

② 2013年5月23日

SPM濃度が $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上になり、後方流跡線の流れはあまり明確でないが、砂塵嵐の発生、地域的なSPMの上昇など、煙霧(5.3. 事例01)とともに黄砂も飛来してきたことが考えられる。

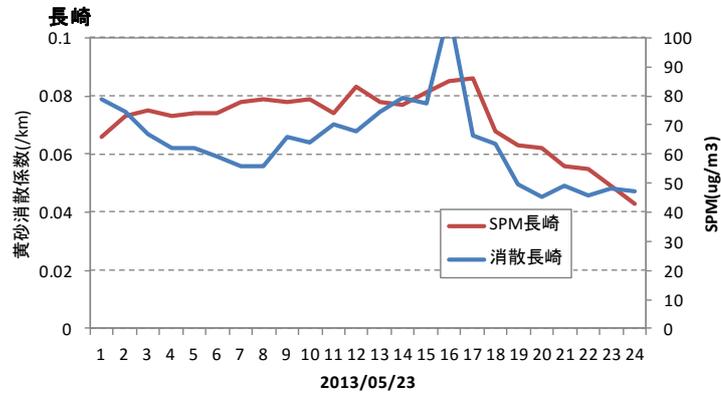


図 7-2-2-1 黄砂消散係数と SPM の経時変化

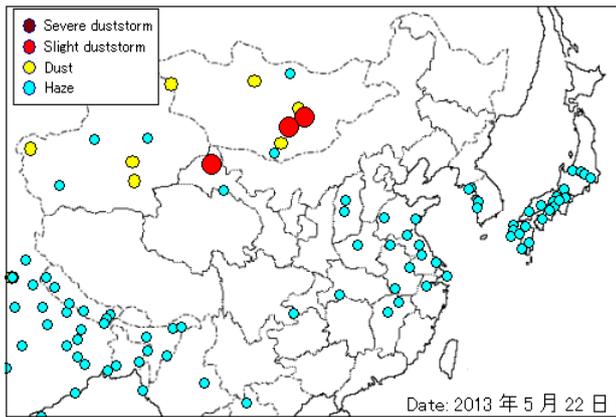


図 7-2-2-2 砂塵嵐発生状況

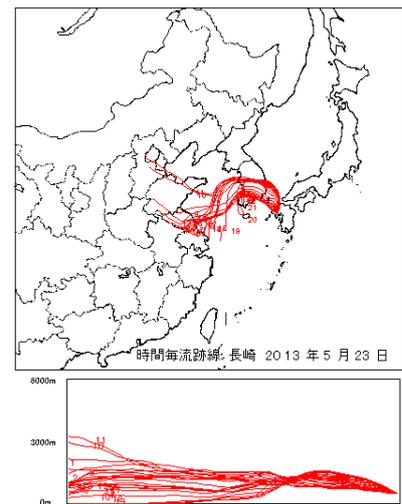


図 7-2-2-3 後方流跡線

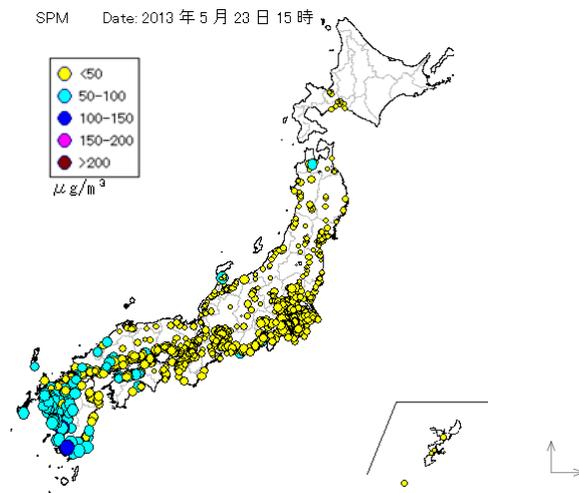


図 7-2-2-4 SPM 濃度全国分布

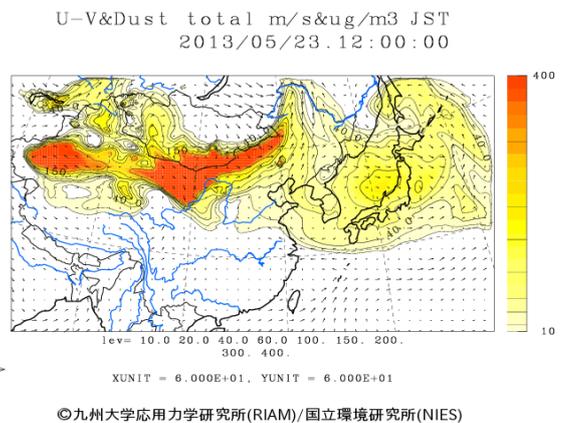


図 7-2-2-5 CFORS(dust) 予測結果

③ 2013年11月17日

SPM濃度の高さと北部九州での地域的な上昇、後方流跡線、CFORSなどから北部九州に限定的に飛来してきた黄砂と考えられる。

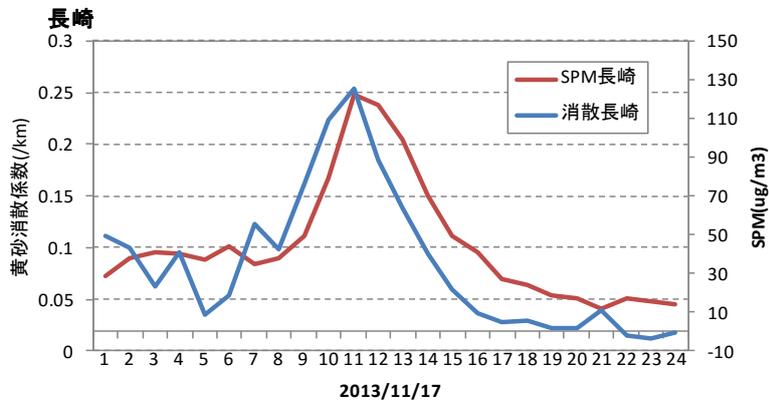


図 7-2-3-1 黄砂消散係数と SPM の経時変化

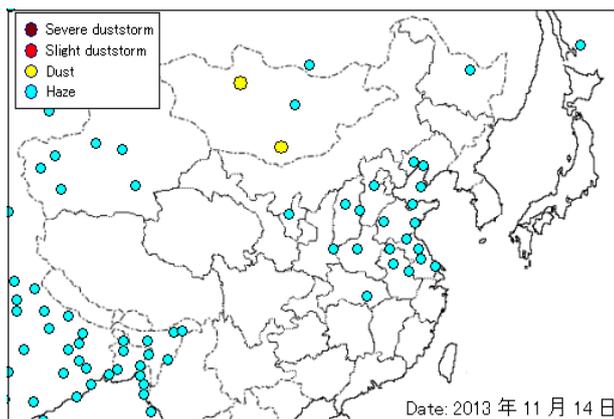


図 7-2-3-2 砂塵嵐発生状況

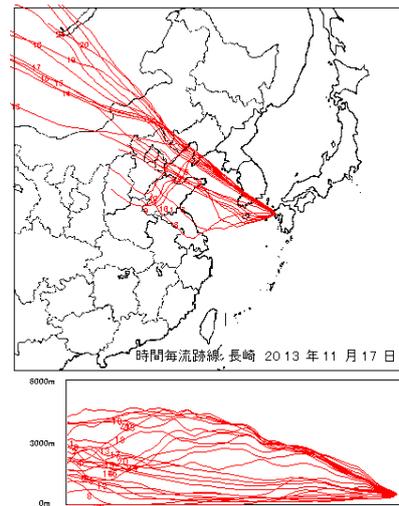


図 7-2-3-3 後方流跡線

