

## 2011年東北地方太平洋沖地震によって発生した造成地盤の地すべり（第2報）

Landslides in residential slope induced by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

釜井俊孝\*

Toshitaka Kamai\*

### Abstract

The brief preliminary report on landslides in residential area induced by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (M9.0) was made. Plenty of landslides in the gentle residential slopes that are artificial valley fills (embankments) have occurred by the earthquake in large cities in the affected region, especially in Sendai, Shiroishi, Fukushima, and Iwaki cities. Landslides of the artificial valley fills occurred again on the series of developed slope which has the collapse of valley fill in the 1978 Miyagi earthquake even though the landslide countermeasures. The assessments of slope instability and mitigation works on these slopes should be required urgently.

キーワード：平成23年（2011年）東北地方・太平洋沖地震，地すべり，盛土，宅地斜面

Key words: The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Landslides, Artificial fill, Residential slope

\*斜面災害研究センター

\*Research center on landslides

### 1. はじめに

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震に関する被害分布調査によって、宮城県仙台市、白石市、山元町、福島県福島市、いわき市、茨城県東海村等の市街地においては1978年宮城県沖地震を上回る規模で、甚大な宅地被害が広がっていることが明らかになった。被害調査は、平成23年6月末時点で7次に及ぶ。その結果、造成地における被害の実態は、谷埋め盛土・腹付け盛土の地すべりを主体とする造成地地盤の変動であり、被害は公共の建物や幹線道路にまで及んでいる事が明らかになった。これらの地すべりについては現在も調査中であるが、ここでは主として被害の実態について述べる。

### 2. 分布

図-1、図-2は、調査を実施した42地点の分布を示している。9割近くの37地点が仙

台市郊外の丘陵地帯に分布する。仙台都市圏の発達にともなって、この地域では1965年頃から丘陵地の開発が加速した。一方、他の都市では、仙台市ほど人口の集積が進まなかったため、造成地の分布も被害の分布も限定的である。すなわち、こうした被害の分布は、約半世紀に及ぶ東北地方の人口動態と都市発達の歴史を反映していると言える。

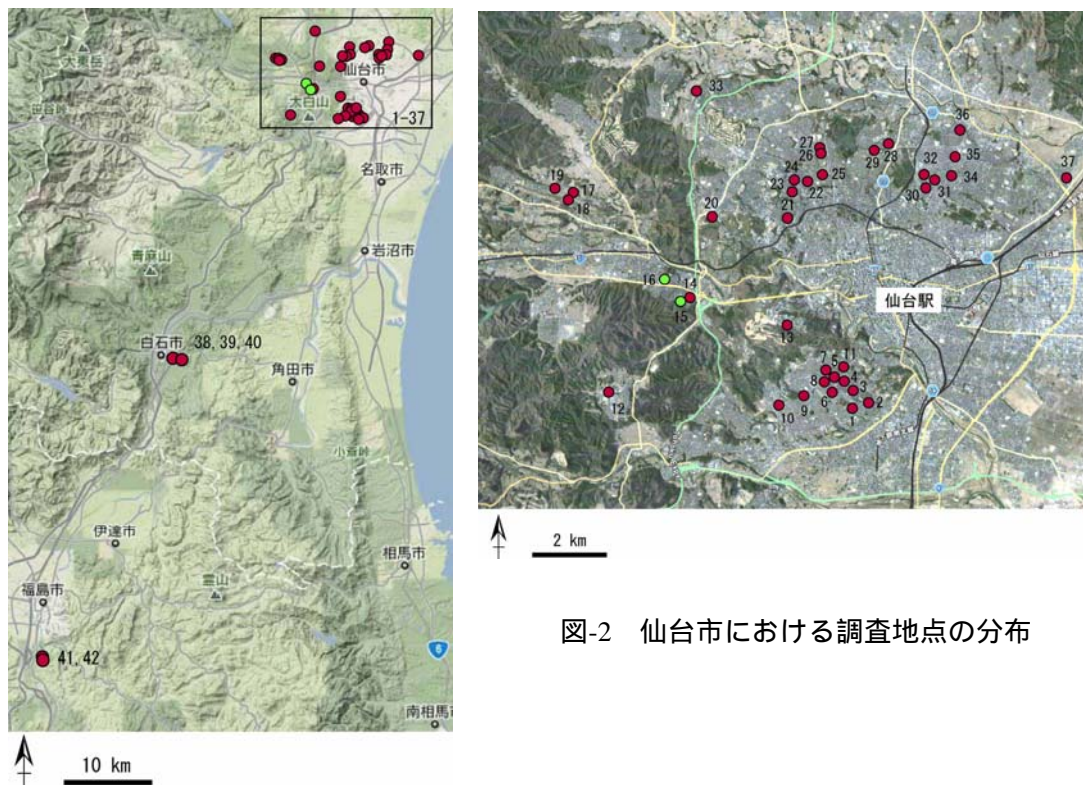


図-2 仙台市における調査地点の分布

図-1 調査地点の分布（ は図-2 の範囲）

### 3. 斜面変動のタイプ

地表における変状は、切り盛り境界における盛土側の沈下、斜面変動（地すべり、斜面崩壊等）、液状化による隆起・沈下等であった。これらの地表変状は、切り土であるか盛土であるかの違い、盛土の厚さ、造成年代を反映した地形改変様式、地下水位の高低、対策工事の影響等によって出現する種類と場所が異なっていた。図-3は、「盛土の厚さ」と「すべり面の位置」を軸に、これらの地表変動を Type 1～5 の5種類に分類した結果を示している。ここで、「すべり面の位置」とは盛土全体に対するすべり面の相対的な発達部位を表している。

表-1に、42被害地域毎の地盤条件、造成年代、地すべりのタイプ、変動域内の建物数、過去の変動履歴（事実上、1978年宮城県沖地震時の履歴）を示す。自然地盤で発生した地

