

近年の土砂災害における前兆現象と考えられる 水・土砂動態覚知と災害発生までの時間

国土技術政策総合研究所 ○小松美緒，内田太郎，桜井亘

1. はじめに

水害は川の水位上昇などから危険性を認識しやすいが、土砂災害は目に見えて確認できる情報に乏しいため危険性を認識しにくい¹⁾。また、現在の土砂災害警戒情報は、降雨情報のみを指標としているため、必ずしも精度が高いとはいえない面があるとともに、見逃しを減らそうとすると早い段階で警戒情報が発表されるため、警戒情報発表後の切迫性の変化が分かりにくい。一方で、土砂災害の発生に先立って現れる何らかの異常現象（以下、「前兆現象」と呼ぶ）が以前より数多く報告されている。前兆現象は、土石流やがけ崩れ等の土砂移動現象の物理機構から想定される現象であり、土砂災害発生の切迫性を示すひとつの指標とされ、周知されている^{2,3)}。しかしながら、これらの前兆現象が「土砂災害発生時にどの程度認識されているのか」、「認識から災害発生までの時間差はどれくらいか」、「時間差に違いは見られるか」といった点について十分に情報が得られてきたとはいえない。また、多くの災害箇所でも前兆現象が報告されているが、様々な災害を統一的に整理した事例は少ない。

そこで本研究では、近年発生した土砂災害を対象に、文献調査により、①前兆現象の覚知の有無とその割合、②前兆現象の覚知から災害発生までの時間差、③現象及び降雨の特徴による「時間差」の違いについて整理を試みた。

2. 方法

2.1 対象災害の抽出と対象地域の設定

本研究では、1990 年以降に降雨によって土石流が発生し、大学・学会等の災害調査等により住民等へのヒアリングが実施された 10 災害（表-1）を対象に文献を収集した。また、対象災害において同程度の範囲の中で認識された土砂災害及び前兆現象について整理することとし対象地域を設定した。対象地域の範囲は、表-1 に示す対象地において災害が集中して発生した地点を中心として概ね半径 5km 圏内とした。

2.2 現象及び降雨の特徴による分類

前兆現象は様々な表現で報告されているが、その発生場所から「河川・溪流」と「斜面」に大別し、その要因から「水に起因するもの」と「土砂に起因するもの」に大別した（表-2）。また、災害が発生した一連の降雨期間から対象 10 災害を「短期間集中型降雨」と「長期継続型降雨」に大別した。ここで、前者は降雨継続時間が 24 時間未満、後者は 24 時間以上とした。

2.3 前兆現象の覚知から災害発生までの時間差の算出

発生時刻が明確な土砂災害及び前兆現象を対象に前兆現象の認識から災害発生までの時間差（以下、

「時間差」と呼ぶ）を算出した。本研究では、前兆現象は対象地域内において発生した全ての土砂災害に関する前兆現象として整理した。また、がけ崩れについては土砂災害として整理するとともに、その他の土砂災害に対するひとつの前兆現象と考え整理した（図-1）。さらに、現象及び降雨のタイプ別に時間差の頻度分布を作成した。本研究では時間差が半日以上以上の事例は除外した。

3. 結果

3.1 前兆現象の覚知の有無とその割合

表-3 に、対象 10 災害における土砂災害と前兆現象の件数を示す。土砂災害の総数は、土石流 33 件、がけ崩れ 23 件の計 56 件であった。前兆現象の総数は 106 件であった。発生場所別に見ると、河川・溪流 62 件、斜面 44 件であった。災害数別に見ると、水に起因する現象は、河川・溪流では対象 10 災害全てで認識されていた。一方、斜面で認識されたのは 1 災害のみであった。土砂に起因する現象は、河川・溪流、斜面ともに 8 災害で認識されていた。

図-2 に、各々の土砂災害において災害発生前に認

表-1 対象とした 10 災害

災害名	災害 発生日	対象地 ※市内広域で災害発生のため地区絞りこみ	降雨の原因	降雨継続 時間 (h)	累加 雨量 (mm)
1999年広島災害	1999.6.29	広島県広島市安佐北区 ※	梅雨前線、低気圧	22	147
2003年水俣災害	2003.7.20	熊本県水俣市	梅雨前線、低気圧	24	250
2004年台風21号災害	2004.9.29	三重県多気郡宮川村	台風	29	546
2005年台風14号災害	2005.9.6	宮崎県東臼杵郡椎葉村	台風	69	862
2006年岡谷災害	2006.7.19	長野県岡谷市	梅雨前線	58	363
2006年唐津災害	2006.9.16	佐賀県唐津市	秋雨前線	18	140
2009年防府災害	2009.7.21	山口県防府市	梅雨前線	17	331.5
2011年台風12号災害	2011.9.4	和歌山県東牟婁郡那智勝浦町	台風	105	826.5
2012年阿蘇災害	2012.7.12	熊本県阿蘇市一の宮町 ※	梅雨前線	25	508
2014年南木曽災害	2014.7.9	長野県木曽郡南木曽町	台風、梅雨前線	6	123.5

