

## 集中豪雨時等における情報伝達及び高齢者等の避難支援に係る検討骨子

### 第1 避難情報の発令・伝達

#### 1. 避難情報の発令・伝達に関して発生している問題点

平成16年の一連の水害、土砂災害、高潮災害等では、避難情報（避難勧告等をいう）を適切なタイミングで適当な対象地域に発令できていないこと、住民への迅速確実な伝達が難しいこと、避難情報が伝わっても住民が避難しないことが課題としてあげられた。これらには様々な要因が考えられるが、市町村としては、避難情報の意味合い（避難勧告と避難指示の区別等）が不明確であること、具体的な基準がないために判断できないこと、災害の要因である自然現象や堤防等の施設の状況が十分に把握できていないこと、確実性のない段階での判断に限界があること等が要因としてあげられ、住民側からは、避難情報が伝わってもどのように行動していいかわからないこと、住民が自らの危険性を認識できないこと、切迫性のない段階での行動に限界があることなどがあげられる。さらに、近年の特徴として、高齢者等の災害時要援護者の被災の多いことが問題となっているとともに、避難途中で被災している人が多いのも事実である。

このような状況に鑑み、災害時の避難行動で何を達成するのかについて、あるべき避難の姿を明確化した上で、それを実現するため、避難情報の意味合い等の標準化、判断基準の策定等を進めることが必要である。

#### 2. 避難のあり方について

住民等の避難にあたっては、下記の3つの観点を基本的な考え方とする。

- ・ 災害時要援護者等避難行動や情報面での支援を要する人の確実な避難
- ・ 道路冠水等で危険な中を避難するような事態の回避
- ・ 真に切迫した状況では、生命を守る最低限の行動の選択

また、避難情報の意味合いと住民がとるべき行動を明確にし、市町村と住民が迅速に判断できるようなシンプルな形での避難情報の仕組みを構築することが重要である。

#### 3. 避難情報の意味合い・役割の標準化

避難情報については、まず、災害時要援護者への避難行動支援対策と対応し、

早めのタイミングで発する必要がある、今後、制度の創設についての検討が必要である。また、避難情報の意味合いや役割（住民に求める行動等）が分かりにくいために住民の避難行動に十分に結び付いていないことから、避難情報を以下の三類型で意味合いを明確にすることが適当である。

表1 三類型の避難情報一覧

	発令時の状況	住民に求める行動
避難準備情報（災害時要援護者等に対する避難情報）	災害時要援護者等、特に避難行動に時間を要する者が避難行動を開始しなければならない段階であり、災害の発生する可能性が高まった状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害時要援護者等、特に避難行動に時間を要する者は、計画された避難所への避難行動開始（避難支援者は支援行動を開始）</li> <li>・上記以外の者は、避難準備開始</li> </ul>
避難勧告	通常の避難行動ができる者が避難行動を開始しなければならない段階であり、災害の発生する可能性が明らかに高まった状況	通常の避難行動ができる者は、計画された避難所への避難行動開始
避難指示	<ul style="list-style-type: none"> <li>・前兆現象の発生や、現在の切迫した状況から、災害が発生する危険性が非常に高いと判断された状況</li> <li>・災害が発生した状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・避難勧告等の発令後で避難中の住民は、直ちに避難行動を完了</li> <li>・未だ避難していない対象住民は、直ちに避難行動に移るとともに、そのいとまがない場合は生命を守る最低限の行動</li> </ul>

※津波については、避難準備情報の導入を考えないものとする。

※必要な時間を確保して避難情報を発令しようとした場合には、予測精度が十分に高くないために結果として空振りとなるおそれがあること、また水位が低い等の段階では対象者にとって災害発生の切迫感が無く効果的な避難につながらないおそれがあることから、確保すべき時間のあり方とともに、対象者に対する法的な拘束力・効果や、それに対応した名称のあり方も含めて、更なる具体化のための検討を進めていく必要がある。

#### 4. 具体的な判断基準の作成

表1における「災害の発生する可能性が高まった」、「災害が発生する危険性が非常に高い」状況等については、洪水、土砂災害等の災害事象の特性、収集・伝達できる情報を踏まえつつ、基準を明確にする必要がある。これらは、今後、専門的な検討を深めた上で策定する「避難勧告等の判断基準・伝達マニュアル（仮称）」において、避難のあり方や避難情報の役割と併せて具体的に定めるべきである。なお、マニュアルの作成に当たっては、以下の点について留意すべ

きである。

- 河川の目視状況、堤防の異常や前兆現象等、必ずしも基準が数値等で明確にできないものも状況に応じて考慮するなど、総合的な判断を行う基準とすることが必要。
- どの程度の時間的余裕をもって避難情報を発令するかは、情報の予測精度、河川や氾濫域の特性、社会的影響等も踏まえつつ、どの程度の発令頻度になるのかも分析の上、市町村、河川管理者、住民等で情報を共有した上で設定することが重要。

#### 5. 避難対象者・区域のあり方

社会活動への影響、多人数の避難実施の負担・困難性等が、市町村長が避難情報の発令を逡巡する要因ともなり得ることから、避難対象者・地域の特定は、細分化による避難情報の複雑化を招かないように配慮しつつ、災害事象の特性や、地域の状況等に合わせて適切に設定すべきである。

- 避難情報の対象地域の設定のために、特に中小河川の浸水想定区域や津波浸水予測図、高潮浸水予測図、土砂災害警戒区域等の指定とともに、各種ハザードマップ等の整備が必要。
- 住民への情報伝達の迅速性や、住民の避難行動を高めるためには、災害の種類や地域の特性、浸水深等を踏まえつつ、町内会、学区、集落等のうち最適のものを避難情報の対象範囲の基本的な単位とすることが有効。

#### 6. 避難情報の判断基準策定と併せて講じていくべき対策

避難情報の判断基準策定等とともに、その実効性を高めるために併せて講じていくべき対策として、主に次のようなものが重要である。

##### (1) 避難情報の発令・伝達方法の改善

住民の迅速・的確な避難行動に更に結び付けるためには、住民が生命に係る危険であることをしっかりと認識することなどが重要であり、そのためには、避難情報の発令方法について、住民の判断に役立つようなわかりやすさが必要である。また、伝達手法についての工夫・改善も必要である。

- 避難指示では市町村長が自ら避難を呼びかけるなどの方法で、危険が迫っていることを認識させることも有効。 地域コミュニティ間での直接的な

声かけも重要。また、防災行政無線（同報系）等での伝達の際、先に警報（サイレン）を一斉に鳴らした後に避難情報を放送するなど、住民に注目させる工夫が必要。

- 「堤防決壊のおそれがあること」、「1時間後に道路冠水のおそれがあること」等、河川や堤防などの状況や、発災時期、予想される被災状況などについての説明を含めることが重要。また、住民がいつまでに、どのような行動をとるべきかということ併せて伝えることも重要。
- 防災行政無線等による情報伝達の仕組みを整備促進することを担保する制度について検討するとともに、防災行政無線（同報系）の戸別受信機の普及促進、地上デジタル放送や携帯端末等を活用した防災情報提供手法の検討等、多様な情報伝達手段の整備・確保。
- 国レベルにおいて、全国の市町村から避難情報をオンラインで収集・蓄積し、ネットワークを通じて国民や企業、行政機関等に提供することと併せて、放送事業者、コンテンツ提供者（情報配信事業者）による防災情報の住民への提供促進。

## (2) 平常時からの情報共有・リスクコミュニケーション

- 風水害をはじめ各種災害に対する住民の理解向上と、ハザードマップの策定過程等での住民と市町村、河川管理者等との間の平時での情報共有。
- 市町村長が必要な危機管理研修・訓練を必ず参加するような仕組みの検討も含めた首長・職員・住民の危機管理意識の醸成。
- 近海の地震による津波や局所的な豪雨による土砂災害等、避難情報に頼らず住民が自らの判断で避難することが必要であることの周知

## (3) 意思決定のための環境整備等

- 気象情報、河川の監視・観測情報等、避難情報発令の根拠となる各種情報の進捗過程における住民等への伝達。
- 災害応急対策に対応した組織・業務体系への整備を含めた危機管理体制の標準化
- 都道府県から市町村に対する、避難情報に関する意思決定の助言等につ

いての制度的な検討。

- 避難勧告等の基準に適合した防災気象情報の提供、気象官署、河川管理者等と市町村との間で、ホットライン等を通じた相互の情報交換体制の整備など、意思決定支援機能の強化。
- 数値予報等の予測技術の開発、関係機関の観測データの活用等による降水予測の向上等、気象情報、河川の水位情報等の精度の向上。

## 第2 災害時要援護者の避難支援

### 1. 災害時要援護者等の避難支援に関する問題点

16年7月の梅雨前線豪雨、一連の台風等における高齢者等の被災状況等を踏まえると、災害時要援護者の避難支援については、

- 防災関係部局と福祉関係部局等の連携が不十分であるなど、災害時要援護者や避難支援者への情報伝達体制が十分に整備されていないこと
- 災害時要援護者の避難支援者が定められていないなど、避難行動支援計画・体制が具体化していないこと
- 災害時要援護者情報の共有・活用が進んでおらず、また、プライバシー保護の観点から共有者が限定されており、発災時の活用が困難なこと

の三つが大きな問題点として挙げられる。

### 2. 市町村等による避難支援の進め方

災害時要援護者の避難支援は自助・共助を基本とし、市町村は、災害時要援護者への避難支援対策と対応した避難準備情報の発令が必要である。また、市町村は、防災関係機関、福祉関係機関、自主防災組織等との連携の下、災害時要援護者に関する情報（住居、情報伝達体制、必要な支援内容）を平時から電子データ、ファイル等で管理するとともに、一人ひとりの要援護者に対して複数の避難支援者を定める等、具体的な避難支援計画（「避難支援プラン」と称する）を整備しておくことが重要である。発災時は、事前に定めた避難支援プラン等を基に計画的・組織的な避難支援を実施するべきである。なお、市町村は、災害時に自助・共助による必要な支援が受けられない災害時要援護者（避難行動要支援者）に対する公助による避難支援の仕組みづくりを、地域の特性も踏まえ早急に整備することが必要である。

### 3. 避難支援に必要な対策

#### (1) 情報伝達体制の整備

- 市町村においては、多種多様な地域性を踏まえて、
  - ・ 危機管理体制内に福祉関係機関を早期の段階から組み込むとともに、「避難準備情報」の伝達業務、避難支援プランの実施状況の把握等、災害時要援護者の避難支援業務についての任務分担を明確にすること
  - ・ 市町村の各種協議会等を通じ、平時から災害時要援護者と接している社会福祉協議会、介護保険制度関係者、障害者団体等の福祉関係者、民生委員等と防災関係機関との連携を深めるとともに、発災時はこれらが構築しているネットワークの避難情報伝達に活用すること等を進めていくことが重要。
  
- 聴覚障害者には携帯電話メールやテレビ放送（地上デジタル放送も含む）が、視覚障害者には受信メールを読み上げる携帯電話やテレビ電話が、手が不自由な障害者にとってはフリーハンド用機器を備えた携帯電話が、それぞれ日常生活におけるコミュニケーションや情報収集を図る上で大いに役立っており、これらの防災情報伝達への活用が重要。

#### (2) 災害時要援護者情報を共有する仕組みの構築

現在、市町村等では以下の3つのパターンによる取組が考えられるが、避難行動要支援者の避難支援プランを整備するためには、本人から収集した情報を防災関係機関、福祉関係機関等で共有することを基本としながらも、早急な整備が不可能な場合は、共有情報方式を基に進めていくことも重要である。また、災害時要援護者本人から同意を得た避難支援者間で平時から共有しておくことも重要である。

- 市町村の消防等防災関係部局や自主防災組織、福祉関係機関、福祉関係者等が、住民一人ひとりと接する機会をとらえて災害時要援護者を把握し、要援護者本人に直接働きかけ、避難支援プランを整備していくことは重要（同意方式）。しかし、同意方式だけでは、対象者が過大なために効率よく要援護者と接することが困難な傾向にあり、避難行動要支援者の避難支援プランづくりが進まないおそれがある。
  
- 市町村では、自ら災害時要援護者名簿等への登録を希望した者について

の避難支援プランを整備しているところがある（手上げ方式）。しかし、避難行動要支援者となり得る者の全体像が把握できず、また、登録を希望しない者への対応という課題も残り、避難行動要支援者の避難支援プランづくりが進まないおそれもある。

- 同意方式等による本人からの情報収集を基本としながらも、これが不可能な場合、市町村は、個人情報保護条例において原則禁止である本人以外からの個人情報の収集及び個人情報の目的外利用・提供に関する例外として、「あらかじめ個人情報保護審議会の意見を聴いた上で必要と認められるとき」、「実施機関が所掌事務の遂行に必要な範囲内で記録情報を内部で利用し、かつ、当該記録情報を利用することについて相当な理由があるとき」等の規定に基づき、平時から福祉関係機関等が保有する災害時要援護者情報等を防災関係機関とで共有することについて十分検討した上で実施することが必要。そして、共有した情報を分析の上、独居老人等である災害時要援護者を特定・把握して（共有情報方式）、避難支援プランの策定作業を進めていくことが重要。また、共有情報方式を進めるための制度的な検討も必要。

しかし、特定された災害時要援護者が必要とする支援等をきめ細かく把握するため、最終的には本人から確認し、共助を活用した具体的避難支援対策を整備することが必要。

- 災害時要援護者の避難支援プランについての理解を深め、同プランの策定及び避難支援者間での情報共有についての同意を得るためには、平時から接している福祉部局担当者、社会福祉協議会、介護保険制度関係者、障害者団体等の福祉関係者、民生委員等の協力が重要。

表2 災害時要援護者の状況把握方式例

	取組例	課題等
同意方式	住民一人ひとりと接する機会をとらえて災害時要援護者を把握し、要援護者本人に直接働きかけ、避難支援プランを整備する方式。必要な支援等をきめ細かく把握することができる。	情報共有による災害時要援護者の十分な特定をせずに取り組むと、効率よく要援護者と接することが困難な傾向にあり、避難行動要支援者の避難支援プランづくりが進まないおそれがある。

手上げ方式	自ら災害時要援護者名簿等への登録を希望した者についての避難支援プランを整備する方式。必要な支援等をきめ細かく把握することができる。	情報共有による要援護者の十分な特定をせずに取り組むと、避難行動要支援者となり得る者の全体像が把握できない。登録を希望しない者への対策も必要。避難行動要支援者の避難支援プランづくりが進まないおそれもある。
共有情報方式	市町村が、個人情報保護条例中の個人情報の目的外利用・提供に関する規定に基づいて福祉関係機関と防災関係機関とで情報共有し、分析の上、災害時要援護者を特定する方式。	情報共有の結果特定される災害時要援護者が必要とする支援等をきめ細かく把握するため、最終的には本人からの確認・同意が必要。

### (3) 避難支援プランの整備促進

今後、本検討会で検討を深めた上で定める「高齢者等災害時要援護者の避難支援ガイドライン（仮称）」に示す災害時要援護者の避難支援の取組状況を参考にしつつ、市町村は、災害時要援護者に関する情報を共有した上で、福祉関係者等との連携の下、避難支援プランの作成促進を図ることが重要である。

- 市町村は、要介護高齢者、視覚障害者、聴覚障害者、肢体障害者等、災害時要援護者一人一人の特性、適切な避難行動を実施するのに「必要な支援」、避難支援者等を、避難支援プランで個別具体的に確認・把握しておくことが重要。
- 発災時に市町村は、関係機関、避難支援者等に確実に避難準備情報を伝達し、避難支援プランに基づく避難支援を求めることが重要。
- 福祉部局担当者、社会福祉協議会、介護保険制度関係者、障害者団体等の福祉関係者、民生委員等との連携の下、適宜訓練や確認作業を実施しつつ、日常的に避難支援プランの登録情報の更新を行うとともに、各種災害や避難についての災害時要援護者・避難支援者の理解を深めることが重要。
- 病院、介護保険関係施設、福祉センター、近隣ビルの高所等の避難場所（一時的な避難場所を含む）への活用を促進し、災害時要援護者の避難行動時間の短縮及び避難行動支援者への負担軽減を進めることが重要。福祉関係者等の協力も得つつ、避難場所における介護・ケアなどの支援活動の充実のため、広域的な派遣体制づくりも含めた人員確保も必要。障害者等の災害時要援護者専用の避難所の設置についての検討も必要。



- 市町村は、避難行動要支援者を把握し、関係機関（消防団員、警察等の救援機関を含む）、自主防災組織、近隣組織、介護保険制度関係者等の福祉関係者、患者搬送事業者（福祉タクシー等）、地元企業等の様々な機関等との連携の下、必要な支援内容及び避難支援者を早急に決定することが必要。
- 避難支援プランは災害時に戦略的な避難支援を実施できるように整理することが必要。地理情報（GISを含む）の活用も有効。
- 市町村が避難支援プランを作成する際は、自助、地域の共助の順で取組をいかす、下からの積み上げ方式により、地域防災力を高めることが重要。災害時要援護者も、地域にとけ込むことが重要。
- 被災現場で支援活動をしたNPO・ボランティアが、地元に戻った後も市町村等と連携しつつ各種取組を展開することにより、地域防災力を高めることが重要。福祉ボランティアと防災ボランティアとの連携も重要。
- 大規模災害時等に、災害時要援護者をはじめとする被災住民の安否情報を市町村長及び都道府県知事が収集・把握する仕組みの整備が必要。

## 豪雨災害対策緊急アクションプラン

平成16年12月10日  
国土交通省

今年の一連の深刻な豪雨災害から明らかになった新たな課題に的確に対応して、自然災害に対して安全で安心な社会の形成を図る必要がある。

国土交通省としても、これまでの災害対策を抜本的に改善していくこととしており、平成16年11月11日に社会資本整備審議会河川分科会に豪雨災害対策総合政策委員会を設け、改善すべき内容について審議いただいていた。来春を目途に全体の提言がまとめられる予定であるが、緊急に対応すべき事項については12月2日に「総合的な豪雨災害対策についての緊急提言」としてまとめられた。

国土交通省としては、この緊急提言を受け、別紙の通り、各種施策について時限や数値目標を設けて緊急的かつ強力にその具体化を図るものとし、関係機関と密接な連携を図りつつ、速やかに制度創設の予算要求や法的措置の検討をはじめとする必要な措置を講ずるものとする。

なお、同委員会が来春を目途に引き続き審議を進められ全体を通した提言がまとめられ次第、それらについても具体化を図っていくこととする。

(別紙)

実施する施策	期間・数値目標等
1. 送り手情報から受け手情報への転換を通じた災害情報の提供の充実	
(1) 中小河川等における洪水予測等の高精度化	
①局所的降雨予測データを活用した中小河川の短時間での洪水予測情報の提供	平成16年度中にガイドラインを作成し、平成17年度以降5年間で、一級水系の主要な中小河川約900河川についてシステムを整備。主要な二級水系の約1000河川については準備の整った河川から順次実施。
②海岸地形等を考慮した海岸域ごとの高潮予測情報の提供	平成17年度は予測モデルを構築し、平成18年度から東京湾など4箇所を試行。
③局所的降雨予測データの活用による従来より早い「土砂災害警戒情報」の提供	平成16年度に市町村への提供を試行。平成17年度以降3年間で、市町村、報道機関等への提供を全国で実施。
④中小河川での水位計テレメータの整備による情報空白域の解消	平成17年度以降5年間で、約500地点について水位計テレメータを整備し、背後に人口・資産を抱える全ての河川でのリアルタイムの水位情報の把握を可能にする。
⑤海域の各機関の潮位・波高データの標準化・共有化などによる迅速な情報の把握	平成17年度以降5年間で、瀬戸内海、東京湾、伊勢湾、大阪湾、有明海の高潮のおそれのある主要な5地区について、各機関の潮位・波高データについてデータ形式を標準化し、共有化するシステムを整備。
(2) 受け手の判断・行動に役立つ河川等情報の提供	
①氾濫域での浸水状況の情報提供	平成16年度にマニュアルを作成。平成17年度以降3年間で、すべての一級水系の一部の区間で試行。中小河川については、情報の把握・提供手法について検討後、具体化。
②大河川の破堤後の氾濫による浸水区域や水深等について予報の実施	洪水予報の一部とすることについて、次期通常国会に向けて水防法改正を検討。
③住民からの土砂災害の前兆情報を収集し、行政からの避難情報等を伝達する双方向システムの全国展開	平成17年度以降3年間で、過去10年間に大規模な災害を受けた約400市町村で実施。

実施する施策	期間・数値目標等
<b>(3) 受け手に情報が確実に伝わるための体制整備</b>	
①浸水想定区域内の住民に対して警戒水位、危険水位の到達情報の確実な伝達と警戒水位以上の水位情報の公表	次期通常国会に向けて水防法改正を検討
②市町村が避難勧告等の情報を発令するに際して、河川管理者等が保有するダム放流警報用スピーカー、電光掲示板などを市町村に開放	平成16年度中にガイドラインを作成し、使用ルール等の整理の後、平成17年度から開放。より効果的効率的な活用を検討するため、地方整備局等で試行。
③河川管理者が保有するCCTV等による画像情報の自治体・報道機関等への積極的な提供	平成16年度中にガイドラインを作成。平成17年度以降、沿川の希望するすべての自治体・報道機関等と調整し、提供先を拡大。
<b>2. 平常時からの防災情報の共有の徹底</b>	
<b>(1) 浸水想定区域等の区域指定の拡大</b>	
①洪水到達時間や過去の洪水実績と降雨量の関係など、どの程度の雨で、いつ頃危険かといった身近な河川等の情報の住民への周知	平成16年度中にマニュアルを作成し、主要な中小河川約1900河川で平成17年度以降3年間で実施。
②浸水想定区域の指定・公表を義務化する河川の拡大  ③都道府県知事が行う浸水想定区域の指定・公表に要する調査経費に対する助成	主要な中小河川である水防警報河川における浸水想定区域の指定・公表の義務化について、次期通常国会に向けて水防法の改正を検討。  平成17年度予算において制度を要求中  これにより、平成17年度以降5年間で、約1900河川の浸水想定区域を指定・公表。
④土砂災害警戒区域の指定を緊急に全国展開	平成17年度以降5年間で、過去5年間に大規模な災害を受けた箇所や災害時要援護者施設を含む箇所約6000箇所を指定。うち平成17年度は約1000箇所を緊急指定。

実施する施策	期間・数値目標等
<b>(2) ハザードマップの全国的緊急配備</b>	
<p>①主要な中小河川にかかる洪水ハザードマップ作成・公表の義務付け</p> <p>②市町村が行う洪水ハザードマップの作成・公表に要する調査経費に対する助成</p>	<p>主要な中小河川にかかる洪水ハザードマップの作成・公表の義務化について、次期通常国会に向けて水防法改正を検討。</p> <p>平成17年度予算において制度を要求中</p> <p>これにより、平成17年度以降5年間で、約2300市町村で作成・公表。</p>
<p>③土砂災害ハザードマップを土砂災害のおそれのある地域での作成・公表</p>	<p>土砂災害警戒区域の指定にあわせて、平成17年度以降5年間で、約6000箇所での作成・公表を実施。</p>
<b>(3) 水害等に適合した避難場所の総点検への支援</b>	
<p>水害等に適合した避難場所の総点検と全面的な見直し</p>	<p>平成17年度から、ハザードマップの作成・公表にあわせて、市町村が行う見直しを支援</p>
<b>3. 迅速かつ効率的な防災施設の機能の維持向上</b>	
<b>(1) 防災施設の整備状況の調査・評価・公表</b>	
<p>地域の災害安全度や防災施設の整備状況の調査・評価・公表及びその結果に基づいた整備進捗の管理</p>	<p>平成17年度から実施</p>
<b>(2) 堤防の質的強化</b>	
<p>計画高水位に達するような高い水位が長時間続いても容易に壊れないよう堤防の質的強化対策の実施</p>	<p>平成17年度以降5年間で、直轄河川についてはすべての堤防の詳細点検を完了。中小河川の主要な区間については平成16年度に作成した点検・対策ガイドラインに基づき、堤防現況図（カルテ）を作成。点検結果、背後地の重要性、被災した場合の被害の程度等を勘案して優先整備区間を定め、順次実施。</p>

実施する施策	期間・数値目標等
<b>(3) 防災機能を一層向上させるための既存施設の有効活用</b>	
降雨予測技術の進展も踏まえた、ダムの機能をより効果的に発揮させるための操作ルールの変更	平成16年度中に雨量データの分析を行い、ガイドラインを作成。平成17年度から、直轄・水機構のすべてのダムについて速やかに事前放流等について検討し、その結果に基づき、操作規則の変更も含めて随時実施。一定規模以上の補助ダムについても同様に実施。
<b>4. 地域の防災対応力の再構築</b>	
<b>(1) 災害時要援護者への対応</b>	
高齢者等の災害時要援護者の円滑な避難行動支援のための仕組みの整備	関係省庁と連携し、平成16年度中に避難支援のガイドラインを作成。
<b>(2) 水防活動等の体制強化</b>	
①水防団員の労苦に報いる条件整備	次期通常国会に向けて水防法改正を検討
②水防活動に協力するNPO等と水防団が連携する制度の創設	次期通常国会に向けて水防法改正を検討
<b>(3) 地下空間における避難誘導體制の構築</b>	
大規模な地下空間の管理者に洪水時の避難確保計画の作成を義務付け	次期通常国会に向けて水防法改正を検討
<b>5. 河川管理者の防災体制の総点検と改善</b>	
国及び地方の河川管理者の災害時の危機管理体制や平常時の対応等を総点検	国については平成16年中、地方については来年の出水期までに結果をとりまとめ

総合的な豪雨災害対策についての緊急提言

平成16年12月2日

豪雨災害対策総合政策委員会

## 目 次

はじめに	1
1. 今年の災害の特徴と新たな課題	2
2. 今後の対策の基本的方向	4
3. 緊急に対応すべき具体的施策	6
4. 引き続き検討すべき施策	9



## はじめに

自然的・社会的条件から災害に対して脆弱な国土構造を有する我が国においては、古くより水害・土砂災害・高潮災害等についての防災対策が行われ、これまでの我が国の発展を支える社会経済活動の基盤が整備されてきた。

こうした中、今年は、梅雨期の集中豪雨や度重なる台風の上陸により、全国各地で激甚な水害、土砂災害及び高潮災害が数多く発生した。これらは、未だ災害に対する整備水準が低いことも大きな要因であるが、近年の集中豪雨の増加などの自然的状況の変化や、少子高齢化などの社会的状況の変化に起因した新たな災害の様相を呈するものでもあった。

安全で安心できる社会の形成を図るためには、今年の災害から浮かび上がった新たな課題に的確に対応すべく、これまでの災害対策を総点検し、その抜本的な改善を図る必要があり、本委員会が設けられた。

今年の深刻な災害の状況を踏まえ、なるべく早急に災害対策の内容の改善を図るべきであるが、検討すべき内容は多岐にわたり、検討に時間を要するものもある。このため、本委員会では、まず緊急に対応すべきものについて本緊急提言としてとりまとめた。なお、防災施設等の整備・管理のあり方など検討に時間を要するものについては引き続き検討を深めた後に来春を目途にとりまとめることとする。

