

## 波浪のスペクトル幅と統計量 (I)

岩田憲幸・稲田 亘・田中孝紀・渡部 勲

国立防災科学技術センター平塚支所

## Ocean Wave Statistics and Spectrum Width Parameter (I)

By

N. Iwata, W. Inada, T. Tanaka and I. Watabe

*Hiratsuka Branch, National Research Center for Disaster Prevention*

### Abstract

Wave records obtained by capacitance-type wave gauge are analysed, and statistical properties such as wave height and period are derived. From zero-up crossing and crest-to-crest periods we have calculated the parameter of spectrum width, and have estimated the variation of mean wave heights with this quantity. It is concluded that the nondimensional mean wave heights are proportional to the parameter derived from the spectrum width.

Mean square slopes cut off by Nyquist frequency are also calculated and compared with other observations. As the observed values were of rather younger wave ages, the results are almost inferior to those of other observations, but they seem to tend asymptotically to the values inferred from the power spectrum of fully arisen sea.

### 1. は じ め に

海洋表面波の統計量は、航海、あるいは沿岸開発・建設の現実的な要求から、今日ではいろいろなところで求められ、たとえば有義波高の風速による変化などについては、吹送距離図表として、経験的にほぼ確立したかのように見える。しかし、これらの統計量の出所はおもに、水圧型波高計による、波高の間接的な測定結果によるものであるから、現実の水面変動に比較して、はるかにせまいスペクトル幅の波浪を取り扱っていることになる。

この小論で取り扱った資料は、神奈川県平塚市沖合、水深 20 m の地点に建設されている、国立防災科学技術センター平塚支所の観測塔に設置してある、容量型波高計およびパイプロトン波高計を使用した水面変動の測定結果によるものであるが、計器の時定数は、0.1 秒の波浪にも十分追従できるものであるため、特に解析の重点をスペクトル幅と統計量との関係に置いた。平均波高、有義波高、あるいは 1/10 最大波高などの統計量のうちで、スペクトル幅が最も顕著にきいてくる平均波高について、整理した結果はスペクトル幅が大きい場合でも極大振幅の 2 倍を波高とみなしてそれほど大きい誤差はない。

## 2. 波浪の統計量

海の波は、風によって起こるものであるが、われわれが日常経験する波浪は必ずしもその時その場所の風によって起こされたものではない、統計的に見れば、風の強い日が少ないのと同様に、われわれが観測する海の波も統計を取って見ると、遠く離れた風域からやって来るうねりであることが多い。

文末の別表に掲げた表は、1969年4月から6月までわれわれが行なった波浪観測の一例である。表にのせた観測は1日1回朝の9時に行なったものである。したがって風向、風速および海面状況は種々雑多である。1日1回、しかも朝9時という制約は、気候学的な波浪統計としては不十分であろうが、波浪の構造に関する統計量を得るためには十分役に立つと思われる。1回の観測はA-D変換器を使用した0.3秒ごとのデータの読取値2,000個で構成されている。このデータから直接計算した量は、表に示してあるように、分散、平均波高、有義波高、1/10最大波高、観測時間ちゅうの最大波高、およびそれらに対応する、平均周期、有義周期、1/10最大波の周期、観測時間ちゅうの最大波の周期で、これらの周期は二通りあって、水面変動の山から次の山まで(crest-to-crest)の周期と、観測時間ちゅうの平均水位を切るいわゆるゼロアップクロス(zero-up cross)の周期である。

いま波浪の周波数スペクトル密度を  $S(f)$  とする。このスペクトルのモーメントは一般に

$$m_n = \int_0^{\infty} S(f) f^n df$$

である。特に波浪の全パワー  $E$  は分散の2倍であるから

$$E = 2m_0 = 2 \int_0^{\infty} S(f) df$$

で与えられ、ゼロアップクロスの平均周期  $T_0$  および山から次の山までの平均周期  $T_p$  は Rice (1954) によって求められており

$$T_0^2 = \frac{m_0}{m_2}, \quad T_p^2 = \frac{m_2}{m_4}$$

となる。また得られた時系列の平均値からの極大値の確率分布は Longuet-Higgins(1956) によれば

$$p(\xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left[ \epsilon \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left( \frac{\xi}{\epsilon} \right)^2 \right\} + \sqrt{1-\epsilon^2} \xi \exp \left( -\frac{\xi^2}{2} \right) \int_{-\infty}^{\xi \sqrt{1-\epsilon^2}/\epsilon} \exp \left( -\frac{x^2}{2} \right) dx \right] \quad (1)$$

で与えられる。ここで  $\xi$  を水面変動の平均値からの偏差とすれば、 $\xi$  および  $\epsilon$  は

$$\xi = \frac{\zeta_{\max}}{\sqrt{\zeta^2}}, \quad \epsilon^2 = 1 - \frac{m_2^2}{m_0 m_4}$$

として定義されるものであるから、極大振幅の確率分布は、スペクトルの幅を示す  $\epsilon$  というパラメーターだけで決定される。 $\epsilon=1$  ならば(1)式は正規分布となり  $\epsilon=0$  ならばレイリー

分布となる.

$$p(\xi) = \begin{cases} \xi \exp\left(-\frac{1}{2}\xi^2\right), & (\xi \geq 0) \\ 0, & (\xi \leq 0) \end{cases}$$

また観測されたすべての極大値の中で大きい方から数えて全体の  $1/n$  の極大値の平均は,

$$\xi^{(1/n)} = n \int_{\xi'}^{\infty} p(\xi) d\xi$$

で与えられる. ただし  $\xi'$  は

$$\frac{1}{n} = \int_{\xi'}^{\infty} p(\xi) d\xi$$

となるような  $\xi$  の値を示す. 特に  $\epsilon=0$  のレイリー分布の場合には,

$$\xi^{(1/n)} = \sqrt{2 \ln n} + n \int_{\sqrt{2 \ln n}}^{\infty} \exp\left(-\frac{1}{2}\xi^2\right) d\xi$$

となるが,  $\epsilon=0$  の場合の  $1/n$  最大波高は極大振幅の 2 倍とみなしてよいから

$$\begin{aligned} H_0^{(1/n)} &= 2\xi^{(1/n)} \sqrt{\zeta^2} \\ &= \xi^{(1/n)} \sqrt{2E}. \end{aligned} \quad (2)$$

したがって,

$$H_0 = \sqrt{\pi} \sqrt{E}, \quad H_0^{(1/3)} = 2\sqrt{2} \sqrt{E}, \quad H_0^{(1/10)} = 3.60\sqrt{E} \quad (3)$$

となる. すなわち分散が求められれば, それから必要な波高に関する情報を得ることができる. 付表には (3) 式によって計算した波高があわせて示してある. この計算値は, 観測値と著しく一致しない. それは, 観測のほとんどすべてが  $\epsilon=0$  とみなすことができないからである.

一般に  $\epsilon \neq 0$  の場合の  $\xi^{(1/n)}$  の値は数値的に計算するしかないが, 特別な場合として  $n=1$  の平均波高の場合には  $\xi' = -\infty$  となって (1) 式から

$$\bar{\xi} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1-\epsilon^2} \quad (4)$$

という関係が得られる.  $\epsilon \neq 0$  の場合は, 極大振幅の 2 倍を波高とみなすことはできないが, 実際の観測からそれがどの程度ずれるものであるかを見るのが, この統計の主眼の一つである.

(3) 式から  $\epsilon=0$  の場合の平均波高  $\bar{H}_0$  が求められるから,  $\epsilon \neq 0$  の場合でも, 極大振幅の 2 倍を波高と仮定すれば (2), (4) 式から

$$\bar{H} = \bar{H}_0 \sqrt{1-\epsilon^2}, \quad \bar{H}_0 = \sqrt{\pi E} \quad (5)$$

が得られる.

$\epsilon$  はスペクトルのモーメントから決定される量であるが, より直接には,  $T_p$  と  $T_0$  から求められる.  $\epsilon$  と  $T_p$  および  $T_0$  の式から

$$\epsilon^2 = 1 - \left(\frac{T_p}{T_0}\right)^2$$

が得られる. 表の下段に  $A$  という記号で示してある数字は, このようにして, 観測値の山か

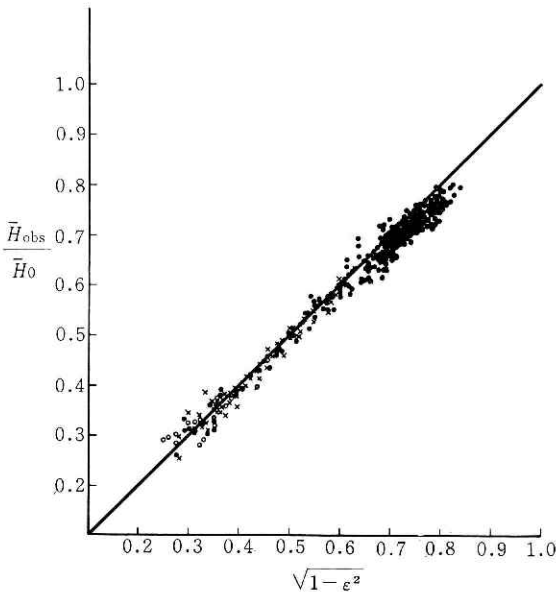


図1 スペクトル幅による平均波高の変化

ら次の山までの平均周期  $T_p$ , ゼロアップクロス平均周期  $T_0$  から求めた  $\epsilon$  の値である. 多くの場合  $\epsilon$  が大きく 1 に近い, すなわちスペクトルの幅が大きい, これはうねりの上に短周期の波が乗っている場合の観測が多かったことを示すものである. 図1は実際に観測された  $\bar{H}_{obs}$  と分散から計算した  $\bar{H}_0$  の比が (5) 式とどの程度ずれるかを見たもので, パツ印は, 別表のデータのうちで容量型波高計によるものを示し, 白丸はパイプロトン波高計によるものを示した. パイプロトン波高計は5月14日から5月30日まで容量型波高計が修理のため使えなかつ

たので臨時に使用したものである. パイプロトン波高計は水压変換型であるから, このような波浪統計には好ましくないが, 受感部の設置水深が最低低潮面下 2 m で海底までの深さは 20 m であるから, 流体力学的な圧力の減衰は,

$$\frac{p(z)}{p(0)} = \frac{\cosh kh \left(1 + \frac{z}{h}\right)}{\cosh kh}$$

となって  $z/h \sim (0.1 \sim 0.2)$  のオーダーであるため, 特に圧力の補正はやらなかった. 黒丸は, 別表に載せたもの以外の容量型波高計によるデータで, 読取時間間隔は 0.1~0.6 秒と変えてある. 予想されるように, 実際に観測される平均波高は, 極大振幅の2倍より小さい. しかしそのずれ方は統計的にみて  $\epsilon$  の大小によらない. すなわち, 近似的に (5) 式が成立するとしてよい. ただし図に見られるように平均波高は  $\epsilon$  によって強く支配されるから, 分散から平均波高を推定する場合には, 常に  $\epsilon$  による補正を必要とする.  $\epsilon$  はスペクトル, あるいは  $T_p$ ,  $T_0$  による以外に, 観測記録に現われる極大値の数からも推定できるから, なんらかの方法で, 常にその値を求められれば分散だけから平均波高を連続的に求めることができる.

