

水位・流量観測による地すべり災害発生ポテンシャル監視技術に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：平 26～平 28

担当チーム：地すべりチーム

研究担当者：石井靖雄、藤平 大

【要旨】

土砂災害による人命災害を防止するためには、災害発生の危険性が高まっている時期を特定し、警戒避難行動や危険箇所の監視強化を行うことが重要である。本研究では、地域的な地すべり災害の簡易予測のために、地すべり災害が発生する時の各水文指標の偏差を活用する手法を検討した。その結果、通年と積雪融雪期（12～5月）に発生する地すべりのいずれも、ダム流入量などの水文指標の偏差が高い期間に多く発生することが示された。次いで、積雪融雪期のうち主に融雪に起因する地すべり災害発生については、標高帯別に水文指標を用いることにより、より高い偏差基準で精度良く予測できることが明らかとなった。

キーワード：観測、地すべり、災害発生ポテンシャル、ダム流入量、河川水位

1. はじめに

土砂災害による人命災害を防止するためには、災害発生の危険性が高まっている時期を特定し、警戒避難行動や危険箇所の監視強化を行うことが重要である。降雨に起因する土石流、がけ崩れについては、土砂災害警戒情報による警戒の呼びかけがおこなわれている。降雨に起因する地すべりに関しては、地すべり災害と実効雨量の関係を検討した研究の蓄積が進んでいる。一方、融雪に起因する地すべり災害に関しては、豪雪地の地すべり災害と河川水位・ダム流入量との相関を示した事例はあるが、融雪特性（気温の標高依存）を考慮した事例は少ない^{1,2)}。本報告では、地域的な地すべり災害の簡易予測手法として、まず、積雪地域において、通年と積雪融雪期（12～5月）に発生する地すべり災害が発生する時の各水文指標の偏差を分析し、次いで、積雪融雪期（12～5月）の地すべり災害発生を標高帯別に分析した結果を報告する。

2. 研究方法

2.1 検討対象地域の概要

調査は新潟県中越地方を対象地域とした。図-1に、通年と積雪融雪期（12～5月）に地すべり災害の発生ポテンシャル分析に利用した水文観測所の位置（地すべり災害発生箇所は2003年12月1日～2013年11月30日に発生したものを表示）を示す。対象期間を2003年12月1日～2013年11月30日とし、地すべり災害の発生時刻と溪流水位、流量との関係

について分析を行った。地すべり災害データ（発生場所（緯度及び経度）及び時刻）は国土交通省砂防部が取りまとめたデータを用いた。ただし、地震が誘因のものは除いた。用いた溪流水位・流量及び雨

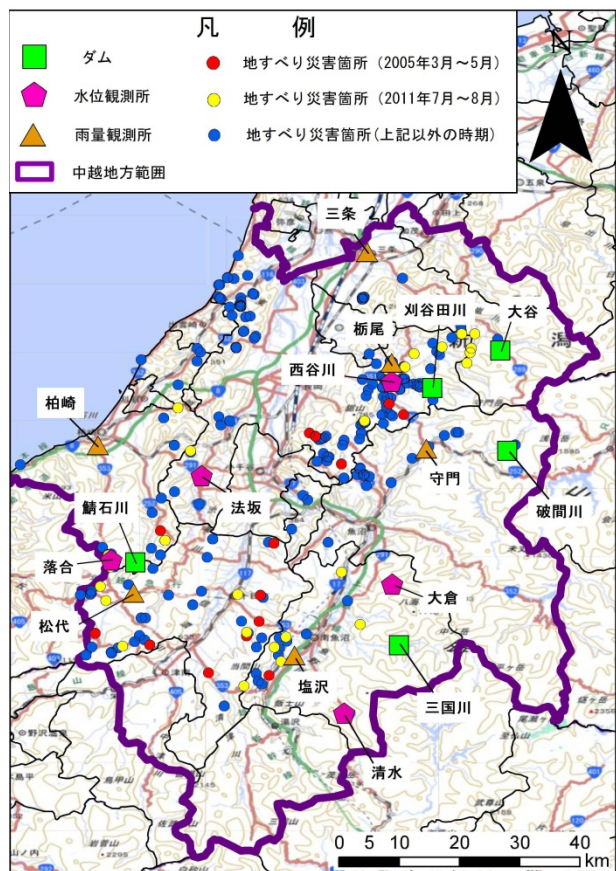


図-1 通年と積雪融雪期（12～5月）に発生する地すべりの災害ポテンシャル分析に利用した水文観測所の位置（地すべり災害発生箇所は、2003年12月1日～2013年11月30日に発生したもの）

