

## 4 1 . 地球温暖化に伴う海面上昇監視体制の強化

### 気象庁の業務として実施

#### 1 . 目的

IPCC 第 3 次評価報告書によれば、地球の平均で海面水位は、20 世紀に 0.1 ~ 0.2m 上昇しており、2100 年までに最大約 90cm 上昇すると予測されている。

一方、日本沿岸では地殻変動等が顕著なこともあり、海面水位の将来予測に重要なわが国周辺の海面水位の変動要因は良くわかっていない。近年、異常潮位や顕著な高潮が発生して浸水被害等を生じている。気温の上昇などを背景に地球温暖化の影響への関心が高まっており、地球温暖化に伴う水位上昇の評価や今後の見通しが求められている。

#### 2 . 方法

地球温暖化に伴う海面上昇の監視を強化するため、全国 13 か所の検潮所に精密型水位計を整備し、高精度の海面水位観測を実施する。また、地盤変動及び海洋変動の影響を除いた地球温暖化に伴う海面上昇に関する監視情報を提供する。

#### 3 . 成果

##### 3 . 1 精密型水位計の整備

気象庁では、全球の海面水位を監視する国際計画であるGLOSS(全球海面水位観測システム)に登録されている国内13か所の検潮所に、高精度の水位計(精密型水位計)を整備し、従来より高い精度での海面水位観測を実施するとともに、国土地理院と連携してGPS観測装置を設置し、地盤変動の観測を行っている。GPS観測装置で取得した検潮所自体の位置(高度)データにより、地盤変動の影響を評価することが可能となる。今回整備した精密型水位計は、環境の安定した測定管内で海面に向け超音波を発射し、海面で反射して戻って来るまでの時間を計測して距離に換算することで、精度良く水位を求めるものである。

##### 3 . 2 海面水位変動の解析

###### 日本沿岸の検潮儀資料の解析

日本沿岸の海面水位は 20 年程度の周期で変動しており、最近 30 年は 1970 年代に極大を 1980 年代半ばに極小を迎えた後、上昇する傾向にある。近年は

1950 年代と並んで 100 年でも高い水準にある(図 1)。同図は比較的地盤変動の少ない地点を解析しており、ほぼ海洋変動に伴う水位変動を示している。個々の検潮所ごとに幾つかの手法(地球物理モデル、水準測量、GPS 結果の利用)により地盤変動分を除去する試みを行った。そのうち日本沿岸の 100 箇所の検潮所の 1970 年 ~ 2003 年に年平均潮位について地球物理モデルに基づき地盤変動を補正して、トレンドを平均すると  $2.03 \pm 0.54\text{mm/年}$  の大きさで上昇となる。また、クラスター分析を使った海域区分を行うと(南西諸島・薩摩半島から能登半島周辺)(房総半島と能登半島を結んだ線以北)(大隅半島から紀伊半島西部)(紀伊半島東部から房総半島)の 4 海域に分けられることがわかった。(櫻井・小西、2005)

###### 日本近海の表層水温解析

海況変動が把握できるように海域を設定し、表層 700m までの平均水温等を EOF 解析した。その結果、時系列は北日本の太平洋側を除き、水位の変動と良く一致した。特に代表的な検潮所と表層水温の相関を求めると、北日本の検潮所以外は最寄の海域の表層水温と 0.6 以上となり海域ごとの長期水位は近海の海洋変動を反映したものであることがわかった。(杉本・吉田、2005)

###### 海洋気象観測船資料の解析

気象庁では 1970 年頃から定線を定めて海洋観測を継続している。からも予想されるように北日本の太平洋岸を除き気象庁各定線での海面高度変化(D)は近傍の検潮所の海面水位変化と良く一致した(例:図 2、金子ほか、2003)。北日本太平洋岸も沿岸域の観測結果と比較すると、細かい極値の位置を除き一致する。

###### 数値モデルによる海面水位変動要因の解析

気象研究所海洋モデルを使い NCEP 再解析データを入力として 1950 年から 2001 年までの再現計算を行った。領域は北太平洋域で水平解像度は 1 度である。

その結果、図 1 の日本沿岸の海面水位の特徴のうち 1970 年代の極大、1980 年代半ばの極小、その後の上昇など 20 年周期の変動を良く再現した。一方、

1990年代以降の海面水位の上昇がモデルでは過少となっている(図1)。また、海域ごとに観測された水位と比較すると、1990年代の水位上昇が顕著な南西諸島と北日本太平洋側で一致が良くない。

