

(10)平成 25 (2013) 年 3 月 8 日～11 日 (事例 K17)

「3.4.平成 24 年度の黄砂飛来状況 (8)」(p.26～27 参照) に掲載

(11)平成 16 (2004) 年 4 月 16 日～24 日 (事例 K03)

西日本を中心に東北まで 34 地点で黄砂を観測している。煙霧も関東を中心に 15 地点で観測されている。SPM は日本全体でやや上昇している程度で、最高で $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度である。モンゴルで砂塵嵐の発生が観測されており、富山の後方流跡線はこの方面からである。一方、福岡での後方流跡線は中国沿岸部方面であり、宮崎での硫酸イオンは $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超え、全国的に高くなっている。西日本での $\text{PM}_{2.5}$ 濃度も高く、混在黄砂と思われる。

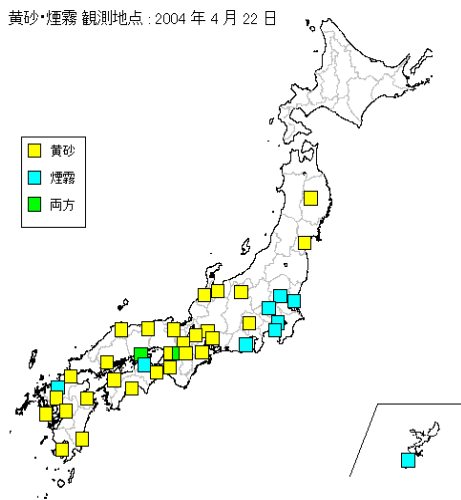
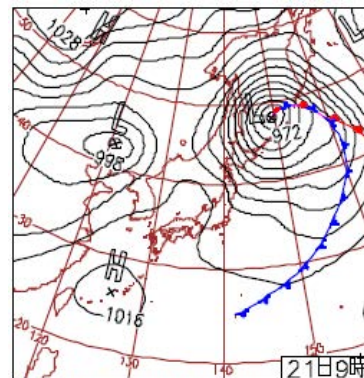


図 5-2-11-1 黄砂・煙霧観測地点



21日(水)羅臼で強風被害
発達した低気圧がオホーツク海をゆっくりと東北東進し、北日本の強風は次第に弱まる。北海道羅臼町では局地的な強風被害。北海道の一部で雨や雪の他は、全国的に概ね快晴。

図 5-2-11-2 天気図

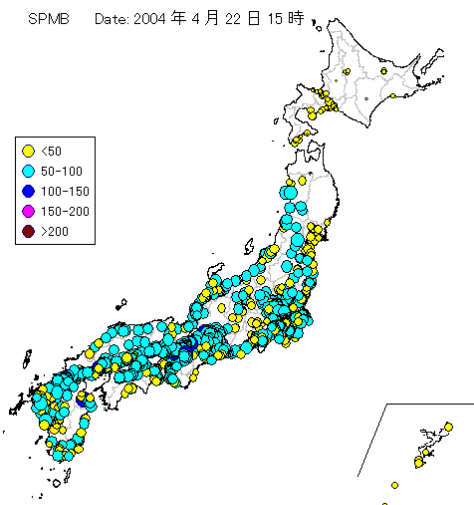


図 5-2-11-3 SPM 濃度全国分布

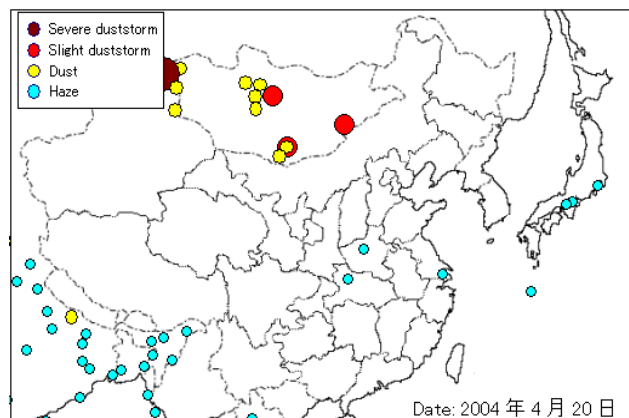


図 5-2-11-4 砂塵嵐発生状況

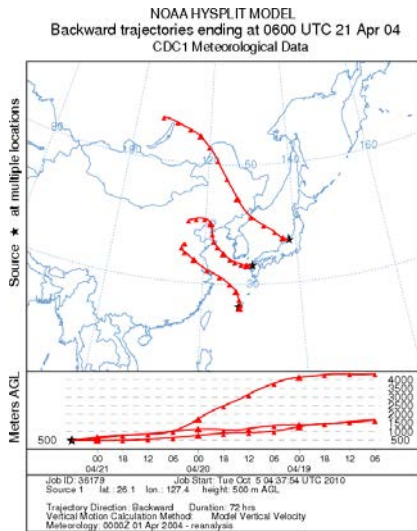


図 5-2-11-5 後方流跡線

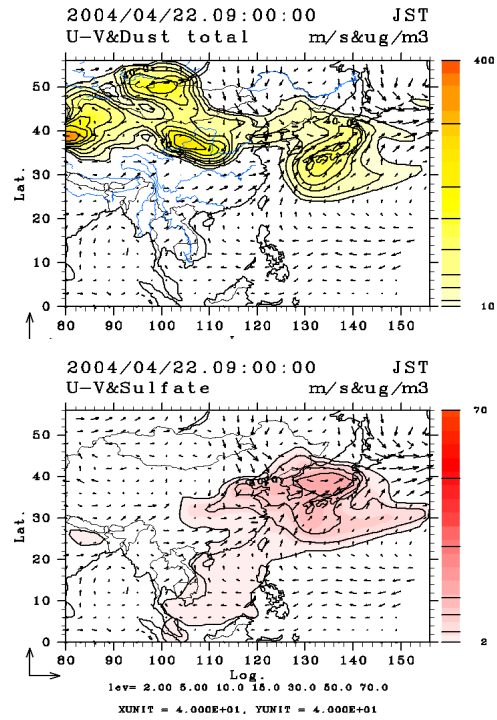


図 5-2-11-6 CFORS(dust) 予測結果

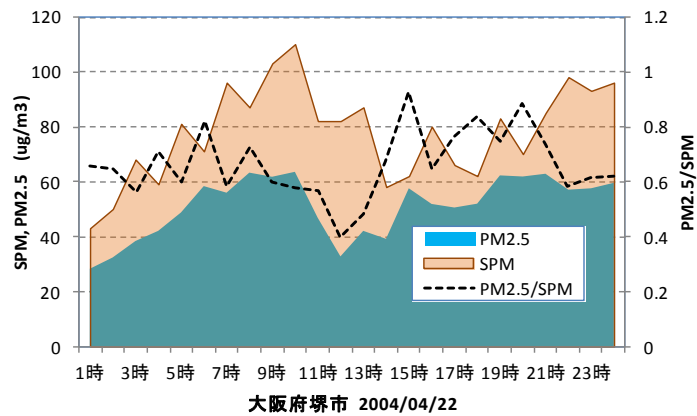


図 5-2-11-7 SPM, PM_{2.5} 濃度と PM_{2.5}/SPM

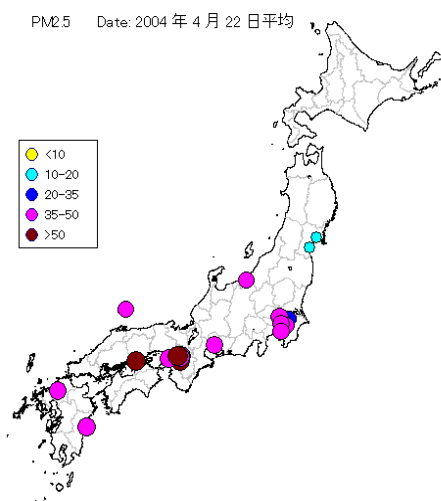


図 5-2-11-8 PM_{2.5} 日平均値全国分布

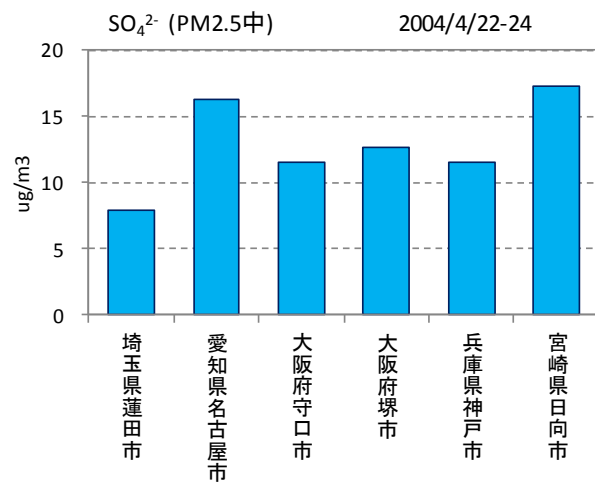


図 5-2-11-9 PM_{2.5} 中硫酸イオン濃度(日値)

(12) 平成 20 (2008) 年 3 月 2 日～3 日 (事例 K10)

西日本を中心に東北を含め 44 地点で黄砂を観測している。2 日前にゴビ砂漠南で大きな砂塵嵐が発生しており、後方流跡線は中国内陸部と沿岸部からの流れを示している。SPM 濃度は特に九州で上昇しており、 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超した測定局もある。ライダー消散係数は長崎で上昇が著しい。CFORS も主に九州への飛来を予測している。太宰府での硫酸イオン濃度は $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ と高く、九州に強く影響を及ぼした混在黄砂である。

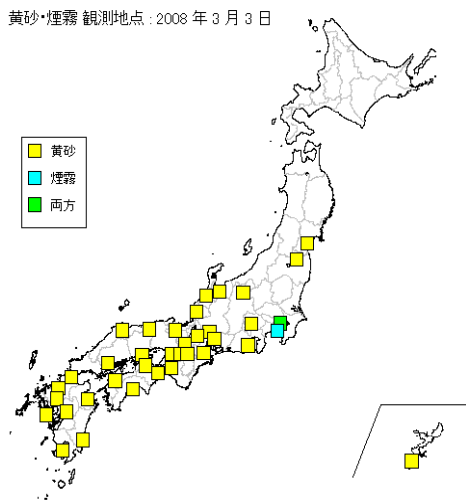
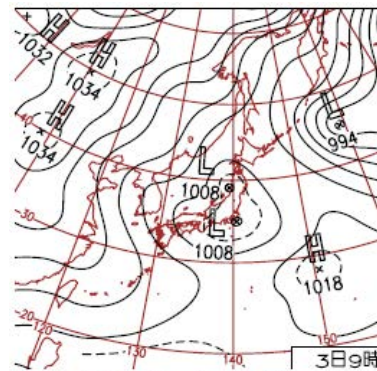


図 5-2-12-1 黄砂・煙霧観測地点



3日(月)黄砂、東日本へ広がる
 上空に寒気を伴った低気圧が秋田沖でほぼ停滞。長崎県五島市では直径10mmのひょう。一方黄砂が西日本から広がり、一部は東南部にまで達した。黄砂により視程は8km前後。

図 5-2-12-2 天気図

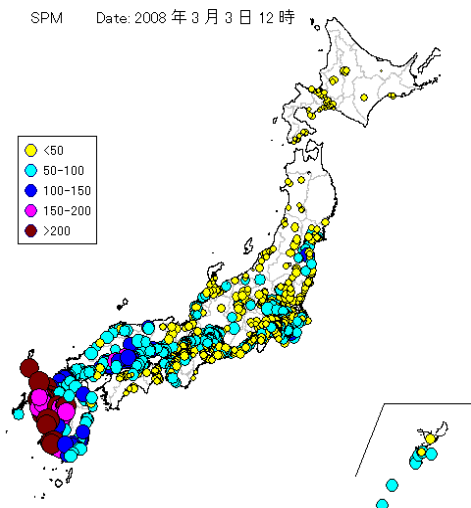


図 5-2-12-3 SPM 濃度全国分布

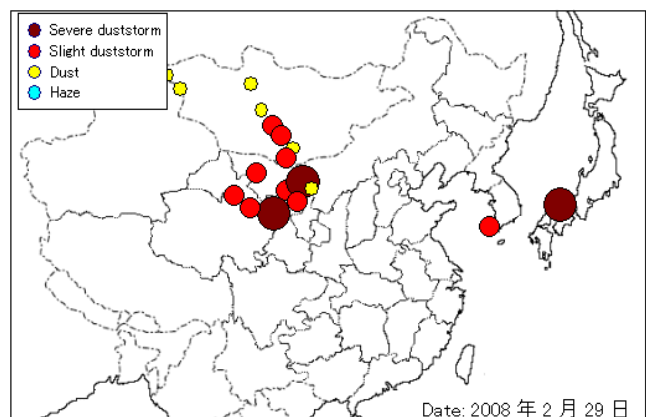


図 5-2-12-4 砂塵嵐発生状況

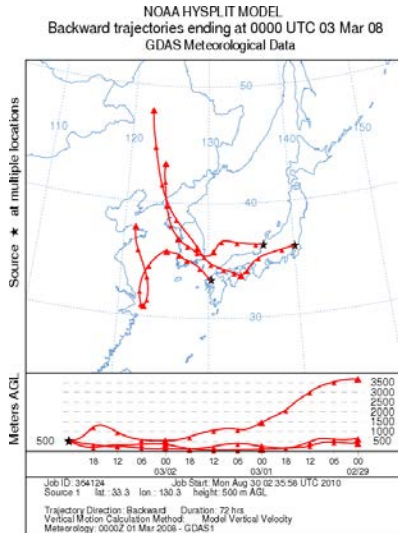


図 5-2-12-5 後方流跡線

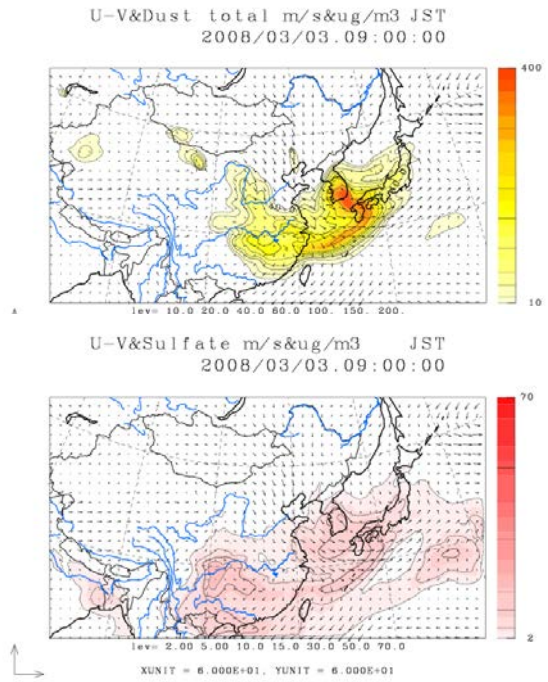


図 5-2-12-6 CFORS (dust) 予測結果

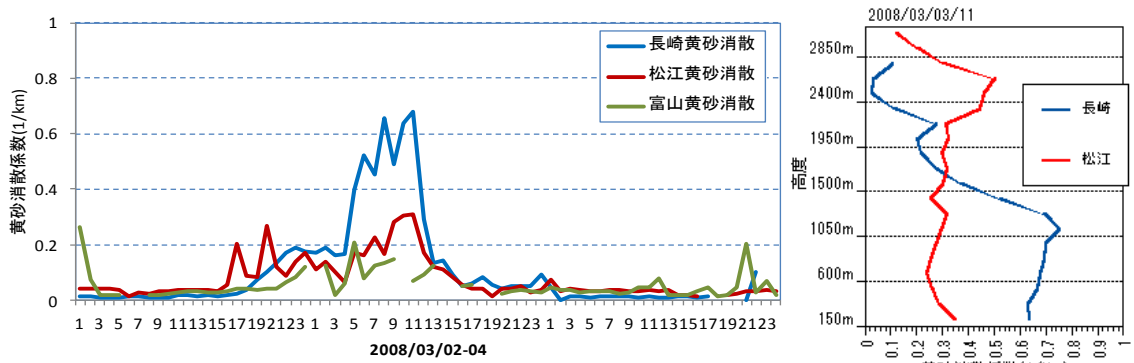


図 5-2-12-7 ライヴ-黄砂消散係数の経時変化と高度分布

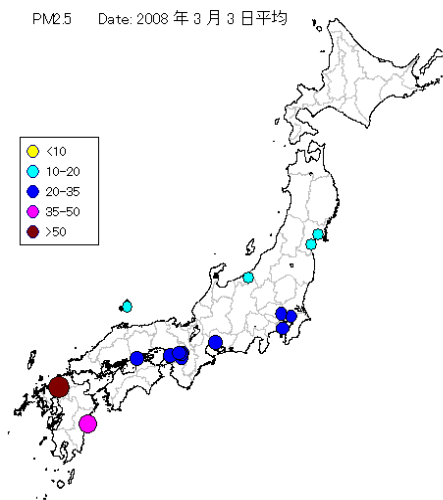


図 5-2-12-8 PM_{2.5} 日平均値全国分布

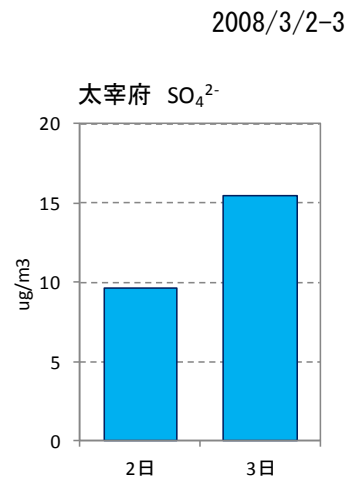


図 5-2-12-9 硫酸イオン濃度(日値)

(13)平成 22 (2010) 年 5 月 3 日～6 日 (事例 : K13)

黄砂の観測は西日本を中心に 32 地点である。モンゴル全域で砂塵嵐の発生がみられている。SPM 濃度は北海道を除き全国的に上昇しているが、あまり高くはない。後方流跡線は中国内陸部と沿岸部の両方を示している。ライダー黄砂消散係数の上昇はあまりなく、硫酸イオン濃度は $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ を少し超える程度である。弱い混在黄砂と思われる。

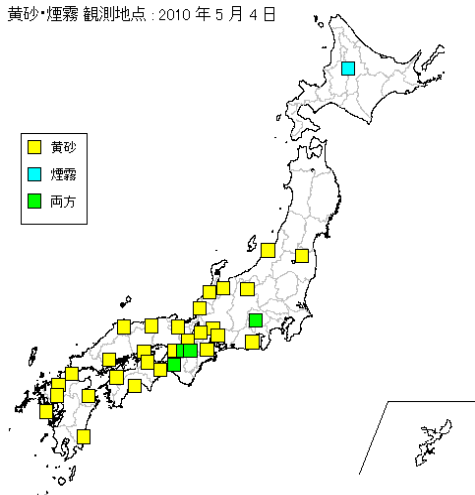
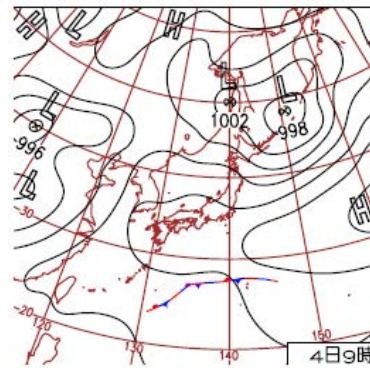


図 5-2-13-1 黄砂・煙霧観測地点



4日(火) 西～東日本で真夏日
 東北の日本海側を除き、全国的に乾燥した晴天が広がる。広島県安芸太田市加計で最高気温 30.7°C となるなど、西～東日本で今年初めての真夏日。九州～福島県で黄砂を観測。

