

2004 年新潟県中越地域 2 大同時多発斜面災害の 特徴と比較

Characteristics and comparison between many simultaneous landslides in Chuetsu
region, Niigata, Japan, in 2004

山岸宏光¹⁾・丸井英明²⁾・渡部直樹²⁾・川邊 洋¹⁾・AYALEW LULSEGED³⁾

1. 新潟大学自然科学系 hiroy@env.sc.niigata-u.ac.jp.

2. 新潟大学積雪地域災害研究センター

3. Addis Ababa University

ABSTRACT

On July 13, 2004, heavy rainfalls due to the intensive activities of rain front occurred in the Mid Niigata Region, Japan. They are as much as 400 mm in 24 hours, bringing about serious flooding by breaking the river banks. The heavy rainfalls also triggered more than 3600 landslides. The floods and landslides in total claimed 15 lives, all of whom were characteristically old persons. Three months later of such hydrological disasters, the southern region of Mid Niigata Region was attacked by intensive earthquake of M.6.8 on Richter Scale on October 23, 2004. The main earthquake were followed by intensive after shocks which continued until December 2004. By these earthquakes, many landslides also occurred in the hilly and mountainous areas. Namely, different triggers for the landslides have been experienced in the similar geological and geomorphological region. Hence, we have classified the by 7.13 rainfall landslides into two types; surface failures and deep-seated slides with long-run mudflows. While, we have divided the 10.23 earthquake landslides into three types; surface failures, flow type slides and deep-seated slides.

キーワード：地すべり、崩壊、7.13 豪雨、10.23 中越地震

まえがき

わが国では、昨年 2004 年には梅雨前線の停滞や、10 個もの台風が上陸して、各地で大雨による災害が頻発した。とくに、7 月 13 日には、新潟県中越地方 (Fig. 1a) では梅雨前線活動の末期に 24 時間雨量が 400 mm を超えて、信濃川に流入する二つの河川 (五十嵐川と刈谷田川) の堤防が破堤して 13 名が犠牲となり、また斜面崩壊も多発して 2 名が亡くなった (Fig.1b)。さらには、10 月 23 日には、中山間地の長岡市東方の中山間地を中心に、震度 7 を記録する内陸直下型地震が発生して、直接間接を問わず 40 名を超える犠牲が出た (Fig. 2b)。中山間地でもあったため、強振動被害のみならず、特に旧山古志村を中心に、斜面災害が多発して、ランドスライドダムが形成され、民家の水没やダム決壊の恐れから、全村がいまだに避難を余儀なくされている。このように、7 月 13 日

と 10 月 23 日の 2 回にわたり異なったトリガーによる斜面災害が、類似した地形・地質環境を有する新潟県中越地方を襲った。また、斜面災害の観点から見ると、従来の新潟では融雪などによる単発的な地すべりが特徴であるが、豪雨と地震という異なったトリガーによる多発的な斜面災害がほぼ同一の地形・地質条件の丘陵地域で、数ヶ月の

