

# 土砂災害危険情報サービスによる 判定結果と土砂災害発生実績の比較検討

五十嵐 孝浩<sup>1</sup>・竹林 洋史<sup>2</sup>・浜田 裕貴<sup>3</sup>・  
的場 萌実<sup>4</sup>・飛岡 啓之<sup>4</sup>・澤田 悦史<sup>4</sup>・平川 了治<sup>4</sup>・上村 雄介<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 パシフィックコンサルタンツ株式会社 防災危機管理部 (〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番地)

E-mail:takahiro.igarashi@tk.pacific.co.jp

<sup>2</sup>正会員 博士 (工学) 京都大学准教授 防災研究所 (〒612-8235 京都市伏見区横大路下三栖東ノ口)

E-mail:takebayashi.hiroshi.6s@kyoto-u.ac.jp

<sup>3</sup>非会員 株式会社ラピュール (〒060-0061 札幌市中央区南一条西八丁目 1-1 クリスタルタワー)

E-mail: h-hamada@lapure.co.jp

<sup>4</sup>非会員 パシフィックコンサルタンツ株式会社 防災危機管理部 (〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番地)

E-mail: dosya-bull@ss.pacific.co.jp

住民一人一人にその時、その場所での土砂災害の危険性を直接通知する土砂災害危険情報サービスの土砂災害危険度判定について、実際の土砂災害の発生と危険度判定の実績から、その的中率(災害発生率)、見逃し状況などを既存の方法と比較検討を行うとともに、空振り率、判定時刻と発生時刻の差について検討し、その有効性について確認した。2014年広島豪雨、2015年関東・東北豪雨、2016年の熊本地方の豪雨について気象庁による土砂災害警戒判定メッシュ情報と比較して、その判定区域が絞り込めていること、災害発生予測率が高いことを確認した。

土砂災害発生時刻と判定時刻を比較し、判定が避難に必要なリードタイムを確保できていることを確認するとともに、土砂災害発生に対して危険度判定のあり・なしを確認し、見逃しはあるものの80%以上の災害を判定できていることを確認した。

**Key Words:** *Landslide, Debris flow, Self-evacuation, Application software, Assessment record of Landslide Occurrence Possibility*

## 1. はじめに

日本では、毎年のように土砂災害が発生している。特に、短時間ではあるが降雨強度の強い雨による土砂災害が頻発しており、人的な被害も発生している。2014年8月の広島豪雨による土砂災害の発生以降、土砂災害に関する情報提供は一段と増え、マスメディアでの注意喚起も活発となっている。しかし、これらの情報は、複数の市民を対象とした注意喚起が主である。一方、個人に向けた個別の注意喚起も行われるようになっており、豪雨・地震等が発生した場合に通知を行う「Yahoo!防災速報」<sup>1)</sup>や、カメラ映像の上空部分にXRAINの降雨強度が重畳されるAR(拡張現実)により降雨の様子がわかりやすく表示する「Go雨探知機」<sup>2)</sup>や「アメミル」<sup>3)</sup>などが実施されているが、これらの研究は降雨強度から得られる情報のみを対象としており、地形情報なども考慮した土砂災害の危険度の評価は実施できていない。

五十嵐ら<sup>4)</sup>は、土砂災害の発生と降雨の関係を調査し、土壌雨量指数第1タンク、60分累加雨量の合計値、土砂災害危険箇所、地形の最大傾斜角の情報をもとに判定した土砂災害危険度を直接ユーザーに通知する土砂災害危険情報サービス(以下、本サービス)とモバイル端末用アプリケーションソフトを構築した。しかし、土砂災害発生時刻における土砂災害発生危険度の判定と土砂災害の発生との関係について、十分に検討されていない。また、土砂災害発生危険度の予測の的中率や空振り率について、既存の方法との比較検討も実施されていない。

そこで、本研究では、土砂災害発生時刻における土砂災害発生危険度の判定と実際の土砂災害の発生との関係について検討するとともに、土砂災害発生危険度の予測の的中率や空振り率について、既存の方法と比較検討を行う。

