

土木学会東日本大震災被害調査団
緊急地震被害調査報告書

第 6 章 造成地の被害

執筆担当

若松 加寿江（関東学院大学）

吉田 望（東北学院大学）

清田 隆（東京大学生産技術研究所）

6. 造成地の被害

6. 1 はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）では、東北地方の造成宅地の変状に伴う住宅の被害が多く発生した。図6.1-1に、今回の調査で被害を確認した造成地の位置を地形分類図¹⁾上に示す。被害が発生した造成地は、いずれも丘陵の端部に位置している。東北地方は平野（図6.1-1の凡例中、砂礫質台地より下の微地形区分）の面積が小さいため、図6.1-1に以外にも、同様な造成地は多く存在する。今回調査することが出来たのは図に示した造成地のみであり、調査した全ての造成地に何らかの変状が確認された。

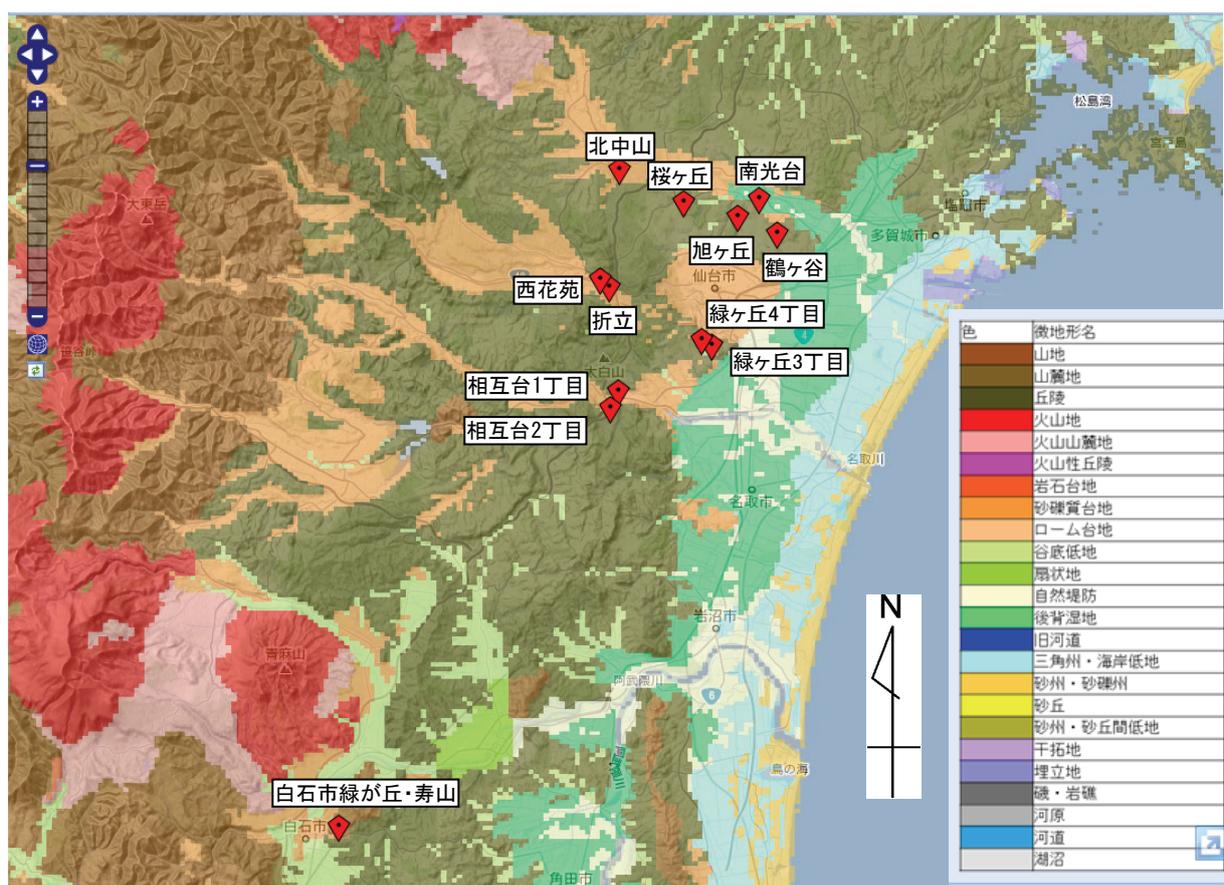


図6.1-1 仙台市・名取市・白石市付近の地形分類図¹⁾と被害を確認した造成地の位置

6. 2 白石市緑が丘・寿山

図6.2-1に宮城県白石市緑が丘・寿山付近の衛星写真を示す。白石市緑が丘の南東に位置する傾斜地では、1978年の宮城県沖地震により大規模な崩壊が発生した（写真6.2-1参照）。その後このエリアは写真6.2-2に示すような緑地となり、法尻部には集水井2基、表面排水工、蛇籠土留め壁が施工されていたが、今回の地震により再度地盤の変状が生じた。

図 6.2-2 は当該地区の地震後に撮影された衛星写真である。赤いラインは写真 6.2-3 に示すような地盤や舗装面に生じた亀裂を結んだものである。傾斜地最上部には約 120~150 m の連続した亀裂が確認されており、その多くはブルーシートで覆われていた。また、写真 6.2-4 に示すように、敷地内に亀裂が生じた住宅地では、斜面側にあったプレハブ建屋に傾斜と変位が生じていた。これらの亀裂の幅は約 5~15 cm である。また、この亀裂の東端では噴砂も確認された (写真 6.2-5)。一方、崩壊地の西側に位置する家屋の地盤には大きな変状はなく、家屋の被害も確認されなかった (写真 6.2-6)。

斜面中央部では表層地盤が約 40 m の幅で崩壊しており、流動的な崩壊形状を呈している (写真 6.2-7)。図 6.2-2 より、この崩壊による法尻部の流動量は約 12 m である。斜面下方には、二つの集水井と簡易な表面排水工が設置されていたが、これらが設置されていない西側の斜面では、小規模な崩壊の跡が確認された (写真 6.2-8)。なお、集水井の水位は、崩壊地東側では GL-10 m 程度、中央部では GL-7.5 m 度であった。

上記のように、斜面頭部および斜面中腹部では顕著な地盤変状が確認されたが、蛇籠が設置されていた法尻部の道路や、その下部の墓地の擁壁には有意な変状は確認されなかった (写真 6.2-9)。

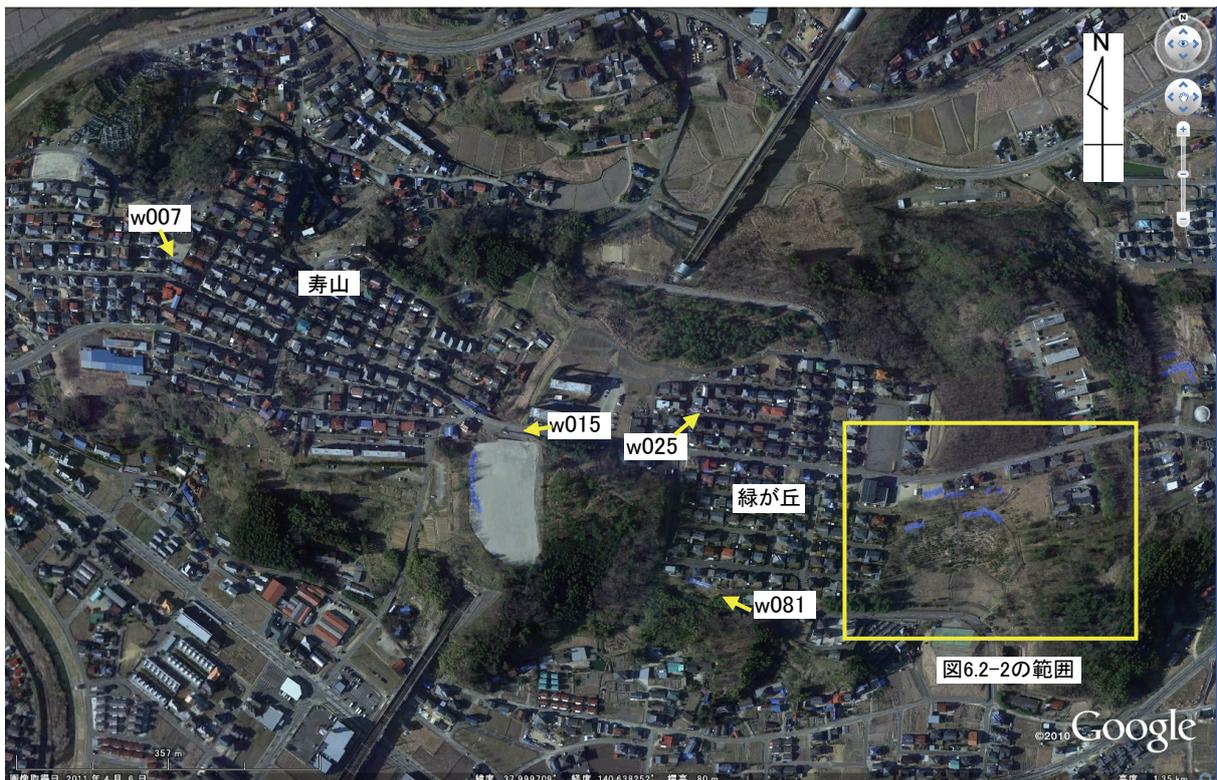


図6.2-1 宮城県白石市緑が丘付近の衛星写真 (2011年4月6日撮影)



写真6.2-1 1978年宮城県沖地震の際の崩壊（陶野郁雄氏撮影）



図6.2-2 白石市緑が丘地内の衛星写真（2011年3月28日）



写真 6.2-2 1978年の地震後、緑地化された斜面
(図 6.2-2: 025)



写真 6.2-3 崩壊地東部に生じた亀裂(図 6.2-2: 031)



写真 6.2-4 敷地内に亀裂が生じた斜面上部の家屋. プレハブ建屋が傾斜している(図 6.2-2: 035)



写真 6.2-5 斜面上部で確認された噴砂(図 6.2-2: 023)



写真 6.2-6 崩壊地の西側の住宅地には変状無し
(図 6.2-2: 028)



写真 6.2-7 崩壊地中央部で生じた流動崩壊(図 6.2-2: 026)



写真 6.2-8 崩壊地下部で生じた地盤の変状 (図 6.2-2: 043)



写真 6.2-9 法尻部の様子. 有意な地盤変状は認められない (図 6.2-2: 044)

緑ヶ丘7番地の美容室とその南側の住宅は、地盤変状により大きな被害が発生しており、道路脇には噴砂も認められた (写真6.2-10)。周辺で住宅の外観から分かる顕著な損傷が見られたのは、上記の2軒のみであった。

緑ヶ丘12番地付近では、写真6.2-11に示すように約30mにわたり滑りを生じ、家屋が危険な状態に陥っていた。

白石市寿山33番地の傾斜した道路には、写真6.2-12に示すような滑りを伴った地盤変状が見られた。この付近ではコンクリート擁壁の亀裂や盛土斜面の滑りも発生していた。また、現地を視察することは出来なかったが、図6.2-1の衛星写真でみると、寿山33番地南方の空き地の斜面には南北約100mにわたってブルーシートがかけられており、広範囲にわたる滑りなどの変状があったものと推定される。

