

(9) 平成 21 (2009) 年 4 月 25 日～26 日

黄砂の観測は、25 日が九州・沖縄で 26 日は沖縄のみであり、沖縄では SPM が最高で $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える高濃度となっている。気圧配置は、九州に低気圧があり、それから南西方向に沖縄付近まで前線が延びている。この時、沖縄での後方流跡線はモンゴル付近からのものとなっており、その黄砂の影響を顕著に受けたことが予想される。22～23 日にモンゴル全域で砂塵嵐も観測されている。また、CFORS によると、沖縄が黄砂分布の中心により近い位置にあったため、より高濃度の黄砂に晒されたことを示唆している。沖縄より北部に位置する九州から山陰地方にかけては、黄砂分布の中心部から大きく外れたものの黄砂の低濃度帯が通過することによって、SPM 濃度が $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える程度に上昇したと考えられる。福岡での硫酸イオン濃度は $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下と低い。

以上より、この期間、沖縄をはじめ九州、山陰が黄砂の影響を受けたものと判断される。

表 5-2-9-1 気象台黄砂観測地点と黄砂規模

年月日	地点数	観測地点									SPM平均	県数	積算
		佐賀	大分	熊本	鹿児島	宮崎	名瀬	石垣島	宮古島	那覇			
2009/4/25	9										18.8	6	113
2009/4/26	2	石垣島	宮古島								21.3	1	21