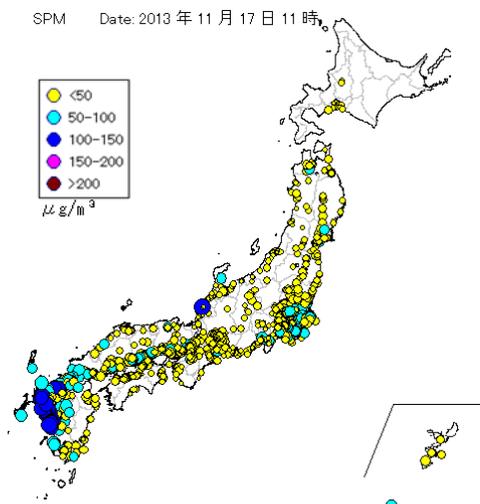


図 7-2-3-4 SPM 濃度全国分布

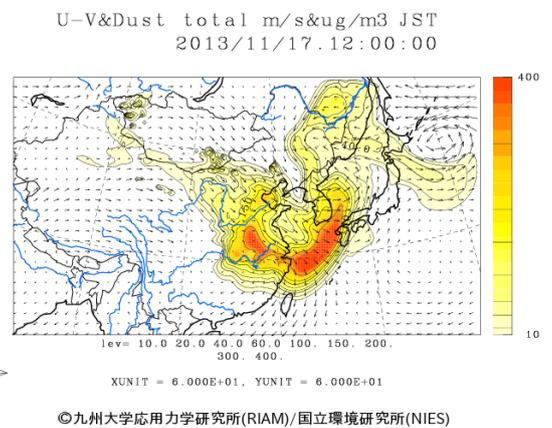


図 7-2-3-5 CFORS (dust) 予測結果

④ 2014年1月12～13日

煙霧も多地点で観測されているが、SPMの地域的な上昇や後方流跡線から黄砂も同時に飛来してきている可能性は高い。

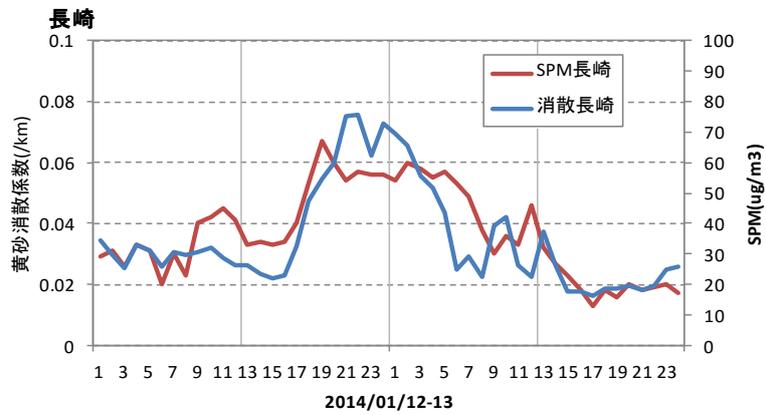


図 7-2-4-1 黄砂消散係数と SPM の経時変化

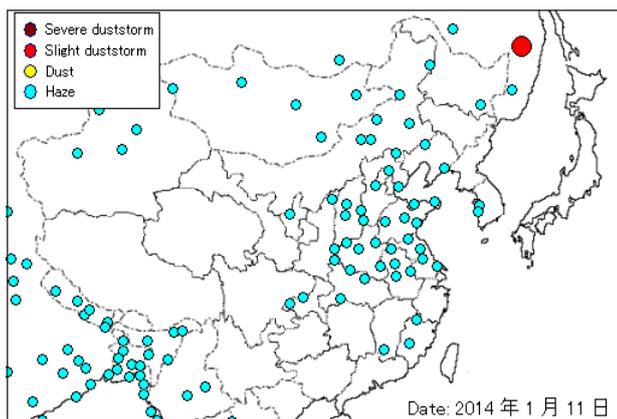


図 7-2-4-2 砂塵嵐発生状況

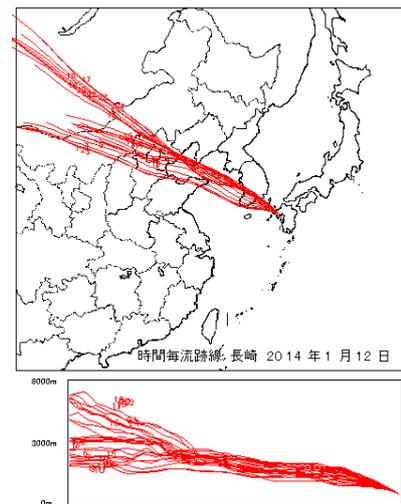


図 7-2-4-3 後方流跡線

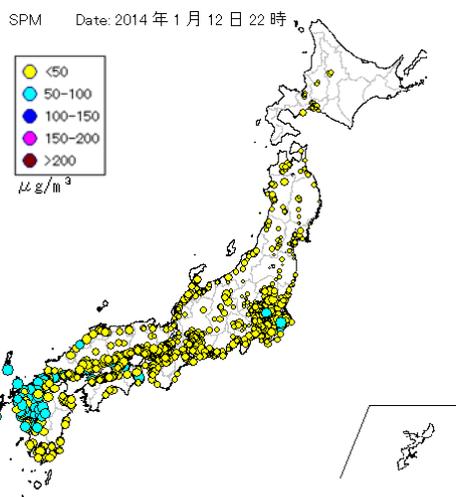
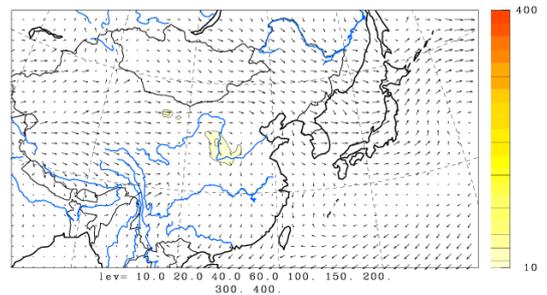


図 7-2-4-4 SPM 濃度全国分布

U-V&Dust total m/s&μg/m³ JST
2014/01/12. 12:00:00



©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

図 7-2-4-5 CFORS (dust) 予測結果

⑤ 2014年1月20日

前例と同様に煙霧が多地点で観測されているが、SPMが $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を越す高濃度であり、後方流跡線からも同時飛来が考えられる。