### 3. 海面の平均二乗傾度

地表面近くの下層大気内では, 風の応力  $\tau$  は鉛直方向に一定とみなせるから, 平均風速の鉛直方向の傾度は, 高さ  $z$  と応力  $\tau = \rho u_*^2$  だけで決定される. したがって次元解析によって

$$\frac{z}{u_*} \frac{dU}{dz} = \frac{1}{\kappa} \quad (= \text{const})$$

が得られる. 積分して

$$U = u_1 \ln \frac{z}{z_0}, \quad u_1 = \frac{u_*}{\kappa}$$

となるが、 $z_0$  は積分定数で、風速分布の対数則を下方に延長したときに  $U=0$  となる高さを示す。この関係式は力学的に粗な固定面上で、温度成層のない場合に、一般に成立するものであるが、海面上のように、境界面が波浪によって変動する場合には、波浪によって誘起された大気中のじょう乱によるレイノルズ応力の存在によって、厳密に成立つものではない。しかしその影響については現在なお、不明の点が多いので、ここでは対数則を仮定したときの海面の  $z_0$  と海面の平均二乗傾度との関係を過去の資料と傾度の測定とから推定しておく。

地表面の場合には  $z_0$  はその場所固有の、表面の粗度に関する定数であるが、海表面の場合には、海面粗度が重力波である風浪によって支配されることを考慮しなければならない。いま固定壁上の風速分布を

$$\frac{U}{u_*} = \frac{1}{\kappa} \ln \frac{u_* z}{\nu} + B - \frac{\Delta U}{u_*}$$

としたとき、 $\Delta U/u_*$  は壁面の粗度のみならず、粗度の形状によって異なり平均二乗傾度  $\bar{s}^2$  に強く支配される (Hinze, J. Q. : *Turbulence*, p. 486). 上式を海面上に適用すれば、重力加速度  $g$  を考慮して

$$\Omega = \frac{1}{\kappa} - \frac{g\nu}{u_1^3} \exp\left(\frac{\Delta U}{u_1} - \kappa B\right). \quad (6)$$

ただし

$$\Omega \equiv \frac{gz_0}{u_1^3}, \quad u_1 = \frac{u_*}{\kappa}$$

が得られる。固定壁上では壁面の凹凸の高さを  $H$ 、波長を  $L$  とすると  $\Delta U/u_1$  は  $u_1 H/\nu$  のみならず  $H/L$  の関数であるから (6) 式を次元的に一般化すれば、

$$z_0 = F(u_1, H, L, g, \nu)$$

となる。これから次元解析によって、

$$\Omega = F_1\left(\frac{g\nu}{u_1^3}, \frac{gH}{u_1^2}, \frac{H}{L}\right)$$

が求まる。したがって海洋表面のような不規則な面では、 $\bar{s}^2 \sim (H/L)^2$  として

$$\Omega = F_2\left(\frac{g\nu}{u_1^3}, \frac{gH}{u_1^2}, \bar{s}^2\right)$$

となるが吹送距離、連吹時間が十分大きい場合は  $gH/u_1^2$  はほぼ一定となるから結局、

$$\Omega = F\left(\frac{g\nu}{u_1^3}, \bar{s}^2\right)$$

と考えるのが至当であろう。

いま波浪の波数に関するスペクトルを  $\Phi(k)$  とすれば

$$\bar{s}^2 = \int_0^\infty k^2 \Phi(k) dk$$

であるから周波数に変換し方向について積分すれば,

$$\bar{s}^2 = (2\pi)^4 \frac{1}{g^2} \int_0^\infty f^4 S(f) df = (2\pi)^4 \frac{m_4}{g^2}. \quad (7)$$

したがって統計資料から  $E, \epsilon, T_0$  を使って

$$\bar{s}^2 = \frac{(2\pi)^4}{2(1-\epsilon^2)} \frac{E}{g^2 T_0^4} \quad (8)$$

となる. この表現から明らかなように  $\bar{s}^2$  は  $\epsilon$  に強く支配され,  $\epsilon$  はまた同じ海面状態でも, データの読取時間間隔によって異なる.

波浪のパワースペクトルは次元解析によって

$$S(f) = \alpha g^2 f^{-5} \phi\left(\frac{fU}{g}, \frac{gt}{U}, \frac{gF}{U^2}\right) \quad (9)$$

と表現できるが, 実際に計算できる  $\bar{s}^2$  は (7) 式から明らかなように  $f$  に関する積分を  $0 < f \leq f_N$  としたものであって  $f_N$  は

$$f_N = \frac{1}{2\Delta t} \quad (10)$$

で与えられる Nyquist の周波数である. われわれが問題としているのは重力波であって, 重力波では角周波数  $\sigma$  は  $\sigma^2 = gk$  の関係にあるから,  $\Delta t = 0.3$  秒とすることは, 波長 14 cm 以下のさざなみをカットしたことになる. 図2は (8) 式によって求めた平均二乗傾度で, 横軸は観測時前後ほぼ1時間の観測塔における平均風速 (高度は平均水面上 21.5 m) である. 観測値のばらつきは相当大きいが, 風速の増大とともに  $\bar{s}^2$  も増大する. (7) 式から明らかなよう

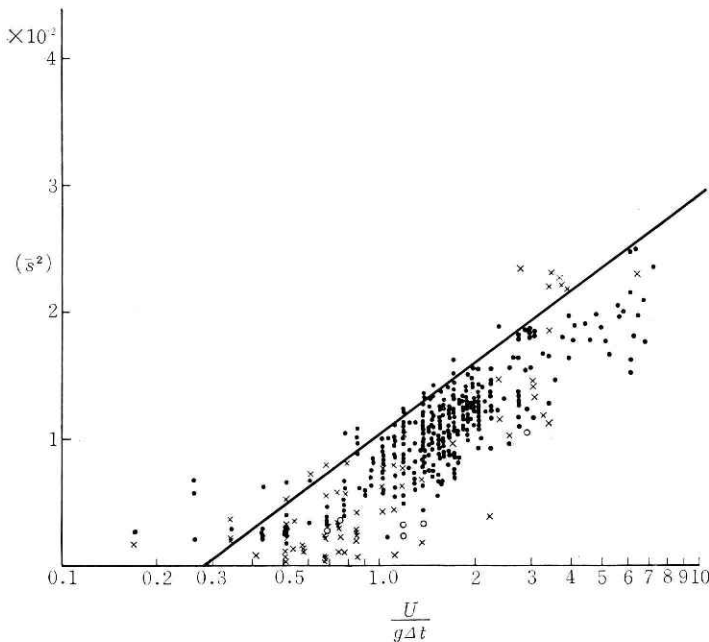


図2 風速による海面の平均二乗傾度の変化

に  $\bar{s}^2$  はスペクトルの高周波側に強く影響されるから (9) 式から近似的に

$$S = \alpha g^2 f^{-5}, \quad f_m \leq f \leq f_N$$

として (7) 式に代入すれば

$$\bar{s}^2 = (2\pi)^4 \alpha \ln\left(\frac{f_N}{f_m}\right)$$

となる. いま  $f_m$  として Pierson-Moskowitz (1964) のスペクトルのピークを示す周波数をとれば,

$$\frac{f_m U}{g} = \frac{\gamma}{2\pi}, \quad \gamma = 0.88, \quad (2\pi)^4 \alpha = 8.1 \times 10^{-3}$$

となるから結局,

$$\bar{s}^2 = (2\pi)^4 \alpha \ln\left(\frac{\pi}{\gamma} \frac{U}{g \Delta t}\right) \quad (11)$$

が得られる. 図2の実線は(11)式を示したもので計算値の方が観測値より大きい場合が多い. バツ印の定時観測資料は, 発達過程にある若い波を対象にしたものが多いために, 十分発達し切った場合に成立する Pierson-Moskowitz の式から得られる値より小さくなる. ただし, (8)式からわかるように, 風が弱くうねりのパワー  $E$  が大きい場合には  $\bar{s}^2$  は風浪のスペクトルから期待されるものより大きくなる. 黒丸は連吹時間が十分長い場合に  $\Delta t = 0.3 \sim 0.6$  秒としたときの値であるが (11) 式を近似的に満足している.

一方, 力学的に粗な面上で成立する風速の対数分布則から

$$\Omega = \frac{g z_{10}}{U_{10}^2} \frac{\kappa^2}{C_D} \exp\left(-\frac{\kappa}{\sqrt{C_D}}\right), \quad C_D \equiv \left(\frac{u_*}{U}\right)^2$$

が得られる. 図3は  $\Omega$  をパラメーターにとって,  $C_D$  と  $U_{10}$  との関係を示したものである.

図に示した Sheppard (1958) の直線は

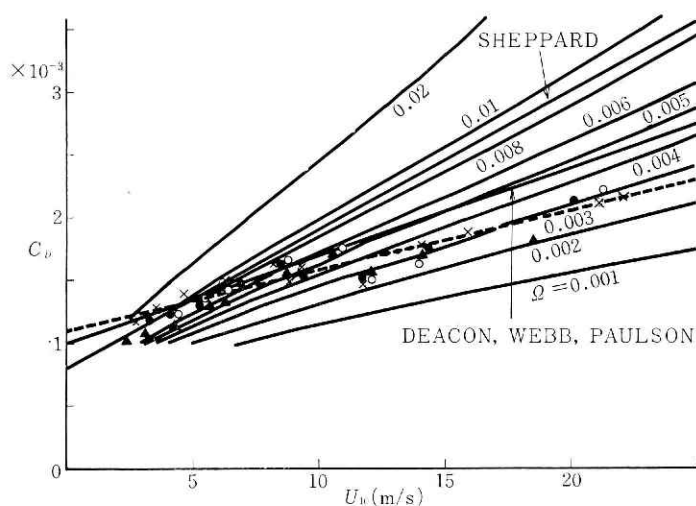


図3 シヤーパラメーターを一定としたときの抵抗係数

$$C_D = (0.80 + 0.11 U_{10}) \times 10^{-3}, \quad U_{10} \text{ の単位 : m/sec}$$

であってシャープパラメーター  $\Omega$  を一定としたものである。Deacon-Webb (1962) の提案した経験式は

$$C_D = (1.0 + 0.07 U_{10}) \times 10^{-3}$$

であるが Paulson (1967) もインド洋上の観測から後者の方が前者より観測値によりよく合うと述べている。なお図に示した観測値は国司 (1963) および浜田 (1963) によって風洞水槽内の実験から得られた値である。これで見ると風速による  $C_D$  の増加は、野外より小さいが、風速とともに増加する傾向は明らかに認められる。このときの  $\Omega$  と  $U_{10}$  との関係は図4のようになる。実線は Deacon-Webb の式に対応するもので、観測値は国司の実験による。 $\Omega$  と  $\bar{s}^2$  との関係は野外においても実験室においても得られていないが、図2と図4の比較から(11)式を考慮してごく大ざっぱに

$$\begin{aligned} \Omega &\sim U^{-\beta}, & (\beta \lesssim 1) \\ &\sim \exp(-\beta' \bar{s}^2) & \left( \beta' = \frac{\beta}{(2\pi)^4 \alpha} \right) \end{aligned} \quad (12)$$

ということができよう。これは固定壁上の室内実験の結果から類推される(6)式に対応する関係式である。ただし  $\bar{s}^2$  は  $\Delta t$  のとり方によって変化するから、比例係数は一義的に定まらない。なお、 $\bar{s}^2$  に関しては Cox, Munk (1954) の観測によれば、海面にスリックがあって、波長 30 cm 以下の短周期波浪が存在しないと見なせる時の  $\bar{s}^2$  は  $U_{10} \geq 5 \text{ m/s}$  ではほぼ一定となりその値は 0.02 前後であるが、これはわれわれの求めた観測値の上限にほぼ近い値である。

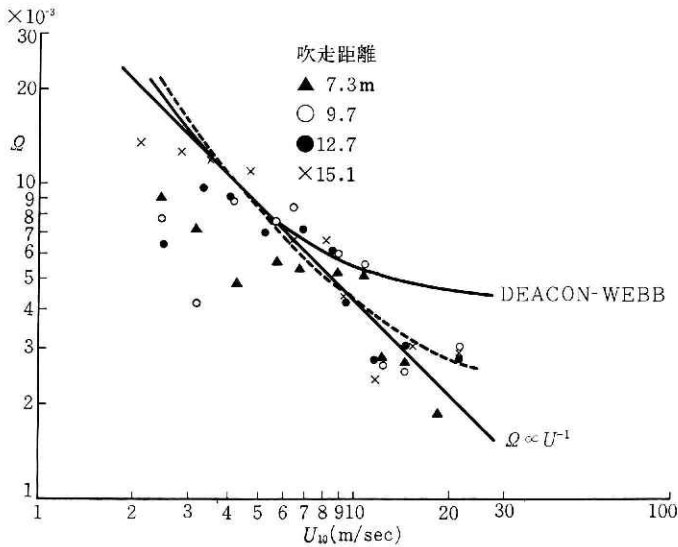


図4 風速によるシャープパラメーターの変化



#### 4. お わ り に

毎日の定時の波浪観測資料から、スペクトル計算を行なわないで、スペクトル幅を示すパラメーターと平均波高との関係ならびに風速と平均二乗傾度との関係を求めてみた。付表には有義波高、有義周期等も求めているが、それらとスペクトル幅との関係については次回に譲る。なお、表にある  $gH_{1/3}/U^2$  および  $gT_0/U$  は、風向を考慮しないで、機械的に計算したものであるから、北寄りの風の場合には、うねりの存在によって、意味を失う。南寄りの風の場合にも連吹時間がまちまちであるので、従来の連吹時間図表と比較してこの値が大きいときは観測したものが若い波であることを示すものと考えてよい。

#### 参 考 文 献

- 1) Cartwright, D. E. and M. S. Longuet-Higgins (1956): The statistical distribution of the maxima of a random function. *Proc. Roy. Soc. A*, **237**, 212-232.
- 2) Cox, C. S. and W. H. Munk (1954): Statistics of the sea surface derived from sun glitter. *J. Mar. Res.*, **13**, 198-227.
- 3) Deacon, E. L. and E. K. Webb (1962): Interchange of properties between sea and air. *The Sea*, Vol. 1, p. 49-87, Interscience, New York.
- 4) Hamada, T. (1963): An experimental study of development of wind waves. *Rep. Port and Harbour Techn. Res. Inst.*, Report No. 2.
- 5) Kunishi, H. (1963): An experimental study on the generation and growth of wind waves. *Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ.*, No. 61.
- 6) Paulson, C. A. (1967): Profiles of wind speed, temperature and humidity over the sea. *Sci. Rep., Univ. of Washington*, p. 128.
- 7) Pierson, W. J. and L. Moskowitz (1964): A proposed spectral form for fully developed wind seas based on the similarity theory of S. A. Kitaigorodskii. *J. Geophys. Res.*, **69** (24), 5181-5190.
- 8) Rice, S. O. (1954): Mathematical analysis of random noise. In *Noise and Stochastic Processes*, Dover.
- 9) Sheppard, P. A. (1958): Transfer across the earth's surface and through the air above. *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, **84**, 205-224.

