

3. 土砂災害

国土交通省砂防部保全課のとりまとめによると、土砂災害は、新潟県内では柏崎市等で106箇所、長野県内では2箇所の合計108箇所(平成19年8月6日現在)で発生した¹⁾。

新潟県の要請等に応じて、下記の新潟県柏崎市青海川地先、同米山町聖ヶ鼻地先、そして長岡市大積地区について現地調査を行うとともに、ヘリコプターによる空中調査、地上からの巡視等も実施し、緊急的に土砂災害発生の有無を確認するとともに、震後に撮影された空中写真を判読し、斜面崩壊の発生分布を調査した。

3.1 土砂災害危険箇所緊急点検

3.1.1 緊急点検の目的と概要

新潟県知事から国土交通大臣への派遣要請にもとづき土砂災害による2次災害防止を図るため、新潟県中越沖地震による震度5強以上の被災地域を対象に(図-3.1)、地震発生の3日後の7月19日～23日かけて、土砂災害対策緊急支援チームによる緊急点検が実施され、6市にわたる1,932箇所に及ぶ土砂災害危険箇所が調査された(図-3.2、表-3.1)。

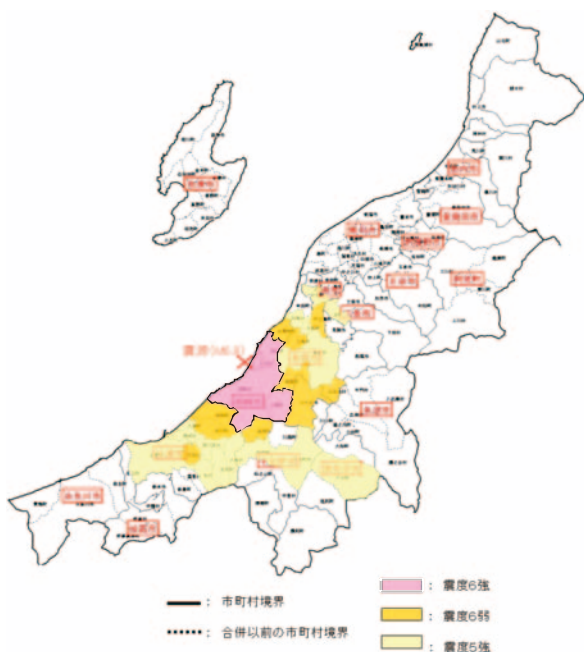


図-3.1 平成19年新潟中越沖地震
旧市町村別震度階
(H19.7.16 AM10:13)

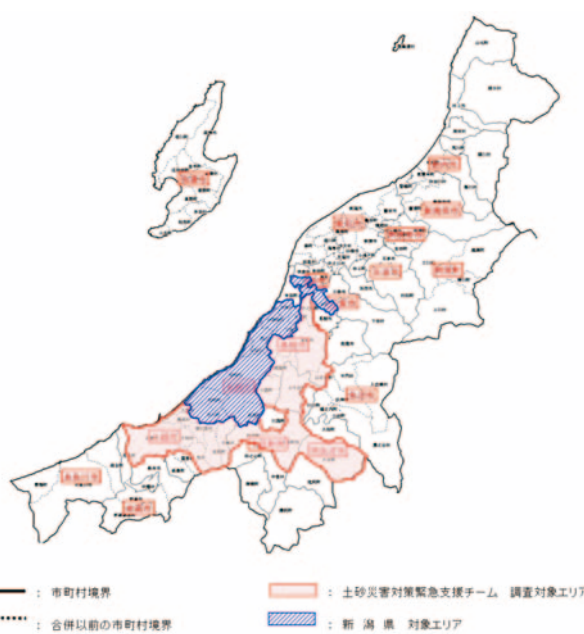


図-3.2 平成19年新潟中越沖地震土砂災害危険
箇所 緊急点検対象エリア

土砂災害対策緊急支援チームは、本部長を国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター長(土砂災害危険箇所等の震後点検に関する技術指導のため)とし、国土交通省、国土技術政策総合研究所、土木研究所、県、砂防ボランティア団体等の約130名より組織された。

