

2. 地形・地質

2.1 概要

今回の本震は太平洋プレートと北米プレートの境界で発生し（図-2.1）、余震は図の「余震域分布範囲(A)」のように広い範囲で生じており、3月11日にはM7.4およびM7.7の強い余震が、4月7日にはM7.2の地震も発生している。このほか、余震分布域を外れた日本海溝外側でも3月11日にM7.5の地震が発生しているほか、4月11日には福島県浜通りにおいてM7.0の地表地震断層をともなう地震が起きている（図の「余震域分布範囲(B)」）。なお、これらの地震は気象庁によれば、いずれも広義の余震として扱われている。

主要な被災地域は東北地方東部から関東地方にかけての海岸、平野、盆地、丘陵、山地の様々な地形要素を含む南北約800km、東西100kmにおよんでいる（図-2.2）。これらの地域の地質は、中生代の花崗岩類、古生代から中生代の古期堆積岩類と変成岩類、新第三紀の火山岩類と堆積岩類、第四紀の河川堆積物などからなり（図-2.3）、さまざまな地形と地質の組み合わせからなる。

震度7から震度6強を観測した栗原市（宮城県）や白河市（福島）などでは災害が集中したが、地震のゆれは大局的に見るとより軟質な若い地質要素を基盤とする地域で大きく、比較的硬質な古期岩体上では小さかった。

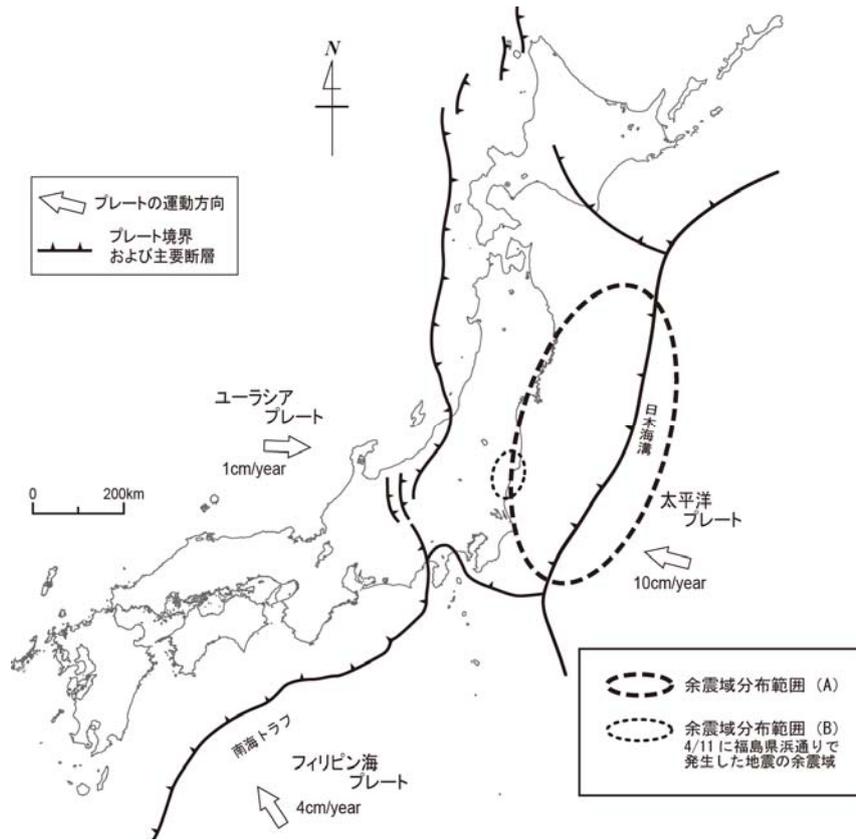


図-2.1 日本周辺のプレート
プレート運動、プレート境界および主要断層については平(2002)¹⁾を元に簡略化。

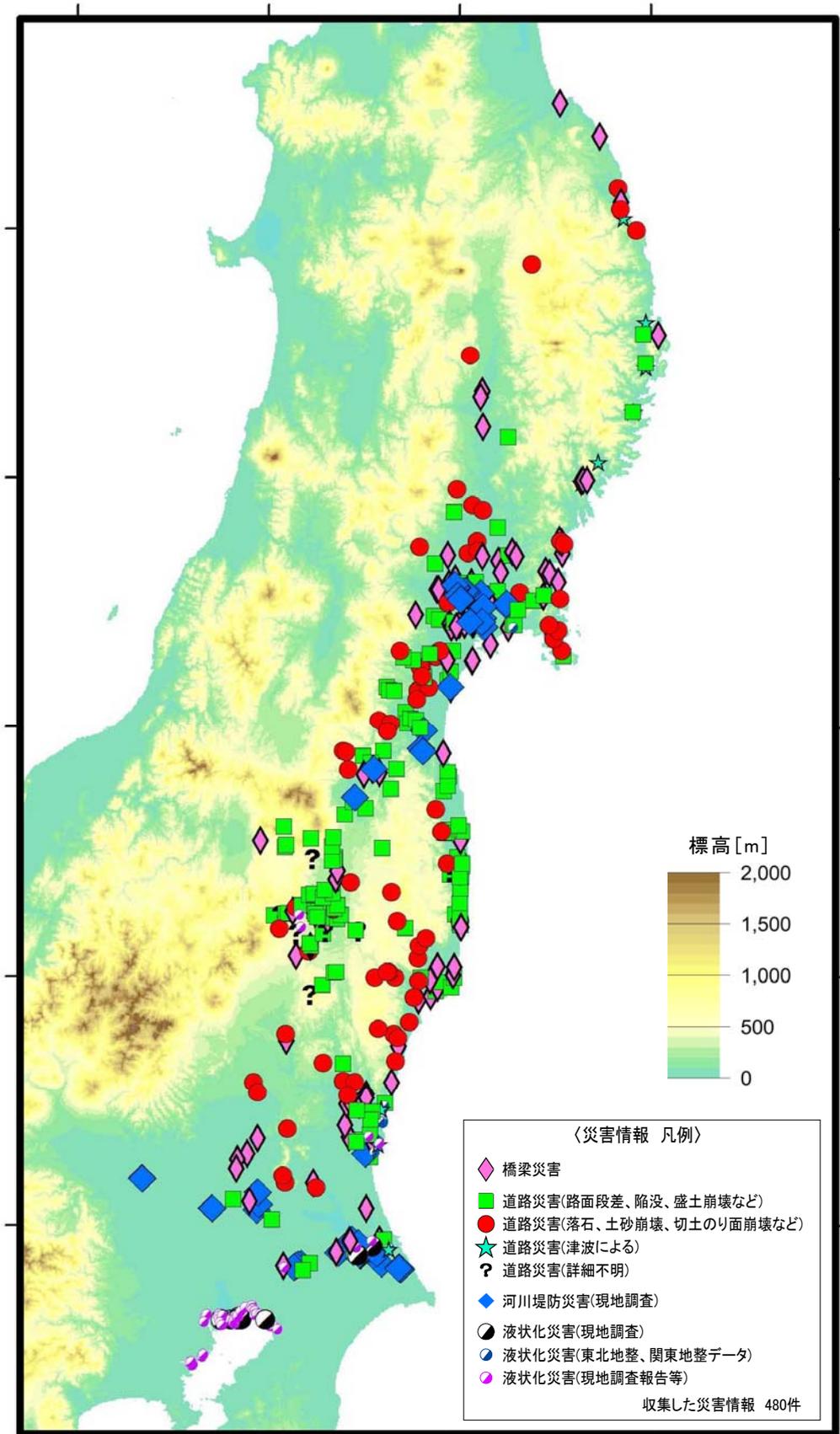


図-2.2 被害分布²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾と地形⁶⁾の関係

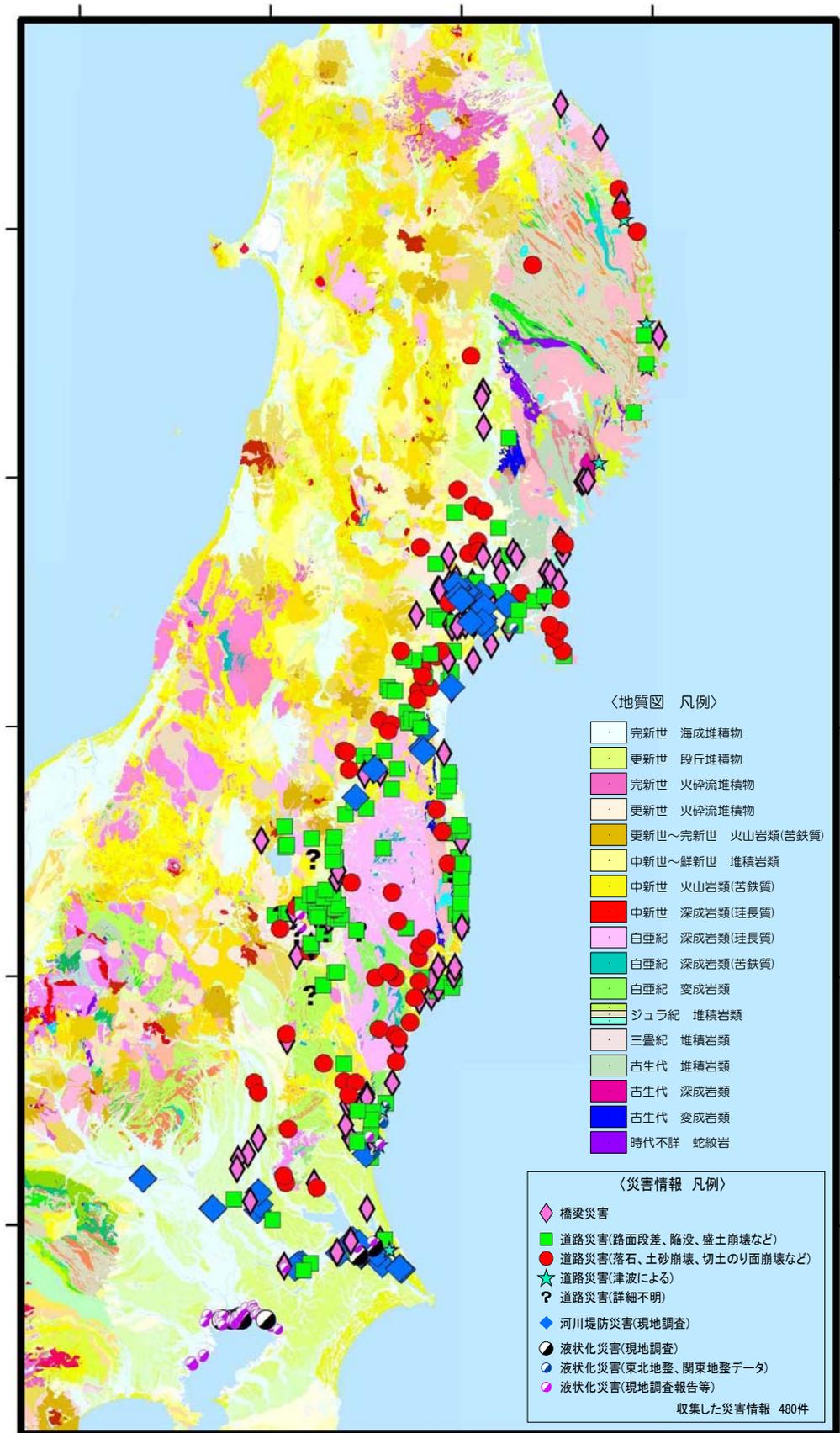


図-2.3 被害分布²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾と地質⁷⁾の関係

(基図に、20万分の1日本シームレス地質図DVD版(数値地質図G-16)⁷⁾を使用。

産総研承認番号:第60635500-A-20110728-002号)

