

平成29年台風21号による土砂災害への対応 と今後の課題について

森川 智¹・榎原 伴樹²

¹和歌山県 砂防課 (〒640-8585和歌山県和歌山市小松原通一丁目1番地)

²和歌山県 土砂災害啓発センター (〒649-5302和歌山県東牟婁郡那智勝浦町市野々3027番6)

2017年10月に近畿地方を来襲した台風21号は、和歌山県北部の紀の川沿いに300mmを超える降雨をもたらした。この地域の平均年間降水量は約1500mmであり、3日間で年間降水量の1/5がこの台風によりもたらされた。この台風により土砂災害が多発し、特に斜面崩壊に伴う土石流が発生した紀美野町の梅本地区では住民が長期間の避難を余儀なくされるとともに、九度山町の上古沢地区では地すべりにより南海電鉄高野線が被災し列車の運行が休止した。

本発表では、この土砂災害に対して県が実施した緊急対策の事例を紹介するとともに、その対策の実施過程で明らかになった課題と対応について報告する。

キーワード 土砂災害, 緊急対策, 啓発活動

1. 台風21号による土砂災害の発生状況

2017年10月の台風21号の来襲により、和歌山県では21日午後から南部を中心に大雨となり、特に22日午後から23日明け方にかけて、台風の影響により県内全域で暴風を伴った大雨となった。この台風によりもたらされた降雨量の分布を図-1に示す。

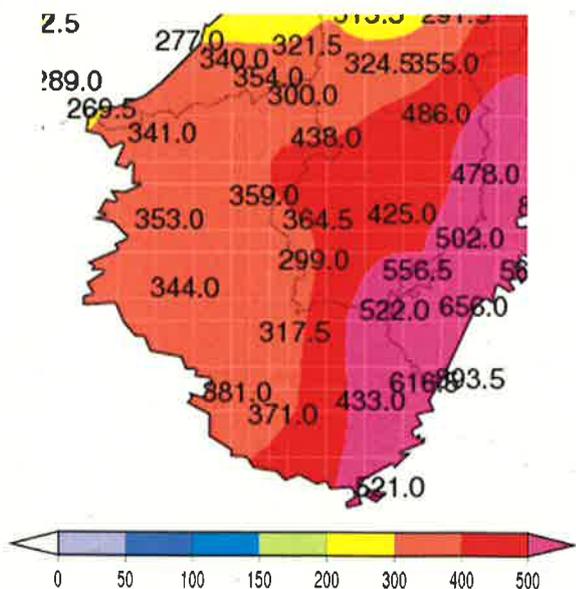


図-1 降雨量分布図 (10月20日12時~23日12時) ¹⁾

県北部の紀の川沿いでは、300mmを超える連続降雨が観測された。特に、和歌山地方気象台所管の約40年間の

観測記録を有する「かつらぎ」・「葛城山」・「高野」の各観測地点では、歴代1位の日降水量が観測されるとともに、130年を超える観測期間を有する観測地点である「和歌山」においても、歴代4位の日降水量が観測されるなど、この台風に伴う降雨量は、紀の川沿いでは、2011年の紀伊半島大水害を超える規模であった。

この台風21号と1週間後に接近した台風22号に伴う降雨により、県では紀の川圏域を中心に28件(土石流等2件、地すべり5件、がけ崩れ21件)の土砂災害が発生した。特に避難指示が発令される等、二次災害防止のための緊急対策が必要となり、災害関連緊急砂防事業等の国庫補助事業の申請に至った土砂災害は紀の川南岸の長峰山脈沿いに発生した。



図-2 国庫補助事業申請箇所位置図

国庫補助事業の申請箇所的位置図を図-2に、土砂災害の発生状況をそれぞれ写真-1から写真-5に示す。



写真-1 海南省東畑地区



写真-2 紀美野町奥佐々地区



写真-3 紀美野町梅本地区



写真-4 かつらぎ町星川地区



写真-5 九度山町上古沢地区

特に、斜面崩壊に伴い発生した土石流が下流集落到到達した紀美野町梅本地区では、再度の土石流発生に備え9戸の住民が地区外への避難を余儀なくされた。また、地すべりにより南海電鉄高野線の線路および駅施設が被災した九度山町上古沢地区では、南海電鉄高野線の運行が休止となるとともに、1級河川不動谷川の埋塞が懸念される状況となった。

