# 表層崩壊リアルタイムハザードシステムの構築に際して生じた課題と対策(5)

# Some Problems and Measures appeared during the Construction of the Real-time Hazard System for Slope Disasters at a Heavy Rainfall (5)

沖村 孝	鳥居宣之	中川 涉	原口勝則
Takashi Okimura	Nobuyuki Torii	Wataru Nakagawa	Katsunori Haraguchi
笠原拓造	山内政也	嵯峨根 朋 子	伊藤正美
Takuzo Kasahara	Masaya Yamauchi	Tomoko Sagane	Masami Ito

# 1.はじめに

2014年7月30日から8月26日にかけて台風12号、11号ならびに前線に伴う暖気流の影響により西日本の各地で 豪雨が発生し、気象庁は、これら一連の豪雨に対し「平成26年8月豪雨」と命名した。平成26年8月豪雨による地域 の降水量は、西日本地域において平年の2倍を超える月間降水量を記録した<sup>1)</sup>。このうち8月15日から17日は、西日 本から東日本に停滞する前線上を低気圧が東進し、南から暖かく湿った空気が流れ込み前線の活動が活発化して、大気 が不安定化したことにより近畿地方では、降り始めからの総雨量が京都府福知山で357.5mm、兵庫県丹波市で280.0mm を観測し、土砂災害等により兵庫県で2名(丹波市、川西市各1名)、京都府で1名の尊い命が犠牲となった。

また、8月19日夜から20日朝は、北海道付近から対馬海峡付近にかけて南西の方向に停滞前線が延びており、前線 に向かって日本の南海上から暖かく湿った空気が流れ込む状況にあった<sup>20</sup>。このとき、広島市付近では、上空の寒冷渦 の影響などで大気が不安定になるとともに、地表付近では南から暖かく湿った空気が流入する一方、上空1,500m付近 や3,000m付近では強い南西の風となっていた<sup>2030</sup>。地表付近の南風は、広島市の西方の山地により地形性の上昇気流と なって積乱雲を発生させ、これに上空の南西風とぶつかって積乱雲を強化しながら、風下である北東の方向に押し流し た。これにより、積乱雲が連続的に発生する「バックビルディング現象」が起きたと考えられている<sup>30</sup>。

この積乱雲は、被災地付近に停滞し、幅の狭い地域に局地的な大雨をもたらし、広島市安佐北区では 1976 年の観測 開始以来最大の月最大 3 時間雨量 217.5mm(4 時 30 分更新)を記録した 4。一方で、ほぼ同じ時刻(1 時半から 4 時 半まで)の他地域の雨量は、広島市中心部でも 50mm 以下の地域があるなど、大雨が局地的であったことがわかってい る 2。この豪雨は、未明に発生した土石流などで 74 名の尊い命が犠牲になったほか、家屋や土木構造物などに対して甚 大な被害をもたらす結果となった。また、この災害では、深夜における土砂災害の危険性に対する避難勧告発令の遅れ や、土砂災害警戒区域指定が十分に進んでいないことも、問題点としてクローズアップされた。

このように、近年では、観測史上最大の降雨量や降雨強度が報告されることが多い。従来、土砂災害の発生時刻に関 する危険度指標は、過去の被災経験から総降雨量あるいは土壌雨量指数や降雨強度のパラメータが用いられ、これら過 去に観測された値とその時の崩壊発生の有無から、崩壊発生の危険度が経験的に求められ、土砂災害警戒区域に対する 土砂災害警戒情報として使われている。しかし、近年のような過去に経験したことのない大きな降雨量に対しては、経 験的に求められた指標や基準だけでは、十分な対応に結び付かない可能性がある。すなわち、過去に崩壊記録のない斜 面に崩壊が発生したり、総降雨量によらず大きな降雨強度の出現時刻に崩壊が発生する可能性がある。これを解消する ためには経験的なデータから危険度を判断するのではなく、降雨を入力した力学的な斜面安定解析から安全率を求め、 この安全率から危険度を判定することが必要になる。また、空間や時系列に関して、よりきめ細かな予測情報を提供す ることが、警戒や避難情報の適切な発令に資するものであると考えられる。

