

リモートセンシングデータと直接サンプリングデータを用いた、 黄砂観測時におけるエアロゾルの特徴

日比野真弓、*井上陽子、久慈誠(奈良女子大)、早坂忠裕(東北大)

背景と目的

東アジア域における春季のエアロゾルとして代表的なものに挙げられる黄砂は大気環境、ならびに放射収支に大きな影響を与えている。最近では、中国大都市での大気汚染が問題となっており、その上空を通過する黄砂粒子にも汚染物質が付着している事例が報告されている。そこで本研究では地上設置型リモートセンシングデータと直接サンプリングデータを用いて、黄砂観測時におけるエアロゾルの特徴を調べた。

使用したデータ



図1 観測地点

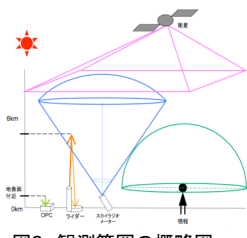


図2 観測範囲の概略図

解析には局所的な人間活動の影響を受けにくく、大陸東の風下に位置すると考えられる、長崎県福江島(32.6°N, 128.8°E)に設置されたOptical Particle Counter(OPC)、ライダー、スカイラジオメータのデータを使用し、これらの観測が5分以内で一致した場合についてのみ解析を行った。更に、ライダー下層第一層(図3)の最低高度が120m以下という条件も加えた結果、解析を行った2003年6月から2004年9月の間で4034個のデータが得られた。更に、これらのデータの中で気象庁HP上で黄砂観測日と発表されており、天気図の9:00または15:00(JTC)で黄砂マークが付いている時を気象庁黄砂観測イベントとしたところ、2004年4月3日9:00、15:00、4月22日9:00、15:00、5月7日9:00の5イベントが当てはまった。尚、福江島の位置を図1に、OPC、ライダー、スカイラジオメータ、目視観測の観測範囲の概略図を図2にそれぞれ示す。OPC、スカイラジオメータ及びライダーの各データはそれぞれ、千葉大学、富山大学、並びに国立環境研究所より提供を受けた。

解析手法

マッチアップデータと気象庁黄砂観測イベント全てをエアロゾル量で分類した。

エアロゾル量とはOPCから得られる粒子の全体積(μm^3)を意味しており、 d_j を粒子の直径、 n_j を粒子数として、式(1)で表される。

$$V_{total} = \sum_{j=1}^5 \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d_j}{2}\right)^3 n_j \quad (1)$$

また、気象庁黄砂観測イベントのエアロゾル量は表1のようになった。目視観測で黄砂と判断できるということは、エアロゾル量が多い状態だったと考え、黄砂観測の5つのイベントが多いに分類されるようにしたところ、4.5以上が多い、3.96から4.5が通常、3.96未満が少ないと分類された。

結果と考察

1. 粒径と非球形性

エアロゾルの形状を調べるため、式(2)を用いてOPCから直径 $2\mu\text{m}$ 以上の大粒子の割合、式(3)を用いてライダーから非球形粒子の割合を求めた。黄砂と目視観測できる時と同じぐらいエアロゾル量が多い時を取り出したところ、エアロゾル量が多いときには3つの特徴的なラインが確認された。そこで、(I)大粒子、(II)中粒子(III)小粒子の典型的な3つのタイプに分類した(図4a)。

2. 粒径と光吸収性

図4bにエアロゾル量が多い時のスカイラジオメータから得られるオングストローム指数と単一散乱アルベドをタイプ別に色分けして示す。(I)は大粒子で非吸収性を示す1.0より少し小さい、最も黄砂らしい特徴を持っていた。(II)は(I)と同程度の吸収性を持つ、黄砂らしいグループと、粒径が小さく光吸収が強い、ススのような小粒子のグループと、全く異なった二つの特徴を示していた。(III)は中粒子で中程度の光吸収性を示しており、衛星観測や化学輸送モデルの結果から黄砂と硫酸性物質の混合が観測されていたことが確認された(図5,6,および7)。

3. 粒子数

図4cにエアロゾル量が多い時のスカイラジオメータから求められる粒子数(式(4)[Nakajima et al.2001])とOPCから得られる粒子数(式(5))をタイプ別に色分けして示す。これより(I)、(II)、(III)と粒子が小さくなるにつれて粒子数が増えている事がわかる。

$$\gamma_{-s} = \log_{10} \left(\frac{\text{number}_{-2\mu\text{m}}}{\text{number}_{-0.3\mu\text{m}}} \right) \quad (2) \quad Na = 4.57 \times 10^8 \times (\tau \cdot \alpha)^{0.869} \quad (4)$$

$$\eta = \frac{\tau_{\text{dust}}}{\tau_{\text{dust}} + \tau_{\text{sphere}}} \quad (3) \quad N_{\text{total}} = \frac{\text{number}_{-0.3\mu\text{m}}}{1000} \quad (5)$$