図 5-2-13-2 天気図

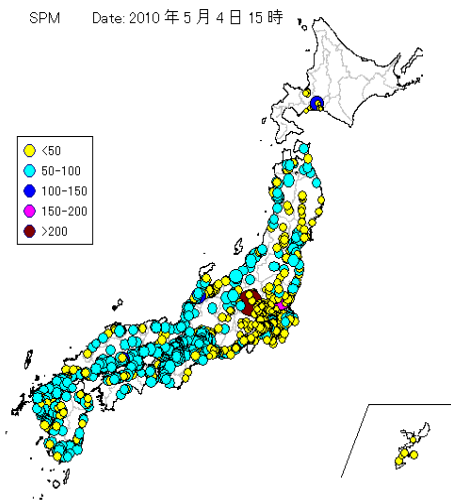


図 5-2-13-3 SPM 濃度全国分布

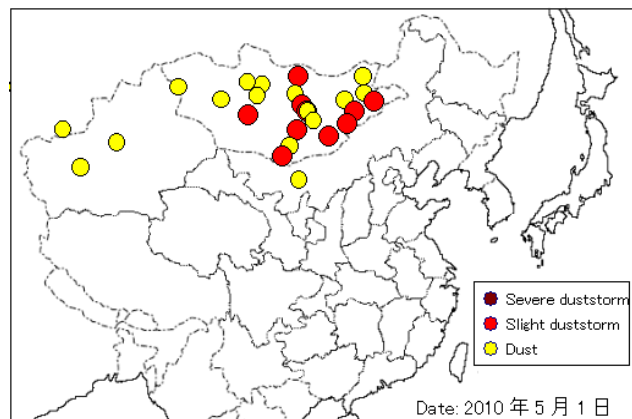


図 5-2-13-4 砂塵嵐発生状況

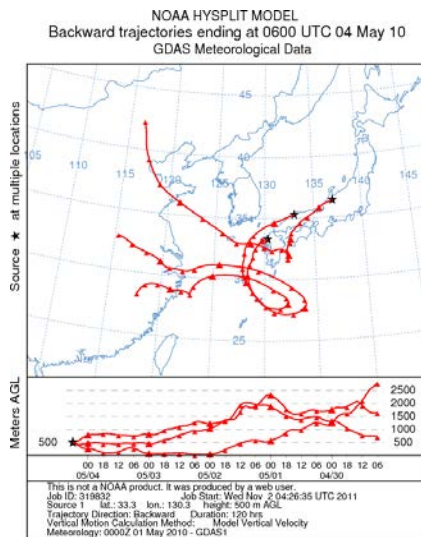


図 5-2-13-5 後方流跡線

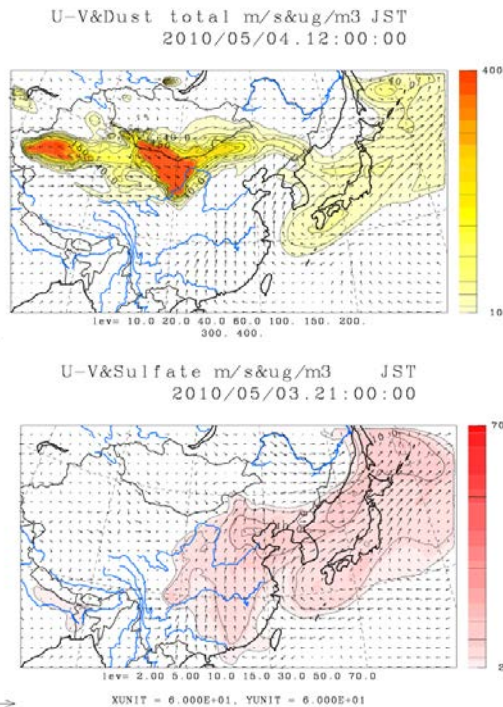


図 5-2-13-6 CFORS 予測結果

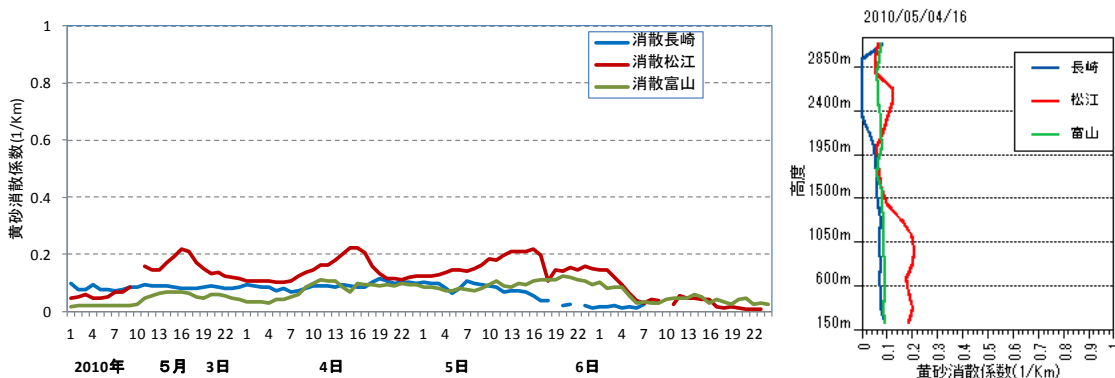


図 5-2-13-7 黄砂-黄砂消散係数の経時変化と高度分布

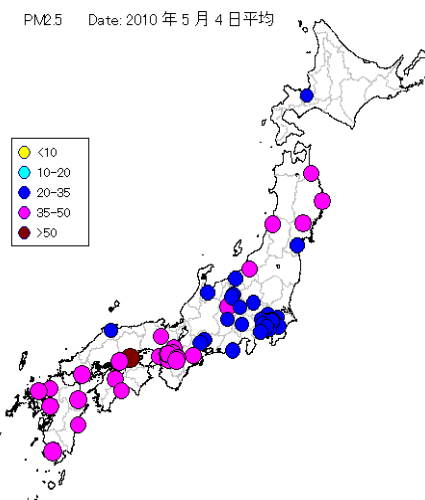


図 5-2-13-8 PM_{2.5} 日平均値全国分布

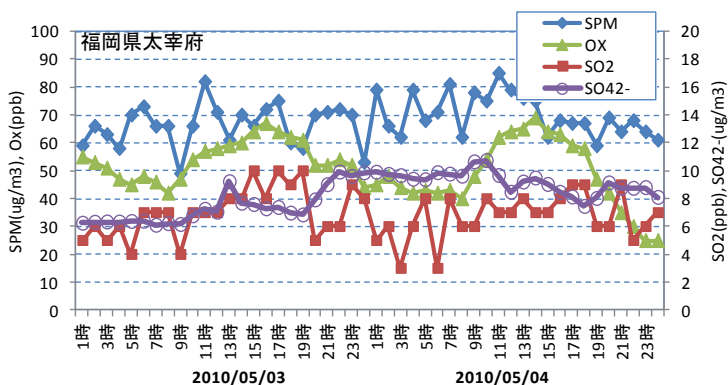


図 5-2-13-9 硫酸イオン濃度(時間値)

(14)平成 23 (2011) 年 5 月 13 日～14 日 (事例 K16)

黄砂は、九州から東北まで広く 39 地点で観測されている。モンゴル東部から内モンゴルで大きな砂塵嵐が発生しており、後方流跡線もその上空を通過してきている。SPM は関西から東北までの広い範囲で高濃度になっており、東北では $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超まで上昇している。ライダー黄砂消散係数は富山で特に高く、高濃度の SPM とよく同期している。また、黄砂消散係数の高度分布では、富山で 2000m 付近にピークがみられており、高い標高まで広がっていることがうかがえる。硫酸イオン濃度は 14 日に若干の上昇はみられるものの概ね $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であり、中部地域に大きな影響を与えた単純黄砂と思われる。

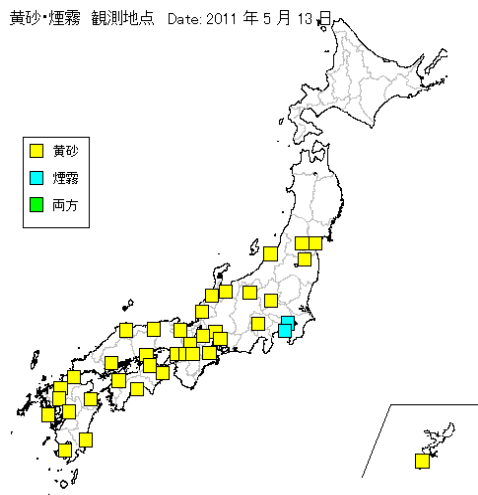
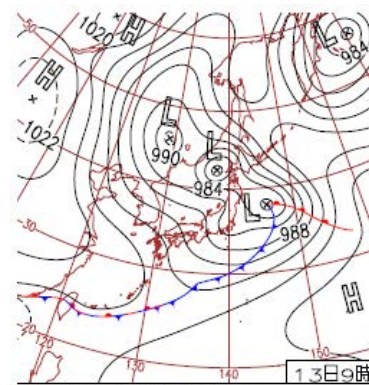


図 5-2-14-1 黄砂・煙霧観測地点



13日(金) 広い範囲で黄砂
北海道と東北北部では発達中の低気圧の影響で風が強く雨や曇り。南西諸島で曇りや雨。その他は太平洋側一部の曇りを除いて概ね晴れ。室蘭市でサクラ満開。沖縄～東北で黄砂。

図 5-2-14-2 天気図

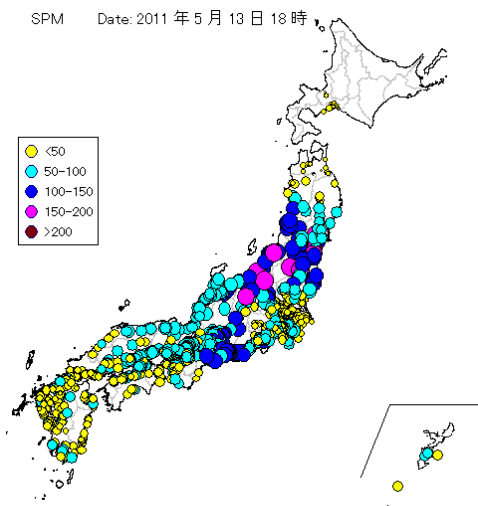


図 5-2-14-3 SPM 濃度全国分布

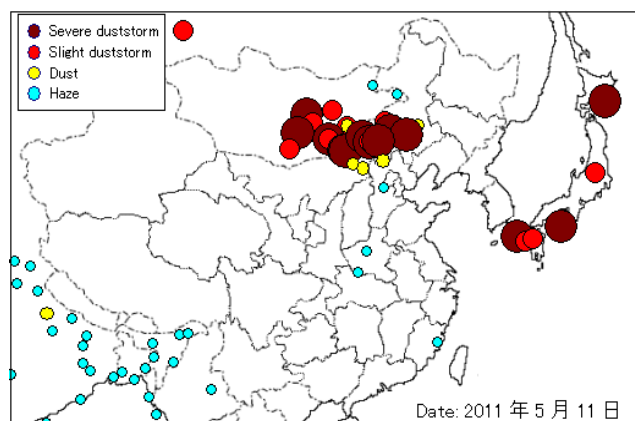


図 5-2-14-4 砂塵嵐発生状況

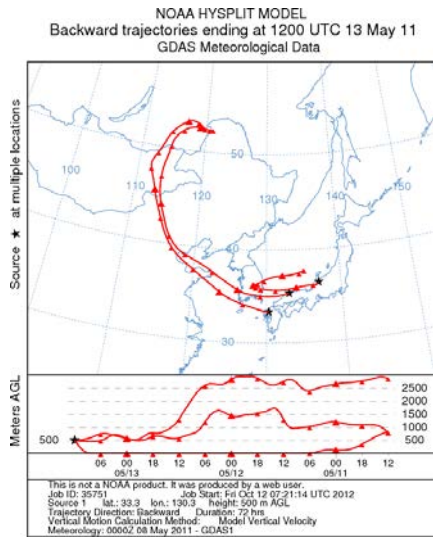
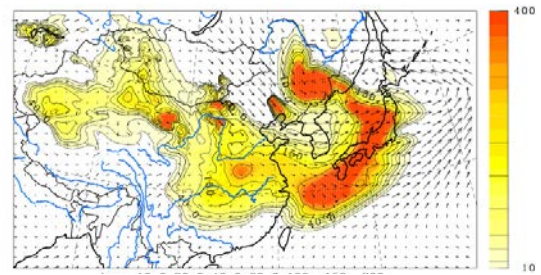
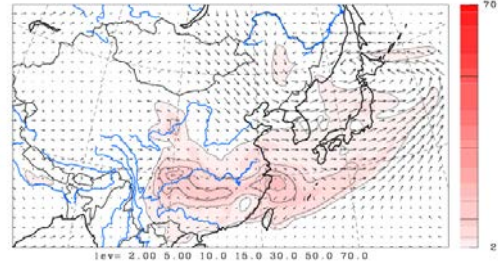


図 5-2-14-5 後方流跡線

U-V&Dust total m/s&ug/m3 JST
2011/05/13.15:00:00



U-V&Sulfate m/s&ug/m3 JST
2011/05/13.15:00:00



©九州大学応用力学研究所(RIAM)/国立環境研究所(NIES)

図 5-2-14-6 CFORS 予測結果

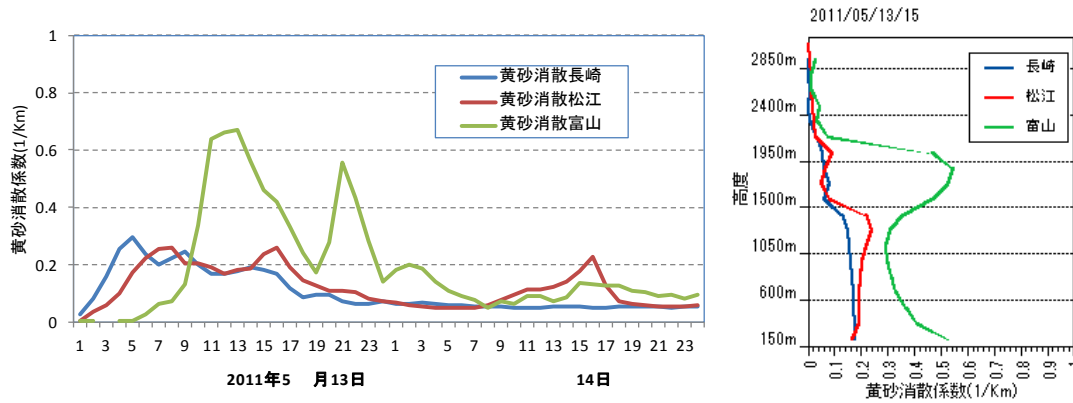


図 5-2-14-7 ライト-黄砂消散係数の経時変化と高度分布

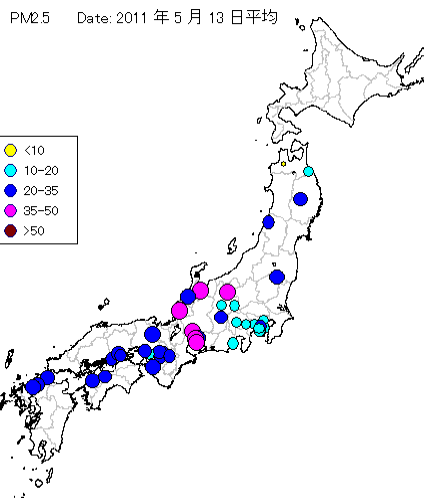


図 5-2-14-8 PM_{2.5} 日平均値全国分布

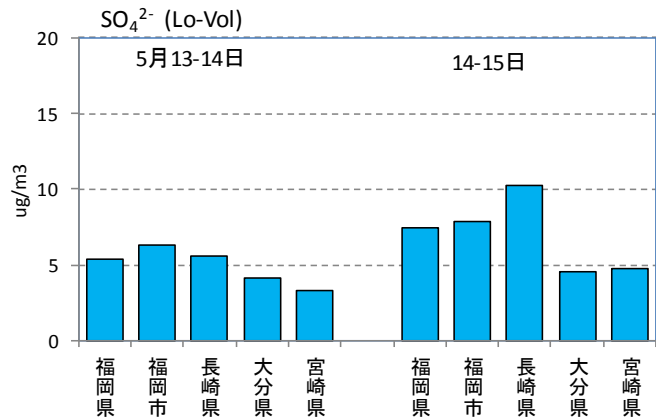


図 5-2-14-9 硫酸イオン濃度(日値)

(15)平成 15 (2003) 年 4 月 12 日~17 日 (事例 K01)

黄砂は西日本の 43 地点で観測され、煙霧は関東、中部を中心に 15 地点で観測されている。内モンゴルで砂塵嵐の発生がみられ、福岡での後方流跡線もその方向になっている。SPM 濃度はさほど高くなく、高いところで $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える程度である。大阪での $\text{PM}_{2.5}$ 成分組成では others (金属類) の割合が大きい。西日本での硫酸イオン濃度は高くなく、単純黄砂と判断できる。

黄砂・煙霧 観測地点: 2003 年 4 月 13 日

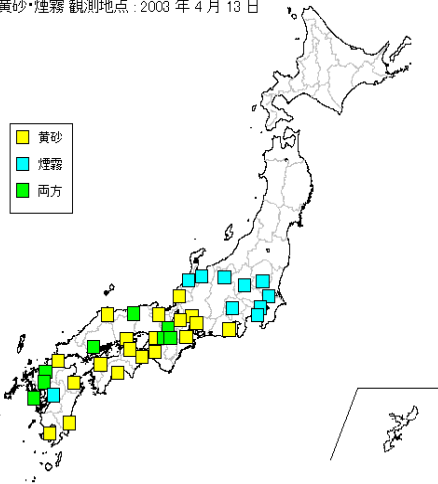
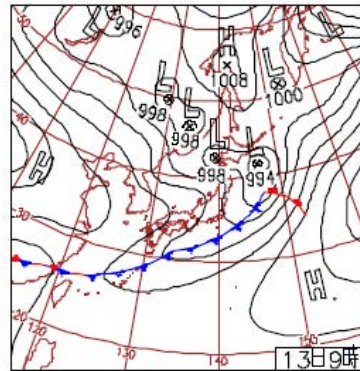


図 5-2-15-1 黄砂・煙霧観測地点



13日(日)統一地方選挙
北海道を除く各地では西からの高気圧の張り出しにより概ね晴れ。最高気温は、北海道を除いて平年より高く、西表島で 30.1°C の真夏日。西日本を中心に黄砂を観測。