## 2. 既往研究と構築サービスの概要



図-1 モバイルアプリ画面その1：初期画面とコンテンツ選択

前出の研究<sup>4)</sup>では、複数の土砂災害と降雨の関係から、XRAINの降雨データから得られる土壌雨量指数の第1タンの値と60分累加雨量が土砂災害発生と相関が高いことを確認した。さらに、これらの情報に、各都道府県が指定・公表している土砂災害危険箇所と地形の最大傾斜角10度以上の地域を考慮して土砂災害危険度の判定を行った。

土砂災害危険情報サービスは、AndroidやiOSを登録したスマートフォン・PC・タブレット端末用アプリであり、前述の土砂災害危険度を判定するとともに、各端末に登録されているGPS機能等を用いて危険度を通知する他、避難施設などの情報を組み合わせて避難行動をサポートするシステムである。基本機能として、図-1に示すように背景地図（地理院地図、航空写真を選択可）に、XRAINや土砂災害危険度判定のメッシュを重ねるとともに、土砂災害危険箇所情報などを表示する。また、現在地及び登録地点が所定の危険度レベルに達すると、レベルに応じた通知を行うことで、ユーザーの危険回避行動を支援する。

### 3. 判定結果と発生実績の比較検討

#### (1) 土砂災害警戒メッシュ判定情報との比較

気象庁が公表している土砂災害警戒メッシュ判定情報（以下、気象庁による警戒メッシュ）と本解析による土砂災害危険度判定メッシュのそれぞれに対する災害発生メッシュ数の比率を計算して比較検討を行った。

比較対象としたのは、多数の死傷者を出した2014年8月20日の広島豪雨、鬼怒川の決壊時に多数の土砂災害発生が報告されている2015年9月10日の関東・東北豪雨、最近の豪雨の中では同時期に多くの土砂災害が発生した2016年6月20日に熊本地方の豪雨の3件とした。これら3件の気象庁が公表している資料<sup>2)3)7)</sup>から気象庁による警戒メッシュを整理し、本解析による土砂災害危険度判定結果と比較した。

本解析による土砂災害危険度判定では、降雨による算

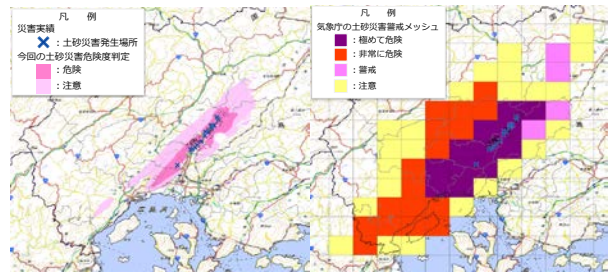


図-2 土砂災害警戒メッシュ判定情報と土砂災害危険度判定 (2014年8月20日広島豪雨3:00時点)

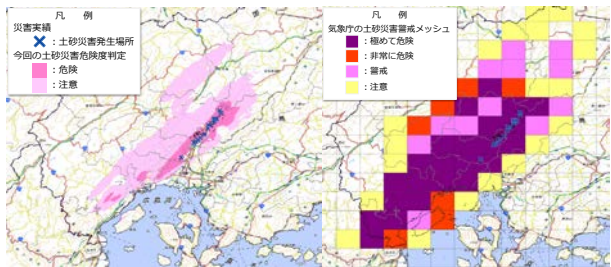


図-3 土砂災害警戒メッシュ判定情報と土砂災害危険度判定 (2014年8月20日広島豪雨1:00~3:00の包絡)

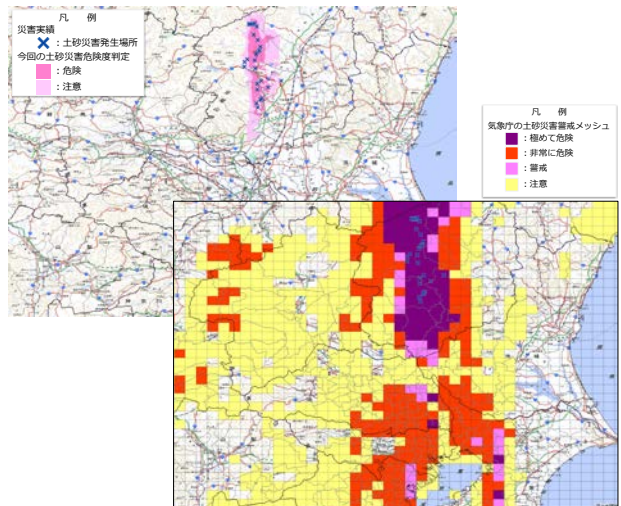


図-4 土砂災害警戒メッシュ判定情報と土砂災害危険度判定 (2015年9月10日関東・東北豪雨3:00時点)

