

偏光ライダーによる黄砂と大気汚染エアロゾルのネットワーク観測

Network observation of Asian dust and air-pollution aerosols using polarization lidars

杉本伸夫¹、松井一郎¹、清水 厚¹、亀井秋秀¹、Boyan Tatarov¹、
Choo Hie Lee²、董 旭輝³、周 軍⁴

N. Sugimoto¹, I. Matsui¹, A. Shimizu¹, A. Kamei¹, B. Tatarov¹, C-H. Lee², X. Dong³, J. Zhou⁴

1 国立環境研究所、2 Kyung Hee 大学、3 日中友好環境保全センター、4 安徽光学精密機械研究所

1 National Institute for Environmental Studies, 2 Kyung Hee University,

3 China Japan Friendship Center for Environmental Protection,

4 Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics

Abstract

We conduct network observations of aerosols using automated two-wavelength (1064nm, 532nm) polarization (532nm) lidars for studying three-dimensional distribution and movement of Asian dust and air-pollution aerosols. Currently, the lidars are operated continuously at 14 locations in cooperation with various research organizations and universities in Japan, China, Korea and Thailand.

1. はじめに

東アジア域には黄砂、人為起源発生源など、発生および輸送機構が異なるエアロゾルが混在している。これらが気候や環境へ与える影響を理解するためには、エアロゾルの立体分布と光学特性の把握が不可欠である。国立環境研究所(NIES)では、東アジアのエアロゾルの分布と動態を把握することを目的として、ライダーによるネットワーク観測を行っている(Sugimoto et al. 2005)。観測に用いているライダーは、フラッシュランプ励起 Q スイッチ Nd:YAG レーザーを光源とする 2 波長(532nm, 1064nm) のミー散乱ライダーで、532nm では偏光解消度の測定機能を持つ。現在、大学や研究機関等との協力により、日本、中国、韓国、タイの合計 14 カ所で自動連続観測を継続している。表 1 にライダー観測地点のリストを掲げる。

表 1 ライダーネットワーク観測地点

Tsukuba (36.05N, 140.12E)	1996--
Nagasaki (32.78N, 129.86E)	Mar. 2001--
Beijing, China (39.9N, 116.3E)	Mar. 2001--
(Sri Samrong, Thailand (17.15N, 99.95E)	Oct. 2001--Feb. 2005)
Suwon, Korea (37.14N, 127.04E)	2002--
(Amami-Oshima (28.44N, 129.70E)	2002--Jun. 2005)
Miyakojima (24.7N, 125.3E)	2002--
Fukue (32.63N, 128.83E)	Oct. 2002--
Hefei, China (31.90N, 117.16E)	Oct. 2002--
Sapporo (43.1N, 141.3E)	2003--
Huhehaote (40.94N, 111.37E)	Nov. 2003--
Toyama (36.7N, 137.1E)	Feb. 2004--
Phimai, Thailand (15.18N, 102.57E)	Feb. 2005--
(Gosan, Korea (33.60N, 126.50E)	Mar. 2005--Jun. 2005)
Matsue (35.21N, 133.01E)	Mar. 2005--
Sendai (38.25N, 140.90E)	Apr. 2005--
Hedo (26.87N, 128.25E)	Aug. 2005--

ライダーで得られる後方散乱係数と偏光解消度のプロファイルから、非球形な黄砂と球形な大気汚染性エアロゾルの高度分布を分離して推定する手法を開発し、ネットワーク各地点における黄砂と大気汚染エアロゾルの高度分布の時間変化を求めた(Sugimoto et al. 2003, Shimizu et al. 2004)。得られた結果を領域化学輸送モデル