## 1. 今年の災害の特徴と新たな課題

今年の一連の水害、土砂災害、高潮災害等から、従前の災害に比べ以下のような新たな課題が明らかになった。

### (1) 自然的状況

- ① 局所的な集中豪雨が頻発し、その影響を受けやすい流域面積が比較的小さい中小河川における洪水や、土砂災害が多く発生した。これまでは、洪水予測等があまり行われてこなかった小流域である中小河川や土砂災害危険箇所等においても、情報提供の充実をはじめ迅速な警戒避難体制の確立が必要である。
- ② これまでの記録を超える降雨量、潮位、波高などが各地で発生した。一部例外的なものを除き、施設計画の基となる外力までは被害を発生させないというのが従前の災害対策の基本的な考え方であったが、今後は基本的にすべての災害対策において、自然の外力は施設能力を超える可能性が常にあることを踏まえた備えが必要である。
- ③ 破堤（堤防の決壊）が多発したが、破堤した場合には氾濫した水のエネルギーは大きく水位上昇も急激であり、多くの人命・財産を失う大きな被害となるばかりでなく、堆積した泥の処理などの事後対応も被災者の大きな負担となることを改めて認識させられた。破堤のように急激に災害現象が拡大することに対する対策が必要である。

### (2) 社会的状況

- ① 高齢者や共働き社会を支える保育園の園児といった災害時要援護者の被災が目立っており、少子高齢化の進展等を踏まえた警戒避難体制の確立が必要である。
- ② 旧来型の地域コミュニティの衰退や水防団員の減少・高齢化などにより、地域の災害時の共助体制が脆弱になってきていることから、近年の社会的状況の変化を踏まえた共助体制の再構築が必要である。

- ③ 避難勧告の発令等の遅れがあったほか、発令されても避難しない住民が多数に上った。住民や自治体等の災害経験が減少し、危機意識も低下している現代社会においても、災害時に的確な認識や行動がなされるような仕組みが必要である。
- ④ 地下鉄・地下街などの利用が増加している中で、これらの地下空間が多数浸水した。都市域の地下空間の浸水に対する防御と的確な避難誘導体制の構築が必要である。

## 2. 今後の対策の基本的方向

今年の災害から明らかになった自然的・社会的状況の変化による新たな課題に的確に対応しつつ、できるだけ早期に安全度を高め、被害を最小化することが今後の災害対策の基本的命題である。災害対策はハード整備とソフト対策があいまって効果を発揮するものであるが、これまでの災害対策は施設が絶対的に不足していたことから施設整備が中心であった。ある程度施設整備がなされ、また今後の投資余力に限られる中で、施設の機能をより効果的に発揮させることも踏まえた本格的なソフト対策の展開と全てを同様に守るのではなく守るべき対象により手法を選択するなどのハード整備の質的転換が重要である。

今後はこれまでの災害対策から、以下の内容に重点をおいた災害対策に大きく転換すべきである。

- ①ソフト対策とハード整備が一体となった減災体制の確立
- ②治水安全度の早期向上のための多様な整備手法の導入、既存施設の有効活用、管理の高度化

このため、以下に示す方向で、これまでの災害対策を改善すべきである。

- ① 災害時に、よりの確に住民が避難等ができ、自治体が防災活動を行えるよう情報提供のあり方を見直し、地域別のわかりやすい予測情報や氾濫情報など、的確な避難に役立ち、被害軽減に必要な情報を充実する。  
(送り手情報から受け手情報への転換)
- ② 災害経験があまりない住民や自治体等も、自らが災害発生時に的確に行動できるよう、各地域で発生する可能性のある災害についての情報(災害環境情報)及び災害時にとるべき行動についての情報(災害行動情報)が平常時から共有される社会への転換を図る。
- ③ 地域の災害対応力の脆弱化や都市構造の変化等を踏まえ、防災施設の整備途上等において、施設能力を超える自然の外力が発生し施設を破壊した場合にも、壊滅的な被害とならないよう、施設の設計・運用の高度化や

万が一の場合の危機管理体制を構築する。

- ④ 近年増加傾向にある集中豪雨等の発生や計画を超える自然の外力の多発を踏まえ、できるだけ早期に効果的に災害安全度を高める必要がある。土地利用状況によって異なる安全度の設定や操作ルールの変更による既存施設の有効活用など、従前の計画論等にこだわらない多様な整備手法の導入を展開する。
- ⑤ 少子高齢化、旧来型の地域コミュニティの衰退、都市構造の変化などの社会的状況の変化も踏まえて、多様な主体の参加による水防体制、平常時から地域の住民が参加する様々な防災活動、広域的な支援体制などの展開により、自助、共助、公助のバランスのとれた地域の防災力の再構築を図る。

なお、本委員会としては、引き続き、各災害対策についてソフト・ハードの両面から、また行政内部・一般社会の両面から総点検を進め、来春を目途とした全体を見通した提言の中で、次章の具体的施策も含め、より充実した内容のものとする予定である。

### 3. 緊急に対応すべき具体的施策

「今後の対策の基本的方向」を踏まえ、早急に以下の施策の具体化を図るべきである。

#### (1) 送り手情報から受け手情報への転換を通じた災害情報の提供の充実

##### ① 中小河川等における洪水予測等の高精度化

流域面積が小さく、雨が降り始めてから洪水になるまでの時間（洪水到達時間）が短い中小河川等において的確な警戒避難体制が講じられるよう、局所的降雨予測データを活用した小流域での洪水予測・土砂災害予測手法の開発と運用及び水位計・潮位計・波高計テレメータ整備等による重要地域での情報空白域の解消により、精度の高い短時間洪水予測情報、土砂災害警戒情報及び高潮予測情報を提供する。

##### ② 受け手（住民や市町村等）の判断・行動に役立つ河川情報等の提供

緊急時に住民等が的確な避難行動がとれるよう、河川管理者等は氾濫域の浸水情報や土砂災害の前兆現象の情報など災害を実感できる情報を提供するとともに、大河川の破堤後の氾濫浸水状況の予報を実施する。

##### ③ 受け手に情報が確実に伝わるための体制整備

浸水が想定される地域の住民等に対して確実に情報が伝達されるよう、河川管理者は各種水位情報をリアルタイムで公表するとともに、市町村が避難勧告等を伝達するにあたって河川管理者等が保有するダム放流警報用スピーカー、電光掲示板等を市町村に開放するなど、多様な手段を用いた情報伝達提供体制を整える。また、河川管理者が有するＣＣＴＶ等による画像情報を自治体や報道機関等へ提供できるよう、情報機器を整備し体系的な情報提供体制を整備する。

#### (2) 平常時からの防災情報の共有の徹底

##### ① 浸水想定区域等の区域指定の拡大

平常時からの防災意識の向上を図り、災害時に的確に行動できるよう、「どの程度の降雨量で、いつ頃危険になるか」のようなことがらを住民が認識できるよう身近な各河川等の現在の整備状況や洪水到達時間などの情報を日頃から住民に周知する。これまで大河川を中心に指定・公表

されてきた浸水想定区域を、主要な中小河川すべてについて確実に指定等されるようにする。また、土砂災害警戒区域の指定を緊急に全国展開する。さらに、高潮による浸水想定区域の指定制度を創設する。

## ② ハザードマップの全国的緊急配備

円滑な避難行動等に有用なハザードマップが、甚大な水害・土砂災害等が想定されるほとんどすべての地域で常備されるよう、市町村での作成・公表を義務化し、積極的な利活用を図るとともに、これを促進するため、河川技術的支援だけでなく新たに財政的支援策を講じる。

## ③ 豪雨災害に適合した避難場所の総点検

ハザードマップの作成を通じて河川管理者等と市町村が協力して、これまで主に地震災害を想定して指定されている避難場所を総点検し、水害・土砂災害等に適合した避難場所の指定や水害等に対する安全確保対策等が行われるようにする。

## (3) 迅速かつ効率的な防災施設の機能の維持向上

### ① 防災施設の整備状況の調査・評価・公表

地域の災害安全度や防災施設の整備状況を調査・評価・公表するとともに、その結果に基づき適切な整備の進捗管理等を実施する。

### ② 堤防の質的強化

破堤による壊滅的被害をできる限り軽減するため、計画高水位に達するような高い水位が長時間続いても容易には破壊しないよう堤防の質的強化を市街地を流下する区間について優先実施する。

### ③ 防災機能を一層向上させるための既存施設の有効活用

計画を超える自然の外力にも早急に対応するため、降雨予測技術の進展も踏まえ、ダムが下流区間に対してより効果的に機能を発揮させることができるよう操作ルールの変更など既存施設の有効活用を進める。

## (4) 地域の防災対応力の再構築

① 災害時要援護者への対応

避難行動に時間がかかる高齢者等の災害時要援護者が円滑に避難できるように、災害時要援護者施設への洪水予報の伝達方法等を予め定め、市町村の地域防災計画に記載することを義務付ける。

② 水防活動等の体制強化

水防団員の減少や高齢化等による地域の防災力低下を補えるよう、水防団員を充実させるためのインセンティブの付与をはじめとする水防団の活動体制の強化やNPO等が水防時の活動に協力できるよう必要な措置を講ずる。

③ 地下空間における避難誘導體制の構築

一定規模以上の地下空間における避難誘導體制を構築するため、地下空間の管理者等に対して洪水・高潮時の避難確保計画の作成を義務付ける。

(5) 河川管理者の防災体制の総点検と改善

国及び地方の河川管理者の災害時の危機管理体制及びそのための平常時の対応を総点検し、速やかに総合的な危機管理体制等の強化を図る。



#### 4. 引き続き検討すべき施策

災害対策の計画、各施設等の整備・管理のあり方を含む総合的な検討については、以下の視点で引き続き進めるものとし、技術的な整理を踏まえ、来春を目途に具体的内容を取りまとめることとする。

##### ① 避難勧告等の発令基準

市町村長が適切に避難勧告等を発令できるよう、発令の判断基準を明確にするため、発令基準を設定し、その周知徹底を図る。なお、この検討については他の関係委員会と連携して進める。

##### ② 避難勧告等の情報を入手していない状況下でも的確な判断・行動につながる災害状況等の情報の提供

自然状況の急激な変化や何らかの事情により、避難勧告等の情報が遅れたり伝わらなかつたりすることもある。このため、住民等が情報を入手していない状況においても、必要な避難等ができ、致命的な被災はしないよう、自己判断を可能とするため、できる限り自然現象や災害状況等の情報が周知されていることが重要である。その情報の内容と提供の方法について検討する。

##### ③ 管理水準の区分設定と管理内容の基準化

全体として被害を最小化するという視点から、被災した場合の被害の大きさ等に基づき異なる管理水準を区間ごとに設定するとともに、施設の機能が的確に発揮されるよう、あるべき管理水準の内容を基準化等する。

##### ④ 整備途上段階でも被害の最小化を図る危機管理体制

破堤や高潮により浸水した場合でも被害を最小化するため、災害発生時の防災関係機関が行う救助・救援・復旧・復興についての行動を予め定めておく危機管理のための戦略プログラムを関係機関と連携して策定する。

⑤ 大規模な自然災害等が発生した後の原因と対応等についての調査検討体制

自然災害調査委員会を常設し、迅速な原因究明と対応を図る。

⑥ 従前の計画論にこだわらない多様な整備手法

近年増加する集中豪雨等の発生や計画を超える自然の外力の多発を踏まえ、早急に効率的に被害を最小化するための治水等の計画を策定する。氾濫域の土地利用状況にかかわらず同じ安全度で防御する従前の計画論ではなく、土地利用状況に応じた異なる安全度の設定、施設整備に代わる住宅等の移転、浸水深の情報の公表による氾濫域内の住宅や公共施設を安全な場所へ立地誘導する方策など新たな整備手法を展開する。

⑦ 孤立化等を防止する施設整備

土砂災害等により交通が遮断され孤立化するおそれがある地域においてリダンダンシーの確保及び避難場所の安全確保のため、対象外力のランクをあげた防災施設等を整備する。

⑧ 水防団等の水防技術力向上

国の機関等で水防責任者や水防リーダーを研修し、地域防災力を担う人材の育成方策を検討する。多様な主体の参加による水防活動が行えるよう平易な水防技術について研究開発する。

⑨ 被災者支援センター設立の支援

被災者の支援には行政とボランティア等の両者の連携が必要であり、各防災機関とボランティア等が協働し、住民に対しワンストップサービスできる体制を確立する。

⑩ 防災教育等の推進についての支援

総合学習やNPO等と連携した地域ぐるみの防災教育等の活動に対し、出前講座制度の活用等により支援する。

土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律の一部を改正する法律

(土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律の一部改正)

第二条 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律(平成十二年法律第五十七号)の一部を次のように改正する。

第七条第一項中「市町村の長」の下に「。以下同じ。」を加え、同条第二項中「前項」を「第一項」に改め、「基づき」の下に「、国土交通省令で定めるところにより」を加え、「警戒避難が行われるために必要な事項について住民に周知させるよう努めるものとする」を「警戒避難を確保する上で必要な事項を住民に周知させるため、これらの事項を記載した印刷物の配布その他の必要な措置を講じなければならぬ」に改め、同項を同条第三項とし、同条第一項の次に次の一項を加える。

2 市町村防災会議は、警戒区域内に主として高齢者、障害者、乳幼児その他の特に防災上の配慮を要する者が利用する施設がある場合には、当該施設の利用者の円滑な警戒避難が行われるよう前項の土砂災害に関する情報、予報及び警報の伝達方法を定めるものとする。

## 附 則

### (施行期日)

第一条 この法律は、公布の日から起算して三月を超えない範囲内において政令で定める日から施行する。  
ただし、第一条のうち水防法第六条の二の次に一条を加える改正規定は、公布の日から施行する。

### (水防法の一部改正に伴う経過措置)

第二条 この法律の施行の際現に第一条の規定による改正前の水防法（以下「旧法」という。）第十条第二項の規定により国土交通大臣が指定している河川以外の河川のうち河川法（昭和三十九年法律第百六十七号）第九条第二項に規定する指定区間外の一級河川（同法第四条第一項に規定する一級河川をいう。以下この条において同じ。）で旧法第十条の六第一項の規定により国土交通大臣が指定しているもの又は旧法第十条の二第一項の規定により都道府県知事が指定している河川以外の河川のうち河川法第九条第二項に規定する指定区間内の一級河川若しくは同法第五条第一項に規定する二級河川で旧法第十条の六第一項の規定により都道府県知事が指定しているもの（専ら高潮による災害について水防を行うべきものとして都道府県知事が指定するものを除く。）については、それぞれ、第一条の規定による改正後の水防法（以下

「新法」という。）第十三条第一項の規定により国土交通大臣が指定した河川又は同条第二項の規定により都道府県知事が指定した河川とみなす。

第三条 旧法の規定によつてした処分、手続その他の行為であつて、新法の規定に相当の規定があるものは、これらの規定によつてした処分、手続その他の行為とみなす。

（政令への委任）

第四条 前二条に定めるもののほか、この法律の施行に関して必要な経過措置は、政令で定める。

（気象業務法の一部改正）

第五条 気象業務法（昭和二十七年法律第百六十五号）の一部を次のように改正する。

第十四条の二第二項中「水位又は流量」を「当該河川の水位又は流量（はん濫した後においては、水位若しくは流量又ははん濫により浸水する区域及びその水深）」に改め、同条第三項中「第十条の二第一項」を「第十一条第一項」に改める。

（国民生活金融公庫が行う恩給担保金融に関する法律の一部改正）

第六条 国民生活金融公庫が行う恩給担保金融に関する法律（昭和二十九年法律第九十一号）の一部を次の

ように改正する。

第二条第一項第八号中「第三十四条」を「第四十五条」に、「第十七条」を「第二十四条」に改める。

(消防団員等公務災害補償等責任共済等に関する法律の一部改正)

第七条 消防団員等公務災害補償等責任共済等に関する法律(昭和三十一年法律第百七号)の一部を次のように改正する。

第一条中「第三十四条」を「第四十五条」に改める。

(災害対策基本法の一部改正)

第八条 災害対策基本法(昭和三十六年法律第二百二十三号)の一部を次のように改正する。

第四十一条中「の各号」を削り、同条第一号中「第二項」を「第三項」に、「第二十五条」を「第三十条第一項」に改める。

(特定都市河川浸水被害対策法の一部改正)

第九条 特定都市河川浸水被害対策法(平成十五年法律第七十七号)の一部を次のように改正する。

第三十二条第一項ただし書中「又は第十条の二第一項」を「、第十一条第一項又は第十三条第一項若し

くは第二項」に改める。

第三十三条第四項中「又は第十条の二第一項」を「、第十一条第一項又は第十三条第一項若しくは第二項」に、「第十条の四第一項」を「第十四条第一項」に改める。

改 正 案

現

行

（警戒避難体制の整備等）

第七条 市町村防災会議（市町村防災会議を設置しない市町村にあつては、当該市町村の長。以下同じ。）は、警戒区域の指定があつたときは、市町村地域防災計画（災害対策基本法（昭和三十六年法律第二百二十三号）による市町村地域防災計画をいう。）において、当該警戒区域ごとに、土砂災害に関する情報の収集及び伝達、予報又は警戒の発令及び伝達、避難、救助その他当該警戒区域における土砂災害を防止するために必要な警戒避難体制に関する事項について定めるものとする。

2| 市町村防災会議は、警戒区域内に主として高齢者、障害者、乳幼児その他の特に防災上の配慮を要する者が利用する施設がある場合には、当該施設の利用者の円滑な警戒避難が行われるよう前項の土砂災害に関する情報、予報及び警戒の伝達方法を定めるものとする。

3| 警戒区域をその区域を含む市町村の長は、第一項に規定する市町村地域防災計画に基づき、国土交通省令で定めるところにより、土砂災害に関する情報の伝達方法、急傾斜地の崩壊等のおそれがある場合の避難地に関する事項その他警戒区域における円滑な警戒避難を確保する上で必要な事項を住民に周知させるため、これらの事項を記載した印刷物の配布その他の必要な措置を講じなければならない。

（警戒避難体制の整備等）

第七条 市町村防災会議（市町村防災会議を設置しない市町村にあつては、当該市町村の長）は、警戒区域の指定があつたときは、市町村地域防災計画（災害対策基本法（昭和三十六年法律第二百二十三号）による市町村地域防災計画をいう。）において、当該警戒区域ごとに、土砂災害に関する情報の収集及び伝達、予報又は警戒の発令及び伝達、避難、救助その他当該警戒区域における土砂災害を防止するために必要な警戒避難体制に関する事項について定めるものとする。

2| 警戒区域をその区域を含む市町村の長は、前項に規定する市町村地域防災計画に基づき、土砂災害に関する情報の伝達方法、急傾斜地の崩壊等のおそれがある場合の避難地に関する事項その他警戒区域における円滑な警戒避難が行われるために必要な事項について住民に周知させるよう努めるものとする。



---

建設省総合技術開発プロジェクト

---

災害情報システムの開発報告書

**第III巻**  
**基幹施設編**

平成4年3月

---

**建設省**

## 第5編 土砂災害復旧編

### 第1章 土砂災害復旧計画作成支援システムの概要

大規模な土砂災害が発生した場合に、災害の拡大防止、二次災害被害の軽減、及び被災した施設の復旧等を迅速かつ適切に実施することは極めて重要なことである。このためには、土砂災害発生後において、土砂災害の発生状況、災害の拡大予測、復旧資機材の配備状況等に関する情報を的確かつ迅速に収集分析するシステムを作り上げることにより、早期に適切な措置が講じられるようにすることが必要とされる。

そこで、以下に示した項目からなるシステムを提案する。

- (1) 土砂災害情報の収集分析
  - 1) 平常時における情報収集
  - 2) 災害の概況把握のための情報収集分析
  - 3) 大規模災害の拡大危険度評価のための情報収集分析
  - 4) 大規模災害の拡大予測のための情報収集分析
  - 5) 土砂災害情報収集のための手法
  - 6) 大規模災害の予測区域に関する情報の伝達のための整理
- (2) 災害復旧に関する情報の分析
  - 1) 災害復旧箇所及び災害復旧工法選定のための情報分析
  - 2) 復旧資機材及び土砂・流木の処理に関する情報分析
- (3) 土砂災害情報の伝達

#### 【解説】

##### (1) 土砂災害復旧計画作成支援システムの構成

図1に土砂災害復旧計画作成支援システムの構成と情報分析の流れを示した。

本システムは、大きく、①土砂災害情報の収集分析、②災害復旧に関する情報分析、③土砂災害情報の伝達、の三つの項目から成り立っており、土砂災害に関する情報収集・整理・分析を行い、これを基に適切な災害復旧に役立てるとともに、この過程で整理、分析された情報について、必要に応じて外部に伝達する、という流れである。

対象とする災害には、降雨や地震によって起こる、土石流、地すべり、崖くずれといった頻度の高い土砂災害と、災害拡大した場合に影響の大きい、大規模地すべり、長大斜面崩壊、天然ダムの災害を取り上げた。前者については、災害発生に関する情報の収集、土砂災害概況及び被災度をとりまとめ、災害復旧箇所の優先度を選定するとともに、概略の応急復旧工法の選定方法を示した。後者については、収集された情報をもとに災害拡大の予測を行い、警戒避難や被害軽減に役立つ情報を関係機関に伝達する内容を加えると同時に、精度の高い応急復旧工法の選定や本復旧工法の選定を行う内容となっている。

なお、降雨と地震という誘因による土砂災害の違いは、災害発生後の復旧への対応に対しては大きく変わらないため、誘因調査の部分以外では、誘因別に分けた記述は行っていない。

また、土砂災害には、火砕流、溶岩流、火山泥流など火山活動を誘因とするものがあるが、このシステムでは取り扱っていない。

##### (2) 土砂災害情報の収集分析

土砂災害情報の収集分析には、時間的に4段階のステップが考えられ、ステップ毎に項目を設定した。3段階目及び4段階目のステップは天然ダム、長大斜面崩壊、地すべりを対象とした災害拡大の予測の分析である。また、土砂災害情報の収集方法についても別項目を設定して記述した。

### 3) 災害復旧に関する情報の分析

この分析では、土砂災害情報の分析結果を基に、災害復旧の優先度及び復旧工法を選定するとともに、災害状況及び災害復旧工法の情報から、復旧資機材に関する計画及び、土砂、流木の処理に関する計画を立てるための分析を行う。応急復旧工法及び本復旧工法の選定手法は天然ダム、長大斜面崩壊、地すべりを対象としている。

### 4) 土砂災害情報の伝達

本システムで得られた成果には、大規模災害の拡大危険区域に関する情報や土砂災害概況等を、必要に応じ外部機関へ伝達すべき情報がある。そこで、この項ではそれらの情報を整理し、その伝達方法及び伝達する際の留意点を述べた。

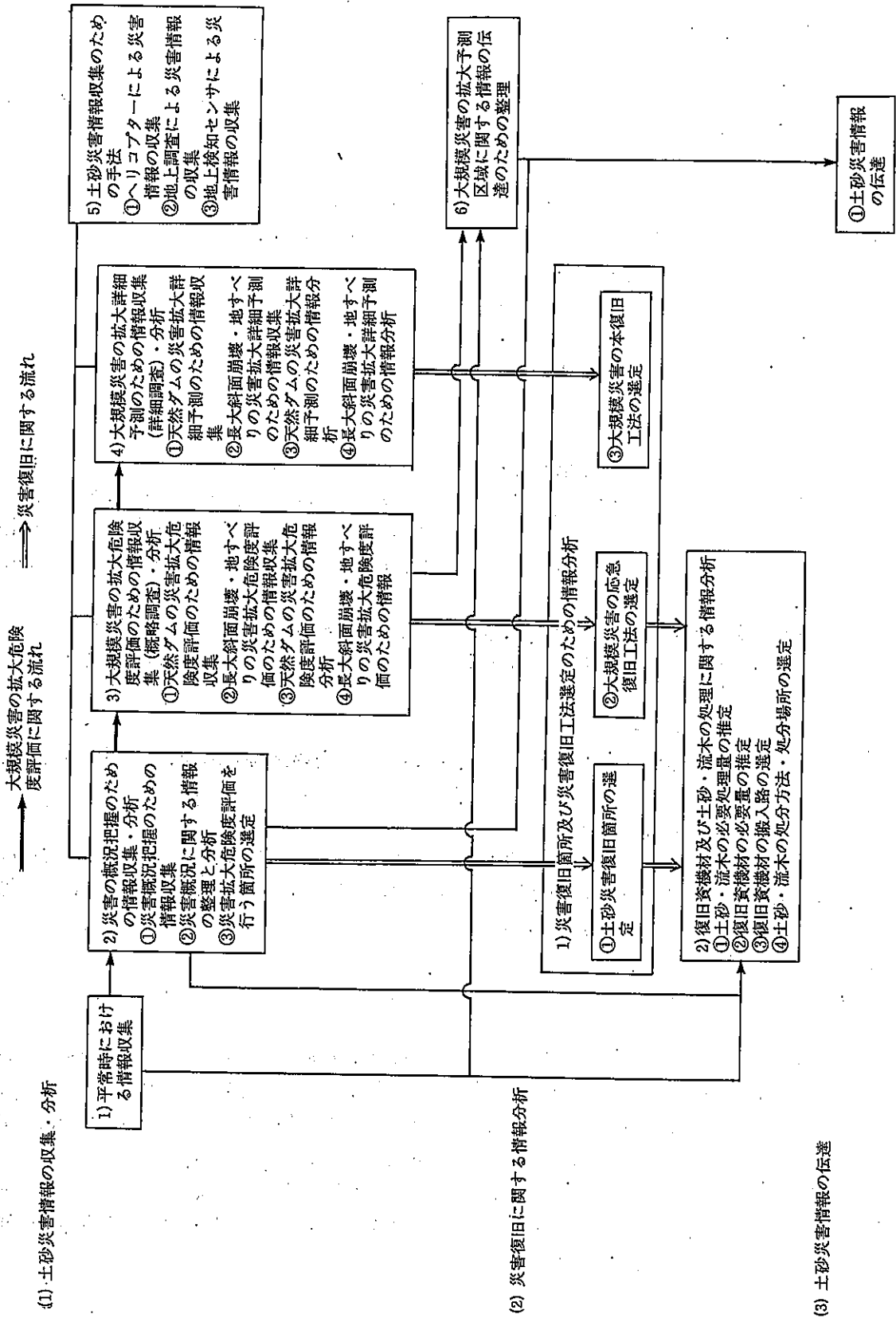


図1 土砂災害復旧計画作成支援システムの構成と情報分析の流れ

## 第2章 土砂災害情報の収集・分析手法

### 2.1 平常時における情報収集

災害時において迅速かつ的確で効率的に情報を分析するためには、災害発生前（平常時）から情報を収集しておくことが重要である。

平常時に収集すべき項目を以下に示す。

- (1) 管内の地形図（縮尺 1/5,000 程度）、地質図（縮尺 1/50,000 程度）
- (2) 管内の人家・道路・公共施設及びライフライン等の重要施設の配置状況
- (3) 土砂災害に関する箇所及び危険区域図
- (4) 警戒避難体制（基準雨量を含む）に関する情報の収集
- (5) 過去の降雨・災害の記録等
- (6) 復旧資機材の配置と人員

#### [解説]

- (1) 管内の地形図（縮尺 1/5,000 程度）、地質図（縮尺 1/50,000 程度）

災害状況の収集及び災害拡大予測区域の設定のために管内の地形図（縮尺：1/5,000）、地質図（縮尺 1/50,000 程度）を用意しておく。なお、天然ダムの決壊による洪水の氾濫シミュレーション計算や地すべりの安定解析をコンピュータにより行う場合には地形データをあらかじめ数値情報としてデジタルマップ化しておくとう便利である。

- (2) 管内の人家・道路・公共施設及びライフライン等の重要施設の配置状況

管内の人家・道路・砂防施設・河川構造物・公共施設及びライフライン等の重要施設の配置状況を把握しておく。

- (3) 土砂災害に関する危険箇所及び危険区域図

管内の土石流危険箇所図及び危険区域図、地すべり危険箇所図及び危険区域図並びに急傾斜地崩壊危険区域図等を用意しておく。

- (4) 警戒避難体制（基準雨量を含む）に関する情報の収集

平常時には、避難路及び避難地を含めた警戒避難体制及び基準雨量等を収集し整理する。また、市町村の所有する伝達手段及び避難を要する地域の特性を把握し、避難の勧告・指示の伝達方法を整理する。特に、観光地等（

