

AD-Net/そらまめ/気象台観測から見た 2021年3月の黄砂現象

清水 厚, 西澤 智明, 神 慶孝
国立環境研究所 (〒 305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2)

Comprehensive description of Asian dust on March 2021 with AD-Net lidars, AEROS, and meteorological observations

Atsushi SHIMIZU, Yoshitaka JIN, Tomoaki NISHIZAWA
National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506

Abstract: A significant Asian dust event was observed at the end of March 2021 in Japan. AD-Net lidar network observations revealed three-dimensional structures of dust layers in the boundary layer and free troposphere over Mongolia, Korea and Japan. Asian dust periods determined by lidars, surface particle measurements (SPM and PM2.5 by Atmospheric Environmental Regional Observation System;AEROS), and meteorological observations were compared.
Key Words: Asian dust, AD-Net, PM2.5, SPM, Meteorological observatory

1 はじめに

2021年3月末に、近年では珍しく大規模・高濃度の黄砂が日本全国に到来した。2000年前後をピークに、日本への黄砂飛来は頻度/濃度とも低下傾向が見られていたものの、この黄砂は往年のスケールを彷彿とさせるものであった。この現象をライダーネットワーク (AD-Net)、大気汚染常時監視測定局 (そらまめ)、気象庁目視観測のそれぞれによる観測結果から解析し、その特徴を明らかにする。

2 2021年春の黄砂

2021年は黄砂の「当たり年」で、気象庁の観測による「黄砂のべ日数」は1月の4を含め55であった。これが50を超えたのは2010年以來のことである。春の全般的な傾向を見るため、ミー散乱2波長偏光ライダーネットワーク AD-Net の黄砂消散係数を鉛直積算した「黄砂光学的厚さ」の3-5月の時系列を図1に示す。3月末の顕著なイベント以外にも、5月上旬にこれに近い濃度の黄砂が見られる他、3月中/下旬などにも繰り返し黄砂が日本に到達していた様子が明らかである。これに比例して環境へのインパクトも無視できないものがあった筈だが、本研究では3月末の黄砂イベントに限って報告する。

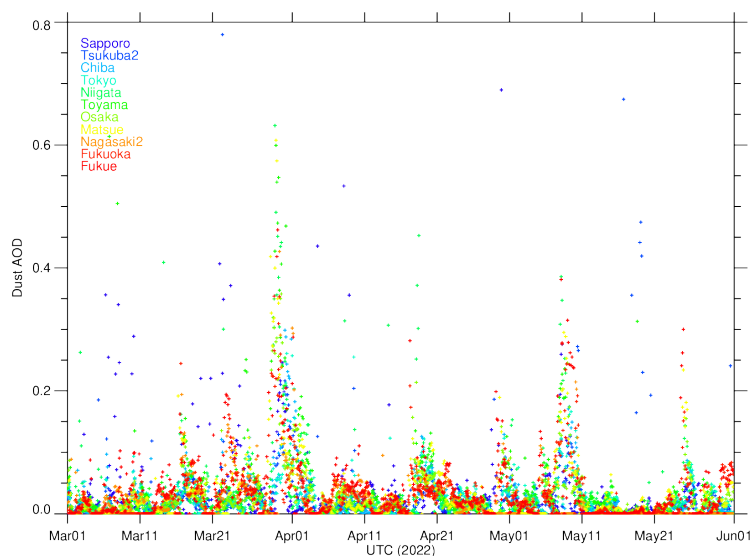


Fig. 1: Dust AOD (integrated dust extinction coefficient between 0 and 2 km) at 11 Japanese stations of AD-Net. Median values of 12 measurements (in 3 hours) are plotted.

3 AD-Net から見た特徴

図2に、AD-Netによる黄砂消散係数の時間高度断面を概ね黄砂の上流側から7地点分並べて示す。まず、3月27日に発生源近傍(モンゴル・ザミンウッド)で砂塵嵐が確認でき、この際上空で先にシグナルが見えていることから、黄砂の発生は更に上流側で先行して置いていたことが推察される。その後、この黄砂はソウルには3月28日(現地時間)に到達し、福岡・大阪・富山には3月29日にほぼ同時に到達した。この時、黄砂層の厚さは地上から2km程度であったが、更にその上空3km付近にも分離された黄砂層が見られた。これはソウルでは見られず、国内での特徴的な鉛直分布である。関東域(東京)にはこれより遅れ3月30日頃に到達し、その後の継続時間が長かったことが分かった。また北海道では29日に一旦現れた後消失し、30日に再度現れているほか、上層の黄砂が高度4km以上に見られるなど本州付近とは異なる挙動が見られる。なおこの自由対流圏の黄砂はソウルでは3月31日に確認されるなど、地上付近とは異なる出現パターンが特徴的である。