図 5-2-15-2 天気図

SPMB Date: 2003 年 4 月 13 日 15 時

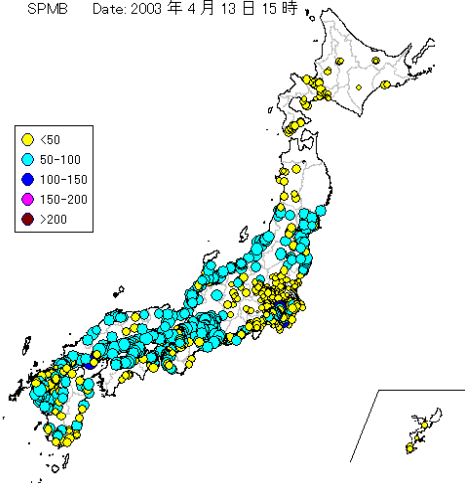


図 5-2-15-3 SPM 濃度全国分布

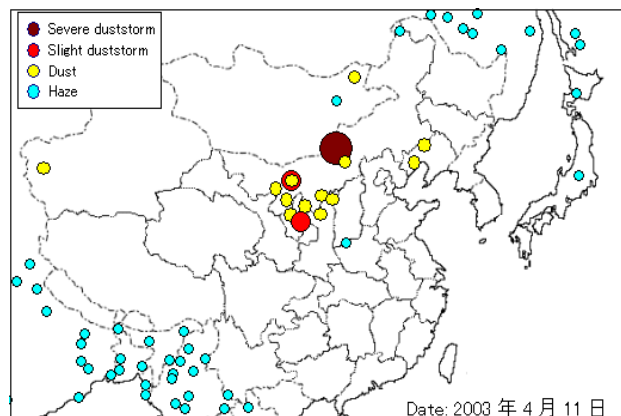


図 5-2-15-4 砂塵嵐発生状況

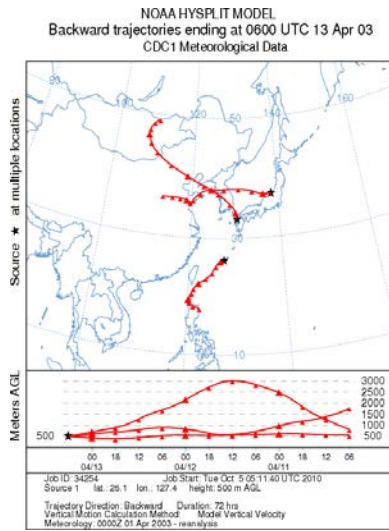


図 5-2-15-5 後方流跡線

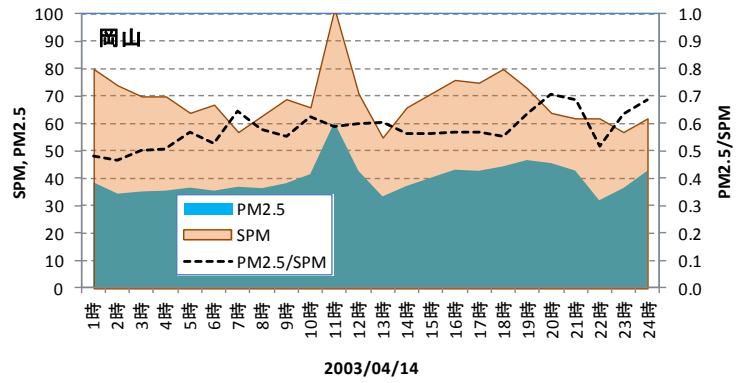


図 5-2-15-6 SPM, PM_{2.5} 濃度と PM_{2.5}/SPM

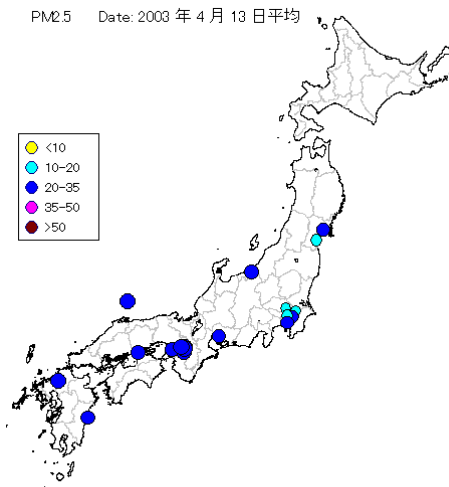


図 5-2-15-7 PM_{2.5} 日平均値全国分布

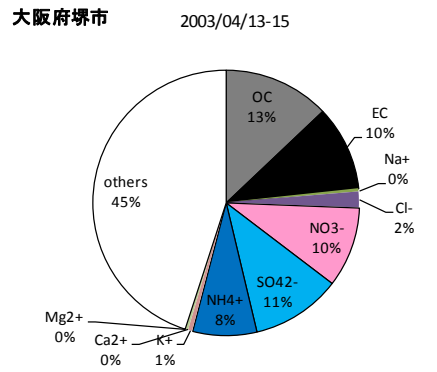


図 5-2-15-8 PM_{2.5} 成分組成

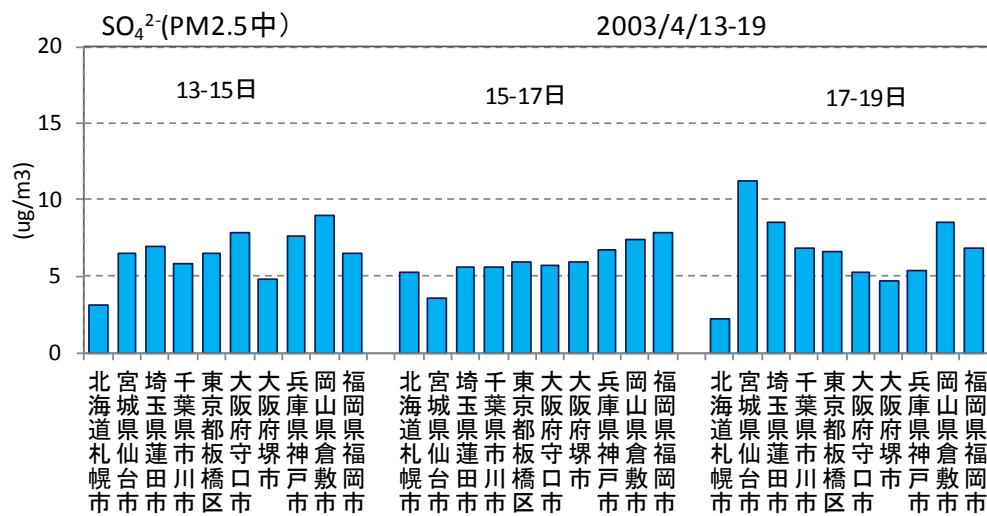


図 5-2-15-9 硫酸イオン濃度(日値)

(16)平成 17 (2005) 年 4 月 20 日～23 日 (事例 K04)

黄砂は、北海道までの全国に広がり 35 地点で観測されている。モンゴル東部で大きな砂塵嵐の発生があり、後方流跡線もその地域を經由したものが得られている。日本では SPM 濃度はあまり上昇しておらず、最高でも $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ をやや超える程度である。ライダー黄砂消散係数の値も低い。硫酸イオン濃度はいずれも $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下で広い範囲に飛来した単純黄砂といえる。

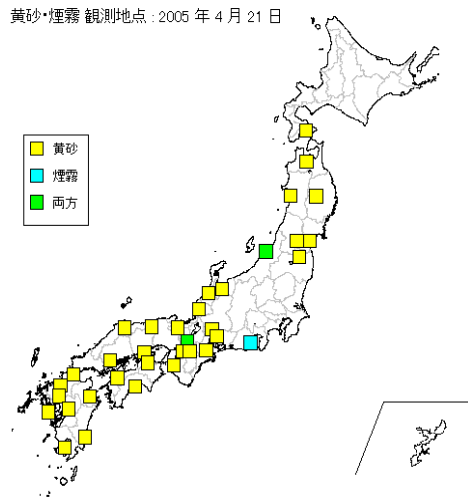
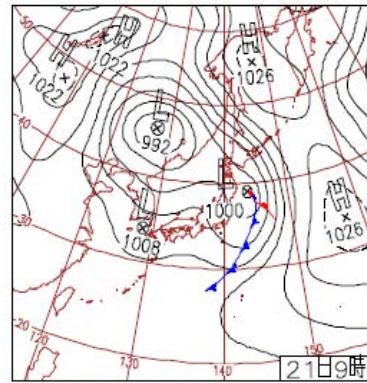


図 5-2-16-1 黄砂・煙霧観測地点



21日(木)西日本～東北まで黄砂
発達中の低気圧が三陸沖に進み、北日本山陰は曇りや雨、北海道の一部で雪。その他の東・西日本は概ね晴れ。今年初の黄砂に関する全般気象情報発表。北海道函館市でひょう。

図 5-2-16-2 天気図

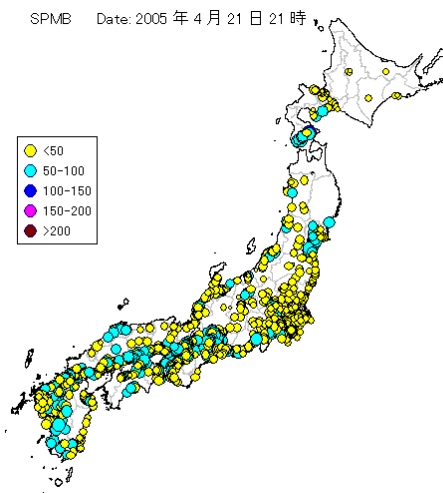


図 5-2-16-3 SPM 濃度全国分布

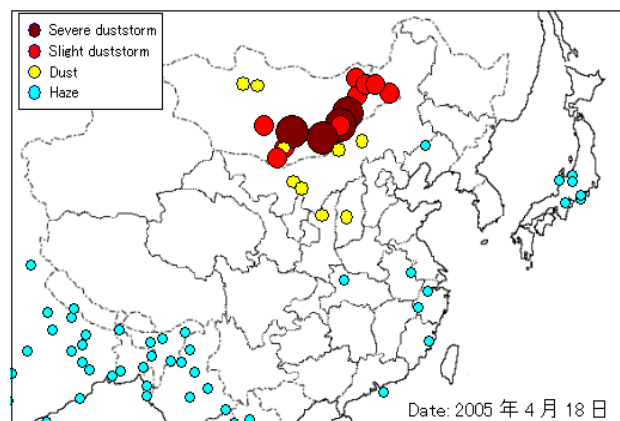


図 5-2-16-4 砂塵嵐発生状況

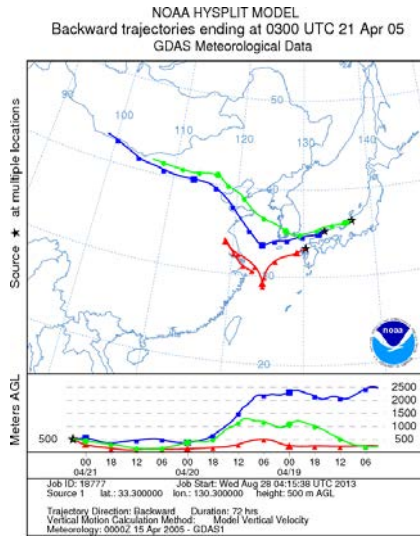


図 5-2-16-5 後方流跡線

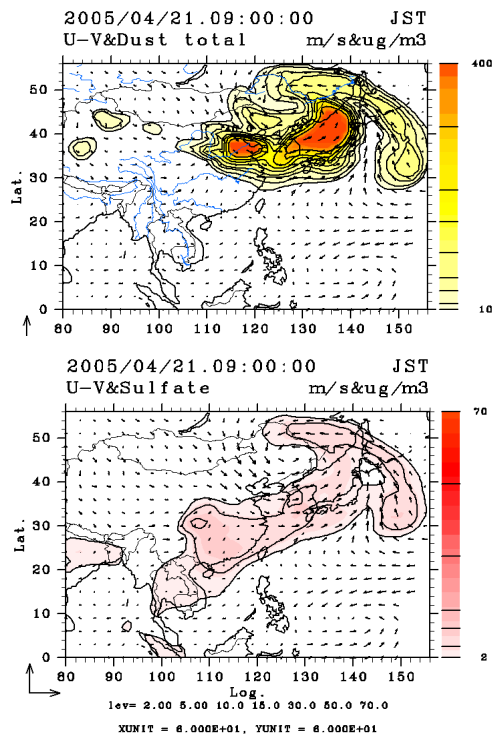


図 5-2-16-6 CFORS 予測結果

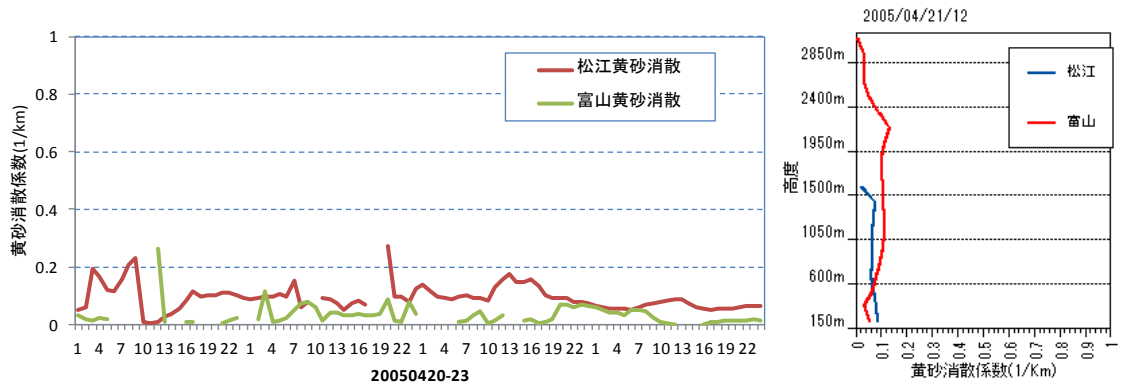


図 5-2-16-7 ライト-黄砂消散係数の経時変化と高度分布

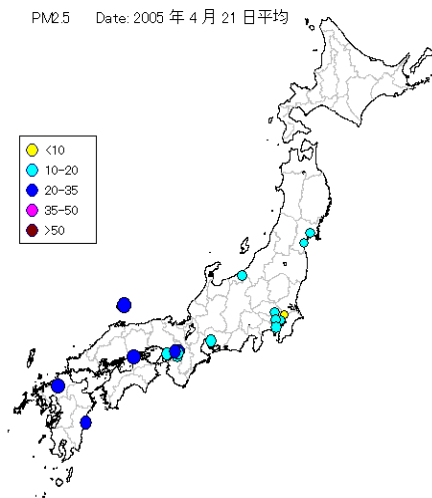


図 5-2-16-8 PM_{2.5} 日平均値全国分布

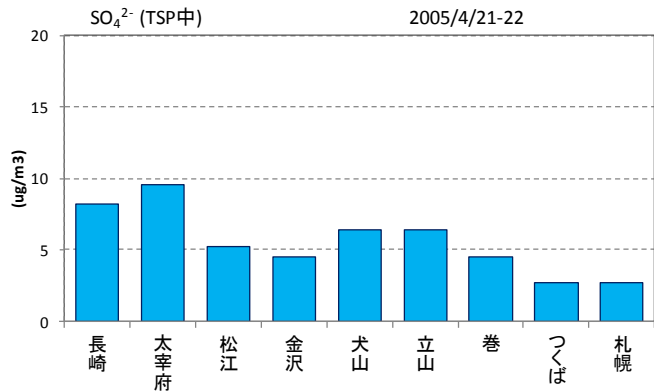


図 5-2-16-9 TSP 中硫酸イオン濃度(日値)

(17) 平成 16 (2004) 年 3 月 10 日~17 日 (事例 K02)

黄砂は北海道を含め全国 35 地点で観測されている。戈壁砂漠周辺で大きな砂塵嵐の発生があり、後方流跡線もこの地域を通過してきている。SPM 濃度は、北の方でも上昇しており北海道で高いところは $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ になっている。CFORS でも日本の北部への流れが予測されている。硫酸イオンは福岡で $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ を少し超しているがそれ以外は低く、北の方に影響を及ぼした単純黄砂と思われる。

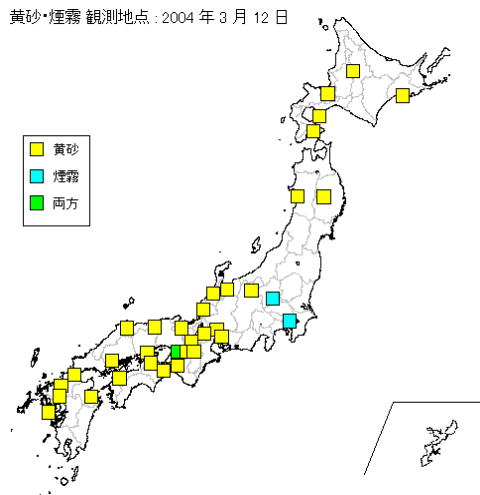


図 5-2-17-1 黄砂・煙霧観測地点

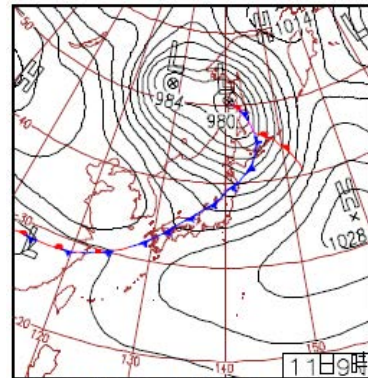


図 5-2-17-2 天気図

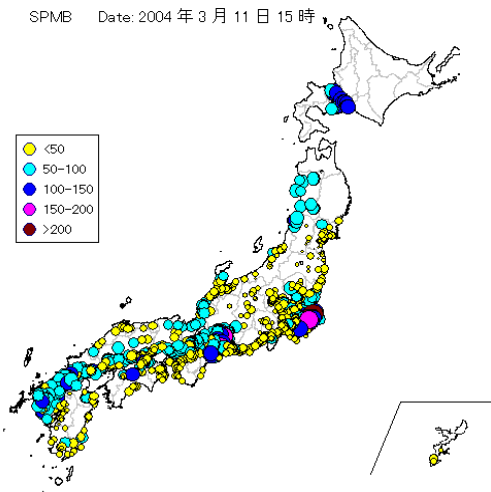


図 5-2-17-3 SPM 濃度全国分布

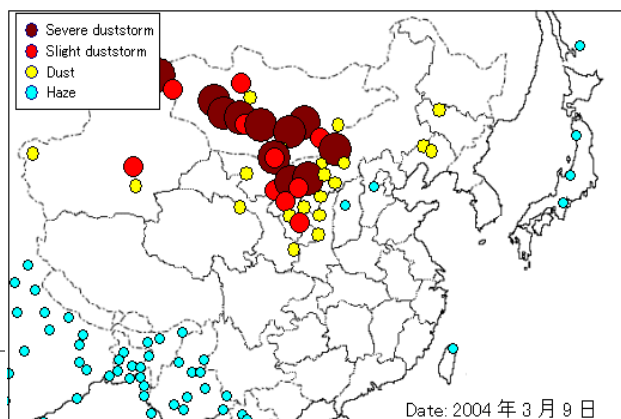


図 5-2-17-4 砂塵嵐発生状況

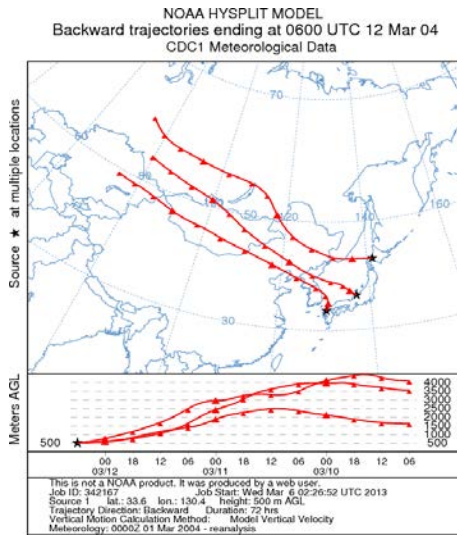


図 5-2-17-5 後方流跡線

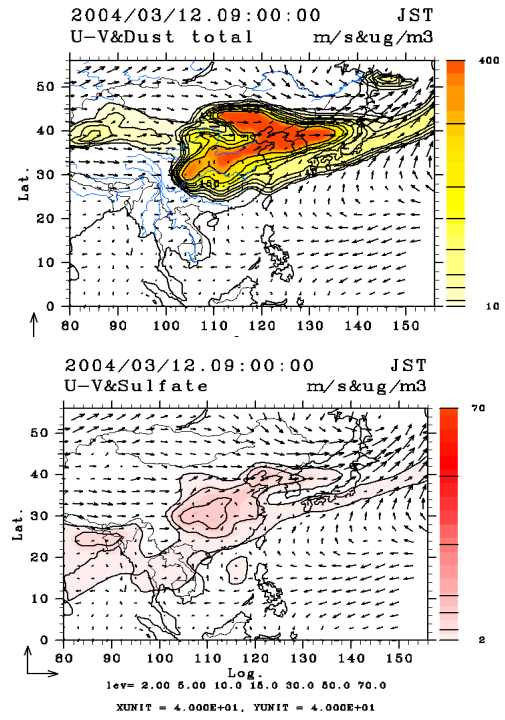


図 5-2-17-6 CFORS 予測結果

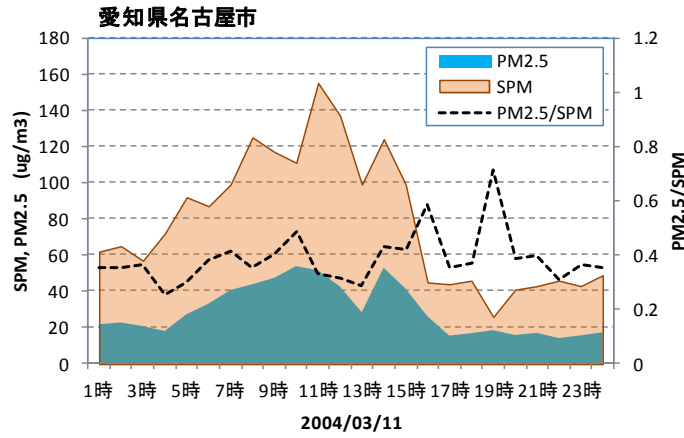


図 5-2-17-7 SPM, PM_{2.5} 濃度と PM_{2.5}/SPM

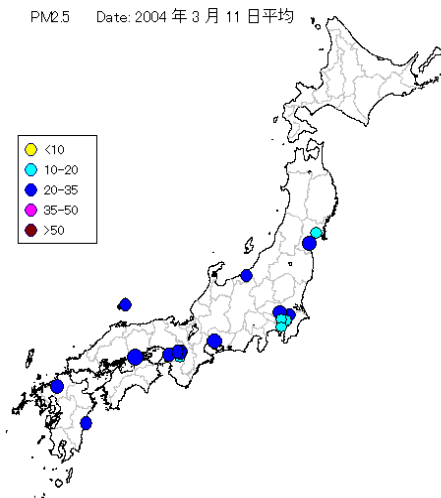


図 5-2-17-8 PM_{2.5} 日平均値全国分布

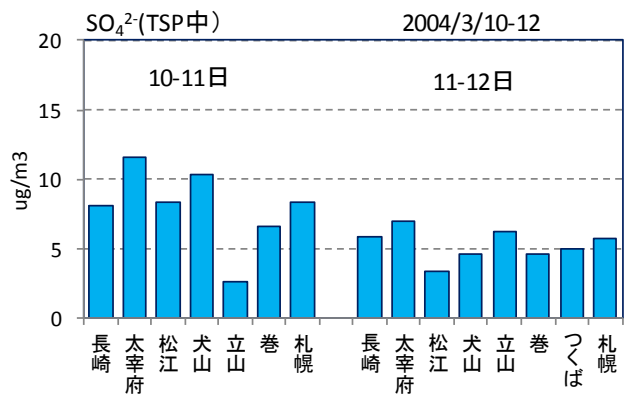


図 5-2-17-9 TSP 中硫酸イオン濃度(日値)

