

## 東アジアにおけるライダーネットワークによる エアロゾル観測

### Observations of aerosols by lidar network in East Asia

清水厚<sup>1</sup>、杉本伸夫<sup>1</sup>、松井一郎<sup>1</sup>、荒生公雄<sup>2</sup>、陳岩<sup>3</sup>、周軍<sup>4</sup>

Atsushi Shimizu<sup>1</sup>, Nobuo Sugimoto<sup>1</sup>, Ichiro Matsui<sup>1</sup>,

Kimio Arao<sup>2</sup>, Yan Chen<sup>3</sup>, Jun Zhou<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 国立環境研究所、<sup>2</sup> 長崎大学環境科学部、

<sup>3</sup> 日中友好環境保全センター、<sup>4</sup> 安徽光学精密機械研究所

<sup>1</sup>National Institute for Environmental Studies, <sup>2</sup>Nagasaki University,

<sup>3</sup>Sina-Japan Friendship Center for Environmental Protection,

<sup>4</sup>Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics

To investigate spatial and temporal distribution of various aerosols in East Asian region, a network of automated Mie-scattering polarization lidars has been constructed. Observation results by lidar systems are transferred to NIES and quicklook figures on WWW are updated everyday. Signals from Asian dust and from anthropogenic aerosols are separated using the depolarization ratio, and extinction coefficients of each components were estimated.

## 1 はじめに

日本・中国・韓国を含む東アジア域では、中国内陸部・モンゴル等を発生源とする黄砂や、人口密集地起源と考えられる人為起源大気汚染エアロゾルが広域に渡って輸送され、生活環境や放射収支に影響を及ぼしている。国立環境研究所では、ミー散乱偏光ライダーを多地点に設置してライダーネットワークを形成し、各地点でエアロゾルの鉛直分布連続観測を行うことにより、領域スケールでのエアロゾル動態の解明を目指している。本発表では、各々のライダーシステムの構成・ネットワークの目的・特徴およびこれまでの解析結果について紹介する。

## 2 ライダーシステムおよびそのネットワーク化

1996年につくばで連続観測が始まって以来、ライダーシステムは徐々に改良されながら現在では10地点でほぼ共通の仕様で観測を行っている。すなわち、

- 光源にフラッシュランプ励起のNd:YAGレーザーを使い、これを10Hzで5分連続運転の後10分休止のパターンで運用してメンテナンス頻度を抑えている。
- 受光系にはPMT(532nm)、APD(1064nm)を用い、532nmについては散乱光をレーザーの偏波面と平行・直交成分に分解して測定し偏光解消度を得ている。AD変換はデジタルオシロスコープで行い、その結果をPC(Linux)に取り込む。

- コンテナ・観測室などの天井に設置したガラス窓越しに観測することにより、天候によらず連続的にデータを取得し、雨天・曇天についてはデータ解析時に分類する。
- LAN が到達しているところでは観測直後にデータを環境研に転送、遠隔地では放射観測ネットワーク SKYNET に加入して国内サーバーにアップロードあるいは自前でプロバイダへダイヤルアップ接続して環境研へアップロードすることにより最低 1 日 1 回データを転送、クイックルック画像を自動作成して WWW<sup>1</sup> 上で公開している。
- 全地点、環境研から LAN・電話 (アナログ・PHS) 経由で制御 PC にアクセスしてシステムの動作チェックや再起動などが可能。

特に黄砂現象に関しては、ライダーの偏光解消度による観測によりその通過高度・継続時間などが示されるが、発生・観測頻度の年々変動などを調べるためには欠測期間を極力減らして全ての黄砂イベントを捉えることが望ましい。またエアロゾルの輸送に関して、化学物質輸送モデルによる分布予測 (九州大学・鶴野教授らによる CFORS<sup>2</sup> など) との比較や集中観測プロジェクト (APEX-E3 他) の連携という観点からも速やかにライダー観測結果を表示・公開することは重要である。東南アジアに設置されたものも含め、環境研・共同研究機関が運用しているライダーの一覧を Table 1 に示す。

