

先進光学衛星(ALOS-3)と後継機への期待

# 土砂災害対応における 衛星データの利用について

国土交通省 国土技術政策総合研究所  
土砂災害研究部

○水野 正樹  
松田 昌之  
平田 育士

1. 火山噴火時の降灰範囲の把握
2. 風水害時の崩壊地分布の把握
3. 地震時の崩壊地分布の把握
4. 海外災害時の調査
5. まとめ

# 1. 火山噴火時の降灰範囲の把握

目的: 降灰により土石流による被害のおそれが高まっている溪流の抽出 (**土砂災害防止法\***)

※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

## 国土交通省が実施する「緊急調査」の要件

土石流想定氾濫区域図  
土石流危険溪流名: 中山谷1

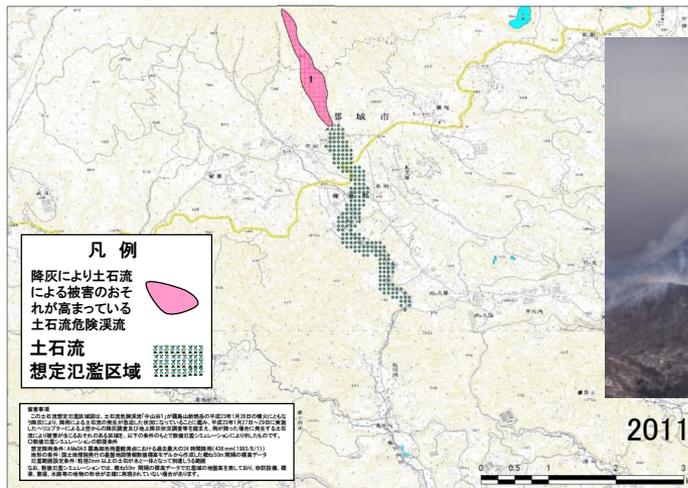
### 降灰後の土石流:

河川勾配が10度以上である流域のおおむね5割以上に**火山灰等が1cm以上の高さで堆積**していると推計される溪流  
おおむね10戸以上の人家に被害が想定



©国土交通省

降灰後の土石流被害の例  
(雲仙普賢岳1993年)



平成23年2月4日 国土交通省九州地方整備局



2011年1月～霧島山新燃岳噴火

降灰により土石流による被害のおそれが高まっている土石流危険溪流の想定氾濫区域の例

- ➡緊急調査を実施する必要がある、**1cm以上の降灰エリア**はどの範囲？
- ➡降灰エリアの降雨後は、土石流の発生有無を確認

# 1. 火山噴火時の降灰範囲の把握 (2011年1月～霧島山 新燃岳噴火)



九州地方整備局 2011.1.27撮影

- ・火山灰等が1cm以上堆積した範囲の推計
- ・広域に降灰する場合、噴火時の噴煙に弱い航空機観測と比べ、衛星観測が優位
- ・大規模噴火時においても衛星観測は、飛行禁止区域内や立入規制区域内の観測、広域観測が可能

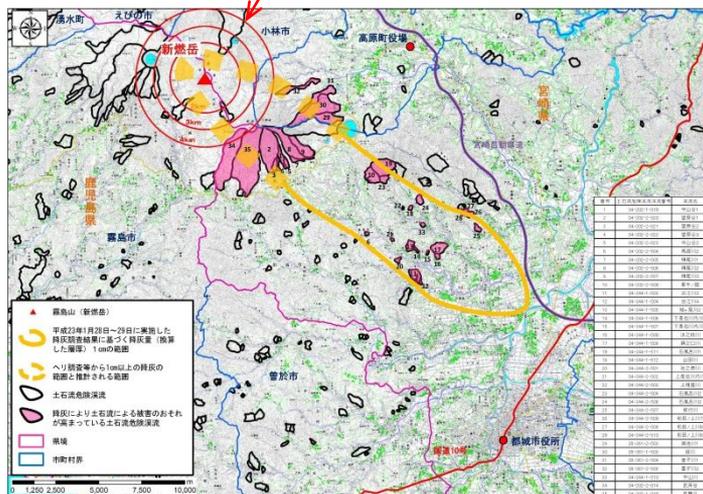
## 降灰等の堆積状況のへり調査



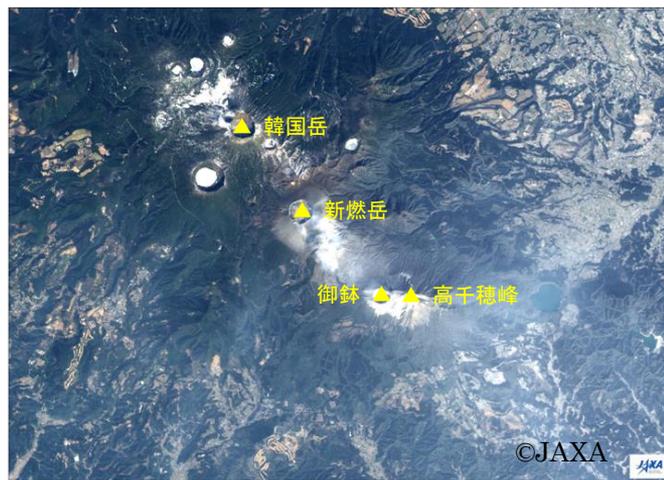
2011.1.28九州地方整備局

## 降灰調査

当時の立ち入り禁止区域(新燃岳火口から半径4km以内)

