３．２．断層帯の詳細位置・形状および断層活動履歴・平均変位速度の解明のための調査観測

３．２．１．断層帯の詳細位置・形状等および断層活動履歴・平均変位速度の解明

目次

(1)　業務の内容

(a) 業務題目

(b) 担当者

(c) 業務の目的

(d) ３ヵ年の年次実施計画

1) 平成２４年度

2) 平成２５年度

3) 平成２６年度

(e) 平成２４年度業務目的

(2)　平成２４年度の成果

(a) 業務の要約

(b) 業務の方法

(c) 業務の成果

(d) 結論ならびに今後の課題

(e) 引用文献

(3)　平成２５年度業務計画案

(1) 業務の内容

(a) **業務題目**　史料地震学による断層帯周辺の被害地震の解明

(b) **担当者**

所属機関	役職	氏名
国立大学法人東京大学地震研究所	助教	石山　達也
学校法人法政大学社会学部	教授	東郷　正美
国立大学法人東京大学地震研究所	教授	佐藤　比呂志
国立大学法人信州大学教育学部	准教授	廣内　大助
国立大学法人東京大学地震研究所	特任研究員	中山　俊雄
学校法人国士舘大学文学部	教授	長谷川　均
学校法人国士舘大学文学部	准教授	磯谷　達宏
学校法人国士舘大学理工学部	技術職員	小野　勇

(c) **業務の目的**

変動地形学的手法と第四紀地質学、特に高精度火山灰編年に基づき、本断層帯の詳細位置・分布・形状・変位様式・活動履歴や平均変位速度の解明を図る。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ヵ年の年次実施計画**

1) **平成２４年度**：立川断層帯全体を対象にして既存資料を収集するとともに、地形・地質調査および空中写真判読等に基づく変動地形学的な調査観測を実施し、活断層・変動地形の位置・分布・変位様式について検討を行う。また、断層帯の活動履歴と，特に変位様式を明らかにすることを目的とした大規模トレンチ調査･ボーリング調査などの掘削調査を，旧日産自動車工場跡地を主な候補地点として実施する。

2) **平成２５年度**：引き続き立川断層帯全体を対象にして既存資料を収集するとともに、地形・地質調査・航測図化および空中写真判読等に基づく変動地形学的な調査観測を実施し、活断層・変動地形の位置・分布・変位様式について検討を行う。また、断層帯の活動履歴と，特に変位様式を明らかにすることを目的としたトレンチ調査・ボーリング調査・極浅層反射法地震探査などの調査を実施する。

3) **平成２６年度**：前年度までの調査成果に基づき、立川断層帯を対象にして変動地形学的な検討を行い、その結果に基づいて、特に断層帯北部の名栗断層について断層帯の変位様式・形状および活動履歴を明らかにすることを目的としたトレンチ調査・ボーリング調査などの掘削調査を実施する。以上の結果を他のサブテーマ等で得られたデータと総合的に検討し、立川断層帯の活動履歴と三次元分布形等を明らかにする。また、断層帯の地表位置については３年間の調査観測の成果をふまえた詳細なマップを作成し取りまとめを行う。

(e) 平成２４年度業務目的

立川断層帯全体を対象にして既存資料を収集するとともに、地形・地質調査および空中写真判読等に基づく変動地形学的な調査観測を実施し、活断層・変動地形の位置・分布・変位様式について検討を行う。また、断層帯の活動履歴と，特に変位様式を明らかにすることを目的とした大規模トレンチ調査・ボーリング調査などの掘削調査を，旧日産自動車工場跡地を主な候補地点として実施する。

(2) 平成２４年度の成果

(a) 業務の要約

立川断層帯主部を構成する立川断層の活断層としての性格を明らかにすることを目的として、武蔵村山市榎地区において、立川断層によって形成された撓曲崖地形とされてきた小崖地形を横断する、長さ 250 m・幅 30 m・深さ 10 m におよぶ巨大トレンチ調査（榎トレンチ）を実施した。壁面には立川ローム層・立川礫層が出現し、その堆積構造を子細に検討した結果、明瞭な断層構造は認められなかった。また、さらに立川断層が作った変動崖とされる部位を切断して高さ 10m におよぶ段丘構成層の露頭を出現させたにも関わらず、そこでは崖の形成・成長とともに形成されたはずの撓曲変形構造を見出すことができなかった。従来の見解によれば、狭山丘陵の南から多摩川にかけての区間における立川断層は、立川段丘面の北東側を隆起させる縦ずれ断層（逆断層）とされてきたが、上記の観察結果はこれと整合しない。小崖地形の基部付近ではより新期の河成堆積物が確認され、小崖地形はむしろ浸食崖である可能性が高いと考えられる。

(b) 業務の方法

立川断層帯は、名栗断層と立川断層から構成され、埼玉県飯能市から東京都青梅市、立川市を経て府中市に至る、長さ 33 km、北西走向の断層帯である。立川断層は、北西走向で長さは 20 km 余、首都圏にあってごく近い将来に活動するおそれのある活断層として注視されている（地震調査委員会，2003 ; 2011）が、その活動履歴はもとより活断層としての性格についても未だ不明な点が多々残されている。それらを解明するため、本調査では、長さ約 250 m、深さ約 10 m とこれまでの活断層トレンチ調査では類を見ない巨大なトレンチ（榎トレンチ）を掘削した。本調査は、これまでの通常のサイズ（長さ数 10 m、深さ 3-5 m）のトレンチ調査では把握することが難しかった、立川断層がつくった変位構造の全体、すなわち、主断層帯をその変位に関係した変形構造全体とともに捉えることを目的とした試みである。

