

# 大気汚染現象の一括把握におけるライダーの可能性について

古賀 康裕、藤 哲士、森 淳子、山口 仁士

## Possibility of LIDAR in Collective Grasp of Air Pollution Phenomenon

Yasuhiro KOGA, Tetsushi FUJI, Atsuko MORI and Hitoshi YAMAGUCHI

The detailed phenomenon clarification is requested about large-scale-ization of the recent years of Asian dust. Although the Ministry of the Environment is conducting Asian dust actual condition clarification investigation from the 2002 fiscal year, in addition to it, maintenance of the LIDAR monitoring system for Asian dust observation is advanced.

There is LIDAR which the Ministry of the Environment installed in Nagasaki Prefecture. We analyzed the Asian dust event in 2007 centering on LIDAR data.

Key Words: air pollution, asian dust, suspended particulate matter, LIDAR

キーワード: 大気汚染, 黄砂, 浮遊粒子状物質, ライダー

### はじめに

長崎県における大気環境調査は、大気汚染防止法に基づき 1971 年度に開始されている。これまでの長期変動についての解析結果<sup>1)</sup>から、固定発生源関連の汚染物質については長期的に減少傾向が認められたが、移動発生源に関連して、都市部の二酸化窒素(NO<sub>2</sub>)や非メタン炭化水素(NMHC)濃度が増加傾向にあることがわかった。また、光化学オキシダント(Ox)濃度が特に 1990 年代以降増加傾向にあり、2002 年度以降は注意報発令基準(0.12ppm)以上の値が観測されている。更に、大規模な黄砂飛来時に浮遊粒子状物質(SPM)<sup>i</sup>の環境基準超過が認められている。

荒生ら<sup>2)</sup>は長崎海洋気象台が観測した 1914 年から 2001 年までの黄砂現象の経年変化を取りまとめている。2000 年及び 2001 年は年間の黄砂日数が 15~16 日と、1982 年から 2001 年までの 20 年間では最高を示していた。

このようなことから、環境省は平成 14 年度から黄砂実態解明調査事業を開始している。本県は、全国 7 道県とともにこの事業を受託しており、黄砂期に 8 回の試料採取を行っている。

また、環境省及び国立環境研究所が中心となって、黄砂観測のためのライダーモニタリングシステムの整備を進めており、2008 年現在、国内 12 基によるライダーモニタリングネットワークが構築され、その観測結果が黄砂飛来情報ページによって公表されている<sup>3)</sup>。

長崎県における 2007 年春季の大気環境は 4 月 1 日から 2 日における大規模な黄砂の飛来、2006 年に引き続き 2 年連続で高化学オキシダント注意報が発令される等特異的な現象が見られた。今回、これらの現象について、大気環境常時監視システムによって得られたデータと、環境省が長崎県に設置したライダーのデータを中心として解析を行い、ライダーの有用性を示す結果が得られたので報告する。

### 黄砂ライダーとは

ライダー(LIDAR: Light Detection And Ranging)とは、国立環境研究所が開発した黄砂観測装置である。地上から上空にレーザー光を発射し、上空に浮遊する粒子状物質に反射して返ってくる光を測定・解析することで、黄砂等の粒子状物質の鉛直分布・非球形性をリアルタイムで観測するものである<sup>4)</sup>。長崎県には、環境省により平成 18 年 3 月に設置され(長崎市滑石 1-9-5)、平成 19 年 7 月に当センター隣接敷地(大村市池田 2-1306-11)へ移設された。観測されたデータ

<sup>i</sup>浮遊粒子状物質 (SPM = Suspended Particulate Matter) とは、大気中に存在する粒子状物質のうちで、粒子の直径(粒径)が 10 μm (0.01mm) 以下の粒子と定義されている。

は、国立環境研究所のライダーホームページ (<http://www-lidar.nies.go.jp/>)で閲覧可能である。

### 黄砂の観測状況

2007年において長崎海洋気象台により黄砂が観測されたと発表されたのは、3月から5月にかけての計9日間である。また、黄砂と関連が深い浮遊粒子状物質(SPM)は長崎県下44地点で1時間ごとにデータを得ており、表1に2007年のSPM環境基準超過と黄砂現象等の出現日を示した。そのうち4月1~2日