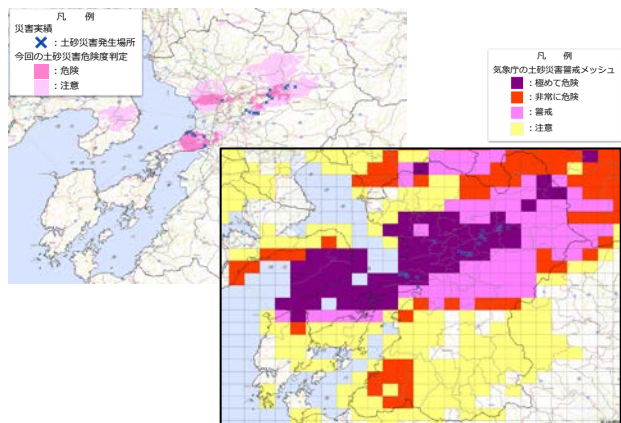


図-5 土砂災害警戒メッシュ判定情報と土砂災害危険度判定 (2016年6月20日熊本県23:30時点)

表-1 土砂災害発生メッシュ数と人口

地域	土砂災害発生メッシュ ( $M_d$ )	領域		
		注意	危険	合計
広島豪雨	メッシュ数 (個)	3	307	310
	人口 (人)	5	16,486	16,491
関東・東北豪雨	メッシュ数 (個)	21	135	156
	人口 (人)	8	1,243	1,251
熊本の豪雨	メッシュ数 (個)	74	64	138
	人口 (人)	544	2,284	2,828

表-2 本解析による土砂災害危険度判定による発生メッシュ率 (2015年9月10日関東・東北豪雨3:00時点)

判定メッシュの種類	領域	判定メッシュ ( $M_j$ )	①に対する比率	発生メッシュ ( $M_d$ )	発生メッシュ率 ( $R_d = M_d/M_j$ )	見逃しメッシュ数
		メッシュ数		メッシュ数	メッシュ数	
		人口		人口	人口	
① 土砂災害雨量指数判定メッシュ全体	注意	12,249		21	0.171%	0
	危険	528,261		8	0.002%	0
	危険	6,874		135	1.964%	0
	危険	117,223		1,243	1.060%	0
	計	19,123	100%	156	0.816%	0
② ①+傾斜角10度以上	注意	6,889		21	0.305%	0
	危険	22,476		8	0.036%	0
	危険	4,921		135	2.743%	0
	危険	26,161		1,243	4.751%	0
	計	11,810	61.8%	156	1.321%	0
③ ①+危険箇所	注意	3,089		21	0.680%	0
	危険	23,218		8	0.034%	0
	危険	2,342		135	5.764%	0
	危険	24,044		1,243	5.170%	0
	計	5,431	28.4%	156	2.872%	0
④ ②+危険箇所→危険度判定	注意	7,113		21	0.295%	0
	危険	32,723		8	0.024%	0
	危険	5,055		135	2.671%	0
	危険	34,006		1,243	3.655%	0
	計	12,168	63.6%	156	1.282%	0
		6,729	10.3%	1,251	1.875%	0

定値である土砂災害雨量指数のみの結果と、それに土砂災害危険箇所、メッシュ内最大傾斜角情報およびその重ね合わせのそれぞれを比較した。比較に当たっては、気象庁による警戒メッシュは5kmメッシュであるため本解析による土砂災害危険度判定とメッシュサイズを合わせて、250mメッシュで換算した。実際に土砂災害が発生したと判断したメッシュは、詳細な調査が実施されている広島では土砂流出範囲を、関東・東北、熊本では様々な資料から得られた発生地域情報から判断される発生地域にかかるメッシュ数をカウントした。また、それぞれのメッシュに含まれる人口<sup>8)</sup>についても算定、比較した。

