氣 象 集 誌

第 二 輯 第 十 七 卷 第 一 號

論 文

颱風域内の波浪又はうねりと風との關係に就いて*

大 谷 東 平, 高 品 佳 清

§1. 緒 言

嘗て著者の一人が同じ目的の爲、船舶の報する氣象電報より“海面に於ける風力と波浪との關係”⁽¹⁾に就て調査せるところ、該電報に使用せる波浪階級が不完全なることを認めた。1936年8月に其の波浪階級が改正せられたので再び此の調査を繰返した。調査事項は颱風域内の風力、風向、波浪及うねりで、之等の相互間の關係も調査を行つた。

§2. 風 力 と 波 浪

1936年10月中の船舶氣象電報6892通に就て風力と波浪の關係を調査した。風力は0~12の階級であるが、電報では0~2は2と報じ、11~12は11と報じ、波浪は0~9の階級である。

第 1 表 波 浪 と 風 力

風力 波浪	0-2	3	4	5	6	7	8	9	10	11-12	計	平均
0	107	2	2	0	0	1	0	0	0	0	112	2.10
1	369	18	9	3	3	0	0	0	0	0	402	2.14
2	954	149	23	7	5	1	0	0	0	0	1139	2.21
3	342	1045	214	25	7	1	1	0	0	0	1635	2.97
4	38	168	600	204	30	4	3	0	0	0	1047	4.04
5	14	24	126	629	156	20	3	0	0	0	972	4.99
6	4	9	20	117	484	88	6	2	2	1	723	5.89
7	1	3	13	25	87	288	73	7	4	3	504	6.84
8	0	1	2	8	17	82	114	22	19	2	267	7.67
9	0	0	0	0	0	2	4	30	31	14	81	9.63
計	1829	1419	1009	1018	789	487	204	61	56	20	6892	—
平均	1.94	3.05	3.92	4.91	5.81	6.86	7.48	8.31	8.41	8.45	—	—

前回の調査と同じく兩者の關係を調査すると第1表の如くなる。之より明かなる如く風力3~7, 波浪3~7の範圍で、兩者は完全に正比例した平均値を採る。元來海洋氣象觀測法に風力の目安として波浪の程度を採つて居る位だから、兩者が一致した平均値を採るのは當然かもしれない。併

* T. Ootani and Y. Takasina: Waves and Swells in Relation to Winds of Typhoons. 中央氣象臺彙報. (1) 氣象集誌. 第13卷, 187頁.

し以上の結果より大體に於て風力と波浪は比例すべきもので、もし兩者の差が大なるときは、他に原因があるものと考へることが出来る。

§3. 調査せる颱風

調査せる事項は颱風の中心より 1000 軒以内に於ける風力と波浪との關係、風向とうねりの方向との關係、及び、うねりの強さの分布等である。

調査せる颱風は下に記した I~VII の颱風で、その経路は第 1 圖に示す。I~VI の材料は總て氣象電報より、VII は室戸颱風調査報告より採つた。

便宜上、颱風の進路及び之に直角な線により、之を 4 象限に分ち、右前を第 1 象限、右後を第 2 象限、左後を第 3 象限、左前を第 4 象限と名付ける。

- I. 昭和 11 年 8 月 21 日より 9 月 2 日に至る颱風
- II. 昭和 11 年 8 月 30 日より 9 月 5 日に至る颱風
- III. 昭和 11 年 9 月下旬日より 10 月 4 日に至る颱風
- IV. 昭和 12 年 7 月 15 日より 7 月 26 日に至る颱風
- V. 昭和 12 年 7 月 30 日より 8 月 4 日に至る颱風
- VI. 昭和 12 年 10 月 8 日より 10 月 21 日に至る颱風
- VII. 昭和 9 年 9 月の室戸颱風

§4. 波浪と風力

第 1 表に明かな如く、波浪 S と風力 F とは大體同じ値を採るものであるから、平衡状態では $S-F=0$ であるが、風力が増大しつつあるときは、波浪が風力に比し時間の遅れがある爲、 $S-F<0$ となり、風力が減少しつつあるときは $S-F>0$ となることが想像される。然らば、颱風進行の前面は風力が増大しつつあるから $S-F<0$ となり、後面はその反對で $S-F>0$ となるべきである。

颱風 I 及び II に就き上記の關係を調査した結果は第 2 表に示す。材料は颱風 I で 177, 颱風 III で 324 個の觀測に依る。第 2 表に依ると $S-F$ は第 2 象限で最も大きく、第 3 象限では 0 になつて居る。これ等は前記の理窟から云ふと正になるべきものである。第 1 象限と第 4 象限では大體 0 に

第 2 表 波浪と風力の差

象限 颱風	I	II	III	IV
I	0.2(68)	0.5(52)	0.0(28)	0.1(29)
III	-0.1(84)	0.7(29)	0.0(96)	0.0(111)

