

新潟県中越地震の災害状況図作成について

Compilation of Damage Map of the Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004

地理調査部 鈴木義宜・丹羽俊二・田口益雄・関崎賢一
長谷川 学・飯田 誠・門脇利広

Geographic Department

Yoshinori SUZUKI, Shunji NIWA, Masuo TAGUCHI, Kenichi SEKIZAKI,
Manabu HASEGAWA, Makoto IIDA and Toshihiro KADOWAKI

要 旨

国土地理院は、福井地震（昭和 23 年）の災害状況図から始まって、鳥取県西部地震（平成 12 年）にいたるまで、大地震における災害状況図を作成し、災害状況の記録を残すとともに被害状況と土地条件との関係を考察してきた。

平成 16 年 10 月 23 日に発生した新潟県中越地震は、阪神・淡路大震災以来の震度 7 を記録し、家屋、道路、鉄道などが大きな被害を受け、山古志村が全村避難するなど、地域住民の生活へ多大な影響をもたらした災害となった。

地理調査部では、災害対策班を設置し、緊急の現地調査、災害状況図の作成と公開、航空レーザ測量による三次元データの取得等による災害調査を実施したのでその概要を報告する。

1. はじめに

新潟県中越地震発生に伴い地理調査部では、災害対策実施要領（平成 16 年 6 月改正）に基づき、災害対策班を 10 月 23 日に設置し、関係機関等より災害情報収集に努めるとともに、新潟県長岡市を中心とする地域に現地緊急調査班（6 名）を 2 回に分け派遣した。

また、被災地域の概要を把握するため、国土地理院で撮影した空中写真に加えて、民間航測会社撮影の空中写真を入手して判読作業を行い、3 万分 1 災害状況図を作成した。本稿では、中越地震災害に対する地理調査部の一連の対応について、地震による被害の概要、現地調査、災害状況図の概要、航空レーザ測量、調査地域の地形と、災害状況の関係などを報告する。

なお、市町村名は地震発生時の名称を使用した。

2. 地震による被害の概要

2. 1 地震の概要

平成 16 年 10 月 23 日 17 時 56 分頃、新潟県中越地方で震源の深さ 13km、M6.8 の地震（本震）が発生した。各地の震度は、川口町で最大震度の 7、小千谷市、山古志村、小国町で震度 6 強、長岡市、十日町

市、栃尾市、越路町、三島町、堀之内町、広神村、守門村、入広瀬村、川西町、中里村、刈羽村で震度 6 弱を観測した。

また、直後の 18 時 11 分頃にも M6.0 の地震が発生し、小千谷市で震度 6 強を、続けて 18 時 34 分頃にも M6.5 の地震（最大余震）が発生し、十日町市、川口町、小国町で震度 6 強を観測した。

その後も余震活動は活発で、同日 19 時 45 分に M5.7（最大震度 6 弱）、10 月 27 日に M6.1（最大震度 6 弱）、11 月 8 日に M5.9（最大震度 5 強）の地震が発生した。

この一連の地震活動は、10 月 23 日 17 時 56 分頃発生した M6.8 の地震を本震とする本震一余震型と考えられており、これらの震源は、北北東一南南西方向に長さ約 30km の範囲で分布している。

2. 2 人的被害及び建物被害

この地震による被害は、ほとんどが新潟県に集中しており、死者 48 名、負傷者 4,804 名、住家全壊 3,181 棟、住家半壊 13,531 棟、住家一部破損 104,467 棟、建物火災 9 棟となっている。また、避難者は 10 月 26 日がピークで、34 市町村、103,178 名が一時避難した（平成 17 年 7 月 1 日現在、総務省消防庁及び内閣府調べ）。

2. 3 道路の被害

1) 高速道路で通行止めとなった主な区間は、関越自動車道の湯沢 IC～長岡 JCT 間、北陸自動車道の柏崎 IC～三条燕 IC 間である。関越自動車道の主な被害は小出 IC～長岡 JCT 間に集中しており、大規模な盛土崩落、のり面崩落、路肩の崩壊、不等沈下に伴う道路の段差（最大 70cm、2～10cm の段差は約 100 箇所）及び地割れなどにより、10 月 23 日～11 月 5 日まで通行止めとなった。北陸自動車道の主な被害は柏崎 IC～三条燕 IC 間に集中し、盛土部の沈下または崩落、路肩部の大規模な地割れなどにより、10 月 23 日～10 月 26 日まで通行止めとなった（日本道路公団のホームページ「高速道路の被災状況及び応急復旧概要」より）。

- 2) 直轄国道における主な被害状況は、国道8号の中ノ島町～長岡市等で多数の段差等により、通行止め区間が7箇所となった。また国道17号の長岡市～小出町等で多数の段差箇所、路面陥没、和南津トンネル(300m)内部のコンクリート剥落、川口町の道路崩壊などにより、通行止め区間が9箇所となった。その他、国道116号で1区間が通行止めとなった(平成17年8月9日現在、国土交通省道路局調べ)。
- 3) 県管理の国道・県道では通行止め区間が224箇所、これまでに177箇所が応急復旧済み、残る通行止め区間は47箇所となっている(平成17年8月9日現在、国土交通省道路局調べ)。
- 4) 市町村道では、約2,200箇所が被災した(平成16年11月10日現在、新潟県調べ)。

2. 4 鉄道の被害

上越新幹線では、浦佐駅～長岡駅間で走行中の列車が脱線し(1964年の新幹線開業以来初めて、なお人的被害はなし)、当該脱線箇所の軌道、締結装置が損傷した。また、浦佐駅～燕三条駅間のトンネル、高架橋などの損傷により、越後湯沢駅～長岡駅間は不通となり、運転再開は12月28日となった。

