



平成26年3月19日  
「防災・減災に向けた研究成果報告会 ～東日本大震災から3年～」



# 海溝型地震による斜面崩壊の 危険度評価

- 蒲原 潤一  
（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 室長）
- 石井 靖雄  
（土木研究所 土砂管理研究グループ 上席研究員（地すべり））

# 発表要旨

---

- 海溝型地震の東北地方太平洋沖地震では、広範囲の多数の地域で、**斜面崩壊の発生、地震後の迅速な点検、警戒避難体制の強化**が課題
- 今後の大規模地震に備え、地震による斜面崩壊の**危険度評価の精度を向上するとともに、その活用を地震時のリスクマネジメントシステムに組み込んでおくことが不可欠**
- このたびの地震による広い範囲で発生した多数の斜面崩壊について、**地形・地質の異なる広い範囲で地形条件や揺れの大きさとの関係を分析、斜面崩壊の危険度評価等について、これまでになく貴重な知見を得ることができた**

# 発表項目

---

- 地震による土砂災害の概要と課題

  - ⇒広範囲に崩壊が多発、事前予測が極めて困難なものも

- 課題の分析と教訓として活かすため

  - ⇒地震による斜面崩壊の危険度評価とその活用が重要

    - 1) 広域調査に対応するリモセン技術の適用へ

    - 2) 調査範囲の絞り込みを可能とする危険度予測システムの開発  
(表層崩壊)

    - 3) 崩壊予測困難箇所に対応する新手法開発(崩壊性地すべり)

    - 4) 地震後の警戒避難基準の設定手法を見直し

# 平成23年 東日本大震災における土砂災害発生状況

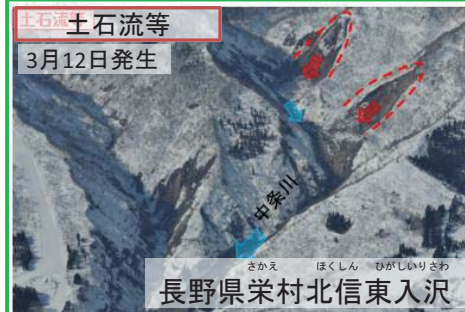
(12月28日時点)  
土砂災害発生件数  
**138件**

土石流等 : 12件  
地すべり : 28件  
がけ崩れ : 96件  
雪崩 : 2件

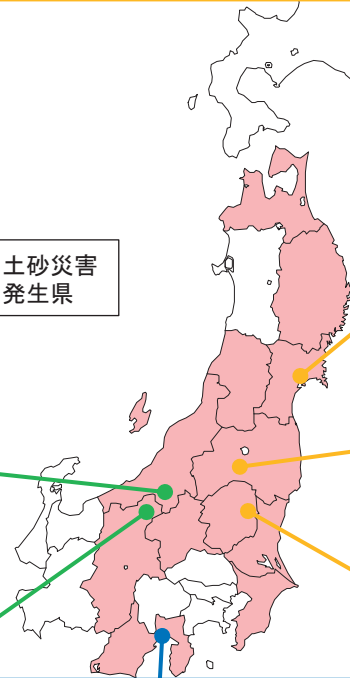
- ・東北地方太平洋沖地震 : 111件 (死者19名)
- ・長野県北部地震 : 23件
- ・静岡県東部地震 : 3件

## 【東北地方太平洋沖地震】

- 発生日時 平成23年3月11日 14時46分頃
- 場所および深さ 三陸沖、深さ約24km (暫定値)
- 震度6弱以上を観測した地域  
宮城県、福島県、茨城県、栃木県、岩手県、群馬県、埼玉県、千葉県