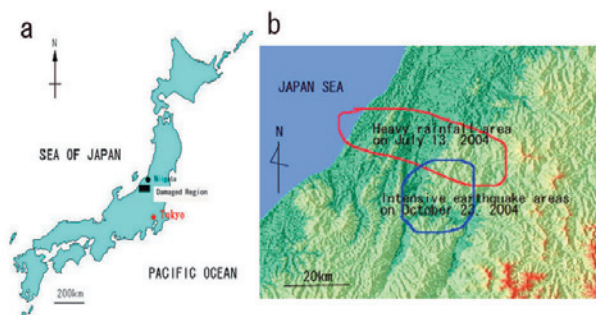


Fig. 1 新潟県中越地方の位置図。(a) 7.13 水害の影響範囲。(b) 10.23 中越地震の影響範囲。

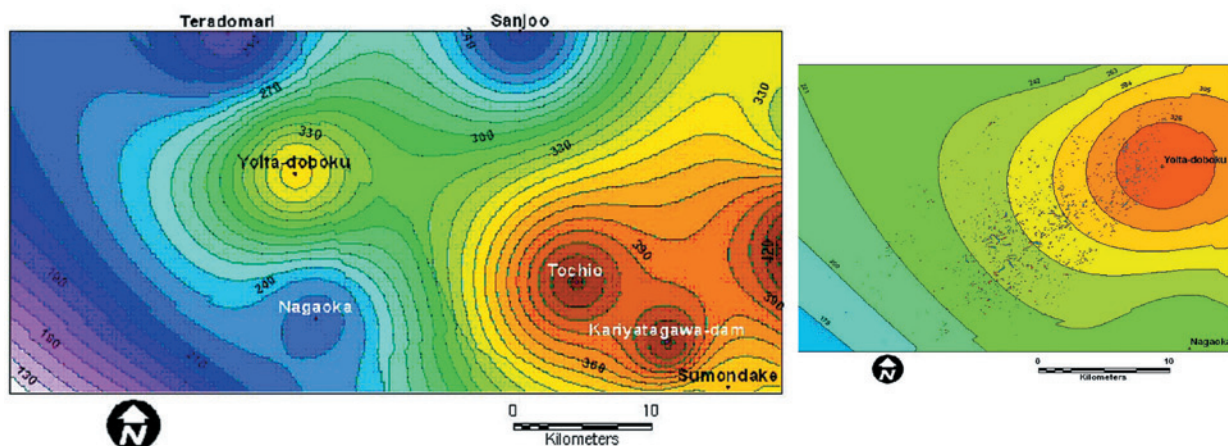


Fig. 2 2004 年 7 月 13 日の降雨分布図。アメダスと新潟県土木事務所からのデータを GIS（地理情報システム）で作成した。左図は全体をまとめたもの。右図は 7 月 13 日午前 7:00 to 12:00 までの与板付近の降雨等高線図。等高線図の配列と崩壊点の配列が整合的であることから、この付近の豪雨が 7 月 13 日午前 7:00 から 12:00 に崩壊が発生したことを示唆している。

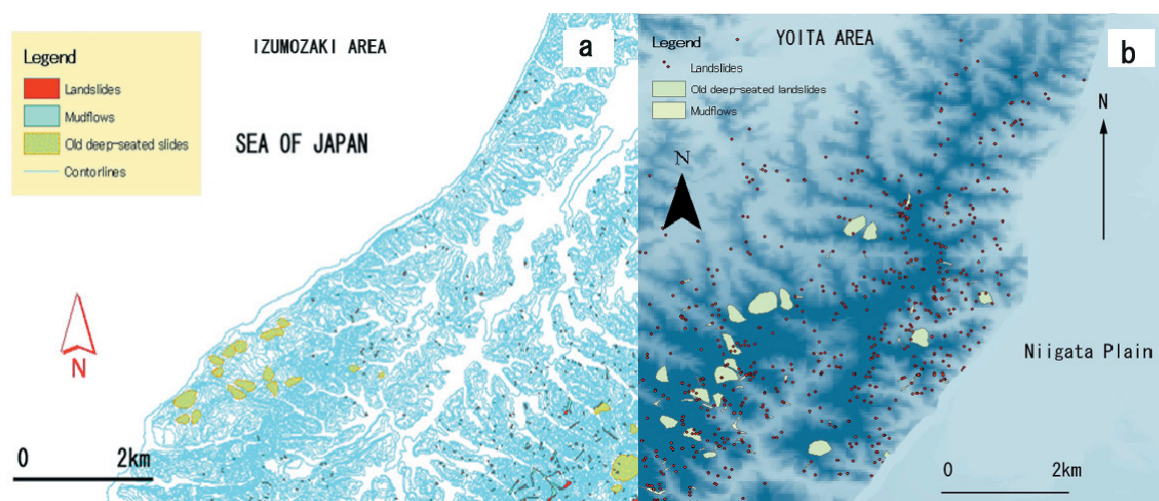


Fig. 3 旧地すべり地形と 7.13 豪雨による斜面崩壊の分布図。左図：2 万 5 千分の 1「出雲崎」、右図：2 万 5 千分の 1「与板」。基図は北海道地図（株）の GISMAP で、GIS 処理したもの。

間隔をおいて発生したことは、極めて異例であると同時に、豪雨と地震による斜面災害を比較できる点が重要である。したがって、本報告は、これら二つの斜面災害を現地調査、空中写真判読、GIS を活用した地形解析などを試みて、二つの同時多発型斜面災害について、規模、タイプなどの特性を比較しつつ、データベース化とハザードマップ作成の手がかりを得たいと思っている。

7.13 豪雨の降雨条件

牛山（2004）によると、7 月 13 豪雨について以下のように述べている。降雨は前日の 7 月 12 日夕刻から始まり、7 月 13 日の午前中には低地で、昼頃には山地部でもピークに達した。

Fig. 2 は 7 月 13 日に斜面災害が発生した地域の降雨量分布図で、15 のステーション（新潟県のダムや土木事務所と AMEDAS）から得られたデータを GIS によって描いた降雨量分布図である。おおよそ 1250 km² をカバーし、特に、栃尾地区や刈谷田川ダムではその日の最大雨量を示している。また、栃尾市の AMEDAS station では 421 mm を記録している。これらの地域から離れると、西方に向かって次第に降雨量は減少していく。たとえば、長岡では 225 mm に達したが、その西側では 130 mm に減少していく。ただ唯一異常に多い例として、与板の 344 mm の降雨量がある。一方、北へは、三条市で 208 mm が記録されているが、これもさらに北西の寺泊では 194 mm に減少する。同じ傾向は長岡の南方でも得られる。しかし、栃尾

