

平成24年度

「土砂災害への警戒の呼びかけに関する検討会」

－ 土砂災害に対する実効性の高い呼びかけに向けて －

報告書（案）

## はじめに

土砂災害に対する警戒避難の呼びかけについては、気象台の発表する大雨警報に加えて、30年前の昭和57年7月豪雨（以下「長崎豪雨」という。）をきっかけに「警戒避難基準雨量」が地方自治体で導入され、また、平成12年には「土壌雨量指数」を用いて土砂災害への一層の警戒を呼びかける大雨警報の運用が始まった。

さらにその後、大雨による土砂災害のおそれがあるときに、都道府県砂防部局と地方気象台等が共同で「土砂災害警戒情報」を発表し、市町村や住民等に警戒を呼びかける取り組みが進められている。「土砂災害警戒情報」は、市町村長が行う避難勧告等の判断や住民の自主避難の参考となるよう、平成17年9月に鹿児島県で運用を開始し、平成20年3月までに全ての都道府県で発表されるようになった。

「土砂災害警戒情報」の全国運用開始から約4年が経過したことから、これまでの利活用状況や運用実績、技術の進展等を踏まえ、土砂災害への警戒の呼びかけに関わるさらなる改善方策について検討を行うこととした。平成23年台風第12号による和歌山県、奈良県での土砂災害事例における課題及び対応策についても本検討へ反映することとした。

検討会は、砂防学、気象学、災害情報学の学識経験者、土砂災害の経験のある市長などから構成され、平成24年7月から平成25年1月まで3回に渡って検討を行った。検討した内容は、降雨予測と土砂災害警戒情報の現状と実績を整理し、土砂災害に関する知見及び国土監視技術の取り組み状況を踏まえ、土砂災害発生情報を活用した警戒の呼びかけ方について具体的な改善方策を提案した。

さらに、本施策の実現に向けて、今後の国土交通省水管理・国土保全局砂防部及び気象庁予報部の取り組みの方向性について提示した。本報告書は、これらの検討結果をとりまとめたものである。

## 委員名簿

	牛山 素行	静岡大学防災総合センター 准教授
	亀田 晃一	南日本放送 気象予報士
	執印 康裕	宇都宮大学農学部森林科学科 教授
座長	田中 淳	東京大学大学院情報学環 総合防災情報研究センター長
	新野 宏	東京大学大気海洋研究所長
	藤山 秀章	内閣府政策統括官（防災担当）付参事官 （調査・企画担当）
	松本 浩司	日本放送協会 解説委員
	水山 高久	京都大学大学院農学研究科 教授
	村山 秀幸	新潟県上越市長
	山口 英樹	消防庁 国民保護・防災部 防災課長

（敬称略、五十音順）

「土砂災害への警戒の呼びかけに関する検討会」 報告書  
ー 土砂災害に対する実効性の高い呼びかけに向けて ー

目次

1	土砂災害の特徴と土砂災害への警戒を呼びかける情報の現状	- 1 -
1.1	最近の土砂災害の特徴と人的被害の傾向	- 1 -
1.2	土砂災害への警戒を呼びかける情報と降雨予測の現状	- 2 -
1.2.1	土砂災害警戒の呼びかけ方の変遷	- 2 -
1.2.2	降雨予測の現状と改善	- 3 -
1.2.3	土砂災害警戒情報の運用実績	- 5 -
1.3	土砂災害に対する避難行動の現状	- 6 -
1.3.1	被災者の避難行動の傾向と避難行動モデル	- 6 -
1.3.2	避難行動の実態	- 7 -
1.4	土砂災害への警戒を呼びかける情報の現状と課題	- 8 -
2	土砂災害の発生に関する検知、情報収集に向けた技術的な取り組み	- 9 -
2.1	土砂災害発生情報の収集体制	- 9 -
2.2	土砂災害発生の把握技術	- 11 -
2.3	土砂災害発生のポテンシャルを把握する水文監視	- 13 -
2.3.1	国土交通省による流域全体の土砂災害監視に向けた取り組み	- 13 -
2.3.2	ダムの流入量を用いた地すべり等の土砂災害発生ポテンシャルの把握	- 14 -
2.4	各種技術の活用に向けた課題	- 16 -
3	土砂災害への警戒の呼びかけ方の改善の方向性	- 17 -
3.1	情報の発表イメージ	- 17 -
3.2	改善に向けた体制拡充	- 21 -
3.3	改善に向けた法制度等の改正の方向性	- 22 -

# 1 土砂災害の特徴と土砂災害への警戒を呼びかける情報の現状

## 1.1 最近の土砂災害の特徴と人的被害の傾向

我が国では、土砂災害は年平均1,000件を超えて発生している。その中でも近年発生した土砂災害の特徴を下記に示す。続いて、土砂災害における人的被害の傾向を示す。

### (1) 大規模な土砂災害の発生

深層崩壊等による大規模な土砂崩壊・移動が近年も多発している。ごく最近に発生した事例としては、平成23年台風第12号による土砂災害があげられる。

平成23年9月2日から9月4日にかけて、台風第12号により、広い範囲で総降水量が1,000mmを超え、所により2,000mmに達する記録的な大雨となった。この大雨により和歌山県、奈良県、三重県を中心に広い範囲で多数の土砂災害が発生した。発生した土砂災害は表層崩壊のみならず、大規模な深層崩壊もあり、紀伊半島では17箇所 of 河道閉塞が形成されるなど甚大な土砂災害が発生した。河道閉塞の発生に伴い、国土交通省では9月6日に緊急調査に着手し、河道閉塞崩壊に伴う重大な土砂災害が想定される区域および時期を関係都道府県、市町村へ通知した。

台風第12号による土砂災害において、次のような課題が残された。

- ・豪雨の中、土砂災害警戒情報等を随時発表していたが、多数発生した深層崩壊等の大規模災害について効果的な警戒を呼びかけることができなかった。
- ・広域停電により、監視データの収集、警戒の呼びかけが行えない事態となった。
- ・深層崩壊の機構解明、発生基準や被害想定等の調査・研究面の進展が求められた。

### (2) 地震後の土砂災害

近年において、平成16年新潟県中越地震、平成20年岩手・宮城内陸地震、平成23年東北地方太平洋沖地震と強い揺れを伴う地震が発生しており、その地震のたびに甚大な土砂災害が発生している。

その中でも平成23年には、3月11日に東北地方太平洋沖地震、その後引き続き発生した3月12日の長野県北部の地震、3月15日静岡県東部の地震と立て続けに強い揺れを伴う地震が発生し、多数の土砂災害を引き起こした。

東北地方太平洋沖地震では、宮城県栗原市で最大震度7の揺れを観測し、この揺れによる土砂崩壊、移動が多数発生している。福島県白河市葉ノ木平では死者13名、栃木県那須烏山市川西において死者2名の地震が要因となる地すべりによる土砂災害が発生している。

長野県北部の地震では、長野県栄村の最大震度6強の揺れを観測し、多くの積雪が残っていたため雪崩や雪を含んだ土石流などの土砂災害が長野県栄村、新潟県中魚沼郡津南町で発生した。

静岡県東部の地震では静岡県富士宮市にて最大震度6強の揺れを観測し、崖

崩れによる落石等の土砂災害が発生している。

### (3) 融雪時の土砂災害

豪雪となった年には、融雪期に、融雪が原因となる土砂災害が多数発生する傾向にある。平成 24 年には豪雪となった新潟県をはじめ日本海側を中心に、融雪による土砂災害が多数発生した。特に、3 月 7 日新潟県上越市板倉区においては、地すべりによる災害で人家等 11 戸全壊の被害が発生した。この地すべり災害で土砂災害防止法第 26 条に基づき、都道府県による緊急調査としては初めて 3 月 8 日に新潟県による緊急調査を実施し、同日に土砂災害緊急情報を上越市に通知した。

### (4) 土砂災害の人的被害の傾向

土砂災害による人的被害は、その他の自然災害と比較して、死者、行方不明者が多い傾向が見られる。昭和 42 年から平成 23 年までの東北地方太平洋沖地震・兵庫県南部地震を除いた自然災害による人的被害のうち死者、行方不明者の割合を見ると、土砂災害では 41% に対して、その他自然災害では 59% となり、土砂災害による死者・行方不明者の割合が多い。

土砂災害による死者・行方不明者の中では、年齢が 65 歳以上と 6 歳未満の割合が 54% と半数以上を占める。特に 65 歳以上の死者、行方不明者の割合は 51% と、日本の総人口に占める 65 歳以上の割合 23% (平成 23 年 10 月 1 日現在 統計庁調べ) を大きく上回る。そのため 65 歳以上の高齢者は障害や疾病の有無にかかわらず、特に土砂災害において配慮すべき災害時要援護者として考える必要がある。

また、土砂災害危険箇所、土砂災害警戒区域内にある災害時要援護者関連施設の数が増加傾向にある。土砂災害警戒区域の指定が進んできていることと、施設の総数が増加していることが理由に挙げられる。

こうしたことから、土砂災害に対する避難行動を起こすための呼びかけ方を検討するには、死者・行方不明者を出さないことを最優先とし、避難が容易ではない災害時要援護者を配慮する必要がある。