4. 高度分布

消散係数が最も大きくなったときをピーク高度として、タイプ毎に平均をとったところタイプ(I)からタイプ(III)にかけて高度が低くなっていることが確認された(図省略)。

5. 気象庁黄砂観測イベント

5ポイントの黄砂観測イベントがどのタイプに分類されるのかを調べたところ、タイプ(II)とタイプ(III)に分類された(図省略)。

まとめ

エアロゾル量と粒子数が多く、高度が低い場合には地上の目視観測で黄砂と判断されやすい。逆に、エアロゾル量が多く大粒子で最も黄砂らしい特徴を持っていても、粒子数が少なく、高度が高い場合は地上の目視観測で黄砂と判断されにくいことが明らかになった。

謝辞

本研究を行うにあたり、SKYNETプロジェクト(NIES/RIHN/CEReS/CCSR)から貴重な情報を多数賜りました。御礼申し上げます。

Nara Women's University

Department of Information and Computer Science

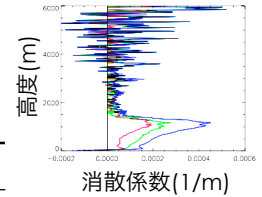


図3 ライダーから得られた消散係数プロファイルの一例

表1 気象庁黄砂観測イベントのエアロゾル量

日付(JST)	体積(μm^3)の常用対数
2004年4月 3日 9:00	5.17
2004年4月 3日 15:00	4.74
2004年4月 22日 9:00	4.55
2004年4月 22日 15:00	4.66
2004年5月 7日 9:00	4.74

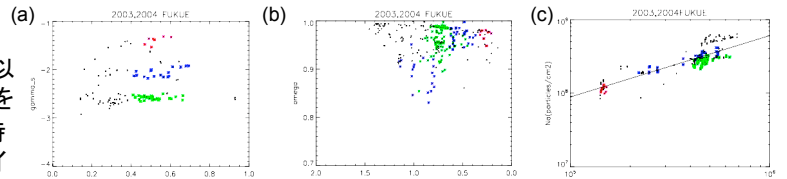


図4 2003,2004年通年のエアロゾル量が多いときの特徴。(a)OPCから得られる大粒子の割合 γ_s とライダーから得られる非球形粒子の割合 η (b)スカイラジオメータから得られる単一散乱アルベド ω_0 とオングストローム指数 α (c)スカイラジオメータから得られる粒子数 N_s (particle/cm²)とOPCから得られる粒子数 N_{total} (particle/L)。直線は通年の回帰直線。赤:大粒子に分類されるタイプ(I)、青:中粒子に分類されるタイプ(II)、緑:小粒子に分類されるタイプ(III)

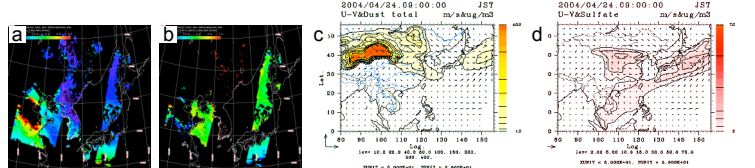


図5 タイプ(I)の時のMODISから得られた光学的厚さとCFORS予報結果。(a)全エアロゾルの光学的厚さ(b)微小粒子のみの光学的厚さ(c)土壌粒子の予報結果(d)硫酸粒子の予報結果

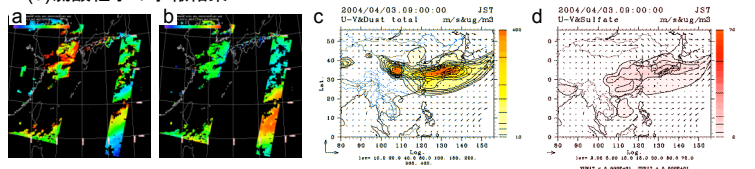


図6 図5と同じ。ただし、タイプ(II)の時。

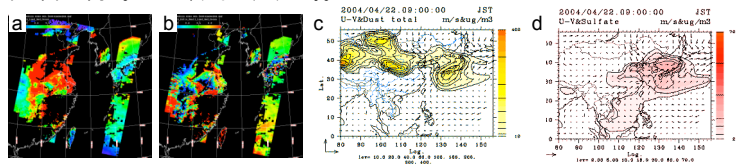


図7 図5と同じ。ただし、タイプ(III)の時。