土砂災害  
発生県



## 【長野県北部地震】

- 発生日時 平成23年3月12日 3時59分頃
- 場所および深さ 長野県北部、深さ8km (暫定値)
- 震度6弱以上を観測した地域 長野県北部、新潟県中越

## 【静岡県東部地震】

- 発生日時 平成23年3月15日 22時31分頃
- 場所および深さ 静岡県東部、深さ14km (暫定値)
- 震度6弱以上を観測した地域 静岡県東部



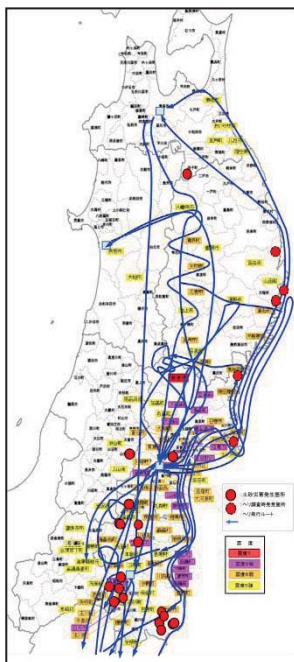
# 研究機関における震災直後からの活動

## ①強震度地域でのヘリ調査

国総研、土研、本省により、震度5強以上の地域を中心にヘリ調査を実施



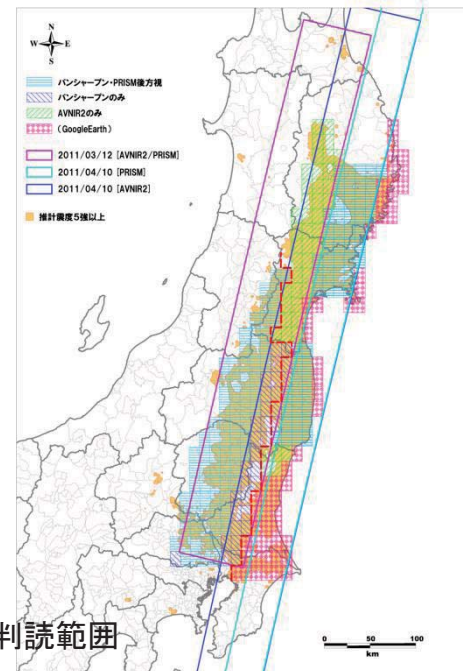
福島県白河市葉ノ木平 死者13名



ヘリ調査範囲(東北地方)

## ②強震度地域での衛星写真判読による崩壊地抽出

震度5強以上の地域(約40,000km<sup>2</sup>)を中心に、陸域観測衛星だいち等の衛星画像の判読を行い崩壊地抽出を実施



衛星画像判読範囲

## ③現地調査の実施

現地調査の実施事例 4/8 宮城県女川町川尻地区急傾斜地崩壊対策施設



目地に沿った縦方向の亀裂



法枠で保護されていない斜面の崩壊

津波による脚部侵食

## ④砂防学会東北地方太平洋沖地震災害調査委員会への参加

- 1班 過去の地震のレビュー
- 2班 土砂災害の実態
- 3班 地震動の性質と土砂災害の発生場
- 4班 **本震による山地の不安定化**
- 5班 復旧と復興に向けた課題と提言

