

4.3 黄砂日の解析結果

(1) 黄砂事例 1 2021 年 4 月 17 日～18 日

本事例における黄砂の観測地点数は、表 4-3-1-1、図 4-3-1-2 に示すとおりである。4 月 17 日に福岡、18 日に那覇におけるそれぞれ 1 地点となった。

天気図（図 4-3-1-3）を見ると、黄砂観測の前日には日本の東に高気圧、西に前線を伴う低気圧が配置されていた。その後、西の低気圧が日本の南を東進し、さらに三陸沖へ移動している様子が見られる。

この期間 SPM の 3 時間ごとの全国分布を見ると、4 月 17 日夜間に九州・瀬戸内海付近でやや高濃度の分布が見られ、翌 18 日にかけて拡散しながら東に移動してゆく様子が表れている（図 4-3-1-4、図 4-3-1-5）。

日本で黄砂が観測される前の大陸の状況を見ると（図 4-3-1-6）、黄砂観測前の 4 月 14 日、15 日にモンゴル南東部で slight duststorm や severe duststorm が発生している。この時の気流の状況について後方流跡線で確認したところ、福岡における 4 月 17 日の流跡線は上記 duststorm の発生した地域を通っているように見える（図 4-3-1-7）。さらに CFORS 予測結果においても、大陸からの dust および sulfate が日本全域に影響を及ぼしている様子が示されていた（図 4-3-1-8）。

黄砂が観測された福岡を対象に、ライダー黄砂消散係数と、近接する常時監視局における SPM の経時変化を比較したところ、4 月 17 日午後に黄砂消散係数・SPM 濃度が上昇する様子が見られた（図 4-3-1-9）。また、この 2 日間は、PM2.5 の日平均値は低い値になっており、環境基準値を超える地点は観測されなかった（図 4-3-1-10）。

図 4-3-1-11 には、各測定局における PM2.5 日平均値/SPM 日平均値（PM2.5/SPM 比）の全国分布を示した。黄砂が観測された福岡を中心に、SPM 日平均値が大きくなることに起因し、PM2.5/SPM 比の値が小さい地点が多く見られる。図 4-3-1-11 からは、黄砂が観測されていない地方にも PM2.5/SPM 比の値が 0.3 以下である地点が散見されるが、これらの地点のデータについては、SPM の日平均値及び PM2.5 日平均値がいずれも小さい値であることを確認した。

人為起源汚染物質については、微小粒子、粗大粒子の SO_4^{2-} 、 NO_3^- 全ての成分で、黄砂観測日である 4 月 17 日の午後から夕方にかけて高い値の傾向となっていることがわかる。また、微小粒子の SO_4^{2-} 以外の成分では、高い濃度への上昇前の時間帯で濃度が低い状態となっている傾向が見られた。そのような変動傾向の中でピーク濃度に関しては、微小粒子の SO_4^{2-} 、粗大粒子の NO_3^- で $4\mu\text{g}/\text{m}^3$ と高い濃度をとっていることがわかる。また、PM10 に関しても同様の傾向が見られ、PM10 の急激な上昇とともに PM2.5/PM10 は急激に減少している（図 4-3-1-12）。

なお、北京では、黄砂観測前の 4 月 16 日に、PM2.5 濃度の 1 時間値が一時 $350\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の値を示し、上海でも 4 月 17 日午前に $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上と高い値を示していた（図 4-3-1-13）。

また、本事例における湿度の時系列（図 4-3-1-14）には PM10 が急激に上昇する 17 日午後に湿度も下がっている様子が見られる。

以上の通り、本事例は、4 月 14 日及び 15 日に発生したモンゴル南部における dust や duststorm が、人為起源汚染物質を含み飛来した弱い黄砂の事例と考えられる。

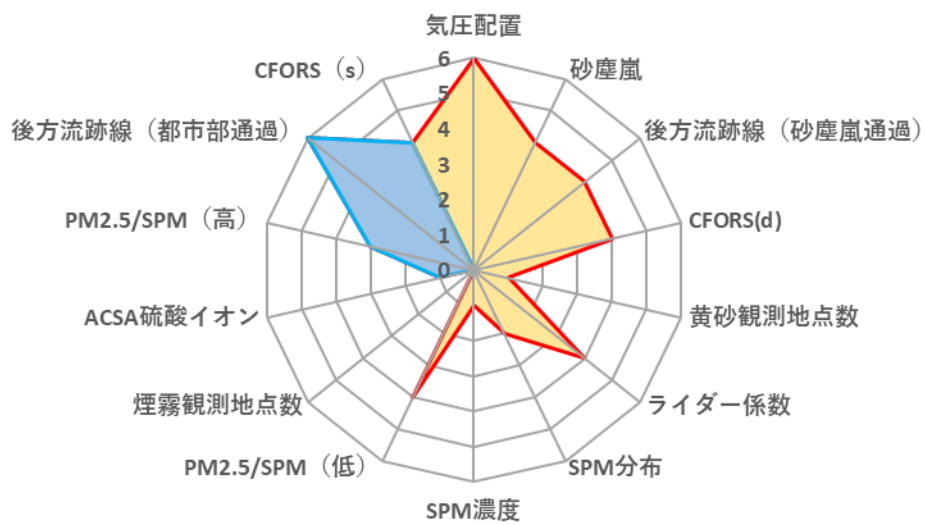


図 4-3-1-1 黄砂の特徴を示すレーダーチャート

表 4-3-1-1 黄砂観測地点

日付	地点数	観測地点名										
2021/4/17	1	福岡										
2021/4/18	1	那覇										

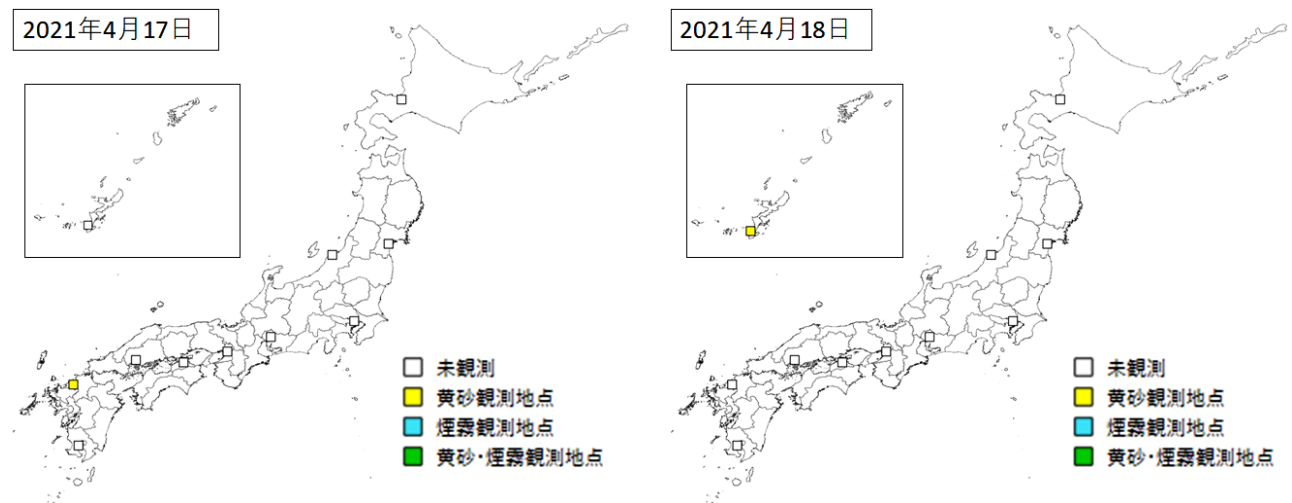
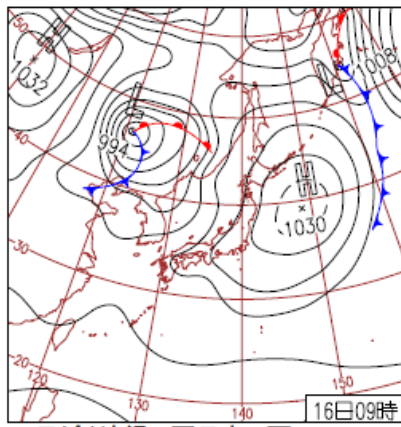
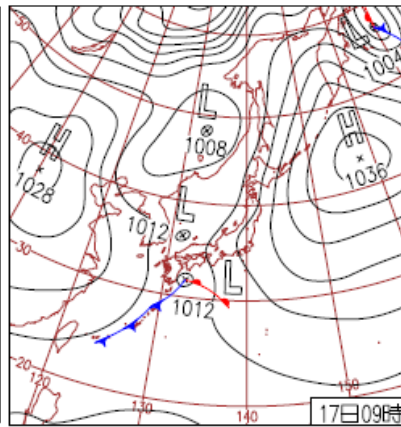


図 4-3-1-2 黄砂観測地点



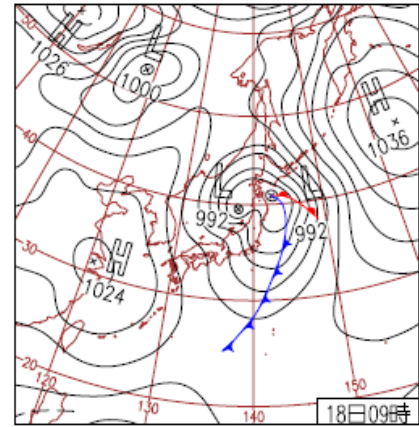
16日(金)沖縄～西日本で雨

日本の東を高気圧が東進。高気圧の縁を回る湿った空気の影響で、西日本太平洋側中心に所々雨。気圧の谷の影響で南西諸島でも雨となり、沖縄県仲筋では40mm/1hの激しい雨。



17日(土)福岡市で黄砂

低気圧や前線が日本海と本州の南岸を東進。全国的に曇りや雨となり、静岡県天城山で日降水量168mm。午後は西日本で晴れた所も。福岡市で黄砂を観測。青森市でサクラ満開。



18日(日)北陸～東北で暴風

低気圧が日本海と三陸沖を進み、西～東日本日本海側や北日本で雨や雪。新潟県両津では最大風速24.3m/s。西～東日本太平洋側は日中晴れた所が多い。那覇市で黄砂を観測。

図 4-3-1-3 天気図

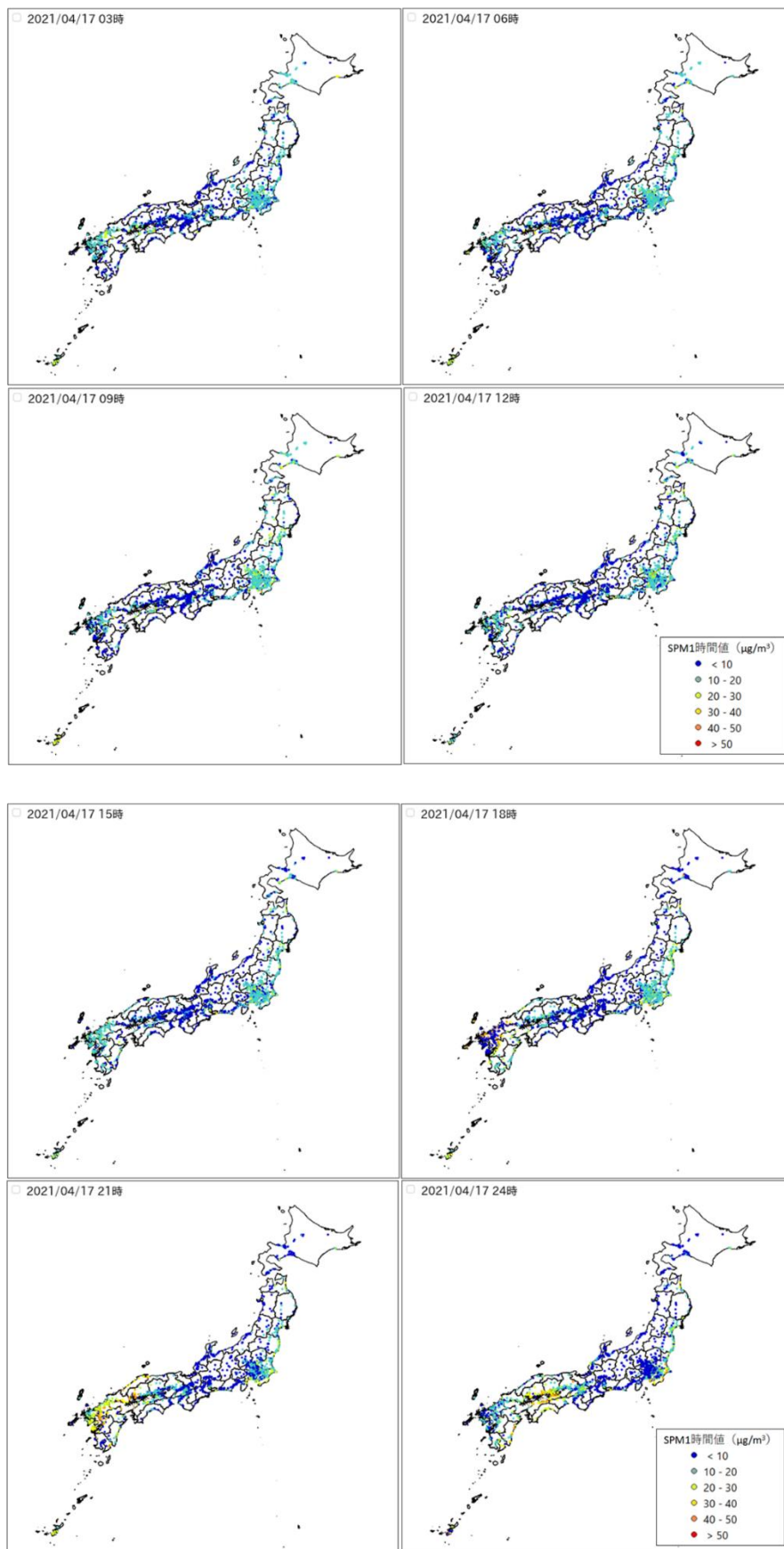


図 4-3-1-4 SPM1 時間値濃度全国分布 (2021 年 4 月 17 日)

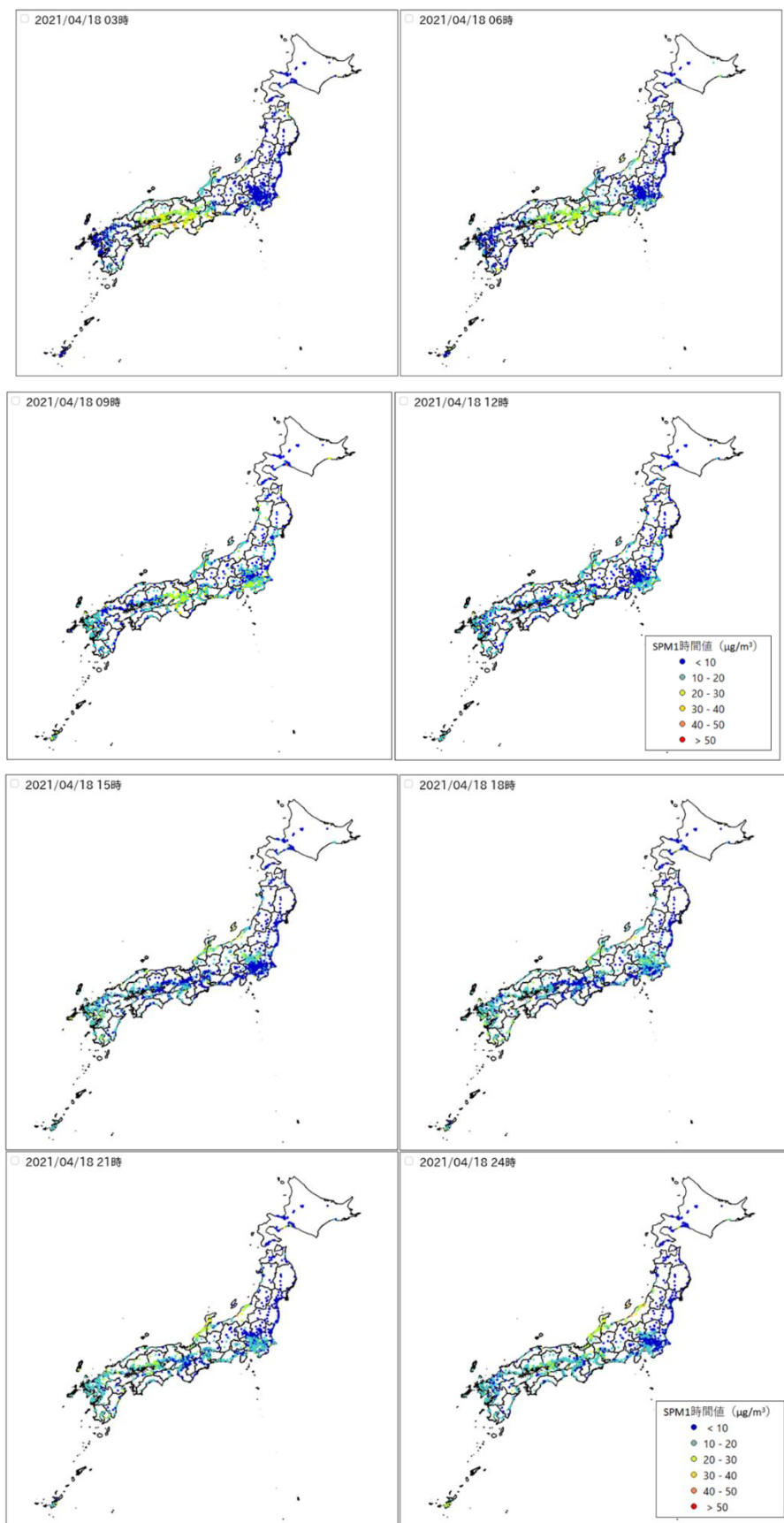


図 4-3-1-5 SPM1 時間値濃度全国分布(2) (2021 年 4 月 18 日)

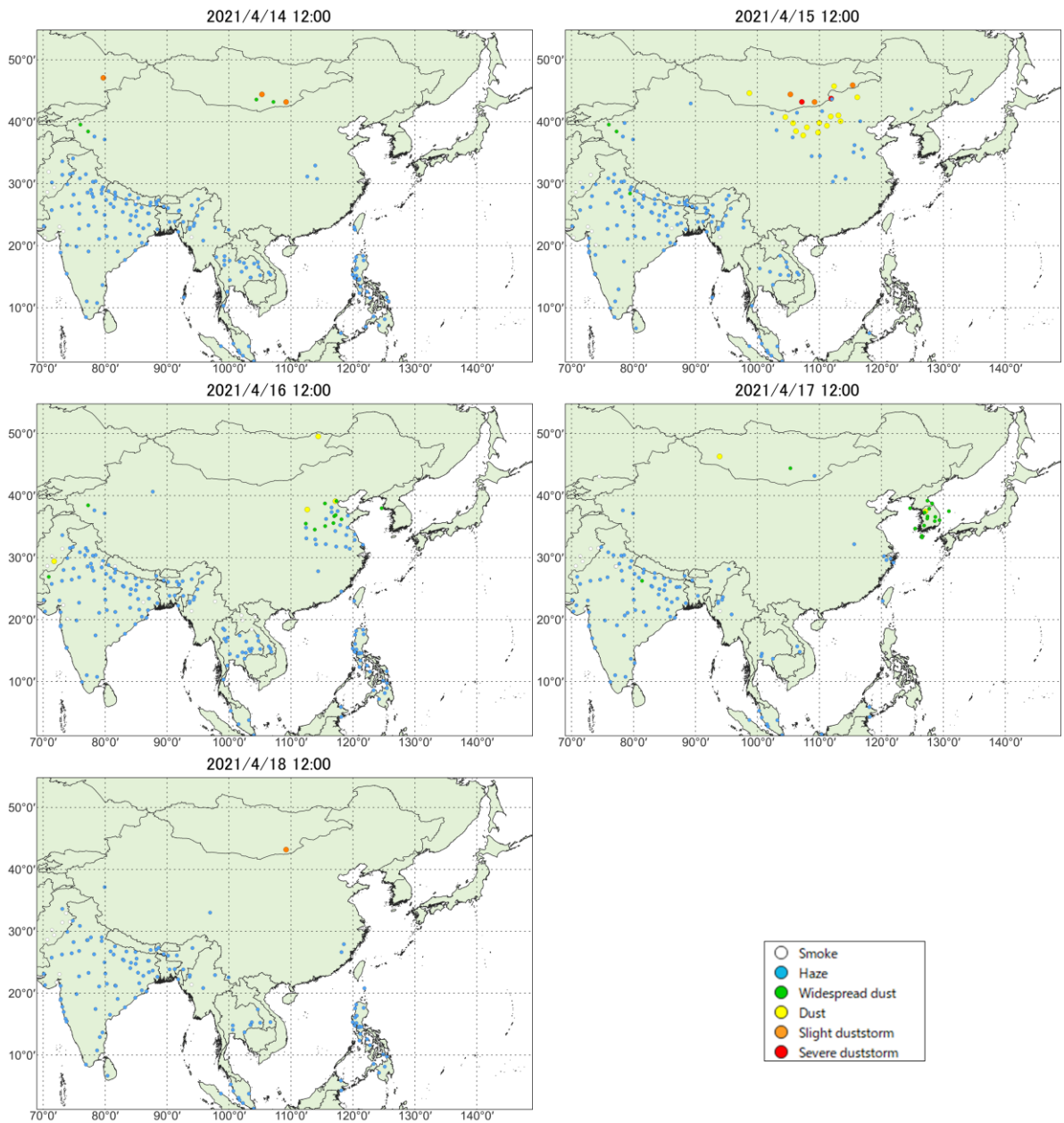


図 4-3-1-6 砂塵嵐発生状況

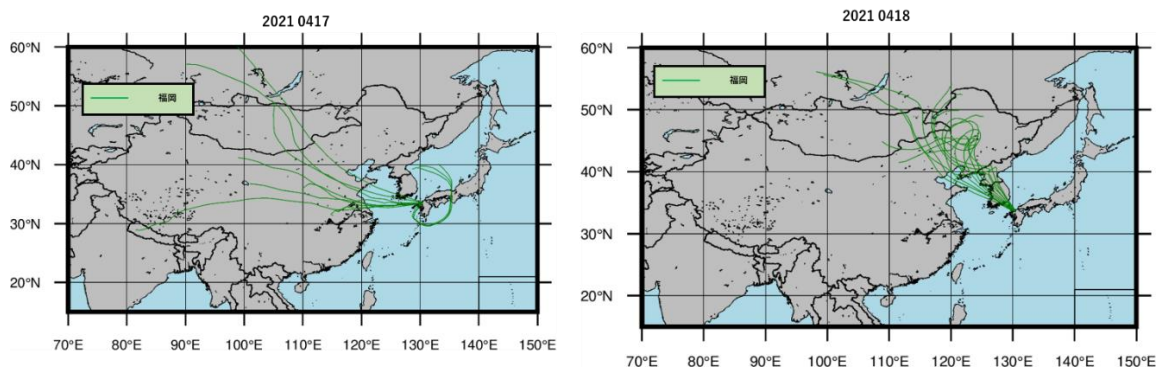


図 4-3-1-7 後方流跡線（72 時間前より）

各地点、各黄砂観測日の 0:00 から 23:00 までの 2 時間ごと 12 時間分の、起点からさかのぼるデータを作図に利用した。これにより、ある黄砂観測日のある地点からは、12 の後方流跡線が作図される。

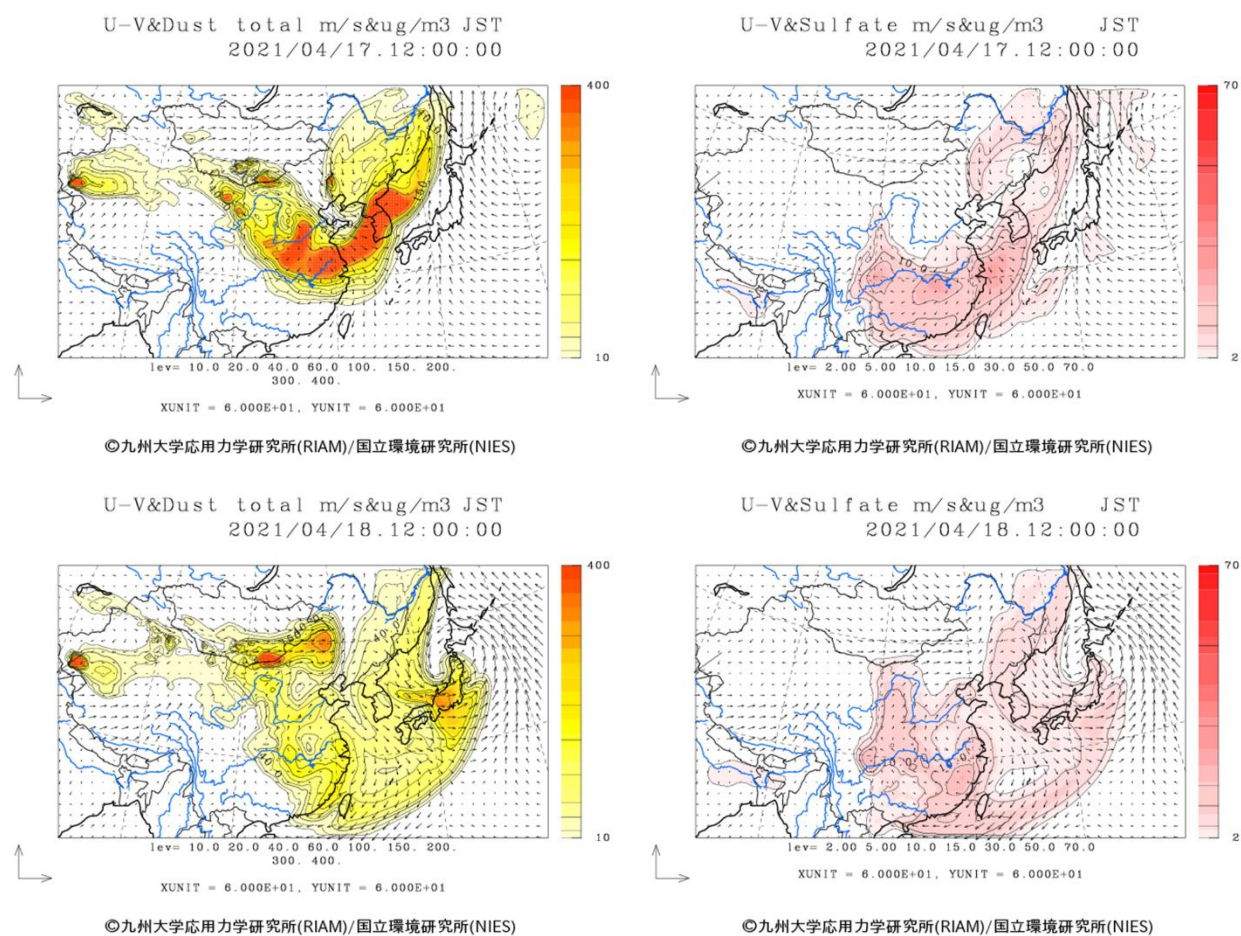


図 4-3-1-8 CFORS(dust (左図) – sulfate (右図))予測結果

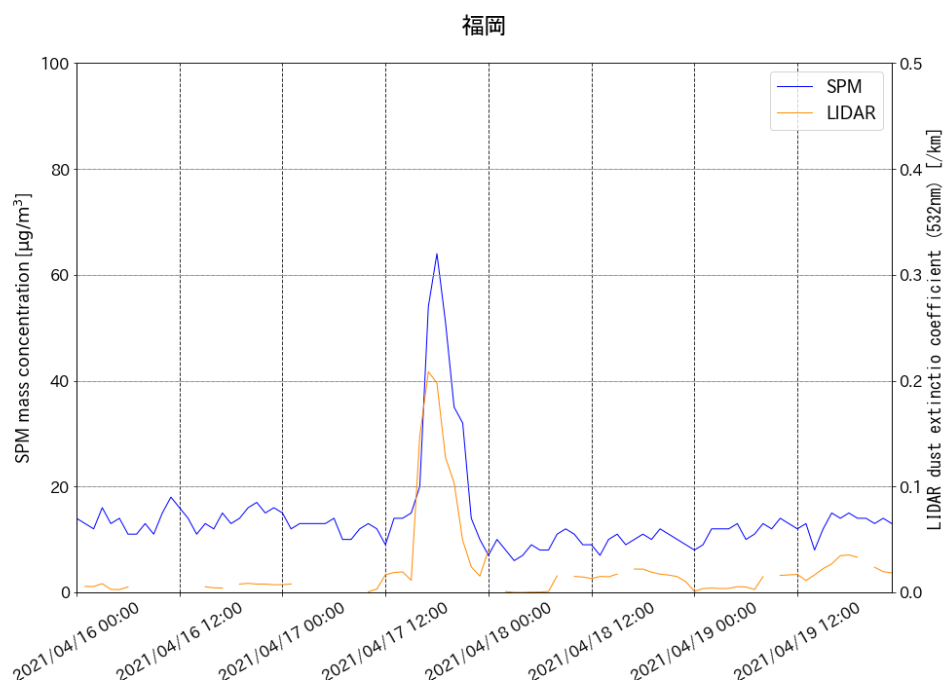


図 4-3-1-9 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化 (福岡)