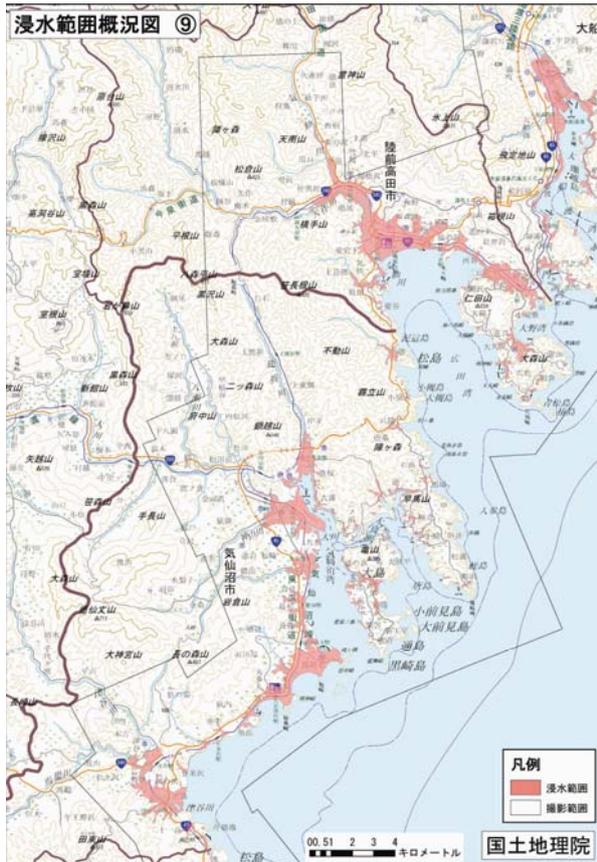


図-2.4(a) 三陸海岸北部の津波被害⁹⁾

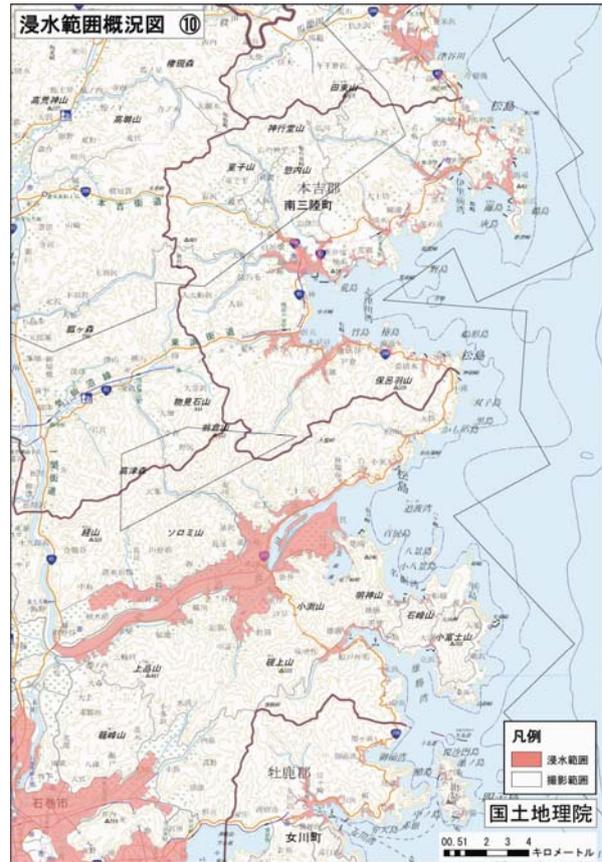


図-2.4(b) 三陸海岸北部の津波被害¹¹⁾

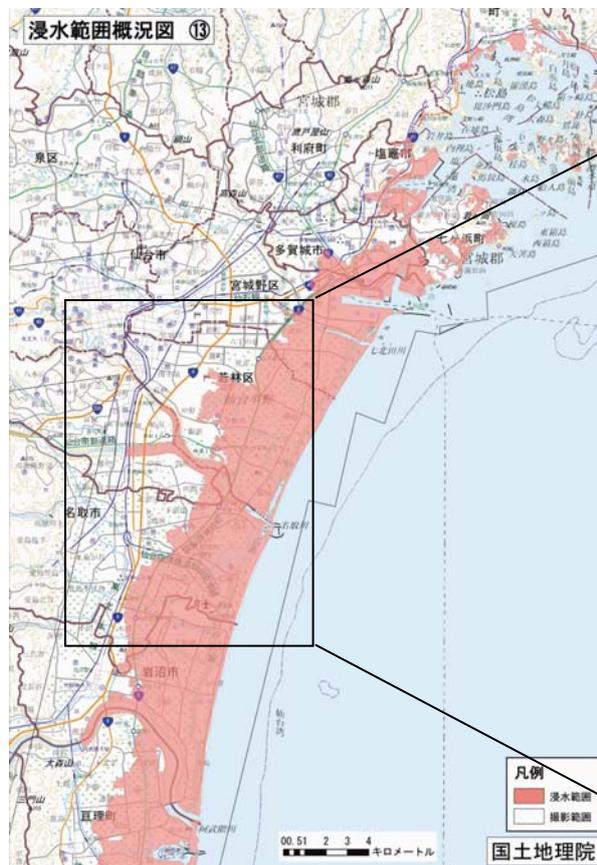


図-2.4(c) 仙台平野の津波被害¹⁰⁾

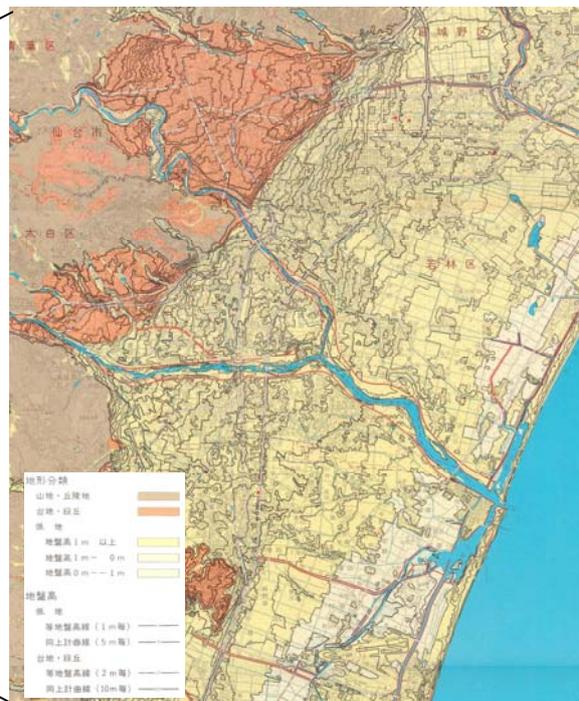


図-2.4(d) 仙台平野の地形¹²⁾

リアス式の海岸地形によって波高が増幅された三陸海岸および海岸平野が広がる仙台平野において津波の被害が顕著であった。

河川堤防や埋め立て地などでは液状化や側方流動などの地盤災害が顕著であり、これらの災害は軟弱な盛り土に起因するタイプと基礎地盤に起因するタイプがある。特に大きな被害が生じているのは旧河道や埋め立て・干拓などであった。

斜面災害は 2008 年岩手・宮城内陸地震に比べると少ないが、福島県内の国道 4 号で生じた谷埋め盛り土の崩壊、宮城県内の国道 45 号において生じたゆるみ岩盤上の岩盤崩壊など、不安定な斜面や地すべり地形と思われる箇所において大きな崩壊が生じている。

また、4 月 11 日に福島県で発生した M7.0 の余震に伴って、既往文献によって指摘されていた井戸沢断層と湯ノ岳断層の 2 つ断層に沿って地表地震断層が出現し、これらの断層に沿って表層崩壊や大規模崩壊が生じている。

2.2 被害と地形の関係

(1) 津波被害と地形

リアス式海岸地形により、場所によっては津波が 3 倍程度増幅されたと考えられ⁸⁾、陸前高田では内陸に 7km、標高 9～10m 付近まで遡上、旧河北町付近では内陸に 13km、標高 5m 付近まで遡上したことが確認されている（図-2.4(a)(b)(c)）。

仙台平野では標高 3m 以下の低平地が約 5km 内陸まで続く（図-2.4(d)）ため、このような低地で広域に被災したと考えられる。

(2) 液状化と地形

利根川、阿武隈川など大きな河川周辺の旧河道沿いや、海岸沿いの埋立地で液状化被害が多い。



図-2.5 河川堤防の亀裂（小貝川）

(3) 斜面災害と地形

今回の地震（本震）では、全体に斜面災害は少ないが、大規模なものとしては、岩盤クレープ地形での岩盤崩壊（**図-2.6**；国道45号石巻北部）などがある。

また、4月11日に福島県いわき市で発生した余震に伴って井戸沢断層と湯ノ岳断層の2断層に沿って地表地震断層が出現したが、これに伴って多くの崩壊が発生している。

このうち大規模岩盤地すべりのうち一部（たとえばいわき市才鉢の地すべり）は、もともと地すべり地形であった箇所末端部の地すべりであった。このように、比較的大規模な土砂災害については、もともと不安定な地形を呈する箇所に発生している傾向がある。なお、いわき市の余震ではこのほか、河岸段丘の段丘崖や河川の攻撃斜面などで多くの表層崩壊や落石が発生している。

いっぽう、盛土斜面については、都市周辺の丘陵での谷埋め盛土の斜面災害や段差等の変状が多い。たとえば国道4号沿いの福島市伏拝地区では、丘陵部の古い谷埋め盛土で盛土斜面崩壊が発生している（**図-2.7**）。

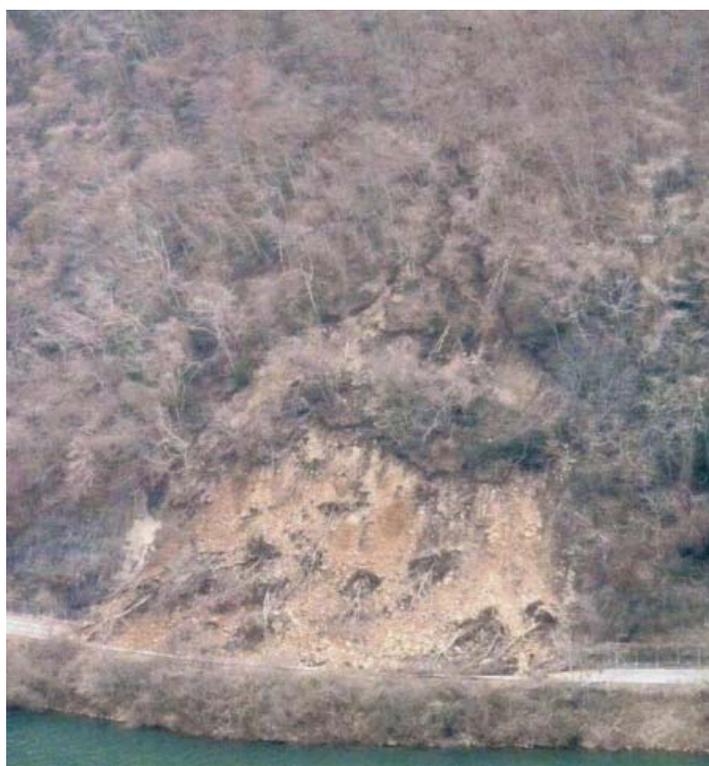


図-2.6 岩盤崩壊による国道の被災
(国道45号石巻北方、写真は東北地方整備局提供)



