

3. 2 断層活動履歴や平均変位速度の解明のための調査観測

b. 神縄・国府津－松田断層帯の変動地形と活動様式・活動性の解明

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 神縄・国府津－松田断層帯の変動地形と活動様式・活動性の解明

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立大学法人東北大学理学研究科	教授	今泉俊文
国立大学法人東京大学地震研究所	助教	石山達也
国立大学法人千葉大学理学研究科	教授	宮内崇裕
法政大学社会学部	教授	東郷正美
首都大学東京都市環境学部	教授	鈴木毅彦
国立大学法人東京大学地震研究所	教授	佐藤比呂志
愛知教育大学	准教授	戸田 茂
財団法人地震予知研究振興会地震調査研究センター	職員	田力正好

(c) 業務の目的

変動地形学的アプローチから、本断層帯の活動履歴や平均変位速度の解明を図る。国府津－松田断層の海域延長部にあたる相模湾沿岸部では、高分解能音波探査、高分解能海底地形調査およびコアリングを実施し、同断層の浅部形状および完新世の活動状況の解明を行う。陸域については、変動地形調査とともにボーリング・トレンチ調査等と第四紀年代学的な手法により、第四紀後期における断層帯の平均変位速度を求める。更に、構造探査の結果等を加えて、本断層帯を主とする伊豆半島北縁部の活断層の三次元分布形態等を明らかにし、第四紀後期の塑性的な地殻ひずみ速度の推定を行う。尚、このサブテーマで得られた知見は逐次サブテーマ（3）（地震動予測の高度化）に反映させ、本調査観測全体の進展を図る。

(d) 3 ヶ年の年次実施計画

1) 平成 21 年度：

足柄平野縁辺および酒匂川流域の活構造を対象にして、文献・ボーリング既存資料を収集するとともに、空中写真判読を主体とする変動地形学・地質調査観測を実施した。その結果、足柄平野東縁部から北縁部にかけて、活断層・変動地形の位置・分布がほぼ連続的に追跡できることや、これまで認定されていなかった新期の変動地形が存在することがわかった。

2) 平成 22 年度：

平成 21 年度の既存資料の収集と検討結果に基づき、神縄・国府津－松田断層帯

およびその延長部を含む、足柄平野周辺および酒匂川流域の活構造を対象にして変動地形・第四紀地質学的手法にもとづく調査観測を実施し、活断層・変動地形の位置・分布・変位のセンス・平均変位速度など活動様式・活動性について解明する。

3) 平成 23 年度：

平成 22 年度まで調査結果に基づき、神縄・国府津－松田断層帯およびその延長部を含む、足柄平野周辺および酒匂川流域の活構造を対象にして、変動地形・第四紀地質学的手法にもとづく群列ボーリング調査・反射法地震探査などの調査観測を実施し、活断層・変動地形の位置・分布・変位のセンス・平均変位速度など活動様式・活動性について解明する。

(e) 平成 22 年度業務目的

平成 21 年度の既存資料の収集と検討結果に基づき、神縄・国府津－松田断層帯およびその延長部を含む、足柄平野周辺および酒匂川流域の活構造を対象にして変動地形・第四紀地質学的手法にもとづく調査観測を実施し、活断層・変動地形の位置・分布・変位のセンス・平均変位速度など活動様式・活動性について解明する。

(2) 平成 22 年度の成果

(2-1) 国府津-松田断層におけるトレンチ調査

石山達也（東京大学地震研究所）・東郷正美（法政大学社会学部）・今泉俊文（東北大学理学研究科）・鈴木毅彦（首都大学東京都市環境学部）・宮内崇裕（千葉大学理学研究科）

(a) 業務の要約

平成 21 年度の既存資料の収集と検討結果に基づき、神縄・国府津－松田断層帯およびその延長部を含む、足柄平野周辺および酒匂川流域の活構造を対象にして、活断層の活動時期について解明することを目的として、トレンチ掘削・放射性炭素同位体年代測定・火山灰分析を実施した。これらの結果に基づき、国府津－松田断層を挟む後期完新統の層序を明らかにし、地形・地質断面図を作成した。

(b) 業務の成果

神縄・国府津－松田断層帯の活動時期や平均再来活動間隔については、神奈川県（2003、2004）がトレンチ調査を実施した曾我原地区で推定された過去の地震の発生時期が重要な拘束条件を与えている（地震調査研究推進本部、2009）。一方で、曾我原地区のトレンチで推定された国府津-松田断層の地震時上下変位量は 1.1 m であり、国府津-松田断層の平均再来活動間隔と平均上下変位速度から推定される地震時上下変位量（約 3 m）に比べて有意に小さい。また、曾我原地区を含む中位・低位段丘面を変位させる低断層崖を横断するボーリング断面から推定された平均上下変位速度は 0.6 mm/yr と小さく（産業技術総合研究

所、2008)、地震調査研究推進本部(2009)はその理由として曾我原地区では断層が数本並走するためとしたが、断層の位置や分布については議論がある(宮内ほか、2009; 山崎・水野、1999)。このように、これまで得られた本断層の過去の活動時期や活動間隔が、断層の代表値と見なせるかどうかについては検討の余地がある。一方で、上述の通り非常に新しい国府津-松田断層の変動崖は曾我原地区のみではなく、断層トレースの大部分で認められることから、断層トレースが比較的単純な場所において本断層の過去の活動時期や活動間隔に関するデータを蓄積する必要がある。そこで、変動地形の再検討とこれに基づくトレンチ掘削調査を行い、堆積物の層相・分布の詳細な記載を行った。また、年代試料を抽出して加速器質量分析計による放射性炭素同位体年代測定を実施し、堆積物の形成年代を推定した。以下ではその結果について概要を報告する。

神縄・国府津-松田断層帯(図1)の変動地形について、空中写真(米軍撮影縮尺1万分の1および4万分の1、国土地理院60年代撮影1万分の1および4万分の1)・大縮尺地形図を用いて再検討を行った。その結果、国府津-松田断層に沿っては、非常に新しい時代に形成されたと考えられる比高数mの西向き変動崖が、足柄上郡大井町上大井から小田原市国府津にかけて、ほぼ連続的に分布していることが明らかになった(図2)。小田原市曾我原では、最終氷期の河成段丘面を変位させる比高約30mの撓曲崖の前面に比高5m内外の小崖地形が分布し、ここでは神奈川県(2003)によるトレンチ掘削調査が実施されて断層構造と最近の活動が確認されている。この小崖地形をさらに開析して新期の扇状地面が分布するが、ここにも比高1m未満の微少な崖地形が分布する。この小崖地形はより古く比高の大きい変動崖にほぼ連続して分布するほか、天井川化した剣沢川の自然堤防まで食い違わせており、国府津-松田断層の歴史時代の活動を示唆する地形学的証拠である。このような歴史時代を含む極新期変位地形の分布は大井町上大井まで追跡されるが、概して崖高が2m以下であり、おそらく過去数回の地震により形成されたものとみられる。また、これらの崖地形は横断する河川沿いに分布する沖積扇状地面では所々途切れており、最近の活動以降に発生した洪水により扇状地面が形成されたことを示唆する。

