

2008年岩手・宮城内陸地震で起きた地すべり災害の地形地質的背景

井口 隆*・大八木規夫**・内山庄一郎*・清水文健**

Topographical and Geological Features of Landslide Disasters Caused by the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake

Takashi INOKUCHI*, Norio OYAGI**, Shoichiro UCHIYAMA* and Fumitake SHIMIZU**

*Disaster Prevention Research Center
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Japan
inokuchi@bosai.go.jp*

Abstract

The Iwate-Miyagi Nairiku earthquake that occurred in June 2008, generated many landslides around Mt. Kurikoma. The landslides and subsequent debris flow caused a great loss of life. The Aratozawa landslide, the largest of these landslides, was a re-sliding of a landslide that had occurred at some point in the past. Judging from the geographical situation, it is presumed that the cause of the landslide was a previous earthquake. Some of the other landslides also occurred on landslide landform features. This is attributed to the fact that many landslides were translational slides of the bedding plane-slide type, and a slippery stratum was caused by the earthquake.

Key words : 2008 Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake, Earthquake-induced landslide, Landslide maps, lake deposit

1. はじめに

2008年(平成20年)6月14日午前8時43分、岩手県を震源とするM7.2、最大震度6強の直下型地震が発生した。気象庁によって「平成20年岩手・宮城内陸地震」(以下岩手・宮城内陸地震と記述)と命名されたこの地震によって、岩手県、宮城県を中心に死者・行方不明者23名、負傷者451名の被害を生じた。この地震による死者・行方不明者の多くは地すべりと地すべりによって生じた土石流、もしくは落石など土砂災害によって生じている。また、今回の地震では荒砥沢ダムの上流に戦後最大規模の巨大地すべりが発生した。幸いこの地すべりによる人的災害は生じていないが、すぐ下流にダムがあり、ダム湖の中に大量の地すべり土塊が流入していれば、越流水によって甚大な災害を生じる可能性もあった。地震による土砂災害は今後起きる地震においても想定しておく必要があり、その被害を軽減するためには、今回の岩手・宮城内陸地震で生じた地すべり変動の発生要因や、それに密接に関係する地形地質的背景を把握しておくことが重要である。防災科学技術研究所(防災科研)では地すべり地形分布図の作成を進めているが、今回の地震では、

荒砥沢地すべりなど地すべり地形を呈していた斜面が再滑動した事例がかなりあった。過去に地すべり変動を起こした場所で地震地すべりが発生したことは、今後の地震地すべりの発生予測に地すべり地形分布図が基礎資料として使える可能性を示唆している。巨大地すべりの発生を抑止することは現在の科学技術では不可能であるが、こういった場所にどの程度の規模の地すべりが発生する危険性があるかを知る手掛かりとして活用できれば、今後の地震による地すべり災害を軽減できる対策が可能となる。地震と同様に地すべりも繰り返し起きる性質から、防災科研で作成している地すべり地形分布図から得られる知見により、地震による巨大地すべり発生 の地形地質的背景について考えてみたい。

岩手・宮城内陸地震で起きた地すべりに関する調査は、現地調査として、1)地震の翌日に毎日新聞の取材ヘリに著者の一人である井口が同乗し、上空から発生状況を概観すると同時に多数の写真撮影を行なった。2)次いで同じく井口は、地すべり学会の調査団に参加し、荒砥沢地すべりの現地調査を行なった。さらにその後、大八木・井口・内山の3名による荒砥沢地すべりと磐井川中流域

*独立行政法人 防災科学技術研究所 防災システム研究センター

**独立行政法人 防災科学技術研究所 客員研究員

の調査を実施した。しかし、地すべりが多発した栗原市耕英地区や迫川上流域などの調査は、災害対策を優先するなどの理由によって、自治体からの立ち入り許可が得られなかったために、一部の地域でしか現地調査が実施できない状況であった。そこで現地調査に加え、空撮写真を用いた発生状況の比較と、空中写真判読による地すべり発生状況の分布図の作成などによる調査を実施した。

2. 岩手・宮城内陸地震とその被害の概要

2.1 岩手・宮城内陸地震の概要

岩手・宮城内陸地震は、2008年6月14日午前8時43分頃に岩手山県南部の一関市祭時(まつるべ)北東方付近の深さ8kmを震源として発生した。気象庁によるマグニチュードは7.2である。この地震では、一関市祭時に設置された防災科研の強震観測点IWITH25(一関西)において、上下動で最大4,000ガルというかつて観測されたことのない強い地震動が観測された。この逆断層上盤の直上における特異な地震動に関しては、本報告書の青井ほか(2010)によって詳述される。この地震の余震は図1に示すように、北北東-南南西方向に延長約45kmに分布している。このことから、これまで知られていなかった活断層が変動したことが明らかにされた。

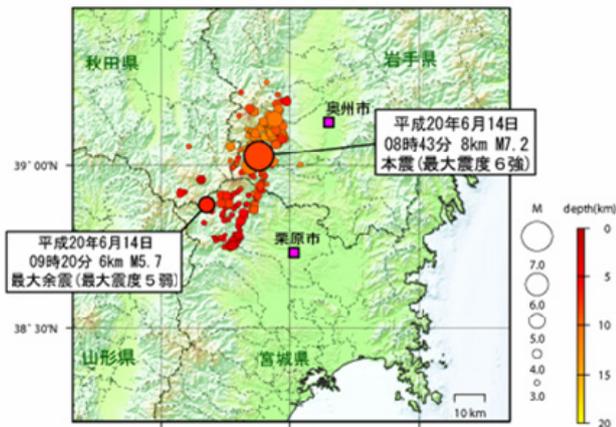


図1 岩手・宮城内陸地震の余震分布
Fig.1 Distribution of aftershocks resulting from the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake.

