

## ◆ 報文 ◆

## 1998年9月3日岩手県内陸北部の地震によって生じた地変

品川俊介\* 大谷知生\*\* 原田久也\*\*\* 村上 隆\*\*\*\* 佐々木靖人\*\*\*\*\* 脇坂安彦\*\*\*\*\*

## 1. はじめに

1998年9月3日に岩手県内陸北部にて、マグニチュード6.1の地震が発生した。震源位置は岩手山の西南西約10km深さ約7kmである<sup>1)</sup>。この地震によって、西根断層群の近傍に地表地震断層(歴史記録のある、震源断層の変位の影響で地表に出現した断層)の疑いのある地変が生じた。

ダムや原子力発電所などの地盤変位による破壊を許さない構造物については地盤変位の生じる位置、すなわち活断層を避けて設置することになっている。その際、活断層の正確な位置の認定が非常に重要となる。現状の活断層位置の認定においてはまず、地盤変位の累積の結果である地形に基づいて位置の推定が行われる。しかしながら地形から推定された活断層位置は、長期間の浸食や堆積の影響を被り地形が変化するため、必ずしも土木構造物の設計に要求される精度を満足しない場合がある。地表地震断層の位置は活断層の位置そのものであるため、地形からの推定位置との比較検討は、活断層位置の推定において有益な情報を与えてくれると考えられる。そこで、今回の地震によって出現した地変について本誌に記録しておくことにした。

なお、調査は1998年9月8~10日を行い、調査結果の一部はすでに本誌に報告した<sup>2)</sup>ので併せて参照いただきたい。

## 2. 地震の発震機構

本震および主な余震の発震機構は東西方向の圧縮軸を持つ逆断層型であった<sup>1)</sup>。また震源東側の近傍には、南北方向の走向を持つ逆断層である西根断層群<sup>3)</sup>が存在する。この断層群のずれの方向、および岩手山火口列が東西方向に配列していることからいざれも、東西方向の圧縮場が推定され、今回の地震の発震機構と調和的である<sup>1)</sup>。ところで、震源に近い岩手山では1998年4月下旬より

火山活動に関係すると考えられる地震がたびたび発生していたが、これらの地震の発震機構は横ずれ型であり<sup>1)</sup>、本地震の発震機構とは異なる。以上のことから今回の地震は、西根断層群の活動に関連して発生したと考えられている<sup>1)</sup>。

## 3. 震源域周辺の地形と活断層

今回の地震の震源域周辺には西根断層群が存在する。地表地震断層の疑いのある地変は、これまで記載されていた断層位置の北側延長部に出現した(図-1および4)。西根断層群の周辺には南北

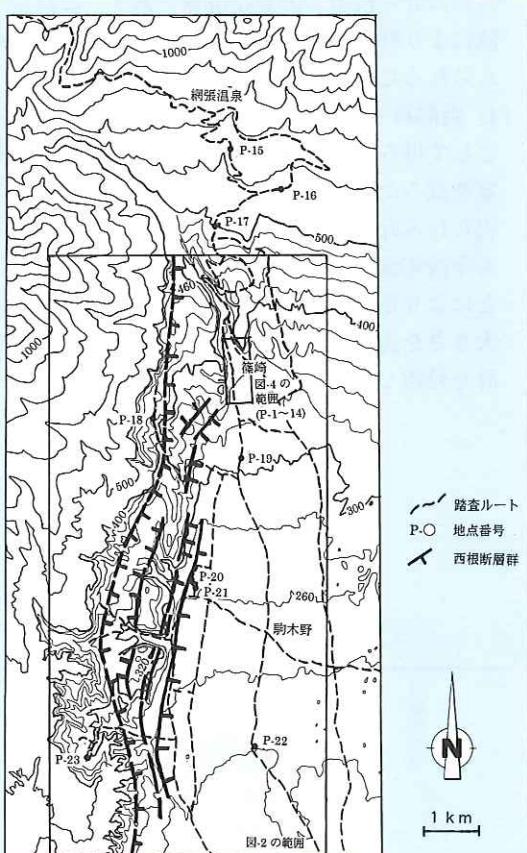


図-1 調査地域の地形と活断層

等高線は国土地理院発行1/50,000地形図「寒石」を使用。等高線間隔は太線100m、細線20m。西根断層群の位置は活断層研究会編<sup>3)</sup>より転記。

Land Surface Deformation by the Iwate-ken Nairiku-hokubu Earthquake on September 3, 1998.

