

## 岩手・宮城内陸地震の土砂災害の特徴と今後の対策に向けての課題

岩手大学農学部 井良沢道也

### 1. 地震による土砂災害の特徴

本地震は近年発生した内陸地震としては強震度観測として最大の加速度（3成分合成で4000ガルを越えている）を示した。今回の地震の特徴は土砂災害の被害が大きいことである。本地震による人的被害は、死者13名、行方不明者は10名で、そのほとんどが土砂災害によるものである。山体崩壊に匹敵するような大規模斜面崩壊や河道閉塞が数多く発生しているほか、斜面崩壊から流動化した土石流の発生や地すべり、落石など多様な種類の土砂災害が発生した。今回の地震で大規模な土砂災害を発生させた原因としてはこうした地震による外力以外に、本地域が奥羽山脈の火山によって形成された脆弱な地質と地形が大きく関与している。本地域の地質は上層から、おおむね、固結度の低い溶結凝灰岩、軽石質凝灰岩、凝灰岩質の砂岩・泥岩からなっており、一部の地域では溶岩や貫入岩が加わる。最大加速度とはむしろ関係が乏しく、土砂災害の発生分布域は比較的硬質で緩傾斜地形の多い栗駒山溶岩に覆われていない端部の遷急線周辺に密集している。今回発生した大規模な崩壊や地すべりはこうした硬さの異なる土層を境界として発生しているものが多い。これまで述べたように今回の地震による土砂災害は震源域が奥羽山脈沿いの多様な火山性堆積物（鬼首カルデラ、栗駒火山、焼石火山など）の影響を受けて、分布域や崩壊特性などに影響を与えている。火山に由来する新第三紀や第四紀の脆弱な地質である。地震による土砂災害の特徴である地形効果（尾根部など）の現れている箇所も多い。また、大規模な地すべりは既往の地すべり地形が再活動したものが多かった。土砂災害の発生分布は偏って分布しているため、今後、詳細に要因分析をすることで、同様の地震による土砂災害の予測につながるものと思われる。

### 2. 中途半端なまま土砂が斜面などに堆積している箇所や地すべり

地震が発生して以降に岩手・宮城内陸地震の調査が進捗してきており、そうした中で当初は目だたなかった土砂災害が調査により顕在化してきている。岩手県一関市の2箇所である。岩手県農林水産部所管の市野々原地区と山王山地区である。両地区とも未だに危険区域に存在する家屋（それぞれ1戸づつ）の避難解除されていない。前者は磐井川右岸で発生した河道閉塞を発生させた市野々原地すべりの対岸の左岸側に位置している。当初の調査では約390m付近の傾斜変換線から発生した崩壊や小規模な地すべりと考えられている。

---

The characteristic and the problem toward the measure in the future concerning the landslide disaster of the Iwate and Miyagi Inland Earthquake

By Michiya Irasawa

た。その後の踏査で背後の傾斜変換線上部の尾根の標高約 470m 付近からの地すべり移動の可能性が指摘された。実際に亀裂も周辺に存在し、現在、ボーリング調査が実施され危険度把握がされている。もし現実に移動の可能性があれば、河道閉塞を発生させた市野々原地すべりは河岸段丘により移動体本体がある程度阻止されているのに対し、本地すべりは地形的に何も阻止するものが無いので非常に危険性が高いと思われる。

また、近くに山王山地区の二股の土石流がある。崩壊源頭部の標高は約 550m～560m であり、北側の土石流は約 1.8km、南側は約 2.0km 流下して谷部に堆積している。堆積部の標高はそれぞれ約 340m、約 310m である。崩壊源頭部の約 550m～560m には大きな滑落崖が存在し、谷全体にまだ乱れの多い流動堆積地形がみられる。滑落崖には凹地も存在し、水分を含んだ状態で流動化しやすいと思われる。二股の土石流が一部流動しかつまだ土砂の堆積している流下部の勾配は 19 度と急である。降雨と違って、地震の場合は土石流を流動化させるに足りる水分が供給されない場合は大部分がほぐされたまま谷部に残るケースに該当している。

なお、6 月 21 日、22 日に実施した（社）砂防学会の緊急調査団による現地踏査を実施した。今回の調査を通じて、上記で述べた点以外に、次の 7 点を指摘した（（社）砂防学会 WEB ページ）。

