

南九州および南西諸島海域における異常潮位の特性

CHARACTERISTICS OF UNUSUAL TIDES ALONG THE SOUTHERN KYUSHU AND NANSEI ISLANDS REGIONS

浅野敏之¹, 山城 徹², 大里和久³, 北島清正⁴

Toshiyuki ASANO, Toru YAMASHIRO, Kazuhisa OUSATO, Kiyomasa KITAJIMA

¹正会員 工博 鹿児島大学工学部海洋土木工学科 (〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40)

²理博 鹿児島大学工学部海洋土木工学科 (〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40)

³(株) パスコ (〒153-0043 東京都目黒区東山 1-1-2)

⁴元 鹿児島大学工学部海洋土木工学科 (〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40)

Short-term, seasonal and annual variation characteristics of unusual tides are analyzed using over 30 years' sea level data both for southern Kyushu region and Nansei islands region. Effects of atmospheric pressure on the unusual tides are also discussed. The greatest contribution to the unusual tides comes from the atmospheric effects. However, for the short term variation of the unusual tides, longer term fluctuations more than 40days which are considered to be irrelevant to typhoon directly induced motion become dominant for Nansei island region. The sea level fluctuations at Nakanoshima site are found to be closely related to the variations of Kuroshio axis in the Tokara strait.

Key Words: Unusual tides, Medium and long term variations of sea level, Nansei islands

1. はじめに

近年, 高潮位による冠水被害が西日本を中心に多数報告されている. 特に2001年8月には各地で高潮位が発生し油津においては潮位偏差 53.7cm を記録した. また沖縄本島周辺では, 同年8月19日~22日の大潮期の満潮前後の時間帯において, 冠水被害が各所で発生し, 市民生活に大きな影響を及ぼした. また沖縄では2003年8月にも15cm~20cmの異常潮位が観測された. 異常潮位の原因は, 暖水渦の接近, 陸棚波, 黒潮流路の変動などが考えられているが, 気圧や風とも関連し, いくつかの要因が複合的に同時生起するため, 未解明の部分が多く残されている.

これまで異常潮位の問題は, 主として海洋物理学の分野で研究されてきた¹⁾. 前述の異常潮位による被害を受けて海洋気象学会誌「海と空」では特集が組まれこの問題を議論している^{2~6)}. しかしこの問題は港湾構造物の設計潮位の設定とも関係して重要であり, 最近では海岸工学の分野でも研究が進みつつある^{7~9)}. また干潟やサンゴ礁域などの極浅海域では負の異常潮位が水温変化を通じて微妙な生態系を破壊することも指摘されている.

本研究は, 南西諸島海域と九州南岸の過去約30年にわたる潮位データを解析し, 離島域と九州本土南岸の異常潮位の特性を調べたものである. この2つの海域を取りあげた理由は, 九州南岸の南向き地点では台風による高潮で生じる潮位偏差が大きくなる

と考えられるのに対して, 離島域では高潮による大きな潮位偏差は生じにくいため, 異常潮位の偏差が相対的に大きくなると考えたからである. 以下に検討結果を報告する.

2. 解析に用いたデータ

南九州南岸部の測定点として油津・枕崎・大泊を, 南西諸島海域の測定点として西之表・中之島・名瀬・那覇を選び(図-1), 1970~2003年の潮位データを解析した. これらの資料は日本海洋データセン