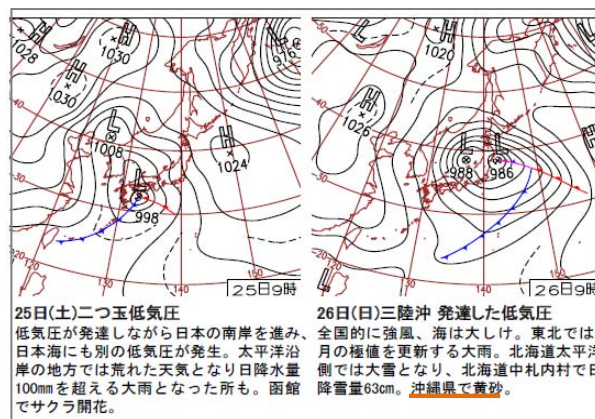


図 5-2-9-1 天気図

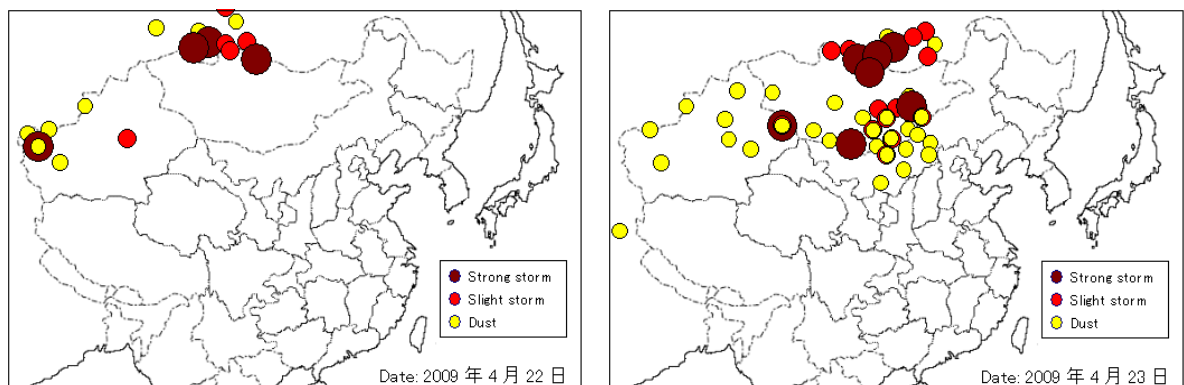


図 5-2-9-2 砂塵嵐発生状況

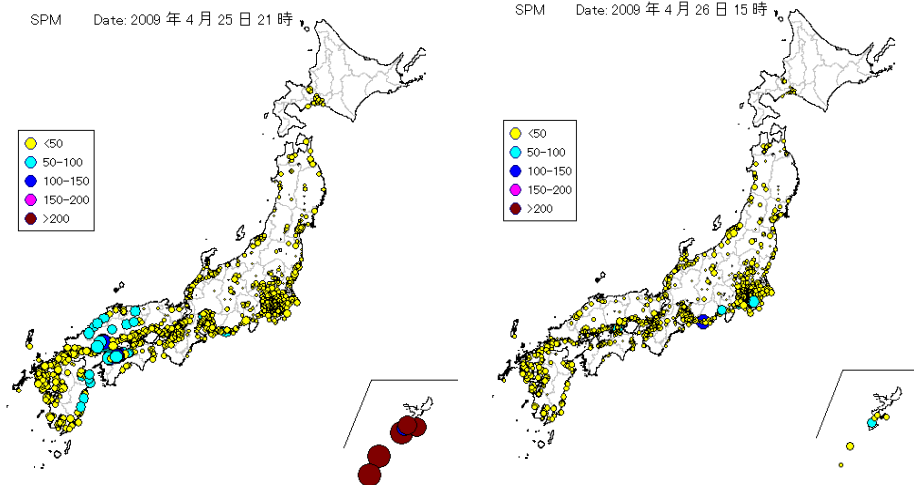


図 5-2-9-3 SPM 濃度全国分布

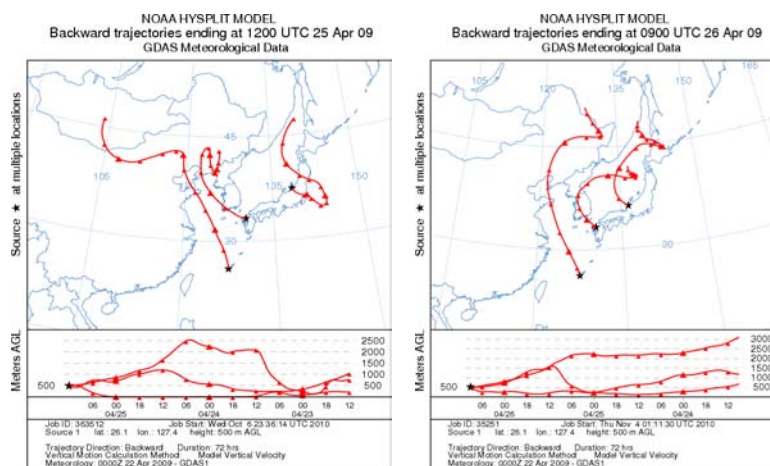


図 5-2-9-4 後方流跡線

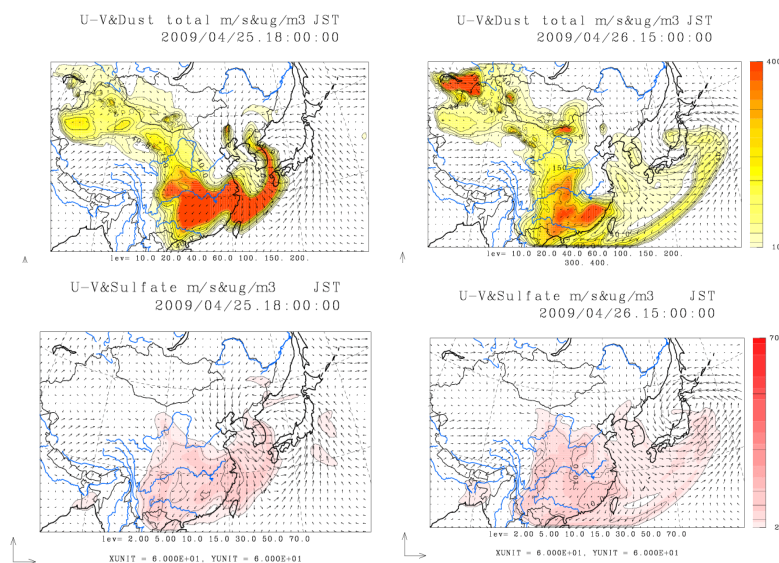


図 5-2-9-5 CFORS(dust・sulfate)の予測結果

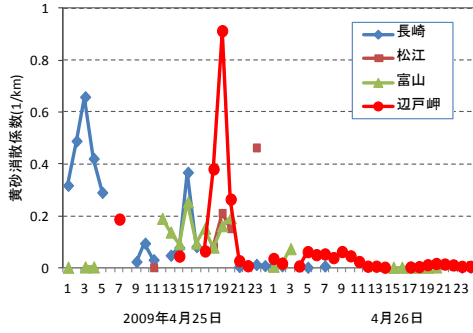


図 5-2-9-6 ライダー黄砂消散係数の経時変化

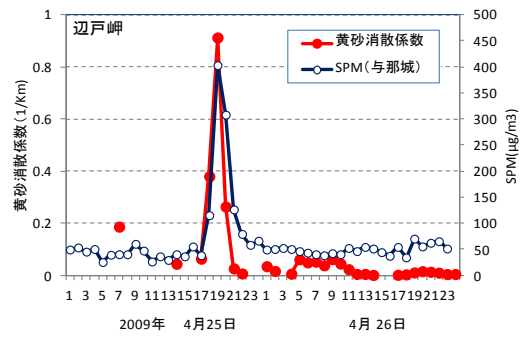


図 5-2-9-7 黄砂消散係数とSPM濃度の経時変化

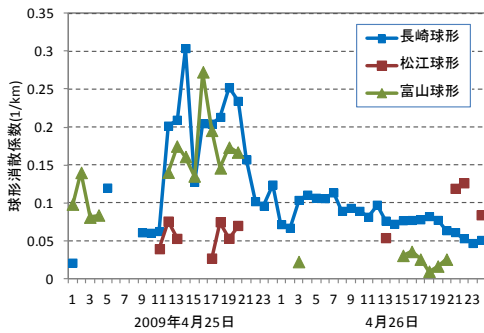


図 5-2-9-8 ライダー球形消散係数の経時変化

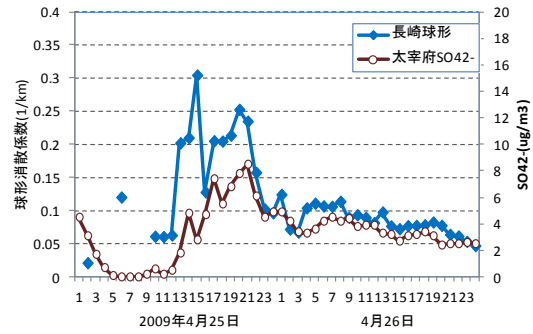


図 5-2-9-9 球形消散係数とSO₄²⁻の経時変化

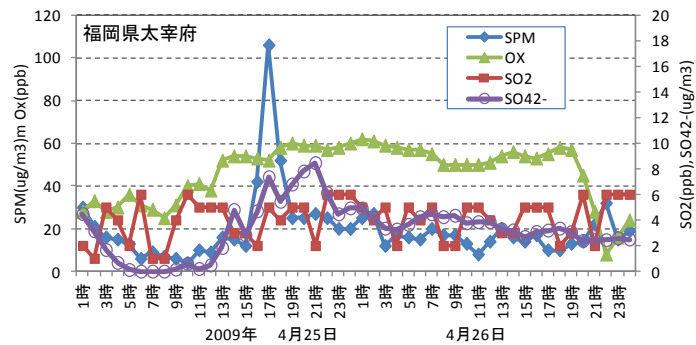


図 5-2-9-10 硫酸イオン等の経時変化

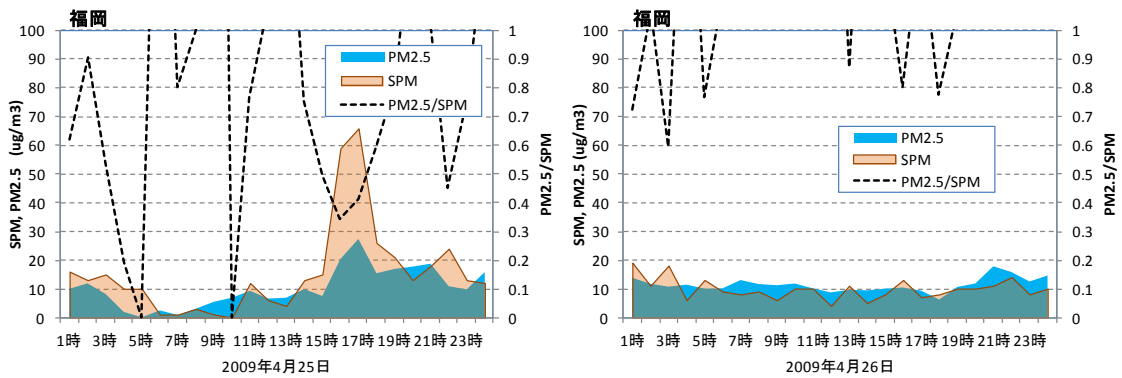


図 5-2-9-11 PM_{2.5}・SPM濃度とPM_{2.5}/SPM比の経時変化

(10) 平成 21 (2009) 年 5 月 8 日

黄砂は、九州の 2 ヶ所で観測されているのみであるが、SPM 濃度の上昇は九州北西部全体で顕著である。この日、九州地方は全域でオキシダント (Ox) の高濃度を示し、29 の観測局で 120ppb を超えており各地で注意報が発令されている。また、太宰府において硫酸イオンをはじめとする大気汚染物質濃度が SPM 濃度と同時に上昇し、硫酸イオン濃度は最高 $24.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ まで達している。CFORS(sulfate)の予測結果では、低濃度帯が九州を通過している。さらに、PM_{2.5}/SPM 比も 1 前後であり、微小粒子の存在割合の大きさを示している。

気圧配置は、九州地方を移動性高気圧が通過する様子がみられ、後方流跡線でも中国沿岸部から韓国を経由して九州に到達している。これらの状況から、SPM 濃度の上昇が、大陸からの移流による硫酸塩エアロゾルの飛来に起因するものと推定される。

表 5-2-10-1 気象台黄砂観測地点と黄砂規模

年月日	地点数	観測地点	SPM平均	県数	積算
2009/5/8	2	熊本 鹿児島	41.8	2	84

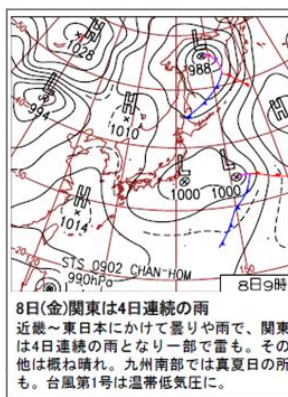


図 5-2-10-1 天気図

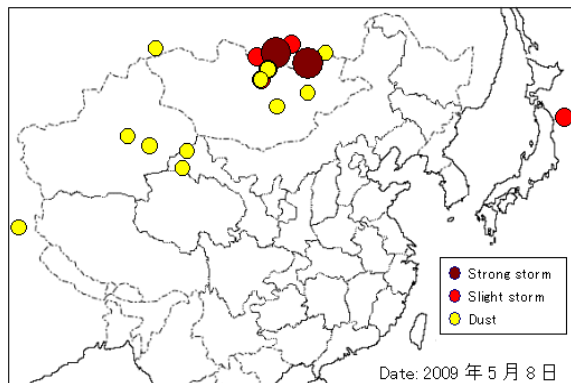


図 5-2-10-2 砂塵嵐発生状況

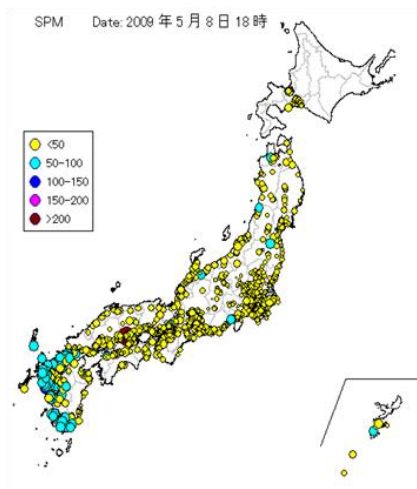


図 5-2-10-3 SPM 濃度全国分布

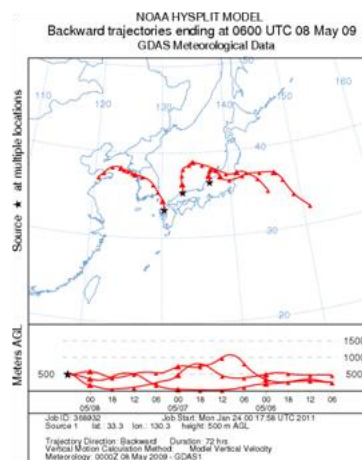


図 5-2-10-4 後方流跡線

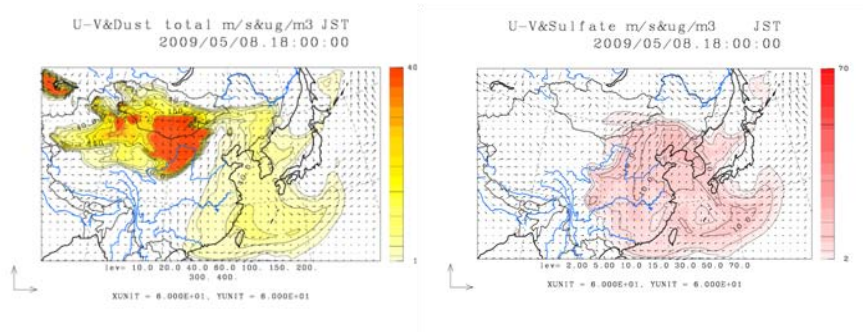


図 5-2-10-5 CFORS(dust・sulfate)の予測結果

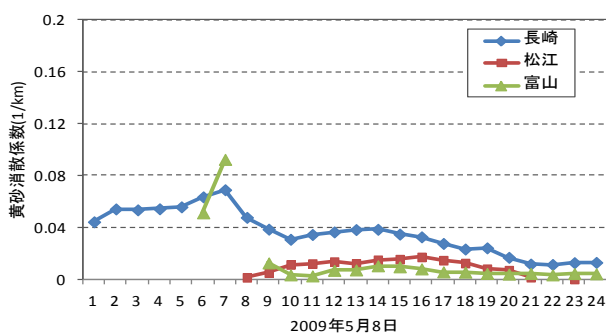


図 5-2-10-6 ライダー黄砂消散係数の経時変化

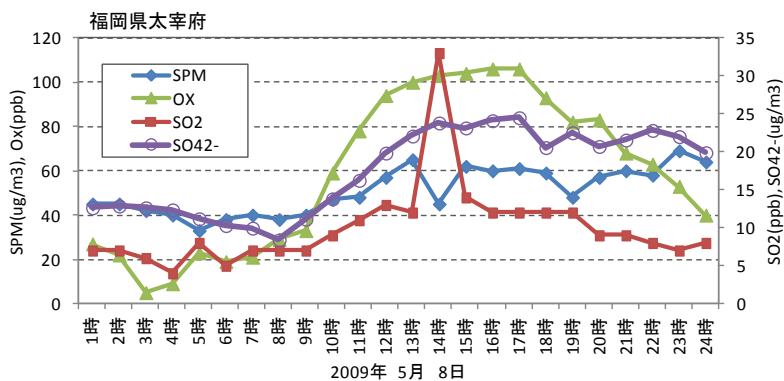


図 5-2-10-7 硫酸イオン等の経時変化

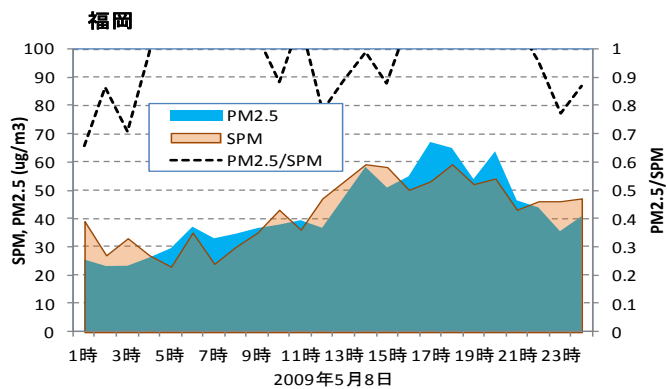


図 5-2-10-8 PM_{2.5}・SPM 濃度と PM_{2.5}/SPM 比の経時変化

(11) 平成 21 (2009) 年 5 月 19 日

黄砂は青森で観測されている。気圧配置をみると、オホーツク海を低気圧が通過している。後方流跡線はいずれもモンゴル付近からの気塊であることを示しており、CFORS の結果で黄砂の低濃度帯が北日本を中心に日本全土を覆っていることがみられる。ライダーの結果においても札幌で黄砂消散係数の上昇がみられることなどから黄砂の飛来が推定できる。しかし、SPM は $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える程度の濃度で全国に分布していることから、規模の小さなものであった。

一方、福岡で硫酸イオン濃度が最高 $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となり、また $\text{PM}_{2.5}/\text{SPM}$ 比も 0.8 前後と高く、九州での硫酸塩エアロゾル飛来の気配がみられる。北に黄砂、南に硫酸塩エアロゾルと地域で分離した影響を受けていると考えられる。

表 5-2-11-1 気象台黄砂観測地点と黄砂規模

年月日	地点数	観測地点	SPM平均	県数	積算
2009/5/19	1	青森	27.6	1	28

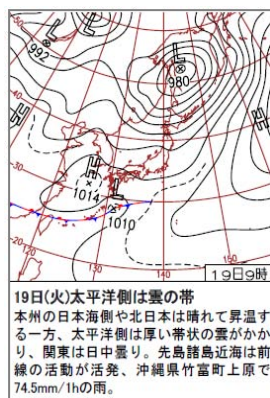


図 5-2-11-1 天気図

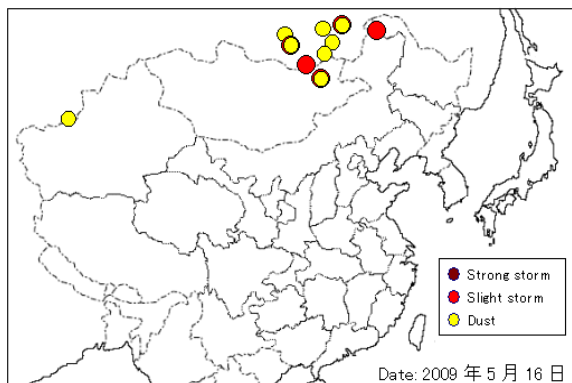


図 5-2-11-2 砂塵嵐発生状況

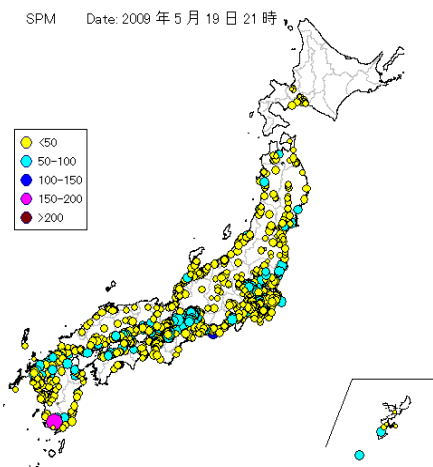


図 5-2-11-3 SPM 濃度全国分布

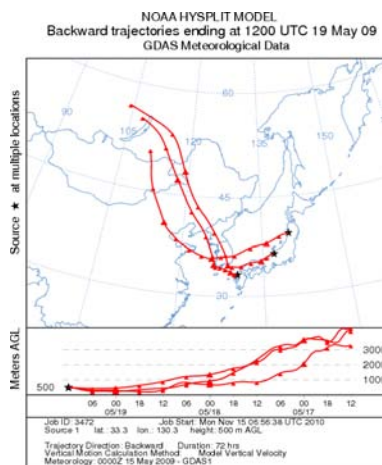


図 5-2-11-4 後方流跡線

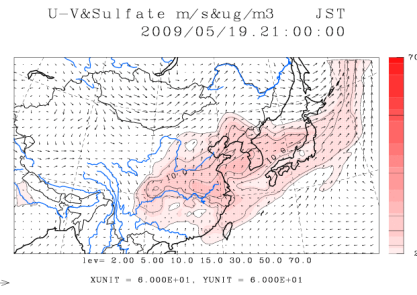
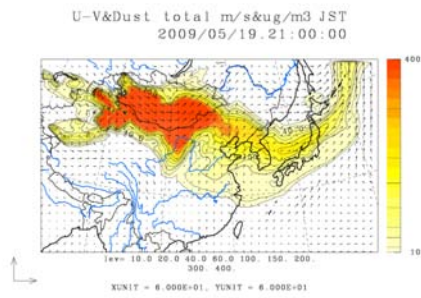


