

海象観測システムによる有明海浅海域の波浪解析(5)

誌名	佐賀大学農学部彙報
ISSN	05812801
著者名	藤本,昌宣 宮地,真美
発行元	佐賀大学農学部
巻/号	79号
掲載ページ	p. 59-65
発行年月	1995年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



海象観測システムによる有明海浅海域の波浪解析 V. 有義波高および周期の出現率について

藤本 昌宣・宮地 真美*

(生産情報科学講座)

平成7年5月31日受理

Analysis of Ocean Waves in the Shallow Area of the Ariake Sea V. On the rate of appearance of significant wave height and period

Masanobu FUJIMOTO and Mami MIYACHI*
(Laboratory of Agricultural Land Engineering)

Received May 31, 1995

Summary

The data of wave profiles obtained by the observational apparatus of oceanic phenomena in the Ariake Sea for 17 years from 1976 to 1992 were analyzed statistically and the appearing characteristics of significant wave heights and periods were examined.

The following results were obtained.

- 1) The mean values of the significant wave heights and periods were 14.8cm and 2.1s, respectively.
- 2) The maximum significant wave height and period were measured at Typhoon No.9117 and the then values were 2.36m and 3.2s, respectively.
- 3) The maximum value of monthly mean heights was 21.4cm in July and the minimum 10.5cm in November.
- 4) The equivalent curves of the rate of appearance in the joint distribution of significant wave heights and periods showed the distorted triangles.
- 5) The mean value and standard deviation of ratios of the significant wave heights to the mean wave heights were 1.61 and 0.07, respectively. The other side, these values for the wave periods were 1.18 and 0.10, respectively.

key words : the Ariake Sea, significant wave height and period, rate of appearance

緒 論

有明海湾奥部は、広大な干潟が展開し、古くから干拓による低平農地の造成が盛んに進められ、地域の重要な産業基盤となっている。しかし、干拓堤防は最も新しいものでも築造後20年近く経過しており、堤防の沈下、コンクリートや盛土部の劣化などが見られる。また、満潮時に来襲した1985年の台風13号の時に見られるような越波による一部の堤防の損壊なども発生し

*内外エンジニアリング㈱

ている。このため、干拓堤防の防災機能を高めるために、堤防の嵩上げ、堤防前面への消波ブロックの設置などの事業が進められている。

このような観点から、本文は、1976年から1992年までの17年間に佐賀大学有明海海象観測装置によって得られた、湾奥部における波浪特性のうち堤防標高を決定する際の一つの要因となる有義波の波高と周期について、その出現率特性を検討したものである。

有明海海象観測装置

有明海海象観測装置は、湾奥部の海象・気象変動を連続的かつ長期的に観測し、海域の高度利用および防災に資することを目的として設置されたもので、佐賀大学農学部陸上監視局、データ処理出力部を、海上に観測塔、検出部、海上観測局を置き、両局間約15kmをテレメータで結ぶものである。両局の設置位置は、

陸上監視局

佐賀市本庄町 佐賀大学農学部内 東経 130°17'32" 北緯 33°14'19"

海上観測局

佐賀郡川副町地先 5 km 東経 130°16'42", 北緯 33° 5' 52"

である。また、この装置による観測項目は

潮位、波形、流向、流速、塩分、水温、気温、風向、風速、雨量の10項目であり、さらに一連の波形データから波高と周期を算出している。

有義波高と周期の算出

有義波および平均波の波高と周期は、1観測ごとに波浪計から0.1秒間隔で20分間読み取った一連の表面波形のデータから、ゼロアップクロス法によって順次波高と周期を計算し、最初から255波を演算の対象としてを求めた。なお、波形の測定範囲は10mで、伝送するビット数が1976年～1984年は8ビット、1985年～1992年は12ビットであったため、それぞれの期間中における分解能は3.92cmおよび0.24cmである。

有義波高および周期

1. 有義波高および周期の月別平均値

1時間間隔で観測した有義波高と周期を、17年間を通して同一月ごとに月別に平均した値の変化を図-1に示す。1年間を通してみると有義波高は、夏期の6～8月に大きく、冬期の11～1月に比較的小さい値を示す。最大値は7月の21.4cm、最小値は11月の10.5cmであった。これは、夏期は吹送距離の長い南からの風が卓越し、冬期は風向が逆になることに起因している。