緑ヶ丘の西側に隣接する白石市寿山では、白石市東保育園(寿山15)に隣接する公園に写真6.2-13に示すような噴砂が認められ、背後の家屋の擁壁には若干の変状が認められた。



写真6.2-10 緑ヶ丘7番地における地盤変状による家屋被害 (図6.2-1: w025)



写真6.2-11 緑ヶ丘12番地付近の滑り (図 6.2-1:w 081)



写真6.2-12 白石市寿山33番地の道路の変状
(図6.2-1: w015)



写真6.2-13 白石市寿山15番地の公園における噴砂
(図6.2-1: w007)

6. 3 名取市相互台

図6.3-1に名取市相互台の衛星写真を示す。地盤変状が見られた名取市相互台児童センター（相互台4-27）は、相互台の造成地の端に立地しており、北側は谷に隣接し斜面になっている。法面に面した建物の基礎周囲が最大35 cm程度沈下していた（写真6.3-1）。西側の道路を挟んで立つ電柱が南側に傾斜しており、根元が北側の法面側に変位した。児童センター東側の道路の歩道部分には、法肩から約13.8 mの所に幅5 mm程度の道路と直交する亀裂が認められたものの、他には滑りを生じた形跡はなく、揺すり込み沈下と推定される。

相互台3-21の公園から南東の道路には、亀裂が発生していた。また公園の北側の団地際の道路でも数多くの亀裂が発生していた。相互台3-11の東端の宅地は2軒のみ不同沈下していたが、家屋の被害は不明である（写真6.3-2）。この2軒に接する東側の歩道は、縁石に対して約10 cmの相対沈下を生じていた。

図6.3-2は、名取市相互台の造成宅地地盤図²⁾で、造成地の盛土・切土の厚さを示している。今回の被災地は盛土が最も厚い地区である。ただし、他にも厚い地区はあるが、顕著な被害は報告されていない。



図6.3-1 名取市相互台の衛星写真（2011年3月28日撮影）



写真6.3-1 名取市相互台児童センター西側の基礎周囲の地盤沈下（写真奥が斜面）



写真6.3-2 名取市相互台3-11の不同沈下した宅地（写真手前と奥の2軒）

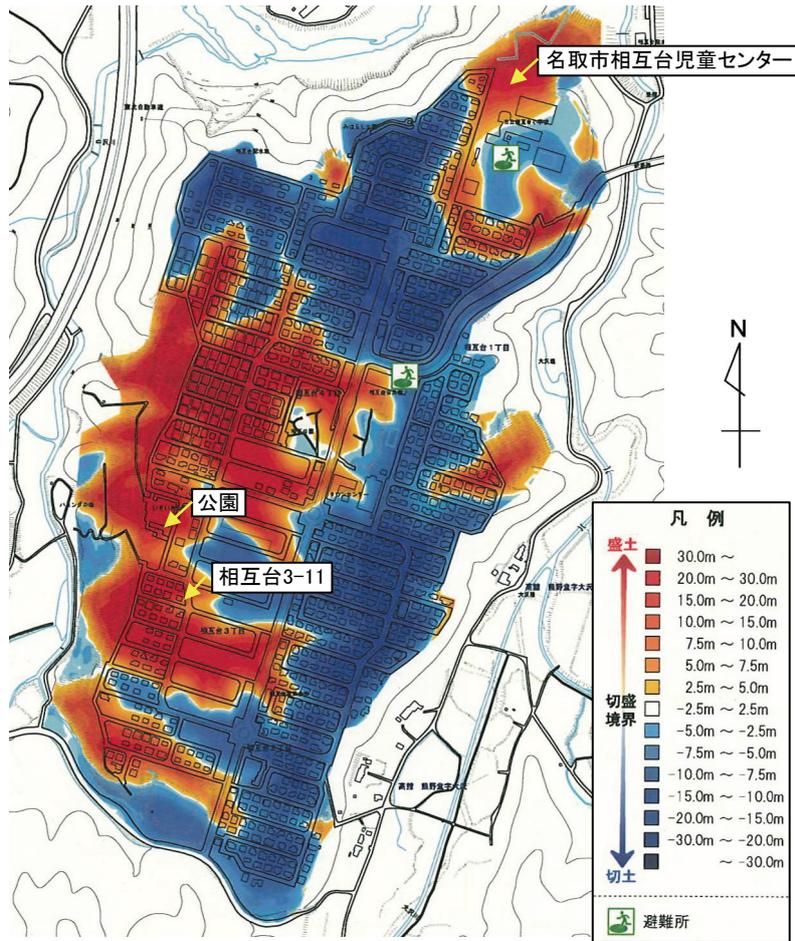


図6.3-2 名取市相互台の切土・盛土厚さと被害箇所（文献2）に加筆

6. 4 仙台市太白区緑ヶ丘

6. 4. 1 1978年宮城沖地震による被害と対策工

緑ヶ丘は1丁目が1957～1958年，3丁目と4丁目が1961～1962年に造成された住宅地である³⁾。図6.4-1は，緑ヶ丘の現在の1/25000地形図に1978年宮城沖地震の際の崩壊地の概略位置を重ね合わせたものである。1丁目，3丁目，4丁目では，1978年の宮城沖地震の際に大きな被害を受けた（図6.4-2～図6.4-4，写真6.4-1）。この地震で被害が顕著だった箇所のうち1丁目と3丁目は，現在，緑地や公園になっているが，4丁目は宅地として利用されている。

緑ヶ丘1丁目の崩壊地のうち，1号緑地は鋼管杭が2段打設されている。2号緑地は，崩壊斜面の中央部には鋼管抑止杭が打設され，斜面の末端部には，土留めを兼ねたコンクリートもたれ擁壁が，鋼管杭を打設した基礎の上に施工されている。抑止杭工の上部には盛土内の地下水位低下を目的として集水井1基が施工された³⁾。

3丁目の崩壊地（3号緑地，4号緑地）については，盛土に対して5列の鋼管杭を打設し，地震で変状した砂防ダムには，鋼管杭を基礎にした腹付け擁壁を施工した³⁾。

4丁目については、旧地形の勾配が緩いため2次災害の危険性は極めて少ないと判断され、抑止工は施工されなかった。しかし、地区全体の地下水位が異常に高かったことから、仙台市下水道部は地下水低下工事を行い、暗渠併用水路工を施工した³⁾。

今回の地震では、緑ヶ丘1丁目の旧崩壊地については、写真6.4-2に示すように、被害が認められず対策工が効を奏したものと思われる。3丁目と4丁目では、1978年の地震と同じ箇所でも顕著な地盤変状が発生した。

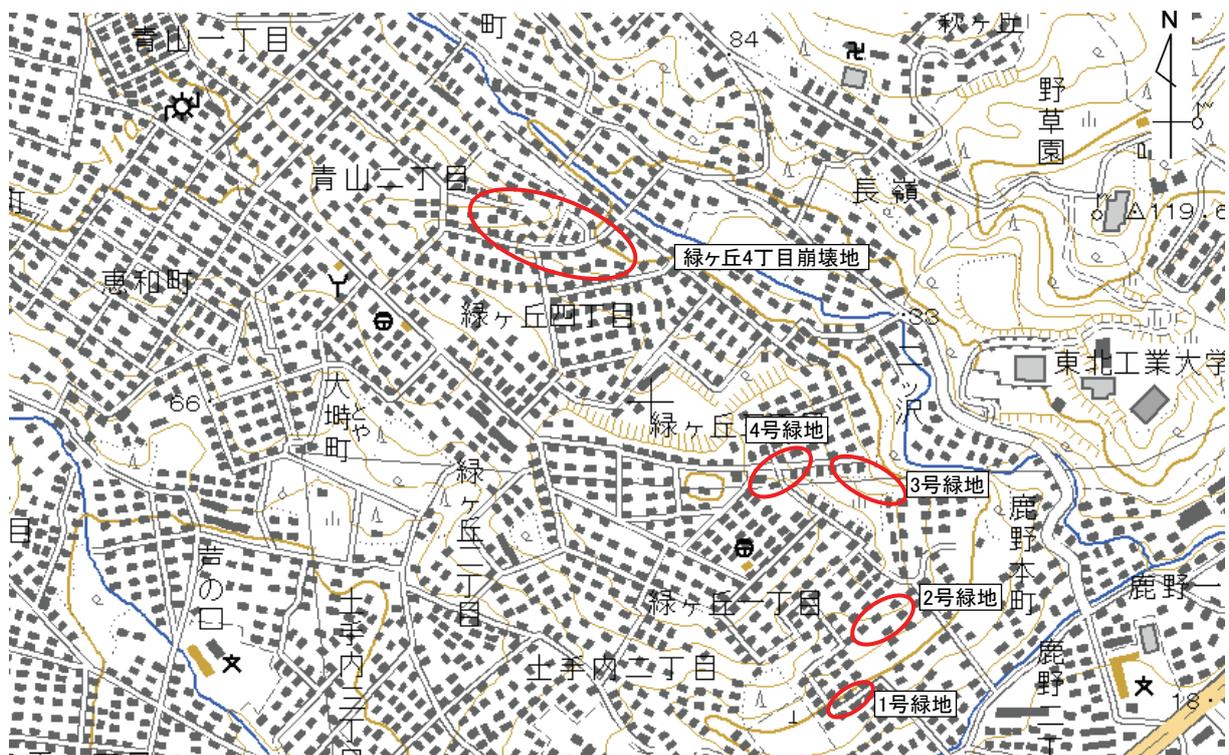
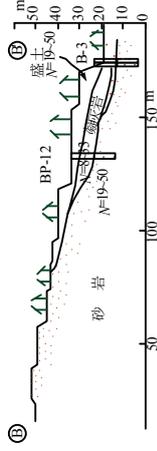
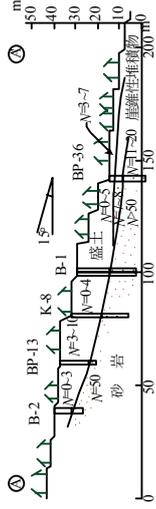


