

御嶽山噴火に対する空中写真の撮影と航空機 SAR による観測 Aerial Photography and Airborne SAR Observation in response to the Eruption of Mt. Ontake Volcano

基本図情報部 災害対策班 National Mapping Department Countermeasures Group

要 旨

平成26 (2014) 年9月27日の御嶽山噴火に対する国土地理院基本図情報部の災害対応について報告する。

1. はじめに

国土地理院基本図情報部では、災害発生時に現地状況を迅速に把握するため、緊急対応として空中写真の撮影（以下「緊急撮影」という。）を実施し、写真画像や正射画像等を提供している。

9月27日の御嶽山の噴火についても緊急撮影を行った。風水害、地震災害とは異なり、噴煙が火口から3,000m以上まで達し、火口から4km程度の範囲で噴火に伴う大きな噴石の飛散があるとして、気象庁は噴火警戒レベルを1（平常）から3（入山規制）に引き上げるという悪条件の中での撮影を行うことになった。火山活動が活発な火山の火口周辺では噴煙等により航空機の安全な飛行に悪影響を与える可能性があることから、一般的に火口に近づいて空中写真撮影を行うことはできない。この状況下では垂直写真の撮影は不可能であるため、今年度から、迅速な画像提供を目指して本格的な取り組みを始めたデジタル一眼レフカメラを用いた斜め写真撮影を行った。また、雲や噴煙がある状況でも地表面の観測が可能な航空機搭載型合成開口レーダー（以下「航空機 SAR」という。）により山頂付近の観測を行った。撮影した斜め写真、斜め写真から作成した正射画像（簡易オルソ画像のことであるが、以下、「正射画像」という。）及び航空機 SAR で観測した反射強度画像をオルソ処理した画像（以下「SAR 画像」という。）について、直ちに関係機関に提供した。さらに、SAR 画像等から火口位置を推定し、その結果を関係機関に提供した。なお、これらの成果は、地理空間情報部の協力を得て地理院地図上で公開した。

2. 斜め写真の撮影

9月27日11時53分頃に御嶽山が噴火、政府発表やマスコミ報道による情報から被害が明らかになるなか、13時45分に本災害に対する国土地理院の体制が非常体制になったことを受け、当部災害対策班は撮影チームほか関係職員が参集し、緊急撮影の実施準備に着手した。20時15分からの国土地理院災害対策本部

会議において、測量用航空機「くにかぜⅢ」（以下「くにかぜⅢ」という。）による緊急撮影の実施が決定された。くにかぜⅢは、噴火警戒レベル3となっていた鹿児島県口永良部島でのSAR観測を28日から予定していたため、飛行準備を整え調布飛行場に駐機していたが、急遽予定を変更し、御嶽山の撮影に向かうこととした。撮影実施にあたっては航空機運航の安全性を考慮し、噴火に伴う大きな噴石の飛散に警戒が必要とされている距離の2倍となる火口からの水平距離8km以上を確保しつつ、火口付近を視認できる条件の下で高度約5,000mから行う計画とした。

9月28日、くにかぜⅢは9時11分に東京都調布飛行場を離陸、10時36分から斜め写真撮影を開始した。撮影は後続の正射画像作成を考慮し、山頂部を中心に半径約8km～12kmの距離を保ちながら円形に飛行し（図-1）、オーバラップさせながら367枚（写真-1、2）の撮影を行い、12時9分に調布飛行場に着陸した。調布飛行場から直ちに斜め写真画像を国土地理院の大容量ファイル転送システムで伝送し、14時06分に本院で後続作業を完了させ、直ちに関係機関へ提供した。