大規模黄砂は、多くの場合西日本から関東までの広がりであることが多いが、一部、北海道、東北まで及ぶケースもみられた。砂塵嵐の発生、後方流跡線の経路、黄砂観測地点が似通ったものでも、SPM濃度の上昇程度はかなり異なっており、飛来時の気象状況などによって、影響の度合いは様々である。大規模の黄砂の場合も、硫酸イオン濃度が $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えるような高濃度になることは多く、人為起源の大気汚染物質を多く含む混在黄砂か否かは、日本への気流の経路に大きく関係している。

事例ごとの解析による分類結果を、表 5-2-2 に示す。分類結果では、単純黄砂が 8 事例、混在黄砂が 9 事例とほぼ同数となった。

表 5-2-2 2003~2012 年度の大規模黄砂の分類

No.	事例番号	年	月	日	日数	黄砂地点数	煙霧地点数	黄砂の規模			分類
								SPM平均濃度	観測都道府県数	積算値	
1	K08	2007	4	1-3	3	43	15	110	43	4734	単純
2	K12	2010	3	20-24	5	63	13	99	47	4639	混在
3	K15	2011	5	1-5	5	43	10	96	40	3840	単純
4	K05	2006	4	1-10	10	41	15	94	35	3301	単純
5	K07	2006	4	24-27	4	44	12	86	37	3186	単純
6	K09	2007	5	26-31	6	50	5	67	40	2688	混在
7	K14	2010	11	12-15	4	37	10	63	36	2268	混在
8	K06	2006	4	17-21	5	43	18	52	36	1883	混在
9	K11	2009	3	16-19	4	46	4	47	40	1872	混在
10	K17	2013	3	8-11	4	31	8	57	30	1710	混在
11	K03	2004	4	16-24	9	34	15	59	29	1697	混在
12	K10	2008	3	2-3	2	44	3	48	35	1670	混在
13	K13	2010	5	3-6	4	32	5	51	31	1581	混在
14	K16	2011	5	13-14	2	39	2	47	33	1551	単純
15	K01	2003	4	12-17	6	31	19	50	28	1394	単純
16	K04	2005	4	20-23	4	38	3	35	32	1110	単純
17	K02	2004	3	10-17	8	35	14	33	26	853	単純

5.3. 大規模煙霧の事例

前項の大規模黄砂と同じように、気象台で煙霧を観測した地点が31地点以上の事例を選び出し、大規模煙霧とした。表5-3-1に、各事例について、煙霧日のPM_{2.5}平均濃度と観測都道府県数を乗じて算出した煙霧の規模を示す指標が大きな順に示す。全部で9事例であり、黄砂に比べ、多地点で同時に観測される煙霧の事例は少ない。時期も黄砂とは異なり、年間を通して出現している。

以下、この順序に従って事例ごとにその概要を示す。

表 5-3-1 31 地点以上で煙霧を観測した事例

No.	事例番号	年	月	日	日数	煙霧地点数	煙霧の規模		
							PM2.5 平均濃度	観測都 道府県 数	積算値
1	E08	2008	3	11-13	3	42	51	42	2142
2	E09	2011	2	4-9	9	38	55	38	2090
3	E04	2005	6	24-27	4	41	42	41	1722
4	E07	2007	7	28-29	2	34	50	31	1550
5	E05	2006	3	7-9	3	32	46	32	1472
6	E06	2006	10	11-21	11	34	44	33	1452
7	E03	2004	7	22-25	4	34	40	33	1320
8	E02	2004	6	23-24	4	31	40	31	1240
9	E01	2003	5	21-25	5	33	36	30	1080

(1)平成 20 (2008) 年 3 月 11 日~13 日 (事例 E08)

東北から九州南部まで 44 地点で煙霧を観測している。気圧配置では、日本北部を移動性高気圧が通過している。韓国や中国沿岸部の多くの地点で Haze (煙霧) を観測しており、後方流跡線も気塊が中国沿岸部上空を通過していることを示している。SPM 濃度は多くの地点で $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超し、 $\text{PM}_{2.5}$ も大阪、岡山で $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超すまで上昇している。 $\text{PM}_{2.5}$ が $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えている兵庫県の測定局での $\text{PM}_{2.5}/\text{SPM}$ 比は 0.9 近くになっている。福岡での硫酸イオン濃度は、この期間 $15\sim 30\mu\text{g}/\text{m}^3$ である。

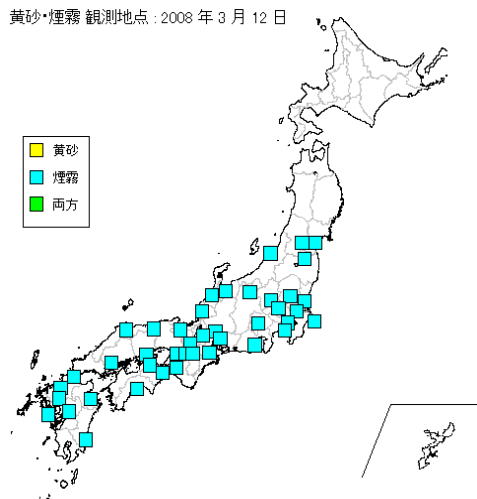


図 5-3-1-1 煙霧観測地点

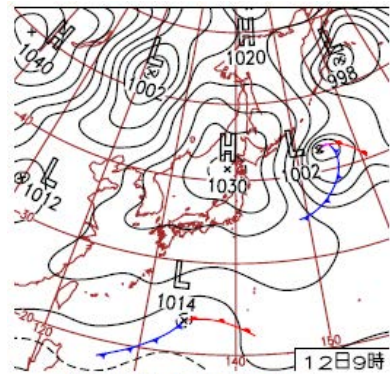


図 5-3-1-2 天気図

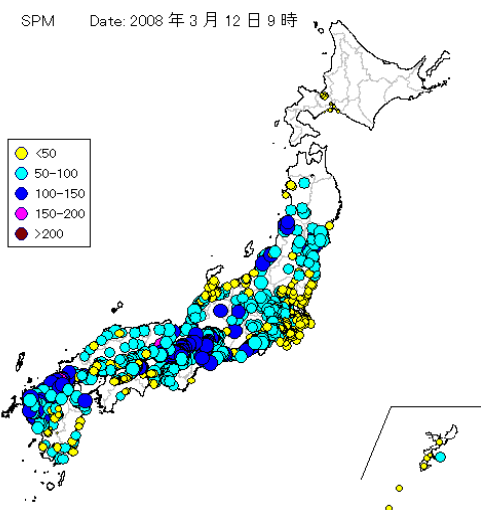


図 5-3-1-3 SPM 濃度全国分布

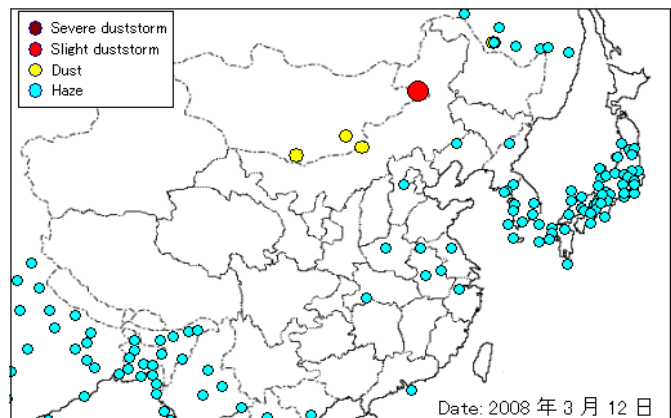


図 5-3-1-4 煙霧観測状況

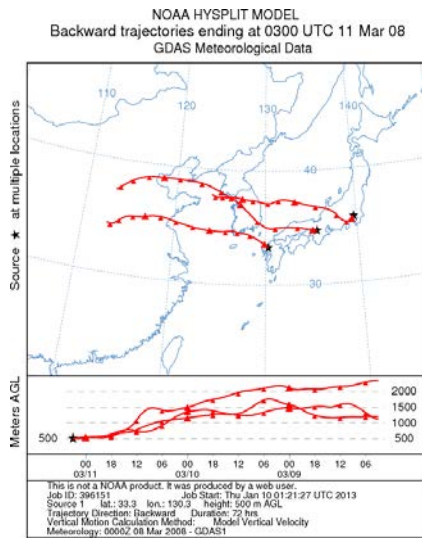


図 5-3-1-5 後方流跡線

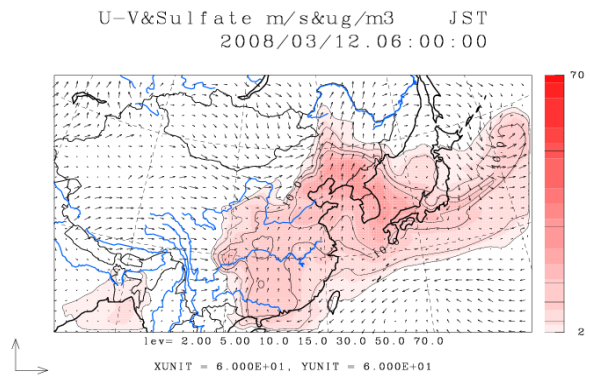


図 5-3-1-6 CFORS (sulfate) 予測結果

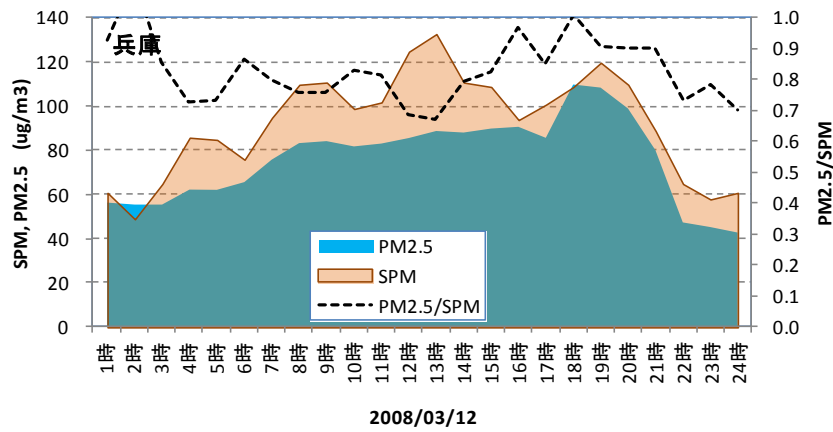


図 5-3-1-7 SPM, PM_{2.5} 濃度と PM_{2.5}/SPM

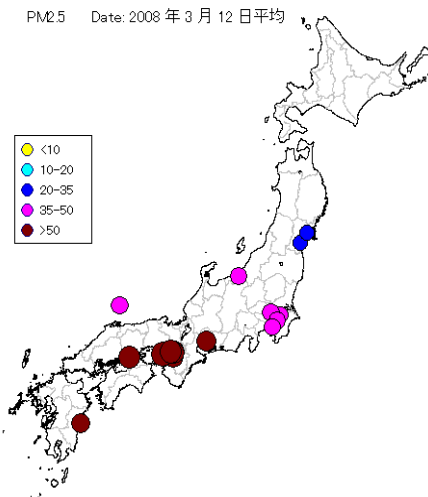


図 5-3-1-8 PM_{2.5} 日平均值全国分布

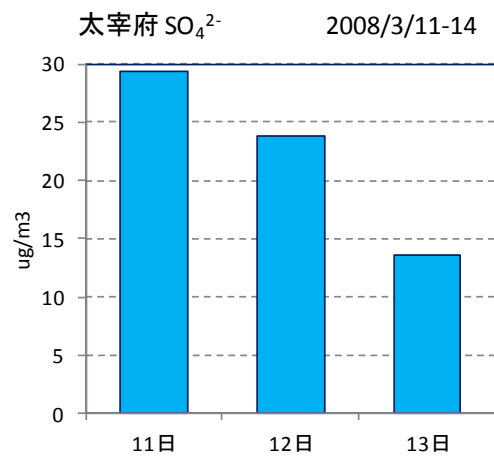
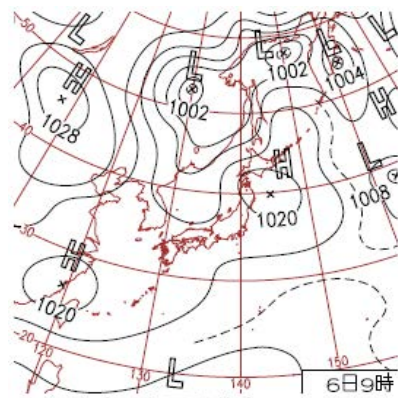
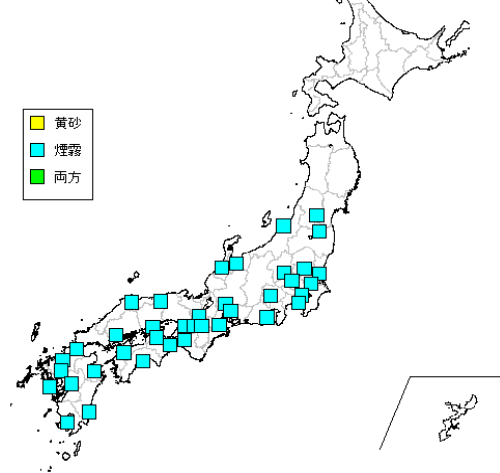


図 5-3-1-9 太宰府市での硫酸イオン濃度(日値)

(2)平成 23 (2011) 年 2 月 4 日～9 日 (事例 E09)

この煙霧現象は、マスコミ等でも大きく取り上げられ話題になった事例である。煙霧の観測は 38 地点と多く継続日数も長い大規模な煙霧であり、九州から時間の経過とともに東へ広がり関東まで至っている。気圧配置では、移動性高気圧が 8～10 日、12～14 日に日本中部を通過している様子がみられる。東アジアの広域で Haze (煙霧) が観測されており、後方流跡線もこの地域を經由している。SPM 全国分布でも、高濃度域が西から東へ時間とともに延びており、高いところでは $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超になっている。同様に、 $\text{PM}_{2.5}$ 日平均値全国分布では基準超過地域が広がっている様子が見られ、九州、山口では 1 時間値が $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超している。 $\text{PM}_{2.5}/\text{SPM}$ 比は、九州、関東で同じように 0.9 を超す高い値で推移し、大阪でのライダー球形消散係数と $\text{PM}_{2.5}$ の濃度変化も同期している。全国での硫酸イオン濃度 (日値) では、この間おおむね $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超す値になっている。なお、この事例については、山神らが詳細に解析し、越境汚染による影響の大きさを報告している²⁴⁾。

黄沙・煙霧 観測地点 : 2011 年 2 月 6 日



6日(日) 春の気配は着実に
日本付近は高気圧に覆われ、概ね穏やかな晴れや曇り。北日本は明け方冷え込み寒さ厳しい。夜は、気圧の谷の通過の影響で東～北日本は雨や雪。

図 5-3-2-1 煙霧観測地点

図 5-3-2-2 天気図

SPM Date: 2011 年 2 月 5 日 18 時

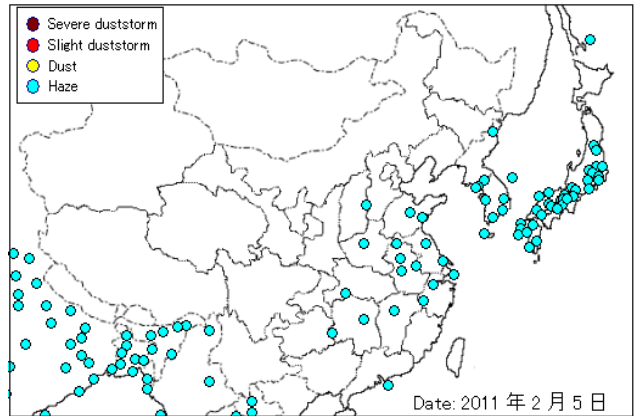
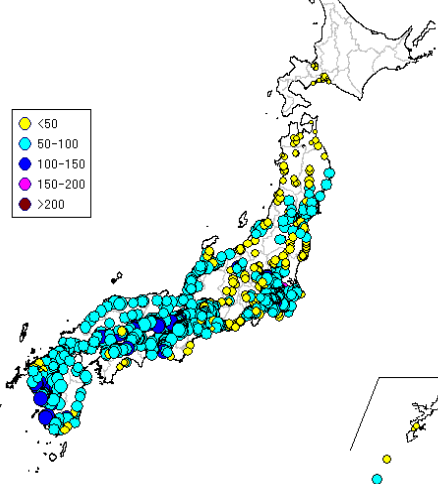