- (5) 過去の降雨・災害の記録等

管内の降雨資料及び災害の記録等について収集し整理する。

- (6) 復旧資機材の配置と人員

緊急及び応急の復旧を迅速かつ的確に行うために、復旧に必要な資機材について備蓄計画を策定しておくことが望ましい。また、民間における主要な災害復旧用資材の在庫量及び主要重機等の保有台数等についても地区別に把握し、緊急時には確実に調達でき、活用できる体制を整備しておく必要がある（応急復旧時の民間保有機械等の活用体制に関しては、昭和 60 年 1 月 25 日付で建設省事務次官通達が出されている）。

さらに、災害発生後の緊急調査（点検・巡視）及び応急復旧対策を円滑に実施するために、資機材の現況把握や配備、人員等の手配等についてはあらかじめ検討しておく必要がある。また、復旧資機材や人員等の輸送を確保するために、主要な緊急輸送経路を平常時から検討しておくことが望ましい。

## 2.2 災害の概況把握のための情報収集・分析手法

### 2.2.1 災害の概況把握のための情報収集

災害発生直後には、災害の発生誘因に関する情報、全般にわたる土砂移動状況の把握と被災状況の収集が必要である。

収集すべき項目を以下に示す。

- (1) 災害誘因に関する情報
- (2) 災害発生位置・規模・被災状況に関する情報
- (3) 大規模災害の拡大予想箇所の情報
- (4) 避難状況に関する情報

災害の誘因に関する情報及び避難に関する情報は、関係機関と連絡をとることにより収集する。災害の発生位置・規模及び被災状況並びに土砂移動拡大予測箇所の情報は、地上調査及びヘリコプターによる調査により収集する。また、情報は、随時収集・整理しなければならない。

#### [解説]

土砂災害の概況把握については、昭和59年8月16日付け建設省経民発第8号、建設省河砂発第56号、建設省河傾発第24号、建設省住防発第23号「土砂災害による被害状況報告の提出について」等の内容を参考に収集し整理する。

#### (1) 災害誘因に関する情報

災害を発生させた誘因について該当する情報を収集する。これらの資料は、災害の発生位置や規模を裏付ける資料となり、調査漏れのない確実な調査が可能となる。また、余震や降雨の予測に関する情報は、現地調査や復旧工事の際の安全確保に役立てることができる。

##### 1) 地震に関する情報の収集

- ・地震の規模、震源、余震の可能性等に関する情報
- ・地震に関する予警報

震央と震度（最大加速度）の分布等を収集し、平面図等に整理しておくことよ。

##### 2) 降雨に関する情報の収集

- ・降雨データ、降雨予測に関する情報
- ・降雨に関する災害予警報

#### (2) 災害の発生位置・規模・被災状況

土砂災害の情報を収集する際の項目は以下の通りである。

##### 1) 土砂生産源（崩壊、地すべり）の情報

- ・位置
- ・形状（長さ、幅、深さ等）
- ・地形・地質（勾配、周辺地形、風化度、岩質、亀裂等）

##### 2) 土砂流出の情報

- ・流出形態（土石流、土砂流等）
- ・堆積状況（範囲、厚さ、粒径等）

##### 3) 被災情報

- ・範囲、形態、程度及び影響等

斜面崩壊の発生は、誘因の違いにより表-2.2.1、表-2.2.2に示したように発生位置、発生形態等に特徴があるのでこれを参考に調査を実施する。また、地震を内陸部に持つ直下型の地震によって、大規模な崩壊が発生する場合があるとともに、震央が陸地に接している型の地震によって多数のかけ崩れが発生する場合があります、震央の位置を参考に災害のチェックを行う必要がある。

表-2・2・1 地震と雨による斜面崩壊の特徴

- ① 斜面の横断型については、相対的に尾根型が地震に弱く、谷型が降雨に弱い。
- ② 傾斜角が大きくなるほど崩壊が発生しやすいが、この傾向が特に地震時にめだつ。
- ③ 崩壊面積の平均値は、地震によるもののほうが降雨によるもの比べて小さいことが多い。
- ④ (到達距離)/(崩壊高)の関係をえびの地震について整理したものが図-2・2・1である。この図によると約80%が0.5(崩壊高の半分)未満で土砂が止まっており、斜面から崩壊高と同じくらい離れると被災する確率が急に低くなるといえる。一方、雨については図-2・2・2のとおりで、1.0未満が約80%である。地震と比べると雨のほうが到達距離が長い。

(新潟地震(昭和39年)とえびの地震(昭和43年)の両災害と近傍の降雨災害と比較した結果である。)

(斜面崩壊防止工事の設計と事例より)

表-2・2・2 地震による斜面崩壊の特徴

- ① 雨に弱い斜面は地震にも弱いという傾向が一般的にみられる。したがって斜面崩壊が雨により多発する地域は、地震に振しても斜面崩壊が多発しやすい。
- ② 傾斜の急な斜面が弱い。特にオーバーハングしている斜面が弱く、雨に対しては安定している岩盤が地震では崩壊する例がときどき見受けられる。
- ③ 浮石、転石等がある斜面は弱い。
- ④ 斜面途中の盛土は崩壊しやすい。
- ⑤ 基盤の上の表土層や強風化層などが基盤との境界線で崩壊しやすい。これは雨に対してもみられることである。
- ⑥ 山腹斜面などでは降雨の浸透が途中で斜面の表面に湧出する地点が崩壊の頭部になる例が多いが、地震時ではこの地点より上方の稜線あたりから崩壊する例が多い。

(伊豆半島地震(昭和49年5月), 大分県中部地震(昭和50年4月), 伊豆大島近海地震(昭和53年1月), 宮城県沖地震(昭和53年6月)から経験的にいえることである。)

(斜面崩壊防止工事の設計と事例より)

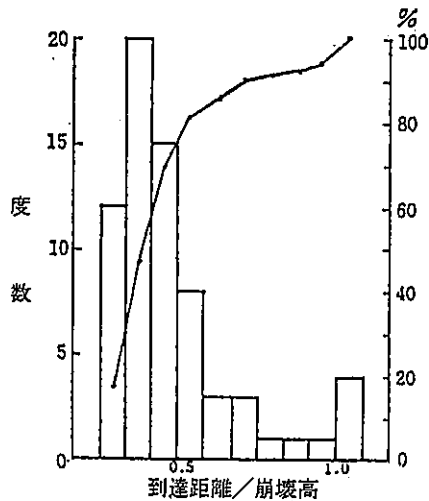


図-2・2・1 地震による崩壊土砂の(到達距離)/(崩壊高)

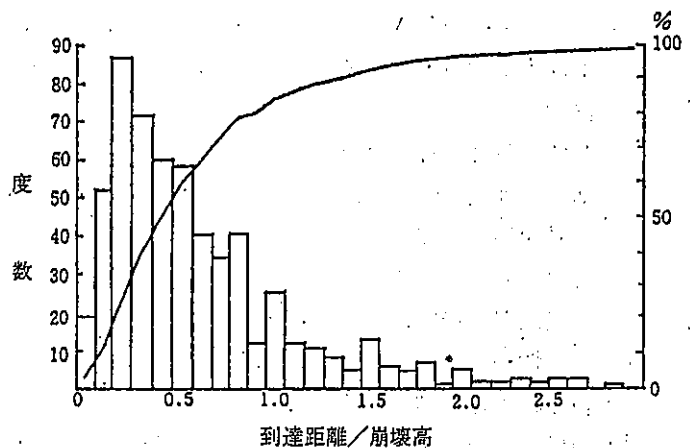


図-2・2・2 雨による崩壊土砂の(到達距離)/(崩壊高)

(斜面崩壊防止工事の設計と事例より)

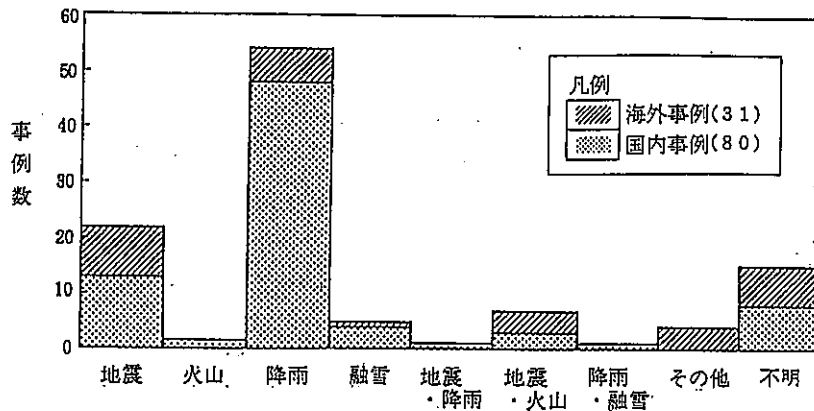


図-2・2・3 天然ダムの形成誘因

(建設省中部地建河川計画課：天然ダム調査事例集と米国土木学会：Landslide dams より)

天然ダムは、図-2・2・3に示した形成誘因別の事例のように、降雨のみでなく地震によっても発生するので、降雨分布、震度分布を参考に外力の大きい地域について特に注意して調査する必要がある。

### (3) 大規模な災害の拡大予想箇所の情報

大規模災害の拡大予想箇所とは、地上調査やヘリコプターによる調査等により天然ダムの決壊、長大斜面崩壊及び大規模地すべりの発生があると判断されたものを言い、以下の項目について原則として目視により確認し災害拡大危険度評価のための調査の必要性について検討する。調査結果は、災害拡大危険度評価の調査様式(表-2・3・1、2・3・3)を参考に整理し、調査担当者は、調査終了後その場で災害拡大危険度評価の必要性の判定を行い、直ちに事務所等に報告するものとする。

#### 1) 天然ダム形成に関する情報

##### ① 天然ダムの形成

- ・位置、高さ、長さ、幅、水位
- ・周辺地形と保全対象
- ・人命、建物、施設の被害状況
- ・天然ダム決壊の危険性

また、天然ダムの形成原因についても調査できれば以下の項目について行う。

##### ② 崩壊の発生

- ・崩壊の発生状況、崩壊土砂量
- ・土石流の発生状況
- ・二次崩壊の危険性

以上の調査の結果、天然ダムが形成されていると判断されるものは基本的には決壊の可能性があるとは判断する。また、湛水による上流域への影響の可能性も湛水面積を概略想定することにより行う。

#### 2) 長大斜面崩壊・地すべりの発生に関する情報

##### ① 地すべり地での亀裂の発生

- ・亀裂の開き方
- ・根切音、小崩壊、落石現象の有無
- ・ひずみ速度
- ・地すべり末端部の地形

##### ② 長大斜面崩壊・地すべりの発生

- ・位置、範囲(長さ、幅、面積)、形状
- ・崩土の到達範囲、土砂量
- ・周辺地形と保全対象
- ・人命、建物、施設の被害状況



表-2・3・1(1) 天然ダム調査様式

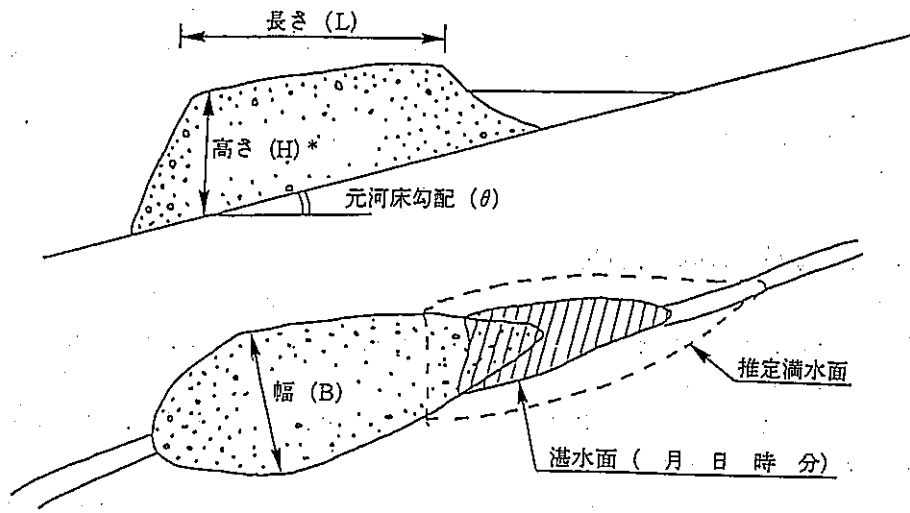
調査表作成日時； 年 月 日 分※  
 調査者；所属 氏名

①地区名	都道府県	市郡区	区町村
②河川名	川水系	川	
③図面名	(1/25,000)		
④天然ダム発生日時	年 月 日 時 分(頃)		
⑤直接の誘因	地震・豪雨・その他 ( ) (地震の情報；深度・震央からの距離・余震の可能性) (豪雨の原因；台風・前線・雷雨・その他 ( ))		
⑥土砂移動形態	土石流・地すべり・崩壊・掃流・その他 ( )		
⑦地質			
⑧調査方法	地上・空中；目視・測量・写真・VTR・その他		
⑨天然ダムの状況	調査方法：(地)；地上，(空)；空中を区別し，できれば空中写真(垂直あるいは斜め)を添付する。		
天然ダムの高さ(H)			(m)
天然ダムの長さ(L)			(m)
天然ダムの幅(B)			(m)
天然ダム形成前の元河床勾配( $\theta$ )			(°)
天然ダムへの流入流量( $Q_{in}$ )			( $m^3/sec$ )
天然ダムの水位	図に示す		(越流まで m)
天然ダムの湛水池状況	略図に示す		
満水までの容量	略図に示す		( $m^3$ )
天然ダム上流の流域面積(A)			( $km^2$ )
天然ダムの透水係数(k)*			(m/sec)
天然ダムの構成材料の粒度分布*			
越流川幅，越流流量☆	(m)	(m <sup>3</sup> /sec)	
堤体の侵食箇所と形状☆	略図に示す		
堤体土砂の侵食状況・速度☆			
天然ダム周辺の地形，人家等の配置	略図に示す		
人命・建物・施設等の被災状況	時間経過に従い表に示す		
⑩天然ダム満水予想時刻 (満水までの容量)÷(流入流量)	時間	分後	(日 時 分頃)
⑪今後の雨量， 流量等の情報			
⑫天然ダム形成 源の情報			

※：天然ダム形成時から時間を追って，各時刻1枚ずつ作成する。  
 太線：太線内は，大規模な災害の拡大予想箇所の情報収集（ヘリコプターでは第一段階）の際に集める情報である。  
 \*：資料があれば記入。  
 ☆：天然ダムから越流が始まっている場合に記入。

表-2・3・1(2) 天然ダム調査様式

⑬略図・写真 (写真はヘリコプターにより撮影し判読に使用したハードコピーも添付する。)



\*左右岸で高さが異なる場合は、左岸の高さ $H_{左}$ 、右岸の高さ $H_{右}$ とする  
天然ダムの形状のスケッチ、諸元の定義

⑭対応

長大斜面崩壊・地すべりの拡大の可能性の判断基準としては、亀裂や斜面の変形が認められる大規模な斜面で、崩壊の可能性のある土砂が完全に落下しているもの以外は、長大斜面崩壊・地すべりが拡大すると判断する。これらの内でも長大斜面崩壊・地すべり付近に保全対象がある場合は、二次災害の危険性があると判断する。

#### 1) 避難状況に関する情報

住民の避難状況を関係する自治体等と連絡をとることにより収集し整理する。情報は、土砂災害復旧箇所の優先箇所の選定等に使用する。必要な情報としては以下のものがある。

- 1) 避難を実施している地区と人数（世帯数）
- 2) 避難場所と人数（世帯数）
- 3) 避難を行った理由

#### 1.2.2 災害概況に関する情報の整理と分析手法

災害の概況把握のために収集した情報は、災害拡大危険度評価を行う箇所及び応急復旧箇所の選定等を行うための資料として整理し分析する。

収集された情報は一覧表に整理し、発生位置等については地形図に記入（災害状況図の作成）する。また、情報の整理・分析は入手され次第随時行う。

#### 解説]

災害状況及び被災度に関する情報は災害の全容を知るための情報である。ここでは、

- 1) 土砂移動現象に関する情報
- 2) 保全対象の被害及び避難状況に関する情報

分けて整理し、今後の応急復旧及び本復旧に当たっての対策方針、復旧体制、被害拡大の危険度評価及びその細予測等の判断等に役立てる。また、これらの情報の持つ役割はかなり大きいですが、緊急の調査により収集された情報の整理・分析の段階であるので、細かな数量にしばられず、被害全容の把握に努める。

#### 1) 土砂移動現象に関する情報の整理

災害概況の把握のための調査により収集された情報は、以下に示す土砂移動現象毎に発生位置・規模等について整理し、管内の土砂移動現象の全体の傾向をその誘因（地震、降雨）との関係について分析する。

- 1) 土石流
- 2) 斜面崩壊
- 3) 長大斜面崩壊
- 4) 地すべり（小規模・大規模）
- 5) 天然ダム（河道閉塞）
- 6) 土砂氾濫
- 7) 河岸侵食
- 8) 土砂堆積による河川の氾濫
- 9) その他

なお、小規模の地すべり・斜面崩壊の災害拡大については、2.3.4の大規模な災害に準じて行うことができないので参考にする。

#### 1) 保全対象の被害及び避難状況に関する情報の整理

収集された被災状況を整理し、管内の全体の被害状況を把握する。被災情報としては、道路・橋梁等の被災に関する通行止めに関する情報、重要施設等の被災状況等も含めて収集し整理する。また、避難状況についても整理し、被災状況と避難状況の関係についても把握しておき、災害復旧箇所の選定等に役立てる。さらに、災害が与える影響（ライフラインの不通等）についても分析する。

### 2.2.3 災害拡大危険度評価を行う箇所の選定

土砂移動拡大予想箇所に関する情報を整理した結果、以下に該当する場合は危険度評価を行うものとする。

- (1) 予想される規模が大きい。
- (2) 被害が予想される。
- (3) 土砂移動が認められる、または土砂移動の危険性がある。

#### [解説]

災害拡大危険度評価を行う箇所は、早急に決定し調査に入らなければならないため、実際には現地調査を行った担当者の判断により決めることとなる。なお、調査を行うべき箇所が多数ある場合は、現地調査より収集された情報（2.2.1の(3)土砂移動拡大予想箇所の情報の収集）を以下の項目について整理・分析し、担当者（責任者）の判断により、調査箇所及び優先順位の決定を行う。

- (1) 土砂移動の規模または予想される規模
- (2) 被害状況及び予想される被害状況
- (3) 調査時点での土砂移動状況（二次移動の可能性等）

上記について整理した結果、大規模でかつ二次災害の危険性があると判断されるものについては、災害拡大危険度評価のための情報収集及び分析を行う。

### 2.3 大規模災害の拡大危険度評価のための情報収集（概略調査）・分析手法

#### 2.3.1 天然ダムの災害拡大危険度評価のための情報収集

天然ダムの形成が確認（2.2.3で災害拡大危険度評価が必要と判断された箇所）された箇所については下記に示すような情報を直ちに収集しなければならない。また、本復旧が完成するまでは、災害拡大に関する状況を監視し、危険度の変化を把握しておく必要がある。

天然ダムの災害拡大危険度評価に必要な調査項目を以下に示す。

- (1) 位置、高さ、長さ、幅
- (2) 流水流入量
- (3) 水位変化
- (4) 構成材料の性質（透水係数、粒度）
- (5) 周辺地形、保全対象の分布
- (6) 人的、物的被害状況

また、天然ダムからの越流が既に始まっている場合には次の項目も調査する。

- (7) 越流川幅、越流流量
- (8) 堤体土砂の侵食速度
- (9) 堤体の侵食箇所と形状
- (10) 天然ダムの形成原因となった斜面崩壊・地すべり等（土石流による場合もある）の形状（断面形状等）
- (11) 天然ダムの形成原因となった斜面崩壊・地すべりの活動状況（変形、変位、前兆現象等）

災害拡大危険度評価のための情報の収集は、地上での現地調査及びヘリコプターによる調査により収集する。

天然ダムに関する監視項目を以下に示す。

- (1) 流域内の降雨の状況
- (2) 天然ダムの流入流量
- (3) 天然ダムの水位
- (4) 天然ダムの越流川幅、流量
- (5) 越流による天然ダム堤体の侵食箇所・形状及び侵食速度

- (6) 天然ダムからの漏水量
  - (7) 天然ダムを形成する原因となった斜面崩壊・地すべりの活動状況
- 天然ダムの監視は、目視や計測機器により行う。

[解説]

図-2・3・1は天然ダムの形成・決壊による二次災害防止及び対策の流れを示している。概略調査としては、地上（車および徒歩）及び空（ヘリコプター）から図-2・3・1に示すような項目について現地調査を行う。また現地調査の他にも関係各機関及び直接管理している計測機器から雨量、流量、震度、震央、余震の可能性等のデータを得て天然ダムの危険度評価に用いるとともに、天然ダム形成の原因となった斜面の崩壊の拡大、地すべりの活発化についての危険度評価のための資料とする。調査結果については、表-2・3・1のような様式にとりまとめる。

天然ダム上流への湛水による被害及び天然ダムの決壊による下流への被害が予想される場合には、天然ダムの変状・異常などの監視を行い天然ダムの危険度の変化を把握する。

また、必要に応じて「アドバイザー制度（社全国防災協会）」を活用し、アドバイザーの意見を参考に災害拡大危険度評価及び応急復旧に必要な調査を実施する。なおこの際、災害直後前の航空写真を用意して災害前と災害後の変化が分かるようにしておくことが望ましい。

2.3.2 長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大危険度評価のための情報収集

長大斜面崩壊・地すべりの発生やその危険性が確認（2.2.3で災害拡大危険度評価が必要と判断された箇所）された箇所については下記に示すような情報を収集しなければならない。また、本復旧が完成するまでは、災害拡大に関する状況を監視し、危険度の変化を把握しておくことが重要となる。

長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大危険度評価のための調査項目を以下に示す。

- (1) 位置、長さ、幅、面積
- (2) 形状（断面形状等）
- (3) 崩土の到達範囲、土量
- (4) 斜面・法面における変状
- (5) 地表移動量（速度）の測定
- (6) 周辺地形、保全対象の分布
- (7) 人的、物的被害状況

災害拡大危険度評価のための情報は、地上調査及びヘリコプターによる調査により収集する。

災害拡大危険度評価のための調査終了後の監視すべき内容は、流域内の降雨の状況、斜面・法面における変状、地表移動量の測定等である。

[解説]

図-2・3・2は長大斜面崩壊・地すべりによる二次災害防止及び対策の流れを示している。

概略調査としては、地上（車及び徒歩）及び空（ヘリコプター等）から図-2・3・2に示すような項目について現地調査を行う。また、前兆現象を把握するための調査及び移動量等の測定方法を表-2・3・2に示す。調査結果は、表-2・3・3のような様式にとりまとめる。

現地調査の他にも関係各機関（警察・消防・報道機関）や他部署及び直接管理している計測機器等から雨量、震度、震央の位置、余震の可能性、火山噴火の状況、被害の状況等に関するデータを得て、長大斜面崩壊・地すべりの危険度評価に用いるとともに、応急対策工の計画、実施のための資料とする。

また、必要に応じて「アドバイザー制度（社全国防災協会）」を活用し、アドバイザーの意見を参考に災害拡大危険度評価及び応急復旧に必要な調査を実施する。なおこの際、災害直後と災害前の航空写真を用意して災害前と災害後の変化が分かるようにしておくことが望ましい。

