

# 湯ノ岳断層に関する追加調査結果の報告

平成 23 年 12 月 27 日

東京電力株式会社

## 目 次

1. はじめに
2. 湯ノ岳断層に関する従前の調査結果（平成 23 年 4 月 11 日以前）
  - 2.1 文献調査結果
  - 2.2 変動地形学的調査結果
  - 2.3 地表地質調査結果
  - 2.4 従前の評価
3. 湯ノ岳断層に関する追加地質調査結果
  - 3.1 文献調査結果
  - 3.2 地表踏査結果
  - 3.3 ボーリング・トレンチ調査結果
    - (1) 岩崎北東地点
    - (2) 田場坂地点
    - (3) 別所南地点
    - (4) 松本地点
  - 3.4 総合評価
    - (1) 地震断層のセンスと変位量
    - (2) 後期更新世以降の活動と変位量
    - (3) 活動間隔
    - (4) 断層破碎部の性状
4. まとめ

### 【参考文献】



## 1. はじめに

平成 23 年 4 月 28 日付け「平成 23 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価結果の報告に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見の追加への対応について」（平成 23・04・28 原院第 4 号）の指示に基づき、既往の調査結果から、耐震設計上考慮していない断層等に関する情報を整理し、同年 5 月 31 日に原子力安全・保安院に提出した（「平成 23 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価結果の報告に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見の追加への対応に基づく報告について」）。

上記報告結果を踏まえて、平成 23 年 6 月 6 日に原子力安全・保安院より、既往調査から耐震設計上考慮しないと評価している断層等が考慮すべき断層に該当する可能性について一層の検討を求められた（「平成 23 年東北地方太平洋沖地震を踏まえた新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価結果の報告に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見の追加への対応について（追加指示）」平成 23・06・03 原院第 1 号）。

上記指示に基づき、3 月 11 日以降に発生した地震に伴って生じた地殻変動量、地震の発生状況に関する調査及び地表地質調査を実施し、基準地震動への影響についての検討結果を、平成 23 年 8 月 30 日に原子力安全・保安院へ報告書として提出した。当該報告書においては、「湯ノ岳断層のこれまでの活動の変遷等については、明らかになっておらず、今後のこれらに関する研究の動向を注視するとともに、湯ノ岳断層を対象としたボーリング調査等の実施について検討を行う」としていた。

本報告書は、湯ノ岳断層のこれまでの活動の変遷等に関する検討を行うために実施したボーリング調査等の結果についてとりまとめたものである。

## 2. 湯ノ岳断層に関する従前の調査結果（平成 23 年 4 月 11 日以前）

湯ノ岳断層については、従前敷地への影響が小さいことから、ボーリング調査等の詳細な地質調査は実施せず、断層を横断する地形面の状況と断層破砕部の性状に基づいて活動性の評価を行っていた。湯ノ岳断層に関する従前の調査結果及び評価結果は以下のとおりである。

湯ノ岳断層は、福島第一原子力発電所敷地の南西 50km 付近、福島第二原子力発電所敷地の南西 40km 付近に位置している（第 2-1 図）。湯ノ岳断層周辺地域及び浜通り地域の地質層序表を第 2-1 表に示す。

### 2.1 文献調査結果

「新編 日本の活断層」（1991）においては、いわき市遠野町上根本堂ノ越付近から同市常磐藤原町阿良田付近に至る約 6km 間に NW-SE 方向の確実度 II（活断層と推定されるもの）を示し、その活動度を B 級とし、同断層を湯ノ岳断層と呼んでいる（第 2-2 図）。

「活断層詳細デジタルマップ」（2002）においては、いわき市遠野町入遠野官沢付近から同町深山田釜ノ前付近に至る約 9km 間に NW-SE 方向の推定活断層を示し、このうち、いわき市遠野町上根本堂ノ越付近から同町深山田釜ノ前付近に至る約 3km 間においては、「新編 日本の活断層」（1991）の湯ノ岳断層とほぼ同位置に示されている（第 2-2 図）。

### 2.2 変動地形学的調査結果

変動地形学的調査結果によると、いわき市遠野町入遠野貝那夫から同市常磐藤原町阿良田に至る約 13.5km 間の北東側の山地と南西側の丘陵との境界付近において、NW-SE 方向の  $L_C$  及び  $L_D$  リニアメントが断続的に判読される（第 2-2 図）。本リニアメントは、急崖、鞍部等の直線状の配列からなり、山地及び小起伏を示す丘陵の高度に南西低下の不連続を伴う。

いわき市遠野町上根本東山北付近から同市常磐藤原町小幡付近に至る約 10km 間では、2 条のリニアメントが 300m~500m 程度の間隔で並走して判読される（第 2-2 図、第 2-3 図）。これらの並走する 2 条のうち、北東側（山側）の  $L_C$  及び  $L_D$  リニアメントでは、急崖の崖面はやや開析が進んでいるものの、急崖は連続が良く、その基部の配列も直線性が高い。その前面の南西側の  $L_D$ 、一部  $L_C$  リニアメントでは、特にその東部においては、崖は断続的であり、トレースも直線性に欠ける。「新編 日本の活断層」（1991）による確実度 II 及び「活断層詳細デジタルマップ」（2002）による推定活断層はいずれも、上記の並走する 2 条のうち南西側の  $L_D$  リニアメントにほぼ対応している（第 2-2 図）。

### 2.3 地表地質調査結果

湯ノ岳断層及びその周辺の地質図を第 2-4 図に示す。本地域には、変成岩類、花崗閃緑岩及びヒン岩からなる古期岩類並びに古第三系漸新統白水層群、新第三系中新統湯長谷層群、白土層群及び高久層群が分布する。

いわき市遠野町入遠野久保目付近から同町上根本岩崎付近及び同町上根本折松付近から同市常磐藤原町阿良田付近に判読される  $L_C$  及び  $L_D$  リニアメントは、北東側の変成岩類あるいは花崗岩類と南西側の中新統との分布境界にほぼ対応している。リニアメント西端部では変成岩分布域に、遠野町上根本東山北方から折松北方に至る間では花崗閃緑岩分布域に、また、いわき市遠野町上根本岩崎付近から同町上根本新田南方に至る間、同町深山田釜ノ前北東方及びいわき市常磐藤原町小幡北西方では中新統分布域に、それぞれ判読される。

リニアメント西端付近に位置するいわき市遠野町入遠野久保目付近から遠野町上根本東山北方に至る間では 1 条のみの  $L_C$  リニアメントが判読される。2 条のリニアメントが並走して判読される東山北方以东においては、東山北方から遠野町上根本岩崎付近に至る間では 2 条のリニアメントのうち南西側（前面）に判読される  $L_C$  及び  $L_D$  リニアメントに対応して、また、岩崎北方の遠野町上根本折松付近から同市常磐藤原町阿良田付近に至る間では 2 条のリニアメントのうち北東側（山側）に判読される  $L_C$  及び  $L_D$  リニアメントに対応して、いずれも、北東側の変成岩類あるいは花崗閃緑岩と南西側の中新統とを境する断層が推定される。上記区間では、いわき市遠野町入遠野官沢付近、同町中野北方、同町上根本東山北方などにおいて、北東側の変成岩類あるいは花崗閃緑岩と南西側の中新統との境界あるいはその近傍に南西落ちの正断層が確認される（第 2-4 図、第 2-5 図）。これらの断層露頭ではいずれも破砕部は固結しており、断層面も癒着している（第 2-5 図 c, d, 第 2-6 図 c）。

湯ノ岳断層は、リニアメント北西延長部の遠野町入遠野久保目以西の変成岩類内にも連続していることが確認され、断層破砕部は固結している（第 2-6 図 e, f）。

また、湯ノ岳断層は、リニアメント南東延長部の常磐藤原町阿良田以东においても、北東側の古第三系漸新統と南西側の新第三系中新統とを境する断層として連続しており（第 2-6 図 a, d）、断層を覆って分布する  $M_1$  面に変位・変形は認められない（第 2-6 図 a, b, 第 2-7 図）。

一方、2 条の並走するリニアメントのうち、遠野町上根本東山北方から同町折松北方に至る間において北東側（山側）に判読されるリニアメントについては、南西側には風化した花崗閃緑岩が、北東側には新鮮な花崗閃緑岩がそれぞれ分布しており、リニアメントに対応して断層が存在する可能性は否定できない（第 2-4 図、第 2-5 図 a, b）。また、南西側（前面）のリニアメントのう

ち、遠野町上根本岩崎付近から同町上根本新田南方に至る間に判読されるリニアメントについては、北東側の中新統高久層群の細粒砂岩と南西側の同層群の中粒～粗粒砂岩との地質境界に、遠野町深山田釜ノ前北東に判読されるリニアメントについては、北東側の中新統高久層群の砂岩・泥岩互層及び泥岩と南西側の同層群の細粒砂岩との地質境界に、常磐藤原町小幡西方のリニアメントについては、北東側の泥質岩、砂岩、礫岩からなる中新統白土層群中山層と南西側の主に砂岩からなる中新統湯長谷層群平層上矢田部層との地質境界に、それぞれほぼ対応しており、断層は認められない（第2-4図、第2-5図 a, b）。

## 2.4 従前の評価

地表地質調査結果によると、湯ノ岳断層はいわき市遠野町入遠野久保目付近から同市常磐藤原町阿良田付近に至る間では北東側の古期岩類と南西側の中新統とを境する正断層であり、阿良田以東では北東側の古第三系と南西側の中新統とを境する断層である。いずれの断層露頭においても、破碎部は固結し、断層面は癒着しており、断層南部において、断層を覆って分布する  $M_1$  面などに変位・変形は認められないことが確認された。リニアメントは、古期岩類と中新統とが接している部分で判読され、断層が古第三系と中新統とを境する南部ではリニアメントが判読されないこと、また、湯ノ岳断層に対応していないリニアメントについては、いずれも異なる岩質の地層境界に対応していることから、いずれのリニアメントも岩質の差を反映した侵食地形であると判断される。

以上のことから、湯ノ岳断層の少なくとも後期更新世以降における活動はないものと判断していた。

### 3. 湯ノ岳断層に関する追加地質調査結果

4月11日に湯ノ岳断層近傍において地震(M7.0)が発生したこと及び同地震に伴って湯ノ岳断層沿いに地震断層が出現したことを踏まえて、湯ノ岳断層に関して同地震発生以降における文献調査、地表踏査、ボーリング調査、トレンチ調査等を実施した。調査結果は以下のとおりである。

#### 3.1 文献調査結果

国土地理院(2011)による電子基準点観測結果によると、4月11日の地震に伴う変動では、電子基準点「いわき2」が29.0cm北東方向に移動するなどの地殻変動が震央周辺で観測され(第3.1-1図)、合成開口レーダー解析の結果によると、湯ノ岳断層に沿って変位の不連続が認められている(第3.1-2図)。

研究機関等の実施した地表踏査等の結果によると、4月11日に発生した地震に伴い、湯ノ岳断層に沿って正断層型の地震断層が出現したことが報告されている(例えば、栗田ほか;2011,第3.1-3図)。

また、強震波形を用いた4月11日の地震の震源過程解析結果によると、観測波形に見られる2つのパルス状の地震波はそれぞれ井戸沢断層及び湯ノ岳断層付近から放出されており、湯ノ岳断層の活動は、先行して発生した井戸沢断層での断層すべりに引き続いて発生した可能性が高いことが報告されている(引間;2011,芝;2011)。

#### 3.2 地表踏査結果

4月11日の地震に伴う地震断層は、いわき市遠野町入遠野久保目からリニアメント南東端の同市常磐藤原町阿良田を経て同市常磐白鳥町礼堂南方に至る約15.5km間に出現しており(第3.2-1図)、出現した地震断層は、SAR差分干渉による変位の不連続線とほぼ一致する(第3.2-2図)。

湯ノ岳断層沿いの地震断層は、同地震発生前に実施した空中写真判読結果によるリニアメントにほぼ一致する位置において出現しており、北西側ではリニアメント北西端の約1km間で地震断層は出現しておらず、南東側ではリニアメントが判読されなかった阿良田から礼堂南方に至る約3km間にも地震断層が出現している(第3.2-1図)。

また、2条の並走するリニアメントが判読される区間においては、北東側(山側)のリニアメントに沿って地震断層が出現しており、南西側(前面)のリニアメント沿いには地震断層は出現していない(第3.2-1図)。なお、「新編日本の活断層」(1991)及び「活断層詳細デジタルマップ」(2002)は、地震断層が出現しなかった南西側のリニアメントに対応して、確実度Ⅱあるいは推定活断層を示しているものの、地震断層が出現した北東側のリニアメントに対応す

る位置には活断層、推定活断層及びリニアメントのいずれも示していない（第 2-2 図）。

出現した地震断層は、いずれの地点においても、高角度の南西落ちの正断層である。上下変位量は最大 1m 程度であり、リニアメントが判読されていない阿良田以東においても最大 0.8m に達する上下変位が認められる（第 3.2-1 図、第 3.2-3 図、第 3.2-4 図）。しかし、上下変位量はバラツキが大きく、地震断層が出現した区間内でも一部において、地震断層が出現していない地点も認められる（第 3.2-1 図、第 3.2-5 図）。水田の畦、道路沿いの側溝などを認定基準とする水平変位については、数十 cm の左横ずれあるいは右横ずれが確認される地点もあるが、系統的な水平変位は確認できなかった（第 3.2-1 図、第 3.2-6 図）。

前述のように、地震発生前に実施した空中写真判読によりリニアメントが判読できなかった阿良田から礼堂南方に至る約 3km 間にも地震断層が出現したものの、同区間のいわき市常磐藤原町田場坂などにおいては、北側の古第三系と南側の新第三系とを境する湯ノ岳断層を覆って  $M_1$  面が分布しており、これらの段丘面上には、地震発生前の空中写真判読及び現地における簡易測量により変位・変形がないことが確認されていた（第 2-6 図 a, b, 第 2-7 図）。しかしながら、常磐藤原町田場坂及び同町別所南に分布する  $M_1$  面上において、4 月 11 日の地震に伴って地震断層あるいは開口クラックが出現した（第 3.2-7 図）。 $M_1$  面の形成年代については、面の保存状態、分布高度などから MIS5e と推定される。なお、同面構成層を覆う細粒堆積物中部から沼沢金山テフラ（約 55ka~50ka；町田・新井，2003）が検出された。

一方、地震発生前に確認していた断層露頭のうち、以下の 2 地点において、地震発生後にも観察を行うことができた。

いわき市遠野町入遠野官沢（Loc.K905）においては、地震に伴って舗装道路は撓曲状を呈し、クラックが出現しており、同地点では、1999 年調査時に湯ノ岳断層を覆う低位段丘堆積物基底に変位は認められなかったが、地震時に約 25cm 南西落ちの正断層的変位を与えていることが確認された（第 3.2-8 図）。また、1999 年調査時においては、同断層露頭の破砕部は固結し、断層面は癒着していると判断したものの、地震発生後において同露頭を断層の走向方向に掘削して、破砕部の性状を詳細に観察した結果、断層面沿いに数 mm 程度の軟質粘土が確認された（第 3.2-8 図）。

いわき市常磐藤原町阿良田北西（Loc.K611）においては、山地斜面に地震断層が出現しており、同地震断層は、湯ノ岳断層に連続していることが確認された（第 3.2-9 図）。また、1999 年調査時においては、同断層露頭の破砕部は固結し、断層面は癒着していると判断したものの、地震発生後において同露頭を

断層の走向方向に掘削して、破砕部の性状を詳細に観察した結果、断層面沿いに数 mm 程度の軟質粘土が確認された（第 3.2-9 図）。

### 3.3 ボーリング・トレンチ調査結果

湯ノ岳断層は、4 月 11 日の地震発生前に実施した調査結果により、後期更新世以降における活動はないと判断していたものの、同地震に伴って地震断層が出現した。このことから、湯ノ岳断層の後期更新世以降における活動性を精度良く把握することを目的に、①岩崎北東地点、②田場坂地点、③別所南地点及び④松本地点においてボーリング調査を、②田場坂地点及び④松本地点においてトレンチ調査を実施した（第 3.3-1 図、第 3.3-2 図）。

各地点における調査結果は以下のとおりである。

#### (1) 岩崎北東地点

本地点は、L<sub>c</sub> リニアメントとして判読される急崖基部に位置し、急崖基部から南西側に標高 345m~330m 程度の比較的平坦な尾根が連続しており、地震断層はこの尾根部に出現している（第 3.3-3 図、第 3.3-4 図）。本地点近傍における地震断層は、開口クラック及び南西側低下の撓み状の地形が認められ、上下変位量は明瞭ではないが、本地点から北西約 230m の折松地点（Loc.Y-7）では南西落ち約 80cm の上下変位が認められる（第 3.3-3 図）。

本地点では、比較的平坦な尾根部に古い堆積物が分布することを期待して、過去数十万年間における累積変位量を把握することを目的に、地震断層を挟んで計 9 孔のボーリングを実施した（第 3.3-4 図）。

ボーリング調査結果を第 3.3-5 図に示す。

ボーリング調査結果によると、地震断層北東側の Iw-9 孔、Iw-6 孔、Iw-3 孔及び Iw-4 孔には花崗閃緑岩が、南西側の Iw-8 孔、Iw-7 孔、Iw-2 孔及び Iw-1 孔には中新統高久層群がそれぞれ分布しており、Iw-9 孔と Iw-8 孔との間に湯ノ岳断層が確認される。ボーリング調査地点では、花崗閃緑岩及び高久層群を覆って古期及び新期の崖錐性堆積物が分布しており、Iw-9 孔と Iw-8 孔との間において、古期崖錐性堆積物基底面の高度に約 4m 南西側低下の不連続が認められる。また、地震断層南西側から北東側に掘削した斜孔 Iw-5 孔（傾斜角 63°）では深度 10.30m において、南西上盤側の古期崖錐性堆積物と北東下盤側の花崗閃緑岩とが断層関係で接していることが確認された（第 3.3-5 図のコア写真）。断層面の傾斜は見かけ約 60° であり、断層面下盤側には幅約 1.2m（コア長）の岩石化した花崗閃緑岩等の角礫破砕部が認められ、断層面沿いには幅 1cm~2cm 程度の橙灰色軟質粘土を伴う。

したがって、本地点における湯ノ岳断層は、古期崖錐性堆積物に南西落ち

の正断層的変位を与えており、その上下変位量は約 4m と判断される。

古期崖錐性堆積物の堆積年代については、同堆積物を覆うローム層上部から鬼界葛原テフラ（約 9.5 万年前；町田・新井，2003）が、また、ローム層下部から飯縄西山テフラ（約 18 万年前；中里・中澤，2007）が検出された（第 3.3-6 図）こと、これらのローム層と下位の古期崖錐性堆積物との間に埋没土壌が存在する等の時間間隙を示す現象は認められず、両者は漸移的であり、古期崖錐性堆積物基底までの層相に変化は認められないことから、およそ 25 万年前～20 万年前と推定される。

以上のことから、本地点において、湯ノ岳断層は、4 月 11 日以前、約 25 万年前～20 万年前に活動しており、その累積変位量は約 4m であることが確認されたものの、活動の時期は特定できなかった。

## (2) 田場坂地点

本地点は、地震発生前の空中写真判読及び現地における簡易測量により  $M_1$  面に変位・変形がないことを確認していた地点であり、4 月 11 日に発生した地震に伴って  $M_1$  面上の湯ノ岳断層に対応する位置において、開口クラックが出現した（第 3.2-7 図，第 3.3-7 図）。同クラックは、断続的であり、上下方向及び水平方向のいずれも明瞭な変位は認められない。

本地点では、 $M_1$  面を構成する堆積物の分布状況を明らかにして、後期更新世以降における湯ノ岳断層の活動履歴、変位量を把握することを目的に、出現した開口クラックを挟んで計 5 孔のボーリングを実施した。さらに、ボーリング調査結果を踏まえて、断層と堆積物との関係を直接確認するため、トレンチ調査を実施した（第 3.3-8 図）。

ボーリング調査結果を第 3.3-9 図に示す。

ボーリング調査結果によると、開口クラック北東側の Tb-3 孔及び Tb-4 孔には古第三系漸新統白水層群石城層が、南西側の Tb-5 孔及び Tb-1 孔には新第三系中新統湯長谷層群水野谷層がそれぞれ分布しており、Tb-2 孔の深度 4.5m 付近において、上盤側の湯長谷層群と下盤側の白水層群とを境する湯ノ岳断層が直接確認された。

破碎部幅は約 1m（コア長）であり、泥岩、砂岩、礫岩などの角礫状破碎ないし擾乱帯となっている。破碎部は全体的に固結しているものの、深度 4.51m に平滑な傾斜角約  $60^\circ$  の断層面が認められ、同断層面上盤側に沿って、幅 1cm 程度の角礫混じり黒色軟質粘土が認められる。

また、ボーリング調査地点においては、古第三系及び新第三系を覆って、 $M_1$  面を構成する礫層等が分布しており、湯ノ岳断層付近を境に、同礫層基底面の高度に約 40cm 南西側低下の不連続が推定される。



このことから、 $M_1$ 面を構成する礫層基底面の高度に不連続が推定される位置においてトレンチ調査を実施した（第 3.3-8 図）。トレンチ壁面のスケッチ・写真を第 3.3-10 図～第 3.3-12 図に示す。

トレンチ壁面において、北東下盤側の白水層群石城層と南西上盤側の湯長谷層群水野谷層とを境する湯ノ岳断層が確認された。同断層は断層面が  $50^\circ \sim 60^\circ$  程度南西傾斜を示す正断層であり、断層面沿いに幅 20cm～70cm 程度の破碎部が認められ、破碎部は軟質となっている。

トレンチには、白水層群及び湯長谷層群を覆って $M_1$ 面を構成する礫層が分布しており、同礫層の上位の堆積物は、下位より、礫混じりローム層、暗褐色土壌及び盛土からなる。

$M_1$ 面を構成する礫層は下盤側の石城層と断層関係で接していることが確認され、断層面沿いでは礫の配列が認められる。同礫層に変位を与えている断層は、断層面の傾斜が概ね  $60^\circ$  南西傾斜、南西落ちの正断層であり、その上下変位量は、北西壁面では約 60cm であり、南東壁面でも断層近傍の礫層基底面の傾斜を断層による引きずりとみなすと上下変位量は約 60cm となる。

$M_1$ 面を構成する礫層の断層変位は明瞭であるが、その上部を覆う礫混じりローム層及びその上位の暗褐色土壌には変位は認められない。これらの断層による変位が認められない堆積物について、連続試料を採取してテフラ分析を実施したが年代の特定はできなかった。

一方、北西壁面の断層上盤側においては、暗褐色土壌が下位の $M_1$ 面を構成する礫層まで楔状に落ち込んだ形態が認められるものの、断層活動に起因したものか否か不明である。また、 $M_1$ 面を構成する礫層に変位を与えている断層の地表面への延長部は、4月11日に出現した開口クラックの北東側約 1m に位置し、両者は一致していない。南東壁面においては、断層上盤側の $M_1$ 面を構成する礫層中に、主断層とは逆に面が北東側に傾斜する数条の節理が認められ、同節理の地表面への延長部は開口クラックの位置にほぼ一致しているものの、同クラック直下の盛土及び暗褐色土壌に節理などは認められず、4月11日に出現した開口クラックとの関係は不明である。

以上のことから、本地点において、湯ノ岳断層は、4月11日以前、 $M_1$ 面を構成する礫層堆積以降に活動しており、その上下変位量は約 60cm であることが確認されたものの、活動の時期は特定できなかった。

### (3) 別所南地点

本地点は、地震発生前の空中写真判読により $M_1$ 面に変位・変形がないことを確認していた地点である。4月11日に発生した地震に伴って $M_1$ 面上の湯ノ岳断層に対応する位置において地震断層が出現し、同地震断層では南西

落ち約 80cm の上下変位が認められた (第 3.2-7 図, 第 3.3-13 図)。

本地点では, 田場坂地点と同様,  $M_1$  面を構成する堆積物の分布状況を明らかにして, 後期更新世以降における湯ノ岳断層の活動履歴, 変位量を把握することを目的に, 地震断層を挟んで計 7 孔のボーリングを実施した (第 3.3-14 図)。

ボーリング調査結果を第 3.3-15 図に示す。

ボーリング調査結果によると, 地震断層北東側の Bs-3 孔, Bs-6 孔及び Bs-4 孔には古第三系漸新統白水層群石城層が, 南西側の Bs-5 孔, Bs-2 孔及び Bs-1 孔には新第三系中新統湯長谷層群水野谷層がそれぞれ分布しており, 地震断層南西側から北東側に掘削した斜孔 Bs-7 孔 (傾斜角  $65^\circ$ ) の深度 13.25m 付近において, 上盤側の湯長谷層群と下盤側の白水層群とを境する湯ノ岳断層が直接確認された。

破砕部の幅は約 24cm (コア長) であり, 緑灰色を呈する泥岩, 砂岩が鱗片状に破砕しており, 破砕部は全体的に固結しているものの, 破砕部下面の深度 13.26m に見かけの傾斜角約  $60^\circ$  の平滑な断層面が認められ, 同断層面上盤側に沿って, 幅 2mm~4mm 程度の灰色軟質粘土が認められる。

また, ボーリング調査地点においては, 古第三系及び新第三系を覆って  $M_1$  面を構成する礫層等が分布しており, 湯ノ岳断層付近を境に, 同礫層基底面の高度に約 160cm 南西側低下の不連続が推定される。この不連続は, 田場坂地点におけるトレンチ調査結果等を考慮すると, 断層による変位である可能性が高く, この不連続量を断層の上下変位量とみなした場合, 4 月 11 日に出現した地震断層の上下変位量の約 2 倍となる。

なお, 本地点の  $M_1$  面の 1 段低位 (比高 5m~10m 程度) に  $M_2$  面が分布しており, この  $M_2$  面の形成年代は, 「3.3(4) 松本地点」において後述するように, テフラ分析の結果から約 10 万年前 (MIS5c) と判断されることから,  $M_1$  面の形成年代は MIS5e と判断される。

以上のことから, 湯ノ岳断層は, 4 月 11 日以前,  $M_1$  面を構成する礫層堆積以降に活動しており, その上下変位量は約 80cm であることが確認されたものの, 活動の時期は特定できなかった。

#### (4) 松本地点

本地点は南西側の丘陵斜面と北東側の  $M_2$  面との境界部に位置しており, 4 月 11 日に発生した地震に伴って境界付近の緩斜面上の湯ノ岳断層に対応する位置において地震断層が出現し, 同地震断層では南西落ち約 60cm の上下変位が認められる (第 3.3-16 図)。

本地点では, 上記緩斜面の下位に  $M_2$  面を構成する堆積物が伏在している

可能性があると考え、約 10 万年前以降における湯ノ岳断層の活動履歴、変位量を把握することを目的に、地震断層を挟んで計 7 孔のボーリングを実施した。さらに、ボーリング調査結果を踏まえて、断層と堆積物との関係を直接確認するため、トレンチ調査を実施した（第 3.3-17 図）。

ボーリング調査結果を第 3.3-18 図に示す。

ボーリング調査結果によると、地震断層北東側の Mt-6 孔、Mt-7 孔、Mt-3 孔及び Mt-4 孔には古第三系漸新統白水層群浅貝層が、南西側の Mt-5 孔、Mt-2 孔及び Mt-1 孔には新第三系中新統湯長谷層群水野谷層がそれぞれ分布しており、Mt-5 孔の深度 18.69m において、上盤側の湯長谷層群と下盤側の白水層群とを境する湯ノ岳断層が直接確認されたほか、同孔の深度 5.85m、深度 3.95m の湯長谷層群内にも断層が確認された。

深度 18.69m に認められる断層面は、傾斜角約  $65^\circ$  を示し、その下盤側に約 30cm（コア長）の岩石化した破碎部を伴い、平滑で断層面は剥離しているものの、面沿いに軟質粘土は認められない。同断層面の剥離についてはボーリング掘削時の機械割れである可能性もある。深度 5.85m に認められる断層面は、平滑で傾斜角約  $55^\circ$  を示し、幅 3cm~4cm の破碎部を伴うが、軟質粘土は認められない。深度 3.95m に認められる断層面は、平滑であり、傾斜角は約  $60^\circ$  を示し、幅 1cm~2cm 程度の軟質粘土を伴う。後述のトレンチ調査により確認された地震断層の断層面の傾斜を下方延長すると Mt-5 孔の深度 5m 付近に位置していることから、深度 3.95m に確認された断層が地震断層の下方延長部に相当するものと判断される。

ボーリング調査地点においては、断層の両側には古第三系及び新第三系を覆って堆積物が分布し、断層の北東側には  $M_2$  面を構成する堆積物が確認されるものの、断層近傍では堆積物は薄くなり、断層直上部では堆積物が欠如していることが推定された。

このことから、緩斜面を構成する堆積物と断層との関係を直接確認するためトレンチ調査を実施した（第 3.3-17 図）。トレンチ壁面のスケッチ・写真を第 3.3-19 図~第 3.3-21 図に示す。

トレンチ壁面において、北東下盤側の白水層群浅貝層と南西上盤側の湯長谷層群水野谷層とを境する湯ノ岳断層が確認された。同断層は断層面が  $65^\circ$  程度南西傾斜を示す正断層であり、断層面沿いに幅 20cm 程度の破碎部が認められ、破碎部は軟質となっている。

トレンチには、白水層群及び湯長谷層群を覆って、下位より、 $M_2$  面を構成するシルト質礫層、緩斜面を構成する亜角礫層・シルト層、礫混じりローム層、黒色~暗灰色土壌等が分布する。

トレンチ壁面において確認された白水層群と湯長谷層群とを境する断層

は、上記の上載層の各層に変位を与え、地震断層に連続している。上載層の各層の上下変位量は 60cm 程度であり、地震断層の上下変位量とほぼ同程度である。

上載層の年代については、トレンチ壁面及びボーリングコアの礫混じりローム層の下限付近から、鬼界葛原テフラ（約 9.5 万年前：町田・新井，2003）起源の高温型石英に付着した火山ガラスが複数箇所において検出される（第 3.3-22 図）ことから、 $M_2$  面の形成年代、緩斜面を構成する堆積物の堆積年代はいずれも約 10 万年前（MIS5c）と判断される。

以上のことから、本地点においては、4 月 11 日以前の断層活動を認定することはできず、本地点における湯ノ岳断層は、約 10 万年前以降、4 月 11 日の地震発生までの間には上下変位を伴う活動はなかったものと判断される。

### 3.4 総合評価

湯ノ岳断層に関する追加調査結果に基づき、同断層の活動性などについてまとめると以下のとおりである。湯ノ岳断層の活動性に関するまとめを第 3.4-1 表に示す。

#### (1) 地震断層のセンスと変位量

4 月 11 日に出現した地震断層は、いずれの地点においても、高角度の南西落ちの正断層である。上下変位量は最大 1m 程度であるが、変位量はバラツキが大きく、地震断層が出現した区間内でも一部において、地震断層が出現していない地点も認められる。

#### (2) 後期更新世以降の活動と変位量

田場坂地点において、 $M_1$  面を構成する礫層堆積以降における断層活動が確認され、別所南地点においても同時期に断層活動があった可能性が高い。ただし、この活動時期を特定するデータは得られなかった。

この最新活動に先行する活動における上下変位量は、田場坂地点では約 60cm、別所南地点では約 80cm であり、最新活動における平均的な上下変位量と同程度である。

#### (3) 活動間隔

湯ノ岳断層主部に位置する岩崎北東地点においては、約 25 万年前～約 20 万年前と推定される古期崖錐性堆積物基底面の上下方向の累積変位量は約 4m であることが確認され、岩崎北東地点付近における地震断層の上下変位量は約 80cm である。本断層の 1 回の活動による平均的な上下変位量を 80cm

とすると、古期崖錐性堆積物基底面の累積変位量は5回の活動の累積となり、平均的な活動間隔は、古期崖錐性堆積物の堆積年代を約25万年前とした場合、最短約5万年、最長約6万年、同堆積年代を20万年前とした場合、最短約4万年、最長約5万年と見積もられる。

一方、松本地点においては、湯ノ岳断層は4月11日の地震断層出現以前の過去約10万年間には活動がなかったものと判断され、この結果は、断層主部と考えられる岩崎北東地点において得られた活動間隔とは矛盾している。このことは、本地点が湯ノ岳断層南東端付近に位置していることから、4月11日の活動に先行する1回前の活動が松本地点まで及ばなかったものと解釈される（第3.4-1表）。

#### (4) 断層破砕部の性状

露頭における断層破砕部の性状について、従前の調査においては破砕部は固結しており、断層面は癒着していると判断していたものの、これらの露頭を断層の走向方向に掘削して、破砕部の性状を詳細に観察した結果、断層面沿いに数mm程度の軟質粘土が確認された。

また、ボーリング調査を実施した4地点のいずれにおいても、平滑な断層面及び同断層面沿いに軟質粘土が確認された。

#### 4. まとめ

湯ノ岳断層については、敷地からの距離(福島第一原子力発電所から約50km, 福島第二原子力発電所から約40km), 断層の長さの観点から敷地への影響が小さいため, ボーリング調査等の詳細な地質調査は実施せず, 断層を横断する地形面の状況と断層破砕部の性状に基づいて活動性の評価を行い, 後期更新世以降の活動がないと判断していた。しかし, 4月11日に湯ノ岳断層近傍において地震(M7.0)が発生したこと及び同地震に伴って湯ノ岳断層沿いに地震断層が出現したことを踏まえて, ボーリング調査, トレンチ調査等の詳細な地質調査を実施した。

その結果, 断層破砕部の性状については, 露頭において新鮮な断層面及び破砕部を詳細に観察することによって, わずかながら軟質粘土が確認された。また, 断層面をとらえた複数のボーリングコアの詳細観察により, いずれも軟質粘土が確認された。

4月11日以前の断層の活動については, 複数地点においてM<sub>1</sub>面段丘堆積物の基底に約60cm~80cmの変位が確認され, 後期更新世以降の活動が認められた。

以上のことから, 湯ノ岳断層は耐震設計上考慮すべき活断層であったと判断され, 今回と同様のボーリング調査, トレンチ調査等の詳細な地質調査を実施していれば, 活動性の評価は可能であったと考えられる。

なお, 従前の湯ノ岳断層周辺の地形面に関する調査結果では, 今回の地震断層を横断するいずれのM<sub>1</sub>面にも過去の活動の痕跡は確認されておらず, 湯ノ岳断層のような活動間隔の長い断層については, 断層活動の痕跡の認定が難しい場合があると考えられる。したがって, 敷地へ大きな影響を与えることが否定できない断層については, ボーリング調査, トレンチ調査等の詳細な地質調査の実施により, 断層の活動性を直接確認することが重要と考えられる。

また, 従前断層破砕部が固結していると評価していた露頭において, 新鮮な断層面及び破砕部で軟質粘土が確認されたこと, ボーリングによって採取したいずれの断層破砕部においても, 軟質粘土が確認されたことから, 断層破砕部の性状に関する調査においては, 地表付近の風化・劣化などが影響し, その性状の確認が困難な場合があると考えられる。したがって, 断層破砕部の性状に関する調査においては, 風化・劣化などの影響を避けた新鮮な断層破砕部の性状を確認することが重要と考えられる。

## 【参考文献】

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）：双葉断層の評価，地震調査委員会．

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）：福島盆地西縁断層帯の評価，地震調査委員会．

中田 高・今泉俊文編（2002）：活断層詳細デジタルマップ，東京大学出版会．

活断層研究会編（1991）：新編 日本の活断層，東京大学出版会．

加藤碩一・栗田泰夫・下川浩一（1984）：活構造図－新潟（1/50万），地質調査所．

国土地理院（2011）：平成23年4月の地殻変動について 別紙10 福島県浜通りの地震（4/11，M7.0）．

（URL：<http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2011-goudou0510.htm>）

栗田泰夫・楮原京子・杉山雄一・吉岡敏和・吾妻 崇・安藤亮輔・丸山 正（2011）：2011年4月11日福島県浜通りの地震に伴う湯ノ岳・藤原断層の地表変位ベクトル（速報）．

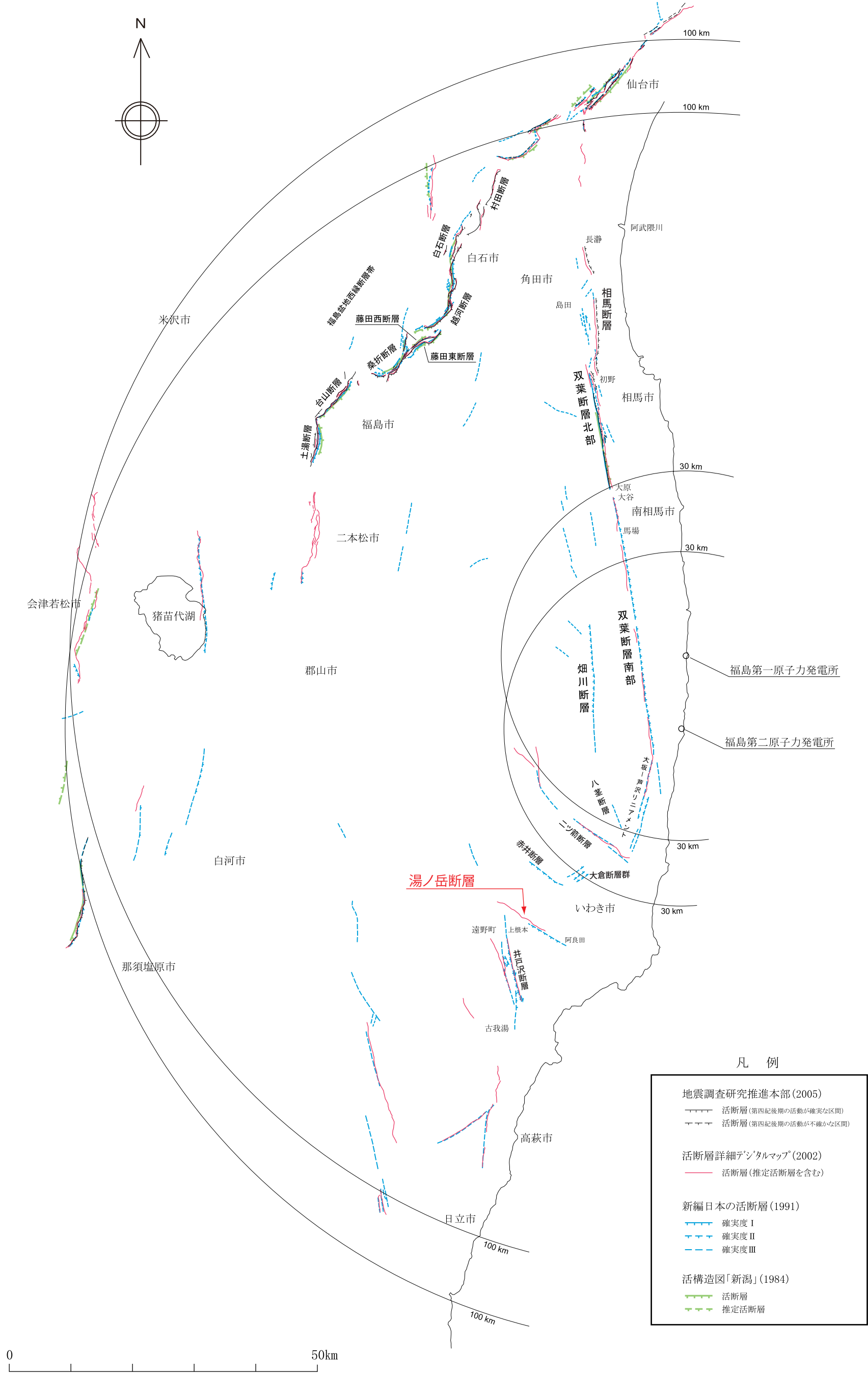
（URL：<http://unit.aist.go.jp/actfault-eq/Tohoku/report/fukushima.html>）

引間和人（2011）2011年4月11日福島県浜通りの地震（Mj 7.0）の強震波形による震源過程解析，日本地震学会2011年秋季大会．

芝 良昭（2011）：経験的グリーン関数を用いた2011年4月11日福島浜通りの地震（M 7.0）の震源過程解析，地震工学会．

町田 洋・新井房夫（2003）：新編火山灰アトラス．東京大学出版会，336p．

中里裕臣・中澤 勉（2007）：飯縄西山テフラの発見による関東平野北西部，江南台地のテフロクロノロジー，地質学雑誌，第113巻，p628-635．



第2-1図 敷地周辺陸域の文献による活断層分布図(半径30km以遠)