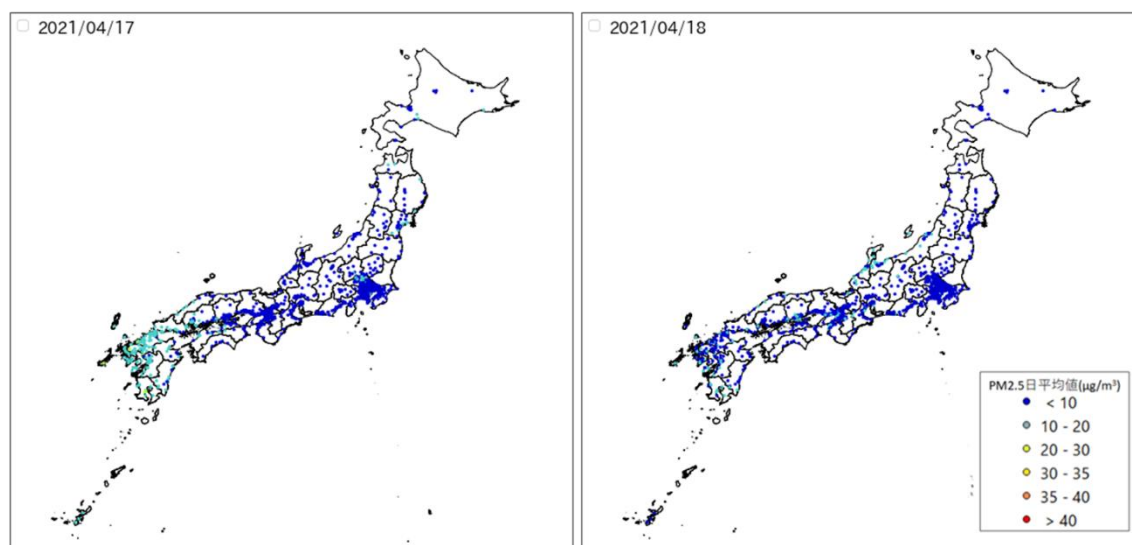


図 4-3-1- 10 PM2.5 日平均値全国分布

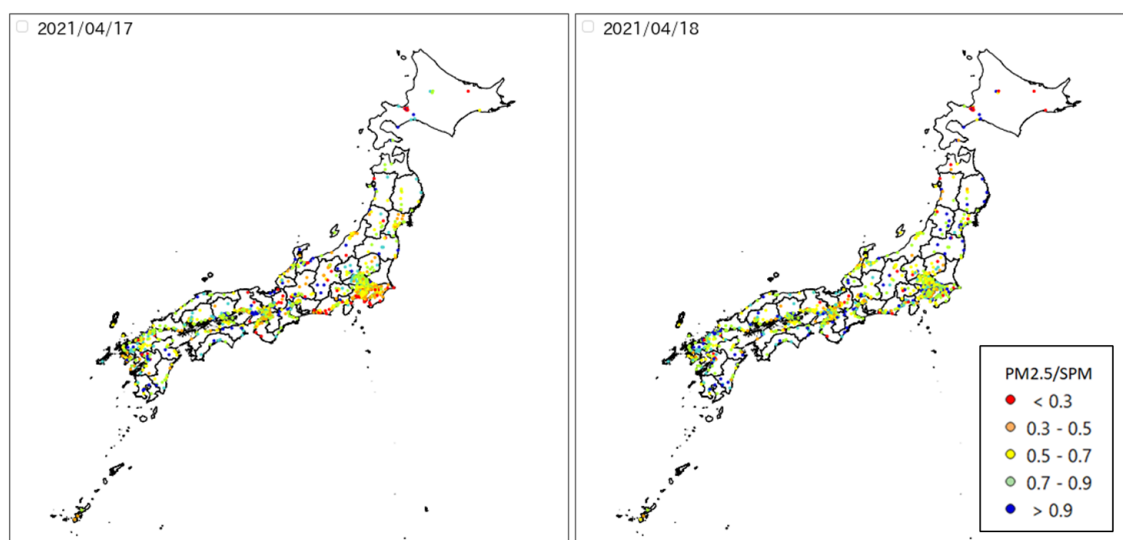


図 4-3-1- 11 PM2.5 日平均値/SPM 日平均値全国分布

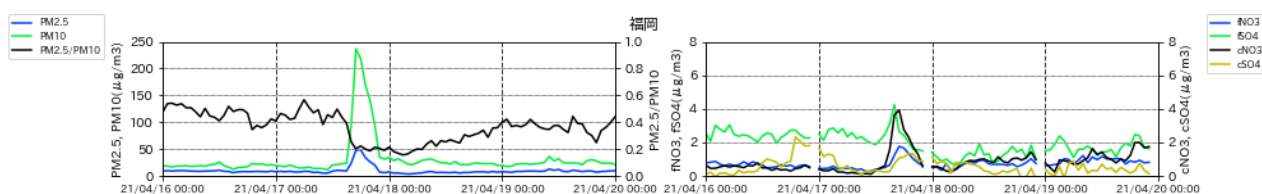


図 4-3-1- 12 PM10 および PM2.5 とその成分の経時変化

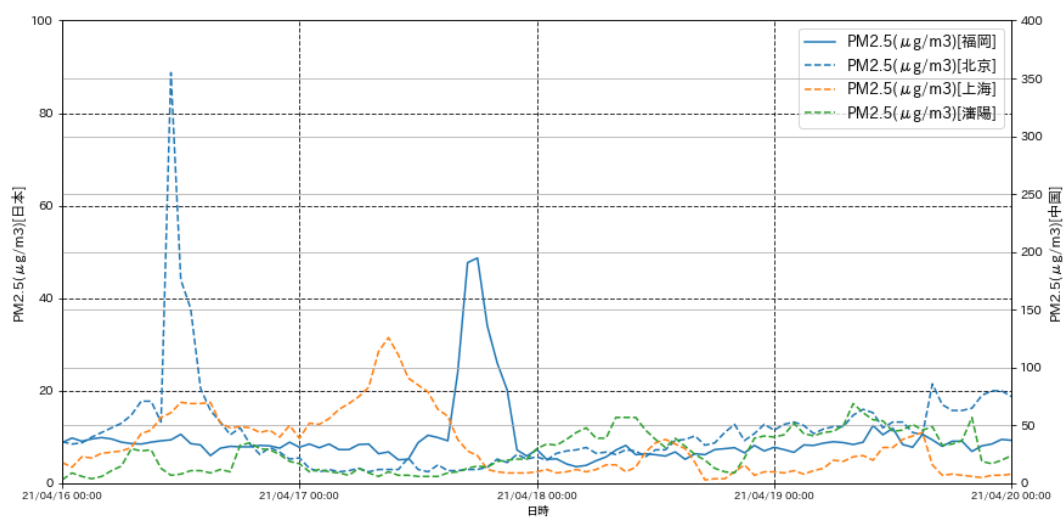


図 4-3-1-13 日本・中国での PM2.5 濃度

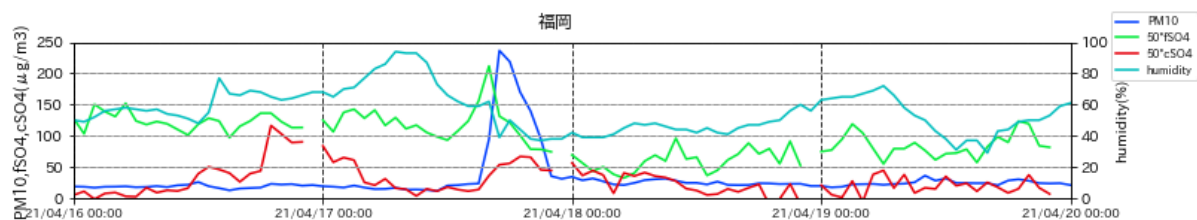


図 4-3-1-14 PM10、fSO₄²⁻、cSO₄²⁻、湿度の経時変化

fSO₄²⁻、cSO₄²⁻は値を 50 倍にしてある。

(2) 黄砂事例 2 2021 年 5 月 8 日～10 日

本事例における黄砂の観測地点数は、表 4-3-2-1、図 4-3-2-2 に示すとおりである。5 月 9 日に 8 地点での観測と比較的広い範囲で黄砂が観測された事例となった。

天気図（図 4-3-2-3）を見ると、黄砂観測日を通し日本の南に前線が停滞していた。

この期間 SPM の 3 時間ごとの全国分布を見ると、5 月 8 日午後、九州地方及び東北地方日本海側で SPM 濃度が $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上となる地点が現れ、翌 9 日には高濃度の範囲は西日本を中心とした広域に拡大した。9 日夜間には、関東でも SPM 濃度が高濃度となっており、翌 10 日には、全国的には濃度は低下したものの、九州地方は依然として高濃度の分布が残っていた様子が確認できる（図 4-3-2-4、図 4-3-2-5、図 4-3-2-6）。

日本で黄砂が観測される前の大陸の状況を見ると（図 4-3-2-7）、黄砂観測前の 5 月 5 日～7 日に中国東部や、モンゴル中部などで dust、slight duststorm、severe duststorm が発生していた。この時の気流の状況について後方流跡線で確認したところ、多くの地点において duststorm などが発生していた地域を通っており、大陸からの移流があったことが示唆される（図 4-3-2-8）。さらに CFORS においても、比較的高濃度の dust 及び sulfate による大陸からの影響が、日本全域に及んでいる様子が現れている（図 4-3-2-9）。

ライダー黄砂消散係数と、近接する常時監視局における SPM 濃度 1 時間値の経時変化についても、黄砂が観測された全国各地において、黄砂消散係数と SPM 濃度が顕著に上昇する様子が見られる（図 4-3-2-10）。PM2.5 の日平均値は、5 月 9 日から 10 日にかけて西日本の広い範囲で $20\sim 30\mu\text{g}/\text{m}^3$ となっていた（図 4-3-2-11）。

図 4-3-2-12 には、各測定局における PM2.5 日平均値/SPM 日平均値（PM2.5/SPM 比）の全国分布を示した。黄砂が観測された九州・中国地方・東北地方の一部で、SPM 日平均値が大きくなることに起因し、PM2.5/SPM 比の値が小さい地点が多く見られる。図 4-3-2-12 では、黄砂が観測されていない地方にも PM2.5/SPM 比の値が 0.3 以下である地点が散見されるが、これらの地点のデータについては、SPM の日平均値及び PM2.5 日平均値がいずれも小さい値であることを確認した。

人為起源汚染物質では名古屋、大阪、赤穂においては 5 月 8 日から 9 日にかけて微小粒子の NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、粗大粒子の NO_3^- に濃度上昇に伴う高い値が何度か見られたほか、福岡においてはそれらに加え、粗大粒子の SO_4^{2-} においても高い値が見られ、西日本で高い値となっている傾向にあった。また東京（北の丸）においては微小粒子の SO_4^{2-} に 5 月 9 日での高い値が見られた。その中でも福岡では濃度が高く特に、微小粒子の SO_4^{2-} と粗大粒子の NO_3^- でそれぞれ、 $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上、 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上のピークとなっていることがわかる。（図 4-3-2-13）。

なお、上海では黄砂観測日の前日 5 月 7 日から上昇し始め、5 月 8 日深夜 0:00 過ぎに $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の値を示した。また瀋陽では、黄砂観測日の前日に $350\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上と非常に高い値を示した。（図 4-3-2-14）。

また、本事例における湿度の時系列（図 4-3-2-15）には、PM10 の上昇に伴い、湿度も急激に減少している様子が見られる。

以上の通り、本事例は、5 月 5 日及び 6 日に発生した中国東部やモンゴル中部などにおける dust や duststorm が、人為起源汚染物質を含み北日本・東日本に飛来、翌日以降には西日本に広がる広範囲な黄砂事例と考えられる。

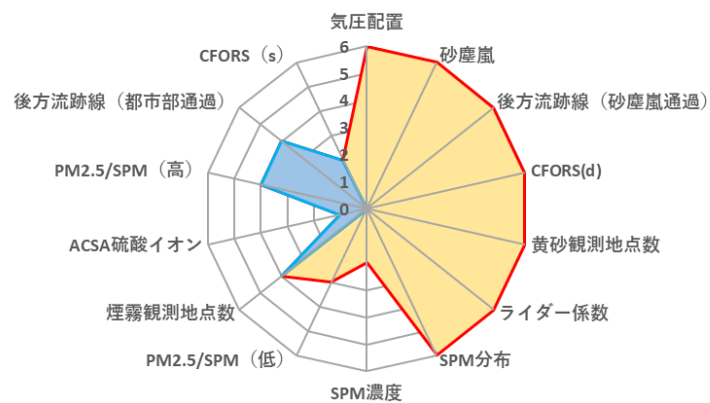


図 4-3-2-1 黄砂の特徴を示すレーダーチャート

表 4-3-2-1 黄砂観測地点

日付	地点数	観測地点名										
2021/5/8	5	札幌	新潟	東京	福岡	高松						
2021/5/9	8	仙台	新潟	名古屋	広島	大阪	福岡	鹿児島	高松			
2021/5/10	2	福岡	鹿児島									

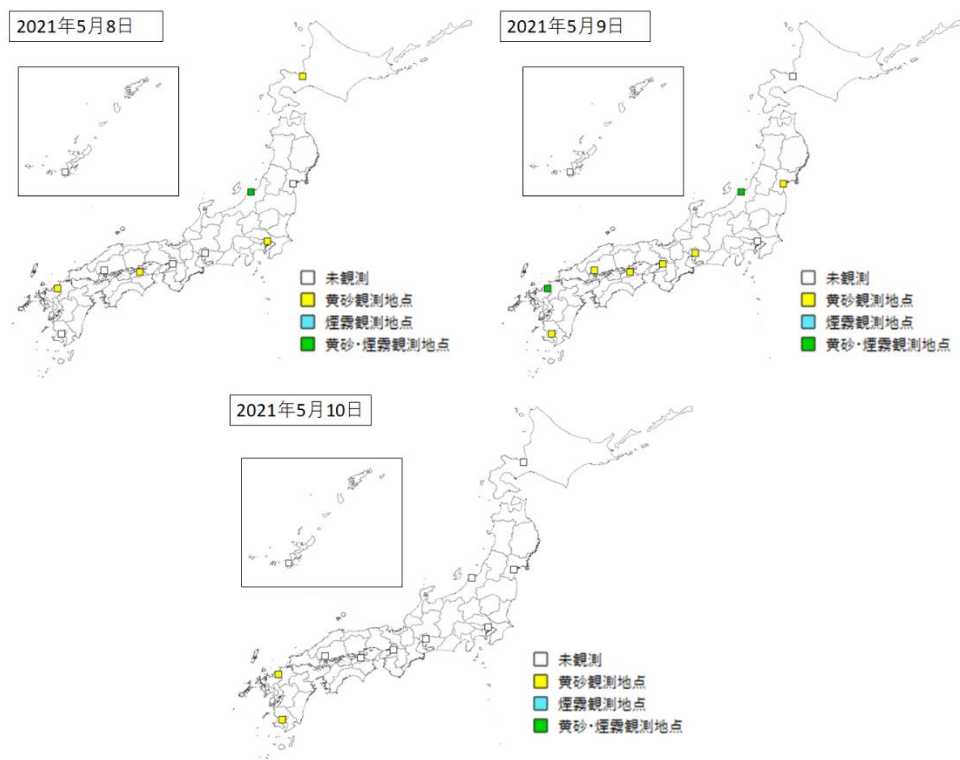
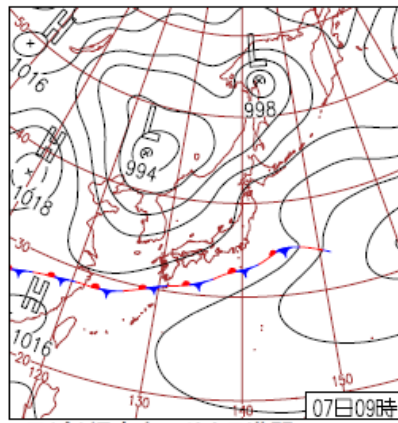
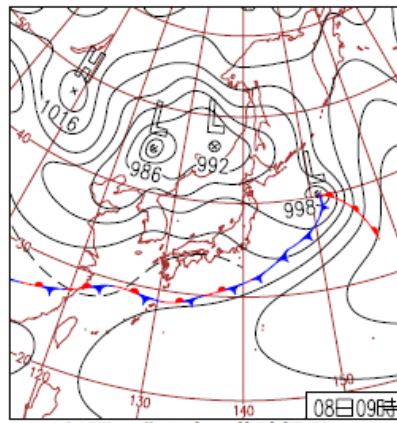


図 4-3-2-2 黄砂観測地点



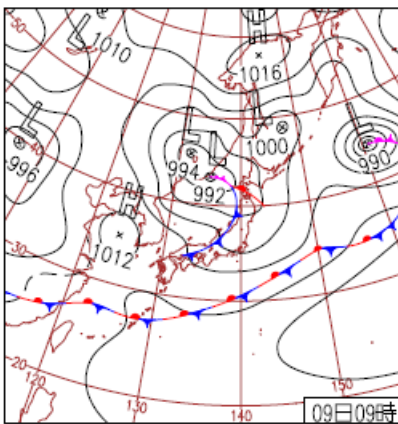
7日(金)網走市でサクラ満開

日本の南に前線が停滞し、西日本～東日本で雨。鹿児島県中之島では79.0mm/1hの非常に激しい雨を観測、5月1位を更新。北海道は晴れて最高気温が平年より15.0℃高い所も。



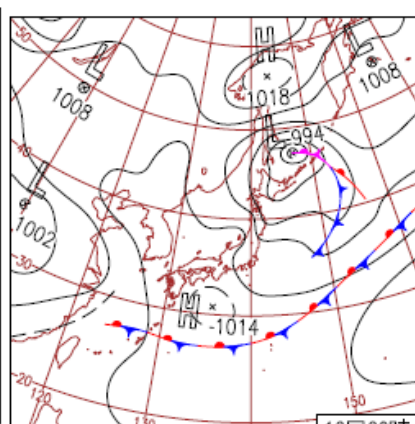
8日(土)西～北日本で黄砂観測

沖縄・奄美は前線の影響で雨。西日本～東日本は、気圧の谷の影響で西から次第に曇りとなり、西日本は雨の所も。西日本～北日本では黄砂を観測。釧路市と稚内市でサクラ開花。



9日(日)関東で今年初の真夏日

日本海を低気圧が東進。北陸～北日本は雨。この低気圧に吹き込む南風の影響により、九州～関東にかけての広い範囲で気温が上昇。群馬県上里見で最高気温30.3℃。



10日(月)北日本で強風

オホーツク海の低気圧に近い北日本では、風が強く所々で雨。岩手県川井の最大瞬間風速31.4m/sは5月1位。西日本～東日本では概ね晴れたが日本海側では午後雨。

図 4-3-2-3 天気図

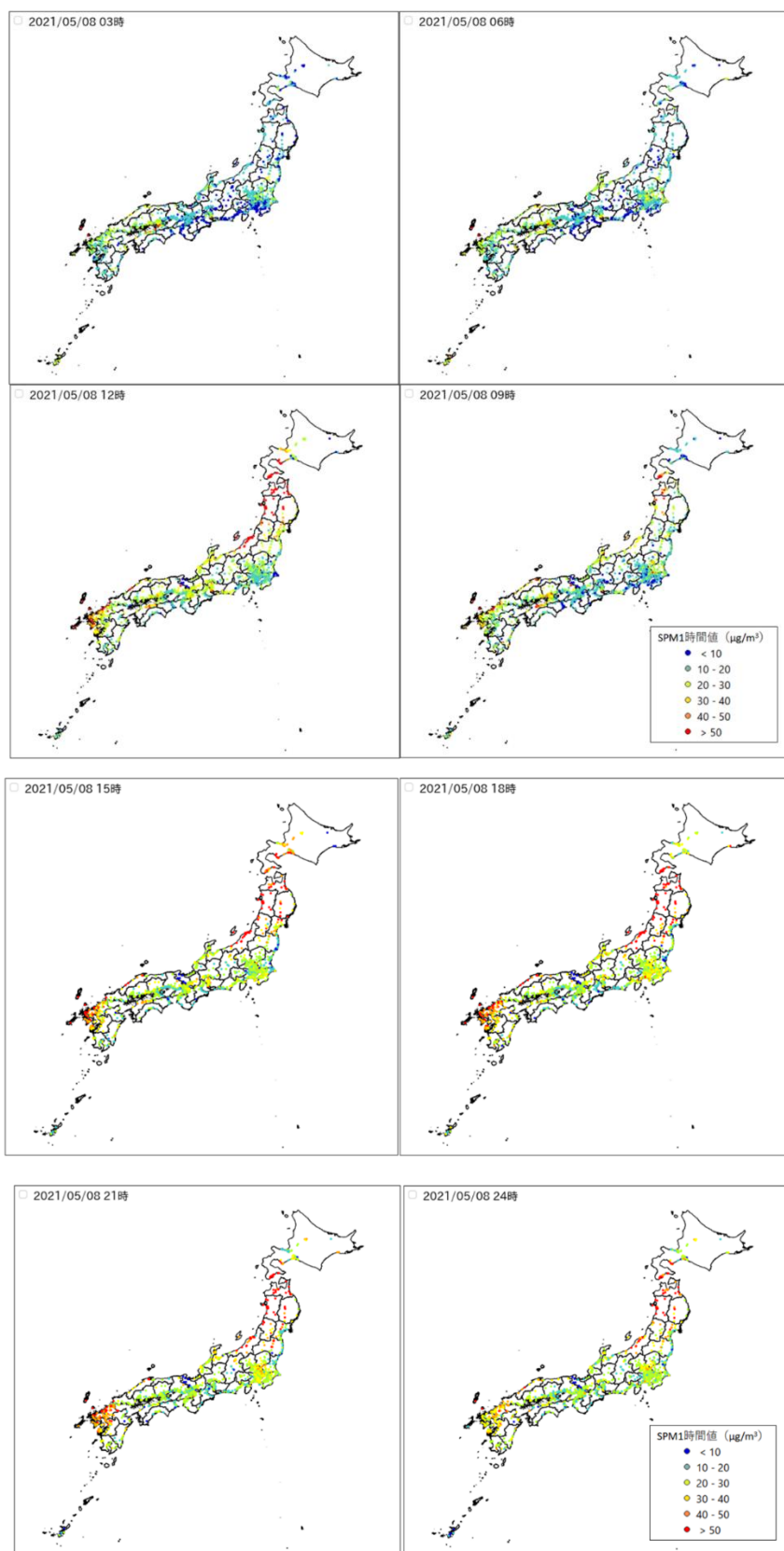


図 4-3-2- 4 SPM1 時間値濃度全国分布(1) (2021 年 5 月 8 日)

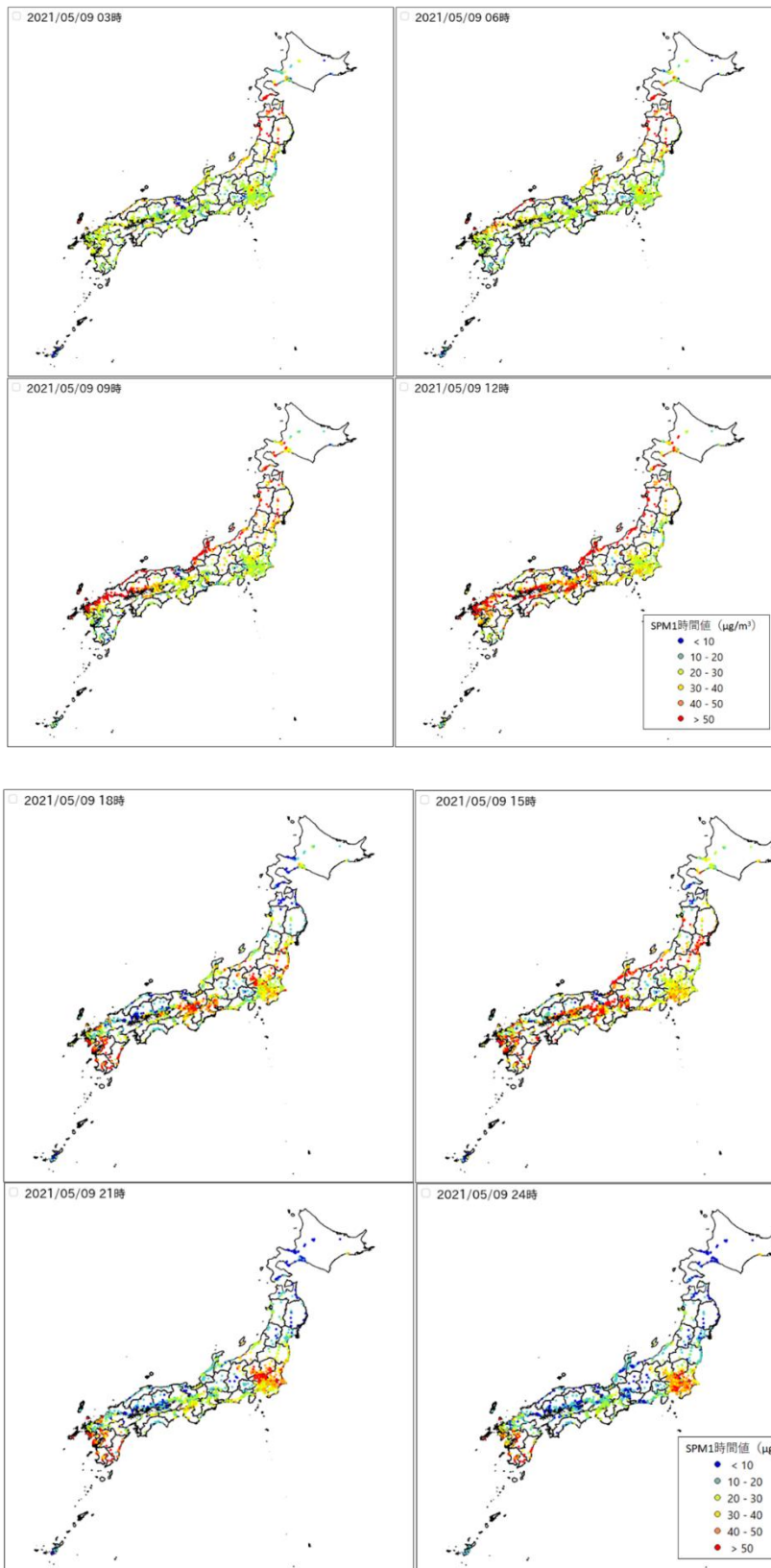


図 4-3-2- 5 SPM1 時間値濃度全国分布(2) (2021 年 5 月 9 日)

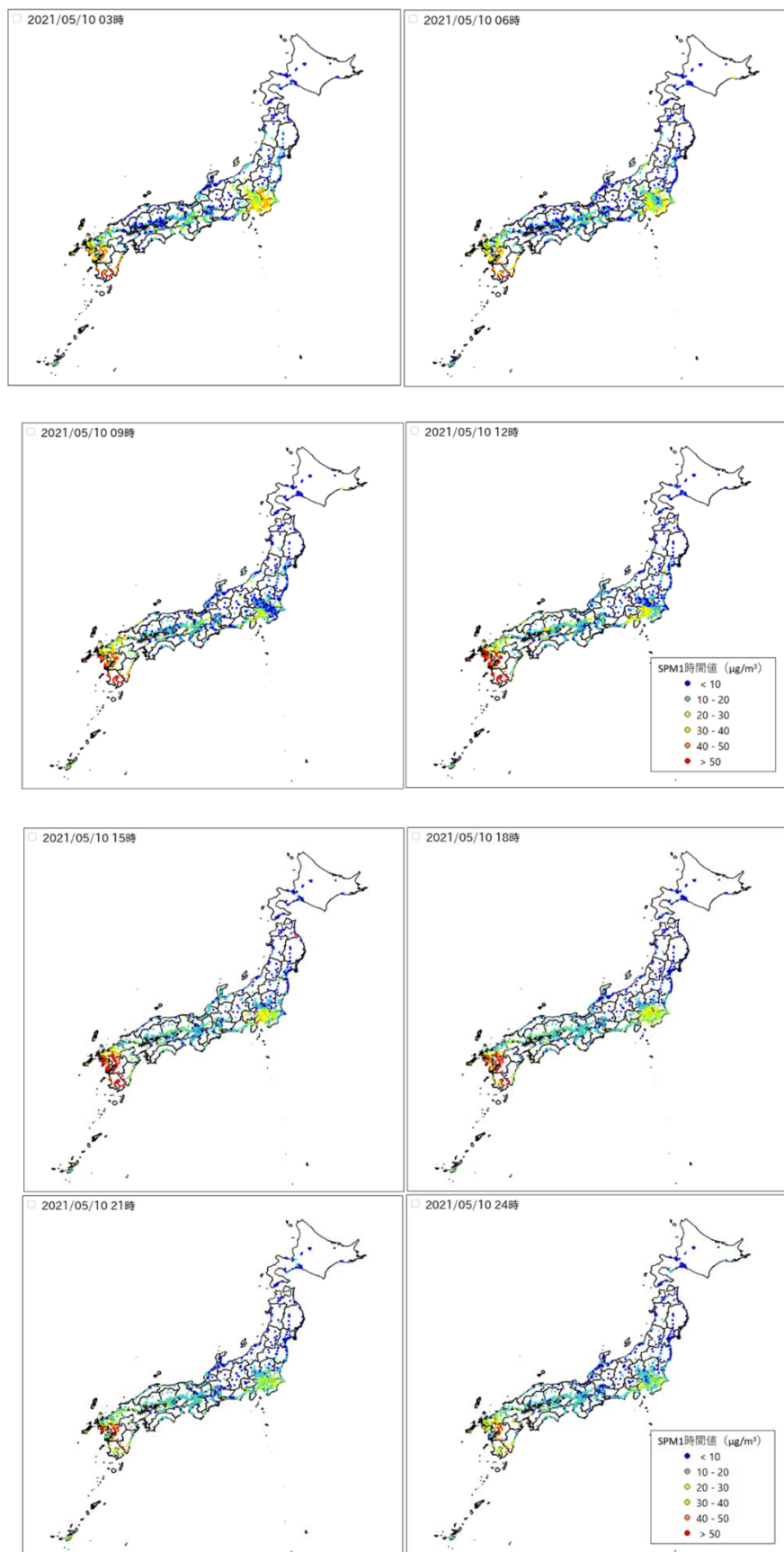


図 4-3-2- 6 SPM1 時間値濃度全国分布(3) (2021 年 5 月 10 日)

