農研機構
NARO 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

新潟県釜塚地すべりにおける中越地震前後のGPS移動観測事例

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 独立行政法人農業工学研究所 公開日: 2024-08-02 キーワード: 作成者: 中里, 裕臣, 奥山, 武彦, 荒川, 隆嗣 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/0002001116

(c) 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
National Agriculture and Food Research Organization, Japan

〔農工研技報 205
103～107，2006〕

新潟県釜塚地すべりにおける中越地震前後のGPS移動観測事例

中里裕臣*・奥山武彦**・荒川隆嗣***

目　次

Ⅰ　緒　言 …… 103
Ⅱ　調査地及びGPS観測の概要 …… 103
Ⅲ　GPS観測結果 …… 105
Ⅳ　結　言 …… 106
参考文献 …… 106
Summary …… 107

Ⅰ　緒　言

北陸地方では新第三系の泥質岩分布域を中心に推定移動土塊量が10^8m^3を超えるような，面積10^6m^2以上の大規模地すべり地形が多数認められ(高浜，1990：Fig.1)，その内のいくつかはブロック全体の活動が知られている。新潟県中頸城郡板倉町（現上越市）に位置する釜塚・段子差地すべり（以下釜塚地すべりとする）もその一つであり，昭和63年度～平成17年度の工期で直轄地すべり対策事業が実施され，排水トンネルを中心とする大規模地すべり対策工が施工されてきた。平成８年度からは大規模地すべりブロック内外に設置された観測点についてGPSによる年２回の一斉移動量観測が開始され(有澤ら，1998)，場所による移動傾向から活動的ブロックの範囲や対策工の施工効果が検討されてきた。平成15年10月からは国営事業完了後の地すべり管理システムの一環としてGPS連続観測システムを試験的に導入し，その適用性の検討を開始した。そこへ，平成16年10月23日に平成16年(2004年)新潟県中越地震（以下，中越地震という）が発生し，本震震央から約60km離れた釜塚地すべり近傍の板倉町針において最大震度５弱が観測された。本研究では，この地震後にGPS連続観測システムに記録された変位について報告し，地すべりの移動量判定にかかる留意点について検討する。

Ⅱ　調査地及びGPS観測の概要

釜塚地すべりは東頸城丘陵の西端部に位置し，椎谷・寺泊層の転倒した背斜軸部に貫入したヒン岩ドームからなる丈ケ山の西側に分布し，幅1km，長さ1.5km，地すべり土塊の最大層厚140m以上の規模を持つ（楠本ら，1998)。GPSによる一斉観測により年間2～4cmの水平移動量を示していた（有澤ら，1998)。

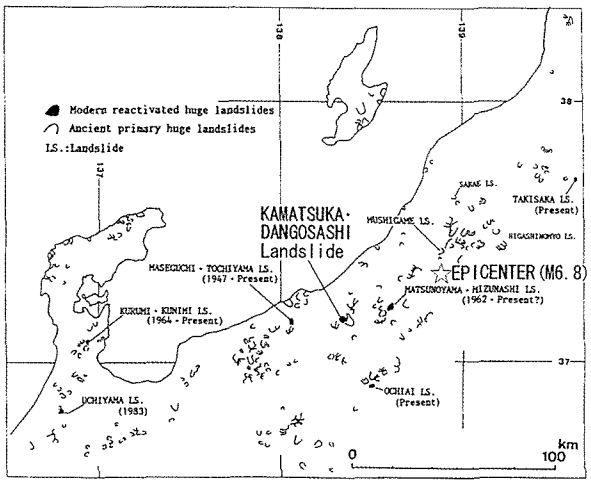

Fig.1　北陸地方の大規模地すべり分布図（高浜，1990）
Distribution map of large-scale landslides in the Hokuriku district (after Takahama, 1990)