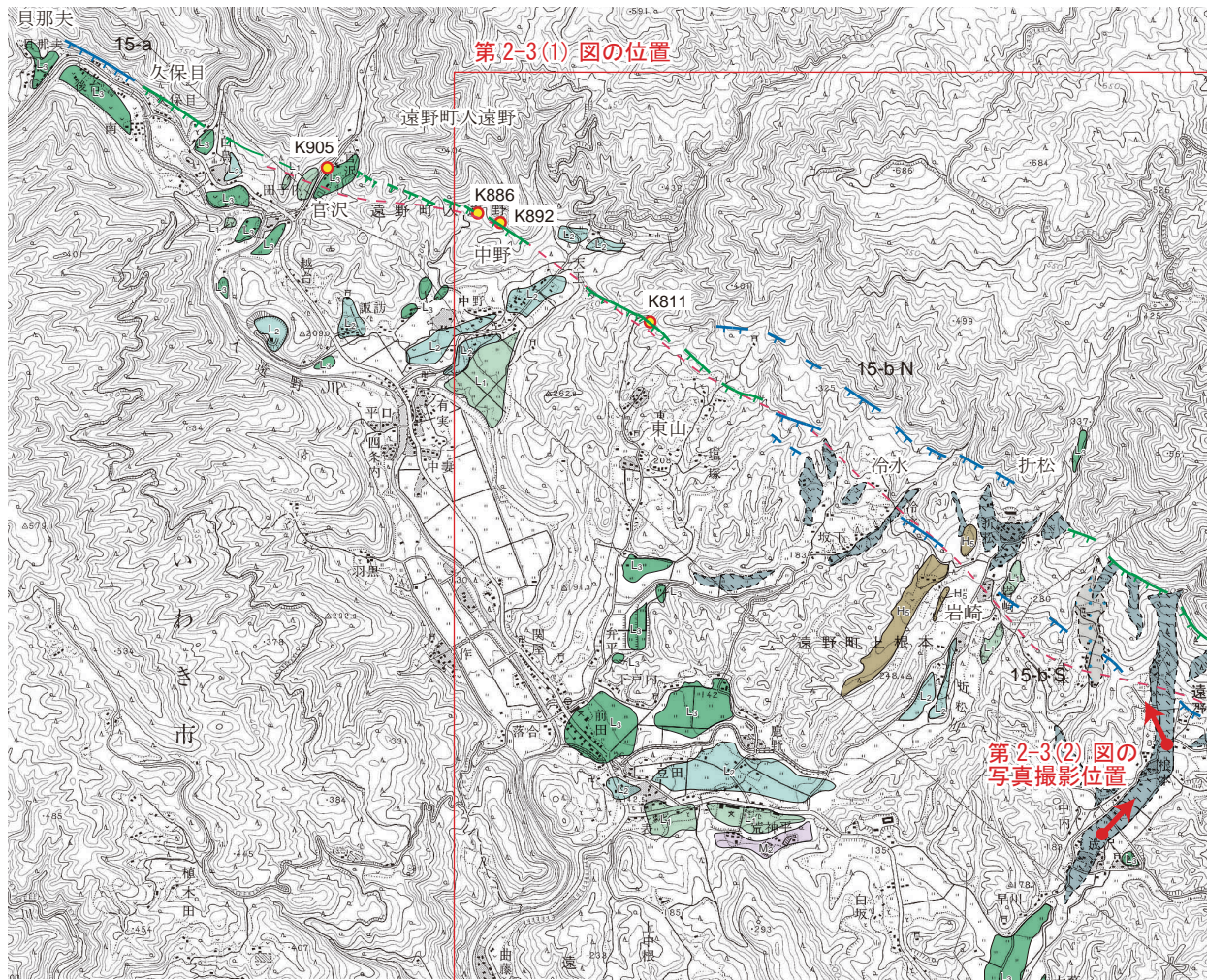


第2-1表 敷地周辺陸域の地質層序表

地質時代		地層名		主な岩相・層相		貫入岩類						
新 生 代	第四紀	完新世	沖積層		礫層, 砂層, シルト～粘土層。							
		更新世	段丘堆積物		礫層, 砂層, シルト～粘土層。							
	新 第三 紀	鮮新世	後期	仙台層群	上部	富岡層	砂質泥岩, 砂岩。凝灰岩を挟在。					
					前期	久保間層	泥岩, 砂岩, 礫岩。亜炭層を挟在。					
			下部	四倉層	砂質泥岩。上部は砂岩, 砂質泥岩・砂岩互層。							
		中期	多層賀群	南磯脇層		砂質泥岩。最下部は粗粒砂岩。						
				赤柴層		礫岩, 砂質泥岩。						
		前期	湯長谷群	平層	名取層群	山入層	礫岩, 砂岩。			野手上山玄武岩		
						芳ヶ沢層	礫岩, 砂岩, 凝灰質砂岩, 凝灰質泥岩。			礫岩, 砂岩, 泥岩。		
						迫層	礫質粗粒砂岩。					
						高館層	礫質砂岩。			安山岩溶岩, 同質火山砕屑岩類, 礫岩, 砂岩。		
			高久層群 白土層群	沼ノ内層	高久層群 白土層群		大内層	塊状珪質泥岩。		礫岩, 砂岩, 泥岩。凝灰岩, 亜炭層を挟在。		
	上高久層			天明山層				安山岩質凝灰角礫岩。				
	南白土層			湯長谷群				塩手層	板状珪質泥岩。			
	吉野谷層								砂質泥岩。		礫岩, 砂岩。炭層を挟在。	
	前期	湯長谷群	平層	名取層群	三沢部層	礫質粗粒砂岩。		泥岩, 凝灰質砂岩。				
					本谷部層	礫質砂岩。			安山岩溶岩, 同質火山砕屑岩類, 礫岩, 砂岩。			
					石森山部層	塊状珪質泥岩。				礫岩, 砂岩, 泥岩。凝灰岩, 亜炭層を挟在。		
					龜ノ尾層	天明山層			安山岩質凝灰角礫岩。			
	前期	湯長谷群	平層	名取層群	水野谷層	板状珪質泥岩。		礫岩, 砂岩。炭層を挟在。				
五安層					砂質泥岩。							
櫛平層					礫質砂岩。炭層を挟在。							
櫛平層					礫岩。炭層を挟在。							
古第三紀	漸新世	後期										
		前期	白水層群	白坂層	塊状頁岩。							
	白水層群	浅貝層		泥質細粒砂岩。								
	始新世	後期	白水層群		礫岩, 砂岩, 泥岩。炭層を挟在。							
		前期										
暁新世												
中 生 代	白亜紀	後期	双葉層群	玉山層	砂岩。							
				笠松層	砂岩・泥岩互層。							
				足沢層	礫岩, 砂岩, 砂質泥岩。							
	前期					花崗岩類						
						塩基性～超塩基性岩類						
	ジュラ紀	後期	高倉層・郭公山層・高倉山安山岩類		流紋岩質凝灰岩, デイサイト質～安山岩質溶岩, 凝灰角礫岩。							
			相馬中村層群		砂岩, 頁岩。礫岩, 石灰岩を挟在。							
		中期										
		前期										
三疊紀					塩基性～超塩基性岩類							
古 生 代	ペルム紀	高倉山層										
	石炭紀	相馬古生層		頁岩, 砂岩, 砂岩・頁岩互層, 石灰岩。								
	後期デボン紀	時代未詳古生層・鹿狼山層										
	先後期デボン紀	変成岩類		泥質片岩, 珪質片岩, 緑色片岩, 黒色片岩。								

