

5. 2017 年度における煙霧日の事例解析

5. 1 煙霧日の事例解析

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。

煙霧は、黄砂時よりも微小粒子状物質 (PM2.5) の割合が高くなるような特徴がみられ、PM2.5 による影響も懸念される。

そのため、本調査では黄砂と並び、煙霧の状況もまとめた。これまでの調査から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からの大気の流れを示す
- ・ 気圧配置で、移動性高気圧が日本を通過している
- ・ SO_4^{2-} 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
- ・ PM2.5/SPM の比が大きい (粗大粒子の割合が小さい)

5. 2 2017年度の煙霧日

2017年度に日本で観測された煙霧のうち、10地点以上で同時に観測された事例は、表5-2-1に示すとおりである。なお、PM2.5/SPMは、概ね0.7から0.9程度で、黄砂時(0.6から0.7)と比較し、若干高い値を示した。また、ACSAのPM2.5/PM10は、黄砂時(0.29から0.58)と比較し、煙霧時は0.42~0.67と高い傾向にあった。

表5-2-1 2017年度の煙霧日一覧

(SPMおよびPM2.5濃度： $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

事例	No.	期日			煙霧の規模					SPM 平均 濃度	PM2.5/SPM	PM2.5/PM10
		年	月	日	地点 数	PM2.5 平均濃度	県 数	PM2.5 積算	PM2.5 積算 合計			
1	1	2017	5	30	1	24.1	1	24.1	401.4	30.5	0.80	0.52
	2			31	11	27.1	10	271.0		37.0	0.75	0.54
	3		6	1	3	27.3	3	81.9		36.4	0.77	0.54
	4			2	1	24.4	1	24.4		34.4	0.77	0.42
2	5	2018	1	16	1	17.4	1	17.4	939.3	19.7	0.98	0.56
	6			17	3	22.3	3	66.9		30.4	0.72	0.51
	7			18	3	13.7	3	41.1		18.0	0.82	0.55
	8			19	12	30.3	12	363.6		35.7	0.85	0.57
	9			20	11	26.7	11	293.7		31.5	0.91	0.56
	10			21	3	22.9	3	68.7		24.2	0.93	0.55
	11			22	1	10.4	1	10.4		12.5	0.87	0.67
	12			23	5	15.5	5	77.5		15.5	0.91	0.61
3	13	2018	2	24	9	29.5	9	265.5	795.5	33.5	0.90	0.63
	14			25	4	25.6	4	102.4		31.1	0.88	0.66
	15			26	7	22.1	7	154.7		26.6	0.86	0.63
	16			27	1	14.3	1	14.3		18.0	0.74	0.61
	17			28	4	21.9	4	87.6		26.1	0.82	0.58
	18		3	1	11	17.1	10	171.0		22.6	0.77	0.49
4	19	2018	3	24	1	24.5	1	24.5	2685.7	30.0	0.80	0.57
	20			25	18	38.5	16	616.0		45.9	0.86	0.59
	21			26	26	35.8	22	787.6		43.0	0.85	0.58
	22			27	17	34.4	15	516.0		42.3	0.83	0.58
	23			28	18	25.4	15	381.0		31.8	0.78	0.58
	24			29	12	28.7	10	287.0		38.0	0.79	0.52
	25			30	3	17.0	3	51.0		22.1	0.74	0.47
	26			31	1	22.6	1	22.6		35.6	0.69	0.51

※ 「PM2.5/SPM」は測定局毎にPM2.5/SPMを算出し、それを平均したものであり、表中の「SPM平均濃度」と「PM2.5平均濃度」から算出したものではない。

※ 「PM2.5/PM10」について、10地点の平均値を示した。

5. 3 煙霧日の解析結果

(1) 煙霧事例1 (2017年5月30日～6月2日)

本事例は、2017年5月30日から6月2日の4日間で観測されたもので、特に5月31日において、関東地域、中部地域と九州地域の計11地点で広く煙霧が観測された(表5-3-1-1、図5-3-1-1)。

この期間の大陸の状況を見る(図5-3-1-3)と、Hazeは上海付近で観測されており、このときの気流を後方流跡線で確認(図5-3-1-4)したところ、日本の複数地点において上海からの気流を示していた。さらにCFORS(図5-3-1-5)においても、Sulfateが中国南岸から日本へ影響を及ぼしている様子が示されていた。なお、5月27日、28日は大陸で砂塵嵐が観測されており、その後5月30日では松江のライダーで黄砂飛来の可能性が示唆されている。

PM2.5は、5月30日に西日本中心で、5月30日は西日本に加えて日本海側の広い範囲で高濃度を観測し、多くの地点で環境基準を超過していた(図5-3-1-6)。

ACSAの測定では、PM2.5が5月30日から上昇しており、赤穂のほかに、大阪や名古屋などの都市部で高い値が見られた。このとき、5月30日に赤穂のACSAで $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える fSO_4^{2-} を観測した。また、6月1日から2日にかけては、五島のACSAで fSO_4^{2-} が増加し $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた。また、この期間は隠岐のACSAでも $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える fSO_4^{2-} が観測された(図5-3-1-7)。

なお、北京では、5月28日に最大で $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える高濃度のPM2.5を観測している(図5-3-1-8)。

以上から、本事例は、都市部を中心とした地域的な汚染に加え、大陸からの汚染の影響が及んだ事例と考えられる。

表 5-3-1-1 煙霧観測地点

年	月	日	地点数	煙霧観測地点									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2017	5	30	1	名古屋									
		31	11	水戸 宮崎	つくば	宇都	前橋	東京	甲府	名古屋	津	大阪	大分
	6	1	3	富山	大阪	松山							
		2	1	鹿児島									

