

火山ガス中の SO₂ 濃度分布計測用ライダーの開発

Development of SO₂-DIAL system for volcanic gas distribution measurement

首都大院シスデザ ○柴田 泰邦, 加藤 美優, 大川 裕司

Tokyo Metropolitan University ○Yasukuni Shibata, Miyu Kato, Yuji Okawa

E-mail: sibata@tmu.ac.jp

1. はじめに

二酸化硫黄 (SO₂) などの有毒な成分を含む火山ガスは、人体だけでなく、経済的にも大きな影響を及ぼす。火口付近まで人が入山できる状態であれば、直接計測センサによる火山ガスのモニタリングは可能だが、一旦入山規制が掛かると、火山ガス計測が困難となる場合が多い。本研究は、リモートセンシング技術の一つであるライダーを用い、火山ガス中の SO₂ 濃度の平面分布を計測するためのシステムを製作することを目的とする。ライダー計測は空間分布を取得することに優れており、従来法の直接計測型の SO₂ ガスセンサーや CCD カメラによる SO₂ ガスのカラム量分布計測[1]では得られない、時間的・空間的変動を把握でき、防災・減災の高機能化が期待できる。

2. ライダー用 DPSS 光源の性能評価

大気中の SO₂ ガス濃度分布計測を行うライダー手法として、差分吸収ライダー (DIAL: Differential Absorption Lidar) 手法を用いることを前回報告した[2]。従来の SO₂ DIAL は、色素レーザーの第 2 高調波が使われてきた。装置の大型化と煩雑なメンテナンス、低いビーム品質といった問題がある。そこで、半導体レーザーを励起光とする DPSS レーザー (波長 594 nm) の第 2 高調波 297 nm を用いて小型化・高効率化することを提案した。また、距離 1 km 内の SO₂ 濃度分布を計測するための最適波長を検討し、吸収波長 (On 波長) 297.1 nm、非吸収波長 (Off 波長) 297.4 nmであることを示した。

今回は試作機に用いる DPSS (593.7 nm, 20mW) の性能評価を行った。発振波長に 30 pm/°C の温度依存性がみられるため、DPSS 本体の断熱・温調機構を製作した。図 1 に温調あり／なしでの DPSS 発振波長の時間変化を示す。温調なしの場合、±10 pm/h 以上の揺らぎが生じ、その揺らぎは室温変化に同期した。一方、±0.01°C で DPSS 光源本体を温調した場合、波長計 (Highfiness WS6) の精度内 (±

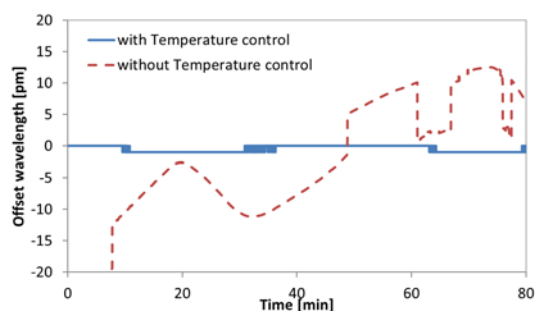


図 1 DPSS 発振波長の時間変動

1 pm) で安定させることができた。また、温調による波長制御が 43.5 pm/°C であることが分かり、必要な 2 波長への波長同調が温調により可能であることが分かった。

3. DPSS 高出力化の検討

試作機用の DPSS 光源は連続光でそのままでは距離分解能を得ることができない。また、基本波出力が弱い SHG 効率が低く、至近距離の観測しか行えない。そこで、実用化に向けた高出力パルス DPSS 光源の検討を並行して行っている[3]。図 2 に検討中の光源のブロック図を示す。2 台の 808 nm LD 励起 Nd:YVO₄ から 1064 nm と 1342 nm をそれぞれ得る。本ライダーシステムは可搬性が重要視されることから、1000~1500 nm の波長範囲で効率的な過飽和吸収体 V³⁺:YAG 結晶のパッシブ Q スイッチを用いることで、小型かつ省電力の光源を実現する。この 2 波長を PPKTP に入射することによって和周波の 594 nm を発振させ、BBO 結晶によってその第 2 高調波 297 nm を得る。現在、SO₂ 観測に必要な出力 0.1 mJ@297 nm を得るための最適設計を行っている。

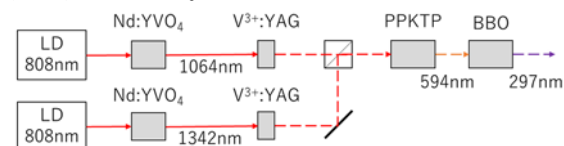


図 2 高出力パルス DPSS(594nm)のブロック図

4. まとめ

火山ガス中の SO₂ 濃度分布を計測するため、DPSS レーザーを光源とする DIAL を用いることで、機動性に富んだシステムを実現する。試作機用の DPSS 光源は筐体自体の温調により発振波長制御を 43.5 pm/°C で行えることが分かった。また、実用化に向け、高出力パルス DPSS 光源の検討を行い、可搬性に有利なパッシブ Q スイッチ方式を採用することとした。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 JP16K12850 の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) C. Robin, et. al., J. Volcano. Res., 300 48-57, 2015.
- 2) 柴田他、第 78 回応用物理学会秋季学術講演会、5a-A414-2, 2017.
- 3) B. A. Ghani, et al., Acta Phys. Polo. A, 122, 103-108, 2012.