## 海溝型地震による斜面崩壊の災害が突き付けた課題(その1)

### ●地すべり地形を呈していないなど予測困難な箇所からの地すべり

- ・震度の大きい地域でも必ずしも崩壊が発生していない

- ・栃木・福島県など震源から300km以上離れた地域で犠牲者

⇒広い範囲の様々な地形・地質等条件から精度よく危険度を予測する技術の開発、及びそれらの活用を可能とするシステム・体制

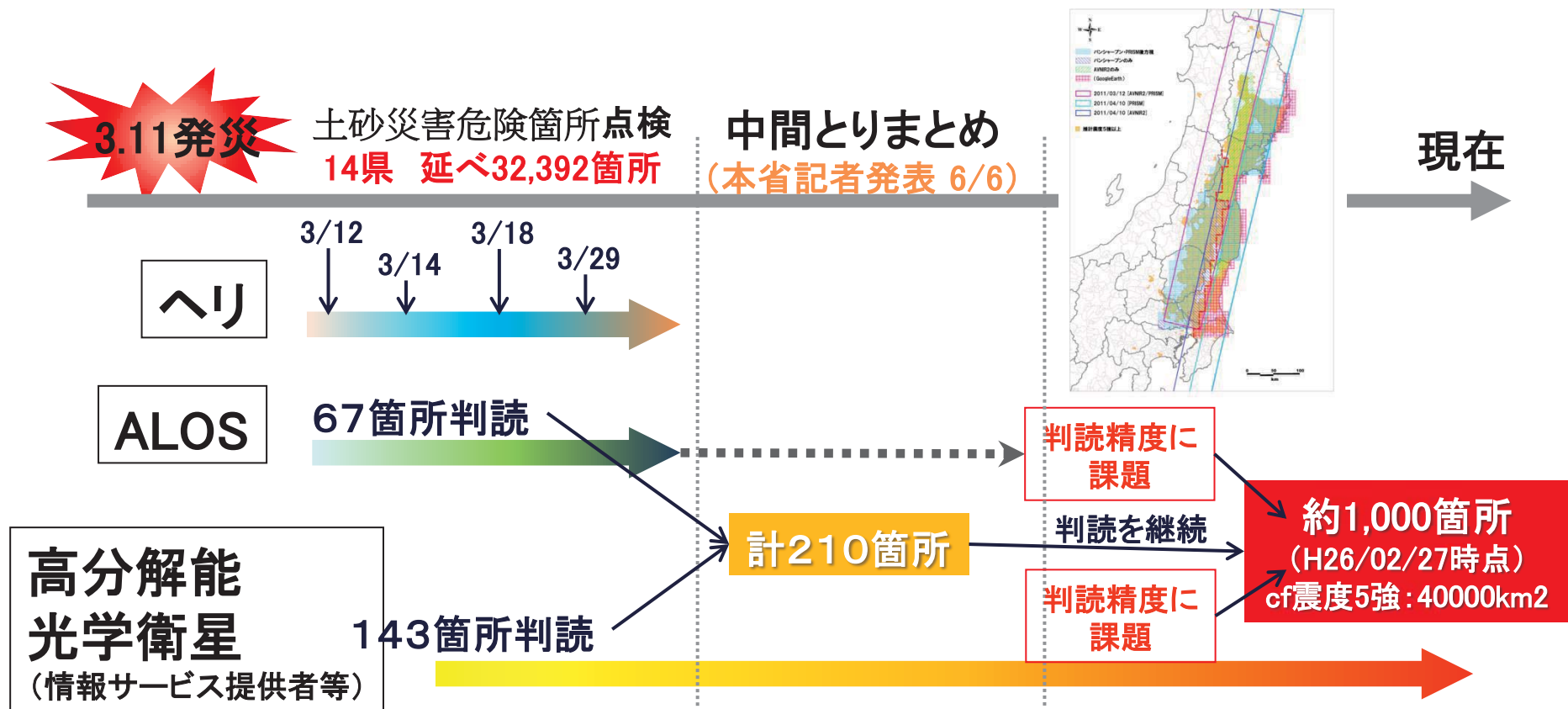


東北地方太平洋沖地震により、福島県白河市葉ノ木平において土砂災害が発生。  
(白河市:震度6強)

【死者13名】

# 海溝型地震による斜面崩壊の災害が突き付けた課題(その2)

- かつてない広い範囲の崩壊発生実態を迅速に調査することは困難を極めた
    - ・震度5強以上の地域(約40,000km<sup>2</sup>)について、上空からの調査、陸域観測衛星だいち等の衛星画像の判読及び崩壊地抽出を実施
    - ・天候や積雪の影響等により精度と迅速性に課題があり、30000箇所以上に及んだ危険箇所点検とその後の警戒避難体制整備等に結果を十分に活かせず
- ⇒衛星の軌道や周期等によらず迅速に画像を入手・解析する技術や仕組み



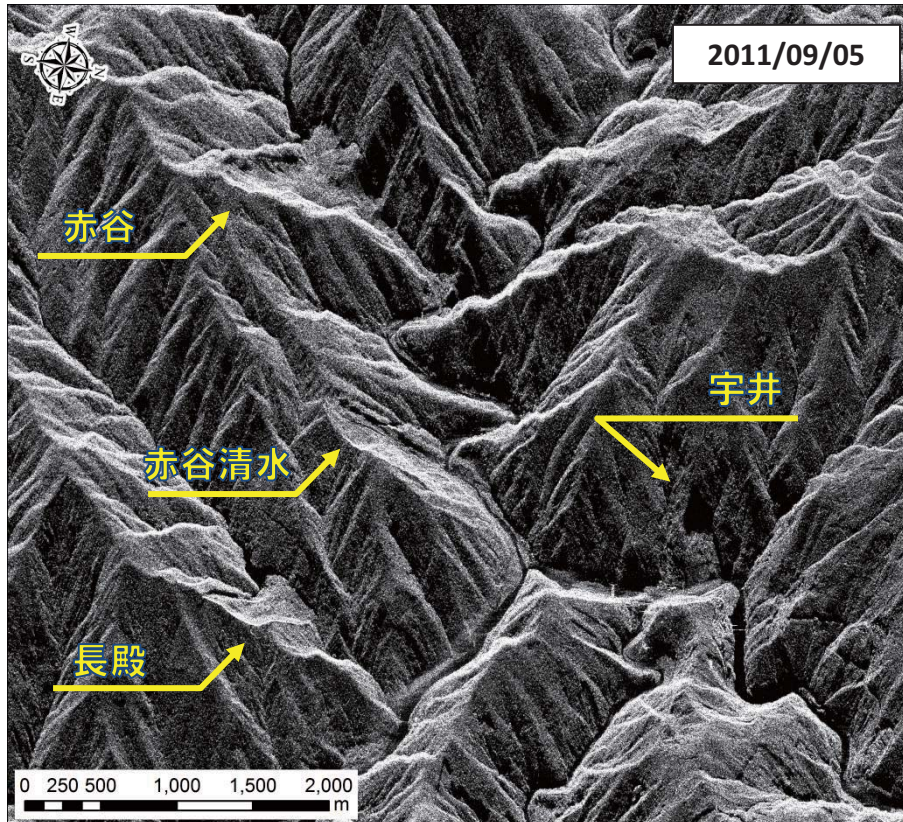


# 衛星軌道・周期によらず迅速に画像を入手・解析する技術や仕組み

- ①大規模崩壊発生時のSAR画像提供の協定締結済み
- ②より視認性の高い2偏波画像の活用手引き作成へ
- ③軌道・周期に制約されない航空機SARの活用検討へ

単偏波画像 (HH)