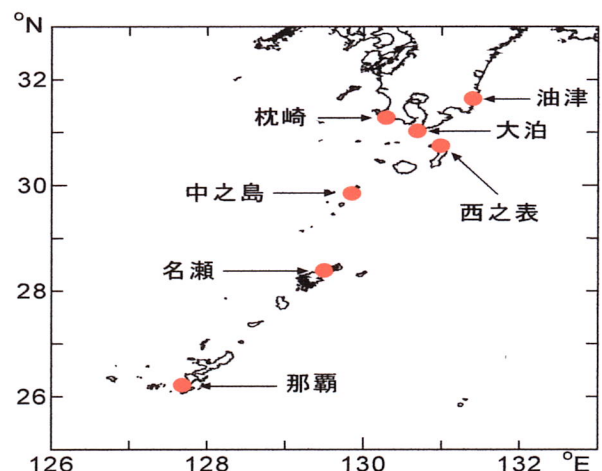


図-1 調査地点

ターよりダウンロードした。また気圧補正を行うための日平均海面気圧や風速データは、気象庁電子閲覧室のデータを利用した。各測定地点の毎時の実測潮位から、39 分潮に基づく毎時の推算潮位を計算し、その差をとって潮位偏差とした。この潮位偏差には、気圧変動の効果、海水温の変動による季節変化、潮位の経年変化が含まれる。

