

福島医大における屋外大気中ラドンの測定()

小林恒夫
福島医大・医・物理

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

Tuneo Kobayashi
Department of Physics, Fukushima Medical University School of Medicine

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、放射線防護の分野にもたらす意義は大きい。1986 年以来、空気中のラドン族の研究を行っている¹⁾が屋外大気中ラドンの測定は経験がなかった。人為的な変動の少ない屋外大気の測定により、屋内ラドンやその子孫核種の動向に新たな知見をもたらすであろう、との動機で測定を開始した。今回は 2006 年に得た 1 年間のデータについて基本的な統計解析を報告した²⁾。ここでは、時系列解析³⁾を中心に報告する。

方法

窓のアルミサッシ枠に 15 mm 径の穴を開け、ビニールチューブで屋外大気を屋内のラドン濃度測定器(通気式静電捕集法、Pylon TEL、検出下限、 0.29 Bq/m^3)の空気吸入口に導入し、屋外ラドン(^{222}Rn 、半減期 3.8 日)を測定した。長いビニールチューブの使用により、屋外トロン(^{220}Rn 、半減期 56 秒)の混入を阻止することができる。屋外ラドンの他に、屋内ラドン、屋内ラドン子孫核種、屋内トロン子孫核種の測定も行った。

屋内測定に使用した部屋は、換気口をシールし、極力人工的な換気を抑制したが、ドアの隙間等はそのままであった。また、測定のため以外には人の出入りは無かった。

以下の解析には S-Plus 7.0J および SPSS16.0 を使用した⁴⁾。

結果と考察

屋内空気の測定結果等も交え、時系列解析の結果を述べる。

Fig. 1 に屋外ラドン濃度を 1 日ずつ積分した値の 1 年間の時系列を示す。

1/f ゆらぎ

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)、 $S(f) \propto f^{-\alpha}$ の形に整理すると、屋外ラドンで $\alpha = 1.05$ 、屋内ラドンで $\alpha = 1.08$ 、屋内ラドン子孫核種で $\alpha = 1.04$ と、屋内トロン子孫核種以外では、きれいな 1/f ゆらぎが観測された。Fig. 2 に屋外ラドン濃度のパワースペクトル密度と周波

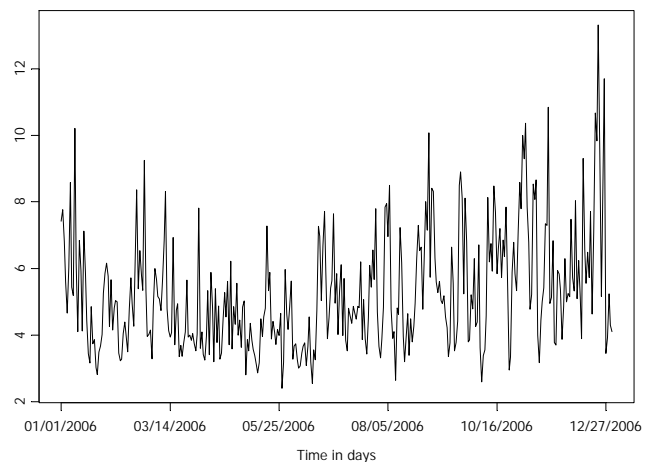


Fig. 1: Time series of daily averaged outdoor radon concentration in Bq/m^3 .

数の両対数プロットを示す。

= 1 となる $1/f$ ゆらぎは、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、人体に關係する信号・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測定結果といえる。

アメダスによる気象データでは、気温、相対湿度、風速、等が $1/f$ ゆらぎを示していた。屋外ラドンと風速とは強い相関があるので、直接的には風速の $1/f$ ゆらぎが屋外ラドンに $1/f$ ゆらぎをもたらしたものと考えられる。

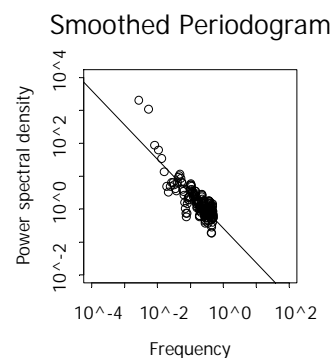


Fig. 2: Log-log plot of power spectral density versus frequency.

自己回帰モデルによるパワースペクトル

$1/f$ ゆらぎの判定に使用したパワースペクトルは標本自己相関関数をフーリエ変換して得られるピリオドグラムを平滑化したものであるが、スペクトルのピークを探索するには自己回帰モデル(AR)による方が有利である³⁾。Fig. 3にARで求めたパワースペクトルを示す。スペクトルのピークから、屋外ラドンについては、気団の移動に対応する3~5日周期、および太陽の自転に対応する現象に近いものと考えられる21.4日周期がみてとれる。

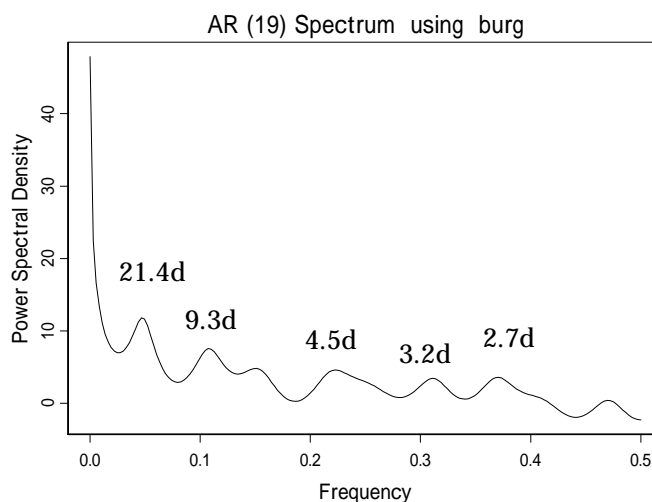


Fig. 3: Power spectrum using autoregressive analysis for the time-series of outdoor radon concentration.

屋内濃度については、トロン子孫核種以外では人為的な7日周期が圧倒的であるが、3~5日周期もみられた。トロン子孫核種では7.4日周期のみが顕著であった。

アメダスによる気象データで、最も屋外ラドンに近い時間変動がみられたものは、風速であった。また、気象庁発表の岩手県水沢における地磁気観測データでは、太陽の自転に対応する26.0日周期が顕著であった。

参考文献

- 1) Kobayashi T: Temporal variation of radon progeny ratio in outdoor air. *Health Phys.* **83**: 287-292; 2002.
- 2) 小林恒夫: 福島医大における屋外大気中ラドンの測定. *医学物理* **27** [Supplement 4], 180-181, 2007.
- 3) 北川源四郎: 「時系列解析入門」 岩波書店、2005.
- 4) (株)数理システム <http://www.msi.co.jp/splus/>, (株)エス・ピー・エス・エス <http://www.spss.co.jp/>
- 5) 武者利光: 「ゆらぎの発想」 日本放送出版協会、1998.
- 6) 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.