表-3.1 土砂災害対策緊急支援チームによる点検対象市町村別危険箇所数

市町村 震度	市町村名		土砂災害危険箇所			
	新市町村	旧市町村	急傾斜	土石流	地すべり	合計
6強		旧小国町	40	32	9	81
6弱	長岡市	旧山古志村	56	8	15	79
		旧越路町	55	14	15	84
5強	小千谷市	小千谷市	50	91	39	180
		長岡市	旧長岡市	241	95	29
	十日町市	旧十日町市	182	89	29	300
		旧松代町	39	24	36	99
	南魚沼市	旧六日町	45	92	9	146
		上越市	旧安塚町	30	57	30
	旧蒲川原村		36	48	33	117
	旧大島村		35	28	16	79
	旧牧村		16	18	33	67
	旧上越市		58	97	35	190
旧大潟町	1		0	0	1	
合計		旧頸城村	13	14	0	27
			897	707	328	1,932

表-3.2 点検結果

旧市町村名	危険箇所数	新たな危険箇所	点検箇所合計	危険度A	危険度B	危険度C
小国町	81	0	81	2	1	78
山古志村	79	0	79	1	5	73
小千谷市	180	0	180	0	7	173
越路町	84	0	84	0	1	83
長岡市	365	1	366	4	7	354
十日町市	300	0	300	0	3	297
松代町	99	0	99	0	1	98
六日町	146	0	146	0	1	145
安塚町	117	0	117	0	4	113
蒲川原村	117	0	117	2	9	106
大島村	79	0	79	0	0	79
牧村	67	0	67	0	1	66
上越市	190	0	190	0	1	189
大潟町	1	0	1	0	0	1
頸城村	27	0	27	0	0	27
合計	1932	1	1933	9	41	1882

3.1.2 点検結果

1,932箇所にあたる点検作業の結果、緊急措置（ソフト対策を含む）を要すると考えられる「危険度A」の箇所が9件発見され（表-3.2）、速やかに新潟県に報告され、その後の防災対策に役立てられた。また、この地震による土砂災害発生件数108件の内52件は、新潟県及び土砂災害対策緊急支援チームにより把握された件数であり、本点検結果は、警戒避難体制の整備、応急復旧等被災地における復興事業の迅速な実施に役立ったものと考えられる。



写真-3.1 新潟県長岡市大積善間町の急傾斜地崩壊危険箇所の点検状況



写真-3.2 新潟県長岡市小国町の河道閉塞箇所の点検状況

3.2 斜面崩壊

3.2.1 斜面崩壊の分布と特徴

前述のとおり、今回の地震で発生が確認された108箇所の土砂災害は、土砂災害危険箇所が発生したものが主体である。このほか、国土地理院では7月19日に緊急の1/10,000カラー空中写真撮影を実施し、各種の被害状況を災害状況図（電子国土）として公表しており、空中写真に現地踏査範囲を加えた260.8km²における172箇所の斜面崩壊について、国土地理院の50mメッシュ数値地形モデル（DEM）を用いた地形的特徴を調べている²⁾。

佐藤（2007）によれば、斜面崩壊は崩壊面積の狭い浅層崩壊である小崩壊と、崩壊深の大きい斜面崩壊や地すべりである大崩壊に区分され、斜面崩壊はその面積が50m×50mに収まる程度の小崩壊がほとんどであり、大崩壊も含め、その中心に相当する注目メッシュの傾斜と斜面方位で地形的特徴を把握したところ以下の特徴が述べられている。

- 1) 大崩壊は小崩壊よりもより急な傾斜帯に最高頻度がみられ、小崩壊は傾斜が急になるほど面積比が高くなり、35-40°の傾斜帯はそれより緩い傾斜帯の3倍以上も面積比が高い。
- 2) 北西の向きに斜面崩壊の斜面方位が偏っており、大崩壊の個数は小崩壊よりもはるかに少ないものの、いずれも同様の傾向である。
- 3) 断面形状が凹よりも凸の斜面で相対的に斜面崩壊が多い。

