

II-28 ウェーブレット変換を用いた月降雨量解析

愛媛大学工学部 正員 Celso A. G. Santos

(有)竹村商店 正員 ○竹村敬司

1. はじめに

現在、時系列データの解析に様々な方法が用いられているが、それらの方法に加えて本研究では、新たにウェーブレット変換という方法での解析を試みる。降雨量解析にウェーブレット変換が用いられた例は無く、解析方法の絶対的な筋道はない。そこで本研究では、降雨量解析の一つの手法として、ウェーブレット変換を提案するものである。実際に、松山市の月降雨量解析を行い、さらに、マザーウェーブレットによる変換結果の違いを検討した。その他の地域として、南ヨーロッパのリスボン、マドリード、バルセロナの月降雨量解析を行った。以下に、本研究で得られた主要な結果を要約する。

2. ウェーブレット変換

ウェーブレット変換(wavelet transform)とは、元の関数のある波形からマザーウェーブレット(mother wavelet)と呼ばれる波形と相似な波形だけを抽出することであり、マザーウェーブレット $\psi(t)$ はコンパクトな台(compact support, 有界で振動的)でなければならない。それをスケール(伸縮), トランスレート(平行移動)することによって、解析する波形中のこれと相似な様々なスケールの波形を、時間に関する情報を失うことなく抽出することができる。これはフーリエ変換とは大きく異なることで、ウェーブレット変換の長所である。以上のことを示したウェーブレット変換の定義式が次式である。

$$W(a, b) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) f(t) dt \quad (1)$$

ここに、 a : スケールパラメータ, b : トランスレートパラメータ, $f(t)$: 元の関数, $\psi(t)$: マザーウェーブレット, $W(a, b)$: ウェーブレット係数, である。

$W(a, b)$ は、マザーウェーブレット $\psi(t)$ との相似性を示す量であり、自身の情報のほかに、スケール情報と時間に関する情報の2つの情報を持っている。その2乗はPowerを表し、Wavelet Power Spectrumと呼ばれる。スケールと時間を軸に、Wavelet Power Spectrumを高さとする等高線として結果を出力する¹⁾。

3. 月降雨量のウェーブレット変換

松山・リスボン・マドリード・バルセロナの月降雨量のウェーブレット変換結果を図-1に示す。松山の月降雨量は、1年周期が卓越していることがわかった。これは、地球の公転による1年変動、いわゆる季節変動によるものと考えられる。周期は非常に安定しており、100年間をとうして卓越した周期の変動はあまり見られなかった。従来の経年変化による研究で指摘されていた、10年周期といった長期的周期変動はみられなかったため、松山の降雨量は長期的周期はないものと考えられる。また、松山の降雨量の2~7年程度の周期性は弱い。エルニーニョの周期が2~7年程度であることを考慮すると、松山の降雨量とエルニーニョとのテレコネクションは低いと考えられる。しかし、エルニーニョの起こった年と1年周期のWavelet Power Spectrumのピークとの相関は高く、1~3ヶ月の短期間に影響があることがわかった。

マザーウェーブレットによる変換結果の比較では、Morletを用いると時間情報の検出能力が良く、Paulを用いると周波数情報の検出能力が良いことがわかった。DOGに関しては、時間と周波数共に検出能力が悪いことがわかった。

リスボン、マドリード、バルセロナの月降雨量のウェーブレット変換では、リスボンは3ヶ月、1年周期が卓越しており、長期にわたって安定していることがわかった。3ヶ月周期は季節内変動と考えられる。北

北大西洋振動指数をウェーブレット変換すると、6ヶ月、1年、2～16年にかけて様々な周期が卓越していることがわかった。2～16年の周波数のPowerが小さいことから北大西洋振動による影響は小さいと考えられる。

マドリードは4～8、8～16、32～64、64～128ヶ月の周波数バンドの値が大きい。周期は安定せず、時間とともに常に変化していることがわかった。北大西洋振動の周期と一致するため、何らかの関係があることが考えられる。

バルセロナは半年周期と1年周期の2つの周期が卓越しており、20年の長周期も見られた。2～16年の周期は無く、北大西洋振動の影響は小さいことがわかる。

南ヨーロッパの各地点共にエルニーニョとのテレコネクションは低い。また、1940～1970年にかけて、4年周期が突然卓越しており、これと同時期に北大西洋振動指数が負の値を示していることから、この2つには何らかの関係があるものと考えられる。

