

## 第 5 分科会

### 大規模土砂災害の対応について

## 第五分科会の報告

大規模土砂災害の対応について、九州地方整備局の専門官の岩館が報告いたします。

### 背景

近年、噴火、地震、豪雨によって、日本においては、土砂災害がどこでも発生する可能性がある。大規模土砂災害の対策を確立すべく進んでいるところである。

新潟県中越沖地震の発生、また、今年の3月には大規模土砂災害の危機管理に関する提言が出されたので、今後の大規模土砂災害の減債の具体的な方策を検討したい、というのが本分科会の趣旨です。

平成17年度は地震・火山噴火による大規模災害時の危機管理について議論が行われ、組織間の連携のあり方について討論した。昨年の平成18年度は同様に地震火山噴火による大規模災害時の危機管理について、現時点における各関係機関や個人がどういうことができるか、という情報を持ち寄って討論した。そこで、今年度は、上述の提言の第3章土砂災害における危機管理上の課題、第4章今後の土砂災害に対する危機管理のあり方、に着眼して、7月に発生した新潟県中越沖地震の対応を事例として、課題の抽出を行なった。提言の第3章の、基礎調査の活用、土砂災害に関する危機管理、市町村・都道府県の役割という項目に着目して討論した。第4章については、国における危機管理のための連絡体制のための整備と訓練、情報の整備と情報の共有化の項目に着目して討論を進めた。

### 新潟県中越沖地震での教訓

新潟県中越沖地震の対応を通じて課題抽出を行った。

はじめに、北陸地方整備局から多数の地方整備局による土砂災害への対応状況の話題提供をしてもらい、次に国総研より土砂災害危険箇所等の緊急点検に関して事例紹介をもらった。

これらの話題提供を通じて討論した結果、ヘリによる調査箇所の絞り込みの重要性が指摘された。つまり、天候による撮影や、災害の発生時間、1回の飛行時間の限界、などの問題があるため、飛ぶ際にはあらかじめ範囲やみるべき施設の絞り込みが重要であるということである。情報の共有化に関して、地方整備局間の支援実施のための災害対策図の整備があげられた。これは、新潟県中越沖地震の際に東北地方整備局が北陸地方整備局へヘリの支援を要請したが、管内図などがなかったため、どこを飛ばせばよいか分からない、という教訓があったためである。この際には、偶然北陸地方整備局のヘリに地図や写真を一つの袋に整理していたため、効果的に支援ができた。したがって、地方整備局ではヘリの中に全地方整備局の管内図を整備しておくことが重要であると考えられる。また、応援は土地勘のないものが派遣されるため、GPS (Global Positioning System) 機材を貸与し位置を

把握する必要性がある。

さらに、組織間の情報共有について、国から県などへの支援実施のための情報共有が重要である。実際土砂災害危険箇所の点検の際には、国の職員も調査を行うが、市町村が整備した土砂災害危険箇所カルテが必要になる。データの整理の際には電子データとして更新をやすくするとともに既往のものを整理しておくとう便利である。現場に行くと紙のカルテの情報が古い場合があるためである。これらを整備するには、システム作りが大切である。

#### 大規模土砂災害に役に立つ技術の紹介

国総研と土研から大規模土砂災害時に役立つ技術の紹介があった。国総研からはリアルタイムハザードマップ作製システムおよび地震時の斜面崩壊危険度評価手法の紹介があった。土研からは河道閉塞後の応急対策手法や危険斜面のモニタリング手法に関して話題提供があった。

これらの新技术をいかにして業務に反映させるかが重要である。また、既往のマニュアルはたくさんあるが、現場の人はどれをみればよいかわからないため、データベース化して欲しいときに欲しい情報が取得できるようなシステムが必要である。

#### 今後の発展のために

以上のような討論のなかで、一番重要な点は、実は技術の継承にあることが明らかになった。現場には砂防や火山、河川を数年ずつ行ってきた人が多いため、ある災害ではどういうマニュアルを使ってどう対応したか事例を参照したい場合が多い。したがって、これらの事例をデータベース化し、技術継承のための研修、さらに、組織間の交流や情報共有する場が必要と議論された。

**第5分科会**  
**大規模土砂災害の対応について**

1

**第5分科会**  
**大規模災害時の対応について**  
**1. 趣旨**

日本列島は等しく、巨大地震や火山の噴火及び地球温暖化に伴う異常気象による大洪水や土砂災害などにより、近い将来に広域に渡る大災害が発生するリスクを持っている。

降雨災害(梅雨前線、台風)  
 火山災害(雲仙普賢岳や有珠山、三宅島など)  
 地震災害(兵庫県南部地震、新潟県中越地震、能登半島地震、中越沖地震など)

広域に渡る大規模土砂災害への対処方法はいまだ十分に検討されているとは言えない。

最近発生した新潟県中越沖地震や3月に発出された「大規模土砂災害に対する危機管理のあり方について(提言)」を参考に、全国における過去に発生した事例やその場での危機管理対応を検証し、今後の減災に向けた具体的な方策を検討する。

2

**第5分科会**  
**大規模災害時の対応について**  
**2. いままでの討論の内容**

**平成17年**  
**議題「地震・火山噴火による大規模災害時の危機管理について」**  
 地震災害、火山災害それぞれにおける災害時の調査手法や災害担当者個人レベルの意識のあり方、一般的な組織や組織間連携のあり方について議論を行った。

**平成18年**  
**議題「地震・火山噴火による大規模災害時の危機管理について」**  
 多くの組織で大規模土砂災害を想定した訓練が実施されるようになったが、緊急時の組織構成をはじめ、正解が判然としないことも多く、「この対応で実際の災害に対応できるか不明」という問題意識がある。このため、現場事務所、局(本庁)、本省に、それぞれどのような役割分担を期待できるかについて、中越地震など実際の土砂災害での事例を収集し、ケーススタディを実施し、参加者の所属組織の現状や現時点でのルールを整理して持ち寄り、情報交換を行った。

3

**第5分科会**  
**大規模災害時の対応について**  
**3. 今回の討論の内容**

**今年度**  
**議題「大規模災害時の対応について」**  
 本年3月に発出された「大規模土砂災害に対する危機管理について(提言)」を参考に、風水害や火山災害等、広域的対応・関係機関との連携等で問題となる大規模土砂災害対策について、最近発生した災害での対応をケーススタディとして、活用可能な技術開発や、国や自治体、研究機関などの各機関の危機管理体制の現状と課題、今後のあり方について議論を行う。

議論の中心は以下のとおり。

提言の「土砂災害における危機管理上の課題」と「今後の土砂災害に対する危機管理のあり方」を踏まえ、整備局、県、工事事務所、研究機関がそれぞれ活用できる大規模土砂災害に対する危機管理技術の現状と問題点、課題の抽出を行う。

4

**第5分科会**  
**大規模災害時の対応について**  
**4. 参考資料(提言)**

**大規模土砂災害に対する危機管理について(提言) H19.3**

土砂災害における危機管理上の課題

- (1) 市町村における土砂災害の専門的知識、経験、及び土砂災害との関わり
- (2) 都道府県の土砂災害に対する危機管理体制
- (3) 土砂災害警戒区域における基礎調査の活用
- (4) 国(国土交通省)の土砂災害に対する危機管理
- (5) 専門家派遣等の支援体制
- (6) 土砂災害対策用の資機材の技術開発
- (7) 市町村、都道府県、国(国土交通省)の役割分担
- (8) 砂防ボランティア等の活用