2.2 岩手・宮城内陸地震による被害状況

岩手・宮城内陸地震による被害は、消防庁災害対策本部が平成20年11月17日に発表した被害状況によると、死者・行方不明者が23名、重軽傷者451名、全半壊家屋171棟などとなっている(表1)。

特に宮城県では栗原市を中心に死者・行方不明者21名という大きな被害を出す災害となった。人的被害の多くが地すべりやそれに伴って発生した土石流などの土砂災害であり、1984年に起きた長野県西部地震など山間部で起きた地震災害の被災内容(植原ほか, 1985)と類似している。また、栗原市の耕英地区や迫川上流の山間地では生活道路が寸断されたために市からの避難指示が出され、長期間の避難生活を余儀なくされた。

表1 岩手・宮城内陸地震による被害状況

Table1 Damage resulting from earthquake.

県名	人的被害(人)					住家被害(棟)			火災 建物
	死者	行方不明	重軽傷	重傷	軽傷	全壊	半壊	一部損壊	
岩手	2		37	9	28	2	4	608	2
宮城	10	8	390	65	325	31	133	1,562	1
秋田		2	21	5	16		1	10	1
山形			1	1				1	
福島	1		2	1	1				
計	13	10	451	81	370	33	138	2,181	4

消防庁災害対策本部発表(平成20年11月17日)

3. 岩手宮城内陸地震による地すべりの発生とその被害の概要

3.1 土砂災害の概況と被害

1984年に起きた長野県西部地震や2004年の新潟県中越地震と同様、山間部に発生した地震であったために、宮城県、岩手県を中心に多数の地すべり・土砂崩れなどが発生し、河川における地すべりダムの形成や道路の不通、家屋の損壊などの甚大な被害が生じ、復旧までに長期間を要した。死者・行方不明者23名の半数以上が土砂災害で生じた人的被害である。そのほか、ダムの堤体に生じたクラックや山林の荒廃など多岐にわたる被害を生じた(岩手・宮城内陸地震4学協会合同調査委員会, 2009)。

特に、荒砥沢ダムの上流部に発生した巨大地すべりはその影響が大きく、道路を寸断し、その他の地すべり・土砂崩れの影響もあって、栗原市耕英地区では避難指示によって長期間の避難生活を余儀なくされた。

3.2 岩手・宮城内陸地震による地すべりの発生状況

岩手・宮城内陸地震によって生じた地すべりの発生状況を概観するため、地震翌日の6月15日に撮影されたカラー空中写真(アジア航測, 1/10,000)を用いた実体視判読を行なった。判読作業は著者の一人である大八木が行ない、主要地域の地すべり変動の分布図を作成した(図2)。それによると、岩手・宮城内陸地震による地すべり変動は、一迫川上流部、荒砥沢周辺部、栗駒山南東-南山麓部などに集中的に発生していることが明らかになった。それ以外の地域では発生数は比較的少なく、地域的に偏った分布状況であることが示された。表層崩壊は新潟県中越地震の発生状況に比べると発生数・密度とも少ない。

3.3 荒砥沢ダム上流の巨大地すべりについて

岩手・宮城内陸地震で生じた最大の地すべりは二迫川上流の荒砥沢ダム付近で生じた巨大地すべりである(図絵写真1~5)。ここでは他の報告書の命名にならって、この地すべりを「荒砥沢地すべり」と呼ぶ。本稿では発生前から存在した地すべり地形との関係などから見た荒砥沢地すべりの発生要因についてまとめてみたい。