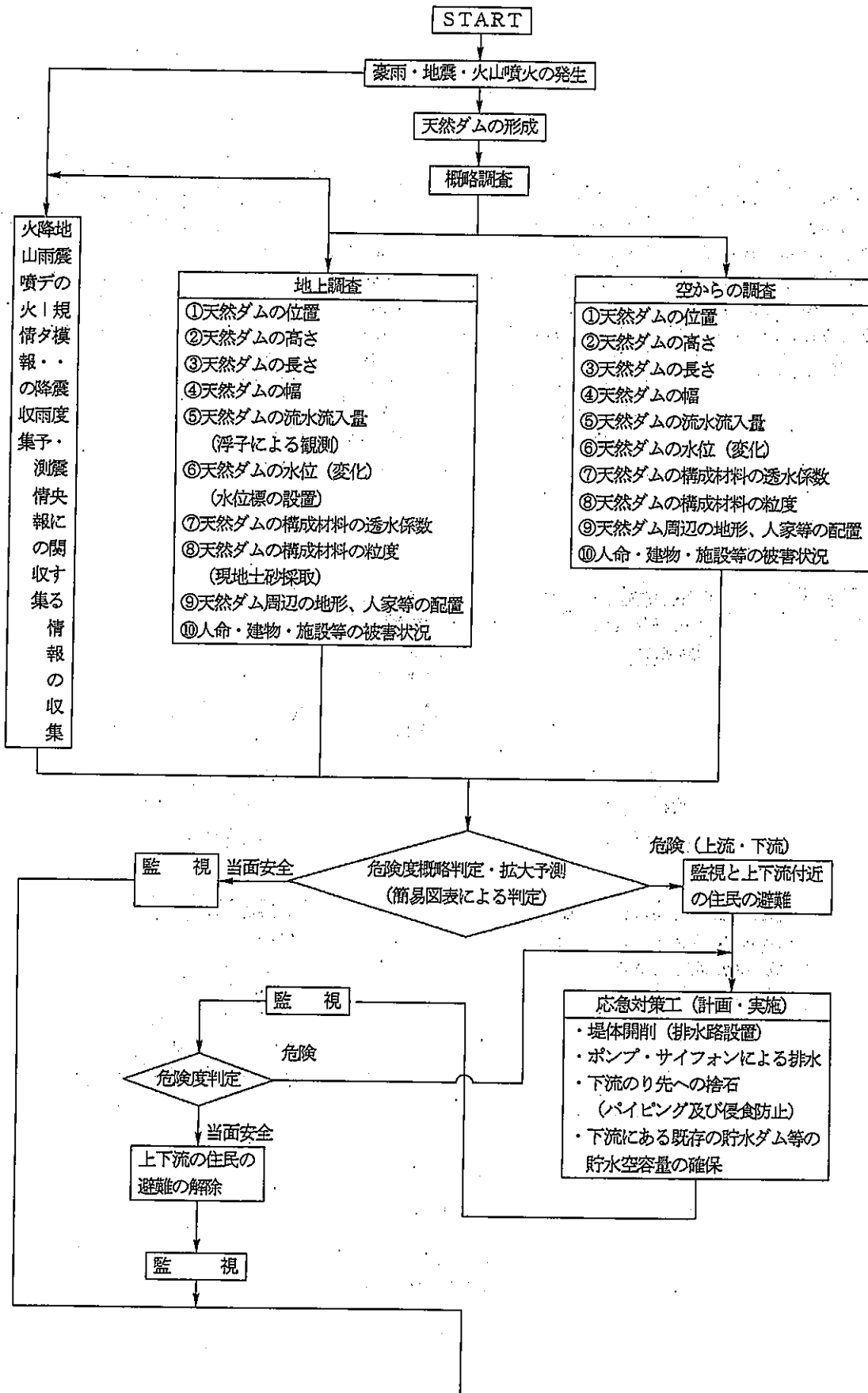


図-2・3・1(1) 天然ダムの形成・崩壊による2次災害防止及び対策の流れ

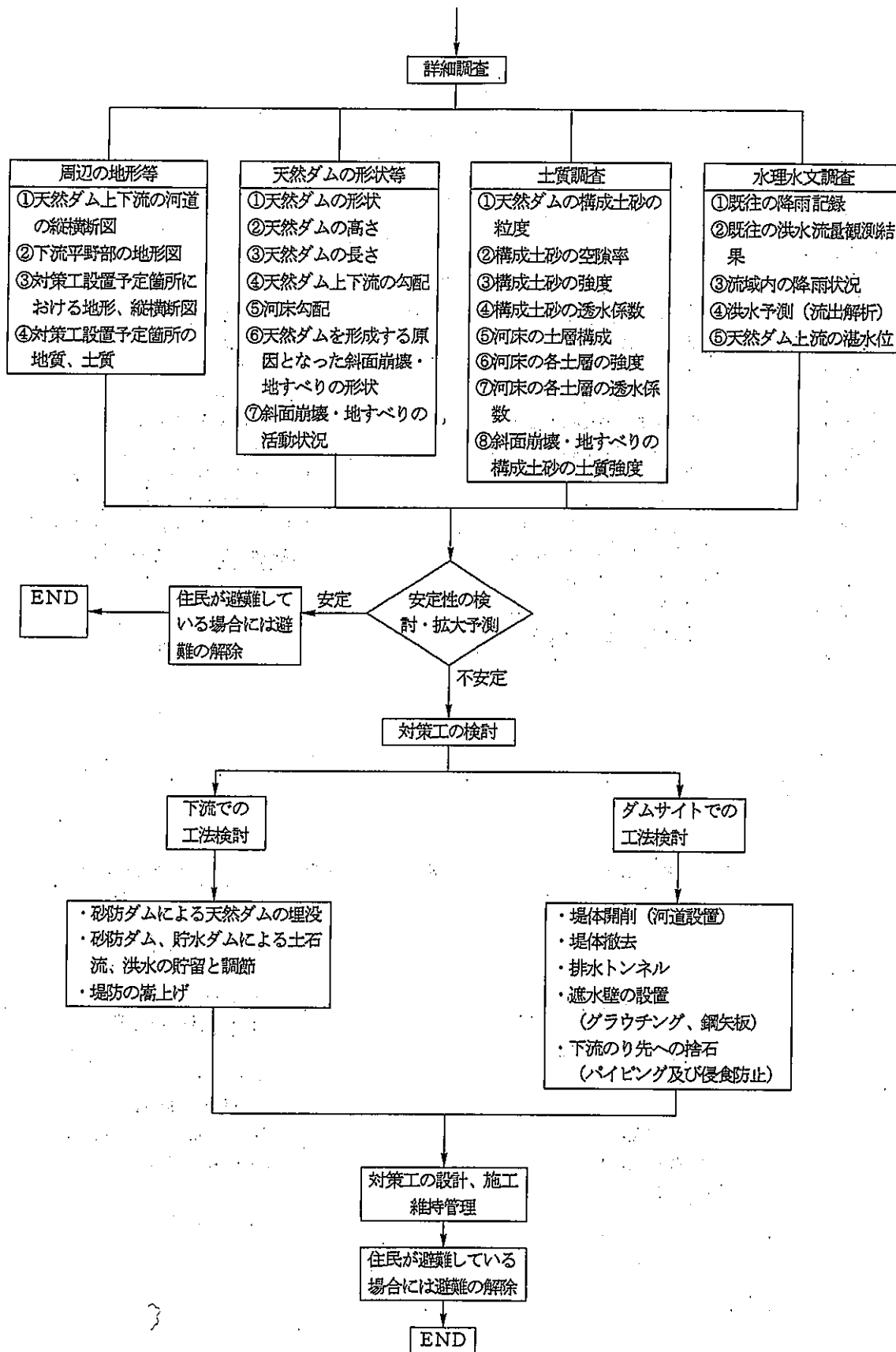


図-2.3.1(2) 天然ダムの形成・崩壊による2次災害防止及び対策の流れ

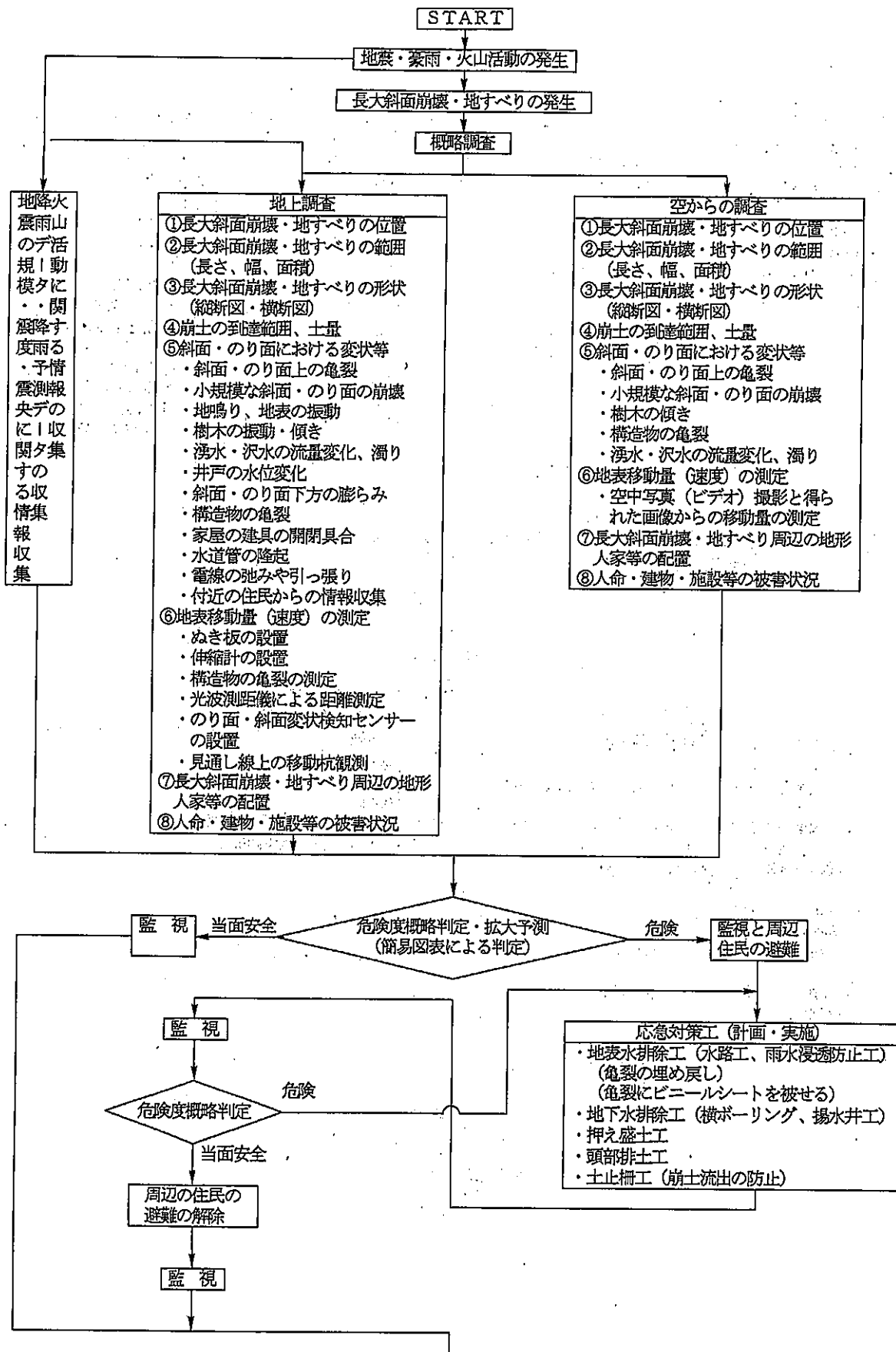


図-2.3.2(1) 長大斜面崩壊・地すべりによる2次災害防止及び対策の流れ



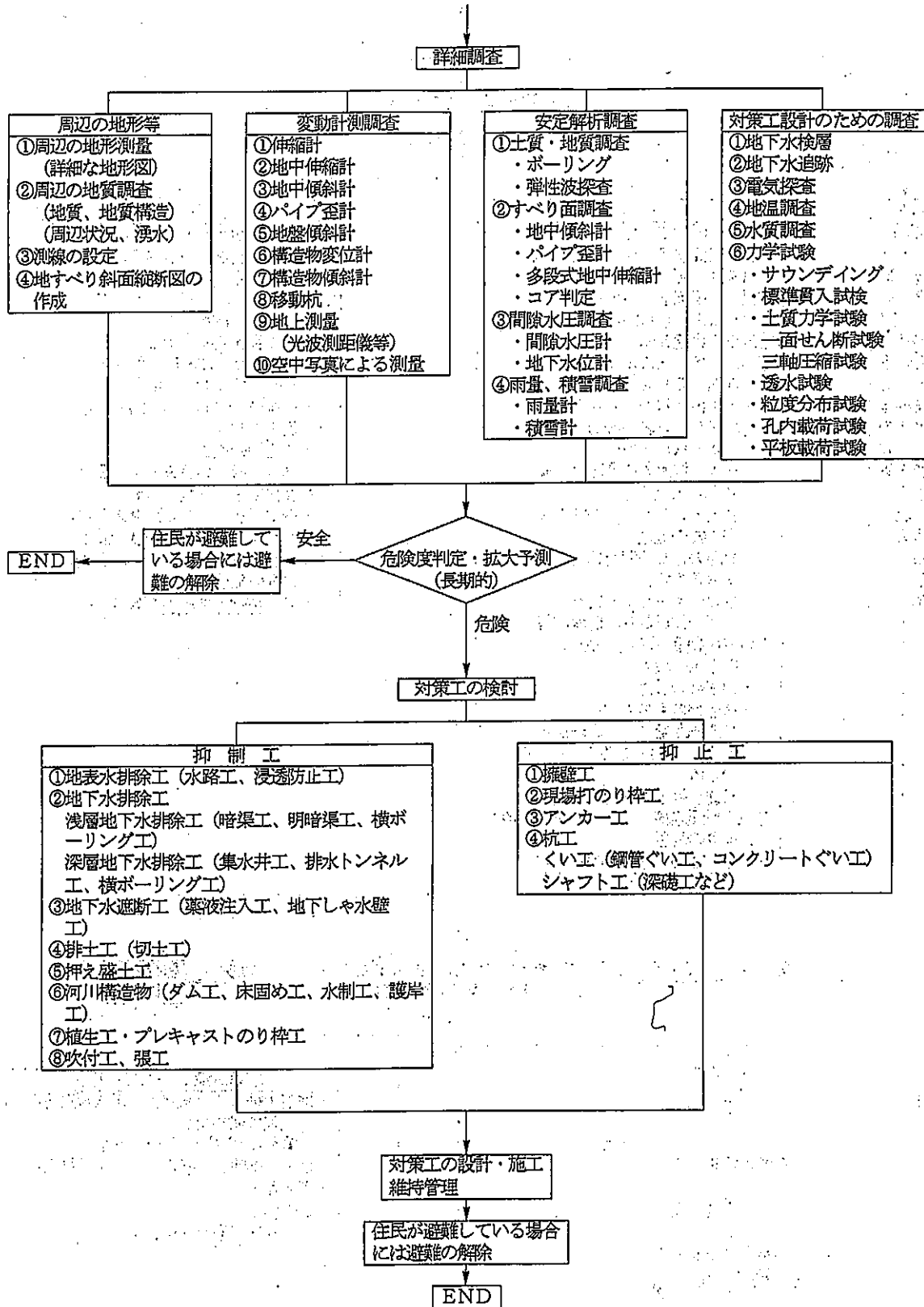


図-2・3・2(2) 長大斜面崩壊・地すべりによる2次災害防止及び対策の流れ

表-2・3・2 長大斜面崩壊・地すべりの危険度判定のための概略調査項目

- (1) 長大斜面崩壊・地すべりの活発化の前兆現象としては次のようなものがあるのでこのような項目について調査する。
- ・崩壊・地すべり地頭部に亀裂・段差が発生する。また亀裂・段差が拡大する。
  - ・小規模な斜面崩壊、落石が発生する。
  - ・斜面下が膨らんでくる。
  - ・構造物（道路舗装面、擁壁、水路、トンネル、橋梁等）に亀裂、段差、横ずれが生じる。
  - ・家屋の建具の開閉が困難になる。
  - ・水道管の隆起が起こる（地表への飛び出し）。
  - ・電線の異常な弛みや引っ張りが生ずる。
  - ・地鳴りがする。
  - ・樹木の根の切れる音がする。
  - ・地面が振動する。
  - ・家が振動する。
  - ・樹木が振動したり樹木が傾く。
  - ・湧水、沢水の流量の急激な変化が起こる。
  - ・湧水、沢水が急に濁る。
  - ・井戸の水位が急激に変化する。
- (2) 長大斜面崩壊・地すべりの危険度を定量的に判断する基準としては、斜面崩壊・地すべりの移動速度が一般的に用いられてる。緊急的に移動量（速度）を測定する場合には地表面の移動量（速度）や構造物等の亀裂の開き量（速度）を測定すると都合が良く、次のような方法がある。
- ・亀裂をまたいでぬき板を設置して開口部の距離（水平、垂直方向）の変化を測る。
  - ・亀裂をまたいで最急勾配方向に伸縮計を設置し移動距離をはかる。
  - ・構造物（道路舗装面、擁壁、水路等）の亀裂の開きの変化を測る。
  - ・地すべり地内に測点（ターゲット）を設置して光波測距儀により距離の変化を測定する。
  - ・のり面、斜面変状検知センサーを設置して地表面の移動量を測る。
  - ・空中写真判読により地すべり地内の目標物の移動量を測定する。
  - ・見通しの良いところでは見通し線上に移動杭を多数設置してそれらの変位を見通しにより測定する。

### 2.3.3 天然ダムの災害拡大危険度評価のための情報分析手法

天然ダムの決壊や湛水による上流域の水没が予想される場合には、危険度判定及び拡大予測を行い二次災害発生予測時刻及び災害拡大予想区域を求める必要がある。また、応急復旧後についても同じく災害拡大危険度評価を行い当面の安全を確認する。また、本復旧が完成するまでは、災害拡大危険箇所の状況を監視し、危険度の変化を把握しておくことが重要となる。監視結果により危険度の変化が確認されたならば、直ちに災害拡大危険区域に関して整理すること。

天然ダムの災害拡大危険度評価は、以下の項目について行う。

- (1) 湛水による上流域の災害拡大予測区域の検討
- (2) 越流による天然ダムの破壊の検討
- (3) パイピングによる天然ダムの破壊の検討
- (4) 天然ダムを形成する原因となった斜面崩壊・地すべりの安全度の検討
- (5) 決壊した場合のピーク流量の推定
- (6) 天然ダムの決壊による災害拡大予想区域の検討

#### [解説]

表-2・3・4 に天然ダムに関する概略調査と危険度判定の関係について示す。

表-2・3・3(1) 長大斜面崩壊・地すべりの調査様式

調査表作成日時； 年 月 日 分※  
 調査者；所属 氏名

①地区名	都道府県 市郡 区町村
②河川名	川水系 川
③地すべり履歴	既往地すべり・新規地すべり
④発生日時	平成 年 月 日 ( ) 時 分 (頃)
⑤誘因	地震・豪雨・その他 ( )
⑥降水量	雨・雪；連続 mm, 日 mm/日, 時間 mm/時
⑦地震の情報	震度 震央からの距離 余震の可能性
⑧地質	
⑨調査方法	踏査・航空機；目視・写真・VTR
⑩保全対象	人家戸数 ( ) 戸 道路 (国道・県道・市道・私道) m, 線路 m 公共施設 ( ) 農地など ( ) ha
⑪被害状況	人的被害 死亡 名, 行方不明 名, 負傷 名
	資産被害 人家；浸水 戸, 損壊 戸, 流失 戸 公共施設 道路 m, 線路 m 流失面積 ha, 埋没耕地面積 ha
	その他
⑫長大斜面崩壊・地すべりの諸元	
幅	最大 m, 平均 m
長さ	最大 m, 平均 m
深さ	推定・測定 m
移動土砂量	推定・測定 m <sup>3</sup>
面積	m <sup>2</sup>
その他	
⑬亀裂	
⑭植生	
⑮湧水	有・無
⑯施設・構造物の変状	
⑰移動状況	
⑱移動量測定箇所	(図)
⑲拡大の可能性	

※：時間を追って、各時刻1枚ずつ作成する。  
 太線：太線内は、大規模な災害の拡大予想箇所の情報収集（ヘリコプターでは第一段階）の際に集める情報である。なお、保全対象、被災状況については、概略でよい。

表-2・3・3(2) 長大斜面崩壊・地すべりの調査様式

—略図(地形図・縦・横断図)—

—写真—

(写真は、ヘリコプターにより撮影し判読に使用したハードコピーも添付する。)

表-2.3.4 概略調査と天然ダムの危険度概略判定

データベース	調査項目	加工・処理	判断・利用
①地形図 (1/5,000程度) (地形, 人家, 施設の配置)	①天然ダムの位置	①天然ダムの上流湛水範囲 ②天然ダムの上流湛水量	①上流湛水域内住民の危険度判定 (湛水時刻, 湛水範囲)
②地形図 (1/25,000程度)	②天然ダムの高さ ③天然ダムの長さ ④天然ダムの幅	③天然ダムの土砂量 ④天然ダム上流の流域 (面積)	②天然ダムが決壊した場合のピーク流量 ③天然ダムの決壊による下流危険範囲の予測
	⑤流域内の降雨状況 (河川情報センター, AMeDAS)	(流出解析) ⑤天然ダムへの流水流入量の算定	
	⑥天然ダムへの流水流入量 (断面積×流速)	⑥天然ダムの水位上昇速度の算定 ⑦天然ダムの越流開始時刻の推定	
	⑦天然ダムの水位(変化)	⑧天然ダムの越流による破壊の危険性の判定 ⑨パイピングの発生時刻の推定	④天然ダムの決壊予測 (発生時刻, 危険度) ⑤天然ダムの決壊予測 (発生時刻)
	⑧天然ダムの構成材料の透水係数 ⑨天然ダムの構成材料の粒度 [天然ダムへの越流が始まっている場合] ⑩天然ダムへの越流川幅, 流量 ⑪越流による天然ダム堤体の土砂の侵食速度 ⑫越流による天然ダム堤体の侵食箇所と形状 ⑬天然ダムを形成する原因となつた斜面崩壊・地すべりの活動状況(変状, 変位, 前兆現象) ⑭天然ダムを形成する原因となつた斜面崩壊・地すべりの形状(縦断面図)	⑩越流により堤体の急速な破壊の可能性の検討 ⑪天然ダムを形成する原因となつた斜面崩壊・地すべりの安全度の検討	⑥天然ダムの決壊予測 (危険度) ⑦斜面崩壊・地すべりの拡大とそれによる二次災害の予測(救助活動中, 避難中, 応急対策工事中)

(1) 湛水による上流域の災害拡大予想区域の検討

天然ダムが形成され湛水することによる上流域の災害拡大予想区域は、天然ダムの高さで満水したと仮定して、地形図等から湛水域を予想し、これを災害拡大予想区域とする。

(2) 越流による天然ダムの決壊の検討

天然ダムは満水状態になって越流することによって決壊することが多い。したがって、まず天然ダムが満水するまでの時間（満水する時刻）を推定（満水までの水量を流入量で割り算する）し、これを決壊予想時刻とする。または、水位の上昇経過から外挿して推定する。大きな天然ダムの場合は、満水までの容量を流域面積で除して満水に要する雨量を求めこれも参考にす。なお、表-2・3・5に示すようにその2/3以上が1日以内に決壊してしまっており、調査及び分析は災害発生後直ちに行わなければならない。また、表-2・3・6に天然ダムの越流による決壊の危険度の傾向を示したので参考とする。

表-2・3・5 天然ダムの形成から決壊までの時間の分布

決壊までの経過時間	個数
2時間まで	10
2時間以上10時間まで	9
10時間以上1日以内	4
4日～10日	5
11日～30日	5
計	33

(芦田和男；河道埋塞に関する事例研究，二次災害の予知と対策No.2，(財)全国防災協会より)

表-2・3・6 天然ダムの越流による決壊危険度の傾向

- ① 平均流量（平常時の流量）が大きく（流域面積が大きく）かつ堰上高×湛水量が小さい（小さいダム）ほど、早い時期に決壊する傾向がある。
- ② 豪雨により形成された天然ダムは早く決壊し、地震により形成された天然ダムは決壊するまでの時間が長く、火山噴火により形成された天然ダムは決壊しにくい。
- ③ 満水になる時刻が決壊時刻の目安となる。
- ④ 天然ダムの決壊は、越流による急速な堤体構成材料の侵食による場合が多い。
- ⑤ 天然ダムの構成材料は粒度が小さく、含水比が高く、単位体積重量が小さいほど、越流が生じた場合には急速に決壊する（越流により容易に侵食が進む）。

(3) パイピングによる天然ダムの破壊の検討（浸潤線の下流法到達時間）

天然ダムの決壊の形態としては越流によるものが大部分であるが、天然ダム堤体に浸潤線が到達する時間を次式により推定し、浸透水による下流法先でのパイピング、すべりなどの発生を警戒する。

浸潤線の到達時間は、

$$T = \frac{L}{k(\sin\theta + H/L)} \quad \dots\dots (2\cdot3\cdot1)$$

ここに、 $T$ ；到達時間 (sec)， $L$ ；天然ダムの長さ (m)， $k$ ；透水係数 (m/sec)， $H$ ；ダムの高さ (m)， $\theta$ ；元河床勾配である。なお、元河床勾配 ( $\theta$ ) は、地形図などから概略求めてもよい。

天然ダムの堤体の透水係数 ( $k$ ) は、実測が難しいと考えられるので  $k = 10^{-4} \sim 10^{-5} \text{m/sec} (= 10^{-2} \sim 10^{-3} \text{cm/sec})$  を参考値とする。

(4) 天然ダムを形成する原因となった斜面崩壊・地すべりの安全度の検討

天然ダムを形成する原因となった斜面崩壊・地すべりの安全度の検討については、長大斜面崩壊・地すべりの危険度概略判定の項を参考に行うこと。

(5) 天然ダムの決壊によるピーク流量

天然ダムの決壊により生ずる洪水のピーク流量については、天然ダムが越流により徐々に侵食される場合を想定して行われたシミュレーション計算結果から図-2・3・3に示すようにダム係数（単位幅貯水量 ( $S$ ) × ダム高さ

単位幅ピーク流量～ダム係数 (S×H)

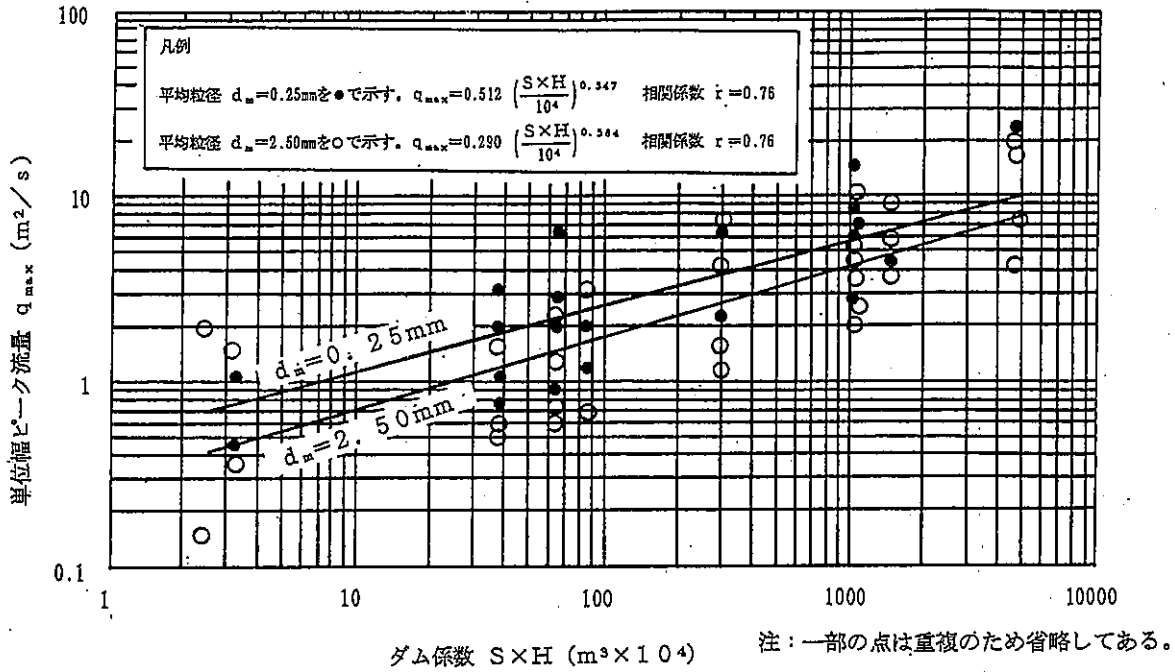


図-2.3.3(1) 単位幅ピーク流量の簡易推定図 (粒径別)

単位幅ピーク流量～ダム係数 (S×H)

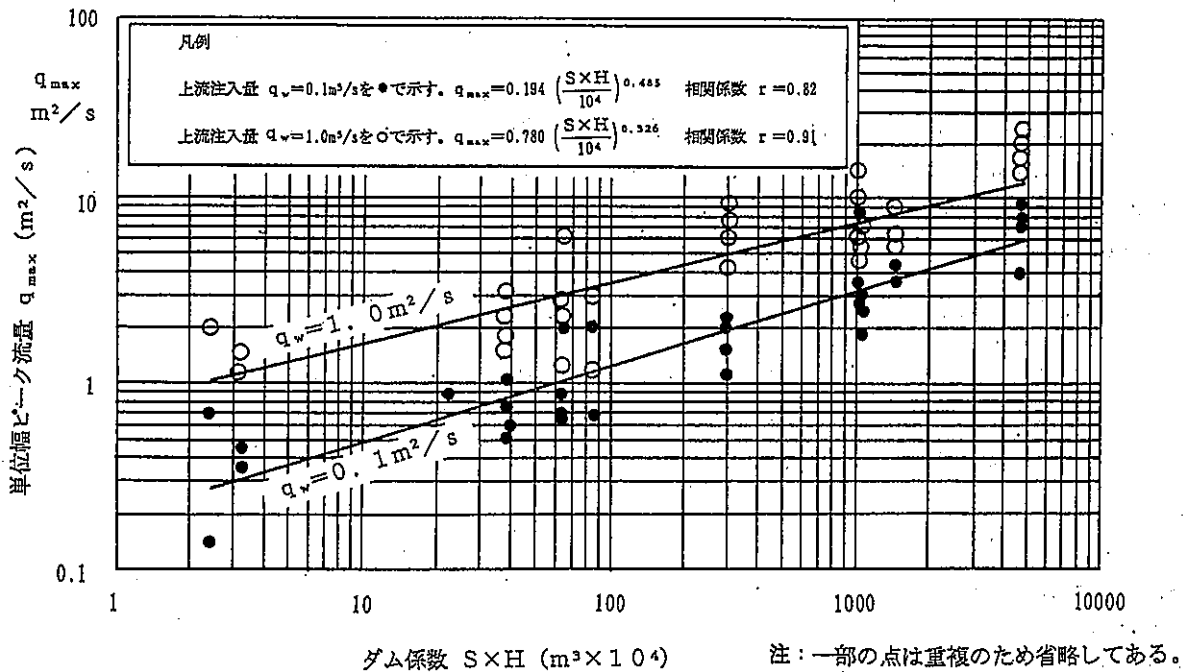


図-2.3.3(2) 単位幅ピーク流量の簡易推定図 (上流流入量別)  
(いずれも建設省土木研究所砂防研究室による)

