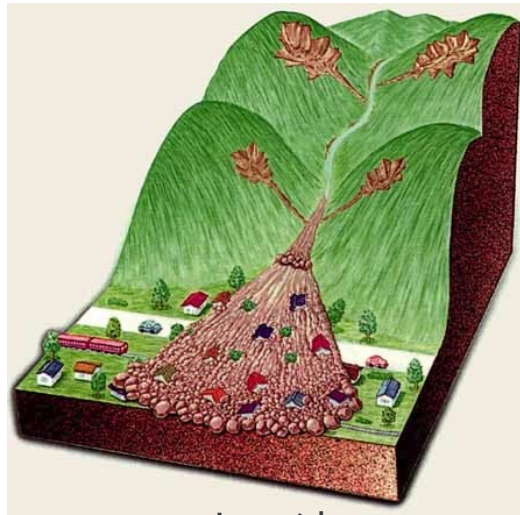


砂防学に必要な・有用な衛星センサーとは

～ 衛星砂防学研究会の提言 ～

奈佐原顕郎 (筑波大学)

砂防とは：土砂災害を防止する手段の一つ、あるいはその事業の総称。



土石流



がけ崩れ



山体崩壊



溶岩流



火砕流

国土交通省砂防部 <http://www.mlit.go.jp/river/sabo/yakuwari.html>

- * 土砂災害は、降雨（融雪）、地震、火山など、多様な誘因によって誘発される。
 - 災害そのものの観測だけでなく、誘因の観測・予測も大切。

衛星砂防学研究会

- メンバー 80名 (2012年12月現在)
- (社)砂防学会の公募研究会 (2010年度～2012年度)
- 研究テーマ: 衛星リモートセンシングの砂防学への応用
- メールングリストで情報・意見交換
- ワークショップ 「砂防に役立つ衛星ミッションは？」
2012/12/03, 筑波大学春日キャンパス, 32名



奈佐原顕郎（筑波大学生命環境系 准教授）

趣旨説明

田殿 武雄（宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター）

JAXAの次期地球観測衛星計画について

水野正樹（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）

衛星SAR画像・衛星光学画像の判読を用いた大規模土砂災害対応

中野 陽子（朝日航洋株式会社 防災コンサルタント部）

噴火時の火山におけるSAR干渉法を用いた火山灰分布及び堆積深の推定

柴山卓史（株式会社パスコ 衛星事業部／新潟大学大学院自然科学研究科）

偏波解析(SAR Polarimetry)について

清水 孝一（ICHARM 水災害研究グループ 総括主任研究員）

衛星観測雨量と陸域衛星観測による土砂災害対策

衛星砂防学の2つの「マイルストーン」… 両方とも2011年!