	地点名	緯度 (N)	経度 (E)	データ転送方法
1	つくば	36.1	140.1	LAN
2	長崎	32.8	129.9	LAN
3	北京 (China)	39.9	116.3	電話回線
4	奄美大島	28.4	129.7	SKYNET
5	宮古島	24.7	125.3	SKYNET
6	SriSamrong(Thailand)	17.2	100.0	SKYNET
7	Suwon(Korea)	37.0	127.0	LAN
8	福江島	32.8	128.7	SKYNET
9	合肥 (China)	31.9	117.2	SKYNET
10	札幌	43.1	141.3	LAN

Table 1: Locations and data transfer methods of lidars

### 3 観測結果

各地点で 1 日に 96 回取得される後方散乱強度と偏光解消度の鉛直プロファイルの形状から雲の高度や降水を判別し、晴天領域については偏光解消度からエアロゾルを黄砂とそれ以外に分類している (雲より上は判別不能とする)。Fig. 1 は、そのようにして各高度で分類された雲・エアロゾルがどのような割合で見られたかを統計的に示したものである。

<sup>1</sup><http://www-lidar.nies.go.jp>

<sup>2</sup>環境研に移植されたバージョンは <http://www-cfors.nies.go.jp>

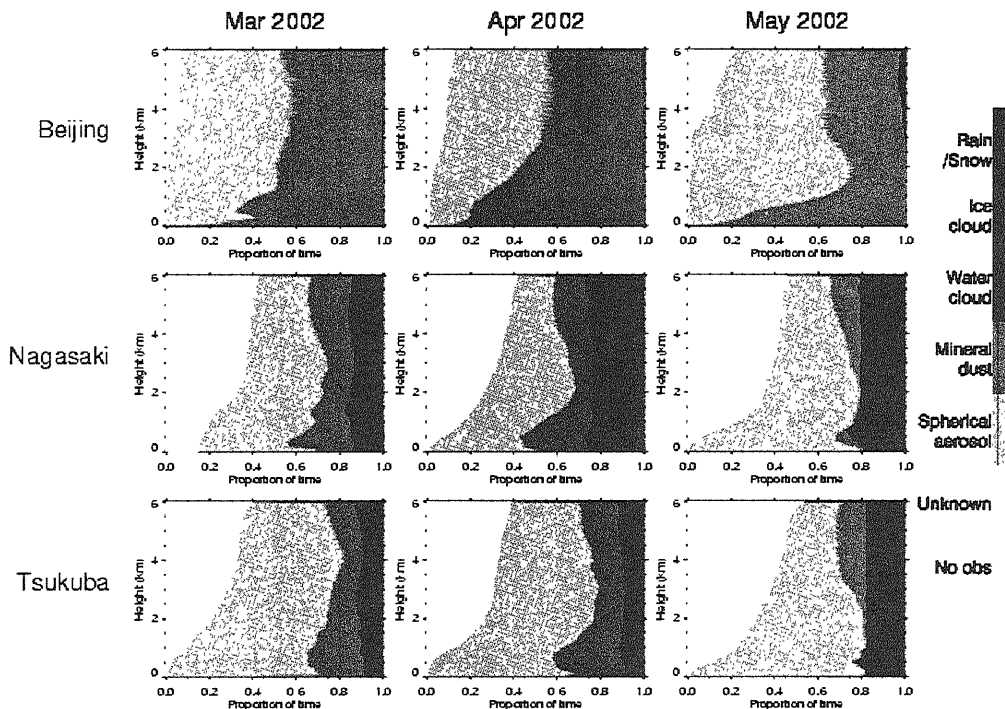


Fig. 1: Portion of each scatterer at each height in 2002 at Beijing, Nagasaki and Tsukuba. Each area is based on the ratio of total time for each scatterer to the total time of observation.

2002年の3月・4月・5月について北京・長崎・つくばの3地点での結果から、北京では地表では各月の半分以上の時間で黄砂状態であったこと、日本では5月に地表付近の黄砂がほとんど観測されていないことなどが読み取れる。このような判定の結果、雨が降らず6km以下に雲もなかったケースについては、Fernald法により532nmのエアロゾル消散係数を求め、更に単純な2種類の粒子の外部混合を仮定して(全)エアロゾル消散係数に対する黄砂の寄与率を推定した[1]。すなわち、エアロゾルは黄砂と球形(液滴)エアロゾルからなり、それぞれの粒子の偏光解消度は $\delta_1, \delta_2$ と仮定する。観測されたエアロゾル偏光解消度を $\delta$ とすると、寄与率 $R$ は

$$R = \{(\delta - \delta_2)(1 + \delta_1)\} / \{(1 + \delta)(\delta_1 - \delta_2)\} \quad (1)$$

