■1994年北海道東方沖地震による色丹島の地すべり

Landslides in Shikotan Island, induced by Hokkaido-toho-oki Earthquake, October 4, 1994

田近 淳* Jun TAJIKA / 北海道立地質研究所 Geological Survey of Hokkaido

キーワード：地震，根室層群，地すべり，千島列島，地形，地質

Key words: earthquake, Nemuro Group, landslide, Kril Islands, geomorphology, geology

1. はじめに

1994年北海道東方沖地震 ($M_{\text{JMA}}8.1$ ：以下東方沖地震と略称) は、北海道東部および北方四島に甚大な被害を与えた地震である。特に千島では津波などにより11名の死者と数百人に上る負傷者が出るとともに、水産加工場や港湾施設などに大きな被害を受けた。なかでも震央に最も近い陸地である色丹島は壊滅的な被害を受けている。

発生当時、災害に関する情報は限られており、ほとんど伝わってこなかった。数少ない情報の一つが、11月にはいった色丹島に入った札幌テレビ放送の映像 (NTV系列で放送) であった (京都大学防災研究所福岡浩先生のご教示による)。この数分の映像には海食崖や住宅の裏山、道路沿いなどにおける斜面崩壊の状況が映っていた。しかし、当時は現地に入ることはできず、発生した場の地質地形条件などについては知る術もなかった。

2007年5月25-28日に、北方四島ビザなし交流として地震専門家の色丹島への訪問 (団長、笠原稔北大大学院教授) が行なわれた。これは、2005年から北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センターにより開始された、北方四島ビザなし交流「北方四島の地震・火山活動に関する専門家交流」として実施されたもので、現在は日露防災協力の一環として位置づけられている。筆者はこの訪問団に参加して、短時間ではあったが東方沖地震による地すべりのいくつかを見ることができた。

この報告は、この訪問の際に見た東方沖地震による地すべりについて、そのタイプと発生地点の地質・地形条件について記載する。この地すべりについては、NOAAの地質災害ライブラリーに写真が掲載されているが (Gusiakov, 1997)、日本ではほとんど紹介されていない。また、新潟県中越地震など最近の地震による地すべり事例とも共通点がある。

ロシア科学アカデミー極東支部海洋地質学地球物理学研究所 (IMGG) 色丹水文物理観測所のA. Shishkin氏には現地のご案内を頂き、当時の状況をご教示いただいた。また現地では、笠原教授をはじめとして、IMGGのV. Kaistorenko博士、A. Poplavsky氏、北海道大学西村裕一博士および外務省ロシア課 (当時) 添田麻子事務官は

かの方々にお世話になった。山口大学理学部君波和雄教授には地質文献を教えていただいた。以上の方々にお礼申し上げる。

2. 地震と被害の概要

平成6年 (1994年) 北海道東方沖地震は日本時間1994年10月4日22時22分頃発生した。震源は北海道東方沖の北緯 $43^{\circ}22.2'$ 東経 $147^{\circ}39.6'$ 深さ30kmである。この地震により、北海道東部の釧路、厚岸で最大震度VIを、根室、羅臼、中標津、広尾、浦河で震度Vを記録した。この地震によって本土では140名余りの負傷者を出した。また、地盤災害も多発し、北海道東部の各所で小規模な地すべり (広義) が発生したが (田近ほか, 1996)、幸いにも直接的被害をもたらすような深刻な災害にはならなかった (図-1)。

一方、北方四島は最大波高10mを越す津波に襲われ、死者11名負傷者242名を出す惨事となった (Gusiakov, 1997)。震央から80~90kmと近い色丹島では、改正メリカリ震度階で8~9 (気象庁震度V強~VI) を記録し、構造物に大きな被害を出すとともに地すべりが発生した (笠原ほか, 1995)。また、国後島では同じく7~8 (気象庁震度V程度) を記録している。