そこで、上記の様な条件を揃えた箇所のひとつである小田原市上曾我地区においてトレンチ掘削調査を行った(図3)。上曾我地区では、Hk-Tpfl(東京箱根軽石流堆積物; 町田・新井、2003)およびこれより下位の中位段丘面群(太田ほか、1982)が背斜状の変形をする比高約30mの撓曲崖の前面に、より新しい低位段丘面(L3、L4)を切断する低断層崖が分布する。これら低位面の形成年代は、東方の連続する低断層崖で掘削された曾我原地区のトレンチ調査の結果(神奈川県、2003; 2004)から、完新世後期と考えられる。一方、これら断層の上盤側に発達する段丘面群を開析する小河川に沿っては、小規模な扇状地面が発達している。このような河川の一部は天井川となっており、その形成時期は非常に新しく、L3面との関係から歴史時代である可能性がある。上曾我地区では、撓曲変形する中位段丘面および前面のL3面を開析する小河川が形成した沖積扇状地(L5)には変位が認められず、L5面は本断層の最新活動の後に形成された可能性がある(図3)。したがって、L5面の掘削を行うことにより、本断層の最新活動の上限の年代を制約する資料を得ることが期待される。

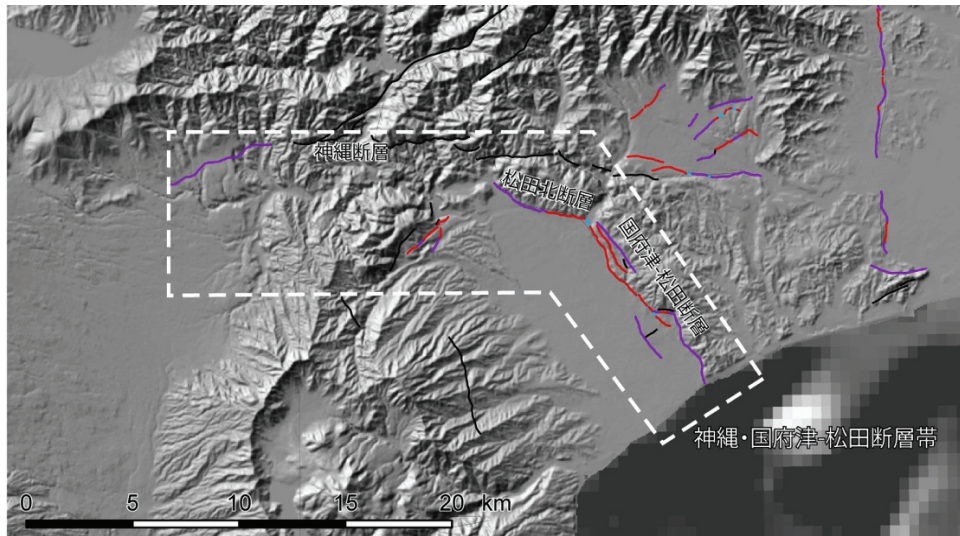


図1 神縄・国府津-松田断層帯周辺の活断層の位置。
活断層の位置は中田・今泉編（2002）を用いた。背景の陰影図の作成には国土
地理院発行の 50m DEM と岸本（2000）の 250m DEM を使用した。



図2 国府津-松田断層の極新时期変位地形の分布

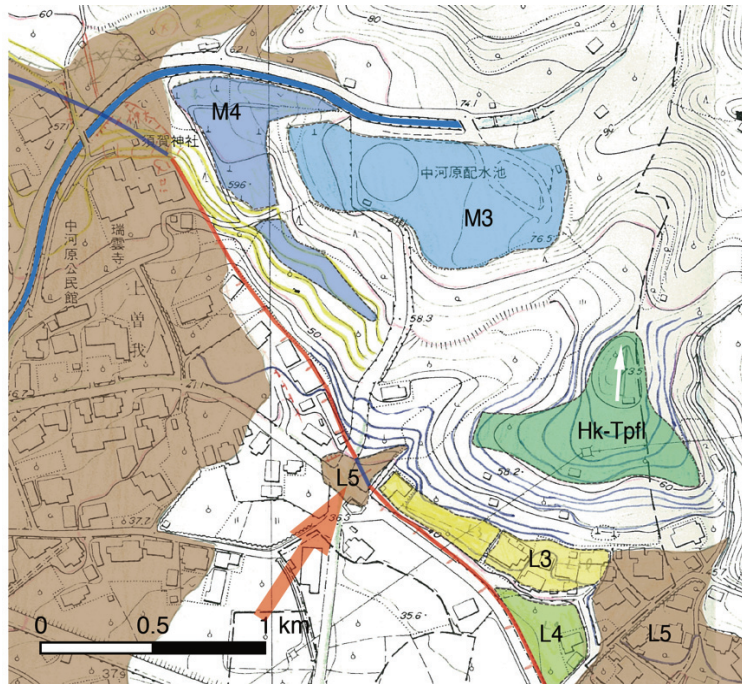


図3 小田原市上曽我地区、国府津-松田断層の極新时期変位地形。矢印がトレンチ調査の概略位置を示す。



図4 上曽我地区のトレンチ調査詳細位置図。

このような背景から、上曽我地区においてトレンチ掘削調査を行った（図 4）。調査地の土地利用は梅林であり、用地は梅の間の幅狭の空間に限られていた。また梅の枝を傷めない様に配慮する必要があった。そこで、小型の掘削重機を用い、幅 3～4m、長さ 20m 程度の狭い細長いトレンチを掘削した。トレンチ掘削は、用地の制限から、北東側（大磯丘陵側）から南西側（平野側）に向けて掘削を行った。掘削に際しては、先ず表土を剥ぎ取り、掘削の後、壁面整形・板打ち・グリッドの作成を行い、その後に壁面観察を行った。これに基づき、地層の層相・分布について詳細に記載を行い、堆積構造を推定した。また、これらの結果を考慮し、年代測定試料の採取を行い、（株）地球科学研究所に放射性炭素同位体年代測定の実施を依頼した。

