

II-278

スプライン補間に基づく内海での海上風分布の推定

愛媛大学工学部 正員 山口 正隆  
 愛媛大学工学部 正員 〇畑田 佳男  
 南オーケヴィレッジ 折口 知男

1. はじめに: 複雑な地形条件をもつ内海において波浪追算を精度良く行うためには、周囲の地形の影響を考慮できる海上風の推定法を用いる必要がある。このため著者は波浪追算の対象海域周辺で得られた風観測結果に平面内挿式を適用して海上風の平面分布を推定する方法を開発した。この方法によれば、風観測結果に地形の影響が含まれていることから、海峡部において風ベクトルが集中する傾向など、海上風分布に及ぼす地形の影響をかなり詳細に再現できることが明らかになった。しかしながら、この方法では、平面内挿式を適用する三角形要素網の分割法に一貫性がないので、推定結果の客観性に若干の問題があった。そこで、本研究では、空中で気圧分布の補間に用いた大西のスプライン補間法を観測風に適用することにより、伊予灘における海上風の平面分布を推定し、平面内挿式による内挿結果との比較から両者の方法による海上風分布の特性を検討する。

2. 弾性体の微小変位理論に基づくスプライン補間法: 大西は二次元平面内で得られたデータを正方形格子網上に補間するために、データ点 $(x_i, y_i) = (x_i, y_i)$ において $\Delta z = \Delta z_i$ を満足するとともに、弾性体のひずみエネルギーおよび伸びのエネルギーの和からなる、

$$E = \int_S \{ (\Delta z)^2 + \sigma (\nabla z \cdot \nabla z) \} dS \quad \left( \Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \nabla = \frac{\partial}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial}{\partial y} \hat{j} \right)$$

を最小とする曲面として補間曲面を定義した。したがって、スプライン補間曲面は汎関数 $E$ を最小にすることにより得られる Euler の微分方程式 $(\Delta^2 z - \sigma \Delta z = 0)$ の解である。実際の数値計算では $\Delta z$ を $P$ とおくことにより Euler の微分方程式を $\Delta z = P$ ,  $\Delta P - \sigma P = 0$  に分解し、内部境界条件 $(z_i = z(x_i, y_i))$ および外部境界条件 $(\Delta z = \sigma z / \sigma_n = 0)$ のもとで、 $z$ および $P$ に関する2階の偏微分方程式をそれぞれ中央差分により近似し、両者の繰り返しの計算から $z$ を求めた。この際、入力データ点が格子点上にない場合には、データ点を囲む4個の格子点上の $z$ を入力位置に線型内挿した結果が入力データ値になると仮定して、内部境界条件を満足させた。

3. 伊予灘における海上風の推定結果: 風観測結果を入力データとしてスプライン補間法あるいは平面近似補間法に基づき海上風の平面分布を得るため、まず、異なる高度の陸上で観測された観測風速を対数則および陸上風から海上風への変換係数を使用して同一高度における海上風速に変換する。ついで、各観測点での海上風速を $x$ および $y$ 方向成分に分解したのち、各風速成分に独立にいずれかの補間法を適用することにより格子点上の風速成分を推定し、さらに、風速・風向に変換すれば海上風の平面分布が得られる。図-1は計算格子網および入力データ点に選ばれた風観測点を示したものであり、图中的の三角形は観測風の平面近似補間に基づく著者の海上風分布推定法において用いられた三角形要素網である。一方、スプライン補間法に用いられるパラメータ $\sigma$ の値は、 $\sigma$ を変化させて得られた試行結果の比較から0.036とした。さて、図-2は、両者の方法によって推定した昭和53年2月から3月にかけての季節節時における海上風分布

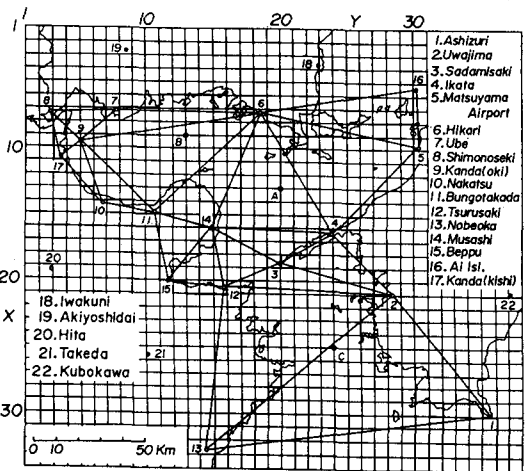


図-1 計算格子網および観測風の入力地点

の數例をそれぞれ図示したものである。これらの図によると、いずれの方法によっても周防灘北西部から伊予灘東部にかけて風向がNW→W→NWに変化する海上風分布を与え、豊後水道での風向変化は平面近似補間法による結果よりスプライン補間法による方が小さい。つぎに、図-3は台風8219号時における海上風分布を示したものであり、25日4時から5時の間に台風中心は佐田半島の東部から伊予灘北部に移動した。これらの図によれば、いずれの結果においても台風の北上に伴い、反時計方向回転をもつ台風中心付近の風ベクトル分布が移動する様子が再現されているが、細部においては25日4時の豊後水道で見出されるように、スプライン補間法による海上風分布は平面近似補間法より滑らかな空間変化を示す。また、図-4は両者の方法を適用して得られた海上風の経時変化を図-1に図示したA～C地点について比較した

