

現地レポート

# 鹿児島県垂水市二川深港地区土石流災害と警戒避難の取組み

綾織孝文・田村 毅

## 1. はじめに

平成27年6月から7月にかけて、鹿児島県垂水市二川深港地区で土石流が発生した。

垂水市は、大隅半島の北西部、鹿児島島のほぼ中央に面しており、今回の土石流は垂水市の北部、深港川の支川から発生した（写真-1）。



写真-1 被災直後の深港川（平成27.6.25撮影）

土石流が流下した深港川は、垂水市が管理する準用河川であり、その下流には、国土交通省が管理する国道220号の深港橋が横断している。

土石流は河口まで達する大規模なものだけでも6回発生し、その都度避難勧告や国道の通行止めを余儀なくされた。

## 2. 平成27年の崩壊・土石流の発生状況

### 2.1 気象状況

6月1日から6月24日までの累積雨量は1,000ミリを超えており、結果として6月の降雨量は1,311ミリとなった（輝北観測所：気象庁）。

この雨量は、6月の平均降水量536.2ミリ（統計期間1981年～2010年）の約2.4倍であり、6月月間雨量としては1977年観測開始以降最大となった<sup>1)</sup>。

### 2.2 地形・地質

今回の土石流発生源となった崩壊斜面は、鹿児島湾北部に位置する始良カルデラのカルデラ壁を構成する急斜面の一部である。

崩壊した斜面の地質構造は複雑であり、基岩は

堆積岩であるが、堆積岩の上層に亀裂の多い帯状の溶結凝灰岩を中間に挟む火砕流堆積物や降下火砕堆積物等が厚く堆積している（写真-2）。



写真-2 崩壊斜面の地層<sup>2)</sup>

### 2.3 土石流発生状況

平成27年6月24日午前11時50分に発生した土石流は、河口まで到達し、河道は完全に埋塞したため、垂水市は41世帯75人に避難勧告を発令した。

また、18時には第2波が発生し、人家床下浸水1戸、橋梁一部損壊により国道220号は通行止めとなった。

その後も、強い雨が降っていないにもかかわらず、7月5日に2回、7月28日に2回の計6回土石流が発生した（図-1）。

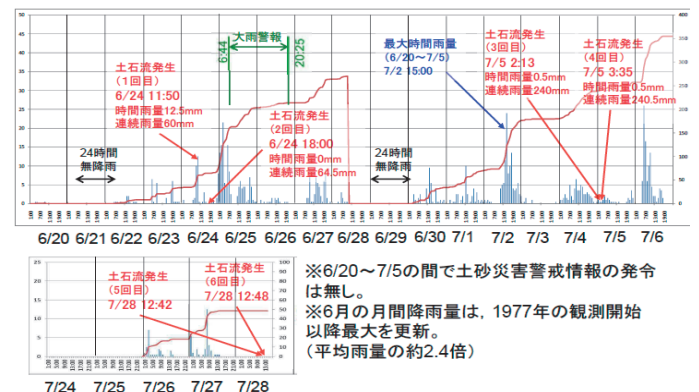


図-1 平成27年6月～7月ハイエトグラフ

また、土石流は崩壊斜面から国道までの区間を、2～5分程度で到達した（写真-6）。

なお、7月28日の5、6回目の土石流については、国土交通省大隅河川国道事務所が設置した監視カメラに、斜面崩壊から土石流が国道に達するまでの一部始終が録画された（写真-3～5）。

Debris Flow Disaster and Early Warning in Futagawa Fukaminato, Tatumizu City, Kagoshima Prefecture, Japan



写真-3 5回目の土石流発生時  
上流斜面部



写真-4 5回目の土石流発生時  
導流堤付近



写真-5 6回目の土石流発生時  
下流深港橋付近



写真-6 5回目の土石流の  
到達速度

写真-3～5は国土交通省大隅河川国道事務所提供

## 2.4 発生メカニズム

土石流発生後、土砂災害専門家（鹿児島大学 地頭菌隆教授（以下「地頭菌教授」という。）、国土技術政策総合研究所、土木研究所）に現地調査を依頼し、土石流の発生メカニズムについての所見を伺ったところ、「今回の土石流は、深港川の支川流域内で発生した大規模な崩壊が発生源であり、崩壊した斜面の地質は、亀裂の多い帯状の溶結凝灰岩の上に火砕流堆積物が厚く堆積している。」

