

黄砂飛来時における有害大気汚染物質の高濃度事例

花石 竜治 対馬 典子 安田 徳彦 秋田谷 礼治 松尾 章

平成17年4月の有害大気汚染物質モニタリングでは、青森県内で高濃度のベリリウムが観測され、その日の気象などを考察したところ、黄砂が飛来していたことが明らかになった。これに付け加えて、常時行っている酸性雨調査で3月から5月初旬にかけて採取した不溶性（乾性）沈着物のベリリウム降下量やその中のベリリウム品位を測定した。その結果、黄砂が飛来してきたときにベリリウム降下量やその品位が高くなっていることが判明した。以上のことから、平成17年4月の有害大気汚染物質モニタリングのベリリウムの高濃度事例は、黄砂によるものであることが判明した。

Key words: beryllium, suspended particulates, yellow sand, acid rain, dry deposition

1. 緒 言

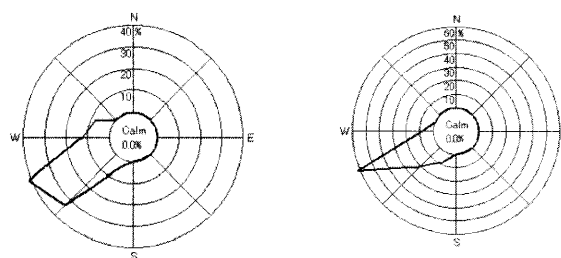
平成17年4月の有害大気汚染物質モニタリングでは、青森市および八戸市で、従来の測定値を1桁程度上回る濃度のベリリウムが観測された。本報告は、その原因を探ることを目的とする。

2. モニタリング期間の気象条件等

平成17年4月の有害大気汚染物質モニタリング期間の気象条件などを表1および図1にまとめた。青森市、八戸市双方で西南西の風が卓越しており、また降水もほとんどなかった。

表1 平成17年4月の有害大気汚染物質モニタリングの気象条件など

	青森市堤小学校		八戸市八戸小学校	
調査日時	4/21 9:33 ~	4/22 9:33	4/21 11:19 ~	4/22 11:19
天 候	曇り		曇り	
主 風 向	西南西		西南西	
平均風速 (m/s)	4.4		5.7	
平均気圧 (hPa)	1002.7		999.2	
平均気温 (°C)	9.7		9.6	
平均湿度 (%)	58		57	
降 水 量 (mm)	0.0		0.0	

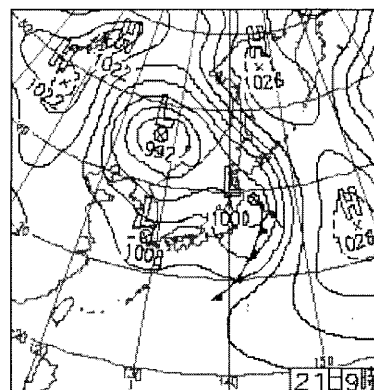


(a) 青森市

(b) 八戸市

図1 平成17年4月の有害大気汚染物質モニタリング調査期間中の風配図

図2に平成17年4月21日9時現在の天気図(気象庁発表)を掲載した。Lは低気圧、Hは高気圧である。解説に出ているように、日本の広い範囲で黄砂が観測された。



21日(木)西日本～東北まで黄砂発達中の低気圧が三陸沖に進み、北日本・山陰は曇りや雨、北海道の一部で雪。その他の東・西日本は概ね晴れ。今年初の黄砂に関する全般気象情報発表。北海道函館市でひょう。

図2 平成17年4月21日の天気図

3. 有害大気汚染物質モニタリングの結果（測定値）

表2に重金属類の測定値を示す。単位は総粉じん濃度以外について ng/m^3 である。

表2 平成17年4月の有害大気汚染物質モニタリング調査結果（重金属類）

項目	平成17年4月の結果		平成16年度年平均値	
	青森市堤小学校	八戸市八戸小学校	青森市堤小学校	八戸市八戸小学校
Ni	19	17	5.6	33
Cr	12	14	1.3	20
Mn	140	100	34	27
As	3.0	2.9	3.1	2.4
Be	0.10	0.11	0.012	0.032
総粉じん濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	190	150		

平成17年4月に青森市堤小学校でベリリウムが前年度年平均値の10倍程度の濃度で検出されていたことがわかる。またニッケル、マンガンは約3倍以上、クロムも10倍近い値であった。

平成17年4月の測定日に石英繊維ろ紙上に捕集された粉じんは黄土色を呈しており、普段の観測時のように灰色や黒色ではなかった。これは、前述の天気図解説に出ているように、また、後述するように黄砂が飛来してきたためと考えられる。また、総粉じん濃度は通常、青森市では数十 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であるが、平成17年4月にはその数倍もの高濃度が観測された。