この他JR各線では、信越本線で見附駅上りホームの一部陥没、越後広田駅～北条駅間で築堤崩壊、北長岡駅～押切駅間・飯山線の越後鹿渡駅～越後田沢駅間の信濃川橋梁付近・越後田沢駅～越後水沢駅間の七川橋梁付近・十日町駅～魚沼中条駅間の田川橋梁両端で路盤陥没等、上越線でも小千谷駅～越後川口駅間で法面崩壊・土砂流出、越後川口駅～北堀之内駅間で土砂崩壊による線路の宙ぶり状態、北堀之内駅～越後堀之内駅間で覆工崩落などの被害が発生した(平成16年11月26日現在、国土交通省調べ)。

2. 5 河川の被害

直轄河川である信濃川及び魚野川では、堤防の亀裂・法面崩壊・沈下、堰・水門施設の損傷など185箇所、補助河川では425箇所の被害を確認した(平成16年12月28日現在、国土交通省北陸地方整備局・新潟県土木部調べ)。

2. 6 ライフラインの被害

ライフラインの被害は、停電戸数が延べ約308,860戸、ガス供給停止戸数が延べ約56,000戸、水道供給停止戸数が延べ129,750戸にのぼった(平成16年11月26日現在、国土交通省調べ)。

3. 地理調査部の対応

10月23日の発災直後に、国土地理院の「新潟県中越地方を震源とする地震」災害対策本部が設置さ

れた。それをうけて地理調査部は災害対策班を設置し、災害情報の収集、職員の安全確認、主題図の在庫確認等を実施した。また、20万分1災害状況図(概要版)(脱線、トンネル崩壊、家屋倒壊、土砂崩壊、道路陥没等)を作成しホームページに掲載した。

24日には、現地緊急調査班として2班編成(各班2名)を現地に派遣した。また、災害対策用として、被災地域の都市圏活断層図をホームページに掲載した。

26日には、5万分1災害状況図(20万分1災害状況図に活断層、電子基準点を追加)を作成しホームページに掲載した。

29日には、空中写真判読により、3万分1災害状況図(斜面崩壊地、鉄道・道路被災箇所)を作成し、記者発表を行った。同時に電子国土を利用して公開した。この図は現地対策本部や被災自治体及び関係機関に配布・提供し、迅速で信頼性の高い情報として高く評価され、広く活用された。

11月2日には、3万分1災害状況図に河道閉塞に伴う湛水域を追加し、記者発表を行った。12日には、10月28日と11月8日に作成した3万分1災害状況図を比較した、3万分1芋川流域の河道閉塞に伴う湛水域の推移図を作成し、記者発表を行った。

平成17年2月からは、補正予算により、2万5千分1災害状況図(震源、道路・鉄道被災箇所、斜面崩壊地、家屋被害状況、液状化等)作成作業及び航空レーザ測量による中越地域高精度数値データ作成作業を実施した。

4. 緊急現地調査

地理調査部では、10月23日の地震発生のおと、災害地域の被災状況を早急に把握するために緊急現地調査を2回実施した。

復旧・復興対策を行う上で、被災状況などを迅速に把握することはきわめて重要である。しかし、被災箇所などは、町名など活字として提供される場合が多く全体的な被災状況がわかりにくい。このため、地図化してインターネットで速報的に提供することを目的として、現地調査を実施した。

4. 1 調査地域と内容

1) 調査地域

長岡市、小千谷市、川口町、堀之内町、広神村、山古志村

2) 調査期間及び調査者、内容等

10月24日(日)～26日(火)

中島秀敏、太田正孝、新西正昭、岡本勝浩

・県道被災状況調査(盛土部崩壊等)

・関越自動車道被災状況調査

(長岡JCT～小出IC)

- ・小平尾断層変動地形調査
- ・家屋倒壊の被災状況調査（調査地域内）
- ・国道 17 号及び JR 上越線被災状況調査（盛土部崩壊等）
- ・災害対策用図配布

11 月 6 日（土）～ 8 日（月）

鈴木義宜，飯田誠

- ・斜面崩壊調査（小千谷市，山古志村）
- ・斜面崩壊調査及び河道閉塞による湛水域箇所調査（山古志村）
- ・土石流の被災状況調査（堀之内町）
- ・液状化，家屋倒壊の被災状況調査（小千谷市，川口町）

4. 2 調査結果の概要

中越地震の被害は，建造物倒壊，道路・電力・水道等ライフライン被災，河川堤防・堰損壊，建物内家財被災に加え，盛土沈下，盛土崩壊，斜面崩壊，地すべり地形末端部崩壊，土石流等の土砂移動に伴う災害が特徴的であり，このうち特に顕著なものは，盛土沈下・崩壊と地すべり地形末端部崩壊である。また，噴砂も発生している。

4. 2. 1 関越自動車道

長岡 IC 南側～堀之内 IC 東側では，ほぼ全線にわたる盛土沈下とそれに伴う橋梁などのコンクリート構造物部分との沈下量の差による段差及び地割れが生じた。特に，川口町西川口～堀之内町根小屋字本村の区間の被害が著しかった（写真－1）。



写真－1 関越自動車道盛土部崩壊

4. 2. 2 国道 17 号

長岡市，小千谷市，川口町，堀之内町で断続的に土砂災害を受け，川口町和南津では和南津トンネル（300m）の内部が崩落した。

小千谷～川口町の境界付近でのり面崩壊が生じた。ここは山古志村から続く地すべり地帯の南西端

に位置し，当該のり面も地すべり地形の末端崖である。小千谷市木津地区では道路の盛土部が崩壊し，平行している JR 上越線の路盤も完全に流出した。

4. 2. 3 山古志村へのルート

小千谷市中山の県道 516 号線と交差する付近で中規模な土石流型の崩壊が発生し，流出した土砂が県道，国道を飲み込み朝日川まで達し，小規模な河道閉塞による小さな湛水域を形成した。また，山古志村の桂谷地区の羽黒トンネル付近でも大規模な崩壊が発生し，入り口が半分くらい土砂で埋まった。

広神村から 352 号線に入るルートでは，種苧原トンネル付近で小規模な斜面崩壊（表層崩壊）が起きた。また，寺野付近では大規模な地すべりが発生し，河道閉塞による大きな湛水域を形成した（写真－2）。

