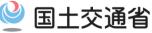
土砂災害への対応における 衛星の活用について

平成28年7月28日

国土交通省 水管理•国土保全局 砂防部砂防計画課 地震•火山砂防室 課長補佐 山本 悟司



平成28年熊本地震による土砂災害の発生状況

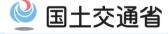


平成28年7月14日10:00現在

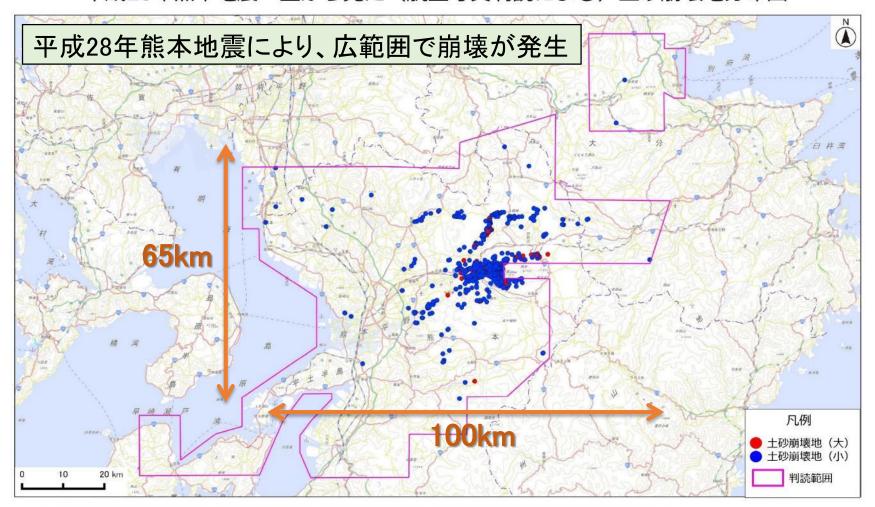
土砂災害発生件数:190件(土石流等57件、地すべり10件、がけ崩れ123件)、土砂災害による死者数:9名



平成28年熊本地震による土砂崩壊の発生分布



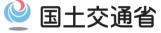
平成28年熊本地震・空から見た(航空写真判読による)土砂崩壊地分布図 国土地理院HPより



- 1. この地図は国土地理院が緊急に撮影した航空写真(4月16日、19日及び20日撮影)から、地震により生じた土砂崩壊地の分布を判読したものです。現地踏査は実施しておらず、実際に崩壊のあった箇所でも把握できていない部分があります。
- 2. 土砂崩壊地は、急傾斜地の崩壊、地すべり、土石流を1つの項目にまとめて表現しています。
- 3. 土砂崩壊地(大)はおおむね1ヘクタール(サッカー場)以上、土砂崩壊地(小)はおおむね0.1ヘクタール(50mプール)~1ヘクタールの ものを表しています。
- 4. 土砂崩壊地の中心付近を丸で表しており、土砂崩壊地の形状を表現しているわけではありません。
- 5. 崩壊が連続的に発生しているものを複数箇所として示している場合があります。
- 6. 崩壊の発生を確認して、表記しているものであり、保全対象との関係などから土砂災害ではないものも含まれる場合があります。
- 7. 今後の地震活動、降雨等により、土砂崩壊地の箇所数が増加する可能性があります。
- 8. 正射画像の表示範囲外に土砂崩壊地が表示されることがありますが、当該地域の航空写真は、垂直写真から確認できます。



平成28年熊本地震による土砂災害の特徴



1. 大規模な斜面崩壊が発生



2. 勾配の緩い斜面でも斜面崩壊や地すべりが発生



3. 崩壊土砂が土石流化して下流まで流出





地震後の土砂流出(阿蘇山北側斜面)