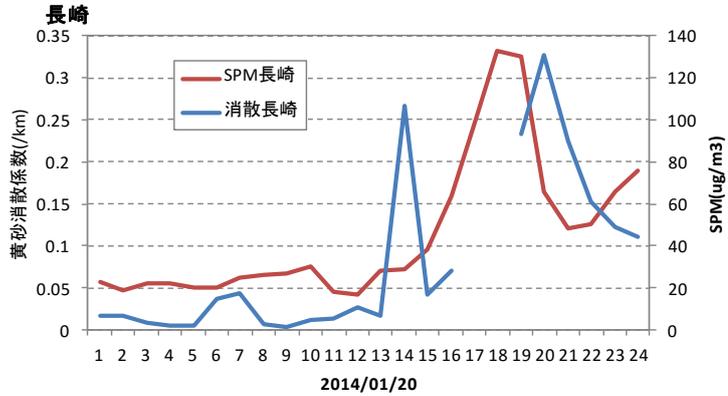


図 7-2-5-1 黄砂消散係数と SPM の経時変化

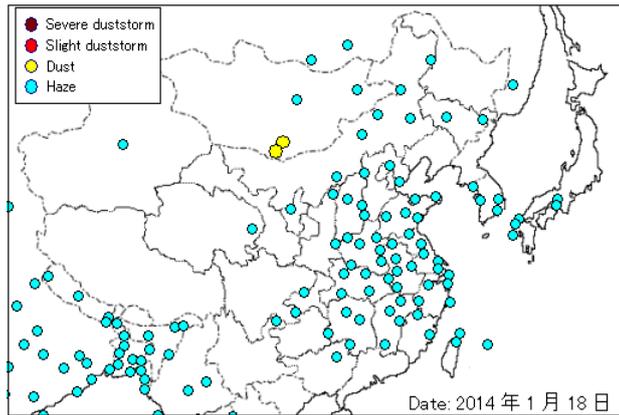


図 7-2-5-2 砂塵嵐発生状況

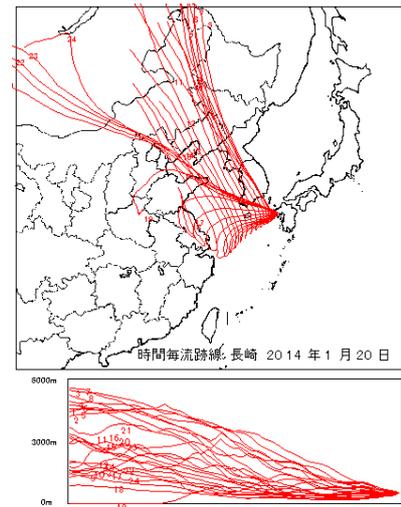


図 7-2-5-3 後方流跡線

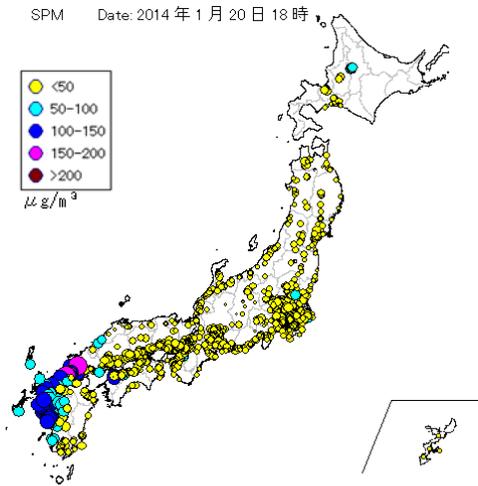


図 7-2-5-4 SPM 濃度全国分布

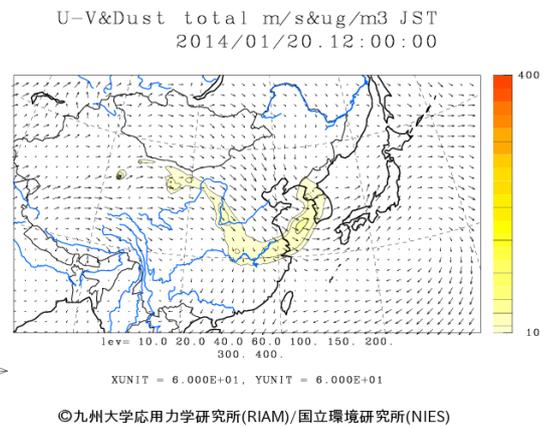


図 7-2-5-5 CFORS (dust) 予測結果

©2014年2月25日

松江での事例である。SPM濃度も高く山陰を中心に広く広がっている。後方流跡線や砂塵嵐の発生はそれほど明確ではないが、黄砂飛来の可能性は高い。

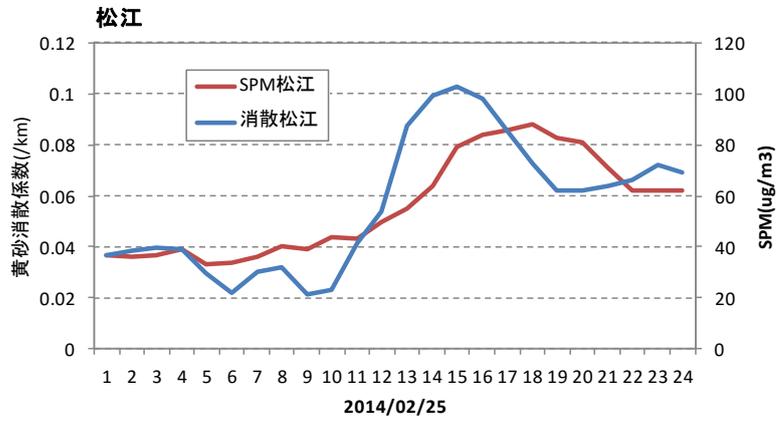


図 7-2-6-1 黄砂消散係数と SPM の経時変化

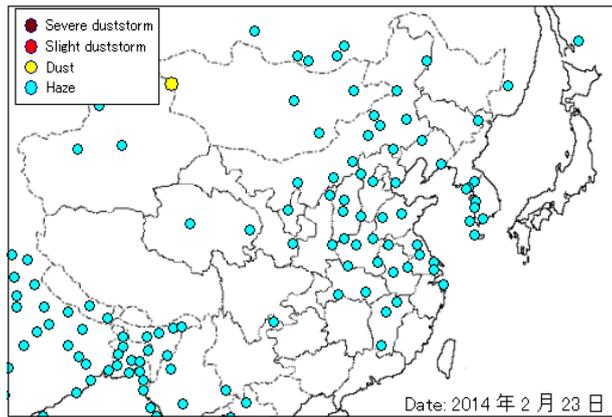


図 7-2-6-2 砂塵嵐発生状況

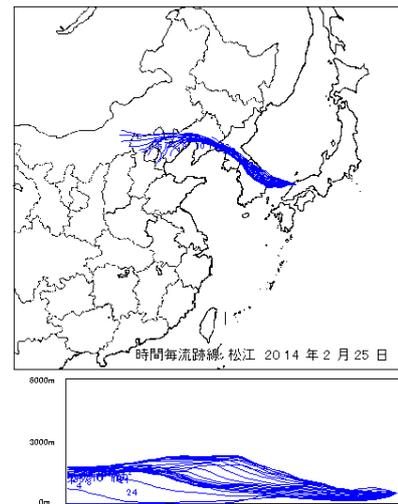


図 7-2-6-3 後方流跡線

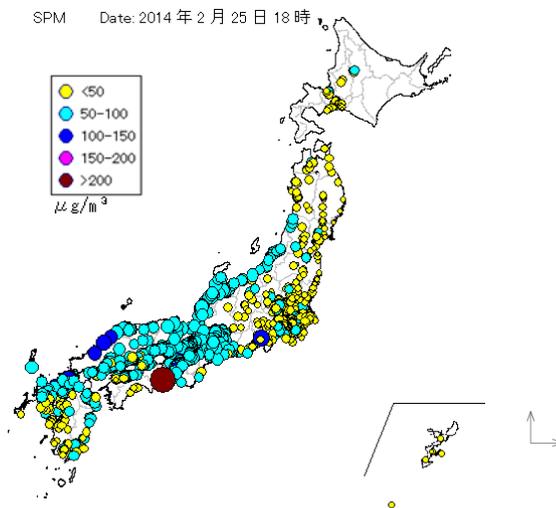


図 7-2-6-4 SPM 濃度全国分布