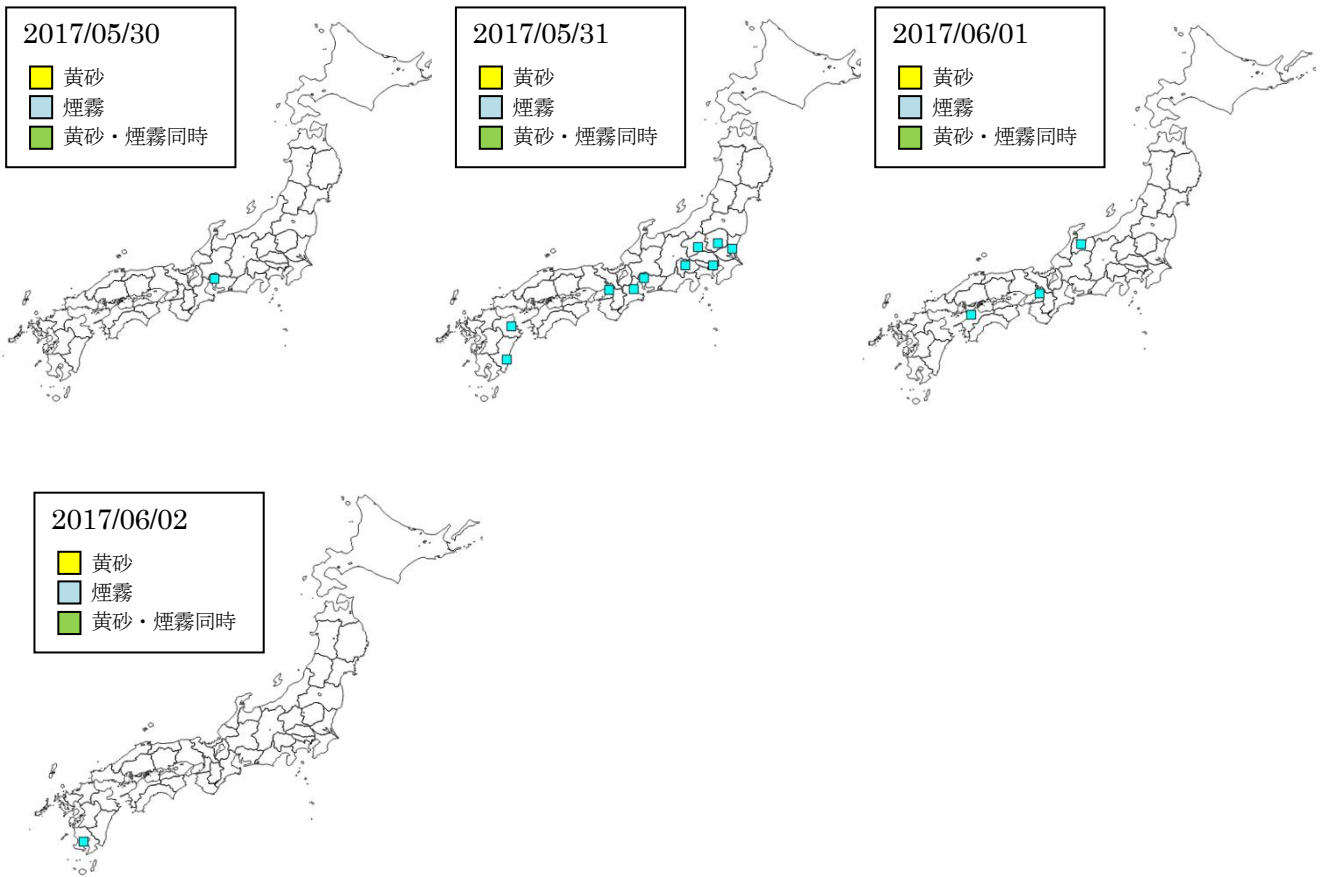


図 5-3-1-1 黄砂・煙霧観測地点

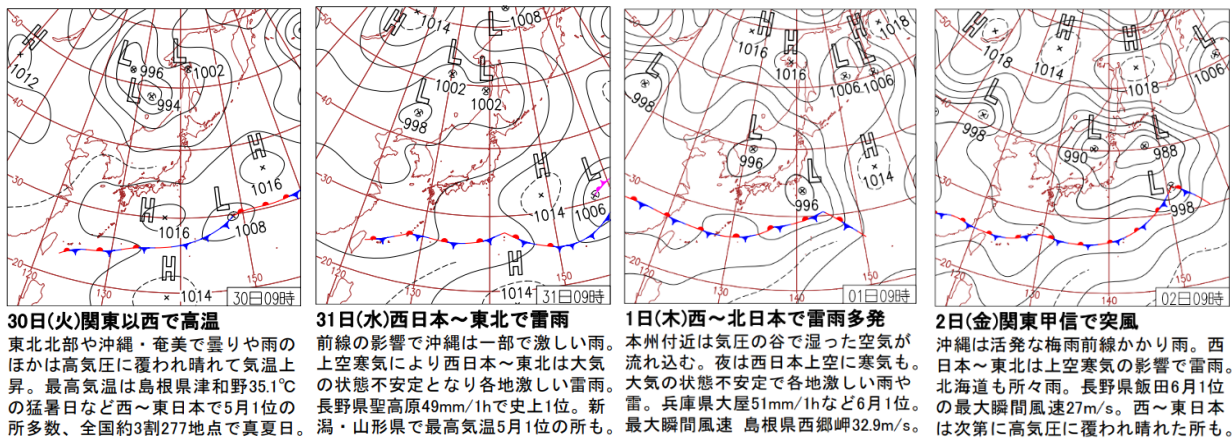


図 5-3-1-2 天気図

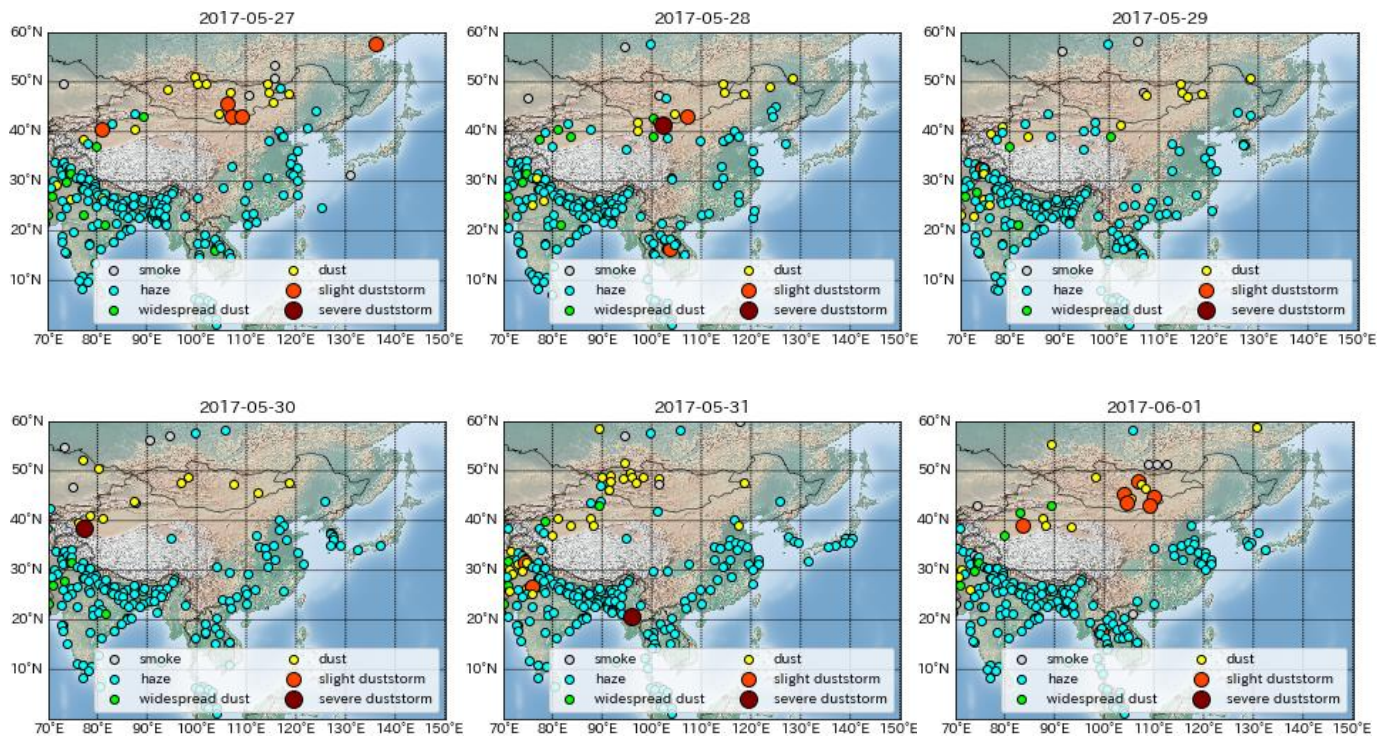


図 5-3-1-3 Haze の観測状況

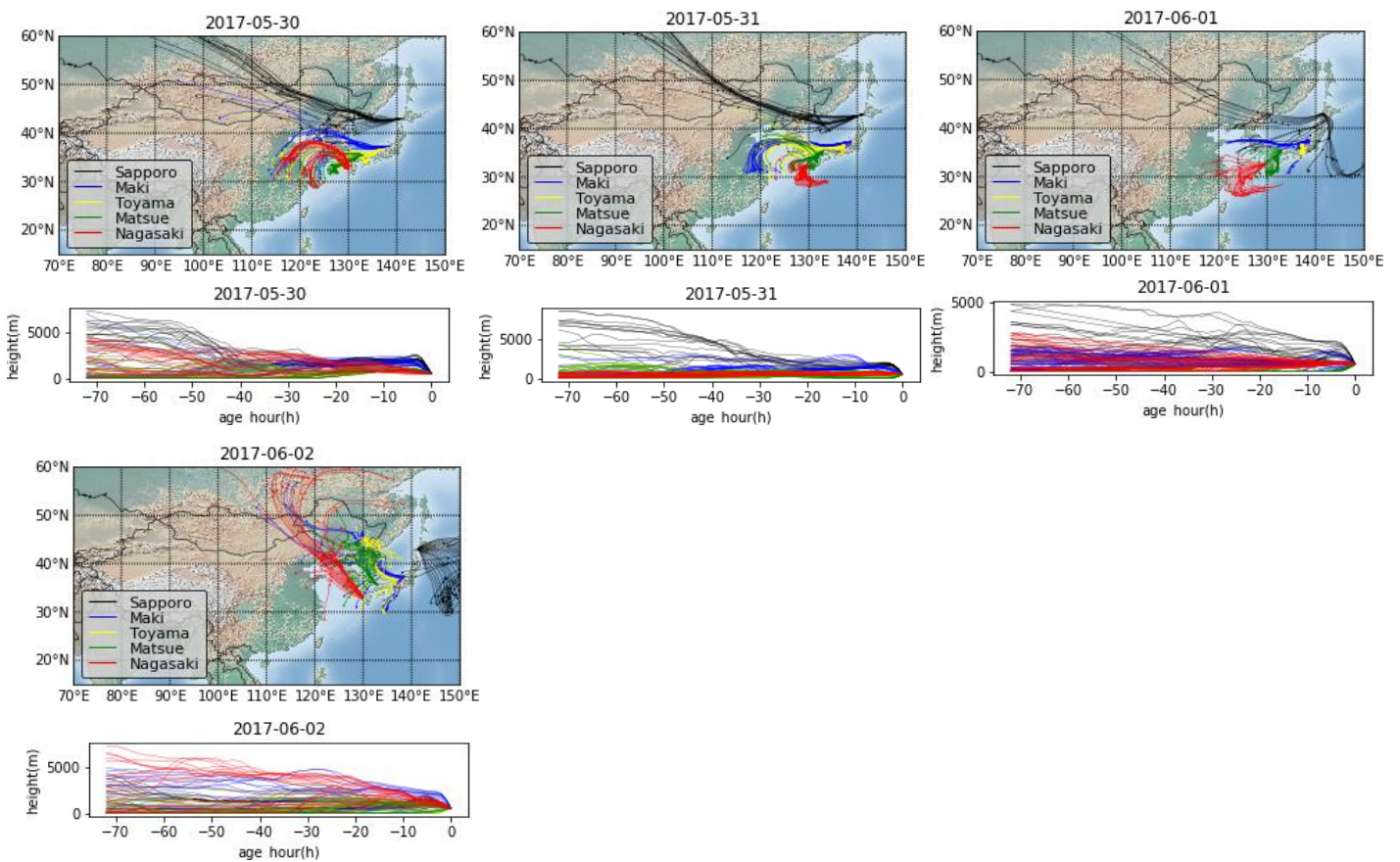


図 5-3-1-4 後方流跡線

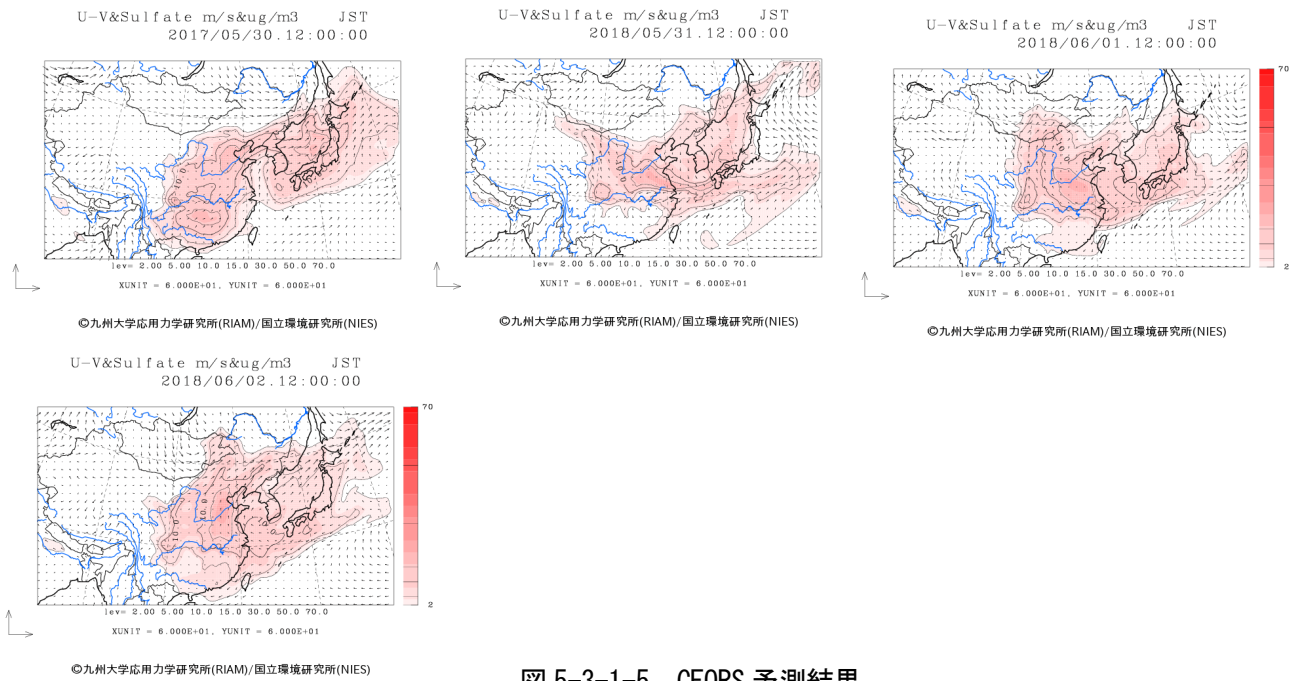


図 5-3-1-5 CFORS 予測結果

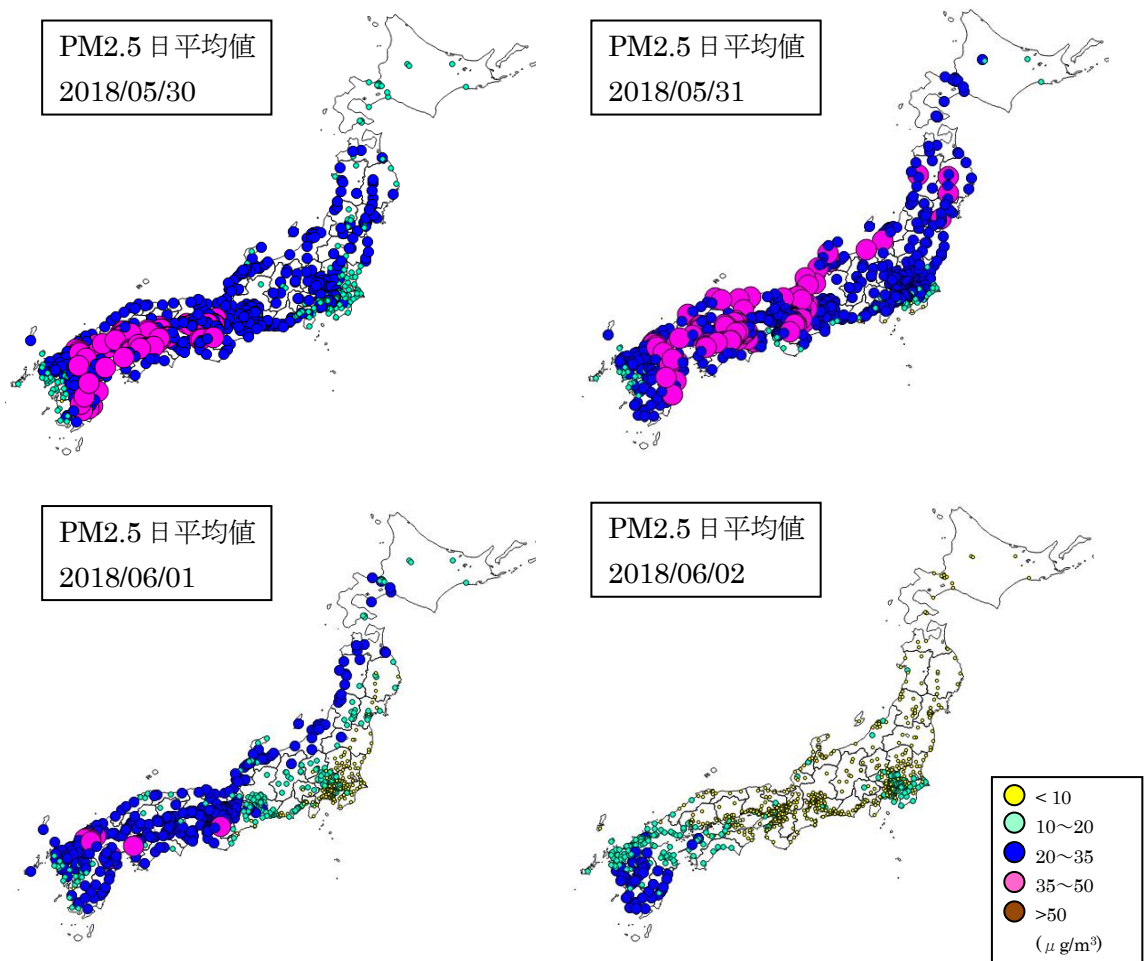


図 5-3-1-6 PM2.5 の日平均値全国分布

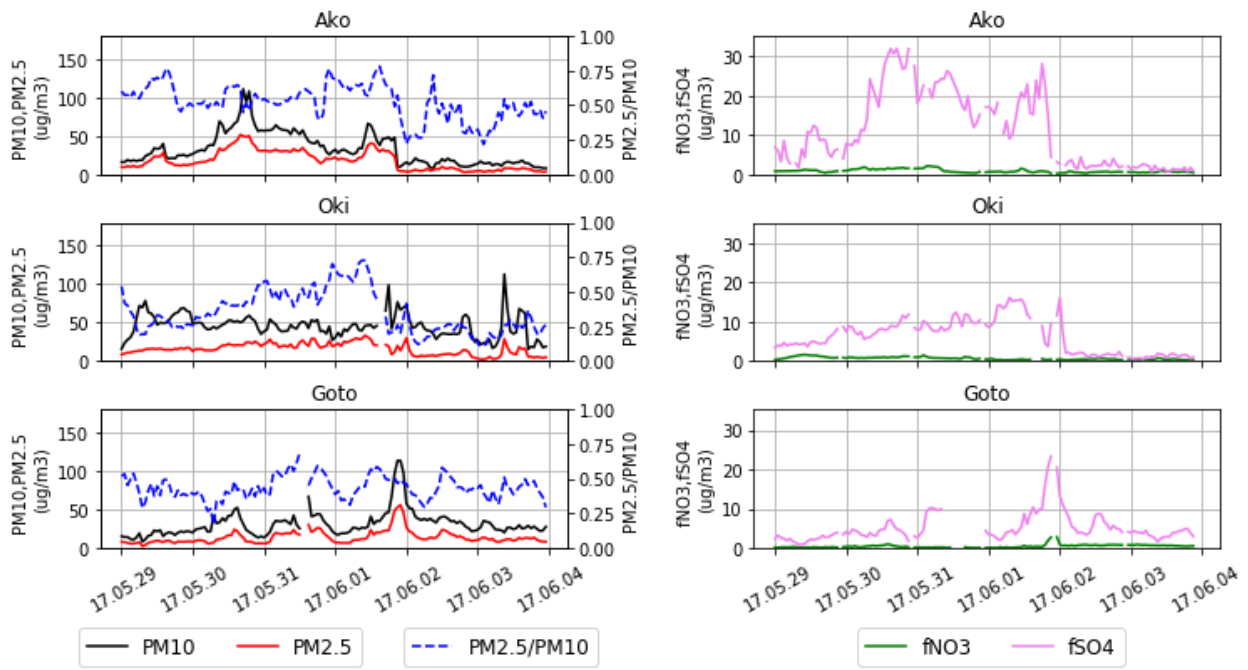


図 5-3-1-7 PM10 及び PM2.5 とその成分の経時変化

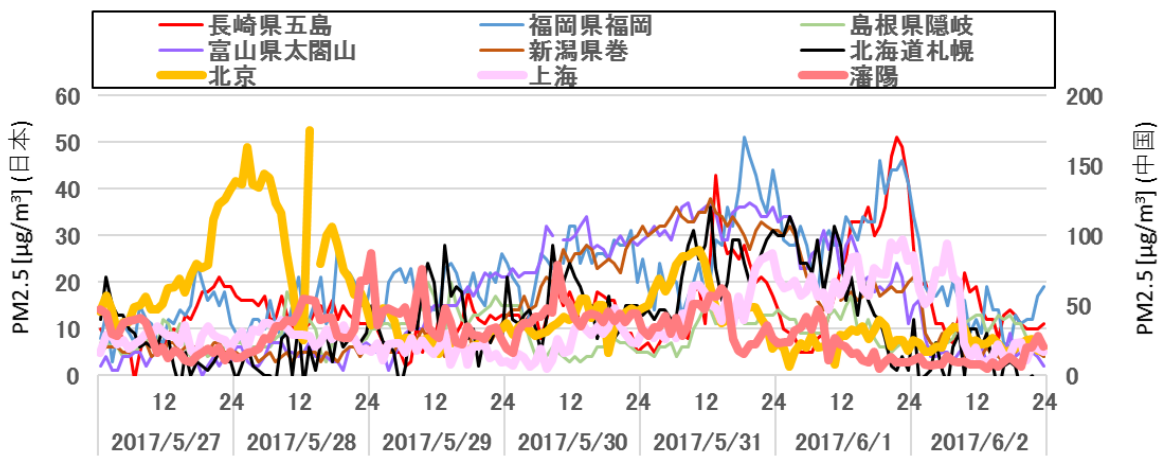


図 5-3-1-8 日本・中国での PM2.5 濃度

(2) 煙霧事例2 (2018年1月16日～23日)

煙霧が観測された期間のうち、1月19日～20日は西日本を中心に11～12地点で観測された(表5-3-2-1、図5-3-2-1)。

天気図(図5-3-2-2)では、1月19日から20日に移動性高気圧が東進している様子が見られる。

大陸では広い範囲でHazeが観測されており(図5-3-2-3)、このときの後方流跡線は、1月17日までは日本周辺で留まるものであるが、1月18日以降では大陸からの気流を示していた(図5-3-2-4)。また、CFORSでは中国南岸からのSulfateの影響が日本に及ぼしている様子が見られた(図5-3-2-5)。

PM2.5濃度は、1月16日～17日まで関東地域と瀬戸内海周辺で環境基準値の超過地点がみられる(図5-3-2-6)。その後、1月19日から20日では、九州、中国、四国地方の広い範囲で環境基準値の超過が多地点で観測された。

ACSAによれば、1月18日から19日にかけては五島、隠岐において fNO_3 、 fSO_4^{2-} が高く、特に五島では両成分とも $20\mu g/m^3$ を超える高濃度となるなど、離島で高濃度の汚染物質が見られ、大陸からの影響が示唆された。さらに1月23日の明け方前に五島と福岡の両地点で、PM2.5と合わせて、同時に fSO_4^{2-} と fNO_3 が突出して高くなった。両地点ともに一時的ではあるが、 fNO_3 、 fSO_4^{2-} がともに $20\mu g/m^3$ を超えた(図5-3-2-7)。

なお、中国の北京では、図5-3-2-8のとおり1月13日～14日及び18日で $200\mu g/m^3$ を超える高濃度が見られ、その後、五島や福岡でも $80\mu g/m^3$ 前後の高濃度になる様子が確認される。

以上のとおり、1月16日から17日あたりは関東地方を中心とした地域的な汚染によるもの、それ以降は大陸からの越境により西日本側を中心に汚染の影響が及んだ事例と考えられる。

表5-3-2-1 煙霧観測地点

年	月	日	地点数	煙霧観測地点										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2018	1	16	1	津										
		17	3	水戸	前橋	千葉								
		18	3	金沢	舞鶴	鳥取								
		19	12	舞鶴 熊本	大阪 鹿児島	岡山	広島	高松	松山	下関	福岡	大分	長崎	
		20	11	甲府 鹿児島	広島	徳島	高松	松山	大分	長崎	佐賀	熊本	宮崎	
		21	3	甲府	高松	宮崎								
		22	1	千葉										
		23	5	熊谷	高松	松山	長崎	宮崎						