## 1.2 土砂災害への警戒を呼びかける情報と降雨予測の現状

### 1.2.1 土砂災害警戒の呼びかけ方の変遷

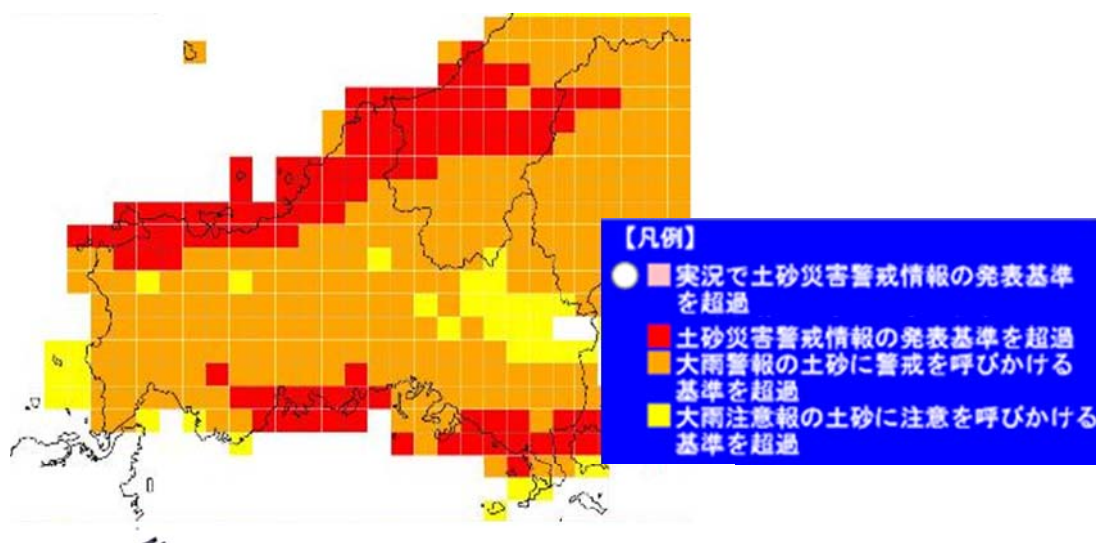
気象庁では、大雨警報の中で他の大雨に係る災害と共に土砂災害に対する警戒の呼びかけを行っており、昭和 29 年には雨量基準に基づく運用を開始している。昭和 58 年には、長崎豪雨 (昭和 57 年) 等の災害を踏まえて警報文の冒頭で 48 文字の「見出し的警告文」を用いて警戒を具体的に呼びかけ始めた。また、地方自治体においても長崎豪雨を契機として建設省 (現国土交通省) の指導の元で「警戒避難基準雨量」を導入し、この基準に基づき土砂災害への警戒の呼びかけを行っている。気象庁では平成 12 年から「土壌雨量指数」を活用して過去数年で最も土砂災害の起こる可能性が高くなった場合に一層の警戒を呼びかける大雨警報の切り換え運用を開始した。

平成 14 年度には、国土交通省河川局砂防部 (現国土交通省水管理・保全局砂

防部) と気象庁予報部が連携して、新たな土砂災害警戒情報の提供へ向けた検討を行い、大雨による土砂災害に対する市町村長の避難勧告等の発令の判断や住民の自主避難の参考となるよう、都道府県砂防部局と気象庁が連携して発表する「土砂災害警戒情報」の運用を平成 17 年から一部の県で開始した。「土砂災害警戒情報」は平成 20 年 3 月からすべての都道府県で実施している。

「土砂災害警戒情報」の発表基準には、都道府県砂防部局の土砂災害警戒避難基準雨量と気象庁の土壌雨量指数の 2 つの指標を AND 条件又は OR 条件で用いる手法 (AND/OR 方式)、並びに短時間の降雨と土壌雨量指数を軸とした土砂災害が発生した降雨と発生がない降雨との分布から土砂災害発生基準線 (CL) を設定する手法 (連携案)<sup>1</sup>が採用されている。

大雨警報については、警戒を呼びかける区域は、昭和 62 年以降複数の市町村をまとめた細分区域の導入を推進し、さらに平成 22 年からは市町村等を対象として全国 1,769 の区域となっている。また、平成 17 年から順次運用を開始した土砂災害警戒情報は当初から市町村等を対象とし、全国 1,733 の区域となっている。(いずれも平成 24 年 12 月 1 日現在)。さらに、土砂災害警戒判定メッシュ (図-1.2.1 参照) により詳細な地域の状況が参照することができる。



土砂災害警戒判定メッシュは解析雨量、降水短時間予報、降水ナウキャスト、土壌雨量指数等を用いて土砂災害の危険度をレベル化した分布図です。土砂災害警戒情報、大雨警報・注意報は気象状況を総合的に判断して発表されるため、土砂災害警戒判定メッシュのレベルと一致しない場合があります。

図-1.2.1 土砂災害警戒判定メッシュ

## 1.2.2 降雨予測の現状と改善

土砂災害から確実に身を守るためには時間的余裕を持って安全確保行動をとる必要があることから、国土交通省水管理・国土保全局及び気象庁では降雨予測の精度に応じた表現で早めに土砂災害への注意・警戒を呼びかけている。土砂災

<sup>1</sup> AND/OR 方式は平成 15 年の土砂災害警戒情報検討会により提案された手法。連携案は平成 17 年の「国土交通省河川局砂防部と気象庁予報部の連携による土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法 (案)」による手法。

害をもたらす降水の予測には、大気の力学的シミュレーションである数値予報や実際に降っている降水の移動や盛衰に基づく降水短時間予報が用いられる。数値予報では先行時間の長い予報が可能である一方で特に局地的な激しい降水は実況に基づく降水短時間予報の方が精度がよい。また、記録的な大雨が観測され、さらに持続することが予測される場合は激甚な災害につながる可能性が高いことが分かっている。注意・警戒を呼びかける情報は、これらの予測手法を活用して大きく3つの段階で発表される（図-1.2.2 参照）。

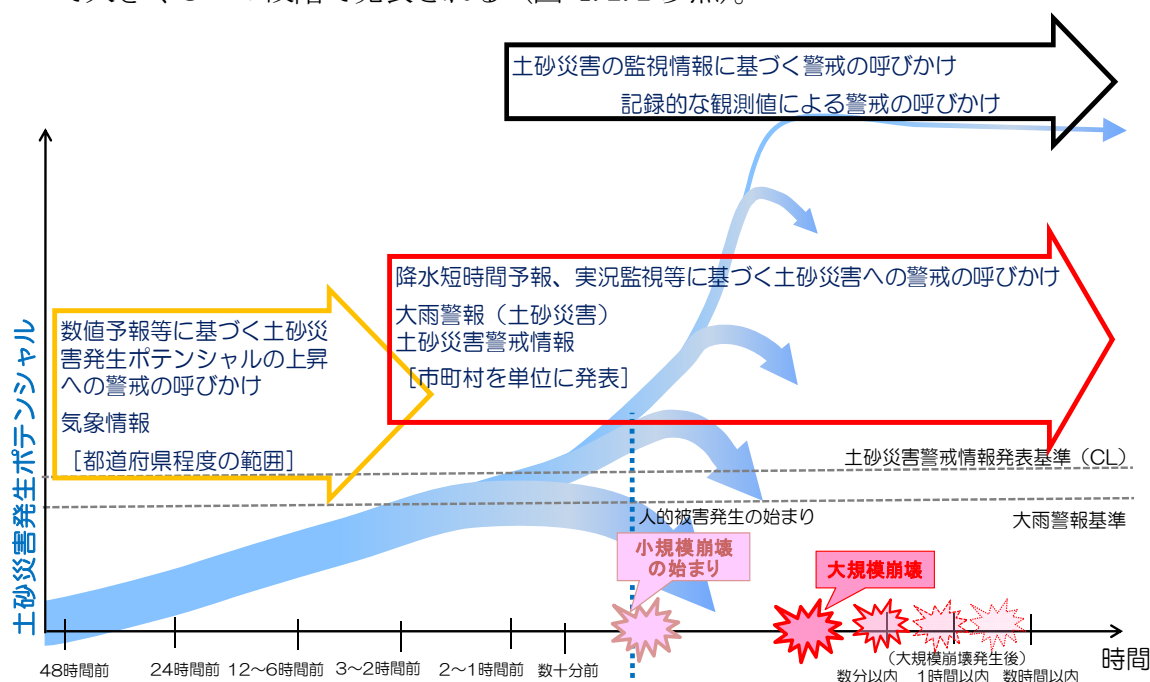


図-1.2.2 防災気象情報の段階的な発表

各々の段階における予測技術の現状については以下の通りである。いずれの段階においても、情報の信頼性を高めて、より早い段階からの確実な避難行動を促すために、降雨予測精度の向上に取り組む必要がある。

### (1) 2日程度先までの数値予報等の精度

平成22年9月～平成24年8月の2ヶ年で数値予報資料を用いて20km格子により降雨予測の検証を実施したところ、予測ありの適中率<sup>2</sup>は24時間20mmの降水量を対象とすると6～7割であり、24時間100mmの降水量を対象とすると4割前後の成績となった。また、現象の捕捉率<sup>3</sup>は24時間20mmの降水量を対象とすると6割前後であり、24時間100mmの降水量を対象とすると3～5割となった。