図 5 にトレンチ北面のスケッチ・地層区分・構造および年代値を示す。トレンチの壁面には、沖積扇状地面 L5 およびこれより下位の扇状地性の河成堆積物（上位より I ～IV 層）と、これらの一部を切断する低角衝上断層帯が露出した。I ～IV 層は相互に不整合関係にあり、最上位の I 層は層厚 50cm 前後の耕作土壌を介して L5 面を直接構成する。露出した断層帯は、L5 面の東西に延びる国府津-松田断層の断層線の延長線上に位置しており、IV 層堆積以降の国府津-松田断層の活動によって生じたものと考えられる。トレンチ北面では、II 層を見かけ上北東側を隆起させるように食い違わせている断層が認められる。II 層は断層によって切断されると同時に南西向きの撓曲変形を受けている。I 層・II 層は傾斜不整合の関係にあり、I 層は、衝上断層によって切断・撓曲変形を受けた II 層を削剥してその上位に堆積しており、かつ変位を受けていない。このことは L5 面に変位が認められないことと整合的である。さらに、II 層・III 層は同様に傾斜不整合の関係にあり、トレンチ南面では断層関係は認められないものの、南西向きに撓曲変形する III 層を削剥してその上位により緩傾斜で II 層が分布するのが観察される。また、IV 層を切断する断層構造を III 層が覆っているのがトレンチ下部で観察される。また IV 層は複雑な構造を呈し、割れ目を充填した堆積構造なども見られることから、IV 層堆積後 III 層堆積前には服す回の断層活動があったものと見られる。以上の観察事実は、上曽我地区における国府津-松田断層の断層活動が、IV 層堆積後に少なくとも 3 回生じ、最新活動は II 層堆積以降 I 層堆積前に生じたことを示している。各層の堆積年代を把握するため、採取した試料の ^{14}C 年代測定を行った。現在のところ、II 層の年代が約 3500-3000 年前、III 層の年代が約 3900-3500 年前、IV 層の年代が約 5000-4000 年前と推定される。この結果から、上曽我地区における国府津-松田断層の断層活動は、過去約 5000 年間に少なくとも 3 回発生したと考えられる。一回前の活動は約 3900-3000 年前、二回前の活動は約 5000-3900 年前と考えられる。

(c) 結論ならびに今後の課題

国府津-松田断層・上曽我地区にてトレンチ調査を実施した。その結果、河成堆積物とこれを切断する衝上断層の構造が観察された。地層の年代測定結果から、過去約 5000 年間の国府津-松田断層の活動が少なくとも 3 回発生したことを示唆する。最新活動時期を推定するには、I 層の年代を明らかにする必要がある。今後さらに年代測定を実施して I 層の年代を推定し、上曽我地区における本断層の最新活動時期を明らかにする。

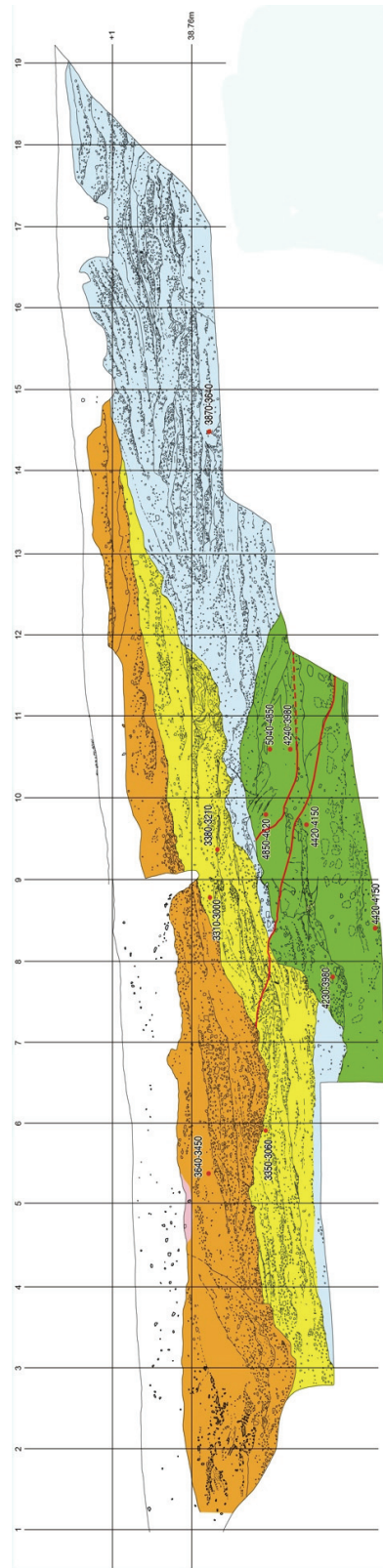


図5 上曽我トレンチ壁面北面の解釈図。赤線は断層を、数値は放射性炭素同位体年代測定の結果（2σ、暦年補正後）を示す。地層の区分は以下の通り：白色部：耕作土、橙色：Ⅰ層、黄色：Ⅱ層、青色：Ⅲ層、緑色：Ⅳ層

(d) 引用文献

- 1) 地震調査研究推進本部、神縄・国府津-松田断層帯の長期評価について、
http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09jun_kannawa/index.htm、2009
- 2) 神奈川県、「平成 14 年度神奈川県活断層（神縄・国府津-松田断層帯）調査事業成果報告書」、78p、2003.
- 3) 神奈川県、「平成 15 年度 地震関係基礎調査交付金 神縄・国府津-松田断層帯に関する調査」、76p、2004.
- 4) 活断層研究会編、「新編日本の活断層-分布図と資料-」、東京大学出版会、437p、1991.
- 5) 岸本清行，海陸を合わせた日本周辺のメッシュ地形データの作成：Japan250m.grd，地質調査所研究資料集（CD-ROM）、353、1CD-ROM、地質調査所、2000.
- 6) 町田 洋・新井房夫、「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、2003.
- 7) 宮内崇裕・池田安隆・今泉俊文・佐藤比呂志・東郷正美、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. 524、2009.
- 8) 中田 高・今泉俊文編、「活断層詳細デジタルマップ」、東京大学出版会 DVD-ROM 2 枚・付図 1 葉・60p、2002.
- 9) 太田陽子・松田時彦・小池敏夫・池田安隆・今泉俊文・奥村 清、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、82-195、1982.
- 10) 産業技術総合研究所、神縄・国府津-松田断層帯の活動性および活動履歴調査「活断層の追加・補完調査」成果報告書、No. H19-2、39p、2008.
- 11) 山崎晴雄・水野清秀，国府津・松田断層の最新活動史と地震テクトニクス、第四紀研究、38、447-460、1999.