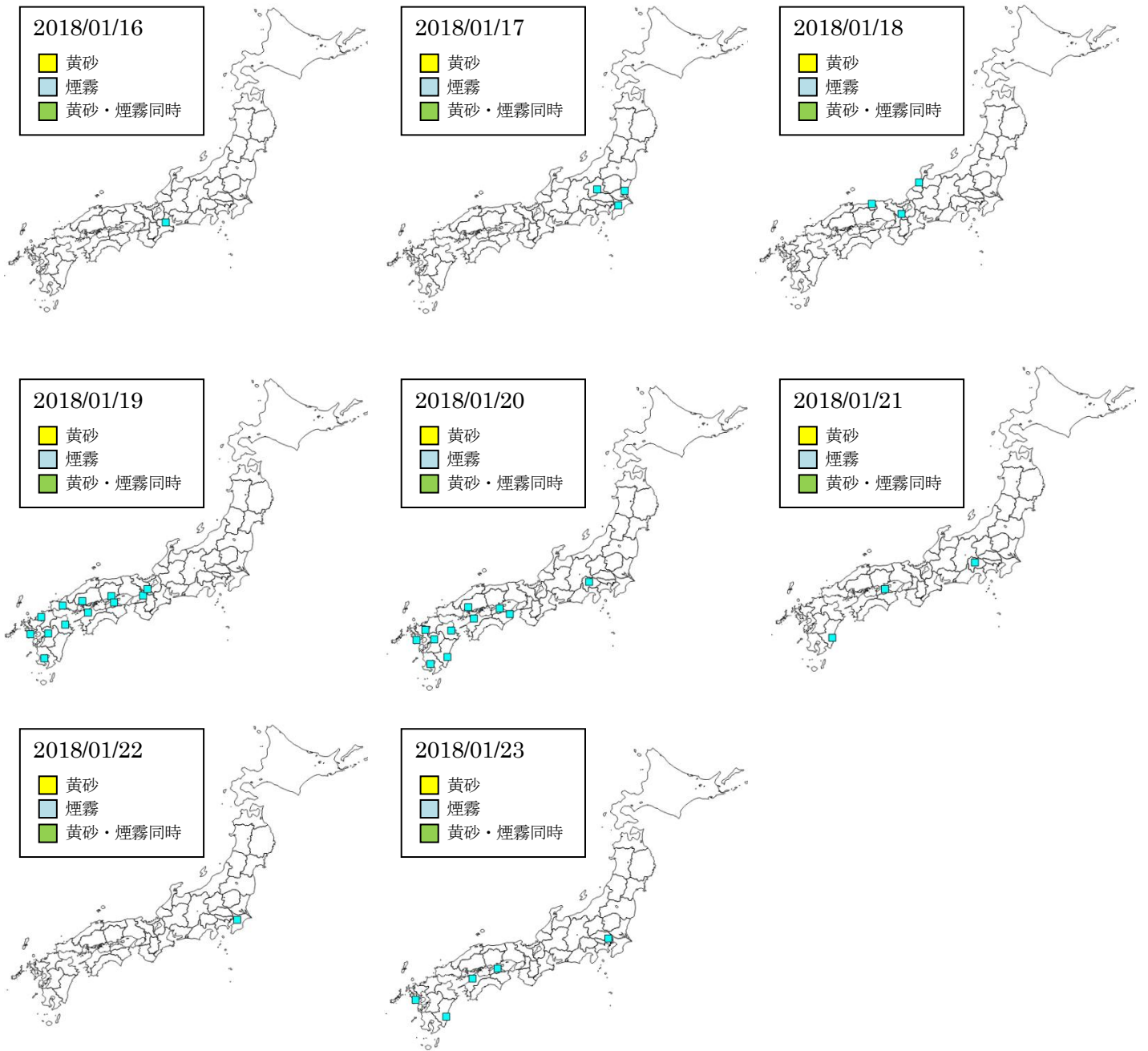
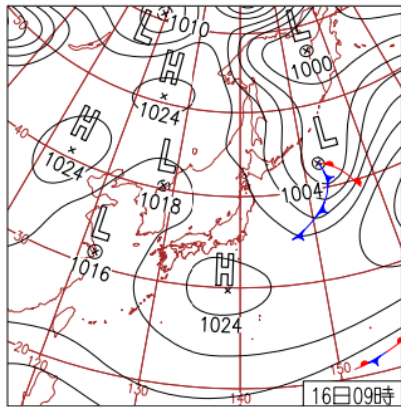
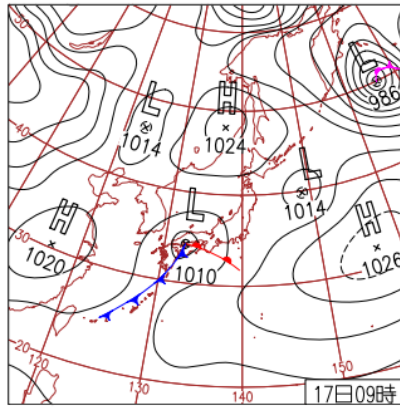


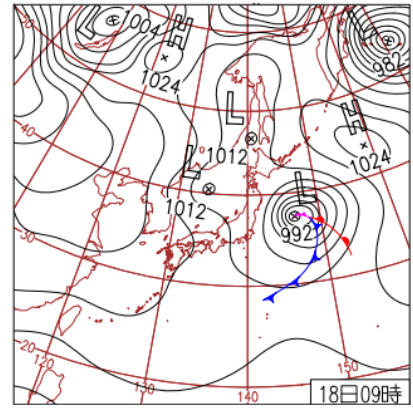
图 5-3-2-1 黄砂・煙霧観測地点



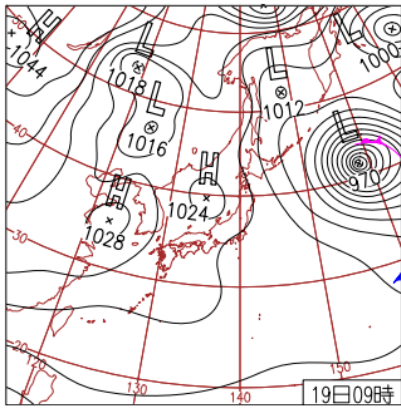
16日(火)気温上昇 西から雨
南から暖かい空気が入り最低気温が平年並の西～東日本でも最高気温は3～4月並、平年差+10℃以上の所も。前線を伴った低気圧接近により西日本では次第に雨。銚子市でウメ開花。



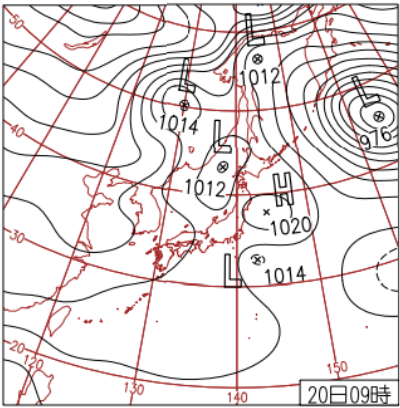
17日(水)全国的に暖かい朝
朝の最低気温は平年より10℃以上高く西・東日本では5月並の所も。低気圧は夜には関東沿岸へ。静岡県では激しい雨、日降水量は富士112mmで、西・東日本では1月1位の所も。



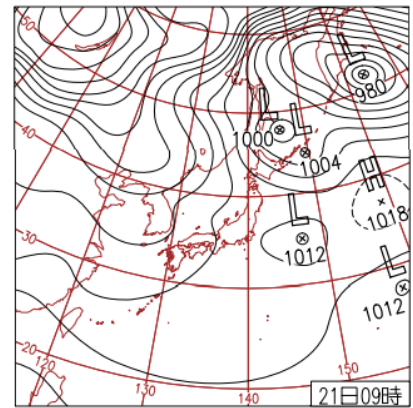
18日(木)引き続き全国的に高温
低気圧が北日本を東進し、北陸～北日本は曇りや雨または雪。奄美と西～東日本の太平洋側は高気圧に覆われ概ね晴れ、その他は曇りや雨。最低・最高気温が全国の所々で4月並。



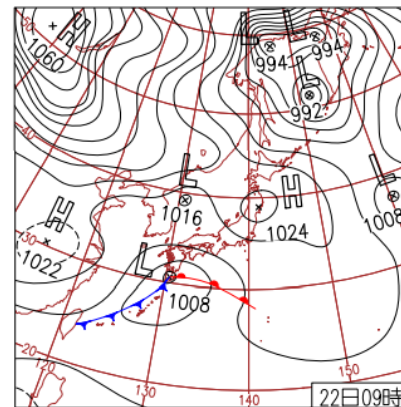
19日(金)石垣市ヒカザ'ク開花
大陸の高気圧が本州付近に張り出す。西～東日本は晴れや曇り、沖縄・奄美は曇りや雨、北日本は寒気の影響で日本海側では曇りや雪だが太平洋側では晴れ。静岡市・東京でウメ開花。



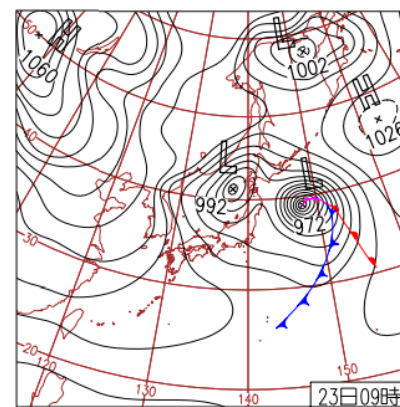
20日(土)暖かな大寒
山陰・北陸～北日本は曇りや雨または雪。その他は高気圧に覆われ概ね晴れたが関東は気圧の谷の影響で曇り。最低気温は平年より高い所が多く最高気温も全国的に平年より高め。



21日(日)西から天気下り坂
北日本中心に冬型の気圧配置。北海道は局地的に風雪強まり最大瞬間風速えりも岬で32.3m/s。高気圧に覆われた西・東日本太平洋側も気圧の谷接近で次第に雲広がる。下関で初霜。



22日(月)東京で最深積雪23cm
20cm超は2014年2月以来4年ぶり。低気圧が南岸を進み夜は伊豆諸島付近へ。北日本の一部を除き全国的に雨や雪、関東中心に大雪。甲府・横浜など初雪。奄美市でヒカンザクラ開花。



23日(火)本白根山で噴火
草津白根山の本白根山で新たな複数の火口から噴火。日本海北部で低気圧急発達、西から冬型の気圧配置へ。日本海側で風雪強まり雷も。最大瞬間風速新潟県両津39m/sなど1月1位。