(c) 業務の成果

立川断層は、多摩西部にあって北西－南東方向にほぼ一直線状に走る長さ 20 km 余の活断層である（図 1）。北西延長部に存在する名栗断層を含めた立川断層帯（総延長約 33 km）の主部を占め、北は阿須山（あずやま）丘陵の笹仁田峠付近から、霞川・金子台を横切り、狭山丘陵西端・箱根ヶ崎、三ツ木・砂川・旧立川飛行場、谷保・矢川付近を経て多摩川沖積低地まで延びる。立川断層は、1970 年代にその存在が明らかにされ（松田・羽田野，

1975；松田ほか，1975)、初期の調査研究により北東側を隆起させる縦ずれ断層（逆断層）とみなされるようになった（山崎，1978)。ここでは、形成期を異にする地形面群を、崖向きを同じくして横断する一連の小崖地形の存在が、立川断層認定の手かがりとなり、その崖地形の形態が、膨らみを伴い撓曲崖状をなすことがこれを逆断層とする主な根拠とされてきた。以来、このような見解を基本として調査研究が進められた（東京都、1998, 1999, 2000 など)。これらの成果に基づき、地震調査委員会（2003）は、立川断層帯の活動性についての評価作業を試み、過去の活動については「立川断層帯の平均的な上下方向のずれの速度は、0.2-0.3 m/千年程度と推定される。本断層帯の最新活動時期は約 2 万年前以後、約 1 万 3 千年前以前で、平均活動間隔は 1 万－1 万 5 千年程度であった可能性がある」とした。加えて、その将来の活動について「①将来マグニチュード 7.4 程度の地震が発生すると推定され、②その際に北東側が相対的に 2-3 m 高まる撓みや段差が生じる可能性がある。③今後 30 年の間に地震が発生する可能性は、我が国の活断層の中ではやや高いグループに属する。」とした。さらに、地震調査委員会（2011）は 2011 年東北地方太平洋沖地震の発生に関連して次の大地震発生確率が高まった活断層の一つとして立川断層帯の名を挙げている。その一方で、市街地域での調査研究は制約が多く、立川断層の将来の活動性を予測するためのデータの質・量が著しく進展するには至っていない。立川断層帯の断層型の確定、変位累積過程の定量的把握、最新活動を含む活動履歴の明確化などにつながり、最終的には人口密集地での精度の高い強震動予測につながる、豊富で質の高い基礎資料の収集を急ぐことが必要であると言える。

このような問題意識に基づき、平成 24 年度は調査地点を武蔵村山市榎（真如苑プロジェクト用地）に定め、この種の調査としては異例の長さ 250 m、深さ 10 m の巨大なトレンチ（調査溝）を掘削した（図 2; 以降、榎トレンチと呼ぶ)。本調査地点は、立川断層の中央部であり、その活動度が最も大きいとされてきた場所に位置する広大な敷地で、断層をまたいで広がっている。従って、立川断層の存在とその諸性格を捉える上でまたとない好条件下にあるといえる。本調査地は、昭和 30 年代に日産村山工場用地として造成された土地の一部であるため、原地形は既に失われている。しかし、造成前に取得された米軍撮影の大縮尺空中写真を判読すると、造成前は、この地域は立川段丘面が、東部と西部で高さを違え、両者を分ける西向きの崖が、真如苑プロジェクト用地中程にあって北西から南東へと横切り、その麓に沿って旧残堀川が谷底低地をつくって流れていたことがわかる。図 3 は、1956 年に撮影された米軍空中写真を用いた航測図化により、造成前の地形を復元したものである。これによれば、トレンチ用地の原地形は、西から順に、立川段丘 2 面（山崎，1978）およびその上を下刻しながら南南西方向に流下していた旧残堀川谷底面、緩やかに西に傾斜する段丘面、比高 3-4 m の西向き崖面、および東に緩やかに傾斜する立川段丘面から構成される（図 3(b)）。西向きの崖面は、幅が 100 m に達する特異な形態をもち、狭山丘陵西端から連続する崖地形の続きにあたる。従って、従来活断層である立川断層の認定に当たりその重要な手がかりとして注目された小崖地形の一部であり、立川断層の活動によって段丘面が上下に食い違って生じた変動崖とされてきたものである。そこで、榎トレンチはこれを横切るように掘削された。通常トレンチ法で掘削される調査溝は長さ 20 m 前後、深さ数 m 以内のものが一般的であった。これに対して、本トレンチ調査では、立川断層の主断層帯のみならず、従来幅 100 m 余の西向き撓曲変形帯とされてきた

周辺の変形構造をも含めて一連の切断面を作り、それらを同一の壁面において観察することを目的として、長さ 250 m・幅 30 m・深さ 10 m とこれまでに類を見ない巨大な調査溝を掘削した。榎トレンチは、西向き小崖地形の方向にほぼ直交する向きに掘削され、従来立川段丘面の撓曲変形とされてきた西向き崖面および崖線の西側に分布する旧残堀川の谷底面を全て掘削している。

