

観測資料に基づく高波高および低波高出現率の長期変化の推定

愛媛大学 正会員 ○畑田佳男

株式会社 TCC 池田俊一

1. はじめに

海岸構造物の設計において波高は重要な要因であるため、その大きさの長期変化が調べられてきた。これらは年最大波高や年平均波高を対象としたものが多く、波高の大きい部分の変化に着目してきた。一方で海上工事の実施にあたっては静穏時すなわち低波高が重要となる。そこでここでは波高観測資料に基づき高波高のみならず低波高の出現率の長期的な変化を観測資料から調査する。

2. 用いた波高資料

対象とした資料は NOWPHAS (Nationwide Ocean Wave information network for Ports and HarbourS, 全国港湾海洋波浪情報網) の 16 地点における有義波高の観測資料である。これらの地点は観測期間が長く (25 年以上) 波高が大きい (2m 以上の年出現率が 10% を越える) 条件を満たすように選んだ。図-1 は波高観測地点の分布であり、四国~九州など太平洋岸で少ないものの大略全国に分布している。対象期間は観測開始から 2015 年迄とした。ただし波浮では 2010 年まで観測が行われているが、2010 年の測得率が低いいため 2009 年迄とした。観測時間間隔は 2 時間である。

高波出現率は基準波高以上の、低波高出現率は基準波高未満の、1 年当たりの出現率 p である。基準波高は高波出現率で 2, 2.5, 3, 3.5, 4m, 低波高出現率で 0.5, 1, 1.5, 2m とした。これは対象地点の年平均波高が 1m~1.5m であることや海上工事における作業限界波高 1m を目安に決めた。ここでは年別および季節別の波高出現率の経年変化を調査する。季節区分は、冬(1,2,12 月), 春(3~5 月), 夏(6~8 月), 秋(9~11 月) とした。またデータ数の少ない年および季節を避けるため、測得率 r が 0.9 を越える場合を対象とした。

3. 波高出現率の経年変化

図-2 は高波高出現率の経年変化の例を日本海沿岸で示した図であり、年々の変動はあるものの、継続した経年変化傾向は見られない。2005 年には各地点で高波出現率が大きくなっている。季節別の高波出現率の変化を輪島について示した図-3 によれば、2005 年の出現率のピークは冬に発生している。この冬季のピークは日本海沿岸や東シナ海沿岸地点に広く見られた。図-4 は低波高出現率の経年変化の例を輪島について示した図である。低波高出現率は基準波高に依らず



図-1 用いた波高観測地点

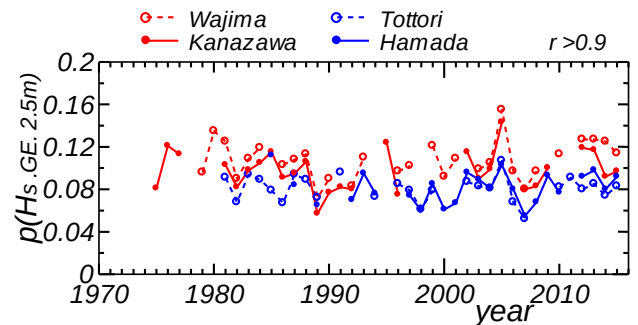


図-2 年別高波出現率の経年変化例(日本海)

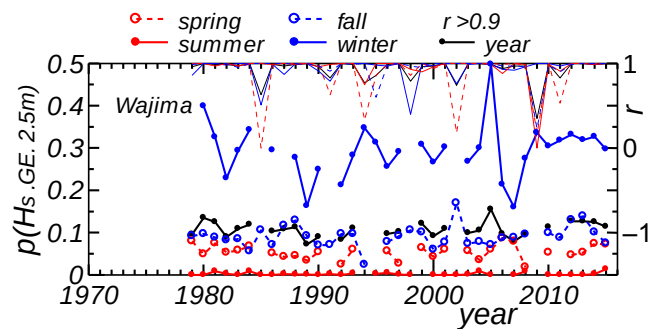


図-3 季節別高波出現率の経年変化例(輪島)

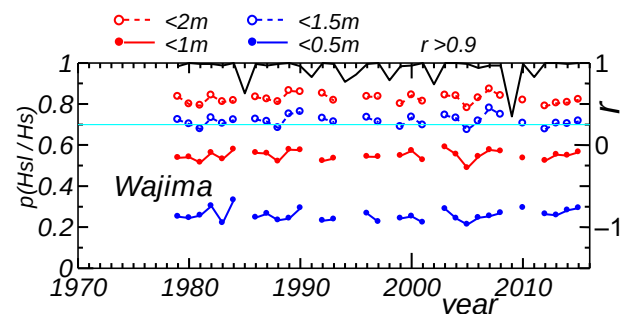


図-4 年別低波高出現率の経年変化例(輪島)

ほぼ一定の値を示す.これは他の地点の経年変化においてもいえる.

