

紀伊半島沿岸における年周潮 S_a の スペクトルとそのサイド・ローブ*

中 村 重 久**

Spectrum of the annual tide S_a and its side robe along the southwest coast of the Kii Peninsula*

Shigehisa NAKAMURA**

Abstract: Amplitude spectrum of the annual tide S_a and its side robes along the southwest coast of the Kii Peninsula is studied by using a Fast Fourier Transform method (briefly, FFT method). At Hosono in Shirahama, a sharp peak of the spectrum is just corresponding to the annual constituent S_a of the astronomical tides. At Susami, which is situated about 20 km southeast from Hosono, no significant peak is found for the peak of S_a except a broad side robe around the component corresponding to the peak of S_a . This may suggest that the Kuroshio's variation is significantly effective at Susami rather than at Hosono. Variations of ten year mean sea levels at Hosono and Susami are also shown as the zeroth component of the spectra. Although the problem of what external factor is most effective for the long-term variations would be detected in the near future.

1. 緒 言

紀伊半島沿岸の細野および周参見における潮位変動記録を解析する。天文潮のうち年周潮 S_a (たとえば, 中野, 1939; DIETRICH, 1957; дубанин, 1960) を中心とした周波数スペクトル解析を, 高速フーリエ変換法によってすすめ, その結果について検討する。数年以上にわたる月平均潮位データによって, 白浜町の細野では年周潮に対応するスペクトルの鋭いピークが認められる。しかし, その南東方約 20 km の周参見では年周潮周辺の周波数成分も相当の振幅であり, S_a の評価のために日平均潮位データも利用する。これによって, 1年から5日までを周期とするスペクトルの特性を明らかにし, いわゆる天文潮以外に多数の変動がみられることを示す。

ここでのスペクトル解析は, 中村・西 (1988) が示した紀伊半島沿岸域における日周潮・半日周潮の潮位スペクトル観測の成果につながるもので, パーソナル・

コンピュータの利用によって可能な解析である。また, NAKAMURA (1987) は, 田辺湾について, 半日周期の流速変動を有限差分法を応用した数値モデルによって検討し, 沿岸潮位と流速変動との関係を明らかにしようとしている。一般に, 潮汐に関連した流速変動のパターンを観測のみによってとらえることは容易なことではない。また, 潮位と流速との関係の明らかにされている海域は, 世界中を見わたしても, ごく限られている。一方, 潮位記録が長期間にわたって得られている場合には, スペクトル解析に MUNK and CARTWRIGHT (1966) のような手法によることが可能と考えられ, さらにこれを予測に役立てることができるものと考えられる。

2. 対象検潮所周辺の地理的条件

ここでは, 日本列島のなかでも, 本州の最南端の一部である紀伊半島の沿岸に着目することとした。すなわち, 紀伊半島南西岸にある検潮所のうち, とくに細野および周参見に焦点をおく。この2検潮所の地理的位置は, Fig. 1 に示すとおりである。細野および周参見の概略の位置をH (白丸) およびS (点付白丸) によって示した。

この紀伊半島南西岸沖では, 北太平洋の西岸境界流と

* 1988年3月16日受理 Received March 16, 1988

** 京都大学防災研究所付属白浜海象観測所,
〒649-22 和歌山県西牟婁郡白浜町堅田畑崎
Shirahama Oceanographic Observatory, Disaster
Prevention Research Institute, Kyoto University,
Katada-Hatasaki, Shirahama, Wakayama, 649-22
Japan

しての黒潮が東向きに流れている。よく知られているように、この黒潮の流れは地衡流としてとらえられている。しかし、この黒潮の流軸は、時々刻々と変化しており、また、空間的にも変化が顕著である。参考までに、Fig. 1には、1988年6月1-14日の黒潮の流れの概況を、海上保安庁第5管区海上保安本部発行の“五管海洋速報”をもとにして図示した。

3. 細野における振幅スペクトル

ここでは、まず、細野 ($135^{\circ}22.80'E, 33^{\circ}40.76'N$) の20年間にわたる月平均潮位を、和歌山地方気象台の白浜検潮所の記録にもとづいてスペクトル解析する。月平均潮位の資料は1966年1月から1987年12月までを対象とした。

