

2014年長野県神城断層地震で生じた変位地形

大塚 勉¹, 下田 力²

¹ 信州大学全学教育機構, ² ジオシステム

Database of surface ruptures occurred in the 2014 Kamishiro fault earthquake,
Nagano prefecture, central Japan.

Tsutomu Otsuka¹, Chikara Shimoda²

¹ School of General Education, Shinshu University

² Geo System

はじめに

2014年11月22日に発生した2014年長野県神城断層地震では、長野県白馬村において長さ約9kmにわたり地表に地震断層が現れた。この時生じた断層や撓曲などの変位地形は、多くの研究者および研究機関により報告されてきている。一般に変位地形は、発災直後から復旧工事が施されたり、風雨にさらされることによって急速に失われて行く。著者らは、地震発生直後から、変位地形が失われてゆくことを念頭に、現地においてできるだけ新鮮な変位地形を記録に留めていた。

本報告では、今後の活断層に関連する研究に資するため、地震直後に確認された地震断層のトレースと、現在ではほとんど失われた変位地形68例の記録を公開する。本報告は下記の4項目の資料からなる。

- (1) 地震断層のトレースと変位地形の種類
- (2) 地震断層のトレースと変位量
- (3) 変位地形のリスト
- (4) 変位地形の状況

上記資料に記載されている事項は、多くの場合、地震発生後翌日の2014年11月23日からおよそ1ヶ月以内に記録された。一部に、2015年以降の復旧工事に伴って出現した掘削面などの観察に基づいて記録されたものが含まれる。

1. 地震断層のトレースと変位地形の種類 (図2)

図2に地震断層のトレースと変位地形の種類を示す。撓曲、断層、開口亀裂、崩壊地について記録した。撓曲については運動方向が、断層については断層面の姿勢と運動の性質が表現さ

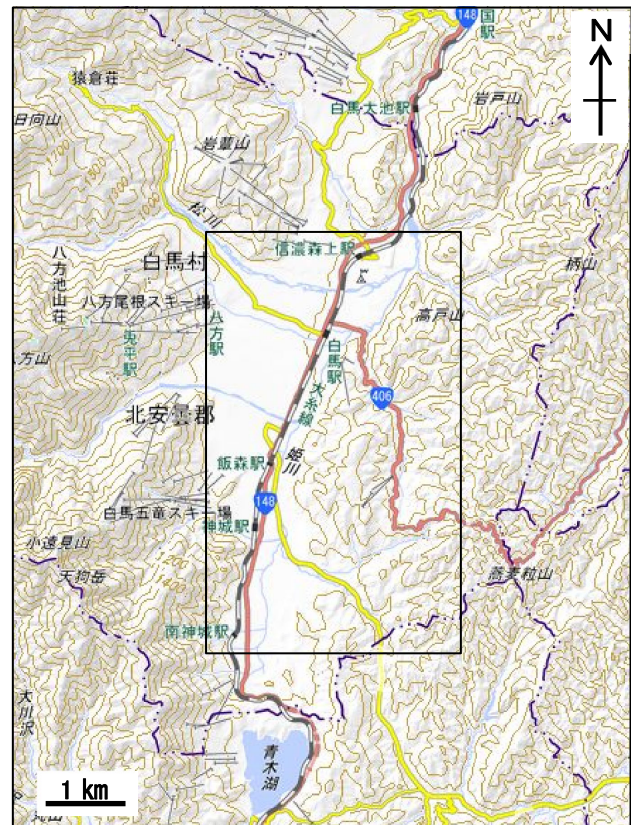


図1 調査対象地

図中の枠は図2の範囲に相当する。

れている。図中の番号は表 1 の「No.」に対応する。同じく図中の番号は、図 3 の各写真に付された左側 2 つの数字に対応する。調査地域を、北部（図 2.1）・中部（図 2.2）・南部（図 2.3）に 3 分割して示す。

2. 地震断層のトレースと変位量（図 3）

図 3 に地震断層のトレースと運動の性質、各地点における垂直方向の変位量を示す。赤いラインが東側上昇を示す主要な断層であるが、青いラインで示される西側上昇の断層はバックスラストと考えられる。

