

気象と海況に関する研究—II

那珂川河口の波浪とその予報 (第2報)

鬼 沢 洋 一

I 序

那珂湊市是那珂川河口の北岸に位し太平洋に望んでいる昔からの漁港で、その経済力の基盤が概ね水産業におかれていることは周知の通りである。ところが河口港の常として河口は常時デルタを形成し、ウネリでもくれば波高は異常に高まり波砕甚だしく、潮流の如何によつては三角波立ち、時には漁船の乗組員にとつていわゆる“魔の難所”として恐れられている。此の爲此処に出入する船舶や人命の損傷は勿論のこと、市の収入にも影響するところ大である為海難防止と配船計画、魚価調整等の立場から河口に於ける波浪の性態を明らかにすると共に、その予報が望まれているわけであるが、波浪予報についてはその概略を第1報において述べた此処では第1報と幾分前後した感はあるが、先に紹介したデータを用い一般統計量を算出したので、之等を大方の参考と供すると共に港湾稼働性の立場から波浪の持続性について若干確率論的考察を試みた。

II 統計量について

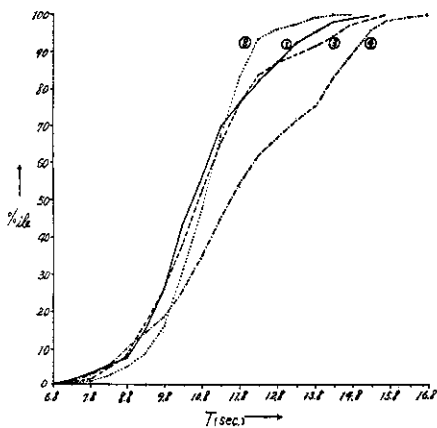
各要素についての一般統計量を第1表に示した。表中Tは周期で単位は sec, 同様にVは波速で m/sec, Lは波長で m, Hは波高で m, δ は相度で無次元量を又, \bar{m} は平均値(算術平均) σ は標準偏差値, maxは最大値, minは最小値, Skは分布型の歪度, Nは統計箇數尙括弧内の N. D. は正規分布, L. D. はL字型分布, U. D. はU字型分布で double peak を示すもの及び N. D. +U. D. は両分布型を示しているものを表わす。

第 1 表

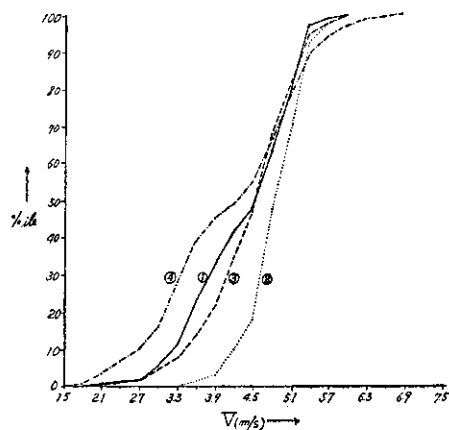
Elements		Months			
		4 ① ~ 5	6 ② ~ 7	8 ③ ~ 10	11 ④ ~ 12
T	m	11.2	11.2	11.2	12.2
	σ	1.7	1.1	1.7	2.1
	max	15.0	15.0	15.5	16.5
	min	8.0	8.5	8.0	8.0
	Sk & Type of distribution	+1.06(N. D.)	+0.82(N. D.)	+0.71(N. D. + U. D.)	+0.71(U. D.)
	N	61	59	90	54
V	m	4.4	4.9	4.5	4.3
	σ	0.7	0.3	0.7	1.1
	max	5.6	5.6	5.7	6.7
	min	2.5	4.0	2.5	2.2
	Sk & Type of distribution	-0.86(U. D.)	0.00(N. D.)	-0.43(N. D.)	0.00(U. D.) ?
	N	61	59	90	54
L	m	49.4	55.0	50.8	52.0
	σ	9.5	6.8	10.3	14.2

L	max	70.0	84.0	80.6	88.5
	min	29.7	42.5	21.6	27.5
	Sk & Type of distribution	+0.85(N. D.)	+1.28(N. D.)	+0.87(N. D.)	+0.74(N. D.)
	N	61	59	90	54
H	m	1.9	0.9	1.5	1.3
	σ	1.1	0.5	0.9	1.0
	max	4.5	2.0	4.5	5.0
	min	0.5	0.5	0.3	0.0
	Sk & Type of distribution	+1.36(L.D.+U.D.)	+1.20(L. D.)	+1.67(L. D.)	+0.90(L.D.+U.D.)
	N	61	59	90	61
$\delta \times 10^{-3}$	m	38	17	29	31
	σ	25	10	20	18
	max	123	47	83	117
	min	9	7	6	0
	Sk & Type of distribution	+0.96(L.D.+U.D.)	+1.50(L. D.)	+1.20(L. D.)	+1.33(L.D.+U.D.)
	N	61	59	90	54

