

新潟自然科学館および福島医大における空气中ラドンの測定 (II)

小林恒夫、和田真一¹⁾

福島医大・物理、新潟大・医・保健学科¹⁾

Measurement of Atmospheric Radon in Niigata Science Museum and Fukushima Medical University (II)

Tsuneo Kobayashi, Shinichi Wada¹⁾

Fukushima Medical University, Niigata University¹⁾

はじめに

新潟自然科学館(NSM)および福島医大(FMU)において、空气中ラドン濃度の測定を約1年間行った。前回の報告¹⁾では主として統計解析の結果から、ラドン濃度の季節変動が両者で異なること、また、NSMにおいてはラドン濃度がFMUの6倍高く、大型霧箱中で頻繁に観測される線様飛跡の起源の1つとしての可能性を示唆する結論を得ている。今回は時系列解析²⁾を主に報告する。

方法

NSMにおいては、カナダ Pylon 社製ラドンモニタ CPRD を展示裏の床の上に置き、1時間毎の濃度積算値を記録した。この部屋はコンクリート3階建ての2階にあり、開館日においては9:00から17:00まで空調が稼働していた。FMUにおいてはPylon社製TELを使用した。筆者の一人の研究室に設置し、1時間毎の濃度積算値を記録した。この部屋は年間を通して7:30から24:0まで空調が稼働していた。

時系列解析には連続データが必須であるが、NSMの測定は大型霧箱関連の測定にも使用したため、必ずしも連続してはいなかった。そこで、比較的長期間連続データのあった4つの期間について解析を試みた、すなわち、(i) 2001-10-02 20:00より2001-12-09 16:00までの1629時間(67日間)、(ii) 2002-01-04 21:00より2002-04-01 12:00までの2080時間(86日間)、(iii) 2002-04-16 11:00より2002-08-07 16:00までの2718時間(112日間)、(iv) 2002-08-08 15:00より2002-10-17 18:00までの1684時間(69日間)、である。

以下の時系列解析にはS-Plus 6.0日本語版³⁾ Release 4を使用した。

結果

1時間値の時系列解析

まず、生データである1時間積分値のデータをそのまま使った時系列解析について述べる。Fig. 1に最も長期間にわたってデータのあった期間(iii)の1時間毎の時系列を示す。NSMではところどころに隙間があるように見えるのは、休館日で換気が停止しており、濃度低下がなかったためである。他の期間でも同様であるが、期間(iv)ではNSMで工事のため1箇月間連続の休館日を含み、その間NSMでは日変動があまりなく高濃度が続く時系列となっている。以下では期間(iii)についての解析結果のみを示す。

Fig. 2にNSMおよびFMUにおける時間変動のパワースペクトルを示す。点線は自己相関関数をフ

ーリエ変換して得られるパワースペクトル(ピリオドグラム)である(Wiener-Khinchin の定理)。ピリオドグラムのままではどの周波数がピークになっているのかがよくわからないことが多い。実線で示したのは、自己回帰モデルによるパワースペクトル(最大エントロピー法と等価)で、こちらはピークを明瞭にとらえることができる。

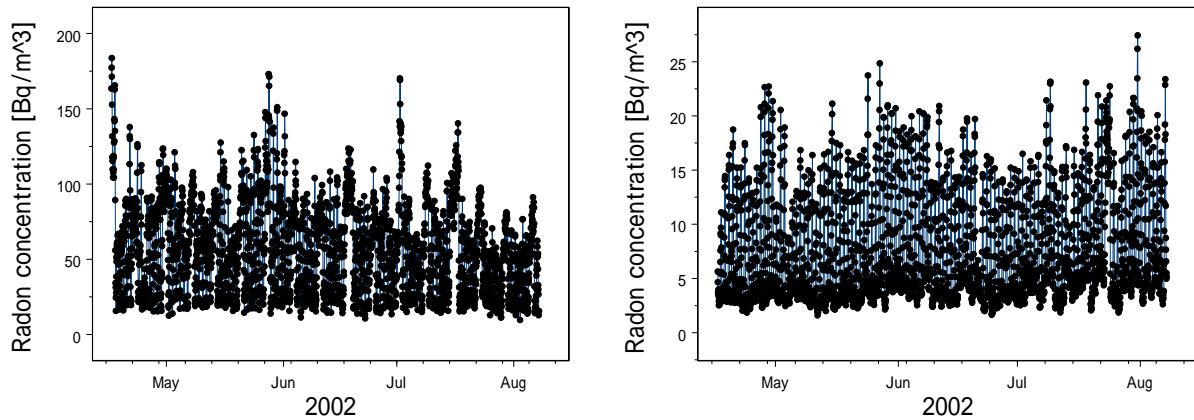


Fig. 1: Time series of hourly data for Niigata Science Museum (NSM, left) and Fukushima Medical University (FMU, right).