にのびる地形の配列が顕著に観察できる(図-2)。図-3は東西方向の模式的な地形断面を示したものである。

葛根田川のつくる扇状地面とその西側の奥羽山脈の中心部をなす山地の間には、南北に細長い丘陵と地溝状の低まりが見られる。その丘陵は東西の端を低崖に限られ、また丘陵内には南北にのびる遷緩線および鞍部列を伴うリニアメントが認められる。地溝状の低まりの西側は奥羽山脈の中心部をなす山地であるが、低まりと山地との境界部には多くの地すべり地形が認められる。

地形解析の結果、認められた南北性の丘陵とその西側の地溝状の地形は、通常の侵食あるいは堆積地形としては不自然である。逆断層の上盤側にふくらみや、山側が低下する低断層を伴うことは、日本各地の逆断層に共通してみられる特徴であり<sup>4)</sup>、この不自然な地形の配列は逆断層で形成された典型的な地形と考えると合理的に説明できる。

丘陵東側および西側の低崖、遷緩線は、いずれも丘陵中心部が高くなる方向に配列することから、比較的新しい断層変位地形の可能性が強いと考える。ただし、周辺の河川の流路が南北方向に向いていることから、いずれの地形も河食によるものである疑いを否定はできない。これら微地形の成因の特定には、地質調査による検討が必要である。なお丘陵東側の低崖は活断層研究会編<sup>3)</sup>の西根断層、丘陵西側の低崖は活断層研究会編<sup>3)</sup>の袖山断層とほぼ同位置である。

また、地溝状の地形と山地の境界部にも大きな変位量を伴う断層が存在する可能性がある。ただし地すべり地形に被われているため、地形学的に認定することが困難である。また、地すべり堆積物を切るような地形が存在しないことから、地すべりの発生より後には変位が生じていない可能性が高い。なお活断層研究会編<sup>3)</sup>にはこの境界部に晴山沢断層が記載されている。

また、活断層研究会編<sup>3)</sup>の西根從属断層の記載による地溝状地形は、認定することができなかった。

今回出現した、地表地震断層の疑いがある地変は、葛根田川の扇状地やそれを被う西側の丘陵から流れ出る齊内川の扇状地を切っている(後述)。そこには今回の地震前には断層変位の疑い

