

潮位データと衛星画像による潮岬周辺の黒潮変動の時系列解析

東北大学大学院 学生員 ○児島 正一郎
 東北大学工学部 正 員 風間 聡
 東北大学工学部 正 員 沢本 正樹

1 目的と背景

筆者の研究室では、海上観測と衛星観測によって黒潮が沿岸域(遠州灘～熊野灘)に及ぼすメソスケールの物理現象について研究を行ってきた。(文献1) しかし、この二つの観測より沿岸域に影響を及ぼす黒潮そのものの時間変動を把握することは困難であるため、黒潮の時間変動による沿岸域への影響を十分に把握することはできなかった。そこで黒潮の時間変動を把握するために潮位データを用いた時系列解析を行う。

2 解析方法

図1に今回、潮位データとして用いた串本と浦神の検潮所の位置を示す。黒潮が潮岬を直撃している時には、両検潮所の位置と海岸線の形状より、串本の潮位から浦神の潮位を引いた潮位差は、黒潮の動圧成分を含んでいる。つまり、この潮位差の時間変動成分中に黒潮の時間変動成分も含まれている。そこでこの潮位差をMEM(最大エントロピー法)によって、どの周期がこの潮位差の時間変動にどれくらい関与しているかを解析した。今回、MEMを用いたスペクトル解析を行ったのは、FFTなどのスペクトル解析に比べてスペクトルの分解能が高く、安定性に富んでいるからである。さらに、MEMから得られた卓越周期の時間変動を解析するためにWavelet解析を行った。今回、Wavelet解析で用いたWavelet変換は次式のように表される。

$$f(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} \eta(t) \phi_{ab}^*(t) dt \quad (1)$$

ここで、 $\eta(t)$ は潮位差、 $f(a, b)$ は時間スケール a 、時刻 b におけるWavelet係数、 $*$ は共役複素数を表している。 $\phi_{ab}^*(t)$ は次式で定義されるWaveletである。

$$\phi_{ab}^*(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \phi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (2)$$

ここで $\phi(t)$ はMother Waveletと呼ばれる関数で、本研究では次式で定義されるMorlet Waveletを用いた。

$$\phi(t) = \exp(ik_{\phi}t) \exp\left(-\frac{|t|^2}{2}\right) \quad (3)$$

ここで、 i は虚数、 k_{ϕ} はMorlet waveletの包絡線中に含まれる波の数を示している。本研究では、 $k_{\phi} = 7$ とした。次に、MEMとWavelet解析を関係について述べる。本来、この二つの解析処理手法は独立であるため対応させるべきではないが、ここで起きている現象を理解するために対応づけを行う。ここでは小林ら(文献3)にならてMEMの周期 T とWavelet変換の時間スケール a を次のように対応づけた。

$$a = \frac{k_{\phi} T}{2\pi} \quad (4)$$

3 解析結果

図2に、1994年4月17日～1994年6月30日までの串本と浦神の潮位差を、図3に、この潮位差データのMEMの結果を示す。この図は、低周波数成分(7日周期～85日周期)が卓越していることを示している。また、この図において24時間周期以下の変動は、潮汐や気象変動(風など)によるものと考えられるので、これ以上の変動を黒潮変動と考えて表示した。これより、この観測期間における黒潮の変動成分は、数日～数十日周期のものである。また、これらと衛星観測(観測期間1994年5月30日～1994年6月22日)とを比較すると、潮位差が大きいときには、衛星より潮岬からの剥離渦を顕著に確認することができた。このことより、潮

位差が大きいときには、黒潮が「Vortex maker」である潮岬に勢い良くぶつかり、下流方向に大きな剥離渦を発生させていることがわかる。次に、これらの卓越したパワースペクトルの時間変動を解析するために行った Wavelet 解析結果を図4に示す。横軸に時間を取り、縦軸に周期(式(4)によって時間スケールを変換し MEM の周期にしたもの)を取り、色の濃淡でスペクトルの強弱を表している。この図は、ある周期がどの時間で卓越しているかを表している。黒潮変動の支配的な周期の変動は、数日～数十日で起きている。