4. 平成17年5月までの黄砂観測日

4.1 気象台の観測日

- 4/6 盛岡で黄砂観測，青森・秋田では観測なし
- 4/21 青森，盛岡，秋田で黄砂を観測
- 4/22 秋田で黄砂を観測

4.2 インターネットでの検索結果

気象台が発表する「黄砂飛来」は、視程が閾値未満に遮られた場合のみであり、北東北で気象台による黄砂の観測がなかったときにも、視程が閾値以上で黄砂

が飛来してきたこともあると考えられる。そこで、インターネットのウェブサイト検索機能(Yahoo! Japan)で「黄砂 青森 2005」などと検索して得た結果が以下である。気象台が発表していないときにも、黄砂の飛来があったようである。

- 3/19 盛岡で黄砂観測，青森では観測なし
- 4/1 盛岡で黄砂観測，青森では観測なし
- 4/6 盛岡で黄砂観測，青森では観測なし
- 4/21 青森，盛岡，秋田で黄砂を観測

4.3 平成17年4月の有害大気汚染物質モニタリング時の状況

以上の4.1, 4.2から判明するように、平成17年4月の有害大気汚染物質モニタリング測定期間である4月21日から22日にかけては、北東北で黄砂が観測されていた。総粉じん濃度の上昇、ベリリウムなどの重金属類の高濃度現象はこれが原因と判断された。

5. 酸性雨調査での乾性沈着物中のベリリウム濃度の推移

5.1 平成17年3月上旬からの酸性雨調査での乾性沈着物中のベリリウム濃度

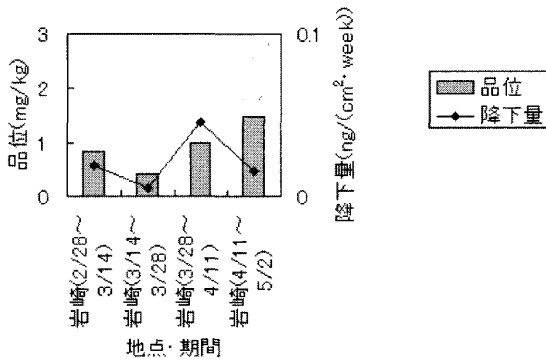
酸性雨の試料採取地点を図3に示す。深浦町岩崎，青森市，名川町であった。青森市と名川町は1週間ごとの採取，岩崎は2週間ごとの採取を行った。



図3 酸性雨調査地点図

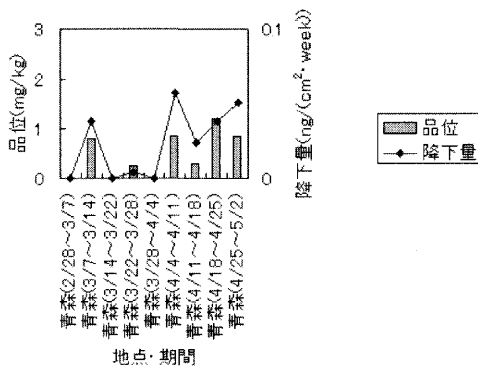
ベリリウムの酸性雨の湿性沈着物中の濃度については、ベリリウムが共有結合性が強く、イオン濃度が低過ぎて分析が困難であり、また、分析方法に関しても公定法がない。そこで、1週間ないし2週間ごとの捕集による酸性雨検体のろ過の際に生じる不溶解性成分に着目し、これを有害大気汚染物質モニタリングと同様の方法で前処理し、分析を行った。ろ過は酢酸セル

ロースのメンブランフィルター（孔径 $0.8\mu\text{m}$ ）を用い、吸引ろ過で行い、ろ過前後の重量を、 105°C 、3時間で乾燥し恒量として測定した。前処理は、 150°C 、2時間でテフロン製圧力容器を用い、硝酸/過酸化水素分解を行って、普通ろ過し、ろ液を定容した。この前処理で、酢酸セルロースフィルターは完全に溶解した。機器分析はICP発光分析によった。結果のグラフを図4に示す。



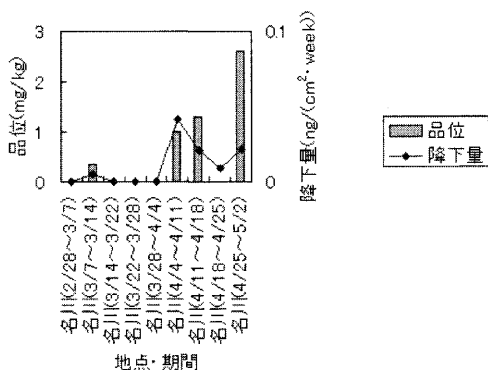
大気降下物中の不溶性Be濃度(岩崎)

図4 (a)



大気降下物中の不溶性Be濃度(青森)

図4 (b)



大気降下物中の不溶性Be濃度(名川)

図4 (c)

時系列が細かい青森, 名川地点で, 3月7日から14日までの間と4月4日から11日までの間, および4月18日から5月2日までの間に降水量が上昇している。このうち, 後2期間については, 黄砂飛来と時期が一致する。前1期間の降水量上昇については, 黄砂観測日としての検索の漏れがある可能性があり, 青森, 岩手, 秋田3県以外で黄砂が観測され青森県に余波があったのかもしれない。