TerraSAR-X, 地上分解能約3m

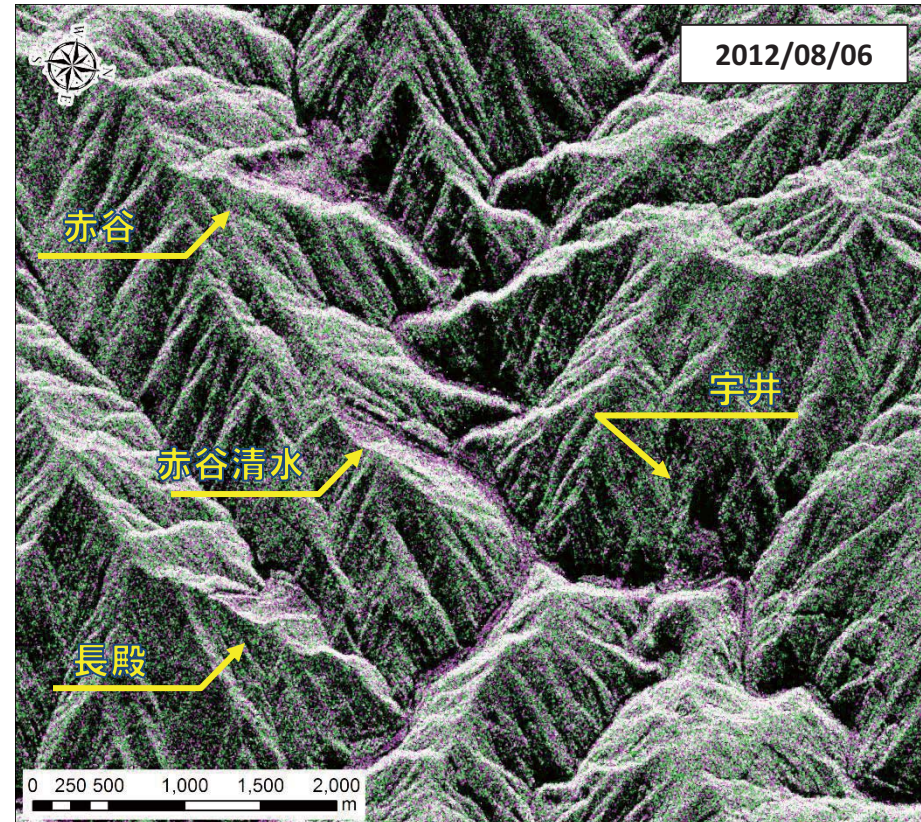


TerraSAR-X

© 2012 Astrium Services / Infoterra GmbH, Distribution [PASCO]

多偏波画像 (RGB = HH, HV, HH)