- 1) 様々なタイプの形態の土砂生産（土石流、斜面崩壊、地すべり、河道閉塞）の存在
- 2) 応急判定から均一の質の高い判定の実施
- 3) 既設の土砂生産、流出対策施設の大規模土砂生産時の効果把握
- 4) 流域としての長期のモニタリングの必要性
- 5) 山岳地の観光地を利用する一時的滞在者などへの周知
- 6) 地震による大規模土砂生産を考えた新たな対策手法の検討
- 7) 流域全体としての土砂災害対策の取り組みの必要性

4) で指摘したように本災害は今後、数十年、あるいはそれ以上の長期間にわたって、土砂生産の発生した上流域だけでなく下流域まで大きな影響を与え続ける。土砂ばかりでなく、流木、濁水、生態系などの面も含め長期モニタリングが不可欠である。また、栗駒山系は多雪地帯であり、雪による土石流、崩壊・地すべり箇所の新移動、河道閉塞箇所などへの影響把握も必要である。今回の地震による土砂災害から得られる知見を集大成し、今後の地域の復興と流域全体の減災に反映させることが重要である。

### 3. リモートセンシング衛星画像による判読

本地震により約 3,500 箇所で崩壊・地すべりが発生し、約 1 億 3 千万 m<sup>3</sup> の不安定土砂が発生した。また、大規模なものだけで 15 箇所で河道閉塞（天然ダム）が発生した。これらの不安定土砂や天然ダムは、今後の融雪や降雨により崩壊が拡大したり天然ダムが決壊するなどして河道に大量の土砂が流出し、下流域に被害を及ぼす恐れがある。ここでは ALOS だいち画像による岩手・宮城内陸地震の土砂災害への適用について崩壊や地すべり地についての適用について検討した結果を述べる。判読においては幾何学的補正をせずにそのままの状態ですべての地形図と対比しながら判読した。またグランドトゥルースによる補正も実施していない。

### 3. 1 全体の画像判読

地震発生後に撮影された ALOS だいち画像としては地震発生後翌日の 6 月 15 日撮影と 7 月 2 日撮影の 2 画像について判読した。6 月 15 日撮影画像は今回の地震災害で土砂災害の発生した区域は大部分が雲に覆われ、宮城県一迫川上流域がかろうじて雲の間から崩壊地を判読することができる。一方、7 月 2 日撮影の画像については全域にわたってほとんど雲がなく、鮮明に全体域を判読することができる。今回の大規模な崩壊や地すべり地、土石流などは判読できるものと思われる（写真-1）。空中写真であれば何枚もの画像を入手し、判読する必要があるが、広域な地域の状況がすぐに把握できる利点が再確認することできる。

### 3. 2 宮城県一迫川上流域における 6 月 15 日画像と 7 月 2 日画像との対比

前述したように 6 月 15 日の画像は宮城県一迫川上流域のみが雲の間から地上を見ることができる。ALOS だいち AVNIR-2 画像・2008 年 6 月 15 日撮影・10m 解像度と同 2008 年 7 月 2 日撮影・10m 解像度を対比して判読した（写真-2）。その結果、地震翌日には湯浜の崩壊地及び河原小屋沢において河道閉塞を起こしていることが判読できる。まだ川をせきとめてまもないため湛水域はほとんど生じてない。しかし、7 月 2 日の画像では湛水域が増大していることが伺える。湛水池の濁度についても湯浜の崩壊地については青みがかっており濁度が少ないと推測されるが、他の湛水池は黄緑色である浮遊土砂により濁っていることが推測される。リモートセンシングの利点である短期間のインターバルで広域観測データが得られ、土砂移動の推移に非常に適していることと言える。

### 3. 3 10m 解像度とパンシャープン 2.5m 解像度による判読結果

ALOS だいち画像で 10m 解像度とパンシャープン 2.5m 解像度による判読をした（写真-3）。区域は一関市市野々原地区である。2.5m 精度になると崩壊のテクスチャーもある程度把握でき、土砂の攪乱、樹林なども鮮明になる。実際に解像度の違う画像の判読結果は、解像度 10m 崩壊個数 63 個 崩壊地 0.29km<sup>2</sup> 解像度 2.5m 崩壊個数 54 個 崩壊地 0.34km<sup>2</sup> である（図-1）。判読範囲は南北約 4.2km、東西約 2.4km である。解像度 10m では連続して見える崩壊地が 2.5m では別々の独立した崩壊地であると識別できた。

