

(3) 平成 26 (2014) 年 2 月 1~3 日

煙霧の観測は、九州が中心で、この地域でPM_{2.5}濃度も高くなっている。後方流跡線は中国沿岸部からで、硫酸イオンも20μg/m³を超している。上海で250μg/m³近くのPM_{2.5}濃度を示し、五島、壱岐、福岡とその濃度と対応している。関東でもPM_{2.5}濃度の上昇が広くみられ、この地域における硝酸イオンの濃度も高いことから (p. 38 参照)、中国沿岸部からの越境汚染による煙霧と国内の両方の影響が考えられる。

表 5-3-3-1 煙霧観測地点

年度	年	月	日	地点数	煙霧観測地点											
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
2013	2014	2	1	6	宇都宮	福岡	佐賀	長崎	熊本	宮崎						
2013	2014	2	2	6	千葉	東京	横浜	大阪	高松	福岡						
2013	2014	2	3	13	宇都宮	前橋	つくば	熊谷	千葉	東京	横浜	名古屋	大阪	福岡		
					佐賀	宮崎	鹿児島									

黄砂・煙霧観測地点：2014年2月3日

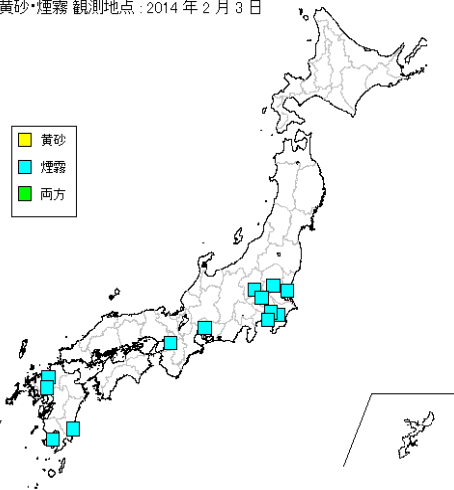
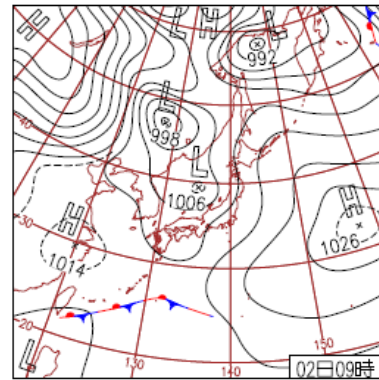


図 5-3-3-1 黄砂・煙霧観測地点



2日(日)暖かい西～東日本
南寄りの風で西～東日本を中心に気温上昇。長崎県雲仙岳で最高気温が18.2℃、鹿児島県瀬戸内町古仁屋で24.7℃など、2月の1位記録を計5地点で更新。奄美地方で震度4。

図 5-3-3-2 天気図

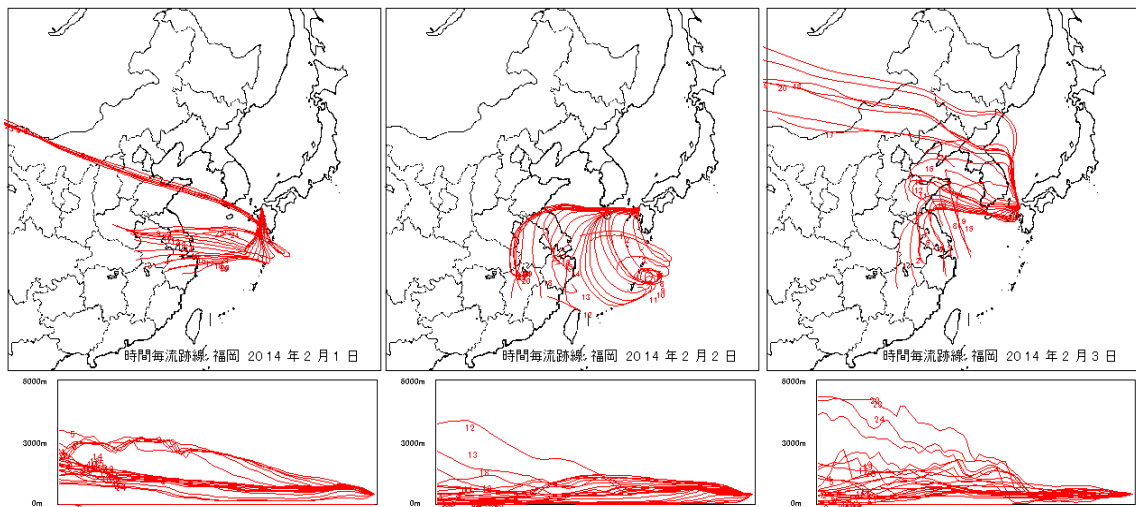
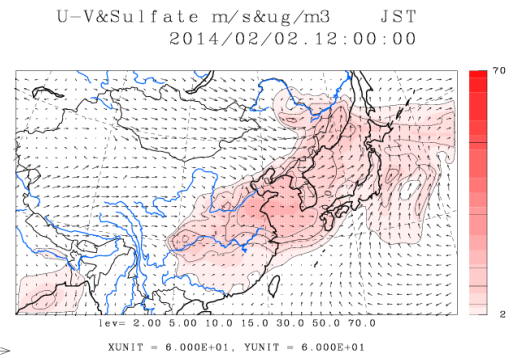
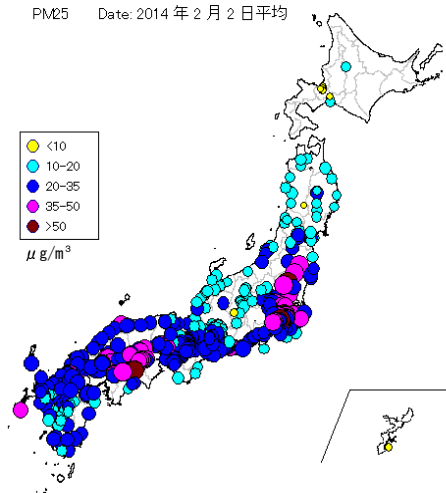