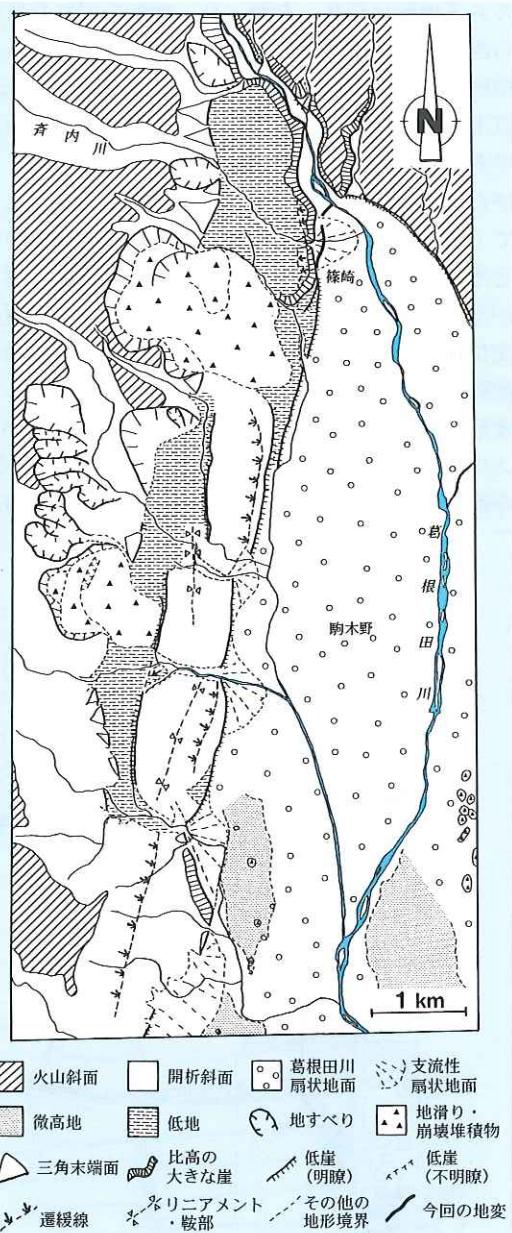


図-2 幸石盆地北部西縁の地形分類  
空中写真は国土地理院撮影の1/15,000 カラー写真および国際航業㈱撮影の1/8,000 カラー写真を使用。



図-3 幸石盆地北部西縁の模式的な地形断面

のある地形は存在しなかった。地変の現れた箇所の西側に存在する南北方向の急崖は、形態から葛根田川の側刻によって形成されたと考えられる。以上のことから、今回の地変箇所が地表地震断層であったとして(その可能性については後述)、たびたび地震で地盤変位を生じたことがあったとしても変動地形はすべて浸食によって失われていると考えられる。ただし、急崖のさらに西側に西下がりの遷緩線が断片的に認められ、これらが断層変位地形である可能性がある。ここに図-3の地形配列をあてはめてみると、急崖の東側に東落ちの変形を担う地形が存在するべきである。以上の考えに従うと、現在葛根田川の扇状地になっている、今回地変が生じたところに活断層が存在する可能

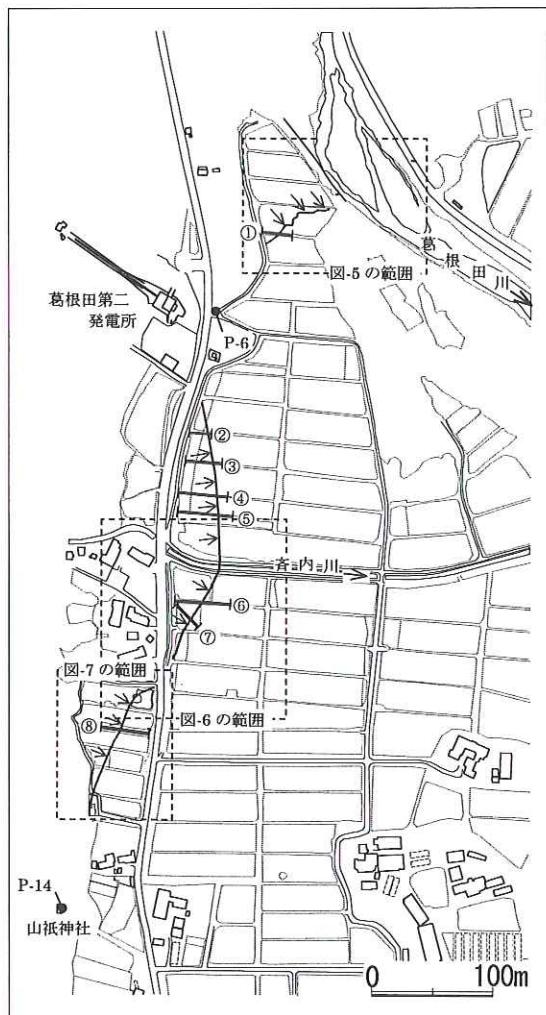


図-4 今回の地震により現れた地変の位置

図面は国際航業(株)撮影の1/8,000 カラー空中写真から作成。P-○は地点番号、白丸数字は図-8の測線番号、→は撓曲を示し、矢印の方向はたわみ下がる方向を示す。