Table 1: 各 2 万 5 千分の 1 地形図ごとの崩壊と泥流の数（アジア航測（株）による写真判読）。

Topographic name(1/25,000)	Number of Landslide	Number of Mudflow	Total
Teradomari	20	1	21
Izumozaki	372	28	400
Yoita	569	59	628
Mitsuke	59	5	64
Morimachi	216	8	224
Miyakawa	2	0	2
Nisshiyama	278	28	306
Nagaoka	114	10	124
Tochio	560	64	624
Tochibori	598	58	656
Komyozan	26	0	26
Katagai	0	0	0
Hanzougane	189	3	192
Anazawa	325	4	329
Sumondake	29	3	32
Total	3359	271	3630

崩壊調査票

調査地: _____ 番号: _____ 崩壊発生日 年 月 日

地形図名: _____ 調査日 年 月 日 (曜日)

崩壊地の概要

崩壊の形態

・崩壊源 ☐有 ☐無

・流走部 ☐有 ☐無

・浸食部 ☐有 ☐無

・堆積部 ☐有 ☐無

崩壊発生日点

・浸食前線 規模 _____ m

・浸食線上方 深さ _____ m

・浸食線下方 長さ _____ m

崩壊地の種類

・段丘崖 ☐有 ☐無

・旧地すべり地 ☐有 ☐無

・谷 崖 ☐有 ☐無

・山 崖 ☐有 ☐無

・その他 _____

水理条件

・地下湧出 ☐有 ☐無

・上段 ☐有 ☐無

・中段 ☐有 ☐無

・下段 ☐有 ☐無

崩壊部の土砂の移動形態

・流動型 ☐有 ☐無

・崩壊型 ☐有 ☐無

・その他 _____

土砂の規模

・幅 _____ m

・深さ _____ m

・長さ _____ m

土砂の種類

・粘土 ☐有 ☐無

・砂 ☐有 ☐無

・砂利 ☐有 ☐無

・樹木 ☐有 ☐無

・その他 _____

崩壊部の形状

・扇形 ☐有 ☐無

・円形 ☐有 ☐無

・帯状 ☐有 ☐無

・円筒状 ☐有 ☐無

・直線状 ☐有 ☐無

・その他 _____

崩壊部の状況

・防犯施設 ☐有 ☐無

・砂防ダム ☐有 ☐無

・護 堤 ☐有 ☐無

・蛇 籠 ☐有 ☐無

・その他 _____

被害状況

・家屋 ☐有 ☐無

・道路 ☐有 ☐無

・トンネル ☐有 ☐無

・水田 ☐有 ☐無

・鉄道 ☐有 ☐無

・河川 ☐有 ☐無

・畑 ☐有 ☐無

・庭・塙 ☐有 ☐無

・橋梁 ☐有 ☐無

・その他 _____

コメント

Fig. 4 崩壊調査用の票（遠藤ほか、1984）を改訂．

市から東 10 km の笠堀ダムや大谷ダムではそれぞれ、473 mm、450 mm となっている。地域的に雨量のバラつきがあっても、いくつかの地域での雨量強度や持続雨量は多数の斜面災害を発生させるには十分な値である。

一般的には、新潟県の南部では過去数年やや高い降雨量が記録され、斜面災害も多かった。たとえば、栃尾市では 1979 年に 216 mm が記録されている。なお、隣の福島県でも同年この値を超えている。

7.13 豪雨による斜面災害の分布

2004 年 7 月 13 日には、出雲崎地域（西山丘陵）と栃尾地域（魚沼丘陵）で多数の斜面災害が発生した。出雲崎から与板にかけてがひとつの集中域であり（Fig. 3），とくに与板地域では 500 以上の斜面災害が発生している。全体として 3600 箇所の斜面災害が発生したことが写真判読（アジア航測（株）提供）から得られている（Table 1）。これらの崩壊のうち泥流をとともう大規模なものが 270 箇所にのぼる。

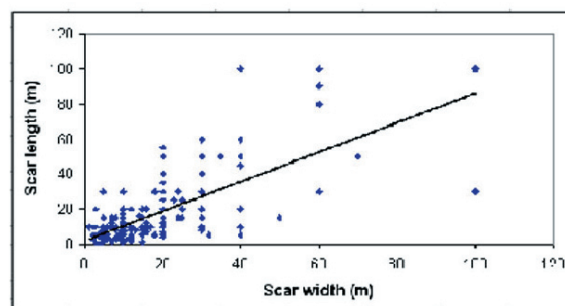
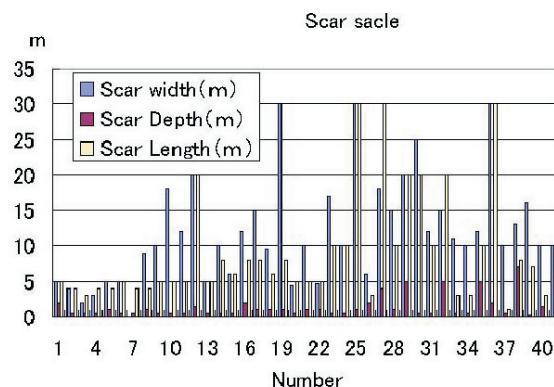


