

船舶搭載 Raman-Mie ライダーで得られた洋上エアロゾルの光学特性

谷口 京子¹, 松井 一郎², 西澤 智明³, 清水 厚³, 勝俣 昌己¹

¹ 海洋研究開発機構 (〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-15)

² mss (〒305-0032 茨城県つくば市竹園 1-3-8-1504)

³ 国立環境研究所 (〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2)

Optical Properties of Marine Aerosol Obtained with Shipborne Raman-Mie Lidar

Kyoko TANIGUCHI¹, Ichiro MATSUI², Tomoaki NISHIZAWA³, Atsushi SHIMIZU³, and Masaki KATSUMATA¹

¹ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2-15 Natsushima-cho, Yokosuka, Kanagawa 237-0061

² mss, 1-3-8-1504 Takezono Tsukuba, Ibaraki 184-8795

³ National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506

Abstract: We calculated optical properties of marine aerosols from the shipborne Raman-Mie Lidar data. Based on the estimated optical properties, we also retrieved distributions of four aerosol types: air pollutant, black carbon, sea-salt, and dust.

Unlike coastal observations, the shipborne data provides true marine aerosol information. In this study, we analyzed lidar data obtained in two cruises; MR15-04 and MR16-09. MR15-04 stationed about 100km from the Sumatra Island, and MR16-09 crossed the southern Pacific from Fiji to Chile. Comparison of results from the cruises shows island impacts on the aerosol distribution and its components.

Key Words: Raman lidar, marine aerosol, optical properties, shipborne

1. はじめに

海上エアロゾルの分布や成分（海塩粒子、大気汚染物質、黒色炭素など）の変動による影響は、放射収支、CCN、大気化学など多岐に渡ることが知られている¹⁻⁴⁾。このことから海上エアロゾルの光学特性と成分を詳細に把握すべく、諸島観測を含む沿岸観測や衛星観測による海上エアロゾルの先行研究が数多く展開されている⁶⁻⁹⁾。

観測船「みらい」搭載の Raman-Mie ライダー（「みらい」ライダー）では、観測が難しい海上エアロゾルを連続観測できる利点がある。本稿では、過去の航海で得られたライダー観測データから、海上エアロゾルの光学特性を解析し、4 種のエアロゾル成分（大気汚染物質、黒色炭素、海塩粒子、鉍物ダスト）へ変換した。

2. 観測データ

本稿の解析では、「みらい」ライダーで取得した 1064nm、532nm（鉛直・水平）の Mie 信号と 532nm の窒素ラマン信号にあたる 607nm の 4 チャンネルデータを使用した。また、大気データは、船上で実施されたラジオゾンデ観測を使用した。

観測データは、2 航海（MR15-04、MR16-09）で取得した。MR15-04 は、Pre-YMC 航海の一環として、2015/11/23 から 2015/12/17 の期間にインドネシア・スマトラ島沖 100km の付近（4S、102E）で所得したデータである。MR16-09 は、2016/12/27 から 2017/01/15 にフィジーからチリまでの南太平洋横断時のデータである。

3. データ解析手法

エアロゾルの光学特性は、Nishizawa et al⁹⁾のアルゴリズムにて算出した。上記手法は、ライダー観測データから消散係数、後方散乱係数、偏光解消度を計算し、これらの数値を再現するのに最適な 4 種のエアロゾル（大気汚染物質、黒色炭素、海塩粒子、鉍物ダスト）の消散係数を算定する。

「みらい」ライダーでは、Mie 信号と Raman 信号データの鉛直分解能がそれぞれ 6m、7.5m と異なることから、それぞれ 60m 鉛直分解能へ積算した。S/N 比が悪くなる雲や降雨データは、閾値を用いて雲底・降雨高度を検出し、その高度以上のデータは解析から排除した。また Raman 信号の S/N を確保するため、本稿の解析は夜間に限定した。大気分子の光学特性は、ラジオゾンデ観測を線形補間することで、ライダーの 1 分時間分解能と一致させ計算した。

4. 結果と考察

両航海域のエアロゾル量は全体的に少ない。また、エアロゾルは概ね海面付近の混合層内にみられる。エアロゾルの種別は、海塩粒子が主であり、海面付近に高濃度分布している。鉍物ダストは、ほとんど算定されなかった。

MR15-04 航海では微量ではあるが、黒色炭素が算出された。この黒色炭素は低層かつ突発的であることから、近隣のスマトラ島沿岸で発生した小規模の森林火災または野焼きによる影響と推測される。加えて、定期的な降雨も黒色炭素が一時的であったことの要因と思われる。また、一定量検知された大気汚染物質も、スマトラ島の影響を示唆していると思われる。

一方、MR16-09 航海で観測された海上エアロゾルには、黒色炭素および大気汚染物質は検出されなかった。ただ、航海中は低層に雲が連日発生していた。したがって、先行研究の衛星画像で捉えられているような黒色炭素や大気汚染物質の中高度での長距離移動が起きていた可能性は否定できない。