2011/03/11 東日本大震災 土砂災害探索

ALOS/PRISM+AVNIR2

広域を効率的に見落としなく探索。

他の高分解能衛星は沿岸津波被災地観測にかかりきり。

山体崩壊や、大規模な地すべり(天然ダムを生じるような)が無かったことを確認。

2011/09/04-06 紀伊半島 台風12号 地すべり・河道閉塞探索

Terra-SAR X

地すべりによる河道閉塞(天然ダム)を発見。早期警戒・対策につながった。

悪天下での探索

これらの事例は、

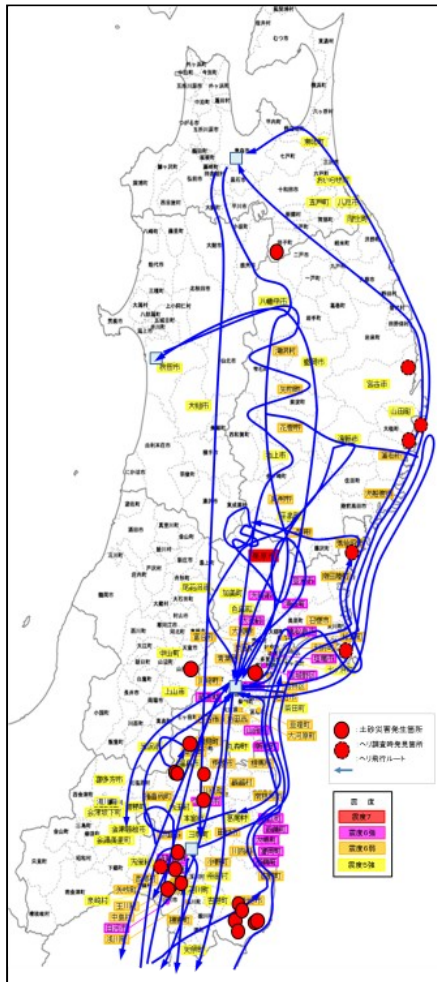
- 衛星でなければ不可能(困難)だった。
- 衛星情報が防災上の最初の判断材料になった。

従来は、既に別手法で探索・観測された土砂災害について「衛星で見たらこうだった」

→ 衛星砂防学は、2011年に新時代に入った。

東日本大震災における国総研の震災対応(衛星利用)

◎ヘリ調査



ヘリ調査範囲
(東北地方)

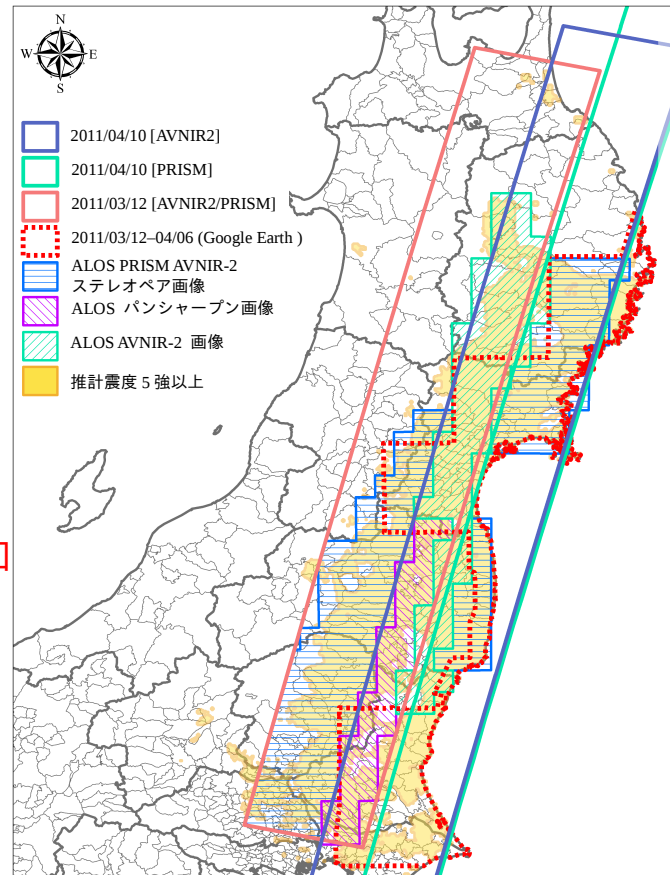


衛星の調査を追加

隙間無く

見落とし無く調査

◎衛星写真判読による崩壊地抽出



・震度5強以上の地域
(34,843km²)を中心に、
陸域観測衛星だいち等の
光学画像の判読を行い、
崩壊地抽出を実施。

・判読面積合計:
約40,000 km²

◎使用した画像名

- ・ALOS AVNIR-2画像
- ・ALOSパンシャープン画像
- ・ALOSステレオセット画像
- ・Google Earth画像

- ・画像判読により約200箇所の土砂移動(の可能性のある)箇所を抽出。
- ・崩壊地面積の合計は約30万m²。
- ・天然ダムを生じさせるような大規模な崩壊は無かったことを確認。
- ・崩壊等の集中的な発生は見られなかった。