Fig. 5 崩壊調査の結果の一部のグラフ。上：頻度と規模（幅、深さ、長さ）、下：崩壊の幅と長さの関係。

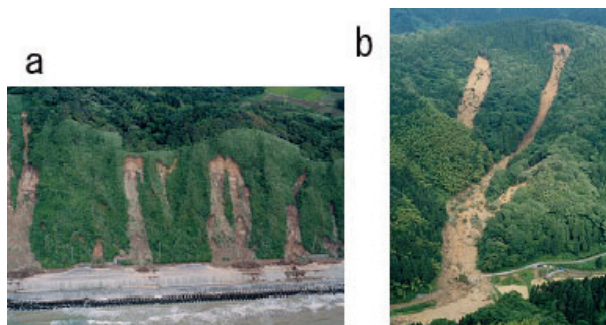


Fig. 6. 表層崩壊の例。a) 平滑型崩壊。和島海岸、b) スプーン型崩壊、出雲崎町、相田。(中日本航空(株)提供)



Fig. 7. アースフロー型地すべり(栃尾市平地区)。末端付近の杉の木が立ったまま移動した。

7.13 斜面災害データの収集と解析

災害発生直後から、(社)日本地すべり学会と新潟大学積雪地域災害研究センターとの合同調査団を始めとして斜面災害現地調査を実施した。現地調査でのデータ収集には、Fig. 4 に示す調査票を使用した。このフォーマットは、1981 年北海道日高地方の豪雨による斜面崩壊調査票(遠藤ほか、1982)を改訂したものである。これにより、崩壊のパターン(表層崩壊、岩盤すべり、ガリー侵食)、表層崩壊の種類(スプーン型崩壊、平滑型崩壊)、崩壊頭部の遷急線との位置関係、崩壊の規模(幅、深さ、長さ)、原地地形面の種類、傾斜、崩壊面の傾斜、岩盤地質、表層地質、崩壊堆積物の規模(幅、長さ)、砂防施設の有無、被害対象などをチェックした。

全崩壊数は空中写真判読(アジア航測(株)による)では 3630 箇所であるが、現在まで 270 箇所程度からのデータが得られた。それを EXCEL で

統計解析を行った結果の一部を Fig. 5 に示す。Fig. 5 の上の図は崩壊の幅、深さ、長さの頻度分布図、下の図は幅と長さの関係を示す。それはある程度相関をなすことを示している。

斜面崩壊のパターン

現地調査と空中写真などから、崩壊には大きく二つのパターンに区分できる。ひとつは表層崩壊とやや深度の大きい泥流をともなう崩壊とがあるが、そのほかに、地すべり的なものも存在するが少ない。ここでは 1) 表層崩壊と、2) 深度の大きい泥流をともなうものの例を紹介する。

1) 表層崩壊

Fig. 6 に示すように、二つのタイプがある。ひとつは平滑型と呼び、やや急で平滑な斜面頂部から発生したもの。地質との関連では風化土層が薄く、受け盤構造で発生していることが多い(Fig. 6a)。もうひとつは崩壊源頭部がスプーン型に凹型で、谷の源頭部で、風化土層がやや厚く堆積する緩斜面頂部から発生する(Fig. 6b)。

2) 大深度の泥流をともなう崩壊・地すべり

この崩壊・地すべりは崩壊源は谷の頭部にあり、土砂が下流側に広く長く流下したもの。この崩壊の頭部は深度大きく、幅広く、崩壊物質が崩壊源からかなり離れてしまったもの。とくに堆積物は細粒で泥岩や粘土からなる。厚さは数 10 cm から数 m であるが、長さは数 m から数 10 m である。なかには、長距離ながれず斜面上に止まってしまった地すべりや、流れてもアースフロー状のものもある。

1) 栃尾市平地すべり：この地すべりは河川段丘の縁から発生したもので、長さ 200 m、幅 150 m、深さ 8 m のアースフロータイプである。およその体積は $8 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。注目されるのは杉の木が立ったまま移動したことである。基盤地質は泥岩でその上に段丘礫層が載っている(Fig. 7)。