地震直後の現地調査³⁾では、上記の範囲以外の内陸部においても多くの崩壊がみられた（写真-3.3～3.5）。このため、より広範囲で撮影されている空中写真（縮尺1/6000）を用いた斜面崩壊の判読を現在進めている。

なお、判読においては内陸部の丘陵と山地、海岸部の崖は対象として、20万分の1数値地質図⁴⁾の低地に相当する部分は平地として対象範囲外としたため、対象とする面積は約190km²である。

対象範囲では、地すべりを含めて斜面崩壊は336箇所確認された（図-3.3）。崩壊が



写真-3.3 内陸部で発生した崩壊（長岡市（旧小国町）渋海川支川芝ノ又川の右岸）



写真-3.4 内陸部で発生した崩壊（長岡市（旧小国町）渋海川支川土口川の右岸）



写真-3.5 内陸部で発生した崩壊（長岡市（旧小国町）渋海川支川国沢川の右岸）

多く発生している範囲は大きく①西山丘陵とその海岸部、②柏崎～上越市柿崎区までの海岸部、③鯖石川から渋海川の中の西山丘陵南端部、の3つに区分できる。また、数は少ないが、柏崎市街地のある平野の縁辺部と、④の鵜川周辺の丘陵地でも崩壊が発生している。これらの崩壊の分布を推計震度分布図⁵⁾に重ねてみると、崩壊は一部で震度5強の範囲があるが、ほとんどが震度6弱以上の範囲で発生していることがわかる(図-3.4)。また、地質図⁶⁾と比較すると、砂岩、泥岩、砂岩・泥岩互層において崩壊が多くなっている。

なお、新潟県中越沖地震で発生した崩壊のうち、北部の範囲は平成16(2004)年7月13日に発生した新潟・福島豪雨、南部の範囲は平成16(2004)年10月23日に発生した新潟県中越地震での崩壊と混在しているため、今後は新潟県中越沖地震で発生した崩壊とその他の崩壊を明確に区別する必要がある。山岸(2007)は北方の出雲崎町の範囲において、豪雨と新潟県中越沖地震による崩壊の比較を行っている⁷⁾。これによると、豪雨によって表層崩壊が377箇所発生したほか、深層崩壊や地すべり、泥流が多く発生しているが、地震では海食崖でやや規模が大きいものがあるものの、ほとんどが表層崩壊であること、地震で発生した54箇所の崩壊のうち、18箇所が豪雨による崩壊が再崩壊したこと、豪雨によ