筆者の一人は、かつて表土層崩壊を対象として地形を 10m 格子間隔で数値モデル化し、格子点(もしくはセルの中 心点)に表土層厚を設定し、降雨を入力し、飽和横流れ浸透解析によりセルの地下水位を計算し、無限長斜面安定解析 式を用いて、各セルで、時間ごとに安全率を計算する手法を提案した <sup>5)</sup>。近年、技術の開発により高精度の地形データ や降雨データを入手できる状況になってきたこともあり、このモデルを用いてリアルタイムでハザード情報を計算でき るようになってきた。

このような環境条件下で、兵庫県のご協力を得て平成19年度より3ヵ年で「六甲山系土砂災害危険度予測システム」 プロジェクトでかつて提案したモデルを実用化する機会に恵まれた<sup>677</sup>。このモデルの構築、実用化に際して新たに出現 した問題点などは、すでにこれまでの報告<sup>89910</sup>で詳しく紹介した。また、このシステムの豊岡市における適用に際して 生じた課題とその対応については、前報<sup>11)</sup>で紹介した。本報告は、豊岡市に続いて、六甲山系とは異なる地形・地質へ の適用を試みた上郡町に関して、地域特性への対応方法について報告を行うものである。具体的には、上郡町において 出現する代表的な地質である、相生層群や超丹波帯における泥岩・砂岩分布地域の崩壊特性や地質的な特徴などを考慮 したモデルを作成したほか、上郡高原面の周縁部に多発する崩壊を再現するための検討と対応を実施した。その結果、 再現計算において、捕捉率の高いモデルを構築することに成功した。

## 2.2010年報告<sup>8)</sup>における内容

2010年報告では<sup>8)</sup>では、モデルの概要説明を行った後、システム化に際して生じた課題について説明し、その対策手 法の紹介を行った。その内容の主なものは、次のとおりである。

- 1) 地形のスムージング化
- 2) 地形分類と表土層厚
- 3) 人工改変地の扱い
- 4) 地盤条件の設定
- 5) 推定表土層厚の再検討
- 6) 植生条件の考察
- 7) 異なる地質条件への対応
- 8) 微地形条件(水面、沖積地等) への対応
- 9) 用いる雨量データの検討
- 10) 演算処理高速化の検討
- 11) アウトプットデータの表示方法の検討
- 12) 土砂災害警戒区域(急傾斜)への反映方法の検討
- 13) 土石流土砂災害警戒区域(土石流)への反映方法の検討

これらについては 2010 年報告 8で詳しく説明しているため、ここでは省略する。

## 3.2011 年報告 %における内容

2011 年報告<sup>9</sup>においては、2010 年度の試験運用中に出現した様々な課題を、個別に検討した。それらは以下の諸課題で、これらに関する対策の概要を述べた。

- 1) 昭和42年崩壊地の表土層の推定
- 2) 谷壁斜面に存在する浅い谷(0次谷)の表土層厚の推定
- 3) 谷壁斜面と谷底斜面境界部での表土層厚の不連続対策
- 4) 小起伏斜面における表土層厚の推定
- 5) シミュレーション降雨による異常セル推定表土層厚の補正
- 6) 土砂災害警戒情報解除のためのタイミング情報対策

これらについては 2011 年報告 9で詳しく説明しているため、ここでは省略する。

# 4. 2012 年報告<sup>10</sup>における内容

2012年報告10においては、その後の運用中に出現した課題について検討した。その内容は以下のとおりである。

1)0次谷および急傾斜地おける層厚の調整

- 2) 表土層満水時の判定における不具合対策
- 3) シミュレーション降雨による局所的な不具合対策

これらについては2012年報告10で詳しく説明しているため、ここでは省略する。

# 5. 2013 年報告<sup>11)</sup>における内容

2013 年報告<sup>11)</sup>においては、このモデルを、これまで適用していない地形・地質条件を有する地域である豊岡市に適 用する際に判明した課題と対策について適用を試みた。まず、地形・地質の特徴について整理するとともに、課題と解 決方法について述べた。主な課題は以下のとおりである。