また、大規模な人工改変地であることを考慮して、以下の様な手順で掘削地点の選定を行った。すなわち、まず戦後間もない時期に撮られた米軍空中写真を実体視して、立川断層が形成したとされる変動崖地形の位置・形状や形態的特徴を把握するとともに、その結果を大縮尺地形図上に図化した。また、旧日産村山工場用地造成工事中に国土地理院が撮影した大縮尺空中写真（1960 年国土地理院撮影約 1 万分の 1）があるので、これを使用して当用地における土地造成方式およびそれによる地形変化とその変化量の場所的違いを見定めた。さらに当用地現所有者である真如苑より提供をうけた、ボーリング柱状図を含む、当用地部の地形・地質・地下水等に関する調査資料をもって、人工的な地層撹乱の程度の点検に努めた。以上の結果に基づき、用地の土地利用現況をも勘案して、トレンチの掘削位置およびその規模を決定した。掘削に際しては、先ず表土を剥ぎ取り、掘削の後、壁面整形・板打ちを行った。その後、壁面のレーザー測量と写真撮影を行い、壁面全体のモザイク写真を作成した。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、地層を 1 層から 4 層に区分した。

トレンチ壁面には、砂礫層（2 層）、降下火山灰層（3 層）および玉石混じりの砂礫層（4 層）と、これらを部分的に切り込んで分布する人工擾乱層（1 層）が露出した（図 4；拡大図は巻末の付図を参照）。人工擾乱層（1 層）は、局部的には深さ 5 m内外にまで及んではいるが、露頭の大半部では深さ 3 m 内外にとどまっており、深さ 10 m・長さ 250 m の露頭の大半で、人工擾乱を受けていない、天然の露頭を観察することができた。立川礫層にはトラフ型を含む斜交層理が顕著に発達している。一方、人工擾乱層はこういった初生的な堆積構造を欠いて、人工物を含む不淘汰な層相を示し、かつ下位の立川礫層ないしは立川ローム層とは明瞭な境界を示しており、人工擾乱層と、擾乱を受けていない礫層は明確に区分できる。

降下火山灰層（3 層）は、明黄褐色・暗茶褐色を呈し、北面および南面の西半分の領域で、人工擾乱層を除く最上位に分布しており、基本的には立川段丘 2 面の最上部を構成している。このような段丘面との層位的な関係（松田ほか，1975；山崎，1978）から判断して、立川ローム層と考えられる。本露頭では、立川ローム層と下位の礫層との境界面が東に向かって高まっている。北面では、これより西方 2 ヶ所で、立川ローム層が露出しているが、それぞれにおける立川礫層上限の高さにはほとんど違いはない。一方、トレンチの中程から東、すなわち立川断層により形成されたと考えられている小崖地形の西向き崖面より東側においては、本来厚さ 3 m 程度の立川ローム層がこれを覆って存在したと考えられるが、造成工事で全て剥ぎ取られており、ここでは確認することはできない。また、2 層は 3 層を薄く覆い、東に向かって尖滅する形態を有する。地層は腐植質の砂質シルトと、下位の 3 層起源と考えられる不淘汰な砂礫層を含んでいる。これら 2 層の地層は、復元した地形との位置関係も考慮に入れれば、かつて立川段丘 2 面上を流下していた旧残堀川の

河床堆積物と考えられる。

立川ローム層（3 層）の下位には玉石混じりの砂礫層（4 層）が厚く分布しており、これは立川礫層と考えられる。礫層は関東山地起源と考えられる砂岩・チャートの亜円～円礫が主体であり、多くは巨礫・大礫で構成されるほか、稀に特徴的な火山灰層起源の偽礫を含む。砂礫層は、壁面と平行ではなく、むしろ高角で交わる方向の流水により運搬されたと考えられる礫層のインブリケーションが多く認められる。立川礫層は基本的には旧多摩川の扇状地礫層であり、砂礫層の粒径分布や淘汰、堆積構造の特徴から、斜交層理や削り込み構造を伴って上下に累重した網状流河川の堆積物と考えられる。礫層の大局的な構造をみると、西向きの崖地形の東側にあたるトレンチの中～東部では、薄い人工擾乱層を除いてほぼ壁面上端付近まで立川礫層で占められている。一方、トレンチ西部では、立川ローム層が壁面上部に露出している。このことから、立川礫層の上面高度は、トレンチの中程あたりを境に、東に向かって高くなるように変化していると見なせる。従来の仮説によれば、この上面高度の差は、立川断層による食い違いを意味し、東側が撓曲しつつ持ち上がって生じたことになる。しかし、長さ 250 m の露頭のほぼ全面にわたり露出した立川礫層の堆積構造を丹念に観察・検討した結果、立川礫層の初生的な堆積構造には、ほとんど乱れがないように思われる。すなわち、小崖地形の基部付近に想定されるような断層帯のみならず、従来、比高 3-4 m、幅 100 m 余の西向き撓曲変形帯とされてきた周辺の変形構造に対応するような断層構造や、上下方向の撓曲変形構造は認めがたい（図 5, 6）。崖面にあたる部分では、崖面に平行ないしはこれよりも急勾配で西に傾く地層の構造が壁面の両側で認められるが、これより下位では、礫層はむしろ水平に近い構造を呈している。また、両者の境界では所々下に凸の削り込み構造が認められる。このような特徴から、小崖地形の崖面付近にあたる壁面上部で認められる西に傾く立川礫層中の構造は、西向きの撓曲変形ではなく、浸食作用にともなう立川礫層中の堆積構造であると考えられる。このように、従来断層運動によって形成されたとされてきた小崖地形は、今回の観察結果に基づけば、むしろ浸食崖である可能性が高いと考えられる。今後は、堆積物の年代測定や、露頭に含まれる火山灰起源の堆積物の分析を進めて、壁面の堆積物の層序を確立するとともに、礫のファブリックなど堆積構造をより詳細に検討し、上記の考えの妥当性を確かめる予定である。