にかけてはSPM濃度も最高 $659 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に達し、ほとんどの地点で日平均値における環境基準値を超過した。

今回の報告では、大規模な黄砂が観測された4月1~2日(以下、ケース①とする)と、比較対照としてSPMが高濃度になっているが、黄砂が観測されていない4月26~27日(以下、ケース②とする)を対比させながら解析を行った。なお、長崎県では4月27日に光化学オキシダントが高濃度になり、光化学オキシダント注意報が発令されている。

表1 2007年の黄砂関連大気現象とSPM基準超過状況

			環境省実態解 明調査による 黄砂採取 (ハイポリ試料 濃度 $\text{mg}/\text{m}^3$ )	長崎海洋気象 台による大気 現象	SPM1時間値 の最高濃度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	日平均値が $0.10\text{mg}/\text{m}^3$ 以上 になった地点数 (全44地点中)
2007年	3月	28日		黄砂	0.118	0
		29日	0.064		0.077	0
		30日	0.090	黄砂	0.131	0
	4月	1日		黄砂	<b>0.467</b>	<b>37</b>
		2日	0.461	黄砂	<b>0.659</b>	<b>41</b>
		3日	0.068		0.063	0
		26日		もや、煙霧	0.175	1
		27日		もや、煙霧	0.177	18
	5月	8日		もや、煙霧	0.118	0
		9日	0.104	もや、煙霧	0.115	0
		10日	0.046	もや	0.087	0
		14日		黄砂	0.131	0
		17日		黄砂	0.132	0
		26日	0.153	黄砂	0.196	30
		27日	0.232	黄砂	<b>0.255</b>	<b>39</b>
	28日		黄砂	0.147	2	

### 結果及び考察

#### 1 大気環境常時監視データ(SPM)

ケース①の黄砂現象によって、2日にはSPM1時間値<sup>2</sup>が最大 $659 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に達し、ほとんどの地点で1時間値の環境基準値( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )及び日平均値の環境

基準値( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )共に超過した。図1に3月31日~4月2日の長崎県管理10地点のSPM1時間値の変化を示した。まず、1日午後から対馬の値が上がりはじめ、次に壱岐、本土北部、本土南部というように、北側から順にSPMの値がピークを迎えていることが見てとれる。

#### 2 ライダー観測データ

次にライダー観測データを図2-1、2-2に示す。上側の図が Backscattering intensity (散乱強度)である。

<sup>2</sup> SPMについては、1時間単位で試料の採取及び自動測定を行っているため、測定値は1時間値となる。1時間値の時間のとり方は、通常正時から正時までとし、測定値は、後の方の時刻の時間値とする。例えば、1時から2時まで測定した場合は、「2時」の1時間値となる。

粒子状物質の量を表しており、赤色に近づくほど濃度が濃くなっていく。この図により、ライダー上空のどの高度にどのくらいの粒子状物質が存在しているのかがわかる。下側の図が Depolarization ratio (偏光解消度) である。粒子状物質の形状を表しており、赤色に近づくほど非球形ということになる。黄砂は非球形のいびつな形をしているため、この図により粒子状物質が黄砂であるか、球形のエアロゾル (大気汚染物質である硫酸塩エアロゾル等) であるか判別ができる。

図 2-1 がケース①を含む 2007 年 3 月 31 日から 4 月 3 日までのライダーデータである。図中の赤枠で囲んだ部分を見ると、地表付近で粒子状物質が多くなっており、その形状が非球形であることが見てとれ、ライダーでも黄砂が観測できていることがわかる。

次に、図 2-2 にケース②を含む 2007 年 4 月 25 日から 4 月 29 日までのライダーデータを示した。図中の赤枠で囲んだ部分を見ると、図 2-1 と同様に地表付近で粒子状物質が多くなっている。しかし、形状については図 2-1 とは違いほぼ球形であることがわかる。4 月 27 日には光化学オキシダント注意報が発令されており、その原因になる大気汚染物質等の要因により SPM が上昇していたことが推測できる。