1) 難透水層の影響による崩壊への対応

2) 人家裏切土斜面の崩壊特性の把握と対応

これらについては2013年報告11)で詳しく説明しているため、ここでは省略する。

# 6. 地形・地質が異なる他地域への適用時に判明した課題と対策

# 6.1 検討対象エリアの概要

## 6.1.1 地形·地質

検討対象の上郡町は、準平原からなる西播磨山地に位置する、標高 300~400m の小起伏山地である。南北を流れる 千種川沿いは浸食がすすみ、深い谷地形をなしている。また、リニアメントに規制された、西北西-東南東方向と北東 -南西方向の谷が顕著に発達している。この地域の特徴は、後述するように台地上の地形が顕著なことである。図 6.1.1 に、上郡町の地形を示す。

地質は、白亜紀火山岩類の相生層群が主に分布しており、その他、白亜紀花崗岩類、古生代の超丹波帯堆積岩類、夜 久野岩類などが分布している。



図 6.1.1 上郡町の地形 (10mDEM による標高マップ)



図 6.1.2 上郡町の地質と崩壊地の分布

図 6.1.2 には上郡地区の地質図ならびに昭和 49 年、51 年の崩壊地分布を示した。地質は相生層群が全体の 70%程度 を占め、残りを花崗岩、夜久野層群、超丹波帯の頁岩・砂岩が占めている状況である。

## 6.1.2 過去の豪雨災害

上郡市における過去の主要な豪雨災害について、既存資料から整理した結果を表 6.1.1 に示した。

戦後の災害記録によると、広範囲で発生した土砂災害は、S49、S51年の台風災害が挙げられる。S49年災害では、 総雨量 285.5mm、最大1時間降水量 48.0mm であり、航空写真の確認により、上郡市南東部の正福寺で表層崩壊が集 中した。S51年災害では、総雨量 780mm、最大1時間降水量 34.0mm で斜面崩壊箇所は S49よりも少ない傾向がある (写真判読による)。

比較的斜面崩壊が多く発生している S49 年災害についてみると、崩壊が多く発生しているのは花崗岩の分布域である (図 6.1.2 参照)。ここでは、頂部斜面直下の谷頭や上部谷壁斜面で崩壊が発生しており、集水地形をなしている箇所が 多い。多量の降雨が表土層に浸透・飽和して崩壊が発生し、飽和による出水により表土を流下させるといったメカニズ ムで崩壊が発生しているものと推定される。