図-2.7 住宅地の谷埋め盛土の崩壊（国道4号沿い、福島市伏拝）

2.3 被害と地質の関係

2.3.1 地震動と地質の関係

震度7から震度6強を観測した栗原市（宮城県）や白河市（福島）などでは災害が集中したが、地震のゆれは大局的に見るとより軟質な若い地質要素を基盤とする地域で大きく、比較的硬質な古期岩体上では小さかった（図-2.8）。

2.3.2 被害と地質の関係

被害は太平洋岸の海岸地域および東京湾岸のほか、内陸の盆地、新第三系の基盤上の沖積低地など広範な地域で見られる（栗原、一関、花巻、白河、仙台平野、関東平野東部）（図-2.8）。

斜面災害としては、比較的軟質な白河火砕流堆積物を基盤とする白河盆地で多くの被害が発生しているほか、4月11日に福島県で発生した余震に伴い発生した堆積軟岩中の大規模岩盤地すべり（いわき市上釜戸地区）の地すべり面は、テクトニックにやや破碎が進んだ凝灰岩等の薄層を用いて滑りが発生しているようである。このように、堆積軟岩中の凝灰岩等の薄い層を用いた滑りは、中越地震や岩手・宮城内陸地震（祭時（まつるべ）大橋）等に見られた崩壊形態と同様のものである。このように、比較的大規模な土砂災害については、火砕岩や凝灰岩の薄層などの特徴的な地質に起因して発生している傾向がある。

また、平野部では旧河道沿いや東京湾岸の埋め立て地などで多くの液状化が発生した（図-2.9、図-2.10）。これも特定の地質状況に起因するものと考えられる。

(1) 東北地方北部

被害は太平洋岸の海岸地域のほか、内陸の盆地、新第三系の基盤上の沖積低地など広範な地域で見られる（栗原、一関、花巻、仙台平野）。

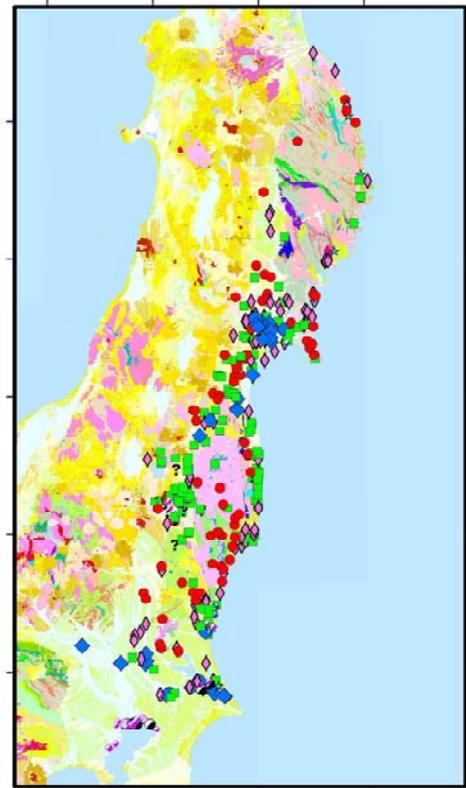
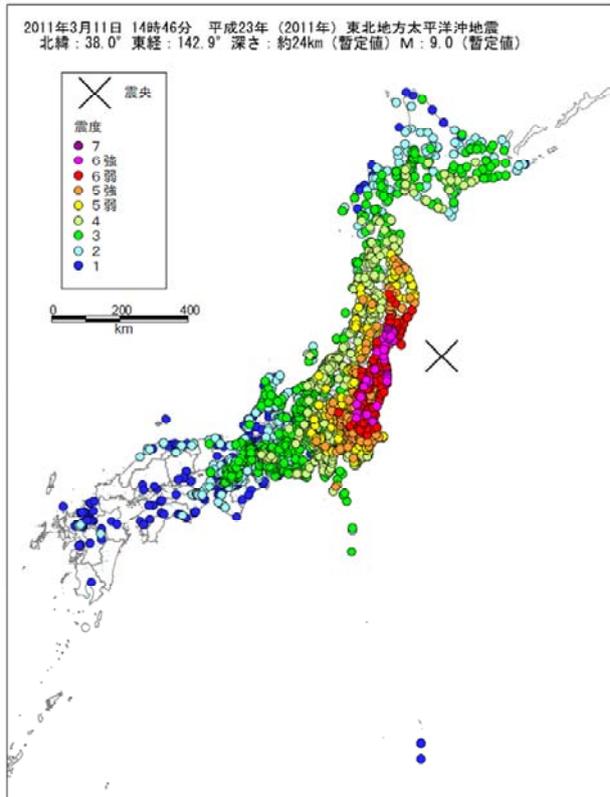


図-2.8 震度階分布¹³⁾と被害分布(再掲、凡例は図-2.3に同じ)
(右図の基図に、20万分の1日本シームレス地質図DVD版(数値地質図G-16)⁷⁾を使用。
産総研承認番号:第60635500-A-20110728-002号)



図-2.9 マンホールの浮き上がり
(千葉県浦安市)



図-2.10 側方流動
(千葉県浦安市)

(2) 東北地方南部

海岸線のほか、岩石としては比較的軟質な白河火砕流堆積物を基盤とする白河盆地では、多くの被害が発生している。

(3) 関東地方

太平洋側のほか、関東平野の内陸部(利根川や小貝川などの旧河道沿いなど)や東京湾の埋立地などで液状化等の被害が多い(図-2.9、図-2.10)。現時点で広域的な被害状況を把握していないため明確な比較はできないが、1923年の関東地震と比較すると、埋め立て地の拡大などによる液状化の被害が顕著と考えられる(図-2.11)。

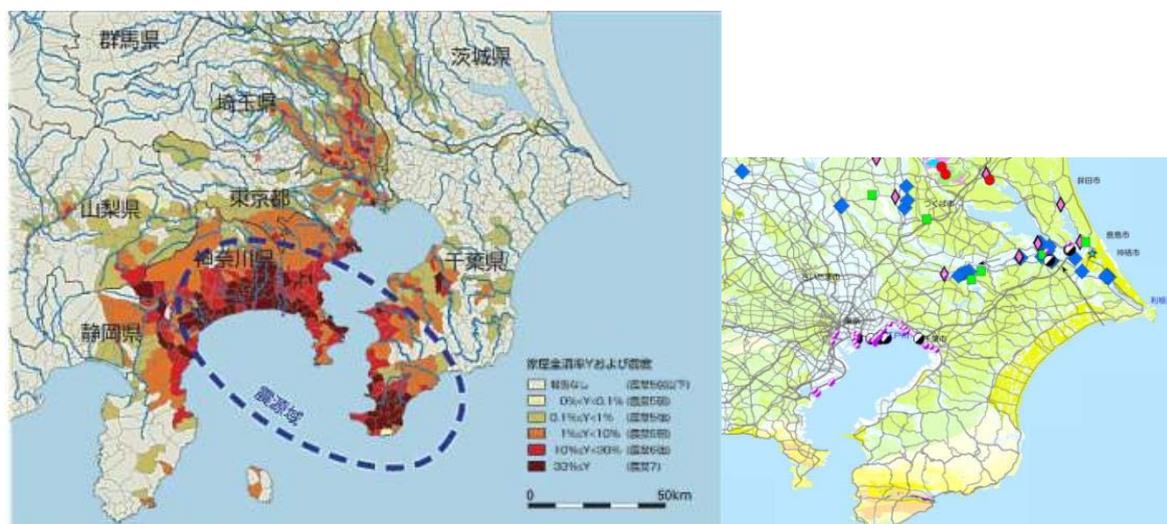


図-2.11 関東地震¹⁴⁾による家屋全壊率と今回の地震の被害状況(再掲、凡例は図-2.3に同じ)の比較

(右図の基図に、20万分の1日本シームレス地質図DVD版(数値地質図G-16)⁷⁾を使用。
産総研承認番号:第60635500-A-20110728-002号)

2.4 平成23年4月11日に福島県浜通りで発生した地震による地表地震断層

2.4.1 地震と地表地震断層調査の概要

平成23年3月11日の本震から1ヶ月経過した平成23年4月11日17時16分頃に福島県浜通りを震源とする $M_j=7.0$ (気象庁発表暫定値)の地震が発生した(図-2.12)。発震機構は東北東-西南西方向に張力軸を持つ正断層型で、震源の深さは約6km、最大震度は6弱(福島県中島村、古殿町、いわき市、茨城県銚田市)であった¹⁵⁾。

この地震の震源域近傍には従来より活断層の疑いがある、西北西-東南東方向の走向を持つ複数の正断層(ニッ箭断層、赤井断層、湯ノ岳断層)が知られていたものの、これらの断層が活断層かどうかは確定されていなかった¹⁶⁾、¹⁷⁾。また、井戸沢断層については西落ちの正断層であり、断層が第四紀層を切断することが確認されていた¹⁸⁾。

この地震の後、現地調査の結果、井戸沢断層周辺および湯ノ岳断層周辺にそれぞれ延長11.0km以上および15.5kmの地表地震断層が生じたことを確認した。

きな地震が発生するまで、湯ノ岳断層および井戸沢断層に平行な線で区切られたBの領域が地震の空白域を形成していたことが分かる。これらのことから、両断層周辺にアスペリティーが形成されており、4月11日の地震によってそれらが解放されたと見ることができる。

4月11日の地震の震源は、井戸沢断層の西側に存在する。断層面の傾斜を考慮すると、この地震は井戸沢断層に対応しているように見え、湯ノ岳断層からはかなりの距離がある。震源情報によると湯ノ岳断層近傍で大きな地震は発生していないが、地震発生後の聞き取り調査によると、両断層近傍の地表地震断層の発生時刻はいずれも4月11日17時16分頃と見られる。湯ノ岳断層近傍で大きな地震が発生していないにもかかわらず地表地震断層が発生した原因については今のところ不明である。