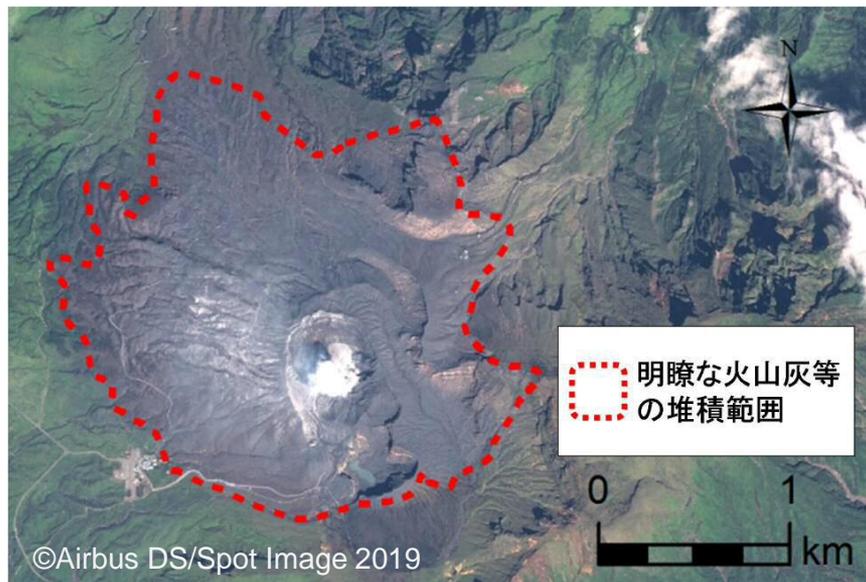


2011年2月4日 国土交通省九州地方整備局  
緊急調査の対象溪流(赤色)



霧島山 新燃岳噴火時の光学衛星画像  
(2011年2月7日ALOS撮影) 3

# 1. 火山噴火時の降灰範囲の把握 (2016年10月7日 阿蘇山噴火)

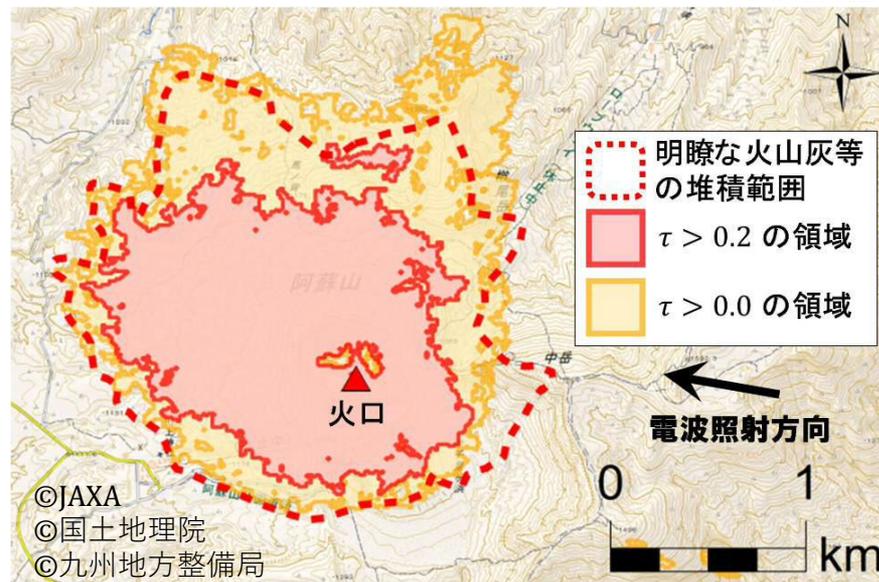


撮影日: 2016年10月10日

高分解能光学衛星画像(SPOT)から判読

高分解能光学衛星画像

・晴天時の降灰範囲の観測



観測日: 2016年9月19日・10月3日・10月17日

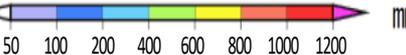
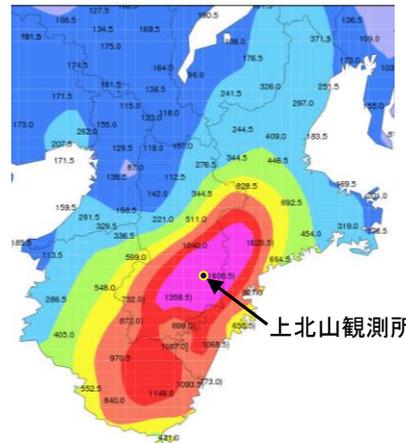
ALOS-2 SARデータの3時期コヒーレンス解析例