その他の地質でも、崩壊は発生しているが、花崗岩に比較すると少ない。

# 表 6.1.1 上郡町の過去の豪雨災害

発生年月日	災害の名称	災害の状況	概況
昭和 38 年 (1963 年) 7 月 11 日	梅雨前線	7/11(梅雨前線による大雨) 千種川で濁流の水位が3mに達し、上郡大橋を残 し各地(河野原橋、赤松大橋、苔縄橋、隈見橋) の橋梁が次々と流出。 千種川両岸の道路冠水。	•期間降水量:169.5mm (千種:10日9時~12日9時) •最大1時間降水量:31mm (千種:11日10時)
昭和 45 年 (1970 年) 8月 14-15日 8月 21 日	台風第9号 台風第10号	8/21 (台風 10 号) 各所で床下浸水、堤防崩壊、大枝新田橋・柳川橋 等流失。 公共土木関係被害:150,000 千円、農林関係: 50,000 千円、激甚災害の指定受ける。	• 日降水量:108mm (上郡:日界9時)
昭和 49 年 (1974 年) 7 月 6-7 日	台風第8号 梅雨前線大雨	<ul> <li>全町の河川とため池が危険水位を突破、各所で河川の氾濫・決壊、橋梁流出及び山崩れ。</li> <li>●住家被害</li> <li>全壊 2 戸/半壊 2 戸、床上 613 戸/床下</li> <li>1,531 戸</li> <li>●その他被害</li> <li>土木関係:676,613 千円</li> <li>農林関係:809,395 千円</li> <li>その他:223,003 千円</li> </ul>	<ul> <li>総雨量 285.5mm</li> <li>連続降雨量 285.5mm</li> <li>最大 1 時間降水量 48.0mm</li> <li>日雨量 280mm</li> <li>(6日9時~7日9時)</li> <li>10分間最大降水量 17.0mm</li> <li>(7日8時)</li> </ul>
昭和 51 年 (1976 年) 9 月 10 日	台風第 17 号 秋雨前線	<ul> <li>9/8~9/13</li> <li>各所で河川の崩壊・決壊、ため池決壊、また山崩れ、道路決壊が目立つ。</li> <li>◆人的被害 死者1名</li> <li>●住家被害 全壊4戸/半壊4戸*床上358戸/床下 1108戸</li> <li>●その他被害 土木関係:1,040,223千円 農林関係:584,412千円 水道関係:32,587千円 その他:238,870千円</li> </ul>	<ul> <li>総雨量 780mm</li> <li>連続降雨量 646mm</li> <li>最大 1 時間降水量: 34.0mm</li> </ul>
昭和51年 (1976年) 9月29日	台風第21号	<災害救助法適用> 千種川の越水 床上浸水 215 戸 床下浸水 562 戸	• 総雨量 217mm • 連続降雨量 212mm • 最大 1 時間降水量 : 29.0mm
昭和51年 (1976年) 10月20日	台風第 23 号	被害報告なし	• 総雨量 162mm • 連続降雨量 93mm • 最大 1 時間降水量 11mm • 最大風速:22.9m/s(姫路)
平成 18 年 (2006 年) 7月 15-20日	梅雨前線	被害報告なし	・総雨量 180mm ・連続降雨量 77mm ・最大 1 時間降水量 14mm
平成 19 年 (2007 年) 7月12-14日	台風第4号と 梅雨前線	停電 1200 世帯 佐用駅にて雨量計が規制値を超え、姫新線が 14 日に 4 本、15 日に 10 本が運休	<ul> <li>総雨量 166mm</li> <li>連続降雨量 83mm</li> <li>最大 1 時間降水量 20mm</li> </ul>
平成 21 年 (2009 年) 8月9日	台風第9号の 影響を受けた 大雨	8/9~8/10 千種川の越水・決壊 半壊 17 戸 床上浸水 41 戸 床下浸水 76 戸	<ul> <li>総雨量 180.5mm</li> <li>連続降雨量 139mm</li> <li>最大 1 時間降水量: 23.5mm</li> </ul>
平成 22 年 (2010 年) 5月23-24日	比較的 まとまった雨	5/24 がけ崩れ H=1.2m、奥行き 2.0m	<ul> <li>総雨量 124mm</li> <li>連続降雨量 72mm (87mm)</li> <li>・最大 1 時間降水量:15mm(6mm)</li> <li>※()内は県土整備局報告書の値</li> </ul>
平成 23 年 (2011 年) 9月 2-5 日	台風第 12 号	被害報告なし	• 総雨量 225mm • 連続降雨量 198mm • 最大 1 時間降水量:17mm
平成 23 年 (2011 年) 9月19-21日	台風第 15 号	被害報告なし	<ul> <li>総雨量 111.5mm</li> <li>連続降雨量 82mm</li> <li>最大 1 時間降水量: 16mm</li> </ul>

#### 6.2 代表的な地質における崩壊特性とモデル構築上の課題

上郡町において出現する代表的な地質について、過去の災害関連資料や空中写真判読、地表踏査などをもとに崩壊特 性について整理し、リアルタイムハザードシステムの適用にあたっての課題を整理した。