4. 波高出現率の勾配

図-5 は全 16 地点の高波出現率の経年変化に 1 次式 $Y=AX+B$ をあてはめて勾配 A を沿岸分布として表す. Y は高波 (あるいは低波高) 出現率, X は年である. ここに A は 10000 倍されている. 図中には 1 次式をあてはめたデータ数 N も示されている. また輪島, むつ小川原, 潮岬の位置を示す縦線と勾配 0 を示す横線を補助線として入れてある(図-5~図-8). 勾配 A は日本海より太平洋岸で大きい傾向にある. 太平洋岸の常陸那珂, 波浮, 潮岬では 3 地点の間で符号が変化する上に絶対値も大きいので変化が目立つ. 日本海沿岸では全般的に正の勾配を持つ地点が多いが, 鳥取で負の値をとる. 基準波高が大きくなるにつれて勾配 A は小さくなる傾向にあるが, 瀬棚, 秋田, 輪島, 名瀬, 中城はこの傾向からはずれる. 勾配 A が 5 つの基準波高全てにおいて正の地点数は 11 であり, 5 つの基準波高全てにおいて負の地点数は 0 である. 符号が正の地点数は 11 であることから, 対象地点の高波出現率は正の傾向が強いといえる.

図-6 は図-5 と同様な沿岸分布を低波高出現率について示した図である. 図-6 は図-5 より負の値をとる地点が多くなり, 図-5 と逆の勾配を示す傾向にある. 勾配 A が 4 つの基準波高全てにおいて正の地点数は 2 であり, 4 つの基準波高全てにおいて負の地点数は 6 である. また低波高出現率が負の 6 地点の高波高出現率は正になっている. 図-7 は 2m 以上の季節別高波出現率について, 図-8 は 1.5m 未満の季節別低波高出現率について, 勾配 A を沿岸分布で表した図である. 勾配の絶対値は輪島以北の日本海および小名浜~波浮の太平洋岸の地点で大きくなっている. またこれらの地点では冬と春あるいは冬と夏で勾配 A の符号が異なり, 通年の勾配の符号と季節別の符号が異なる場合がある.

5. まとめ 高波出現率の勾配は正, 低波高出現率の勾配は負をとることが多いことから, 波高は経年的に増加傾向にあると推測される. 出現率の勾配の符号は季節により異なり, この違いは日本海北部や太平洋岸で大きい. また高波出現率と低波高出現率は大略逆の符号を示す. 本稿で使用した NOWPHAS のデータは国土交通省港湾局によって観測され, 港湾空港技術研究所で処理されたものであり, ここに謝意を表します.

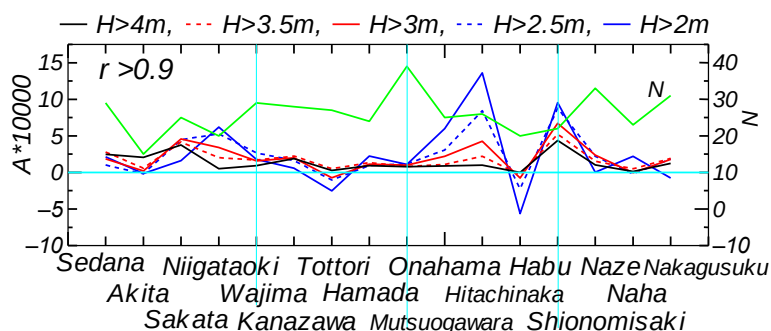


図-5 勾配 A の沿岸分布 (年別高波高)

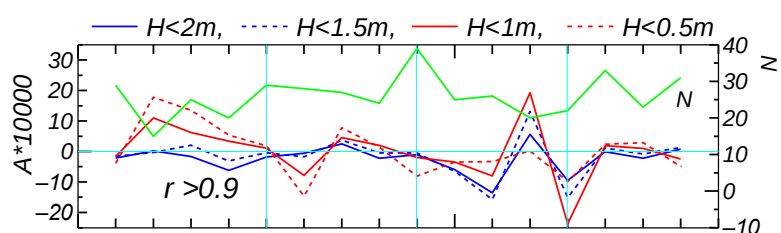


図-6 勾配 A の沿岸分布 (年別低波高)

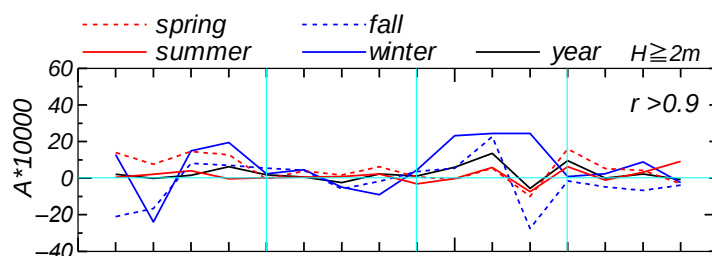


図-7 勾配 A の沿岸分布 (季節別 $H \geq 2m$)

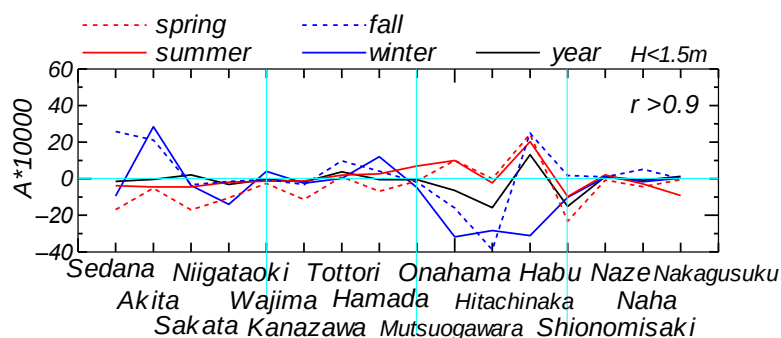


図-8 勾配 A の沿岸分布 (季節別 $H < 1.5m$)