Fig. 8. 鳥越地すべりの頭部崩壊源。

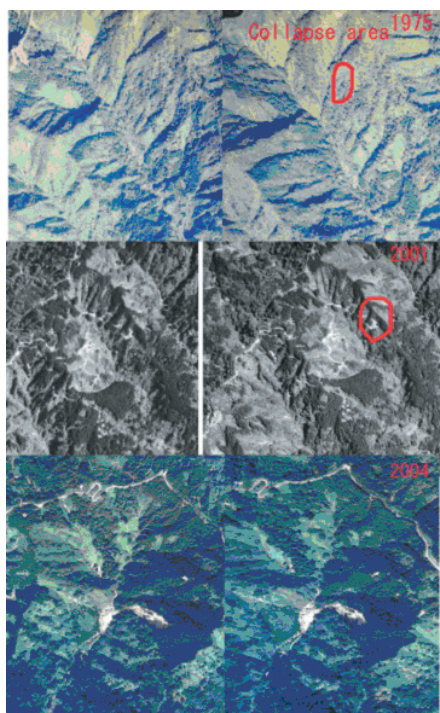


Fig.9 鳥越地すべり発生箇所（写真の○印）の経時変化の実体垂直写真。上：1975 年撮影。植生もまばらで林道も見えない。中：2001 年撮影。斜面を横切る明瞭な道路が見える。下：2004 年 7 月撮影。道路も繁茂した木立に隠れて見えない。

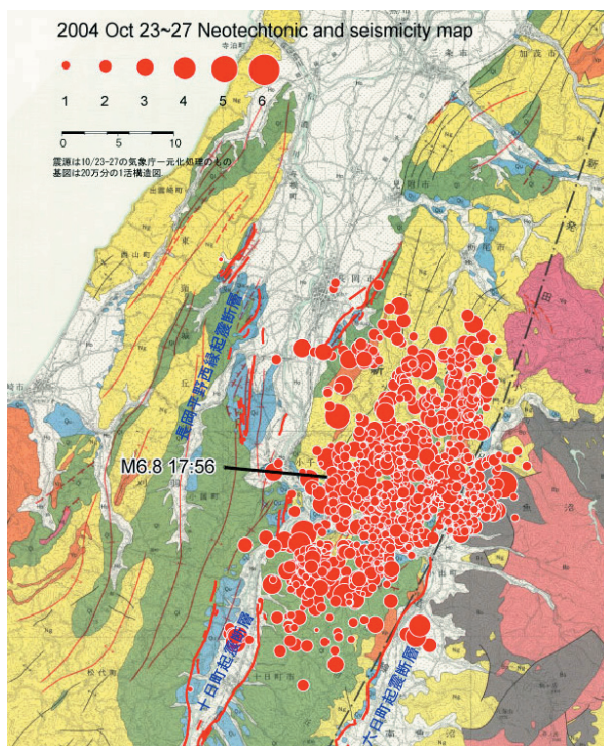


Fig. 10 新潟中越地震周辺のテクトニック地図。（活断層研究センター，2004）

10.23 新潟県中越地震

2) 鳥越地すべり：この地すべりの頭部は Fig. 8 に示すように、弱い層理を示す細粒砂岩である。向かって右側には、傾斜 40 度程度の崩壊面と、明瞭な不連続面 (N30W, 60W) が岩盤と崩土との間に見える (Fig. 8 右)。一方、真ん中の崩壊面 (Fig. 8 中央) には、楔状の小崩壊面 (幅 10 m) が見え、両側に二つの節理面 (右: N50E, 70E, 左: N60E, 60W) で境されている。この崩壊面から小崩壊が連続したことが読み取れる。さらに、左側の崩壊面 (Fig. 8 左) を見ると、階段状の棚と楔状の小地溝が見え、後者には崩土で満たされている。ここでも岩盤と崩土の境目は節理面 (N40W, 70W) である。したがって、鳥越地すべりの主崩壊は 2001 年の空中写真 (Fig. 9 中央) でも見られるように、階段状の平坦面 (古い地すべり面か道路面) から発生したらしい。Fig. 9 は 1975, 2001, 2004 と時系列的に配列した空中写真である。1975 年の写真では、この地すべりの発生場には植生も十分でなく、林道も見られないが、2001 年には、明らかに林道が開削されている。2004 年の発生場所は、現在林道は木立に囲まれて判読できないが、この林道付近から発生している。

2004 年 10 月 23 日午後 5 時 56 分に、新潟県中越地方を震源とする大地震が発生した。この中越地震の震央は北緯 37. 17,4 N, 東経 138. 52,2 E、震源は深さ 13 km、マグニチュード 6.8 と発表された。川口町では震度 7 を記録した。この本震のあとに多くの余震も発生し、とくに、本震後の 2 時間内に発生した 3 つの余震は震度 6 以上であった。最大加速度は震央から 7 km 離れた場所でも 1000 gal を超えた。

