

長期的な方向スペクトルの出現特性に関する研究

九州大学工学部 学生会員 ○渡邊 大貴
児玉 充由
フェロー 橋本 典明

1. はじめに

波浪は、沿岸域の防災・環境・利用において考慮すべき支配的な外力であり、波浪の出現特性を把握することは港湾・海岸構造物の計画、設計、施工に必要不可欠である。近年、東北・北海道沿岸において波浪の出現特性が変化していると指摘されており、波浪の長期的な変動特性の解明が求められている。一方で、波浪は多方向で不規則な特性を有しているが、その特性を表示する諸元として有義波高、有義波周期、平均波向が長年用いられてきた。しかし、これらの波浪諸元に基づく解析では、波浪の出現特性を詳細に検討することは困難である。このような場合には、海面を伝わる不規則な波浪を周波数と波向に関するエネルギー分布として表現する方向スペクトルを用いて検討することが有用と思われる。現在、全国港湾海洋波浪情報網（NOWPHAS）では全国各所で波浪観測が実施・運用されており、1990年代に海象計が実用化されて以降、高精度な方向スペクトルを推定可能な観測データが蓄積されている。本研究では、NOWPHASのデータをもとに方向スペクトルの長期的な出現特性について検討した。

地点	水深(m)	上層の水深(m)	2003年以前の 水深(m)	2003年以前の 上層の水深(m)
留萌	49.8	10.0	50.8	10.0
輪島	52.0	15.0	50.0	10.0
苫小牧	50.7	10.0	50.7	10.0
久慈	49.5	10.0	50.0	10.0
高知	24.1	10.0	25.0	10.0



図-1 解析対象の地点図

2. 解析方法

対象地点は図-1に示す日本海側の留萌・輪島および、太平洋側の苫小牧・久慈・高知の計5地点とし、対象期間は1997年～2015年の19年間とした。方向スペクトル解析には海象計で観測された鉛直方向の水位変動および、鉛直軸から30度傾いた3方向の上層における水粒子速度の計4つのデータを用い、これに推定精度が高いベイズ法（BDM）と計算速度の速い拡張最尤法（EMLM）を適用し、2時間間隔で解析した。さらに、各地点の方向スペクトルの月平均値、年平均値を算出し、月平均方向スペクトルの経年変化や年平均方向スペクトルの経年変化について検討した。

3. 解析結果

一例として、1997年～2015年の苫小牧における有義波高および有義波周期の年平均値と夏季（8月）・冬季（12月）の月平均値を経年表示したものを図-2に示す。年平均有義波高では、長期的な傾向が不明瞭であったが、8月の月平均有義波高の経年変化は減少傾向にあり、12月の月平均有義波高の経年変化は増加傾向を示している。また、有義波周期の経年変化については、年平均値、8月の月平均値、12月の月平均値ともに不明瞭であった。

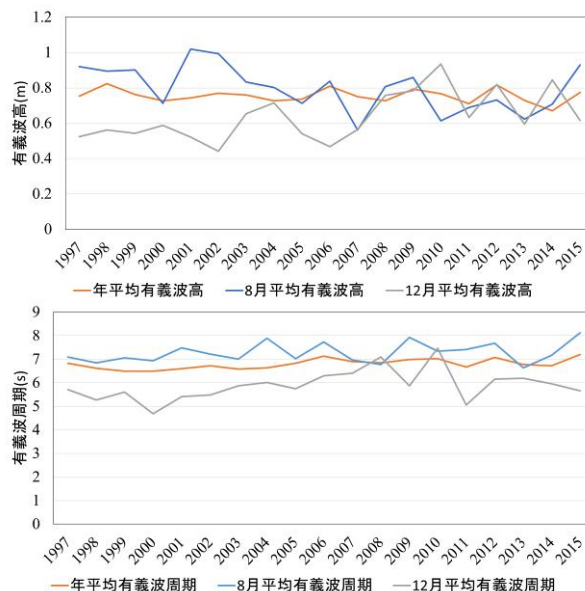


図-2 平均有義波高・有義波周期の経年変化

次に、推定された各時刻の方向スペクトルを用いて、成分別に算出した月平均値と年平均値から、月平均方向スペクトル分布と年平均方向スペクトル分布を求め、長期的傾向について検討した。一例として、苫小牧における2015年の年平均方向スペクトルを図-3に示す。この様にして求められた平均方向スペクトルを周波数に関して積分して得

られる波向別エネルギー分布の経年変化を図示したものを図-4 に、波向に関して積分して得られる周波数別エネルギー分布の経年変化を図示したものを図-5 に示す。ただし、2001 年 7 月、2002 年 3 月、2006 年 3 月、2007 年 5~12 月は欠測のため、平均方向スペクトルの算出は行っていない。

