

## 第 3 章 作画方法

### 3.1 データ及び統計処理

JPN Atlas に表す要素および処理方法について記述する。

図に示す要素は、水温、塩分、流速、海面水位、海水密接度、潮流及び、気象庁で採用している現業監視項目とそれに類するものである。図 A に各海域の海底地形を表している。表 1 の要素、深度、海域の水平分布を図 B-H に示している。

表 1 平均及び標準偏差の要素、深度、海域

要素	水温、塩分、流速、海面水位、海水密接度
深度	海面 (1m), 50m, 100m, 200m, 400m
海域	日本周辺、北海道周辺、東北周辺、関東・東海・北陸周辺、近畿・中国・四国周辺、九州・山口県周辺及び沖縄周辺

2008 年 1 月 1 日から 2017 年 12 月 31 日までの 10 年間の日別値を元に、各月の平均と標準偏差の場を計算した。また、海面水位と海水密接度の深度は海面 (1m) のみである。海水は、日本周辺と北海道周辺のみとし、12 月から 5 月までの月別に、海水密接度が 0.1 より大きい格子に対して表し、図 B-H の海面の要素の上に網掛けをすることにより各月の海水の平均範囲を示している。ここでの塩分は無単位 (unitless) として表記する。

気象庁の代表的な海洋観測定線である、東経 137 度、東経 149 度、北緯 40 度における水温、塩分、鉛直断面流速の 10 年平均とその標準偏差を図 I に示す。水深は海面 (1m) から 1500m までとした。モデル全領域における主要 8 分潮の長径  $a$  と初期位相  $\phi$  を図 J に示す。日本沿岸で特に潮流の大きい 4 つの海域を対象に、 $M_2$  と  $K_1$  分潮の潮流楕円 ( $a, b, \phi$ ) と初期位相 ( $\phi$ ) を図 J に示す。現業監視項目とそれに類する項目の時系列図 (図 K) は、2008 年から 2017 年の 10 年間の月別の黒潮流量、親潮面積、対馬暖流の勢力、日本海通過流量である。これらの計算方法については次に説明する。

表 2 主要 8 分潮の周期

記号	周期 (時間. 分)
$M_2$	12.25
$S_2$	12.00
$N_2$	12.39
$K_2$	11.58
$K_1$	23.56
$O_1$	25.49
$P_1$	24.04
$Q_1$	26.52

### 3.2 海面高度の海況成分の算出方法

JPN モデルには海面気圧による押し下げ・吸い上げと潮汐が導入されているため、モデル出力海面高度  $h$  には、海況要因による水位変動  $h_{anom}$  に加えて天文潮位  $h_{tide}$ 、気圧応答による  $h_{slpa}$  も含まれる。

$$h = h_{tide} + h_{slpa} + h_{anom}$$

JPN Atlas では、海況要因の  $h_{anom}$  を推定するため、 $h_{tide}$  及び  $h_{slpa}$  を評価した。 $h_{tide}$  は、モデル出力の 30 分毎の海面高度瞬間値を用いて調和解析し、主要 8 分潮 (表 2) の調和定数から 30 分毎の潮汐変動を復元し、その日平均値として求めた。また、海面気圧偏差による水位応答 (inverted barometer response) である  $h_{slpa}$  は、ローカルな気圧応答  $h_{slp} (= -P(x, y, t); P$  は海面気圧、 $x, y, t$  はそれぞれ東西及び南北方向の格子点、時間ステップ) と全球平均  $h_{slpglb} (= -\bar{P}(t); \bar{P}$  は全球平均海面気圧) の差で与える。結局、ある格子点の海況要因の水位変動  $h_{anom}$  は以下の様に推定される。

$$h_{anom}(x, y, t) = h(x, y, t) - h_{tide}(x, y, t) - (\bar{P}(t) - P(x, y, t))$$

また、JPN システムでは、海水の膨張・収縮に伴う体積変化の水位変動 ( $h_{steric}$ ) をモデル内で計算して出力しているが、他の要因に比べれば小さいオーダーであり、今回の 10 年間の期間における影響は無視できると扱った。尚、海面高度の値は、モデルのある基準面からの相対値であることを注記しておく。

### 3.3 潮流の調和定数の算出方法

モデル中の潮流成分は以下のように計算した。

1. 海面流速  $u, v$  の瞬間値を 30 分ごとにモデル全領域で出力する。
2. 各グリッド点で、 $u, v$  それぞれを主要 8 分潮で年ごとに調和解析する。用いた 8 分潮の周期を表 2 に示す。
3. 各年で求めた調和定数を実験期間の 10 年間で平均する。振幅と初期位相を複素数表現にしたのちに平均を計算することに注意する。
4. Byun and Hart (2017) Section 2 に従い、 $u, v$  それぞれの振幅と初期位相を潮流楕円の表現に変形する。具体的には、楕円長径  $a$ 、短径  $b$ 、楕円の傾き ( $x$  方向から反時計回りで表記)、初期位相 に変形する。

### 3.4 現業監視項目の算出方法

黒潮流量は、海面から水深 1212m までの東経 137 度を横切る東向き流量と西向き流量の差から正味の流量を求めた。北緯 34 度より南の海面高度の最小と最大を、黒潮による東向きの流れのそれぞれ北端と南端として、東向きの積算流量を計算した。西向きの積算流量は、東向きの南端より南の位置で海面高度が極小となる地点との範囲を再循環域として求めた。

親潮面積は、三陸から道東にかけての 100m 水深における水温  $5^{\circ}\text{C}$  以下の領域 (東経 141 度-東経 145 度、北緯 45 度以南) から求め、月平均時系列を示す。

対馬暖流の勢力は、日本海における 100m 水深における水温  $10^{\circ}\text{C}$  以上の領域の面積を月別に求めた。日本

海の海域は、対馬海峡を北緯 34.5 度、津軽海峡を東経 140 度、宗谷海峡を東経 142 度、間宮海峡を北緯 51.95 度とした。

日本海通過流量は、対馬海峡、津軽海峡、宗谷海峡の各海峡を通過する流量を月別に求め、各月の 10 年間の平均と標準偏差を示す。本システムにより海峡部の細かい地形表現がより適切に解像されることにより、観測の流量収支に近くなった (e.g. Hirose et al., 2019)。したがって、現在は現業監視していないが、監視指標として日本海通過流量を活用するために、本報告にて示すことにした。

尚、黒潮流量、親潮面積は、従来の気象庁が公開している値と概ね同じであることを確認している (図略)。