図 5-3-3-3 後方流跡線



©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

図 5-3-3-5 CFORS 予測結果

図 5-3-3-4 PM_{2.5} 日平均値全国分布

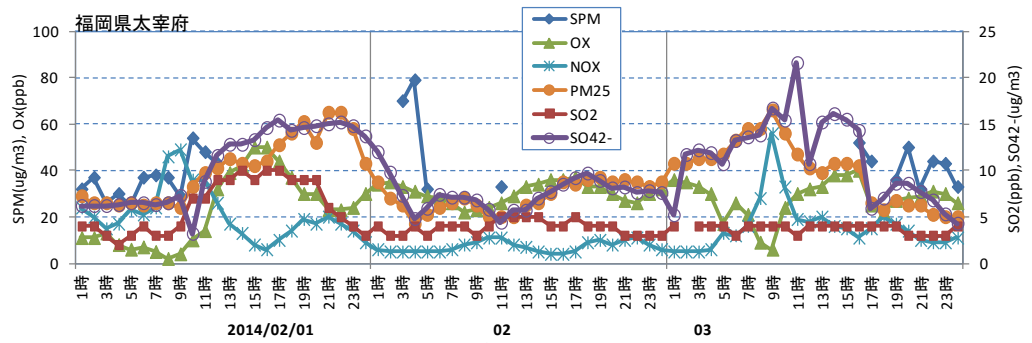


図 5-3-3-6 硫酸イオン濃度

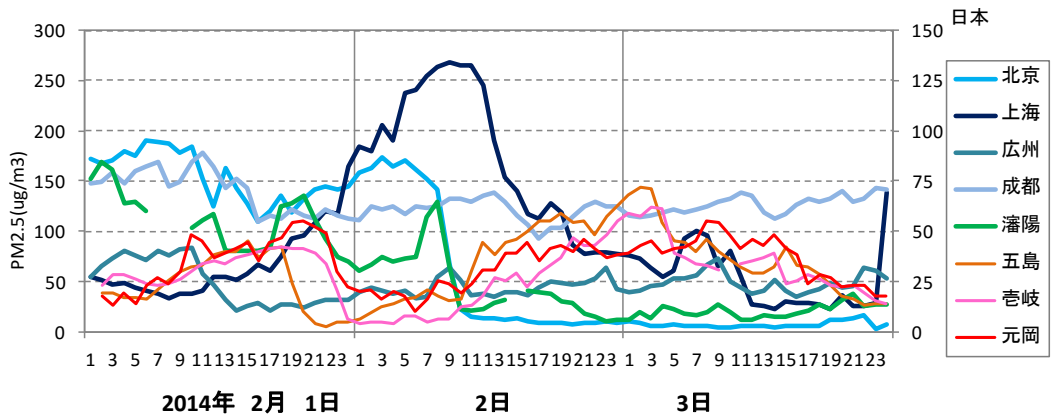


図 5-3-3-7 中国・離島・福岡での PM_{2.5} 濃度

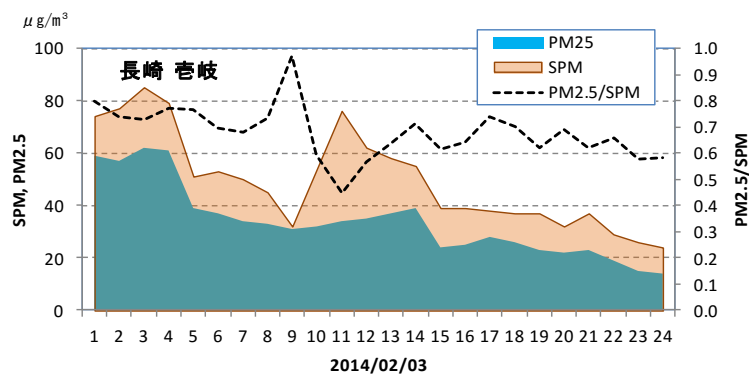


図 5-3-3-8 SPM、PM_{2.5} 濃度と PM_{2.5}/SPM の比

(4) 平成 26 (2014) 年 2 月 25~28 日

煙霧の観測も広く多地点で、PM_{2.5} 高濃度域も広い。後方流跡線は、中国沿岸部からで、CFORS でも濃い sulfate を予測している。福岡での硫酸イオン濃度は 15μg/m³ を超している。北京での PM_{2.5} は 500μg/m³ になっており、中国からの大きな越境汚染による煙霧の影響であると考えられる。一方、関東地方では NO₃⁻ の上昇により PM_{2.5} 濃度が上がっていることから、都市汚染も加わっていると報告²⁹⁾ されている。

表 5-3-4-1 黄砂・煙霧観測地点

年度	年	月	日	地点数	煙霧観測地点									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2013	2014	2	25	28	山形	仙台	福島	新潟	金沢	福井	前橋	岐阜	名古屋	津
					松江	鳥取	彦根	下関	広島	岡山	神戸	大阪	和歌山	奈良
					福岡	佐賀	大分	長崎	熊本	宮崎	高松	徳島		
2013	2014	2	26	30	千葉	山形	仙台	福島	新潟	金沢	富山	長野	宇都宮	福井
					熊谷	つくば	岐阜	名古屋	津	静岡	松江	京都	彦根	広島
					岡山	神戸	大阪	和歌山	奈良	福岡	大分	松山	高松	徳島
2013	2014	2	27	18	盛岡	山形	福島	山形	仙台	福島	新潟	富山	長野	宇都宮
					福井	前橋	熊谷	岐阜	名古屋	静岡	東京	神戸	和歌山	
2013	2014	2	28	13	千葉	山形	福井	甲府	下関	神戸	奈良	福岡	佐賀	長崎
					熊本	鹿児島	松山							
2013	2014	3	1	14	福井	名古屋	甲府	津	静岡	東京	下関	広島	岡山	神戸
					大阪	奈良	宮崎	高松						

黄砂・煙霧観測地点：2014年2月25日

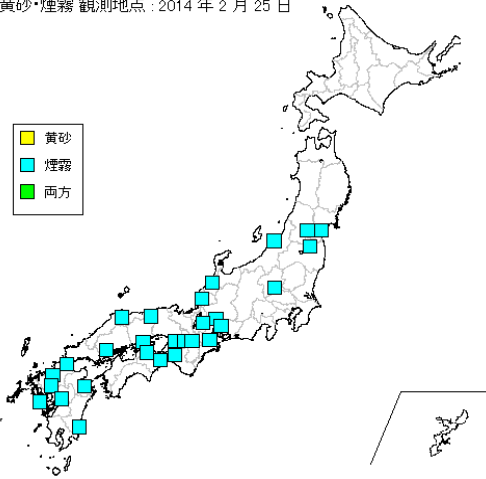
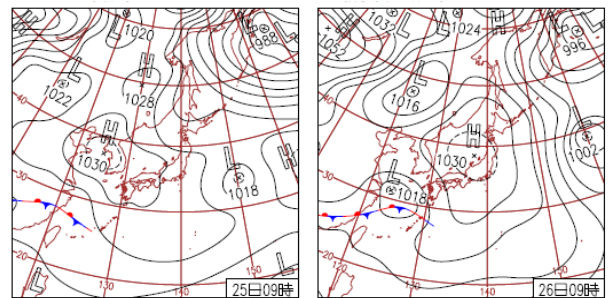


図 5-3-4-1 黄砂・煙霧観測地点



25日(火)3週間ぶりに春の陽気
北陸～東北日本海側と九州南部では曇りや雨、その他は概ね晴れ。最高気温は全国的に平年より高く、3月下旬～4月上旬並となった所も多い。銚子市と熊谷市でヒバリ初鳴。

26日(水)各地で気温4月並
低気圧が九州に接近し西日本は天気下り坂、九州は一日中雨。鹿児島県肝付町内之浦で61.5mm/1h。東～北日本は晴れ。暖気が入って全国的に気温上昇、最高気温は4月並の所も。

