

Ⅱ-23 北西太平洋における気象要因別波高極値の母分布の推定

愛媛大学工学部 正員 ○野中浩一 愛媛大学工学部 正員 山口正隆
愛媛大学工学部 正員 畑田佳男 愛媛大学工学部 大福 学

1. はじめに：確率波高の推定にあたり，観測資料や推算資料より得た年最大波高などの極値資料に適当な確率分布をあてはめて最も適合度の高い分布を最適分布とするのが通例であるが，対象海域で既往最大値を越える異常波高が生じた場合には，最適分布，したがって確率波高の推定値も大きく変わることが生じうる。これは標本数の制約によって極値資料の母分布が明らかでないことに起因する。これに替わる手段として，モンテカルロシミュレーションによって生成した多数の標本を対象とする検討方法の適用が考えられる。北西太平洋領域では，波高極値に影響を及ぼす気象擾乱は，台風および低気圧（冬季の季節風を含む）であるので，モンテカルロシミュレーションではそれぞれ別々のモデルが必要となる。著者らはすでに「台風および低気圧の確率的発生モデルを利用した波高極値の推定システム」を開発しているので，本研究ではこれらを用いた北西太平洋における 20000 年間の台風時波浪あるいは 10000 年間の低気圧時波浪のシミュレーションから波高の極値資料を作成し，その母分布の特性を調べる。

2. 波高極値の推定システム：本システムは以下の 4 つのモデルから成り立っている。①異常気象擾乱の確率的発生モデル：台風に対して気圧分布を長・短 2 軸が異なる楕円型分布で近似し，しかも台風の季節変動を考慮した拡張型季節別確率的台風モデルを，低気圧に対して気圧分布を 4 軸が異なる楕円型分布で近似した確率的低気圧モデルを用いる。②，③海上風・波浪推算モデル：海上風推算には傾度風と異常気象擾乱の移動に伴う場の風をベクトル合成し，変換係数を乗じて海上風を求めるモデルを，波浪推算には第 2 世代に属する格子点深海モデルを用いる。計算は格子間隔 80km の北西太平洋領域で行う。④極値統計解析モデル：Weibull 分布と Gumbel 分布を候補分布とし，母数推定に最小 2 乗法，最適分布の選択に最大相関係数基準，分散の推定に jackknife 法を用いる Yamaguchi・Hatada のモデルを用いる。シミュレーションは勢力の弱い台風や低気圧を含まないことから，台風の場合には限界波高 2 m，低気圧の場合には 1 m より小さい年最大波高資料を除去した第 1 種下限 censored data に対して極値統計解析を実施する。

3. シミュレーション台風資料に基づく波高の極値と母分布：図-1 は 20000 年間約 156000 ケースのシミュレーション台風から得た年最大波高資料に基づく 100 年確率波高の平面分布を示す。100 年確率波高は，台風勢力の減衰を反映して領域南方海域での 16m から北東方向の関東・東北沖合海域あるいは北西方向の東シナ海南部から北部に向けて 8 m 程度にまで減少する。わが国沿岸のうち太平洋岸の関東以南から九州西岸で 14 ～ 15m 域となっており，関東沿岸から北海道沿岸に向けて漸減する。また，日本海では対馬海峡域の 12m から北西方向に向けて 8m にまで小さくなる。ただし，対馬海峡の確率波高は 80km という低地形解像度格子網のために過大評価されている。図-2 は台風時年最大波高資料に対する極値統計解析から得た最適 Weibull 分布の形状母数の平面分布を示す。最適分布に Gumbel 分布をとる地点は存在しない。形状母数は沖縄本島付近の 5 を中心に東シナ海南部から北部に向けて，あるいはわが国太平洋岸に沿って減少し，1.4 あるいはそれ以下になる。日本海では北陸・東北沖合の 5 から大陸側に向けて 2 以下に小さくなる。図-3 は候補分布の形状母数を 20000 年間の年最大波高資料に対する極値統計解析で求めた最適分布の形状母数に固定して 50 年 400 ケースの解析を行った場合（実線）および 50 年 400 ケースごとに最適分布を求めた場合（点線）の 100 年確率波高の平均値の平面分布を表す。両者はかなり類似した分布形状をとる。また，20000 年の場合もほぼ同様な確率波高の分布を示す。

4. シミュレーション低気圧資料に基づく波高の極値と母分布：図-4 は 10000 年間約 350000 ケースのシミュレーション低気圧から得た年最大波高資料に対する 100 年確率波高の平面分布を示す。100 年確率波高

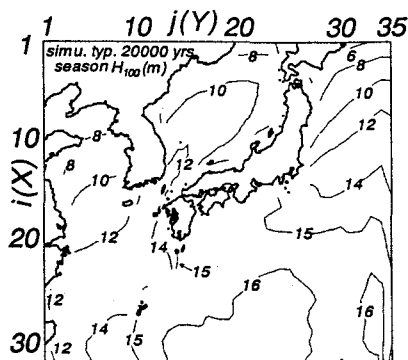


図-1 100年確率波高
20000年1ケース(台風)

