

東北地方太平洋沖地震における仙台市丘陵宅地の斜面変状特性

弘前大学農学生命科学部 土谷樹生、對馬美紗、桧垣大助

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では、仙台市をはじめ岩手県から福島県にかけての丘陵造成宅地で多数の斜面変状が発生した。そこで、その運動特性や今後の危険性を把握することを目的として、宮城県仙台市の丘陵造成地で被害の大きかった太白区緑ヶ丘4丁目、青山2丁目そして泉区南光台4丁目を調査した。これらの宅地は1978年の宮城県沖地震でも斜面災害が起こっていたという報告がある(東北大理学部地質学古生物学教室, 1979¹⁾)。これら2回の大地震で被害を被った宅地で2011年4月から11月にかけて、斜面変状の分布を把握した。そして、斜面変動の実態をとらえ、路面・擁壁などの亀裂に注目し、それらの経時的变化を観測した。



図1. 調査対象地区の位置

2. 調査方法

斜面の分布を現地調べ、斜面の運動タイプやその範囲を推定した。その後、変状の中でも亀裂幅の経時的变化を調べ、その期間の余震回数及び日降水量推移と比較し、今後の変動危険性を推定した。

3. 結果

青山2丁目では、幅約20m、長さ40m、傾斜10°の斜面の一部が、斜面下方に約3m滑る変動が起こった。この変状部の背後にある駐車場及び宅地に、4月2日に亀裂をいくつか確認した。これらの亀裂幅を測定したところ、仙台市で確認された震度6弱の最大余震が起こった4月11日以降も幅が広がったのに対し、それらの間にある仙台市・(株)復建技術コンサルタントが設置したボーリング孔内ひずみ計には変化が見られなかった(仙台市・(株)復建技術コンサルタント, 2011²⁾)。また、変状部の北西側斜面にある道路の側溝の押しつぶれを計測したところ、道路南東側には連続的な押しつぶれが見られたものの、北西側には大きな変状が見られなかった。また、地すべり背後の宅地やその周辺の腹付け盛土頭部の宅地には開口亀裂や段差が断続的に分布していた。

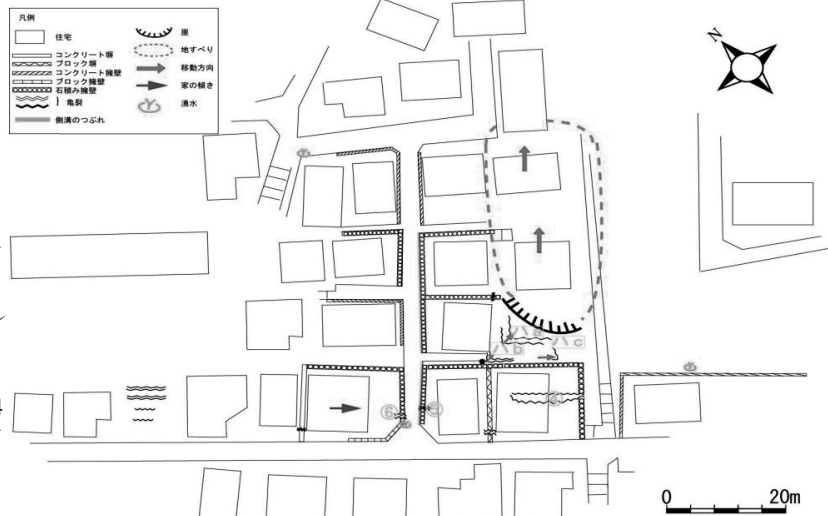


図2. 青山2丁目における斜面変状の分布

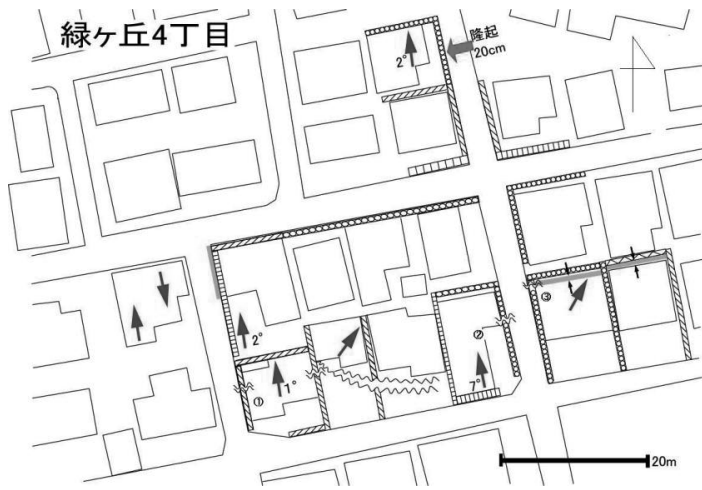


図3. 緑ヶ丘4丁目における斜面変状の分布

緑ヶ丘4丁目では、擁壁・宅地地盤に亀裂や隆起が見られなかった。しかし、それらの変状からみた斜面変動の方向は一定ではなく、また変状頭部に見られる亀裂や段差と変状の見られる範囲の末端の隆起の間にも、路面や宅地地盤の隆起が見られた。

