

双峰性スペクトルから得られた周期分布に関する考察

名古屋工業大学	大学院	岡田 拓也
名古屋工業大学	大学院 正会員	北野 利一
名古屋工業大学	大学院 フェロー	喜岡 渉

1. 本論の目的

海岸構造物の設計指標として多く使われる量として波高と周期がある。海の波は不規則波であり、その不規則波から得られる波高と周期は統計的変動性を持つ。したがって、その確率分布が非常に重要となる。波高に関しては Rayleigh 分布が非常によい近似を与えることが示されているが、周期分布に関しては複雑な形状を取り、Rayleigh 分布のような一般形が存在しない。これまでに Longuet-Higgins(1975,1983) や Stansell(2003)らによって周期分布の分布形状を導こうと試みられてきた。北野ら(2007)では、対数近似を用いることで、波高を条件とする周期分布が対数周期分布に従うことを示し、周期分布の分布形状を導く上で一つの手がかりを得た。本論文では、双峰性を持つスペクトルを用いてもその条件付き周期分布が対数正規分布に従うか考察し、「対数正規」という近似の有効性について示す。また、この双峰性スペクトルの性質と、周期分布の表現方法についても述べる。

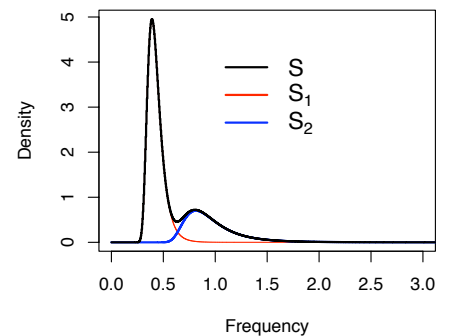


図-1 双峰性スペクトルの形状

2. 双峰性を持つスペクトルの形状とその性質

多数の観測記録から波浪の周波数スペクトルが幾つか提案されている。例えば、発達した風波を表すスペクトルとして Bretschneider スペクトル、うねりを表すことができるスペクトルとして Wallops スペクトルなどがある。本論では双峰性を持つスペクトルとして、Ochi and Hubble(1976)で提案された 6 パラメータスペクトルを用いる。このスペクトルは風波とうねりの共存状態を示し、それぞれのスペクトルを線形的に重ね合わせた形として得られ、以下の式で表すことができる。

$$S(f) = S_1(f; f_1, H_{s1}, \lambda_1) + S_2(f; f_2, H_{s2}, \lambda_2) \quad (1)$$

式(1)は、個々のスペクトルのピーク周波数 f_i 、有義波高 H_{si} 、スペクトルバンド幅 λ_i を表す計 6 つのパラメータが存在するが、全てのパラメータが全体の有義波高 H_s の関数として得られるので、実際にはパラメータが 1 つのスペクトルとなる。Ochi

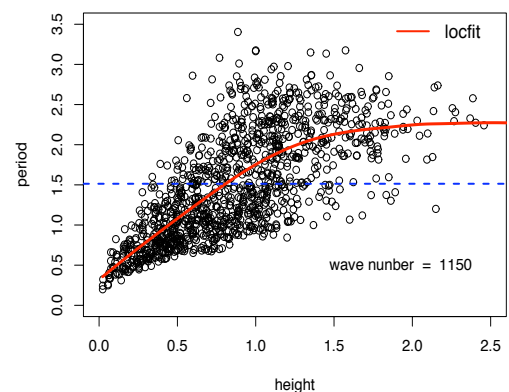


図-2 波高と周期の結合分布

の論文では、800 もの観測結果から双峰性の形状を 11 のケースに分け、それぞれのパラメータの関数を求めている。その 11 ケースに対し、有義波高 $H_s = 3.0m$ を与えシミュレーションを行った。本論文では、図-1 のような双峰性の形状を持つスペクトルを対象とする。また図-2 はそのスペクトルから得た波高と周期の結合分布である。図中の曲線は局所的回帰による。この図から、波高の小さい所では周期は小さく、波高が大きくなるにつれ増加し、やがて周期は一定値を取り、その時の周期は波全体の平均周期（破線）よりも大きいとみなすことができる。この事は単峰性スペクトルを対象とした既往の研究でも示されており、双峰性スペクトルでも同じ性質を有す。

3. 波高を条件とした波高階級毎の周期分布

北野ら(2007)では, 単峰性の波浪スペクトルから生成された波高を条件とする周期分布が対数正規分布に従うということを示した. 双峰性を有すスペクトルを標本とし, 約230波のシミュレーションを100回行った際の波高階級別の周期分布について以下の図-3に示す.