図-2~5の左側に本解析による土砂災害危険度判定を、右側に気象庁による警戒メッシュの判定結果を示す。

比較対象の時刻は、もっとも土砂災害の多発した時刻として、広島豪雨と関東・東北豪雨は3:00、熊本地方の豪雨は23:30としたが、発生時刻のばらつきを含めて評価するため、発生時刻が比較的明確である広島豪雨については、図-3に示すように土砂災害が発生した1:00、2:00、3:00の3時刻分で危険度が最大となる値の包絡値

表-3 土砂災害警戒メッシュ判定情報による発生メッシュ率 (2015年9月10日関東・東北豪雨3:00時点)

土砂災害発生危険度の高まり	判定メッシュ ( $M_j$ )	発生メッシュ ( $M_d$ )	発生メッシュ率 ( $R_d = M_d/M_j$ )	見逃し率
	メッシュ数	メッシュ数	メッシュ比	メッシュ数
注意	72,179	0	0.000%	
	3,479,711	0	0.000%	
警戒	55,787	0	0.000%	0
	7,980,867	0	0.000%	0
非常に危険	14,123	0	0.000%	0
	1,038,773	0	0.000%	0
極めて危険	31,942	156	0.488%	0
	1,275,193	1,243	0.097%	0
合計	174,031	156	0.090%	0
	13,774,544	1,243	0.009%	0

について比較した。

3地域の土砂災害において災害発生が確認されたメッシュ ( $M_d$ ) の数とメッシュ内の人口について整理したものを表-1に示す。

表-1によると、広島の発生メッシュにおける人口は他の事例に比較すると格段に大きい。これは土砂災害危険箇所 (危険渓流と危険箇所) が多いことと災害発生区域に多くの人口が密集していたためである。

次に、判定メッシュ ( $M_j$ ) と土砂災害発生メッシュ ( $M_d$ ) の比率として発生メッシュ率 ( $R_d$ ) の関東・東北豪雨での算定結果を表-2に示す。ここでは、本解析による土砂災害雨量指数のみによる判定結果 (①) を、②最大傾斜角情報と重ね合わせることで約60%に、③土砂災害危険箇所と重ね合わせることで約30%以下に、④双方を組み合わせた範囲と重ね合わせることで約60%まで削減できたことが分かる (④は2つの組み合わせと重ねているため、それぞれ単独の②③よりも大きくなります)。特に人口での比較では④の組み合わせで10%程度まで削減できており、雨以外の情報を考慮することにより、土砂災害危険度判定の通知範囲を大きく絞り込むことで効率的に通知可能となることが分かる。

また、判定結果 (計算結果) だけでなく実際に土砂災害が発生したメッシュの比率 ( $R_d$ ) で見ても、①では0.8%程度であるが、②では1.3%、③では2.9%、④では1.3%となっており、雨以外の情報を組み合わせることで、判定の効果が向上している。特に人口の比率で見ると、①の約0.2%が、約1.9%まで向上しており、組み合わせによる通知は、被災可能性の高い住民に対する被害軽減効果が大きいことがわかる。

次に気象庁による警戒メッシュについて同様に表-3に整理する。気象庁による警戒メッシュでは、「極めて危険」の危険度でのみ災害が発生しており、ここでの発生メッシュ率 ( $R_d$ ) は、メッシュ数で0.49%、人口比で0.1%程度となっている。ここで、関東・東北豪雨3:00時点での気象庁の警戒メッシュは、中部地方を含む広範囲による判定区域と重なる栃木県、埼玉県、千葉県のみを比