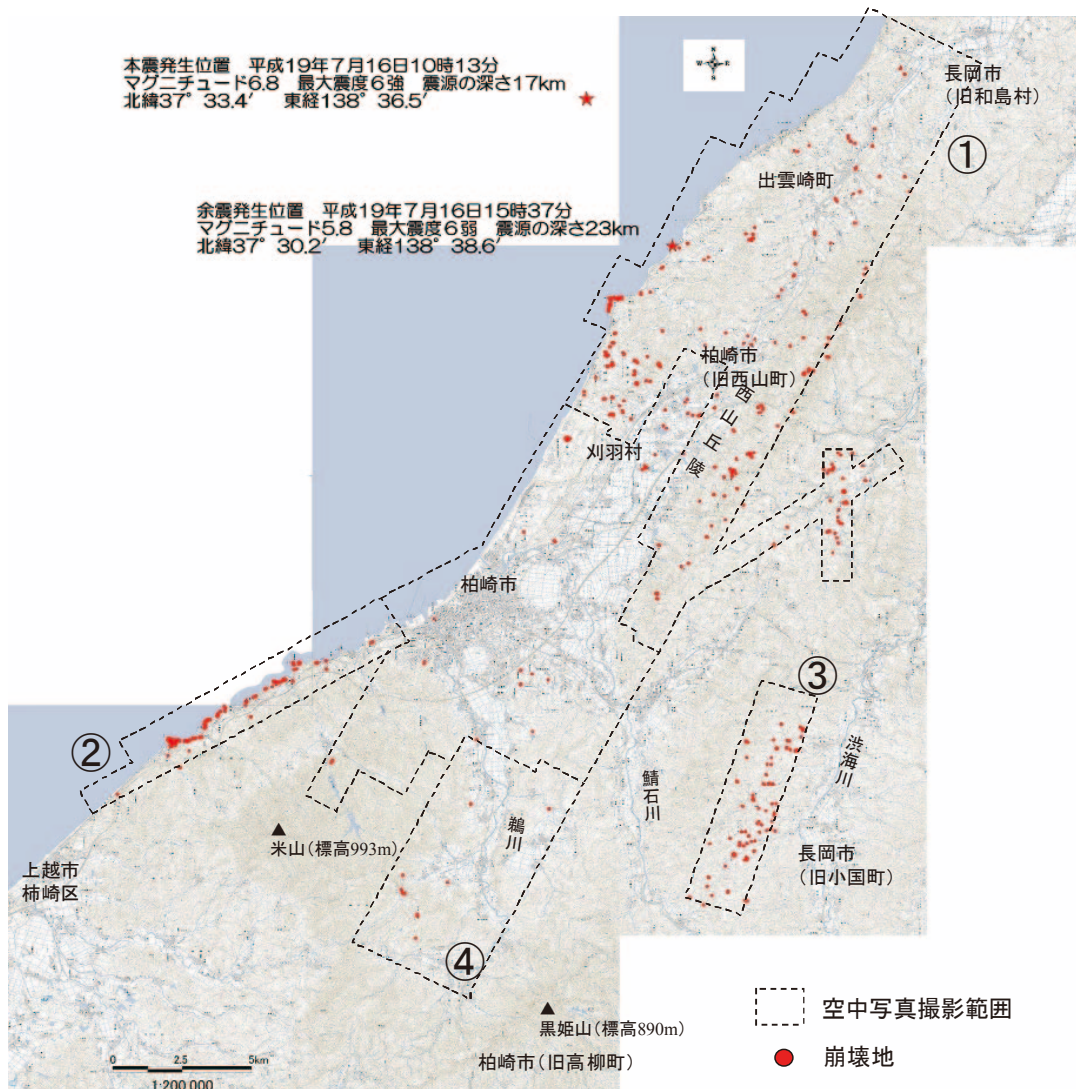


図-3.3 斜面崩壊の分布

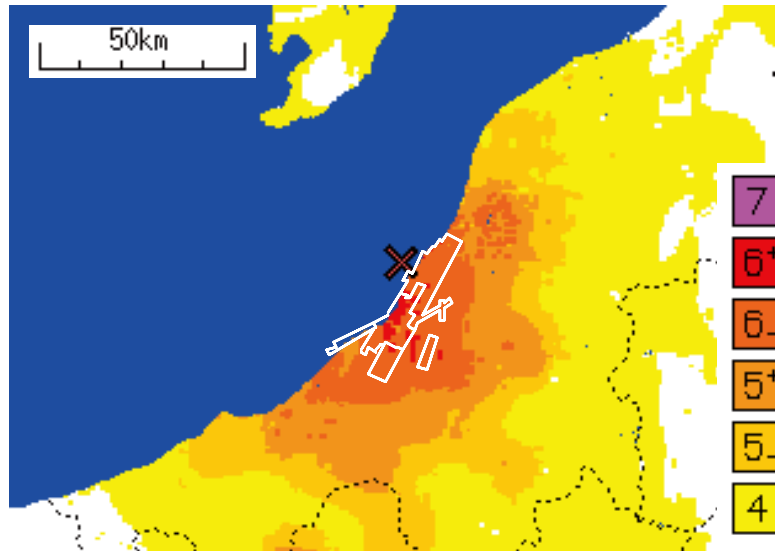


図-3.4 推計震度と崩壊の分布（気象庁資料を改変・加筆）

る崩壊は砂岩帯で155箇所、泥岩帯で227箇所発生しているが、新潟県中越沖地震の場合には砂岩・泥岩帯でほぼ同数発生していることが明らかとなっている。

空中写真では全ての範囲を網羅していないため、今後は現地調査を合わせて実施し、広範囲において崩壊の特徴を明らかにするとともに、各崩壊地の元地形に対する関係や地震動、地質や地質構造との関係、降雨による崩壊との差異について検討を行う必要がある。