RADARSAT-2, 地上分解能約8m



RADARSAT-2 Data and Products

© MacDONALD, DETTWILER AND ASSOCIATES LTD. (2012) - All Rights Reserved



## 地震時の斜面崩壊危険度予測システムの構築

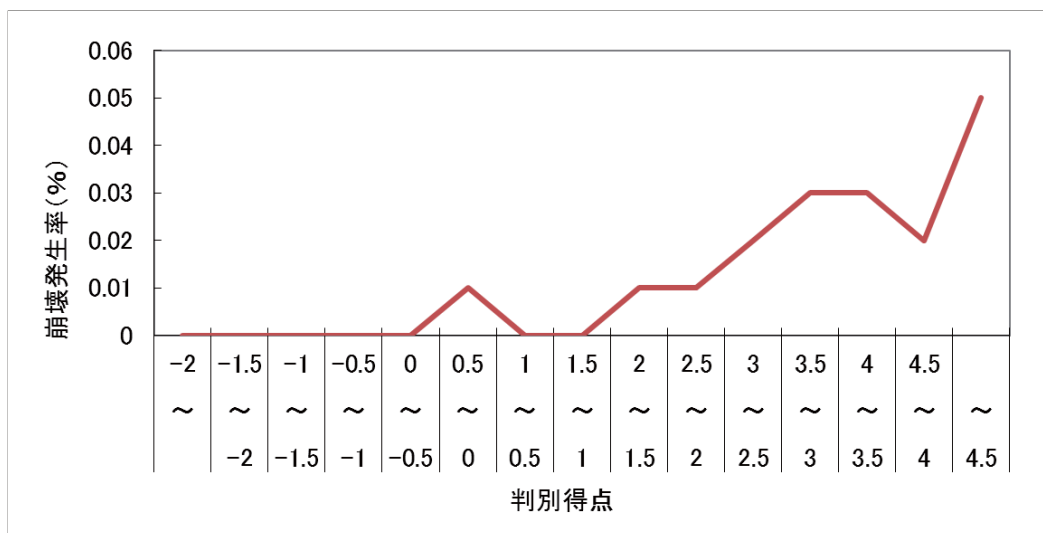
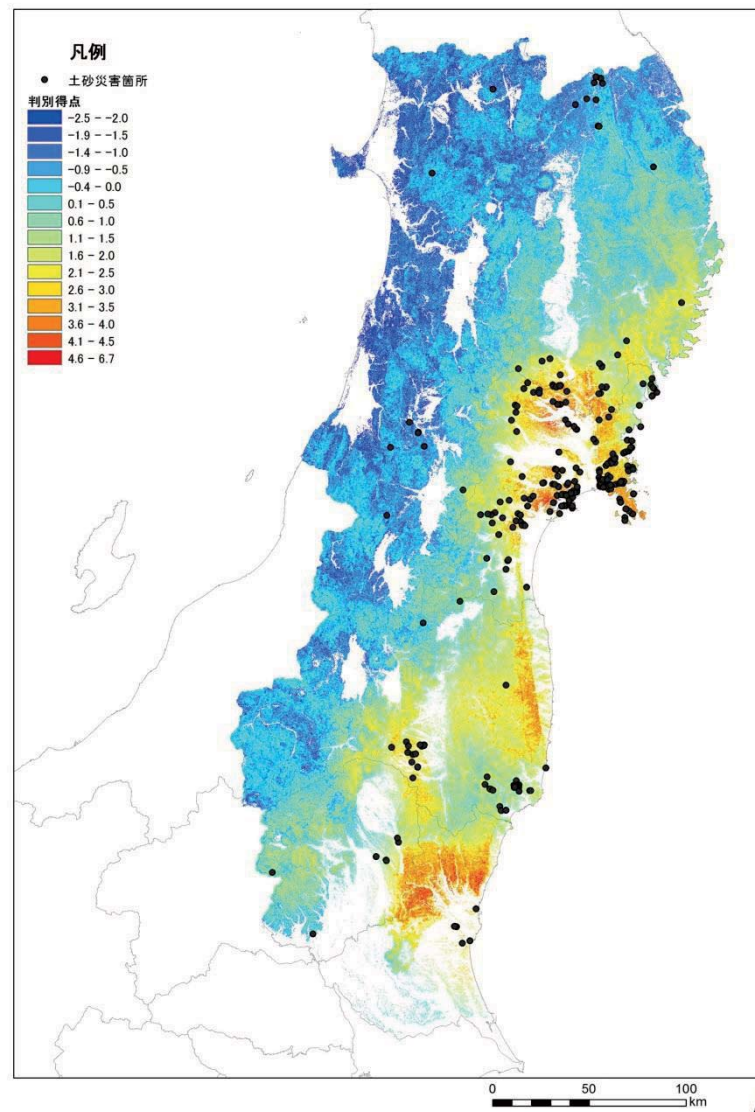
- 国総研砂防研究室では、これまで地震による山腹斜面の崩壊を予測するため、平成7年兵庫県南部地震における崩壊実績をもとに、「地震による斜面崩壊危険度評価判別式」を開発
- 判別式  $F = 0.075I - 8.9C + 0.0056A - 3.2$ 
  - F: 判別得点
  - I: 斜面勾配 (°)
  - C: 平均曲率
  - A: 最大加速度 (cm/s<sup>2</sup>)
- このたびの地震により、広い範囲で発生した多数の斜面崩壊について、**地形・地質の異なる広い範囲で判別式の適合性を確認することが初めて可能に**