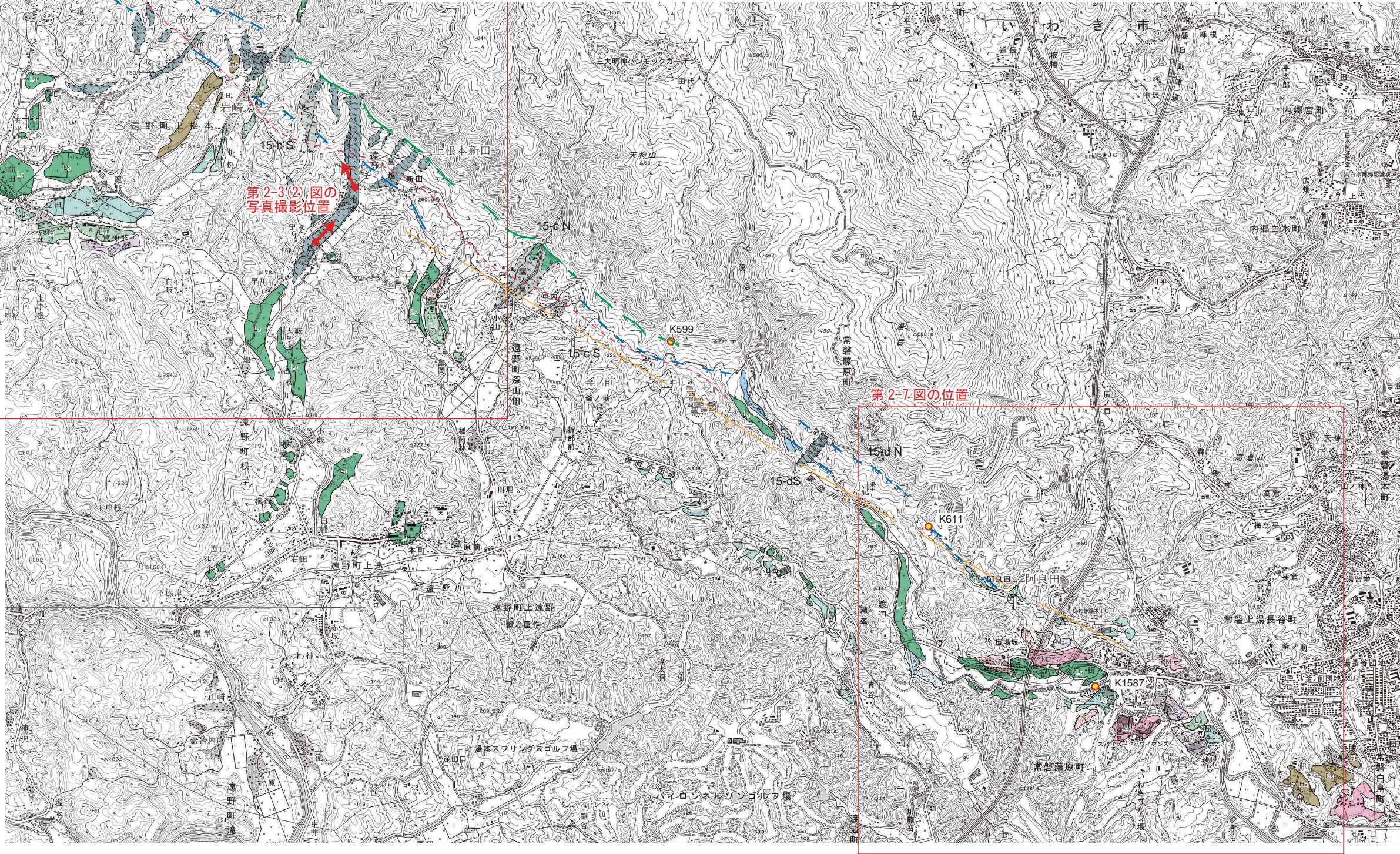
~~~~~ 不整合    ——— 指交関係    ..... 同時代の地層であるが直接の関係が不明





| 断層・リニアメント名                             | 走向      | 長さ (km) | 地区番号 | ランク  | 地形形態   | 基準地形  | 不連続量 (m)     |            | 備考 | 文献との比較                                                                                         |                     |              |
|----------------------------------------|---------|---------|------|------|--------|-------|--------------|------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|
|                                        |         |         |      |      |        |       | 上下 (低下側)     | 水平         |    | 新編「日本の活断層」(1991)                                                                               | 活断層詳細デジタルマップ(2002)  |              |
|                                        |         |         |      |      |        |       |              |            |    |                                                                                                |                     |              |
| 15. 湯ノ岳断層 (いわき市遠野町入遠野貝那夫～いわき市常盤藤原町阿良田) | NW - SE | 13.5    |      | 15-a | Lc, Ld | 急崖・鞍部 | 小起伏山地斜面/小起伏面 | S(130-150) |    | 崖は北側の小起伏山地と南側の小起伏面・段丘面などの分布域との地形境界をなし、比高が大きい。崖は開折がやや進んでいるもの、崖基部の傾斜変換部は比較的明瞭である。                | -                   | 推定活断層 長さ9km* |
|                                        |         |         |      |      |        |       |              |            |    | 崖は開折が進み、崖基部は傾斜変換部が不明瞭な所が多い。                                                                    | -                   | -            |
|                                        |         |         |      |      |        |       |              |            |    | 崖は平面的で比較的新鮮であり、崖基部に沿って、鞍部・直線状の谷が認められる。                                                         | -                   | -            |
|                                        |         |         |      |      |        |       |              |            |    | 鞍部及びそこから続く直線状の谷が、断続してほぼ直線的に分布する。                                                               | -                   | -            |
|                                        |         |         |      |      |        |       |              |            |    | 崖は北側の小起伏山地と南側の小起伏面・扇状地性平坦面・段丘面などの分布域との地形境界をなし、比高が大きい。崖は開折がやや進んでいるもの、崖基部の傾斜変換部は比較的明瞭で、直線的に連続する。 | -                   | 推定活断層 長さ9km* |
|                                        |         |         |      |      |        |       |              |            |    | 扇状地性平坦面は、主に急崖の南側に分布し、一部、急崖を横切って川沿いに北側まで分布する扇状地性平坦面には、高度不連続などの変位地形は認められない。                      | -                   | -            |
|                                        |         |         |      |      |        |       |              |            |    | 小起伏面に、東側低下の不明瞭な傾斜変換部が認められ、15-c Nの急崖に並走して分布する。                                                  | -                   | -            |
|                                        |         |         |      |      |        |       |              |            |    | 崖は開折が進み凹凸し、崖基部の傾斜変換部が不明瞭である。                                                                   | 確定度Ⅱ (一部確定度Ⅲ) 長さ6km | -            |
|                                        |         |         |      |      |        |       |              |            |    | 崖は小起伏に沿って連続することから河川の側方浸食による可能性もあるが、崖面は比較的平面的で、直線性が高い。                                          | -                   | -            |
|                                        |         |         |      |      |        |       |              |            |    | 崖は直線性が高いが、極めて局所的に分布する。                                                                         | -                   | -            |

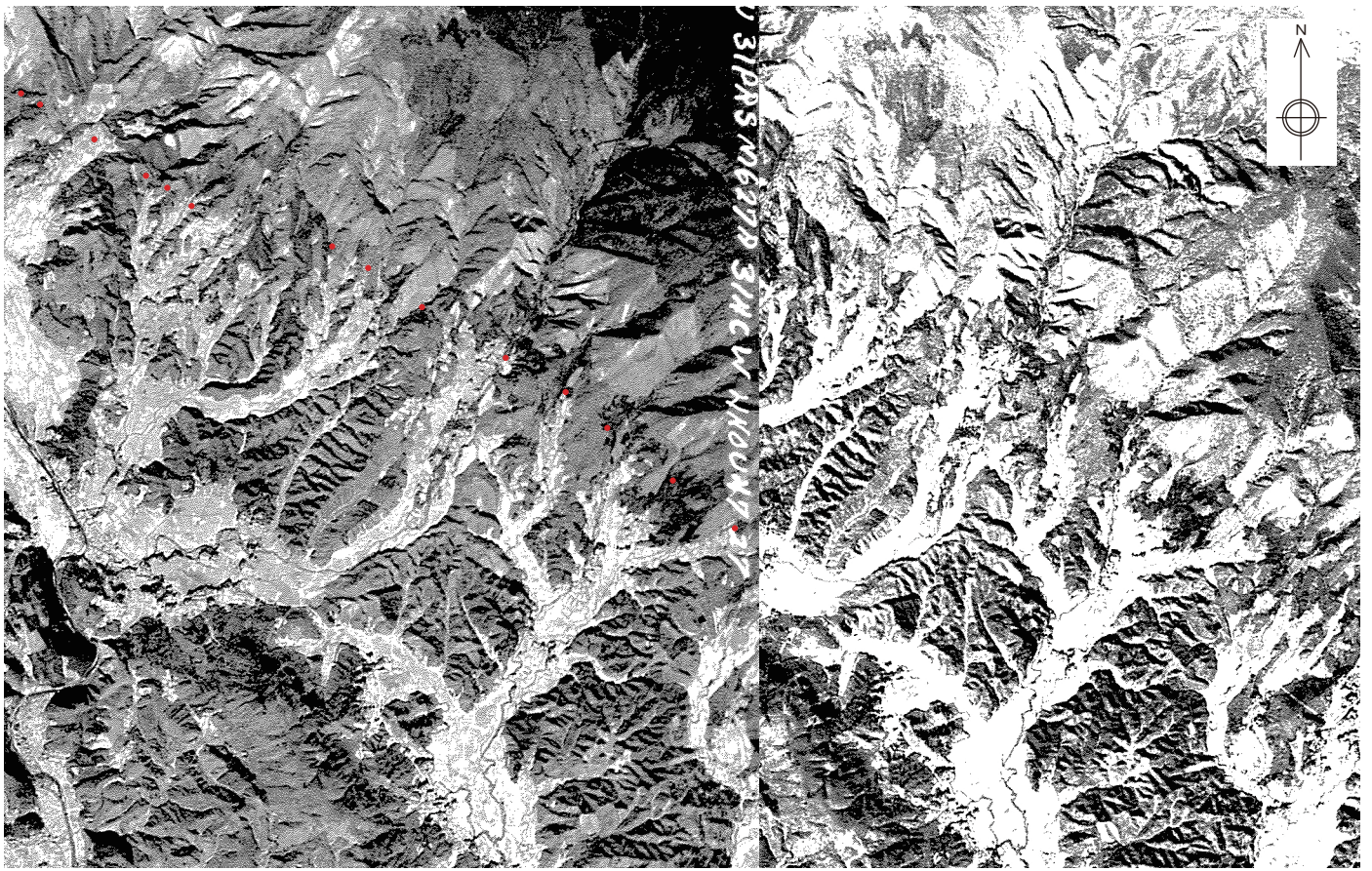
\*.同一の推定活断層



- 凡例
- 段丘面
- A<sub>2</sub> 面
  - L<sub>3</sub> 面 (MIS 2)
  - L<sub>2</sub> 面 (MIS 3)
  - L<sub>1</sub> 面 (MIS 5a)
  - M<sub>2</sub> 面 (MIS 5c)
  - M<sub>1</sub>' 面 (MIS 5e ~ MIS 5d)
  - M<sub>1</sub> 面 (MIS 5e)
  - H<sub>5</sub> 面 (MIS 7あるいはそれ以前の高海面期)
- 崖錐性～扇状地性平坦面 (低位面)
- 崖錐性～扇状地性平坦面 (高位面)
- リニアメント・地区番号
- L<sub>C</sub>  15-a
  - L<sub>D</sub>  15-a
- (短線は低下側を、矢印は尾根、谷の屈曲方向を示す。)
- K899 露頭位置・番号
- 新編日本の活断層(1991)
- 確定度Ⅱ
  - 確定度Ⅲ
- 活断層詳細デジタルマップ(2002)
- 推定活断層
- 500m 0 500 1000 1500

第2-2 図 湯ノ岳断層周辺の空中写真判読図



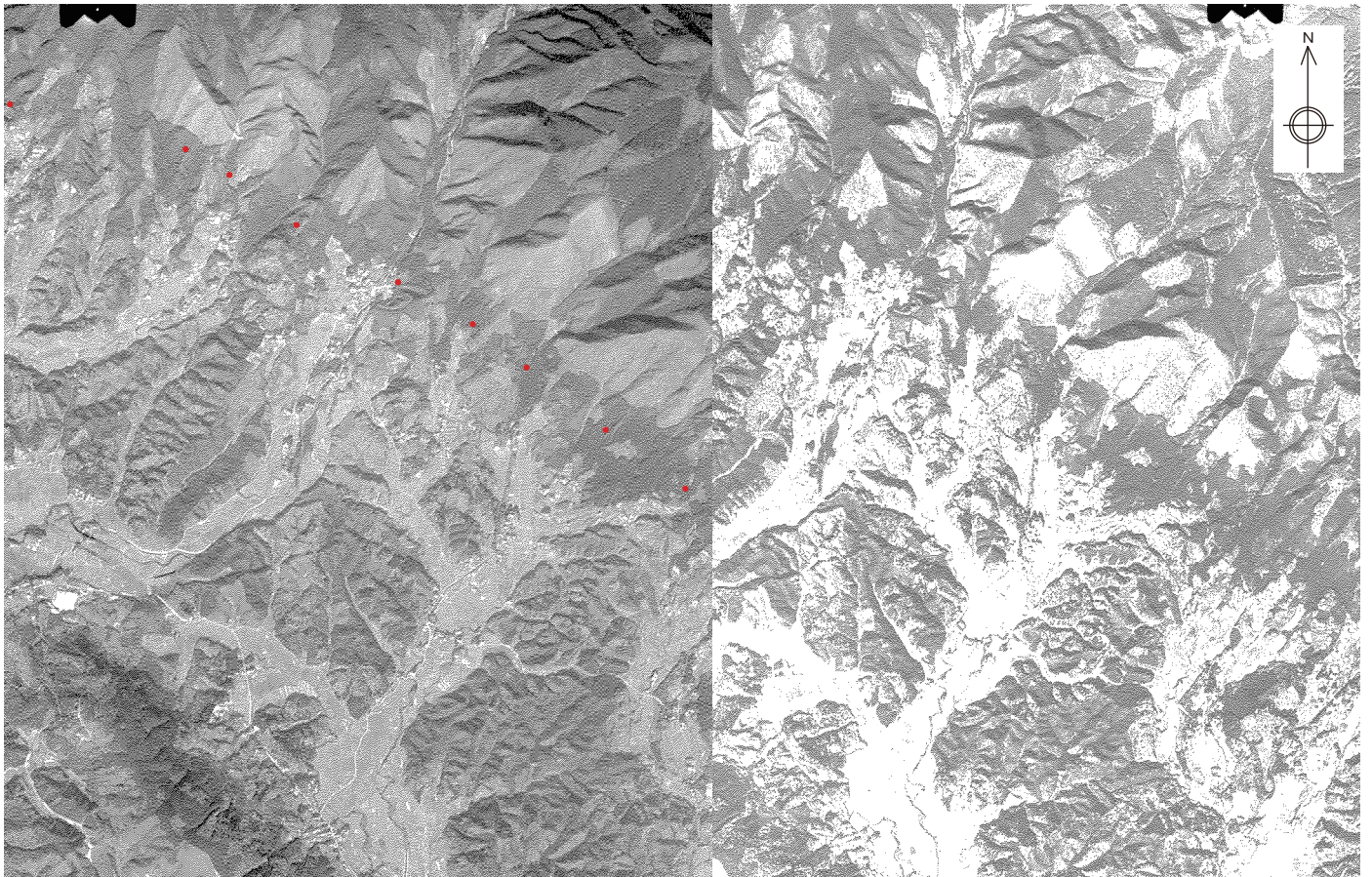


252VV M627 (1947)

500m 0 500 1000 1500

253VV M627 (1947)

【米軍撮影】



TO-74-5Y C8-10

500m 0 500 1000 1500

TO-74-5Y C8-11

【国土地理院撮影】

●:地震断層, 変状確認地点

第 2-3(1) 図 湯ノ岳断層北西部の空中写真



SW←

→NE



いわき市遠野町根本付近における湯ノ岳断層沿いのリニアメント

NW←

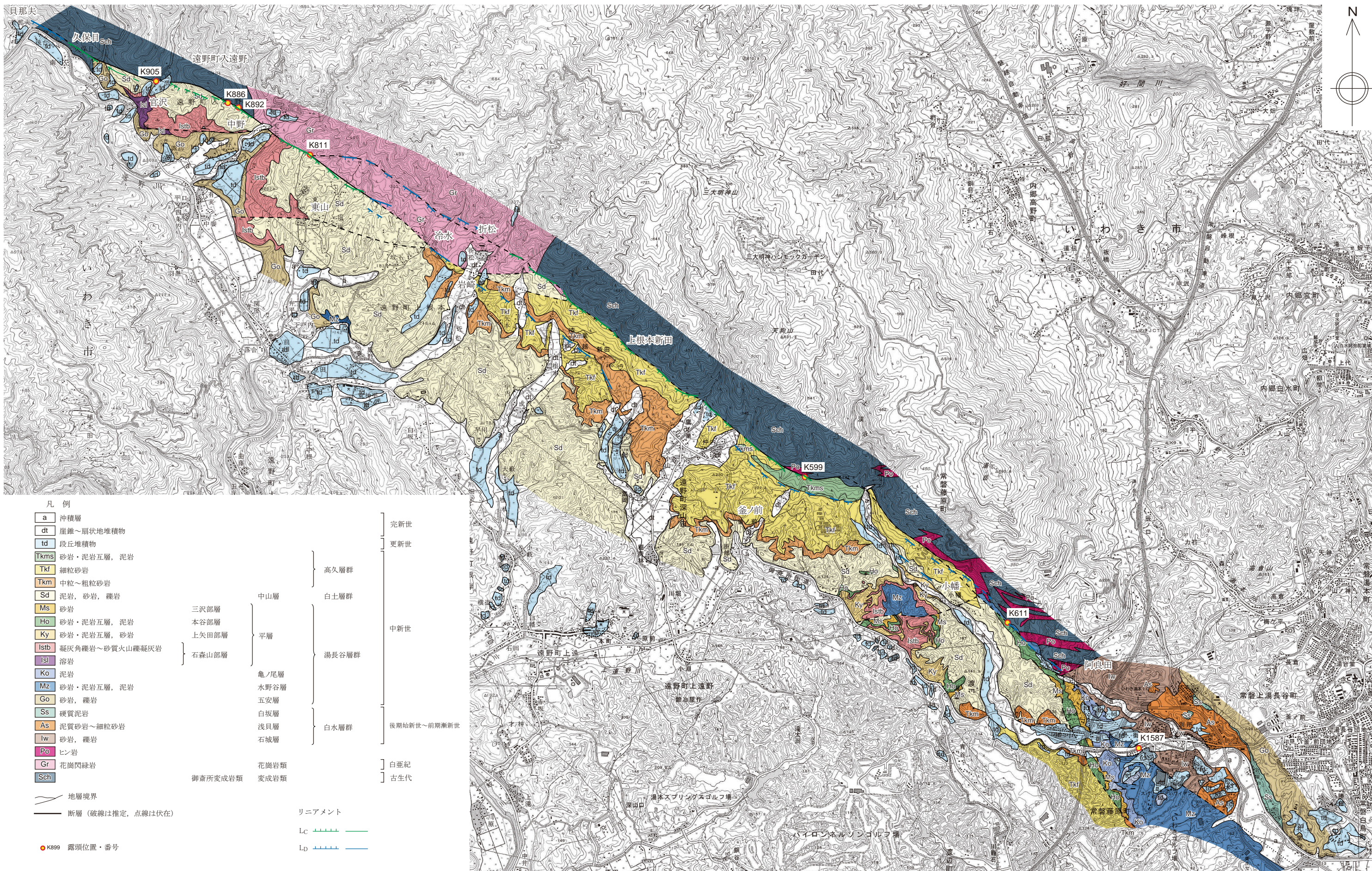
→SE



同上  
2条の並走するリニアメントのうち北側のLCリニアメントとして判読される急崖

第2-3(2) 図 湯ノ岳断層沿いのリニアメント地形写真

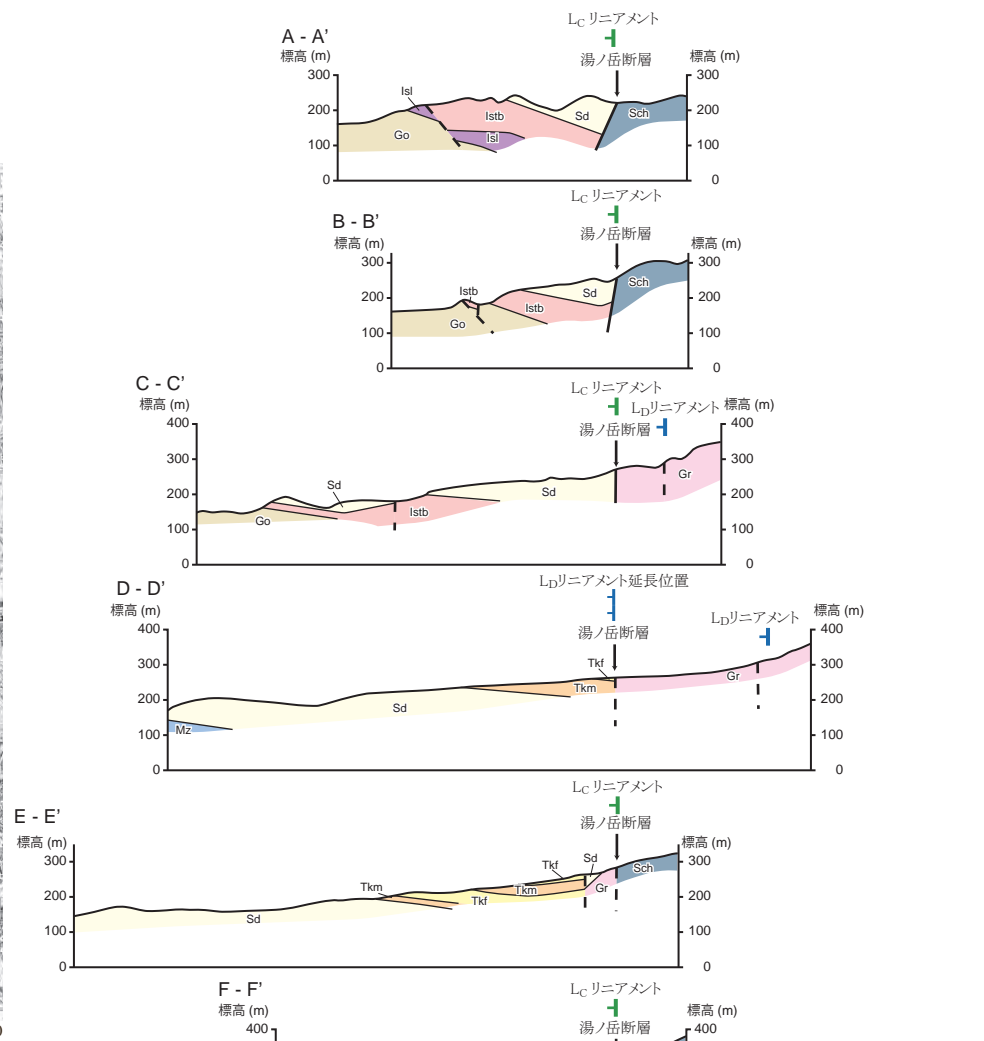
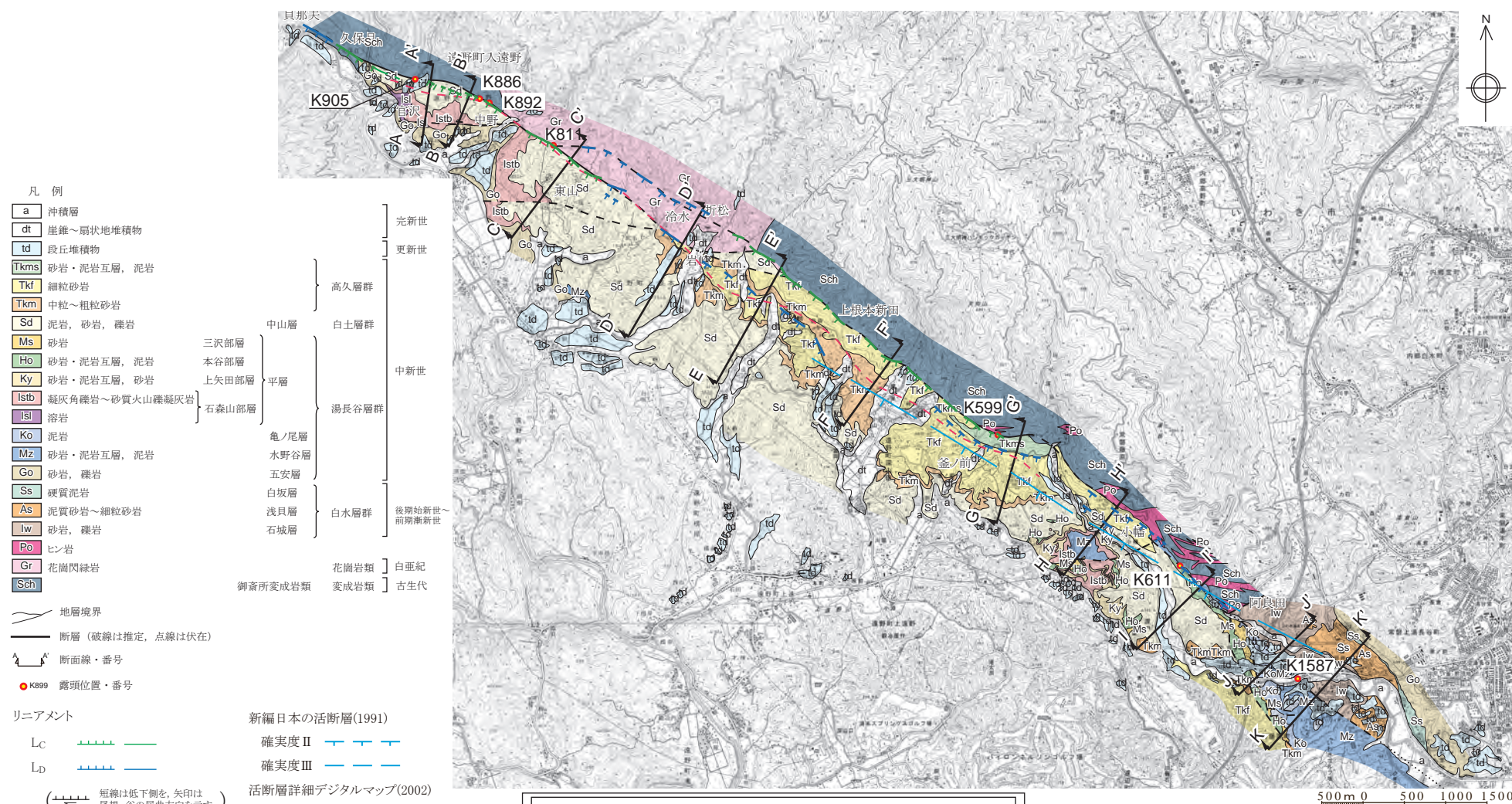




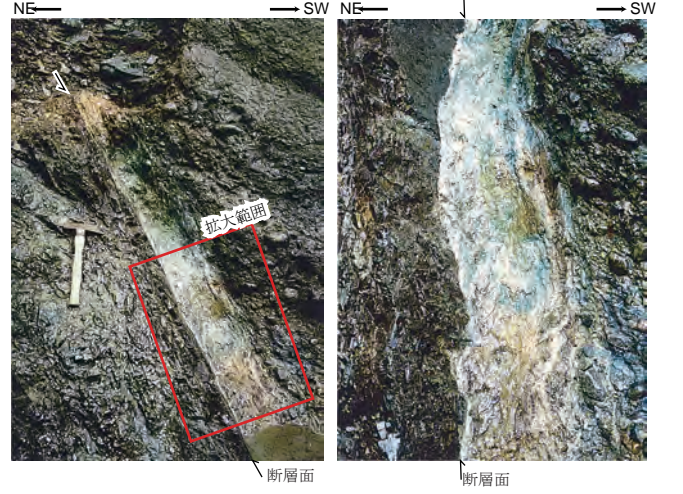
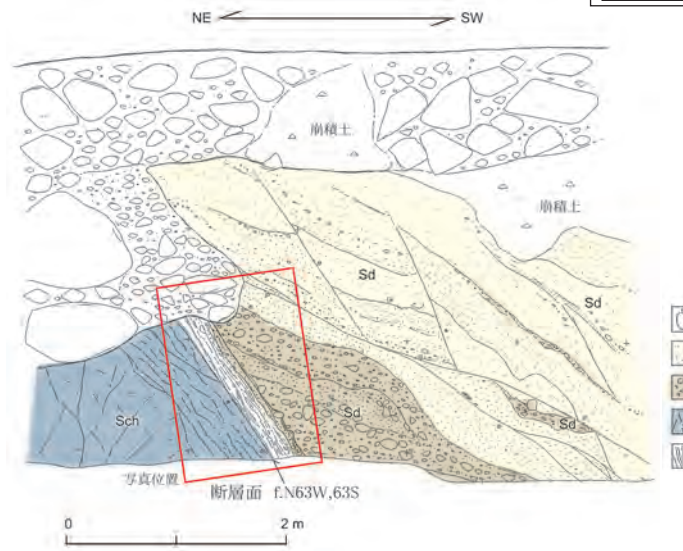
- 凡例
- |      |                |       |             |     |  |
|------|----------------|-------|-------------|-----|--|
| a    | 沖積層            |       |             |     |  |
| dt   | 崖錐～扇状地堆積物      |       |             |     |  |
| td   | 段丘堆積物          |       |             |     |  |
| Tkms | 砂岩・泥岩互層, 泥岩    | 高久層群  | 更新世         |     |  |
| Tkf  | 細粒砂岩           |       |             |     |  |
| Tkm  | 中粒～粗粒砂岩        |       |             |     |  |
| Sd   | 泥岩, 砂岩, 礫岩     | 中山層   | 白土層群        |     |  |
| Ms   | 砂岩             |       |             |     |  |
| Ho   | 砂岩・泥岩互層, 泥岩    | 三沢部層  | 中新世         |     |  |
| Ky   | 砂岩・泥岩互層, 砂岩    |       |             |     |  |
| Istb | 凝灰角礫岩～砂質火山礫凝灰岩 | 本谷部層  | 湯長谷層群       |     |  |
| Isl  | 溶岩             |       |             |     |  |