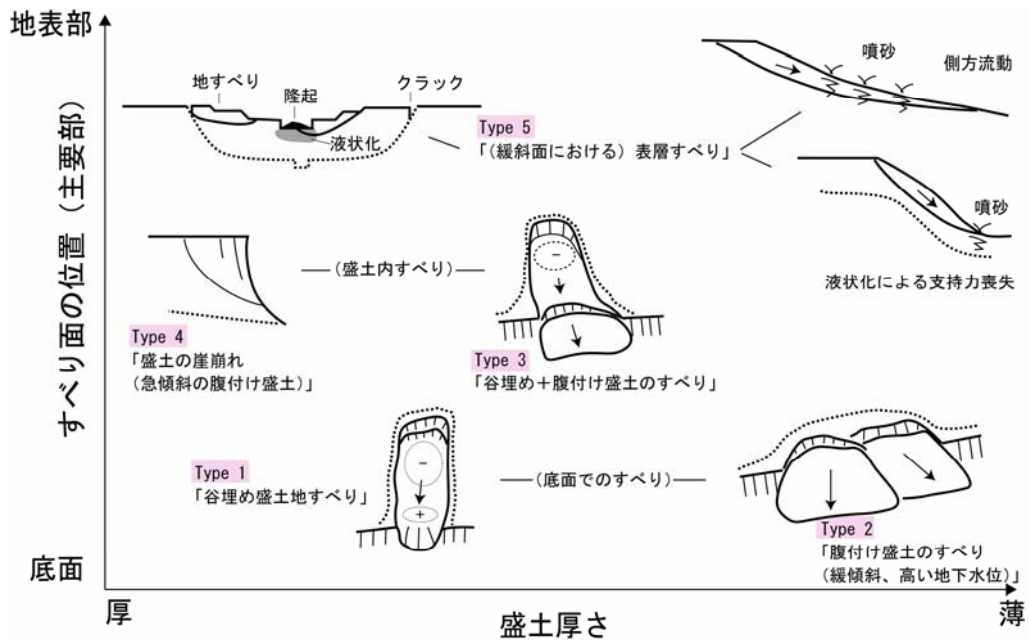


図-3 造成地盤で発生した地すべりの分類

表-1 調査した地すべりのまとめ

番号	地域	行政区画	地盤条件	造成年代	地すべりのタイプ	変動域内の建物	変動履歴
1	緑ヶ丘 2 丁目	太白区(仙台市)	谷埋め	1968 頃	Type 1	24~50	有(1978)
2	緑ヶ丘 3 丁目	太白区(仙台市)	谷埋め	1968 頃	Type 1, 5	59	有(1978)
3	緑ヶ丘 4 丁目	太白区(仙台市)	谷埋め+腹付け	1968 頃	Type 2	78	有(1978)
4	青山 1 丁目	太白区(仙台市)	谷埋め	1968 頃	Type 5	49	
5	青山 2 丁目	太白区(仙台市)	腹付け	1968 頃	Type 2	27	
6	恵和町	太白区(仙台市)	谷埋め	1968 頃	Type 5	45	
7	松が丘	太白区(仙台市)	腹付け	1968 頃	Type 3	41	
8	若葉町	太白区(仙台市)	腹付け	1968 頃	Type 2	10	
9	八木山東 2 丁目	太白区(仙台市)	谷埋め	1968 頃	Type 5	10	
10	八木山南 4 丁目	太白区(仙台市)	谷埋め	1968 頃	Type 2	3	
11	八木山松波町	太白区(仙台市)	谷埋め	1968 頃	Type 1	9~17	
12	茂庭台 5 丁目	太白区(仙台市)	谷埋め+腹付け	1982-1990	Type 3	30	
13	東北大学工学部	青葉区(仙台市)	谷埋め	1990 以降	Type 1	1	
14	折立 5 丁目 a	青葉区(仙台市)	谷埋め	1972 頃	Type 1	40	
15	折立 5 丁目 b	青葉区(仙台市)	切り土	1972 頃	地山	4	

16	西花苑 1 丁目	青葉区(仙台市)	切り土	1990 以降	地山	9	
17	高野原 1 丁目 a	青葉区(仙台市)	腹付け	1990 以降	Type 4	8	
18	高野原 1 丁目 b	青葉区(仙台市)	腹付け	1990 以降	Type 4	4	
19	高野原 2・3 丁目	青葉区(仙台市)	腹付け	1990 以降	Type 4	28	
20	南吉成 7 丁目	青葉区(仙台市)	腹付け	1990 以降	Type 3, 4	11	
21	貝ヶ森 1 丁目	青葉区(仙台市)	谷埋め	1965 頃	Type 1	18	
22	中山 1 丁目	青葉区(仙台市)	谷埋め+腹付け	1982-1990	Type 3	45~50	
23	中山 2 丁目	青葉区(仙台市)	谷埋め	1982-1990	Type 3	13	
24	中山 5 丁目	青葉区(仙台市)	谷埋め	1982-1990	Type 1	20	
25	滝道	青葉区(仙台市)	谷埋め+腹付け	1982-1990	Type 3	5	
26	桜ヶ丘 2 丁目	青葉区(仙台市)	谷埋め	1965 頃	Type 5	18	
27	桜ヶ丘 4 丁目	青葉区(仙台市)	谷埋め	1965 頃	Type 5	37	
28	双葉ヶ丘 1 丁目	青葉区(仙台市)	谷埋め	1990 以降	Type 3	21	
29	双葉ヶ丘 2 丁目	青葉区(仙台市)	谷埋め+腹付け	1972-1981	Type 3	50	
30	旭が丘 2 丁目 a	青葉区(仙台市)	谷埋め	1970 以前	Type 1	77	有(1978)
31	旭が丘 2 丁目 b	青葉区(仙台市)	谷埋め	1970 以前	Type 1	60	
32	旭が丘 3 丁目	青葉区(仙台市)	谷埋め	1970 以前	Type 1	65	
33	北中山 3 丁目	泉区(仙台市)	腹付け	1990 以降	Type 4	8	
34	南光台 3 丁目	泉区(仙台市)	谷埋め	1982-1990	Type 5	18+38	有(1978)
35	南光台 4 丁目	泉区(仙台市)	谷埋め	1982-1990	Type 5	45+34	有(1978)
36	南光台 6 丁目	泉区(仙台市)	谷埋め	1982-1990	Type 4	21	
37	岩切 2 丁目	宮城野区(仙台市)	腹付け	1982-1990	Type 4	14	
38	緑ヶ丘 1 丁目	白石市	谷埋め	1978 頃	Type 5	8	有(1978)
39	緑ヶ丘 2 丁目	白石市	腹付け	1978 頃	Type 4	15	
40	松ヶ丘 2 丁目	白石市	谷埋め	1978 頃	Type 1	4	
41	あさひ台	福島市	谷埋め	1974 頃	Type 3	30	
42	桜台(田沢)	福島市	谷埋め	1974 頃	Type 3	7	

すべりが 2 例あるので、盛土に関連した地すべりは 40 例となる。このうち、少なくとも 7 箇所では、1978 年宮城県沖地震の際にも変動した事が知られている。また、1990 年以降の比較的新しい造成地においても地すべりが発生している。これは、これまでの既往の地震災害では殆ど見られなかった現象であり、今回の震災の特徴の一つと言える。また、これらの新しい造成地での地すべりでは、Type 4 の比率が高く、1970 年代以前の古い造成地で

は、Type 1、2、3 が相対的に多く発生した。この事は、老朽化した盛土斜面では、Type 1、2 の様な底面すべりの発生条件が存在する事を示唆している。

#### 4. 典型的な地すべり

##### 4.1 谷埋め盛土地すべり (Type 1) - 折立5丁目、緑ヶ丘2丁目 -

青葉区折立5丁目では、顕著な地すべり災害が発生した。折立団地は、1972 年頃に造成された比較的古い住宅地である。1978年宮城県沖地震の際に被害を受けた鶴ヶ谷団地とほぼ同時期の開発であるが、当時の被害は知られていない。図 - 4に平面図を示す。地すべりは旧谷地形に沿って形成されており、変状の分布から推定される層厚は10m未満である。旧地形図から推定される盛土の厚さも10m程度であり、地すべりはほぼ盛土底面で滑っていると推定される。圧縮域の変状 (写真-1) が顕著であり、この部分で多くの住宅が破壊された。明瞭な頭部滑落崖は見られないが、右翼部には引張亀裂 (写真-2) が連続する。一方、左翼には右横ずれのせん断変位を持つ引張亀裂が発達する。