図 5-2-11-5 CFORS(dust・sulfate)の予測結果

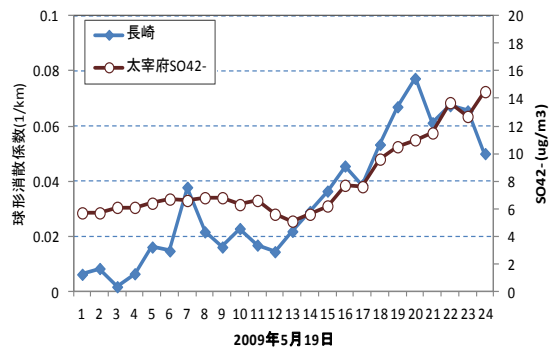
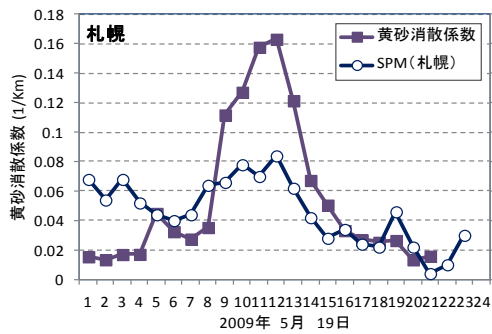


図 5-2-11-6 黄砂消散係数とSPM濃度の経時変化

図 5-2-11-7 球形消散係数と硫酸イオンの経時変化

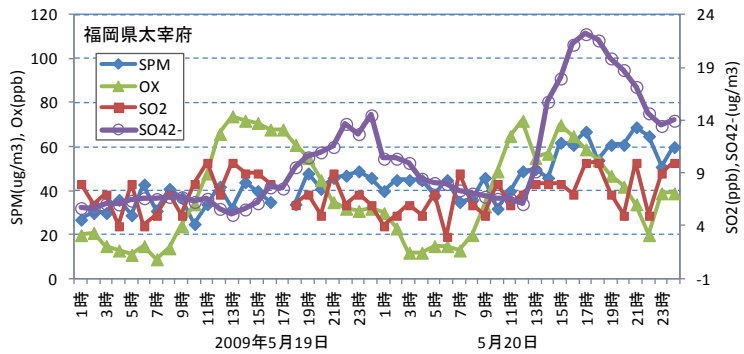


図 5-2-11-8 硫酸イオン等の経時変化

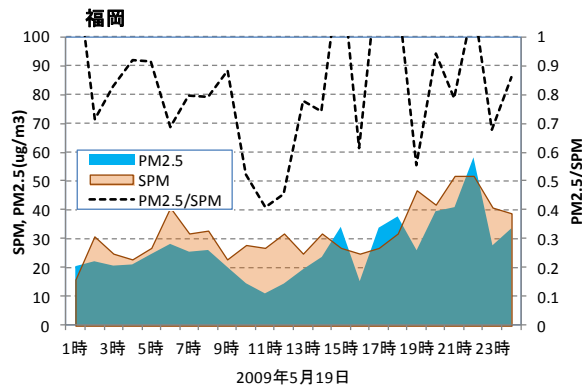


図 5-2-11-9 PM_{2.5}・SPM濃度とPM_{2.5}/SPM比の経時変化

(12) 平成 21 (2009) 年 10 月 19 日～22 日

黄砂の観測は、九州・山陰が中心であるがさほど広い範囲ではない。SPM 濃度の分布でもその地域で 18 日に上昇がみられる。気圧配置は、中国内陸部で発生したと考えられる大きな低気圧が南下し、日本南岸に前線を形成している。後方流跡線は、19 日～22 日の全ての日において、モンゴル方向を示すなど黄砂の飛来の様相を示している。世界気象資料では 18 日にモンゴルにおいて砂塵嵐の発生が観測されている。CFORS では、モンゴル南部の黄砂高濃度帯からの流れが 19 日に九州北部から山陰地方にあり、20 日以降は、日本全土が黄砂の低濃度帯で覆われている様子がみられる。さらに、長崎と松江におけるライダーの結果も、ともに黄砂の飛来を示している。硫酸イオン濃度では、19 日午後 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えており、硫酸塩エアロゾルの飛来もみられている。これは、19 日の福岡での後方流跡線が中国沿岸部を經由していることや CFORS の sulfat の予測からもうかがえる。九州を中心に黄砂が到来し、更に硫酸エアロゾルも同様に飛来したと考えられる。なお、中国 (Jyrie) で、18 日 10 時に PM_{10} が $5223 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、韓国 (Canghwa) で 20 日 10 時 $389 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を示している^v。

表 5-2-12-1 気象台黄砂観測地点と黄砂規模

年月日	地点数	観測地点						SPM平均	県数	積算
2009/10/19	6	松江	下関	山口	福岡	佐賀	長崎	31.1	5	156
2009/10/20	3	石垣島	宮古島	那覇				38.8	1	39
2009/10/21	2	松江	鳥取					25	2	50
2009/10/22	2	松江	鳥取					25	2	50

