

2003-2004年川崎大気環境中の ^{210}Pb および ^7Be の存在量と挙動

本多照幸*・後藤仁美**・北原照央***

Abundance and behavior of ^{210}Pb and ^7Be in atmospheric samples collected at Kawasaki in 2003 and 2004

Teruyuki Honda*, Hitomi Goto** and Akihiro Kitahara***

* 武蔵工業大学原子力研究所, Atomic Energy Research Laboratory, Musashi Institute of Technology

** 武蔵工業大学工学部, Faculty of Engineering, Musashi Institute of Technology

*** 武蔵工業大学エネルギー量子工学専攻, Graduate School of Energy Science and Nuclear Engineering, Musashi Institute of Technology

1. 緒言

大気粒子状物質 (Particulate Matters, PM) は, 太陽放射を散乱, 吸収することにより, 地球の放射収支に大きな影響を及ぼすことが分かっている. そのPMがどこから浮遊してきたのか, 由来を調べ, その挙動を解明することは地球環境科学の視点からも重要な意味を持っている.

本研究では, 採取したPM試料に含まれる放射性核種, ^{210}Pb 及び ^7Be を γ 線スペクトロメトリにて検出, 定量し, その結果からPMに含まれる両放射性核種の挙動を解明する. さらに, 同期間, 同地点で採取した大気降下物中の ^{210}Pb 及び ^7Be 放射能のデータを用いて, PMと大気降下物の両試料を通じて, 大気中における両核種の挙動を解明することを目的とする.

2. 実験

2-1 試料

本研究では, 武蔵工業大学原子力研究所内に設置したハイボリューム・エア・サンプラーを用いて, 2003年11月から2005年1月の15ヶ月間連続して, ほぼ1週間単位で採取したPMを試料とする. その際, エア・サンプラーの吸引流量は700 [l/min] に設定した. 得られたフィルター試料は, 重量測定等を行った後, 一部を切り取り放

射化分析用とし (本研究では実施しない), 残りの試料は γ 線放出核種を測定するために圧縮し, 直径約5cmのアクリル容器に収めた.

2-2 γ 線の測定

γ 線放出核種分析には, 検出器に広範囲エネルギー用高純度 Ge 半導体検出器 (ORTEC 社, GMX-15190-P, 相対計数効率20.4%), 多チャンネル波高分析器 (MCA) に SEIKO EG&G . MCA7700 を使用した.

γ 線の測定は, 分析試料については80,000sec, バックグラウンドについてはブランク試料を収めた状態で250,000sec行った.

2-3 データの解析

γ 線の測定で得られたスペクトルの解析には, SEIKO EG&G 製 Spectrum Navigator (γ スタジオ) の環境分析プログラムを使用した.

3. 結果及び考察

3-1 PM濃度

採取したPM試料の時系列変化や降水量との関係を知るため, 積算流量当たりの収量をPM濃度として求め, 積算降水量とともに図1に示す. 図1より, 降水量が多いとPM濃度は低くなる傾向