平成28年7月22日現在

熊本地震により崩壊した阿蘇山北側斜面で梅雨時期の降雨により土砂流出が発生

崩壊箇所:熊本県 阿蘇市 乙姫地先

状 況 : 地震後の6月から7月にかけての降雨が原因と考えられる

土砂流出が発生



撮影日 平成28年5月31日 _{国土地理院撮影}



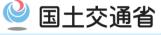
撮影日 平成28年7月18日



© 国土地理院



土砂災害対応の流れ





■ 被害情報の収集

初動

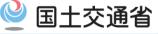
- 土砂災害の発生箇所等の把握
 - 斜面崩壊
 - インフラ被災
 - ・天然ダムの形成 等
- 要対策箇所の特定

■応急復旧と二次災害防止

余震・豪雨時 被害の拡大状況の確認

復旧

■本格復旧



■ 初動対応においては、災害の全体像を<mark>早期把握</mark>し、限られた 資源(人員、資機材等)を効率的に配分することが必要



紀伊半島台風12号災害・赤谷地区 <改正土砂法に基づく緊急調査を実施>

従来の航空機調査(ヘリ・セスナ等)

課題

- **広域災害の面的調査**に<u>時間がかかる</u>
- 夜間・悪天候による情報収集の遅延

必要な技術

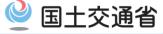
夜間・悪天候時にも広域観測可能なセンサ

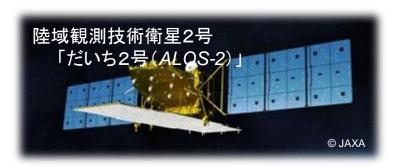
打開策

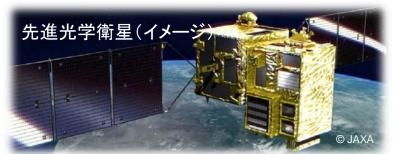
衛星搭載型 合成開ロレーダ(SAR)の活用

SAR: Synthetic Aperture Radar

SAR画像と光学画像の比較



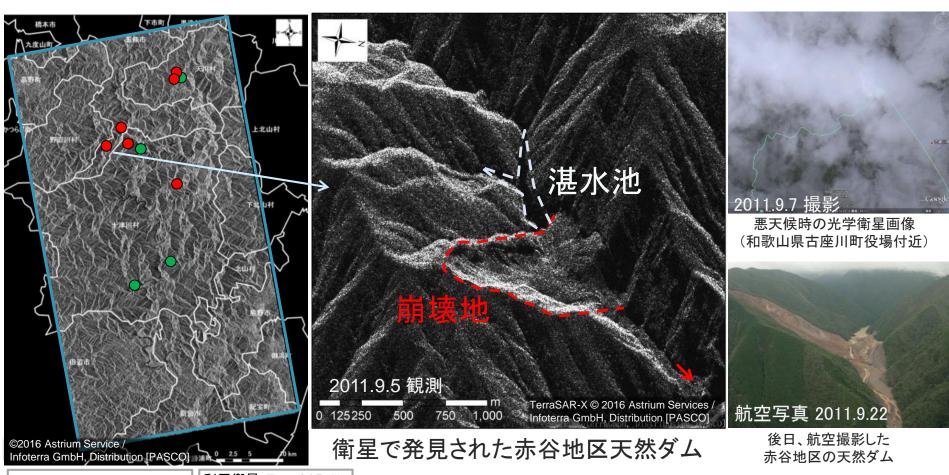




		SAR画像	光学画像
٠	長所	 広域観測可能 夜間・悪天候時の観測可能 干渉解析可能 土地被覆分類可能(複数偏波) 	広域観測可能画像解釈の簡易さ土地被覆分類可能(複数バンド)
	短所	画像解釈の複雑さ画像のゆがみ	• 夜間・悪天候時の観測不可

SAR活用事例 ~平成23年台風12号 紀伊半島大水害~² 国土交通省





【凡例】河道閉塞箇所

●可能性大

●可能性小

利用衛星:TerraSAR-X 観測日時:9/5 PM5:53 画像範囲:30km×50km 分解能 :3m

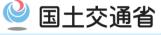
悪天候下においても、未確認の天然ダムの早期発見に成功 ⇒より

迅速な対処(住民

避難など)