3. 変位地形のリスト（表 1）

見出された変位地形 68 例のリストを示す。表中の「No.」の列のうち、最初の列の数字が一連

のトレース上に現れた変動地形をグループ分けしたものを示し、次の列の数字がグループ内の変位地形の番号を示す。そのほか、測定可能な場合、垂直及び水平方向の変位量（cm）を示す。また、「変状」として、各変位地形の特徴や、測定可能であれば断層面の姿勢を記載した。

4. 変位地形の状況（図 4）

見出された変位地形 68 例の状況を示す。各写真に付された番号のうち、最初の数字が変動地形のグループを、次の列の数字がグループ内の変位地形の番号を、最後の数字が同一地点での写真の番号を示す。

（例：図 4 における「1-2-2」の場合、図 2 の「1-2」の変位地形を示し、その中での 2 枚目の写真であることを示す。）

（原稿受付 2023.3.16）

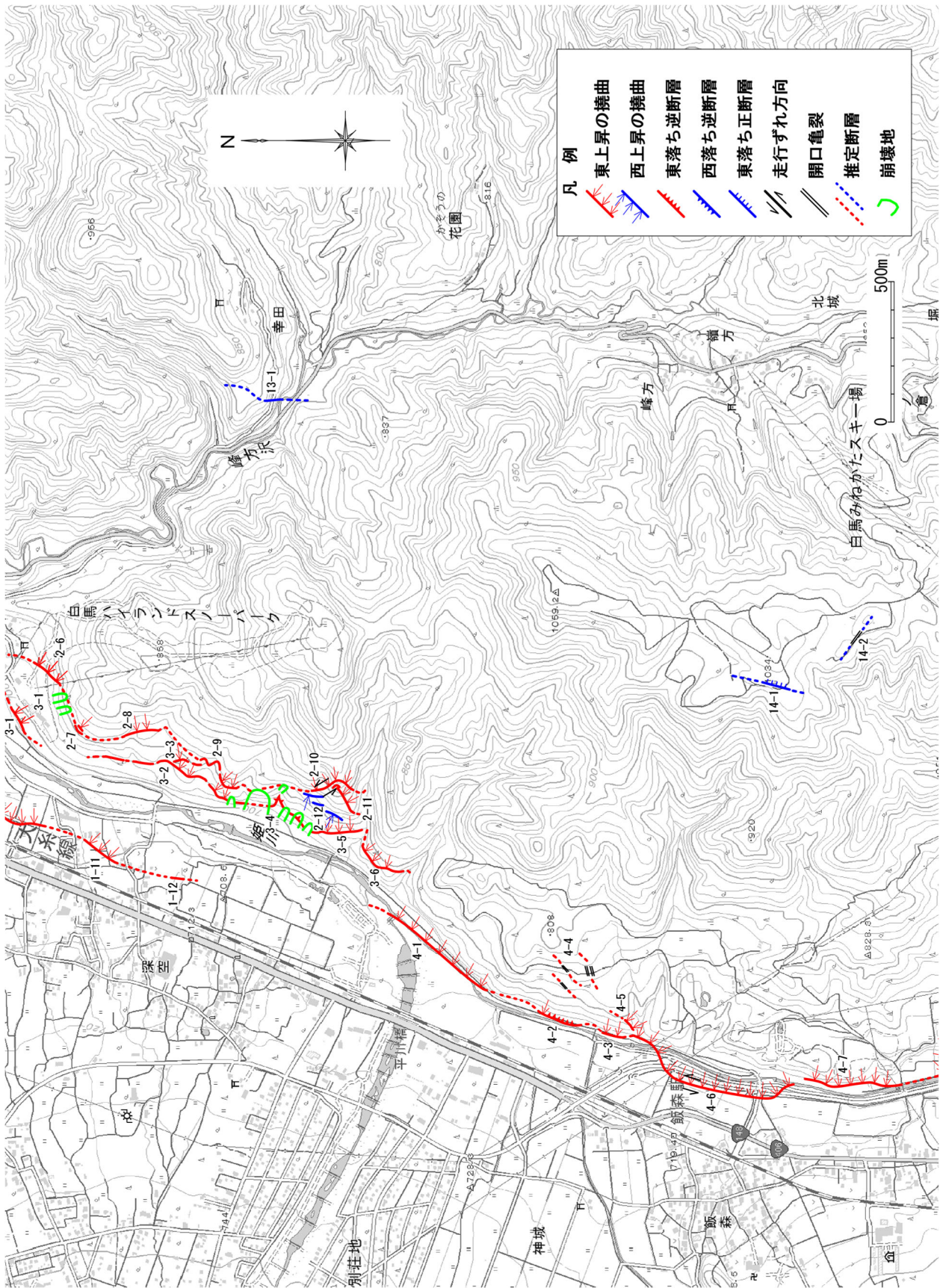


図 2.2 地震断層のトレースと変位地形の種類 (2)

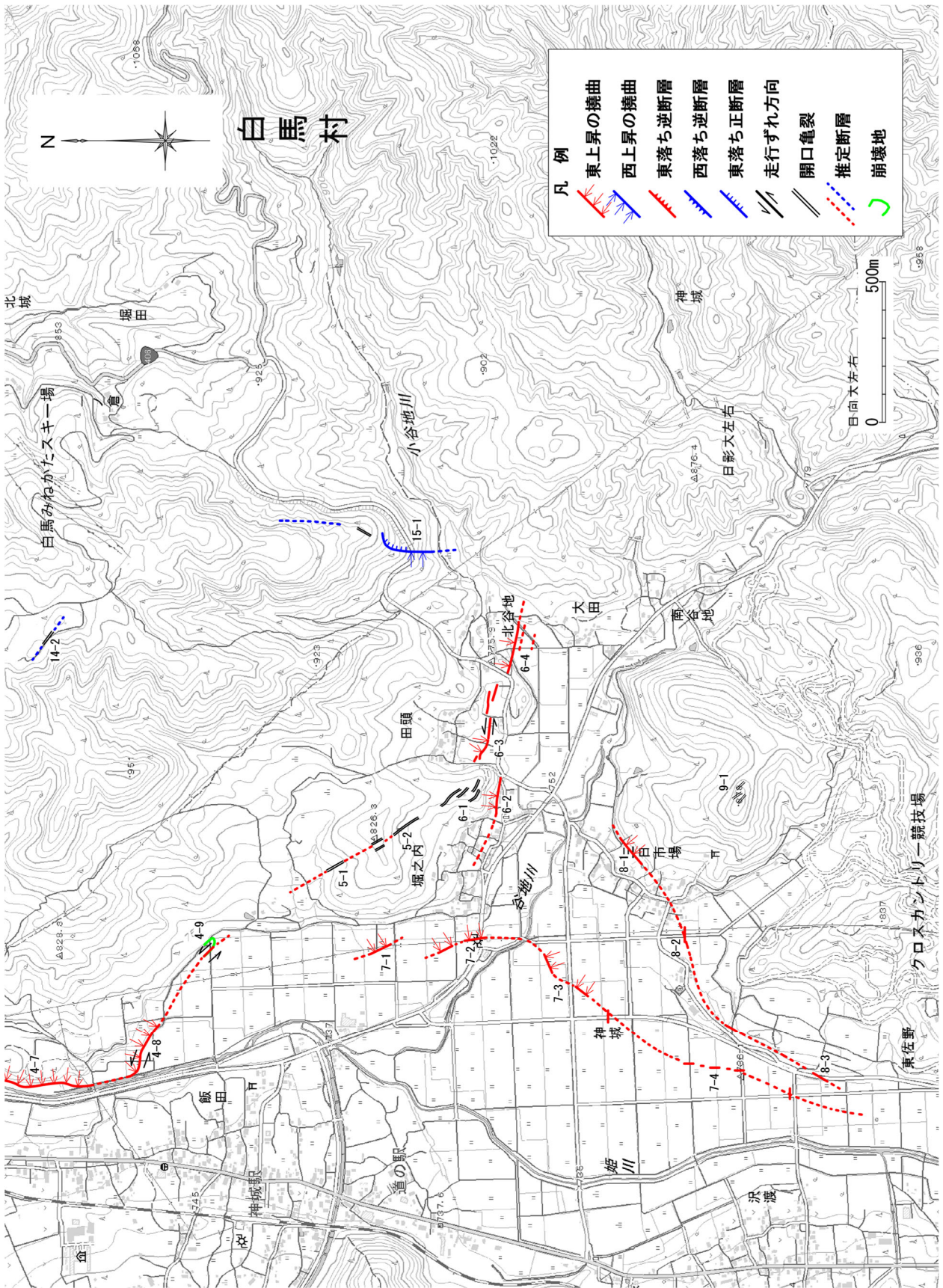


図 2.3 地震断層のトレースと変位地形の種類 (3)

