

(1) 煙霧事例 01 (2015 年 4 月 28 日)

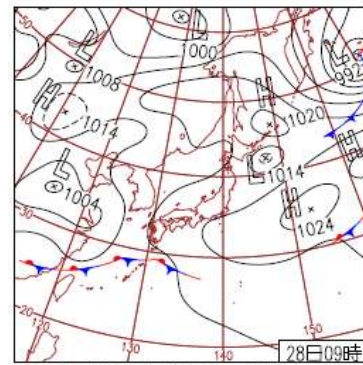
西日本と関東で煙霧が観測されている。図 5-3-1-1 と 5-3-1-5 を照らすと煙霧地点の  $PM_{2.5}$  濃度は  $35\sim 50\mu g/m^3$  にある。CFORS による硫酸塩エアロゾルの予測分布図では、上海地域から中国東北部および朝鮮半島、日本全体を広く範囲に覆っている。東京を起点とする後方流跡線は、気流が中国東北部から流れてきていたことを示している。 $PM_{2.5}$  濃度は煙霧地点だけでなく全国的に高い。西山ら<sup>20)</sup>は、関東以西の 9 地点での  $PM_{2.5}$  成分濃度結果で、 $SO_4^{2-}$  濃度が高い地点と  $NO_3^-$  が高い地点 (三重県) があつたとしている。九州域では、壱岐や糸島、福岡でも  $PM_{2.5}$  濃度が  $35\mu g/m^3$  を超えており、福岡での硫酸イオン濃度は最高  $14\mu g/m^3$  を超えている。

表 5-3-1-1 煙霧観測地点

年	月	日	地点数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2015	4	28	10	つくば	東京	甲府	名古屋	津	京都	大阪	岡山	高松	佐賀



図 5-3-1-1 黄砂・煙霧観測地点



28日(火)関東など連日の真夏日  
東～北日本は晴れて気温上昇し27地点で最高気温が4月の1位。前線近傍の沖縄県川平で90mm/1hの猛烈な雨。室蘭市でサクラ開花。帯広市、旭川市でエゾヤマザクラ満開。

図 5-3-1-2 天気図

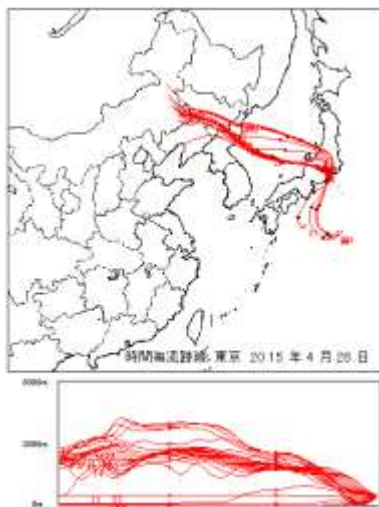


図 5-3-1-3 後方流跡線

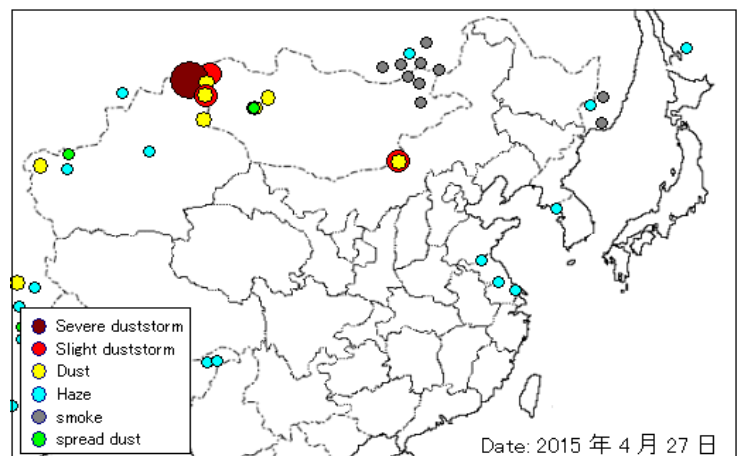


図 5-3-1-4 Haze の観測状況

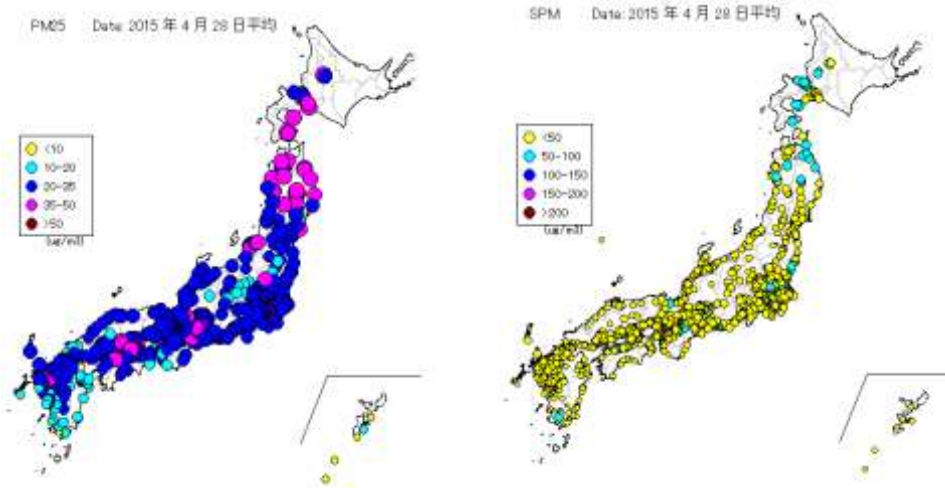


図 5-3-1-5  $\text{PM}_{2.5}$ ・SPM の日平均値全国分布

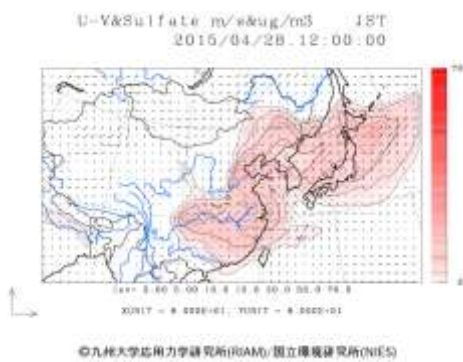


図 5-3-1-6 CFORS 予測結果

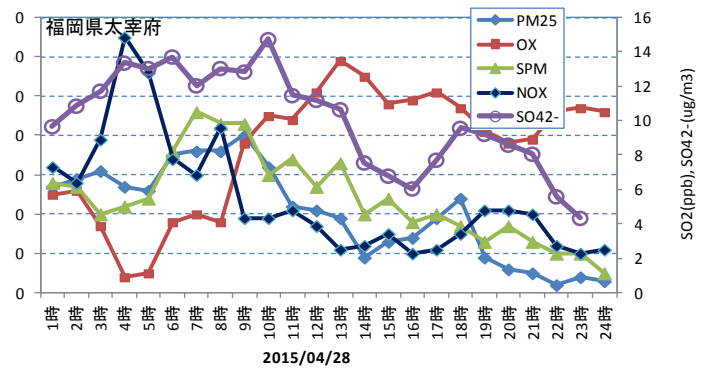


図 5-3-1-7 硫酸イオン濃度

[注]福岡県 SPA 計故障のため九大 ACSA のデータを使用

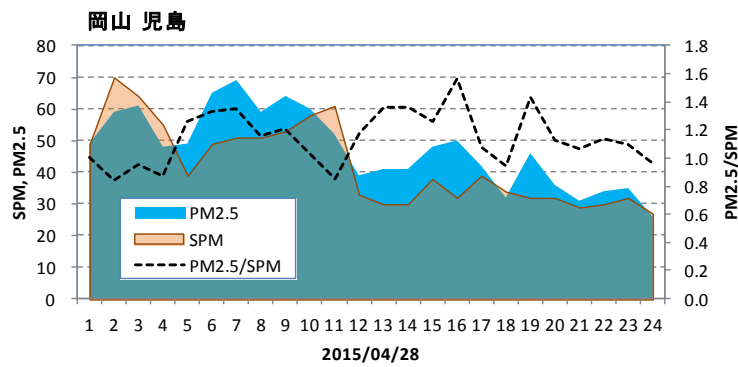


図 5-3-1-8 SPM、 $\text{PM}_{2.5}$  濃度と  $\text{PM}_{2.5}/\text{SPM}$

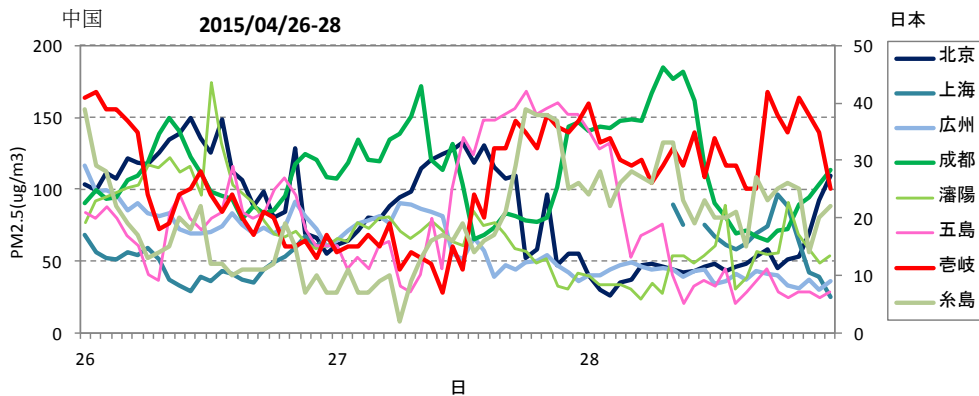


図 5-3-1-9 中国・離島・福岡での  $\text{PM}_{2.5}$  濃度

(2) 煙霧事例 02 (2015 年 7 月 30 日～8 月 5 日)