(d) 結論ならびに今後の課題

武蔵村山市榎地区において、立川断層によって形成された撓曲崖地形とされてきた小崖地形を横断する、長さ 250 m・幅 30 m・深さ 10 m におよぶ巨大トレンチ調査（榎トレンチ）を実施した。壁面には立川ローム層・立川礫層が出現し、その堆積構造を子細に検討した結果、明瞭な断層構造は認められなかった。また、さらに立川断層が作った変動崖とされる部位を切断して高さ 10 m におよぶ構成層の露頭を出現させたにも関わらず、そこでは崖の形成･成長とともに形成されたはずの撓曲変形構造を見出すことができなかった。従来の見解によれば、狭山丘陵の南から多摩川にかけての区間における立川断層は、立川段丘面の北東側を隆起させる縦ずれ断層（逆断層）とされてきたが、上記の観察結果はこれと整合しない。小崖地形の基部付近ではより新期の河成堆積物が確認され、小崖地形はむしろ浸食崖である可能性が高いと考えられる。今後は、堆積物の年代測定や、露頭に含

まれる火山灰の分析を進めて、壁面の堆積物の層序を確立するほか、巨大な壁面に含まれる礫層のファブリックなどの構造を丹念に検討し、上記の考えの妥当性を確かめる予定である。

また、立川断層で実施された反射法地震探査の結果では、立川断層の撓曲崖地形とされる近傍の地下には断層が存在することが知られている（東京都，1998; 山口ほか，1998；東京都，2003)。今後は、今回の調査結果に加えて、現在同地点で実施している 3 次元反射法地震探査の結果や、次年度以降に実施する立川断層帯の変動地形学的な再検討とこれに基づくトレンチ・ボーリングや物理探査などの調査に基づき、立川断層の位置や活動性などその実態について、更に詳しく検討を進める予定である。

謝辞

宗教法人真如苑におかれましては、トレンチ調査用地の使用を快くご許可頂くとともに、調査の遂行に際して資料の提供など数々の便宜を図って頂きました。また、東京都・立川市・武蔵村山市・青梅市・府中市・国立市・瑞穂町の防災担当および日本地質学会関東支部の関係各位におかれましては、トレンチ掘削の広報活動および一般公開の運営に際してご子協力を賜りました。改めてここに記して厚く御礼申し上げます。

(e) 引用文献

地震調査研究推進本部：立川断層帯の長期評価について，
http://www.jishin.go.jp/main/chousa/03aug_tachikawa/index.htm，2003.

地震調査研究推進本部:東北地方太平洋沖地震後の活断層の長期評価について−地震発生確率が高くなっている可能性がある主要活断層帯−，
http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11sep_chouki/chouki.pdf，2011.

松田博幸・羽田野誠一：関東平野西辺の線状構造，日本地理学会予稿集，8，76-77, 1975.

松田時彦・山崎晴雄・金子史朗：西関東の活断層，東京直下型地震に関する調査（その 2)，東京都防災会議，75-105，1975.

中田　高・今泉俊文編：活断層デジタルマップ，東京大学出版会，2002.

関口辰夫・津沢正晴・中島秀敏・渡辺満久・今泉俊文：都市圏活断層図「青梅」，技術資料 D 1-No.333，国土地理院，1996.

東京都：立川断層（帯）に関する調査，第 2 回活断層調査成果報告会予稿集，科学技術庁，335-344，1998.

東京都：立川断層（帯）に関する調査，第 3 回活断層調査成果報告会予稿集，科学技術庁，59-68，1999.

東京都：立川断層（帯）に関する調査，第 4 回活断層調査成果報告会予稿集，科学技術庁，59-68，2000.

東京都：関東平野（東京都）地下構造調査（北多摩地区弾性波探査)，26p，2003.

山口和雄・加野直巳・横倉隆伸・木口　努・田中明子・佐藤比呂志，反射法による立川断層の地下構造．活断層研究，17，54-64, 1998.

山崎晴雄：立川断層とその第四紀後期の運動，第四紀研究，16，231-246, 1978.