図 5-3-4-2 天気図

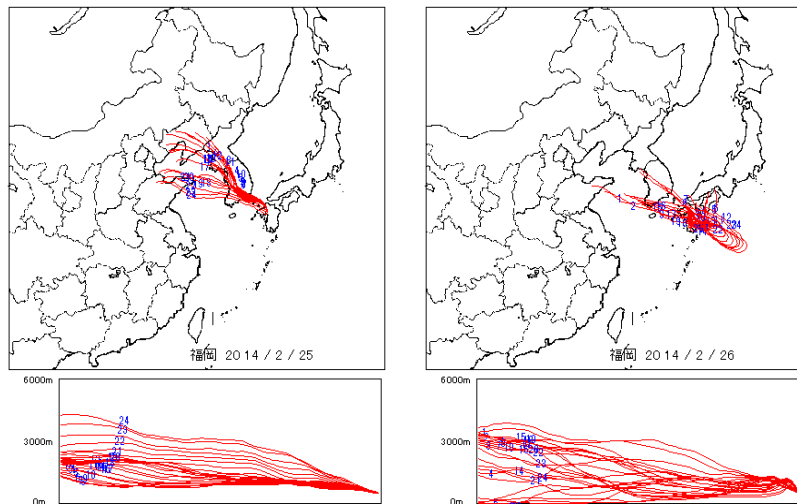


図 5-3-4-3 後方流跡線

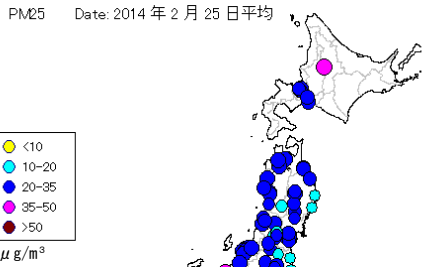
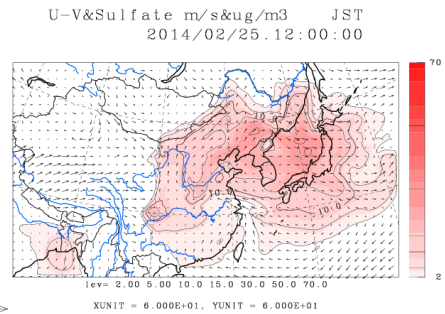


図 5-3-4-4 PM_{2.5} 日平均値全国分布



©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

図 5-3-4-5 CFORS 予測結果

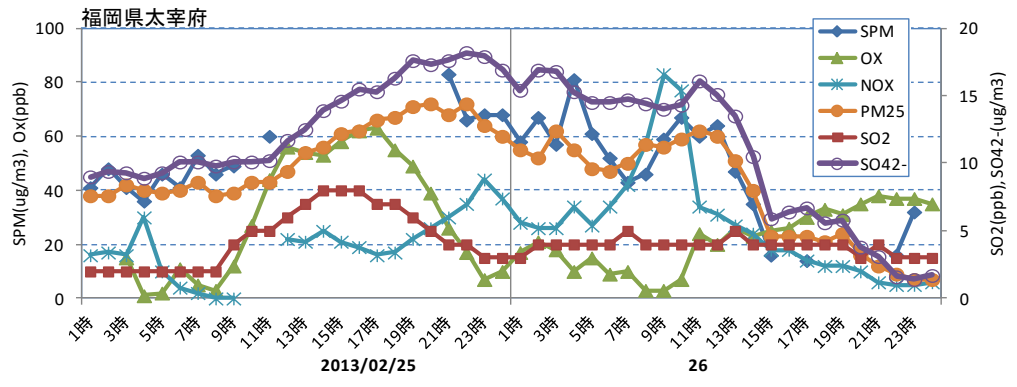


図 5-3-4-6 硫酸イオン濃度

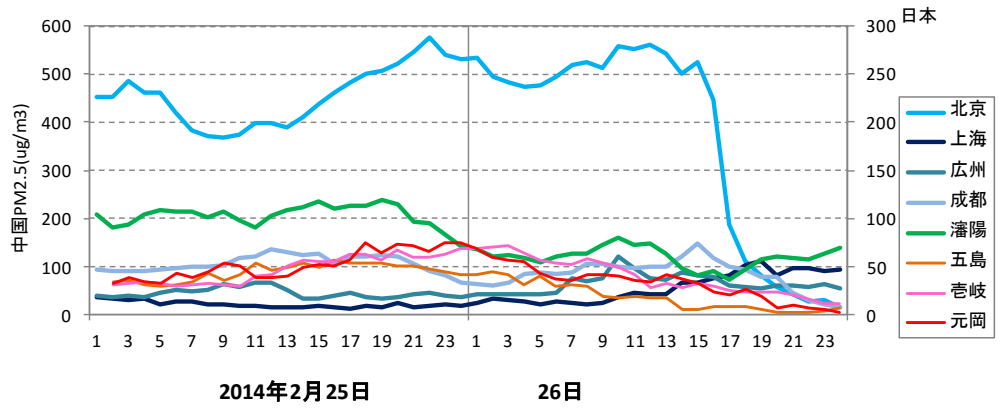


図 5-3-4-7 中国・離島・福岡での PM_{2.5} 濃度

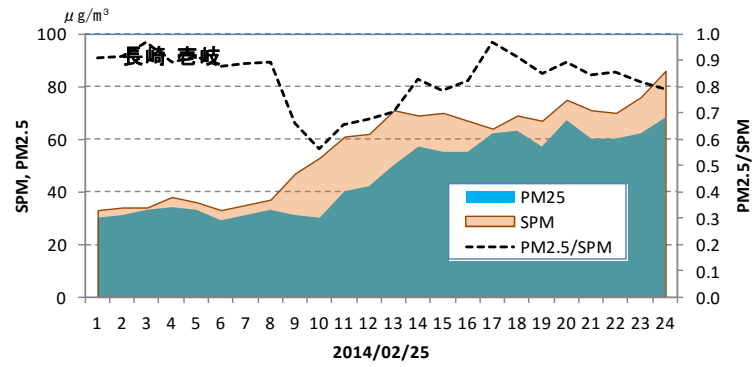


図 5-3-4-8 SPM、PM_{2.5} 濃度と PM_{2.5}/SPM の比

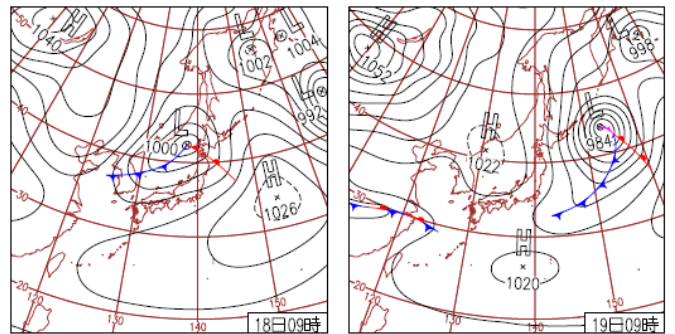
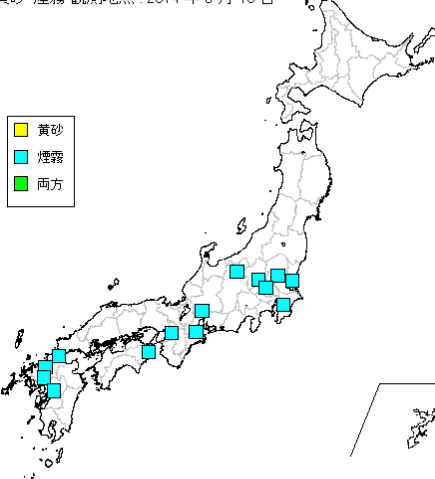
(5) 平成 26 (2014) 年 3 月 18~19 日