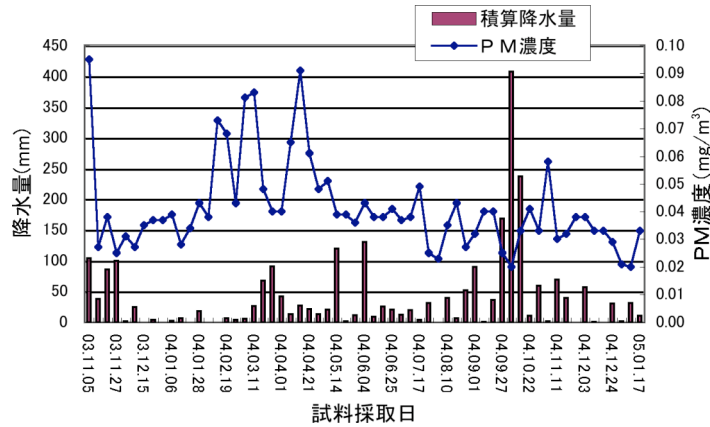


図1 PM濃度と積算降水量

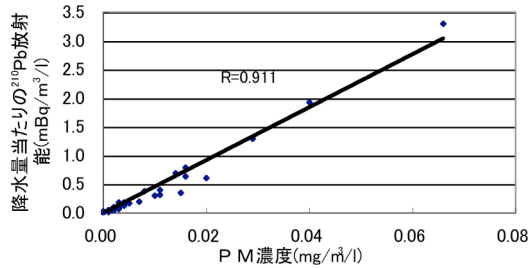


図2 降水量当たりの²¹⁰Pb放射能とPM濃度

を示していることがわかる。これはPMが雨水に吸着または溶解し、そのまま降下し除去される、いわゆる wash out 効果によるものと考えられる。

図2に降水量当たりの²¹⁰Pb放射能とPM濃度の関係を示す。降水量当たりに変換した²¹⁰Pb放射能とPM濃度の相関係数は、変換しない場合(R=0.671)と比べ、R=0.911と高い値を示した。これは、²¹⁰Pb放射能とPM濃度が降水現象に支配されていることを示唆している。また、⁷Be放射能とPM濃度においても、同様のことが示唆された。

3-2 ²¹⁰Pb及び⁷Beの挙動

²¹⁰Pb (β^- , 22.3y)はウラン系列核種であり、同系列の不活性ガスである²²²Rn (α , 3.824d)が地表から大気中に拡散され、その後壊変し生成される。また、⁷Be (EC, 53.29d)は窒素、酸素に宇宙線が衝突して破碎反応を起こし生成さ

れる。従って²¹⁰Pbは対流圏由来、⁷Beは成層圏由来の核種と考えられ、2核種は発生源が異なっている。

PMにおける降水量当たりの²¹⁰Pb放射能と⁷Be放射能の関係を図3に示す。図3より、降水量当たりの放射能に変換することで、相関係数はR=-0.283からR=0.940と高い値を示すことができる。

図4及び図5に、PMにおける月間²¹⁰Pb放射能と⁷Be放射能の関係及び月間降水量当たりの両放射能の関係について各々示す。月間放射能においても、降水量当たりの放射能に変換することで相関係数はR=-0.283からR=0.918と高い値を示している。また、月間放射能に変換することで、その季節変動や降水物との挙動の関係をみるこ