表-1 観測所及び偏差 σ_{70max} (通年の地すべり災害と積雪融雪期の地すべり災害)

観測所名	流域面積 (km ²)	最高標高 (m)	観測点標高 (m)	通年の地すべり災害		積雪融雪期の地すべり災害	
				積算時間 (hour)	σ_{70max}	積算時間 (hour)	σ_{70max}
刈谷田川ダム	24.1	1432	235.0	48	1.582	336	1.158
大谷ダム	56.2	1350	184.1	72	0.567	672	0.754
鯖石川ダム	46.0	800	129.8	72	0.732	672	1.247
破間川ダム	59.5	1585	400.0	72	1.521	12	0.743
三国川ダム	76.2	2085	394.0	12	1.079	24	0.664
西谷川水位観測所	54.0	765	70.0	6	1.051	672	1.066
法坂水位観測所	241.2	1139	68.1	3	0.184	672	0.289
落合水位観測所	9.8	624	174.0	12	0.402	672	1.009
大倉水位観測所	37.2	2076	237.3	24	1.417	168	1.018
清水水位観測所	28.0	1900	576.5	1	0.649	12	1.107
栃尾雨量観測所	-	-	83.0	72	0.181	1	-0.262
三条雨量観測所	-	-	9.0	72	0.384	1	-0.219
柏崎雨量観測所	-	-	7.0	72	0.142	1	-0.244
松代雨量観測所	-	-	210.0	24	-0.096	1	-0.292
守門雨量観測所	-	-	222.0	72	0.045	1	-0.293
塩沢雨量観測所	-	-	195.0	336	-0.007	1	-0.253

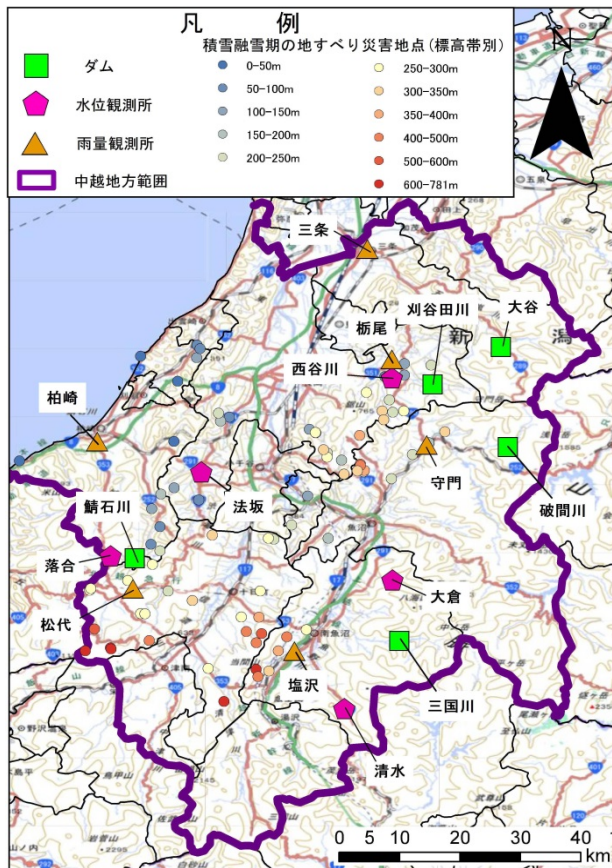


図-2 積雪融雪期(12~5月)に発生する地すべりの災害ポテンシャル分析に利用した水文観測所の位置(地すべり災害発生箇所は、標高帯別に区分)

