

(3) 分類項目の点数化とその表示

表9-3-1に示すように、数値をもとに分類するもの6項目、図から分類するもの7項目について、それぞれ満点を6として点数化する。2009～2014年度の38の黄砂事例を項目毎に点数化し、黄砂項目と煙霧項目に分けて合計点数を算出する。さらに合計点数を満点で除し、それぞれの指数とする。これらの結果を表9-3-2に示す。併せて、過去に各事例を分類した判断を右端に示している。黄砂関連項目の合計値と混在関連項目の合計値を、事例毎に図9-3-1に示している。事例毎に、黄砂様相を明確に示しているものとそうでないもの、また混在の程度と黄砂との強度の違いなどをみることが出来る。また、各事例を過去の分類での単純黄砂・混在黄砂に分けて、横軸を黄砂点数、縦軸を混在点数として図9-3-2に分布を示している。

黄砂の判定は、非黄砂時が黄砂指数16.7%であることから、少なくとも20%以上が適当であり、最低は2013/3/16の24.1%である。

混在であることの判定は、単純黄砂での混在指数平均値は34.8%、混在黄砂は55.6%となる。基準を45%とすると、過去の判断から外れるのは単純黄砂で15事例中2事例、混在では22事例中5事例となり、概ね基準の目安となると思われる。

さらに、個々の事例での特徴を明らかにするために、事例毎にチャートを作成した。この図から、黄砂の明確さとその特徴がわかり、また混在の程度も比較・対照できる。

表9-3-1 各項目の点数化一覧表

項目名	6	5	4	3	2	1	0
P_地点数	>30	20-30	15-20	10-15	5-10	0-5	0
P_SPM濃度	>300	200-300	150-200	100-150	50-100	0-50	0
P_PM2.5/SPM	<0.4	0.4-0.5	0.5-0.6	0.6-0.7	0.7-0.8	0.8-0.9	>0.9
P_煙霧地点数	>30	20-30	15-20	10-15	5-10	0-5	0
P_PM2.5/SPM混	>0.9	0.8-0.9	0.7-0.8	0.6-0.7	0.5-0.6	0.4-0.5	<0.4
P_硫酸イオン	>30	25-30	20-25	15-20	10-15	5-10	0
	6		4		2		0
P_気圧配置	◎		○		△		×
P_砂塵嵐	◎		○		△		×
P_後方流跡線	◎		○		△		×
P_SPM分布	◎		○		△		×
P_CFORS(d)	◎		○		△		×
P_ライター係数	◎		○		△		×
P_CFORS(s)	◎		○		△		×

事例の中で、特徴が明確なチャートのうち、単純黄砂の事例を図9-3-3に、混在黄砂の事例を図9-3-4に示す。単純黄砂事例では、黄砂の評価点は満点に近く、混在の要素は低い。混在黄砂とみられるものは、混在要素の点数が高く、黄砂要素は高くなっている。煙霧単独の事例を図9-3-5に示している。一方、黄砂飛来と予想されたが、全くその兆候がなかった事例が図9-3-6であり、その点数は非常に低い。また、気象台の黄砂観測はなかったが、ライダー黄砂消散係数をもとに黄砂として検出された事例が図9-3-7である。黄砂地点数以外は高い評価になっている。

