

有限風域場における波浪予知法の適用性について

愛媛大学工学部 正会員 山口 正 隆
愛媛大学大学院 学生会員 渡 辺 健
愛媛大学大学院 学生会員 〇畑 田 佳 男

1. 緒 言: 昨年度著者は、従来無限吹送距離を対象としていたエネルギー平衡方程式に基づく波浪予知法を有限風域場に対しても適用しうるように拡張したモデルを提案したが、なお計算結果に問題を生じていることがわかった。そこで、本研究では、エネルギーの入出力項に再度検討を加えて数値予知モデルの改良をはかるとともに、琵琶湖における観測結果との比較からその適用性を明らかにしようとするものである。

2. 波浪の数値予知モデル: 昨年度提案したモデルは井上になる。2 source functionとして風波の発生・発達項および碎波項を導入している。この表示式によれば、無限吹送距離の場合、平衡状態では移流項およびsource functionが0になるので平衡状態が再現される。しかし、有限吹送距離の場合、平衡状態においても移流項が必ず存在するので、計算される平衡スペクトルは設定したものと異なることになる。そのため、本研究では、高周波側から低周波側にエネルギーを移流するBarnettによる非線型干渉のパラメータ表示式をsource functionに導入することにした。また、前回の計算結果には発達期において3ピークの方角スペクトルが出現したが、一斉、発達期の風波の詳細な解析からは単峰性の方角スペクトルしか見出されなかつた。たので、波の発生項を変更した。以上により、本研究の基礎方程式は次式のようになる。

$$\frac{\partial E(f, \theta)}{\partial t} + C_g \cos \theta \frac{\partial E(f, \theta)}{\partial x} + C_g \sin \theta \frac{\partial E(f, \theta)}{\partial y} = \left\{ \begin{array}{ll} \{ \alpha_p(f, \theta) D_{\infty}(f, \theta) + \beta_n(f, \theta) E(f, \theta) \} [1 - \{ E(f, \theta) / E_{\infty}(f, \theta) \}^2] + P - E(f, \theta) & ; |\theta - \theta_0| \leq \frac{\pi}{2}, E(f, \theta) \leq E_{\infty}(f, \theta) \\ P - E(f, \theta) & ; |\theta - \theta_0| \leq \frac{\pi}{2}, E(f, \theta) > E_{\infty}(f, \theta) \\ -\beta_n D_{\infty}(f, \theta) - E(f, \theta) & ; |\theta - \theta_0| > \frac{\pi}{2} \end{array} \right.$$

ここに、 f : 周波数, θ : 方位角, C_g : 群速度, θ_0 : 風の主方向, $E(f, \theta)$: 方角スペクトル, $D_{\infty}(f, \theta)$: 平衡方角分布関数, $E_{\infty}(f, \theta)$: 平衡方角スペクトル, α_p : 線型増幅係数, β_n : 指数型増幅係数および $P = E(f, \theta)$: 非線型干渉によるエネルギー移流項である。

3. 一様風による風波の発達・減衰特性: 図-1に示す琵琶湖上全域にわたって一様風が連吹した場合の彦根愛西湖岸における風波の発達特性および減衰特性を検討する。まず、風波数スペクトルの発達特性を示したのが図-2であるが、非線型干渉項を考慮したことやPhi-llps機構に $\alpha_p D_{\infty}(f, \theta)$ を採用したことにより、昨年度の計算結果に見出された発達初期での低周波側における不自然なピークは消滅している。また図-3は風波数スペクトルの減衰特性を

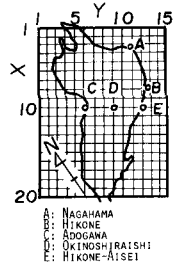


図-1

示したもので非線型干渉により伝播が早められると同時に、非線型干渉項自身が減衰項の役割を果たすので、スペクトル全体が減衰している。次に方角スペクトルの発達特性を示したものが図-4であり、時間の経過とともに単峰性の方角スペクトルが発達している。一方、図-5は方角スペクトルの減衰特性を示したものであるが、方角スペクトルは彦根愛西湖岸での地形特性のため、 $\theta > 90^\circ$ の領域では著しく減衰する。なお、半円湖を対象とした計算をすれば、中心点での方角スペクトルは対称に、中心から離れ

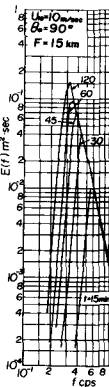


図-2

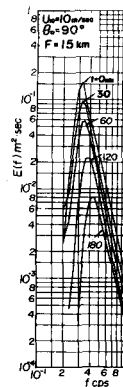


図-3

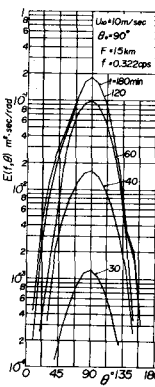


図-4

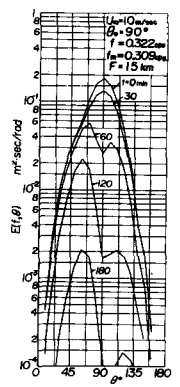


図-5

るにつれてしだいに非対称になることから、これが地形効果であることが確認できる。

4. 波浪の推算結果に及ぼすsource functionの影響:

ここではsource functionの各項の表示式を変えた場合の波浪の推算結果に及ぼす影響を一般風による計算結果から検討した。考慮した要素は波の発達項、摩擦速度、碎波のバキ数、平衡周波数スペクトル、平衡方向分布関数および内部粘性によるエネルギー損失項、である。図-6は平衡スペクトルとしてJONSWAP型スペクトルおよびPerson Moskowitzスペクトルを採用した場合の有義波の発達を比較したものであり、R.M.S.スペクトルを用いた場合、発達率は小さいが平衡値は大きくなっている。また図-7は発達項の表示式を変えた場合である。図によれば、それぞれ発達

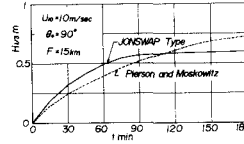


図-6

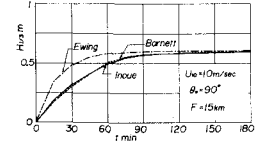


図-7

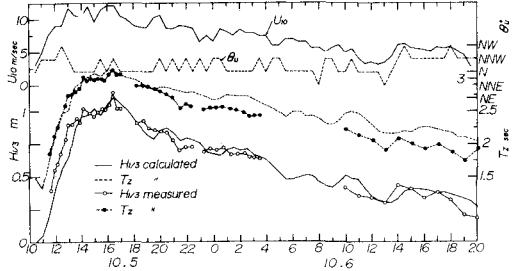


図-8

初期の発達率は異なっても、平衡状態の有義波高はいずれもほとんど同じになっている。このほか上述の要素のうち、摩擦速度の表示式を変えれば、風波の発達特性がかなり変化することがわかった。

5. 計算結果と観測結果との比較: 図-8は低気圧によつて波浪が危急に発達した場合について香根愛西湖岸での有義波高と平均周期の観測結果と計算結果を比較したものである。有義波高は発達初期に遅れはあるが、よく一致している。しかし平均周期については減衰期で観測結果より計算結果の方がやや大きくなっている。図-9は周波数スペクトルが発達を観測結果と比較したものであり、計算結果がやや小さいが良く一致しているといえる。また、減衰期において同様な比較を行ったものが図-10である。この場合、減衰状態であっても風は吹送しているのので、スペクトルの高周波側はほとんど飽和状態を保ちながら減衰しているが、計算結果はそれをうまく再現している。図-11は、同様の季節風による有義波高と平均周期について比較したものである。計算結果は観測結果の時間的変動をよく再現しているが、計算結果の絶対値の方がやや大きく、前半の発達期では計算結果がやや遅れて発達している。この時の減衰期における周波数スペクトルの比較を示したのが図-12である。この時点では風速は急減しているのので、周波数スペクトル全体が減衰しており、計算結果も高周波側の減衰をうまく再現している。

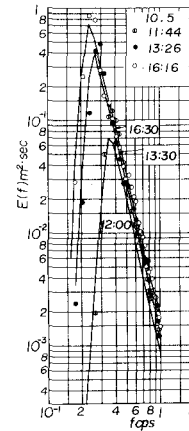


図-9

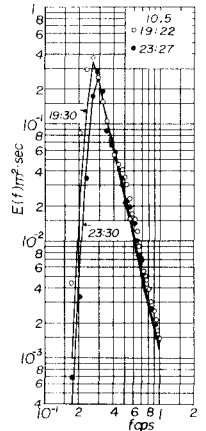


図-10

6. 結 語: 以上 本研究では波浪の数値予知モデルに非線型干渉項を導入することにより、有限風域場であるために生じた問題を改良するとともに、観測結果との比較から有限風域場を対象とした数値予知モデルは十分適用性を持つことを明らかにした。

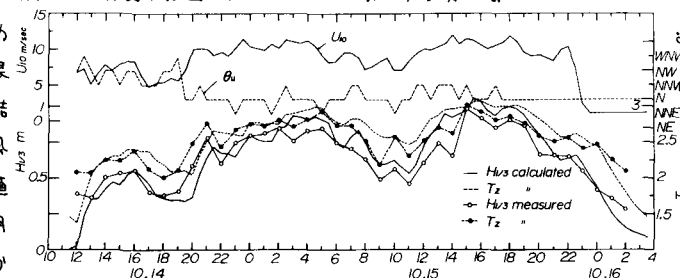


図-11

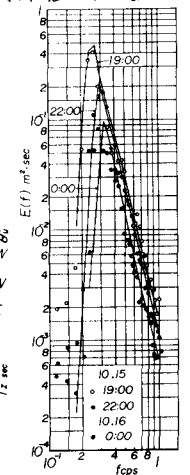


図-12