2011年9月 台風12号の主な天然ダム(河道閉塞)

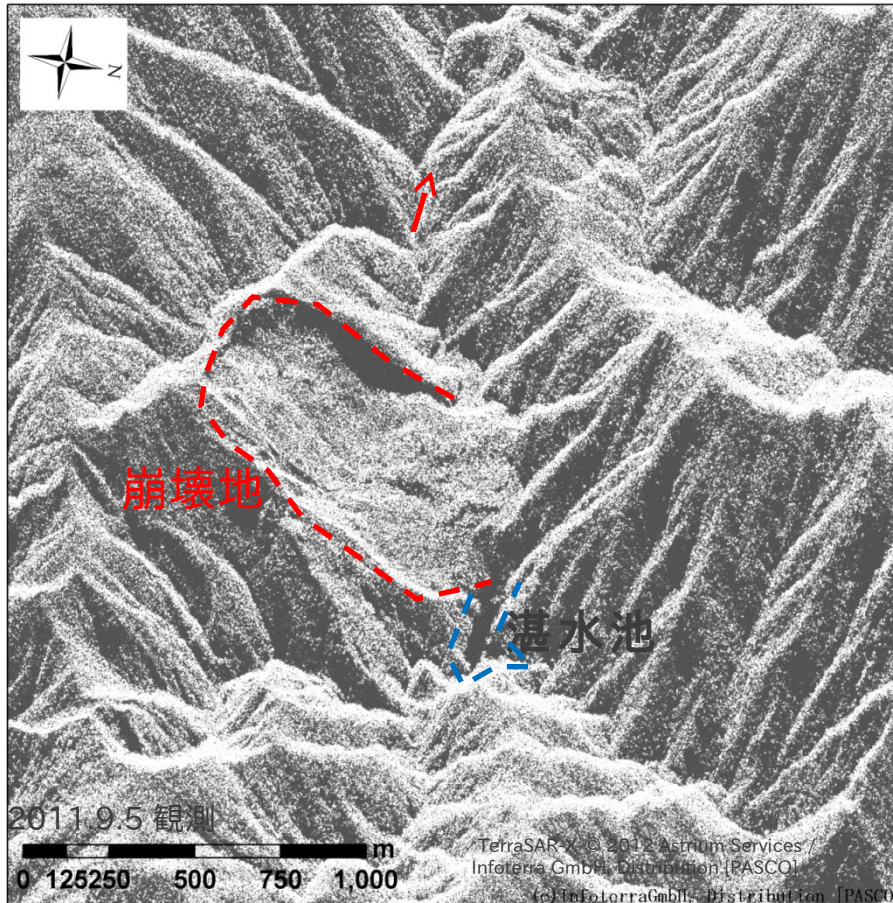
合成開口レーダー衛星(TerraSAR-X)を用いた河道閉塞箇所抽出

奈良県十津川村

くり だいら

栗平

- ・崩壊土砂量:約2,513万 m^3
- ・高さ:約100m
- ・満水時湛水容量:約750万 m^3



TerraSAR-X Strip Map Mode 地上分解能3m 30km×50km GEC

提供: 水野正樹氏 (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)

衛星でなければならないこと:

- 超広域の観測 ... 巨大災害の全容把握
- 危険な状況での観測 ... 荒天・夜間・火山噴火中
- 自動システム(観測・解析の全自動化) ... 自動観測・自動処理・自動警報
- InSAR等の特殊な観測 ... 地すべり・深層崩壊の予報

他の手法に任すほうがよいこと:

- 特定地域のアドホックな高分解能観測 ... 航空機の方が優位。

「災害有無チェック」「現象分析」には広域・高分解能の光学画像の目視確認が欠かせない。

国内で衛星を維持することは砂防でも重要。柔軟な対応や迅速性。

国内では数十年に1回の大規模土砂災害を対象とすべき。ALOSのスペックは概ね充分。

小規模な土砂災害では衛星は現場に負ける。大規模な火山噴火には、衛星が頼り。

衛星砂防は実務のニーズと研究の接点で戦略を持って取り組まないと、地震火山等のパワーユーザーに負ける。

静止気象衛星のように広域・高時間分解能での観測によって、予報的に危険情報を出し、人的被害を低減させることも必要。

衛星の故障を考えると最低2機体制が国土監視に必須。

データからの判断については、デジタルデータでありながら、技術者判断に頼ることが多いようで、一般的に利用されるには技術者の養成も必要。

災害地の末端にデータを配布するには、データサイズの考慮も必要。

SAR観測モード(偏波/オフナディア角など)の要求を砂防視点でもまとめたい。

PALSAR2について、分解能と多偏波は両立はしないので、ターゲットの明確化を。

干渉SARによる微小な地すべりの地盤変動の監視を早く実証したい。

Pi-SAR, Pi-SAR-2画像の流通を希望する。同データ・同等分解能によるバンド間比較。

災害の事前アーカイブが無い場合に偏波解析は有効と思われる(散乱過程から新規裸地が判読できる)。

ALOS-2の運用では、通常時のデータアーカイブが重要。干渉できる軌道ペアの探索や、同程度のオフナディア角の画像探索を容易にして欲しい。土砂災害はターゲット地域をあらかじめ限定しにくいので、まんべんないアーカイブと検索システムは大切。