図6.4-1 緑ヶ丘の現在の1/25000地形図と1978年宮城沖地震の際の崩壊地の概略位置



写真6.4-1 1978年宮城沖地震の際の緑ヶ丘3丁目における斜面崩壊（陶野郁雄氏撮影）



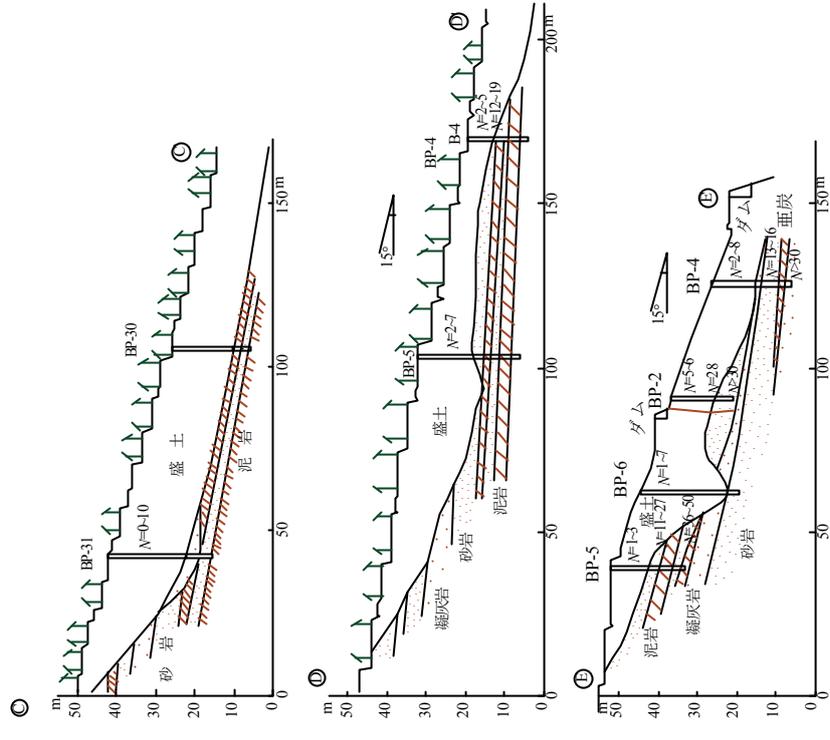
造成：1957～1958

地形の特徴：利府一長町撓曲崖に沿った南東向き斜面。谷を盛土した地区とその南側の丘陵斜面に戻りして造成した地区

被害の概要：沢筋に沿った地盤の移動

その他：復旧時には真水井，鋼管杭，コンクリート擁壁などを用いた。

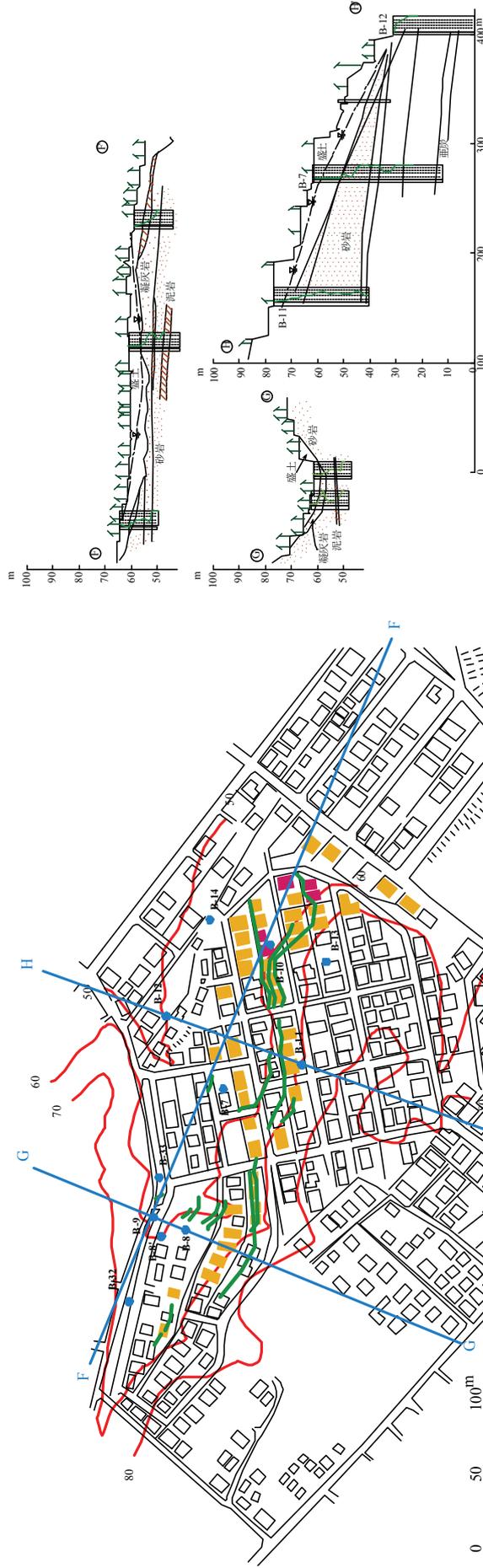
図6.4-2 1978年宮城県沖地震による緑ヶ丘1丁目の被害



造成：1961～1962
 地形の特徴：深い谷を盛土した部分とその南の沢を盛土した部分
 被害の概要：沢筋に沿った地盤の移動
 その他：復旧は、盛土に5列の鋼管杭。砂防ダムは鋼管杭を基礎にした腹付け擁壁



図6.4-3 1978年宮城県沖地震による緑ヶ丘3丁目の被害



造成：1961～1962
 地形の特徴：深東西方向の比較的幅広い谷底を持つ緩やかな傾斜の沢を埋め戻し
 被害の概要：沢筋に沿った地盤の移動
 その他：地震後、地下水位低下工法

図6.4-2～図6.4-4の出版（道路、住居は住宅地図）

- 1) 旧地形等高線：浅田秋江：将来の宮城県沖地震における丘陵地宅地造成地の被害予測と対策について，2005.
 - 2) 全壊半壊：小林基夫・須長博明・市川清次：地形条件と地盤災害についての調査研究「1978年宮城県沖地震」に関する特別報告書 131-173，科学技術庁研究調整局，1980.
 - 3) ボーリング位置など：浅田秋江：将来の宮城県沖地震における丘陵地宅地造成地の被害予測と対策について，286p., 2005.
 - 4) 断面図：浅田秋江：怖いのは地震ではなく地盤である！，丸善，174p., 2006.
 - 5) 亀裂：小林基夫・須長博明・市川清次：地形条件と地盤災害についての調査研究「1978年宮城県沖地震」に関する特別報告書 pp.131-173，科学技術庁研究調整局，1980.
- 注) 浅田と小林とでは全壊半壊家屋が異なる（小林の方が多い）。

図6.4-4 1978年宮城県沖地震による緑ヶ丘4丁目の被害



写真6.4-2 2011年3月28日の緑ヶ丘1丁目2号緑地の状況（変状なし）

6. 4. 2 2011年東北地方太平洋地震による緑ヶ丘3丁目の被害

図6.4-5は緑ヶ丘3丁目の衛星写真（2011年3月28日）である。赤いラインは地盤や舗装面に生じた亀裂から、崩壊ブロックの頭部を推定したものである。この内、最も顕著な変動を示したブロックは、1978年に被災した4号緑地の区画を含んでいる。この崩壊頭部では大きな亀裂が生じ、埋設管にダメージを与えた（写真6.4-3）。また、4号緑地内でも約60 cmの開口幅を有する大きな亀裂が生じており（写真6.4-4）、調査時（3月28日）には亀裂を跨いで伸縮計が設置されていた。すべり土塊の上、もしくは下部に位置する家屋は、倒壊には至っていないが大きなゆがみが生じていた。なお、このブロック内の道路には抑止杭の施工跡が確認されている。

1978年に崩壊した3号緑地（写真6.4-5）を含むすべりブロックの頭部の亀裂は、東側の緑地斜面から数m～10 m程度離れた位置に生じていた。亀裂の幅は30 cm以上にも達し、斜面に面する家屋の下を貫いている（写真6.4-6）。

4号緑地の北側の東方向に傾斜する斜面でも亀裂が確認されているが、上記のものと比較して明瞭ではない。しかし、ブロック頭部では谷方向への家屋の傾斜、および亀裂を伴う舗装面の沈下が確認され、下部では緑色で示した箇所に路面の隆起や擁壁のはらみ出しが確認された（写真6.4-7, 6.4-8）。また、このブロック内の南北方向の路上には、千鳥配置された抑止杭の跡が確認された。なお、上記のすべりブロックを形成する崩壊頭部の亀裂には連続性は認められなかったが、4号緑地を含むブロックの崩壊頭部を頂部とする単一の地すべりを形成している可能性も考えられる。

以上、今回の地震で緑ヶ丘3丁目に発生した滑りは、1978年宮城県沖地震による滑りと位置的にもほぼ同じであり、3号緑地と4号緑地付近に見られた亀裂は、1978年のものと位置も方向も全く同じだった。



図 6.4-5 仙台市太白区緑ヶ丘3丁目付近の衛星写真（2011年3月28日）



写真 6.4-3 ブロック①の崩壊頭部で生じた亀裂



写真 6.4-4 ブロック①の亀裂. 伸縮計が設置されている (図 6.4-5: 024)



写真 6.4-5 ブロック②の崩壊頭部から撮影した1978年の地震による崩壊地 (図 6.4-5: 030)



写真 6.4-6 ブロック②の崩壊頭部で生じた亀裂



写真 6.4-7 ブロック③の頭部亀裂付近の家屋の被害 (図 6.4-5: 038)



写真 6.4-8 ブロック③の下部で確認された道路の隆起 (図 6.4-5: 040)

6. 4. 3 2011年東北地方太平洋地震による緑ヶ丘4丁目の被害

図6.4-6は緑ヶ丘4丁目の衛星写真(2011年3月28日)である。緑ヶ丘4丁目の北方に河川が北西から南東に向かって流れていることから、4丁目の地形は、北方に向かって低くなり、かつ東へ向かって低くなっている。図6.4-5と同様、赤いラインは地盤や舗装面に生じた亀裂から、崩壊ブロックの頭部を推定したものである。緑ヶ丘4丁目における大きな変状は、北向きおよび東向きの傾斜地において確認されている。北向きの傾斜地については図6.4-6に示すように、すべり土塊の頭部に二つの引っ張り亀裂が生じており、亀裂より谷側に位置する家屋は数十cm変位している(写真6.4-9, 6.4-10, 6.4-11)。二つの亀裂の連続性は確認できなかったが、これらは単一のすべり土塊である可能性が考えられる。当該ブロックの中腹部(図6.4-6の緑色のライン)では、家屋や塀、および電柱が大きく谷側に傾斜し、上部からのすべりによる圧縮により大きな地盤変位が生じていた(写真6.4-12, 写真6.4-13)。同様に、当該ブロックの下端では写真6.4-14に示すような圧

縮リッジの形成が認められた。谷部では、低い盛土を支える塀の傾斜は確認されたが、電柱には大きな変状は認められない（写真6.4-15）。

写真6.4-16は、玉石練り積み擁壁の状況である。この場所は、図6.4-6に赤線で示した亀裂の東端に当たっている。擁壁は南北方向に引っ張られるように破断している。よく見ると、手前の道路より宅地側が落ち込んでおり、東方向（写真奥の方向）にも滑っていると思われる。写真6.4-17は東西方向の道路を西から東に向かって撮影したものである。道路は応急補修済みであるが、縦断亀裂（南北方向）と共に、横断亀裂（東西方向）が認められる。また、当該地区の東端にある道路盛土が、約30 mに渡り60 cm程度沈下した。車道の中央部から東側（写真手前）が大きく変状し、写真6.4-18に示すように盛土の擁壁にはらみ出しが確認された。以上、写真6.4-16～写真6.4-18から、緑ヶ丘4丁目では、西から東に向かう滑りも発生したことがうかがわれる。ただし、図6.4-6中に赤線で示した北への滑りのように、連続性のある亀裂は道路から観察した限りは見つからなかった。