衛星SARの2時期、3時期コヒーレンス解析

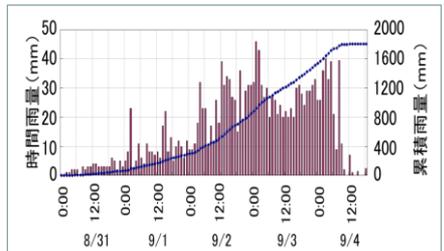
・曇天、夜間等における降灰範囲の観測

・変化する降灰範囲の継続的な把握

# 2. 風水害時の崩壊地分布の把握 (2011年9月台風12号による紀伊半島大水害)

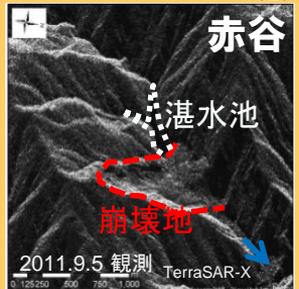


アメダス期間降水量分布図  
2011年8月30日18時～9月4日24時  
(奈良地方気象台, 気象速報, 平成23年9月8日10時現在より)



雨量データ  
(気象庁, 奈良県上北山観測所)

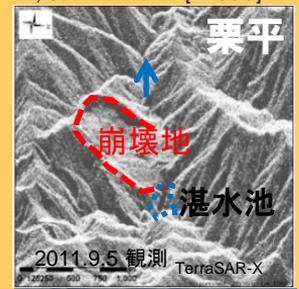
## <天然ダム> ©2019 DLR, Distribution Airbus DS / Infoterra GmbH, Sub-Distribution [PASCO]



①五條市大塔町赤谷



②十津川村長殿



③十津川村栗平



④野迫川村北股



⑤田辺市熊野

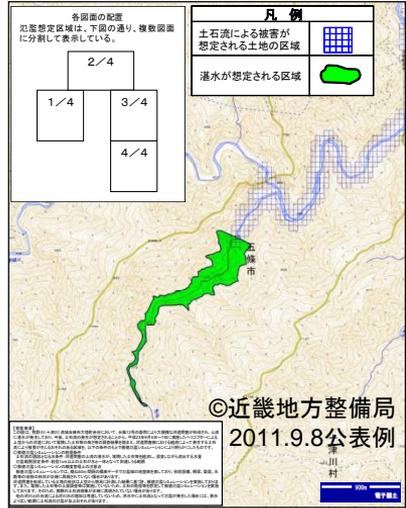
大規模天然ダム  
5箇所を含め、  
合計17個所の河  
道閉塞が発生

→衛星SAR画像(2時期カラー合成、単偏波 等)を用いて、  
おおむね高さ20m以上の**天然ダム**(河道閉塞)の発生箇所を探索

※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

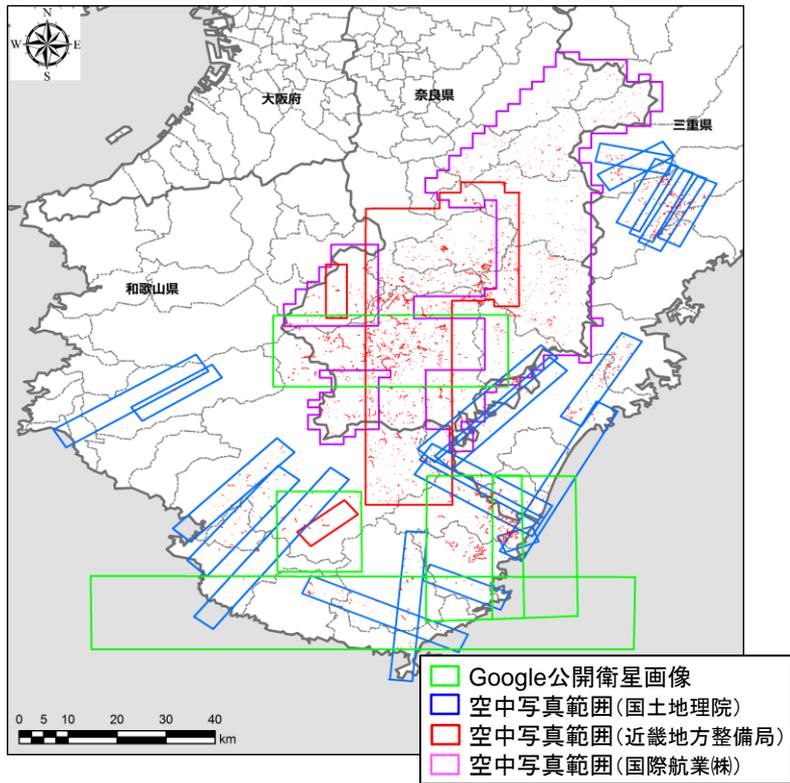
## 土砂災害防止法<sup>※</sup>の 緊急調査及び 土砂災害緊急情報

河道閉塞による湛水が発生原因とする  
土石流等による被害が想定される土地の区域  
区域名: 熊野川(十津川)流域五條市大塔町赤谷 (1/4)