図 5-3-2-2 天気図

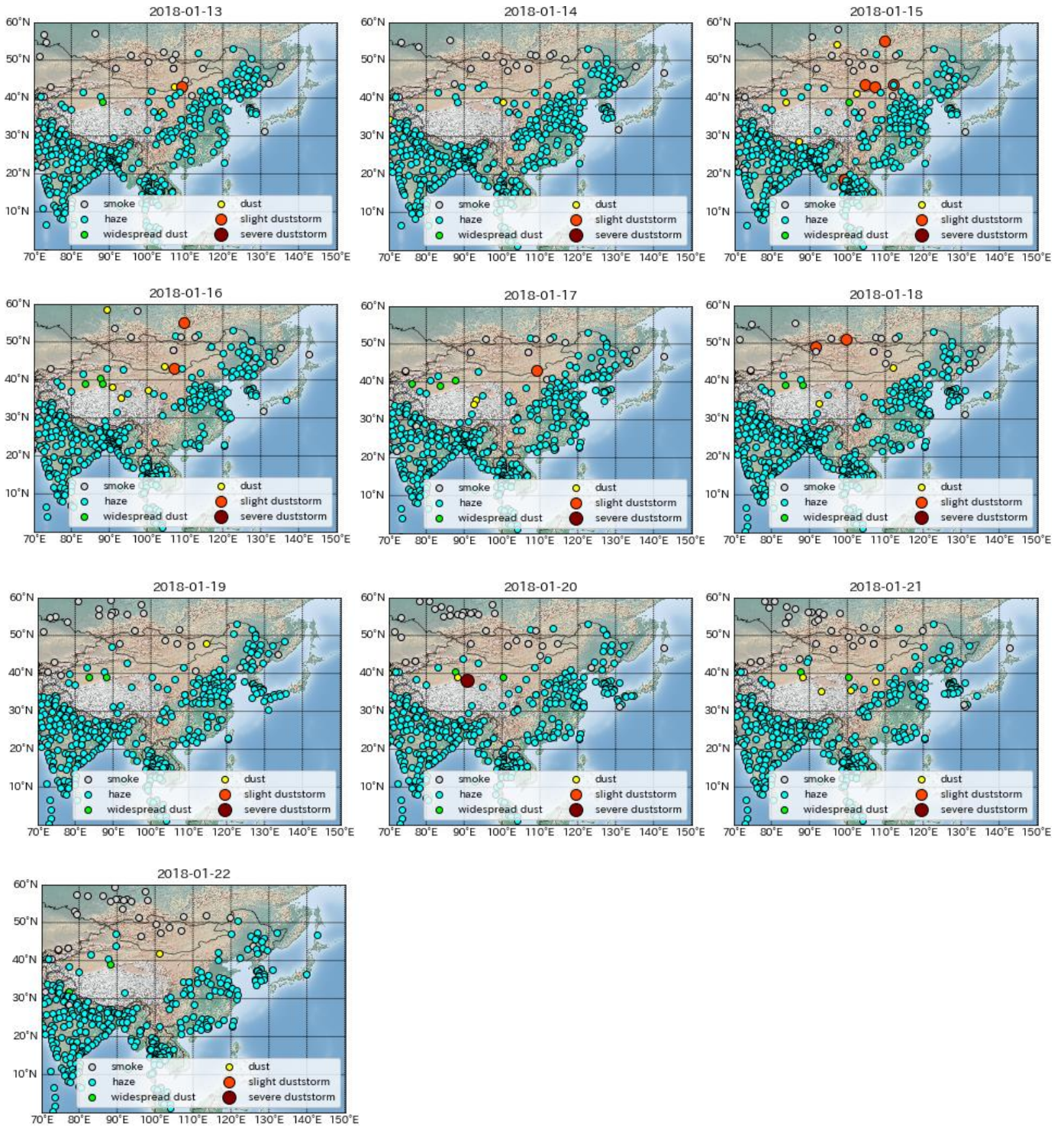


図 5-3-2-3 Haze の観測状況

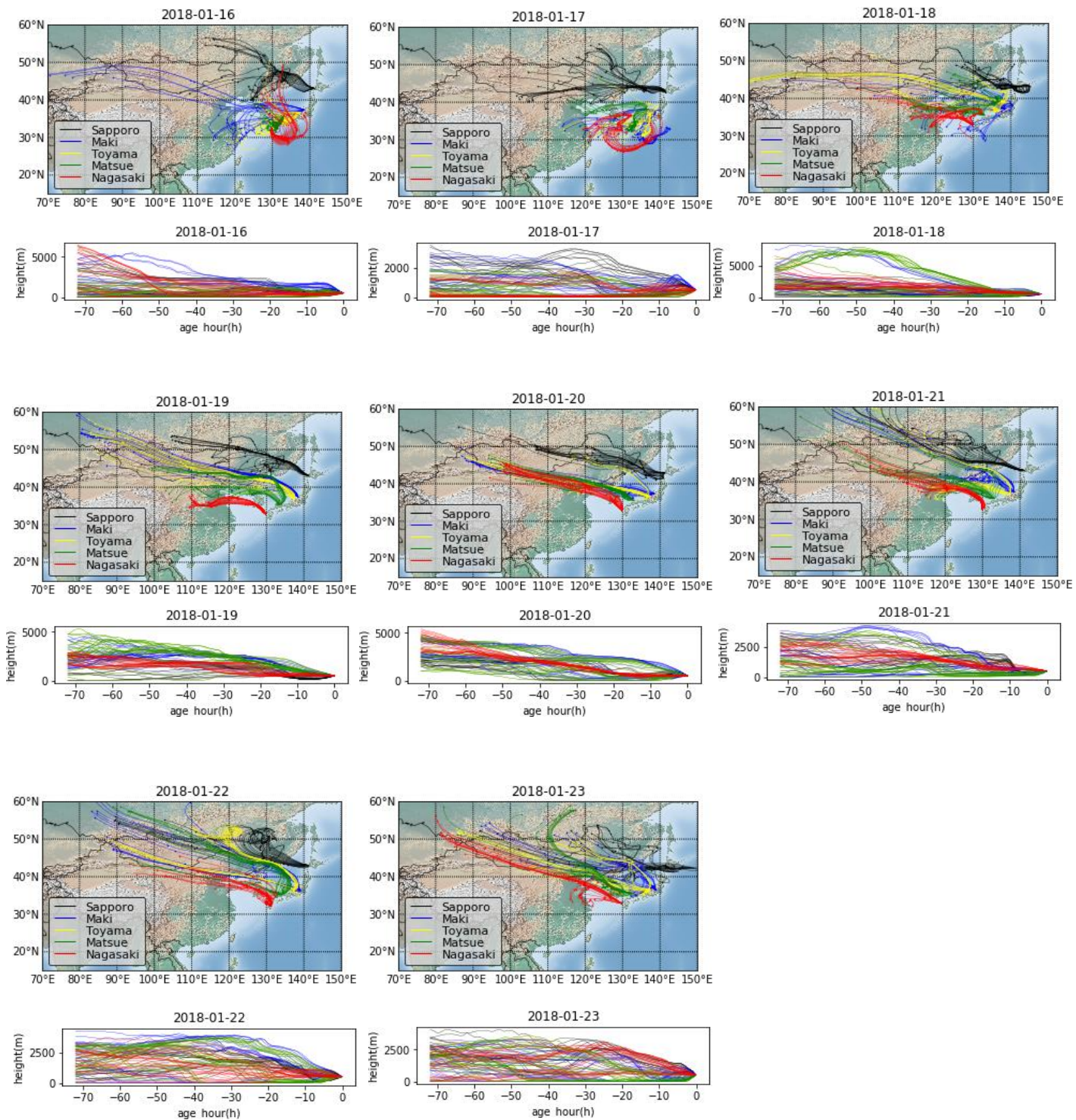


図 5-3-2-4 後方流跡線

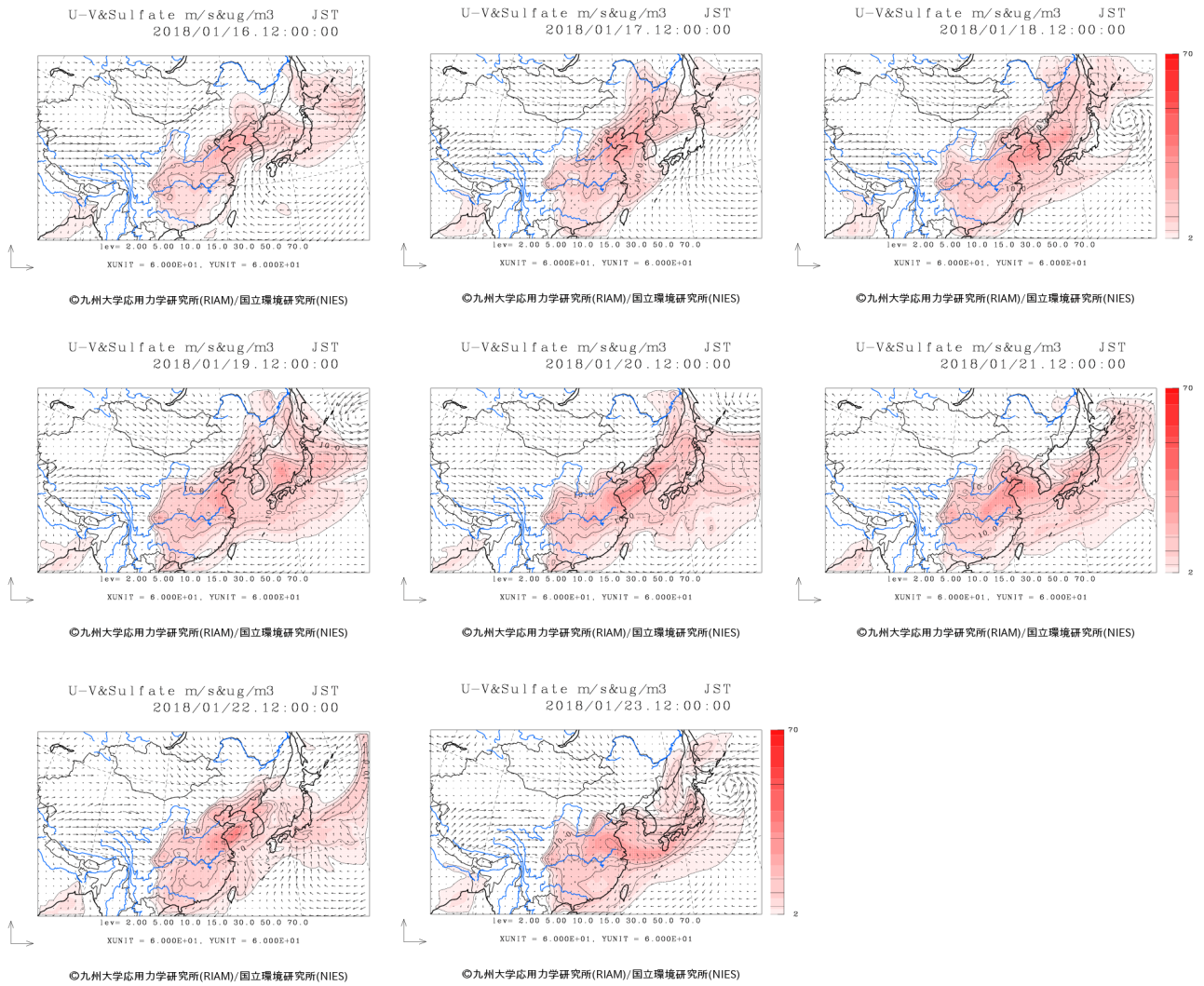


図 5-3-2-5 CFORS 予測結果

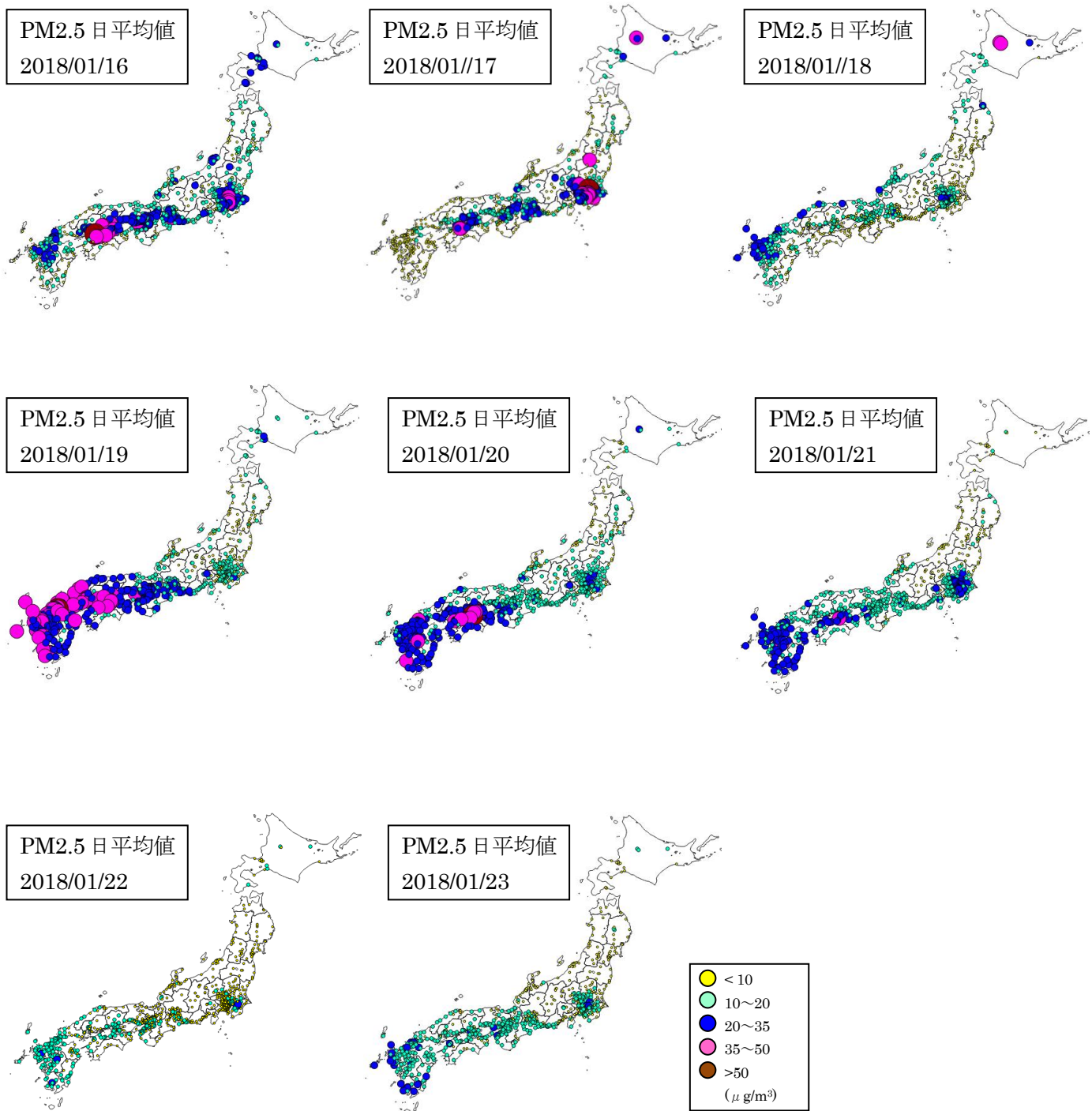


図 5-3-2-6 PM2.5 の日平均値全国分布

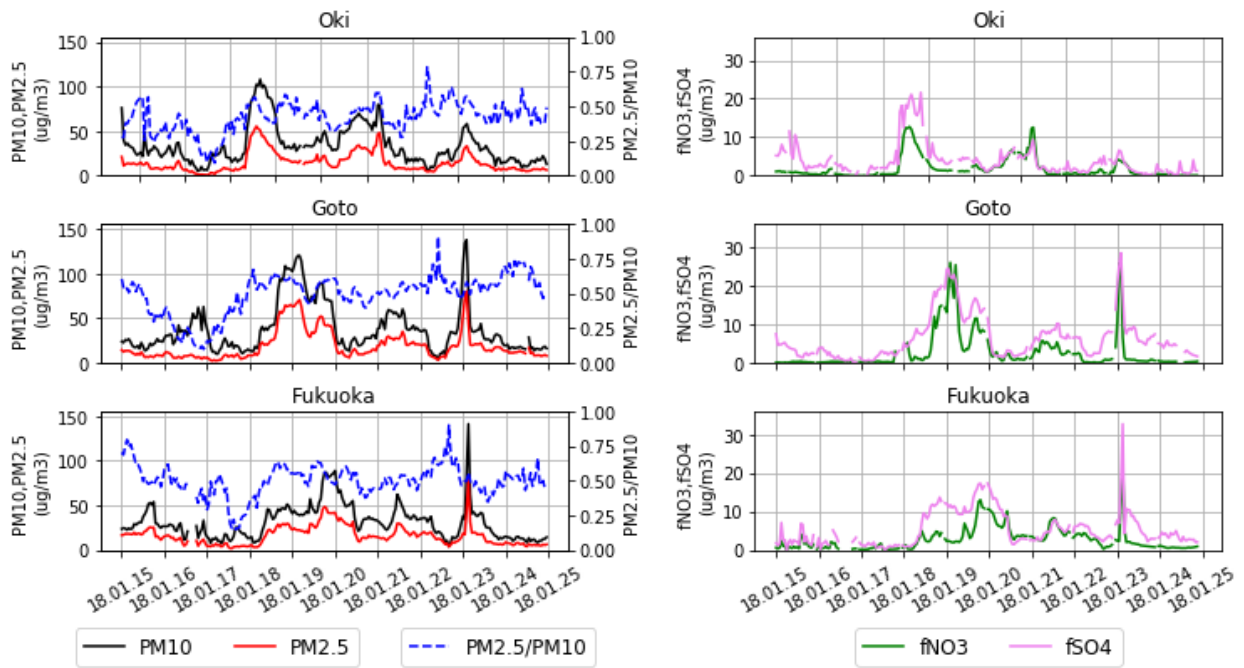


図 5-3-2-7 PM10 及び PM2.5 とその成分の経時変化

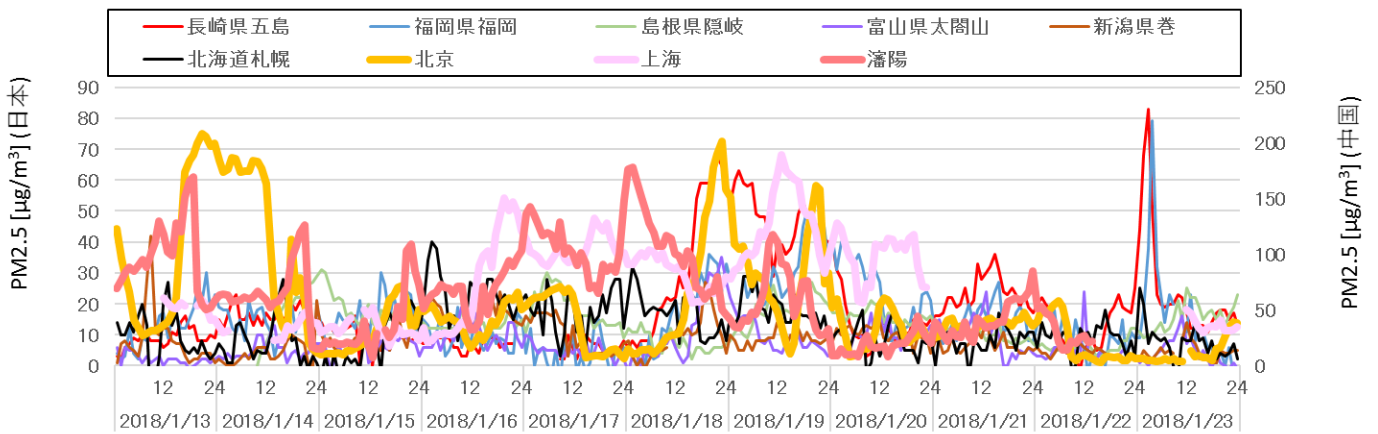


図 5-3-2-8 日本・中国での PM2.5 濃度

(3) 煙霧事例3 (2018年2月24日～3月1日)

煙霧は2月24日～3月1日の6日間で観測された。表5-3-3-1と図5-3-3-1に示すとおり、この期間には、概ね西日本を中心に観測されている。

天気図では、西高東低の気圧配置が多い気象状況である(図5-3-3-2)。このとき大陸では、Hazeは非常に広い範囲で観測されていた(図5-3-3-3)。さらに後方流跡線が、大陸からの気流を示し、2月24日などでは砂漠地帯からの気流も示されていた(図5-3-3-4)。CFORSでも大陸からのSulfateの影響を示唆している(図5-3-3-5)。この期間のPM2.5は、図5-3-3-6のとおりであるが、特に2月24日において西日本の広い範囲で環境基準値の超過が見られた。