(3) 平成２５年度業務計画案

引き続き立川断層帯全体を対象にして既存資料を収集するとともに、地形・地質調査・航測図化および空中写真判読等に基づく変動地形学的な調査観測を実施し、活断層・変動地形の位置・分布・変位様式について検討を行う。また、断層帯の活動履歴と，特に変位様式を明らかにすることを目的としたトレンチ調査・ボーリング調査・極浅層反射法地震探査などの調査を実施する。

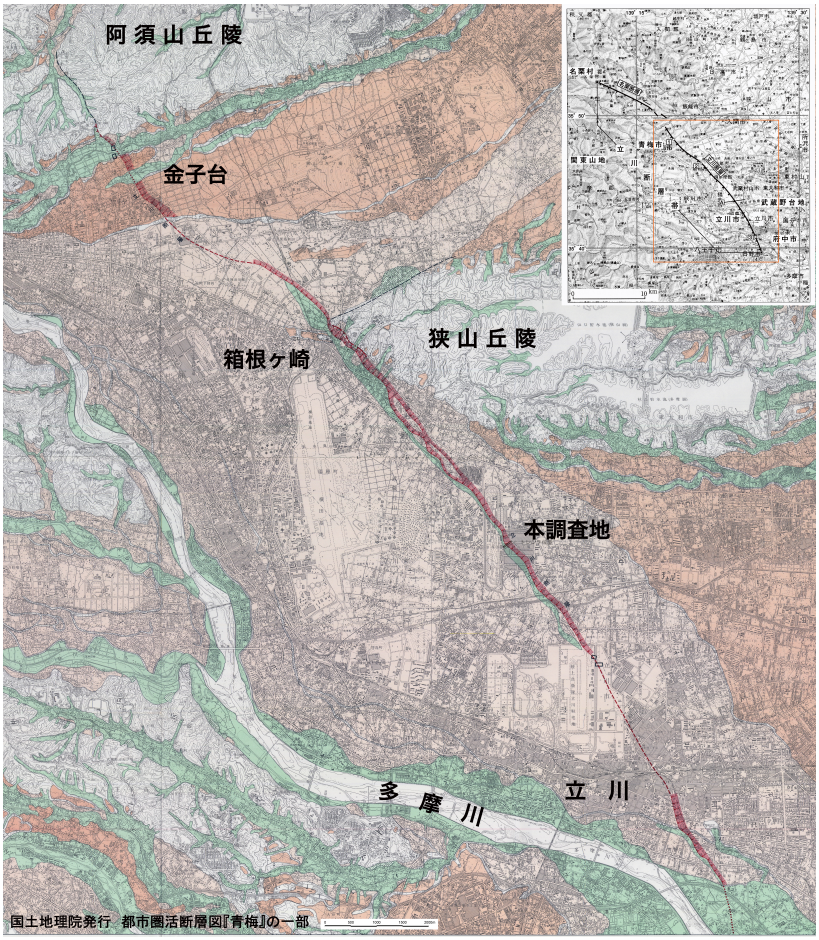


図 1　立川断層の位置図（関口ほか，1996 を改変）。右上図は立川断層帯の位置を示す（地震調査研究推進本部、2003）。「本調査地」は榎トレンチの掘削地点を示す。

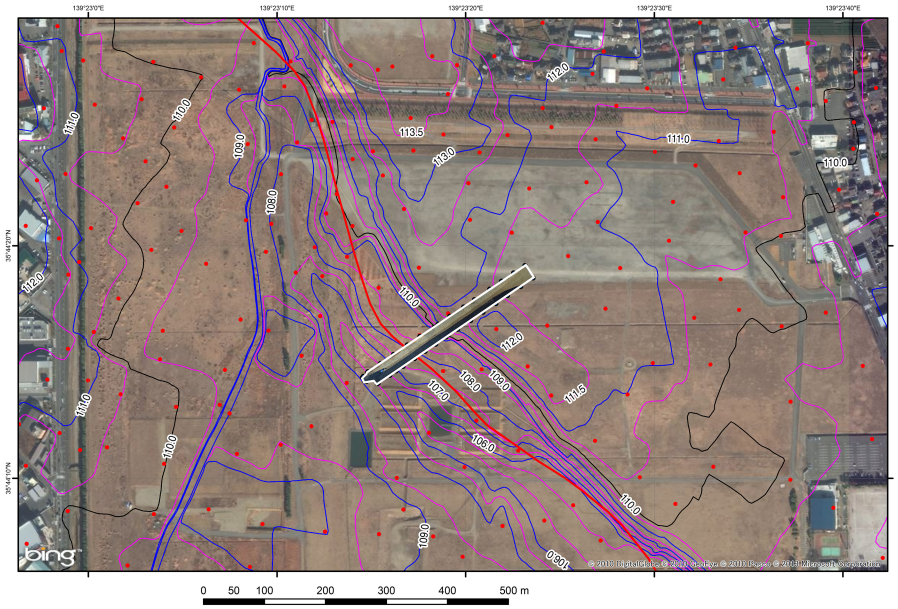
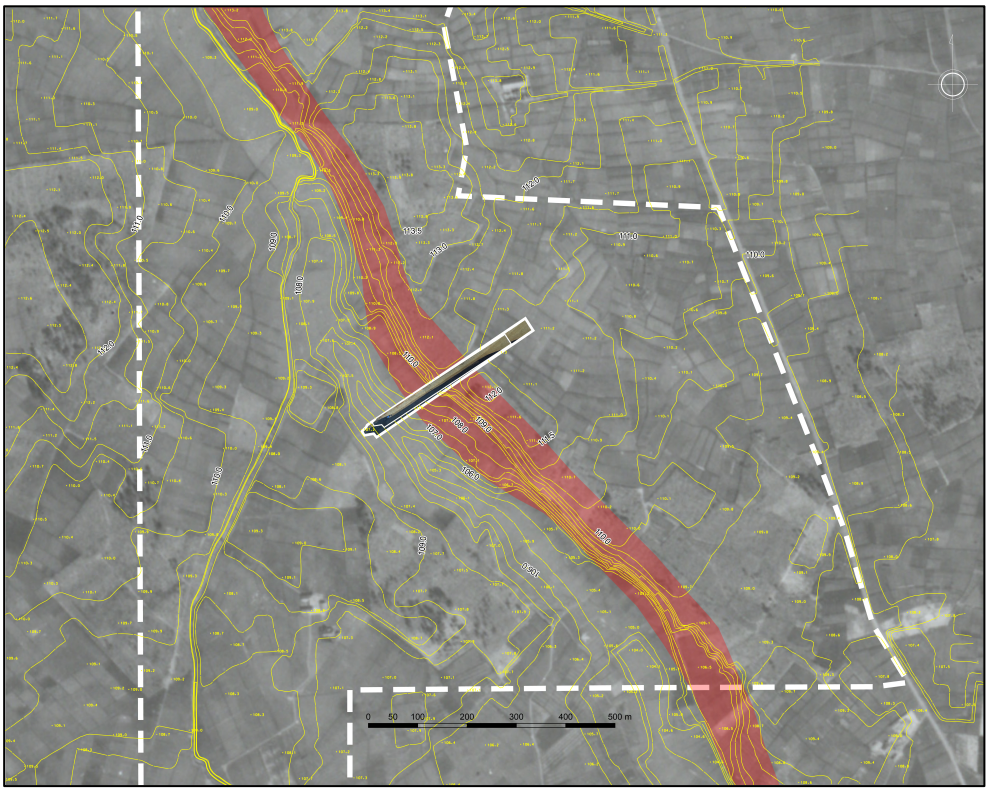


