

異常潮位の広域的出現特性について

広島港湾空港技術調査事務所 調査課 高元理恵

1. はじめに

近年、“異常潮位”と呼ばれる原因の特定ができない水位上昇に伴う冠水被害等が、中国管内においては広島の大島神社での冠水をはじめ各地で報告されている。そこで、その発生要因や発生機構などを解明するため、過年度調査では広島および西日本太平洋沿岸の異常潮位の解析を行い、一定の解釈を得た。しかし、今後異常潮位の発生予測、港湾・海岸構造物設計等への反映など、異常潮位対策を効果的に行うためには、日本全国沿岸海域における異常潮位の特性を明らかにしておく必要がある。そこで、今年度は調査範囲を日本沿岸全域に拡大し、異常潮位の発生特性及び発生要因のより高度な分析・整理を行った。

2. 異常潮位の発生実態について

全国の潮位観測所（128 箇所）における 25 年間の潮位観測データを用いて、異常潮位を算出し、その出現特性を明らかにした。異常潮位を算出するにあたっては、気圧の季節変動を考慮した気圧補正方法を用いた新たな手法を提案し、これにより算出した。

2.1 異常潮位の算出方法

異常潮位の算出方法は以下の通りである。

各年の毎時の潮位データを用いて調和分解し、調和定数^{*1}を求める。

毎時の推算潮位を計算する。なお、推算潮位の計算に用いる調和定数は、当該年及び9年間まで遡った合計10年間のベクトル平均値を用いる。

毎時の観測潮位から推算潮位を引いて、潮位偏差を求める。

10年間の日平均気圧を移動平均（15日）により平滑化させたものを基準気圧とし、毎時の潮位偏差に気圧補正を行う。

の潮位偏差から短期間の気象擾乱の影響を除くため、48時間のローパスフィルター^{*2}（花輪ら，1985）を施し、この毎時の時系列を「異常潮位」とする。

2.2 異常潮位の出現特性

図-1に示すように全国の沿岸海域を11の海域に分け、異常潮位の累年の出現特性及びその経年変化、季節変化をとりまとめた。

図-2に示すように潮位偏差が10cm以上の場合を「高い異常潮位」とし、その連続した期間を1期間、その長さを「継続時間」、1期間=1回とカウントすることとした。1期間中での潮位偏差の最大値を高い異常潮位の大きさ(偏差)とする。

