

7・13 新潟県中越豪雨災害における斜面被害の調査・研究

地盤防災研究室 大野 勝己
指導教官 大塚 悟

1. はじめに

平成 16 年 7 月 13 日に発生した新潟県中越豪雨災害（以下、7・13 新潟豪雨災害）では、五十嵐川・刈谷田川の洪水により多大なる被害が発生したが、傾斜地の土砂災害により交通の遮断や宅地被害のほか、死者 2 名、負傷者 1 名の人的被害が生じた。

豪雨による土砂災害は毎年多くの人的被害を生じている。平成 11 年の広島豪雨災害を契機に土砂災害防止法が制定され、土砂災害の防止・軽減に向けたソフト対策が推進されている。しかし、土砂災害は降雨特性はもとより、地形や地盤特性による影響を大きく受けることから、運用に当たっては地域の災害特性を収集把握することが不可欠である。また、効率的な防災対策として土砂災害の警戒・避難システム¹⁾の運用が期待されているが、危険度斜面の場所と崩壊時刻を予測するためにはシステム構築の基本データがあいまいな問題点がある。

本研究では 7・13 新潟豪雨災害における土砂災害をデジタル・アーカイブとして記録するとともに、土砂災害の特性を分析する。また、土砂災害警戒・非難システムの構築を目的に気象庁の 2.5km メッシュ降雨データの収集ならびに斜面の崩壊時刻の聞き取り調査を実施して、雨量指数を用いた崩壊予測の可能性について分析を行った。

2. 7・13 新潟豪雨災害の概要

2.1 降雨状況

新潟県付近に停滞していた梅雨前線に、暖かく湿った空気が流れ込み、12 日夜から梅雨前線の活動が活発になった。そして、13 日早朝から夕方にかけて、長岡地域、三条地域を中心に日降水量が観測史上最大となる非常に強い雨が降った。中越地域では、近年あまり大きな降雨が記録されていなく、栃尾市では日降雨量の記録が 200mm 以上更新された。このことも大規模な土砂災害の発生原因であったと考えられる。

2.2 土砂災害件数と降雨量の関係

この豪雨では新潟県中越地域を中心に 332 件の土砂災害（道路・宅地に隣接）が発生した（新潟県砂防課提供の災害報告書）。崩壊斜面の特徴として、勾配が 30° 以上の急傾斜地での崩壊が多く発生した（図-1）。特に勾配 30～

