

# 干渉合成開口レーダーと光学センサーを用いた九州の活火山地域のモニタリング

## Monitoring of Active Volcanoes in Kyushu by the Interferometric SAR and Optical Sensors

# 小林 茂樹[1]

# Shigeki Kobayashi[1]

[1] 九州東海大・工・リモセン

[1] Remote Sensing, Kyushu Tokai Univ.

九州地域には、別府湾からくじゅう連山・阿蘇山・雲仙岳を通る「別府 - 島原地溝」と、霧島・桜島・鬼界カルデラへと続く火山フロントの2つの火山列が存在し、各火山で多様な手法による地上からの監視が継続されている。本研究は、主に1990年以降のこの地域の火山活動に注目して、人工衛星（や航空機）搭載の各種センサーを使ったリモートセンシング技術による火山変動観測手法の総括、及び、現在運用中のSAR衛星（ENVISAT衛星など）によるモニタリング計画について報告する。これらの手法は、地上観測の短所を補う意味でも重要である。具体的には以下の活火山、地殻変動地域について検討する。

(1) 雲仙普賢岳は1990年11月に約200年ぶりに噴火し、翌91年5月には溶岩円頂丘が出現した。以降、94年夏頃まで溶岩を活発に噴出し続けた。GPSの観測（西ほか1995）から、マグマの噴出に伴う地殻の特徴的な収縮運動が観測され、深さの異なる複数のマグマソースが推定された。本研究では、SPOT衛星やLANDSAT衛星TMセンサーを用いて、火砕流や土石流による植生の消失領域の推定（近赤外線の利用）や火山体温度の推移（中間赤外線の利用）を調べた。また、JERS-1干渉SAR手法による地殻変動の検出を試み、山頂火口近傍の浅いマグマソースの収縮変動や、厚く堆積した火砕流堆積物が局所的に収縮沈降していく様子をとらえることができた。

(2) くじゅう連山・星生山は1995年10月に水蒸気噴火を起し、光波測距（EDM）やGPS観測（京都大学など）によって現在まで火口を挟む基線の有意な縮みが観測され続けている。JERS-1干渉SARによっても顕著な変動が検出された（矢来他2000、小林2003）。本研究では、噴火前から運用期間いっぱいまで、時間間隔に空きのない複数の干渉ペアを用いて火山変動の時系列を詳細に調べた。その結果、噴火直前直後の期間（最小44日間隔）には、顕著な変動は見られない（直前に山体が膨張した？）が、その後の4ヶ月間には、最大視線距離変位+3cm/月（+1cm/月は約 $1 \times 1000m^3$ の体積収縮に対応）の変動が計測された。その後変動は約+1cm/月で推移し続けたことが差分干渉画像から追跡できた。地殻収縮の中心は、噴火口列直下ではなく、その北側数百m地点にある既存の噴気地帯の下700~800mにあることが茂木モデルを用いて推定できる。GPS観測（齋藤ほか2003）から推定された変動中心の移動についても精密画像抽出を試みている。一方、噴火地点周辺の地熱地帯にも局所的で断続的な地殻の収縮変動が確認された。

(3) 阿蘇山・中岳火口では、マグマが地表近くまで上がってくるほどの活発な活動を示した1993年1月のストロンボリ式噴火、94年から95年にかけての小噴火以降、活発な噴火は見られないものの、2000年11月以降、火口壁での赤熱現象が観測され続け、現在も地震や孤立型微動の活動が活発な状態にある。そして2003年7月と2004年1月には、湯溜まりからの大規模な土砂噴出とそれに伴う降灰が確認（熊本大など）され、近い将来の噴火活動が懸念されている。広域的な水準測量（村上ほか2004）からは、カルデラ内部の平野（阿蘇谷側）の経年沈降が示されているが、2003年には3cm程度の隆起変動が観測されており、この間欠的な膨張変動と今後の噴火活動との関連が注目される。JERS-1干渉SAR解析（小林2004）では、3年以上の期間の干渉ペアから阿蘇谷側が広域に沈降する様子が見られる結果もあるが、期間の異なる干渉ペアとの間で整合性を検討する必要がある。中岳や草千里周辺に関しては、顕著な変動は画像抽出されていない。差分干渉画像のスタッキング法が必要である。2002年3-5月のRADARSAT干渉処理（小林2003）では、CバンドSARでもHH偏波ならば阿蘇カルデラ内外の全体がよく干渉することが実証された。これを受けて2004年5-7月、2005年2月以降、ENVISAT衛星ASAR（HH偏波）による観測（くじゅう、阿蘇、熊本、八代を含む領域）が継続されることになった（2005年度にかけて合計10回程度の観測の予定）。

(4) 桜島に関しては、JERS-1干渉SAR解析結果（奥山ほか2002など）が詳しいが、本研究でも始良カルデラ全体の広域隆起と桜島北側斜面を中心とした有意な隆起変動を検出した。上記、くじゅう・阿蘇地域のENVISAT観測と同じモードのまま霧島・桜島地域も観測できることを利用して、同様に合計8回程度の観測を継続中である。桜島は、継続的に積もる火山灰の堆積と風雨による侵食の影響も大きく光学センサーを用いた火山体表層被覆のモニタリングも行う。

ポスターでは、各火山の干渉SAR（JERS-1、RADARSAT、ENVISATなど）やOPS（LANDSAT、SPOTなど）の解析結果を紹介する。