

瀬戸内海における水位の季節変動の数値解析

広島大学 正会員 ○駒井克昭
 広島大学 正会員 日比野忠史
 中国地方整備局 正会員 清水勝義

1 はじめに

瀬戸内海には紀伊水道、豊後水道および関門海峡を通じて外海水が流出入し、21の一級河川が流入しているため、瀬戸内海の各湾・灘は固有の水塊特性を有している。沿岸域において自然力を有効に利用した環境保全・創造を行うには、季節変動の時間スケールおよび瀬戸内海の空間スケールでの環境変動の影響評価が重要となる。本研究では、瀬戸内海全域の季節的な水位変動を再現するための数値計算手法について検討を行う。

2 瀬戸内海における水位と海面気圧・密度の季節変動

図-1には大阪、高松、松山、徳山における水位と海面気圧の関係が示されている。海面気圧の効果のスケールは瀬戸内海の水平スケール以上あり、外海水位の季節変動として現れていると考えられる。海面気圧 1hPa は 1cm の水頭に換算されることから海面気圧と水位の関係が予測されるが、図-1より、最低気圧のピークは6月、最高気圧のピーク11月であり、最高水位のピーク（8～9月）および最低水位のピーク（2月）に比べて2～3ヶ月早い。図-2には密度と海面気圧の関係が示されている。図より、最低密度のピークおよび最高密度のピークと図-1の水位のピークは良く一致していることが分かる。これより、内海の水位と密度の関係が強いことが示唆される。

3 水位の季節変動の数値解析

水位の季節変動を計算するには、計算負荷の少ない2次元モデルが適している。ここでは、鉛直積分された運動方程式および連続式を基礎方程式とし、差分法で離散化された2次元モデルを用いる。

3.1 密度プロファイルのモデル化

前述のように、水位の季節変動を精度良く表すには、密度分布を考慮した数値計算を行う必要がある。図-3には、2000年8

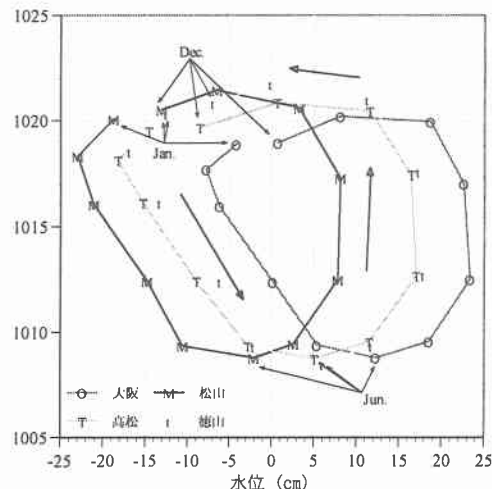


図-1 水位と海面気圧の関係

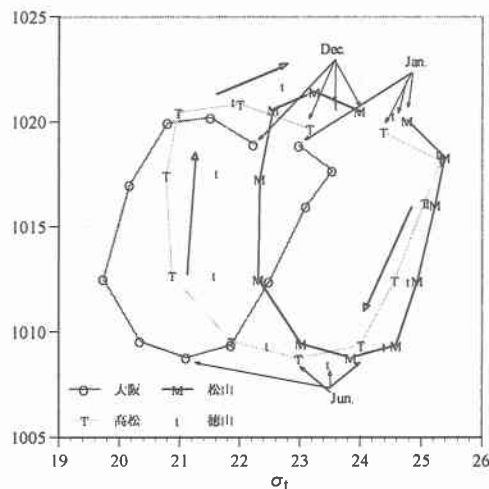


図-2 密度と海面気圧の関係

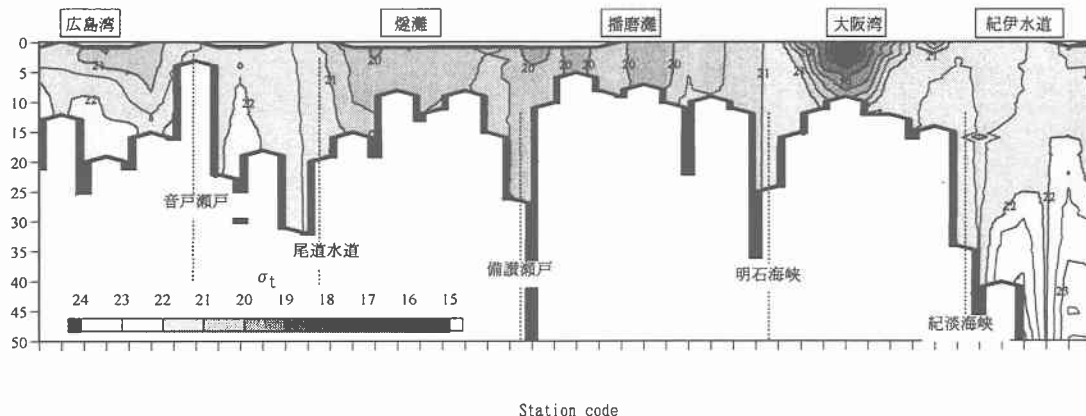


図-3 瀬戸内海北岸沿いの密度プロファイル分布

月期における瀬戸内海北岸沿い(広島湾～紀伊水道)の密度(σ_t)プロファイルが示されている(中国地方整備局, 瀬戸内海総合水質測定調査による)。図より, 大阪湾や広島湾では, 密度プロファイルもモデル化が必要があることがわかる。