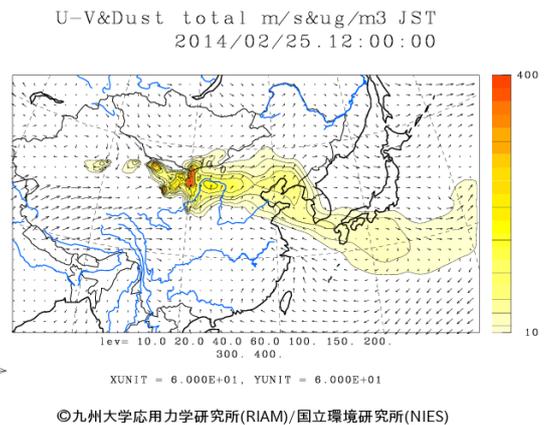


図 7-2-6-5 CFORS (dust) 予測結果

7.3 ライダー球形消散係数と PM_{2.5} 濃度の関係

長崎県五島は、九州本土から西約 70km、中国江蘇省から東約 680km に位置し、大陸からの長距離輸送での通過点と考えられる。

五島におけるライダー球形消散係数と PM_{2.5} 濃度の 1 年間の推移を図 7-3-1 に示す。両者が比較的対応している様子を見ることができる。

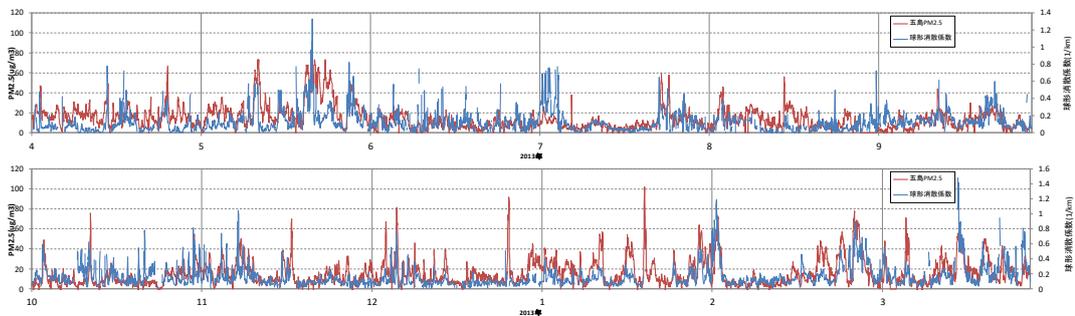


図 7-3-1 五島におけるライダー球形消散係数と PM_{2.5} の経時変化 (2013 年度)

前節の黄砂消散係数と SPM 濃度との関係と同様に、球形消散係数と PM_{2.5} 濃度関係をみた。その結果、1 日での両者の相関がよかった 3 事例について、散布図、後方流跡線図を示している。いずれも PM_{2.5} 濃度が高く、大陸からの影響により、球形消散係数が上昇している様子を見ることができる。

2013 年 12 月 6 日

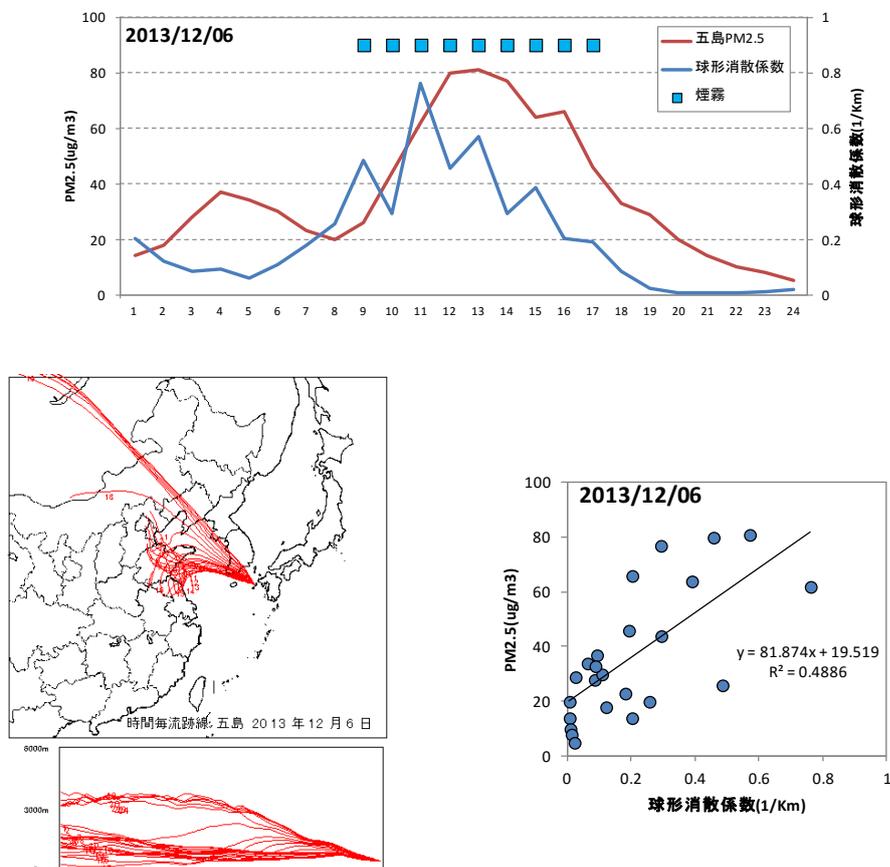
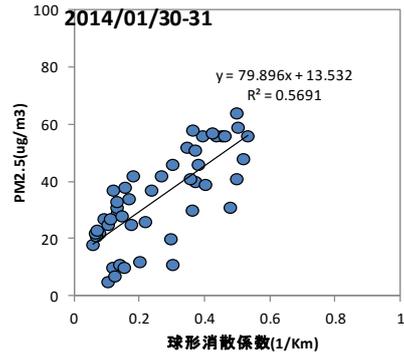
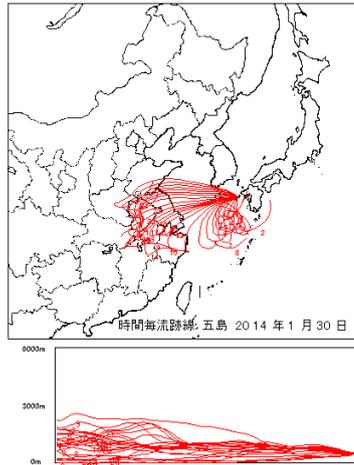
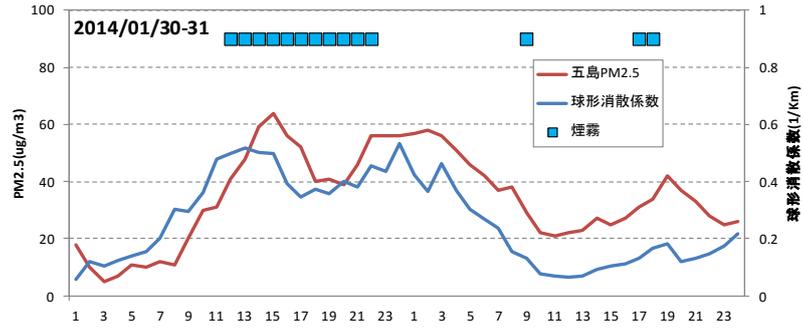