3. 色丹島の地形・地質

色丹島は千島弧の非火山性前弧にあたり、根室半島ノシャップ岬の北東約70kmに位置する。前弧の中では最大の島で、概ね東北東-西南西の長辺が約23km、短辺が約10kmの長方形をしている (図-2)。色丹島は、背弧側の沈降と海溝側の隆起という千島弧前弧の共通した地形的特徴を示す。島は低平な山地と海成段丘からなり、周囲の多くは海食崖となっている。河川の大部分は北に流れ、北側の海岸線は沈降海岸である。島の方向とほぼ平行に伸びる山地は一般に起伏が小さく、中央部の低地をはさんで南側の中央山地 (最高点は斜古丹山^{しやこたん}: 405m) と、北側の北部山地に区別されている。中央低地は二つの山地に挟まれた幅2~4kmの凹地で河川沿いに低湿地が広がる。市街地のマロクリリスコエ (斜古丹) とクラボザボツコエ^{あなま} (穴澗) は沈降海岸が低地帯と交わる場所に位置する。

* 連絡著者 / corresponding author
〒060-0819 札幌市北区北19条西12丁目
Kita-19, Nishi-12, Kita-ku, Sapporo, 060-0819

図一 1994年北海道東方沖地震により発生した斜面変動の分布と色丹島の位置。田近ほか（1996）に加筆。

この地域の地質は白亜紀後期の根室層群に相当する地層、およびこれらを覆う火山岩と貫入岩類、段丘堆積物・沖積層から構成される（佐々，1932；1940）。根室層群に相当する地層は、下位より、安山岩質溶岩・火砕岩を主体とする又古丹（マタコタン）噴出岩類、これを覆う砂岩泥岩互層を主体とする色丹（マロクリリスコエ）層である。これに貫入する苦鉄質～中性深成岩類と坪井噴出岩類が分布する。これらを覆って南西部には時代未詳の輝石安山岩質の能登呂山噴出岩類が分布する。全体として地層はENE-WSWの走向で南に15～40°傾く同斜構造を示す。地形は構成地質を反映しており、山地はほぼ深成岩類・火山岩類の分布域からなり、低地帯は色丹層の分布地域にほぼ一致する。

なお、北海道本土の根室層群の泥質岩の分布地域は、釧路・根室地域の地すべりの多発地帯となっている（田近ほか，1994；田近・石丸，1995）。

4. 斜面崩壊・地すべりの概要

東方沖地震に伴い、色丹島では、アナマ湾入口付近などの海食崖における、岩石崩落（rockfall or debris fall）、切土などの岩石崩落、植生に覆われた斜面における表層すべり（surface-soil slide）が発生した。また、山稜の頂部には著しい亀裂（fissure）が発生したという。特徴

的と言えるのは、直接的な被害は少なかったが、初生的と見られる規模の比較的大きな岩盤地すべり（rock block slide）が発生したことである。

岩盤地すべりは3箇所が発生した（図-2）。これらの発生場所は全て海食崖の上の緩斜面という特徴を持つ。最大のは斜古丹（マロクリリスコエ）東方（Loc. A）の地すべりであり、Loc. C（穴澗：クラボノザボツコエ）とともに色丹層の分布域に相当する。なお、Loc. Bは又古丹噴出岩類の分布域である。

今回、斜古丹東方の岩盤地すべりについて現地を観察することができた。また穴澗の地すべりについては船上から遠望した。

5. 斜古丹東方の岩盤地すべり

斜古丹東方（図-2：Loc. A）の海食崖（高さ50～100 m）の上のゆるやかな南南東向き斜面（標高およそ150 m）に、頭部に大規模な凹地をもつ大きな地すべりが発生した（図-3；写真-1 a）。地すべりの幅は約250 m、奥行は約330 m、冠頭から末端までの比高は約50 mである。この地すべりは、インターネットのGoogle Earthの衛星画像でも明瞭に見ることが出来る。

頭部から側端部にかけて、明瞭な分離崖がみられ頭部凹地の最大幅は約55 m、分離崖の高さは20～30 mである。左側崖の凹地は比較的直線的であるが、右側崖の凹地にはブロックが雁行状に落ち込んでいる（写真-1 b）。中腹は比較の変形はないが、下部で緩やかに凹地状になる。先端の半分（東側）は海食崖に面しており、この部分の移動体は海食崖から海浜に崩壊している。先端の中央から西側の部分は、沢を挟んで対岸の斜面に衝突し、おおきく過褶曲して盛り上がり、表面には圧縮ジワを形成した（写真-1 c）。