提言からの抜粋

5

**第5分科会**  
**大規模災害時の対応について**  
**4. 参考資料(提言)**

**大規模土砂災害に対する危機管理について(提言) H19.3**

今後の土砂災害に対する危機管理のあり方

- (1) 都道府県の行う大規模土砂災害の危機管理
- (2) 国(国土交通省)の行う大規模土砂災害の危機管理
- (3) 土砂災害警戒区域における都道府県の役割
- (4) 土砂災害警戒区域における国(国土交通省)の役割
- (5) 砂防指定地、土砂災害警戒区域等の指定の促進
- (6) 国(国土交通省)における大規模土砂災害危機管理のための連絡体制の整備と訓練
- (7) 情報収集体制の整備と情報の共有化
- (8) 土砂災害の専門家等の派遣体制
- (9) 土砂災害対策用の資機材の開発
- (10) 砂防ボランティア等の活動しやすい環境の整備
- (11) 危機管理計画の策定とPDCAサイクルによる継続的な質の向上

提言からの抜粋

6

第5分科会  
大規模災害時の対応について  
5. 討議結果

第1セッション「大規模土砂災害発生時の危機管理  
に関する現状と課題」

事例紹介

- 1) 地震発生後の整備局・直轄事務所の危機管理について  
地震発生後の整備局・直轄事務所の危機管理の実態と課題、今後のあり方について話題を提供 (北陸地方整備局: 山本専門官)
- 2) 新潟県中越沖地震による土砂災害危険箇所等の緊急点検について  
自治体を支援する地震発生後の緊急点検の実態とあり方について、対策本部長の立場から話題を提供 (国総研危機管理技術研究センター: 古賀センター長)

7

第5分科会  
大規模災害時の対応について  
5. 討議結果

第1セッション「大規模土砂災害発生時の危機管理  
に関する現状と課題」

討議結果

- ・ヘリによる一次調査実施時の絞り込みの重要性  
一度のフライト時間は概ね2H  
天候に左右される(有視界飛行)
- ・情報の共有  
地整間支援実施のため災害対策図等の整備  
(管内図、ヘリポート一覧、ヘリ画像受信エリア図、GPS等)  
県等への支援実施のための情報の共有  
土砂災害危険箇所情報(カルテ、位置図等 紙及び電子データ)  
→現場と本部での情報共有に資する(カルテ番号でやりとりできる)  
→最新のもの(情報の更新: 施設整備状況は必ず)

8

第5分科会  
大規模災害時の対応について  
5. 討議結果

第2セッション「大規模土砂災害に活用可能な技術開発」

事例紹介

- 1) 火山噴火時のリアルタイム災害情報技術について  
噴火後の状況に応じてハザードマップを見直すための技術開発として、リアルタイムハザードマップの概要と活用について紹介 (国総研砂防研究室: 伊藤研究員)
- 2) 地震時の斜面崩壊危険度評価手法について  
過去の地震と実際に発生した斜面崩壊状況から作成した崩壊危険度判定法と、今後の活用法について紹介 (国総研砂防研究室: 秋山主任研究員・松下研究員)
- 3) 河道閉塞発生直後の応急監視手法について  
河道閉塞発生直後の天然ガムの挙動を把握する監視技術について話題提供 (土研火山・土石流チーム: 松岡交流研究員)
- 4) 立ち入り危険な斜面における監視手法の開発  
大規模崩壊等で立ち入り困難な斜面の監視において、クロスボーを用いて測量ターゲットを設置する手法(リモート)を紹介(土研地すべりチーム: 池田交流研究員)

9

第5分科会  
大規模災害時の対応について  
5. 討議結果

第2セッション「大規模土砂災害に活用可能な技術開発」

討議結果

- ・開発技術普及への取り組み
- ・各種対応マニュアル整理(一覧等の整備)

10

第5分科会  
大規模災害時の対応について  
5. 討議結果

第3セッション「大規模土砂災害の対応について」

討議結果(全体のまとめ)

- ・技術の継承(砂防経験者は少ない)
- 過去の災害対応DB化
- 全国における研修等の実施
- 地方整備局間の交流(情報共有)

11

平成19年度 砂防研究報告会 平成19年10月4日  
第5分科会

## 地震による斜面崩壊の危険度 評価判定手法の研究

(斜面崩壊の危険度評価手法の紹介と今後の利活用について)

国土技術政策総合研究所  
危機管理技術研究センター 砂防研究室  
主任研究官 秋山 一弥  
研究員 松下 智祥

### 地震による斜面崩壊

平成16年10月新潟県中越地震による地すべり

平成16年10月新潟県中越地震による斜面崩壊

平成19年7月新潟県中越沖地震による崩壊(長岡市)

### 本研究の目的

- (1) 既往の地震時斜面崩壊データを基に経験的な評価手法を構築する。
- (2) 評価手法は、地形、地震動特性を説明変数とし、崩壊の発生、非発生を目的変数とした判別分析を用いて、地震時崩壊危険度を評価する。
- (3) 作成した式を他事例へ適用し、その有効性を検討する。
- (4) 想定される地震に対する斜面崩壊の危険度評価を行ない、危機管理に役立つものを開発する。

### 既往の斜面崩壊箇所の予測手法

|                                   | 長所                          | 短所                          |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 有限要素法などを用いて3次元(2次元)動的振動解析を基本とする方法 | 被災事例がない地域や地震動波形に適用できる可能性が高い | 計算時間が膨大<br>広域の地下情報が得られない    |
| 実績の地形、地質などの要素と崩壊地分布の関係に基づく経験的手法   | GISの整備にともない広域への適用可能         | 被災事例がない地域や地震動波形に適用できるかどうか不明 |

↓

実用性を考慮すると **有効**  
しかし、手法の汎用性の確認が必要

### 本研究としては・・・

一般に入手可能なデータ(地形情報)を基に、地震による斜面の崩壊危険度を評価する手法の開発。

(1) 地震による斜面崩壊に影響を及ぼす因子の抽出

地形量、地震動の強さから抽出  
・ 文献調査  
・ 兵庫南部地震の事例解析(崩壊面積率と因子の単相関を検討)

(2) 斜面崩壊危険度を評価できる因子の組み合わせの抽出

地形量、地震動の強さに関する変数の様々な組み合わせを説明変数とし、崩壊発生の有無を目的変数とする線形判別解析の実施。

↓

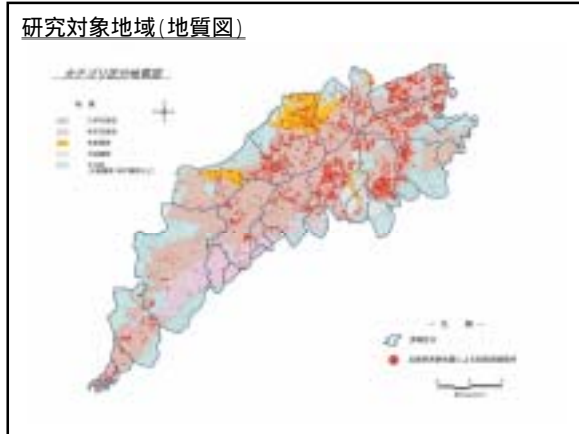
(5) 今後の利活用の研究

(4) 他地域での比較検討

(3) 線形判別式の提案

### 研究対象地域(崩壊発生分布図)

兵庫県南部地震による崩壊を対象  
空中写真並びに平成7年度の現地調査  
地震発生後約1年間の崩壊を対象  
メッシュサイズ 10m  
対象メッシュ数1,749,480  
崩壊発生メッシュ数は2,351



