

伊予灘沿岸における波浪の屈折特性について

柿 沼 忠 男*・伊 福 誠**

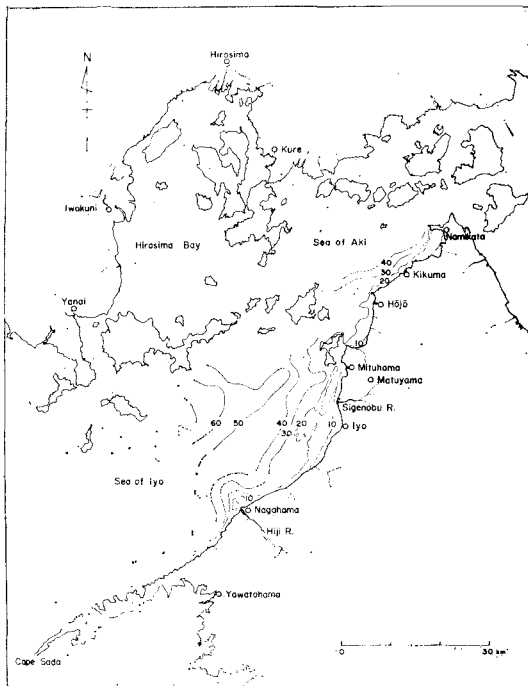
1. 緒 言

瀬戸内海は、自然的・地理的条件に恵まれ、古くから海上交通の要路として重要視され、また、産業や経済の著しい発達にともない、沿岸領域は著しく拡張されてきた。愛媛県内をみると、東中予では、臨海工業地帯が増大し、急速な沿岸環境の変化により、海洋・大気汚染が政治的問題となり、また、南予では海洋性リクリエーション開発への一途をたどっているのが現状である。

この論文は、こうした愛媛県下の沿岸における現状を把握するための第一歩として、伊予灘沿岸における波浪の屈折特性を調べようとしたものである。

2. 伊予灘沿岸の概要

伊予灘沿岸は瀬戸内海の西南部に位置し、気候温暖で



図—1 伊予灘沿岸付近図

表—1 対岸距離

方向	対岸距離 (km)			
	地 点			
	菊 間	北 条	伊 予	長 浜
N	13.8	1.8	2.7	51.2
NNW	15.0	23.1	22.1	27.3
NW	22.5	29.5	29.0	26.4
WNW	25.6	30.1	31.0	32.3
W	56.5	12.8	49.8	71.3
WSW	16.0	0.5	103.4	78.5

湿度が低く、台風による災害は比較的少ない。図—1 は伊予灘沿岸付近図を示したものであるが、この沿岸は、本州・九州との対岸距離を有するだけでなく、多くの島々に面していることが特徴的である。表—1 は、菊間・北条・伊予・長浜の4地点からの対岸距離を示したものである。表中、最も長い対岸距離は伊予WSWの方向103.4kmで、大分県杵築湾権現鼻付近にいたる。

波浪は、建設省によって、伊予と菊間において、それぞれ、昭和37年11月および41年2月から水圧式波高計を用いた観測が実施されている。

3. 伊予灘沿岸における波浪の屈折特性

(1) $h/L < 1/2$ および $1/4$ に基づいて得た屈折係数 $(K_r)_{1/2}$ と $(K_r)_{1/4}$ との比較

現在、水深波長比 h/L (h : 水深, L : 波長) に関して、 $h/L \geq 1/2$ の場合深海波、 $h/L < 1/2$ の場合浅海波のように分類されている。この分類は、次のような判断によって与えられている。

一般に、波速 C は

$$C = \sqrt{\frac{gL}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{L}}, \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 g : 重力の加速度、によって表わされる。

