ISSN 1346-7328
国総研資料 第791号
平 成 ２ ６ 年 ６ 月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.791 June 2014

２偏波SAR画像による大規模崩壊及び河道閉塞箇所の判読調査手法(案)

水野正樹・神山嬢子・江川真史・佐藤匠・蒲原潤一

Method of emergency search for the location of landslide dams and collapses using high-resolution dual-polarization SAR image interpretation

Masaki MIZUNO
Joko KAMIYAMA
Masafumi EKAWA
Takumi SATOU
Junichi KANBARA

国土交通省　国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

国土技術政策総合研究所資料　　Technical Note of NILIM
第791号　2014年6月　　No.791　June 2014

２偏波SAR画像による大規模崩壊及び河道閉塞箇所の判読調査手法（案）

水野正樹*　神山嬢子**　江川真史***　佐藤匠****　蒲原潤一*****

Method of emergency search for the location of landslide dams and collapses using high-resolution dual-polarization SAR image interpretation

Masaki MIZUNO*, Joko KAMIYAMA**, Masafumi EKAWA***, Takumi SATOU****, Jun-ichi KANBARA*****

概要

悪天候時に被災エリアが中山間地で広域にわたる場合、災害の全容を把握するのは、非常に困難である。そこで、本資料は、夜間や悪天候でも観測可能なSAR衛星の２偏波高分解能SAR画像を判読して、災害時の大規模崩壊や河道閉塞箇所を緊急に探索調査する手法についてとりまとめたものである。

キーワード：河道閉塞、衛星SAR画像、２偏波、崩壊地判読

Synopsis

It is very difficult to grasp the overall state of the disaster when the affected area extends over a wide and mountainous area during bad weather. In this case, SAR satellite imagery can observe in cloudy weather and the night. So, we describe the method of emergency search for the location of landslide dams and collapses, using high-resolution dual-polarization SAR image interpretation at the time of disaster.

Key Words: landslide dam, SAR satellite imagery, dual polarization, emergency search

*　砂防研究室前主任研究官　Former Senior Researcher, Erosion and Sediment Control Division
**　土砂災害研究室研究官　Researcher, SABO Risk-Management Division
***　土砂災害研究室部外研究員　Guest Research Engineer, SABO Risk-Management Division
****　砂防研究室前部外研究員　Former Guest Research Engineer, Erosion and Sediment Control Division
*****　砂防研究室長　Head, SABO Planning Division

［はじめに］

平成 23 年の台風 12 号による豪雨では、紀伊半島において深層崩壊が発生し、大規模な河道閉塞が発生した。河道閉塞が生じ湛水域が急速に発達すると、決壊等により下流域に甚大な被害をもたらす恐れがあることから、災害時に迅速な状況把握が求められる。

このような背景のもと、国土交通省では、一定規模以上の河道閉塞に対し、土砂災害防止法に基づき市町村長が適切に避難誘導できるよう、緊急調査を実施することとなっている。平成 23 年台風 12 号による紀伊半島における災害では、17 箇所の河道閉塞箇所が発見され、うち 5 箇所において緊急調査が実施された。河道閉塞箇所の緊急調査、対策を実施する上では、河道閉塞の湛水がより少ない段階において、より迅速に河道閉塞箇所を発見することが必要であり、そのための技術開発が必要とされていた。

このため、国土技術政策総合研究所では、大規模崩壊監視警戒システム（レーダー雨量＋振動計＋SAR 画像判読）の一環として、ヘリ調査のできない夜間、荒天時においても地表の状況を観測可能な人工衛星の合成開口レーダー画像（以下、SAR 画像と記す）に着目し、河道閉塞箇所を迅速に発見する手法の検討を行った。その結果は 2013 年 11 月国土技術政策総合研究所資料第 760 号「単偏波の高分解能 SAR 画像による河道閉塞箇所判読調査手法（案）」にまとめられた。そしてさらに、より迅速かつ確実に河道閉塞箇所を発見するために、今後利用可能な地球観測衛星数が増えると予想される高分解能２偏波 SAR 画像を用いた抽出手法の検討をおこなった。その結果、２偏波 SAR 画像を用いることで、湛水地や河動閉塞箇所のみならず大規模崩壊箇所を判読し抽出できること、視認性が向上することが明らかとなった。

本マニュアルはこの検討結果に基づき、今後、２偏波高分解能 SAR 画像（HH+HV 、X～L バンド）を用いて大規模崩壊および河道閉塞箇所を迅速に発見する手法の手引きとなるようとりまとめたものである。本マニュアルは「単偏波の高分解能 SAR 画像による河道閉塞箇所判読調査手法（案）」の続編となるが、単独でも使えるように独立した構成としている。

砂防研究室長　　蒲原　潤一

【本資料の位置付け】

本資料は、国土技術政策総合研究所資料 第 760 号（2013 年 11 月）「単偏波の高分解能 SAR 画像による河道閉塞箇所判読調査手法（案）」で用いる単偏波 SAR 画像（主に HH 偏波）に対して、視認性向上を図った２偏波 SAR 画像（HH 偏波と HV 偏波のカラー合成画像）を適用したものである。

複数偏波による観測は、センサー性能により単偏波観測時よりも観測幅が狭く分解能も低下する場合があるが、異なる偏波の組み合わせにより樹林帯と裸地（崩壊地）の識別精度が格段に向上するため、大規模崩壊及び河道閉塞箇所をより高い精度で判読できる（主な SAR 衛星の観測幅及び分解能については、本資料 参考資料参照）。

［本資料の目的と使い方］

本資料は、大規模災害時に地方整備局職員等が２偏波 SAR 画像（HH 偏波と HV 偏波のカラー合成画像）を調達・作成し、判読抽出するとともに、情報を発信するための手順と技術的指針を示したものである。

本資料は、大規模崩壊およびそれに伴う河道閉塞箇所の判読抽出を対象としており、表層崩壊、土石流の抽出を対象としていないが、抽出できたものは確認チェックできるようにしている。作業上は大規模崩壊を抽出したうえで河道閉塞を抽出する手順となる。また、アーカイブ画像の存在を前提としていない。

本資料は、２偏波 SAR 画像を利用した判読調査における一連の手順において必要となる以下の情報や留意点等を示している。

・２偏波 SAR 画像を入手する際に必要な情報　→（判読に必要な）SAR 画像の仕様
・判読する際の技術的内容・限界の確認　→ 判読方法と手順
・判読結果をまとめる際の技術的指針　→ 抽出すべき項目のチェックリストととりまとめ方

［SAR 画像を使用する利点］

緊急判読調査に SAR 画像を使用する利点は、以下のとおりである。

・全天候性（SAR 画像は悪天候時にも撮影可能であり、天候に左右されにくい）
・昼夜観測が可能（太陽光からの反射を利用する光学センサと異なり、自ら電波を送信・受信できるため、昼夜問わず観測可能である）

［２偏波 SAR 画像による大規模崩壊および河道閉塞箇所判読抽出の留意点］

大規模崩壊および河道閉塞箇所を判読するに当たっては SAR 画像の特性から以下のような限界があることに留意する必要がある。SAR 画像判読は必ずしも万能ではない。

①谷間の位置や向きによっては SAR 画像に現象が表示されないことがある。
②崩壊の規模や湛水域が小さい場合 SAR 画像では抽出できないことがある。
③表層崩壊、土石流は抽出できない場合がある。

［本マニュアルの構成］

本マニュアルは次の２編構成となっている。

第１編　基礎知識編

SAR 画像の特徴や利用上の留意点、大規模崩壊及び河道閉塞箇所の判読上の特徴等を解説する。

第２編　実践編

発災から２偏波 SAR 画像判読に至るまでの流れ、判読方法及び判読結果とりまとめ方法等を示す。

２偏波 SAR 画像による大規模崩壊及び河道閉塞箇所の判読調査手法（案）

目　　次

第１編　基礎知識編

1. SAR 画像の特徴と留意点 1
   1.1　SAR の原理 1
   1.2　SAR 画像と光学画像の違い 2
   1.3　波長（バンド） 3
   1.4　偏波 3
   1.5　２偏波 SAR 画像の作成 4
   1.6　SAR 画像の特徴 6
2. 衛星画像利用の留意点 9
   2.1　観測条件 9
   2.2　アーカイブ画像（災害発生前）の活用 10
3. 大規模崩壊および河道閉塞箇所の地形的特徴 11
4. ２偏波画像の事例 12

第２編　実践編

1. 判読作業の手順 13
2. 衛星 SAR 判読の事前準備（日頃からの準備） 14
3. 発災から判読までの流れ 16
4. 撮影依頼 17
   4.1　撮影位置の設定・地形図上への展開 17
   4.2　衛星撮影の基本仕様 17
   4.3　画像入手に要する時間等の違い 17
   4.4　撮像シミュレーション・アーカイブ検索 18
   4.5　撮影依頼 18
   4.6　衛星画像のライセンスについて 18
5. 判読の準備 19
   5.1　判読の効率化 19
6. 判読 22
   6.1　判読の進め方 22
   6.2　大規模崩壊および河道閉塞の地形的特徴と着眼点 24
   6.3　SAR 画像で確認出来ない場所（レイオーバとレーダーシャドウ） 25
   6.4　判読の手順とチェックリスト 26
7. 抽出結果のとりまとめ方法 31
   7.1　とりまとめ内容 31
   7.2　大規模崩壊および河道閉塞箇所位置図の内容 31

巻末資料

1. SAR 衛星の種類と特徴及び入手方法について 参-1
1.1 SAR 衛星の種類と特徴..... 参-1
1.2 SAR 画像の入手..... 参-2
2. ２偏波 SAR 画像の判読事例..... 参-13
2.1 平成 23 年台風 12 号災害における深層崩壊及び河道閉塞箇所（計 6 箇所） .. 参-13
2.2 平成 20 年岩手・宮城内陸地震における大規模崩壊箇所（入射角の違い） ... 参-20
2.3 平成 25 年 7 月 25 日インドネシア・アンボン島における天然ダム決壊対応 .. 参-21

第１編　基礎知識編

1. SAR 画像の特徴と留意点

1.1　SAR の原理

河道閉塞箇所判読に用いる SAR とは、Synthetic Aperture Radar の略であり、日本語では合成開口レーダーと呼ばれる。SAR は、マイクロ波を地表面に斜めに照射し、地表面からの後方散乱波を受信する能動型センサである。SAR 衛星のマイクロ波は、雲を透過することができ、観測に太陽光を必要としないため、全天候で観測でき、夜間の観測も可能である（図-1.1.1）。

以下、本資料は、人工衛星搭載 SAR による SAR 画像撮影を前提としているが、航空機搭載 SAR で撮影された SAR 画像への適用も可能である。

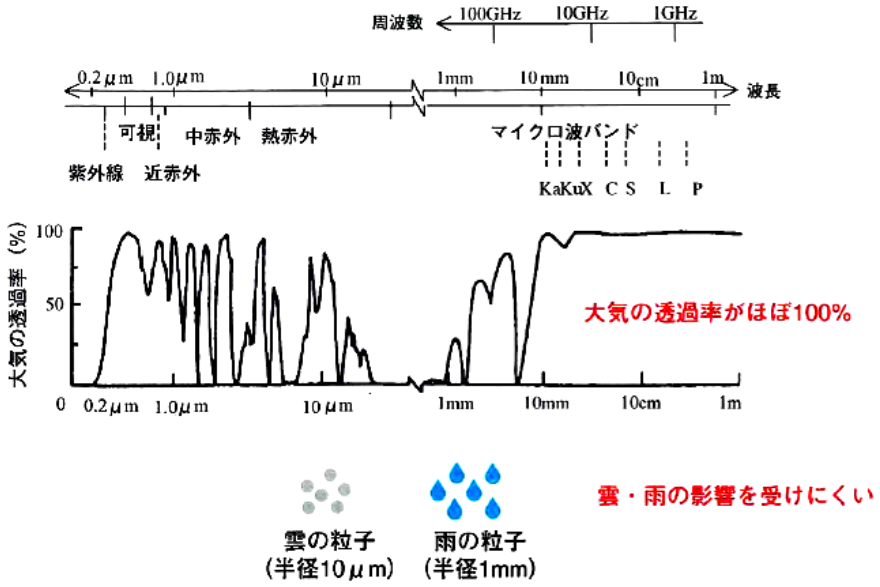


図-1.1.1 マイクロ波と大気・雲・雨の関係

出典：リモートセンシング技術研修テキスト　「マイクロ波リモートセンシング」
1.マイクロ波の特徴　マイクロ波と大気・雲・雨の関係（RESTEC 製作・編集）より

ここで、「合成開口」の意味は以下のとおりである。一般に画像の解像度は、アンテナが大きいほど高い。しかしアンテナの物理的なサイズに限界があるためアンテナを大きくすることで解像度を上げることには限界がある。そこで、小さなアンテナを移動することにより、仮想的に大きなアンテナを合成する技術が、合成開口である（図-1.1.2）。

能動型センサとは受動型センサに対するもので、以下のように区別される。

1) 能動型：対象物に向けて電磁波などを照射し、その反射波を受信して地表面の状態を把握する。レーザ計測や SAR がこれに当たる。
2) 受動型：対象物から反射、放射される電磁波を計測する。通常の光学画像がこれに当たる。

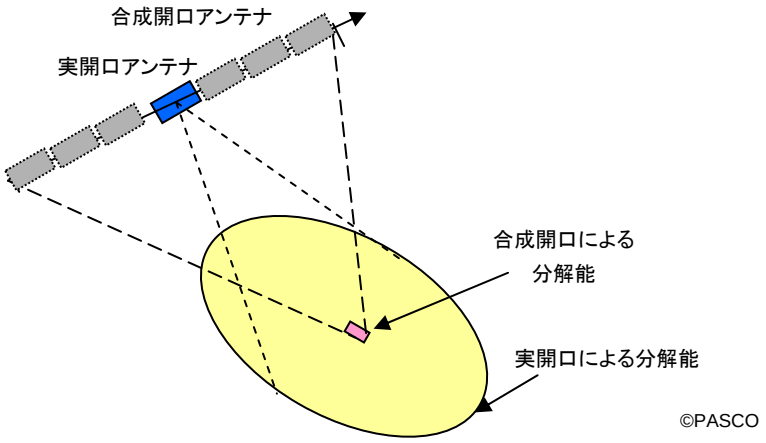


図-1.1.2　合成開口のイメージ

1.2　SAR 画像と光学画像の違い

図-1.1.3 に同一箇所の光学画像と SAR 画像（単偏波：HH）を並べて示した（単偏波 SAR 画像の詳細については、「1.4　偏波」を参照）。

SAR 画像と光学画像の主な違いは以下のとおりである。

- SAR 画像はマイクロ波の反射強度を表すモノクロ画像であり、光学画像と比較すると、直感的な地被状況の判別（裸地と植生の違い等）が困難。
- SAR 画像は斜め下方に撮影するため、鳥瞰図のようなイメージとなり、画像のゆがみや倒れ込み等が特徴的である（詳細は「1.6 SAR 画像の特徴」を参照）。

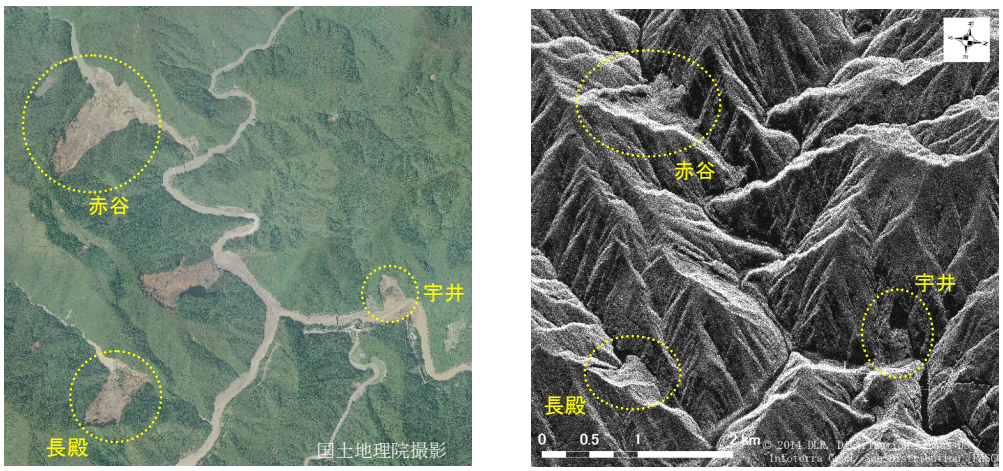


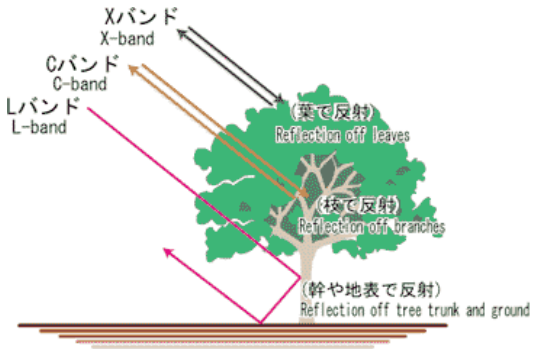
図-1.1.3　光学画像（左）と単偏波 SAR 画像（右）の見え方の違い

奈良県五條市 赤谷 他の河道閉塞（丸印）。
光学画像は国土地理院空中写真。単偏波 SAR 画像は 2011/9/5 撮影 TerraSAR-X 衛星。ほぼ同じ範囲縮尺となるよう調整。

1.3　波長（バンド）

電磁波は波長により図-1.1.4 のように呼ばれる。現時点で運用されている SAR 衛星では主に L、C、X バンドが用いられている。波長の長い電磁波の方が樹木などを透過しやすい。

バンド	波長 (mm)
Ka	7.5-11
K	11-16.7
Ku	16.7-24
X	24-37.5
C	37.5-75
S	75-150
L	150-300
P	300-1000



葉の大きさが波長の 1/4 程度までであれば透過できる

図-1.1.4　バンドの違いと特徴

出典：SRTM の観測原理(詳細)その 1（JAXA）＜http://iss.jaxa.jp/shuttle/flight/sts99/mis_principle_1.html＞に加筆

1.4　偏波

偏波とは、時間的に変動する電場の振幅と振動方向の関係を記述するものであり、電界ベクトルの向きにより水平偏波（振幅が進行方向に対して水平：H）と垂直偏波（振幅が進行方向に対して垂直：V）に分類され、送受信の組合せで HH、HV、VH、VV と表現される（1 文字目：照射、2 文字目：受信）。これら HH、HV、VH、VV のいずれか 1 つの偏波による後方散乱強度を示したグレースケール画像を単偏波 SAR 画像という。ここで、後方散乱強度とは、SAR 衛星のアンテナから照射したマイクロ波が対象物で散乱してアンテナ方向へ戻ってくる強度を示している。

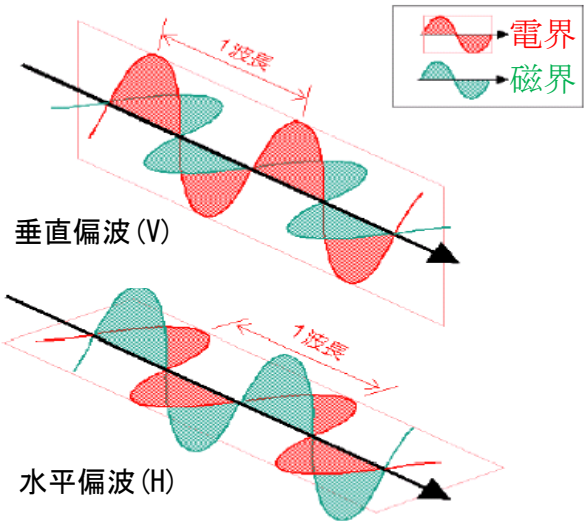


図-1.1.5　水平偏波、垂直偏波の概念図

出典：リモートセンシング技術研修テキスト「マイクロ波リモートセンシング」
3-2. SAR 画像の特徴　ポラリメトリ（RESTEC 製作・編集）より

1.5　２偏波 SAR 画像の作成

例えば、SAR 衛星のアンテナから水平偏波（H）を照射した場合、崩壊地のような裸地等では、主に水平偏波のまま強く反射（表面散乱が卓越）し、森林等では立体構造の影響により、一部が回転して垂直偏波として反射（体積散乱が卓越）するといった性質がある。これは垂直偏波（V）を入射した場合も同様の性質を有する（裸地等では主に垂直偏波、森林等では一部が回転して水平偏波として反射）。

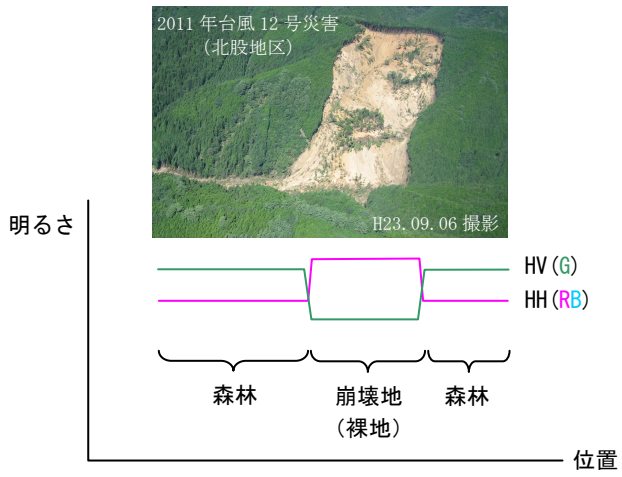
つまり、HH、HV、VH、VV の偏波には主に以下の特徴が挙げられる（図-1.1.6 参照）。

- HH、VV（ライク偏波）は、崩壊地で後方散乱強度が大きく、森林では小さくなる。
- HV、VH（クロス偏波）は、森林で後方散乱強度が大きく、崩壊地では小さくなる。

河道閉塞箇所の抽出には、森林の中からその要因となる崩壊地を抽出することが鍵となる。

ライク偏波とクロス偏波の SAR 画像を組み合わせた RGB カラー合成画像を作成することで、偏波毎の後方散乱強度の強弱が色の違いとして表現されるため、崩壊地と森林の識別精度が向上すると考えられる。

本資料では、取得可能な地球観測衛星数が多く、かつ処理の簡便性を考慮して、特に**HH 偏波と HV 偏波とを組み合わせた 2 偏波の RGB カラー画像合成**を基本とする。カラー合成する際には、画像の見た目を可視画像に近く、崩壊地を際立たせるために、R（赤）：HH 偏波、G（緑）：HV 偏波、B（青）：HH 偏波を割り当てることで、森林を緑色、崩壊地を赤紫色で表現している（図-1.1.7）。このように複数の偏波を色合成することにより、崩壊地を「形」や「肌理（テクスチャ）」ではなく、「色」で識別することが可能となる。ただし、山地内の伐採地や既崩壊地等においても、崩壊地と同様の赤紫色で表現されることから、可能であれば災害前のオルソや衛星画像等を参考にしながら判読することが望ましい。



