

研究内容（別紙）

1. 研究課題名

日本南岸の沿岸域における亜表層水温の季節変動に関する研究

2. 共同研究者名

森本昭彦（愛媛大学沿岸環境科学研究センター・環境動態解析分野）

3. 研究目的

本研究は、数値シミュレーション結果、沿岸潮位および絶対海面力学高度データの解析を通して、日本南岸の沿岸域における亜表層水温の季節変動について調べることを目的とする。

4. 研究内容

本研究では、日本南岸の沿岸域を研究海域（図 1b）とし、高解像度海洋循環モデル（以下、日本周辺高解像度モデルと呼ぶ）を用いた海況シミュレーションを行った。日本周辺高解像度モデルの基盤には、Regional Ocean Modeling System を採用し、計算領域は $31.19-47.01^{\circ}\text{N}$, $126.69-149.91^{\circ}\text{E}$ （図 1a）、空間解像度は水平 $1/50^{\circ} \times 1/50^{\circ}$ （ $\sim 2 \text{ km} \times 2 \text{ km}$ ）、鉛直 21 層とした。紙面の都合上、日本周辺奥解像度モデルの詳細については割愛するが、適当な初期値、海面気象外力および側面境界条件のもとで 2008 年 1 月 1 日から 2014 年 12 月 31 日までの 7 年間の海況シミュレーション（ハインドキャスト）を実施した。解析には、2008 年 1 月 1 日から 2014 年 12 月 31 日までの期間における海況シミュレーション結果を 1~12 月まで月毎に平均して使用した（以下、月平均気候値と呼ぶ）。

本研究では、日本周辺高解像度モデルによる海況シミュレーションに加え、日本海洋データセンター（Japan Oceanographic Data Center）の沿岸潮位データと AVISO の絶対海面力学高度データも使用した。これらについても解析期間は 2008 年 1 月 1 日から 2014 年 12 月 31 日までの 7 年間とし、解析にはこの 7 年間の月平均気候値を使用した。

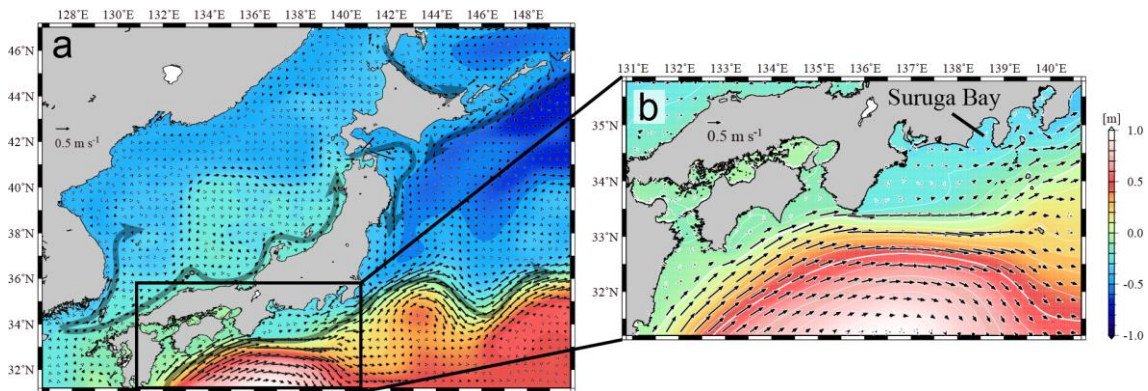


図 1 (a)日本周辺高解像度モデルの計算領域と(b)日本南岸の沿岸域における 2008 年 1 月 1 日から 2014 年 12 月 31 日までの水位と流れの長期平均場。図 1a の太い黒矢印は海況シミュレーションによって表現された日本周辺海域の主な海流（黒潮，黒潮続流，東韓暖流，対馬暖流，津軽暖流，宗谷暖流，親潮）を模式的に示している。