両地区の共通事項として、変状範囲の頭部に大きな開口亀裂が見られたことが挙げられる。さらに、両地区ともに常に湧水点が見られ、これらの地区では地下水位が高かったと推定される。

4. 斜面変状の特徴

以上の結果を踏まえると、これらの宅地での斜面変動には、次のような特性があると考えられる。

青山2丁目では、斜面末端の地すべりが北東に向かって動いたのに対し、その西側での亀裂の開口・ズレから見た変動方向は東北東であった。これは、道路南東側側溝の押しつぶれが大きかったことにも対応している。また、地すべり地背後の宅地で4月20日以降も亀裂の開きが進行したのに対して、その下方のひずみ計で変動が見られなかった。これらの結果から、斜面全体がまとまって動いたのではなく、斜面内でいくつかのブロックに分かれ、それらが別々に動いたと考えられる。これには、揺れが3分以上の長時間にわたったことが関係している可能性がある。

緑ヶ丘4丁目でも、亀裂・隆起などが各所で確認できる。しかし、その移動方向や範囲からみて、それらが一体となって移動したのではなく、ブロック毎に変動したと見られる。

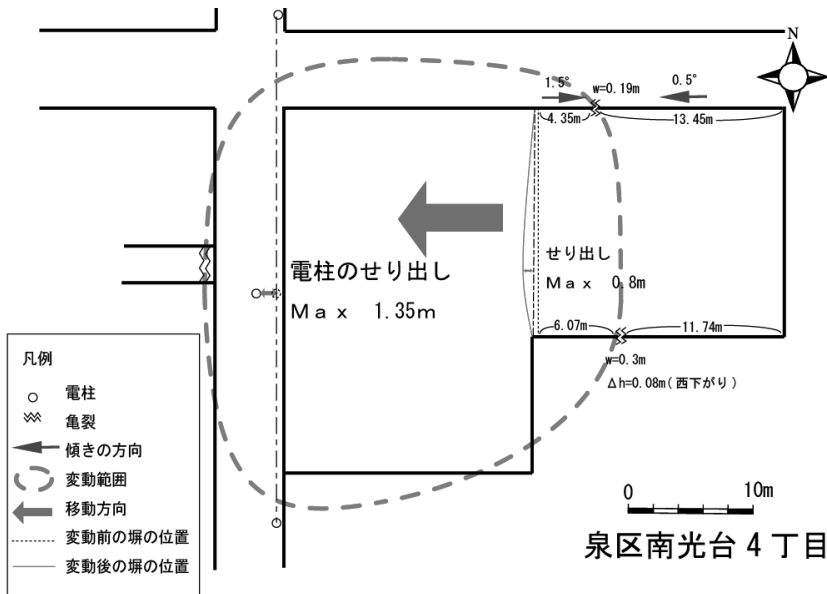


図4 南光台4丁目における変状

南光台4丁目においては、見通し傾斜約7°、幅約40m、長さ35mの範囲が約1.4m水平移動した。しかし、移動範囲の両サイドにズレ亀裂が見られなかったことから、ここでは通常の地すべりのようなせん断変位ではなく、盛土の沈下や塑性変化も起こっていたと考えられる。

また、以上の各宅地では住宅取り壊しが進んでいるが、取り壊し後の宅地地盤の多くで沈下が見られる(図-4)。

以上のことから、こ

これらの地区では斜面変動として、地すべりだけでなく、盛土部の沈下や塑性変化も起こっていたと考えられる。

変状の経時的变化を見てみると、亀裂幅は余震が続く4月以降も変化し、8月下旬頃には変化が無くなっている。また、9月23日から24日に、連続雨量約300mmの降雨が観測された。この降雨時にも、これらの亀裂幅に変化は見られなかった。各宅地地盤で見られる亀裂の上には遮水シートがかけられているケースが多かったものの、この豪雨で変動がなかった。