(2-2) 国府津-松田断層における群列ボーリング調査

石山達也（東京大学地震研究所東北大学理学研究科）・東郷正美（法政大学社会学部）・今泉俊文（東北大学理学研究科）・鈴木毅彦（首都大学東京都市環境学部）・宮内崇裕（千葉大学理学研究科）

(a) 業務の要約

平成 21 年度の既存資料の収集と検討結果に基づき、神縄・国府津-松田断層帯およびその延長部を含む、足柄平野周辺および酒匂川流域の活構造を対象にして、活断層・変動地形の位置・分布・変位のセンス・平均変位速度など活動様式・活動性について解明することを目的として、ボーリング掘削調査を実施した（図 6）。これらの結果に基づき、国府津-松田断層および足柄平野南東部の後期完新統の層序を明らかにし、地形・地質断面図を作成した。

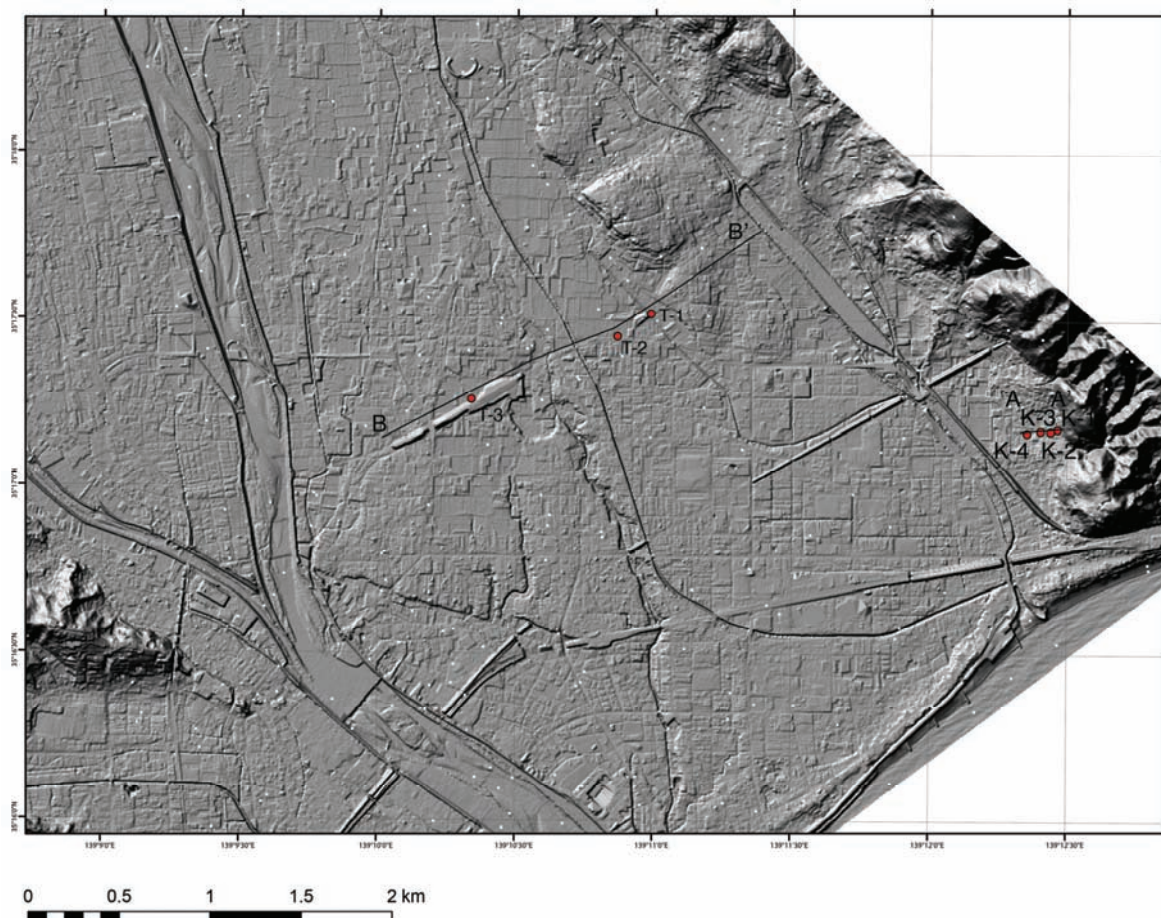


図6 調査地点図。図中のAA'は図8の、BB'は図9の断面図の位置をそれぞれ表す。

(b) 業務の成果

神縄・国府津-松田断層帯の活動時期や平均再来活動間隔については、神奈川県（2003、2004）がトレンチ調査を実施した曽我原地区で推定された過去の地震の発生時期が重要な拘束条件を与えている（地震調査研究推進本部、2009）。一方で、曽我原地区のトレンチで推定された国府津-松田断層の地震時上下変位量は 1.1 m であり、国府津-松田断層の平均再来活動間隔と平均上下変位速度から推定される地震時上下変位量（約 3 m）に比べて有意に小さい。また、曽我原地区を含む中位・低位段丘面を変位させる低断層崖を横断するボーリング断面から推定された平均上下変位速度は 0.6 mm/yr と小さく（産業技術総合研究所、2008）、地震調査研究推進本部（2009）はその理由として曽我原地区では断層が数本並走するためとしたが、断層の位置や分布については、特に千代台地西縁の活断層については存在に疑問を呈する議論がある（山崎・水野、1999）。このように、これまで得られた本断層の過去の活動時期や活動間隔が、断層の代表値と見なせるかどうかについては検討の余地がある。

そこで、変動地形の再検討と活断層・変動地形の位置・分布・変位のセンス・平均変位速度など活動様式・活動性について解明することを目的として、ボーリング掘削調査を実施し、堆積物の層相・分布の詳細な記載を行った。また、年代試料を抽出して加速器質量

分析計による放射性炭素同位体年代測定を実施し、国府津－松田断層および足柄平野南東部の後期完新統の層序を明らかにし、地形・地質断面図を作成した。以下ではその結果について概要を報告する。

前述の通り、空中写真・大縮尺地形図を用いて再検討を行った結果、国府津-松田断層に沿っては、非常に新しい時代に形成されたと考えられる比高数 m の西向き変動崖が、足柄上郡大井町上大井から小田原市国府津にかけて、ほぼ連続的に分布していることが明らかになった。小田原市国府津（図 7）では、完新世後期に形成された海成段丘面（押切面）を変位させるほか、これを切って分布するより新しい河成面を変位させる比高 $2m$ 未満程度の変動崖が認められる。国府津地区の周辺では過去にいくつかのボーリング調査が行われており（丸山・斎藤、2008；松島、1982；水野ほか、1996）、断層崖の両側で完新統が分布し、断層の変位速度などを知るうえで良い変位基準となることが期待される。

このような成果を踏まえて、小田原市国府津の 4 箇所（K-1、2、3、4；掘削深度は 36 m、50 m、50 m、50 m）において、オールコアボーリングを掘削した（図 6,7,8）。K-1 および 2 は低断層崖の東側、K-3 および 4 は低断層崖の西側でそれぞれ掘削した。採取されたコアについて、地層の岩相・堆積構造を詳細に記載した。また、ボーリングコアの堆積物に含まれる葉、木片などの植物片を採取・洗浄し、AMS による放射性炭素同位体年代測定を行った。