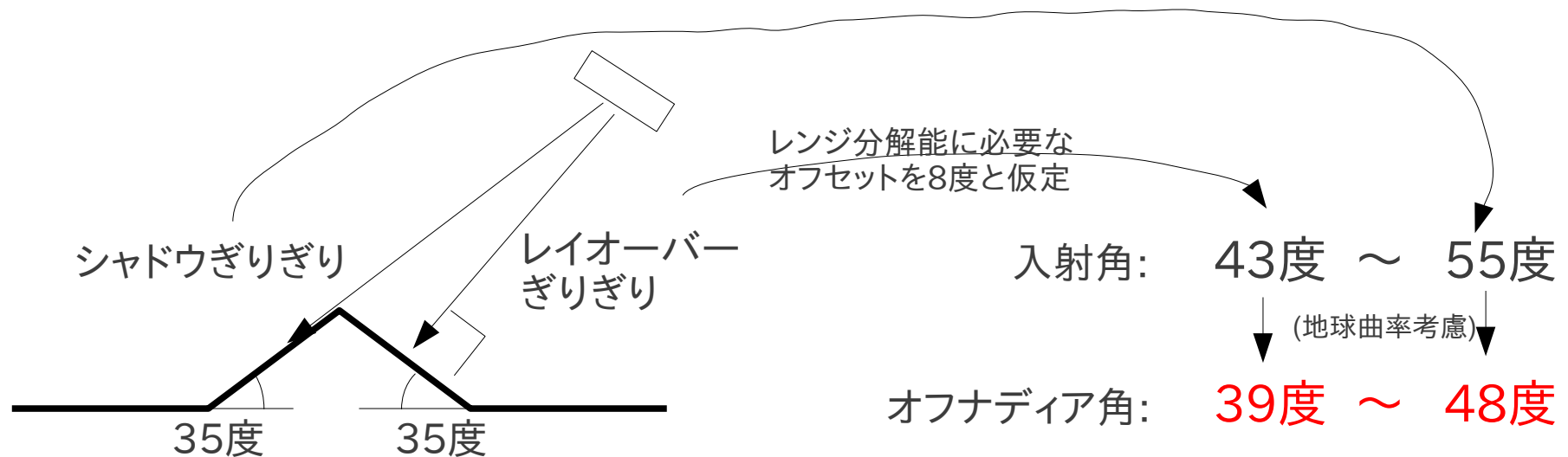
火山灰の降灰分布

SARはどのくらいのオフナディア角が砂防に適しているか？

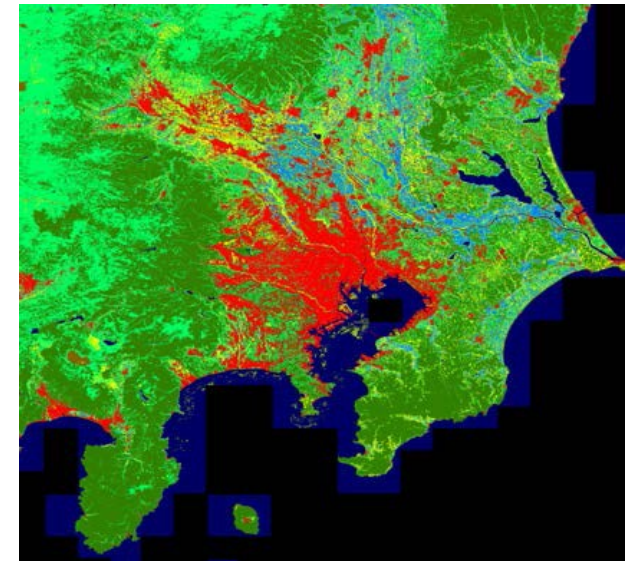
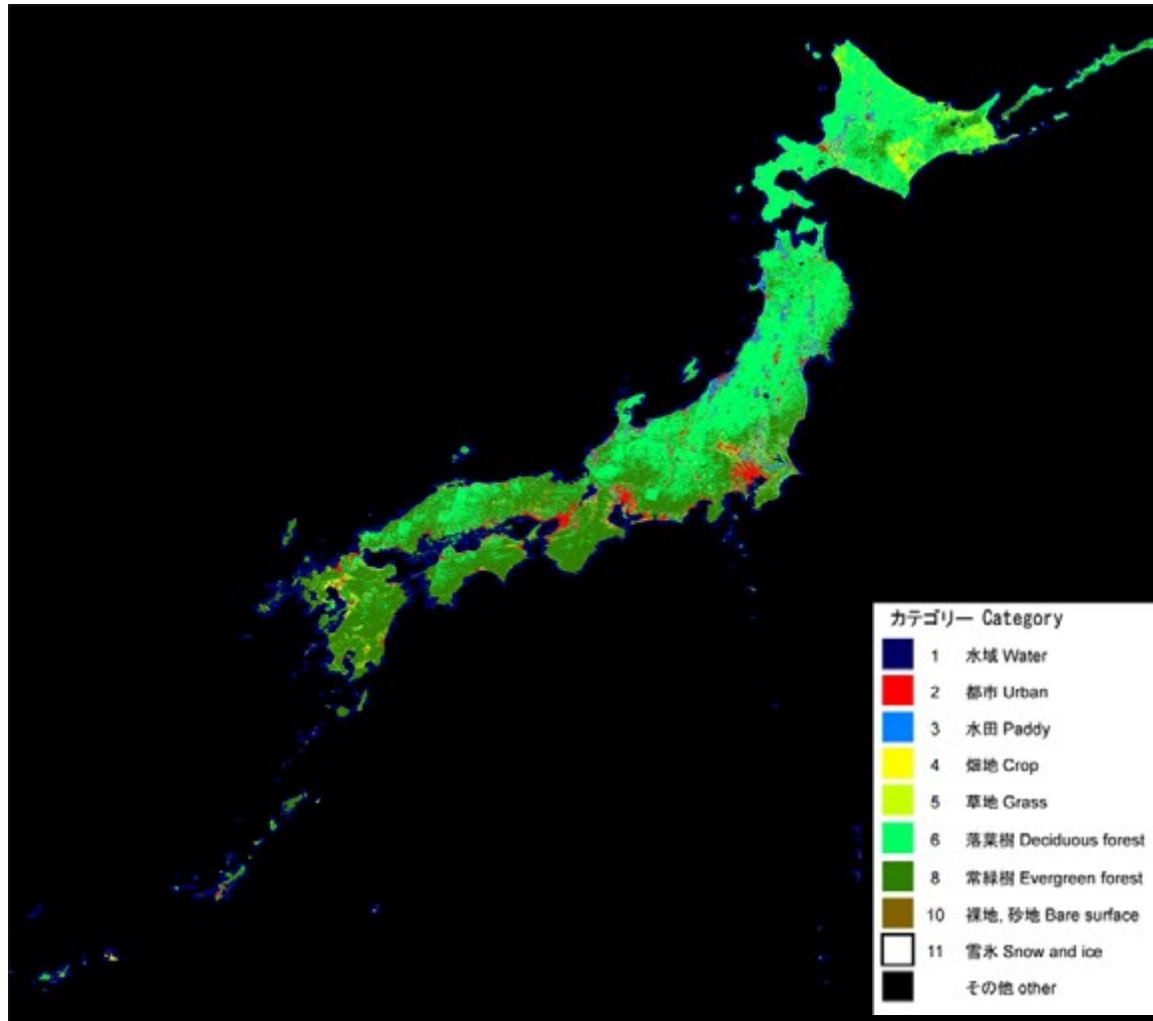
- シャドウによる欠測を減らすには, 小さいオフナディア角が良い。
- レイオーバーによる欠測を減らすには, 大きいオフナディア角が良い。
- 緩い斜面で起きる現象はどんなオフナディア角でも見える。
- どのくらいの急斜面まで見たいのか？

