

(財)砂防・地すべり技術センター ○加藤誠章、菊井稔宏、宮瀬将之
 鹿児島県土木部砂防課（現北陸地整立山砂防事務所） 酒谷幸彦
 愛媛県土木部砂防課 西井洋史

1.はじめに

現在、各都道府県から市町村に対して土砂災害警戒情報（あるいは土砂災害警戒避難基準雨量）といった雨量による土砂災害発生の危険度予測情報が提供されているが、発生危険度の高い箇所の詳細な特定が困難であったり、危険度予測情報の切迫性に関する情報が十分でない場合が多く、市町村長の発令する避難勧告等に活用されにくい面があると考えられる。一方で、土砂災害の発生前には前兆現象が確認される場合が多く報告されており、前兆現象の情報を雨量情報と組み合わせることで、避難勧告等が適切に発令できると考えられるが、これらを具体的に活用するための方策（システム）は開発されていない。

そこで、雨量情報による土砂災害発生危険度に加え、前兆現象情報を組み合わせて、地域の土砂災害発生危険度を総合的に評価することが可能なシステムを開発し、その実用性について検証を行った。

2.前兆現象の位置づけ

前兆現象は、物理現象に応じて発生するため、逼迫度や災害発生までの時間が災害形態によりそれぞれ異なる。従って、前兆現象が確認された時点で前兆現象に応じた災害を予見し避難を行うことで、被害を軽減することが期待できる。しかしながら、前兆現象を確実に確認することは非常に困難であり、また、災害発生前に前兆現象が必ずしも発生する訳ではないため、信頼性の問題から、前兆現象の確認を主とした避難体制を取ることは現実的ではない。本システムでは、警戒避難基準雨量による危険度評価を主とし、前兆現象情報を補助的に用いることで、土砂災害の危険度の精度向上に役立てた。

3.システムの概要

3.1.避難単位について

災害発生前に避難をする場合、地域の消防団、自治会、自主防災組織の役割が重要である。従って本システムでは、避難単位の最小単位を、実際に避難活動を行う際に住民にわかりやすい行政の区画単位とした。ただし、一区画が数キロにも及び、地理状況、降雨状況等が異なる可能性のある箇所ではさらに道路境界等を参考に細分化を行った。

3.2.危険度の判断基準について

本システムでは降雨から求められる危険度と、前兆現象から求められる危険度を組み合わせ判断基準（危険度レベル）を設定した。

降雨については、避難単位の上流域を含む領域のレーダー雨量の各メッシュにおける基準雨量を使用し、実況におけるCL超過・非超過と、予測雨量によるCL超過・否超過の組み合わせにより、降雨による危険度レベルを設定した(表1参照)。前兆現象については、前兆現象の内容に応じた配点を設定し、避難単位別に通報された前兆現象情報を元に算出される点数により危険度レベルを判定した(表2、3参照)。また、通報のあった地区と近隣の地区では同様の前兆現象が発生

表2. 前兆現象の配点例

発災までの時間と前兆現象	内容	配点	件数	得点
発災2時間以上前	斜面の湧水、表面流の発生*	1		
	小石がバラバラ落ちる*			
	河川水位の上昇			
	溪流内で転石がぶつかり合う音			
	流水の異常な濁り			
	土臭いにおい			
発災前1～2時間	流木、倒木の発生	3		
	斜面のはらみだし、亀裂の発生*			
	土砂流出*			
発災1時間前まで	水の溢れ(溢水、浸水、冠水)	5		
	水位の激減			
	地鳴り			
	溪流付近の斜面崩壊			
その他	溪流内の火花			
	その他			
前兆現象による危険度得点				

*はがけ崩れ、他は土石流

平成17年度 土砂災害警戒避難に関わる前兆現象検討会報告書を参考に作成

表1. 降雨による危険度レベルの設定例

雨量	時間区分	基準雨量到達状況							
		<CL	<CL	<CL	>CL	>CL	>CL	<CL	>CL
実況値	現在	<CL	<CL	<CL	>CL	>CL	>CL	<CL	>CL
予測値	1時間予測	<CL	<CL	>CL	>CL	>CL	<CL	>CL	<CL
	2時間予測	<CL	>CL	>CL	>CL	<CL	<CL	<CL	>CL
雨量による危険度レベル		a	b	c	d	d	d	b	d

している可能性があるため、通報のあった地区から一定距離内にある地区にも同様の得点を与えた。降雨指標から求められる危険度のレベル情報（レーダー雨量観測メッシュ単位）と前兆現象から求められる危険度のレベル情報（区画単位）をそれぞれの区画について重ね合わせることで危険度を判定した(表4参照)。