表-2 前兆現象の分類

	河 川 ・ 溪 流 (川や沢の様子)	斜 面 (山や斜面の様子)
水	・ 水位の上昇 ・ 水位の急減 ・ 水の溢れ (溢水、浸水、冠水)	・ 斜面の湧水 ・ 斜面の表面流 ・ 湧水の濁り
土	・ 流水の異常な濁り ・ 石が流れる音 ・ 石がぶつかる音	・ 土臭いにおい ・ 異様なにおい ・ 小石がバラバラ落ちる ・ 斜面の亀裂、割れ目 ・ 落石 ・ 地鳴り、山鳴り ・ 樹木の根が切れる音

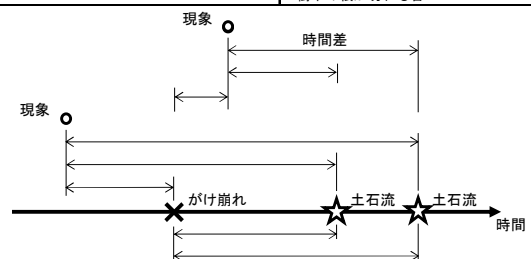


図-1 前兆現象覚知から災害発生までの時間差算出のイメージ

表-3 対象 10 災害における土砂災害と前兆現象

災 害 名 (対 象 地 域)	土砂災害件数 ※1			前兆現象覚知件数 ※2							
	土石 流	がけ 崩れ	計	時刻 明確	時刻 不明	計	河川				斜面
							水	土	水	土	
1999年広島災害 (広島県広島市安佐北区)	3	0	3	8	4	12	3	5	0	4	
2003年水俣災害 (熊本県水俣市)	2	3	5	10	0	10	6	0	0	4	
2004年台風21号災害 (三重県多気郡吉川村)	8	5	13	15	5	20	4	5	0	11	
2005年台風14号災害 (宮崎県東臼杵郡椎葉村)	1	0	1	7	1	8	1	2	1	4	
2006年岡谷災害 (長野県岡谷市)	5	1	6	5	1	6	4	1	0	1	
2006年唐津災害 (佐賀県唐津市)	1	0	1	2	0	2	1	1	0	0	
2009年防府災害 (山口県防府市)	5	7	12	16	0	16	4	5	0	7	
2011年台風12号災害 (和歌山県東牟婁郡那智勝浦町)	3	0	3	12	1	13	7	4	0	2	
2012年阿蘇災害 (熊本県阿蘇市一の宮町)	4	7	11	11	0	11	1	0	0	10	
2014年南木曽災害 (長野県木曽郡南木曽町)	1	0	1	8	0	8	3	5	0	0	
計	33	23	56	94	12	106	34	28	1	43	

※1 文献調査から対象地域で発生したことが確認でき、かつ、時刻が特定できた件数

※2 文献調査から対象地域で認識されたことが確認できた件数（表-2の分類による内訳も示す）

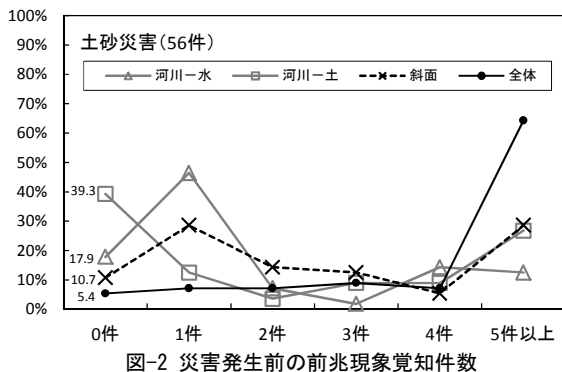


図-2 災害発生前の前兆現象覚知件数

識された前兆現象件数を示す。災害発生前に認識された前兆現象が0件、すなわち、災害発災前に前兆現象が認識されなかった割合は全体で約5%であり、何らかの前兆現象が災害発生前に9割以上認識されていた。また、河川・溪流では、土砂に起因する現象は水に起因する現象に比べ災害発生前にやや認識されにくい傾向にあった。