九州南岸の枕崎と島嶼域の那覇について、気圧と潮位偏差の相関を調べたものが図-2 である。潮位

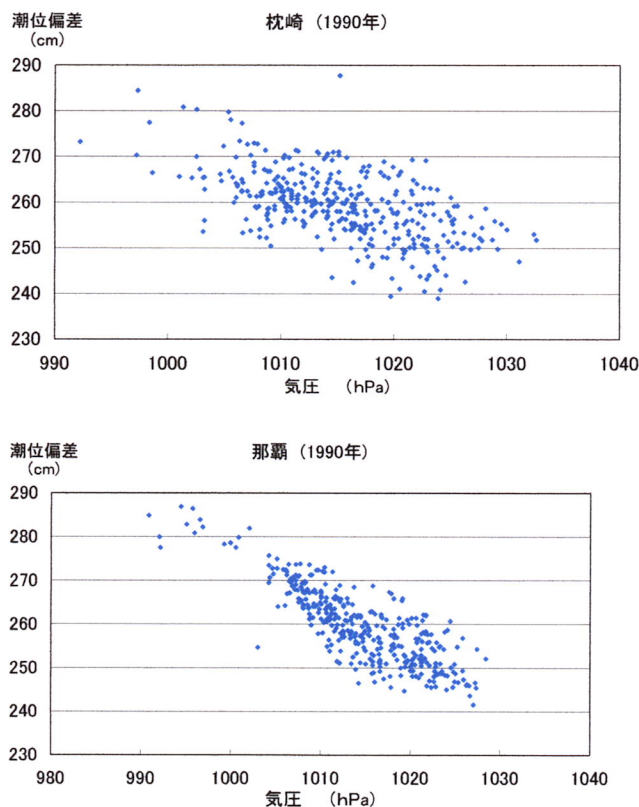


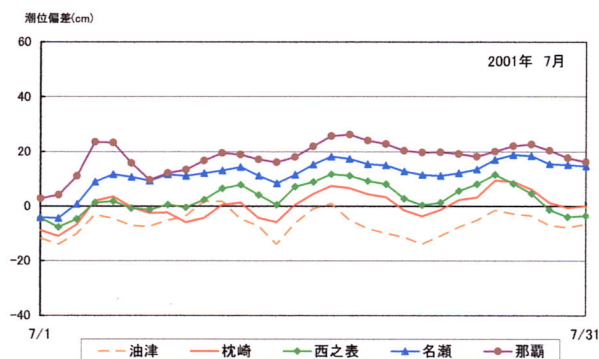
図-2 気圧と潮位偏差の関係

偏差には気圧の影響が大きいことがわかる。そこで、潮位偏差の日平均値を求め、気圧の日データから気圧補正を次式によって行った。

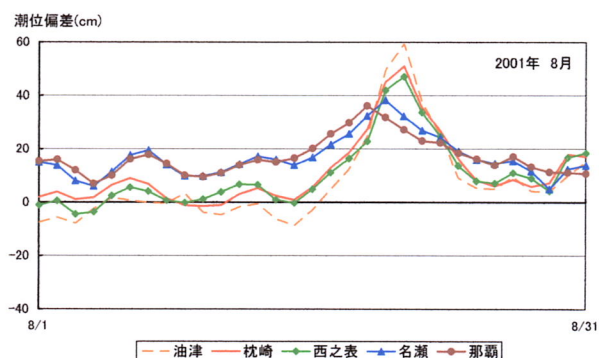
$$H = h + 0.991 \cdot (1013 - p)$$

ここに h 、 H はそれぞれ補正前、補正後の潮位偏差、 p は気圧である。

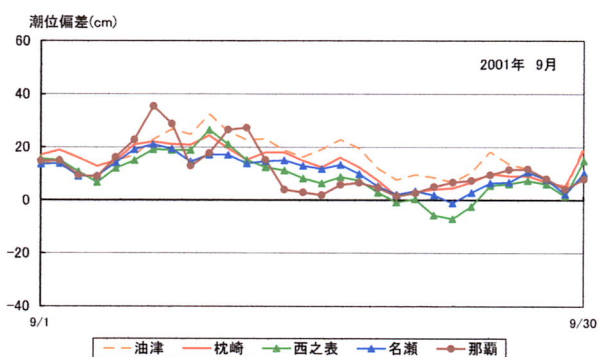
図-3 は、気圧補正した潮位偏差の時系列を示したものである。図-3(a) は 2001 年 7 月の潮位偏差の時系列であり、那覇・名瀬・西之表の順で正の偏差の変動が続いていることがわかる。図-3(b) は冒頭で異常潮位現象として紹介した 2001 年 8 月の時系列を示したものである。8 月 20～22 日付近で潮位偏差のピークが見られるが、これは紀伊半島に上陸した台風 11 号の影響と考えられる。しかしこの期間を過ぎても那覇と名瀬の潮位偏差は正の値を保っており、台風とは関係の無い潮位の上昇があることが認められ



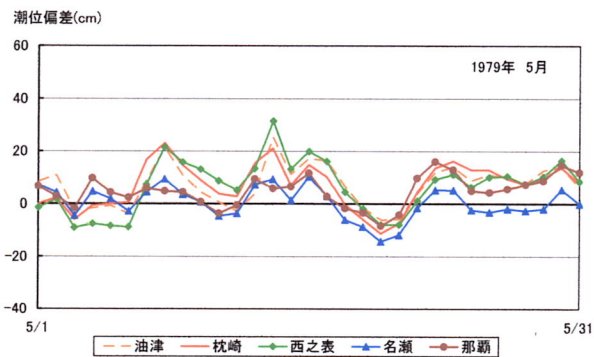
(a) 2001 年 7 月



(b) 2001 年 8 月



(c) 2001 年 9 月



(d) 1979 年 5 月

図-3 各観測点における気圧補正後の潮位偏差の時系列

る。図-3(c)は同年9月の時系列を示したものであるが、ここでは有意な潮位の偏差は認められない。約30年間の潮位偏差のデータをその時の天気図と参照して調べてみると、図-3(b)のピーク波形に見られるような短期の大きな偏差は台風の接近によるものが大部分である。しかし、図-3(d)の1979年5月のデータのように検討地点周辺に台風が無い場合も、潮位偏差のピークが存在する。潮位偏差の長さも短いものから月単位の長さまで様々である。下野ら⁸⁾は、気圧補正を行った潮位偏差の時系列データに遮断周期48時間のローパスフィルターをかけたものを異常潮位と定義したが、この遮断周期の取り方も議論の余地があると考えられる。また気圧補正を行っても、台風の風による吹き寄せと沿岸域での砕波に伴うセットアップは除去できないことから、以下では、2.で述べたように毎時の実測潮位と39分潮に基づく毎時の推算潮位の差で定義した潮位偏差を用いて、台風効果を含めた潮位偏差の特性を議論する。