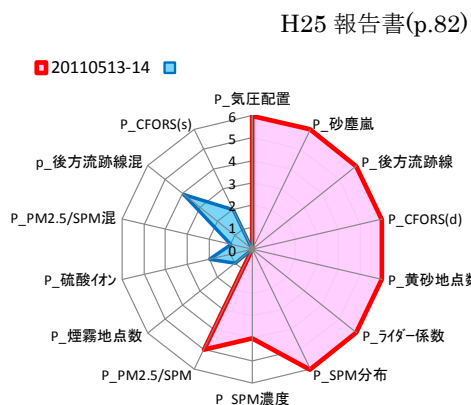


図 9-3-3 単独黄砂と評価される事例

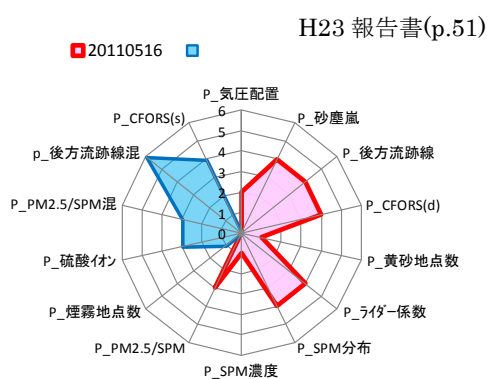


図 9-3-4 混在黄砂と評価される事例

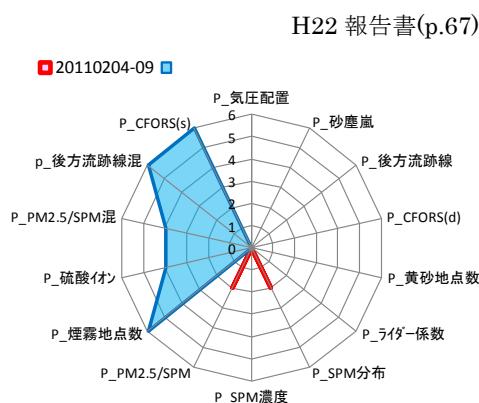


図 9-3-5 大規模煙霧の事例

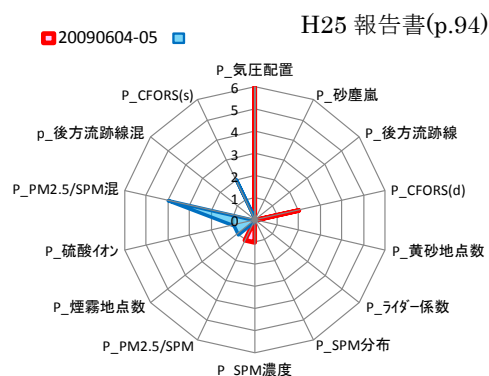


図 9-3-6 非黄砂・非混在の事例

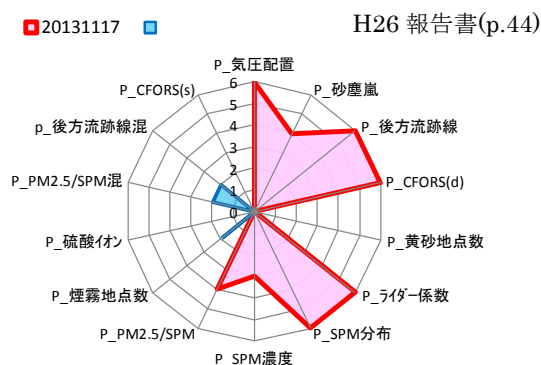


図 9-3-7 ライダー検出黄砂(長崎) の事例

2014年度の黄砂について、同様の方法で各事例の評価指数（図 9-3-8）とチャート（図 9-3-9）を作成した。

黄砂の指数が高かったのは、5月26～6月1日、2月22～25日、3月22～23日の事例である。混在の影響が大きいのは3月22～23日や5月26～6月1日と推察された。

