

近畿地方の災害と対策

—紀伊半島における土砂災害と対策—

○徳田献一 (和歌山大)

1. はじめに

近年、日本各地においてゲリラ豪雨や台風による風水害が頻繁に発生している。これらの風水害は、低地においては冠水や洪水、堤防決壊による浸水を引き起こし、山間部においては土砂災害を引き起こす。

近年の日本における風水害では、表 1. に掲げたように日本各地で発生し、多数の死者を出している。土石流の被害では、たとえば 2009 年の中国・九州北部豪雨により発生した土石流は、山口県防府市で老人介護施設をのみこむ被害を出した。また、2011 年の台風 12 号による被害は、奈良県などで土砂崩れを引き起こし自然ダムを形成するなど深層崩壊などを引き起こした。

1.1 紀伊半島の地理的特性

紀伊半島の地理的特性として、半島の海岸部まで山地が迫り、海岸線の多くは急峻な絶壁を形成している箇所が多いことが挙げられる。気候は、年間雨量が他地域に比べても多いという特性があり、台風あるいは豪雨による被害が毎年発生している。

1.2 災害調査の目的と手法

我々の災害調査の目的は、土砂災害について調査を行い、対策のためのロボット技術課題を見いだすことである。本稿における調査と考察の手法として、風水害が発生した後の時系列に沿った対策について分類を行い、近畿地方で発生した土砂災害と並べ比べていくことにより、災害対策の中での技術課題存在について

検討する手法をとることにした。

発生した災害として、2011 年に発生した平成 23 年台風 12 号による土砂災害を取り上げ、対策の時系列分類を試み、技術課題について考察作業に着手した。

本稿では、着手した調査手法について報告し、調査方法および、予想される問題点などについて報告を行う。

2. 風水害対策の分類

豪雨災害による被害を考えるに当たって、わが国の風水害への対策から見た時系列および地域による分類を行う。風水害対策の時系列による分類については、国土交通省防災業務計画では (1) 災害予防、(2) 災害応急対策、(3) 災害復旧・復興の 3 つの段階に分けて諸施策を具体的に定めている [2]。このうち、いったん災害が起こってから必要な対策は (2) 災害応急対策であり、ハードウェアに対する対策を時系列順に整理すると次のような流れが想定されている。

1. 風水害に関する警報等の伝達
2. 災害未然防止活動
3. 災害発生直後の情報の収集・連絡及び通信の確保
4. 災害発生直後の施設の緊急点検
5. 災害対策用資機材、復旧資材等の確保
6. 災害発生時における応急工事等の実施
7. 災害発生時における交通の確保等
8. 緊急輸送
9. 代替輸送
10. 二次災害の防止対策
11. ライフライン施設の応急復旧

表 1 近年の日本における風水害 ([1] をもとに作成)

年. 月	災害名	主な被災地
2008. 2	低気圧による被害	北海道, 東北, 中部地方
2008. 7	大雨による被害	北陸, 近畿地方 (特に兵庫)
2008. 8	平成 20 年 8 月末豪雨	東北, 関東, 東海, 中国地方 (特に愛知)
2009. 7	平成 21 年 7 月中国・九州北部豪雨	中国, 九州地方 (特に山口, 福岡)
2009. 8	平成 21 年台風第 9 号	近畿, 四国地方 (特に兵庫)
2009.10	平成 21 年台風第 18 号	東北, 関東, 中部, 近畿地方
2010. 6-7	平成 22 年梅雨前線による大雨	中国, 九州地方を中心とする全国
2010.10	鹿児島県奄美地方における大雨	鹿児島県 (奄美)
2011. 7	平成 23 年台風第 6 号	関東, 東海, 近畿, 四国地方
2011. 7	平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨	東北, 北陸地方 (特に新潟, 福島)
2011. 8-9	平成 23 年台風第 12 号	関東, 東海, 近畿, 中国, 四国地方
2011. 9	平成 23 年台風第 15 号	全国
2012. 5	平成 24 年 5 月に発生した突風等	関東地方 (特に茨城, 栃木)
2012. 7	九州北部豪雨	九州地方

また、ソフトウェアに対する対策については、組織に対するものの他、被災者・被災事業者に対する措置などが想定されている。

次に、地域による分類を考えると、河川、海岸、山間部に分けられる。これらの地域において起こりうる災害として、河川の氾濫による洪水（外水氾濫）および排水不良による内水氾濫、高潮、土砂災害がある。

これらの災害の発生原因として、かつては台風が多かったが、近年、急激に発達した低気圧とそれに伴う豪雨が増加傾向にある。台風は進路が予測し易く直前の対策を講じやすいのに対し、急激に発生する低気圧は予測が難しいという特徴がある。