3. 異常潮位の発生特性

ここでは、潮位偏差が40cm以上を記録した計206個のイベントを異常潮位と定義し、その発生要因を解析した。各観測点における年平均発生回数と発生総日数を図-4に示す。なお、中之島の発生回数と発生総日数に相対的な差が生じるのは、潮位の観測期間が1984～2003年と、他の観測点に比べて短いためである。年平均発生回数においては大泊の1.6回をはじめ油津1.3回、枕崎1.2回となっており、南西諸島の年平均0.5回に比べ多くなっている。また高潮位の発生総日数についても南西諸島や沖縄に比べ南九州で多くなっていることがわかる。

図-5は約30年の観測期間にわたって平均した月別の平均潮位で、夏・秋の海水温の上昇が海水の膨張を引き起こし、枕崎と西之表において潮位が最高で月平均約12.4cm上昇するのをはじめ、すべての観測点において夏・秋期に潮位が正の偏差を持つことがわかる。これは気象潮である太陽年周潮 S_a に相当するものである。本研究では前述したように実測潮位

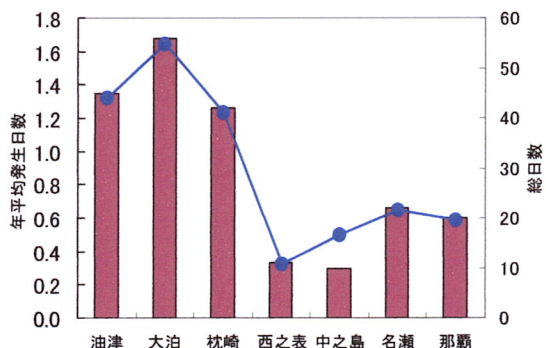


図-4 潮位偏差40cm以上の年平均発生日数(棒グラフ)と総日数(折れ線グラフ)

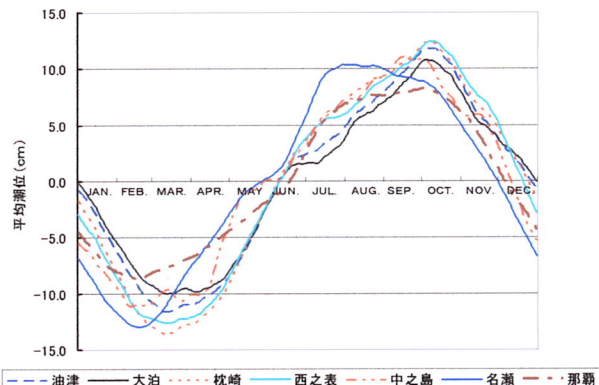


図-5 月別の平均潮位

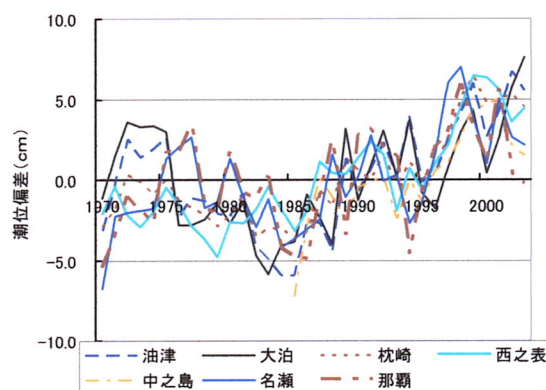


図-6 潮位の経年変化

から厳密な規則性を有する天文潮39分潮のみを差し引いて潮位偏差を定義するという観点に立っている。

図-6は潮位の経年変化を示したもので、1970～80年代まで高かった水位は一旦80年に入り負の偏差を取るが、再び90年代に入り正の値となり、近年水位は上昇傾向にある。本研究で対象とした異常潮位の潮位上昇に占める経年変動の寄与率は平均5.1%と低い。しかし経年変動と年別高潮位発生状況を比較すると、経年変動が正の偏差を持つときに発生していることが多いことから、経年変動も高潮位の発生に無視できないものであると考えられる。