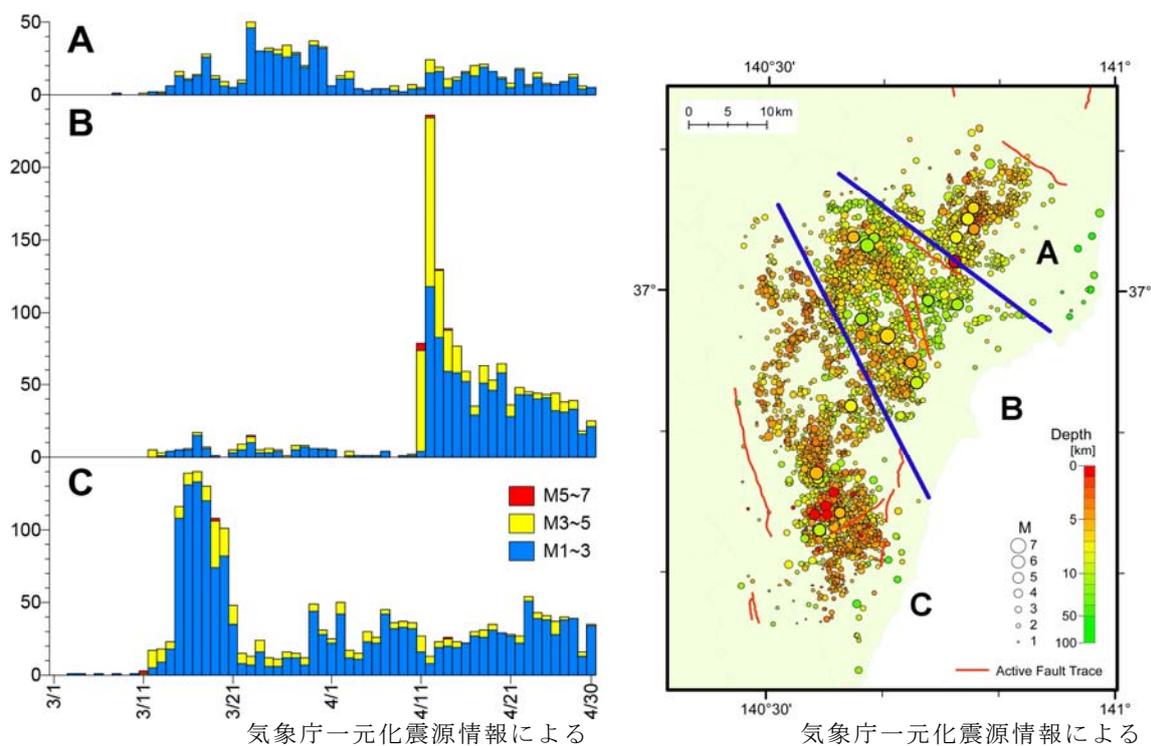


図-2.15 福島県浜通りの地震活動 (3/1~4/30)
エリアごとの日あたり地震発生回数

2.4.3 既存文献による断層の記載

(1) 湯ノ岳断層周辺

1) 活断層としての記載

湯ノ岳断層周辺の活断層としての記載について、表-2.1 にまとめた。

a) 「新編日本の活断層」¹⁶⁾

「湯ノ岳断層」として記載されている。今回の地震による地表変位の位置は、本断層にほぼ並行するものの、数 100m 山側の傾斜変換線部付近を通過している。

b) 「活断層詳細デジタルマップ」¹⁹⁾

断層名のない、推定活断層として記載されている。本断層の東側 1.5km は、今回の地

震による地表変位の位置とほぼ一致している。西側 7.5km は本断層にほぼ並行するものの、200~800m 山側の傾斜変換線部付近を通過している。さらに、本断層の南東延長部にも地表変位が認められた。

c) 原子力安全・保安院(2010)¹⁸⁾

「湯ノ岳断層」として記載されている。今回の地震による地表変位の位置は、部分的にはほぼ並行する2条のリニアメントのうち北側(山側)のリニアメントにほぼ一致している。

表-2.1 湯ノ岳断層周辺の活断層の記載

文献名	断層名	延長(確実度)	走向・傾斜	変位方向・量 (変位基準)	その他
新編日本の活断層 ¹⁶⁾	湯ノ岳断層	約6km (確実度Ⅱ ^{*1)} 約7km (確実度Ⅱ+Ⅲ ^{*2)}	*断層崖走向NW *N30~50W, 70~80S の断層露頭 ²¹⁾ *N60~90W, 60Sの 正断層露頭 ²²⁾	*北上がり300m (小起伏面) *北上がり250m (石城層/花崗岩) ²²⁾ *右横ずれ>7km ²¹⁾	活動度: B ^{*5}
活断層詳細デジタルマップ ¹⁹⁾	(無名称)	約9km (推定活断層)	走向WNW-ESE	NNE上がり	
原子力安全保安院(2010) ¹⁸⁾	湯ノ岳断層	約9.5km (リニアメントランクLc ^{*3)} 約13.5km (リニアメントランクLc+Ld ^{*4)}			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。

*1) 確実度Ⅱ: 活断層であると推定されるもの。すなわち、位置・変位のむきも推定できるが、確実度Ⅰと判定できる決定的な資料に欠けるもの。¹⁶⁾

*2) 確実度Ⅲ: 活断層の可能性はあるが、変位のむきが不明であったり、他の原因、たとえば川や海の浸食による崖、あるいは断層に沿う浸食作用によってリニアメントが形成された疑いがあるもの。¹⁶⁾

*3) リニアメントランク Lc: 変位地形と認定できる地形要素が認められるが、リニアメントの両側の基準地形が同一であるか否かの認定に不確実さがあり、その他の成因によるものである可能性があるもの、あるいは、比較的大きな不連続が認められるものの、新しい地形面での変位が不明瞭なもの。²⁰⁾

*4) リニアメントランク Ld: 基準地形が古く、リニアメントをなす地形にやや開析が進んでいるもの、あるいは、新しい基準地形面上に認められるものの、延長が短いか、その比高や屈曲量が小さいため、変位地形かその他の成因によるものか識別が困難なもの。²⁰⁾

*5) 活動度 B: 平均変位速度が 0.1m/1000 年以上 1m/1000 年未満のもの。¹⁶⁾

2) 地質断層としての記載

湯ノ岳断層周辺の地質断層としての記載について、表-2.2 にまとめた。

a) 1/5 万地質図「平」²¹⁾ および 1/5 万地質図「竹貫」²³⁾

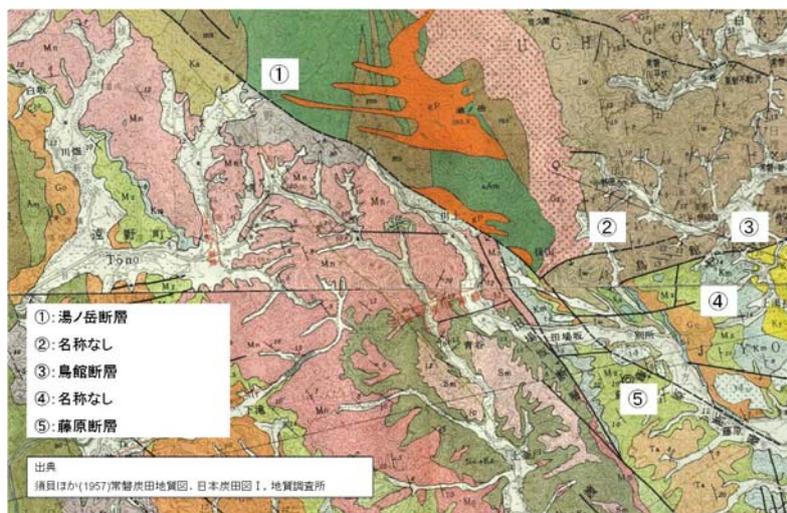
今回の地震による地表変位の位置近傍には、「湯ノ岳断層」(延長約 16.5km)として記載がある。本断層の東側 12km(「竹貫」図幅²³⁾内の東側 5.5km 区間および「平」図幅内の全区間)およびいわき湯本 IC 付近の東北東-西南西走向の断層(延長 2km)のうち西側 1.5km は、今回の地震による地表変位の位置とほぼ一致している。

b) 「常磐炭田地質図」²⁴⁾

今回の地震による地表変位の位置近傍には、「湯ノ岳断層」(延長約 14km)とその南東延長にあたる「藤原断層」(延長約 4km)、およびいくつかの無名称の断層が記載されている(図-2.16)。湯ノ岳断層のうち東側 12km 区間、藤原断層のうち 2.2km 区間および図-2.16 の②断層(延長約 2km; 「平」図幅²¹⁾のいわき湯本 IC 付近の断層と一致)のうちの西側約 1.5km については、今回の地震による地表変位の位置とほぼ一致している。

表-2.2 湯ノ岳断層周辺の地質断層の記載

文献名	断層名	延長	走向・傾斜	変位方向・量
1/5万地質図 「平」 ²¹⁾	湯ノ岳断層	約6.5km (西側が「竹貫」 図幅 ²³⁾ に連続。)	N30～50W, 70～80SW (正断層)	垂直(見かけ)200m以上 右ずれ7km以上
1/5万地質図 「竹貫」 ²³⁾	湯ノ岳断層	約10km (東側が「平」図 幅 ²¹⁾ に連続)		右ずれ正断層 垂直変位は数100mに及ぶ と推定
常磐炭田 地質図 ²⁴⁾	湯ノ岳断層	約14km	N60W, 45～80SW (正断層)	北東上がり250m以上
	藤原断層	約4km	N30～60W, 65SW (正断層)	北東上がり200m前後



(産総研承認番号:第60635500-A-20110728-002号)

図-2.16 常磐炭田地質図²⁴⁾による湯ノ岳断層周辺の地質断層

(2) 井戸沢断層周辺

1) 活断層としての記載

井戸沢断層周辺の活断層としての記載について、表-2.3 にまとめた。

a) 「新編日本の活断層」¹⁶⁾

「井戸沢断層」として記載されているものは、6条の断層線を総称しているものと思われる。本論ではこれらを、便宜的に図-2.17のように、「断層 NE」、「断層 SE」、「断層 NW」、「断層 SW」、「断層 C-N」、「断層 C-S」と称する。

断層 SW の北端部分約 1.0km について、今回の地震による地表変位の位置とほぼ一致している。

b) 「活断層詳細デジタルマップ」¹⁹⁾

断層名のない、3条の推定活断層として記載されている。本論ではこれらを、便宜的に図-2.18のように、「断層 E」、「断層 W」、「断層 NW」と称する。断層 E, 断層 W, 断層 NW の断層は、延長は異なるものの、それぞれ「新編日本の活断層」¹⁶⁾の断層 NE, 断層 SW の主要部および断層 NW, 断層 NW の南端部の位置にほぼ対応する。

断層 NW の約 5.4km について、今回の地震による地表変位の位置とほぼ一致している。

c) 原子力安全・保安院(2010)¹⁷⁾

「井戸沢断層」として記載されているものは、「新編日本の活断層」¹⁶⁾の断層 NE およ

びそれらの延長、「活断層詳細デジタルマップ」¹⁹⁾の断層 E およびその延長にほぼ相当する。本文献に記載されている断層沿いでは、今回の地震による地表変位が部分的に見つかっているものの、連続性が悪く、変位量も小さかった。

表-2.3 井戸沢断層周辺の活断層の記載

文献名	断層名	延長(確実度)	走向・傾斜	変位方向・量 (変位基準)	その他
新編日本の活断層 ¹⁶⁾	井戸沢断層	約10km (確実度Ⅱ ^{*1)} 約19km (確実度Ⅱ+Ⅲ ^{*2)}	*高度不連続走向 NNW	*東上がり (山地頂面) *右横ずれ(谷)	活動度：不明
活断層詳細デジタルマップ ¹⁹⁾	(無名称)	約9km (推定活断層)	走向NNW	*断層Wの北側および断層NWの北側：WNW上がり *断層E：左ずれ	
原子力安全保安院(2010) ¹⁷⁾	井戸沢断層	約6.1km (リニアメントランクLb ^{*3)} 約13.2km (リニアメントランクLb+Lc ^{*4)} 約17.5km (リニアメントランクLb+Lc+Ld ^{*5)}	走向NNW	*西上がり75cm(断層露頭、第四系) *横ずれ変位の可能性(地形から推定される垂直変位の方が一定しないことから)	後期更新世における活動性は否定できないものと判断。

*1) 確実度Ⅱ：活断層であると推定されるもの。すなわち、位置・変位のむきも推定できるが、確実度Ⅰと判定できる決定的な資料に欠けるもの。¹⁶⁾

*2) 確実度Ⅲ：活断層の可能性はあるが、変位のむきが不明であったり、他の原因、たとえば川や海の浸食による崖、あるいは断層に沿う浸食作用によってリニアメントが形成された疑いが残るもの。¹⁶⁾