NSM、FMUともに周期24時間に該当する周波数 0.042 h^{-1} とそのハーモニクスが顕著であるが、FMUのほうがこの傾向ははっきりしている。FMUでは24時間が最長周期となっているが、NSMには116時間(4.8日)という周期が見られる。これらは、NSMにおいて1週間に1日か2日休館日があることを考えれば当然の結果である。4.8日周期は気団の移動の影響が現れているのかもしれない。

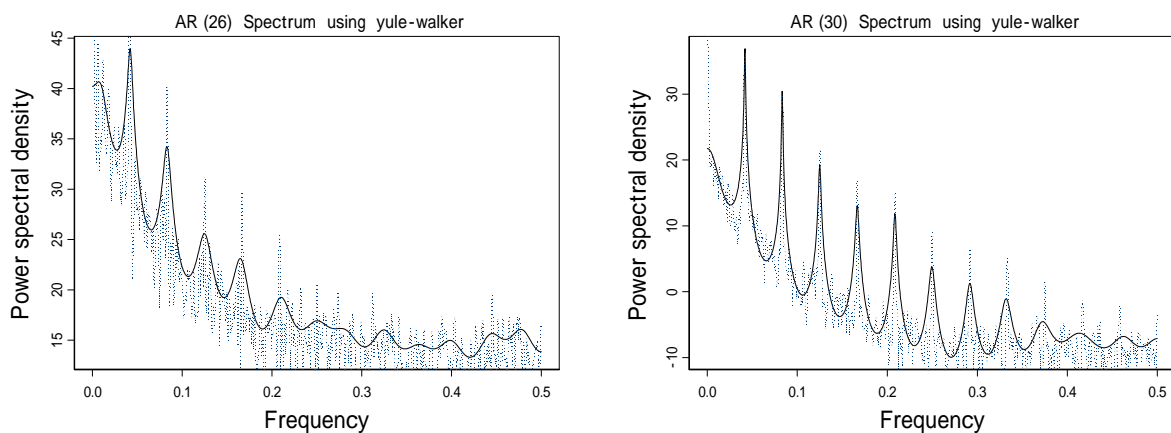


Fig. 2: Power spectrum for NSM (left) and FMU (right).

Fig. 3 に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。この図にみられる直線の傾きが -1 の場合は $1/f$ ゆらぎ、傾きが -2 の場合は $1/f^2$ ゆらぎ、などと称される。単調で変化が容易に予測されるような変動では $1/f^2$ ゆらぎが現れることが多い。NSMでの傾きは -1.48 、FMUでの傾きは -1.89 であった。FMUでは $1/f^2$ ゆらぎに近く、単調な時間変動を示しており、NSMではやはり休館日の影響から、 $1/f^2$