図 5-3-2-3 SPM 濃度全国分布

図 5-3-2-4 煙霧観測状況

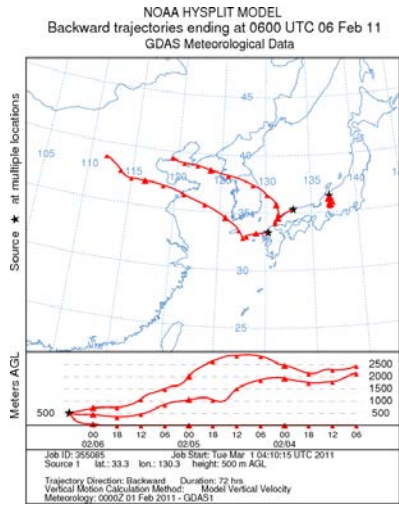


図 5-3-2-5 後方流跡線

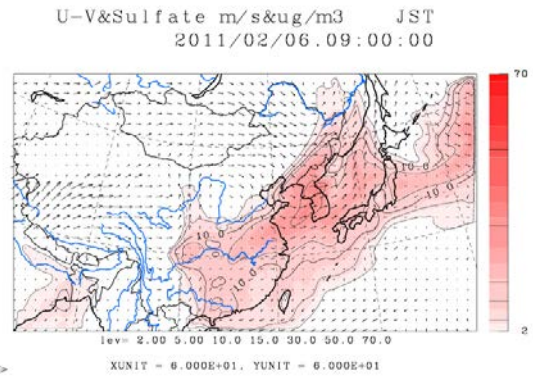


図 5-3-2-6 CFORS (dust) 予測結果

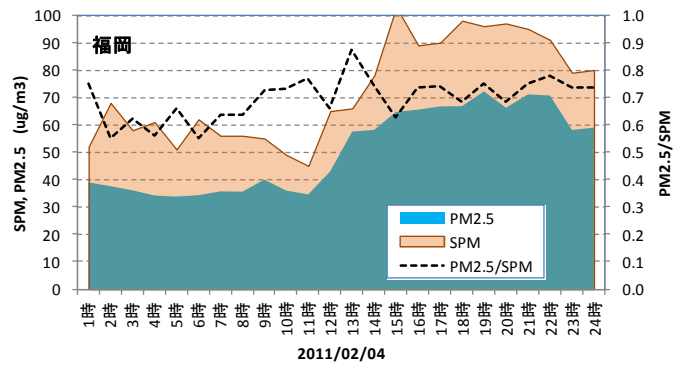


図 5-3-2-7 SPM, PM_{2.5} 濃度と PM_{2.5}/SPM

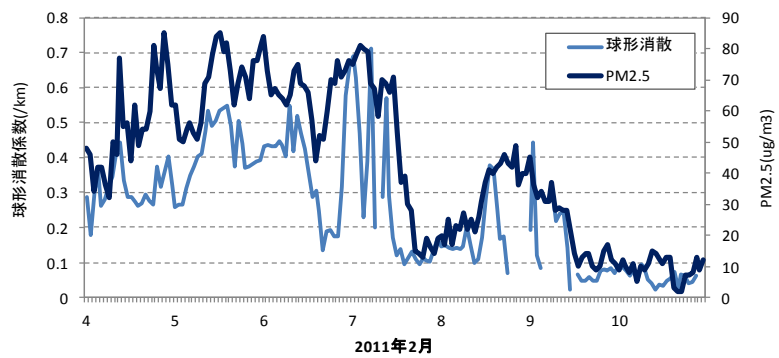


図 5-3-2-8 ライダー球形消散係数と PM_{2.5} 濃度の経時変化 (大阪)

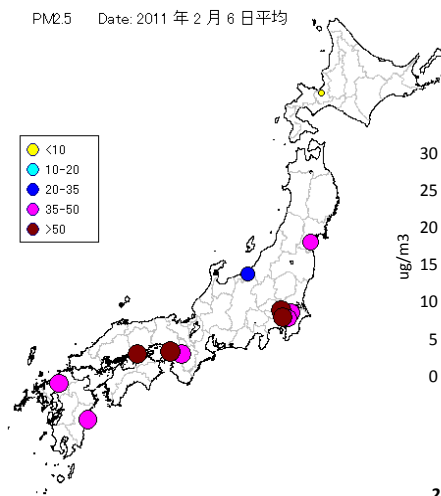


図 5-3-2-9 PM_{2.5} 日平均値全国分布

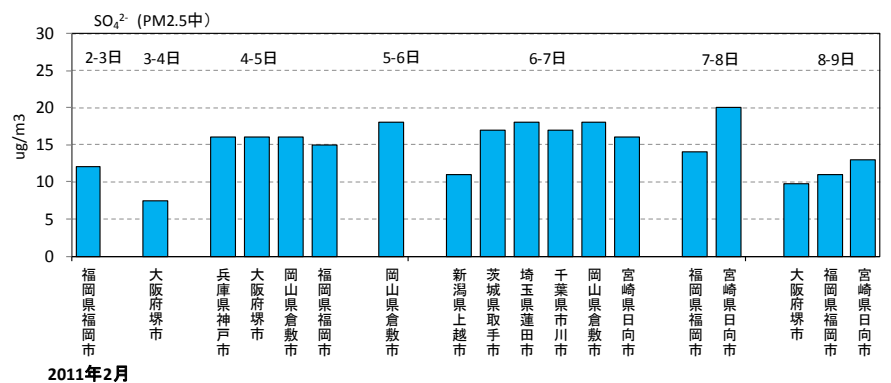


図 5-3-2-10 PM_{2.5} 中硫酸イオン濃度(日値)

(3)平成 17 (2005) 年 6 月 24 日～27 日 (事例 E04)

北海道以外の 41 地点で煙霧を観測している。この期間、九州を移動性高気圧が通過している。SPM は高いところで $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度である。東アジアでの Haze (煙霧) の観測はあまりみられないが、福岡での後方流跡線は大陸沿岸部方向からの気塊の動きを示している。PM_{2.5} は全国で日平均値 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えており、東北でも日平均値 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超す高濃度がみられる。

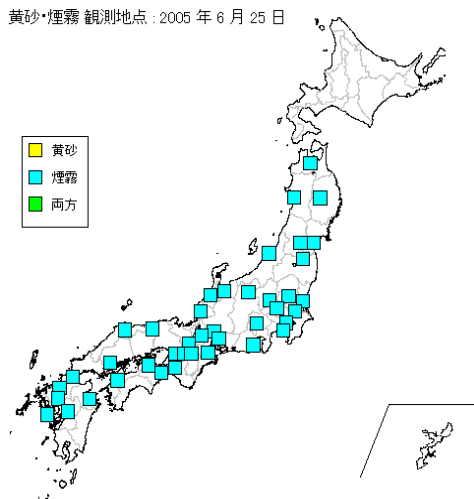
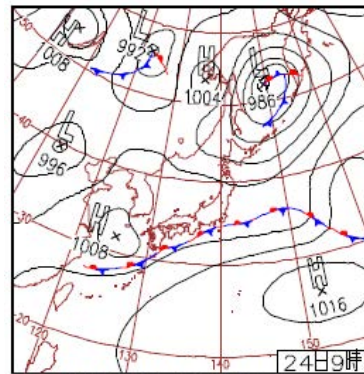


図 5-3-3-1 黄砂・煙霧観測地点



24日(金)関東等も気温上昇
本州付近での梅雨前線の活動は弱まり、沖縄を除いて晴れや曇り。沖縄は雨、竹富町波照間では日雨量238 mm。気温は東京31.0℃、前橋市34.4℃、大分県玖珠町で35.9℃。

図 5-3-3-2 天気図

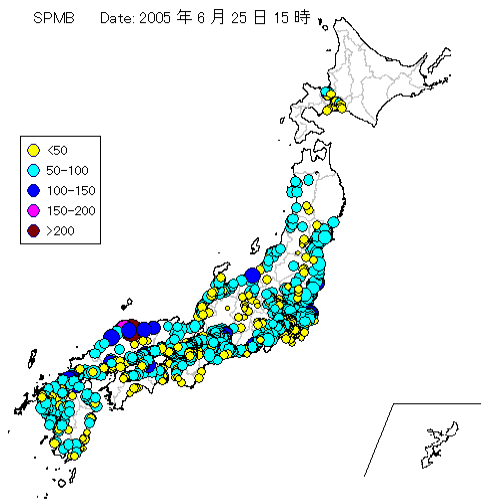


図 5-3-3-3 SPM 濃度全国分布

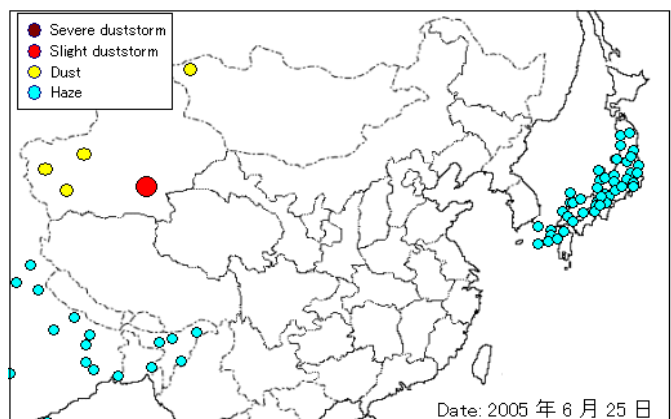


図 5-3-3-4 煙霧観測状況

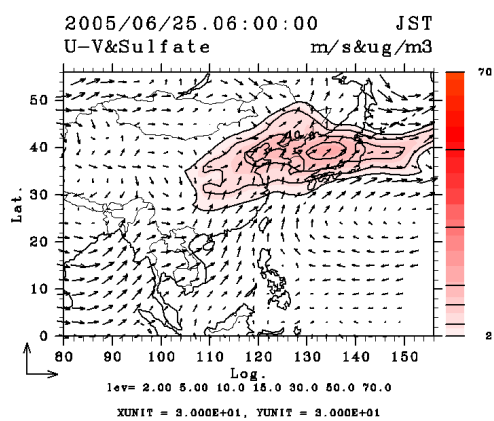
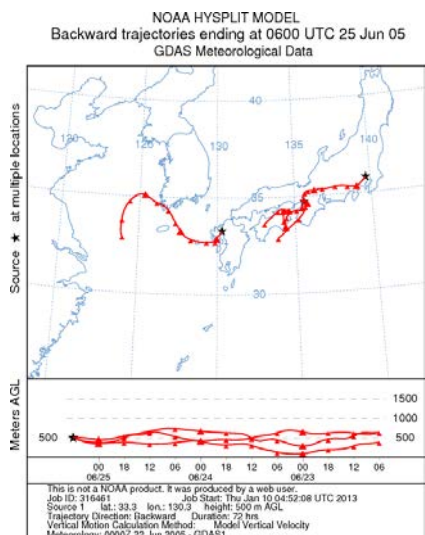


图 5-3-3-5 后方流跡線

图 5-3-3-6 CFORS (dust) 予測結果

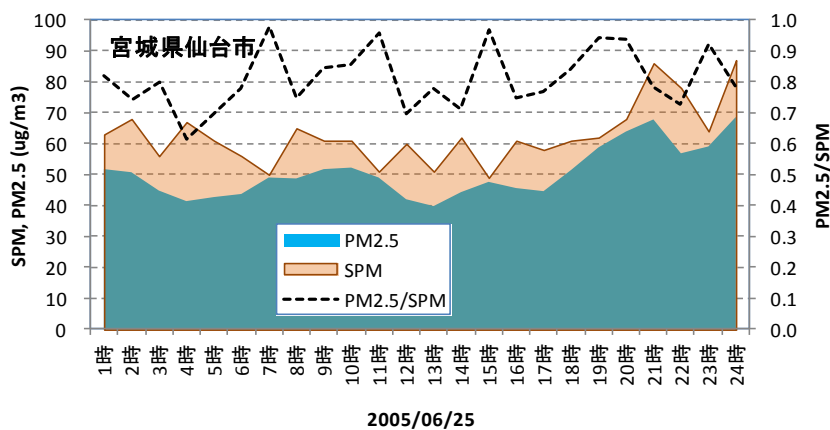


图 5-3-3-7 SPM, PM_{2.5} 濃度と PM_{2.5}/SPM

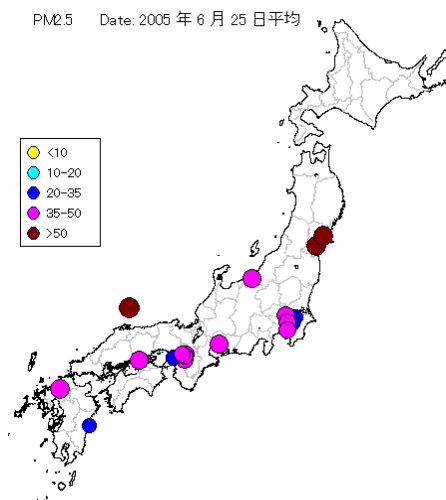
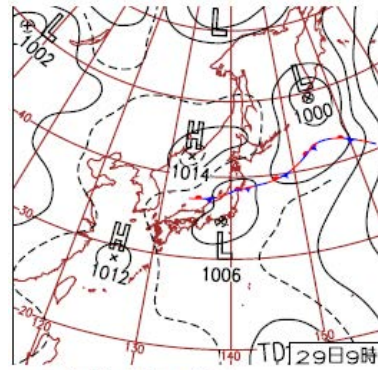
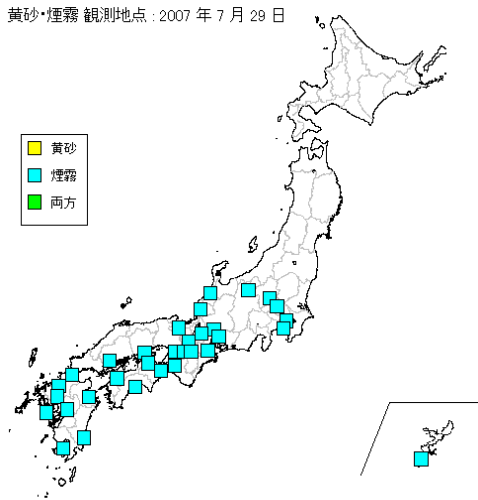


图 5-3-3-8 PM_{2.5} 日平均值全国分布

(4) 平成 19 (2007) 年 7 月 28 日～29 日 (事例 E07)

西日本を中心に 34 地点で煙霧を観測している。この時、九州の南に移動性高気圧が接近し通過している。SPM は九州、山口で高濃度になり、高いところは $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 近くまで上昇している。中国沿岸部での Haze (煙霧) 観測地点はみられていない。西日本を起点とする後方流跡線は中国沿岸部の方向を示している。CFORS の sulfate の予測では、日本全体が覆われている。PM_{2.5} 濃度も高く日平均で $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超している地点も多い。硫酸イオン濃度は全国で高く、 $10\sim 25\mu\text{g}/\text{m}^3$ に達している。



29日(日)台風第5号発生
本州付近は大気の状態が不安定。東日本～東北は群馬県桐生市黒保根で66mm/1hなど雷を伴った非常に激しい雨。西日本は宮崎県西米良村で36.5℃など引き続き各地で猛暑日。

図 5-3-4-1 煙霧観測地点

図 5-3-4-2 天気図

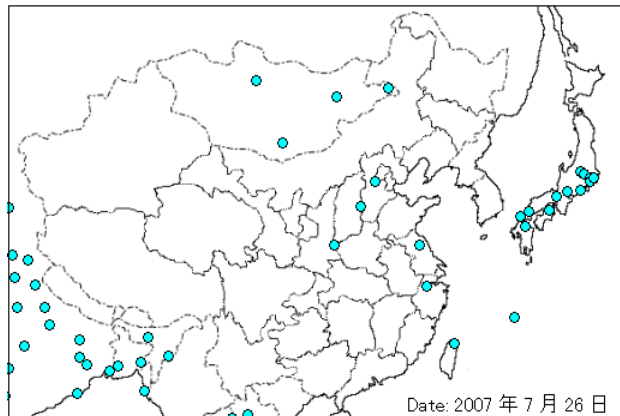
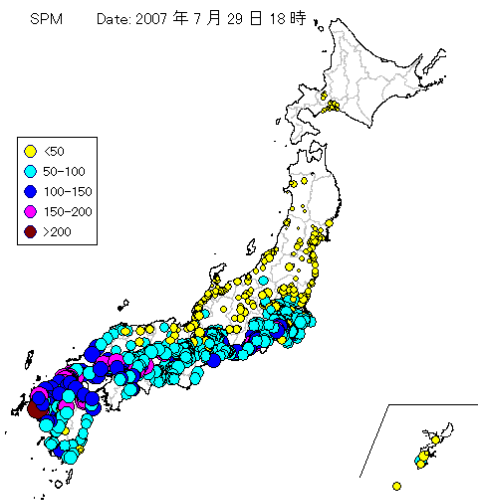


図 5-3-4-3 SPM 濃度全国分布

図 5-3-4-4 煙霧観測状況

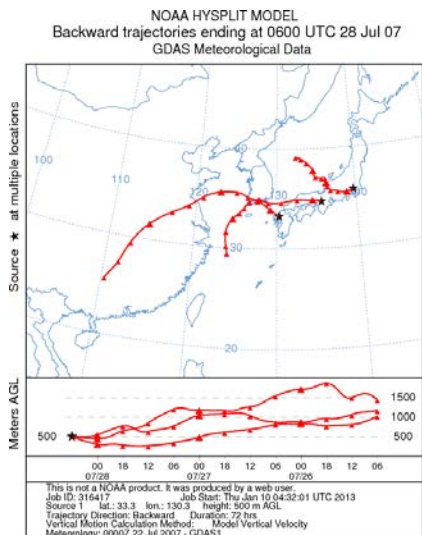


図 5-3-4-5 後方流跡線

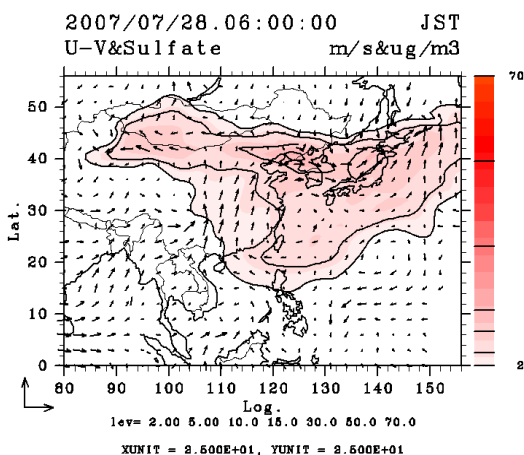


図 5-3-4-6 CFORS(sulfate) 予測結

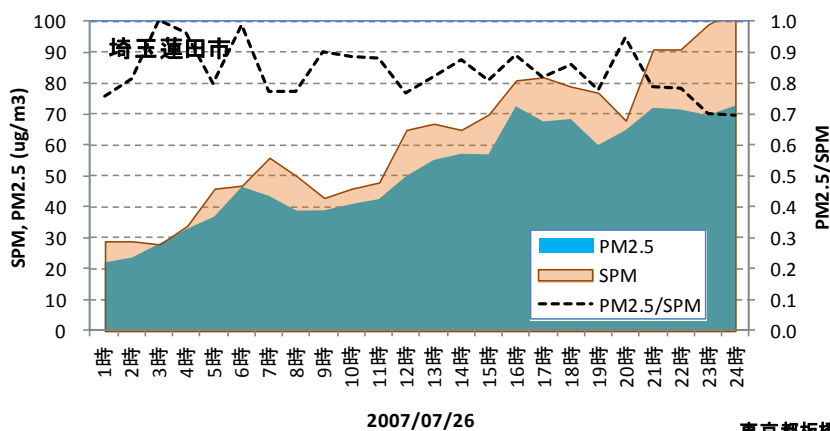
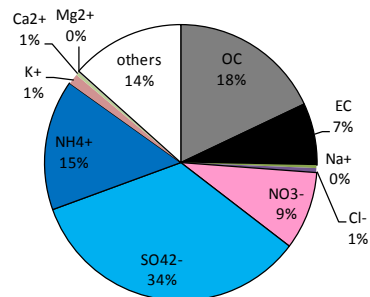


図 5-3-4-7 SPM, PM_{2.5} 濃度と PM_{2.5}/SPM

東京都板橋区 2007/07/27-29



PM_{2.5} Date: 2007年7月29日平均

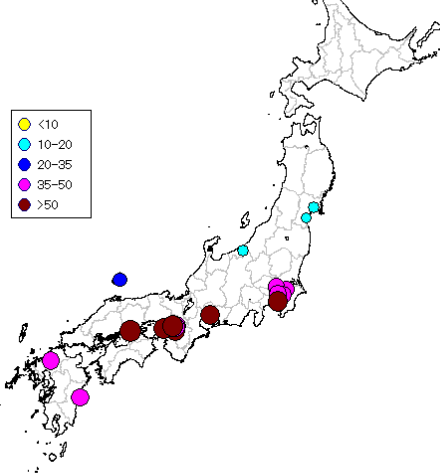


図 5-3-4-8 PM_{2.5} 日平均值全国分布

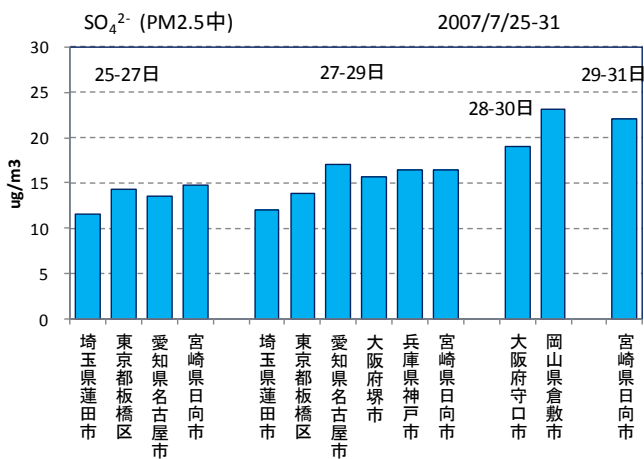


図 5-3-4-9 PM_{2.5} 中成分組成と硫酸イオン濃度(日値)

