄・国府津-松田断層の分布。基図は、国土地理院(2002)発行数値地図 200,000(地図画像) 日本-II「東京(5339)」、「甲府(5238)」、「横須賀(5239)」、「静岡(5238)」を使用。活断層の分布は地震調査研究推進本部地震調査委員会(2005)に基づく。

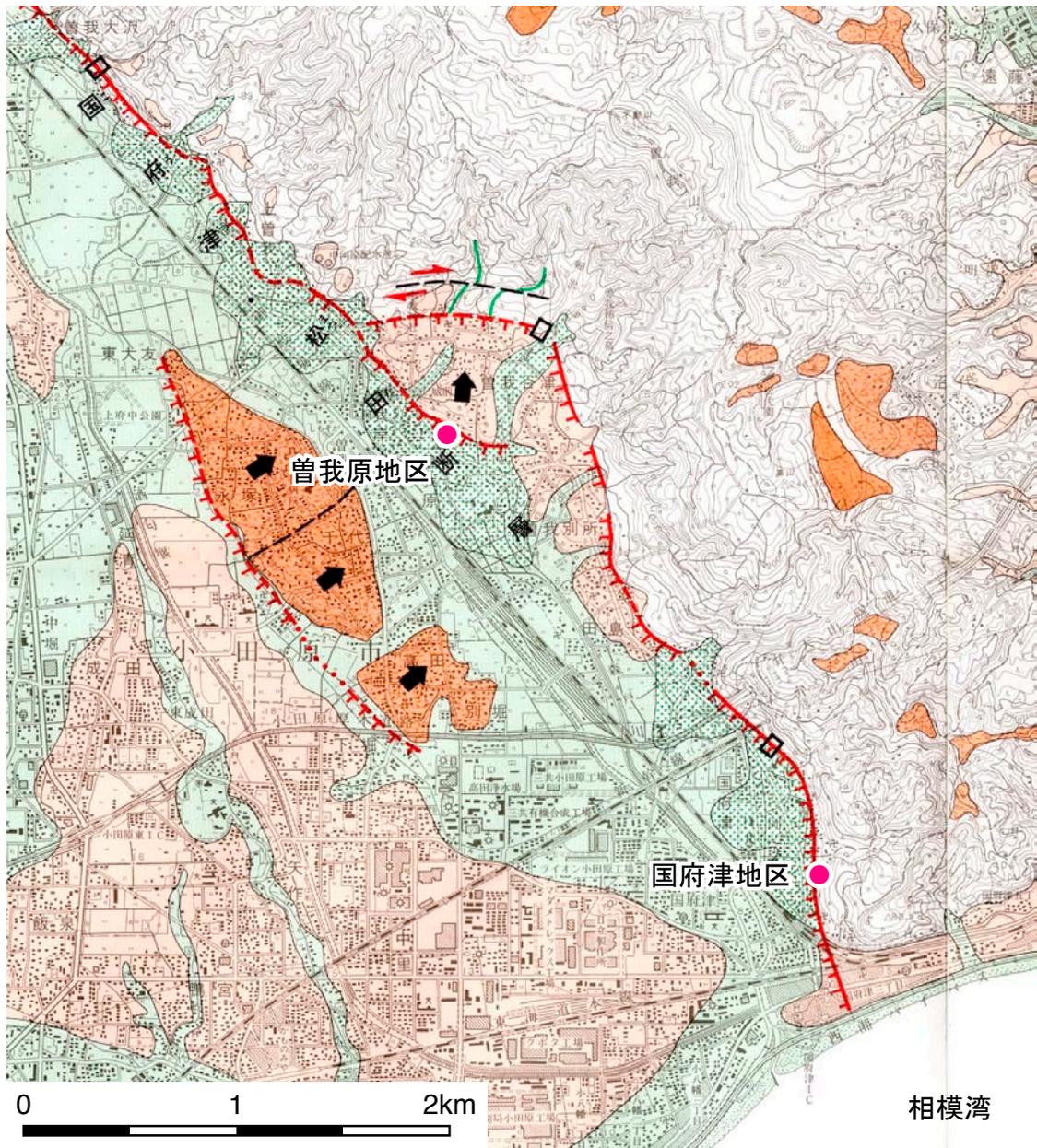


図2 国府津—松田断層の分布と調査地点（宮内ほか（1996a）に調査地点を加筆）.

