

3.2. 黄砂日のSPM濃度

SPM濃度と黄砂現象の関係を比較検討するために、2003(平成15)年から2013(平成25)年について、気象台が発表している黄砂観測日における都道府県ごとのSPM平均濃度、及び都道府県ごとの同平均濃度に気象台の黄砂観測日数を乗じたものを図3-2-1(1)～(4)に示している。気象台黄砂観測日におけるSPM平均濃度は、各都道府県における黄砂の強度を、また、その値に当該年の黄砂観測日数を乗じたものは、各年の各都道府県における黄砂現象を被る概略的な量的指標を示すと考えられる。

2013(平成25)年は、それ以前と同様に、黄砂日の平均濃度が西日本の方が北・東日本よりも相対的に高濃度であることがわかる。

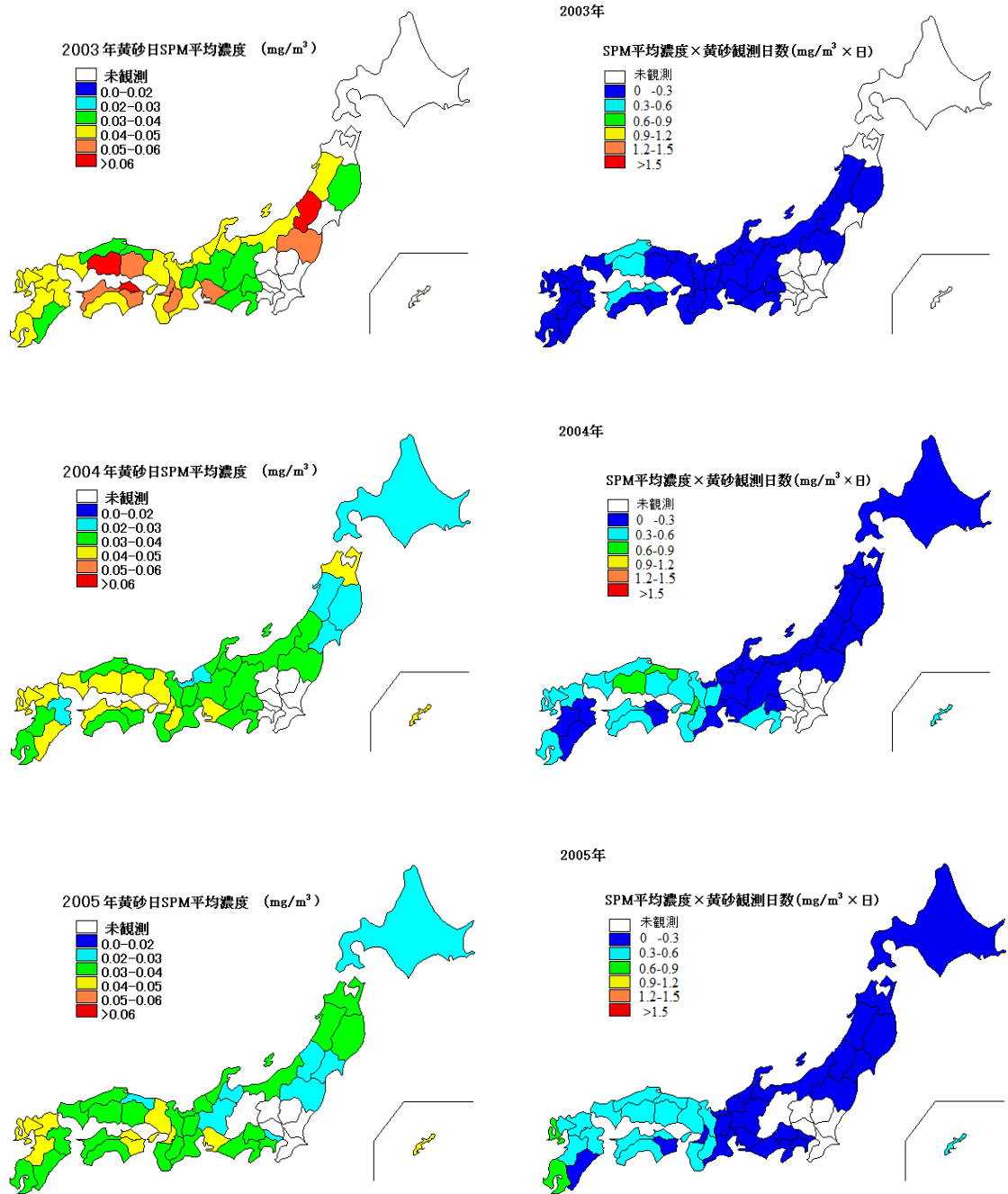


図3-2-1(1) 黄砂日のSPM平均濃度(左)と観測日数との積算値(右)