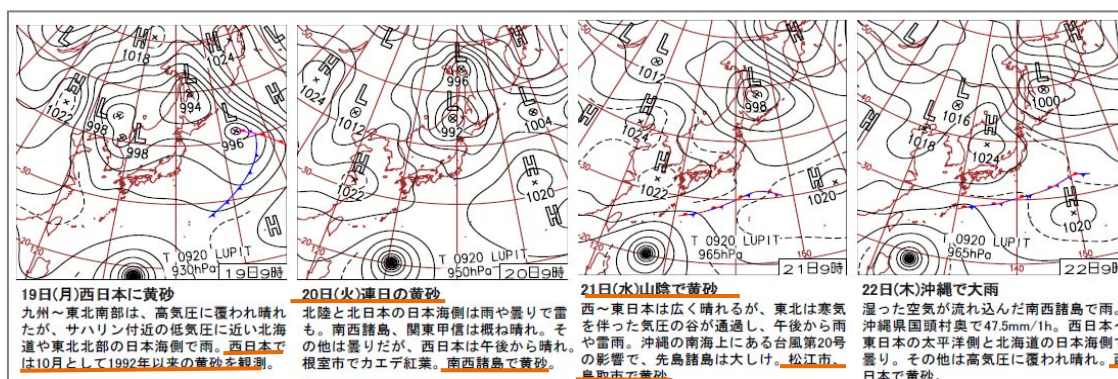


図 5-2-12-1 天気図

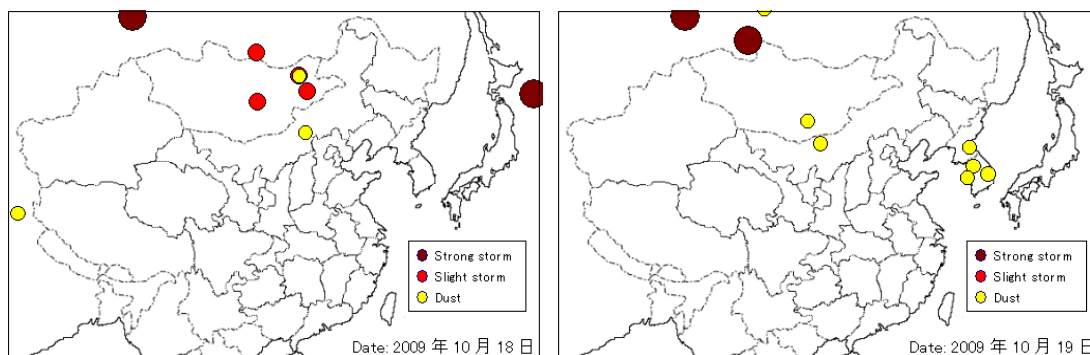


図 5-2-12-2 砂塵嵐発生状況

^v 第 4 回日中韓黄砂共同研究ワーキンググループ I 会合 (2011.11: 北京) 資料より

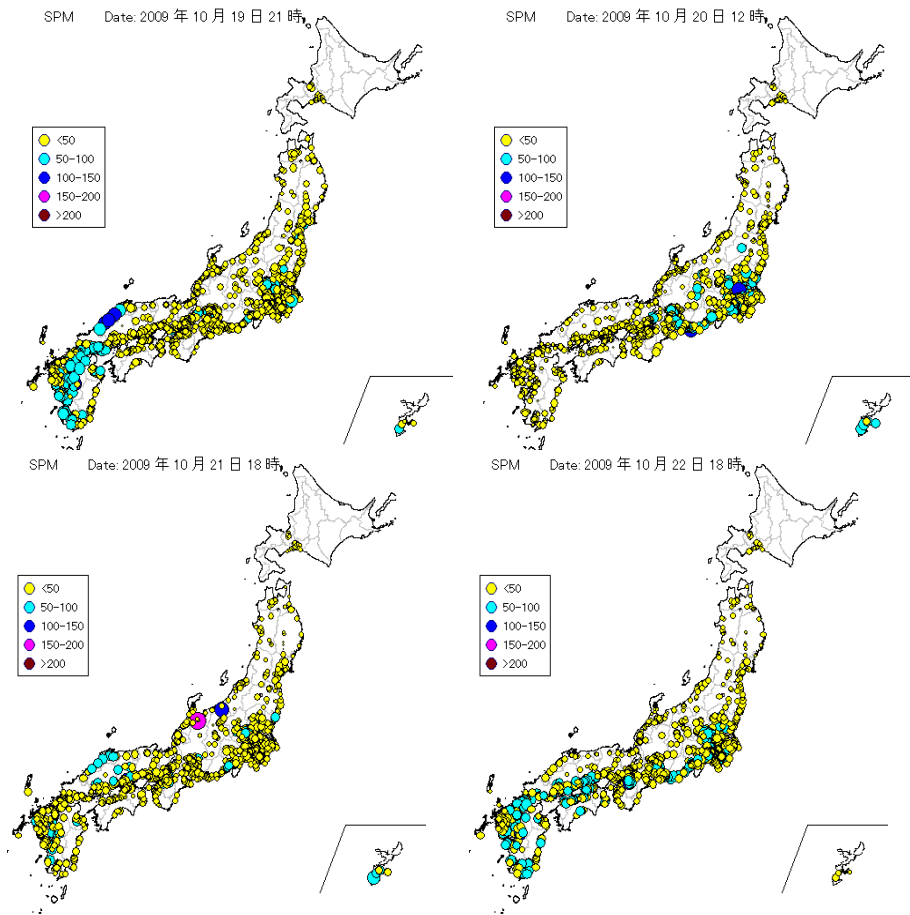


図 5-2-12-3 SPM 濃度全国分布

S

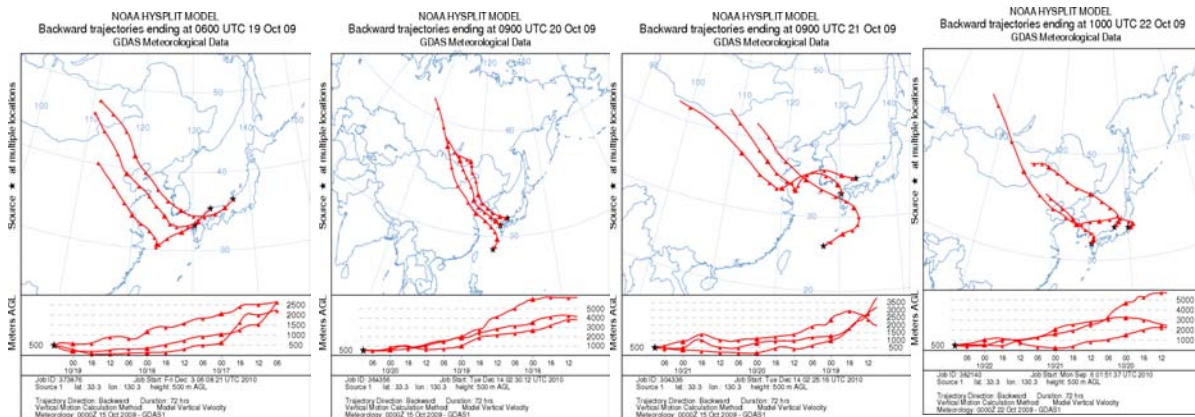


図 5-2-12-4 後方流跡線

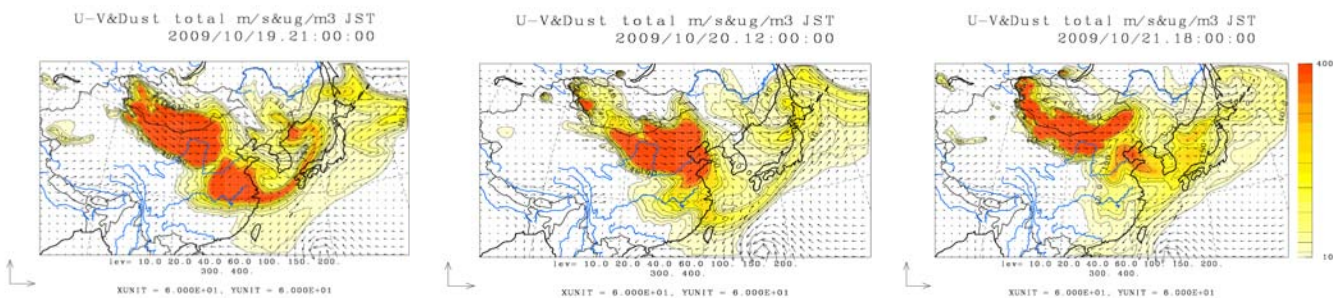


図 5-2-12-5(1) CFORS(dust)の予測結果

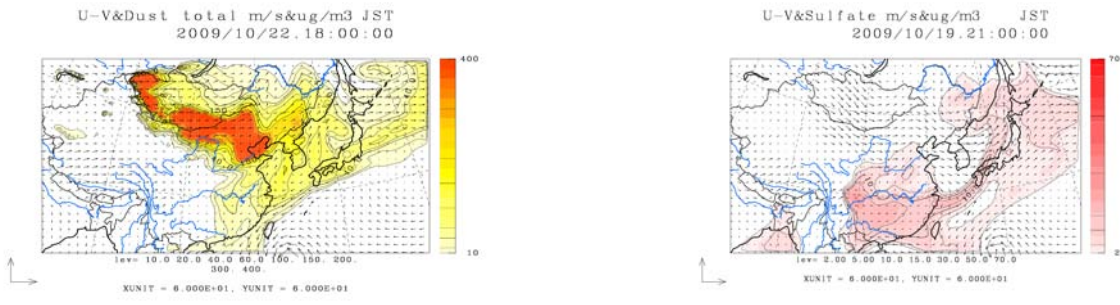


図 5-2-12-5(2) CFORS(dust・sulfate)の予測結果

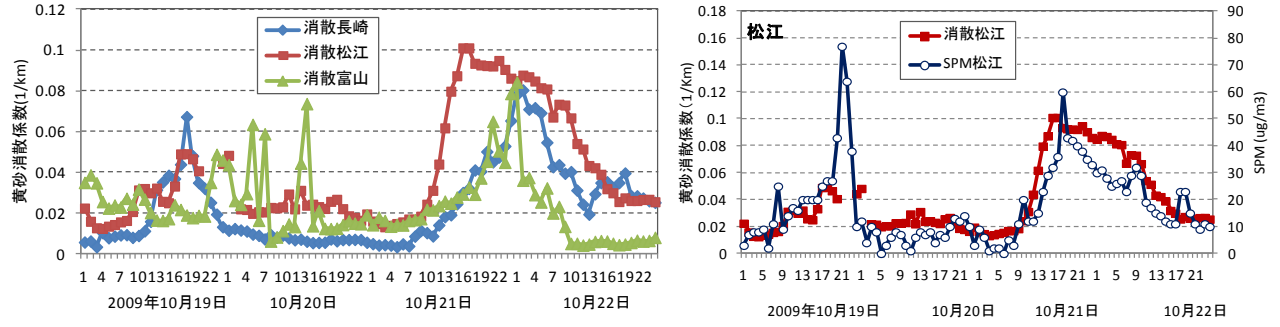


図 5-2-12-6 ライダー-黄砂消散係数の経時変化 図 5-2-12-7 黄砂消散係数とSPM濃度の経時変化

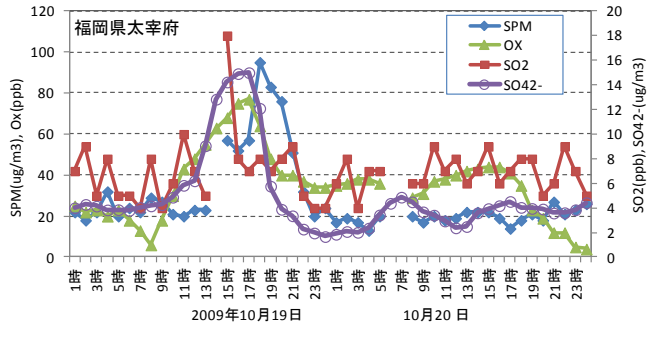


図 5-2-12-8 硫酸イオン等の経時変化

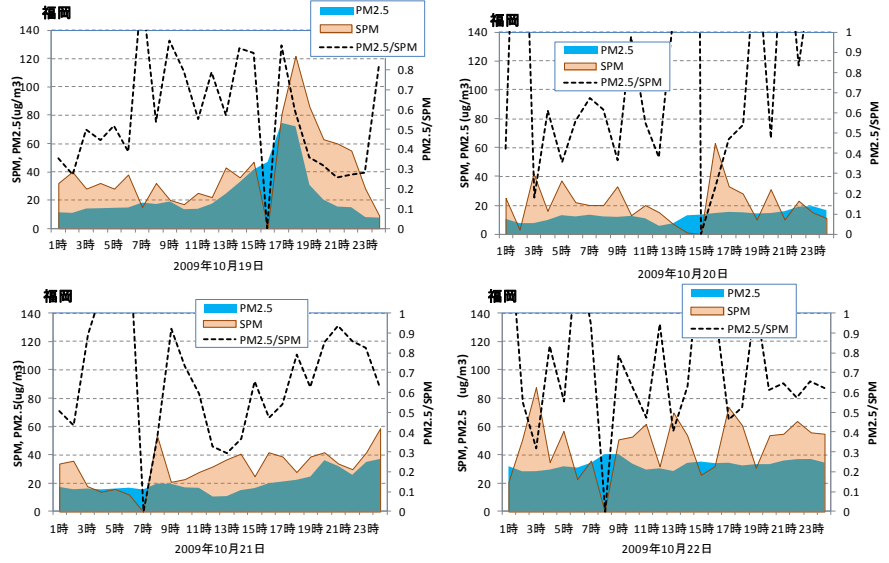


図 5-2-12-9 PM_{2.5}・SPM濃度とPM_{2.5}/SPM比の経時変化

(13) 平成 21 (2009) 年 12 月 26 日～27 日

26 日は、29 地点で黄砂が観測されており、また SPM 濃度でも西日本から関東まで広い範囲で高濃度帯がみられる。気圧配置は、26 日には北海道にある低気圧からの前線が日本の南岸に形成され黄砂の典型事例に近いものである。後方流跡線を見ると、前日の 25 日夜は中国沿岸部からの影響を受け、その後モンゴル付近から変わっていた。硫酸イオンは 26 日の 1 時に $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えていたが、その後、急激に減少している。PM_{2.5}/SPM 比も 26 日は 0.2 程度で粗大粒子の割合が大きいことを示している。硫酸エアロゾルが飛来した後、黄砂が関東や東北など全国的に広がった現象である。なお、中国 (Jurihe) で 25 日 15 時に PM₁₀ が $8030 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、韓国 (Suwon) で 25 日 22 時に $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を示し、韓国では 25 日に Haze が観測されている^{vi}。

表 5-2-13-1 気象台黄砂観測地点と黄砂規模

年月日	地点数	観測地点											SPM平均	県数	積算
		輪島	金沢	福井	津	松江	鳥取	舞鶴	京都	彦根	下関				
2009/12/26	29	広島	岡山	神戸	大阪	和歌山	奈良	山口	福岡	佐賀	大分		48.4	24	1162
		長崎	熊本	鹿児島	宮崎	松山	高松	高知	徳島	名瀬					
		輪島													
2009/12/27	1	輪島										26.6	1	27	