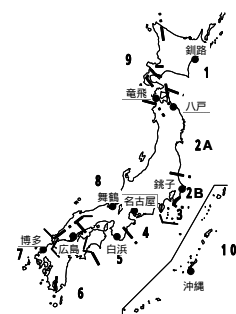


図-1 海域の区分

位の大きさ（以後“偏差”とする）と定義し、その出現特性の解析を行った。

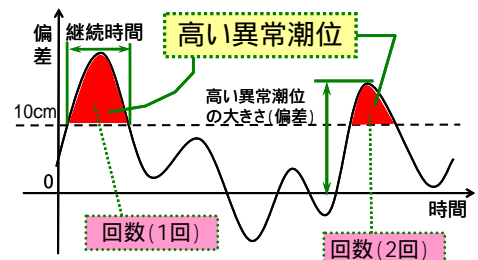


図-2 高い異常潮位の諸元

2.2.1 累年の出現特性

高い異常潮位の累年の出現特性を図-3に示す。この図から以下のような特徴が得られた。

日本海側では、継続時間の短い異常潮位が多数発生している。

北海道、東北太平洋側では、出現回数が少ない上に継続時間も短く、偏差も小さいことから、これらの海域は異常潮位があまり発達しない海域である。

南西諸島では出現回数が少なく、偏差も小さいが、継続時間が非常に長い。

東北太平洋側と房総半島太平洋側は隣接しているが、後者の方が出現回数や偏差が不連続的に多い。これは、両海域の間で海況が大きく変わっていると推測される。

瀬戸内海周辺では継続時間が長く、偏差が全国平均と同程度の異常潮位が多数発生している。

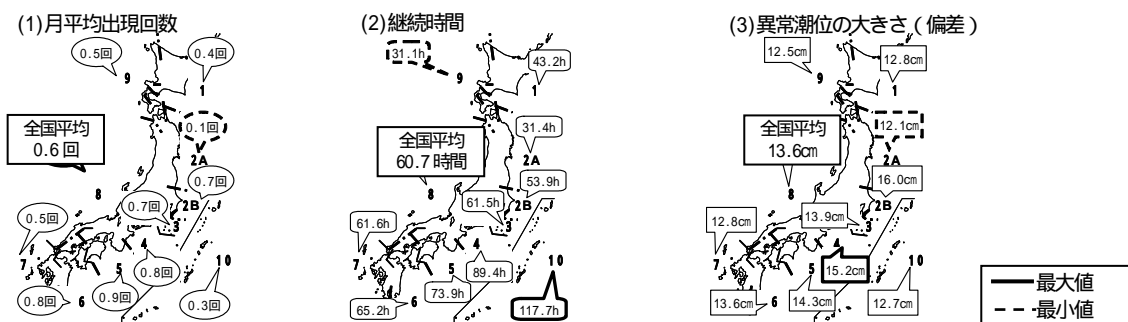


図-3 海域別の高い異常潮位の出現特性 (1): 月平均出現回数, (2): 継続時間, (3): 異常潮位の大きさ

2.2.2 出現特性の経年変化

高い異常潮位の出現特性として、年平均偏差の経年変化を図-4に示す。この図から以下のような特徴が得られた。

東海地方を中心に、瀬戸内海周辺でも出現回数や平均偏差にやや増加傾向が見られるものの、全国的に大きな増減傾向は見られない。

2001年の平均偏差は、全国的に高い値を示している。

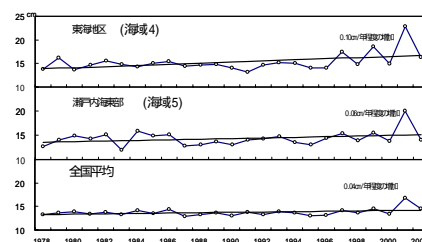


図-4 年平均偏差の経年変化

2.2.3 出現特性の季節変化

高い異常潮位の出現特性の季節変化をまとめると以下のような特徴が得られた。(図省略)

北海道東部では、冬は出現回数が多く継続時間も長い、夏は出現回数が少なく、継続時間も短い。

南西諸島では、5、7、8月に継続時間が長く、偏差も大きい。出現回数は8月に多い。

瀬戸内海を始めとする上記(北海道東部、南西諸島)以外の海域では、顕著な季節変化は見られない。

3. 異常潮位の要因分析

3.1 異常潮位の時空間的変動特性

異常潮位の要因分析を行うにあたり、異常潮位は様々な時間変動、空間変動成分が複雑に絡み合って混在していると推測されるため、これらをいくつかの単純な成分に分けた上で要因との関連付けを行うこととした。

そこで、2001年1年間の異常潮位(10cm以下のものも含む)の日平均データを用いて、太平洋側経路(東北~紀伊半島~瀬戸内海に至る経路)と日本海側経路(博多~竜飛に至る経路)において

CEOF 解析³により時空間的成分を抽出し、以下のような異常潮位の時空間的変動特性を得た。太平洋側経路における解析結果図を図-5 に示す。(日本海側の解析結果図省略。)

最も卓越した成分では、両経路において空間的に伝播しない変動が発生していた(ほぼ全地点で同時発生)(図-5(1)参照)。伝播の期間は、太平洋側で 40~60 日程度であるのに対し日本海側では 10 日程度と、日本海側で伝播期間が短かった。

二番目に卓越した成分では、両経路において岸を右に見る形で変動が伝播していた(図-5(2)参照)。伝播速度は太平洋側では白浜、日本海側では舞鶴を境にして、東日本より西日本の方が速かった。また、伝播の期間は両経路共に 10 日程度であった。