付表 1.1 波 浪 統 計 (1)

1969 4		1/ 9:00	2/ 9:30	3/ 9:00	4/ 9:30	5/ 9:00	6/ 9:30	7/ 9:00
DATE / TIME								
WIND VELOCITY (M/S)		11.0	9.7	4.5	5.0	5.0	3.5	3.5
WIND DIRECTION		N	NE	N	N	N	N	ENE
NUMBER OF DATA N		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
SAMPLING INTERVAL (SEC)		.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3
VARIANCE SORTED	(CM)	74	111	67	273	3308	180	58
		12.17	20.54	10.55	23.37	32.82	15.37	10.30
HEIGHT MEAN (CM)		7.53	5.35	6.35	27.45	48.76	11.67	6.22
HEIGHT 1/3 (CM)		15.37	19.77	14.50	53.55	140.02	27.60	14.67
HEIGHT 1/10 (CM)		22.95	33.21	24.45	69.36	241.76	43.46	23.01
HEIGHT MAX (CM)		35.22	51.59	35.92	96.90	340.40	73.53	37.40
HEIGHT MEAN (CAL.) (CM)		21.56	36.40	20.51	41.41	144.45	39.62	13.24
HEIGHT 1/3 (CAL.) (CM)		34.65	55.11	32.78	66.17	262.87	53.73	29.16
HEIGHT 1/10 (CAL.) (CM)		43.30	73.05	41.67	88.12	336.16	66.32	37.01
HEIGHT MAX (CAL.) (CM)		54.41	90.20	50.84	105.04	350.68	80.59	44.37
PERIOD MEAN (SEC)		1.43	1.34	1.63	1.91	3.66	1.95	1.54
PERIOD 1/3 (SEC)		2.09	2.09	2.91	3.87	3.34	3.54	3.29
PERIOD 1/10 (SEC)		2.74	3.05	4.20	5.52	7.16	5.27	4.70
PERIOD MAX (SEC)		4.50	3.40	6.60	8.50	11.90	7.80	6.50
ZERO-CROSS MEAN (SEC)		5.53	4.92	4.87	1.83	7.17	6.43	5.62
ZERO-CROSS 1/3 (SEC)		7.35	7.32	3.03	4.06	10.61	9.34	8.01
ZERO-CROSS 1/10 (SEC)		9.54	10.31	4.87	5.12	11.16	11.16	9.34
ZERO-CROSS MAX (SEC)		12.60	11.60	12.00	9.00	15.60	13.80	11.40
U*(H1/3)/V**2		.124E+001	.139E+001	.779E+001	.443E+001	.697E+000	.174E+000	.112E+000
U*(H1/3)/V		.645E+001	.952E+001	.175E+002	.442E+001	.824E+002	.233E+002	.421E+002
(H1/3)/H MEAN		1.94	2.11	2.26	1.95	2.33	2.39	2.33
(H1/10)/H MEAN		1.49	1.71	1.92	1.30	1.81	1.77	1.61
A		.94	.90	.93	.75	.90	.84	.89
AIR TEMP (C)		11.3	12.2	9.2	15.5	13.0	11.0	12.5
WATER TEMP (C)		19.7	19.5	14.0	14.0			

1969 4		8/ 9:00	9/ 9:30	10/ 9:00	11/ 9:30	12/ 9:00	13/ 9:30	14/ 9:00
DATE / TIME								
WIND VELOCITY (M/S)		2.0	4.6	1.8	5.2	2.2	5.8	3.7
WIND DIRECTION		SSE	S	ESE	E	S	S	SSE
NUMBER OF DATA N		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
SAMPLING INTERVAL (SEC)		.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3
VARIANCE SORTED	(CM)	140	1482	360	33	63	780	934
		14.00	14.82	3.60	10.30	10.30	39.50	31.75
HEIGHT MEAN (CM)		12.77	32.83	22.03	8.77	9.22	32.60	29.16
HEIGHT 1/3 (CM)		26.84	72.44	44.22	11.75	10.70	75.12	63.42
HEIGHT 1/10 (CM)		17.69	127.65	34.13	19.63	26.96	27.02	46.66
HEIGHT MAX (CM)		24.90	233.22	154.35	40.50	43.56	126.14	134.00
HEIGHT MEAN (CAL.) (CM)		25.93	55.66	47.63	11.24	13.24	69.99	56.26
HEIGHT 1/3 (CAL.) (CM)		40.63	126.24	75.63	20.16	29.15	111.86	89.31
HEIGHT 1/10 (CAL.) (CM)		51.67	172.60	34.60	37.06	37.06	112.13	114.30
HEIGHT MAX (CAL.) (CM)		62.60	207.58	115.71	45.89	44.82	173.03	191.53
PERIOD MEAN (SEC)		2.73	3.26	3.75	1.32	2.80	2.30	2.11
PERIOD 1/3 (SEC)		4.23	3.75	4.56	1.61	4.56	4.00	3.54
PERIOD 1/10 (SEC)		5.65	5.76	4.00	1.73	3.82	3.35	3.56
PERIOD MAX (SEC)		6.90	6.10	7.20	5.80	6.40	6.60	6.50
ZERO-CROSS MEAN (SEC)		3.13	3.67	5.72	1.24	5.27	4.97	4.20
ZERO-CROSS 1/3 (SEC)		4.91	4.64	8.51	2.35	7.75	6.86	6.12
ZERO-CROSS 1/10 (SEC)		6.54	10.23	10.35	3.40	9.27	7.66	7.17
ZERO-CROSS MAX (SEC)		12.30	10.30	12.30	9.00	10.80	10.80	7.80
U*(H1/3)/V**2		.467E+000	.771E+001	.144E+001	.242E+001	.507E+000	.171E+000	.188E+000
U*(H1/3)/V		.383E+000	.357E+001	.463E+002	.104E+002	.380E+002	.116E+002	.105E+002
(H1/3)/H MEAN		2.14	2.35	2.35	2.06	2.14	2.30	2.14
(H1/10)/H MEAN		1.49	1.65	1.53	1.39	1.37	1.32	1.39
A		.95	.92	.97	.95	.85	.86	.86
AIR TEMP (C)		13.5	17.5	13.8	12.3	15.4	20.0	21.5
WATER TEMP (C)		14.0	15.0	15.5	15.4	15.3	15.8	16.5

波浪のスペクトル幅と統計量(I)―岩田・稲田・田中・渡部

付 表 1.2 波 浪 統 計 (2)

1969 年		15/ 9:00	16/ 9:00	17/ 9:00	21/ 9:00	22/ 9:00	23/ 9:00	24/ 9:00
DATE / TIME								
WIND VELOCITY	U (M/S)	13.7	8.5	10.0	8.0	3.7	3.7	5.1
WIND DIRECTION	S	54	E	N	ENE	ENE	E	S
NUMBER OF DATA	N	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
SAMPLING INTERVAL	(SEC)	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3
VARIANCE	(CM <sup>2</sup> /CM)	612	152	212	72	311	91	32
SURF(E)	(CM)	34.93	17.44	20.59	12.00	26.50	13.49	13.56
HEIGHT MEAN	(CM)	34.63	15.37	23.84	13.53	25.71	15.73	11.80
HEIGHT 1/3	(CM)	72.32	30.31	39.10	25.76	55.79	19.39	23.68
HEIGHT 1/10	(CM)	106.50	41.72	43.01	35.98	79.45	32.07	32.88
HEIGHT MAX	(CM)	151.39	60.65	65.75	35.44	142.12	43.38	44.88
HEIGHT MEAN (CAL.)	(CM)	61.39	20.00	26.44	21.26	46.95	21.01	24.04
HEIGHT 1/3 (CAL.)	(CM)	127.03	49.58	58.31	32.73	75.73	36.71	38.42
HEIGHT 1/10 (CAL.)	(CM)	130.95	62.77	74.13	33.20	74.38	48.37	48.53
HEIGHT MAX (CAL.)	(CM)	159.31	41.01	26.95	34.35	119.81	43.20	61.72
PERIOD MEAN	(SEC)	2.14	1.39	1.45	2.16	2.16	1.44	1.75
PERIOD 1/3	(SEC)	3.35	2.12	2.01	3.24	3.46	1.99	2.67
PERIOD 1/10	(SEC)	4.41	2.72	2.22	3.76	4.47	4.26	3.28
PERIOD MAX	(SEC)	9.60	4.20	2.70	4.50	5.20	6.60	4.50
ZERR+CRSS+ MEAN	(SEC)	3.34	2.73	2.13	1.47	3.72	4.83	3.32
ZERR+CRSS+ 1/3	(SEC)	5.82	4.43	3.80	3.04	3.12	7.50	3.51
ZERR+CRSS+ 1/10	(SEC)	7.12	6.41	5.28	6.49	6.13	9.13	7.75
ZERR+CRSS+ MAX	(SEC)	8.72	8.40	9.00	9.00	8.49	15.60	11.10
G1(H1/3)/U**2		.378E+01	.414E+01	.183E+001	.105E+000	.329E+000	.144E+000	.428E+001
G1(T1/3)/U		.435E+001	.518E+001	.372E+001	.288E+001	.137E+002	.139E+002	.106E+002
(H1/3)/H MEAN		2.29	1.39	1.66	1.98	2.17	2.27	2.01
(H1/10)/(H1/3)		1.53	1.63	1.11	1.94	1.43	1.61	1.39
A		.83	.36	.71	.78	.41	.92	.83
AIR TEMP	(C)	20.8	19.8	19.8	13.7	19.5	19.8	19.8
WATER TEMP	(C)	17.0	16.0	15.5	15.4	16.2	15.0	15.5