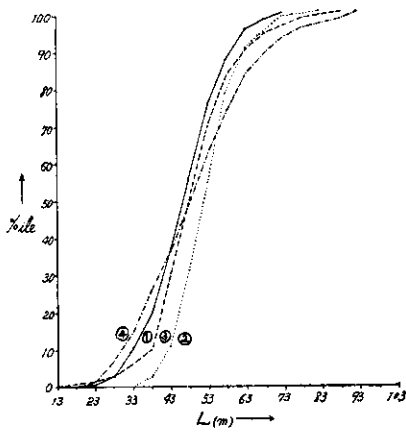
各波素の季節別の有意差や特性については未だ検討していないが、表を一瞥するとTの長いものが台風期よりも11~12月の寒候期に現われており、同じくHもその最大値が寒候期に出ていることは一寸意外に思われるが、これは同期間に於ける浪源が主に旋風（発達した温帯性低気圧）によるものが多く台風に較べてそのスケールが遙かに大きい為と考えられる。然し極めて高い波の起る回数は他の季節特に4~5月及び8~10月に較べて少くなっていることは、後述の%ile graphによつても明らかである。又次のことも顯著である。即ち各波素を通して6~7月は σ が他の季節より小さくなっている。これはこの季節が梅雨期で北高南低型の気圧配置の為NE風が連吹し、之によつて惹起された波浪が定常化しているためと思われる。尙Hと δ はSkを見て明らかな様に分布が観測値の小さい方へ著しく歪んでおり、正規分布していないので表中の様なmと σ を求めることは余り意味がなくmはMod.を以つてすべきであらうが、一応mは算術平均を求め σ を算出した。



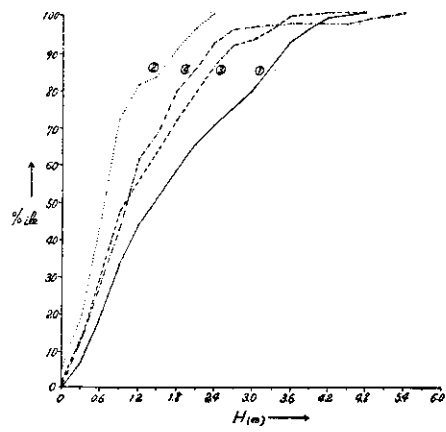
第 1 図



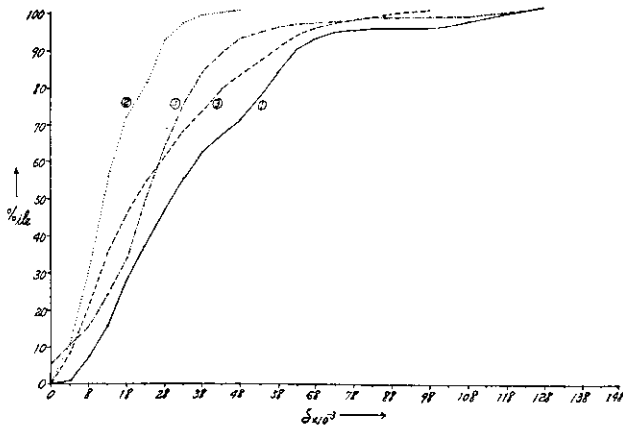
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

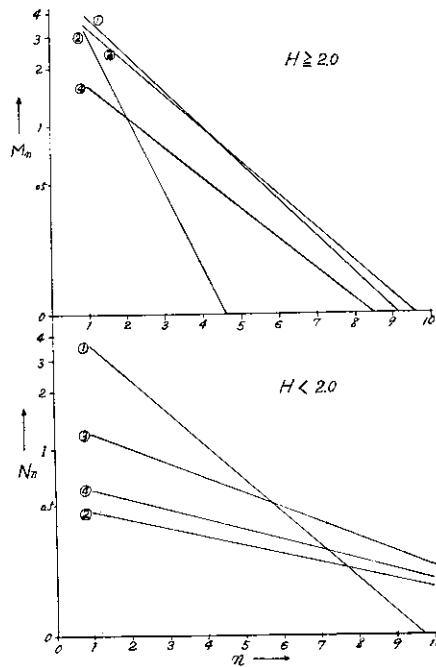
次に各波素の %ile graph を示す。graph 中で curve に附した数字は前述の表中に示した季節を表わすものであり、頻度はなまのデータでは凹凸が多少あるので、移動平均により平滑化したものを用いた。この graph は次の様に使用される。例えば H graph では H が 2.1m (2.0~2.2) の各季節の %ile rank は①では約 66, ②では 96, ③では 80, 同じく④では 86 で、之は H が 2.1m 以下の日数が各季節中それ等の % だけあるという意味で、之を逆に考えれば、H が 2.1m 以上の日数は①では $100-66=36\%$ ②では $100-96=4\%$ ③では $100-80=20\%$, 同様に④では $100-86=14\%$ となる。H が 2.1m というのは那珂湊海上保安署の意向を斟酌した那珂川河口に於ける漁船の航行についての安全性の限界を示す波高で、これ以上は一応危険とされている。此の基準により一例をあげてみると、季節③即ち 8~10 月 (92 日) では河口航行が危険とされる日数は $92 \times 0.20 = 18.4$ で約 18 日となる訳である。この様にみれば季節①の 4~5 月が危険日が多く $61 \times 0.36 = 21.96$ で約 22 日は出入港出来ないことになる。もつとも此処へあげた数値は用いられたデータが第一報で紹介した通りのものであるため、今後更に観測データが追加されれば多少変更があることはまぬがれないが、之だけでも一応の目安をつけることが出来るものと思う。