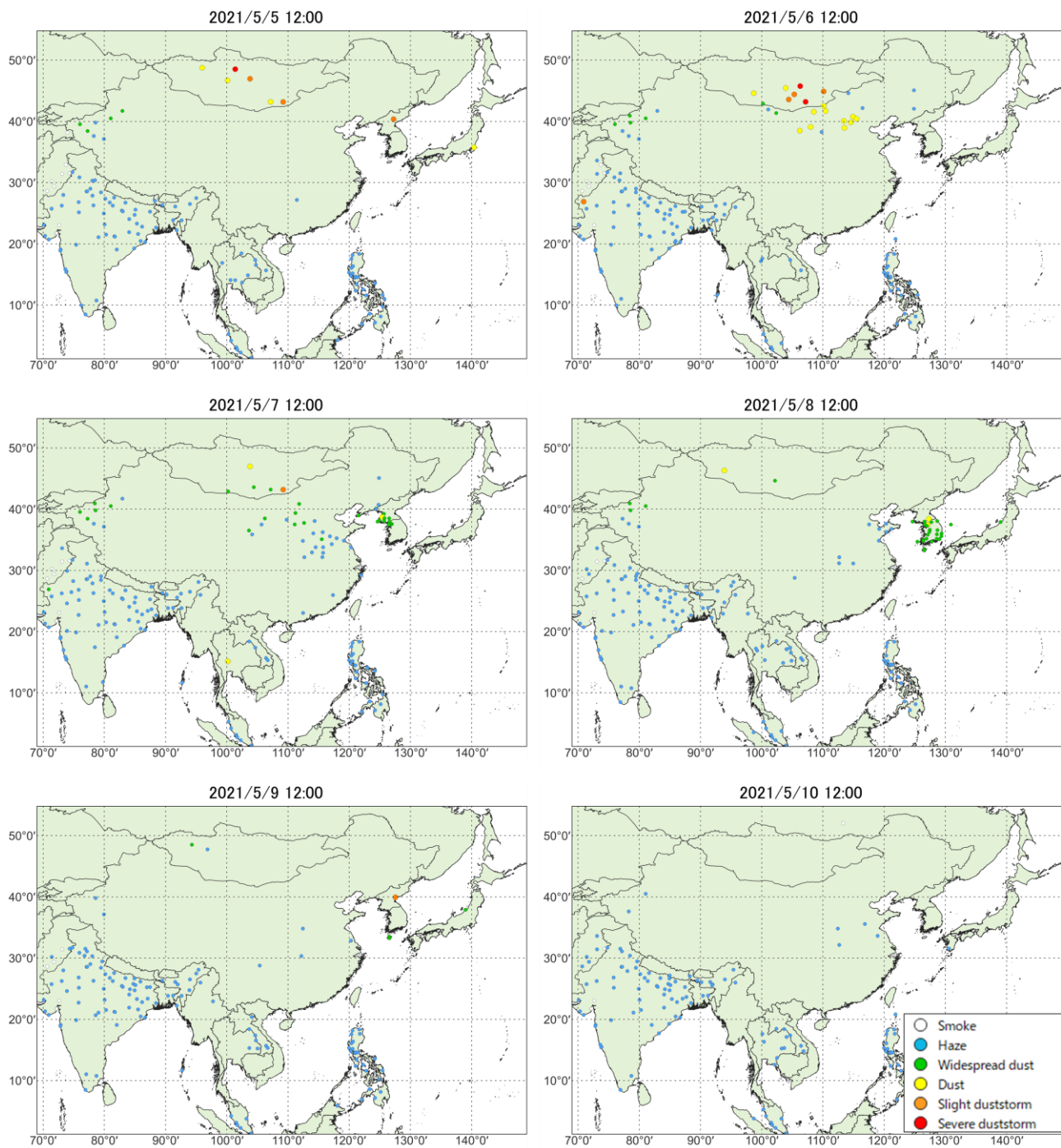


图 4-3-2-7 砂塵嵐発生状況

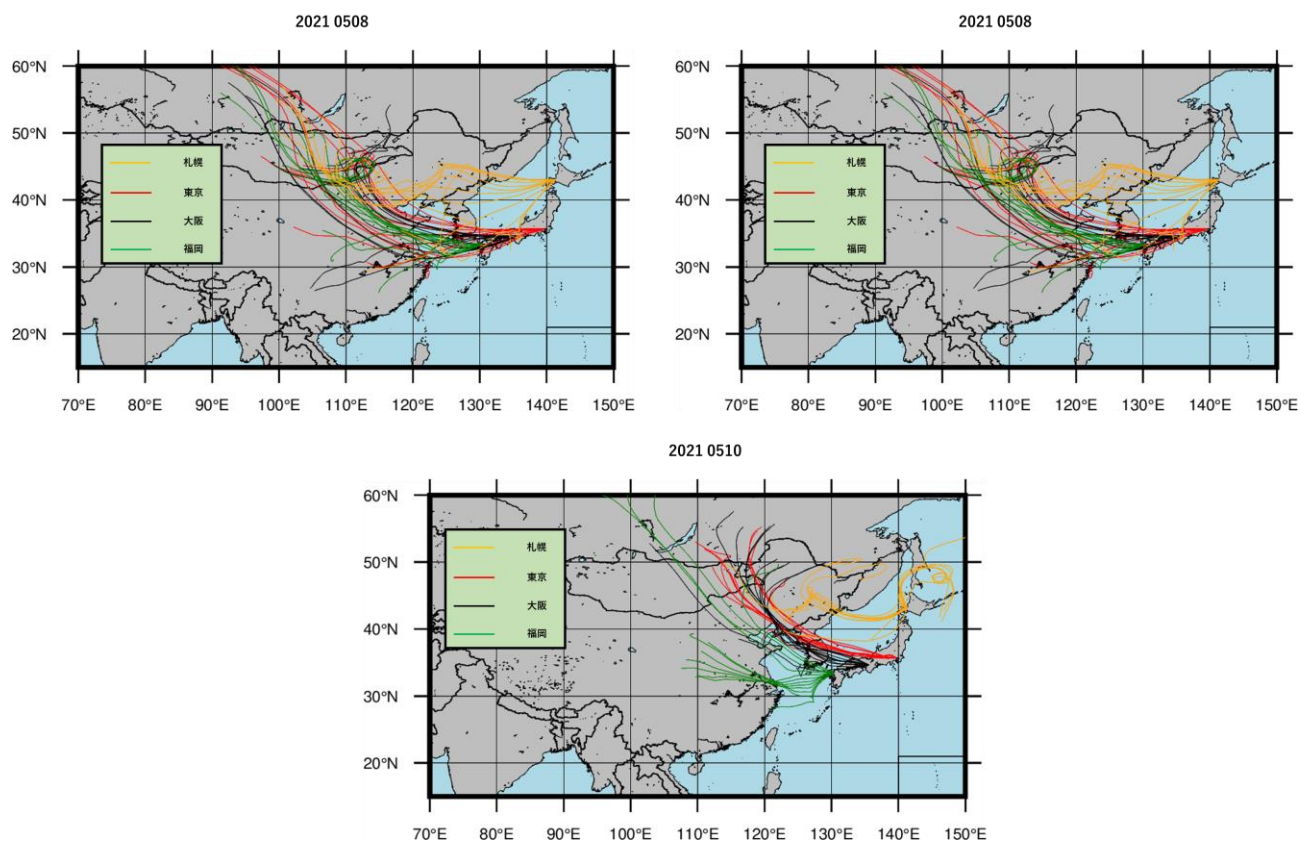


図 4-3-2- 8 後方流跡線（72 時間前より）

各地点、各黄砂観測日の 0:00 から 23:00 までの 2 時間ごと 12 時間分の、起点からさかのぼるデータを作図に利用した。これにより、ある黄砂観測日のある地点からは、12 の後方流跡線が作図される。

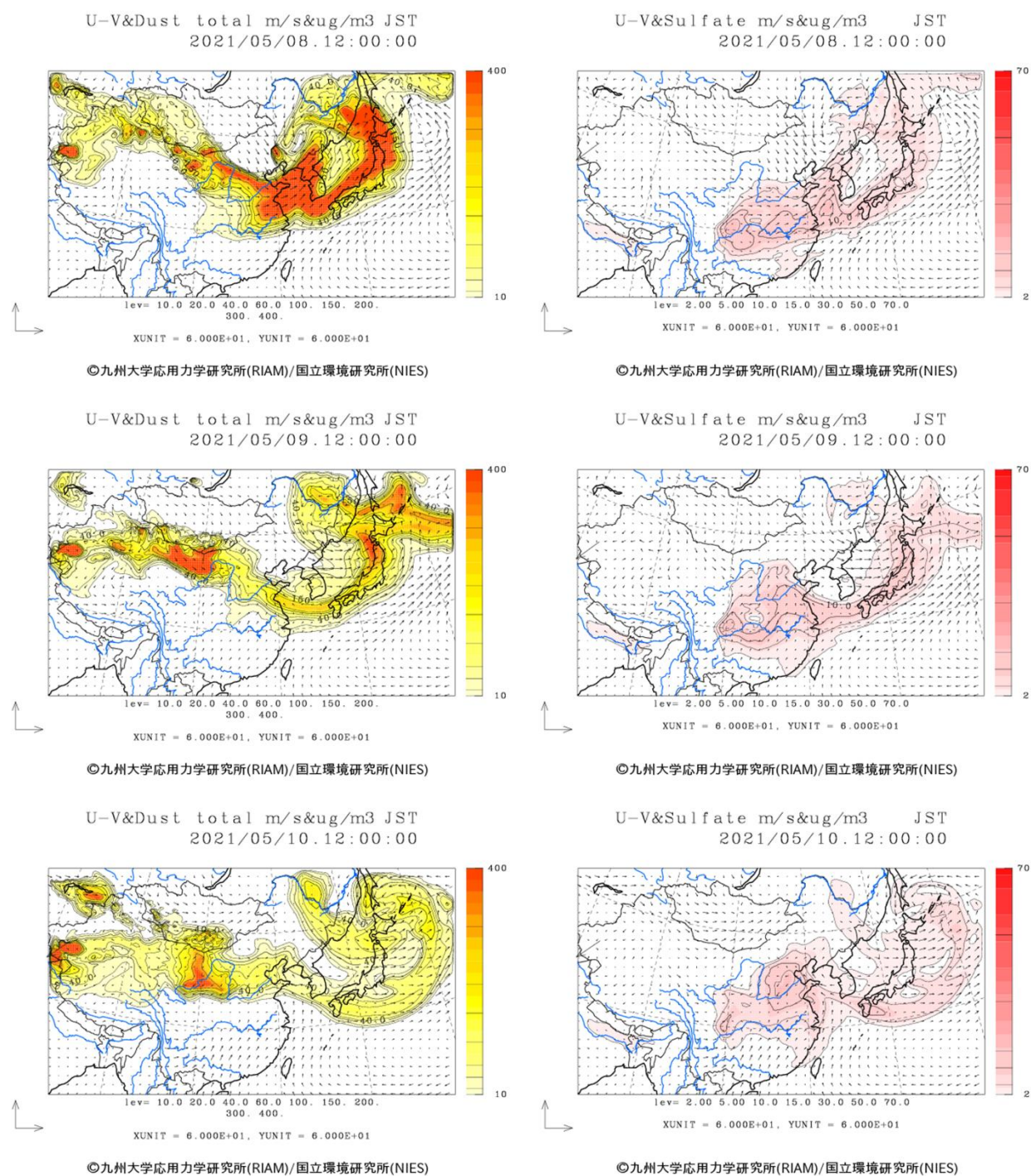
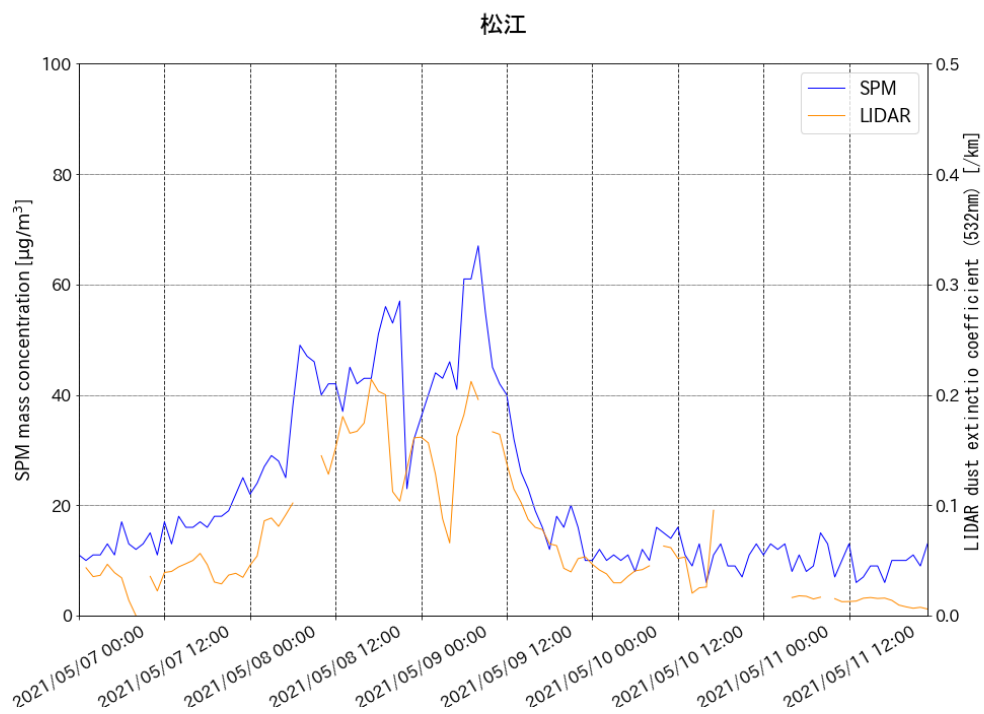
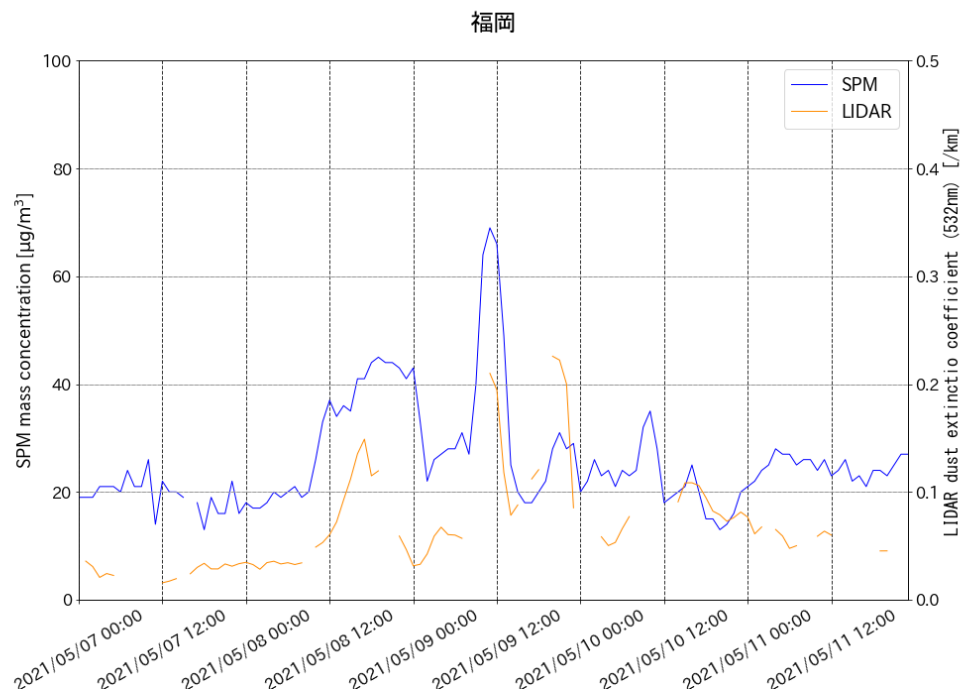
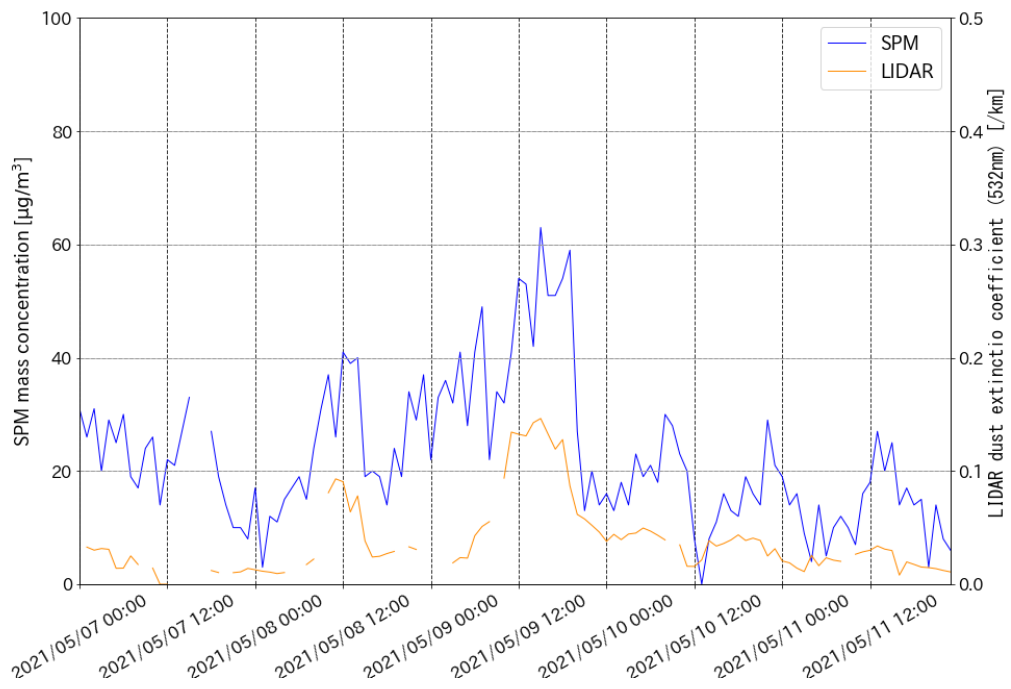


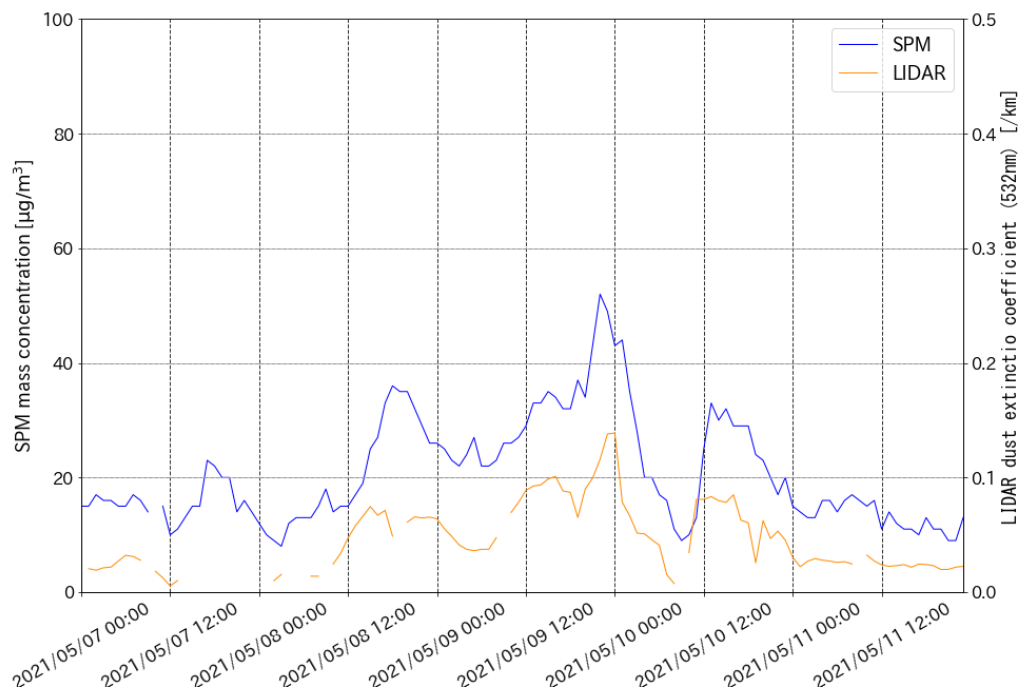
図 4-3-2-9 CFORS(dust (左図) – sulfate (右図))予測結果

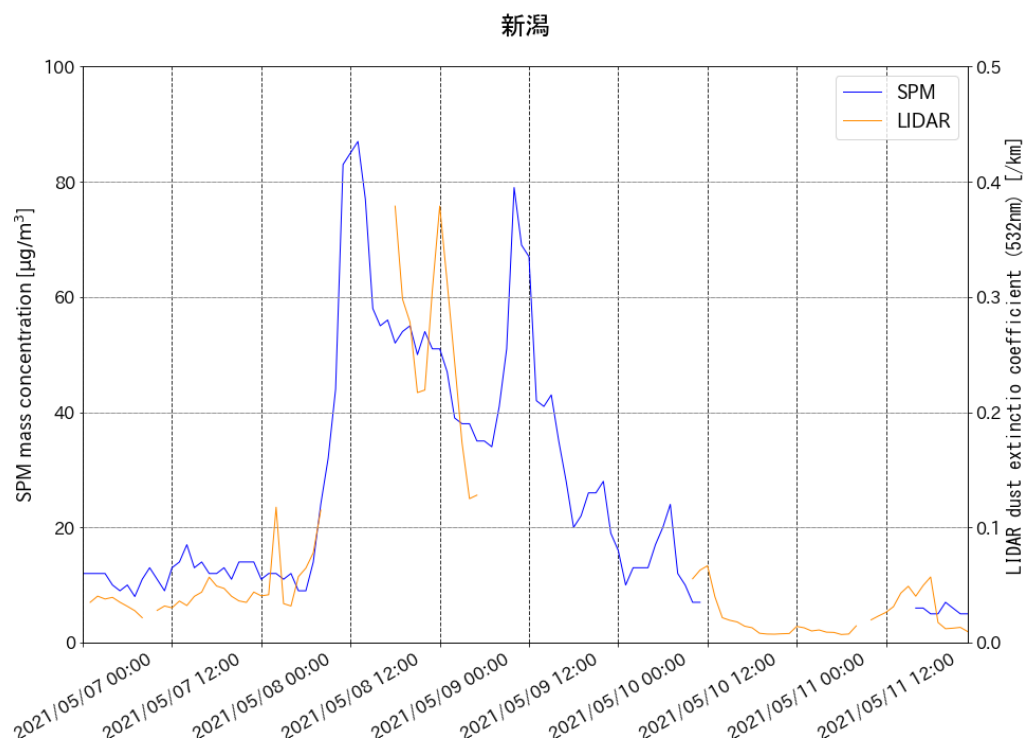


大阪



東京





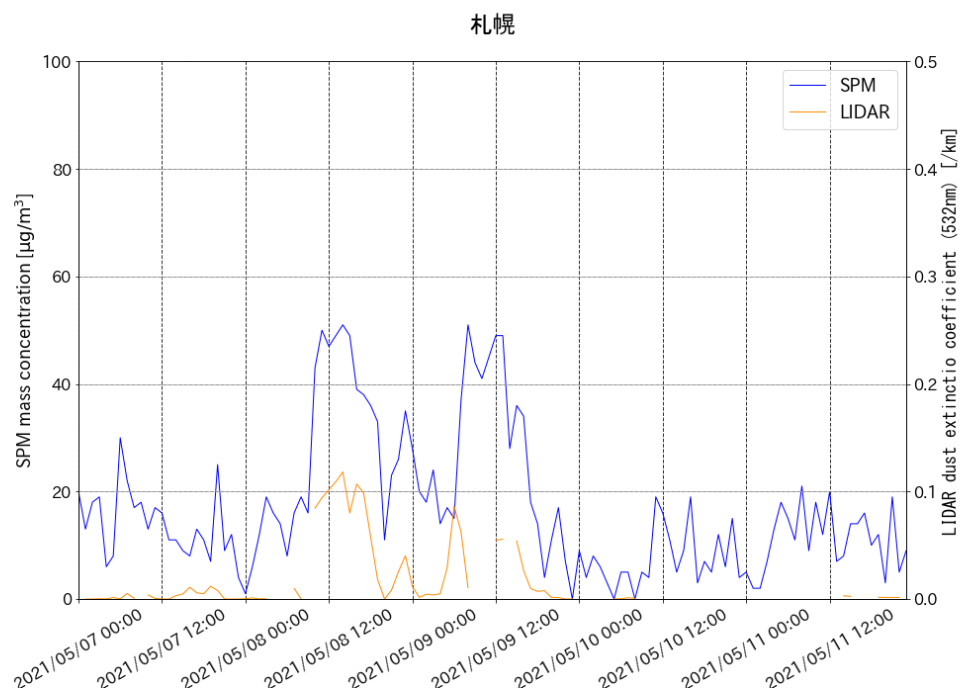


図 4-3-2-10 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化
(福岡・松江・大阪・東京・新潟・仙台・札幌)