煙霧は、九州、関西、関東と広く観測されている。後方流跡線は中国沿岸部上海方面からの流れを示しているおり、福岡での硫酸イオン濃度は $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超す値である。上海での $\text{PM}_{2.5}$ の上昇と、五島、壱岐、福岡（元岡）のピークが時間経過とともに移動しているのが特徴的である。従って、煙霧は、中国沿岸部からの影響が強いと思われる。

表 5-3-5-1 黄砂・煙霧観測地点

年度	年	月	日	地点数	煙霧観測地点									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2013	2014	3	17	12	新潟	長野	岐阜	名古屋	津	彦根	下関	岡山	神戸	大阪
					和歌山	奈良								
2013	2014	3	18	14	長野	宇都宮	前橋	熊谷	つくば	岐阜	津	千葉	下関	大阪
					福岡	佐賀	熊本	徳島						
2013	2014	3	19	15	岐阜	津	下関	岡山	福岡	佐賀	大分	長崎	熊本	鹿児島
					宮崎	松山	高松	高知	徳島					

黄砂・煙霧 観測地点：2014年3月18日



18日(火)春一番

日本海側中心に雨。低気圧に南風が吹き込み、四国と関東で春一番。関東は各地で 20°C を超え最高気温は4月下旬並。高知市で平年より4日早くソメイヨシノ開花、今季国内初。

19日(水)関東南部は曇り

高気圧に覆われ広く晴れたが、関東南部では朝から下層雲広がる。西日本では東シナ海の前線の影響を受け夕方以降雨域拡大。宮崎市、佐賀市、福岡市でサクラ(ソメイヨシノ)開花。