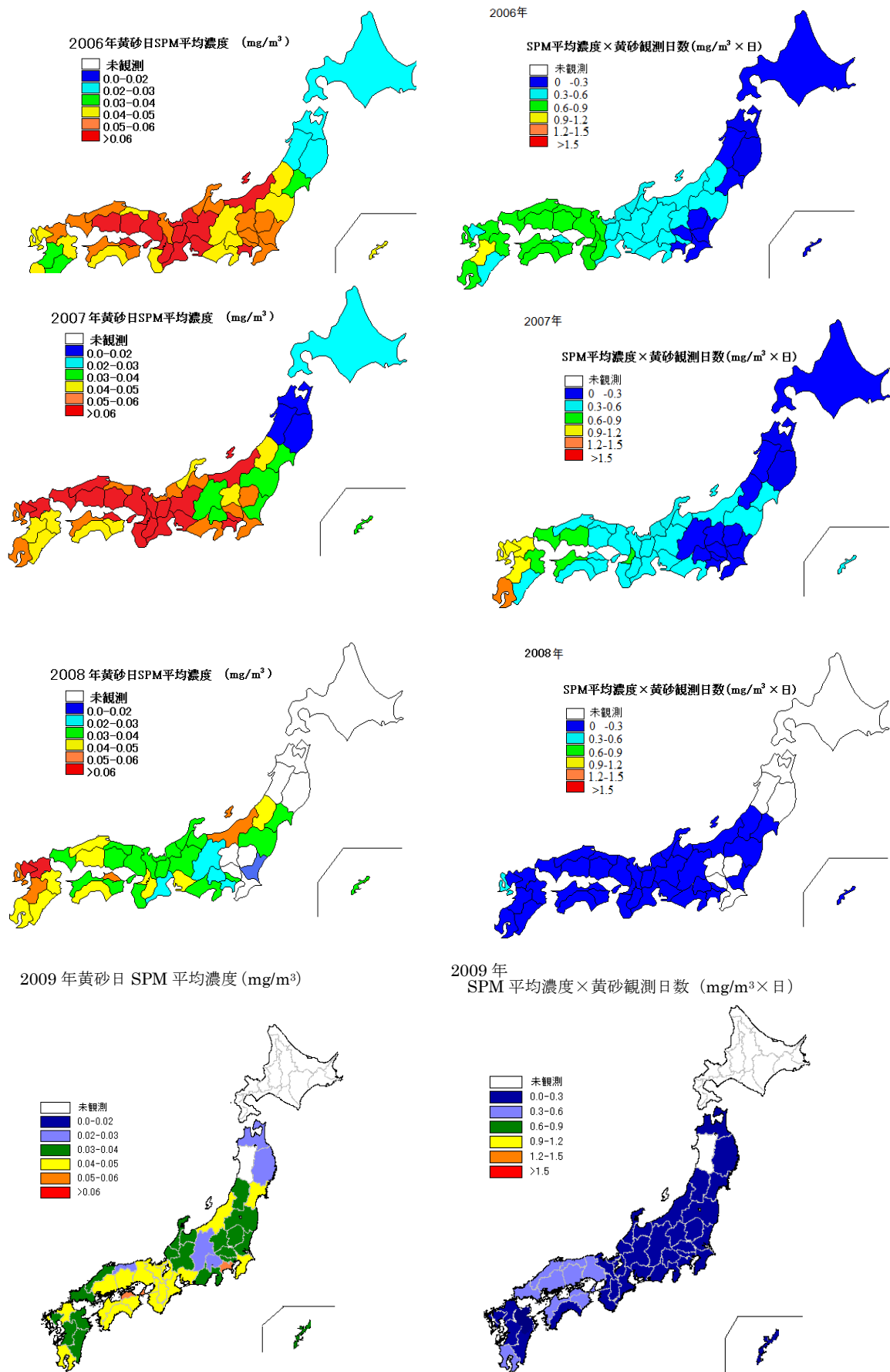
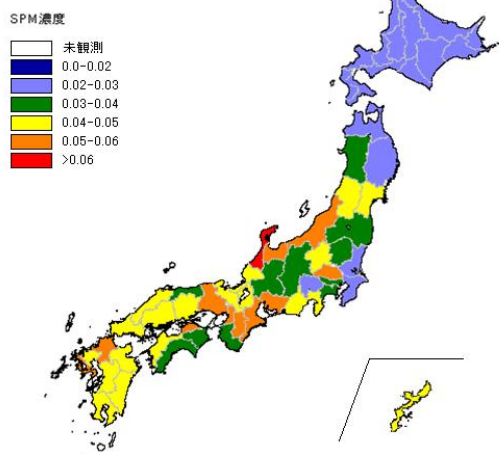
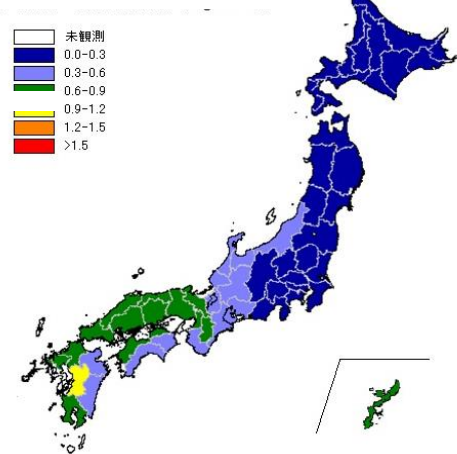


図 3-2-1 (2) 黄砂日の SPM 平均濃度 (左) と観測日数との積算値 (右)

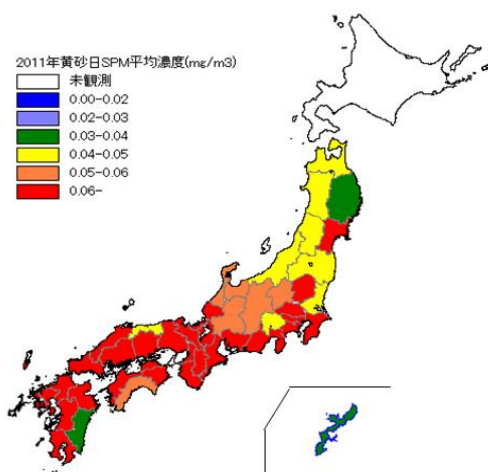
2010年黄砂日 SPM 平均濃度 (mg/m³)