*3) リニアメントランク Lb：変位地形と認定できる地形要素及び新しい基準地形に不連続が認められるものの、位置に不確かさがあるもの、あるいは、変位地形として認定できる地形要素がやや少なく、その他の成因によるものである可能性が若干残るもの。²⁰⁾

*4) リニアメントランク Lc：変位地形と認定できる地形要素が認められるが、リニアメントの両側の基準地形が同一であるか否かの認定に不確かさがあり、その他の成因によるものである可能性があるもの、あるいは、比較的大きな不連続が認められるものの、新しい地形面での変位が不明瞭なもの。²⁰⁾

*5) リニアメントランク Ld：基準地形が古く、リニアメントをなす地形にやや開析が進んでいるもの、あるいは、新しい基準地形面上に認められるものの、延長が短いか、その比高や屈曲量が小さいため、変位地形かその他の成因によるものか識別が困難なもの。²⁰⁾

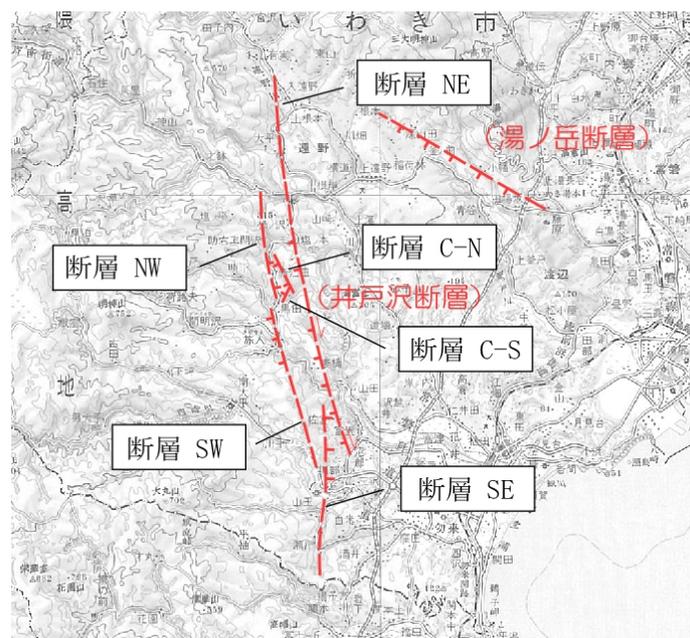


図-2.17 「新編日本の活断層」¹⁶⁾による井戸沢断層と湯ノ岳断層の記載
国土地理院発行 1/20 万地勢図「白河」(平成 6 年要部修正)上に断層位置¹⁶⁾を転記。

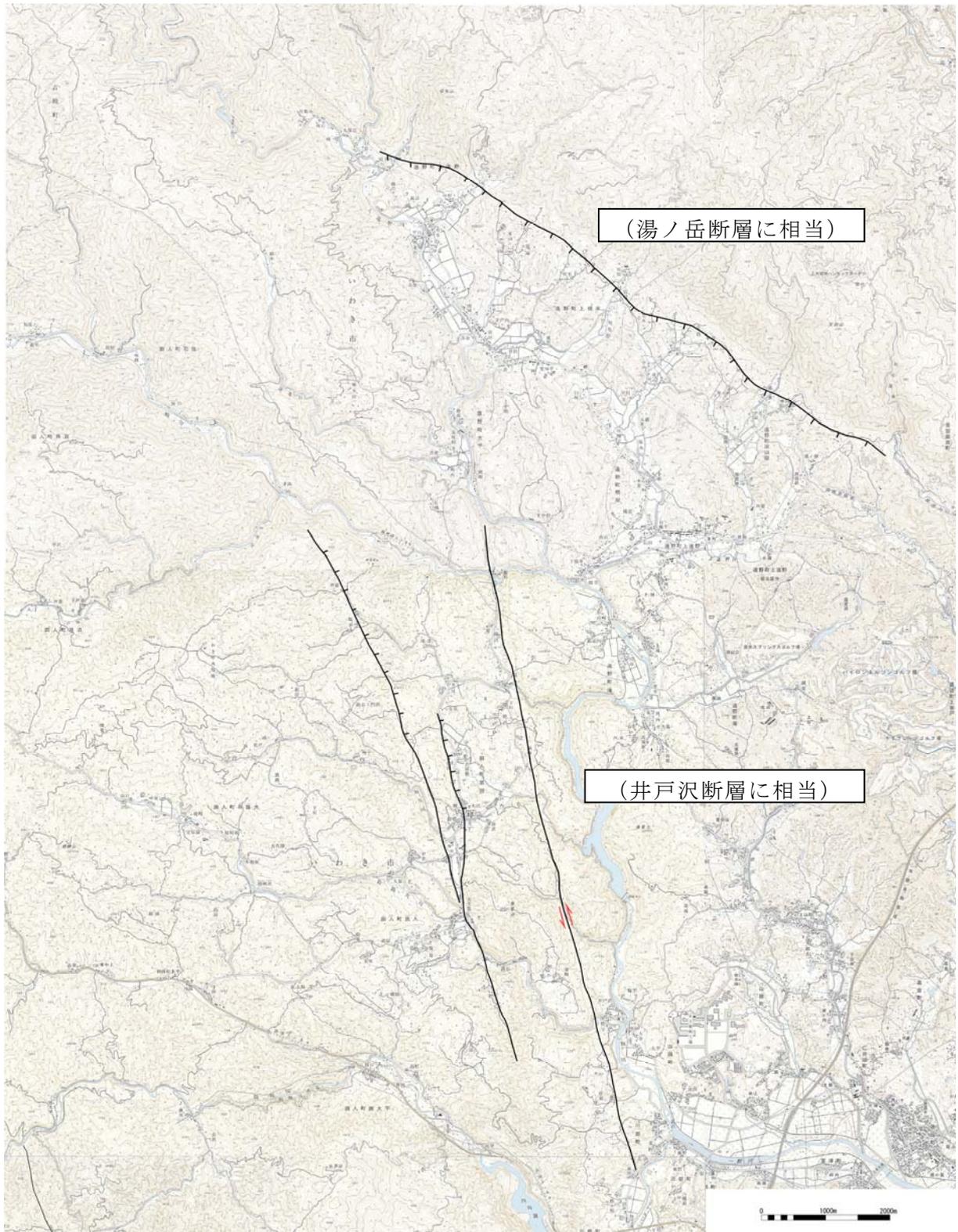


図-2.18 「活断層詳細デジタルマップ」¹⁹⁾による井戸沢断層と湯ノ岳断層の記載
 国土地理院発行 1/2.5 万地形図「上遠野」、「上平石」、「川部」（平成 12 年修正測
 量）、「磐城湯本」、「磐城泉」（平成 18 年更新）上に断層位置¹⁹⁾を転記。

2) 地質断層としての記載

湯ノ岳断層周辺の地質断層としての記載について、表-2.4 にまとめた。なお、1/5 万地質図「竹貫」²³⁾ および「常磐炭田地質図」²⁴⁾ における井戸沢断層の記載（表-2.4）は、「新編日本の活断層」¹⁶⁾ の断層 NE 及び断層 SE、ないしは「活断層詳細デジタルマップ」¹⁹⁾ の断層 E 周辺に見られるものである。本文献に記載されている断層沿いでは、今回の地震による地表変位が部分的に見つかっているものの、連続性が悪く、変位量も小さかった。

表-2.4 井戸沢断層周辺の地質断層の記載

文献名	断層名	延長	走向・傾斜	変位方向・量
1/5万地質図 「竹貫」 ²³⁾	井戸沢断層	約5km以上 (図幅南端まで。 南側接続図幅は未 刊行)	走向NNW	
常磐炭田 地質図 ²⁴⁾	井戸沢断層	約23km	走向N-S (正断層)	東上がり200m前後 (南ほど落差小)

2.4.4 確認した地表変位

地震発生後の4日後の、平成23年4月15日より、いわき市役所の情報などを参考に現地調査を開始し、湯ノ岳断層周辺および井戸沢断層周辺に、地震に伴う地表変位を確認した^{25)、26)、27)、28)、29)}。以下にその概要を示す。ただし、本報告は調査中で暫定的な知見である。

(1) 湯ノ岳断層周辺の地表変位

地表の変位は、

- 1) 活断層とされる湯ノ岳断層
- 2) 湯ノ岳断層南東部延長の地質断層（活断層ではない）とされる藤原断層
- 3) 湯ノ岳断層南東端から北東方向に伸びる地質断層（図-2.16の②断層）
- 4) 藤原断層から北東に伸びる部分（該当する地質断層なし）

に沿って見出されている（図-2.20～図-2.24）。少なくともこれらの1)～3)については、ある程度の連続性や形態（変位の方向性がそろっていることなど）、変位の発生位置（地震動による斜面変動など重力性の変形では説明付きにくい箇所にも発生していること）や変位量（最大変位量（垂直）が80cm程度と比較的大きく明瞭であること）などから、地表地震断層であると考えられる。主要な地表変位は1)と3)を合わせて断続的におよそ15.5kmの延長をなす。現地の状況を図-2.25～図-2.34に示す。

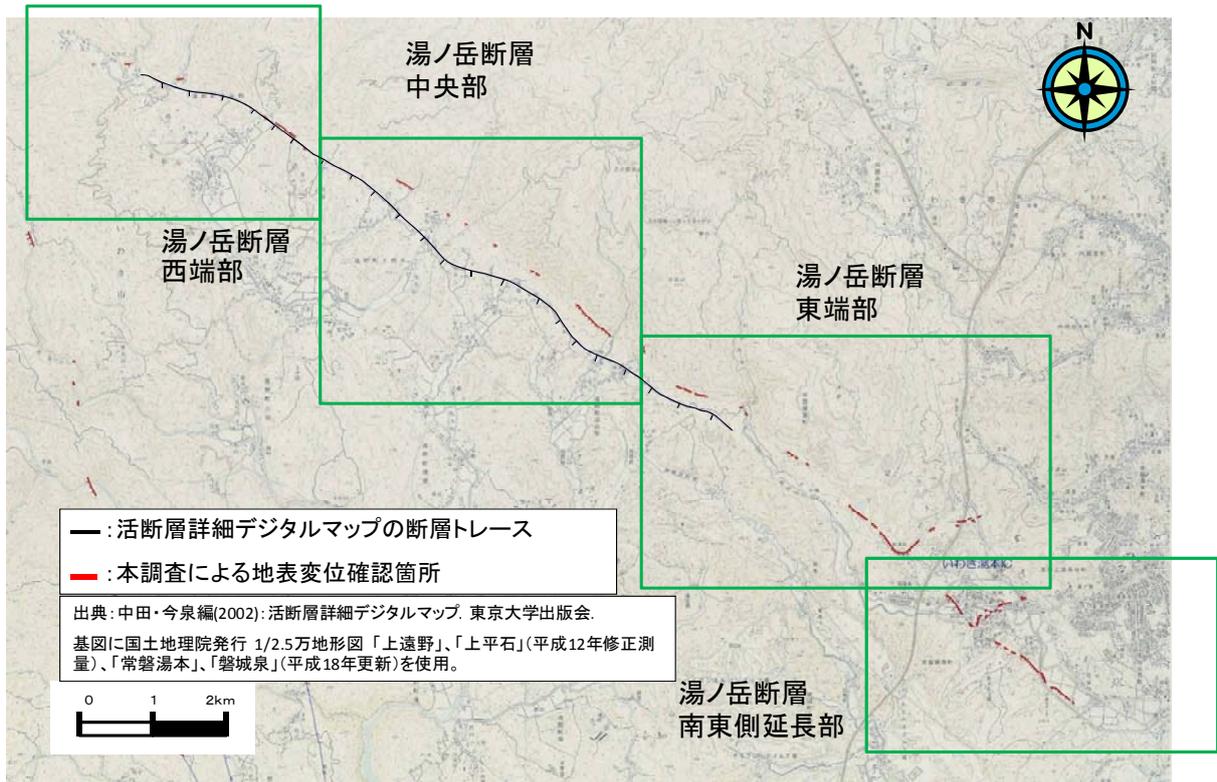


図-2.19 湯ノ岳断層周辺の地表変位の位置と「活断層詳細デジタルマップ」¹⁹⁾による活断層の位置 (全体図)