	森林	崩壊地（裸地）
明るい	HV, VH	HH, VV
暗い	HH, VV	HV, VH

図-1.1.6　偏波の違いによる場所毎の明るさのイメージ

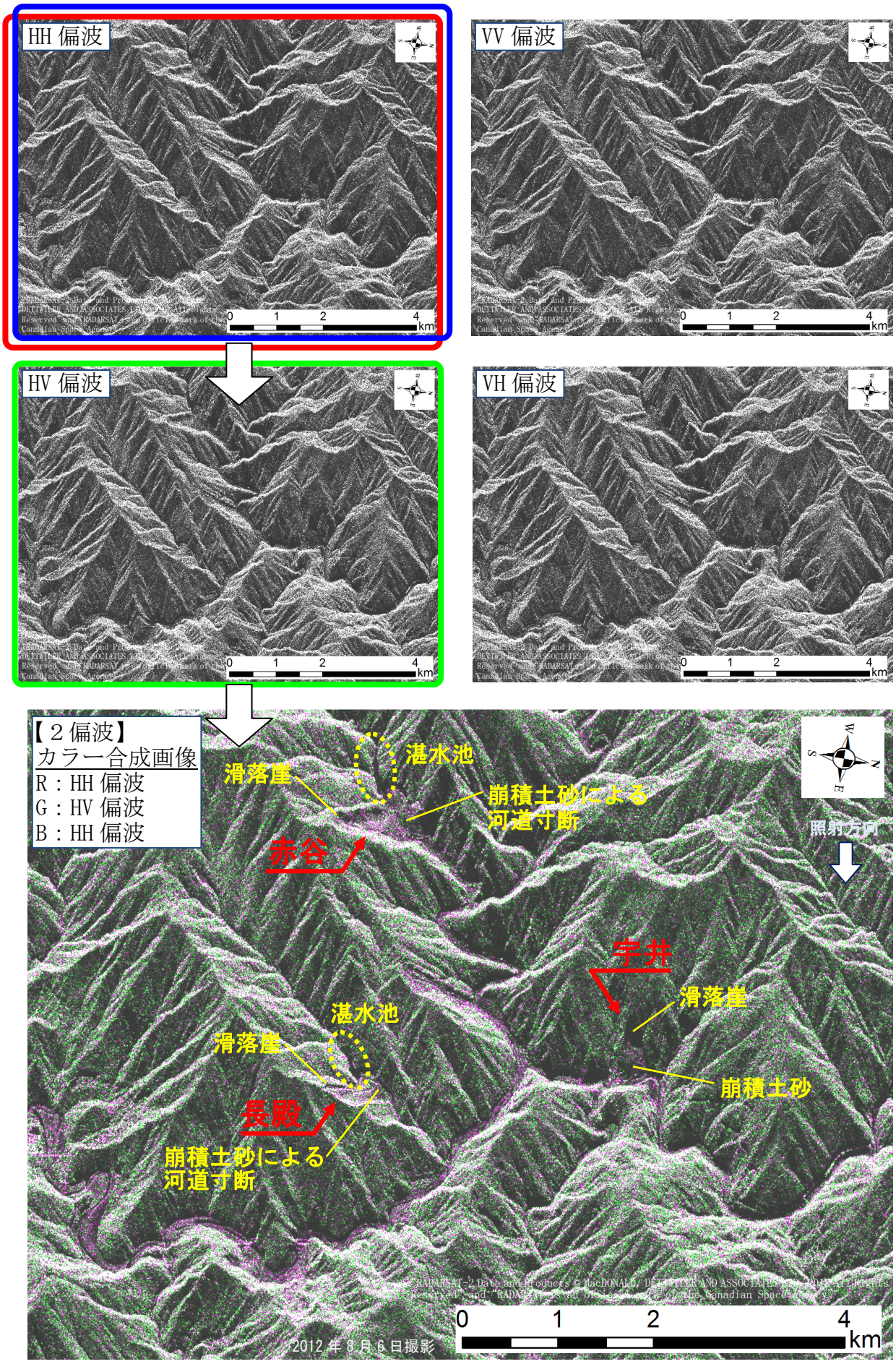


図-1.1.7　２偏波 SAR 画像（平成 23 年台風 12 号災害、奈良県五條市付近の事例）

1.6　SAR 画像の特徴

SAR 衛星は衛星の進行方向(アジマス方向)に対し、直角方向（レンジ方向)に斜め下方にマイクロ波を照射する（図-1.1.8）。入射角（鉛直線とマイクロ波の照射方向のなす角度)が可変の衛星が多い。

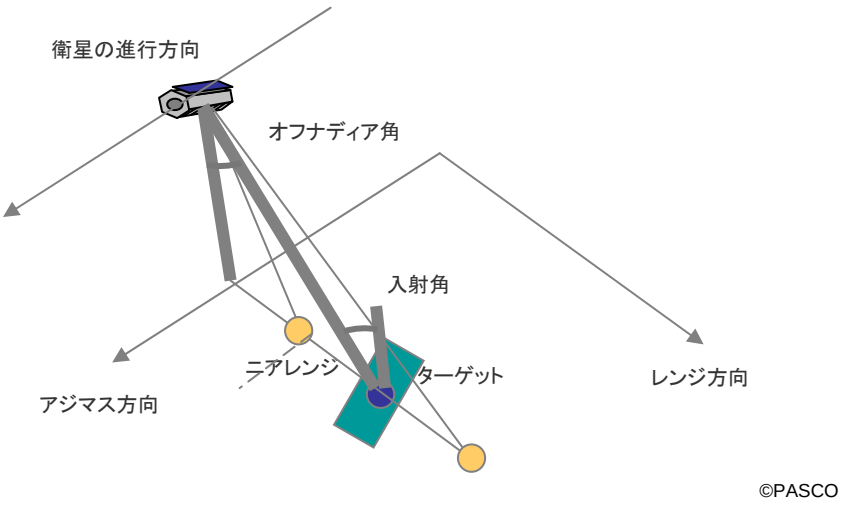


図-1.1.8　アジマス方向とレンジ方向

・オフナディア角：衛星の鉛直直下と衛星のレーダー照射方向のなす角度
・入射角：対象物の天頂方向から見た衛星のレーダー照射方向のなす角度
※地球が球体であるため、オフナディア角と入射角は異なり、入射角＞オフナディア角　となる。

対象物からの散乱は表面散乱であり、媒質と媒質の境界面で散乱する。媒質の誘電率が大きいほど散乱は強く、後方散乱は表面の粗さが大きいほど強い（図-1.1.9 左）。また、人工構造物（建物など）による二重散乱も発生する（図-1.1.9 右）。

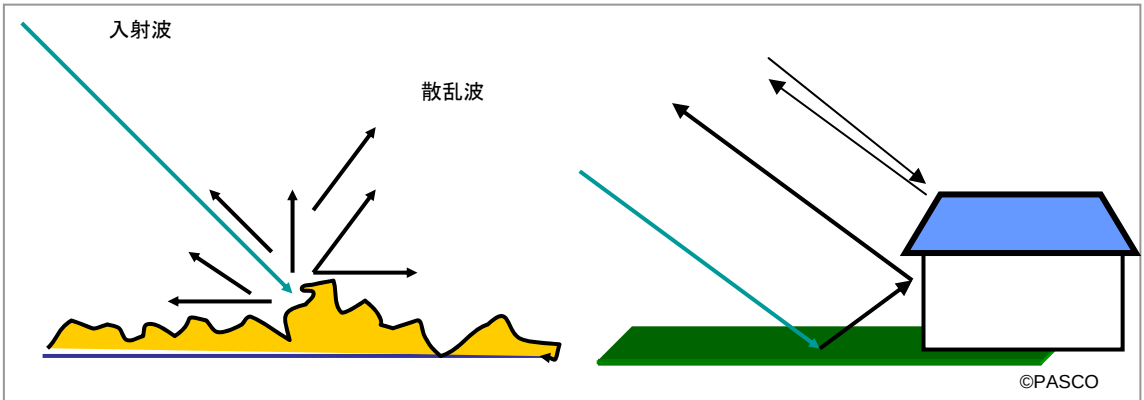


図-1.1.9　マイクロ波の散乱のイメージ

SAR 画像の特徴的な現象として図-1.1.10 に見られるものがある。

図-1.1.10 の E は、高い建物や山などが実際の平面位置よりアンテナに近い位置に表示される現象である(フォアショートニング)。

図-1.1.10 の B は、建物の壁や急斜面など（入射角よりも急な勾配を持つマイクロ波に**正対する面**）では上部の方が下部よりもアンテナに近くなるため（通常は上部の方がアンテナから遠い）、画像上で上下が反転し白くつぶれる現象である(レイオーバ)。

図-1.1.10 の E より衛星アンテナから遠い箇所は、電磁波照射源の反対側斜面が陰影部となる現象である(レーダーシャドウ)。

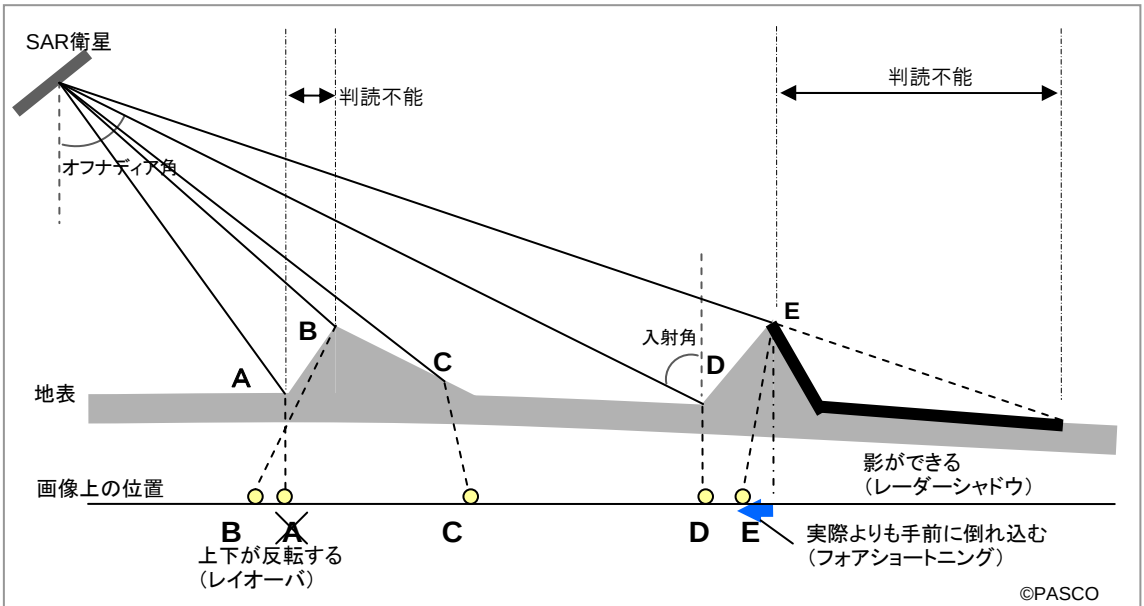


図-1.1.10　SAR 画像に特徴的な現象の概念

このような関係があるので、急峻な山岳地においては、対象物の位置、形、向き、勾配によっては見えづらい地形・地物がある。レーダーシャドウは影であるから、画像上で真黒くなり、その中にあるものは一切見えない。

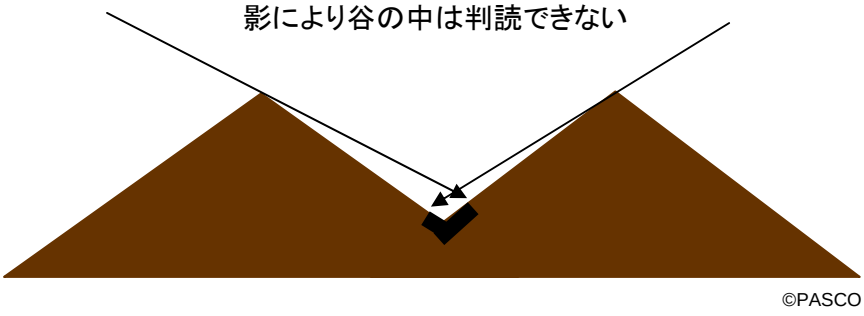


図-1.1.11　山岳地における不可視領域

また、レーダーシャドウに画像上で類似するものとして、なめらかで平坦な面が上げられる。平滑な水面、駐車場、グラウンドなどは、照射した電波が鏡面反射して、反射波がアンテナに帰ってこない。そのため、これらは画像上で黒くなりレーダーシャドウに類似する。周辺の状況から判断する必要がある。

レイオーバも画像上では白くつぶれてしまい、情報を得ることができない。フォアショートニングは対象物の形をゆがめるので、判読の際は常にそのことを念頭に置き、実際の形状を復元しながら判読を進める。

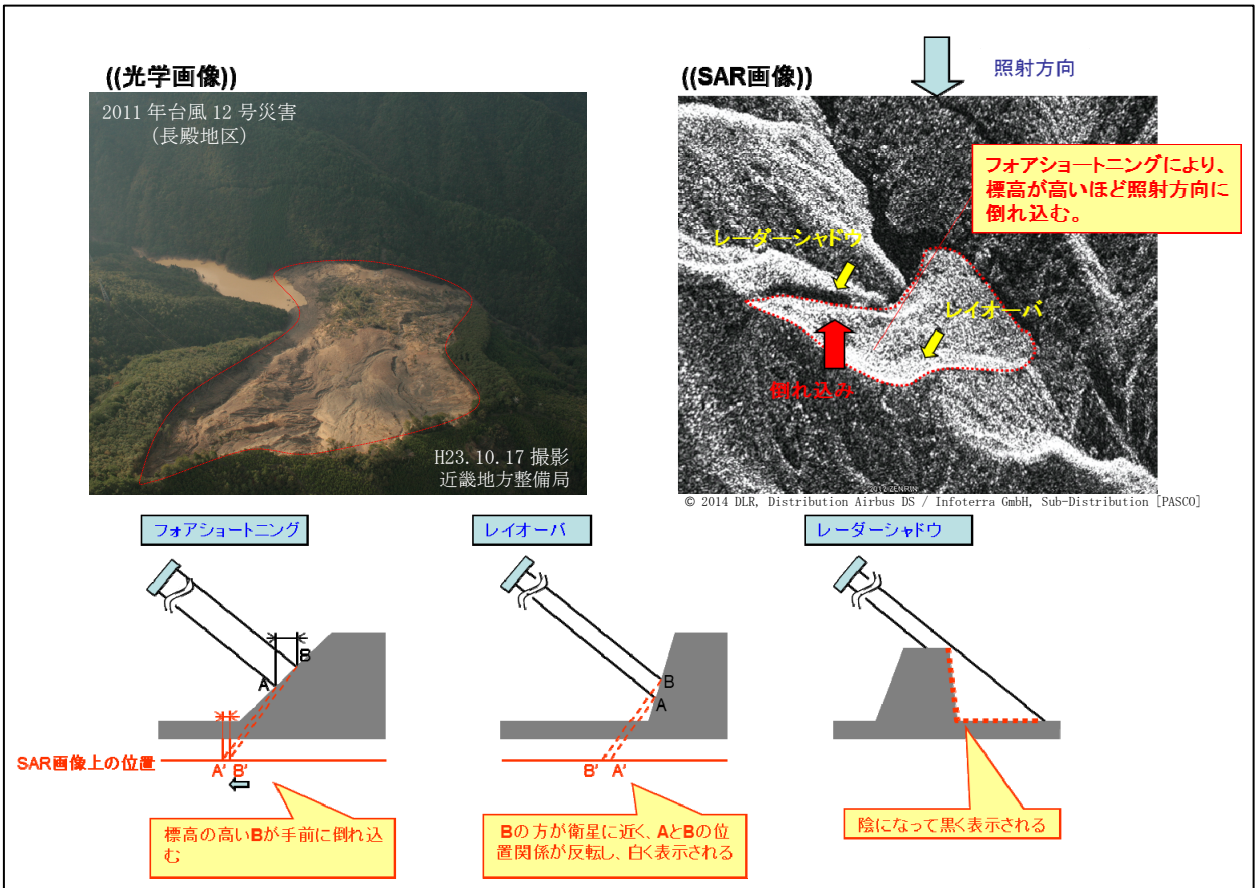


図-1. 1. 12　フォアショートニング、レイオーバ、レーダーシャドウ

2. 衛星画像利用の留意点

2.1 観測条件

人工衛星に搭載された SAR の波長帯や分解能、撮影条件等のスペックの違いを考慮し、大規模崩壊および河道閉塞箇所の判読に適した条件を以下に示す。

A)照射方向

SAR 画像は、照射方位と崩壊斜面方位の関係により抽出率に偏りが生じ、照射方向が片側のみの SAR 画像では 50～70%程度の抽出率となる。このため、片側照射方向の画像では読みとれない範囲において大規模崩壊および河道閉塞が発生している可能性を考慮する必要がある。時間を追って逆側からの照射画像を取得する等により、見逃しを減らすことが望ましい。

B)入射角

SAR 画像取得時の入射角は、小さくなるとレイオーバとなり、大きくなるとレーダーシャドウとなり抽出に影響を及ぼすため、一定程度の入射角を確保する必要がある。そこで入射角は、35° ～45° 程度とする。

C)判読可能な崩壊発生規模

紀伊半島における平成 23 年台風 12 号災害の判読結果からは、平面投影面積 1ha 程度未満の現象規模は、SAR 画像から確認が困難である。このため、SAR 画像から抽出された大規模崩壊および河道閉塞は、概ね 1ha 以上の深層崩壊等によるものと解釈する必要がある。

D)分解能

大規模崩壊および河道閉塞を抽出する際の SAR 画像の空間分解能は、8m 程度より高い必要がある（主な衛星の画像仕様は、巻末資料 1.2 の表-1.3、表-1.5、表-1.7 を参照)。

E)バンドの違い

L バンド、C バンド、X バンドの違いによる視認性の差は生じないので、災害発生時には画像入手が早い衛星画像を選定することが望ましい。

F)偏波の組み合わせ

偏波の組み合わせは、取得可能な地球観測衛星数が多く、処理がより簡単な HH、HV とし、赤 R、緑 G、青 B に R:HH、G:HV、B:HH を当てはめた合成画像を用いると良い。

2.2　アーカイブ画像（災害発生前）の活用

緊急撮影されたものと同じ仕様（衛星、モード、軌道、入射角など）の SAR 画像アーカイブがあれば、画像を重ね合わせたスタック画像を作ることで、二時期間の変化を容易に抽出することができる（ここでは複偏波観測ではなく、より高分解能な画像が取得可能な単偏波観測を想定）。

図-1.2.1 は奈良県十津川村付近のスタック画像の例である。赤のバンドに平成 23 年台風 12 号災害前の 2010 年 12 月 24 日撮影の画像を、緑・青のバンドに台風災害後の 2011 年 10 月 6 日の画像を当てはめるとこのような画像が得られる。この画像では、前の画像よりも暗くなったところは赤く、明るくなったところは青く表現されるので、新たに生じた河道閉塞の湛水面（黒くなるので）は赤くなり、崩壊地は裸地化（明るいトーンになる）して青くなるので、簡単に見分けることができ、判読スピードと効率が著しく上昇する。２偏波画像と２時期のスタック画像を組み合わせることで抽出精度と効率を向上させることができる。

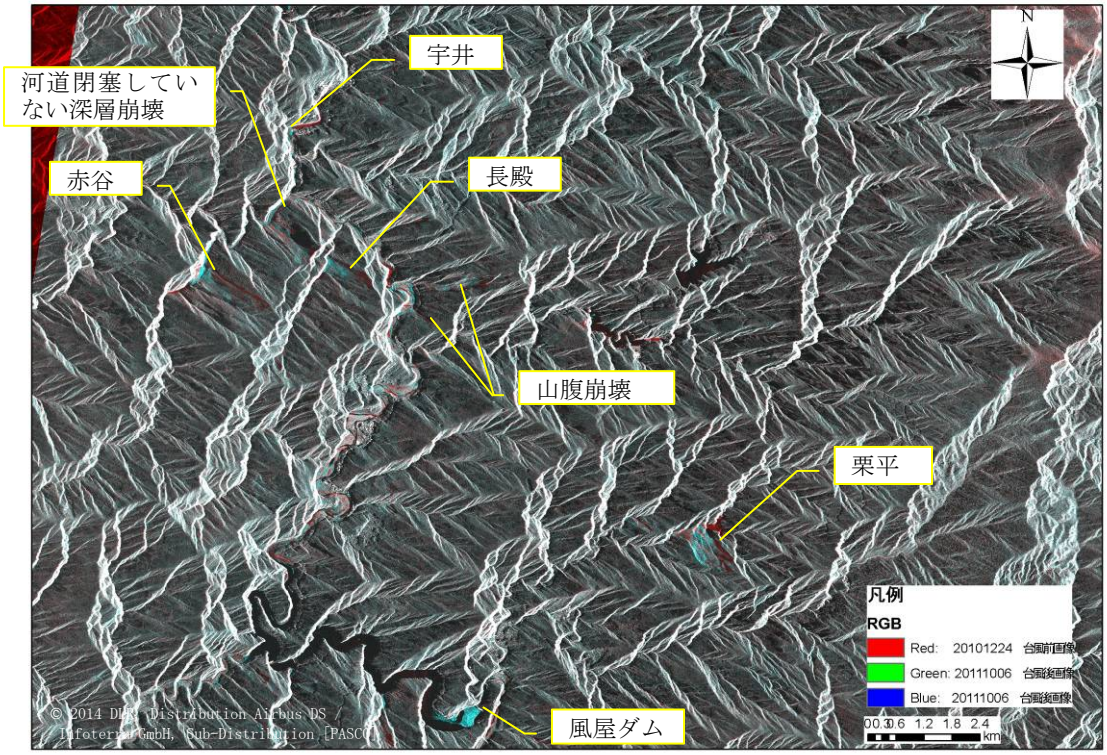


図-1.2.1　２時期の単偏波 SAR 画像を重ね合わせたスタック画像の例
（2010.12.24－2011.10.6　TerraSAR-X 入射角 37°　2011 年 9 月台風 12 号災害　奈良県十津川村付近）

3. 大規模崩壊および河道閉塞箇所の地形的特徴

大規模崩壊および河道閉塞は、山腹斜面での地すべりや深層崩壊が発生し、河道が土砂で塞き止められ、上流側に湛水する現象である（図-1.3.1）。判読の際の鍵として、他の土砂災害とは異なる地形的な特徴を挙げると次のようである。

①深層崩壊や地すべりなど大規模な斜面崩壊が発生する。

→大きな裸地、露岩地が出現する。崩れた後が馬蹄形、板状などの形状を呈し、凹地が出現する。

②崩壊土砂が斜面直下に堆積したり、河道沿いに移動して谷をせき止める。

→谷を塞ぐ大規模な堆積物が出現する（水みち、谷の連続性が絶たれる）。

③河道閉塞の上流に湛水域が形成され、時間とともに広がる。

④越流が始まればガリ等が形成されたり、土石流が発生することもある。

⑤斜面下部の道路、橋梁、集落等の人工構造物を埋没させる。

→これらが消滅する。道路などの連続性が絶たれる。

つまり、大きな凹地形（滑落崖）と明瞭な地形境界（裸地化による樹木との高さの差、滑落崖や亀裂による段差）の出現、大きな凸地形（堆積物）、これら新たな裸地による周辺との地被状況の差、谷・水道や道路の連続性の消滅、湛水域の形成といった地形要素が判読の鍵となる。