表-4 土砂災害雨量指数による発生メッシュ率

豪雨 種別	判定区域 の種類	判定メッシュ (M)		災害発生メッシュ (M <sub>d</sub> )		発生メッシュ率 (R <sub>d</sub> =M <sub>d</sub> /M)	
		メッシュ 数	人口	メッシュ 数	人口	メッシュ 数	人口
		①雨量指数	4,763	536,405	310	16,491	6,509%
④危険度判定	4,226	330,477	310	16,491	7,336%	4,990%	
	極めて危険	5,760	801,203	310	16,491	5,382%	2,058%
広島 300							
①雨量指数	9,706	707,531	310	16,491	3,194%	2,331%	
④危険度判定	8,959	441,147	310	16,491	3,460%	3,738%	
	極めて危険	17,250	872,966	310	16,491	1,797%	1,889%
広島 100- 300							
①雨量指数	19,123	645,484	156	1,251	0,816%	0,194%	
④危険度判定	12,168	66,729	156	1,251	1,282%	1,875%	
	極めて危険	31,942	1,275,193	156	1,243	0,488%	0,097%
関東 東北 300							
①雨量指数	16,693	987,051	138	2,828	0,827%	0,287%	
④危険度判定	9,071	188,676	138	2,828	1,521%	1,499%	
	極めて危険	19,091	1,035,192	133	2,623	0,697%	0,253%
熊本 2330							

表-5 土砂災害危険度判定と気象庁の土砂災害警戒メッシュ判定情報の比較

比較項目	比較項目		広島豪雨 300	広島豪雨 100-300	関東・東北 300	熊本の豪雨 2330
	雨量 指数	警戒 メッシュ	メッシュ比	メッシュ比	メッシュ比	メッシュ比
			人口比	人口比	人口比	人口比
①	注意	非常に危険				3334
						074
	危険	極めて危険	359	965	402	195
			351	353	1088	318
	計	極めて危険	121	178	167	119
			149	123	199	113
②	注意	非常に危険				6720
						792
	危険	極めて危険	432	1155	562	340
			707	704	4874	1227
	計	極めて危険	141	198	270	225
			293	251	2639	759
③	注意	非常に危険				9936
						586
	危険	極めて危険	423	1123	1180	490
			645	626	5304	1340
	計	極めて危険	142	216	588	336
			262	213	2716	714
④	注意	非常に危険				6141
						501
	危険	極めて危険	416	1105	547	357
			613	599	3750	1066
	計	極めて危険	136	193	263	218
			242	198	1923	592

比較対象とした。なお、中部地方まで含めると、発生メッシュ率は非常に小さくなるが、気象庁の警戒メッシュは24時間以上継続しており、中部地方を含んで比較するには他の時間帯についても考慮が必要である。

3地域の土砂災害における発生メッシュ率について、①の土砂災害雨量指数のみと④の土砂災害危険度判定を表-4に示す。参考として気象庁による警戒メッシュの危険度「極めて危険」の結果も付与する。

この結果によると、本解析モデルによる広島の発生メッシュ率 (R<sub>d</sub>) は非常に高く、④の土砂災害危険度判定では、3:00時点の判定でも1:00~3:00の包絡判定でも3%以上となっているが、関東・東北や熊本の災害では1%台となっている。一方、気象庁による警戒メッシュでは、広島で1%台、その他では1%未満となっており、本モデルによる土砂災害危険度判定は、土砂災害の発生危険度