(2) 不溶性成分中のベリリウム品位

この期間中の不溶性成分中のベリリウム品位に関しては, 1mg/kg 程度であり, これを有害大気調査期間のおおよその浮遊粉じん量 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ にかけると $0.2\text{ng}/\text{m}^3$ 度となり, 平成17年4月の有害大気汚染物質調査での堤小学校における観測値 $0.10\text{ng}/\text{m}^3$ と桁が一致する。

6. 過去の有害大気汚染物質モニタリングでのベリリウム濃度

表3に日本での測定値(年平均値など)を示す。

表3 全国での有害大気汚染物質モニタリングでのベリリウム濃度(単位: ng/m^3)

	全国平均	全国最小	全国最大	堤小学校	八戸小学校	根岸小学校
H9	0.15	0.0060	0.70	/	/	/
H10	0.19	0.0055	0.57	/	/	/
H11	0.17	0.0059	2.0	/	/	/
H12	0.072	0.0030	0.70	0.014	0.017	0.020
H13	0.053	0.00039	0.66	0.011	0.021	0.020
H14	0.13	0.0020	5.0	0.014	0.026	0.022
H15	0.044	0.0026	0.61	0.0081	0.030	0.034
H16	0.050	0.00098	2.3	0.012	0.032	0.019
H17年4月				0.10	0.11	/
H17年5月				0.011	0.011	/

全国平均値はおおむね $0.1\text{ng}/\text{m}^3$ 台であり, 平成17年4月の堤小学校の観測値 $0.10\text{ng}/\text{m}^3$ と八戸小学校の観測値 $0.11\text{ng}/\text{m}^3$ が異常に高い測定値であったとは決して言えない。むしろ今まで, 青森県はベリリウムに関しては清浄地域であって, 黄砂飛来時の今回のデータが目立ったと考えられる。

7. 他自治体での大気中のベリリウム濃度に関する調査・研究について

7.1 中国東北部地域での大気中ベリリウム濃度について(「中国・瀋陽市における浮遊粉じん中の

重金属濃度について（第2報）」)

参考文献(1)によれば、中国東北部工業地帯瀋陽市の平成12年から14年までの過去のデータは、工業地域(24試料)で0.90ng/m³、住居地域(24試料)0.62ng/m³、幹線道路近傍(22試料)0.73ng/m³、郊外(22試料)で0.38ng/m³であり、とくに郊外でも比較的高濃度であった。郊外での濃度は日本全国での有害大気汚染物質モニタリングのデータ範囲を超えないものである。

またこの文献によれば、冬季に大気中のベリリウム濃度が高くなっており、ベリリウムは季節と地点による差が大きい元素と位置付けられている。黄砂中のベリリウムについてはスポットライトが当てられていない。

7. 2 放射性同位体ベリリウム-7について

参考文献(2),(3)などでは放射性同位体のベリリウム-7を測定しているが、この核種は半減期が約50数日程度、天然存在比がわずかであるので、今回の報告の参考にはならないと考えられる。

8. 結 論

平成17年4月のベリリウムを中心とした有害大気汚染物質の高濃度事例を考察した。その結果、

- (1) 平成17年4月の有害大気汚染物質モニタリングでは、ベリリウムに関しては、青森県の過去の年平均値の10倍程度の値が観測された。その他の元素も高濃度で

観測された。

- (2) この現象は黄砂によるものと考えられた。
- (3) 黄砂は3月中旬から認められており、その効果は酸性雨調査の沈着物中のベリリウム濃度に影響していたと考えられ、酸性雨調査でのベリリウムの乾性沈着量は黄砂によって概ね説明された。また、この乾性沈着物中のベリリウム品位から黄砂飛来時の大気中のベリリウム濃度を計算すると桁が一致することが分かった。
- (4) ただし、今回の事例を全国平均と比較すると、青森県は従来、清浄地域であったゆえに高濃度事例となるものであり、決して異常なほどに高濃度であったわけではないことが分かった。

9. 参 考 文 献

- 1) 塚田 進 他：中国・瀋陽市における浮遊粉じん中の重金属濃度について（第2報），三重県保健環境研究センター年報，5，92-97（2003）。
- 2) 橋本 桂輔 他：降下物中のベリリウム-7とカリウム-40について，石川県保健環境センター研究報告書，37，57-68（2000）。
- 3) 鹿内 伸泰 他：青森県における大気浮遊じん及び降下物中Be-7について，Proceeding of the Sixth Workshop on Environmental Radioactivity，53-60，2005年3月8日～10日，つくば市。

Abstract

High Concentration Cases of a Hazardous Air Pollutant when Yellow Sand Fell

Ryuji Hanaishi, Noriko Tsushima, Tokuhiko Yasuda, Reiji Akitaya, and Akira Matsuo

High concentrations of beryllium in the ambient air were observed by investigations of the hazardous air pollutants in April 2005, and then yellow sand turned out to have fallen after consideration of the meteorological condition. Additionally, beryllium concentrations of dry depositions taken by a routine acid rain survey from March to May were measured. As a result, concentrations of beryllium became high when yellow sand fell. Yellow sand caused consequently the high concentration case of beryllium in April 2005.

Key words: beryllium, suspended particulates, yellow sand, acid rain, dry deposition