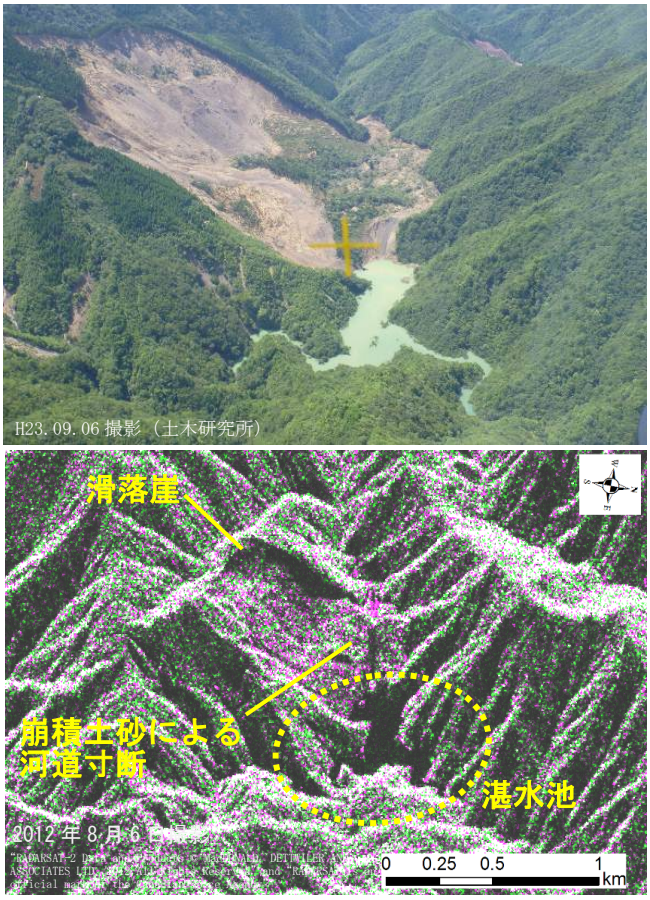
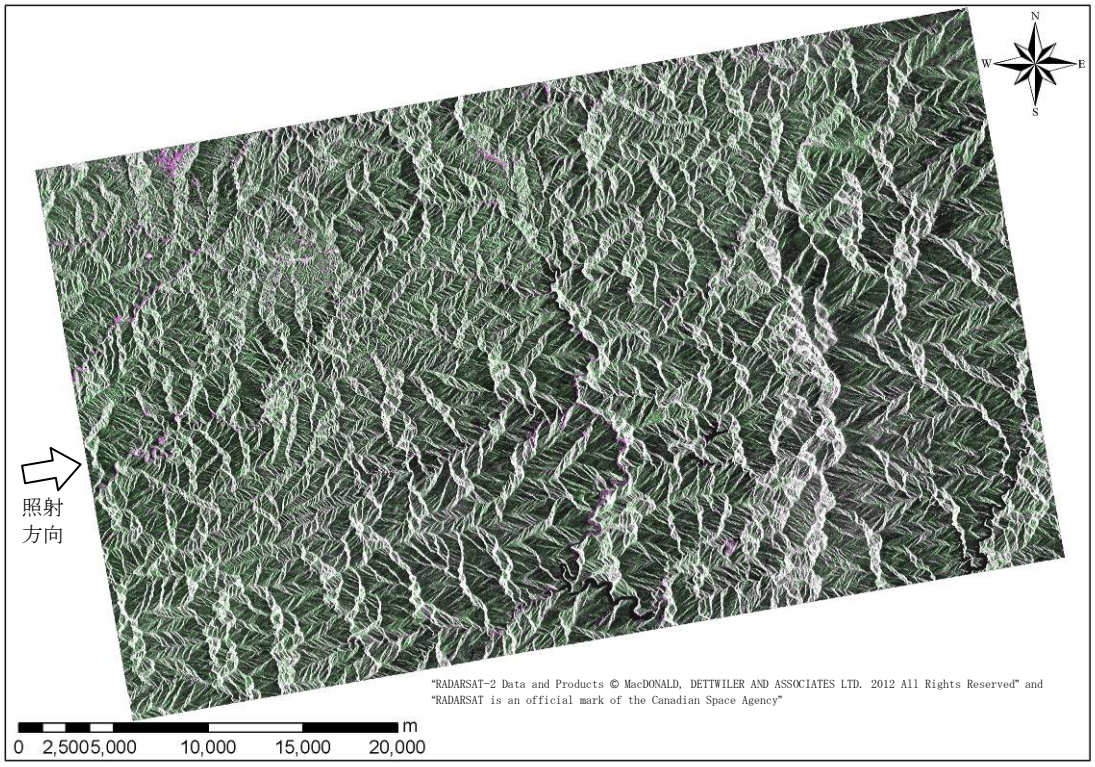


図-1.3.1　河道閉塞発生状況（奈良県十津川村栗平）

（上：斜め写真、下：２偏波 SAR 画像）

4. ２偏波画像の事例

２偏波画像（HH+HV 合成図、RADARSAT-2）の事例を以下に示した。



＜諸元＞

衛星	RADARSAT-2
撮影期日	2012/8/6
バンド	Cバンド
軌道	北行軌道
照射方向	東向き
撮影モード	Fine Quad-Pol
分解能(m)	8
入射角(deg)	39.6
偏波	HH,HV,VH,VV

＊そのうち HH,HV を使用して図化

図-1.4.1　２偏波 SAR 画像の事例（奈良県十津川村付近）

第 2 編　実践編

1. 判読作業の手順

災害等の緊急時に迅速に判読を行い、報告するために有効な事項を以下に示す。

①役割分担　　：リーダー、判読者、資料作成者などの役割分担と、複数の判読者で分担する場合の地域割りを決める。

②凡例　　：判読抽出の判断基準と図示する場合の凡例を取り決める。

③判読結果の統合　：判読者間の目合わせの方法、判読結果のチェック方法、分担して判読した結果を一つに結合する方法を取り決める。

④判読図の配信までのスケジュール　：各作業の目標時間を定める。

判読の標準的な手順を図-2.1.1 に示した。

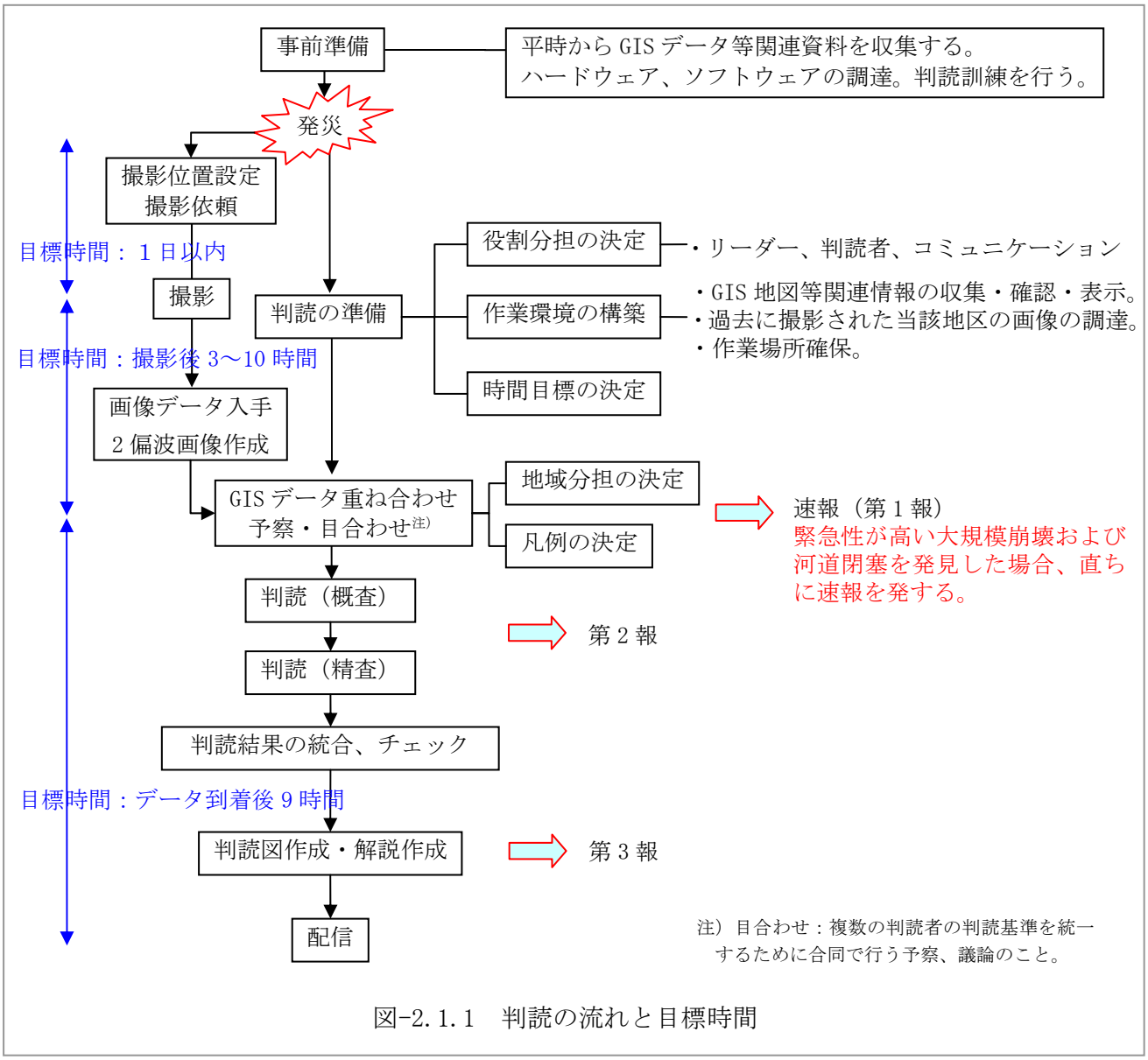


図-2.1.1　判読の流れと目標時間

2. 衛星 SAR 判読の事前準備（日頃からの準備）

SAR 画像は、必要な処理を施された TIFF などのデジタルデータで、WEB からのダウンロード等により画像入手先から受け取る。1 画像が数 GB に達するような大きなファイルであることも多い。

ここで、災害時に提供される SAR 画像ファイルがセキュリティポリシー等によりダウンロードできないことがあるため、事前にダウンロードの可否を確認しておく。

また、撮影発注者（購入者）と判読主体（利用者）が別組織の場合には、ライセンス条件に抵触しない形での画像展開をあらかじめ検討しておく。

判読は通常は PC のモニタ上で行うことを前提とするが、状況に応じて大判図等の印刷物を併用しても良い。PC で作業を行う場合は、画像閲覧・拡大縮小・回転等の機能を有するソフトが必要となるが、可能であれば GIS やリモートセンシングソフトを用意し、地図情報と組み合わせて使うことが望ましい。

判読には巨大な画像データを扱うことから、PC は可能な限り高性能なもので、メモリは大きければ大きいほどよい。また、モニタも大きい方がよい。

＜必要な機材と仕様＞

ハードウェア

- PC（利用 GIS ソフトの推奨動作環境に準ずる）
- プロッタ（A0 カラー出力可能なもの）
- プリンタ（A3 カラー出力可能なもの）

ソフトウェア

- GIS ソフト（大容量ラスタデータが高速表示可能なもの）
- ワードプロセッサ（例：Microsoft Word）
- プレゼンテーション作成ソフト（例：Microsoft Power point）
- PDF 作成ソフト（例：Adobe Acrobat）

このマニュアルでは２偏波 SAR 画像による判読を想定しているが、以下のようなデータ類をあらかじめ準備しておくと判読の効率、精度が向上する。

必須（事前にあらかじめ用意しておくもの）

- 国土地理院地形図　1/200,000、1/50,000、1/25,000
- 管内図
- オルソフォト図（空中写真又は衛星光学画像より）
- デジタルマッピング（DM）
- 道路網図

オプション（可能ならば参照したほうがよいもの）

- 航空レーザ測量成果（陰影図など）
- DEM（数値標高モデル）
- 過去に撮影された当該地区の SAR 画像
- 水系網図、流域界図、微地形判読図

これらのデータはGISデータとして蓄積しておき、緊急撮影されたSAR画像と比較することで位置や地形の把握が容易となり、さらに、災害前の状況と比較することで大規模崩壊や河道閉塞の抽出が容易となる。たとえば、堰やダムなどがあれば上流に湛水域が形成されているが、あらかじめその位置がわかっていれば河道閉塞と見誤ることはない。

3. 発災から判読までの流れ

衛星を使った２偏波 SAR 画像による判読調査は、ヘリ（航空機）による調査や地上踏査が、悪天候、夜間、広域等の理由で困難な状況でも実施可能である。そこで、衛星を使った２偏波 SAR 画像による判読調査は、発災箇所が悪天候、夜間、広域、海外等の理由から、画像入手に要する時間を考慮しても、より早期に状況把握できる可能性がある場合に実施すると有効である。

災害が発生する恐れが生じた場合、あるいは突発的な災害が発生した場合の時系列的な対応の流れは、図-2.3.1 のとおりである。

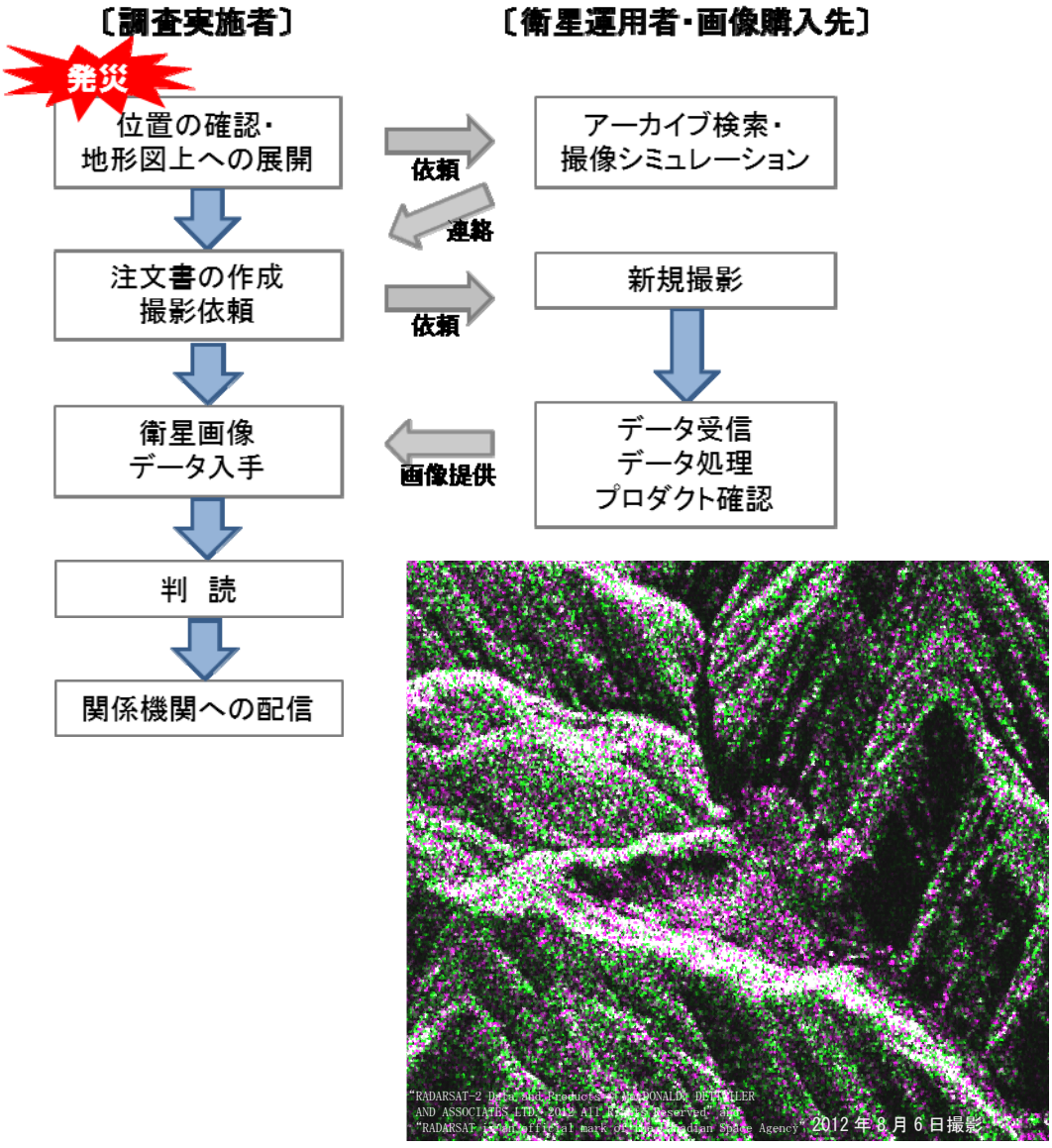


図-2.3.1　災害発生から判読までの時系列

4. 撮影依頼

4.1　撮影位置の設定・地形図上への展開

地震や集中豪雨･台風等により､広域的に大規模崩壊や地すべりの発生が懸念される場合、雨量レーダや振動計情報、流量低下情報、自治体・地元からの提供情報等を参考に撮影依頼範囲を設定する。

具体的には、SAR 画像を入手すべきエリアの中心と４角の座標値が明確な GIS データ、もしくは管内図、地形図、電子国土などに必要範囲を図示したものを準備する。FAX の場合は、文字や図面が潰れてしまうおそれがあり、注意する必要がある。地図上に必要範囲を図示する場合においても、衛星データの入手先が確認しやすいように経緯度などの座標や地域名を記載することで、入手手続きが円滑となる。

4.2　衛星撮影の基本仕様

SAR 画像の撮影を発注するための衛星・仕様の選定条件は以下のとおりである（参考　基礎知識編　2.1 観測条件）。

A)照射方向

東西どちら方向からの撮影でも良い。画像入手が最も早いものを選択する。

なお、片側照射方向の画像のみでは判読できない範囲において大規模崩壊および河道閉塞が発生している可能性があるため、入手時間を考慮しても SAR 画像を有効に利用できるのであれば、逆側からの照射画像の取得も行い、河道閉塞の見逃しを減らすことが望ましい。

B)入射角

35°～45°程度とする。

C)分解能

SAR 画像（HH+HV 偏波）の分解能は、8m 程度より高い必要がある（主な衛星の画像仕様は、巻末資料 1.2 の表-1.3、表-1.5、表-1.7 を参照)。

D)バンド

Ｌ、Ｃ、Ｘのいずれのバンドでも可。災害発生時には画像入手予定時刻が早い衛星画像を選定する。

E)偏波の組み合わせ

偏波の組み合わせは、取得可能な地球観測衛星数が多く、より処理が簡単な HH、HV とし、赤 R、緑 G、青 B に R:HH、G:HV、B:HH を当てはめた合成画像を用いるとよい。

G)撮影範囲

衛星、分解能、モードにより撮影範囲が異なるが上記条件を満たした上で可能な限り広い撮影範囲のものを選ぶことが望ましい。

4.3　画像入手に要する時間等の違い

基本的に、撮影を依頼する SAR 衛星は、画像入手予定時刻が最も早いものを選択する。

衛星の撮影頻度や、衛星運用者・画像入手先の体制等により、発注から撮影までの時間、

撮影から画像入手までの時間が衛星によって異なるため、それらに要する時間を画像入手先に確認する。撮影の依頼から画像入手までは、衛星の種類と軌道位置により 2 時間から数十時間かかる場合がある。なお、新規撮影をする際、観測要求の期限があることに留意する。

分解能 8m 以上とした場合、東西方向の撮影範囲である観測幅は、現時点の人工衛星で概ね 15km～150km 程度である。災害による被害の規模が大きく、一回の観測幅で調査範囲をカバーできない場合などは、複数の衛星を組み合わせて使用することも考えられる。

（主な SAR 衛星の画像入手に要する時間は、巻末資料「1.2 SAR 画像の入手（表-1.2)」を参照）

4.4 撮像シミュレーション・アーカイブ検索

SAR 画像を入手すべきエリアの、座標値が明確な GIS データや必要範囲を図示した地図等を衛星データの入手先へ送信し、撮影シミュレーションを依頼する。これにより衛星の現軌道位置から撮影可能な日時、及び「画像が手元に入手できる日時」を確認する。

なお、アーカイブデータ（災害発生前の SAR 画像）は、インターネット上で検索可能なものや、撮影シミュレーションを依頼する際に同時に依頼することが可能なものがある。

（主な SAR 衛星の問い合せ先は、巻末資料「1.2 SAR 画像の入手」を参照）

4.5 撮影依頼

衛星データの入手先から撮影シミュレーション等の情報を確認した後、4.2 項に示す衛星撮影の基本仕様を参考に、注文書等にて画像入手先へ撮影を依頼する。

撮影された後、画像入手先から画像データを WEB からのダウンロード等により受け取る。

（主な SAR 衛星の撮影依頼方法は、巻末資料「1.2 SAR 画像の入手」を参照）

4.6 衛星画像のライセンスについて

衛星画像は基本的に運用者あるいは配給者が観測画像のライセンスを保有しており、ユーザは「使用権」を購入することになる。ただし各衛星運用者・画像配給者によってライセンス条件には若干の差異があり、ユーザ側での利用制限も異なるため、各々確認をする。

災害時に衛星画像を取得、利用する際は、各衛星のライセンス条件に留意する。

5. 判読の準備

5.1　判読の効率化

（1）グランドレンジ画像を使う

判読には、グランドレンジ画像を用いる。グランドレンジとは、SAR 衛星が受信する対象物との距離を地表投影したものであり、ここではオルソ処理(正射投影)する前の GeoTiff 形式の画像を想定している（GeoTiff とは Tiff 画像に座標情報が付加された拡張形式であり、GIS 上で直接取り扱い可能な画像形式）。

グランドレンジ画像をオルソ化することで、地形図や行政界などの GIS データと正確に重ね合わせることができるが、画像が歪められることで崩壊地や河道などの視認性が低下する（図-2.5.1）。グランドレンジ画像の位置精度は正確さに欠けるが、いわば斜め写真のようなイメージで地物が撮影されるため、直感的な判読が容易である。加えて、オルソ処理には時間がかかることから、迅速な判読が要求される大規模崩壊及び河道閉塞抽出の際は、判読の体制にもよるがデータ提供が早いグランドレンジ画像の利用が推奨される。