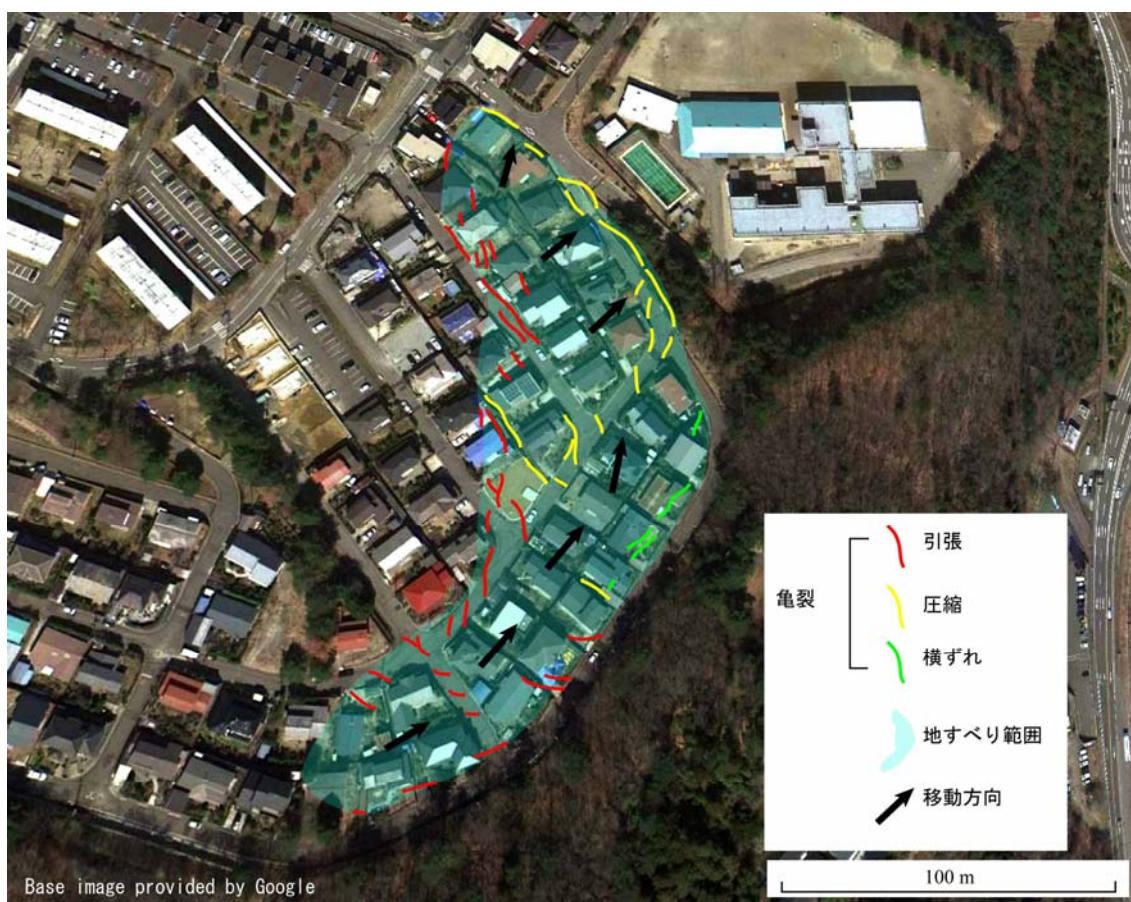


図-4 折立5丁目地すべりの平面図



写真-1 末端部の圧縮変形



写真-2 頭部～側部の引張亀裂

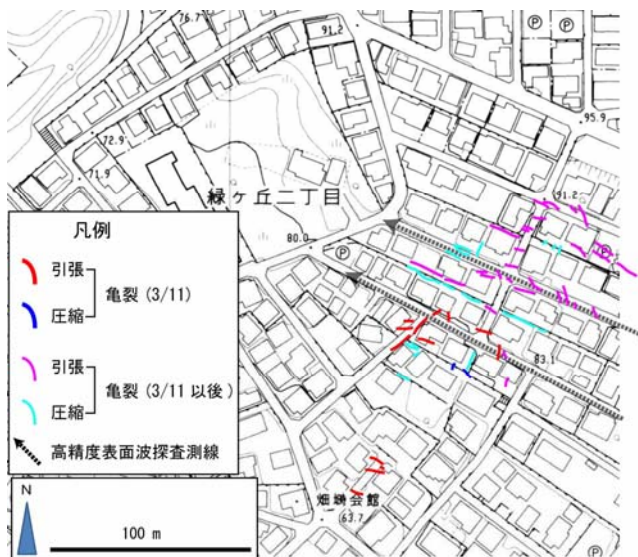


図-5 緑ヶ丘2丁目地すべりの平面図

太白区緑ヶ丘2丁目においても典型的な谷埋め盛土地すべりが発生した。3月末の時点では明瞭な移動体は形成されていなかったが、その後地すべりの範囲が上部斜面に拡大して移動体を識別できるようになった(図-5)。この事は、地震後も地すべりの活動が継続されていたことの具体的事例である。図-6に移動体を横断する測線で実施した高精度表面波結果を示す。盛土と地山の剛性(S波速度)が異なっているため、谷埋め盛土の横断形状が明瞭

に認められる。当初から変状が認められた下部の谷埋め盛土は、上部斜面の盛土に比べてやや強度が大きい。しかし、盛土の厚さは、上部斜面が約8mであるのに対し、下部斜面では約5mと相対的に薄い。谷埋め盛土では、厚さが薄いほど側部拘束が減少するため、より不安定になる傾向が知られている。今回も同様なメカニズムで、盛土厚の薄い下部斜面から上部斜面に変動が拡大したものと考えられる。

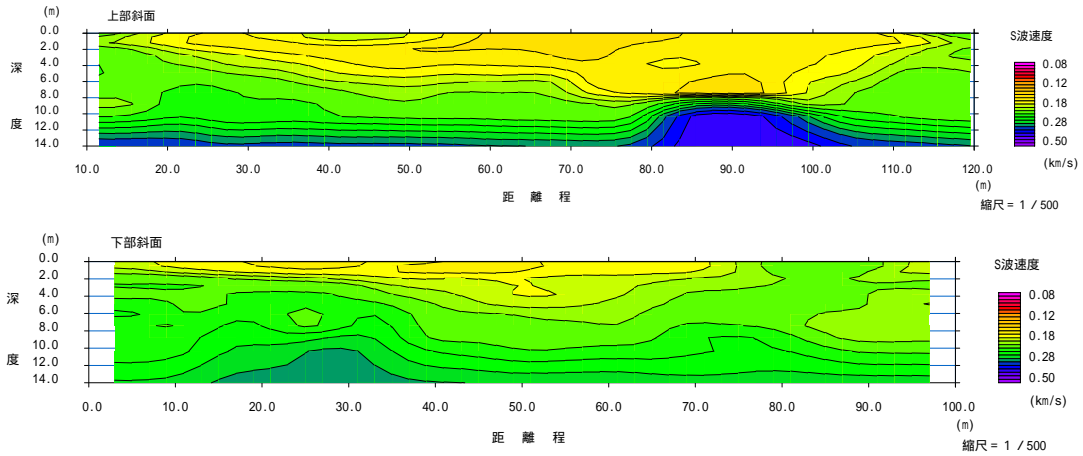


図-6 緑ヶ丘2丁目地すべり（谷埋め盛土）のS波速度横断面

#### 4.2 腹付け盛土の地すべり（Type 2） - 緑ヶ丘4丁目 -

仙台市太白区緑ヶ丘4丁目では、腹付け型の盛土造成地が変動した。図-7に地表変状の分布を示す。等高線に沿って、明瞭な頭部引張り亀裂が認められる。地すべりは、基盤の地層傾斜とは関係なく、基盤表面の最大傾斜方向に変動している。本震から60日以