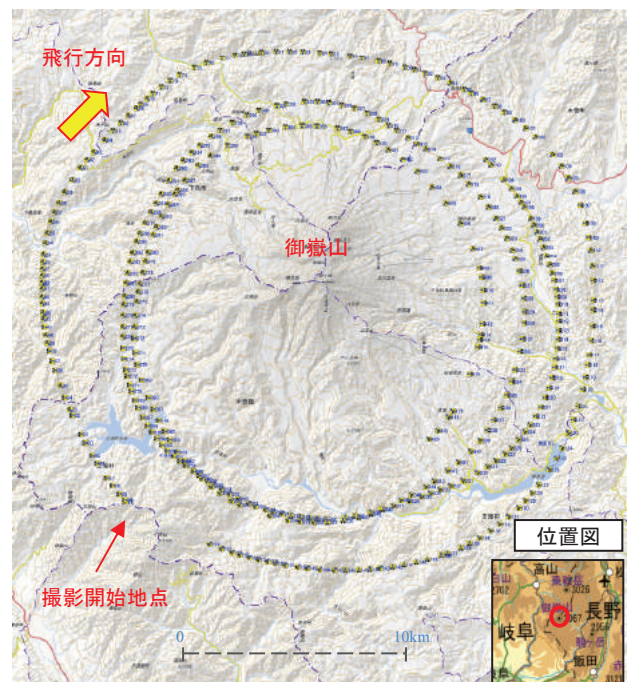


図-1 斜め写真の撮影位置 (9/28)

午前中に撮影した斜め写真画像には噴煙が火口から東南の方向にかかっていたため、この部分の再撮影を実施すべく、くにかぜⅢは15時13分に調布飛行場を再度離陸し現地上空に向かったが、午前中の状況と変わらなかったためこの日の撮影は断念し、御嶽山から距離が近く離陸から30分以内に上空到達可能な名古屋飛行場に16時59分に着陸した。



写真-1 斜め写真画像（南西方向から御嶽山遠景）

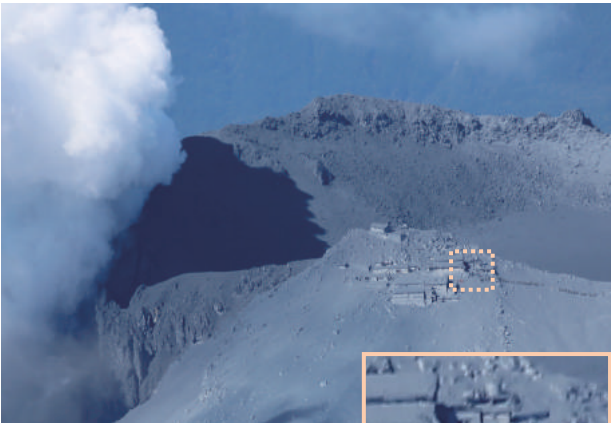


写真-2 斜め写真画像
（山頂付近拡大：ズームレンズ使用、右下は御嶽神社付近）

さらに撮影した斜め写真画像から正射画像を作成した。正射画像とは空中写真画像を地図と重なるように歪みを補正したものをいい、地図に正射画像を重ね合わせると被災地の状況把握が一挙に容易となるものである。これまでの正射画像は、位置精度及び解像度の高い垂直写真から作成していたが、位置精度や解像度は若干低下するものの斜め写真画像からの正射画像作成も技術的に可能となり、当部災害対策班のリモセン・オルソチームにおいても災害に備えて訓練を繰り返し行っていた。この結果、斜め写真画像から御嶽山の周囲をカバーする正射画像

（図-2）が16時1分までに作成でき、斜め写真画像と同様に直ちに関係機関へ提供した。

これら斜め写真画像及び正射画像を地理院地図上で公開するための作業も順次実施し、一般公開用のデータを17時40分までに外部公開用サーバへ格納完了、公開作業は地理空間情報部に引き継いだ。

こうして、撮影当日夕刻までに作成した全ての画像を関係機関に提供するとともに、地理院地図上で一般に公開することができた。この斜め写真画像及び正射画像は、関係機関による救助その他の活動で利用されるとともに、報道番組でも現地の状況を説明する資料として使用された。

