

1 序論

外洋波浪の影響を受ける港湾工事や、外海シーバースでの荷役においては、波浪予測の必要性は今後とも増加するものと思われる。本研究は、現場において波浪予測を行う場合、入手可能なデータの制約より、統計的波浪予測手法の予測限界について論じたものである。

2 手法の説明

(1) 使用したデータ

今回、重回帰分析並びに判別分析の統計的手法を使用して波浪予測式を作成するに当たり用いたデータは、図-1に示すメッシュ上における地上気圧値と、波浪予測目的地（北東北A港）における局地データ（有義波高、地上気圧値、風速）であり、それぞれ1日2サンプル、昭和49年～昭和53年の5年分、計3652サンプルである。

(2) 重回帰分析による波浪予測

統計的波浪予測により短期予測を行なう場合、どの位置の地上気圧値を用いるかが問題となる。図-1のデータは広範囲に渡っているため、考慮すべき領域を変え、最も予測精度の高くなる気圧ポイントの範囲を求める。解析手法としては、数多い気圧データを使用し、最良な回帰式を求めるために、変数の導入、除去が可能な、段階式重回帰分析を用いた。変数は計算機の容量を考え、説明変数として、72ポイントの地上気圧値、北東北A港における有義波高、地上気圧値、風速の75種類について、予測時刻と、その1/2時間前の測定値の合計150変数とした。目的変数は短期予測として、1/2時間後、24時間後、36時間後の現地有義波高をそれぞれ入れた。説明変数の気圧データ72ポイントは、図-1を見てわかる通り、採用パターンは無数に考えられるが、単純に長方形とし、図の上下左右、つまり東西南北に伸縮させて、最も精度の高くなる範囲を決めることにした。

(3) 判別分析による波浪予測

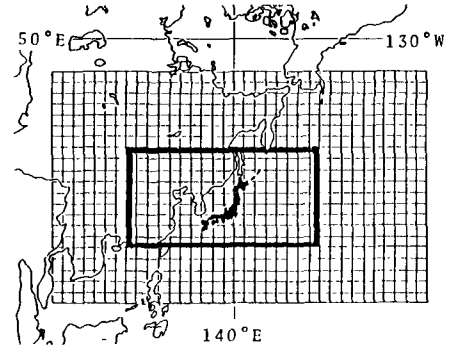
判別分析は、何らかの属性で分類されたいくつかの母集団があった時、新たに得られたサンプルが、どの母集団に帰属するものであるかを客観的に判断してやる手法である。ここでは、母集団として現地における実測有義波高について、80cm未満の群、80cm以上150cm未満の群、150cm以上の群の計3群に分け母集団とする。この分類を選んだ理由は、有義波高が80cm未満であれば、まずほとんどの工種の作業が可能であり、80cm以上150cm未満であれば、工種により作業をするかしないかを定めることができ、150cm以上であれば、全ての工事が危険であると判断することができるからである。各群間の判別関数を求めるのに使用する変数は、前述の段階式重回帰式に導入された変数とする。

プログラムは、東北大学大型計算機センターのSTATPAC6を使用した。

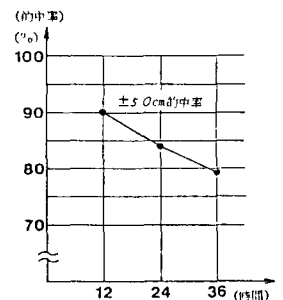
3 結果及び考察

(1) 重回帰分析による波浪予測

各予測時間についての段階式重回帰分析の結果、予測精度を表わす1つの指標である重相関係数を得た。それによると、各予測時間の精度を高めることのできる気圧データの範囲は、図-1において日本近辺を太線で囲んだ範囲であった。実際には、各予測時間に対する気圧データ範囲は、それぞれ別個に求められるのであるが、精度上、短期予測であるということを考慮すると、同一の範囲を用い



(図-1) 使用した地上気圧値データのポイントを示すメッシュ



(図-2) 予測時間と的中率

てもほとんど影響がないと考えられる。そこで同一の範囲を用いることにした。検証として、±50cm的中率でその精度を示したのが、図-2である。

(2) 判別分析による波浪予測

表-1は、判別分析による波浪予測の結果を示したものである。列に対応するのが予測された群で、各サンプルの判別得点と判別基準点を比較して、どの群に属するかを判別したものである。判別基準点には、期待される誤判別の確率が最小となるように求められた値(判別境界点)を用いた。また、行に対応するのは、それぞれの群に予測されたサンプルが実測ではどの群に属するものであったのかを示している。表-2は同様に、段階式重回帰分析より得られた結果である。