性がある。実際にトレーンチ調査の結果、今回の地変箇所に地層の累積変位(古い地層ほど大きな変位が生じていること)が認められた<sup>5)</sup>。このことは今回の地変位置に活断層が存在することを示唆する。

#### 4. 今回の地震による地変

地震後に行った調査で明らかになった地変・被害箇所を図-1および4~7に示す。また、そこで認められた被害の内容を表-1に示す。

##### 4.1 地表地震断層状の地変

地表地震断層状の地変は、葛根田川のつくる扇状地の扇頂付近の地点P-1とP-13の間に断続的におおよそ800mの範囲に出現した(図-4)。地変が出現したのは主に水田で、そのほかあぜ道や道路、水路などに生じた。地変は大きく北側(図-5の範囲)と南側に分けることができ、その間(葛根田第2発電所の東側部分)の区間は明瞭な地変が確認できなかった。

地変のほとんどは撓曲(地表面は切れずにたわむ変形)の形態を示し、北側部分の一部に逆断層状

表-1 調査によって認められた被害の内容

地点	被害の内容
P-1	アスファルト路面に雁行割れ目(佐々木 <sup>2)</sup> の写真-4)
P-2	葛根田川右岸の護岸に亀裂(佐々木 <sup>2)</sup> の写真-5)
P-3	逆断層状の地割れ(走向・傾斜はN8°W, 16°W)
P-4	U字溝が縦ぎ目で破損
P-5	U字溝が縦ぎ目で破損(右ずれ変位)、地盤の液状化(噴砂現象)
P-6	側溝ますの破損
P-7	齊内川3面護岸の縦ぎ目で圧縮による破損
P-8	齊内川3面護岸の縦ぎ目で圧縮による破損
P-9	U字溝が縦ぎ目で破損(短縮量20cm)
P-10	U字溝が縦ぎ目で破損
P-11	側溝ます、U字溝の破損
P-12	アスファルト路面の盛り上がり
P-13	簡易水道施設の破損
P-14	神社の建物基礎の破損、灯籠の落下、狛犬の移動など
P-15	盛土の変状
P-16	橋梁取り付け部の盛土沈下
P-17	盛土の変状
P-18	盛土の変状
P-19	土蔵の壁が大きく破損
P-20	住宅の壁の一部落下
P-21	住宅の瓦の落下
P-22	複数本の電柱が傾く
P-23	盛土の変状

の地割れ(佐々木<sup>2)</sup>の写真-1、2参照)が認められた。また構造物の被害からも、撓曲部分で東西方向の地盤の短縮が起こっていることが明らかである(佐々木<sup>2)</sup>の写真-6)。これらのことから、地変部分の地下には逆断層が存在すると推定できる。

撓曲・地割れの走向は、北側ではNE-SWで、細かく観察するとジグザクな形態を持っていることがわかる(図-5、佐々木<sup>2)</sup>の写真-3)。これに対して南側では葛根田川に対して凸型になっており、N-SからNNNE-SSWの方向を示す。この湾曲は、斎内川の小扇状地地形の張り出しと整合するよう、小扇状地の扇頂を中心に弧を描いている。断層面が非常に低角である場合、地形に沿って断層が曲がって出現する。この湾曲の原因は、西傾斜の低角な断層面を考えることによって大局的には説明可能である。

地変前にはほぼ水平であったと思われる水田面および水田のあぜで簡易水準測量を行った。その結果(図-8)によると垂直変位量は最大約40cmであり、地盤の変形領域は5~10m程度の幅を持っていた。また測線⑤で特に明瞭であるように、隆起側の地盤が、大きな変位を生じている部分(図-8の▼印付近)から遠ざかるに従って若干隆起量が減少する傾向が普遍的に認められた。これも地変部分の地下で低角の逆断層が変位したことを示唆するものである。