2. 県による緊急対策

和歌山県砂防課では、台風21号の接近に伴い市町村や地域住民の警戒避難活動を支援するために、土砂災害警戒情報の発表に備え警戒態勢を敷くとともに、土砂災害情報および住民の避難情報の収集に努めた。災害情報の収集に際しては、台風に伴う連続降雨量に着目し、土砂災害発生の可能性の高いと推定される区域（平均月降水量や日降水量と比べて多量の降雨が観測された区域）を中心に情報収集を行うよう県出先機関を指示した。

また、情報収集後の現地調査に際しては、土石流災害の場合には被害が発生している区域だけでなく源頭部の調査を行うこと、地すべりが疑われる場合、尾根付近までの山腹斜面の調査を行うことを指導した。その結果、梅本地区では現地調査により源頭部となる崩壊斜面を発見するとともに、UAVを用いて土石流の発生・流下・堆積区間の特定を行うことができた。

その後、収集した災害情報および現地調査の結果等を用いて、土砂災害発生箇所における対策事業の選定を行った。事業の選定に当たっては、土砂災害の規模や緊急性、事業の採択要件等について検討を行った。検討結果を表-1に示す。

個々の災害発生箇所において、シート張等の一般的な緊急対応が実施されたが、本発表では、避難勧告の早期解除のために取り組んだ紀美野町梅本地区の事例と鉄道の運行再開のために取り組んだ九度山町上古沢地区の事例について報告する。

(1)紀美野町梅本地区の事例

梅本地区に流入する梅本川流域では、10月22日午後10時頃、上流山腹で崩壊が発生し、崩土が溪床堆積物を巻き込みながら土石流となって流下した。崩壊規模は崩壊面積8,080 m^2 、崩壊土砂量は12,120 m^3 と推定される。土石流は集落上方の谷出口で氾濫を始めたが、谷出口下方に位置する町道直上流の狭窄部で閉塞したため、人家への流木や巨礫の直撃を避けることが出来た。地区住民は22日の日中に自主避難していたため人的被害は回避できたが、集落到後続流が流入し床下浸水が発生した²⁾。

県では、23日に上流山腹を横断する県道が被災したとの情報を受け現地調査を実施した結果、土石流による再度災害のおそれが高いと判断し、24日に町に調査結果を

表-1 土砂災害対策事業内訳表

事業区分	事業名	土石流等	地すべり	がけ崩れ	合計
補助事業	災害関連緊急砂防事業等	1	3	1	5
交付金事業	地すべり対策事業		2		2
県単独事業	-	1		20	21
	合計	2	5	21	28

説明するとともに避難指示発令の支援を行った。25日には、避難指示の早期解除のために強靱ワイヤーネット工法の導入を決定し、資材確保の準備を行った。

また、国土交通省砂防部に土砂災害専門家の派遣を依頼し、県の緊急対応や今後の対策についての技術的助言を求めた。その結果、10月30日に国土技術政策総合研究所（大規模土砂災害対策技術センター）の木下主任研究官による現地調査が行われ、土砂災害の発生原因や緊急対応で不足している点、今後の対策等について助言をいただいた。

上記の対応と並行して恒久対策を実施するため、国土交通省と災害関連緊急砂防事業についての協議を進め、11月20日に申請を行った。

強靱ワイヤーネット工については、11月10日に着工し12月14日に完成した。その結果、12月15日に避難指示の解除が行われた。現在は、恒久対策である砂防堰堤工事を実施している。写真-6に強靱ワイヤーネット工設置状況を示す。