### 3 後方流跡線解析(Backward Trajectory)

ケース①及び②の SPM 高濃度化をもたらした要因の起源をたどるために、後方流跡線解析を行った。計算には、米国海洋大気圏局 (National Oceanic and Atmospheric Administration : NOAA) の HYSPLIT MODEL (Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model)<sup>5)</sup> を使用した。

なお、当該解析では以下の条件を用いた。プロットは 6 時間ごとである。

- ・起点: ケース①及び②の時点でのライダー設置地点の緯度・経度
- ・起算時間: ケース①はライダー設置地点で SPM が最も高濃度となったと思われる 4 月 2 日 9 時、ケース②はオキシダント注意報が発令された 4 月 27 日 14 時とした。
- ・起点高度: 標高 500m

その結果、ケース①(図 3-1)は、モンゴル及び中国の砂漠地帯から朝鮮半島を經由して長崎まで到達しており、黄砂が飛来してきていることを裏付けている。

一方、ケース②(図 3-2)では、中国内陸部から上海付近を通って長崎まで到達しており、黄砂以外の大気汚染物質等のエアロゾルが大陸から移流してきている可能性を示唆している。

### 4 化学天気予報(CheMical weather FORecasting System : CFORS)<sup>6)</sup>

九州大学応用力学研究所、国立環境研究所が運営する CFORS の土壌性ダスト予報図(図 4-1, 4-2)と硫酸塩予報図(図 4-3, 4-4)を見ると、ケース①では土壌性ダストがケース②に比べて多く飛来してきており、ケース②ではケース①に比べて硫酸塩エアロゾルの濃度が濃いことが見てとれる。

これらの CFORS データはライダーで黄砂・エアロゾルが確認された時間帯のデータと整合性が取れていた。

### ま と め

今回、黄砂時・非黄砂時のライダー観測データを、他の手法によって得られたデータと共に解析したが、ライダーデータを裏付ける結果が得られた。

ライダーは黄砂観測用として設置された装置であるが、黄砂と他の粒子状物質を区別して見る事が出来るため、黄砂現象だけではなく、他の様々な要因による大気汚染を解析する有効な手段になりうる。また、リアルタイムで上空の状況が分かるため、現在の詳細な状況を知るためにも有用である。

これらの大気環境問題を広く県民へわかりやすく速やかに伝えることは、環境意識の向上につながると考えられることから、これからは黄砂だけではなく、光化学オキシダントや酸性雨等の他の大気汚染現象を把握するために、ライダーのより有効な活用方法を検討していく。

### 参 考 文 献

- 1) 森淳子、竹野大志、香月幸一郎、白井玄爾: 長崎県における大気環境の特徴－平成 14 年度大気汚染常時監視結果の解析と長期変動解析－, 長崎県衛生公害研究所報, 48, 1-17, (2002)
- 2) 荒生公雄、伊藤和博、古謝愛: 長崎地方における 1914 年から 2001 年までの黄砂現象の経年変化, 長崎大学総合環境研究, 5(1), 1-10 (2003)

- 3) 環境省:ライダーモニタリングシステムの構築,  
<http://www.env.go.jp/earth/dss/torikumi/lidar/index.html> (2008年11月7日閲覧)
- 4) 国立環境研究所:ライダーホームページ,  
<http://www-lidar.nies.go.jp/~cml/Japanese/LidarText/LidarInt.htm> (2008年11月7日閲覧)
- 5) National Oceanic and Atmospheric Administration(NOAA) Air Resources Laboratory

- (ARL):HYSPLIT On-line Transport and Dispersion Model Website,  
<http://www.ready.noaa.gov/ready/open/hysplit4.html> (2008年10月22日閲覧)
- 6) 九州大学、国立環境研究所:化学天気予報システムホームページ  
<http://www-cfors.nies.go.jp/~cfors/index-j.html> (2008年10月22日閲覧)