図 6.4-6 仙台市太白区緑ヶ丘4丁目付近の衛星写真（2011年3月28日）



写真 6.4-9 崩壊頭部亀裂付近の家屋の被害 (図 6.4-6: 054)



写真 6.4-10 崩壊頭部亀裂付近の家屋の被害 (図 6.4-6: 055)



写真 6.4-11 崩壊頭部に生じた亀裂 (図 6.4-6: 057)



写真 6.4-12 崩壊ブロックの中腹部における被害の様子 (図 6.4-6: 049)



写真 6.4-13 崩壊ブロックの中腹部における被害の様子 (図 6.4-6: 051)



写真 6.4-14 崩壊ブロック下部に生じた隆起 (図 6.4-6: 058)



写真 6.4-15 崩壊ブロック下部におけるブロック積み擁壁の変状 (図 6.4-6: 047)



写真 6.4-16 4丁目 16-14の玉石練り積み擁壁の破断 (図 6.4-6:066)



写真 6.4-17 4丁目 16 と 17 番地間の道路の変状 (図 6.4-6: w199)



写真 6.4-18 道路盛土の変状の様子 (図 6.4-6: 068)

6. 4. 4 被害地域と切り盛りの関係

図6.4-6は、緑ヶ丘の造成宅地地盤図²⁾で、造成地の盛土・切土の厚さを示している。1978年の宮城県沖地震および今回の地震で被害を受けた緑ヶ丘3丁目と4丁目は、この図でオレンジ色に塗られている盛土地盤である。一方、緑ヶ丘1丁目の1978年の宮城県沖地震の被害地域も盛土地盤であるが、今回の地震では被害は生じておらず、対策工の効果があったと考えられる。

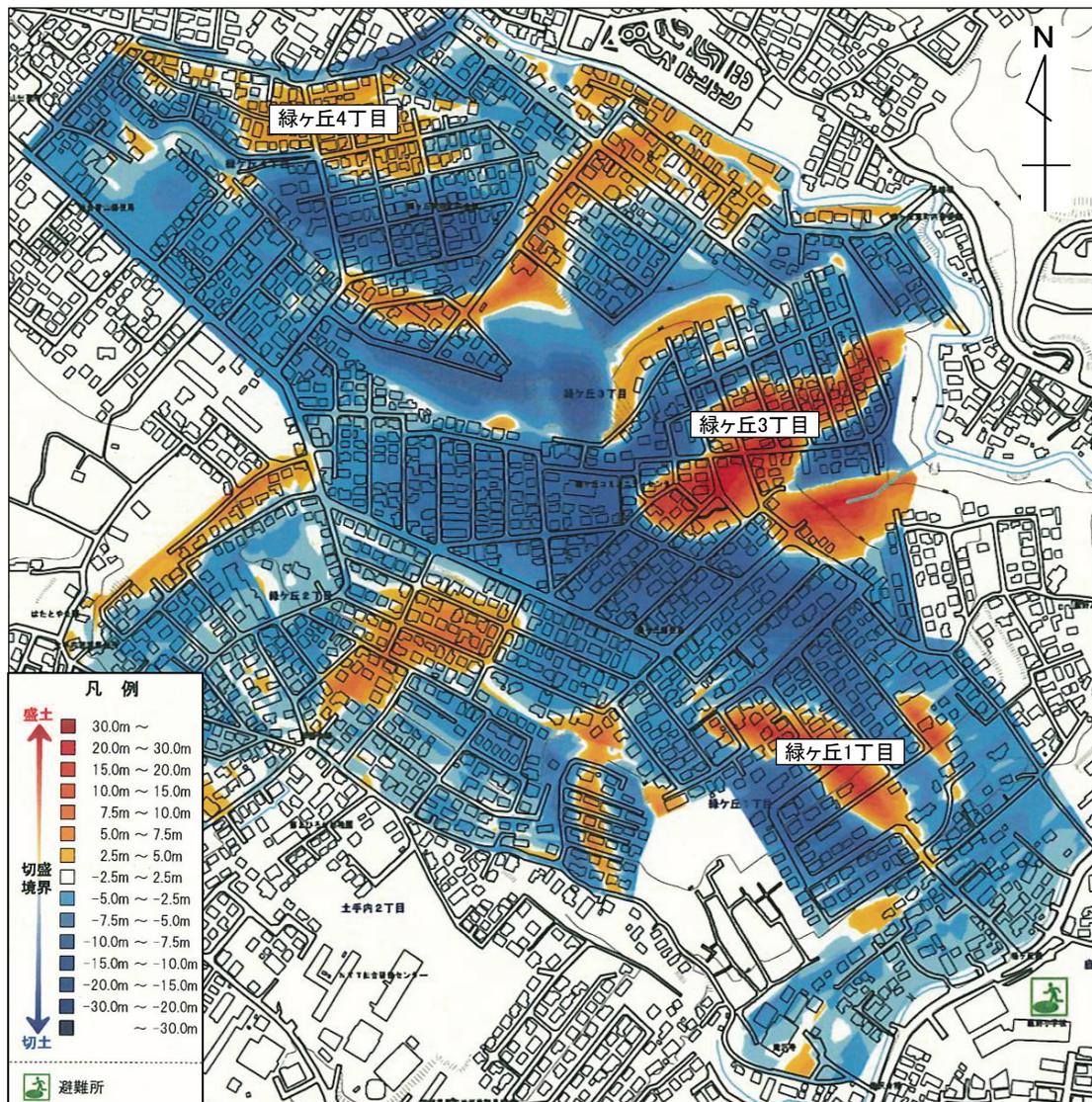


図6.4-6 太白区緑ヶ丘の切土・盛土厚さと被害箇所（文献2）に加筆

6. 5 仙台市青葉区折立

写真6.5-1に今回の地震後の2011年3月28日に撮影された折立の衛星写真を示す。この地区では、図中赤線で示した仙台市立折立小学校の南西部の折立5丁目5～8番地にかけて宅地や道路に激しい地盤変状が発生し、これにより多数の家屋が被害を受けた。上記一帯は、南が高く、北に行くほど低くなる急傾斜の造成地である。宅地は階段状に造成されているが、道路はスロープとなっている。

図6.5-1に、上記の被害集中地域における亀裂の分布の詳細を示す。写真6.5-2～写真6.5-7は、折立5-8と5-7間の角から北西へ向かう下り坂に沿って折立5-7の宅地と道路の状況を撮影したものである。全ての宅地で道路より高く盛土した部分に著しい被害が発生していた。写真6.5-7は、写真

右の宅地（写真6.5-6）の盛土崩壊に押されたように道路が左（北東）方向へ変位し、これに伴いガードレールが約2m移動していた（復建技術コンサルタントの測量による数値）。ガードレール背面（写真左手）にある松林の擁壁は、写真6.5-8に示すように崩壊していた。

写真6.5-9は折立5-6の南端の角の道路の変状である。道路には横断亀裂と縦断亀裂の両方が入っている。横断亀裂は写真右手の空き地の中の亀裂と交差しており、空き地の亀裂は北方へ向かって伸びている。写真6.5-10は、折立5-6（左）と5-8（右）の間の道路を北東に向かって撮影している。この道路にも横断亀裂と縦断亀裂の両方が入っている。

写真6.5-11は、折立5-8と5-5の間の道路から南西に向かって折立5-8-20の宅地を撮影したものである。一方、写真6.5-12と写真6.5-13は折立5-5-13（写真6.5-11の道路を挟んで北側の宅地）の状況である。このように折立5-8の北側の道路は、道路の両端に顕著な変状が見られた。

写真6.5-14～写真6.5-16は折立5-9の北側の道路の状況であるが、ここでは南側（標高が高い方）の被害が顕著である。写真6.5-17は、折立5-9-1の東側の道路の状況である。道路には、ほぼ東西方向の横断亀裂が3本入っており、一番手前の亀裂が宅地を横切る箇所で石垣が崩壊している。

