

# 福島医大における屋外大気中ラドンの測定（Ⅲ）

小林恒夫

福島県立医科大学医学部自然科学講座（物理学）

## Measurement of Outdoor Atmospheric Radon at the Campus of Fukushima Medical University (III)

Tsuneo Kobayashi

Department of Natural Sciences (Physics), Fukushima Medical University School of Medicine

### 1. はじめに

空気中ラドンは自然放射線による被曝の50%を占める原因核種であり、その動態研究の放射線防護の分野にもたらす意義は大きい。

人為的な変動の少ない屋外大気中ラドンの測定により、屋内ラドンやその子孫核種の動態のうち屋外ラドンによる成分を抽出できるのではないかと、この動機で屋外大気の測定を行った。ラドン子孫核種については間欠測定ながら長期にわたる測定を行った経験がある<sup>1)</sup>。JSMP94およびJSMP95では2006年の1年間のデータについて報告した。ここではその後の測定結果を加え、2006年から2年間のデータに対する解析を報告する。

### 2. 方法

大学の事務局施設管理課と相談の上、研究室の窓のアルミサッシ枠に穴を開け、ビニールチューブで屋外大気を屋内に置いたラドン濃度測定器（通気式静電捕集法、Pylon TEL 18.5L）の空気吸入口に導入した。

屋外ラドンの他に、屋内ラドン（エネルギー弁別型通気式静電捕集法、DurrIDGE RAD7）、屋内ラドン・トロン子孫核種（エネルギー弁別型連続吸引フィルター法、Pylon WLx）の測定も並行して行った<sup>2)</sup>。

屋内測定に使った部屋はもともと外気導入および排出の強制換気が行われていたが、導入・排出の換気口をシールし、極力人工的な換気を押さえた状態としたが、ドアの隙間等はそのままである。測定のため以外には人の出入りも極力おさえた。

気温、気圧等の気象データは気象庁<sup>3)</sup>より公開されているアメダス（Automated Meteorological Data Acquisition System）のデータを用いた。また、地磁気は国土地理院<sup>4)</sup>より公開されているもので最も福島市に近い、水沢測地観測所のデータを用いた。

解析には S-PLUS 8.0<sup>5)</sup> を使用した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 相関

屋外ラドンと有意な正の相関のあったものは屋内ラドン、屋内ラドン子孫核種、屋内トロン子孫核種、気圧、相対湿度、地磁気であった。また、負の相関のあったものは風速、二次宇宙線、日照時間であった。

地磁気とラドンとの相関の理由は不明であるが、日照時間との負の相関は、日照とともにラドンの散逸が増加し、濃度が下がる結果として理解される。また、風速とラドンが負の相関を示すことは、やはりラドンの散逸が増すことによるもので、よく知られている事実である。

過去に、筆者は屋内空気中ラドンと二次宇宙線に負の相関がみられることを報告した<sup>6)</sup>。今回測定した

屋外ラドンについても、やはり有意な負の相関がみられた。二次宇宙線は気圧が高くなると地上に到達しにくくなるので、二次宇宙線と気圧とは負の相関がある。一方、ここでの屋外ラドンは気圧と正の相関があったため、屋外ラドンと二次宇宙線は負の相関を示したものと考えられる。

総じて、相関関係は、1年間のデータでも2年間のデータでも同じ傾向を示しているといえる。

### 3.2 季節変動

ラドンの季節変動もやはり1年間でも2年間でも傾向は変わらず、屋外濃度は12月に最大となり、屋内濃度は9月に最大となった。

### 3.3 時間変動の 1/f ゆらぎ

データ2年間分の時間変動のパワースペクトル密度  $S(f)$  を求め ( $f$  は周波数)、 $S(f) \propto f^{-\beta}$  の形 ( $\wedge$  はべき乗の意) に整理すると屋外ラドンで  $\beta = 0.97$ 、屋内ラドンで  $\beta = 0.98$ 、屋内ラドン子孫核種で  $\beta = 1.05$  と、屋内トロン子孫核種以外のラドン関連データでは、きれいな  $1/f$  ゆらぎが観測された。この傾向は1年間でも2年間でも変わらなかった。Fig. 1 に屋外ラドン濃度の、パワースペクトル密度と周波数の両対数プロットを示す。最小2乗法で得た直線の傾きが  $-\beta$  である。

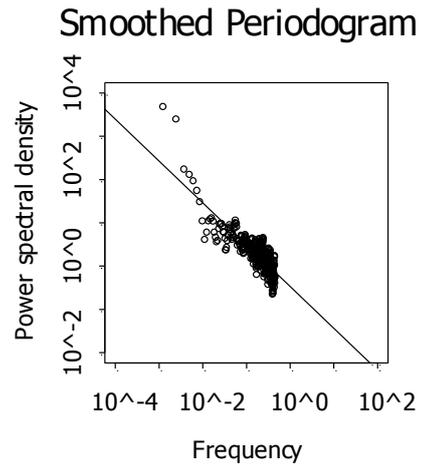


Figure 1 Log-log plot of power spectral density versus frequency for outdoor radon. The solid line shows the result of least squares fit.

$\beta = 1$  となる  $1/f$  ゆらぎ<sup>7,8)</sup> は、そよ風、川のせせらぎ等、人にとって心地よい変動とされており、人の心拍変動、手拍子等、人体に関する信号・行為等によく見いだされている。人が地球上に生命を得たとき、人の環境に  $1/f$  ゆらぎを示すものが多かったとすると、それに合わせて人体のリズムも  $1/f$  ゆらぎをするものが多くなるように進化したのであろう。そう考えると、屋外ラドンに  $1/f$  ゆらぎがみられるのは極めて合理的な結果といえる。

$\beta$  が  $0.8 < \beta < 1.2$  であることを  $1/f$  ゆらぎの判定条件とすると、気象データでは相対湿度のみが  $1/f$  ゆらぎを示した。1年間データの場合は相対湿度の他に気温も風速も  $1/f$  ゆらぎを示していたのであるが、2年間データでは異なる結果となった。1年間データのときには屋外ラドンと風速とは強い相関があったので、風速の  $1/f$  ゆらぎが屋外ラドンに  $1/f$  ゆらぎをもたらしたのと考えていたが、2年間データによればそうはいえないことが判明した。ラドンの変動要因が気象のみではないことを示す結果が得られた。

### 参考文献

- 1) Kobayashi T: Temporal variation of radon progeny ratio in outdoor air, Health Phys. 83, 287-292, 2002.
- 2) George AC: State-of-the-art instruments for measuring radon/thoron and their progeny in dwellings--a review, Health Phys 70, 451-463, 1996.
- 3) 気象庁 <http://www.jma.go.jp/jma/>
- 4) 国土地理院 <http://www.gsi.go.jp/>
- 5) (株) 数理システム <http://www.msi.co.jp/splus/>
- 6) 小林恒夫, 高久祐治: 2次宇宙線と空気中ラドンとの相関, 放射線医学物理 18 [Suppl. 57], 269-270, 1998.
- 7) 武者利光: ゆらぎの発想, 1998, 日本放送出版協会.
- 8) 小林恒夫: 和歌等における  $1/f$  ゆらぎ, 比較文化研究, No.70, 13-22, 2005.