本州中部地域を中心に 1 週間近い継続した煙霧である。図 5-3-2-4 は、継続期間中の煙霧地点数の多かった 8 月 2 日を例示したものだが、PM<sub>2.5</sub> は瀬戸内海沿岸部から関東地方にかけて 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超えている地点が 41 地点あり、日最高時間値濃度が 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (愛知県名古屋市) を記録した。その日の九州および東京を起点とする PM<sub>2.5</sub> 濃度上昇と後方流跡線(図 5-3-2-5) は中国からの移流を示していない。7 月 31 日の富山を起点とする後方流跡線(図 5-3-2-5) は中国からの移流を示していない。7 月 31 日の富山を起点とする後方流跡線は中国・江蘇省から朝鮮半島を経て気流が流れてきたことを示している。煙霧期間の始まりとそれ以降では気流の流れが違ってくる。図 5-3-2-10 に示す中国および九州域の PM<sub>2.5</sub> 濃度の変化を見ると 7 月 28 日～8 月 1 日に PM<sub>2.5</sub> 時間値濃度が 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超えた中国大都市はなく、大陸からの移流による寄与はあまり大きくないと思われる。

表 5-3-2-1 煙霧観測地点

年	月	日	地点数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2015	7	30	10	前橋	東京	金沢	甲府	大阪	神戸	奈良	鳥取	広島	松山
2015	7	31	13	山形 徳島	つくば 松山	熊谷 宮崎		千葉 横浜	甲府	長野	神戸	奈良	広島
2015	8	1	16	山形 長野	つくば 神戸	宇都宮 奈良	熊谷 広島	千葉 松山	東京 宮崎	新潟	富山	金沢	甲府
2015	8	2	18	山形 京都	つくば 大阪	宇都宮 神戸	前橋 奈良	東京 和歌山	新潟 徳島	甲府	長野	岐阜	津
2015	8	3	12	千葉 松山	東京 大分	横浜	福井	甲府	津	彦根	京都	奈良	広島
2015	8	4	18	山形 京都	つくば 神戸	宇都宮 奈良	前橋 岡山	東京 広島	金沢 徳島	甲府	長野	津	彦根
2015	8	5	11	金沢 宮崎	甲府	長野	奈良	広島	徳島	高松	松山	佐賀	長崎

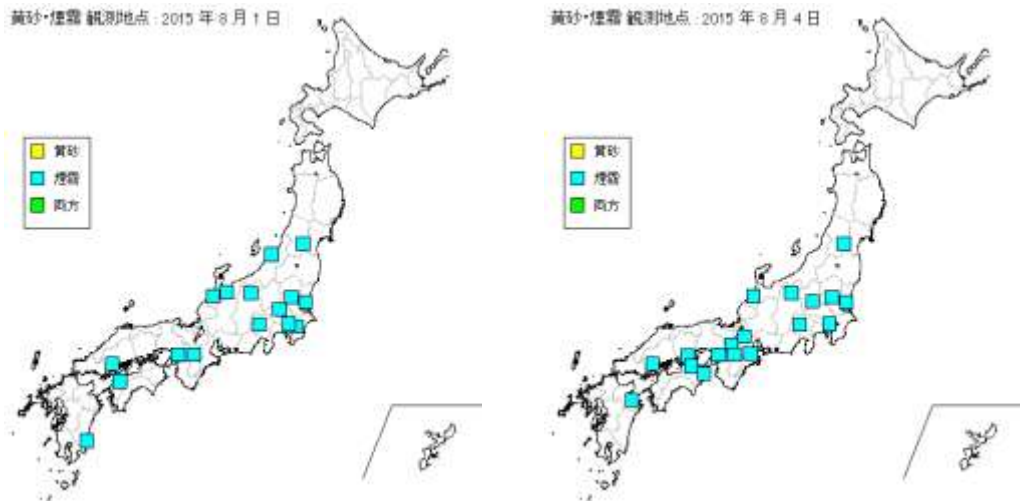
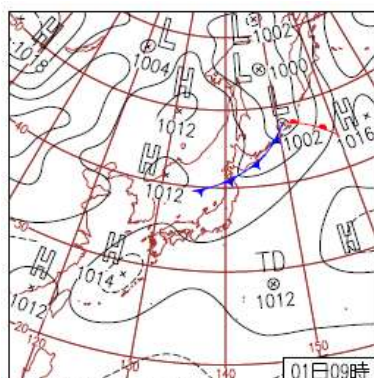
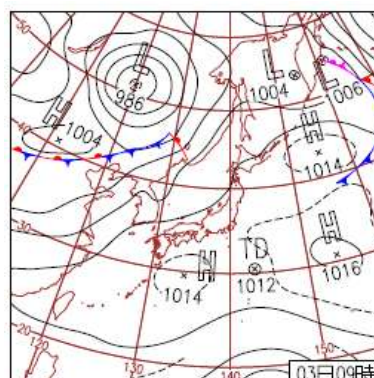


図 5-3-2-1 黄砂・煙霧観測地点



1日(土)猛暑日223地点

西～東日本は内陸中心に気温上昇し、午後は雷雨。岐阜県多治見39.9℃、群馬県館林39.4℃。長野県野辺山52.5mm/1h。北海道は前線により上川地方で大雨。台風第13号発生。



3日(月)猛暑続く

高気圧に覆われ沖縄・奄美、西～東日本は晴れて気温上昇、大気の状態が不安定となり山沿い中心に雷雨。北日本は弱い気圧の谷の影響で曇りや雨の所も。猛暑日132地点。

図 5-3-2-2 天気図

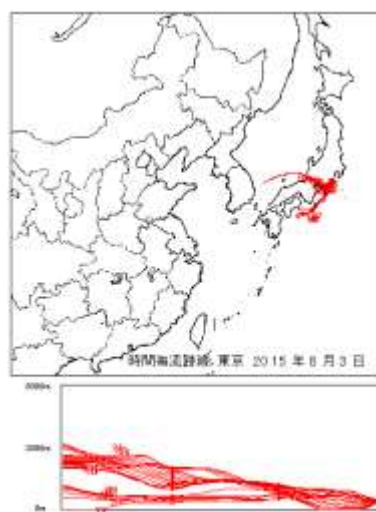
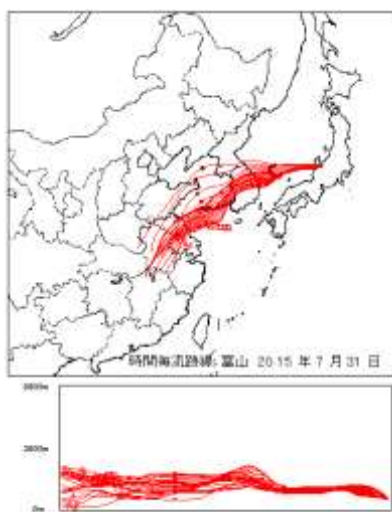