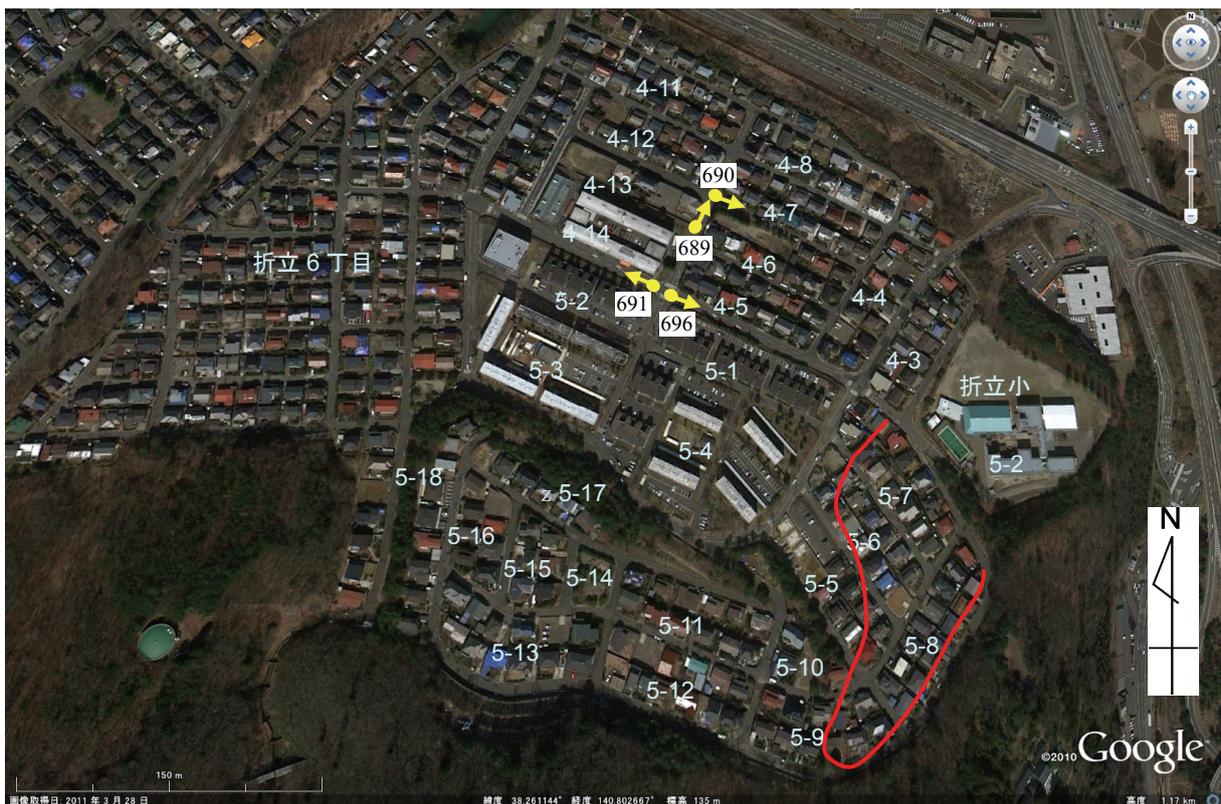


写真6.5-1 折立の衛星写真（2011年3月28日）空色の数字は丁目番地

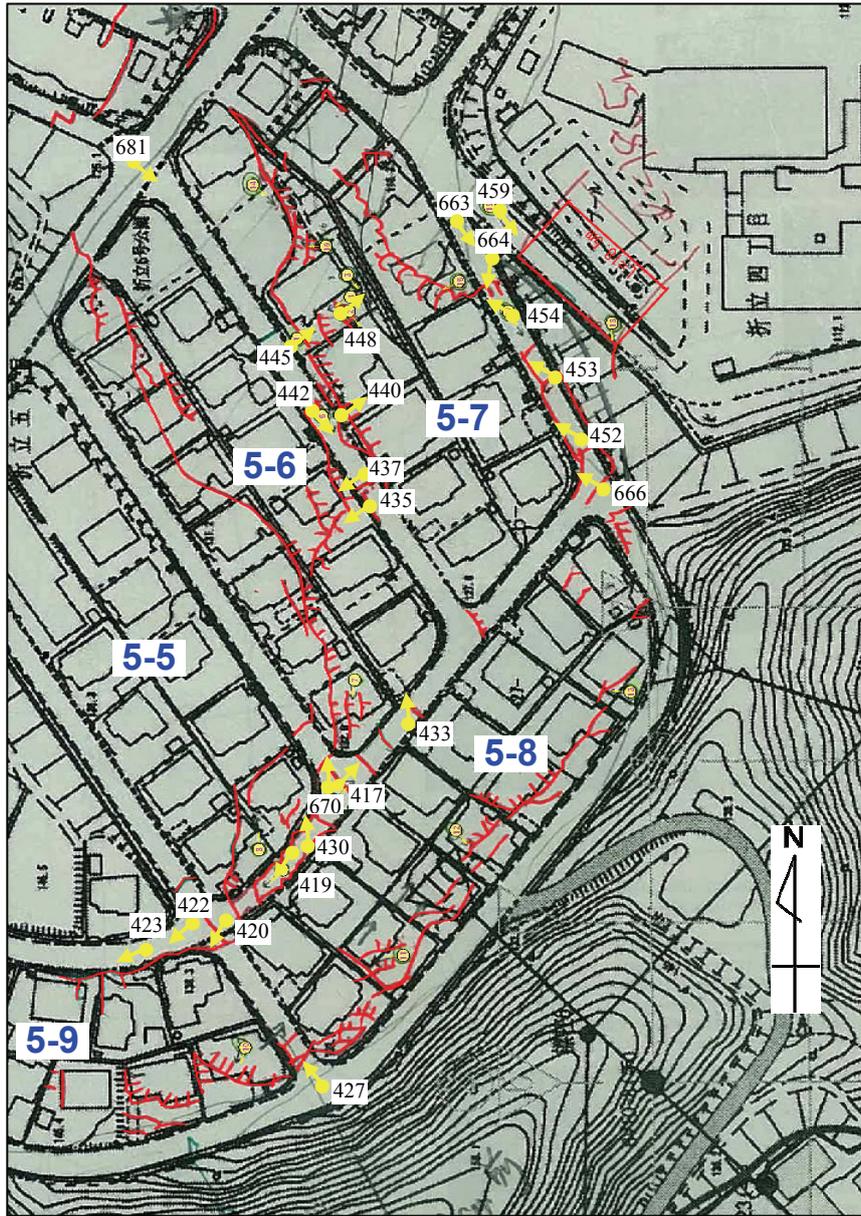


図6.5-1 折立4丁目の地盤変状の分布（復建技術コンサルタントの調査結果に加筆）



写真 6.5-2 折立 5-7-15 の被害(写真右手が小学校) (図 6.5-1: 666)



写真 6.5-3 折立 5-7-11 と小学校の間の道路の変状 (図 6.5-1: 452)



写真 6.5-4 折立 5-7-10 の宅地の被害 (図 6.5-1: 453)



写真 6.5-5 折立 5-7-5 の被害 (図 6.5-1: 454)



写真 6.5-6 折立 5-7-5 の被害 (図 6.5-1: 663)



写真 6.5-7 折立 5-7-2 と 5-7-5 の被害 (図 6.5-1: 663)



写真6.5-8 折立5-7-2の被害 (図6.5-1: 459)



写真6.5-9 折立5-5 (左) と5-6 (右) の間の道路の南端の角の被害 (図6.5-1: 670)



写真6.5-10 折立5-6 (左) と5-8 (右) の間の道路の被害 (図6.5-1: 417)

写真6.5-11 折立5-8-20の北側の道路と擁壁の被害 (図6.5-1: 419)



写真6.5-12 折立5-5-13の被害（写真6.5-11の道路を挟んで北側の宅地，図6.5-1: 430）



写真6.5-13 5-6-14の被害（図6.5-1: 433）



写真6.5-14 折立5-9の北側の道路と擁壁の被害（図6.5-1: 420）



写真6.5-15 折立5-9と5-10の間の道路と擁壁の被害（図6.5-1: 422）



写真6.5-16 折立5-9-18の北側の道路に沿った擁壁の被害（図6.5-1: 423）



写真6.5-17 折立5-9-1の東側の石垣の崩壊（図6.5-1: 427）

写真6.5-18～写真6.5-22は、折立5-7の宅地を南西側の道路から撮影したものである。写真6.5-18に見られるように、道路と宅地の間に1m以上開きを生じている。写真左手前の側溝は直線をほぼ保っており、写真奥の側溝が左手に湾曲していることから、宅地および奥の道路が左（北東）方向へ移動したと推測される。写真6.5-19は、写真6.5-18の住宅の北西隣の宅地の状況である。住宅は写真奥（北東）に大きく落ち込んでおり、宅地地盤が北東方向へ向かって崩壊したと推察される。この住宅と写真6.5-18の住宅の塀に挟まれた小型トラックを見ると、地震前には側面にスペースがあったと思われるが、写真撮影時には塀と家屋に挟まれて身動きできないような状況になっている。このことから地盤が道路と直角方向へも変位していることがうかがわれる。写真6.5-20は、写真6.5-19の北西隣の宅地の状況である。家屋は亀裂に引き裂かれるように変形している。写真奥には擁壁があり崖地となっているが、家屋は崖に向かって滑り落ちている。写真6.5-21と写真6.5-22は、写真6.5-21の庭の亀裂であるが、道路に平行して大きいものが3本できており、開口幅は最大1m以上ある。

写真6.5-23と写真6.5-24は、写真6.5-18と道路を隔てて向かいの住宅である。写真6.5-23のガレージ部分のコンクリート床版が道路の際と奥の擁壁の手前の2箇所で持ち上がっている。道路は、写真の右手に向かって低くなるスロープであるが、コンクリート床版の盛り上がりは道路と逆の傾斜をしており、5丁目6番地のブロック全体が低い方へ滑ったと推測される。写真手前の道路には何カ所かで横断亀裂が認められた。写真6.5-24は、写真6.5-23の右手にある家屋の基礎周りの状況である。地盤は大きく変状しており、敷地地盤が写真奥から手前、写真左から右へ変位しているように見えるが、どの方向の変位が卓越しているかはわからない。

写真6.5-25は、図6.5-1の681の家屋である。この写真の左手奥が写真6.5-18～写真6.5-22の被害地域である。681の家屋は外観からは被害が全く認められない。住人も居住していることから、内部にも顕著な被害は認められないと推定される。一方、奥の家屋は、写真6.5-20の北隣の家屋であるが、北東側が沈下している。



写真6.5-18 折立5-7-21の被害 (図6.5-1:442)

写真6.5-19 折立5-7-23の被害 (図6.5-1:440)



写真6.5-20 折立5-7-24の被害 (図6.5-1: 445)



写真6.5-21 写真6.5-20の庭にできた亀裂 (西側の道路と東側の擁壁に平行)



写真6.5-22 写真6.5-21の庭にできた亀裂 (写真の奥は、写真6.5-19の家屋)



写真6.5-23 折立5-6-8から裏手の5-6-20との敷地境界の擁壁を望む (図6.5-1:435)



写真6.5-24 折立5-6-8の基礎周囲の被害 (図6.5-1:437)



写真6.5-25 折立5-7-28の状況（手前の家は外観からは被害は見あたらない．奥の家は左が沈下している）（図6.5-1:681）

写真6.5-26は、地震後の2011年3月28日に撮影された折立5丁目5～7番地付近の衛星写真である。地震前は、直線だったと思われる道路や擁壁が図中黄色い矢印で示す3箇所大きく湾曲している。

この写真には、3月31日の現地調査の際に確認した擁壁のはらみ・倒壊や道路の亀裂から推測される地盤の移動方向を赤い矢印で記入している。坂道の路面は走向に沿って高い方から低い方向へ移動している。階段状に造成されている宅地地盤は、擁壁に直角方向に変位している。従って、道路路面と宅地地盤の移動方向は必ずしも一致しないが、大局的に見ると、折立5-5から5-8にかけての広いブロックが南から北へ向かって滑動したように見える。



写真6.5-26 折立の衛星写真（2011年3月28日）

写真6.5-27～写真6.5-29は、折立5丁目の西隣の折立4丁目の状況である。折立4丁目では、4丁目5番地の南側の道路には、写真6.5-30に示すような横断亀裂が何本か認められた。この道路に面した家屋に沿いに塀の倒壊などの被害が発生しているが、前述の5丁目に見られたような顕著な変状は認められなかった。



写真6.5-27 折立4-13と4-6の間の道路から北方を見た周辺の状況（写真6.5-1：689）



写真6.5-28 折立4-8と4-7の間の道路から東方を見た周辺の状況（写真6.5-1：690）



写真6.5-29 折立4-14の折立簡易郵便局前の状況（写真6.5-1：691）



写真6.5-30 折立4-5と5-1の境界の道路から東方向を見た周辺の状況（写真6.5-1：696）

図6.5-2に折立・西花苑の造成宅地地盤図⁵⁾を示す。青色は切土地盤であり、オレンジ色は盛土地盤である。今回被害が著しかった折立5丁目5～8番地は、図中の□地点を中心とする谷の上流部分であり、盛土の広い範囲が基本的には小学校に向かって滑ったものと推察される。しかし、同じ谷筋でも下流部の小学校には、□のような著しい変状は生じていなかった。また、図6.5-1の□の谷筋には、□を通る東西方向の道路に沿って若干被害が認められた程度であった。被害が著しかったブロックと他の谷筋の違いを挙げると、今回変状が集中した地区は地表面の傾斜が急勾配であることが挙げられる。

図6.5-3と図6.5-4に、折立・西花苑付近の現在と旧版地形図（1968年測量）を比較して示す。図6.5-4の1968年時点で、折立6丁目の南西部は既に宅地化されているが、等高線から図6.5-2の□と□の谷筋が明瞭に認められる。また、谷の出口には、7箇所に池（図中の青い矢印の先）がある。このうち3つの池は現在でも残っており、他は埋め立てられている。1968年当時の池の位置を図6.5-3に示す。今回の地震では以前池があった箇所ですべて被害が大きかったわけではないが、谷の出口における池の存在は、この地域の谷が地下水の豊富な集水地形であることを示唆している。

