

放射伝達モデルを用いたSO₂放出量紫外リモートセンシング観測手法における誤差要因の定量的評価

Error estimation by radiative transfer model on measurement of volcanic SO₂ flux with ultraviolet remote sensing

福井 敬一 [1]; 青木 輝夫 [1]; 朽木 勝幸 [1]

Keiichi Fukui[1]; Teruo Aoki[1]; Katsuyuki Kuchiki[1]

[1] 気象研

[1] MRI

火山からの二酸化イオウ (SO₂) 放出量は SO₂ の紫外域における特徴的な吸収帯を利用し、天空で散乱された太陽紫外線を光源として吸光分析の手法で遠隔地から測定することができる。1970年代からこの手法を用いた相関スペクトロメータ COSPEC が火山ガス放出量観測に用いられてきた。近年、COMPUS (Mori, To. *et al.*, 2007) のような小型の紫外分光計を用いた二酸化イオウ観測装置や紫外域に感度を有する冷却 CCD を用いた SO₂ カメラが開発された (Mori, To. and Burton, 2006)。これらの機器は COSPEC に比べ、小型・安価で、連続観測や複数の装置を組み合わせた観測が行われるようになり、火山ガス放出活動と噴火現象や地震活動、地殻変動データとの時間的關係や量的關係が精密に議論されるようになった。これらリモートセンシング機器で取得された火山ガス放出量データをこのような研究に利用するためには、従来、無視されていた、あるいは検証することができなかった、種々の誤差要因について定量的に評価しておくことが必要となる。

これらの機器を用いた測定手法として、噴煙の直下を自動車や飛行機あるいは徒歩によって移動し、天頂方向を向けた紫外分光器によって噴煙のカラム濃度分布を計測するトラバース法と固定点から噴煙を上下方向あるいは水平方向にスキャンするパニング法がある。得られた濃度分布と風速や噴煙の上昇速度を掛け合わせることで SO₂ 放出率が求められる。誤差要因として最も大きなものは風データの評価に関することであるが、放射伝達過程に含まれる種々の要因 (噴煙と観測点との距離、噴煙高度、太陽高度、観測視野と太陽との水平角、オゾン、エアロゾル、雲、波長) も影響する。これらの影響を紫外域放射伝達モデル ARTMASS (Aoki *et al.*, 2002) を利用して、定量的に評価した。

ARTMASS は雲やエアロゾル、SO₂、オゾン層を含む成層大気モデル中を多重散乱して通過した太陽光の放射輝度などを求めるソフトウェアで、紫外領域について任意の波長分解能で放射輝度を求めることができる。また、積雪の効果も考慮することができる。想定した噴煙高度に SO₂ 層を付け加えた大気モデルに対して、種々の太陽高度角や入射方向に対する SO₂ の吸収のピーク波長とその両脇の吸収が小さくなる波長における放射輝度を ARTMASS で算出し、これらの放射輝度から差分吸収法 (DOAS) によって SO₂ カラム量に比例する値を求め、このようにして得られた値を用いて、種々の誤差要因が SO₂ 濃度推定に与える影響量を求めた。

主な結果は以下の通りである (数値は 309nm 帯に対するものである)。

(1) パニング法では、観測点が噴煙から離れるほど SO₂ 観測値は減衰する。この減衰量は、噴煙高度が低く SO₂ 量が多いほど大きくなる。この SO₂ 観測値の距離依存性は Mori, Ta. *et al.* (2006) によって実験的にも確かめられている。

(2) パニング法では、観測視野と太陽との方位角の違いによって 10% 以上の誤差が生じることがある。太陽の反対方向を向いている時に減衰量が一番大きくなる。

(3) トラバース法における噴煙までの距離 (噴煙高度) の影響量はパニング法における距離の影響量ほど大きくない。

(4) トラバース法では太陽高度の違いが最も大きな影響を与える。雲がない場合、太陽高度約 30 度の時、SO₂ 量は数十% 過大に見積もられる。

(5) SO₂ 層の上に雲がある場合、トラバース法での太陽高度依存性はほとんどない。

(6) オゾン量の季節変化の影響は少ない。