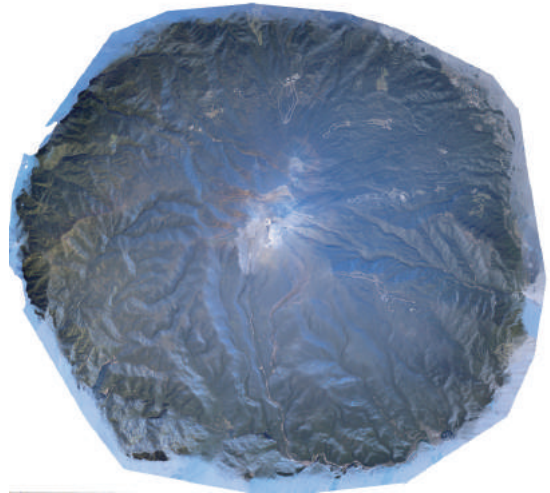


図-2 斜め写真画像から作成した正射画像（9/28撮影）

翌日29日も引き続き斜め写真の撮影を行った。

くにかぜⅢは9時10分に名古屋飛行場を離陸後、9時37分から撮影を開始し、斜め写真（261枚）を撮影の上、11時14分に調布飛行場に着陸した。

着陸後、調布飛行場から斜め写真画像の伝送を行い、12時45分には標定図作成等の後続作業まで完了、正射画像は14時37分までに作業を完了させ、それぞれを直ちに関係機関に提供した。

これら画像を地理院地図で公開するための作業も順次実施し、16時11分までに外部公開用サーバへの格納を完了し、公開作業は地理空間情報部に引き継いだ。

3. 航空機 SAR による観測

9月29日に関係機関とのSAR周波数帯の利用調整が整い、くにかぜⅢ搭載の航空機SAR（写真-3）の観測が実施可能となった。

航空機SARは、航空機に搭載されたアンテナから電波を照射し、地表の物体等にぶつかって反射、散乱された電波を受信することによって地表の状況を観測する能動センサである。航空機SARで使用され

る電波（マイクロ波）は雲や噴煙等を透過する性質を持っているため、曇や雨などの天候や噴煙等に左右されない観測が可能である。航空機SARでの火山観測は、平成23（2011）年の霧島山（新燃岳）での火口地形観測で実績があり、火口内容岩の解析により、今後の火山の噴火の見通しの検討に有効に活用されるなど成果があった。本災害においても火口周辺の地形判読、具体的には噴火口位置の特定が期待されていた。

施した。観測終了後名古屋飛行場へ移動する途中、南北及び東西方向に 10m 間隔で標高値を配置した DEM（Digital Elevation Model；地表面の高さデータからなる地表モデル）を用いて SAR 画像を生成した。

17 時 10 分に名古屋飛行場へ着陸後、空港において直ちに生成したコースごとの SAR 画像（図-4）を大容量ファイル転送システムにて本院へ伝送した。この SAR 画像をもとに、斜め写真画像も参考にしながら火口位置の推定に着手した。