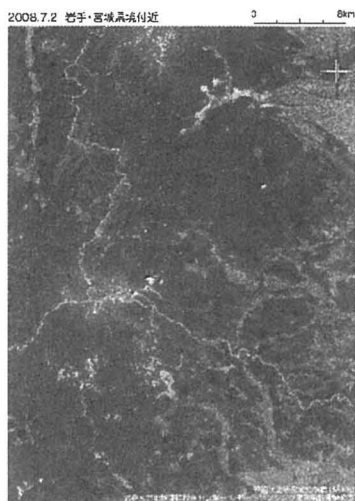


写真-1 2008年7月2日に観測された“だいち”AVNIR-2画像。画像中央やや右に荒砥沢地すべりと貯水池、真ん中上にドゾウ沢及び産女川の大規模崩壊地、他にも無数の崩壊地が分布している。提供：宇宙航空研究開発機構（JAXA）および岩手大学地域連携推進センター・リモートセンシング実利用技術開発室。

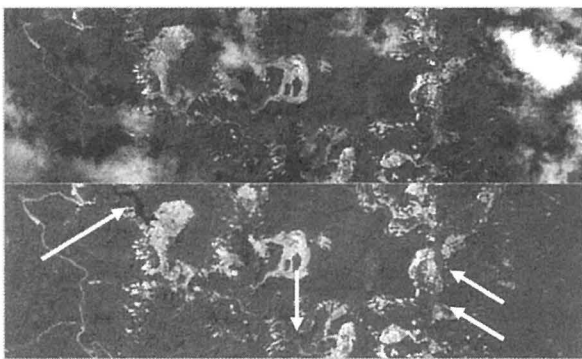
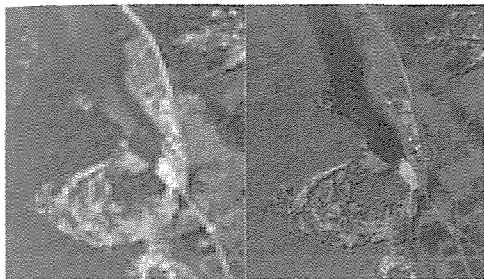


写真-2 上がALOSだいちAVNIR-2画像・2008年6月15日撮影・10m解像度と同2008年7月2日撮影・10m解像度。白矢印が河道閉塞が発生し湛水の確認できた範囲。

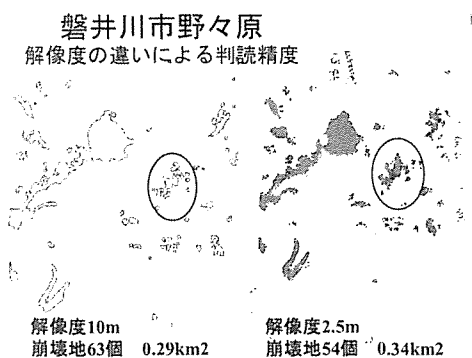
### 3.4 アナグリフによる立体視判読

ALOSだいちAVNIR-2画像・パンシャープン立体視（2.5m解像度）により崩壊前後衛星写真の立体視判読を行った（写真-4）。発生前の衛星画像と比較すると、今回の地すべりは、すでに存在した地すべり地形の部分が過半を占め、それが背後の東西方向に延びる尾根に拡大するような形で発生している。また、地すべり滑落崖、その下方に旧地すべり地形滑落崖にほぼ平行な2列のリッジが存在、土砂の貯水池への押し出しなどの移動痕跡が判読できる。地震発生後2日以内に撮影された国土地理院及び国際航業による空中写真の判読により作成された地す

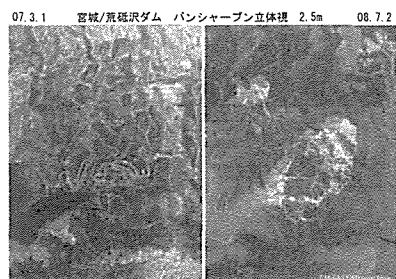
べり箇所の地形分類図（（社）日本地すべり学会緊急調査団，2008）に記載に近い内容を判読できた。また、佐藤、後藤（2008）がとりあげているように、防災学習の面や、異分野及び地元住民を交えた地元説明会など同じ画像をみながら意見交換するなどの活用が期待される。