### 線形判別得点式の提案

(1)地震による斜面崩壊に影響を及ぼす因子の抽出

勾配  
 斜面の凹凸度を表す指標  
 地震動の最大加速度  
 地震動の最大速度  
 が崩壊発生率と相関がある

(2)斜面崩壊危険度を評価できる因子の組合わせの抽出

勾配、平均曲率、最大加速度の組合わせが最も有効

線形判別式の提案

$$F = 0.075 I - 8.9c + 0.0056 a - 3.2$$

ここで、 $F$  は判別得点、 $I$  は勾配 ( $^{\circ}$ )、 $c$  は平均曲率、 $a$  は最大加速度 ( $\text{cm/s}^2$ ) である。

### 結果(判別式・正誤率)

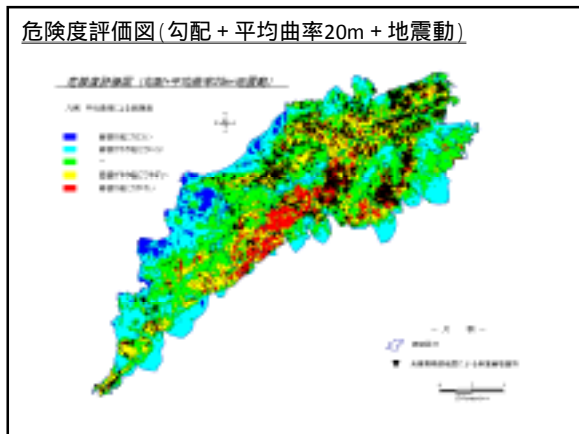
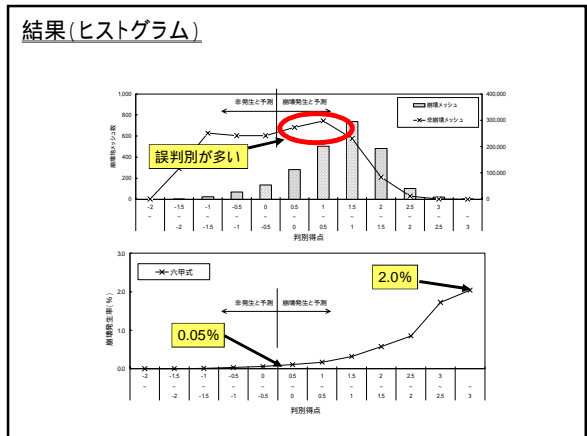
線形判別式(六甲式)

| 標準化された判別関数係数 |                    |              | 判別得点式<br>$F =$   |
|--------------|--------------------|--------------|--|
| 勾配           | 平均曲率<br>(影響範囲2.0m) | 地震動<br>最大加速度 |  |
| 0.976        | -0.117             | 0.189        | $0.075 \times (\text{勾配}) - 8.92 \times (\text{平均曲率}) + 0.006 \times (\text{最大加速度}) - 3.228$ |

正誤率(六甲式)

| 実際の崩壊 | 判別式による予測 |      | 実際の崩壊地に対する正誤率     |
|-------|----------|------|-------------------|
|       | 崩壊なし     | 崩壊あり |                   |
| 崩壊なし  | 正判別      | 誤判別  | 崩壊地での正誤率<br>90.5% |
| 崩壊あり  | 誤判別      | 正判別  |                   |

メッシュ全体の正誤率



### 判別得点式算出のまとめ

- 判別得点式には、勾配・平均曲率(影響範囲20m)・地震動最大加速度の3つ因子が最も有効である。
- 実際の崩壊地での正誤率は、大変高い正誤率を得ることができた。
- 危険度評価図からも、崩壊箇所と崩壊危険度の高い部分(赤色と黄色の部分)と良く一致している結果を得た。

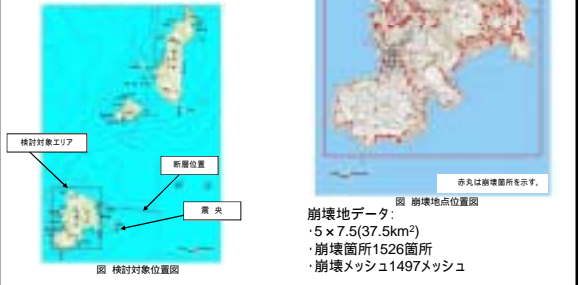
評価手法の他地震への適用

< 兵庫県南部地震・神津島地震・新潟県中越地震の比較 >

| 地震名      | 兵庫県南部地震         | 神津島地震          | 新潟県中越地震          |
|----------|-----------------|----------------|------------------|
| 発生日      | 1995年1月         | 2000年7月        | 2004年10月         |
| 地震規模 (M) | 7.2             | 6.4            | 6.8              |
| DEMサイズ   | 10m             | 10m            | 10m              |
| DEM作成方法  | 2,500図から作成      | 1mレーザ計測を10mに調整 | 1mレーザ計測を10mに調整   |
| 対象メッシュ数  | 1,749,480       | 190,420        | 196,416          |
| 崩壊メッシュ数  | 2,351           | 1,497          | 878              |
| 地質       | 花崗岩             | 流紋岩            | 泥岩、砂岩、砂岩泥岩互層     |
| 借用データ    | 国土交通省 六甲砂防工事事務所 | 独立行政法人 土木研究所   | 国土交通省国土技術政策総合研究所 |

1) 神津島地震

概要:  
 ・2000年6月26日夜から三宅島の西部で火山性の地震活動が始まり、7月1日に活動域の西端で地震発生  
 ・M6.4



< 神津島地震との比較 >

| Case  | 標準化された判別関数係数 |                   |              | 判別得点式<br>F=  |
|-------|--------------|-------------------|--------------|--|
|       | 勾配           | 平均曲率<br>(影響範囲20m) | 地震動<br>最大加速度 |  |
| 六甲全山式 | 0.976        | -0.117            | 0.189        | 0.075 × (勾配) - 8.92 × (平均曲率) + 0.006 × (最大加速度) - 3.228   |
| 神津島式  | 0.665        | -0.670            | 0.195        | 0.042 × (勾配) - 59.187 × (平均曲率) + 0.007 × (最大加速度) - 3.147 |

1) 神津式

- ・勾配は六甲式と比べてやや寄与率が低い
- ・平均曲率の寄与率が高い(特に際だった尾根地形)

2) 分類正誤率

- ・実際に崩壊している箇所についてのみ注目すると、どちらの式も実際に崩壊箇所を90%以上含む。

| 正誤率(六甲式)   |       | 正誤率(神津式)   |       |
|------------|-------|------------|-------|
| 崩壊地での正誤率   | 90.5% | 崩壊地での正誤率   | 90.8% |
| メッシュ全体の正誤率 | 43.3% | メッシュ全体の正誤率 | 50.3% |

表 分類正誤率の比較

2) 新潟県中越地震

概要:  
 ・2004年10月発生  
 ・震源深さ約10km, M6.8  
 ・本震は北北東-南南西方向の断層面をもつ北西側隆起の逆断層が活動したものと推定

崩壊地データ:

- ・旧山古志村役場、東竹沢地区など芋川流域の4 × 5(20.0km<sup>2</sup>)
- ・崩壊箇所878箇所
- ・崩壊メッシュ878メッシュ



< 新潟県中越地震との比較 >

| Case  | 標準化された判別関数係数 |                   |              | 判別得点式<br>F=   |
|-------|--------------|-------------------|--------------|---|
|       | 勾配           | 平均曲率<br>(影響範囲20m) | 地震動<br>最大加速度 |   |
| 六甲全山式 | 0.976        | -0.117            | 0.189        | 0.075 × (勾配) - 8.92 × (平均曲率) + 0.006 × (最大加速度) - 3.228  |
| 中越式   | 0.920        | -0.366            | 0.265        | 0.079 × (勾配) + 35.098 × (平均曲率) + 0.018 × (最大加速度) - 7.34 |