活断層センター (2004) によると、今回の一連の地震は、魚沼丘陵の地下約 5 ~ 20 km 程度で発生した。この丘陵は、新発田 - 小出構造線という北北東 - 南南西走向の地質構造境界の西に位置し、最近約 200 万年間に、西北西 - 東南東方向からの圧縮応力を受け、こうした逆断層の活動により褶曲している。魚沼丘陵の東側には六日町盆地西縁断層が、西側には悠久山断層などが北北東 - 南南西方向に分布している。いずれも、丘陵を隆起させる逆断層である。震源の深さ、発震機構、余震分布、地殻変動および震源断層モデル等に基づくと、今回の地震の本震は六日町盆地西縁断層、もしくはそれに平行な断層の深部が活動したもの

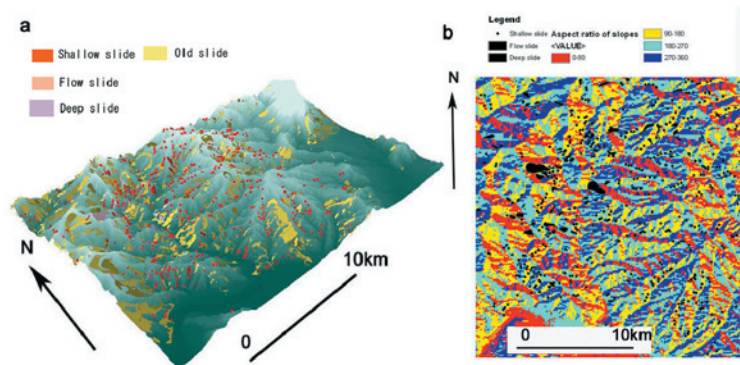


Fig. 11. GIS による斜面災害分布図。a: 2万5千分の1地形図「小平尾」の地震による斜面災害と旧地すべり地形の分布の三次元表示, b: 地震による斜面災害分布と地形アスペクトとの関係。規模の大きい斜面災害(地すべりや流動型地すべりは)0-90(北東)の範囲に、規模の小さいもの(表層崩壊)は90-180(南東)に多い傾向がある。

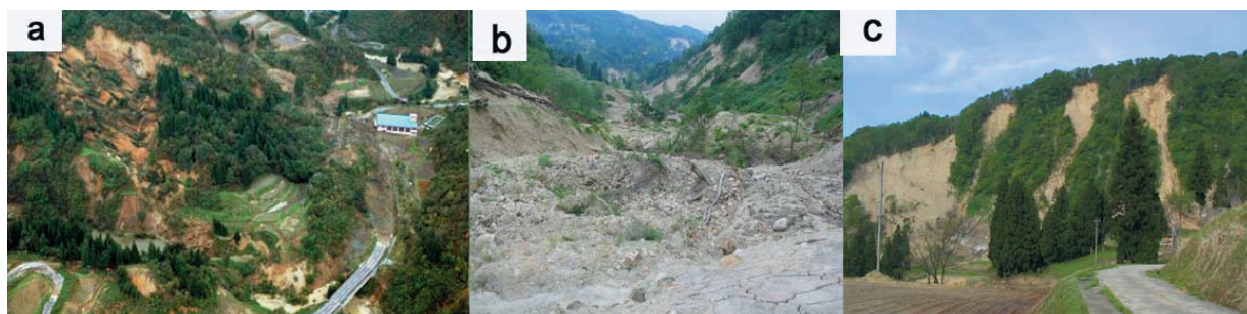


Fig.12.a: 深度の大きい地すべり(芋川流域の東竹沢; 10月25日撮影、中日本航空(株))、b: 小栗山付近の流動型地すべり(6月22日撮影)、下部は円礫からなり、掃流堆積物、中部: 岩屑なだれ、上部: 地すべり堆積物、c: 表層崩壊(半蔵金)。

とされている。また、大きな余震は、本震の断層に隣接するいくつかの断層が活動することによって発生したものと推定されている。また、活断層センター(2004)は、述べた既存の断層が動いたことは確認されなかったが、地表にテクトニック断層が小平尾付近に現れたと報告している。

10.23 地震による斜面災害の分布と特徴

この地震は、震源エリアが15kmx30kmと狭い範囲ではあるが、中山間地直下で発生したことで、数百の深度大の地すべりや多数の表層崩壊がもたらされた。さらに、特に地すべりにより芋川を中心に10箇所でランドスライドダムが形成された。川邊ほか(2005)によると、合計1662箇所以上の斜面災害が確認され、総土砂量は 7×10^7 m³に達したと報告されている(Fig. 10a,b)。

これらの斜面災害を空中写真(朝日航洋2004年10月27日撮影、1:10,000)の判読から、大まかに以下の三つのタイプに区分された(Fig. 11a,b)。

大深度地すべり(Fig. 12a): これらの分布を見ると、主に、芋川本流にそってほぼ南北方向に分布している(Fig. 11a)。GIS解析によると、地形傾斜の関連では、後記のフロータイプとともに、北東側傾斜に多いように見える(Fig. 11b)。基盤地質と