図 5-3-2-3 後方流跡線

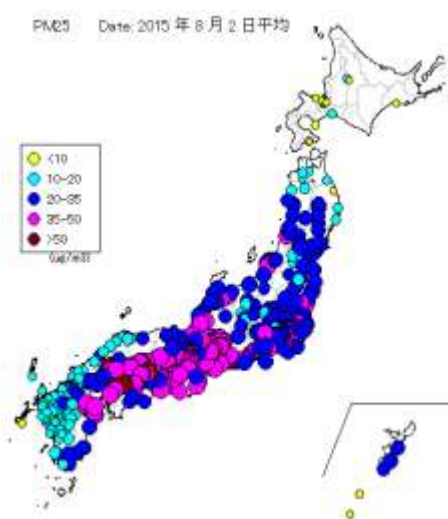


図 5-3-2-4 PM<sub>2.5</sub> 日平均値全国分布

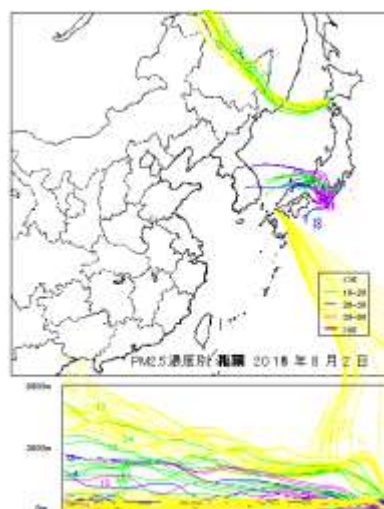


図 5-3-2-5 PM<sub>2.5</sub> 濃度上昇と後方流跡線

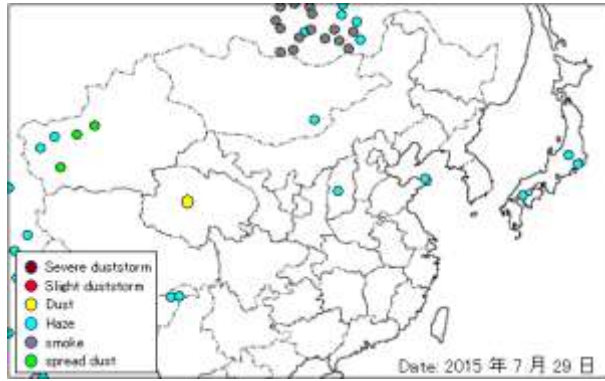


図 5-3-2-6 Haze の観測状況

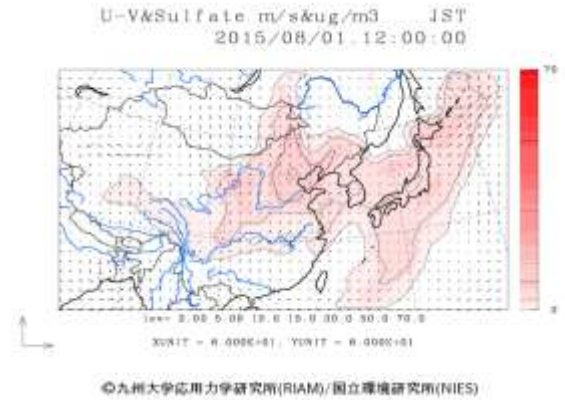


図 5-3-2-7 CFORS 予測結果

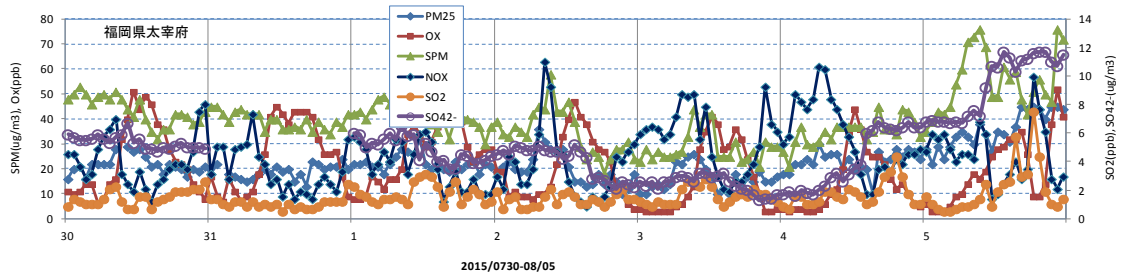


図 5-3-2-8 硫酸イオン濃度

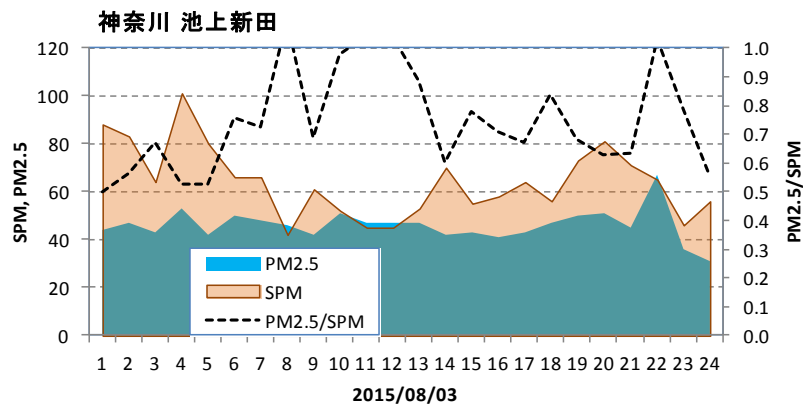


図 5-3-2-9  $PM_{2.5}/SPM$  の分布

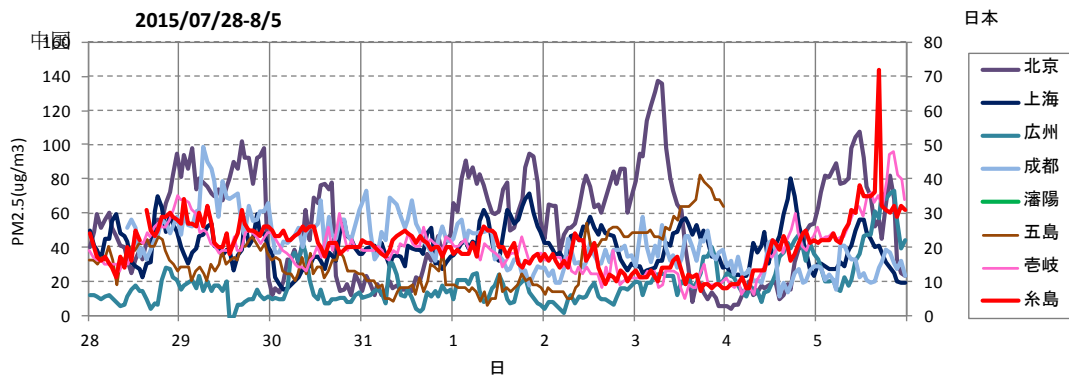


図 5-3-2-10 中国・離島・福岡での PM<sub>2.5</sub> 濃度

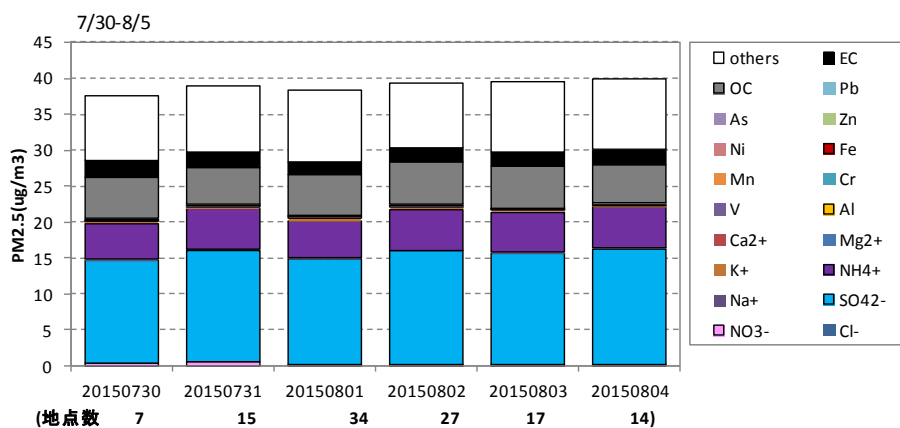


図 5-3-2-11 煙霧観測地点での PM<sub>2.5</sub> 高濃度 (>35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 地点の平均成分濃度  
(図下は日毎の地点数)

平均した地域

7月30日：関西・中国

7月31日：関東・関西・四国・九州

8月1日：関東・北陸・関西・中国

8月2日：関西・中国・九州

8月3日：関東・北陸・関西・中国・四国・九州

8月4日：関西・中国・四国・九州

### (3) 煙霧事例 03 (2015 年 10 月 10 日)

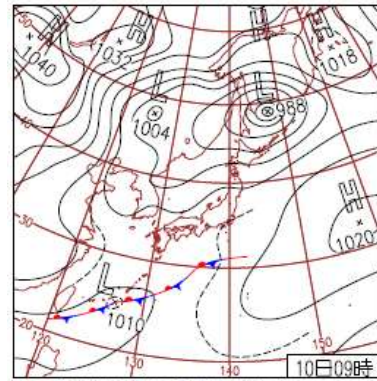
煙霧の観測は、本州中央部で、この地域を中心に  $PM_{2.5}$  濃度が  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える地点が目立っている。東京の後方流跡線で見ると、関東は近隣からの影響と思われる。中島ら<sup>22)</sup>は、 $PM_{2.5}$  高濃度地点 (全国 13 地点) での成分濃度結果から、地点により  $\text{SO}_4^{2-} \cdot \text{NO}_3^-$  の濃度が異なっていると述べている。また、この事例を含む期間中は、秋の収穫後の野焼きが、茨城県・富山県など日本中央部を中心に行われたとの推定<sup>23, 24, 25)</sup>もあり、その影響も考えられる。

表 5-3-3-1 煙霧観測地点

年	月	日	地点数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2015	10	10	11	つくば 津	宇都宮	前橋	熊谷	千葉	金沢	甲府	長野	岐阜	名古屋



図 5-3-3-1 黄砂・煙霧観測地点



10日(土)列島の南北に低気圧  
日本の南を東西にのびる前線が北上。沖縄・奄美は雨。西～東日本で曇りや雨。低気圧の影響で、北海道、東北部で風が強く、北海道えりも岬で最大瞬間風速  $27.1\text{m}/\text{s}$ 。