式(1)中の $\tanh(2\pi h/L)$ は、 $h/L=0$ のとき0、 $h/L \rightarrow \infty$ のとき1となり、 $h/L=1/2$ とすると0.9963という値をもつ(図—2)。 $h/L \rightarrow \infty$ のときの C を C_0 とすれば、深海波の波速 C は

$$C_0 \geq C \geq 0.9963 C_0 \dots\dots\dots(2)$$

の範囲にあることになる。双曲線 tangent 関数のこうし

* 正会員 工博 愛媛大学助教授 工学部海洋工学教室
 ** 学生会員 愛媛大学大学院 工学研究科修士課程

表-2 各水深における $(K_r)_{1/2}$ の値

資料番号	水 深 (m)							
	30		25		20		10	
	平均値	標準偏差($\times 10^{-2}$)	平均値	標準偏差($\times 10^{-2}$)	平均値	標準偏差($\times 10^{-2}$)	平均値	標準偏差($\times 10^{-2}$)
II-1	0.999	1.0	0.996	4.7	0.995	7.1	0.996	10.1
II-2	0.997	1.0	0.998	4.0	0.996	7.1	1.000	9.6
II-3	0.995	0.6	0.995	3.2	0.995	6.2	0.997	9.1
II-4	0.997	0.6	0.996	4.1	0.995	6.8	0.997	9.7
II-5	0.997	0.7	0.994	3.4	0.996	5.7	0.997	8.1

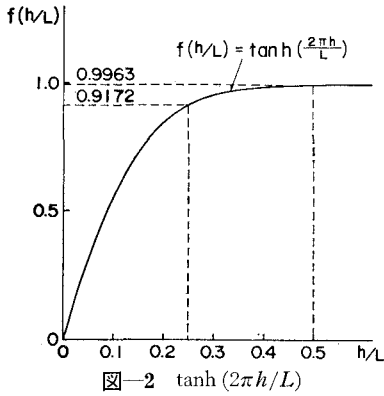


表-3 各水深における $(K_r)_{1/4}$ の値

資料番号	水 深 (m)			
	20		10	
	平均値	標準偏差($\times 10^{-2}$)	平均値	標準偏差($\times 10^{-2}$)
IV-1	0.995	1.6	0.991	3.1
IV-2	0.995	1.7	0.991	3.0
IV-3	0.993	1.3	0.990	2.6
IV-4	0.994	1.8	0.991	3.6
IV-5	0.993	1.5	0.990	2.2

た近似によれば波速の誤差は $h/L=1/2$ の場合、たかだか 0.37% である。Kinsman (1965)¹⁾によれば、この数値は理論上のもので、現在実施されている波浪の観測精度からみればほとんど意味なく、もし深海波と浅海波を $h/L=1/4$ で分類するものと定義すれば

$$C_0 \geq C \geq 0.9172 C_0 \dots\dots\dots (3)$$

となり、8.28% の精度で近似することになる。こうしたことから、ここでは2者の定義に基づいて屈折図を作製し、屈折係数を比較検討して、屈折図作製上の簡便さを見出そうとする。

WNWの方向から周期 8sec の波が接近する場合の等深線が 10m までの屈折図を作製した。用いた海図は海図番号 No. 164 (縮尺 4 万分の 1)、等深線 40m, 30m, 25m, 20m, 10m, 波向線は 1km 間隔、本数 29 本であって、著者の一人伊福が $h/L < 1/2$ および $1/4$ の場合に、それぞれ 5 回繰り返して作図した。屈折係数は波向線上水深 30m, 25m, 20m, 10m の地点で求めたが、表-2 および 表-3 は、それぞれ、 $h/L < 1/2$ および $1/4$ の場合に得た屈折係数の値を、資料ごとに同一水深で整理したもので、平均値および標準偏差が示してある。

表-2 をみると、 $h/L \approx 1/2$ の地点から屈折し始めた波が $h/L \approx 1/4$ (水深 25m) の地点でもつ $(K_r)_{1/2}$ の平均値は 0.994~0.998 であり、深海での屈折係数 1 と比較するとたかだか 0.6% 減少しているにすぎない。このことは、水深 25m までは波速比 (浅い所の波速に対する深い所の波速の比) が 1.024~1.027 でありほとんど