CFORS と比較することによって、観測された現象を解析するとともに、モデルを検証した。

2. 東アジアのエアロゾル分布の特徴

各観測点のライダー観測データと化学輸送モデル CFORS との比較から地点毎のエアロゾルの分布の特徴が捉えられた。例えば、北京では年間を通じて大気汚染性エアロゾルの高濃度現象が数日の時間スケールで観測され、北京においては局所的な汚染よりも地域スケールの大気汚染の影響が顕著であることが分かった。一方、北京から約 450km 西に位置するフフホトでは、地域スケールの汚染の寄与は顕著ではなく、日変化の卓越する局所的な大気汚染の特徴が見られた。汚染源の中に位置する合肥では高頻度で高濃度のエアロゾルが観測された。一方、宮古島においては、南アジアを起源とする炭素性エアロゾルと推定される層が大気境界層よりも上に観測されるケースがしばしば見られた。また、春季には高濃度の大気汚染現象の直後に西から黄砂が飛来するケースが見られ、これは低気圧の移動に伴う風向の変化で説明された。黄砂と大気汚染エアロゾル、炭素性エアロゾルの動態は、化学輸送モデル CFORS による計算結果で定性的に説明された。

ライダーから求められた黄砂と大気汚染エアロゾルの消散係数の時間高度断面を、CFORS から計算された黄砂、硫酸塩、炭素性エアロゾルの消散係数と比較したところ、つくばや宮古島など、比較的遠距離に輸送された黄砂や大気汚染エアロゾルについては定量的に妥当な一致が見られた。しかし、北京の大気汚染時に観測される非常に高い消散係数の値は CFORS では再現されなかった。これは、CFORS の空間分解能が低いために水蒸気の分布の再現性が悪いことが原因のひとつである。北京の大気汚染と消散係数の関係は興味深い課題であるが、これを理解するためには霧を再現するようなモデルが必要であると考えられる。

3. 2005 年春季の黄砂現象

2004 年は季節進行が早かったのとは対照的に 2005 年は 3 月末まで大きな黄砂現象が見られず、4 月に入ってからいくつかの黄砂イベントが観測された。特に 4 月 30 日に仙台では記録的に高い消散係数 (1/km を越える) を持つ浮かんだ黄砂層 (高度約 3km) が観測された。一方、3 月上旬には、サハラ砂漠から長距離輸送された砂塵層がライダーネットワークで捉えられた(Park et al. 2005)。

謝辞

各地点のライダー観測はそれぞれ以下の機関の協力による。富山 (富山県環境科学センター、環境省) 札幌 (北海道大学)、長崎 (長崎大学)、福江島 (総合地球環境学研究所)、奄美大島 (千葉大学、東京大学気候システム研究センター)、宮古島 (宇宙航空研究開発機構、気象研究所)、北京 (日中友好環境保全センター)、合肥 (安徽光学精密機械研究所)、呼和浩特 (日中友好環境保全センター、フフホト市環境監測局、JICA)、Suwon (Kyung Hee 大学)、タイ Sri Samrong (Chulalongkorn 大学、東京大学気候システム研究センター、千葉大学)。黄砂研究については環境省地球環境研究総合推進費により、また観測およびライダー手法の研究の一部は科学研究費特定領域研究「微粒子の環境影響」の中で実施されている。

引用文献

- Park, C-B., Sugimoto, N., Matsui, I., Shimizu, A., Tatarov, B., Kamei, A., Lee, C-H., Uno, I., Takemura, T., and Westphal, D.L., Long-range transport of Saharan dust to East Asia observed with lidars. *SOLA* (accepted July 11, 2005).
- Shimizu, A., Sugimoto, N., Matsui, I., Arai, K., Uno, I., Murayama, T., Kagawa, N., Aoki, K., Uchiyama, A., and Yamazaki, A. Continuous observations of Asian dust and other aerosols by polarization lidars in China and Japan during ACE-Asia. *J. Geophys. Res.* **109**, D19S17, doi10.1029/2002JD003253, 2004.
- Sugimoto, N., Uno, I., Nishikawa, M., Shimizu, A., Matsui, I., Dong, X., Chen, Y., Quan, H. Record Heavy Asian Dust in Beijing in 2002: Observations and Model Analysis of Recent Events, *Geophys. Res. Lett.* **30**, 12, 1640, doi:10.1029/2002GL016349, 2003.
- Sugimoto, N., Shimizu, A., Matsui, I., Uno, I., Arai, K., Chen, Y., Zhao, S., Zhou, J., and Lee, C-H: Study of Dust Phenomena in 2001-2003 Using a Network of Continuously Operated Polarization Lidars, *J. Water, Air and soil Pollution*, 2005 in press.