(5)平成 18 (2006) 年 3 月 7 日～9 日 (事例 E05)

関東以西の 32 地点で煙霧を観測している。移動性高気圧が接近してきている。SPM 濃度は九州を中心に $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えたところもみられる。前日、中国沿岸部での広い範囲で Haze (煙霧) を観測している。福岡での後方流跡線は中国沿岸部よりの流れを示し、CFORS でも sulfate の中国からの移流を予測している。PM_{2.5} も西日本で広く $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた状況である。

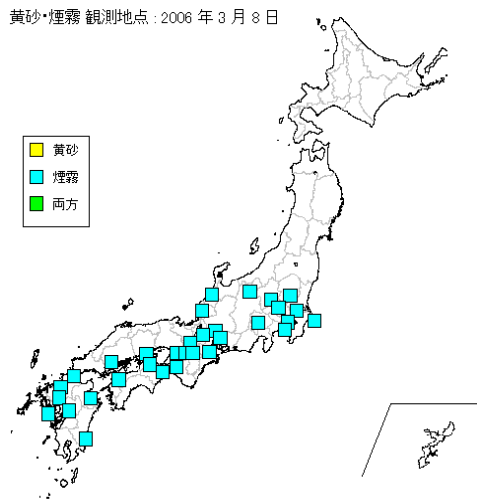
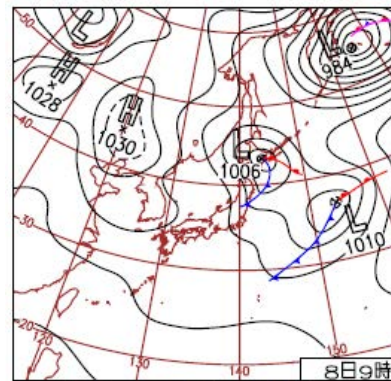


図 5-3-5-1 煙霧観測地点



8日(水)北日本に低気圧や前線
北日本は雨や雪。南西諸島も気圧の谷の影響で曇りや雨。高気圧に覆われた東・西日本は晴れて4月上旬～中旬の暖かさ。奈良市でツバキが開花。

図 5-3-5-2 天気図

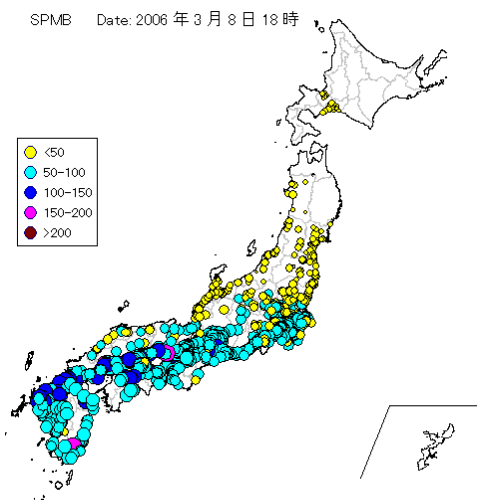


図 5-3-5-3 SPM 濃度全国分布

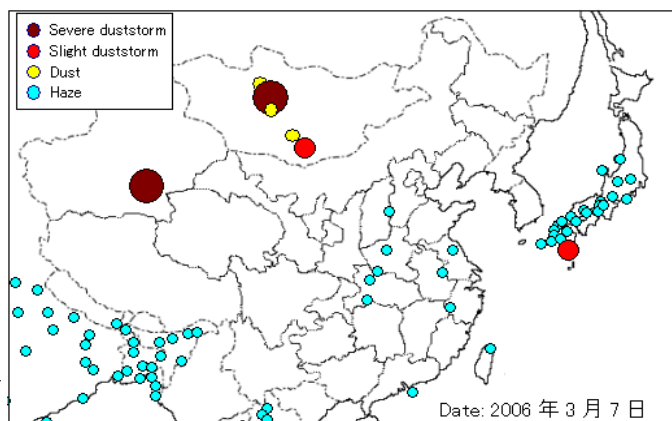


図 5-3-5-4 煙霧観測状況

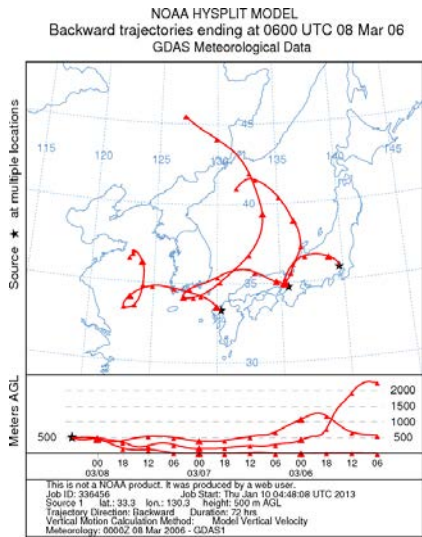


図 5-3-5-5 後方流跡線

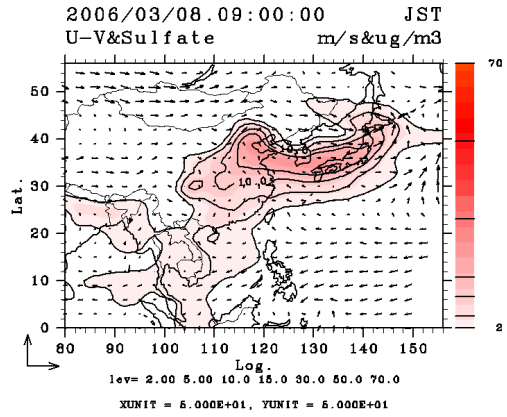


図 5-3-5-6 CFORS(sulfate) 予測結

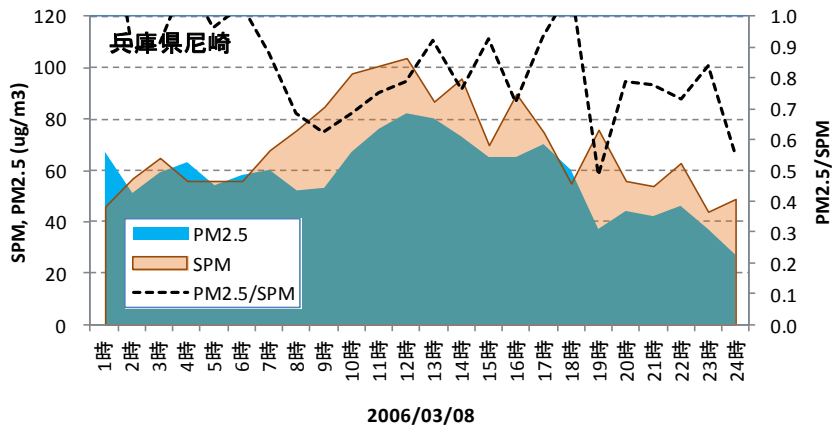


図 5-3-5-7 SPM, PM_{2.5} 濃度と PM_{2.5}/SPM

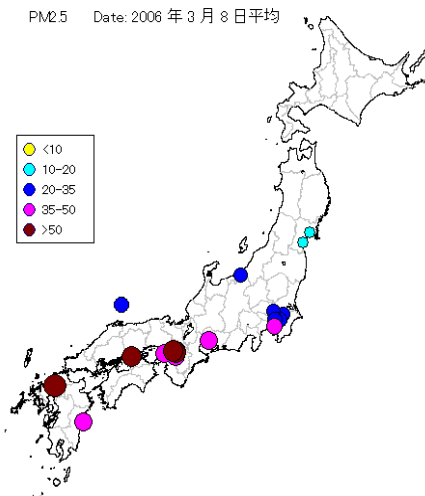


図 5-3-5-8 PM_{2.5} 日平均値全国分布

(6)平成 18 (2006) 年 10 月 11 日～21 日 (事例 E06)

西日本から東北まで 30 地点以上で煙霧が観測され、11 日間継続した規模と期間の長い煙霧である。この期間、移動性高気圧が日本をゆっくりと通過している。SPM も最高で $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える局が多く存在する。中国沿岸部で Haze (煙霧) が多数観測されており、後方流跡線も西日本では中国沿岸部からの流れを示している。CFORS も sulfate の中国からの流れを予測している。PM_{2.5} は西日本で $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超す地点が出ている。硫酸イオン濃度が、福岡で高い時は $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超している。

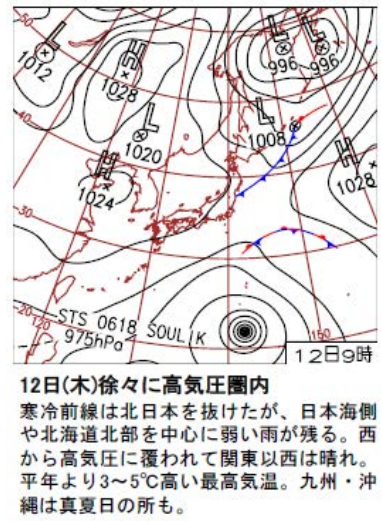
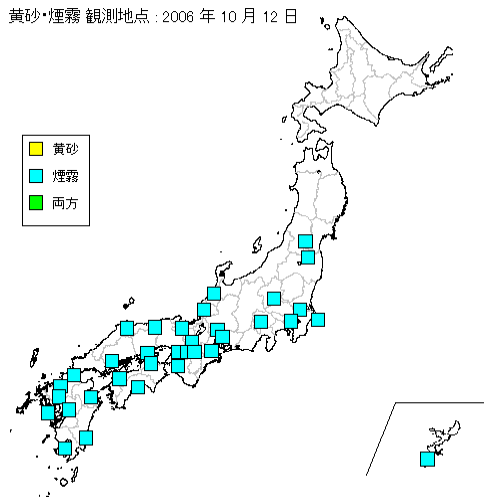


図 5-3-6-1 煙霧観測地点

図 5-3-6-2 天気図

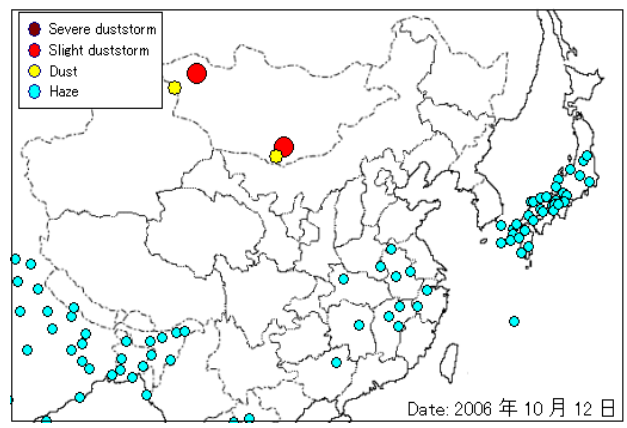
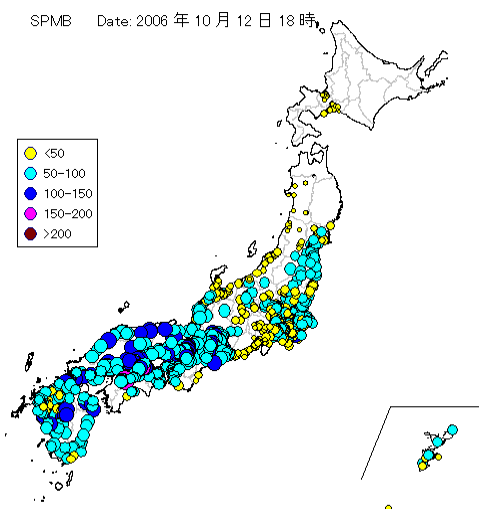


図 5-3-6-3 SPM 濃度全国分布

図 5-3-6-4 煙霧観測状況

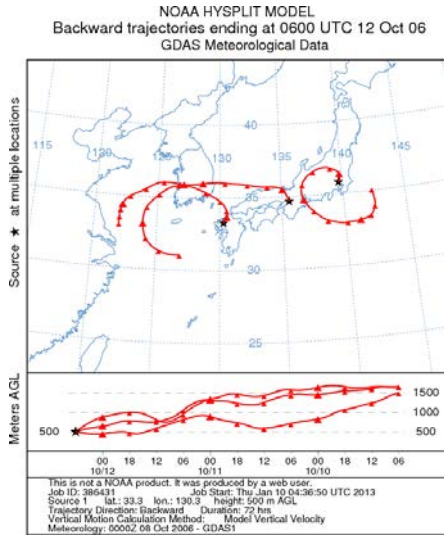


図 5-3-6-5 後方流跡線

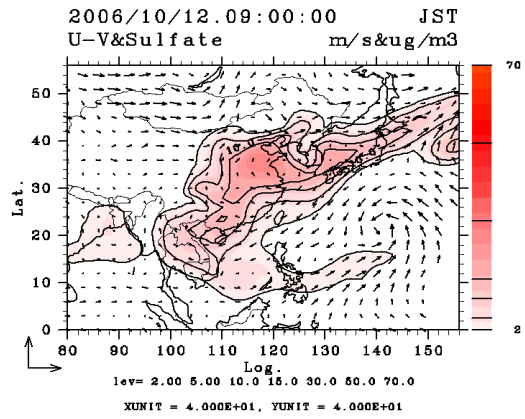


図 5-3-6-6 CFORS(sulfate) 予測結果

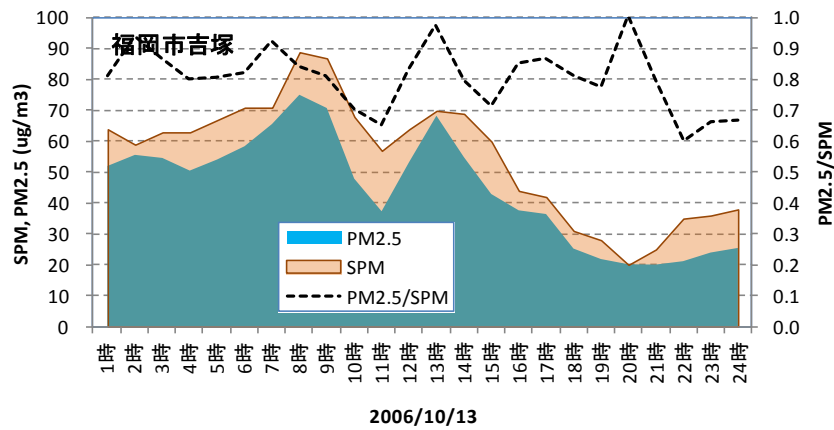


図 5-3-6-7 SPM, PM_{2.5} 濃度と PM_{2.5}/SPM

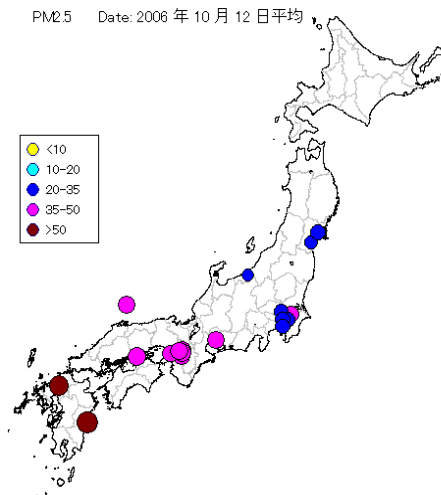


図 5-3-6-8 PM_{2.5} 日平均値全国分布

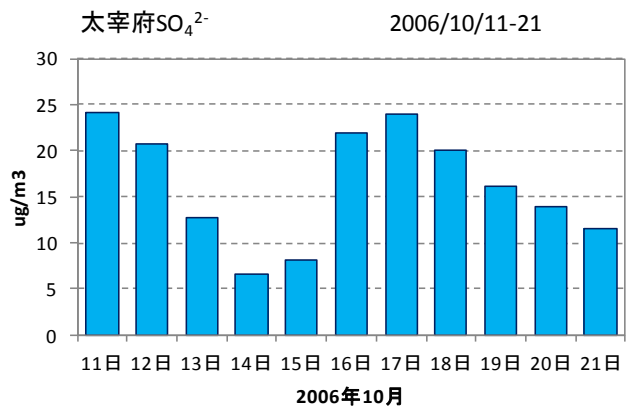
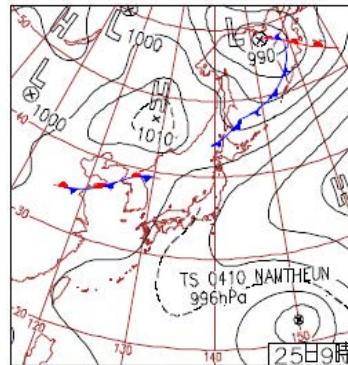
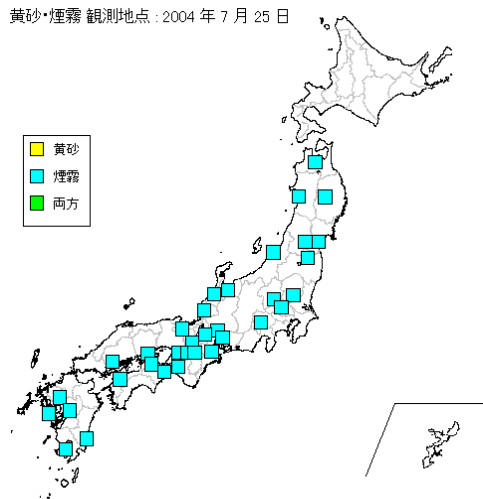


図 5-3-6-9 太宰府市での硫酸イオン濃度(日値)

(7)平成 16 (2004) 年 7 月 22 日～25 日 (事例 E03)

煙霧が、本州から九州にかけての全体に広がり 34 か所で観測されている。SPM は最高で $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える局が多くなっている。中国沿岸部での Haze (煙霧) の観測は少ない。後方流跡線は福岡で中国沿岸部方面からの流れを示している。CFORS は中国からの影響を示しているが高濃度にはなっていない。PM_{2.5} は関西と宮城で日平均が $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える値を示している。



25日(日)広い範囲で雷雨
日本付近は太平洋高気圧に緩やかに覆われ、概ね晴れ。日本上空に南海上から寒気が入り、午後は山沿いを中心に広い範囲で雷雨。愛媛県西条市で49mm/h。落雷による被害多発。

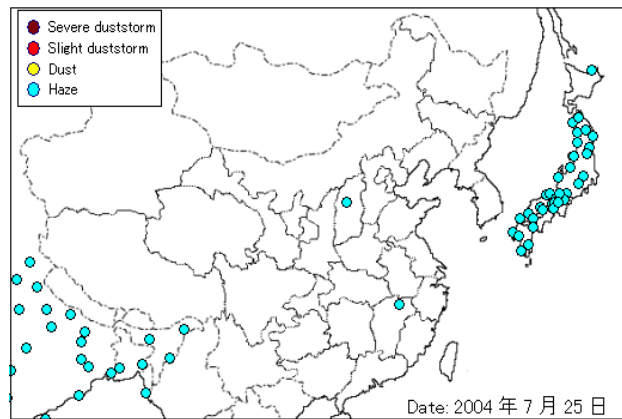
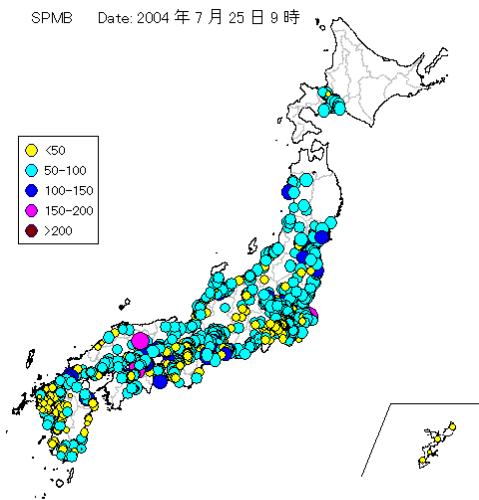