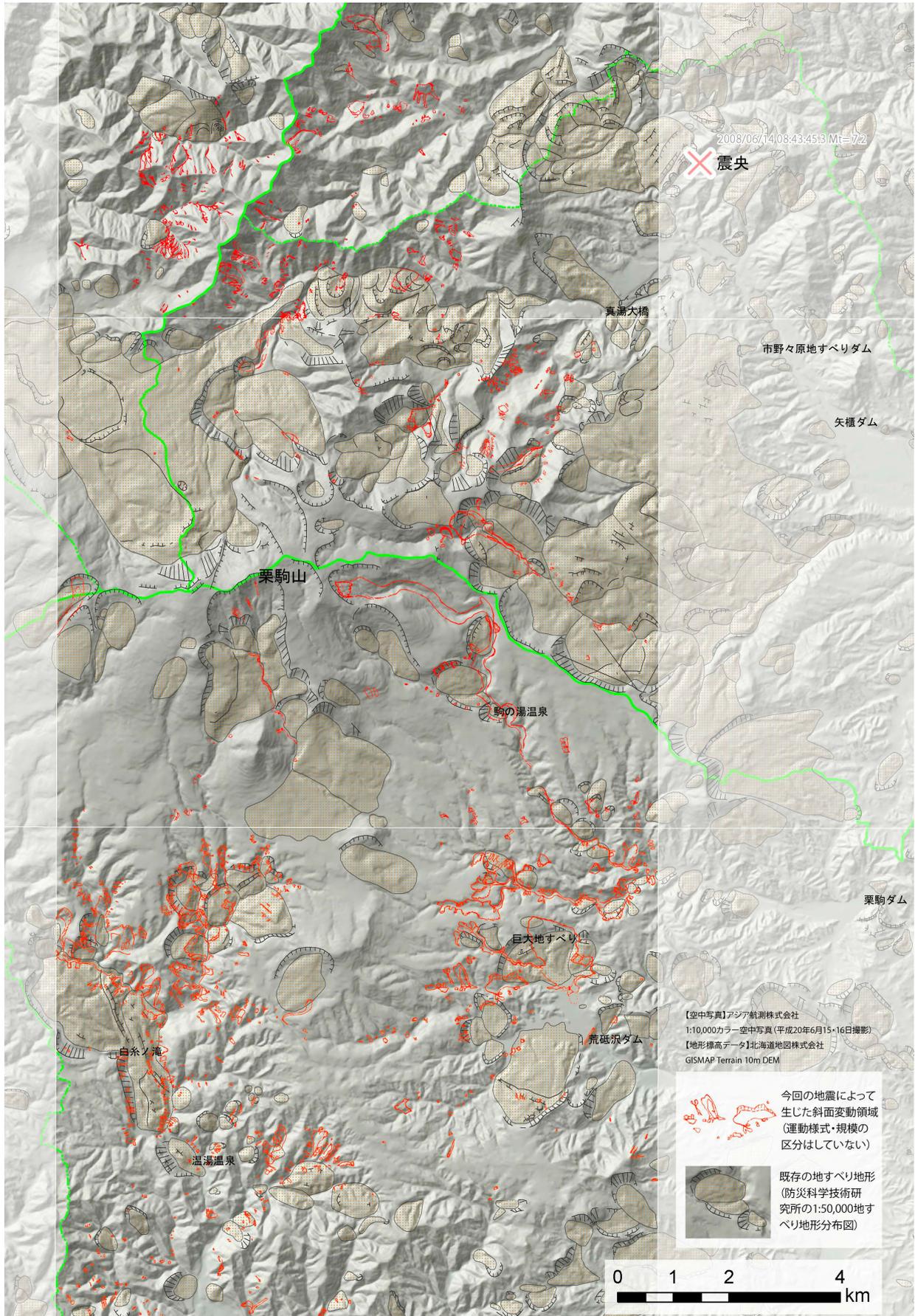


図2 岩手・宮城内陸地震によって発生した地すべりの分布(大八木規夫判読)

Fig. 2 Distribution of landslide caused by the 2008 Iwate-Miyagi Inland Earthquake (by Norio Oyagi).

3.3.1 荒砥沢地すべりの発生状況

荒砥沢地すべりは幅 900m, 全長 1,300m の巨大地すべりで, 推定土砂量 7,000 万 m³ に達する戦後最大規模の変動である。荒砥沢地すべりが発生した場所は栗駒山の南麓にあたり, 標高 450~300m の主に針葉樹の造林地帯である。荒砥沢地すべりの移動体の主部は森林や道路を広範囲に載せたまま約 300 m 滑っている (国土地理院, 2008)。空撮写真の判読によると, 地すべりの末端など周辺部以外では, 移動体の大きな傾きもなく, 森林の樹木もほぼ直立した状態で平行移動した状況が観察できることから, 地すべり運動としては層すべり型の並進すべりであったと推測される。すべり面の勾配は東北森林管理所が実施したボーリング調査によると, 1~4°と極めて緩いこと (図 3), そしてすべり面の位置は砂とシルト層の互層からなる湖成堆積層で滑っていることが明らかにされた (山科ほか, 2009)。

すぐ下流に荒砥沢ダムの貯水域があったが, 幸いダム湖に流入した土砂量が少なく, 貯水がダムから越流する事態は避けられた。また変動した範囲の大半は山林であったため, そこを通過する道路の破損と森林の被害, ダム湖への土砂の流入のほかは, 深刻な被害を免れた。しかし, もし移動方向が南にずれて, まともにダム湖に向かう方向に滑っていたら, 流入土砂量も変動量も大きくなっていと推定され, 状況によってはダム湖の貯水が越流することも考えられた。

3.3.2 荒砥沢地すべりと地すべり地形分布図

防災科研が 1982 年に刊行した地すべり地形分布図「新庄」に含まれる図葉「栗駒山」によると, 今回の荒砥沢地すべりの変動域の大半は過去の地すべり変動によって形成された「地すべり地形」の範囲に含まれている (図 4)。このことから, 今回変動を起こした荒砥沢地すべりは過去に地すべり変動の履歴を持つ地すべり地形が再滑動したことが分かった。

また今回の地震では滑動しなかったが, 荒砥沢ダムの周辺地域には同様の規模の地すべり地形が多数分布している (図 4)。比較的緩勾配の地すべり地形が多いことや移動方向に直交する長く延びた分離丘を伴うなど, 今回の荒砥沢地すべりと非常に類似した形態の地すべり地形