ACSAでは、PM2.5が福岡、五島、隠岐において、煙霧が観測される前日の2月23日からの上昇が見られ、また同時にfSO₄²⁻が上昇していた。その後も継続してfSO₄²⁻が全国的に高い状況が続いている(図5-3-3-7)。

なお、本事例前の中国では、瀋陽でのPM2.5高濃度が目立ち、2月26日に200µg/m³を超える高濃度が観測された(図5-3-3-8)。また、北京でも翌日の2月27日に200µg/m³のPM2.5が見られる。日本では、2月22日～24日にかけて、五島や隠岐の離島で60µg/m³を越える濃度が確認された。

以上から、本事例は西日本を中心に大陸からの汚染の影響が及んだ事例と考えられる。

表5-3-3-1 煙霧観測地点

年	月	日	地点数	煙霧観測地点									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2018	2	24	9	津	舞鶴	広島	松江	鳥取	高松	松山	長崎	佐賀	
		25	4	津	広島	高松	松山						
		26	7	甲府	津	奈良	広島	高松	松山	大分			
		27	1	甲府									
		28	4	つくば	甲府	津	舞鶴						
3	1	11	大阪 鹿児島	高松	松山	下関	福岡	大分	長崎	佐賀	熊本	宮崎	

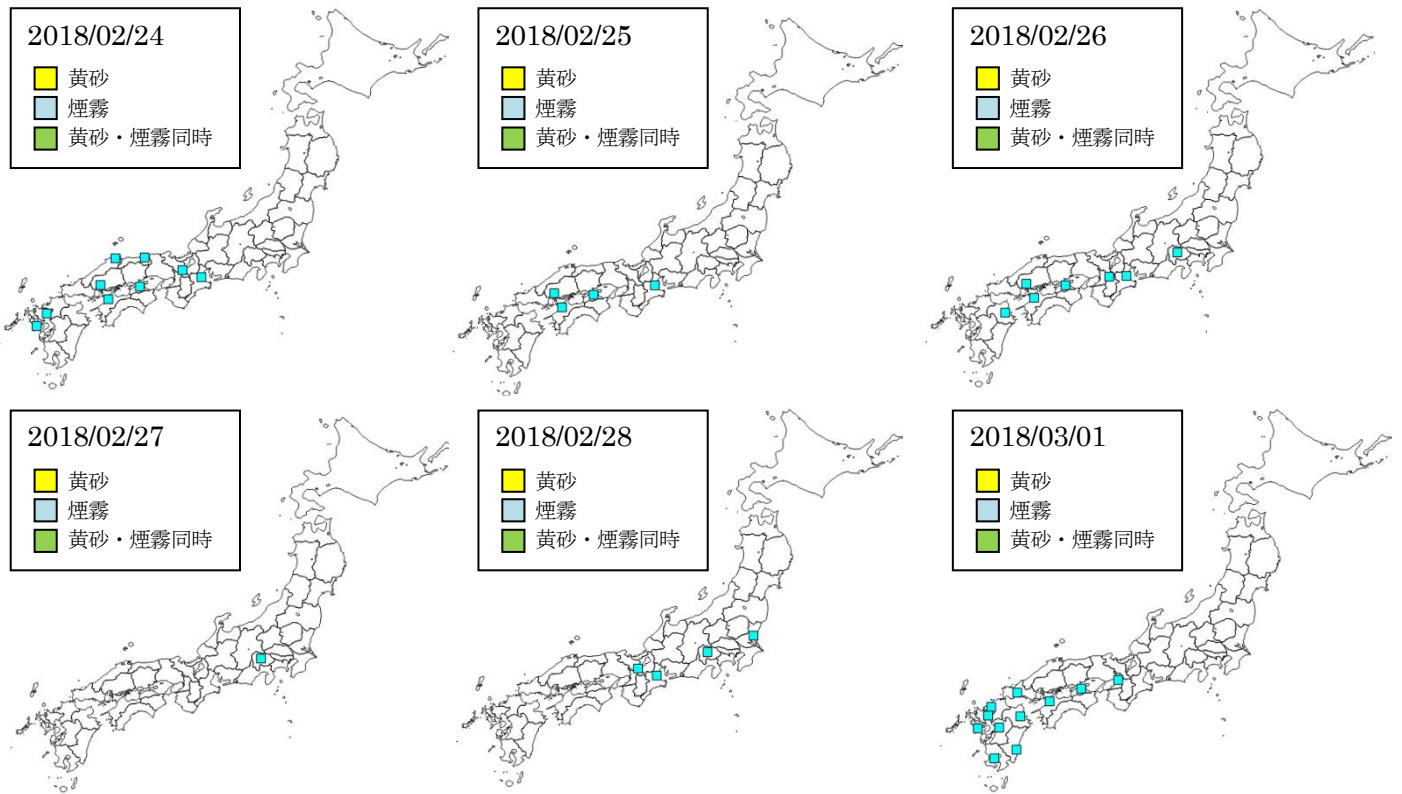
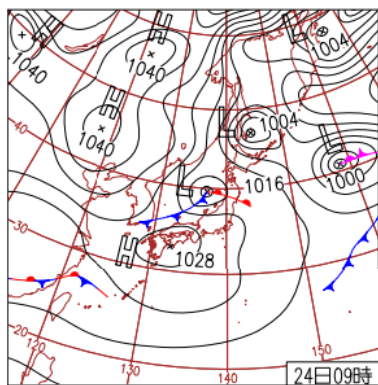
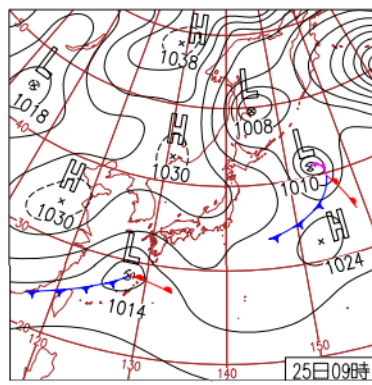


図 5-3-3-1 黄砂・煙霧観測地点



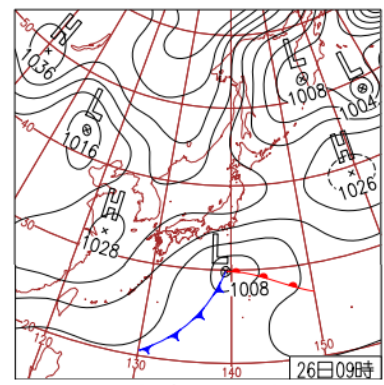
24日(土)北日本で暴風雪

低気圧が発達しながらオホーツク海を進み、日本海の低気圧が東北を通過。北陸・東北と、北海道日本海側で雪や雨。北海道では最大瞬間風速が本泊35m/sなど8地点で2月1位。



25日(日)南西諸島で激しい雨

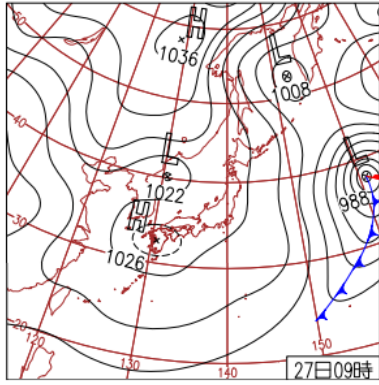
沖縄・奄美は低気圧・前線通過時に雨風が強まり鹿児島県喜界島で2月1位の45mm/1h。西～東日本も曇りや雨。最深積雪北海道幌加内324cmは道内史上1位、音威子府281cmも史上1位。



26日(月)北海道で積雪増える

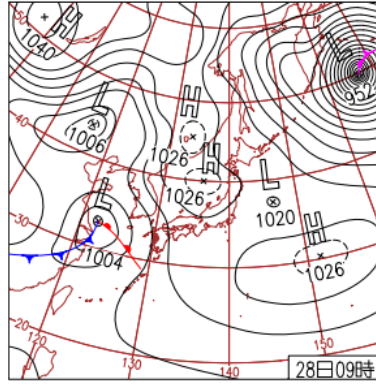
最深積雪は北海道幌糠275cm、美唄167cmで共に史上1位タイ。低気圧が日本の南を東進し西日本太平洋側は所々雨。日中～夜は高気圧に覆われ晴れた所多い。大阪市などウメ開花。

図 5-3-3-2 (1) 天気図



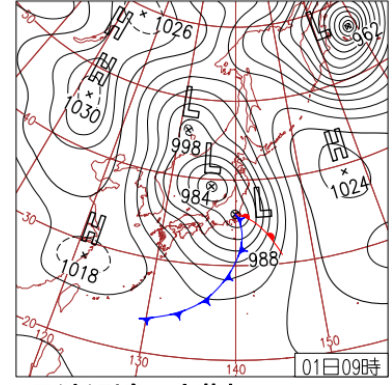
27日(火)全国的に晴れ続く

低気圧が日本海から東北へ進み、北日本は寒気の影響もあり東北中心に雪。その他は高気圧に覆われ概ね晴れ。内陸中心に冷え込み、所々で平年より10℃以上低い最低気温に。



28日(水)四国と東海で春一番

黄海の低気圧が急速に発達・東進し西から雨で雷も。九州北部は大荒れ、夜は東日本も雨。北陸～北日本は晴れで一部で雪。最深積雪 宮城県駒ノ湯165cmは史上1位。



1日(木)列島、大荒れ

急速に発達する低気圧により全国的に大荒れ。山形県飛島の最大風速30.2m/sは3月の記録更新。関東中心に最高気温20℃以上。近畿、関東で春一番。沖縄県で震度5弱。