50° の崩壊が多く、全体の約 65%を占めた。また、崩壊深さでは表層崩壊が多く発生し、3m未満の割合が約 70%を占めた（図-2）。

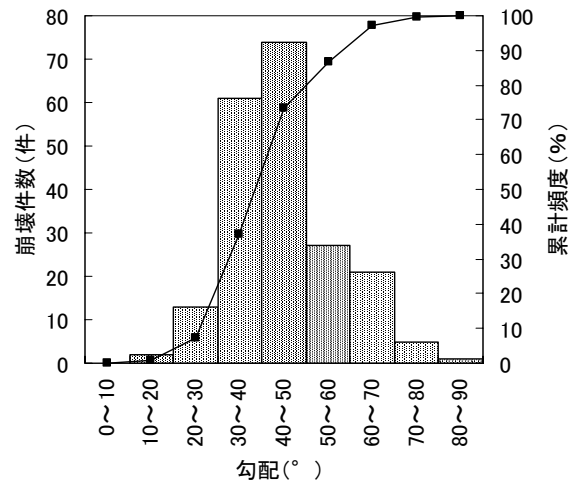


図-1 崩壊斜面の勾配の度数分布

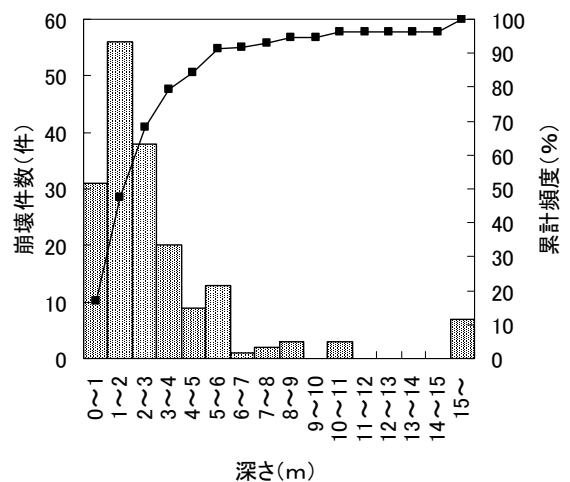


図-2 崩壊斜面の深さの度数分布

土砂災害と降雨量（新潟地方気象台提供）との関係について市町村単位で見ると、累積雨量の大きいほど災害発生件数が多い関係があった（図-3）。はっきりとした閾値を設けることはできないが、降雨条件の強さによって 3 つの領域に分けられ、領域 I では 10 件未満、領域 II では 10~20 件、領域 III では 20 件以上となる関係が見られた。

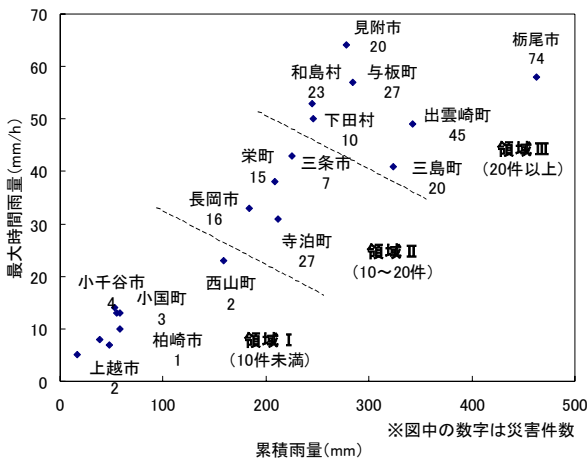


図-3 土砂災害発生件数と累積降雨量の関係

3. 土砂災害防止法による被災地の危険度調査

7・13新潟豪雨は土砂災害防止法が施行されてから新潟県で初めての大規模な土砂災害となった。そこで、土砂災害警戒区域（急傾斜地の崩壊）が実際にどの程度被害を受けたのか調査し、今後の避難情報発令のための検討を行った。

3.1 土砂災害警戒区域での被害状況

土砂災害報告件数 332 件のうち土砂災害警戒区域内（以下、区域内とする）が 153 件（46%）あり（図-4）、7・13新潟豪雨の土砂災害の約半分は、土砂災害が予想されていた地域で発生したことが分かった。一方、土砂災害警戒区域外（以下、区域外とする）にて土砂災害が 33 件（10%）あり、土砂災害防止法ではカバーできない被害のあることが分かった。