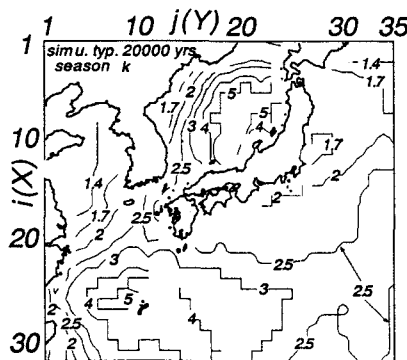


図-2 最適分布の形状母数
20000年1ケース(台風)

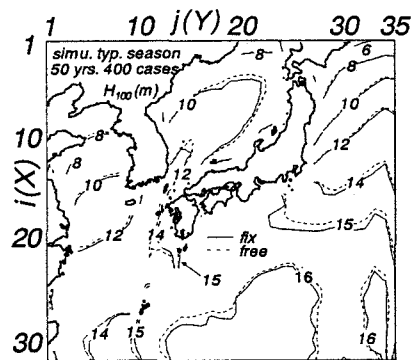


図-3 100年確率波高
50年400ケースの(台風)

は北西太平洋北東海域では、東方海域に分布する 15 m 波高域を中心として三方に減少し、東北地方の太平洋側では 10m をとり、関東沿岸から九州沿岸に向けて 6 m にまで低くなる。また、日本海における 100 年確率波高は日本沿岸東北部の 10m から大陸側沿岸部の 6 m に減少する。図-5 は低気圧時年最大波高資料に対する極値統計解析から得た最適分布の形状母数の平面分布を示す。図中の G は Gumbel 分布に相当する。確率波高が 12m を越える北東海域全域で、形状母数は 1.4 より大きい値を、確率波高の最大値を与える東方海域付近で 2 をとる。また、関東以南の太平洋側および日本海の大陸沿岸部の一部を除くほとんどの海域で、最適分布は Gumbel 分布になる。図-6 は候補分布の形状母数を固定して 50 年 200 ケースの解析を行った場合(実線)および 50 年 200 ケースごとに最適分布を求めた場合(点線)にそれぞれの 100 年確率波高の平均値の平面分布を表す。低気圧の場合にも台風の場合と同様に、両者はほぼ符合する分布形状を与えるが、確率波高値が大きい東方海域の 14 ~ 15m 波高域において、若干の相違がみられる。10000 年資料の場合と比較すると、3 者はほぼ同様な確率波高の分布を与える。

5. まとめ：北西太平洋領域におけるシミュレーション波浪資料から推定した年最大波高資料の母分布は台風の場合 Weibull 分布で近似される。その形状母数は沖縄付近における 5 を中心に四方に向けて 1.4 程度に減少する。わが国沿岸でみれば、形状母数は九州西岸の 2.5 から関東沿岸の 2 を経て北海道沿岸の 1.4 になり、南西部から北東部に向けて減少する。一方、低気圧時年最大波高資料に対する最適分布は、海域別にみると、北東海域で形状母数を 2 から三方に向けて 1.4 に減少させる Weibull 分布を、その外側の海域で Gumbel 分布をとる。日本海では、最適分布は大部分の海域で Gumbel 分布を、大陸側沿岸部の一部で形状母数 1.4 の Weibull 分布になる。全体として、日本沿岸では最適分布は Gumbel 分布で表される。

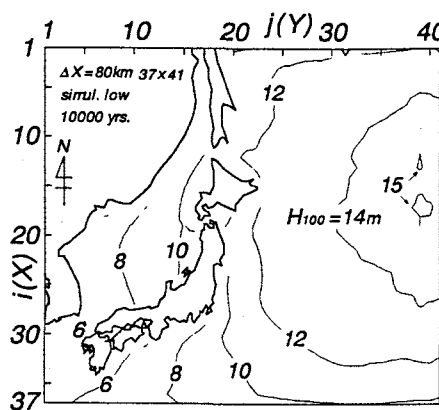


図-4 100年確率波高
10000年1ケース(低気圧)

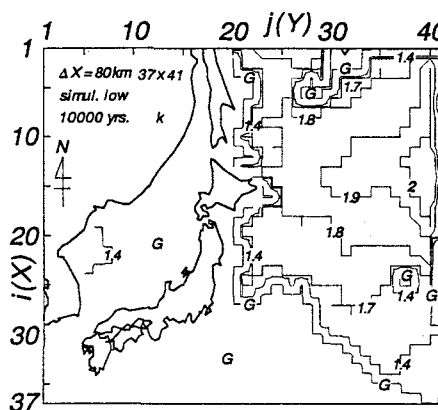


図-5 最適分布の形状母数
10000年1ケース(低気圧)

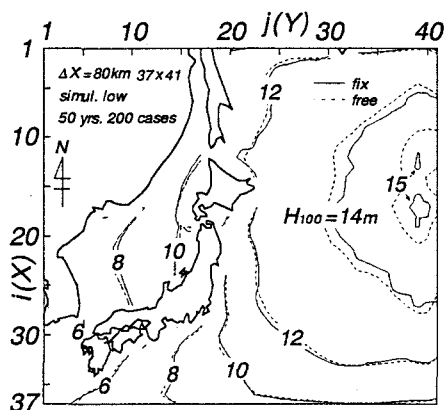


図-6 100年確率波高
50年200ケース(低気圧)