いずれのコアも含む泥・砂・礫および火山砕屑物と多くの炭質物で構成される。各コアの岩相は比較的似た特徴を有している。層相・粒度・構成物の特徴・貝化石・生痕化石などより、これらは下位より最終氷期の河成砂礫層および火山灰質ローム層・チャネル堆積物・ラグーンおよび海浜堆積物・デルタ堆積物・チャネルおよび泥流堆積物・湿地堆積物が累重したものと解釈される。一方、得られた ^{14}C 年代値は、コアの地層のうち、河成砂礫層および火山灰質ローム層より上位の地層はいずれも過去約 1 万年間の海面上昇期に形成された完新統であることを示す。年代値は各コア内で地層の上下関係と矛盾ない値を示す。また、既存のコアの年代値とも整合的である。

各コアで得られた ^{14}C 年代値とあわせてコア間の地層を対比すると、完新統は K-4 と 3 の間でほぼ水平に分布するのに対して、K-3 と 1 の間で急激にその分布深度を東に上げることが分かる。初成的な勾配は非常に小さいと推定されるラグーン堆積物上面（約 7800 年前）およびデルタ上面（約 6000 年前）・氾濫原堆積物（約 5000 年前）の層準にはそれぞれ約 4.7 m、3.2 m および 2.5 m 程度の累積的な上下落差が認められる。いずれも K-2 と K-3 の間で急激に分布深度を西に上げること、両層準の上下落差量には累積性が認められることから、この上下落差は伏在する東傾斜の逆断層によって形成された可能性が高い。

また、昨年度の報告書（石山ほか、2010）において、5m DTM と既存ボーリングおよび神奈川県（2002）の調査結果を検討した結果、鴨宮台地の最上部はスコリア・パミスを挟む有機質シルト層・砂質シルト層とこれを覆う御殿場泥流堆積物からなり、これらは東西方向にほぼ一様な層相・厚さを示し、千代台地以南では国府津-松田断層に向かって傾き下がり、千代台地南部では台地西縁部でその高度を急に上げる可能性があるとして推定された。

このような成果を踏まえて、千代台地およびその西側に分布する鴨宮台地にあたる小田原市高田・千代・飯泉の 3 箇所（T-1、2、3；掘削深度は 20 m、50 m、48 m）において、オ

ールコアボーリングを掘削した（図 9）。採取されたコアについて、地層の岩相・堆積構造を詳細に記載した。また、ボーリングコアの堆積物に含まれる葉、木片などの植物片を採取・洗浄し、AMS による放射性炭素同位体年代測定を行った。

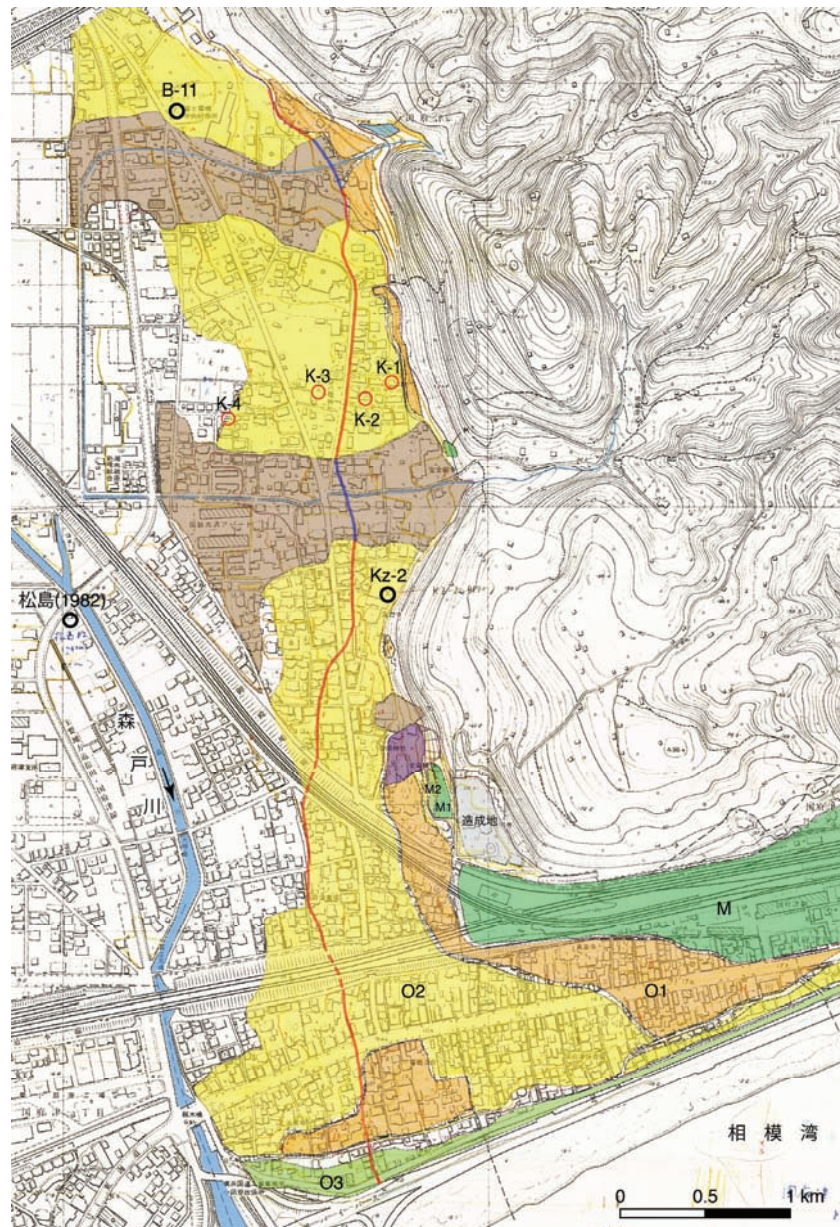


図 7 小田原市国府津地区、国府津-松田断層の極新期変位地形。M:前川面、O1:押切 1 面、O2:押切 2 面、O3:押切 3 面。赤線:低断層崖の位置 (明瞭)、赤破線:低断層崖の位置 (不明瞭)、青線:断層伏在部。