図 5-3-3-2 天気図

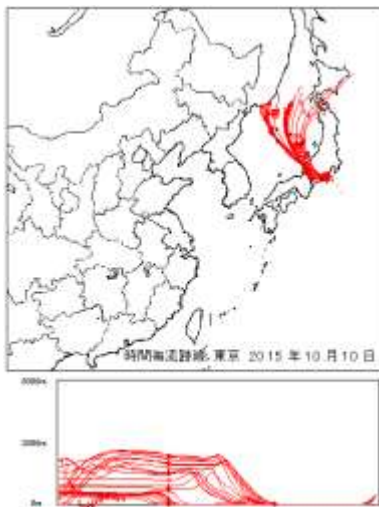


図 5-3-3-3 後方流跡線

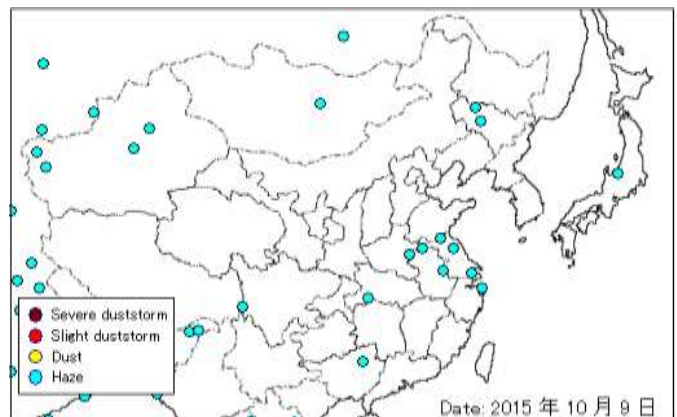


図 5-3-3-4 Haze の観測状況

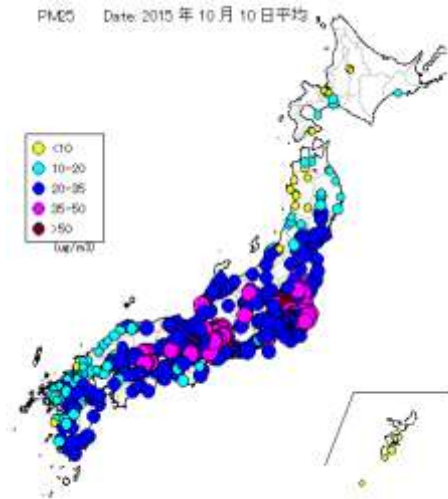


図 5-3-3-5 PM<sub>2.5</sub> 日平均値全国分布

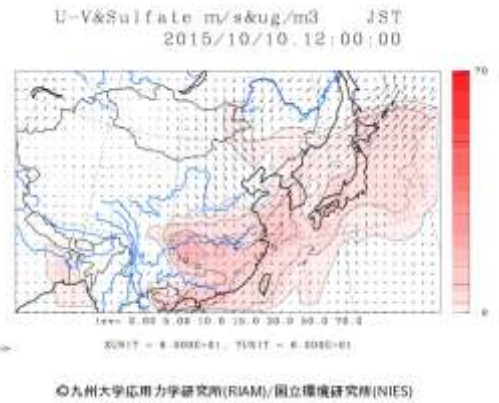


図 5-3-3-6 CFORS 予測結果

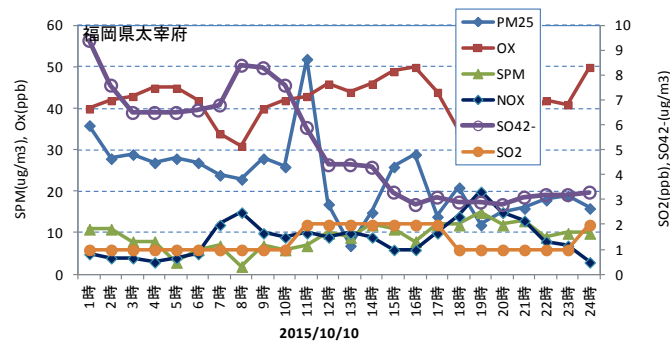


図 5-3-3-7 硫酸イオン濃度

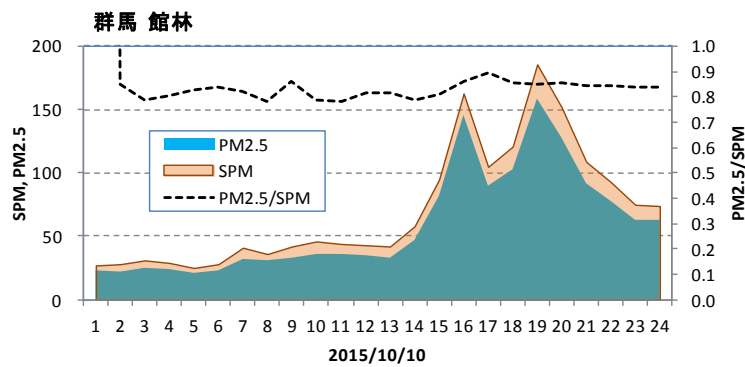


図 5-3-3-8 SPM、PM<sub>2.5</sub> 濃度と PM<sub>2.5</sub>/SPM

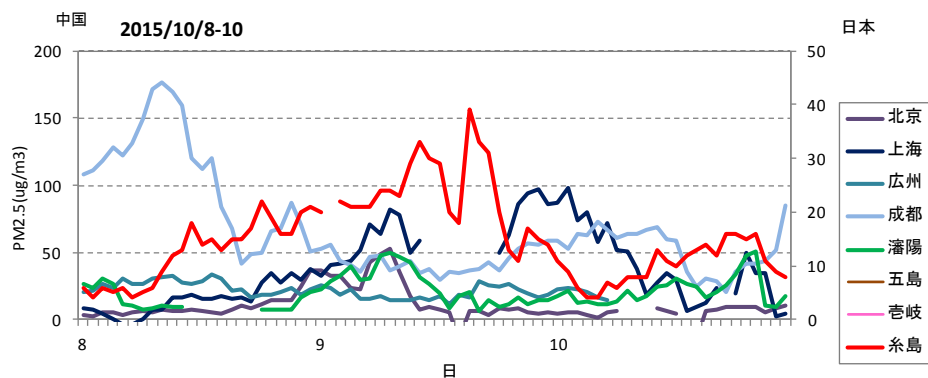


図 5-3-3-9 中国・離島・福岡での PM<sub>2.5</sub> 濃度



#### (4) 煙霧事例 04 (2015年10月21日~24日)

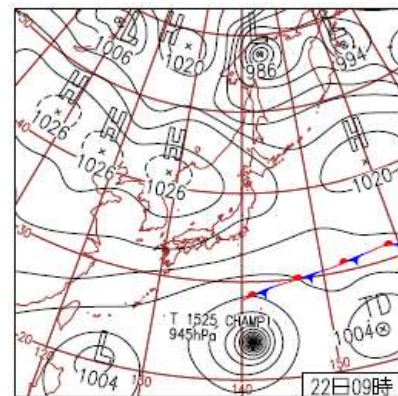
煙霧は西日本を中心に、北は新潟まで観測されている。PM<sub>2.5</sub>高濃度域は西日本が中心である。福岡での後方流跡線は、中国沿岸部からの気流の流れを示しており、CFORSでもsulfateの飛来を予測している。PM<sub>2.5</sub>濃度も高くなっており、21日は日平均値で35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた地点が12あり、日最高時間値は100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えていた。この時の福岡・東京での後方流跡線をPM<sub>2.5</sub>濃度時間値と対応させて示すと(図5-3-4-7)、江蘇省及び河北省からの軌跡と対応していた。福岡での硫酸イオン濃度は15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超え、図5-3-4-10の化学成分濃度図からPM<sub>2.5</sub>の主成分が硫酸イオンであることが判る。また、硫酸イオンとアンモニウムイオンの濃度比はアンモニウム硫酸塩と推定されるような比を示している。

表 5-3-4-1 黄砂・煙霧観測地点

年	月	日	地点数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2015	10	21	14	前橋 長崎	熊谷 熊本	福井 大分	甲府 宮崎	長野	奈良	和歌山	松山	福岡	佐賀
2015	10	22	11	前橋 鹿児島	千葉	金沢	福井	甲府	長野	奈良	松山	佐賀	熊本
2015	10	23	5	前橋	甲府	松山	高知	佐賀					
2015	10	24	19	前橋 津	千葉 和歌山	東京 松江	新潟 岡山	福井 松山	甲府 福岡	長野 佐賀	岐阜 長崎	静岡 熊本	名古屋



図 5-3-4-1 黄砂・煙霧観測地点



22日(木)台風第25号、父島接近  
沖縄・奄美は低圧部の影響で曇りや雨、九州～北海道は高気圧に覆われ、山陰や北陸で雲が多かった以外は晴れ。北海道天塩の最低気温-5.2℃で10月の1位更新。