3.2.2 新潟県中越沖地震における崩壊面積率等

3.2.1で判読している崩壊地について、崩壊面積率を算定した。結果を表-3.3に示す。崩壊面積率は約0.1%となった。同様の方法で前述の①から④までの区域別に求めた結果を表-3.4に示す。区域によって崩壊面積率は差異があり、海岸部の②で最も大きい、内陸部でも③の区域は大きい。

今後は各崩壊地それぞれの具体的な諸元を算出して、地震動や崩壊分布、地質の特徴に応じた区域別の崩壊面積率の算定等も行いその特性を明らかにする必要がある。

表-3.3 地震による崩壊の面積率等（平成19年(2007年)能登半島地震被害調査報告⁸⁾の表に新潟県中越沖地震を加筆)

地震名	発生年	マグニチュード	対象面積 (km ²)	崩壊数 (個)	崩壊面積 (km ²)	崩壊面積率 (%)	崩壊密度 (個/km ²)	崩壊地の平均面積 (m ² /個)
濃尾地震	1891	8.0	99.03	451	10.82	10.9	4.6	23990
北丹後地震	1927	7.3	643.7	4647	3.41	0.53	7.2	730
関東地震	1923	7.9	52.84	945	8.0	15.1	17.9	8470
今市地震	1949	6.4/6.7	233.5	425	0.573	0.29	1.8	1350
新潟地震	1964	7.5	386.4	534	0.325	0.084	1.4	610
伊豆半島沖地震	1974	6.9	82.7	225	0.746	0.902	2.7	3320
伊豆大島近海地震	1978	7.0	300	224	1.4	0.467	0.7	6250
長野県西部地震	1984	6.8	88	223	0.666	0.76	2.5	2990
	1984	6.8	58.1	190	0.548	0.94	3.3	2880
北海道南西沖地震	1993	7.8	140	997	1.023	0.74	7.1	1030
兵庫県南部地震	1995	7.3	140.4	896	0.278	0.2	6.4	310
鹿児島県北西部地震	1997	6.5	6.8	166	0.0388	0.57	24.4	230
	1997	6.3	6.8	253	0.0722	1.07	37.2	290
新潟県中越地震	2004	6.8	37.9	1419	1.478	3.9	37.4	1040
能登半島地震	2007	6.9	425	100	-	0.06	0.2	-
新潟県中越沖地震	2007	6.8	190	336	0.216	0.11	1.8	640

表-3.4 新潟県中越沖地震による崩壊の面積率等
(区域番号は図-3.3に同じ)

区域番号	崩壊数 (個)	崩壊面積 率(%)	崩壊密度 (個/km ²)
①	194	0.08	1.5
②	85	0.61	6.9
③	44	0.14	0.4
④	13	0.02	2.2
全区域	336	0.11	1.8

3.3 地すべり（柏崎市青海川地先、柏崎市米山町聖ヶ鼻地先）

平成19年11月8日時点の新潟県土木部のとりまとめによると、地震により23箇所で地すべり災害が発生し、その内3箇所ですべり災害関連緊急地すべり対策事業が採択された。その内、柏崎市青海川地先、および同米山町聖ヶ鼻地先で発生した地すべりにおいて、地震後の7月19日に現地調査を行ったため、その結果とその後の対応などについて報告する。