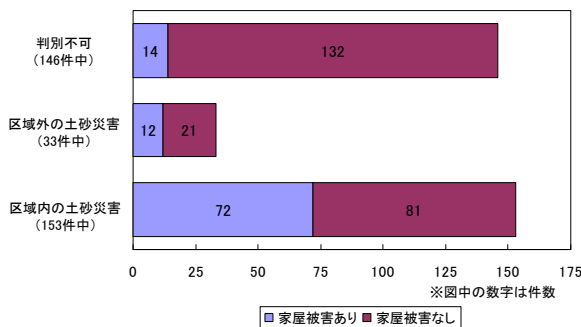


図-4 土砂災害発生件数の内訳

3.2 土砂災害警戒区域外で家屋被害が発生した事例

区域外で家屋被害が発生したものが 12 件あった。この中には、全壊や半壊といった重い家屋被害も発生していた（図-5）。12 件の土砂災害警戒区域に該当しなかった要因は、「勾配」が基準の 30° 以上でなかったものが 6 件、「高さ」が基準の 5m 以上でなかったのが 5 件、「がけ下端と被害家屋までの距離」が基準の高さの 2 倍未満より長かったものが 1 件であった（表-1）。ここで、No.42 栃尾市土ヶ谷は、土石流による家屋の被害であった。表-1 より、区域外で家屋被害が発生した事例の特徴として、ほとんどが「斜面のがけ下端と被害家屋までの距離」よりも「高さ」のほうが大きくなっている。これより、高さや勾配が基準以下であっても、「斜面のがけ下端と被害家屋までの距離」より斜面の「高さ」が高い場合には家屋に被害が起こる可能性があると言える。

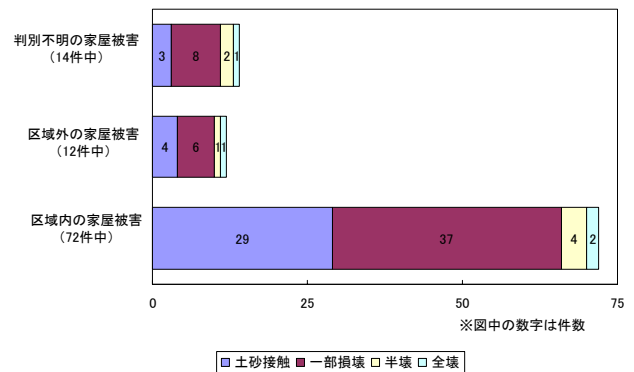


図-5 家屋被害の内訳

表-1 区域外で家屋被害を受けた 12 件の諸元

No.	市・郡	区・町・村	大字	がけ下端と被害家屋までの距離 (m)	高さ (m)	勾配 (°)	家屋被害
18	三島	和島	小島谷	1	3	45	3
27・2	栃尾		平	20	30	21	4
42	栃尾		土ヶ谷	200	70	30	2
50	見附	名木野		10	8	25	2
25	三島	出雲崎	米田	3	3	60	1
62	三島	和島	梅田	2.5	30	20	2
65	三島	和島	城之丘	0	40	20	2
185	刈羽	高柳	岡野町	2	10	20	1
308	三島	与板	馬越	2	20	20	2
322	三島	与板	榎原	0	3	50	1
324	三島	与板	榎原	0.02	2	50	2
329	三島	与板	山沢	1	3	45	1

※ 家屋被害は1:土砂接触, 2:一部破損, 3:半壊, 4:全壊

3.3 人的被害が発生した事例

人的被害が発生した 3 件の事例について土砂災害警戒区域で発生したのか確認した。

栃尾市北荷頃地区で死者 1 名を出した土砂災害は区域内に該当していた。よって、土砂災害が予測されていた地域での人的被害であった。この被害を受けた家屋は斜面下端までの距離が 0m であったことから、土砂災害特別警戒区域に属していた可能性がある。斜面は高さが 45m、勾配が 45° であった。

出雲崎町中山地区で死者 1 名を出した崩壊（写真-1）は斜面下端から家屋までの距離が不明であったため判別不可であった。報告書によると、この崩壊の規模は、高さ 15m、勾配 25° と記載されていた。勾配が 30° よりも小さいので区域外で人的被害が発生したことになる。しかし、写真-1 を見ると崩壊斜面が 30 度以上あるように見えることから、災害報告書による勾配が誤っていた可能性がある。

西山町大津地区で負傷者 1 名を出した崩壊は、斜面情報が高さ 30m しか分からず判別不可であった。報告書の写真より、斜面下端のすぐ近くに家屋があることが確認できた。