1969 年		25/ 9:00	26/ 9:00	27/ 9:00	28/ 9:00	29/ 9:00	30/ 9:00
DATE / TIME							
WIND VELOCITY	U (M/S)	12.0	6.8	8.7	3.0	2.3	5.3
WIND DIRECTION	S	SE	NE	NE	SE	SSW	E
NUMBER OF DATA	N	2000	2000	2000	2000	2000	2000
SAMPLING INTERVAL	(SEC)	.3	.3	.3	.3	.3	.3
VARIANCE	(CM <sup>2</sup> /CM)	302	184	37	93	3	261
SURF(E)	(CM)	28.18	10.17	8.60	12.64	12.88	22.25
HEIGHT MEAN	(CM)	30.09	12.04	5.72	7.79	8.23	21.12
HEIGHT 1/3	(CM)	69.01	23.45	10.73	18.30	19.68	48.87
HEIGHT 1/10	(CM)	77.98	41.72	15.46	31.62	30.19	66.34
HEIGHT MAX	(CM)	171.38	71.77	27.04	55.76	48.62	106.82
HEIGHT MEAN (CAL.)	(CM)	49.43	19.04	15.24	24.17	22.83	40.49
HEIGHT 1/3 (CAL.)	(CM)	79.80	34.31	24.36	38.62	36.49	64.71
HEIGHT 1/10 (CAL.)	(CM)	101.44	60.06	20.97	49.10	46.38	82.25
HEIGHT MAX (CAL.)	(CM)	128.22	43.45	33.37	59.69	55.22	101.95
PERIOD MEAN	(SEC)	2.07	1.45	1.24	1.70	1.89	2.30
PERIOD 1/3	(SEC)	3.16	2.63	1.75	3.04	3.19	3.49
PERIOD 1/10	(SEC)	3.35	3.89	2.38	4.48	6.25	5.01
PERIOD MAX	(SEC)	8.10	6.50	3.90	7.20	5.70	3.70
ZERR+CRSS+ MEAN	(SEC)	3.33	4.23	3.13	3.25	5.45	7.13
ZERR+CRSS+ 1/3	(SEC)	6.85	6.54	5.73	8.19	8.15	6.89
ZERR+CRSS+ 1/10	(SEC)	5.35	7.72	3.06	7.76	9.86	7.22
ZERR+CRSS+ MAX	(SEC)	7.50	9.00	3.60	12.60	13.20	9.20
G1(H1/3)/U**2		.402E+001	.561E+001	.143E+001	.199E+000	.333E+000	.164E+000
G1(T1/3)/U		.354E+001	.101E+002	.672E+001	.662E+002	.347E+002	.109E+002
(H1/3)/H MEAN		1.26	2.01	1.82	2.36	2.32	2.22
(H1/10)/(H1/3)		1.32	1.55	1.43	1.73	1.68	1.42
A		.79	.02	.77	.94	.94	.83
AIR TEMP	(C)	22.0	13.8	13.7	12.6	16.3	19.5
WATER TEMP	(C)	16.6	15.0	16.0	16.0	16.3	16.4

付表 1.3 波 浪 統 計 (3)

DATE / TIME	1/ 8:00	2/ 9:00	3/ 2:00	4/ 9:00	5/ 9:00	6/ 9:00	7/ 9:00
WIND VELOCITY (M/S)	4.0	1.4	2.1	4.0	1.6	17.2	2.0
WIND DIRECTION	SE	SW	SE	SE	SW	SW	E
NUMBER OF DATA	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
SAMPLING INTERVAL (SEC)	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3
VARIANCE (CM*CM)	.93	.44	.77	.360	.400	1248	140
SDRTIE (CM)	13.48	9.73	7.35	26.83	28.28	48.96	17.26
HEIGHT MEAN (CM)	9.45	6.95	4.92	12.19	28.27	49.74	11.59
HEIGHT 1/3 (CM)	21.88	14.63	10.20	28.01	44.24	183.88	28.65
HEIGHT 1/10 (CM)	19.96	21.60	15.13	53.46	72.63	142.63	42.67
HEIGHT MAX (CM)	92.70	35.36	17.88	101.64	105.06	629.90	70.72
HEIGHT MEAN (CAL.) (CM)	24.17	16.62	13.02	47.55	50.12	88.53	30.59
HEIGHT 1/3 (CAL.) (CM)	28.62	24.67	21.48	75.99	80.10	141.47	48.67
HEIGHT 1/10 (CAL.) (CM)	49.40	33.77	24.44	96.60	101.82	179.84	62.13
HEIGHT MAX (CAL.) (CM)	99.32	41.99	33.21	115.78	130.29	222.44	75.29
PERIOD MEAN (SEC)	2.10	1.94	1.44	1.61	1.76	2.33	2.04
PERIOD 1/3 (SEC)	3.83	3.13	2.40	2.77	2.54	3.61	3.40
PERIOD 1/10 (SEC)	4.29	4.00	3.15	4.26	3.06	4.53	4.73
PERIOD MAX (SEC)	7.50	6.00	4.40	3.00	4.50	6.60	6.90
ZERR-CROSS MEAN (SEC)	5.25	5.22	4.65	6.72	2.99	4.16	5.13
ZERR-CROSS 1/3 (SEC)	8.24	6.94	6.30	9.62	4.57	5.86	8.32
ZERR-CROSS 1/10 (SEC)	9.22	10.71	8.61	11.20	6.63	7.22	9.06
ZERR-CROSS MAX (SEC)	18.40	12.00	11.70	13.60	10.20	8.40	11.00
G*(H1/3)/U**2	.121E 000	.634E 000	.327E 000	.172E 000	.208E 001	.344E 001	.633E 000
G*(H1/3)/U	.204E 000	.537E 000	.470E 000	.423E 002	.280E 002	.734E 001	.408E 002
(H1/3)/H MEAN	2.26	2.11	2.07	2.30	1.82	2.00	2.23
(H1/3)/(H1/2)	1.89	1.87	1.48	1.91	1.34	1.37	1.65
A	.92	.82	.91	.96	.83	.83	.96
AIR TEMP (C)	22.0	20.0	21.5	22.0	19.0	21.0	18.0
WATER TEMP (C)	18.5	16.7	17.7	18.0	17.3	17.0	17.1

DATE / TIME	8/ 9:00	9/ 9:00	10/ 9:00	11/ 9:00	12/ 9:00	13/ 9:00	14/ 9:00
WIND VELOCITY (M/S)	2.7	.6	4.5	11.2	5.0	4.8	4.6
WIND DIRECTION	S	NNE	SE	S	SE	SE	ENE
NUMBER OF DATA	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
SAMPLING INTERVAL (SEC)	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3
VARIANCE (CM*CM)	.64	.174	.177	.996	.233	.126	.61
SDRTIE (CM)	18.94	16.47	16.85	44.63	21.59	13.87	18.58
HEIGHT MEAN (CM)	10.55	16.46	13.22	47.60	14.78	9.36	6.69
HEIGHT 1/3 (CM)	22.87	33.86	26.83	100.64	35.87	18.47	13.63
HEIGHT 1/10 (CM)	22.86	40.25	29.30	135.07	38.04	27.99	28.93
HEIGHT MAX (CM)	44.54	64.25	59.16	220.65	57.04	51.66	45.00
HEIGHT MEAN (CAL.) (CM)	22.87	29.01	29.33	79.09	38.23	26.13	22.83
HEIGHT 1/3 (CAL.) (CM)	26.71	46.26	44.54	126.43	61.13	44.76	36.49
HEIGHT 1/10 (CAL.) (CM)	26.66	38.73	59.50	164.17	77.71	57.15	46.58
HEIGHT MAX (CAL.) (CM)	56.73	29.00	28.99	201.92	93.24	71.15	35.33
PERIOD MEAN (SEC)	3.47	3.73	4.94	2.89	2.14	1.47	1.13
PERIOD 1/3 (SEC)	3.88	4.18	5.09	3.63	3.81	2.11	2.27
PERIOD 1/10 (SEC)	5.41	5.73	5.92	4.52	5.51	3.04	3.32
PERIOD MAX (SEC)	8.70	6.30	8.10	6.70	7.20	3.70	6.90
ZERR-CROSS MEAN (SEC)	4.35	4.15	6.07	2.73	5.65	3.32	5.41
ZERR-CROSS 1/3 (SEC)	8.00	6.91	6.26	5.71	7.98	3.45	8.79
ZERR-CROSS 1/10 (SEC)	8.43	8.44	7.97	5.88	9.45	9.31	10.26
ZERR-CROSS MAX (SEC)	10.50	18.60	9.00	7.20	11.10	10.40	11.70
G*(H1/3)/U**2	.303E 000	.922E 001	.117E 000	.766E 001	.133E 000	.234E 001	.161E 001
G*(H1/3)/U	.280E 002	.110E 003	.137E 002	.496E 001	.156E 002	.530E 001	.100E 002
(H1/3)/H MEAN	2.11	2.03	2.13	2.11	2.40	1.37	2.55
(H1/3)/(H1/2)	1.46	1.35	1.39	1.34	1.44	1.32	1.67
A	.47	.61	.80	.79	.93	.93	.97
AIR TEMP (C)	19.2	22.7	22.5	20.0	21.5	17.3	21.8
WATER TEMP (C)	17.4	18.0	18.0	18.0	17.7	17.0	17.3



波浪のスペクトル幅と統計量(I)―岩田・稲田・田中・渡部

付 表 1.4 波 浪 統 計 (4)

1969 5		15/ 9:00	16/ 9:00	17/ 9:00	18/ 9:00	19/ 9:00	20/ 9:00	21/ 9:00
DATE / TIME								
WIND VELOCITY (M/S)		3.5	3.2	3.5	4.3	5.0	3.0	3.0
WIND DIRECTION (°)		NE	E	SSW	SE	E	SE	NE
NUMBER OF DATA (N)		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
SAMPLING INTERVAL (SEC)		*3	*3	*3	*3	*3	*3	*3
VARIANCE (CM*CM)		71	137	160	236	1147	271	50
SDRT(2) (CM)		11.92	16.55	17.89	21.73	47.90	23.28	10.00
HEIGHT MEAN (CM)		9.90	8.44	12.43	11.66	28.34	16.90	5.87
HEIGHT 1/3 (CM)		11.72	18.16	21.61	28.02	95.76	41.54	11.97
HEIGHT 1/10 (CM)		19.03	31.73	48.94	51.87	141.43	62.62	20.69
HEIGHT MAX (CM)		48.00	55.00	66.00	88.00	210.00	76.00	40.00
HEIGHT MEAN (CAL*) (CM)		21.12	23.73	21.70	38.50	81.87	41.55	17.72
HEIGHT 1/3 (CAL*) (CM)		32.73	46.83	50.64	61.53	135.64	65.03	26.33
HEIGHT 1/10 (CAL*) (CM)		42.90	49.59	64.40	78.21	172.42	83.84	30.00
HEIGHT MAX (CAL*) (CM)		53.89	71.59	37.40	91.62	202.43	100.46	44.73
PERIOD MEAN (SEC)		1.27	1.43	1.72	1.30	3.05	2.34	1.42
PERIOD 1/3 (SEC)		2.00	2.63	3.10	2.32	5.78	4.34	2.39
PERIOD 1/10 (SEC)		3.67	4.01	4.30	4.79	7.32	5.94	3.62
PERIOD MAX (SEC)		5.10	6.69	5.70	7.50	8.70	7.50	6.00
ZERO-CROSS* MEAN (SEC)		3.80	3.62	2.91	6.22	4.86	5.71	4.03
ZERO-CROSS* 1/3 (SEC)		7.63	5.79	3.24	3.77	8.72	7.43	7.15
ZERO-CROSS* 1/10 (SEC)		11.61	10.07	7.42	11.47	9.63	8.23	9.79
ZERO-CROSS* MAX (SEC)		12.00	19.77	10.50	13.30	10.20	9.30	12.30
G1/H1/3/U**2		*1.27E+001	*1.31E+000	*3.89E+001	*1.56E+000	*3.77E+000	*4.52E+000	*1.83E+001
G1/H1/3/U		*7.77E+001	*2.38E+002	*6.94E+003	*2.13E+002	*1.71E+002	*8.52E+002	*3.24E+001
(H1/3)/H1 MEAN		1.93	2.18	2.32	2.40	2.48	2.48	2.04
(H1/10)/H1/3		1.70	1.73	1.63	1.88	1.67	1.51	1.73
A		*04	*06	*81	*36	*30	*31	*94
AIR TEMP (°C)		20.5	21.0	21.0	18.3	21.2	17.6	18.5
WATER TEMP (°C)		18.5	18.6	19.5	18.8	17.0	19.0	18.9