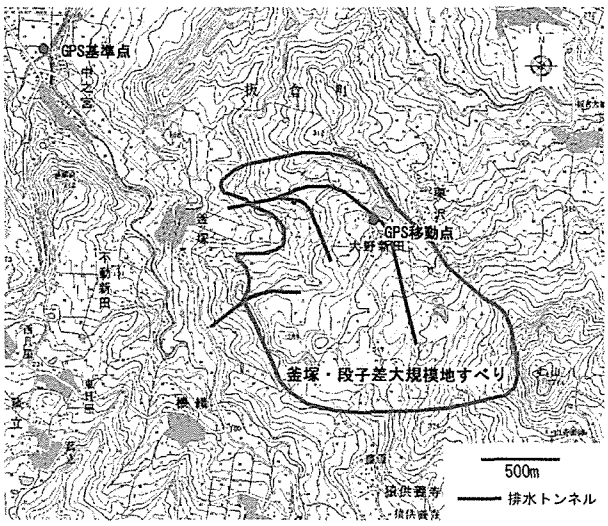

Fig.2　釜塚・段子差地すべり調査位置図
（国土地理院発行数値地図25000新井を使用）
Index map of the Kamazuka-Dangosashi landslide

*造構部広域防災研究室
**造構部土木地質研究室
***北陸農政局

平成18年２月28日受理
キーワード：新潟県中越地震，GPS，移動量観測，釜塚地すべり，地殻変動

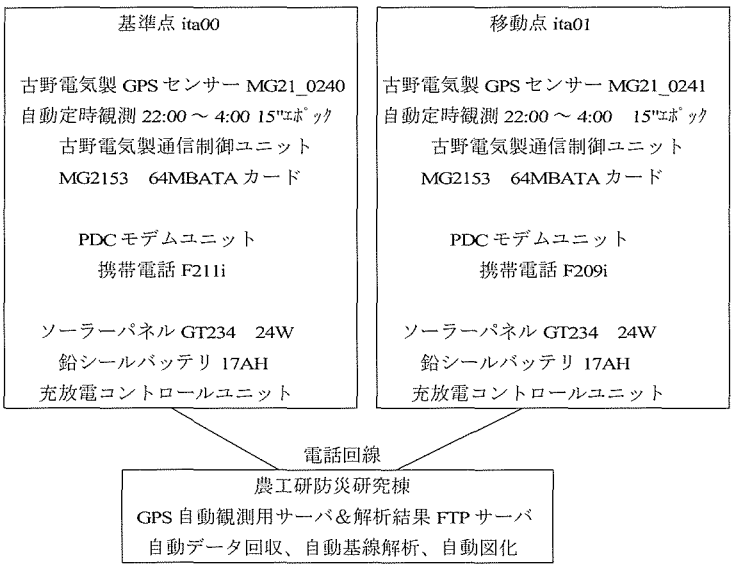

Fig.3 GPS観測システム（左は移動点外観）
Outline of the GPS measurement system

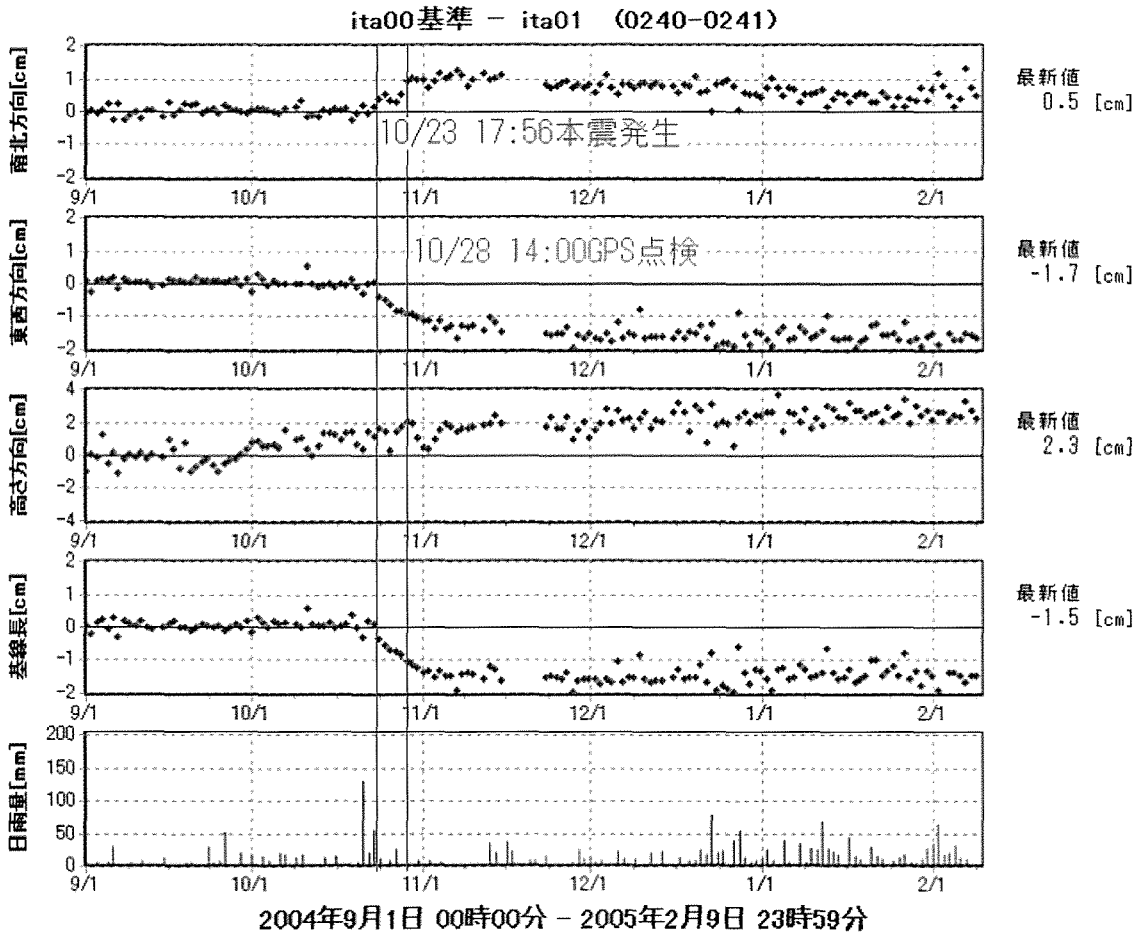

Fig.4 中越地震前後のGPS観測結果(日雨量はアメダス高田観測所)
Landslide movement before and after the Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004 by GPS

農業工学研究所では，事業完了後の大規模地すべり地の監視手法の一つとして，安価な1周波型GPS受信機による地表移動量観測を提案し，平成12年度より仕様検討を進めてきた。平成15年度からの現地実証試験では，地すべりの年間移動量が干渉測位の誤差レベルと近いため，時系列データからノイズ成分を評価するために連続観測法を採用した。観測点は積雪・融雪や地すべり変位による支柱傾動を考慮して，地表標点測位方式（中里ら，