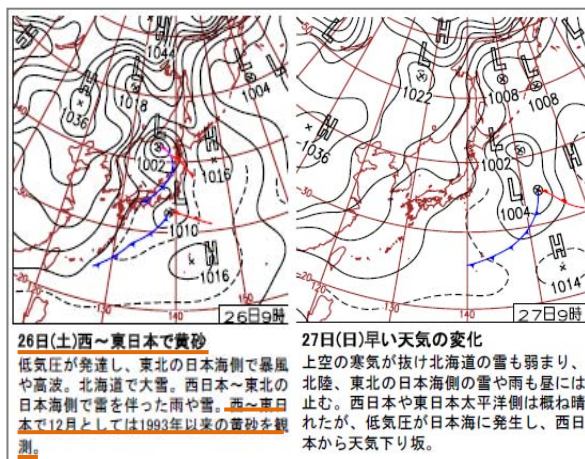


図 5-2-13-1 天気図

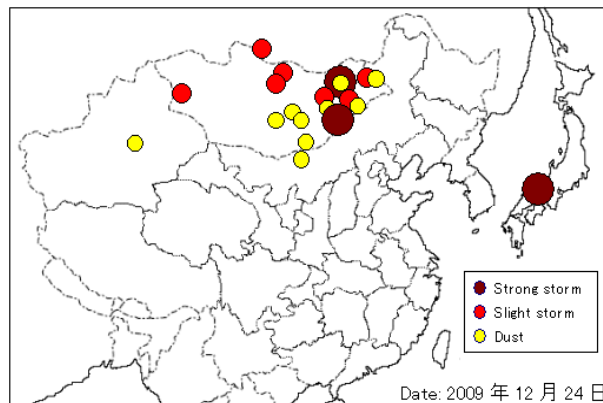


図 5-2-13-2 砂塵嵐発生状況

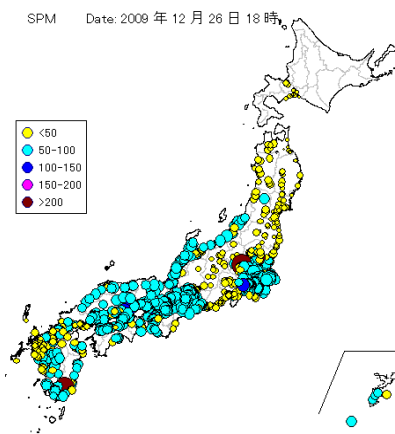


図 5-2-13-3 SPM 濃度全国分布

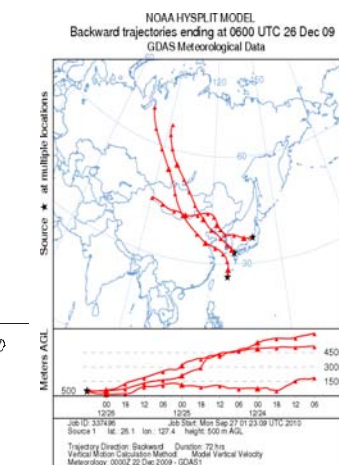
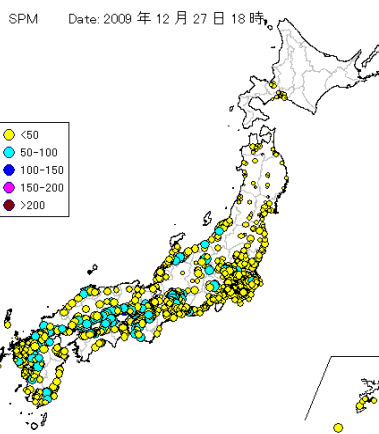


図 5-2-13-4 後方流跡線

^{vi} 第 4 回日中韓黄砂共同研究ワーキンググループ I 会合 (2011.11: 北京) 資料より

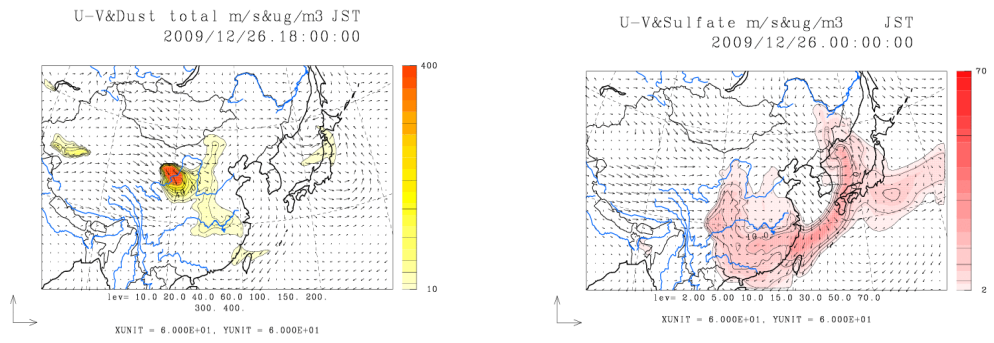


図 5-2-13-5 CFORS(dust・sulfate)の予測結果

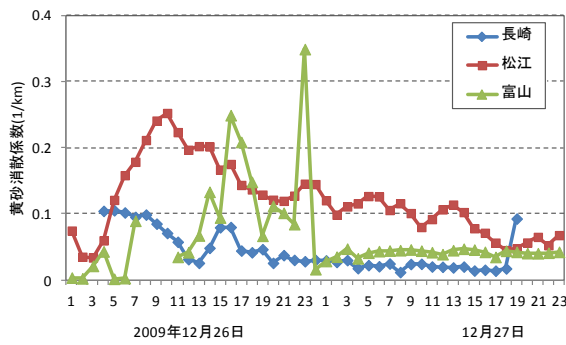


図 5-2-13-6 ライダー黄砂消散係数の経時変化

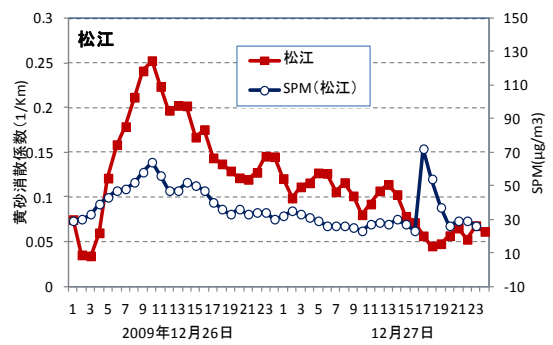


図 5-2-13-7 黄砂消散係数とSPM濃度の経時変化

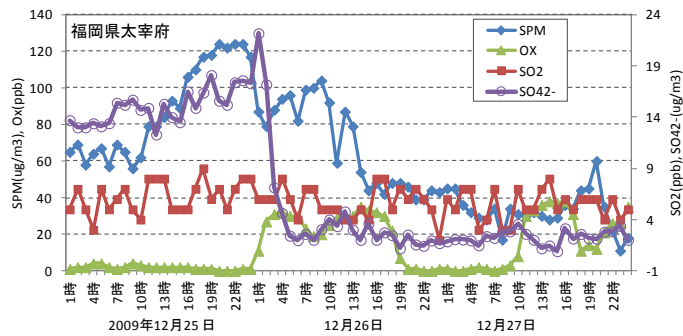


図 5-2-13-8 硫酸イオン等の経時変化

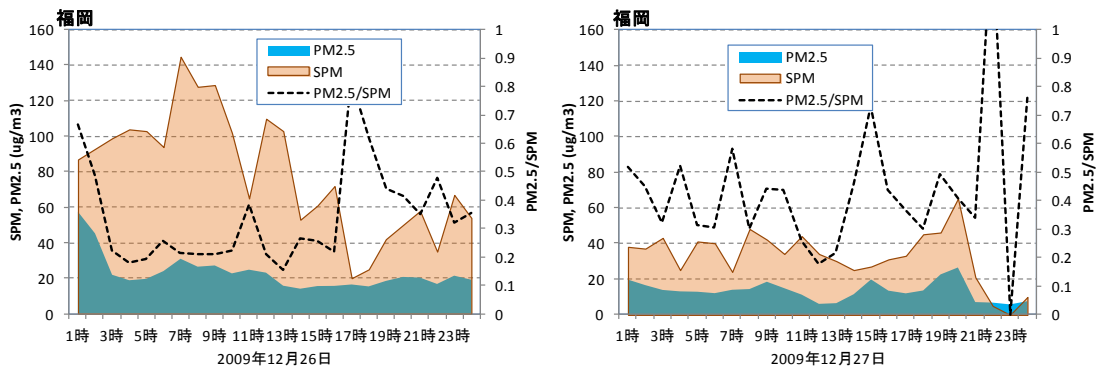


図 5-2-13-9 PM_{2.5}・SPM 濃度とPM_{2.5}/SPM 比の経時変化

(14) 平成 22 (2010) 年 3 月 13 日～14 日

黄砂の観測は、関西・中国・四国・九州と比較的広範囲であるが、SPM濃度の分布ではさほど大きな高濃度域はみられない。気圧配置は、日本南岸に前線があることや、中国大陸からの移動性高気圧が通過しているなど、移流の影響を受けやすいものである。後方流跡線は、13日の前半において中国都市部からの気塊を示しており、14日にはモンゴル方向になっている。福岡における硫酸イオン濃度は13日に13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ まで上がり、その後減少している。九州で弱い硫酸塩エアロゾルの飛来があり、その後小規模な黄砂が到来したものと考えられる。

表 5-2-14-1 気象台黄砂観測地点と黄砂規模

年月日	地点数	観測地点										SPM平均	県数	積算
2010/3/13	14	福井	岐阜	松江	鳥取	舞鶴	彦根	下関	広島	岡山	神戸	32.6	13	424
		山口	福岡	松山	高松									
2010/3/14	5	大阪	和歌	松山	高松	高知						26.9	5	135