の関連で見ると、これらの地すべりは、泥岩地域と比べて砂岩地域に多い(Fig. 13)。これらの地すべりは初生的地すべりか、あるいは旧地すべりの再活動である。いずれも、地質構造との関連で見ると、層すべりであるが、中にはやや回転をとまなうスランプ型も見られる。2) フロータイプすべり: このタイプは谷の頭部や棚田の縁から発生し、岩屑なだれ的に流動したり(Fig. 12b)、水を多量に巻き込んで土石流・泥流化したもの。3) 表層崩壊: このタイプは、比較的急な平滑あるいは凸斜面の頂部から発生するもので(Fig. 12c)、同一斜面では連続していることが多い。上記の二つの地すべりと比べて、急傾斜面で発生し、土砂量は少ない。また、GIS解析によると、地形傾斜では南東側傾斜に多いように見える(Fig. 11b)。地質構造との関連では受け盤構造である。深度は1m内外と小さいが、基盤地質内で節理が関与すると、深い深度の崩壊となる。

7.13 豪雨による斜面災害と10.23地震による斜面災害との比較

2つの同時多発斜面災害は、いずれも新潟市から南へ80-100kmの魚沼丘陵、西山丘陵、東山丘陵などの標高600mくらいまでの丘陵性の山地で

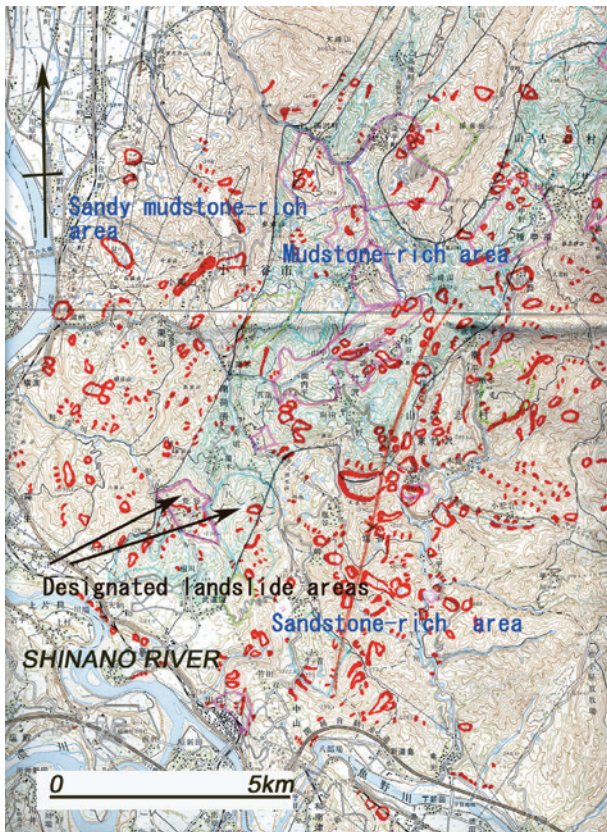


Fig. 13. 中越地震による斜面災害（崩壊・地すべり）の分布（Yagi, 2004）、地質図（竹内ほか，2004）および地すべり指定地分布図（新潟県）。

発生している。また、これらの丘陵は、北北東—南南西にのびる背斜が尾根をつくり、向斜が谷をつくるという典型的な構造的丘陵であり、それらに沿って断層も走っている。堆積物は中新世から鮮新世の砂岩・泥岩やそれらの互層からなっている。7.13 豪雨を襲った出雲崎から栃尾にかけては、やや硬い寺泊層の作る背斜構造の周辺に椎谷層や西山層の泥岩・砂岩が取り巻いていて、出雲崎地域では斜面災害の分布も岩相に支配されていて、受け盤と流れ盤が明瞭である。つまり前者は表層崩壊、後者は大規模な崩壊・地すべりとなる傾向がある。また、砂岩より泥岩地帯でより規模が大きくなっている。また、この両者の差は、主に風化帯の厚さにも起因している。

この豪雨による斜面災害の多くは、旧来の地すべり地形との関連で見ると、滑落崖の急斜面で発生していることがあるが、崩土全体が動いた再活動タイプは少ない。

一方、10.23 地震による斜面災害は、基盤岩の地質構造と岩相に起因している。とくに、ランドスライドダムを形成したような深度の大きい地すべりは、砂岩、あるいは砂岩リッチの泥岩地帯