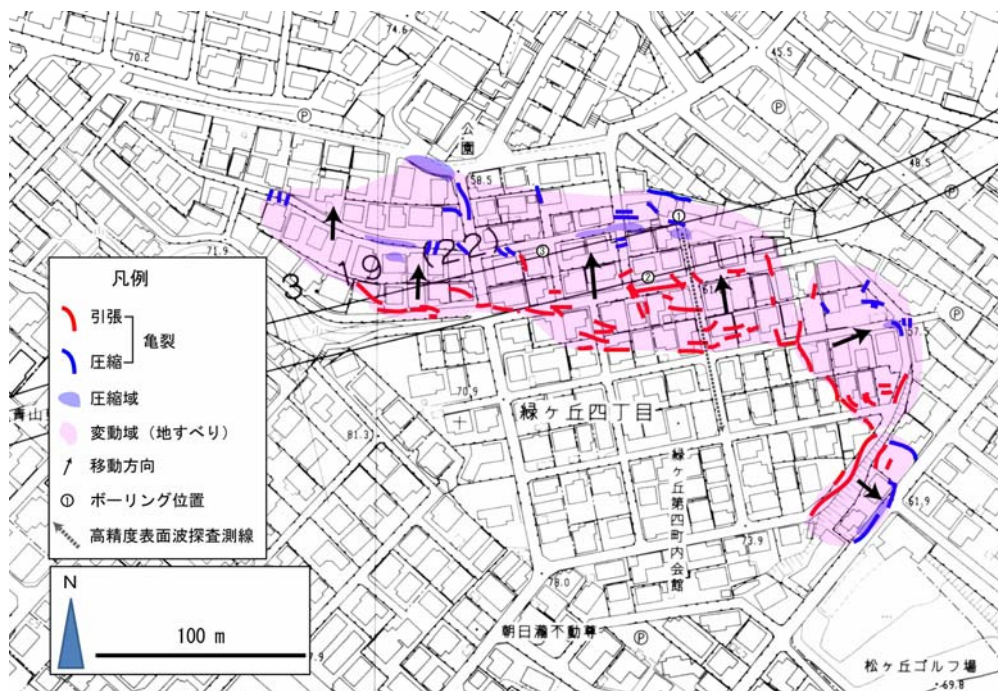


図-7 緑ヶ丘4丁目地すべり（腹付け盛土）の平面図

上経過した時点で当初の状況と比較してみると、亀裂の拡大が見られることから、余震・降雨の影響で、土塊の変動が継続していると考えられる（写真-3）。また、斜面の末端では、擁壁の倒壊、圧縮亀裂を伴う変形が多数みられる（写真-4）。

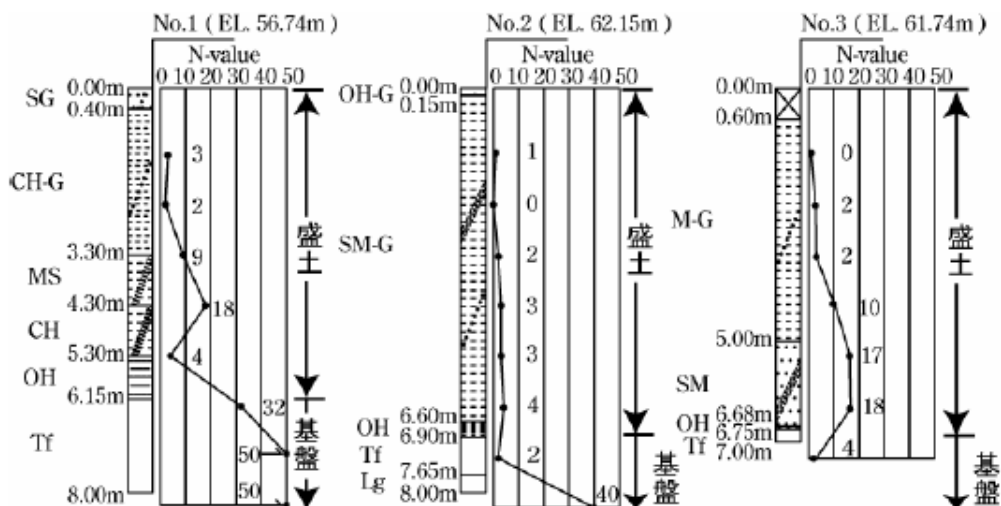


図-8 緑ヶ丘4丁目地すべりで実施したボーリング柱状図

4丁目においては、地震発生後にボーリング調査を3箇所で行った。柱状図を図-8に示す。盛土部分のN値は0~4であり、極めて軟質である。盛土内部でN値9~18となる箇所があるが、これらは盛土材料に含まれる礫（軽石、凝灰岩）に当たった結果である。また、基盤（凝灰岩~砂岩）においては、部分的に強風化が進んでいる箇所があるものの、N値40~50以上となる。盛土部分の土質は、礫混じり・砂~シルト質砂~シルト~粘土および、礫質・砂質シルトが主体で難透水性である。また、基盤との境界には、旧表土と想定される有機質粘土層（最大層厚85cm）を挟在する。地下水位は、各孔ともに地表面付近（GL-0.45~1.10m）に形成されており、盛土部分の大半が飽和状態にあると考えられる。盛土部分と基盤の強度比が大きいことから、両者の境界をすべり面として、盛土土塊が変動したと推定される。



写真-3 頭部の亀裂.左 3/27 右 5/10



写真-4 末端の隆起と傾動



#### 4.3 谷埋め+腹付け盛土のすべり (Type 3) - 福島市あさひ台 -

福島市あさひ台では、谷埋め盛土の末端部が崩壊し、住宅地に隣接する国道4号線を一時閉塞した(図-9)。崩壊部分(写真-6)は、幅約60m、長さ約80mで、盛土の厚さは5m以上と考えられる。地下水位は崩壊後の凹みの水の位置から地表面下4m程度にあると推定される。崩壊の滑落崖から上部に約100m、幅約80m範囲では、引張クラックや段差が発達しており、谷埋め盛土全体が変動している事を示している。ただし、変位の違いは顕著であり、末端部の崩壊部分の盛土厚さは上部斜面に比べて厚くなっていると考えられる。南側の小規模な谷埋め盛土が存在し、同様な地すべりが発生している。