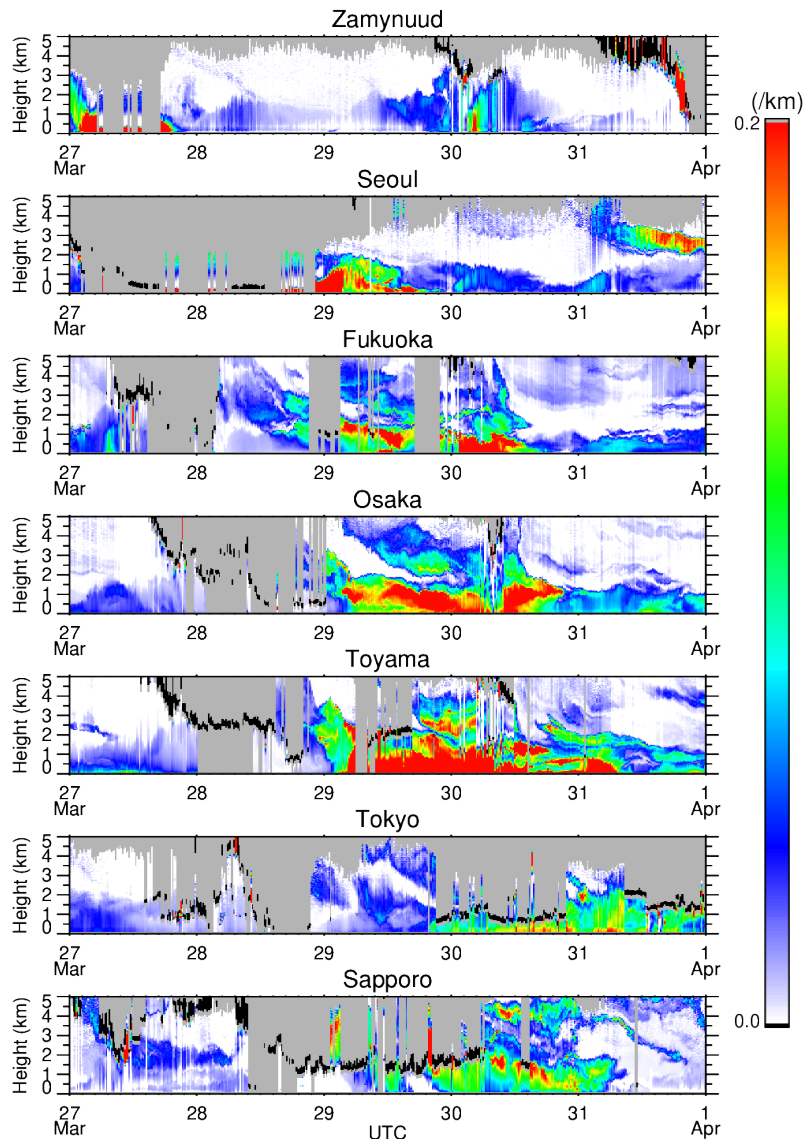


Fig. 2: Time-height sections of dust extinction coefficient below 5 km at (from top to bottom) Zamynnuud, Seoul, Fukuoka, Osaka, Toyama, Tokyo, Sapporo during March 27 and April 1. Black and gray areas correspond to cloud layers and invisible regions, respectively.

