

## 台風によるうねりのモデルについて\*

鯨 井 孝 一\*\*

うねりの計算を簡単にするために、まず関東の南沖にうねりを起すようないくつかの台風のコースを選び、また過去に求められた台風に関する諸統計から、本邦の南海における台風の強さや移動速度の分布を求め、各コースごとに横浜地方気象台で発展させられた P-N-J 法によつてうねりを計算した。こうして求めたらねりの高さをその波高が関東の南沖で観測される時刻に相当する位置に波高に比例する線を立てて表わした。こうして各コース毎に基準の台風に対する波高を求めておき、実際の台風についてはその強さ及び速度の基準からの偏りを求め簡単な補正をほどこしてうねりの高さが求められる。

## 1. ま え が き

台風によって起るうねりの大きさを見つめる方法は、さきに横浜地方気象台の皆さんが P-N-J 法を用いて試みられ、これが江の島における実測とよく合うことを報告している。筆者も昨年この方法を実施して見て、その結果が関東地方の沿岸測候所における観測結果とオーダーにおいて合うことを認めた。しかし、計算方法がやや複雑なので台風作業の忙しい間に誰でも一寸計算するというわけに行かず、特定の人に委される傾向が強かった。台風時は臨時編成が生まれ、全て交替勤務になるので、特定の人を常時確保することが難しく、必要な時に常にうねりの計算値を得られるとは限らなかった。そこで台風のモデルを作って、これに対するうねりを予め計算しておき、実際に当ってはモデルからの偏りを考慮して、うねりの大きさを決めるようにしたら作業が簡単になり、誰でも計算できるだろうと考えた。

この考えに基づいて作ったものがこの報告にもられた内容である。したがって根本は P-N-J 法による。

## 2. 台風のモデルに必要な要素及び資料

P-N-J 法によるうねりの計算に必要な台風の要素は最大風速 ( $V_m$ )、最大風速の半径=眼半径 ( $R_m$ )、20ノット風速半径 ( $R_{20}$ ) で、これらから平均風速 ( $\bar{v}$ ) を求めて、さらに  $\bar{v}$ 、 $R_{20}$ 、及びうねりの伝播距離 ( $R$ ) と台風の移動速度 ( $C$ ) とからうねりを求めるのである。

したがって本邦の南海上の、台風の  $\bar{v}$ 、 $R_{20}$  及び  $C$  の分布がわかればうねりは予め計算しておくことができる。

本邦の南海上における台風に関する種々の要素の統計

\* Koichi Kujirai: On the Model of Swells Induced by Typhoons.

\*\* 気象庁予報部予報課—1959年8月17日受理—

を探し、

田辺三郎氏：中心示度の分布（未発表）

高橋浩一郎氏：台風の速度の統計（ガリ版）

山口弘一氏：中心示度と最大風速の統計（研究時報第8巻 p. 222）

を借用することにした。

## 3. モデルの作成

今までの計算の経験から、うねりの大きさに大きくいきようするのはフェッチの大きさと  $R$  なので、台風の大きさの違いを  $R_{20}$  で現わし、その他の要素を一定にするようにつとめる。大いの場合  $\bar{v}$  は  $26$  ないし  $29$ ノットで P-N-J 法の C.C.S. 曲線を用いるには風速は偶数の方が便利であるから  $\bar{v}=28$ ノットときめる。 $\bar{v}=28$ ノットから  $n=1.7^*$  がきまる。

$R_m$  については大塚竜蔵氏の調査があるが、台風の発達段階によって異なり、また台風個々の違いもあって一定に定めにくい。しかし  $R_{20}$  に比べて小さく最終的な結果にはあまり効かないので、 $R_m=10$ カイリと仮定する。

$R_m$  と  $n$  を一定にすると  $R_{20}$  は  $V_m$  から求められ、 $R_m=10$ カイリ、 $n=1.7$  に対する  $V_m$  と  $R_{20}$  の対応は下のようになる。