図 5-3-5-2 天気図

図 5-3-5-1 黄砂・煙霧観測地点

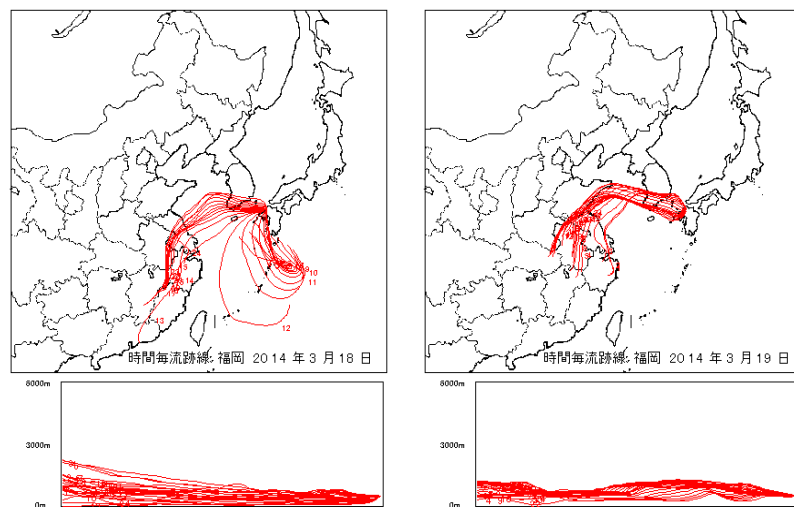


図 5-3-5-3 後方流跡線

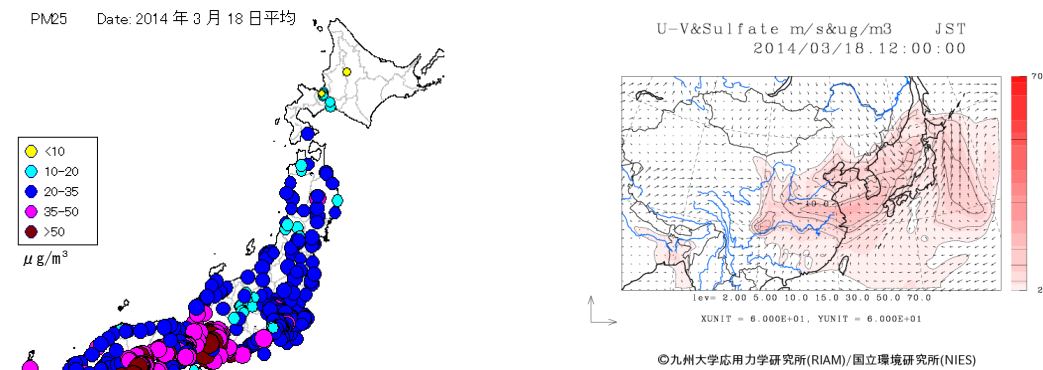


図 5-3-5-4 PM_{2.5} 日平均値全国分布

図 5-3-5-5 CFORS 予測結果

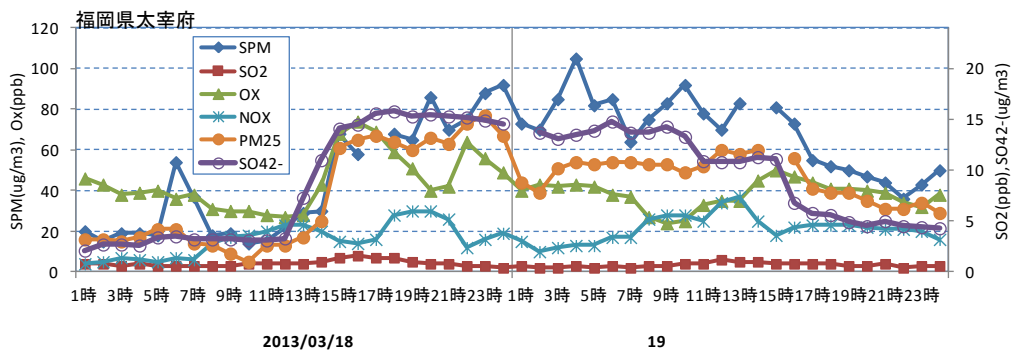


図 5-3-5-6 硫酸イオン濃度

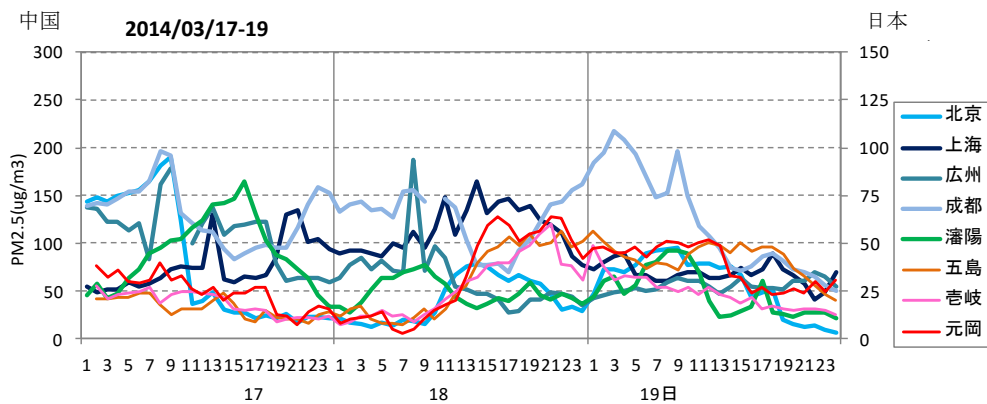


図 5-3-5-7 中国・離島・福岡での PM_{2.5} 濃度

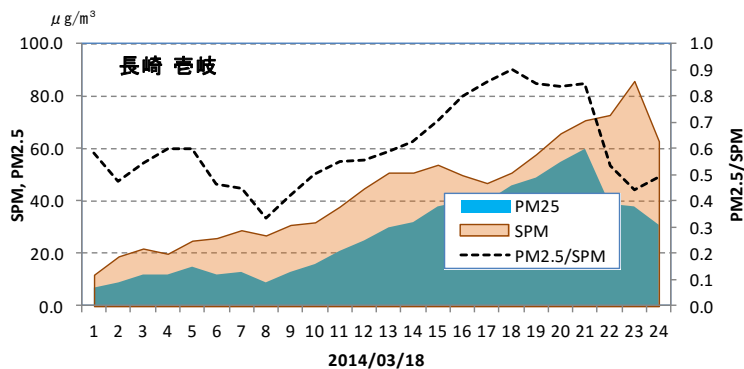


図 5-3-5-8 SPM、PM_{2.5} 濃度と PM_{2.5}/SPM の比

6. 黄砂・煙霧日のPM_{2.5}濃度

黄砂は、PM_{2.5}の環境基準達成に大きな影響を与えていると思われる。また、越境汚染による煙霧の存在も、黄砂と同程度かそれ以上に大きな影響を与える可能性がある。そこで、平成25（2013）年度の黄砂、煙霧時のPM_{2.5}濃度との関係を検討した。

6.1 黄砂時・煙霧時におけるPM_{2.5}環境基準超過

評価対象測定局は、全国の820局である。2013年度に環境基準値1日平均値35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日数×局は10901で、全体237385（日×局）の4.6%である。図6-1-1には、全体と黄砂日および煙霧日でのPM_{2.5}平均濃度と環境基準超過率をグラフで示している。測定局における黄砂観測日は337（日×局）、黄砂時の平均濃度は20.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、このうち、環境基準値を超えた日数は4（日×局）（1.2%）である。2013年度は、黄砂の飛来回数が非常に少なく、規模も小さかったため、その割合は例年に比べ低くなっている。一方、測定局における煙霧観測日は15217（日×局）、煙霧時の平均濃度は32.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、このうち、環境基準値を超えた日数は5729（日×局）（37.6%）である。

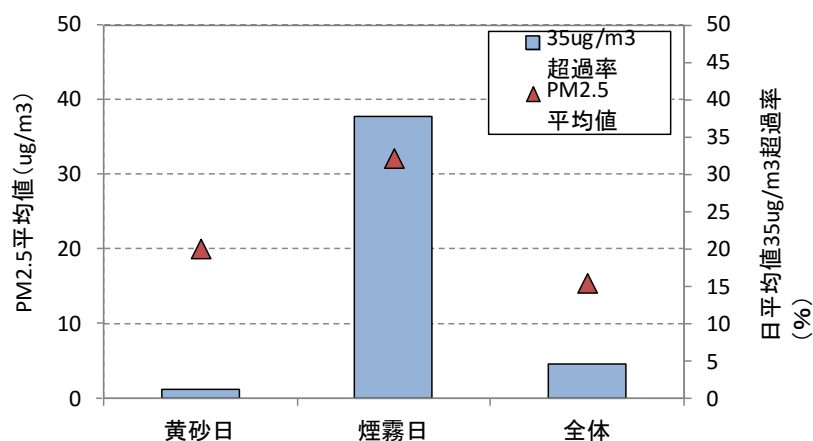


図 6-1-1 黄砂日、煙霧日のPM_{2.5}平均濃度と環境基準超過率

2013年度の地点別に煙霧観測日数と、煙霧日のPM_{2.5}環境基準超過日数を図6-1-2に示す。煙霧については、西日本では東日本に比べて煙霧時の環境基準超過については頻度が高いことが特徴となっている。

図6-1-3に、PM_{2.5}環境基準超過日数と、そのうちの煙霧日数を地点別に示している。この図から、関東以西で環境基準超過日数が多いことが分かる。

図6-1-4には、煙霧時でPM_{2.5}日平均値が35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日のPM_{2.5}/SPMの比の平均を県別に示している。全体の平均は0.84で、西日本でやや高い傾向がみられる。