「今回、長期間雨が降り続いたことから、地下水位が上昇し湧水の浸食により、溶結凝灰岩付近が崩落したために、上部斜面が緩み大規模な崩壊につながったと考えられる。」とのことであった。

## 3. 初期状況把握と土砂災害専門家調査

### 3.1 初期対応

(1)平成27年6月24日

土石流災害発生

(2)6月25日

九州地方整備局のヘリコプター「はるかぜ」の支援を得て、上空より調査を実施し、被災状況を詳細に写真撮影した。

また、鹿児島大学地頭菌隆教授による現地調査・助言があり、今回は地下水を原因とした崩壊であり、降雨に関係なく今後も続くとのことであった。

(3)6月29日

国土交通省や垂水市、鹿児島県など関係機関が集まり、地頭菌教授と共に崩壊のメカニズムや応急工事の状況、避難勧告等の判断材料、今後の監視体制について情報共有し、今後連絡会を開催すること

を確認した後、現場調査を実施した。

(4)7月1日

国土技術政策総合研究所（土砂災害研究部土砂災害研究室 國友優室長、鈴木大和研究員）、土木研究所（土砂管理研究グループ火山・土石流チーム 水野秀明上席研究員）による現場調査を実施し、地頭菌教授と協議の上、垂水市長へ今回の土石流災害の崩壊メカニズムや現場の監視方法、避難勧告の解除時期は、雨量や地下水、応急工事対策の状況を総合的に判断する必要がある旨の報告を行った。

この後も、崩壊・土石流発生後（平成27年7月5日、7月29日、平成28年6月30日、7月4日）や避難勧告解除検討時（平成27年7月17日、平成28年7月10日、7月19日）に土砂災害専門家と関係機関が合同で現場調査を実施し情報共有を図った。

### 3.2 監視体制の整備

監視体制として、鹿児島県は携帯電話回線を使ってWEB上で確認できる監視カメラを2基設置した。

しかし、1基は崩壊斜面正面に設置したため、5回目の土石流で流失してしまった。

更に、国土交通省では、監視カメラを3基、ワイヤーセンサーを1基、監視員を24時間体制で配置した（写真-7）。

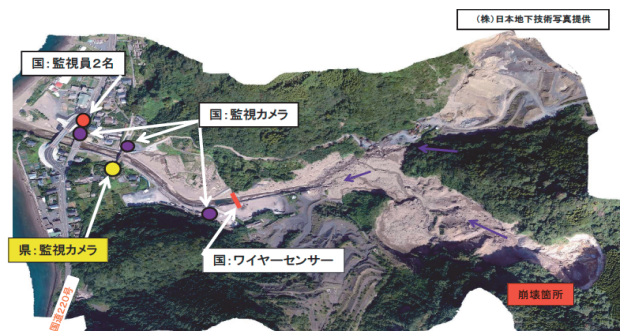


写真-7 監視体制（写真は平成27.10.13撮影）

それらの情報は県や垂水市にリアルタイムで提供した。

このことにより、県では土石流発生時に直ちに対応できる体制が整った。

また、土砂災害専門家からの助言を受け、警戒避難の判断材料とするために崩壊斜面からの湧水量と実効雨量をモニタリングする体制を整えた。

具体的には、国土交通省が定時に崩壊斜面からの湧水状況の動画を撮影し、地頭菌教授に、その動画からの湧水量判読（崩壊直後で湧水量がピークであった7月6日の流量に対する比）と、実効雨量