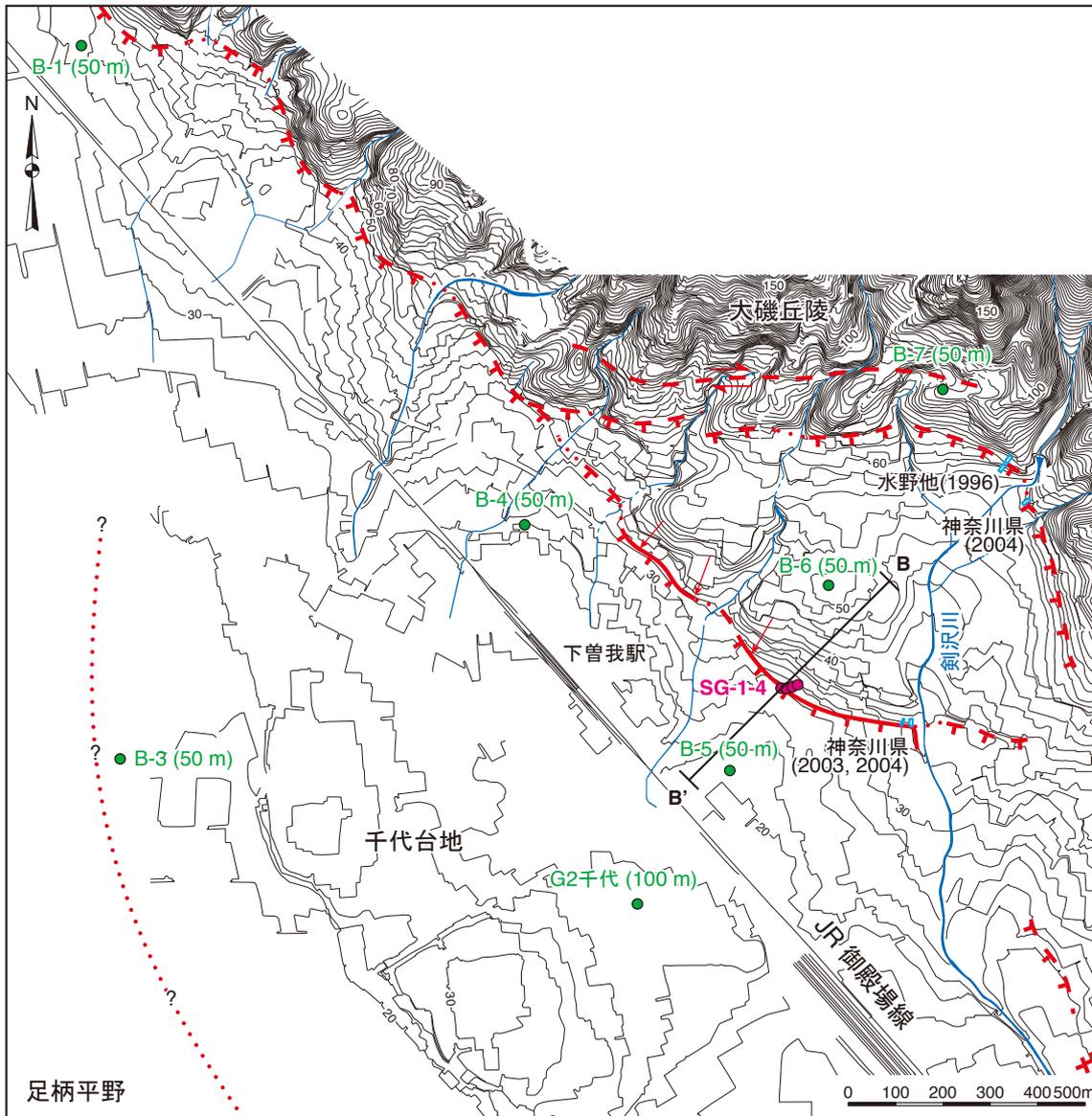


図3 曾我原地区周辺の活断層図。活断層トレースは、宮内ほか(1996a)、神奈川県(2002, 2004)および本調査に基づく。これまで実施されたトレンチ掘削調査地点(水野ほか, 1996; 神奈川県, 2003, 2004)およびボーリング調査地点(山崎ほか, 1982; 水野ほか, 1996; 神奈川県, 2003)をそれぞれ緑色の○, 水色の□で示す。基図は、小田原市発行1:2,500都市計画図IX-MC 54-2「下大井」, IX-MC 55-1「上曽我」, IX-MC 55-3「曾我光海」およびIX-MC 55-4「曾我別所」を使用。