| Ko   | 泥岩             | 上矢田部層 | 平層          |     |  |
| Mz   | 砂岩・泥岩互層, 泥岩    |       |             |     |  |
| Go   | 砂岩, 礫岩         | 石森山部層 | 白土層群        |     |  |
| Ss   | 硬質泥岩           |       |             |     |  |
| As   | 泥質砂岩～細粒砂岩      | 龜ノ尾層  | 後期始新世～前期漸新世 |     |  |
| Iw   | 砂岩, 礫岩         | 水野谷層  |             |     |  |
| Po   | 珸岩             | 五安層   |             |     |  |
| Gr   | 花崗閃緑岩          | 白坂層   |             |     |  |
| Sch  | 花崗閃緑岩          | 浅貝層   | 白亜紀         |     |  |
|      | 御倉所変成岩類        | 石城層   |             | 古生代 |  |
|      |                | 変成岩類  |             |     |  |
- 地層境界
- 断層 (破線は推定, 点線は伏在)
- リニアメント
- Lc
- Ld
- K899 露頭位置・番号

第2-4図 湯ノ岳断層周辺の地質図

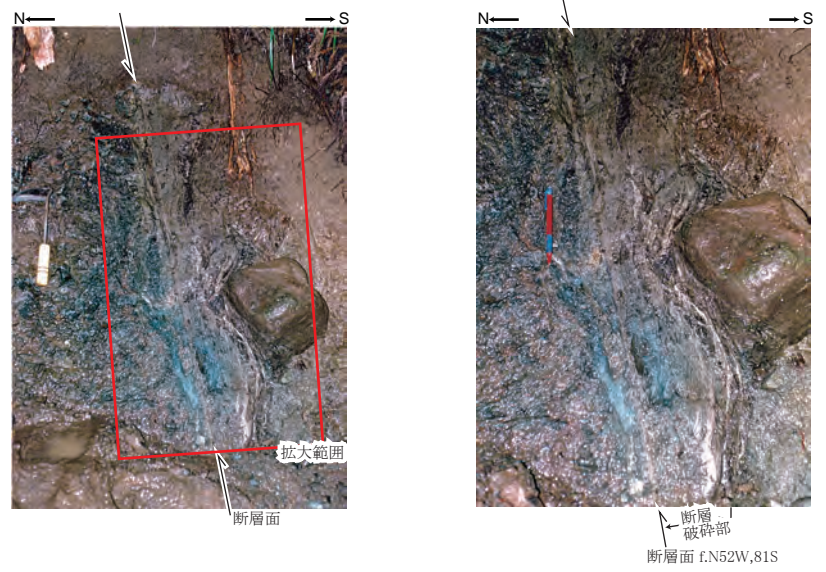




a. 湯ノ岳断層周辺の地質図・リニアメント分布図



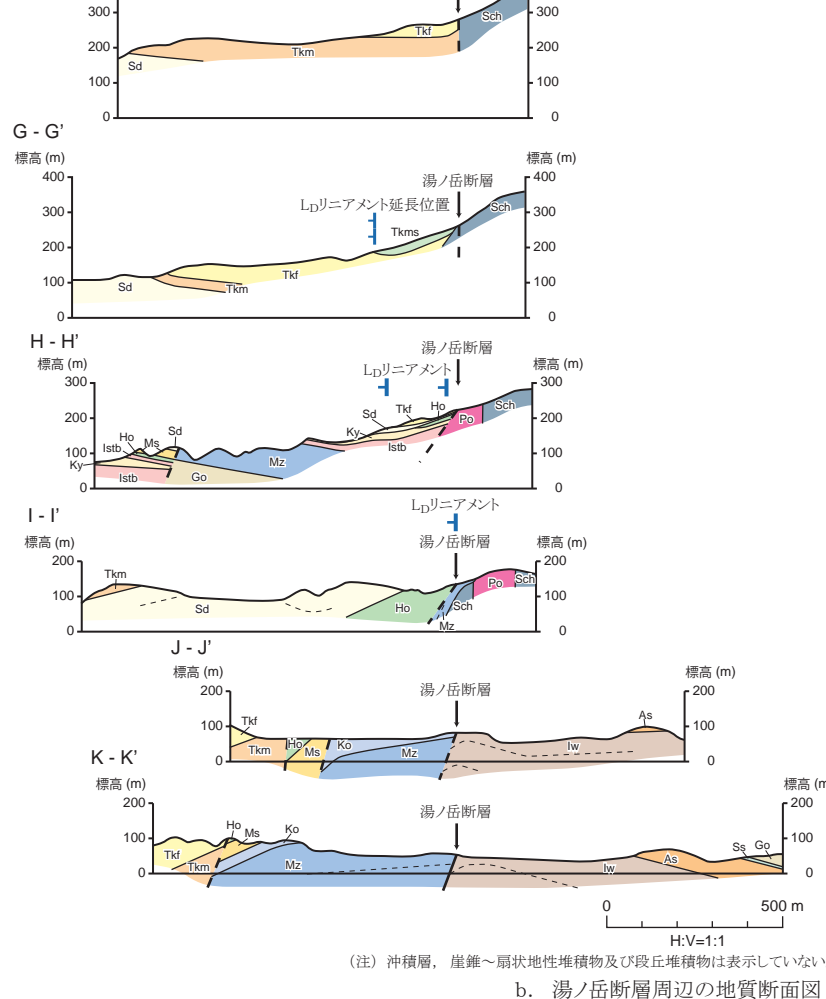
c. 断層露頭スケッチ・写真 (Loc. K905) : 変成岩と中新統中山層とを境する断層。断層破砕部は固結している。



d. 断層露頭写真 (Loc.K892) : 変成岩と中新統とを境する断層。断層破砕部は固結している。

**湯ノ岳断層の評価**

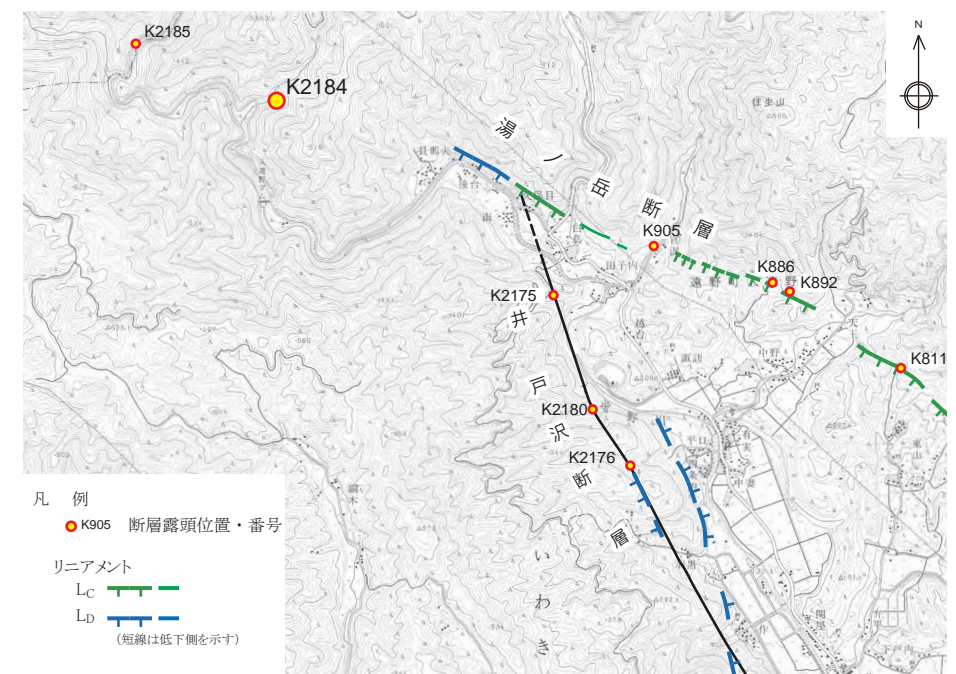
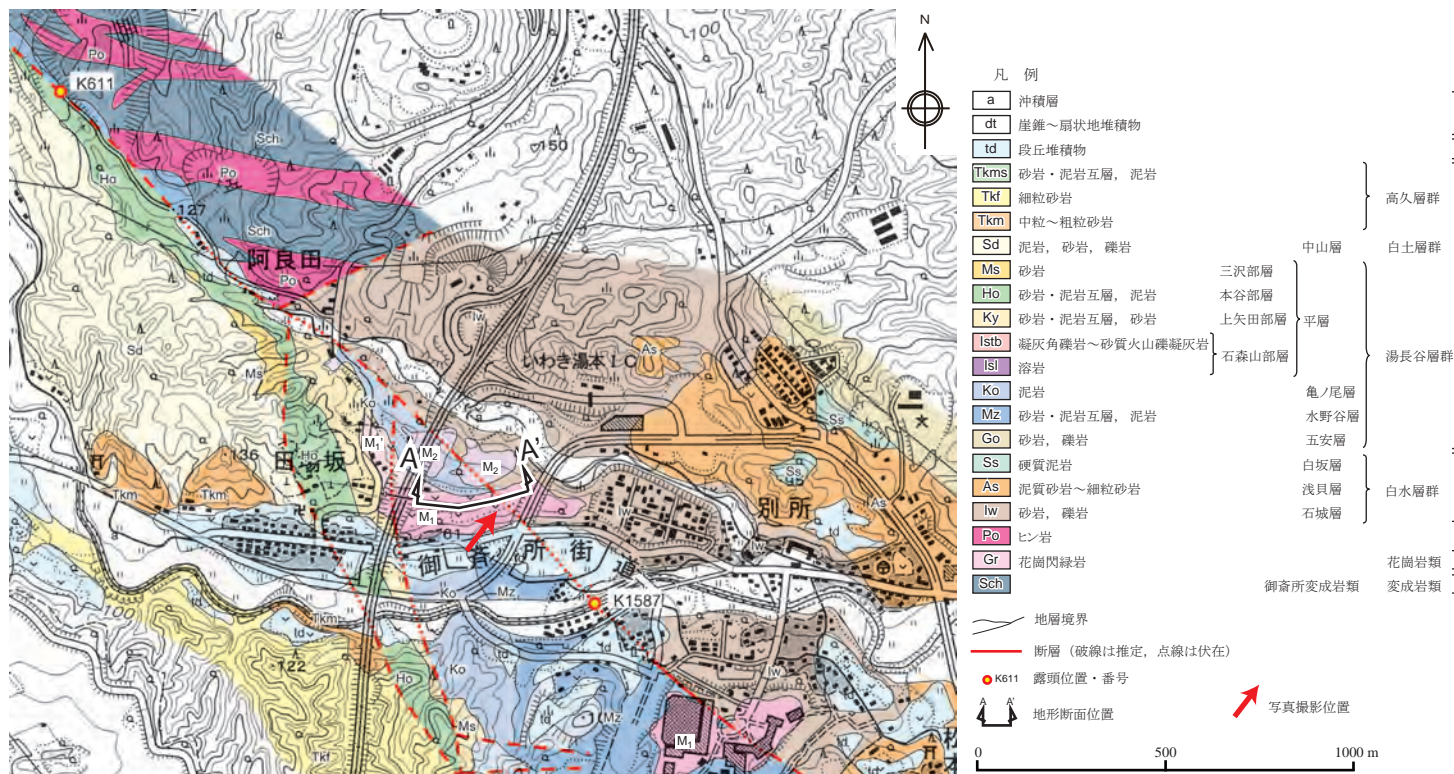
- ・リニアメントに対応して、北側の変成岩類あるいは花崗閃緑岩と中新統とを境する正断層及び中新統内に正断層が確認される。
- ・断層に対応していないリニアメントは、いずれも異なる岩質の地層境界に対応していることから、これらは岩質の差を反映した侵食地形であると判断される。



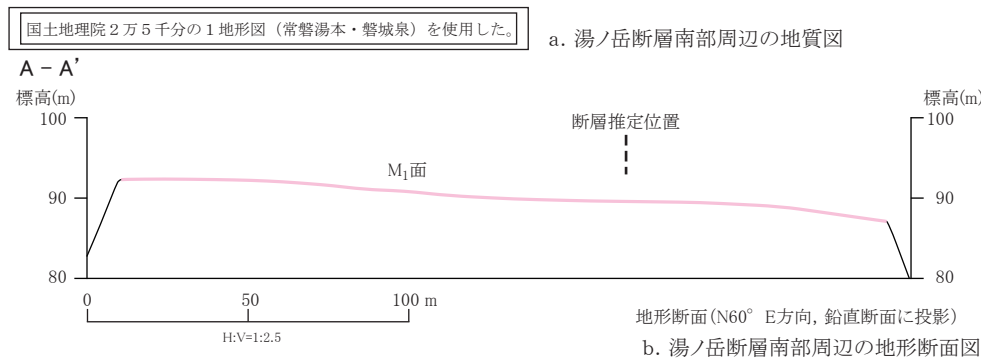
(注) 沖積層、崖錐～扇状地性堆積物及び段丘堆積物は表示していない。  
b. 湯ノ岳断層周辺の地質断面図

第2-5図 湯ノ岳断層の従前の調査結果・評価

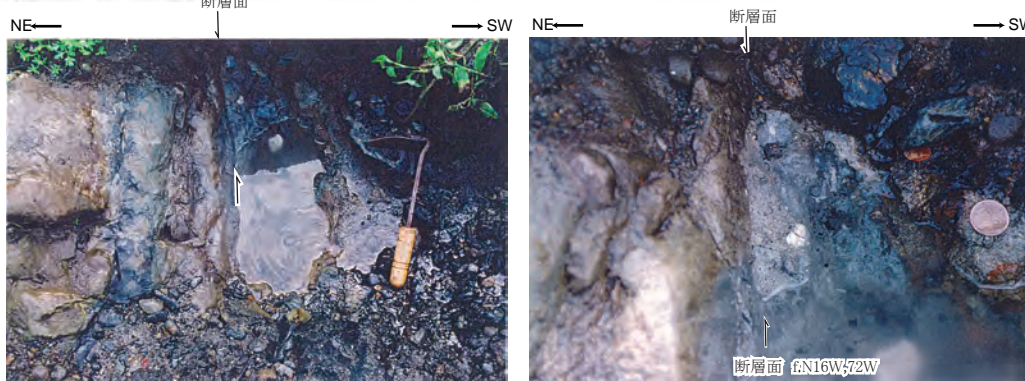
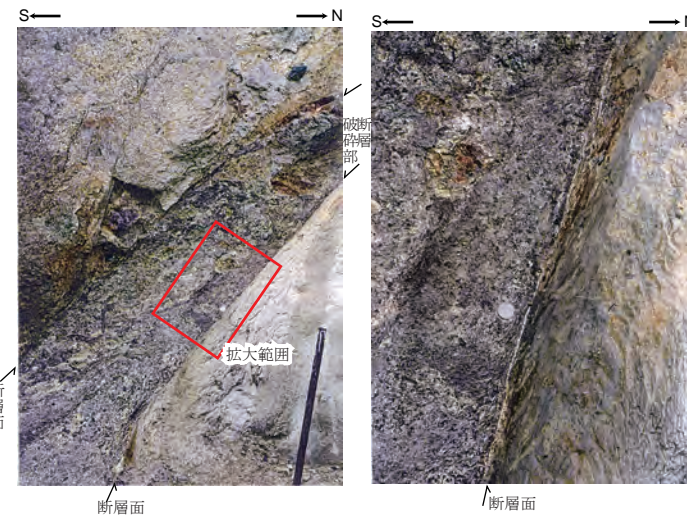
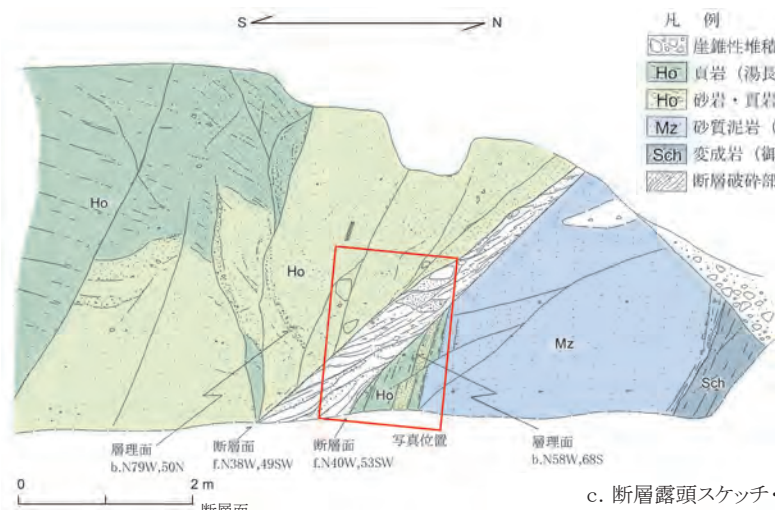




e. 湯ノ岳断層北西延長部周辺のリニアメント分布図



湯ノ岳断層通過位置付近のM<sub>1</sub>面は平坦であり, 変位地形は認められない。



**湯ノ岳断層北西延長部の評価**

- 湯ノ岳断層は, リニアメントが判読されない北西方向の変成岩類内に断層として連続しているものの, 断層破砕部は固結している。

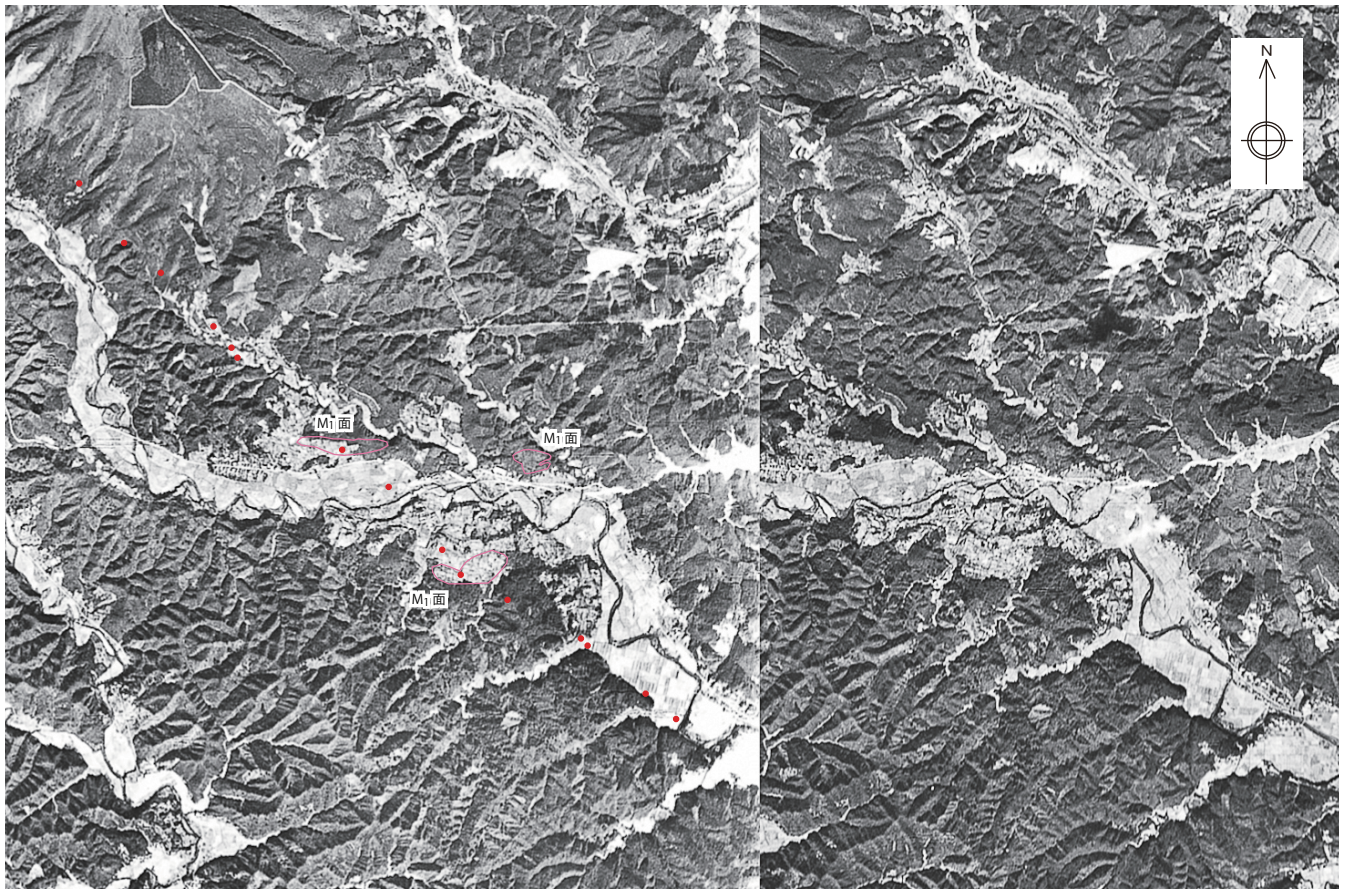
**湯ノ岳断層南東延長部の評価**

- 湯ノ岳断層は, リニアメントが判読されない南東方向へ古第三系と中新統とを境する断層として連続しているものの, 断層破砕部は固結している。
- 同断層を覆って分布するM<sub>1</sub>面に変位・変形は認められない。

**湯ノ岳断層の評価**

- 湯ノ岳断層については, リニアメントと断層の位置が一致するものの, いずれの断層露頭においても, 破砕部は固結し, 断層面は癒着している。
- 断層南部において, 断層を覆って分布するM<sub>1</sub>面などに変位・変形が認められないことから, 同断層の少なくとも後期更新世以降における活動はないものと判断される。



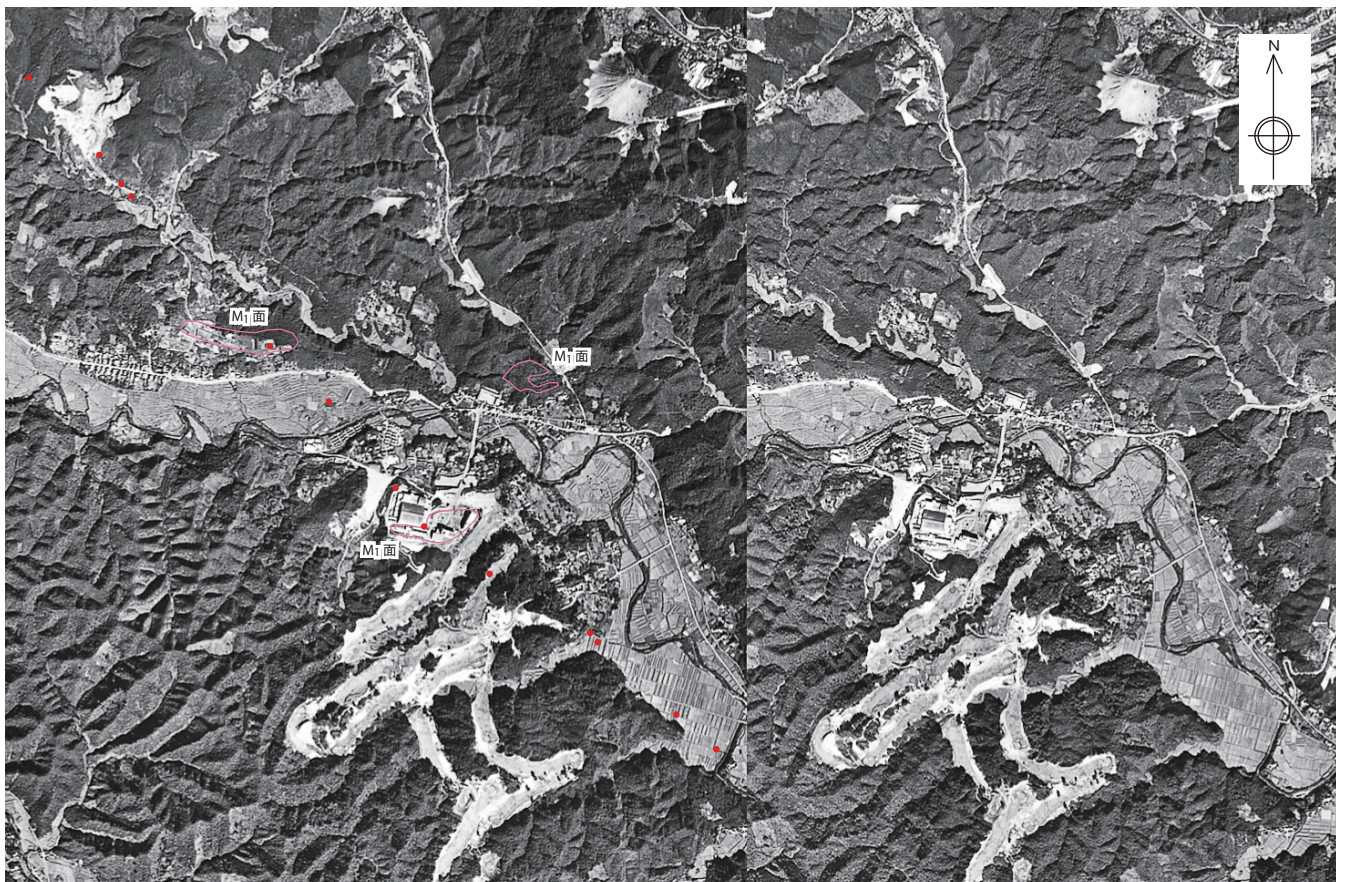


66VV M-10-21-2 (1952)

500m 0 500 1000 1500

65VV M-10-21-2 (1952)

【米軍撮影】



TO-66-3X C8-9

500m 0 500 1000 1500

TO-66-3X C8-10

【国土地理院撮影】

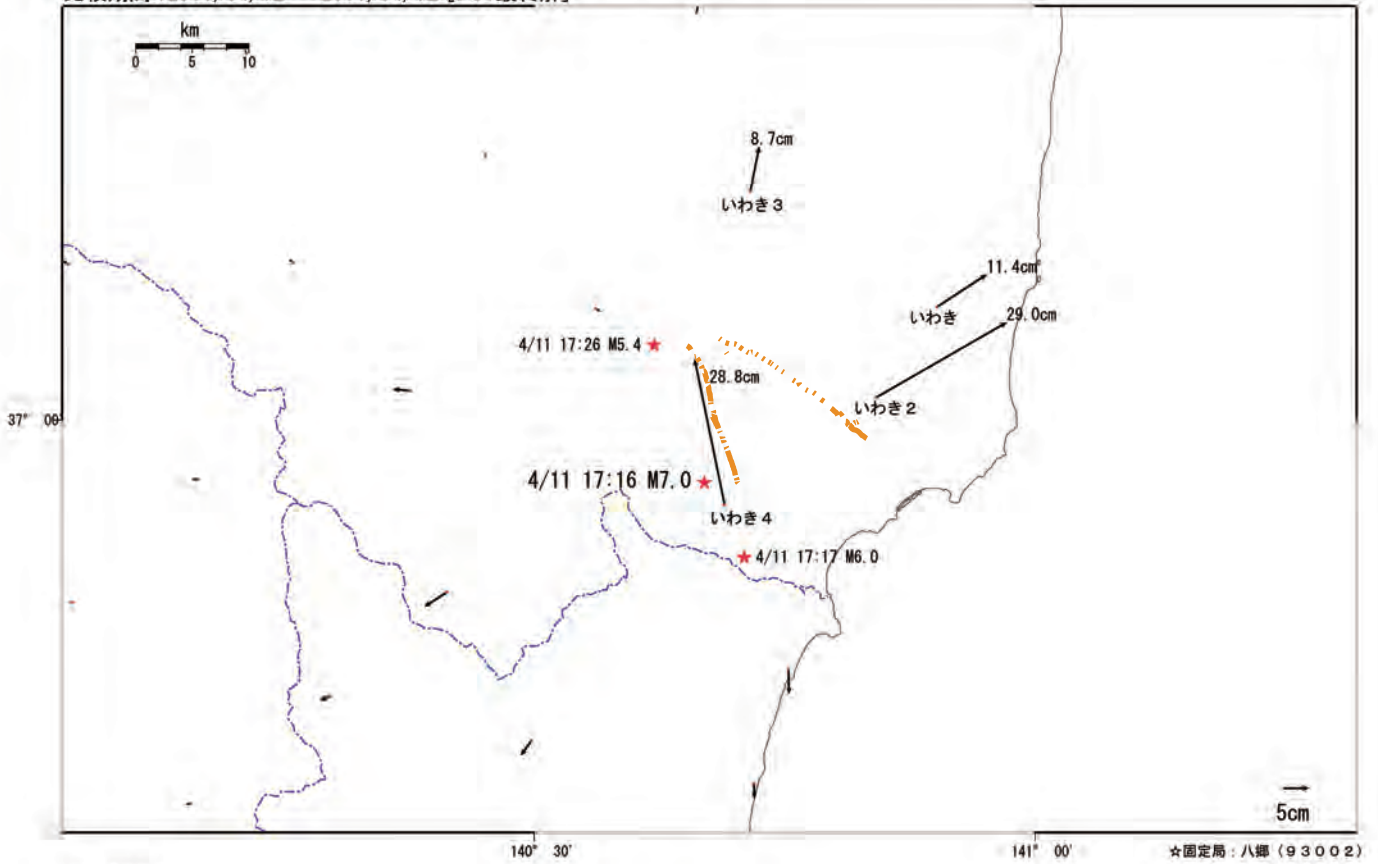
●:地震断層, 変状確認地点

第 2-7 図 湯ノ岳断層南東部の空中写真



変動ベクトル図（水平）

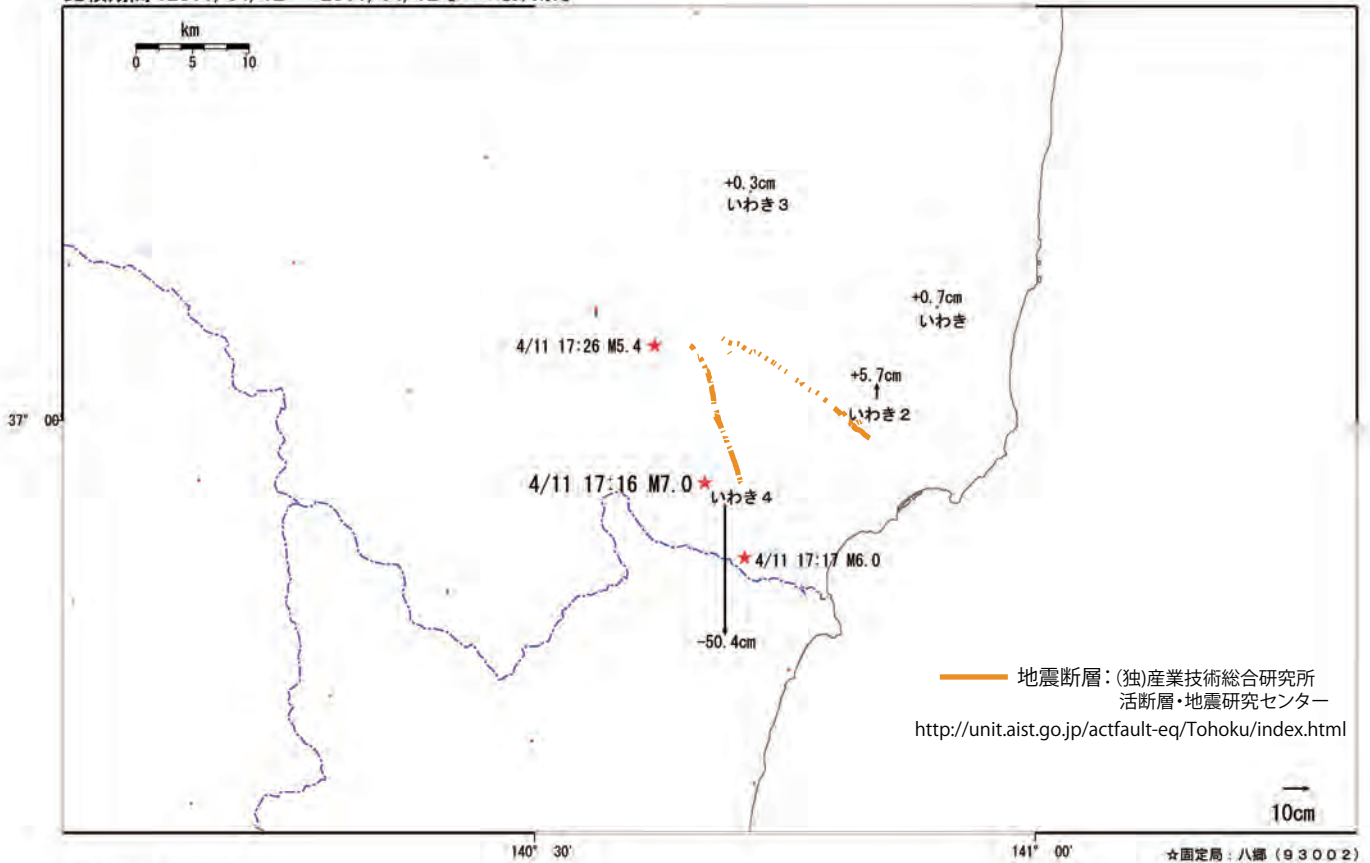
基準期間：2011/04/10 - 2011/04/10 [F3:最終解]  
 比較期間：2011/04/12 - 2011/04/12 [F3:最終解]



[F3最終解]

変動ベクトル図（上下）

基準期間：2011/04/10 - 2011/04/10 [F3:最終解]  
 比較期間：2011/04/12 - 2011/04/12 [F3:最終解]



[F3最終解]

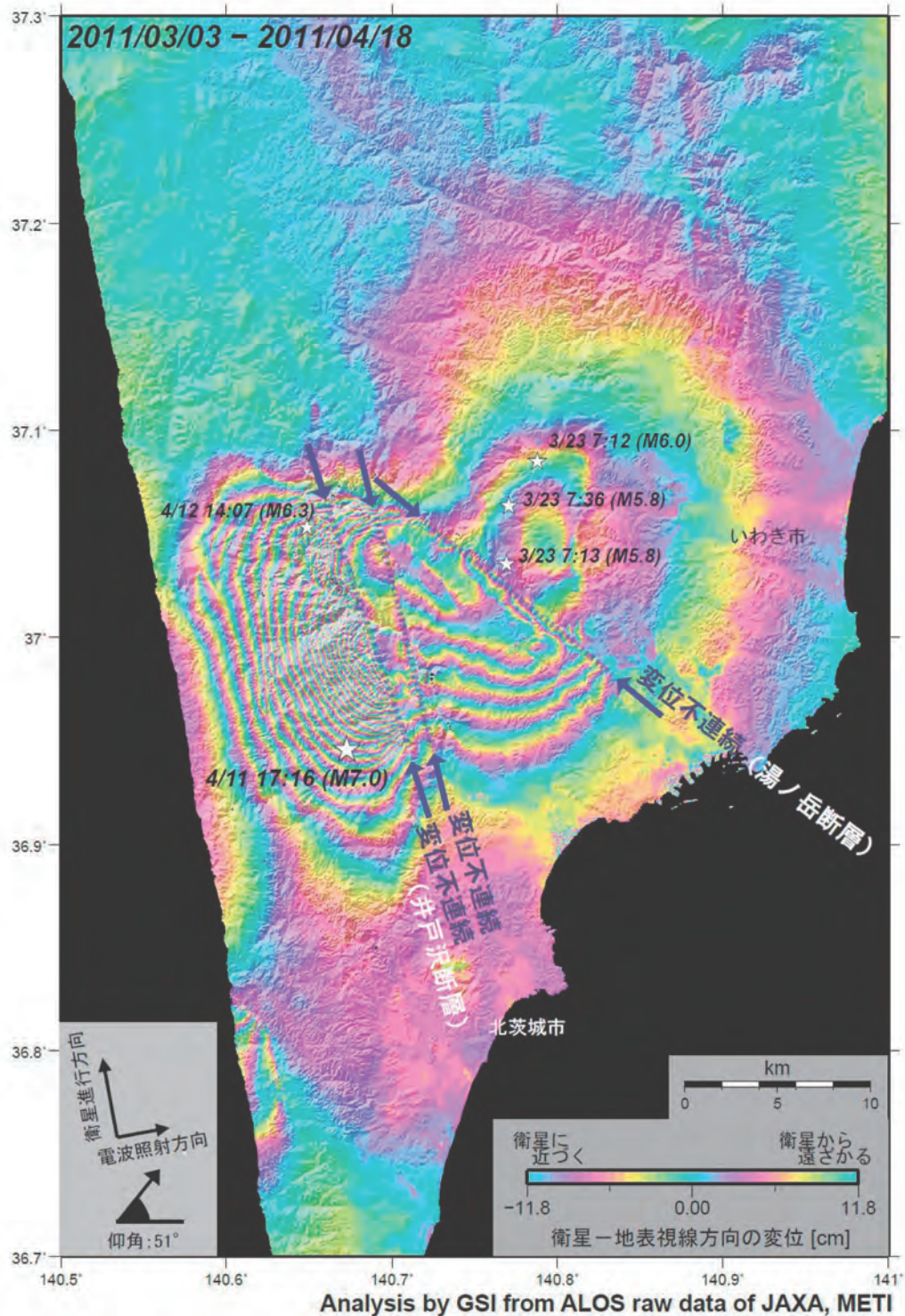
国土地理院

出典：国土交通省 国土地理院 平成23年4月の地殻変動について  
 別紙10 福島県浜通りの地震(4/11、M7.0)  
<http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2011-goudou0510.htm>

第3.1-1図 4月11日の地震(M7.0)に伴う地殻変動

平成 23 年 (2011 年) 4 月 11 日福島県浜通りの地震 (M7.0) に関する  
合成開口レーダー解析結果

井戸沢断層および湯ノ岳断層に沿って変位の不連続が見られる。



※2011/4/18 のデータは予測軌道情報使用

【謝辞: 本研究で用いたPALSARデータは地震・地盤変動データ流通及び解析ワーキンググループ(地震WG)を通じて提供を受けた。PALSARデータの所有権は経済産業省及び宇宙航空研究開発機構(JAXA)にある。】

国土地理院資料

出典: 国土交通省 国土地理院 平成23年4月の地殻変動について  
別紙10 福島県浜通りの地震 (4/11、M7.0)

<http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2011-goudou0510.htm>

第3.1-2図 4月11日の地震(M7.0)前後の合成開口レーダー解析結果



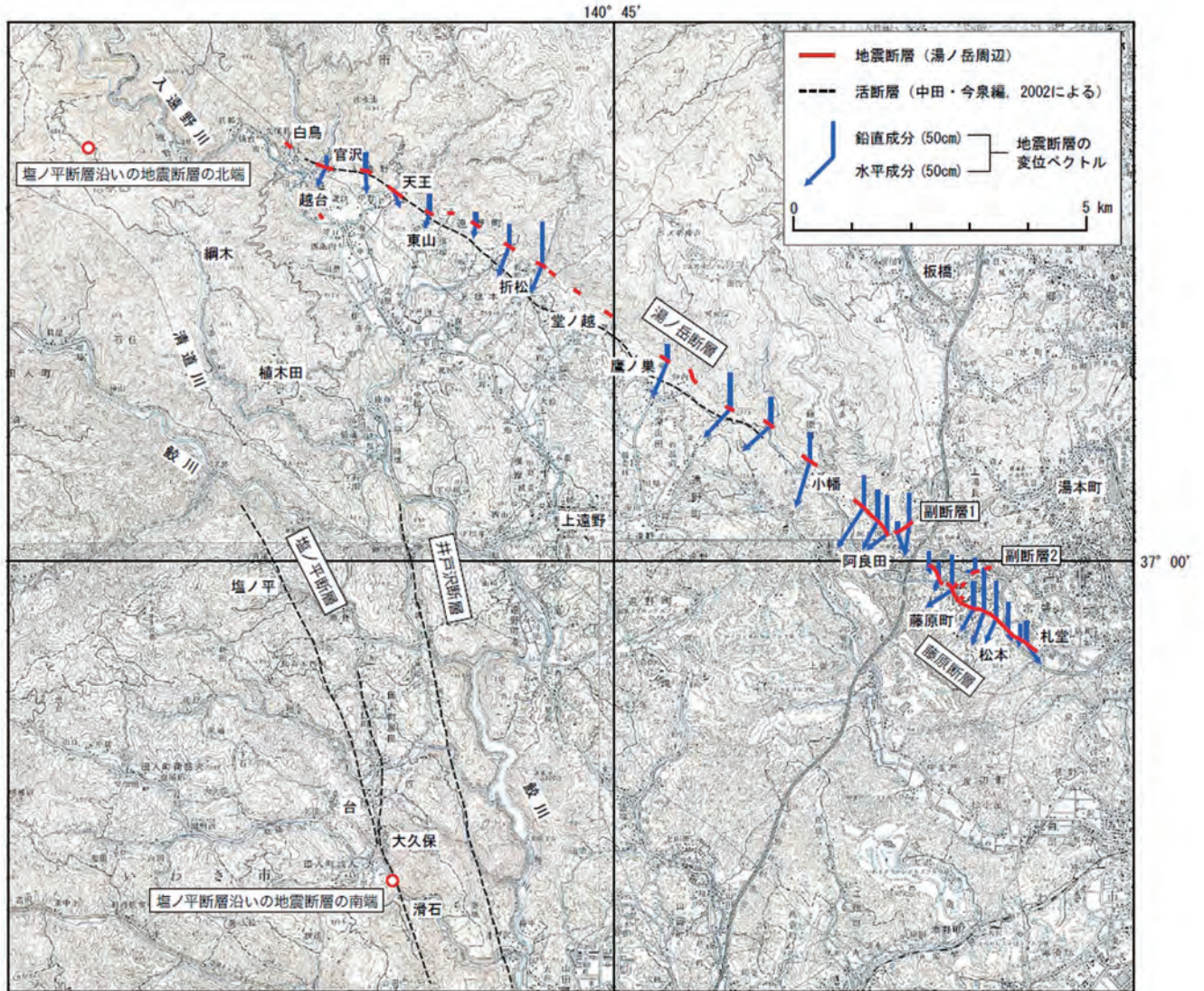
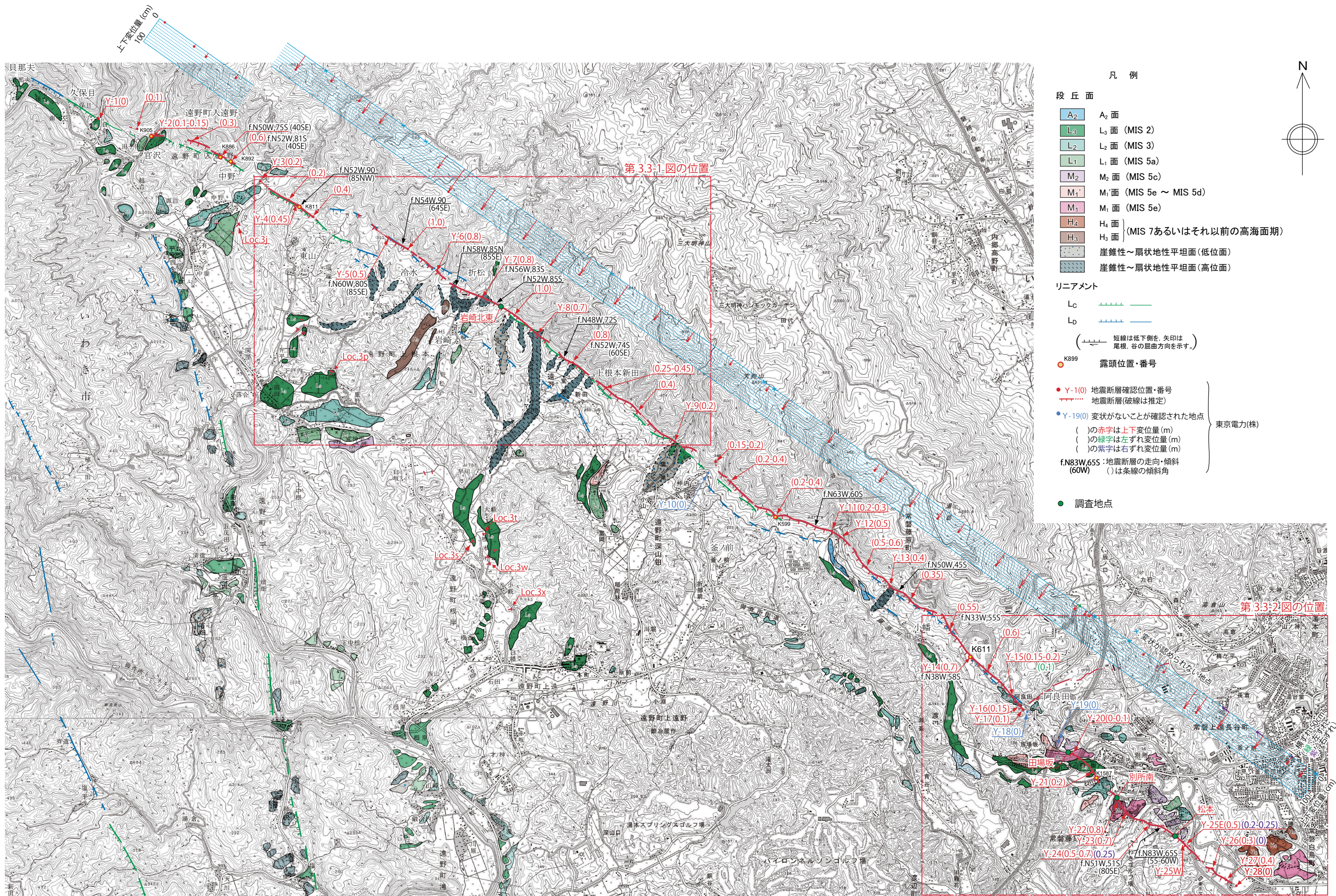


図1 2011年4月11日福島県浜通りの地震に伴う地震断層の分布と湯ノ岳・藤原断層に沿った地表変位ベクトル。  
 活断層の分布は、中田・今泉編(2002)による。南東部の約4 km 区間では全区間を連続して踏査し、その他の区間では0.3-1.3 km 毎に地震断層の確認と変位ベクトルの計測を実施した。塩ノ平断層は、石山ほか(2011)が命名。地形基図は、国土地理院発行の5万分の1地形図「平」、「竹貫」、「小名浜」および「川部」を使用した。

第3.1-3図 2011年4月11日福島県浜通りの地震に伴う  
 湯ノ岳・藤原断層の地表変位ベクトル (速報)  
 (栗田ほか, 独立行政法人 産業技術総合研究所 活断層・地震研究センター)  
<http://unit.aist.go.jp/actfault-eq/Tohoku/report/fukushima.html>





上下変位量 (cm)  
0  
100

第 3.3-1 図の位置

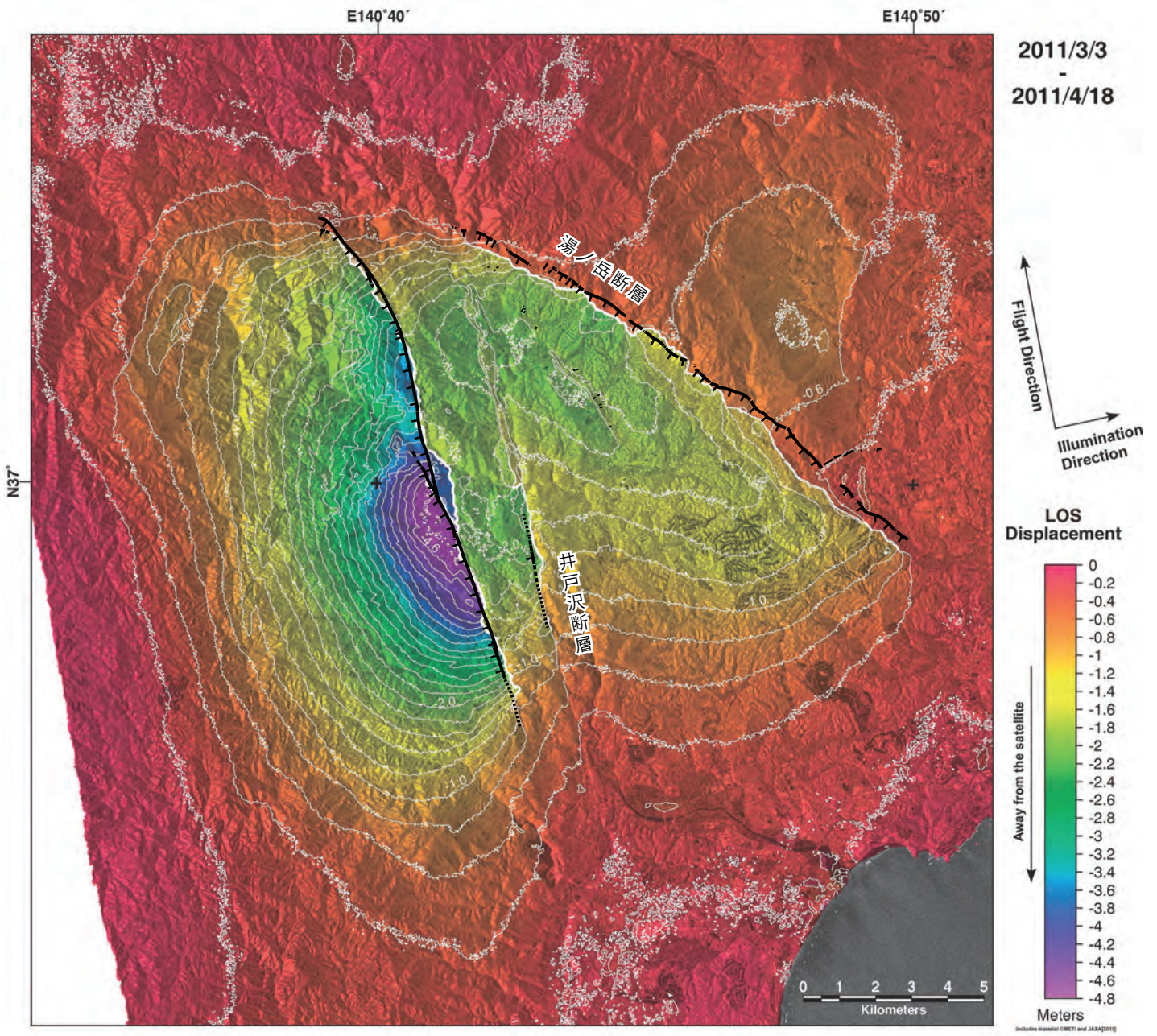
第 3.3-2 図の位置

- 凡例
- 段丘面
- A<sub>2</sub> A<sub>2</sub>面
  - L<sub>3</sub> L<sub>3</sub>面 (MIS 2)
  - L<sub>2</sub> L<sub>2</sub>面 (MIS 3)
  - L<sub>1</sub> L<sub>1</sub>面 (MIS 5a)
  - M<sub>2</sub> M<sub>2</sub>面 (MIS 5c)
  - M<sub>1</sub> M<sub>1</sub>面 (MIS 5e ~ MIS 5d)
  - M<sub>1</sub> M<sub>1</sub>面 (MIS 5e)
  - H<sub>4</sub> H<sub>4</sub>面
  - H<sub>3</sub> H<sub>3</sub>面
- (MIS 7あるいはそれ以前の高海面期)
- 崖錐性~扇状地性平坦面(低位面)
  - 崖錐性~扇状地性平坦面(高位面)
- リニアメント
- L<sub>c</sub> L<sub>c</sub>
  - L<sub>d</sub> L<sub>d</sub>
- (短線は低下側を、矢印は尾根、谷の屈曲方向を示す。)
- K899 露頭位置・番号
  - Y-1(0) 地震断層確認位置・番号
  - Y-19(0) 変状がないことが確認された地点
- ( )の赤字は上下変位量(m)  
( )の緑字は左ずれ変位量(m)  
( )の紫字は右ずれ変位量(m)
- f.N83W.65S:地震断層の走向・傾斜(60W) ( )は条線の傾斜角
- 調査地点
- 東京電力(株)

500m 0 500 1000 1500

第 3.2-1 図 湯ノ岳断層周辺の空中写真判読図・4/11 地表地震断層

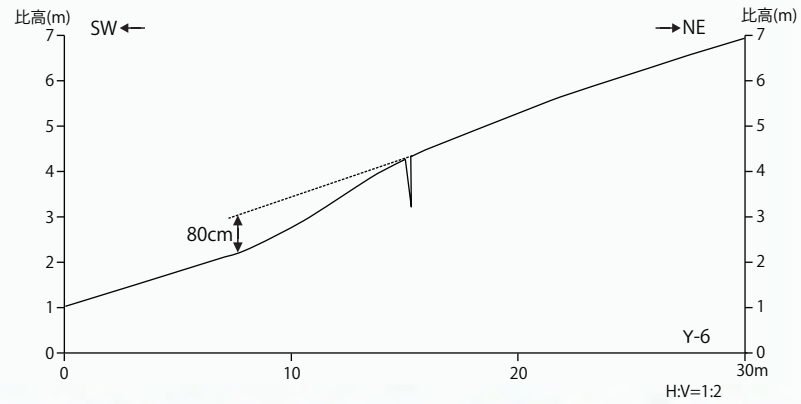




— 地震断層(破線は推定) :東京電力(株)

第 3.2-2 図 LOS 方向の変位量と地震断層





Loc.Y-6(いわき市遠野町入遠野上根本冷水) 2011.4.23 撮影  
 撓曲状地形の斜面部において、樹木が傾いている。

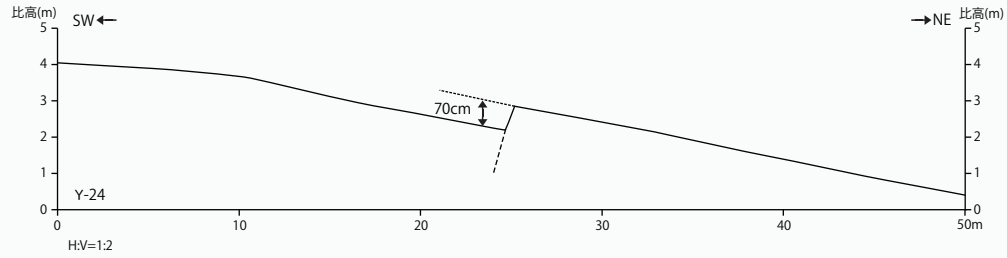


Loc.Y-7(いわき市遠野町上根本折松) 2011.4.23 撮影  
 路面に南西落ち約80cmの上下変位が認められる。

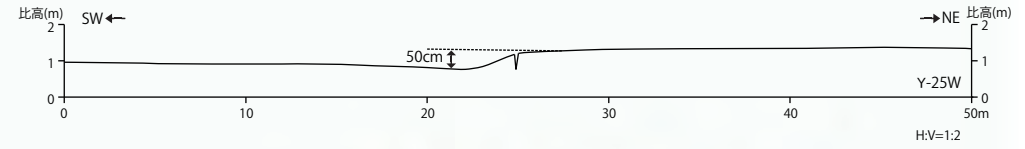
左下拡大  
 岩盤にみられる地震断層面。  
 面は平滑である。

第 3.2-3 図 Loc. Y-6 の 4/11 変状・Loc. Y-7 の 4/11 地震断層





Loc.Y-24(いわき市いわきゴルフ場)  
ゴルフ場に出現した地震断層。南西落ち 50cm ~ 70cm の上下変位が認められる。



Loc.Y-25W(いわき市常磐藤原町松本)  
水田(沖積面)に出現した地震断層。南落ち約 50cm の上下変位が認められる。

第 3.2-4 図 Loc. Y-24, Loc. Y-25W の 4/11 地震断層



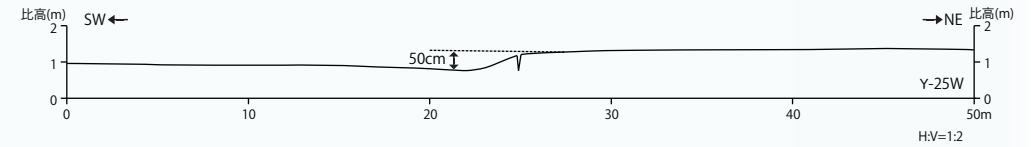
Loc.Y-10(いわき市遠野町深山田仲内)  
湯ノ岳断層通過地点付近において変状は認められない。



Loc.Y-19(いわき市常磐藤原町田場坂)  
湯ノ岳断層通過位置付近において、常磐自動車道の法面などに変状は認められない。

第 3.2-5 図 Loc. Y-10, Loc. Y-19 の状況





Loc.Y-15(いわき市常磐藤原町阿良田)

水田に出現した地震断層。南西落ち 15cm ~ 20cm 程度の上下変位が認められ、左ずれ 10cm 程度の水平変位があったように見える。

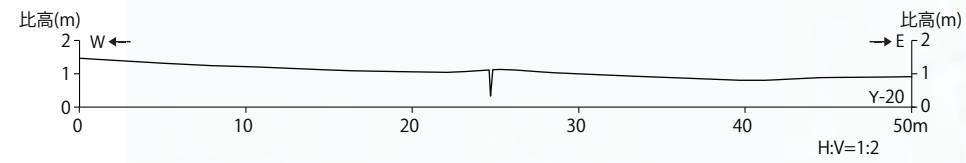
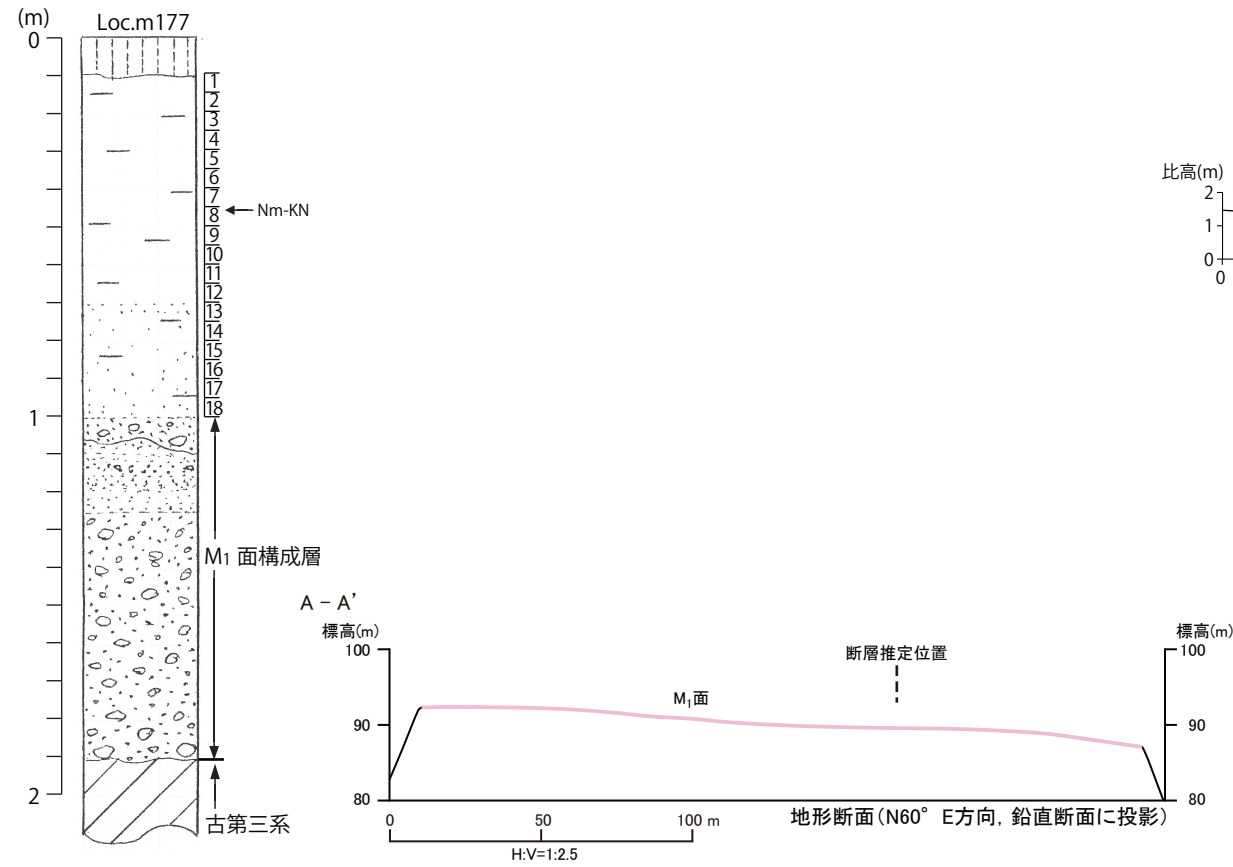


Loc.Y-25E(いわき市常磐藤原町松本)

水田に出現した地震断層。南落ち約 50cm の上下変位、畦に右ずれ 20cm ~ 25cm の水平変位が認められる。

第 3.2-6 図 Loc.Y-15, Loc.Y-25E の 4/11 地震断層

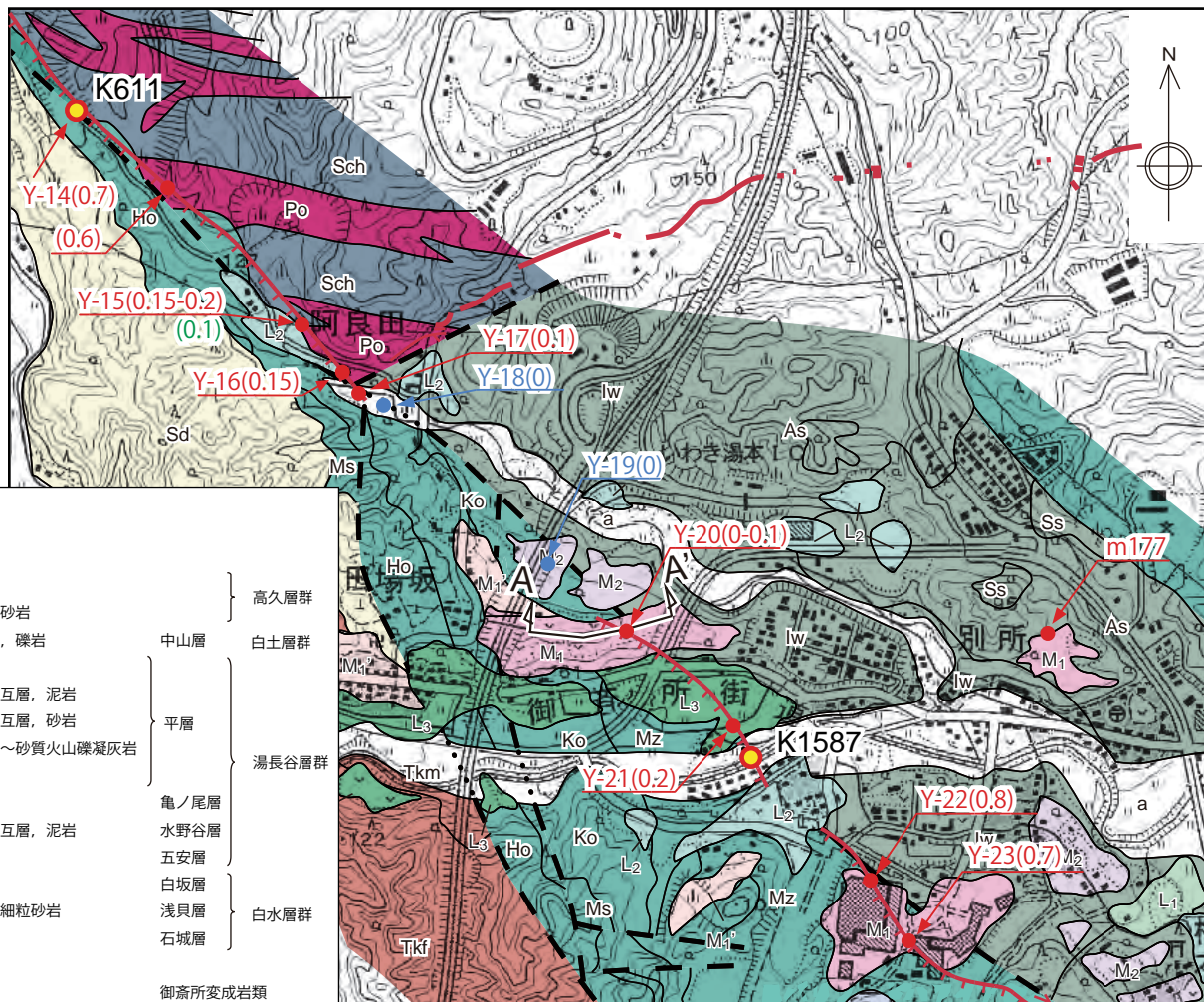




1999年撮影

Loc.Y-20 (いわき市常磐藤原町田場坂) の変状