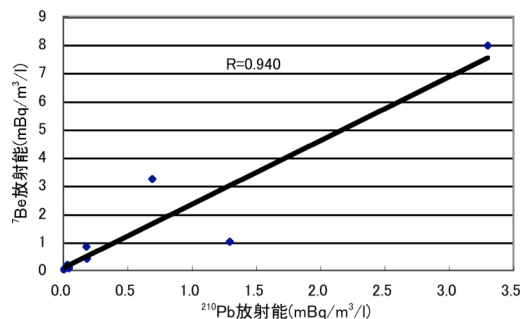


図3 PMにおける降水量当たりの²¹⁰Pb放射能と⁷Be放射能

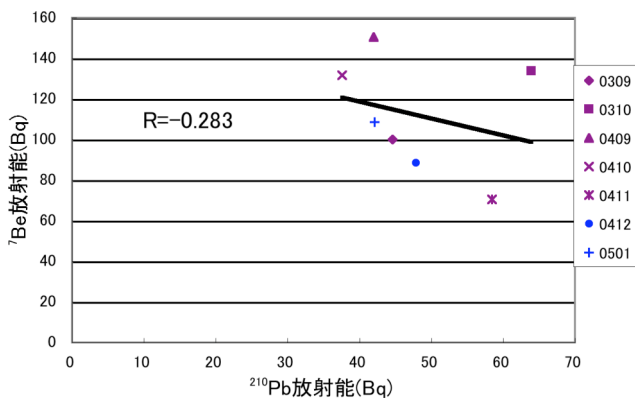


図4 PMにおける月間²¹⁰Pb放射能と⁷Be放射能

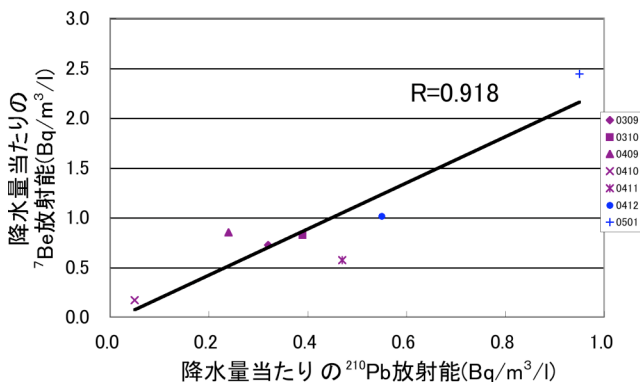


図5 PMにおける月間降水量当たりの²¹⁰Pb放射能と⁷Be放射能

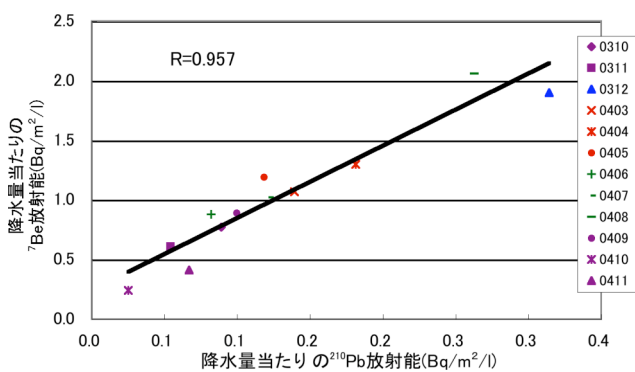


図6 降下物における月間降水量当たりの²¹⁰Pb放射能と⁷Be放射能

ができる。

図6に、降下物における月間降水量当たりの²¹⁰Pb放射能と⁷Be放射能の関係を示す。降下物におい

ても、PMと同様に降水量当たりの放射能に変換することで、両核種の相関係数は $-R=0.822$ から $R=0.957$ とさらに高い値を示した。このように、両試料において発生起源が異なる両核種間で高い相関が認められるのは両核種の挙動が降水現象に支配されていることを示唆している。

季節変動については両試料において、両核種の降水量当たりの放射能が秋に小さく、冬に大きい傾向があった。このような季節変動の傾向は、降水量当たりの放射能に変換して初めて認められたことであるが、季節変動の原因は降水量の多寡によるものと思われる。即ち、秋には台風などの影響で降水量が多くなり、wash out効果により、大気中のPMは洗い落とされ、存在量が減少するためと考えられる。一方冬は、関東南部の平野部では降水量が少なく、大気中のPM存在量が増加する傾向にあり、高い値を示すものと思われる。

図7にPMにおける月間降水量と²¹⁰Pb放射能の関係を示す。図7より降水量がおよそ80mm以下で²¹⁰Pb放射能は急激に減少し、降水量が100mmを超えると²¹⁰Pb放射能は緩やかな減少となっている。これは、図1に示したように、wash out効果によるものと考えられる。また、降水量の少ない冬に高い²¹⁰Pb放射能が検出されている。このことから、核種の挙動は降水現象に支配されていると言える。

3-3 PMにおける²¹⁰Pb及び⁷Be放射能と風向

表1にPMにおける²¹⁰Pbと⁷Be放射能の風向依存性について示す。表1より、降水量当たりの放射能で見ると、両核種とも北風時に多いことがさらに明瞭に現れている。また、表2より²¹⁰Pb放射能と⁷Be放射能の風向別の相関係数は、降水量当たりの放射能に変換することで北風時に $R=0.121$ から $R=0.940$ と高い値を示している。これは²¹⁰Pbの起源が主に大陸であること、また⁷Beの起源が主に高緯度地方（日本の場合は北方）であることに起因しているものと思われる。