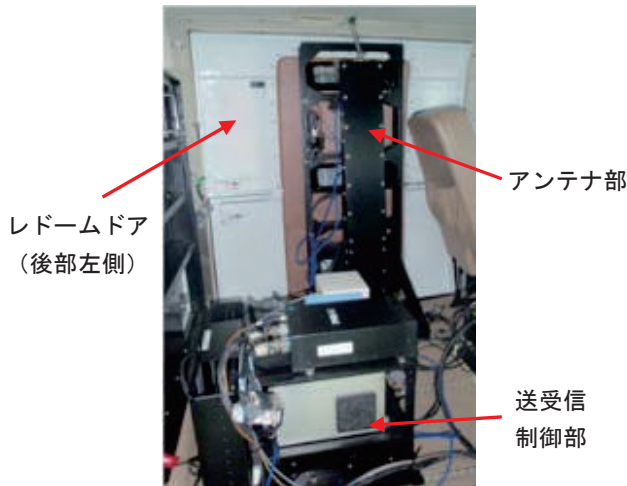


写真-3 航空機 SAR 装置（くにかぜⅢ機体内部から撮影）

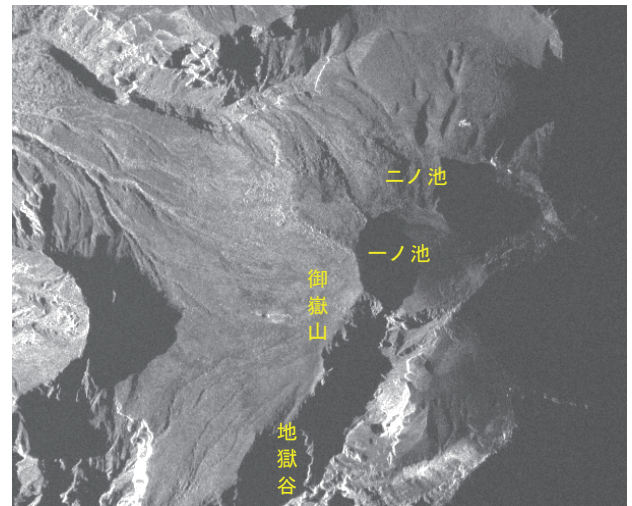


図-4 SAR 画像
（9/29 観測 レーダーの照射方向は西から東）

29 日午前中に斜め写真撮影を実施した後、調布飛行場で待機していたくにかぜⅢは、一旦百里飛行場（茨城空港）に移動し、当部の航空機 SAR 観測要員を搭乗させて 14 時 53 分に百里飛行場を離陸、現地上空へ向かった。

30 日、くにかぜⅢは 29 日の SAR 画像を補完するため、再度航空機 SAR 観測を実施した。10 時に名古屋飛行場を離陸、高度 5,200m から 3 コース（図-3；C3S、C4S、C5S）の観測を行い、12 時 12 分に調布飛行場へ着陸した。前日と同様移動中に上空で SAR 画像を生成し、着陸後直ちに本院へ伝送した。

本院では火口位置の判読を進めていたが、新たに届いた 30 日の SAR 画像も使用し、少なくとも 5 箇所（図-5、6）の火口及び 4 箇所の火口を推定した。

29 日の SAR 画像及び火口位置の推定結果は、地理空間情報部の協力を得て、30 日に地理院地図上で公開した。また、30 日の SAR 画像についても 31 日に公開した。公開した火口位置は 10 月 23 日に開催された火山噴火予知連絡会に提供され、今後の見通しの検討に活用された。

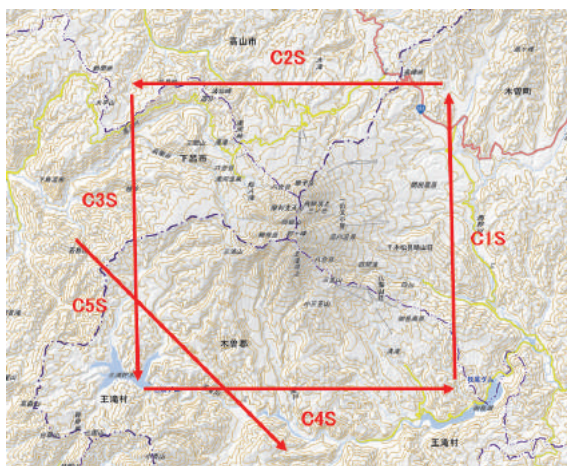


図-3 航空機 SAR 観測コース（9/29、9/30）
9/29；C1S、C2S、C3S、C4S の観測を実施
9/30；C3S、C4S、C5S の観測を実施

16 時 8 分、高度 5,200m から計画した 4 コース（図-3；C1S、C2S、C3S、C4S）の航空機 SAR 観測を実

4. 現況把握のための斜め写真の撮影

10 月 6 日午前 8 時過ぎ静岡県浜松市付近に上陸した台風 18 号は、各地に大雨を降らせ、特に静岡市清水区で浸水や土砂崩れの被害をもたらした。御嶽山周辺においても断続的に強い雨が降り、土石流の危険が高まることで捜索が中断するなど救出活動に影響が出ていた。