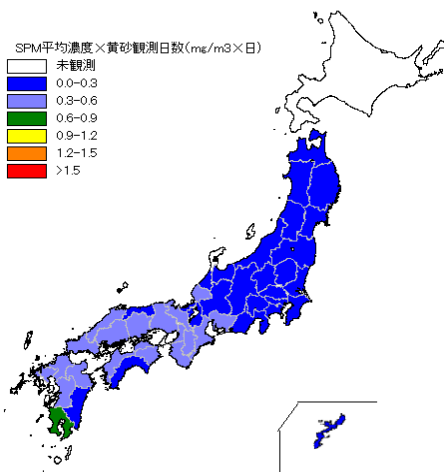
2010年 SPM 平均濃度×黄砂観測日数 (mg/m³×日)



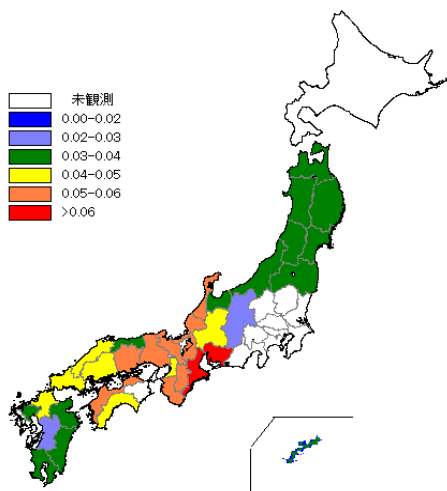
2011年黄砂日 SPM 平均濃度 (mg/m³)



2011年 SPM 平均濃度×黄砂観測日数 (mg/m³×日)



2012年黄砂日 SPM 平均濃度 (mg/m³)



2012年 SPM 平均濃度×黄砂観測日数 (mg/m³×日)

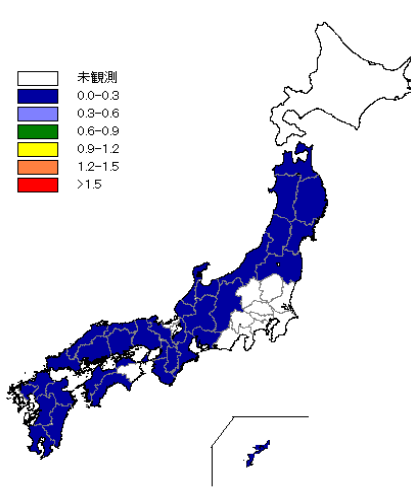
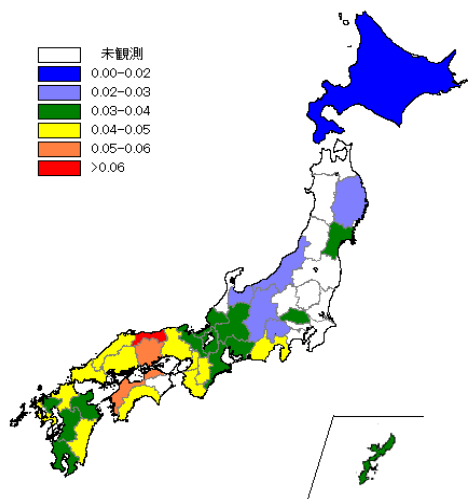


図 3-2-1 (3) 黄砂日の SPM 平均濃度 (左) と観測日数との積算値 (右)

2013 年黄砂日 SPM 平均濃度 (mg/m³)



2013 年
SPM 平均濃度×黄砂観測日数 (mg/m³×日)

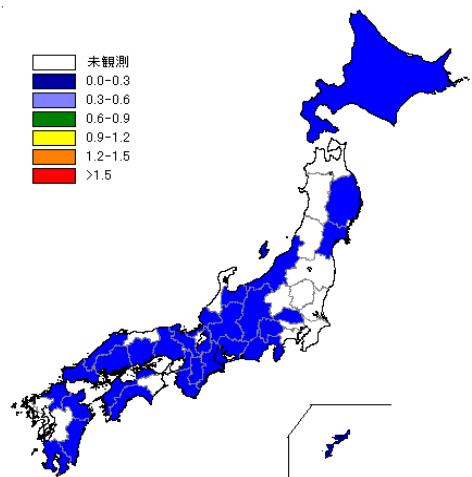


図 3-2-1(4) 黄砂日の SPM 平均濃度 (左) と観測日数との積算値 (右)

4. 煙霧の観測状況

黄砂と同様に、平成 15 (2003) 年度から平成 25 (2013) 年度までの 11 年間について、気象台観測の煙霧日の年間延べ日数 (観測日×観測した気象台数) を図 4-1 に示している。煙霧の観測日数は 2005 年度から年々減少していたが、2013 年度はやや増加した。図 4-2 には、2013 年度の煙霧延べ日数の経月変化を示している。8 月が最も多く、続いて 5 月、2 月、3 月となっている。