## 6.2.1 相生層群における崩壊特性

相生層群における地形地質の概要と崩壊特性について表 6.2.1 にとりまとめた。



表 6.2.1 相生層群における崩壊の特性およびモデル構築上の課題

### 6.2.2 花崗岩類における崩壊特性

花崗岩類における地形地質の概要と崩壊特性について表 6.2.2 にとりまとめた。



表 6.2.2 花崗岩類における崩壊の特性およびモデル構築上の課題

# 6.2.3 超丹波帯における崩壊特性

超丹波帯における地形地質の概要と崩壊特性について表 6.2.3 にとりまとめた。



表 6.2.3 超丹波帯における崩壊の特性およびモデル構築上の課題

## 6.2.4 モデル構築上の課題と対応

## (1) モデル構築上の課題

崩壊特性を検討する中で、上郡町北部〜西部においては、「上郡高原面」(図 6.2.1、図 6.2.2)の周縁地形で崩壊が発生しやすい状態であることが想定された。すなわち、上郡町の北〜西部に山頂小起伏面が存在し、これを取り囲む急崖が分布しており、斜面崩壊はこの周縁地形である遷急線(浸食前線)付近に多発している。そのため、このエリアの地形を区分し、崩壊を再現できるようにモデルを改良することで表層崩壊の予測精度が向上するものと考えた。



図 6.2.2 上郡高原面(頂部小起伏面)の概要

検討に当たっては、まず、地形図について目視による判読を行い、小起伏面の範囲を設定した。図 6.2.3 に小起伏面 の分布を示す。

つぎに、現地踏査と地形判読により、このタイプの崩壊の特徴について整理した。その結果、図 6.2.4 に示すように、 遷急線を中心とした水平幅 40mの範囲が崩壊しやすい地形であることを把握した。また、崩壊原因は遷急線などの不安 定な地形が影響していることと、表土層厚・土質は周辺と変化がほとんどないことを確認した。



図 6.2.4 遷急線に沿った崩壊地の分布

# (2) 遷急線沿いの崩壊に対する対応

図 6.2.5 に示すように、本研究で設定した小起伏面の外周、すなわち、遷急線に対して幅 40m のバッファを設定しその範囲の強度定数を低減させる処理を行うこととした。



図 6.2.5 遷急線に沿った崩壊に対する対応の概念

# (3) テスト計算による効果検証

以上の対応に関して、モデルの改良効果の確認のための試算を行った。なお、試算における条件は7章に示すとおり である。

計算結果を図 6.2.6 に示した。この図に示すように、モデルの改良を行うことで遷急線に沿って発生した崩壊地の再 現性向上を確認できた。 【改良前】



【改良後】



図 6.2.6 遷急線周辺の強度定数を低減させる処理の効果

## (4) 頂部小起伏面の自動抽出

今後、同様のケースが生じた場合に、頂部小起伏面の範囲抽出を定量的に求めることを念頭に、その自動抽出方法に ついて検討した。その方法および自動抽出結果について、以下に述べる。

まず、判読した頂部小起伏面における標高分布を図 6.2.7 に示す。頂部小起伏面はほとんどが標高 150m 以上に分布していることから、標高 150mを自動抽出のしきい値とした。



図 6.2.7 判読頂部小起伏面における標高分布

次に、50,70,90,110m 正方形メッシュにおいて、図 6.2.8 に示す方法で起伏量を算出した。正方形メッシュ内の標高の最大値から最小値を引いた値を当メッシュの起伏量とした。

1	5	2		
2	3	2		
4	5	3		

- (メッシュ内の標高の最小値)

あるメッシュにおける標高

(メッシュ内の標高の最大値)







図 6.2.8 起伏量の算出方法

判読した頂部小起伏面における、50,70,90,110m 正方形メッシュを用いて算出した起伏量の頻度分布を表 6.2.4 に示 す。平面図の確認から、判読頂部小起伏面と起伏量セルの適合率が 80~90%の際に判読結果と自動抽出結果の形状が近 かった。そのため、各メッシュ幅において、判読頂部小起伏面と起伏量セルの適合率が 80~90%を超える起伏量の値を しきい値として自動抽出をおこなった。自動抽出したセルよりコンターを発生させ、遷急線を作成した。作成した遷急 線と判読結果による遷急線を目視にて比較し、最も形状が近い 50m メッシュ幅の起伏量 25m 未満を起伏量のしきい値と して採用した。