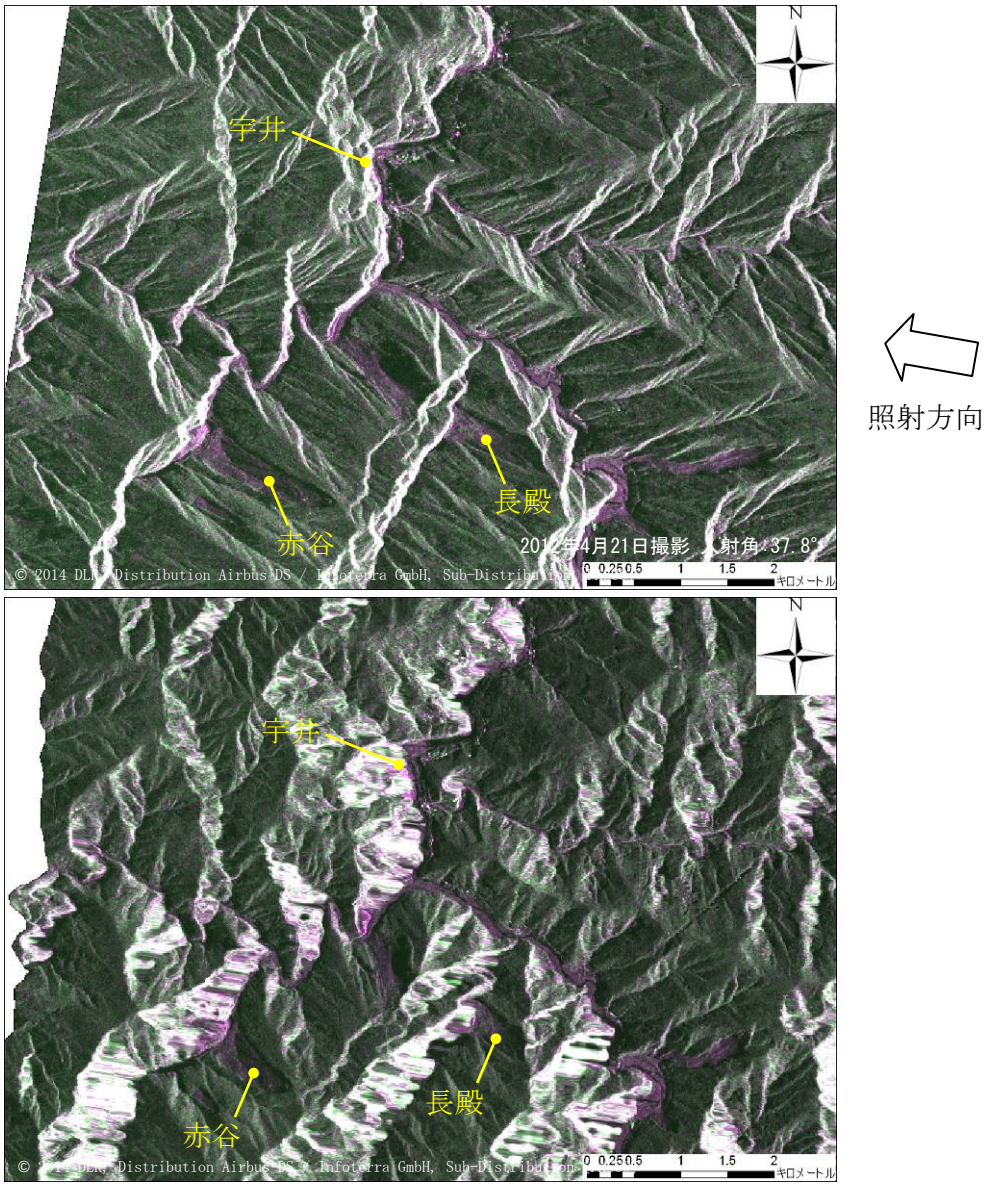


図-2.5.1　グランドレンジ画像（上）とオルソ画像（下）の見え方の違い

（2）画像を正立させる

SAR 画像には方向依存性があり、立体感を持って正確に判読するには、画像が正立するように回転させる。下の図-2.5.2 に示すとおり、「SAR 画像は照射方向を上」とすると良い。

- 北行軌道の画像：西から照射のため、右回りに約 100° 回転
- 南行軌道の画像：東から照射のため、左回りに約 100° 回転

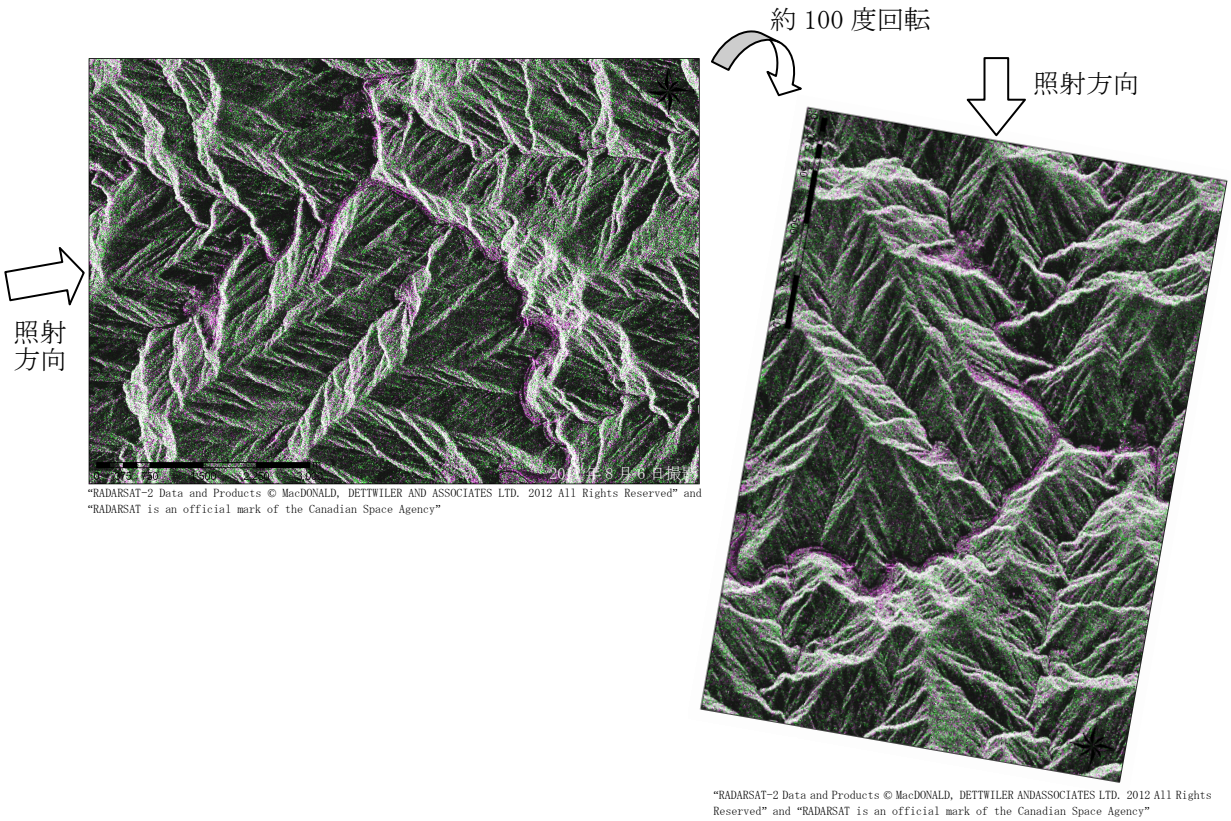


図-2.5.2　画像の正立

（3）GIS の機能を使う

地形図などの情報と重ね合わせて判読する場合など GIS ソフトの機能を活用することで効率的で正確な判読が可能である。

以下に、判読に有効な GIS ソフトの機能を列挙した。

画像の移動、拡大・縮小、回転（図-2.5.2）
地形図との比較、オーバーレイ
透過、スワイプ機能（図-2.5.3）

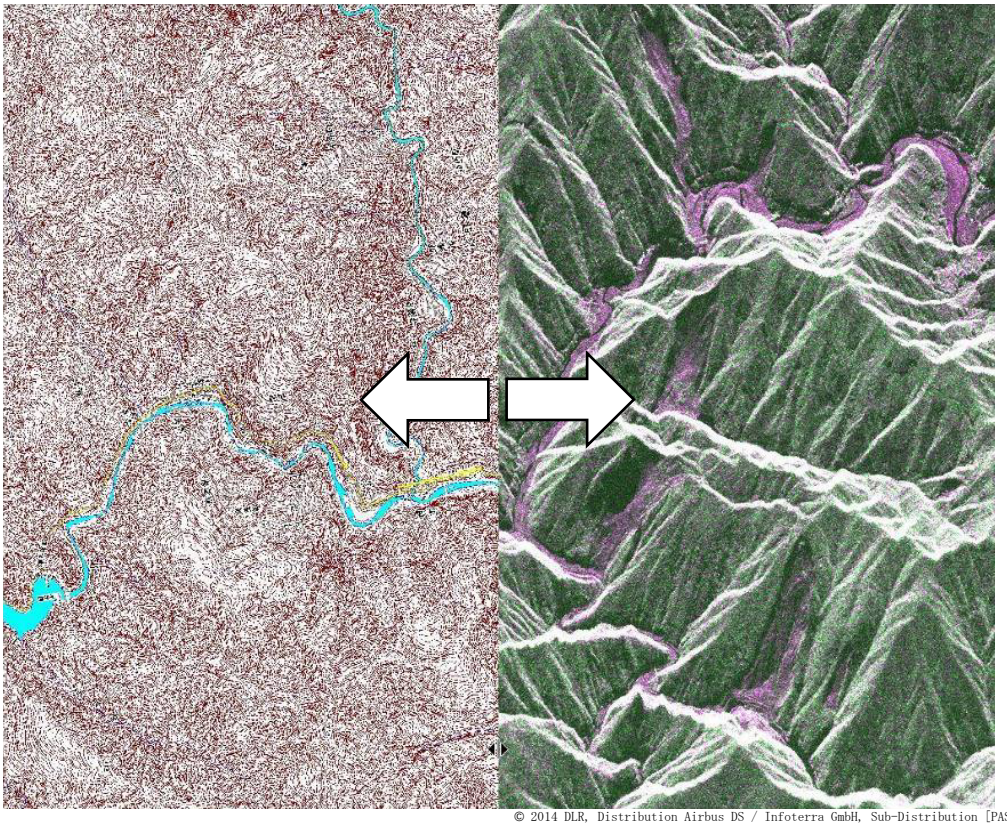


図-2.5.3　スワイプ機能

カーソルを動かすと、下のレイヤが表示される。重ねた紙をめくって下の図を見るように画像を比較することができる。

（４）地形図などの情報を組み合わせる

地形図、報道写真などその時点で手に入るあらゆる情報を収集し、参考にする。

必須（事前にあらかじめ用意しておくもの）

- 国土地理院地形図　1/200,000、1/50,000、1/25,000
- 管内図
- オルソフォト図（空中写真又は衛星光学画像より）
- デジタルマッピング（DM）
- 道路網図

オプション（可能ならば参照したほうがよいもの）

- 航空レーザ測量成果（陰影図など）
- DEM（数値標高モデル）
- 過去に撮影された当該地区の SAR 画像
- 水系網図、流域界図、微地形判読図

過去の衛星画像があれば参考にする。特に同一軌道の SAR 画像があればスタック画像（第１編基礎知識編　図-1.2.1 参照）を作成することで判読の効率と精度が向上する。

6. 判読

6.1　判読の進め方

SAR 画像判読の進め方として、重大な二次災害を引き起こす河道閉塞箇所の早期把握を最優先とし、【予察】→【概査】→【精査】の流れで、判読対象の優先度及び縮尺に留意した効率的な判読を実施する。

SAR 画像の表示縮尺に応じた判読の流れを図-2.6.1 に示す。ここでは、SAR 画像の表示縮尺を変更できる GIS 機能を利用し、小縮尺による全体の概要把握から次第に拡大しながら細部の判読に至る「詳細化」の手順としている。ただし、河道閉塞箇所の対応は緊急を要するため、判読で明らかな河道閉塞箇所を発見した場合は、直ちに報告する必要がある。また、ここで示した縮尺はあくまで目安であり、モニタ上の判読を想定しているため、紙出力した場合とは解像度が異なることに留意する必要がある。

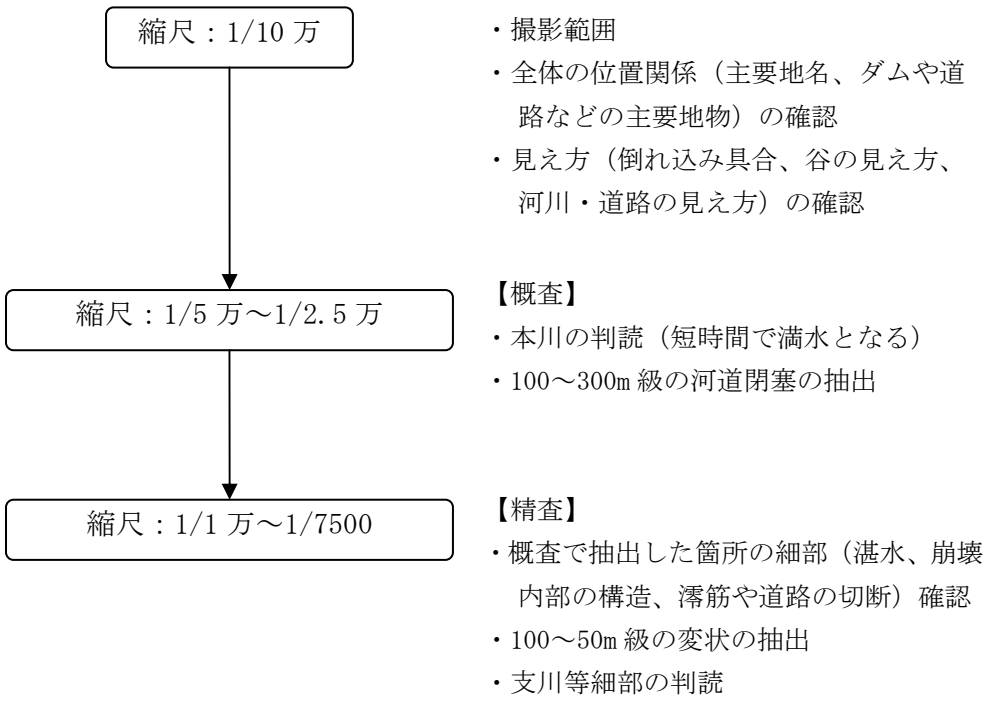


図-2.6.1　SAR 画像の表示縮尺に応じた判読の流れ（分解能 8m程度を想定）
あくまでも実績に基づく目安であり、状況により異なる。
1/5000 より小縮尺ではノイズが目立つ上に、谷全体の状況把握が困難なため河道閉塞の抽出には適しない。

【予察】SAR 画像の撮影範囲とその位置関係等の概要把握

効率的な判読を実施するために、SAR 画像の撮影範囲とその位置関係（主要地名、ダムや道路などの主要地物）、SAR 画像特有の見え方（斜面の倒れ込み具合、谷の見え方、河川・道路の見え方）について確認する。

【概査】本川河道及び主要集落上流域の判読

短時間で満水となり重大な二次災害を引き起こす可能性が高い主要河道の本川沿いや主要な集落の上流域について、優先的に判読する（図-2.6.2 の優先度①）。

【精査】概査抽出箇所の詳細判読及び支川等の細部判読

概査により抽出した箇所の細部（湛水の有無、崩壊内部の構造、澪筋や道路の寸断）を詳細に判読する。次に主要支川、支渓レベルへと順次細部まで判読し、全域を把握する（図-2.6.2 の優先度②、③）。

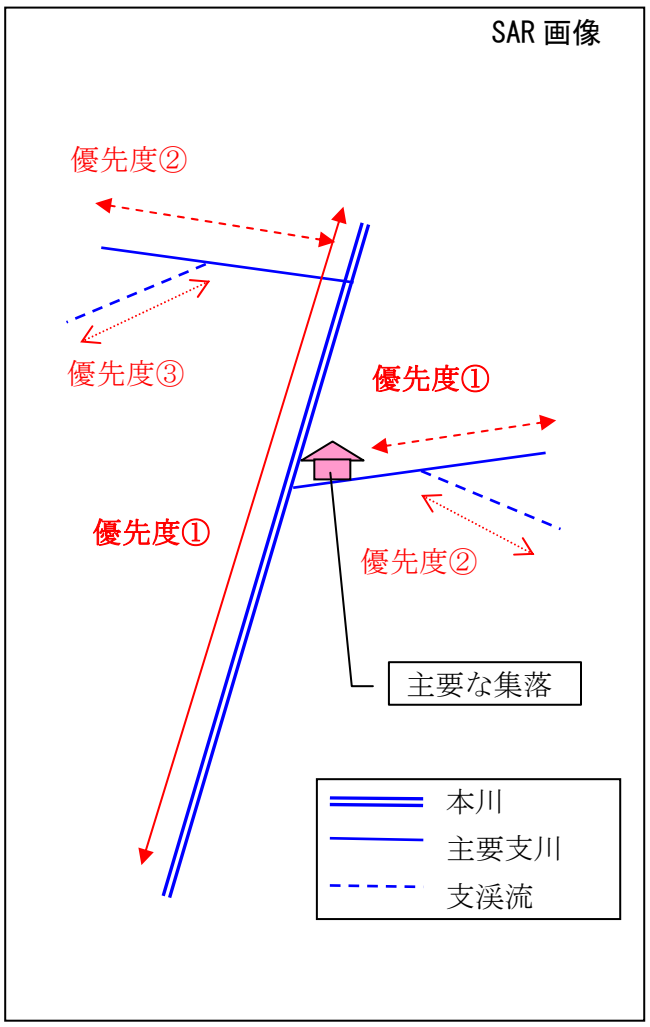


図-2.6.2　画像判読の優先度イメージ図

6.2　大規模崩壊および河道閉塞の地形的特徴と着眼点

河道閉塞は、山腹斜面に発生した地すべりや深層崩壊などにより生じた土砂が河道を塞ぎ、上流側に水が湛水する現象であり、地形的特徴は次のように整理できる。

① 深層崩壊や地すべりなど大規模な斜面崩壊が発生する。→大きな凹地形（滑落崖）と明瞭な地形境界（裸地化による樹木との高さの差、滑落崖や亀裂による段差）で分割された大きな裸地、露岩地が出現する。崩れた後が馬蹄形、板状などの形状を呈する。

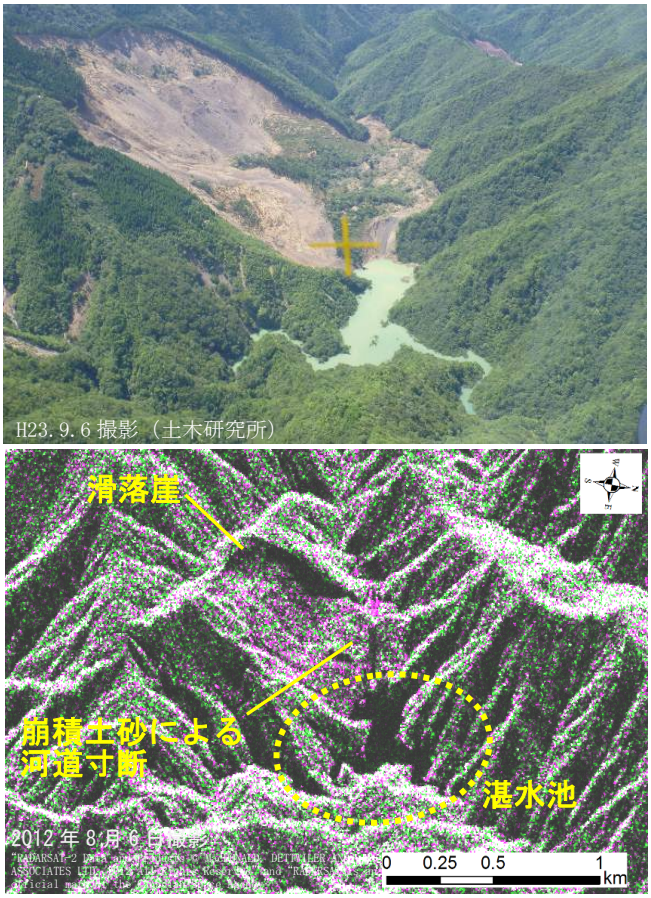
② 崩壊土砂が斜面直下に堆積したり、河道沿いに移動して谷をせき止める。→谷を塞ぐ大規模な堆積物（＝大きな凸地形（堆積物））が出現する。水みちがなくなる（水みち、谷の連続性が絶たれる）。

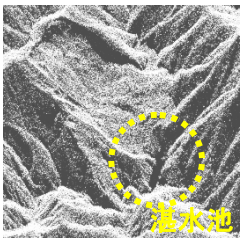
③ 河道閉塞の上流に湛水域が形成され、時間とともに広がる。越流が始まればガリ等が形成されたり土石流が発生することもある。

④ 斜面下部の道路、橋梁、集落等の人工構造物を埋没させる。→これらが消滅する。道路などの連続性が絶たれる。

よって、判読に際しては以下の点に着目して判読する。

- 地被状況の変化（裸地の出現）
- 大規模崩壊による形状、地形変化（滑落崖の大きな凹地形）
- 谷筋、水みち、道路等の連続性が途切れる（堆積土砂による大きな凸地形）
- 水面の出現（天然ダムの湛水池。形成直後は小さいことに留意。）
- 上記要素の組み合わせ





© 2014 DLR, Distribution Airbus DS / Infoterra GmbH, Sub-Distribution [PASCO]

H23.9.5 撮影（単偏波画像）
形成直後の湛水池は小さい

図-2.6.3　河道閉塞発生状況（奈良県十津川村栗平）
（上：斜め写真、下：２偏波 SAR 画像）

6.3　SAR 画像で確認出来ない場所（レイオーバとレーダーシャドウ）

SAR 画像で確認出来ない場所は、レイオーバ又は、レーダーシャドウの場所である。

レイオーバは、建物の壁や急斜面など（入射角よりも急な勾配を持つマイクロ波に正対する面）では上部の方が下部よりもアンテナに近くなるため（通常は上部の方がアンテナから遠い）、SAR 画像上で上下が反転し白くつぶれる現象である(図-2.6.4 の B)。

レーダーシャドウは、電磁波照射源の反対側斜面が陰影部となる現象である（図-2.6.4 の E よりアンテナに遠い箇所）。

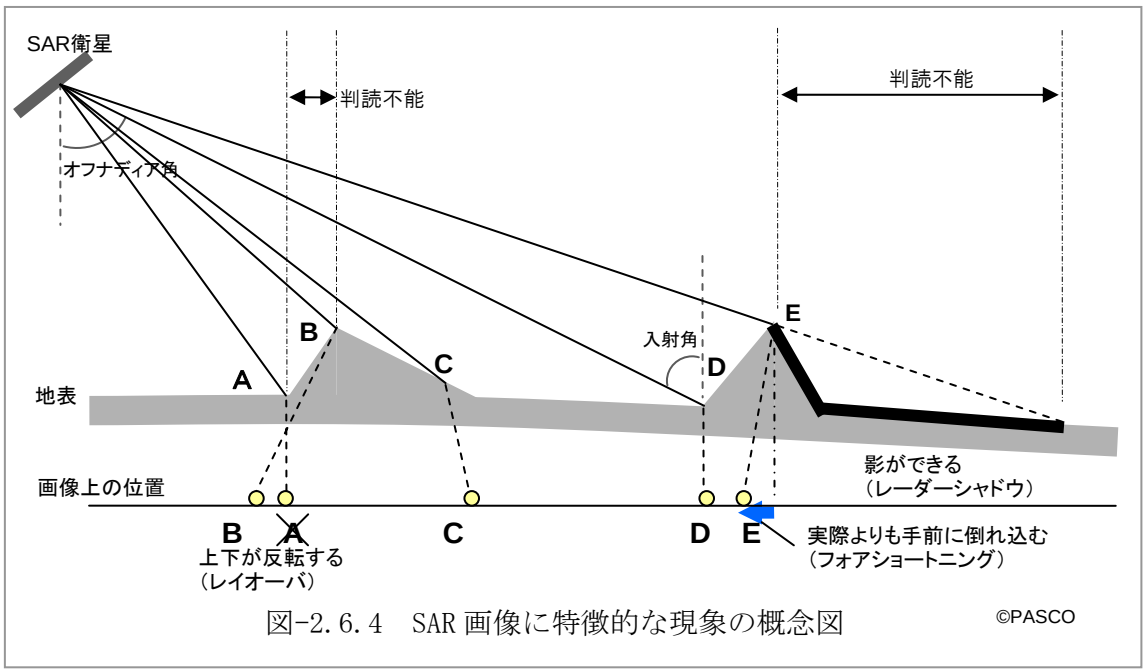


図-2.6.4　SAR 画像に特徴的な現象の概念図

・オフナディア角：衛星の鉛直直下と衛星のレーダー照射方向のなす角度
・入射角：対象物の天頂方向から見た衛星のレーダー照射方向のなす角度
※地球が球体であるため、オフナディア角と入射角は異なり、入射角＞オフナディア角 となる。