資料が整っていなかったため、出雲崎町中山地区と西山町大津地区の人的被害については土砂災害防止法が人的被害を予測できていたのかを確認することができなかった。



写真-1 出雲崎町中山地区の崩壊現場
（資料：新潟県）

4. 崩壊斜面の聞き取り調査と単一雨量指標の検討

4.1 崩壊斜面の聞き取り調査

土砂災害件数が多かった栃尾市、出雲崎町、三島町で崩壊時刻の聞き取り調査を行った。聞

き取り調査結果と災害報告書に記載されていた崩壊時刻から、本研究では 59 箇所の崩壊時刻が得られた（表-2）。

表-2 本研究で得られた崩壊時刻の把握件数

	崩壊時刻が分かった件数		
	聞き取り調査	報告書	本研究
栃尾市	34	12	35
出雲崎町	8	1	8
三島町	4	15	16
計	46	28	59

4.2 最適半減期の検討

単一雨量指標として実効雨量を用いる。崩壊事例に対して最適な半減期の検討を行った。最適な半減期の判断基準として以下の 2 つを考慮した。

① 実効雨量の適用性

② 崩壊時の実効雨量のバラツキ

①については、実効雨量の減少中に斜面崩壊が起こる場合があるために、崩壊予測の観点から適用不可とした（図-8）。そして、事例解析における不適格事例の割合を用いて指標の適用性を検討する。②については、崩壊時の実効雨量が斜面によって異なることから、崩壊時の実効雨量のバラツキを変動係数（変動係数＝標準偏差/平均）によって評価した。斜面崩壊は降雨条件の他に地形や地質の影響が大きく、実際に崩壊時の実効雨量がどの地点でも同じになることは難しい。

半減期を変えたときの変動係数と不適格事例の割合を図-9 に示す。不適格事例の割合は、半減期が短期的になるほど大きく、半減期が長期的になるほど小さくなった。変動係数については、短期的な半減期 1.5h が 0.23 で最も小さくなり、次に 2h と 24h が 0.24 であった。実用性とバラツキの両方のバランスが最も良いのは半減期 24h であった。

4.3 予測対象を限定した場合の検討

崩壊深さが 3m 未満の崩壊 10 件について 5.2 と同様に検討した。その結果、半減期 24h で実用不可がなくなった（図-10）。

栃尾市 33 件、出雲崎町 8 件、三島町 16 件について検討した。その結果、三島町では変動係数が小さくなり、実用不可の事例も半減期 6h 以降はなくなった。（図-11）。栃尾市では半減期 72h で実用不可が無くなった。出雲崎町では、半減期 72h でも実用不可は無くならなかった。