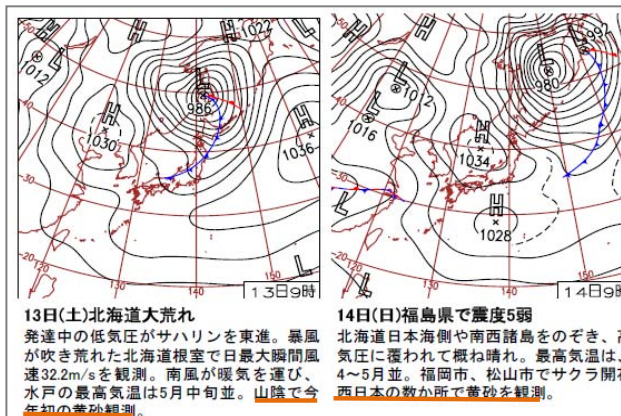


図 5-2-14-1 天気図

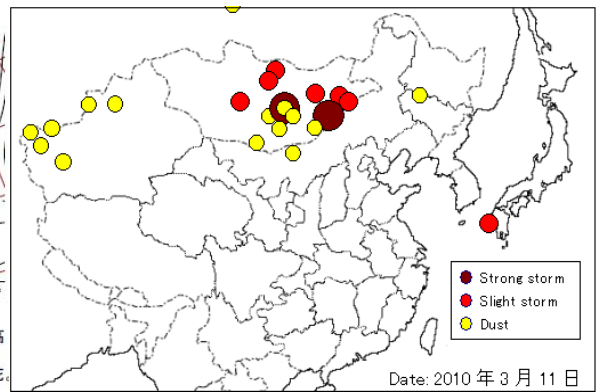


図 5-2-14-2 砂塵嵐発生状況

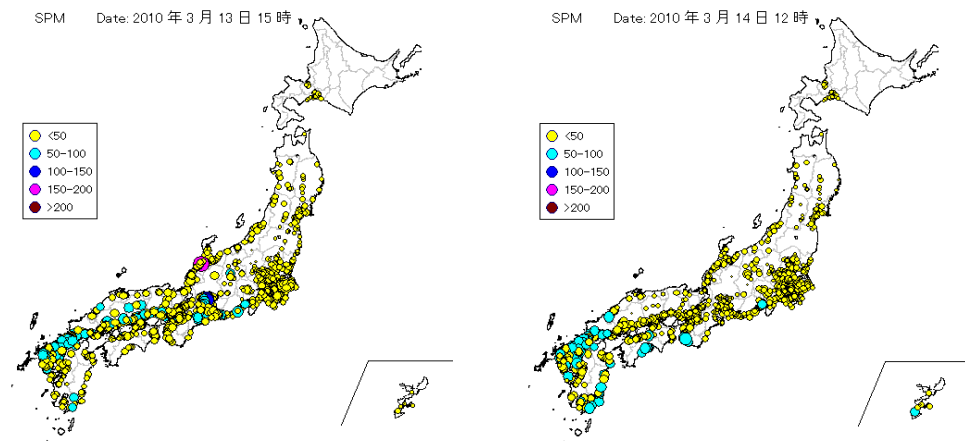


図 5-2-14-3 SPM 濃度全国分布

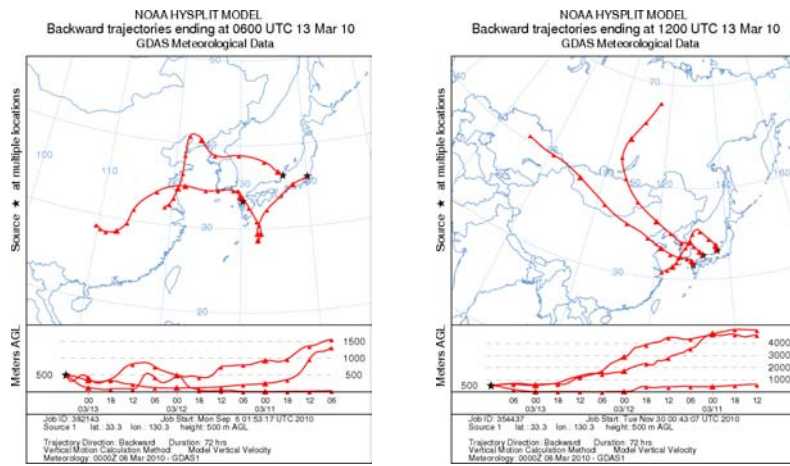


図 5-2-14-4 後方流跡線

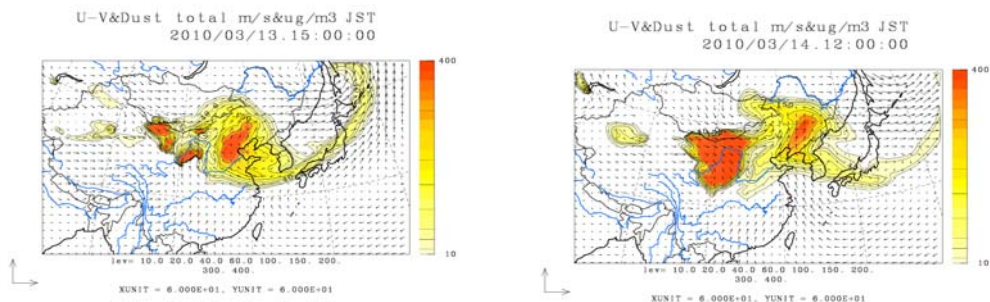


図 5-2-14-5 CFORS(dust)の予測結果

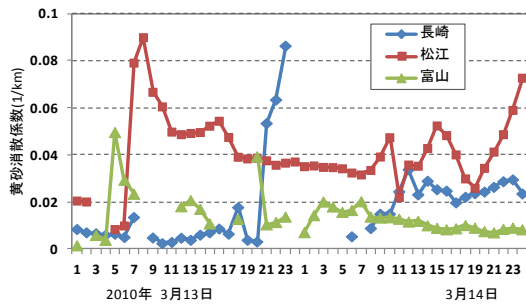


図 5-2-14-6 ライダー黄砂消散係数の経時変化

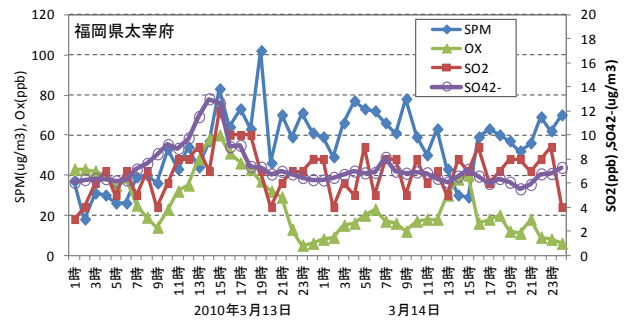


図 5-2-14-7 硫酸イオン等の経時変化

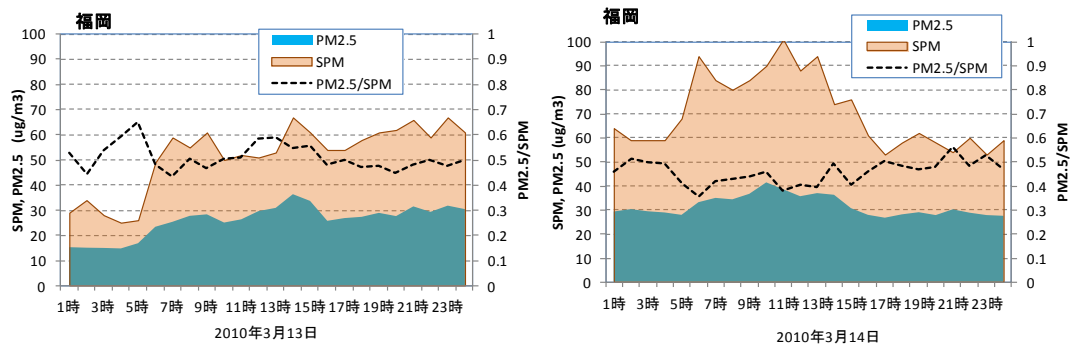


図 5-2-14-8 PM_{2.5}・SPM 濃度と PM_{2.5}/SPM 比の経時変化

(15) 平成22 (2010) 年3月16日～17日

黄砂の観測は16日に27ヶ所で、九州・中国・四国・関西に広がっている。SPM濃度の分布においては九州、中国地方を中心に $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える濃度のSPMが多く測定局で観測された。気圧配置は、北海道に低気圧が位置し、そこから三陸沿岸及び日本南岸に前線が形成されており、黄砂時によくみられる気圧配置である。14日(2日前)にはモンゴル東北部で砂塵嵐が観測されている。後方流跡線も16日はモンゴルを起点としており、黄砂の様相である。CFORSにおいても黄砂の低濃度帯が九州から関東地方まで覆っている。ライダーの結果は、長崎及び松江で黄砂消散係数とSPM濃度との上昇の同期がみられている。太宰府の硫酸イオンの濃度上昇はみられてない。PM_{2.5}/SPM比はSPM高濃度時0.2～0.3で粗大粒子の増加を示している。以上から、黄砂単独による飛来と推定される。

表 5-2-15-1 気象台黄砂観測地点と黄砂規模

年月日	地点数	観測地点										SPM平均	県数	積算
		福井	岐阜	松江	鳥取	舞鶴	京都	彦根	下関	広島	岡山			
2010/3/16	27	神戸	大阪	和歌山	奈良	山口	福岡	佐賀	大分	長崎	熊本	33	25	820
		鹿児島	宮崎	松山	高松	高知	徳島	名瀬						
		和歌山	松山	徳島										
2010/3/17	3	和歌山	松山	徳島							19	3	56	