広神村方面から 291 号線に入るルートでは，中山トンネルを通過し，小松倉集落までは行けたが，その先は，国道のり面崩壊によって土砂が堆積して調査はできなかった。



写真－2 河道閉塞に伴う湛水域

4. 2. 4 家屋倒壊

長岡市街地では瓦の破壊が見られる程度であるが，南方の小千谷市，川口町，堀之内町に向かうに従い被害が増大していた。また，外見は被害のないように見うけられても，家の中は家具等が散乱している家も多数あった。

山古志村は，集落の殆どが地すべり地形内に位置し，斜面崩壊が著しかった。

川口町では，町役場のある川口地区において段丘上，谷底平野の区別なく被害が著しかった（写真－3）。

4. 2. 5 河川（土石流）

小千谷市の浦柄地区では，斜面崩壊による朝日川の河道閉塞とそのすぐ上流での流動性の崩壊によっ

て、流水及び泥土があふれ、付近の道路上には土砂に混じって流木が散乱していた。



写真-3 家屋倒壊

4. 2. 6 鉄道

JR 上越線では北堀之内駅西方で土砂崩壊による埋積、越後川口駅西方で路盤流出による、レールの宙ぶり等の被害が多数みられた。

4. 2. 7 液状化

小千谷市高梨地区の信濃川と国道(351号線)に挟まれた農地において、液状化による被害状況調査を行った。この付近では、青灰色の噴砂がいたるところでみられ、最大のもので直径1m、深さ0.4m程度陥没していた。

5. 緊急対応における災害状況図作成

地震発生当日から災害情報を収集し災害状況図としてまとめ、ホームページに掲載するとともに、空中写真判読から3万分1災害状況図を作成した。これらの緊急対応について概要を報告する。

5. 1 地震発生初期の対応

地震発生当日の国土交通省災害情報(新潟県を震源とする地震について)をもとに、防災機関、報道機関からも情報収集を行い、災害状況を地形図等へプロットした。災害情報から地形図等へのプロットは、地名等で確認できるところに限られた。これらの災害情報は、GISソフトを使用して編集し、地図画像としてホームページに掲載した。

地震発生から1週間は、数値地図200000(地図画像)を背景図とした20万分1災害状況図(以下「概略図」という。)をホームページに掲載した(図-1)。表示した項目は、震源の位置、新幹線の脱線位置、トンネル崩壊、家屋倒壊、土砂崩れ、通行止め区間、道路陥没等である。

地震発生3日後からは、概略図と数値地図50000(地図画像)を背景図とした5万分1災害状況図(以

下「詳細図」という。)をホームページに掲載した。詳細図の表示項目は、概略図の表示項目のうち通行止め区間を削除し、活断層の位置、電子基準点の2項目を追加した。活断層については、2万5千分1都市圏活断層図「長岡」「小千谷」「十日町」の3図幅を編集して掲載した(図-2、表-1)。



図-1 20万分1災害状況図(概略図-第4報)

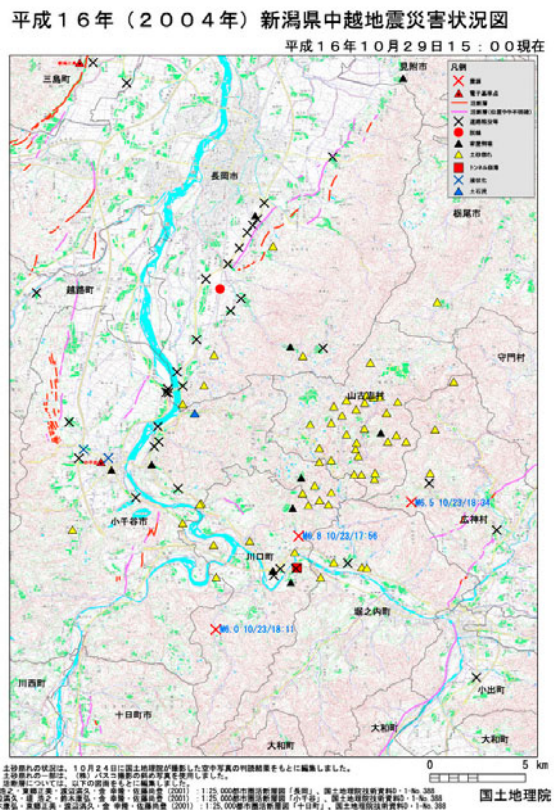


図-2 5万分1災害状況図(詳細図-第3報)

表-1 掲載した災害状況図と資料

概略図	詳細図	資料
(速報) 10月23日 21:00 現在		国土交通省災害情報(第3報) 10月23日 21:00 現在
(第2報) 10月24日 5:00 現在		" (第9報) 10月24日 5:00 現在
(第3報) 10月24日 16:30 現在		" (第11報) 10月24日 16:30 現在
(第4報) 10月26日 14:00 現在	(第1報) 10月26日 14:00 現在	" (第13報) 10月25日 20:00 現在
(第5報) 10月27日 14:00 現在	(第2報) 10月27日 14:00 現在	" (第14報) 10月26日 15:30 現在
(第6報) 10月29日 15:00 現在	(第3報) 10月29日 15:00 現在	" (第16報) 10月28日 21:00 現在

5. 2 空中写真判読と3万分1災害状況図の作成

3万分1災害状況図は、測図部、地理調査部、地理情報部の3部で連携を取りながら、空中写真から斜面崩壊等の写真判読を行い、電子国土データと印刷図を作成した。

本図は、地震発生後の10月24日に国土地理院の撮影した1:10,000及び(株)パスコが撮影した1:12,500の空中写真を使用して、斜面崩壊、道路や鉄道の崩壊地を判読して作成し、10月29日に関係機関に提供した。同時に、国土地理院ホームページの電子国土Webシステムを利用して公開した。

その後、10月28日に国土地理院が撮影した1:10,000空中写真を使用して判読した河道閉塞に伴う湛水域を追加して「3万分1災害状況図(第2版)」(図-3, 4)として11月1日に関係機関に提供した。