図 5-3-7-3 SPM 濃度全国分布

図 5-3-7-4 煙霧観測状況

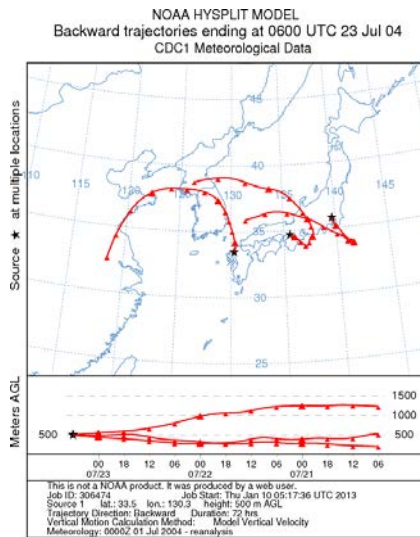


図 5-3-7-5 後方流跡線

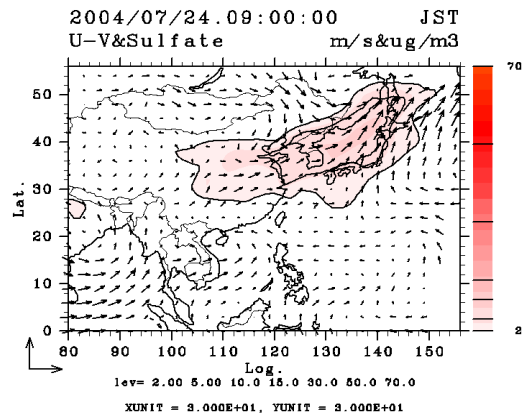


図 5-3-7-6 CFORS(sulfate) 予測結果

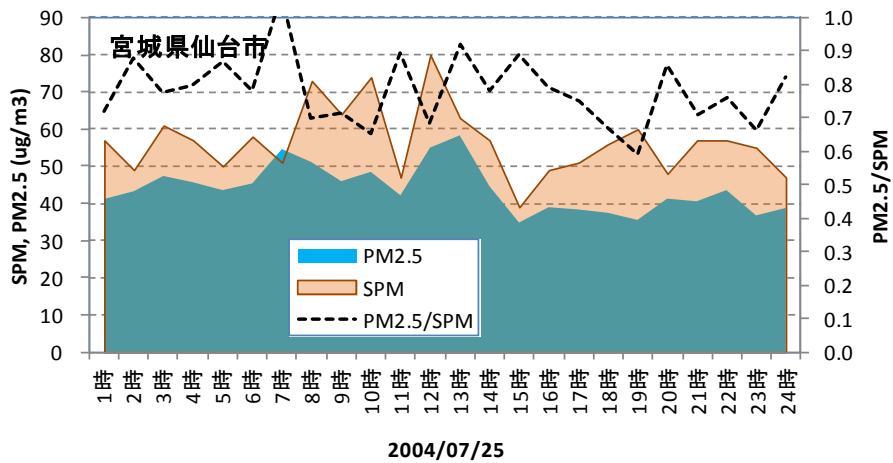


図 5-3-7-7 SPM, PM_{2.5} 濃度と PM_{2.5}/SPM

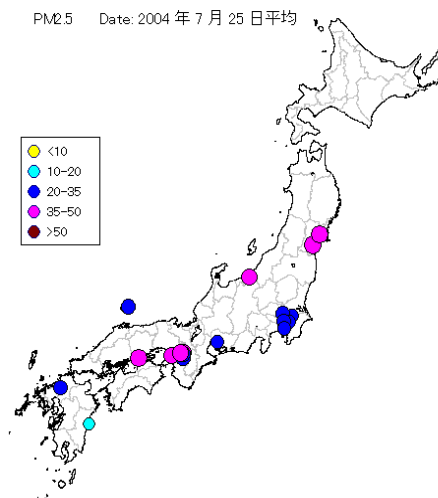


図 5-3-7-8 PM_{2.5} 日平均值全国分布

(8)平成 16 (2004) 年 6 月 23 日~24 日 (事例 E02)

煙霧は本州、九州の 31 か所で広く観測されている。SPM は、中国四国から東北までの広範囲で最高 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超す局が多数みられる。東アジアでの Haze (煙霧) の観測はみられない。後方流跡線は中国沿岸部よりの流れを示している。CFORS は中国大陸から主に日本北部への飛来を予測している。PM_{2.5} は関西と宮城で高く、前項の(7)事例 E03 と似た状況を示している。

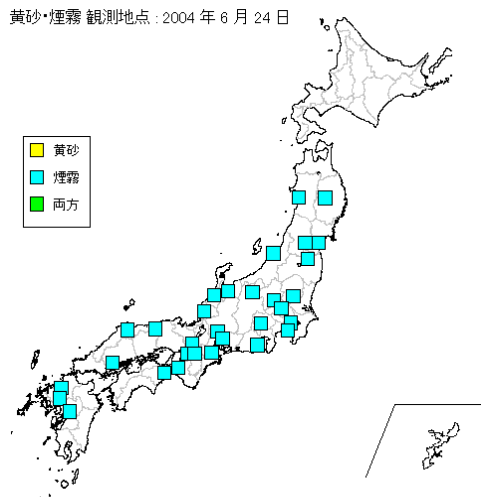
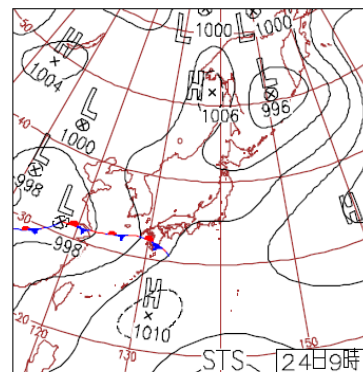


図 5-3-8-1 煙霧観測地点



24日(木)九州北部で激しい雨
九州で梅雨前線の活動が活発化。長崎有川町で9時に47m/hの激しい雨。日雨量は長崎県の平戸市で123.5mm、佐賀県の伊万里市で102mm。奄美で平年より4日早い梅雨明け。

図 5-3-8-2 天気図

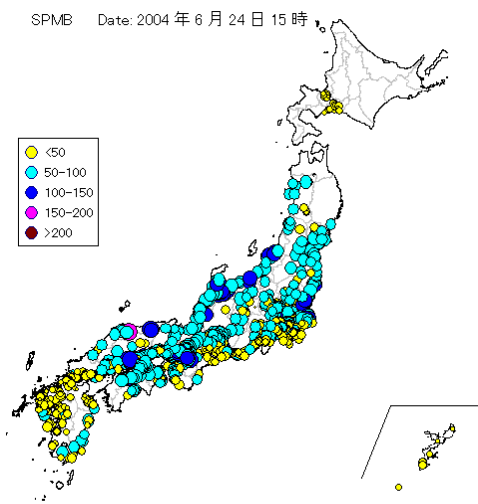


図 5-3-8-3 SPM 濃度全国分布

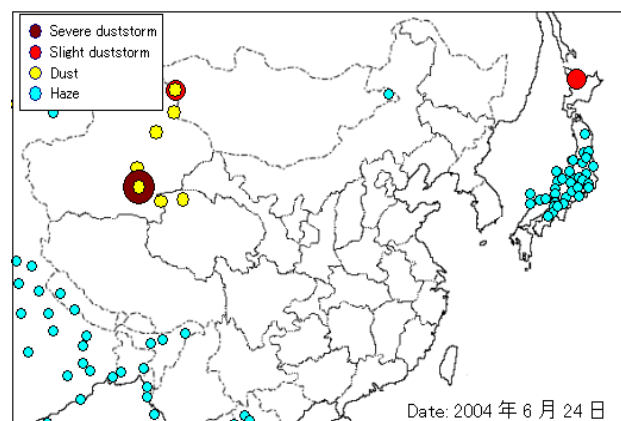


図 5-3-8-4 煙霧観測状況

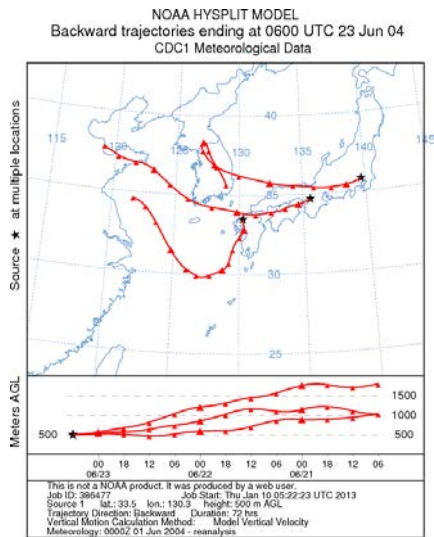


図 5-3-8-5 後方流跡線

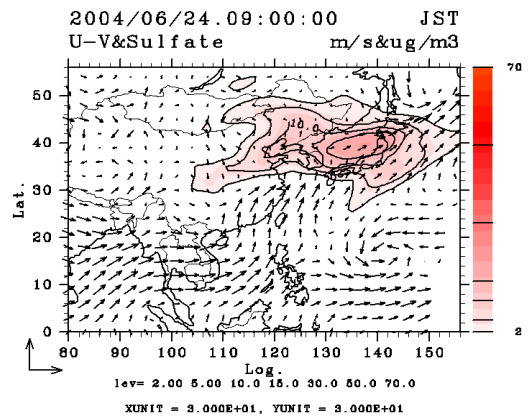


図 5-3-8-6 CFORS(sulfate) 予測結果

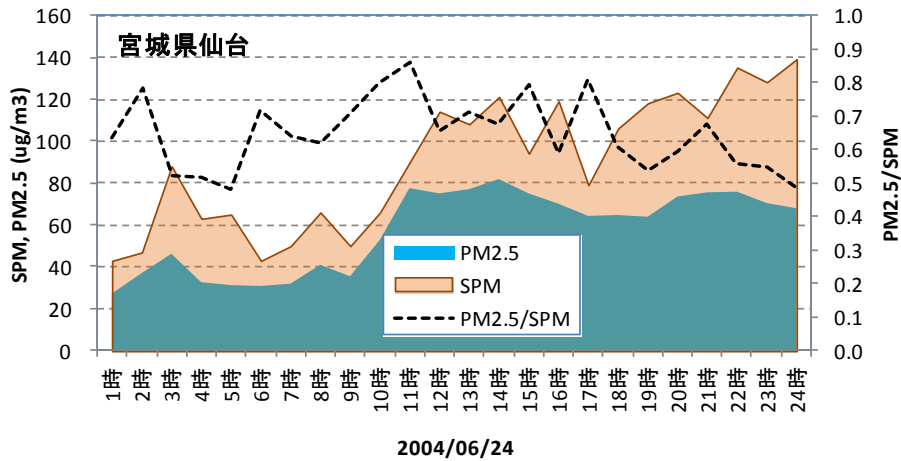


図 5-2-8-7 SPM, PM_{2.5} 濃度と PM_{2.5}/SPM

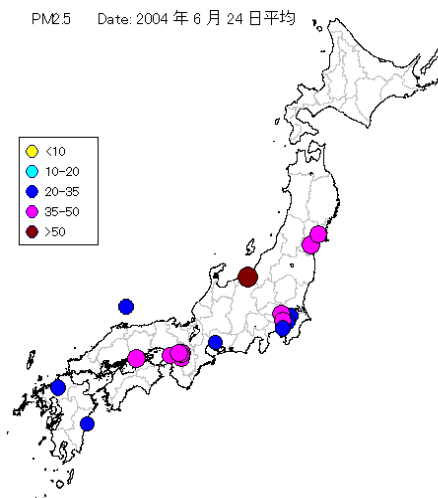


図 5-3-8-8 PM_{2.5} 日平均值全国分布

(9)平成 15 (2003) 年 5 月 21 日～25 日 (事例 E01)

北海道を含む全国 33 地点で煙霧を観測している。この期間、日本全体が移動性高気圧に覆われている。SPM は西日本を中心に最高 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える局が多数存在している。Haze (煙霧) が珍しくロシアで多く観測されている。これは、この時期に発生したシベリヤでの大規模な森林火災のためと思われる。後方流跡線は福岡で韓国方向からの流れを示している。PM_{2.5} は西日本で高い。福岡での硫酸イオン濃度は $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超し、高い時は $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えている。

黄沙・煙霧観測地点：2003 年 5 月 23 日

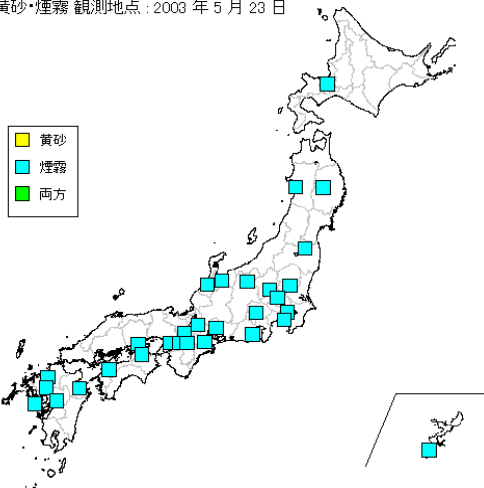
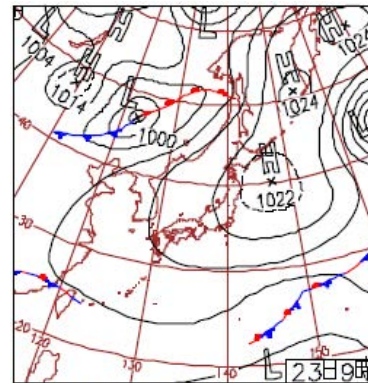


図 5-3-9-1 煙霧観測地点



23日(金)静岡県で激しい雨
東北の東海上に移動した高気圧が広く日本を覆い、北日本を中心に晴れ。上空に寒気は入り、近畿から東海では不安定となり、静岡県鍵穴で15時まで1時間57mmの強雨。

図 5-3-9-2 天気図

SPMB Date: 2003 年 5 月 23 日 9 時

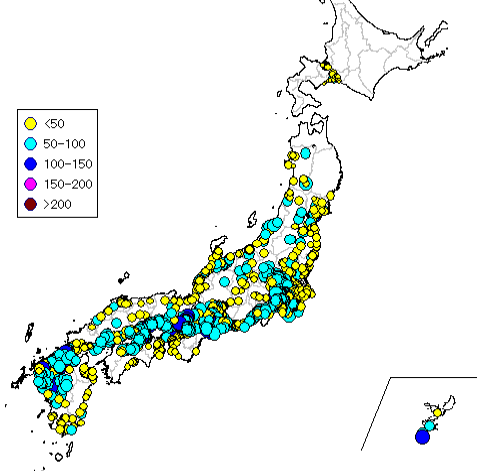


図 5-3-9-3 SPM 濃度全国分布

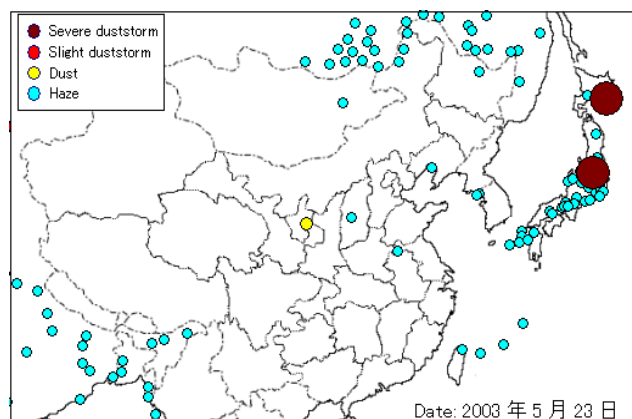


図 5-3-9-4 煙霧観測状況

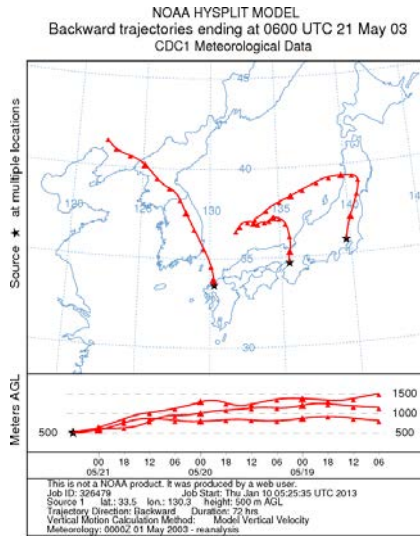


図 5-3-9-5 後方流跡線

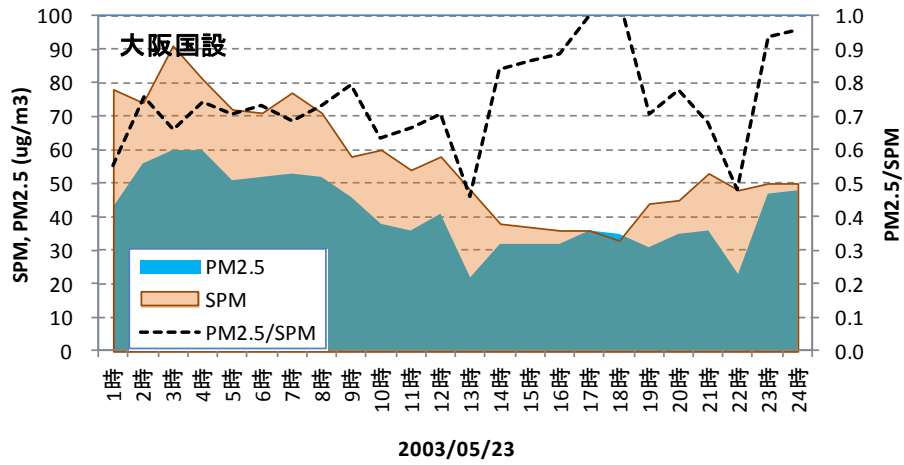


図 5-3-9-6 SPM, PM_{2.5} 濃度と PM_{2.5}/SPM

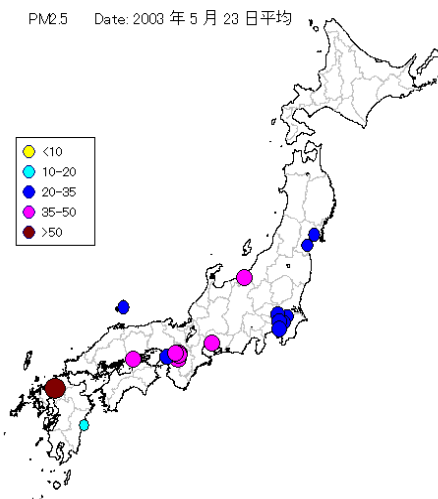


図 5-3-9-7 PM_{2.5} 日平均値全国分布

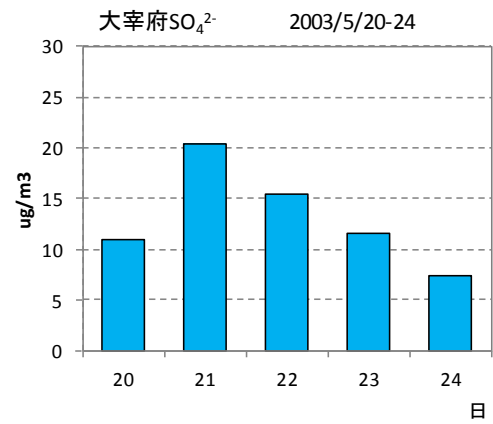


図 5-3-9-8 太宰府市での硫酸イオン濃度(日値)

5.4. 黄砂・煙霧の特徴

過去の調査^{5),19)}でまとめられた黄砂日の特徴は以下の通りである。

- 後方流跡線がモンゴル上空を通過する
- 気圧配置で、日本南岸に前線が延びる
- ライダーの黄砂消散係数と SPM 濃度が同時に上昇する
- SPM 濃度が地域の複数の地点で同時に上昇する
- CFORS の「土壌性ダスト (黄砂)」(dust)の予想分布で黄砂の飛来が予測されている
- PM_{2.5}/SPM の比が小さくなる (粗大粒子の割合が大きくなる)