# 地震時の斜面崩壊危険度予測システムの構築

- 判別得点と崩壊発生率に正の相関を確認し、**広範囲の海洋型地震への適用性を確認**



- 事前に危険度評価結果を算定し、予防対策や緊急点検時のユーザーとなる自治体等へ伝達する『**地震時斜面崩壊危険度予測システム**』の整備を加速

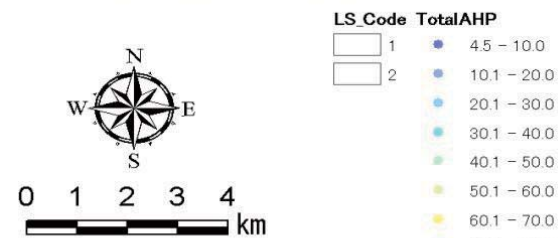
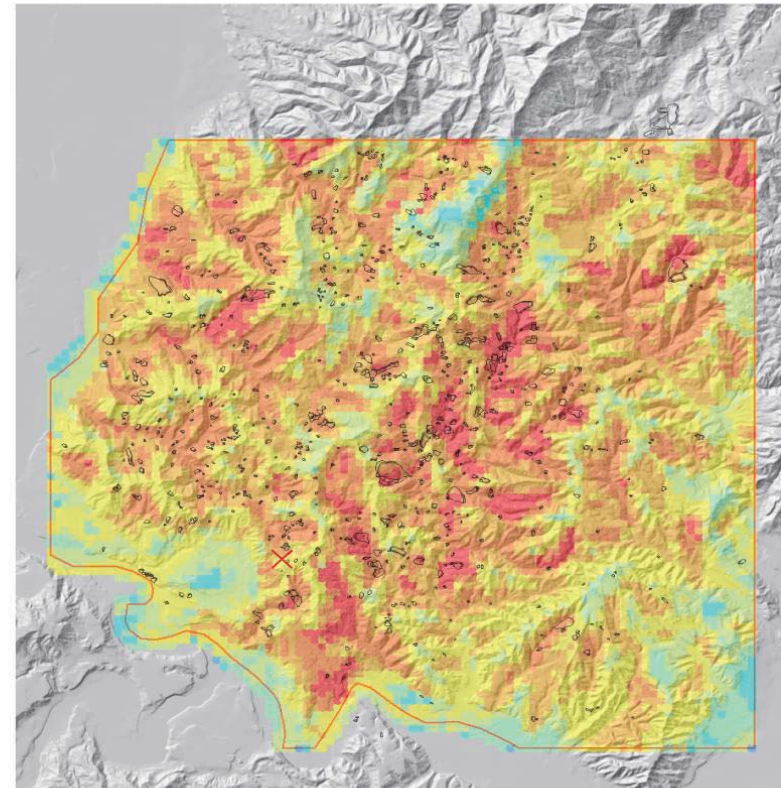


# 予測困難な崩壊性地すべりの危険度評価手法の確立(その1)

- ・国総研では河川砂防技術開発課題に基づき、崩壊性地すべりの危険度評価手法の開発等を(公社)日本地すべり学会に委託(平成23~25年度)
- ・過去の事例解析に加え専門家判断も取り入れたAHPモデルに基づく崩壊発生要因の階層化等による『**斜面変動危険地域評価マニュアル案**』を作成



- ・地震時に大規模な崩壊性地すべり等が発生する恐れのある地域の絞り込みが可能となった(**予防対策と震後調査の効率化**)



地すべり発生危険性のAHP得点分布図  
(2004年中越地震)



# 予測困難な崩壊性地すべりの危険度評価手法の確立(その2)

## ●崩壊性地すべりの発生に関わる地形・地質的特徴を分析し斜面抽出手法を確立

地形：①頂部斜面と上部谷壁斜面が広い、②脚部が下部谷壁斜面に切られる(縦断凸形状)