M1 面 (MIS5e) 上に開口クラックが認められるものの、上下変位は不明瞭である。



| 凡例                 |               |
|--------------------|---------------|
| a                  | 沖積層           |
| M <sub>1,2,3</sub> | 段丘堆積物         |
| Tkf                | 細粒砂岩          |
| Tkm                | 中粒～粗粒砂岩       |
| Sd                 | 泥岩、砂岩、礫岩      |
| Ms                 | 砂岩            |
| Ho                 | 砂岩・泥岩互層、泥岩    |
| Ky                 | 砂岩・泥岩互層、砂岩    |
| Istb               | 凝灰角礫岩～砂質火山凝灰岩 |
| Isl                | 溶岩            |
| Ko                 | 泥岩            |
| Mz                 | 砂岩・泥岩互層、泥岩    |
| Co                 | 砂岩、礫岩         |
| Ss                 | 硬質泥岩          |
| As                 | 泥質砂岩～細粒砂岩     |
| Iw                 | 砂岩、礫岩         |
| Po                 | ヒン岩           |
| Sch                | 御斎所変成岩類       |

● Y-1(0) 地震断層確認位置・番号  
 ● Y-19(0) 変状がないことが確認された地点  
 ( )の赤字は上下変位量(m)  
 ( )の緑字は左ずれ変位量(m)



Loc.Y-22  
 M1 面上に出現した地震断層。南西落ち約 80cm の上下変位が認められる。地震発生前の空中写真によると同面に変位地形は認められない。

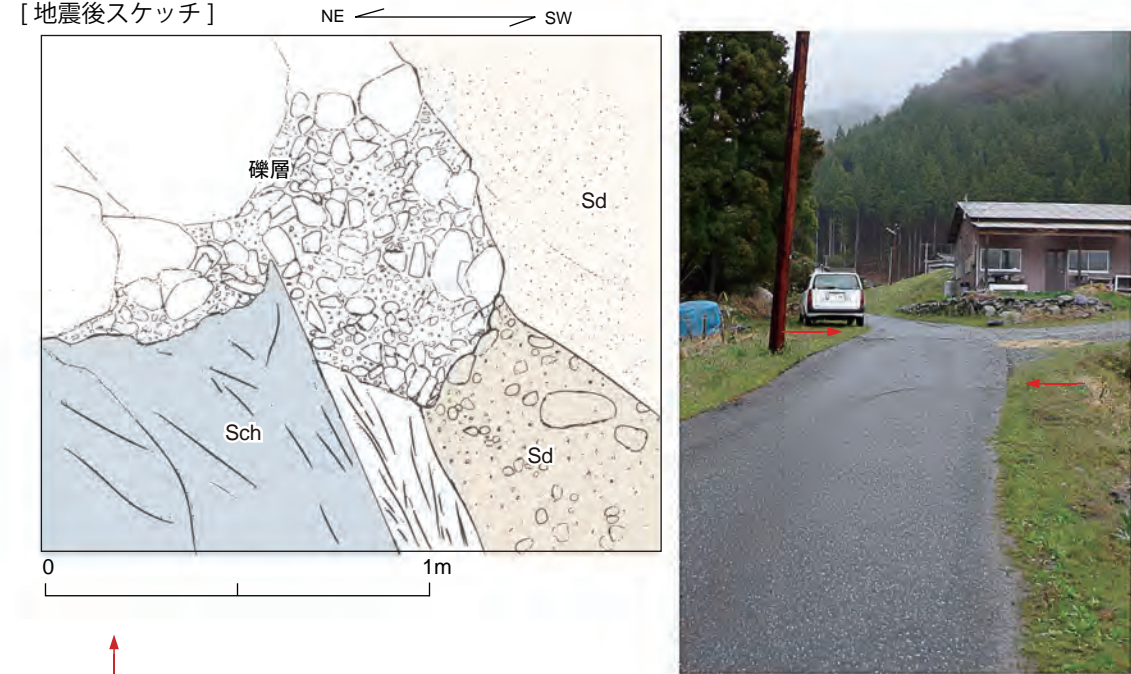
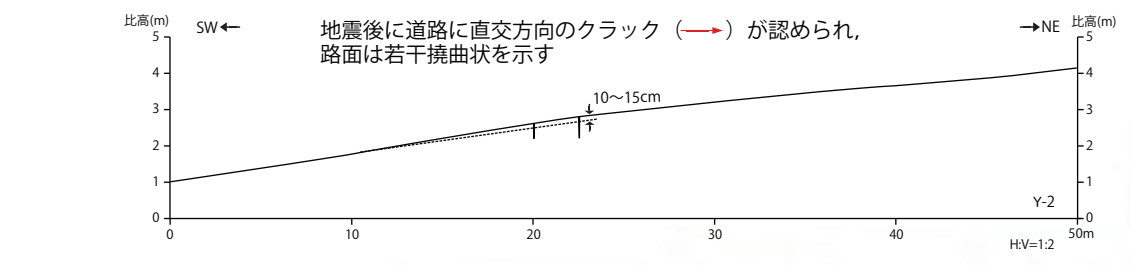


Loc.Y-23  
 M1 面上に出現した地震断層。南西落ち約 70cm の上下変位が認められる。地震発生前の空中写真によると同面に変位地形は認められない。

Loc.Y-22,Y-23 (いわき市常磐藤原町別所南) の 4/11 地震断層

第 3.2-7 図 常磐藤原町付近の M1 面及び同面に出現した地震断層





[地震後撮影]

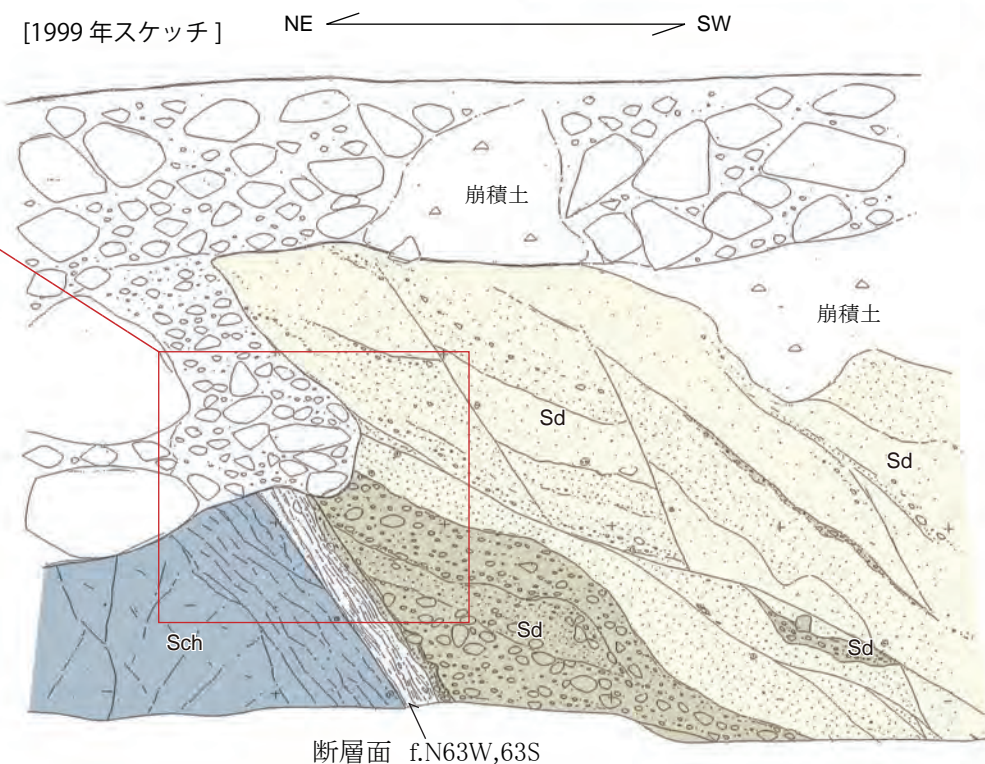


Loc.K905. いわき市遠野町入遠野官沢

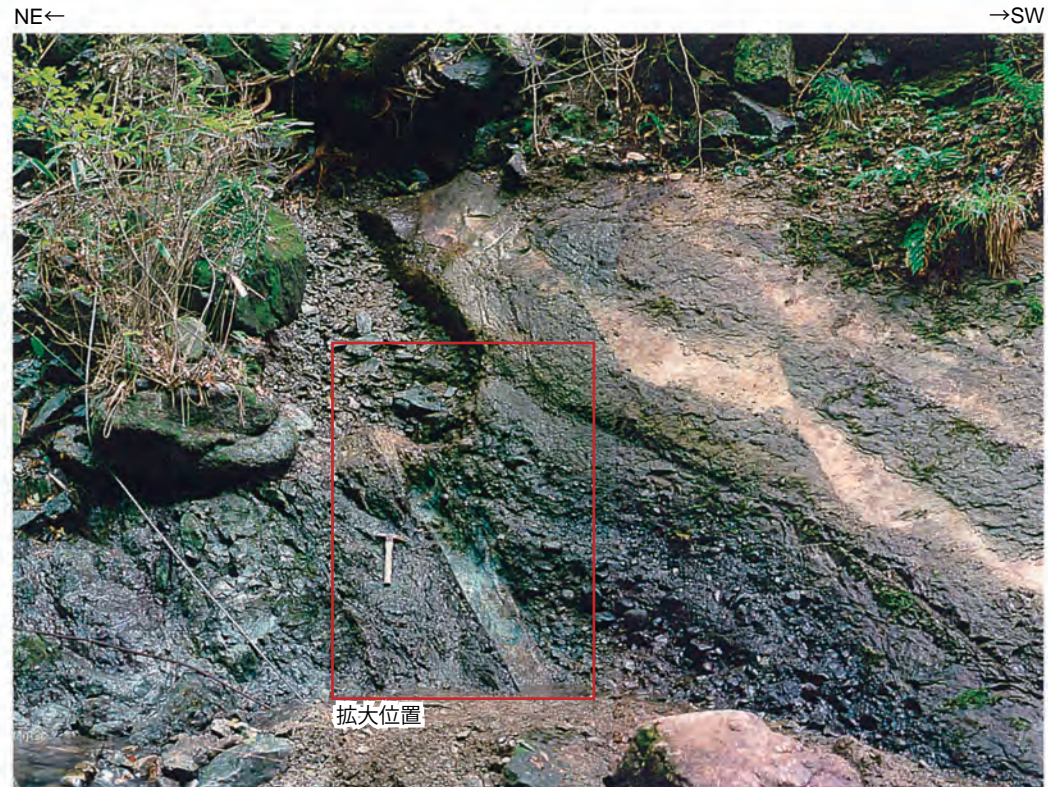
[地震後撮影]



同左拡大.  
礫層基底面に約 25cm 南西落ちの垂直変位が認められる。  
断層面沿いに数 mm の軟質粘土が認められる。



[1999年撮影]



Loc.K905. いわき市遠野町入遠野官沢  
北東側の変成岩と南西側の中山層とを境する湯ノ岳断層。

[1999年撮影]

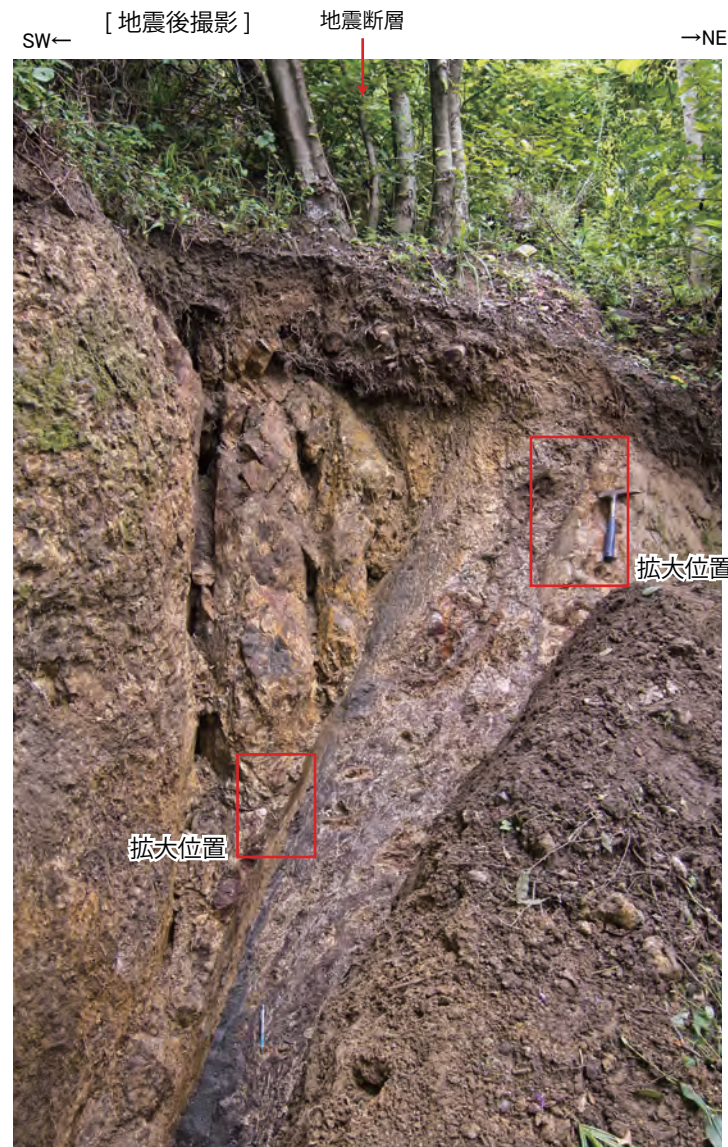
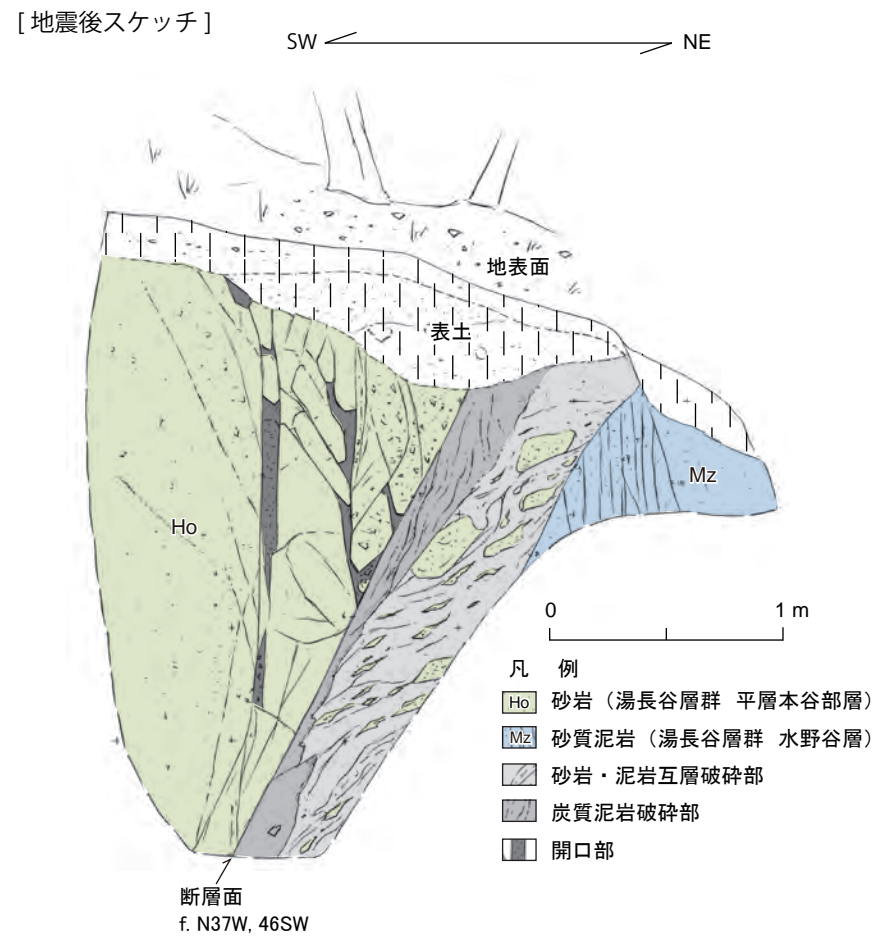


同左拡大。  
礫層基底面に変位は認められない。

- 凡例
- 礫層 (低位段丘堆積物)
  - Sd 砂岩 (白土層群 中山層)
  - Sd 礫岩 (白土層群 中山層)
  - Sch 変成岩 (御斎所変成岩)
  - 断層破砕部

第 3.2-8 図 湯ノ岳断層の露头スケッチ・写真 (Loc. K905, いわき市遠野町入遠野官沢)





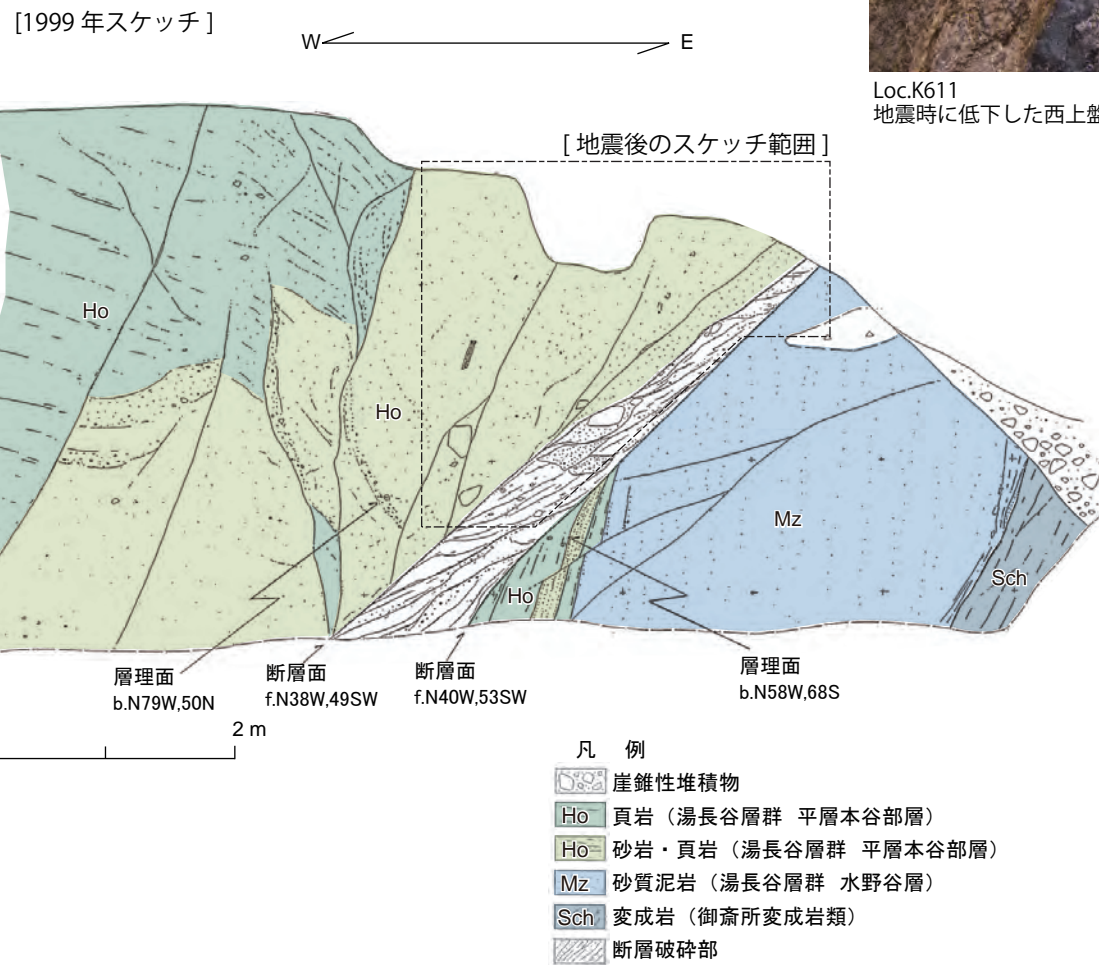
Loc.K611  
地震時に低下した西上盤側の地表付近には開口クラックが発達する。



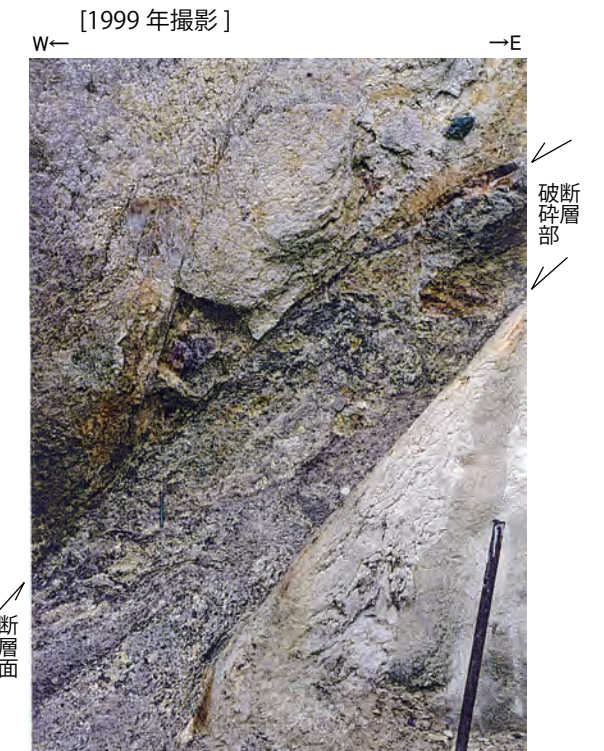
同左拡大。  
断層面は平面的であり、断層面沿いに数 mm の軟質粘土が認められる。



同左拡大。  
断層面は平面的であり、断層面沿いに数 mm の軟質粘土が認められる。



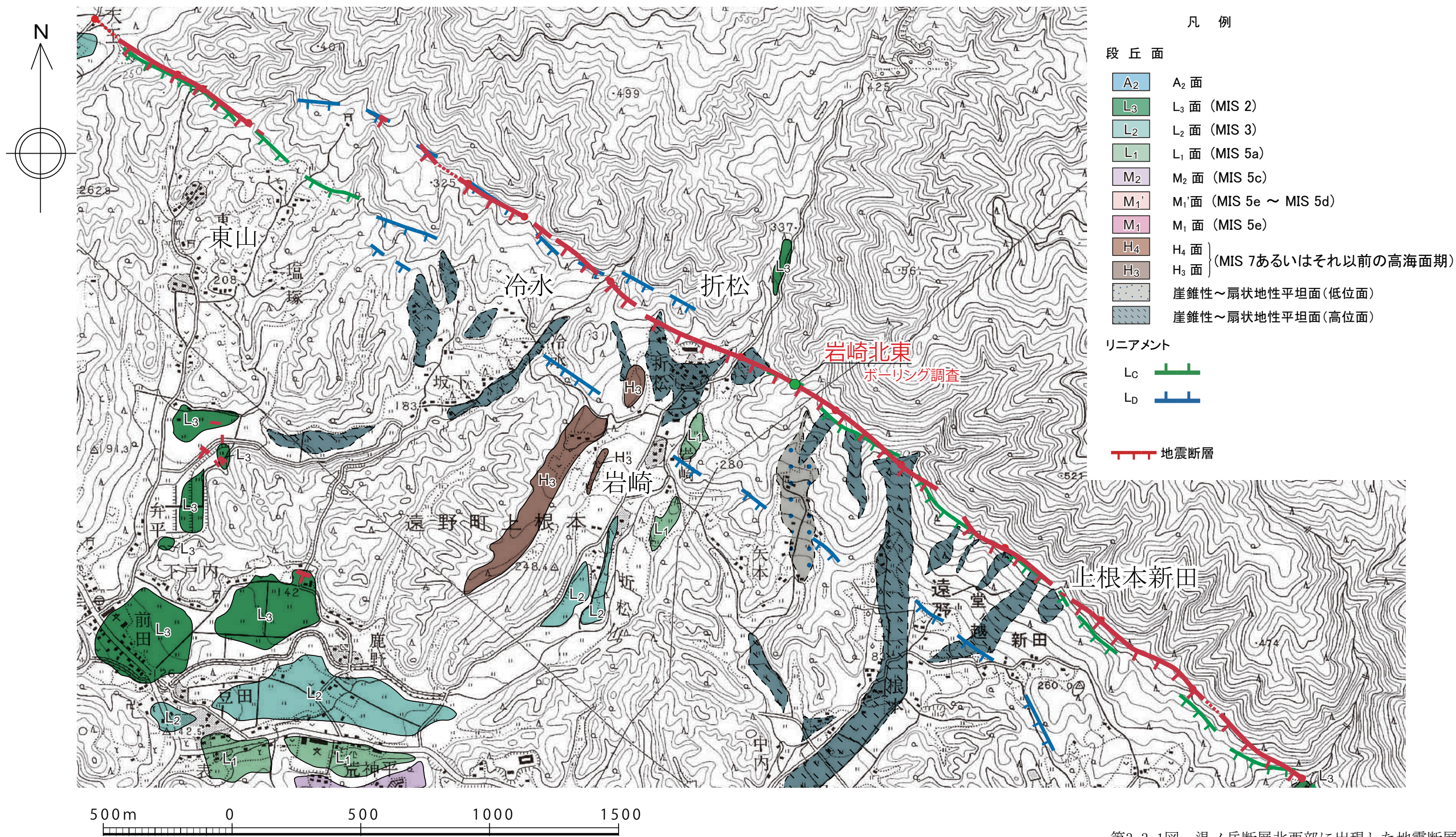
Loc.K611  
南西側の平層と北東側の水野谷層とを境する湯ノ岳断層水野谷層と変成岩との境界(↑)には断層は認められない。



同左拡大。断層面  
破碎部は固結し、断層面は癒着している。

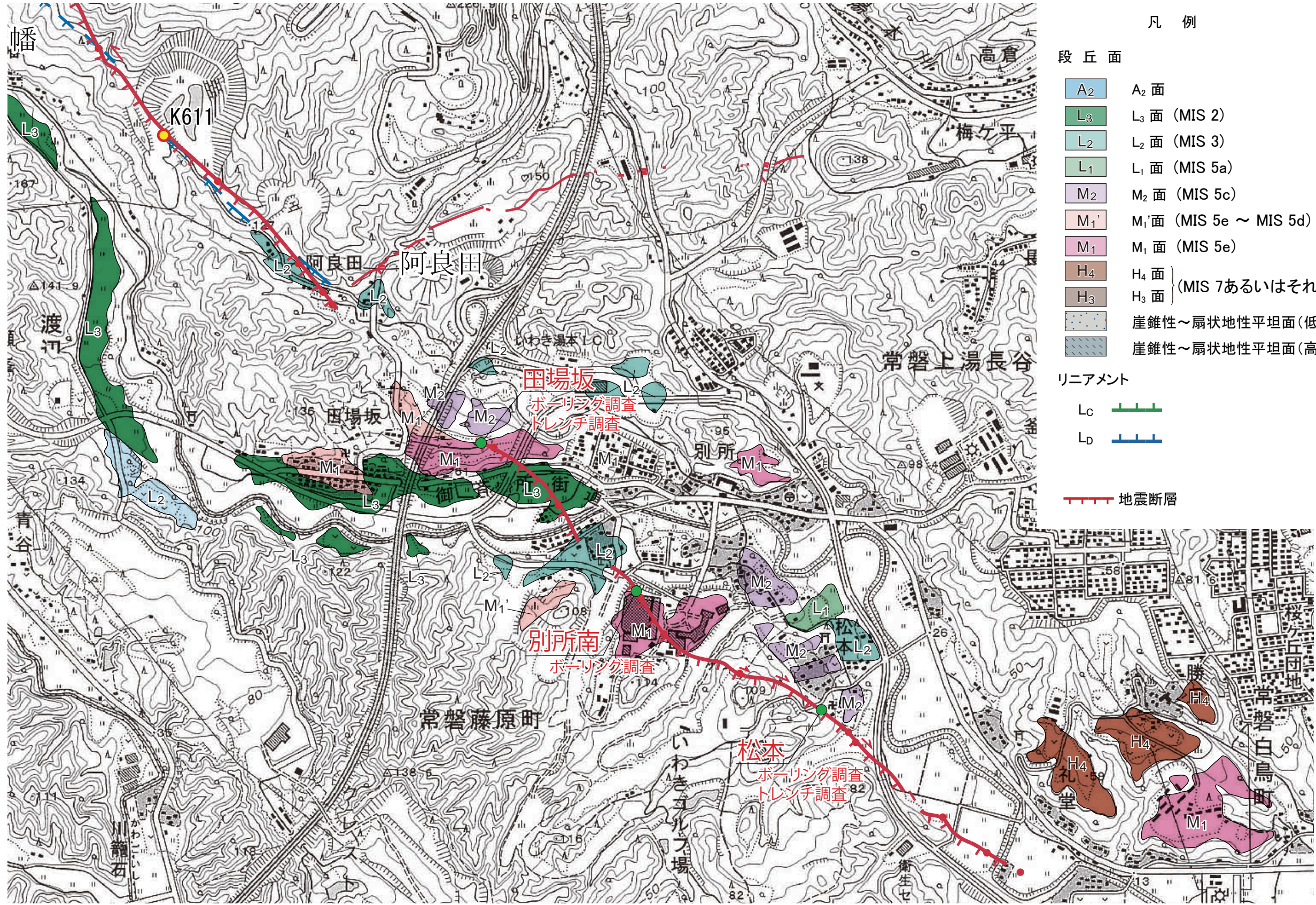
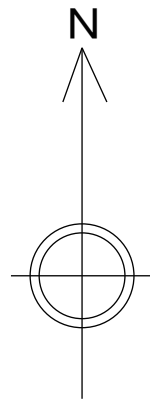
第 3.2-9 図 湯ノ岳断層の露头スケッチ・写真 (Loc.K611, いわき市常磐藤原町阿良田北西)



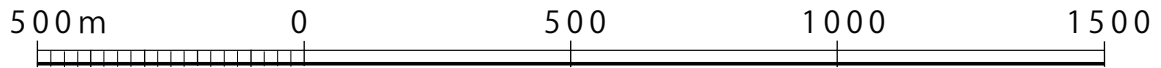


第3.3-1図 湯ノ岳断層北西部に出現した地震断層



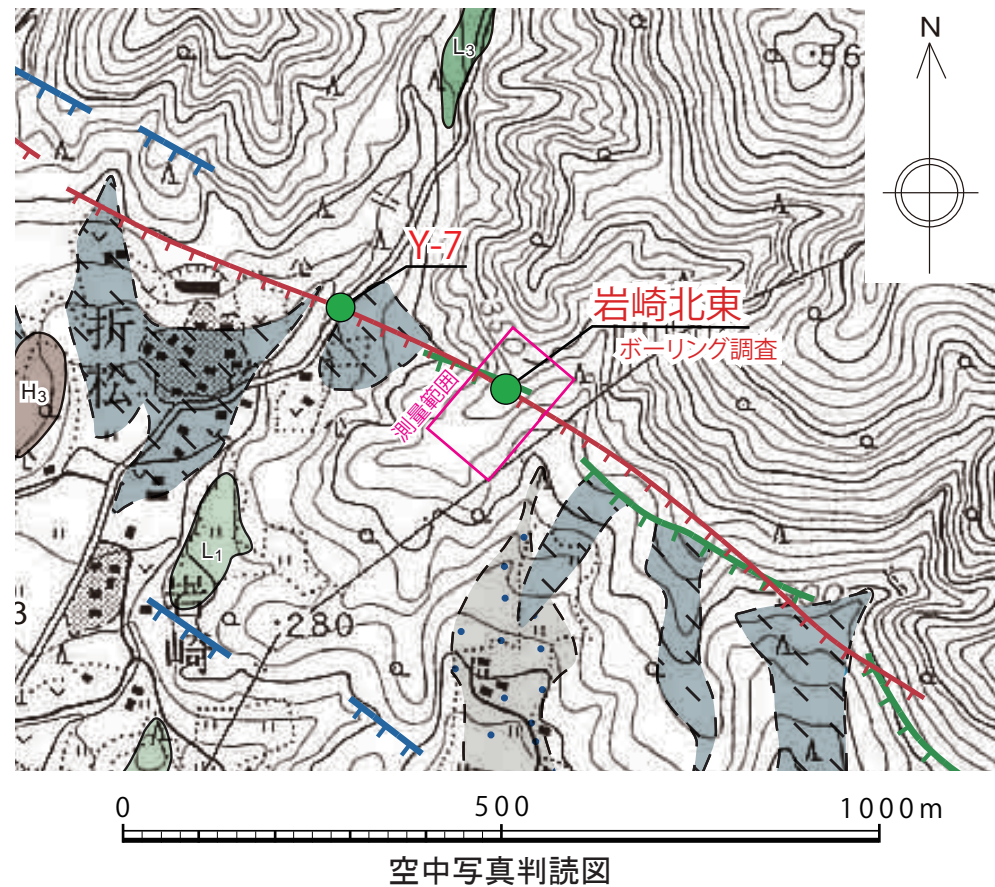


- 凡例
- 段丘面
- A<sub>2</sub> 面
  - L<sub>3</sub> 面 (MIS 2)
  - L<sub>2</sub> 面 (MIS 3)
  - L<sub>1</sub> 面 (MIS 5a)
  - M<sub>2</sub> 面 (MIS 5c)
  - M<sub>1</sub>' 面 (MIS 5e ~ MIS 5d)
  - M<sub>1</sub> 面 (MIS 5e)
  - H<sub>4</sub> 面
  - H<sub>3</sub> 面
- (MIS 7あるいはそれ以前の高海面期)
- 崖錐性~扇状地性平坦面(低位面)
- 崖錐性~扇状地性平坦面(高位面)
- リニアメント
- L<sub>c</sub>
  - L<sub>d</sub>
- 地震断層



第3.3-2図 湯ノ岳断層南東部に出現した地震断層

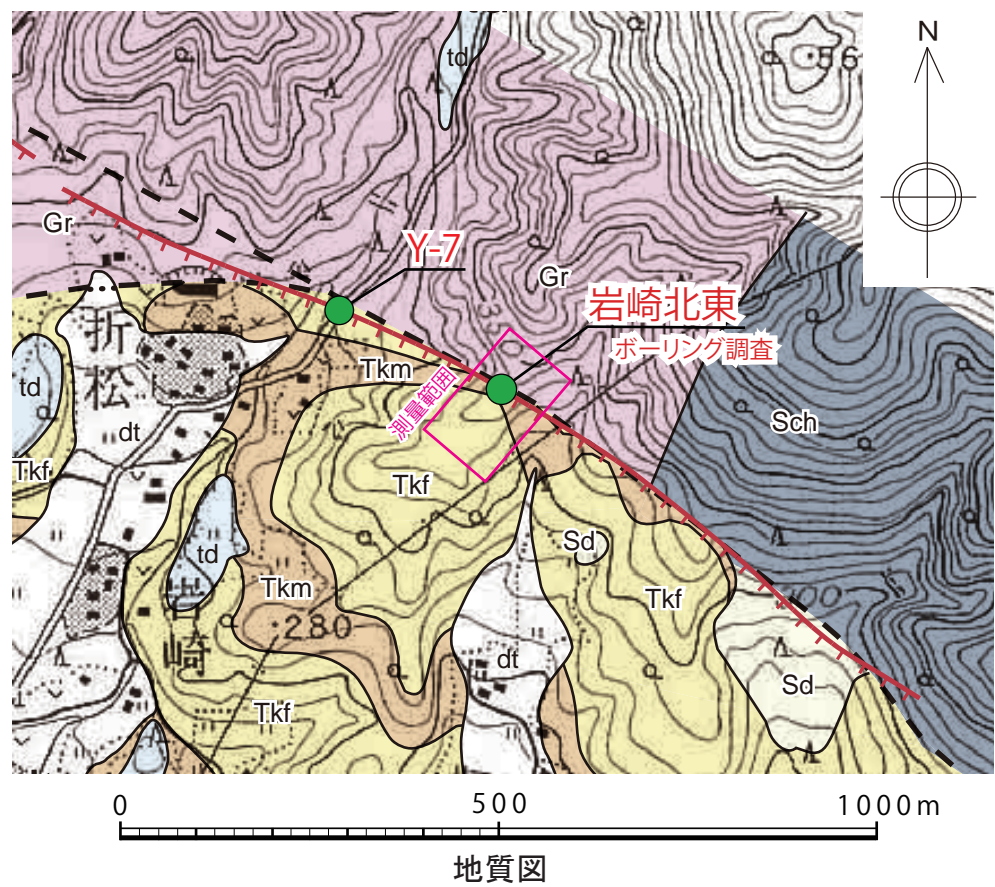




- 凡例
- 段丘面
- A<sub>2</sub> 面
  - L<sub>3</sub> 面 (MIS 2)
  - L<sub>2</sub> 面 (MIS 3)
  - L<sub>1</sub> 面 (MIS 5a)
  - M<sub>2</sub> 面 (MIS 5c)
  - M<sub>1'</sub> 面 (MIS 5e ~ MIS 5d)
  - M<sub>1</sub> 面 (MIS 5e)
  - H<sub>4</sub> 面
  - H<sub>3</sub> 面 (MIS 7あるいはそれ以前の高海面期)
  - 崖錐性～扇状地性平坦面(低位面)
  - 崖錐性～扇状地性平坦面(高位面)
- リニアメント
- L<sub>c</sub>
  - L<sub>b</sub>
- 地震断層



Loc.Y-7(いわき市遠野町上根本折松) 2011.4.23撮影  
路面に南西落ち約80cmの上下変位が認められる。



- 凡例
- a 沖積層
  - dt 崖錐～扇状地堆積物
  - td 段丘堆積物
  - Tkms 砂岩・泥岩互層、泥岩
  - Tkf 細粒砂岩
  - Tkm 中粒～粗粒砂岩
  - Sd 泥岩、砂岩、礫岩
  - Ms 砂岩
  - Ho 砂岩・泥岩互層、泥岩
  - Ky 砂岩・泥岩互層、砂岩
  - Istb 凝灰角礫岩～砂質火山凝灰岩
  - Isl 溶岩
  - Ko 泥岩
  - Mz 砂岩・泥岩互層、泥岩
  - Go 砂岩、礫岩
  - Ss 硬質泥岩
  - As 泥質砂岩～細粒砂岩
  - Iw 砂岩、礫岩
  - Po ヒン岩
  - Gr 花崗閃緑岩
  - Sch 変成岩
- 地層境界
- 断層 (破線は推定、点線は伏在)
- 地震断層
- 高久層群
  - 白土層群
  - 中山層
  - 平層
  - 湯長谷層群
  - 白水層群
  - 後期始新世～前期漸新世
  - 白亜紀
  - 古生代
  - 御斎所変成岩類



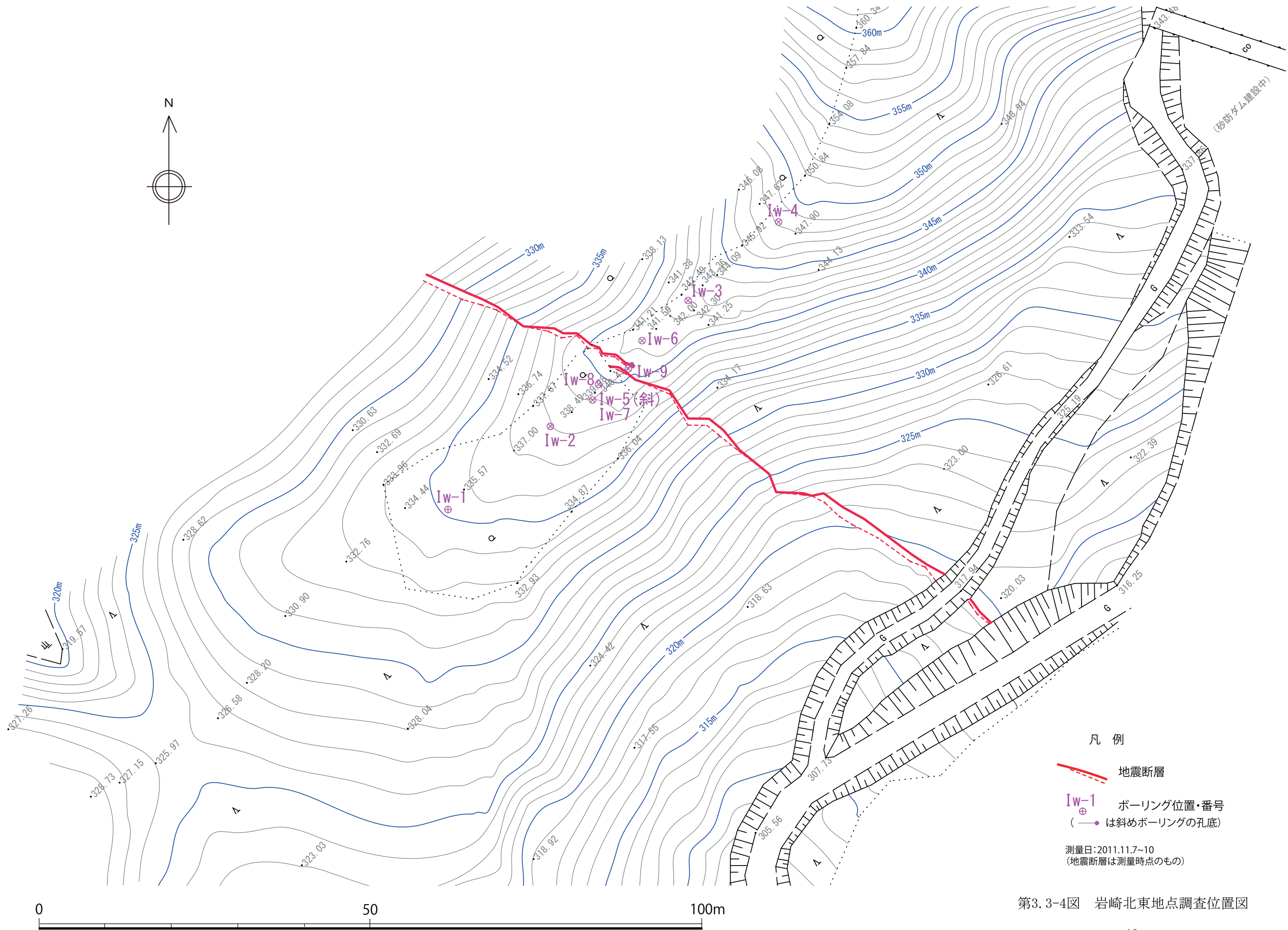
2011.11.14撮影



2011.8.13撮影

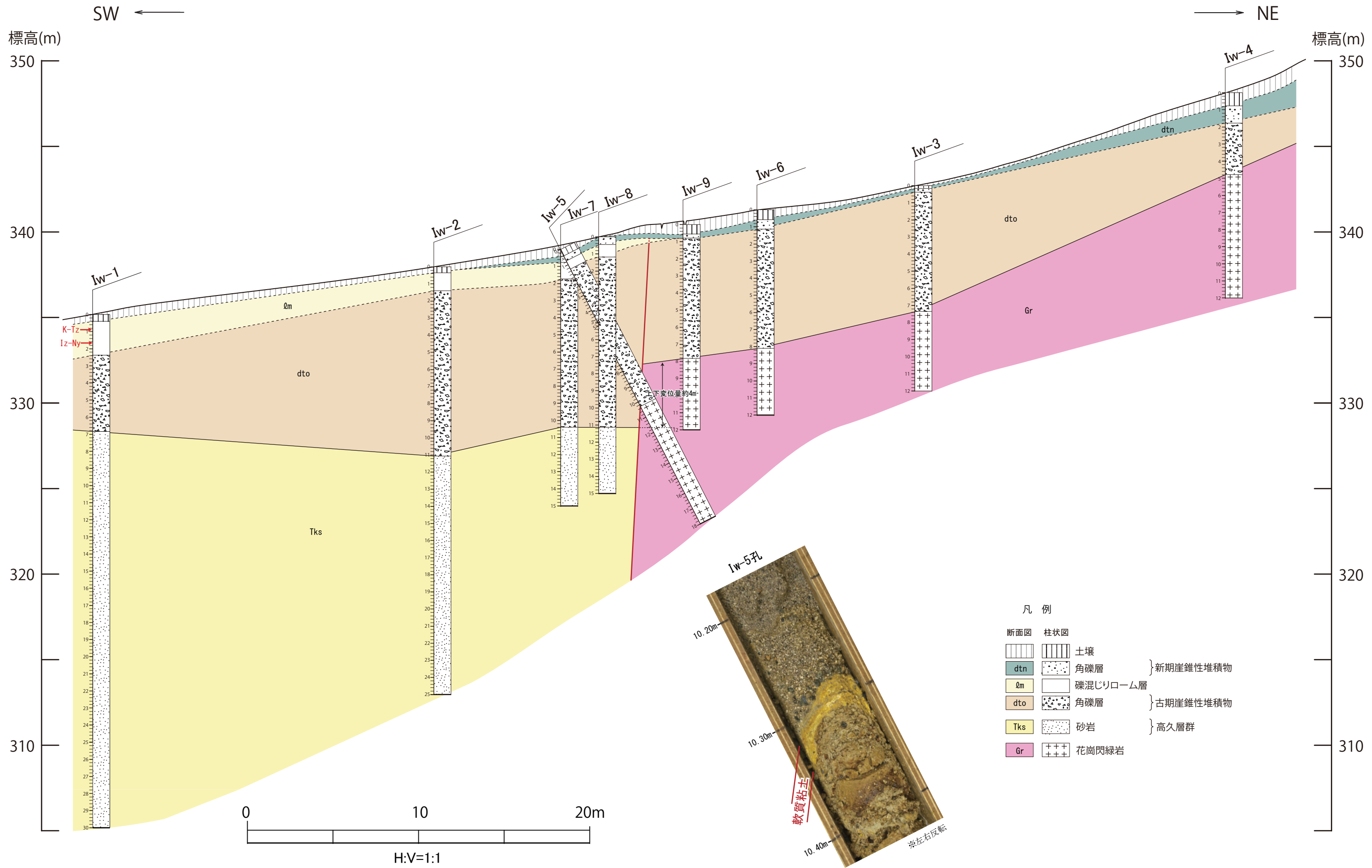
第3.3-3図 岩崎北東地点に出現した地震断層





第3.3-4図 岩崎北東地点調査位置図





第3.3-5図 岩崎北東地点地質断面図

| 試料名<br>孔名 深度(m) | テフラ名  | 火山ガラスの<br>形態別含有量<br>(/3000粒子) |    |    |    | 重鉱物の含有量<br>(/3000粒子) |     |     | $\beta$ 石英<br>(/3000粒子)<br>0.2 0.4 0.6 | 特記鉱物               | 火山ガラスの屈折率(nd) |       | 斜方輝石の屈折率( $\gamma$ ) |       |       | 角閃石の屈折率(n2) |       |       |       |
|-----------------|-------|-------------------------------|----|----|----|----------------------|-----|-----|----------------------------------------|--------------------|---------------|-------|----------------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|
|                 |       | 5                             | 10 | 15 | 20 | Opx                  | GHo | Cum |                                        |                    | 1.500         | 1.510 | 1.700                | 1.710 | 1.720 | 1.660       | 1.670 | 1.680 | 1.690 |
| Iw-1 0.51-0.60  |       | ■                             | ■  | ■  | ■  | ■                    | ■   | ■   |                                        | glass附着GHo含む       |               |       |                      |       |       |             |       |       |       |
| Iw-1 0.60-0.70  |       | ■                             | ■  | ■  | ■  | ■                    | ■   | ■   | ■                                      | Biotite rich(基盤)   | ■             | ■     |                      |       |       |             |       | ■     | ■     |
| Iw-1 0.70-0.73  |       | ■                             | ■  | ■  | ■  | ■                    | ■   | ■   | ■                                      | Biotite rich(基盤)   | ■             | ■     |                      |       |       |             |       | ■     | ■     |
