

# 沖縄列島における台風時の波浪推算

新里勝男\*・佐々木民雄\*\*・五十嵐元\*\*\*・久保田進\*\*\*\*

## 1. 概 説

沖縄県においては本年海洋博覧会が開催される運びとなったが、波高計も最近設置されたものが多く、実測データは非常に少ない。

沖縄列島周辺は台風銀座であり、発達期の台風が通過する。また、沖縄には本土と異なりさんご礁が発達しているが、さんご礁周辺の波の挙動も明らかではない。

近年、オニヒトデの繁殖、陸上よりの赤土の流入等によって天然の防波堤としてのさんご礁の劣化現象もみられる。また、海岸保全計画、港湾計画等を立案するにしても設計波高に関する資料はほとんど皆無である。

このような事態に鑑み、沖縄県全域における設計沖波の推算を実施したので、その結果の概要を報告する。さんご礁の外側は急斜面で深海に至るさんご礁の特徴的な海底地形を考慮して、波浪推算はさんご礁外側の沖波条件(-200 m)で実施した。その内容は大別して2つに分かれている。1つは過去30年間の天気図を用いたSMB法とWilson(1965)法による確率波の推算であり、他は堀川・西村ら<sup>2),3)</sup>の格子点法による想定台風時の波浪推算である。

堀川・西村らの方法は内湾の波を推算するために開発されたが、沖縄列島は大洋の中の島であり、若干の計算手法上の改良を加えた。

## 2. 推算方法

### (1) 推算手順

従来の波浪推算は、比較的狭い範囲(もしくは点)を対象としていたのに対し、今回はかなり広い領域を対象とするので、次のような手順で臨んだ。まず、区域内を代表する8点において(図-1)、図式解法により、過去30年間(1940~1969年)の年最大有義波を推算し、これの確率解析を行った。その結果をもとに、各ブロックのおのおのにとって最も危険な台風モデルを想定し、区域内の波浪分布を計算した。

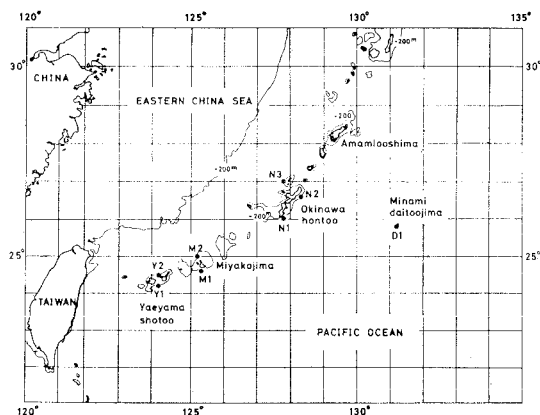


図-1 推算対象位置図

### (2) 基本式

天気図から波浪推算に至るまでの基本式は、現在ほぼ定まりつつあるので、それらに従った<sup>4)~8)</sup>。

気圧分布を与える式はMyersの式によった。

$$P = P_0 + \Delta P \cdot e^{-r_0/r}$$

ここに、 $P$  は気圧、 $P_0$  は台風中心における気圧、 $\Delta P$  は中心示度の深さ、 $r$  は台風中心から測った距離、 $r_0$  は台風中心から大略最大風速地点までの距離である。上式

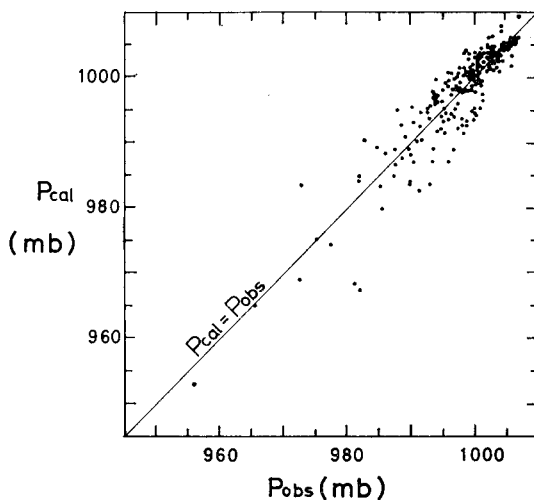


図-2 各地の気圧

\* 正会員 沖縄県農林水産部  
 \*\* 正会員 工博 (株)アイ・エヌ・エー新土木研究所  
 \*\*\* 正会員 (株)アイ・エヌ・エー新土木研究所  
 \*\*\*\* 正会員 同上、東京大学工学部受託研究員