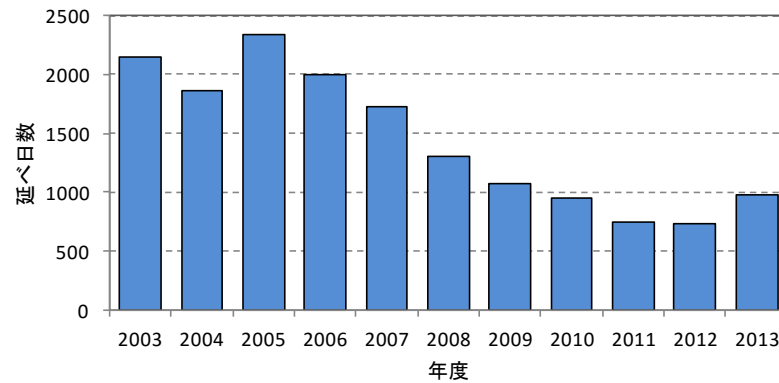


図 4-1 煙霧の経年変化

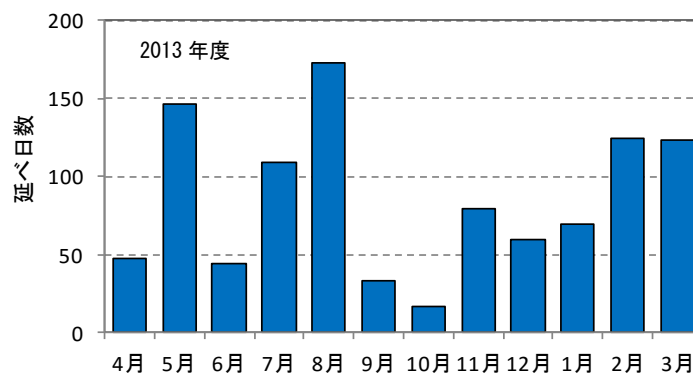


図 4-2 煙霧の経月変化

2013 年度の観測地点毎の煙霧日数を、図 4-3 に多い順で示している。関東と九州で多く観測されている。

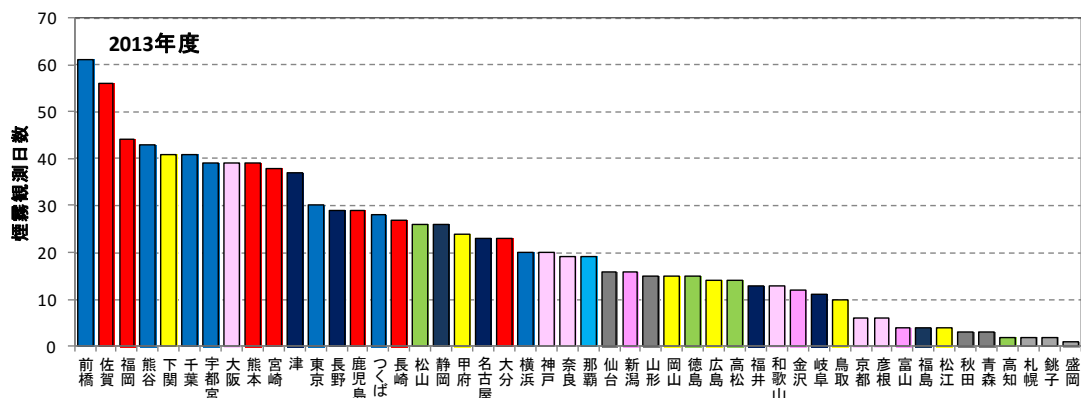


図 4-3 煙霧日の地点別日数

例年、群馬県前橋市での煙霧観測が多いため、前橋市と福岡市での煙霧観測の月変化と時間変化を集計し、図 4-4 に示した。前橋の煙霧は 8 月に最も多く、5 月に最も多い福岡とはその変化パターンに違いがみられた。これは、福岡が越境の影響を受けやすく、前橋は主に首都圏からの影響を強く受けていることを示していると思われる。経時変化では、両地点とも午後に次第に増えていくというパターンは似ているが、福岡では夜中に観測されているケースも多い。

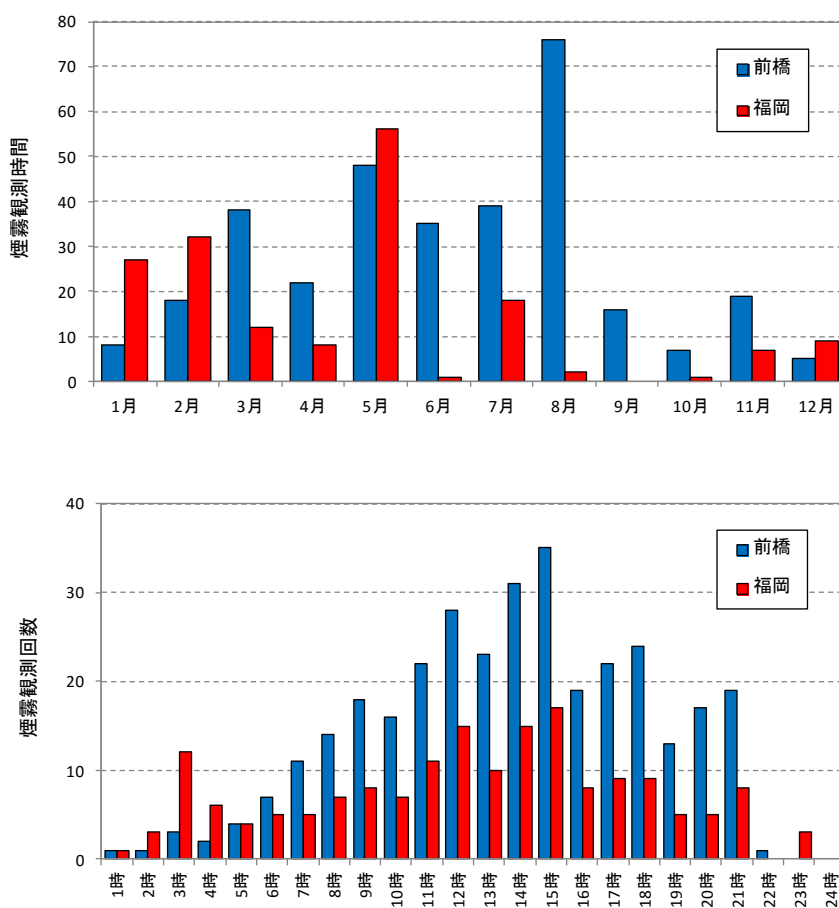


図 4-4 前橋市と福岡市での煙霧観測の経月・経時変化

図 4-5 に煙霧の観測が多かった 5 月と 8 月の経時変化を示している。前橋 5 月は朝に多く、福岡 5 月は昼間平均して観測されているが、前橋 8 月は午前から午後にかけて次第に増えているという特徴がみられる。