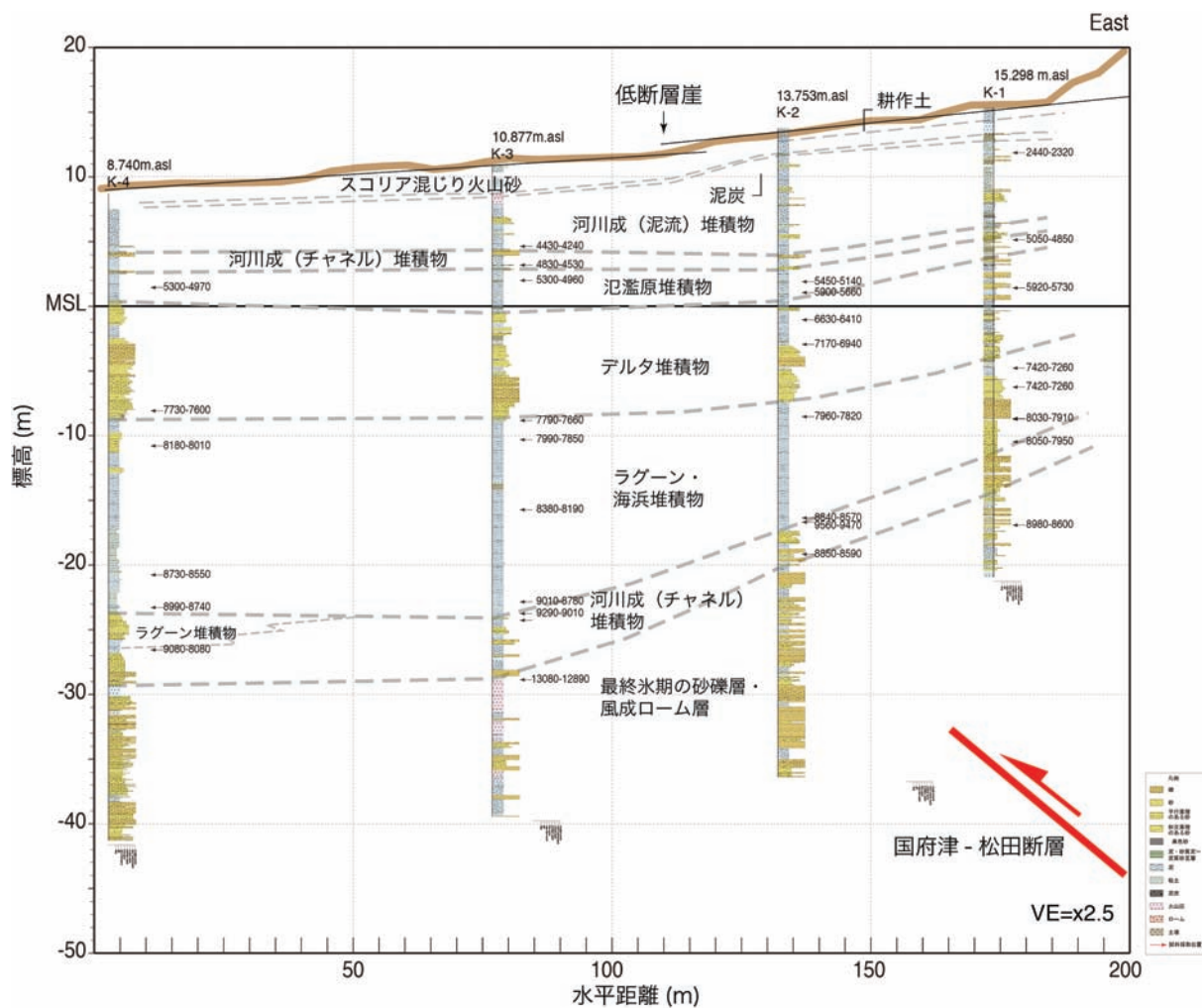


図8 国府津地区のボーリング断面図。断面図の位置は図6に示す。柱状図右の数値は14C年代測定値（暦年補正済み、 2σ ）を示す。

いずれのコアも含む泥・砂・礫および火山碎屑物と多くの炭質物で構成される。層相・粒度・構成物の特徴などより、これらは下位より最終氷期の河成砂礫層および火山灰質ローム層・氾濫原堆積物・チャネル堆積物・氾濫原堆積物・御殿場泥流チャネル堆積物が累重したものと解釈される。一方、得られた14C年代値は、コアの地層のうち、河成砂礫層および火山灰質ローム層より上位の地層はいずれも過去約1万年間の海面上昇期に形成された完新統であることを示す。年代値は各コア内で地層の上下関係と矛盾ない値を示す。また、既存のコアの年代値とも整合的である。

各コアで得られた14C年代値とあわせてコアおよび既存ボーリング資料を対比すると、千代台地西縁では御殿場泥流堆積物および下位の氾濫原堆積物が西に向かって急激に高度を減ずるとともに、特に氾濫原堆積物は西に向かって急激に層厚を増大させることが分かる。このような構造は、千代台地西縁部に伏在する東傾斜の逆断層運動によって形成され

た可能性がある。神奈川県（2002）で報告された氾濫原堆積物の上位には富士砂沢テフラ（F-Zn；約 2500-2800 年前；町田・新井、2003）および天城カワゴ平テフラ（Kg；3126-3145 年前；町田・新井、2003）が挟まれる。今回掘削した T-1 および T-2 にも同様の層準に複数枚のスコリアおよびパミスの濃集部が認められる。今後は、これら火山灰の分析と広域テフラとの対比を進め、千代台地西縁部の地下に分布する御殿場泥流堆積物直下の氾濫原堆積物について対比を進め、変形構造や変位量の推定を行う必要がある。

また、鴨宮台地の地下では、御殿場泥流堆積物および下位の堆積物は、鴨宮台地の地下ではほぼ地形と平行に緩やかに西に向かって高度を上げる構造を有する。T-3 よりも東側では西側に比べて傾斜が大きくなり、また傾斜は下位の地層ほど大きいように見える。このような構造は、昨年度の報告書（石山ほか、2010）で指摘された足柄平野の背斜変形に対応する可能性がある。今後、各コア間の対比や反射法地震探査および再解析の結果をあわせて、その成因について検討する必要がある。

(c) 結論ならびに今後の課題

国府津-松田断層・国府津地区および千代台地周辺においてオールコアボーリング調査を実施した。その結果、国府津地区では、東傾斜の逆断層によって形成されたと考えられる東側隆起の累積的な変形構造が完新統に認められることがわかった。今後は松島（1982）や遠藤ほか（1979）の中村原における海成完新統との対比を考慮し、国府津-松田断層の上下変位速度について検討を行う必要がある。千代台地西縁部では、御殿場泥流および直下の氾濫原堆積物の層厚と高度が西に向かって急激に変化する可能性があることが分かった。今後はこれら火山灰の分析と広域テフラとの対比を進め、千代台地西縁部の地下に分布する御殿場泥流堆積物直下の氾濫原堆積物について対比を進め、変形構造や変位量の推定を行う必要がある。また、それぞれの地区で認められた変形構造について、反射法地震探査および再解析の結果をあわせて、その成因について検討する必要がある。

(d) 引用文献

- 1) 遠藤邦彦・関本勝久・辻誠一郎、大磯丘陵西南部、中村川下流域の完新世の層序と古環境、日本大学文理学部自然科学研究紀要、14、 9-28、1979.
- 2) 石山達也・東郷正美・今泉俊文、神縄・国府津-松田断層帯の変動地形と活動様式・活動性の解明、神縄・国府津-松田断層帯の重点的調査観測・研究 平成 22 年度成果報告書、72-86、2010.
- 3) 地震調査研究推進本部、神縄・国府津-松田断層帯の長期評価について、http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09jun_kannawa/index.htm, 2009
- 4) 神奈川県、「平成 14 年度神奈川県活断層（神縄・国府津-松田断層帯）調査事業成果報告書」、78p、2003.
- 5) 神奈川県、「平成 15 年度 地震関係基礎調査交付金 神縄・国府津-松田断層帯に関する調査」、76p、2004.
- 6) 丸山 正・斎藤 勝、神奈川県西部、国府津-松田断層の活動性調査、活断層・古地震研究報告、8、133-162、2008.