表1 変位地形のリスト (各変位地形の変位形態, 変位量, 変状(断層面の姿勢を含む)を示す.)

No.		変位形態	変位量		変 状 (走行傾斜は断層面)	備 考
			V(cm)	H(cm)		
1	1		5S	20L	村道の撓曲(北側)	塩島城山
			35S	17L	村道の撓曲(南側)	
			20E	15L	神社石段の変状	
1	2		40E		亀裂, 段差	
1	3		60E		亀裂, 段差	
1	4	B	20W		亀裂, 段差, 空堀跡. 圃場の撓曲.	
1	5		20N		崩壊, 断層面, 圃場の撓曲. N61° E 64° S	
1	6		50E		崩壊. 礫層への衝上. 圃場の撓曲.	
1	7		80E	30L	村道の撓曲, 下水パイプの変状	
			E	30L	村道の撓曲	
1	8		60E	30L	村道の撓曲, 圧縮	
			95E	35L	農道の撓曲	
1	9		35E		国道406号撓曲	
			25E	21L	養魚場道路の撓曲	
1	10			8L	村道, 圃場の撓曲. 擁壁の亀裂. 墓石の倒壊.	船山遺跡
1	11		15E		道路, 圃場の撓曲	
1	12				水路破損	四十九塚
2	1		20E		圃場の撓曲	
2	2			20L	水路の左横ずれ変位. 村道の破損.	
2	3		20E	60L	段丘面の撓曲, 左横ずれ, 開口亀裂.	
2	4		40E		斜面の段差. N28° E 48° E	
2	5		20E		蕨平崩壊地. 礫層に凝灰角礫岩衝上. N33° E 40° E	
2	6				ゲレンデの撓曲	
2	7		80E		崖錐斜面の撓曲	
2	8		20E		崖錐斜面の撓曲	
2	9		20E		谷斜面の段差. 倒木の連続.	
2	10		150E	40L	遊歩道, 斜面の撓曲, 左横ずれ.	
2	11		50S		尾根の撓曲	
2	12	B	20W		山腹斜面の亀裂, 段差.	
3	1		15E		段丘面の撓曲	
3	2		20E		段丘面の撓曲	
3	3		40E		崖錐斜面の段差	
3	4				埋木. 礫層の断層. N17° E 30° E	
			15E		崩壊地の断層. N35° E 78° E	
3	5		60E		段丘面の撓曲	
3	6		30E		段丘面, 歩道の撓曲	
4	1		20E		姫川河道内の断層. N4° E 60° E	
			20E		平川合流点より200m上流帯工左岸護岸. 西へ40cm変位.	
4	2		20E		平川合流点より400m上流帯工右岸護岸. 西へ80cm変位. 倒壊.	
4	3		20E		姫川河道内の断層. 護岸の変状. N17° E 78° E	
4	4		20E		姫川右岸護岸の撓曲	
4	4				林道の開口亀裂最大8cm	
4	5				斜面の撓曲	
4	6		50E	15L	県道, 圃場の撓曲, 左横ずれ, 圧縮.	
4	7		30E		山脚部の撓曲	
4	8		30E	15L	圃場の撓曲, 左横ずれ. 泥火山.	
4	9		15E	30L	村道, 圃場の亀裂段差	
5	1				谷に沿った開口亀裂	
5	2				山脚部の撓曲. 開口亀裂による水路の破損.	
6	1		10S		神社敷地内段差, 開口亀裂.	城嶺神社
6	2		10N	15R	住宅敷地の撓曲. 石積みの崩壊.	
6	3		5N		圃場の開口亀裂. グラウンドの撓曲. 道路の圧縮.	
6	4				擁壁の破壊. 圃場の撓曲.	
7	1				圃場の撓曲	
7	2				圃場の撓曲. ガードロープの撓み.	
7	3				圃場の撓曲	
7	4				水路, 農道の圧縮による破損	
8	1		15S		圃場の撓曲	
8	2				村道の圧縮による破損	
8	3				県道の圧縮による破損	
9	1				開口亀裂	三日市場城山

