# 卷末資料

- 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。

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

表-1.1 SAR 搭載の人工衛星例(2014年6月現在)

・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。

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 <sup>短時間</sup>	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	С	(50km刈幅) 直営時 20km刈幅	2日に 1回程度	10時間 (緊急プログラ ミング)	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	Х	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	<ol> <li>2~3日に1回程度</li> <li>12時又は24時頃</li> <li>(入射角を問わなければ日本海付近は毎日可能)</li> </ol>	1時間程度	1時間程度	2時間程度	(未定)

表-1.2 災害対応時の SAR 衛星の時間比較(2014年6月現在)

・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

参-2

(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、<u>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</u>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<u>撮影モードは Wide Fine (HH+HV 偏波、緊急プログラミング・準リアルタイム)</u> であるが、領域が狭い場合は <u>Fine (HH+HV 偏波、緊急プログラミング・準リアルタイム</u>)を採 用する。

判読に<u>有効な処理レベルは SLC</u>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)	依頼の名称:
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 HH+HV, VV+VH より選択	8m	
	$25 \mathrm{km}  imes 25 \mathrm{km}$	HH+HV+VH+VV		
Wide Fine	$150 \mathrm{km}  imes 150 \mathrm{km}$	HH, HV, VH, VV より選択 HH+HV, VV+VH より選択	8m	<ul> <li>・緊急プログラミング</li> <li>・ 難川アルタイム</li> </ul>
	$50 \mathrm{km}  imes 25 \mathrm{km}$	HH+HV+VH+VV		
	1001. × 1001.	HH, HV, VH, VV より選択		
Standard	100km × 100km	HH+HV, VV+VH より選択	25m	
	$25 \mathrm{km}  imes 25 \mathrm{km}$	HH+HV+VH+VV		
Wide Standard	50km×25km	HH+HV+VH+VV	25m	
Wide	150km×150km	HH, HV, VH, VV より選択 HH+HV, VV+VH より選択	- 30m	
Scan SAR Narrow	300km×300km	HH, HV, VH, VV より選択 HH+HV, VV+VH より選択	- 50m	
Scan SAR Wide	500km×500km	HH, HV, VH, VV より選択 HH+HV, VV+VH より選択	- 100m	
Extended High	$75 \mathrm{km}  imes 75 \mathrm{km}$	НН	25m	
Extended Low	170km×170km	Ш	25m	

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	レ)
-------------------------	----

処理レベル	説明
SLC(Single Look Complex)	<ul> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul>
SGF(Path Image)	<ul> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul>
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)	<ul> <li>Map Image と同等の処理に加えて、Ground Control</li> <li>Point (GCP) 補正を利用することで、Map Image より位</li> <li>置精度の高い画像としたデータ</li> </ul>

(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("<sup>©</sup> 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<u>撮影モードは StripMap (HH+HV、最優先撮影)</u>であり、判読に有効な<u>処理</u> レベルは GEC である。

#### 表-1.5 撮影モード (TerraSAR-X)

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 $ imes$ 3.7 km	単 (VV or HH)	0.25m	
高分解能 SpotLight	5km $ imes 10$ km	単(VV or HH) 二重(HH & VV)	1m	
SpotLight	$10 { m km}  imes 10 { m km}$	単(VV or HH) 二重(HH & VV)	2m	
Charles Mark	50km $ imes$ 30 km	単(VV or HH)	3m	
Stripmap	50km $ imes 15$ km	二重(田+VV , <b>HH+HV</b> , VV+VH)	6m	・最優先撮影 (Exclusive)
ScanSAR	150km $ imes$ 100 km	単(VV or HH)	16m	

(黄色のセルは河道閉塞判読に最適なモード)

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)

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)	<ul> <li>・マルチルック処理済み</li> <li>・グランドレンジ方向-アジマス方向</li> <li>・グランドレンジ投影</li> <li>・両像回転による補正なし</li> <li>・正方ピクセル</li> </ul>
GEC (Geocoded Ellipsoid Corrected)	<ul> <li>・マルチルック処理済み</li> <li>・DEM による幾何補正無し</li> <li>・グランドレンジ投影</li> <li>・測地系 WGS84、UTM または UPS 投影</li> </ul>
EEC (Enhanced Ellipsoid Corrected)	<ul> <li>・マルチルック処理済み</li> <li>・DEM による幾何補正済み</li> <li>・グランドレンジ投影</li> <li>・測地系 WGS84、UTM または UPS 投影</li> </ul>

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)

(2014年6月現在)