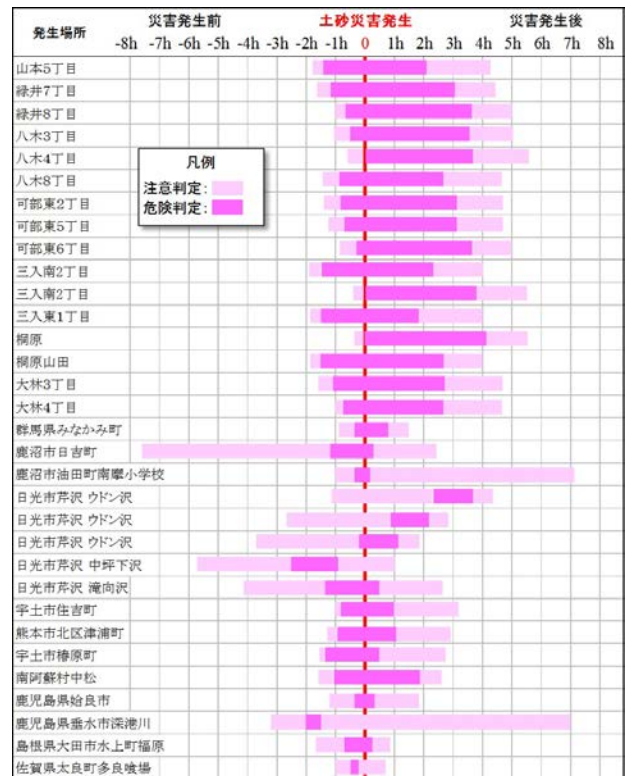


図-6 災害発生日時と判定日時の比較

の低いところを取り除いて、空振り（危険と判定しているが、土砂災害が発生しない）の少ない判定となっていることがわかる。

表-2、表-3は関東・東北豪雨のみの結果であるため、地域や降雨による差異を確認するため、3地域の豪雨すべてについて、気象庁による土砂災害警戒判定メッシュ率を1としたときの本解析による土砂災害危険度判定メッシュ率の比を整理したものを表-5に示す。表-5によると、メッシュ比・人口比ともに、全ての地域で1以上の値となっており、本解析による土砂災害危険度判定の発生メッシュ率は気象庁による警戒メッシュの発生メッシュ率よりも全体的に大きな値となっている。

特に人口比での差が大きく、関東・東北豪雨の本解析による土砂災害危険度判定(④)の危険領域と、気象庁による警戒メッシュの危険度「極めて危険」では、37.5倍の差となっている。

なお、この3地域に関しては、気象庁による警戒メッシュも本解析による土砂災害危険度判定も災害発生の見逃し（危険と評価していない場所での土砂災害の発生）は確認されていない。

(2) 災害発生時刻と判定時刻の比較

土砂災害雨量指数は、雨量による指数で、閾値も全国一律のため、地形・地質の異なる地域では危険判定のタイミングも異なる。ここでは2014年8月広島豪雨と、2015年7月以降に発生した土砂災害のうち、発生時刻・

表-6 土砂災害発生状況 (2016年6月～8月)

No	月日	時刻	発生場所
1	06/20	22:00	水無川支流 赤松谷川 (南島原市)
2	06/20	23:15	雲仙みかどホテル
3	06/20	23:30	宇土市住吉町
4	06/20	23:45	上天草市大矢野町
5	06/20	23:45	熊本市北区津浦町
6	06/21	00:45	熊本県南阿蘇村中松の国道325号
7	06/21	00:15	熊本県宇土市椿原町
8	06/23	00:35	広島県 JR山陽線 瀬野一八本松間
9	06/23	08:10	香川県 女木島
10	06/25	07:00	大分県 日田市前津江町赤石
11	06/28	13:30	熊本県 嘉島町井寺の九州道上り線沿いの斜面
12	06/28	14:10	鹿児島県始良市
13	06/30	01:10	中津市耶馬溪町深耶馬 「一目八景」
14	06/30	08:30	鹿児島県垂水市の深港川
15	07/03	08:00	島根県大田市水上町福原
16	07/08	20:00	佐賀県太良町多良喰場の町道
17	07/09	07:30	和歌山県印南町大字山口 1839-1
18	07/13	06:30	佐賀県唐津市七山馬川
19	07/13	08:00	福岡県 北九州市門司区庄司町
20	08/02	15:32	長野県 北股沢
21	08/02	18:09	大田原市矢倉 県道小口黒羽線
22	08/02	19:30	埼玉県秩父市中津川
23	08/03	21:30	長野県岡谷市山下町
24	08/04	19:50	栃木県那須町高久甲
25	08/18	07:50	栃木県大田原市両郷
26	08/22	11:10	神奈川県横浜市緑区青山 国道412号
27	08/22	11:30	西武多摩湖線西武遊園地一武蔵大和駅間
28	08/22	14:51	原宿駅
29	08/22	15:45	群馬県 上信電鉄 千平-下仁田駅間
30	08/22	18:25	山形県米沢市 市道
31	09/07	04:50	沼田市利根町柿平
32	09/08	21:20	仙台市青葉区川内の仙台国際センター西側