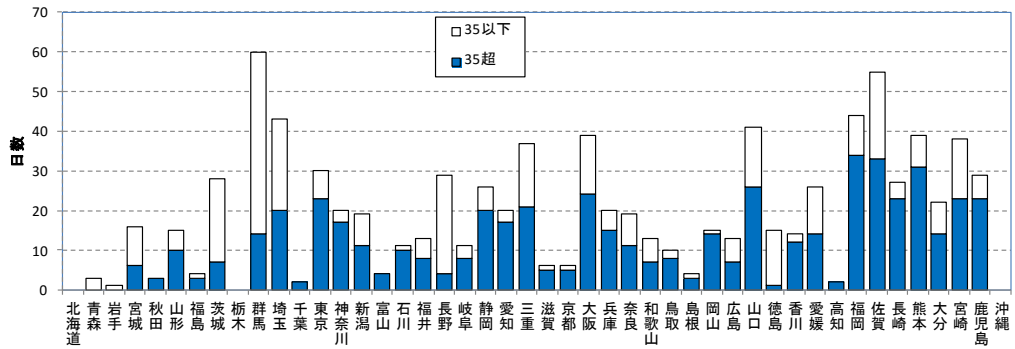


図 6-1-2 地点別の煙霧日数に占めるPM_{2.5}環境基準超過超日数（2013年度）

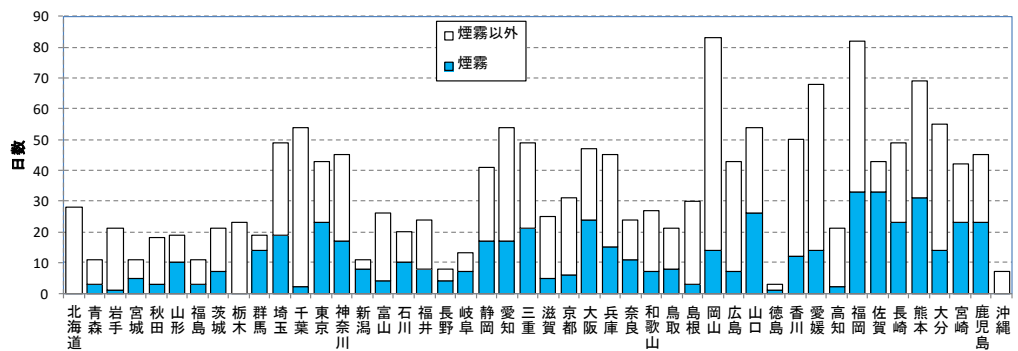


図 6-1-3 地点別のPM_{2.5}環境基準超過日に占める煙霧の割合（2013年度）

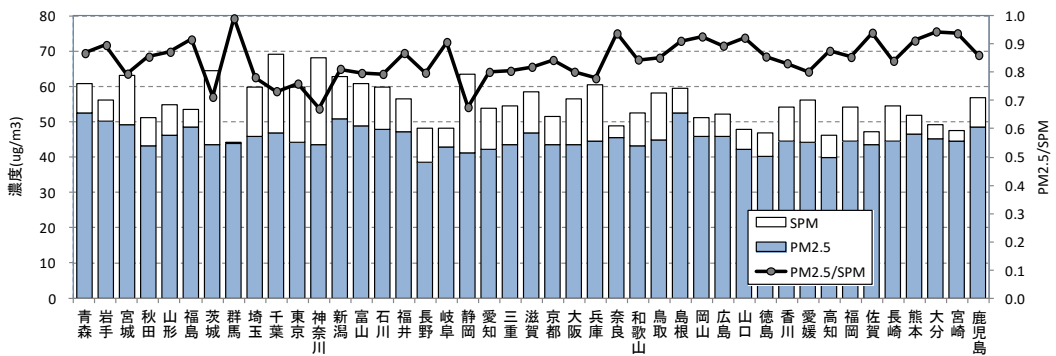


図 6-1-4 煙霧・PM_{2.5}濃度 35µg/m³超時のPM_{2.5}/SPMの比の県別平均

6.2 煙霧時のPM_{2.5}成分濃度

PM_{2.5}成分分析のための試料が採取された2014年2月2～3日は、多くの地点(2日6地点、3日13地点)で煙霧が観測され、PM_{2.5}濃度も上昇していた(煙霧の事例(3)参照)。この時、硝酸イオンと硫酸イオンは、地域によって大きく異なる濃度を示した。図6-2-1に、福岡、大阪、東京での主要成分の濃度構成グラフと後方流跡線を示している。大陸に近い福岡で、硫酸イオン濃度が高く、越境の影響が窺えるが、大阪、東京と東側であるほど、その影響は少ないと思われる。

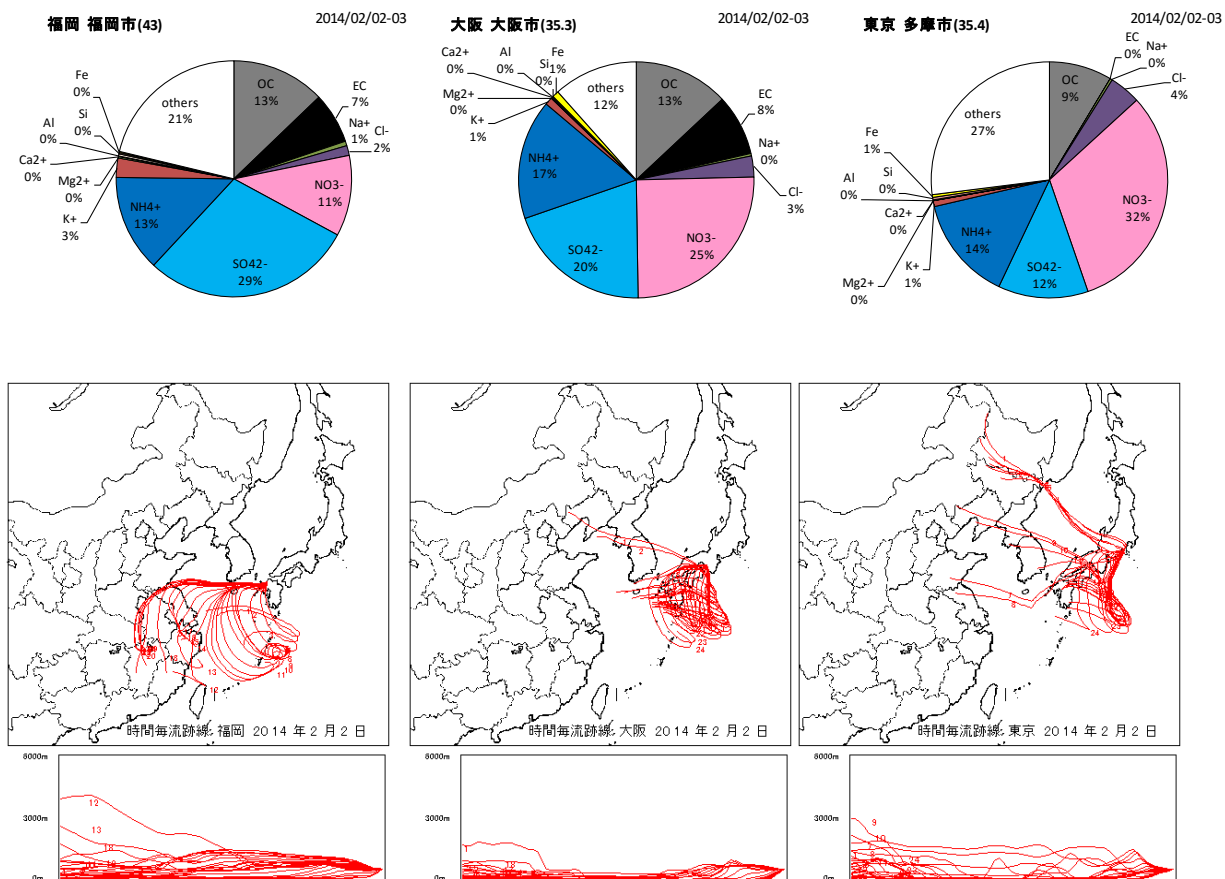


図 6-2-1 煙霧時の地域別のPM_{2.5}成分構成と後方流跡線

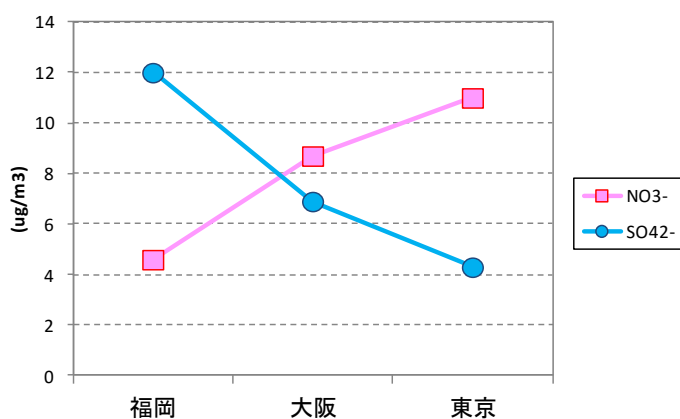


図 6-2-2 地域ごとのNO₃⁻とSO₄²⁻濃度

2013年度において、煙霧時で且つPM_{2.5}重量濃度が35μg/m³を超えた件体について、NO₃⁻とSO₄²⁻の散布図を、関東とそれ以外に分けて図6-2-3示している。さらに、NO₃⁻/SO₄²⁻の比を県別に平均し図6-2-4に示している。件体数は地点によって異なるが、おおむね関東でその比が大きく、西日本では小さいことがわかる。図6-2-5には、代表的な例として4府県の平均成分組成を示している。