(半減期40, 50, 60日)の計算をしていただき、それらの地頭菌教授から提供されるデータを、県から関係機関に随時配信した。

#### 4. 応急対策工事

県で対応する上流の土砂撤去の一部は崩壊斜面直下であり危険であるため無人化施工で実施した。

また、県では、人家等への土砂流出を防ぐため、導流堤や床固工、大型土のうを設置した。

垂水市は、土石流の度に深港川河道内が土砂で埋塞したため、流下断面確保のために昼夜を問わず土砂の除去を行った。

国土交通省では、国道220号において、土石流発生した場合でも出来るだけ安全に通行できるように応急組立橋を用いた迂回路を設置し、平成27年9月に供用開始した。

#### 5. 連絡会による情報共有

今回発生した土砂災害に対して、関係機関が行う対策を円滑に実施するため、崩壊や土砂流出の危険性に関する土砂災害専門家の評価や各機関の対策実施状況等の情報共有を行うことを目的に、「垂水市二川深港土砂災害に関する連絡会」を設置した。

参加機関は、土砂災害専門家として、鹿児島大学と国土技術政策総合研究所、行政機関としては、垂水市（総務課，土木課）、国土交通省九州地方整備局（道路部，大隅河川国道事務所）、鹿児島県（砂防課，河川課，森づくり推進課，大隅地域振興局）、消防、警察であった。

これにより、当初関係機関との調整に時間を要していたが、土砂災害専門家による助言や応急対策の進捗、今後の方針等の情報共有が図られ、対応が円滑に進むようになった。

##### 5.1 平成27年6月29日の内容

各関係機関が集まって以下の内容の情報共有を図り、今後、連絡会を発足することを確認した。

- (1)鹿児島県と国土交通省の監視体制の内容説明
- (2)垂水市における河川内の土砂掘削量の報告
- (3)土砂災害専門家（鹿児島大学 地頭菌教授）による崩壊メカニズム等の説明

- ・溶結凝灰岩の下からの湧水により、洗掘され溶結凝灰岩の層がオーバーハングとなり、トップリング崩壊した
- ・避難解除の判断材料は、崩壊斜面からの湧水

量と実効雨量

- ・湧水量の観測が有効

##### 5.2 第1回（平成27年7月10日）の内容

- (1)連絡会の趣旨説明
- (2)鹿児島県と垂水市の応急工事の内容説明
- (3)土砂災害専門家（鹿児島大学 地頭菌教授）による崩壊メカニズム等の説明

##### 5.3 第2回（平成27年7月17日）の内容

- (1)鹿児島県による導流堤工等応急工事完了報告
- (2)国土交通省によるLP測量の差分解析結果や監視体制、交通規制基準の説明
- (3)国土交通省による国道220号片側交互通行の開始についての説明。（会議終了後17時実施）
- (4)土砂災害専門家（鹿児島大学 地頭菌教授，国土技術政策総合研究所 土砂災害研究室長）から現状の説明

- ・湧水量の判定は、国土交通省が定点観測している画像を利用し、変化の度合いを記録することで減少の傾向が説明できる。
- ・湧水量の変化を観測することで、実効雨量の半減期を推定できる。

以上の報告を受け、垂水市は会議終了後、17時を以て、避難勧告を解除した。

##### 5.4 第3回（平成27年7月29日）の内容

- (1)7月28日の崩壊を受け、国土交通省の監視カメラが撮影した崩壊時の映像と九州地方整備局の防災ヘリ「はるかぜ」からのライブ映像を確認
- (2)土砂災害専門家（鹿児島大学 地頭菌教授）から現状の説明
- (3)国土交通省は、24時間体制で監視員を配置しており、今回は、土石流発生前に斜面の小崩壊を確認したため、土石流発生直前に交通規制の対応がとれたことから、監視体制継続していくことを関係機関で確認した。

##### 5.5 第4回（平成28年5月26日）の内容

- (1)鹿児島県により災害関連緊急事業の進捗と今後の対応、地下水位と実効雨量の現況を説明
- (2)垂水市より梅雨前の対応として、避難基準の設定、基準についての住民説明会の予定や避難所の準備状況を説明