1.00 に等しいということによって生ずるものと考えられる。屈折係数は 5 回繰り返した作図によって得たわけであるが、最も岸側にある水深 10m における $(K_r)_{1/2}$ の波向線ごとの平均値および標準偏差は、それぞれ、0.878~1.065 および 0.004~0.053 で、 $(K_r)_{1/4}$ は 0.954~1.078 および 0.004~0.033 である。こうした $(K_r)_{1/2}$ と $(K_r)_{1/4}$ を比べるとほぼ等しい値を示し、80% は誤差 5% 以内、96% が 8% 以内に入っている。

以上のことから、伊予灘沿岸での屈折特性を調べる場合、浅海領域を $h/L < 1/4$ と定義して屈折図を作製してもさしつかえないと考える。

(2) 伊予灘沿岸における波浪の屈折特性

2. および上記の判断により、水深波長比が $1/4$ 以下の領域で、N, NNW, NW, WNW, W の 5 方向から接近する周期 6sec および 4sec の波について解析してみた。なお、この領域は 6sec の場合には約 15m 以浅、4sec の場合には約 6m 以浅の領域にあたる。

用いた海図は海図番号 No. 141 (縮尺 6 万分の 1) と 164 で、拡大器によって縮尺 $1/2500$ に拡大した。等深線間隔は 10m 以深が 5m 間隔、10m 以浅は 2m 間隔、波向線は 250m 間隔、本数 127~230 本である。波向線上、水深 15m, 10m, 8m, 6m, 4m, 2m の地点での屈折係数 K_r を求め、 K_r コンターを作製した。図-3 は長浜における K_r コンター (周期 6sec, W 方向) を示す。

さらに、この沿岸における一般的傾向をみるために、同一周期、同一波向に対する水深ごとの K_r の頻度分布を求めた。図-4 はそうした K_r の頻度分布を示す。図をみると、周期 6sec の波については、前記 5 つの方向