図 5-3-3-2 (2) 天気図

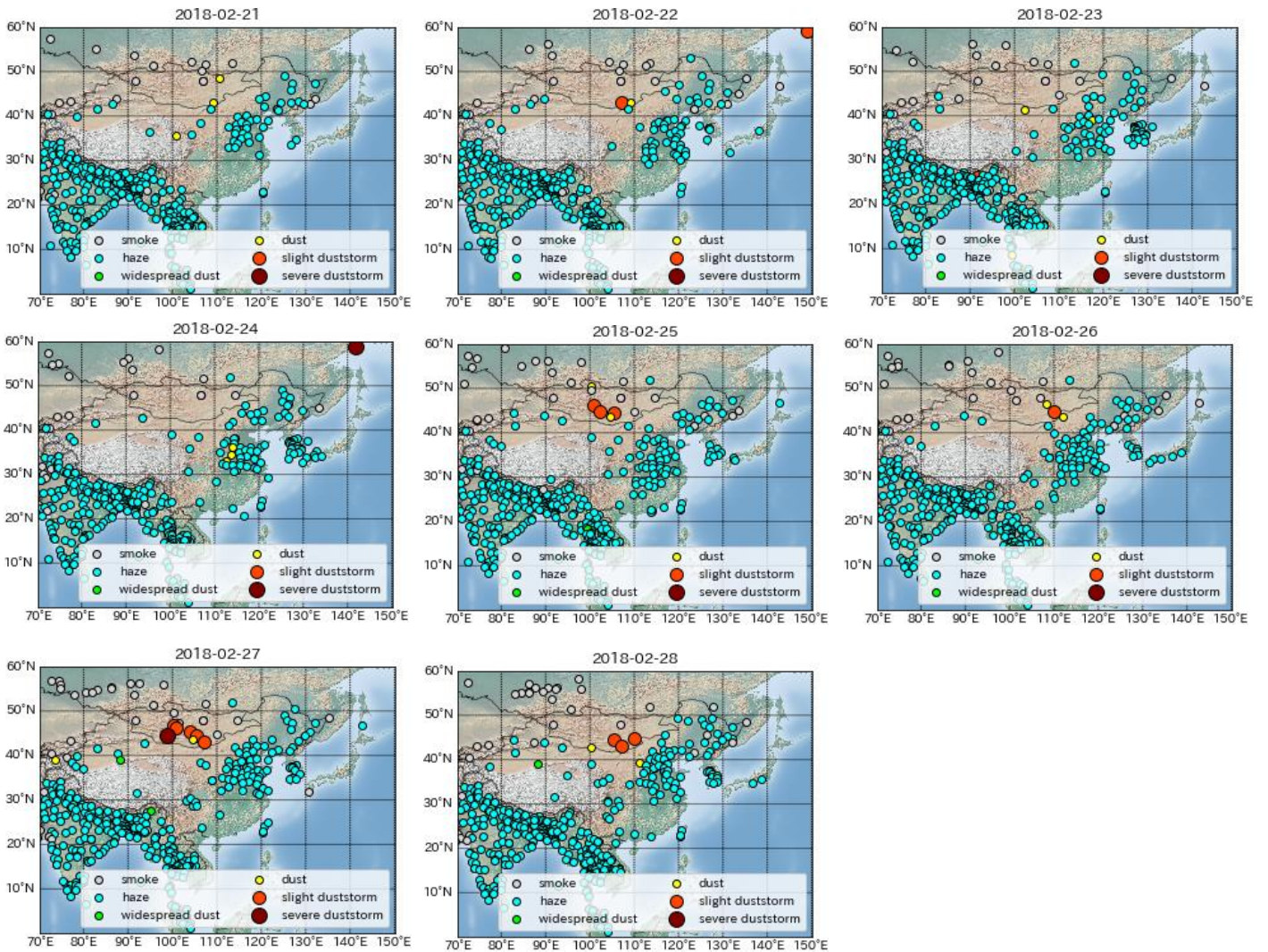


図 5-3-3-3 Haze の観測状況

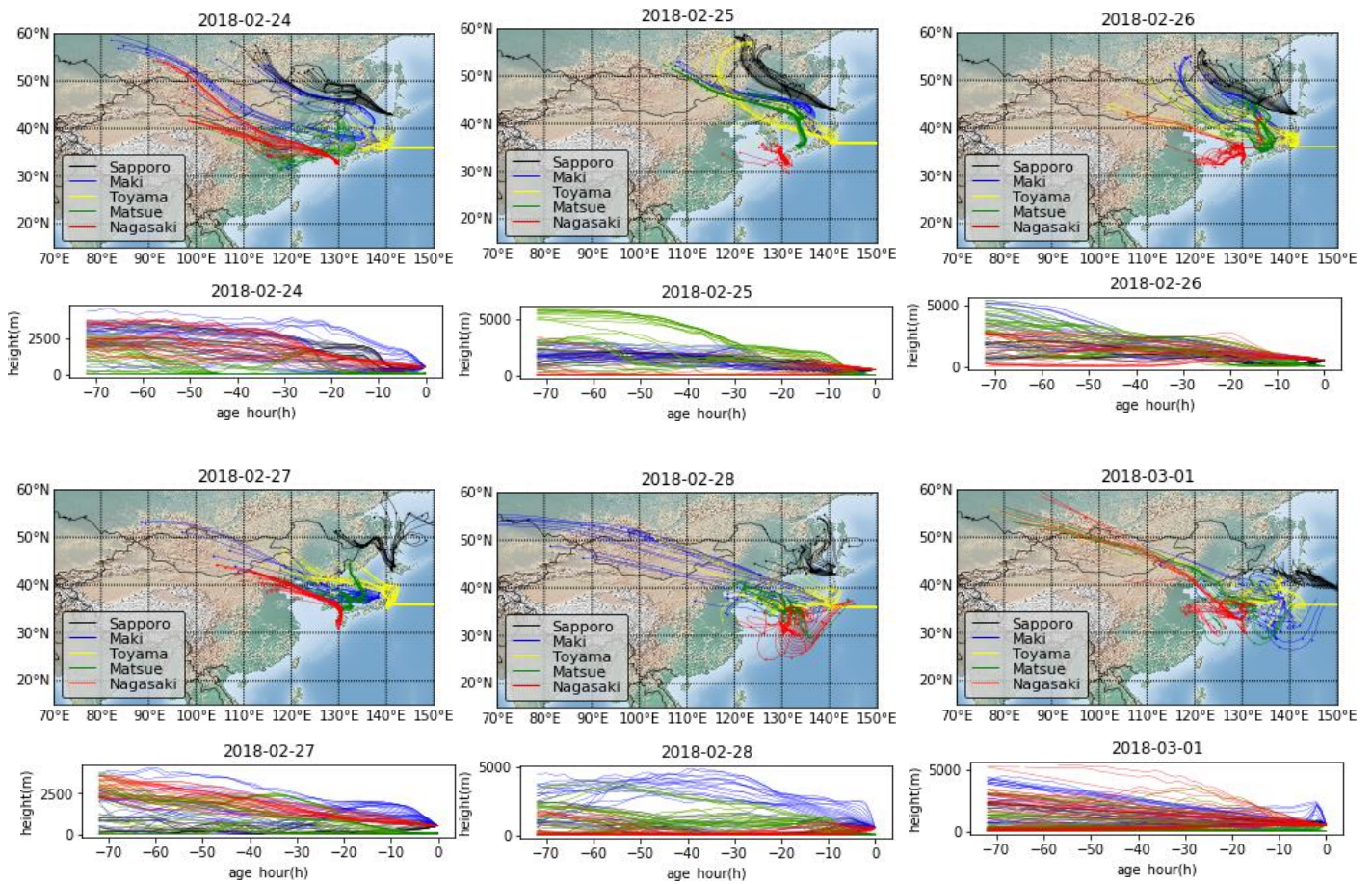


图 5-3-3-4 後方流跡線

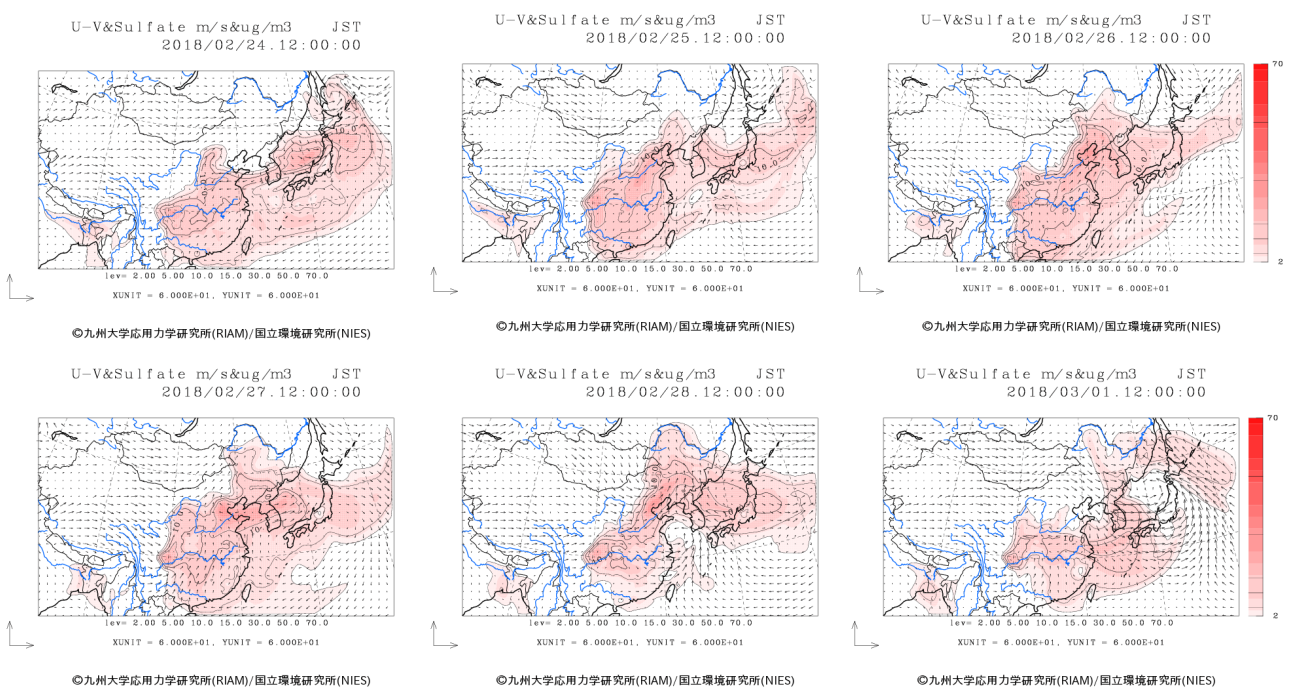


图 5-3-3-5 CFORS 予測結果

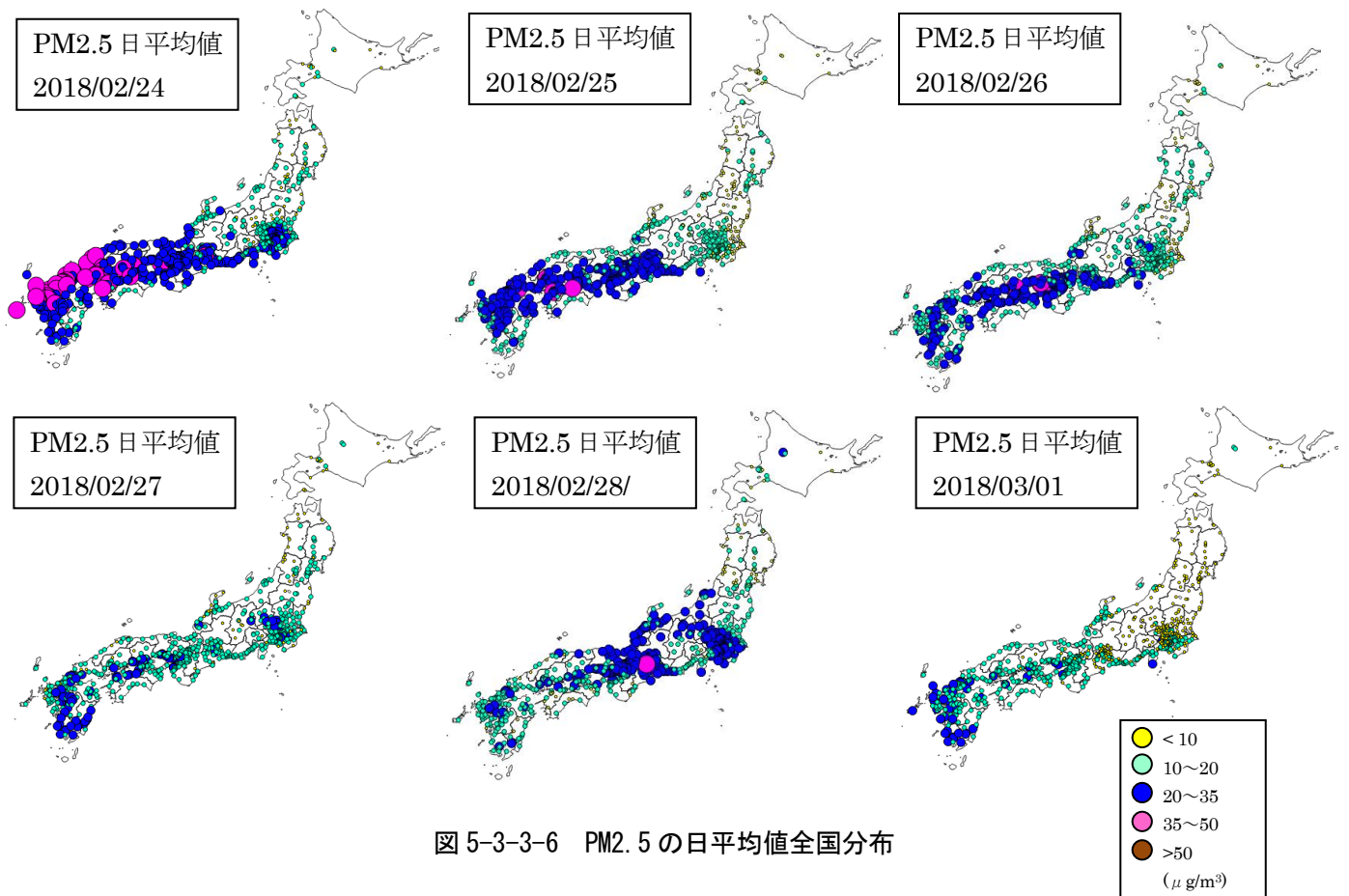


図 5-3-3-6 PM2.5 の日平均値全国分布

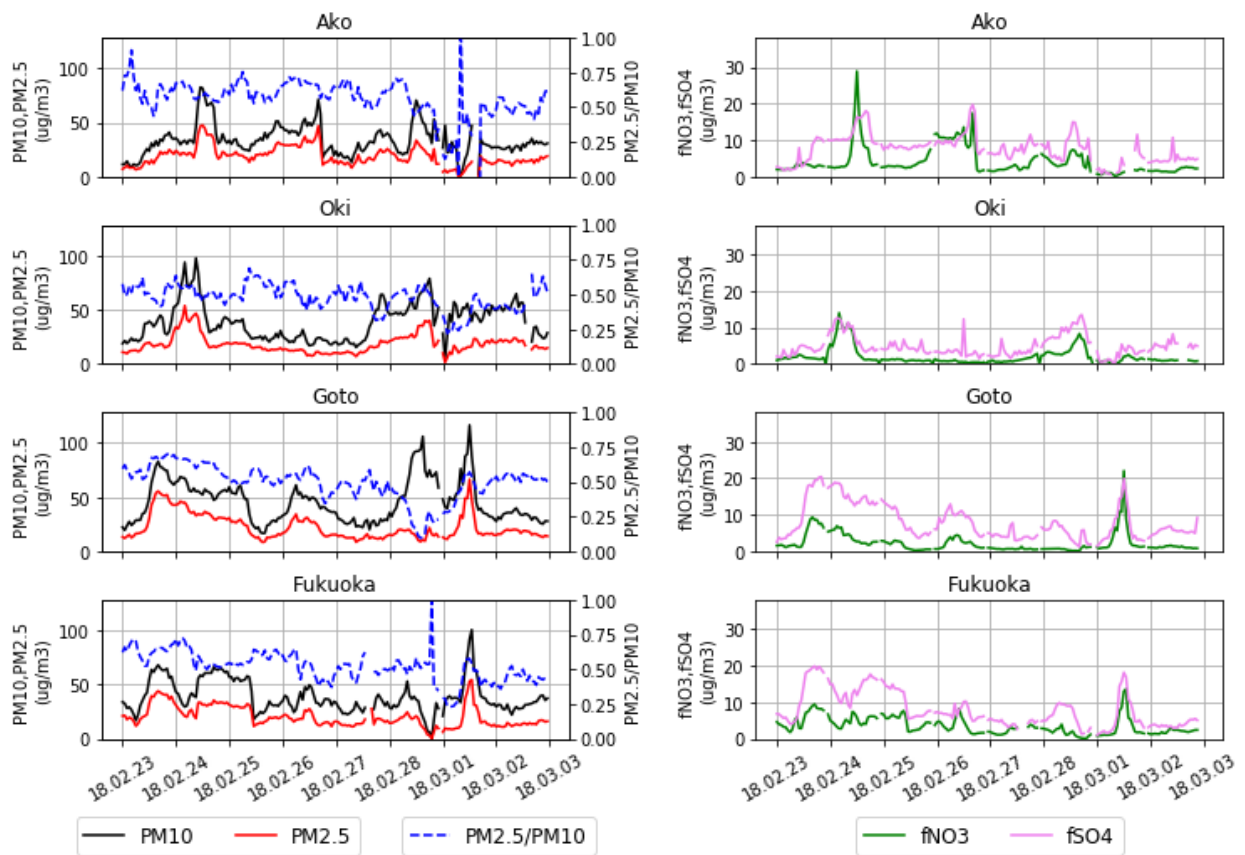


図 5-3-3-7 PM10 及び PM2.5 とその成分の経時変化

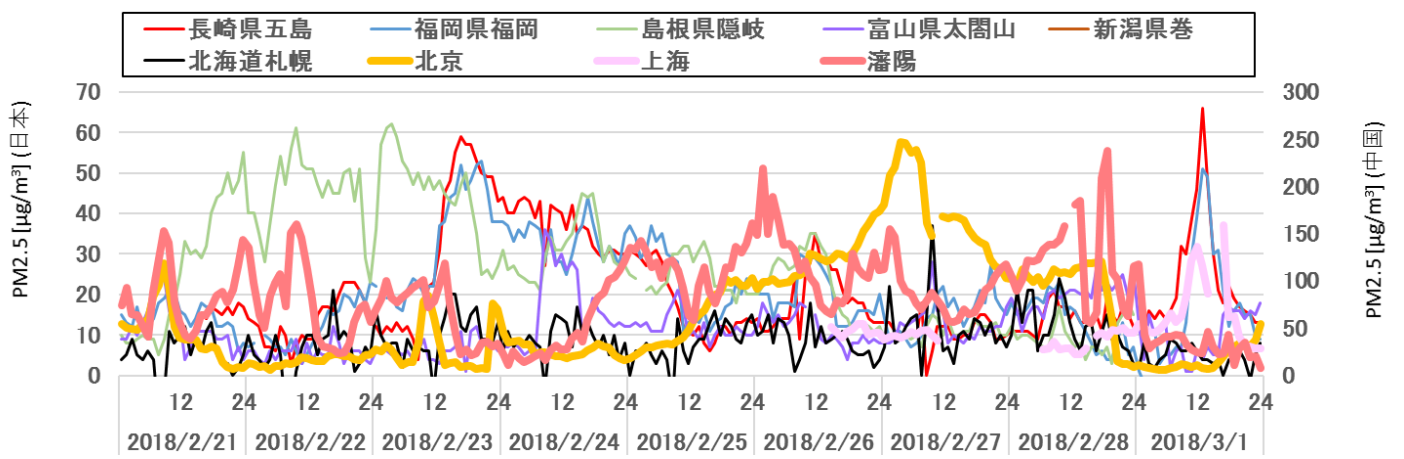


図 5-3-3-8 日本・中国での PM2.5 濃度

(4) 煙霧事例4 (2018年3月24日~31日)

煙霧は、3月24日~31日の8日間と長期にわたって観測されたが、特に3月25日~29日にかけては全国で12地点~26地点と非常に広範囲で煙霧が観測された(表5-3-4-1、図5-3-4-1)。また、3月28日~29日は北海道と青森で黄砂が観測されている。この期間の黄砂の詳細については、「4.4 黄砂日の解析結果」に前述した。

大陸では、この期間はHazeが大陸に広がっている様子が見られた(図5-3-4-4)。なお、3月25日から27日にかけては、大陸の広範囲で砂塵嵐が観測されている。このときの気流は、後方流跡線によれば、3月27日までは北京や上海からの気流を示す地点が多い(図5-3-4-3)。またCFORSにおいても図5-3-4-5のとおり大陸によるsulfateの影響が示唆された。

PM2.5濃度は煙霧の観測地点と同様の地点で環境基準値の超過地点がみられる(図5-3-4-6)。

ACSAでは、PM2.5が3月24日に五島と隠岐で上昇し始め、その後、福岡、赤穂などで高濃度になっている様子が見られた。このとき、それぞれのACSAのfSO₄²⁻とfNO₃が、PM2.5の増加とともに、都市部以外の地域も含めて高い濃度で推移している。fNO₃は五島、隠岐、赤穂のほか、巻、東京、名古屋などで、また、fSO₄²⁻は五島、福岡のほか、東京、大阪、笠岳などで、20μg/m³を頻繁に超過している状況であった(図5-3-4-7)。

中国のPM2.5濃度では、図5-3-4-8のとおり北京と瀋陽で高濃度が見られ、両者ともに3月24日に200μg/m³を超える高濃度が観測されている。また、日本では、25日から26日で五島や福岡で60μg/m³を超える濃度が確認される。