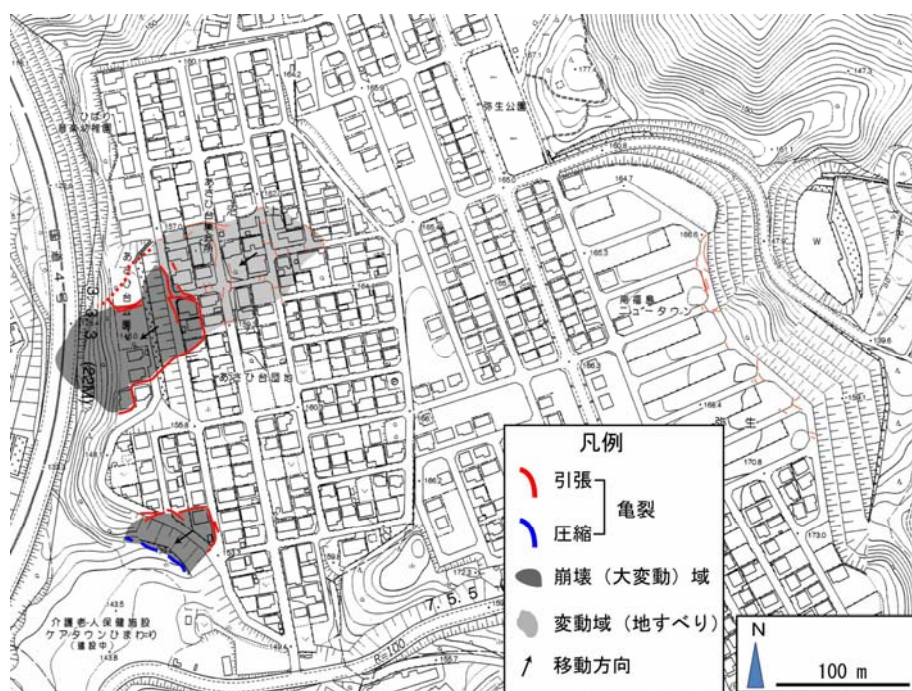


図-9 あさひ台地すべりの平面図



写真-5 あさひ台地すべり崩壊域の頭部

あさひ台は、福島市が南部へ拡大する過程で1974年までには造成が完了した団地である。より大規模な蓬莱団地の開発はあさひ台よりもやや早く、1969年から開始されている。しかし、福島市周辺で大規模な地すべりが発生したのは、あさひ台のこの地域のみであり、その特異性が際立っている。

#### 4.4 盛土の崖崩れ (Type 4) - 高野原 1,2,3 丁目 -

青葉区高野原団地は、広瀬川の高位段丘面を開発した造成地である。段丘面であるため、もともと平坦な地形が広がっていたが、より住宅地を増やすため、周縁部に盛土斜面を造成した。地表変状は、こうした盛土に沿って台地周縁部に帯状に連続している。盛土が谷埋めとなる部分では、変状は谷の地形に沿って台地内部に広がっている(図-10)。2004年新潟県中越地震の際の高町団地の被害状況と類似したパターンであるが、地下水位がより低いいため、大規模な崩壊には至っていない。



図-10 高野原北側斜面における地表変動

#### 4.5 表層すべり (Type 5) - 南光台、恵和町 -

泉区南光台では、南光台2丁目から6丁目、南光台南1丁目の広い範囲に地表変状が分布する(図-11)。変状の多くは、切り盛り境界上の引張クラックであるが、東に隣接する旭ヶ丘地区と同様に支谷を埋積した部分で末端部(圧縮域)が形成され、緩傾斜の地すべりブロックに発展している。こうした地すべりは、南光台地域で少なくとも5箇所確認できる。特に、南光台南1丁目では、幅約70m、長さ約150mの地すべりブロックが発達し、末端部の顕著な隆起(写真-7)によって多数の住宅に被害を与えている。また、南光台3丁目の地下鉄・旭が丘駅から鶴ヶ谷に至る幹線道路上でも地すべりブロックが形成され、交通に若干の支障を発生させている(写真-8)。主谷中心部の排水路では、

両岸からの圧縮と液状化した地盤の上昇圧によって水路底面が隆起した。また、南光台6丁目に位置する主谷の出口では盛土斜面が崩壊し、5棟の住宅に被害が発生した。

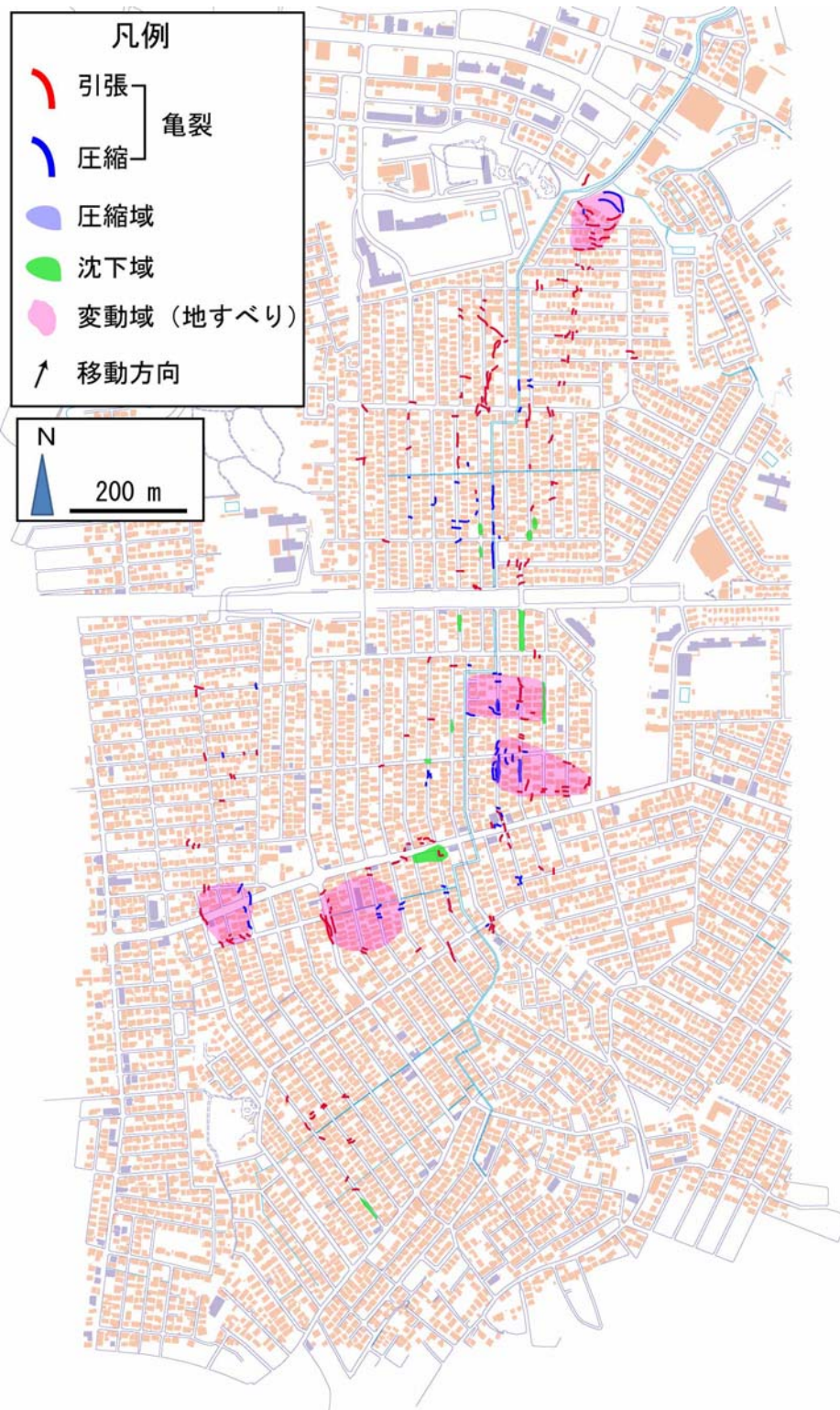


図-11 南光台における地表変動



写真-7 顕著な隆起域(道路面は復旧の際の掘削によって下げられた)