表 3. 前兆現象による危険度得点と危険度レベルの対応例

危険度レベル	危険度得点
危険度A	0
危険度B	1 ~ 3
危険度C	4 ~ 5
危険度D	6 ~ 10
危険度E	11 ~ 15
危険度F	16 ~

表 4. 前兆現象による危険度レベルと降雨による危険度レベルの対応例

		前兆現象による危険度					
		A	B	C	D	E	F
降雨による危険度	a	0	1	1	2	3	3
	b	1	2	2	3	3	4
	c	2	3	3	3	4	4
	d	3	4	4	4	4	4

4.結果

4.1.2004 年台風 15 号における新居浜市の事例

2004 年台風 15 号により愛媛県新居浜市で発生した土石流災害における結果を示す。なお、降雨による危険度評価には解析雨量及び降水短時間予測を、前兆現象には新居浜市消防本部への通報記録をそれぞれ用いた。新居浜市では 9 月 14 日の 11 時に市北東部の土石流危険渓流で土石流が発生した。土石流発生 1 時間前の 10 時には本設定基準では市内ほぼ全域でレベル 4 になっており、判定レベルが 2 以下にもかかわらず災害が発生した箇所は認められなかった(図略)。また、災

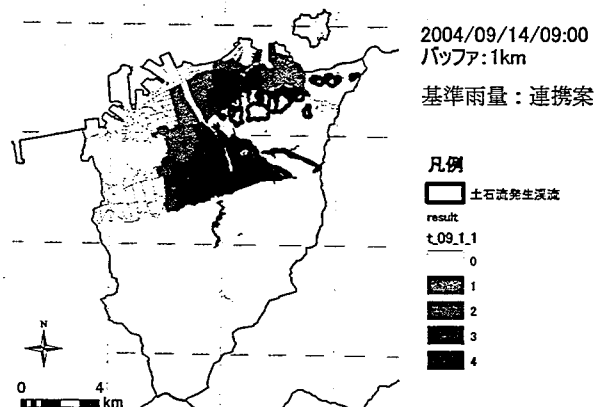


図 1.危険度レベルの表示例(新居浜市)

害発生前の 8 時頃から各地で前兆現象が報告されており、9 時には実際に災害の発生した市北東部の土石流危険渓流の下流域の集落付近の危険度が上昇を示した(図 1 参照)。

4.2.2005 年台風 14 号における垂水市の事例

2005 年台風 14 号で鹿児島県垂水市で発生したがけ崩れ・土石流災害における結果を示す。なお、降雨による危険度評価には解析雨量及び降水短時間予測を、前兆現象には垂水市消防本部への通報記録をそれぞれ用いた。垂水市では 9/5 18:22 に上ノ宮地区でがけ崩れ、9/6 09:30 に新城小谷地区で土石流、12:30 に上ノ宮地区で土石流が発生し、それぞれ人的被害が発生している。9/5 のがけ崩れ災害前には降雨が基準雨量に達せず前兆現象に関する通報も無かったため、本システムによる上ノ宮地区の危険度レベルは 0 であった(図略)。一方、9/6 の 8 時には災害の発生したほとんどの箇所危険度が 4 となった。

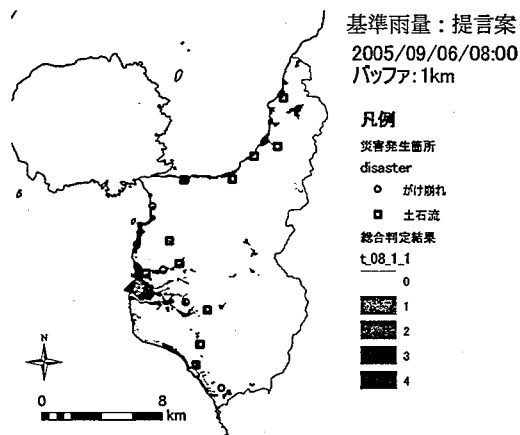


図 2.危険度レベルの表示例(垂水市)

5.まとめ

現状では十分に活用されているとはいえない前兆現象を降雨指標と組み合わせた危険指標を設定することで、降雨よりも精度の高い危険地区の絞り込みが可能になった。本システムは、行政による避難の判断プロセスを支援するシステムとして有効であると考えられる。

災害を予測し被害を最小限にするためには、前兆現象を利用した警戒避難支援システムの更なる精度向上とともに、前兆現象の周知と前兆現象情報の更なる共有が望まれる。