本モデルでは, 実測密度分布(1989～1999年の平均値)を与える(実測密度分布に応じた圧力場を外力として与えることに相当する)。まず, 運動方程式を鉛直積分するため, 密度プロファイルを上下2点(海面下2m, 海底上2m)の密度データから直線近似で与えることとした(図-4)。次に, 海底が急勾配である場合には, 積分水深の違いにより, 余分な水平圧力勾配が生じるため, 水平圧力勾配を算出する際には, 隣り合う水深の浅い方のメッシュの海底面を基準面(Steric sea level¹⁾)として定義し, 圧力勾配を計算する(図-4)。

3.2 密度分布が水位の季節変動に及ぼす影響

計算では, 豊後水道および紀伊水道の境界水位を実測の日平均水位(白浜, 小松島, 足摺岬, 油津の1985～1999年の平均値)より与えた。計算格子幅は $\Delta x = \Delta y = 3600\text{m}$ とした。海面気圧分布は瀬戸内海周辺23地点において観測された海面気圧から距離重み付け平均により求めた気圧分布を与えている。ここでは, 瀬戸内海上の海面気圧勾配が最も小さくなる6月の気圧を基準値としている²⁾。

図-5には(a)日平均水位の年較差および(b)年最高日平均水位の位相の計算値と実測値が示されている。図より, 年最高水位の位相にはほとんど違いはないが, 日平均水位の年較差の分布については, 密度を考慮した場合のほうが特徴を良く再現できることが分かる。

図-6には豊後水道・紀伊水道における瀬戸内海への日平均流入量および瀬戸内海全域の貯留量(両水道からの流入量の和)の季節変動が示されている。図より, 平均的には紀伊水道からは流入, 豊後水道からは流入の傾向にあり, 5～6月において流出量がピークになることがわかる。貯留量については, 3～9月において流入, 10～2月には流出する傾向にあることが推定される。

4 おわりに

瀬戸内海全域における水位の季節変動量の推定を行うため, 実測密度分布を考慮した2次元モデルを提案した。このモデルにより, 瀬戸内海全域における水位の季節変動は良く表された。日平均水位の年較差分布は密度分布の季節変化による影響が強く, 瀬戸内海全域の流動は季節的に異なることが示唆される。

参考文献

- 1) Nomitsu, T. and Okamoto, M.: The causes of the annual variation of the mean sea level along the Japanese coast, Memoir of the College of Science Kyoto Imperial University Series A, Vol.10, pp.125-161, 1927
- 2) 日比野忠史, 駒井克昭, 浅井正: 瀬戸内海平均海面の推定, 水工学論文集, 第45巻, pp.1073-1078, 2001

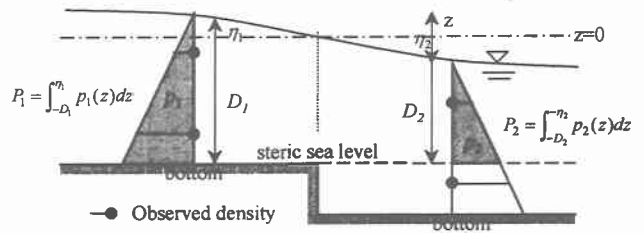
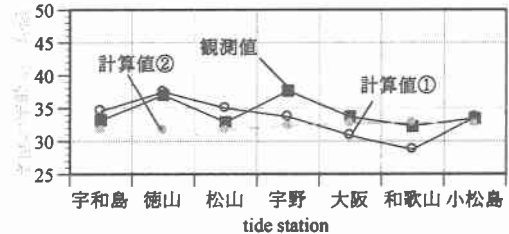
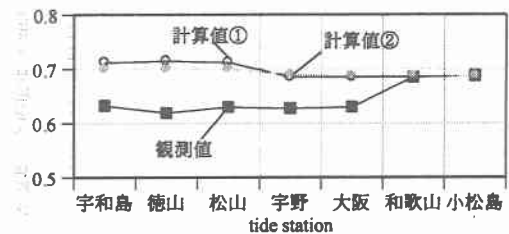


図-4 水深平均圧力の計算方法



(a) 日平均水位の年較差



(b) 年最高日平均水位の位相

図-5 計算値と実測値の比較(計算①: 密度を考慮した場合, 計算②: 密度を考慮しない場合)

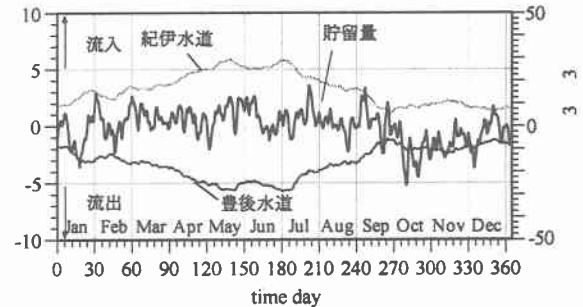


図-6 紀伊水道・豊後水道における日平均流入量と瀬戸内海全域の貯留量の季節変動(計算値)