写真-8 浅いすべりの末端(コーンが置かれている場所).奥から手前に向かって滑っている

こうした高い地下水位に関連した表層すべりは、より急傾斜の斜面でも発生した。その典型的な事例を太白区恵和町に見ることができる(図-12)。恵和町は、深い大きな谷を埋めた谷埋め盛土の上に位置している。谷埋め盛土の下部は地表傾斜が急で、擁壁と階段によって雛壇状に造成された盛土斜面が広がっている。この階段状斜面の最上部、地表傾斜の変換点付近(盛土内部の遷急線)には顕著な引張亀裂、すなわち頭部が形成

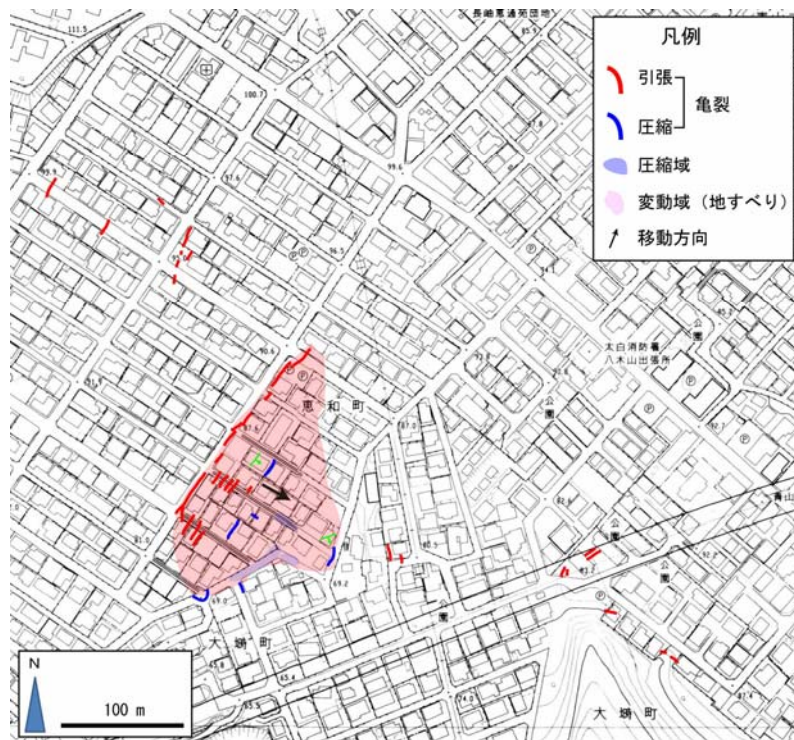


図-12 太白区恵和町における地表変動

され、階段状斜面の下端付近（遷緩線）には圧縮域が形成されている。圧縮域の一部では噴砂痕が認められ、末端部の盛土で液状化が発生したと推定される。したがって、この斜面下端が載っている部分が液状化し、斜面の支持力が喪失したことが、地すべり変動に繋がったと考えられる。同様なメカニズムによる盛土内の浅い斜面変形は、南光台の緩傾斜面でも認められた。盛土急斜面の浅いすべりという点では、Type 4 と共通点が認められるが、高い地下水位や液状化に関連した現象である点で、Type 4 とは異なっている。

#### 4.7 自然斜面の地すべり - 西花苑1丁目 -

仙台市郊外の丘陵を構成する新第三系では、しばしば顕著な地すべりが発生している。青葉区西花苑1丁目において発生した地すべりは、頭部で住宅4棟が巻き込まれ、末端部が斜面下部の住宅地に達した（写真-11）。地すべり発生域の大部分は、自然状態で残された急斜面であり、頭部が住宅地の切り土による平坦化部分にかかっている。自然状態の急斜面には地すべり地形（末端の形）が残されており、今回の斜面変形は自然斜面における地すべりの再活動であると考えられる。すなわち、この地すべりの本来の頭部は造成時に切り飛ばされていたが、強烈な地震力によって残された下半部が活動したと考えられる。同様な自然斜面の地すべりは、近くの折立5丁目でも発生した。



写真-9 西花苑地すべりの頭部滑落崖。  
基岩は細粒砂岩



写真-10 下流側の住宅地に迫る土塊

## 5. 予測手法の検証

図-13 は、仙台市南部・八木山緑ヶ丘地区における盛土（新旧2時期の地盤高の差分）と地すべりの分布を示している。この地区は、1978年宮城県沖地震の際に多くの被害が報告されたため、震災以前から地形改変のデータが良く整備されており、盛土の地すべりに関

する様々な予測手法のテストフィールドであった。したがって、今回の震災では、これらの手法の有効性を評価する上で有意義なデータが多く得られたという側面がある。主な予測手法には、国土交通省（2008）に示されている点数法と側方抵抗モデル、および釜井・守隨（2002）に提案されている数量化2類を用いた予測法が知られている。いずれの方法も、盛土形状のみから危険度を推定する手法である。

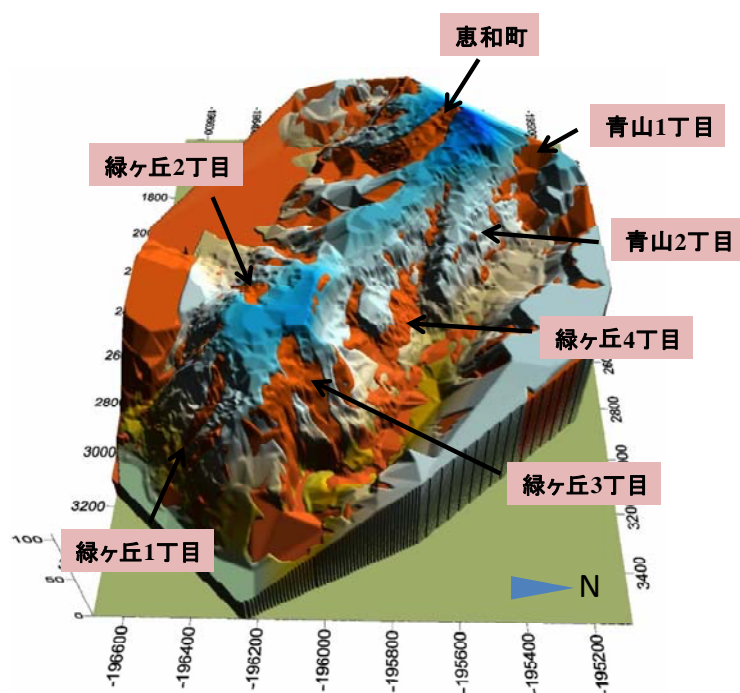


図-13 緑ヶ丘周辺における差分図とDEMの重ね合わせ  
(作成：太田英将)

太田・釜井（2011）による検討によると、点数法は他の手法に比べると的中率が低い。一方、他の方法は判定の閾値を調整すれば、的中率を上げることが可能である。すなわち、安定度の相対的な順序は評価出来ている。側方抵抗モデルと数量化2類法は、基本的にローラースライダーモデル（釜井ほか，2004）を効果的に組み込んだ手法である。ローラースライダーモデルは、底面すべりの発生（底面強度の著しい低下）を前