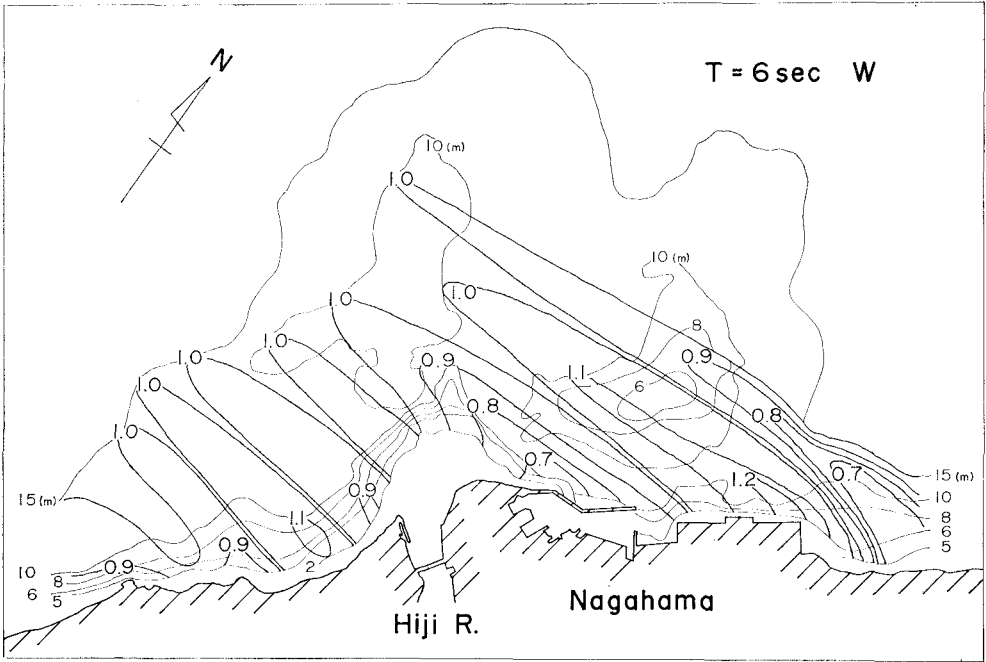


図-3 長浜における K_r コンター

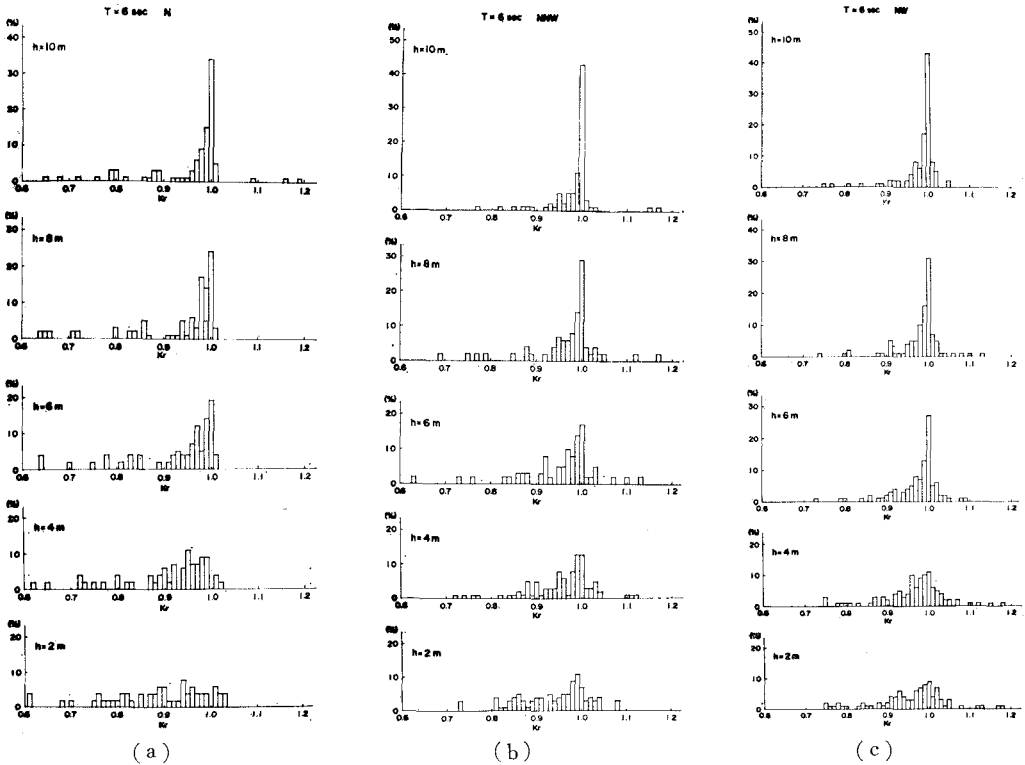
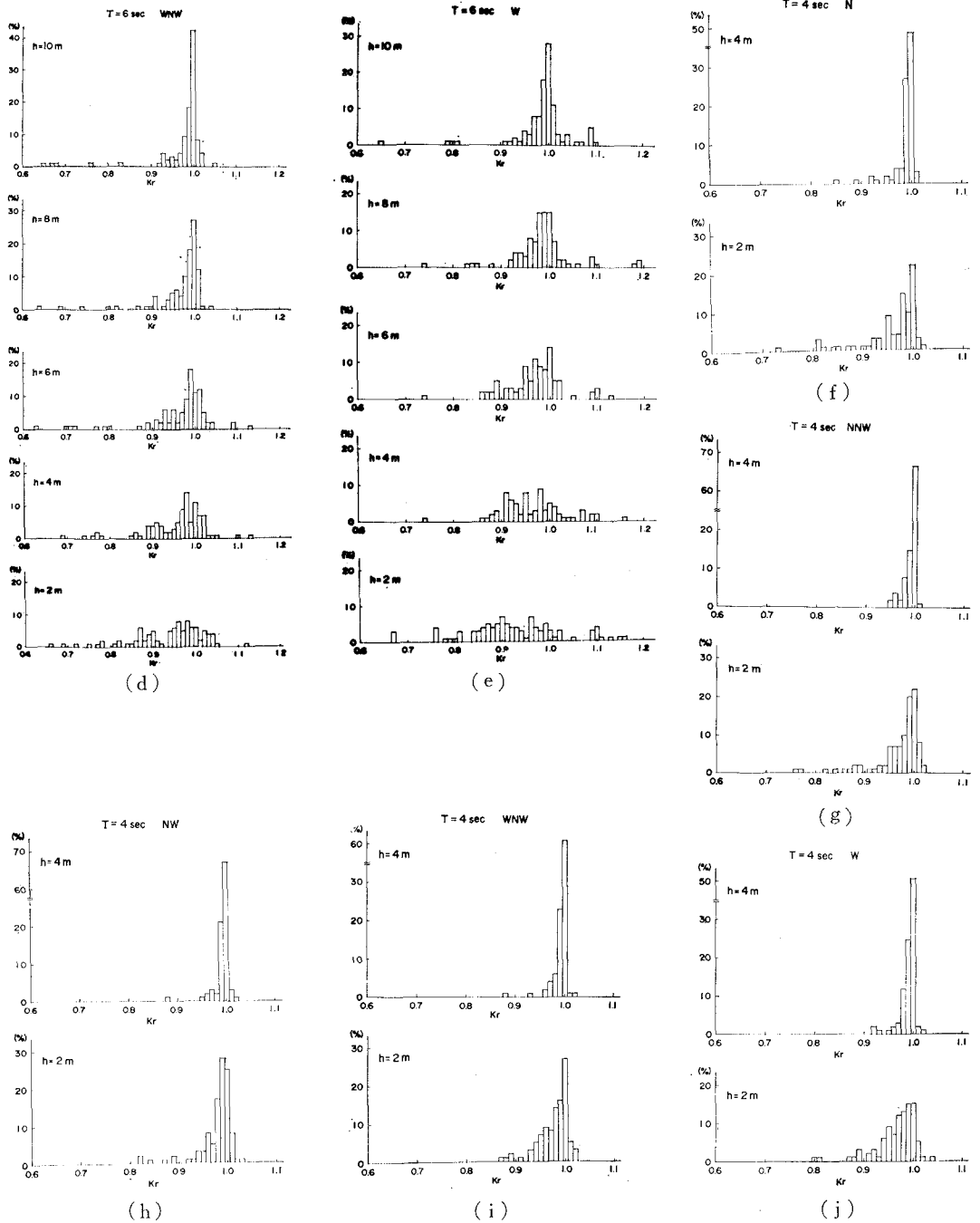