$V_m$  80 95 110 120 130 140 150ノット

$R_{20}$  90 130 190 220 250 300 350カイリ

経験によると  $R_{20}$  の大きさはマージ台風のような特大のものは別として、大体において大きいもので400カイリ位であり、また最大風速も150ノットが相場であるから、 $V_m=150$ ノットのとき  $R_{20}=400$ カイリとなるようにし、さらに細い所を多少修正すると下のようになる。

$V_m$  80 95 110 120 130 140 150ノット

$R_{20}$  100 150 200 250 300 350 400カイリ

\*  $n = \log \frac{R_{20}}{R_m} / \log \frac{V_m}{20}$   $\bar{v} = 19.65/1 - \frac{1}{2n}$

この値は  $n=1.8$  として求めたものには  $\bar{v}$  に対応するので  $\bar{v}=27$  ノットとしなければならなくなるが、さきに述べたように  $\bar{v}$  は偶数の方が便利であるから 28 ノットを用いることとして、 $\bar{v}$  を 27 ノットと 28 ノットにした場合のうねりに対するえいきようを検討してみた。C.C.S 曲線では 2 つの風速線はほぼ平行しており、しかも計算は周波数に対するエネルギーの差として求められるので差は C.C.S 曲線の曲率の違いによるものとなるから、ごく小さいことは想像される。一例を示すと次のようになる。

$$\left. \begin{array}{ll} f=0.07\sim 0.09 & f=0.10\sim 0.12 \\ \bar{v} 28 & E=37-28=9 \\ \bar{v} 27 & E=33-25=8 \end{array} \right\} \text{差 } 1 \quad \left. \begin{array}{ll} E=23-15=8 \\ E=21-13=8 \end{array} \right\} \text{差 } 0$$

つぎに山口氏の統計から中心気圧 ( $P_0$ ) と  $V_m$  との対応を求めると (周囲の気圧を 1,000 ミリバルとして)

|          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $P_0$    | 990 | 980 | 970 | 960 | 950 | 940 | 930 | 920 | 910 | ミリバル |
| $V_m$    | 50  | 65  | 80  | 95  | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | ノット  |
| $R_{20}$ | 50  | 50  | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | カイリ  |

さて田辺氏による  $P_0$  の分布図はあらゆるコースのものを平均してあるので、こゝで考えているようにコース別に扱うときのこの値を用いてよいかどうかは問題があるが、多少の修正をほどこしてこれを用いることにした。

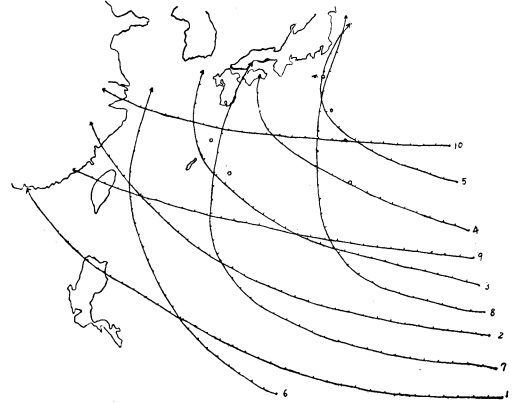
当然のことであるが  $P_0$  の値は大きすぎもとも小さい所で最大風速 150 ノットを考えるのには 30 ないし 40 ミリバルを減じなければならない。また低緯度は全般に台風はまだ発達していないので、平均したことによる差は小さいものと考えられ実際には 20 ミリバル位を減ずるとよいように思われる。そこで次のようにきめた。

|           |          |
|-----------|----------|
| 北緯 15 度以南 | -20 ミリバル |
| 〃 以北      | -40 ミリバル |