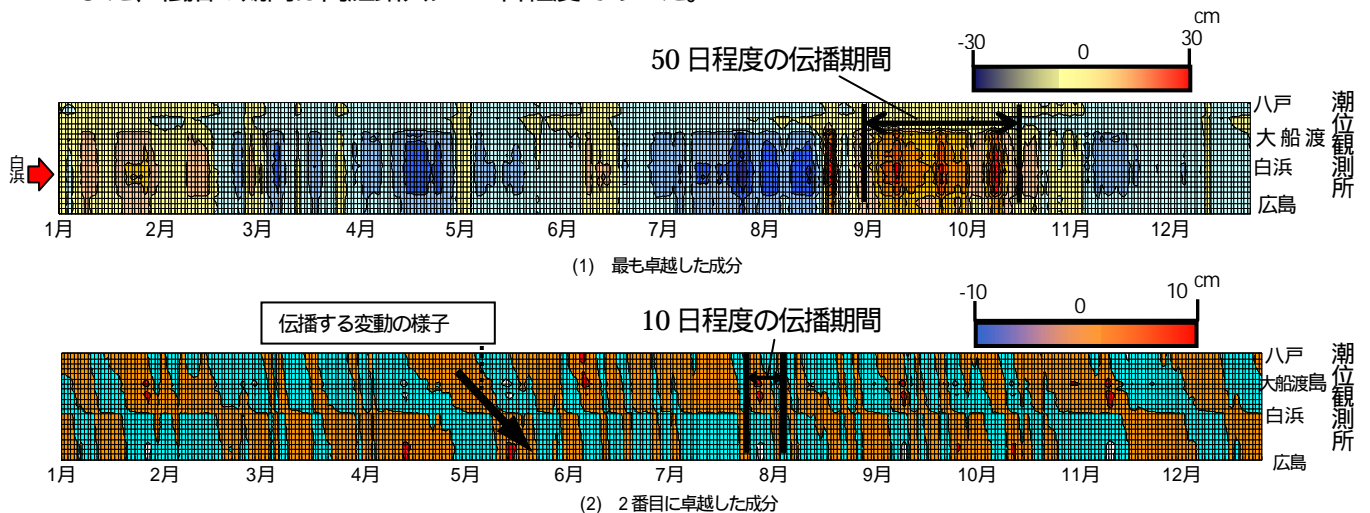


図-5 2001 年 1 年間のデータを用いた CEOF 解析結果 (太平洋側経路)

3.2 要因の推定

異常潮位の要因のひとつとして、黒潮の流路の変動が影響していることが指摘されている(渡慶次・柳,2003)。そこで沿岸から黒潮までの距離(以後“離岸距離”とする)を黒潮の流路の変動を表す量とし、3.1のうち最も卓越した変動成分(図-5(1)参照)との比較を行った。

図-6 に黒潮の離岸距離の経時変化図と太平洋側経路 CEOF 解析結果(図-5(1))の7~11月部分を拡大した図との比較を示す。離岸距離の変動が大きかった7~10月の期間に着目すると、図-6(上図)の黒潮接岸距離の経時変化図に示すように7~8月は離岸距離が大きく、9~10月は小さかった。これは、図-6(下図)の CEOF 解析結果の変動の正負と対応していた。黒潮が接岸すると、沿岸域に暖水が流れ込み、海水の膨張により海面の上昇が起きるとされていることから、この変動の正負が黒潮接岸に影響している可能性を示唆していた。

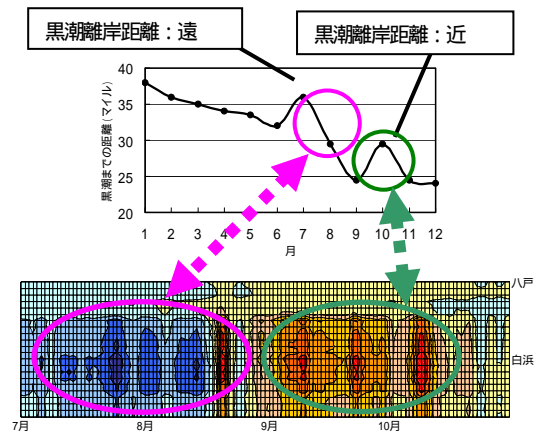


図-6 黒潮の離岸距離の経時変化図(上図)と太平洋側経路 CEOF 解析結果(7月~11月)拡大図(下図)との比較

次に、図-5(2)に示すような伝播する変動についてさらに詳細な分析を行うため、太平洋側で異常潮位が特に大きかった9~10月の異常潮位(10cm以下のものも含む)の毎時データを用いて CEOF 解析を行った。解析対象として、太平洋側経路以外に、東北~紀伊半島~四国南岸~豊後水道~瀬戸