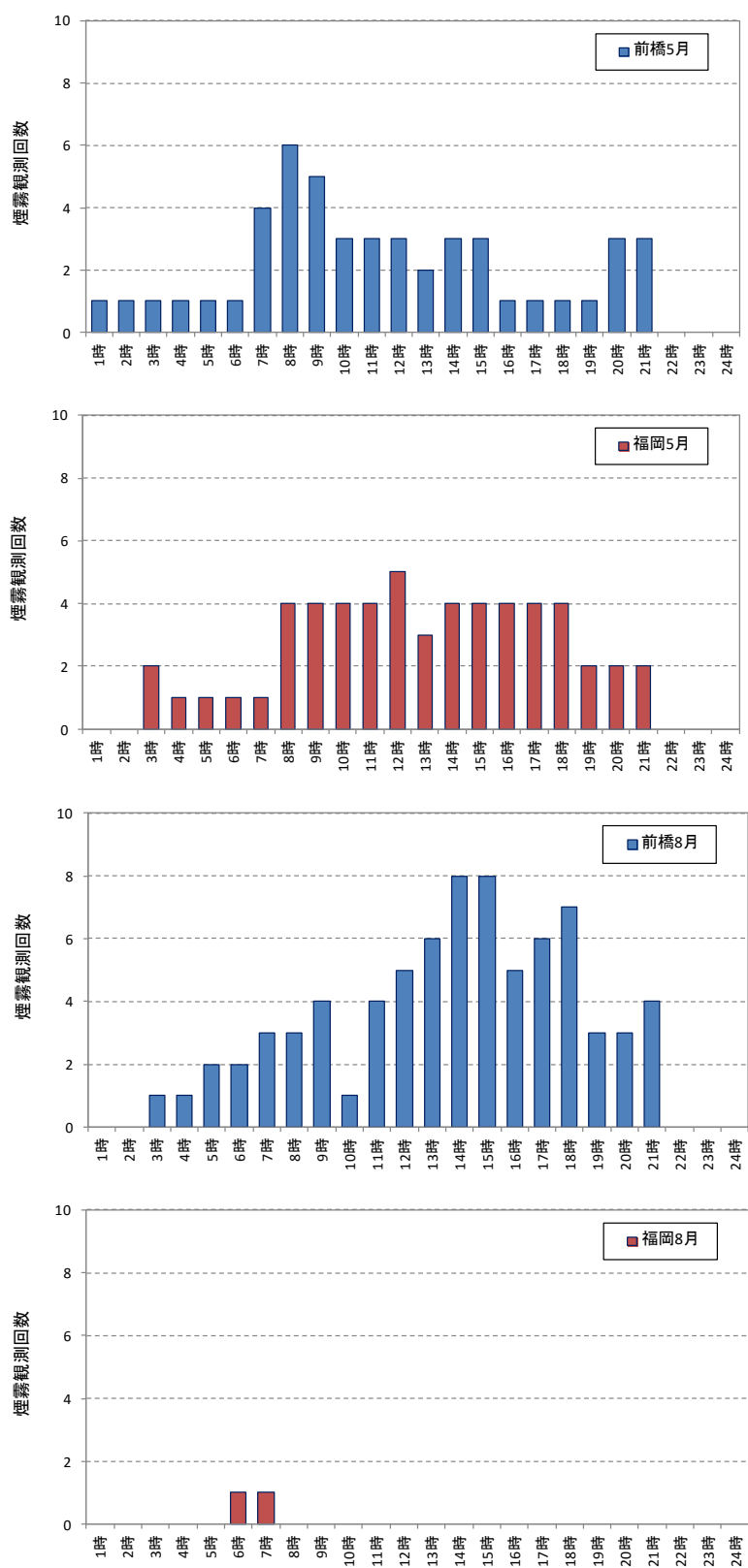


図 4-5 5 月と 8 月の前橋・福岡での煙霧観測の経時変化

5. 黄砂の特徴と分類

黄砂は、個々の事例によって、発生位置、経路、広がり、濃さ、成分など様々な形態が考えられる。これらはそれぞれ異なった様相を呈しており特徴にも違いがみられることから、それぞれの特徴から共通性を抽出し、分類を試みた。

5.1. 黄砂の分類

黄砂の分類を考える時の大きなテーマは、人為的発生源からの大気汚染物質の混在である。ここでは、黄砂及び越境大気汚染の一つと考えられている煙霧についてその特徴を整理した。

(1) 黄砂

気象庁では黄砂を「主として、大陸の黄土地帯で吹き上げられた多量の砂の粒子が空中に飛揚し天空一面を覆い、徐々に降下する現象」と定義しており、目視により黄砂現象を判断している。以前は、視程が10km未満となるような黄砂現象を記録していたが、1989年以降、視程が10km以上であっても明らかな黄砂は記録されている。

一般に、日本へ飛来してくる黄砂は、大陸の黄土地帯で低気圧が発生し巻き上げられた砂が、日本付近にある前線の東への移動に伴って地上付近へ降下し視程の低下をもたらしているケースが多い。

これまでの調査から、気象台の黄砂日には概ね次のような特徴がみられている。

- 後方流跡線がモンゴル付近を起点とする
- 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）

(2) 煙霧

黄砂と同様に、粒子の影響で視程の低下をもたらしているものに煙霧がある。気象庁での煙霧の定義は、「乾いた微粒子によって視程が10km未満となった場合で、乾いたとは湿度75%未満」としている。