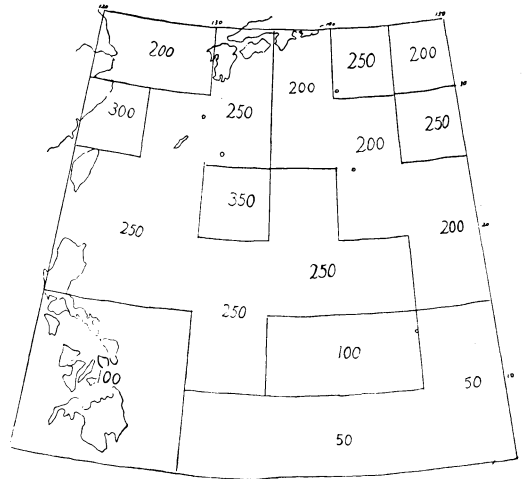
このようにして得られた  $R_{20}$  の分布図は第 2 図に示してあるがこの値は緯度経度 5 度毎の格子内について求められているので、実際にあたって台風のコースによっては、途中一点あるいは 2 点だけ急に発達したり、衰えたりするような不合理が出るので、これは適当に処理した。

速度については、高橋氏によって緯度別に求められているが、コースつまり進行方向によってかなり違うことはいうまでもない。しかし速度が異常に増すのは転向してからであり、こゝにあげたようなコース (第 1 図) についてはあまり速いものはないから、一応これを考えず、北緯 25 度以南で 10 ノット、25 度以北で、15 ノットとして計算し、速度の差については代表的なコースについ

て、この基準の 2 倍及び  $\frac{1}{2}$  の速度でそれぞれ計算した。



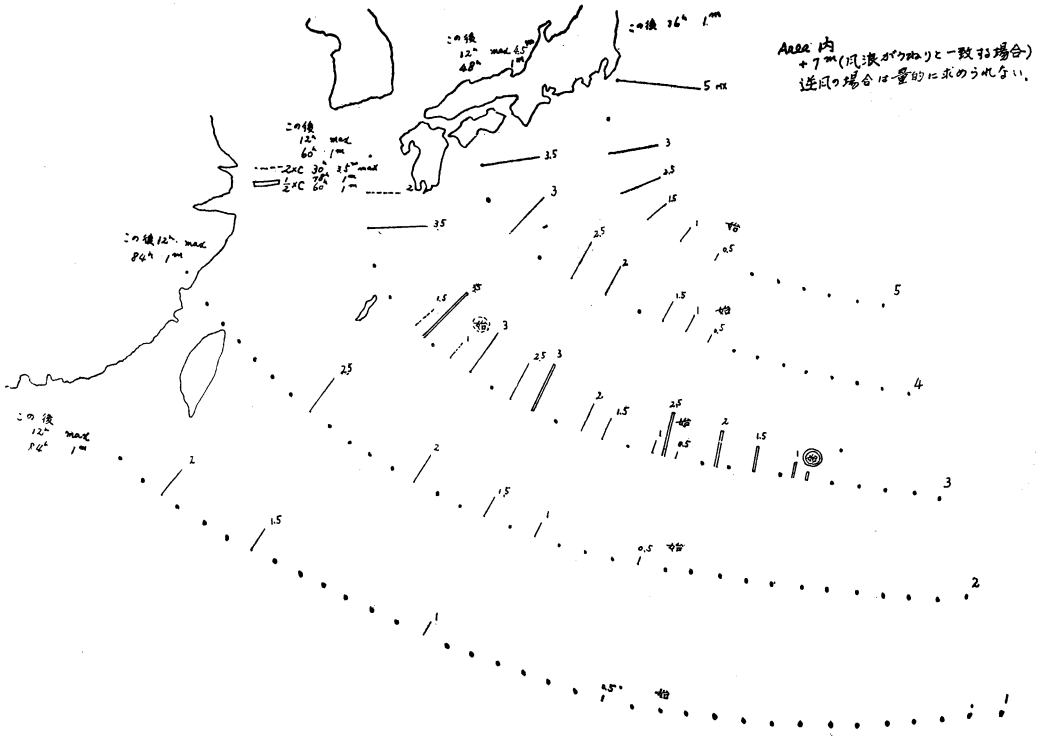
第 1 図 計算に用いた台風のコース



第 2 図 台風の強さ ( $R_{20}$ ) の分布

以上のように台風をモデル化し、第 1 図に示したような 10 のコースについてうねりを計算した。台風のコースはこの外にもいろいろ考えられるが関東地方の南沖にうねりが到達するようなコースとしては大体この位でよいと考える。なお南海上を東に進む場合には前線があるので、そのえいきようを考えなくてはならず複雑であり、しかも風の場合はうねりを弱めるように働くはずである。

