

三宅島における ASTER による SO₂ 放出量の観測

Estimation of sulfur dioxide discharged from Miyake-Jima using ASTER

浦井 稔[1]

Minoru Urai[1]

[1] 地調

[1] Geological Survey of Japan

2000年11月8日に撮影された ASTER データのバンド 11, 13, 14 の輝度温度を RGB に割り当てて表示したところ、雄山からの噴煙はシアン色に見える。これは噴煙に含まれる SO₂ によってバンド 11 から得られる輝度温度が低下しているためと考えられる。

ステレオ画像から噴煙の高度と風速を計算した。また、プロファイルにおけるバンド 13 とバンド 11 の輝度温度差の総和に輝度温度差をカラム SO₂ に変換する係数を乗じ、プロファイルを通過する SO₂ 量を求めた。さらに、プロファイルを通過する SO₂ 量と風速を乗じて SO₂ の放出量を計算した。その結果、2000年11月8日の雄山からの SO₂ 放出量は 3-10 万トン/日と推定された。

2000年6月に始まった三宅島 2000年噴火は同年7月に山頂部が陥没し、同年9月以降は平均 4 万トン/day 程度の SO₂ を放出し続けている。この SO₂ は三宅島地下のマグマだまりに存在するマグマが起源と考えられている。このため、SO₂ の放出量をモニタリングすることは三宅島雄山の噴火機構を解明するために重要である。

これまで、SO₂ のモニタリングには SO₂ の紫外域における吸収特性から SO₂ の量を測定する COSPEC を用いて行われていた。しかし、COSPEC は測線上の SO₂ 濃度を計測できるが面的な濃度を計測できないことや計測した SO₂ 濃度の検証が困難であった。

SO₂ は熱赤外域に吸収特性を示すことが知られており、Reamute et al. (1994) や浦井ほか (1999) は ASTER 等の熱赤外マルチバンドセンサを用いて SO₂ が観測可能であること理論的に示した。ASTER (Yamaguchi et al., 1998) は 1999年12月に Terra 衛星に搭載されて打ち上げられ、2000年後半からは定常観測に移行した。

SO₂ による大気透過率は 8-9.5mm で減少する。ASTER は可視～熱赤外域を 14 バンドで観測することが出来る。8.475-8.825mm の波長域を観測するバンド 11 は SO₂ の量に最も敏感であるが、10.25-10.95mm を観測するバンド 13 や 10.95-11.65mm を観測するバンド 14 には SO₂ の量による透過率の変化はほとんどない。

SO₂ を含む大気を通過する、ASTER バンド 11 に相当する海水の分光放射輝度を計算し、これを輝度温度に変換して SO₂ 量の影響を検討した。分光放射輝度は八丈島でラジオゾンデによって観測された 1998年冬の大気(1月の平均大気)と夏の大気(7月の平均大気)を基に MODTRAN (Berk et al., 1989) を用いて計算した。同じ SO₂ 量であっても、季節や SO₂ を含む層の高度によってバンド 11 の輝度温度低下の度合いが異なる。このため、大気状況や SO₂ を含む層の高度を正確に把握することが重要である。また、SO₂ の量が増加すると輝度温度低下が鈍る非直線性が顕著に見られる。いくつかの大気モデルについて、輝度温度差をカラム SO₂ に変換する係数を計算した。

2000年11月8日に撮影された ASTER データのバンド 11, 13, 14 の輝度温度を RGB に割り当てて表示したところ、雄山からの噴煙はシアン色に見える。これは噴煙に含まれる SO₂ によってバンド 11 から得られる輝度温度が低下しているためと考えられる。

ステレオ画像から噴煙の高度と風速を計算した。また、プロファイルにおけるバンド 13 とバンド 11 の輝度温度差の総和に輝度温度差をカラム SO₂ に変換する係数を乗じ、プロファイルを通過する SO₂ 量を求めた。さらに、プロファイルを通過する SO₂ 量と風速を乗じて SO₂ の放出量を計算した。その結果、2000年11月8日の雄山からの SO₂ 放出量は 3-10 万トン/日と推定された。

9月以降の観測では、雲がかかって観測できない場合を除いて、全て SO₂ によるバンド 11 の温度低下を確認した(9月21日朝, 9月26日夜, 10月5日夜)。

今回の結果は、ASTER システムを用いた繰り返し観測が二酸化硫黄の放出量を観測する上で、極めて有効な観測手段であることを示している。特に、観測機材の乏しい発展途上国や遠隔地にある火山の観測にはきわめて有効である。