図 7-3-2(1) 黄砂球形消散係数と PM_{2.5} の相関と後方流跡線

2014年1月30~31日



2014年2月27~28日

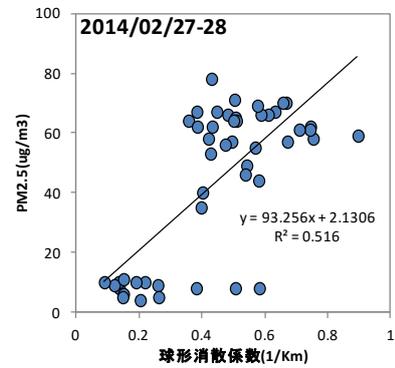
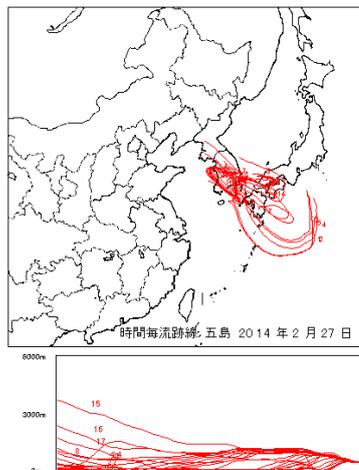
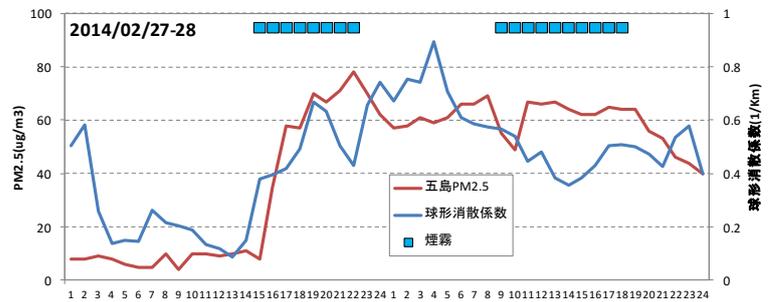


図 7-3-2(2) 黄砂球形消散係数と PM_{2.5} の相関と後方流跡線

8. 後方流跡線と PM_{2.5} 濃度

後方流跡線の方位と PM_{2.5} 濃度の関係について、中国大陸に近く、かつ付近の影響を受けにくい離島である長崎県五島を対象に検討した。

日毎の後方流跡線の主方位（24h データをもとに判定）の年間日数の割合と、方位別の PM_{2.5} 平均濃度を図 8-2-1 に示している。図 8-2-2 の方位別の日数と平均濃度を円グラフで示している。両方のグラフから、年間の飛来頻度としては NNW 方向が多く、また PM_{2.5} 濃度の上昇が顕著なのは WSW 方向であることが分かる。

図 8-2-3 は、月毎の割合と PM_{2.5} 平均濃度である。6～8 月の方位が他の月とは大きく異なっていること、PM_{2.5} 濃度が高くなっている 5 月は NNW、WNW、WSW 方位の割合が高くなっていることが分かる。