写真-6 強靱ワイヤーネット工設置状況（梅本地区）

(2)九度山町上古沢地区の事例

九度山町上古沢地区では、台風21号に伴う豪雨により幅100m、高さ100mの地すべりが発生した。上古沢地区については、この台風以前から斜面内の町道の路面沈下や擁壁のクラック等が見られたことから地すべりの可能性を町が把握していたが、10月23日午前6時30分頃に上古沢駅構内の上り線分岐器付近の路盤（線路を支えている地盤）の低下が発見され鉄道の運行が休止したことから、県は地すべりが発生したと判断し対策に取り組むこ

ととした³⁾。地すべり対策の実施に際しては、緊急対策が必要であることから国土交通省と協議の結果、災害関連緊急地すべり対策事業にて対応することとした。

県では鉄道管理者である南海電気鉄道株式会社（以下、南海電鉄という）と協働しながら、地すべり調査計画を策定するための現地調査を27日に実施し、11月2日に土砂災害専門家の助言を得た後、同日に地すべり調査計画を決定した。この計画には、警戒避難に関する項目を加えることで、町が行う地域住民の避難の支援も行った。

11月3日には調査ボーリングの準備工に着手するとともに、避難のための観測機器（伸縮計、パトライト）の設置を8日に完了した。調査ボーリングは17日より掘削を開始し、12月14日に主測線のボーリングを完了した。ボーリングマシンの搬入に際しては、南海電鉄に依頼することで、搬入路の設置に係る日数の短縮を図った。

また、地下水を排除するための緊急排水ボーリングを11月27日から開始し、12月11日に完了した。排水ボーリングの規模については、現地調査及びUAVによる地形計測結果による地すべりブロックの平面形状や等高線から、風化岩地すべりの可能性が高いと判断し、すべり面の形状・深さを想定して排水ボーリングの長さを決定した。排水ボーリングからは最大700ml/分の排水が確認された。

通常の地すべり対策事業では、調査ボーリング完了後、一定期間、機器による地すべり観測により、すべり面や地下水位等を決定し、機構・安定解析や対策工事設計を実施するが、この地すべりについては、排水ボーリング等の緊急対応や鉄道の早期運行再開が必要であることから、対策工事の設計等に必要となるすべり面や地下水位等について、ボーリング調査のデータ（コア観察やボーリング掘削時の地下水位）により決定することとした。なお、地すべり観測については継続することで、安定解析等のチェックに使用することとしている。

機構解析の結果、応急対策としてのアンカー工を施工することにより、鉄道運行再開を図れることが判明したため、最優先でアンカー工事を実施することとした。工事にあたっては、鉄道隣接工事であることや工事資材を鉄道で運搬することが効率的であるため、南海電鉄と委託契約を行い、平成30年1月16日に着手し3月23日に完成した。現在は、地すべりブロックの更なる安定化のため地すべり対策工事を実施中である。写真-7にアンカー工の状況を示す。



写真-7 アンカー工施工状況(上古沢地区)

3. 緊急対策に関する課題と対応

(1) 土砂移動状況の把握

土砂災害の特徴として、時空間的な災害発生予測の困難さがあるが、台風21号のように和歌山市から高野町までの広い地域に記録的な豪雨がもたらされた場合、住家や道路に土砂災害が発生した箇所については、防災部局や消防等への情報収集により比較的発生場所の特定が容易であるが、直接的に土砂災害に至らなかった土砂移動状況の把握は非常に困難である。このような状況の箇所の中には、次期降雨による大規模な土砂移動が土砂災害に繋がる可能性もあることから、通常とは異なる降雨が発生した地域における土砂移動状況の把握は重要であると考えている。

県では、紀伊半島大水害や今年の台風21号の災害を受け、上記の課題に対応するため、人工衛星のSAR画像を土砂移動箇所の特定に活用できないか関係機関と勉強を開始した。現在のところすぐに実用できるかどうか分からないが、大規模土砂災害発生箇所や特に大規模な土砂災害に繋がる可能性のある土砂移動箇所の特定につながることを期待し、SAR画像解析技術の活用を検討していきたい。

