

5.3. 分類結果

各事例の特徴について示したが、5.1 で示した分類の方法に準じて分類を行い、そのうち典型事例と思われるものを以下に示す。(括弧は事例番号)

典型事例の各項目の概要は、表 5-3-1 総括表にまとめて示している。

(1) 単純黄砂

(15)2010年3月16~17日の事例は、九州と山陰を中心に27地点で黄砂が観測されており、福岡ではSPM最高濃度 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ が計測されている。3月14日にモンゴル北部で発生した砂塵が飛来したものとみられ、CFORSにおいても濃い黄砂の流れが予測されている。このケースでは硫酸イオン濃度は $9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下で低く、硫酸塩エアロゾルの飛来はみられていない。これより規模は小さくなるが、(26)2010年12月11~12日や(17)2010年4月2~3日、(9)2009年4月25~26日も同じような状況である。また、(29)2011年3月20日は東北のみに黄砂が飛来してきた珍しい事例である。

これらの事例に共通した要素は、低気圧とそれに伴う前線が日本を通過していること、モンゴル付近で砂塵嵐の発生がみられること、後方流跡線がモンゴル方向になっていること、ライダー黄砂消散係数とSPM濃度の同時上昇がみられること、硫酸イオンが $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下と上昇していないこと、CFORSでdustの飛来が予測されていること、SPM濃度上昇時 $\text{PM}_{2.5}/\text{SPM}$ 比が0.5以下と低いことなどである。

(2) 混在黄砂

黄砂の影響が大きく硫酸イオン濃度は通常よりやや高い場合($10\sim 15\mu\text{g}/\text{m}^3$)と、硫酸イオン濃度が高く($15\mu\text{g}/\text{m}^3$)同時に黄砂飛来も確認できる場合がある。

また、混在黄砂にはいくつかのパターンがあり、硫酸イオン濃度が黄砂の飛来と同時に上昇するケース、黄砂が来る直前に硫酸イオン濃度が上昇するケース、硫酸イオン濃度が上昇している福岡では黄砂は見られないが東北・北海道などの北の方では黄砂が飛来しているような地域で分かれるケースなどの特徴がみられた。

黄砂の規模が大きくかつ硫酸イオンの濃度が高いのは、(22)2010年5月20~22日で、黄砂は24地点で観測され、硫酸イオン濃度は $43\mu\text{g}/\text{m}^3$ と非常に高い。(4)2009年2月11~13日も黄砂が19地点の観測で、硫酸イオン濃度は $41\mu\text{g}/\text{m}^3$ である。(22)2010年5月20~22日の事例は、移動性高気圧の通過があり、後方流跡線も中国沿岸部とモンゴル方向がみられ、更にCFORSにおけるdust、sulfateともに日本への飛来を示している。福岡における硫酸イオン濃度の上昇はSPM濃度の上昇と同時であり、黄砂と一緒に飛来したものと考えられる。また、 $\text{PM}_{2.5}/\text{SPM}$ 比もこの間一貫して0.8~0.9の高い値で推移している。同様に、(4)2009年2月11~13日の場合も、後方流跡線が中国沿岸部から次第にモンゴル方向へ移っている。硫酸イオン濃度の上昇もSPM濃度の上昇した時期と重なっており、また $\text{PM}_{2.5}/\text{SPM}$ 比も前例と同じように0.6以上の高い値で推移している。(8)2009年3月16~19日、(25)2010年12月3~5日の場合は、硫酸イオンの濃度はさほど高くないが、硫酸イオン濃度とSPM濃度の経時変化の様子から同時に飛来してきたと考えられる。

一方、硫酸塩エアロゾルが先行しその後黄砂が飛来するケースとしては、(16)2010年3月20~24日、(24)2010年11月12~15日、(13)2009年12月26~27日が代表事例としてあげられる。(16)2010年3月20~24日は、個別の事例状況の中でも示したとおり過去にあまり例をみない程の大規模な黄砂であった。黄砂が飛来する直前、福岡では $19.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ の硫酸イオン濃度があり、その後SPM濃度の急激な上昇を示している。20日夜の後方流跡線は中国沿岸部を示し、21日にはモンゴル方向へと変わっている。CFORSのsulfateの予測でも20日21時に濃い流れが予測されている。(24)2010年11月12~15日には直前に $13\mu\text{g}/\text{m}^3$ の硫酸イオン濃度を、(13)2009年12月26~27日には $22\mu\text{g}/\text{m}^3$ をそれぞれ示しており、同様の