崩壊規模や地域など予測対象を絞ることで、より精度の高い予測の可能性があると考えられる。

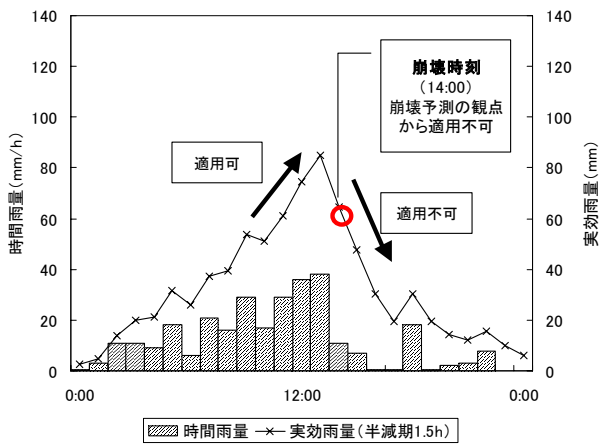


図-8 実用不可の例

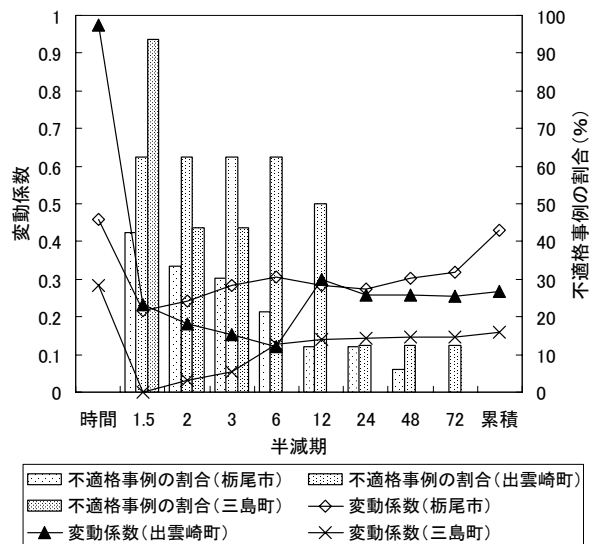


図-11 市町村別における実効雨量の実用性とバラツキ

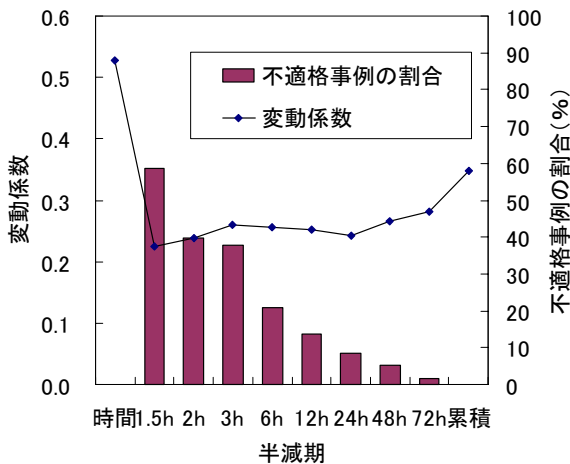


図-9 実効雨量の実用性とバラツキ

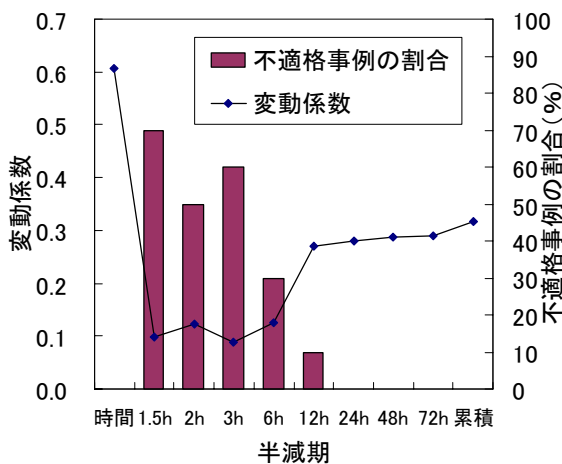


図-10 浅層崩壊における実効雨量の実用性とバラツキ

5. まとめ

- ① 降雨条件が強い市町村ほど災害発生件数が多い関係があった。
- ② 7・13 新潟豪雨では、土砂災害の約半分が土砂災害警戒区域内で発生した。逆に、土砂災害警戒区域外での被害も報告され、その特徴として斜面の「高さ」が高ければ発生することが分かった。
- ③ 崩壊時刻を考慮した実効雨量による単一雨量指標で崩壊の予測を行うことができた。また、崩壊深さや地域を限定することによって崩壊予測の精度向上の可能性が確認できた。

6. 今後の課題

本研究では、地形や地質の要因によって崩壊時の実効雨量が変化するという考えから、これらの要因と崩壊時の実効雨量との相関を検討した。しかし、本研究の調査項目の範囲では有意な相関が見られなかったことから予測モデルを構築することができなかった。今後、崩壊時刻の資料を増やし、斜面に応じた基準雨量設定のためのモデルを構築する必要がある。

7. 参考文献

- 1) 森脇武夫・寺田秀樹・谷茂・天野浄行：豪雨時における斜面崩壊のメカニズムと危険度予測 5.豪雨時における斜面崩壊危険度予測(その1), 土と基礎 Vol.51, No.12, p.92-97, 2003.
- 2) 建設省河川局砂防部：総合土砂災害対策検討会における提言および検討結果, 1993.