

Hyghly Time-Resolved Measurements of Airborne Radionuclides by Extremely Low Background γ -ray Spectrometry: Their Variations by Typical Meteorological Events

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/16950

極低バックグラウンド γ 線スペクトロメトリーによる 大気中放射性核種の高時間解像度測定：典型的な気象によるそれらの変動

阿部 琢也、山口 芳香、田中 実、中野 佑介、小村 和久

〒923-1224 石川県能美市和氣町 24

金沢大学自然計測応用研究センター・低レベル放射能実験施設

T. Abe, Y. Yamaguchi, K. Tanaka, Y. Nakano and K. Komura

Highly Time-Resolved Measurements of Airborne Radionuclides

by Extremely Low Background γ -ray Spectrometry:

Their Variations by Typical Meteorological Events

はじめに

大気中放射性核種は、そのほとんどが生成後すぐにエアロゾル粒子に吸着して挙動することから、大気及びエアロゾル粒子の良いトレーサーになり得る。その中でも陸源性の ^{210}Pb （半減期 22.3 年）および宇宙線生成核種 ^7Be （53.3 日）は、それぞれ地表及び上空を起源とする大気塊のトレーサーとしての利用を目的として、エアロゾル粒子および降下物を試料とした比較的長い観測間隔（1 日から 1 ヶ月）での観測がとりわけ多くなされてきた。これらの長寿命核種は、降水による湿性沈着といった急激な気象学的要因に対して支配的に対応して濃度変動すると考えられる。そのため、これらの核種について数時間程度の短い時間間隔（高時間解像度）で集中的な観測を行なうことは、それらの核種と挙動を供にするエアロゾル粒子の導体について重要な情報をもたらすと考えられる。しかしながら、これらの大気中濃度の低さに起因する測定の困難さから、短い時間スケールでの観測はほとんどなされていなかった。

そのような背景の中、尾小屋地下測定施設（OUL）において最大 16 台の Ge 半導体検出器を使用して極低バックグラウンド γ 線スペクトロメトリーを行なうことによって、前述の問題を克服し、長寿命核種 ^7Be および ^{210}Pb 濃度変動の高時間解像度観測の実施が可能となった。したがって本研究では、大気状態が大きく変化すると考えられる典型的な気象変化（寒冷前線の通過、台風の接近および黄砂現象）時における ^7Be および ^{210}Pb の濃度変動について詳しく解析することとした。

実験

試料の採集は、当実験施設の屋上（地上約 10 m）に設置したハイボリュームエアサンプラー（SIBATA HV-1000F）に、石英繊維ろ紙（ADVANTEC QR-100）を装備し、 900 L min^{-1} の流速で表層大気中のエアロゾル粒子を吸引ろ過して行った。観測期間は 1) 寒冷前線の通過（2004/12/18 および 12/20）、2) 台風の接近（2005/9/7）および 3) 黄砂現象（2006/4/8、4/18~19 および 4/24）の発生した期間を含めて、比較としてその前後 1~2 日間とした。試料採取の間隔は、急激な変動が見込まれる時は短く、温和な大気状態の時は長く、2~8 時間の間でその都度変更した。試料採取したろ紙の加圧成型を行い、 γ 線測定線源を作成した後、短寿命 ^{214}Pb および ^{212}Pb は当実験施設において、長寿命 ^7Be および ^{210}Pb は短寿命核種の壊変後に OUL において、それぞれに設置された Ge 半導体検出器を用いて γ 線スペクトロメトリーを行った。

結果および考察

寒冷前線通過時には、降雨の影響により大気中の核種濃度は全体的に減少傾向を示したが、長寿命⁷Beおよび²¹⁰Pbの変動は短寿命²¹⁴Pbおよび²¹²Pbと比較して顕著であった。このことは、それらの起源および半減期の違いに起因する核種濃度の回復速度の差で説明される。特筆すべきことは、降雨が無かつた通過前後の時間帯で⁷Beおよび²¹⁰Pb濃度が上昇する傾向を示したことである。このことは、Yamamoto等¹によって示されているメカニズムのように、冬季の寒冷前線通過に伴ってこれらの核種を高濃度に含む気塊が観測地に到来したことを強く示唆している。

台風接近時には、最接近の数日前からの長寿命核種濃度の激減に対して、短寿命核種については最接近直前からの風速の増加に伴う濃度減少という差が見られた。核種濃度の減少時には観測地において降雨がほとんど無かつたことから、長寿命核種と短寿命核種の空間的な濃度分布が大きく異なっていることがこの差の主な原因として挙げられる。すなわち、長寿命核種はそれらが低濃度である海洋性気塊の到来によって数日前から大きく減少したのに対して、短寿命核種はそれらが高濃度である地表面大気と低濃度である上層大気が台風に伴う強風によって著しく鉛直混合したために急激に減少したと考えられる。

黄砂現象時の観測では、黄砂の質量濃度に対して短寿命核種濃度は関連性がほぼ見られなかつたのに対して、長寿命核種には特徴的な関連性が見られた。黄砂の質量濃度が高い時には長寿命核種が高濃度であったが、興味深いことにその間に線形性は見られなかつた。この結果の説明として以下のことが考えられる。黄砂は、その発生地域である乾燥地帯において主に春季に発生する強い上昇気流によって地上数千メートルにまで巻き上げられる。一方で、同時期の中緯度地域においては、偏西風域の移動に伴う対流圏界面の褶曲によって成層圏と対流圏の大気交換が活発になることから、⁷Beのみならず²¹⁰Pbもまた高濃度である成層圏からの大気が上層対流圏へと流入し、したがってこの時期の上層対流圏での⁷Beおよび²¹⁰Pbは比較的高いことが知られている。²黄砂粒子が降下してくる大気状態では、上層対流圏のエアロゾル粒子も同様に降下してくると考えられるので、黄砂現象時にはこれら長寿命核種の濃度が高く、さらに、黄砂粒子の質量濃度と上層エアロゾル粒子の降下量の間には関連性が見られないことから線形性が無かつたと考えられる。一方で、他に検出された人工放射性核種である¹³⁷Csについては、黄砂粒子質量濃度と比例関係にあったことから、再舞い上がりによって大気中へともたらされていることが再確認された。

以上のように、大気中長寿命放射性核種⁷Beおよび²¹⁰Pbの濃度は、気象の変化に伴って鋭敏に変動することが確認された。したがって、高時間解像度でこれらの核種を観測することは、それらの起源に強く依存した動態の情報をより詳細に与えることから、大気トレーサーとしてこれらの核種の利用を目的とした研究分野に対して有用な情報を与えると考えられる。

参考文献

- 1) M. Yamamoto et al., J. Environ. Radioactivity 86, 110 (2006).
- 2) J. Sato et al., Geochim. J. 28, 123 (1994).