このような関係があるので、急峻な山岳地においては、対象物の位置、形、向き、勾配によっては見えづらい地形・地物がある。レーダーシャドウは影であるから、その中にあるものは一切見えない。

よって、北行・南行の両軌道から観測して、両方向からの照射画像を取得し判読することは、SAR 画像の不可視域による河道閉塞の見逃しを減らすことに有効である。

6.4　判読の手順とチェックリスト

（１）２偏波画像の特徴

単偏波画像は白黒の濃淡で地形・地物が表現されているが、２偏波画像は RGB にバンドを当てはめるため、偏波毎の反射強度の強弱の違いが色の違いとして表現されている。森林等では体積散乱が卓越する（体積散乱をすると水平に入射したマイクロ波が縦に回転して反射する）ため HV を G（緑）に、裸地など立体構造のない部分では表面散乱が卓越する（表面散乱では水平に入射したマイクロ波は水平のまま反射する）ため HH を R（赤）と B（青）に当てはめると、森林は緑色に崩壊地や河床の河原は赤紫色に表現される。よって、このように多偏波を色合成することにより、崩壊地を「形」や「肌理（テクスチャ）」ではなく「色」で識別することができる。

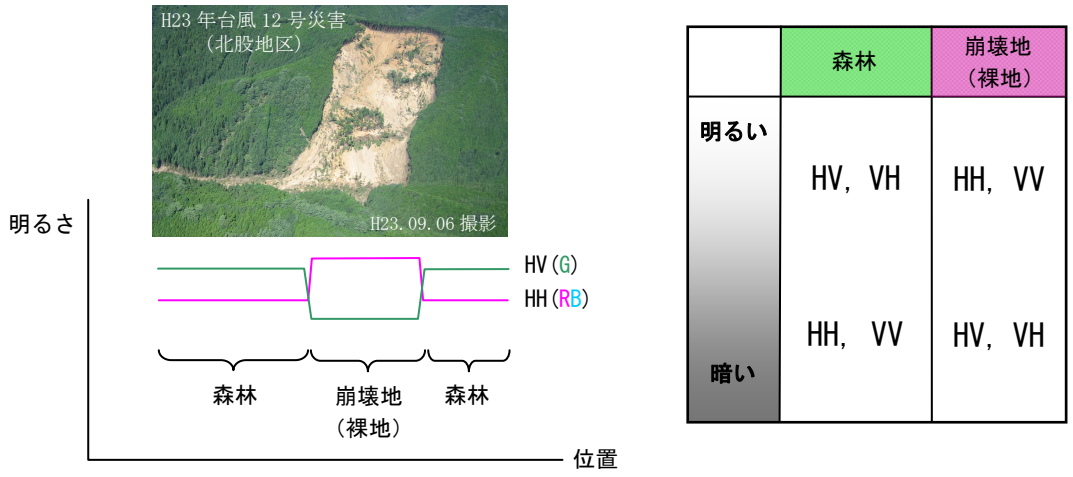


図-2.6.5　偏波の違いによる場所毎の明るさのイメージ

（２）判読抽出の手順

標準的な判読抽出のステップは図-2.6.6 の通りである。

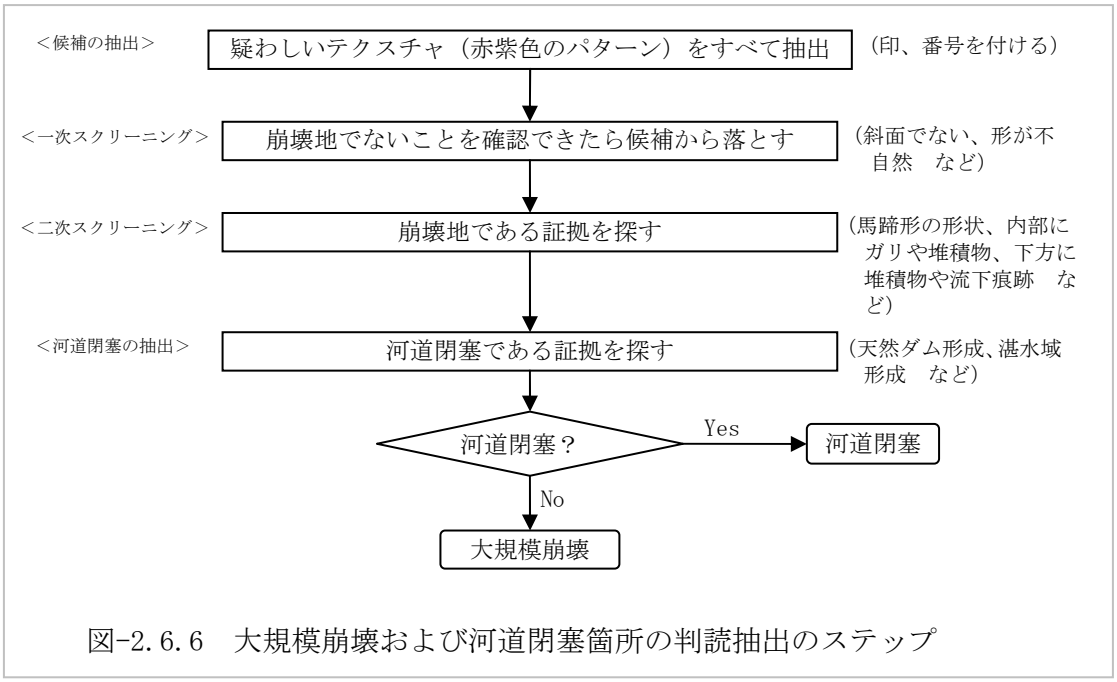


図-2.6.6　大規模崩壊および河道閉塞箇所の判読抽出のステップ

①崩壊部の確認

＜候補の抽出＞

２偏波画像では森林は緑色に崩壊地や河床の河原は赤紫色に表現される。そこで、画像全体を本川から支川の順に見渡して赤紫色に着色された部分を抽出する。

＜一次スクリーニング＞

候補の中から形状や周辺状況（斜面勾配など）からみて明らかに崩壊地でないもの（たとえば河道）を除外する。可能であれば 1/25,000 地形図やオルソフォトを参照して、河道、集落、採石場などの人口地形、既存崩壊地・裸地を確認し除外する。これらは新しい崩壊地と同様のパターンを示すため紛らわしいが、地形図を参照することで比較的容易に特定することができる。

＜二次スクリーニング＞

残った候補の中から明らかに崩壊地の特徴を示す地形（馬蹄形の形状、内部にガリや堆積物の存在、下方に堆積物や流下痕跡の存在）を抽出し分類する。大規模崩壊発生時に形成される滑落崖は、急峻な形状を呈すことから、SAR 画像上ではシャドウ・レイオーバとして表現されることが多く、崩壊地を抽出する際の目安となる。

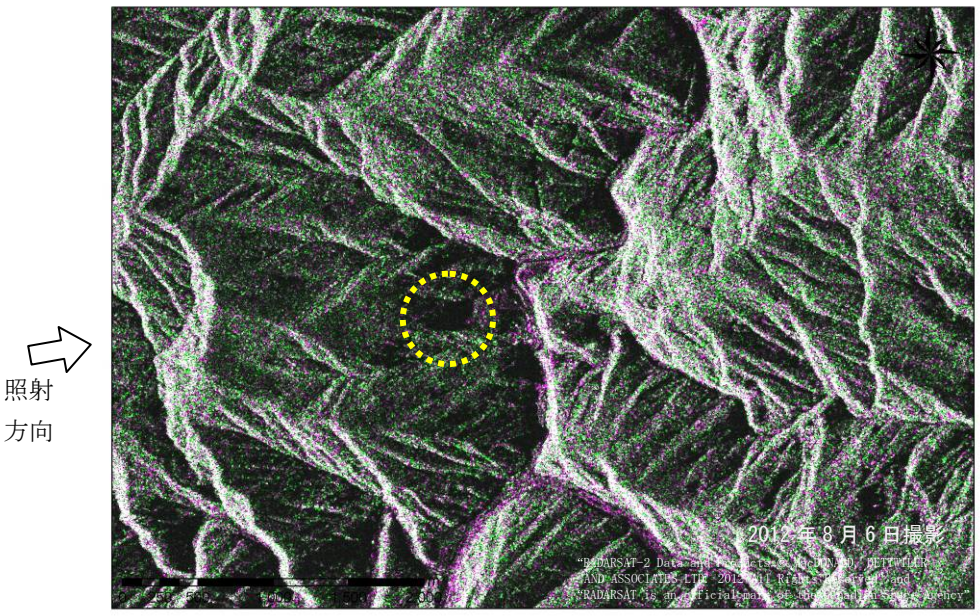


図-2.6.7　滑落崖がシャドウとして表現された例（奈良県　宇井地区）

②河道部分の確認

＜河道閉塞の抽出＞

さらに、河道周辺で湛水等が疑われる箇所が確認できた場合は、河道閉塞であると判定する。水域は後方散乱強度が弱く、SAR 画像上では明確に黒く表現されるため比較的判読がしやすい。この特性に基づき、河道閉塞に伴う澪筋の分断や湛水は、SAR 画像で読みとりやすく、河道周辺に湛水域と思われる箇所や澪筋の不連続箇所を抽出する。

河道部・周辺地形を総括的に確認し、相対的な位置関係として大規模崩壊に伴う河道閉塞と判断されるかについて確認を行う。また、河道閉塞が疑われる付近周辺の道路分断や建物埋設等の状況が確認されないか等も確認を行う。

＜堆積土砂、土石流痕跡の確認＞

明らかに河道閉塞と見えない場合は、土石流として下流まで流下したか、天然ダムが既に決壊した可能性もある。その場合は、河道内に崩壊直下の堆積物や、周辺の天然ダムの痕跡、下流河道沿いに続く土石流流下痕跡が見られる場合がある。河床の上昇に伴い河道が広がっている場合もあるので、周辺と注意深く比較する。

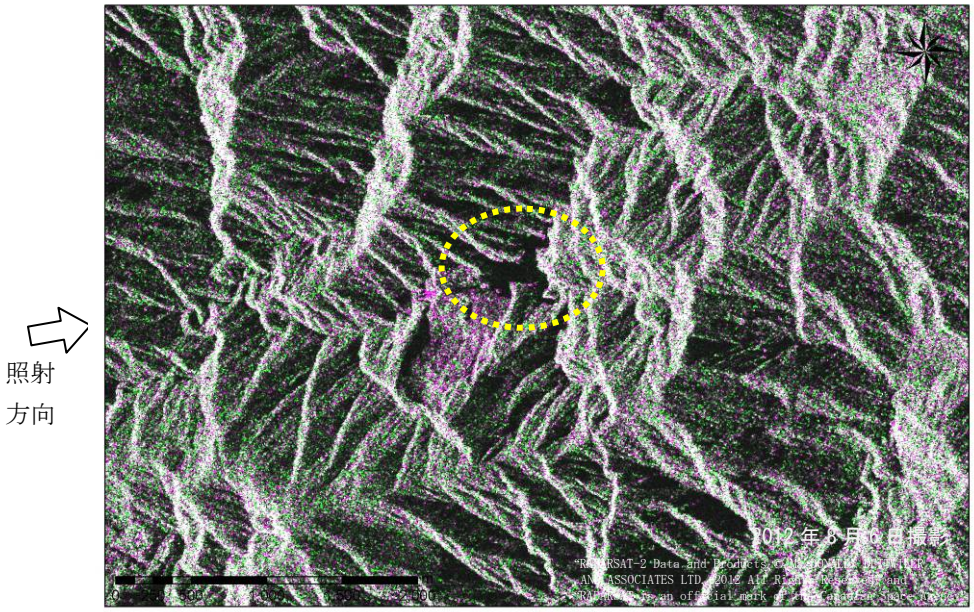


図-2.6.8　湛水域が黒く表現された例（奈良県　栗平）

（3）作業チェックリスト

上記手順を作業チェックリストとして整理したものが表-2.6.1である。表の上から順に確認して評価欄に結果を記入するが、必ずしも上から下へ進める必要はない。その結果を踏まえ、総合的に判断した判定を下す。必ずしも評価欄がすべて○である必要はなく、重要な判読キーが確認できればそれを根拠に判定して良い。判定に際して重視した項目や不明瞭で判断が難しい点はコメント欄に記入する。

このチェックリスト記載においては、大規模崩壊（新規崩壊）であるかどうかの判断を最低限行う。そして、河道閉塞かどうかの判断やそれ以外の欄については、誤抽出や抽出漏れを防止するため、緊急対応が必要かどうかの判断のために、記入した方が良い。まずは発見スピードを優先するため、コメントもここであえて時間をかけて記入する必要はなく、緊急判読の次のステップで判定評価の細目やコメントを記入しても良い。識別番号や所在地・名称も必須ではないが、混乱を防ぐためには仮のものでも良いから付けたほうがよい。このチェックリストは、見落としをしないようにする、客観性を持たせる、記録を残すためのものであり、作成したものは成果に含める。

評価に記入する記号の意味は以下のとおりである。

○：形状が読み取れる。「ある」と言える。該当する。

△：「ある」ように見えるが不明瞭。不明瞭だが該当する。

×：形状が読み取れない。「ない」といえる。該当しない。

－：「ある」とも「ない」とも判断できない。わからない。

表-2.6.1　２偏波 SAR 画像判読に用いるチェックリスト

2偏波画像を用いた大規模崩壊及び河道閉塞箇所判読チェックリスト

<table>
<tr><td>識別番号</td><td></td><td>所在地・名称・座標</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>確認範囲</td><td>チェック項目</td><td colspan="3">判断基準</td><td>評価</td></tr>
<tr><td rowspan="5">崩壊地</td><td>裸地</td><td colspan="3">・多偏波画像で赤紫色の裸地を呈するか
・斜面に位置する(平低地や緩斜面の集落、河道ではない)か</td><td></td></tr>
<tr><td>滑落崖</td><td colspan="3">・湛水域周辺に滑落崖が確認できるか
・滑落崖周辺に段差によるシャドウ・レイオーバーは確認できるか
・滑落崖の形状は斜面方向に対し円弧状となっているか　等</td><td></td></tr>
<tr><td>崩壊地内</td><td colspan="3">・滑落崖の下に崩壊形状は確認されるか
・崩壊形状は斜面方向と整合しているか　等</td><td></td></tr>
<tr><td>崩積土砂
(河道閉塞部)</td><td colspan="3">・崩壊地内から下部にかけて崩積土は確認できるか
・崩積土の形状は舌状になっているか
・崩積土の到達範囲は地形形状と整合しているか
・河道閉塞部は谷を埋積する形状となっているか
・河道閉塞部の上流に湛水域は形成されているか
・崩積土上に倒木等の形状は確認されるか　等</td><td></td></tr>
<tr><td>崩壊規模</td><td colspan="3">・河道閉塞が発生する程度の崩壊規模か</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">土石流痕跡</td><td>流下痕跡</td><td colspan="3">・崩壊地下部から流送部が見られるか
・河道が拡幅し、あるいは、植生が流出し、土石流の流下痕跡が見られるか</td><td></td></tr>
<tr><td>土石流堆積物</td><td colspan="3">・土石流の堆積地(土石流段丘・沖積錐)が見られるか</td><td></td></tr>
<tr><td>周辺地形</td><td>斜面勾配</td><td colspan="3">・湛水域近傍に斜面は存在するか
・周辺斜面は崩壊地が発生する程度の急勾配斜面か　等</td><td></td></tr>
<tr><td>相対的位置関係</td><td>上下関係等</td><td colspan="3">・滑落崖・崩積土・湛水域等の位置関係に不自然さはないか
・崩積土の到達範囲は地形と整合しているか　等</td><td></td></tr>
<tr><td>河道</td><td>湛水域</td><td colspan="3">・湛水域と想定される暗い領域が確認されるか
・上下流の澪筋幅と比べ不自然な幅となっているか
・ダム・取水堰等の人工構造物による湛水ではないか</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="5">判　　定</td><td colspan="3">崩壊跡地・露岩地</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">新規崩壊</td><td colspan="2">表層崩壊</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">大規模崩壊</td><td>深層崩壊</td><td></td></tr>
<tr><td>河道閉塞</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">土石流痕跡</td><td></td></tr>
<tr><td>コメント/備考</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

評価に記入する記号の意味 ○:形状が読み取れる。「ある」と言える。該当する。
△:「ある」ように見えるが不明瞭。不明瞭だが該当する。
×:形状が読み取れない。「ない」といえる。該当しない。
－:「ある」とも「ない」とも判断できない。わからない。

赤谷を例とした記入例を図-2.6.9 に示した。

2 偏波画像を用いた大規模崩壊及び河道閉塞箇所判読チェックリスト

識別番号	①	所在地・名称・座標	赤谷地区（奈良県五條市大塔町）			
確認範囲	チェック項目	判断基準				評価
崩壊地	裸地	・2偏波画像で赤紫色の裸地を呈するか ・斜面に位置するか（平坦地や緩斜面の集落、河道ではないか）				○
	滑落崖	・湛水域周辺に滑落崖が確認できるか ・滑落崖周辺に段差によるシャドウ・レイオーバは確認できるか ・滑落崖の形状は斜面方向に対し円弧状となっているか　等				○
	崩壊地内	・滑落崖の下に崩壊形状は確認できるか ・崩壊形状は斜面方向と整合しているか　等				○
	崩積土砂 （河道閉塞部）	・崩壊地内から下部にかけて崩積土は確認できるか ・崩積土の形状は舌状になっているか ・崩積土の到達範囲は地形形状と整合しているか ・河道閉塞部は谷を埋積する形状となっているか ・河道閉塞部の上流に湛水域は形成されているか ・崩積土上に倒木等の形状は確認されるか　等				○
	崩壊規模	・河道閉塞が発生する程度の崩壊規模か				○
土石流痕跡	流下痕跡	・崩壊地下部から流送部が見られるか ・河道の拡幅、植生の流出等による土石流の流下痕跡が見られるか				○
	土石流堆積物	・土石流の堆積地（土石流段丘、沖積錐）が見られるか				×
周辺地形	斜面勾配	・湛水域近傍に斜面は存在するか ・周辺斜面は崩壊地が発生する程度の急勾配斜面か　等				○
相対的 位置関係	上下関係等	・滑落崖、崩積土、湛水域等の位置関係に不自然さはないか ・崩積土の到達範囲は地形と整合しているか　等				○
河道	湛水域	・湛水域と想定される暗い領域が確認されるか ・上下流の澪筋幅と比べ不自然な幅となっているか ・ダム、取水堰等の人工構造物による湛水ではないか				○
判　定		崩壊跡地、露岩地				×
		新規崩壊	表層崩壊			×
			大規模崩壊	深層崩壊		○
				河道閉塞		○
		土石流痕跡				△
コメント/備考	裸地の色彩が非常に明瞭で、崩壊地・堆積物の形状も明瞭である。明らかに深層崩壊である。 崩壊土砂が谷を埋積し、澪筋が不自然に変化していること、またその上流側に湛水域と思われる暗い領域が確認できることから、深層崩壊による河道閉塞が形成されていると判断した。 河道閉塞の下流河道で河道幅が広がり、土砂が流出したと推定される。					

【評価に記入する記号の意味】

○ ：形状が読み取れる。「ある」と言える。該当する。
× ：形状が読み取れない。「ない」といえる。該当しない。
△ ：「ある」ように見えるが不明瞭。不明瞭だが該当する。
－ ：「ある」とも「ない」とも判断できない。わからない。

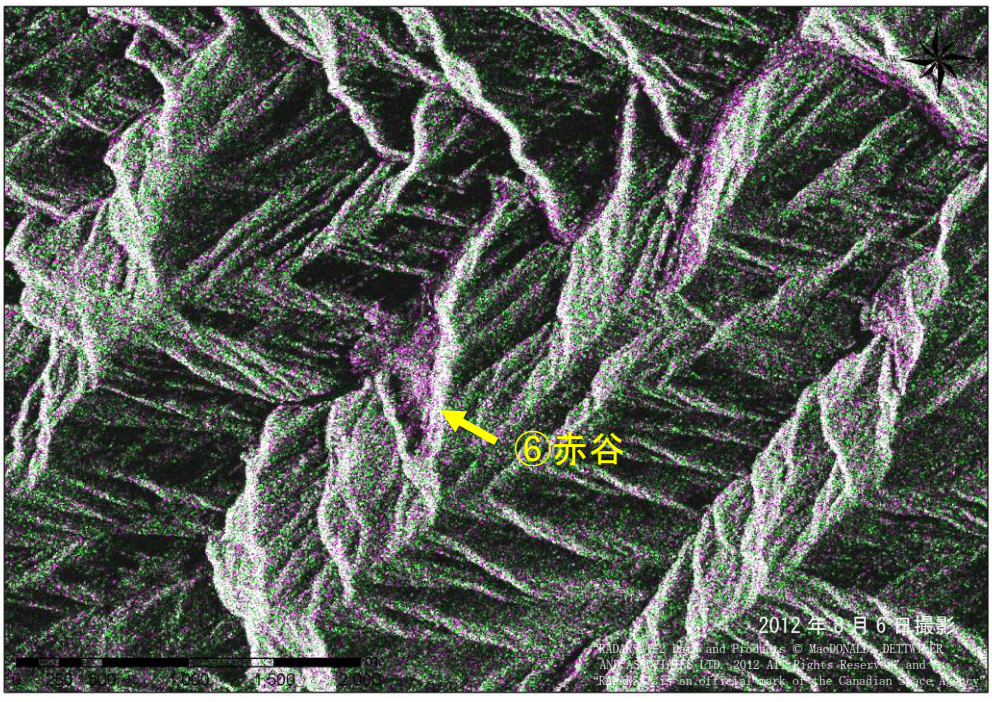


図-2.6.9　大規模崩壊および河道閉塞箇所判読・抽出チェックリストの例（奈良県　赤谷）

7. 抽出結果のとりまとめ方法

抽出結果は大規模崩壊および河道閉塞箇所位置図としてとりまとめる。

7.1 とりまとめ内容

（1）速報（第１報）

速報は、予察の段階で緊急性が高いと思われる大規模崩壊および河道閉塞を発見した場合に発する報告であり、スピードを優先し簡便な書式で報告する。

報告内容は以下の 3 点とし、報告先に電子メール、ファックス等で送付する。

- 位置図
- 緯度経度座標
- 地形図等から読み取った地名

（2）第２報

第２報は、概査が完了した段階で発する速報であり、全体の概要がわかるように全体図で提供する。

報告内容は以下の通りとし、報告先に電子メール、ファックス、インターネットのファイル転送サービス等を用いて報告する。

- 大規模崩壊および河道閉塞箇所位置図
- 概要書（抽出に用いたデータ、数・規模・位置の簡単な説明などを簡単に解説する。位置図中に記しても良い）
- 可能であれば主要箇所の拡大図、GIS データ等