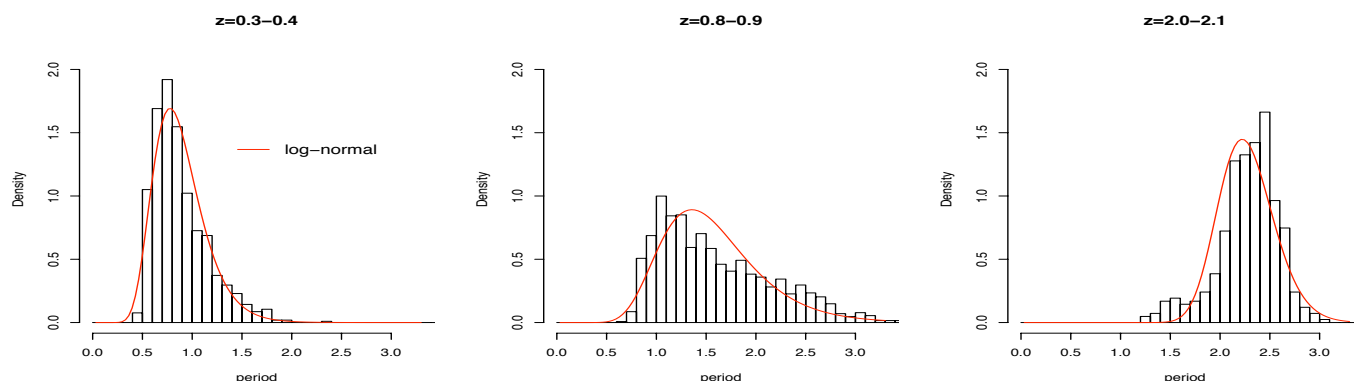


図 - 3 波高階級別の周期分布

全体の当てはまりの傾向は良く, 双峰性を有するスペクトルから得られた標本においても波高を条件とする周期分布は対数正規分布に従うことが分かった.

4. 相似な分布の重ね合わせ表現

北野・喜岡(2008)で行われている相似な分布の重ね合わせ表現により, 一定の波高階級毎における周期分布を重ね合わせることで, 周期分布を表現することを試みた. 図-4に全波高の累積確率を1/6ずつ増加させ, 波高の小さい階級から大きい階級へという順で重ね合わせた周期の度数分布について示す. 階級毎に相似な対数正規分布を重ねても, この周期分布と完全に一致してはいないが, 既往の理論では説明できなかった双峰性の形状を表現できている. 図-5は今回の双峰性スペクトルの別ケースから得た周期分布であるが, このような歪な分布においても, 重ね合わせ表現によりその分布が表現できる.

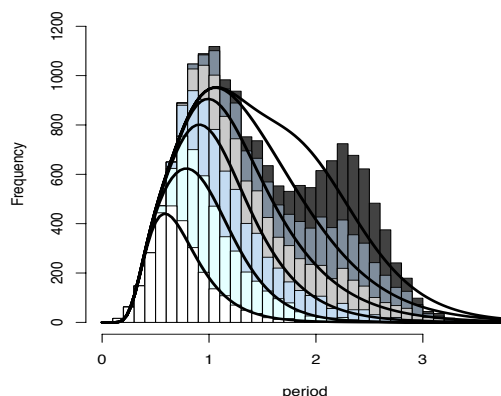


図-4 重ね合わせによる周期分布 その1

5. まとめ・考察

本論においては, 双峰性を有すスペクトルから発生させた周期についても, 波高階級毎の周期分布が対数正規分布に従うことを示した. また, 周期分布は図-4, 図-5で示されているように双峰性を有すこともあれば, 階段状を示すこともあり, 今回のシミュレーションにおいても非常に変化に富んでいる分布形であった. 本論では, 広く特性の知られた対数正規分布の重ね合わせという単純な表現でそのような複雑な周期分布を表すことができるということも示した.

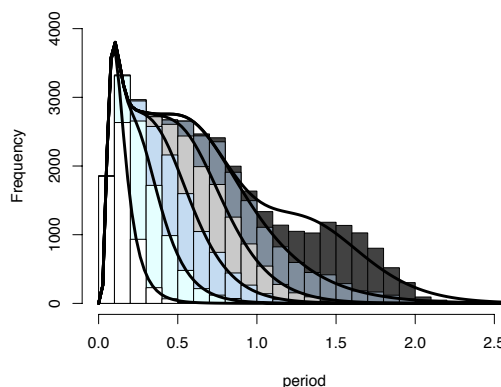


図-5 重ね合わせによる周期分布 その2