量は、図-1、表-1に示した観測所での渓流水位、流量、ダム流入量及び時間降水量である。各観測所は、上流にダムや導水路等が無い箇所であつた

箇所を選定し、1時間毎のデータを使用した。

次に、図-2に、積雪融雪期(12~5月)に発生する地すべり災害ポテンシャルの標高帯別分析に利用した発生箇所を示す。観測所は図-1と同様である。

2.2 水位、流量及び降水偏差の算定方法

調査では、降水やダム、溪流への流入と地すべり災害が発生するまでの間には、時間の遅れ(地すべり性の変位が継続して災害と認識される規模まで拡大するまでの時間や巡視等によりその現象を発見するまでの時間)が生じることを考慮し、一定の積算時間(N時間)における観測データ(渓流水位、流量、ダム流入量、降水量)の偏差を求め、それぞれ、地すべり災害の70%を捕捉できる偏差 σ_{70} を算出した。その後、観測所ごとに、70%を捕捉する偏差が最大となる偏差 σ_{70max} を求めた。なお、地すべり災害捕捉率目標値70%については、既往の研究結果^{1~6)}をふまえて目安として設定した。具体的には以下のとおりである。

1) 観測所の観測データの積算時間(N=1、3、6、12、24、48、72、168、336、672)ごとに(1)式により偏差を計算した。

$$E(X_n) = \frac{X_n - \mu}{\sigma} \text{ -----式(1)}$$

ここで、 $E(X_n)$ は X_n の偏差、 X_n はN時間積算時間、 μ は X_n の平均値、 σ は X_n の標準偏差である。

2) 観測所の観測データの積算時間ごとに、地すべり災害の70%を捕捉できる偏差 σ_{70} を算出した。

表-2 観測所および偏差 σ_{70max} (標高帯別に区分した積雪融雪期の地すべり災害)

地すべり災害発生箇所 標高(m)	観測所名	流域面積 (km ²)	最高標高 (m)	観測点標高 (m)	積算時間 (hour)	σ_{70max}	災害数
600-781m	清水水位観測所	28	1900	576.5	1	1.841	5
500-600m	清水水位観測所	28	1900	576.5	12	3.324	2
400-500m	破間川ダム	59.5	1585	400	72	3.041	7
350-400m	破間川ダム	59.5	1585	400	672	3.07	4
300-350m	清水水位観測所	28	1900	576.5	336	2.402	10
250-300m	刈谷田川ダム	24.1	1432	235	168	1.527	15
200-250m	刈谷田川ダム	24.1	1432	235	168	1.767	11
150-200m	清水水位観測所	28	1900	576.5	6	1.998	7
100-150m	清水水位観測所	28	1900	576.5	6	1.398	7
50-100m	西谷川水位観測所	54	765	70	168	1.186	8
0-50m	落合水位観測所	9.8	624	174	6	0.274	4

3) 観測所ごとに、10種類の積算時間Nから得られた σ_{70} のうち最大のものを観測所における σ_{70max} として選定した。

3. 研究結果

3.1 通年と積雪融雪期(12~5月)に発生する地すべりの特徴と差異

表-1に、通年における各観測所の σ_{70max} を示す。各観測所の σ_{70max} を比較すると、刈谷田川ダムのダム流入量より算出した $\sigma_{70max}=1.582$ が最も高くなった。図-3、図-4に、刈谷田川ダムのダム流入量の時系列偏差(積雪融雪期(12~5月)及び非積雪融雪期(5~11月))の例として、それぞれ2005年3~5月)、2011年7月25日~8月16日を示す。両期間の災害発生時の偏差を比較すると顕著に積雪期の偏差は非積雪融雪期の偏差よりも低い。また、 σ_{70max} に対応する積算時間は積雪融雪期では長く、非積雪