+7 /1 = 44	アッシュ幅										
起(下重配)	50r	m	70r	m	90m		110m				
	頻度	割合	頻度	割合	頻度	割合	頻度	割合			
0	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%			
~5	11,363	4%	4,797	2%	2,197	1%	1,026	0%			
~10	21,551	12%	10,299	5%	6,661	3%	4,762	2%			
~15	57,085	32%	17,216	12%	8,085	6%	5,154	4%			
~20	87,002	63%	42,368	27%	17,284	12%	8,553	7%			
~25	63,699	86%	66,144	50%	38,006	26%	19,316	14%			
~30	27,176	96%	63,406	73%	54,637	45%	35,533	27%			
~35	8,953	99%	40,050	87%	56,061	65%	47,991	44%			
~40	2,355	100%	20,742	95%	41,126	80%	48,663	61%			
~45	554	100%	9,237	98%	25,399	89%	38,455	75%			
~50	81	100%	3,787	99%	14,925	94%	26,321	84%			
~55	10	100%	1,317	100%	8,465	98%	17,553	91%			
~60	0	100%	371	100%	4,130	99%	11,504	95%			
~65	0	100%	82	100%	1,891	100%	7,353	97%			
~70	0	100%	11	100%	691	100%	4,156	99%			
~75	0	100%	2	100%	202	100%	2,055	99%			
~80	0	100%	0	100%	55	100%	932	100%			
~85	0	100%	0	100%	12	100%	338	100%			
~90	0	100%	0	100%	2	100%	119	100%			
~95	0	100%	0	100%	0	100%	36	100%			
~100	0	100%	0	100%	0	100%	8	100%			
~105	0	100%	0	100%	0	100%	1	100%			

表 6.2.4 メッシュ幅における起伏量の頻度分布

次に①標高及び②起伏量のしきい値に加え、③地質(沖積層以外)、④ラプラシアン(NS方向あるいは EW方向のラ プラシアン値>0.1)を条件とし、自動抽出を行った。自動抽出後、谷底部に分布しているなど明らかに条件が異なって いるものは目視にて削除した。自動抽出された頂部小起伏面を図 6.2.9 に示す。



図 6.2.9 頂部小起伏面分布の目視結果と自動判読結果の比較

## 6.2.5 地質区分ごとの層厚や物性値の設定

## (1)層厚モデル

土砂災害危険度予測モデルで用いる10m格子ごとの表層厚データを作成した。表土層厚は、収集した既往の上郡町を 対象に収集するボーリングデータ・試験や同種地質での調査データを参考に、層厚と斜面勾配の関係式を推定した。

既往資料の整理の結果、上郡町内では既往調査データが少なく、文献データを参考とする必要があった。このため、 現地踏査の際に土層強度検査棒(土検棒)による試験を実施して、文献値との相関性を確認した。層厚の検討結果を以 下に示す。

#### a)相生層群

既往データは少ないものの、H25 年度の収集資料や土検棒による調査結果を参考に層厚式を設定した。



図 6.2.10 相生層群における既往調査データを層厚式(谷壁斜面)

### b)花崗岩

上郡町における既往調査データは少ないものの、H25年度に実施した土検棒による調査結果は、六甲地区のモデルで 適用した六甲花崗岩と同じ傾向であると考え、六甲花崗岩の層厚式を採用することとした。



図 6.2.11 花崗岩における既往調査データと層厚式(谷壁斜面)

# c)超丹波带層群

兵庫県基礎調査マニュアルなどの検討時に整理済であるが、分布エリアが狭く、上郡町内では既往データはない。現 地調査では表土層厚は1m以下と薄いことなども参考に、既往データに基づいて設定した。



図 6.2.12 超丹波層群における既往調査データと層厚式(谷壁斜面)

# d) 夜久野岩類

兵庫県基礎調査マニュアルなどの検討時に整理済であるが、分布エリアが狭く、上郡町内では既往データはない。現 地調査では表土層厚は1m以下と薄いことなども参考に、既往データに基づいて設定した。



図 5.2.13 夜久野岩類における既往調査データを層厚式(谷壁斜面)