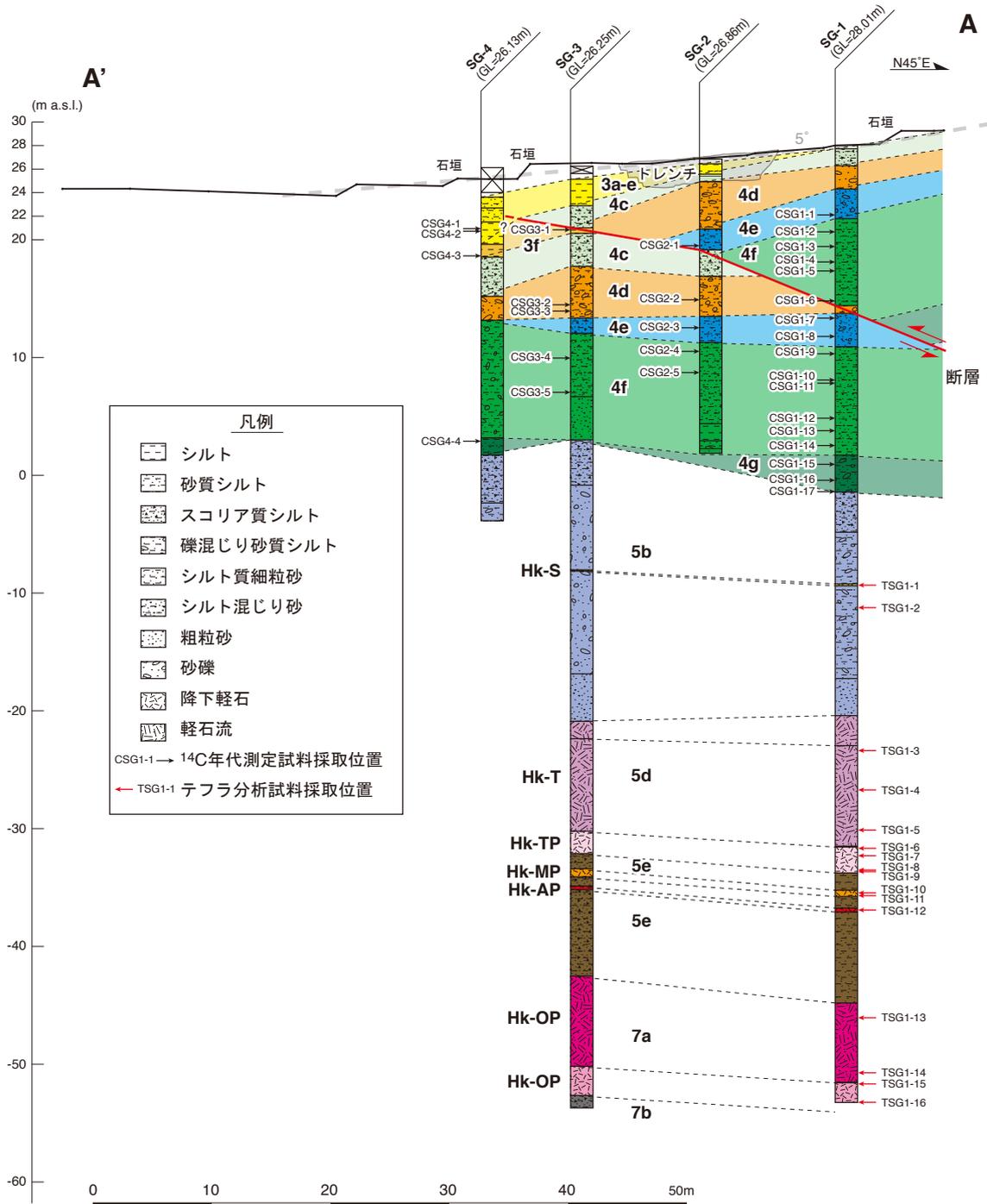


図5 ボーリング調査に基づく曽我原トレンチ地点の地下地質構造。