につながる

土砂災害防止法に基づく災害対応



大規模な土砂災害が急 迫〔天然ダム、火山噴火 に伴う土石流、地滑り等〕

天然ダムや火山噴火に伴う土石流、天 然ダムの湛水(高度な技術を要する土 砂災害)については国、地滑りについて は都道府県が緊急調査を実施



緊急調査に基づき被害の想定される区域・時期の情報(土砂災害緊急情報)を 市町村へ通知・一般へ周知



市町村長が住民への避難を指示(災害 対策基本法第60条)等



土砂災害から国民の生命・身体を保護

対応時系列~平成23年台風12号 紀伊半島大水害~

■ 9月4日

未明深層崩壊が集中的に発生

21:00 撮影計画作成開始 23:00 撮影計画作成完了

■ 9月5日

01:30 SAR緊急観測オーダー

14:30 悪天候の中、国交省へリ調査で

天然ダム1箇所(長殿地区)を確認

17:53 SAR観測、地上局での受信

19:50 プロダクト作成完了、国総研へのデータ提供

21:00頃 判読開始

長殿地区と同様の画像パターンを探す

■ 9月6日

01:30頃 判読終了

赤谷・栗平等、天然ダム10箇所抽出

02:00頃 国総研→近畿地整に情報提供

10:00~ ヘリ調査の結果、赤谷・栗平等を確認

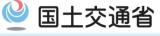
タ方 土砂災害防止法に基づく緊急調査実施を報道発表

■ 9月8日

土砂災害緊急情報の発表

五條市、十津川村避難指示発令、住民避難

SAR画像判読支援システム

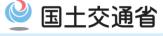


- 大規模災害時の迅速な状況把握において、夜間・天候問わず観測可能な SARの活用は有効で、期待も大きい
- 一方、SAR画像特有の倒れこみやスペックルノイズ等により、その取り扱い や判読にある程度の熟練を要する
- 判読者の熟練度による<u>判読結果の確度の違い</u>や、<u>判読作業に時間がかかる</u>ことが想定され、迅速な状況把握を行う上で支障となるおそれがある



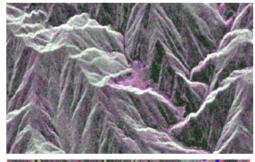
→ <u>判読性の向上と作業の迅速化</u>を図ることを目的に、 国交省職員の判読調査を支援するシステムを国総研にて開発

SAR画像判読支援システムの特徴



判読·解析用画像作成 参照情報準備

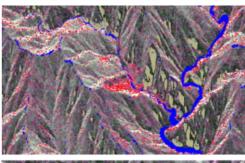
※直観的な視認性向上(土地被覆)



© 2016 Astrium Service / Infoterra GmbH, Distribution [PASCO]

半自動判読(画像解析)

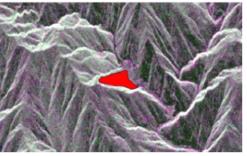
※目視判読の優先箇所を抽出



© 2016 Astrium Service / Infoterra GmbH, Distribution [PASCO]

目視判読(技術者)

※画像解析結果をもとに崩壊地を確認



© 2016 Astrium Service / Infoterra GmbH, Distribution [PASCO]