1969 5		22/ 9:00	23/ 9:00	24/ 9:00	25/ 9:00	26/ 9:00	27/ 9:00	28/ 9:00
DATE / TIME								
WIND VELOCITY (M/S)		5.1	3.7	4.8	9.0	5.9	3.2	*4.8
WIND DIRECTION (°)		S	SE	SE	SE	SE	SE	SE
NUMBER OF DATA (N)		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
SAMPLING INTERVAL (SEC)		*3	*3	*3	*3	*3	*3	*3
VARIANCE (CM*CM)		49	112	56	508	291	248	73
SDRT(2) (CM)		9.90	14.77	10.89	31.87	24.12	22.37	12.57
HEIGHT MEAN (CM)		5.64	10.31	3.36	20.81	13.56	13.39	8.48
HEIGHT 1/3 (CM)		10.24	24.76	10.14	34.23	36.54	33.24	15.89
HEIGHT 1/10 (CM)		16.21	39.73	16.21	90.33	64.41	55.32	30.61
HEIGHT MAX (CM)		39.00	61.00	36.00	136.00	109.00	80.00	46.00
HEIGHT MEAN (CAL*) (CM)		17.64	26.52	18.75	68.48	42.75	39.46	22.27
HEIGHT 1/3 (CAL*) (CM)		28.04	42.39	20.37	90.87	68.32	63.07	35.60
HEIGHT 1/10 (CAL*) (CM)		35.64	51.48	36.11	114.73	86.82	80.18	45.83
HEIGHT MAX (CAL*) (CM)		44.65	67.03	44.24	136.19	104.31	95.48	55.70
PERIOD MEAN (SEC)		1.49	1.75	1.26	2.35	2.14	1.92	1.64
PERIOD 1/3 (SEC)		2.11	3.04	2.03	4.63	3.96	3.35	2.22
PERIOD 1/10 (SEC)		2.77	4.14	2.82	6.88	5.74	5.31	4.02
PERIOD MAX (SEC)		4.80	5.72	5.41	8.40	7.50	7.20	6.00
ZERO-CROSS* MEAN (SEC)		3.71	4.60	3.08	6.22	5.57	6.21	4.46
ZERO-CROSS* 1/3 (SEC)		7.44	8.54	5.43	8.29	8.31	8.63	6.77
ZERO-CROSS* 1/10 (SEC)		10.16	8.43	4.93	9.49	8.66	10.42	8.28
ZERO-CROSS* MAX (SEC)		16.50	12.00	15.00	12.60	11.40	12.30	10.20
G1/H1/3/U**2		*4.08E+001	*2.69E+000	*1.28E+001	*6.56E+001	*1.08E+000	*3.18E+000	*2.03E+001
G1/H1/3/U		*1.43E+002	*2.14E+002	*1.05E+001	*1.63E+001	*1.33E+002	*2.64E+002	*1.44E+002
(H1/3)/H1 MEAN		1.92	2.09	2.39	2.61	2.43	2.48	2.25
(H1/10)/H1/3		1.56	1.58	1.60	1.67	1.67	1.66	1.57
A		*03	*20	*27	*33	*22	*05	*29
AIR TEMP (°C)		19.4	23.4	18.8	16.0	18.1	20.8	18.5
WATER TEMP (°C)		19.0	19.6	18.6	18.8	18.6	18.6	18.7

付 表 1.5 波 浪 統 計 (5)

1969 B		29/ 9:00	30/ 9:00	31/ 9:00
DATE / TIME				
WIND VELOCITY U (M/S)		5.0	9.5	2.0
WIND DIRECTION		NE	ENE	SE
NUMBER OF DATA N		2000	2000	2000
SAMPLING INTERVAL (SEC)		*3	*3	*3
VARIANCE (CM*CM)		83	110	109
SDRT(E) (CM)		12.84	14.73	14.76
HEIGHT MEAN (CM)		7.05	8.55	10.83
HEIGHT 1/3 (CM)		14.75	19.17	24.96
HEIGHT 1/10 (CM)		24.97	35.07	37.66
HEIGHT MAX (CM)		67.00	60.20	55.78
HEIGHT MEAN (CAL.) (CM)		22.83	26.28	26.10
HEIGHT 1/3 (CAL.) (CM)		36.49	42.51	44.20
HEIGHT 1/10 (CAL.) (CM)		46.35	53.45	55.10
HEIGHT MAX (CAL.) (CM)		57.39	64.20	65.60
PERIOD MEAN (SEC)		1.34	1.57	1.66
PERIOD 1/3 (SEC)		2.74	2.77	2.30
PERIOD 1/10 (SEC)		3.43	3.67	3.13
PERIOD MAX (SEC)		5.63	7.50	6.50
ZERN-CROSS* MEAN (SEC)		5.22	5.51	5.72
ZERN-CROSS* 1/3 (SEC)		7.83	7.74	6.00
ZERN-CROSS* 1/10 (SEC)		8.80	8.77	7.50
ZERN-CROSS* MAX (SEC)		10.50	9.90	8.70
G*(H1/3)/U**2		*4.2E+001	*1.7E+001	*6.1E+000
G*(H1/3)/V		*1.5E+002	*2.2E+002	*2.9E+002
(H1/3)/H MEAN		2.02	2.76	2.31
(H1/10)/(H1/3)		1.43	1.53	1.51
A		*85	*76	*89
AIR TEMP (C)		17.8	19.7	23.2
WATER TEMP (C)		19.0	18.6	19.2

1969 A		1/ 9:00	2/ 9:00	3/ 9:00	4/ 9:00	5/ 9:00	6/ 9:00	7/ 9:00
DATE / TIME								
WIND VELOCITY U (M/S)		2.0	4.0	10.5	1.5	5.0	2.0	4.0
WIND DIRECTION		S	ENE	S	S	E	S	SEK
NUMBER OF DATA N		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
SAMPLING INTERVAL (SEC)		*3	*3	*3	*3	*3	*3	*3
VARIANCE (CM*CM)		16	57	432	276	260	120	1112
SDRT(E) (CM)		9.89	10.65	20.30	16.16	22.80	16.06	47.16
HEIGHT MEAN (CM)		7.35	7.29	13.77	11.67	14.02	11.08	16.66
HEIGHT 1/3 (CM)		14.66	15.37	24.96	20.22	33.26	23.97	37.68
HEIGHT 1/10 (CM)		21.62	22.06	35.07	32.13	56.04	46.18	129.83
HEIGHT MAX (CM)		37.06	37.80	112.00	185.08	97.15	71.80	139.28
HEIGHT MEAN (CAL.) (CM)		17.00	16.92	28.00	28.79	40.41	28.46	53.57
HEIGHT 1/3 (CAL.) (CM)		27.15	30.75	33.24	32.12	64.58	45.49	133.56
HEIGHT 1/10 (CAL.) (CM)		34.50	38.43	125.52	189.35	82.32	57.52	163.77
HEIGHT MAX (CAL.) (CM)		43.79	44.85	139.14	191.22	100.67	77.32	203.06
PERIOD MEAN (SEC)		1.49	1.43	2.21	2.15	1.77	1.52	2.53
PERIOD 1/3 (SEC)		2.74	2.60	3.30	3.33	3.13	2.43	3.43
PERIOD 1/10 (SEC)		3.23	3.27	4.03	4.00	4.33	3.08	5.04
PERIOD MAX (SEC)		4.50	4.50	6.50	7.50	7.20	4.90	8.50
ZERN-CROSS* MEAN (SEC)		3.20	3.47	3.44	3.52	3.82	3.78	5.70
ZERN-CROSS* 1/3 (SEC)		5.84	6.44	5.00	5.36	7.50	6.54	8.50
ZERN-CROSS* 1/10 (SEC)		7.14	12.71	4.00	9.65	8.74	7.81	9.62
ZERN-CROSS* MAX (SEC)		8.50	23.50	8.00	10.90	10.20	8.70	11.00
G*(H1/3)/U**2		*3.4E+000	*9.2E+001	*5.7E+001	*4.9E+001	*1.1E+000	*5.8E+000	*5.3E+000
G*(H1/3)/V		*2.6E+002	*1.2E+002	*4.5E+001	*5.4E+002	*1.7E+002	*3.0E+002	*2.3E+002
(H1/3)/H MEAN		1.67	2.00	1.76	2.17	2.38	2.16	2.38
(H1/10)/(H1/3)		1.68	1.43	1.36	1.38	1.70	1.52	1.43
A		*50	*54	*73	*55	*93	*92	*90
AIR TEMP (C)		20.5	22.0	21.0	20.0	22.7	18.2	20.7
WATER TEMP (C)		20.0	20.0	19.4	19.6	20.0	19.5	20.0

波浪のスペクトル幅と統計量(I)―岩田・稲田・田中・渡部

付 表 1.6 波 浪 統 計 (6)

1989 6		2/ 9:00	3/ 9:00	13/ 9:00	14/ 9:00	15/ 9:00	17/ 9:00	18/ 9:00
DATE / TIME								
WIND VELOCITY U (M/S)		5.0	4.0	4.0	4.0	13.0	5.0	6.0
WIND DIRECTION		34	367	355	4	34	34	35
NUMBER OF DATA N		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
SAMPLING INTERVAL (SEC)		4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
VARIANCE SQUARED (CM <sup>2</sup> /S <sup>2</sup> )		1.65	1.01	2.2	3.68	1.0	31	63
HEIGHT MEAN (CM)		13.17	14.21	7.67	27.13	19.43	18.78	11.22
HEIGHT 1/3 (CM)		11.15	8.68	4.47	15.20	21.03	9.00	6.09
HEIGHT 1/2 (CM)		25.96	20.68	9.14	45.32	41.96	19.18	13.67
HEIGHT 1/10 (CM)		44.47	21.46	14.14	73.99	60.13	30.11	23.43
HEIGHT MAX (CM)		54.32	27.28	31.36	106.69	92.26	58.29	50.12
HEIGHT MEAN (CAL.) (CM)		32.17	25.13	13.21	48.07	34.84	22.55	12.83
HEIGHT 1/3 (CAL.) (CM)		31.45	21.25	11.37	26.83	25.21	10.15	11.73
HEIGHT 1/2 (CAL.) (CM)		65.40	51.17	27.41	97.67	70.18	35.82	26.41
HEIGHT MAX (CAL.) (CM)		80.43	42.71	33.75	113.33	88.09	56.27	46.82
PERIOD MEAN (SEC)		1.07	1.27	1.44	1.82	2.27	1.72	1.52
PERIOD 1/3 (SEC)		2.44	3.24	2.28	3.71	3.41	2.81	2.70
PERIOD 1/2 (SEC)		4.44	4.1	3.05	7.18	4.10	3.73	3.29
PERIOD MAX (SEC)		6.90	7.30	4.84	9.60	5.10	6.90	6.60
ZERO-CROSSING MEAN (SEC)		3.80	3.25	3.34	7.43	3.66	4.56	3.29
ZERO-CROSSING 1/3 (SEC)		7.41	1.54	3.61	10.80	5.51	7.74	4.23
ZERO-CROSSING 1/2 (SEC)		8.65	3.75	4.13	12.63	7.55	8.63	10.41
ZERO-CROSSING MAX (SEC)		11.09	24.31	14.71	18.80	9.50	10.70	13.50
WAVELENGTH MEAN (M)		11.07 0.00	12.67 0.00	15.60 0.00	22.38 0.00	24.35 0.01	25.81 0.01	27.82 0.01
WAVELENGTH (M)		11.73 0.02	15.66 0.02	17.85 0.02	23.70 0.02	24.95 0.01	24.42 0.02	23.85 0.02
WAVELENGTH MEAN (M)		2.33	2.72	2.04	2.49	2.00	2.12	2.24
WAVELENGTH 1/3 (M)		1.72	1.44	1.55	1.63	1.33	1.57	1.73
WAVELENGTH MAX (M)		4.83	4.23	3.24	4.92	3.78	4.23	4.94
AIR TEMP (C)		19.8	21.9	20.7	23.2	23.0	21.4	21.5
WATER TEMP (C)		19.7	20.5	20.7	20.8	21.4	20.9	21.0