提としているため、Type 4 や Type 5 の様な盛土内すべりに関しては的確に評価することが難しい。しかし、八木山緑ヶ丘地区は、開発の歴史が古いため、底面すべりの割合が高く、上記の様な評価結果が得られたと考えられる。したがって、造成の様式が異なり、盛土内すべりの比率が増加する、南光台や鶴ヶ谷地区では、これとは全く異なった予測結果が得られる可能性がある。

## 6. 対策工事の検証 - 1978年宮城県沖地震との関係 -

太白区緑ヶ丘を白石市緑が丘における今回の被害地域は、1978年当時の変動域（東北大学，1979）とほぼ重なっている。1978年には、太白区緑ヶ丘1、2、3、4丁目、白石市緑が丘1丁目で顕著な地すべりが発生した。そのため、1978年の災害後、太白区緑ヶ丘1丁目、3丁目に鋼管杭+集水井戸、白石市緑が丘1丁目に集水井戸が施工された。宅地造成地盤の地すべりについて、このような高品質の対策工事を集中して実施した事例は少ない。した

がって、今回の事例は、宅地造成地盤の地すべりに対し、一般的な対策工事の有効性を検討する初めての貴重な機会でもある。

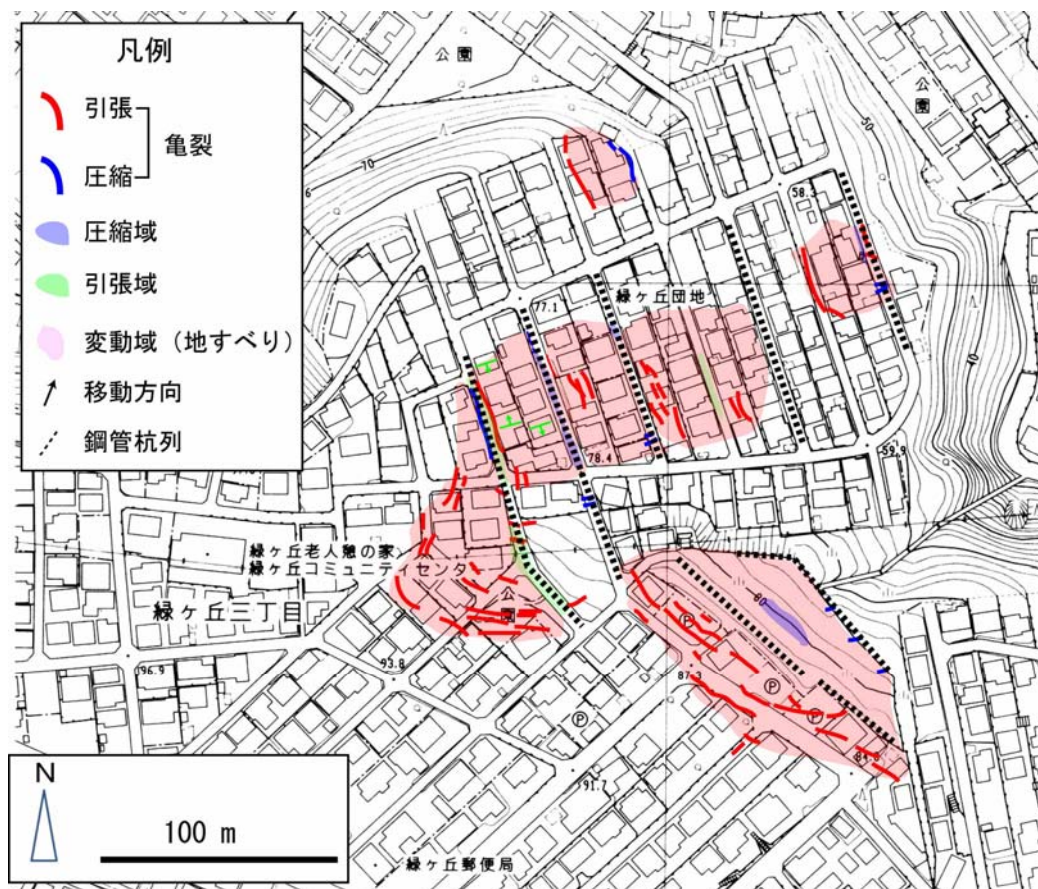


図-14 太白区緑ヶ丘3丁目における地表変動

1978年の被災地のうち、今回顕著な地すべりは、仙台市太白区緑ヶ丘2丁目、3丁目、4丁目と白石市緑ヶ丘1丁目で発生した(図-14)。すなわち、仙台市太白区緑ヶ丘1丁目の盛土では全く変状が認められず、2,3,4丁目の状況とは大きく異なっている。緑ヶ丘3丁目では、5列の鋼管杭と3基の集水井が施工されていたが、図-15の様に小規模な浅い地すべりが杭列の間で発生し、相当数の住宅に被害が発生した。ただし、1978年当時の様な全面的な崩壊(底面すべり)は、今回は防止された。また、白石市緑ヶ丘1丁目においても仙台市緑ヶ丘3丁目の状況と同様に、対策工事は効果を発揮したと考えられる。すなわち、1978年には完全な崩壊(底面すべり)に至ったのに比べ、今回の変動は限定的であった。特に、集水井からの集水ボーリングが及んでいると思われる範囲では、変形が少なく、地すべりはその領域の前面でブレーキが懸かった様に停止している(図-16)。一方、対策工事を実施していなかった仙台市緑ヶ丘2丁目と4丁目では、ほぼ1978年当時と同様の現象が再現され、地すべりによって住宅に深刻な被害が発生した。

このように一定の効果は認められるものの、緑ヶ丘 3 丁目の事例は、一般的な地すべり対策工事の限界を示唆している。すなわち、地すべり対策としては十分でも、宅地の安定化という点では問題を残したと言える。地震から住宅を守るには、住宅周辺の盛土の剛性を面的に高めておく工夫が必要であると考えられる。さらに、白石市緑ヶ丘 1 丁目の事例は、対策工事の効果が集水井の集水域にほぼ止まった事を示しており、限られた数の集水井では、地すべり斜面全体の地下水排除が難しい事を意味している。

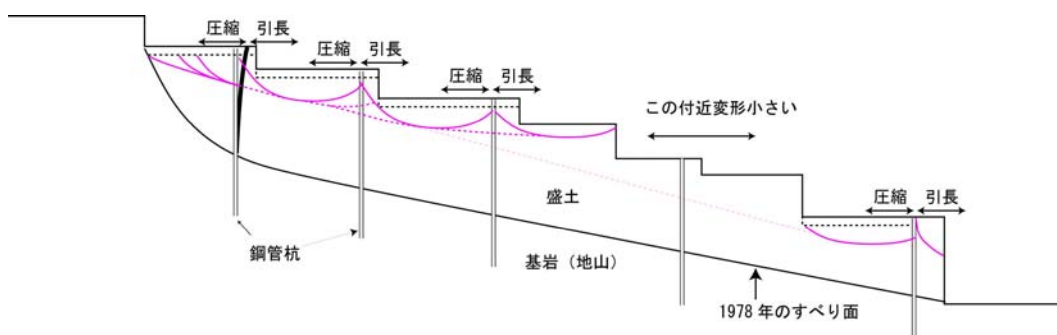


図-15 太白区緑が丘 3 丁目地すべりににおける対策工と地すべりの関係 (イメージ)