また、長距離移流を原因とした煙霧の特徴としては、概ね次のようなことが挙げられている。

- 後方流跡線が中国沿岸部を通過する
- 気圧配置で、移動性高気圧が日本を通過している
- ライダー球形消散係数と硫酸イオンに同時上昇の傾向がみられる
- 硫酸イオンの濃度が上昇する
- CFORS の「硫酸塩エアロゾル (大気汚染物質)」(sulfate) の予想分布で、硫酸塩の移流が予測されている
- PM_{2.5}/SPM 比が大きい (粗大粒子の割合が小さい)

さらに、黄砂と長距離移流による煙霧とは、日本へ到達する時に混在した形を取ることも多いと考えられるため、これらを混在黄砂として分類してきた。大規模な黄砂・煙霧の事例解析においても、このような特徴はおおむね共通していた。

以下、(1)後方流跡線の経路、(2)黄砂発生と Haze (煙霧) の観測、(3)PM_{2.5} と SPM の比、(4)ライダー黄砂消散係数と SPM の関係について整理した。

(1) 後方流跡線の経路

大規模黄砂・煙霧時の後方流跡線の経路について整理した。図 5-4-1 は大規模黄砂 17 事例の後方流跡線の経路をまとめたものである。同様に、図 5-4-2 は大規模煙霧 9 事例をまとめたものである。

この二つの図から、黄砂が主にモンゴル及び中国内陸部を通過するものが中心であり、大規模煙霧は中国沿岸部及び韓国を通過するケースが多いことがわかる。

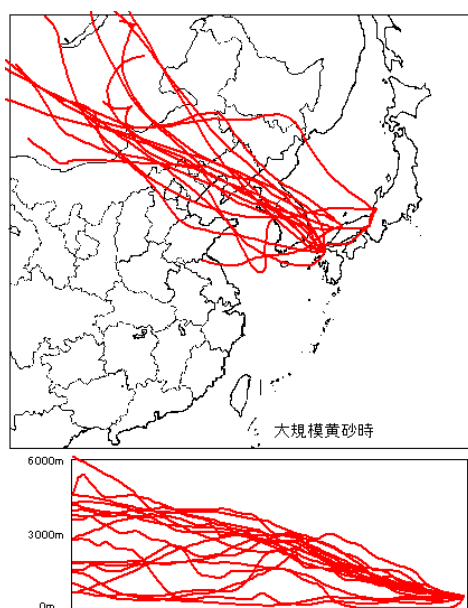


図 5-4-1 大規模黄砂時の後方流跡線の経路

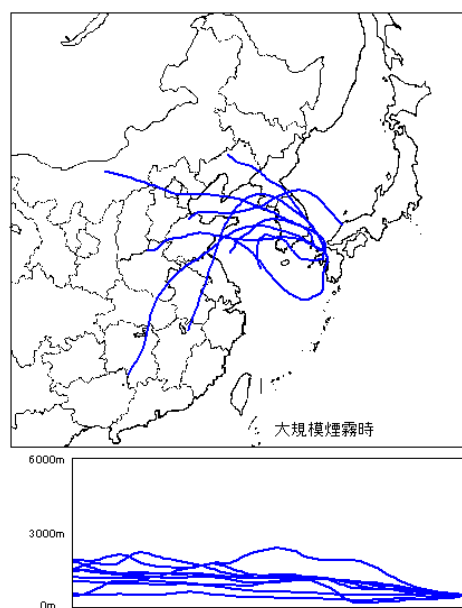


図 5-4-2 大規模煙霧時の後方流跡線の経路

さらに、後方流跡線の軌跡を詳細にみるために、通過する位置を図 5-4-3 のように緯度 5°×経度 10° のメッシュ (メッシュ 7 のみ緯度 5°×経度 5°) に分けて算出した。図 5-4-4 は、大規模黄砂と大規模煙霧に分けてその通過回数を示したものである。大規模黄砂が主に地域 1~4 の内陸部から地域 6~7 の沿岸部を経由していることが分かる。一方、大規模煙霧は地域 6~8 の中国沿岸部と韓国経由がほとんどである。図 5-4-5 は、黄砂を単純と混在に分類したときの通過割合 (単純 7 事例、混在 10 事例) を示している。主な経由地域は似たようなものであるが、混在においては中国沿岸部の工業地帯である地域 8 が加わっている。

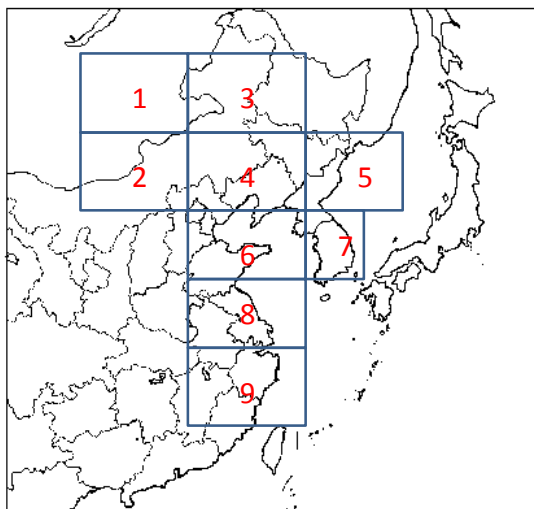


図 5-4-3 東アジアでの地域メッシュ

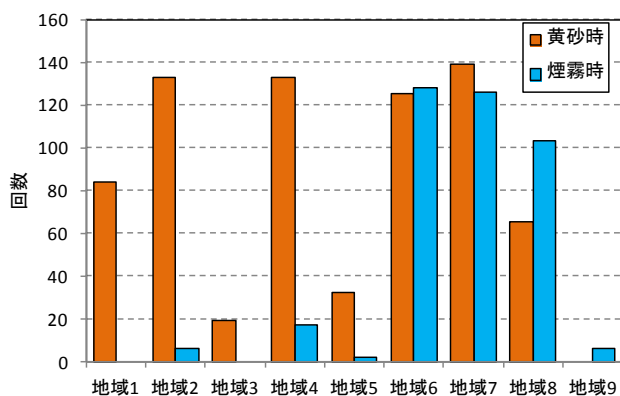


図 5-4-4 大規模黄砂・煙霧時の地域別メッシュ通過数

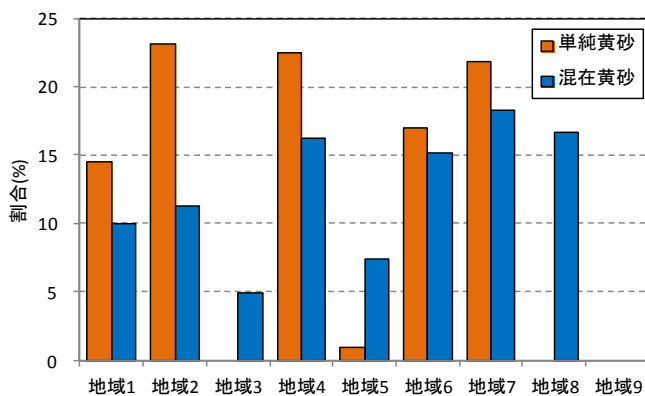


図 5-4-5 大規模黄砂時の混在・単純別地域メッシュ通過割合

(2) 黄砂発生と Haze(煙霧)の観測

大規模黄砂が日本で観測された時に、それ以前、どの地域で砂塵嵐が発生したかをまとめたものが、図 5-4-6 である。砂塵嵐の発生地域は、モンゴル全域、ゴビ砂漠を含めた内モンゴル高原地域など中国大陸の内陸部を広く占めている。

同様に、大規模煙霧が日本で観測された時に、それ以前を含めて東アジア地域で観測された Haze(煙霧)を 図 5-4-7 にまとめて示している。韓国、中国沿岸部で同じ時期に Haze(煙霧)が観測された事例が多い。なお、シベリヤで広く観測されたケースは平成 15(2003)年 5 月 21~23 日の森林火災の影響である。

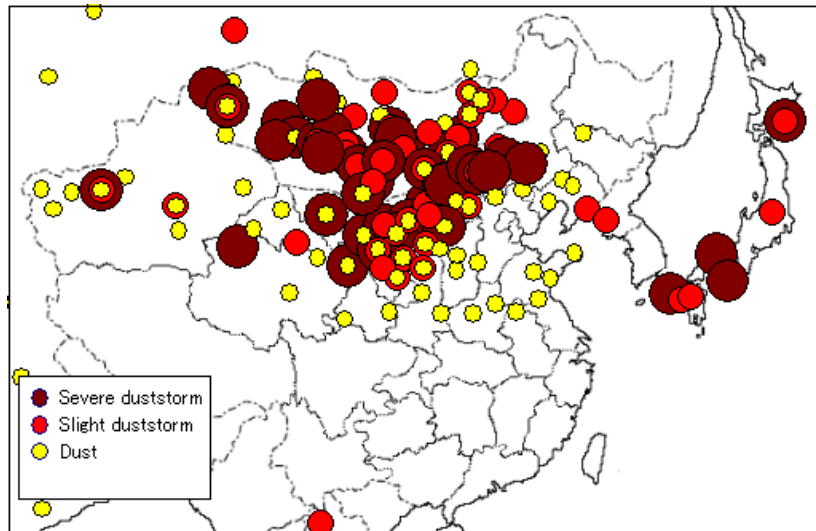


図 5-4-6 日本への大規模黄砂時の黄砂発生地域集約(2003~2012 年度 17 事例)

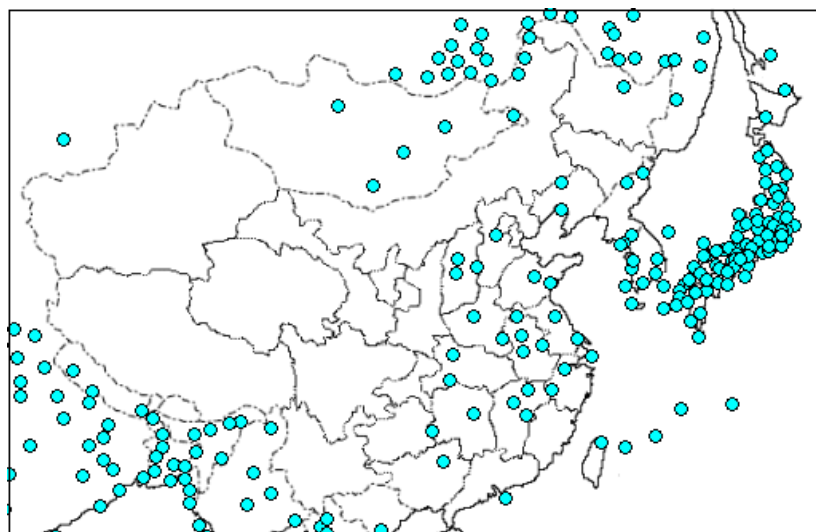


図 5-4-7 日本への大規模煙霧時の Haze 観測地域集約(2003~2012 年度 9 事例)

(3) PM_{2.5} と SPM の比

大規模黄砂と大規模煙霧として整理したイベントについて、特に高濃度の SPM が観測された地点の PM_{2.5}/SPM について、表 5-4-1 と表 5-4-2 にそれぞれ示す。黄砂時は平均で 0.50 であるが、規模が大きいものでは 0.3 近くまで下がっている²⁷⁾。また、単純黄砂(表中の黄色)は、混在黄砂(表中の緑色)と比べ低い傾向がみられる。

煙霧時の PM_{2.5}/SPM は平均 0.79 で、値の幅も大きくない。一方黄砂時では、大きな差がみられる。黄砂時と煙霧時の代表的な事例の両者の経時変化と比を図 5-4-8 に示す。

表 5-4-1 大規模黄砂時の PM_{2.5}/SPM

No.	事例番号	地点	年	月	日	最大値		日平均		
						SPM	PM2.5	SPM	PM2.5	PM2.5/SPM
1	K08	大阪府堺市	2007	4	2	320	83.6	215	59.2	0.28
2	K12	新潟県上越市	2010	3	21	611	152	121	41	0.34
3	K15	福岡県福岡市	2011	5	2	257	128	198	94.8	0.48
4	K05	岡山県倉敷市	2006	4	8	260	148	133	77.2	0.58
5	K07	福岡県福岡市	2006	4	24	233	76.7	146	50.1	0.34
6	K09	福岡県福岡市	2007	5	26	174	81.9	108	61.4	0.57
7	K14	福岡県福岡市	2010	11	12	299	104	190	71	0.37
8	K06	新潟県上越市	2006	4	18	151	78.4	97	48.2	0.50
9	K11	新潟県上越市	2009	3	17	98	44.8	58	27	0.47
10	K17	山口県小野田市	2013	3	9	95	89	75	66	0.88
11	K03	大阪府堺市	2004	4	22	110	63.5	78	51.1	0.66
12	K10	福岡県福岡市	2008	3	3	271	121	123	63	0.51
13	K13	岡山県倉敷市	2010	5	5	132	70.5	83	48	0.58
14	K16	福岡県北九州市	2011	5	13	134	49	54	29	0.54
15	K01	岡山県倉敷市	2003	4	13	108	42.7	64	26.5	0.41
16	K04	福岡県福岡市	2005	4	21	79	64.5	27.5	51	0.54
17	K02	福岡県福岡市	2004	3	11	117	45.2	25.3	52	0.49
平均										0.50

表 5-4-2 大規模煙霧時の PM_{2.5}/SPM

No.	事例番号	地点	年	月	日	最大値		日平均		
						SPM	PM2.5	SPM	PM2.5	PM2.5/SPM
1	E08	兵庫県神戸市	2008	3	12	133	110.1	93	76.3	0.82
2	E09	福岡県福岡市	2011	2	5	105	70.9	71	50.0	0.70
3	E04	宮城県仙台市	2005	6	25	87	68.4	63	50.5	0.80
4	E07	埼玉県蓮田市	2007	7	26	104	72.5	62	51.2	0.83
5	E05	兵庫県尼崎市	2006	3	8	104	82.0	69	58.7	0.85
6	E06	福岡県福岡市	2006	10	13	89	75.1	55	44.7	0.81
7	E03	宮城県仙台市	2004	7	25	80	58.1	57	43.7	0.77
8	E02	福岡県福岡市	2004	6	23	123	97.2	79	59.4	0.75
9	E01	福岡県福岡市	2003	5	21	92	70.4	48.9	66.0	0.74
平均										0.79

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

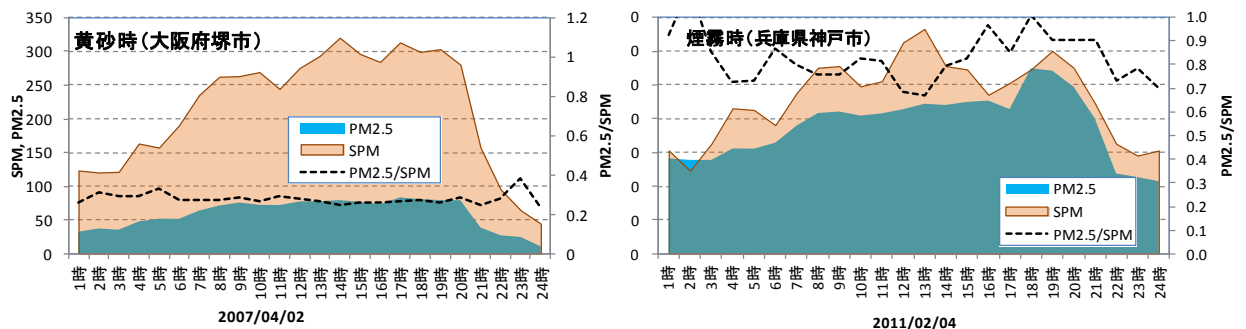


図 5-4-8 大規模黄砂時と煙霧時の PM_{2.5}/SPM 事例

(4) ライダー黄砂消散係数と SPM 濃度

ライダーの黄砂消散係数と SPM 濃度の相関関係を集計²⁰⁾し、表 5-4-3 に示す。相関係数はいずれも高く、傾きは平均 307 で比較的似通った値となっていた²⁷⁾。これは、大規模黄砂の場合、黄砂消散係数と SPM 濃度の関係がおおむね均一で、ライダー消散係数によって SPM 濃度の予測がある程度可能であることを示している。大きな黄砂事例として平成 18(2006)年 4 月 24～27 日の松江、平成 22(2010)年 3 月 20～21 日の長崎での消散係数と SPM の経時変化を図 5-4-9 に示す。

表 5-4-3 大規模黄砂時の黄砂消散係数と SPM 濃度の関係

	日時	地点	傾き	切片	r^2	r	黄砂消散 max	SPM- max	SPM/黄 砂消散
K05	2006.0401-10	松江	372	6.9	0.838	0.915	1.487	616	414
K06	2006.04.17-21	長崎	221	12	0.487	0.698	0.208	105	505
K07	2006.04.24-27	松江	380	4.4	0.934	0.966	0.565	241	426
K08	2007.04.01-03	長崎	317	13	0.881	0.939	1.227	402	328
K09	2007.05.26-27	松江	288	9	0.834	0.913	0.527	164	311
K10	2008.03.02-03	長崎	324	18	0.802	0.896	0.677	259	383
K11	2009.03.16-18	松江	107	18	0.580	0.762	0.552	77	139
K12	2010.03.20-24	長崎	439	45	0.854	0.924	1.852	898	485
K13	2010.05.03-06	長崎	355	28	0.473	0.687	0.114	81	708
K14	2010.11.12-15	長崎	241	35	0.771	0.878	0.758	240	317
K15	2011.05.01-05	長崎	413	51	0.659	0.812	0.605	292	483
K16	20110513-14	富山	217	12	0.774	0.880	0.670	184	275
K17	2013.03.08-11	松江	313	12	0.715	0.845	0.226	71	314
	平均		307	20	0.739	0.855	0.728	279	391

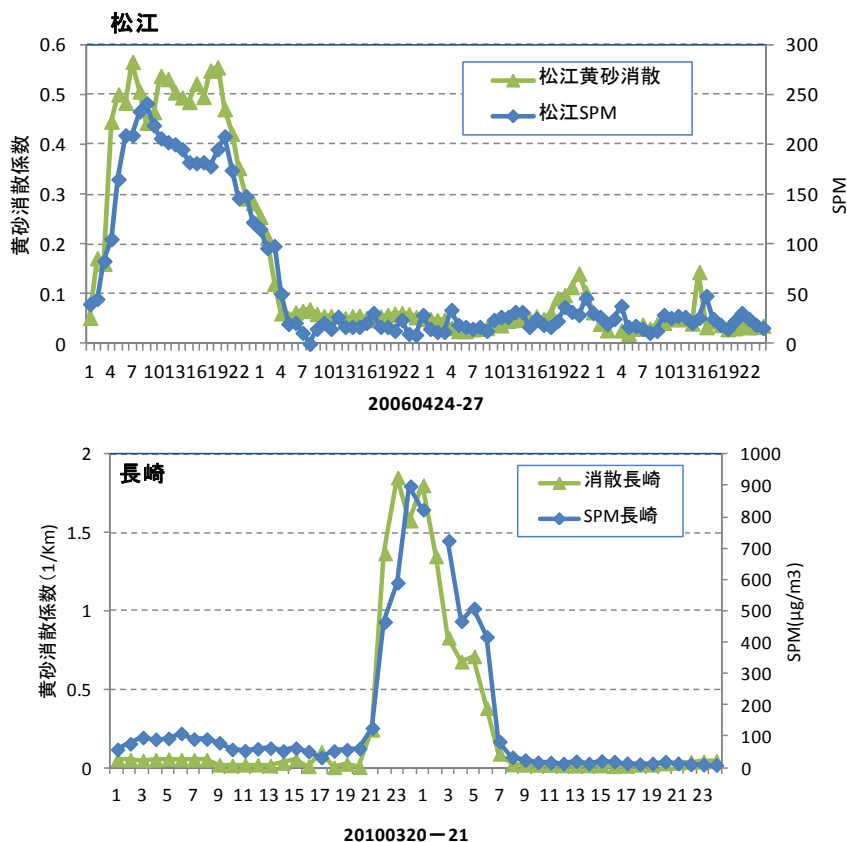


図 5-4-9 黄砂消散係数と SPM 濃度の経時変化事例