状況になっていたと考えられる。

また、(11)2009年5月19日は、東北で黄砂の飛来がみられ、福岡では黄砂の兆候はなく硫酸イオン濃度が上昇している地域で分かれた事例と思われる。

(3) 硫酸塩エアロゾル

硫酸塩エアロゾルの上昇により、全国的な SPM 濃度上昇が出現したと考えられる事例は、(28)2011年2月4～9日である。移動性高気圧の通過、それに伴う中国沿岸部からの気塊の流れ、東アジア全域での Haze の観測、ライダー球形消散係数と SPM 濃度の同時上昇、PM_{2.5}/SPM の高い比率、硫酸イオンの高濃度など、いずれも、典型的な大陸からの飛来による煙霧の影響とみることができる。同じような状況がみられるのは(2)2008年5月22～23日である。

また、黄砂日ではあるが、黄砂の影響はほとんど見られず、硫酸塩エアロゾルの影響が強いと思われるのが、(10)2009年5月8日である。

表 5-3-1 総括表

分類	事例番号	期日			分類要素										概要							
		年	月	日	SPM全国濃度分布		天気図	黄砂発生	流跡線方向	CFORS		ライダー		硫酸イオン最高濃度 (μg/m³)		PM _{2.5} /SPM (福岡)						
					上昇地域	最高濃度 (μg/m³)				dust	sulfate	黄砂消散係数 & SPMの相関係数	球形消散係数との関係									
単純黄砂	15	2010	3	16	九州・山陰	福岡 150	北海道に低気圧でそれに伴う前線が日本南岸に。	14日にモンゴル北で	モンゴル	17日に薄い流れ		16日	0.934	9.0	0.25	九州から山陰を中心にSPMが上昇しており、中規模の黄砂である。硫酸イオンの濃度も低く影響は少ない。						
		2010	3	17		和歌山 47											長崎 0.943	4.1				
	26	2010	12	11	九州と中国地方	福岡 140	北海道を低気圧通過し、前線が日本全体へ。	9日にモンゴルで	モンゴル	九州・中国へ薄い流れ	九州へ・中国へ	長崎 0.929	0.694	6.1	0.4~0.5	九州・中国へ飛来してきた黄砂。						
		2010	12	12		宮崎 60						富山 0.685					4.3					
	17	2010	4	2	北海道・東北 北海道・九州	秋田 110	オホーツク海に低気圧それから延びる前線が日本東岸へ。	3月30日にモンゴル北部で	モンゴル	薄く日本を覆う	薄く飛来	長崎 0.806	0.694	6.6	0.2	北日本に飛来してきた黄砂で、3日には九州へも来ている。硫酸エアロゾル飛来の様子はない。						
2010		4	3	青森 87													7.4	0.45				
9	2009	4	25	主に沖縄での上昇	沖縄 400	九州を低気圧通過にそれに伴う前線が南岸に。	22・23日モンゴルで・大きい	沖縄でモンゴルから	中国中部から九州へ	九州へ薄く	辺戸岬 0.856	0.694	8.5	0.35	沖縄を中心にした黄砂							
					2009						4					26	沖縄 70		4.9			
29	2011	3	20	東北地方	宮城 211	樺太付近に低気圧。前線が接近。	17日にモンゴル北部で	モンゴル						宮城 0.4	東北地方に影響を及ぼした黄砂。							
混在黄砂	同	22	2010	5	20	九州から北陸まで	熊本 200	21日に南岸に前線	中国沿岸部	21日に日本へ濃い流れ	21, 22日九州から全国へ			43.1	0.8~0.9	全国的に広がり、濃度も高い黄砂であるが、同時に九州には濃い硫酸塩エアロゾルも飛来している。						
			2010	5	21	さらに東北まで広がる	岡山 230										17日にモンゴル北部で	モンゴル			21.6	
			2010	5	22		香川 200														12.2	
		4	2009	2	11	九州・中国	熊本 160	九州南岸に前線	11日にモンゴル北部で	中国沿岸部	西日本へ	松江 0.820	長崎&太宰府 SO ₄ ²⁻ と同期	41.4	0.6	九州・中国・関西まで広範囲に黄砂が飛来している。同時に福岡での硫酸塩も非常に高い。						
			2009	2	12		愛媛 210										モンゴル	西日本へ	30.0			
	8	2009	3	16	中国・関西	静岡 130	日本南部を移動性高気圧通過	14・15日にモンゴルで・大きい	中国沿岸部	日本海へ	東北へ	松江 0.962	長崎	5.3	0.4	大きな黄砂であるが、流跡線等汚染質の飛来の可能性もある。中国、韓国でPM ₁₀ が高濃度を示し、さらにソウルでは17日にHazeと黄砂を観測している。						