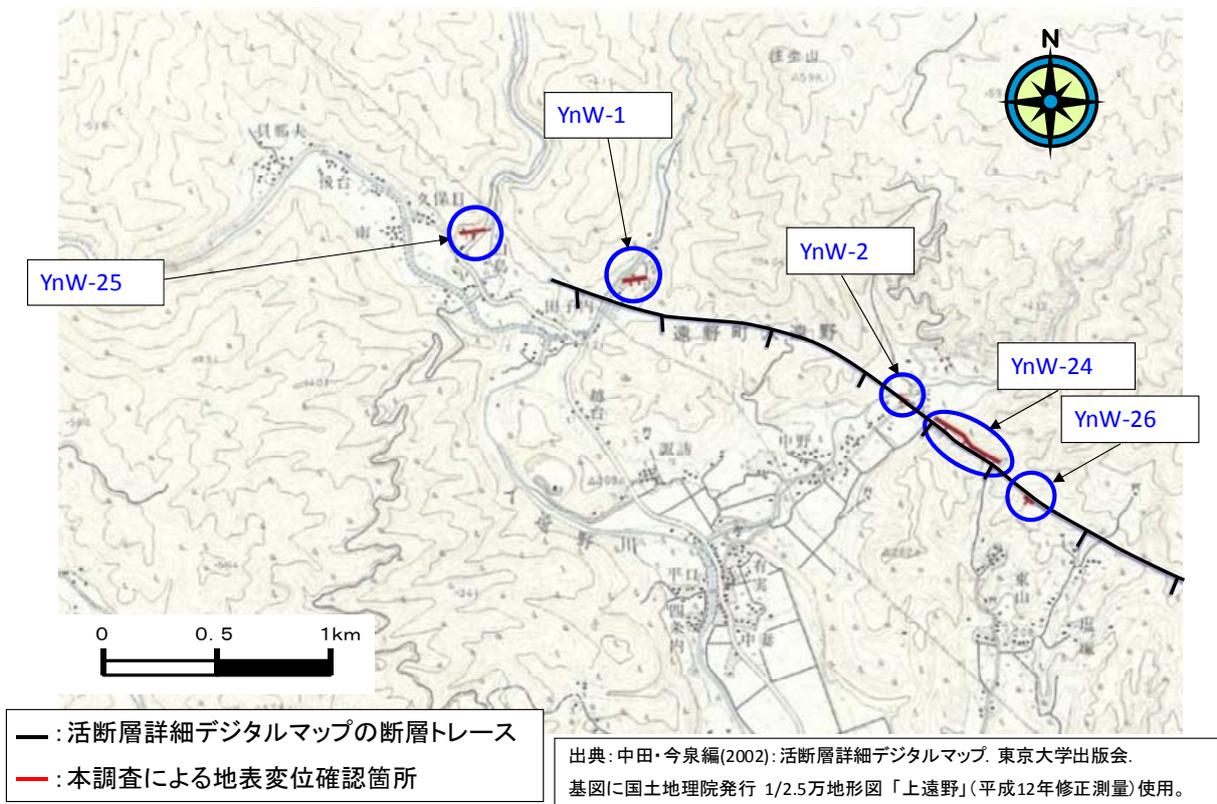


図-2.20 湯ノ岳断層周辺の地表変位の確認位置と「活断層詳細デジタルマップ」¹⁹⁾による活断層の位置 (湯ノ岳断層西端部)

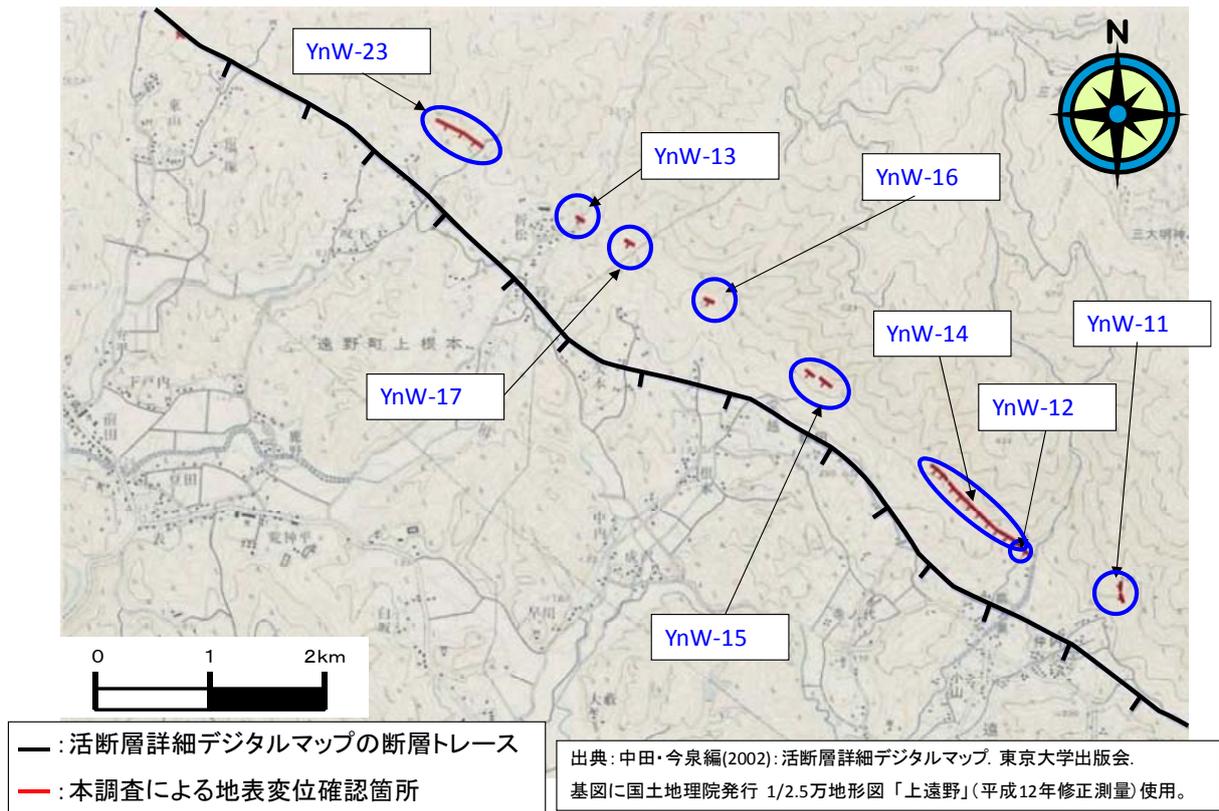


図-2.21 湯ノ岳断層周辺の地表変位の確認位置と「活断層詳細デジタルマップ」¹⁹⁾による活断層の位置 (湯ノ岳断層中央部)

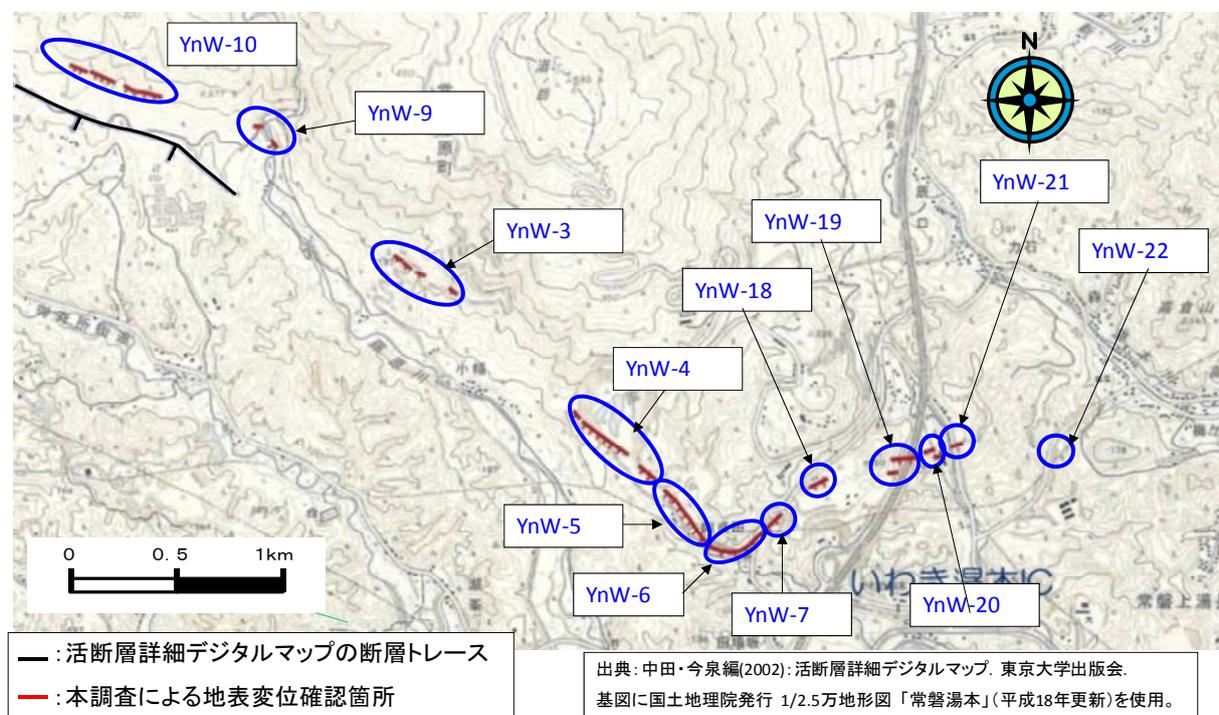


図-2.22 湯ノ岳断層周辺の地表変位の確認位置と「活断層詳細デジタルマップ」¹⁹⁾による活断層の位置 (湯ノ岳断層東端部)