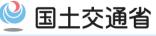
判読結果の報告

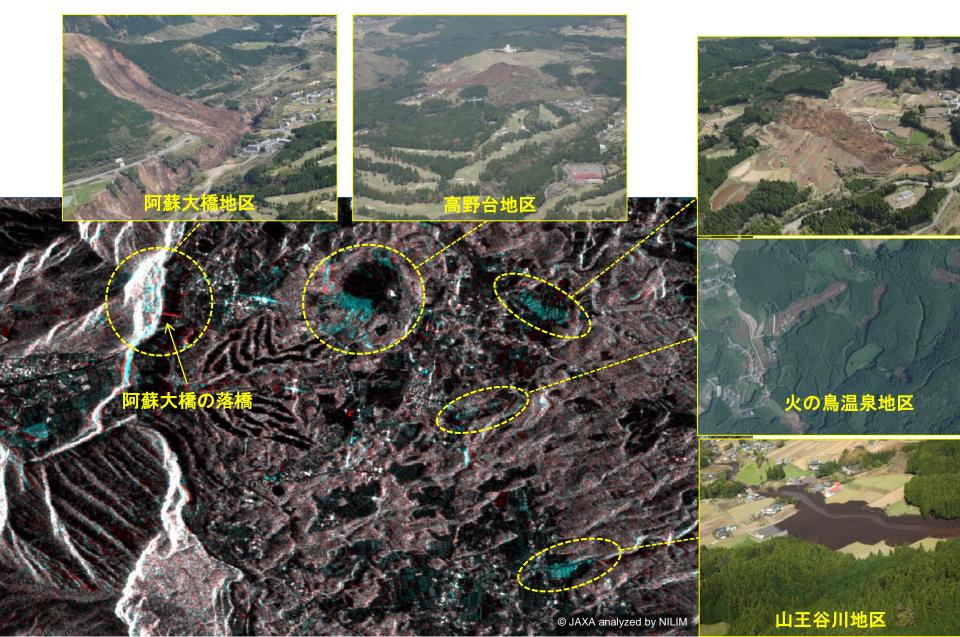
※判読結果を光学画像等に重畳し報告



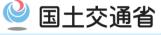
© 国土地理院

平成28年度熊本地震におけるSAR画像解析





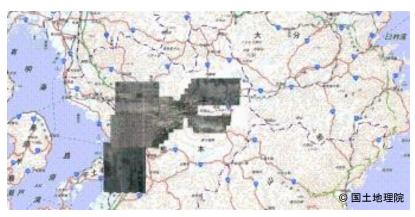
平成28年度熊本地震における崩壊地の把握



■ 4/16の本震後は、地方整備局によるヘリコプター調査や国土地理院による空 撮写真の提供が行われ、主に光学画像を用いて崩壊地を把握

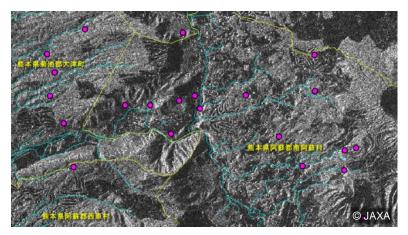


4月16日地方整備局へリコプター調査



4月16日国土地理院撮影

■ JAXAより、光学衛星画像やSAR衛星画像による判読結果を提供いただいた



4月16日観測(SAR衛星画像)

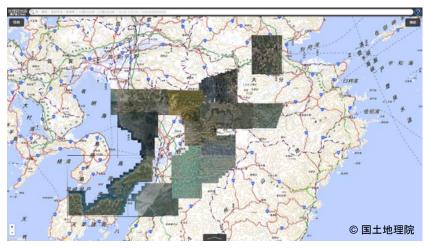


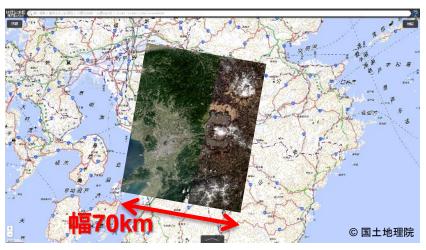
4月16日撮影(光学衛星画像)

光学衛星への期待①



■ 初動対応時の全体像把握に必要となる広範囲の観測





4月19日~20日国土地理院撮影

広範囲の撮影イメージ(幅70km)