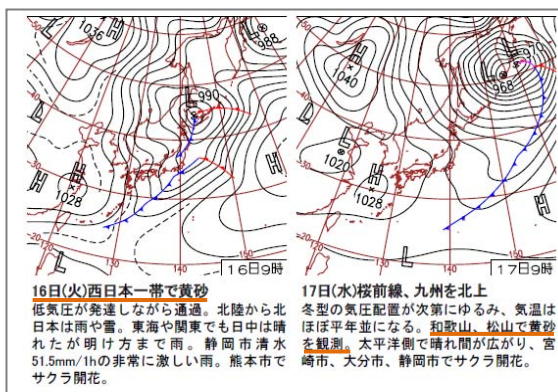


図 5-2-15-1 天気図

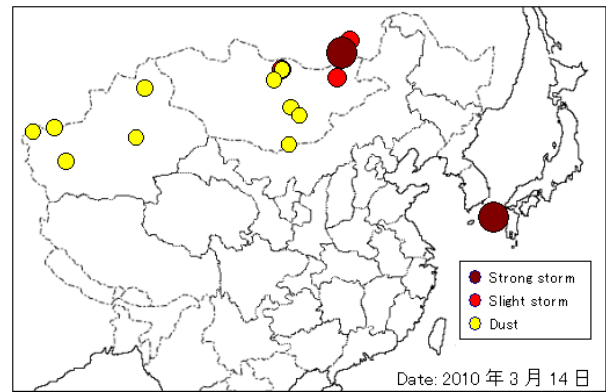


図 5-2-15-2 砂塵嵐発生状況

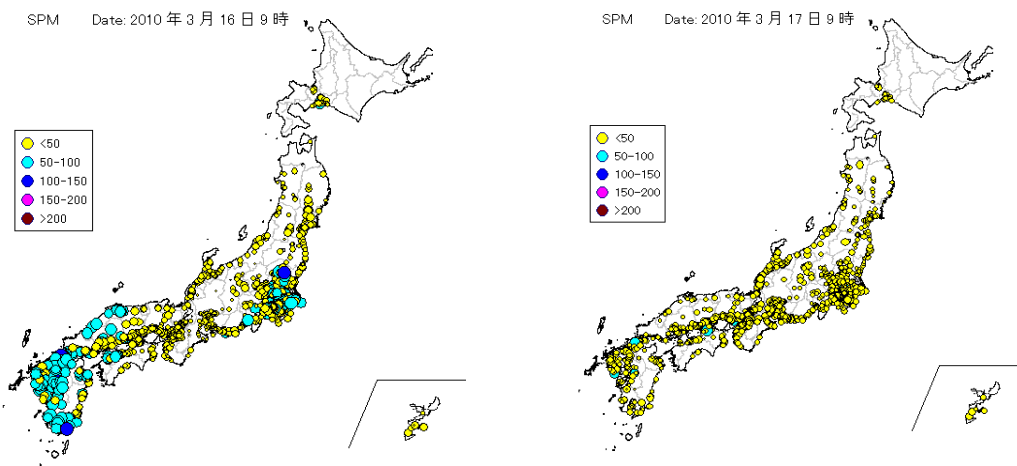


図 5-2-15-3 SPM濃度全国分布

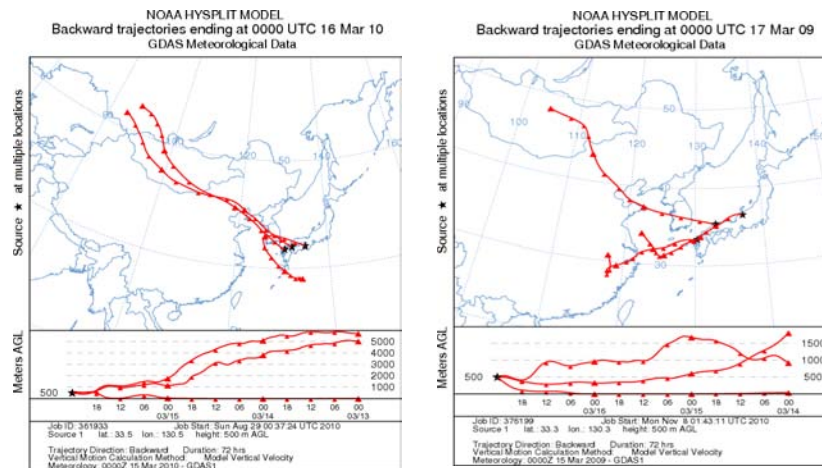


図 5-2-15-4 後方流跡線

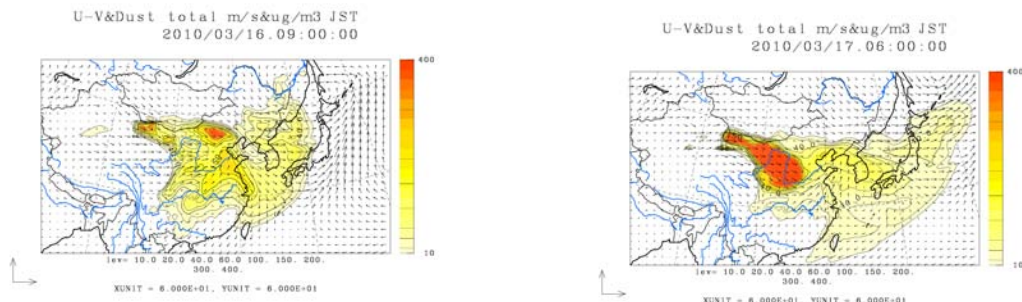


図 5-2-15-5 CFORS(duste)の予測結果

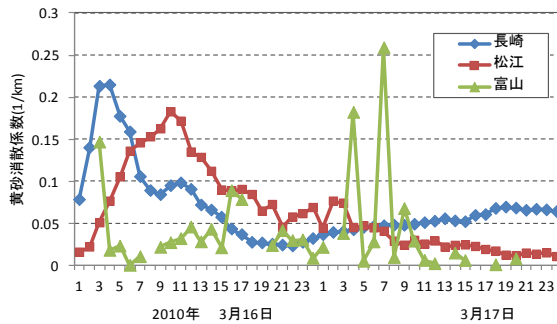


図 5-2-15-6 ライダー黄砂消散係数の経時変化

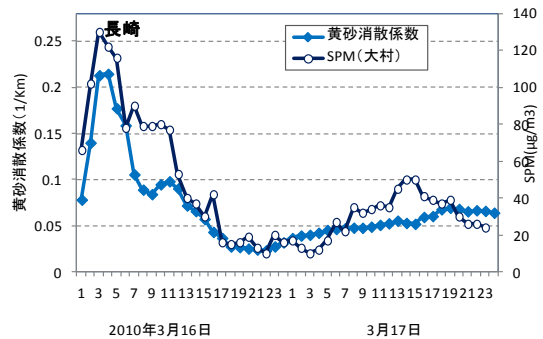


図 5-2-15-7 黄砂消散係数とSPM濃度の経時変化

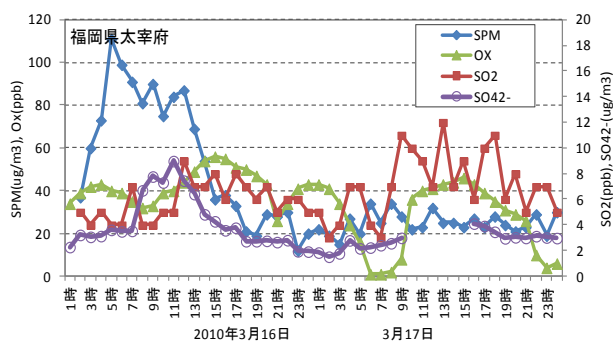


図 5-2-15-8 硫酸イオン等の経時変化

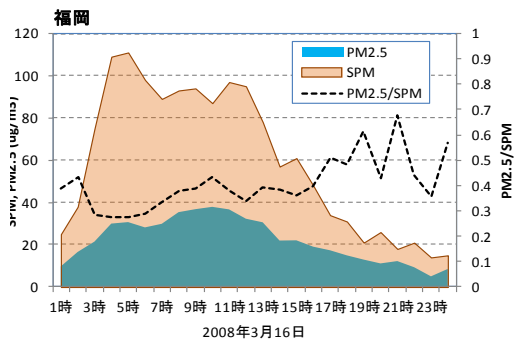


図 5-2-15-9 PM_{2.5}・SPM濃度とPM_{2.5}/SPM比の経時変化

(16) 平成 22 (2010) 年 3 月 20 日～24 日

本事例は、沖縄から北海道にかけて全国で黄砂が観測され、SPM濃度がピークで800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える測定局があるなど、濃度の高さ、範囲ともにこれまでにない大きな黄砂である。

気圧配置は、20日、日本海にある前線を伴う低気圧が21日に北海道東岸に移動し、日本の東南海上に前線が伸びた状態になっている。19日には、モンゴルで大きな砂塵嵐が観測されている。後方流跡線は19日夜中から20日早くまで中国沿岸部であるが、21日にはモンゴル方向に変わっている。CFORSでは21日強い黄砂の流れが全国を覆うと予測されている。ライダーの黄砂消散係数でも20日夜半から21日昼頃までにかけて、いずれの地点でも大きな上昇を示し、併せて各地点でSPM濃度との強い相関がみられた。一方、黄砂到来直前に、福岡で硫酸イオン濃度が20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 近くまで上昇しており、硫酸塩エアロゾルの到来も示している。したがって、硫酸塩エアロゾルと黄砂が短い時間差で到来したものと考えられる。

表 5-2-16-1 気象台黄砂観測地点と黄砂規模

年月日	地点数	観測地点	SPM平均	県数	積算
2010/3/20	5	下関 福岡 佐賀 長崎 熊本	66	5	330
2010/3/21	63	稚内 旭川 札幌 帯広 室蘭 函館 若松 青森 秋田 盛岡	98.7	47	4639
		山形 仙台 福島 輪島 新潟 金沢 富山 長野 宇都宮 福井			
		前橋 熊谷 水戸 岐阜 名古屋 甲府 つくば 銚子 津 御前崎			
		静岡 東京 横浜 千葉 松江 鳥取 舞鶴 京都 彦根 下関			
		広島 岡山 神戸 大阪 和歌山 奈良 山口 福岡 佐賀 大分			
		長崎 熊本 鹿児島 宮崎 松山 高松 高知 徳島 名瀬 石垣島			
		宮古島 那覇 南大東			
2010/3/22	6	名瀬 石垣島 宮古島 那覇 南大東 父島	58.9	2	118
2010/3/23	6	名瀬 石垣島 宮古島 那覇 南大東 父島	88.8	1	89
2010/3/24	4	名瀬 那覇 南大東 父島	22.8	1	23