図-4 上段の波向別エネルギー分布の年平均値の経年変化であり、ピーク波向は対象期間内において SSE 方向を示しており、年平均で見る限り波向の経年変化は見られない。ただし、エネルギーの大きさと方向集中度は変化している様子が見られる。図-4 中段は波向別エネルギー分布の 8 月の月平均値の経年変化であり、年平均値と同様にピーク波向は SSE 方向を示している。また、全エネルギーに関して経年的な変動は見られるが、06 年以前に比べ 06 年以後の方が全エネルギーは低い。図-4 下段は、波向別エネルギー分布の 12 月の月平均値の経年変化であり、ピーク波向は SSE 方向付近を示しているが、年平均値や 12 月の月平均値に比べ、波向方向の変動がやや大きい。また、全エネルギーに関しては、8 月の月平均値の経年変化と異なり、06 年以後の方が全エネルギーは高いことを示している。なお、ここには示していないが、10 月以降は波向が W 方向の波浪も出現しており、波浪の月別変動特性があることも判明した。次に、図-5 上段は周波数別エネルギー分布の年平均値の経年変化であり、ピーク周波数は対象期間中、0.111Hz 付近を推移しており、経年変化は不明瞭である。図-5 中段は周波数別エネルギー分布の 8 月の月平均値の経年変化であり、ピーク周波数は 0.074Hz~0.148Hz の間を変動している。図-5 下段は周波数別エネルギー分布の 12 月の月平均値の経年変化であり、ピーク周波数は 8 月同様 0.074Hz~0.148Hz の間を変動している。また、周波数分布の経年的な変化は月平均、年平均ともに不明瞭であることが分かった。

4. おわりに

残念ながら方向スペクトルの年平均値の長期的な経年変化は不明瞭であったが、方向スペクトルの月別の平均値の経年変化はある程度確認できた。一般に、波向や周波数に関するエネルギー分布の変動特性を詳細に評価できれば、沿岸漂砂や港内静穏度への影響評価に資することが可能と考えられる。しかし、これらの諸問題へ適用できる程度に定量的な評価には至らなかった。漂砂・港内静穏度などの影響への定量的に評価につながるよう、今後も方向スペクトルの出現特性の検討を継続していきたい。

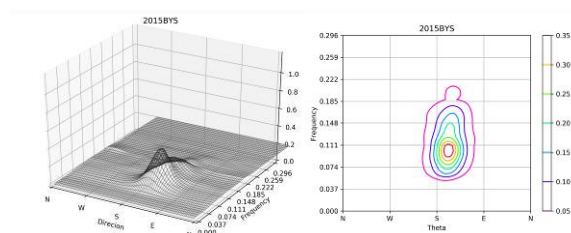


図-3 年平均方向スペクトルの一例

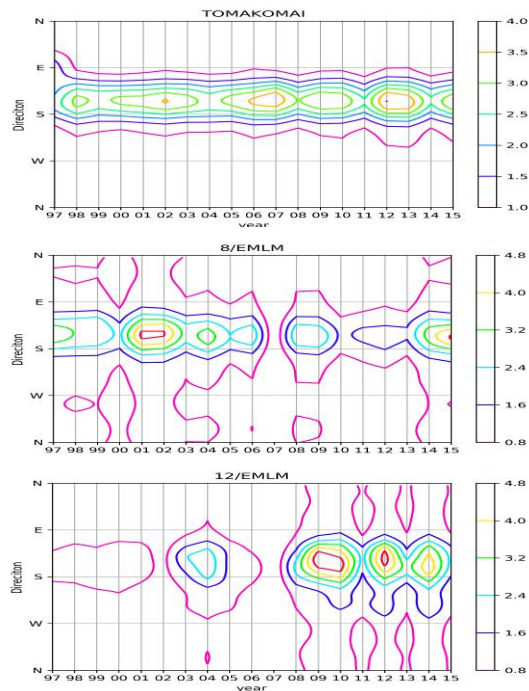


図-4 波向別エネルギー分布の経年変化図

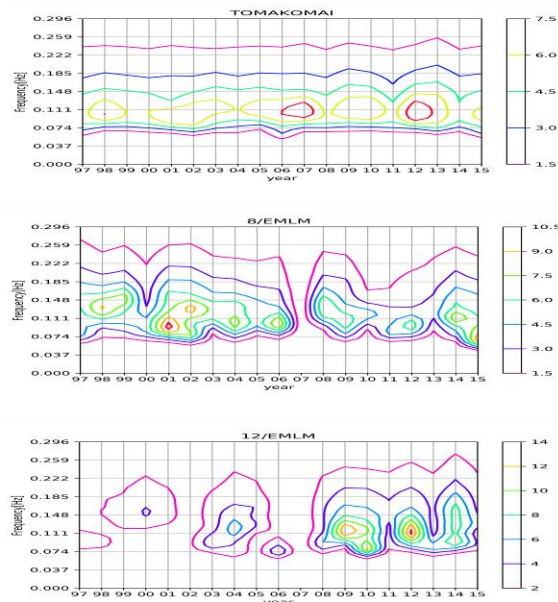


図-5 周波数別エネルギー分布の経年変化図

謝辞：本研究は科学研究費補助金（課題番号：17H03315）の助成を受けたものである。ここに謝意を表す。