| Iw-1 0.73-0.83  |       |                               |    |    |    |                      |     |     |                                        | Biotite rich(基盤)   |               |       |                      |       |       |             |       |       |       |
| Iw-1 0.83-0.90  | K-Tz  |                               |    |    |    |                      |     |     |                                        | Biotite rich(基盤)   |               |       |                      |       |       |             |       |       |       |
| Iw-1 0.90-0.95  |       | ■                             | ■  | ■  | ■  | ■                    | ■   | ■   | ■                                      | glass附着 $\beta$ 含む |               |       |                      |       |       |             |       |       |       |
| Iw-1 0.95-1.00  |       |                               |    |    |    |                      |     |     |                                        |                    |               |       |                      |       |       |             |       |       |       |
| Iw-1 1.00-1.10  |       |                               |    |    |    |                      |     |     |                                        |                    |               |       |                      |       |       |             |       |       |       |
| Iw-1 1.10-1.20  |       |                               |    |    |    |                      |     |     |                                        |                    |               |       |                      |       |       |             |       |       |       |
| Iw-1 1.20-1.30  |       |                               |    |    |    |                      |     |     |                                        |                    |               |       |                      |       |       |             |       | ■     | ■     |
| Iw-1 1.30-1.40  |       |                               |    |    |    |                      |     |     |                                        |                    |               |       |                      |       |       |             |       | ■     | ■     |
| Iw-1 1.40-1.50  |       |                               |    |    |    |                      |     |     |                                        |                    |               |       |                      |       |       |             |       |       |       |
| Iw-1 1.60-1.70  | Iz-Ny |                               |    |    |    |                      |     |     |                                        |                    |               |       |                      |       |       |             |       |       |       |
| Iw-1 1.70-1.80  |       |                               |    |    |    |                      |     |     |                                        |                    |               |       |                      |       |       |             |       |       |       |
| Iw-1 1.80-1.83  |       |                               |    |    |    |                      |     |     |                                        | Biotite rich(基盤)   |               |       |                      |       |       |             |       |       |       |
| Iw-1 1.80-1.90  |       |                               |    |    |    |                      |     |     |                                        |                    |               |       |                      |       |       |             |       |       |       |
| Iw-1 1.90-2.00  |       |                               |    |    |    |                      |     |     |                                        |                    |               |       |                      |       |       |             |       |       |       |
| Iw-1 2.00-2.10  |       |                               |    |    |    |                      |     |     |                                        |                    |               |       |                      |       |       |             |       |       |       |
| Iw-1 2.10-2.20  |       |                               |    |    |    |                      |     |     |                                        |                    |               |       |                      |       |       |             |       |       |       |
| Iw-1 2.20-2.30  |       |                               |    |    |    |                      |     |     |                                        |                    |               |       |                      |       |       |             |       |       |       |

- バブルウォール(Bw)タイプ
- パミス(Pm)タイプ
- 低発泡(O)タイプ



バブルウォール型火山ガラスの主成分

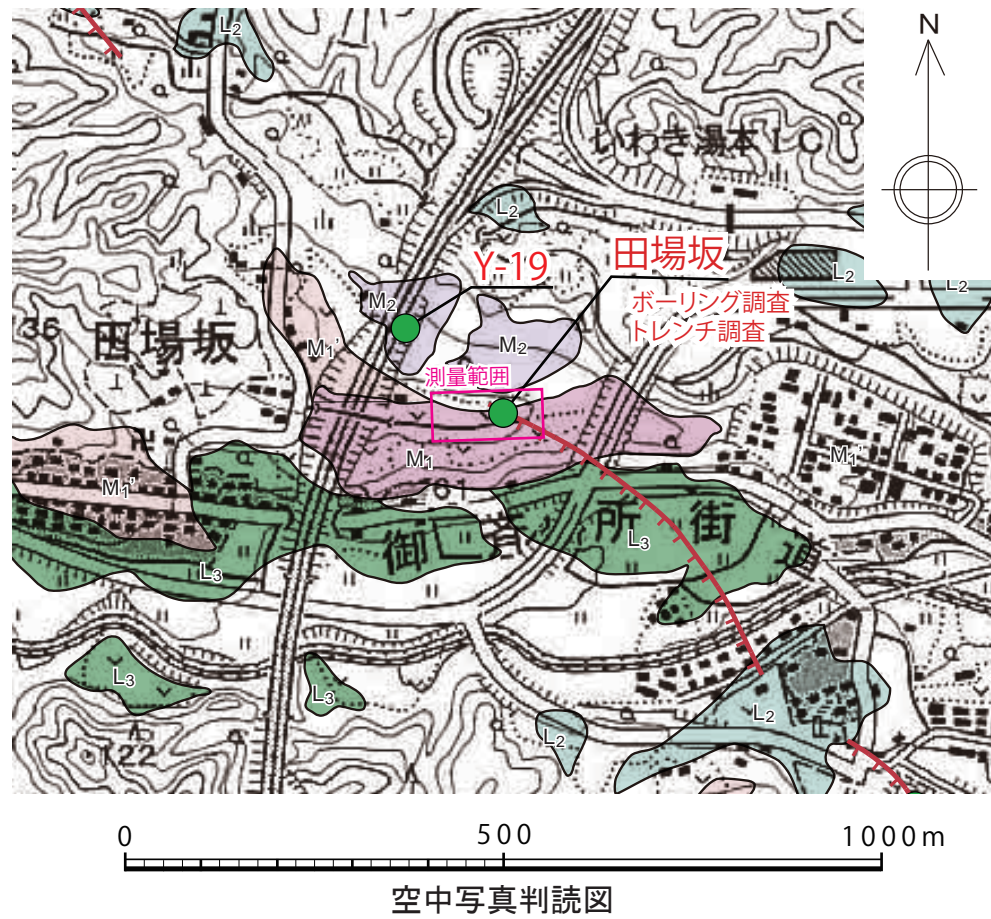
|       | K-Tz(町田・新井, 2003) | Iw-1孔 深度0.83-0.90m |
|-------|-------------------|--------------------|
| SiO2  | 79.3              | 78.89              |
| TiO2  | 0.22              | 0.16               |
| Al2O3 | 11.9              | 11.92              |
| FeO   | 1.1               | 1.15               |
| MnO   | 0.05              | 0.05               |
| MgO   | 0.2               | 0.14               |
| CaO   | 1.1               | 1.21               |
| Na2O  | 3                 | 3.02               |
| K2O   | 3.2               | 3.47               |
|       | 100.07            | 100.01             |

カミングトン閃石の元素組成(O=23)

|                               | Iz-Ny(中里・中澤, 2007) | Iw-1孔 深度1.60-1.70m |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| Si                            | 7.7                | 7.68               |
| Al                            | 0.52               | 0.45               |