- 7) 町田 洋・新井房夫、「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、2003.
- 8) 松島義章、相模湾北岸、足柄平野における沖積層の 14C 年代とそれに関連する問題、第四紀研究、20、319-323、1982.
- 9) 水野清秀・山崎晴雄・下川浩一・佐竹健治・井村隆介・吉岡敏和、国府津-松田断層の活動履歴及び活動性調査、平成 7 年度活断層研究調査概要報告書、工業技術院地質調査所、81-88、1996.
- 10) 産業技術総合研究所、神縄・国府津-松田断層帯の活動性および活動履歴調査「活断層の追加・補完調査」成果報告書、No. H19-2、39p、2008.
- 11) 山崎晴雄・水野清秀、国府津・松田断層の最新活動史と地震テクトニクス、第四紀研究、38、447-460、1999.

(2-3) 国府津-松田断層における反射法地震探査

石山達也（東京大学地震研究所）・佐藤比呂志（東京大学地震研究所）・今泉俊文（東北大学理学研究科）・戸田 茂（愛知教育大学）

(a) 業務の要約

平成 21 年度の既存資料の収集と検討結果に基づき、神縄・国府津-松田断層帯およびその延長部を含む、足柄平野周辺および酒匂川流域の活構造を対象にして、活断層・変動地形の位置・分布について解明することを目的として、高精度浅層反射法地震探査を実施した。その結果、足柄平野南東部から大磯丘陵にかけての高精度構造推定に必要な発振記録を得ることができた。

(b) 業務の成果

国府津-松田断層の平均変位速度については、松島（1982）（縄文海進期の内湾泥層上面高度；鬼界アカホヤ火山灰層（約 7300 年前；町田・新井、2003）の挟在層準）、水野ほか（1996）、山崎・水野（1999）（箱根東京軽石流堆積物とその直下の箱根東京軽石層；Hk-TP（pfl）；65000-60000 年前；町田・新井、2003）、山崎ほか（1982）、山崎（1984）（三崎面相当海進期堆積物；約 84000-80000 年前；町田・新井、2003）などから、約 2-3 mm/yr であったと推定される。その一方で、曽我原地区を含む中位・低位段丘面を変位させる低断層崖を横断するボーリング断面から推定された平均上下変位速度は 0.6 mm/yr と小さく（産業技術総合研究所、2008）、地震調査研究推進本部（2009）はその理由として曽我原地区では断層が数本並走するためとした。しかし、断層の位置や分布については、特に千代台地西縁の活断層については存在に疑問を呈する議論がある（山崎・水野、1999）。一方、H21 年度の調査から、千代台地から足柄平野南部にかけては、背斜状の変形を示唆する地形学的な証拠やボーリングデータが示されている。このように、国府津-松田断層の平面的な分布や変位速度については必ずしも統一した見解は得られていない。こうした問題点を解決するには、国府津-松田断層の分岐形態を正確に把握する必要がある。

これまで千代台地から大磯丘陵を横断する測線でいくつかの反射法地震探査が行われて

きた（神奈川県、2001;田中ほか、2003）。しかし、都市部で非常にノイズレベルが高いことから、上記の問題を解決するに十分な高解像度の断面を得るには至っていない。そこで、今回、長大展開での高エネルギー発振記録を用いたトモグラフィ解析によるより良好な速度構造の把握と、稠密発振・受振による水平解像度の向上を目指した、反射法地震探査を実施した（図 10）。この実験では、独立型収録器（東京大学地震研究所所有 MS2000((株)地球科学総合研究所製)、図 11）と中型バイブロサイス車（図 12）を併用した。測線は、神奈川県小田原市飯泉地区から同沼代地区の約 6.9 km であり、千代台地南縁と国府津-松田断層を横断するように設定した。主なデータ取得パラメータは以下の通りである：受振・発振点間隔：10 m、スイープ長：24 sec、スイープ周波数：8-80 Hz、地震計固有周波数：10 Hz、チャンネル数：694、記録長：4 sec、サンプリング間隔：2 msec、平均垂直重合数：5-7、平均水平重合数：347。