以上から、本事例は都市部で地域的な汚染があるものの、全国的には大陸からの汚染の影響が強く及んだ事例と考えられる。

表5-3-4-1 煙霧観測地点

年	月	日	地点数	煙霧観測地点										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2018	3	24	1	長崎										
		25	18	長野 下関	富山 福岡	金沢 大分	舞鶴 長崎	岡山 佐賀	広島 熊本	松江 鹿児島	鳥取 那覇	高松	松山	
		26	26	青森 彦根 下関	秋田 舞鶴 福岡	水戸 京都 長崎	つくば 大阪 佐賀	銚子 神戸 熊本	千葉 岡山 鹿児島	静岡 広島	津 松江	金沢 高松	福井 松山	
		27	17	青森 大阪	盛岡 神戸	水戸 和歌山	つくば 岡山	東京 高松	千葉 長崎	横浜 熊本	長野	静岡	津	
		28	18	青森 津	水戸 舞鶴	つくば 京都	東京 大阪	銚子 神戸	千葉 奈良	横浜 高松	甲府 長崎	静岡	名古屋	
		29	12	水戸 神戸	つくば 松江	銚子	千葉	横浜	長野	甲府	静岡	金沢	舞鶴	
		30	3	つくば	静岡	佐賀								
		31	1	那覇										

年	月	日	地点数	黄砂観測地点名									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2018	3	28	8	稚内	旭川	網走	札幌	帯広	釧路	室蘭	青森		
		29	5	網走	札幌	帯広	釧路	青森					

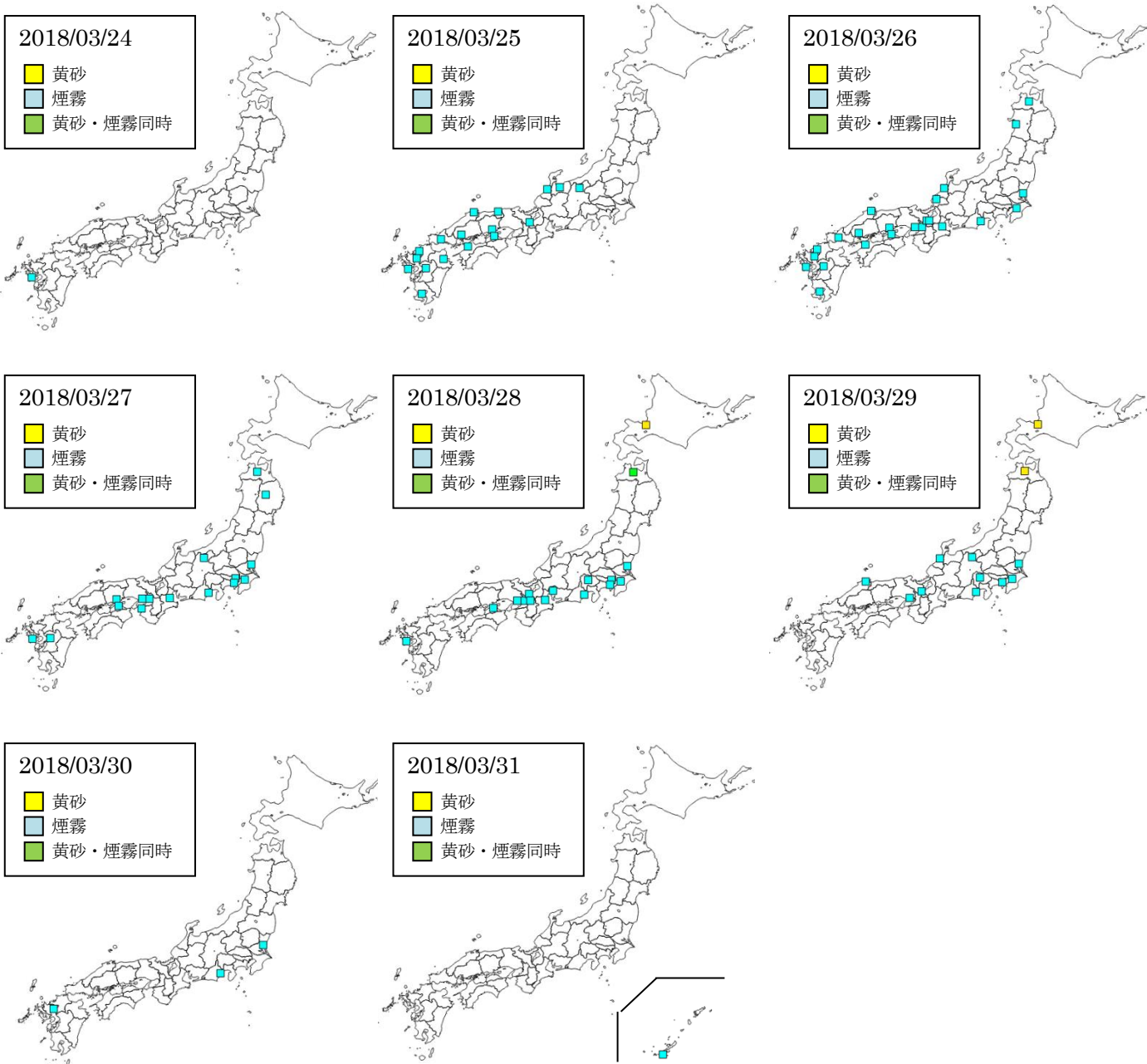
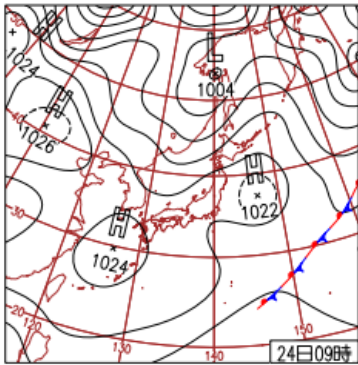
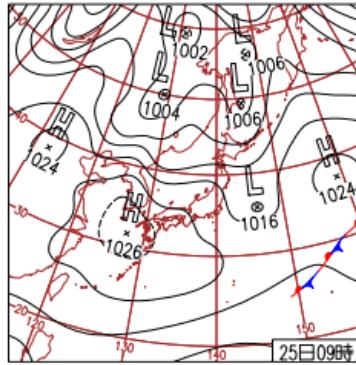


图 5-3-4-1 黄砂・煙霧観測地点



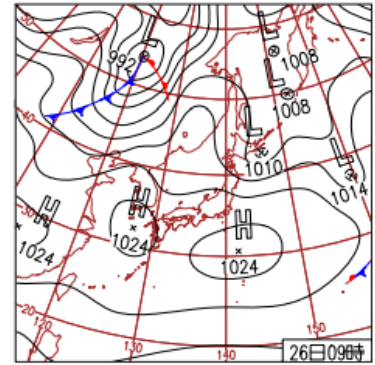
24日(土)東京でサクラ満開

高気圧に覆われ全国的に概ね晴れ。関東は気圧の谷の影響で所々で雨。最低気温は沖縄・奄美～西日本と北日本で真冬並の所があったが、最高気温は西～北日本で4月上・中旬並。



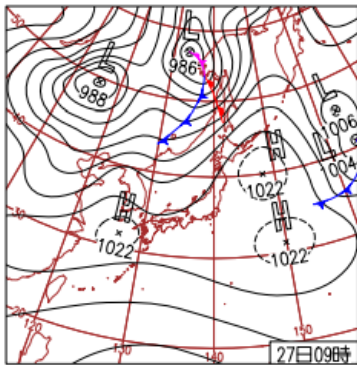
25日(日)台風第3号発生

沖縄・奄美や西・東日本は高気圧に覆われて晴れ。気圧の谷が通過した北日本は雪や雨のち晴れまたは曇り。最高気温は各地で4月並。前橋・水戸・岡山市でサクラ開花。



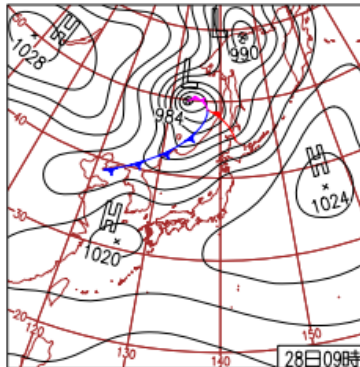
26日(月)サクラの便り相次ぐ

日本付近は高気圧に広く覆われ北日本の一部を除き晴れ。全国的に気温も上昇し初夏の陽気。松江・津・宇都宮市でサクラ開花。長崎・熊本・大阪・岐阜・熊谷市でサクラ満開。



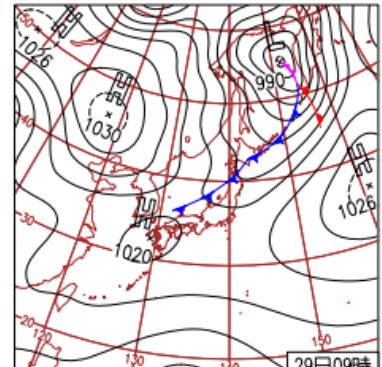
27日(火)気温上昇、融雪進む

暖気に覆われ日中の気温は各地で4月下旬～5月中旬並。18地点で3月の最高気温更新。彦根・富山市でサクラ開花。福岡・名古屋・横浜市などでサクラ満開、名古屋市最早1位タイ。



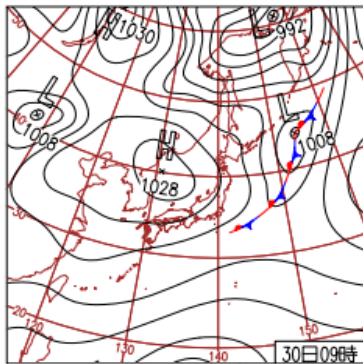
28日(水)北海道と青森で黄砂

本州付近は高気圧に覆われて晴れ。沖縄・奄美～東日本では夏日の所も。最高気温は、北海道宇登呂で7月中旬並の21.0℃をはじめ、全国のアメダス1/4の地点で3月1位の値。



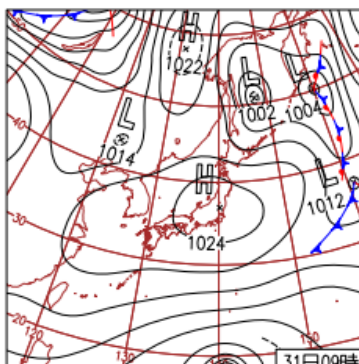
29日(木)福島市サクラ開花

東～北日本を寒冷前線通過するが活動は不活発。東北で所々雨のほか全国的に概ね晴れ。最低気温は北日本太平洋側中心に5月並。最高気温は東日本中心に75地点で3月1位の値。



30日(金)全国的に晴れて高温

高気圧に覆われ全国で晴れ。最高気温は昨日より下がったものの3～4月並、九州中心に17地点で3月の記録更新。仙台市でサクラ開花。大分・富山市でサクラ満開。



31日(土)晴れの日続く

高気圧に覆われ全国的に晴れ。放射冷却により、最低気温は東南部などで平年より5℃前後低い。最高気温は全国的に高く、福岡県太宰府の25.4℃は5月下旬並で3月1位の値。