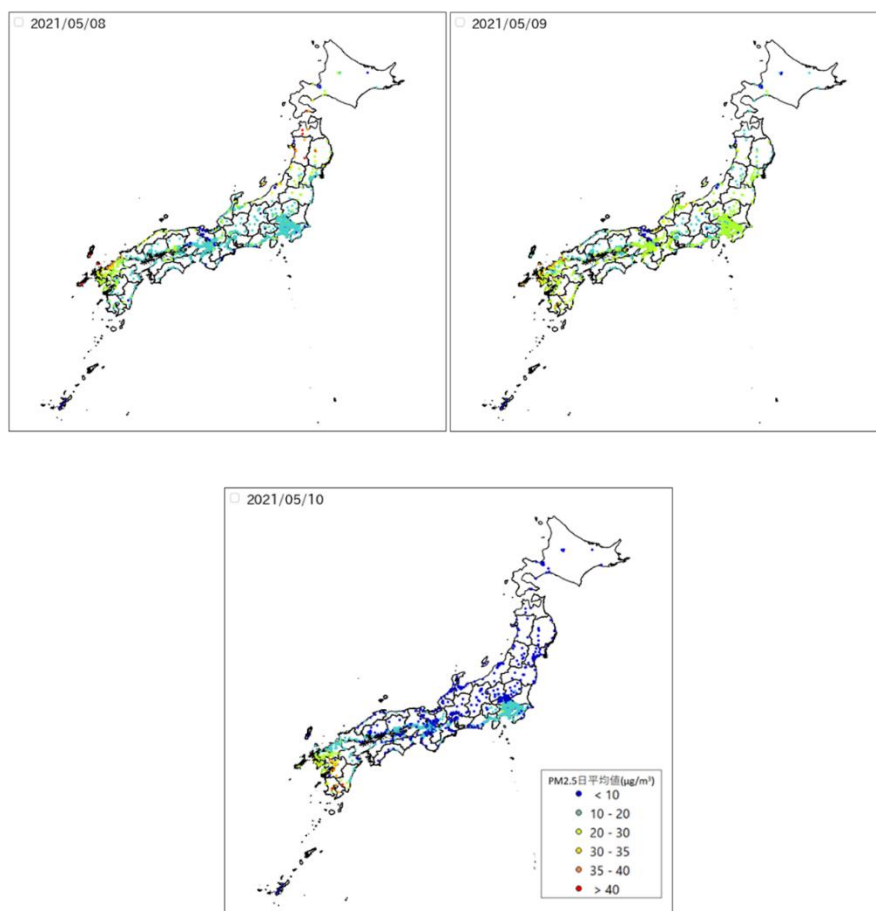


図 4-3-2-11 PM2.5 日平均值全国分布

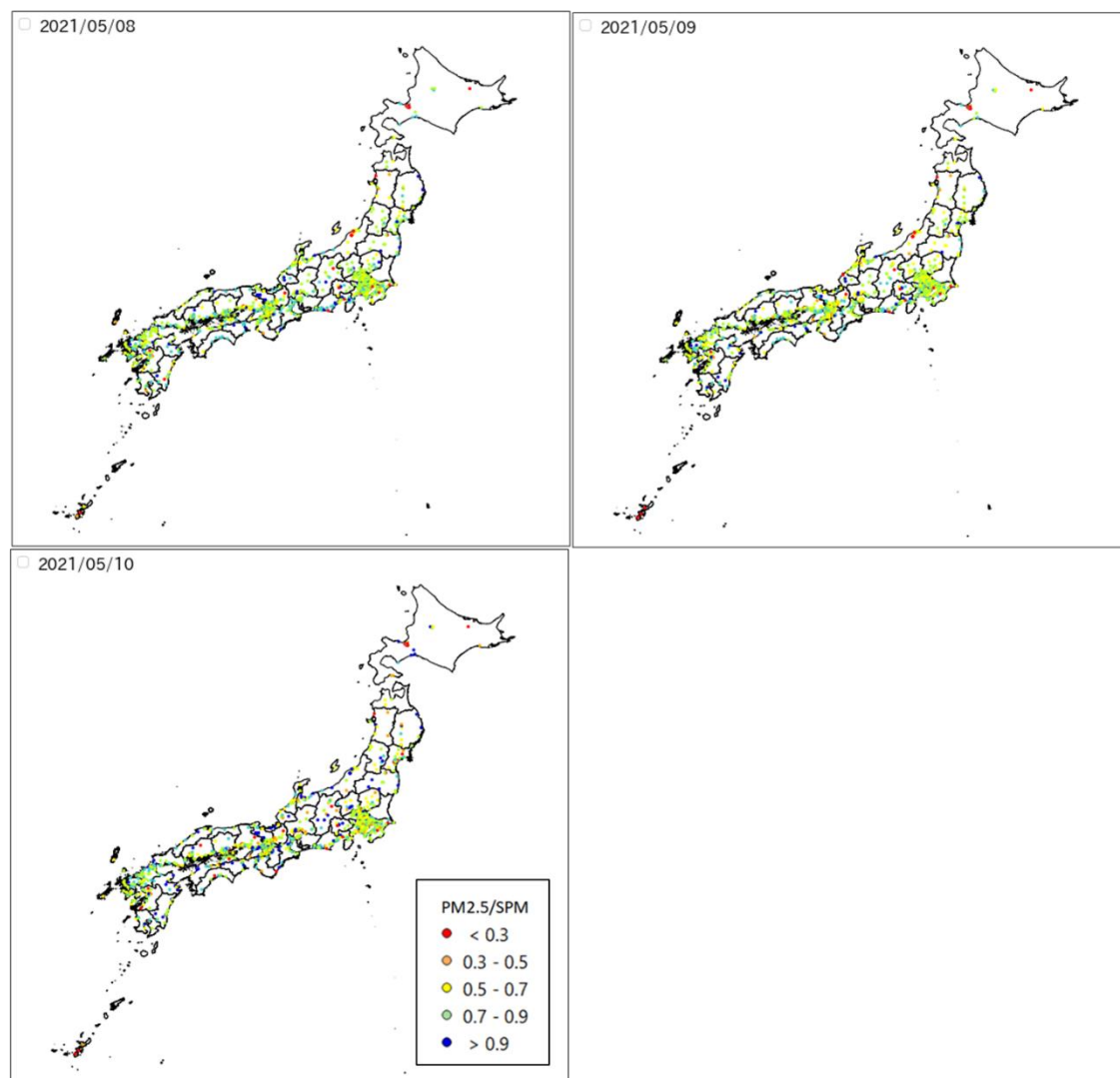


图 4-3-2- 12 PM2.5 日平均值/SPM 日平均值全国分布

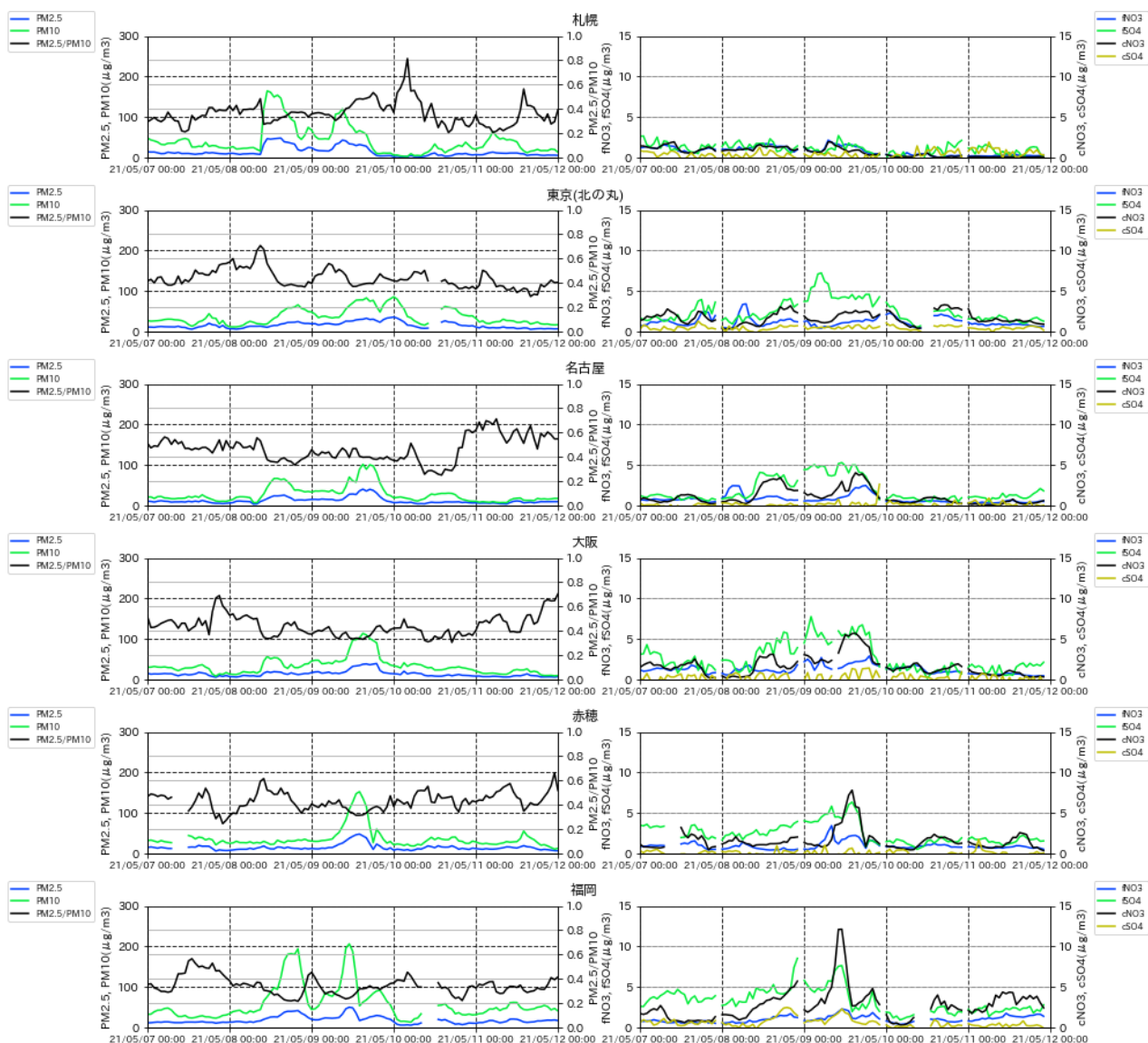


図 4-3-2-13 PM10 および PM2.5 とその成分の経時変化

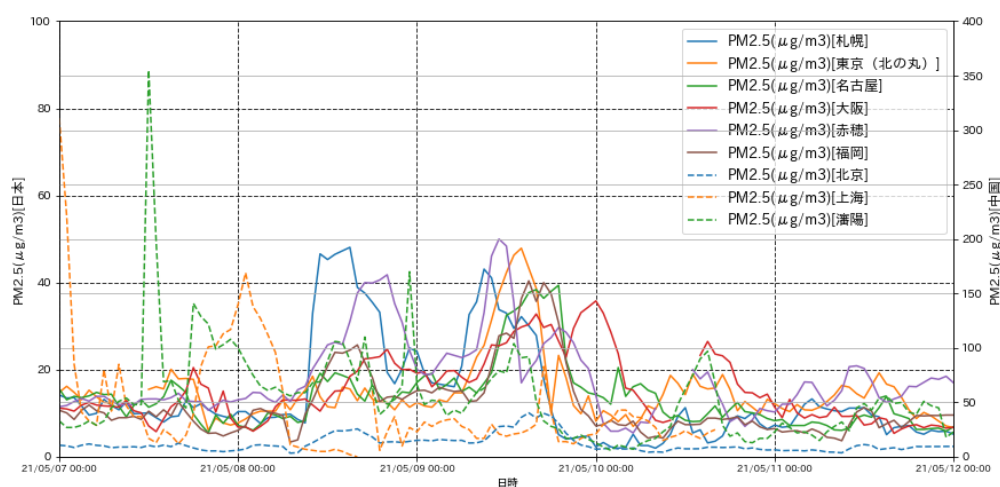


図 4-3-2-14 日本・中国での PM2.5 濃度

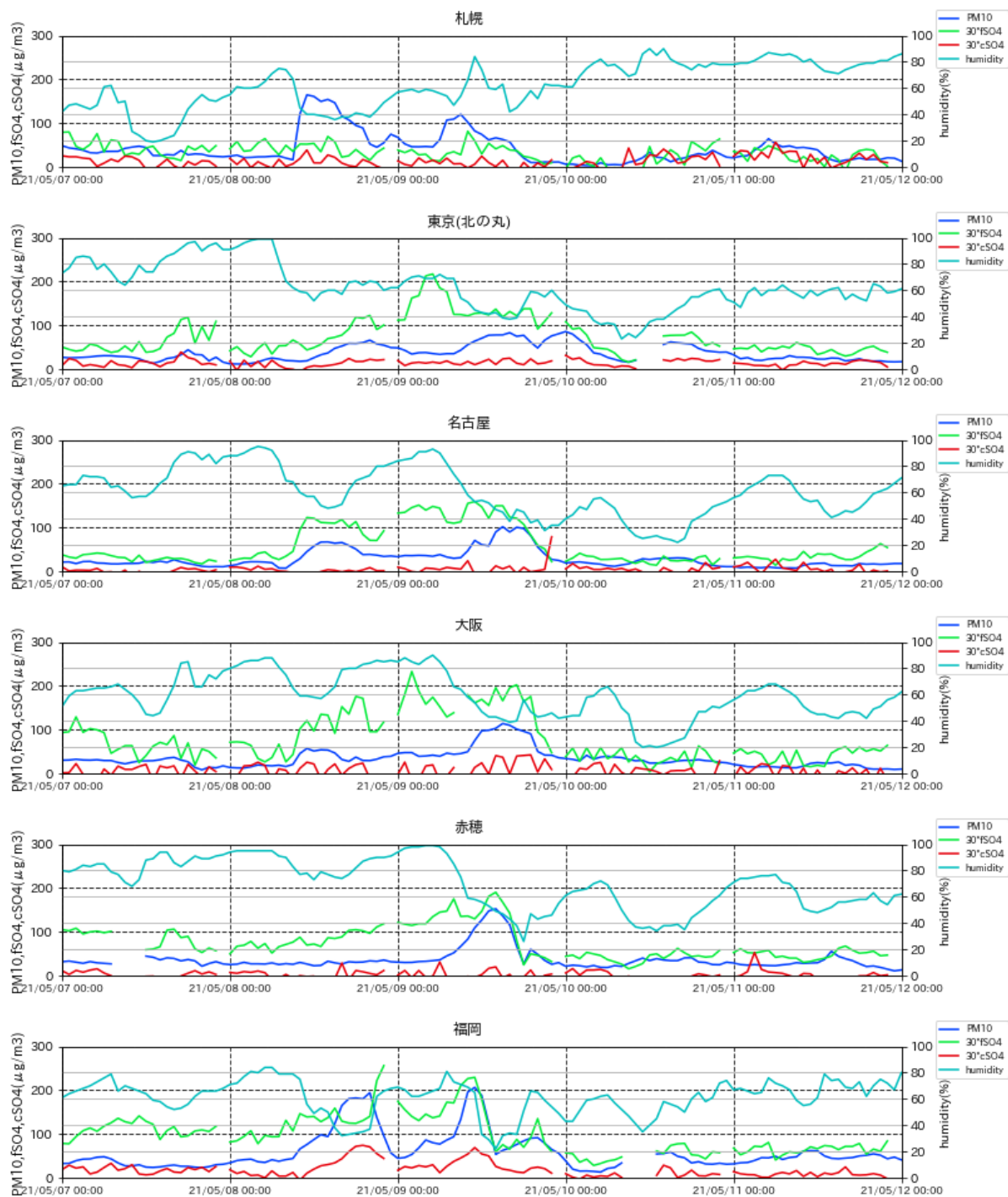


図 4-3-2-15 PM10、fSO₄²⁻、cSO₄²⁻、湿度の経時変化

fSO₄²⁻、cSO₄²⁻は値を 30 倍にしてある。

(3) 黄砂事例 3 2021 年 5 月 25 日～26 日

本事例における黄砂の観測地点数は、表 4-3-3- 1、図 4-3-3- 2 に示すとおりである。5 月 25 日に高松以西の西日本の 4 地点で、26 日には鹿児島県の 1 地点での観測となった。

天気図（図 4-3-3- 3）を見ると、黄砂観測の前日には大陸に低気圧が配置し、南には梅雨前線があった。

この期間 SPM の 3 時間ごとの全国分布を見ると、5 月 25 日 15 時に九州地方を中心に $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の高濃度の分布が出現し、その後やや拡散しながら全国的に濃度が上昇してゆく様子が表れている（図 4-3-3- 4、図 4-3-3- 5）。

日本で黄砂が観測される前の大陸の状況を見ると（図 4-3-3- 6）、黄砂観測前の 5 月 22 日にモンゴル南部の比較的広い範囲で dust や duststorm が発生していた。この時の気流の状況について、後方流跡線で確認したところ、大阪、福岡における流跡線は duststorm が発生していた地域を通るものが多く、大陸からの移流があったことが示唆される（図 4-3-3- 7）。さらに、CFORS 予測結果からも、dust 及び sulfate について、大陸からの影響が日本全域に及んでいる様子が見て取れる（図 4-3-3- 8）。

ライダー黄砂消散係数は、黄砂観測地点に近い福岡・松江において、やや欠測が多いものの SPM 濃度に伴って上昇する様子がみられる（図 4-3-3- 9）。PM_{2.5} の日平均値は、5 月 25 日に九州地方でやや高いものの、環境基準値を超える程ではなかった（図 4-3-3- 10）。

図 4-3-3- 11 には、各測定局における PM_{2.5} 日平均値/SPM 日平均値（PM_{2.5}/SPM 比）の全国分布を示した。黄砂が観測された九州地方並びに中国地方の一部で、SPM 日平均値が大きくなることに起因し、PM_{2.5}/SPM 比の値が小さい地点が多く見られる。図 4-3-3- 11 からは、黄砂が観測されていない地方であっても PM_{2.5}/SPM 比の値が 0.3 以下である地点が散見されるが、これらの地点のデータについては、SPM の日平均値及び PM_{2.5} 日平均値がいずれも小さい値であることを確認した。

福岡における PM_{2.5}/PM₁₀ は黄砂観測日の 5 月 25 日ころから減少し始め、PM₁₀ がピークとなる 5 月 25 日の正午ころには 0.2 に近く低い値となっている。人為起源汚染物質の微小粒子、粗大粒子の SO_4^{2-} 、 NO_3^- 全てのイオン成分において同様に、5 月 25 日に入り上昇し正午頃にピークになっていることがわかり、その後濃度は下降に転じている。福岡におけるそれぞれのピークの値は微小粒子の SO_4^{2-} では $8\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上、粗大粒子の NO_3^- では $6\mu\text{g}/\text{m}^3$ に近い値となっている。また大阪においては福岡より遅れ 5 月 25 日夕方頃より上昇し始めている（図 4-3-3- 12）。

なお、上海では、黄砂観測日前日の 5 月 24 日の午後、PM_{2.5} 濃度の 1 時間値が $140\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の値となった（図 4-3-3- 13）。

また、本事例における湿度の時系列（図 4-3-3- 14）に関して、大阪、福岡の双方において PM₁₀ の上昇に伴い、湿度が低下している様子が見て取れる。

以上の通り、本事例は、モンゴル南部における dust や duststorm と人為起源汚染物質を含んだ黄砂が飛来した弱い黄砂事例と考えられる。

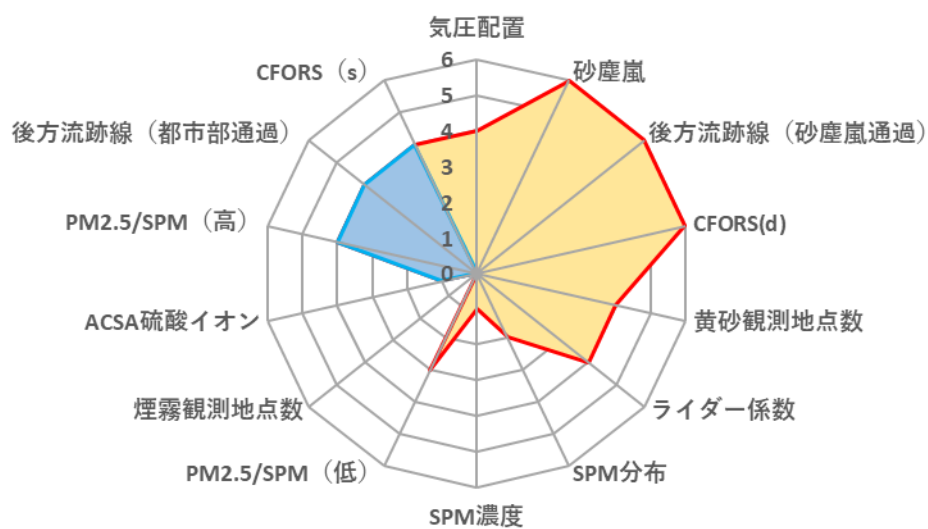


図 4-3-3-1 黄砂の特徴を示すレーダーチャート

表 4-3-3-1 黄砂観測地点

日付	地点数	観測地点名										
2021/5/25	4	広島	福岡	鹿児島	高松							
2021/5/26	1	鹿児島										

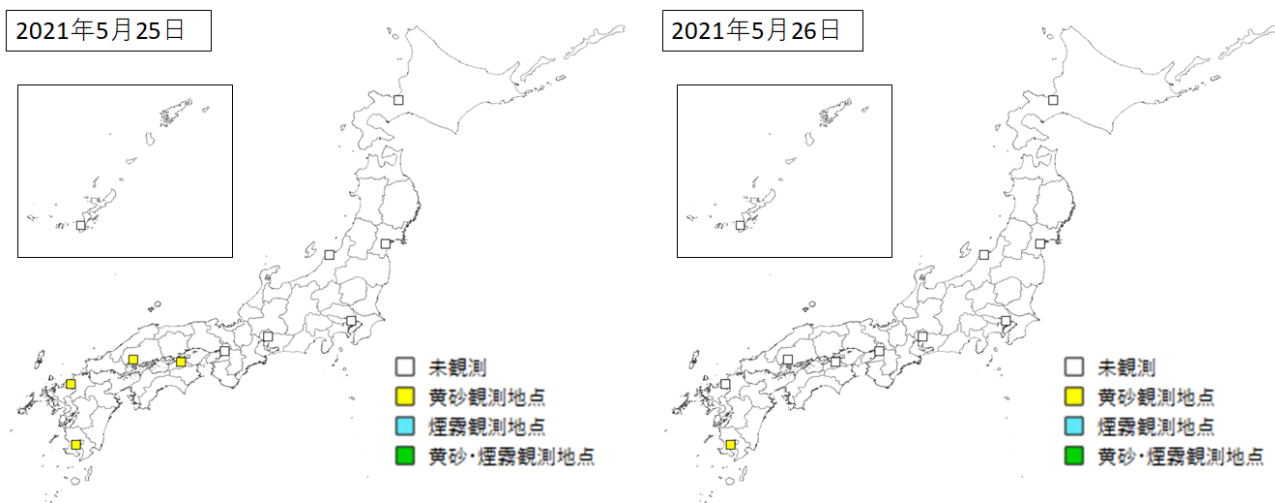
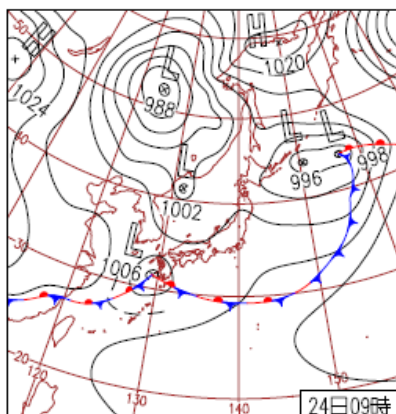
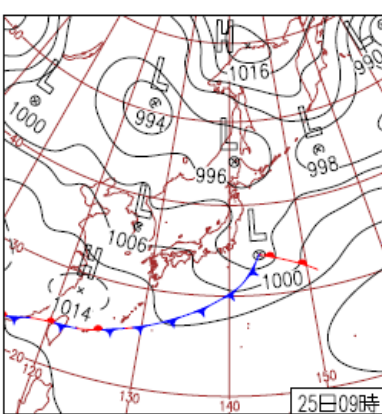


図 4-3-3-2 黄砂観測地点



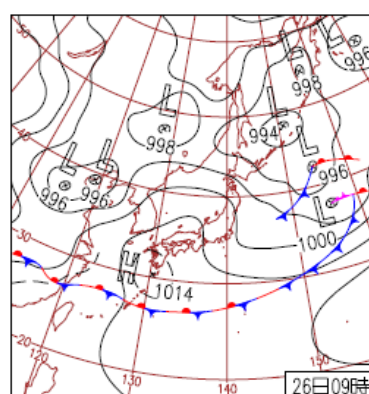
24日(月)沖縄県南部で高温

梅雨前線の影響で全国的に雲が多く、低気圧に近い九州～東海では雨。前線南側の先島諸島では晴れて気温が上昇。波照間、伊原間では、最高気温が5月1位。



25日(火)都内で今年初の真夏日

上空に流れ込んだ寒気の影響で、北海道では朝から、西日本～東北では夕方から雷雨。東日本太平洋側では晴れて気温が上がり、東京都練馬では最高気温30.0℃。



26日(水)梅雨前線北上

梅雨前線の影響で九州から四国にかけて雨。北日本では日中晴れて気温が上昇し、北海道で最高気温が7月並の所も。夜晴れた北日本を中心に、皆既月食が見られた。

図 4-3-3-3 天気図

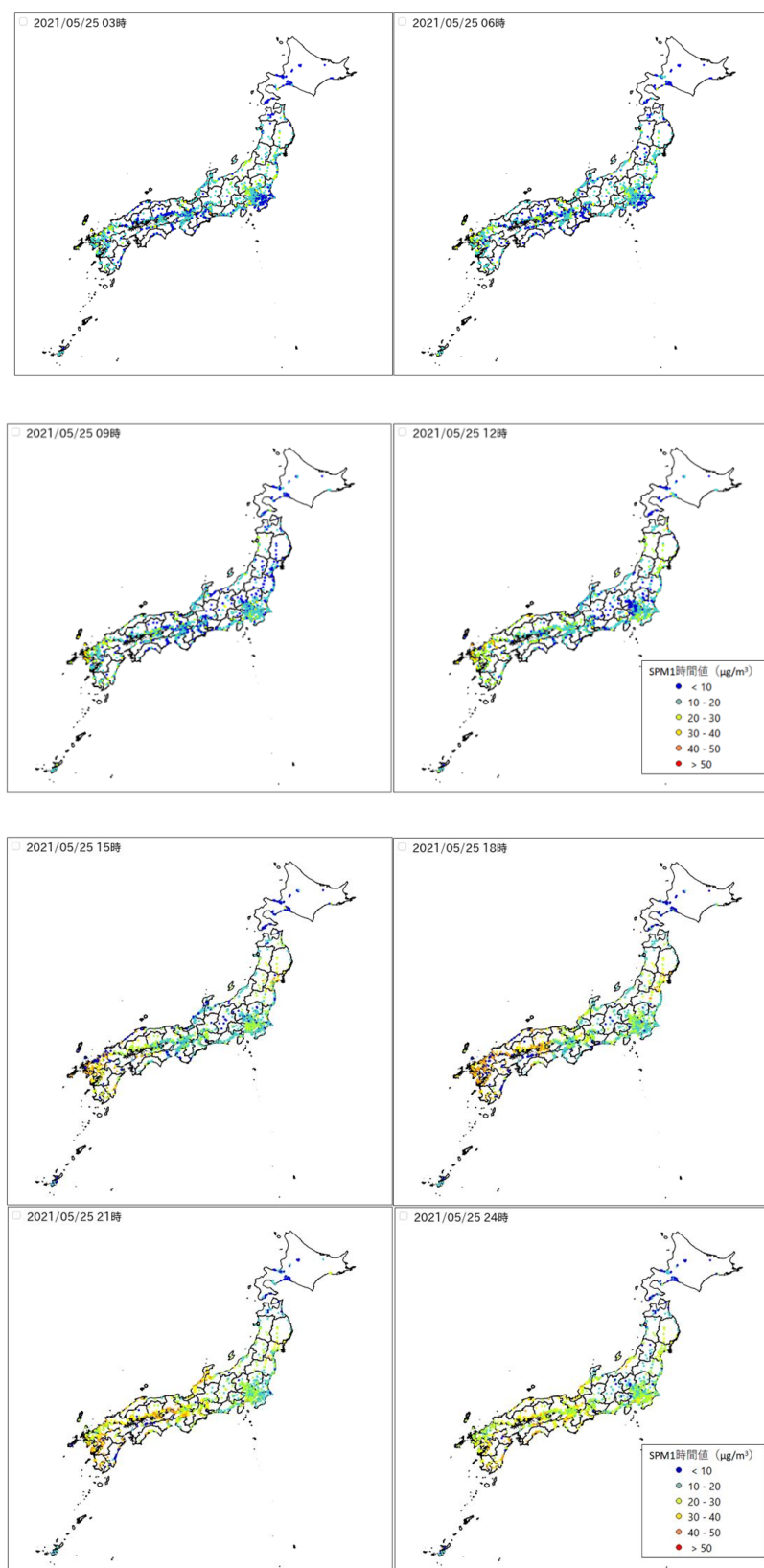


図 4-3-3-4 SPM1 時間値濃度全国分布 (2021 年 5 月 25 日)

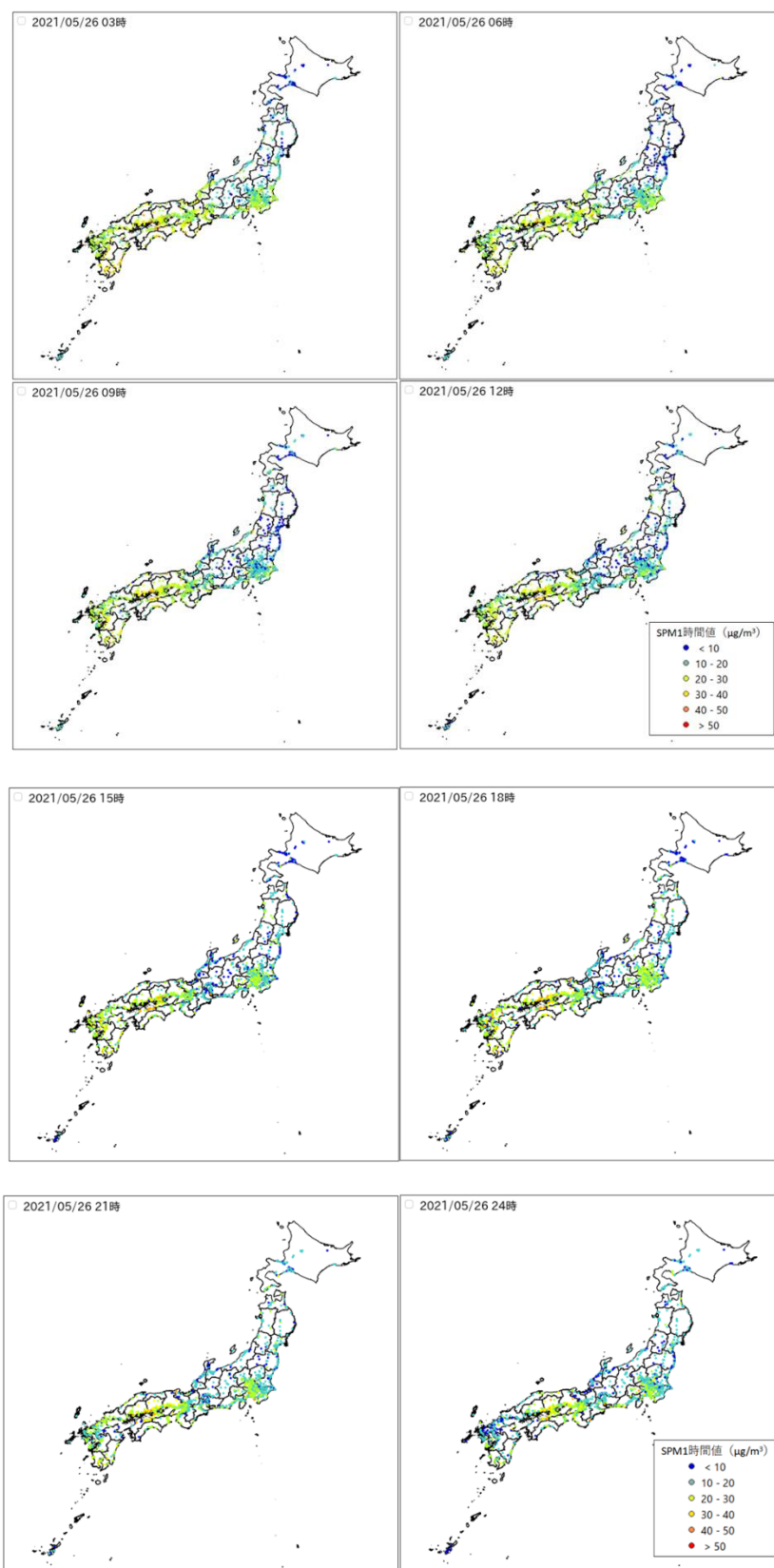


図 4-3-3-5 SPM1 時間値濃度全国分布 (2021 年 5 月 26 日)

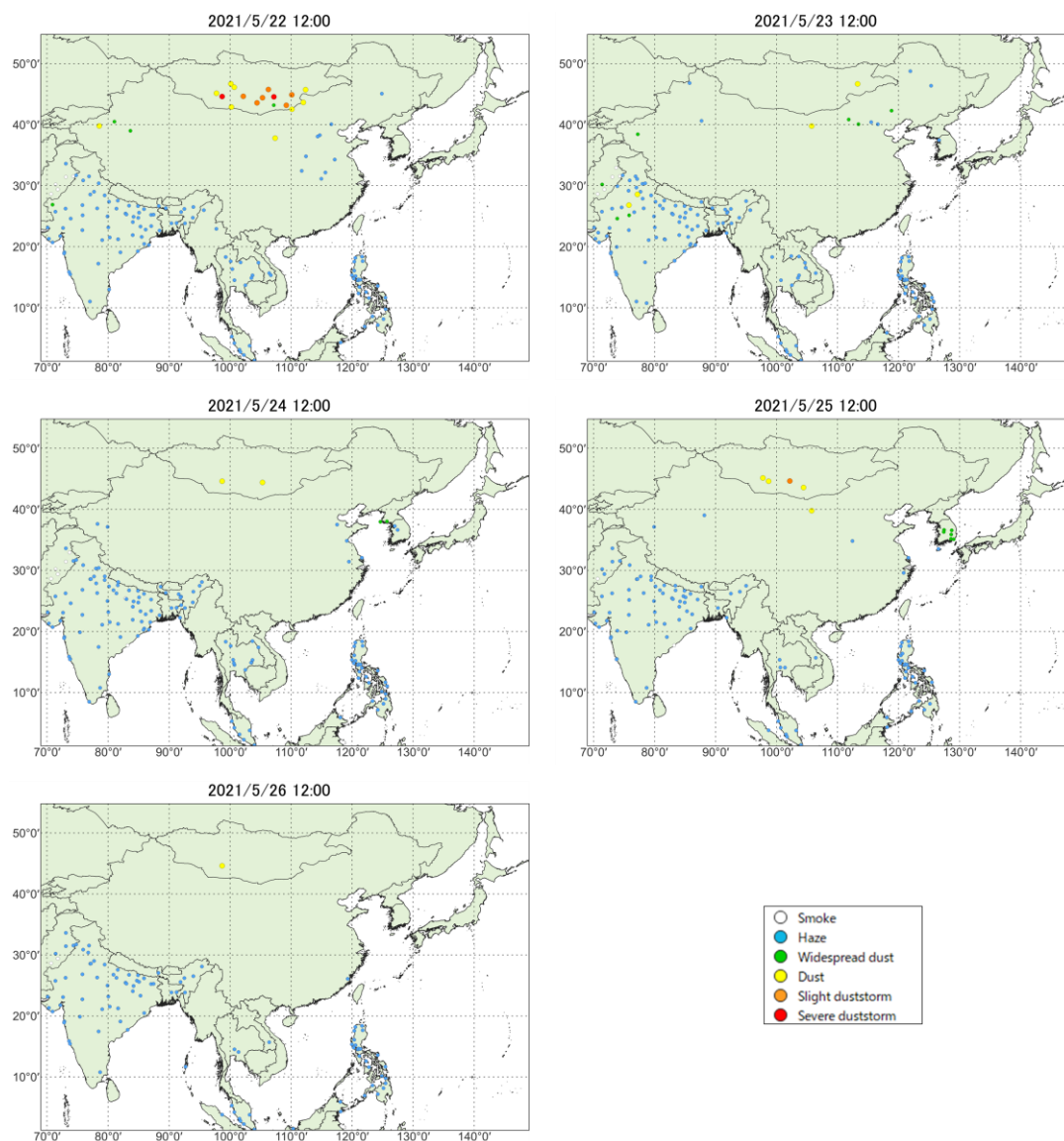


図 4-3-3-6 砂塵嵐発生状況

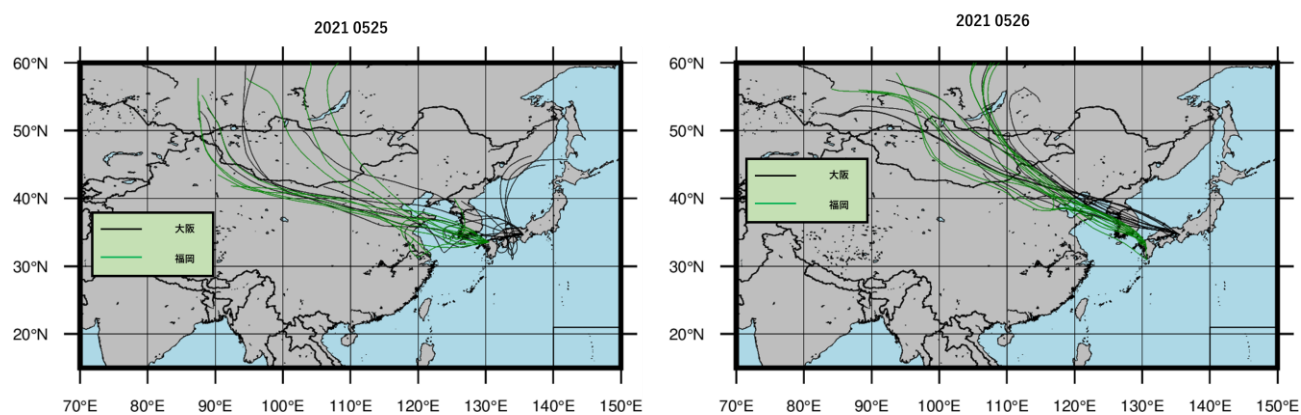


図 4-3-3-7 後方流跡線（72 時間前より）

各地点、各黄砂観測日の 0:00 から 23:00 までの 2 時間ごと 12 時間分の、起点からさかのぼるデータを作図に利用した。これにより、ある黄砂観測日のある地点からは、12 の後方流跡線が作図される。