図 2　榎トレンチの位置図（白枠線）。青線・ピンク線・黒線は 1956 年撮影米軍空中写真の航測図化により作成した等高線を示す。間隔は 50cm。赤線は中田・今泉編（2002）による立川断層の地表位置。

(a)



(b)

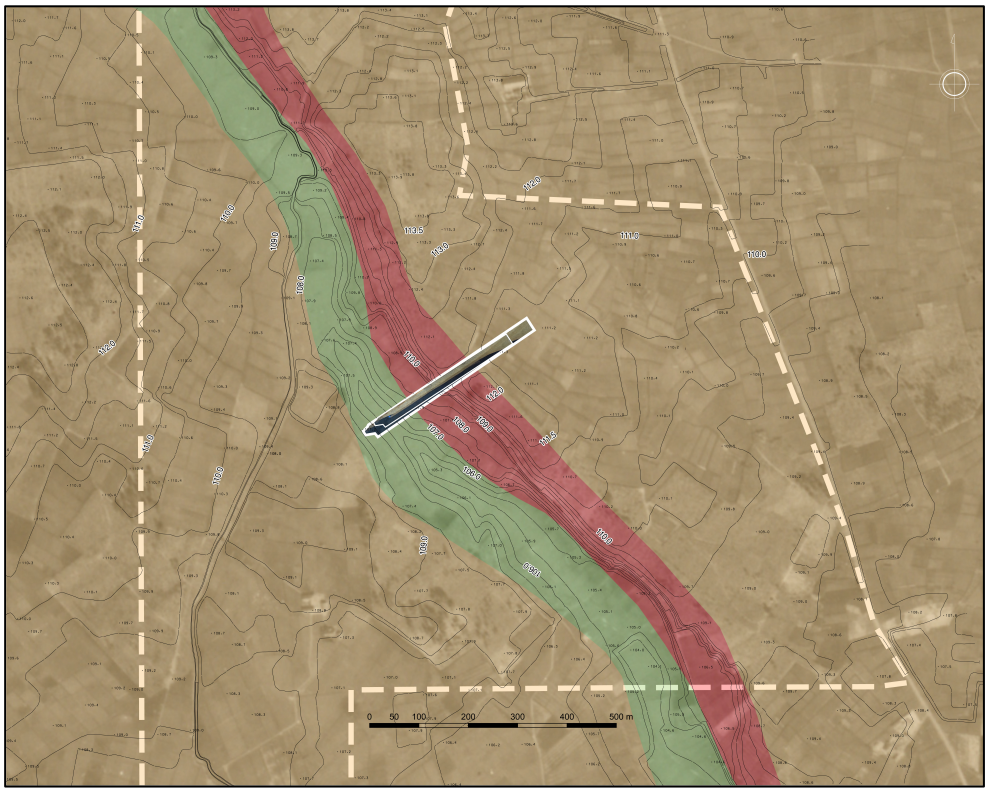


図 3 (a) 1956 年撮影米軍空中写真の航測図化により作成した等高線図。黄色線は等高線を表し、その間隔は 50cm。背景は 1956 年撮影米軍空中写真（M324-31）である。赤色の塗色部（半透明）は、従来の研究により立川断層によって形成されたとされる西向き崖地形の崖面を示す。 (b) 榎トレンチ周辺部の地形分類図。オレンジ色：立川段丘 2 面、緑色：旧残堀川谷底面、赤色：西向き崖面。