モデル結果を解析した結果、日本沿岸の海面水位変動は主に北緯30度~50度の日付変更線を中心とした海域上の偏西風の変動に基づくものであることがわかった。偏西風の変動は強風軸の位置の変動と強さの変動に分けられそれぞれに対応して、日本周辺の海面水位変動も2つのモードに分けられる。風のみならず海面からの熱フラックスの効果も1980年代後半や1990年代後半に寄与している。一方、観測との不一致の原因はモデルの水平解像度が不足し海域によって移流が適切に表現できていないなどが原因と考えられる。(安田、2005)

#### 衛星資料による水位変動解析

1993年から2002年のTOPEXデータの解析を行った。検潮所データを使って高度計データのドリフト補正を行い、観測点毎及び全球の海面水位上昇率を見積もった。その結果、全球では $3.6 \pm 0.6 \text{ mm/年}$ の上昇となった。上昇率の空間分布をみると大西洋ではほぼ均一に上昇している一方、太平洋では海域差が大きく西太平洋域の熱帯域に極大、太平洋東部では下降など、エルニーニョや海上風の変動に伴う水位変動が見られる。日本近海の図1と同じ5検潮所に近い格子点で上昇率を計算した結果、この期間の検潮所の上昇率( $4.7 \text{ mm/年}$ )に近い、 $4.6 \text{ mm/年}$ (標準偏差  $1.3 \text{ mm/年}$ )の値となった。(倉賀野、2005)

#### 4. 今後の課題

引き続き、精密型水位計による観測を継続し、GPS観測と併せた正確な海面水位の変動を監視する。また、これまでの解析結果から、日本沿岸の海面水位変動は、日本近海の広範囲にわたる海洋内部の水温変化に対応していることが明らかになった。海洋内部の水温変化には、北太平洋中部海域での海上風の長期変化あるいは地球温暖化などが影響していると考えられるが、詳細についてはさらなる調査が必要である。特に、近年、日本近海の海面水位は全球平均と比しても上昇率が大きくこの期間に焦点をあてた海面水位や表層水温の上昇実態と原因を明らかにする必要がある。これには衛星データや海洋観測・表層水温資料の詳細な時空間変動の解析、分解能を上げた数値モデルによる再現計算などが必要と考えられる。

これらの成果については、報道発表や出版物を通じて、適宜発表することとしている。

#### 5. 成果文献

- 金子郁雄ほか、2003：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、9-19.
- 倉賀野連、2005：TOPEX 高度計データと検潮データから得られる全球海面水位変動、測候時報海洋気象特集、投稿中.
- 野崎太ほか、2005：日本沿岸の検潮所で観測された海面水位と定線データに基づく海面力学高度偏差(D)の長期変動の比較解析、同上.
- 櫻井敬三・小西達男、2005：日本沿岸の海面水位の長期変動特性、同上.
- 杉本悟史・吉田久美、2005：日本近海における表層水温の長期変動特性、同上.
- 安田珠幾、2005：日本近海海面高度の数十年規模変動 - 北太平洋の風応力と海面熱フラックスの変動との関係 -、同上.

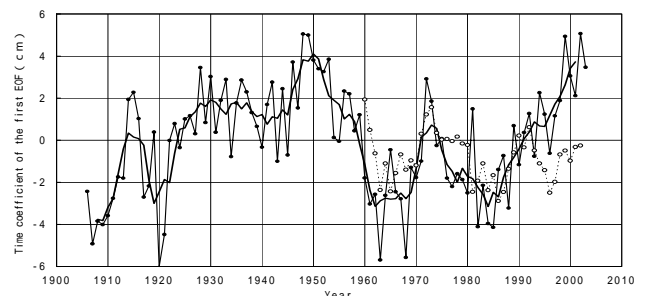


図1：日本沿岸5検潮所(忍路, 輪島, 浜田, 串本, 細島)主成分分析による第一モードの時係数。数値モデル結果(白丸)。

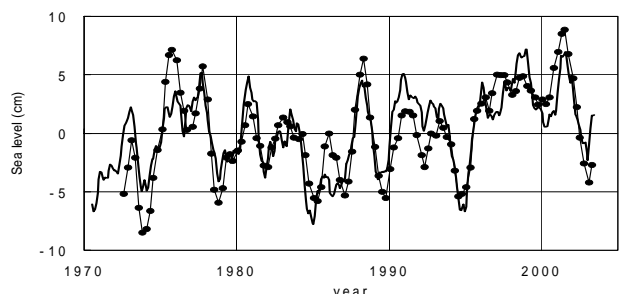


図2：那覇の潮位(実線)と各層観測から計算したPN-1(27.5°N, 128.27°E)のD(黒丸)の時系列。12ヶ月移動平均したもの。