以上、折立における被害状況をまとめると、地盤変状が最も大きかったのは折立5丁目7番地を中心とするブロックで、ここでは概ね北方向に向かう広域の滑りが発生したと推定される。この滑り領域は、谷埋め盛土地域と一致する。ただし、谷の全体が滑動したのではなく、上流部の半分が大きく移動している。この原因としては、現時点では、現在の地表面が急勾配であること、旧版地形図から推定される旧地形の谷が深いことが挙げられる。旧地形の谷の出口には池が多数存在したことから、地下水の影響も今後検討する必要がある。

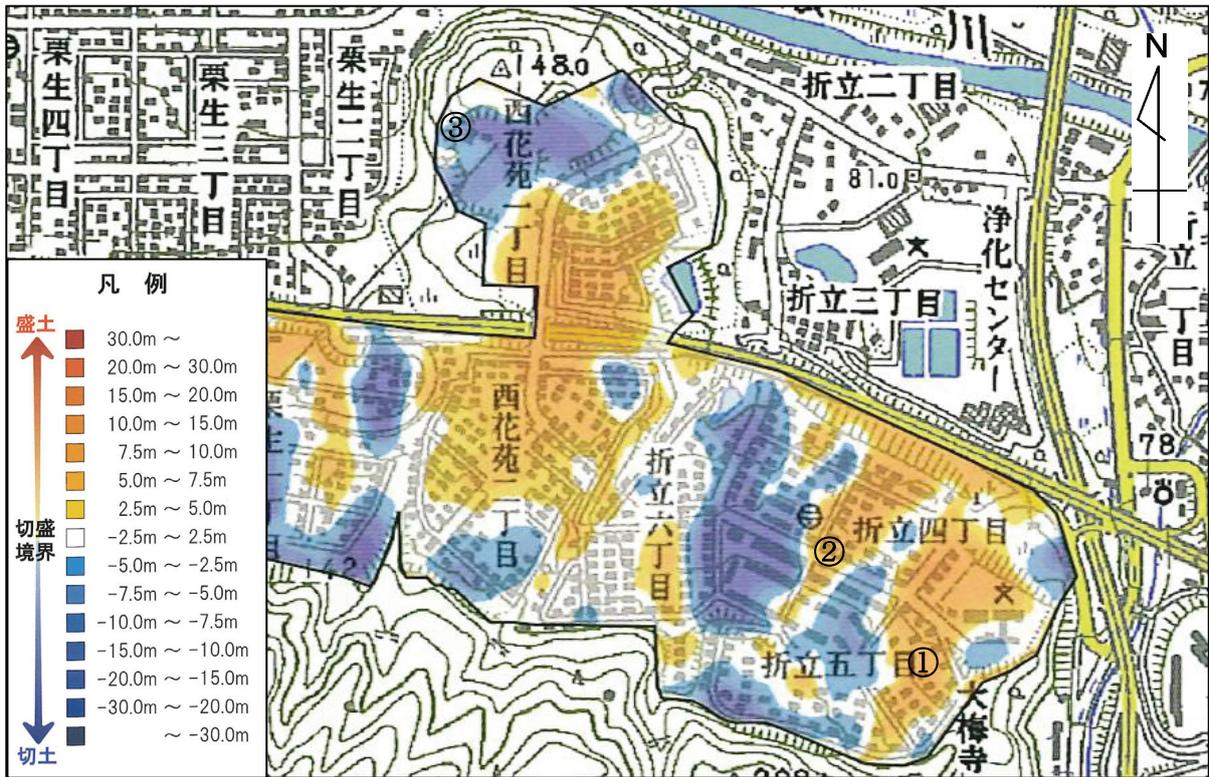


図6.5-2 折立・西花苑の切土・盛土厚さと被害箇所（文献5）に加筆



図6.5-3 折立・西花苑付近の現在の地形図（1/2.5万「仙台北部」，国土地理院地図閲覧サービス）に加筆



図6.5-4 折立・西花苑付近の旧版地形図（1/2.5万「仙台北部」，1968年測量）に加筆

6. 6 仙台市青葉区西花苑

青葉区西花苑の造成地は、前節の図6.5-1に示されるように、折立地区の西隣に位置する。この地区での宅地や家屋の被害は車で回った限りでは見あたらなかった。しかし、造成地の西側の西花苑1-22の西端の斜面で崩壊が発生し、1棟がすべりに巻き込まれていた。

写真6.6-1は、西花苑における崩壊箇所の衛星写真（地震後の2011年3月28日撮影）である。崩壊頭部の幅は約150 mで、写真の□と□の2方向に分かれて流出した。□の斜面上部の住宅は、滑りに巻き込まれて崖の下方に転落しかかった（写真6.6-2）。この家の北隣の1軒と南隣の2軒の家屋は被害がなかったものの基礎地盤に変状を生じていた。写真6.6-1の駐車場（写真6.6-1の□）の西端の法肩にある畑には、写真6.6-4に示すように複数の亀裂が発生していた。写真6.6-5は、斜面の下部（写真6.6-1の□）から撮影した土砂の先端の状況である。流出土砂は法尻の家屋の直前で泊まっている。

前節図6.5-2の切土・盛土厚さの分布の地点□が今回の崩壊箇所である。図では切土と表示されているがベースマップには当該地域は造成中になっており、写真6.6-1に示す西花苑1-21～1-22の地区がない。このことから、最近、盛土して上記の地区が造成された可能性がある。



写真6.6-1 仙台市青葉区西花苑における衛星写真（地震後の2011年3月28日撮影）



写真6.6-2 斜面崩壊により崖下に転落しかかった西花苑2-22-8の家屋



写真6.6-3 崖下に転落しかかった西花苑2-22-8の家屋（西花苑1-38の西端から撮影）



家屋写真6.6-4 写真6.6.1の駐車場の西端にできた亀裂



写真6.6-5 法尻の家屋に迫る流出土砂の先端（栗生2-4）

6. 7 仙台市泉区北中山

泉区北中山の造成地では、造成盛土のり面が崩壊し、法尻の道路を通行していた歩行者を巻き込む惨事となった。図 6.7-1 に北中山地区の崩壊地の位置を示す。また、図 6.7-2 に今回の地震後に撮影された衛星写真を示す。のり面崩壊は幅約 50m 程度で発生し、崩壊頭部の亀裂が造成地の周縁道路に生じている（写真 6.7-1, 6.7-2）。崩壊地の傾斜は約 30°であり、法尻には湧水が確認された。

崩壊斜面上の小段の様に見えるラインより、図 6.7-2 の黒と黄色の点線のように崩壊前後の斜面の変状が見て取れる。斜面の変動は崩壊斜面の主側線部分が最も大きく、その移動量は 10 m 程度と考えられる。崩壊した土砂は風化凝灰岩で造成された盛土である。

図6.7-3は、北中山3丁目の造成宅地地盤図²⁾である。図中、楕円で囲んだ箇所が崩壊部であるが、崩壊は盛土が厚い谷筋に沿って発生している。



図 6.7-1 仙台市泉区北中山の崩壊地位置図



図 6.7-2 仙台市泉区北中山の崩壊地周辺の地震後の衛星写真（2011年3月28日）



写真 6.7-1 北中山造成地の崩壊の様子 (図 6.7-2: 088)



写真 6.7-2 崩壊した造成地の周縁道路 (図 6.7-2: 097)

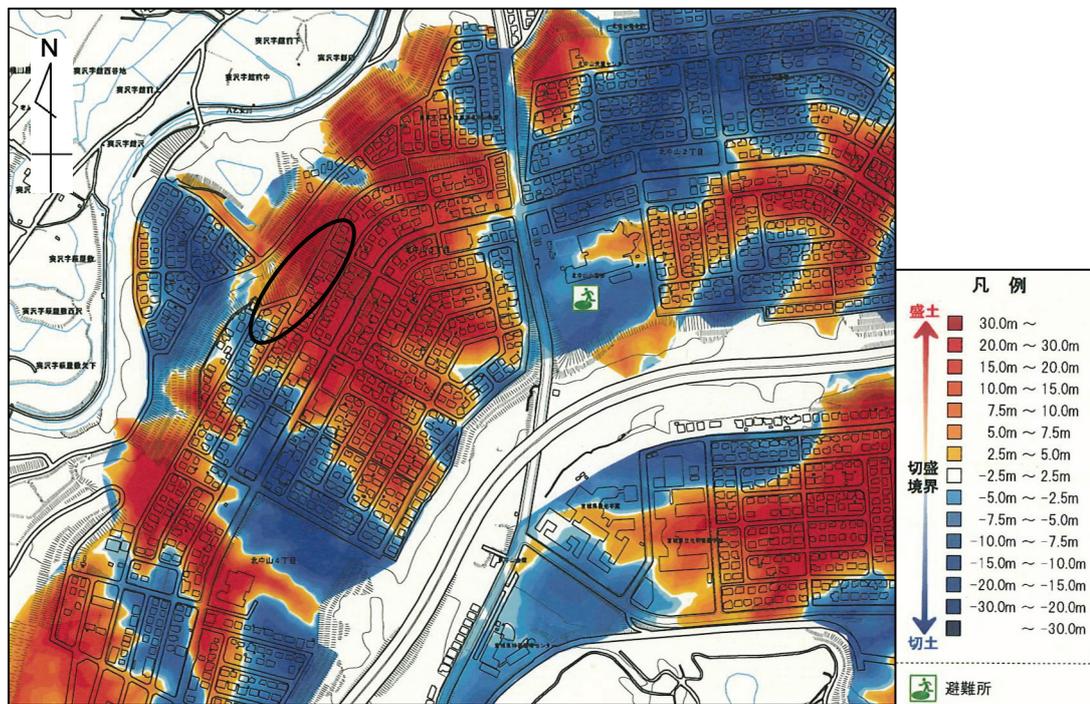


図6.7-3 北中山3丁目の切土・盛土厚さと被害箇所 (文献2)に加筆)

6. 8 仙台市青葉区桜ヶ丘

写真6.8-1は、青葉区桜ヶ丘4丁目付近の衛星写真である。一帯は、西側（写真左手）が高い緩やかな傾斜地である。1978年宮城県沖地震では被害の報告はない。この付近では道路の亀裂が多数見られ、一部では噴砂痕が見られたとのことである⁶⁾。筆者らが調査した3月28日には、写真6.8-2に示すように路面はほとんど補修されており、亀裂の位置などは確認できたが、地震で生じた地盤変状は撮影することができなかった。そこで、以下では、地震3日後の3月14日の調査結果⁶⁾を引用する。

写真6.8-1の□では、水道管からの漏水があり、その下手（東側）では、路面の亀裂・陥没を生じた（写真6.8-3）。□から264号線の方に向かって路面全体が滑り、264号線歩道と交差する所では10cm近く移動し路面が圧縮されてめくれ上がっていた（写真6.8-4）。

写真6.8-1の□では、路面に横断亀裂と縦断亀裂（斜面直角方向）ができ、路面が下手（写真右側）に移動した（写真6.8-5）。□では、水道・下水管理設箇所の路面に開口亀裂ができ、路面が部分的に沈下・陥没して凹凸ができた（写真6.8-6）。通信ケーブルが露出した箇所もある。□では、宅地側に幅10cmの開口亀裂を生じ、宅地内の配管が露出した。□では宅地の擁壁や門柱の根元が東側（写真右手）に引っ張られるように傾斜した。□では擁壁のブロックが下手にずれ、一部面外に孕んだ。□では液状化の跡と見られる噴砂が認められた（写真6.8-7）。□では縦断方向に圧縮亀裂ができ、路面が東側（左）に移動した（写真6.8-8）。