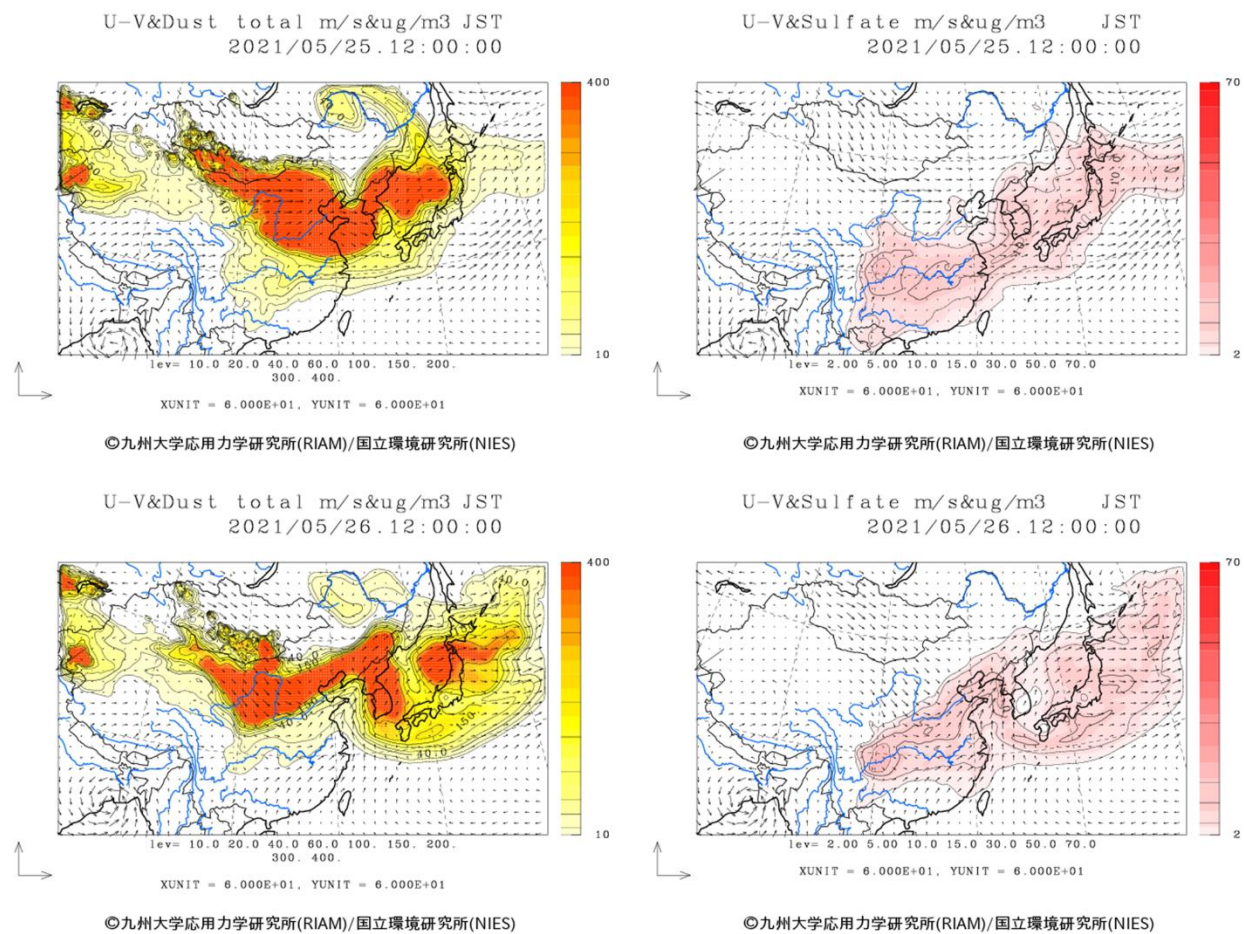


図 4-3-3- 8 CFORS(dust (左図) – sulfate (右図))予測結果

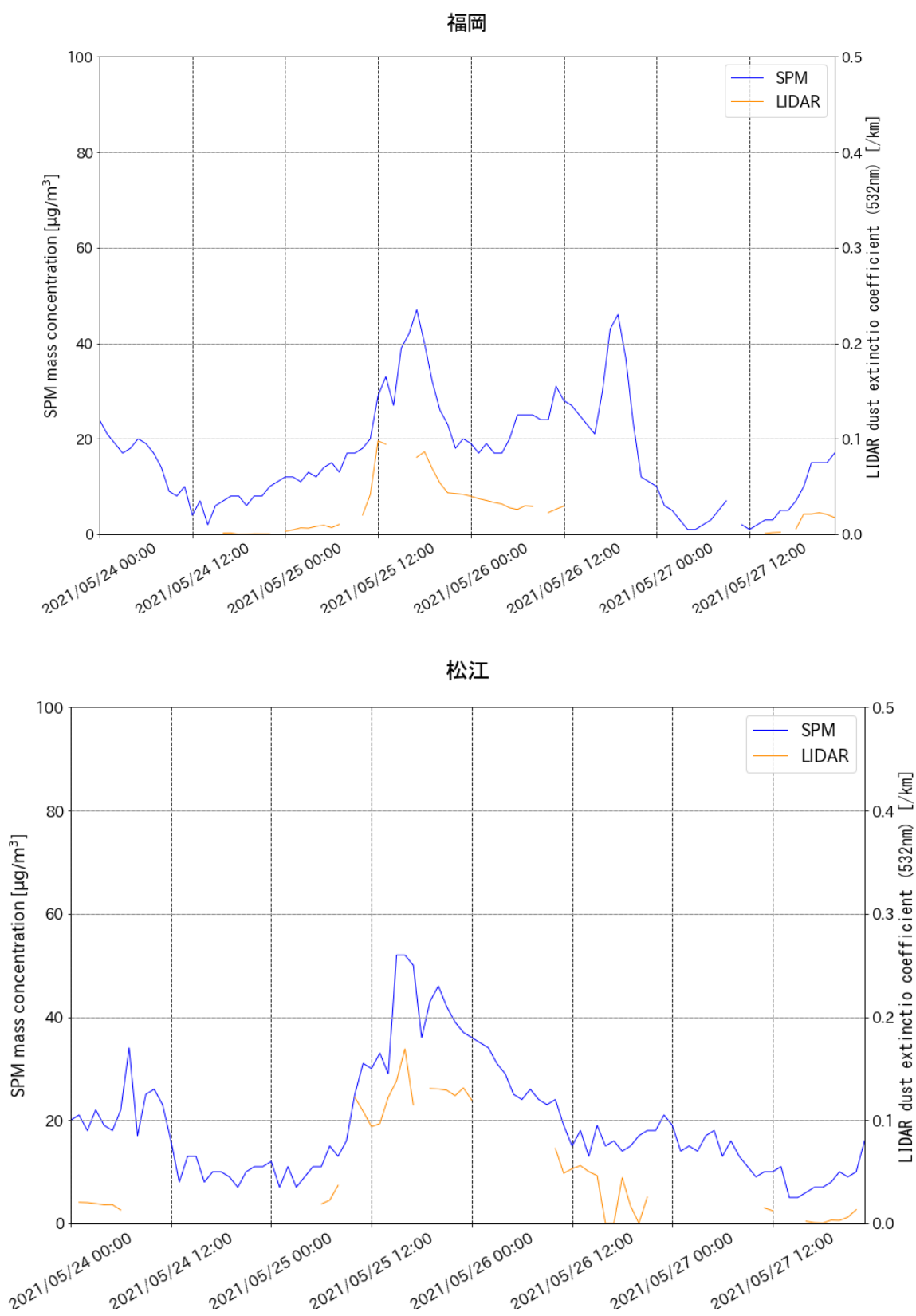


図 4-3-3-9 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化（福岡・松江）

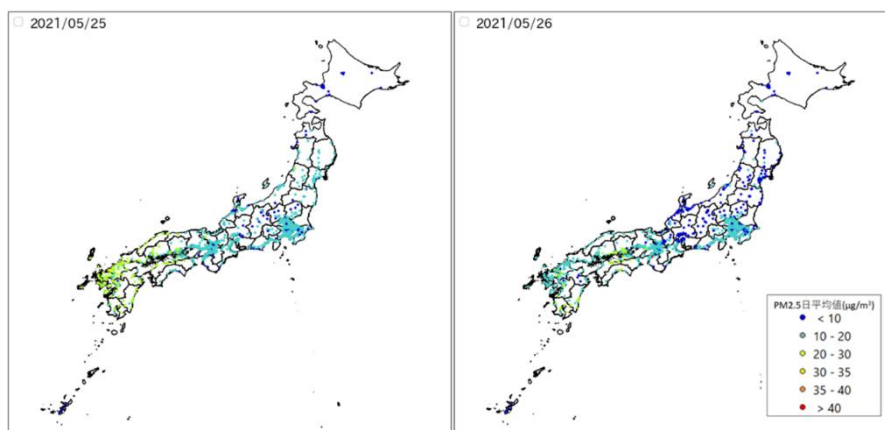


図 4-3-3- 10 PM2.5 日平均値全国分布

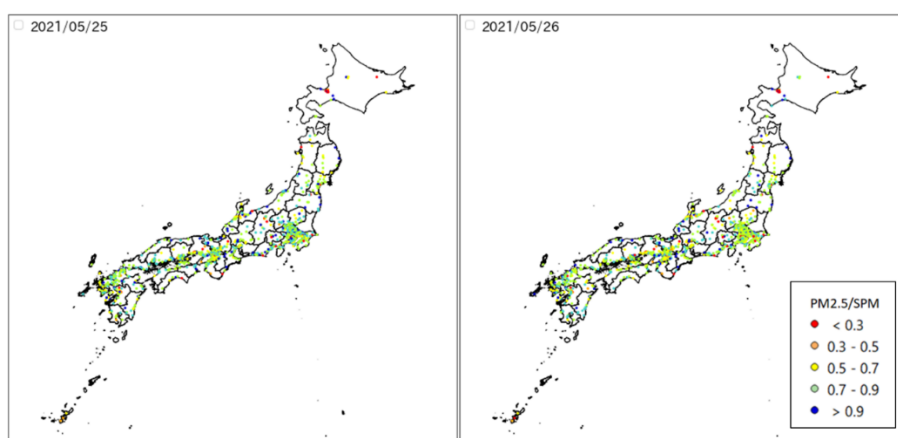


図 4-3-3- 11 PM2.5 日平均値/SPM 日平均値全国分布

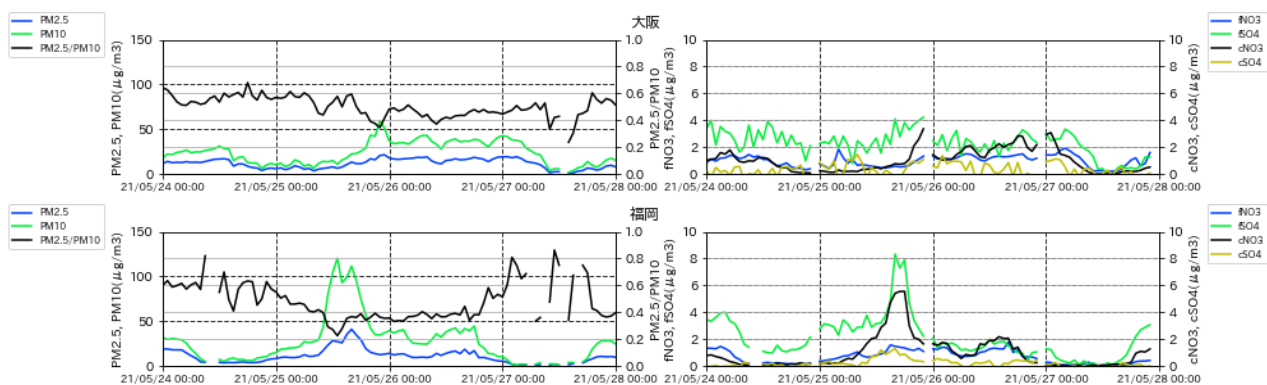


図 4-3-3- 12 PM10 および PM2.5 とその成分の経時変化

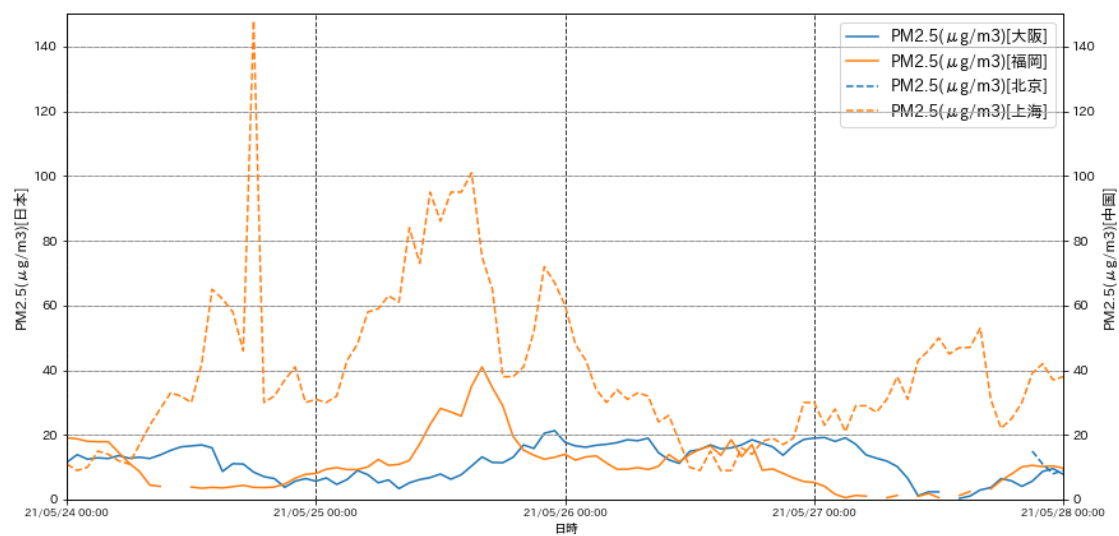


図 4-3-3-13 日本・中国での PM2.5 濃度

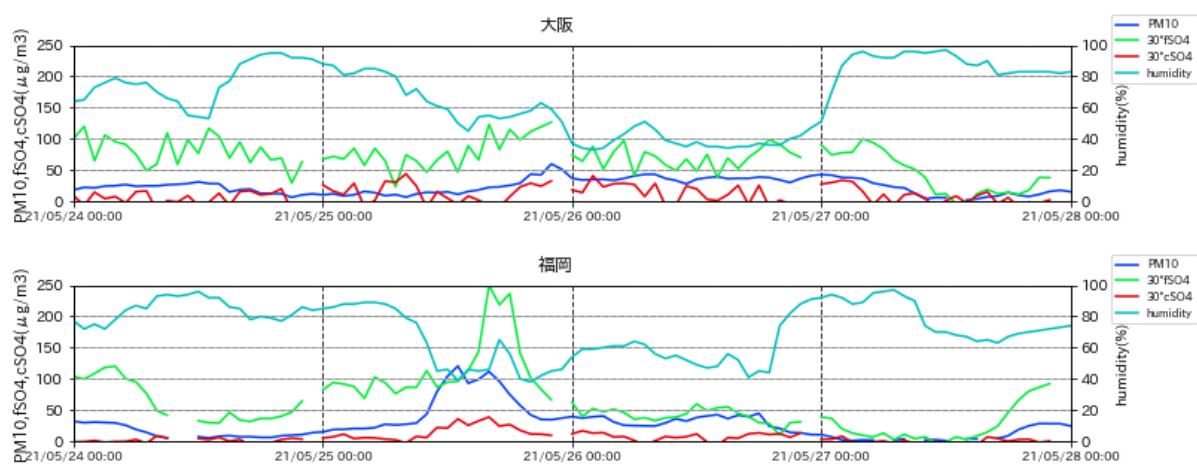


図 4-3-3-14 PM10、fSO₄²⁻、cSO₄²⁻、湿度の経時変化

fSO₄²⁻、cSO₄²⁻は値を 30 倍にしてある。

(4) 黄砂事例 4 2022 年 3 月 5 日～6 日

本事例における黄砂の観測地点数は、表 4-3-4-1、図 4-3-4-2 に示すとおりである。3 月 5 日に高松以西の西日本での 4 地点、6 日に那覇での 1 地点となった。

天気図（図 4-3-4-3）を見ると、黄砂観測の前日、日本付近は広く高気圧に覆われていたが、黄砂観測日の 3 月 5 日から 6 日には大陸からの低気圧が前線を伴い東進している様子が見られる。

この期間 SPM の 3 時間ごとの全国分布を見ると、3 月 5 日に SPM 濃度が $30\sim 40\mu\text{g}/\text{m}^3$ となる地域が西から全国的に拡大してゆき、翌 6 日には濃度が低下した様子が見て取れる（図 4-3-4-4、図 4-3-4-5）。

日本で黄砂が観測される前の大陸の状況を見ると（図 4-3-4-6）、黄砂観測前の 3 月 3 日にモンゴルの南部で dust、slight duststorm が発生している様子が見られる。この時の気流の状況について、後方流跡線で確認したところ、大阪、福岡における流跡線は 3 月 5 日に duststorm が発生していた地域を通っているように見え、大陸からの移流による黄砂の輸送はこの slight duststorm による可能性が示唆される（図 4-3-4-7）。さらに、CFORS においても、特に 3 月 5 日に大陸からの dust 及び Sulfate が日本全国に影響を及ぼしていた様子が示されている（図 4-3-4-8）。

福江・松江におけるライダー黄砂消散係数と SPM 濃度の経時変化は、共に 3 月 5 日正午頃に明確なピークが見られる（図 4-3-4-9）。PM_{2.5} の日平均値は、3 月 5 日に $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の分布が広範囲に分布している様子が見られるものの、翌 6 日には濃度は全体的に低下した（図 4-3-4-10）。

図 4-3-4-11 には、各測定局における PM_{2.5} 日平均値/SPM 日平均値（PM_{2.5}/SPM 比）の全国分布を示した。黄砂が観測された九州地方を中心に、SPM 日平均値が大きくなることに起因し、PM_{2.5}/SPM 比の値が小さい地点が多く見られる。図 4-3-4-11 からは、黄砂が観測されていない地方であっても PM_{2.5}/SPM 比の値が 0.3 以下である地点が散見されるが、これらの地点のデータについては、SPM の日平均値及び PM_{2.5} 日平均値がいずれも小さい値であることを確認した。

また、黄砂観測日である 3 月 5 日には赤穂、福岡共に PM₁₀ が上昇し、どちらの地点においても $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ に近いピークとなっている。それに伴い PM_{2.5}/PM₁₀ は 0.2 以下となる時間帯が見られる。人為起源汚染物質に関しては赤穂、福岡の両地点において微小粒子の NO₃⁻ で 3 月 4 日夕方頃からの上昇が見られ、福岡ではこの時間帯に同時に微小粒子の SO₄²⁻ の上昇が見られる。これらの上昇は PM₁₀ に先立ちピークを取り、両地点で $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度となっている。また粗大粒子の NO₃⁻、SO₄²⁻ とともに微小粒子の上昇に遅れて上昇している傾向にあることが見られる（図 4-3-4-12）。

なお、北京では、黄砂観測日前日の 3 月 4 日に、上海では 5 日に PM_{2.5} 濃度の 1 時間値が一時 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後の値を示している（図 4-3-4-13）。

また、本事例における湿度の時系列（図 4-3-4-14）に関しては他の事例と同様 PM₁₀ の上昇とほぼ同時に湿度の低下が見られる。

以上の通り、本事例は、モンゴル南部における duststorm と人為起源汚染物質を含んだ空気塊が、西日本に飛来した弱い黄砂事例と考えられる。

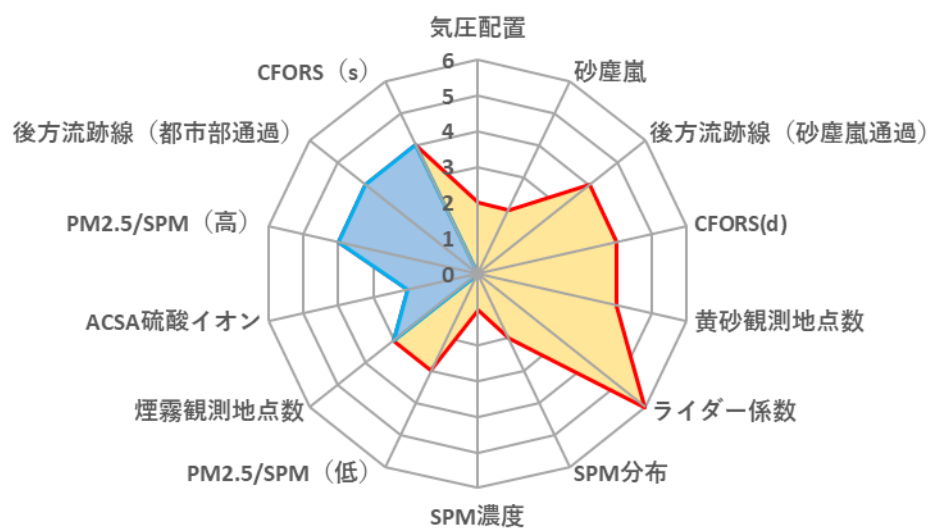


図 4-3-4-1 黄砂の特徴を示すレーダーチャート

表 4-3-4-1 黄砂観測日

日付	地点数	観測地点名										
2022/3/5	4	広島	福岡	鹿児島	高松							
2022/3/6	1	那覇										

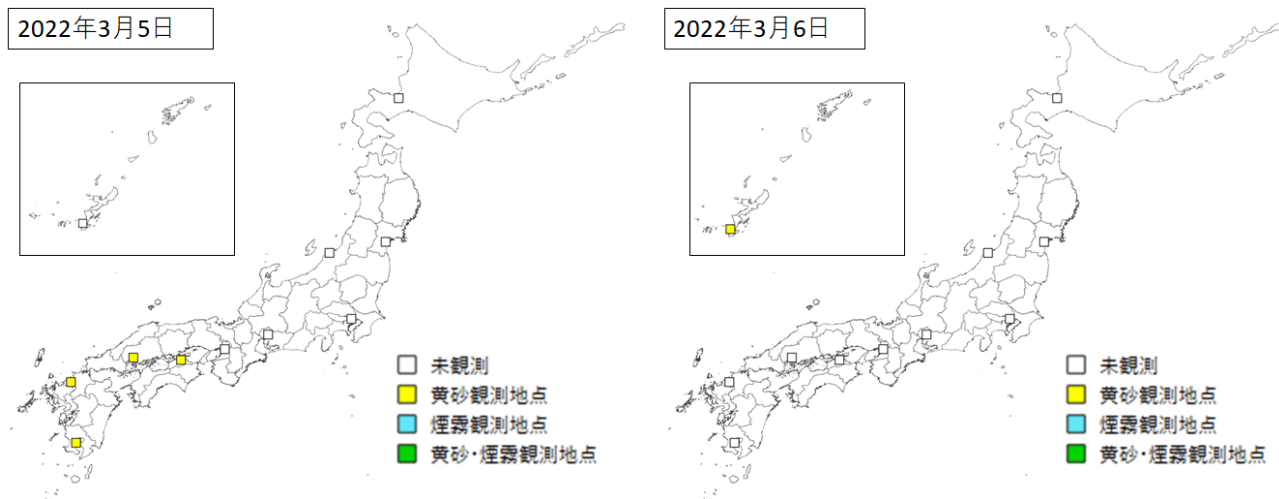
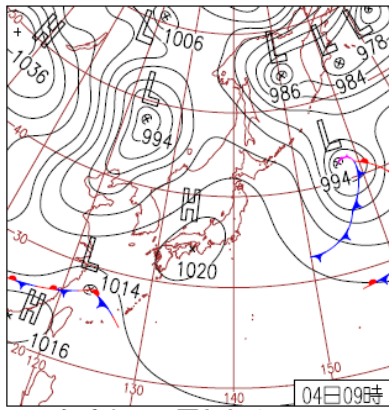
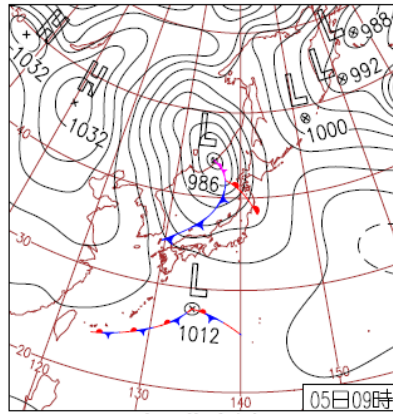


図 4-3-4-2 黄砂観測地点



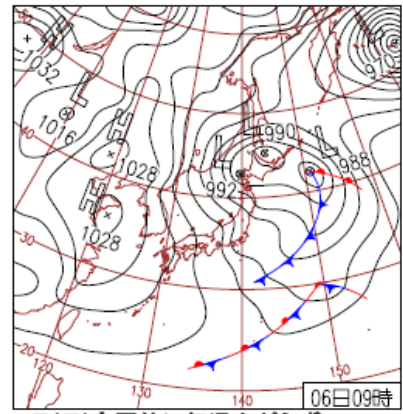
4日(金)高気圧に覆われる

高気圧に覆われ晴れた所が多かったが、北日本では寒気の影響で日本海側を中心に雪。沖縄～西日本太平洋側は、東シナ海に発生した低気圧の影響で、次第に曇りや雨の所も。



5日(土)西日本で黄砂を観測

前線を伴う低気圧が発達しながら沿海州付近を東進。北陸～北日本は前線や寒気の影響で雪や雨。西～東日本太平洋側は概ね晴れ。東海、関東で春一番。岐阜市、金沢市ウメ開花。



6日(日)全国的に気温上がらず

日本付近は冬型の気圧配置。山陰～北日本の日本海側で雪や雨。本州の太平洋側で概ね晴れ。全国66地点で最高気温が前日より10℃以上低く、各地で最も寒い時期を下回る。

図 4-3-4-3 天気図

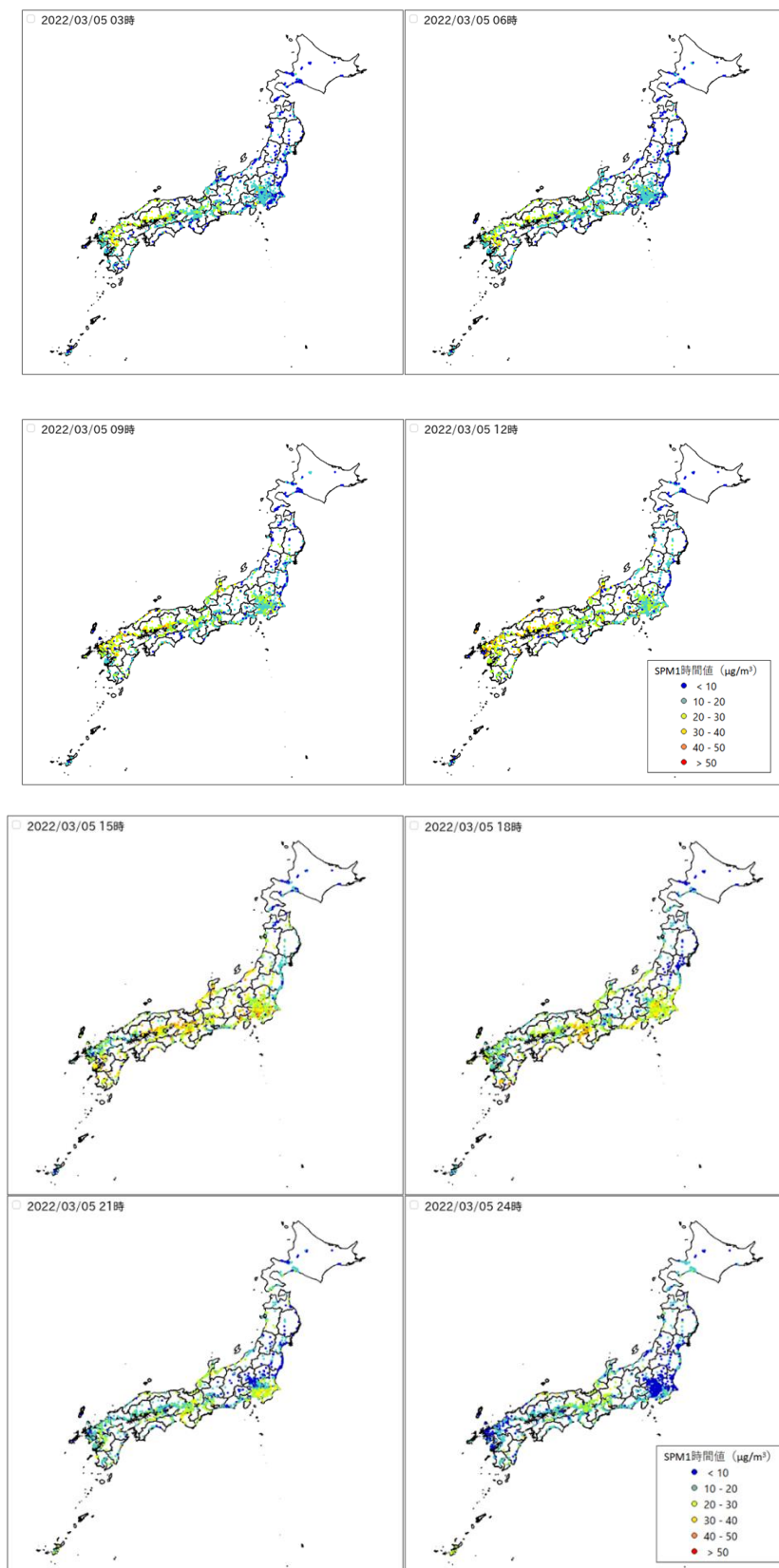


図 4-3-4- 4 SPM1 時間値濃度全国分布 (2021 年 3 月 5 日)