引き続き、11月8日に(株)オリス・(株)ナカノアイシステム共同撮影の1:10,000空中写真を使用して2万5千分1「芋川流域の河道閉塞に伴う湛水域の推移」図を作成し、11月12日に関係機関に提供した。

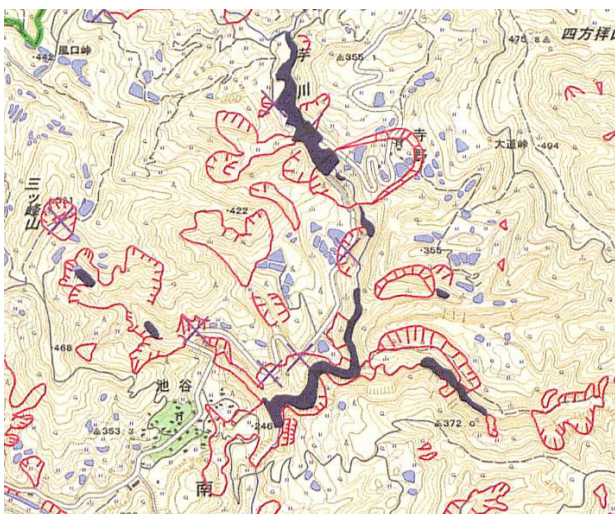


図-3 3万分1災害状況図(第2版)の一部

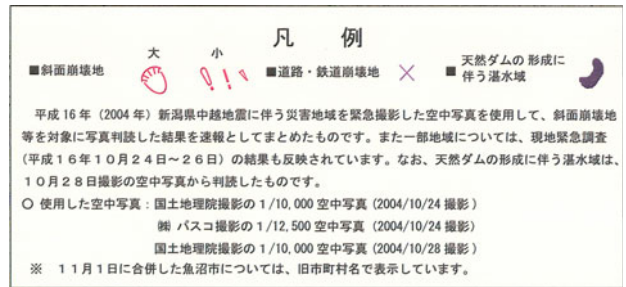


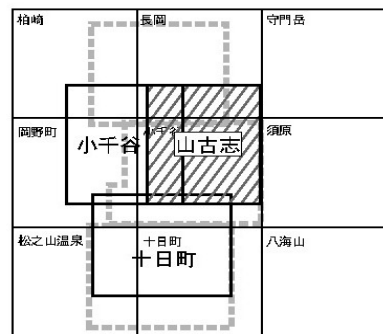
図-4 3万分1災害状況図(第2版)の凡例

6. 2万5千分1災害状況図の作成

2万5千分1災害状況図は、被災状況をより詳細に表した地図として、被災地域の早期復旧・復興に活用するために作成し、対象範囲は、震度6弱以上を観測した川口町、小千谷市、山古志村、小国町、長岡市(一部)、十日町市(一部)、越路町(一部)、堀之内町、広神村(一部)の758km²である。

対象地区を「小千谷」、「山古志」、「十日町」の3地区に区分し(図-5)、それぞれ2万5千分1災害状況図(地形分類及び災害情報)(以下「災害情報図」という。)、2万5千分1カラー段彩陰影図(カラー段彩陰影図及び災害情報)(以下「カラー段彩陰影図」という。)の2種類を作成した。

山古志
索引図



活断層図の範囲

図-5 作成区域索引図

災害情報図は、発災前の国土地理院の空中写真(1989, 1991, 1994年撮影の1:20,000)判読による地形分類上に、災害状況を判読した結果を重ねて表示した。災害状況の判読には発災直後に国土地理院が撮影した1:10,000及びアジア航測(株)、(株)パスコ、朝日航洋(株)、(株)オリス・(株)ナカノアイシステム共同の1:5,000, 1:10,000, 1:12,000空中写真を用いた。また、資料調査、現地確認等を行い、被災状況の現況表示には正確を期すよう努めた。

6. 1 災害情報図

表図は、災害情報として被災地の広がりや災害発生状況の特徴を捉えやすくする観点から、判読に使用した空中写真の撮影時点での被災内容を表示した。また被災の直接の原因となった地震活動について、気象庁資料による本震及び震度5弱以上の余震の震源位置とマグニチュードを表示した。

地形分類では、主に山地部と台地・段丘、低地部に分類し、活断層等も加えた。また、本地域の特徴である地すべり地形は、地すべりによって生じた崖（滑落崖）とすべった土塊の到達範囲を表示した。

斜面崩壊地は、地すべり性の大規模な崩壊地もあり、大きさにより記号を大、小に分けた。また、今回の地震の特徴的な出来事として、芋川流域を中心に、斜面崩壊などにより、河川がせき止められて、河道閉塞が発生したため、それによって生じた湛水域を表示したほか、信濃川沿いの平野部では、地盤の液状化現象が見られたため、その範囲を表示した。

今回の地震によって生じた地震断層については、名古屋大学地震火山・防災研究センター鈴木教授の調査結果を引用した。また、都市圏活断層図の作成されている地域はその情報を転写した。

道路・鉄道被災箇所は、トンネル内を含めて斜面崩壊や盛土の沈下・崩壊により被害を受けた箇所を、空中写真で分かる範囲で表示し、併せて道路を管理している地方整備局、道路公団、県・市町からの資料も参考にした。

建物被害は写真判読では判別できなかったため、各市町から提供を受けた集落毎の資料から、全壊、半壊、一部損壊、被害無しの棟数を用い、被害の程度により全壊1、半壊0.5、一部損壊0.2の重み付けをし、これを基に家屋被災率を求め、等量区分とし、30%以上を被害大、20~30%未満を被害中、0.1~20%未満を被害小、0%を被害なしの4区分とした。

その他に防災関連機関として警察署、消防署等を表示した（図-6）。

裏図では、3地区それぞれの図の位置関係を示した地域概念図に、地震発生当時の旧市町村名を併記した。また、地形区分と災害情報の凡例の説明、地形・地域特性、災害状況と地形・地質特性を記述した。