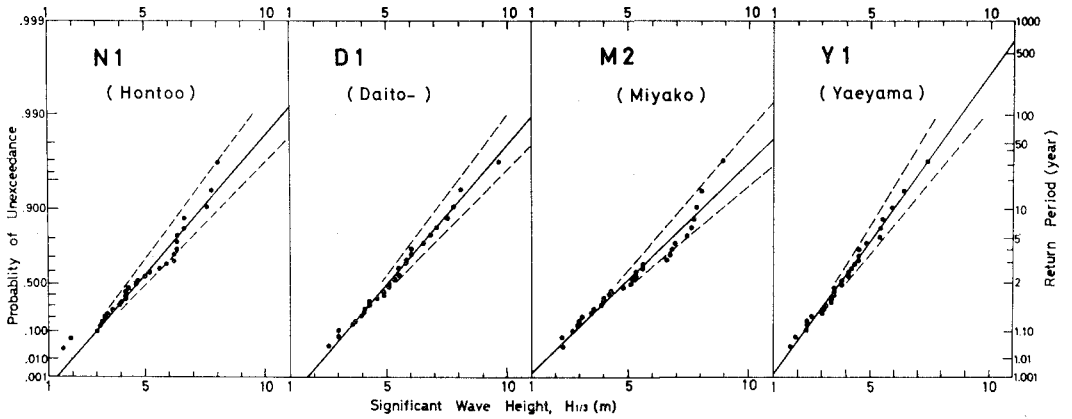


図-3 確率有義波高

における  $\Delta P$  と  $r_0$  は、以下のようにして求めた。

$$\Delta P = 1010 - P_0 \quad (\text{mb})$$

$$r_0 = r_{1000} \ln \frac{1010 - P_0}{1000 - P_0}$$

ただし、 $r_{1000}$  は天気図上で台風中心から 1000 mb の等圧線までの平均的な距離である。図-2 はこの  $\Delta P$  と  $r_0$  により求めた気圧を実測値と比較したものである。比較的良好一致しているようであるが、気圧の低い部分に若干のズレが表われている。これは、やはり台風域内の気圧分布を、単一の  $\Delta P$ ,  $r_0$  で表わすことが困難なことを示しているものと思われる。

風の場合は、傾度風と場の風の合成風の場として与えた。

また、波浪推算の基本式は Wilson<sup>9)</sup> (1965) の式を浅海域にまで拡張した井島の式を用い、波の発達量・減衰量の考え方は、堀川・西村の考え方に従った。

(3) 推算領域

東西に 14 度、南北に 5 度の範囲を推算領域とし、0.2 度 (約 21 km) の間隔で格子を組み、地形条件を三角形で与えた。

(4) 確率有義波高

図-3 に図式解法による波浪推算対象地点の 8 地点のうち各諸島を代表する 4 地点の確率有義波高を示す。N は那覇(本島)、D は大東、M は宮古、Y は八重山各諸島を意味する。再現期間 30 年の確率有義波高で見ると、N1 は 9.0m、D1 は 9.4m、M2 は 10.0m、Y1 は 9.2m であり、添字の「1」地点に比して「2」地点の方が大きくなっている。即ち、推算結果によると、太平洋側に比して東シナ海側の方が波高が大きい。この理由としては、台風の経路と地形形状との相関が考えられる。

(5) 想定台風

年最大有義波推算および確率解析の結果をもとに、30

- A. 5915 (Case I) (Isewan-Typhoon)
- B. 7408 (Case II)
- C. 6911 (Case III)
- D. 5707 (Case IV)
- E. 5405 (Case V)
- F. 5412
- G. 4420