1989 6		15/ 9:00	16/ 9:00	17/ 9:00	18/ 9:00	19/ 9:00	20/ 9:00
DATE / TIME							
WIND VELOCITY U (M/S)		3.0	7.0	1.5	10.0	4.0	7.0
WIND DIRECTION		33E	34	35	NE	33E	ENE
NUMBER OF DATA N		2000	2000	2000	2000	2000	2000
SAMPLING INTERVAL (SEC)		4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
VARIANCE SQUARED (CM <sup>2</sup> /S <sup>2</sup> )		1.2	55	24	53	1.9	112
HEIGHT MEAN (CM)		10.23	10.44	6.93	10.20	14.76	14.97
HEIGHT 1/3 (CM)		6.74	7.04	3.83	6.74	9.25	8.38
HEIGHT 1/2 (CM)		15.66	14.31	11.73	17.17	20.88	17.15
HEIGHT 1/10 (CM)		24.41	19.83	17.94	16.00	33.93	27.83
HEIGHT MAX (CM)		42.55	47.22	37.73	28.00	65.52	49.00
HEIGHT MEAN (CAL.) (CM)		18.07	13.78	12.23	13.24	26.16	26.52
HEIGHT 1/3 (CAL.) (CM)		22.68	25.27	13.61	25.26	41.81	32.29
HEIGHT 1/2 (CAL.) (CM)		34.71	38.10	24.94	37.06	53.13	43.36
HEIGHT MAX (CAL.) (CM)		43.26	43.18	29.38	47.27	65.76	67.17
PERIOD MEAN (SEC)		2.26	1.73	2.66	1.23	1.68	1.29
PERIOD 1/3 (SEC)		4.14	2.01	3.31	1.67	2.85	1.38
PERIOD 1/2 (SEC)		4.76	3.13	4.87	2.11	3.73	2.81
PERIOD MAX (SEC)		7.20	4.80	7.22	3.90	6.30	4.80
ZERO-CROSSING MEAN (SEC)		2.44	3.44	3.57	1.19	4.22	3.20
ZERO-CROSSING 1/3 (SEC)		9.75	3.44	4.34	1.04	7.04	4.84
ZERO-CROSSING 1/2 (SEC)		11.65	8.03	13.68	3.76	8.63	8.19
ZERO-CROSSING MAX (SEC)		16.70	12.47	20.11	14.10	9.90	10.30
WAVELENGTH MEAN (M)		17.07 0.00	14.87 0.01	11.15 0.01	11.95 0.01	22.85 0.00	34.35 0.01
WAVELENGTH (M)		21.46 0.02	12.85 0.01	11.02 0.02	11.21 0.01	17.35 0.02	29.85 0.01
WAVELENGTH MEAN (M)		2.34	3.14	2.01	1.31	2.26	2.25
WAVELENGTH 1/3 (M)		1.55	1.67	1.53	1.36	1.62	1.62
WAVELENGTH MAX (M)		4.33	4.21	4.89	4.22	4.92	4.94
AIR TEMP (C)		22.8	22.6	21.0	20.0	22.0	23.3
WATER TEMP (C)		21.3	21.0	21.0	20.6	20.3	20.5



付表 2.1 平均風速 (m/s)

時刻 日付	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	NE 5.9	NE 6.5	ENE 6.9	NE 5.8	NE 7.5	NE 7.0	NE 8.5	NE 8.8	NE 10.3	NE 11.0	ENE 13.0
2	NE 2.8	NE 2.7	ENE 3.2	ENE 5.0	E 6.7	ENE 7.8	NE 2.5	E 6.3	ENE 10.1	NE 9.0	ENE 7.2
3	NE 5.1	NNE 5.6	NE 6.6	NE 6.8	NNE 5.9	NNE 5.5	NNE 5.1	NNE 4.5	NNE 4.8	N 4.5	NE 4.3
4	NE 1.3	S 3.2	NE 4.8	NNE 4.0	ENE 2.4	NNW 2.8	WSW 1.9	W 11.6	W —	W 9.0	WSW 13.2
5	SW 14.2	SW 13.7	SW 11.1	SW 10.2	SW 13.4	SW 14.1	SW 15.0	WSW 12.0	W 4.7	NW 5.0	E 7.5
6	NE 3.4	NE 2.7	NE 4.4	ENE 5.2	NE 4.4	N 4.4	N 4.8	N 5.1	N 7.2	N 3.9	SE 2.2
7	NE 7.8	NE 4.9	NNE 5.3	NNE 4.2	NNE 3.6	NE 4.1	NE 3.9	NE 3.9	NE 5.3	ESE 3.6	S 3.6
8	WNW 4.1	WNW 3.5	WSW 3.4	NNW 2.2	NNE 4.7	ENE 4.5	NE 4.2	ENE 3.5	NE 3.4	SSE 2.0	SSW 6.9
9	WSW 15.4	WSW 11.5	WSW 11.8	SSW 7.3	SSW 9.2	SSW 7.4	SW 8.6	NE 2.2	WSW 8.2	SW 9.9	SW 14.4
10	WNW 6.1	WNW 2.7	W 7.4	N 3.1	NE 2.3	NNE 3.5	NNE 2.9	NE 3.9	ENE 3.2	ESE 1.8	SSE 1.9
11	NE 12.7	NNE 11.5	NNE 9.9	NNE 9.9	NE 8.6	NE 7.4	NE 7.1	NE 8.2	NE 7.7	NE 6.9	NE 6.5
12	NNE 4.3	NE 3.6	NNE 3.0	NNE 2.7	NNE 2.3	NE 4.3	NNE 4.5	NE 3.9	NNE 3.8	S 2.0	S 5.7
13	WNW 6.6	W 9.1	W 8.5	WSW 10.6	W 6.9	W 3.7	W 3.7	W 5.4	SW 4.8	SW 5.8	SW 6.3
14	WNW 1.2	WNW 8.9	W 5.4	W 4.3	W 5.4	WNW 8.5	WSW 3.3	S 3.5	SW 4.6	SSW 5.7	SW 6.4
15	WSW 3.6	WSW 5.7	SW 7.0	W 3.8	WSW 4.3	SW 4.0	SSW 5.1	SSW 1.9	WSW 7.6	SW 13.7	SW 16.0
16	NE 12.8	NE 10.3	ENE 8.8	ENE 7.7	E 8.2	E 6.7	E 6.2	E 7.6	E 10.2	E 8.5	ENE 5.0
17	NE 12.7	ENE 13.2	NE 13.4	NE 14.7	NE 14.5	NNE 14.4	NE 15.2	NE 16.6	NE 16.5	N 10.0	NE 17.5
18	NE 11.2	NE 11.3	NE 10.0	NE 8.2	NE 10.8	NE 9.8	NE 8.1	NE 8.2	NE 8.6	NE 7.0	NE 6.8
19	NNE 3.2	NNE 5.7	NE 5.7	NE 5.9	NE 5.9	NE 5.1	NE 3.5	NNE 2.8	NE 3.1	ESE 1.5	S 2.3
20	NNE 7.1	NNE 5.5	N 8.8	NNE 7.8	NNE 6.3	NNE 6.6	NE 5.5	N 4.7	N 4.4	NNE 4.0	E 5.1
21	WSW 2.9	WSW 2.3	ENE 2.5	NE 3.8	NE 4.6	NE 5.7	NE 5.2	NE 4.4	NE 4.2	NE 5.0	NE 2.1
22	WSW 15.1	WSW 9.5	WSW 14.9	WSW 14.8	SW 14.5	SW 14.2	WSW 11.8	W 11.2	WSW 13.8	ENE 3.7	WSW 1.1
23	NE 10.4	ENE 8.8	ENE 6.7	E 5.3	E 6.1	N 3.5	NNE 5.1	NE 6.3	NE 7.1	E 3.7	SSE 5.0
24	S 5.7	SSW 3.4	SW 3.7	W 2.9	WSW 3.1	WNW 1.8	NNE 4.3	NNE 2.7	S 1.4	SE 5.1	SSW 6.5
25	WNW 0.9	SSW 2.6	W 1.8	WSW 5.7	W 10.4	WSW 6.2	SW 8.3	WSW 6.6	WSW 8.0	SW 12.0	WSW 11.2
26	NNE 7.5	NE 4.7	NE 7.3	NE 9.5	ENE 10.9	ENE 11.0	NE 11.1	ENE 8.7	ENE 7.8	NE 6.8	NE 5.4
27	NE 5.7	NE 4.8	NE 7.0	NE 7.5	ENE 7.5	NE 7.5	NE 7.0	NE 7.5	NE 8.5	NE 8.7	NE 7.5
28	N 0.8	NE 0.9	NNE 10.0	NE 13.6	NE 8.0	NE 15.6	NNE 10.5	ENE 8.0	E 8.0	S 8.6	SW 9.9
29	NW 2.1	W 2.0	NE 3.7	NE 4.7	NE 4.7	NE 4.8	E 1.7	SSW 1.7	SSW 1.5	SSW 2.3	S 1.8
30	S 7.1	WSW 12.5	SW 9.9	SW 8.6	SW 12.5	SW 10.0	SW 11.0	NE 3.9	NNE 5.2	E 5.3	ENE 5.6



波浪のスペクトル幅と統計量(I)―岩田・稲田・田中・渡部

と 風 向 (昭和44年4月)

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
NE 11.7 ENE 6.0 E 3.8 WSW 14.3 SE 4.2	E 10.1 WSW 6.6 E 2.5 WSW 14.3 WNW 0.2	ENE 8.7 NE 1.9 SSE 2.7 WSW 12.9 NW 4.4	E 7.4 E 6.7 SE 2.4 WSW 19.6 NW 6.2	ENE 6.3 E 4.2 N 2.2 SW 21.5 NW 2.5	ENE 7.1 SW 7.4 W 2.7 SW 21.4 NNW 8.5	E 5.6 SW 8.0 W 3.6 SW 23.7 NE 8.5	ESE 5.5 SW 7.0 W 3.5 WSW 25.2 NE 5.7	E 5.1 SW 5.2 WNW 4.0 — — ENE 5.5	ENE 3.8 N 7.1 NW 3.2 — — ENE 3.0	NE 3.1 NNE 8.4 N 3.5 — — E 3.2	NE 3.2 NNE 7.8 NNE 3.9 — — E 3.0	NE 3.0 NE 4.1 WNW 4.0 WSW 18.6 W 12.8 NE 11.7
S 3.3 S 3.6 SW 12.2 WSW 18.3 S 6.0	SSW 3.3 S 5.0 WSW 14.5 WSW 20.8 SSE 6.0	ESE 3.1 S 6.2 SSW 19.3 WSW 17.7 S 9.7	ESE 1.7 S 7.0 SSW 16.3 WSW 17.9 S 10.3	SE 2.1 S 5.3 SW 17.8 WSW 18.0 SSW 11.6	SW 5.1 SSW 4.4 SW 16.9 WSW 22.7 WSW 10.5	SW 9.3 W 4.5 SW 13.9 NNE 10.3 WSW 11.8	WSW 9.6 WNW 5.1 SW 10.8 E 4.0 WSW 9.9	SW 5.6 NW 4.7 SW 7.6 ENE 6.3 NNW 3.7	NE 4.1 WSW 4.6 SW 14.4 ENE 6.4 NW 6.1	NE 6.1 NNW 3.3 WSW 12.8 NNE 3.0 NW 2.8	NE 6.2 NNW 4.2 SW 10.3 WNW 2.5 ENE 4.9	NE 5.9 WNW 4.0 WSW 18.6 W 12.8 NE 11.7
NE 8.8 S 11.1 S 7.6 SW 4.6 SSW 12.0	NE 7.2 WSW 14.2 SSW 6.7 S 7.6 SW 4.6 SSW 16.0	ENE 6.2 WSW 13.1 SE 4.4 S 4.4 SW 6.1 S 5.5	ENE 6.5 SW 15.0 WSW 3.7 SW 11.8 WSW 12.1	ENE 1.9 SW 14.6 SSW 8.2 WSW 9.6 W 13.3	S 5.5 WSW 13.9 SW 10.5 WSW 9.1 W 11.6	S 3.8 WSW 14.5 SW 9.4 WSW 9.0 SW 6.3	SW 2.6 WSW 11.9 WSW 7.6 WNW 5.1 WSW 11.0	S 2.3 W 9.2 WSW 5.8 WNW 9.2 W 6.3	S 1.9 WSW 6.4 W 5.5 WNW 6.3 W 2.9	NNE 3.8 WNW 5.9 W 5.2 NW 2.4 WNW 5.6	NNE 3.1 WNW 4.8 WSW 4.1 W 1.9 NW 8.1	NNE 3.8 W 7.1 N 4.6 SSW 3.6 N 6.1
E 7.6 NE 17.9 ENE 5.1 SSW 1.9 SE 4.2	ENE 8.2 NE 16.1 SSE 1.7 S 3.4 SSE 5.3	NE 8.1 NE 17.2 S 4.0 SSW 6.1 S 5.5	ENE 6.7 NE 18.2 S 5.0 SSW 8.9 SW 5.5	ENE 5.4 NE 15.8 SSW 3.6 SSW 5.2 SW 5.2	ENE 5.4 NE 14.0 SSW 4.2 SSW 4.6 SSW 5.2	ENE 4.6 NNE 11.5 SSW 6.3 SSW 3.3 SSW 6.3	ENE 6.9 NE 10.5 SSW 6.2 SSW 1.0 SSW 6.1	NE 5.4 NE 8.6 S 9.5 N 6.3 SSW 5.7	NE 8.4 NE 9.7 SW 9.5 N 6.5 SSW 8.3	ENE 9.3 ENE 8.8 SW 9.5 NNE 9.5 SSW 7.1	ENE 11.0 NE 9.6 SW 10.0 N 7.8 SSW 5.9	NNE 12.1 NNE 9.4 NE 5.4 N 7.8 WNW 2.4
SSW 7.9 WSW 9.2 S 7.2 SSW 10.6 WSW 16.8	SSW 10.7 WSW 6.3 S 5.1 S 10.2 SSW 12.2	SW 11.9 WSW 8.6 WSW 4.2 SSW 10.7 SW 10.1	SW 13.5 SSW 4.1 WSW 5.6 SSW 10.2 SW 15.3	SW 13.8 W 7.0 SW 5.8 SSW 9.5 WSW 15.6	SW 16.0 WSW 3.0 SSW 5.9 SW 8.2 WSW 10.7	WSW 12.0 SSW 4.8 SSW 6.6 WSW 9.2 SW 8.1	WSW 13.3 WSW 1.9 SSW 3.6 SSW 5.2 S 8.1	WSW 12.1 ENE 4.8 SSW 7.1 SSW 5.4 SW 10.5	WSW 13.5 NE 5.3 SSW 6.9 SW 3.5 SW 15.6	SW 12.7 NE 8.3 SSW 4.9 SW 4.6 SSW 13.1	WSW 13.7 NE 9.3 SSW 3.5 SSE 5.2 SW 13.9	WSW 14.0 ENE 9.3 S 5.3 SSW 2.9 WSW 5.2 SW 8.1 NE 7.8
ENE 6.4 NE 6.0 WSW 5.4 SSW 1.9 SE 3.1	ENE 7.0 NE 5.0 WSW 5.2 SSE 6.8 S 4.7	N 5.6 E 3.5 WSW 5.4 SSE 8.8 S 6.4	E 5.5 ENE 4.4 WSW 5.1 S 10.9 S 5.6	ESE 5.0 ESE 4.9 SW 5.3 S 12.0 SSE 5.0	ESE 5.6 SSE 4.6 SW 5.3 S 10.7 SSE 7.6	ESE 5.5 SSE 10.0 SSW 5.2 S 9.0 SE 3.9	ESE 5.8 SSE 8.1 SSW 6.0 SW 9.0 E 1.0	ESE 5.5 SSE 1.2 SSW 3.1 SW 10.1 NE 6.0	ESE 5.0 NW 1.0 SW 4.4 SW 7.5 NE 8.3	E 5.0 NNW 2.9 SW 10.0 SW 12.9 ENE 10.1	ENE 5.0 NE 2.3 WSW 5.2 SW 10.2 NNE 10.6	NE 6.0 S 3.3 SSW 5.2 SW 8.1 NE 7.8