災害事例として、主に災害直後の現地調査による地上写真を、国土地理院で撮影したもの以外にも各機関から提供を受けて掲載した。

この他に新潟県発表の地震による被害状況として人的被害、住家被害について市町村別の数値を掲載した。ただし、発表資料の中で長岡市や広神村については、市村全域の被害数値であり、裏図にはその一部地域しか含まれていない。

災害情報図からは、中越地震の災害状況について

全体の概要を把握することが可能であり、被災箇所や被害種別の把握をはじめとして、復旧・復興のための現地調査などに活用できる。また、こうした災害の発生と地形との関連性を解明することにより、今後の防災対策の基礎的情報としての活用や開発適地の判定に利用可能である。

6. 2 カラー一段彩陰影図

表図は、平成17年5月に航空レーザ測量で計測したデータを使用してカラー一段彩陰影図を作成し、その上に災害情報図に用いたものと同じ災害情報を重ねて表示した。

カラー一段彩陰影図作成に当たっては、建物を残すため、DSM (Digital Surface Model) のデータを加工して使用した。

また、この地域は、ため池の多い地域としても知られ、ため池を利用して錦鯉の養殖を行っていたが、災害後は、その景観を一変させた。なくなっている池をどのように区分するか苦慮したが、レーザデータの処理の途中で作成する池のマスク版を利用することで解決した。

裏図では、災害情報の凡例説明、航空レーザ測量の原理や概要及び一段彩陰影図の光源の方向と角度、標高と段彩の作成方法について記述した。また、詳細地形表現、陰影図による地形の特徴、災害形態の特徴と災害事例の現地写真を掲載した。

カラー一段彩陰影図は、山間部の詳細な地形や土地の微起伏を立体的に高精度に再現しているため、等高線では、表現されない微妙な凹凸が読み取れる。そのため、段丘面上における変位地形や段丘崖、段丘の発達状況が明瞭に判読できるほか、段丘面上に発達する河谷の形状が明瞭に判読できる。また、カラー一段彩陰影図を作成するために使用した航空レーザデータは、地表面の精密な標高データであるため、河川災害等のシミュレーションに利用でき防災対策等に活用できる。

地形分類および災害情報図(山古志)

凡例



図-6 中越地震災害情報図の凡例

7. 航空レーザ測量による高精度数値データの作成

7.1 航空レーザ測量の概要

地理調査部では、新潟県中越地震後の詳細な地形状況を知るために、航空レーザ測量を用いて地上を高精度に計測し、取得した標高データから計算によって求めた高精度数値データ (DEM: Digital Elevation Model データ) の作成作業を行った。

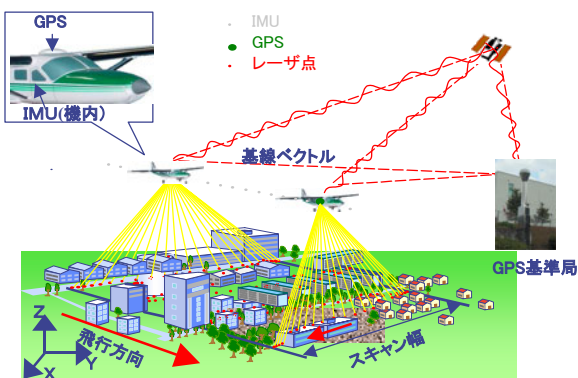


図-7 航空レーザ測量の概要

航空レーザ測量とは、図-7に示すように航空機 (固定翼機、回転翼機) に搭載したレーザスキャナから地上にレーザパルスを照射し、地上から反射するレーザを再び受信するまでの時間差より得られる地上までの距離とGPS 測量機及び慣性計測装置 (IMU: Inertial Measurement

Unit) から得られる航空機の位置を合成した三次元計測により、精密な標高データや地形及び地物の形状を求める新しい測量方法である。

7.2 計測の仕様

主な仕様は、以下のとおりである。

- 1) 計測の取得密度は、スキャン角度が原則±10度以内で1m×1mに1点以上
- 2) 高精度数値データのメッシュ間隔は、1m×1m (値は、メッシュ中心を内挿補間して決定した数値)
- 3) 高精度数値データの標高値は、10cm単位
- 4) 内挿補間方法は、TIN (Triangulated Irregular Network) モデル法
- 5) ファイルは、2千5百分1国土基本図の図郭単位に平面直角座標系でデータを格納

上記以外は、「航空レーザ測量による『数値地図5mメッシュ (標高)』作成作業規程」 (平成16年3月国土交通省国土地理院) を準用している。

7.3 作成範囲及び計測時期

高精度数値データ作成範囲は、図-8に示すように十日町市と小千谷市の平地部と山古志村の山間部等を含む852km²とした。また、計測は、例年がない積雪のため融雪が遅れ、平成17年5月の連休明けから6月上旬の約1ヶ月間で行った。

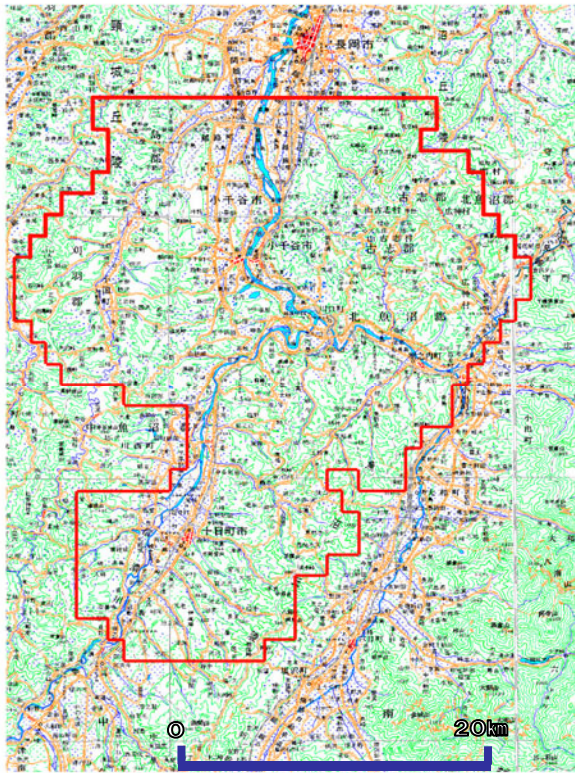


図-8 作成範囲 (赤枠：範囲)