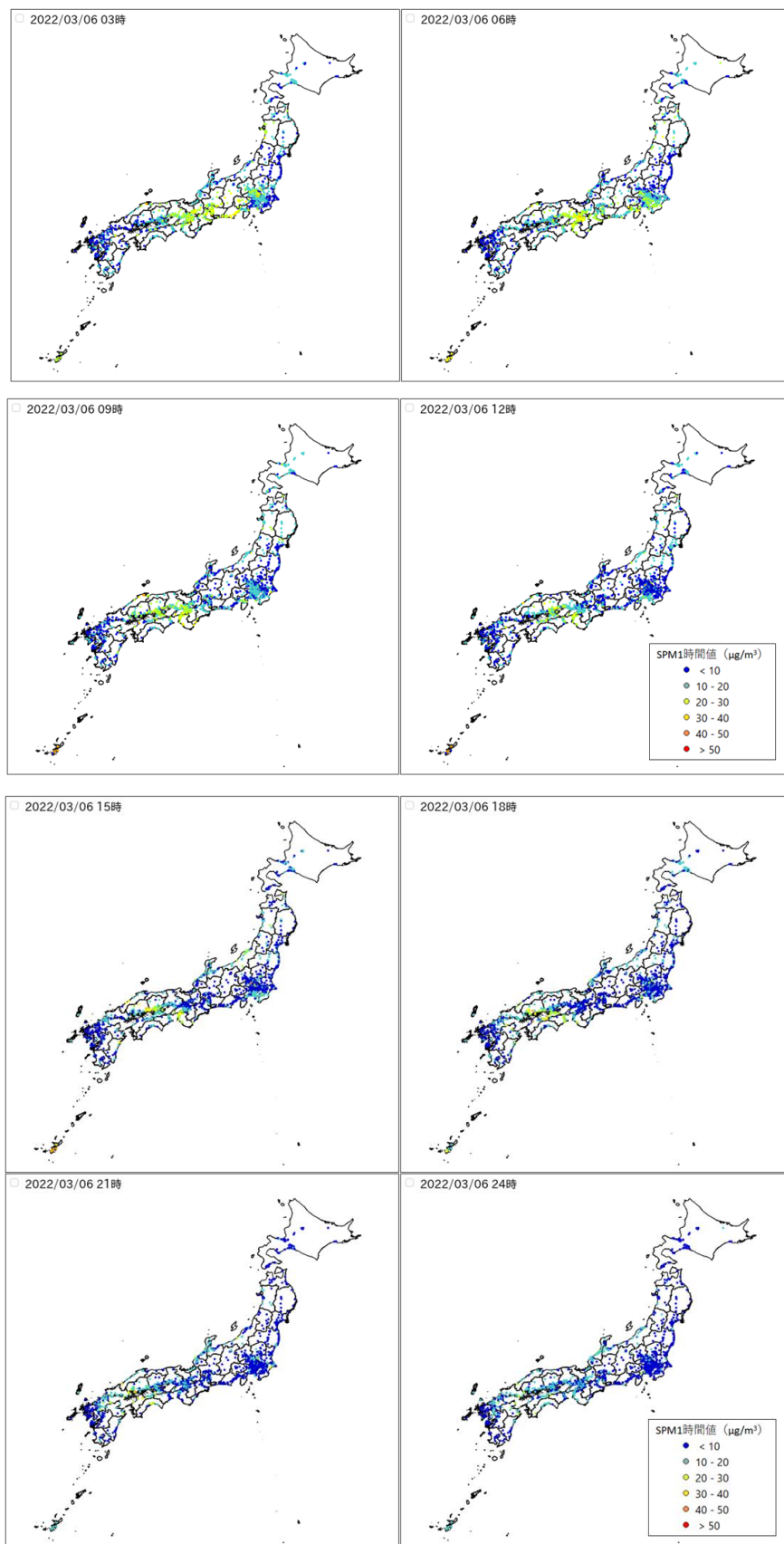


図 4-3-4-5 SPM1 時間値濃度全国分布 (2021 年 3 月 6 日)

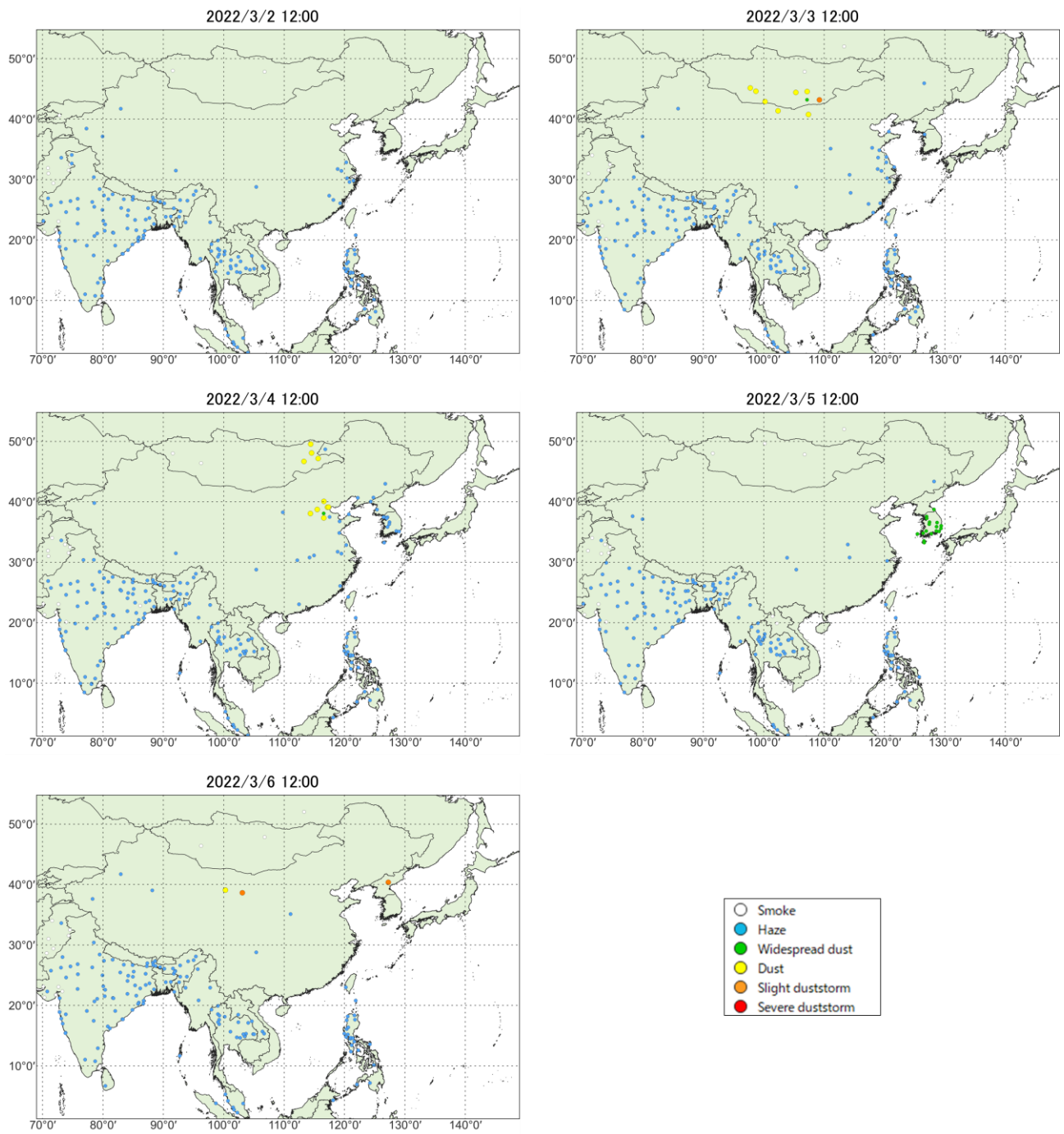


图 4-3-4-6 砂塵嵐発生状況

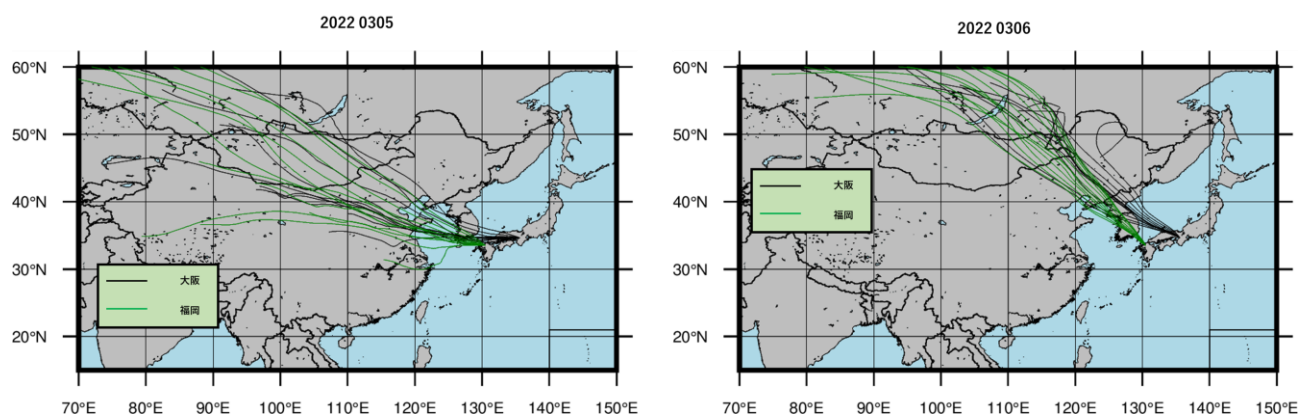


図 4-3-4-7 後方流跡線 (72 時間前より)

各地点、各黄砂観測日の 0:00 から 23:00 までの 2 時間ごと 12 時間分の、起点からさかのぼるデータを作図に利用した。これにより、ある黄砂観測日のある地点からは、12 の後方流跡線が作図される。

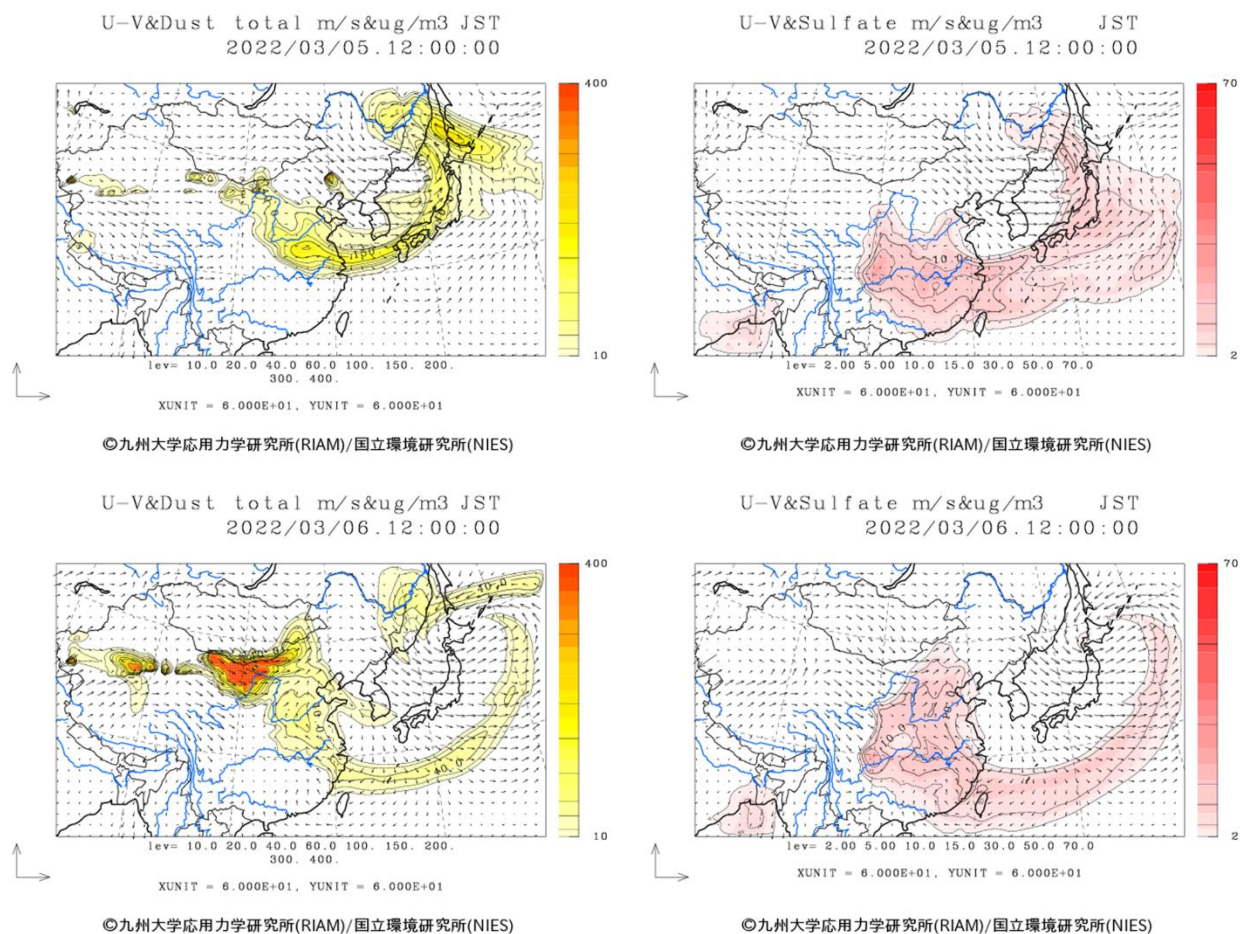


図 4-3-4-8 CFORS(dust (左図) —sulfate (右図))予測結果

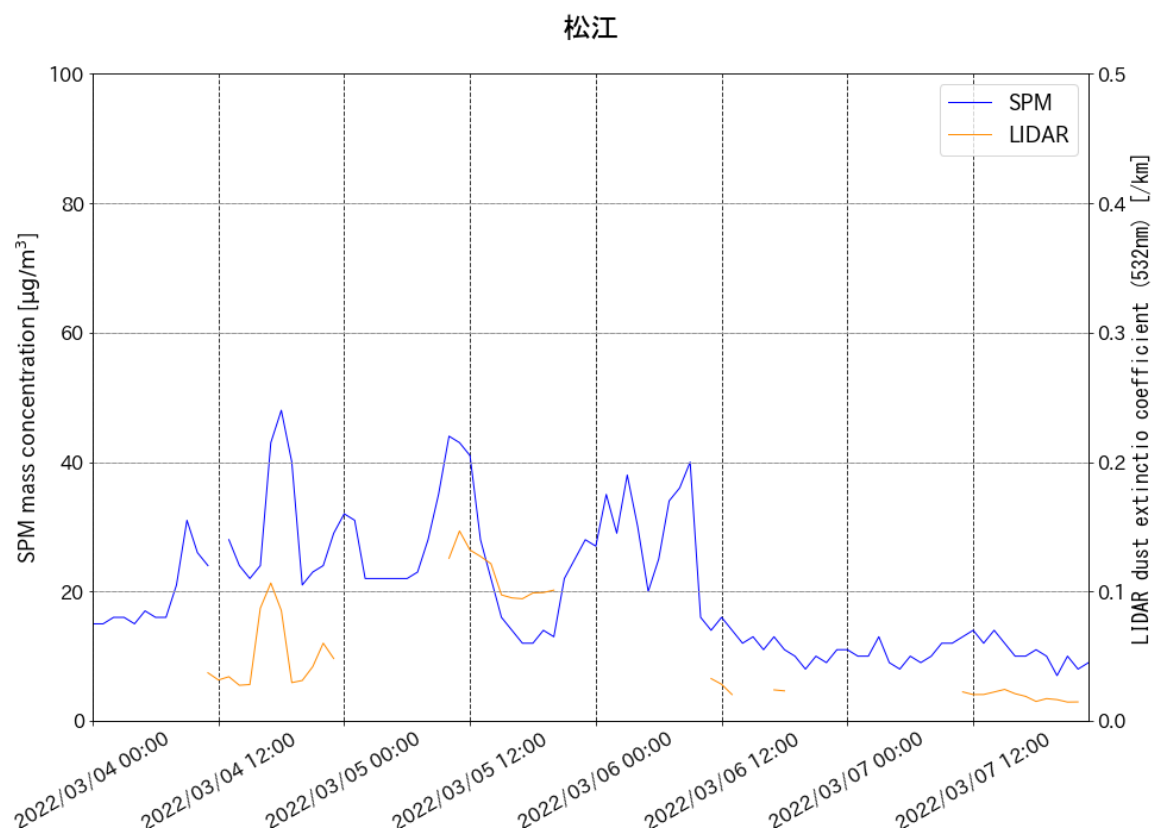
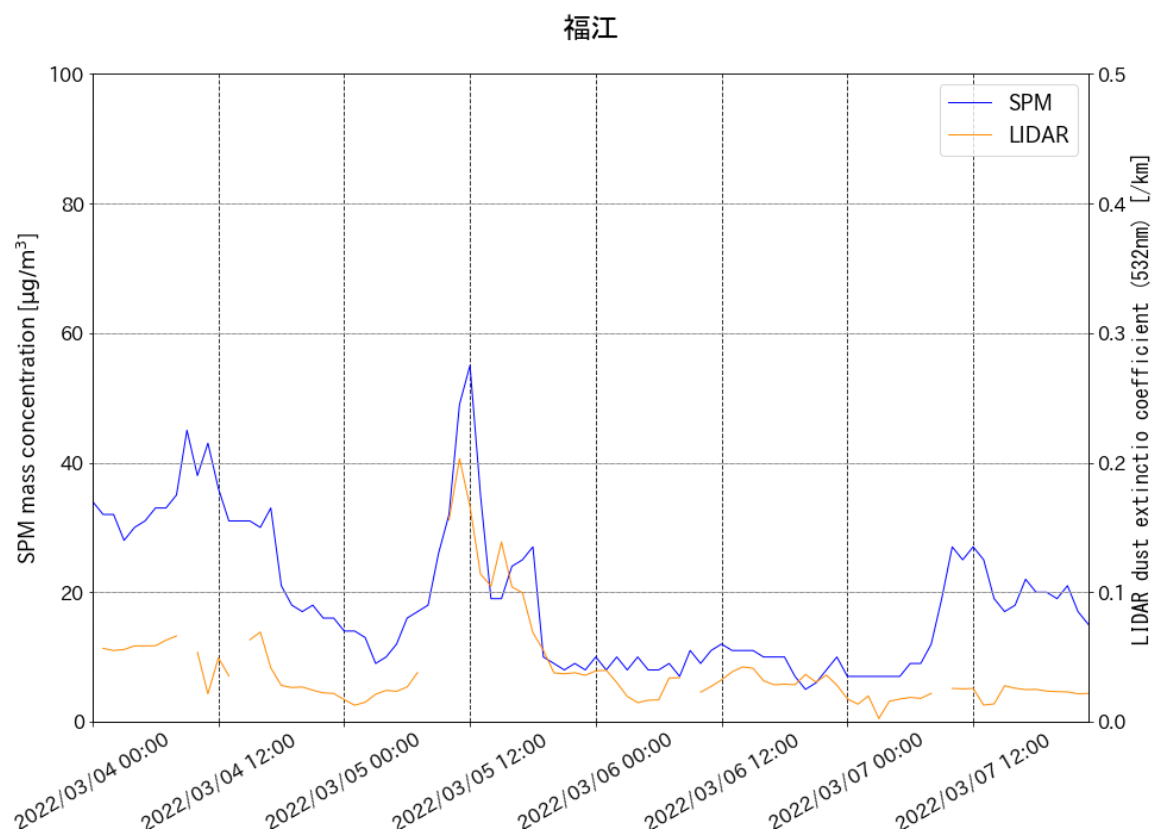


図 4-3-4-9 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化(福江・松江)

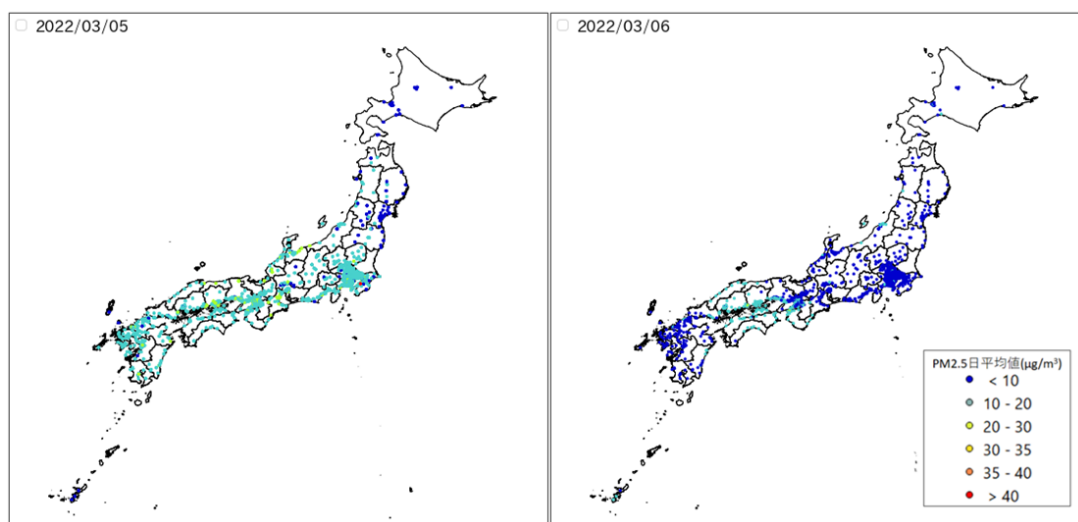


図 4-3-4-10 PM2.5 日平均値全国分布

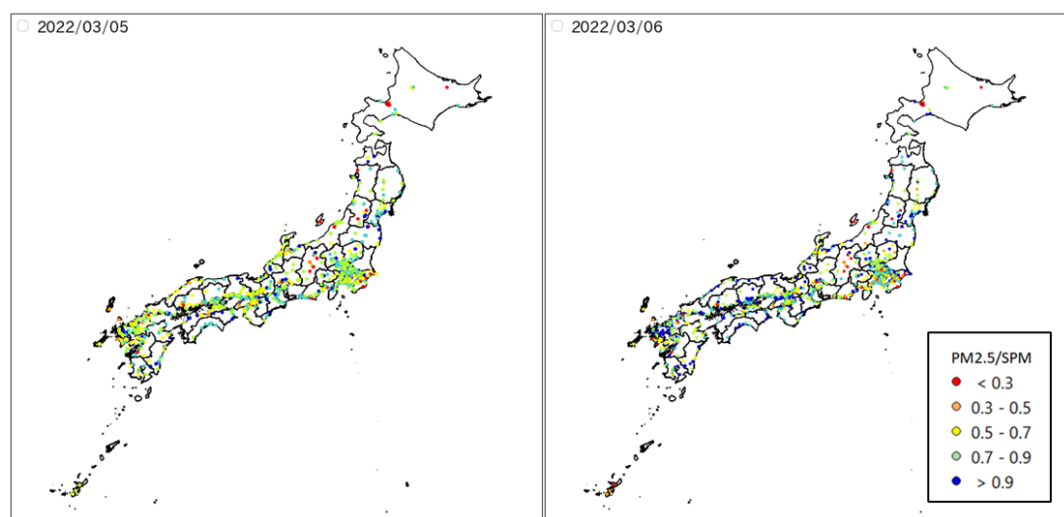


図 4-3-4-11 PM2.5 日平均値/SPM 日平均値全国分布

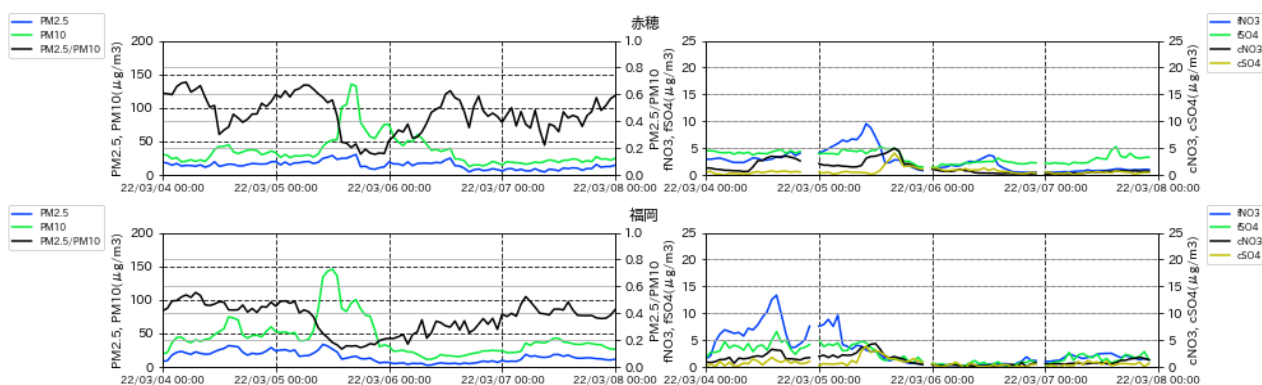


図 4-3-4-12 PM10 および PM2.5 とその成分の経時変化

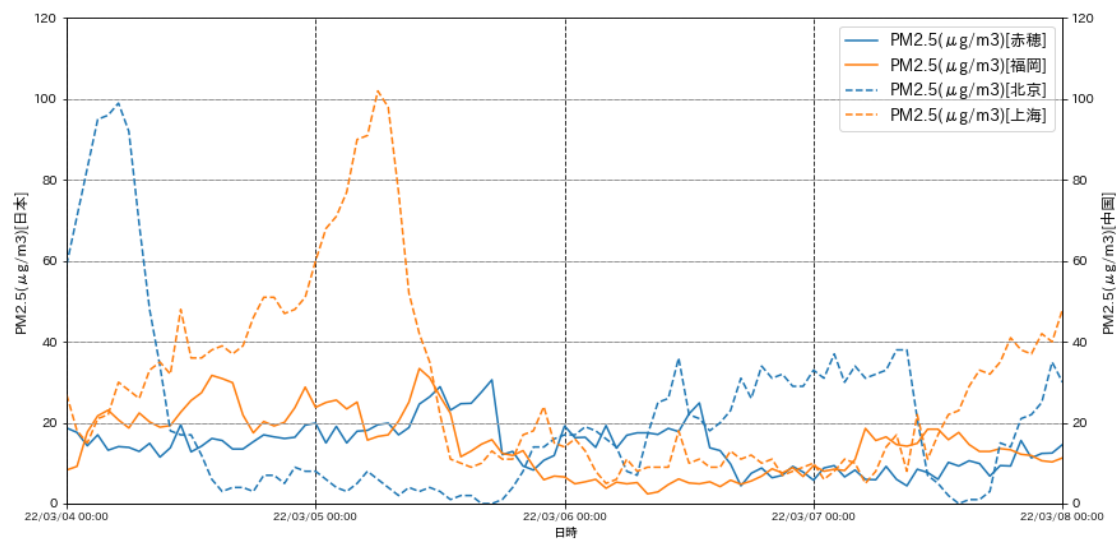


図 4-3-4-13 日本と中国での PM2.5 濃度

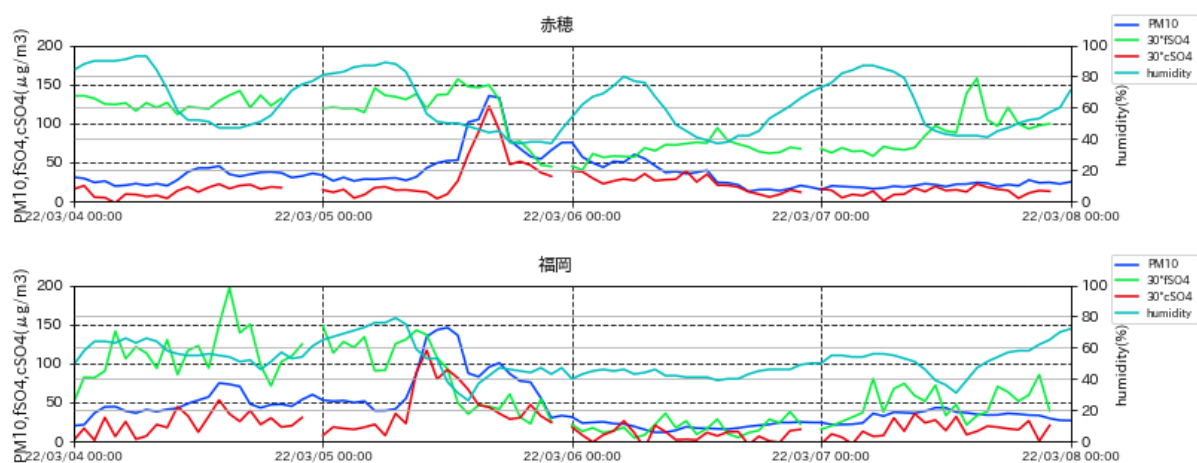


図 4-3-4-14 PM10、 fSO_4^{2-} 、 cSO_4^{2-} 、湿度の経時変化

湿度は新潟のデータを使用しており、 fSO_4^{2-} 、 cSO_4^{2-} は値を 30 倍にしてある。

(5) 黄砂事例 5 2022 年 3 月 17 日

本事例における黄砂の観測地点数は、表 4-3-5- 1 に示すとおりで観測日である 3 月 17 日に福岡における 1 地点のみで観測された。

天気図（図 4-3-5- 3）を見ると、黄砂観測の前日、当日共に全国的に高気圧に覆われていた。

この期間 SPM の 3 時間ごとの全国分布を見ると、17 日午後にかけて、全国的に $20\sim 30\mu\text{g}/\text{m}^3$ の SPM 濃度が広く分布したのち、濃度が低下してゆく様子が見て取れる（図 4-3-5- 4）。