(表1 続き)

No.		変位 形態	変位量		変 状 (走行傾斜は断層面)	備 考
			V(cm)	H(cm)		
10	1	B	25W		河床面の河床礫に衝上する凝灰角礫岩. N24° E 80° W	
10	2	B	20W		圃場の撓曲	
10	3	B			姫川沿いの断層	
11	1	B	30W		山腹の段差連続. 凝灰角礫岩を切る断層. N20° W 55° E	
11	2	B			沢沿いの断層. N14° W 75° W	
11	3	B	40W		グラウンドの西側上昇の断層. N17° E 85° W	
11	4	B	30W		崩壊地の礫層に衝上する凝灰角礫岩. N16° E 78° W	
11	5	B			尾根上の開口亀裂	
			30W		斜面の撓曲	
12	1	B	60W		尾根斜面の撓曲	
			80W		尾根斜面の撓曲	
12	2	B	10W		林道の段差	
12	3	B			直立した礫, 砂層	
13	1	B			峰方沢右岸崩壊地の断層	
14	1	B	15W		林道の段差	
14	2				林道の開口亀裂	
15	1	B	60W		地すべりブロック西側壁の開口亀裂	
			50W		県道の撓曲	

変位形態 B:バックスラスト

変位量 V:垂直変位(cm)と上昇側

変位量 H:水平変位(cm)と変位方向 (L:左横ずれ, R:右横ずれ)