ゆらぎの傾向は薄らいでいることがわかる。

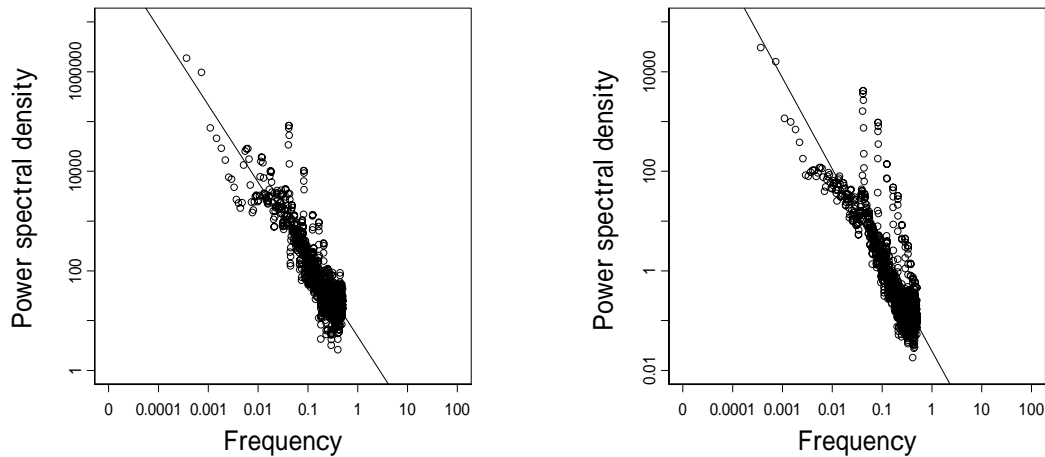


Fig. 3: Log-log plot of power spectral density versus frequency for NSM (left) and FMU (right).

1日平均の時系列解析

次に、1日ずつの平均値に対し、これまでと同様な時系列解析を行った。Fig. 4に、期間(iii)の1日平均の時系列を示す。NSMでは約1週間毎に休館日が1日か2日あり、その日は換気による濃度低下がないため高濃度となる。時系列を眺めただけでもこの1週間という周期性が予想される。

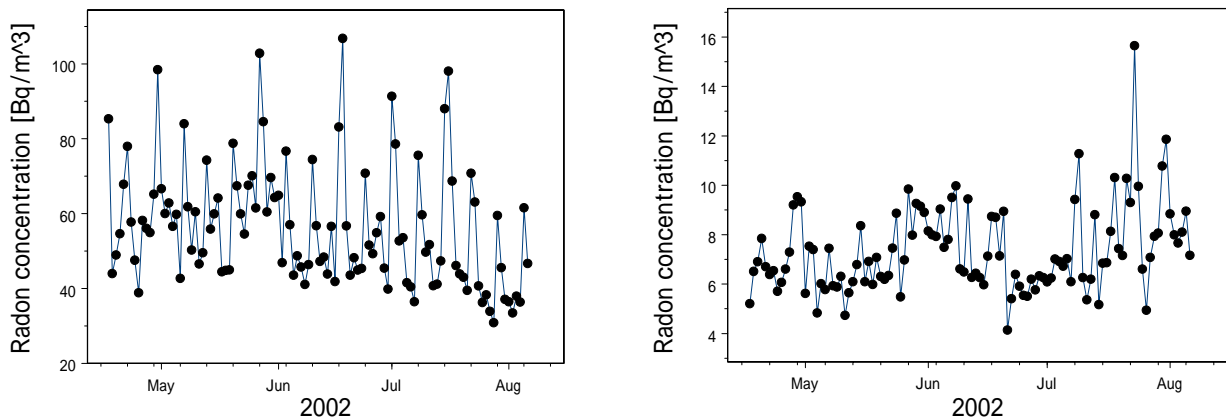


Fig. 4: Time series of daily averaged data for NSM (left) and FMU (right).

Fig. 5にNSMおよびFMUのパワースペクトルを示す。NSMでは前述のように1週間周期の7.0日周期とそのハーモニクス2つが顕著である。その他に4.8日周期があり、これはおそらく気団の移動の周期が関係したものと考えられる。FMUにおいては土日にも換気が行われていたので、1週間周期は顕著ではなく、7つのピークの周期は左から、56日、12.4日、7.5日、4.7日、3.7日、3.0日、2.4日であった。56日周期は太陽の自転に関係したものかもしれない、3~5日の周期はやはり気団の移動の周期が関係しているのであろう、2.4日はNyquist周波数(サンプリング周期1日の2倍の逆数)に相当する2日に近いのであまり意味はないであろう。

Fig. 6に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。NSMでの傾きは-1.45、FMUでの

傾きは-1.52であった。1日平均を、4月から8月にかけての4箇月程度のスケールで見ると、両者とも $1/f$ ゆらぎと $1/f^2$ ゆらぎの間くらいであった。これまでの調査では⁴⁾、FMUにおいては1日平均を1年くらいのスケールで見ると、 $1/f$ ゆらぎが現れることがわかっている。