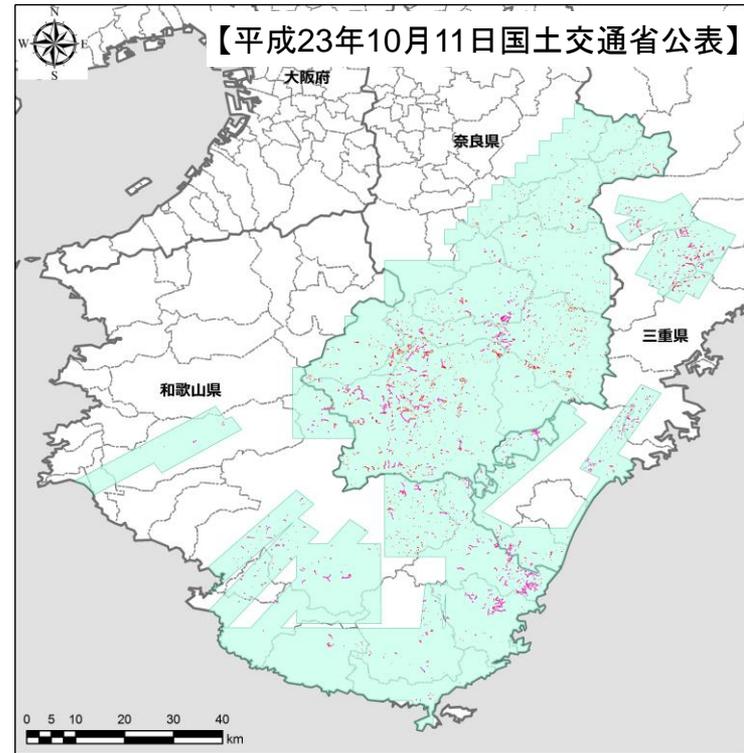


「重大な土砂災害の想定される土地の区域」を  
数値氾濫シミュレーション計算して、公表。

## 2. 風水害時の崩壊地分布の把握 (2011年9月台風12号による紀伊半島大水害) 光学



判読に使用した空中写真の種類



崩壊地分布図

崩壊面積率 約0.2%

- 災害時に全域を撮影した光学画像を用いて**崩壊地分布を把握**
- 累積雨量の多い地域全域を隙間無く撮影した光学画像が望ましい

# 2. 風水害時の崩壊地分布の把握 (2018年7月豪雨災害広島県呉市付近)

## 高分解能光学衛星画像を用いて、広域の被災状況を把握

(SPOT6/7)

| 年月            |         | 2018年7月 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------|---------|---------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 日             |         | 7       | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 曜日            |         | 土       | 日 | 月  | 火  | 水  | 木  | 金  | 土  | 日  | 月  |
| へり巡視          |         | 豪雨発災    |   | ↔  |    |    | ↔  |    |    |    |    |
| 空中写真撮影(国土地理院) |         |         |   | ↔  |    |    | ↔  |    | 公表 |    | ↔  |
| 衛星SAR画像       | ALOS-2  | ↔       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|               |         | 夜       | 昼 |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 光学衛星画像        | SPOT6/7 |         |   | △  | △  |    | ×  |    | △  | ○  | ○  |
|               | 雲率(%)   |         |   | 24 | 37 |    | 88 |    | 22 | 7  |    |



7月9日撮影(発災翌日)



7月10日撮影(発災2日後)

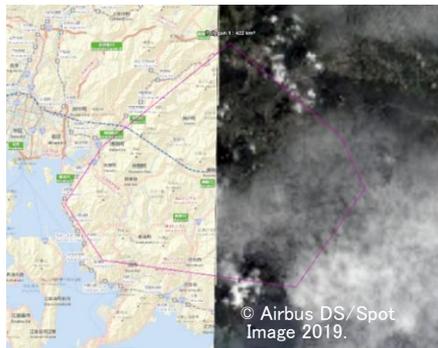
災害2日後には、雲が減り全域が入る光学衛星画像が撮影できた

○:晴天  
△:一部雲あり  
×:雲多い

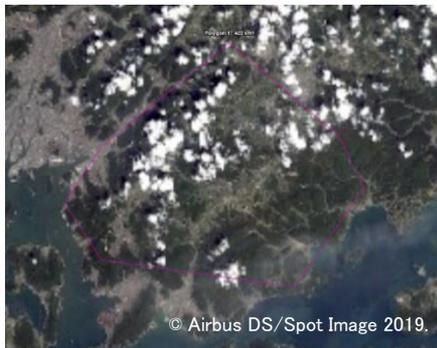
2018年7月豪雨災害では、災害2日後には雲が減り呉市付近全域が入る光学衛星画像が撮影できた。



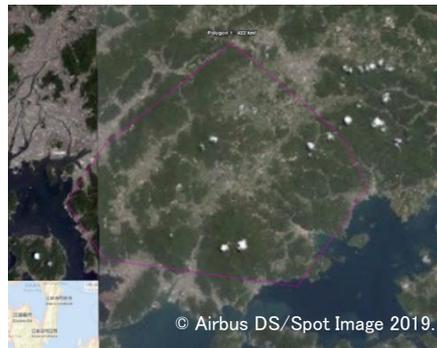
**崩壊集中域の把握**



7月12日撮影(発災4日後)