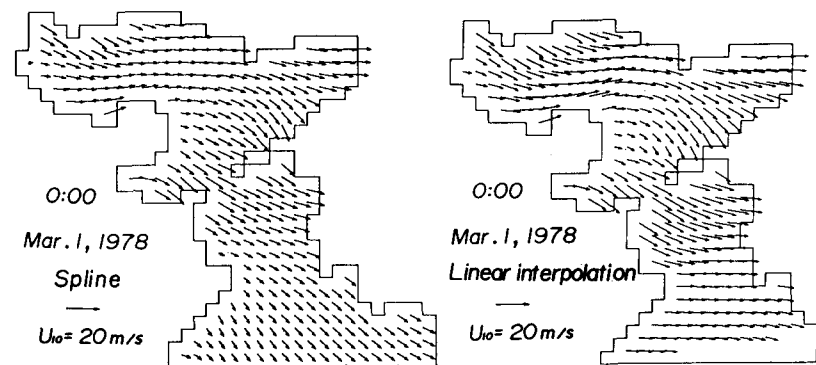


図-2 海上風分布の推定結果（昭和53年2～3月季節風）

ものである。台風経路に近いC地点では風向風速が台風中心の通過に伴い他地点より著しく変化することなど経時変化の傾向は相互に対応しているが、B地点での風速のように両者の結果が定量的にもかなり異なる場合もある。25日4時における国東半島北部の海域では、風速の空間変化が大きいことから、この相違はスプライン補間法の平滑化作用によってもたらされたと考えられる。以上の結果および大阪湾における同様な結果の比較によれば、スプライン補間に基づく海上風分布の推定結果は、平面内挿式に基づく結果と比べてやや滑らかな空間変化を示すといえる。

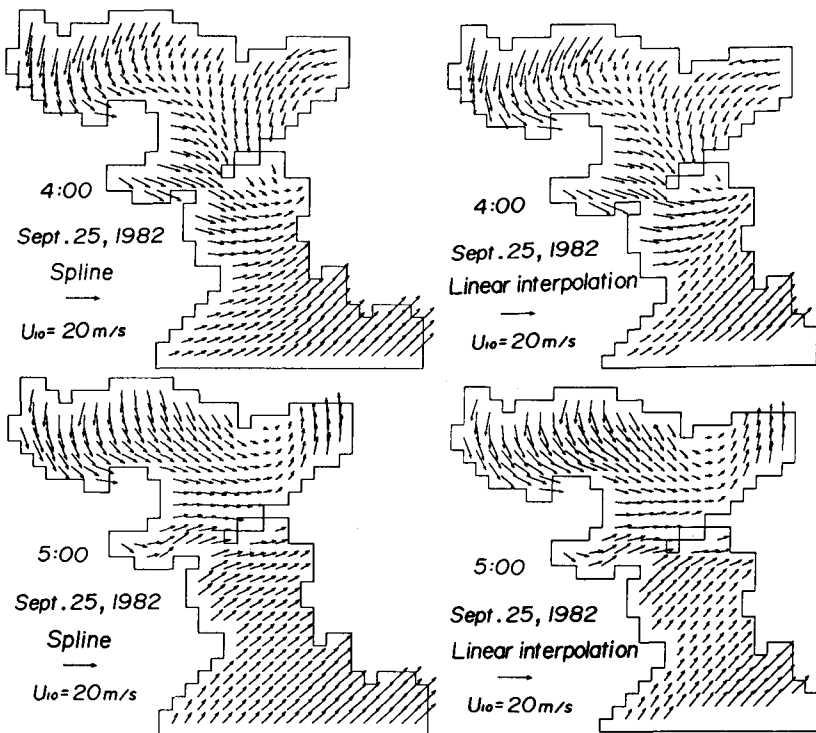


図-3 海上風分布の推定結果（台風8219号）

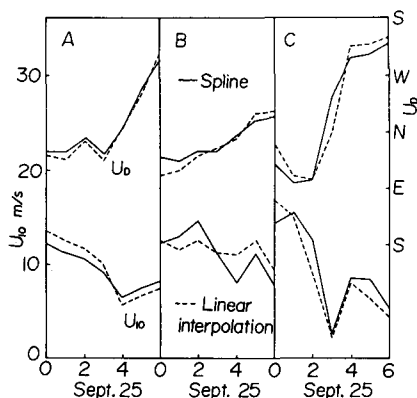


図-4 海上風の経時変化の比較