7. 4 高精度数値データ

カラー段彩陰影図の背景に詳細な地形状況を示すために、集落を判断するための建物等を残しかつ山間部の植生部分を除去した状態の中間データを作成した。

また、図-9に示すように最終成果の高精度数値データを用いて、標高の段彩図等を作成することにより詳細な地形状況を把握できる。

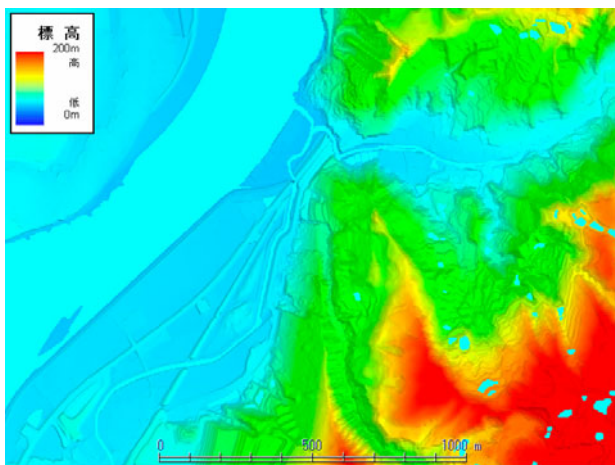


図-9 高精度数値データ段彩図(小千谷市浦柄周辺)

8. 調査地域の地形 一災害状況図の分析①一

8. 1 地形の概要

調査地域は新潟県南部の丘陵部に位置し、地域内の丘

陵は信濃川によって、東部の魚沼丘陵と西部の東頸城丘陵に分けられる。魚沼丘陵の東側は信濃川の支流の魚野川(南部)と破間川(北部)に限られている。魚沼丘陵は川口町付近で魚野川によって南北に分断されており、魚野川より北の魚沼丘陵を東山丘陵と呼び、本稿では調査地域内の丘陵をこの3区分によって記述する。

魚沼丘陵と東山丘陵は北北東から南南西に伸びる、幅10~15kmの細長い丘陵であり、稜線も北北東から南南西の方向のものが多く、丘陵といっても東山丘陵の最高点は765mの鋸山であり、魚沼丘陵の南部は600~700mの高度をもつ。これらの丘陵の東西には活断層や活褶曲が丘陵の伸びの方向に発達する。

この三つの丘陵には地すべり地形が顕著に発達する。

8. 2 地質の概要

魚沼丘陵の東縁を走る新発田小出構造線以東は先新第三系の基盤岩がみられるが、以西は新第三系から第四系にかけての新しい地層からなる。東山丘陵は新第三系鮮新統が主体であるが、魚沼丘陵と東頸城丘陵の東部は鮮新-更新統の魚沼層群が卓越する。褶曲軸は構造線に平行しており、第四系の分布地域には活褶曲が同方向に発達する。

8. 3 各地形区の地形 (図-10)

8. 3. 1 東山丘陵

調査地域内の東山丘陵は、ほぼ中央部を丘陵が伸びる方向にあたる南方へ芋川が流れる。芋川の流域は南北に細長く、奥行きが12km程度に比べ幅は3km程度でしかなく、谷が深いのが特徴である。

芋川の流域界の西側は、地層が西に傾斜するためにできたケスタ地形で、流れ盤斜面上の西向きの地すべり地形と、走向方向の南または北向きの地すべり地形の2種類があるが、東向きの動きを示す地すべり地形はほとんどない。

芋川の流域界の東側では段丘が流域界まで達しており、この段丘は小平尾断層によって切られている(渡辺ほか, 2001)。

8. 3. 2 魚沼丘陵

魚野川より南の魚沼丘陵は、信濃川と魚野川にはさまれた丘陵で、南にいくほど標高が高くなる。丘陵の北端部では田河川や相川川などが北流し、段丘が発達する。十日町より南側では分水嶺が東側に寄る非対称山稜になり、大部分の川は北東方向に平行に流れる。

8. 3. 3 東頸城丘陵

東頸城丘陵は、信濃川低地と高田平野及び日本海には

さまれ、標高は300～600mで、西部に米山(993m)・黒姫山(890m)、南部に三方岳(1139m)などが稜線の上に突き出る。調査地域内の東頸城丘陵は、100～400mとやや低くなっており、信濃川左岸の澁海川流域を含む。

8. 3. 4 信濃川低地

信濃川低地は、十日町市から小千谷市にかけては丘陵内の幅の狭い谷を流れ、小千谷市を過ぎたあたりで平野となる。川は網状流をなす扇状地性河川であるが、中流の川口町あたりで複雑な蛇行を示して魚野川を合流させる。

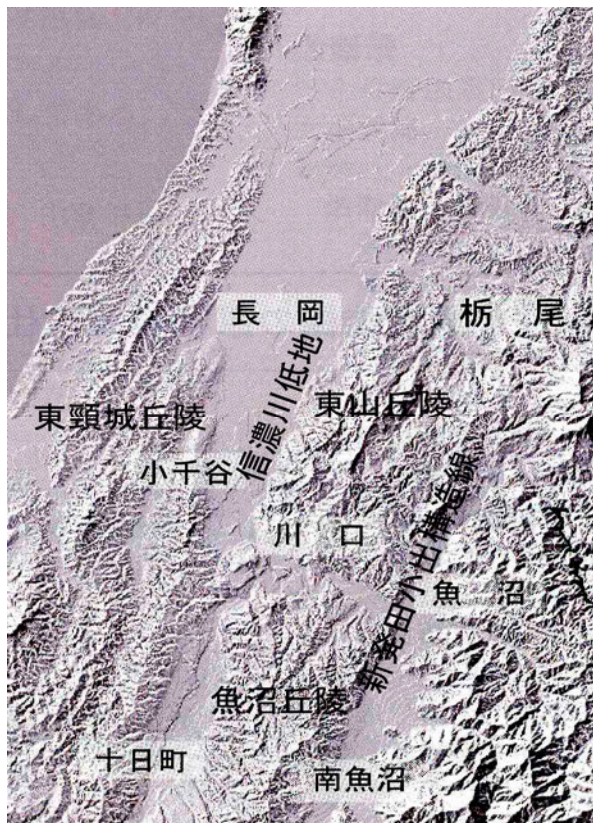


図-10 中越地域の陰影図

8. 4 地形と地質の関係

北北東-南南西という地形の方向性は地殻変動の方向性を反映したものであり、新発田小出構造線、新第三系の褶曲軸、現在の活褶曲・活断層などの方向と一致する。すなわち、新第三紀鮮新世以降の地殻変動が現在まで継続しているといえる。