第 3 図から第 5 図までがこのようにして得られた結果である。コースの上に立てた棒は台風がその位置に来た時その高さの波が関東の南沖に見られるという意味である。



第3図 関東の南沖に現われるうねりの大きさの台風の位置に対応した変化 (単位m), コース1—5

4. 個々の台風の違いの取扱い

台風の大きさの違いは補正しなければならないが、 $R_{20}$  の違いは分散の角度の大きさに効いてくるのであるから、分散の角度が何倍になっているかの概略を見つめればよい。

$R$  の長さはあまり変らないから、これを等しいとおくと斜辺の等しい2つの二等辺三角形の比較になり、底辺の比が頂角の比に等しくなるから、分散の角度はフェッチの大きさに比例するとして殆んど差しつかえない。したがって  $R_{20}$  がモデルの倍になっていたら求める波高は倍にしてよいことになる。

速度の違いは、コース、3、7、9のそれぞれについて、基準の速度の2倍及び2分の1倍に計算した値が示してあるが、速度が速いと台風がかなり接近してから急にうねりが起り、また速度が遅いと台風が遠くにある中から起るが発達はゆっくりである。しかし波高の大きさには大した違いは見られない。うねりの発生時刻は波の周波数あるいは週期を一定とすれば  $R$  によってきまるので、他のコースについても、こゝで代表に選んだ3つのコースから速度の違いによるうねりの発生発達の状況

を推定できる。

5. 図表の使い方

1. まず実際にうねりを求めようとする台風の経路を、6時間毎の位置及びその位置における風速2ノット半径をもって示す。

2. この経路図第1図に重ねてコース番号をきめる、時には2つのコースの間になることもあり、このときは補内法によって求めるのであるが差は少ないから波高の大きい方にきめれば、防災上は許されるだろう。