1) 中越式

- ・六甲式よりも平均曲率の寄与率が高い。

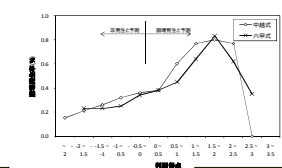
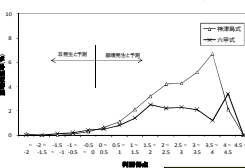
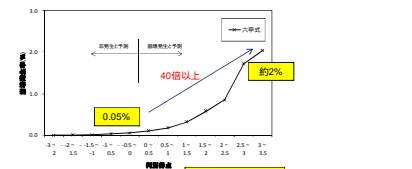
2) 分類正誤率

- ・六甲式も中越式も、メッシュ全体の分類正誤率は低い。
- ・実際に崩壊している箇所についてのみ注目すると、六甲式は70%以上を含む。

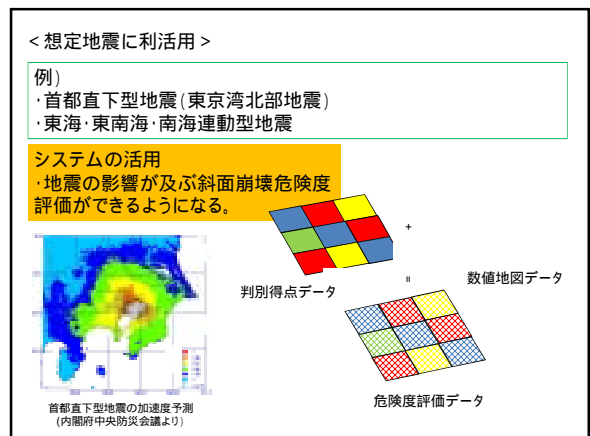
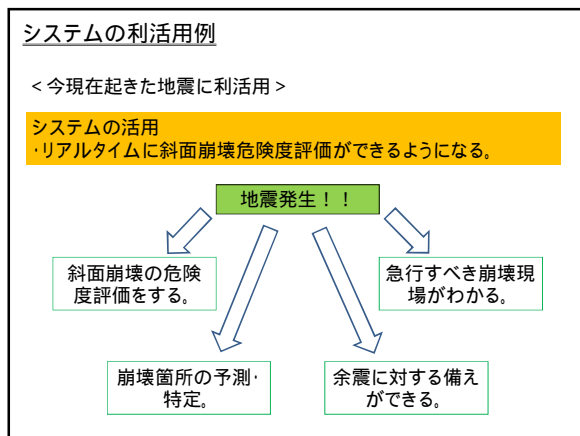
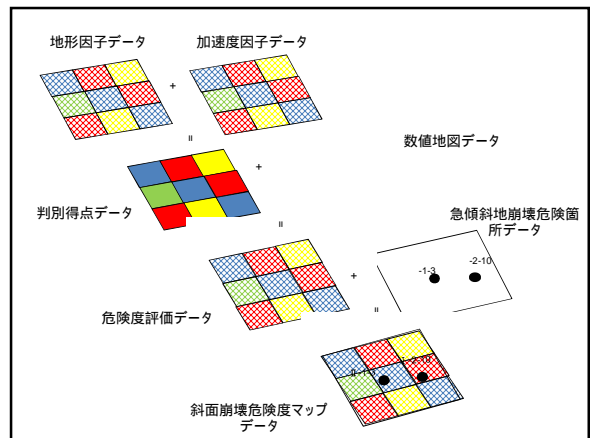
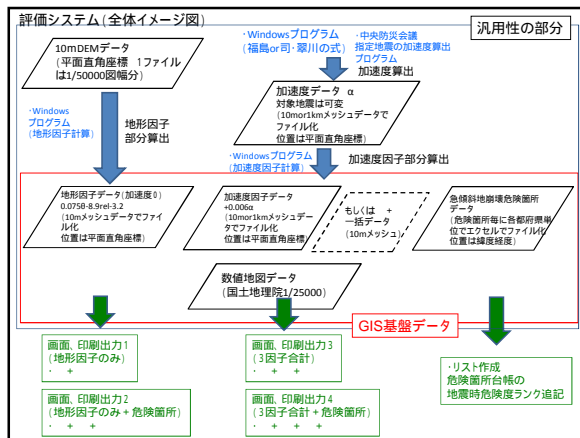
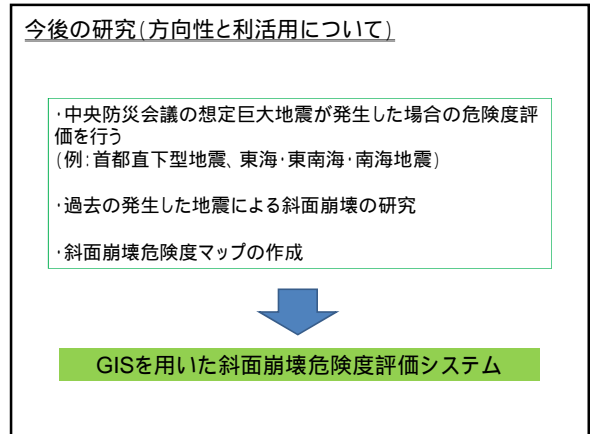
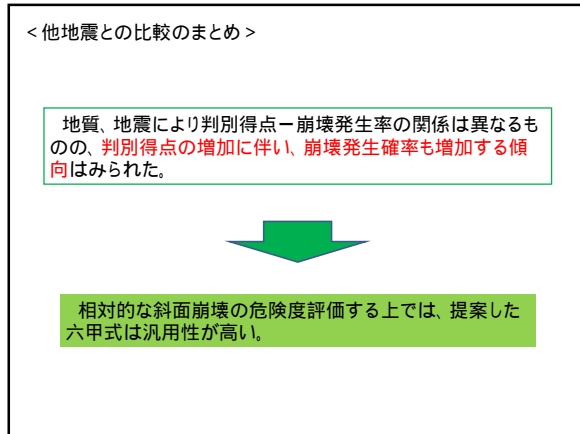
| 正誤率(六甲式)   |       | 正誤率(中越式)   |       |
|------------|-------|------------|-------|
| 崩壊地での正誤率   | 77.7% | 崩壊地での正誤率   | 68.1% |
| メッシュ全体の正誤率 | 35.1% | メッシュ全体の正誤率 | 47.9% |

表 分類正誤率の比較

< 判別得点と崩壊発生率の関係 >







< 過去に起きた地震に活用 >

例)  
 ・2007年3月発生 能登半島地震  
 ・2007年7月発生 新潟県中越沖地震

システムの活用  
 ・実際の崩壊地と予測崩壊地の比較  
 ・判別得点式の精度向上に向けた検証

判別得点データ + 数値地図データ = 危険度評価データ

崩壊地分布データ

比較

判別式精度の向上に役立つ

判別式:  $F = 0.075I - 8.92C + 0.006a - 3.228$  (F: 判別得点 I: 勾配 C: 曲率 a: 地表最大加速度)

勾配: 4点の標高データから距離が最小となる平面と水平面のなす角度  
 $a_1x + b_1y + c_1z + d = 0$   
 $a_2x + b_2y + c_2z + d = 0$   
 $\cos \theta = \frac{a_1a_2 + b_1b_2 + c_1c_2}{\sqrt{(a_1^2 + b_1^2 + c_1^2)(a_2^2 + b_2^2 + c_2^2)}}$