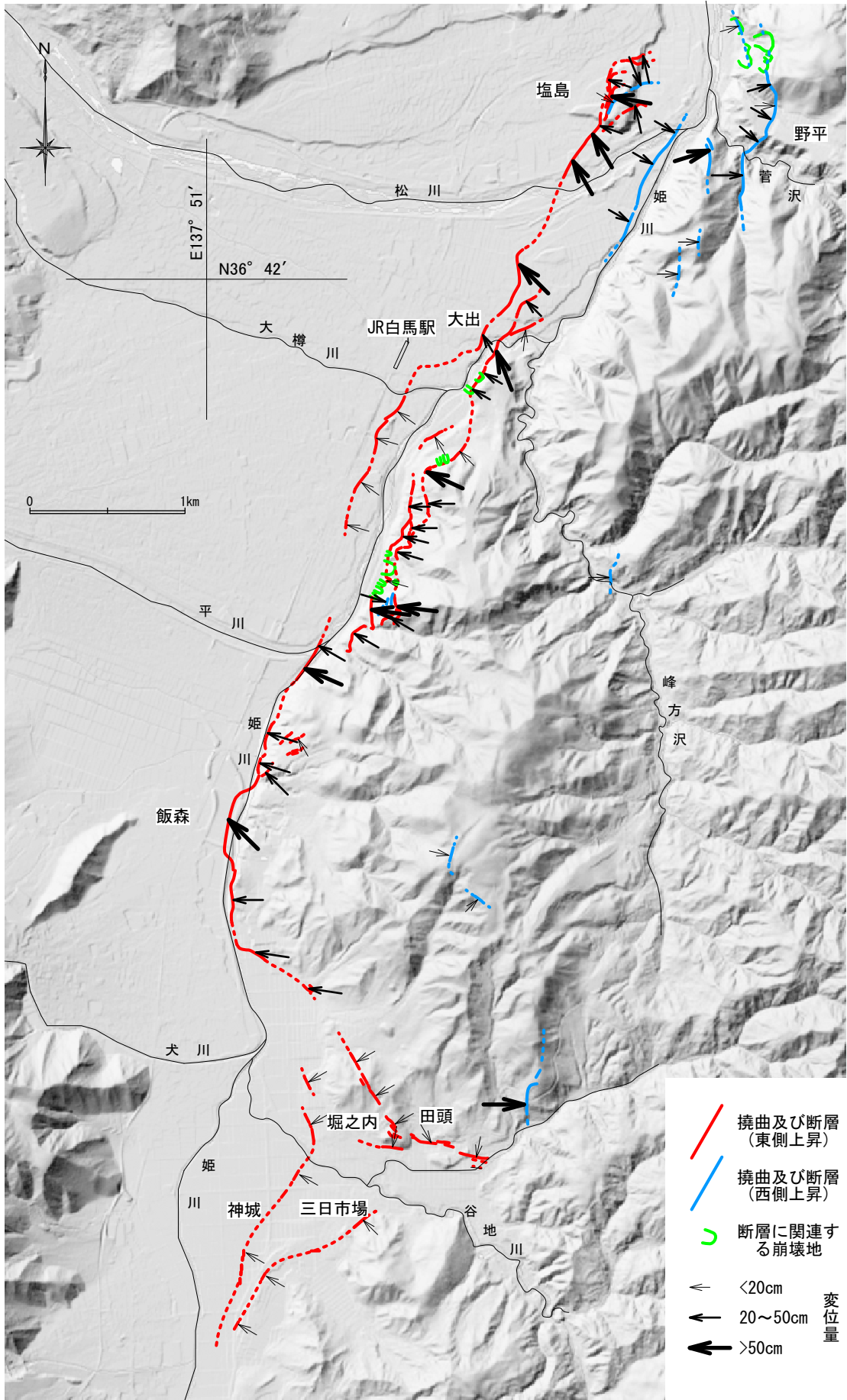


図3 地震断層のトレースと各地点における変位量



1-1-1
村道の南側上昇を示す変位



1-2-1
東側上昇を示す亀裂・段差



1-2-2
作業道に現れた東側上昇の亀裂・段差



1-3-1
東側上昇の段差に露出する凝灰角礫岩



1-3-2
東側上昇の段差に露出する凝灰角礫岩(下部)と礫層(上部)



1-4-1
北西側上昇を示す圃場の変位



1-4-2
凝灰角礫岩中の断層



1-5-1
南側上昇を示す圃場の変位

図4.1 変位地形の状況



1-5-2
崩壊地の凝灰角礫岩中の断層. 約5cm厚の粘土と鏡肌が顕著.



1-5-3
崩壊地に露出する断層面



1-6-1
段丘礫層を衝上する凝灰角礫岩



1-6-2
東側上昇を示す圃場の変位



1-6-3
東側上昇を示す圃場の変位と斜面の変状(1-6-1)



1-7-1
村道の東側上昇に伴う変位. 80cm上昇.



1-7-2
下水道補修作業で現れた東上昇を示す撓曲



1-7-3
採石場ストックヤードの東側上昇を示す撓曲

図4.2 変位地形の状況



1-7-4
村道の東側上昇を示す撓曲. 最大80cm.



1-8-1
村道の東側上昇を示す撓曲と圧縮変位



1-8-2
農道の東側上昇を示す撓曲



1-9-1
国道406号の東側上昇を示す変位



1-10-1
ウイング21東村道の圧縮変位



1-10-2
ウイング21南駐車場の圧縮変位



1-10-3
船山遺跡南の東側上昇の圃場と道路



1-12-1
四十九院南の左横ずれを示す水路の変状

図4.3 変位地形の状況



2-1-1
東側上昇の圃場の変位



2-1-2
東側上昇の農道の変位



2-2-1
左横ずれを示す水路の変状



2-3-1
東側上昇の変位と開口亀裂



2-4-1
崩壊地に現れたひさし状に張り出した凝灰角礫岩中の断層面



2-5-1
崩壊地に現れた礫層に衝上する凝灰角礫岩



2-6-1
ゲレンデに現れた東上がりの変位



2-7-1
東側上昇を示す斜面の撓曲

図4.4 変位地形の状況



2-8-1
東側上昇を示す撓曲



2-9-1
斜面に現れた2列の変状



2-9-2
撓曲と倒木の連続



2-10-1
東側上昇を示す撓曲



2-10-2
遊歩道を変位させる東側上昇を示す左横ずれの断層(矢印は対応する路肩 垂直変位150cm)



