

異常潮位の発生状況とその要因の推定について

On the state of occurrence and estimation for factors of occurrence of extra-high tide events recently observed in western Japan.

梅木康之*

UMEKI Yasuyuki

* (財) 沿岸開発技術研究センター 企画部 研究員

Extra-high tide that have occurred recently mainly in the west coast of Japan and the East China Sea are investigated. It was typical that the corridor of Itsukushima Shrine was covered with seawater owing to the extra-high tide in Sept.2001. The causes of the extra-high tide are investigated from the viewpoint of meteorology, oceanography, geodesy, and coastal engineering. This paper describes 1) the characteristic of extra-high tide that have occurred in western Japan. 2) estimation for factors which cause these extra-high tide events.

Key Words :extra-high tide, water level, the Kuroshio, land subsidence

1. はじめに

近年多発しているといわれる異常潮位現象は、台風等の気象擾乱が無いにも関わらず天文潮を数十cmも上回る水位変動として特徴づけられ、複数の要因が重なり合って発生していると考えられている。特に2001年9月に広島湾にある世界遺産“厳島神社”の回廊が冠水し、拝観停止となったのも異常潮位が原因と言われている。この厳島神社の冠水は、一年で潮位の最も高い秋の大潮期の満潮時に発生しており、第六管区海上保安本部によると、この日の潮位偏差は最大で約40cmあったと報告されている。(財) 沿岸開発技術研究センターでは、国土交通省中国地方整備局広島港湾空港技術調査事務所および九州地方整備局下関港湾空港技術調査事務所より調査業務を受託し、学識経験者による「異常潮位検討委員会」を設置して、異常潮位現象について、その特性の把握と、可能な限りの要因の推定を行った。

本稿は、各機関で報告されている海象・気象現象と、水位変動との関連性について整理し考察を加えたものである。

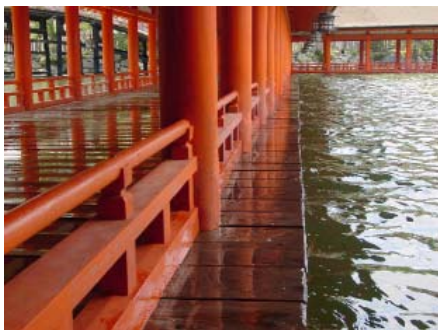


写真-1 厳島神社の回廊 (資料提供; 国土交通省中国地方整備局広島港湾空港技術調査事務所)

2. 発生状況の整理

2.1 被災報告の整理

近年、新聞あるいはインターネット等で報道された異常潮位発生記事を地域、期間で整理したものが表-1である。記事は4つの事例にまとめられ、このうち①は気象擾乱によるもの、③は暖水塊が原因であるもの(気象庁による)とされている。従って、いわゆる異常潮位(原因不明なもの)として②④の2事例が挙げられる。

表-1 異常な潮位上昇の報道事例

	発生時期	発生地区	原因
①	1999年9月24日～25日	九州	台風18号に伴う潮位上昇
②	1999年10月下旬～11月上旬	西日本	不明
③	2001年7月～8月	沖縄	沖縄の暖水塊
④	2001年9月17日～20日	広島	不明

2.2 異常潮位の発生状況

2.1で挙げられた2つの代表事例について、その発生状況を整理しておく。

(1) 1999年10～11月：西日本太平洋沿岸

発生規模：10～15cm, 最大40cm

発生期間：約2ヶ月

(2) 2001年9～10月：広島

発生規模：20～30cm, 最大40cm

発生期間：約2ヶ月

2.3 潮位記録から見る水位変動傾向

(1) 月平均水位の変動特性

広島における年度ごとの月平均水位を図-1に示す。

1980年～2001年の各月平均水位を基準とし、近年の各月平均値と比較すると、1999年8月、10～11月と、2001年9～10月の期間で5～10cm程度、潮位が高かったことがわかる。

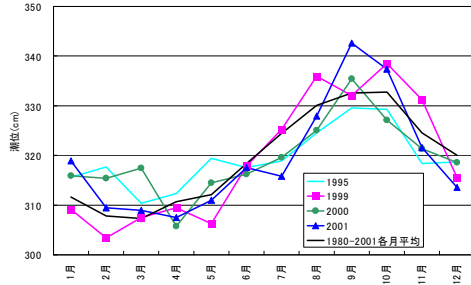


図-1 広島における月平均潮位変動

(2) 年平均水位の変動特性

広島検潮所の年平均水位の経年変化を図-2に示す。ここでは、検潮所の観測基準面と水位との相対的変化が示されており、1965年から2001年までの約37年間で、水位が約20cm上昇していることが見てとれる。ただしこの結果は観測基準面と水位との相対的変化であることから、地盤の沈下によるものか、あるいは水位の上昇によるものかは不明である。