図 5-3-4-2 天気図

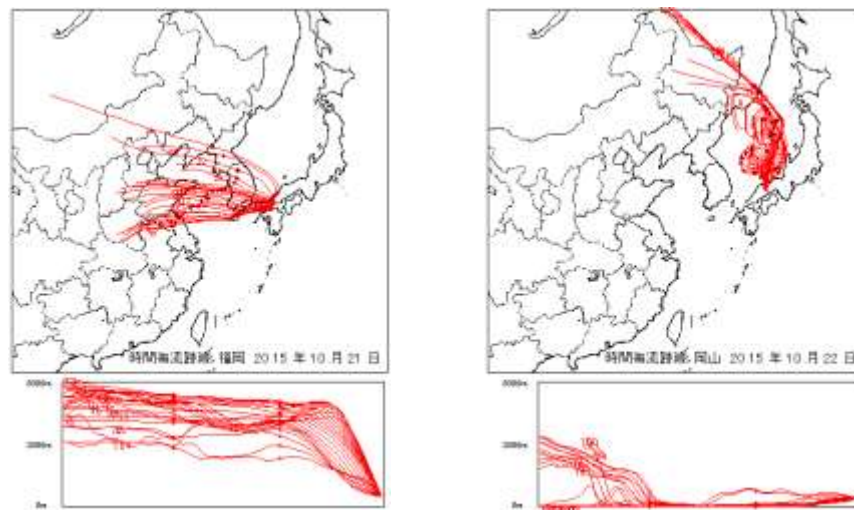


図 5-3-4-3 後方流跡線

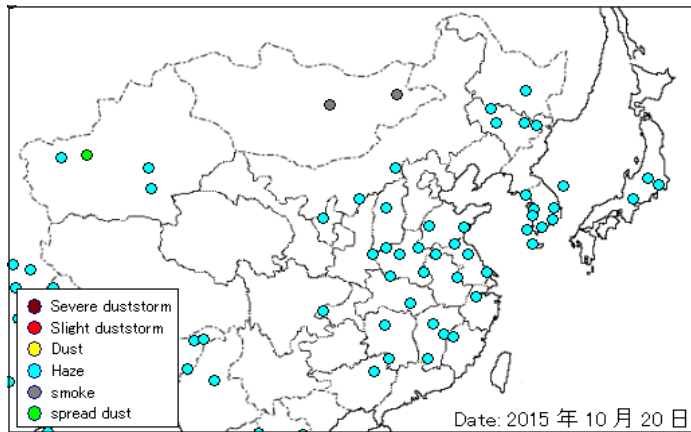


図 5-3-4-4 Haze の観測状況

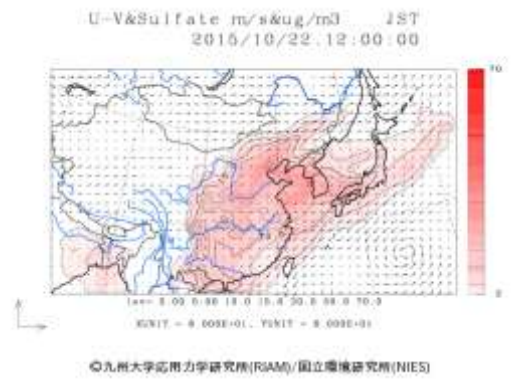


図 5-3-4-5 CFORS 予測結果

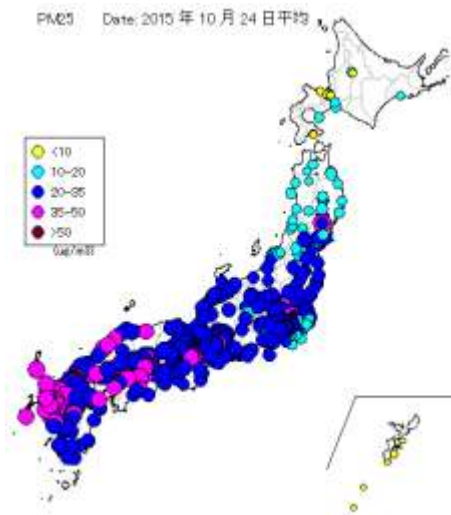


図 5-3-4-6 PM<sub>2.5</sub> 日平均値全国分布

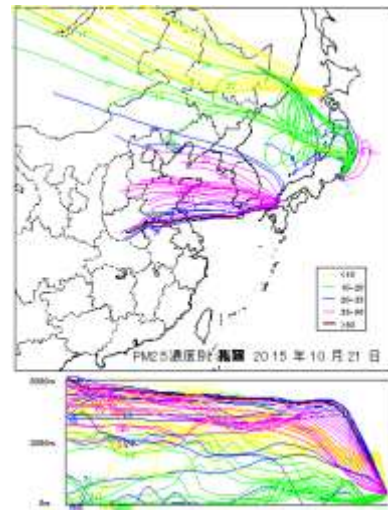


図 5-3-4-7 PM<sub>2.5</sub> 濃度上昇と後方流跡線

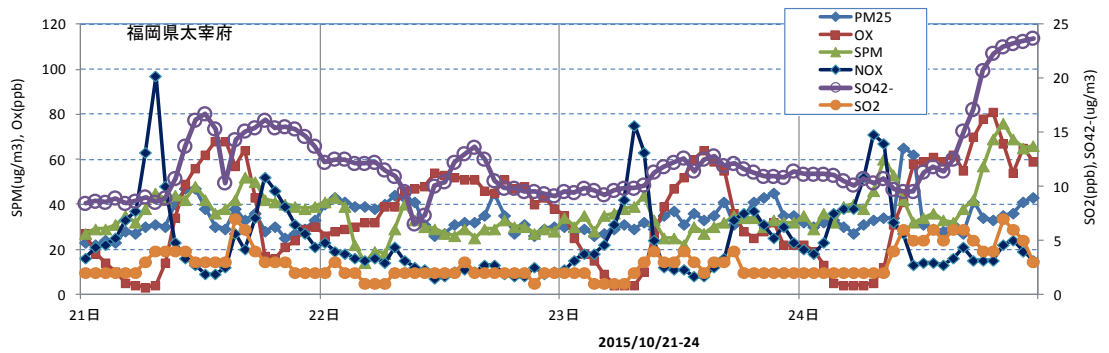


図 5-3-4-8 硫酸イオン濃度

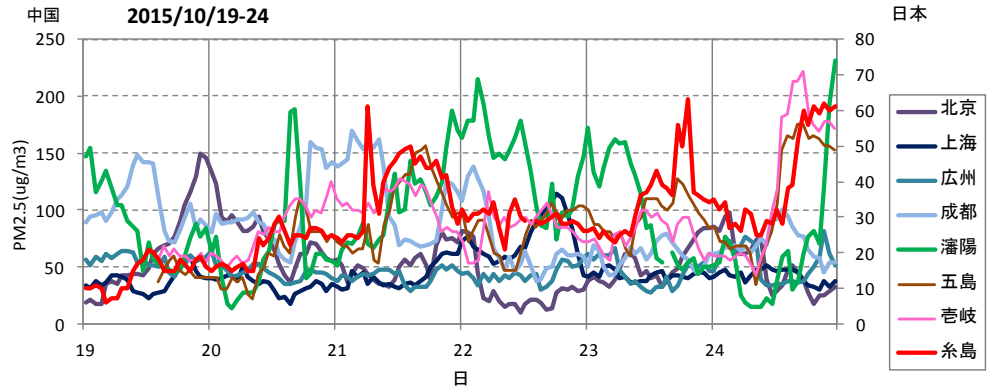


図 5-3-4-9 中国・離島・福岡での PM<sub>2.5</sub> 濃度

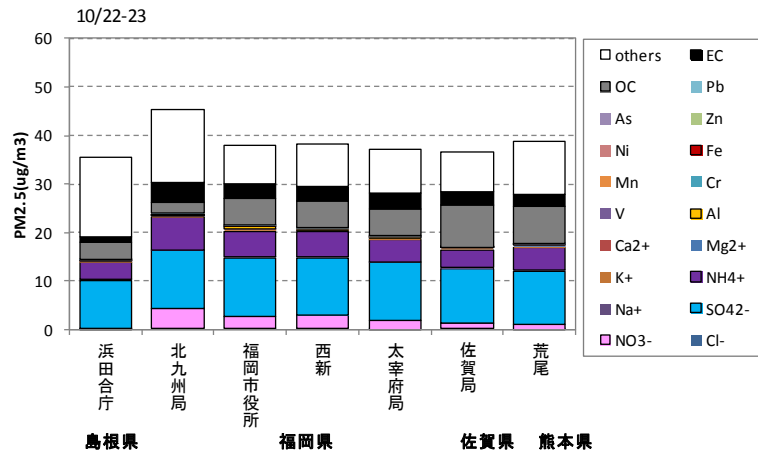
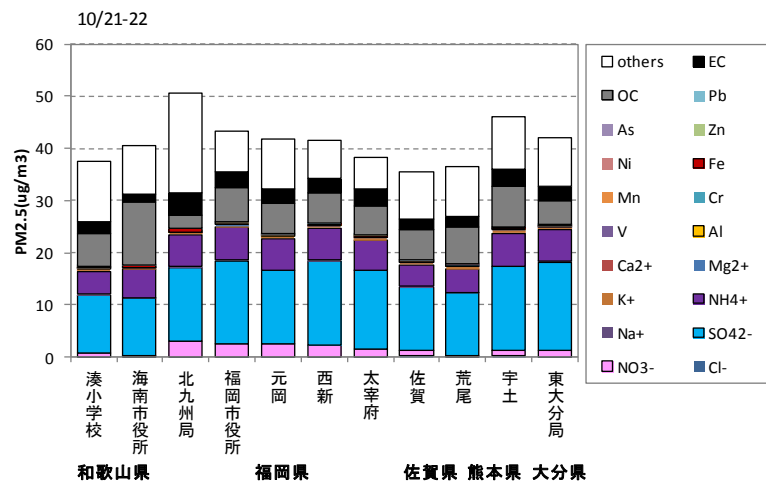


図 5-3-4-10 煙霧観測地点での PM<sub>2.5</sub> 高濃度日 (>35ug/m<sup>3</sup>) の成分濃度

(5) 煙霧事例 05 (2016年1月4日～5日)

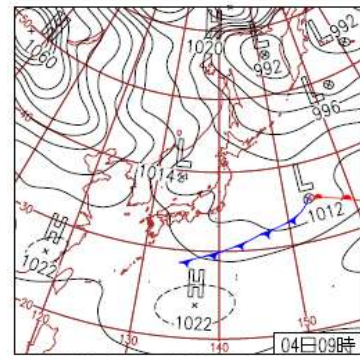
煙霧は、九州、中国、四国を中心に観測されている。東アジア全体でHazeの観測が非常に多い。福岡での後方流跡線は中国沿岸部からの流れを示している。日本に煙霧が発生する2日前の1月2日～3日にかけて、中国北京のPM<sub>2.5</sub>濃度は600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を記録した。日本では1月4日に日平均値で35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた地点が73あり、日最高時間値は112 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えていた。この時の福岡・東京・札幌での後方流跡線をPM<sub>2.5</sub>濃度時間値と対応させて示すと(図5-3-5-7)、山東省、北京付近からの軌跡と一致していた。福岡での硫酸イオン濃度は15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 近辺の値である。これらのことから、中国沿岸部のPM<sub>2.5</sub>の移流の越境の影響が示される。

表 5-3-5-1 黄砂・煙霧観測地点

年	月	日	地点数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2016	1	4	15	千葉	金沢	福井	京都	大阪	奈良	鳥取	松江	下関	徳島
				高松	松山	福岡	長崎	大分					
2016	1	5	17	千葉	福井	長野	名古屋	津	京都	大阪	神戸	奈良	岡山
				徳島	高松	長崎	熊本	大分	宮崎	鹿児島			



図 5-3-5-1 黄砂・煙霧観測地点



4日(月)またまた春の陽気  
 沖縄は気圧の谷となり雨。沖縄県城辺55.5mm/1h。奄美～東日本は概ね晴れたが、北日本は低気圧が通過し雨や雪の降った所多い。全国43地点で最高気温が1月の1位に。

図 5-3-5-2 天気図

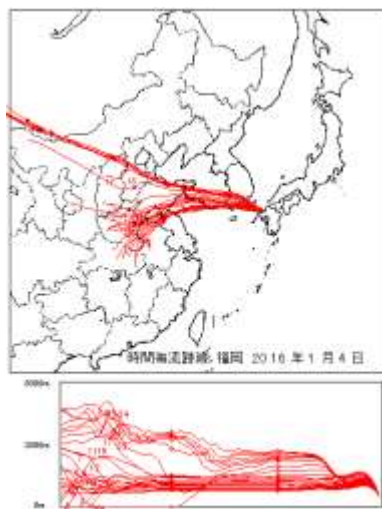


図 5-3-5-3 後方流跡線

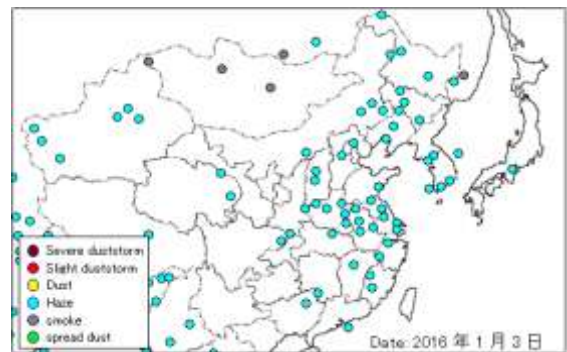
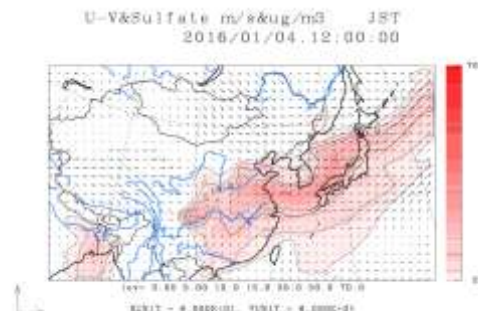


