

極値波浪の統計的特性について

愛媛大学工学部 正員 山口 正隆
愛媛大学大学院 学生員 ○大津 正司
建設省吉野川ダム総合管理事務所 川辺 靖造

1. 緒言：著者らはすでに81年間にわたる彦根気象台における風資料から、SMB法により琵琶湖における波浪を推算し、各湖岸での年最大波高、台風期最大波高（5月～10月）および季節風期最大波高（11月～4月）などの期間最大波高を推定するとともに、この期間最大波高にあはめた各種確率分布の適合性の検討から、その確率分布特性を明らかにした。しかし、波浪の推算方法には、後述するように種々の問題が含まれていたため、本研究では、波浪の推算方法を改良した上で、改めて図-1に示すように彦根愛西湖岸、知内湖岸および長浜湖岸を対象として、1895年～1979年にわたる期間最大波高を算出するとともに、その確率分布特性と確率波高の推算方法を検討する。

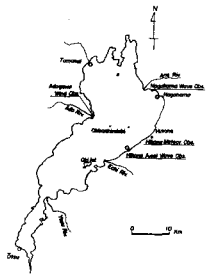


図-1

2. 波浪の推算方法：前回の研究における波浪の推算方法には、つぎのような問題が含まれている。(1)計測器の変更に伴い、1924年以前の風速は一率0.7倍して使用することが指示されているが、気象原簿の値を修正しないで、そのまま使用している。(2)波浪推算に用いる風速として、3～4時間の平均風速を用いているので、風の場合が急変する場合に波高が過小に推算される可能性がある。(3)平均風向に対する対岸距離を吹送距離としているので、局所的に対岸距離の長い方向に対して、極端に大きな波高が推算される。(4)長浜湖岸では、WNWおよびNW方向に対して姉川河口による波浪のしゃへい効果を十分考慮していない。これらのうち、(1)および(4)はそれぞれの事項を考慮することにより一応解決される。また(2)に対しては、方向に対して対岸距離の荷重平均をとるSavilleの有効吹送距離を導入した。ただし、風向の平均幅は琵琶湖での波浪の方向スペクトル特性を考慮して $\pm 22.5^\circ$ とした。さらに(3)に対しては、つぎのような波浪推算方法を採用することにしたすなわち、3～4時間ごとおよび日最大の風資料から、1時間ごとの風向および風速を内挿するとともに、その風向および風速に対応する定常状態での波高を、観測結果により修正したSMB法曲線より推定する。つぎに最小吹送時間（通常3時間程度）に関する波高の平均値が最も大きい時間帯の平均風速に対応する等価有効吹送距離を修正SMB法により求めるとともに、32方位分割で判定した有効吹送距離に変えたのち、平均風速を用いて改めて波高を推定する。このような方法によれば、季節風のように風の場合の変化が少ない場合には、従来の方法による推算結果とあまり変わらないのに対し、風の場合の変化の著しい台風の場合には、風資料の測定間隔が3～4時間であつたため見落とされていた大きな波高を算出することができる。図-2および図-3は、それぞれ彦根愛西湖岸および知内湖岸における期間最大波高の経年変化を示したものである。

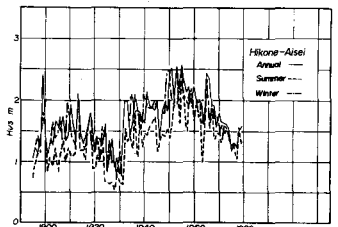


図-2

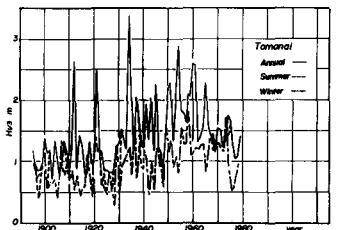


図-3

彦根愛西湖岸では、季節風における風向と有効吹送距離をもつ方向とが一致するため、季節風による波浪が卓越するが、きわめて高い波高は台風によって生じている。一方、知内湖岸では、有効吹送距離が台風時の風向と一致するSからESEの範囲に限られているため、台風による波浪が圧倒的に卓越している。また、これらの図に、40～50年程度の周期性がみられることはきわめて興味深い。

3. 極値波高の確率分布：図-4は知内湖岸および彦根愛西湖岸における年

最大波高のひん度分布を示したものである。季節風の影響が顕著な地点では、ひん度分布は水量や高潮の極値分布とかなり異なった形を示し、正規分布に近いのに対し、台風の影響が卓越する地点では、大きな skewness をもつことがわかる。さで、極値波高の確率分布としては、対数正規分布、Gumbel 分布および Weibull 分布などがよく用いられているが、ここでは上記の確率分布のほかには正規分布、Gamma 分布および超 Gamma 分布を用い、期間最大波高の確率分布特性を検討する。