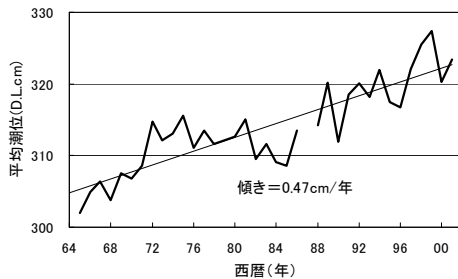


図-2 広島検潮所における観測潮位の経年変化(年平均)

3. 地盤高変動と水位変動

3.1 検潮所の地盤高

検潮所の標高(球分体)は、図-3の①②③に示すような手順で求められており、取付水準点を基準として②+③、あるいは⑤の部分に大きな変動が生じた場合に、観

測基準面(O.D.L.)を見直すことにしている。つまり地盤高の変動を確認しないまま観測潮位⑤だけに着目すると、水位の変動と判断してしまうことがあるため、正確には取付水準点の標高変動も含めた地盤高の変動を把握し、差し引きしなければならない。

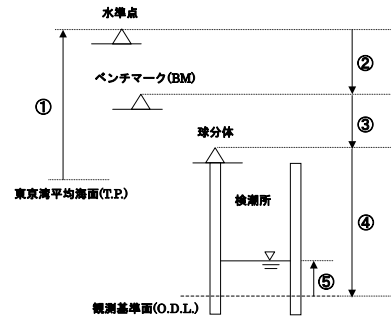


図-3 検潮所の地盤高

3.2 地盤高変動解析

3.1に示したように、長期的な潮位記録の変動を整理する上では、その原因が地盤高の変動によるものか、あるいは地球温暖化のような水位変動によるものかを把握しなければならない。

全国の地盤高変動については、海岸昇降検知センターで取りまとめている加藤・津村の方法¹⁾が一般的に知られている。例えば広島検潮所では、年間約5mmの割合で沈下しているという結果が出ている。(図-4参照)

3.3 長期的水位変動

前述のとおり、広島検潮所での年平均水位の変動傾向は年間5mm程度の上昇である。一方、地盤高の変動は年間約5mmの割合で沈下している。

つまり2001年当時の広島検潮所の観測基準面が1960年代に設定されたためであり、実際には長期的水位変動はほとんど無いものと推定できる。

一方、2001年秋の最大40cmの偏差にはこの長期的水位変動である約20cmが含まれていることがわかったものの、残りの20cmについては、やはり異常潮位と言われる現象が原因と考えられる。

ただし前述した加藤・津村の手法による地盤高の変動傾向では、完全には水位変動成分が除かれていないという性質もあり、今後は純粋な水位変動傾向を抽出する手法を検討する必要がある。

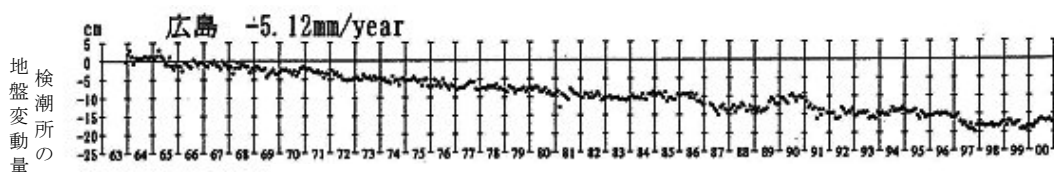


図-4 加藤・津村の方法による広島検潮所の地盤高変動

4. 要因の推定

4.1 算出偏差

観測基準面の見直しによって長期的水位変動を完全に除去できたとしても、天文潮および気象潮以外の偏差は発生する。この要因を推定するためには異常度（偏差）を明確にする必要がある。しかしながら観測機関によって天文潮の計算手法が異なるため、一律に偏差の比較ができない。そこで、本検討の中では計算手法を統一させて偏差を算出することとした。

検討対象年1年間の潮位データを調和分解し、そこで得られる調和定数を用いて推算潮位を計算することにより算出される偏差は、各地で報告された潮位偏差より小さく、要因分析に用いるには適さないと判断された。このため、数年間分の調和定数を平均化したものを用いて推算潮位を計算することとした。

調和定数 長周期（半月以上）成分：10年間平均
短周期（半月未満）成分：10年間平均

平均潮位：各年の年平均潮位

この手法で求まる推算潮位は、各観測所で発表している天文潮とは必ずしも一致するものではないが、偏差量が若干大きめに現れるということもあり、要因を推定するには適した手法と判断した。