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考えられる。

- 後方流跡線が中国沿岸部を起点とする
- 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の比が大きい（粗大粒子の割合が小さい）

これらの要素を集約して次のような分類をおこなった。

①単純黄砂

硫酸塩エアロゾルの存在が少ない黄砂の飛来とした。硫酸イオン濃度が低いことから人為起源からの影響は小さく、自然起源による黄砂のみの飛来が主であると判断されるものである。

②混在黄砂

硫酸イオン濃度の上昇があり、硫酸塩エアロゾルが黄砂に混在しているものとした。硫酸イオンの増加は、人為的な汚染物質を含む微小粒子も同時に飛来していると想定される。なお、大陸に近い福岡県では、硫酸イオン濃度の時間値を常時監視しており、この値を混在黄砂の判断に利用した。

5.2. 黄砂事例の特徴

平成 25(2013)年度中に気象台で観測された黄砂は、表 1-1 に示した 7 日である。
連続した日をまとめた全 5 事例について、それぞれの状況を示し、分類をおこなう。

表 5-2-1 平成 25(2013)年度の黄砂日一覧

(SPM 濃度 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

年度	事例	日	期日			黄砂観測 点数	黄砂の規模			
			年	月	日		SPM平均 濃度	県数	SPM積算	SPM積算 合計
2013	1	1	2013	4	16	1	37.5	1	37.5	37.5
	2	2	2013	4	18	1	28.4	1	28.4	71.8
		3	2013	4	19	2	21.7	2	43.4	
	3	4	2013	10	11	5	33.7	5	168.5	385.4
		5	2013	10	12	9	24.1	9	216.9	
	4	6	2014	1	1	1	37.1	1	37.1	37.1
	5	7	2014	1	21	1	28.0	1	28	28

(1) 平成 25 (2013) 年 4 月 16 日

黄砂の観測は鹿児島のみである。同日に煙霧も観測されているが、観測地点は神戸、佐賀と離れている。天気図では、日本南岸に前線は見られない。また SPM の地域的な上昇はみられず、ライダー黄砂消散係数の値も低い。砂塵嵐は中国中央部でやや観測されているが、後方流跡線はこの地域からの流れを示していない。以上のようなことから、このケースは黄砂ではないと判断される。一方、PM_{2.5}が九州・中国地方で環境基準を超過した地点がみられており、PM_{2.5}/SPM の比が高い割合で推移している。

表 5-2-1-1 黄砂・煙霧観測地点

年	月	日	地点数	黄砂観測地点
				1
2013	4	16	1	

年	月	日	地点数	煙霧観測地点	
				1	2
2013	4	16	2	神戸	佐賀

黄砂・煙霧観測地点：2013年4月16日

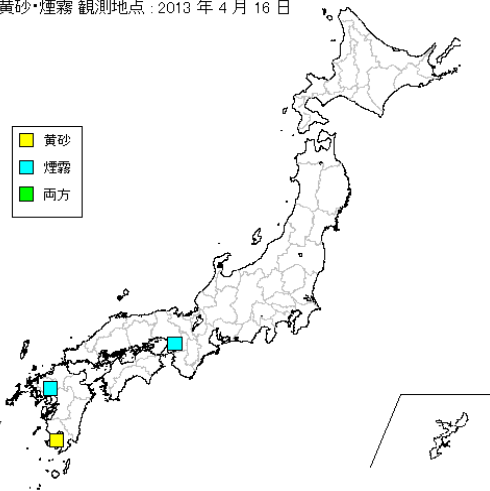
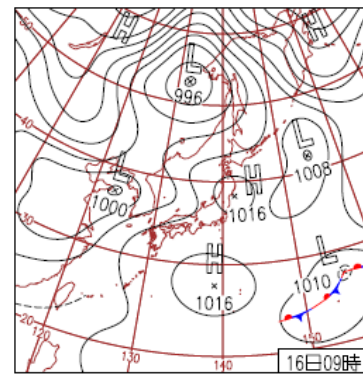


図 5-2-1-1 黄砂・煙霧観測地点



16日(火)山陰～北陸、7月上旬並
日本付近は概ね晴れたが、日本海の低気圧により北日本は夜に雨。南寄りの風により山陰～北陸で気温上昇、最高気温が7月上旬並に。沖縄県粟国空港で69.5mm/1h。鹿児島で黄砂。