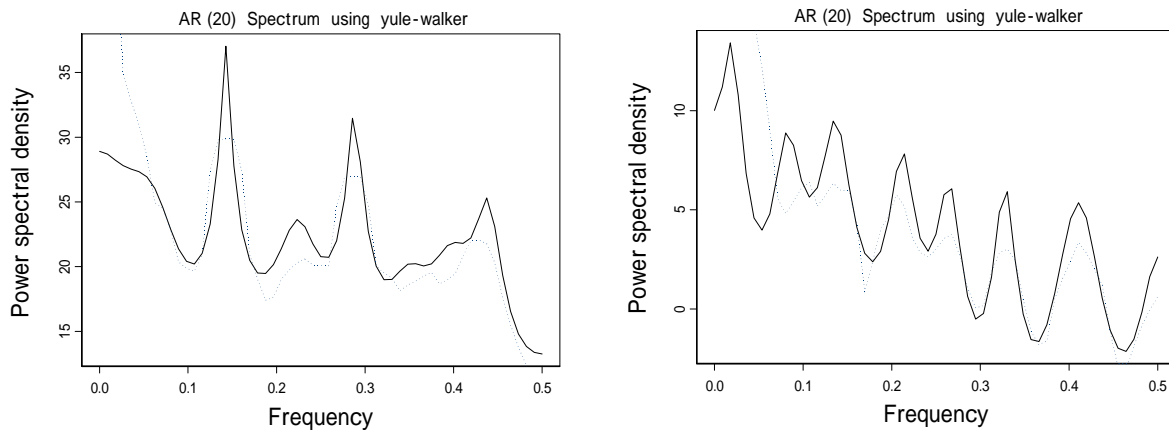


Fig. 5: Power spectrum for daily averaged data of NSM (left) and FMU (right).

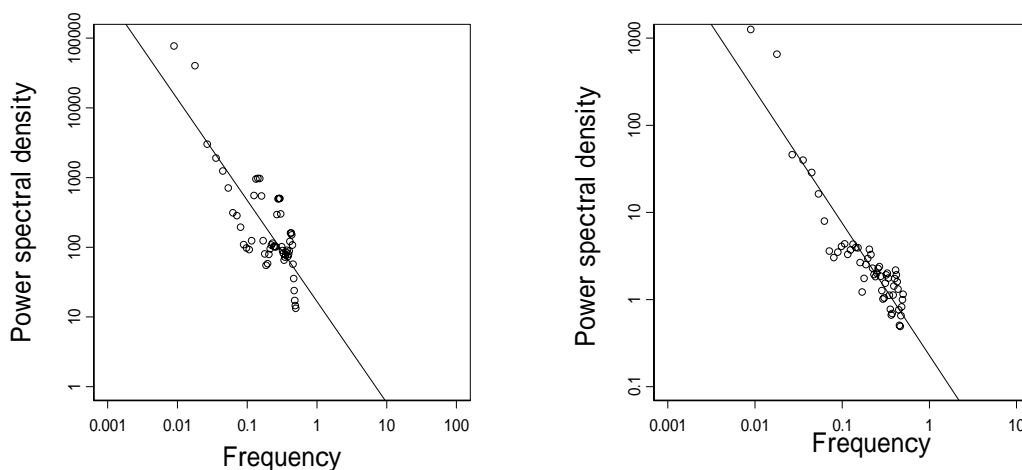


Fig. 6: Log-log plot of power spectral density versus frequency for daily averaged data of NSM (left) and FMU (right).

最後ながら、新潟自然科学館の方々には、ラドンモニタの設置をはじめとし、約1年間にわたり、様々なことでお世話になった。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 小林恒夫, 和田真一, 岩見敏明, 中川雅史: 新潟自然科学館および福島医大における空気中ラドンの測定, 医学物理 **23** [Supplement 2] 第85回日本医学物理学大会報文集, 291-294, 2003.
- 2) 例えば, 南茂夫監修: “科学計測のためのデータ処理入門”, CQ出版社, 2002.
- 3) (株)数理システム <http://www.msi.co.jp/splus/>
- 4) 小林恒夫: 屋内空気中ラドンの時間変動にみられる $1/f$ ゆらぎ, 第39回理工学における同位元素・放射線研究発表会要旨集, 14, 2002.