写真6.8-1 青葉区桜ヶ丘4丁目の衛星写真（2011年3月28日）



写真6.8-2 青葉区桜ヶ丘4丁目の道路の変状箇所（写真では応急補修済みである，写真6.8-1の□）



写真6.8-3 漏水箇所下手で路面の亀裂陥没．左側に下水管ある（写真6.8-1の①）⁶⁾



写真6.8-4 264号線に向かって路面全体が滑り，10cm近く移動（写真6.8-1の②）⁶⁾



写真6.8-5 斜面直角方向の道路亀裂．下手（写真左側）に路面亀裂ならびに移動（写真6.8-1の③）⁶⁾



写真6.8-6 路面の亀裂．水道・下水管があり．地表地盤には液状化の跡は確認できない（写真6.8-1の④）⁶⁾



写真6.8-7 液状化の跡と見られる噴砂（写真6.8-1の⑧）⁶⁾

写真6.8-8 左側より移動し，路面に圧縮亀裂あり（写真6.8-1の⑨）⁶⁾

図6.8-1に桜ヶ丘の造成宅地地盤図を示す．青色は切土地盤であり，オレンジ色は盛土地盤である．図中には，変状が認められた写真6.8-1の範囲も示しているが，谷の中心部の盛土が厚い地域と一致する．また，この地区で見られた東方向への地盤変位は，谷の上流側から下流側へ発生していることがわかる．

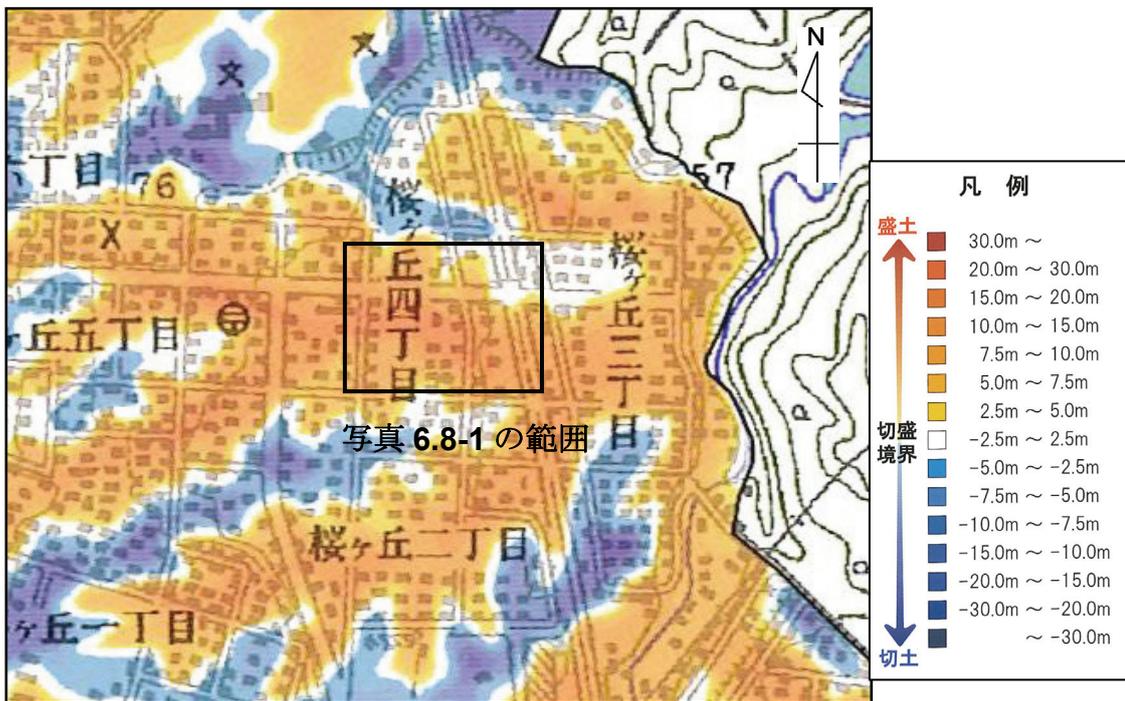


図6.8-1 桜ヶ丘の切土・盛土厚さと被害箇所（文献5)に加筆）

6. 9 仙台市青葉区旭ヶ丘

青葉区旭ヶ丘は，1959～1965年に造成された面積126ha，住家戸数3,851戸の団地である．1978年宮城県沖地震で13戸が被害を受けた³⁾．

写真6.9-1に、青葉区旭ヶ丘2丁目付近の衛星写真を示す。この一帯は、北と東方向に行くに従って低くなる緩やかな傾斜地になっている。写真6.9-1に示す旭ヶ丘2丁目18番地および2丁目28～33番地で顕著な変状を生じていた。写真6.9-2に示すような噴砂の跡があちこちで見られた。写真6.9-3および写真6.9-4に見られるように擁壁の大規模な崩壊や軽微な倒壊が見られたが、いずれも北側の地盤が低くなる方へ向かって倒壊していた。

写真6.9-5は旭ヶ丘2-34における宅地アプローチの変状である。地盤が高い方（左）から低い方へ滑ったように思われる。この家の住民によれば、家の前の道は沢筋であったとのことであり、北の方には沼があったとのことである。沼があったとされる辺りでは、ガス導管の復旧工事を行っていた（写真6.9-6）。

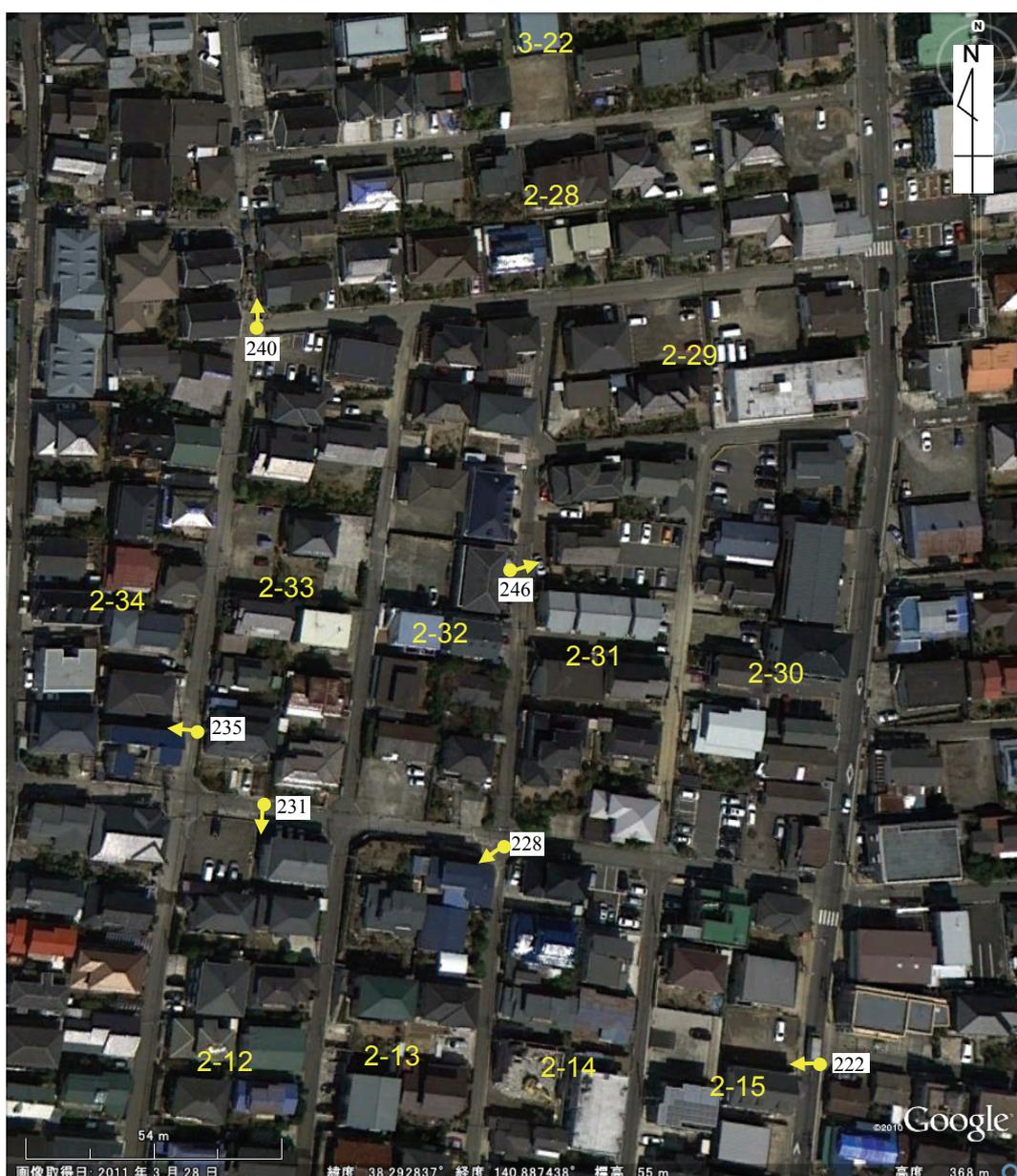


写真6.9-1 青葉区旭ヶ丘2丁目の衛星写真（2011年3月28日撮影）



写真6.9-2 旭が丘2-15-15北側の駐車場に見られた噴砂（写真6.9-1: 222）



写真6.9-3 旭が丘2-13-21における擁壁の崩壊（写真6.9-1: 228）



写真6.9-4 旭が丘2-12の北端における擁壁の倒壊（写真6.9-1: 231）



写真6.9-5 旭が丘2-34-33における宅地アプローチの変状（写真右側が北で地盤が低くなっている）（写真6.9-1: 235）



写真6.9-6 旭が丘2-34と2-28の間の道路におけるガス導管補修工事（3月28日撮影）（写真6.9-1: 240）



写真6.9-7 旭が丘2-31-9における変状（写真6.9-1: 246）

旭が丘地区の切り盛りの状況を造成宅地地盤図は発行されていないが、住民の話から変状が多く見られた一帯は沢を盛土造成した地域であると推測される。そこで、造成前の旧版地形図を調べた。図6.9-1と図6.9-2に旭が丘2丁目付近の現在の地形図と1946年測量の旧版地形図を比較して示

す。図6.9-1には、住民が沢筋と証言した道路を赤い波線で示している。図6.9-2には、図6.9-1の赤い波線の位置を同じく赤い波線で示しており、住民の証言と造成前の地形とはほぼ一致している。ただし、住民の賞翫による沼地は見あたらない。また、赤い波線以外にも図の範囲内には数本の谷が認められる（青い波線）。このうち、赤い波線の東側の通りには噴砂が認められたが、その他の谷筋については今回未調査で被害状況は不明である。