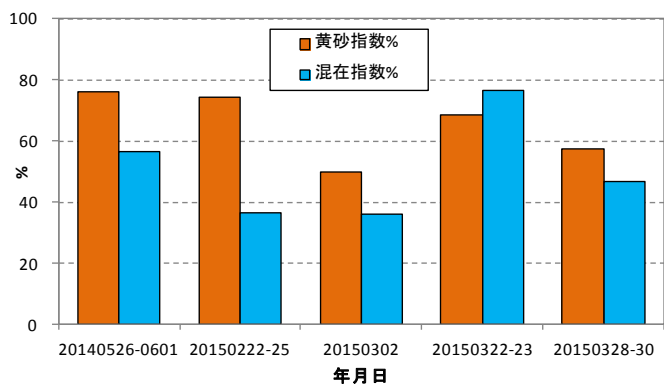


図 9-3-8 2014年度黄砂の事例毎の評価指数

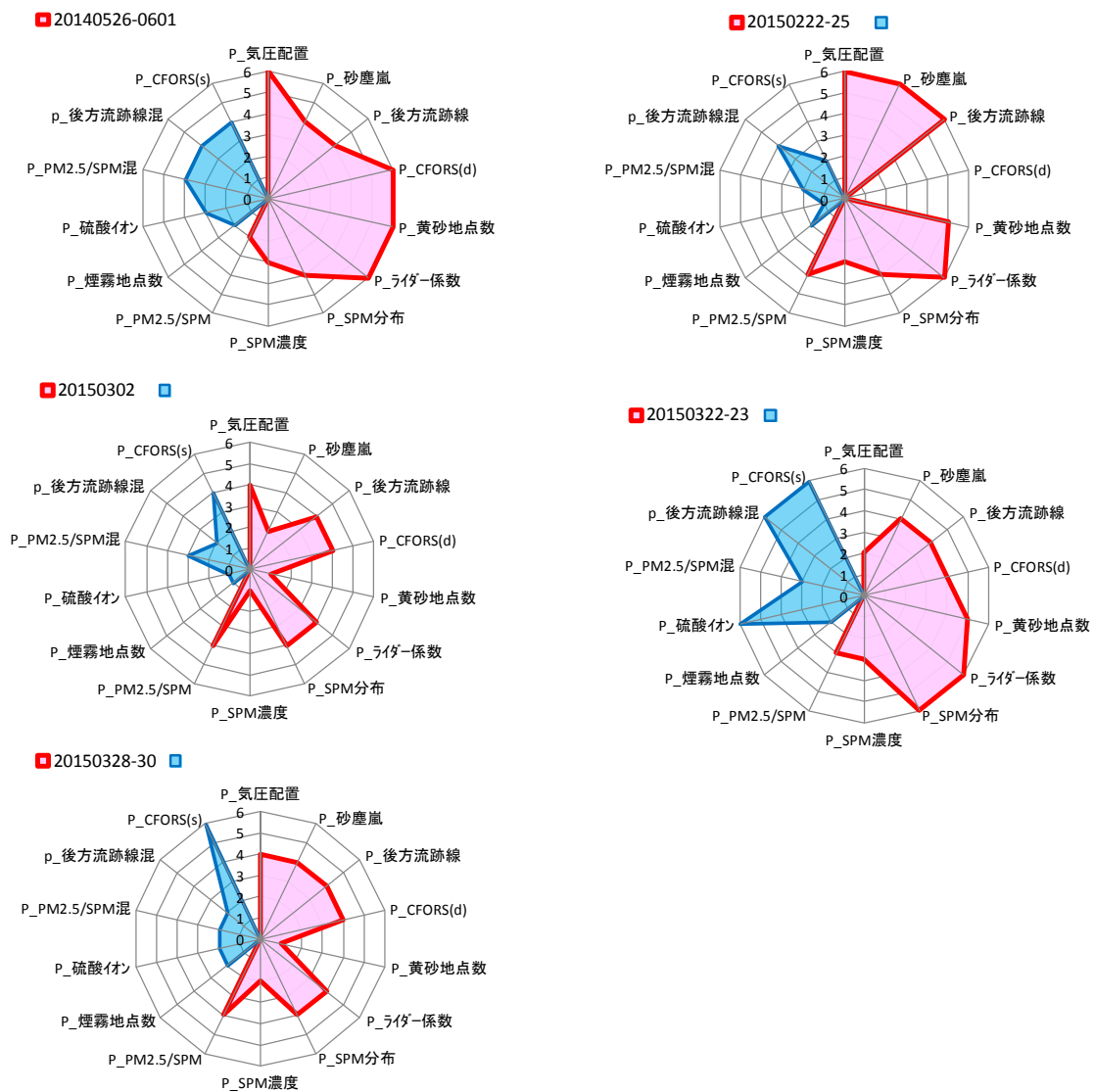


図 9-3-9 2014年度黄砂のチャート

10. 今後の課題

環境省による黄砂実態解明調査は、およそ10年間継続して実施されてきた。この間の調査で分かったことと、まだ十分に分かっていないことを整理した。

日本での黄砂の観測（气象台）は、2001年度以降では年平均25日程度で、最大47日、最小7日と年度毎のばらつきが大きい。近年は、20日以下と少ない日数で推移している。月変化では、4月が最も多く、3～5月の春期で80%を占めている。地域的には、九州・中国地方での観測が多い。