2004）の支柱構造を採用した。この方式では三脚による測位同様，支柱基礎部の地表に設置した標点を測位するため，レドームに内蔵された整準台により受信機の位置と傾きを調整し，支柱の傾動によるずれを修正することができる。支柱は積雪と施工性を考慮して２段式の2.5m高さとした。GPS受信機には古野電気製MG21を使用し，地すべり地外の基準点と地すべりブロック内部の移動点の間の約1kmの基線について，15秒エポック，毎日22:00から６時間の仕様で観測を行った（Fig.2, 3）。観測点は大規模地すべりの移動がとらえられるように、基準点は平坦な扇状地面上に設置し、移動点は小規模な地すべりブロックの分布しない平坦地を選んで設置した。現地の通信制御ユニットと携帯電話回線および農業工学研究所に設置された観測用PCにより，データ回収・基線解析・図化の作業は全自動で行われる。基線解析には古野電気製MGAutoを使用した。観測点の電源は24Wのソーラーパネルと17AHの鉛シールバッテリであり，冬季の電源トラブルは皆無であった。

Ⅲ　GPS観測結果

2003年10月から自動観測を行っているGPS移動量観測データには中越地震直後から変位が認められた（Fig.4）。板倉町針では中越地震により最大震度５弱が観測されており，支柱傾動の可能性があったため，10月28日に機器点検を行った。その結果，基準点，移動点ともにGPS受信機が西へ3mm程度ずれていたため受信機位置を修正した。観測点のずれ方向が同じであったことと，ずれの量が板倉地区の基線長約1kmに対するGPS測位の水平誤差±6mm以内であったことから，Fig.４の記録は地盤の変位を示すことが確認できた。変位方向は西北西向きであり，地震発生の10月23日からほぼ平衡状態に達する11月3日まで基線長で約14mmの変位を観測した。その後，南北成分にはリバウンド傾向が認められ，垂直成分には地震前から季節変動と考えられる隆起傾向が認められる。