図 5-3-5-4 Hazeの観測状況



©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

図 5-3-5-5 CFORS 予測結果

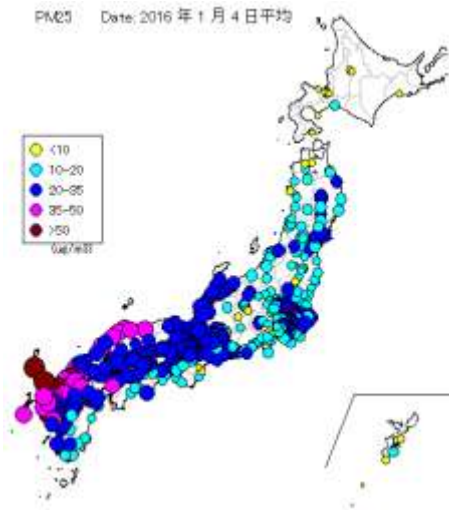


図 5-3-5-6 PM<sub>2.5</sub> 日平均値全国分布

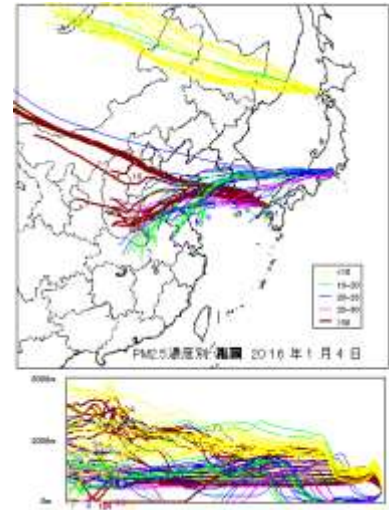


図 5-3-5-7 PM<sub>2.5</sub> 濃度上昇と後方流跡線

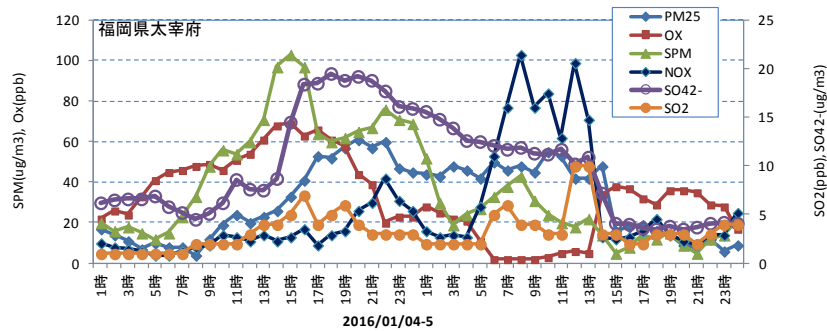


図 5-3-5-8 硫酸イオン濃度

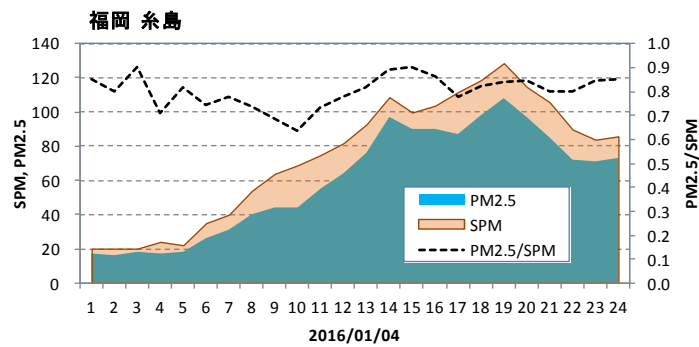


図 5-3-5-9 SPM、PM<sub>2.5</sub> 濃度と PM<sub>2.5</sub>/SPM

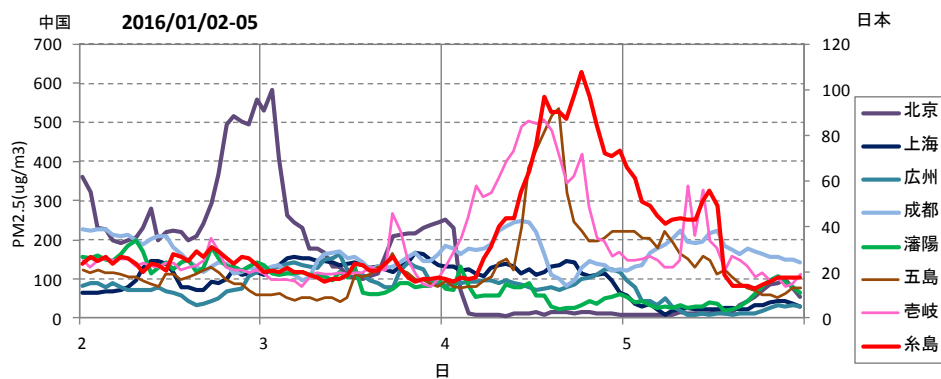


図 5-3-5-10 中国・離島・福岡での PM<sub>2.5</sub> 濃度

(6) 煙霧事例 06 (2016 年 2 月 1 日)

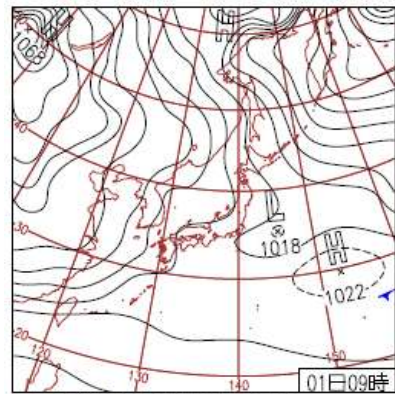
煙霧は、九州、中国、四国を中心に観測されている。福岡での後方流跡線は、中国沿岸部からの流れを示している。1 月 31 日には、中国各地で Haze が観測されている。この 2 月 1 日の福岡では、硫酸イオン濃度が高い状況であった。PM<sub>2.5</sub> 濃度は、日平均値で 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超えた地点が 28 あり、日最高時間時間値は 95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  と 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超えていた。この時の福岡の後方流跡線を PM<sub>2.5</sub> 濃度時間値と対応させて示すと (図 5-3-6-7)、北京・山東省付近を通過していたが、図 5-3-6-9 の PN<sub>2.5</sub> 時間値データでは北京の PM<sub>2.5</sub> 濃度の日最高時間値が 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  に達していない。福岡県内各地の PM<sub>2.5</sub> 成分濃度では、硝酸イオンが高濃度 (硫酸イオンと同程度) を示しており、煙霧事例 02 とは成分的特徴が異なる。

表 5-3-6-1 煙霧観測地点

年	月	日	地点数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2016	2	1	13	津	神戸	和歌山	岡山	広島	徳島	高松	松山	福岡	佐賀
				熊本	大分	宮崎							



図 5-3-6-1 黄砂・煙霧観測地点



1日(月)冬型の気圧配置続く  
 沖縄～東日本は気圧の谷の影響を受け広く曇りや雨。北日本は冬型の気圧配置が続く、太平洋側は晴れ、日本海側は雪。北海道は全観測地点で真冬日。