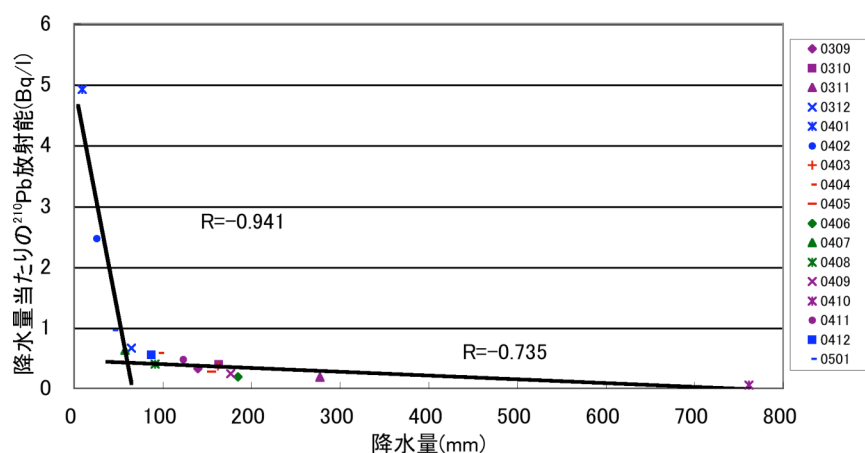


図7 PMにおける月間降水量当たりの²¹⁰Pb放射能と降水量

4. 結論

本研究により以下の知見を得た。

(1) PM濃度と降水量の関係において、PMが雨水に吸着または溶解されることにより、降水量が多いとPM濃度は低くなる傾向を示した。これはwash out効果によるものと考えられる。また、²¹⁰Pb及び⁷Be放射能とPM濃度が降水現象に支配されていることを示唆している。

(2) 大気環境におけるPM及び降下物中の²¹⁰Pb及び⁷Beは、主に降水現象に支配されており、降水量当たりの存在量でみると各々、両核種間および両試料間でよい相関があり、かつ季節変

動があることが判明した。

(3) 降水量当たりの²¹⁰Pb及び⁷Be存在量は、PM、降下物共に降水量が少ない時のほうが多く、降水量の増加と共に急激に減少するが、その後は、ゆるやかな減少となることが判明した。

(4) PMにおける²¹⁰Pb及び⁷Beの風向依存性については、降水量当たりの存在量で見ると、両核種とも北風時に多いことが分かった。このことは、²¹⁰Pbの起源が主に大陸であること、また⁷Beの起源が主に高緯度地方(日本の場合は北方)であることを示唆している。

表1 PMにおける²¹⁰Pb及び⁷Be放射能の風向依存性

核種	北風時平均放射能	データ数	南風時平均放射能	データ数	北風時/南風時
²¹⁰ Pb	1.56 (mBq/m ³)	37	1.42 (mBq/m ³)	23	1.10
	0.285 (mBq/m ³ /l)*	30	0.219 (mBq/m ³ /l)*	22	1.30
⁷ Be	1.54 (mBq/m ³)	12	0.304 (mBq/m ³)	1	5.05
	0.459 (mBq/m ³ /l)*	11	0.009 (mBq/m ³ /l)*	1	52.0

*: 降水量当たりの平均放射能

表2 風向別における²¹⁰Pb及び⁷Be放射能の相関関係

風向	北風時	南風時
相関係数(mBq/m ³)	0.121	——
相関係数(mBq/m ³ /l)*	0.904	——

*: 降水量当たりの平均放射能

参考文献

- 1) K.Hirose, T.Honda, S.Yagishita, Y.Igarashi and M.Aoyama: Deposition behavior of ^{210}Pb , ^7Be and thorium isotopes observed in Tsukuba and Nagasaki, Japan, Atmospheric Environment, 38, 6601-6608 (2004)
- 2) 本多照幸, 五十嵐康人, 青山道夫, 廣瀬勝己: 大気降下物中の ^{210}Pb および ^7Be 濃度の変動とその要因, フィッション・トラック ニュースレター, 第17号, 47-49 (2004)