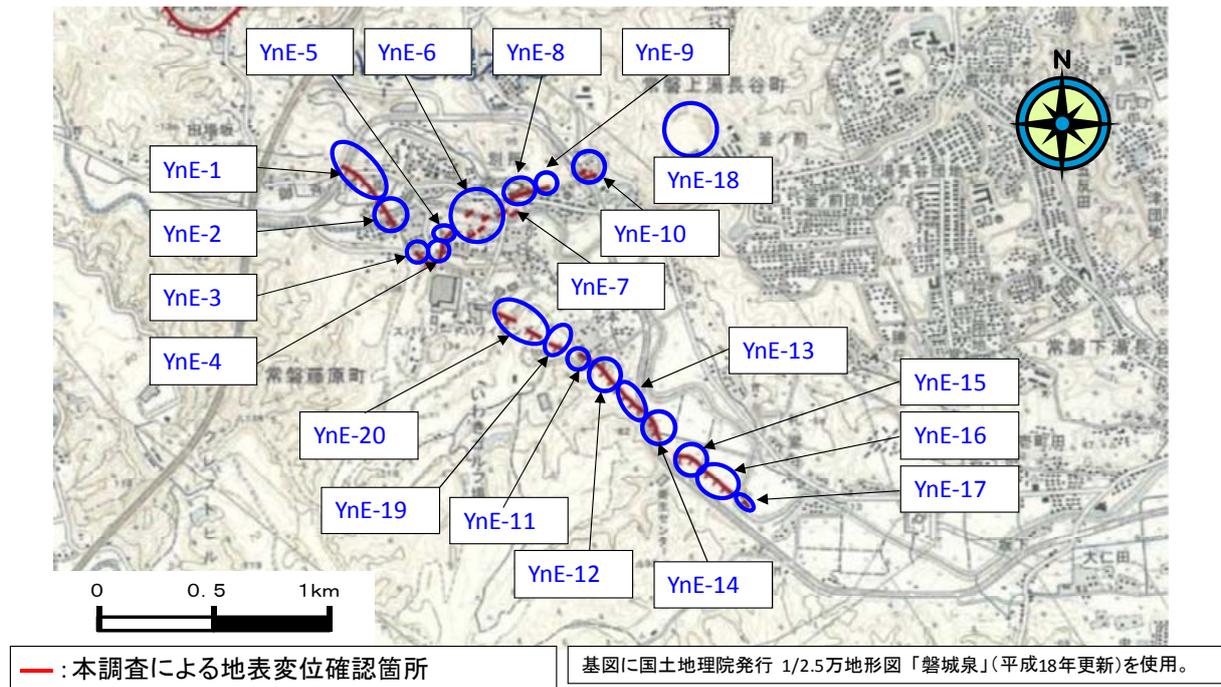


図-2.23 湯ノ岳断層周辺の地表変位の確認位置（湯ノ岳断層南東側延長部）

1) 湯ノ岳断層沿いの地表変位

（地表変位の分布）約 12.7km（さらに 3）湯ノ岳断層南東端から北東に伸びる地表変位に連続）

（変位方向）南西落ちの正断層。変位の方向はほぼ垂直（部分的にわずかに左ずれないし右ずれを伴う）。

（変位量）最大変位量（垂直）80cm（YnW-13 地点；折松集落北方）

（断層の性状）：^{とうきよく}撓曲変形をする部分が多い。非常に連続性が良い。

2) 藤原断層沿いの地表変位

（地表変位の分布）約 2.2km（断続的な出現部分の総延長）

（変位方向）南西落ち、

（変位量）最大変位量（垂直）約 55cm（YnE-14 地点；松本南東方）

（断層の性状）：^{とうきよく}撓曲変形をする部分が多い。一部にミ型の雁行亀裂があることから、若干の左ずれ成分があると推測される。

3) 湯ノ岳断層南東端から北東に伸びる地表変位

（地表変位の分布）北北西－南南東方向 1.5km

（変位方向）南南東落ちの正断層。

（変位量）ほぼ垂直で部分的にわずかに左ずれないし右ずれを伴う。最大変位量（垂直）約 60cm（YnW-7 地点；向坂集落）

（断層の性状）：南南東下がりではほぼ垂直な断層と推定。非常に連続性が良い。

4) 藤原断層から北東に伸びる地表変位

(地表変位の分布) 延長約 1.3km、幅 100m の範囲

(変位方向) 垂直変位のない地割れ、ないしは北西落ち

(変位量) 最大変位量 (垂直) 25cm (図-2.31 ; 別所集落)

(断層の性状) : 垂直変位を伴わない地割れが多い。一部にミ型の雁行亀裂がある (たとえば図-2.31) ことから、若干の左ずれ成分がある箇所があると推測。連続性が悪く、幅をもった範囲に地割れが断続的に現れる箇所もある。



西を望む。道路面に亀裂、若干南にたわんでいるように見える。

図-2.24 湯ノ岳断層周辺の地表変位 (YnW-1)



YnW-15地点西側の確認地点。北を望む。走向はN55W。写真手前側の里道面での垂直変位量は最大で30cm。

図-2.25 湯ノ岳断層周辺の地表変位 (YnW-15)



断層面と土砂の流出状況。流出土砂は青灰色の粘土で、断層周辺の破碎粘土であると考えられる。断層変位は断層粘土と壁岩の境界付近 (写真のポールがある面) で発生した。露頭脇の道路面の変位量(15cm)に比べて壁岩の露出が多いのは、壁岩に張り付いている断層粘土が崩落、あるいは浸食されたためと考えられる。

図-2.26 湯ノ岳断層周辺の地表変位 (YnW-9)



碎石場南側の切り土のり面上部に現れた断層。走向N41W、垂直変位量70cm、開口幅30cm。青灰色の柔らかい粘土は断層粘土の可能性はある。(写真左手の露頭では白色の凝灰岩が観察される。)

図-2.27 湯ノ岳断層周辺の地表変位 (YnW-4)



YnW-6

北を望む。垂直変位量25cm、左横ずれ10cm。

図-2.28 湯ノ岳断層周辺の地表変位 (YnW-6)



YnW-22

東を望む。道路面に亀裂があり、法面まで連続する。走向N75W、亀裂幅は2~3mm程度。

図-2.29 湯ノ岳断層周辺の地表変位 (YnW-22)



YnE-5

ミ型の雁行配列を示す地割れ。

図-2.30 湯ノ岳断層周辺の地表変位 (YnE-5)



YnE-8

右の写真の道路の北東側に連続する段差のある地割れ。写真の左側(北西側)が約25cm沈下。

図-2.31 湯ノ岳断層周辺の地表変位 (YnE-8)



YnE-12

寺の本堂を通過した地表地震断層。本堂は手前側に傾斜しているが、屋根瓦はあまり落下していない。

図-2.32 湯ノ岳断層周辺の地表変位 (YnE-12)



北東を望む。ゴルフコースを横断する断層変位。走向はN55W。傾斜60S。垂直変位は最大で50cm。20cm程度の右横ずれが確認される。



田圃を通過する地表地震断層。右側(南西側)が約40cm沈下。奥の竹林には小河川が流下しており、その河川の向こう側には地表地震断層は連続していない。

図-2.33 湯ノ岳断層周辺の地表変位 (YnE-20)

図-2.34 湯ノ岳断層周辺の地表変位 (YnE-16)

(2) 井戸沢断層周辺の地表変位

地表の変位は、

- 1) 井戸沢断層（「活断層詳細デジタルマップ」¹⁹⁾の「断層NW」）

に沿って見出されている（図-2.35～図-2.37）。なお、地質断層として認められる井戸沢断層上には現在のところ変位は認められていない。

見いだされた地表変位は、ある程度の連続性や形態（変位の方向性がそろっていることなど）、変位の発生位置（地震動による斜面変動など重力性の変形では説明付きにくい箇所にも発生していること）や変位量（最大変位量（垂直）が190cm程度と大きく、明瞭であること）などから、地表地震断層であると考えられる。断層両端部の調査が途上であるが、地表変位は断続的に11km以上の延長をなす。現地の状況を図-2.38～図-2.45に示す。