4. 異常潮位の発生要因

高潮位の発生要因をその時間スケールから、気圧効果(吸上効果)、経年変動、季節変動、短周期変動に分類し高潮位に及ぼすそれらの寄与率を図-7に示す。全体として、高潮位に対する寄与がもっとも高いのは気圧効果で、次に水位の短周期変動、季節変動、経年変動の順である。

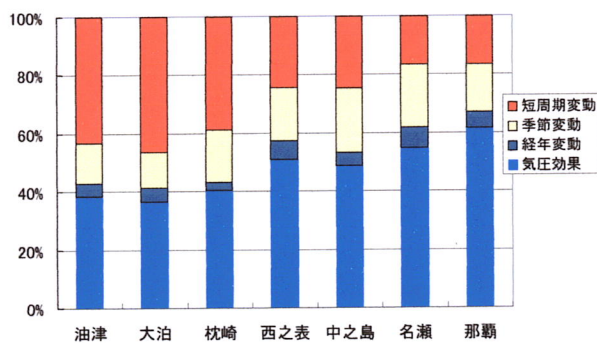


図-7 異常潮位に対する寄与率

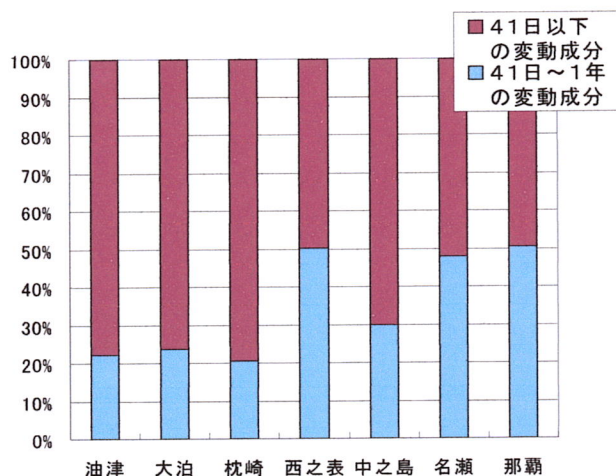


図-8 異常潮位に対する40日以下の成分の寄与率

高潮位に対する気圧効果の寄与率は、油津・大泊・枕崎では平均 38.5%であるのに対し、西之表・中之島・名瀬・那覇では平均 54.1%と南九州より南西諸島や沖縄のほうが高くなることがわかった。この気圧効果のほとんどは台風の接近に原因していた。

1 年未満の周期を持つ短周期変動成分を抽出し、スペクトル解析により 40 日以下の場合と 41 日以上～1 年未満の成分に分け、そのエネルギー比を検討した（図-8）。南九州沿岸においては短周期変動のうち 40 日以下の成分の寄与率が圧倒的に多いのに対し、南西諸島では 40 日以下の成分と 41 日～1 年未満の成分がほぼ同程度の寄与を示している。これは、島嶼域では台風時の気象擾乱によらない長周期の潮位偏差の発生が多いことを示している。

ただし、中之島においては 41 日～1 年未満の成分が 30.0%と少なく、他の南西諸島とはやや異なる寄与率となっている。中之島の潮位変動にはトカラ海峡を流れる黒潮流軸の変化による影響が含まれていることが考えられる。