これらの検討結果をもとに設定した、各地層のモデル式(傾斜角と層厚の関係式)を、図 6.2.14 に示す。





図 6.2.14 層厚モデル

# (2)物性値

表土の物性値については、既往資料などをもとに表 6.2.5 のとおり設定した。

		15			地質	区分		
	モデル分類	3.R 7	花崗閃緑岩		相生層群	夜久野岩類	超丹波帯地層群	沖積層ほか
地質図による分類		) A	山陽帯花崗岩類 播磨花崗岩 北側:崩壊が少な い	山陽帯花崗岩類_ 播磨花崗岩 南側:崩壊が多い	相生層群_ 夢前累層 相生層群_ 又坂累層 岩脈類(花崗斑岩, 石英斑岩)	夜久野岩類 舞鶴層群	超丹波帯地層群_ 緑色岩類ほか 超丹波帯地層群_ 粘板岩ほか	沖積層 崖錐 佐用礫層
1	土の単位体積重量	[kN/m³]	17.0	17.0	15.0	15.0	15.0	15.0
2	土の飽和単位体積重量	[kN/m³]	19.0	19.0	18.0	18.0	18.0	18.0
	土の有効粘着力 (同定範囲)	[kN/m²]	5.0	5.0	5.0 (2.5~5)	5.0 (3~5)	5.0	5.0
3	頂部小起伏面の遷急線 における粘着力低減	[kN/m²]	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	裸地草地における 根系粘着力低減	[kN/m²]	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	切土斜面上部の 粘着力低減	[kN/m²]	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4	土の有効内部摩擦角 (同定範囲)	[deg]	31	28	32	32	31	31
		[008]	(28~32)	(28~32)	(32~33)	(32~35)	(31~32)	(31~32)
5	有効空隙率	[1]	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
6	透水係数	[cm/s]	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
7	層厚式パターン	-	①花崗岩	①花崗岩	②相生層群	②相生層群	①花崗岩	①花崗岩

表 6.2.5 地質別物性値

# 7. 再現計算

### 7.1 入力降雨

本モデルの再現計算では、表 6.1.1 に示した災害のうち、比較的広範囲で土砂災害が発生している、S49 年の台風 8 号と、S51 年の台風 17 号災害を入力降雨とすることとした。

図 7.1.1 に、入力した降雨データを示す。



# S51 台風 17 号



### 7.2 再現計算結果

再現計算結果を図 7.2.1 に示した。また、的中率などの集計結果を表 7.2.1 に示した。

今回の再現計算により、以下の事項が確認された。

- ① 新たに適用を試みた地質に対して、適切な層厚モデルを設定することにより、80%程度の的中率を確保するこ とができた。
- ② 警戒区域における崩壊箇所の補足数は、S49年で7箇所中6箇所、S51年災害で5箇所中5箇所を補足(再現) することができた。





表 7.2.1 再現計算結果

		A	В	С	D	適中率	捕捉率	空振率	見逃率	警戒区 域の捕 捉数
	山地全域	980	261	33,875	1,369,461	97.6%	79.0%	2.4%	21.0%	
	地質1 花崗岩	140	25	3,068	84,014	96.5%	84.8%	3.5%	15.2%	
S49	地質2 相生層群	657	210	22,833	936,689	97.6%	75.8%	2.4%	24.2%	6/7
	地質3 夜久野岩類	28	19	2,839	149,190	98.1%	59.6%	1.9%	40.4%	
	地質4 超丹波帯	142	7	4,653	170,238	97.3%	95.3%	2.7%	4.7%	
	山地全域	796	193	45,841	1,357,747	96.7%	80.5%	3.3%	19.5%	
	地質1 花崗岩	54	16	4,544	82,633	94.8%	77.1%	5.2%	22.9%	
S51	地質2 相生層群	655	166	30,602	928,966	96.8%	79.8%	3.2%	20.2%	5/5
	地質3 夜久野岩類	51	11	4,069	147,945	97.3%	82.3%	2.7%	17.7%	
	地質4 超丹波帯	10	0	6,011	169,019	96.6%	100.0%	3.4%	0.0%	