（3）第３報

第３報は、判読者からの最終報告であり、報告書を作成する。

成果品は以下のとおりとする。

- 大規模崩壊および河道閉塞箇所位置図
- 抽出チェックリスト
- 大規模崩壊および河道閉塞箇所の拡大図
- 報告書（判読手法、用いたデータ、結果の所見等をとりまとめる）

7.2 大規模崩壊および河道閉塞箇所位置図の内容

（1）縮尺

抽出結果は大規模崩壊および河道閉塞箇所位置図として、抽出範囲全体を示したものを作成する。縮尺は 1/20 万程度とするが、出力サイズや被災範囲に応じて適宜変更する。

（2）背景図

判読に用いた SAR 画像や地形図などを背景図に用いる。市町村境界や主要地名などを重ねるとわかりやすい。

（３）凡例

凡例の例を以下に示す（見易さを優先し、状況に応じて適宜変更しても良い）。

●河道閉塞箇所（可能性大）　○河道閉塞を伴わない大規模崩壊（可能性大）

● 河道閉塞箇所（可能性小）　○ 河道閉塞を伴わない大規模崩壊（可能性小）

（４）大規模崩壊および河道閉塞箇所位置図の形式

大規模崩壊および河道閉塞箇所位置図は紙及び電子ファイルで作成する。

紙版は普通の事務用コピー機でコピーが可能なように A3 版とする。電子ファイルは pdf 等の汎用のフォーマットを用いる。電子メールで配布可能なように２～３MB 程度の低解像度（A4～A3 版相当）のものと、大判プロッタで A0～A1 版出力可能な高解像度のものの二種類を用意する。高解像度版のデータは CD もしくはファイル転送サービス等で配布する。

（５）著作権の表示

衛星画像は使用権のみが許諾されており、画像には著作権者のロゴ、クレジットを記す必要がある。また、地形図、空中写真、斜め写真等を用いる場合も、著作権者の承諾を得るとともに、必要に応じて出展等をクレジット表示する。出所があいまいで著作権侵害の恐れのある画像・図は使用しない。

〔表示例〕

・RADARSAT-2：

次の文言を画像に併記。

“RADARSAT-2 Data and Products © MacDONALD, DETTWILER AND ASSOCIATES LTD. yyyy All Rights Reserved” and “RADARSAT is an official mark of the Canadian Space Agency”

yyyy：画像を使用する機関が入手した年

・TerraSAR-X：

次の文言を画像に併記。

© yyyy DLR, Distribution Airbus DS / Infoterra GmbH, Sub-Distribution [PASCO]

yyyy：衛星画像を利用し資料等を作成した年

・ALOS-2：

次の文言を画像に併記。

©JAXA

巻末資料

１．SAR 衛星の種類と特徴及び入手方法について

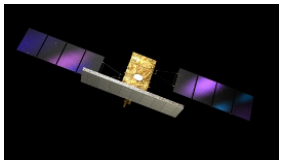
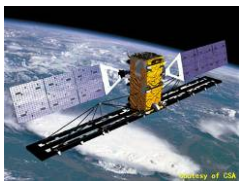
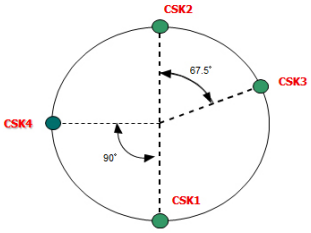
２．２偏波 SAR 画像の判読事例

1. SAR 衛星の種類と特徴及び入手方法について

1.1 SAR 衛星の種類と特徴

人工衛星に搭載された SAR に採用されている波長帯としては、L、C、X バンドがある。このうち分解能 10m 以下の SAR 画像取得が可能な人工衛星（2014 年 6 月時点）の概要を表-1.1 に示す。

表-1.1 SAR 搭載の人工衛星例（2014 年 6 月現在）

衛星		COSMO-SkyMed	RADARSAT-2	TerraSAR-X
外観				
打ち上げ年		1 号機 2007 年 6 月 7 日 2 号機 2007 年 12 月 9 日 3 号機 2008 年 10 月 24 日 4 号機 2010 年 11 月 6 日	2007 年 12 月	2007 年 6 月
開発国 運用機関(会社)		イタリア ASI/イタリア防衛省/e-GEOS 社	カナダ MDA	ドイツ DLR / Astrium GEO
	軌道	太陽同期準極軌道	太陽同期準回帰軌道	太陽同期準回帰軌道
	高度	620 km	798 km	514 km
	傾斜角	98.6°	98.6°	97.4°
	回帰日数	16 日	24 日	11 日
	周期	98 分	101 分	95 分
	設計寿命	―	7 年	5.5 年
	周波数	X バンド （9.6GHz）	C バンド （5.3GHz）	X バンド （9.65 GHz）
	入射角	20-50°	20-50°	20-45°
概要		・イタリアが開発した 4 機の X バンド合成開口レーダー衛星。下図に示すコンステレーションにより最短 1 日・最長 8 日で同条件撮像が可能。異なる条件では 12 時間に 1 回以上の撮像機会がある。 	・Radarsat-1 の後継機。カナダ宇宙機関(CSA)の支援によって製造および打上げられた衛星。MDA 社が所有し、運用を行なう。	・DLR と Astrium 社が共同開発した商用 SAR 衛星 ・TanDEM-X を併用して、Single Pass InSAR による全球レベルの高精度 DEM を作成中
観測モード例 ・分解能 6～8m ・緊急撮影		STRIPMAP HIMAGE モード （単偏波）	Wide Fine モード	Strip Map モード

・回帰日数：周回する人工衛星が、自転する地球上のある同一地点の上空に戻るまでの日数。

・周期：人工衛星が地球を 1 周する時間。

・入射角：対象物の天頂方向から見た衛星のレーダー照射方向のなす角度

1.2 SAR 画像の入手

緊急時に SAR 画像を入手する際、発注から撮影、画像入手までにかかる時間は、利用する衛星の撮影頻度や衛星運用者・画像入手先の体制等により異なる。

「第２編　実践編　4.2 衛星撮影の基本仕様」に示した仕様を満たす２偏波 SAR 画像を撮影可能な、RADARSAT-2、TerraSAR-X 及び ALOS-2（2014 年 5 月打上げ）について、発注から画像入手までにかかる概略の時間を表-1.2 に示す。

表-1.2　災害対応時の SAR 衛星の時間比較（2014 年 6 月現在）

SAR衛星名	バンド	観測幅 (3m分解能)	撮影頻度	発注から撮影までの最短時間	撮影から画像入手までの最短時間	**発注から判読開始までの最短時間（撮影頻度は考慮していない）**	その他留意点
RADARSAT-2	C	(50km刈幅) 直営時 20km刈幅	2日に 1回程度	10時間 (緊急ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞ)	6～8時間	**約18時間～**	深夜、休祝日は事前連絡が必要
TerraSAR-X **TanDEM-X**	X	30km刈幅	4日に 1回程度	12時間 (最優先撮影)	3時間	**約15時間**	深夜,休祝日は事前連絡が必要
ALOS-2 **(2014年5月打上げ)**	L	50km刈幅	2～3日に1回程度 12時又は24時頃 （入射角を問わなければ日本海付近は毎日可能）	1時間程度	1時間程度	**2時間程度**	（未定）

・撮影頻度：撮影時の衛星のオフナディア角（首振り角度）を変える等により、日本の同一地点を撮影できる頻度。
・オフナディア角：衛星が撮影する際の、衛星の鉛直直下とレーダー照射方向のなす角度。

2014 年 6 月現在で運用されている２つの SAR 衛星 RADARSAT-2、TerraSAR-X について、入手方法（問合せ先、購入申込書等）、推奨する撮影モード・処理レベルは以下のとおりである。

【問合せ先】（2014 年 6 月現在）

・RADARSAT-2

株式会社パスコ 衛星事業部 営業部
〒164-0001 東京都中野区中野 4-10-1 中野セントラルパークイースト 3F
Tel: 03-5318-1082　Fax: 03-3319-4151　　E-mail: satellite_info@pasco.co.jp

・TerraSAR-X

株式会社パスコ 衛星事業部 営業部
〒164-0001 東京都中野区中野 4-10-1 中野セントラルパークイースト 3F
Tel: 03-5318-1082　Fax: 03-3319-4151　　E-mail: satellite_info@pasco.co.jp

（１）COSMO-SkyMed （2014 年 6 月現在）

①入手方法

COSMO-SkyMed はイタリア宇宙庁（ASI）、イタリア防衛省および e-GEOS 社（商用）が運用する X バンドの軍民両用衛星であり、国内の代理店は日本スペースイメージング（Tel: 03-5204-2727 Fax: 03-5204-2730 E-mail: jsi-info@spaceimaging.co.jp）である。

データの購入に際しては、以下のサイトで公開されている注文フォームを用いて注文する。

http://www.spaceimaging.co.jp/Portals/0/docu/order_CSK_rev6.xls

注文シートに必要事項を記載後、社印（または組織印）を捺印し、日本スペースイメージング社へメール/FAX での送付後、原本も送付する。

NRT 処理（Near Real Time 処理：事前に計算した衛星の軌道情報を用いて簡易的に処理を行う）を利用すると撮影後約 8 時間で画像が提供される。日本地域の観測時刻は、概ね 6 時又は 18 時頃が標準。

画像を掲載する際には、オリジナルデータは JPEG 変換などのデータの不可逆変換処理を施し、ライセンスの注記（COSMO-SkyMed Product – © ASI – Agenzia Spaziale Italiana – yyyy. All Rights Reserved ここで、yyyy：衛星画像を利用し資料等を作成した年）を必ず画像上に表示させることが求められる。

②撮影モード及び処理レベル

COSMO-SkyMed は、単偏波モードでは高分解能であり天然ダム判読のために利用可能であるが、HH+HV の **2 偏波モードは分解能が低く※崩壊地の判読に適さない。**

※ 本資料では、天然ダム判読に 8m より高分解能を推奨しているが（「2.1 観測条件」「4.2 衛星撮影の基本仕様」を参照）、COSMO－SkyMed の 2 偏波観測（STRIPMAP PINGPONG モード）では分解能 15m（シングルルック）程度である。

（２）RADARSAT-2 (2014 年 6 月現在)

①入手方法

RADARSAT-2 は MDA (MacDonald, Dettwiler and Associates)社が運用する C バンドの SAR 衛星であり、国内の代理店は株式会社パスコ（Tel: 03-5318-1082 Fax: 03-3319-4151 E-mail: satellite_info@pasco.co.jp）である。

指定の注文書を使用する必要はない。株式会社パスコからのシミュレーション結果をもとに購入したいデータが明記された任意の「注文書」を作成し、株式会社パスコ宛に送付する。

画像を掲載する際には、オリジナルデータは JPEG 変換などのデータの不可逆変換処理を施し、ライセンスの注記（”RADARSAT-2 Data and Products © MacDONALD, DETTWILER AND ASSOCIATES LTD. yyyy All Rights Reserved” and “RADARSAT is an official mark of the Canadian Space Agency” ここで、yyyy : 画像を使用する機関が入手した年）を必ず画像上に表示させることが求められる。

②撮影モード及び処理レベル

RADARSAT-2 は表-1.3 に示したとおり 14 種類の撮影モードによる観測が可能である。また、処理プロダクトは表-1.4 に示す 5 種類である。

判読に有効な撮影モードは Wide Fine (HH+HV 偏波、緊急ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞ・準リアルタイム) であるが、領域が狭い場合は Fine (HH+HV 偏波、緊急ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞ・準リアルタイム) を採用する。

判読に有効な処理レベルは SLC である。なお、同プロダクトはそのままでは可視化できないため、代行者による加工が必要であることに留意する必要がある。

表-1.3　撮影モード　（RADARSAT-2、処理レベル SLC の場合）

（黄色のセルは河道閉塞判読に最適なモード）

撮影モード	標準シーンサイズ（アジマス×レンジ）	偏波	空間分解能（最高）
SPOT Light ※日本国内を撮影したデータのみ販売	18km×8km	HH, HV, VH, VV より選択	1m
Ultra Fine	20km×20km	HH, HV, VH, VV より選択	3m
Wide Ultra Fine	50km×50km	HH, HV, VH, VV より選択	3m
Multi-Look Fine	50km×50km	HH, HV, VH, VV より選択	8m
Wide Multi-Look Fine	90km×50km	HH, HV, VH, VV より選択	8m
Fine	50km×50km	HH, HV, VH, VV より選択	8m
		HH+HV, VV+VH より選択	
	25km×25km	**HH+HV**+VH+VV	
Wide Fine	150km×150km	HH, HV, VH, VV より選択	8m
		HH+HV, VV+VH より選択	
	50km×25km	**HH+HV**+VH+VV	
Standard	100km×100km	HH, HV, VH, VV より選択	25m
		HH+HV, VV+VH より選択	
	25km×25km	HH+HV+VH+VV	
Wide Standard	50km×25km	HH+HV+VH+VV	25m
Wide	150km×150km	HH, HV, VH, VV より選択	30m
		HH+HV, VV+VH より選択	
Scan SAR Narrow	300km×300km	HH, HV, VH, VV より選択	50m
		HH+HV, VV+VH より選択	
Scan SAR Wide	500km×500km	HH, HV, VH, VV より選択	100m
		HH+HV, VV+VH より選択	
Extended High	75km×75km	HH	25m
Extended Low	170km×170km	HH	25m

依頼の名称：

・緊急プログラミング
・準リアルタイム

http://www.pasco.co.jp/products/radarsat-2/の RADARSAT-2（レーダーサットツー）価格表をもとに作成

（2014 年 6 月現在）

表-1.4　製品レベル（RADARSAT-2）

（黄色のセルは河道閉塞判読に最適な製品処理レベル）

処理レベル	説明
SLC(Single Look Complex)	・オリジナルデータが持つ位相や振幅情報を保持しているスラントレンジ（ななめ距離）画像 ・衛星の受信エラーが補正されており、緯経度の位置情報を含み、他の処理レベルに比べて最も良い分解能を持っている
SGF(Path Image)	・振幅情報を保持しているグランドレンジ画像であり、緯度経度の情報を保持している ・観測した順序で各画素が並べられているため、アセンディング Ascending の場合は南が画像の上、Descending の場合は北が画像の上となる
SGX(Path Image Plus)	・Path Image と同等の処理に加えて、ピクセルスペーシングが Path Image より小さくなっている ・細かいピクセルスペーシングにより、ターゲットの識別能力が高まり、詳細な空間情報を得ることができる ・Path Image 製品よりファイル容量が大きくなる
SSG(Map Image)	・Path Image を処理し、地図に投影した画像。
SPG(Precision Map Image)	・Map Image と同等の処理に加えて、Ground Control Point（GCP）補正を利用することで、Map Image より位置精度の高い画像としたデータ

（2014 年 6 月現在）

（３）TerraSAR-X （2014 年 6 月現在）

①入手方法

TerraSAR-X はドイツ航空宇宙センター（DLR）/Astrium 社が共同開発した X バンドの官民両用 SAR 衛星であり、国内の代理店は株式会社パスコ（Tel: 03-5318-1082　Fax: 03-3319-4151　E-mail: satellite_info@pasco.co.jp）である。

株式会社パスコから撮影シミュレーション結果と注文書を受け取ったら、注文書の「送付先・エンドユーザ利用申請申込書（図-1.1）」および「新規撮影申込書（図-1.2）」に必要事項を記載し、株式会社パスコ営業担当宛に送付する。

日本国内へは、撮影後 3 時間以内でデータを提供することが可能である。日本地域の観測時刻は、概ね 6 時又は 18 時頃が標準。

画像を掲載する際には、オリジナルデータは JPEG 変換などの不可逆変換処理を施し、ライセンスの注記（”© yyyy DLR, Distribution Airbus DS / Infoterra GmbH, Sub-Distribution [PASCO]” ここで、yyyy：衛星画像を利用し資料等を作成した年 ）を必ず画像上に表示させることが求められる。

②撮影モード及び処理レベル

TerraSAR-X は表-1.5 に示したとおり 5 種類の撮影モードによる観測が可能である。また、処理プロダクトは表-1.6 に示す 4 種類である。

判読に有効な撮影モードは StripMap（HH+HV、最優先撮影）であり、判読に有効な処理レベルは GEC である。

表-1.5　撮影モード（TerraSAR-X）

（黄色のセルは河道閉塞判読に最適なモード）

撮影モード	標準シーンサイズ（アジマス×レンジ）	偏波	空間分解能（最高）	依頼の名称：
Staring SpotLight	4km × 3.7 km	単（VV or HH）	0.25m	
高分解能 SpotLight	5km ×10km	単（VV or HH） 二重（HH & VV）	1m	
SpotLight	10km ×10 km	単（VV or HH） 二重（HH & VV）	2m	
StripMap	50km ×30 km	単（VV or HH）	3m	
	50km ×15 km	二重（HH＋VV， **HH＋HV**，　VV＋VH）	6m	・最優先撮影（Exclusive）
ScanSAR	150km ×100 km	単（VV or HH）	16m	

http://www.pasco.co.jp/products/terrasarx/　の TerraSAR-X（テラサーエックス）価格表（PDF）をもとに作成

（2014 年 6 月現在）

表-1.6　製品レベル（TerraSAR-X）
（黄色のセルは河道閉塞判読に最適な製品レベル）

処理レベル	説明
SSC（Single Look Slant Range Complex）	・振幅と位相情報を含む複素データ ・スラントレンジ方向- アジマスレンジ方向 ・インターフェロメトリに使用
MGD（Multi Look Ground Range Detected）	・マルチルック処理済み ・グランドレンジ方向- アジマス方向 ・グランドレンジ投影 ・両像回転による補正なし ・正方ピクセル
GEC（Geocoded Ellipsoid Corrected）	・マルチルック処理済み ・DEM による幾何補正無し ・グランドレンジ投影 ・測地系 WGS84、UTM または UPS 投影
EEC（Enhanced Ellipsoid Corrected）	・マルチルック処理済み ・DEM による幾何補正済み ・グランドレンジ投影 ・測地系 WGS84、UTM または UPS 投影

（2014 年 6 月現在）

受付日時：
受付番号：　T-00-EULA

PSD-T-OT-0904-018

PASCO
Measure the Earth, Here and Beyond

TERRA SAR X SERVICES

送付先・エンドユーザ利用申請申込書
(TerraSAR-X)

株式会社　パスコ　衛星事業部
技術部　運用技術課
TerraSAR-X画像販売担当　宛

TerraSAR-X画像使用のため、以下のとおり申請いたします。

エンドユーザ利用申請情報				
	日本語		英語	
項目		記入欄	項目	記入欄
組織名称	組織名称	国土交通省	Corporate Name	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism
	お客様種別【選択】	公共機関	Customer Type	Civil Service Customer
	利用目的【選択】	災害モニタリング	Activity	Disaster Monitoring
担当者等の連絡先所在地	部署名	○○地方整備局	Division name	Regional Development Bureau
	名前	△△　△	Name	△△　△
	電話番号	**-****-****	TEL（市外局番の0は除く）	+81　**-****-****
	ファックス番号	*-****-****	FAX（市外局番の0は除く）	+81　**-****-****
	メールアドレス	■■■@●●●	E-Mail	■■■@●●●
	郵便番号	***-****	Postal Code	***-****
	住所（例：東山1-1-2）	*-* □□□	Address	*-* □□□
	都市名（例：目黒区）	○○市	City	○○
	州・県名（例：東京都）	○○県	State	○○
	国名	日本国	Country	Japan

地方整備局等ごとに異なる

送付先情報 （発送の際に使用します。送付先がエンドユーザ利用申請情報と異なる場合は、ご記入下さい。）	
項目	☑ エンドユーザと同じ 記入欄
組織名称	
部署名	
担当者名	
郵便番号	
住所	
電話番号	
ファックス番号	

エンドユーザ利用申請情報の取り扱いと注意事項
・エンドユーザ利用申請情報は、ドイツ情報セキュリティポリシー法に基づきドイツ国への申請及び、承認に使用されます。
・また、承認されない場合は購入ができないことがあります。
・画像購入ごとに必ず必要となりますので、購入するお客様は必ずご記入下さい。
・また、この審査及び、承認には時間を要します。なるべくお早めにご提出下さい。

1/1

図-1.1　送付先・エンドユーザ利用申請申込書（TerraSAR-X）

Ver. TSX-NIS-RQ07-1.30

受付日時:
受付番号: 0001007T0000-00

PSD-T-OT-0904-018

PASCO Measure the Earth, Here and Beyond

TERRA SAR X SERVICES

新 規 撮 影 申 込 書

(TerraSAR-X)

株式会社 パスコ 衛星事業部
技術部 運用技術課
TerraSAR-X画像販売担当 御中

作成日: 2012/3/14

画像希望納期 2012/3/14

お客様組織名 国土交通省
部署名 ○○地方整備局
担当者様 △△ △
WBS/内部指図書番号 0

申込み種別

緑枠内：災害ごとに異なる

地方整備局等ごとに異なる

EULA及び、新規撮影サービスに関する注意事項に承諾のうえ、下記の新規撮影を申し込み致します。

撮影地域名	奈良県十津川町	購入種別	新規撮影	撮影優先度	Exclusive	撮影希望日	3月14日

申込番号	撮影条件		処理条件		関心地域			
001N	撮影モード	SM (Single)	処理レベル	GEC	左上座標(HS/SLは中心座標) X:経度／Y:緯度		右上座標 X:経度／Y:緯度	
	偏波チャンネル	HH+HV	軌道精度	Predict	135.777776	34.044444		
	入射角	Shallow	解像タイプ	SE	左下座標 X:経度／Y:緯度		右下座標 X:経度／Y:緯度	
	指定パス	指定無し	備 考					

撮影地域名		購入種別	新規撮影	撮影優先度		撮影希望日	

申込番号	撮影条件		処理条件		関心地域			
002N	撮影モード		処理レベル		左上座標(HS/SLは中心座標) X:経度／Y:緯度		右上座標 X:経度／Y:緯度	
	偏波チャンネル		軌道精度					
	入射角	指定無し	解像タイプ		左下座標 X:経度／Y:緯度		右下座標 X:経度／Y:緯度	
	指定パス	指定無し	備 考					

撮影地域名		購入種別	新規撮影	撮影優先度		撮影希望日	

申込番号	撮影条件		処理条件		関心地域			
003N	撮影モード		処理レベル		左上座標(HS/SLは中心座標) X:経度／Y:緯度		右上座標 X:経度／Y:緯度	
	偏波チャンネル		軌道精度					
	入射角	指定無し	解像タイプ		左下座標 X:経度／Y:緯度		右下座標 X:経度／Y:緯度	
	指定パス	指定無し	備 考					

撮影地域名		購入種別	新規撮影	撮影優先度	Standard	撮影希望日	

申込番号	撮影条件		処理条件		関心地域			
004N	撮影モード		処理レベル		左上座標(IIS/SLは中心座標) X:経度／Y:緯度		右上座標 X:経度／Y:緯度	
	偏波チャンネル		軌道精度	Rapid				
	入射角	指定無し	解像タイプ		左下座標 X:経度／Y:緯度		右下座標 X:経度／Y:緯度	
	指定パス	指定無し	備 考					