4 考察

潮位データを時系列解析することで黒潮の時間変動を捉え、衛星観測と比較することで黒潮の変動に引き起こされる物理現象のメカニズム(潮岬からの剥離渦の沿岸域への流入)が解明された。これによって、潮位データを解析することで黒潮の時系列変動と、黒潮系暖水がどれくらいの規模で沿岸域(遠州灘～熊野灘)への流入するかを把握することができる。

参考文献

1. 児島 正一郎・風間 聡・沢本 正樹(1995): 黒潮系暖水の遠州灘～熊野灘への流入と挙動, 投稿中
2. 山元 茂・田中 總太郎・杉村 俊郎・畠山 祐二・小林 智尚・西村 司: 黒潮乱流場の沿岸潮位データ Wavelet 解析, 日本リモートセンシング学会講演集 NO.14, pp.91-94, 1994
3. 小林 智尚・高橋 智彦: Wavelet 変換を用いた実海岸の波群の解析とその再生, 海岸工学論文集, 第41巻, pp186-190, 1994
4. Farge, M. (1992): Wavelet transform and their applications to turbulence, Annu. Rev. Fluid Mech, Vol. 24, pp. 395-457

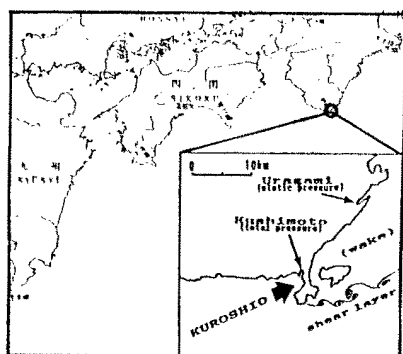


図1 対象地域

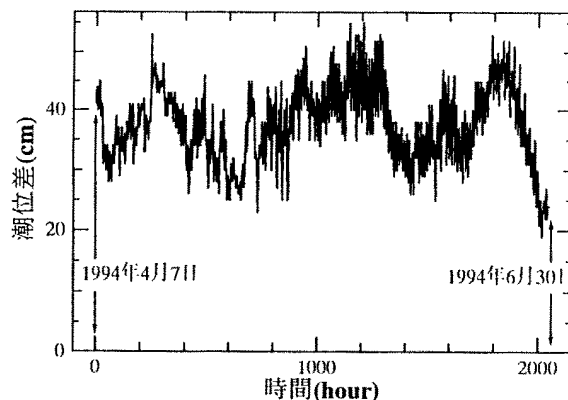


図2 串本～浦神の潮位差

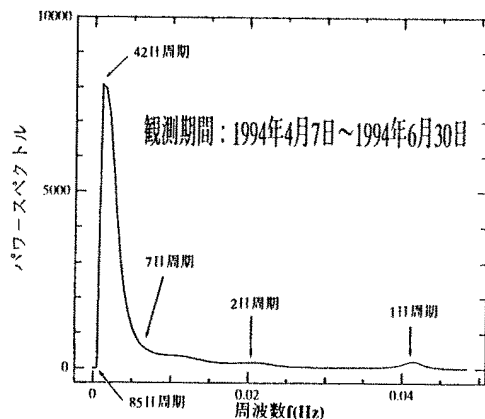


図3 パワースペクトル

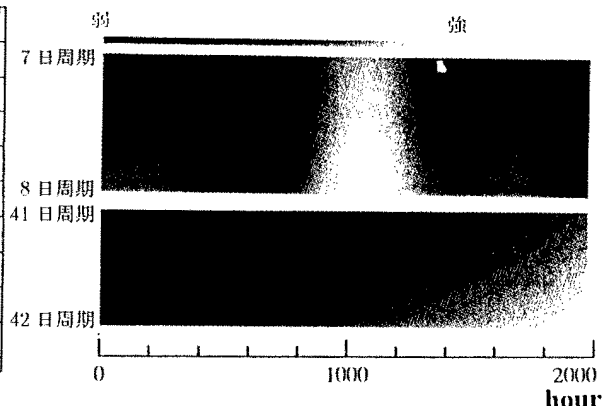


図4 Wavelet 解析