台風や低気圧・前線等の大規模な現象の発達衰弱や進路の予想は概ね適確であることが多いため、広い地域（数100km程度を超える範囲）の大雨の可能性

<sup>2</sup> 予測有りの適中率とは、予測をした回数に対する実際に現象が発現した回数の比率を指す。

<sup>3</sup> 現象の捕捉率とは、実際に現象が発現した回数のうち、事前に予測をしていた回数の比率を指す。



や雨量の最大値については数日前から予測可能である。加えて、狭い領域に局地的に降る集中豪雨についても、数日前から広い範囲の中での発現可能性が予測できていることが多い。ただし発生頻度の低い激しい現象ほど、地域や時間を特定した予測精度は低くなる。

## (2) 数時間先までの降水短時間予報、実況監視等の精度

降水短時間予報を検証したところ、陸上の約5km四方の領域における平均降水量が1mm/hを超える降水について、1時間程度先の予測はスレットスコア<sup>4</sup>で0.6程度、3時間程度先の予測は0.4程度になった。具体的に幾つかの大雨事例で確認すると、平成23年台風第12号における降雨予測では降雨の範囲や強度は比較的精度よく予想されていた。一方、土砂災害によって大きな人的被害が発生した平成21年7月中国・九州北部豪雨における降雨予測では、降雨の範囲は精度よく予想されるが降雨が急に強まるなど強度の変化は十分に予測することは難しいという傾向が見られた。

この段階の降雨予測は市町村程度の地域を対象として、大規模な台風・前線等の現象だけでなく集中豪雨のような局所的な現象についても概ね精度良く予測可能であるが、急に発達する局地的な大雨などについては予測時間が長くなるにつれて精度が急速に低下する。

## (3) 記録的な大雨の観測値と災害との関係

平成23年台風第12号による大雨では、大雨警報や土砂災害警戒情報の発表後、さらに降り続いた記録的な大雨の中で大規模な災害が発生した。このため、このような大規模な災害をもたらす記録的な大雨の指標として土壌雨量指数、流域雨量指数、48時間降水量を用い、50年に一度の状態が5km四方の領域50個分を超過するという条件で平成16～23年の8年間の事例を調査したところ、25件の該当事例が存在し、うち12件で大きな被害が出ていること、大きな被害に至らなかった13件でも被害は少なからず発生していること、超過していない状況で大きな被害になった事例は存在しないことが明らかになっている。

このことから、過去の大きな災害に対応する観測値を用いることで、土砂災害の多発する状況になっていることを伝え、緊急の身を守る行動や広域応援を促すことで、被害軽減に資する可能性が考えられる。

### 1.2.3 土砂災害警戒情報の運用実績

#### (1) 土砂災害警戒情報の全国運用4年間の評価

土砂災害警戒情報について、平成20年3月21日の全国運用開始から平成23年12月までの4年間における土砂災害警戒情報の発表状況と土砂災害発生の関係について発表区域である市町村等を単位に評価を行った。

土砂災害警戒情報は全国4年間の平均で年間のべ1,064回発表している。このうち、土砂災害警戒情報を発表したときに、人または住宅に被害があった土

<sup>4</sup> スレットスコアとは、稀な現象の評価に適した指標で、“予測なし現象なし”のケースを除く全回数のうち“予測あり現象あり”で適した回数の比率を指す。

石流またはがけ崩れ等（対象災害）が発生した割合（災害発生率）は約4%、対象災害が発生したときに土砂災害警戒情報を発表していた割合（災害捕捉率は約75%であった。

ここ3年間では災害捕捉率は発表基準の見直し等により上昇傾向にあり、それに伴い、災害が発生したときに土砂災害警戒情報が発表されていない割合（災害見逃し率）は、減少傾向にある。

また、実況で降雨が土砂災害発生危険基準線（CL）を超過した場合について対象災害の災害発生率及び災害捕捉率を求めたところ、発生率は約3%、災害捕捉率は約80%となり、災害発生ポテンシャルが高い中で実際に災害の発生する割合が非常に小さいことが分かった。

このように、地域を絞って評価した場合は空振りが多くなるという結果がある一方で、土砂災害警戒情報が広い地域で発表される降雨事例を見ると、多くの場合は対象地域内の何処かの場所で土砂災害が発生している。これらは、一定の条件下でも稀にしか発生しないという土砂災害の特徴を表しているが、土砂災害はポテンシャルが高まっている中で短時間の激しい降雨により集中的に発生する特徴があり、このような降水の予測が精度に関わっていることにも留意が必要である。

なお、災害を捕捉できるよう発表基準の見直しは随時行っており、平成20年3月以降、平成24年5月までに、23道府県で基準の改正が行われた。

## （2）土砂災害に関する防災情報の特性

平成22～23年の出水期間中における、土砂災害への警戒を呼びかける大雨警報（以下「大雨警報（土砂災害）」という。）の発表状況と対象災害の発生状況を調査した。ここで大雨警報（土砂災害）は避難準備に必要なリードタイムを有して発表する役割を担っているため、警報発表から2時間以上が経過しCLに到達した事例を適切と見なした。

その結果、適切な発表事例の割合は全国平均で約16%という結果が得られた。また、警報発表の際の災害発生率は約1%となる一方、災害捕捉率は約95%と高い値になった。

このことから、リードタイムを確保するため災害発生率は土砂災害警戒情報を下回るが、土砂災害警戒情報が未発表で見逃しとなった事例も、多くの場合は大雨警報（土砂災害）が発表されていて、対象災害を捕捉している。

## 1.3 土砂災害に対する避難行動の現状

### 1.3.1 被災者の避難行動の傾向と避難行動モデル

住民が大雨時に避難行動をとる際には、土砂災害警戒情報や避難勧告等の情報に加えて、大雨や周囲の異変等の状況、自身の避難能力（身体能力面）、避難場所までの距離・安全性、避難場所の安全性・快適性、自宅の安全性、過去の経験など、様々な要素をもとに、避難するかどうかの判断を行っているものと思われる。

現在の避難の呼びかけに際しては、上記のような複数の多岐にわたる条件を評価しないまま、一律に避難を推奨しているが、実際には、大雨又は夜間に安全で

はない避難路を通して遠い避難場所まで移動をすることが、かえって危ないようなケースもあると思われる。

また、避難する意志はあっても危険な屋外へ出るリスクを冒すより、家に留まることを選択しているケースや、避難したいが、お年寄りなど支援なしには避難が困難であるため、自ら支援を求めることをためらって避難を諦めているケースなどがあるものと思われる。

これら個人、世帯、地域ごとの避難行動を十分に把握・評価した上で避難行動モデルを作成し、地域ごとに実現可能で少しでも安全な避難行動モデルを複数の選択肢から地域自らが選択できるような仕組みづくりが求められていると言える。

また、現在では、地域防災計画で指定された避難場所への避難が推奨されているが、指定避難場所が遠かったり、安全性・快適性が十分でない場合もあり、実際には地区内の親戚・知人宅などに避難していると思われる事例も見られる。基本的に通常規模の土砂災害であれば、RC造又は鉄骨造の2階以上（特に谷側）に避難すれば安全である場合が多く、地区内の旅館、ホテル、観光施設、病院、福祉施設など、これまで指定されていない民間の建築物について、一次的な避難場所として指定するような取り組みを奨励することが必要である。これらの取り組みを進めるため、土砂の堆積範囲と家屋構造・被害との関係、人的被害との関係等について、現地調査を通じてさらに調査研究を進めていく必要がある。

土砂災害が発生すると「自分の住んでいる裏山が崩れるとは思ってもみなかった」、「これまでこのような大雨でも災害は起きていないのでまさかと思った」、「ここだけは大丈夫と思っていた」などの被災者の声がよく聞かれる。正常化の偏見（危険が迫っていても危険を認めようとしない心理）、ベテランバイアス（過去の経験にとらわれすぎて正しい判断ができない心理）、根拠のない過信など、心理的な要素が避難の判断に大きく作用しているとする研究事例が多く見られる。このような心理的バイアスを取り除き避難行動を促すための平常時におけるリスクコミュニケーション、防災教育の促進、切迫感のある情報提供のあり方などの検討が必要である。

現在、土砂災害警戒情報が土砂災害に関する最も一般的な警戒避難情報であるが、同情報だけをもとに自主的に避難行動を決定した住民はほとんどいないという調査結果がある。実際には土砂災害が近くで発生し始めること、斜面のただならぬ変化を感じたこと等が自主避難を判断した理由として上位を占めている。土砂災害警戒情報は、年平均で約1,000回発表されているが、個々の斜面で見れば空振りとなることも多いため、土砂災害警戒情報の提供にあわせて、周辺の災害発生状況や前兆現象を警戒避難情報に取り入れる仕組みづくりが求められている。