断面の位置は図4に示す。

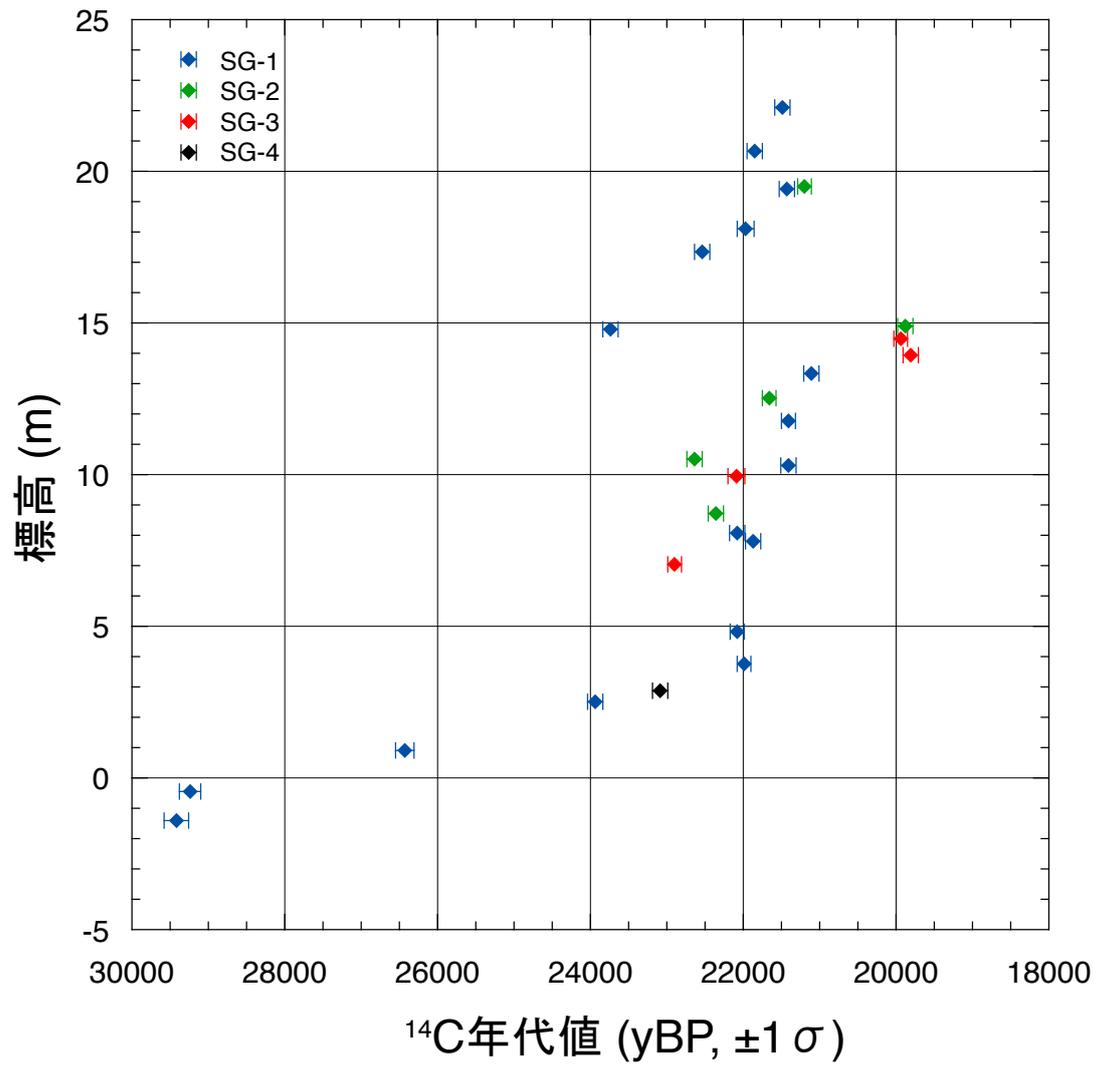