立幅ピーク流量 $Q_{max}$ の関係が得られている。ここで、ダム係数の物理的意味が不明であるが、大規模大きなピーク流量となっていることがわかる。

-2.3.4 は人造ダム決壊時の最大流量と、ダム高さとの関係を示したもので、ダムの決壊による段波の

$$= \frac{8}{27} \sqrt{g \cdot B \cdot h^{3/2}} \quad \dots\dots (2.3.2)$$

より、川幅 $B$ を与えてほぼ推定できるようである。ここに $Q$ ；ダム地点での最大流量、 $g$ ；重力の加速度(9.8 m/sec<sup>2</sup>)、 $h$ ；天然ダムの水深である。図-2.3.4 と合わせて考えると、上式は、天然ダムがその全高にわたって一瞬に決壊する場合の発生可能な最大の流量を与えることになる。

よって、天然ダムが越流により徐々に侵食されて決壊する場合には図-2.3.3 により流量を求め、天然ダムがパイピング等により一気に決壊すると想定される場合には式 (2.3.2) により求める。

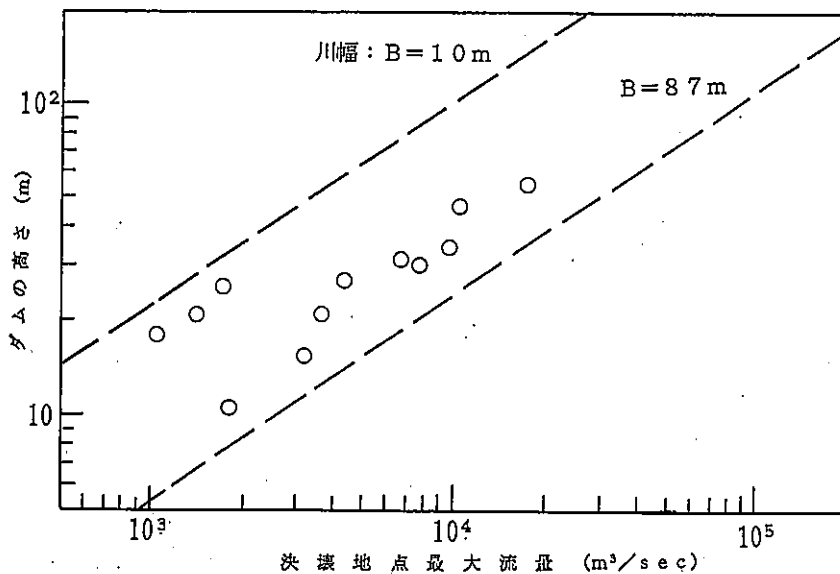


図-2.3.4 人造ダム決壊時の最大流量 (Gerald. W. Kirkpatrick 1977 より)

(6) 天然ダムの決壊による災害拡大予測区域の検討

天然ダムが破壊した場合のピーク流量は、図-2.3.3 または式 (2.3.2) より推定できる。天然ダムの下流地点における洪水の最大水深は図-2.3.3 または式 (2.3.2) より求められるピーク流量を用いて次式により求めることができる。

$$R = \{nQ_{max} / (B_d I^{1/2})\}^{3/5} \quad \dots\dots (2.3.3)$$

ここに、 $R$ ：最大水深、 $n$ ：粗度係数、 $Q_{max}$ ：ピーク流量、 $B_d$ ：川幅、 $I$ ：河床勾配である。最大水深とその地点の護岸高や河岸高を比較することにより氾濫の有無を判断する。また、危険水位と氾濫予想区域の関係よりその範囲が決められる。ここで、護岸高や河岸高等のデータは、災害直後に収集し整理するには時間がかかるものと予想される。そこで氾濫による被害が大きいと考えられる地域については、事前に危険水位を何段階か想定し、天然ダムの破壊による洪水氾濫区域を地形図等から想定しておくものとする。

(7) 監視

応急対策工の施工中及び終了後に天然ダムの監視を行う。監視は空及び地上から目視によって行ったり、水位計、流量計、流量器具などの計測機器を用いて行う。監視する項目としては、天然ダムへの流入量、水位変化、越流している場合には堤体の侵食速度と侵食状況である。また、天然ダムの安定には流入量の多少が大きく影響するので降雨予測を含めた雨の監視も重要である。

(8) 応急対策後の危険度評価

応急対策工が終了したならば監視結果等を基に、再び天然ダム上流及び下流に対する災害危険度の評価を行う。



この段階ではすでに天然ダムに排水路が設置されて表面排水が行われている場合が多い。状況に応じて天然ダムの安定性を検討する。なお、この際、中小洪水時の出水に対しても天然ダムが安定かどうかの検討も必要である。また、天然ダムを形成する原因となった斜面崩壊、地すべりの安全性の検討も行う。

#### 2.3.4 長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大危険度評価のための情報分析手法

長大斜面崩壊・地すべりの拡大が予想される場合には、危険度判定及び拡大予測を行い二次災害発生予測時刻及び災害拡大予想区域を求める必要がある。また、応急復旧後についても同じく災害拡大危険度評価を行い当面の安全を確認する。また、本復旧が完成するまでは、災害拡大危険箇所の状況を監視し、危険度の変化を把握しておくことが重要となる。監視結果により危険度の変化が確認されたならば、直ちに災害拡大危険区域に関して整理すること。

長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大危険度評価は、以下の項目について行う。

- (1) 前兆現象による災害拡大危険度の検討
- (2) 地表面の移動速度による災害拡大危険度の検討
- (3) 降雨量による災害拡大危険度の検討
- (4) 災害拡大予測区域の検討

#### [解説]

概略調査によって得られたデータを基に長大斜面崩壊・地すべりの活発化の予測とそれに伴う危険範囲の予測を行う。表-2.3.7に長大斜面崩壊・地すべりに関する概略調査と危険度判定の関係について示す。危険度評価方法としては、主として前兆現象による定性的な方法(表-2.3.8)と、地表面の移動速度を利用した定量的な方法があり、両者が兼用される場合が多い。なお、小規模な地すべり・斜面崩壊の災害拡大予測についてもここで示す手法により行うことができる。

##### (1) 地表面の移動速度による災害拡大危険度の検討

図-2.3.5に既往の長大斜面崩壊・地すべりの管理基準を示す。この図より1日当たりの変位速度が10mm以上で応急対策を行い、50~100mm以上で避難を行っている例が多い。なお、これらの目安は主として地すべりあるいは地すべり性の長大斜面崩壊に対して用いられているものであり、長大斜面崩壊や地すべりのタイプによっては必ずしも適用できない場合もある。

##### (2) 降雨量による災害拡大危険度の検討

豪雨が強くなると長大斜面崩壊や地すべりが活発化する場合が多い。このことから長大斜面崩壊・地すべり運動の活発化の予測に当たり降雨量をひとつの指標としている場合もあり、これまでの例では時間雨量で10~20mm/時、累積連続雨量で50mm程度が警戒体制に入る目安とされている。

##### (3) 災害拡大予測区域の検討

長大斜面崩壊・地すべりの崩土の堆積範囲は、図-2.3.6~図-2.3.7に示すとおり、大部分の地すべりで移動土塊の最大水平移動距離( $l_2$ )は地すべり発生域の最大水平距離( $l_1$ )の2倍以内となっており、堆積幅( $w_2$ )も崩壊幅( $w_1$ )の2倍以内である。また、比較的小~中規模の斜面崩壊では図-2.3.8に示すように、崩土の到達距離( $\gamma$ )は斜面高( $h$ )の2倍以内に収まる場合が多い。これらの値が地すべりや長大斜面崩壊による災害危険範囲の判断の一応の目安になると考えられる。なお、危険範囲の設定に当っては周囲の地形条件を十分に考慮する必要がある。地すべり移動土塊の堆積距離(移動距離)、幅が発生域の2倍を越えるものでは、移動土塊が溪流を埋塞し、移動土塊の含水量が増加したものが多くを占めている。また、長大斜面崩壊では、下流に長い斜面が続いたり、比較的勾配が急な溪流や河川が存在する場合には、崩土の距離が大きくなる危険性がある。一方、既往の崩壊例の調査によると図-2.3.9に示すように大規模な崩壊(約 $10^6\text{m}^3$ 以上)になるほど崩土の落下高に対する移動距離は大きくなる。

##### (4) 応急対策後の危険度評価

応急対策工がほぼ終了した時点で調査、監視結果を基に、応急対策工の効果判定と避難の解除の検討を行うために再び長大斜面崩壊・地すべりの危険度の概略判定を行う。概略判定の目安は(2)に示したものとほぼ同様であ

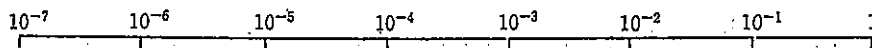
表-2-3-7 概略調査と長大斜面崩壊・地すべりの危険度概略判定及び応急対策工の検討

アークベース	調査項目	加工・処理	判断・利用
①地形図 (1/5,000程度) (地形, 人家, 施設の配置図)	①長大斜面崩壊・地すべりの位置	①発生場所, 規模, 被害状況の整理	①長大斜面崩壊・地すべりの概要把握
②地質図 (1/50,000程度)	②長大斜面崩壊・地すべりの範囲 (長さ, 幅, 面積)	②斜面安定解析	②応急対策工の計画
③地すべり危険区域図 (1/25,000程度)	③長大斜面崩壊・地すべりの形状 (縦断面, 横断面)	③危険区域の想定	③危険区域の住民の避難
④他機関における調査成果	④崩土の到達範囲, 土量		
	⑤斜面・のり面における変状		
	⑥地表移動量 (速度) の測定	④危険度概略判定	
	⑦長大斜面崩壊・地すべり周辺の 地形, 人家等の配置		
	⑧人命, 建物, 施設等の被害状況		

表-2.3.8 長大斜面崩壊・地すべりの前兆現象

前兆現象の段階と対応	地表面の異常	構造物等の異常	音や振動などの異常	地下水や湧水などの異常
地すべり土塊が崩壊する直前に現れる現象で、非常に危険な状況を示している。早急に避難体制をとることが必要である。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・落石や小崩壊の発生</li> <li>・亀裂・段差の拡大 (1時間10mm以上)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・地鳴り</li> <li>・根の切れる音</li> <li>・地面の振動</li> <li>・木の枝先の擦れ合う音</li> </ul>	
地すべりの運動の初期段階から崩壊の直前までにわたって現れる現象で、かなり危険な状況を示している。警戒が必要で、場合によっては避難体制をとる必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・亀裂や段差の発生</li> <li>・地表面の凹凸の発生 (上記の項目は積雪時には確認しにくい)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・擁壁のクラックや押しだし</li> <li>・舗装道路やトンネル内のクラック</li> <li>・電線の弛みや引っ張り</li> <li>・建物等の変形                         <ul style="list-style-type: none"> <li>①戸の閉りが悪くなる</li> <li>②壁に隙間ができる</li> </ul> </li> <li>・橋などに異常を生じる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家鳴り</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地下水位の急激な変化 (枯渇や急増)</li> <li>・地下水の濁りの発生</li> <li>・湧水に流量の変化 (枯渇や急増)</li> <li>・湧水の濁りの発生</li> <li>・新しい湧水に発生</li> </ul>

V (cm/day)



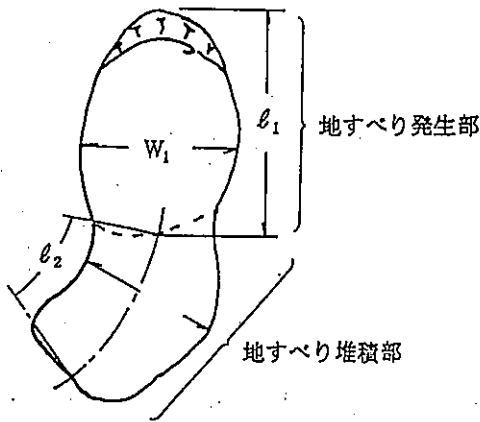
報文・書籍	日常変化				要注意	要警戒	嚴重警戒崩壊覚悟
	変動C	変動B	変動A				
齊藤 (1972)							
調査会 (1976)							
渡 (1983)					立退き勧告		
					(2mm/h)	避難・交通止め	
渡 (1987)					(4mm/h)	一切立入り禁止	
	3cm/d				一応警戒態勢をとる必要ある		
既往の基準例	中央道・諏訪	観測強化	応急・対策検討	対策工実施			
	四国・的尾	点検	作業内容	対策検討	作業中止、一時退避		
	南伊豆・雲見					警戒	避難
	四国・柳谷			観測強化	異常時	非常時(全面通行止)	
	東北道・東山		日常変位	要注意	要警戒	嚴重警戒	
松山自動車道丸山	点検	作業内容検討	協議・対策検討				

- 凡例
- イ：点検・要注意・観測強化
  - ロ：対策の検討
  - ハ：警戒，応急対策
  - ニ：嚴重警戒，一時退避
  - バ：警戒，応急対策，通行止めの検討
  - 二：嚴重警戒，通行止め

提案値	施工段階	維持管理段階	地すべり土塊の移動速度 V (cm/min)				
			10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	
維持管理段階	地表面変位の	地表面変位の		イ	ロ	ハ	ニ
		地すべり面の		イ	ロ		
	地すべり面の	地表面変位の		イ	ロ	ハ	ニ
		地すべり面の		イ			

図-2.3.5 既往の長大斜面崩壊・地すべりの管理基準値 (高速道路調査会、「地すべり危険地における動態観測，施工に関する所究報告書」，1988より)

平面図



- $W_1$  地すべりの発生したブロックの最大幅
- $W_2$  移動した土塊の堆積域の最大幅
- $l_1$  地すべりの発生したブロックの最大水平距離
- $l_2$  移動した土塊の堆積域の最大水平距離

断面図

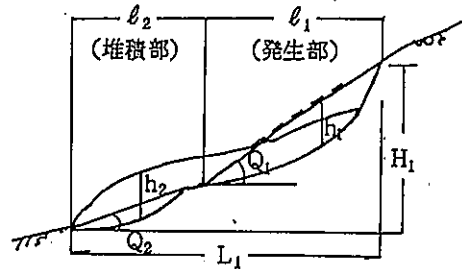
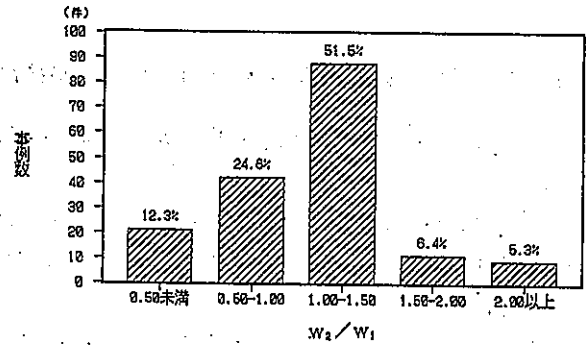
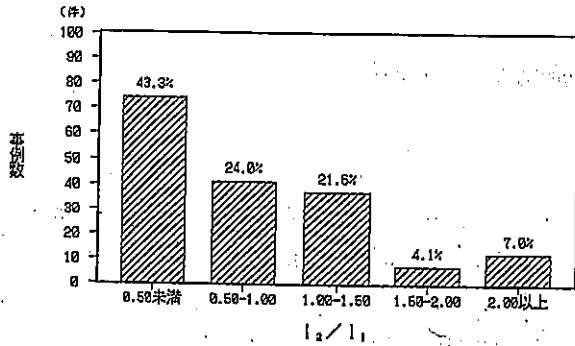


図-2・3・6 事例調査における  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $W_1$ ,  $W_2$  の定義



$l_2/l_1$  の頻度分布

$W_2/W_1$  の頻度分布

図-2・3・7 地すべり移動土塊到達範囲に関する事例調査結果 (事例数 171)  
(土木研究所地すべり研究所による)

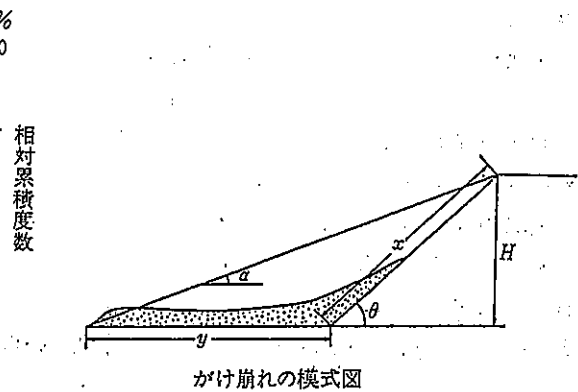
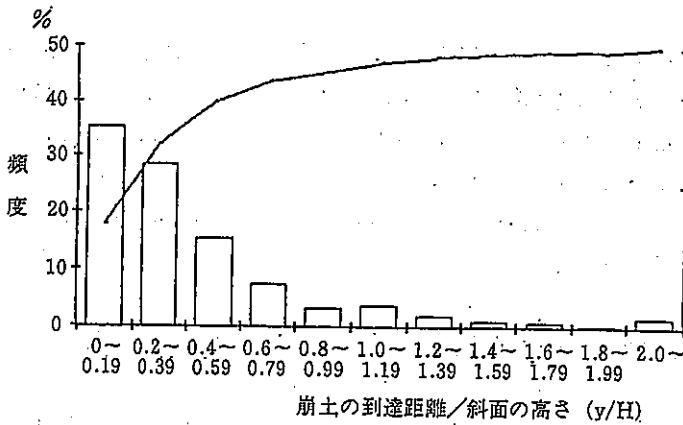


図-2・3・8 かけ崩れによる崩土の到達距離及び斜面の高さとの関係  
(土木研究所資料第 2583 号「かけ崩れ災害の実態」, 1988 より)

る。ただし避難の解除にあたっては複数の伸縮計等の計器で同時に同様な経時的な活動の減少傾向が認められることが必要である。また、斜面の変位速度等による避難の解除の基準は避難の発令基準よりも若干低めに設定することが望ましい。

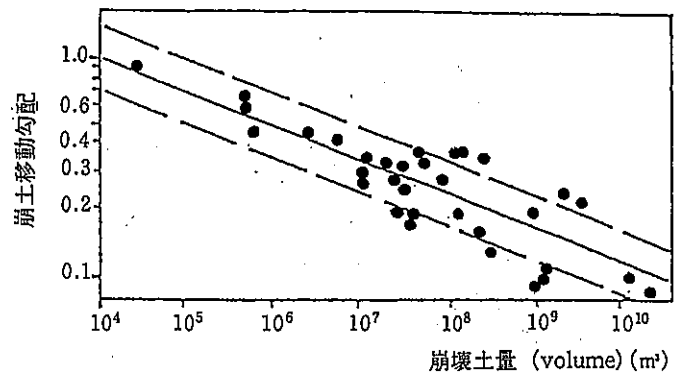


図-2・3・9 崩土移動勾配(鉛直落下高/水平移動距離)と崩壊土量の関係(Scheidegger, 1973による)  
(実線は回帰曲線  
(2本の破線は標準偏差1σの範囲を示す))

## 2.4 大規模災害の拡大詳細予測のための情報収集(詳細調査)・分析手法

### 2.4.1 天然ダムの災害拡大詳細予測のための情報収集

災害拡大危険度評価により、危険性が高いと判断された天然ダムについては応急復旧対策が実施されたならば、当面安全とされている箇所も含めて(いずれも監視中)長期的な災害拡大に関する安全性を評価するための情報を高い精度で収集する。

天然ダムの決壊による災害拡大の詳細予測及び対策工検討のための調査の内容は以下の通りである。

- (1) 周辺の地形等
- (2) 天然ダムの形状等
- (3) 土質調査
- (4) 水理水文調査

災害拡大予測のための情報は、現地調査、地上検知センサー、室内試験を中心に高い精度で収集する。

#### [解説]

詳細調査は天然ダムの長期的な安全性を精度良く検討するとともに安全かつ経済的な対策工の選定及び設計を行うためのデータを得るために実施する。詳細調査の段階では時間的にも余裕があり、また精度の高い調査結果を得る必要があることから、主として現地調査、現地測量、現場および室内における土質試験、現場における水文観測等により必要なデータを入手する。調査は、図-2・3・1に示すような内容を行う。

現地調査の他にも関係各機関や他部局及び直接管理している計測機器から、雨量、流量、火山の噴火予測等に関するデータを得て、天然ダムの決壊による災害拡大予測を行うとともに、天然ダム形成の原因となった斜面の崩壊、地すべりの安定度の解析の資料とする。

### 2.4.2 長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大詳細予測のための情報収集

災害拡大危険度評価により、危険性が高いと判断された長大斜面崩壊・地すべりについては応急復旧対策が実施されたならば、当面安全とされている箇所も含めて(いずれも監視中)長期的な災害拡大に関する安全性を評価するための情報を高い精度で収集する。

長大斜面崩壊・地すべりによる災害拡大の詳細予測及び対策工検討のための調査項目を以下に示す。

- (1) 周辺の地形等
- (2) 変動計測調査

(3) 安定解析調査

(4) 対策工設計のための調査

災害拡大予測のための情報は、現地調査、地上検知センサー、室内試験を中心に高い精度で収集する。

【解 説】

長大斜面崩壊・地すべりの長期的な安全性（逆の意味で危険性）を精度良く検討するとともに恒久的な対策工の選定及び設計を行なうために詳細調査を実施する。詳細調査の段階では長大斜面崩壊・地すべりに切迫した危険性は少なく、時間的にも余裕があり、また精度の高い調査結果を得る必要があることから、主として現地調査、現地測量、計量機器を用いた計測、現場及び室内における土質試験等により必要なデータを入手する。また斜面の変位等に関する計測機器からのデータは工事中の安全管理や対策工の効果評価、工事終了後の斜面の安全監視にも用いることができる。調査は、図-2・3・2に示すような内容を行う。

2.4.3 天然ダムの災害拡大詳細予測のための情報分析手法

応急復旧完了後の災害拡大危険箇所は、詳細な調査を実施し、精度のよい拡大予測（長期的な安定性の検討）及び本復旧工法の選定のための分析をする必要がある。

天然ダムに関する詳細予測としては次の項目について検討する。

- (1) 天然ダムの決壊及び洪水氾濫シミュレーションによる災害拡大予測区域の詳細検討
- (2) 浸透流解析を用いたパイピングによる破壊予測
- (3) 天然ダム下流斜面の安定解析
- (4) 天然ダムを形成する原因となった斜面・地すべりの安定度の検討

【解 説】

詳細調査によって得られたデータを基に天然ダムの長期的な安定性を検討するとともに、上流、下流における被害予測範囲、被害発生形態を精度良く測定する。二次災害の危険度判定と洪水氾濫シミュレーションに必要な調査項目と解析の流れを表-2・4・1に示す。天然ダムの決壊の形態としては越流によるものが大部分であるが、この段階では必要に応じて、決壊事例としてはまれではあるがパイピングによる破壊及び下流斜面の安定解析についても実施しておくことよい。天然ダムの浸透解析を行うことにより堤体内を流下する流量が推定でき、天然ダム上流が完全に湛水していない場合の湛水時刻と湛水範囲が予測できる。

2.4.4 長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大の詳細予測のための情報分析手法

応急復旧完了後の災害拡大危険箇所は、詳細な調査を実施し、精度のよい拡大予測（長期的な安定性の検討）及び本復旧工法の選定のための分析をする必要がある。

長大斜面崩壊・地すべりに関する詳細予測としては次の項目について検討する。

- (1) 斜面安定解析
- (2) 土塊の移動・堆積範囲の推定

【解 説】

詳細調査によって得られたデータを基に長大斜面崩壊・地すべりの長期的な安全度（逆の意味では危険度）を検討するとともに、長大斜面崩壊・地すべりによる被害発生範囲を精度よく推定する。長大斜面崩壊・地すべりの短期的な危険度評価には2.3.4で述べた図表による概略判定法があるが、長期的な安定の判定においてはこれらの他に、斜面安定解析を基に豪雨時あるいは地震時における斜面の安全率の変化を考慮して行うのが一般的である。なお安定解析に重要な豪雨時における地盤内の間隙水圧の変化は、長期的な現場観測によるデータを基に斜面地盤内の浸透解析を用いて行われる。現状で長期的な安全率が不足している場合には恒久的な対策工を計画することとなる。長大斜面崩壊・地すべりの長期的な安全性（逆の意味では危険性）を判断する安全率の値は、長大斜面崩壊・地すべりの規模、想定している対策工の設計条件、災害が発生した場合の被害の大きさ、対策工

表-2・4・1 詳細調査と天然ダムの安定性の検討

データベース	調査項目	加工・処理	判断・利用
①地形図 (1/5,000程度) (地形、人家、施設の配置図)  ②過去の降雨記録  ③過去の洪水流量観測記録	①天然ダムの形状 (縦断面、横断面) ②上下流河道の縦横断面 (縮尺1/1,000程度) ③下流・平野部の平面図 (縮尺1/2,500程度) ④流域内の降雨状況 ⑤洪水予測 (流出解析) ⑥天然ダムの構成土砂の粒度 ⑦天然ダムの構成土砂の空隙率 ⑧天然ダム構成土砂の強度 (C, φ) ⑨河床の各土層の強度 (C, φ) ⑩天然ダムの高さ ⑪天然ダムの長さ ⑫天然ダム上下流の勾配 ⑬天然ダム上流湛水位 ⑭天然ダム下流への漏水量 ⑮天然ダム構成土砂の透水係数 ⑯河床の土層構成 ⑰河床の各土層の透水係数 ⑱河床勾配	①天然ダムの決壊と洪水氾濫 シミュレーション  ④天然ダム下流斜面の安定解析  ③パイピングによる破壊予測  ⑤天然ダム上流の湛水範囲と 時刻  ⑥対策工の検討	①天然ダム決壊による下流への被害発生範 囲及び危険度の予測  ②下流の避難範囲の設定  ③上流湛水正域の危険度判定  ④対策工の選定・設計
④他機関における調査成果 (地質、土質等)  ②天然ダム内部の浸透解析 (地下水位変化)	⑲対策工設置予測箇所における 地形縦横断面図 ⑳対策工設置箇所の地質、土質 ㉑天然ダムを形成する原因となっ た斜面崩壊・地すべりの形状 (縦断面、横断面) ㉒斜面崩壊・地すべりの活動状況 (変状等) ㉓斜面崩壊・地すべりの構成土砂 の土質強度	⑦天然ダムを形成する原因と なった斜面崩壊・地すべり の安定度の検討	⑤対策工事中の二次災害の防止

に要する費用等を総合的に検討して決定するが、一般的に1.05～1.20の値を用いている場合が多く、これが対策工の計画安全率としても用いられている。なお一般には活動中の長大斜面崩壊・地すべりの安全率は0.95～1.00の範囲で設定して土質試験結果を参考として逆算によりすべり面での平均的な強度常数を求める。0.95～1.00の安全率の選択は活動の程度を考慮して行う。次に長大斜面崩壊・地すべりの活発化に伴う土塊の移動・堆積範囲の精度の高い推定方法としては理論的な計算方法がある。この方法は一般に、エネルギー保存則と質量保存則を組み合わせて土塊と地盤との抵抗力を何らかの形で評価することにより行われる。例えば、斜面崩壊、地すべりでは中村らによる地すべり土塊到達範囲推定シミュレーション手法が、また、崩土が泥流化すると考えられる場合には、土石流氾濫シミュレーションを用いることができる。ただし、これらの方法は主として過去に発生した地すべりや崩壊現象の再現に対して検討されてきたものであり、実際の予知・予測に当たっては対象とする地すべり・崩壊の規模を決定し、同様な地質条件等を持つ過去の地すべり・崩壊事例を参考として土質定数を決定して計算を行う必要がある。