その他通信欄	

お客様への注意事項	・1シーンあたりPriorityはStandardの150%、ExclusiveはStandardの200%の料金です。

1/1

表示の凡例:	同時購入・変更項目	西経・南緯(赤字)	Priority	Exclusive	入力不要	入力の誤り

図-1.2 新規撮影申込書（TerraSAR-X）

（４）ALOS-2

ALOS-2 は宇宙航空研究開発機構(JAXA)が開発中のＬバンドの SAR 衛星であり、防災関連ユーザや民間事業者との調整を進め、今後、提供プロダクトやルートを確定する予定である。災害が発生し、観測依頼を受けてから衛星への観測命令を送信するまで 1 時間を要する。また、衛星が命令を受信してから観測し、ダウンリンクまでは最短で約 10 分、最長で約 23 時間を要し、これは衛星の位置に依存する。データの受信後、データ処理や解析、プロダクト生成を行い、提供まで約 1 時間である。

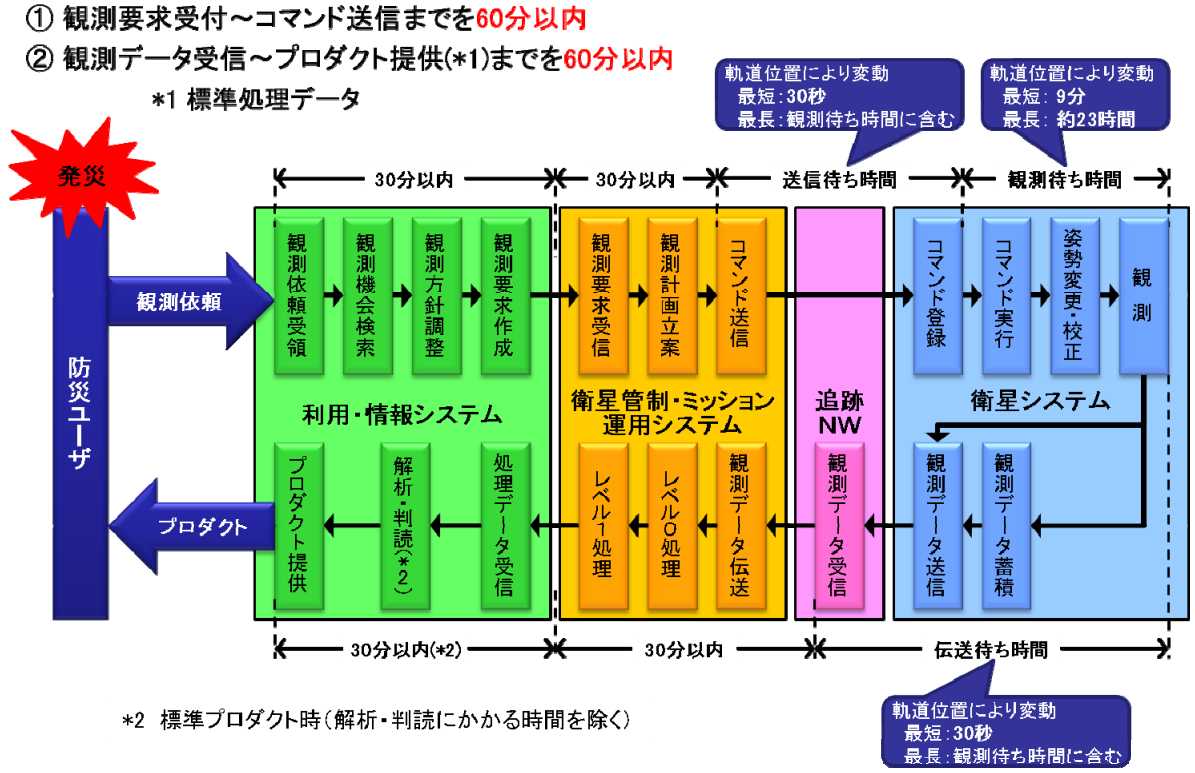


図-1.3　プロダクト提供のタイムライン

ALOS-2 は表-1.7 に示したとおり 6 種類の撮影モードによる観測が可能である。また、処理プロダクトは表-1.8 に示す 4 種類である。判読に有効な撮影モードは高分解能[3m]（HH or HH+HV）※もしくは高分解能［6m］（HH+HV）、処理レベルは 1.5 である。

※ ALOS-2 では、日本国内の高分解能［3m］HH 偏波でのベースマップ（アーカイブ）を観測予定のため、緊急観測時にも同様の条件で観測することで、災害前後二時期のスタック画像による変化抽出も有効である。ただし、観測時点でベースマップが存在しない場合は、高分解能［6m］以上での HH+HV 観測が推奨される（高分解能［3m］HH+HV については他の撮影モードと圧縮方法が異なるため、打上げ後の実画像を評価した上で利用を検討）。

また、画像を掲載する際には、オリジナルデータは JPEG 変換などの不可逆変換処理を施し、ライセンスの注記（”©JAXA”）を必ず画像上に表示させることが求められる。

表-1.7　撮影モード(ALOS-2)
(黄色のセルは河道閉塞判読に最適な製品レベル)

撮影モード	標準シーンサイズ (アジマス×レンジ)	偏波	空間分解能
スポットライト	25km×25km	HH、HV、VH、VV より選択	3m×1m
高分解能［3m］	70km×50km	**HH**、HV、VH、VV より選択 または **HH+HV**、VV+VH より選択	3m
高分解能［6m］	70km×50km	HH、HV、VH、VV より選択、 **HH+HV**、VV+VH より選択、 円または 45 度直線偏波	6m
	70km×40km	HH+HV+VH+VV	
高分解能［10m］	70km×70km	HH、HV、VH、VV より選択、 HH+HV、VV+VH より選択、 円または 45 度直線偏波	10m
	70km×30km	HH+HV+VH+VV	
広域観測［350km］	355km×350km	HH、HV、VH、VV より選択 または HH+HV、VV+VH より選択	100m
広域観測［490km］	355km×490km	HH、HV、VH、VV より選択 または HH+HV、VV+VH より選択	60m

依頼の名称：

・緊急観測

(http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/conf/workshop/alos2_ws3/ALOS2_1_1_Kankaku_Yukihiro.pdf を基に作成)

表-1.8　製品レベル(ALOS-2)
(黄色のセルは河道閉塞判読に最適な製品レベル)

処理レベル	定義	備考
1.1	・レンジ圧縮及び 1 ルックアジマス圧縮を行ったスラントレンジ上のデータ。 ・位相や振幅情報を含む複素データ。 ・広域観測モードではスキャン単位でイメージファイルが作成される。	SLC：Single Look Complex インターフェロメトリ処理用
1.5	・レンジ圧縮及びマルチルックアジマス処理を行った振幅データをグランドレンジに投影し、さらに選択された地図投影を行ったデータ。 ・ピクセルスペーシングは観測モードにより選択が可能。 補正オプションは以下の通り。 G：Geo-coded による地図投影を行う R：Geo-reference による地図投影を行う	G, R はどちらか一方を指定
2.1	・レベル 1.1 データに数値標高データを用いて幾何補正（オルソ補正）を行ったデータ。 ・Geo-coded による地図投影を行う。 ・ピクセルスペーシングは観測モードにより選択が可能。	
3.1	レベル 1.5 データに画質補正（雑音除去処理、ダイナミックレンジ圧縮処理）を行ったデータ。	

(http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS-2/doc/fdata/PALSAR-2_xx_Format_CEOS_J.pdf を基に作成)

2. 2 偏波 SAR 画像の判読事例

2.1 平成 23 年台風 12 号災害における深層崩壊及び河道閉塞箇所（計 6 箇所）

平成 23 年台風 12 号災害（紀伊半島大水害）において、奈良県内で発生した深層崩壊及び河道閉塞箇所（概ね 9 月 4 日頃発生）のうち以下の 6 箇所を対象として、2 偏波画像及びチェックリストを用いた判読事例を示す。

対象箇所（発生位置については、図-2.1 参照）

① 赤谷地区
② 清水〔宇井〕地区
③ 長殿地区
④ 栗平地区
⑤ 北股地区
⑥ 坪内地区

判読に用いた SAR 画像諸元

衛星名	：RADARSAT-2
撮影日	：2012 年（平成 24 年）8 月 6 日
バンド	：C バンド
軌道	：北行軌道
照射方向	：東向き
撮影モード	：Fine Quad-Pol
分解能	：8m
入射角	：39.6°
偏波	：HH、HV、VH、VV（ただし、今回の判読では HH と HV のみを利用）

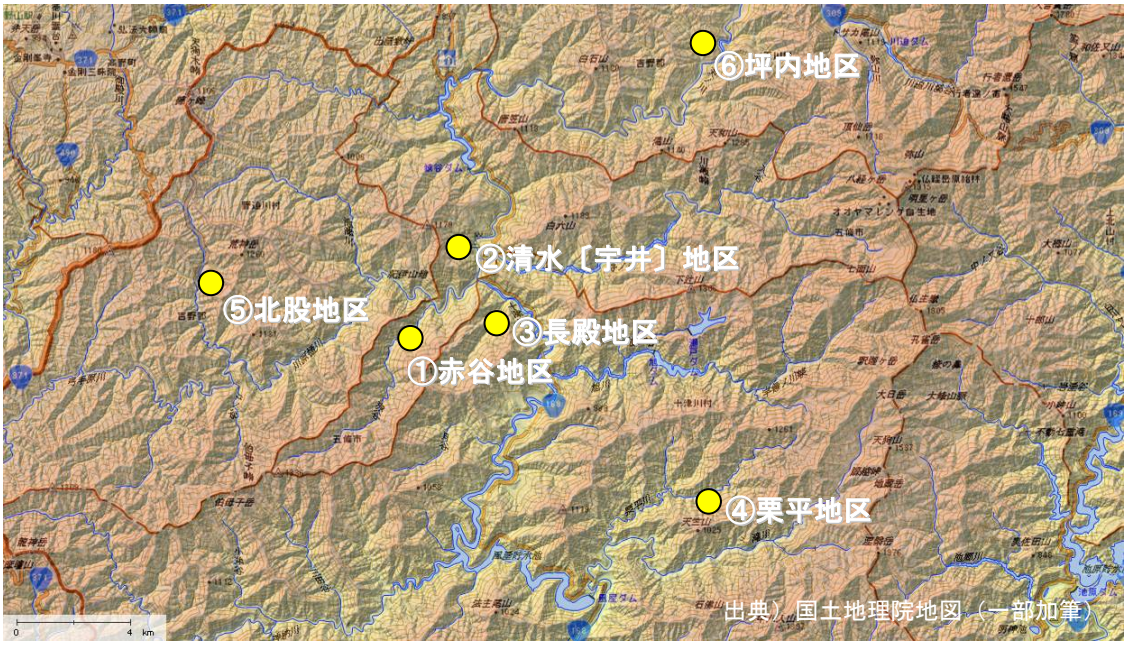
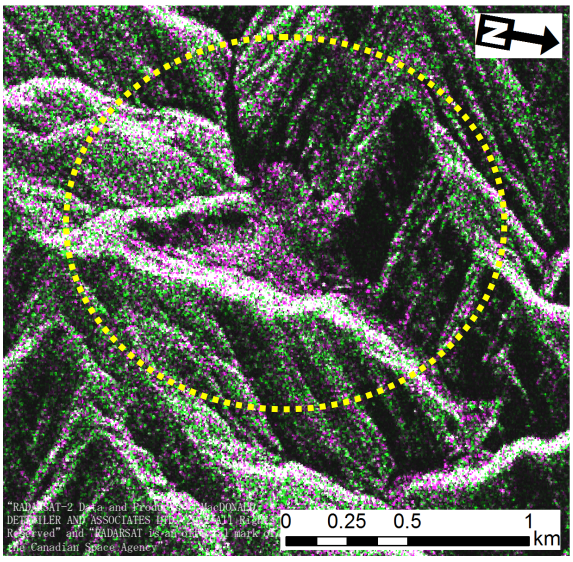


図-2.1 2 偏波 SAR 画像判読箇所位置図（平成 23 年台風 12 号災害）

2 偏波 SAR 画像判読事例①　赤谷地区（平成 23 年台風 12 号災害）



2 偏波 SAR 画像

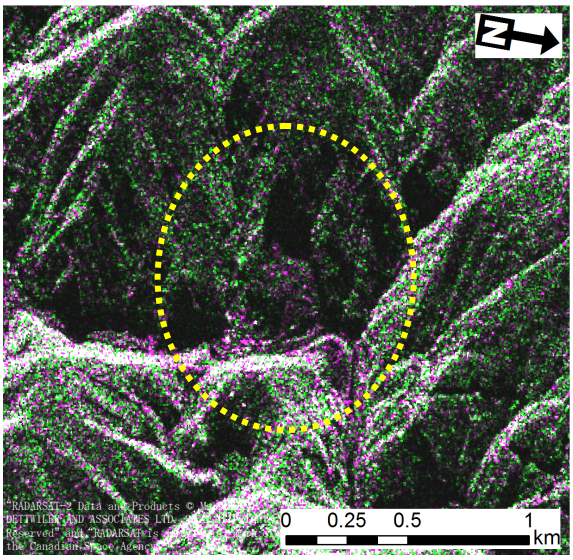
斜め写真

識別番号	①	所在地・名称・座標	赤谷地区（奈良県五條市大塔町）		
確認範囲	チェック項目	判断基準			評価
崩壊地	裸地	・2偏波画像で赤紫色の裸地を呈するか ・斜面に位置するか（平坦地や緩斜面の集落、河道ではないか）			○
	滑落崖	・湛水域周辺に滑落崖が確認できるか ・滑落崖周辺に段差によるシャドウ・レイオーバは確認できるか ・滑落崖の形状は斜面方向に対し円弧状となっているか　等			○
	崩壊地内	・滑落崖の下に崩壊形状は確認できるか ・崩壊形状は斜面方向と整合しているか　等			○
	崩積土砂 （河道閉塞部）	・崩壊地内から下部にかけて崩積土は確認できるか ・崩積土の形状は舌状になっているか ・崩積土の到達範囲は地形形状と整合しているか ・河道閉塞部は谷を埋積する形状となっているか ・河道閉塞部の上流に湛水域は形成されているか ・崩積土上に倒木等の形状は確認されるか　等			○
	崩壊規模	・河道閉塞が発生する程度の崩壊規模か			○
土石流痕跡	流下痕跡	・崩壊地下部から流送部が見られるか ・河道の拡幅、植生の流出等による土石流の流下痕跡が見られるか			○
	土石流堆積物	・土石流の堆積地（土石流段丘、沖積錐）が見られるか			×
周辺地形	斜面勾配	・湛水域近傍に斜面は存在するか ・周辺斜面は崩壊地が発生する程度の急勾配斜面か　等			○
相対的 位置関係	上下関係等	・滑落崖、崩積土、湛水域等の位置関係に不自然さはないか ・崩積土の到達範囲は地形と整合しているか　等			○
河道	湛水域	・湛水域と想定される暗い領域が確認されるか ・上下流の澪筋幅と比べ不自然な幅となっているか ・ダム、取水堰等の人工構造物による湛水ではないか			○
判　定		崩壊跡地、露岩地			×
		新規崩壊	表層崩壊		×
			大規模崩壊	深層崩壊	○
				河道閉塞	○
		土石流痕跡			△
コメント/備考		裸地の色彩が非常に明瞭で、崩壊地・堆積物の形状も明瞭である。明らかに深層崩壊である。 崩壊土砂が谷を埋積し、澪筋が不自然に変化していること、またその上流側に湛水域と思われる暗い領域が確認できることから、深層崩壊による河道閉塞が形成されていると判断した。 河道閉塞の下流河道で河道幅が広がり、土砂が流出したと推定される。			

【評価に記入する記号の意味】

○ ：形状が読み取れる。「ある」と言える。該当する。
△ ：「ある」ように見えるが不明瞭。不明瞭だが該当する。
× ：形状が読み取れない。「ない」といえる。該当しない。
－ ：「ある」とも「ない」とも判断できない。わからない。

2 偏波 SAR 画像判読事例②　清水〔宇井〕地区（平成 23 年台風 12 号災害）



2 偏波 SAR 画像

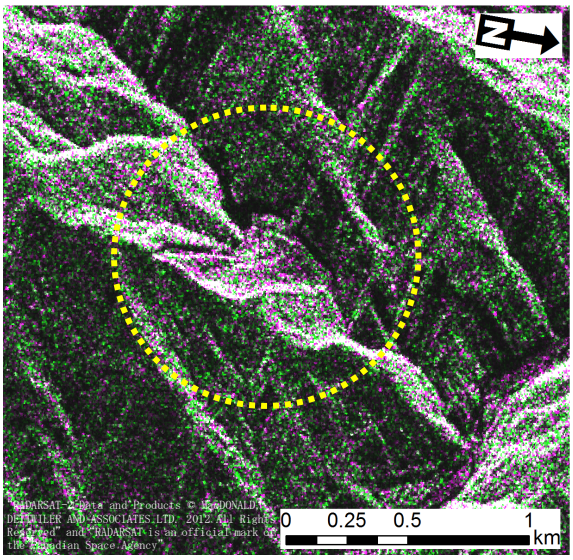
斜め写真

識別番号	②	所在地・名称・座標	清水〔宇井〕地区（奈良県五條市大塔町）		
確認範囲	チェック項目	判断基準			評価
崩壊地	裸地	・2偏波画像で赤紫色の裸地を呈するか ・斜面に位置するか（平坦地や緩斜面の集落、河道ではないか）			○
	滑落崖	・湛水域周辺に滑落崖が確認できるか ・滑落崖周辺に段差によるシャドウ・レイオーバは確認できるか ・滑落崖の形状は斜面方向に対し円弧状となっているか　等			○
	崩壊地内	・滑落崖の下に崩壊形状は確認できるか ・崩壊形状は斜面方向と整合しているか　等			○
	崩積土砂 （河道閉塞部）	・崩壊地内から下部にかけて崩積土は確認できるか ・崩積土の形状は舌状になっているか ・崩積土の到達範囲は地形形状と整合しているか ・河道閉塞部は谷を埋積する形状となっているか ・河道閉塞部の上流に湛水域は形成されているか ・崩積土上に倒木等の形状は確認されるか　等			△
	崩壊規模	・河道閉塞が発生する程度の崩壊規模か			○
土石流痕跡	流下痕跡	・崩壊地下部から流送部が見られるか ・河道の拡幅、植生の流出等による土石流の流下痕跡が見られるか			×
	土石流堆積物	・土石流の堆積地（土石流段丘、沖積錐）が見られるか			×
周辺地形	斜面勾配	・湛水域近傍に斜面は存在するか ・周辺斜面は崩壊地が発生する程度の急勾配斜面か　等			○
相対的 位置関係	上下関係等	・滑落崖、崩積土、湛水域等の位置関係に不自然さはないか ・崩積土の到達範囲は地形と整合しているか　等			○
河道	湛水域	・湛水域と想定される暗い領域が確認されるか ・上下流の澪筋幅と比べ不自然な幅となっているか ・ダム、取水堰等の人工構造物による湛水ではないか			－
判　定		崩壊跡地、露岩地			×
		新規崩壊	表層崩壊		×
			大規模崩壊	深層崩壊	○
				河道閉塞	×
		土石流痕跡			×
コメント/備考	滑落崖縁辺部のシャドウが明瞭であり、崩壊形状が認められる。 崩壊規模も大きいことから、深層崩壊である可能性が高いと判断した。 湛水域が確認できないため、河道閉塞の判定は×とした。				

【評価に記入する記号の意味】

○ ：形状が読み取れる。「ある」と言える。該当する。
× ：形状が読み取れない。「ない」といえる。該当しない。
△ ：「ある」ように見えるが不明瞭。不明瞭だが該当する。
－ ：「ある」とも「ない」とも判断できない。わからない。

2 偏波 SAR 画像判読事例③　長殿地区（平成 23 年台風 12 号災害）



2 偏波 SAR 画像

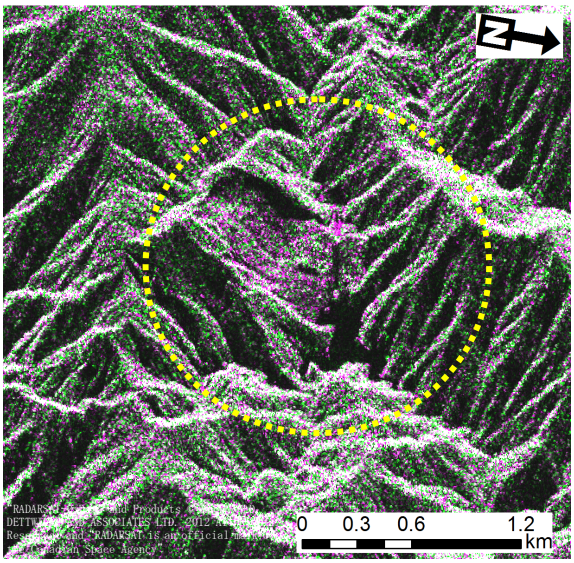
斜め写真

識別番号	③	所在地・名称・座標	長殿地区（奈良県吉野郡十津川村）		
確認範囲	チェック項目	判断基準			評価
崩壊地	裸地	・2偏波画像で赤紫色の裸地を呈するか ・斜面に位置するか（平坦地や緩斜面の集落、河道ではないか）			○
	滑落崖	・湛水域周辺に滑落崖が確認できるか ・滑落崖周辺に段差によるシャドウ・レイオーバは確認できるか ・滑落崖の形状は斜面方向に対し円弧状となっているか　等			○
	崩壊地内	・滑落崖の下に崩壊形状は確認できるか ・崩壊形状は斜面方向と整合しているか　等			○
	崩積土砂 （河道閉塞部）	・崩壊地内から下部にかけて崩積土は確認できるか ・崩積土の形状は舌状になっているか ・崩積土の到達範囲は地形形状と整合しているか ・河道閉塞部は谷を埋積する形状となっているか ・河道閉塞部の上流に湛水域は形成されているか ・崩積土上に倒木等の形状は確認されるか　等			○
	崩壊規模	・河道閉塞が発生する程度の崩壊規模か			○
土石流痕跡	流下痕跡	・崩壊地下部から流送部が見られるか ・河道の拡幅、植生の流出等による土石流の流下痕跡が見られるか			－
	土石流堆積物	・土石流の堆積地（土石流段丘、沖積錐）が見られるか			－
周辺地形	斜面勾配	・湛水域近傍に斜面は存在するか ・周辺斜面は崩壊地が発生する程度の急勾配斜面か　等			○
相対的 位置関係	上下関係等	・滑落崖、崩積土、湛水域等の位置関係に不自然さはないか ・崩積土の到達範囲は地形と整合しているか　等			○
河道	湛水域	・湛水域と想定される暗い領域が確認されるか ・上下流の澪筋幅と比べ不自然な幅となっているか ・ダム、取水堰等の人工構造物による湛水ではないか			○
判　定		崩壊跡地、露岩地			×
		新規崩壊	表層崩壊		×
			大規模崩壊	深層崩壊	○
				河道閉塞	○
		土石流痕跡			－
コメント/備考	裸地の色彩が明瞭で、滑落崖周辺でシャドウ・レイオーバが認められる。 崩壊土砂が谷を埋積し、澪筋が不自然に変化していること、またその上流側に湛水域と思われる暗い領域が確認できることから、深層崩壊による河道閉塞が形成されていると判断した。				