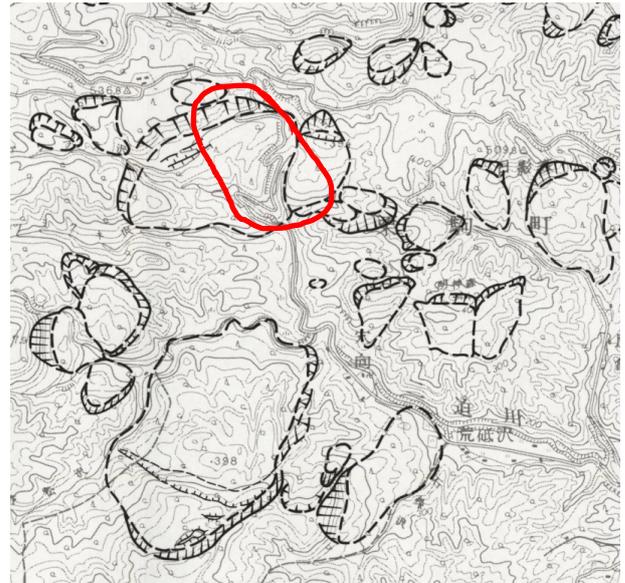


図 4 地すべり地形分布図「栗駒山」と荒砥沢地すべりの変動範囲 (赤枠が荒砥沢地すべりの変動範囲)

Fig. 4 Landslide Map of Mt. Kurikoma and source area of the Aratosawa landslide.

が多いことなどから, 周囲の地すべり地形も荒砥沢地すべりと同様に, 地震を誘因として発生した地すべり変動によって形成された可能性が大きいと推察される。このように荒砥沢周辺では過去の内陸地震によって巨大地すべりが繰り返し発生してきたことが示唆された。

3.3.3 荒砥沢地すべり周辺の地すべり地形再判読

前述のように防災科研が刊行した地すべり地形分布図「栗駒山」によると, 地すべりが発生した斜面の大半は過去の地すべり変動で生じた移動体であったことが分かった。

図 4 に示した地すべり地形分布図は防災科研刊行の地すべり地形分布図の第 1 集として 1982 年に刊行した創刊号である。そのため地すべり地形の判読方法や技術に関しては発展途上の段階であって, 現在からみると単位地すべりの括り方や図示の方法に関して稚拙な面が残っていた。そのため, 今回の岩手・宮城内陸地震で生じた地すべりの発生状況と過去の地すべり地形をより精度良く

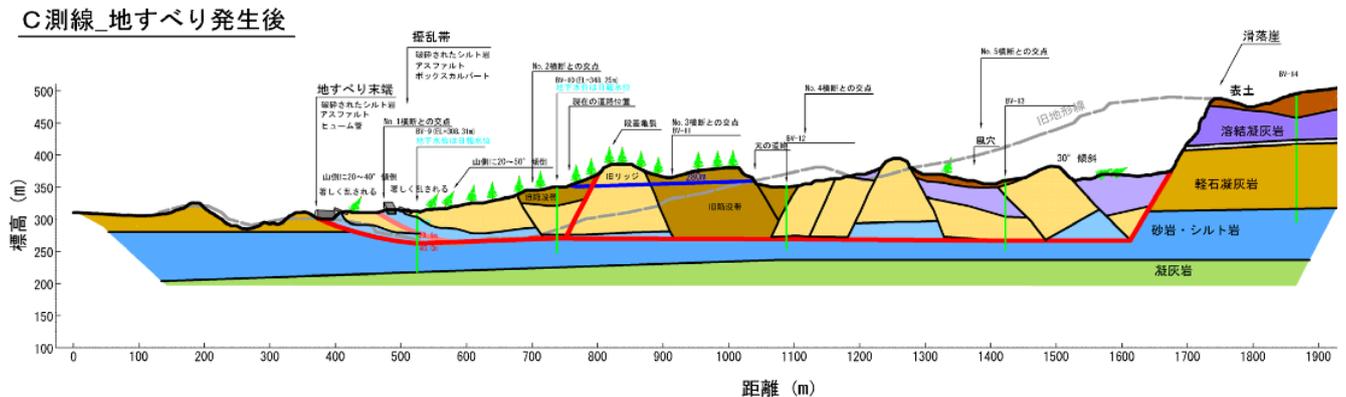


図 3 荒砥沢地すべりの縦断面図 (林野庁東北森林管理局, 2008)

Fig. 3 Cross section of the Aratosawa landslide.



図5 再判読した荒砥沢ダム周辺の地すべり地形分布図と荒砥沢地すべりの変動範囲（赤線の範囲）

Fig. 5 Revised landslide map of Mt. Kurikoma and source area of the Aratosawa landslide.