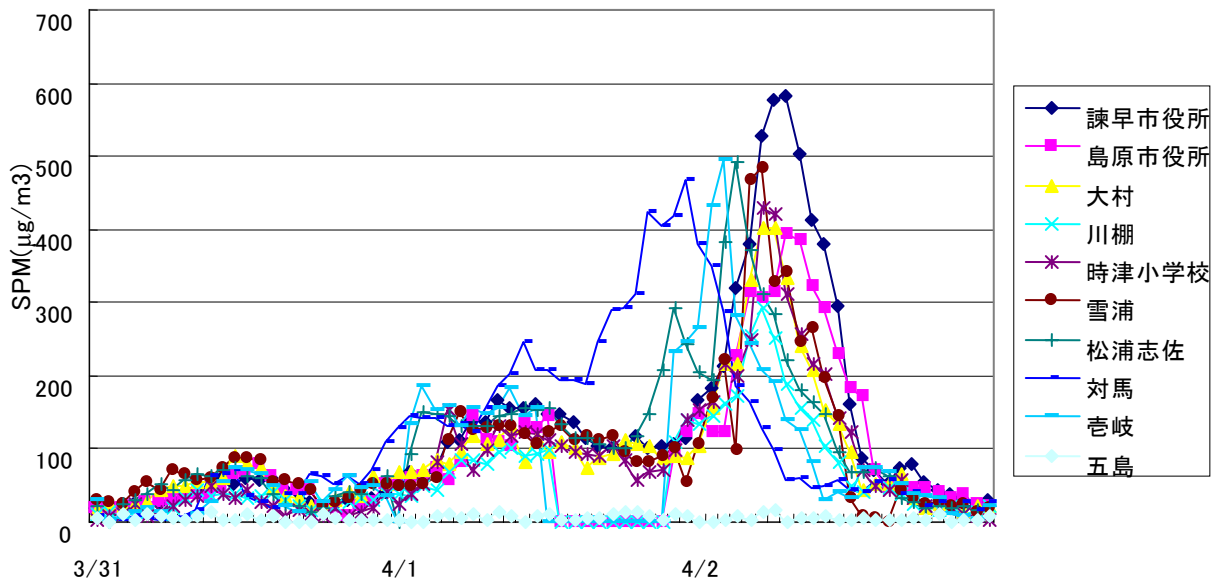


図1 2007年3月31日～4月2日における長崎県内10地点のSPM濃度の経時変化

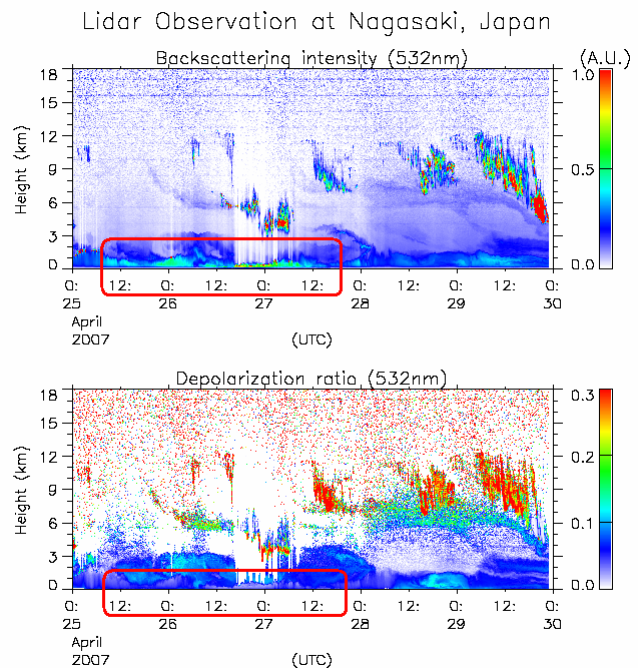
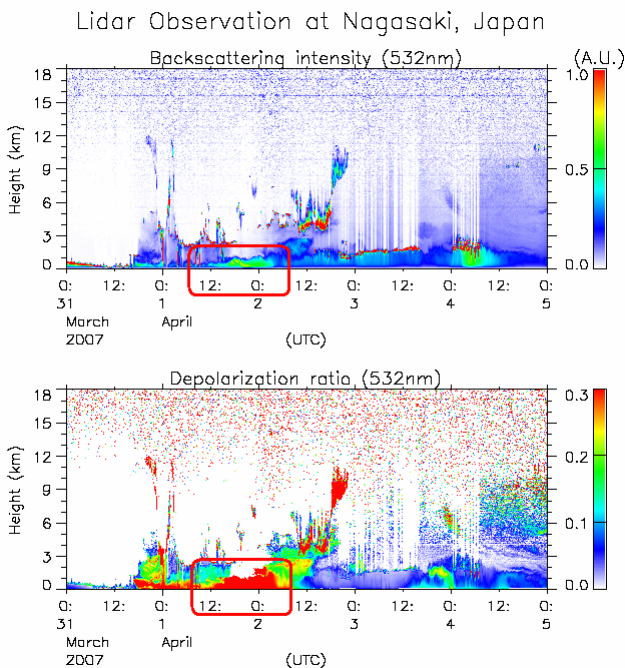