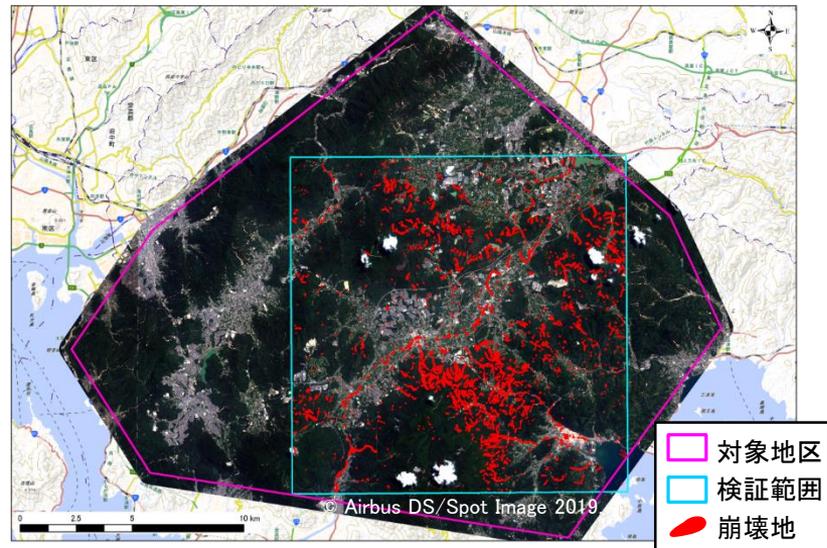


7月14日撮影(発災6日後)



7月15日, 16日撮影(発災後7~8日)

### 高分解能光学衛星画像から崩壊地を自動抽出



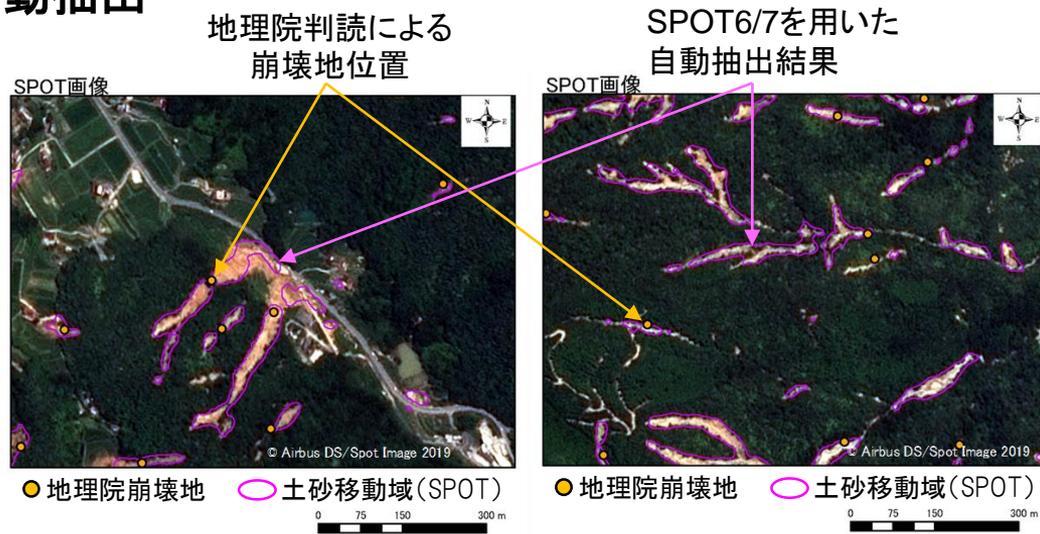
高分解能光学衛星画像 (SPOT) による  
崩壊地抽出結果 (広島市呉付近)