地表加速度: 震源位置からの距離に応じた工学的基礎の加速度を計算し(司・翠川1999, 福島2002)、地表面加速度を算出

10mDEMの標高データの利用法  
 勾配: 交点(青丸)の値  
 曲率: スタッシェの楕(赤丸)の値

曲率: 9点の標高データと平面座標から平均曲率Hを算出  
 $H = \frac{h_1(1+h_2^2) + h_2(1+h_1^2) - 2h_1h_2}{2(1+h_1^2+h_2^2)}$


www.nilim.go.jp/lab/rbg/index.htm



## 火山噴火時のリアルタイム災害情報技術について

国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター  
伊藤英之

www.nilim.go.jp/lab/rbg/index.htm




## はじめに

- **火山災害の特徴** (荒牧, 1997)
  1. 発生頻度が低いこと
  2. 短期間に広範囲に影響がわたること
  3. 物理的に大きく異なった現象が、同時に出現する場合があること
  4. 一般市民(非専門家)の常識を越えるような、未経験の現象に遭遇し、社会的混乱を引き起こす可能性があること
  5. マスコミ等による不確実な情報の伝達や流言による無形の社会的混乱や損害が存在すること。

2

www.nilim.go.jp/lab/rbg/index.htm



## 雲仙火山災害から

- (1)火山(災害)に関する正確な情報
- (2)今後の推移・見通しに関する情報
- (3)均一な情報の提供

www.nilim.go.jp/lab/rbg/index.htm



## 有珠山2000年噴火における危機管理の成功



記者会見(2000.4.3)



住民向け現状の説明会

- 統一された正確な情報と今後の見通しに関する情報開示が1万人以上の避難を成功させた

www.nilim.go.jp/lab/rbg/index.htm



## 科学的根拠に基づいた避難指示区域の設定と縮小




2000年3月31日13:26 伊達市役所にて 岡田弘樹氏



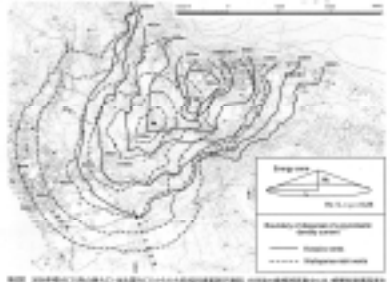
噴火直前～噴火直後は火山学者の経験により避難指示区域の設定がなされた



www.nilim.go.jp/lab/rbg/index.htm



## 科学的根拠に基づいた避難指示区域の設定と縮小(2)



火口の位置が固定された4月中旬以降は、噴煙観測データを踏まえた簡易火砕流シミュレーションを現地で行い、避難指示区域を順次縮小していった。

山元(2001)



www.nilim.go.jp/lab/rbg/index.htm

### リアルタイムバードマップ作成システム整備状況

- ・プレ・アナリシス型は現地でも運用できるシステムであり十勝岳、樽前山、富士山、浅間山で整備中
- ・リアルタイム・アナリシス型は、国土技術総合政策研究所が開発中

地形データ・既存のマップを蓄積整理  
活火山を持つ地域事務所 (プレ・アナリシス)

火山データベース  
データベース  
数値計算  
マップ作成  
技術者  
国土技術総合政策研究所 (リアルタイム・アナリシス)

www.nilim.go.jp/lab/rbg/index.htm

### プレアナリシス型システム

事前に想定されたシナリオについて影響範囲を計算し、GIS上に格納しておく。

www.nilim.go.jp/lab/rbg/index.htm

### リアルタイムアナリシス型システム

地形が大きく変化したことによるハザード・エリアの見直し

降灰エリアが拡大したことによるハザード・エリアの見直し

地形が変化したことにより当初とは違う方向へ溶岩流が流下する危険性

降灰エリアが拡大したことにより新たな渓流で土石流が発生する危険性

www.nilim.go.jp/lab/rbg/index.htm

www.nilim.go.jp/lab/rbg/index.htm

### リアルタイム計算までの処理手順

リアルタイム計算までの処理手順

リアルタイム計算

www.nilim.go.jp/lab/rbg/index.htm

### 実際の作業時間計測 (有珠山2000年)

実際の作業時間計測 (有珠山2000年)

有珠山2000年噴火の概要

噴火開始: 2000年10月16日 10時00分頃

噴火終了: 2000年10月16日 10時30分頃

噴火期間: 約30分

噴火規模: M2.0 (マグニチュード)

噴火量: 約1000トン

噴火の種類: 噴霧・噴煙

噴火の場所: 有珠山

噴火の経緯: 有珠山は、2000年10月16日10時00分頃、M2.0の噴火を行った。噴火は約30分間続いた。噴火量は約1000トンであった。噴火の種類は噴霧・噴煙であった。噴火の場所は有珠山であった。噴火の経緯は、有珠山は、2000年10月16日10時00分頃、M2.0の噴火を行った。噴火は約30分間続いた。噴火量は約1000トンであった。噴火の種類は噴霧・噴煙であった。噴火の場所は有珠山であった。



## 河道閉塞発生直後の 応急監視手法について

(独)土木研究所  
土砂管理研究グループ  
火山・土石流チーム  
松岡 暁

### 【発表内容】

1. 背景および目的
2. 河道閉塞形成時の監視・観測
3. 堤体の侵食状況把握のための計測に関する調査(屋外試験)
4. 今後の課題と展望

### 1. 背景および目的

#### 河道閉塞の事例

芋川(2004年 新潟県)




**堤体侵食状況**

L = 20 ~ 30m

東竹沢地区の河道閉塞状況(平成16年11月17日撮影)  
 出典:平成16年(2004)新潟県中越地震による土砂災害と対応  
 H17.2 濁沢砂防事務所

裾花川支川 濁川  
(1997年 長野県)


崩落土砂量 : 約135万m<sup>3</sup>  
 河道閉塞高さ : 60 ~ 70m



\*水山高久(2003) ある砂防管理課の日記から、砂防ボランティア、第47号、6-15

首川支川 伊手川  
(1999年 岩手県)

崩落土砂量 : 約35万m<sup>3</sup>  
 河道閉塞高さ : 約7.5m



\*江刺市山館地区地すべり災害復旧記録誌 平成13年3月

耳川(2005年 宮崎県)