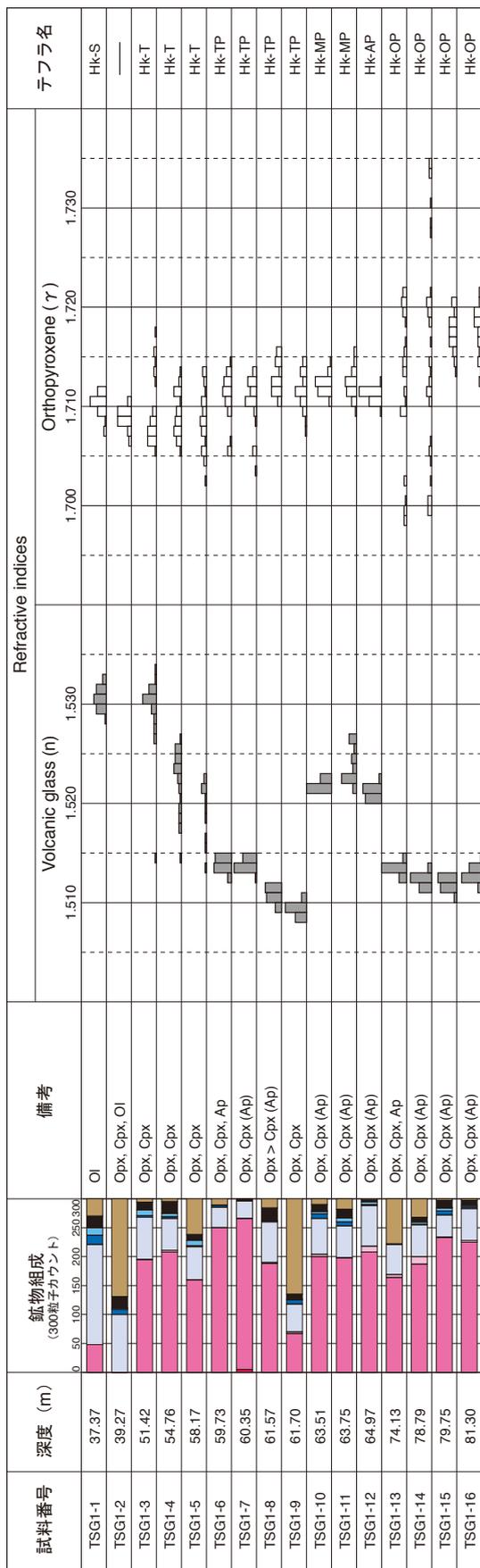
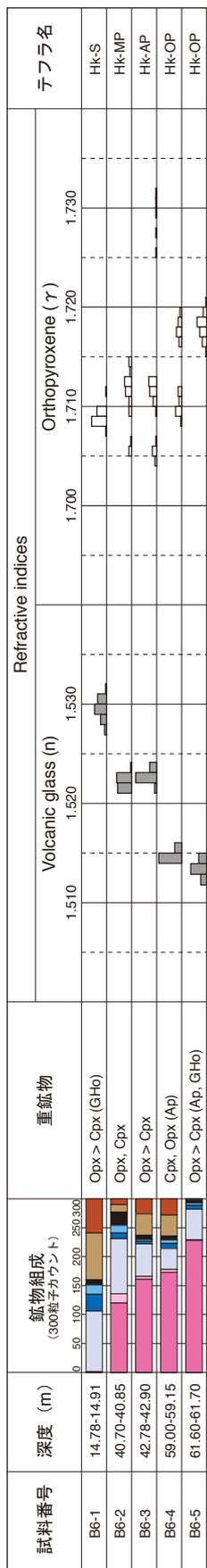