内海に入る太平洋四国南岸経路を加えた。

その結果、図-7に示すように両経路において、時間経過とともに岸を右に見る形の変動が西(南)方向に伝播していく様子が見られた。

この変動特性から異常潮位の要因を

分析するため、具体的に太平洋側経路における伝播速度を算出すると、銚子から串本への伝播速度は約3m/sである。これは過去の異常潮位の発生要因分析(吉田,1971)にて整理されている太平洋沿岸の陸棚波⁴の伝播速度(2~4m/s)とほぼ一致しており、陸棚波の影響である可能性を示唆していた。

また、図-5(2)に示すように白浜付近を境に異常潮位の変動特性が異なっており、串本以東と白浜以西とで経路を分割し伝播速度を算出すると、串本以東では約2m/s、白浜以西では約5m/sであり、約2倍程度の差が見られた。

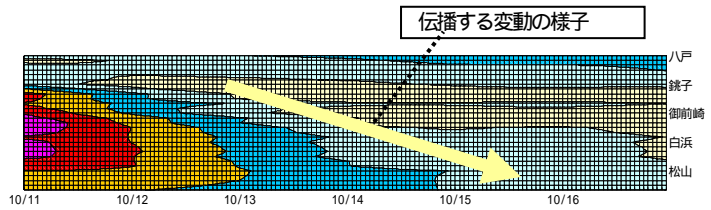


図-7 CEOF 解析結果
(瀬戸内海側経路の2001年9月1~10月20日のデータ解析のうち、10月11~16日分を表示)

4. まとめ

日本全国沿岸を調査対象とし、気圧の季節変動を考慮した気圧補正方法を用いた新たな手法により、瀬戸内海周辺では継続時間が長く、偏差が全国平均(13.6cm)と同程度の異常潮位が多数発生していたなど、海域毎に特徴が見られた。異常潮位の発生に顕著な増加傾向は見られなかった。異常潮位の発生に顕著な季節変化は見られなかった。などを明らかにした。

さらに異常潮位のデータを用いて CEOF 解析を行い、空間的に伝播しない変動と 岸を右に見る形で伝播する変動を抽出し、その伝播速度は東日本より西日本の方が速いことを明らかにした。また、太平洋側のこれら2つの水位変動については、沿岸域に暖水が流れ込み、海水の膨張により海面の上昇が起きるとされている黒潮接岸及び、陸棚に沿って岸を右に見て伝わる陸棚波の影響が含まれていると推定した。

これらの結果は、高潮位が問題になっている地域において、既存海岸保全施設等のチェック(潮位上昇に対する安全性の確認) 施設利用に際し注意すべき事項を管理者、利用者へ情報提供、新たな防護施設計画への反映、異常潮位予測システムを構築する際の基礎資料、としての活用が期待できる。

しかし、異常潮位の要因を全て特定し、その絶対値を求めるには至っていない。また、異常潮位発生状況の長期的動向(発生周期など)についても明確とは言いきれないところがあるため、さらなる学究及び最新の研究成果に関わる情報の収集、データの蓄積等が必要である。

(用語解説)

- *1 調和定数: 観測潮位から求められる潮汐の定数で、これを用いて推算潮位(天文潮位)を予測する。
- *2 ローパスフィルター: 任意の周期成分より短い周期成分を除去するフィルターのこと。(今回は気象擾乱に相当する時間規模を48時間と決定し、それより短い周期成分を除去した)
- *3 CEOF 解析(複素 EOF 解析): 伝播する波動が存在しない自然現象の解析に用いられる EOF 解析(主成分分析)を拡張したもので、伝播する波動成分が存在する場合にも対応できる解析手法。
- *4 陸棚波: 北半球では、岸沿いに風が吹く時、運動の右方向に働くコリオリ力の効果で、海水は風の右方向に輸送される。このようにして輸送された海水が岸に堰き止められると海水が上昇する。この高まりが陸棚に沿って岸を右に見て伝わる波のこと。陸棚地形のある太平洋南岸などを東から西へ伝播する。

(参考文献)

- 花輪公雄・三寺史夫(1985): 海洋資料における日平均値の作成について, 沿岸海洋研究ノート, 第23巻, 第1号, pp79-87.
- 渡慶次力・柳哲夫(2003): 2001年9月に広島で発生した高潮位に関する研究, 日本海洋学会秋期大会講演要旨集, pp214
- 吉田耕造(1971): 異常潮位, 海洋科学 Vol.5, No.4, pp7-59.