付表 2.2 平均風速 (m/s)

時刻 日付	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ENE 4.1 NE 3.8	ENE 4.5 NE 2.2	NE 3.8 NNE 3.3	N 3.3 N 2.6	N 2.5 NNE 0.7	NNE 2.1 ENE 1.3	NNE 4.7 NNE 2.4	ENE 3.4 NE 0.7	ENE 5.1 SE 0.9	ESE 4.0 SW 1.5	S 4.6 SSW 0.7
2	WSW 4.5 SE 2.4	W 3.3 NE 4.4	WSW 3.7 NE 3.4	WSW 2.7 NNE 5.3	W 2.2 NE 5.6	NE 2.2 NNE 4.8	ENE 4.0 NE 5.7	NE 2.9 NE 4.1	ENE 1.2 ENE 6.9	ENE 2.1 ENE 4.0	S 3.9 SE 5.2
3	NNE 3.7	NNE 5.6	NE 5.0	NE 5.3	NE 5.1	N 3.7	NNE 2.2	NE 4.0	E 2.4	SW 1.6	S 4.5
4	W 12.0 NE 6.8	WSW 9.1 NE 5.9	WSW 12.4 NE 4.5	WSW 12.6 ENE 5.4	W 12.2 ENE 5.6	WSW 13.9 E 5.7	SW 17.9 ENE 4.5	WSW 14.0 ENE 3.6	WSW 17.0 ENE 2.6	SW 17.2 E 2.0	SW 15.5 SE 2.7
5	WSW 3.3 NNE 8.6	NE 3.7 NNE 0.8	NNE 4.5 W 13.2	NNE 2.2 NNE 13.1	NNE 0.6 NNE 13.1	NNE 2.7 N 4.2	ENE 1.1 N 4.2	E 2.4 N 4.2	ESE 3.7 NNE 1.4	S 2.7 NNE 0.6	S 4.1 NNE 1.1
6	WSW 4.0	WSW 4.0	WSW 4.6	WSW 3.5	NNE 4.0	NNE 5.0	NNE 3.5	NE 2.3	SSW 2.4	SSW 4.5	SSW 7.0
7	SW 12.4 NNE 2.0	S 7.7 ENE 5.3	SSW 7.5 E 5.1	SW 4.9 E 4.4	WSW 3.1 NE 3.4	SW 3.3 NE 5.4	SSW 6.5 NE 4.4	SW 3.2 NE 4.7	SSW 8.3 NE 3.4	SW 11.2 SE 5.0	SSW 12.5 SSE 5.7
8	WNW 1.2 NE 8.8	E 2.4 NE 9.2	NE 7.0 NE 9.8	NE 6.0 ENE 9.8	NE 7.5 ENE 9.5	NE 7.2 ENE 9.3	NE 8.7 ENE 10.9	NE 9.3 ENE 10.7	NE 9.8 ENE 11.4	NE 8.8 ENE 8.6	NE 10.5 ENE 8.7
9	ENE 6.0	ENE 7.7	ENE 8.2	NE 8.5	NE 8.3	NE 8.6	ENE 10.4	ENE 11.0	NE 11.4	E 9.5	SSE 8.6
10	NE 5.7 SW 2.7	NNE 7.4 WSW 3.7	NE 5.4 SSW 6.3	ENE 3.9 SW 7.9	NE 4.6 SW 9.3	NNE 6.5 SSW 8.2	ENE 6.2 SSW 7.2	ENE 6.4 SSW 6.2	NE 4.8 SSW 4.6	E 3.7 WSW 8.5	SSE 2.3 SSW 9.9
11	ENE 6.7 SW 13.8	ENE 7.8 SSW 11.6	NE 7.5 SSW 10.1	NE 7.7 WSW 14.4	E 3.9 WSW 15.8	ENE 3.6 WSW 11.4	ENE 6.0 SW 11.8	ENE 5.7 NNE 6.1	ENE 6.8 ENE 5.2	E 4.5 E 5.0	SSE 3.0 NNE 1.9
12	SSW 5.4	NE 5.2	NNE 4.2	NNE 2.7	NNE 3.1	NNE 2.3	NE 3.3	NE 3.7	E 2.5	SSE 3.0	SSE 3.3
13	NE 6.8 S 5.0	NE 7.6 N 2.3	NE 8.7 NNE 2.5	NNE 10.4 NNE 4.1	NE 8.0 NE 4.2	NE 6.9 NNE 4.8	ENE 5.3 NE 4.1	ENE 5.9 NNE 3.8	ENE 8.8 NNW 1.8	NE 8.0 S 5.1	ENE 9.0 SSW 8.9
14	W 11.1 NE 10.1	SW 10.1 NE 9.2	WSW 9.3 ENE 9.8	W 5.0 NE 11.2	W 5.8 ENE 11.0	WNW 3.3 NE 10.5	W 2.8 NE 9.5	ENE 3.0 NE 7.7	ENE 2.0 NE 9.3	SSE 3.0 NE 8.8	SSW 4.6 ENE 9.1
15	NE 7.5	NE 6.2	NE 6.6	NE 7.3	NE 8.4	ENE 6.1	ENE 5.9	NE 8.1	—	9.0	—
16	WNW 3.6	WNW 3.3	NNW 0.3	W 3.1	W 4.2	W 5.2	WNW 0.2	S 2.8	WSW 4.8	S SW 5.9	SW 15.5
17	E 2.3	NNE 0.8	NW 3.1	NNW 2.6	NNW 2.8	N 1.0	SSE 2.5	SSE 2.2	SSE 2.2	SE 3.2	S 2.7
18	SW 5.8 ENE 4.9	WSW 5.8 NE 5.0	WSW 5.0 NE 3.6	SW 8.0 NE 6.2	WNW 3.0 NNE 6.5	WSW 2.5 NE 6.5	S 3.9 NNE 4.3	SSW 3.9 NE 5.7	SW 5.7 NNE 5.8	SW 4.6 NE 6.0	S 5.0 NE 6.3
19	ENE 4.9 NE 4.0	NE 5.0 ENE 3.2	NE 3.6 NE 4.0	NE 6.2 NE 3.1	NNE 6.5 ENE 4.3	NE 6.5 NE 4.2	NNE 4.3 NE 3.9	NE 5.7 NNE 4.2	NNE 5.8 ENE 4.2	NE 6.0 ENE 3.3	SSE 6.3 SSE 3.7
20	WSW 14.8	SW 12.7	SSW 10.1	WSW 9.3	N 3.2	ENE 1.9	NNE 2.0	NNE 3.4	ESE 2.1	SW 2.0	SE 2.5

波浪のスペクトル幅と統計量(I)―岩田・稲田・田中・渡部

と 風 向 (昭和44年5月)