場所が明確で、土砂災害危険度判定の結果が確認できるものについて、発生と判定の時間差（リードタイム）を図-6に整理した。この結果によると、注意判定で7時間以上のリードタイムが確保できた事例があるが、短い事例では20分前あるいは30分前であった。危険判定では長くても2時間30分前で、危険判定が出る前に災害が発生している事例や、危険判定終了後に発生している事例もあるが、すべての事例において発生時には、いずれかの判定は継続している。

リードタイムの平均は、注意判定で災害発生の1時間～2時間前、危険判定で1時間程度前に判定が出ている。しかし、危険判定では発生に間に合わない事例もあり、その場合は早めに判定が出るよう地域ごとに特性を考慮して土砂災害雨量指数の閾値を下げるなどの精査をしていく必要がある。

#### 4. 土砂災害の発生状況と見逃し状況

##### (1) 整理対象の土砂災害

2016年6月～8月に発生した日本国内の土砂災害の発生状況を把握するために、インターネットのメディア（ニュースサイト、Twitter、行政のWebサイト等）に報告にされる土砂災害情報を収集・整理した。

土砂災害の報告は土砂崩れ等による被害報告（住宅被害、通行止めなど）がほとんどで、土砂崩れそのものの

表-7 土砂災害危険度判定結果の分類方法

分類名称	内容
XRAIN 範囲外	XRAIN の仕様上の観測範囲の外側
XRAIN 欠測	XRAIN の観測範囲内だが、豪雨による電波消散などにより測定不能
XRAIN 降雨なし	XRAIN では雨雲が観測されていない
判定なし	雨雲は観測されているが、危険度の判定は出していない
判定あり	災害発生場所・時刻あるいはその周辺で危険度の判定が出ている
不明	発生報告・被害報告はあるが情報不足で土砂災害の発生は確認不能

表-8 土砂災害危険度判定結果

判定あり	判定なし	XRAIN 範囲外・欠測・降雨なし	不明
78	14	89	72

発生場所や発生時刻は曖昧なものが多い。このため、複数のニュースソースを検索し、場所や時刻の特定を進めるとともに、その周辺での危険度判定について確認を行った。

2016年6月下旬～9月上旬の期間で発生報告を確認できた土砂災害は、251件。その内、発生時刻や発生場所が特定あるいはほぼ特定できた土砂災害は表-6に示す32件であった。

##### (2) 見逃し状況の整理

土砂災害発生の報告事例の整理は、表-7の分類方法に従って整理した。ここで「XRAIN 範囲外」とは北海道、東北、四国の一部など XRAIN が観測を行っていない区域であるが、範囲外でも多数の土砂災害発生を確認している。「XRAIN 欠測」とは、強い降雨による電波消散での観測不能エリアの発生などのことである。他にも、今回の試験期間では、晴天時の山頂部での降雨計測による危険度判定の発生やレーダ設置箇所近傍にドーナツ状の降雨強度低下エリアが発生する現象を確認している。

整理に当たっては、発生場所が市町村レベルまでしか特定できていない場合でも、市町村全体に危険度判定が出ているケースについては判定ありとし、発生時刻についても日あるい午前・午後レベルでしか特定できていないケースでもその期間に判定がでている場合は判定ありとした。以上、土砂災害危険度判定結果を表-8に整理した。整理した土砂災害の253件の内、XRAINの雨雲が観測されたのは89件であった。さらに災害発生時刻・場所あるいはその周辺で、危険度判定が確認できたものは78件（約85%）であり、残りの14件（約15%）では判定は確認出来なかった（見逃した）。広島、関東・東北、熊本の事例では見逃しが発生していないことに対し、この事例では見逃しが発生している。これは、弱い降雨の

長時間にわたる継続や、短時間の強い降雨現象による土砂災害の発生を評価できていないためと考えられる。本解析で使用している土壌雨量指数第1タンクが長時間の弱い降雨の影響を評価できないことや、60分累加雨量を用いることで、それよりも短い豪雨では判定できないことが原因と思われる、今後の改善が必要な点である。

## 5. おわりに

今回の研究では、広島や関東・東北の過去の大規模な土砂災害や、土砂災害危険情報サービスの試験運用期間中に発生した土砂災害に対して、本サービスの危険度判定結果での災害発生率（的中率）や、判定が出ても災害が発生しない状況（空振り）の量、災害が発生しているにも関わらず判定がでていない（見逃し）について比較検討を行った。