一方、有義波周期は、年間の変動はほとんど見られず、約2秒前後で推移している。

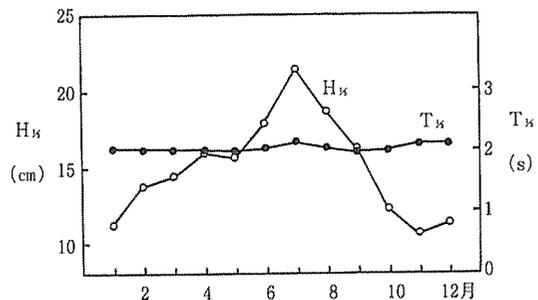


図-1 有義波高 $H_{1/3}$ および有義波周期 $T_{1/3}$ の月別平均値

2. 有義波高の最大値

対象としている17年間において、観測が可能であった1時間ごとの有義波高のうち、台風等の影響によって1.0m以上の波高が発生した日数は、2.0m以上が2日、1.5～2.0mが3日、1.0～1.5mが9日となっている。この間の有義波高の最大値は、台風9117号での2.36m（周期3.6秒）、次が台風8513号での2.30mであった。なお、台風9119号時は欠測であった。

3. 有義波高および周期の出現率

有義波高の出現率分布は、対数正規分布に近似する事例が報告されている^{1), 2)}。ここでも1976年から1992年までの17年間において観測が可能であった $N=113601$ の時間帯の有義波高 $H_{1/3}$ (cm) の対数を取り、区間幅 $\Delta \log(H_{1/3})=0.2$ で出現率分布を求めた。また有義波周期 $T_{1/3}$ については区間幅 $\Delta T_{1/3}=0.5$ 秒ごとの出現率分布を求めた。これらの相対度数分布を図-2、3に示す。なお、相対度数は出現率を区間幅で割ったもので、グラフの面積が1.0になるようにしたものである。

この結果、波高（対数）と周期の統計値は次のようであった。

	平均値	標準偏差
波高 (cmの対数)	1.05	0.34
波高 (cm)	11.2	—
周期 (秒)	2.1	0.47

これらの値から求めた正規分布曲線を図-2、3に併せて示す。さらに、有義波高（対数）と周期の超過出現率曲線を正規確率紙上で図-4、5に示す。これによれば、有義波高は理論直線とほぼ一致しているが、周期は3秒以上で超過出現率がほぼ5%以下の範囲でややはずれる傾向にある。17年間における各観測時間帯での気象条件や海況はすべて異なっており、これらを単純に集計した有義波高および周期の分布をある特定の確率密度関数に適合させることの合理性はともかく、観測回数が非常に多くなると、波高は対数正規分布に、3秒以下で全データの95%の周期は正規分布にほぼ近似することが認められる。

わが国の他海域におけるこのような有義波高および周期の超過出現率曲線の形について次のような報告がある²⁾。波高については、太平洋沿岸海域では一般に直線状になるが、それ以外の