### 1.3.2 避難行動の実態

#### (1) 土砂災害警戒情報の発表と土砂災害発生、避難行動の時間的關係

国土交通省と国土技術政策総合研究所は、平成20年から平成22年の間に発表した土砂災害警戒情報と土砂災害（がけ崩れまたは土石流1件以上）発生、避難行動の時間的關係について国土交通省が都道府県から収集したデータを基

に調査を行った。

まず、土砂災害警戒情報発表と土砂災害発生の時間的關係について調査したところ、予測のリードタイムが十分に確保できない降水現象により土砂災害警戒情報発表時点で既に全体の約3割の土砂災害が発生し、発表後1時間までに全体の約5割にあたる土砂災害が発生していた。このことから、土砂災害警戒情報発表から土砂災害発生までの時間的猶予が少ないことがわかる。

次に、土砂災害警戒情報の発表と避難勧告等の発令の時間的關係について調査を実施した。ほとんどの場合で土砂災害警戒情報発表後に避難勧告等が発令されており、土砂災害警戒情報が避難勧告等発令の必要条件として活用されていることがわかった。一方、避難勧告等の発令と土砂災害発生の時間的關係を調査したところ、避難勧告等は必ずしも土砂災害発生前に発令されていないことがわかった。時間的猶予という観点からすると避難勧告等は住民の避難行動を有効に促しているとはいえないことがわかる。しかし、避難を実施した住民の多くが避難勧告等の発令後に避難行動を実施しており、避難勧告等の発令が住民の避難行動を促すことに有効であると考えられる。また、自主避難は土砂災害発生後に多く行われており、土砂災害の予測情報が自主避難の判断に必ずしも活用されていないことがわかった。

以上から、土砂災害の予測情報を避難勧告等の発令判断に結びつけるなど、より早い段階で土砂災害への警戒を呼びかけることにより住民の避難行動を促すことができると考えられる。

## (2) 土砂災害警戒情報のアンケート結果について

国土交通省と気象庁等は、平成22年と平成23年に防災気象情報と避難勧告等の発令判断について、自治体に聞き取り調査を実施した。

聞き取り調査によると、市町村が避難勧告等の発令を検討するにあたって参考とする情報は、実況または実況に基づく比較的短時間の見通しを示す情報であるという回答が多かった。しかし、最終的に避難勧告等の発令を決断するきっかけとなったのは、土砂災害の危険性に対する主観的な評価や、周囲での土砂災害発生等の情報による場合が多かった。また、住民が自主避難を決断するきっかけとなったのも、土砂災害に対する漠然とした不安や、周囲での実際の土砂災害発生の情報による場合が多いという回答であった。

このことから、土砂災害のように発生の危険度が目で直接見えない現象に対し、避難勧告等の発令や自主避難といった行動を客観的に判断することは現状の防災気象情報だけでは難しいことがわかる。そのため、周辺の土砂災害発生状況といった、より具体性のある情報を迅速に周知することにより、市町村の避難勧告等の判断や住民の避難行動を促すことができると考えられる。

## 1.4 土砂災害への警戒を呼びかける情報の現状と課題

土砂災害から確実に身を守るためには時間的余裕をもった安全確保行動をとる必要があるが、土砂災害と降雨等との関係が明確でなく時間や地点を特定した災害発生予測が困難であること、土砂災害の危険度が、河川の水位のように見て明らかなものではないこと等から、降雨予測に基づく注意・警戒の呼びかけに対して、住

民が安全確保行動の必要性を認識しにくい状況となっており、避難勧告等を実施する地方公共団体も対応に苦慮している。土砂災害警戒情報の具体的課題として以下が挙げられる。

○ 警戒を呼びかける情報の時間・空間的な広がり

土砂災害の多くが局所的に発生するため、情報の利用者である自治体や住民から見れば、市町村単位での発表は広すぎて、速やかな対応行動を躊躇するケースが多い。このため、市町村等を単位とした発表においては、土砂災害の可能性の高い土砂災害警戒区域や土砂災害危険箇所等の住民が対象となっていることを明示的に示す等、危険な場所や時間をより絞り込めるような工夫が必要と考えられる。また、目には見えない土砂災害の危険度を、災害発生情報等を活用してより緊迫感が伝わる情報とする必要がある。

○ 警戒を呼びかける情報の認知・普及

土砂災害警戒情報の認知度が低い背景には、土砂災害警戒情報という名称のわかりにくさや、大雨警報の発表後に警報とは異なる気象情報として発表されることなどが要因であり、わかりやすい一連の体系となるよう改善が必要と考えられる。

## 2 土砂災害の発生に関する検知、情報収集に向けた技術的な取り組み

### 2.1 土砂災害発生情報の収集体制

土砂災害からの避難を促す上で、周辺地域における土砂災害発生情報は非常に有効な情報となる。住民の自主避難を行った理由を聞いた調査でも、周辺で土砂災害が発生し始めたり、斜面で変状が見られた場合が上位にきている。稀な豪雨時でさえも、個々の斜面における土砂災害発生確率は低いものの、広域エリアで見ればある程度土砂災害が発生しているものと考えられる。周辺での土砂災害発生情報によって、住民に身の危険が高まっていることを感じられれば、避難を決断しやすいものと思われる。実際に、土砂災害データベースに登録されている災害情報をもとに、災害発生場所を時間の変化とともに地図上にプロットしたところ、平成 16 年の台風 23 号では、四国地方で同時多発的な災害が発生する約 6 時間前に近傍で単発の災害が発生し始めていた。平成 24 年の九州北部豪雨では阿蘇地方で災害が発生し始めてから 3 時間後に東の竹田市で災害が発生し始めた。これらの事例から、土砂災害発生情報を、住民が土砂災害の危険度が高まっていることを実感できるものとして活用できる可能性があると考えられる。

土砂災害発生情報の収集は、国土交通省砂防部により各都道府県の砂防部局からの災害報告に基づき行われている。災害で現場が混乱している中、より確かな情報を得るため現場に確認しに行くのには時間がかかることが多い。また、被害が大きい場合は、公共施設の復旧作業や被災者の救助活動等が並行して行われていることも多く、現場の人員に限りがある中で、被害報告を優先して行うことが出来る体制にはなっていないのが現状である。土木事務所等の出先機関も含め都道府県に第一

報が入るのに時間を要する場合もある。さらに、住民から市町村に土砂災害の通報が入り災害対応に全力を挙げる中、情報が錯綜し、都道府県への情報伝達がスムーズでないこともある。市町村には土木関係の職員は少なく、まして土砂災害に関する知識や経験を有する職員はまれであるため、どうしても対応、報告がスムーズには進まないことも多い実情にある。また、市町村は基本的に消防・防災部局が災害対応を行うため、災害発生情報はまず都道府県の消防・防災部局に報告されることが多い。消防・防災部局と砂防部局の間で時間差なく情報共有することは、組織の違いや人員体制の問題から必ずしもスムーズに行われていないものと推察される。実際、平成24年7月九州北部豪雨の災害と平成23年の紀伊半島の大水害において被災した市町村に聞き取りを行ったところ、災害発生推定時刻の前後に役場が住民等からの通報により第一報を得ていた事例がいくつかあったものの、組織間での情報伝達における時間的ロスが重なり合った上で国土交通省砂防部にまで情報が伝達されている。現実には、災害報告は実際の災害発生時刻から数時間から数日程度の時間差が生じることとなる。従って、今のままでは災害報告をリアルタイムの災害発生情報として避難行動に結びつけることは難しい。

砂防部の取りまとめている災害報告に関し、近年、データベース化が進められている。これは、都道府県の砂防部局担当者が行う災害報告の手間を出来る限り軽減し、情報の迅速な伝達を目的にして行われている。指定様式にパソコン上で登録すれば国土交通省と瞬時に情報共有がなされるとともに、事後的に災害の検索、集計が出来る。現在、このデータベースをGIS化し地図上で災害登録を行うことのできるものへと改良するための検討が行われている。これによって将来的には、災害情報の伝達や地図上での共有がよりスムーズに行われるシステムが整備されることとなる。

しかし、市町村や消防・防災部局と砂防部局の連携の難しさに起因する課題も多いため、どれだけ砂防部局内のシステムを効率的にしても情報伝達の時間差は残ってしまう。いくつかの県では、市町村と統合型の防災GISを整備し、市町村消防・防災部局の登録した災害情報を時差なく周辺市町村と県組織全体が共有できるシステムを構築しているところもある。ただ、この場合でも、市町村側の現場でのマンパワー不足によりGISへの登録が遅れてしまうため、情報伝達のリアルタイム化には課題が残される。多くの都道府県では統合型GISの整備まで進んでいないところが大半であり、現況の非常に限られた予算や人員状況を鑑みるに、行政内での情報インフラ構築とともに情報収集体制を整備するまでにはまだ時間を要するものと考えられる。

ここで狭い意味の防災・砂防行政の外に目を向けると、電気、水道、ガス、電話等のインフラ関係事業者にとっても、豪雨等による土砂災害は大きな脅威となっている。一旦インフラが被災すると広範囲でのライフラインの途絶により住民生活に多くの影響が出るため、インフラ事業者は災害発生に神経を尖らせ、迅速な情報収集と応急復旧に全力を挙げている。今回、最近の土砂災害についてインフラ事業者へ聞き取り調査を行った結果、災害発生のリアルタイムでの情報伝達ネットワークの協力機関としてのインフラ事業者を連携対象とすることが考えられる。特に電気事業者と通信事業者は山間部においても多くの施設を有しており、電線を架線もしくは道路の路面下に張り巡らしているため、土砂災害等の豪雨災害で早期に変状を