2-10-3
東側上昇を示す撓曲



2-11-1
尾根上に生じた東側上昇を示す撓曲



2-12-1
西側上昇を示す撓曲

図4.5 変位地形の状況



3-1-1
東側上昇を示す撓曲



3-2-1
東側上昇を示す撓曲と転石の破壊



3-3-1
東側上昇を示す撓曲



3-4-1
礫層中の断層



3-4-2
崩壊地内部の凝灰角礫岩を切る断層



3-5-1
東側上昇を示す撓曲



3-6-1
東側上昇を示す撓曲



4-1-1
礫層に併入する急勾配のシルト層. 右側が西

図4.6 変位地形の状況



4-1-2

姫川河床の弱固結した粘土に生じた東上がりの断層. 40cm東上がり.



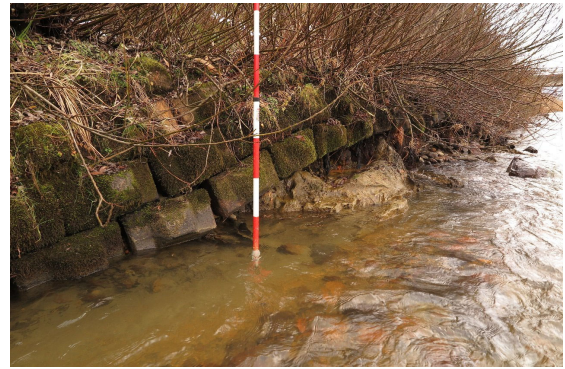
4-1-3

平川合流点から200m上流の帯工左岸の変状. 西方向へ40cm, 上方へ20cm.



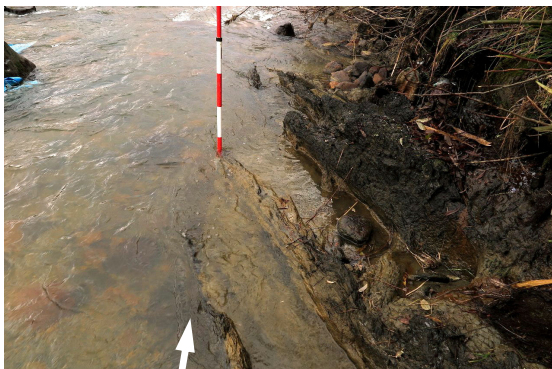
4-1-3

平川合流点から400m上流の帯工右岸の変状. 西方向へ80cm.



4-2-1

護岸ブロックに変位を与える東側上昇の逆断層



4-2-2

姫川河床に生じた東上がりの断層(斜交する地層は粘土・腐植土互層)



4-3-1

姫川護岸に生じた東側上昇を示す撓曲



4-4-1

林道に生じた開口亀裂



4-5-1

東側上昇を示す撓曲

図4.7 変位地形の状況



4-6-1
姫川左岸村道の圧縮を示す変状



4-6-2
東側上昇を示す圃場の撓曲



4-6-3
県道の左横ずれを伴った撓曲による変状



4-7-1
斜面下端部に生じた東側上昇を示す撓曲



4-8-1
護岸の左横ずれを示す変位



4-9-1
村道の左横ずれと東側上昇を示す変位



5-1-1
斜面に生じた開口亀裂



5-2-1
斜面下端に生じた東側上昇を示す撓曲

図4.8 変位地形の状況



5-2-2
開口亀裂に伴う水路の変状



6-1-1
斜面に生じた開口亀裂



6-1-2
城嶺神社敷地に生じた開口亀裂



6-2-1
住宅造成地に露頭する北側上昇を示す撓曲



6-2-2
石積みの倒壊を伴う北側上昇を示す変状



6-3-1
圧縮を示す路面の変状



6-3-2
圃場に生じた左横ずれを示す開口亀裂の雁行配列



6-3-3
グラウンドに生じた北側上昇を示す変状

図4.9 変位地形の状況



6-4-1
ブロック積み擁壁の倒壊



6-4-2
圃場の北側上昇を示す撓曲



6-4-3
圧縮を示す路面の破損



7-3-1
圃場に生じた東側上昇を示す撓曲



7-4-1
圧縮により飛び出した側溝水路(川合将文氏撮影)