高速フーリエ変換法 (Fast Fourier Transform method,

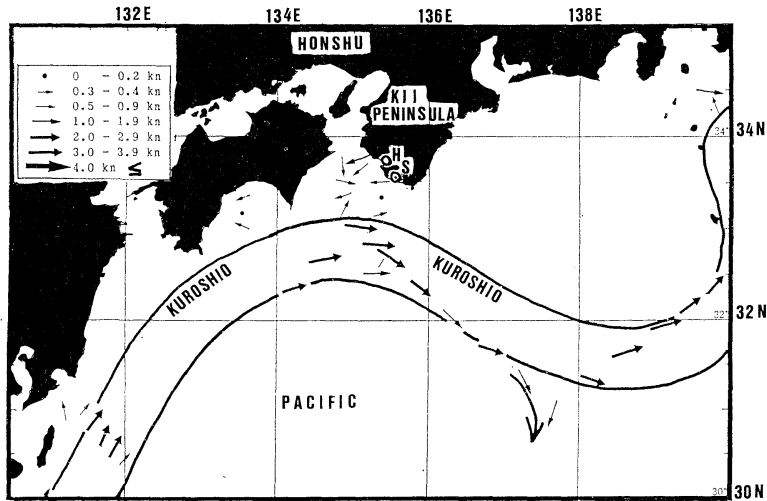


Fig. 1. Geographical situations of the tide stations “Hosono” (H) and “Susami” (S) along the south coast of Honshu, Japan, and a typical pattern of the “Kuroshio” flow off the south of Kii Peninsula.

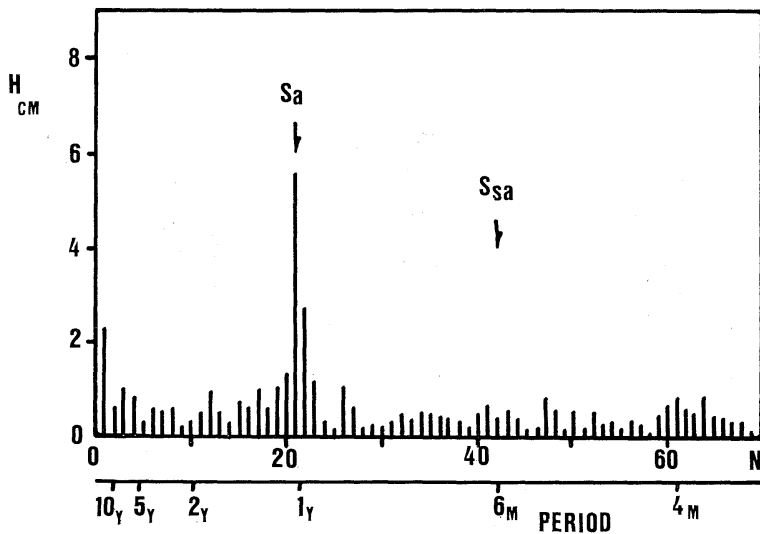


Fig. 2. Amplitude spectrum of monthly mean sea level at Hosono. The 256 data from January 1966 are utilized. Notation N is order of the FFT method for spectral analysis. Period is denoted by “M” for months or by “Y” for years.

略して、FFT法)を応用して、1966年1月から256ヶ月間のデータに対する振幅スペクトルをもとめた結果を、初めの第1次から第70次までについて、Fig. 2に示した。この図をみると、天文潮としての年周潮 S_a (cf.