SPOT-6/7

【災害前】 2018年5月11日

【降雨】 2018年7月 3日～ 8日

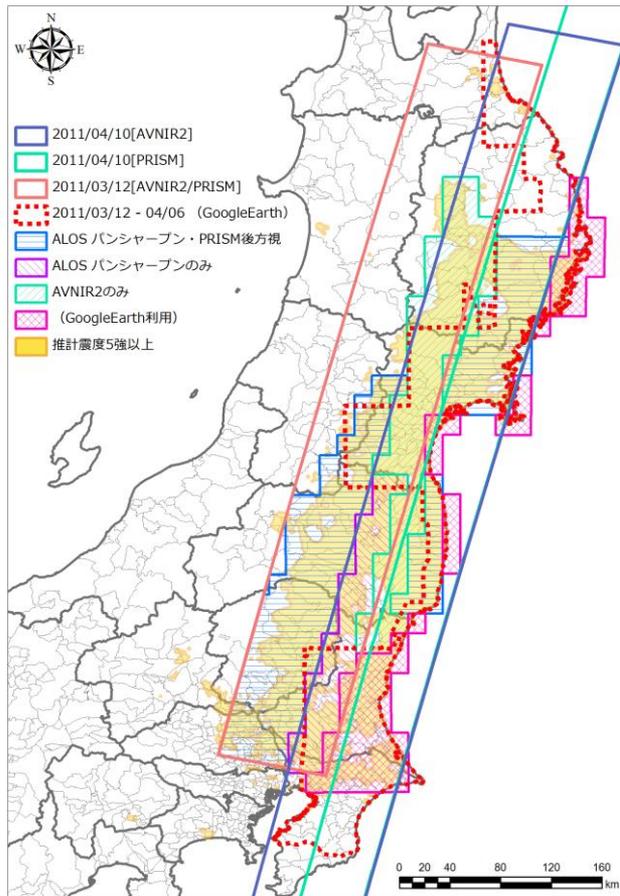
【災害後】 2018年7月15日～16日



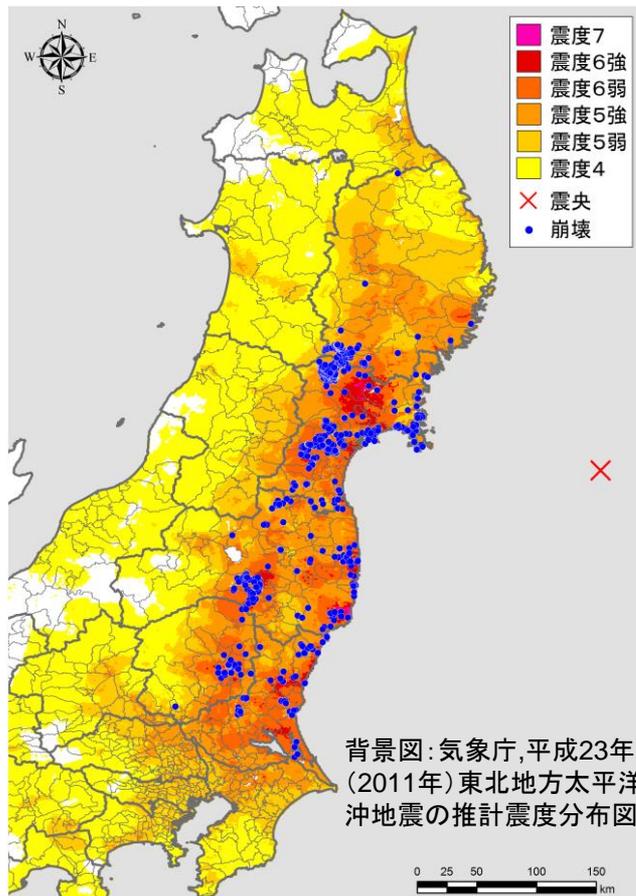
「地理院判読による崩壊位置 (ポイント)」と「SPOT6/7を用いた崩壊地抽出結果」

空中写真から国土地理院が判読した崩壊地を正解として比較すると、約70%の箇所 (誤差20m以内で判定) が自動抽出できた。

⇒ 崩壊地位置は比較的良く一致し、崩壊集中域の把握に利用できると考えられる。



使用した光学衛星画像



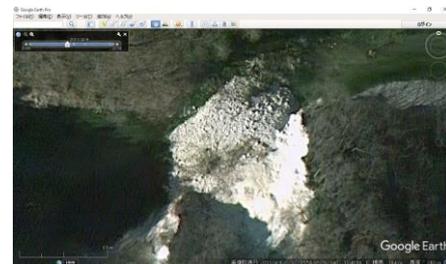
崩壊地判読結果

### 2011年東日本大震災の対応

震度5強以上の地域を中心に、光学衛星画像の判読を行い、地震による崩壊地を抽出。

判読面積：約40,000 km<sup>2</sup>

高分解能光学衛星画像は、一部地域が入手困難であった。



崩壊地画像の例(Google Earth)

### 3. 地震時の崩壊地分布の把握

(2018年9月6日北海道胆振東部地震)

光学



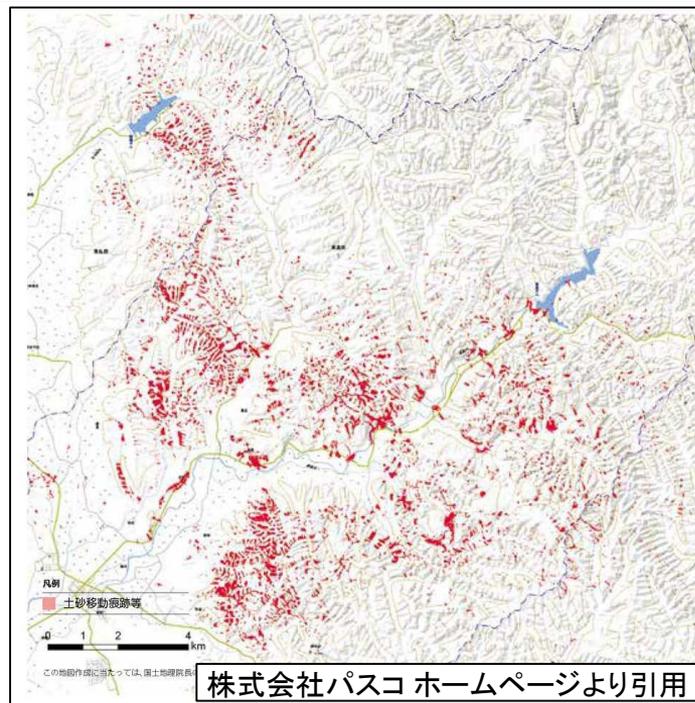
株式会社パスコは、2018年9月6日北海道胆振東部地震発生に伴い、2018年9月11日に撮影した光学衛星画像（SPOT）を元に、画像解析により**土砂移動痕跡等を自動判読し、崩壊面積の概算値を算出**