以上のことから、旭ヶ丘2丁目では、沢筋に沿って上流から下流（北方）に向かって地盤が広範囲に滑ったものと推定される。前述のように噴砂は多数見られたが、地盤変位の原因が液状化に伴う流動であるかどうかについては今後詳細な調査・検討が必要である。

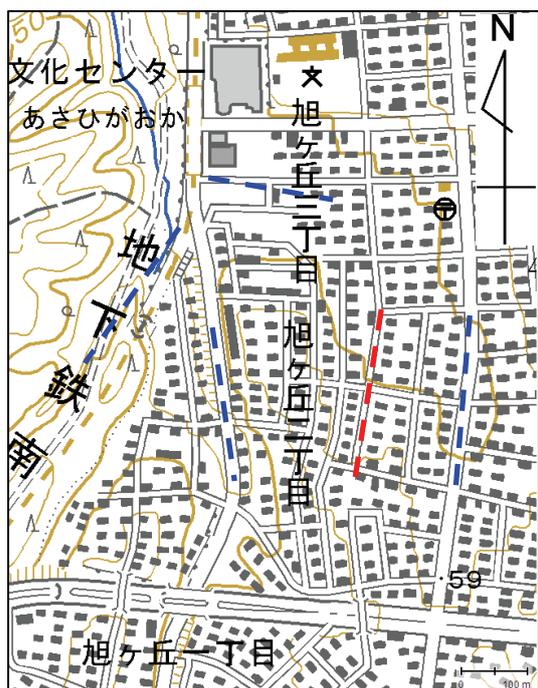


図6.9-1 旭が丘2丁目付近の現在の地形図（1/2.5万「仙台東北部」, 国土地理院地図閲覧サービス）に加筆

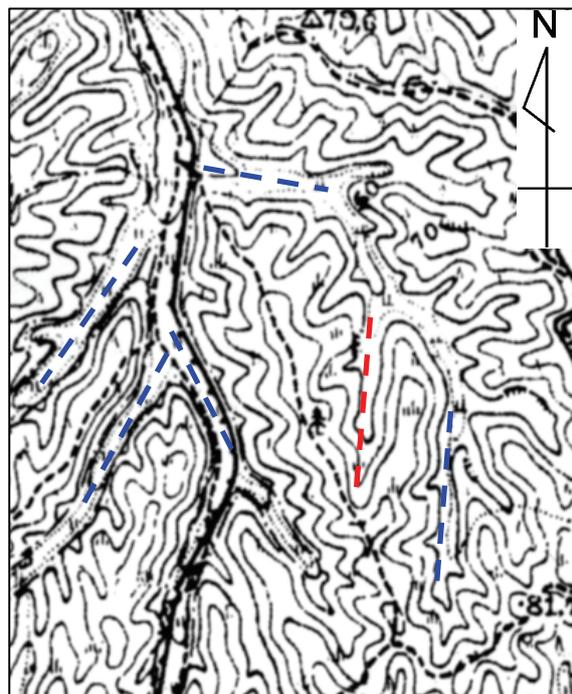


図6.9-2 旭が丘2丁目付近の旧版地形図（1/2.5万「仙台東北部」, 1946年測量）に加筆

6. 10 仙台市宮城野区鶴ヶ谷

宮城野区鶴ヶ谷は、1965～1971年に造成された面積180ha、住家戸数1,160戸の団地である。1978年宮城県沖地震で30戸が被害を受けた³⁾。

写真6.10-1は、宮城野区鶴ヶ谷1丁目の衛星写真である。鶴ヶ谷1-13と1-14と消防学校の間は法面になっており、北側の宅地側がかなり高くなっている。鶴ヶ谷1-14の宅地南側の法面に面した道路に写真6.10-2に示す縦断亀裂が入り、北側の宅地には写真6.10-3に示すような変状を生じていた。付近ではガス臭がしたことから、管路が損傷した可能性がある（仙台ガスに通報）。

宮城野区安養寺2丁目のため池と仙台第三高校第二運動場の中の栈橋式道路には、写真6.10-4に

示すように全長に渡って縦断亀裂が入っていた。

図6.10-1に宮城野区鶴ヶ谷1丁目付近の造成宅地地盤図⁵⁾を示す。今回、宅地の前面の道路に亀裂が入ったのは図中□の地点であり、栈橋式道路に亀裂が入っていた地点は図中□である。いずれも沢の中心部であることがわかる。



写真6.10-1 宮城野区鶴ヶ谷1丁目付近の衛星写真（2011年3月28日撮影）



写真6.10-2 宮城野区鶴ヶ谷1-14の斜面に接する道路の縦断亀裂（写真6.10-1: 215）



写真6.10-3 宮城野区鶴ヶ谷1-14の宅地の変状と道路の横断亀裂（写真6.10-1: 214）



写真6.10-4 ため池と仙台第三高校第二運動場との間の栈橋式道路の縦断亀裂 (写真6.10-1: 217)

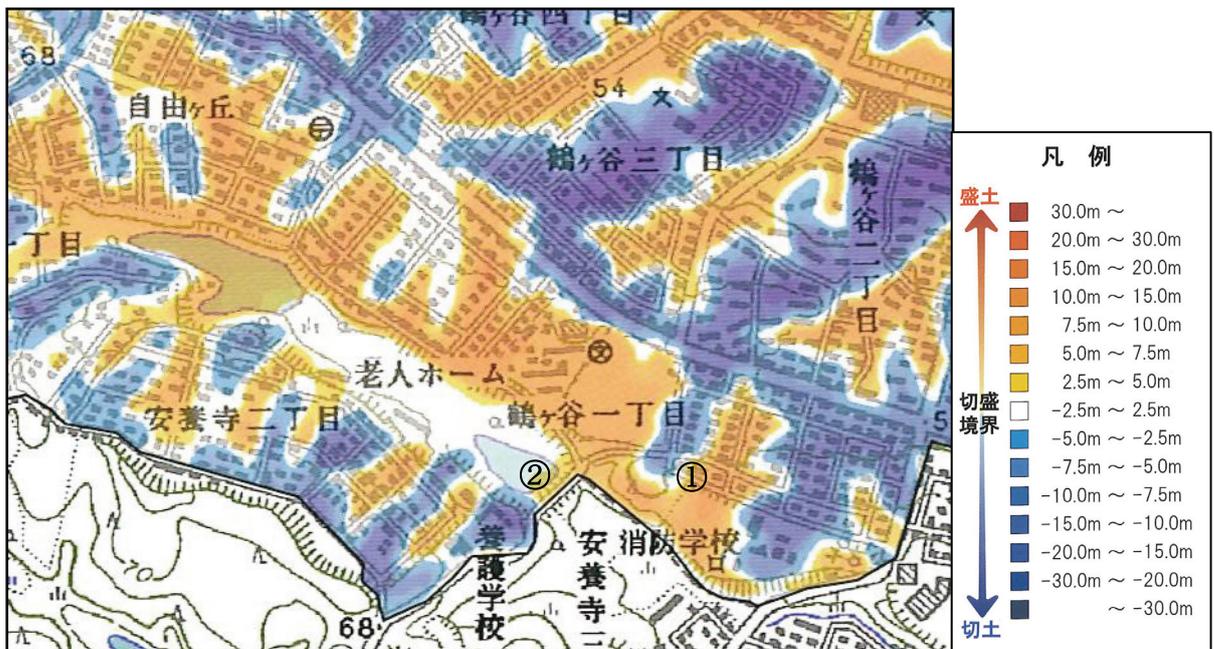


図6.10-1 宮城野区鶴ヶ谷1丁目付近の切土・盛土厚さと被害箇所 (文献5)に加筆)

6. 1. 1 仙台市泉区南光台

泉区南光台は、1962～1977年に造成された面積240ha、住家戸数3,364戸の団地である。1978年宮城県沖地震で435戸が被害を受けた³⁾。徒歩で踏査する時間的余裕がなかったため、車窓から見て回っただけであるが、擁壁や法面の崩壊など顕著な被害は見られなかったものの比較的軽微な地盤の変状が散見された。

6. 1 2 栗原市築館館下

栗原市築館館下では、2003年宮城沖地震と2008年岩手宮城内陸地震で隣接する盛土斜面が崩壊した。2008年岩手・宮城内陸地震で崩壊した斜面は、今回は崩壊しなかった。ただし、のり面上部に3箇所ほど亀裂が発生していた箇所があった。2003年宮城沖地震で崩壊した斜面も今回は被害がなかったが、斜面上部にシートがかぶせてあり、亀裂は発生したのではないかと思われる（写真6.12-1）。



写真6.12-1 栗原市築館館下の2003年宮城沖地震および2008年岩手・宮城内陸地震の崩壊地の状況（築館総合運動公園より撮影）

6. 1 3 まとめ

以上、宮城県下の造成地を2日間で調査した結果について報告した。調査を実施した全ての造成地で地盤変状による家屋被害が発生していた。本章の冒頭で述べたように、宮城県をはじめとする東北太平洋沿岸は平野の面積が少ないため、丘陵地帯に多数の宅地造成地が作られている。今回報告した造成地以外にも比較的軽微な被害も含めると被害は相当数に上ると推測される。被害の全体像を把握できていない現時点で、今後の課題や対策について言及することはできないが、今回の調査で明らかになったことをまとめると、以下のようになる。

- 1) 一部の地域では斜面崩壊も見られたが、広域的な滑動による地盤変状に起因する家屋被害が

極めて多数発生した。

- 2) 1978年宮城県沖地震で被災した同じ場所で再びすべりが発生したケースが多かった。
- 3) 1978年宮城県沖地震の後の対策工の効果があったと考えられる箇所もあった。
- 4) 被災箇所いずれも沢に沿った盛土地盤であったが、同様な条件の所でも、被害が認められなかった地域もある。
- 5) 今後、盛土材料の物性だけでなく、現・旧地形の傾斜や地下水位との関係も検討する必要がある。

謝辞

(株) 復建技術コンサルタント佐藤真吾氏および押見和義氏には、被害情報や資料をご提供いただいた。また、神戸大学鋤田泰子准教授からは青葉区桜ヶ丘の地震直後の写真をご提供頂いた。ここに記して感謝申し上げますと共に、被災地の一刻も早い復旧・復興をお祈り申し上げます。

参考文献

- 1) 若松加寿江，松岡昌志：地形・地盤分類250mメッシュマップ全国版の構築，日本地震工学会大会-2008梗概集, pp.222-223, 2008
(デジタルデータは，<http://www.j-shis.bosai.go.jp/JSHIS2/download.html>にて公開)
- 2) 復建技術コンサルタント：造成宅地地盤図, 2008.
- 3) 浅田秋江：怖いのは地震ではなく地盤である！，丸善仙台出版サービスセンター，174p., 2006.
- 4) 将来の宮城県沖地震における丘陵地宅地造成地の被害予測と対策について，286p, 2005.
- 5) 復建技術コンサルタント：1/25,000造成宅地地盤図, 2008.
- 6) 鋤田泰子・高橋良和・後藤浩之：仙台市青葉区桜ヶ丘4丁目の地盤変状被害（2011年3月14日時点の様子），http://committees.jsce.or.jp/2011quake/system/files/Kuwata_voll.pdf, 2011. 3.16