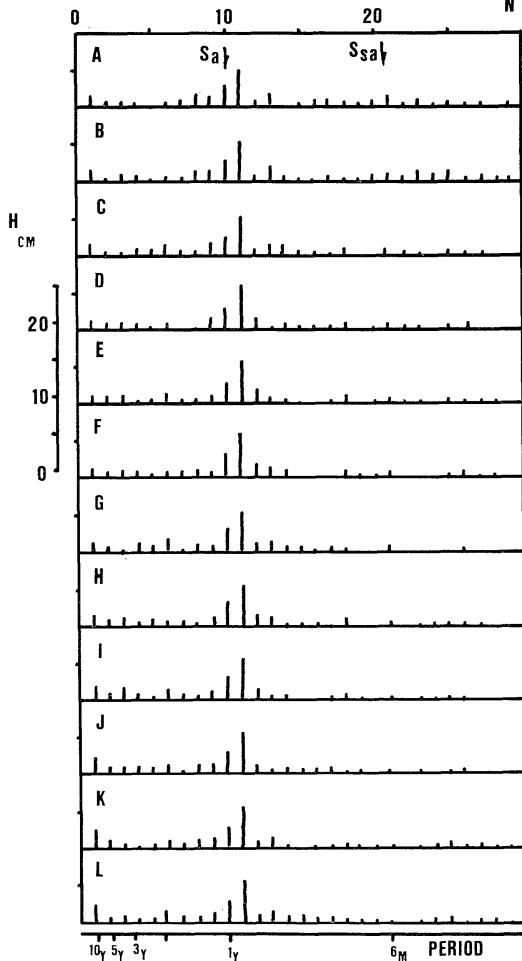


Fig. 3. Patterns of amplitude spectrum at Hosono. The 128 data of the monthly mean sea level are utilized. Notations are same to those in Fig. 2. Case A for the data from January 1966; Case B for the data from January 1967; Case C for the data from January 1968; Case D for the data from January 1969; Case E for the data from January 1970; Case F for the data from January 1971; Case G for the data from January 1972; Case H for the data from January 1973; Case I for the data from January 1974; Case J for the data from January 1975; Case K for the data from January 1976; Case L for the data from January 1977.

Table 1) に対応する成分が鋭いピークをもっていることがわかる。天文潮としての半年周潮 S_{sa} に対応する成分ははっきりしない。しかし、別に、天文潮と関係ないとみられる成分が、たとえば、7.1年周期から4.0年周期までの範囲で、いろいろあることがわかる。

なお、ここで、細野の月平均潮位 128ヶ月分のデータに対してFFT法を適用して振幅スペクトルを求めてみた。その起点を(A) 1966年1月からはじめ、1年ずつずらして、(L) 1977年1月を起点としたものまでもとめ、初めの第1次から第30次までを Fig. 3に示した。

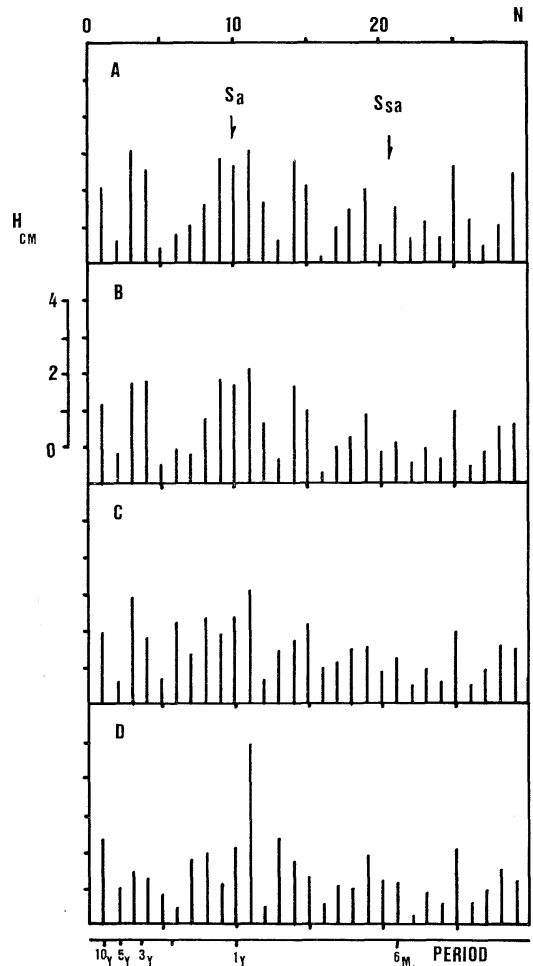


Fig. 4. Patterns of amplitude spectrum at Susami. The 128 data of the monthly mean sea level are utilized. Notations are same to those in Fig. 2. Case A for the data from January 1974; Case B for the data from January 1975; Case C for the data from January 1976. Case D for the data from January 1977.