#### 6. 平成28年梅雨期に向けての避難基準の設定

平成27年から雨量、地下水位、崩壊斜面からの湧水量（目視）、渓流量（目視）の観測を継続し

ており、鹿児島大学地頭菌教授の助言により、斜面からの湧水量と雨量及び現場の崩壊斜面の状況の相関を総合的に判断し、半減期40日の実効雨量を避難基準に使用することとした。

平成27年6月24日、7月5日、7月28日の土石流及び平成27年9月1日の崩壊は、この実効雨量が1,100mmを超えたところで発生していることから、このデータを根拠として、平成28年5月26日の「垂水市二川深港土砂災害に関する連絡会」において、垂水市は、実効雨量が下記の基準を超えるか超えると予想される場合に、下記の対応をとるとする深港川下流域住民の避難基準を設定した(図-1)。

- ・避難準備情報：実効雨量(半減期40日) 800ミリ
- ・避難勧告：実効雨量(半減期40日) 1,000ミリ
- ・避難指示：実効雨量(半減期40日) 1,100ミリ

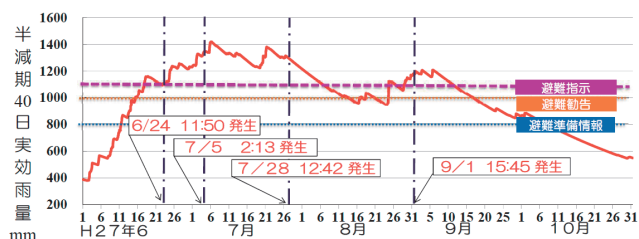


図-1 平成27年の崩壊・土石流発生時の実効雨量

## 7. 平成28年梅雨期における避難基準の運用と崩壊・土石流の発生

垂水市は、避難基準を定めた後、6月2日に地元住民に基準の内容を説明した。

6月19日10時に実効雨量800mmを超えたため、市は10時30分に避難準備情報を発令した。

6月28日14時に実効雨量1,000mmを超えたため、市は14時に避難勧告を発令し、翌29日7時に実効雨量1,100mmを超えたため市は9時に避難指示を発令した。

避難指示の翌日6月30日8時25分に斜面が崩壊し、土石流が発生、さらに7月2日、7月4日にも崩壊・土石流が発生したが大きな被害はなかった。

このことから、実効雨量(半減期40日)による避難基準の有効性が確認された。

7月19日には、鹿児島大学地頭菌教授による現地調査によって溶結凝灰岩層がオーバーハングする等の不安定な状況はないことが確認され、斜面湧水量がピーク時(平成27年7月6日)の5割程度に低下したことから、小規模崩壊は起こっても下流まで到達する土石流発生の可能性は低いとの見解が示され、河道内の土石も除去されていたことから、垂水市は避難指示を解除した。

## 8. 土石流対策工事の実施状況

平成27年度に、国の災害関連緊急砂防事業の採択を受け、平成29年3月までに、河道内の土砂除去や、斜面の安定を図るための地下水対策を実施してきたところであり、今後引き続き、集落上流における砂防堰堤の整備、崩壊斜面を安定勾配に整形する山腹工等を行うこととしている。

### まとめ

災害対応では、初期対応が非常に大事でありその後の迅速な応急対応につながる。

さらに、連絡会を設置し、土砂災害専門家による助言により、地下水の湧水量や実効雨量の監視を続け、そのデータを活用し避難基準を設定した。

平成28年6月、垂水市は土石流発生前日に避難指示を発令することができたため、この基準の有効性が確認された。

今後も、引き続き監視を続けながら、土砂災害対策工事の早期完成を目指していきたい。

### 参考文献

- 1) 気象庁ホームページ：過去の気象データ検索、参照 2017-02-21
- 2) 地頭菌 隆：2015年鹿児島県垂水市深港川の土石流災害について、国土交通省九州地方整備局平成27年度防災対策連絡会(TEC-DOCTOR会議)資料、資料-1、2016

綾織孝文



執筆当時 鹿児島県砂防課技術主幹兼砂防係長  
現 薩摩川内市  
Takafumi AYAORI

田村 毅



鹿児島県砂防課参事兼砂防課長  
Takeshi TAMURA