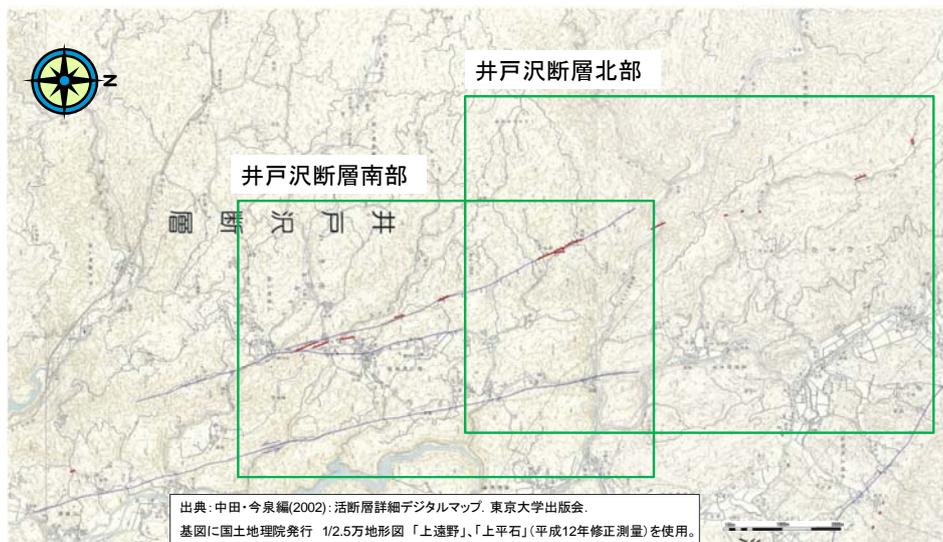


図-2.35 井戸沢断層周辺の地表変位の位置と「活断層詳細デジタルマップ」¹⁹⁾による活断層の位置（全体図）

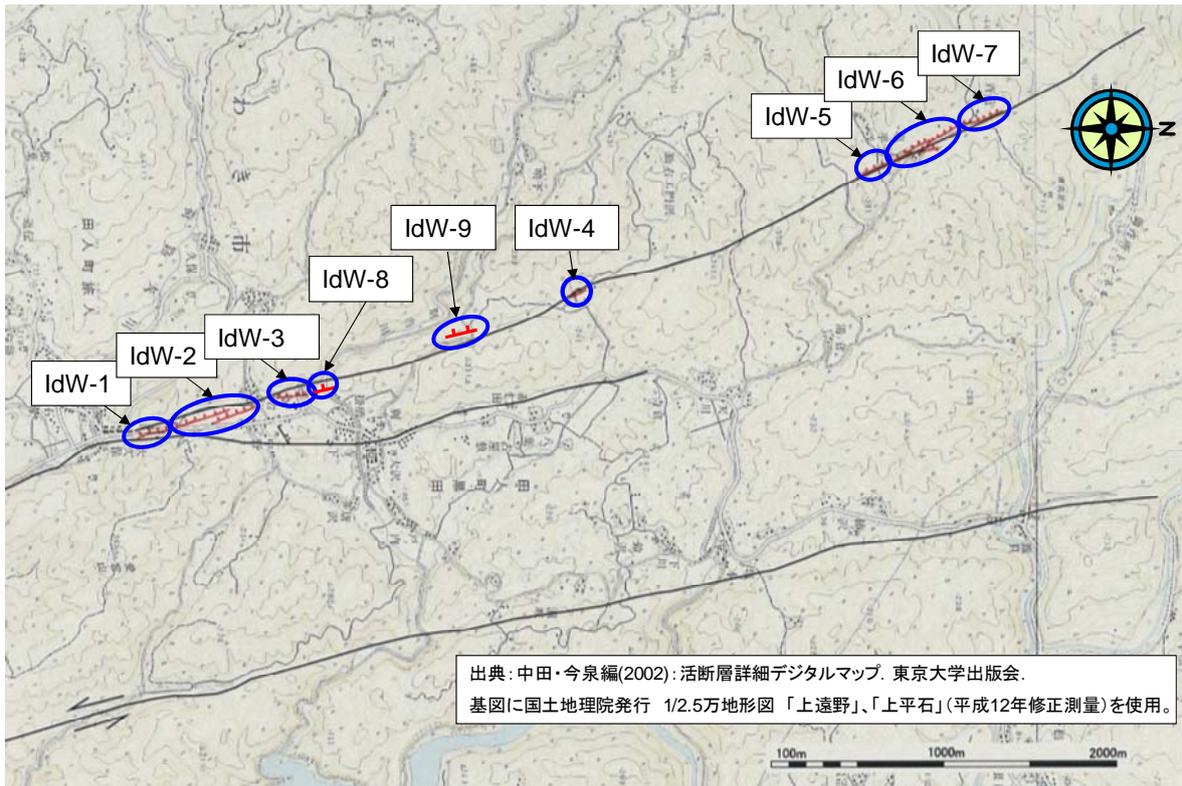


図-2.36 井戸沢断層周辺の地表変位の確認位置と「活断層詳細デジタルマップ」¹⁹⁾による活断層の位置（井戸沢断層南部）

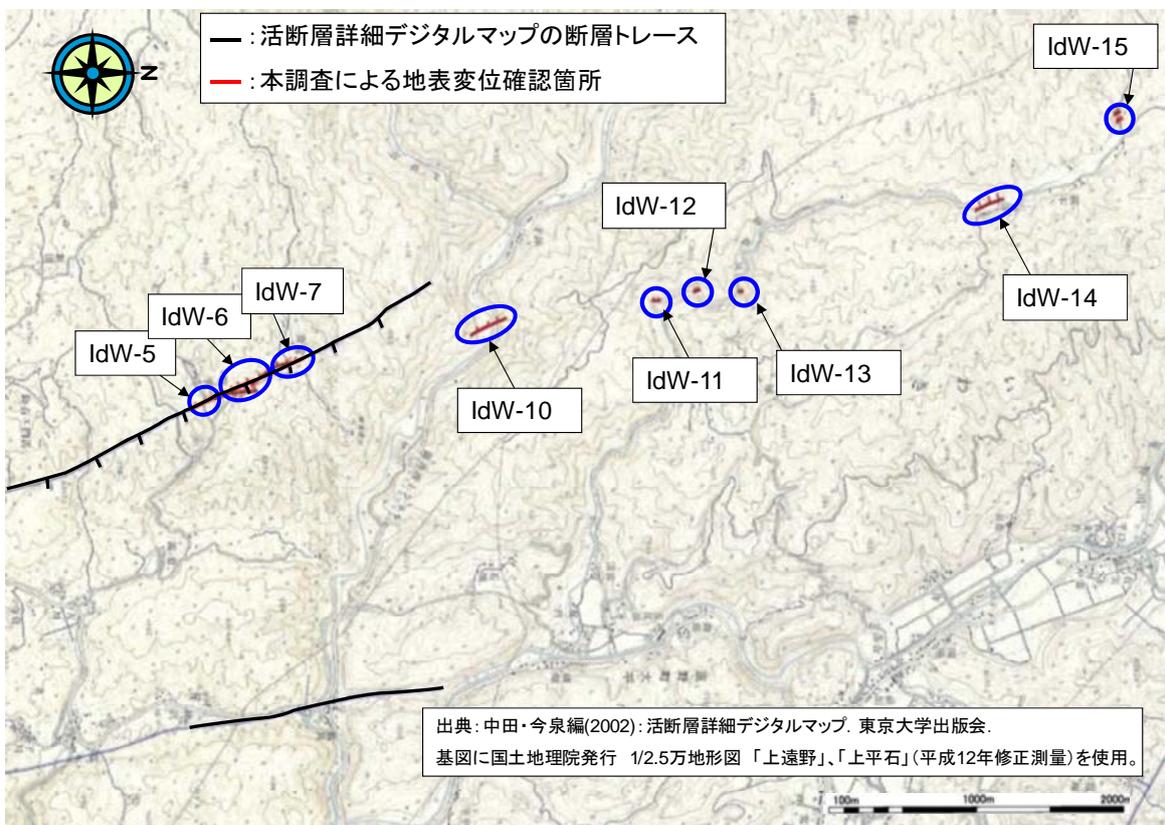


図-2.37 井戸沢断層周辺の地表変位の確認位置と「活断層詳細デジタルマップ」¹⁹⁾による活断層の位置（井戸沢断層北部）

1) 井戸沢断層（「活断層詳細デジタルマップ」¹⁹⁾の「断層NW」）地表変位

（地表変位の分布）北北西－南南東方向 11km 以上

（変位方向）西南西落ちの正断層。

（変位量）ほぼ垂直で部分的にわずかに左ずれないし右ずれを伴う。最大変位量（垂直）190cm（図-2.41；塩ノ平集落南方）

（断層の性状）：西南西下がりの正断層で、^{とうきょく}撓曲変形をする部分が多い（たとえば図-2.38）。非常に連続性が良い。



道路横断箇所より北を望む。2条のうちの西側のとう曲。垂直変位量は約60cm。



南を望む。断層の走向N5W。断層変位による西側斜面の下方変位の影響で、断層西側の樹木に倒れ込みがみられる。樹木の倒れ込みは断層のすぐ西側で連続して起きている。

図-2.38 井戸沢断層周辺の地表変位 (IdW-2)

図-2.39 井戸沢断層周辺の地表変位 (IdW-9)



東を望む。左写真の北側延長にあたる道路上での変位。垂直変位は約180cm。変位面の走向はN2W、傾斜は81W。変位面には、厚さ2cm程度の断層粘土が付着しており、80S～75N傾斜の条線も確認される。



東を望む。道路および斜面の変状。断層走向傾斜N13E75W、垂直変位量190cm。

図-2.40 井戸沢断層周辺の地表変位 (IdW-9)

図-2.41 井戸沢断層周辺の地表変位 (IdW-5)



IdW-6

北を望む。西側のトレース。手前より2本目の電柱付近でN29W、とう曲幅約2.5m、垂直変位約70cm、左ずれ20cm。

図-2.42 井戸沢断層周辺の地表変位 (IdW-6)



IdW-10

北を望む。路面の段差は120cm。写真のすぐ左には斜面崩壊が発生した。

図-2.43 井戸沢断層周辺の地表変位 (IdW-10)



IdW-14

北を望む。断層の走向は北に向かってN35WからN20Wと変化する。

図-2.44 井戸沢断層周辺の地表変位 (IdW-14)



IdW-15

南を望む。走向N35W、垂直変位量西落ち40cm。

図-2.45 井戸沢断層周辺の地表変位 (IdW-5)

参考文献

- 1) 平朝彦：日本海東縁の変動と日本列島のテクトニクス、日本海東縁の活断層と地震テクトニクス、大竹政和・平朝彦・太田陽子編、東京大学出版会、pp.3～15、2002
- 2) 佐々木靖人・浅井健一・品川俊介・日外勝仁・安元和己・林浩幸：2011年東北地方太平洋沖地震による道路斜面および河川堤防の地質災害の分布と特徴、MIS036-P148、2011
- 3) 地盤工学会関東支部：地盤工学におけるリスクマネジメント掲示板、<http://www.jiban.or.jp/file/saigai/jibanrisk/jibanrisk.htm>
- 4) 安田進：関東の液状化被害、東北地方太平洋沖地震 災害調査報告会（第一回）、地盤工学会、<http://www.jiban.or.jp/file/file/4-11Yasuda.pdf>
- 5) 基礎地盤コンサルタンツ株式会社：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震茨城県内の地盤被害調査速報、社内技術資料
- 6) 国土地理院：数値地図50mメッシュ（標高）CD-ROM版、1999
- 7) 脇田浩二・井川敏恵・宝田晋治（編）：20万分の1シームレス地質図DVD版、数値地質図G-16、産業技術総合研究所地質調査総合センター、2009
- 8) 東京大学地震研究所など、http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/eqvolc/201103_tohoku/tsunami
- 9) 国土地理院：震災被害概況図⑨、<http://www.gsi.go.jp/common/000059844.pdf>、2011
- 10) 国土地理院：震災被害概況図⑩、<http://www.gsi.go.jp/common/000059845.pdf>、2011
- 11) 国土地理院：震災被害概況図⑬、<http://www.gsi.go.jp/common/000060133.pdf>、2011
- 12) 国土地理院：1:50,000地盤高図「仙台」、技術資料、D・1、No.411、1992
- 13) 地震調査研究推進本部：震度分布図、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震に関する情報、http://www.jishin.go.jp/main/oshirase/20110311_sanriku-oki.htm、2011
- 14) 武村雅之：関東大震災 大東京圏の揺れを知る、鹿島出版会、139p、2003
- 15) 気象庁：「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」について(第35報)、12p、<http://www.jma.go.jp/jma/press/1104/11b/kaisetsu201104111820.pdf>、2011
- 16) 活断層研究会編：新編日本の活断層、437p、東京大学出版会、1991
- 17) 原子力安全・保安院：東京電力株式会社福島第一原子力発電所6号炉敷地周辺の地質・地質構造について（八茎断層、二ッ箭断層、福島盆地西縁断層帯及び井戸沢断層の評価）、49p、http://www.nsc.go.jp/shinsa/shidai/touden_fukushima/3/siryoo4.pdf、2011
- 18) 原子力安全・保安院：東京電力株式会社福島第一原子力発電所6号炉敷地周辺の地質・地質構造について（湯ノ岳断層の評価）、14p、http://www.nsc.go.jp/shinsa/shidai/touden_fukushima/3/siryoo6.pdf、2011
- 19) 中田高・今泉俊文編：活断層詳細デジタルマップ、60p+DVD-ROM、東京大学出版会、2002（本成果には附属の「活断層シェイプファイル」を使用した。[製品シリアル番

号DAMF0057])

- 20) 原子力発電安全審査課：東京電力株式会社福島第一原子力発電所地質・地質構造、基準地震動Ssの策定について（資料集）、456p、
http://www.nsc.go.jp/shinsa/shidai/touden_fukushima/2/ssiryo1.pdf、2011
- 21) 岩生周一・松井寛：5万分の1地質図幅「平・川前（付井出）」および同説明書、103p、工業技術院地質調査所、1961
- 22) Mitsui, S.: Studies of the mechanism of deformation of sedimentary rocks in the Iwaki area of the Joban coal-field, Fukushima prefecture, Science Reports of Tohoku University, 2nd ser. (Geology), Vol.42, No.3, pp.199-272, 1971
- 23) 加納博・黒田吉益・宇留野勝敏・濡木輝一・蟹沢聰史・丸山孝彦・梅村隼夫・光川寛・瀬戸延男・大平芳久・佐藤茂・一色直記：竹貫地域の地質（5万分の1地質図幅「竹貫」）、109p、工業技術院地質調査所、1973
- 24) 須貝貫二・松井寛・佐藤茂・喜多河庸二・佐々木実・宮下美智夫・河内英幸：常磐炭田地質図および同説明書、143p、工業技術院地質調査所、1957
- 25) 土木研究所地質・地盤研究グループ：4月11日の余震でいわき市に出現した地表地震断層（第1報）、46p、<http://www.pwri.go.jp/jpn/news/2011/0313/img/yoshin.pdf>、2011
- 26) 土木研究所地質・地盤研究グループ：4月11日の余震でいわき市に出現した地表地震断層（第2報）、19p、
<http://www.pwri.go.jp/jpn/news/2011/0313/img/yoshin2.pdf>、2011
- 27) 土木研究所地質・地盤研究グループ：4月11日の余震でいわき市に出現した地表地震断層（第3報）、10p、
<http://www.pwri.go.jp/jpn/news/2011/0313/img/yoshin3.pdf>、2011
- 28) 土木研究所地質・地盤研究グループ：4月11日の余震でいわき市に出現した地表地震断層（第4報）、25p、
<http://www.pwri.go.jp/jpn/news/2011/0313/img/yoshin4.pdf>、2011
- 29) 土木研究所地質・地盤研究グループ：4月11日の余震でいわき市に出現した地表地震断層（第5報）、10p、
<http://www.pwri.go.jp/jpn/news/2011/0313/img/yoshin5.pdf>、2011