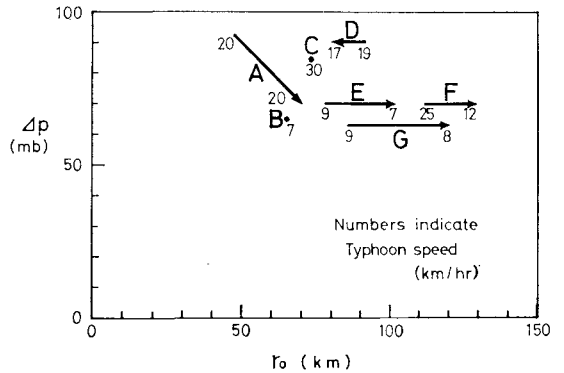


図-4 台風特性

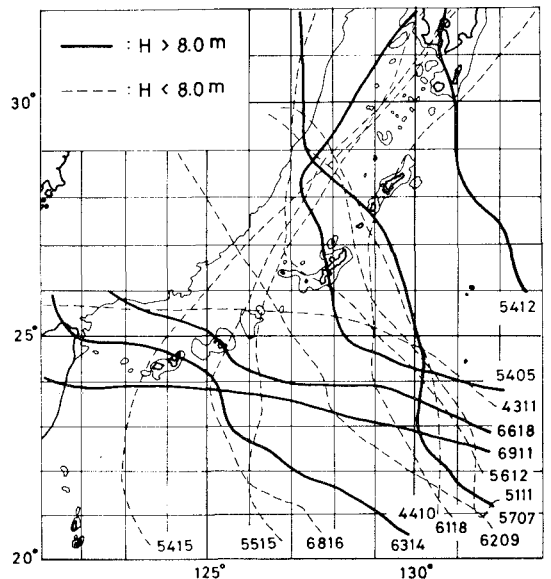


図-5 台風経路図

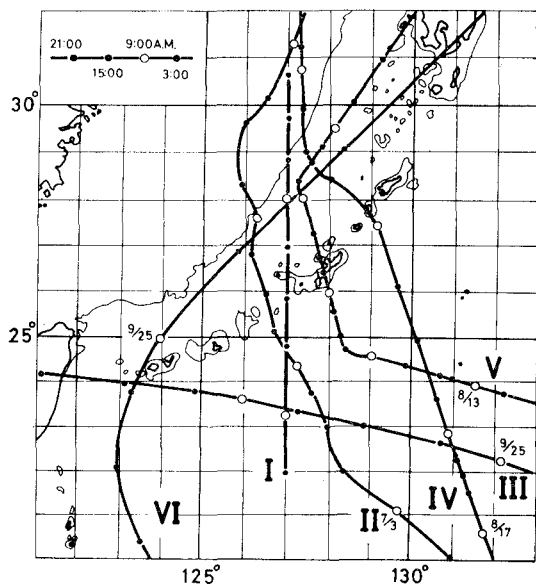


図-6 想定台風

年再現解析有義波高（以下 30 年再現波高と呼ぶ）に相当する台風モデルを想定した。図-4 に台風特性、図-5 に台風経路を示す。図-4 によると、沖縄の台風は、伊勢湾台風（図中の A）のように右下りの形をとることは少なく、よこ軸に平行になることが比較的多い（E, F, G など）。これは沖縄に来襲する台風には発達期のものが多く、本土に来襲する台風は最盛期から衰弱期に入っているためである。

想定台風は特性図と経路図を考慮して選定した（図-6）。経路図中の太線は、推算波高が 8.0m 以上を生じた台風および複数地点で 7m 以上の波高を生じた台風のものである。想定台風の経路は、主にこの太線により、一部経路に紆余曲折のあるものについては単純化した。次章に、推算結果の一部を報告する。

### 3. 推算結果

図-7 は沖縄地方気象台（那覇）における風の記録を、計算値と比較したものである（7408 号、1974 年 7 月 3 日～5 日）。風向はよく一致している。風速は、4 日夜半の落ち込みが再現されていないが、全体的には比較的良好一致している。

図-8 は、本島南海岸の N1 地点の波高と周期の経時変化である（モデル I）。出発後約 13 時間で、ほぼピークに達しており、その時の波高は約 4m、周期は約 7 秒である。

図-9 および 図-10 は、モデル I および II の波高分布である。図-9 は、伊勢湾台風相当の台風を本島の西側を北上させ、中心が那覇の南西約 110km の時の波高分布である。このケースは大略 5 年再現波高に相当する。