9. 調査地域の災害状況 —災害状況図の分析②—

本節では、今回作成した2万5千分1災害状況図から、各地区(各図)別に特徴的な災害状況を報告する。

9. 1 小千谷地区

- 1) 信濃川沿いの長岡市南部と小千谷市の低地部には、液状化被害が広く見られ、マンホールの抜け上がりや堤防の沈下等を生じている。
- 2) 斜面崩壊は、魚沼丘陵西側と山古志村に続く東山丘陵で顕著であり、特に東山丘陵は、地すべり性の大規模なところが多い。
- 3) 斜面崩壊の最も顕著な事例としては、長岡市妙見町の岩盤地すべり性大規模崩壊があげられ、麓を走行中の自動車を多数巻き込むなどの人的被害が大きく、奇跡的な救出活動と併せて広く報道されたことは記憶に新しい。
- 4) 大規模な建物被害は、小千谷市街地に集中している(図-11)。

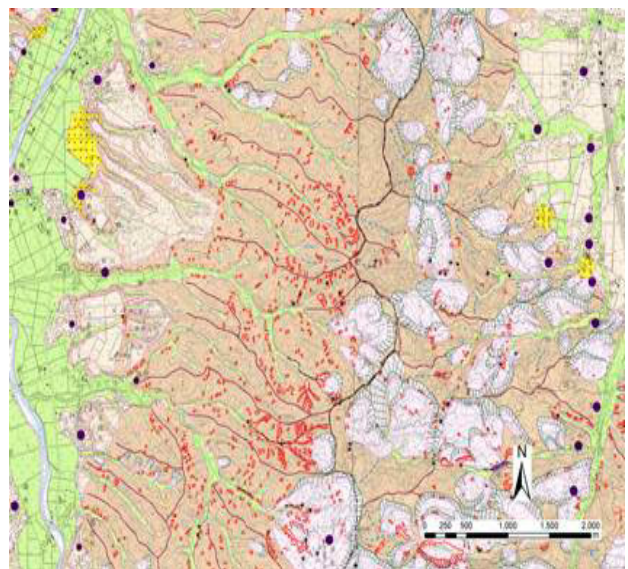


図-11 災害情報図(小千谷部分)

9. 2 山古志地区

M6.8の本震源を始め、M5以上の余震源が12箇所も分布しており、川口町周辺では阪神・淡路大震災以来の震度7を観測するなど、3地区の中では被害が最も際立っている所である。

- 1) 山古志村は、全域にわたって斜面崩壊が発生しており、その規模も地すべり性の大規模なものから小規模なものまで様々で無数にある。
- 2) この斜面崩壊に伴う道路や鉄道の被災箇所も無数にあり、これら道路の寸断によって、多くの集落が一時孤立した。また、本地域の特徴的な景観である、地すべり地を利用した錦鯉の養鯉池もこれに伴って被災し、その後の景観を一変させている。
- 3) 大規模な地すべり性崩壊や斜面崩壊に伴って、芋川とその流域には河道閉塞による湛水域が多数生じ、これにより家屋が水没して、住民生活に多大な影響を

与えた。

- 4) 魚野川沿いの低地の液状化は、規模の小さいものが数箇所散見されるに過ぎない。
- 5) 建物被害を見ると、既存の地すべり地を中心に分布している集落のほとんどが大規模な被害を受けている(図-12)。

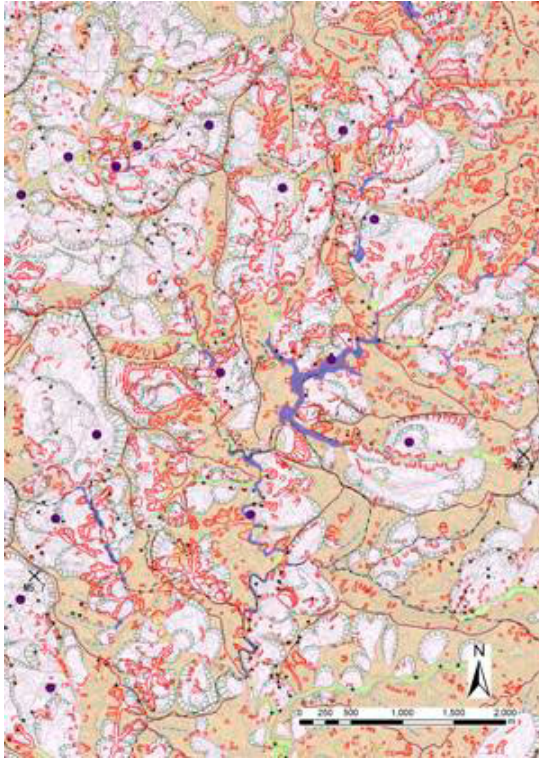


図-12 災害情報図(山古志部分)

