

黄砂飛来時における環境大気中ベリリウム化合物の 高濃度現象について

大気部

梅本雅之・藤井千津子・光井常人

はじめに

ベリリウムは、人に対して発がん性をもつことが明らかことから、大気汚染防止法に規定する有害大気汚染物質のうち優先取組物質に該当し、環境大気中濃度のモニタリングが義務付けられている。岩国市、周南市、宇部市の3地点で毎月1回大気環境調査を実施した結果、2005年4月に黄砂が原因とみられるベリリウム化合物の高濃度現象が観測されたので、濃縮係数、後方流跡線解析の2つの視点から検討した。

方法

毎月1回任意日に、ハイボリウムエアサンプラを用いて、1000L/minの流量で24時間(1440m³)大気を吸引し、石英繊維製の紙上に浮遊粉じんを捕集した。採取る紙を低温灰化処理して有機物を取り除き、硝酸処理した後、ICP-MSにより定量した。なお、分析の詳細は「有害大気汚染物質測定方法マニュアル(平成9年8月、環境庁大気保全局大気規制課)」に準じた。

結果

2005年度の年平均濃度は岩国市0.030ng/m³、周南市0.025ng/m³、宇部市0.039ng/m³であり、地点間で大きな違いはみられなかった。2004年度の全国平均値は

0.050ng/m³で、3地点とも全国平均を下回っていた。2003～2005年度の経月変化は、3地点とも同様な傾向を示した(図1)。2005年4月13日～14日の試料採取時に、3地点とも高濃度現象が観測された。気象月報によると、調査日を含む4月13日～15日にかけて西日本一帯で黄砂が観測されており、高濃度現象の原因として黄砂の影響が示唆された。

考察

1 PRTR排出量

ベリリウム合金は高い強度、耐熱性をもつことから、自動車、航空機用部品をはじめとする種々の分野で利用されている。また酸化ベリリウムは、多くの金属より高い熱伝導性をもった高強度絶縁体で、電子部品として使用される。

県内での人為的発生源の状況を調べるため、2004年度のPRTRデータと経済産業省が提供するPRTRデータ分析システム「PRTRけんさくくん」を用いて、ベリリウムの排出状況を検索した。その結果、県内にベリリウムの排出事業所は認められなかった。全国的にみても、大気中にベリリウムを排出しているのは、富山県内の1事業所のみである。したがって、ベリリウムの高濃度現象が人為的発生源に起因する可能性は低いと考えられる。

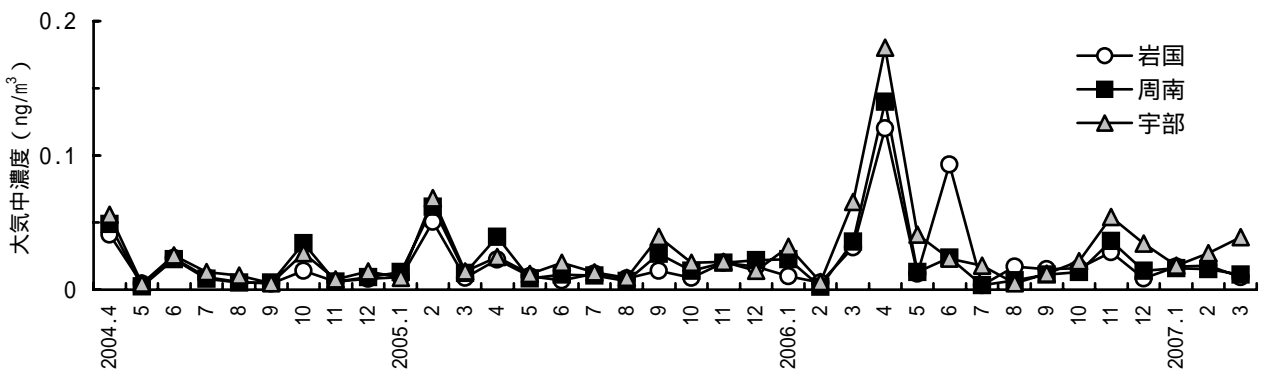


図1 環境大気中ベリリウム化合物濃度の経月変化(2004年4月～2007年3月)
(試料採取は各月のうち、任意の1日間(24時間)のみ実施)

2 濃縮係数

高濃度が観測された 2005 年 4 月の浮遊粉じん中のベリリウム濃縮係数を、ベリリウムの地殻での含有率 $1.5\text{mg/kg}^{1)}$ をもとに算出した結果、表 1 に示すように各地点の濃縮係数はいずれも 1 に近い値を示した。このことは、粒子状物質中に含まれるベリリウムは、土壤中とほぼ同じ割合で存在しており、観測された高濃度現象が、人為的起源によるものではなく自然現象由来であることを強く示唆している。