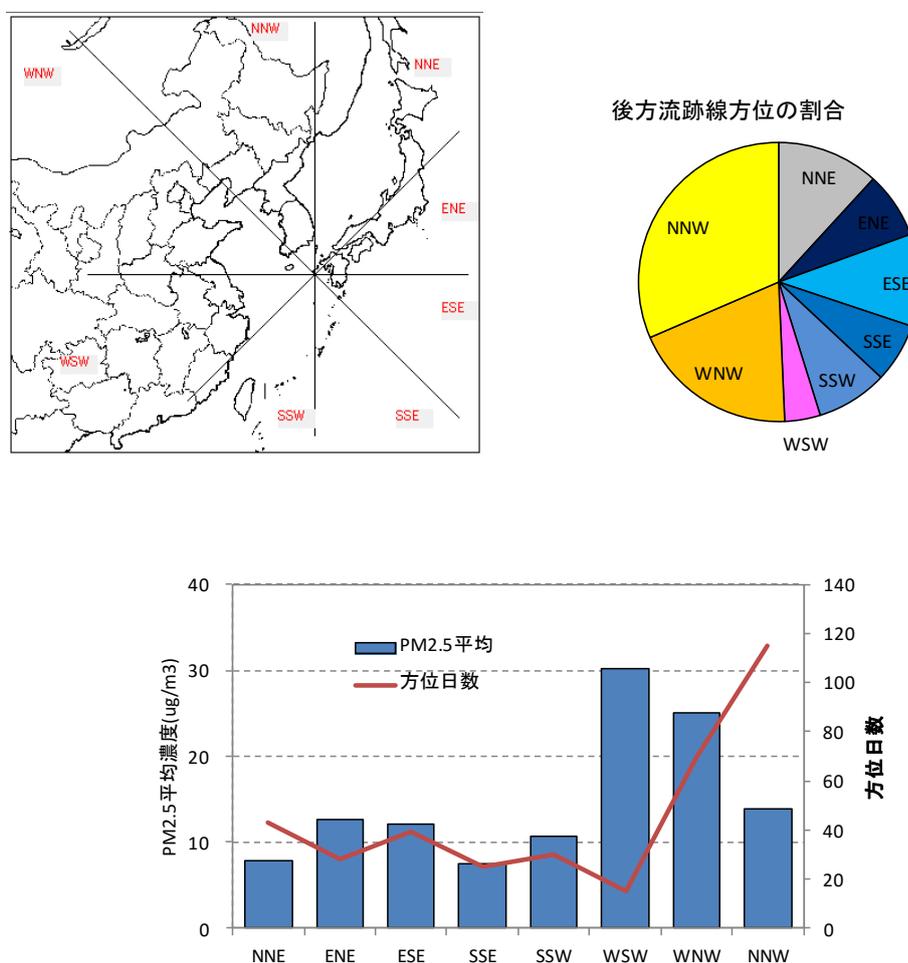


図 8-2-1 五島での方位別の後方流跡線日数と方位毎の PM_{2.5} 平均濃度

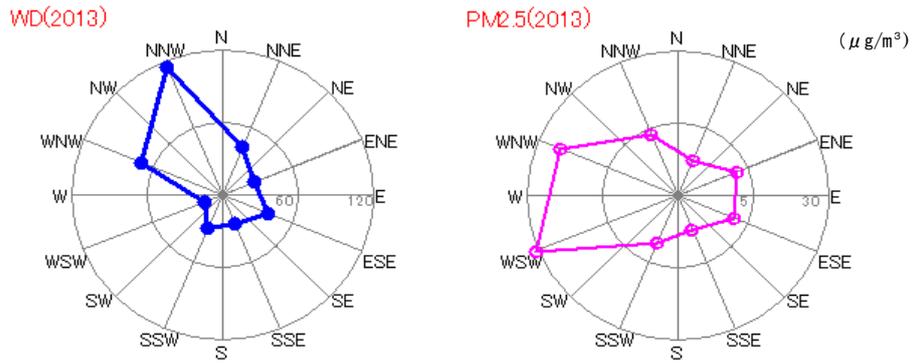


図 8-2-2 後方流跡線の方位別日数と PM_{2.5} 方位別平均濃度

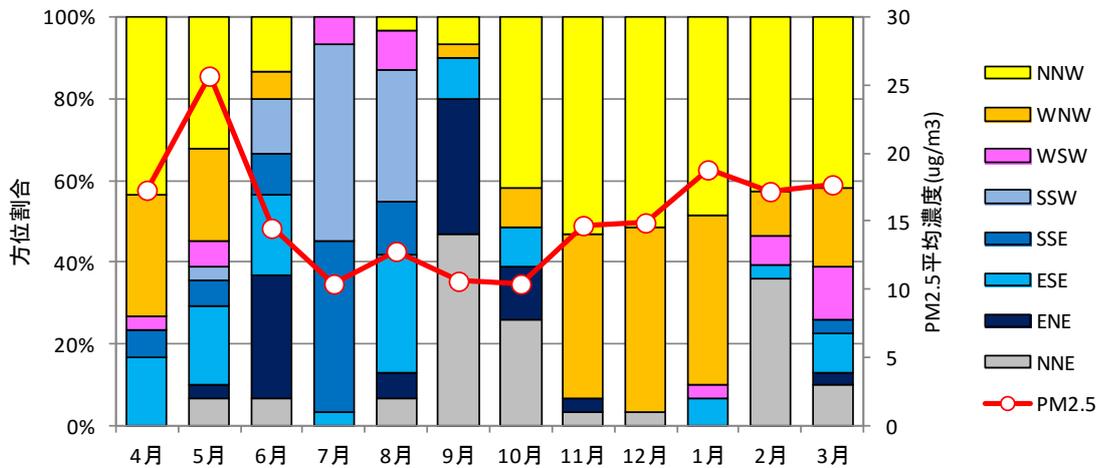


図 8-2-3 五島での月別後方流跡線方向と PM_{2.5} 平均濃度

年間の毎時間後方流跡線とその時の PM_{2.5} 濃度から、5° メッシュ通過時の PM_{2.5} 平均値を算出し、図 8-2-5 に示した。棒グラフは PM_{2.5} の平均濃度であるが、図 8-2-6 に示したメッシュ地図の色と対応している。この値から、五島へは中国沿岸部の 10、13、14、15 エリアからの影響が大きいことが分かる。

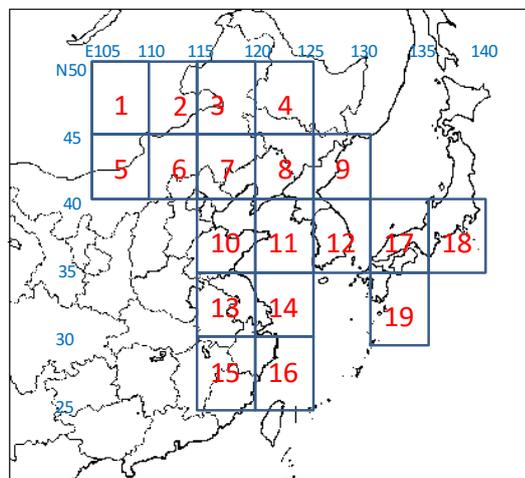


図 8-2-4 東アジアでの地域メッシュ (5°)

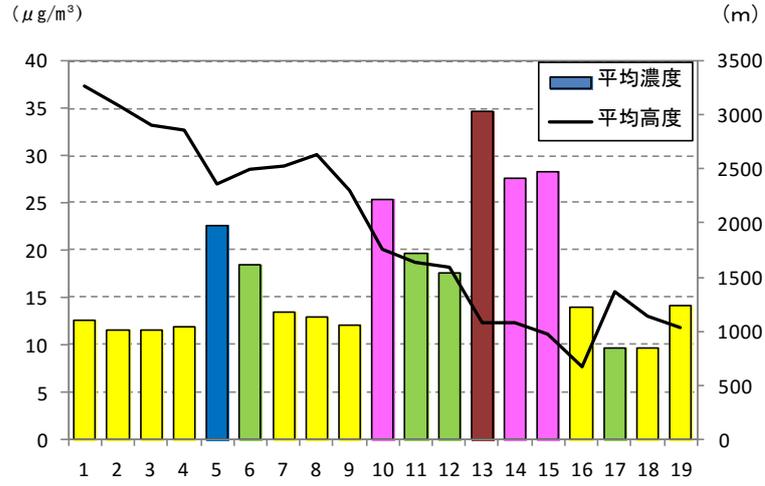


図 8-2-5 後方流跡線軌跡のメッシュ毎 PM_{2.5} 平均濃度
 (棒グラフの色は図 3-2-6 の地図上の色と対応している)

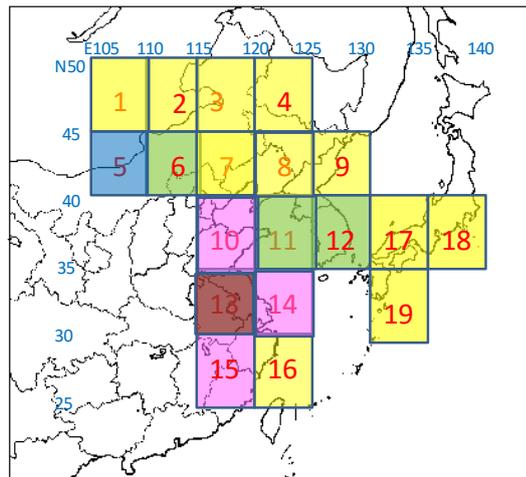


図 8-2-6 メッシュごとの PM_{2.5} 寄与濃度

9. 日中韓黄砂共同研究WG I との連携

日中韓黄砂共同研究 WG I（モニタリング・早期警報システム）と連携を強化することを目的に、WG I 検討委員のメンバー（下表参照）に対してヒアリングを実施した。