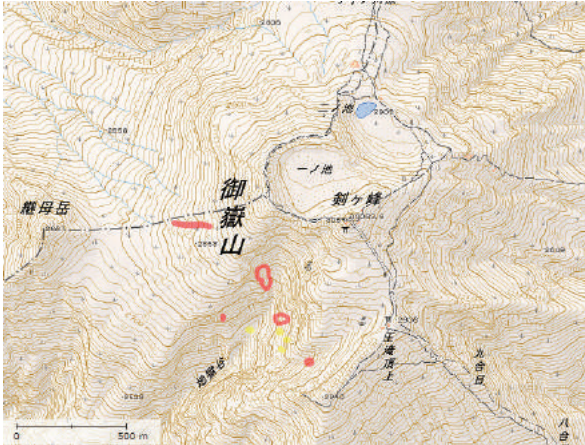


図-5 火口位置の推定結果（地理院地図）
（赤：火口 黄色：推定される火口）

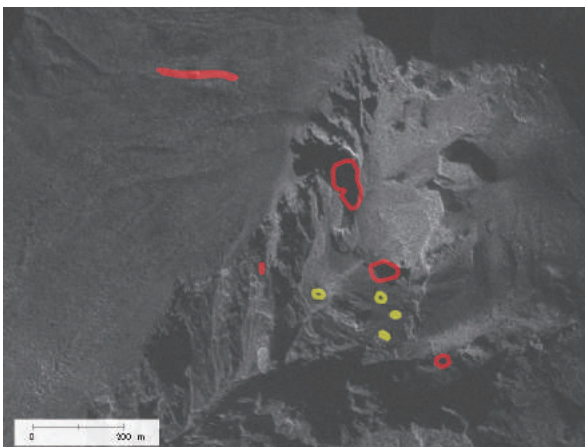


図-6 SAR 画像との重ね合わせ（地理院地図）
（9/30 観測 レーダーの照射方向は南西から北東）

16時50分、静岡市清水区で被害が発生している地区と御嶽山の現況把握のため、緊急撮影実施を決定した。天候の回復した7日、くにかぜⅢは9時25分に調布飛行場を離陸、10時31分から静岡市清水区で浸水被害のあった地区の斜め写真（29枚）及びJR 東海道本線で土砂崩れのあった地区の斜め写真（66枚）及び垂直写真（5枚）を撮影した後、御嶽山の斜め写真撮影に向かった。11時36分から御嶽山の斜め写真撮影（220枚）を実施、13時52分に調布飛行場へ着陸した。

調布飛行場着陸後、御嶽山の斜め写真画像を最優先に伝送を行い、16時までに後続作業を終了させ、直ちに関係機関に提供した。同時に斜め写真からの

正射画像作成にも着手し、翌日の10時35分以後続作業まで完了させ、直ちに関係機関に提供した。

なお、静岡市清水区の斜め写真画像及び垂直写真の画像処理経過については本報告では触れないが、撮影当日中に斜め写真画像、翌日に垂直写真画像を関係機関に提供している。

5. 斜め写真画像提供までの所要時間

御嶽山の緊急撮影では、火口部上空の飛行が危険であったため、垂直写真の撮影を行わず山頂部を中心に斜め写真の撮影を行った。斜め写真画像は標定図作成等の後続作業を完了したのち、直ちに関係機関に提供を行っているが、くにかぜⅢが拠点空港へ着陸後、当部において関係機関に提供するデータを完成させるまでに要した時間を表-1に示す。

表-1 着陸から斜め写真画像の提供までの所要時間

地区名	枚数	空港	時間
御嶽山（9/28）	367	調布	1時間57分
御嶽山（9/29）	261	調布	1時間31分
御嶽山（10/7）	220	調布	2時間8分

6. まとめ

当部では、今回の災害対応において、斜め写真画像及び正射画像その他の地理空間情報について、一部を除き撮影当日中に関係機関に提供するとともに、地理空間情報部の協力を得て地理院地図上で公開した。また、航空機 SAR 観測を実施し、SAR 画像とともに推定火口位置を地理院地図上で公開した。

本災害ではくにかぜⅢの飛行に制限があるなか、関係機関に迅速に地理空間情報を提供するため、可能な限りの対応を行った。今後も様々な自然災害に対して必要とされる地理空間情報を迅速に提供できるように訓練等を行っていく予定である。

（公開日：平成27年3月12日）

参考文献

下野隆洋，南 秀和，西井康郎，大野裕幸，渡部金一郎（2011）：航空機 SAR による霧島山（新燃岳）の火口地形観測，国土地理院時報