3. この経路図を第2図に重ねて大きさの比を求める。

4. 速度の比を出してうねりの発達時期を求める。

6. 4で求めた各位置における波高に3で求めた比をかけると求める位置のうねりが得られる。

6. 事例についての検証

昨年の台風第5822号について、当時現場で計算して求めた値とこの図表から求めた値及び実測値を比較したが、その結果を第6図及び第7図に示した。

まず台風5822の経路はコース7とコース8との間にあり、本邦に近づくにつれてコース8に近くなっている。



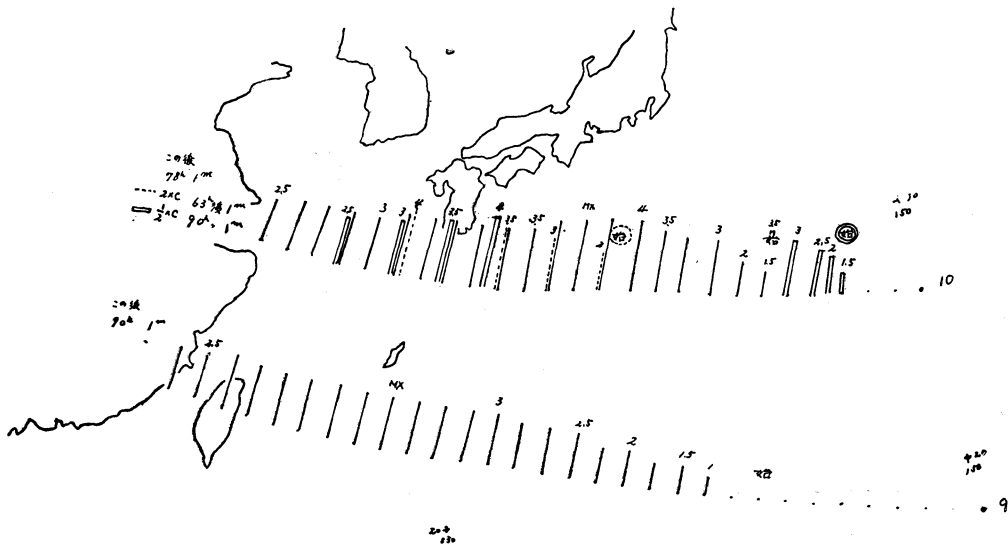
第4図 第3図に同じ、コース6~8

大ききの比は北緯25度以南では殆んど1に近く、それより北では2倍となっている。また速度は北緯25度以南で10ノットそれより北で25ノットである。なおモデルよりうねりの出始めは当然おくれ25日の21時頃になる。したがってモデルだと25日の21時の波高がほぼ2メートルになるが、この値は高すぎる。しかし一応2メートルと記しておいた。台風圏内に入ると風浪がうねりと重なるからこの値を考えるべきだが、当時の計算値と比較するために風浪を加えずに記しておいた。なお当時の計算に用いた台風の諸要素を記したものを紛失したので、図表を使う時の台風の大ききは新たに印天から求めたので、この差による結果の違いもあると思うが、これはごく微

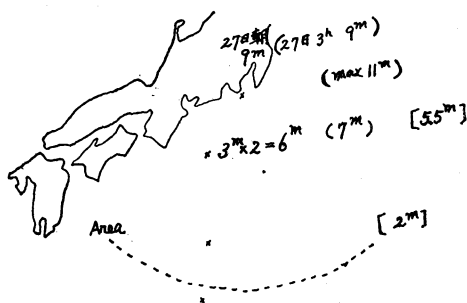
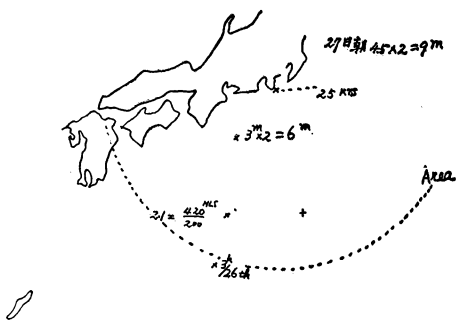
々たるものである。第7図によるとさきに言及した25日21時における波高2mは果して大きすぎたようだ。又台風圏内に入っている計算値すなわちうねりが実測より大きくなっているが、実測5.5メートルを得た26日の15時には丁度関東南部は台風の前面に当るので、風はむしろうねりをおさえるような働きをしていたものと思われる。しかもその見積りはむしろかしいので、実際には暴風圏内という定性的な取扱いで警戒すべきであろう。

7. 他の地域への応用

この図表は関東地方の南沖に到達するうねりを求める目的で作成したものであるが、本邦の南海上なら、この図を平行移動させることによって他の地域でも使うこと



第5図 第3図に同じ、コース9~10



$$\begin{aligned}
 1.2 &= \frac{1.2 \times 10^3}{350} \times \frac{2}{4} = 11 \text{ KTS} \\
 1.1 &= \frac{1.1 \times 10^3}{350} \times \frac{1}{2.5} \\
 1.0 &= \frac{1.0 \times 10^3}{350} \times \frac{1}{2.5} = 12 \text{ KTS} \\
 1.3 &= \frac{1.3 \times 10^3}{250} \times \frac{1}{2.5} \\
 0.7 &= \frac{0.7 \times 10^3}{250} \times \frac{1}{2.5} = 10 \text{ KTS} \\
 1.5 &= \frac{1.5 \times 10^3}{100} \times \frac{1}{2.5} \\
 0.8 &= \frac{0.8 \times 10^3}{100} \times \frac{1}{2.5} \\
 &\text{Sep 1958} \\
 &\text{コース } (7+8) \frac{1}{2}
 \end{aligned}$$