検出していると考えられる。また彼らは電線というラインでの電氣的なネットワークを有しているために、断線するとその情報は自動的に管制室で検知できる体制を取っている。今年の九州北部豪雨災害で被害を受けた地域においても、土砂災害発生約 30 分前にその周辺地域における電線網に断線等の異変が発生したことを把握していた例や、平成 23 年台風第 12 号による紀伊半島の大水害でも市町村が第一報を受けた 2 時間前に電力事業者で電線網に異変が検知されていた例が見られた。事業者も当初はその変状が土砂災害によるものかどうかは分からないため、これらのインフラにおける変状情報が土砂災害のリアルタイム把握にそのまま使えるわけではないが、豪雨の雨域情報とともにインフラ被災情報があれば、そのエリアで土砂崩壊等の変状が起きていることが想定でき、土砂災害警戒情報等のほかの防災情報と組み合わせて、災害危険度が高まっていることを実感するのに活用できる可能性がある。

また、災害発生情報だけでなく、被害ポテンシャル情報としての各種災害情報の活用についても、災害危険度の高まりを感じる手助けとなるものがある。例えば土砂災害警戒区域・特別警戒区域、土砂災害危険箇所、避難場所といった静的情報とリアルタイムでの降雨データやメッシュ単位の CL 超過判定による危険度情報といった動的情報の組み合わせである。これらを重ね合わせてホームページやスマートフォンを通じて消防団や自主防災組織が住民に自主避難を促す際の活用が考えられる。特にスマートフォンは近年、急速に普及が進んでおり、現場に持ち運んでリアルタイムの情報を確認することができることから、各種アプリケーションの開発と活用が望まれる。また、ツイッター等のソーシャルメディアの活用についても検討する必要がある。

個別斜面における土砂災害危険度の上昇は目で見ることにはできない。この点は堤防の質的な危険性は別として、洪水リスクの高まりが河川の水位上昇によって見ることができるのは大きく異なる。土砂災害の危険度の上昇を住民に実感してもらい避難行動に繋げていく観点から、さまざまな情報を上手く活用していくことが必要である。

## 2.2 土砂災害発生の把握技術

国土交通省では、大規模土砂移動・崩壊を監視するための国土全体を網羅する大規模崩壊監視警戒システムを導入し、関係行政機関で情報共有を図るべく整備を進めている。

大規模崩壊監視警戒システムは、次の 3 つの情報から土砂移動・崩壊を監視する構成となっている。

- ① 深層崩壊発生情報
- ② 流域水文監視情報
- ③ 衛星画像情報

これらの情報についてそれぞれ下記に示す。

### (1) 深層崩壊発生情報

国土交通省では、深層崩壊による大規模な土砂移動、崩壊によって発生した振動をセンサーでとらえ発生位置を推定する、大規模土砂移動検知システムを

全国に整備しているところである。

平成 23 年台風第 12 号に伴う豪雨では、広域で同時多発的に土砂災害が発生し、大規模な土砂崩壊等の発生状況の把握に時間を要した。また、長時間にわたり降雨が継続したことから、現地の確認を行う点検者や専門家の安全を確保できる状況になるまでにも時間を要した。このため、住民避難に資する、的確な被害想定に基づく早期の情報提供が困難となった。

これらのことから、発生箇所の把握確認の時間短縮を図るべく、土砂移動検知システムの構築を進めて行くものである。整備箇所としては深層崩壊の起こりやすさや、過去の深層崩壊の発生実績から、国土保全上、重要と考えるエリアを設定し、優先的に整備を行っている。

発生箇所をとらえる原理としては、土砂移動・崩壊が発生する際に伴う振動を、3点以上のセンサーでとらえ、それぞれのセンサーの振動波形の到達時間差から発生場所を推定する。同様の原理で、過去に研究機関の地震計を活用して、事後的に大規模土砂崩壊・移動をとらえた事例がある。具体的には平成 23 年台風第 12 号での奈良県五條市、平成 17 年台風第 14 号での宮崎県西郷村で土砂崩壊・移動した例をとらえたものがある。土砂崩壊・移動が発生した時間と振動波の速度を仮定し、複数の地震計に振動波が到達した時間が最もずれの小さくなる地点を発生位置として想定すると、実際の発生場所とは若干のずれがあるが、近い位置を推測することができた。そのため、このシステムが整備され、振動を検知した実績を積み重ねることで、より発生箇所の位置特定の精度向上を図りうると考える。

土砂移動・崩壊した際の実績は、地震波と比較して、低周波成分に特徴があり、このような特徴をトリガーとして、土砂移動・崩壊が発生したことを検知する。また、センサーは微小な振動を含めて検知するため、平常時においてもセンサー付近の振動を検知してしまう。そのため、平常時における振動の周波数特性等からフィルタリングを行い、土砂移動・崩壊の際の波形を分離させることで、検知を容易にすることができる。

## (2) 流域水文観測情報

国土交通省では、流域の監視のため、水位計、流量計を設置している。豪雨に伴う水位、流量の上昇状況を監視するほか、大規模な土砂移動・崩壊が発生し、河道閉塞となった場合、急激な水位、流量の減少が観測される。また、河道閉塞箇所からの越流、決壊が生じた際には急激な水位、流量の上昇や、段波の観測から現象の発生を推測することができる。

このように、水位計、流量計による水文観測によって土砂移動・崩壊等の発生を推測することが可能な場合がある。

## (3) 衛星画像情報

(1) の大規模土砂移動検知システムによって、土砂移動・崩壊の位置を概ね特定できると、崩壊規模の情報等を得るための現地調査などの計画をスムーズに進めることができる。

しかし、悪天候や夜間の場合には、現地調査者の安全の確保や視認による把



握の上で、現地調査を行うことは困難な場合がある。

その場合には、人工衛星の合成開口レーダによる画像の取得及び判読から大規模土砂移動・崩壊を発見することで、規模等の把握が可能となる。

衛星画像は、砂防部局が人工衛星のデータ購入の代行者へ依頼を行うことで入手できる。画像データを砂防部局が受け取るまでには、現行方式では数時間から半日程度の時間を要する。

また、現在では画像から土砂移動・崩壊を判読するためには人の判断が必要となる。判読には土砂移動・崩壊の規模や箇所数にもよるが、概ね半日程度の時間が必要となる。

#### (4) まとめ

被災箇所の点検・調査等を行う人員の安全を確保しつつ、土砂移動・崩壊の発生情報を迅速に把握する技術が確立されつつある。この発生情報を発信・共有することで、土砂災害への対応の判断に資すると考える。

## 2.3 土砂災害発生のポテンシャルを把握する水文監視

### 2.3.1 国土交通省による流域全体の土砂災害監視に向けた取り組み

現在、国土交通省が行う流域全体での土砂災害の形態に応じた監視の取り組みを下記に示す。

#### (1) 斜面崩壊・土石流発生の場合

常時監視として、水位計、流量計から常時の水位、流量等流域の状況把握を行っておく。降雨時には、雨量計から、雨量と流域の水位流量の変化等の関係を把握しておく。また、土砂災害が発生した際の雨量、水位、流量を調査し、どの程度の水位、流量で災害が発生するかを統計的に把握し、災害発生のポテンシャルとなる指標を検討することが有効である。

発生情報としては、斜面崩壊や土石流発生を斜面崩壊検知センサー、土石流検知センサー等といった各種センサー等による検知が考えられる。

また、土砂災害発生後に監視カメラ、あるいは、安全が確保される状況になれば有人による現地調査による災害状況の把握および状態変化の監視を行う。

これらの情報を、統合的に土砂災害への対応として判断するための情報として、都道府県の砂防部局との共有や流域住民への情報提供を進めていく予定である。

#### (2) 大規模土砂崩壊・移動

常時監視は、(1)と同様、雨量計、水位計、流量計による監視を行うとともに、雨量と水位・流量との関係、大規模土砂崩壊・移動した際の雨量・水位・流量等の関係を整理しておく。

大規模土砂崩壊時に発生する振動を振動センサーによって検知するほか、水位計・流量計を注視し、河道閉塞による急激な水位・流量の低下や、河道閉塞箇所の決壊、越流による急激な水位・流量の上昇から発生を確認する。

降雨が終息するなど、現地調査を行う点検者・調査者の安全を確保できる状

況になれば、有人による災害状況調査を行い、災害状況の把握を行う。

なお、大規模土砂移動・崩壊の場合、カメラによる監視は、山地部での土砂移動・崩壊が発生する場合、通信の途絶が考えられ、直接の監視は、発生当初においては困難な場合もあるが、谷の出口付近でのカメラによる監視は有効であると考えられる。

### (3) 地すべりの場合

(1)、(2)と同様の常時観測として、雨量計、水位計、流量計による監視を行うとともに、雨量と水位・流量との関係、地すべりの移動量と雨量・水位・流量等の関係について統計上の整理等しておく。