## 2.5 土砂災害情報収集のための手法

### 2.5.1 ヘリコプターによる災害情報の収集

ヘリコプターによる情報の収集は、災害の状況を効率的かつ全体にわたって把握できるという特徴がある。ヘリコプターによる災害情報収集は、その内容により3段階に分けられ、調査員が目視により収集するほかに空中情報センサにより撮影された情報から判読・整理する方法がある。

第1段階 災害の概況把握

第2段階 災害拡大危険度評価のための調査

第3段階 災害拡大危険箇所の変動調査（監視）

土砂移動状況を収集するためにはヘリコプターに装備されている機器を有効に活用することが重要である。また、ヘリコプターの機能及び法規制等も考えた飛行計画を検討をする必要がある。

#### [解説]

・大規模かつ多数の土砂災害発生箇所の詳細なデータを一挙に把握することは困難であるので、調査段階を設定しておおまかな調査から詳細な調査に順次移行していく。各段階におけるヘリコプターによる調査段階と調査内容を表-2.5.1に示す。

表-2.5.1 ヘリコプターによる調査段階と調査内容

段 階	調査目的	調査対象	調査内容と手法	得られる情報	飛行方法
第1段階	・被災予想区域の全体の状況を把握	・被災予想区域全体 ・土砂災害の発生状況と被災状況	・災害の発生位置、規模、被災度を目視により確認・把握する ・災害の発生状況を空中情報センサにより収集し、判読・整理する	・土砂災害発生箇所の分布 ・土砂災害の種類、規模、被害 ・人家施設との関係	・高高度 (1,000 m) ・道路、河川沿
第2段階	・災害拡大危険箇所の概略調査	・災害拡大危険箇所	・空中情報センサにより情報を収集し、判読・整理する	・土砂災害の規模、土量、変状、被害構造物の損傷等	・中高度 ・対象箇所と河川の上下流
第3段階	・災害拡大危険箇所の変動調査	・災害拡大危険箇所 ・応急復旧箇所	・危険箇所を目視により監視する ・空中情報センサにより情報を収集し、判読・整理する	・地表変動、流量、水位 ・詳細な被害の状況	・低高度 (300 m) ・対象箇所とその周辺



(1) 災害の概況把握 (第1段階)

この段階でのヘリコプターによる情報の収集が最も重要となる。調査員は、災害の発生位置・規模・被災状況並びに大規模な災害の拡大予測箇所について調査を行う。この段階では災害状況の全容を知ることが目的なので、災害発生位置を正確に把握する他は、調査員の目視により情報を収集し、調査表(表-2.3.1, 表-2.3.3)に位置、規模等の必要事項できるだけ記入するようにする。よって調査員は、現地の地形等を把握している経験豊富な技術者であることが望ましい。

更に、この段階でヘリコプターに装備されている機器を使用して情報を収集する。収集した情報は、直ちに判読・整理する必要がある。判読・整理した結果は災害全体を把握するために飛行しているため、精度のよい情報が得られないと考えられるが、全体の状況(今後の天候、地上調査の進捗度、災害拡大の危険性等)を考慮して危険度評価の資料とすることもできる。また、土砂・流木量の推定にも使用できるように判読・整理する。

(2) 大規模な災害の拡大危険度評価のための調査 (第2段階)

第2段階として大規模な災害の拡大危険度評価のための調査を行う。この段階の調査手法としては、大規模災害の危険度評価を実施する必要がある場所を主にヘリコプターに装備されている機器を使用して収集する。大規模な土砂災害に対する空からの調査項目としては表-2.5.2に示す内容が挙げられる。ヘリコプターによる調査は、一般に迅速性が最も強く期待されるので被災後速やかに判読・整理を行い報告する。判読手法としては、一

表-2.5.2 ヘリコプターによる調査のポイント

区分	調査項目	調査(撮影及び判読)のポイント	情報の質	
			実態	変動
長大斜面崩壊・地すべり	①位置	GPSによる緯度経度情報より地形図上で位置を確認	○	
	②範囲(長さ・幅・面積)	長大斜面崩壊・地すべり全体を撮影し、ビデオ映像から地形図上に描き範囲、形状、崩土の到着範囲・土量を計測する	○	
	③形状(縦断形・横断形)		○	
	④崩土の到達範囲・土量		○	
	⑤斜面・のり面の変状等 ・亀裂 ・小規模な崩壊 ・樹木等の傾き ・構造物の亀裂 ・湧水・沢水の流量変化、濁り	斜面、のり面の変状が読み取れるようにズームアップで撮影し、ビデオ映像から変動の情報を読みとる		○ ○ ○ ○ ○
	⑥地表移動量(速度)の測定	同一箇所を飛行毎に撮影し、既存画像との比較等(移動量)から読みとる		○
	⑦周辺の地形・人家等の配置	全体を撮影したビデオ映像から読みとる。被災箇所はズームアップで撮影する	○	
	⑧人命・建物・施設等の被害状況		○	
天然ダム	①位置	GPSによる緯度経度情報より地形図上で位置を確認	○	
	②高さ	天然ダム全体を撮影し、ビデオ映像から地形図上に描き高さ、長さ、幅を計測する	○	
	③長さ		○	
	④幅		○	
	⑤流水流入量	浮木を投下して撮影し、ビデオ映像から流速、川幅を読みとる		○
	⑥ダム水位(変化)	同一箇所を飛行毎に撮影し、既存画像との比較等から読みとる		○
	⑦構成材料の透水係数	天然ダムをズームアップで撮影し、ビデオ映像から推定する	○	
	⑧構成材料の粒度		○	
	⑨周辺の地形・人家の配置	全体を撮影したビデオ映像から読みとる。被災箇所はズームアップで撮影する	○	
	⑩人命・建物・施設等の被害状況		○	

表-2.5.3 ヘリコプター (あおぞら号) に装備されている機器

センサの種類	感知領域	光 軸	焦 点 距 離	収 録	用 途
カラービデオカメラ (HL-95)	可視光線	水平 360° 垂直 +30°~-90°	f = 12.5~275 mm 2倍エクステンダ向	3/4", 1/2" VTR	昼間撮影 拡大撮影
熱赤外ビデオカメラ (2500 A/B)	熱赤外線 (8-12μm)	水平 +120°~-120° 垂直 +30°~-180°	普通角 (40°×21.5°) 望遠 (7°×3.25°)	1/2" VTR	夜間撮影 温度分布を識別
垂直スチールカメラ (MK-70) 2台	可視光線	垂直固定 -90° 基線長 11 m	f = 60 mm (53 mm×53 mm)	各種 フィルム	ステレオ撮影 写真測量可能
モニタビデオカメラ (Ci-10)	可視光線	垂直固定 -90°	f = 8 mm	1/2" VTR	垂直撮影, 連続撮影により対地高度の測定

表-2.5.4 土砂災害状況の内容と機器の対応性

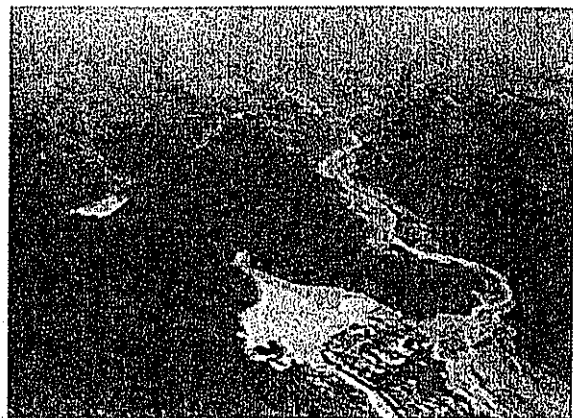
土 砂 災 害 情 報 の 内 容		イ メ ー ジ セ ン サ				地 形 図	航 法		既 存 画 像	相 関 デ ー タ	地 形 セ ン サ	土 質 セ ン サ
		カ ラ ー VTR	熱 赤 外	垂 直 写 真	モ ニ タ VTR		位 置	高 度				
長 大 斜 面 崩 壊 ・ 地 す べ り	①位置	○	△		○	○						
	②範囲 (長さ・幅・面積)	○	△		○	△	○			○	○	
	③形状 (縦断形・横断形)	△		○~△		△				○	○	
	④崩土の到達範囲・土量	○			○	○				○	○	○
	⑤斜面・のり面の変状等 ・山腹の亀裂・段差・ふくらみ	△	△	○							△	
	・小規模な崩壊	○	○									
	・樹木の傾き	○~△	△									
	・構造物の亀裂・横ずれ・ふくらみ ・湧水・沢水の流量変化, 濁り	△		○								
⑥地表移動量 (速度) の測定 ・移動量 (2時期画像比較)	○~△		○						○			
・土層の厚さ・含水量		△									○	
・土塊構成材料の土質	△	△									△	
⑦周辺の地形・人家の配置・土地利用	○		○	○	○				○			
⑧人命・建物・施設の被害状況 ・建物・施設の被害状況	○				○				○△			
・道路の復旧状況	○				○							
天 然 ダ ム	①位置	○	○		○	○						
	②高さ (厚さ) ③長さ ④幅	○	○		○	○	○			○	○	△
	⑤流入量 ・河床横断形, 縦断形	△		○		△					○	
	・流速	○		○								
	⑥ダム水位 (変化) ・水位 (変化)	○									○	
	・越流・侵食・濁水	○	○									
	⑦構成材料の透水係数	△	△									△
	⑧構成材料の粒度	△										△
	⑨周辺の地形・人家の配置・土地利用	○		○	○	○				○		
	⑩人命・建物・施設の被害状況 ・建物・施設の被害状況	○				○				○△		
・道路の復旧状況	○				○							

凡例： ○；対応できる △；対応に難がある 無；対応性がない

般に経験豊富な技術者がビデオ映像から地形図に天然ダムや長大斜面崩壊・地すべりの形状等を記入し必要なデータを読みとる方法がある。ヘリコプターによる天然ダム及び長大斜面崩壊・地すべりの判読した結果は表-2・3・1及び表-2・3・3の様式に整理する。なお、表-2・5・5に示す撮影条件も必ず添付しておく必要があり、ビデオ映像のハードコピー（写真-2・5・1）も写真として添付する。また、変動に関する情報は微細な情報が多く、イメージデータの分解能に大きく影響されることが予想される。特に、危険度判定や応急対策工の検討には、より精度の高い情報が必要となり、空中からのイメージデータからだけでは難しいものもある。主な装備を表-2・5・3に、土砂災害の内容とそれに対する機器の対応性を検討した結果を表-2・5・4に示す。この表を参考に調査内容に適した機器を選択するとよい。また、データ加工支援に関しては、GPSによる位置決定、カメラ光軸方位の検出などが検討されている。



(長野県西部地震災害 御岳崩壊)



(長野県西部地震災害 王滝川天然ダム)

写真-2・5・1 ビデオ映像写真（ハードコピー）の例

天然ダムにおいてはダムの決壊による洪水流が発生した場合にどの場所が危険かの判断が至急に求められる。氾濫範囲を判定する目安として、表-2・5・6に示す洪水流量からの洪水位の判定があげられる。

(3) 災害拡大危険箇所の変動調査（第3段階）

ヘリコプターにより災害拡大危険箇所の地表変動、流量・水位等の変動に関する調査を実施し災害拡大危険箇所を目視により監視する。また、同時にヘリコプターによる空中撮影を実施し、変動に関する情報を判読する。

(4) ヘリコプターによる災害情報収集の留意点等

- 1) 対象とする被害や災害の規模については、土木構造物やその他の地物の大きさをキーに、ある程度の精度で把握することは可能であり、復旧活動に利用できる数値が得られる。表-2・5・7にヘリコプターによる土砂災害調査を行う際の測定精度の例を示す。
- 2) 災害規模の中で、深さ並びに厚さの判定は難しい。災害前の地形図等の補助資料が必要である。また、今後レーザー対地高度計等のセンサの検討が望まれる。
- 3) 天然ダムの決壊予測等においては土質に関する情報が重要であるが、土質特に堆積物の透水性については、表面の粒状性や色調からだけでは判定は困難であり、視察者の経験によって判定内容が大きく異なる。また、堆積物の粒度分布等も判定が難しく、何らかの補助資料が必要と考えられ、今後の課題といえる。
- 4) 構造物の損傷では、数cm程度の幅を持つ亀裂はとらえることができる。ただし、小さい対象ほど誤差が大きくなるので、危険度の判定に当たっては、亀裂幅よりも位置や密集度等を利用すべきである。
- 5) 天然ダムの決壊予測等においては流入流量を求めることが重要であるが、浮子による流速及び水深の測定

表-2・5・5 撮影条件

①年月日	年 月 日
②時刻	時 分 秒
③緯度	N:     °     '     "
	E:     °     '     "
④高度	Z =                    m
⑤(距離)	D =                    m
⑥焦点	f =                    mm
⑦カメラ	1. ビデオ
	2. ビデオ (モニタ)
	3. 垂直ステレオ
	4. 赤外ビデオ
⑧種別	1. 垂直
	2. 斜め
⑨伏角	度

表-2・5・6 天然ダムの避難予想区域の整理様式

天然ダム避難予想区域		所在地	水系	川	km	m	
		地点	m; 計画高水流量	m <sup>3</sup> /s; 計画高水位	km	m	
下流区域	堰止高 m						
	湛水面積 ×10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>						
	湛水量 ×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>						
	Dam-Factor ×10 <sup>6</sup> m <sup>4</sup>						
	ピーク流量 m <sup>3</sup> /s						
	氾濫面積 ha						
	人家戸						
	特記事項	アクセス道路など					
	流速 m/s						
	断面積 m <sup>2</sup>						
上流区域	流入流量 m <sup>3</sup> /s						
	現湛水量 ×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>						
	満湛水量 ×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>						
	満水位時刻						
	氾濫面積 ha						
	人家戸						
	特記事項	アクセス道路など					
	地点 No.						
	川幅 B						
	河床勾配 I						
洪水位 R							
護岸高 h							
氾濫の有無							
						$R = (nQ/B)^{1/2}$ <sup>3/5</sup> $n = ( \quad )$	

表-2.5.7 ヘリコプターによる測定精度

砂防施設等人工 構造物の亀裂幅	0.1 m 程度 (但し、縮尺 1/200 程度で新鮮なものは 2 cm 程度でも判断可能)
斜面の亀裂幅	0.5~1.0 m 程度
崩壊長・崩壊深	10%~20% 程度

(対地高度 300~400 m, カメラの焦点距離 55 mm の場合)

では、縮尺をできるだけ正確に求めることが前提となる。大きさのわかっている構造物等を写し込むように撮影することが大切であり、なるべく大きなものがよい。このような地物が無い場合は、周辺部から映像をつなげるか、広い範囲を撮影するなどして、縮尺が決められるような撮影方法を採用する必要がある。

6) 土砂災害情報の内容のうちで、変位や変動を表す徴候をとらえるには、拡大撮影が前提となる。経験豊かな視察者の撮影箇所の予測と指示が必要である。

7) 撮影指示並びに映像の解読の両面で、経験豊富な技術者が必要である。経験の有無で土砂災害情報内容の質並びに量的評価が異なるので災害の拡大予測・二次災害の防止等の高度な判断を行うためには、複数の経験者による作業が望ましい。

## 2.5.2 地上調査による災害情報の収集

地上調査は、現地に調査員が赴くことにより行うもので、復旧に係わる調査は地上調査が主体となる。調査段階毎の調査方法は以下のとおりである。

### (1) 災害の概況把握のための情報収集

- ① 現地踏査による災害発生位置・規模・被災状況の調査
- ② 現地踏査による土砂移動予測箇所の調査

### (2) 災害拡大危険度評価のための情報収集

#### 1) 天然ダム

- ① 簡易な測量による調査 (天然ダムの規模等)
- ② 浮子等による天然ダムへの流入量の測定
- ③ 水位標による天然ダムの水位測定
- ④ 土質試験用の試料採取
- ⑤ 現地踏査による天然ダムの周辺の状況と被害状況の調査

#### 2) 長大斜面崩壊・地すべり

- ① 簡易な測量による調査 (規模等)
- ② 現地踏査による長大斜面崩壊・地すべり地周辺の調査
- ③ むき板等の設置と観測

### (3) 災害拡大の詳細予測のための情報収集

#### 1) 天然ダム

- ① 測量 (規模)
- ② 土質調査
- ③ 本復旧のための調査

#### 2) 長大斜面崩壊・地すべり

- ① 測量 (周辺の地形等の把握)
- ② 変動計測調査
- ③ 安定解析調査
- ④ 対策工設計のための調査

[解説]

(1) 災害の概況把握のための情報収集

1) 現地踏査による災害発生位置・規模・被災状況の調査

災害発生後または災害発生が予測される場合には、車などにより地上調査を実施し、災害発生場所の確認、その規模の推定、被災の状況及びその影響について踏査により調査する。土砂災害は、広範囲に発生することが考えられるので、地区割りなどをして緊急時にできるだけ多くの情報が収集できるようにすることが望ましい。

2) 現地踏査による土砂移動予測箇所の調査

災害発生後または災害発生が予測される場合には、車などにより地上調査を実施し、土砂移動予測箇所の確認を行う。天然ダムの形成などは、現地に赴くことができればその規模や影響を判断することができると考えられるが、長大斜面崩壊・地すべりについては、斜面の変状や亀裂等を確認しなければならないので、あらかじめ危険な場所（危険区域図）を重点的に調査することも考えられる。

(2) 災害拡大危険度評価のための情報収集

1) 天然ダム

天然ダムの形成が確認されたならば、直ちに現地に赴き天然ダムの位置の確認と以下の調査を実施する。調査に必要な器材・資料としては表-2・5・8に示すものがある。なお、電子スチルカメラやビデオカメラは、現像時間を要さないので解析に早く使える等の利点があり持参すると良い。

① 簡易な測量による調査

簡易な測量により天然ダムの高さ、長さ、幅等を測定する。なお、簡易な測量が容易に実施できない場合には、平面図を参考に周辺の樹木、尾根や谷の地形等から目視により推定する。

天然ダムでの越流が始まっている場合には、天然ダムの越流箇所、流量（川幅、水深、流速）土砂の侵食速度等を測定する。天然ダムからの越流が始まっている場合には、直ちに事務所に報告する。

② 天然ダムへの流入量の測定

天然ダムの上流で浮子等を用いて流速を測定し、同時に水深と流路幅を測定して天然ダムへの流入量を求める。

③ 天然ダムの水位

天然ダム上流に水位標を設置し、水位の観測を行う。

④ 土質試験用の試料採取

天然ダムの構成土砂の透水係数と粒度を測定するための試料を採取する。また、同時に透水係数を予測する。

⑤ 天然ダムの周辺の状況と被害状況の調査

天然ダム周辺を徒歩などにより踏査し、天然ダムの形成原因、周辺の地形、人家の配置、人命、建物・施設等の被害状況を調査する。状況は、写真撮影を行って記録する。

2) 長大斜面崩壊・地すべり

長大斜面崩壊・地すべりの発生が確認されたならば、直ちに現地に赴き長大斜面崩壊・地すべりの位置を確認と以下の調査を実施する。調査に必要な器材・資料を表-2・5・8に示す。

表-2・5・8 地上調査に必要な器材・資料

器材・資料	備考
野帳（耐水性の用紙を用いたもの）	筆記用具
地形図（1/5,000程度）	
地質図（1/50,000程度）	
空中写真	
カメラ、ポラロイドカメラ、電子スチルカメラ	フィルム、フロッピー、ストロボ、電池
ビデオカメラ	テープ、バッテリー
ホワイトボード（黒板）	油性ペン、白墨
ライト（懐中電灯）	電池
無線機（トランシーバー）	電池
超小型テープレコーダー	テープ、電池
双眼鏡	
ハンドレベル	
クリノメーター	
ポール	
巻尺	
コンベックス	
浮木（流速計）	天然ダム
土砂採取用容器	〃
水位表	〃
ぬき板	地すべり
伸縮計	〃
地上検知センサー	〃
その他必要器材	

① 簡易な測量による調査

簡易な測量により長大斜面崩壊・地すべりの範囲と形状、崩土の到達範囲と土量等を測定する。

② 長大斜面崩壊・地すべり地周辺の調査

長大斜面崩壊・地すべりの周辺を徒歩などにより踏査し、地形、人家等の配置、人命・建物・施設の被害状況・前兆現象・構造物の移動等を調査する。状況は、写真撮影を行って記録する。

③ ぬき板等の設置と観測

長大斜面崩壊・地すべりの斜面の変状を把握するためぬき板、移動杭等を設置し観測を行う。長大斜面崩壊・地すべりの変状が大きいときには直ちに事務所に連絡する。

(3) 災害拡大の詳細予測のための情報収集

1) 天然ダム

災害拡大危険度評価のための情報収集後のできるだけ早い時期に以下の調査を実施する。

① 測量

現地測量を実施して、天然ダムの高さ、長さ及び上下流の勾配、河床勾配を詳細に測定する。また、天然ダムを形成する原因となった斜面崩壊・地すべりの形状を測量する。

② 土質試験

土質試験により天然ダムの構成土砂の粒度、空隙率、強度、透水係数及び河床の強度、透水係数を求める。土質試験の方法は、原則として JIS 規格によるものとする。

③ 対策工設計のための調査

現地踏査を行って対策工実施箇所を決定し、設計に必要な測量を行う。また、必要に応じて地質及び土質調査を実施する。

2) 長大斜面崩壊・地すべり

災害拡大危険度評価のための情報収集後のできるだけ早い時期に以下の調査を実施する。地上調査の方法は、原則として建設省河川砂防技術基準(案)によるものとする。

① 測量

② 検知センサーによる変動量調査

③ 安定解析調査

④ 対策工設計のための調査

2.5.3 地上検知センサーによる災害情報の収集

土砂災害状況の監視並びに災害拡大予測のため、土砂災害の現象、誘因、素因等の情報を地上検知センサーを用いて収集する方法がある。地上検知センサーを用いることにより、土砂災害情報の連続的な収集が可能となる。

(1) 地上検知センサー

地上検知センサーは、土砂災害の形態によって次のように分類される。

1) 土石流の地上検知センサー

2) 長大斜面崩壊・地すべりの地上検知センサー

3) 天然ダムの形成と決壊の地上検知センサー

4) のり面・斜面変状の地上検知センサー

(2) 地上検知センサーを用いた情報収集システム

土砂災害情報は、地上検知センサー、情報伝送装置等の機器でシステムを構成して収集する。情報収集システムは映像情報を収集するビデオシステムと、数値化した情報を収集するテレメータシステムがある。災害等での監視体制強化のため、緊急に情報収集システムを構築することも考慮しておく必要がある。

(3) 既存の土砂災害情報収集システム

代表的な例として次のものがある。

1) 土石流発生監視システム

## 2) 地すべり自動観測システム

### [解説]

#### (1) 地上検知センサー

##### 1) 土石流の地上検知センサー

土石流は、主に豪雨等が原因で、山腹の土砂や溪床に堆積していた不安定な土砂が流動化して流れ下り、下流の人家等を破壊し埋めるといった災害の形態をとる。土石流が発生してから保全対象のある下流へ到達するまでの時間は非常に短いので、雨量データを基に発生危険度を判定し、発生前に警戒、避難を行うのが主な体制となっている。また、土石流の発生をいち早く知って迅速な対策をとるために、土石流の発生場所や発生規模を検知するセンサーを設置している所も多い。土石流の地上検知センサーは表-2・5・9に示すように分類・整理される。

表-2・5・9 土石流地上検知センサー一覧表

観測項目	検知センサー	観測内容	
土石流状況	土砂移動	ワイヤー式検知器	土石流によるワイヤー切断
		コンタクト式検知器	土石流との接触検出
		光電式検知器	土石流による光遮断
		礫移動式検知器	土石流による礫移動検出
		ビデオカメラ	視界良好時の土砂移動
		高感度ビデオカメラ	視界不良時の土砂移動
	振動	振動計式検知器	土石流による振動検出
気象状況	雨量	雨量計	雨量

##### 2) 長大斜面崩壊・地すべりの地上検知センサー

長大斜面崩壊・地すべりの地上検知センサーについては、現在災害時のみならず、対策工の調査、設計、施工の段階から多くの種類のものが使用されている。各センサーは表-2・5・10に示すように分類・整理される。

##### 3) 天然ダムの形成と決壊の地上検知センサー

天然ダムの形成は地すべり、斜面崩壊、山体崩壊、火山噴出物の堆積等によるものが大部分である。この中で、地すべりによる天然ダムの形成は、監視体制がとられていれば、ある程度予測ないし検知が可能である。しかし、地すべり以外の原因による天然ダムの形成は、発生箇所の特定が難しく有効な情報収集ができないので検知することは難しい。

一方、天然ダムの決壊は越流によるものが多く、浸透水による下流のり先のパイピングにより決壊するのはまれである。したがって天然ダムの決壊は流水流入量と湛水水位を監視することが重要である。流入量は流量計あるいは、水位計と流速計の組み合わせで、また湛水水位は水位計で監視が可能である。

以上により、天然ダムの形成と決壊の地上検知センサーは、地すべりの地上検知センサーの他、水位計、流速計、流量計が有効である。

##### 4) のり面・斜面変状の地上検知センサー

斜面の変状を、巡回することなしに、リアルタイムにかつ広範囲に把握することによって、斜面災害を軽減し、斜面の安全管理を容易に行うことを目的に、のり面・斜面変状検知センサーが開発されている。設置状況を図-2・5・1に示す。

この検知センサーは、斜面変状を光ファイバーの曲げに変換し、その曲げによる光ファイバーの伝送損失の変化で斜面変状を検知するものである。そのために本センサーは大きく3つの部分から構成されている。まず、計測の中心となる光ファイバーとその測定器の部分、次に光ファイバーを支え、斜面に据え付ける杭と梁の部分、そして斜面の変状、即ち杭の移動量を光ファイバーの曲がりに変換するファイバー圧縮部分である。(図-2・



表-2.5.10 長大斜面崩壊・地すべり地上検知センター一覧表

観測項目	検知センサー	観測内容
気象状況	雨量	雨量計
	積雪	積雪深計
地表変動	傾斜変動	地盤傾斜計
	土塊移動	伸縮計
		ぬき板観測
		移動杭測量
		光波測量
	地形変状	ビデオカメラ
高感度ビデオカメラ		
地中変動	設置型地中傾斜計	
	挿入型地中傾斜計	
	土塊移動	地中伸縮計
		多段式地中伸縮計
パイプ歪計		
水文状況	地下水圧	
	間隙水圧計	
構造物挙動	外圧	土圧計
		ロードセル
	内部応力	ひずみ計
		鉄筋計
	変位	傾斜計
		挿入型地中傾斜計

5.2)

動作原理は、斜面の変状とともに、斜面に打ち込まれた杭が移動し、その移動量の変化をファイバー圧縮部分で光ファイバーの曲げに変換し、その曲げによる伝送損失を電氣的に計測するものである。

この検知センサーは、光ファイバー一本で150km程度の範囲をカバーできるので、地形条件等を考慮した経済的な配置が可能である。

2) 地上検知センサーを用いた情報収集システム

1) システム概要

地上検知センサーを用いた情報収集システムは、映像情報を収集するビデオシステム(図-2.5.3)と、数値化された情報を収集するテレメータシステム(図-2.5.4)がある。