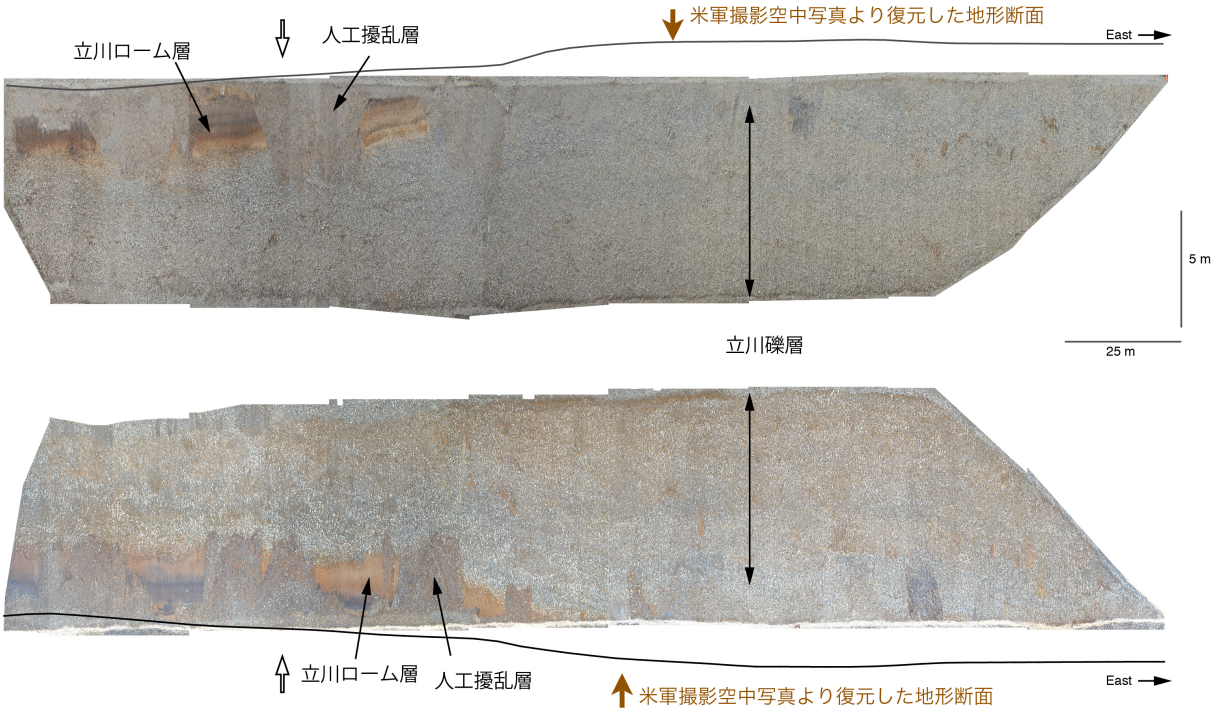


図 4　榎トレンチの壁面のモザイク画像。縦横比は 5：1 に拡大してある。黒線は米軍空中写真の航測図化によって作成された数値標高モデル（DEM）によるトレンチ南北壁面上面に沿った地形断面図。