検証するために、震源域となった範囲である5万分の1地形図「焼石岳」,「栗駒山」の2面分について地すべり地形の再判読を実施した（図6にその一部を示す）。

再判読した地すべり地形分布図の荒砥沢ダム周辺を図5に示す。以前の図と比べて過去に起きた単位地すべりの相互関係が明確に示されており、地すべり発生のおおよその順などを読み取ることができる。今回地震によって発生した荒砥沢地すべり発生域の中心に位置する地すべり地形は、移動体の相互関係から並列した4つの巨大地すべりの中で、もっとも古い時期の変動によって形成されたと推測できる。そして両隣の地すべり地形を含めた、3つの地すべり地形にまたがった範囲とその上方の斜面を含めた範囲を巻き込んで、今回の地すべりが発生したことを読み取ることができる（図5）。

3.3.4 地震直後の荒砥沢地すべりの目撃者に対する聞き取り調査

ダムサイトにおける目撃者に対し、地すべり学会調査団の一員として聞き取り調査を行なった。目撃された方はダムの直下にある温泉施設の方で、地震によってダムに異状が生じていないか心配をして車で見に来られたという話であった。聞き取り調査は当時の状況を正確に思い出して貰うために目撃地点であるダムサイトの取り付け部分において実施した。この地点から眺めた荒砥沢地すべりの状況を写真1に示す。正確な時刻は未確認であるが、地震直後に駆けつけたので地震発生後5分以内であったとのことである。聞き取りした内容を要約すると、1)ダムの天端に登った時点（約5分後）では主たる地すべり移動体の変動は終了していたようである。2)主たる移動は終了していたが、背後の滑落崖や地すべり移動体の縁辺部の急崖から土砂が「ナイヤガラ」のような状況で崩れ落ちており、それは長時間続いた。



写真1 目撃地点から荒砥沢地すべりを望む。

Photo 1 View of the Aratosawa landslide from the viewpoint of an eyewitness.

3)ダム湖に崩れ落ちた土砂によって高さ1~2m程度の津波が起きていた、などの貴重で生々しい証言を得ることができた。

3.4 荒砥沢地すべり以外の再滑動型地すべり

3.4.1 市野々原の地すべり変動

岩手県市野々原の磐井川右岸に起きた地すべりによって磐井川がせき止められ、地すべりダムが形成された。この地すべりの発生場所は、防災科研の地すべり地形分布図によって地すべり地形の移動体として図示されていたことから、過去の地すべりの再滑動であることが明らかにされた。この地すべりは変動幅が約500m、奥行き約500mに達する規模の地すべりで、対岸の段丘崖に衝突して停止し、磐井川を堰き止めた（写真2）。この地すべりの下流側の斜面には数か所に磐井川に向かって滑る地すべりが発生しており、同様の素因を持った斜面における地すべりであると推定される。



写真2 市野々原地すべりの空撮写真(立体視ペア)

Photo 2 Oblique aerial photograph of the Ichinonohara landslide (Stereo-pair).

3.4.2 三迫川支流冷沢右岸の地すべり

三迫川支流の冷沢右岸で発生した地すべりは荒砥沢地すべりの北方に生じた地すべりで、ここも地震前から地すべり地形を呈していた斜面である。この地すべりは幅500m、奥行き300mほどの規模で、冷沢を堰き止めた。



図6 駒の湯温泉周辺の地すべり地形分布図
Fig. 6 Landslide map of Komanoyu hot spring.

3.5 駒の湯温泉を襲った土石流災害

今回の岩手・宮城内陸地震による土砂災害の被害の中で、最大の人的被害を生じたのは、ドゾウ沢の右岸の地すべり地形の移動体上に立地していた駒の湯温泉を襲った土石流である。この土石流によって温泉旅館の宿泊客と経営者・従業員など死者・行方不明者7名の被害を生じた。この土石流は東栗駒山の東斜面に生じた地すべりの土砂がドゾウ沢に流入して土石流化し、それが駒の湯温泉まで5kmほど流下したことで被災したものである。

口絵7に栗駒山で生じた地すべりの発生状況を立体写真によって示した。この地すべりの規模は幅300m、奥行き約200mで、地すべりの厚さは最大30m、土砂量15万m³と推定されている(国土地理院, 2008)。この地すべりの両側の斜面も、植生状況などに残された過去に表層すべりの痕跡が残存しており、この付近では繰返し表層すべりを繰返していたと推定される。

ドゾウ沢の土石流は発生地点から駒の湯温泉まで約5km流下した。助かった経営者の証言から、駒の湯温泉を土砂が襲ったのは地震後10分ほど経過した時点と推定されている。地震前の駒の湯温泉の建物はドゾウ沢の河床より30m程高い場所に建てられていた。ここは再判読によって作成された地すべり地形分布図(図6)によると、過去の地すべり地形の移動体であったが、この移動体は今回の地震では変動していない。

しかし、駒の湯温泉の対岸の斜面には幅500mに達する幅の広い地すべりが発生した(口絵8, 写真3)。この地すべりの変動域の下流側はドゾウ沢の狭窄部となつて



写真3 駒の湯温泉を襲った土石流と対岸の地すべり
Photo 3 Debris flow and landslide hazard at Komanoyu hot spring.