参考文献

- 1) C. Leck and E.K. Bigg: *Geophys. Res. Lett.* **32** (2005) L19803
- 2) C.D. O'Dowd and G. de Leeuw: *Phil Trans R Soc A* **365** (2007) 1753-1774
- 4) T. Fan and O.B. Toon: *Atmos. Chem. Phys.* **11** (2011) 4587-4610

- 5) Y.S. Bonnouna, G. de Leeuw, J. Piazzola, and J. Kumierczk-Michulec: *J. Geophys. Res.* **114** (2009) D23203
- 6) H. Huang, G.E. Thomas and R.G. Grainger: *Atmos. Chem. Phys.* **10** (2010) 5943-5950
- 7) S.P. Burton, R.A. Ferrare, C.A. Hostetler, J.W. Hair, R.R. Rogers, M.D. Obland, C.F. Butler, A.L. Cook, D.B. Harper, and K.D. Froyd: *Atmos. Meas. Tech.* **5** (2012) 73-98
- 8) Y. Hara, T. Nishizawa, N. Sugimoto, I. Matsui, X. Pan, H. Kobayashi, K. Osada, and I. Uno: *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer.* **188** (2017) 20-27
- 9) T. Nishizawa, N. Sugimoto, I. Matsui, A. Shimizu, Y. Hara, I. Uno, K. Yasunaga, R. Kudo, and S-W. Kim, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer.* **188** (2017) 79-93

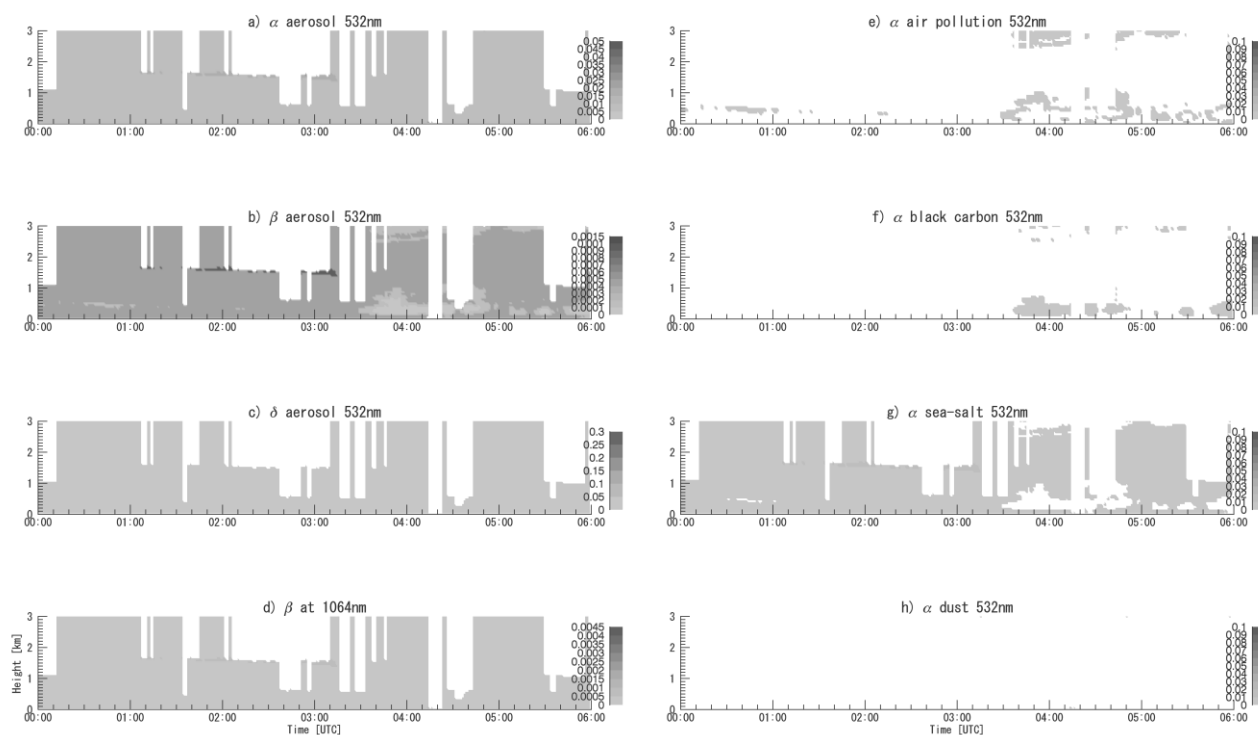


Fig1: Estimated optical properties on 2015/12/11 (MR15-04 cruise) a) aerosol extinction coefficient, b) aerosol backscattering coefficient, c) depolarization ratio, d) attenuated backscatter coefficient at 1064nm, e) extinction coefficient of air pollutant, f) extinction coefficient of black carbon, g) extinction coefficient of sea salt, h) extinction coefficient of dust.