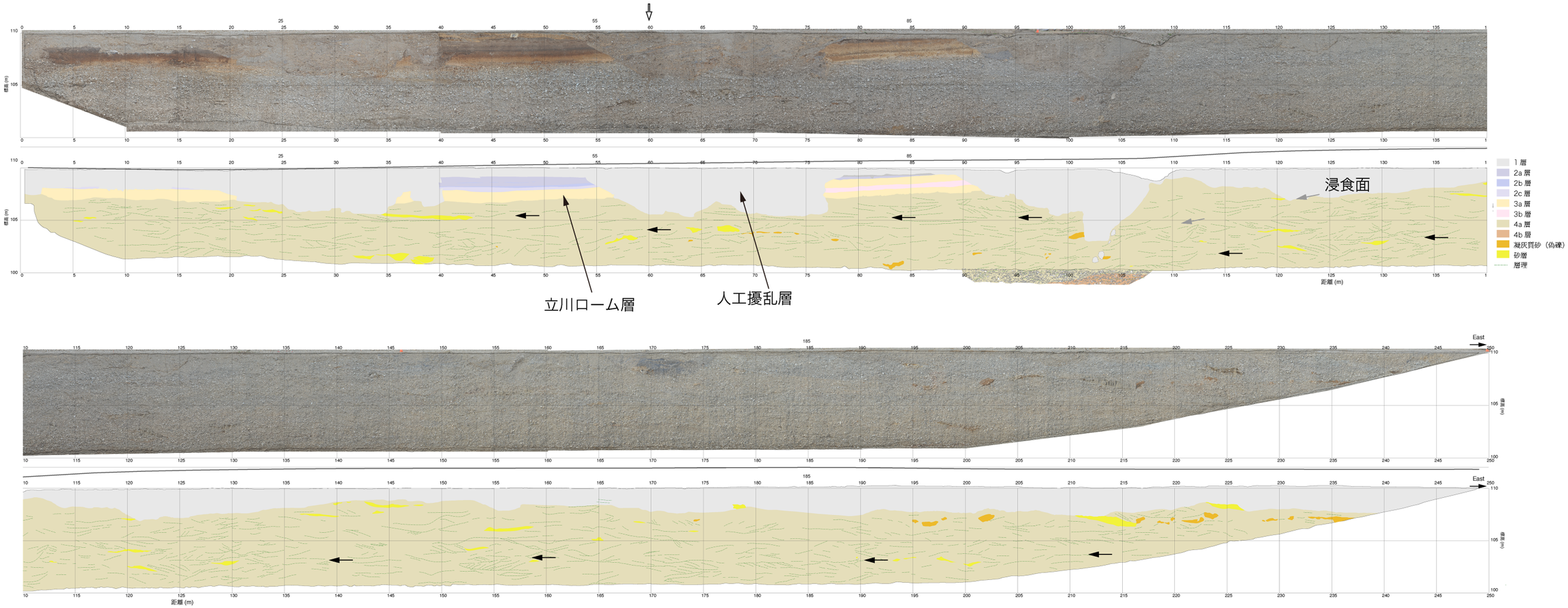


図 5　榎トレンチ・北壁面の解釈図。緑線は礫層の層理を、矢印はほぼ連続的に追跡できる礫層の層理を示す。白抜き矢印は関口ほか（1996）の断層線の位置を示す。壁面のモザイク画像の縦横比は 1:1。

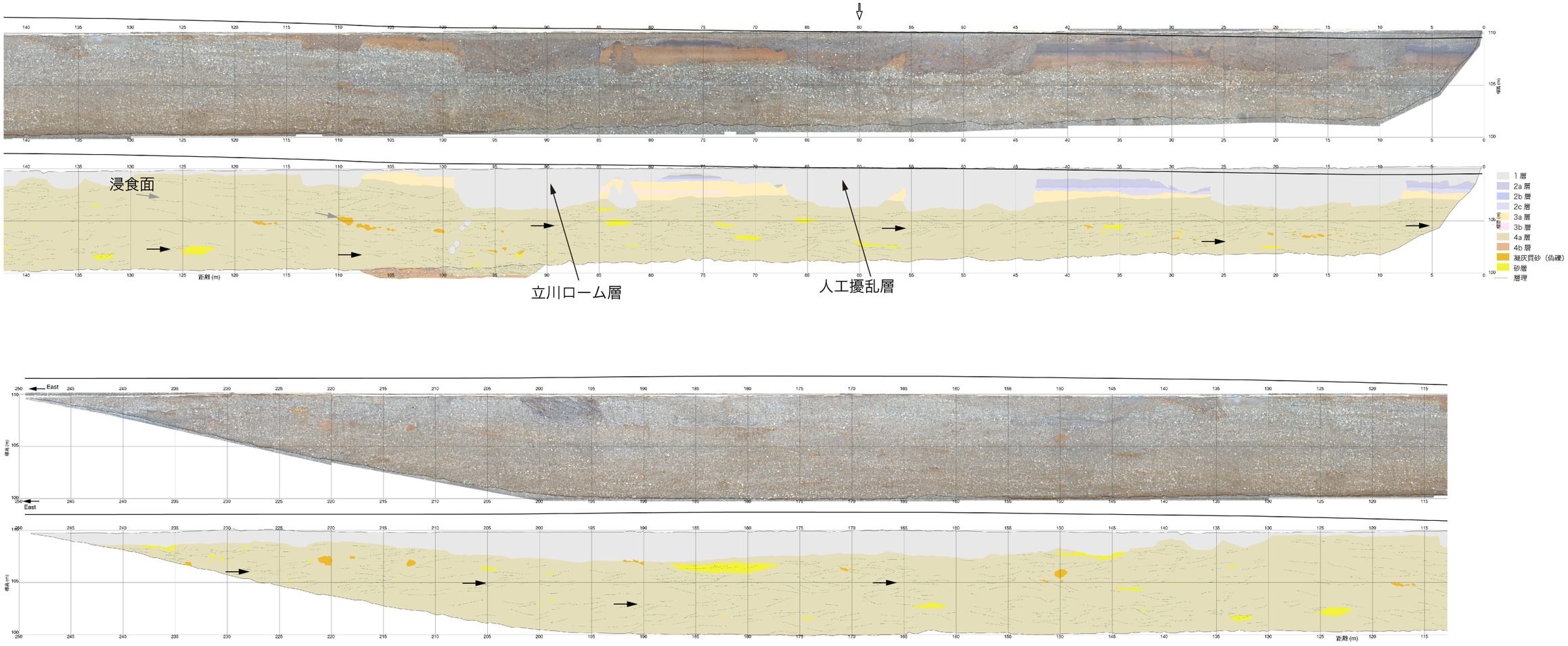


図 6　榎トレンチ・南壁面の解釈図。緑線は礫層の層理を、矢印はほぼ連続的に追跡できるレ起草中の層理を示す。白抜き矢印は関口ほか（1996）の断層線の位置を示す。壁面の縦横比は 1:1。