

確率的台風モデルと波浪推算モデルに基づく波浪の極値の推定

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
五洋建設(株) 正員 旭置武志 ニュージェック(株) 正員 〇大橋 豊

1. はじめに：波浪の極値の推定は数十年の間で生じた高波の追算結果に対する極値統計解析に基づいて行われることが多い。しかし、台風に伴う高波を考えると、その高波域はせいぜい100~200kmであり、しかも波高の空間変化が著しいことから、特定地点の波高は同一規模の台風であっても台風経路により大きく変わり得る。そのため、気象資料が整備されている過去数十年という短い期間で発生した高波の追算結果を極値資料として用いても、長期の再現期間をもつ異常波浪の極値が確実に再現しうるかどうかが疑問である。そこで、本研究では、台風の統計的性質を解析して、中心気圧、移動速度、移動方向および台風半径という台風属性に関する確率モデルを作成し、モンテカルロ法による台風属性のシミュレーションと波浪推算モデルとの組み合わせから、数百年以上の再現期間をもつ波浪の極値推算システムを構築しようとするものである。

2. 台風資料：確率的台風モデルの作成に使用する台風として、図-1に示す領域を1951年から1991年の間に通過し、中心気圧が980hPa以下に発達した台風のうち、領域内発生15台風を除く320個を採用し、気象要覧、台風経路図および天気図よりそれぞれの台風に対して6時間ごとの台風属性資料（中心気圧、台風半径、移動速度、移動方向）を作成した。なお、図-1には320台風の経路が図示されている。

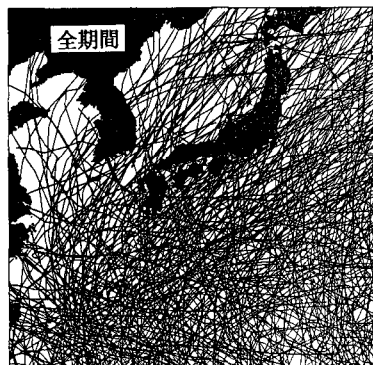


図-1

3. 確率的台風モデルの作成：確率的台風モデルは端野らのモデルにおいて対象領域を図-1のように拡大するとともに、台風属性に台風半径を加えたものを使用する。すなわち、境界上の台風属性や対象領域内の台風属性変化量の平均的特性を重み付きスプライン関数で表示するとともに、台風半径を含む個々の台風属性の平均特性からの変動量を4次元1次自己回帰モデルにより定式化する。この場合、台風の季節特性を考慮するため、境界上の台風属性を、7月以前（75個）、8月（83個）、9月（77個）、10月以降（85個）という月別にモデル化する。シミュレーションの方法はつぎのようである。①ポアソン乱数を発生させて各月ごとの台風発生個数を決める。図-2は9月における台風発生個数の頻度分布であり、平均値1.88のポアソン分布によりよく近似される。②台風初期位置の累積分布に対する月別区間別一次近似式（図-3）に一樣乱数を与えて台風の初期位置データを発生させる。③初期位置における台風属性をその位置における絶対スプライン値と、相互相関を考慮したモデルに一樣乱数を与えて得られる残差との和により決定する。④時刻*i*の台風位置は時刻(*i*-1)における台風位置と移動速度、移動方向より求められ、その位置における台風属性は、時刻(*i*-1)の台風属性とその位置での相対スプライン面の値、および一樣乱数を与えて得られる確率変数を用いた4次元1次自己回帰モデルを適用した残差の3者の和として求められる。