と表される。ここでは観測結果より $\delta_1, \delta_2$ をそれぞれ0.35、0.02とした。 $R$ と消散係数の積は「黄砂による消散係数」を意味し、予報モデルの出力や地上サンプリングなどにより得られる黄砂質量・粒子数との対比を行うための指標となる。Fig. 2は、黄砂による消散係数プロファイルを北京、長崎、つくばの各地点で2001年3月から5月の各月について平均したもので、北京では地表での黄砂による消散係数が0.15/km程度と長崎での倍程度であり、またつくばではこれが非常に小さいことなどが示されている。

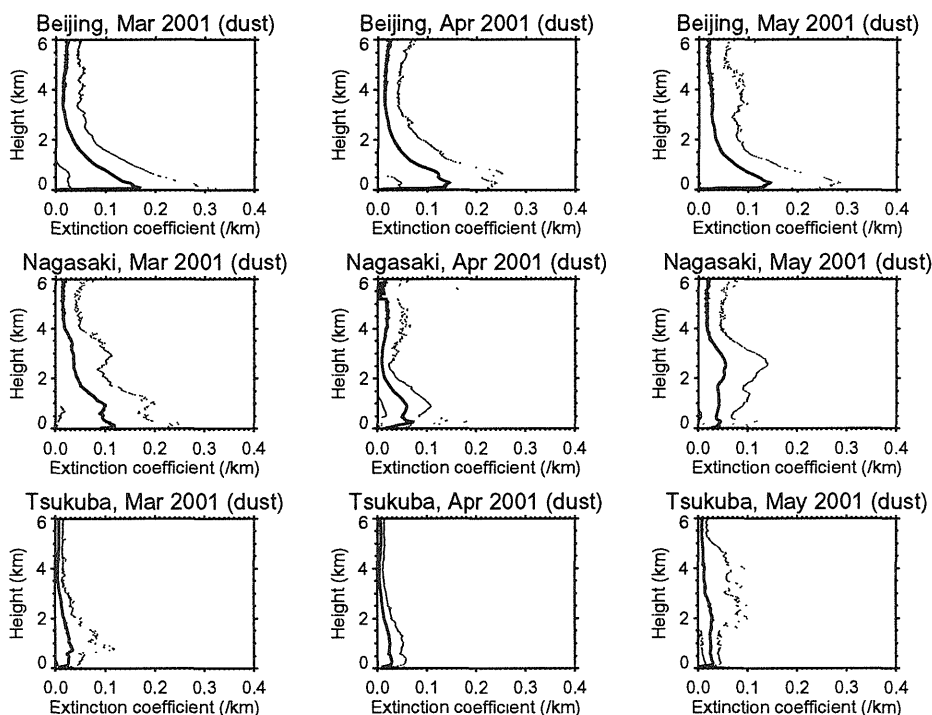


Fig. 2: Vertical profiles of averaged extinction coefficients for dust particles (solid) plus or minus standard deviations (dotted).

#### 4 まとめ

連続運転型ライダーのネットワークを東アジア域で構築し、黄砂や人為起源エアロゾルの長距離輸送の実態や放射影響に関する情報を提示する方法を示した。遠隔地におけるライダー観測データも、今日では1日以下のタイムラグで入手することが技術的に可能である。このような(準)リアルタイム情報は、例えば航空機による観測のフライト決定のためのインプットとして非常に有用なものである。また、一定の前提のもとで偏光解消度を用いて黄砂粒子による消散係数を推定した。これは数値モデル・サンプリング観測のようにエアロゾル各成分の質量濃度や粒子数などが出力されるものとライダー観測結果を対比させる場合には重要である。今後は、黄砂シーズンに限らず通年の観測結果を解析し、黄砂以外のエアロゾルについてもその輸送の特徴などを明らかにしていきたい。

#### 参考文献

- [1] 杉本伸夫, 清水厚, 松井一郎, 鶴野伊津志, 荒生公雄, 陳岩, 連続運転偏光ライダーネットワークによる黄砂の動態把握, 地球環境, 7(2):197-207, 2002.