環境省では、これらの観測結果も踏まえつつ、黄砂の飛来状況や成分など、その実態をより科学的に解明するため、黄砂実態解明調査を実施している。これまでの環境省の調査でわかったことを以下に列挙する。

○黄砂の日本への飛来は、黄砂の観測、天気図、中国大陸での砂塵嵐の発生状況などの气象台での観測に加え、ライダー黄砂消散係数の上昇、 $PM_{2.5}/SPM$ 比、後方流跡線、SPM濃度の全国分布、CFORS(Dust)による予測などが有効である。

その内容は、

- ・ライダーの黄砂消散係数の上昇により、非球形粒子（黄砂）の存在を確認できる。従って、气象台で黄砂と観測されていないケースについても、黄砂の検出を行える。
- ・黄砂単独の場合、 $PM_{2.5}/SPM$ 比が低く0.5位まで減少し、汚染物質が混在した黄砂の場合、 $PM_{2.5}/SPM$ 比が比較的高く $PM_{2.5}$ 濃度が上昇する。
- ・大気汚染物質が黄砂と同時に飛来してきている（混在黄砂）か否かは、硫酸イオン濃度によって、ある程度把握が可能である。
- ・天気図では、日本の南東岸に前線があるような気圧配置で多くみられる。
- ・日本での黄砂観測の1～3日前には、モンゴルから中国内モンゴルの砂漠・乾燥地帯で砂塵嵐が発生していることが多い。
- ・後方流跡線が、この地域からの直線的な流れを示すことが多い。
- ・SPM濃度が、かなり広い範囲で同時に上昇する様子がみられる。
- ・CFORS(Dust)により黄砂の飛来を、ある程度予測できる。

○以上のようなことを、総合的に検証することによって、黄砂か否か、黄砂単独であるか汚染物質を混在しているかなどを判断できる。

○黄砂での大気汚染物質の混在について、農薬の調査を行った結果、検出限界以下であるケースが多かった^{5),6)}。

○黄砂と同じように視程の悪化を招く煙霧についても解析したところ、煙霧の観測は年平均280日で黄砂よりも圧倒的に多いが、経年変化では、年々減少傾向がみられている。煙霧時において、 $PM_{2.5}$ 濃度が $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上になる割合は高い。地域的には九州と関東での観測が多く、九州では中国大陸からの越境による影響、関東では国内発生源による影響と思われるケースが多い。

まだ十分に分かっていないこととしては、

- ・ $PM_{2.5}$ 濃度上昇における黄砂の寄与
 - ・混在黄砂における汚染物質の成分とリスク
 - ・小さな黄砂の検出及びその判定の精度向上
- などがあげられる。

- 今後、黄砂飛来を示す要素について、カテゴライズの更なる検討を図り、要素のプライオリティについて検証する必要がある。また、混在黄砂が含まれる空気塊についても、その成分、PM_{2.5}への影響など、さらに多くの事例を解析し、空間的な把握や汚染経路などの詳細を明らかにしていくとともに、黄砂と汚染物質の混在状態変化や黄砂粒子表面に付着する成分にも着目し検討を進めていく必要がある。
- 黄砂現象や煙霧現象時に PM_{2.5} 濃度が上昇し、環境基準値である日平均値 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過する事例が多いことが明らかになってきている。また、煙霧現象と黄砂現象をリアルタイムに区別するために、PM_{2.5}/SPM の比の変化を調べていくことも有効なことと思われる。全国において PM_{2.5} の常時監視局の拡大、成分分析データの蓄積を進めることにより、PM_{2.5} 濃度の上昇に対する黄砂の寄与、長距離輸送された気塊による煙霧の寄与を解明していく必要がある。
- 黄砂による人への健康リスクを検討する観点から、黄砂に付着する細菌に関するデータの収集や、その分析方法等について検討していく必要がある。
- 汚染混在型黄砂や PM_{2.5} に関する地域レベルでの地上濃度を予測することが社会的に期待されている。そのような予測に役立つ指標成分や常時監視手法の検討を進める必要がある。
- 現在、日本・中国・韓国でのモニタリング・予測などの黄砂共同研究が進行している。黄砂問題検討会と日中韓黄砂共同研究(DSS-WG1)との連携を深め、海外情報の取り込みや、日本の状況の反映など情報共有を進める必要がある。このような研究が、アジア地域全体の黄砂発生源対策、さらには黄砂の汚れ度を低減化できるような技術協力へと進展することが望まれる。