						2009											3	17	新潟 150		8.8	
						2009											3	18	日本中部	兵庫 168		10.6
						2009											3	19	日本中部	宮城 96		10.1
	25	2010	12	3	九州・中国	長崎 200	日本中部に低気圧通過で南岸に前線が延びる	11月30日にモンゴル中部で	モンゴル	3日九州・四国への流れ	3日に九州の南から飛来	松江 0.605	0.605	18.2	0.4	3日は、福岡でSPMの上昇と同時に硫酸塩イオンも上昇している。黄砂とともに到来したと考えられる。						
		2010	12	4		沖繩 70											2.3					
		2010	12	5		沖繩 70											3.1					
	先行	16	2010	3	20	夜に九州山陰	福岡 845	20日から低気圧が近づき、21日には北海道東に低気圧とそれから前線が日本東岸に延びる	中国沿岸部	九州へ少し	日本全国を覆う	長崎 0.990	長崎	12.8	0.2	硫酸イオンは19日21時に19.6となり、20日に次第に減少した後、20日18時頃から、過去最大級の黄砂(最高800超)が飛来している。その後、SPM高濃度は北上し北海道まで広がった。濃度のピーク(500~800)は2時間毎に北に移動している。21日18時頃に千葉県付近を最後に終了している。						
2010			3	21	午前中に全国に広がる	兵庫 896	19日にモンゴル付近で大きい										モンゴル			12.0		
2010			3	22	沖繩	沖繩 300														3.7		
2010			3	23		鹿児島 250													5.1			
2010			3	24		沖繩 100													4.7			
24	2010	11	12	九州・中国・北陸 関東まで広がる	福岡 400	低気圧が北海道を通過し、それに伴う前線が日本全体へ延びている。	10日にモンゴル中部で	モンゴル	12日日本への強い流れ	薄く日本を覆う	松江 0.872	0.908	12.3	0.3	黄砂飛来直前に10を超える硫酸イオンが飛来し、その後は黄砂のみと考えられる。							
	2010	11	13		岡山 250											5.7						
	2010	11	14		佐賀 300											6.7						
13	2009	12	26	関東以西全域	宮崎 260	日本南岸に前線	24日にモンゴル全域で	モンゴル		26日九州へ	長崎 0.966	0.966	22.2	0.3	関東や東北など全国的に広がった黄砂。硫酸イオンの上昇は20日の夜中の1時まででその後減少。中国、韓国でPM ₁₀ の高濃度示し、韓国では25日がHazeが観測されている。							
					2009						12					27	石川 150		3.6			
地域分離	11	2009	5	19	上昇少ない	青森 70	九州南岸に前線	16日にモンゴル北部で	モンゴル	日本北部へ	日本全体	札幌 0.6183	長崎&太宰府 SO ₄ ²⁻	14.5	0.8	東北を中心に飛来した小さな黄砂。九州で硫酸エアロゾル飛来の様子がある。						
硫酸塩エアロゾル	28	2011	2	4	九州から東北まで	島根 300	移動性高気圧が九州南部を通過。7日は東岸に前線。	東アジア全域でHazeを観測	中国沿岸部			松江 0.971	SPMと相関	-	-	東アジア全域でHazeを観測し、国内でのSPM濃度も最高で400 μg/m ³ 超す地点があるような全国的に広がる大規模な煙霧の到来である。						
		2011	2	5		鹿児島 250																
		2011	2	6		長崎 400																
		2011	2	7		鹿児島 200																
		2011	2	8		宮崎 300																
2	2008	5	22	全国的	福岡 153	移動性高気圧通過	20日にモンゴル東部で	中国沿岸部	中国中部から東北へ	日本全体	松山 0.9206	0.833	30.5	0.9	東北・北海道は黄砂の可能性あるが、全体としては硫酸塩エアロゾルの影響が大きい							
					2008						5					23	岡山 150		22.8			
					10						2009					5	8	九州	鹿児島 97	九州を移動性高気圧通過	8日にモンゴル北部で	福岡で中国沿岸部