ビデオシステムは土石流、地すべり、天然ダムの形成と崩壊の状況を映像で監視する。ビデオシステムの要件として次のことが挙げられる。

- ① 動画、準動画または静止画映像で監視できること。

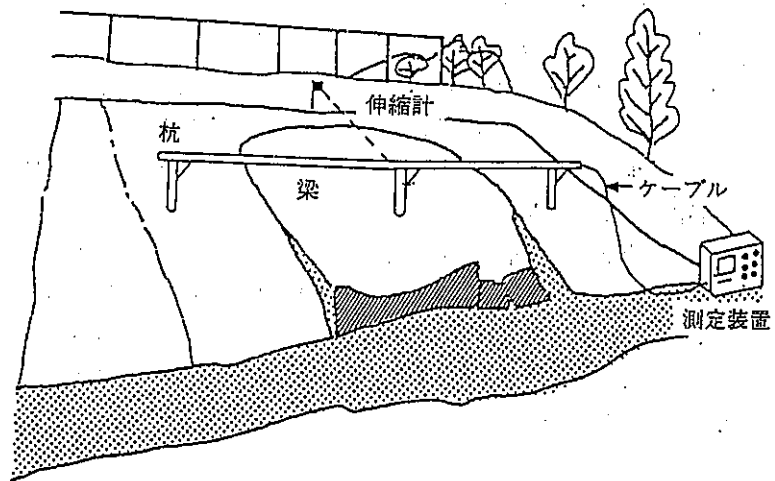


図-2.5.1 のり面・斜面変状検知センサー設置状況

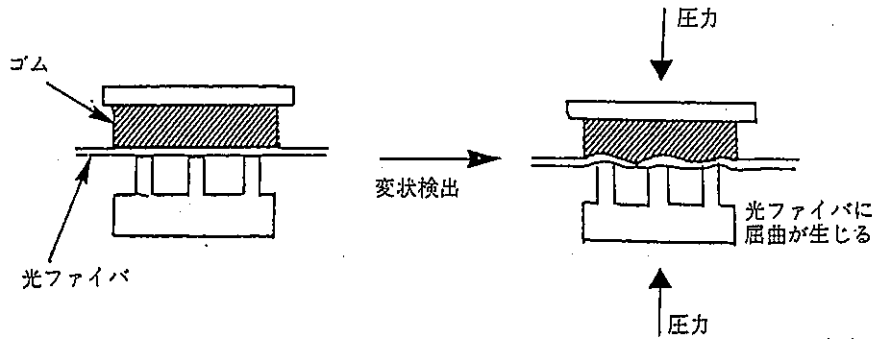


図-2・5・2 のり面・斜面変状検知センサー変換部

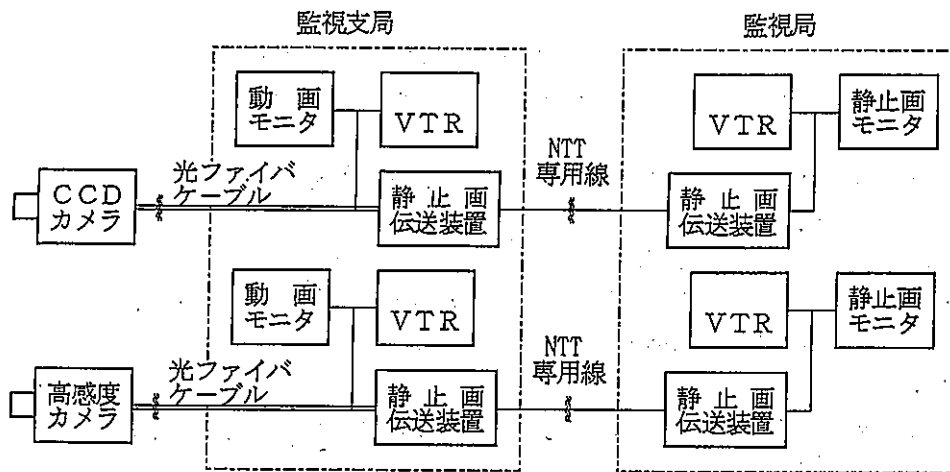


図-2・5・3 ビデオシステム構成図 (概念図)

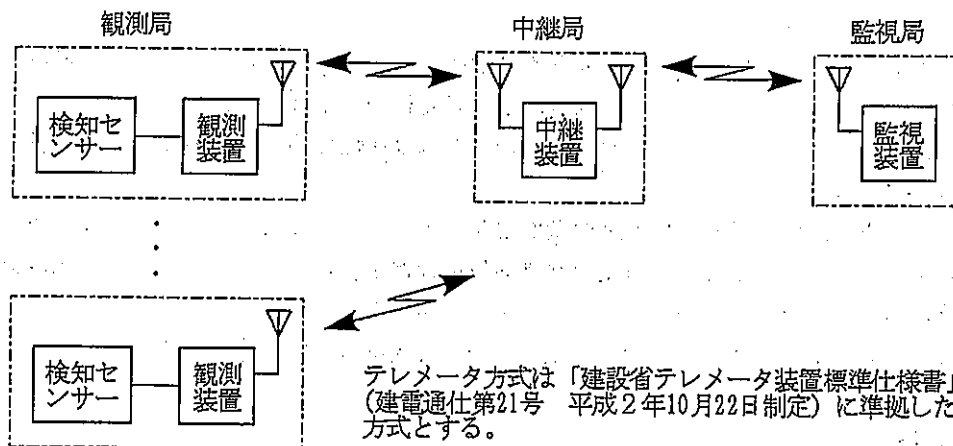


図-2・5・4 テレメータシステム構成図 (概念図)

- ② 夜間や視界不良時にも監視できること。
- ③ 映像はVTR (ビデオテープレコーダ) で録画できること。
- ④ 映像を関係部署へ転送可能なこと。
- ⑤ リモコンでカメラを制御して、撮影目標を変更したりズームアップしたりできること。

テレメータシステムは土石流、地すべり、天然ガムの形成と決壊の状況を把握し、災害の予測をするためのデータを収集する。テレメータシステムの要件として次のことが挙げられる。

- ① 多用途、多量のデータの取扱いを可能とした汎用性の高いものであること。
- ② 状況に応じてデータ収集間隔を短縮すること。

③ 土石流の発生を検知した場合は即時に通報すること。

④ 収集データを関係部署へ配信可能なこと。

## 2) 緊急時のシステム構築

土石流や地すべりは、災害の発生場所が比較的予測しやすいので、計画的に検知センサー等を設置してシステムを構築して対策をとりやすい。一方、斜面崩壊等の原因による天然ダムの形成と決壊では、天然ダムの形成場所の予測が困難であるため、事前に対策をとることが難しい。このような場合等に、緊急にシステムを構築して監視する必要が出てくる。緊急時のシステム構築手順は、平常時におけるそれと基本的に変わらない。しかし、構築条件は、次の3点で大きく異なっている。

① システムを構築する時間が少ない。

② 工事の危険性が高い。

③ 混乱した状況下で不測の事態が起きやすい。

以上から、緊急時においてよりよいシステムを構築するには、時間の節約や機器の確保等のために、事前の準備が必要である。事前準備で重要な項目は次のとおりである。

### ① システム提供者との連携体制の準備

システム提供者の候補を調べ、災害時に連携してシステムを構築できる体制をとっておく。

### ② システム構築の指針の準備

- ・災害時に、システム要件を即時判断・決定できるように整理しておく。
- ・いくつか災害を想定し、緊急時に構築するシステムのモデルを立案しておく。
- ・緊急時のシステム構築手順の概略を検討しておく。

### ③ 機器の確保

緊急時に必要な機器の種類と数量を想定し、入手方法を検討しておく。

### ④ 工事の安全確保の検討

災害状況下での工事方法とその安全確保の方法を検討しておく。

## (3) 既存の土砂災害情報収集システム

### 1) 土石流発生監視システム

土石流発生監視システムは、土石流発生危険溪流に設置され、降雨量から自動的に警戒避難を判定して関係者に通報するものである。警戒避難の判定方式は、建設省発行の「土砂災害に関する警報の発令と避難のための降雨量設定指針(案)」に基づいている。警戒避難の通報は迅速性を要求されるため、降雨状況の変化に追従して1分毎に出力される。

このシステムは、複数箇所を対象とする集中型監視システムと、1箇所を対象とするローカル型監視システムの2種類がある。両システムとも、土石流のソフト対策強化を目的として、建設省の技術評価制度で技術評価がなされ、昭和60年に9社11機種が合格し、評価書が発行されている。

土石流発生監視システムは地域により雨量の処理とか、警戒避難の判定方式が異なるものもあり、また、雨量計の他、ワイヤーセンサーや、振動センサ等を使用しているシステムもある。

### 2) 地すべり自動観測システム

地すべり自動観測システムは、地すべりに関する情報を自動的に観測・収集して、地すべりの挙動を監視するものである。観測項目は雨量、地下水位、地盤伸縮、地盤傾斜、地中歪等が代表的である。地すべり自動観測システムの観測データ数は、土石流発生監視システムに比べて多い。土石流発生監視システムでは、十数量以下が一般的なのに対し、地すべり自動観測システムでは百量を超えることもまれではない。

地すべり自動観測システムは、建設省の技術評価制度で技術評価がなされ、昭和63年に14社14機種合格し、評価書が発行されている。

## (4) その他のシステム

その他土砂災害に関係する気象情報及び水文情報等を収集しているシステムは各種あるが、代表的な例として次のものがある。

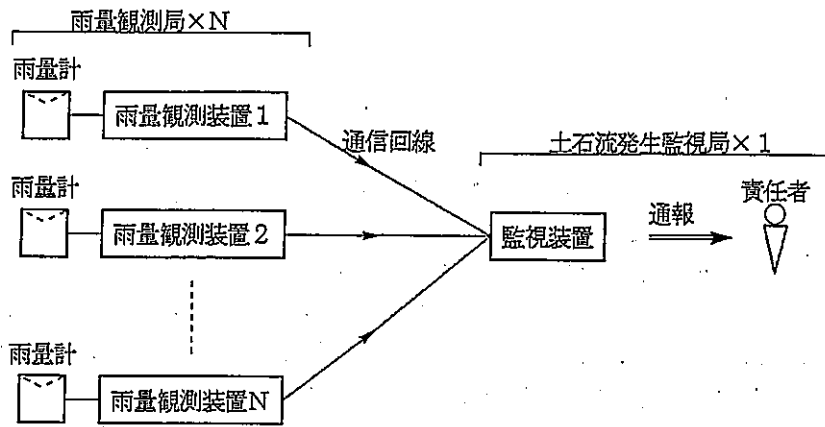


図-2.5.5 土石流発生監視システム構成図 (集中型)

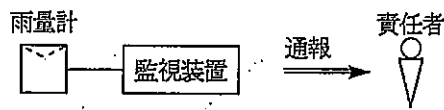
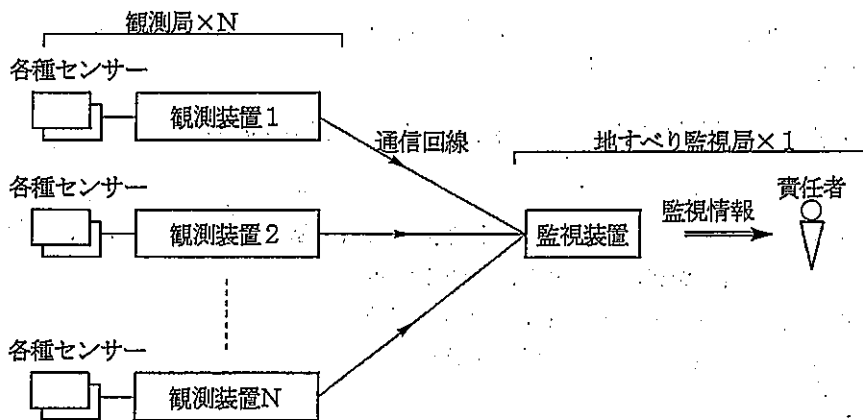
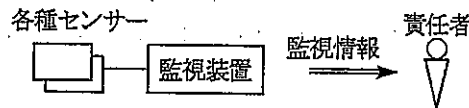


図-2.5.6 土石流発生監視システム構成図 (ローカル型)



各種センサー：雨量、地下水位、地盤伸縮、地盤傾斜、地中歪等のセンサー

図-2.5.7 地すべり自動観測システム構成図 (大規模システム例)



各種センサー：雨量、地下水位、地盤伸縮、地盤傾斜、地中歪等のセンサー

図-2.5.8 地すべり自動観測システム構成図 (小規模システム例)

### 1) 雨量・水位テレメータシステム

建設省では所轄河川の管理、洪水予報、ダム管理等のため、テレメータで雨量及び水位のデータを収集し、河川情報システムへ転送するとともに、都道府県や各種団体、市民等で活用するため、(財)河川情報センターのFRICSシステム(河川・流域総合情報システム)へも転送している。

### 2) レーダ雨量計システム

建設省では所轄河川の管理、洪水予報、ダム管理、道路管理等のため、レーダ雨量計で雨量データを収集している。収集したデータは、(財)河川情報センターのFRICSシステムへも転送され、都道府県や各種団体、市民

等で活用されている。

### 3) 河川情報システム

建設省では、建設省所轄河川の管理、洪水予報、ダム管理及び水資源の有効利用等のため、河川情報システムで雨量、水位、流量、水質、ダム諸量、気象等のデータを入力・整理・加工・蓄積して、関係者に情報を提供するとともに、必要なデータを必要な箇所へ再配分する等、総合的に情報を管理している。

### 4) FRICS システム (河川・流域総合情報システム)

河川情報センターは建設省等から提供される河川、ダム、砂防、海岸等に関する各種データ及び情報のほか、河川情報センターが入手する各種の情報を加工・処理した後、電話回線を通して、建設省、都道府県、防災関係機関、各種団体、市民等へ提供し、報道機関のルートを通じて提供される気象情報等と合わせて、河川の管理、洪水予報、ダム管理、水資源の有効利用及び水災害防止等に利用される。

### 5) アメダス (AMeDAS, Automated Meteorological Data Acquisition System: 地域気象観測システム)

気象庁は、雨量、風、気温、日照、積雪のデータを収集・加工し、気象情報および気象予報として情報を提供している。

### 6) 気象レーダ

気象庁の気象レーダは、降水の位置・強さ等を把握し、移動や変化の様子をとらえることで、台風・大雨・雷雨等の発見や追跡に利用されている。またアメダスと合成したレーダアメダス情報でより詳細な気象情報を提供している。

### 7) 気象衛星

静止気象衛星「ひまわり」は日本を含めた地球の広い範囲の雲を可視光線と赤外線で見守り、広範囲の雲の状況把握や降水量の推定等に役だっている。

## 2.6 大規模災害の拡大予測区域に関する情報を伝達するための整理手法

災害拡大危険度評価により求められた結果は、応急復旧箇所の選定及び災害拡大予測区域内の警戒・避難のための判断材料として県・関係機関に伝達され活用される。

災害拡大予測区域に関する情報は以下の項目について整理する。

- (1) 災害拡大予測区域 (災害拡大予測区域図の作成)
- (2) 災害拡大予測時刻
- (3) 災害拡大予測区域内の避難等に関する情報
- (4) 災害拡大予測区域内の被災及び復旧の状況
- (5) 災害拡大予測区域に関する降雨資料・余震の情報
- (6) 災害拡大予想区域内の重要施設等に関する情報

以上の項目は、災害拡大の詳細予測が行われた場合または、監視により変化した場合には速やかに整理し直す必要がある。

### [解説]

#### (1) 災害拡大予測区域図の作成

災害拡大危険度評価、拡大予測により設定された災害拡大予測区域を地形図 (原則として 1/5,000) に記入する。なお、災害拡大予測区域図中には、区域内の被災箇所も記入するので、このことを考慮して作成する必要がある。

また、災害拡大予測区域図は、県、関係機関が警戒避難のための判断材料として活用できるように伝達しなければならない。

#### (2) 災害拡大予測時刻

災害拡大危険度評価により得られた天然ダムの決壊予測時刻、長大斜面崩壊・地すべりの移動開始予測時刻を整理する。なお、災害発生予測時刻は、監視 (検知センサー等による) による情報により変化することを考慮に

いれておかなければならない。とくに長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大予測時刻については、前兆現象や移動速度、降雨量等の監視を行い、危険度が増大したならば直ちに情報が伝達できる体制をとる必要がある。

(3) 災害拡大予測区域内の避難等に関する情報

応急復旧箇所の選定に活用できるように災害拡大予測区域内の避難状況について整理する。整理すべき項目は以下の通りである。

- ① 避難を実施している地区と人数（世帯数）
- ② 避難場所と人数（世帯数）
- ③ 避難を行った理由

(4) 災害拡大予測区域内の被災及び復旧の状況

応急復旧箇所の選定に活用できるように災害拡大予測区域内の被災及び復旧の状況について整理する。

(5) 災害拡大予測区域に関する降雨資料、余震の情報

1) 災害拡大予測区域内に関する降雨資料の整理

災害拡大予測区域内に関する降雨資料を整理し、今後の降雨状況の予測を行うための判断材料とする。また、必要に応じて県・関係機関に伝達できるようにする。

2) 余震の情報の整理

地震の震央と震度の分布や、余震に関する情報を整理し、応急復旧やその後の調査に活用する。

3) 監視により得られる情報の整理

天然ダムの水位や長大斜面崩壊・地すべりの変動に関する情報について整理し、県・関係機関に必要な応じて伝達できるようにする。

(6) 災害拡大予想区域内の重要施設等に関する情報

平常時に収集した情報をもとに災害拡大予想区域内の人家・道路・公共施設及びライフライン等の重要施設等に関する整理を行い必要に応じて災害拡大危険予想区域図に記入する。整理した情報は、復旧箇所の選定に活用するほか、必要に応じて関係機関に伝達する。

## 第3章 災害復旧に関する情報の分析手法

### 3.1 災害復旧箇所及び災害復旧工法選定のための情報分析手法

#### 3.1.1 土砂災害復旧箇所の選定手法

概略調査の結果、土砂災害の概要が明かとなり、概略の危険度判定、二次災害の危険度等が明かとなったならば、以下の情報を基に災害復旧箇所の優先順位を判定する。

- (1) 二次災害の危険度，規模，緊急性
  - 1) 二次災害の危険度（可能性）
  - 2) 想定される二次災害の規模（範囲，対象人数，対象家屋数，対象施設，被害額）
  - 3) 二次災害の発生予想日時（緊急性）
- (2) 救援，復旧の進捗状況と貢献度
  - 1) 被災地の救援の進捗状況と完了予定
  - 2) 周辺の被災地の救援，復旧促進に対する応急復旧の効果
  - 3) 被害の状況（人的，物的）
- (3) 地域の社会，経済の回復に与える影響
  - 1) 復旧工が周辺地域の社会，経済の回復に与える影響
- (4) 復旧用資材，機材の調達
  - 1) 利用可能な復旧用資材，機材の配置
- (5) 復旧用資材，機材の搬入手段
  - 1) 復旧用資材，機材の搬入路
- (6) 施設の被災の拡大危険度
  - 1) 拡大可能性
  - 2) 拡大速度

復旧に当っては優先順位をつけて，優先度の高いものから順に復旧していく。優先度は二次災害の可能性，規模，緊急度を重点として判定するが，この他にも救援，復旧を迅速に行うことに対する貢献度，地域の社会，経済の回復への貢献度，復旧用資機材の調達，搬入の可能性，施設の被災の拡大危険度等を考慮して総合的に判断する。

#### [解説]

災害発生箇所が多くかつ被害程度が大きい場合には，全ての被災箇所を同時に復旧することは不可能なので，復旧に優先順位を設け，優先度の高い順に応急復旧，及び本復旧を実施していかなければならない。優先度は災害の規模，範囲，二次災害の危険性，地域の特性等の要因により大きく異なり，一概に定めることはむずかしい。

人命の保全や地域全体の復旧の進捗に重大な影響を与えるものは応急復旧であり，このことから復旧優先度の検討が非常に重要な意味を持つのは，主として応急復旧段階である。

一般に，応急復旧の段階では重大な二次災害の防止と救援・復旧活動の促進が重要な目的であり，これらの必要性が高い箇所及び効果が上がる箇所を優先的に選定することとなる。応急復旧の優先度の検討フローを図-3・1・1に示す。本復旧の優先度の検討方針も基本的には図-3・1・1に示すものと同じであるが，相対的に二次災害の防止と救援・復旧活動の促進を目的とするものは減少し，地域の社会，経済活動の回復を目的としたものが増加する。

なお，救援・復旧活動の促進に対しては道路による交通の確保が重大な役割を果たすことから，直接人命や施設に被害が生じた場所の他に救援・復旧活動を迅速に行うのに必要な道路に対する土砂災害の応急復旧を実施することが重要である。このため道路の復旧優先箇所の判断項目を表-3・1・1に示す。

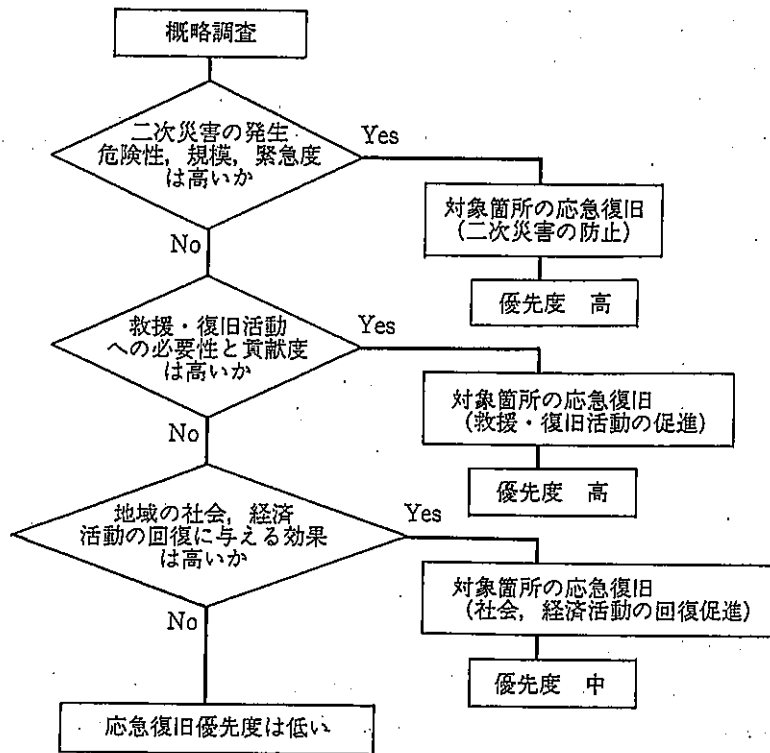


図-3・1・1 応急復旧の優先度の検討フロー

表-3・1・1 道路に係わる土砂災害の復旧優先箇所

復旧優先度の評価項目	復旧優先箇所	緊急措置	応急復旧		本復旧
			緊急車の確保	一般交通の確保	
二次災害の発生危険性	重大な二次災害の発生危険性が高い被災箇所	◎	◎	◎	◎
救急・救援活動に対する影響	孤立地区の発生原因となっている被災箇所		◎		
	行方不明者の捜索活動に対して障害となっている被災箇所		◎		
	被災中心地域への救援および復旧物質の輸送交通の障害となっている被災箇所		◎	○	
一般交通に対する影響	路線または道路区間として復旧上、ネットとなる被災箇所			◎	
	交通量が多い路線に存在する被災箇所			○	◎
	迂回に伴う障害・損失が大きい被災箇所			◎	○
	復旧に多大の日数を要する被災箇所			○	◎
道路の社会的な機能に対する影響	他の施設の機能または復旧に支障となっている被災箇所			○	◎
	地域の行事など復旧期限に制約がある被災箇所			◎	◎

凡例 ◎ 判断要因として特に重要な要素 ○ 判断要因となる要素



### 3.1.2 大規模災害の応急復旧工法の選定手法

土砂災害の概略調査（大規模災害の拡大危険度評価のための情報収集）結果を基に、一般に考えられる自然条件、施工性、経済性等の要因のほかに、以下の情報を用いて天然ダム及び長大斜面崩壊・地すべりにおける応急復旧工法を選定する。

天然ダムにおける応急復旧工法の選定手法

- 1) 被害拡大形態の予測
  - 2) 対策施工位置
  - 3) 復旧資機材の調達の手易さ
- (2) 長大斜面崩壊・地すべりにおける応急復旧工法の選定手法
- 1) 規模、移動速度
  - 2) 被害拡大範囲の予想
  - 3) 復旧資機材の利便性

#### [解説]

##### (1) 天然ダムにおける応急復旧工法の選定手法

天然ダムによる被害の拡大防止のために実施できる応急復旧工法は、一般に天然ダムの規模が大きいことと、山間部の交通の便が悪い場所に発生することも多く、短期間に施工する必要があることから現実的には限られたものとなる。

天然ダムの決壊の主な形態は越流に伴う堤体の急速な侵食によるものが多い。また天然ダム上流への湛水に伴う水没による被害も多い。このことから被害拡大防止としてまず行わなければならないことは、湛水池の水位上昇を抑えて（あるいは水位を低下させて）越流を起こさせないか、越流が生じても安全に越流させるように処置することである。天然ダム形成時における応急復旧工法の検討の流れを図-3・1・2に示す。

天然ダム形成の際の応急復旧工法は次のものが挙げられる。

- 1) 施工場所が天然ダムサイト
  - ・堤体開削（排水路設置）
  - ・堤体撤去
  - ・ポンプ、サイフォンによる排水
  - ・遮水壁の設置（グラウチング、鋼矢板）（図-3・1・3）
  - ・下流法先へのフトン籠、ブロックによる床固工の設置（図-3・1・4）（パイピング及び侵食防止）
- 2) 施工場所が天然ダム下流
  - ・堤防の嵩上げ
  - ・砂防ダム、貯水ダムによる土石流、洪水の貯留と調節

費用及び施工性の面から応急復旧工法としては、一般には天然ダムの堤体や付近の地山を開削して人工の排水路（洪水吐）を設置する場合が多い。この際、堤体開削を行った後、洪水時に排水路の河床、河岸の侵食により天然ダムが決壊した例（1976年グアテマラのクエマヤツにおける天然ダム等）もあるので、床固工や護岸工等の侵食防止対策が必要である。

また、堤体の開削により天然ダムの形成の原因となった斜面崩壊や地すべりが活発化して、さらに大規模な崩壊をまねく危険性も高い。このような場合には天然ダムの堤体を掘削することなく水位低下を図る方法としてポンプやサイフォンによる排水が有効である。この方法は、1980年のセントヘレンズ山噴火に伴って埋められたスピリット湖及び1983年のユタ州のシスル湖の応急対策に用いられた。

天然ダムの下流法先がパイピングや越流により侵食されて天然ダムの決壊が起こることが予想される場合には、下流法先におけるパイピングを防止するために、巨石、コンクリートブロックあるいはフトン籠などを下流法先に積む工法を採用する。