観測結果の確認のため，釜塚地すべりに最も近い電子基準点新井を基準点とし，本研究の基準点，本研究の移動点および震央と釜塚地すべりのほぼ中央に位置する電子基準点松之山を移動点として，10/1～11/30間の地震前後の基線長変動を検討した。この基線解析にはTrimble製GPSurvey(ver.2.35a)を使用し，電子基準点同士については1日24時間データの2周波解析，電子基準点とMG21については1日6時間データの1周波解析を行った。各基線の基線長と公称水平誤差は以下の通りである。

１．新井－基準点　約6.0km　±11mm
２．新井－移動点　約8.3km　±13.3mm
３．新井－松之山　約32.7km　±37.7mm

Fig.5は10/1の基線長を0として各基線の基線長変動

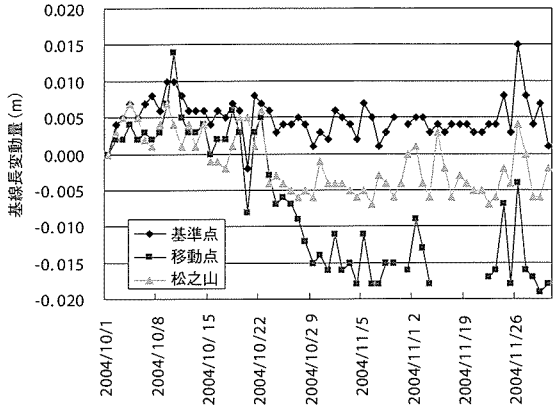

Fig.5　電子基準点新井に対する各観測点の基線長変動
Baseline changes between the GPS-based control station Arai and each observation point

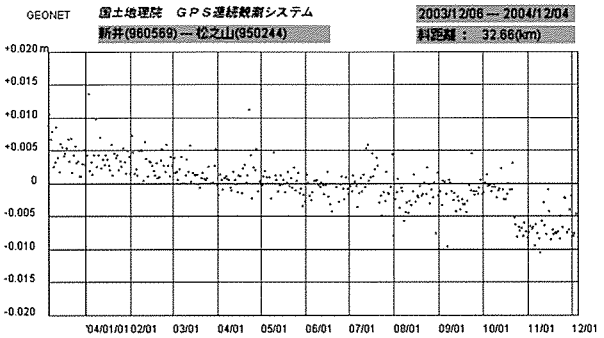

Fig.6　電子基準点新井－松之山間の基線長変動
（国土地理院GEONETサイトより）
Baseline change between the GPS-based control station Arai and Matsunoyama (after GEONET site)

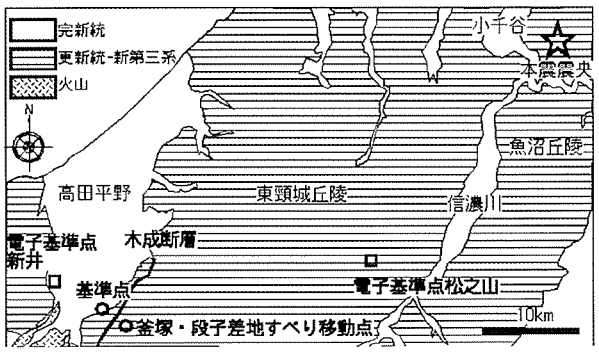

Fig.7　GPS観測点位置図
Locality map of the GPS stations

量を示したものである。基準点はおおむね誤差範囲内で変動しており，10/23の地震前後で有意な変位は認められない。一方，移動点と松之山では10/23を境に基線長の短縮が認められる。その量は移動点で約15mm，松之山で5mm程度である。松之山の変位量は誤差範囲内の大きさであるが，国土地理院のHP上で，2003/12/06～2004/12/04間の基線長変化を見ると，この基線では長期的にも短縮傾向があり，全体的なトレンドに