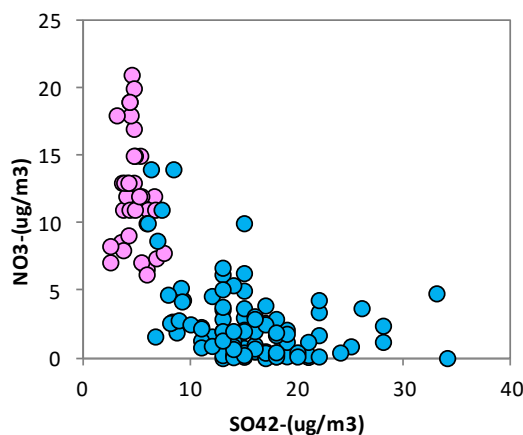


図6-2-3 煙霧時でPM_{2.5}濃度35μg/m³超におけるNO₃⁻とSO₄²⁻の散布図
(ピンクは関東、青はそれ以外)

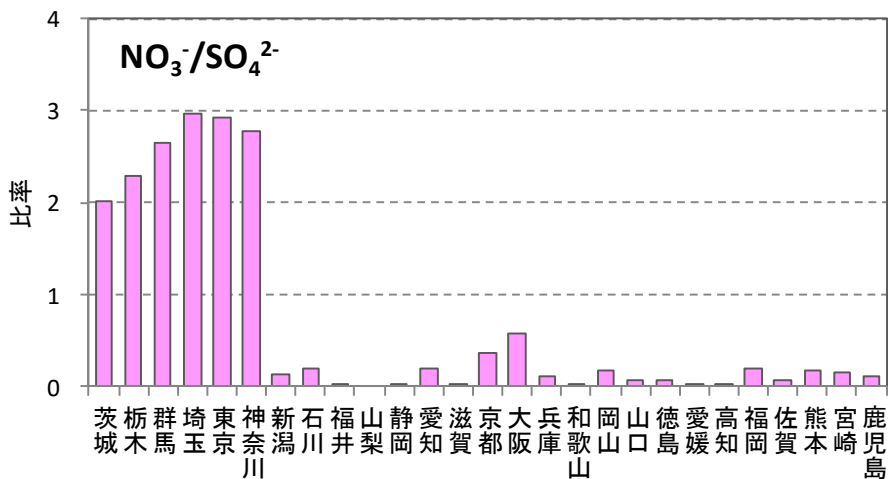


図6-2-4 煙霧時でPM_{2.5}濃度35μg/m³超におけるNO₃⁻/SO₄²⁻の県別平均

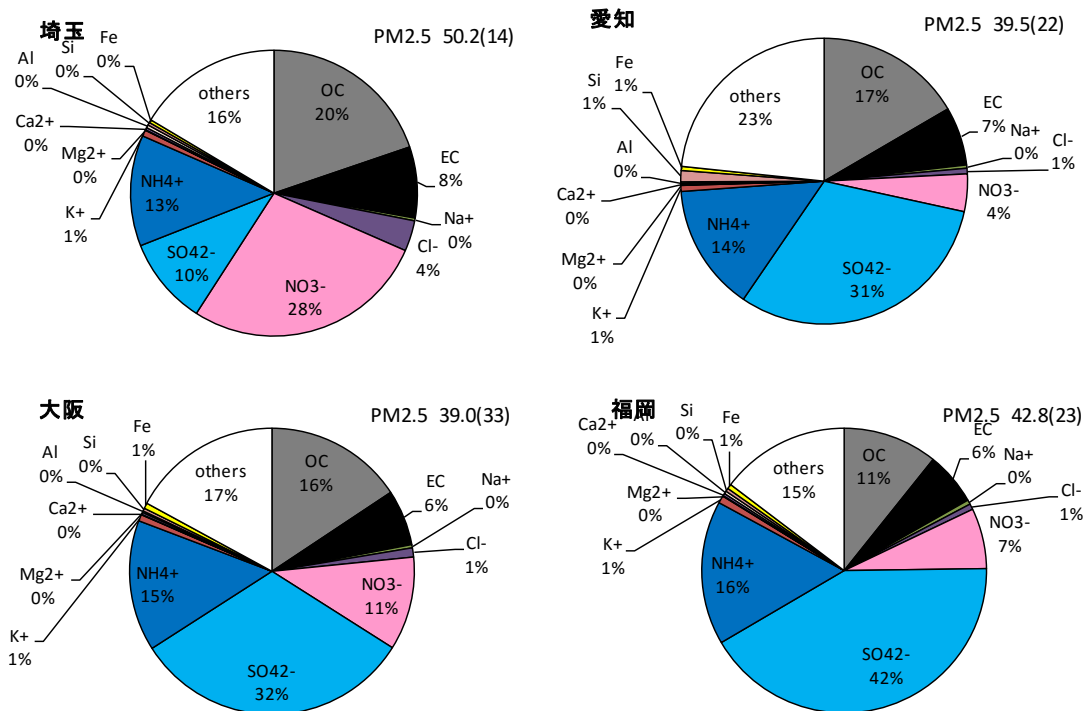


図 6-2-5 各地点における煙霧時で PM_{2.5} 濃度 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超における成分平均濃度構成
 (図中右 PM_{2.5} の次は平均濃度を示す。カッコ内は件数を示す)

7. ライダー消散係数と SPM・PM_{2.5} 濃度

7.1 ライダー黄砂消散係数と SPM 濃度による黄砂の検出

ライダーによる観測では、気象台が観測した黄砂日（以下気象台黄砂日）でない日にも黄砂粒子の飛来を示唆するデータが見られることから、ライダー観測データによって得られる下層での黄砂消散係数と SPM 時間値との関係を使って黄砂を検出する方法について、2013 年度データを検討した。

使用したデータは、国立環境研究所ライダー計測値から導き出された黄砂消散係数について、高度 150m～270m の 1 時間平均値（長崎、松江、富山）を算出したものと、ライダー設置地点に隣接する常時監視局での SPM 濃度時間値である。期間は、平成 25（2013）年度の 1 年間である。