この Fig. 3 をみると、Fig. 2 のパターンは、Fig. 3 の (A) から (L) までの例と基本的にはよく似ているが、数値的にみるとそれぞれ相互にわずかながらの差異がある。この差異には、大気圧の効果も含まれているであろう。また、解析におけるエイリアジングの問題もこの差異の一部として考えられる。

4. 周参見における振幅スペクトル

細野の南東方約 20 km の距離にある周参見 ($135^{\circ}20.98'E$, $33^{\circ}35.80'N$) における月平均潮位について、前節と同様に FFT 法によるスペクトル解析をした。解析の対象として 128 ケ月間を考えることとし、(A)1974 年 1 月から 128 ケ月に対するものから、(D)1977 年 1 月から 128 ケ月に対するものまで、1 年ずつずらした場合に得られる振幅スペクトルのうち初めから第 1 次から第 30 次までを Fig. 4 に示した。この Fig. 4 を、さきの Fig. 2 および Fig. 3 と比較してみると、その振幅スペクトルのパターンの相異がはっきりする。すなわち、Fig. 4 によれば、周参見では、天文潮の年周潮 S_a に対応したスペクトルのピークはとくに顕著ではなく、いわゆる、その周辺のサイド・ローブが目立っている。年周潮 S_a 以外の周波数成分もかなり大きな振幅をもっていることがわかる。これは天文潮とは関係のないものと考えられ、周参見の沖を流れる黒潮の変動の影響の顕著なことを示しているものと推測される。

ところで、周参見の1983年1月1日から1985年12月31日までの日平均潮位のデータのうち、初めの1028日分を対象として、FFT 法によるスペクトル解析をすると、第 1 次から第 210 次までの振幅スペクトルは Fig. 5 に示すようなパターンとなる。すなわち、この図によって、Table 1 に示したような天文潮以外の成分の振幅もあらわれていることが明瞭に認められる。ただし、この Fig. 5 では、日平均潮位データ数 1028 個を用いたことによって、有限少数データ(たとえば 128 個あるいは 256 個のデータ)を用いることによるエイリアジングの問題は相対的に重要な因子ではなくなっているものとみられる。さらに、この図によって S_a や S_{sa} についての概略の特徴はとらえられるが、その詳細についての議論はできない。

このようなことから、20年間あるいはそれ以上の長期間についての日平均潮位のデータをすべて用いた解析が必要であると考えられる。

5. 10 年間平均潮位

上に述べたように、FFT 法によるスペクトル解析によって、年周潮 S_a とその周辺の周波数帯の成分の検討ができた。ただ、この解析で第 0 次については何もふれなかった。この第 0 次成分は、解析の対象としたデータの平均にあたる。ここで、128 個の月平均潮位の例を考えると、概略10年間の平均潮位が第 0 次成分ということ

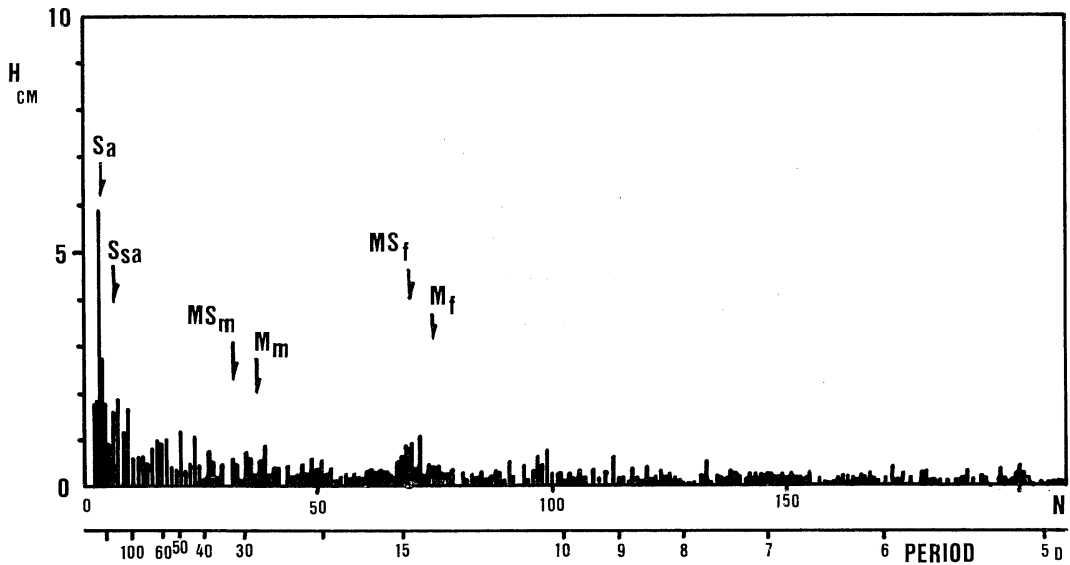


Fig. 5. Amplitude spectrum of daily mean sea level at Susami. The 1028 data from January 1983 are utilized. Notations are same to those in Fig. 2.