4 そらまめ/気象台観測との比較

そらまめ(大気汚染常時監視測定局)時間値データに含まれるPM2.5とSPMを組み合わせ、各都道府県で黄砂時間帯を特定する手法を提案している。これはSPM-PM2.5(両値の差分)が $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた局が自治体全局

の4割を超えた場合にその時間をその自治体における黄砂とするものであるが、図3には $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた局の割合そのもの(赤)と、その自治体に存在するライダーによる黄砂消散係数(高度1km以下の1時間以内メディアン値、緑)、更に気象台観測による黄砂時間帯(青)を描いた。これによると、ライダーによる黄砂消散係数にはそもそも黄砂判定となった局の割合よりも先行した変動が見られた。これはライダーが上空(大気境界層内)の情報を含むのに対してそもそも完全に地表面の観測であることが影響していると考えられる。ライダー地点と気象庁黄砂観測地点は重なる自治体が少ないが、新潟・大阪・福岡では時間帯としては対応、東京・北海道では対応が見られなかった。

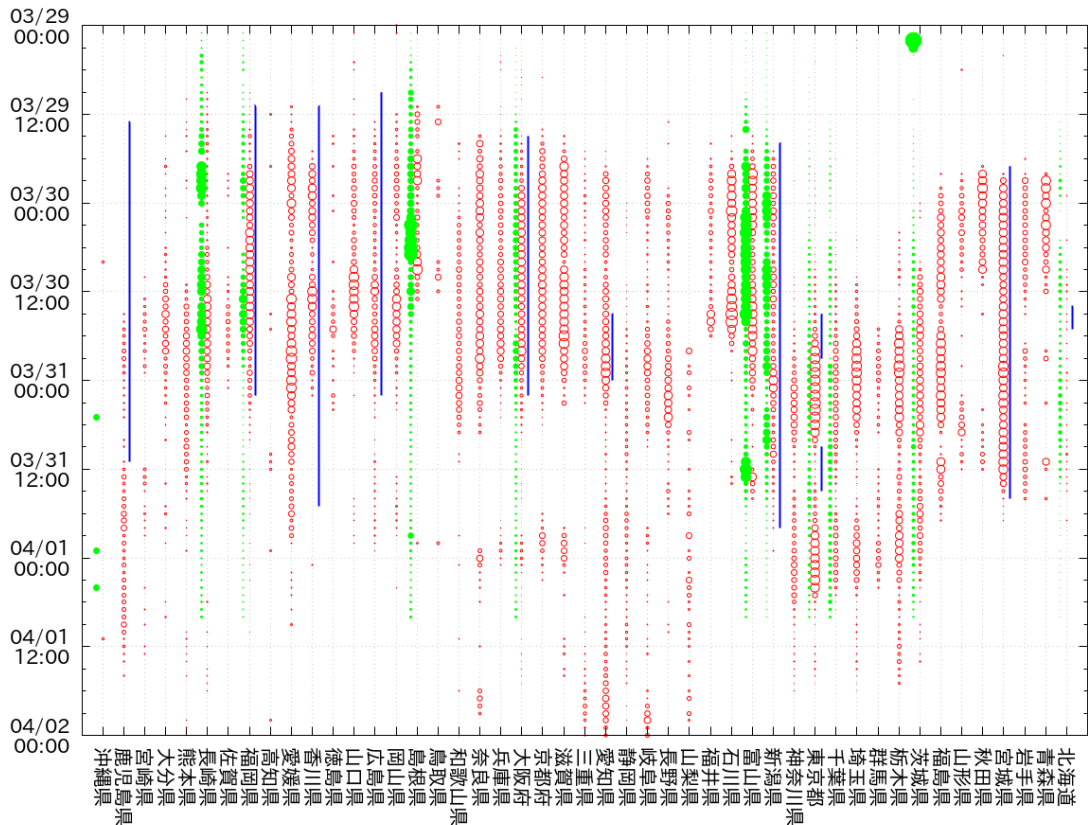


Fig. 3: Time series of (1) ratio of Soramame stations where SPM-PM2.5 exceeds $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ (red circle), (2) hourly dust extinction coefficient below 1 km by AD-Net (green filled circle, plotted before 09:00 April 1 only), and (3) Asian dust phenomena reported by meteorological observatories (blue line) at 47 prefectures in Japan.

5 まとめと今後の展望

2021年3月末の黄砂はライダー観測によって国内で特徴的な2層構造を持っていたことが確認された。ライダー・そらまめ・気象台観測の比較では、ライダーによる黄砂消散係数がそらまめにやや先行する様子が見られた。今後はこれら三者の比較を続けてそれぞれの黄砂検出手法の特徴を調べると共に、更にLED視程計など簡易な手法による黄砂検出の可能性も合わせて検討することで、環境影響調査にも応用できるような国内における黄砂特定手法の提案を続けていく。

謝辞

本研究は(独)環境保全再生機構の環境研究総合推進費 5-2001 (JPMEERF20205001)の支援を受けています。