5. 黒潮流軸変動との関係

Yamashiro-Kawabe¹⁰⁾は、トカラ海峡の黒潮流軸の変動が、日本列島南岸における黒潮大蛇行の発生・消

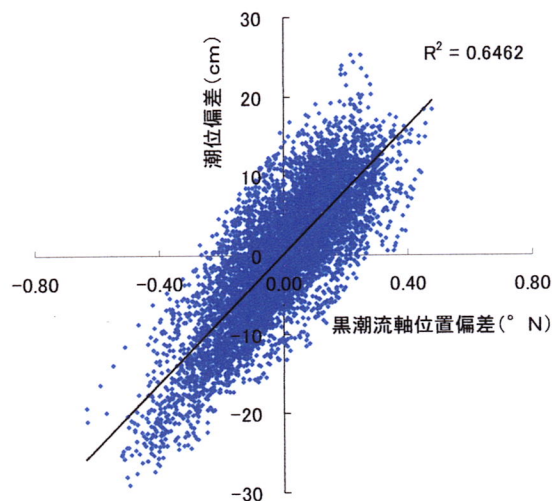


図-9 (a) 中之島の潮位偏差と黒潮流軸位置の関係

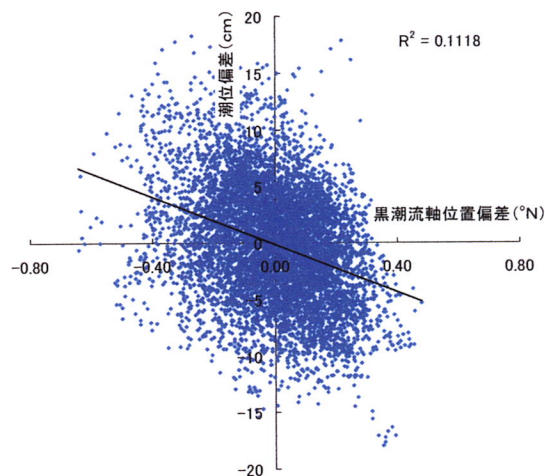


図-9 (b) 名瀬の潮位偏差と黒潮流軸位置の関係

失と密接な関係があることに着目し、その特性を考察した。彼らの手法に則りトカラ海峡の黒潮流軸位置偏差を求め、中之島と名瀬における潮位偏差との関係を解析したものが図-9 (a), (b)である。図-10の黒潮流路図に示すように、黒潮は九州南域ではトカラ海峡を小蛇行しながら東進する。一般に、北半球では海流が岸を左に見て流れる時には負の水位勾配を持つため、流路が北側に変移すると流路の北側の中之島地点では潮位偏差が正となり、南側の名瀬では潮位偏差が負となる。図-9の結果はこの特性を裏付けるものと考えられる。潮位偏差と黒潮流軸の相関係数は中之島においては 0.80 となり、短周期変動は黒潮流軸変動に密接に関係しているが、名瀬およびここでは示していないが西之表では黒潮流路から遠いため、それぞれ 0.33, 0.20 と相関関係が低くなった。