#### 4.2 地表地震断層状地変の延長部の状況

図-1で示した範囲を踏査した結果では、そのほか地変に類する現象は盛土部分の変状(地点P-15~18,23)を除いて認められなかった。

今回認められた、地震断層状の地変北端(地点P-1)のさらに北東側延長は森林になっており、森林内の斜面には変状が認められなかった。今回生じた地変のさらに北方に、比較的直線的な谷地形(正徳沢)が連続するようにも見ることができるが、正徳沢をまたぐ道路には盛土部分である地点P-16以外に変状は認められていない。

地変の南端(地点P-13)はちょうど扇状地面と丘陵斜面の境界位置に一致している。そして丘陵斜面には変状が認められなかった。また、そのさらに南方の水田や道路などにも変状は全く認められていない。

#### 4.3 地震断層状の地変の成因

以上の事柄を整理し、今回生じた地震断層状の

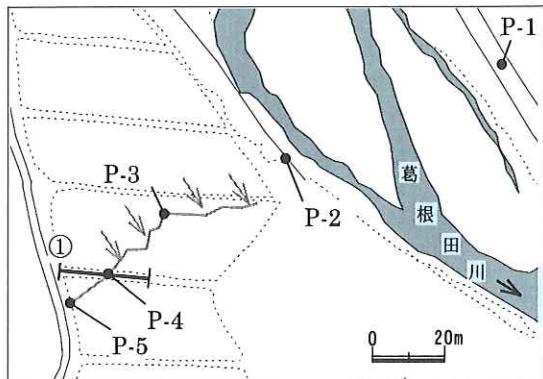


図-5 地変位置の詳細(その1)

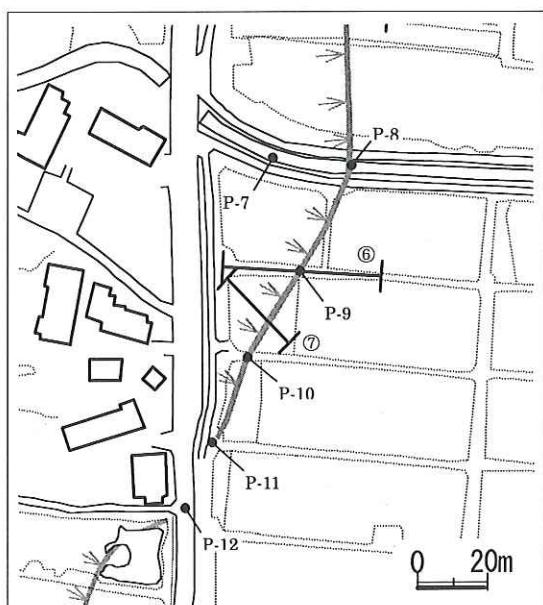


図-6 地変位置の詳細(その2)

地変の成因について考察する。

地変は一部に逆断層的な地割れを伴い、撓曲部分の構造物被害からも東西圧縮の逆断層的動きが示唆される。また地変の走向が湾曲することから、西傾斜の低角な断層面が推定できる。さらに大きな変位を生じた部分から遠ざかるにつれて、隆起側の地盤に若干の隆起量の減少が認められることからも地下に低角の逆断層が存在することが示唆される。

以上の地形学的考察から、この地変は西傾斜の低角逆断層の動きによって形成されたものと考えられる。また現地調査(ルートは図-1を参照)および地震後に撮影された1/8,000空中写真判読の結果、この地変以外に地盤の変位を示す事実は発