図 5-2-1-2 天気図

SPM Date: 2013年4月16日 18時

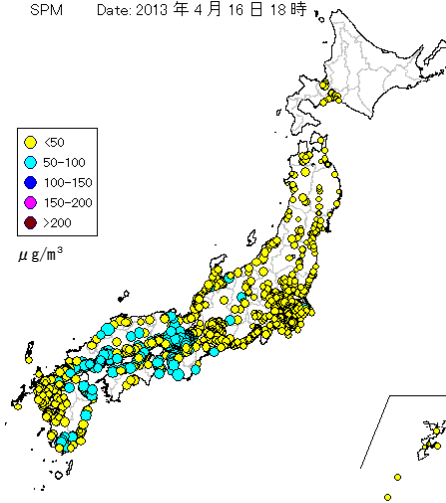


図 5-2-1-3 SPM 濃度全国分布

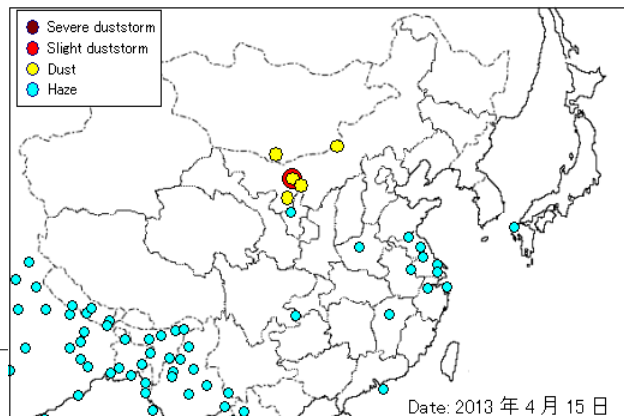


図 5-2-1-4 砂塵嵐発生状況

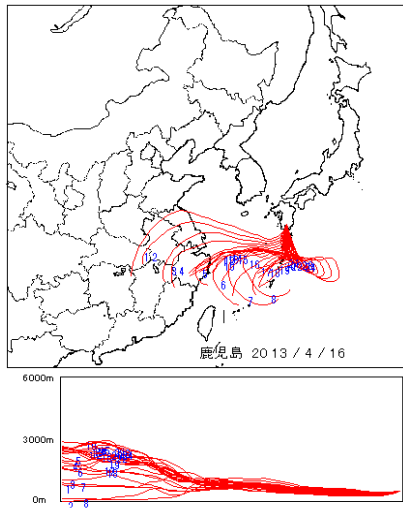


図 5-2-1-5 後方流跡線

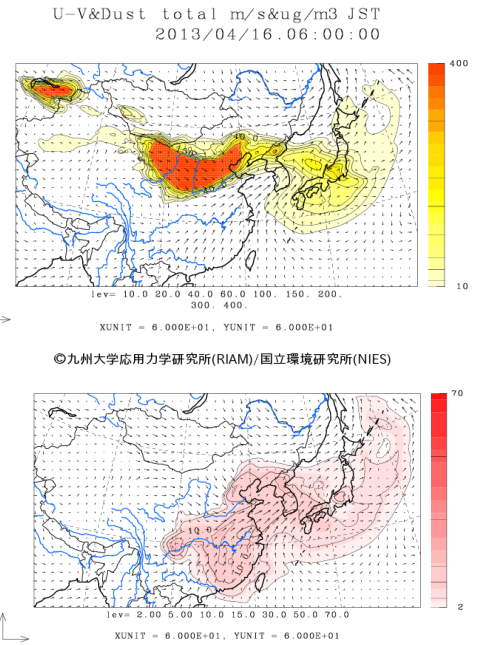


図 5-2-1-6 CFORS (dust) 予測結果

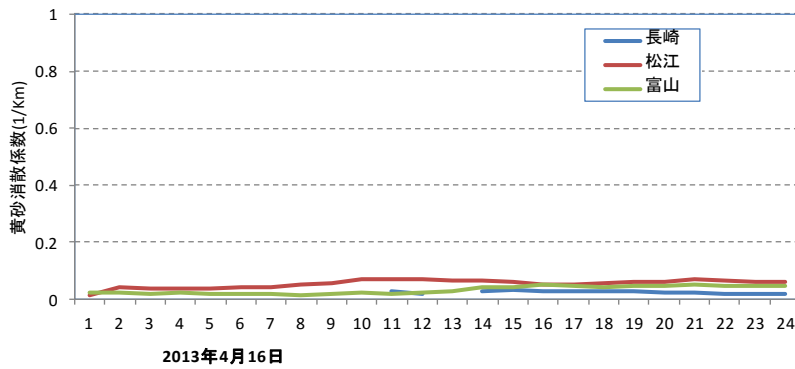


図 5-2-1-7 ライダ-黄砂消散係数の経時変化

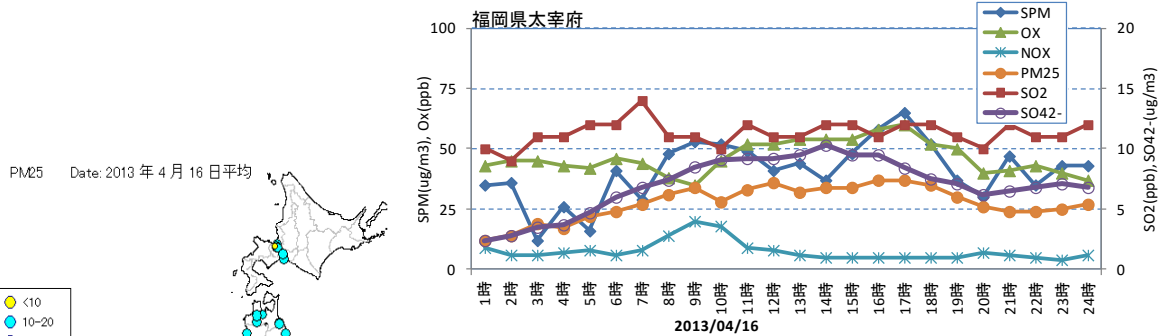


図 5-2-1-9 硫酸イオン濃度(時間値)