対して10月末の変位は有意なものと考えられる(Fig.6)。

高田平野東縁には木成(こなり)断層（中村，1982；竹内・加藤，1994）が分布しており，その一部は箕冠山(みかぶりやま)断層という活断層として推定されている（活断層研究会，1991)。電子基準点新井と本研究の基準点は高田平野側にあり，本研究の移動点と電子基準点松之山はこれらの断層を挟んで東頸城丘陵側に位置する（Fig.7)。今回GPSでとらえられた変位には，釜塚地すべりを含む東頸城丘陵が高田平野に対して西に移動する広域的な地殻変動の成分が含まれていると考えられる。電子基準点松之山の変位量が広域的な地殻変動成分であると仮定すると、これを上回る10mm程度の釜塚地すべりブロック内の移動点の変位量は，地震後の地すべりの移動を示す可能性がある。なお，地震の3日前には台風23号の通過により近傍の高田において130mmの日雨量が観測されているが，この降雨による地すべり活動への影響についても検討の余地がある。

Ⅳ 結　言

GPSの連続観測システムにより，2004年新潟県中越地震の直後に約15mmの変位が観測された。この変位量には東頸城丘陵全体に及ぶような広域的な地殻変動の成分が含まれていると考えられ，今後，地すべり地外の電子基準点新井や本報告の基準点を釜塚地すべりの移動観測の基準点として利用する場合，変位が生じたときには広域的な地殻変動の成分が含まれる可能性に留意する必要がある。また，地すべりの移動判定には，地表移動量として丘陵内周辺の電子基準点の動向もあわせて把握するとともに，すべり面付近の地中移動量観測データとの比較が不可欠である。

参考文献

1）有澤英樹・小林郁雄・大石　哲・岩井雅彦(1998)：巨大地すべりにおけるGPS測量の効果と課題，第37回地すべり学会研究発表講演集，289-292

2）活断層研究会編(1991)：58高田，新編日本の活断層－分布図と資料，東京大学出版会，東京，192-195

3）楠本岳志・小林郁雄・伊藤克己・大石　哲(1998)：新潟県板倉町で確認された巨大地すべり活動について，第37回地すべり学会研究発表講演集，293-296

4）国土地理院ホームページ，http://www.gsi.go.jp/

5）中里裕臣・奥山武彦・黒田清一郎(2004)：地すべり移動量観測のためのGPS固定観測点構造，農業土木学会大会講演要旨集，192-193

6）高浜信行(1990)：新潟・北陸地方における現代の巨大地すべり（予報），新潟大災害研年報，12，25-36

7）竹内圭史・加藤碵一(1994)：高田東部地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅)，地質調査所，67p

8）中村和善(1982)：新潟県高田平野南方地域における後期新生代の構造運動－その1　堆積盆の変遷と基盤の運動像，地質学雑誌，88，155-175

Case Study of landslide Monitoring by GPS before and after the Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004

NAKAZATO Hiroomi, OKUYAMA Takehiko, ARAKAWA Takatsugu

Summary

The Kamazuka-Dangosashi landslide is an active huge landslide of 1km in width, 1.5km in length and 140m in depth. The Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004 occurred when we introduced the continuous observation system by GPS into the movement surveillance of the large-scale landslide, and were experimentally operating the system. The system detected the movement of about 14mm during ten days after the earthquake. The tilt of the pillars due to the earthquake was a small amount according to our check of the observation facilities immediately after the earthquake. Therefore, it was confirmed that the observed displacement showed the movement of the ground. For a further confirmation, we calculated the baseline change between the GPS-based control station Arai located in Takada plain and other points such as our reference point, our observation point and the GPS-based control station Matsunoyama before and after the earthquake. As a result, the movement was not detected in our reference point located in Takada plain, and displacement was observed in the Kamazuka-Dangosashi landslide point and the Matsunoyama point located in Higashikubiki Hill. This shows that the observed displacement of the Kamazuka-Dangosashi landslide contained the component of the tectonic movement. In the landslide monitoring by GPS with the reference point on Takada plain, it is necessary to examine the movement trend of GPS-based control stations outside the landslide area when displacement is detected, and to consider the influence of tectonic movement.

Keywords : Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004, GPS, landslide monitoring, Kamazuka-Dangosashi landslide, tectonic movement