受付日時:	
受付番号:	T-00-EULA



# 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					
			英語		
	組織名称	<u>二 八 個</u> 国土交通省	項日 Corporate Name	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism	
組織名称 お	お客様種別【選択】		Customer Type	Civil Service Customer	
	利用目的【選択】	災害モニタリング	Activity	Disaster Monitoring	
	部署名	DO地方整備局	Division name	Regional Development Bureau	
	名前		Name		
電話番号	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	+81 **-****	
はまままの メール	メールアドレス		E-Mail	■■■@●●●	
連絡先	郵便番号	:***-***	Postal Code	***_****	
7기 1포 대한	住所(例.東山1-1-2)	-*	Address	₩ 000	
都市	都市名(例:目黒区)	DO市	City	00	
	州・県名 (例:東京都)	DO県	State	00	
	国名	日本国	Country	J <sup>apan</sup> 地方救備日生ごとに異な	

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。)			
	☑ エンドユーザと同じ		
項目	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)





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<u>撮影モードは高分解能[3m](HH or</u> HIH+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。

	(黄色のセルは河	道閉塞判読に最適な製品	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	依頼の名称:
スポットライト	$25 \mathrm{km}  imes 25 \mathrm{km}$	HH、HV、VH、VV より選択	$3\mathrm{m}  imes 1\mathrm{m}$	
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	・緊急観測
高分解能 [6m]	$70 \mathrm{km}  imes 50 \mathrm{km}$	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	
	$70 \mathrm{km}  imes 40 \mathrm{km}$	HH+HV+VH+VV		
高分解能 [10m]	$70 \mathrm{km}  imes 70 \mathrm{km}$	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	
	$70 \mathrm{km}  imes 30 \mathrm{km}$	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	

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)	

(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	<ul> <li>・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。</li> <li>・位相や振幅情報を含む複素データ。</li> <li>・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。</li> </ul>	SLC:Single Look Complex インターフェロメトリ処理用
1.5	<ul> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>G: Geo-coded による地図投影を行う</li> <li>R: Geo-reference による地図投影を行う</li> </ul>	G, R はどちらか一方を指定
2. 1	<ul> <li>・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。</li> <li>・Geo-coded による地図投影を行う。</li> <li>・ピクセルスペーシングは観測モードにより選択が可能。</li> </ul>	
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

## <u>判読に用いた SAR 画像諸元</u>

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. $6^{\circ}$
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	۴	評価
	裡抽	・2偏波画像で赤紫色の裸地を呈するか			0
	休地	・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)			0
		・湛水域周辺に滑落崖が確認できるか			
	滑落崖	・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	0
		・滑落崖の形状は斜面方	向に対し円弧状とな	こっているか 等	
	崩陸地内	・滑落崖の下に崩壊形状は確認できるか			0
崩填地	лл жүхэсэг э	・崩壊形状は斜面方向と	整合しているか 等		Ŭ,
777 - AX - C		・崩壊地内から下部にかり	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		
	崩積土砂	・崩積土の到達範囲は地	形形状と整合してし	いるか	0
	(河道閉塞部)	・河道閉塞部は谷を埋積	する形状となってい	るか	Ũ
		・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			0
	流下痕跡	・崩壊地下部から流送部が見られるか			0
土石流痕跡		・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			Ŭ
	土石流堆積物	<ul> <li>・土石流の堆積地(土石)</li> </ul>	<u> </u>	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			0
7472-0772	3-1 pa - 5 a D	・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	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			0
位置関係		・崩積土の到達範囲は地形と整合しているか 等			
		・湛水域と想定される暗い領域が確認されるか			
河道	湛水域	・上下流の澪筋幅と比べ不自然な幅となっているか			0
		・ダム、取水堰等の人工構造物による湛水ではないか			
		崩壊跡地、露岩地			×
			表層崩壊		×
判定		新規崩壊	大相横崩陸	深層崩壊	0
				河道閉塞	0
	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。	
コメント/備考	崩壊土砂が谷	シを埋積し、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カ			
	確認できること	から、深層崩壊による河道	直閉塞が形成されて	いると判断した。	
	河道閉塞の下	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】