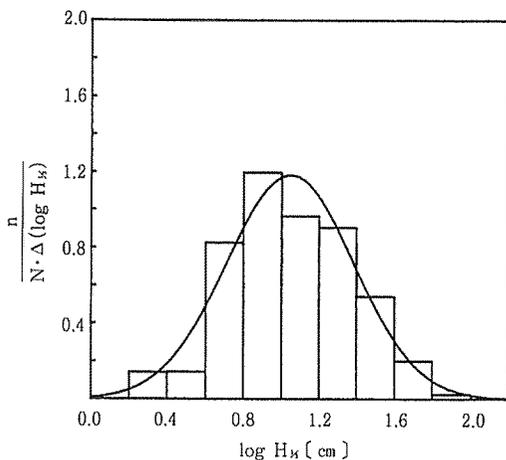


図-2 有義波高 $H_{1/3}$ (対数) の相対度数分布

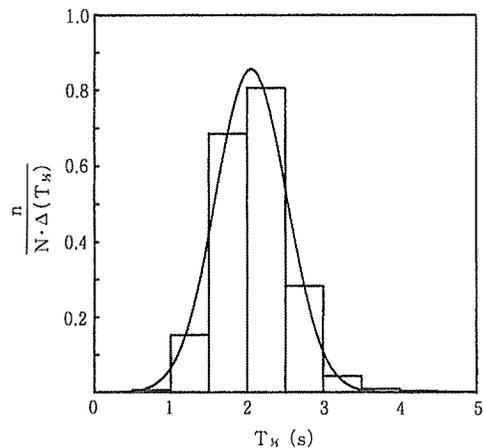
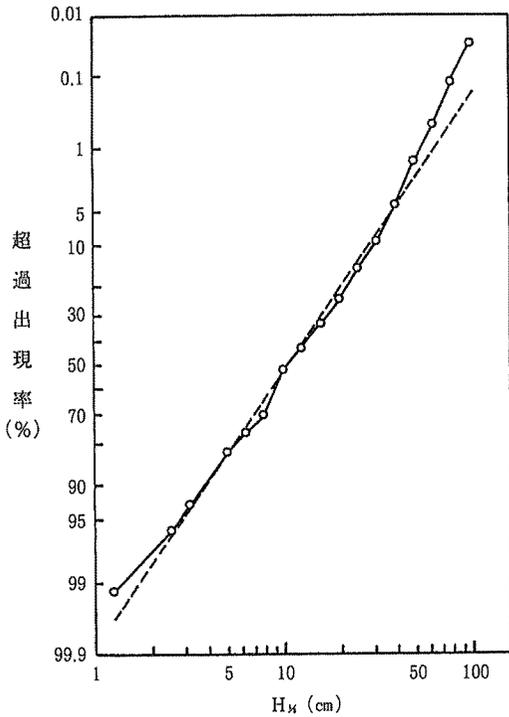
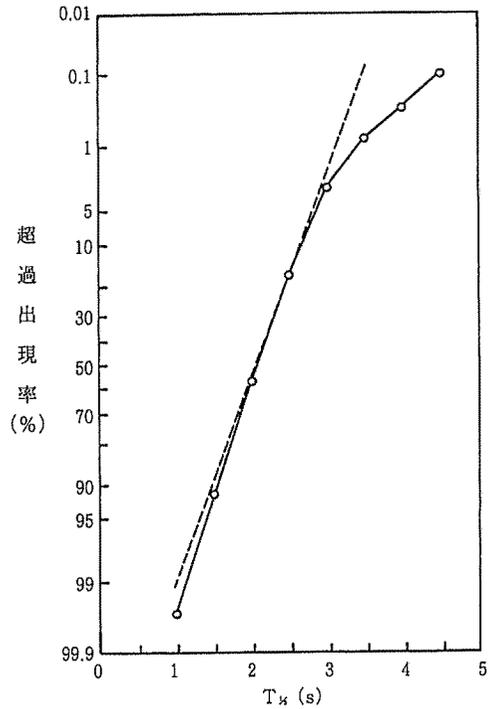


図-3 有義波周期 $T_{1/3}$ の相対度数分布



図一四 有義波高 $H_{1/3}$ の超過出現率



図一五 有義周期 $T_{1/3}$ の超過出現率

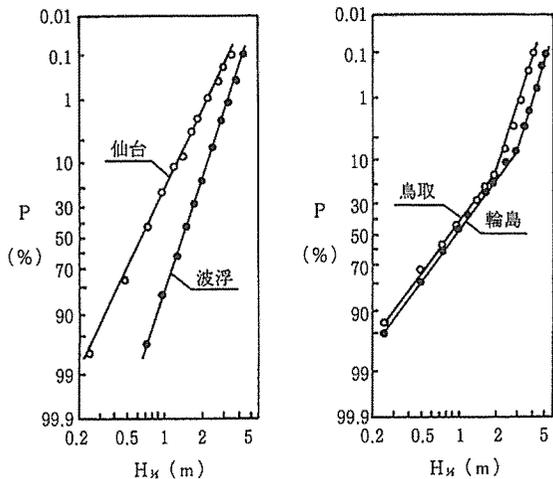
海域では超過出現率10~20%以下の範囲で直線の勾配が急になっている。これは前者に比べ、大きい有義波高の出現率が小さいことを示している。一方、有義波周期については、オホーツク海や日本海沿岸海域ではほぼ直線となるが、太平洋沿岸海域では途中で二つ折れになっており、周期の大きい範囲では直線の勾配が緩やかになっている。これは太平洋沿岸海域では他海域に比べて、大きい周期の波の出現率が高いことが分かる。他海域における測定例を図一六、7に示す。