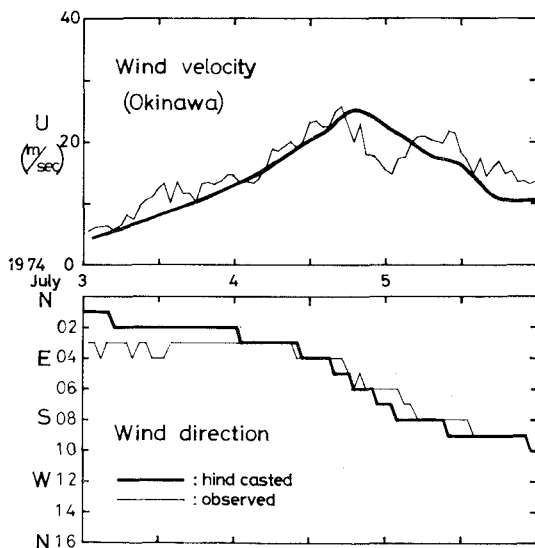


図-7 風の記録

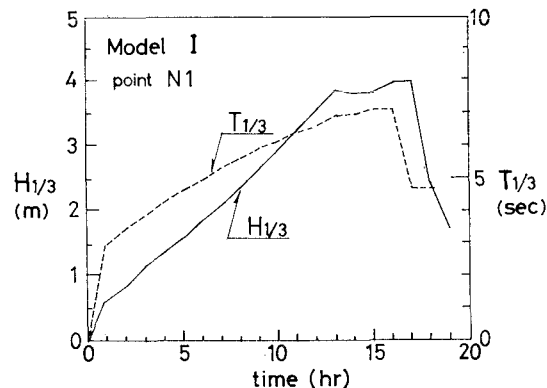


図-8 波高および周期の経時変化

波高の単位は cm、コンターは m 単位で表わした。最大波高は、久米島の西側で生じており、波高約 6.5m、周期 8.8sec、波向 S~SSW である。コンターは進行方向（東経 127 度線上を北上）と約 30 度の角をなしているが、諸島を結ぶ線上では地形の影響により波高は小さくなっている。図の中央部分で波高のコンターが特に入り組んでいるのは、台風の通過状況を物語っている。本島西海岸の那覇周辺では、北寄りの波が来襲し、沖波で波高 3m におよぶ。

図-10 は、7408 号台風が久米島の南方約 200km に達した時の波高分布である。この時の最大波は久米島の西方約 80km 地点で生じており波高約 6m、周期約 9sec、波向 NW であり、台風の東側に波高の高い部分が北西方向に約 250km のびている。この時、本島の南側では波高がほぼ定常に達しており、以後は減少している。

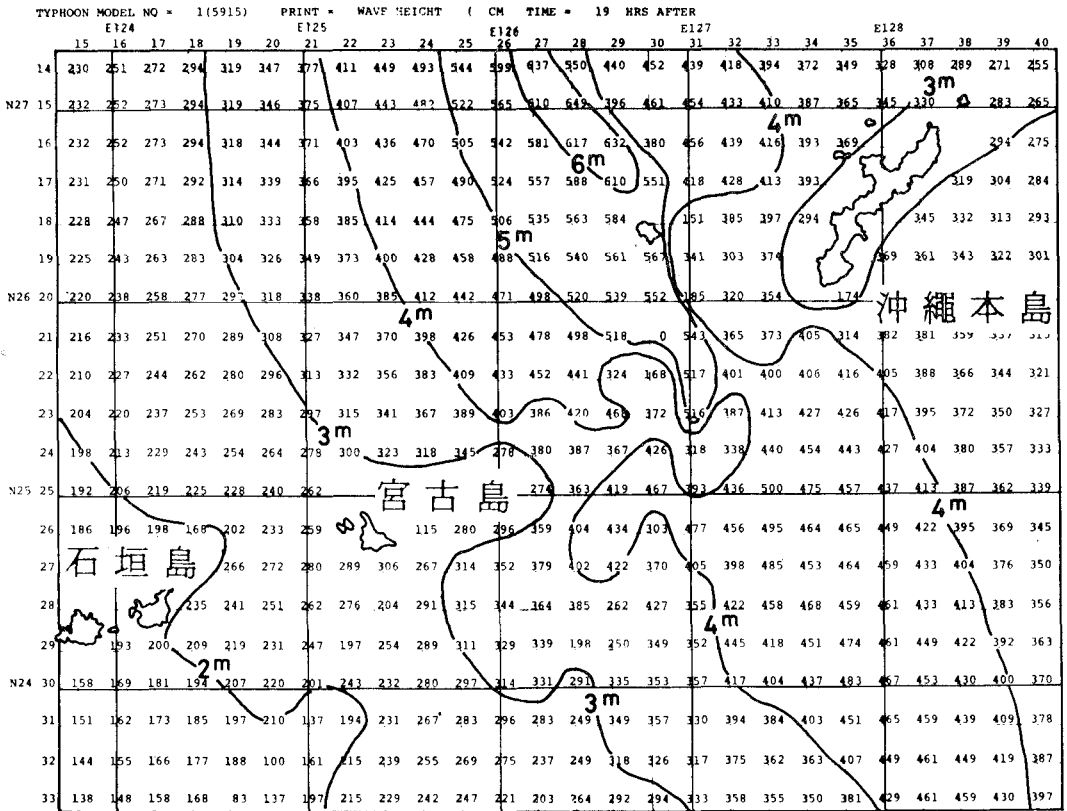


図-9 波高分布(モデル I)