(2) 二次災害防止対策の事例収集

斜面崩壊に伴う土石流や地すべり等により土砂災害が発生すると、崩壊の拡大や地すべりの再活動による二次災害が懸念される場合が多く、その場合、土砂移動を抑制するための緊急対策や住民の警戒避難のための土砂移動状況の監視が必要となる。今年の台風21号により土石流と地すべりが発生した箇所においても、土石流の発生を検知するためのワイヤーセンサーや地すべり活動の監視をするための地盤伸縮計の設置を行い、住民の警戒避難を支援するとともに、地すべり活動を抑制するための緊急排水ボーリングや土石流の捕捉を目的とした強靱ワイヤーネットの設置を行った。

これらの緊急対策は、砂防課の指導の下で実施された

が、現場を担当する出先機関が自主的に実施できるように体制を整えておく必要がある。

このため、全国的に実施された緊急対策の事例を収集・分類することで、二次災害防止対策が迅速に実施できるようにしていきたい。

また本県では、大規模土砂災害対策技術センターに常駐する国土技術政策総合研究所の木下主任研究官に依頼し、土砂災害発生箇所における対策について土砂災害専門家の技術的助言を受けることができるような体制を構築している。土砂災害専門家による現地調査状況を写真-8に示す。



写真-8 土砂災害専門家による現地調査

(3) 啓発活動の充実

今年の台風21号では19市町村に対して土砂災害警戒情報を発表した。その19市町村のうち16市町村で避難勧告が発令された。残りの3市町村においても避難準備情報が発表されており、土砂災害警戒情報が持つ重要性に対する市町村の認識が向上してきていると考えられる。今後は、土砂災害警戒情報が確実に避難勧告に繋がるように、市町村担当者会議における県のソフト対策の説明や土砂災害防止月間に行う情報伝達訓練等とおして、市町村の認識のさらなる向上を図っていく必要がある。

また、土砂災害の犠牲者をなくすためには地域住民に土砂災害に関心を持ってもらうための啓発活動が不可欠である。和歌山県では、紀伊半島大水害を契機として、土砂災害に関する啓発活動を行うための和歌山県土砂災害啓発センターを平成28年4月に那智勝浦町に設置した。このセンターでは、啓発活動の一環として、地域住民が土砂災害について考え、いざというときに安全かつ迅速に避難ができるように、土砂災害に関する講演会を県内各地で実施しており、土砂災害について地域住民に関心を持っていただくように引き続き講演会を継続してゆく。写真-9に地域講演会の様子を示す。



写真-9 地域講演会 (かつらぎ町)

4. おわりに

紀伊半島大水害以降、2014年の広島土砂災害、昨年の九州北部豪雨災害を見ていると、今までに経験したことがないような豪雨が毎年のように発生している。それに伴い、地域内の複数の溪流において土石流が同時に多発するなど、地域全体が被災するような激甚な土砂災害が発生しており、警戒避難体制の構築等、今まで以上に平常時からの備えが大切になってくると考える。

土砂災害の被害を軽減するためには、住民の「知る努力」と行政の「知らせる努力」が相乗的に働くことが必要であり、そのためには土砂災害に関する啓発活動は非常に重要である。また、土砂災害が発生した場合には、二次災害防止のための緊急対応がその後の復興に影響するため、迅速かつ的確な対応が必要である。

県では、紀伊半島大水害や昨年の台風21号による土砂災害への対応を振り返り返ることで、災害対応の充実を図り、土砂災害の被害軽減につなげてゆく。

謝辞：台風21号による土砂災害への対応について助言等、ご支援を賜りました国土交通省砂防部、国土技術政策総合研究所にこの場を借りて感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 和歌山地方気象台：気象速報（台風21号）
- 2) 岡田和美ら（2018）：平成29年10月22日台風21号豪雨で発生した梅本川土石流災害と対応について、平成30年度砂防学会研究発表会
- 3) 中山雅之ら（2018）：平成29年10月22日の台風21号によって滑動した三波川帯地すべり、平成30年度砂防学会研究発表会