# 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
	<b>裡</b> 抽	・2偏波画像で赤紫色の裸地を呈するか			0
	î木-15	・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)			U
		・湛水域周辺に滑落崖が確認できるか			
	滑落崖	・滑落崖周辺に段差による	るシャドウ・レイオー	バは確認できるか	0
		・滑落崖の形状は斜面方	・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			0
崩壊地		・崩壊形状は斜面方向と	整合しているか 等		<b>`</b>
		・崩壊地内から下部にかり	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		
	崩積土砂	・崩積土の到達範囲は地	形形状と整合してし	いるか	Δ
	(河道閉塞部)	・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温	水域は形成されてい	いるか	
		・ 崩積土上に倒不等の形状は確認されるか 等			~
	朋壌規模	河道閉塞が発生する程度の崩壊規模か			
	流下痕跡	・崩壊地下部から流送部が見られるか			×
土石流痕跡		・□・・□・・ 「□・ 「 「□・ 「 「□・ 「□・ 「 「□・ 「 「□・ 「 「□・ 「 「□・ 「 「□・ 「 「 「□・ 「 「□・ 「 「			
	土石沇堆積物	・土石流の堆積地(土石)	11段丘、沖積錐)か」 エニュー	見られるか	×
周辺地形	斜面勾配	・温水域近傍に斜面は存在するか			0
		・周辺斜面は崩壊地が発生する程度の急勾配斜面か等			_
相对的	上下関係等	・滑落産、崩積土、温水域等の位置関係に不自然さはないか		0	
位直関係		・崩積土の到達範囲は地形と整合しているか 等			_
· ·+	湛水域	・温水域と想定される暗し	い領域が確認される		
끼退		・上下流の澪筋幅と比べ个自然な幅となっているか			_
		・ダム、取水瑤寺の人工作	<b>苒這物による</b> 港水(	ะเสวะเทท	
		崩壞跡地、露岩地			×
det	-		<b>衣</b> 僧朋 <b>瑗</b>		×
判定		<b>新</b> 規 崩	大規模崩壊	深僧朋 <b>氓</b>	0
		河道閉塞		河道閉塞	×
		土石流痕跡			×
	滑落崖縁辺部	のシャドウが明瞭であり、崩	崩壊形状が認められ	ເる。	
コメント/備考	崩壊規模も大き	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。			
	温水域が確認	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】

# 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	
	<b>裡</b> 抽	・2偏波画像で赤紫色の裸地を呈するか			0	
	۲ <b>۸</b> -۳۵	・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)			<u> </u>	
		・湛水域周辺に滑落崖が確認できるか				
	滑落崖	・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	0	
		・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			0	
崩壊地		・崩壊形状は斜面方向と	整合しているか 等		•	
		・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			
	崩積土砂	・崩積土の到達範囲は地	形形状と整合してし	いるか	0	
	(河道閉塞部)	・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	・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	<ul> <li>・崩積土上に倒木等の形状は確認されるか 等</li> </ul>			
	崩壞規模	<ul> <li>·河道閉塞が発生する程度の崩壊規模か</li> </ul>			0	
	流下痕跡	・崩壊地下部から流送部が見られるか			_	
土石流痕跡		・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	<ul> <li>・土石流の堆積地(土石)</li> </ul>	<u>  命段丘、沖積錐)が</u>	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		0		
		・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	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			0	
位置関係		・崩積土の到達範囲は地形と整合しているか 等				
		・湛水域と想定される暗し	い領域が確認される	か	_	
河道	湛水域	・上下流の澪筋幅と比べ不自然な幅となっているか			0	
		・ダム、取水堰等の人工構造物による湛水ではないか				
		崩壊跡地、露岩地			×	
判 定			表層崩壊		×	
		新規崩壊	大相横崩陸	深層崩壊	0	
			八九天所极	河道閉塞	0	
		土石流痕跡 — — — — — — — — — — — — — — — — — — —			-	
	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。		
コメント/備考	崩壊土砂が谷	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】

# 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	
	裡抽	・2偏波画像で赤紫色の裸地を呈するか			0	
	î木+Ľ	・斜面に位置するか(平坦	·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)			
		・湛水域周辺に滑落崖が確認できるか				
	滑落崖	・滑落崖周辺に段差による	るシャドウ・レイオー	-バは確認できるか	0	
		・滑落崖の形状は斜面方	向に対し円弧状とな	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			0	
崩壊地		・崩壊形状は斜面方向と	整合しているか 等		<b>`</b>	
111-32-6		・崩壊地内から下部にかり	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			
	崩積土砂	・崩積土の到達範囲は地	形形状と整合してし	いるか	0	
	(河道閉塞部)	・河道閉塞部は谷を埋積	する形状となってい	るか	, i i i i i i i i i i i i i i i i i i i	
		・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	可道閉塞が発生する程度の崩壊規模か C			
	流下痕跡	・崩壊地下部から流送部が見られるか			_	
土石流痕跡		・河道の孤幅、祖生の流出等による土石流の流ト狠跡が見られるか				
	土石流堆積物	<ul> <li>・土石流の堆積地(土石)</li> </ul>	<u> </u>	見られるか	-	
周辺地形	斜面勾配				0	
79,20.00		・周辺斜面は崩壊地が発生する程度の急勾配斜面か 等			<u> </u>	
相対的	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			0	
位置関係		・崩積土の到達範囲は地形と整合しているか 等			<u> </u>	
		・湛水域と想定される暗し	い領域が確認される	か	_	
河道	湛水域	・上下流の澪筋幅と比べ不自然な幅となっているか			0	
		・ダム、取水堰等の人工構造物による湛水ではないか				
		崩壊跡地、露岩地			×	
判定			表層崩壊	1	×	
		新規崩壊	大相構品陸	深層崩壊	0	
			八九天所极	河道閉塞	0	
		土石流痕跡			-	
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。		
コメント/備考	崩壊土砂が谷	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だ		音い領域が		
	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】