日本で黄砂が観測される前の大陸の状況を見ると（図 4-3-5- 5）、黄砂観測前の 3 月 15 日にモンゴルの南部で dust、slight duststorm が発生している様子が見られる。この時の気流の状況について、後方流跡線で確認したところ、黄砂が観測された地点もしくはその近傍の地点における流跡線は duststorm が発生していた地域を通過していないように見える（図 4-3-5- 6）。CFORS 予測結果からは、高濃度ではないものの、dust、sulfate いずれに関しても大陸からの影響が示されている（図 4-3-5- 7）。

ライダー黄砂消散係数は、黄砂が観測された福岡では欠測であったため、長崎のデータを参照した。ただし、黄砂観測日である 3 月 17 日前後で、黄砂消散係数の変化は明瞭ではない。SPM1 時間値も、翌 18 日には低下したものの、黄砂日における大きな変動は見られなかった（図 4-3-5- 8）。PM2.5 の日平均値も、全体的に $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下となっており、高濃度となる地域は見られない（図 4-3-5- 9）。

図 4-3-5- 10 には、各測定局における PM2.5 日平均値/SPM 日平均値（PM2.5/SPM 比）の全国分布を示した。黄砂が観測された福岡を中心に、SPM 日平均値が大きくなることに起因し、PM2.5/SPM 比の値が小さくなる傾向が見られる。図 4-3-5- 10 からは、黄砂が観測されていない地方であっても PM2.5/SPM 比の値が 0.3 以下である地点が散見されるが、これらの地点のデータについては、SPM の日平均値及び PM2.5 日平均値がいずれも小さい値であることを確認した。

また、3 月 17 日の正午前から夕方にかけて PM10 が上昇し、それに伴い PM2.5/PM10 比が低下している様子が見られる。人為起源汚染物質の粗大粒子、微小粒子の SO_4^{2-} 、 NO_3^- に関しては全てのイオン成分において 3 月 17 日午前 6:00 頃から上昇が見られるが、その後、粗大粒子の SO_4^{2-} 以外は減少もするが、それ以外のイオン成分は PM10 の上昇とほぼ同じ時間帯に上昇し、特に fSO_4^{2-} で $4\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えるピークとなっている。（図 4-3-5- 11）。

なお、北京では、黄砂観測日前日の 3 月 16 日に、PM2.5 濃度の 1 時間値が一時 $90\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の値を示している（図 4-3-5- 12）。

また、本事例における湿度の時系列（図 4-3-5- 13）に関しては湿度の減少がほぼ見られない。

以上の通り、本事例は、モンゴルで発生した dust を含む空気塊が、人為起源汚染物質を含みつつ、限定的な地域に飛来した弱い黄砂事例と考えられる。

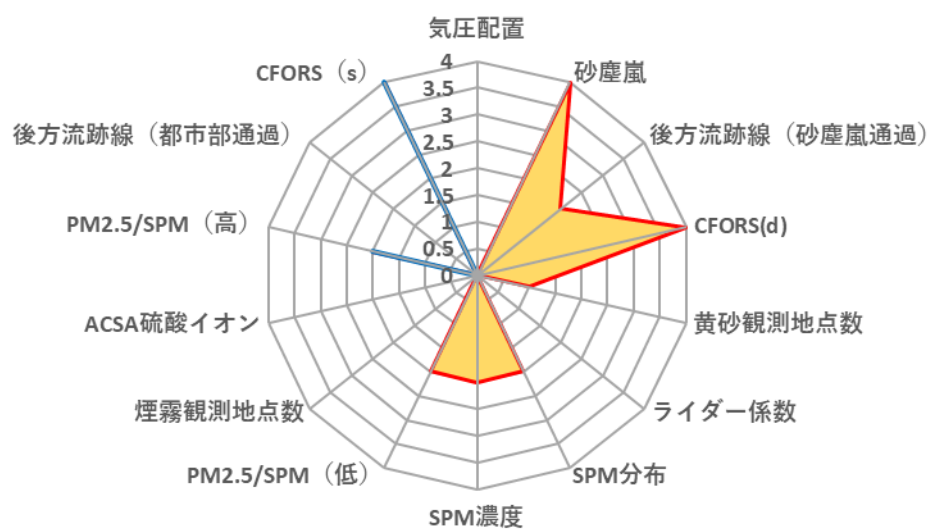


図 4-3-5-1 黄砂の特徴を示すレーダーチャート

表 4-3-5-1 黄砂観測地点

日付	地点数	観測地点名											
2022/3/17	1	福岡											

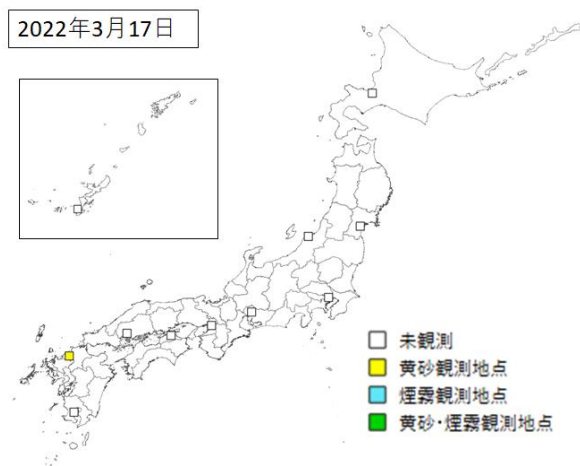
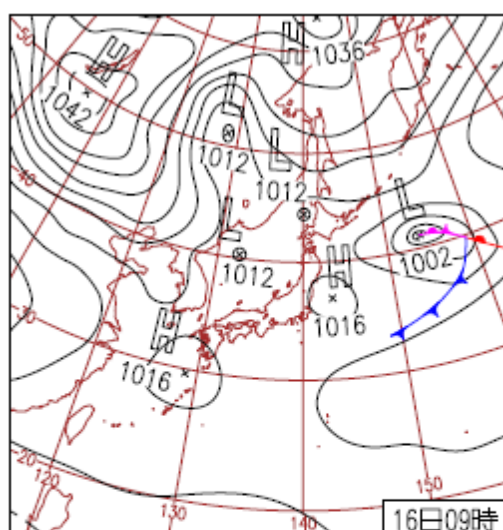
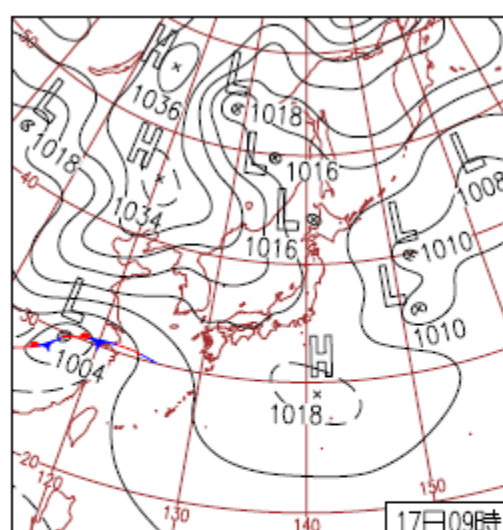


図 4-3-5-2 黄砂観測地点



16日(水)福島県宮城県で震度6強

九州付近と関東の東海上の高気圧に覆われ、南西諸島～東日本は晴れて気温上昇。北海道付近の低気圧の影響で北日本では曇りとなり、所々で雪や雨を観測。



17日(木)福岡市でサクラ開花

日本の南の高気圧に覆われ、太平洋側は概ね晴れて最高気温が5月並の所も。北日本は曇りで所々雪や雨。全国で最も早く福岡市でサクラ開花。また、福岡市では黄砂も観測。

図 4-3-5-3 天気図

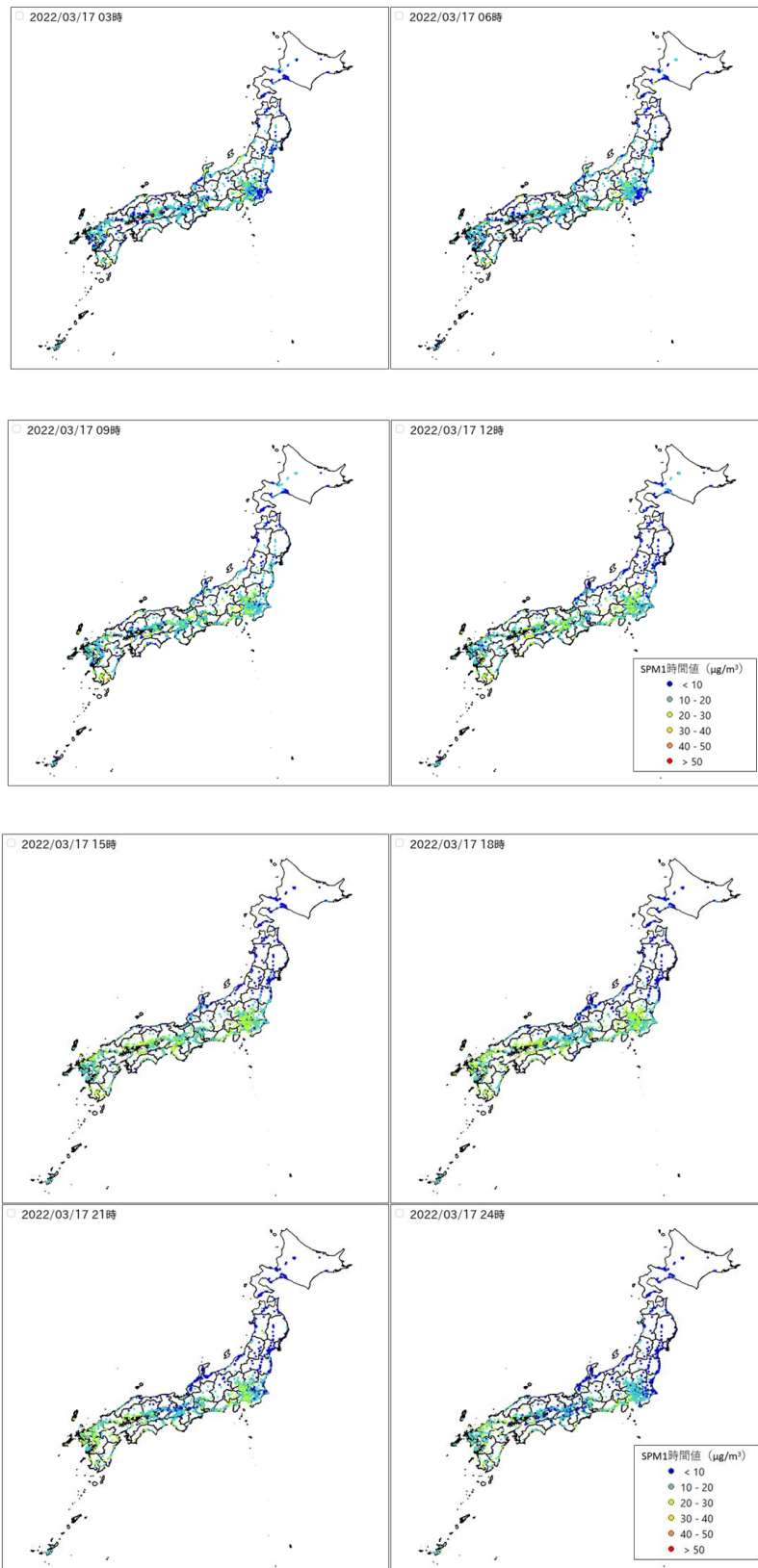


図 4-3-5-4 SPM1 時間値濃度全国分布 (2022 年 3 月 17 日)

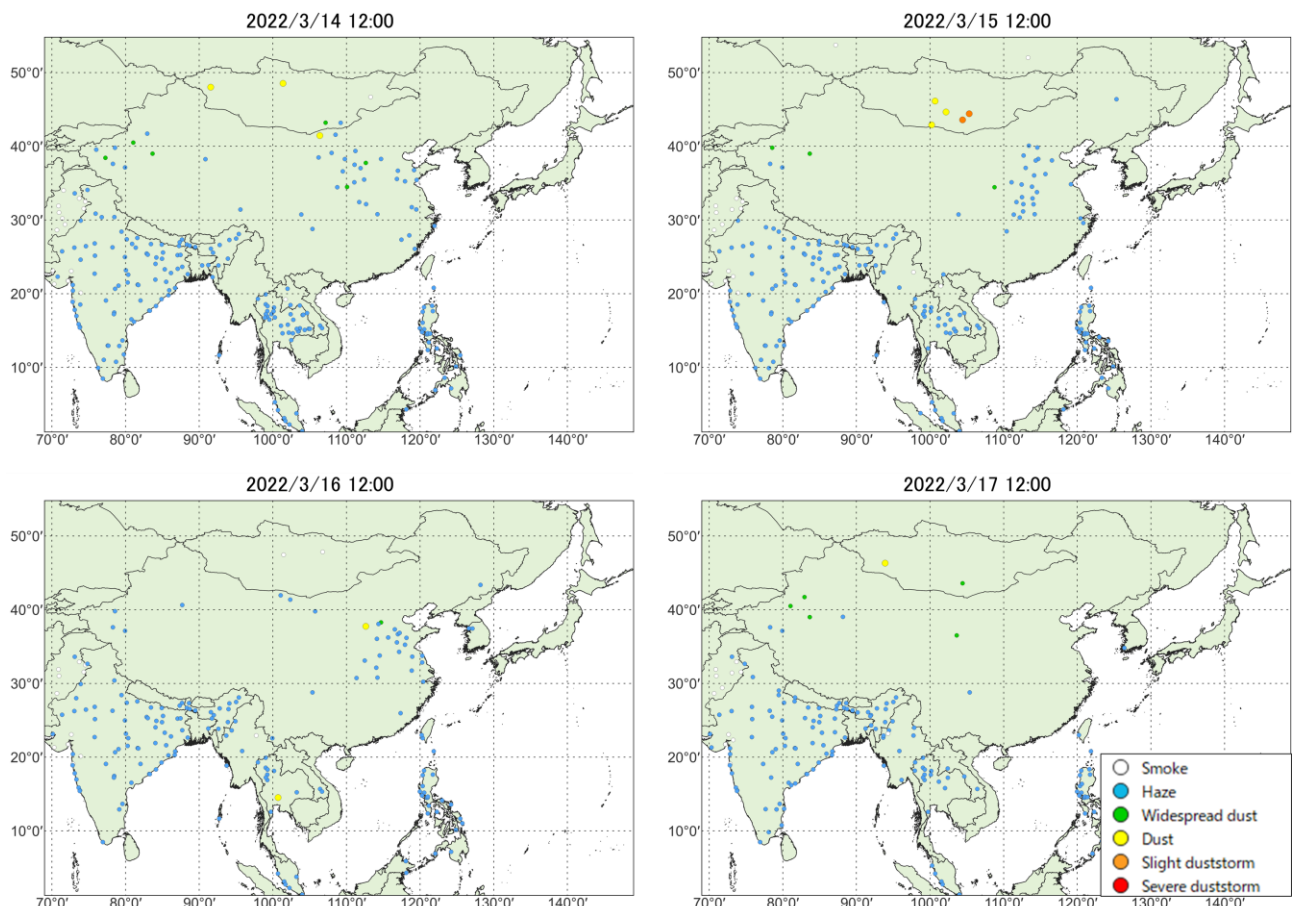


図 4-3-5- 5 砂塵嵐発生状況

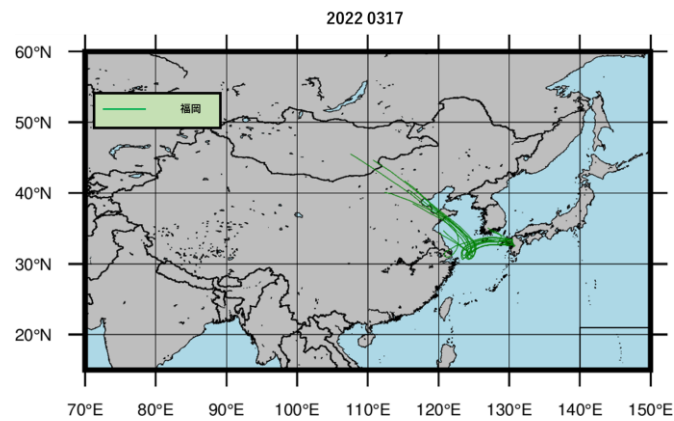


図 4-3-5- 6 後方流跡線（72 時間前より）

各地点、各黄砂観測日の 0:00 から 23:00 までの 2 時間ごと 12 時間分の、起点からさかのぼるデータを作図に利用した。これにより、ある黄砂観測日のある地点からは、12 の後方流跡線が作図される。

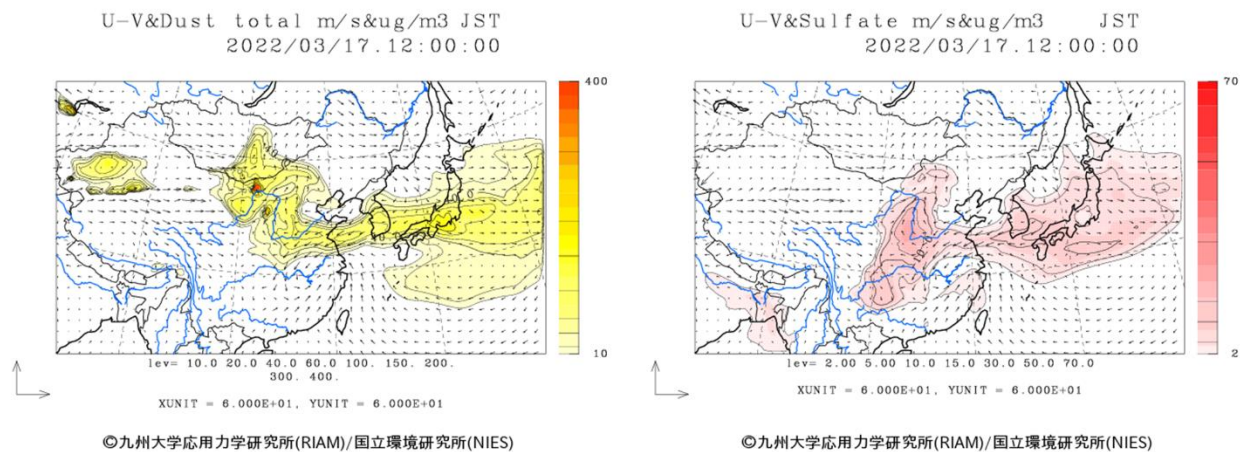


図 4-3-5- 7 CFORS(dust (左図) – sulfate (右図))予測結果

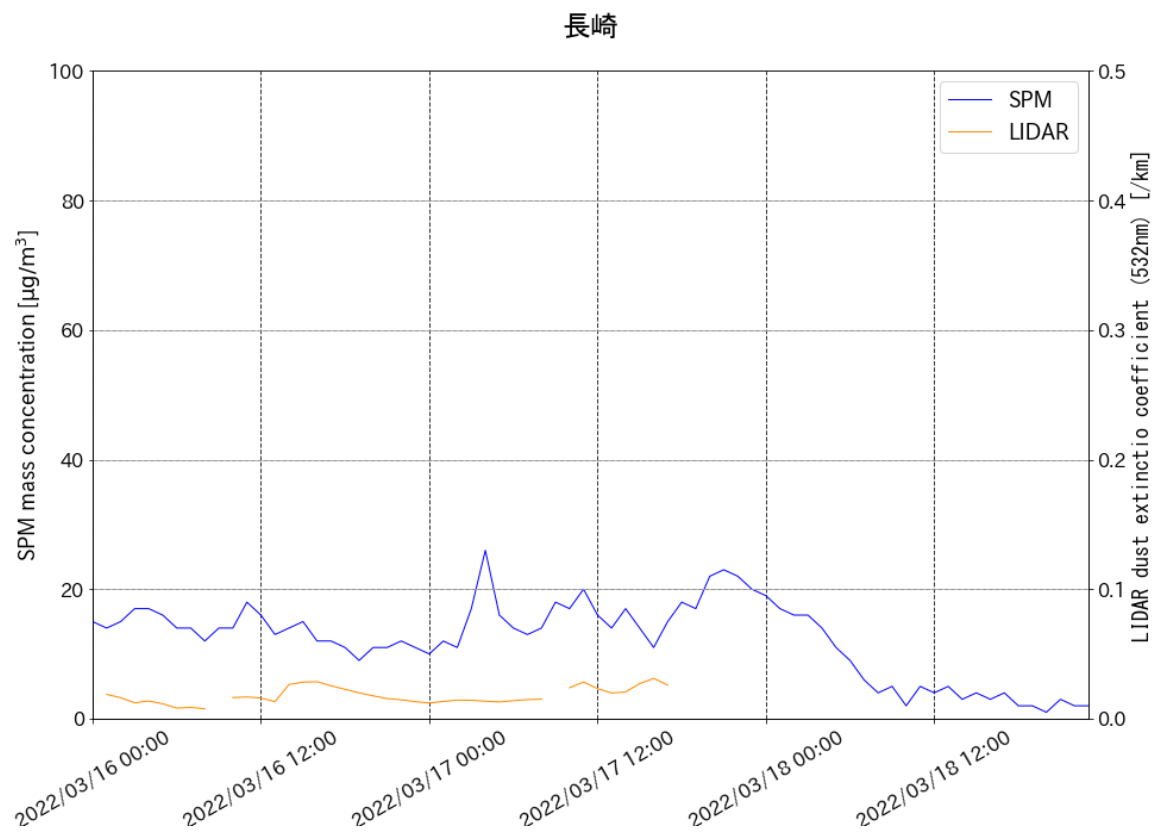


図 4-3-5- 8 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化 (長崎)

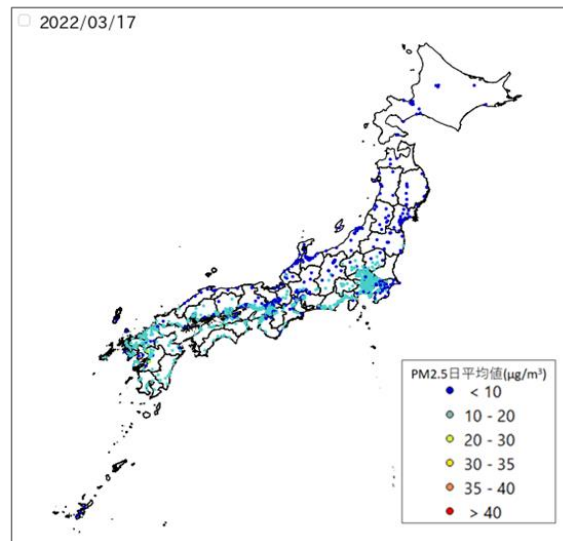


図 4-3-5-9 PM2.5 日平均値全国分布

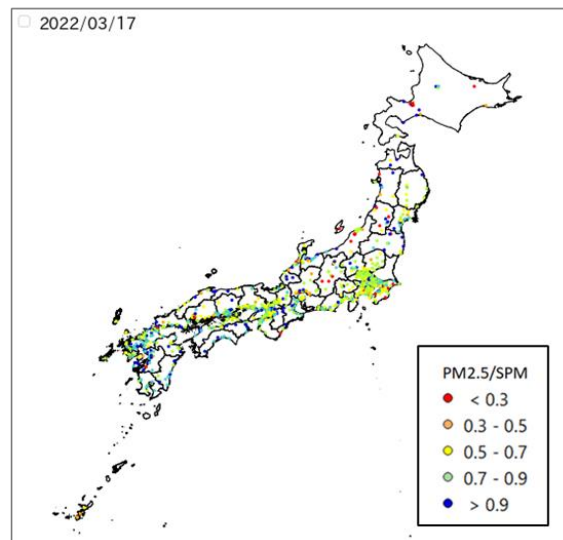


図 4-3-5-10 PM2.5 日平均値/SPM 日平均値全国分布

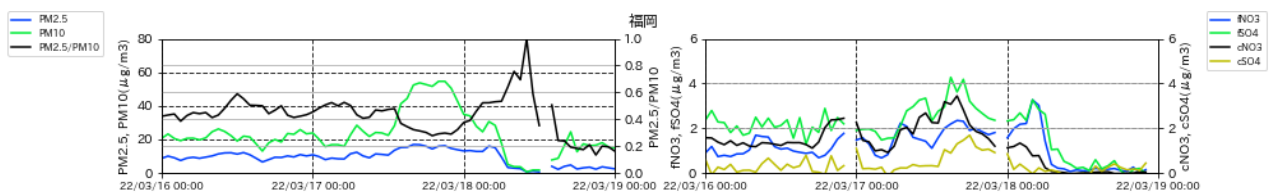


図 4-3-5-11 PM10 および PM2.5 とその成分の経時変化

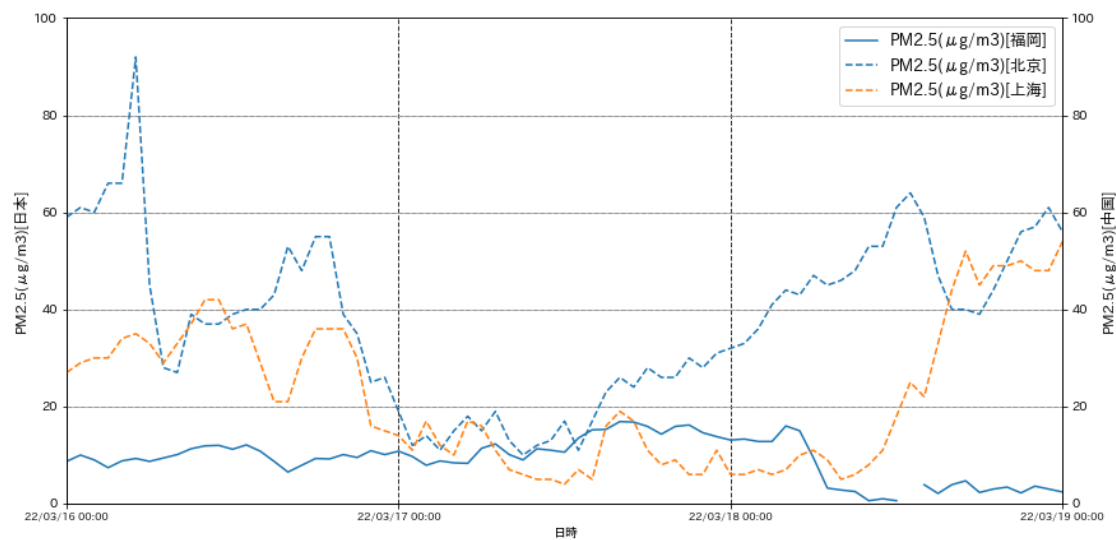


図 4-3-5-12 日本と中国での PM2.5 濃度

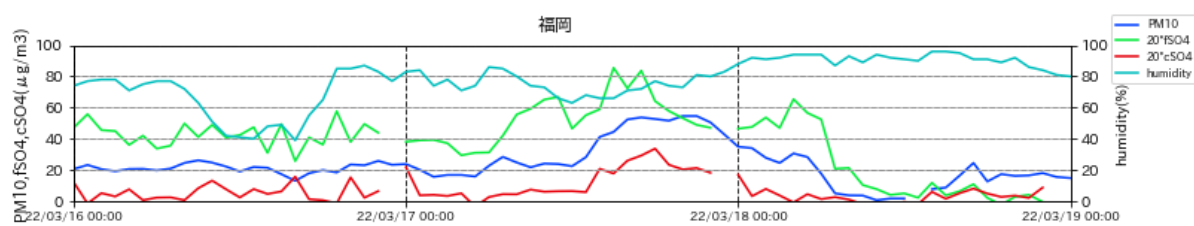


図 4-3-5-13 PM10、 fSO_4^{2-} 、 cSO_4^{2-} 、湿度の経時変化

fSO_4^{2-} 、 cSO_4^{2-} は値を 20 倍にしてある。

(6) 黄砂事例 6 2022 年 3 月 27 日～3 月 28 日

本事例における黄砂の観測地点数は、表 4-3-6- 1、図 4-3-6- 2 に示すとおりである。3 月 27 日、28 日共に福岡の 1 地点でのみ観測された事例である。

天気図（図 4-3-6- 3）を見ると、黄砂観測期間中、前線が発達しながら北東へ進んでいる様子が見られる。

この期間における SPM の 3 時間ごとの全国分布からは、3 月 27 日夜間から 28 日にかけて、北九州を中心に SPM 濃度がやや上昇する様子が見られるものの、高濃度となった地域は見られない（図 4-3-6- 4、図 4-3-6- 5）。

日本で黄砂が観測される前の大陸の状況を見ると（図 4-3-6- 6）、黄砂観測前の 3 月 24 日、25 日にモンゴルで dust、duststorm が発生している。この時の気流の状況について後方流跡線で確認したところ、3 月 27 日、28 日の両日に黄砂が観測された福岡における流跡線が、duststorm が発生していた地域を通っており、大陸からの移流があったと考えられる（図 4-3-6- 7）。CFORS についても、高濃度ではないものの、大陸からの dust 及び sulfate による全国的な影響が示されている（図 4-3-6- 8）。

ライダー黄砂消散係数としては、福岡のデータが引き続き欠測であったため、長崎におけるデータを参照した。3 月 28 日正午にかけて、黄砂消散係数及び SPM 濃度が上昇している様子が確認できる（図 4-3-6- 9）。PM_{2.5} の日平均値は、3 月 28 日に九州・四国の一部で、27 日と比べやや上昇しているものの、高濃度となった地域は見られない（図 4-3-6- 10）。