崩落土砂量 : 約390万m<sup>3</sup>  
 河道閉塞高さ : 約60m

宮崎県旧西郷村野々尾地区の天然ダム決壊後の状況

河道閉塞時には、上流部では浸水による被害、下流部では閉塞部の決壊による土石流・洪水・崩壊部の拡大崩壊など甚大な二次災害が発生する恐れが生じる

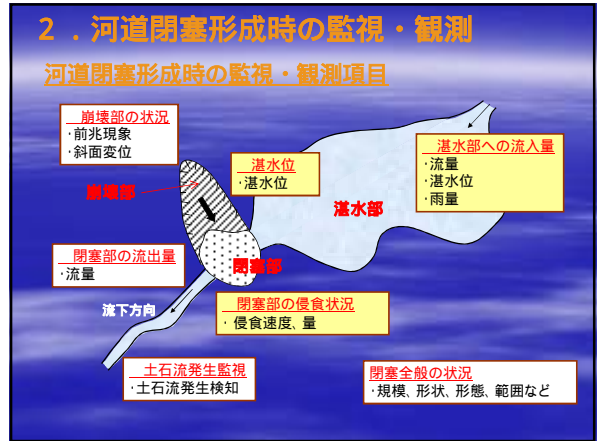
↓

河道閉塞決壊の危険性に対し、その監視が必要

↓

< 本発表 >

1. 河道閉塞が形成された場合に実施すべき応急的な監視方法を検討
2. 閉塞部における侵食状況把握のための計測に関する調査を実施

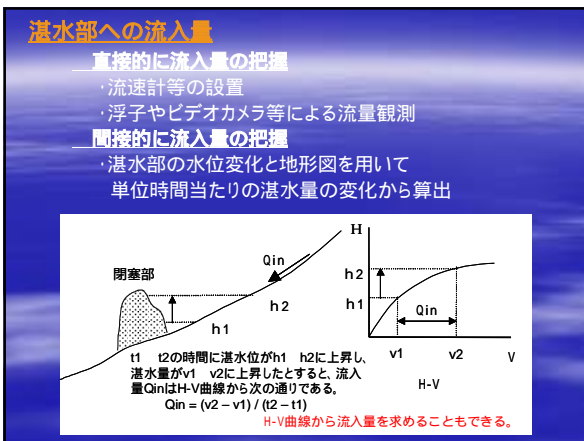


### 監視・観測機器の整理

堤体の侵食速度の計測 計測試験を実施

| 監視・観測項目  | 計測方法 | 計測機器 | 計測位置 | 計測期間 | 計測回数 | 計測精度 | 計測コスト | 計測リスク | 計測効果 | 計測責任 | 計測実施 |
|----------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|
| 堤体の侵食速度  | 計測試験 | 計測機器 | 計測位置 | 計測期間 | 計測回数 | 計測精度 | 計測コスト | 計測リスク | 計測効果 | 計測責任 | 計測実施 |
| 湛水位      | 計測   | 計測機器 | 計測位置 | 計測期間 | 計測回数 | 計測精度 | 計測コスト | 計測リスク | 計測効果 | 計測責任 | 計測実施 |
| 湛水部への流入量 | 計測   | 計測機器 | 計測位置 | 計測期間 | 計測回数 | 計測精度 | 計測コスト | 計測リスク | 計測効果 | 計測責任 | 計測実施 |

湛水位の計測  
湛水部への流入量の計測



### 3. 堤体の侵食状況把握のための計測に関する調査(屋外試験)

計測試験の目的  
堤体の侵食擬似モデルに対して、各種計測機器を用いて、次の事項を確認し、計測手法の問題点等を把握する。

計測手順の確認  
計測値から侵食速度、侵食量の算定方法の確認  
計測値の管理方法の確認

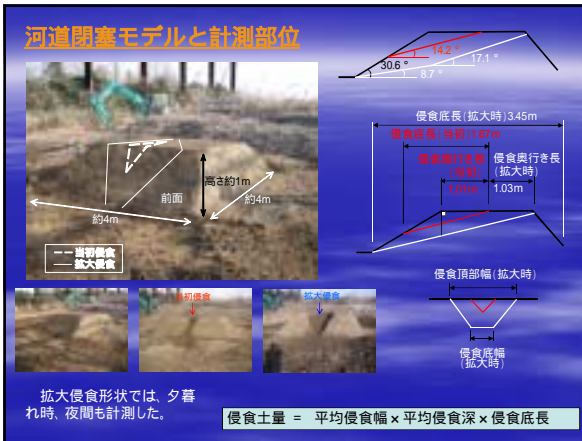
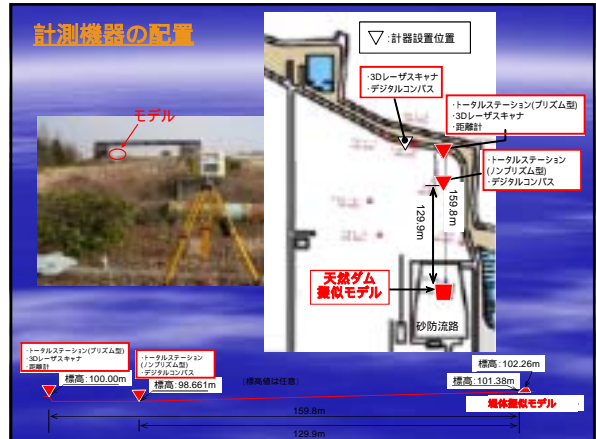


### 使用した計測機器の概要

[ ]内はメーカー公称値  
は一般的な適応距離

| 計測機器       |                 |  | 適応可能距離         |            |
|------------|-----------------|--|----------------|------------|
| トータルステーション | プリズム型<br>(正值計測) |  | [1.5 ~ 1,000m] | 1.5 ~ 300m |
|            | ノンプリズム型         |  | [1.5 ~ 200m]   | 1.5 ~ 150m |
| 簡易レーザー     | デジタルコンパス        |  | [1.0 ~ 200m]   | 1.0 ~ 130m |
|            | 距離計             |  | [10 ~ 400m]    | 10 ~ 150m  |
| 3Dレーザーキャナ  | 地上              |  | [1.5 ~ 300m]   | 1.5 ~ 200m |

対象物を面的に3次元で捉えることができる。



### a) トータルステーションの計測結果

|                         | 堤体本体計測結果  | 侵食部の形状計測結果   |   |
|-------------------------|---|--|---|
|                         |   | 当初侵食   | 拡大侵食  |
| トータルステーション<br>(ノンプリズム型) | <br>本体の前面端点のみ計測可能(可視範囲のみ)。<br>本体前面までの距離: 129.91m (-0.03m)<br>( )内数値は正值との差 | <br>侵食土量: 0.044m <sup>3</sup><br>CAD作図後、別途計算実施<br>侵食奥行き長: L1=0.79m (-0.22m)<br>侵食底長: L2=1.36m (-0.31m) | <br>侵食土量:<br>後方端点視準不能により算出不可。(不可視域)<br>侵食奥行き長: 同上<br>侵食底長: 同上 |

夕暮れ時、夜間は計測不可

### b) 簡易レーザーの計測結果

|          | 堤体本体計測結果  | 侵食部の形状計測結果 |      |
|----------|---|------------|------|
|          |   | 当初侵食       | 拡大侵食 |
| デジタルコンパス | 端点の判別が困難なため、想定位置を計測。<br>形状把握は困難。<br>本体前面までの距離: 130m (+0.06m)        | 同左         | 同左   |
| 距離計      | 端点判別・照準が不可能なため、想定位置を計測。<br>形状把握は機能的に不可。<br>本体前面までの距離: 162m (+2.15m) | 同左         | 同左   |

夕暮れ時、夜間は計測不可

### c) 3Dレーザーキャナの計測結果

|           | 堤体本体計測結果  | 侵食部の形状計測結果   |   |
|-----------|---|--|---|
|           |   | 当初侵食   | 拡大侵食  |
| 3Dレーザーキャナ | 上面・背面・左側面は不可視域でありデータ取得不能。<br>本体前面までの距離: 159.85m (0.00m) | 本体上面のデータ取得不能のため、差分による侵食土量算出は不可<br>侵食奥行き長: L1=0.98m (-0.03m)<br>侵食底長: L2=1.63m (-0.04m) | 同左<br>レーザが侵食最奥部まで届かず途中で反射している(入射角が小さいため)。<br>侵食奥行き長: L1=0.84m (-0.19m)<br>侵食底長: L2=3.19m (-0.26m) |

日没後も基本的に計測可能

地上レーザースキャナを用いた三次元データ作成例



計測不可の部分は周辺形状より補完

計測試験結果の考察

各計測機器とも当初の予想に反して、データを上手く取得できなかった。これは以下の理由によるものと考えられる。

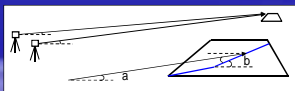
試験に用いたモデルは非常に小さい。望遠鏡倍率の低い簡易レーザでは、端点の判別が困難。

実際の天然ダムは大規模であり、端点の判別も分り易く、許容誤差も大きくなる。  
→ デジタルコンパスや距離計も、侵食形状や侵食奥行き長の概略値を把握する上では適用可能。