上記データを、黄砂の影響が強い中国でのデータと比較することは興味深い。塚田ら²⁾は中国東北部最大の工業都市である瀋陽市で、ハイポリウムエアサンプラにより採取した浮遊粉じん中のベリリウム濃度を分析している。2000 年 9 月から 2002 年 8 月までの 2 年間の調査期間、瀋陽市でのベリリウム濃度の最高値は $2\text{ng}/\text{m}^3$ で、宇部市で観測された高濃度時の約 10 倍であった。一方、浮遊粉じん濃度も高いため、ベリリウムの濃縮係数を報告されたデータから算出すると 1.0~1.2 となり、宇部市等の結果と同程度であることが認められた。

表 1 高濃度時のベリリウム含有率と濃縮係数

	ベリリウム含有率 (mg/kg)	濃縮係数*
地殻中	1.5	1
岩 国	1.53	1.0
周 南	1.42	0.95
宇 部	1.38	0.92

* 濃縮係数 = 浮遊粉じん中 含有率 / 地殻中含有率

3 後方流跡線解析

黄砂が原因と考えられる 2005 年 4 月の調査日の後方流跡線解析を行った。解析には、NOAA (米海洋大気庁) の提供する HYSPLIT Model (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model)³⁾ を用いた。黄砂は、高度 1~2km より上の領域にある自由大気圏を流れていくことがライダー観測により知られている⁴⁾ ことから、宇部市上空 1000m, 1500m, 2000m を起点にとり、過去 5 日間の流跡線を求めた (図 2)。

調査日に到達した気塊は、高さによってルートは異なるが、黄砂の発生場所として知られているゴビ砂漠やタクラマカン砂漠を調査日の 4~5 日前に通過しており、これが朝鮮半島を經由して移流してきたことが確認された。

以上のことから、2005 年 4 月のベリリウム高濃度現象は、中国またはモンゴルで発生した黄砂の飛来に伴うものと考えられた。

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 10 UTC 13 Apr 05
CDC1 Meteorological Data

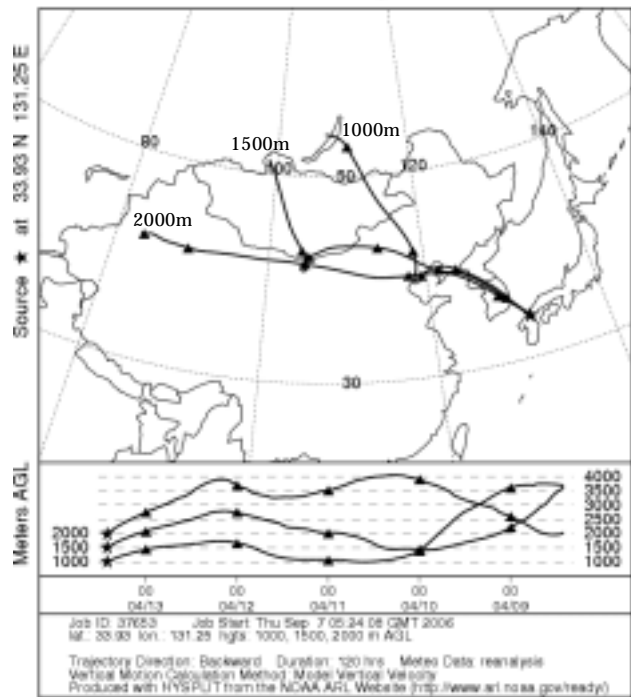


図 2 宇部市上空 (1000m, 1500m, 2000m) からの後方流跡線解析結果

4 健康影響

ベリリウム化合物については、現在、国による環境基準値や指針値は設定されていない。ACGIH (米産業衛生専門家会議) の許容濃度は $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ (TWA 値) で、観測された年平均値はこの 10 万分の 1 程度と極めて低く、健康への影響は軽微であると考えられる。IARC (国際がん研究機関) はベリリウムの発がん性について、「ヒトに対して発がん性を示す物質」に分類している。また、U.S.EPA では発がんの 10^{-5} ユニトリスクを $4\text{ng}/\text{m}^3$ としている⁵⁾ ことから、今後も継続的な監視が必要である。

文献

- 1) 国立天文台編:理科年表(平成 18 年版).東京,丸善, 624(2005)
- 2) 塚田進ほか:三重保環研年報 5(48), 92~97(2002)
- 3) Draxler, R.R., Rolph, G.D.: HYSPLIT Model, NOAA ARL READY Website(2003)
<http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>
- 4) 岩坂泰信:黄砂その謎を追う.東京,紀伊國屋書店, 55~60(2006)
- 5) U.S.Environmental Protection Agency: Integrated Risk Information System (IRIS)
<http://www.epa.gov/iris/subst/0012.htm>