9. 3 十日町地区

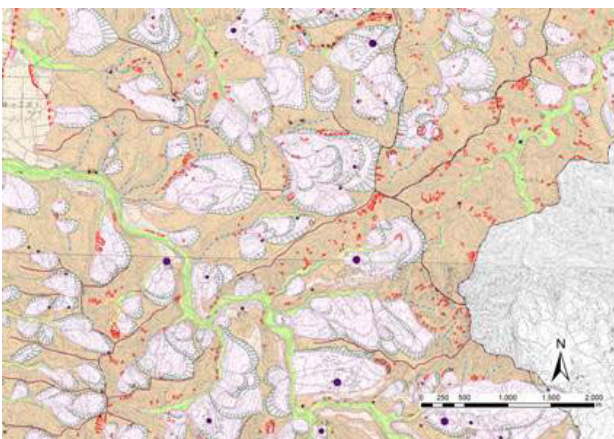


図-13 災害情報図(十日町部分)

- 1) 大規模な建物被害は、十日町市街地に集中している他、東部の魚沼丘陵の既存の地すべり地内に分布している集落にも、同様な被害がみられる。
- 2) 余震源が3箇所分布する北部には、既存の地すべり

地の滑落崖や段丘崖などの急崖部分に斜面崩壊が集中しているが、相川川の河道を閉塞し、大きな湛水域を発生させた所は1箇所、その他は中小の湛水域である(図-13)。

10. 地形と災害状況の関係 —災害状況図の分析③—

地形分類と災害状況とを重ね合わせることによって両者の間の関係をとらえることができる。

10. 1 地すべり地形と斜面崩壊

調査地域内の丘陵の大部分は明瞭な既存の地すべり地形によって占められており、地震または豪雨時にくり返し地すべりが発生してきたことがわかる。したがってこれらの地すべり地形と斜面崩壊との位置関係を調べることは防災上重要となる。

既存の地すべり地形に着目し、斜面崩壊の発生箇所と特徴など整理すると次のようになる。

1) 地すべり地形の全体またはその大部分

既存の地すべり地形が全体的に移動したケースは非常に少なく数箇所程度である。今回の地すべりで最大規模の小千谷市東部の大日山の北で発生した地すべりは、既存の地すべり地形の移動土塊部で面積の8割程度の部分が動いた。東竹沢の芋川左岸の地すべりも既存の地すべり地形の滑落崖直下からの再活動である。なお、この崩土は後述するように芋川をせき止め、最も大きな湛水域を形成した。

2) 地すべり地形の移動土塊

移動土塊部の崩壊の位置、規模の大小、形態は多様である。小規模の崩壊も多少みられるが、斜面崩壊(大)の記号で表した地すべりの再滑動である地すべり性崩壊が比較的多くみられる。

3) 地すべり地形の滑落崖

既存の地すべり地形の滑落崖での崩壊は、地すべり全体の再滑動部を除き比較的少なく、斜面崩壊(小)の記号で表した小規模の崩壊が主である。

4) 地すべり地形ではないとされた部分

芋川流域では既存の地すべり地形の外でも急傾斜地で地すべり性崩壊が多くみられ、崩壊密度も地すべり地形内とそれほど差はない。しかし、地すべり地形内の方が規模の大きな斜面崩壊が多くみられる。その他の周辺域では小規模の表層崩壊が多く、むしろ既存の地すべり地形外の崩壊が多い。ただし、東山丘陵西部のケスタ地形の急崖部(受け盤側)では表層崩壊を多く判読しているが、これは雪崩斜面の可能性もある。

10. 2 河道閉塞

河道閉塞とは河谷が崩壊土砂によって埋められ、河流がせき止められて湛水することである。その条件は①谷

幅が狭い, ②崩壊土量が多い, ③流域がある程度大きい, ④河川勾配がゆるやか等である。

今回の地震では東山丘陵の中央部を流れる芋川流域で多く発生し, 約40ヶ所, 全体で50ヶ所近く発生した。本流域は前記の条件を満たし, さらに河川沿いに既存の地すべり地形が発達しており, 最大湛水域を形成する要因となった河道閉塞も地すべり地形の再滑動によるものである。

10. 3 家屋被害と土地条件

家屋被害については, 本調査では大字, 字などの集落単位のデータしか得られなかったため, 家屋被害と特定の土地条件の対比は困難である。

10. 4 液状化と土地条件

今回の調査範囲では, 信濃川低地の小千谷市街地の北約4kmにある越の大橋より下流の両岸の氾濫平野で広くみられた。自然堤防の部分では液状化はみられなかった。

11. おわりに

平成16年10月の新潟県中越地震は, 近年では平成7年の阪神・淡路大震災以来の甚大な被害をもたらした。

国土地理院は, 災害対策基本法に基づく指定行政機関(平成13年1月)として迅速な地理情報等を提供する任務を負っている。

地理調査部では, 今回の一連の取り組みの中で作成した災害状況図等を, 国土地理院ホームページで公開するとともに現地対策本部や被災自治体及び関係機関に配布したが, 他機関のインターネットサイトでは災害状況を広域的に把握できるものが少ない中で, 被災自治体などに災害調査, 復旧・復興計画などの基礎資料として利用していただき評価を得た。

このような災害が不可避である以上, いざという時に必要な情報を, 的確かつ迅速に必要とする部署へ届けるためにも, 今後ともこのような取り組みを通じて得た実績と経験を蓄積し, 来るべき災害に備えなければならない。

参考文献

- 加藤碩一, 山崎晴雄(1979): 信越地域活構造図, 地質調査所。
国土地理院(2005): 国土地理院の災害対応, 2004年新潟県中越地震, 国土地理院技術資料A・1-No. 299。
堤 浩之, 東郷正美, 渡辺満久, 金 幸隆, 佐藤尚登(2001): 1:25,000都市圏活断層図「長岡」, 国土地理院。
鈴木康弘, 東郷正美, 渡辺満久, 金 幸隆, 佐藤尚登(2001): 1:25,000都市圏活断層図「十日町」, 国土地理院。
柳沢幸夫, 小林巖雄, 竹内圭史, 立石雅昭, 茅原一也, 加藤碩一(1986): 5万分1地質図幅「小千谷」, 地質調査所。
渡辺満久, 堤 浩之, 鈴木康弘, 金 幸隆, 佐藤尚登(2001): 1:25,000都市圏活断層図「小千谷」, 国土地理院。