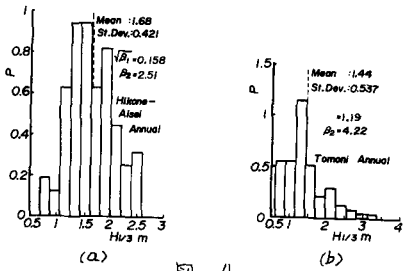


図-4

図-5は、知内湖岸における期間最大波高に対し、積率法により母数を推定した Gumbel 分布および Weibull 分布の適合性を検討したものである。図によれば、台風期最大波高には Gumbel 分布が、季節風期最大波高には Weibull 分布が比較的よい適合性を示す。

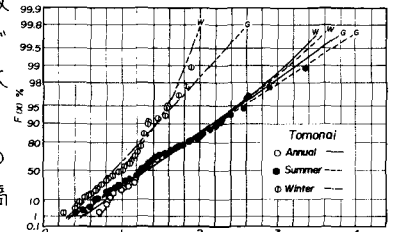


図-5

図-6は、対数正規分布および超 Gamma 分布の適合性を検討したものである。いずれも、台風期および季節風期をとわず、低波高部および高波高部まで含めて、資料の平均的傾向をよく表示している。

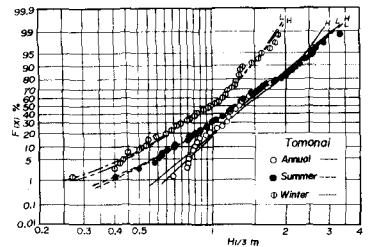


図-6

つぎに、彦根愛西湖岸、知内湖岸および長浜湖岸の期間最大波高に対し、正規分布および原点母数を 0 とした 2 パラメーター Gamma 分布の適合性を調べたのが図-7である。この図では、Gamma 分布は高波高部において若干適合性に問題を残すものの、全般的によく適合しているし、計算が容易であるという長所ももっている。また、正規分布は skewness の小さい季節風期最大波高によく適合している。

以上、本研究では、彦根愛西湖岸、知内湖岸および長浜湖岸における波浪の推算結果から求めた期間最大波高に各種確率分布をあてはめ、その確率分布特性を視察により検討したわけであるが、これらの確率分布がどの程度、実際の度数分布に適合するかを量的に検討するために、 χ^2 -検定を行った。この結果と視察によって得た結果とを総合して判断すると、Gamma 分布、超 Gamma 分布および対数正規分布は、いずれの資料にもよい適合性をもつが、超 Gamma 分布の母数の推定はかなり困難であり、一方、対数正規分布は、表示式を変えない限り、季節風期最大波高資料のように負の必ずみ係数をもつ資料に対しては計算できないので、Gamma 分布による表示が最も適当であると考えられる。また、対数正規分布および超 Gamma 分布は 3 つの母数をもつので、視察により、よりよい適合性が得られても、 χ^2 -検定を行うと、適合性が Gamma 分布より劣る場合が多い。一方、水文統計や気象統計などで一般に使用されている Gumbel 分布および Weibull 分布は、資料の特異性のために、部分的により適合性をもつことはあっても、広範囲な適用性をもつとはいえない。最後に、風資料の収集にあたり便宜をはかってくれた彦根気象台の方々に深く謝意を表するとともに、本研究は文部省科学研究費自然災害特別研究(代表 京大 岩垣雄一教授)による研究成果の一部であることを付記する。

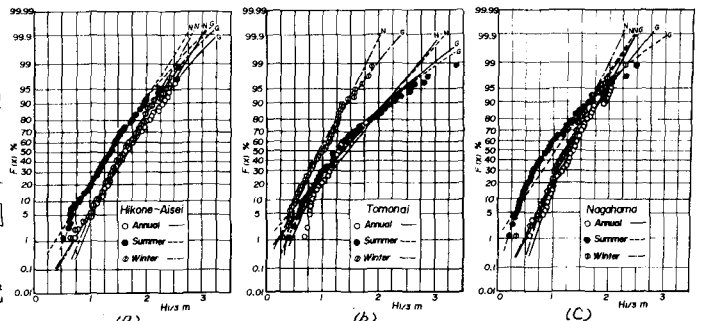


図-7