8-1-1
南東から北西への衝上を示す撓曲



8-3-1
圧縮による路面の破損



10-1-1
西側が上昇し河床堆積礫に衝上する凝灰角礫岩。条線が認められる。

図4.10 変位地形の状況



10-1-2
河床堆積物と接する凝灰角礫岩(10-1-1と同一露頭)



10-2-1
圃場に現れた西側上昇を示す撓曲



10-2-2
圃場および盛土の西側上昇を示す変位(北方向を望む)



10-3-1
姫川河床の西から東へ衝上する逆断層



11-1-1
地震に伴う崩壊地に現れた断層と破碎帯



11-2-1
尾根上の西側上昇の変位を伴う亀裂



11-2-2
凝灰角礫岩中の条線を伴う東落ち正断層

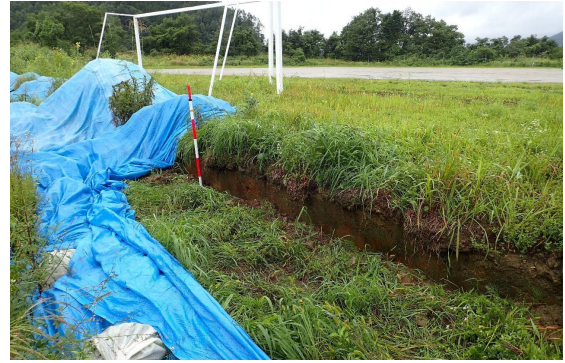


11-2-3
崩壊地に現れた破碎帯を伴う逆断層

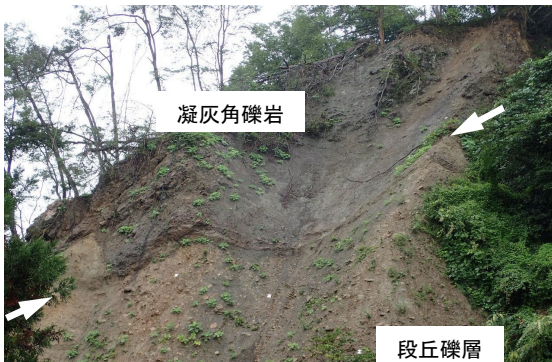
図4.11 変位地形の状況



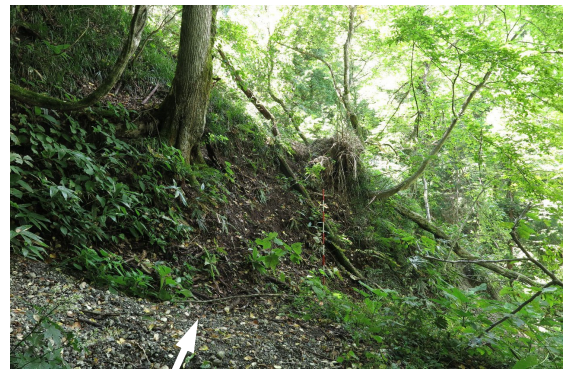
11-3-1
道路の西側上昇を示す撓曲



11-3-2
グラウンドに現れた西側上昇を示す断層



11-4-1
礫層に衝上する凝灰角礫岩



11-5-1
西側上昇を示す変位地形と倒木(南方を望む)



12-1-1
斜面の西側上昇に伴う撓曲



12-1-2
斜面の西側上昇に伴う撓曲と倒木の連続



12-2-1
林道に生じた西側上昇の段差



12-3-1
西側上昇の変位により直立する地質構造

図4.12 変位地形の状況



13-1-1
峰方沢右岸の断層(上部の道路を破壊する)



14-1-1
林道に生じた北側上昇を示す開口亀裂を伴う変状



14-2-1
林道に生じた開口亀裂



15-1-1
道路側溝改修部分に現れた粘土化した断層



15-1-2
村道の西側上昇を示す撓曲



15-1-3
西側上昇を示す変状(高さ60cm)

図4.13 変位地形の状況