図-3.5 位置図

3.3.1 柏崎市青海川地先で発生した地すべり

(1) 地すべりの概要

地すべりは、柏崎市内から約7kmに位置するJR信越本線の青海川駅背後の海蝕崖で発生した（図-3.5、写真-3.6）。地すべりが発生した斜面は比高約35m、傾斜約50°、地質は新第三紀鮮新世の米山層で、上部が泥岩、下部が火山礫岩からなる⁶⁾（写真-3.7）。地すべりの規模は、幅約65m、長さ約45m、高さ約35mで、約15,000m³の崩落土砂が日本海沿いを通るJR信越本線の軌道を埋塞して海に到達し、青海川駅の一部が被災した（写真-3.7）。地すべり発生により、JR信越本線が不通になるとともに、7月16日18:30には斜面上部に住む8世帯37名に避難指示、7月22日18:30には2世帯6名に避難勧告が出された⁹⁾。



写真-3.6 地すべり全景(北陸地方整備局提供)

地すべり崩落面の中央部には、写真-3.8のようにほぼ水平の地層境界面が見られ、この付近から流れ出る湧水が確認された。

地すべり地周辺の斜面肩部には、地震により長さ約220mに及ぶ亀裂が形成された（写真-3.6）。また、写真-3.6の地すべり地左側の斜面には過去に地すべりなどにより形成されたものと考えられる平坦面が見られた。この平坦面の下方斜面でも表層の崩壊が発生し、平坦面上には亀裂があることが確認された。



写真-3.7 地すべり全景（7月19日撮影）



写真-3.8 崩落面の状況（7月19日撮影）

(2) 応急対策について

地すべりによる崩落土砂は落ちきっていたため、JR信越本線の軌道の敷設にあたり、崩落土砂の切り土が地すべり滑動を誘発することはないと考えられた。しかし、斜面上部には人家があり、斜面肩部には連続する一部開口した亀裂が形成されていることから、地盤伸縮計等で斜面の変動を観測するとともに、法枠工やアンカー工、水抜き工を施工することが対策として適当であると考えられた。



写真-3.9 対策状況（新潟県提供：11月20日撮影）

平成19年11月20日時点の復旧状況としては、斜面上部の青海川集落の保全とJR信越本線の早期復旧のため、防水シートの設置や緊急工事による不安定土砂の撤去、斜面へのモルタル吹付工などが行われ、9月13日にはJR信越本線の全線が再開した⁹⁾。また、復旧工事

として法枠工、アンカー工、水抜き工が施工されている（写真-3.9）。

3.3.2 柏崎市米山町米山地先で発生した地すべり

(1) 地すべりの概要

地すべりは、柏崎市内から約10kmに位置する聖ヶ鼻の傾斜30°程度の南西向き斜面で発生した（図-3.5、写真-3.10）。地質は、中新統上部の聖ヶ鼻層の砂岩・礫岩および砂岩泥岩互層であり⁶⁾、日本応用地質学会の現地調査報告によると、聖ヶ鼻層はほぼ東西の走向で、北に30°前後傾斜している¹⁰⁾（写真-3.11）。聖ヶ鼻の北向き斜面では、層理面に沿う流れ盤構造の地すべりや崩壊が数カ所で発生したが、本地すべりは南西向き斜面で発生したため、地層の傾斜に対してやや受け盤構造となっている（写真-3.10）。



写真-3.10 地すべり全景(北陸地方整備局提供)



写真-3.11 露頭(7月19日撮影)



写真-3.12 滑落崖(7月19日撮影)

地すべりの規模は、幅約80m、長さ約110m、高さ約60mである。地すべりは尾根の頂部から発生し、高さ約10mの滑落崖が形成された（写真-3.12）。また、斜面中腹には崩落土砂が堆積し、地すべり末端部に位置する市道にも崩落土砂が堆積した（写真-3.13）。

この地すべりにより、7月16日14:10には地すべりが崩落した際に影響が及ぶと考えられる米山町米山地区の20世帯60名に避難勧告が出された⁹⁾。

また、地すべり地西側の市道には、高さ約60cmの段差が斜面肩部へと約50mの長さで連続していたが、本地すべり地に連続する亀裂ではなく、地震による表層すべりによるものと考えられた（写真-3.10、写真-3.14）。