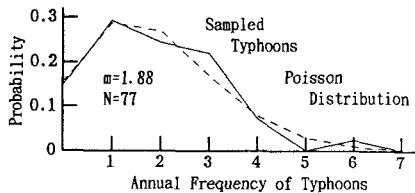


図-2

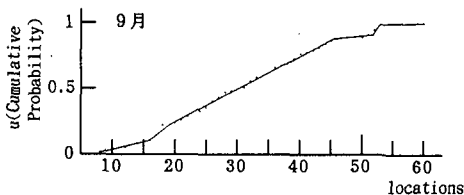


図-3

⑤以上の計算を、シミュレーション領域内に台風が存在

する間、または中心気圧が1010hPa以上に減衰するまで繰り返す。シミュレーションでは、境界上および領域内における台風属性について、いくつかの制約条件を課すが、高緯度領域における台風の減衰を導入するため、とくに中心気圧については、1000年確率気圧より作成したスプライン面（図-4）から得られる気圧値を下限値とし、これが満たされない場合には再度③からの計算を行う。1000年間を対象としてシミュレーションを行い、境界線上を12分割、対象領域を16分割したボックス内の台風属性の平均値および標準偏差について入力台風資料と比較したところ、高緯度地域での進行方向について若干隔たりが見られたが、他の属性については比較的良好な対応が得られた。図-5はシミュレートされた台風の経路を示したものであり、シミュレートされた台風は実際の台風より直進する傾向にあるが、全体的な経路特性は現実の台風のものに似ていることから、本シミュレーションは一応妥当な結果を与えるといえよう。

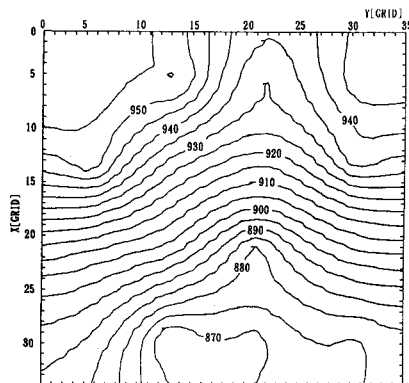


図-4

4. 海上風および波浪の極値の推定：台風に伴う海上風の推算には台風モデル法を、波浪推算にはパソコン用1点深海モデルを使用する。計算対象地点は高知沖であり、シミュレーション期間は1000年である。図-6はシミュレーションにより得られた上位1000位の最大風速資料に対する3母数Weibull分布のあてはめ結果（母数推定は最尤法）である。これによれば、200年、500年および1000年確率風速はそれぞれ58, 62, 64m/sと推定される。ただし、この場合の風は場の移動を考慮した傾度風そのものである。つぎに、1000年間にわたる波浪のシミュレーションによって得られた台風別最大波高資料のうち、上位1000位の資料に対して3母数Weibull分布をあてはめた結果が図-7であり、200年、500年および1000年確率波高

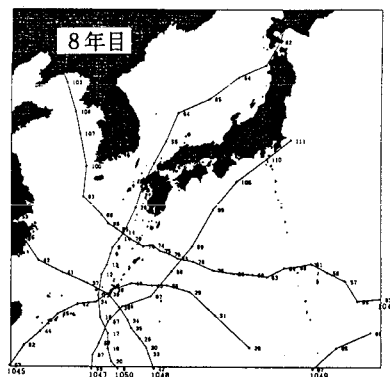


図-5

はそれぞれ16.6, 18.0, 19.1mと推定される。この結果を過去50年間の台風に対する波浪追算結果に基づいて推定した1000年確率波高と比べると、3.4m大きい。これはシミュレーション結果における巨大波浪が台風勢力をあまり衰えさせずに対象地点を直撃する台風によりもたらされていることによるものであり、必ずしも現実の状況とは合致しない。最後に、確率的台風モデルの作成にあたり、御指導賜った徳島大学工学部端野道夫教授に感謝の意を表します。

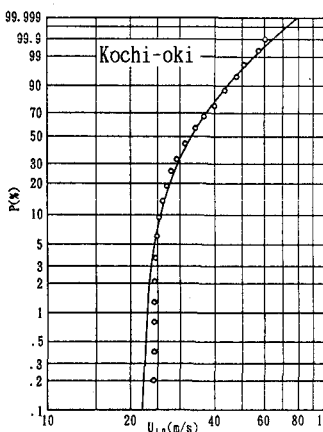


図-6

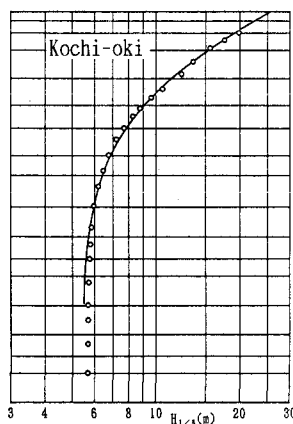


図-7