融雪期では短い。両期間に発生する地すべり災害に対応する偏差及び積算時間は大きく異なり、期間別に検討を行うことが必要であると思われる。そこでより発生偏差が低く、予測がより困難であると思われる積雪融雪期のみを対象として偏差 σ_{70max} を算出した。表-1に、積雪融雪期(12~5月)における偏差 σ_{70max} を示す。その結果、鯖石川ダムのダム流入量より算出した偏差 $\sigma_{70max}=1.247$ が最も高くなった。通年における同偏差よりも低く、かつ異なる観測所のダム流入量が最良指標となる結果となった。

3.2 積雪融雪期地すべり災害発生時の標高帯別予測

積雪融雪特性は、気温に大きく依存することが予想される。そこで、積雪融雪期に発生する地すべり災害について、それぞれ標高帯別に最良指標を検討した。表-2に、積雪融雪期(12~5月)における標高帯別偏差 σ_{70max} を示す。

その結果、各標高帯別に得られた標高帯別偏差

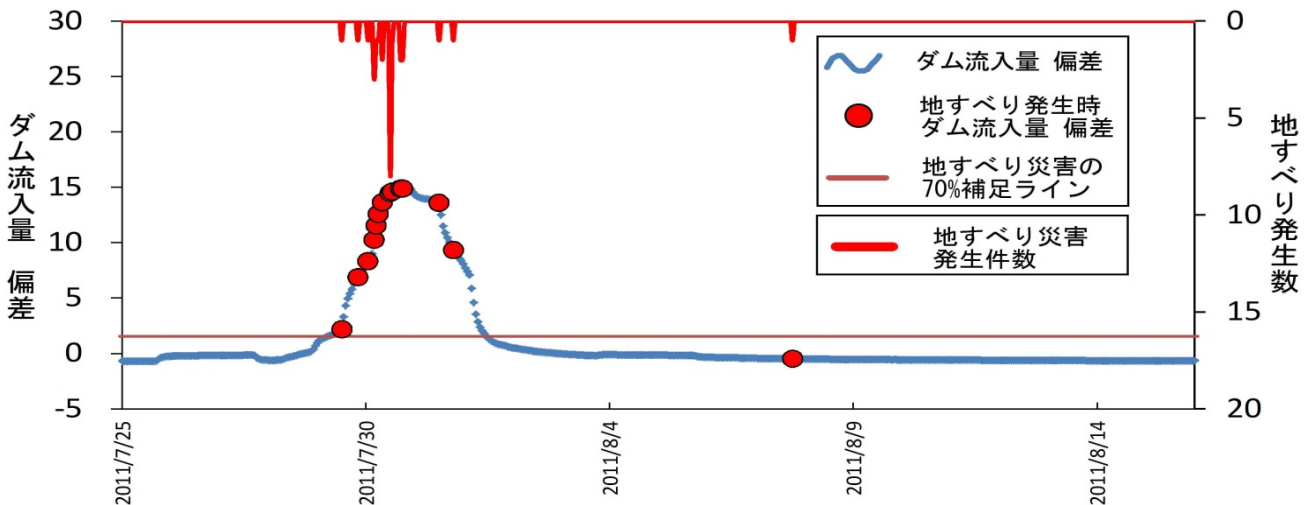


図-3 刈谷田川ダム(積算時間: 48時間)における偏差の経時変化と地すべりの関係
(2005年3月~5月)