土石流:	20度以下	
地すべり:	20度以下	
深層崩壊:	20度程度	(水で飽和した斜面の安全限界)
表層崩壊:	35度以下	(土砂の安息角)
(落石:	35度以上)	

→ 傾斜35度以上の斜面はとりあえず捨てる(費用対効果)!



ALOS高解像度土地被覆分類図



公開は50 m解像度。
半年ごとにバージョンアップ
AVNIR2, PALSARをもとに。
生態系・生物多様性・農業・
水資源・防災等の基礎資料

衛星画像の有用性は, バンド数や空間分解能だけで決まるのではない。

- 基本的な補正(幾何補正・オルソ補正・大気補正・斜面補正)が高精度で施されること。
- 様々な時期(季節)をまんべんなくカバーする、長期間の継続的なデータアーカイブ。

まとめ: ALOS-2, 3は砂防学に必要・有用な観測衛星になるか?

- 高い即応性を ... 災害対策は時間との勝負! ダウンリンク・処理を迅速に。地上系が大事。
- 高い時間分解能を ... 予報・警戒的な利用には必須。
- 広域観測(広いswath)を ... 大規模災害への対応。
- アーカイブの整備を(検索システムも含む) ... 発災前後での比較のため。
- 長期継続観測を(10年以上の長寿命衛星) ... 安定したサービスを。
- 柔軟なデータポリシー・汎用的なデータフォーマットを ... サービスの開発, マッシュアップ
- SAR: 土砂災害が起きやすい傾斜に対応したオフナディア角で, 昇降両軌道で撮って欲しい。
- SAR: アーカイブがあれば単偏波高分解能、無ければ分解能が落ちても多偏波で
(多偏波散乱過程から新規裸地がわかる)
- SAR: 深層崩壊・山体崩壊をなんとかしてInSARで予測できるようになって欲しい。
- 光学: 雲が最大の問題だが, もし撮れたら非常に有用。やはりSARだけでは限界がある。
- 光学: ステレオ視によるDEMは大規模土砂移動の把握に有用。
- 光学: 土地利用・土地被覆は砂防でも重要。
→ 危険箇所(盛土・切り土), 守るべき場所(居住地・資産・インフラ)の判断。