図2-1 2007年3月31日～4月4日のライダーデータ※1

図2-2 2007年4月25日～4月29日のライダーデータ※1

※1 (独)国立環境研究所 ライダーホームページ (<http://www-lidar.nies.go.jp/>) から抜粋

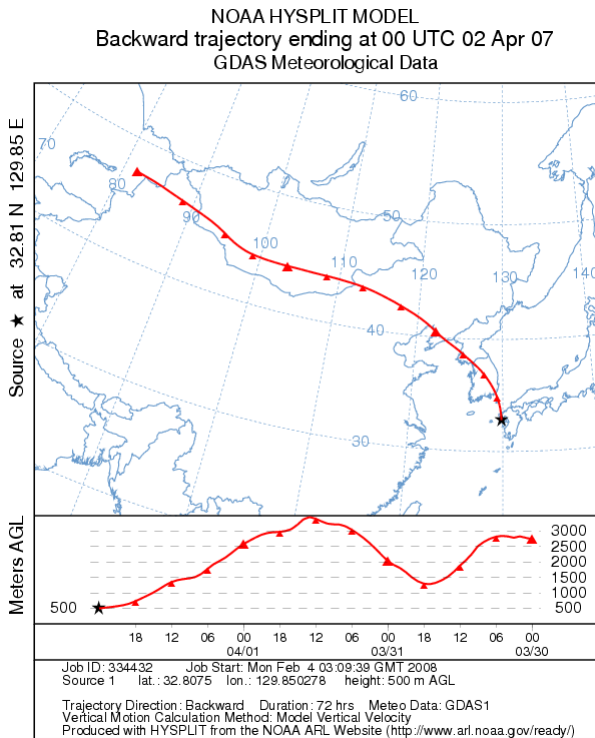


図 3-1 2007 年 4 月 2 日 9 時 (JST) の後方流跡線

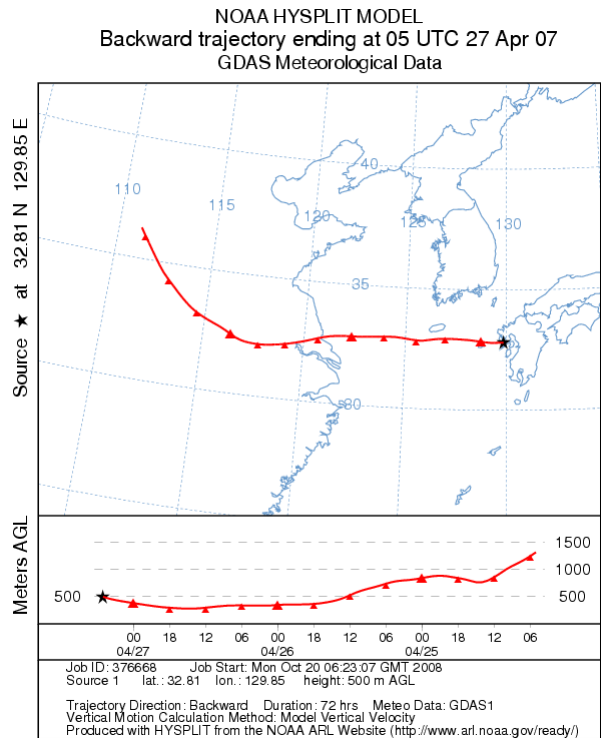


図 3-2 2007 年 4 月 27 日 14 時 (JST) の後方流跡線

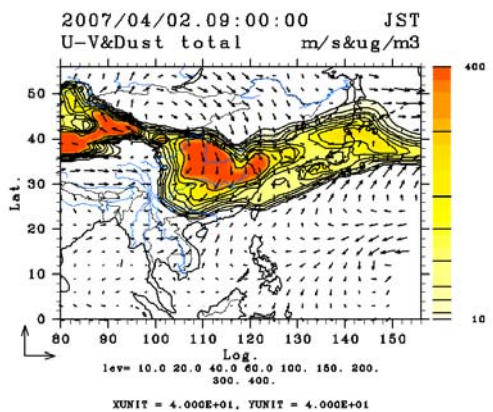


図 4-1 2007 年 4 月 2 日 9 時 (JST) の土壌性ダスト※2