図 5-3-4-2 天気図

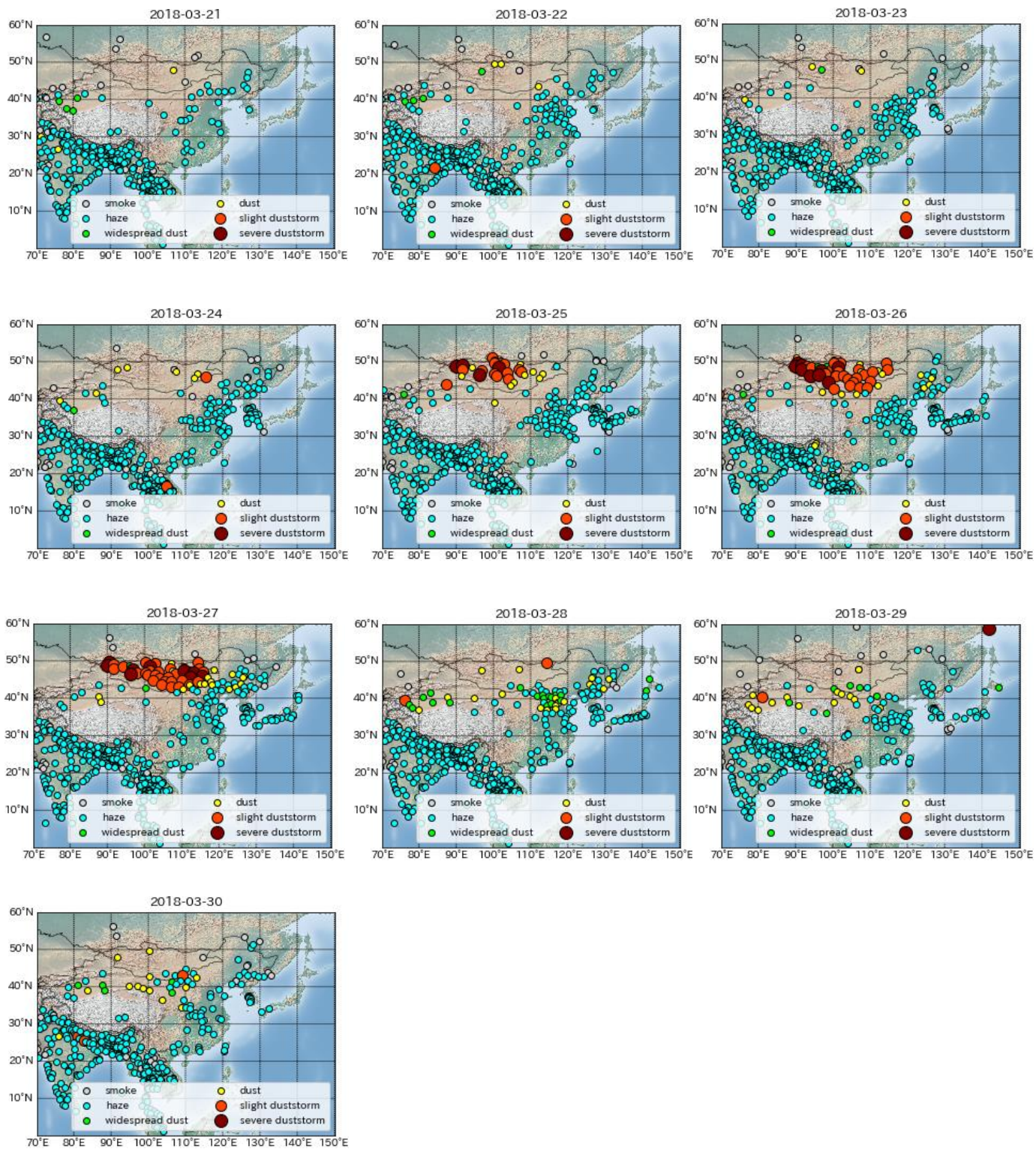


図 5-3-4-3 Haze の観測状況

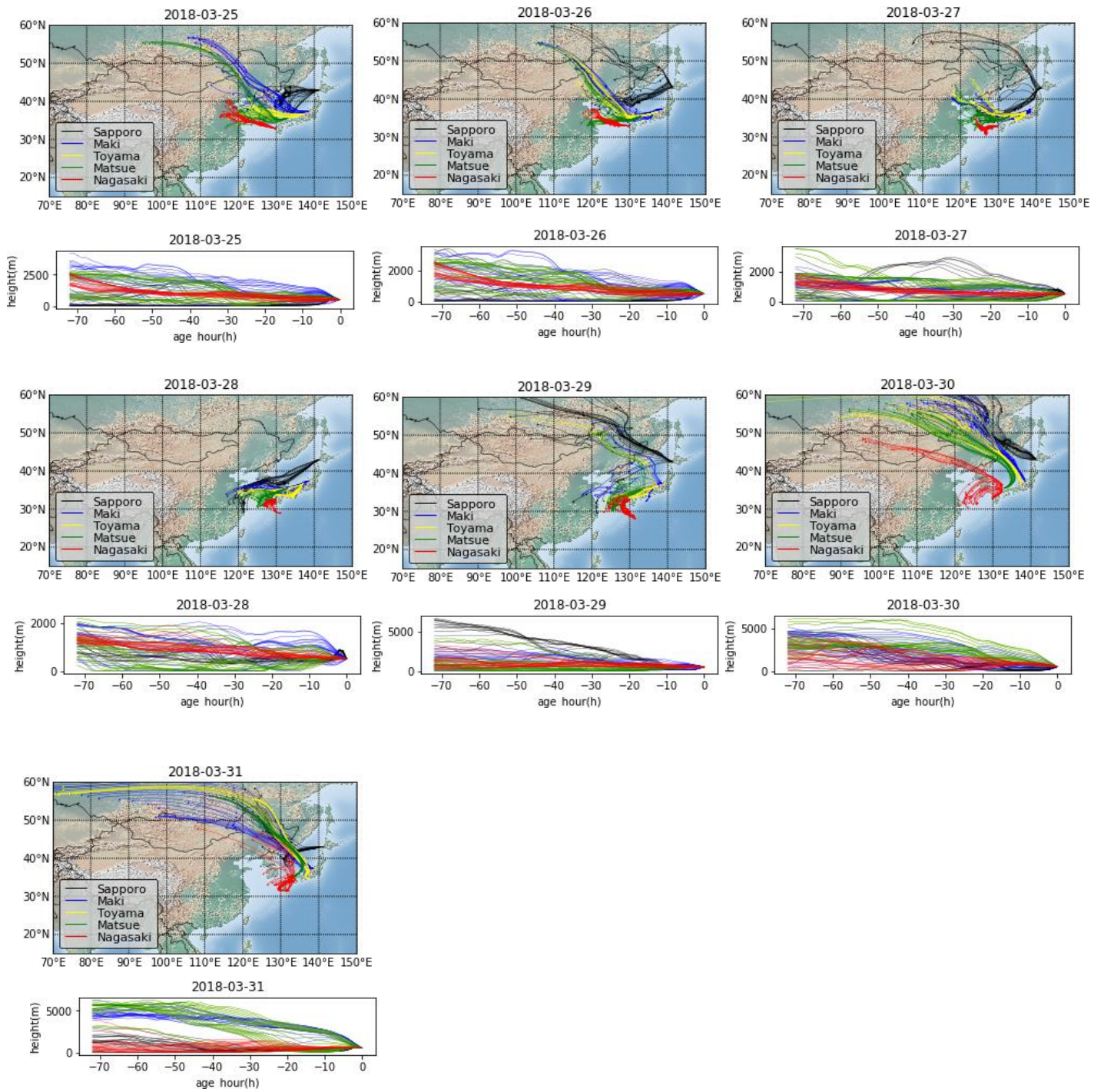


図 5-3-4-4 後方流跡線

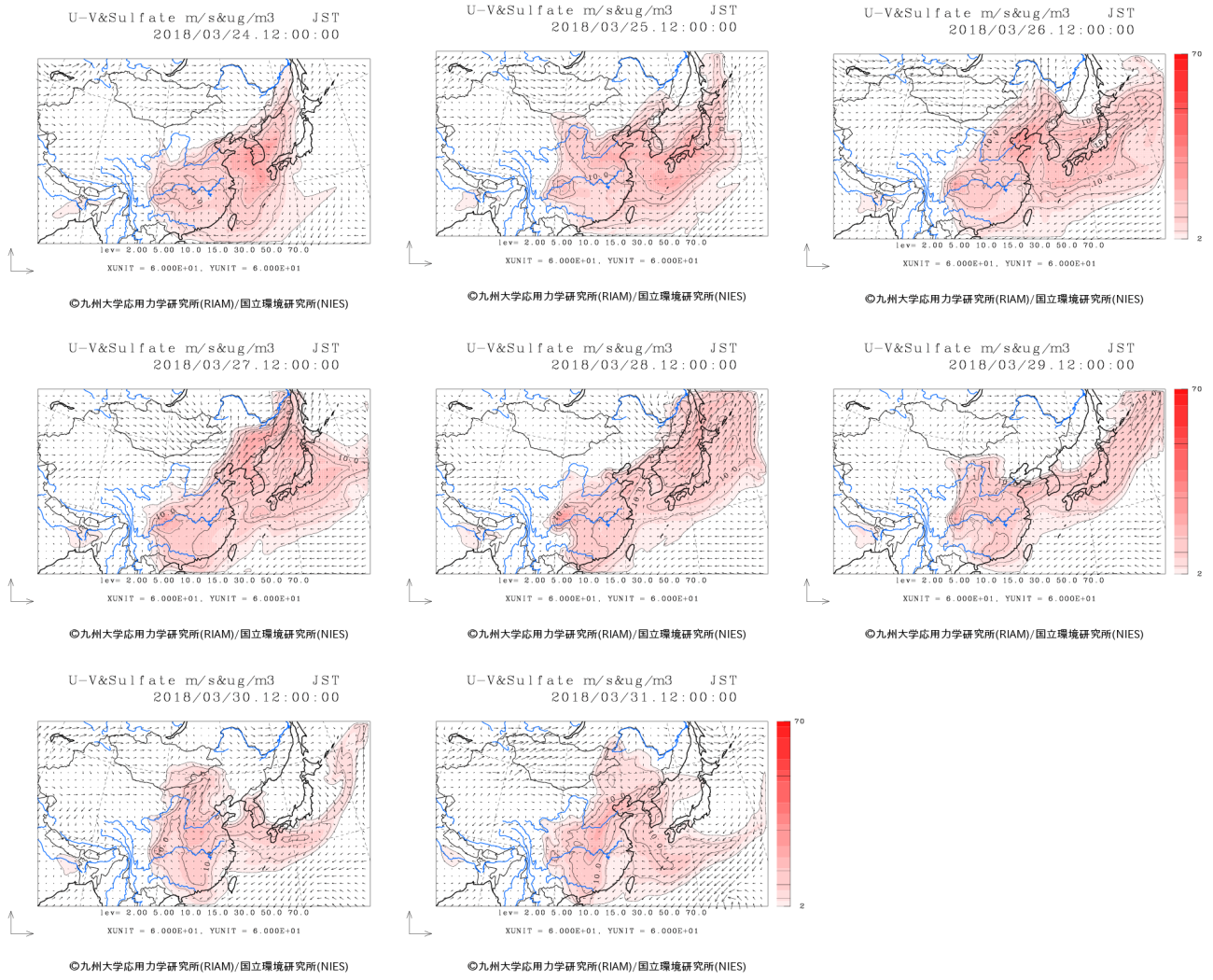


図 5-3-4-5 CFORS 予測結果

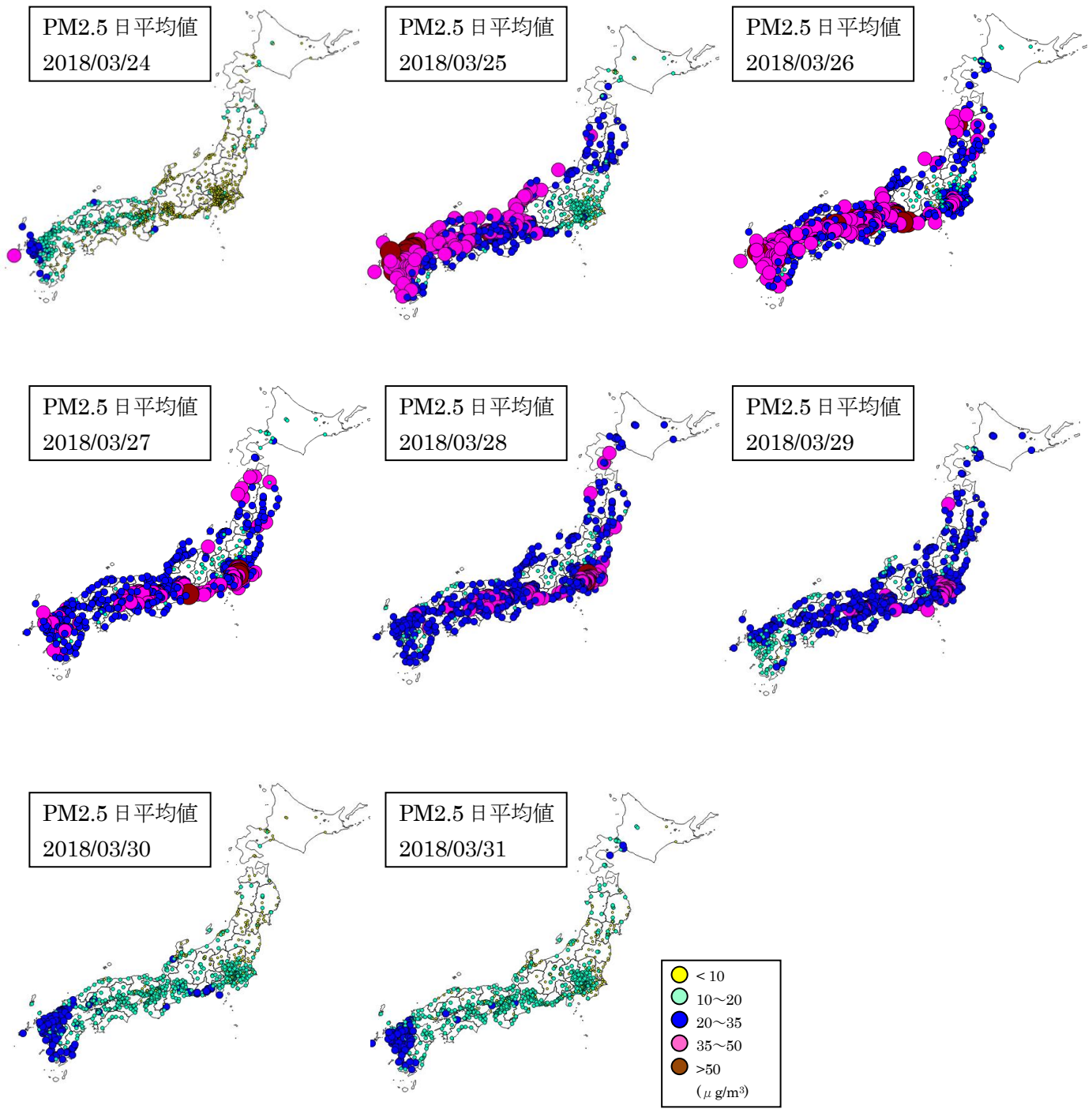


図 5-3-4-6 PM2.5 の日平均値全国分布

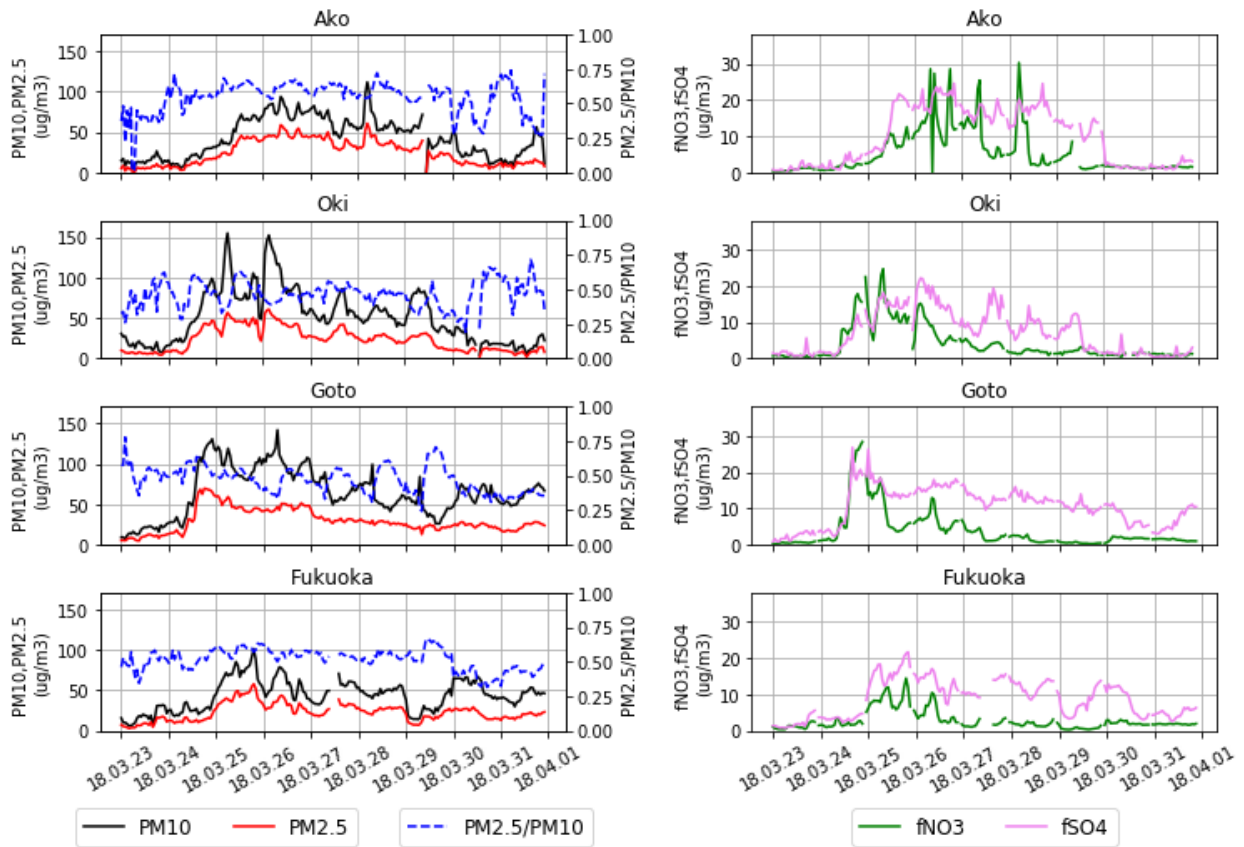


図 5-3-4-7 PM10 及び PM2.5 とその成分の経時変化

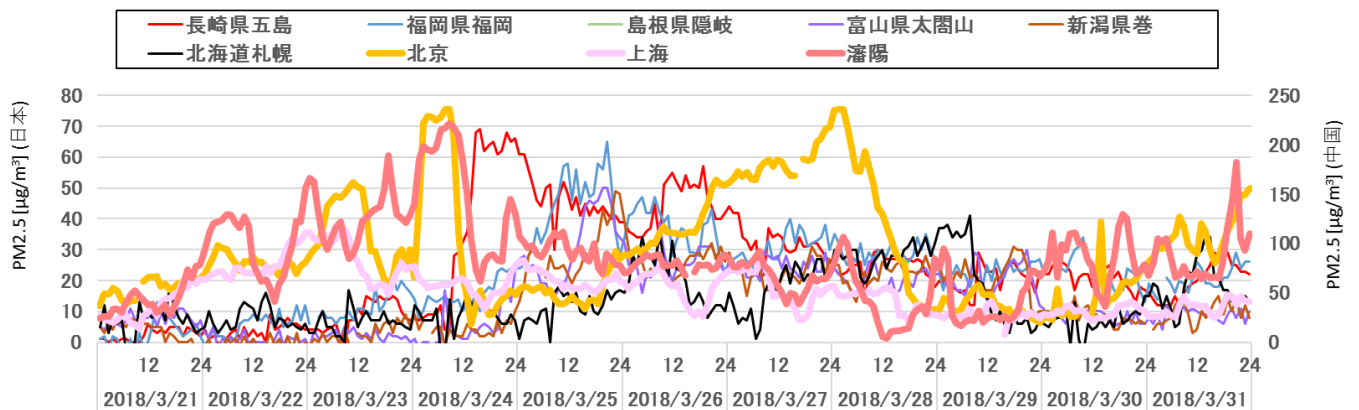


図 5-3-4-8 日本・中国での PM2.5 濃度