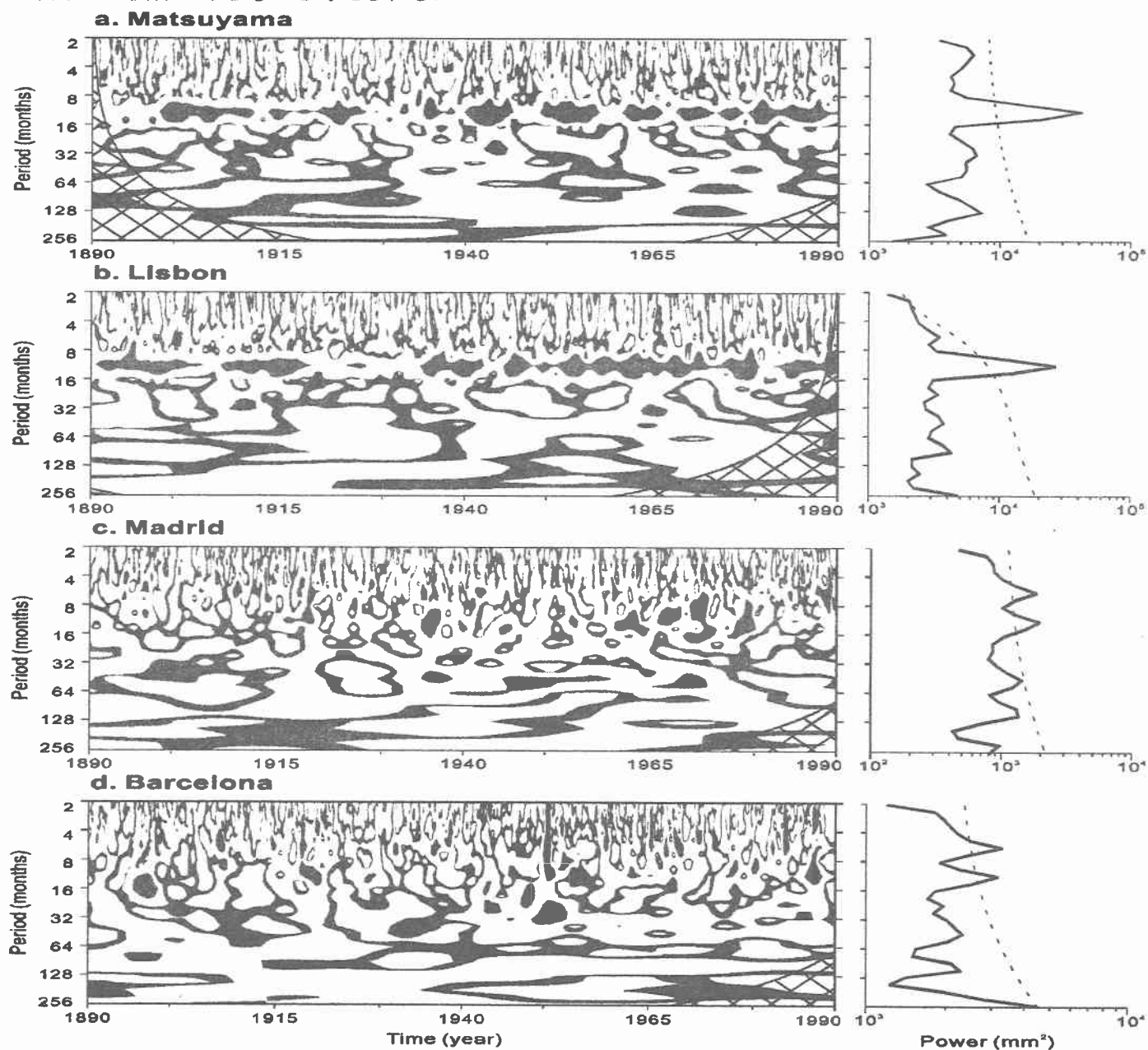


図-1 松山・リスボン・マドリード・バルセロナの月降雨量のウェーブレット変換

参考文献

- 1) Santos, C. A. G., C. O. Galvão, K. Suzuki and R. M. Trigo : Matsuyama city rainfall data analysis using wavelet transform, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, vol. 45, pp.211-216, 2001.