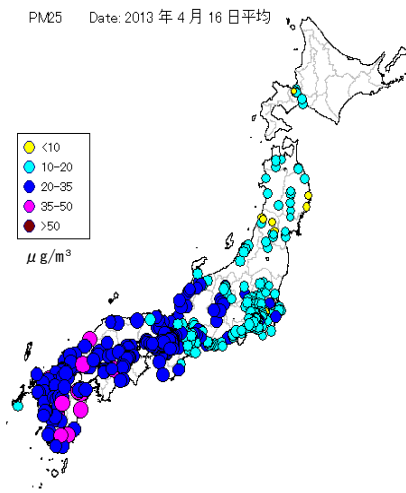


図 5-2-1-8 PM_{2.5} 日平均値全国分布

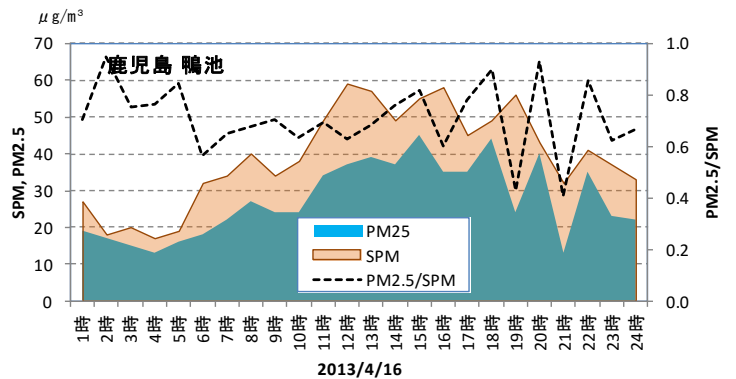


図 5-2-1-10 SPM、PM_{2.5} 濃度と PM_{2.5}/SPM の比

(2) 平成 25 (2013) 年 4 月 18 日～19 日

黄砂は佐賀と熊本の 2 地点で観測されており、煙霧は 18 日に西日本を中心に 9 地点で観測されている。この 1 日前にはタクラマカン砂漠から内モンゴル付近で砂塵嵐の発生が観測されており、後方流跡線も中国内陸部からの流れを示しているが、SPM 濃度の地域的な上昇はほとんどみられず、ライダー黄砂消散係数の値も低く推移している。以上のように、地上で黄砂の影響はあまりみられていない。

表 5-2-2-1 黄砂・煙霧観測地点

年度	年	月	日	地点数	黄砂観測地点		SPM平均濃度	県数	SPM積算値	積算値合計
					1	2				
2013	2013	4	18	1	佐賀		28.4	1	28.4	71.8
2013	2013	4	19	2	佐賀	熊本	21.7	2	43.4	

年度	年	月	日	地点数	煙霧観測地点								
					1	2	3	4	5	6	7	8	9
2013	2013	4	18	9	前橋	津	大阪	佐賀	長崎	大分	宮崎	高松	徳島
2013	2013	4	19	3	熊谷	福岡	鹿児島						

黄砂・煙霧観測地点：2013年4月19日

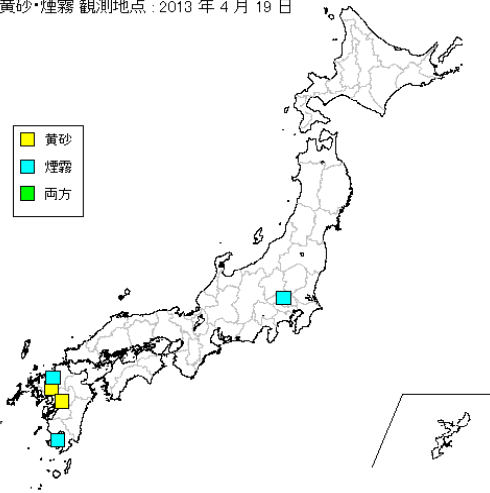
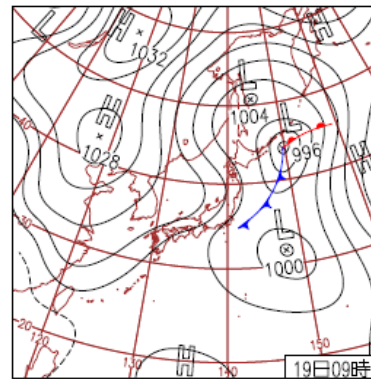


図 5-2-2-1 黄砂・煙霧観測地点



19日(金)北陸～北日本で雨や雪
低気圧が日本の東に進み、日本付近に寒気入る。北日本～北陸で雨や雪、西日本～東海は晴れ。佐賀・熊本で黄砂。山形市でサクラ満開。千葉県と北海道で震度4の地震。

図 5-2-2-2 天気図

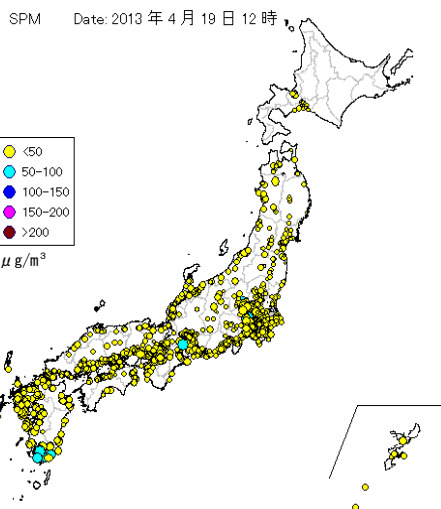


図 5-2-2-3 SPM 濃度全国分布

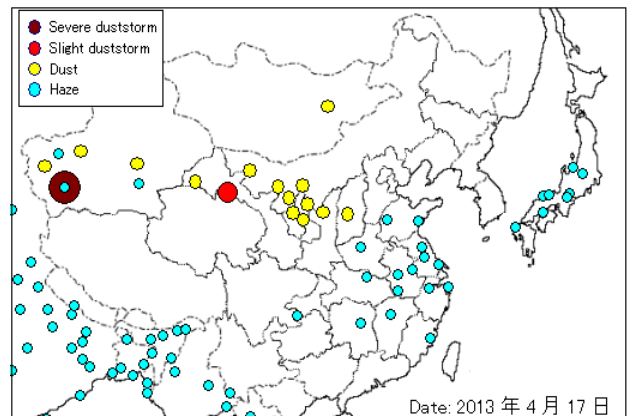


図 5-2-2-4 砂塵嵐発生状況