

## 富士山頂の雲：レアアースを使って越境大気汚染の影響を調べる

○大力充雄<sup>1</sup>, 大河内博<sup>1</sup>, 米持真一<sup>2</sup>, 島田幸治郎<sup>1</sup>, 皆巳幸也<sup>3</sup>, 勝見尚也<sup>3</sup>, 三浦和彦<sup>4</sup>, 戸田敬<sup>5</sup>, 竹内政樹<sup>6</sup>,  
加藤俊吾<sup>7</sup>, 和田龍一<sup>8</sup>

1.早稲田大学, 2.埼玉県環境科学国際センター, 3.石川県立大学, 4.東京理科大, 5.熊本大学, 6.徳島大学,  
7.首都大学東京, 8.帝京科学大学

### 1. 越境大気汚染は“受動喫煙”

経済発展が著しいアジア諸国では環境対策が遅れており、様々な大気汚染物質が排出されています。最近でも PM2.5 による大気汚染がインド、モンゴル、タイ、韓国などで盛んに報道されています。日本は地理的には大陸の東端に位置しています。上空では偏西風が卓越していますので、大陸から排出された大気汚染物質の影響を必然的に受けます。他国から排出された汚染物質が原因で生じる大気汚染を、越境大気汚染といいます。日本国内の大気汚染物質排出量は減少していますが、国境を越えて大気汚染物質が運ばれてくれば、日本の自然環境を守ることはできません。越境大気汚染は“受動喫煙”のようにやっかいです。PM2.5 をめぐって、韓国と中国では国際問題にまで発展しています。

### 2. 富士山は巨大大気観測タワー

富士山は日本列島のほぼ中央部に位置しています。世界最大のメガシティである首都圏から 100 km しか離れていませんが、自由対流圏にある富士山頂では首都圏から排出された大気汚染の影響を受けません。自由対流圏は高度約 2000 m 以上の大気層であり、地上の摩擦の影響を受けないので風が強く、地上から排出された大気汚染物質が運ばれにくいので綺麗です。したがって、富士山頂で空気を調べれば、綺麗な空気の性質を調べることができます。

中国を中心として、アジアは世界最大の大気汚染物質排出源です。大規模な低気圧などの発達により、地上で放出された大気汚染物質が自由対流圏まで輸送されると、地球規模の大気汚染を引き起こします。富士山頂では強い西風が卓越していますので、このような地球規模汚染をいち早く検知することができます。

### 3. 雲はガスでも、純水でもありません

登山者は、雲がかかると「ガスってきた」と言いますが、雲はガスではありません。雲は数 - 50  $\mu\text{m}$  程度(平均: 10 - 20  $\mu\text{m}$ ) の小さな水滴です。雲は太陽光を反射したり、地球放射を吸収するので、地球の気温に影響を及ぼします。また、雨をもたらず雲は 10% 程度ですが、重要な水資源です。さらに、雲はエアロゾルを核として生成して様々な物質を溶かし出し、水溶性ガスを吸収して溶解します。すなわち、雲は純水では

なく、高濃度溶液です。雲の化学性状を調べれば大気汚染状況が分かります。また、雲に含まれる化学物質により雲粒の大きさが変化し、雲の寿命や太陽光の反射率が変化します。自由対流圏に浮かぶ雲の化学性状に関する研究は、世界的にも限られています。

### 4. レアアースと何か？

金属元素は、使用量と自然界での存在量からベースメタル(卑金属)、貴金属、レアメタルに分類されています。ベースメタルは鉄、銅、亜鉛、鉛、アルミニウムなど社会で大量に使用され、生産量が多い金属元素であり、貴金属は金、銀、白金、パラジウムなどの化合物を作りやすく、希少性の高い金属です。レアメタルは、地殻中の存在量が少ないか、採掘と精錬コストが高いなどの理由により、流通・使用量が少ない非鉄金属をさします。レアメタルのうち、スカンジウム、イットリウム、ランタンなどの 17 元素は一般にレアアース(希土類元素)と呼ばれています。現在、レアアースの生産量は中国が世界の 8 割を占めていますので、大気中レアアース濃度の増加は中国からの汚染空気の輸送を示すかもしれません。

### 5. 雲水中レアアース分析は世界初！

2018 年 7 月 18 日～8 月 23 日に富士山頂で雲水を採取し、レアアースを含む金属 57 元素を測定しました。雲水中レアアースの分析は世界で初めてです。図1に雲水中レアアース濃度を示しますが、セリウム(Ce)、イットリウム(Y)、ネオジウム(Nd)、ランタン(La)が主成分であることが分かりました。空気塊別に調べると、海洋由来ではレアアース濃度は低く、大陸北部由来で高濃度であり、海洋の 50 倍以上でした。

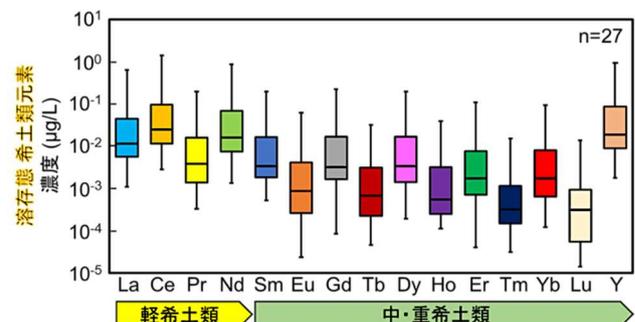


図1 2018年に富士山頂で採取した雲水中レアアース濃度