地すべり箇所を設置した伸縮計、傾斜計により、地すべりの変状を検知するとともに、地すべりによる河道閉塞が発生した場合には、河川の状況監視として、水位計・流量計による急激な変化が生じていないかを注視する。特に下流域にダムがある場合には、その流入量を注視する。

直接的に地すべり箇所へ設置した監視カメラによる確認や、降雨が収束し安全が確保される状況になれば職員による巡視による災害状況による把握を行う。

また、地すべり箇所をGPS測量することで地すべり箇所全体の変位傾向を観測し、二次災害の防止等に活用する。

### (4) まとめ

国土交通省が流域全体を監視するための各種センサーは、電源・通信のバックアップ等を含め確実な作動を確保し、斜面崩壊・土石流等の現象別に指標の信頼度において明確な監視基準に基づき体制を構築する必要がある。

## 2.3.2 ダムの流入量を用いた地すべり等の土砂災害発生ポテンシャルの把握

土砂災害発生ポテンシャルを把握する技術として、地すべりについて実用的な指標・基準の技術開発が求められている。そこで、降水のみならず融雪も反映する指標としてダム流入量に着目し融雪地すべり発生との関係について検討を行った。

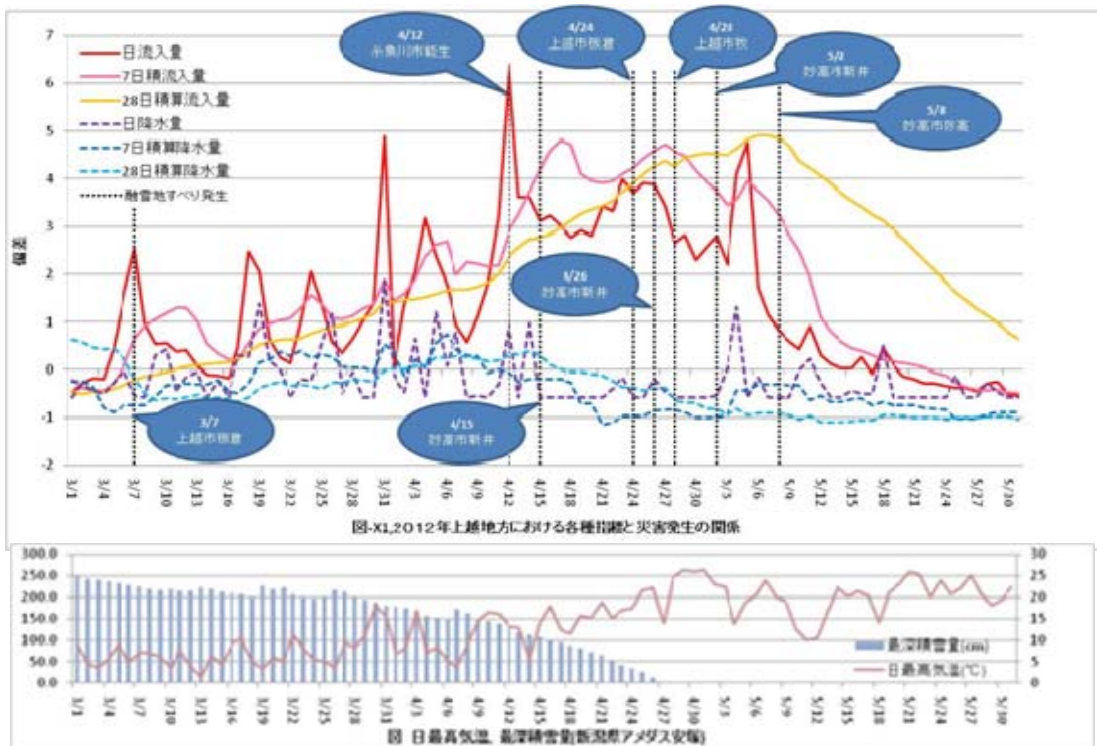


図-2.3.1 上越地方における各種指標と災害発生の関係

図-2.3.1 は降水量とダム流入量を統計処理することで指標化し日々の変化を示したものであるが、降水量を用いた指標よりもダム流入量を用いた指標の方が発災時に明瞭な変化が現れていることから、ダム流入量は降水量よりも高い適合性を得ている。

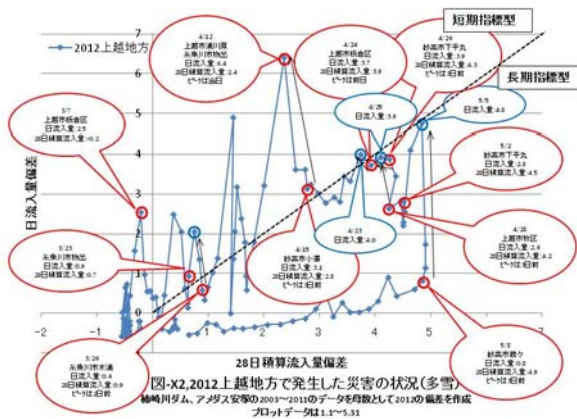


図-2.3.2 28日積算流入量と日流入量との関係 (2012年上越地方)

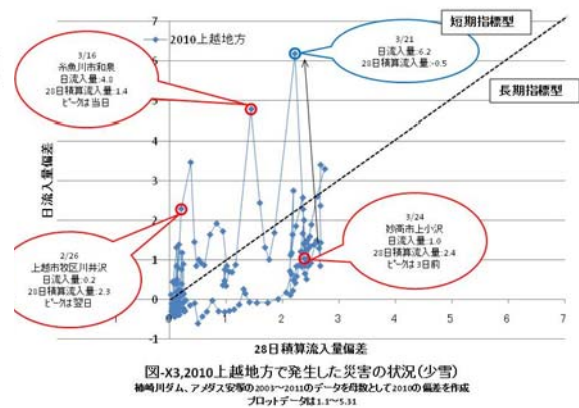


図-2.3.3 28日積算流入量と日流入量との関係 (2010年上越地方)

図-2.3.2、図-2.3.3 をもとに融雪地すべりを、日流入量偏差よりも 28 日積算流入量偏差が小さい時に発生したものを短期指標型、日流入量偏差よりも 28 日積算流入量偏差が大きい時に発生したものを長期指標型と分類すると、

- ・短期指標型は融雪期前半に発生し、日流入量偏差ピークに連動する傾向がある。
- ・長期指標型は融雪期後半に発生し、日流入量偏差ピークとの関連は不明瞭な場合がある。

まとめとして、上記のように貯水ダムへの流入量を統計処理して得られる指標は、単純な降水量と比べて融雪期も含む地すべり災害との対応が優れていることが分かった。今後は地すべり等の大規模土砂災害の監視指標として実用化することを念頭に、砂防部局でも上流域の水位・流量データをリアルタイムで取得して他の指標との比較も含め検討をすすめる。

## 2.4 各種技術の活用に向けた課題

土砂災害発生情報については、現状としては、発生情報を砂防部局の職員がとりまとめ、情報を共有している状況にあり、リアルタイムに発生情報を把握、共有している状況にはない。今後、センサー等によって発生を検知した情報はリアルタイムに情報共有していく必要がある。また、現状では、手入力のため災害発生情報が多大になると、入力を行う担当者に多大な負担をかけ、発生、あるいは情報伝達した時間より遅れて情報共有されることとなる。そのため、土砂災害の発生の初期時に入力する情報を位置と現象だけにするといったような、ある程度情報を限定し、作業の負担を軽減するような工夫も必要と考える。また、消防や警察、一般住民からの通報、インターネットからのいわゆるビッグデータ<sup>5</sup>と呼ばれる情報などを活用した災害発生の把握も考えられる。

大規模崩壊監視警戒システムによる土砂移動・崩壊の把握は、今後センサーによる土砂移動・把握の検知の精度向上や、流域の水文状況による指標の検討、衛星画像の判読技術の向上など、さらなる技術向上、開発が望まれる。また、発生情報を一般住民等に伝える場合には、土砂移動・崩壊の発生を伝えるだけでなく、そのことから起こりうる影響もあわせて伝えることが、対応行動、特に避難行動の判断に不可欠である。

国土交通省が流域監視目的に設置している水文観測機器や各種センサーについては、今後、土砂災害発生の把握や、砂防部局の点検・管理の運用に役立つような具体的な指標を検討していく必要がある。また、そのためには機器配置において、効果的、効率性に留意することはもとより、確実に動作する電源、通信環境を確保することが不可欠である。

これら土砂災害のポテンシャルおよび発災状況を把握し共有する技術を実装し、検知・検出結果を住民の避難に結びつけるためには、地域防災力の維持あるいは向上を前提に、地方自治体に適切に伝えていくことが求められる。

<sup>5</sup> ICT の進展により生成・収集・蓄積等が可能、容易となる多種多様のデータ。ここではインターネット等を通じて集められる土砂災害情報のデータであり、具体的には土砂災害情報についてソーシャルメディアの参加者による目撃情報の書き込みや、土砂災害の画像、動画等を配信しているマルチメディアデータ等といったデータを指す。