図6 SG-1~SG-4 コア中の4層から採取された¹⁴C年代試料の年代値と標高との関係.



カウント数
20
0



カウント数
20
0



図7 (上) SG-1 および (下) 既存ボーリングコア (B-6: 水野ほか, 1996) から採取したテフラ (軽石) の鉱物組成, 火山ガラスおよび斜方輝石の屈折率.

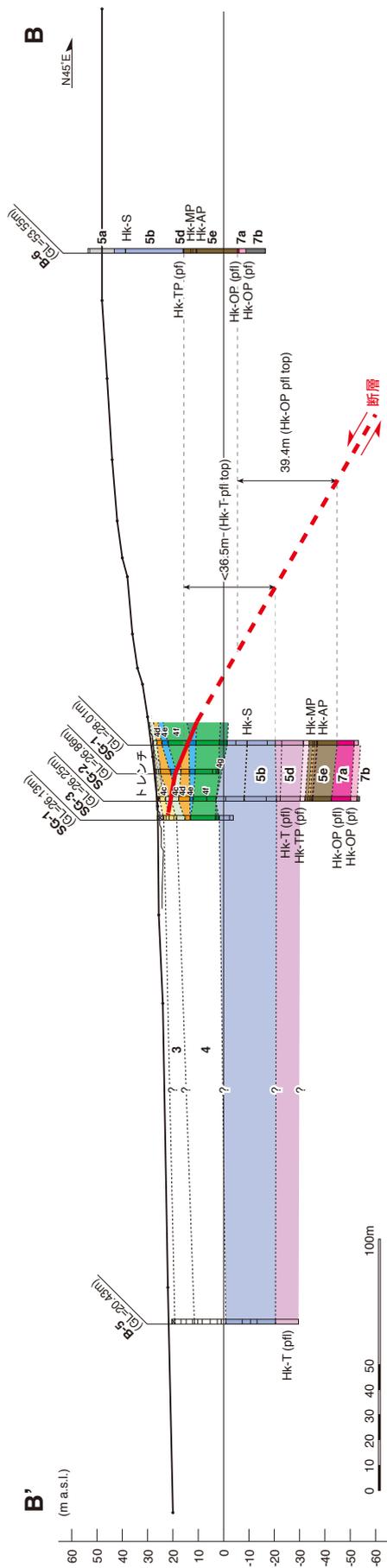


図 8 本調査で実施したボーリング (SG-1~SG-4) および既存ボーリング資料 (B-5, B-6 : 水野ほか, 1996) に基づく昔我原地区の地下地質構造。断面の位置は図 3 に示す。

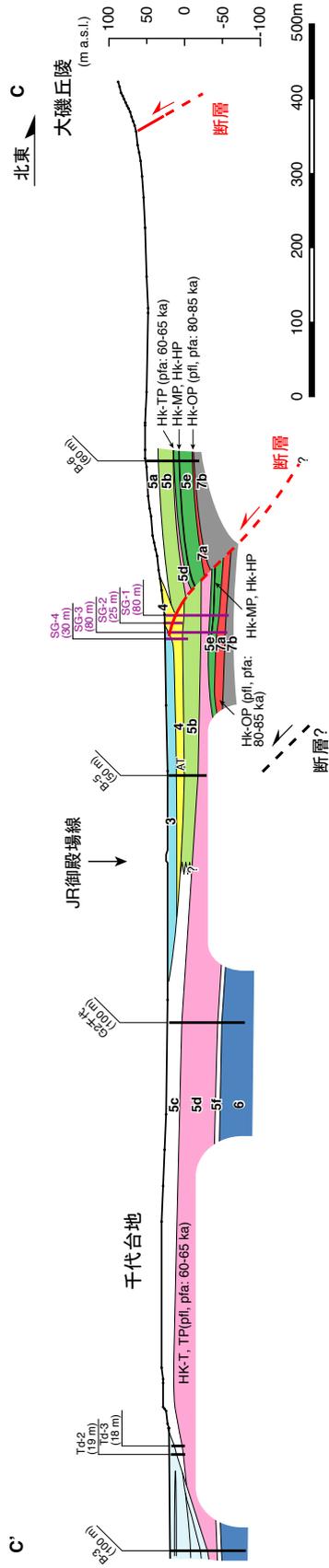
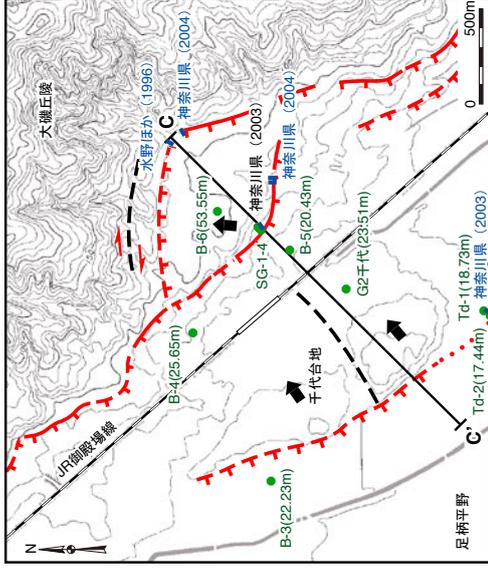


図9 本調査で実施したボーリング (SG-1~SG-4) および既存ボーリング資料 (G2千代: 山崎ほか, 1982; B-3~B-6: 水野ほか, 1996; Td-1, Td-2: 神奈川県, 2002) から推定される千代台地西方~曽我原間の地下地質構造.