写真・3 左が ALOS だいち AVNIR-2 画像・2008 年 7 月 2 日撮影・10m 解像度と右が同 2008 年 7 月 2 日撮影・2.5m 解像度



図・1 左が ALOS だいち AVNIR-2 画像・2008 年 7 月 2 日撮影・10m 解像度と右が同 2008 年 7 月 2 日撮影・2.5m 解像度による判読結果



写真・4 左が ALOS だいち AVNIR-2 画像・2007 年 3 月 1 日撮影・2.5m 解像度と右が同 2008 年 7 月 2 日撮影・2.5m 解像度のパンシャープン立体視画像。

#### 4. 地域の復興へ向けての対策と課題

山間部を襲った災害という社会的側面も重要である。今回の災害で孤立集落が多く発生し、

山間地において唯一の道路を保全する砂防事業の推進が望まれる。また通信が途絶えた地区も多く、情報インフラの整備への支援も必要である。砂防として山間地における避難所や避難路整備の支援はもとより、さらに観光客など一時的滞在者への周知も含めた山間地における土地利用・地域計画への検討も望まれる。こうしたいわば地域復興学とも言える分野への砂防の参画が強く望まれる。

地震発生直後から国、県、市町村など懸命な緊急災害対策が行われた。行方不明者の捜索、孤立集落の住民の避難の支援、避難所の開設、二次災害防止のための警戒避難システムの構築や応急対策などである。国土交通省が派遣した緊急災害対策派遣隊（TEC-FORCE）は被災状況の調査や道路の復旧工事、河道閉塞対応などで地元を支援するなど機動性を発揮した。同隊は今年5月に発足したばかりで、今回が初めての出勤となった。

地震により数多くの河道閉塞箇所が発生したが、同省によるヘリコプターによる空中からの監視、センサーの設置、ポンプによる緊急排水、河道掘削など土砂ダムの決壊防止に極めて迅速な対応を実施した。現場から得られる多くの情報は国、県、市町村間で共有され、実際に住民の避難に役立つなどした。今回のこうした応急対策の対応は体系化して他の災害へも活かされることが望まれる。本地震は土砂災害の歴史に残る大規模な土砂災害が発生し、その被害が極めて大きいことである。今回、発生した地震に伴う災害の事象と対策をとりまとめ、地震時の土砂災害対策の検討や地震砂防対策指針（案）の作成を検討する必要がある。

## 5. おわりに

東北地方は1896年の陸羽地震や1914年の秋田仙北地震、さらに2004年に発生し岩手・宮城両県に被害を与えた2回の地震など直下型地震によりたびたび大きな災害を被ってきた。2004年10月の新潟県中越地震、2005年10月のパキスタン北部で発生した地震、2007年3月の能登半島地震、そして本年5月12日の中国四川大地震など、近年において国内外で大規模な土砂災害を起こす地震が相次いで発生している。これらの地震による土砂災害の発生予測技術の構築や二次災害防止手法の検討など、今後の地震による土砂災害対策へ向けて新たな砂防技術の展開が望まれる。

今なお全住民が避難を余儀なくされている駒ノ湯温泉のある耕英地区は、戦後の開拓団が新たに開墾した地域である。現在は避難解除された岩手県祭時地区も戦後の開拓が進んだ地域である。その結果、温泉やスキーなど「観光」、「イワナの養殖」、「イチゴ栽培」などに新たに生活の糧を得るなど住民の苦闘の歴史のある地である。他地区においても多数の住民が避難を続行しており、一刻も早く避難解除されることを願ってやまない。

衛星画像を提供していただいた宇宙航空研究開発機構（JAXA）および岩手大学地域連携推進センター・リモートセンシング実用技術開発室に感謝申し上げます。

## 参考文献

1. 井良沢道也・牛山素行・川邊洋・藤田正治・里深好文・檜垣大助・内田太郎・池田暁彦（2008）：平成20年岩手・宮城内陸地震により発生した土砂災害について、砂防学会誌，61-3，p37-46.
2. 井良沢道也（2008）：岩手・宮城内陸地震による土砂災害の特徴と対策、砂防と治水，p41-43.
3. 佐藤崇徳、後藤秀昭：アナグリフによる地形実体視と地理教育での利用、測量、p13-16.