天然ダムの下流にある砂防ダム等は、土砂の流出に対して除石を行うなどして調節量を確保する。

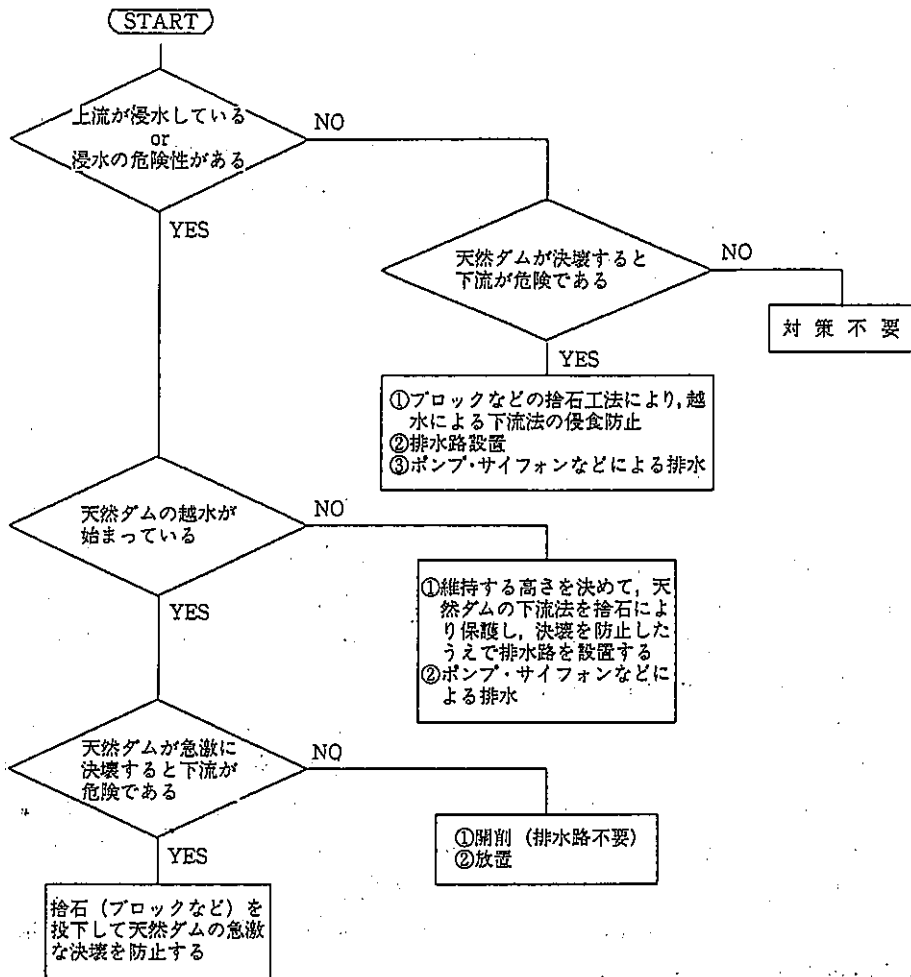


図-3・1・2 天然ダムの応急復旧工法検討の流れ

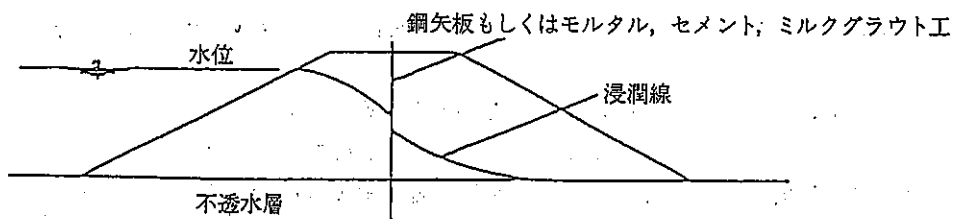


図-3・1・3 堤体内に遮水ゾーンを設ける場合

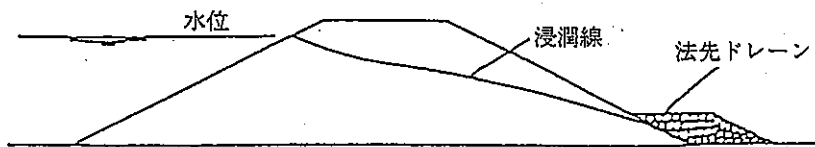


図-3・1・4 法先ドレーンの設置

なお、応急対策工の施工中も天然ダムや周辺の斜面の安定に対する監視が必要である。

## (2) 長大斜面崩壊・斜面崩壊・地すべりにおける応急復旧工法選定手法

長大斜面崩壊・地すべりの急速な拡大による二次災害を防止するために、応急復旧工を実施して、長大斜面崩壊・地すべりの運動を鎮静化させて当面の危険を回避する。応急復旧工は長大斜面崩壊・地すべりの規模、移動速度、危険性、斜面周辺の地形や人家の配置、道路や資機材の利便性等により大きく異なる。

長大斜面崩壊・地すべりにおける応急復旧工法は次のものがあげられる。

- ・地表水排水工（水路工，雨水浸透防止工）

（亀裂の埋め戻し）

（亀裂にビニールシートを被せる）

- ・地下水排除工（横ボーリング，揚水井工）
- ・押え盛土工
- ・頭部排土工
- ・土止柵工（崩土流出の防止）

一般に地すべりは長大斜面崩壊に比較すると崩壊（移動）速度が比較的ゆっくりとしているため応急復旧工としても前述した種々の復旧工の内のいくつかの対策を並行して実施する場合が多い。しかしながら長大斜面崩壊では崩壊速度が急速で工事中の崩壊発生の危険性も高く、さらに地形が急で資機材の運搬が不便な場合が多いため実際に用いることができる応急復旧工の種類は限られる。

応急復旧工のうち地下水排除工，押え盛土工，頭部排土工は長大斜面崩壊・地すべりの活動を鎮静化させるのに効果的であり，地下水位を考慮した斜面安定解析によりその効果を検討できる。応急復旧工の目標の安全率は1.01～1.05程度とする場合が多い。長大斜面崩壊タイプである中央高速道路岩殿山の例では排水ボーリング，押え盛土工が応急復旧工として実施された。また南伊豆道路の雲見地区では崩土の流出防止のため土留柵の設置と崩土除去が，旧国鉄の高場山トンネルでは排水ボーリングが応急復旧工として実施された。また地すべりに関しては東北自動車道八戸線の滝野地区では頭部排土工が実施されて地すべりの移動速度の現象に効果を上げた。

### 3.1.3 大規模災害の本復旧工法の選定手法

詳細調査（大規模災害の詳細予測のための情報収集）結果から次の基本方針に基づいて本復旧工法を選定する。

- (1) 被災前の状態への復旧を原則とし，再度災害の防止を図るのに十分な機能と安全性を持った工法であること。
- (2) 一般的にみて経済性に妥当な工法並びに規模と構造であること。
- (3) 現地の地形，地質，気象条件に適合し，十分な耐久性を持つ工法であること。
- (4) 現地への資機材の搬入が比較的容易で，現地での施工条件に適合した工法であること。

#### [解説]

##### (1) 天然ダムにおける本復旧工法の選定手法

天然ダムが長期的にみて不安定と判断された場合，長期的に安定になるようにあるいは決壊による被害を防止できるように対策工を検討する。対策工は施工場所の違いにより天然ダムの下流で行うものと天然ダムの形成された場所で行うものの2つに分けられる。

###### 1) 天然ダムの下流での本復旧工法

天然ダムの下流での対策工は，上流の湛水による被害が少なく天然ダムの規模も小さい場合に用いられる。天然ダムの直下流に砂防ダム等を設置して，天然ダムを砂防ダムの堆砂地内に入れてしまつて安定させる工法もある。また，決壊による下流への影響が小さいと判断される場合には，天然ダムの下流に砂防ダムや貯水ダムを設置して決壊により生じる土砂や洪水を貯留したり，調節したりすることも考えられる。さらに，堤防を嵩上げして洪水に対応することもある。

### ○天然ダムの下流での工法

- ・砂防ダムによる天然ダムの埋没
- ・砂防ダム、貯水ダムによる土石流、洪水の貯留と調節
- ・堤防の嵩上げ

### 2) 天然ダムが形成された場所での本復旧工法

実際に採られてきた対策工としては、天然ダムの形成箇所における対策工がほとんどである。その中で最も一般的なのが応急対策工と同様に堤体を掘削して洪水による侵食に耐えるような河道を設置する工法である。また天然ダムの規模が小さい場合には天然ダムの大部分を掘削してしまう方法もある。なお、天然ダムの掘削により上部斜面に残っている崩壊や地すべりの残土の不安定化を招く場合もある。このような場合には、本復旧工法として排水トンネルの設置を行うこともある。

また、実際に決壊した事例は少ないもののパイピングによる天然ダムの崩壊や堤体内の浸潤線の上昇による下流斜面の崩壊を防止するために、堤体内あるいは上流側に遮水壁を設置することもある。遮水壁はグラウチングや鋼矢板の打ち込み等により建設されるが、天然ダムの構成材料はグラウチングや鋼矢板の打ち込みが困難な場合が多く、施工性の面で不利となる場合が多い。パイピングによる堤体の侵食及び決壊を防止する方法としては、天然ダムの下流に石礫等を積んでドレーン層を設け、押え盛土兼吸出し防止とする方法がある。

### ○天然ダムのダムサイトでの工法

- ・堤体開削（排水路設置）
- ・堤体撤去
- ・排水トンネル
- ・遮水壁の設置（グラウチング、鋼矢板）
- ・下流法先でのブロック等による床固工の設置（パイピング及び侵食防止）

### (2) 長大斜面崩壊・地すべりにおける本復旧工法の選定手法

長大斜面崩壊・地すべりが長期的にみて危険と判断された場合には、計画安全率を満たすように対策工法を検討する。対策工法は大きく抑制工と抑止工に分類される。抑制工は地形や地下水の状態等の自然条件を変化させて、長大斜面崩壊・地すべりの活動を緩和させる工法である。抑止工は構造物を設置することにより、構造物の持つ支持力や抵抗力により活動を停止させる工法である。これらの対策工法の中から、対策工の効果、現地の地形・地質、長大斜面崩壊・地すべりの規模、施工性、費用等を総合的に判断して用いる工法を選定する。採用される対策工は1種類とは限らず、多くの場合数種類の工法が組み合わせて用いられる。

対策工のうち、抑止工は長大斜面崩壊・地すべりの土塊の動きが活発な場合に施工すると施工が危険であるばかりでなく効果もあまり期待できないので、このような場合には抑制工を先行し、地すべりの動きを減少させてから抑止工を実施する。

### ○抑制工

- ・地表水排除工（水路工、浸透防止工）
- ・地下水排除工
  - 浅層地下水排除工（暗渠工、明暗渠工、横ボーリング工）
  - 深層地下水排除工（集水井工、排水トンネル工、横ボーリング工）
- ・地下水遮断工（薬液注入工、地下遮水壁工）
- ・排土工（切土工）
- ・押え盛土工
- ・河川構造物（ダム工、床固工、水制工、護岸工）
- ・植生工、プレキャスト法枠工
- ・吹き付け工、張り工

### ○抑止工

- ・擁壁工
- ・現場打法枠工

- ・アンカー工
- ・杭工（鋼管杭工，コンクリート杭工，シャフト工〈深礎工等〉）

### 3.2 復旧資機材及び土砂・流木の処理に関する情報分析手法

本項目における情報分析手法は，災害復旧の際に必要な復旧資機材及び土砂・流木の処理に関して述べたものであり，災害復旧が円滑に実施されるために示したものである。

本項目は，以下の小項目で構成されている。

- (1) 土砂・流木の必要処理量の推定手法
- (2) 復旧資機材の必要量の推定手法
- (3) 復旧資機材の搬入路の選定手法
- (4) 土砂・流木の処理方法，処分場所の選定手法

#### [解説]

本項目は，土砂災害復旧箇所の選定と応急復旧工法の選定がなされた後，応急復旧に着手する間に実施すべき情報分析でありそのフローを図-3・2・1に示す。また，復旧資機材及び土砂・流木の処理に関する情報分析におけるチェックリストを表-3・2・1に示したので参考にする。

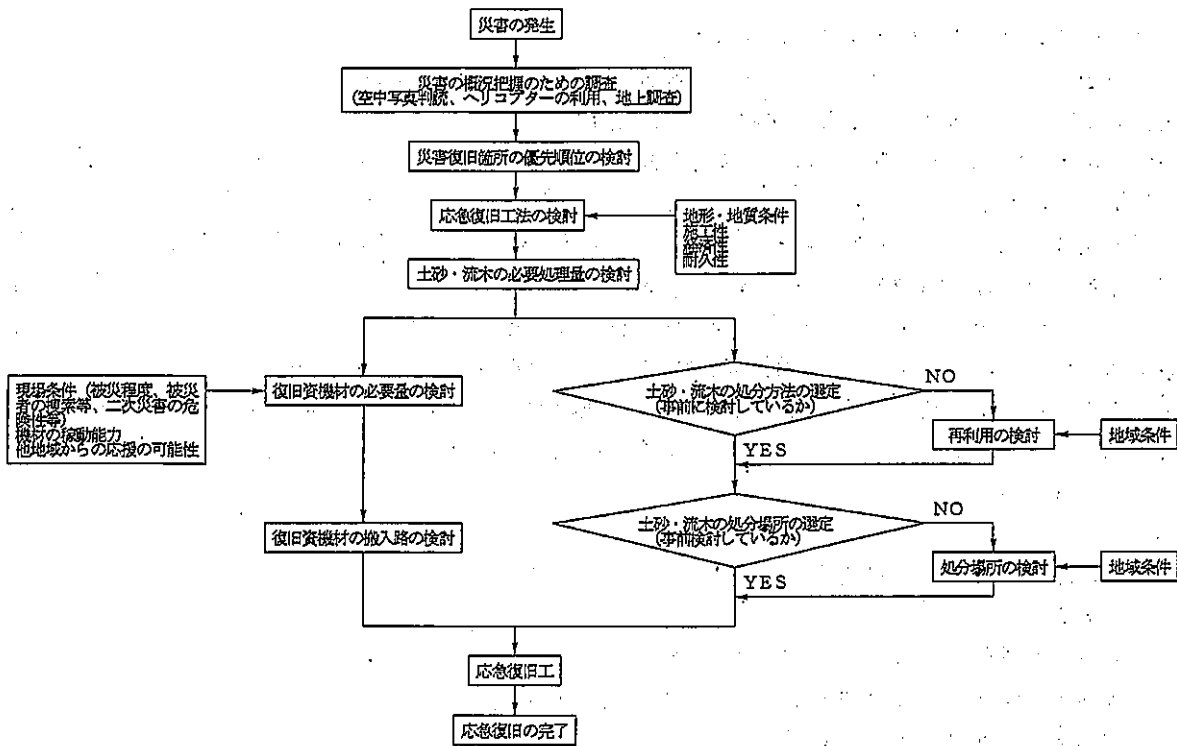


図-3・2・1 復旧資機材の調達・搬入及び土砂・流木の処理に関する検討フロー

表-3・2・1 復旧資機材及び土砂・流木の処理に関する情報分布におけるチェックリスト

検 討 項 目	確 認 項 目	印	内 容
土砂・流木の必要処理量の検討	①土砂の必要処理量の把握 ②流木の必要処理量の把握		
土砂・流木の処理用機器の選定	①現場条件を考慮した土砂処理用機器の選定 ②巨石破壊機器の必要性 ③現場条件を考慮した流木処理用機器の選定 (チェーンソー, 油圧バサミ, アイアンクロー, クレーン)		
復旧資機材の必要量の検討	①復旧目標日数を考慮した復旧資機材の必要量の把握 ②現場条件を考慮した復旧資機材の投入量の把握 ③調達できる資機材の把握		
復旧資機材の搬入路の検討	①道路等の被災情報の収集 ②道路等の被災箇所の復旧の見通し ③迂回路の検討 ④ヘリコプターなどによる空輸または, 船などによる海上輸送の検討		
土砂・流木の処分方法の選定	①土砂と流木を分ける ②再利用方法の検討 ③再度災害に配慮した処分場所の選定		
土砂・流木の処分場所の選定	①仮処分場所の選定 ②最終処分場所の選定		

### 3.2.1 土砂・流木の必要処理量の推定手法

応急復旧として処理すべき土砂・流木の量は、現地調査で簡易測量した氾濫面積や堆積厚から推定する方法が一般的だが、大規模な土砂移動の場合は、空中写真を利用して効果的に行う。流木量の推定には空中写真を利用すると効果的である。

#### [解 説]

(1) 土砂・流木の必要処理量の推定手法は災害規模の大小によって異なるが、基本的には災害発生直後に以下の方法または以下の方法の組み合わせで行う。

##### 1) 地上での調査

一般的に土砂量の把握には以下のような方法がとられる。

- ・ 目視による概略把握
- ・ 簡易測量
- ・ 縦横断測量

##### 2) ヘリコプタ等による上空からの調査

大規模な土砂移動箇所は以下のような方法が考えられる。

- ・ 斜写真, 斜ビデオ撮影による概略把握
- ・ 垂直写真を利用した, 航空写真測量

##### (2) 流木量の推定法

流木量の推定はヘリコプター及び航空写真から概略の本数を把握し、サンプル調査により流木の平均直径, 平均長を把握することにより, 行うことが効果的と考えられる。事前に流木量が推定できなかった場合は, 流木の収集, 仮置の際に, 流木量を把握しその後の処理に役立てる。

### 3.2.2 復旧資機材の必要量の推定手法

復旧機材の必要量は、土砂・流木を処理するのに必要な機器を選定した後、現場条件を考慮して決定する。しかし、必要量が十分に確保されない場合もあるので、平常時から機材の確保について準備しておく必要がある。また、復旧資材及び資材設置のための機材の必要量は、応急対策工法に基づき推定する。

**[解説]**

(1) 土砂・流木の処理用機器の選定

- 1) 土砂処理には一般土工用のバックホウ、ブルドーザが主力となる。
- 2) 天然ダムのように軟弱な地盤の上では、湿地用ブルドーザやバックホウが必要になる場合もある。
- 3) 巨石が多い場合には、巨石を砕く機器も必要となる。なお、薬剤の膨張により岩石を破砕できるブライスターという破砕剤がある。これは先ず岩石にワイヤーネットをかけ、次に孔径 36 mm の孔をあけ、その中に水とブライスターを練り混ぜたものを入れ、薬剤の膨張により岩石を静かに破砕する方法であり、火薬類のような危険性が非常に少なく騒音、振動等の発生もない。
- 4) 流木の処理は、チェーンソー油圧バサミで切断作業を行って土砂と一緒に排除するか、アイアンクローのような流木をつかみあげる機器で直接処理する。クレーンを有効に利用した例もある。

(2) 復旧機材の必要量の推定

- 1) 緊急調査を経て必要処理量が推定された後に、およその復旧目標日数を設定し、それに対して各重機の稼働能力や復旧規模を配慮して、復旧計画が達成されるような機材の必要量を推定する。
- 2) 復旧目標日数は、土砂・流木の量等応急復旧の作業量と現場の状況（被災程度、被災者の捜索等、二次災害の危険性、地域特性）により決定することになる。また、復旧活動のために利用可能な資機材や人員及びにそれらの搬入の可否により、調整することになる。
- 3) 作業スペース等の現場条件も、投入機材量を左右する要素であり、十分に配慮する必要がある。
- 4) 道路等の復旧（土砂処理して応急的に開通させる）に要した日数と処理した土砂量の関係について既往の災害について調査し図-3・2・2 に示したので参考とする。復旧（土砂処理）に要する時間は、最大でも 30 日程度である。また、処理した土砂量とバックホウの必要台数について調査結果より図-3・2・3 に整理したので参考とする。なお、いくつかの事例から土砂量が 2 万程度では、ブルドーザで延べ 10 台程度を使用し、ダンプトラックで 20 台程度を使用したという結果が得られている。

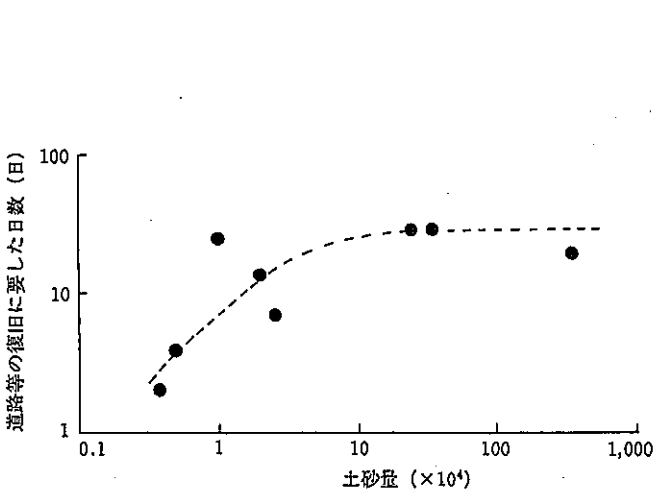


図-3・2・2 復旧に要した日数と処理した土砂量

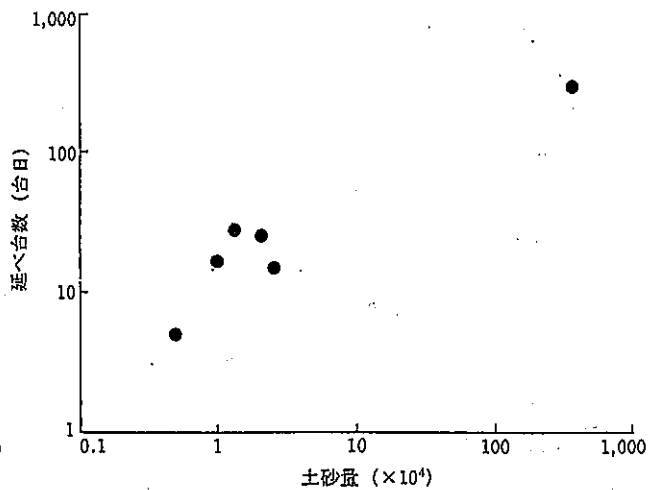


図-3・2・3 処理した土砂量とバックホウの必要台数

(3) 平常時における復旧機材量の把握

- 1) 利用可能な機材量及びその所有先を把握して、その連絡体制を整備しておく必要がある。
- 2) 機材はあっても運転者が不足する事態が生じた例もあり、機材だけでなくオペレータも確保しておく必要がある。

(4) 復旧資材及びこれの設置に必要となる機材の必要量の把握

復旧資材の必要量は、応急復旧工法が選定された時点で箇所毎に算出する。

以下に天然ダムの形成、長大斜面崩壊・地すべりが発生した場合の一般的対策と必要な資機材を示す。

- 1) 天然ダムが形成された時に被害の拡大防止のために採用される工法は限られる。工法としては、湛水池の水位上昇の抑制と天然ダム下流のり先のパイピング及び侵食の防止が挙げられる。これらに関しては次の表-3・2・2のとおりである。
- 2) 長大斜面崩壊・地すべりが発生した場合の被害拡大防止のための工法としては、崩土の運動を鎮静化させるために、地下水排除工、押え盛土工、頭部排土工等が用いられる。これらに関しては次の表-3・2・3のとおりである。

表-3・2・2 天然ダム対策用の復旧資機材

対 策 工 法	必 要 な 資 機 材
湛水池の水位上昇の抑制	ポンプ、護岸用ブロック、設置用クレーン
天然ダム下流のり先のパイピング及び侵食の防止	コンクリートブロック、フトン籠 設置用クレーン、鋼矢板、打設用重機

表-3・2・3 長大斜面崩壊・地すべり対策用の復旧資機材

対 策 工 法	必 要 な 資 機 材
地下水排除工 横ボーリング工、揚水井工	コルゲート管 ボーリングマシン、ポンプ
押え盛土工、頭部排土工	盛土材料、フトン籠、鋼矢板、土工用重機

3.2.3 復旧資機材の搬入路の選定手法

復旧資機材の搬入路選定する場合、緊急利用道路網の検討と土砂災害発生後の被災情報を基にして選定することになる。よって、道路の被災情報については確実に把握できるような体制が必要である。

[解 説]

(1) 資機材の搬入路の選定にあたっては

- 1) 被災地への安全な到達
- 2) 目的地への距離、時間が短い  
等が大きな要因となり、危険箇所、被災箇所を想定した迂回路を事前に検討しておく。  
現実には道路被災情報を基に、安全な迂回路を選定することになる。

(2) 大規模災害時には道路の寸断箇所も多くなる可能性が高い。このため陸路の利用以外にヘリコプターによる空輸の検討も行っておく。検討内容は次のとおりである。

- 1) 災害時の利用優先度
- 2) ヘリポートの設定
- 3) ヘリコプター保有機関との協議



### 3.2.4 土砂・流木の処分方法，処分場所の選定手法

崩壊等の発生によって流下してきて氾濫，堆積した土砂・流木は，応急的にも最終的にも処理しなければならぬが，その方法の選定にあたっては復旧作業の妨げにならず，二次処分の必要が生じないように，また再度災害を生じさせないような場所と方法であることを考慮して検討する。

#### [解説]

##### (1) 土砂・流木の処理方法

- 1) 土砂・流木の処分方法としては，再利用を検討し，再利用できない場合は土砂は土捨て場に運び，流木は乾燥の後焼却する。
- 2) 土砂の処理方法としては，河川敷きに処分して跡地をグラウンドに使用している例や港湾の埋め立て地や土地造成予定地に利用した例がある。
- 3) 流木については，産業廃棄物処理場での焼却処分がほとんどであるが，大規模な災害では最終処分までに1～2年を要しており，一度に大量処分ができなかったり，コストが高くなったり等の問題が生じる。
- 4) 被害者の捜索が行われている場合等は，関係者とよく調整した上で土砂・流木の処理を行う。

##### (2) 土砂・流木の処分場所

- 1) 土砂・流木の処分場所は，関係機関と調整し事前に最終処分場所，仮処分場所を検討しておく必要がある。
- 2) 土砂・流木の処分場所については民有の遊休地を利用した事例が多い。都市域では，学校の校庭や水族館の駐車場を仮処分場所とした例があり，遊休地以外の場所も含め，処分場所を検討する必要がある。

## 第4章 土砂災害情報の伝達

土砂災害が発生した場合、または発生する恐れがある場合、国の機関、地方公共団体及び公共機関等は連携して土砂災害の予防、応急対策及び復旧に当る。本システムで収集・分析・整理された土砂災害情報も必要に応じて外部機関へ伝達すべきものがある。迅速かつ的確な情報伝達には、次の項目について事前に関係機関と協議し適切な計画を立てておく必要がある。

- (1) 土砂災害情報
- (2) 情報伝達体制
- (3) 情報伝達方法

### 【解説】

#### (1) 土砂災害情報

土砂災害に関する情報は色々あるが、本システムで収集・分析・整理する情報は次のように分類される。

- 1) 土砂災害概況情報
- 2) 災害拡大予測区域に関する情報
- 3) 災害復旧に関する情報

#### (2) 情報伝達体制

土砂災害情報の伝達には「組織内伝達」、「組織間伝達」、「組織—住民伝達」があるが、ここでは建設省と防災関係機関の情報伝達（組織間伝達）を対象とする。

実際の情報伝達体制は、各地方建設局の災害対策要領に従う。

#### (3) 情報伝達方法

伝達する情報の主な形態は文書、音声、映像である。しかし、映像による情報伝達はまだ普及段階にないので、主要な伝達手段は文書と音声となる。

情報は文書で伝達することが望ましいが、文書による伝達が速やかにできない場合は、電話等により伝達する。主な情報伝達手段を表-4・1に示す。

表-4・1 情報の伝達手段

情報形態	情報量	正確性	伝達手段	伝達媒体	備考
文書	◎	◎	F A X	防災行政無線	
				専用線	
				一般加入電話	災害時には輻輳しやすい。
				ISDN	災害時には輻輳しやすい。
			配 達	連絡係員	遠距離の連絡には適さない
				郵便	
音声	○	△	電 話	民間運送会社	
				防災行政無線	
				専用線	
				一般加入電話	災害時には輻輳しやすい。
				ISDN	災害時には輻輳しやすい。

注1 表中の記号は相対評価で△、○、◎の順に良いことを表す。

注2 ISDNはIntegrated Services Digital Networkの略称で、サービス統合デジタル網という。これまでの音声中心のアナログ通信網に対し、デジタル信号をそのまま取り扱えるデジタル通信網で、1988年春からNTTが「INSネット64」としてサービスを開始した。電話、FAXなどのほか高速回線では動画像伝送もできる。