3. 紀伊半島における 2011 年台風 12 号被害

2011 年の平成 23 年台風 12 号が紀伊半島にもたらした災害の概要、および、被災地の状況を地盤工学会等による報告書 [4] から取り上げる。

3.1 災害の概要

2011 年 8 月 30 日から 9 月 4 日にかけて台風 12 号の停滞によって、奈良県、和歌山県、三重県を中心とする紀伊半島に被害をもたらされた。

奈良県上北山村では総雨量 1812.5mm の国内観測史上最多雨量を記録したように、降り始めからの雨量が 1000mm を越える箇所が続出した。土砂災害の規模は、崩壊土砂総量が推定 1 億 m^3 にのぼり、豪雨による崩壊土砂量としては戦後最大とみられている。

被災地として取り上げた天川中学校、坪内地区は、ともに奈良県吉野郡天川村にあり、村内を北東から南西に流れる天ノ川の東側に集落がある。台風 12 号による豪雨によって、天ノ川をはさんだ対岸アシノセ谷が斜面崩壊（9 月 3 日 20 時 30 分頃）し、天ノ川に流れ込んだ土砂により、川の流路を天川中学校側に変え洗掘を発生させた。次に、この土砂が川をせき止め、坪内地区に浸水被害をもたらした。

3.1.1 天川中学校付近の洗掘被害

9 月 3 日の天川中学校付近の洗掘被害

- 20 時 30 分頃：アシノセ谷斜面が崩壊
- 22 時 50 分頃：天川中学校教職員より救助要請。
- 翌朝、アシノセ谷から天ノ川へ崩壊土砂が流入し、グラウンドをそぎ落とす洗掘現象により住宅が流されていることがわかる。

3.1.2 坪内地区の浸水被害

9 月 4 日の坪内地区の浸水被害を時系列にすると次のようになる。

- 12 時半過ぎ：冷や水での斜面崩壊による天ノ川の堰き止め発生。
- 13 時 15 分頃：住民が避難しつつ役場に一報を入れる。
- 13 時 45 分頃：避難バスによる避難
- 14 時 30 分頃：天川中学校校舎水没し始める。平常時の川面より約 6m 水位上昇。
- 16 時 30 分頃：平常時の川面より約 11.5m 水位上昇。（浸水ピーク）
- 17 時 30 分頃：避難解除

3.2 災害応急対策についての考察

風水害に関する警報等の伝達、災害未然防止活動については、台風 12 号の停滞が長かったことにより、警報や災害未然防止活動は十分にとられたと考えられることにより、それ以降の活動について見ていく。

3.2.1 災害情報収集・連絡手段

次の工程は、3. 災害発生直後の情報の収集・連絡及び通信の確保となるが、天川中学校付近の災害は深夜であることから、発生した災害の情報収集が困難であったことがうかがえる。

一方、坪内地区の浸水被害については、日中の災害であったため、住民の避難と通報が迅速に行うことができたと考ええる。

しかし、その後の災害の進行は早く、天川中学校校舎への浸水から浸水ピークまで、わずか 2 時間足らずであり、災害の把握が時間的に困難であることがわかる。被害状況の把握については、ヘリコプターによる空撮が行われることになっていたが、進行が急激であり、天候が荒れている間の飛行が困難である他、把握までの時間がかかっている。

国土交通省による回転翼機による被害状況調査、および国土地理院による航空写真撮影は 9 月 6 日に行われている [5]。

3.2.2 災害発生直後施設点検

河川管理施設や道路施設などの点検を行い、防災拠点、避難地、避難路についての情報収集が必要となる。

3.2.3 応急工事

災害対策用資機材、復旧資材等の確保および、災害発生時における応急工事等の実施がなされる。

具体的には、応急工事のための建設機械が出動している。そのほか、具体的に排水ポンプ車、照明車、情報収集車、衛星通信車、Ku-SAT、分解型バックホウ、応急組立橋、散水車、路面清掃車、側溝清掃車、サイフォン式排水装置などが出動している [5]。

3.2.4 交通確保

災害発生時における交通の確保等については、緊急輸送および代替輸送の体制を整えなければならないが、閉塞道路の解消には時間がかかっている。具体的な作業として、閉塞道路各所で仮設迂回路の建設そして道路復旧工事が続けられている。

3.2.5 二次災害防止

二次災害の防止対策として、河川水位の観測および斜面の変動観測により、地盤の緩みなどによる土砂災害の危険性についての調査点検が必要である。

防止対策機器として具体的には、投下型水位観測ブイ、監視カメラ、ワイヤーセンサー、および、斜面崩壊検知センサーが投入された [5]。

3.2.6 ライフライン応急復旧

ライフライン施設の応急復旧水道、電気・ガス、通信などの応急復旧を行う必要がある。

3.2.7 平時の対策

土砂災害防止法は都道府県が警戒区域を指定し、指定後は市町村がハザードマップを作ったり避難指示の発令基準や伝達手段の整備を進めたりすると規定されているが、十分進んでいるとはいえない [6].