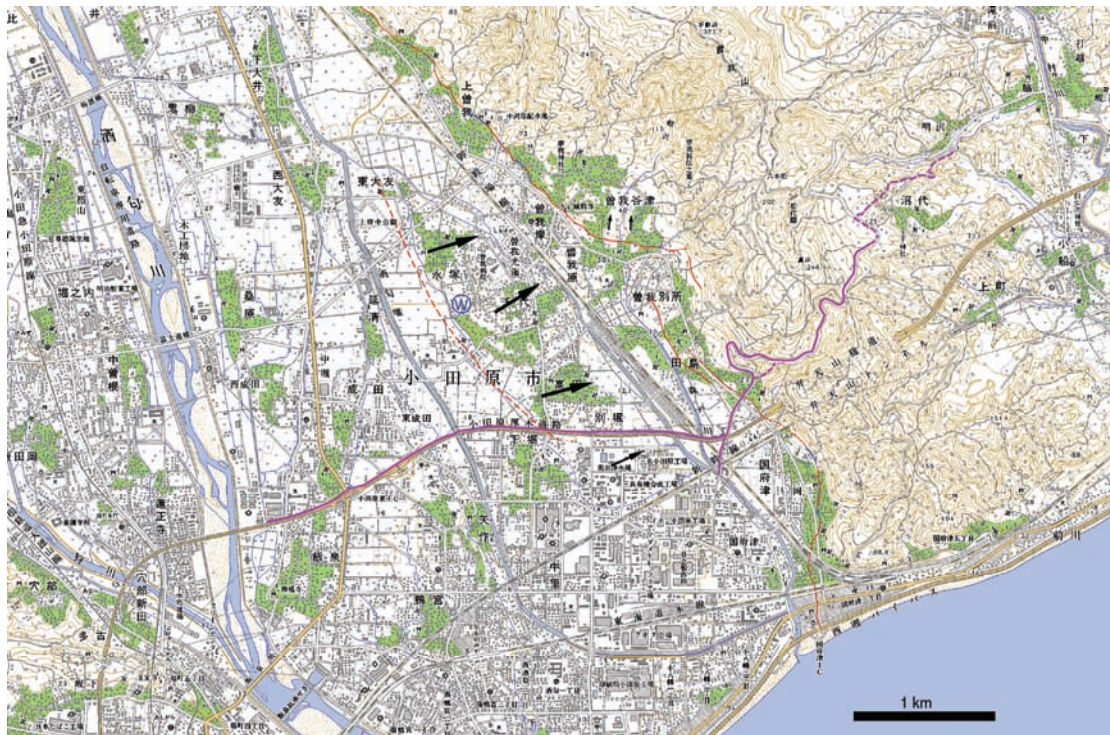


図 10 高精度反射法地震探査の測線位置（ピンク色の線）。



図 11 独立型収録装置 MS2000 の設置。



図 12 中型バイブレーターの発振作業。

探査の結果、測線周辺のノイズレベルは足柄平野側で非常に高かったものの、初動読み取りが遠地でも可能であり、かつ比較的 S/N 比の高い良好な記録が得られた（図 13）。図 4 の発振記録では、ほぼ全トレースにわたって初動の読み取りが可能である。さらに、往復走時 2 秒までの間にいくつかの明瞭な反射面が認められる。これらの記録を反射法処理ソフトウェアで適切な処理を行うことにより、国府津-松田断層の地下構造について有益なデータが得られると期待される。

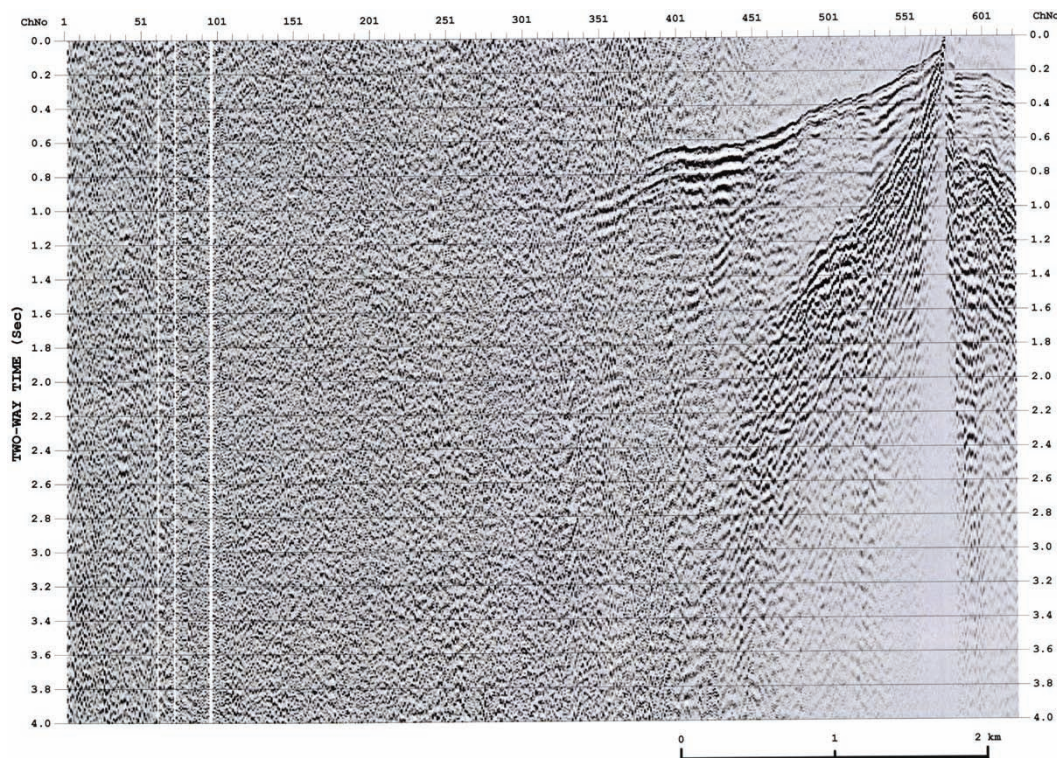


図 13 発振記録例（VP576）。

(c) 結論ならびに今後の課題

国府津－松田断層帯を含む足柄平野周辺および酒匂川流域の活構造を対象にして、活断層・変動地形の位置・分布について解明することを目的として、高精度浅層反射法地震探査を実施した。その結果、足柄平野南東部から大磯丘陵にかけての高精度構造推定に必要な発振記録を得ることができた。今後は、通常の共通反射点重合法に基づき、(株)地球科学総合研究所製作の反射法データ処理システム **Super X-C** を使用したデータ処理を行い、国府津-松田断層の地下構造を作成する。また、その結果に基づき、同断層の地下における分岐形態などを詳細に検討する予定である。

(d) 引用文献

- 1) 地震調査研究推進本部、神縄・国府津-松田断層帯の長期評価について、
http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09jun_kannawa/index.htm、2009

- 2) 神奈川県、平成 13 年度神奈川県地下構造調査、2001.
- 3) 町田 洋・新井房夫、「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、2003.
- 4) 松島義章、相模湾北岸、足柄平野における沖積層の 14C 年代とそれに関連する問題、第四紀研究、20、319-323、1982.
- 5) 水野清秀・山崎晴雄・下川浩一・佐竹健治・井村隆介・吉岡敏和、国府津-松田断層の活動履歴及び活動性調査、平成 7 年度活断層研究調査概要報告書、工業技術院地質調査所、81-88、1996.
- 6) 産業技術総合研究所、神縄・国府津-松田断層帯の活動性および活動履歴調査「活断層の追加・補完調査」成果報告書、No. H19-2. 39p、2008.
- 7) 田中 環・宮内崇裕・佐藤比呂志・伊藤谷生・越後智雄・加藤 一・河村知徳・石山達也・菊池伸輔・児島悠司・笠原敬司・太田陽一・川崎慎治・井川 猛、反射法地震探査による国府津-松田断層及び足柄平野の地下構造の解明、日本地質学会第 110 年学術大会講演要旨、263、2003.
- 8) 山崎晴雄、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、1984.
- 9) 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、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、1982.
- 10) 山崎晴雄・水野清秀、国府津・松田断層の最新活動史と地震テクトニクス、第四紀研究、38、447-460、1999.

(3) 平成 23 年度業務計画案

平成 22 年度まで調査結果に基づき、神縄・国府津-松田断層帯およびその延長部を含む、足柄平野周辺および酒匂川流域の活構造を対象にして、変動地形・第四紀地質学的手法にもとづく群列ボーリング調査・反射法地震探査などの調査観測を実施し、活断層・変動地形の位置・分布・変位のセンス・平均変位速度など活動様式・活動性について解明する。