図 5-3-6-2 天気図

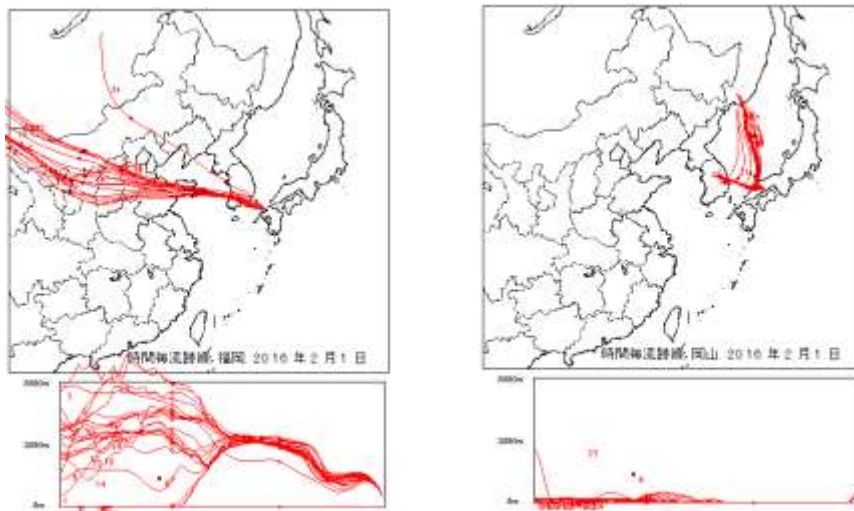


図 5-3-6-3 後方流跡線

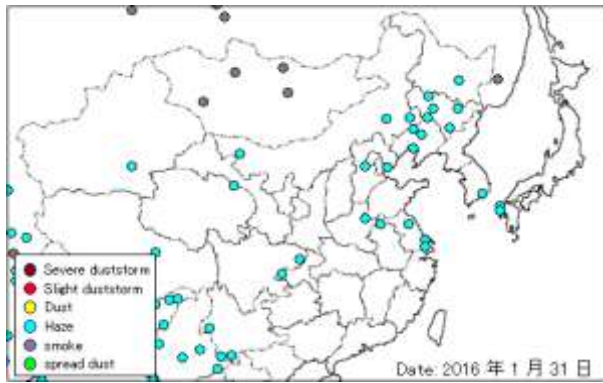


図 5-3-6-4 Haze の観測状況

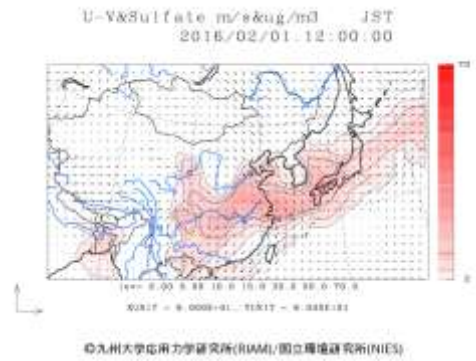


図 5-3-6-5 CFORS 予測結果

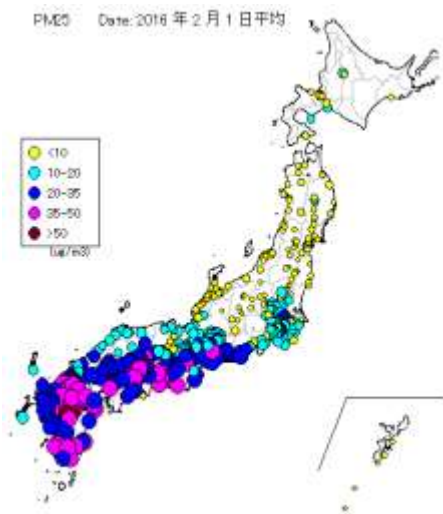


図 5-3-6-6 PM<sub>2.5</sub> 日平均値全国分布

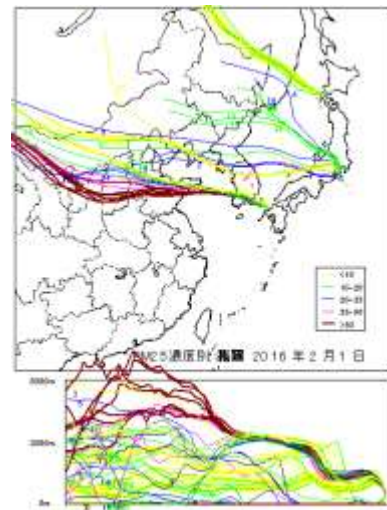


図 5-3-6-7 PM<sub>2.5</sub> 濃度上昇と後方流跡線

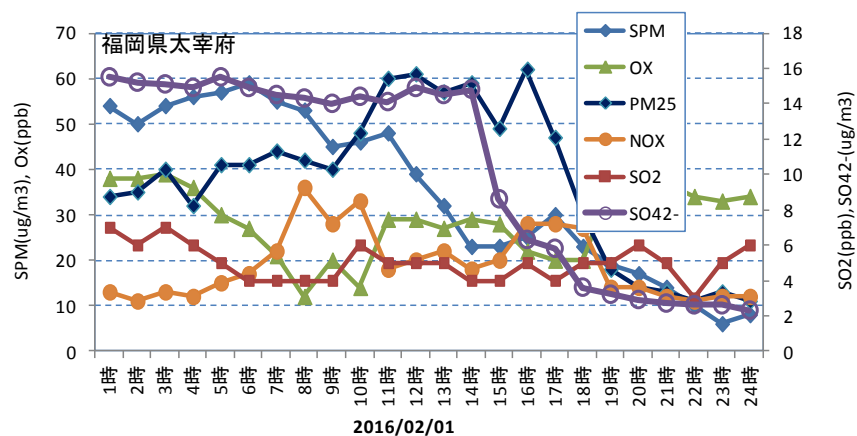


図 5-3-6-8 硫酸イオン濃度

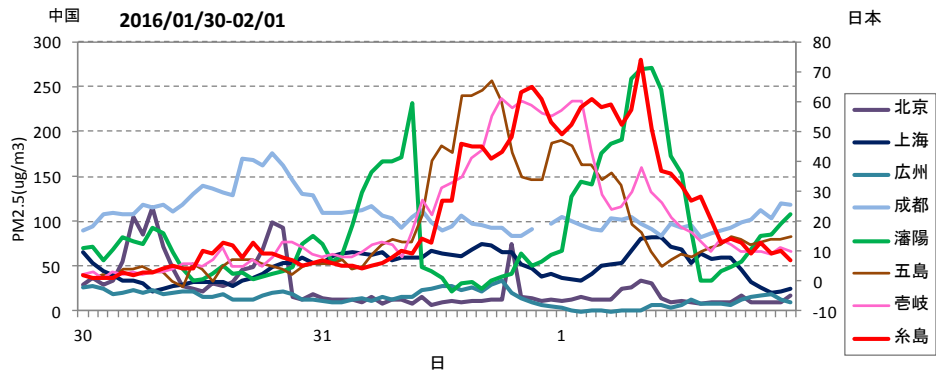


図 5-3-6-9 中国・離島・福岡での PM<sub>2.5</sub> 濃度

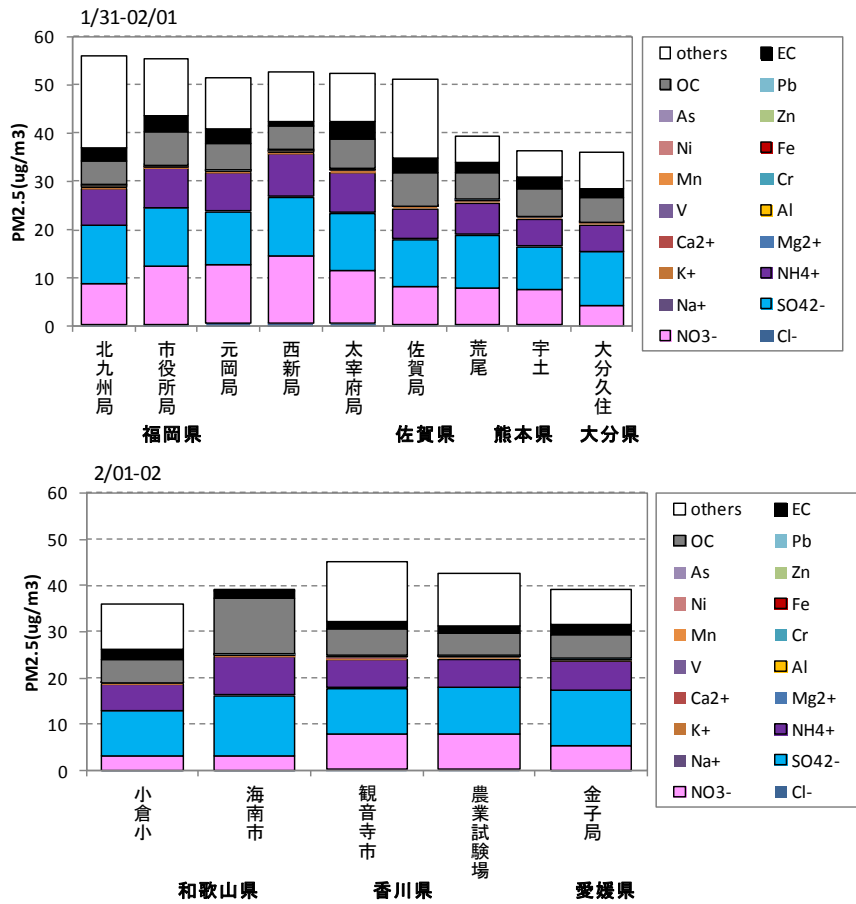


図 5-3-6-10 煙霧観測地点での PM<sub>2.5</sub> 高濃度日 (>35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) の成分濃度



(7) 煙霧事例 07 (2016 年 2 月 28 日)

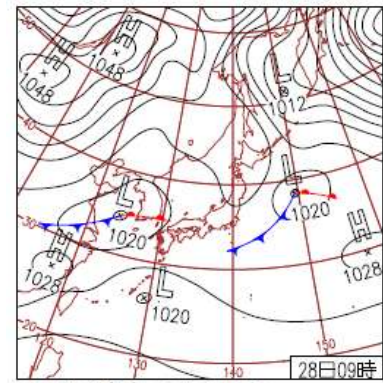
煙霧は関西を中心に観測されており、その前日(2月27日)には、中国全体で Haze が観測されている。木戸らは<sup>26)</sup>、この時の PM<sub>2.5</sub> 濃度上昇を Ca<sup>2+</sup>濃度の上昇とライダーから、越境汚染の影響とともに黄砂の飛来もあるとしている。黄砂飛来の状況を探るために、図 5-3-7-10、-11、-12、-13 に、ライダーによる黄砂消散係数、SPM 濃度全国分布、富山での後方流跡線図、CFORS (dust) 予測結果をそれぞれ示している。富山だけでなく長崎の黄砂消散係数の最大値が 0.07 を超えており、日本海側に広く黄砂が飛来したことを示している。日本海側の SPM 濃度は高くないことから弱い黄砂現象であったこと、それに比して瀬戸内海沿岸域の SPM 濃度が高いことから、瀬戸内海沿岸域の PM<sub>2.5</sub> 高濃度現象は黄砂に因らないと思われる。

表 5-3-7-1 煙霧観測地点

年	月	日	地点数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2016	2	28	10	甲府	長野	津	神戸	奈良	鳥取	松江	徳島	高松	大分



図 5-3-7-1 黄砂・煙霧観測地点



28日(日)東京マラソン日和  
気圧の尾根となり全国的に概ね晴れ。沖縄～東日本の各地で最高気温が4月上旬並に。低気圧が次第に発達しながら日本海へ東進し、島根県浜田で最大瞬間風速 26.3m/s。

図 5-3-7-2 天気図

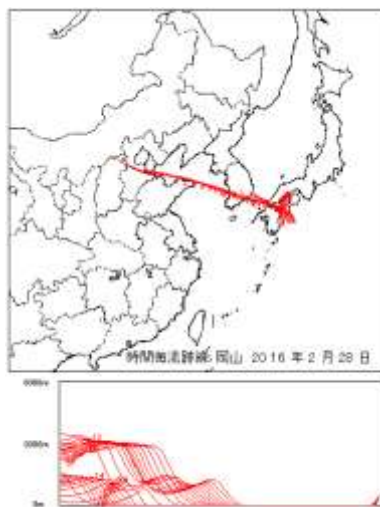


図 5-3-7-3 後方流跡線

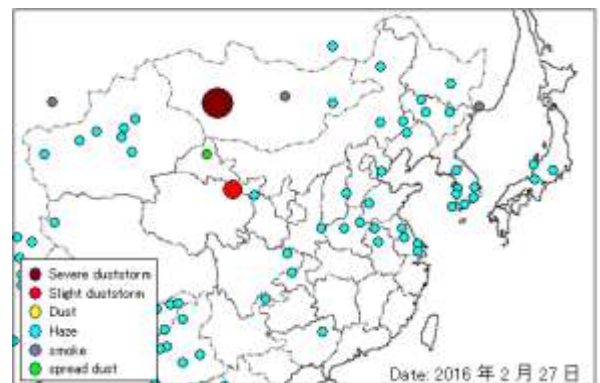


図 5-3-7-4 Haze の観測状況

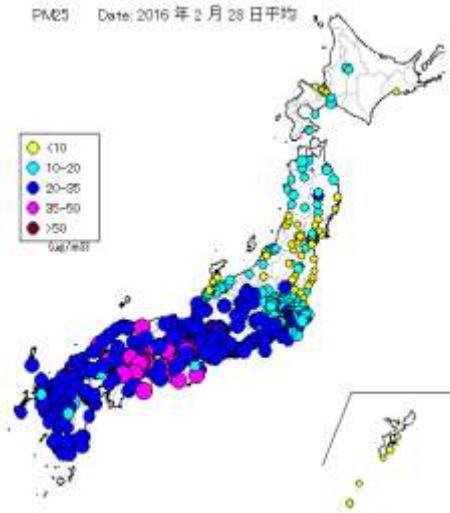
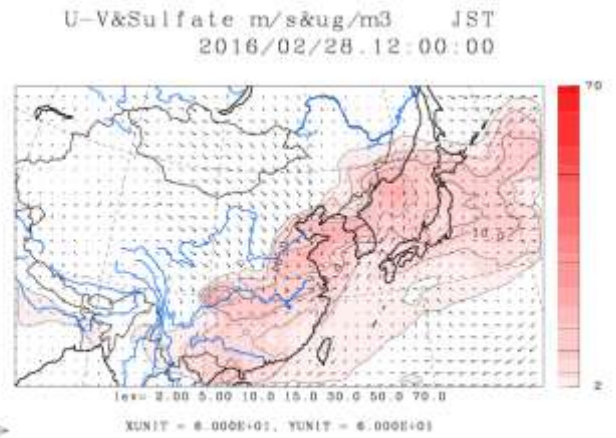