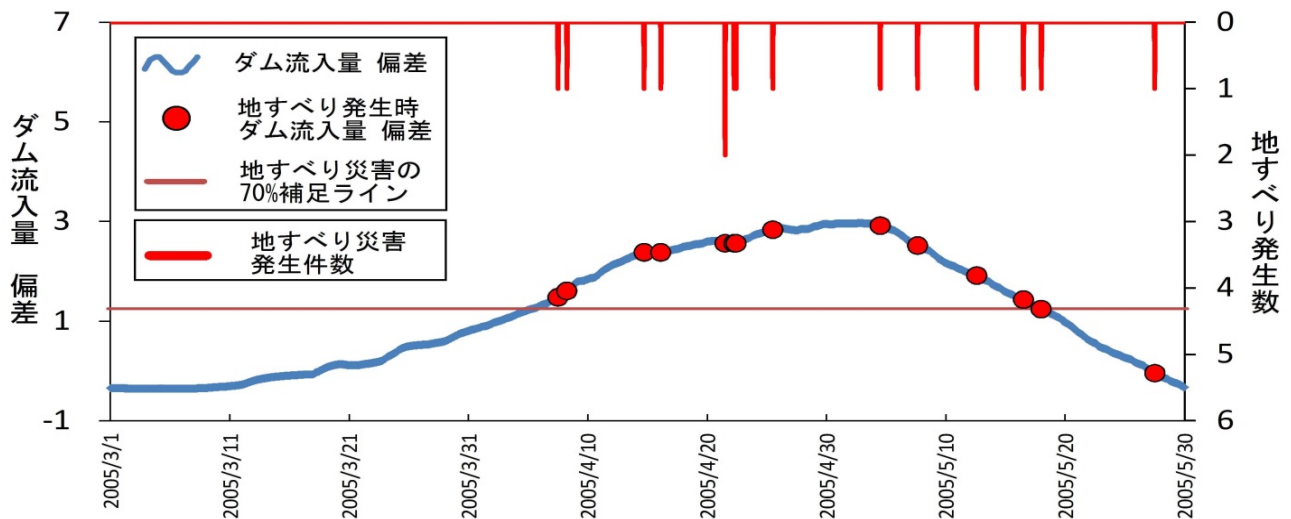


図-4 刈谷田川ダム(積算時間：48時間)における偏差の経時変化と地すべりの関係
(2005年7月25日～8月16日)

σ_{70max} は、前述の鯖石川ダムのダム流入量により算出した偏差 $\sigma_{70max}=1.247$ を上回る結果となった。全般的な傾向として、積雪深が厚く融雪量が大きい高標高帯において比較的高い偏差が得られ、融雪の影響が軽微な低標高ほど低い偏差が得られた。

Vol.44、No.5、pp.22-32.

4)佐藤壽則ほか:積雪期における新潟県内の第三紀層地すべりの運動特性、日本地すべり学会、Vol.41、No.1、pp.37-42.

4. まとめ

本研究では、地域的な地すべり災害の簡易予測について検討を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 通年と積雪融雪期(12～5月)に発生する地すべりのいずれも、ダム流入量などの水文指標の偏差が高い期間に多く発生する。
- 2) 積雪融雪期においては標高帯別に予測することにより、より高い偏差基準で精度良く予測できる。

融雪地の災害発生時刻の中には、地すべり活動が活発化した時刻と大きく相違する場合も含まれる⁴⁾という指摘がある。今後は、精度のよい災害発生時刻データを選定する手法の改善が必要である。

参考文献

- 1) 藤平 大ほか: 水位観測結果の地すべり災害警戒指標としての活用, 土木技術資料, vol.58-2, pp.20-23, 2016.2.
- 2) M.Touhei, etc.: Examination of hydrological indices for predicting landslides in regions with heavy snowfall, The 12th International symposium on landslides, Naples, Italy, pp.1921-1924, 2016.6.
- 3) 中谷洋明ほか: 北陸地方における地すべり発生に関する広域水文指標の検討, 日本地すべり学会誌,

A STUDY ON MONITORING METHOD OF POTENTIAL OF LANDSLIDE DISASTER BASED ON RESERVOIR INFLOW AND WATER LEVEL IN RIVER

Research Period : FY2014-2016

Research Team :

Erosion and Control Research Group
(Landslide)

Author : ISHII Yasuo, TOUHEI Masaru

Abstract : In order to prevent and reduce landslide casualties, early warning is critical. We examined forecast method based on hydrological factors, including river water level and reservoir inflow, to assess their correlation with landslide disasters reported from December to June 2003–2013 in Chuetsu region, central Japan. As a result, forecast method based on hydrological factors is effective during both a whole-year and the snowfall-melt period.

Key words : Monitoring, Landslide, Potential of disaster, Reservoir inflow, Water level on river