分離崖や西側下の海食崖に露出する地層は、硬質の頁

図-2 色丹島の地質概略と斜面崩壊の発生位置。地質図は佐々（1940）を簡略化。●印がおもな岩盤地すべりの位置。

岩および頁岩・細粒砂岩互層を主体とする色丹層で、表層の1m前後は風化し角礫層となっている。一部にスランプ様の岩相があり、部分的に印象化石の密集層や濃緑色雲母粘土鉱物(?)の集中部がみられる。一部にやや軟質の厚さ10cm程度の黄褐色強風化凝灰岩をはさむ。頁岩は根室半島に分布する根室層群のそれと比較して極めて硬い。この地域の南側に隣接して貫入岩が分布していることから、わずかにホルンフェルス化している可能性がある。

分離崖に見られる色丹層の層理面の構造は概ね走向がE-W~ENE-WSWで、 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ Sであり、この斜面は

図一 3 斜古丹東方の岩盤地すべりのスケッチマップ(上)と模式断面図(下)

ほぼ流れ盤斜面といえる。これらには比較的細かな間隔で $N20^{\circ}E$ および $N45^{\circ}W$ の高角節理系が発達している。一方、移動体の構造を見ると走向ENE-WSW、 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}S$ の傾斜を示して基盤と一致している。このことは、移動体がほぼ平行移動したことを示しており、この地すべりが岩盤の並進すべり(層すべり)であることを示す。色丹層に発達する節理系はこの移動体の輪郭構造を規制した可能性がある。

今回発生した地すべりの輪郭構造とは不調和であるが、この斜面には過去の地すべり変動を示すとみられる微地形が認められる。これは、NNEに伸びる幅30~50m、深さ5~10mの溝状の陥没凹地(図-3: depression)で、移動体の中腹に見られる(写真-2a)。この溝状凹地は、左側の側崖に明瞭に切られており、側崖を境にずれながら北側の非変動域に延長する。溝状凹地の断面を観察すると、凹地を形成する小崖に対応した正断層($N20^{\circ}E\ 80^{\circ}W$)が発達している(写真-2b)。したがって、この凹地は東方沖地震による地すべり滑動の以前に形成された変形構造と考えられる。おそらく、過去の巨大地震などにより形成した地すべり性の凹地と推定される。東方沖地震による地すべりはこのような過去の地すべり地形とは無関係に移動しているように見える。

なお、この地すべりの東側の尾根には、先端を斜めに輪切りにするような亀裂が分布する(写真-2c)。これも東方沖地震時に形成したもので、このような亀裂が各所にできたという。

6. 穴澗の岩盤地すべり

穴澗(図-2: Loc. C)の岩盤すべりは、穴澗湾に面した高さ30~50mの海食崖の背後の台地が滑動したものである(写真-2d)。幅は100mを超え、亀裂の深さは30mにも及んだ(Gusiakov, 1997)。成層した色丹層

写真一 1 a: 斜古丹東方の岩盤地すべりの全景, b: 同地すべりの頭部(奥)~右側崖(手前)の分離崖, c: 同じく末端隆起表面の圧縮じわ。

写真－2 a：斜古丹東方の岩盤地すべりが切る古い溝状凹地。矢印は凹地の小崖の遷急点を示す。新しい崖は左側崖。b：同地すべりの左側崖。矢印はaと同じ。破線は小崖に対応した「正断層」の位置。c：斜古丹東方地すべりの隣接尾根に見られる亀裂。d：穴澗の岩盤地すべりを遠望。

の岩盤が動いたもので、並進すべりと考えられる。しかし、移動体は細かくブロック化しており、全体としての移動量は小さい。斜面はほぼ地層の走向方向であり、このことが移動量の小さいことと関係しているのかもしれない。