図-4(a)~(c) K_r の頻度分布 (周期 6sec および 4sec) (1)



図—4(d)~(j) K_r の頻度分布 (周期 6sec および 4sec) (2)

に対して、水深 6m までは 1.00 の頻度が多いが、4m、2m の地点ではこの傾向は顕著でなく、0.6~1.3 の範囲にばらついており、周期 4sec の波については、1.00 の頻度が多く、0.7~1.1 の範囲にばらついていることがわかる。

4. 結 語

以上、伊予灘沿岸での波浪の屈折特性を調べる場合、浅海領域を水深波長比が 1/2 以下および 1/4 以下の領域と定義して屈折図を作製し、両者によって得た屈折係数を比較検討した。その結果、実用的には後者の定義に基づいて屈折図を作製してもさしつかえないということをも

得, 周期 6sec および 4sec の波がN, NNW, NW, WNW, Wの5方向から接近する場合の伊予灘沿岸における屈折係数コンター, 屈折係数の頻度分布などを得た。

今後はさらに, 海底摩擦や伊予灘および安芸灘に点在する島々による回折効果をも考慮して波浪の変形を調べていきたいと思う。

最後に, この研究を進めるにあたり, 適切な助言とご激励をいただいた京都大学工学部の岩垣雄一教授ならび

樋口明生教授に深く感謝の意を表するとともに, この研究が文部省科学研究費自然災害特別研究費による研究の一部であることを付記する。

参 考 文 献

- 1) Kinsman, B.: Wind Waves, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., pp. 128-133, 1965.