(括弧内は觀測数を表す)

に近いが、必ずしも負とはならない。元來第 2 象限は颱風域内で最も風の強い處であるから、此

第 1 圖 調査せる颱風の進路圖
(圖中太線は調査範圍を示す)

處で $S-F$ が正であるといふ事は、第2象限で波が特に高いことを示すものである。

颱風全域に就て $S-F$ の値を見るに第1の颱風では、26日6時は0.0, 18時は0.2, 27日6時は0.3, 同18時は0.5と増大して居る。此の間颱風は次第に勢力を増大しつつあつた。第2の颱風に就て見ても10月1日轉向する迄は-0.1乃至-0.2であつたものが、轉向して發達し始める。従つて $S-F$ の値は0.2より0.4へ増加して行つた。

既に颱風が發達しつつある際は、風力の増加率に對し波浪の増加率の方が大なる事を示す。

§5. 波浪及うねりの強さの分布

前節で颱風域内では第2象限で特に波浪の強いことは判るが、念の爲颱風I及IIIに就き域内の波

第2圖(a) 颱風(域内)波浪分布

第2圖(b) 颱風(域内)波浪分布

浪の強さの分布を調査したものが第2圖a及bである。颱風の中心からかなり遠くでは各々個性により多少の變化はあるが、中心より400軒位までは第2象限で特に波浪の強いことが現はれて居る。

第3圖 波浪又はうねりと中心距離

第3表 颱風域内のうねりの分布(室戸颱風)

象限	I	II	III	IV
中心距離				
100軒	—	—	6.0(1)	4.0(1)
300	5.0(4)	7.0(2)	4.0(2)	4.0(5)
500	4.3(7)	—	4.1(9)	4.0(12)
700	2.7(13)	7.0(1)	3.8(14)	3.2(25)
900	3.5(23)	3.0(3)	3.0(10)	3.2(25)

(括弧内は観測数を表す)

次に颱風域内のうねりの分布はどうであるかと、颱風VII即ち室戸颱風に就いて調査して見ると第3表の如くである。之には肝腎な第3象限の材料が殆どない爲此處で果して強いかどうかは判らぬが、中心より400

軒以内ではかなり大きいかもしれぬ。其の他の象限では格別方向性を見出すことが出来ぬ。此の點はI. M. Cline氏の研究⁽¹⁾の如く颱風右前面に最も強く、左後面に最も弱いと云ふのとは異つて居る。

(1) Month. Weath. Rev. 48: 127-140, 1920.

第3圖には颱風 I 及 III の波浪, 同 VII のうねりの強さと中心距離の關係を示す. 之によると 1000 軒以内では波浪もうねりも殆ど同様に減少して居ることが判る.

第4圖(a) 颱風 I ×印は昭和12年 8 月 26 日
18 時 (實線は風, 破線はうねり)

第4圖(b) 颱風 III ×印は昭和10年 9 月30日
12 時

第4圖(c) 颱風 VII ×印は昭和9年 9 月20日 12時

§5. うねりの方向

うねりの傳播方向に關する, I. M. Cline 氏⁽¹⁾の所説に依れば, 颱風の中心附近では風向に従つて進み, 其のまま直線的に外方に傳播する爲遠隔地では, 中心より略放射狀に進行し來つた如くに見える. 併し之等は理論的に推定された事で實證は殆どして居ない. I. R. Tannehill 氏⁽²⁾が Caribbean Sea の Hurricane に就て調べた結果は (1) 北半球では風はうねりより左方に向く. (2) 颶心が進行する爲に, 風とうねりのなす角度は進路の左右前後で異なる. その角度の平均は第1及第4象限が 61° , 第2象限 20° , 第3象限 104° . (3) 従つて颶

風の後方にうねりの不連續線が出来る. と云ふのである.

我々が調査した結果は之と大分異なる. 材料は風向が 16 方位, うねりの來る方向が 8 方位(颱風 VII のみ 16 方位)であるため, 兩者の差は $\pm 34^\circ$ の誤差を含み得るものである. 従つて出来るだけ多數の材料を撰ぶ必要があつた. 風向より左へ測つたうねりの方向までの角度を, 颶風の中心より 1000

(1) 前出. (2) Month. Weath. Rev. 64: 231-238, 1936.