平成30年北海道胆振東部地震  
光学衛星画像



(震度等別) 平成30年09月06日 03時08分 震源地が不明な M6.7 (浅層型) 平成30年09月06日 03時12分 震度4 2時33分 0時45分 7

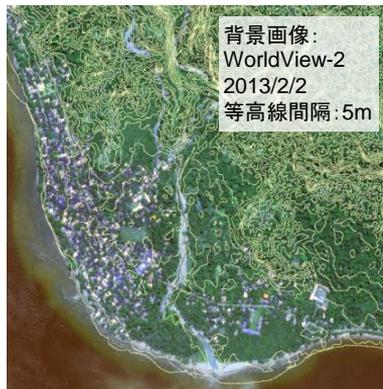


土砂移動痕跡等の自動判読（速報）

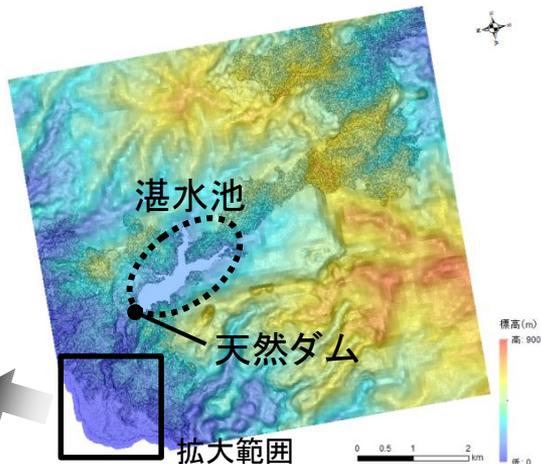
→崩壊面積を国土交通省が過去の地震災害と比較して公表

# 4. 海外災害時の調査 (深層崩壊で形成した天然ダムの決壊前後の状況把握)

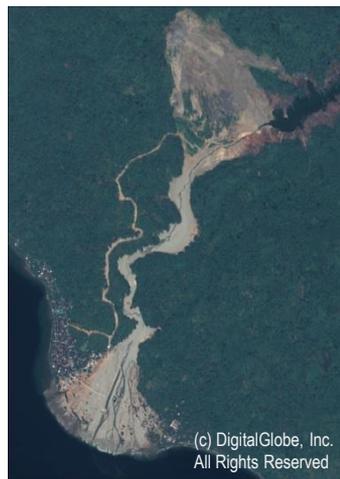
高分解能光学衛星画像のステレオ画像解析を用いてDEM(数値標高モデル)作成し、天然ダム形状及び流下領域の地形を把握した。



(c) DigitalGlobe, Inc. All Rights Reserved



作成したDEMによる地形図(天然ダム決壊前)



決壊後 WorldView-2 2013/9/13撮影

天然ダムの決壊後の光学衛星画像

インドネシア国アンボン島で、2012年7月13日深層崩壊により天然ダムが形成し、2013年7月25日に決壊した。

→光学衛星画像から決壊前と決壊後のDEMを作成。

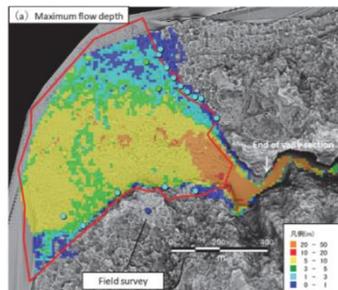
使用した光学画像

| 衛星名         |
|-------------|
| WorldView-1 |
| WorldView-2 |
| QuickBird   |

作成したDEM仕様

|         | DEM諸元        |
|---------|--------------|
| メッシュサイズ | 2m           |
| 精度の目標   | 水平・垂直 2m(相対) |