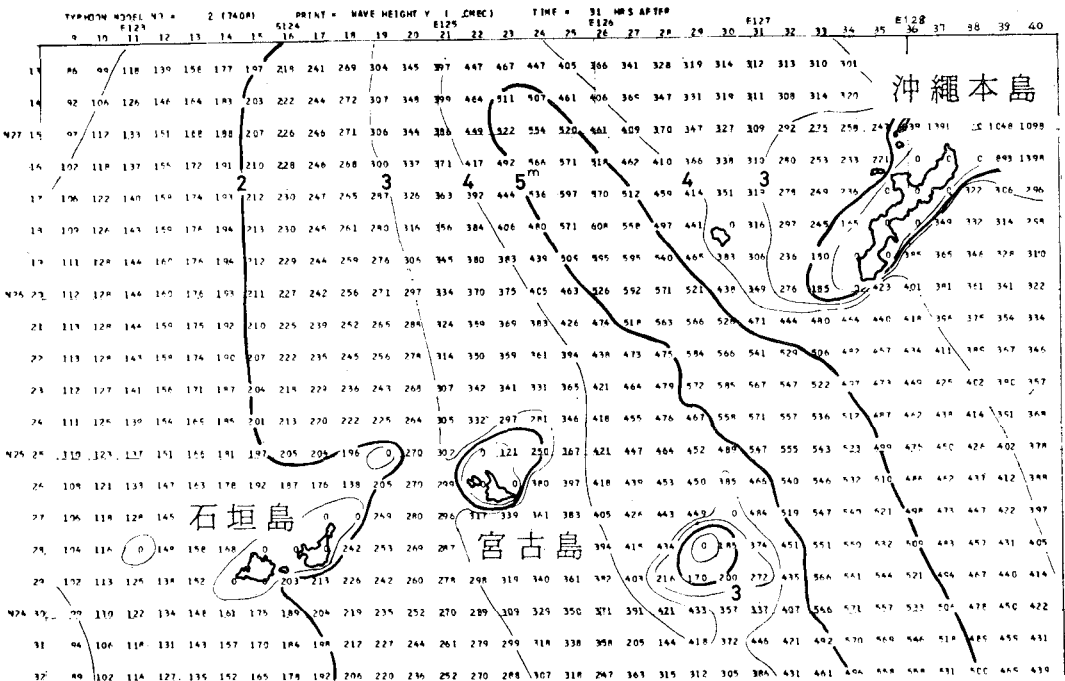


図-10 波高分布(モデル II)

#### 4. 結 語

本研究は、沖縄列島の沿岸における海岸保全および海岸生産基盤開発等の諸計画・設計に必要な設計波浪を調査する目的で実施した。今後、これらの成果を海岸における諸計画に利用するに当っては、さんご礁内の波の挙動を明らかにする必要がある、また、現地における波の実測の充実が必要であろう。

最後に、本研究を実施するに当り、沖縄県農林水産部農林建設課の諸氏、農林省農業土木試験場 植田昌明氏、農林省構造改善局 佐々木泰雄氏、および前沖縄開発庁沖縄総合事務局開発建設部 鶴木和夫氏には御助力を頂いた。ここに記して深甚の謝意を表する次第である。

#### 参 考 文 献

- 1) 沖縄県農林水産部・(株)アイ・エヌ・エー新土木研究所：沖縄列島設計沖波調査報告書，昭和50年3月。
- 2) 堀川清司・西村仁嗣・小沢保臣・宮本幸始：別府湾における台風時の波浪推算について，第18回海岸工学講演会論文集，1971。
- 3) 堀川清司・西村仁嗣・小沢保臣・宮本幸始：内海における台風時の波浪推算について，第26回年次学術講演会講演集，1971。
- 4) 井島武士：波浪の数値予測，水工学に関する夏期研修会講義集，1968。
- 5) 井島武士・副島 毅・松尾隆彦：数値計算による台風域内の波の分布について，——海洋上における台風の場合——，第14回海岸工学講演会論文集，1971。
- 6) 井島武士・田淵幹修：数値計算による台風域内の波の分布について（Ⅱ）——実際の台風による検討——，第17回海岸工学講演会論文集，1970。
- 7) 合田良実・永井康平：大阪湾における台風時の波浪の数値計算，第16回海岸工学講演会論文集，1969。
- 8) 高橋智晴・副島 毅・金子大二郎：日本海沿岸の沖波（深海波）の推算，港湾技研資料，No. 159，運輸省港湾技術研究所，Mar. 1973。
- 9) Wilson, B. W.: Numerical prediction of ocean waves in the North Atlantic for December, 1959; Deut. Hydro. Zeitschrift, Jahre 18, Heft 3, 1965.
- 10) 堀田善行・笠原 彰：台風論，気象学講座，第11巻，1958。