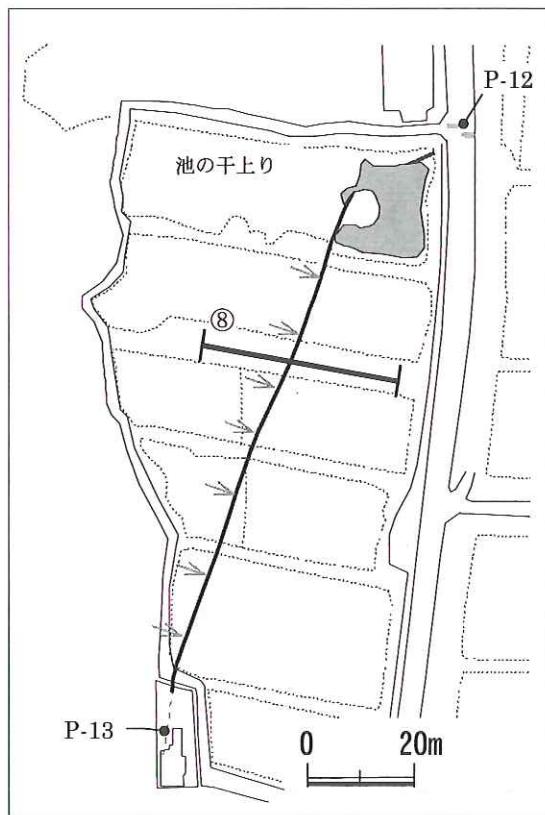


図-7 地変位置の詳細(その3)

見されなかったことから、この地変が地すべりや地盤の側方流動によるものではなく、地表地震断層である可能性が高い。この地変の大局的な走向はほぼN-Sであり、西根断層群のそれと調和的であること、地変が、これまで知られている西根断層群の北側延長近傍で生じたことから、この地変は西根断層群の一部をなす地表地震断層であると考えられる。

岩手山周辺の地殻水平変動の解析結果<sup>6)</sup>は、広域に地殻の短縮が起ったことを示しており、今回の地変が単なる地すべりや地盤の側方流動によるものではなく、地表地震断層であることを支持する。また、今回の地震の震源解析結果<sup>1,6)</sup>も走向がほぼN-S逆断層の活動を示しており、調和的である。

しかしながら、今回の地変を地表地震断層であると考えると次のような問題がある。今回の地変は扇状地の未固結堆積物上でのみ現れたが、地下の断層変位がより現れやすい硬質岩盤が分布する山地部に地変が現れなかつたという問題がある。

また、これまで地表地震断層が現れたのは、日

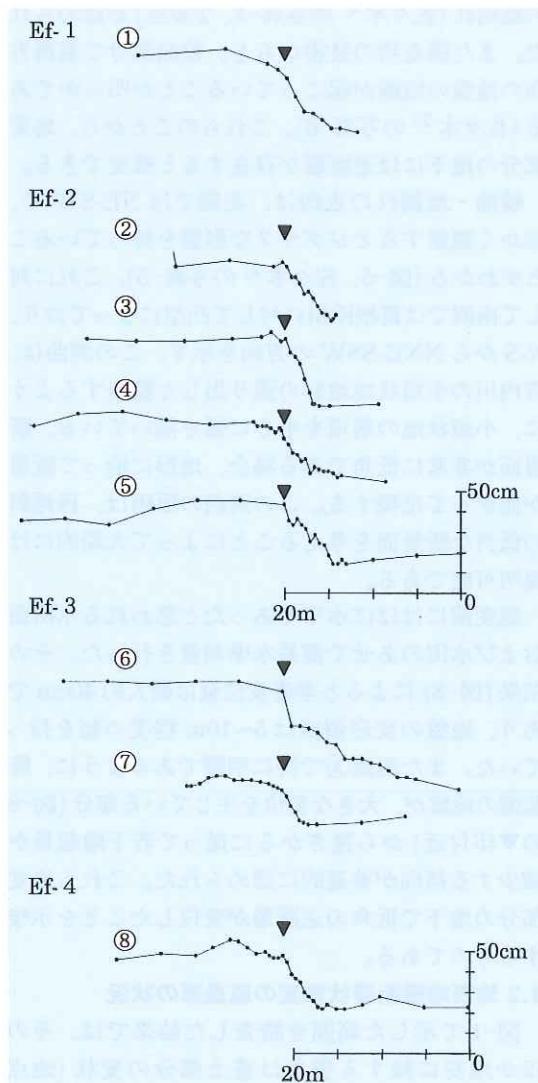


図-8 地表地震断層の簡易水準測量結果  
測線位置は図-4を参照。▼はおおよそ隆起側地盤の末端位置を示す。  
本において松代群発地震(最大地震M 5.4)を除いて、M 6.8か、それより大きな地震だけであった<sup>7)</sup>。今回の地震の大きさ(M6.1)はこれまで地表地震断層を生じた地震より明らかに小さい。