4.2 水位上昇をもたらす海洋現象

異常潮位の周期性は、およそ数日～1年程度と言われており、このような時間スケールの水位上昇をもたらす現象を中心に整理した。

(1) 黒潮の影響

黒潮が沿岸部に近づき暖水が流入すると、数 cm～15cm 程度まで水位が上昇する。また、黒潮の蛇行により反流が発生し、岸側の西向きの流れに数 cm～15cm 程度の水位の上昇をもたらす（図-5 参照）。

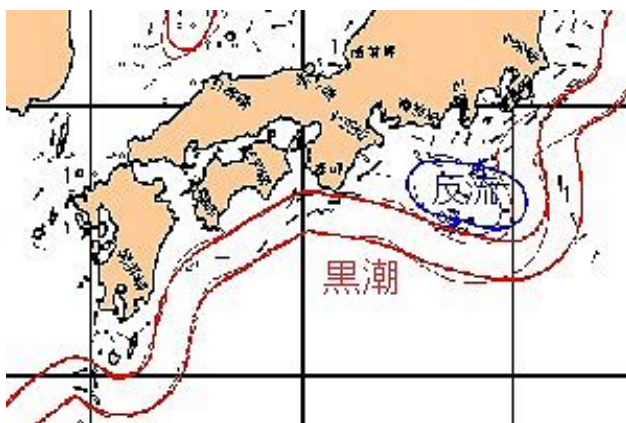


図-5 黒潮の流軸変化状況

(2) 陸棚波²⁾の伝播

北半球では、岸沿いに風が吹くとき、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。これをエクマン輸送といい、このようにして輸送された海水が岸に堰き止められて堆積すると海面が上昇する。この時の圧力勾配が原因となって、この高まりが陸棚に沿って岸を右に見て伝わるのが陸棚波といわれており、陸棚地形のある太平洋南岸などを東から西へ伝播する現象である。（図-6 参照）

瀬戸内海への影響については、紀伊水道と豊後水道の2つのルートからの直接進入あるいは間接的影響があると考えられる。

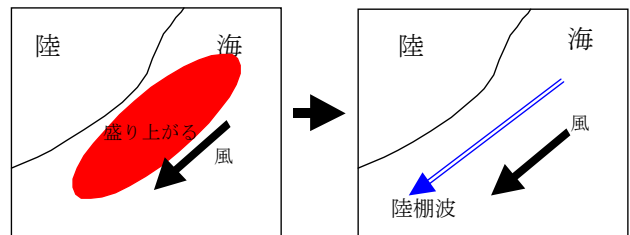


図-6 陸棚波の発生概念図

(3) その他

海水位変動をもたらす要因の一つに、暖水塊（渦）がある。これは、直径数百 km の時計回りの渦を伴う。また外部より水温の高い凹凸のことであり、洋上では多く点在しているという（図-7 参照）。このような暖水塊（渦）が沿岸域に接近すると、およそ 20cm 程度の水位上昇をもたらすと考えられている。

TOPEX/ERS-2 Analysis Jul 27 2001

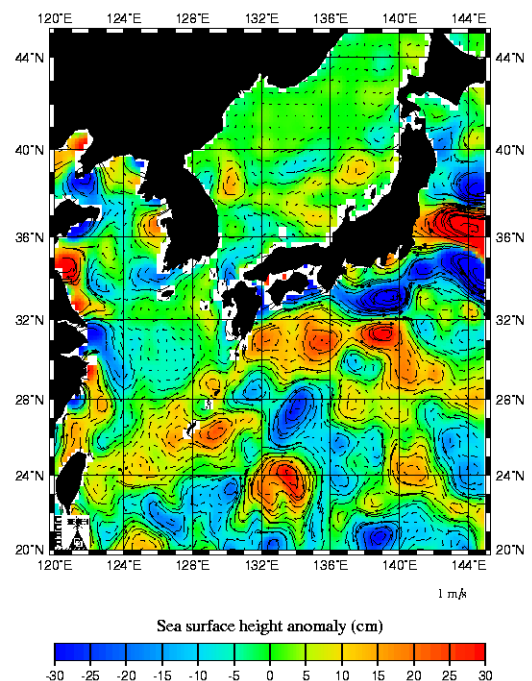


図-7 海面高度観測衛星 (Topex/Poseidon) の観測例

また、北西太平洋において根室を通る北西から南東向きの線を軸として、北と南で水位が振動する現象（北西太平洋振動）が見られる。これはアリューシャン低気圧とシベリア高気圧が毎年冬に発生することと深い関係があり、一年周期で変動している。日本沿岸について言えば、釧路から離れる方が大きい偏差が発生する可能性が高いと言われている。³⁾