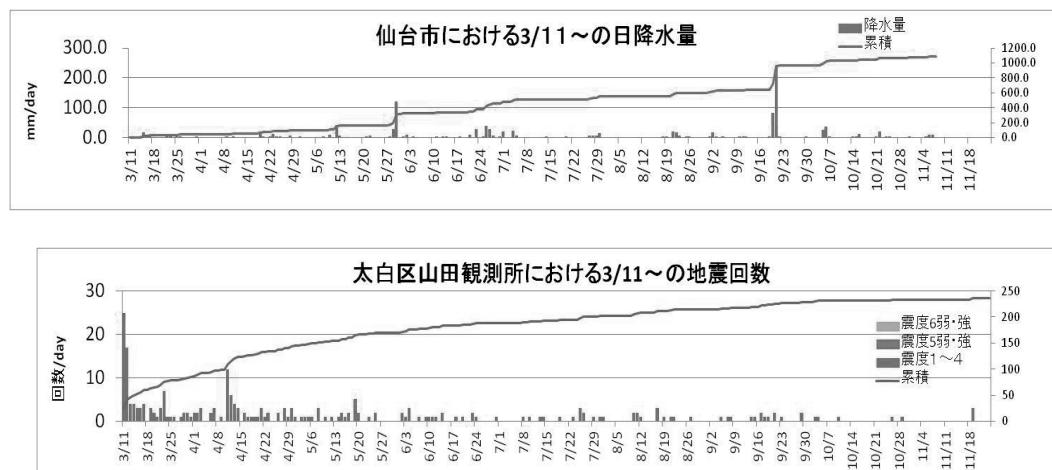


図5. 仙台市における日降水量と地震動数

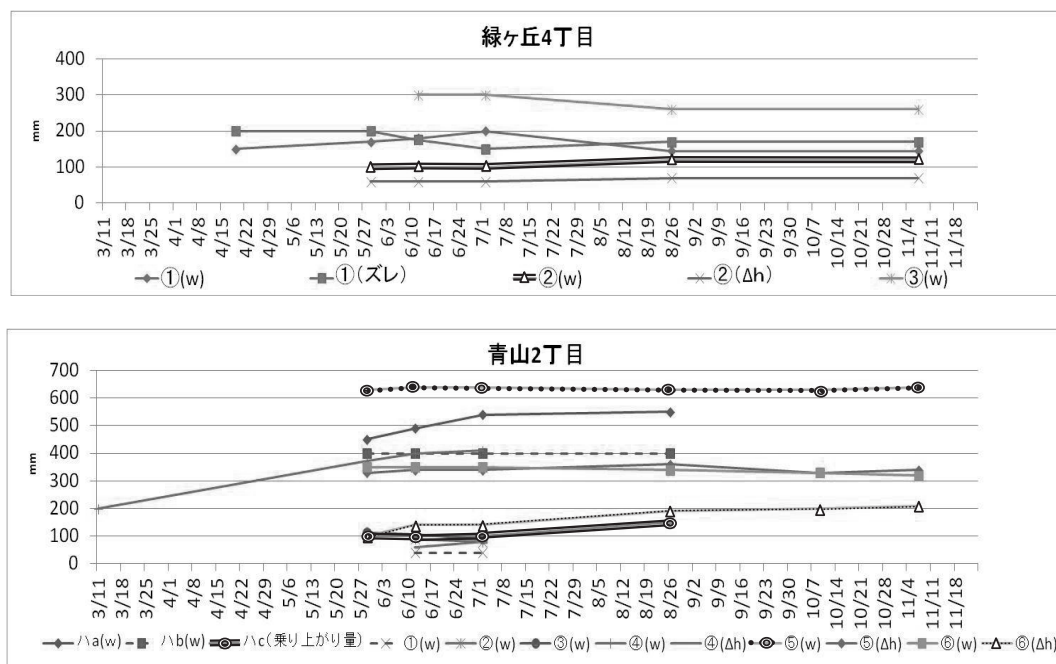


図6. 緑ヶ丘4丁目、青山2丁目の亀裂幅の経時的变化

5.結論

以上の斜面変状の特徴から、結論として次のようなことが言える。

- ①斜面の変状は、盛土部で、地すべりだけではなく地震の揺れによる沈下や土層の塑性変形による斜面下方への移動としても起こっていた。その素因の1つとして、湧水点の存在から地下水位が高かったことも関係している。
- ②変状範囲は横断方向だけでなく、斜面傾斜方向にも複数のブロックに区分できることから、比較的浅い範囲で変動を起こし、それらの移動方向は必ずしも一致しない場合もある。
- ③ 主な斜面変動は本震によって起こり、余震においても変化はしたが、8月以降には安定化した。また、9月の連続雨量300mmに及ぶ豪雨時にも変状を受けた土地は変動しておらず、降雨によって不安定化する可能性は高くないと考えられる。

参考文献

- 1) 東北大理学部地質学古生物学教室:1978年宮城県沖地震に伴う地盤現象と災害について,東北大理学部地質学古生物学研報,80,1-97,1979.
- 2) 仙台市・(株)復建技術コンサルタント:緑ヶ丘地区外災害復旧業務委託報告書,2012.