で発生しており、構造的には層すべりである（Fig. 12a）。旧来の地すべり地形との関連では、Fig. 13 に示すように、地すべり防止区域の多くは泥岩地域に多く、融雪がトリガーとなるものの対策がされていた。しかし、こうした地すべり対策工が、これらの地域の斜面災害をある程度防止したのかも知れない。砂岩地域にも地すべり地形は認められるが、水の関与する災害が少なく、そのために対策も進んでいなかったかも知れない。また、これらの古い地すべり地形との関連では、東竹沢のように、その再活動も認められる。

フロータイプの地すべりについては、谷の頭部から発生して、周辺の川や池の水を巻き込んで泥流化したものが多く、7.13 豪雨による降水そのものが混在したものとは異なる。また、小栗山周辺のように、岩屑なだれの的なものもあり、未固結の砂が強震動で崩壊・流動したものがみられる。これは、例として、1993 年北海道南西沖地震により奥尻島幌内川で見られた（雨宮、1993）。一方、表層崩壊について見ると、平滑型とスプーン型があり、急斜面で発生することは同じであるが、大雨によるものは、発生地点では遷急線の上、直上、下とさまざまである。しかし、地震の場合には、平滑型が多く、遷急線直上付近からのものが多い。また、大雨の崩壊は谷地形、凹地形および平滑斜面で発生していて、地震の場合には凸地形あるいは平滑斜面で発生していることが多い。規模や広がりで見ると、大雨の場合にはひとつひとつ離れているが、地震の場合は連続して斜面全体に広がっているものが多い。

要約と議論

この報告は、2004 年に新潟県中越地域で発生した、7.13 豪雨による斜面災害と 10.23 地震による斜面災害についての、現地調査と空中写真判読によるおおまかな中間的報告である。両者は若干重なる地域もあるが、大雨による斜面災害は主に出雲崎から栃尾までの北側であり、表層崩壊が 3600 箇所あり、そのうち泥流をともしう深度の大きいものが 271 箇所であった。また、地震による崩壊・地すべりは山古志村を中心に、1600 箇所と報告されていて、表層崩壊が多いが、フロー型崩壊・地すべりや大深度地すべりも数多い。とくに、大深度地すべりは 10 箇所に上るランドスライドダムを形成し、家屋の水没や土石流災害の危惧がもたれた。いずれも標高 600 m までの中新世—鮮新世の

砂岩・泥岩からなる丘陵性山地で発生した斜面災害である点は共通するが、発生斜面の位置、風化土層、流れ盤、受け盤構造などによりパターンや規模が左右されている。つまり、大雨の斜面災害は風化土層の厚さが問題であり、地震のそれは流れ盤構造や砂岩層が重要な要素となっている。両者の現地調査とデータの解析はまだ途上であり、発生前と後の空中写真の比較などは一部しか実施していない。また、これらのデータを GIS 用に作成中であり、解析も現在進行中である。今後のデータ収集と解析により、より詳細なデータが得られると考える。

謝辞：データ収集に協力いただいた新潟大学災害調査団の方々、(社) 日本地すべり学会・応用地質学会合同調査団の方々、新潟県庁砂防課、空中写真を提供いただいた朝日航洋(株)、中日本航空(株)、写真判読にご協力いただいたアジア航測(株)に謝意を表します。

文 献

- 雨宮和夫 (1997) 奥尻港地すべりほかの事例と地形的特長。地震による斜面災害。地すべり学会北海道支部、88-101.
- 遠藤祐司・山岸宏光・岡村俊邦 (1984): 1981 年 8 月豪雨による日高地方の斜面崩壊。地下資源調査所報告第 55 号、69-81.
- 活断層研究センター (2004) 2004 年 10 月 23 日新潟県中越地震速報 <http://unit.aist.go.jp/actfault/activef.html>
- 川邊 洋ほか (2005): 2004 年新潟県中越地震による土砂災害 (速報)。砂防学会誌、v. 57, no.5. 39-46.
- 小林巖ほか (1991) 長岡地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅)。地質調査所、132p.
- 新潟県 (2000): 20 万分の 1 地質図および説明書、200p.
- 新潟県 (2004): 新潟県地すべり防止指定地域図。
- 牛山素行 (2004): 2004 年 7 月 12-13 日の新潟県における豪雨災害の特徴。自然災害科学 v. 23, 293-302.
- Yagi, K et al (2004) : Landslide distribution map triggered by Mid Niigata Earthquake. <http://japan.landslide-soc.org/index-e.html>
- 柳沢幸夫ほか (1986) 小千谷地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅)。地質調査所、177p.
- Yamagishi, H., Watanabe, N., Ayalew L., Landslide Research Group of Landslide Society of Japan and 7.13 Landslide Research Group of Niigata University (2005) Heavy-rainfall induced landslides on July 13, 2004, Niigata. K. Takara, Y. Tachikawa and NMNS Bandara Nawarathna (eds.) Monitoring, Prediction and Mitigation of Water-Related Disasters MPMD-2005,