(1m) [1m]  
 訂算  
 実測 (最も高いもの)  
 2m  
 本家による

第6図 台風5822号の経路及びうねり計算に必要な諸要素

第7図 台風第5822号のうねりの計算値と実測の比較

ができる。たとえば九州の南沖でうねりを求めようとするとき、この点を関東の南沖に重ねると、第7コースが

第8コースに重なってくるから第7コースの経路の上に第8コースの波高変化を目盛れば、九州の南のうねりを

表わすことになる。

### 7. おしまいに

以上は実用的にと考えて、かなり大胆にいろいろな仮定を設けており、また結果の検証も十分でないので、いろいろと不備な点があると思われる。また、この図表を作るにあたって用いた基礎資料も筆者の不勉強からよりよいものを見落しているかも知れない。大方の御批判を願う。

いろいろと御指導をいただいた横浜地方気象台の久保時夫台長及び磯崎一郎予報官ならびに貴重な資料を利用

させていただいた三人の方に深く感謝いたします。

### 参 考 文 献

- 久保時夫・磯崎一郎, 1958: 新しい波浪予報法とその実験の手順 (II) 東京管区気象台, 波浪予報講習会資料。  
 横浜地方気象台, 1957: 台風によるうねりの予報手順について, 関東甲信地方予報検討会資料。  
 久保時夫・磯崎一郎共訳, 1955: 太平洋の波の新しい予報法, 気象協会刊 (限定出版)

## 「支部だより」

### 昭和 34 年度東北支部気象学会地方会開催について

本支部学会地方会は昭和34年10月28日青森県浅虫温泉帰帆荘にて青森・秋田地区気象研究会と合同して開催された。講演題目は総数16, 東北大学山本教授の特別講演もあり討論も盛んで有意義な会であった。唯気象官署職員以外のお出席者が山本教授, 大西助教授の2名だけであった事は淋しいと思う。支部会員多数のお出席を望みたい。発表題目および発表者は次のとおりである。

- (1) 秋田県における低気圧による大雨の二つの型について (中間報告) 秋田 小林 一雄  
 (2) 6月15日の青森県三八地方の降雹調査 八戸 草薙 次郎  
 (3) 青森県地方の凍霜害時の解析について 青森 田中 喬  
 (4) 西海岸における高潮および波浪について 深浦 菊地 二郎  
 (5) 北日本を通過する際分裂する低気圧と東北地方及び秋田県の雨量について 秋田 酒井 一  
 (6) 青森県沿岸の海霧とその予報 青森 真下 宏一  
 (7) 八戸港内波浪調査 八戸 二部 浜男  
 (8) 青森県における雷害とその予報について(その2) 青森 百足 虎治

- (9) 青森県に影響を及ぼした台風について (風) 青森 星 啓介  
 (10) I G Y 高層ゾンデ観測のメモ 秋田 箱田 顕雄  
 (11) 八戸地方における南海低気圧について 八戸 渡辺 象吉  
 (12) 台風14号による高潮について 秋田 牧田 三雄  
 (13) 青森県沿岸の海難について 青森 石橋 辰作  
 (14) 微動の消長とサイスマシテーター 秋田 渡辺 貢  
 (15) 宮城県及びその周辺をモデルとした雨雪の限界とその予報 仙台 山下 洋  
 (16) 山越えの気流——模型実験の考察—— 東北大 大西 外史

#### 特別講演

気象輻射学の最近の進歩

東北大学教授

山本 義一

気象台関係者の発表のうち特に興味のある有益な論文は渡辺貢氏の微動の消長とサイスマシテーターであった。此論文は気象ではなく地震に属するものであるが、地震予知に関する有力な指針を与えるものとしてそのアイデアに大きな興味がある。又酒井一氏の論文は雨の予報上重要な貢献をするもので勢力的な調査である。(内海 記)