対象物の不可視域をはじめとして、レーザ入射角が浅いとレーザ光は乱反射し、計測が困難となる。

本試験では、レーザ入射角が約30°の場合(本体前面部)は計測良好であったが、13~16°以下(侵食部)では計測が困難であった。

対象物の全体形状を視準できる場所の選定が重要。俯瞰できる場所がよい。



仰角a = 約1°  
侵食角b = 約9~17°  
レーザ入射角 = b - a (°)

対象物が暗色系で表面形状が複雑なものに対しては、レーザ光は反射しづらく、公称値より適応可能距離は短くなる。

< 計測試験を通じてのまとめ >

|              | 長所  | 短所  |
|--------------|---|---|
| 3Dレーザースキャナ   | 対象物が複雑な形状でも所要の数量を精度高く求めることが可能。解析処理が自動化される。夜間の計測が可能。   | データ取得面において融通性が低い。計測時間が長くなり、データが多くなる場合がある。データ量が多い場合、解析処理に時間が掛かる。計測機器が高価。付属品一式を含めた重量が20kg以上、携行性にやや劣る。 |
| TS(NP型)簡易レーザ | 必要最低限のポイントのみ計測するなどデータ取得に融通がきく。対象物の形状が単純明瞭な場合、計測が容易で所要の数量も求め易い。侵食奥行き長の算定であれば、その場で算定可能。携行性が比較的良好。 | 形状変化点(端点)毎に計測するため、3次元的な形状、侵食量の把握には、CAD等へデータを取り込み、別途計算が必要。   |

緊急に概略速度・量を求めるなら普及しているTSが良い。時間的余裕があり、対策工の基図にも使用するなら3Dレーザが良い。現場監督員は、手軽な距離計を携行すると良い。

4. 今後の課題と展望

- 今回用いた侵食状況計測機器では、現状において24時間自動観測手法は確立されていない。他の監視機器の適用も含め検討していく必要がある。
- 中越地震では、地上アクセス不可能な天然ダムがいくつも形成された。湛水位観測については、特にヘリから投下型の自動観測水位計を開発していく必要がある。
- 土木技術資料『河道閉塞監視マニュアル(案)』として公表する予定である。

### リモートツール 崩壊斜面の緊急計測手法 RE・MO・TE<sup>2</sup>

RE・MO・TE<sup>2</sup>  
(Remote Monitoring Technology<sup>2</sup>)

独立行政法人土木研究所 土砂管理研究グループ  
地すべりチーム 交流研究員 池田 学

### 研究背景

末端に堆積した土砂は被害の拡大を抑えている

堆積土砂の除去

人命救助

斜面の挙動を監視しながら、安全に作業する必要がある  
斜面監視に求められる条件

斜面に立入らず、可及的速やかに、高精度に観測する

### 既往の遠隔監視方法

目視、画像解析、GPS、3Dスキャナ、トータルステーション

目視監視

ノンプリズム型トータルステーション

- 斜面に立入らなくてよい
- どこでもすぐに手配可能
- 比較的高精度 (mm単位)

#### 新潟県魚沼市下折立 (旧湯之谷村) の事例

機械精度: ±3.2mm / 130m  
実測誤差: 最大 9.0mm / 130m

### ノンプリズム型トータルステーションの問題 (ターゲットを設置しない場合)

同一点を正確に視準しているのか疑われる

計測距離に制限がある

夜間の計測は困難である

対象物の色によっては計測できない

標的 (ターゲット) があれば解消される

遠隔から標的を設置して観測する方法を開発

### 遠隔から標的を設置して観測する方法

#### 標的の設置方法

崩壊斜面

ターゲット (反射ペイント)

ペイント弾

クロスボー

#### 標的の観測

崩壊斜面

ターゲット (反射ペイント)

トータルステーション

変動量計測

ペイント弾 (ペイントカプセル付きの矢)

クロスボーと射撃装置

ターゲット (反射ペイント)

トータルステーションによる観測

ペイントカプセル

### 観測機器と標的

特殊な機器は手配に時間を要する  
全国に流通・普及している機器を標準として採用

塵土処理機認定 2級Aクラス  
※ (2-3 ± 2ppm × D) mm

標的の寸法は、φ8mm程度あればよい

プリズムの遠隔設置は極めて困難  
観測点の視認性と反射率を向上させることで視準誤差を低減

区別精度 (%)

桃色 赤色 橙色 黄色 黒色 白色 銀色 緑色 茶色 青色

・ガラスカプセル: φ10mm L=79mm  
・阿蘭反射塗料: V=1mL (50μmガラスビーズ入り)

### 標的の遠隔設置方法

緊急時に速やかに設置する必要がある  
資格・免許と特殊な技能を必要としない方法

10m以上なら誰でも  
高い命中精度

初速: 109.6m/sec

本島屋や航空機で  
観測可能

300m離れた地点も±30cmの精度で狙うことができる

|               |                  |
|---------------|------------------|
| クロスボウの組み立て    | 発射点から設置点の見通し角の計測 |
| 発射架台の組み立て及び設置 | レーザー距離計による計測     |

|                |              |
|----------------|--------------|
| 早見図による発射角度の決定  | 架台にクロスボウをセット |
| クロスボウの cocking | クロスボウ発射角度の設定 |

|              |               |
|--------------|---------------|
| 水平方向の照準設定    | ペイント弾の発射      |
| 矢(ペイント弾)のセット | ターゲットの付着確認と計測 |

### 遠隔設置精度確認試験(ロックフィルダム)

700m

50-350m

10°

±30cm以内

実験値と理論式から求めた軌道曲線と一致  
高い精度で狙った点に標的を設置できる

### 現場における標的性能確認試験(ロックフィルダム)

38m  
31m  
100m  
151m

250m離れた測点

濡れている間は反射率が低下

### 標的の性能確認 (トンネル内定点観測試験)

標的 (ターゲット) の効果を確認

標準機 (スタンダードモデル) : 距離100~200m 精度±(3+2ppm×D) mm

### 標的の性能確認 (トンネル内定点観測試験)

計測できていない場合      計測できている場合      夜間を想定した場合

| 観測距離 (m) | 100 |   | 200 |   | 300 |   | 300 (消灯) |   |
|----------|-----|---|-----|---|-----|---|----------|---|
| ターゲットの有無 | 無   | 有 | 無   | 有 | 無   | 有 | 無        | 有 |
| A社       |     |   |     |   |     |   |          | × |
| B社       |     |   |     |   | ×   |   |          | × |
| C社       |     |   | ×   |   | ×   |   |          | × |
| D社       |     |   | ×   |   | ×   | × |          | × |
| E社       |     |   | ×   |   | ×   | × |          | × |

夜間計測、観測距離の長距離化が図れる

### 現場適用事例1

崩落した採石場における行方不明者捜索での活用例  
(計測距離100~200m)

観測範囲      観測位置

設置された標的

### 現場適用事例2

岩盤急崖斜面における計測事例  
(計測距離100~150m)