災害発生率については気象庁の土砂災害警戒判定メッシュ情報と比較したが、判定区域の大きさ、発生率の高さにおいても気象庁の警戒メッシュよりも小さい区域に高い発生率の判定が実施されている、つまり的中率が高く、空振りが少ないことを確認した。

試験期間中は、日々の災害報道を情報源として、発生状況と判定状況を整理したが、災害発生時に判定が出ていたものが85%に対して、今回は15%程度の見逃しが発生していた。これは、弱い降雨の長時間にわたる継続や、短時間の強い降雨現象による土砂災害の発生を評価できていないためと考えられる。

本研究の一部は、文部科学省委託事業気候変動リスク情報創生プログラム「課題対応型の精密な影響評価」の助成を受けて行われた。記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) Yahoo! 防災速報 <http://emg.yahoo.co.jp/>, (参照 2016-09-23).
- 2) Go 雨探知機 <http://www.jwa.or.jp/go-tan/>, (参照 2016-09-23).
- 3) アメミル <http://tenki.shimadzu.co.jp/ameapp/>, (参照 2016-09-23).
- 4) 五十嵐孝浩, 竹林洋史, 浜田裕貴, 的場萌実, 飛岡啓之, 澤田悦史, 平川了治: “生命の危険からの自発的回避”のための土砂災害危険情報サービスの構築, 土木学会論文集 B1 (水工学) Vol.72, No.4, I\_1285-I\_1290, 2016.
- 5) 気象庁: 気象業務はいま 2015, p.57, 2015年6月, <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/hakusho/2015/HN2015.pdf>, (参照 2016-08-26)
- 6) 気象庁: 災害時気象報告～平成27年9月関東・東北豪雨及び平成27年台風第18号による大雨等, 気象庁災害時自然現象報告書2015年第1号, p.15, 2015年12月4日, [http://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/saigaiji/saigaiji\\_2015/saigaiji\\_201501.pdf](http://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/saigaiji/saigaiji_2015/saigaiji_201501.pdf), (参照 2016-08-26)
- 7) 気象庁ウェブサイトの「土砂災害警戒判定メッシュ情報」, <http://www.jma.go.jp/jp/doshamesh/>, (参照 2016-09-05)
- 8) 総務省統計局のウェブサイト政府統計の総合窓口 (e-Stat) より「平成22年度国勢調査結果 (総務省統計局)」の男女別人口総数及び世帯総数, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/eStatTopPortal.do>, (参照 2016-09-05)

謝辞

(2016.9.30 受付)

## REVIEW OF THE LANDSLIDE INFORMATION DELIVERY SYSTEM BY COMPARING THE OPERATION RESULTS WITH ACTUAL LANDSLIDE CASES

Takahiro IGARASHI, Hiroshi TAKEBAYASHI, Hiroki HAMADA,  
Moemi MATOBA, Satoshi TOBIOKA, Etsushi SAWADA, Ryoji HIRAKAWA and  
Yusuke UEMURA

Landslide Information Delivery System to deliver alert message to all users staying inside the area at risk where landslide occurrence possibility was assessed as high. The system was reviewed by comparing the operation results with actual landslide cases, in terms of “hit rate” or “missing rate”, to understand if the actual landslide was properly forecasted or not. The system was also compared with other existing systems, and was studied in terms of “whiff rate” as well as the time lag between the assessment time of landslide occurrence and actual landslide occurrence time. It was confirmed that, comparing with the grid information of Sediment Disaster Warning published by Japan Meteorological Agency during the heavy rain in Hiroshima (2014), Kanto-Tohoku (2015) and Kumamoto (2016), the proposed system could identify an area at risk on a smaller scale, corresponding better to the actual landslide cases.

It was revealed that time lag between the assessment time and actual landslide occurrence time leaves a certain amount of time that can be used for evacuation. The study also showed that more than 80 percent of actual landslide cases were assessed in the system, although there were some “missing” cases where landslide occurrence was not assessed beforehand.