図 4-3-6- 11 には、各測定局における PM_{2.5} 日平均値/SPM 日平均値（PM_{2.5}/SPM 比）の全国分布を示した。黄砂が観測された福岡を中心に、SPM 日平均値が大きくなることに起因し、PM_{2.5}/SPM 比の値が小さい地点が多く見られる。図 4-3-6- 11 からは、黄砂が観測されていない地方であっても PM_{2.5}/SPM 比の値が 0.3 以下である地点が散見されるが、これらの地点のデータについては、SPM の日平均値及び PM_{2.5} 日平均値がいずれも小さい値であることを確認した。

黄砂観測日 3 月 28 日 0:00 過ぎには PM₁₀ がピークとなるが同時に PM_{2.5} もピークとなるため、この上昇に伴う PM_{2.5}/PM₁₀ の顕著な低下は見られない。また、人為起源汚染物質に関しても粗大粒子、微小粒子の NO₃⁻、SO₄²⁻ 全てのイオン成分で PM₁₀ とほぼ同時ピークとなっている傾向が見られる。それらの時間の各イオン成分の濃度は粗大粒子、微小粒子の NO₃⁻ で 6μg/m³ 程度、微小粒子、粗大粒子の SO₄²⁻ で 4μg/m³ 程度、2μg/m³ 程度となっている。（図 4-3-6- 12）。

なお、上海では、黄砂観測日前日の 3 月 26 日に、PM_{2.5} 濃度の上昇が見られるが 50μg/m³ 以下と高い濃度とはなっていない（図 4-3-6- 13）。

また、本事例における湿度の時系列（図 4-3-6- 14）に関しては PM₁₀ の上昇時の湿度の低下は見られなかった。

以上の通り、本事例はモンゴルにおける duststorm の影響を含んだ空気塊が、若干の人為起源汚染物質を含み、日本の限定的な地域に飛来した弱い黄砂事例と考えられる。

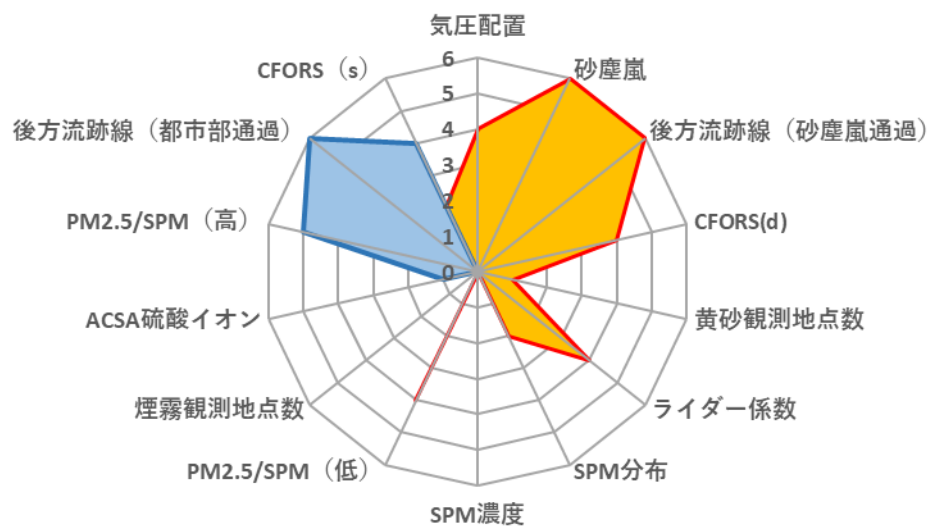


図 4-3-6-1 黄砂の特徴を示すレーダーチャート

表 4-3-6-1 黄砂観測地点

日付	地点数	観測地点名										
2022/3/27	1	福岡										
2022/3/28	1	福岡										

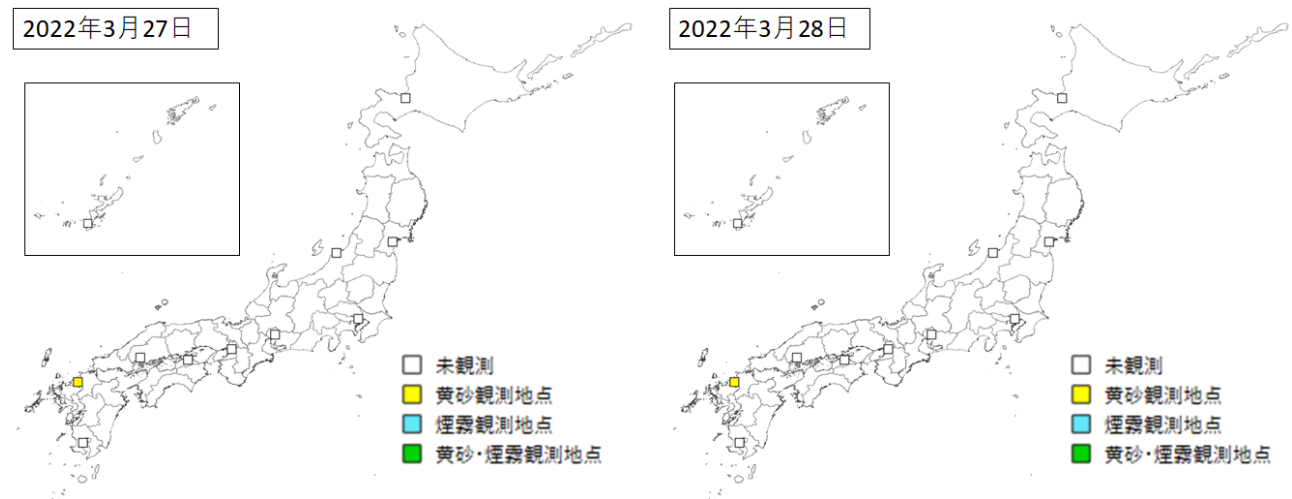
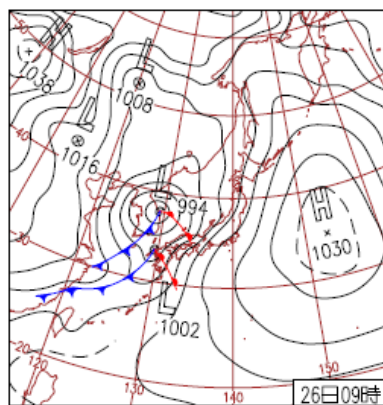
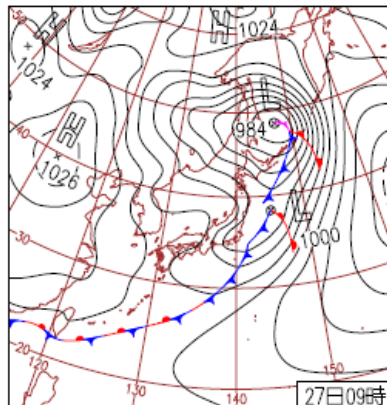


図 4-3-6-2 黄砂観測地点



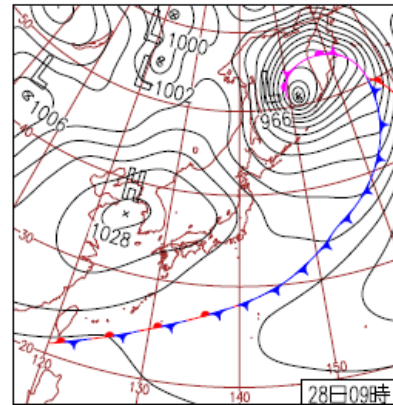
26日(土)全国的に春の嵐

発達する低気圧が日本海と西日本を進む影響で雨や風が強くなり、鹿児島県屋久島で記録的短時間大雨情報発表。富山県八尾で最大瞬間風速35.7m/sなど各地で大荒れとなった。



27日(日)東京などでサクラ満開

発達中の低気圧は北東進。沖縄付近に前線停滞。東～北日本中心に明け方まで雨、日中は概ね晴れ。東海～北日本で最高気温5月中旬並の所も。福岡市、高知市、東京でサクラ満開。



28日(月)各地でサクラ満開

沖縄～九州南部は前線や湿った空気の影響で雨。北日本ははじめ雨や雪が降ったが次第に高気圧に覆われて晴れ。その他は晴れや曇り。松山市や横浜市など7地点でサクラ満開。

図 4-3-6-3 天気図

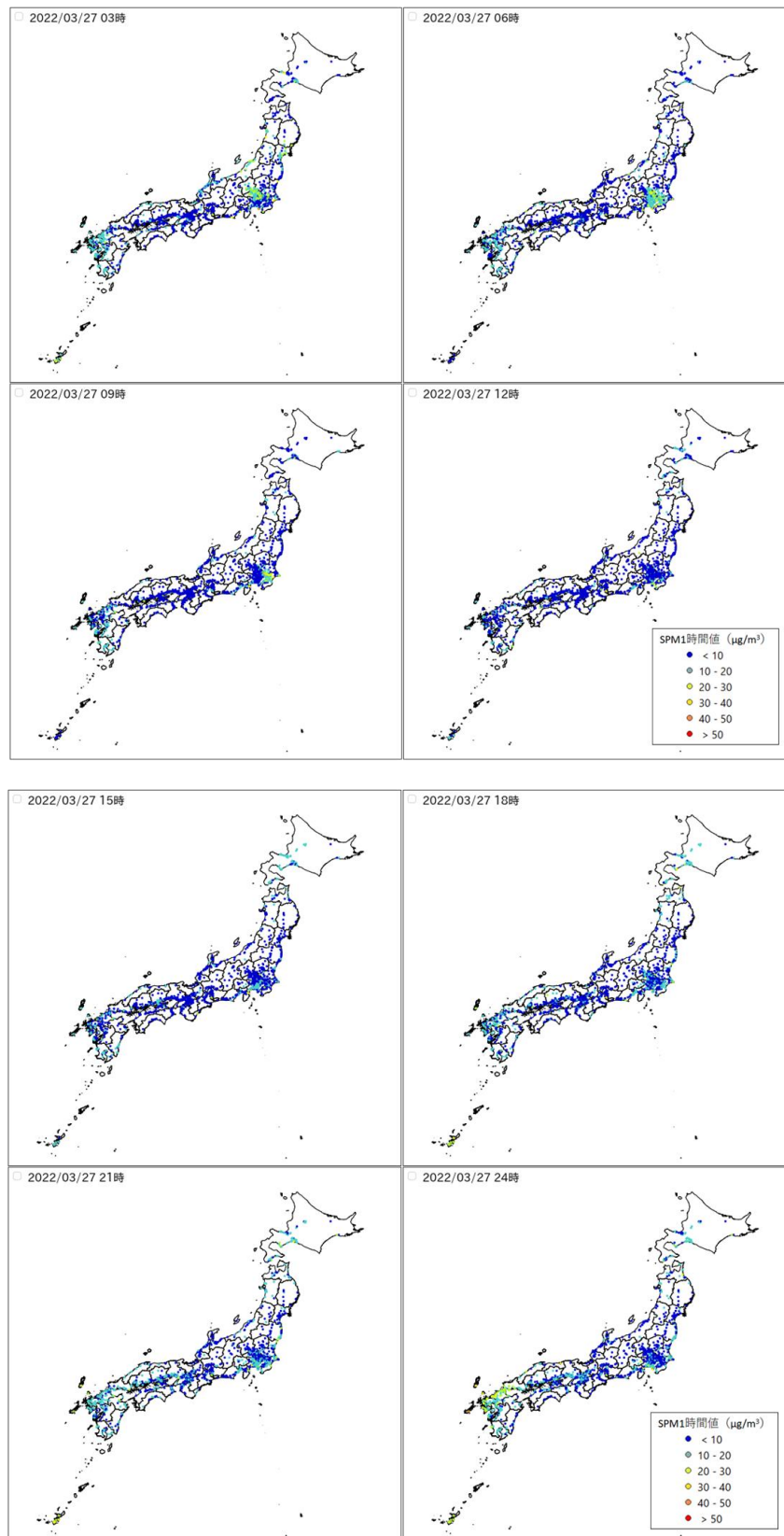


図 4-3-6-4 SPM1 時間値濃度全国分布 (2022 年 3 月 27 日)

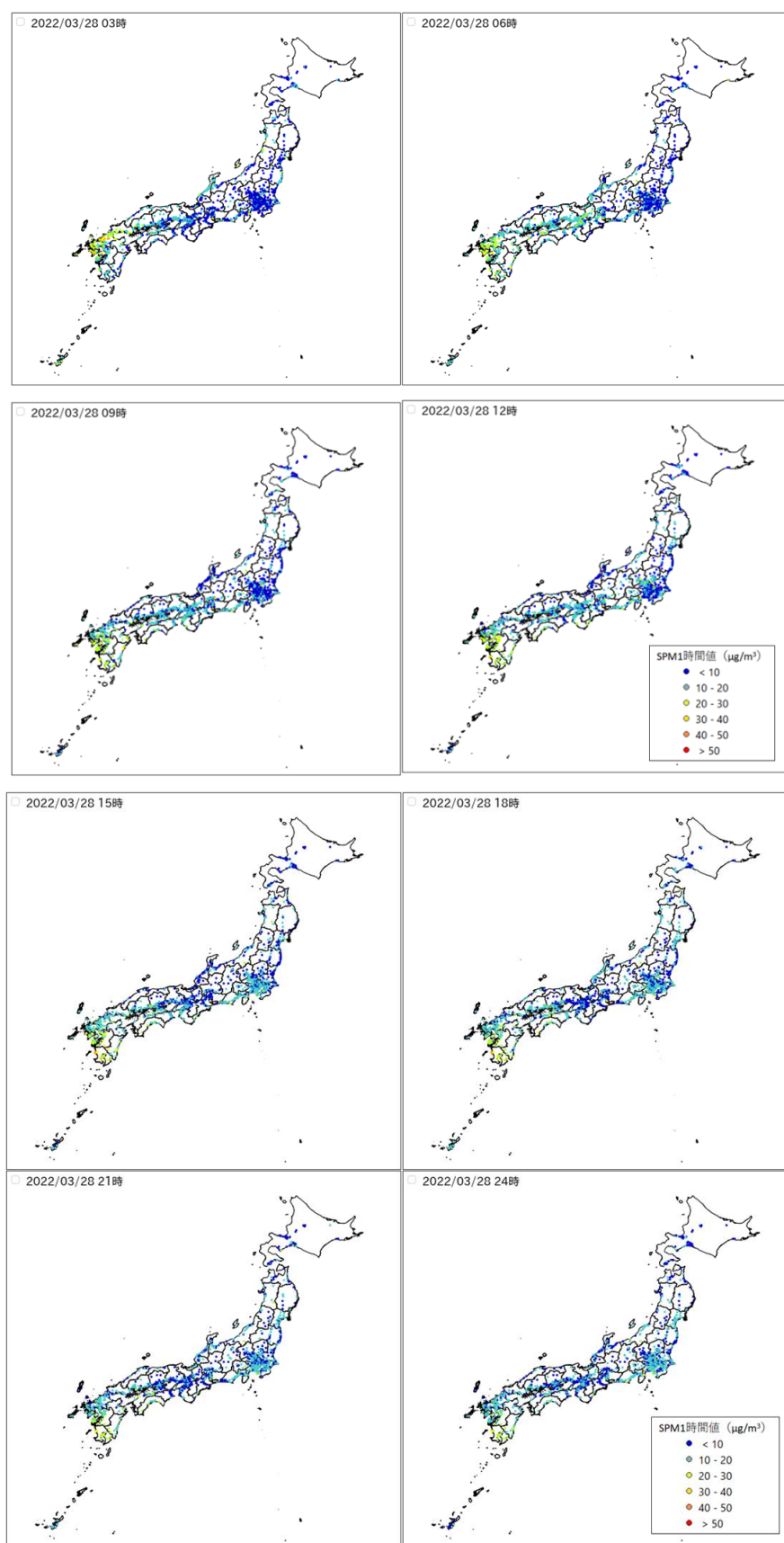


図 4-3-6-5 SPM1 時間値濃度全国分布 (2022 年 3 月 28 日)

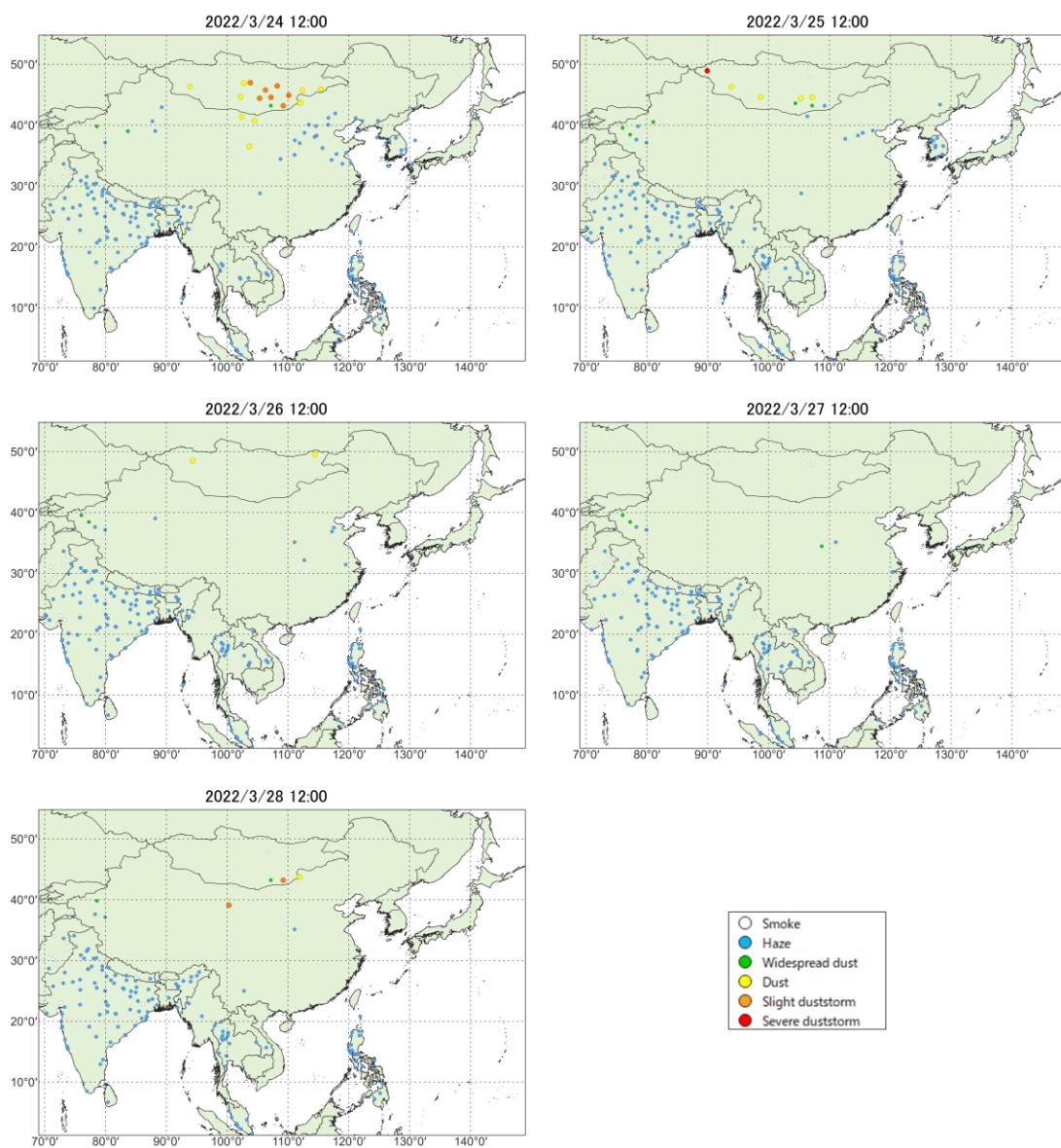


図 4-3-6- 6 砂塵嵐発生状況

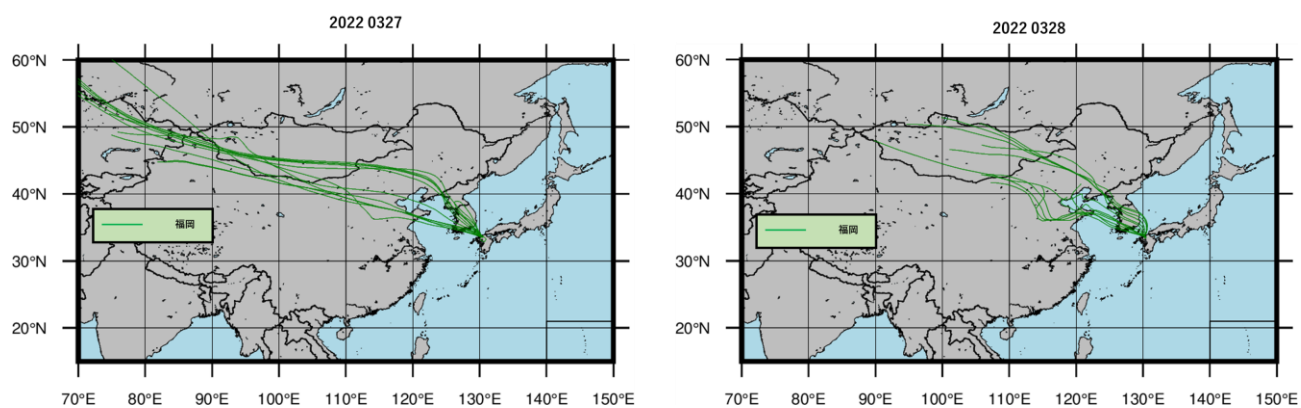


図 4-3-6- 7 後方流跡線（72 時間前より）

各地点、各黄砂観測日の 0:00 から 23:00 までの 2 時間ごと 12 時間分の、起点からさかのぼるデータを作図に利用した。これにより、ある黄砂観測日のある地点からは、12 の後方流跡線が作図される。

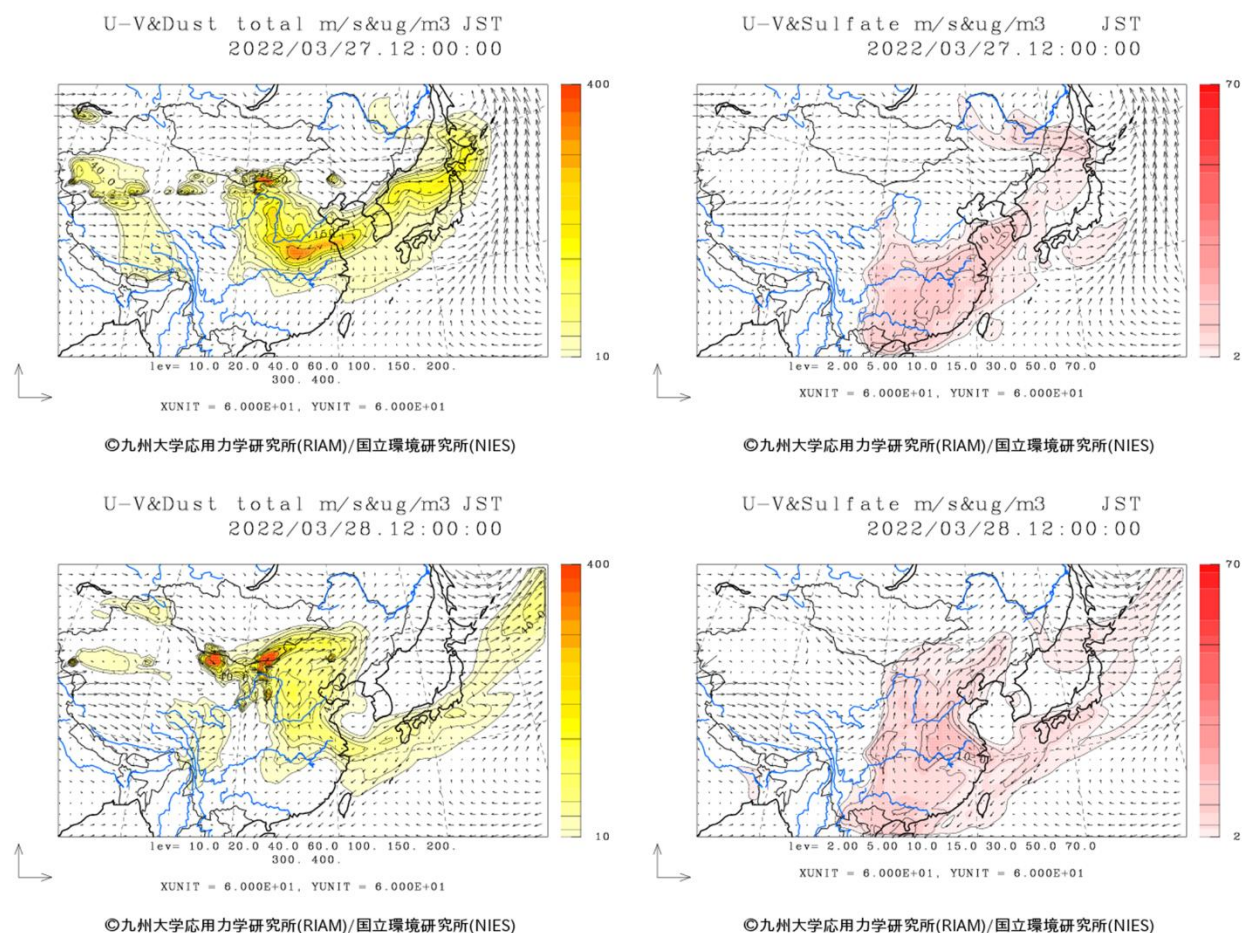


図 4-3-6- 8 CFORS(dust (左図) – sulfate (右図))予測結果

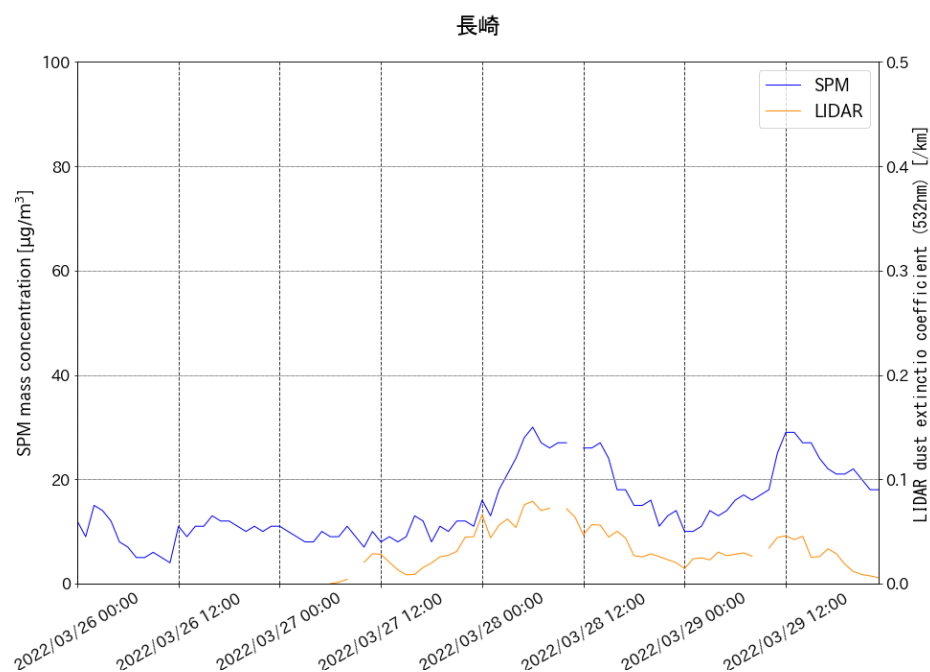


図 4-3-6- 9 ライダー黄砂消散係数と SPM の経時変化 (長崎)

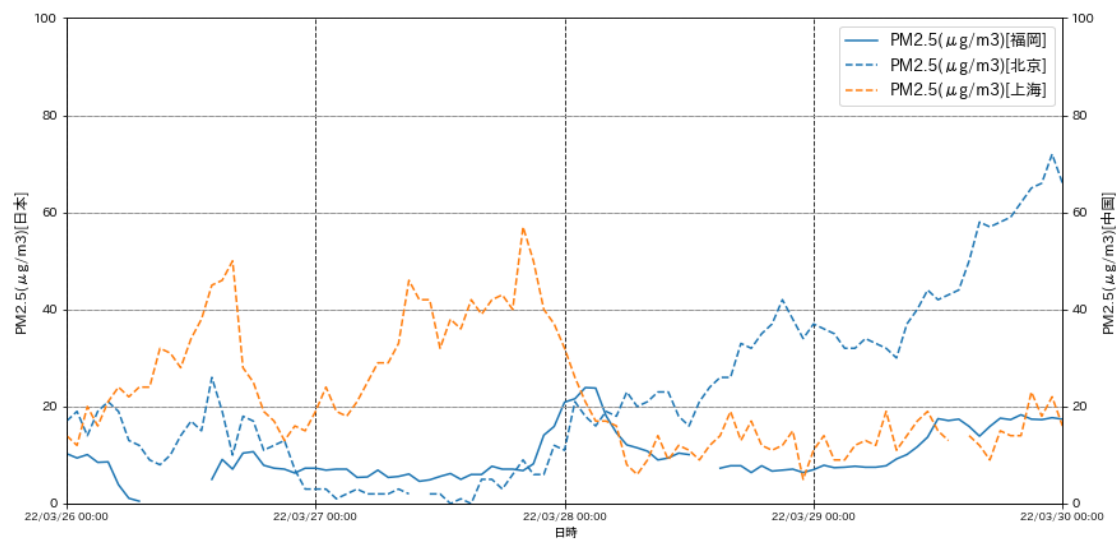


図 4-3-6-13 日本と中国での PM2.5 濃度

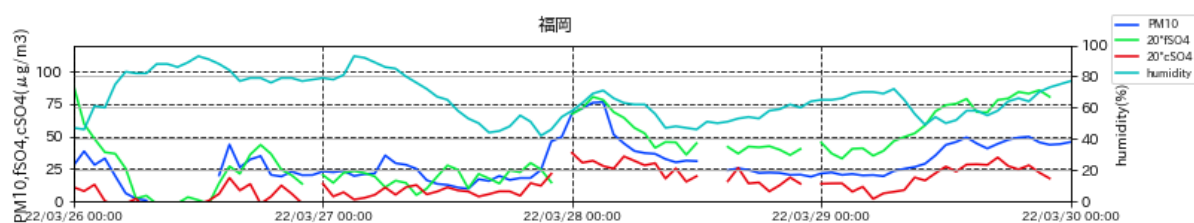


図 4-3-6-14 PM10、fSO₄²⁻、cSO₄²⁻、湿度の経時変化

fSO₄²⁻、cSO₄²⁻は値を 20 倍にしてある。