7. まとめと考察

東方沖地震に伴う斜面崩壊のタイプとしては、北海道東部では、亀裂 (fissure)、表層崩壊 (surface-soil slide)、岩石・岩屑崩落 (rock or debris fall)、土砂のすべり・流動 (earth slide or flow) が区別された (図－1：田近ほか、1996)。このほか、既存の岩盤地すべりが地震に伴って動いた例 (田近・石丸、1995) もあったが、初生的な岩盤地すべりは知られていなかった。

今回の調査によって、色丹島では白亜系堆積岩の流れ盤斜面で層面にそった初生的な岩盤地すべりが複数発生していたことが明らかになった。堆積岩の流れ盤斜面における岩盤すべりは、1999年台湾集地震 (川邊ほか、2003；千木良、2004)、2004年新潟県中越地震 (千木良、2005：など)、2007年新潟県中越沖地震 (野崎、2008) など最近頻発した内陸直下の地震によって引き起こされた地すべりのタイプと共通する。東方沖地震は沈みこんだ太平洋プレート内部の逆断層型地震であり、震源域は色丹島にごく近接していたため、強震動を受けたと考えられる。

地震による地すべりでは、既存の地すべり地形を使って活動する場合もあるが、それとは無関係に、既存の地形を切って活動する例がある (たとえば雨宮・田近、1999など)。斜古丹東方の地すべりは後者の例であり、地質・地形条件や地震動など、どのような条件がその発生場を規制しているのか、地震による地すべりの発生場の予測を考える上で、今後の課題のひとつである。

引用文献

- 雨宮和夫・田近 淳 (1999)：北海道三大地震による斜面変動－地震による変動斜面の特徴、地すべり、Vol. 35, No. 4, pp. 26－33.
- 千木良雅弘 (2004)：台湾集地震他での大規模地すべり事例に見る発生場の地形地質特性、シンポジウム－地震と地すべり、(社)日本地すべり学会、pp. 14－21.
- 千木良雅弘 (2005)：中越地震による斜面災害の地形地質的特徴、平成16年新潟県中越地震災害被害調査報告会講演集、日本地すべり学会・日本応用地質学会、pp. 14－21.
- Gusiakov, V. K. (1997)：The Shikotan, Kuril Islands, Earthquake October 4, 1994. Geological hazards photos, vol. 2, earthquake events, http://www.ngdc.noaa.gov/hazard/cdroms/geohazards_v2/document/647025.htm. (参照日2008年7月22日)
- 笠原 稔・都司嘉宣・鏡味洋史 (1995)：1994年北海道東方沖地震による南千島の津波波高分布と震度分布、文部省科学研究費突発災害調査研究成果 平成6年 (1994年) 北海道東方沖地震及びその被害に関する調査報告、pp. 215－219.
- 川邊 洋・林 拙郎・近藤観慈・沼本晋也 (2003)：1999年台湾集地震による草嶺の大規模崩壊とその発生要因、砂防学会誌、Vol. 56, No. 4, pp. 32－39.
- 野崎 保 (2008)：2007年新潟県中越沖地震による初生的岩盤地すべりと層面すべり、日本地すべり学会誌、Vol. 45, No. 1, pp. 72－77.
- 佐々保雄 (1932)：南千島色丹島の地質に就いて (予報)、地質学雑誌、Vol. 39, pp. 345－349.
- 佐々保雄 (1940)：色丹島の地質及び地形、大野笑三編、南千島色丹島誌、アチック ミューゼウム彙報、丸善、No. 47, pp. 25－49.
- 田近 淳・岡村俊邦・山岸宏光・坪山厚美 (1994)：海岸斜面の地すべりの地質規制とその形態的特徴－釧路－厚岸地域の地すべり、北海道立地下資源調査所調査研究報告、No. 22, 45p.
- 田近 淳・伊藤陽司・石丸 聡・広田知保 (1996)：根室・釧路地方の斜面変動、1994年北海道東方沖地震による地盤災害、北海道立地下資源調査所調査研究報告、No. 25, pp. 81－97.
- 田近 淳・石丸 聡 (1995)：「地震断層」とされた地すべり：根室半島、長節南方の地すべり、地下資源調査所報告、No. 67, pp. 173－177.

(原稿受付2008年7月23日、原稿受理2008年8月19日)