今後、地震防災対策上しばしば利用される地震規模と断層の長さ、断層変位量の経験式など<sup>7)</sup>を見直す必要があると考えられる。

## 5.まとめ

1998年9月3日に発生した岩手県内陸北部地震に伴って地表地震断層の疑いのある地変が出現した。その地変について今後の地形学的活断層調査法の改善に資するため、詳細に記録し、地形学

的な考察を加えた。

今回の地震は、西根断層群の活動によるものとみられるが、地変はこれまで記載されていた断層位置の北側延長部に出現した。地変はこれまで断層変位地形が認められなかったところに出現した。

地変は葛根田川扇状地上の主として水田面上に、おおよそ 800m に渡って出現した。地変はそのほとんどの区間で撓曲の形態を示し、走向はほぼ南北方向、垂直変位量は最大約 40cm であった。その形態および地変の生じた場所の特徴から、この地変は西傾斜の低角逆断層によって形成された地表地震断層であると考えられる。

またこの地変は、地殻水平変動の解析結果や今回の地震の震源解析結果からも、地すべりや地盤の側方流動によるものではなく、地表地震断層であると考えられる。

しかしその周辺の状況から、今回地変が生じた位置で累積変位が生じたことがあったとしても、断層変位地形は河川の浸食によって破壊されないと考えられる。

## 参考文献

- 1) 地震調査研究推進本部 第 46 回地震調査委員会(臨時): 1998 年 9 月 3 日の岩手県内陸北部の地震について, SEISMO, 1998 年 10 月号, 1998.10.
- 2) 佐々木靖人: 平成 10 年 9 月 3 日岩手山南西地震で生じた地震断層状の地変と周辺の被害, 土木技術資料, 第 40 卷, 第 11 号, pp.2-3, 1998.11.
- 3) 活断層研究会編: 新編日本の活断層, pp.120-123, 東京大学出版会, 1991.3.
- 4) 太田陽子: 逆断層による変位地形—鈴鹿山脈東麓, 貝塚平ほか編, 写真と図でみる地形学, pp.166-167, 東京大学出版会, 1985.11.
- 5) 吾妻崇、栗田泰夫、吉岡敏和、伏鳥祐一郎: 1998 年 9 月 3 日岩手県内陸北部の地震に伴う地震断層(篠崎地震断層)のトレンチ掘削調査、地質調査所速報, no.EQ/99/1(平成 10 年度活断層・古地震研究調査概要報告書), 通産省工業技術院地質調査所, pp.19-27, 1999.9.
- 6) 多田堯、鶩谷威、宮崎真一、西村卓也、小田切聰子: 岩手山とその周辺地域の地殻変動と地震活動, 日本地震学会講演予稿集 1998 年度秋季大会, A21, 1998.10.
- 7) 松田時彦: 活断層からの長期地震予測の現状 -糸魚川-静岡構造線活断層形を例にして-, 地震 第 2 輯, 第 50 卷 別冊, pp.23-33, 1998.3.

品川俊介\*



建設省土木研究所環境部  
地質研究室研究員  
Shunsuke SHINAGAWA

大谷知生\*\*



同 地質研究室研究員  
Tomo OHTANI

原田久也\*\*\*



(前 地質研究室  
交流研究員)  
Hisaya HARADA

村上 隆\*\*\*\*



(前 地質研究室  
交流研究員)  
Takashi MURAKAMI

佐々木靖人\*\*\*\*\*



同 地質研究室  
主任研究員  
Yasuhito SASAKI

脇坂安彦\*\*\*\*\*



同 地質研究室長  
Yasuhiko WAKIZAKA