| Ti                            | 0.02               | 0.03               |
| Fe                            | 2.3                | 2.33               |
| Mn                            | 0.17               | 0.17               |
| Mg                            | 4.01               | 4.08               |
| Ca                            | 0.24               | 0.28               |
| Na                            | 0.14               | 0.08               |
| K                             | 0                  | 0                  |
| $\frac{Mg}{Mg+Fe} \times 100$ | 63.5               | 63.65              |

第3.3-6図 岩崎北東地点テフラ分析結果

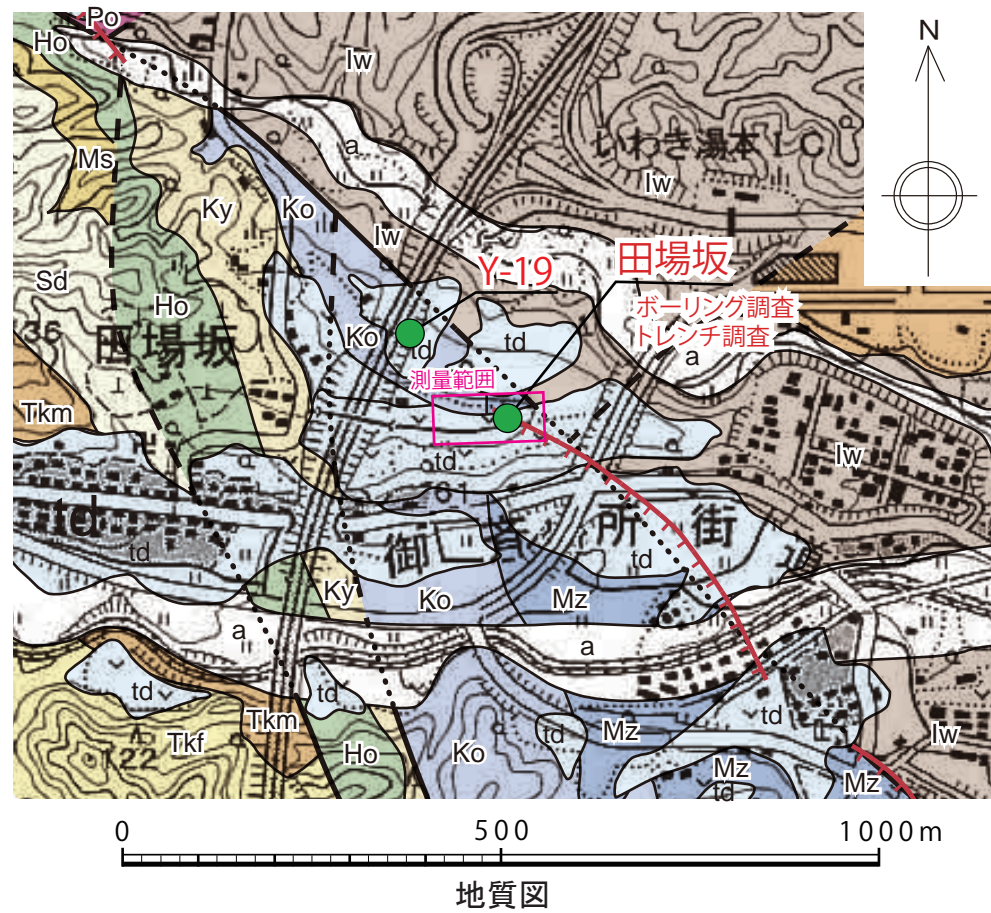




- 凡例
- 段丘面
- A<sub>2</sub> 面
  - L<sub>3</sub> 面 (MIS 2)
  - L<sub>2</sub> 面 (MIS 3)
  - L<sub>1</sub> 面 (MIS 5a)
  - M<sub>2</sub> 面 (MIS 5c)
  - M<sub>1</sub>' 面 (MIS 5e ~ MIS 5d)
  - M<sub>1</sub> 面 (MIS 5e)
  - H<sub>4</sub> 面
  - H<sub>3</sub> 面 (MIS 7あるいはそれ以前の高海面期)
  - 崖錐性～扇状地性平坦面(低位面)
  - 崖錐性～扇状地性平坦面(高位面)
- リニアメント
- L<sub>c</sub>
  - L<sub>d</sub>
- 地震断層



Loc.Y-19  
湯ノ岳断層通過位置付近において、常磐自動車道の法面などに変状は認められない。



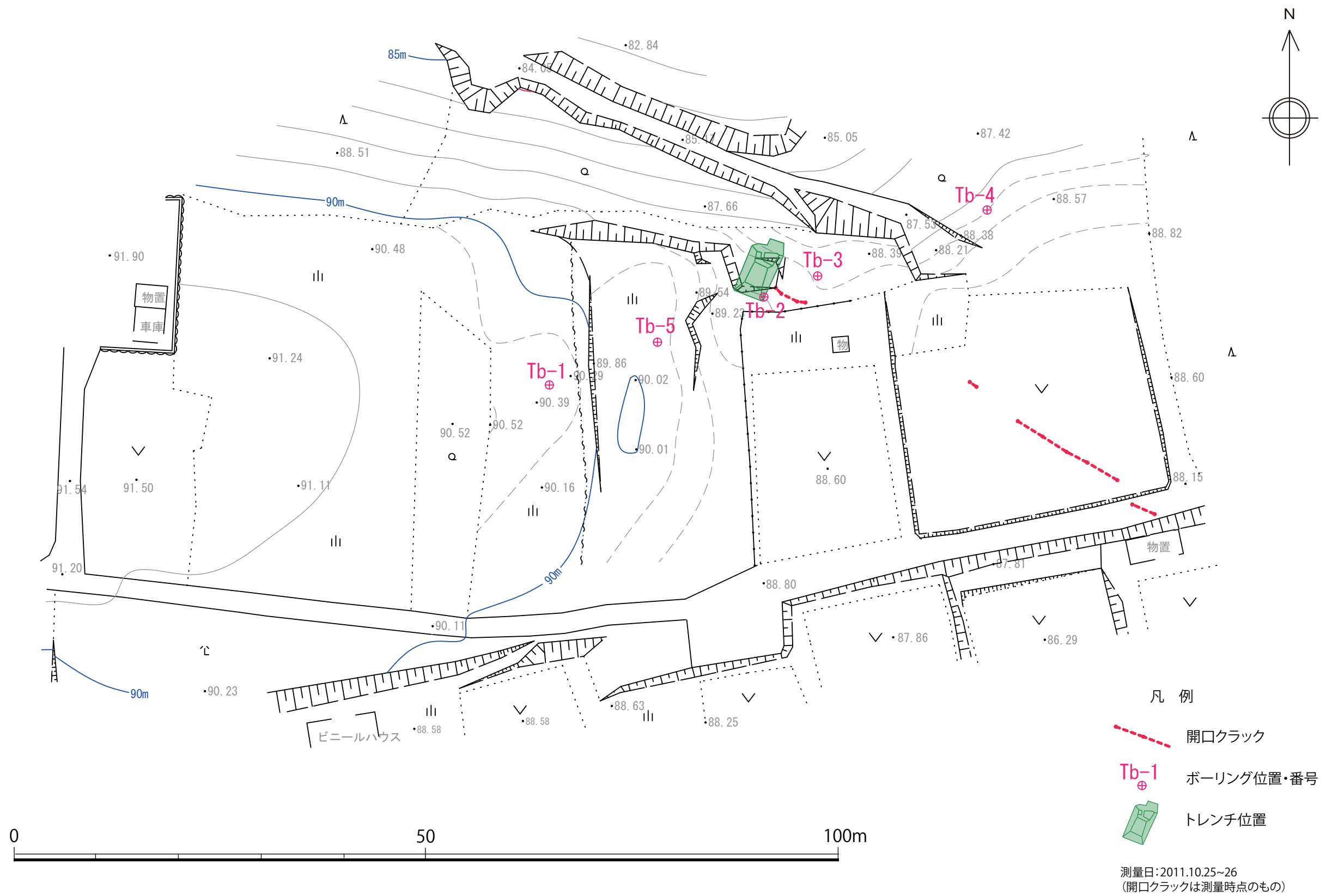
- 凡例
- a 沖積層
  - dt 崖錐～扇状地堆積物
  - td 段丘堆積物
  - Tkms 砂岩・泥岩互層、泥岩
  - Tkf 細粒砂岩
  - Tkm 中粒～粗粒砂岩
  - Sd 泥岩、砂岩、礫岩
  - Ms 砂岩
  - Ho 砂岩・泥岩互層、泥岩
  - Ky 砂岩・泥岩互層、砂岩
  - Istb 凝灰角礫岩～砂質火山礫凝灰岩
  - Isl 溶岩
  - Ko 泥岩
  - Mz 砂岩・泥岩互層、泥岩
  - Go 砂岩、礫岩
  - Ss 硬質泥岩
  - As 泥質砂岩～細粒砂岩
  - lw 砂岩、礫岩
  - Po 礫岩
  - Gr 花崗閃緑岩
  - Sch 変成岩
- 地層境界
- 断層 (破線は推定、点線は伏在)
- 地震断層
- 完新世
- 更新世
- 高久層群
- 中山層
- 白土層群
- 中新世
- 平層
- 湯長谷層群
- 石森山部層
- 後期始新世～前期漸新世
- 白水層群
- 浅貝層
- 白坂層
- 五安層
- 水野谷層
- 亀ノ尾層
- 御所変成岩類
- 白亜紀
- 古生代



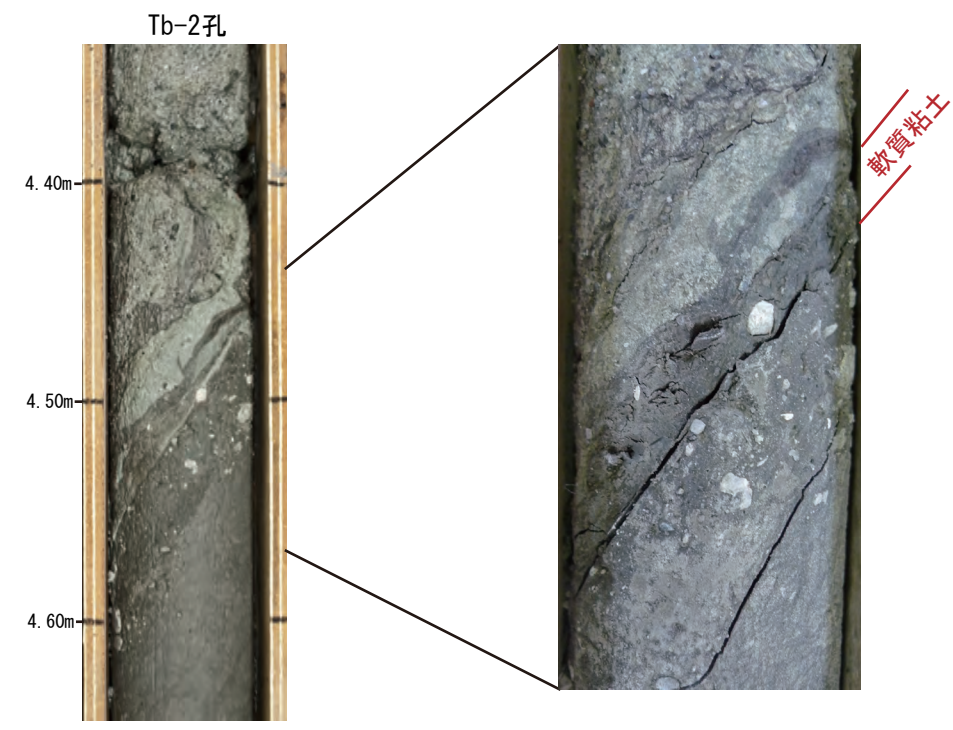
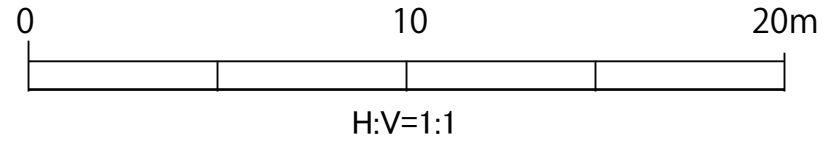
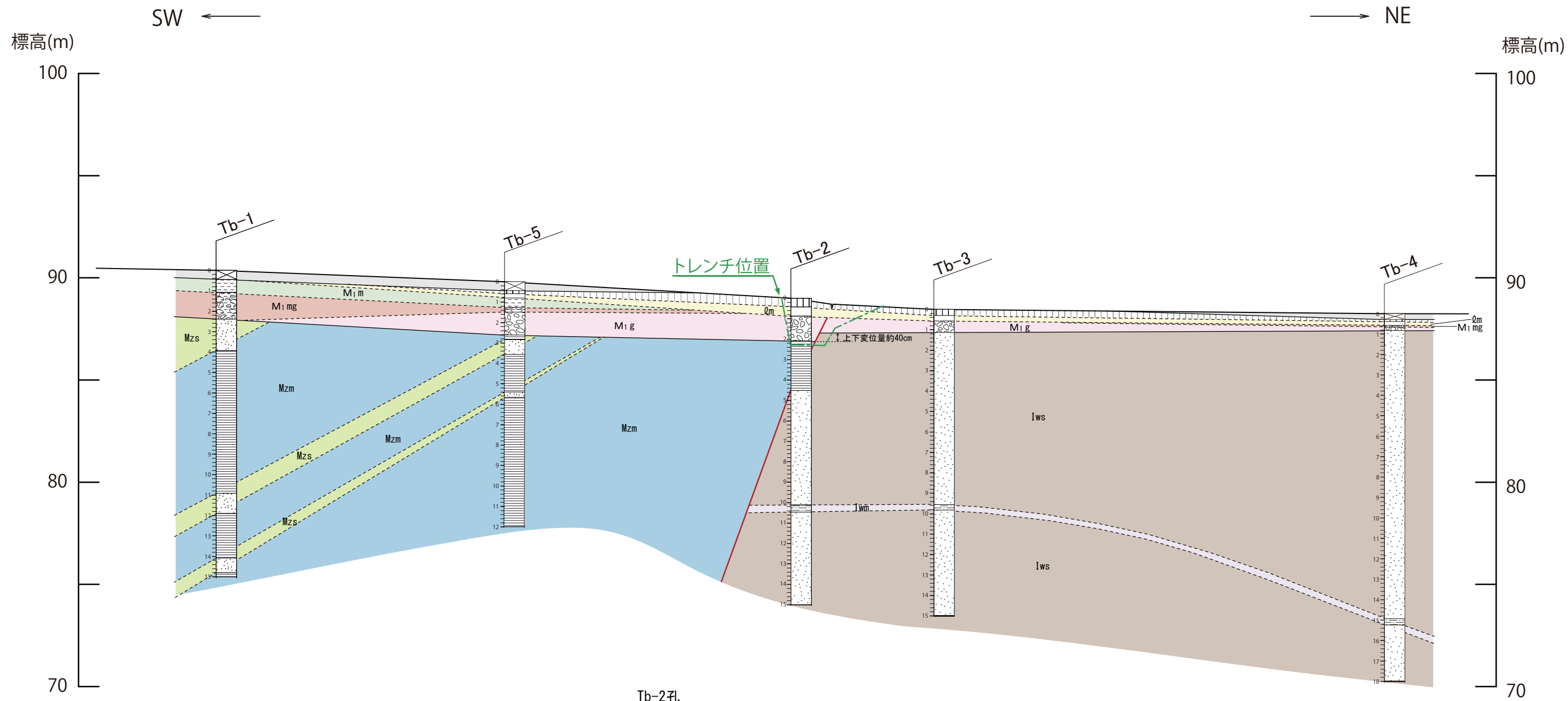
田場坂地点  
M<sub>1</sub> 面 (MIS5e) 上に出現した開口クラック。  
上下・水平変位はほとんど認められない。

第 3.3-7 図 田場坂地点に出現した地震断層





第3.3-8図 田場坂地点調査位置図



凡例

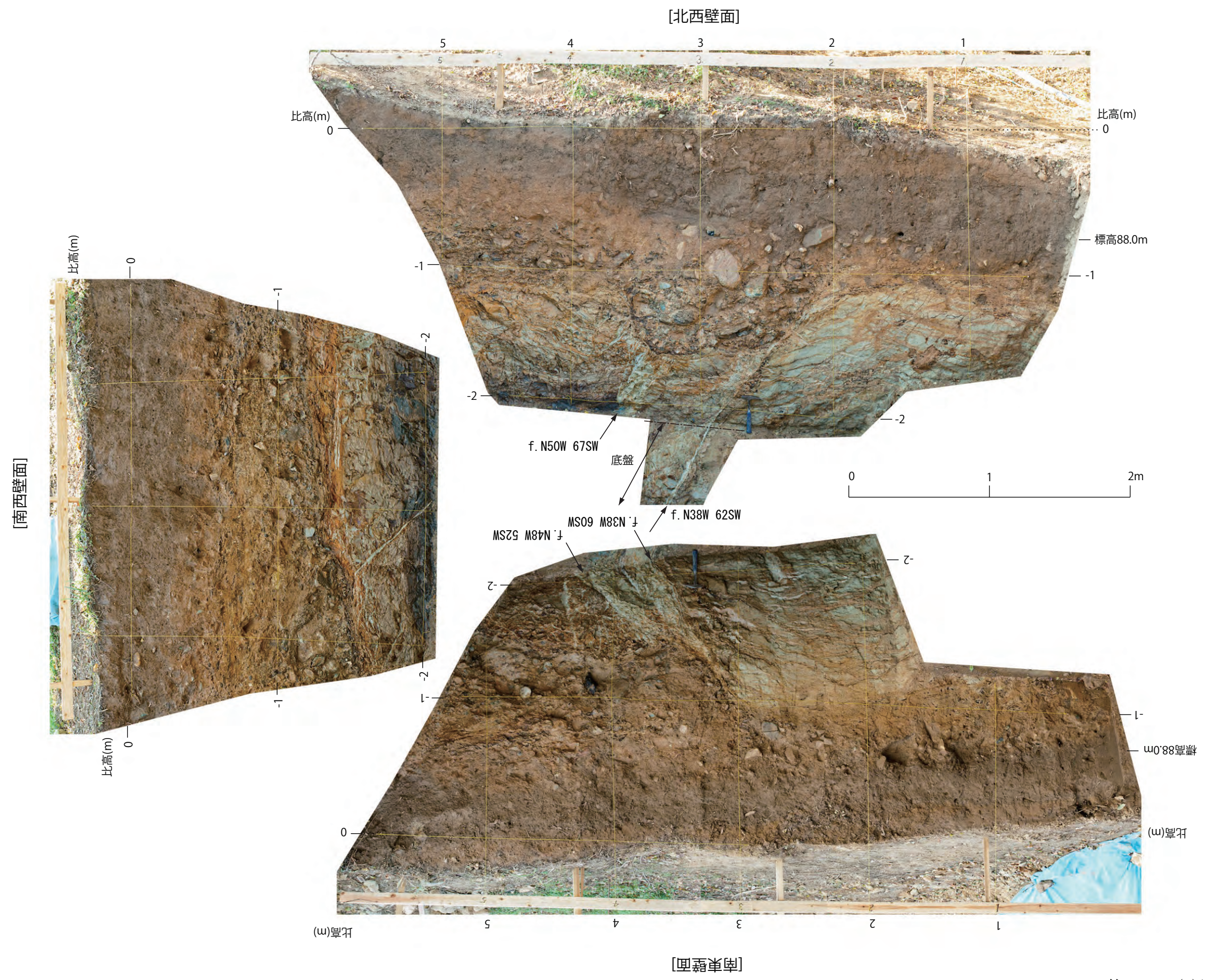
| 断面図             | 柱状図 |           |
|-----------------|-----|-----------|
|                 |     | 盛土        |
|                 |     | 暗褐色土壌     |
|                 |     | 礫混じりローム層  |
|                 |     | 砂質シルト層    |
|                 |     | シルト質礫層    |
|                 |     | 礫層        |
| } M1面段丘堆積物      |     |           |
|                 |     | 砂岩        |
|                 |     | 泥岩        |
| } 湯長谷層群<br>水野谷層 |     |           |
|                 |     | 細粒砂岩      |
|                 |     | 泥岩・細粒砂岩互層 |
| } 白水層群<br>石城層   |     |           |

第3.3-9図 田場坂地点地質断面図



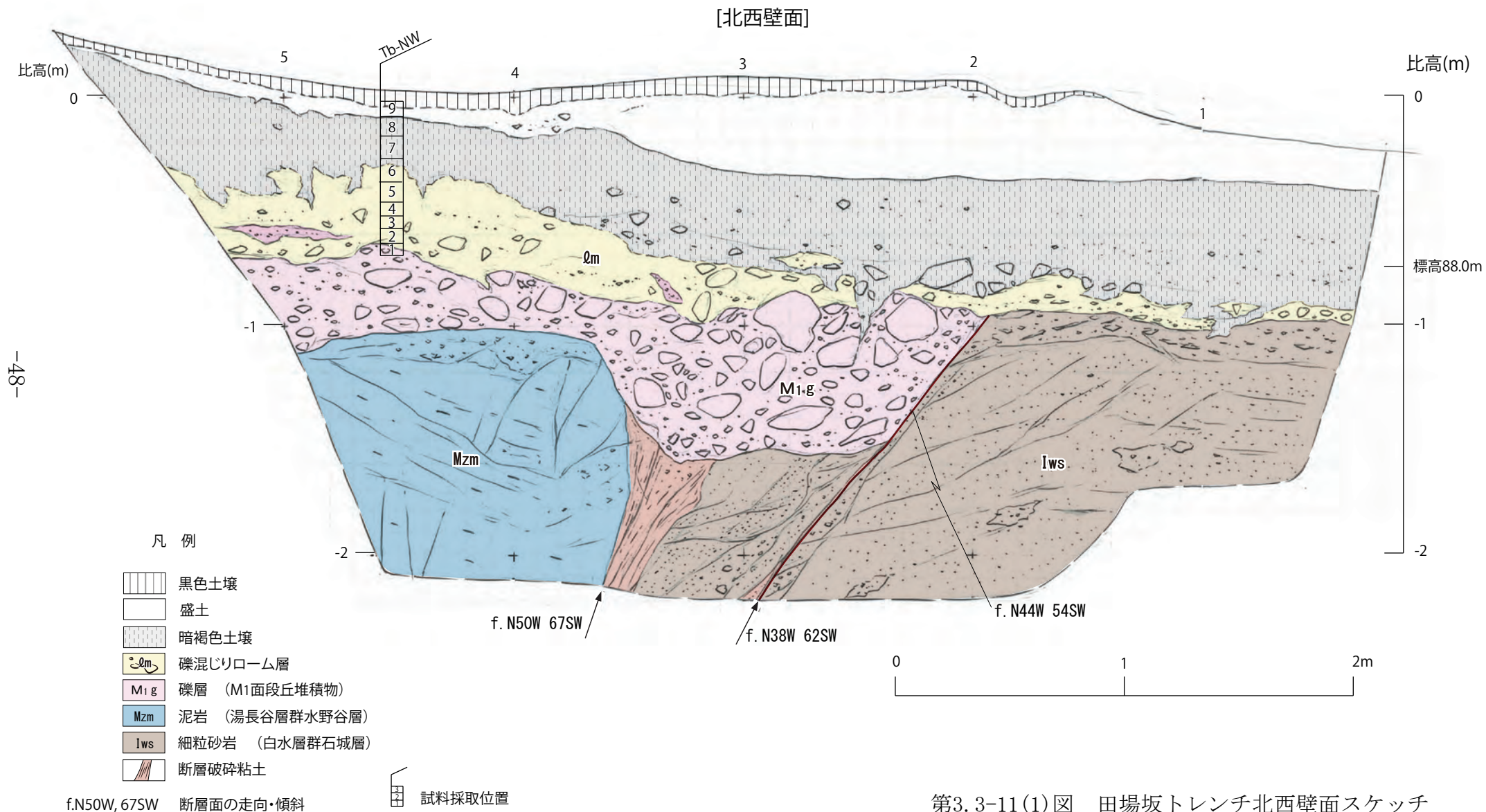






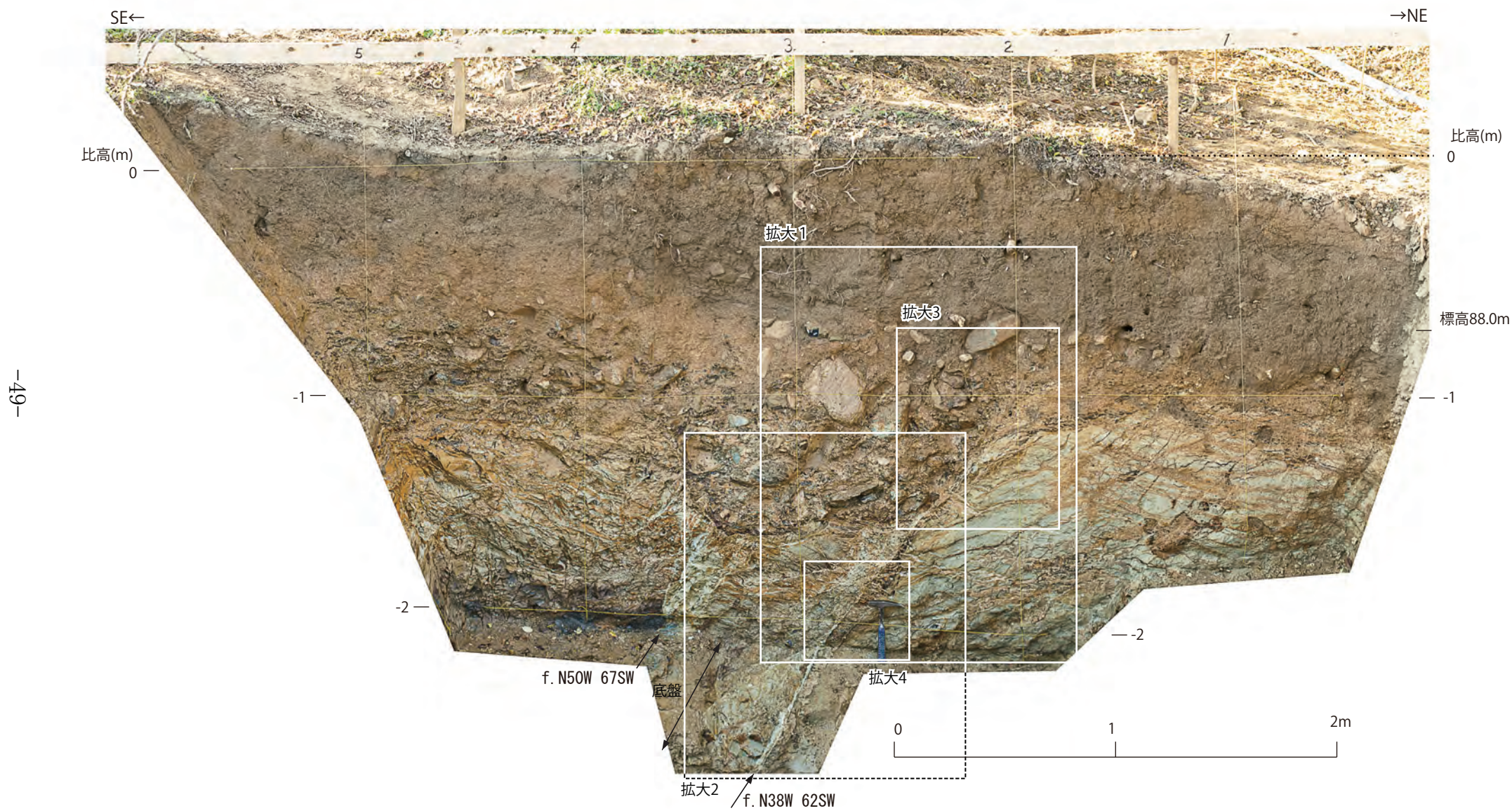
第3.3-10(2) 田場坂地点トレンチ展開写真





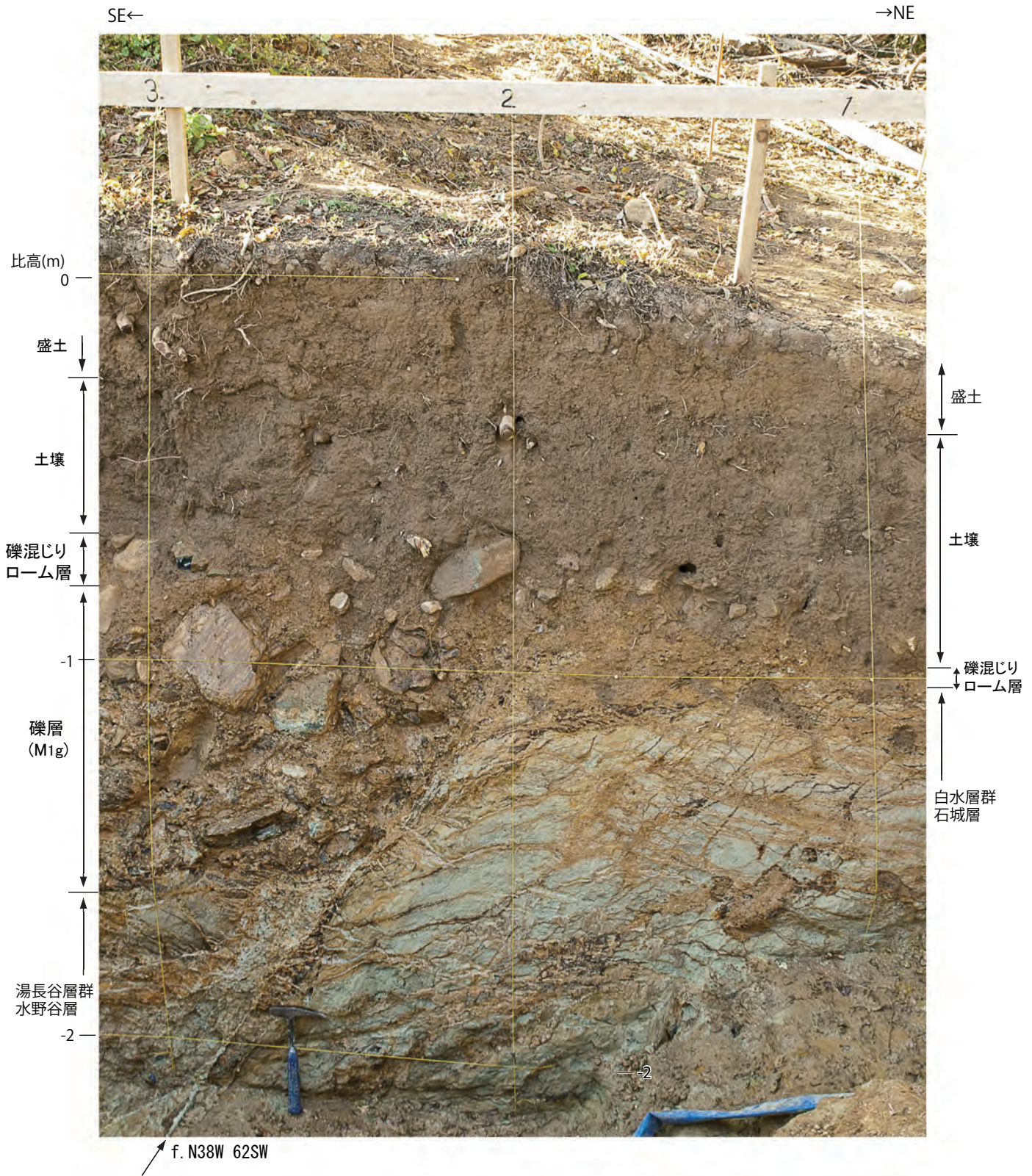
第3.3-11(1)図 田場坂トレンチ北西壁面スケッチ





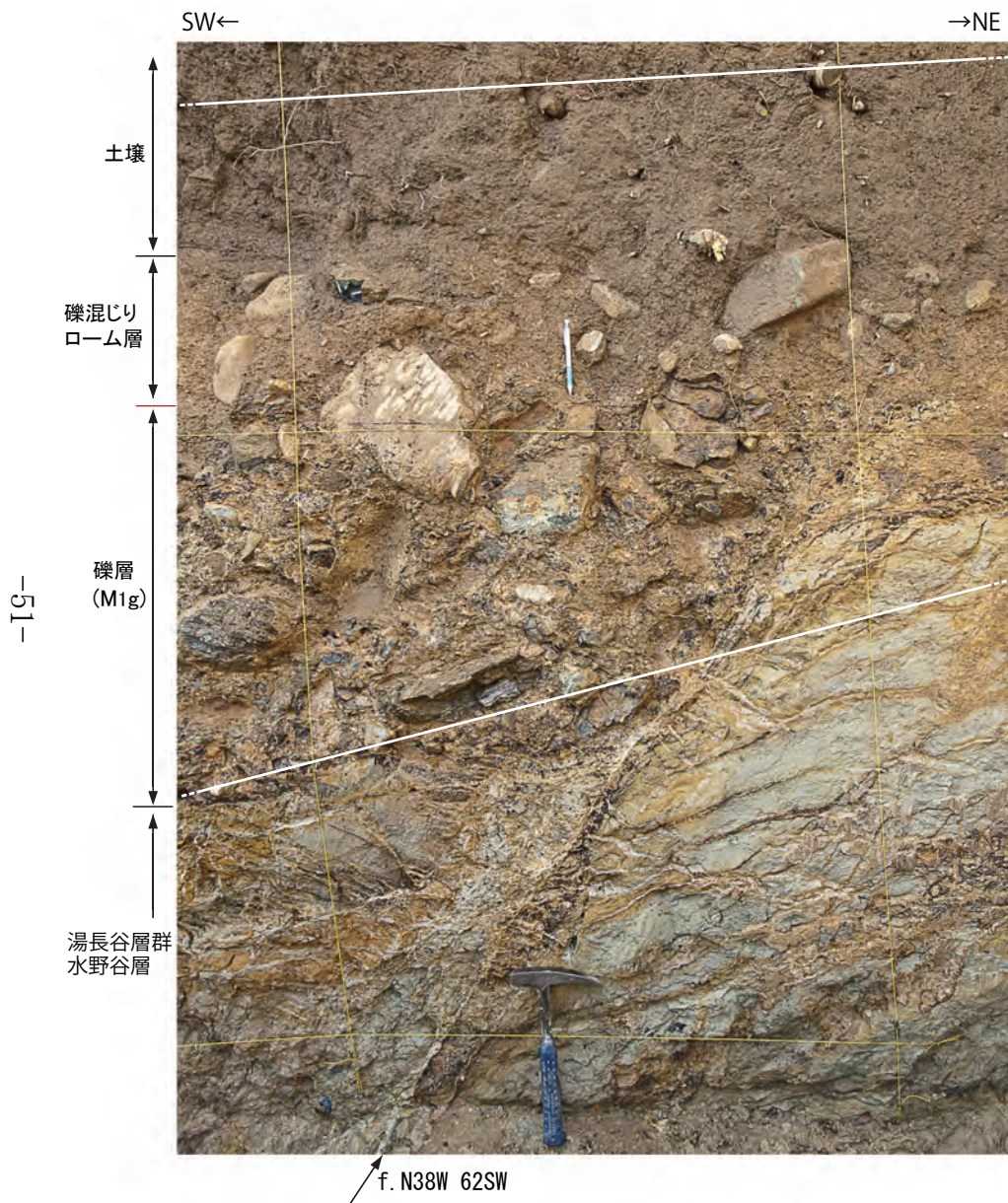
第3.3-11(2)図 田場坂地点トレンチ北西壁面写真





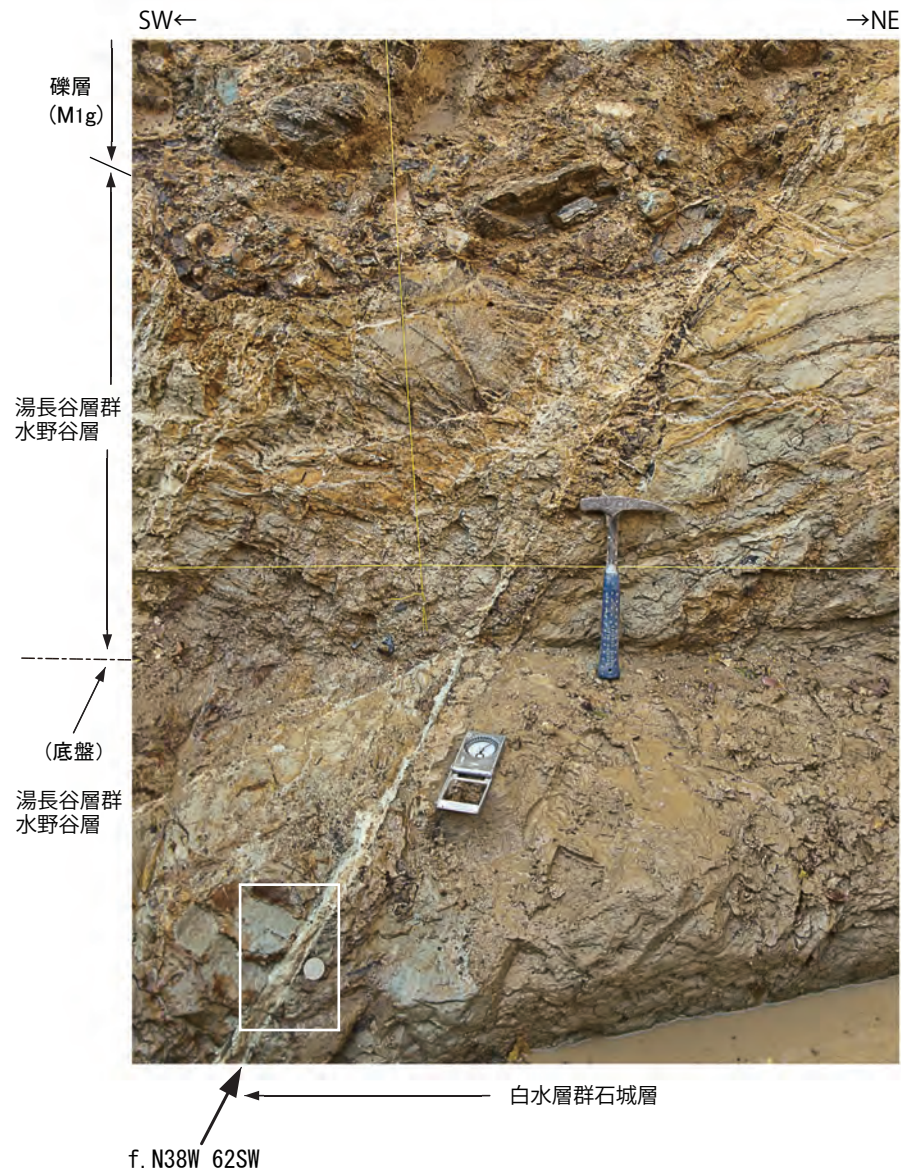
第3.3-11(3)図 田場坂地点トレンチ北西壁面拡大写真



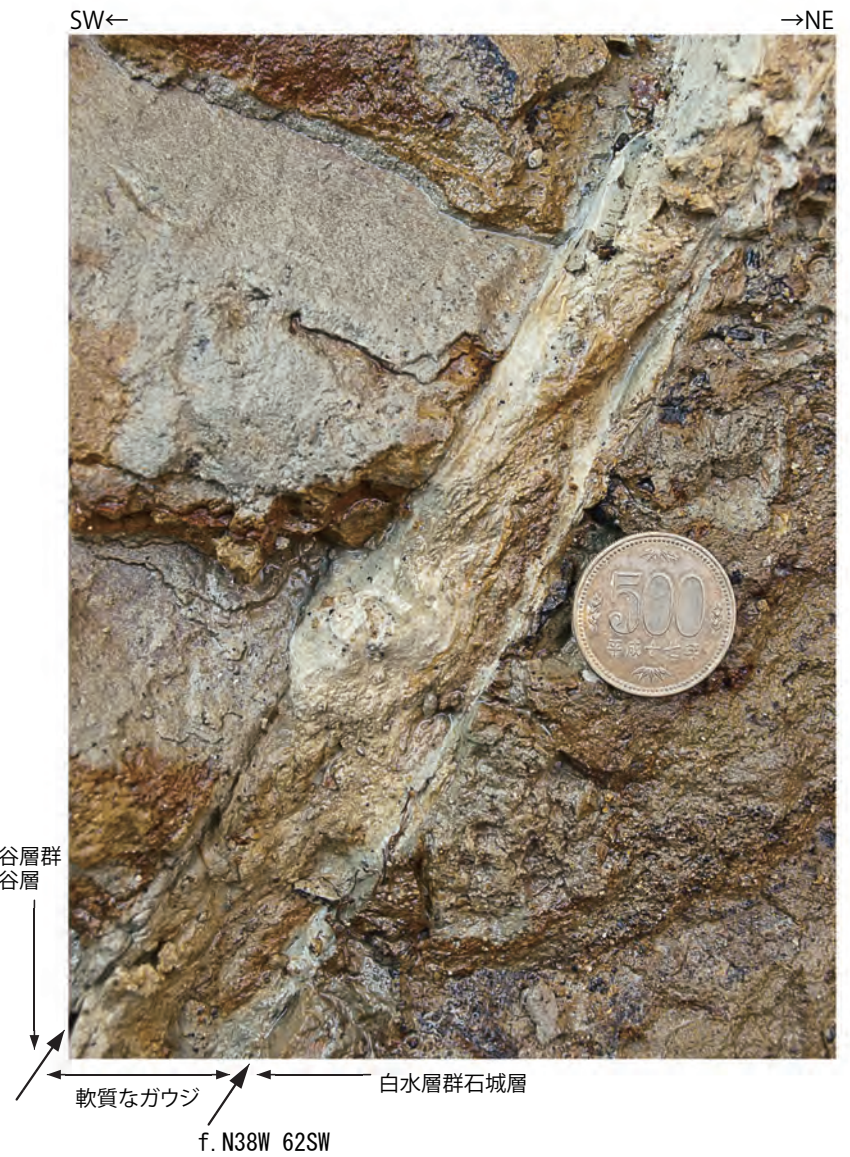


第3.3-11(4)図 田場坂トレンチ北西壁面断層部拡大1



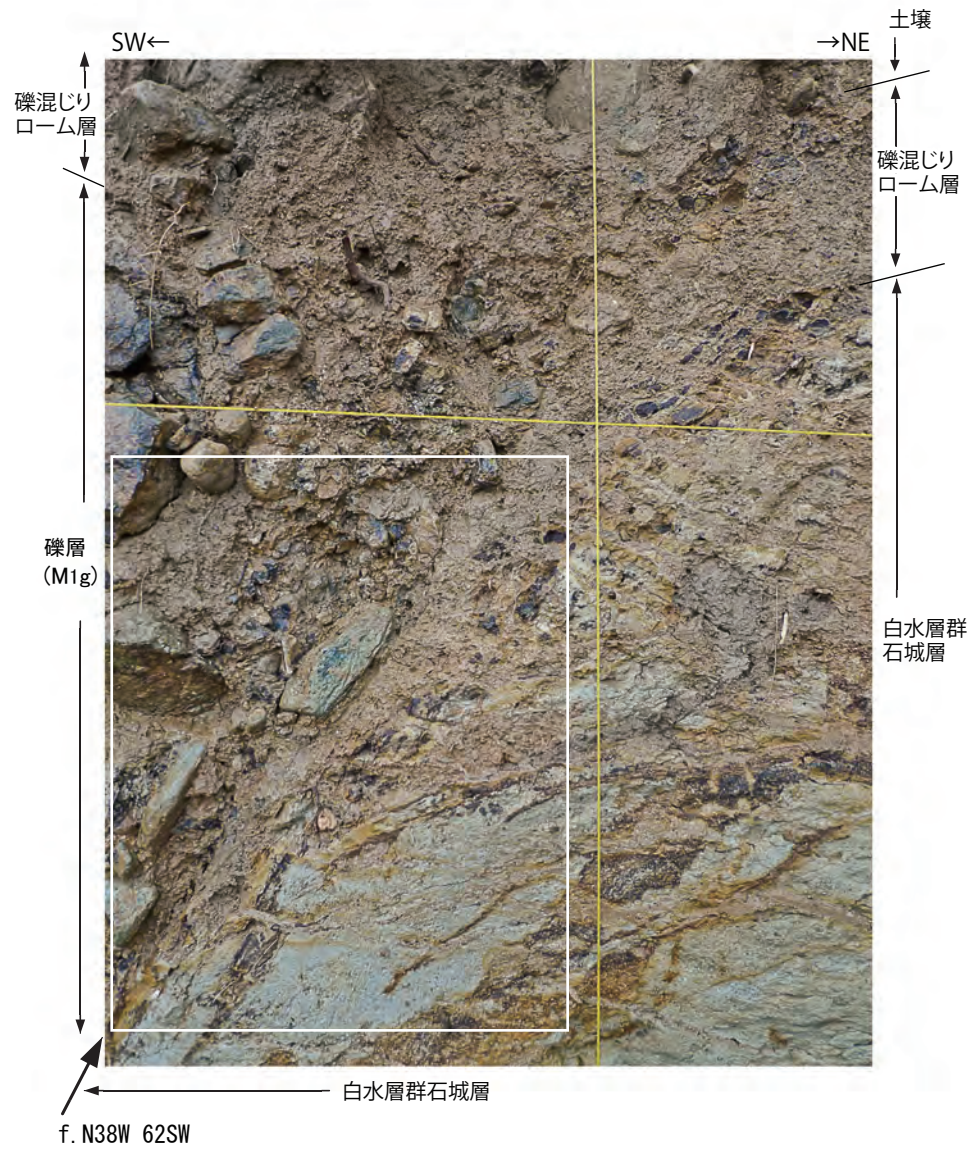


(壁面)  
↓  
↑  
(底盤)



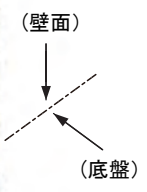
第3. 3-11(5)図 田場坂トレンチ北西壁面断層部拡大2





第3. 3-11(6)図 田場坂トレンチ北西壁面断層部拡大3

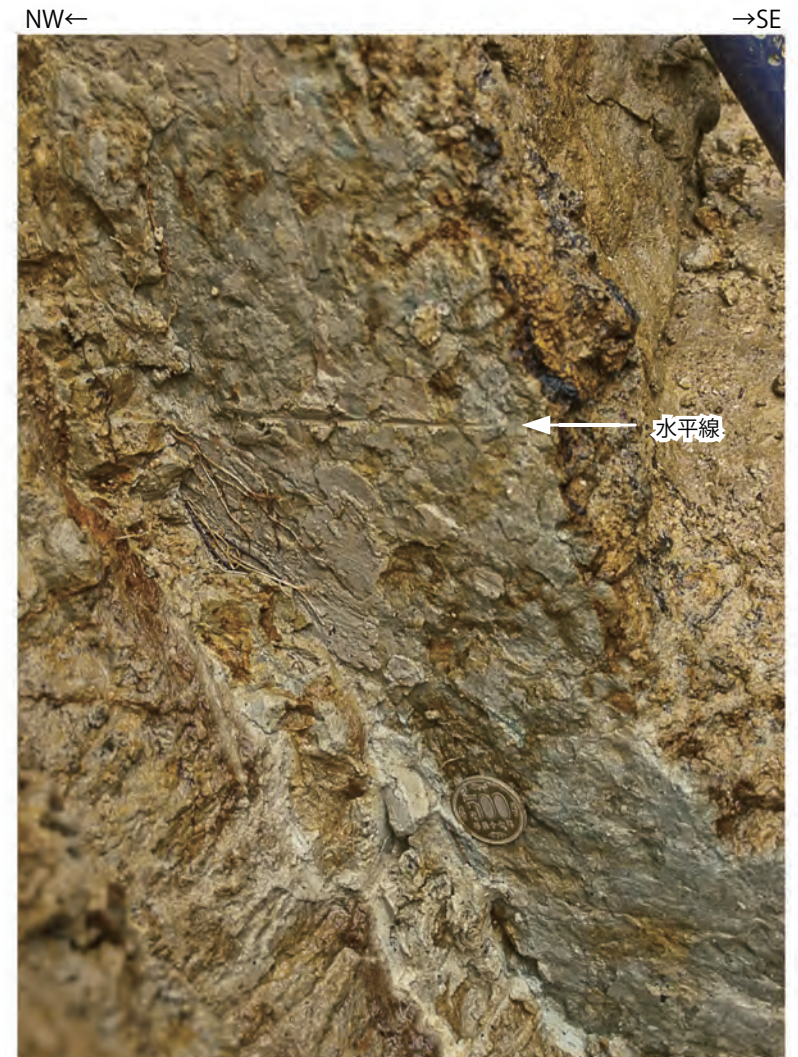




湯長谷層群  
水野谷層

白水層群石城層

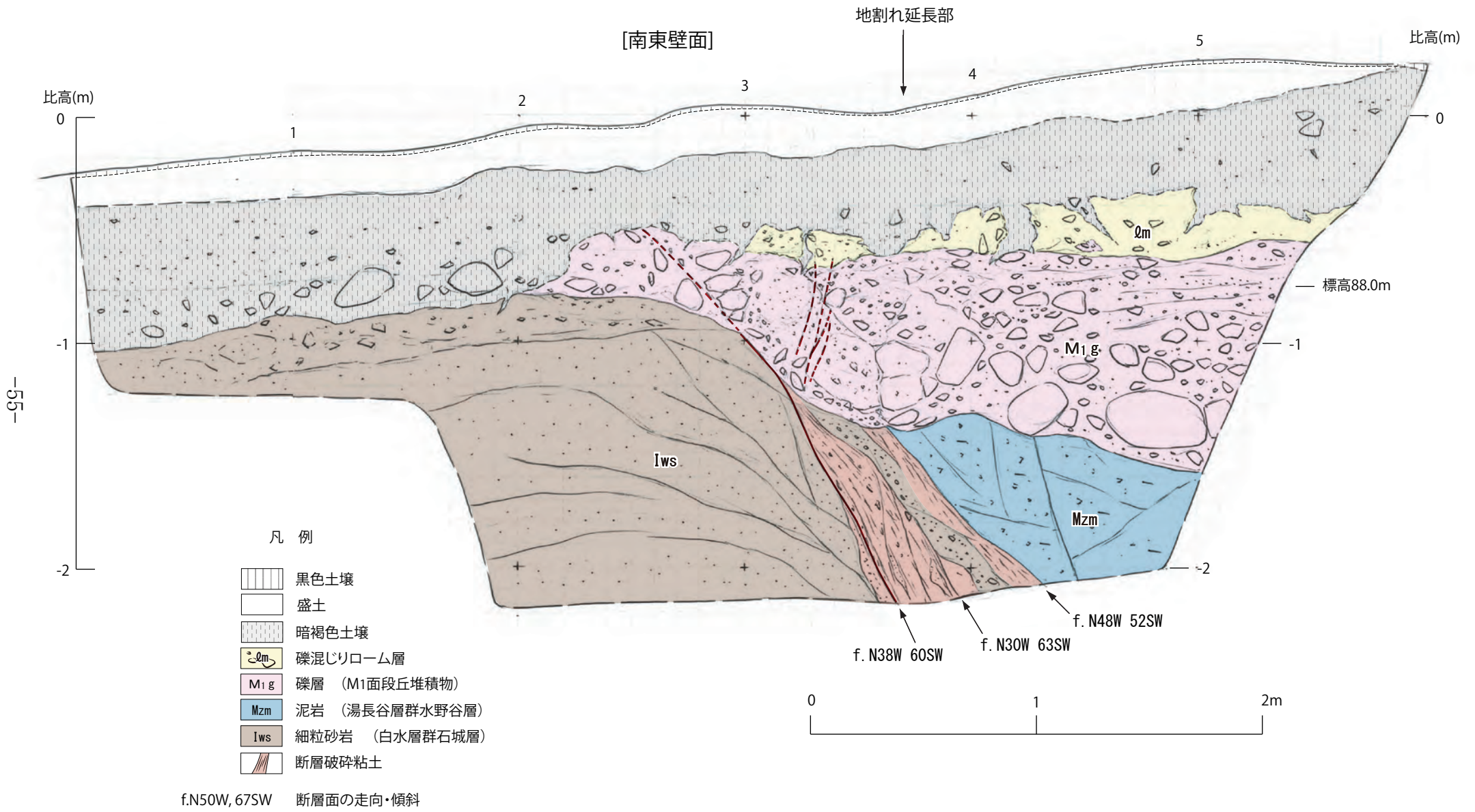
f. N38W 62SW



同左拡大  
明瞭な条線は認められない。

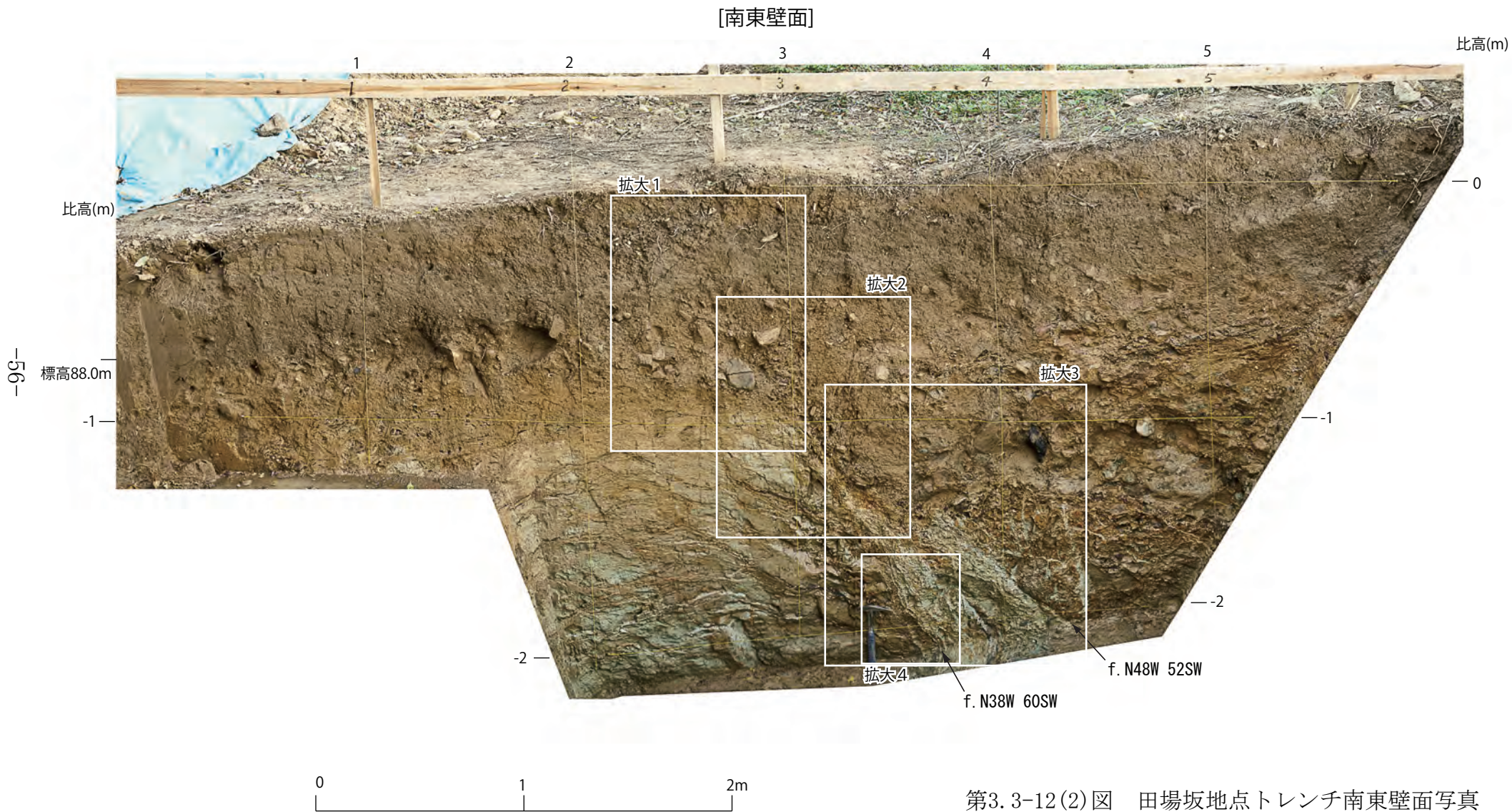
第3. 3-11(7)図 田場坂トレンチ北西壁面断層部拡大4





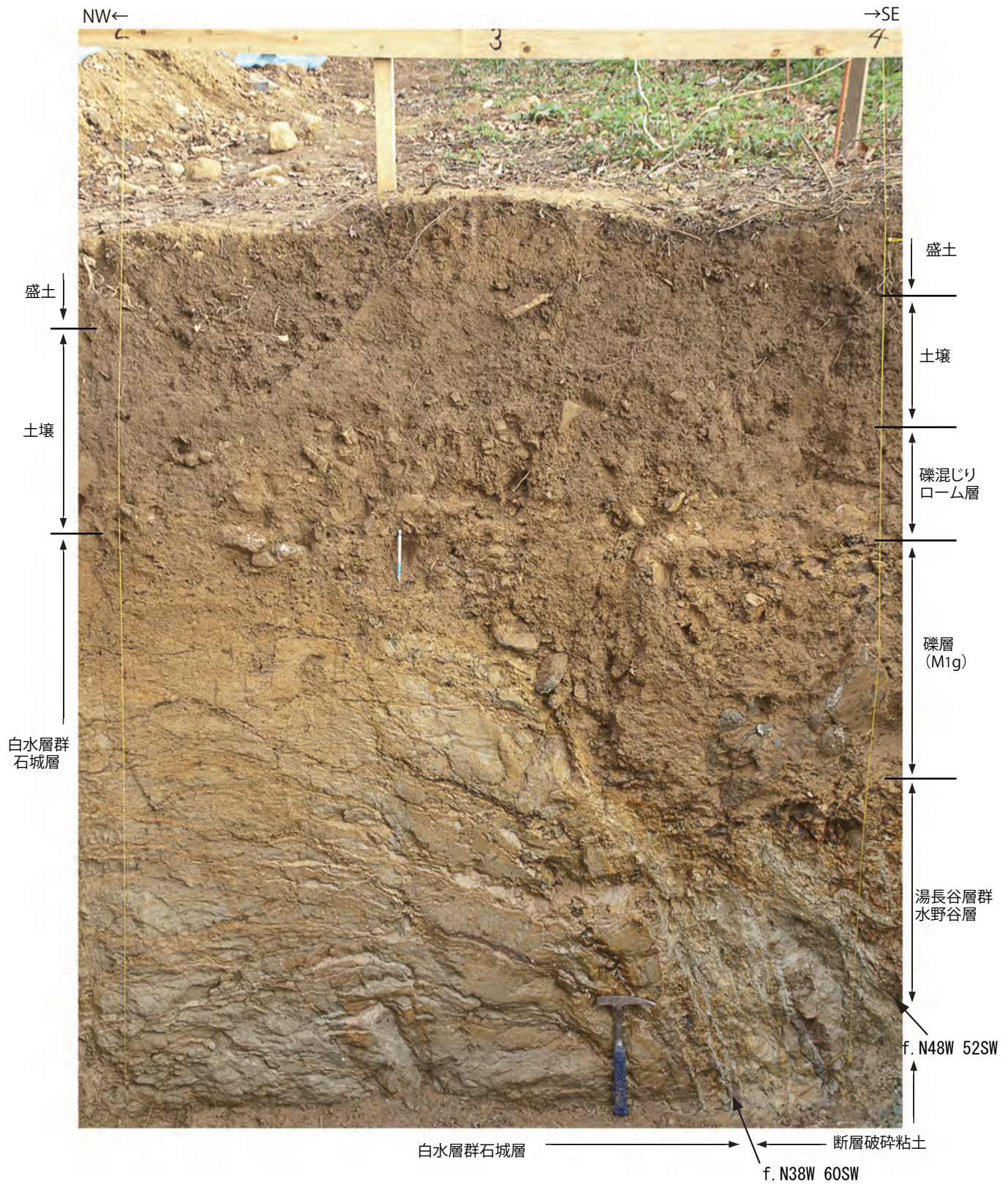
第3.3-12(1)図 田場坂トレンチ南東壁面スケッチ





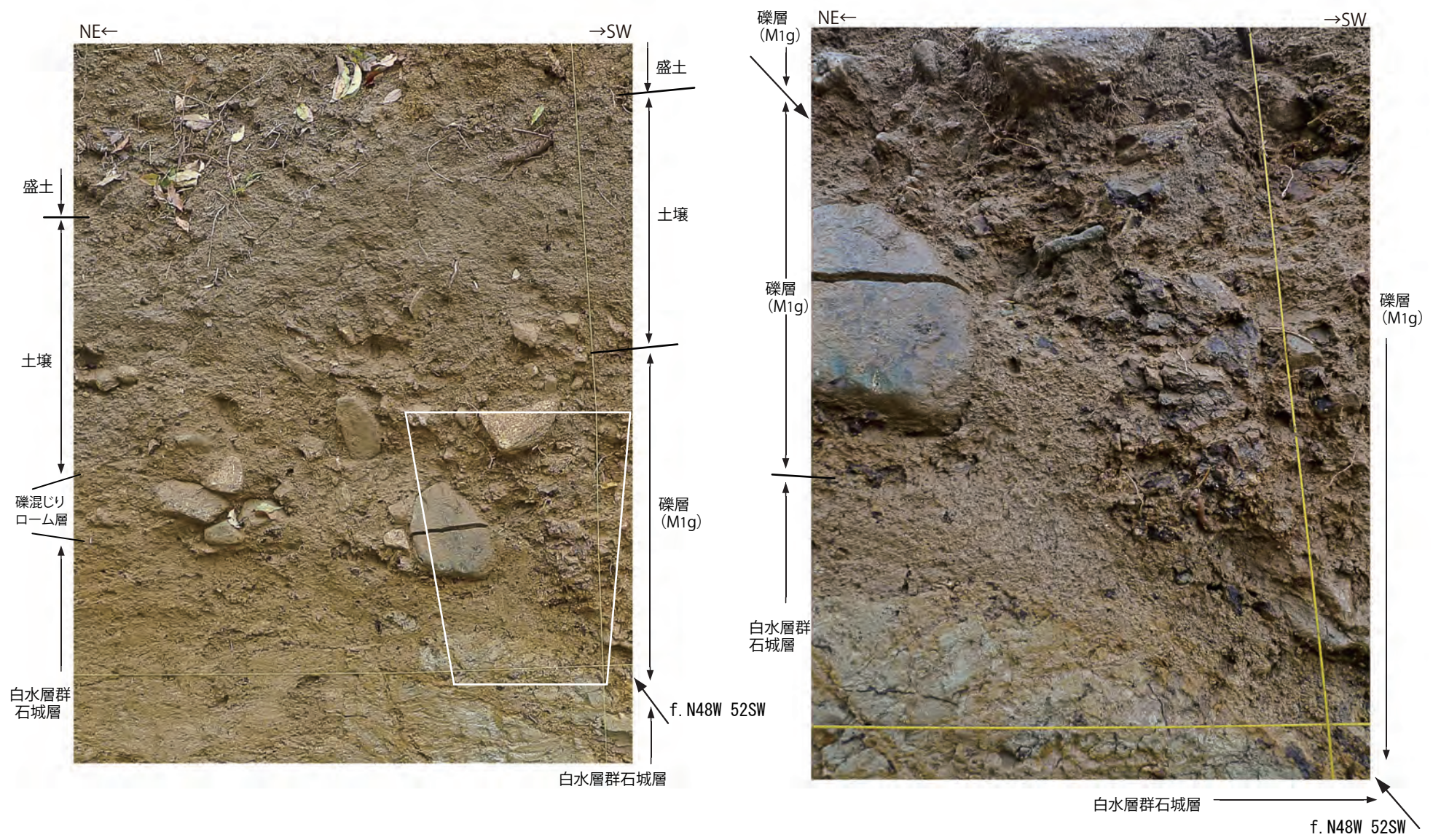
第3.3-12(2)図 田場坂地点トレンチ南東壁面写真





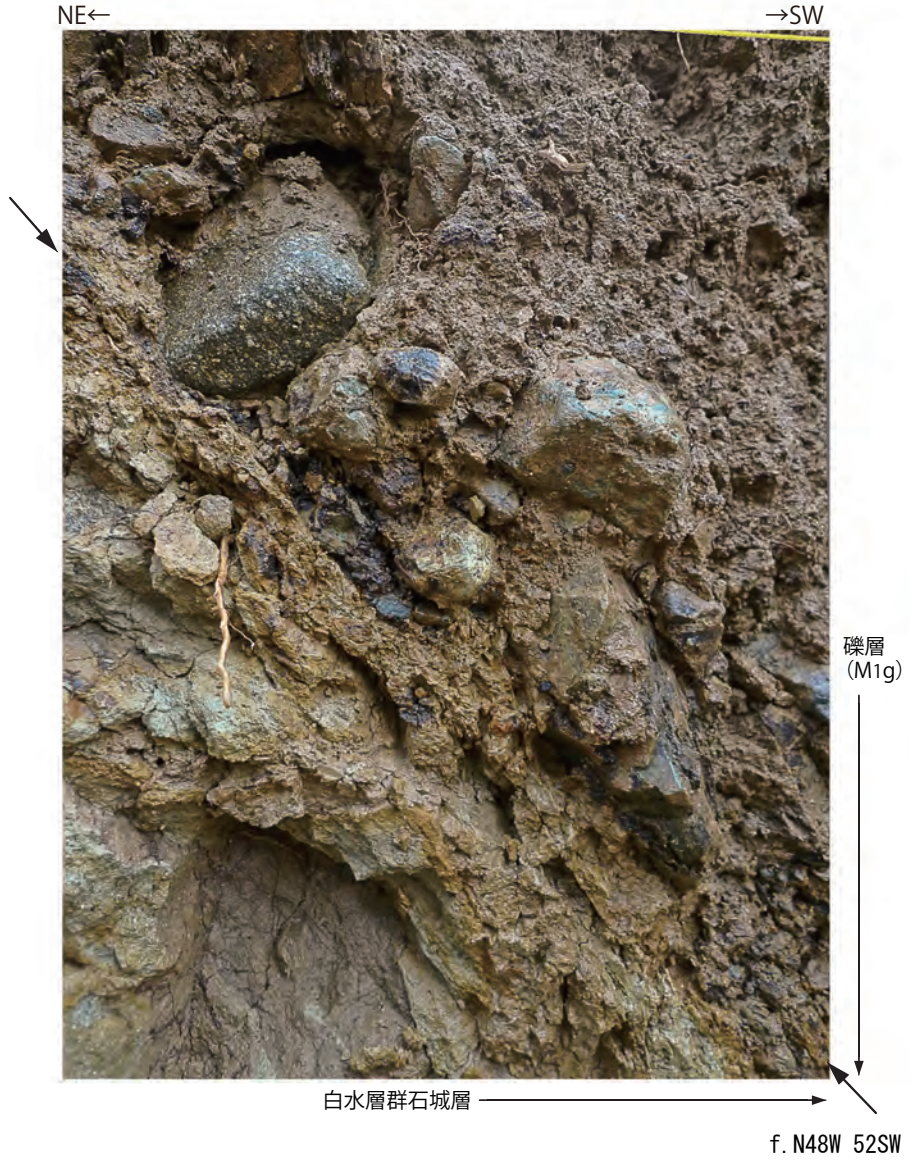
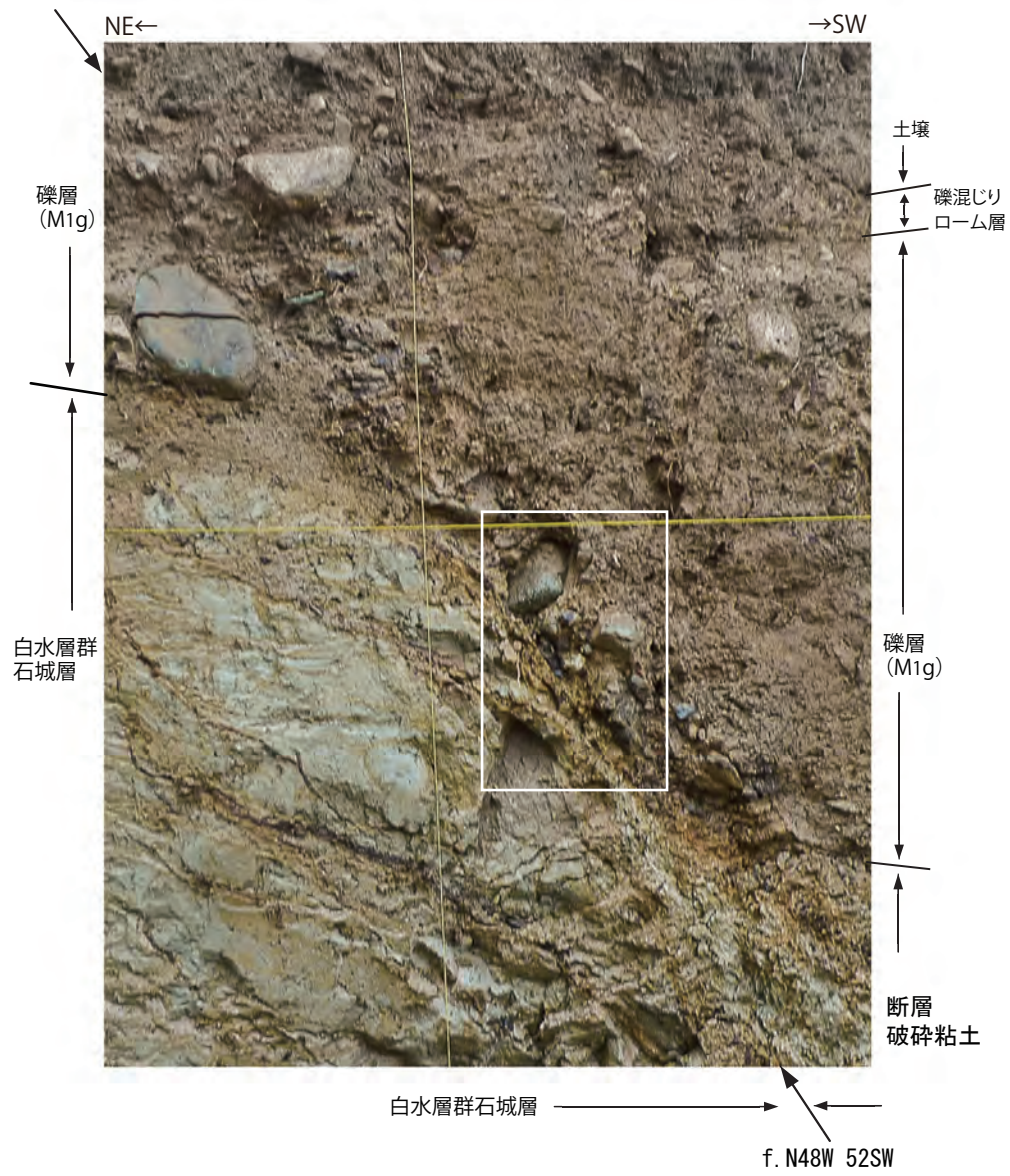
第3. 3-12(3)図 田場坂地点トレンチ南東壁面拡大写真





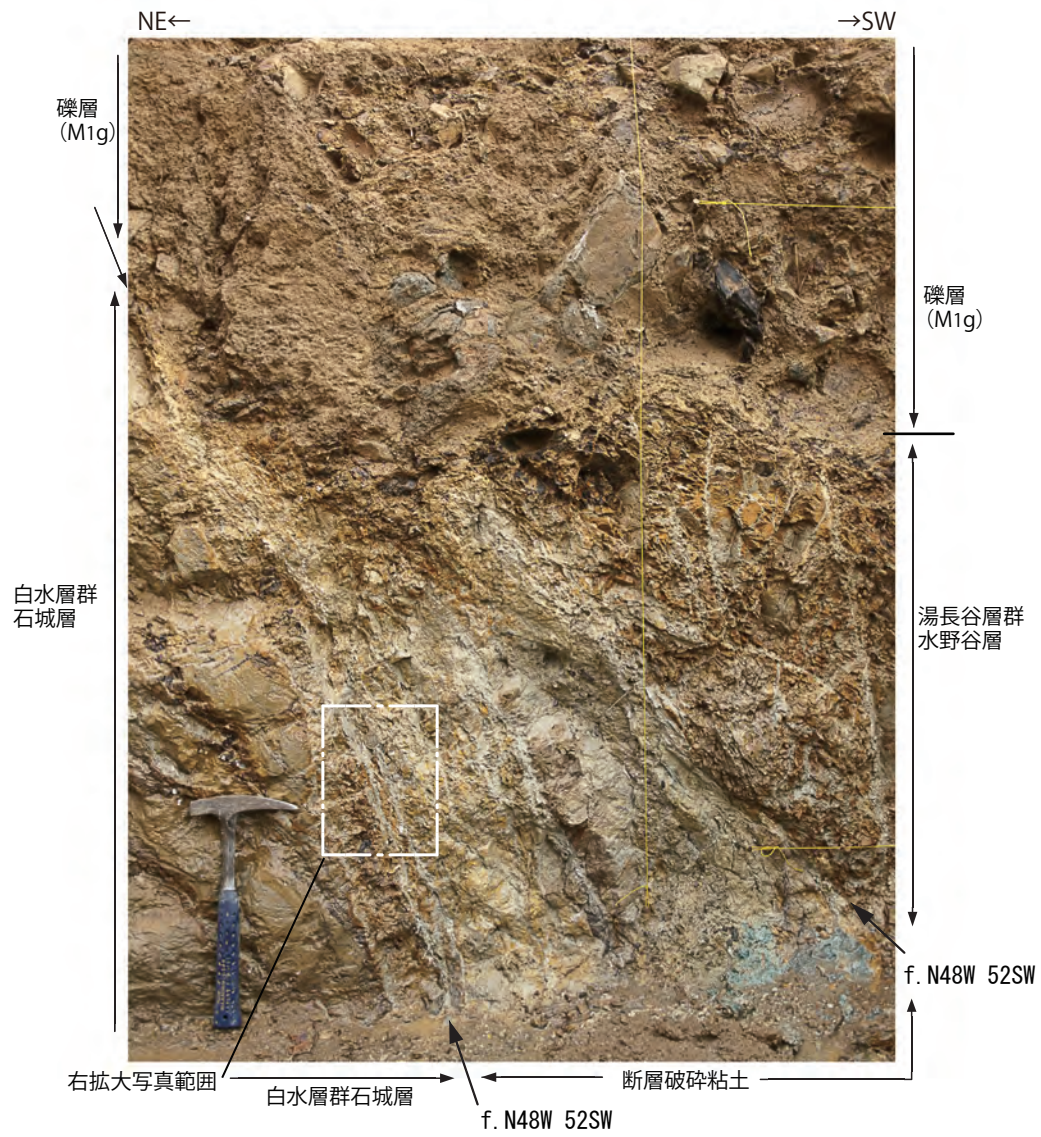
第3.3-12(4) 田場坂地点トレンチ南東壁面断層部拡大1





第3.3-12(5)図 田場坂地点トレンチ南東壁面断層部拡大2





第3.3-12(6) 田場坂地点トレンチ南東壁面断層部拡大3





f. N48W 52SW /

基盤中には、直線性のある断層面が認められる。

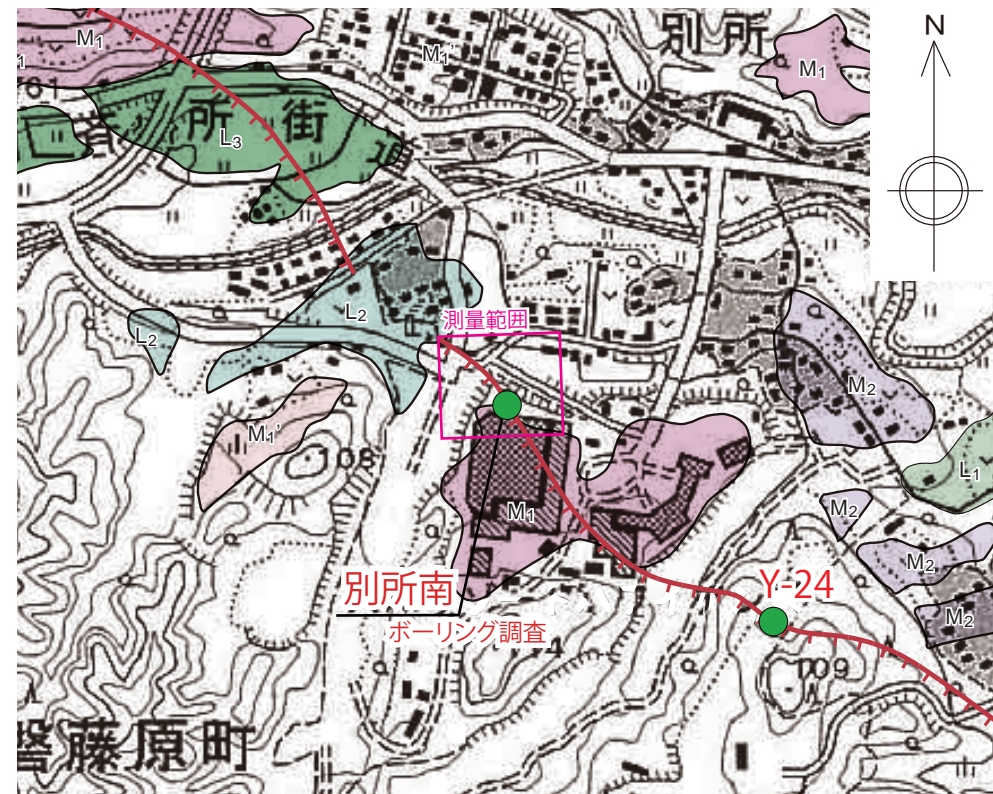


同左拡大

明瞭な条線は認められない。

第3. 3-12(7)図 田場坂地点トレンチ南東壁面断層部拡大4



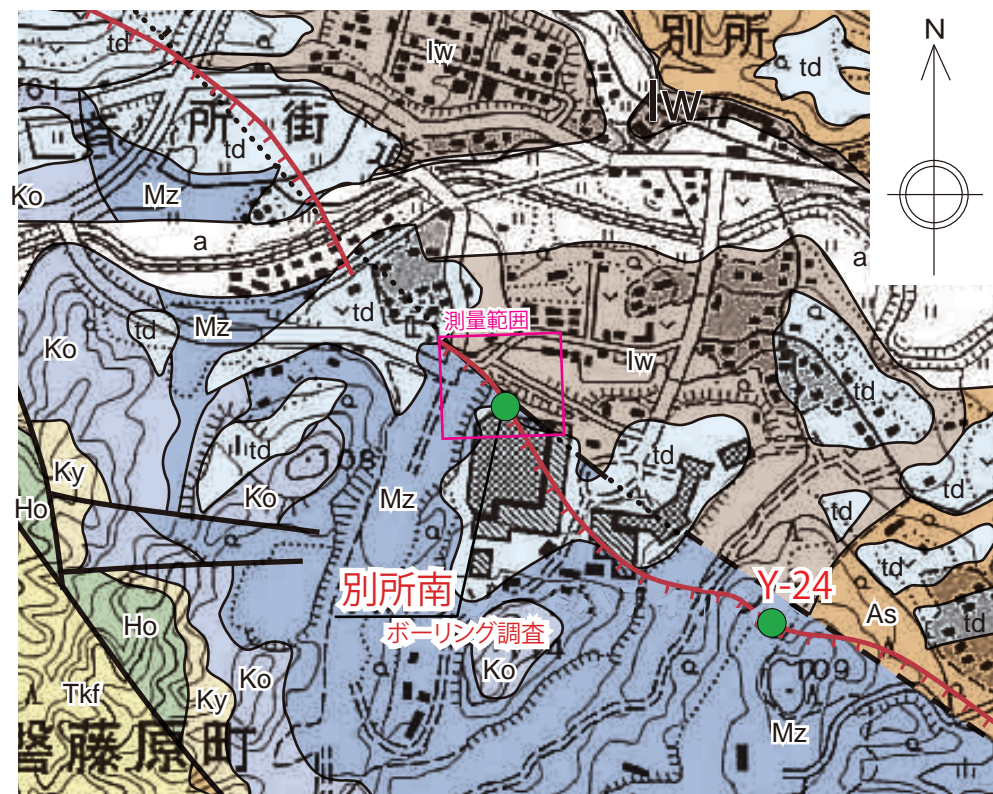


空中写真判読図

- 凡例
- 段丘面
- A<sub>2</sub> 面
  - L<sub>3</sub> 面 (MIS 2)
  - L<sub>2</sub> 面 (MIS 3)
  - L<sub>1</sub> 面 (MIS 5a)
  - M<sub>2</sub> 面 (MIS 5c)
  - M<sub>1'</sub> 面 (MIS 5e ~ MIS 5d)
  - M<sub>1</sub> 面 (MIS 5e)
  - H<sub>4</sub> 面
  - H<sub>3</sub> 面 (MIS 7あるいはそれ以前の高海面期)
  - 崖錐性～扇状地性平坦面(低位面)
  - 崖錐性～扇状地性平坦面(高位面)
- リニアメント
- L<sub>c</sub>
  - L<sub>d</sub>
- 地震断層



別所南地点  
2011.4.23 撮影  
M<sub>1</sub> 面 (MIS5e) 上に出現した地震断層。  
南西落ち約 80cm の上下変位が認められる。



地質図

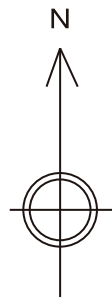
- 凡例
- a 沖積層
  - dt 崖錐～扇状地堆積物
  - td 段丘堆積物
  - Tkms 砂岩・泥岩互層, 泥岩
  - Tkf 細粒砂岩
  - Tkm 中粒～粗粒砂岩
  - Sd 泥岩, 砂岩, 礫岩
  - Ms 砂岩
  - Ho 砂岩・泥岩互層, 泥岩
  - Ky 砂岩・泥岩互層, 砂岩
  - Istb 凝灰角礫岩～砂質火山礫凝灰岩
  - Isl 溶岩
  - Ko 泥岩
  - Mz 砂岩・泥岩互層, 泥岩
  - Go 砂岩, 礫岩
  - Ss 硬質泥岩
  - As 泥質砂岩～細粒砂岩
  - lw 砂岩, 礫岩
  - Po ヒン岩
  - Gr 花崗閃緑岩
  - Sch 変成岩
- 御斎所変成岩類
- 地層境界
- 断層 (破線は推定, 点線は伏在)
- 地震断層
- 完新世
- 更新世
- 高久層群
- 中山層 白土層群
- 中新世
- 三沢部層
- 本谷部層
- 上矢田部層
- 平層
- 湯長谷層群
- 石森山部層
- 後期始新世～前期漸新世
- 白亜紀
- 古生代



Loc.Y-24  
2011.4.24 撮影  
ゴルフ場に出現した地震断層。南西落ち 50cm～70cm の上下変位が認められる。

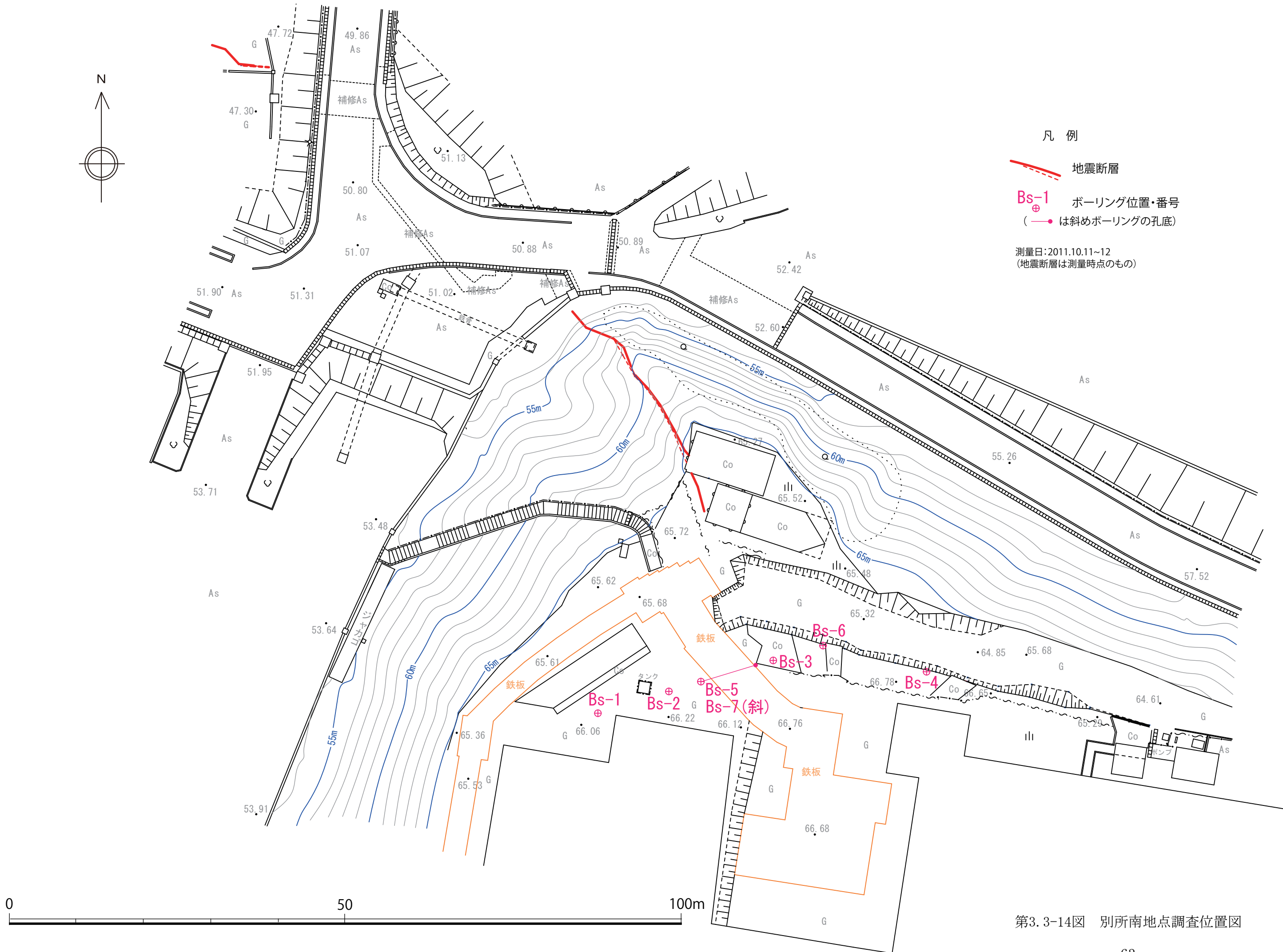
第 3.3-13 図 別所南地点に出現した地震断層





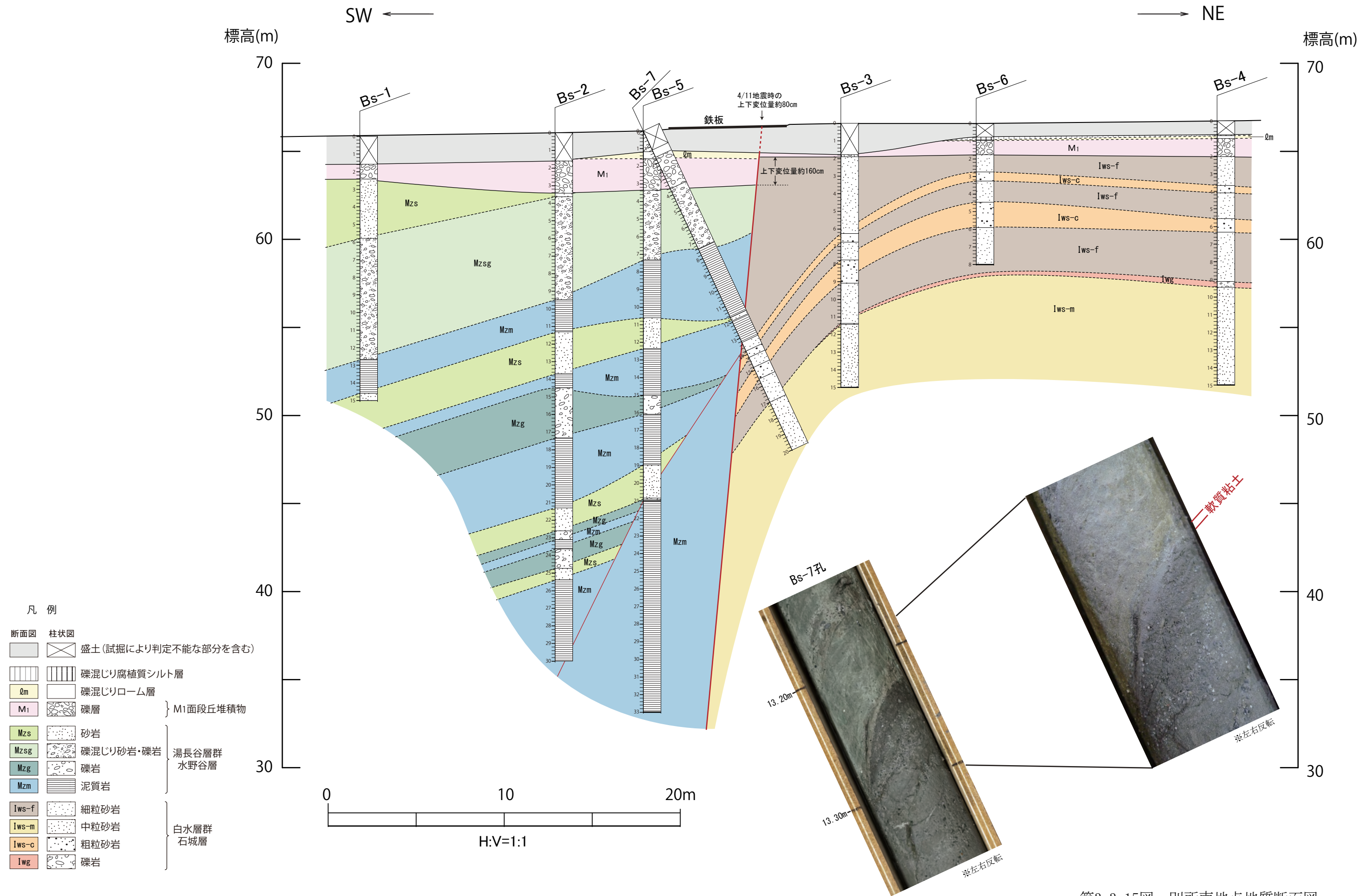
- 凡例
- 地震断層 (Red dashed line)
  - Bs-1 ⊕ ボーリング位置・番号 (Pink circle with crosshair)
  - (●) は斜めボーリングの孔底 (Pink circle with dot)

測量日: 2011.10.11~12  
(地震断層は測量時点のもの)



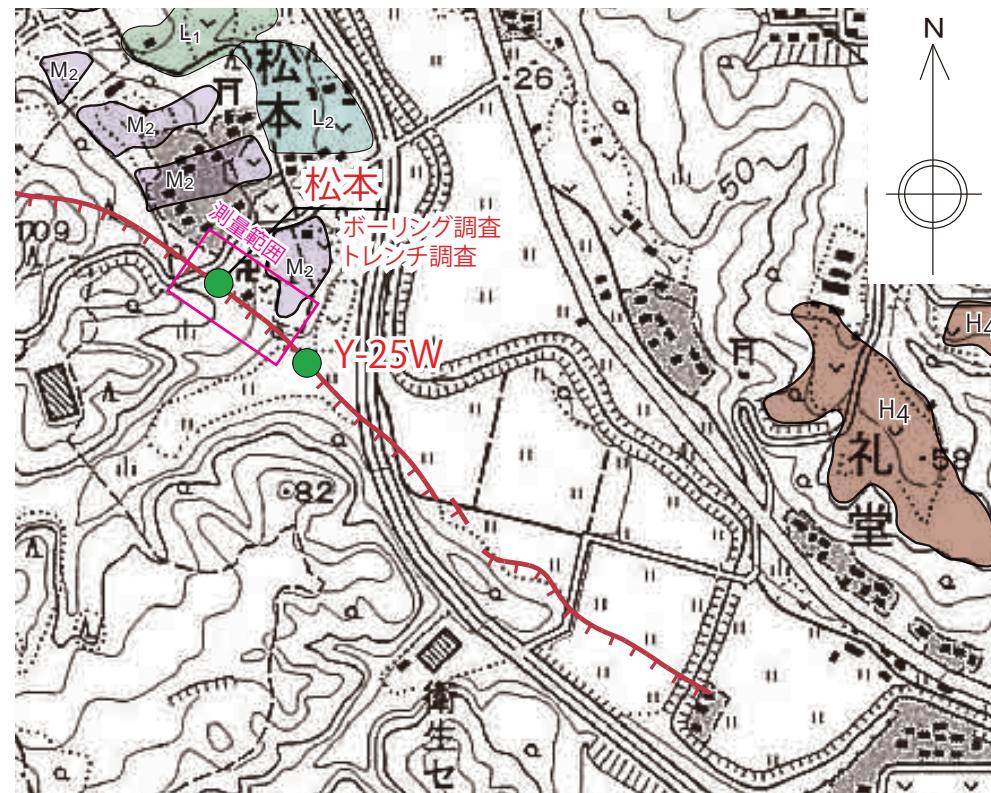
第3.3-14図 別所南地点調査位置図



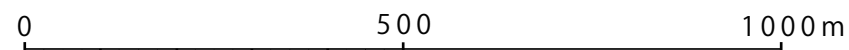


第3.3-15図 別所南地点地質断面図

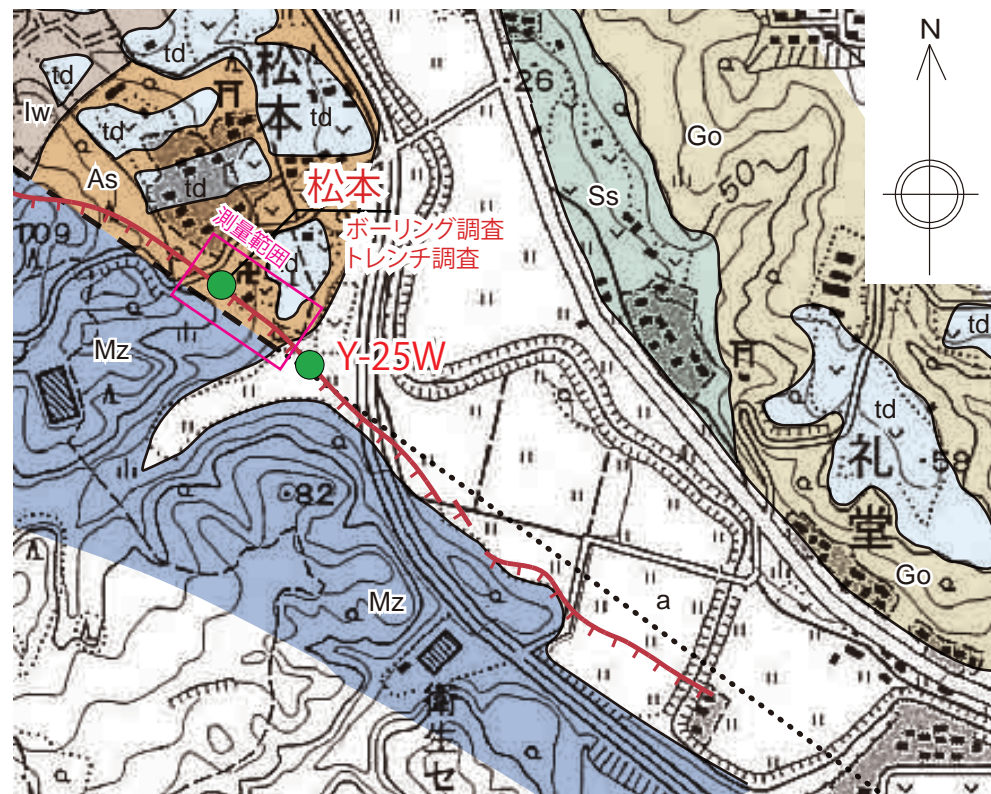




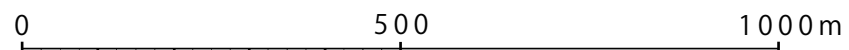
- 凡例
- 段丘面
- A<sub>2</sub> A<sub>2</sub>面
  - L<sub>3</sub> L<sub>3</sub>面 (MIS 2)
  - L<sub>2</sub> L<sub>2</sub>面 (MIS 3)
  - L<sub>1</sub> L<sub>1</sub>面 (MIS 5a)