反射シートには劣るものの、ターゲットを設置することで精度が向上する

### 精度を確保するためのターゲットの視認方法

反射強度測定      計測ポイント固定

ペイントを目印に、計測ポイントを固定することで精度が確保できる

### 成果と今後の課題

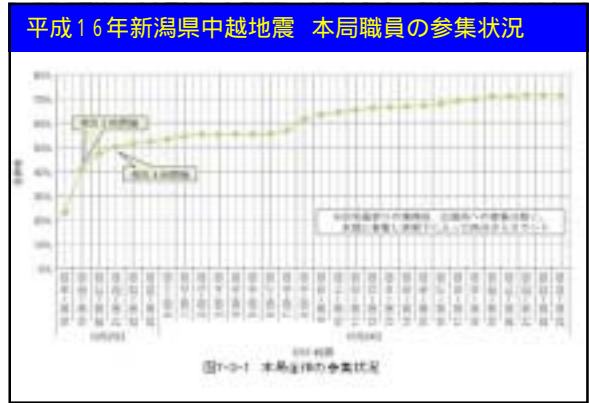
#### 成果

立入りが危険な崩壊斜面において、遠隔から安全かつ速やかに標的を設置し、精度よく斜面を監視する方法を開発した。この方法により

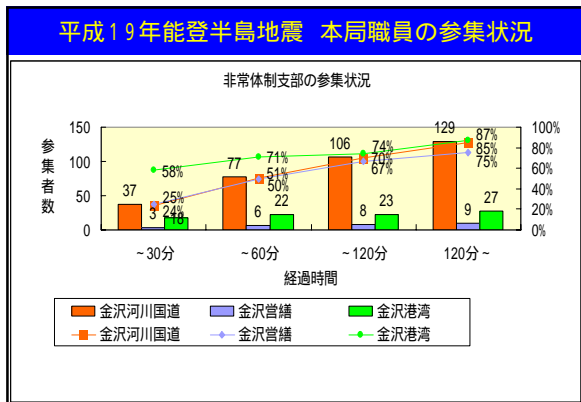
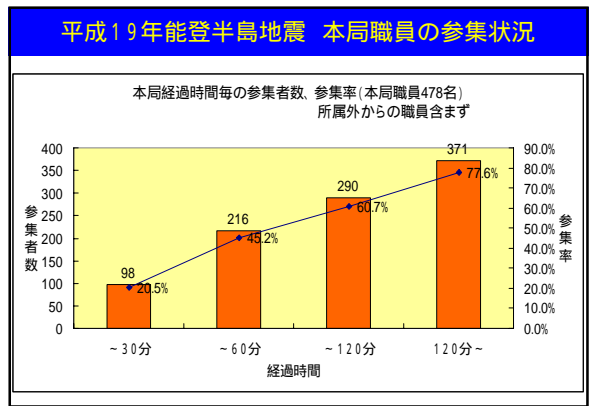
- 視準誤差の低減による高精度化 (計測ポイントの固定による)
- 観測距離の長距離化 (250m程度まで計測可)
- これまで難しかった夜間の観測 (但し昼間より誤差が出やすい) が行えるようになった。

#### 今後の課題

災害現場等、緊急対応時における実績を増やす。地方整備局や都道府県、コンサルタントに対する普及活動が必要。



| 中越地震時の災害調査等に対する支援  |  |  |   |
|--------------------|--|--|---|
| 支援項目               | 支援内容   | 期間   | 支援の根拠   |
| 市町村道の災害緊急調査        | 要請のあった市町村 1,550箇所の市町村道の被害状況を調査   | 4日間<br>H16.10.31 -<br>H16.11.3   | 道路の整備、利用、保全その他の管理を掌理する立場から自らの事務として災害対策基本法第1条(国の責務)に基づき、市町村の応急措置が円滑に行われるように本局に対する指導、助言、その他適切な措置として実施。        |
| 市町村の災害復旧に係る作業の支援   | 要請のあった10市町村 1,343箇所の被災状況の調査、災害復旧事業に必要となる設計、算定設計図書の作成指導を実施  | 33日間<br>H16.11.8 -<br>H16.12.10  | 河川及び道路の整備、利用、保全その他の管理を掌理する立場から自らの事務として災害対策基本法第1条(国の責務)に基づき、市町村の応急措置が円滑に行われるように市町村に対する指導、助言、その他適切な措置として実施。   |
| 土砂災害危険箇所等緊急点検調査    | 要請のあった17市町村 1,468箇所の危険箇所の点検調査を実施   | 5日間<br>H16.10.27 -<br>H16.10.31  | 砂防、地すべり、急傾斜地の崩壊による災害の防止を掌理する立場から自らの事務として災害対策基本法第1条(国の責務)に基づき、市町村の応急措置が円滑に行われるように市町村に対する指導、助言、その他適切な措置として実施。 |
| 被災者居住対策支援          | [被災建築物の応急危険度判定支援]<br>要請のあった16市町村 36,143件の被災建築物の応急危険度判定を実施<br><br>[被災住宅関係復興支援]<br>被災した自治体に対して被災住宅関係の復旧、復興に関する技術的助言を実施 | 11日間<br>H16.10.25 -<br>H16.11.4<br><br>49日間<br>H16.11.4 -<br>H16.12.21 | 建築物に関する基準を掌理する立場から自らの事務として災害対策基本法第1条(国の責務)に基づき、市町村の応急措置が円滑に行われるように市町村に対する指導、助言、その他適切な措置として実施。               |
| 下水道の被害調査及び復旧に関する支援 | 被災した16市町村に対する支援本部立ち上げ及び運営、復興検討委員会の運営   | 59日間<br>H16.10.24 -<br>H16.12.20                                       | 下水道を掌理する立場から自らの事務として災害対策基本法第1条(国の責務)に基づき、市町村の応急措置が円滑に行われるように市町村に対する指導、助言、その他適切な措置として実施。                     |
| 行方不明者の救出に係る技術支援    | 新潟県から要請のあった土砂崩落現場の救出作業における無人化施工技術に係る支援を実施  | 12日間<br>H16.10.27 -<br>H16.11.7  | 建設技術に関する研究及び開発を掌理する立場から自らの事務として災害対策基本法第1条(国の責務)に基づき、自治体の応急措置が円滑に行われるように自治体に対する指導、助言、その他適切な措置として実施。          |









平成19年中越沖地震 視察

H19.7.16～17 政府調査団

調査箇所 16日:柏崎市(へい) 柏崎市役所 柏崎刈羽原発 柏崎市街地(安  
 徳総理と合流) 柏崎小学校 東京(へい) 吉田政務官、菅川調  
 整官は柏崎泊  
 17日:柏崎駅(冬柴副大臣と合流) 柏崎第一中学校 国道8号長  
 岡市大橋千本町 長岡駅  
 調査メンバー:安倍総理大臣、溝手内閣防炎大臣、吉田政務官 他25名



H19.7.17 冬柴防炎大臣

調査箇所 17日:長岡駅 柏崎駅(脱線現場) 吉田政務官と合流) 柏崎市街地  
 柏崎第一中学校 新潟空港  
 調査メンバー:冬柴副大臣、道路局長、砂防部保全課長、住宅局審議官、  
 鉄道局技術審議官



H19.7.16～17 国土省緊急調査団

調査箇所 16日:東京駅 長岡駅 長岡泊まり  
 17日:各局防災士被災箇所調査(長岡市、柏崎市を中心) 長岡駅  
 調査メンバー:河川局防災課長指定官 他5名

H19.7.24～26 中越沖地震緊急調査

調査箇所 24日:長岡駅 柏崎市(河川、道路に分かれ調査) 長岡市(常泊)  
 25日:柏崎市(河川、道路に分かれ調査) 長岡市(常泊)  
 26日:柏崎市(河川、道路に分かれ調査) 柏崎地域振興局で取りま  
 りの 長岡駅  
 調査メンバー:後藤指定官 他5名

① 平成19年 新潟県中越沖地震 被災地への支援状況(災害対策本部) (常 時)

② 平成19年 新潟県中越沖地震 被災地への支援状況(災害対策本部) (災 害)

③ 平成19年 新潟県中越沖地震 被災地への支援状況(常 時)

④ 平成19年 新潟県中越沖地震 被災地への支援状況(災 害)