いたため、地すべり移動体の一部は狭窄部を塞ぐ形で停止した。地すべり発生後に上流から流下してきた土石流は、ドゾウ沢を堰き止めた地すべり移動体によって行く手を遮られたため、駒の湯温泉付近の河道において渦を巻くような形で滞留し、土砂を溜めていった。土石流の土砂が堆積することによって、河床は急速に上昇し、地震前の河床から30mほど高い位置に建てられていた温泉の建物も土石流の土砂に巻き込まれたと推定される。対岸の地すべりが起きなければ、土石流はほとんど滞留することなく、下流に流下した可能性が大きいと考えられる。駒の湯温泉がドゾウ沢の谷壁斜面の中では比較的標高の低い位置にあった地すべり移動体上に立地していたことも災いしたと考えられる。ドゾウ沢の土石流のように火山地域で発生する地すべりは、土石流化して長距離流下する事例が多いので、谷沿いに位置する建物では災害時に注意が必要である。

3.6 耕英地区の層すべり型地すべり

栗原市の耕英地区では道路が寸断されて孤立したほか、地域内に多数の地すべりが発生している。この地区で発生した地すべりに対する現地調査は、栗原市から入城の許可が得られず、実施できなかった。そこで毎日新聞社機に同乗して空撮した際の上空からの観察と、航測会社から入手した空中写真(写真4)の判読などに基づき、分かる範囲で得られた知見を基に述べてみたい。

この地域で発生した地すべりは、写真4に示したように谷の両岸から連続的に崩れ落ちた土砂が谷の中に流れこんで流動化した様に見える。しかし滑落崖の形状などを手掛かりに見ると、写真の範囲内において、少なくとも20数個の地すべりブロックに分かれて発生したことが読み取れる。そしてその多くに以下のような共通性が認められる。第一にすべりを起こしたすべり面を空中写真(写真4)の実体視で判読すると、ほぼ同じ標高においてすべりが生じている。これはこの地域の地すべりが全体としてほぼ同一の地層をすべり面として、それより上の地層が変動したことを示している。元の斜面の傾斜



写真 4 栗原市耕英地区で集中的に発生した緩勾配の層すべりの発生状況の空中写真（アジア航測撮影）
Photo 4 Aerial photographs of landslides in the Koei district of Kurihara City (Asia Air Survey).



写真 5 1984年の長野県西部地震による御嶽高原の地すべりの発生状況
Photo 5 Aerial photographs of landslides in the Ontake-Kogen.

はそれぞれに差異があるが、すべり面自体はかなり緩い勾配であることが読み取れる。この耕英地区の地すべりは1984年に起きた長野県西部地震で生じた御嶽高原の地すべり（写真5、図7）と類似性が高い。御嶽高原の地すべりは御嶽山起源の軽石層をすべり面として、数か所で発生したことが明らかにされている（植原ほか、1985）。耕英地区の地すべりは現地での調査ができなかったが、その発生状況から、御嶽高原の地すべりと同様、降下火山碎屑層がすべり面となって発生した層すべりである可能性が大きいと考えられる。

4. 岩手・宮城内陸地震でも再確認された地震地すべりの特徴

4.1 層すべり型の地すべりが多く発生する

今回の岩手・宮城内陸地震に限らずこれまでの国内外の地震地すべりの発生状況を概観すると、発生場所の地

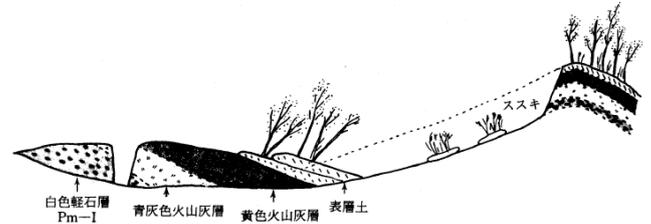


図 7 御嶽高原地すべりの模式断面図（植原ほか、1985）
Fig. 7 Longitudinal cross section of Ontake-Kogen landslide.

質条件が異なっても、ある特定の地層をすべり面として滑動を起こす層すべり型の地すべりが多く発生している。例えば1984年の長野県西部地震で発生した幅800m、奥行き1,300mの御嶽山の大规模崩壊では、千本松軽石層がすべり面となって発生した。また前述の御嶽高原の地すべりはPM-I層とされる白色軽石層の下底がすべり面となって発生している（図7）。また1949年に栃木県で起きた今市地震では、軽石層がすべり面となった地すべりが多数発生していることが報告されている

（小出、1955）。さらに今市地震では、傾斜わずか1°以下の大谷川の扇状地がおよそ3.4km²の範囲にわたって、地下約6m付近に挟在している降下火山灰層を境に、その上の地盤が下流方向に5~10cmほど変動したことが井戸抗の内壁のずれの調査によって明らかにされている（Honda, 1951）。この扇状地の変動は変位量が約10cmと小さいこともあって、地表面には地下のすべりに伴う変状が生じた記録はないが、前駆的な層すべりが起きかけたと言っても過言ではない。

最近の例では、2004年の新潟県中越地震において、小千谷市横渡の地すべりや旧山古志村の東竹沢地すべり、さらに朝日山地すべりなど層すべり型の地すべり変動が多数発生している（大八木ほか、2008）。

今回の岩手・宮城内陸地震においても、耕英地区の地すべりなど層すべりと推定される地すべりが多数認められる。荒砥沢地すべりも古いカルデラ内に堆積した湖成層がすべり面となったことが調査ボーリングで明らかにされているが、発生状況から考えて湖成層中で震動によって強度低下を起こすような層準ですべりが生じた可能性が大きいと推定される。荒砥沢地すべりの移動体の中や周囲の露頭で見いだされる湖成層は写真6の様な地層で、粒径や鉱物組成が様々に異なる無数の細かい層理から構成されている。このように地震による地すべりでは、他の要因の地すべりと比べ、特定の層準がすべり面となって変動を起こしている地すべりが比較的多く発生していることが再確認された。



写真 6 荒砥沢地すべりの移動体中にある湖成層。かつてのカルデラ湖底に堆積した地層

Photo 6 Lake deposit of old caldera in landslide mass.