表の対角成分のサンプル数で示される的中率は、判別型が71.8%、重回帰型が72.0%であり、ほとんど差は認められない。また、重回帰型では、80cm以上/50cm未満と予測されたサンプルが多いが、判別型では、80cm未満の群と/50cm以上の群に分散された形となっている。しかし、各予測群のサンプル数に対する実測群のサンプル数の比率に大きな差異は認められない。このことは、実際、現場における判断基準の一つとして波浪予測を考えたとき、安全である(80cm未満)、危険である(/50cm以上)という端的な予測においては、判別分析がより明確な予測をすることができると思われる。

また、判別分析では、判別基準点を変化させることにより、誤判別に対する重みづけをすることが可能である。例えば、80cm未満と予測し、実測が80cm以上/50cm未満となった場合の危険側の誤判別と、80cm以上/50cm未満と予測し、実測が80cm未満であった場合の損失側の誤判別は、工種ごとにその重みが異なるわけであるから、判別基準点を変化させてやることにより、より経済的な予測をすることが可能になるのである。図-3に、判別得点の度数分布を、図-4に、判別基準点に対する安全率、並びに損失率を示した。図-3より判別基準点を判別境界点よりプラス側にシフトした場合、80cm未満と予測することに対する安全率が増す一方、80cm以上/50cm未満と予測した場合の損失率も増すことがわかる。

4 結論

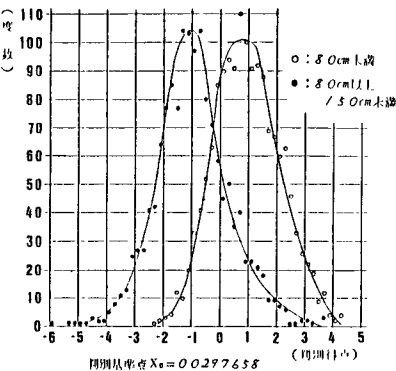
以上の研究結果より ① 短時間予測として重回帰型波浪予測式に導入すべき気圧データの範囲は、日本近辺で十分である。これは、気圧の移動速度を考慮した場合、当然の結果といえる。 ② 数多くの気圧データを最大限に利用した本研究の結果、本手法にのっとる限り、これ以上の大幅な精度の向上はないものと思われる。しかしながら、波の自己相関のみを考えず、気象の根元的要因である気圧を取り入れた結果、/2時間予測における±50cm的中率で90.0%を得たことは、大いに意義あることと思う。 ③ 判別分析においては、判別基準点を変化させることで、より実用に即した確率的な予測ができる点が評価されると思う。

(表-1) 判別分析による段階式評価

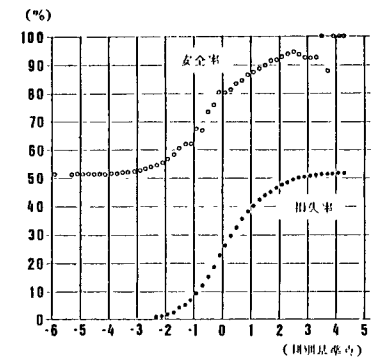
		予 測 値 (cm)			
		~80	50~150	150~	計
実 測 値 (cm)	~80	1170 79.9%	334 24.9%	14 1.7%	1518
	80~150	279 1.9%	854 65.8%	264 31.3%	1427
	150~	14 1.0%	125 9.3%	566 67.0%	705
	計	1463 100.0%	1343 100.0%	824 100.0%	3650

(表-2) 重回帰分析による段階式評価

		予 測 値 (cm)			
		~80	50~150	150~	計
実 測 値 (cm)	~80	1079 83.5%	436 25.3%	3 0.5%	1518
	80~150	207 1.60%	1070 62.0%	150 23.7%	1427
	150~	6 0.5%	219 12.7%	480 75.8%	705
	計	1292 100.0%	1725 100.0%	633 100.0%	3650



(図-3) 判別得点と度数分布



(図-4) 判別基準点と安全率、損失率