次に、このトカラ海峡における黒潮流軸位置の変

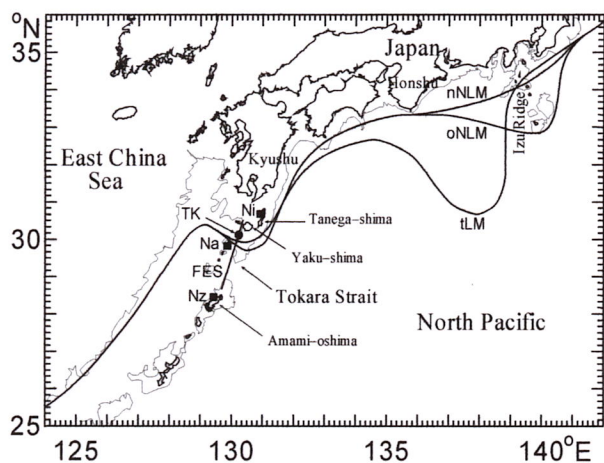


図-10 黒潮の流軸位置

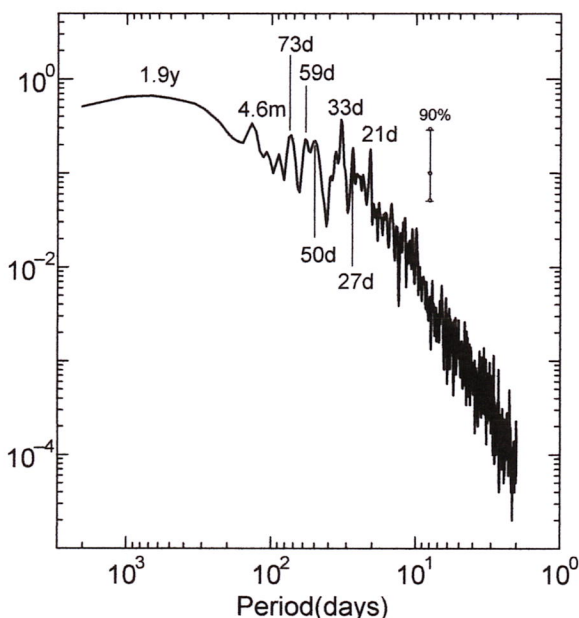


図-11 トカラ海峡における黒潮流軸位置の変動スペクトル¹⁰⁾

動周期について考察する。流軸位置の指標である PKI 値¹⁰⁾のスペクトルを示したものが図-11 である。図より流軸変動は長周期成分もあるものの、21 日、33 日付近に卓越周期を持つことがわかる。こうした短周期の変動成分が図-8 の中之島の異常潮位の 40 日以下の成分に大きく寄与するものと考えられる。

6. まとめ

1970～2003 年の南九州南岸部と南西諸島島嶼部の潮位データを解析し、その気圧効果、経年変動、季

節変動、短周期変動の特性を検討した。このうち、気圧効果の寄与率が最も大きく、島嶼部の方が九州南岸部より大きくなることがわかった。

季節変動については、夏から秋にかけて海水温の上昇により海水の膨張が起こり潮位の上昇が明確に見られることがわかった。経年変化についても近年の上昇傾向がすべての観測点で認められた。

1 年未満の短周期変動成分に対してスペクトル解析し、40 日以下と以上の成分に分離したところ、島嶼部では後者の長周期成分が大きくなり、台風の気象擾乱によらない異常潮位の発生が多く見られることがわかった。黒潮流軸変化と潮位変化の相関を調べたところ、流路に近い中之島では明確な相関が見られ、潮位の短周期変動に黒潮流軸の変動が密接に関係することが認められた。

参考文献

- 1) 例えば、吉田耕三：異常潮位，海洋科学，Vol. 5, No. 4, pp. 7-59, 1971.
- 2) 金子郁雄・岡田良平・今井陽一：沖縄，九州沿岸の潮位長期変動と近年の高潮位について，海と空，第 79 巻，第 1 号，p9 - 19, 2003.
- 3) 久野正博・藤田弘一：熊野灘および伊勢湾における潮位変動と海況変動，海と空，第 79 巻，第 1 号，p31 - 37, 2003.
- 4) 高杉由夫：水位変動を引き起こす要因と異常潮位について，海と空，第 79 巻，第 1 号，p1 - 8, 2003.
- 5) 野崎太・檜垣将和・高野洋雄：中規模渦による南西諸島の異常潮位，海と空，第 79 巻，第 1 号，p39 - 49, 2003.
- 6) 吉田みゆき・高杉由夫：瀬戸内海およびその周辺域における潮汐の経年変化，海と空，第 79 巻，第 1 号，p21 - 29, 2003.
- 7) 末次正次・松本英雄・板橋直樹・三原正裕・梅木康之・磯部雅彦：広島湾の異常潮位について，海岸工学論文集，第 50 巻，pp. 1316-1320, 2003.
- 8) 下野隆司・仲井圭二・永井春生・松本英雄・渡辺和重・磯部雅彦：全国沿岸域における異常潮位の広域的出現特性，海岸工学論文集，第 51 巻，pp. 1221-1225, 2004.
- 9) 児島正一郎・佐藤健二：2004 年の東シナ海南西部における黒潮の変動と与那国島・石垣島の潮位変動の関係，海洋開発論文集，第 21 巻，pp. 629-633, 2005.
- 10) Yamashiro, T. and M. Kawabe: Monitoring of position of the Kuroshio axis in the Tokara strait using sea level data, Journal of Oceanography, Vol. 52, pp. 675-687, 1996.