4. 期待される技術

土砂災害の発生後にとるべき対策についての技術課題を考察するにあたって、開発が急がれる技術の目安として、現在までに人力で行っている作業の軽減あるいは代替を行うという観点で整理を試みる。

とるべき作業として、「災害情報収集・連絡手段技術」「災害発生直後施設点検技術」「応急工事技術」「交通確保技術」「二次災害防止技術」の5つに分類することにする。

4.1 災害情報収集・連絡手段技術

監視カメラや水位センサなど危険箇所採取した情報を遠方から取得し、適切な避難誘導や、応急工事などの指示を行うための通信手段の構築は重要である。無線技術については、長距離を対象とした無線 LAN などが開発、製品化が進められている。

4.2 災害発生直後施設点検技術

道路の安全、とりわけ、避難路の安全点検および避難地の安全確認が優先すべき課題と考えられる。2009年の平成21年台風9号による災害時には、避難勧告を受けて避難中の住人が避難路において死亡しており [7]、避難路の安全確認は重要である。現状では、パトロールカーによる巡視あるいは監視カメラによる監視を行うことができるが、天川村の例にあるように、土砂災害による河川の増水は発生予測は困難であり、また発生から災害の進行は急であることからパトロールカーによる巡視だけでは不十分である。監視カメラについては、すべての地域をカバーするように設置することは現実的ではない。また、豪雨災害では雨や霧のため視界が悪いため、山頂など高所からの監視も十分に行き届かない。そのため、災害発生後すみやかに監視カメラを設置するような、体制および支援機器システムの開発が期待される。

4.3 応急工事技術

これらについて、「建設機械等による災害対処・復旧支援に関する懇談会」による提言 [8] では次の機械等の開発の提言を行っている。

- 建設機械として、瓦礫・土砂の小運搬、積み込みが行える機器
- 分解・組立が容易な建設機械
- 大型履带式不整地運搬車
- トンネル臨時点検の無人調査ユニット
- 緊急時の橋梁仮設機械
- 管渠・側溝等清掃機械
- 長距離・高揚程で排水が可能な排水ポンプ車
- 無人施工機械の整備

4.4 交通確保技術

代替交通として不整地を踏破する機構を持った乗用、運搬用の機器技術が当たると考えられる。重量物、ヒ

ト、物資の移動に整理し、仮設道路だけでなく、鉄道、仮設ロープウェイなど複数の交通手段を構築できる技術が期待される。

4.5 二次災害防止技術

土砂災害については、危険と思われる箇所へのセンサ設置が有効であると期待されている。センサ方式として、傾斜計による方法、変位伸縮計による方法、音響式距離計測、無線式距離計測、転倒式土塊到達検知、振動検知などがあり、観測対象の広さや、センサ設置する立地条件などから計測方法が選ばれる。

これらのセンサの設置作業は、空中からのセンサ投下の他は、人力により設置されるもので、設置作業自体が危険な作業である。そのため、センサ設置にかかわる作業を支援する機械システムの開発などが期待される。

5. おわりに

本稿では、紀伊半島における土砂災害について、対策の技術課題を考えるという問題に対し、実際に起きた土砂災害を時系列に従って技術課題の存在の有無について考察を試みた。

調査の結果、技術課題の整理のために、各現場での実際の作業について、さらに深い調査の必要があることがわかった。しかし、調べた結果から得られたものとして、監視カメラや二次災害防止用のセンサ設置についての作業を支援する、あるいは、無人化する技術の開発の必要性があると考えられる。

また、土砂災害は紀伊半島特有の問題ではなく、我が国において毎年のように発生している。本稿執筆時点である2012年7月においては、九州北部での災害が進行している。土砂災害も多数発生しており、7月12日の熊本県阿蘇地方と川辺川流域、7月14日の福岡県八女市星野村など、状況は現在も進行中である。人命を救う技術の発展を心から願う。

参考文献

- [1] “我が国における近年の主な自然災害”，平成24年版防災白書附属資料，附-61，(2012).
- [2] “国土交通省防災業務計画（平成23年8月修正）”，<http://www.mlit.go.jp/saigai/gyoumukeikaku.html>
- [3] 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境・治水課：水害レポート2011，(2012).
- [4] 地盤工学会，日本地質学会，日本応用地質学会，関西地質調査業協会，中部地質調査業協会：“平成23年台風12号による紀伊半島における地盤災害調査報告書”，(2012).
- [5] 水管理・国土保全局防災課災害対策室：“災害情報（平成24年1月11日10:00現在）”，国土交通省，(2012).
- [6] “土砂災害、警戒区域の指定5割に満たず 危険のある52万カ所”，日本経済新聞，2011年11月11日，(2011).
- [7] “台風9号猛威 「叫び声 3人流された」 避難所移動中の悲劇”，産経新聞，2009年8月11日，(2009).
- [8] 建設機械等による災害対処・復旧支援に関する懇談会：“建設機械等による災害対処・復興支援について 提言参考資料”，(2007).
- [9] 岩井将行，今井大樹，西谷哲，小林正典，戸辺義人，瀬崎薫：“iPicket: 無線センサ坑を用いた地滑り計測”，情報処理学会研究報告，(2010).
- [10] 水管理・国土保全局防災課災害対策室：“平成24年7月九州北部豪雨による大雨の被害状況等について”，国土交通省災害情報（2012年7月20日15:00現在），(2012).