料以内の各象限に就て平均したものを第4表に示す。但し颱風 II は材料が少ない爲全域のみの平均を示してある。同じく第5表には中心より 300 料以内の大體に於て暴風圈内に屬する部分の値を示してある。之等より次の如き事が判る。

- (1) 颱風 I では、第 1 象限で約 20° 、他は約 60° である。但し中心附近では何れも多少増加する。
- (2) 颱風 III~VII では、何れも角度は小さく只右半圓より左半圓の方が稍大きいようである。

第 4 表 風向とうねりの方向のなす角度 (颱風の中心より 1000 料以内)

象 限 颱風番號	I	II	III	IV	全 域
I	$20^{\circ}(47)$	$64^{\circ}(56)$	$59^{\circ}(23)$	$57^{\circ}(37)$	$50^{\circ}(163)$
II	—	—	—	—	$5^{\circ}(44)$
III	$13^{\circ}(79)$	$21^{\circ}(23)$	$18^{\circ}(81)$	$15^{\circ}(105)$	$16^{\circ}(288)$
IV	$14^{\circ}(25)$	$0^{\circ}(7)$	$25^{\circ}(33)$	$31^{\circ}(89)$	$24^{\circ}(154)$
V	$14^{\circ}(97)$	$5^{\circ}(37)$	$27^{\circ}(14)$	$32^{\circ}(26)$	$15^{\circ}(174)$
VI	$6^{\circ}(43)$	$4^{\circ}(6)$	$10^{\circ}(82)$	$2^{\circ}(75)$	$8^{\circ}(206)$
VII	$7^{\circ}(48)$	$-23^{\circ}(7)$	$23^{\circ}(34)$	$14^{\circ}(75)$	$12^{\circ}(164)$
III~VII	11°	6°	18°	17°	14°

第 5 表 風向とうねりの方向のなす角度 (颱風の中心より 300 料以内)

象 限 颱風番號	I	II	III	IV	全 域
I	$34^{\circ}(4)$	$59^{\circ}(5)$	$100^{\circ}(9)$	$74^{\circ}(11)$	$75^{\circ}(29)$
III~VII	$18^{\circ}(16)$	$33^{\circ}(19)$	$58^{\circ}(34)$	$63^{\circ}(26)$	$48^{\circ}(202)$

中心附近では此の傾向は特に著しく前面は $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 、後面は約 60° となる。

- (3) 以上より颱風 I は他の颱風に比し、遙かに角度が大であつて、之は別に考へねばならぬ。
- (4) 颱風 III~VII の外側では、うねりの方向は風向と殆ど同じであるが 風向よりは稍、外側に向つて進む。併しうねりは附近の風により起されたものと見ねばなるまい。
- (5) 颱風 III~VII の中心附近では、うねりは 大分放射狀に進むが、それでも左巻の渦形をなし、中心よりは左方より發したる如く見える。これは颱風中心四周の暴風雨の最も激しい區域より渦卷狀に傳播したものと見るべきである。併し第 1 象限では殆ど其の場の風でうねりが出來たと考へるべきである。

§7. うねりの二種類

以上の如く平均値に依つて見ても、颱風 I のうねりと、他の颱風のうねりとは別の原因を持つて居さうである。併し色々な材料を見ても外見的には、中心の暴風の強さ、進路、速度等の點で、颱風 I だけが飛び離れた性質を持つて居るとは思はれないのである。

今試みに颱風 I~IV の風向とうねりの方向の差の頻度を調べる爲に第 5 圖を作つて見た。之によつて、極大は風向とうねりの方向が一致する點に表れることは、皆同様である。即ち颱風域内では

大部分のうねりはその場の風で作られて居ることである。

然るに颱風 I のみは、風向より 90° の差の處に別の極大を有する。而も之は前記の極大と殆ど同位の値を示して居る。そして此の第 2 の極大は他の颱風には全然見えて居らぬのである。

故に颱風 I では、その場の風で作られるうねりの外に、**中心から殆ど完全に放射狀に傳播する他のうねりがあることになる**。之が他の颱風に現はれぬところを見ると、單に中心の暴風雨が烈しかつた爲ではない事が明かである。そして考へ得らるる原因としては颶心に於ける氣壓の振動のみである。颱風の如く鋭い中心を有するものは中心に於ける氣壓の振動が相當激しく且つ比較的大きな振幅を以て起り得ると考へられる。此の爲に海面が強制昇降をなせば、相當強いうねりが發生して四方に播傳する可能性がある。而も之は風によつて發生したうねりとは獨立に放射狀傳播をなすに違ひない。併

し總べて颱風が此の種のうねりを起すものではなく、普通は風に依つて發生したうねりのみが卓越するのである。Cline 氏の云ふが如くであれば第 5 表の値は第 4 表の値より小さくならねばならぬのに事實は之に反する。要するに斯の如き空想的傳播は殆ど認められぬと云つてよからう。

(1938 年 10 月 13 日於中央氣象臺)

第 5 圖 (a) 風向とうねりの方向のなす角 (颱風 I) 單位は角度 22.5° 正は風向に對しうねりの方向が右方へ負は左方へ傾く場合

第 5 圖 (b) (颱風 II)

第 5 圖 (c) (颱風 III)