III 波浪の持続性について

前述に従い H が 2.0m を越す又は以下の日が何日位連続するものが各季節毎に何回出現するかを知ることは配船計画の上からも重要なことである。其処で $H \geq 2.0$ 及び $H < 2.0$ の持続日数の生起回数を計算してみた。前日の波高が $H \geq 2.0$ で、当日も $H \geq 2.0$ になる変化過程を $H \geq 2.0 \rightarrow H \geq 2.0$ で表わし、以下同様に記すことにする。先づ $H \geq 2.0 \rightarrow H \geq 2.0$ の確率を a とすれば、 $H \geq 2.0 \rightarrow H < 2.0$ の確率は $1-a$ 又 $H < 2.0 \rightarrow H < 2.0$ の確率を b とすれば $H < 2.0 \rightarrow H \geq 2.0$ の確率は $1-b$ となる。そして或る任意の日の波高が $H \geq 2.0$ である場合は前日が $H \geq 2.0$ であつた場合と $H < 2.0$ であつた場合の2通りある訳で、その任意日の波高が $H \geq 2.0$ である確率を p とすれば $H < 2.0 \rightarrow H \geq 2.0$ の確率は $(1-p)(1-b)$ 、又 $H \geq 2.0 \rightarrow H \geq 2.0$ の確率は pa となるから p は $p = (1-p)(1-b) + pa$ となり之を整理すれば

$$p = \frac{1-b}{2-(a+b)}$$

が得られる。其処で先のデータより各季節別に a 、 b 及び p を求めたものを第2表に示す。



第 6 図

第 2 表

Probability	Months	①		②		③		④	
		4	~ 5	6	~ 7	8	~ 10	11	~ 12
a		0.639		0.381		0.662		0.688	
b		0.668		0.901		0.835		0.883	
p		0.479		0.138		0.328		0.273	
N		61		61		92		61	

さて、 p が求めれば次に $H \geq 2.0$ の n 日持続回数を M_n とすれば

$$M_n = N(1-p)(1-b)a^{n-1}(1-a)$$

同様に $H < 2.0$ の n 日持続回数を N_n とすれば

$$N_n = Np(1-a)b^{n-1}(1-b)$$

となるから先に求めた p 及び a , b , N を夫々上式に代入し、parameter を n だけの式にしてしまう。以下この様にして求めた各季節別の実験式を示す。即ち M_n について

- ①……(4~5月)…… $\log M_n = 0.5809250 + (n-1) \times \bar{1}.8055009$
- ②……(6~7月)…… $\log M_n = 0.5079907 + (n-1) \times \bar{1}.5809250$
- ③……(8~10月)…… $\log M_n = 0.5375673 + (n-1) \times \bar{1}.8208580$
- ④……(11~12月)…… $\log M_n = 0.2092468 + (n-1) \times \bar{1}.8375884$

同様に N_n については

- ①……(4~5月)…… $\log N_n = 0.5449358 + (n-1) \times \bar{1}.8247765$
- ②……(6~7月)…… $\log N_n = \bar{1}.6655810 + (n-1) \times \bar{1}.9547248$
- ③……(8~10月)…… $\log N_n = 0.0874265 + (n-1) \times \bar{1}.9216865$
- ④……(11~12月)…… $\log N_n = \bar{1}.7803173 + (n-1) \times \bar{1}.9459607$

となる。そこで縦軸に M_n 及び N_n を log scale で目盛り、横軸に n をとれば之等の関係は linear なものとして ~~目~~の様に見わすことが出来る。従つて之等を一見すれば各季節の特徴を推察することが出来ると思うし、又操業及び配船の計画上要求される波高が $H \geq 2.0$ 又は $H < 2.0$ の持続日数が n 日の生起回数を知ることによつて各季節毎の稼働率が一応わかる訳である。

第6図