【評価に記入する記号の意味】

○ ：形状が読み取れる。「ある」と言える。該当する。
△ ：「ある」ように見えるが不明瞭。不明瞭だが該当する。
× ：形状が読み取れない。「ない」といえる。該当しない。
－ ：「ある」とも「ない」とも判断できない。わからない。

2 偏波 SAR 画像判読事例④　栗平地区（平成 23 年台風 12 号災害）



2 偏波 SAR 画像

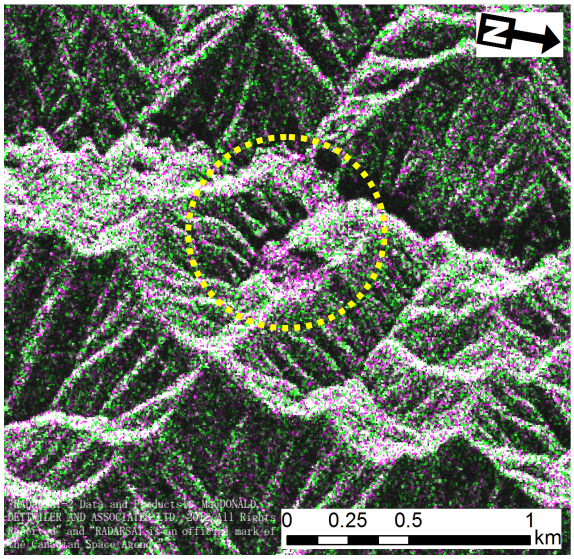
斜め写真

識別番号	④	所在地・名称・座標	栗平地区（奈良県吉野郡十津川村）		
確認範囲	チェック項目	判断基準			評価
崩壊地	裸地	・2偏波画像で赤紫色の裸地を呈するか ・斜面に位置するか（平坦地や緩斜面の集落、河道ではないか）			○
	滑落崖	・湛水域周辺に滑落崖が確認できるか ・滑落崖周辺に段差によるシャドウ・レイオーバは確認できるか ・滑落崖の形状は斜面方向に対し円弧状となっているか　等			○
	崩壊地内	・滑落崖の下に崩壊形状は確認できるか ・崩壊形状は斜面方向と整合しているか　等			○
	崩積土砂 （河道閉塞部）	・崩壊地内から下部にかけて崩積土は確認できるか ・崩積土の形状は舌状になっているか ・崩積土の到達範囲は地形形状と整合しているか ・河道閉塞部は谷を埋積する形状となっているか ・河道閉塞部の上流に湛水域は形成されているか ・崩積土上に倒木等の形状は確認されるか　等			○
	崩壊規模	・河道閉塞が発生する程度の崩壊規模か			○
土石流痕跡	流下痕跡	・崩壊地下部から流送部が見られるか ・河道の拡幅、植生の流出等による土石流の流下痕跡が見られるか			－
	土石流堆積物	・土石流の堆積地（土石流段丘、沖積錐）が見られるか			－
周辺地形	斜面勾配	・湛水域近傍に斜面は存在するか ・周辺斜面は崩壊地が発生する程度の急勾配斜面か　等			○
相対的 位置関係	上下関係等	・滑落崖、崩積土、湛水域等の位置関係に不自然さはないか ・崩積土の到達範囲は地形と整合しているか　等			○
河道	湛水域	・湛水域と想定される暗い領域が確認されるか ・上下流の澪筋幅と比べ不自然な幅となっているか ・ダム、取水堰等の人工構造物による湛水ではないか			○
判　定		崩壊跡地、露岩地			×
		新規崩壊	表層崩壊		×
			大規模崩壊	深層崩壊	○
				河道閉塞	○
		土石流痕跡			－
コメント/備考	裸地の色彩が非常に明瞭で、崩壊地・堆積物の形状も明瞭である。明らかに深層崩壊である。 崩壊土砂が谷を埋積し、澪筋が不自然に変化していること、またその上流側に湛水域と思われる暗い領域が確認できることから、深層崩壊による河道閉塞が形成されていると判断した。				

【評価に記入する記号の意味】

○ ：形状が読み取れる。「ある」と言える。該当する。
△ ：「ある」ように見えるが不明瞭。不明瞭だが該当する。
× ：形状が読み取れない。「ない」といえる。該当しない。
－ ：「ある」とも「ない」とも判断できない。わからない。

2 偏波 SAR 画像判読事例⑤　北股地区（平成 23 年台風 12 号災害）



2 偏波 SAR 画像

※湛水池は存在していたが、左に示す SAR 画像撮影時には既に埋め戻し済みであった。

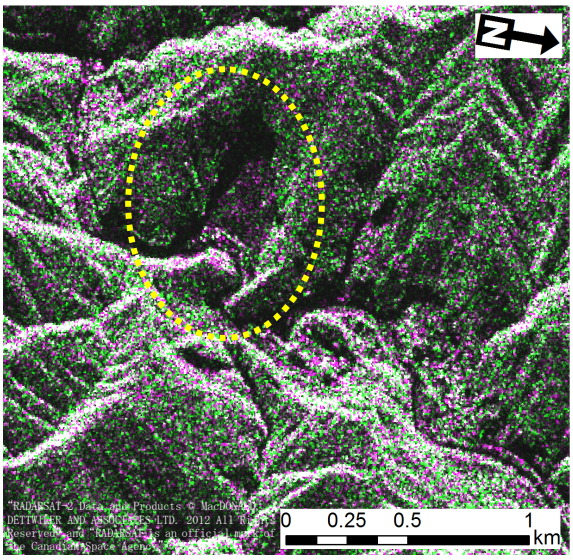
斜め写真

識別番号	⑤	所在地・名称・座標	北股地区（奈良県吉野郡野迫川村）		
確認範囲	チェック項目	判断基準			評価
崩壊地	裸地	・2偏波画像で赤紫色の裸地を呈するか ・斜面に位置するか（平坦地や緩斜面の集落、河道ではないか）			○
	滑落崖	・湛水域周辺に滑落崖が確認できるか ・滑落崖周辺に段差によるシャドウ・レイオーバは確認できるか ・滑落崖の形状は斜面方向に対し円弧状となっているか　等			△
	崩壊地内	・滑落崖の下に崩壊形状は確認できるか ・崩壊形状は斜面方向と整合しているか　等			○
	崩積土砂 （河道閉塞部）	・崩壊地内から下部にかけて崩積土は確認できるか ・崩積土の形状は舌状になっているか ・崩積土の到達範囲は地形形状と整合しているか ・河道閉塞部は谷を埋積する形状となっているか ・河道閉塞部の上流に湛水域は形成されているか ・崩積土上に倒木等の形状は確認されるか　等			△
	崩壊規模	・河道閉塞が発生する程度の崩壊規模か			△
土石流痕跡	流下痕跡	・崩壊地下部から流送部が見られるか ・河道の拡幅、植生の流出等による土石流の流下痕跡が見られるか			―
	土石流堆積物	・土石流の堆積地（土石流段丘、沖積錐）が見られるか			―
周辺地形	斜面勾配	・湛水域近傍に斜面は存在するか ・周辺斜面は崩壊地が発生する程度の急勾配斜面か　等			△
相対的 位置関係	上下関係等	・滑落崖、崩積土、湛水域等の位置関係に不自然さはないか ・崩積土の到達範囲は地形と整合しているか　等			○
河道	湛水域	・湛水域と想定される暗い領域が確認されるか ・上下流の澪筋幅と比べ不自然な幅となっているか ・ダム、取水堰等の人工構造物による湛水ではないか			×
判　定		崩壊跡地、露岩地			×
		新規崩壊	表層崩壊		△
			大規模崩壊	深層崩壊	△
				河道閉塞	―
		土石流痕跡			―
コメント/備考	裸地の色彩が非常に明瞭で、尾根付近から滑落崖のシャドウも認められる。 規模や斜面勾配の程度は不明瞭だが、大規模な崩壊が発生していると推察される。 崩壊土砂が澪筋を変化させているようにも見えるが不明瞭であり、湛水域も認められない。				

【評価に記入する記号の意味】

○ ：形状が読み取れる。「ある」と言える。該当する。
△ ：「ある」ように見えるが不明瞭。不明瞭だが該当する。
× ：形状が読み取れない。「ない」といえる。該当しない。
― ：「ある」とも「ない」とも判断できない。わからない。

2 偏波 SAR 画像判読事例⑥　坪内地区（平成 23 年台風 12 号災害）



2 偏波 SAR 画像

斜め写真

識別番号	⑥	所在地・名称・座標	坪内地区（奈良県吉野郡天川村）		
確認範囲	チェック項目	判断基準			評価
崩壊地	裸地	・2偏波画像で赤紫色の裸地を呈するか ・斜面に位置するか（平坦地や緩斜面の集落、河道ではないか）			○
	滑落崖	・湛水域周辺に滑落崖が確認できるか ・滑落崖周辺に段差によるシャドウ・レイオーバは確認できるか ・滑落崖の形状は斜面方向に対し円弧状となっているか　等			○
	崩壊地内	・滑落崖の下に崩壊形状は確認できるか ・崩壊形状は斜面方向と整合しているか　等			○
	崩積土砂 （河道閉塞部）	・崩壊地内から下部にかけて崩積土は確認できるか ・崩積土の形状は舌状になっているか ・崩積土の到達範囲は地形形状と整合しているか ・河道閉塞部は谷を埋積する形状となっているか ・河道閉塞部の上流に湛水域は形成されているか ・崩積土上に倒木等の形状は確認されるか　等			△
	崩壊規模	・河道閉塞が発生する程度の崩壊規模か			○
土石流痕跡	流下痕跡	・崩壊地下部から流送部が見られるか ・河道の拡幅、植生の流出等による土石流の流下痕跡が見られるか			－
	土石流堆積物	・土石流の堆積地（土石流段丘、沖積錐）が見られるか			－
周辺地形	斜面勾配	・湛水域近傍に斜面は存在するか ・周辺斜面は崩壊地が発生する程度の急勾配斜面か　等			○
相対的 位置関係	上下関係等	・滑落崖、崩積土、湛水域等の位置関係に不自然さはないか ・崩積土の到達範囲は地形と整合しているか　等			○
河道	湛水域	・湛水域と想定される暗い領域が確認されるか ・上下流の澪筋幅と比べ不自然な幅となっているか ・ダム、取水堰等の人工構造物による湛水ではないか			△
判　定		崩壊跡地、露岩地			×
		新規崩壊	表層崩壊		×
			大規模崩壊	深層崩壊	○
				河道閉塞	△
		土石流痕跡			－
コメント/備考	滑落崖周辺部のシャドウが明瞭であり、裸地の色彩も明瞭である。 崩壊規模も大きいことから、深層崩壊である可能性が高いと判断した。 湛水域は小規模でシャドウの恐れもあるため、河道閉塞の判定は－とした。				

【評価に記入する記号の意味】

○ ：形状が読み取れる。「ある」と言える。該当する。
△ ：「ある」ように見えるが不明瞭。不明瞭だが該当する。
× ：形状が読み取れない。「ない」といえる。該当しない。
－ ：「ある」とも「ない」とも判断できない。わからない。

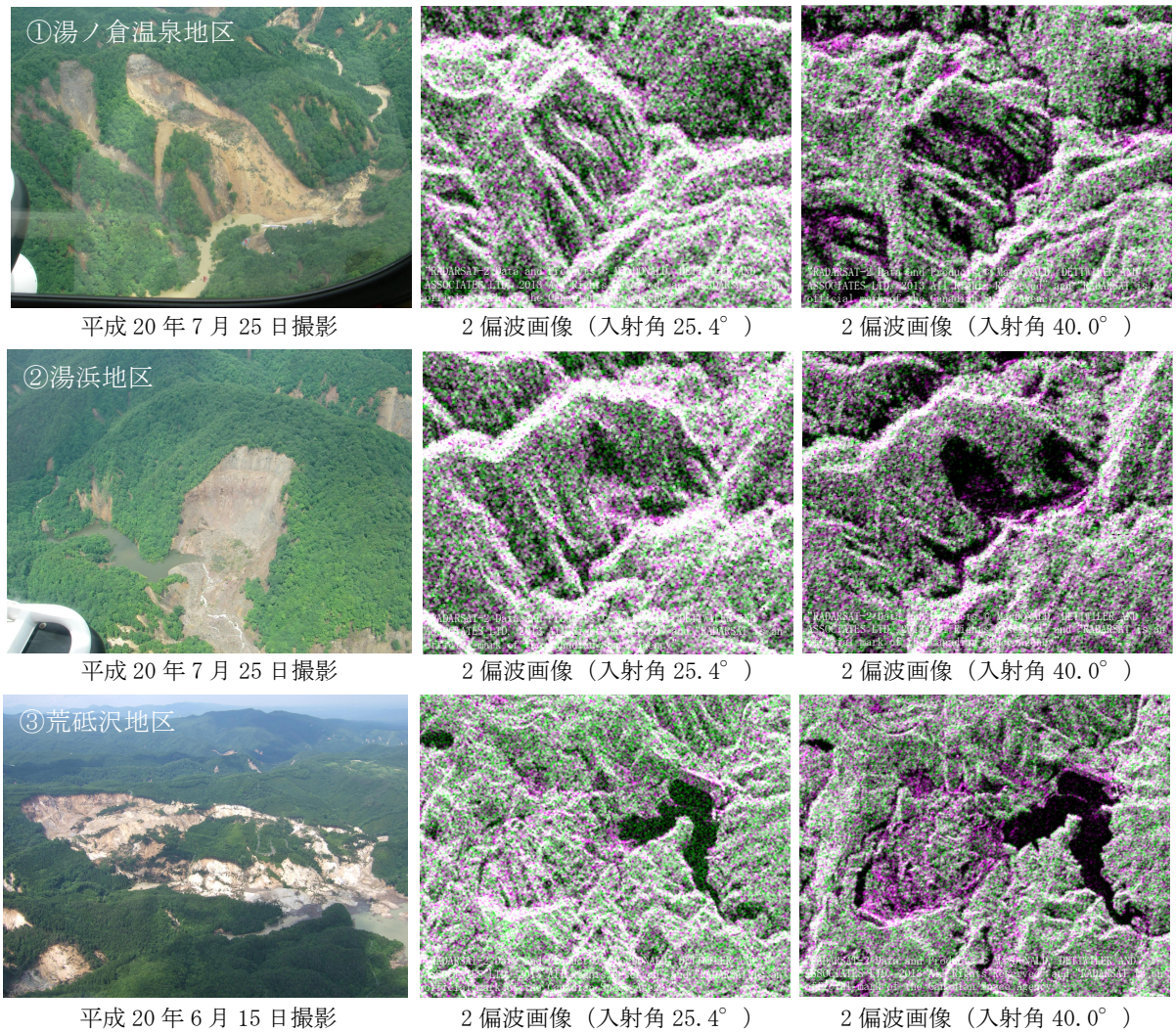
2.2　平成 20 年岩手・宮城内陸地震における大規模崩壊箇所（入射角の違い）

入射角とは、対象物の天頂方向から見た衛星のレーダー照射方向のなす角度である（第 1 編　基礎知識編　図-1.1.8 参照）。

入射角は可変のものが多く、緊急観測の際に指定することが可能である。大規模崩壊及び河道閉塞箇所の抽出を念頭に置いた場合、入射角が小さくなるとレイオーバとなり、大きくなるとシャドウとなりやすいため、ある程度の入射角を確保する必要がある。本マニュアルでは、山地斜面の勾配等を考慮し、概ね 35°～45°程度の入射角を推奨している。

以下の事例は、平成 20 年岩手・宮城内陸地震で発生した①湯ノ倉温泉地区、②湯浜地区、③荒砥沢地区における大規模崩壊箇所において、RADARSAT-2 の 2 偏波画像における入射角の違い（25.4°と 40.0°）を示したものである。いずれの事例においても、入射角 40.0°の方が崩壊地形（裸地）と植生範囲の明暗が明瞭であり、視認性が高いことがわかる。

緊急観測をオーダーする場合、可能であれば発災前のアーカイブデータの有無を確認し、同一軌道で入射角 35～45°程度で観測されているものがあれば、同じ入射角で観測することが望ましい。発災前後で観測条件を揃えることで、発災後の 2 偏波画像に加えて、発災前後の二時期のスタック画像による判読も可能となる。



平成 20 年 7 月 25 日撮影　2 偏波画像（入射角 25.4°）　2 偏波画像（入射角 40.0°）

平成 20 年 7 月 25 日撮影　2 偏波画像（入射角 25.4°）　2 偏波画像（入射角 40.0°）

平成 20 年 6 月 15 日撮影　2 偏波画像（入射角 25.4°）　2 偏波画像（入射角 40.0°）

図-2.2　（RADARSAT-2）異なる入射角における視認性の違い

2.3　平成 25 年 7 月 25 日インドネシア・アンボン島における天然ダム決壊対応

インドネシア共和国マルク州アンボン島ウェイエラ川において、2012 年（平成 24 年）7 月 13 日に発生した深層崩壊の崩壊土砂により天然ダムが形成された。この天然ダムは約 1 年後の 2013 年 7 月 25 日に決壊し、下流のヌグリ・リマ村では甚大な被害を受けた（村民約 5,000 人のほとんどが事前避難済み）。

ここでは、天然ダム決壊状況を把握するため、決壊から 2 日後の 7 月 27 日に観測された SAR 画像をもとに、2 偏波画像（HH+HV+HH）と決壊前後二時期のスタック画像（決壊前は 2012 年 12 月 8 日観測）を作成した事例を示す。

図-2.3　インドネシア・アンボン島の位置図

写真-2.1　天然ダム決壊前後の状況（左：決壊前、右：決壊後）

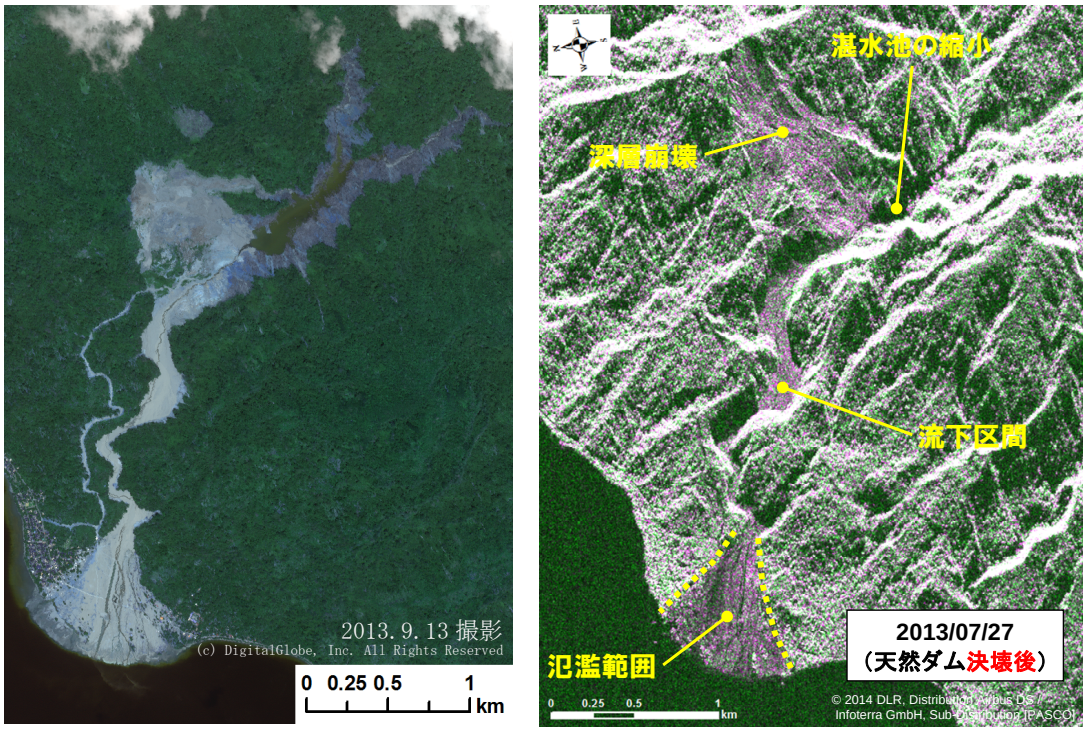


図-2.4　河道閉塞決壊状況の把握

（左：決壊後の光学衛星、右：決壊後の 2 偏波画像）

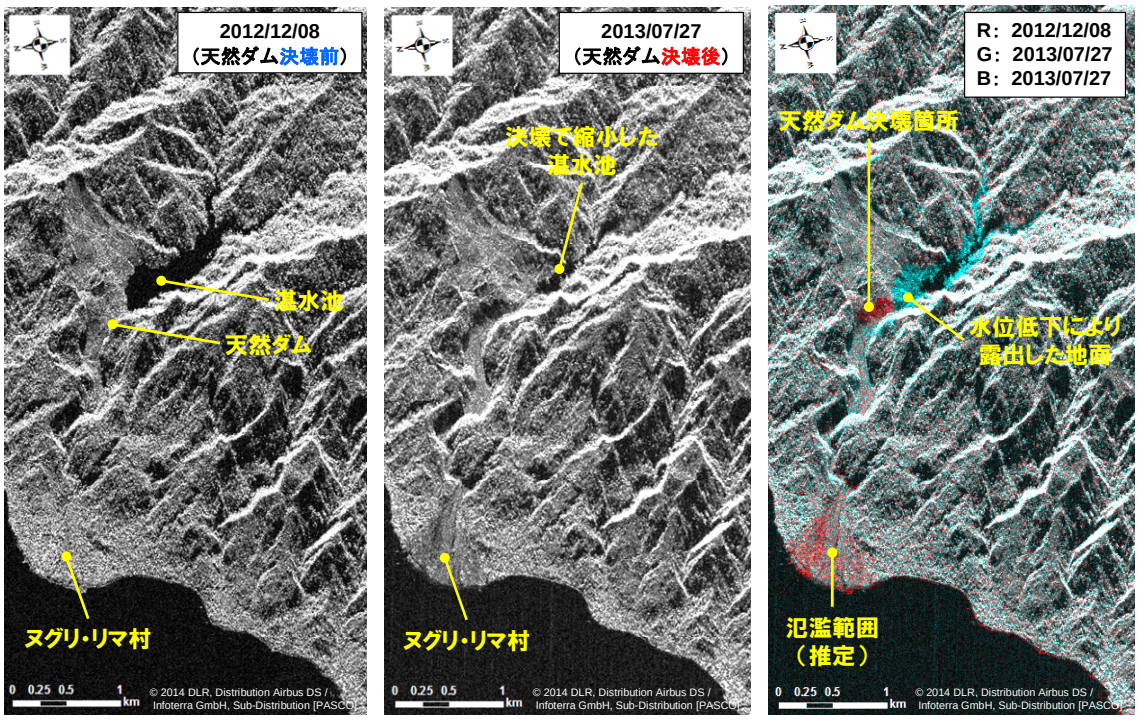


図-2.5　天然ダム決壊前後の SAR 画像

（左：決壊前の単偏波画像、中：決壊後の単偏波画像、右：決壊前後のスタック画像〔R：決壊前、G：決壊後、B：決壊後〕）

国土技術政策総合研究所資料
TECHNICAL NOTE of ＮＩＬＩＭ
No.791　　June 2014

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは
〒305-0804　茨城県つくば市旭1番地
企画部研究評価・推進課　TEL029-864-2675