■ 崩壊地等の判読が可能となる高い分解能

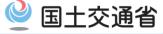


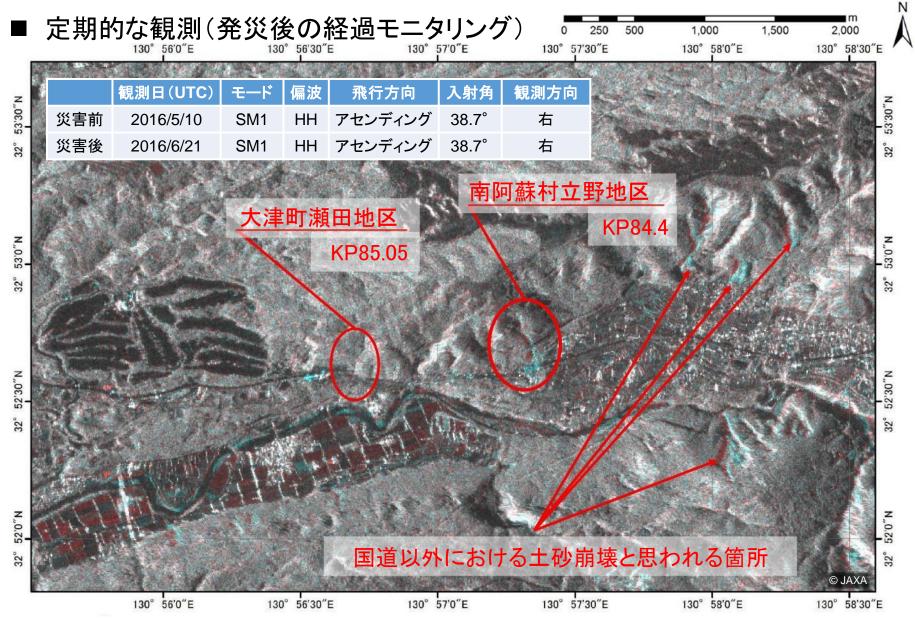




平成26年広島土砂災害で生じた崩壊地・土石流範囲における解像度比較(国総研資料)

光学衛星への期待②





発災後における大津町瀬田地区、南阿蘇村立野地区におけるSARによる観測(JAXA提供)

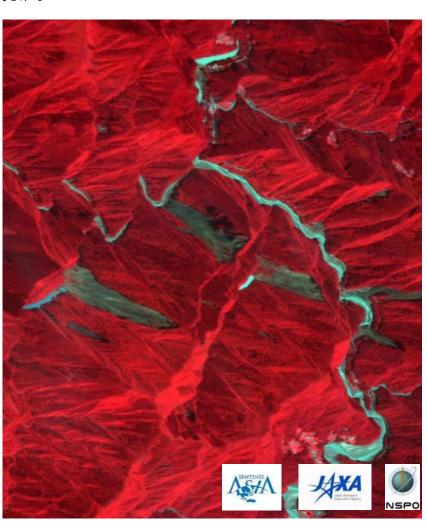
光学衛星への期待③



■ 効率的な判読に資する複数スペクトル観測



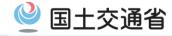
トゥルーカラー画像 (人の目で見えるままの画像)



フォールスカラー画像 (災害を見やすくするため画像の色の割り当てを組み替えて表現)

複数スペクトルの観測例(台湾の光学衛星FORMOSAT-2よる観測 2011/9/8 観測画像(十津川村長殿・赤谷))

状況に応じた国土監視技術の活用フェーズ(案)



先 日 2月 il	外力	リモートセンシングによる国土監視		警戒範囲
観測		光学衛星	SAR衛星	(イメージ)
- 重 -	発災	■ 観測機会の確認 ■ アーカイブの確認・準備	■ 観測機会の確認 ■ アーカイブの確認・準備	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
皇点観測	台風地震	■ 緊急観測(晴天・日中)	■ 緊急観測(左記以外)	崩壊危険箇所 ●危険箇所
		■ 光学画像の判読による 早期被災状況の把握	■ SAR画像の判読による 早期被災状況の把握	
平常観測		(必要に応じて見直し) ■ 経過モニタリング	(必要に応じて見直し) ■ 経過モニタリング	