	①適中率 :(A+D)/(A+B+C+D)								
	全範囲のうち、空中写真判読の判定に合致している割合								
	②捕捉率 :A/(A+B)								
	空中写真判読した崩壊	地の範囲のうち、計算結果で崩壊判	定が出ている割合						
	<u>③空振率 :C/(C+D)</u>								
	空中写真判読で崩壊地と判定していないのに、計算結果で崩壊判定が出ている割合								
	④見逃率 :A/(A+B)								
	空中写真判読した崩壊地の範囲のうち、計算結果で崩壊判定が出ていない割合								
1	予測         発生予想         非発生予想								
	実績								
	崩壊発生	A	В						

## 8. おわりに

本プロジェクトの推進に関しては、兵庫県県土整備部砂防課の全面的なご支援を受けた。このような機会を与えてい ただいた関係各位に深く感謝の意を表します。また、テストエリアとした上郡町の関係職員の皆様からは、災害資料の 提供や活用上のアドバイスを数多くいただくことができた。あわせて感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 「平成 26 年 7 月 30 日から発生した豪雨の命名について 参考資料」、気象庁報道、2014 年 8 月 22 日付
- 2) 田中健路「広島土砂災害発生時における降雨特性について」、土木学会中国支部『広島豪雨災害調査報告』
- 3) "広島市の大規模土砂災害についてバックビルディング現象による局地的豪雨が影響".ウェザーニュース (2014 年 8月 20日)
- 4) 平成 26 年 8 月 19 日から 20 日にかけての広島県の大雨について(気象庁、2014 年 8 月 20 日)
- 5) 沖村孝・市川龍平: 数値地形モデルを用いた表層崩壊危険度の予測法、土木学会論文報告集、1985.
- 6) 沖村孝・鳥居宣之・尾崎幸忠・南部光広・原口勝則:豪雨による土砂災害を対象としたリアルタイムハザードシス テムの構築、新砂防、63(6)、4-12、2011.

7) Takashi OKIMURA, Nobuyuki TORII, Masatoshi MATSUMOTO, Mitsuhiro NANBU and Katsunori HARAGUCHI: Construction of the real-time hazard forecasting system in order to support evacuation from surface slope failure disasters caused by heavy rainfalls, International Symposium on Earthquake Induced Landslides and Disaster Mitigation at the 3rd Anniversary of the Wenchuan Earthquake, Chengdu, China, 2011.

- 8) 沖村孝・鳥居宣之・南部光広・原口勝則:表層崩壊リアルタイムハザードシステムの構築に際して生じた課題と対策、建設工学研究所論文報告集、52、119-137、2010.
- 9)沖村孝・鳥居宣之・南部光広・原口勝則:表層崩壊リアルタイムハザードシステムの構築に際して生じた課題と対策(2)、建設工学研究所論文報告集、53、153-173、2011.
- 10) 沖村孝・鳥居宣之・中川渉・原口勝則:表層崩壊リアルタイムハザードシステムの構築に際して生じた課題と対策
   (3)、建設工学研究所論文報告集、54、159-183、2012.
- 11)沖村孝・鳥居宣之・中川渉・原口勝則:表層崩壊リアルタイムハザードシステムの構築に際して生じた課題と対策
   (4)、建設工学研究所論文報告集、55、91-116、2013.

## 著者

沖村	孝	所員	理学博士,	地盤工学
		12123		·

- 鳥居 宣之 神戸市立工業高等専門学校准教授,博士(工学),山地防災工学
- 中川 涉 客員研究員 応用地質株式会社,博士(工学),地盤工学
- 原口 勝則 客員研究員 国際航業株式会社,技術士(建設部門),砂防工学
- 笠原 拓造 国際航業株式会社,学士(理学),地質学
- 山内 政也 応用地質株式会社,技術士(応用理学部門),地球物理学
- 嵯峨根 朋子 応用地質株式会社,技術士(建設部門),地方計画学
- 伊藤 正美 応用地質株式会社,修士(農学),森林水文学