参考文献リスト

1. 「環境省」2007：黄砂実態解明調査中間報告書
2. 「環境省」2009：黄砂実態解明調査報告書
3. 「環境省」2010：黄砂飛来状況報告書
4. 「環境省」2011：平成22年度黄砂飛来状況報告書－平成21年度における黄砂実態解明調査
5. 「環境省」2012：黄砂実態解明調査中間報告書－平成20～22年度－
6. 「環境省」2013：平成23年度黄砂飛来状況調査報告書
7. 「環境省」2014：黄砂実態解明調査報告書（平成15～24年度）
8. 「環境省」2015：平成25年度黄砂飛来状況調査報告書
9. 「環境省」HP（環境省大気汚染物質広域監視システム）：<http://soramame.taiki.go.jp/>
10. 「環境省」HP（POPs モニタリング結果）：<http://www.env.go.jp/chemi/pops/index.html>
11. 「気象庁」HP（地球環境のデータバンク黄砂）
http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/kosahp/kosa_data_index.html
12. 「気象庁」HP（日々の天気図）：<http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/index.html>
13. 「気象業務支援センター」：世界気象資料、気象庁月報
14. 「気象庁」HP（過去の気象データ）：<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
15. 「国立環境研究所」HP（ライダー（レーザーライダー））：<http://www.lidar.nies.go.jp/>
16. 「国立環境研究所」HP（東アジア域黄砂・大気汚染物質分布予測（CFORS））
<http://www-cfors.nies.go.jp/~cfors/index-j.html>
17. 「アメリカ海洋大気圏局 NOAA」HP ARL HYSPLIT（後方流跡線）
<http://ready.arl.noaa.gov/hysplit-bin/trajsrc.pl>
18. A. Shimizu, N. Sugimoto, I. Matsui, I. Mori, M. Nishikawa, M. Kido : Relationship between Lidar-derived Dust Extinction Coefficients and Mass Concentration in Japan, SOLA, Vol7A, 1-4, 2011
19. 後藤隆久、岩本真二、日下部正和：日本に飛来する黄砂の分類について、第53回大気環境学会年会講演要旨集、487（2012）
20. 日下部正和、後藤隆久、岩本真二：ライダー黄砂消散係数とSPM濃度による黄砂検出の検討、第53回大気環境学会年会講演要旨集、488（2012）
21. 日下部正和、岩本真二：黄砂・煙霧時におけるPM_{2.5}の環境基準超過について、第54回大気環境学会年会講演要旨集、491（2013）
22. 日下部正和他：日本における黄砂飛来の影響－平成25年度黄砂実態解明調査結果概要（10年間のまとめ）－、第55回大気環境学会年会講演要旨集、475（2014）
23. 島山史郎他：中国から東シナ海を経て沖縄まで輸送されるエアロゾル中の主要イオンの関係、エアロゾル研究、21、2、147-152（2006）
24. 兼保直樹、杉本伸夫、清水厚、山本重一、河本和明：ライダー観測によるダストの推定と地上観測によるエアロゾル質量濃度の比較、大気環境学会誌、47、6、285-291（2012）
25. 鶴野ら：九州北部で2014年5月下旬から1週間継続した黄砂と高濃度大気汚染現象のオーバービュー、大気環境学会誌、51（1）44-57（2016）
26. Bressi, M., Sciare, J., Gherzi, V., Mihalopoulos, N., Petit, J.-E., Nicolas, J. B., Moukhtar, S., Rosso, A., Féron, A., Bonnaire, N. Poulakis, E., Theodosi, C. Sources and geographical origins of fine aerosols in Paris (France), Atmos. Chem. Phys., 14, 8813-8839. (2014)
27. 「アメリカ国務省 Mission China」 <http://www.stateair.net/web/historical/1/1.html>