図 10 曾我原トレンチ南北壁面写真. 上：北壁面, 下：南壁面.

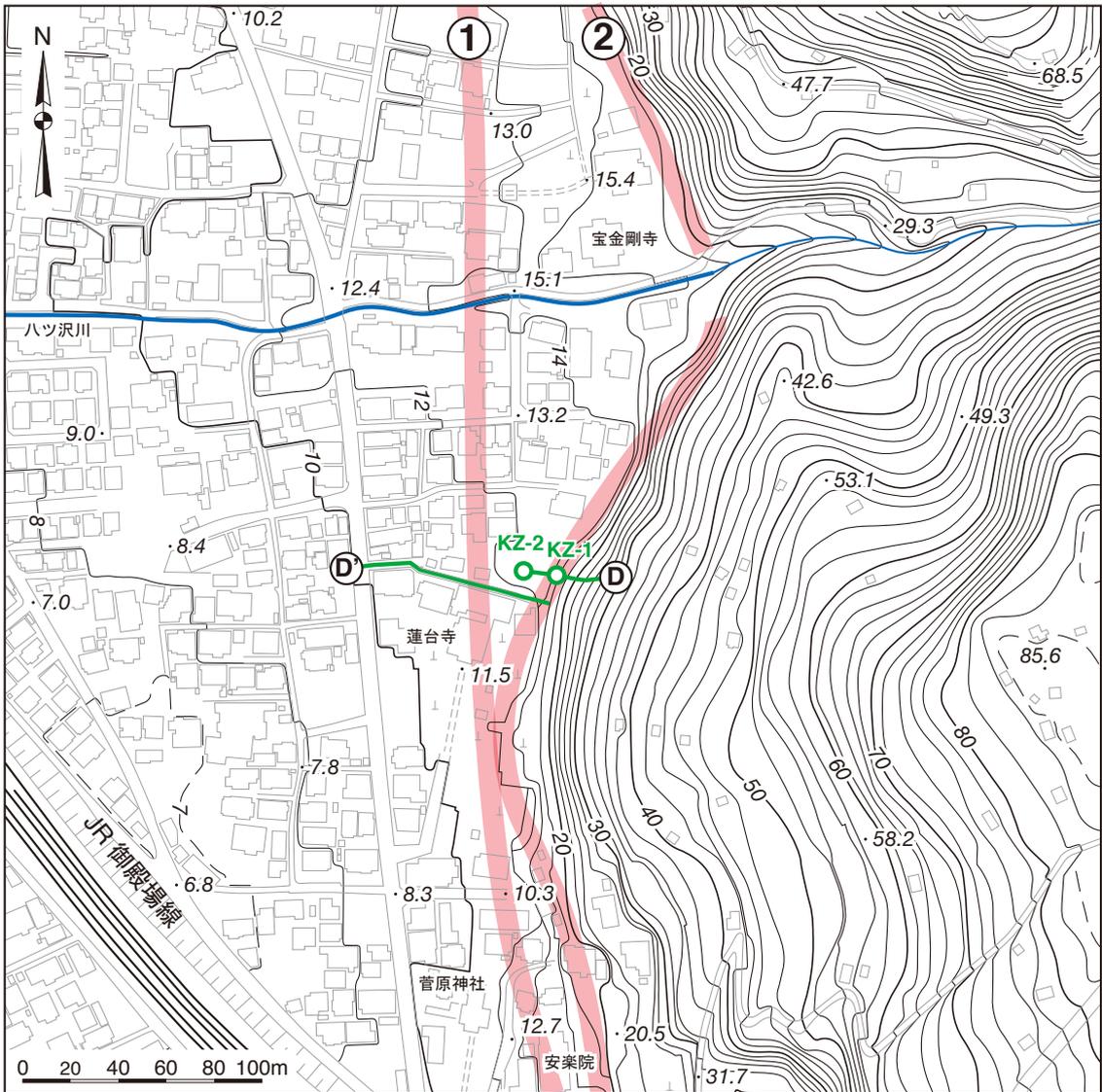


図 12 国府津ボーリング地点周辺の地形（基図は、小田原市発行 1 : 2,500 都市計画 IX-MC 65-2「田島」および IX-MC65-4「国府津」を使用）。活断層トレース 1 は宮内ほか(1996a), 2 は神奈川県 (2002, 2004) による。