写真-3.13 崩落土砂(7月19日撮影)



写真-3.14 市道に生じた段差(7月19日撮影)

(2) 応急対策について

地すべりによる崩落土砂が斜面中腹部に残存する状況であるとともに、地すべり地の斜面下方には米山集落が隣接していたため、早期の地すべり監視体制整備と応急対策工の実施が求められた。

まず、地すべりの観測および対策工を実施するために斜面の立木の伐採を行い、地すべり地内に地盤伸縮計を設置して地すべりの変位観測を行い、これと警報機を連動させて監視体制をと



写真-3.15 対策状況 (新潟県提供：11月20日撮影)

ることが考えられた。また、夜間は投光器を用いて地すべり地を照らし、監視カメラで24時間体制の監視を行うことが適当と考えられた。

対策工としては、地すべりの末端部に土嚢を積むことで末端部の崩落土砂が米山集落まで流出することを防ぐ対策や、地すべりが尾根の頂部から発生しているため、不安定に残る尾根部の排土および地すべり頭部の排土が考えられた。

応急対策として大型土嚢による土砂止工の設置、斜面の伐木、監視カメラや警報器などの設置を実施し、平成19年11月20日時点の復旧工事として地すべり頭部の排土工、アンカー工が行われている⁹⁾（写真-3.15）。

3.4 まとめ

今回の地震では、地震直後の空中調査等の結果から、震度5強以上の揺れを感じた範囲において土砂災害が発生している可能性が高いとして、緊急支援チームによる緊急点検範囲等が定められた。地震後の調査結果によれば、地すべり・斜面崩壊の分布はおおむね震度6弱以上の揺れを感じた範囲に限定されていると言え、結果的にこの判断は正しかったものと考えられる。

崩壊面積率は約0.1%であった。過去の地震の事例、たとえば、同じマグニチュードの平成16年新潟県中越地震の3.9%と比べると大幅に小さい値である。また、発生した地すべりの規模も桁違いに小さく、顕著な河道閉塞を発生させることも無かった。このことが、地質条件、地形条件、それとも、先行降雨条件のいずれに起因するのか、今後、注意深く追究しなければならない課題である。

参考文献

- 1) 国土交通省砂防部ホームページ：新潟県中越沖地震による土砂災害情報
<http://www.mlit.go.jp/river/sabo/h19dosha/7gatu/niigatajishinnsaigaijyouhou08091800.pdf>
- 2) 佐藤浩：「平成19年（2007年）新潟県中越沖地震」による斜面崩壊のGIS解析、国土地理院ホームページ
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H19-nigata/centre.htm>
- 3) 国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人土木研究所・独立行政法人建築研究所・独立行政法人港湾空港技術研究所緊急調査団：平成19年新潟県中越沖地震の緊急調査速報、土木技術資料、第49巻、第9号、pp.6～9、2007
- 4) 産業技術総合研究所地質調査総合センター（編）：20万分の1日本シームレス地質図データベース、産業技術総合研究所研究情報公開データベース DB084、産業技術総合研究所地質調査総合センター、2005
- 5) 気象庁ホームページ：地震の詳細資料（推計震度分布図）、「平成19年(2007年)新潟県中越沖地震」の特集
http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2007_07_16_chuetu-oki/index.html
- 6) (独)産業技術総合研究所：5万分の1地質図「柏崎」
- 7) 山岸宏光：7.16中越沖地震に関するGIS資料(1)、中越沖地震新潟大学調査団WEBページ
<http://geo.sc.niigata-u.ac.jp/~070716/doc/GIS01.pdf>
- 8) 国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人土木研究所・独立行政法人建築研究所：平成19年(2007年)能登半島地震被害調査報告、3. 土砂災害、2008
- 9) 新潟県土木部ホームページ：
<http://www.pref.niigata.jp/doboku/engawa/>
- 10) 日本応用地質学会ホームページ：
<http://www.soc.nii.ac.jp/jseg/>