地質：①テフラや火山灰土が厚く堆積、②すべり面となりうる弱層の存在



写真-1 福島県白河市葉ノ木平地区で発生した崩壊性地すべり

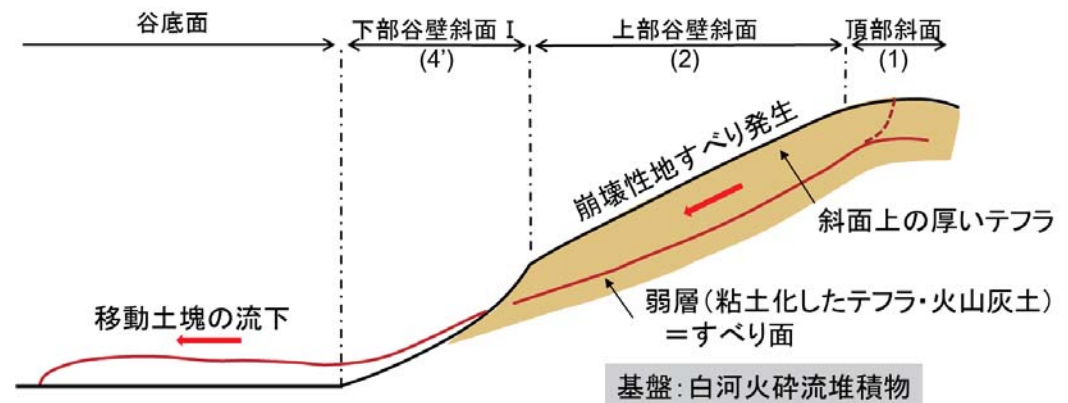


図-1 白河丘陵で発生した崩壊性地すべりの発生要因

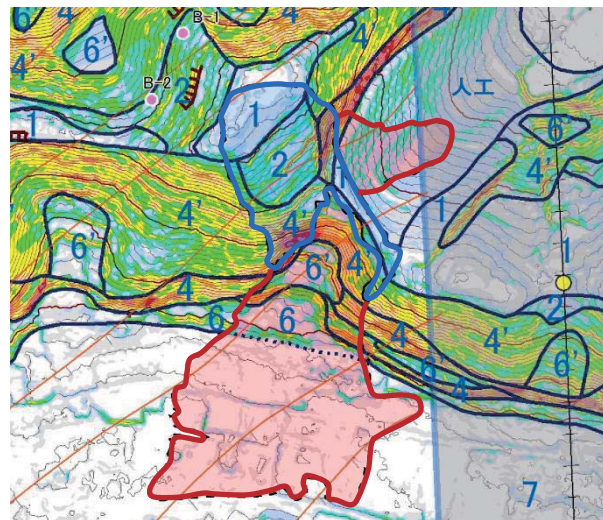


図-2 葉ノ木平地区の微地形分類

表-1 白河丘陵で発生した崩壊性地すべりの諸元

地区	規模(m)			発生域の斜面分類					尾根部 横断幅(m)	すべり面
	最大 長さ	最大 幅	滑落崖 最大 比高	頂部 斜面 (1)	上部 谷壁 斜面 (2)	谷頭 凹地 (3)	下部 谷壁 斜面I (4')	下部 谷壁 斜面II (4)		
葉ノ木平	115	65	5(側方 崖13m)	●	●		●		65	弱層(粘土化した テフラ・火山灰土)
牛清水	55	50	10	●	●		●		55	弱層(粘土化した テフラ・火山灰土)
堂ヶ作	145	95	10	●	●		●		80	弱層(粘土化した テフラ・火山灰土)
北ノ入	75	45	10	●	●		●		40	弱層(粘土化した テフラ・火山灰土)
坂東	55	70	5		●		●		40	弱層(粘土化した テフラ・火山灰土)
岡ノ内	70	50	10				●	●	-	粘土化した 火山灰土

# 崩壊性地すべりの危険度の高い地域における火山灰被覆丘陵を対象とした危険斜面の抽出方法(案)

## 予備調査

調査方法: 文献調査による調査対象地域の地形・地質等の概況の把握



## 広域調査

調査方法: 微地形分類、空中電磁調査等により崩壊性地すべり発生の恐れのある斜面の一次抽出

基図縮尺: 1/1万~1/5千



## 詳細調査

調査方法: 一次抽出斜面における踏査、貫入試験等による二次抽出  
※必要に応じて保全対象の有無による調査対象の絞り込みを行う

基図縮尺: 1/1千~1/2.5千



## 崩壊性地すべりによる災害の恐れのある斜面の抽出

調査方法: 到達範囲予測、保全対象調査による二次抽出斜面の評価

基図縮尺: 1/1千~1/2.5千



# 微地形分類、空中電磁探査による広域調査の検証結果

微地形分類、空中電磁調査等により崩壊性地すべり発生のある斜面の一次抽出

地形調査: 斜面微地形分類 (LPデータ)