  - M<sub>2</sub> M<sub>2</sub>面 (MIS 5c)
  - M<sub>1'</sub> M<sub>1</sub>'面 (MIS 5e ~ MIS 5d)
  - M<sub>1</sub> M<sub>1</sub>面 (MIS 5e)
  - H<sub>4</sub> H<sub>4</sub>面
  - H<sub>3</sub> H<sub>3</sub>面
  - (MIS 7あるいはそれ以前の高海面期)
  - 崖錐性～扇状地性平坦面(低位面)
  - 崖錐性～扇状地性平坦面(高位面)
- リニアメント
- L<sub>c</sub> 緑色の線
  - L<sub>b</sub> 青色の線
- 地震断層 (赤い点線)



空中写真判読図



- 凡例
- |      |                |         |             |
|------|----------------|---------|-------------|
| a    | 沖積層            |         | 完新世         |
| dt   | 崖錐～扇状地堆積物      |         | 更新世         |
| td   | 段丘堆積物          |         |             |
| TKms | 砂岩・泥岩互層, 泥岩    | 高久層群    | 中新世         |
| Tkf  | 細粒砂岩           |         |             |
| Tkm  | 中粒～粗粒砂岩        | 中山層     | 白土層群        |
| Sd   | 泥岩, 砂岩, 礫岩     |         |             |
| Ms   | 砂岩             | 三沢部層    | 平層          |
| Ho   | 砂岩・泥岩互層, 泥岩    | 本谷部層    |             |
| Ky   | 砂岩・泥岩互層, 砂岩    | 上矢田部層   |             |
| Istb | 凝灰角礫岩～砂質火山礫凝灰岩 | 石森山部層   | 湯長谷層群       |
| Isl  | 溶岩             |         |             |
| Ko   | 泥岩             | 亀ノ尾層    | 白水層群        |
| Mz   | 砂岩・泥岩互層, 泥岩    | 水野谷層    |             |
| Go   | 砂岩, 礫岩         | 五安層     |             |
| Ss   | 硬質泥岩           | 白坂層     | 後期始新世～前期漸新世 |
| As   | 泥質砂岩～細粒砂岩      | 浅貝層     |             |
| Iw   | 砂岩, 礫岩         | 石城層     |             |
| Po   | 珪岩             |         | 白亜紀         |
| Gr   | 花崗閃緑岩          |         |             |
| Sch  | 変成岩            | 御斎所変成岩類 | 古生代         |
- 地層境界 (黒い実線)
- 断層 (破線は推定, 点線は伏在)
- 地震断層 (赤い点線)



地質図



松本地点  
M<sub>2</sub>面 (MIS5c) の背後に出現した地震断層。  
南西落ち約60cmの上下変位が認められる。

2011.11.3撮影

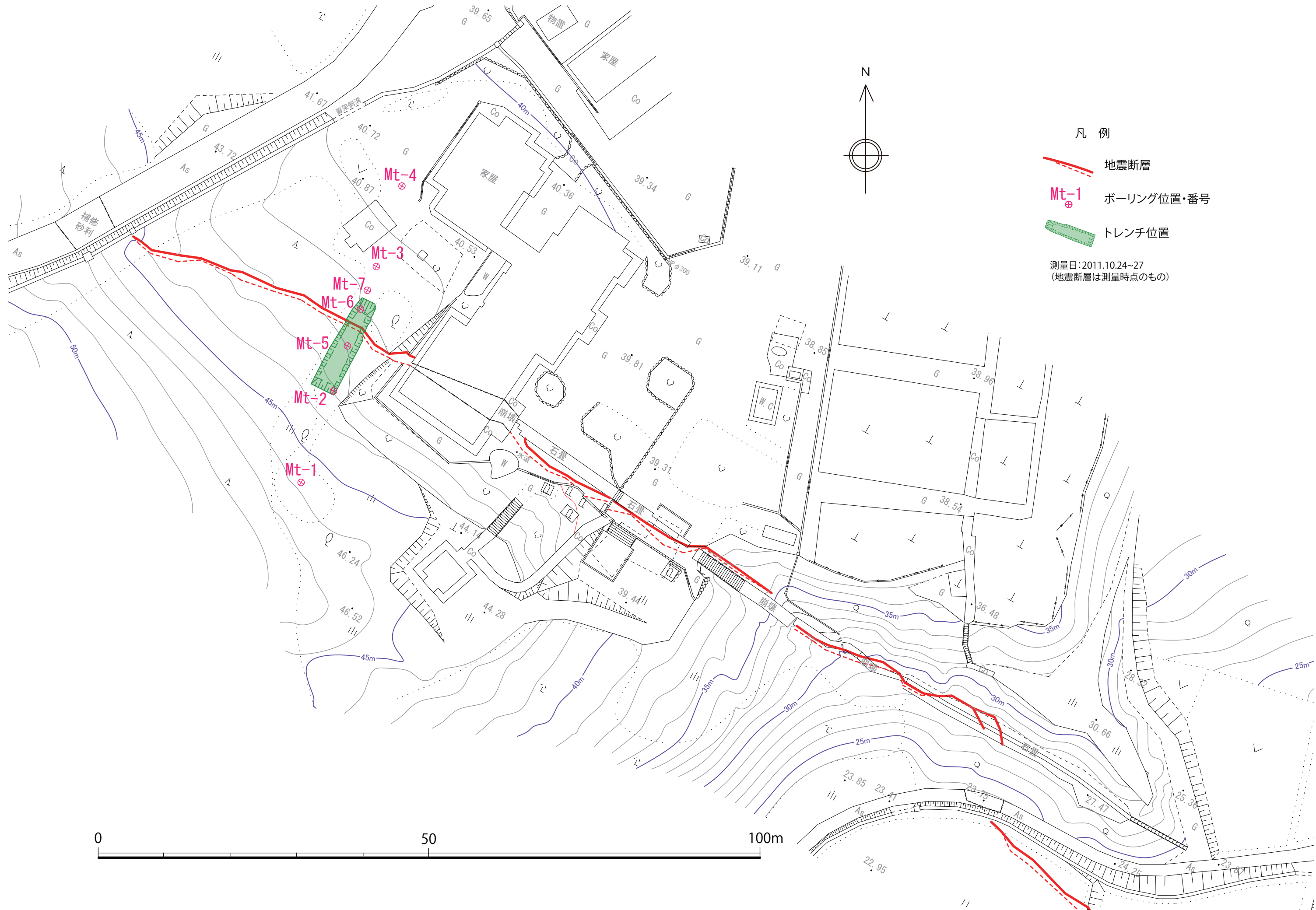


Loc.Y-25W  
水田(沖積面)に出現した地震断層。  
南西落ち約50cmの上下変位が認められる。

2011.4.22撮影

第 3.3-16 図 松本地点に出現した地震断層

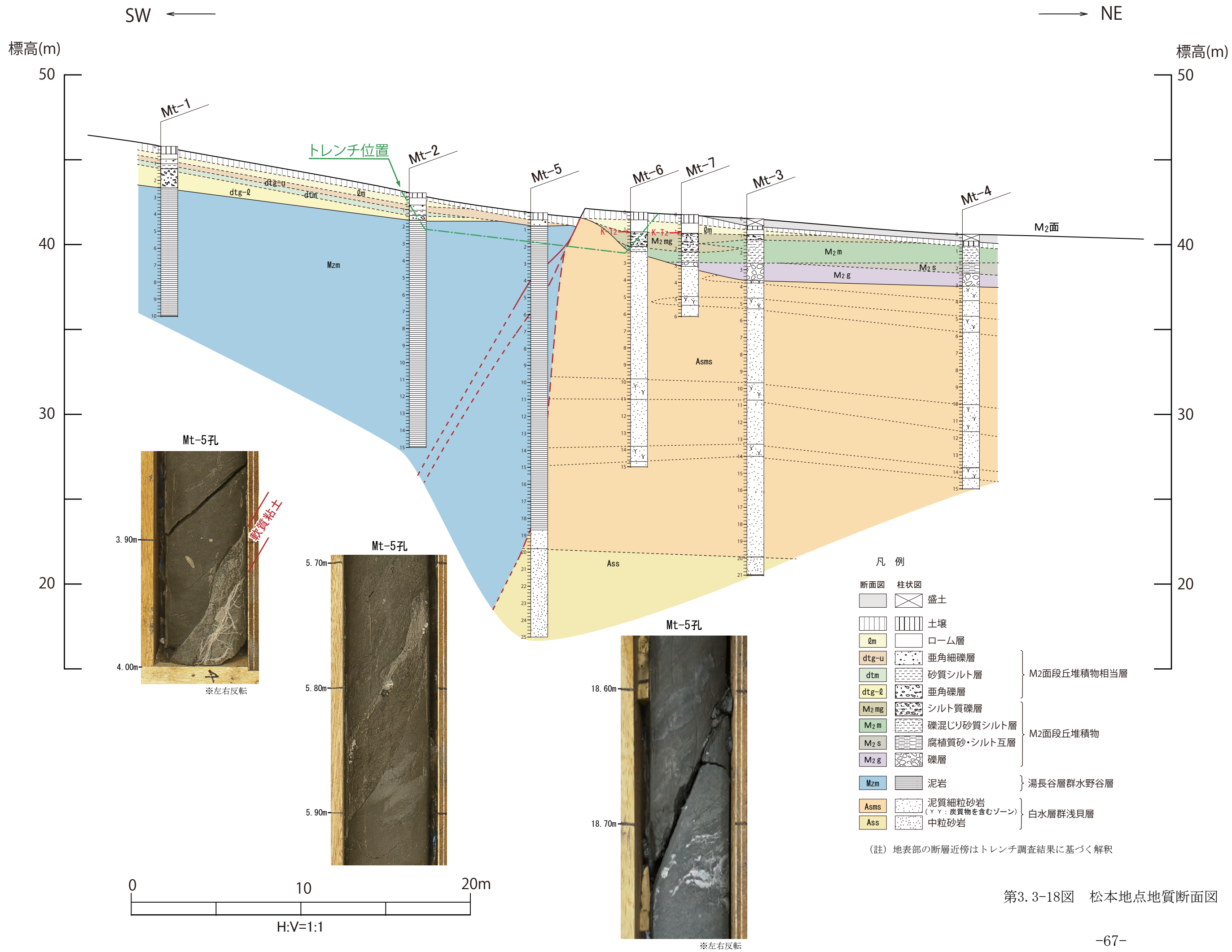




- 凡例
- 地震断層
  - ⊕ Mt-1 ボーリング位置・番号
  - トレンチ位置
- 測量日: 2011.10.24~27  
(地震断層は測量時点のもの)

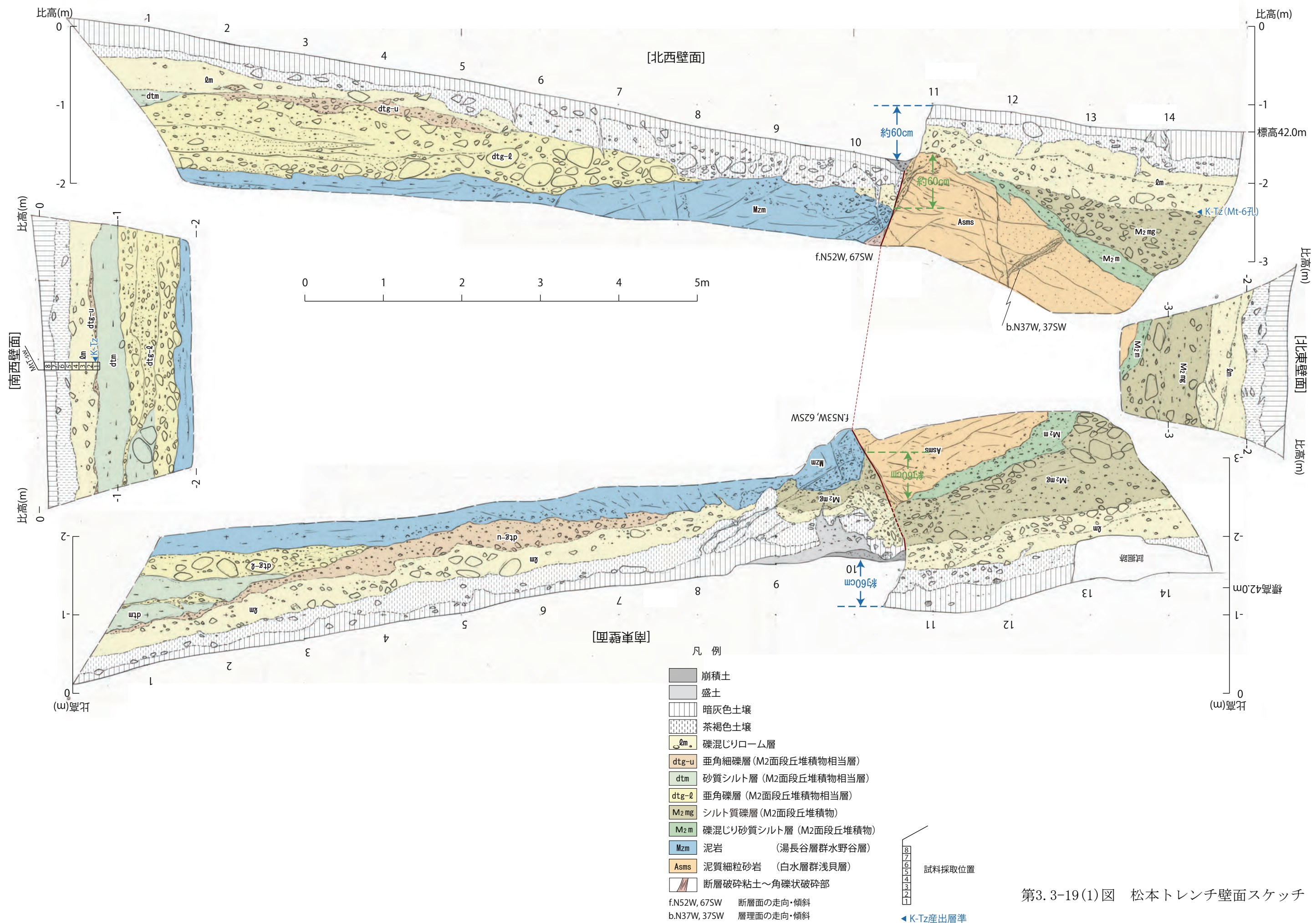
第3.3-17図 松本地点調査位置図





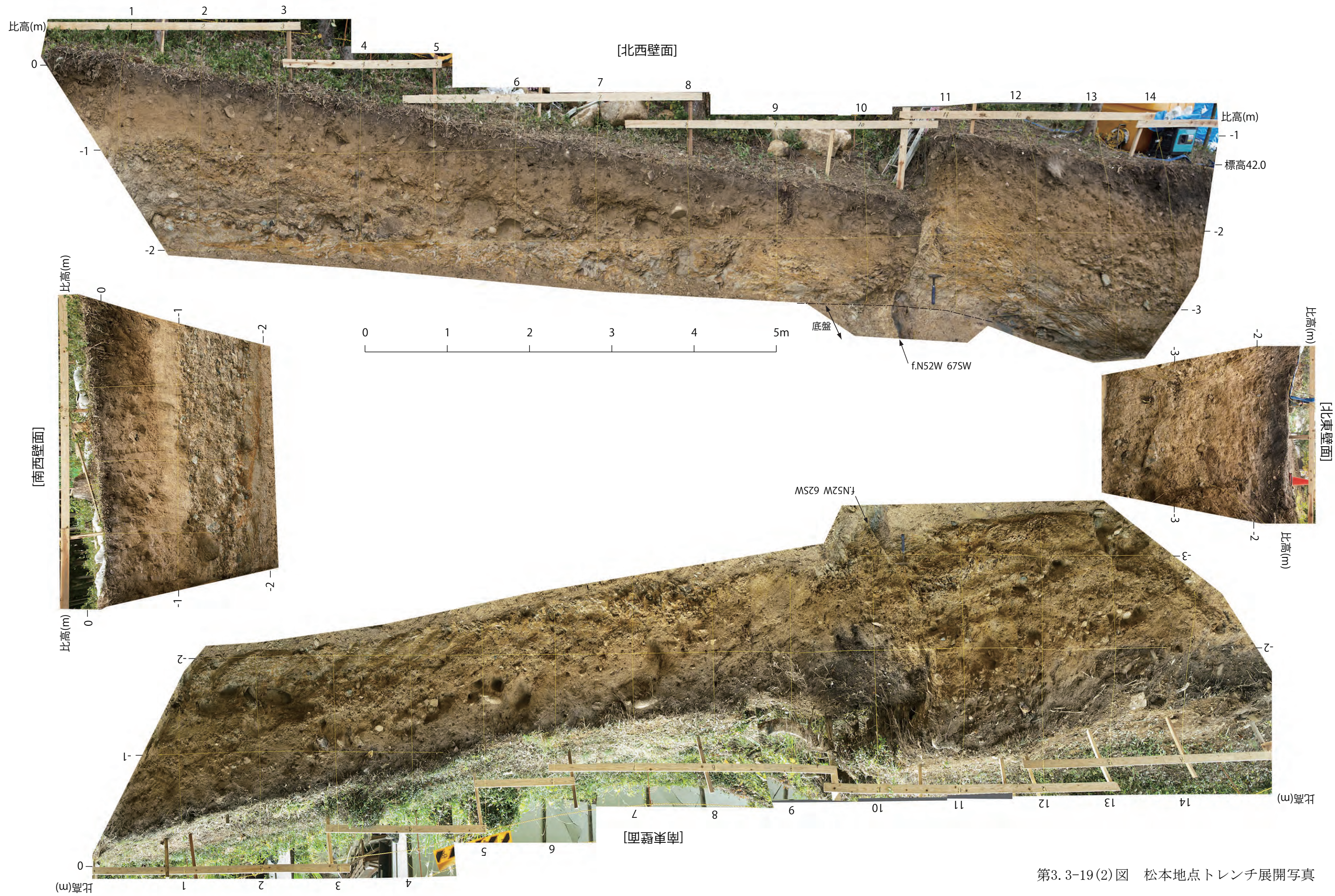
第3.3-18図 松本地点地質断面図





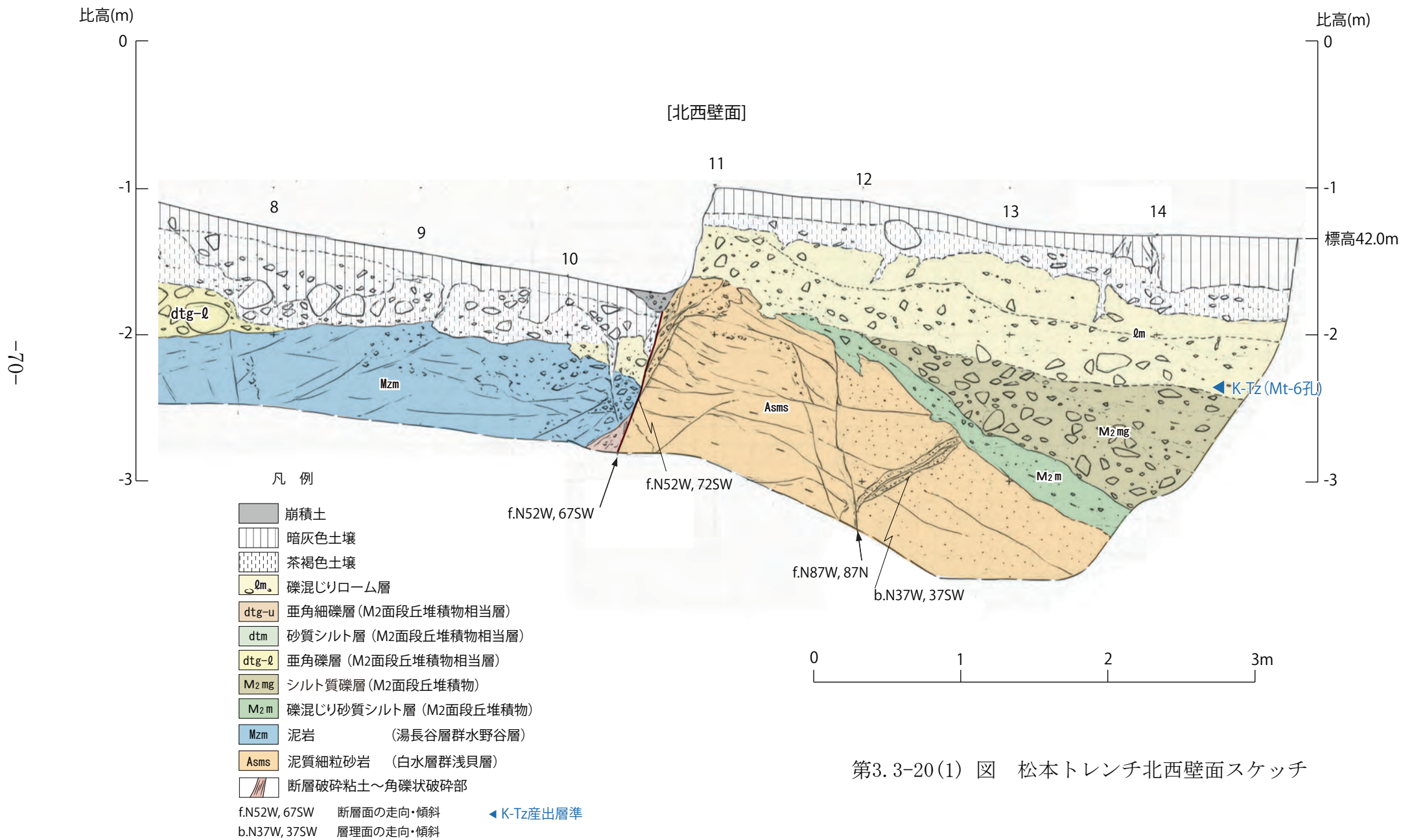
第3.3-19(1)図 松本トレンチ壁面スケッチ





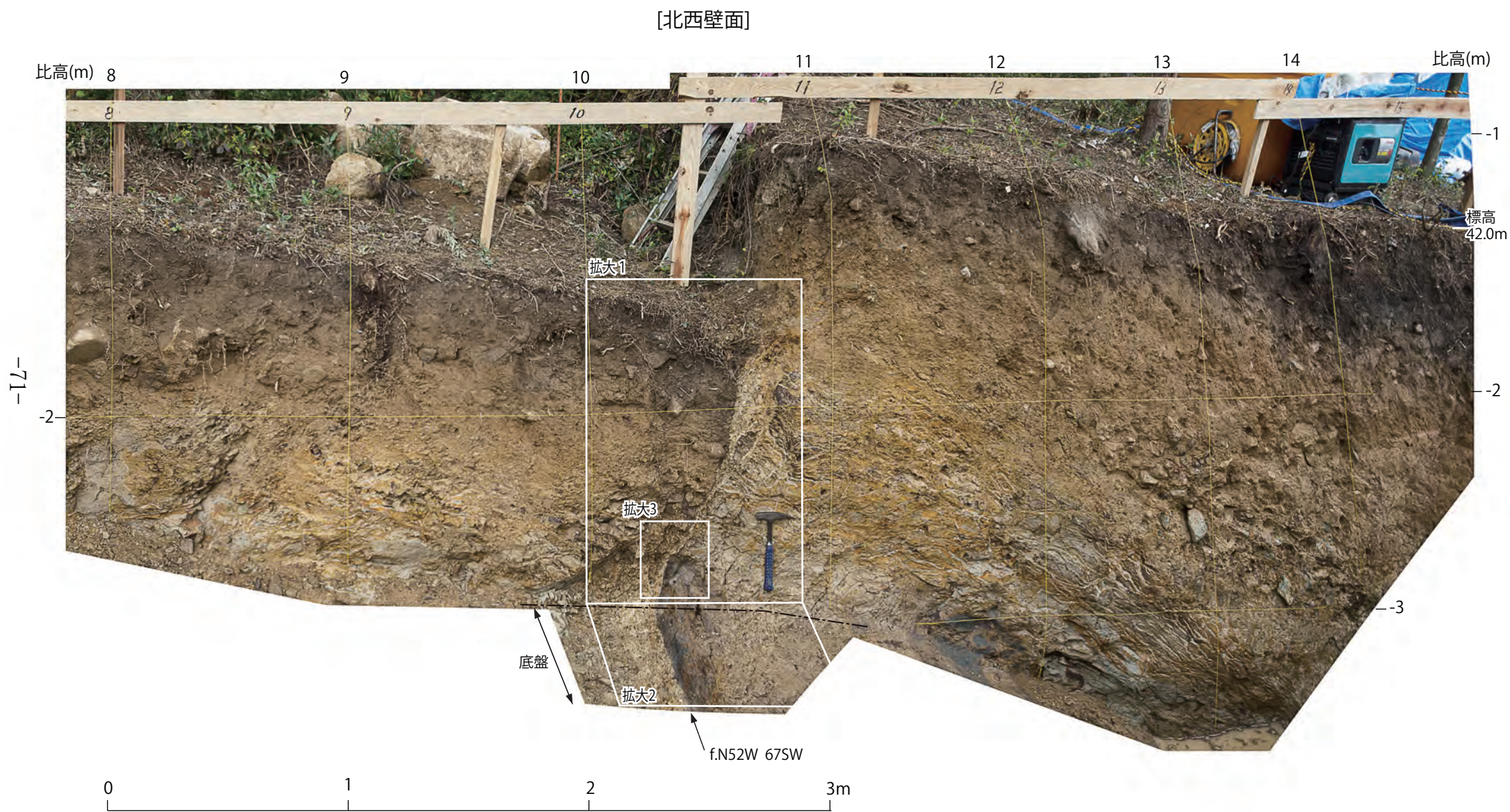
第3.3-19(2)図 松本地点トレンチ展開写真





第3.3-20(1) 図 松本トレンチ北西壁面スケッチ





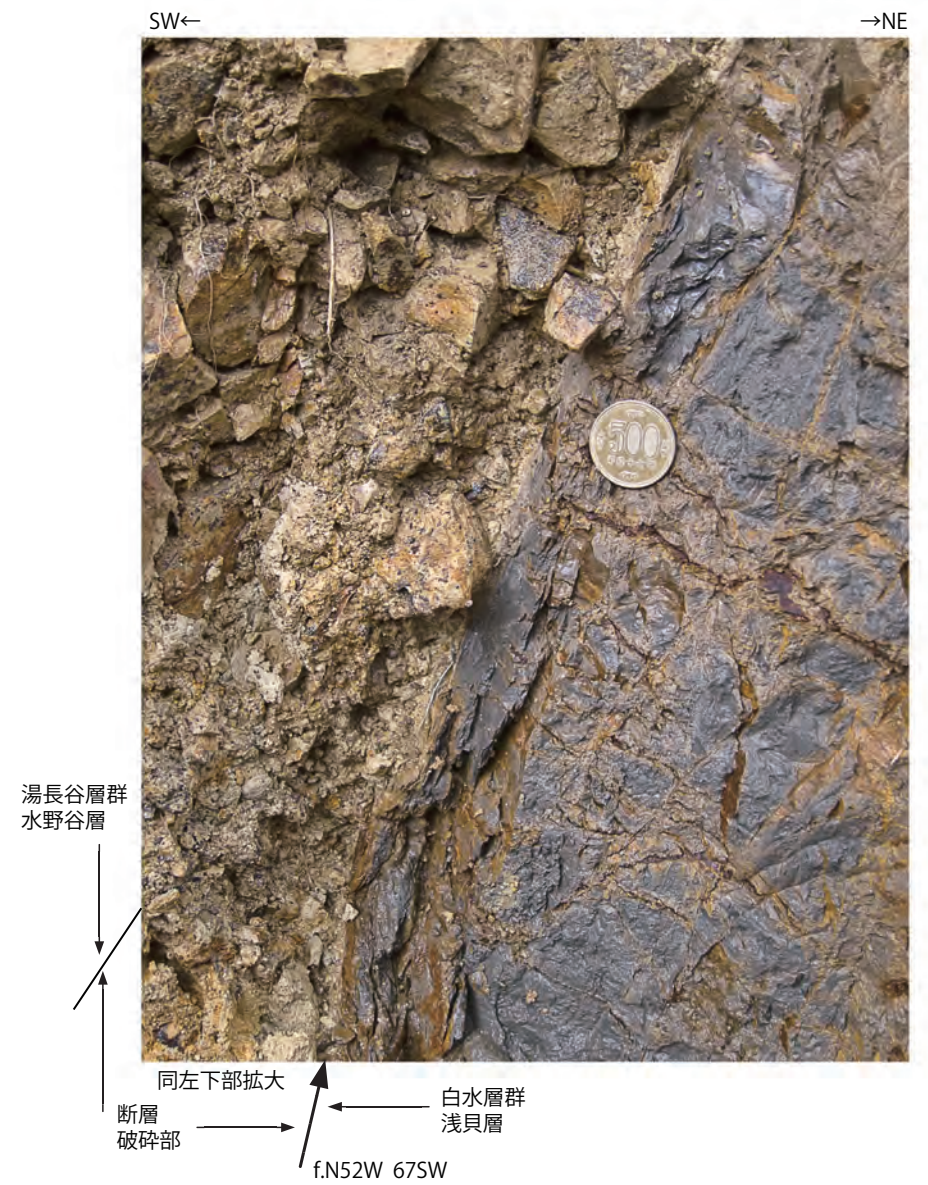
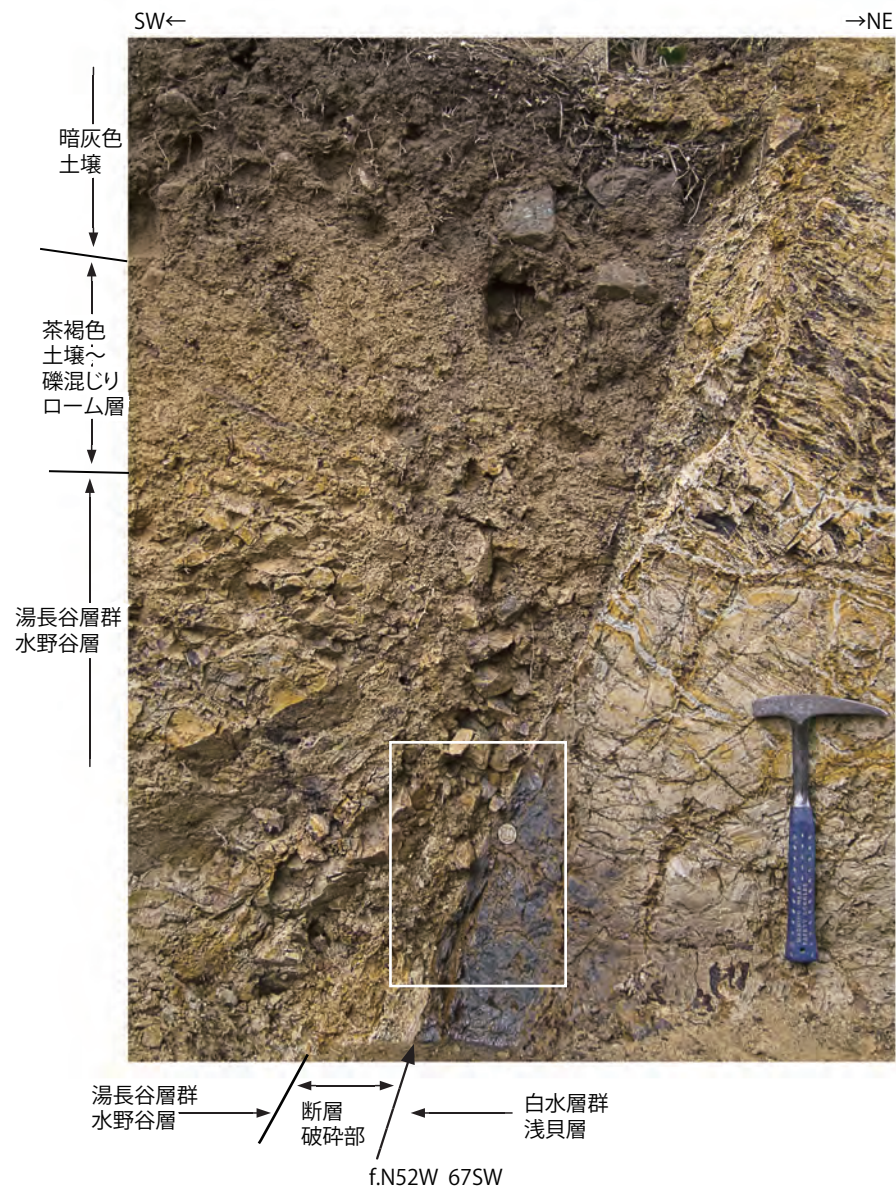
第3.3-20(2)図 松本地点トレンチ北西壁面写真





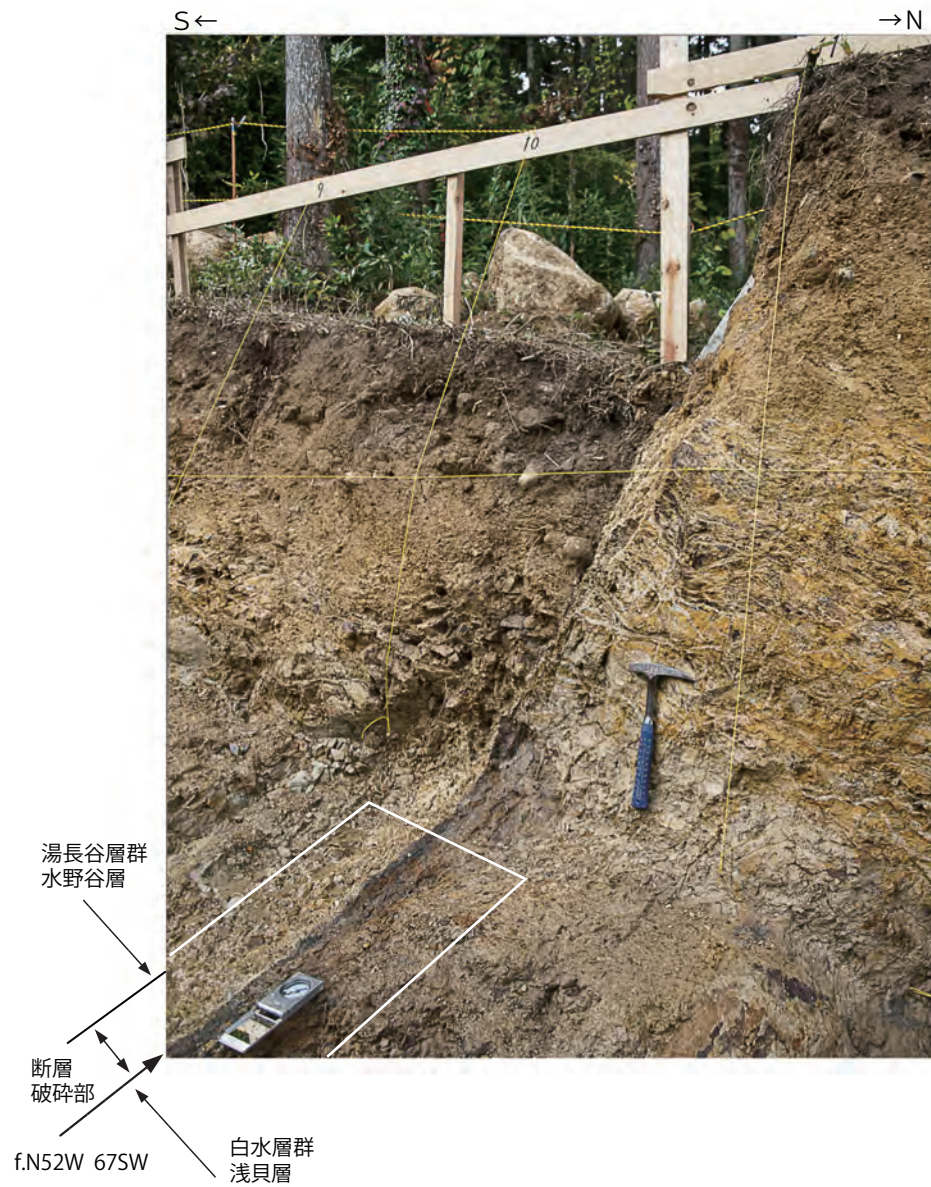
第3.3-20(3)図 松本地点トレンチ北西壁面拡大写真





第3.3-20(4)図 松本地点トレンチ北西壁面断層部拡大1





第3.3-20(5)図 松本地点トレンチ北西壁面断層部拡大2





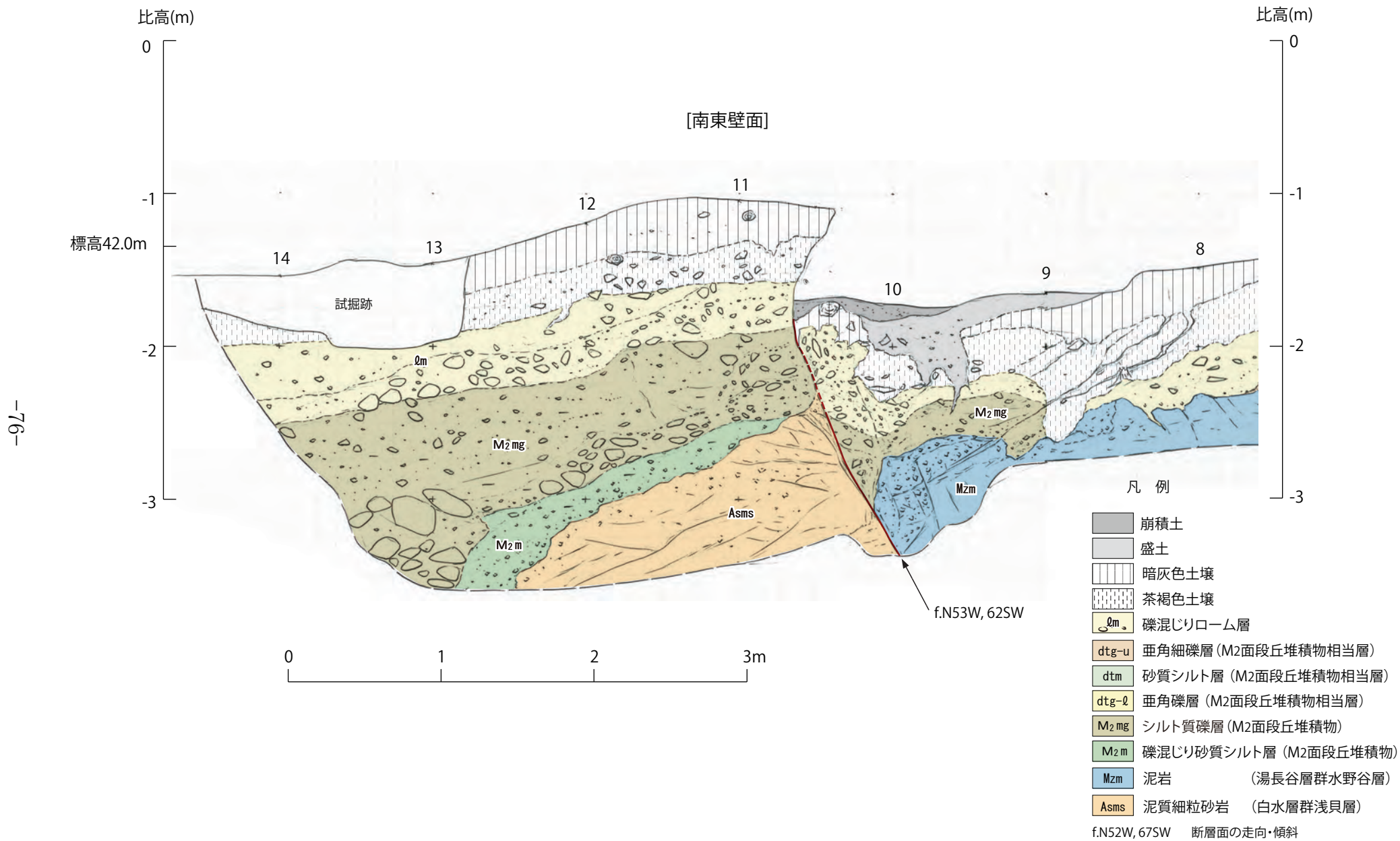
f.N52W 67SW



同左断層面拡大  
明瞭な条線は認められない。

第3.3-20(6)図 松本地点トレンチ北西壁面断層部拡大3





第3.3-21(1) 図 松本トレンチ南東壁面スケッチ

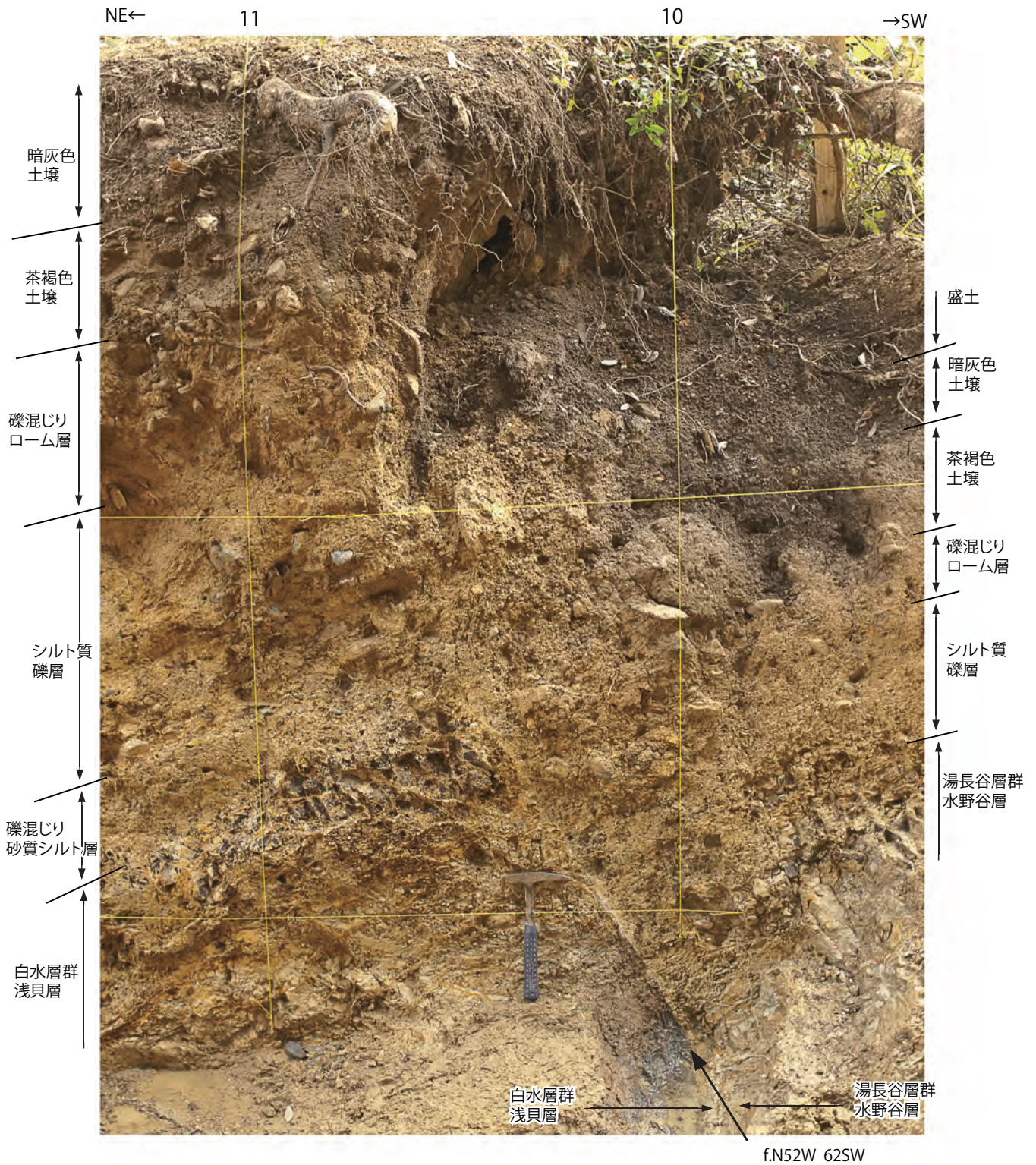


[南東壁面]



第3. 3-21(2)図 松本地点トレンチ南東壁面写真





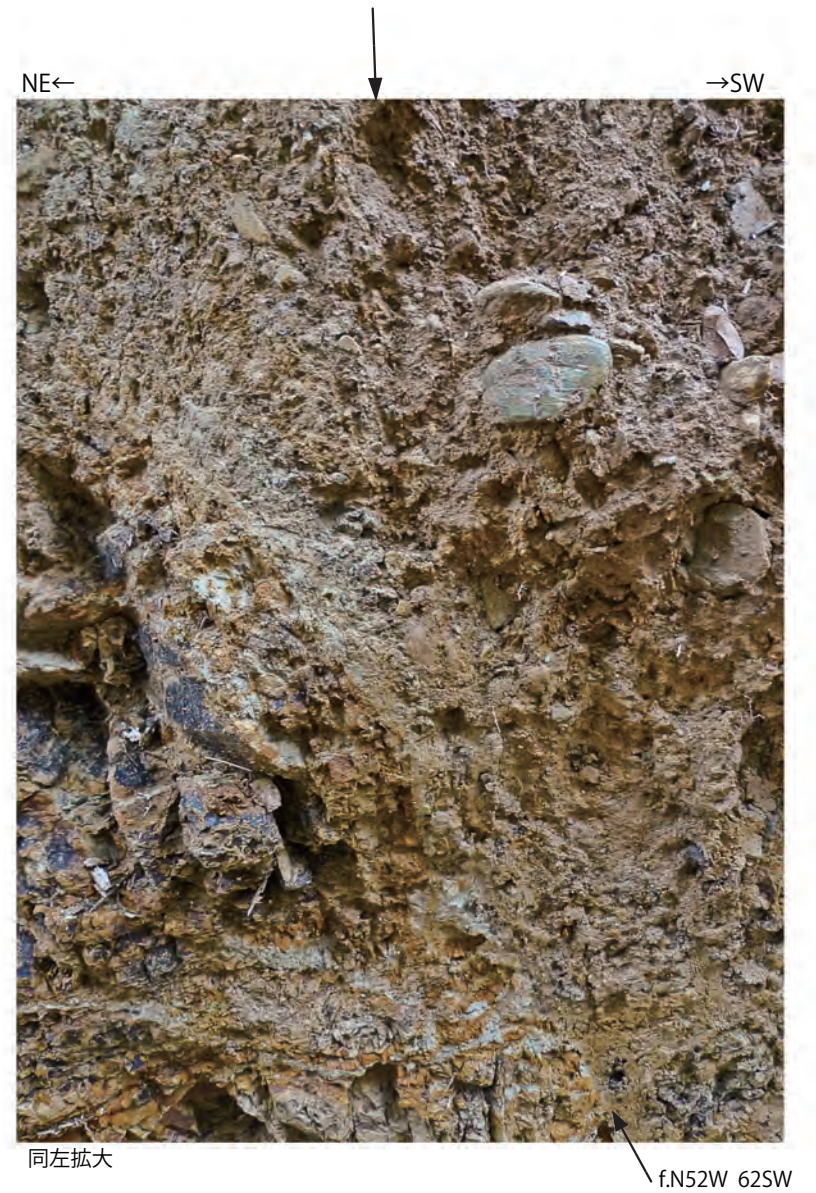
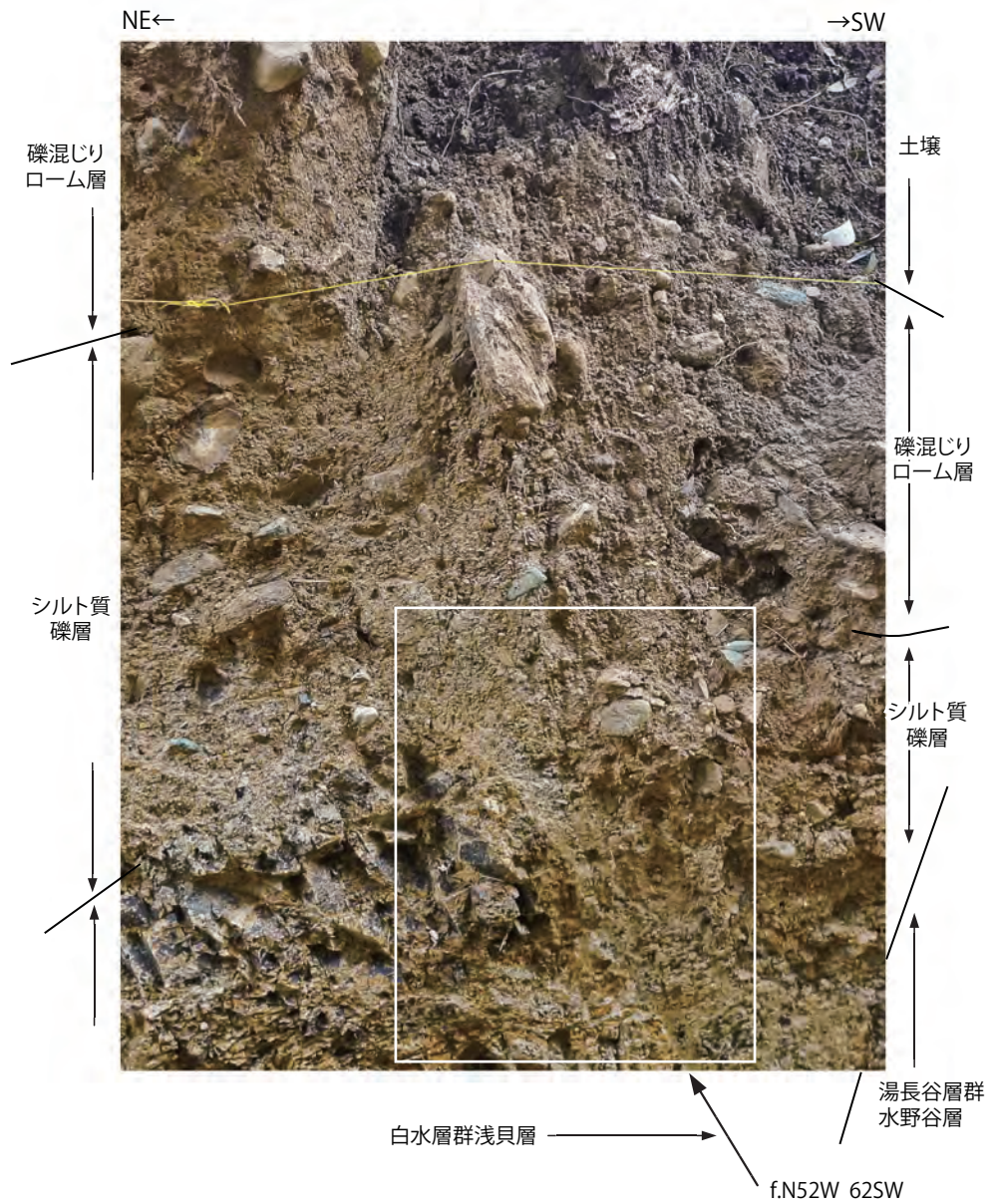
第3.3-21(3)図 松本地点トレンチ南東壁面拡大





第3.3-21(4)図 松本地点トレンチ南東壁面断層部拡大1

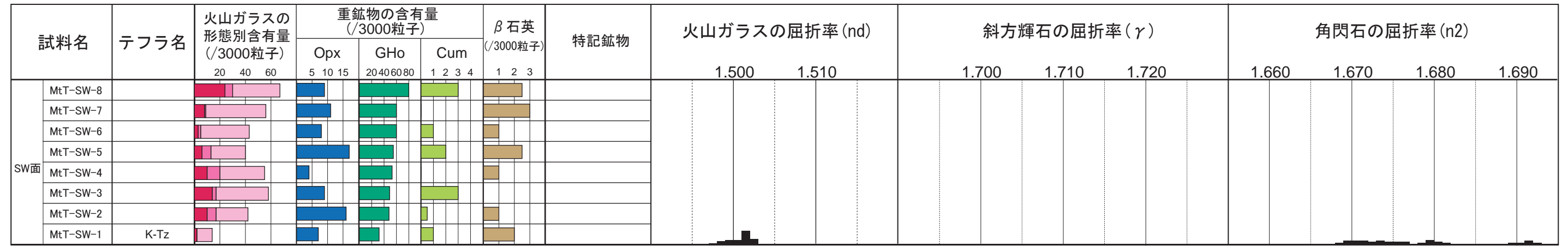




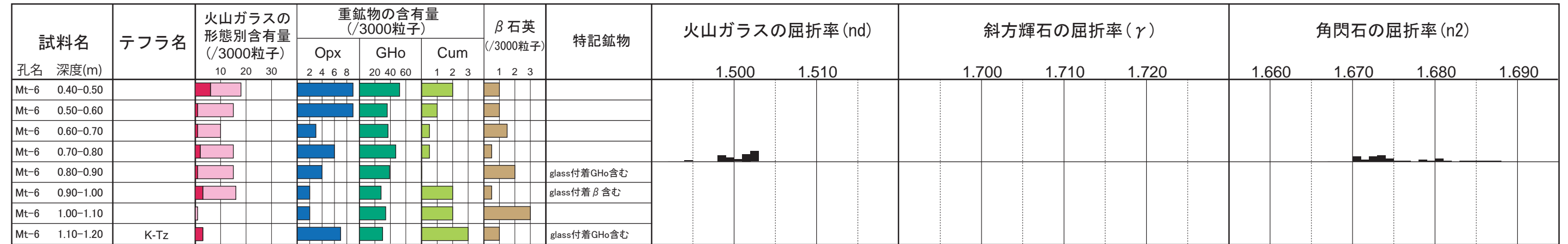
第3.3-21(5)図 松本地点トレンチ南東壁面断層部拡大2



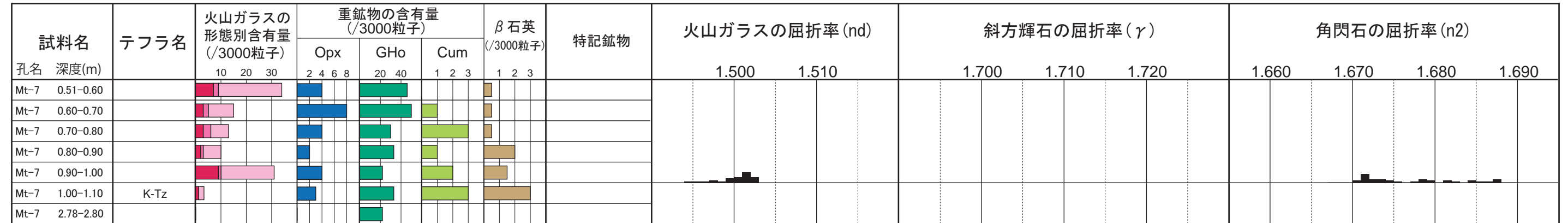
松本トレンチ



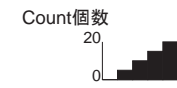
Mt-6孔



Mt-7孔



■ バブルウォール (Bw) タイプ  
 ■ パミス (Pm) タイプ  
 ■ 低発泡 (O) タイプ



バブルウォール型火山ガラスの主成分

|       | K-Tz (町田・新井, 2003) | Mt-6孔 深度1.10-1.20m | Mt-7孔 深度1.00-1.10m | MtT-SW-1(トレンチ) |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| SiO2  | 79.3               | 79.03              | 78.69              | 78.72          |
| TiO2  | 0.22               | 0.22               | 0.12               | 0.26           |
| Al2O3 | 11.9               | 11.71              | 11.7               | 11.76          |
| FeO   | 1.1                | 1.33               | 1.26               | 1.26           |
| MnO   | 0.05               | 0.11               | 0.03               | 0              |
| MgO   | 0.2                | 0.1                | 0.11               | 0.13           |
| CaO   | 1.1                | 1.37               | 1.15               | 1.15           |
| Na2O  | 3                  | 2.96               | 3.52               | 3.36           |
| K2O   | 3.2                | 3.17               | 3.41               | 3.36           |
|       | 100.07             | 100                | 99.99              | 100            |



第 3.4-1 表 湯ノ岳断層の活動性に関するまとめ

| 地点名                     | 岩崎北東                                                    | 田場坂                                       | 別所南                                       | 松本                        |
|-------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|
| 最新活動<br>【上下変位量】         | 2011 年 4 月 11 日<br>【撓み状地形、不明瞭】                          | 2011 年 4 月 11 日<br>【0m】                   | 2011 年 4 月 11 日<br>【0.8m】                 | 2011 年 4 月 11 日<br>【0.6m】 |
| 一回前の活動                  | 約 20～25 万年前 ～ 4/11                                      | 約 12.5 万年前 ～ 4/11                         | 約 12.5 万年前 ～ 4/11                         | 不明                        |
| 累積変位量<br>(変位基準とした地層の年代) | 約 4m<br>(約 20～25 万年前)                                   | 約 0.6m<br>(約 12.5 万年前)                    | 約 1.6m<br>(約 12.5 万年前)                    | 約 0.6m<br>(約 10 万年前)      |
| 活動履歴                    | 5 回<br>(約 20～25 万年前以降)<br>(単位変位量 0.8m <sup>*</sup> と想定) | 2 回<br>(約 12.5 万年前以降)<br>(単位変位量 0.6m と想定) | 2 回<br>(約 12.5 万年前以降)<br>(単位変位量 0.8m と想定) | 1 回<br>(2011 年 4 月 11 日)  |
| 活動間隔                    | 約 4～6 万年                                                | 約 6～12.5 万年                               | 約 6～12.5 万年                               | 約 10 年以上                  |

※岩崎北東地点については、撓み状の地形が認められ上下変位量が明瞭でないため、Loc.Y-7 の上下変位量 0.8m を単位変位量と想定した。