このような特性を、有明海湾奥部の超過出現率曲線と比較すると、波高や周期のレベルがかなり異なるが、ほぼ太平洋沿岸海域に類似した曲線形を示す。

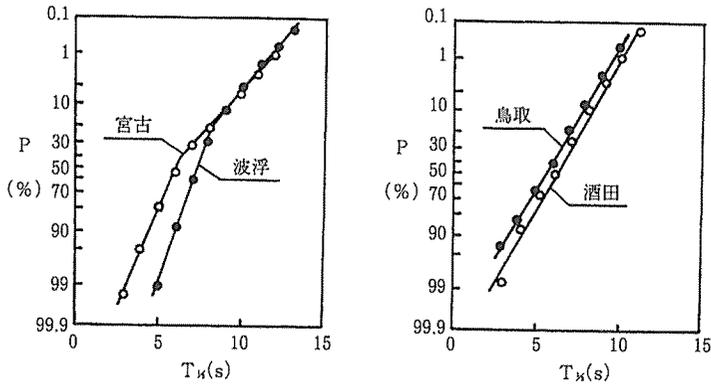
4. 有義波高と周期の結合出現率

前述のような有義波高と周期のそれぞれの区間ごとの出現度数から、両者の結合出現率分布を求めた。この結果を等出現率曲線で図一八に示す。これによれば、有義波高が大きくなると周期との間にやや相関性が見られるが、逆に波高が小さくても大きい周期も存在し、等出現率曲線は歪んだ三角形形状を示している。

これを他海域についてみると、図一九



図一六 有義波高 $H_{1/3}$ の超過出現率 P (他港湾)



図一七 有義波周期 $T_{1/3}$ の超過出現率 P (他港湾)

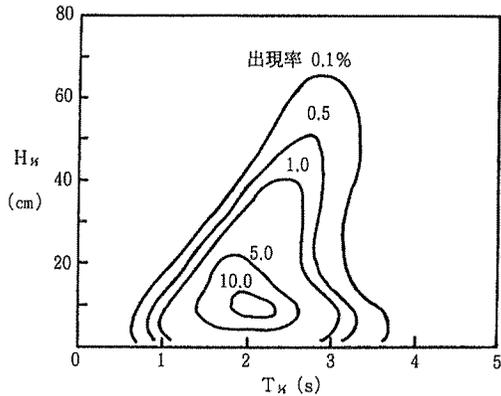
に測定例を示すように、①波高と周期の相関が高く、波高が増大するにつれて周期も長くなる形、②等出現率曲線が直角三角形に近い分布となる形、③曲線が扇形に近い分布となる形、などのパターンが見られる²⁾。

波高比および周期比

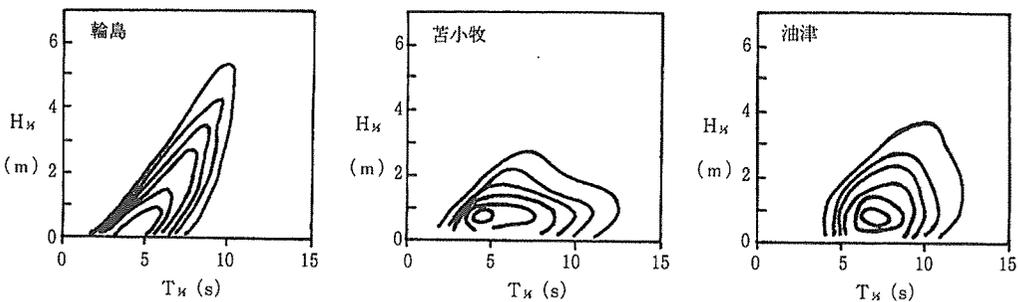
1. 波高比および周期比の出現率

平均波に対する有義波の波高比 $H_{1/3}/\bar{H}$ および周期比 $T_{1/3}/\bar{T}$ の出現率分布を、 $N=59338$ の時間帯について区間幅 $\Delta(H_{1/3}/\bar{H})$, $\Delta(T_{1/3}/\bar{T})$ が 0.05 の相対度数分布で図一10, 11に示す。なお、有義波高はcm単位で出力しているが、値が小さくなると比の値の精度が低下するために10cm未満は除外した。この図には以下に示す統計値から求めた正規分布曲線を併せて示しているが、波高比、周期比ともにその分布が正規分布に比較的近似していることが認められる。

	平均値	標準偏差
波高比	1.60	0.07



図一八 有義波高 $H_{1/3}$ と有義波周期 $T_{1/3}$ の結合出現率分布



図一九 有義波高 $H_{1/3}$ と有義波周期 $T_{1/3}$ の結合出現率分布 (他港湾)
 [等出現率曲線は外側から0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10.0%]