4.2 巨大地すべりや大規模崩壊が発生する

今回の地震で発生した荒砥沢地すべりは戦後最大規模であった。このように地震による地すべりでは大規模な変動が生じる事例がある。戦後においてこれまでの最大規模の土砂災害は1984年に起きた長野県西部地震による御嶽山の崩壊とそれに引き続いて起きた岩屑なだれである(Inokuchi, 1985)。この崩壊の規模は荒砥沢地すべりの半分程度の3,250万 m^3 であった。戦前の事例では1856年の飛越地震によって立山カルデラで起きた鳶崩れなど、大規模な地すべり・斜面崩壊は地震ないし火山噴火に伴って生じた事例が多く、豪雨によって生じたものより圧倒的に規模が大きいことが特徴である。

5. 地震による巨大地すべり発生の地質的背景について

5.1 東北地方に分布する巨大地すべりの地質的背景

地震直後に報道された荒砥沢地すべりの巨大さには一般の方だけでなく、地すべり研究者の間でも驚きの声がかれた。しかし過去に起きた地すべり変動の痕跡を地形判読している防災科研の地すべり地形分布図はそれより規模の大きな地すべり地形が多数存在することを図示していた。1982年から開始された地すべり地形分布図の作成によって、東北地方には幅1kmを超える巨大地すべりが多数分布することが明らかにされた。中には、八幡平火山のように奥行きが5kmにおよぶ巨大地すべりも見つかっている。大八木はこれらの巨大地すべりが分布する範囲と、古い埋没カルデラの分布地域がほとんど重なっていることを指摘し、巨大地すべり発生要因にカルデラ内に堆積した湖成層が素因として関わっている可能性が大きいのではないかと述べている(大八木, 2000)。今回の荒砥沢地すべりが発生した地域も栗駒山南東麓にあった古カルデラに堆積した湖成層の分布域にあっており、本地域の下部には松の木層とされる湖成層が厚く堆積している。

5.2 巨大地すべりの発生要因としての地震

これまで巨大地すべりは地形として存在する事実は知られるようになったが、実際に変動を起こした事例はなかったため、その発生要因は解明されていなかった。その発生原因については氷河期など現在と異なる気候条件下で起きたのではないかと漠然と考えられてきたに過ぎない。しかし今回の岩手・宮城内陸地震において、初めて巨大地すべり変動が直下型地震によって発生した事例を目の当たりにして、巨大地すべりの発生原因は地震である可能性がクローズアップされるようになった。

巨大地すべりがなぜ地震で起こりやすいのかを考える場合、湖成層が地すべりの起きた地域の地下に広く分布することを合わせると、以下のような説明が考えられる。巨大地すべりが発生するためには、山地の広い範囲にわたってほぼ瞬時に地盤に不安定化が生じる必要がある。それには広域にわたって震動を及ぼす地震が不安定化要因の最有力候補である。しかし、地下水の上昇などに起因する間隙水圧の上昇が不安定化の要因となる豪雨や融雪を誘因に考える場合には、広い範囲にわたって同時期に不安定化を生じるような状況が起きる可能性はきわめて低い。

地震動が広い範囲に作用するとしても、斜面の広い範囲にわたって地盤の不安定化が生じるためには、同じような性質を持った地層ないし土層が広く分布していないと、不安定化する範囲が限定され、小規模な斜面変動に留まる。しかしカルデラ底に堆積する湖成層では、広い範囲に同じ性質を持つ層理が堆積する場として用意されており、そういった互層中に1枚でも地震動に対して脆弱な地層が含まれていた場合には、その層準において急速な強度低下を起こして滑りに至ったと考えると合理的に説明ができる。また、降下火山砕屑物のように広い範囲に薄く同じ性質の火山噴出物が堆積する場合も同様のことが生じると考えられる。カルデラや活動火山が多い日本列島においては、こういった背景によって地震による巨大地すべりが発生してきたと考えるとうまく説明できる。

今後も山地の直下で起きる内陸地震によって古いカルデラ内に堆積した湖成層が分布する地域や、降下火山灰が広く堆積している地域において巨大地すべりが発生する可能性を指摘することができる。そして既に巨大地すべり地形が分布している地域においては、それが今後の地震によっても再滑動する可能性があり、周辺地域で同様の規模の地すべりが発生する可能性を考慮した防災対策が望まれる。

6. まとめ

防災科研において現在進められている地すべり地形分布図によって、日本列島には予想以上多くの地すべり変動の跡地が残されていることが明らかにされた。従来、このように同じ場所で繰り返し変動するタイプの地すべりの発生要因は、雨や融雪による地下水の上昇が主たる要因と考えられてきた。しかし、新潟県中越地震や今回の岩手・宮城内陸地震など数年相次いで発生した地震地