Table 1. Constituents of the astronomical tides for long periods.

Constituents	Period (days)	Remarks*
Sa	365.25	Annual elliptic tide of the 1st order to S_0
Ssa	182.62	Semiannual declination tide to S_0
MSm	31.81	Monthly evection tide to M_0
Mm	27.55	Monthly elliptic tide of the 1st order to M_0
MSf	14.765	Semimonthly variation tide to M_0
Mf	13.66	Semimonthly declination tide to M_0

* Partly referred to Tabelle 56 (p. 352) of DIETRICH (1957). In the table, M_0 and S_0 are the constant lunar and solar tides, respectively.

になる。この第0次成分は検潮所の潮位基準面の設定によって定まることに注意しておきたい。

ここで、細野について、1966年から128ヶ月の期間の月平均潮位の解析で得られた第0次成分から、各年逐次得られた値を、1977年から128ヶ月の期間に対する第0次成分まで Fig. 6 の中に白丸で示した。便宜上、この第0次成分の相対的値を図上に示すこととした。さらに、これに対応して、周参見の第0次成分を示すと、Fig. 6 の黒丸のようになる。この図をみると、約10年間の平均潮位がゆるやかに変動していることが明瞭にわかる。このような変動の原因をさぐるには、年周変動のスケールの現象を検討するような視点に立つことは適切ではない。この Fig. 6 で細野と周参見との両者の変動が傾向として同じものか異なるものか即断をするわけにはいかない。

細野については、約20年間の記録が利用できたけれども、これから得られた Fig. 5 の変動の外的作用因子が何であるかを明らかにするためには、さらに、別の面からの検討も必要である。現時点では、可能性としていろいろ考えられるのみで推測の域を出ることができない。たとえば、太陽黒点数あるいは太陽活動の約11年周期が Fig. 6 の白丸にそのまま対応しているようにみえない。ここでの解析で Fig. 6 の変動には約11年周期の変動をある程度除いたものがあらわれているはずである。機会をあらためて、この問題の詳細にわたる検討をする必要がある。

謝 辞

本文のスペクトル解析にあたって、和歌山地方気象台および和歌山県田辺漁港事務所によって得られた潮位資料を利用した。

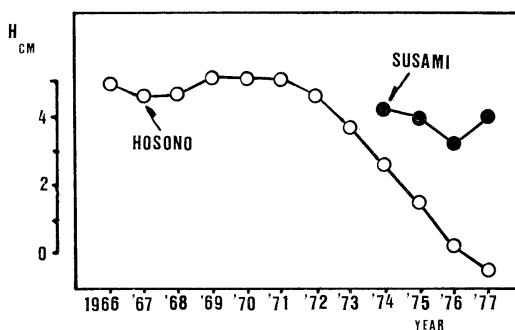


Fig. 6. Timely variations of relative values corresponding to the zeroth component of amplitude spectra at Hosono and Susami as variations of a 10 years mean sea level (cf. Figs. 3 and 4).

文 献

- DIETRICH, G. (1957): Allgemeine Meereskunde. Gebrüder Borntraeger, Berlin. 429 pp.
- Дуьанин, А. И. (1960): Приливы в Море. Гидрометеорологическое Издательство, Ленинград. 390 pp.
- MUNK, W. and D. CARTWRIGHT (1966): Tidal spectroscopy and prediction. Phil. Trans. Roy. Soc. London, Ser. A, (259), 533-581.
- NAKAMURA, S. (1987): A numerical prediction of semidiurnal current patterns in Tanabe Bay. Bull. Disaster Prevent. Res. Inst., Kyoto Univ., 37 (pt. 3), 91-105.
- 中村重久・西勝也 (1988): 紀伊半島沿岸域の日周潮・半日周潮の潮位スペクトル観測. La mer (投稿中).
- 中野猿人 (1939): 潮汐学. 古今書院, 東京. 528 pp.