### 3 土砂災害への警戒の呼びかけ方の改善の方向性

#### 3.1 情報の発表イメージ

「1.4 土砂災害への警戒を呼びかける情報の現状と課題」及び「2.4 各種技術の活用に向けた課題」を踏まえ、今後の土砂災害への警戒の呼びかけに関して、以下の改善を進めることが必要である。

##### ○ わかりやすい情報体系の構築

市町村の防災対応や住民の行動と結び付くよう、土砂災害への警戒を呼びかける情報と気象等の状況及び対応してとるべき行動を整理し、わかりやすい一連の体系となるように情報の改善を進める。なお、情報に対応してとるべき行動については、土砂災害以外の気象災害の場合と共通化されることが望ましく、本報告の内容を踏まえて防災情報全体における調整が必要である。

##### ○ 災害の発生に関する情報や記録的な大雨の観測実況の活用

広域で多発する土砂災害及び深層崩壊等の大規模土砂災害に際しては、地形・地質が類似する地域を中心に、降水・融雪域の移動に伴って、土砂移動・崩壊の集中発生に時間的な幅・時間差があることが経験的に知られている。従って、土砂災害が広域で多発する場合には、早期に検知・把握された事象自体が、その後引き続いて拡大する事象の最も重要な前兆現象としての性格を持つと言える。

このことから、土砂災害の発生情報を迅速に収集・解析し、発生場所及び発生時刻等を土砂災害への警戒の呼びかけに含めて伝えていくことが防災上極めて有効である。

土砂災害の発生情報については、深層崩壊等の大規模なものを中心に、近年の国土監視技術の進歩を背景として、土砂災害防止法に基づく緊急調査の迅速・的確な実施のため、砂防部局により全国的な監視警戒システムが構築されている。さらに、各種 ICT を活用して防災関係機関、ライフライン事業者等を相互に接続することにより、中小規模の土砂災害についても、迅速な情報共有を図りうる技術的な環境が整ってきており、大規模土砂崩壊の検知、災害発生情報の共有化等により得られる国土監視情報活用することで、土砂災害の発生の切迫した状況を分かりやすく伝えることが可能となりつつある。

また、記録的な大雨の観測実況を活用して災害への更なる警戒を呼びかけることについても、これまでの活用実績からその有効性が確認されているところである。

このため、土砂災害への警戒の呼びかけを効果的に行って人的被害を減らすためには、土砂災害の発生情報や記録的な大雨の観測実況等を活用し、大雨等の気象の量的予測に基づく予報・警報と合わせて、住民等の行動を強く促し被害を軽減するための情報の改善を進める必要がある。改善にあたっては、作成側及び受け手側双方の混乱を避けるため、推定される土砂災害の発生位置及び発生時刻等を精度も含めて適切に公表していくことが望ましい。

また、より早い段階における安全確保行動を支援するために、降雨予測に基づ

き土砂災害の可能性の高まりに応じて発表する情報の着実な精度向上を図ることも重要である。

○ 土砂災害警戒区域などの地理情報との連携

土砂災害への警戒を呼びかける情報は、時間・空間的な広がりをもつため、土砂災害の可能性の高い土砂災害警戒区域や土砂災害危険箇所等の地理情報と組み合わせて有効に活用することが望ましい。このため、土砂災害への警戒を呼びかける文章を記した情報に加えて、地理情報と重ね合わせるためのメッシュ形式の警戒度の情報を支援情報として防災関係機関や民間事業者等へ流通させるなど、新たなメディアによる応用の幅を考慮した情報提供を進める。

また、土砂災害の危険度を住民等も認識できるよう、ホームページ等を活用したメッシュ情報の利用の促進を図る必要がある。

○ 情報と対応してとるべき行動によるレベルを用いた表現の導入

土砂災害に警戒を呼びかける情報を円滑に身を守る行動に結びつけるためには、情報と標準的なとるべき行動とを分かりやすく明確に対応づけておき、平時から情報が発表された場合にどのように安全を確保すべきか心がけておくことが効果的と考えられる。このため、情報及び対応してとるべき行動を以下の通り5段階のレベルで整理する。なお、これは他の気象災害の場合と整合することが望ましく、本報告を踏まえて防災気象情報全体として調整を行う必要がある。

- レベル1 1～2日以内に土砂災害が発生する気象状況を予測し、府県全体程度の地域に対して発表する。地方自治体などでは注意体制の構築、職員の待機、消防団や自治会との調整を実施して今後にも備え、住民はメディアなどで気象情報に注意して今後にも備える。
- レベル2 CLに到達する1時間前の状況になると予測された場合に、市町村単位で発表する。地方自治体などでは避難準備情報の発令や自主避難の呼びかけと共に避難所の開設を実施し、住民は避難先への連絡や貴重品の持ち出し準備、自己判断での避難開始などを行う。
- レベル3 CLの超過が予測された場合に、市町村単位で発表する。地方自治体などでは土砂災害警戒区域等の必要な地域に対して避難勧告の発令を実施し、住民は原則土砂災害警戒区域等の危険な地域から外へ避難を行う。
- レベル4 記録的な大雨の観測や山地での流況の変状などから、土砂災害の発生ポテンシャルが一層高まっていると判断される場合に、市町村単位で発表する。地方自治体などでは避難していない人への至急の避難（待避）の呼びかけを実施する。住民はこの情報までに安全な場所への避難を完了させていることが望ましいが、この段階で避難を完了していない住民は、域外避難を避けて近隣の頑丈な建物へ避難するなどの域内避難をとるなど直ちに安全を確保する行動をとる。
- レベル5 大規模土砂移動・崩壊が発生したことを検知した場合、あるいは土砂災害発生通報を得た場合に、発生地域とその周辺に対して発表する。

地方自治体などでは発生箇所及び周辺地域の避難指示を行う。住民は垂直避難など少しでも生命の安全を高めるための行動を実行する。

上記をまとめると、次頁の表-3.1.1の通りとなる。

なお、表に記述している行政側の対応や住民の行動は各レベルの標準的なものであり、台風や集中豪雨といった現象の特徴、中山間地や都市近郊といった地域の特徴、さらに災害時要援護者など情報利用者等の違い等を考慮したより具体的な対応についても周知を図り、効果的な利用の促進に努めることが重要である。

レベル	状況	意味	情報*	行政側の対応例	住民の行動例
レベル5	土砂移動・崩壊発生	・災害発生通報または、センサー等により土砂移動・崩壊が発生したおそれがある場合 ・大規模土砂移動検知システムの判定資料を土砂災害の専門家が判断した結果、大規模または広域で土砂移動・崩壊が発生したと推定される場合	土砂災害発生警報	発生箇所及び周辺地域の避難指示	発生場所隣接地域は直ちに垂直もしくは水平避難（緊急避難）
レベル4	山地洪水等の発生	記録的な大雨の観測や山地での流況の変状から土砂移動・崩壊の発生ポテンシャルが高まったと推測される場合	土砂災害警報 <sup>2</sup>	避難指示 避難していない人への至急の避難（待避）の呼びかけ	域外避難が困難な場合は域内避難（1次避難先へ避難） 避難勧告への対応完了
レベル3	CL超過予想（現行の土砂災害警戒情報）	CLを超過する予想	土砂災害警報 <sup>1</sup>	避難勧告	域外避難が困難な場合は域内避難（1次避難先へ避難）
レベル2	現行の警報	CLに到達する1時間前の状況を予想（現行の大雨警報（土砂災害））	土砂災害注意報 <sup>2</sup>	避難準備情報 避難所の開設、自主避難の呼びかけ	避難先に連絡、貴重品の持ち出し準備、自己判断での避難開始
レベル1	現行の予告情報	府県単位での予告的情報	土砂災害注意報 <sup>1</sup>	注意体制、待機、消防団や自治会と調整	TVで気象情報に注意

\* 情報の名称については別途開催中の「防災気象情報の改善に関する検討会」での議論等を踏まえて検討を進める予定

表-3.1.1 土砂災害への警戒を呼びかける情報及び対応してとるべき行動



○ 情報の解除の考え方

現象が終息する際の解除については、上記の5段階で整理したうちレベル4までの引き下げについては、土砂災害発生の可能性が低下することに伴って実施し、レベル5からの引き下げについては、大規模な土砂崩壊などが発生した場合は、現地確認により相当規模の河道閉塞が確認され、緊急情報による警戒区域を設定した際の実施し、その他の場合は、流域監視指標に基づいて他地域への被害拡大のおそれなくなったと判断された時点で実施する。

### 3.2 改善に向けた体制拡充

土砂災害への警戒を呼びかける情報は、地方自治体、地域住民の防災活動に資する情報として人命の保全を直接的に左右する。このため、情報は出来る限り迅速・確実に作成・発表される必要があり、その性質上、作成側、受け手側双方において、災害及び防災活動が集中する緊急時に処理されることから、多段階・複雑な処理が運用時に生じないように、可能な限り情報処理の自動化を図ると共に、平常時に予め発表基準・手続きを確認するなど、受け手にも情報の趣旨等を周知しておく必要がある。情報を作成・発表する手続きは大きく分けて図-3.2.1のようになる。