すべりの事例から、大規模な地すべり変動の中には地震によって発生したものが多くはないかと考えられるようになった。発生頻度が低い地震地すべりの研究は過去の事例に学ぶ必要があるが、そのためには歴史地震で生じた事例に加え、地すべり地形を呈する斜面のうち、地震によって生じた地すべりの選別も重要な課題である。地震による地すべりの研究はほとんど始まったばかりで、メカニズムなど未解明の問題も多く残されている。

最近宮城県にある日本三景の一つである「松島」が地すべりによって形成されたという説が出されたが（長谷川ほか、2008）、地すべり発生の誘因が長町ー利府線を震源断層とする内陸地震である可能性が大きいと指摘されている。また最近の研究では、滋賀県米原市の琵琶湖の湖底に沈んだとされる尚江千軒遺跡は、湖岸の地震地すべりによるとの説が出されている。同様に1596年の別府湾地震で大分湾岸にあったと伝えられる瓜生島が、地震によって水中に没したという伝承記録が残されているが、これも地震地すべりと考えることができる。このように湖岸や海岸で発生する地すべり変動は、もともと地下水位が高い状況にあることから、地震を誘因と考えると理解しやすい。さらに雨や融雪の影響が及ばない海底地すべりに関しては、地震以外の要因は考えにくい。このように地震による地すべりは、従来考えられていたよりかなり多く発生してきた可能性を指摘することができる。今後の地震地すべりに対する防災対策を考えた場合、山間地域で起きる地すべりだけでなく、人口が密集していることから、より大きな被害が生じる可能性がある沿岸地域や湖岸地域、さらには海底斜面で生じる地震地すべりについてもその可能性について留意するとともに、総合的に地震地すべりに関する研究を進めて行く必要があることを指摘しておきたい。

参考文献

- 1) 青井真・功刀卓・藤原広行・森川信之・鈴木亘(2010) : 2008年岩手・宮城内陸地震の地震動の特徴ー非対称な地震動とランポリン効果ー。主要災害調査, No. 43, 防災科学技術研究所, 19-29.
- 2) 長谷川修一・野々村敦子・山中稔(2008) : 日本三景松島は巨大地すべりによって形成された。応用地質学会研究発表会講演論文集, 135-136.
- 3) Honda, T.(1951) : Land Slip in the Imaichi District Revealed from the Breaks in the Well-Tubes. 東京大学地震研究所彙報, 28- (3/4), 449-455.
- 4) Inokuchi, T.(1985) : The Ontake Rock Slide and Debris Avalanche Caused by the Naganoken-Seibu Earthquake, 1984. Proc. IVth International Conference and Field Workshop on Landslide, Tokyo.329-338.
- 5) 岩手・宮城内陸地震4学協会合同調査委員会(2009) : 平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震災害調査報告書. P403.
- 6) 小出博(1955) : 山崩れ。応用地質Ⅱ, 古今書院.
- 7) 国土地理院 HP (2008) : 「荒砥沢ダム上流地域」の崩落地の移動。
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h20-iwatemiyagi/figure2-1.html>
- 8) 強震ネットホームページ : 近地強震記録による平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震の震源インバージョン(2008/12/02) 防災科学技術研究所。
http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/topics/Iwatemiyagina_080614/inversion/
- 9) 大八木規夫(2000) : 東北地方北部における地すべり地形と後期中新世ー更新世のカルデラ。深田地質研究所年報, No.1, 112-127.
- 10) 大八木規夫・内山庄一郎・井口隆(2008) : 2004年新潟県中越地震による斜面変動分布図。防災科学技術研究所研究資料, No.317, 1-37.
- 11) 林野庁東北森林管理局(2008) : 荒砥沢地すべりの調査結果と対策について。岩手県・宮城内陸地震に係る山地災害対策検討会資料, 農林水産省林野庁HPより。
<http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/koho/saigaijoho/kyoku/kentokai/index.html>
- 12) 植原茂次・田中耕平・井口隆・木下繁夫・井元政二郎・幾志新吉・岩崎正樹(1985) : 昭和59年(1984年)長野県西部地震災害調査報告。主要災害報告, No.25, 国立防災科学技術センター。
- 13) 山科真一・山崎勉・橋本純・笠井史宏・我妻智浩・渋谷研一(2009) : 岩手・宮城内陸地震で発生した荒砥沢地すべり。日本地すべり学会誌, 45-5, 42-47.
(原稿受理 : 2010年2月21日)

要 旨

2008年6月に発生した岩手・宮城内陸地震では、栗駒山の周辺において多数の地すべり・土砂崩れが発生し、多くの人的被害が生じた。中でもっとも大きな荒砥沢地すべりは過去に起きた地すべりの再滑動であると推定され、過去の地すべりの原因も地震であったと推定される。またその他のいくつかの地すべりも地すべり地形を呈する斜面で発生している。また多くの地すべりは層すべり型の並進すべりであり、地震によって滑りやすい地層が挟在することが原因であると推定される。

キーワード：岩手・宮城内陸地震，地震地すべり，地すべり地形分布図，湖成層