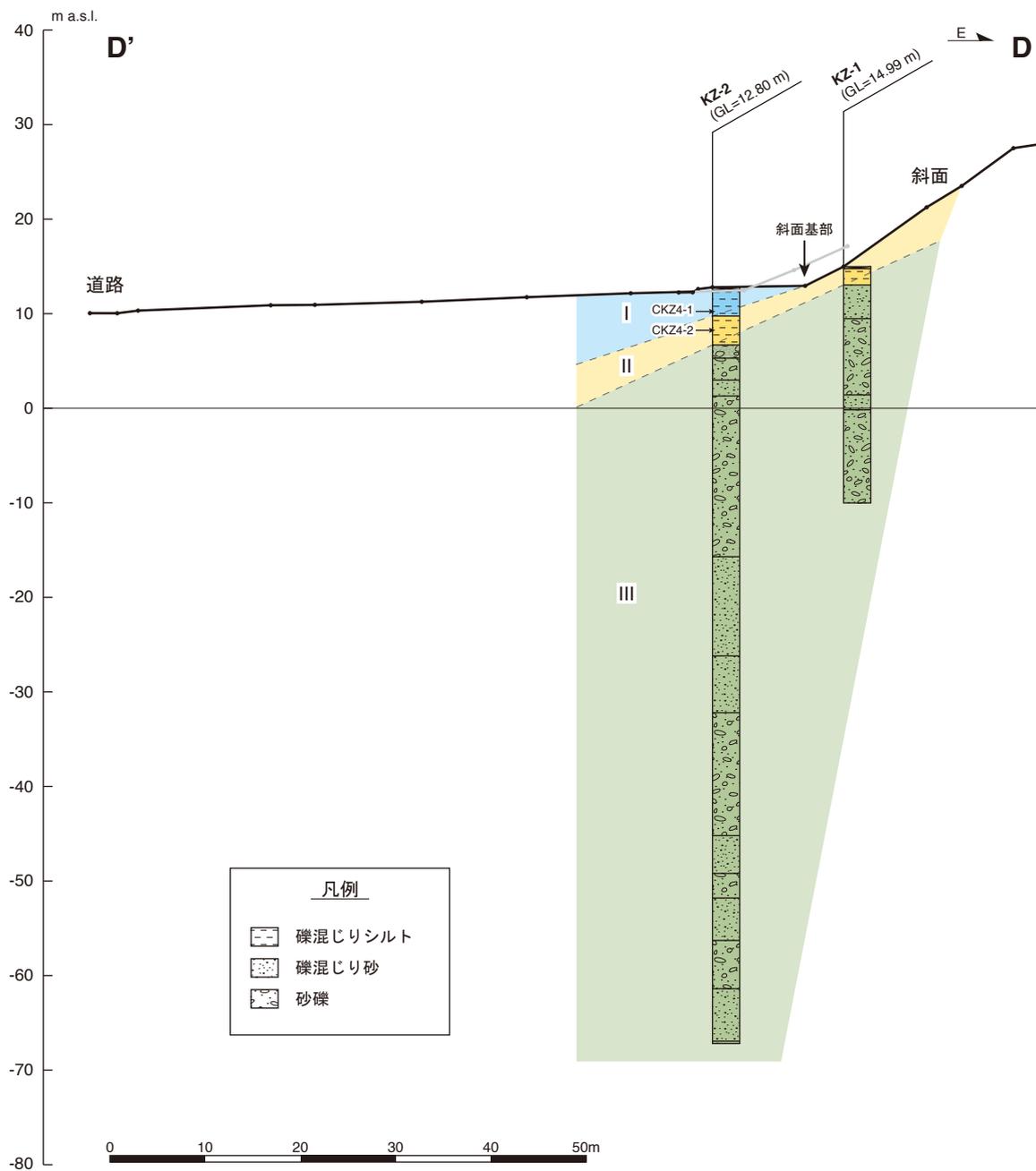


図 13 ボーリング調査に基づく国府津地区の地下地質構造。断面の位置は図 12 に示す。