9.1. ヒアリング内容

ヒアリングを実施した WG I 検討委員は下表のとおりである。

No.	氏名	所属	備考
1	西川 雅高	東京理科大学	モニタリング、分析、黄砂問題検討会
2	杉本 伸夫	国立環境研究所	モデル、ライダー
3	鶴野 伊津志	九州大学	モデル、黄砂問題検討会
4	三上 正男	気象研究所	モニタリング、モデル、黄砂問題検討会
5	眞木 貴史	気象研究所	モデル

なお、黄砂問題検討会と WG I では、それぞれ議論とする対象年が異なることに留意する必要がある。黄砂問題検討会では 1 年前の黄砂事例を対象としているが、WG I では 2 年前の黄砂事例を対象としている。

9.2. ヒアリング結果

WG I 検討委員のヒアリング結果は表 9-1 でまとめたとおりであり、複数の検討委員の共通した意見として「成分分析の重要性」、「PM_{2.5} への拡充」などが挙げられた。

このほかモデル、ライダーなど、その有用性についての意見もあり、また新たな視点による提案としては、最近開発された測定器（例えば、偏光 OPC やエアロゾルの自動分析装置）などの観測結果の検討や、黄砂の観測の標準化・機器の統一化についての検討も挙げられた。また、同時に、黄砂問題検討会による WG I データの活用と状況把握の方法についても指摘があった。

9.3. 今後の方針

以上から、黄砂問題検討会では、WG I とのさらなる連携を強めるため、以下のように WG I に対してアウトプットとインプットを行うことが望ましい。具体的な内容については、今後の課題とする。

【WG I へのアウトプット】

○成分分析 (PM_{2.5})

成分分析は、現状、他の国からの情報が少ない。一方で、日本では全国各地で PM_{2.5} の成分分析が実施されており、情報が豊富にある。黄砂問題検討会では国内における黄砂時、煙霧時の事例解析の結果を集積しつつ、各事例に PM_{2.5} の成分分析結果を加え、WG I に情報提供することが可能である。これらの情報を WG I を通じて日本から他の国に発信することにより、成分分析の議論を活発化させることも期待される。

○PM_{2.5}

PM_{2.5} は、WG I においても関心が高い。日本で黄砂や煙霧が見られる場合には、高濃度の PM_{2.5} が観測されるケースが多い。したがって、これらの状況における PM_{2.5} 汚染の把握、発生の要因等について検討を加えていくことが望ましい。その方法として、後方流

跡線などの解析手法を加えて解析することも考えられる。また、将来的には国内だけでなく、東アジア域での情報を集約することができれば十分な情報が提供できると考えられる。

【WG I からのインプット】

WG I の解析対象年は、黄砂問題検討会のものより過去のものとなる。黄砂問題検討会では数年に1回、中間報告をとりまとめていることから、WG I の情報は、中間報告に盛り込むこととする。その内容としては、モデルの評価・比較や他国のモニタリングデータの利用等が考えられる。

表 9-1(1) WG I 検討委員ヒアリング結果

検討委員	成分	PM2.5	モデル	ライダー
国内の検討会とWG I との連携	<ul style="list-style-type: none"> 成分分析は他の国からの情報もあまりないため、これらの提供は役に立つのではないか。成分分析は西川先生が詳しく、過去に成分について幾つか発表されている。 	<ul style="list-style-type: none"> PM2.5は近年社会的関心も高いため、将来的には黄砂だけではなく、PM2.5まで含め、さらに国内から東アジア地域に広げて議論すると良いのではないか。 	<ul style="list-style-type: none"> 各国のモデル(日本マジンガー、韓国アダム、中国モデル)の結果についても共有しており、ホームページ上に情報をあげている。 	
黄砂問題検討会で関連し役立つ情報	<ul style="list-style-type: none"> 過去の黄砂の統計的な解析や事例解析は非常に有用です。また、ヘイズと黄砂の解析、特に実態説明調査における化学分析は黄砂と人間活動の相互作用の観点から非常に有用です。 	<ul style="list-style-type: none"> PM2.5観測所のデータ情報があれば良い。人為的な発生源などの出どころがわかる。 TEMW-WG I における各国共通の地上観測結果は、PM2.5、視程、気象観測成分である。PM2.5対象の黄砂とヘイズの区分については、今後も重要な調査項目となるはずである。 流跡線の情報に加えて、PM2.5の高濃度時のものを載せるとなお良い。 		<ul style="list-style-type: none"> 我が国が絶対的に優位に立つライダーネットワークデータは、黄砂やヘイズの判定に大きな特色がある。ライダーネットワークデータと他の高時間分解能観測データ、モデル解析結果との複合的解析を充実させていくことが望まれる。
国内として対応するために黄砂問題検討会で議論した方が良い内容	<ul style="list-style-type: none"> しばらくは、黄砂とヘイズの実態調査結果の集積が大事だろうと思う。それに加えて近い将来、黄砂とヘイズの化学成分の特徴についても調査対象に加えるべきかもしれない。 		<ul style="list-style-type: none"> マルチモデルアンサンブルについての検討。マジンガーの結果はWG I で共有しており、入手も可能と思う。これらの結果を入手できる事例について、マジンガー、CFORS、VENUSなどを並べたものがあった方が良い。 韓国の黄砂予報モデルとの連携や共同のモデル予報・解析センターの可能性の検討。 	