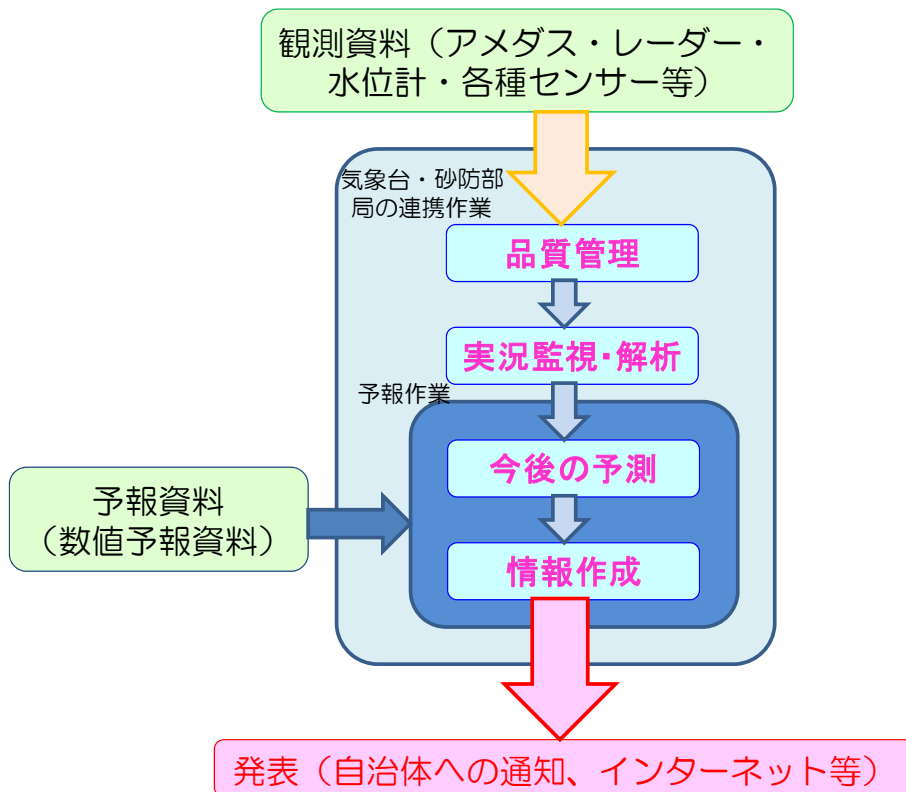


図-3.2.1 警報を作成・発表する流れ

この流れのうち、監視・観測、データ収集、情報発表・伝達については、

自動処理のシステムが主体となる。監視・観測機器・システムについては、気象庁による気象観測、砂防部局による国土監視・流域監視のためにそれぞれの所掌の中で機器の性質に応じた点検管理が講じられているが、情報発表の基礎的な技術基盤として、防災上の効果を向上させ、長期的なコストを引き下げる観点から、引き続き技術の改良に努めることが必要である。データ収集、情報発表・伝達のための通信システムについても、長期的なコストを引き下げる観点が必要であるが、災害時には通信障害が多発することから、データ収集、情報発表・伝達ともに信頼性・安定性の確保に留意することが必要となる。

解析・予測・情報作成については、最も時間を要し、また情報作成者の判断力を集中する部分である。現状より詳細な多段階の情報の迅速な作成に向けては、更なる作業の迅速化が必要となることから、砂防部局及び気象庁において、土砂災害のみならず緊急時の作業全般を効率的に支援するようそれぞれのシステムの機能を整備する必要がある。また、複数機関が共同作業の中で作成発表する情報であることから、その作業において迅速性を高めるため、システム間の確実かつ効果的なインターフェースを確保するとともに、監視・作成項目を最適なものとするよう検討を進める必要がある。さらに、システムで作成する改善した情報の形式については、受け手が利用しやすいものとなるよう留意する必要がある。

土砂災害の発生情報に関しては、迅速に情報収集・共有化ができる体制の構築に向けて関係機関の調整を進める必要がある。

災害発生が見込まれる緊急時には担当部局が24時間体制を取ることが前提となる。その上で、地方自治体、地域住民の判断を具体的に支援するため、砂防部局においては機動的な現地調査により、場所を問わず作成・発表作業（解除を含む）ができるよう、ICTを最大限活用することが必要である。

発生情報を周辺地域への予告情報として用いる取り組みは新規性が高く、発生情報を含むことから、これまで以上に地方自治体及び地域住民からの照会が増加する可能性がある。利用者からの照会については、防災活動を支援する観点から、ある程度個別対応が有効な場合もあるが、作業に支障が生じないよう、作業員以外が照会対応及び助言に当たる体制を構築することが不可欠である。

発生情報を発表することで、解除判断時の現地確認の重要性が高まると見込まれる。警報の信頼性を保つ観点から、現地確認体制の充実を図ることが前提となる。発生の有無について事後的に確認し、発表判断の適切性を解除時にも伝えるとともに、平常時から検証結果等を積極的に説明・公表する体制を確保する必要がある。

### 3.3 改善に向けた法制度等の改正の方向性

土砂災害を引き起こす土砂移動・土砂崩壊のうち、気象に密接に関連する地面及び地中の諸現象については気象業務法第2条における「地象」に含まれており、同法第13条において気象庁はその一般の利用に適合する予報及び警報を行うものとされている。ここで、予報とは観測の成果に基づく現象の

予想の発表をいい、警報とは重大な災害の起こるおそれのある旨を警告して行う予報をいう。具体的には気象業務法施行令第4条において、大雨、大雪等による山崩れ、地滑り等によって災害が起こるおそれがある場合には地面現象注意報を、また、大雨、大雪等による山崩れ、地滑り等によって重大な災害が起こるおそれがある場合には地面現象警報を、それぞれ行うものとされている。

運用に当たっては、気象庁予報警報規程第12条に基づき、地面現象注意報はその注意報事項を気象注意報に、地面現象警報はその警報事項を気象警報に含めて行っている。

土砂災害への警戒の呼びかけは人命の保全を直接的に左右することから、市町村や住民等に必要な防災情報を効果的に提供し、迅速かつ適切な防災対応を支援する必要がある。このため、2002（平成14）年の「土砂災害警戒情報に関する検討委員会」での検討を経て、大雨による土石流と多発するがけ崩れを対象とする土砂災害警戒情報が気象庁・都道府県砂防部局共同により2008（平成20）年から全国で運用されることとなった。これは、気象警報（大雨警報）が発表されている状況下でこれを解説する気象情報（気象業務法第11条）の一種として、また、都道府県知事が行う予想される災害の事態及びこれに対してとるべき措置の通知（災害対策基本法第55条）として行われているもので、災害対策基本法第40条に基づく都道府県地域防災計画に位置づけられたものである。

今般、大規模土砂崩壊の検知、土砂災害発生情報の共有化等により得られる国土監視情報及び記録的な大雨の観測実況等を活用することで、土砂災害発生のおそれの切迫した状況を分かりやすく伝えることが可能となりつつあることから、大雨、大雪等の気象現象の量的予測に基づく予報・警報と合わせて、住民等の行動を強く促し被害を軽減するための情報の改善を進める必要がある。発生情報は単にその地点での土砂災害の発生を伝えることに止まらず、地形・地質、危険箇所等の国土情報及び大雨等の予測情報と合わせて、近隣地域での更なる土砂災害の発生のおそれを伝えることができる質的に新しい緊急時の情報であることから、その迅速・的確な活用を図るためには、発生情報であることが容易に認識できる名称を用いるとともに、確実な運用を図るため、3.2項におけるシステム・体制拡充の進捗状況を踏まえつつ、国の責務として法制度上明確に位置付けることが不可欠である。発生情報の提供に当たっては、その運用上、発生場所等の国土情報を各種の法指定区域及び土砂災害ハザードマップとの照合に基づいて地方自治体及び地域住民からの照会に対応できることが不可欠である。また、更なる広域における土砂災害の発生のおそれがなくなった段階で発生情報に基づく警戒を解除するに当たっては、国土管理の観点から、現地確認等の巡視点検が必要となる。加えて、近隣地域での更なる土砂災害の発生のおそれを伝えるためには、土砂災害発生地点を含む広域での降雨等気象の実況監視と予測が不可欠である。従って、発生情報を法的な警報として活用する際には、土砂災害防止及び国土保全を担当する砂防部局と気象の監視・予報を担当する気象官署が連携して担当する必要がある。

警戒避難等の防災活動は準備等を含めた災害発生までのリードタイムを必要とし、現象の推移に応じて段階的に実施されている。このため、大雨、大雪等に際しては、発生情報に基づく警報が、現象予想のみに基づく予報・警報と密接に連携し、整合的に発表されることが適切と考えられる。また、確認作業を伴う伝達ルートについても、地方自治体等の受け手の混乱を避ける観点から、気象庁の予報・警報と統一的に扱われることが望ましい。従って、発生情報という質的に新しい警報として行うに当たっては、現象の予測を担当する気象庁と国土の監視を担当する砂防部局において、両者の現行の法的責務を踏まえ、情報を受けて警戒避難等、実際の防災活動に当たる地方自治体及び地域住民にとって最適な収集・解析・伝達体制となるよう、発表を共同化する等の適切な連携を図る必要がある。