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
S	WSW	SW	WSW	SW	SW	W	WSW	SW	WSW	WSW	S	NW
4.9	7.2	5.2	5.4	4.3	4.4	3.6	5.3	8.6	5.6	3.9	1.3	1.8
S	SSE	SSE	S	S	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SW	WSW	SW
3.8	7.4	7.3	6.9	7.9	9.3	7.0	7.1	6.3	4.4	4.7	3.9	6.1
S	S	SSW	SW	WSW	WSW	SSW	SSW	SW	SW	S	SSW	SE
3.4	3.3	2.4	3.3	3.7	3.8	3.3	1.4	2.5	1.1	1.2	1.5	0.9
SSE	SSE	S	SSW	SW	WSW	WSW	WSW	W	WSW	W	WNW	WSW
7.7	9.9	7.3	7.5	5.1	4.1	3.7	4.3	2.7	5.2	5.0	2.9	0.6
S	SSW	SSW	S	SSW	SSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	NW	WSW
4.8	5.5	6.7	13.3	10.7	7.1	15.0	15.3	15.1	11.8	15.0	7.7	11.3
SW	SW	SW	SW	SSW	E	E	E	N	NNE	ENE	ENE	ENE
14.4	9.6	6.9	9.0	2.1	2.8	4.6	3.8	10.3	13.2	10.8	8.8	7.1
SSW	SSW	SSW	SSW	SW	SW	SSW	SW	SW	SSW	WNW	NNW	W
1.9	2.5	3.5	2.7	4.1	4.5	4.3	5.2	6.6	6.3	6.4	2.7	0.5
S	S	SSW	SSW	S	SW	WSW	WSW	WSW	W	WSW	WSW	W
5.1	5.3	6.4	6.6	9.1	10.0	10.5	7.4	7.1	6.3	2.4	3.9	4.5
SSW	WSW	WSW	SW	W	WSW	SE	SE	E	W	WSW	SW	WNW
2.2	4.3	4.7	4.2	3.8	4.0	3.0	2.0	0.6	1.5	5.2	4.1	1.8
S	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SW	SW	SW	WSW	SW	SW	SW
6.4	5.0	8.1	9.3	10.3	8.2	13.1	13.1	13.7	14.1	13.2	15.0	12.9
SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	WSW	E	NE	ENE	ESE	NNE	SSE	NNE
13.5	12.8	9.2	8.1	6.4	2.1	0.9	6.4	2.1	1.9	1.0	0.9	1.3
SSE	S	S	S	SSW	SW	SW	SSW	S	SSW	WSW	W	WNW
7.0	4.5	4.4	6.8	5.4	6.6	6.0	4.5	5.7	1.6	1.5	2.3	2.9
NE	ENE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NNE	NE	NE	NE
8.4	7.7	10.8	8.8	8.5	7.8	5.4	6.2	4.9	4.4	4.2	6.7	7.7
E	ENE	S	SW	W	W	WSW	SSW	WNW	WNW	ESE	ESE	ENE
7.4	5.1	7.2	4.2	4.9	5.7	4.9	3.7	2.4	2.4	3.0	5.5	3.4
ENE	ENE	ESE	SSE	SSE	SSE	SSE	SE	SE	ESE	ENE	NE	NE
8.2	8.3	7.8	7.2	7.2	7.5	5.2	8.9	7.8	6.5	5.0	4.0	4.5
S	S	SW	SW	SSW	SSW	SSW	SW	WSW	WSW	W	WSW	SW
3.1	3.4	4.8	4.4	2.8	3.4	3.3	4.9	3.6	2.5	2.3	1.5	2.4
SSW	SW	SW	SW	SW	SSW	NE	E	E	E	SE	NNE	ENE
11.3	12.7	15.9	17.1	16.9	7.5	9.0	7.8	6.7	5.9	2.8	2.8	1.6
SSE	S	S	S	S	SSW	SSW	S	SSW	SSW	SW	SSW	SW
2.9	2.7	2.1	3.2	4.6	4.2	5.8	6.6	8.5	7.9	10.6	7.3	13.0
ENE	E	ENE	ENE	ENE	SSE	S	SSE	S	S	S	S	S
6.1	7.8	9.9	9.6	5.0	4.8	7.1	7.1	9.1	11.6	10.0	8.0	7.1
S	S	S	S	S	SSE	SSW	SSW	SW	SW	WSW	NNE	NNE
5.1	6.7	5.4	4.8	5.2	5.6	4.7	4.9	6.1	5.4	3.4	5.4	5.8
NNE	S	S	S	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	S	S	S
6.1	5.8	8.5	7.4	3.6	6.5	5.4	4.8	6.6	7.4	7.1	6.2	5.1
SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SW	SSW	SW	WSW	SW	SW	SW	SSW
10.6	11.2	10.9	11.8	11.4	15.0	12.4	11.4	11.4	12.0	11.2	11.4	8.6
SW	SSW	S	S	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SW	W	N	NE
7.1	7.4	10.0	9.2	9.4	8.8	7.5	6.1	5.5	5.8	3.8	4.6	5.3
ENE	E	E	ENE	E	E	ENE	ENE	ENE	ENE	NE	NE	NE
8.2	6.3	5.8	5.4	5.1	5.6	4.4	4.1	4.6	4.9	6.2	6.3	7.4
NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ENE	ENE	ENE	S	S	WSW
—	—	—	—	—	—	—	—	5.5	3.5	1.9	0.3	0.8
WSW	SSW	SSW	SSW	SW	WSW	WSW	NNE	NE	NE	ENE	ENE	ENE
13.9	7.8	9.4	8.9	15.4	12.4	8.2	8.4	10.2	11.9	10.0	4.5	3.8
S	S	SSW	SW	SW	WSW	WSW	WSW	WSW	NW	NNW	SW	SSW
3.9	8.6	6.5	11.8	13.0	9.1	4.8	9.5	10.0	3.1	1.3	4.5	5.2
SSW	SSW	SW	SW	WSW	ESE	SSE	SSE	SE	NNW	NE	NE	NNE
5.4	5.3	8.5	7.0	1.3	2.9	6.6	4.6	3.1	2.6	5.8	7.3	7.4
NNE	NE	NE	NE	ENE	ENE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
7.5	8.3	9.0	6.6	5.5	5.7	7.1	7.2	7.4	7.0	7.6	5.1	5.4
SSE	S	S	NE	NE	NE	N	ENE	NNE	NW	WSW	W	SW
3.4	3.3	3.3	2.3	0.9	1.7	3.3	3.2	2.5	2.0	3.2	4.8	7.0
S	S	SSW	SSE	W	W	NNE	ESE	NE	NE	NE	NE	NE
5.5	3.6	2.2	3.6	1.5	1.3	2.4	6.8	9.0	9.6	10.5	9.8	8.7

付表 2.3 平均風速 (m/s)

時刻 日付	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ENE 6.9 WNW	NE 2.7 NE	SE 1.6 NNE	SE 1.3 NNE	NE 3.4 NNE	NE 2.9 N	NW 0.7 NNE	ENE 0.8 NE	S 2.2 S	SW 2.0 SSE	S 4.8 S
2	1.4 WSW	2.4 SW	3.5 SW	2.5 SW	1.5 WSW	1.7 SW	2.9 SSW	2.1 SSW	2.3 SW	4.0 SW	3.9 SSE
3	15.8 N	14.1 N	10.5 W	12.6 WSW	13.6 SW	12.4 SW	10.1 SSW	11.5 SSW	11.2 SSW	10.5 SW	8.4 S
4	2.0 ENE	4.5 NE	5.5 E	4.8 ENE	5.5 ENE	2.2 ENE	0.5 ENE	1.6 ENE	1.9 ENE	1.3 E	1.8 ENE
5	6.0	6.5	5.0	6.0	6.0	4.5	4.5	5.0	5.0	5.0	3.5
6	SSW 2.3 SW	N 1.8 W	N 3.3 S	N 3.7 NE	NNE 5.5 NNE	N 6.3 NE	NNE 10.9 ESE	N 6.4 E	N 5.0 S	S 2.0 SSW	NNE 6.2 SSW
7	9.7 NNW	2.5 ENE	4.2 NNE	4.3 SE	4.6 NE	3.5 NNE	1.8 WSW	3.8 NNE	2.2 SSW	4.0 SW	3.9 SW
8	2.7 WNW	2.7 W	2.4 WNW	3.1 NNE	4.1 NNE	2.2 NE	2.2 NE	3.5 NE	9.5 ESE	4.0 SSE	4.2 S
9	3.7 SSW	4.4 NE	2.6 NE	3.2 NE	3.8 NE	4.3 NE	3.1 NE	2.2 NE	0.7 E	4.0 SSE	4.2 ESE
10	1.8	2.6	5.2	5.3	6.1	4.5	4.4	4.3	3.6	4.0	3.8
11	NNE 3.5 WSW	NE 3.0 WNW	NE 2.9 WSW	NNE 2.4 WSW	NE 2.9 WSW	N 4.0 SW	E 2.6 WSW	ESE 0.9 SW	S 2.2 WSW	W 4.0 SW	SSW 3.6 SW
12	4.8 WSW	4.6 W	4.9 WNW	8.0 WSW	12.8 WSW	11.7 W	14.2 W	11.4 WSW	9.0 WSW	13.0 SW	9.7 SSW
13	9.6 ENE	5.2 ENE	3.1 NE	4.7 NE	5.1 N	7.2 N	2.4 N	4.3 NE	3.3 ENE	5.0 NE	4.0 ENE
14	7.4 W	8.1 W	8.9 W	7.7 W	3.3 NE	3.0 NE	2.4 NE	2.8 NE	4.3 E	6.0 SSE	4.4 S
15	3.6	3.1	1.2	0.7	3.0	5.8	4.3	3.0	2.3	3.0	3.9
16	W 3.0 SW	WNW 2.2 WSW	W 2.8 WSW	SSW 1.7 SSW	WSW 3.5 WSW	W 1.9 NNE	WSW 4.2 E	SSW 5.3 E	SW 8.9 ENE	SW 7.0 NE	SSW 6.4 WSW
17	7.8 NE	7.3 NE	4.3 NE	2.9 ENE	5.4 ENE	3.9 NE	4.1 ENE	5.1 ENE	2.7 NE	1.5 NE	2.8 ENE
18	2.4 ESE	1.6 N	2.4 N	1.5 N	3.4 N	6.6 N	7.0 NNE	7.1 ESE	8.2 S	10.0 SSE	11.6 SSE
19	1.1 NNE	1.9 NNE	1.6 ENE	0.9 E	0.9 E	0.7 E	1.3 ENE	1.9 ENE	3.3 ENE	4.0 ENE	3.1 ENE
20	4.0	3.8	5.2	6.1	5.9	6.7	7.5	9.7	6.0	7.0	5.0

波浪のスペクトル幅と統計量(I)—岩田・稲田・田中・渡部

と 風 向 (昭和44年6月)

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
S 6.0 S SW 4.6 SW 10.8 SW 1.8 S 0.5	S 7.2 SW 6.0 SW 14.0 S SE 2.8 N 1.2	S 7.8 SW 3.6 SW 10.7 S SE 3.5 SW 4.5	S 7.8 S SW 5.1 SW 10.2 S SW 3.8 S SW 4.5	S 9.6 NE 5.9 SW 8.7 S SW 4.9 S SW 3.3	S SW 9.6 S SW 10.5 SW 7.1 S SW 2.8 SW 4.8	S 10.5 WSW 14.4 SW 4.2 W 2.8 S SW 3.9	S SW 6.9 WSW 10.6 NE 6.1 W 2.9 S SW 3.3	S SW 6.4 S SW 7.8 NNE 3.9 WNW 1.9 S 5.1	S SW 7.2 WSW 9.4 N 4.7 SE 1.3 S SW 4.4	SW 7.5 SW 7.5 NE 3.9 ESE 4.8 S SW 3.4	SW 4.5 SW 10.9 N 4.8 E 5.5 S SW 3.4	WSW 4.3 SW 14.1 N 4.8 ENE 5.0 WSW 2.9
NNE 6.5 S 5.8 SW 3.9 S SW 3.8 SW 4.3	N 4.0 S 6.7 S SW 4.5 S SW 3.8 WSW 4.4	S SE 5.5 S SW 4.9 SW 7.0 S SW 4.4 SW 4.9	S SW 9.0 S SE 3.7 S SW 6.5 SW 6.6 W 4.7	SW 12.5 SE 2.2 SW 7.5 S SW 6.4 SW 5.1	SW 15.6 NNE 11.8 SW 7.7 S SW 5.0 SW 6.3	SW 18.3 N 13.2 SW 4.6 S SW 5.1 S SW 5.0	SW 15.4 NNE 6.2 SW 6.1 S 8.1 SW 5.5	SW 14.8 N 7.4 S SW 7.1 S SW 6.8 SW 4.6	SW 12.1 NNE 5.4 SW 7.5 S SW 5.6 WSW 3.9	WSW 11.9 E 3.3 WSW 7.1 S SW 4.9 WNW 2.1	SW 10.9 NE 4.9 W 4.1 S SW 4.1 NNE 3.4	S SW 6.5 ENE 6.0 WNW 4.9 WSW 2.1 NNE 4.6
S 4.9 SW 11.7 S 2.9 SW 4.6 S 4.0	SW 4.9 SW 13.5 S SW 3.8 WSW 5.8 S 4.7	S SW 4.4 WSW 11.1 S SW 5.0 W 3.2 S SW 4.2	SW 5.7 SW 10.9 S SW 5.7 ENE 8.0 S 8.9	SW 4.9 SW 7.2 S 11.7 N 7.6 S 7.2	S SW 5.8 S SW 8.4 S 2.8 NNE 4.1 S 7.7	S SW 5.9 SW 12.6 S SW 3.7 ENE 3.7 S 7.9	SW 4.3 SW 14.1 SW 3.3 ENE 4.5 S SW 8.2	SW 6.1 SW 12.0 S SW 2.2 E 4.7 S SW 6.4	WSW 6.2 W 9.7 W 2.2 NE 2.7 S SW 7.1	WSW 3.3 W 6.8 W 0.8 N 1.5 S SW 6.8	WNW 5.9 WNW 3.8 W 1.1 NW 1.2 S SW 6.0	SW 4.0 WSW 3.1 NNE 4.6 NNW 1.7 WSW 5.0
S SW 7.0 WSW 4.2 ENE 12.0 S 3.5 E 3.6	S SW 7.7 WSW 5.2 NE 11.4 S SE 4.6 WSW 4.8	S SW 7.7 S SW 4.1 E 10.8 S SW 4.1 WSW 6.0	S SW 7.2 WSW 3.2 E 8.7 S 5.5 W 5.2	SW 15.2 WSW 3.9 E 8.7 S 4.7 WSW 4.6	SW 11.2 W 3.9 NNE 7.6 S SE 5.3 SW 5.6	WSW 14.2 WSW 3.6 NE 7.1 S SE 5.6 SW 5.4	WSW 12.2 NW 4.9 ENE 2.4 S SE 5.3 SW 6.0	WSW 9.2 NNE 3.8 WNW 1.5 S SE 4.8 S SW 4.3	WSW 7.2 NNE 4.6 S 2.7 S SE 4.6 S SW 2.5	WSW 9.7 N 3.4 SE 3.1 S 3.5 SW 4.4	WSW 9.1 N 2.0 SE 1.7 S 1.2 WSW 4.4	WSW 7.2 NE 2.3 ESE 2.1 NNE 3.6 S SW 2.6

(1969年7月8日 原稿受理)