条件: ① 頂部斜面+上部谷壁斜面+下部谷壁斜面の組合せ

② 尾根幅(頂部斜面+上部谷壁斜面)40m以上

地質調査: 踏査、空中電磁法+ボーリング調査

条件: ロームの層厚5m以上

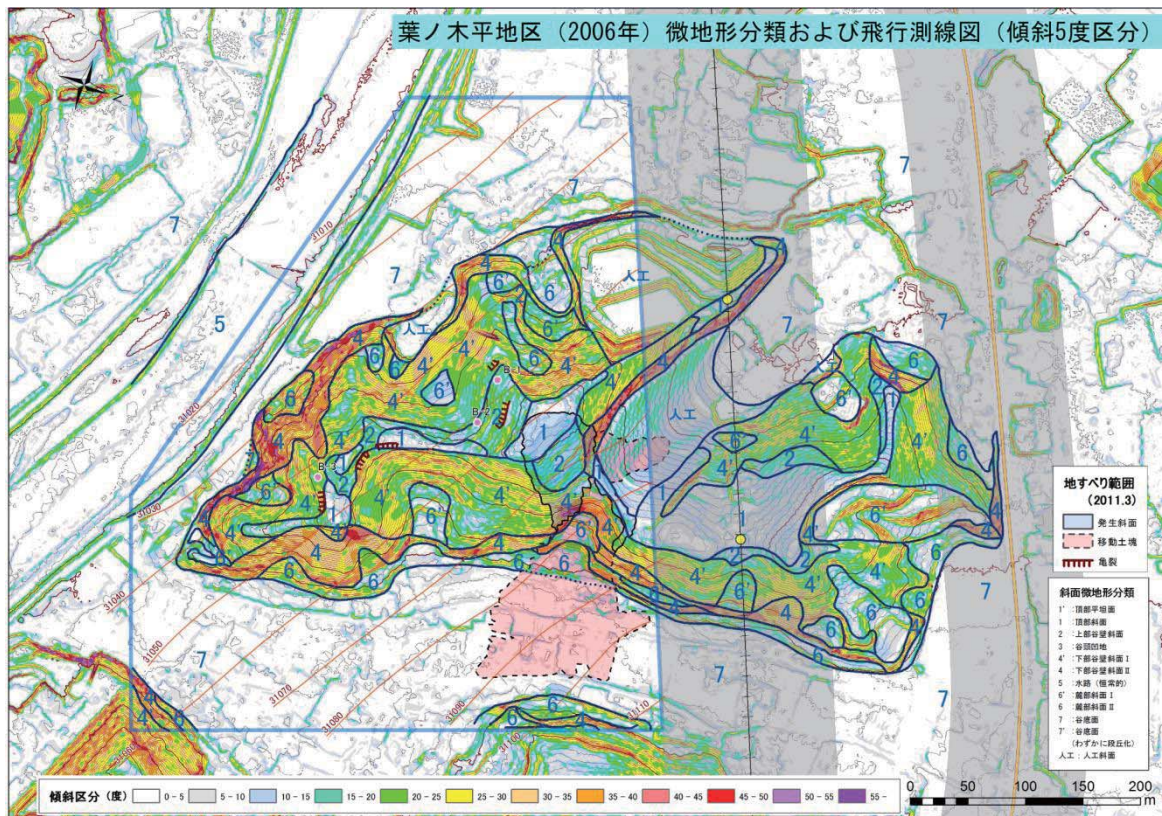


図-1 葉ノ木平地区の微地形分類図

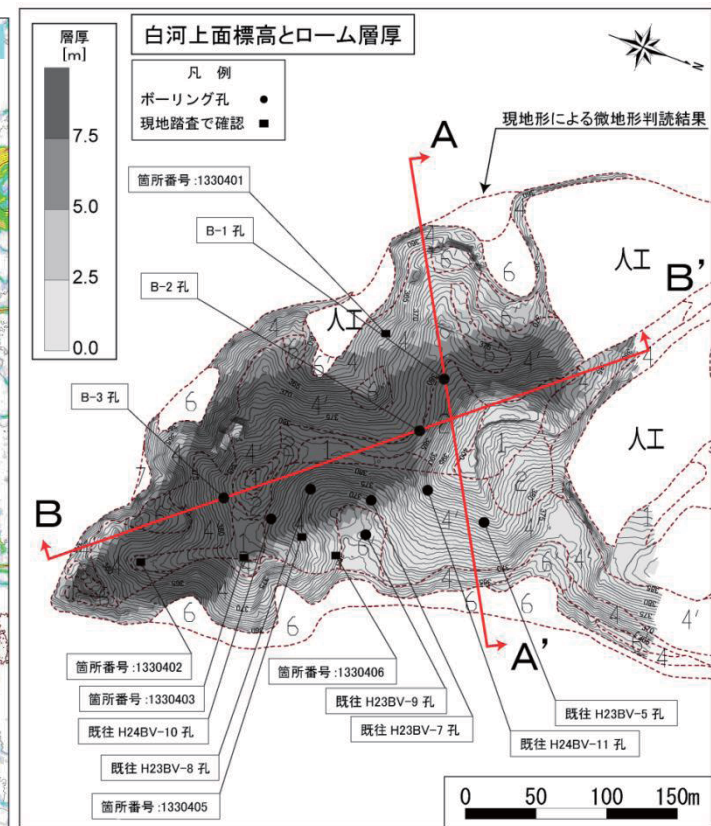


図-2 空中電磁法によるローム(火山灰土)層厚



## 地震後の警戒避難基準の見直し

- ・大規模地震発生後は通常よりも少ない降雨で崩壊が発生
  - ・都道府県および地方気象台では土砂災害警戒情報の発表基準雨量を引き下げて運用しているが**いわゆる空振りが頻発**
  - ・基準設定手法の見直しを目指して広い範囲で地震後の降雨による崩壊事例を収集することが当該**海溝型地震で初めて可能**
- ★提示案：震度5強⇒7～8割、6弱以上⇒5～6割（H19.12）



★提示案：震度5強⇒8割、6弱以上⇒7割（H25.5）

**土砂災害警戒情報の発表回数を5%抑制**

# 雨量基準見直しの適正評価結果

- 見直し基準の適用により(領域(1)+(2))捕捉率は87.6%となり、見直し後も適正な基準として提示

領域	最大震度別の災害件数				合計	割合
	震度5強	震度6弱	震度6強	震度7		
(1)	5	8	9	0	22	68.8%
(2)	1	0	5	0	6	18.8%
(3)	0	0	4	0	4	12.5%
合計	6	8	18	0	32	-