表 9-1(2) WG I 検討委員ヒアリング結果

検討委員	海外データ	その他
国内の検討会とWG I との連携	<p>・WG I では、日中韓に加えてモンゴルも参加しており、これらの国で観測データの共有をしている。黄砂は主な発生源がモンゴルで、韓国を経由して日本に飛来している例も多く、そういったデータについて国内検討会でも共有できれば、黄砂の実態解明に役立つと思う。</p> <p>・WG I で共有された観測データも活用して、海外も含めた視点の解析も今後の課題と考えられる。</p>	<p>・WG I はミッションがある程度決まっており、また日中韓三カ国で協調する場であるため、WG I は、国内の動きにあまり縛られず、できるだけ独立したものとしたい。</p> <p>・黄砂問題検討会あるいは解析WGとWG I に関連している検討委員、もしくは環境省が、黄砂問題検討会で情報共有としてWG I の報告をしてもらい、黄砂問題検討会は国際的な動きを把握した上で議論しているといったもので良いのではないかと。</p> <p>・国内検討会の結果については、委員の何人かが学術論文として発表しており、情報共有という意味では非常に役立っている。</p> <p>・黄砂問題検討会は、国内の事例解析が多いという印象がある。事例解析の積み上げは重要であるが、成果を活用するという視点からは、WG I の解析期間について独自やWG I 委員との共同の解析を考えても良いと思う。</p>
黄砂問題検討会で関連し役立つ情報		<p>・黄砂の観測の標準化、機器の統一化などがWG I でも議論になっており、黄砂問題検討会の中でもそういった議論になるのではないかと。</p> <p>・今後は時間分解能が短い観測データの活用がポイントとなるが、時間分解能が短くなるとデータの信頼性が低下する。実態調査で採択するデータの信頼性(QAQC)について考慮しなければならない。</p> <p>・最近開発された測定器(例えば、偏光OPCやエアロゾルの自動分析装置)などの観測結果をもとに、粒径変化や組成変化を加味した解析が次のステップの情報として、有効と考えられる。</p> <p>・数年ごとの中間成果のとりまとめにおいて、TEMM-WG I の共有データ(過去分)も再解析として加えられると、飛来した黄砂の解明に大きく寄与するものと思われる。(WG,SCで調査報告への活用が認められた場合)</p>
国内として対応するために黄砂問題検討会で議論した方が良い内容		<p>25最終報告書案の「今後の課題」に書かれている内容はいずれも妥当であると思います。WG I において「日本における黄砂問題」を明確に示すという意味では、黄砂(および越境大気汚染粒子)の影響に関する検討との連携を強めて問題を分かりやすくするというような方向もあるのかと思います。</p>

10. 今後の課題

- 黄砂の飛来は気象条件や発生源の状況によって大きくその態様が異なるため、特徴や影響を把握することが難しい。本報告書では、平成25年度に飛来してきた黄砂と大きな煙霧の観測データを気象学的、環境科学的に検討し、それぞれの現象における共通的な特徴や傾向を明らかにした。今後、黄砂飛来を示す要素について、カテゴリズを測り、要素のプライオリティについて検証する必要がある。さらに、混在黄砂が含まれる空気塊についても、その成分、PM_{2.5}への影響など、さらに多くの事例を解析し、空間的な把握や汚染経路などの詳細を明らかにしていくとともに、黄砂と汚染物質の混在状態変化や黄砂粒子表面に付着する成分にも着目し検討を進めていく必要がある。
- 黄砂現象や煙霧現象時に PM_{2.5}濃度が上昇し、環境基準値である日平均値 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過する事例が多いことが明らかになってきている。また、煙霧現象と黄砂現象をリアルタイムに区別するために、PM_{2.5}/SPM の比の変化を調べていくことも有効なことと思われる。全国においてPM_{2.5}の常時監視局の拡大、成分分析データの蓄積を進めることにより、PM_{2.5}濃度の上昇に対する黄砂の寄与、長距離輸送された気塊による煙霧の寄与を解明していく必要がある。
- 汚染混在型黄砂やPM_{2.5}に関する地域レベルでの地上濃度を予測することが社会的に期待されている。そのような予測に役立つ指標成分や常時監視手法の検討を進める必要がある。
- 現在、日本・中国・韓国でのモニタリング・予測などの黄砂共同研究が進行している。黄砂問題検討会と日中韓黄砂共同研究(DSS-WG1)との連携を深め、海外情報の取り込みや、日本の状況の反映など情報共有を進める必要がある。このような研究が、アジア地域全体の黄砂発生源対策、さらには黄砂の汚れ度を低減化できるような技術協力へと進展することが望まれる。

参考文献リスト

1. 「環境省」2007：黄砂実態解明調査中間報告書
2. 「環境省」2009：黄砂実態解明調査報告書
3. 「環境省」2010：黄砂飛来状況報告書
4. 「環境省」2011：平成22年度黄砂飛来状況報告書－平成21年度における黄砂実態解明調査
5. 「環境省」2012：黄砂実態解明調査中間報告書－平成20～22年度－
6. 「環境省」2013：平成23年度黄砂飛来状況調査報告書
7. 「環境省」2014：黄砂実態解明調査報告書（平成15～24年度）
8. 「環境省」HP（環境省大気汚染物質広域監視システム）：<http://soramame.taiki.go.jp/>
9. 「環境省」HP（POPsモニタリング結果）：<http://www.env.go.jp/chemi/pops/index.html>
10. 「気象庁」HP（地球環境のデータバンク黄砂）
http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/kosahp/kosa_data_index.html
11. 「気象庁」HP（日々の天気図）：<http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/index.html>
12. 「気象業務支援センター」：世界気象資料、気象庁月報
13. 「気象庁」HP（過去の気象データ）：<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
14. 「国立環境研究所」HP（ライダー（レーザーレーダー））：<http://www-lidar.nies.go.jp/>
15. 「国立環境研究所」HP（東アジア域黄砂・大気汚染物質分布予測（CFORS））
<http://www-cfors.nies.go.jp/~cfors/index-j.html>
16. 「アメリカ海洋大気圏局 NOAA」HP ARL HYSPLIT（後方流跡線）
<http://ready.arl.noaa.gov/hysplit-bin/trajasrc.pl>
17. A. Shimizu, N. Sugimoto, I. Matsui, I. Mori, M. Nishikawa, M. Kido : Relationship between Lidar-derived Dust Extinction Coefficients and Mass Concentration in Japan, SOLA, Vol7A, 1-4, 2011
19. 後藤隆久、岩本真二、日下部正和：日本に飛来する黄砂の分類について、第53回大気環境学会年会講演要旨集、487（2012）
20. 日下部正和、後藤隆久、岩本真二：ライダー黄砂消散係数とSPM濃度による黄砂検出の検討、第53回大気環境学会年会講演要旨集、488（2012）
21. 日下部正和、岩本真二：黄砂・煙霧時におけるPM_{2.5}の環境基準超過について、第54回大気環境学会年会講演要旨集、491（2013）
22. 日下部正和他：日本における黄砂飛来の影響－平成25年度黄砂実態解明調査結果概要（10年間のまとめ）－、第55回大気環境学会年会講演要旨集、475（2014）
23. 島山史郎他：中国から東シナ海を経て沖縄まで輸送されるエアロゾル中の主要イオンの関係、エアロゾル研究、21、2、147-152（2006）
24. 兼保直樹、杉本伸夫、清水厚、山本重一、河本和明：ライダー観測によるダストの推定と地上観測によるエアロゾル質量濃度の比較、大気環境学会誌、47、6、285-291（2012）
25. 平山学他：神奈川県におけるPM_{2.5}高濃度事例の解析(1)、第55回大気環境学会年会講演要旨集、201（2014）
26. 小松宏昭他：神奈川県におけるPM_{2.5}高濃度事例の解析(2)、第55回大気環境学会年会講演要旨集、202（2014）
27. 武田麻由子他：神奈川県におけるPM_{2.5}高濃度事例の解析(3)、第55回大気環境学会年会講演要旨集、203（2014）
28. 橋本貴世他：2013年8、9月におけるPM_{2.5}高濃度事例の解析、第55回大気環境学会年会講演要旨集、269（2014）
29. 熊谷貴美代他：2014年2月におけるPM_{2.5}高濃度事例の解析、第55回大気環境学会年会講演要旨集、401（2014）