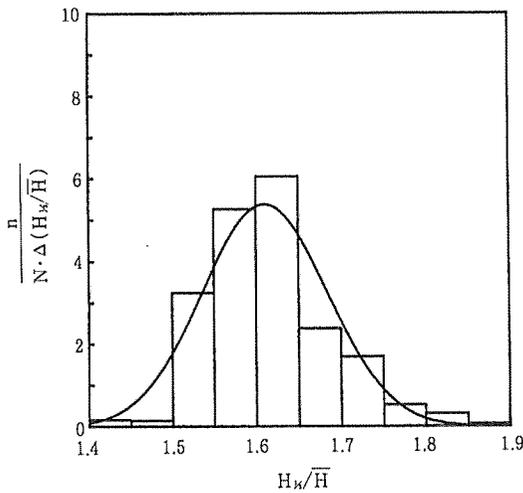


図-10 波高比(有義波高 $H_{1/3}$ /平均波高 \bar{H})の相対度数分布

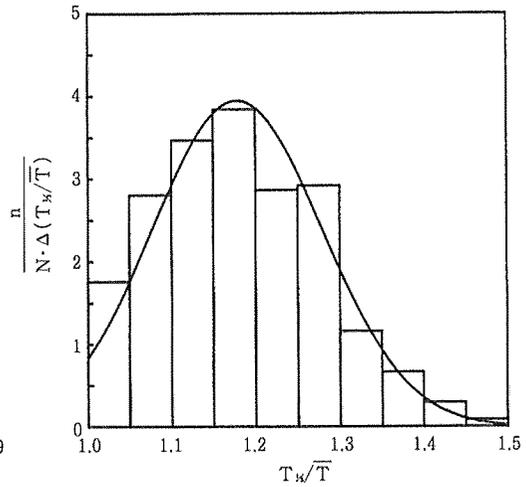


図-11 周期比(有義波周期 $T_{1/3}$ /平均波周期 \bar{T})の相対度数分布

周期比 1.18 0.10

波高比については、一連の波高の分布が、次式に示す Rayleigh 分布に従うと仮定すると、確率計算から平均波に対する有義波の波高比は1.598となる。

$$p(H) = \frac{\pi}{2\bar{H}^2} \text{Exp}\left(-\frac{\pi}{4\bar{H}^2} H^2\right)$$

ここに、 $p(H)$ は波高の確率密度関数、 \bar{H} は平均波高である。浅海域においても、実測値の平均値がこの値とほぼ一致することが認められた。

2. 波高比と周期比の結合出現率

次に、波高比と周期比の結合出現率を、平均値を中心にそれぞれ1.2~2.0、1.0~1.5の範囲で図-12に示す。前述のように波高比、周期比ともに正規分布に近似することから、結合分布の等出現率曲線は、ほぼ上下、左右対称の曲線となる。

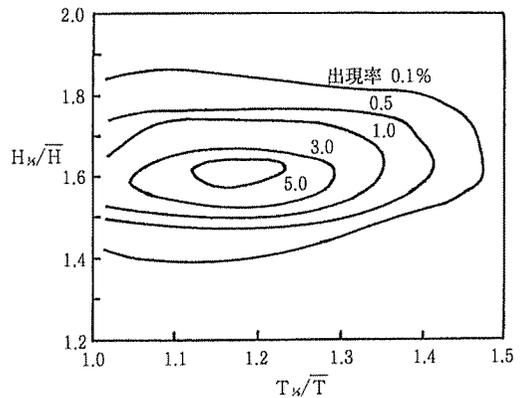


図-12 波高比と周期比の結合出現率分布

摘 要

有明海海象観測装置によって得られた1976年から1992年までの17年間の波浪データを統計的に解析し、浅海域における有義波の波高、周期の出現率特性について検討を行った。

その結果、次のようなことが明らかになった。

- 1) 有義波波高と周期の平均値は、それぞれ11.2cm、2.1秒であった。
- 2) 観測した有義波波高の最大値は、台風9117号での2.36mであり、その時の周期は3.2秒であった。
- 3) 月平均有義波波高は、7月に最も大きく21.4cm、11月が最も小さく10.5cmであった。
- 4) 有義波波高と周期の結合分布における等出現率曲線は変形した三角形を示す。

- 5) 平均波波高に対する有義波波高の比の平均値は1.61で、標準偏差0.074であった。一方、周期に対するこれらの値は、それぞれ1.18と0.10であった。

参 考 文 献

- 1) 合田良実(1975)：波浪の統計的性質とその応用，水工学に関する夏期研修会講義録B-1，土木学会水理委員会，pp.15-22
- 2) 小舟浩治(1990)：波浪統計とその利用法，平成2年度港湾技術研究所講演集，運輸省港湾技術研究所，pp.239-259