作成したDEMを用いて、天然ダム決壊時の数値氾濫シミュレーションを実施して現象を検証。



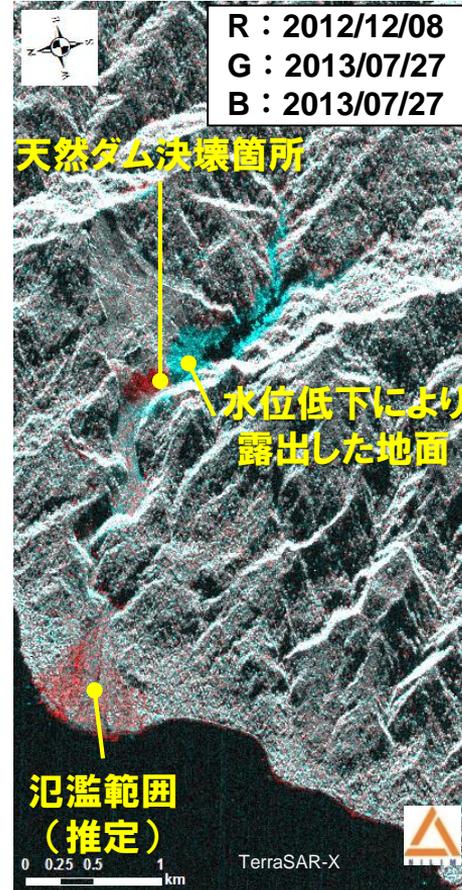
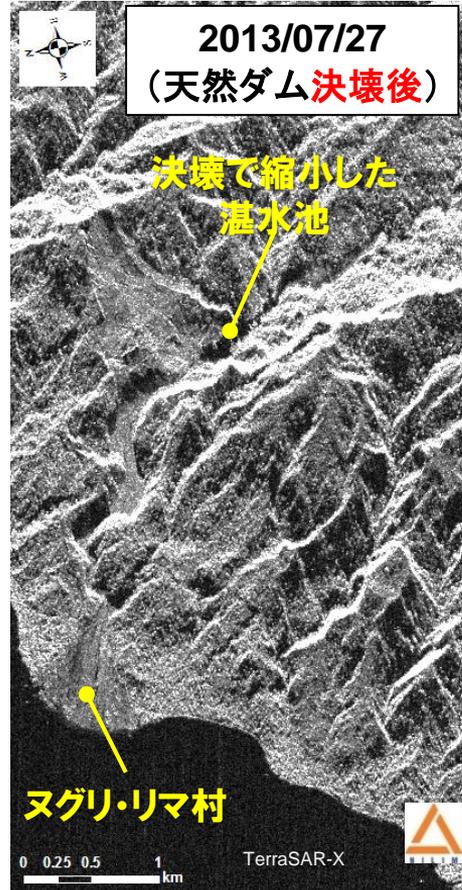
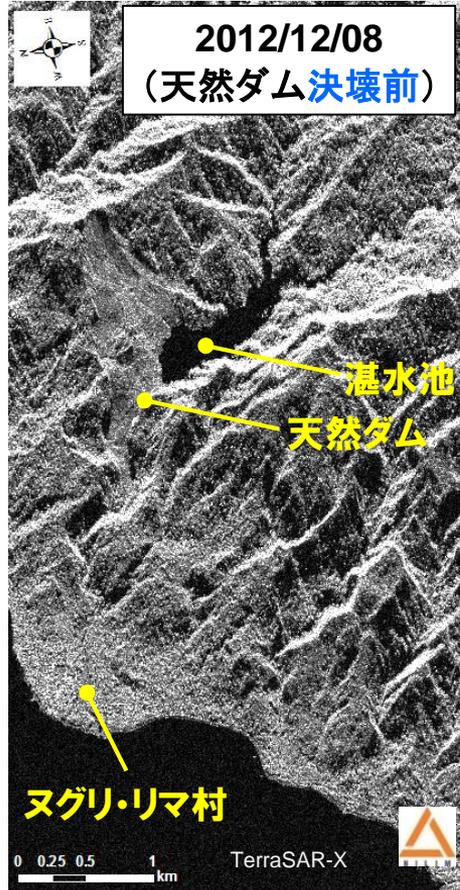
出典: 石塚忠範・他, 天然ダム決壊に伴う大規模洪水現象の解析, 2014

数値氾濫シミュレーション結果(最大流動深)



# 4. 海外災害時の調査 (深層崩壊で形成した天然ダムの決壊前後の状況把握)

衛星SAR画像により天然ダム決壊状況を把握(2時期カラー合成画像の判読) (TerraSAR-X)



インドネシア国  
アンボン島の  
天然ダム決壊  
(2013年7月25日)  
の際に、

- ・氾濫範囲
- ・湛水池の状況  
等

について画像から  
推定。

## 5. まとめ

### 土砂災害対応における先進光学衛星と後継機への期待

#### ◆火山噴火による降灰時（土砂災害防止法の緊急調査の対象渓流を抽出）

##### ◇衛星SAR, 高分解能光学衛星画像

- ・火山灰等が1cm以上堆積した範囲の推計。降灰エリアの降雨後は、土石流の発生有無を確認。
- ・広域に降灰する場合、噴火時の噴煙に弱い航空機観測と比べて、衛星観測が優位。
- ・大規模噴火時も衛星観測は、飛行禁止区域内や立入規制区域内の観測、広域観測が可能。

##### ◇衛星SAR

- ・曇天、夜間等における降灰範囲の観測。変化する降灰範囲、地形の継続的な把握。

#### ◆風水害時, 地震災害時

##### ◇高分解能光学衛星画像(航空機より早い広域情報)

- ・広域画像による崩壊集中域の把握。全域を撮影した光学画像を用いて崩壊地分布を把握。

##### ◇衛星SAR画像(2時期カラー合成 等)(夜間、悪天候時の広域情報)

- ・大規模天然ダム(河道閉塞)の発生箇所を探索。広域画像による崩壊集中域の把握。

#### ◆海外災害時

##### ◇高分解能光学衛星画像, ステレオ画像からのDSM(数値表層モデル)やDEM(数値標高モデル), 衛星SAR画像(2時期カラー合成 等)

- ・大規模天然ダムの形状、湛水状況、流下領域地形 等を把握。広域画像による崩壊集中域の把握。



国土技術政策総合研究所