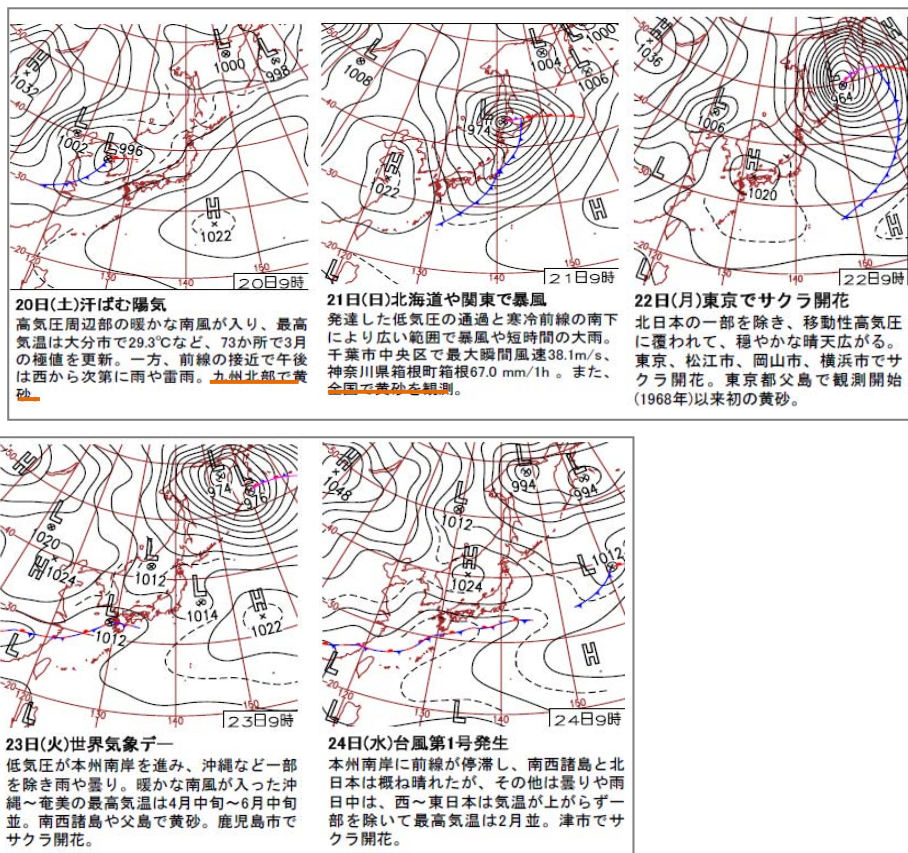


図 5-2-16-1 天気図

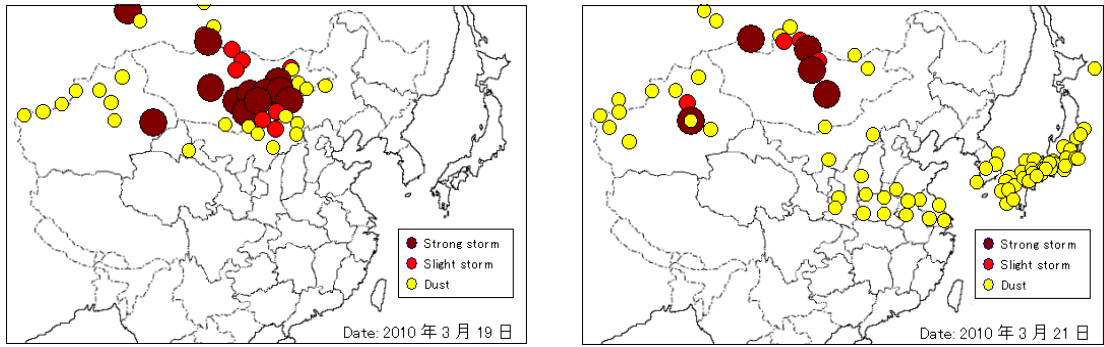


図 5-2-16-2 砂塵嵐発生状況

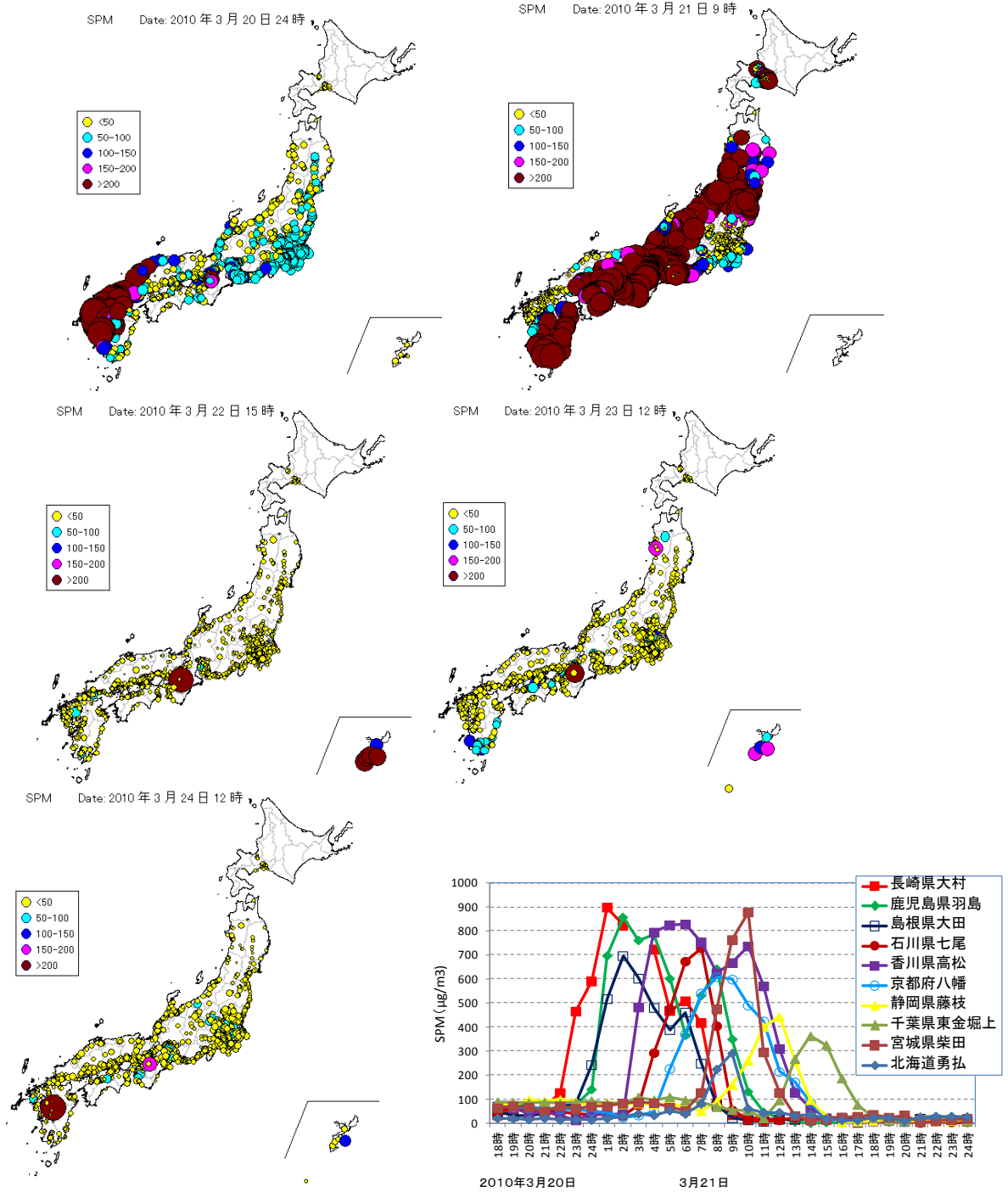


図 5-2-16-3 SPM 濃度全国分布と主要地点の経時変化

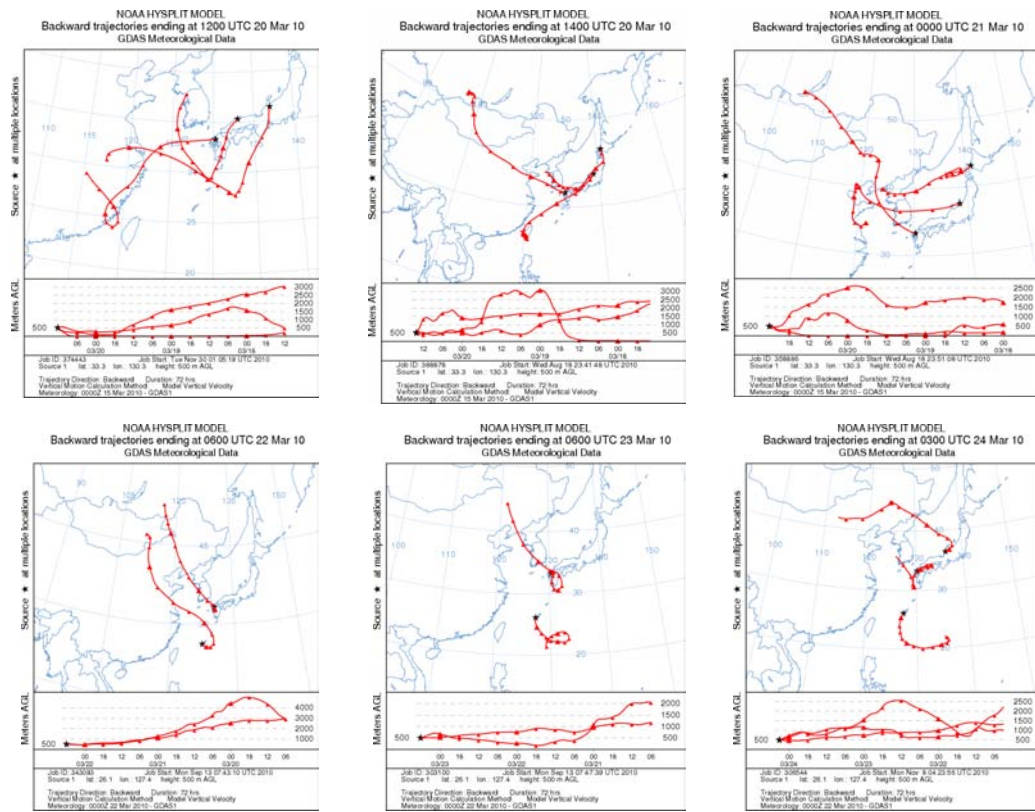


図 5-2-16-4 後方流跡線

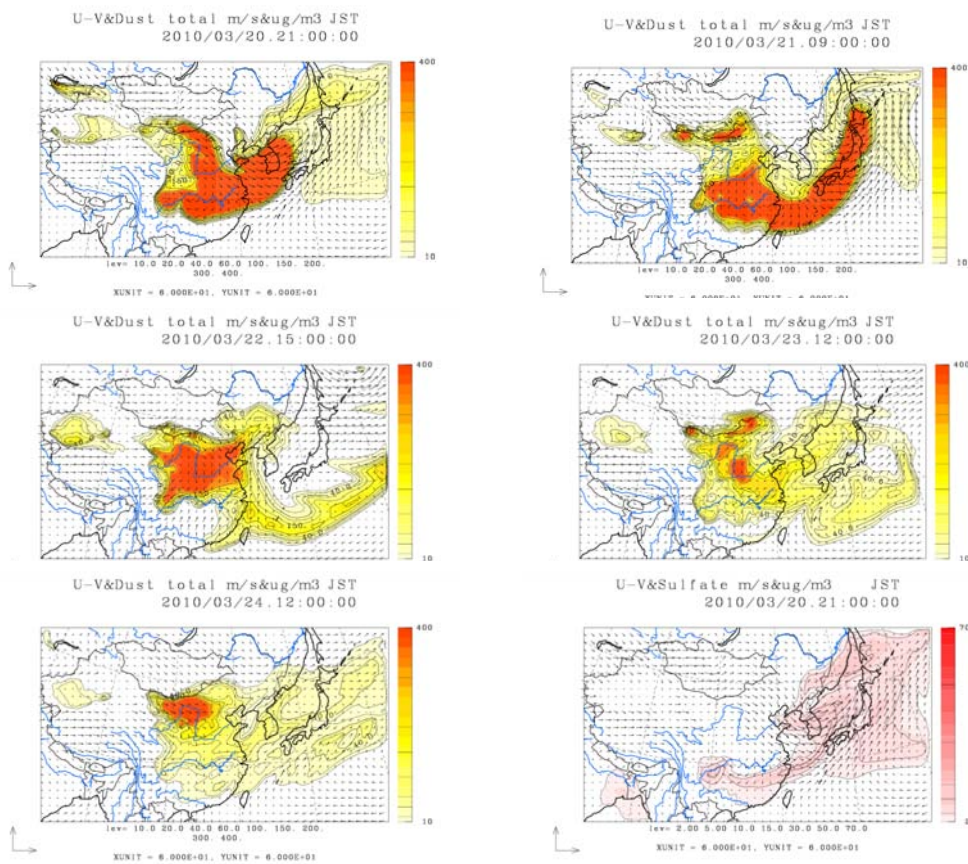


図 5-2-16-5 CFORS(dust・sulfate)の予測結果

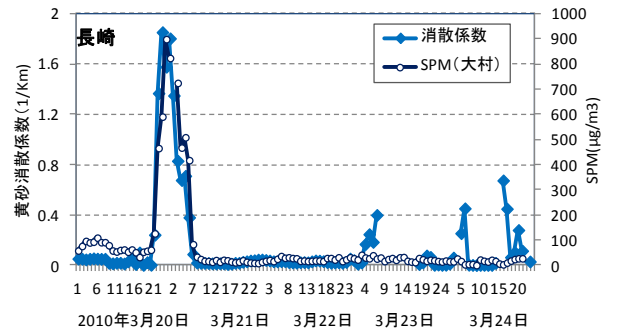
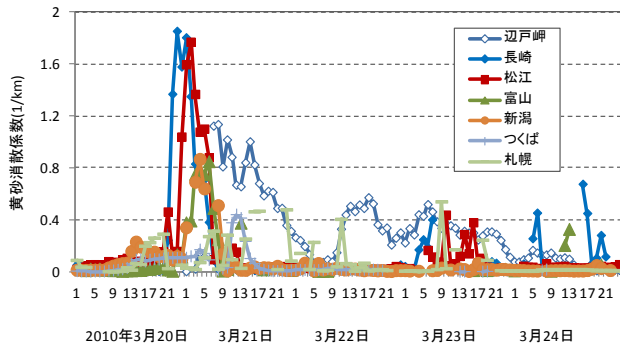


図 5-2-16-6 ライダー黄砂消散係数の経時変化 図 5-2-16-7 黄砂消散係数とSPM濃度の経時変化

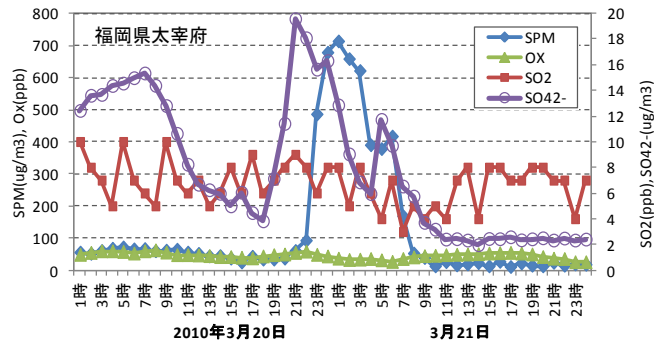


図 5-2-16-8 硫酸イオン等の経時変化

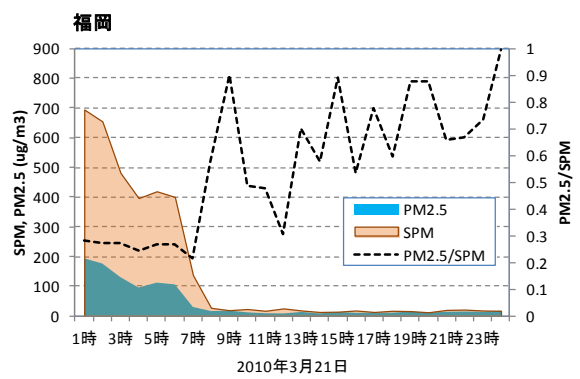
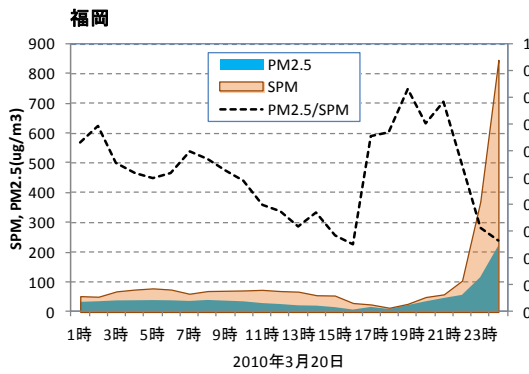


図 5-2-16-9 $PM_{2.5}$ ・SPM 濃度と $PM_{2.5}/SPM$ 比の経時変化