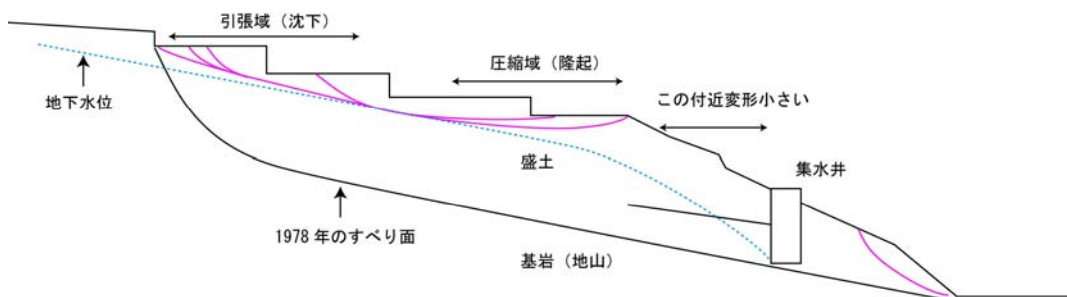


図-16 白石市緑が丘 1 丁目地すべりににおける対策工と地すべりの関係 (イメージ)

一方、仙台市緑ヶ丘 1 丁目において、対策工事が所定の効果を発揮し、地すべりの発生を抑止出来た点は、より効果的な対策工事の開発に重要な示唆を与える。高精度表面波探査の結果を見ると、緑ヶ丘 1 丁目の盛土では比較的地表部まで剛性の高い領域が分布し、これによって盛土が分断されている。これに対し、2 丁目や 3 丁目の盛土では柔らかい部分が比較的一様に分布している。すなわち、緑ヶ丘 1 丁目の谷埋め盛土は、1978 年以後、側部抵抗が効果的発揮できる形状と全体として高い剛性を有する盛土になっていた。比較的幅の狭い谷の形状であったことが有利に働いた可能性もある。すなわち、結果的に高品質な盛土構造を実現できた事が被害の軽減に繋がったと考えられる。



## 7. 等高線都市

津波被害を受けた海岸線付近の復興のため、住宅地の高所移転が検討されている。都市全体の高所移転に際しては、大規模な土地造成を伴う可能性が高いが、通常の造成手法で実施した場合、相当数の谷埋め、腹付け盛土が出現すると予想される。しかし、数十年のスパンで見た場合、こうした盛土の安定性に問題が生じる可能性の高いことは、1978年宮城県沖地震、1995年兵庫県南部地震、2004年新潟県中越地震等による既往の事例や今回の災害事例によって明かである。したがって、歴史の批判に耐えうる復興を実現するためには、出来る限り盛土部分を少なくした都市計画を策定する必要がある。

そこで、地形改変を最小化した、等高線に沿った街区作りを提唱したい(図-17)。ここではそうした街区を仮に「等高線都市」と呼ぶことにする。等高線都市では、住居部分のコンクリート基礎は地山掘削によって着岩させることを原則とする。三陸地域は、表土層厚が薄いので、多少の努力で十分可能である。こうした堅固な基礎を持った住宅群を等高線に沿って階段状に配置し、それらを棧道、橋を多用した高規格道路によって連結する。これらの自動車道路とは別に、落水線方向に排水路を兼ねた歩道を網状に整備する。高齢者の利用を考えてこれらの歩道の一部にはエスカレーターを設置する。

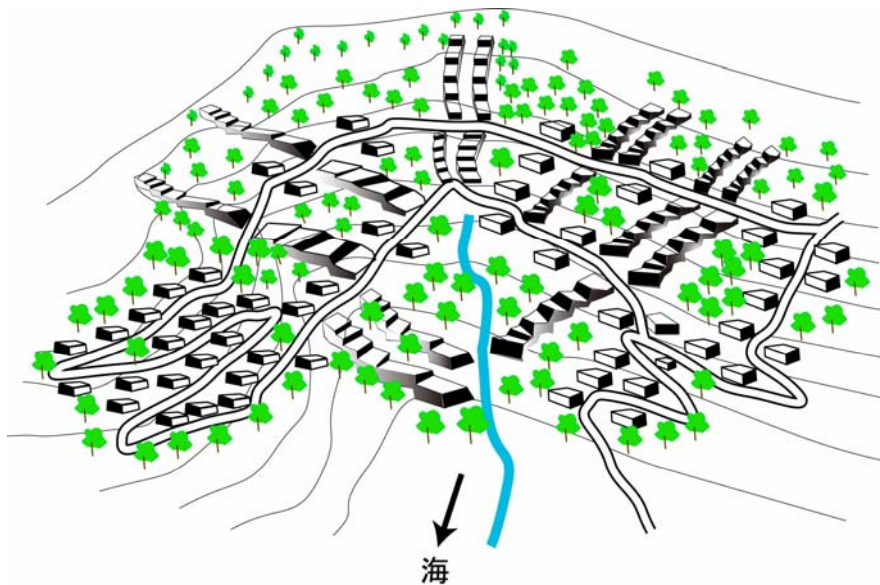


図-17 等高線都市のイメージ

こうした等高線都市のもう一つの利点は、比較的良好な環境が実現可能な点である。住宅と道路以外の斜面は、基本的にそのまま残されるので、かなりの面積比率で緑地を確保

することができる。緑地には三陸地域の潜在自然植生における主木（タブノキ、シラカシ等）を植樹し、多様な樹種による豊かな森林を再生する。また、等高線都市では海の眺望が確保できる。多くが海民である被災地の住民にとって、海風を感じながら生活することは、復興への意欲を持続する上で意義のあることであろう。

## 8. おわりに

東北地方太平洋沖地震によって発生した造成地盤の地すべりについて、2011年6月末時点での情報を整理した。現地での証言と調査時の観察によれば、3月11日以降も、余震によって地すべり変動が一部で断続的に続いている。こうした地すべりは、今後の降雨状況によっては活動が更に活発化する事が予想される。したがって、われわれは現地において、地震動、地表変位、地中変位、間隙水圧に関する高時間分解能での動的観測（100 Hz サンプリング）を実施中である。今後は、これらの観測体制の維持と拡充を通じて、早期警戒態勢の確立を図る事を目指している。

## 追記

このたびの東日本大震災でお亡くなりになった方々に、心からの哀悼の意を捧げるとともに、被災者の皆様に心よりお見舞い申し上げます。

現地調査は、主に釜井俊孝、太田英将、坂靖範、村尾英彦が実施した。本研究に当たっては、「東日本大地震に関する緊急調査経費」（防災研究所）、及び科研費・基盤 B「ダイナミック地すべり現象学の新展開」（23310125）の一部を使用した。

## 参考文献

- 釜井俊孝・守随治雄：斜面防災都市，理工図書，200 p.，2002.
- 釜井俊孝・守随治雄・笠原亮一・小林慶之：地震時における大規模宅地盛土斜面の不安定化予測，地すべり学会誌，Vol.40，No.5(157)，pp.29-39，2004.
- 国土交通省：大規模盛土造成地の変動予測調査ガイドラインの解説，2008.
- 太田英将・釜井俊孝：2011年東北地方太平洋地震に伴う造成地盛土の地すべり，平成23年度応用地質学会関西支部研究発表会，2011.
- 東北大学理学部地質古生物学教室：1978年宮城県沖地震に伴う地盤現象と被害について，東北大地質古生物研邦報，80，pp.1-97，1979.