3.2 現象及び降雨の特徴による「時間差」の違い

図-3に、時間差の頻度分布を示す。なお、対象10災害については、降雨の特徴から2分類で整理することとしたが、2009年防府災害は他と異なる傾向が見られたため単独での整理とした。長期継続型降雨については、河川・溪流、斜面ともに前兆現象が4～5時間前から認識されていた。河川・溪流では災害発生の1～2時間前から認識される前兆現象数が顕著に増加しており、明瞭な差ではないものの、水に起因する現象が比較的早期に認識され、続いて土砂に起因する現象が認識される傾向が見受けられた。斜面では災害発生の30分～3時間前から認識されており、河川・溪流に比べややばらつきが見られた。短期間集中型降雨については、前兆現象が比較的災害発生直前に認識されており、河川・溪流では災害発生の1時間前から、水に起因する現象も土砂に起因する現象もほぼ同時に認識されていた。斜面では災害発生の30分前から認識されていた。一方で、2009年防府災害は前兆現象が4時間程前から認識され始め、河川・溪流では災害発生直前よりも1～2時間前に多く認識されていた。同災害の降雨波形を確認すると、

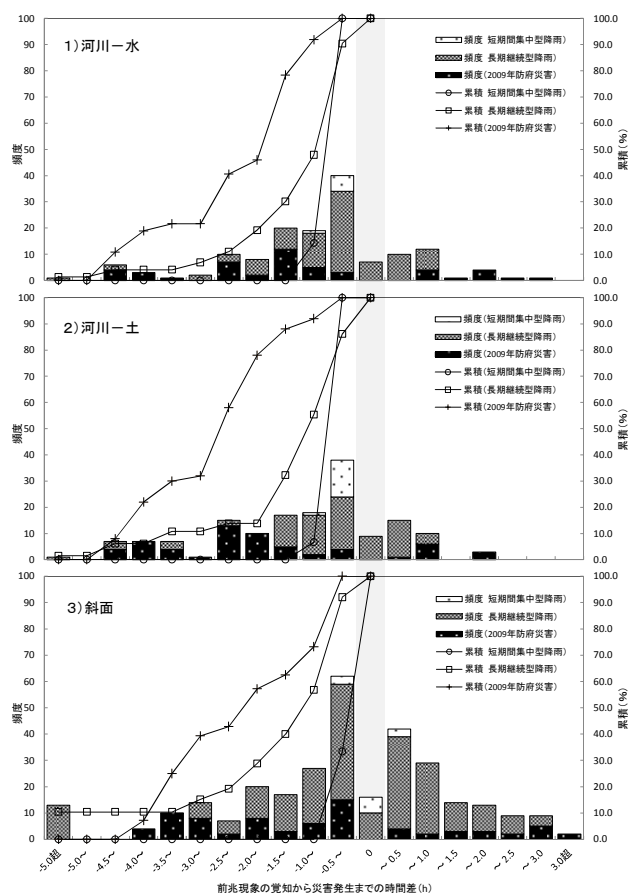


図-3 前兆現象覚知から災害発生までの時間差の頻度分布

他の災害と異なり顕著な降雨ピークが2回あったことから、最初の降雨ピークで前兆現象が認識され始めたもののその時点で災害はあまり発生しておらず、2回目のピーク時に災害が集中して発生したため、時間差に他と異なる傾向が出たと考えられる。

4. まとめ

本研究では、土砂災害や前兆現象に関する情報が多い10災害を抽出したため、前兆現象件数や災害発生前の認識割合が高い結果となっている可能性が考えられるものの、前兆現象は斜面に比べ河川・溪流において多く認識されており、斜面では比較的災害の直前に、河川・溪流では比較的早期に認識されることが分かった。また、河川・溪流では降雨が比較的長期に及ぶと水位の上昇と土砂移動に伴う現象の認識されるタイミングに差が見られた。このことから、河川・溪流では斜面に比べ土砂災害発生の切迫性を認識しやすいと言え、従来の水位観測による監視とともに河川・溪流内の土砂移動を監視することが重要であり、そのためには流砂観測が有効と考えられる。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局砂防部：土砂災害警戒避難ガイドライン検討委員会（第1回）参考資料-1，2007
- 2) 谷山勝幸・水山高久：土石流発生の前兆現象，砂防学会誌，Vol.40，No.6，p.31-32，1988
- 3) 土砂災害警戒避難に関わる前兆現象情報検討委員会：土砂災害警戒避難に関わる前兆現象情報の活用のあり方について，2006