# 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
	ᄲᄡ	・2偏波画像で赤紫色の裸地を呈するか			0
	休地	・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)			0
		・湛水域周辺に滑落崖が確認できるか			
	滑落崖	・滑落崖周辺に段差による	るシャドウ・レイオー	バは確認できるか	$\Delta$
		・滑落崖の形状は斜面方	向に対し円弧状とな	いっているか 等	
	崩壊地内	・滑落崖の下に崩壊形状は確認できるか		0	
崩填地		・崩壊形状は斜面方向と	整合しているか 等		<b>v</b>
777 - AX - C		・崩壊地内から下部にかり	ナて崩積土は確認す	できるか	
		・崩積土の形状は舌状に	なっているか		
	崩積土砂	・崩積土の到達範囲は地	形形状と整合してし	いるか	Λ
	(河道閉塞部)	・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	水域は形成されてし	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			Δ
	流下痕跡	・崩壊地下部から流送部が見られるか			_
土石流痕跡		・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	<ul> <li>・土石流の堆積地(土石)</li> </ul>	<u> 휷段丘、沖積錐)が</u> 」	見られるか	_
国订地形	斜面勾配	・湛水域近傍に斜面は存	在するか		^
周辺10月9	小田均比	・周辺斜面は崩壊地が発生する程度の急勾配斜面か 等			Δ
相対的	上下問区笙	・滑落崖、崩積土、湛水域等の位置関係に不自然さはないか		$\circ$	
位置関係	工工团成于	・崩積土の到達範囲は地形と整合しているか 等		0	
		・湛水域と想定される暗し	い領域が確認される	か	
河道	湛水域	・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			
		崩壊跡地、露岩地			×
			表層崩壊		Δ
判定		新規崩壊		深層崩壊	Δ
			入規模朋瑗	河道閉塞	
					-
	裸地の色彩が	非常に明瞭で、尾根付近か	いら滑落崖のシャド	ウも認められる。	
コメント/備考	規模や斜面勾	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】

# 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		
	<b>裡</b> †++	・2偏波画像で赤紫色の裸地を呈するか			0		
	·林•巴	・斜面に位置するか(平坦	・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)				
		・湛水域周辺に滑落崖が確認できるか					
	滑落崖	・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	0		
		・滑落崖の形状は斜面方	向に対し円弧状とな	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			0		
崩壊地		・崩壊形状は斜面方向と	整合しているか 等		•		
		・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				
	崩積土砂	・崩積土の到達範囲は地	形形状と整合してし	いるか	Δ		
	(河道閉塞部)	・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				
	崩壊規模	・河道閉塞が発生する程度の崩壊規模か			0		
	流下痕跡	・崩壊地下部から流送部が見られるか			_		
土石流痕跡		・河道の孤幅、稙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	<ul> <li>・土石流の堆積地(土石)</li> </ul>	エロ流の理慎地(エロ流段丘、泙積難)か見られるか 、 進水球に傍に斜西はたたままな				
周辺地形	斜面勾配	・湛水域近傍に斜面は存在するか			0		
		・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	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			0		
位置関係		・崩積土の到達範囲は地形と整合しているか 等					
	湛水域	・湛水域と想定される暗し	い領域が確認される	か			
河道		・上下流の澪筋幅と比べ不自然な幅となっているか			Δ		
		・ダム、取水堰等の人工構造物による湛水ではないか					
		崩壊跡地、露岩地			×		
			表層崩壊		×		
判定		新規崩壊	大相横崩陸	深層崩壊	0		
			八九天府极	河道閉塞	Δ		
		土石流痕跡			—		
	滑落崖周辺部	のシャドウが明瞭であり、褚	果地の色彩も明瞭で	である。 			
コメント/備考	崩壊規模も大き	: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	判定はーとした。			

【評価に記入する記号の意味】

#### 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。



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〕)