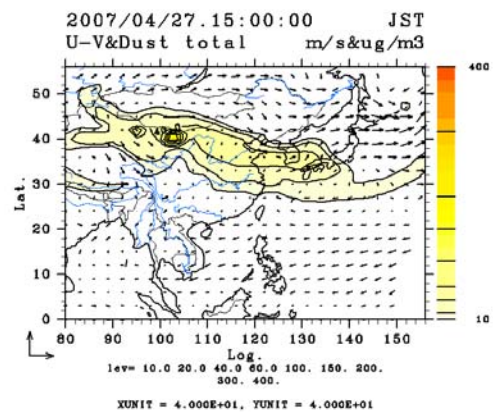


図 4-2 2007 年 4 月 27 日 15 時 (JST) の土壌性ダスト※2

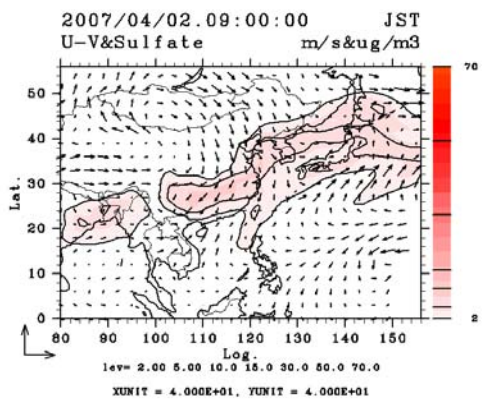


図 4-3 2007 年 4 月 2 日 9 時 (JST) の硫酸塩エアロゾル※2

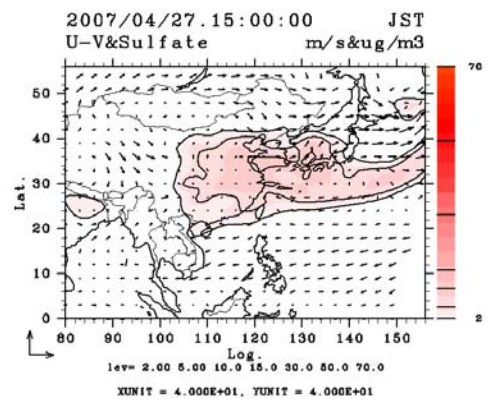


図 4-4 2007 年 4 月 27 日 15 時 (JST) の硫酸塩エアロゾル※2

※2 九州大学/国立環境研究所 化学天気予報システムホームページから抜粋

<http://www-cfors.nies.go.jp/~cfors/index-i.html>