図 5-3-7-5 PM<sub>2.5</sub> 日平均値全国分布



©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

図 5-3-7-6 CFORS 予測結果

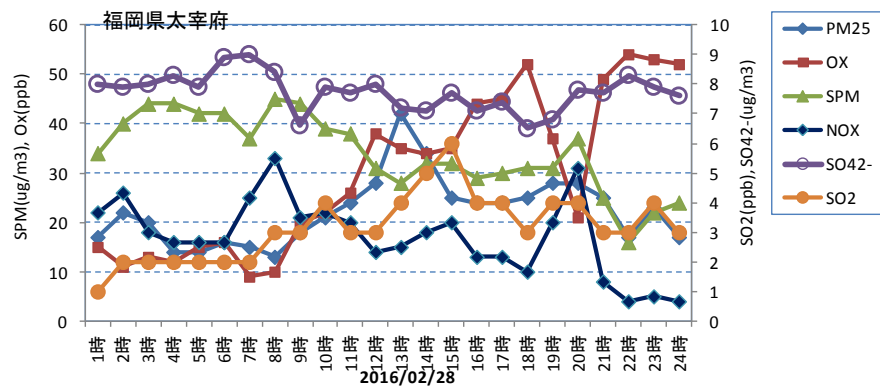


図 5-3-7-7 硫酸イオン濃度

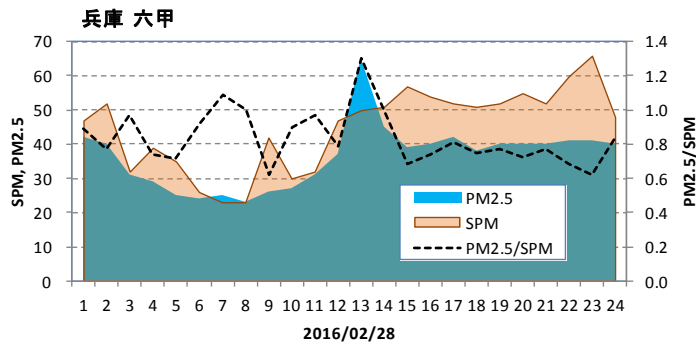


図 5-3-7-8 SPM、PM<sub>2.5</sub> 濃度と PM<sub>2.5</sub>/SPM

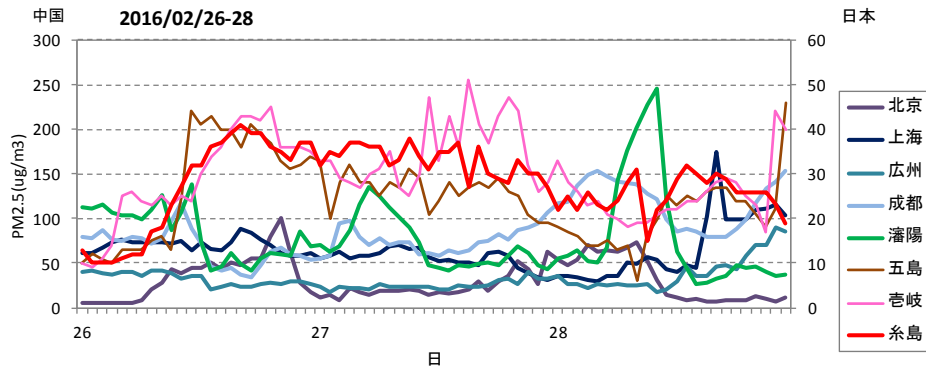


図 5-3-7-9 中国・離島・福岡での PM<sub>2.5</sub> 濃度

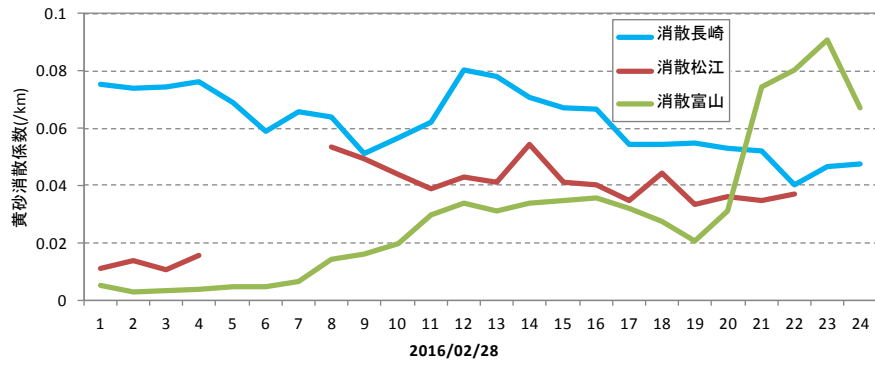


図 5-3-7-10 ライダー黄砂消散係数の経時変化

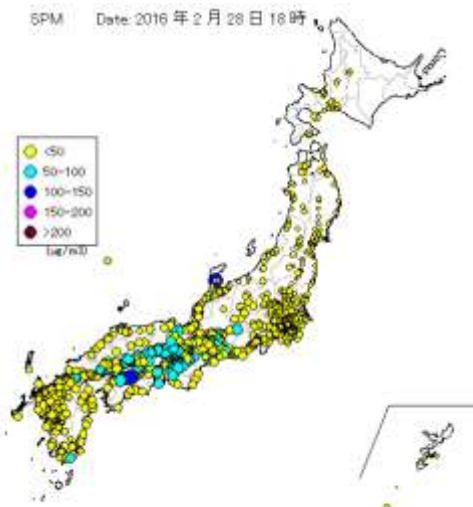


図 5-3-7-11 SPM 濃度全国分布

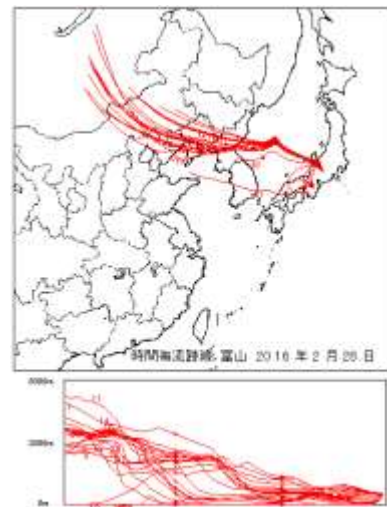


図 5-3-7-12 富山での後方流跡線

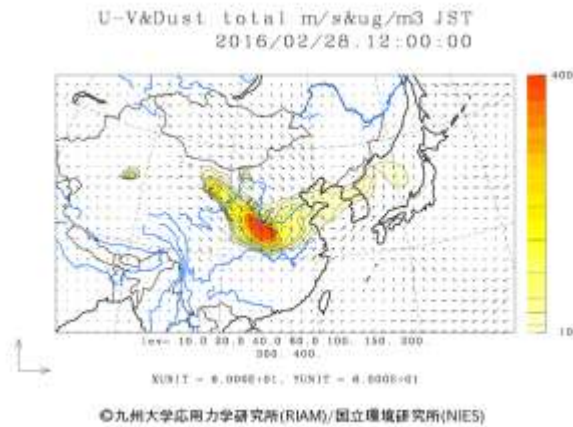


図 5-3-7-13 CFORS (dust) 予測結果

(8) 煙霧事例 08 (2016年3月5日)

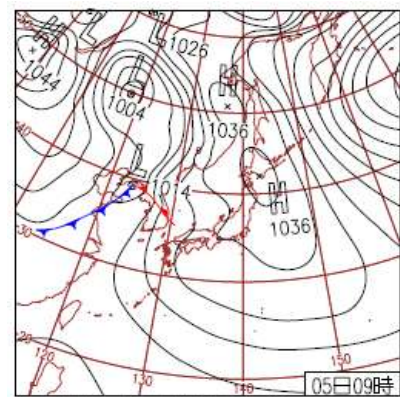
煙霧観測は九州と本州中央部が主であり、前日には中国全域で Haze が観測されている。PM<sub>2.5</sub>は煙霧観測地点付近で高く、CFORS も sulfate の飛来を予測している。後方流跡線は、九州では4日に中国沿岸部からの流れを示している。福岡の硫酸イオン濃度は最大 14μg/m<sup>3</sup> を超す値である。木戸らは<sup>26)</sup>、この時の PM<sub>2.5</sub>濃度上昇を Ca<sup>2+</sup>濃度の上昇とライダーから、越境汚染の影響とともに黄砂の飛来もあったとしている。大陸では、3月4日に、大きな砂塵嵐の発生は観測されており、松江、富山のライダーの黄砂消散係数の最大値は 0.07~0.09 にあり、黄砂飛来を示している。日本海側の煙霧は黄砂の寄与があり、関東北部の煙霧とは異なると考えられる。

表 5-3-8-1 煙霧観測地点

年	月	日	地点数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2016	3	5	10	宇都宮	前橋	熊谷	新潟	富山	金沢	長野	津	下関	佐賀



図 5-3-8-1 黄砂・煙霧観測地点



5日(土)九州は5月並の気温も

北日本は高気圧に覆われて概ね晴れ。沖縄～東日本は南から暖かく湿った空気が入った影響で沖縄・奄美や山陰を中心に曇りや雨。下関市でタンポポ開花。

図 5-3-8-2 天気図

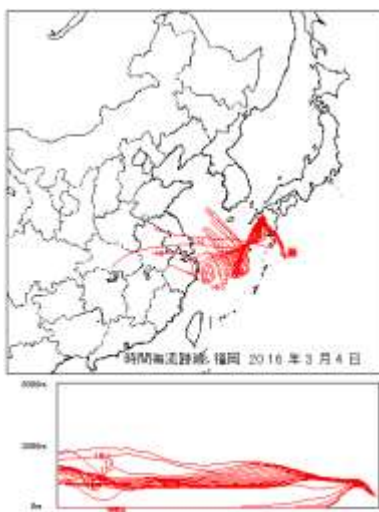


図 5-3-8-3 後方流跡線

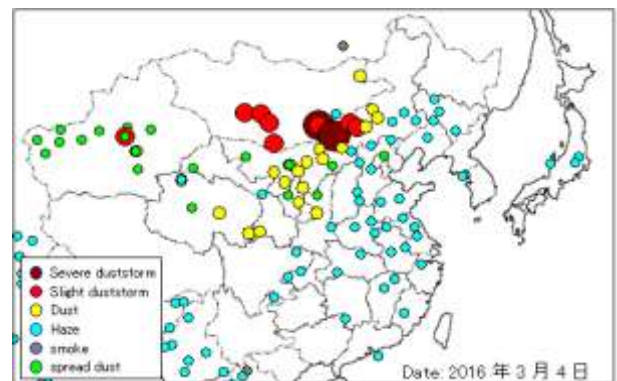


図 5-3-8-4 Haze の観測状況