4.3 算出偏差と海洋現象との関連性

2.2 で検討対象に挙げた2事例について、その発生要因と規模の推定を試みた。

(1) 1999年10～11月：西日本太平洋沿岸

日本海側および太平洋側で、10月に入ってから北東よりの偏差が小さく、南西よりの偏差が大きくなっていることから、年周期を持つ北西太平洋振動の影響により西日本太平洋沿岸の水位が上昇したのではないかと考えられる。

また、太平洋月平均海面水位差（気象庁海洋月報、図-8参照）によると、1999年10～11月には、日本海、黄海、本州太平洋沿岸までの広域で、気圧補正済の1975～1995年の平均水位に比べ水位が約10cm程度高かったことが示されている。

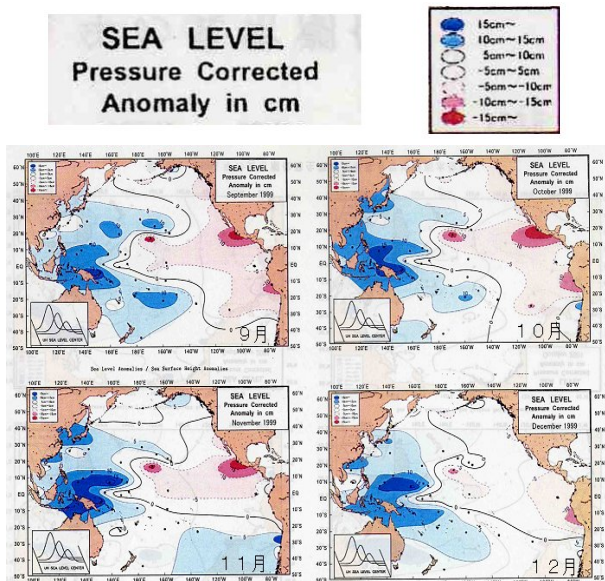


図-8 太平洋月平均海面水位差（気象庁海洋月報，1999）

(2) 2001年9～10月：広島

広島検潮所では、当時、最大約40cmの偏差があったと報告されているが、地盤変動等による観測基準面の見直しが行われていないために継続的な単調変動が含まれていることがわかった。

算出偏差と海洋現象との関連性として、前述した陸棚波がまず考えられ、東から西に向かう偏差の伝播が瀬戸内海に何らかの変化をもたらしたと推測される。

また、(1)と同じく、数ヶ月規模の広域的な水位変動も確認されており、規模にして約10～20cmと考えられる。

5. おわりに

5.1 要因の推定

異常潮位と呼ばれる現象の要因は、次のとおりと推定される。

- ① 各検潮所から発表される偏差には、地盤変動や地球温暖化による水位上昇といった継続的で単調な変動が含まれていることがある。
- ② 太平洋規模の広域的な水位変動が、数ヶ月規模の時間スケールで起こっていたと考えられる。
- ③ 陸棚波のような東から西に向かう偏差の伝播が、約10cm規模で太平洋南岸に発生し、その影響が瀬戸内海にも及んでいる。
- ④ 黒潮の接岸、黒潮蛇行による反流の発生、または水温変化等も偏差の発生要因として考えられるが、それぞれの分離は非常に困難である。

5.2 今後の対応

今後、異常潮位を解明し、または対策を検討するにあたっては、次の事項が考慮されるべきである。

- ① いわゆる異常潮位は、年間で最も潮位の高い秋の大潮期、さらには高潮や津波等と同時生じた場合に、被災等をもたらす可能性があると予測される。
- ② 発生周期または継続時間について、さらに具体的に解明できれば、対策の必要性を検討する上で貴重な資料となりうる。
- ③ 地球温暖化による水位上昇問題も含めて、今後どのような対策を行う必要があるのかを、各機関との連携を強化しつつ、検討を進める必要があると考える。

謝辞

本稿については、平成14年度異常潮位検討委員会（委員長：磯部雅彦 東京大学大学院新領域創成科学研究科教授）の委員ならびに関係者の方々から貴重なご助言を頂いた。ここに記して厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 津村建四朗：日本沿岸の平均海面及びその変動の研究(1)，測地学会，1979。
- 2) 宇野木早苗，久保田雅久：海洋の波と流れの科学，東海大学出版会，1996。
- 3) 日比野忠史：北西太平洋での水位振動と親潮南下，水工学論文集第43巻，pp1075-1080，2001。