黄砂によって SPM 濃度が上昇した場合、ライダーにおける黄砂消散係数と SPM 濃度には、相関関係の存在が予想される。そこで、毎日の黄砂消散係数 1 時間平均値と SPM 時間値との関係をみるために、両者の相関係数、回帰式（傾き、切片）について、24 時間単位で計算を行った。その中から、次の条件に合致するものを抽出した。

- ①1 日のデータが 12 時間以上揃っていること
- ②測定時間が 16 時間以上あるものは、黄砂消散係数と SPM 濃度時間値との相関係数が 0.6 以上、12～15 時間のものは相関係数が 0.7 以上であること
- ③SPM 濃度の日最大値が 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上であること
- ④黄砂消散係数が日最大値 0.05/km 以上であること

表 7-1-1 に、3 地点で抽出した日を示している。1 年間で、長崎 8 日、松江 2 日で、富山では検出されなかった。

表 7-1-1 黄砂消散係数 1 時間平均値と SPM 時間値の相関等の条件による抽出日

長崎													
年	月	日	時間数	消散最大	消散平均	SPM最大	SPM平均	相関係数	傾き	切片	ライダー黄砂	気象台黄砂	気象台煙霧
2013	5	14	24	0.070	0.0355	58	39.1	0.813	543.6	19.8	◎		○
2013	5	21	23	0.067	0.0444	89	61.2	0.790	736.6	28.5	◎		◎
2013	5	23	24	0.109	0.0641	86	71.2	0.658	519.6	37.9	◎		◎
2013	11	17	24	0.254	0.0841	122	44.8	0.841	383.3	12.5	◎		◎
2013	12	4	24	0.053	0.0404	52	36.3	0.719	965.3	-2.7	◎		◎
2014	1	12	24	0.076	0.0389	67	40.3	0.811	590.7	17.4	◎		◎
2014	1	13	24	0.069	0.0314	60	33.8	0.774	794.9	8.8	◎		◎
2014	1	17	24	0.072	0.0348	64	40.2	0.811	759.1	13.7	◎		◎
2014	1	20	22	0.327	0.0800	130	39.3	0.640	176.8	25.1	◎	○	◎

松江													
年	月	日	時間数	消散最大	消散平均	SPM最大	SPM平均	相関係数	傾き	切片	ライダー黄砂	気象台黄砂	気象台煙霧
2014	2	1	24	0.111	0.0551	51	25.7	0.641	405.3	3.4	◎		○
2014	2	25	24	0.103	0.0562	88	56.0	0.813	609.1	21.8	◎		◎

単位) SPM : $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、消散係数 : km^{-1}

7.2 ライダーによる黄砂検出日の状況

黄砂として検出された長崎の 8 事例、松江の 2 事例について、その時の状況を後方流跡線や SPM 濃度分布などで検討したところ、主に次に示す 6 事例（7 日）に黄砂の可能性が確認された。特に、③2013 年 11 月 17 日は、黄砂消散係数と SPM 濃度の変化パターン、SPM の地域での上昇、後方流跡線の軌跡、CFORS の予測など、黄砂の様子が明確にみられている。

①2013 年 5 月 21 日

煙霧の事例(1)に示すように、西日本を中心に煙霧が多地点で観測された時である。SPM 濃度は $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ とあまり高くなっていないが、モンゴルでのダストの観測や後方流跡線、SPM の地域的な上昇など黄砂の可能性は高い。

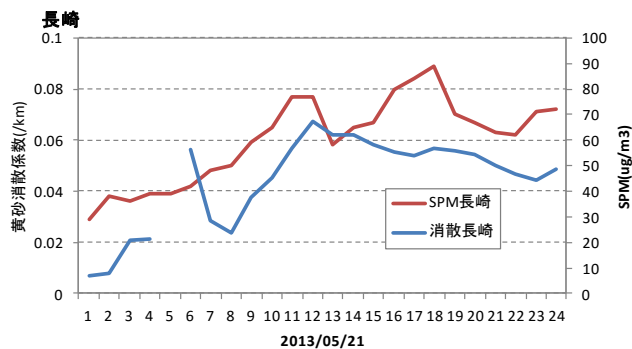


図 7-2-1-1 黄砂消散係数と SPM の経時変化

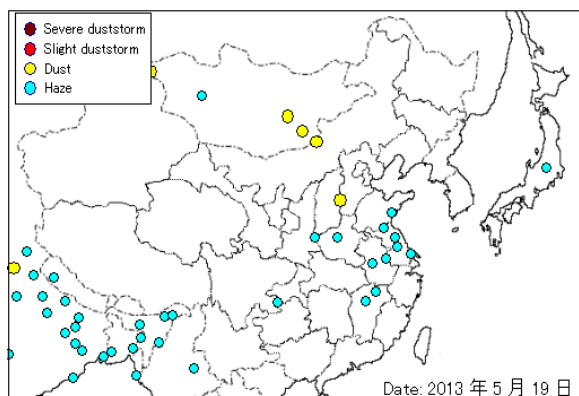


図 7-2-1-2 砂塵嵐発生状況

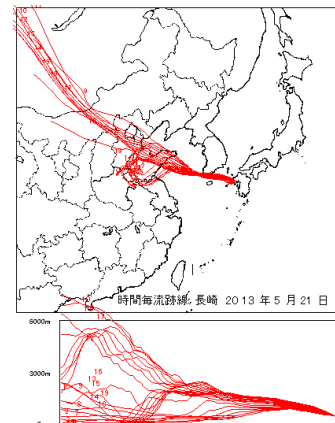


図 7-2-1-3 後方流跡線

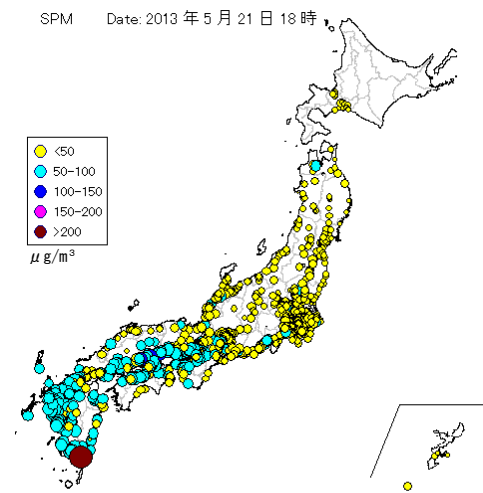


図 7-2-1-4 SPM 濃度全国分布

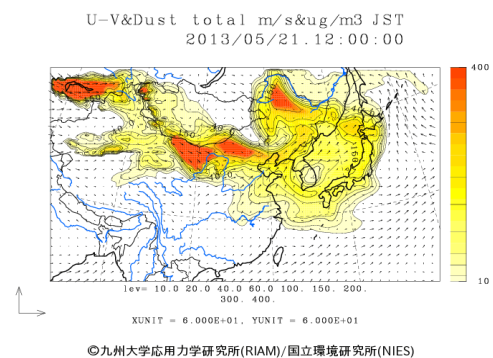


図 7-2-1-5 CFORS (dust) 予測結果