5. 研究成果

(1) 日本周辺高解像度モデルで表現される日本南岸の沿岸域における 亜表層水温と水位の季節変動

海況シミュレーション結果の解析から，日本南岸の沿岸域における水深 200 m（以下，亜表層と呼ぶ）の水温の季節変動は，海面加熱期である 4 月から 7 月にかけて生じる下降によって特徴づけられ，この亜表層水温の下降は日本南岸の黒潮内側域（陸棚斜面域）で特に顕著であった（図 2）。さらに，4 月から 7 月にかけての水位の変動に注目すると，日本南岸海域全域で上昇する傾向にあるが，その上昇量は黒潮内側域で小さかった。この水位の上昇が小さい領域は，亜表層において水温の下降が大きかった領域と一致していた（図 2c と d）。以上のことから，海況シミュレーション結果の解析を通して，日本南岸の沿岸域における亜表層水温の季節変動は水深 200 m の水温下降によって特徴づけられること，このような亜表層の水温構造の変動が水位の変動に反映され得ることが示された。

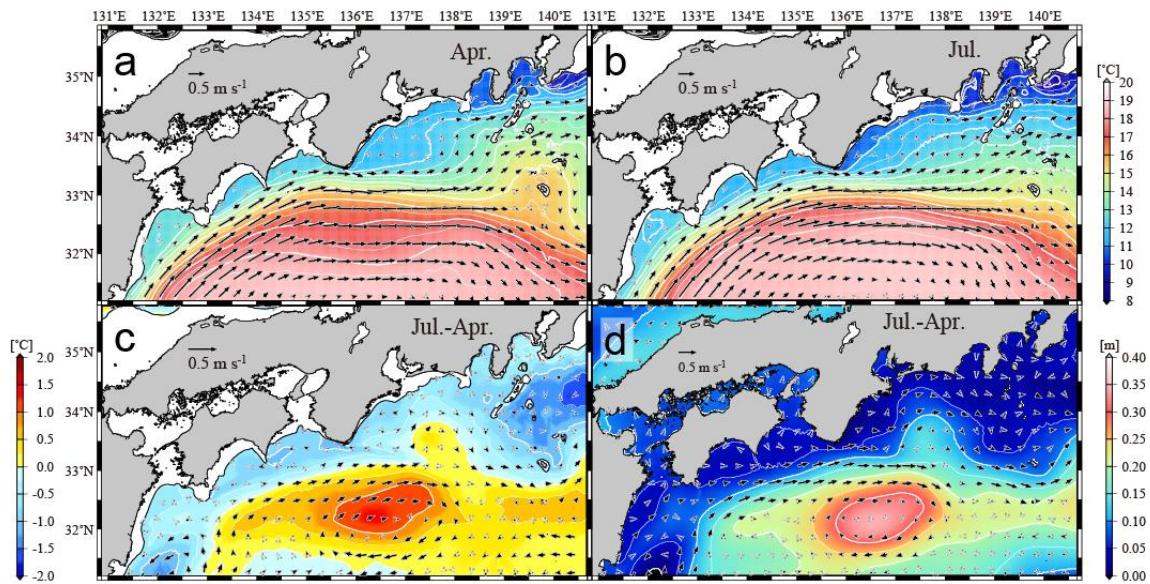


図2 (a)海況シミュレーションから得られた水深200mにおける水温と流れの4月の月平均気候値、(b)7月の月平均気候値、(c)7月から4月を差し引いた月平均気候値の差分、(d)7月から4月の水位と表層流の月平均気候値を差し引いた差分。

(2) 駿河湾における沿岸潮位の季節変動

海況シミュレーション結果の解析から、日本南岸の沿岸域では、海面加熱期に亜表層水温が下降し、それが水位の変動にも反映され得ることが示された。実際にこのような現象が生じているのかを確認するため、日本南岸に位置する駿河湾における沿岸潮位の季節変動について調べた。

湾内の沿岸潮位の季節変動は25cm程度の変動幅を持ち、清水港と焼津を除く地点では、2月と9月にそれぞれ最小と最大を示した。さらに、すべての地点の沿岸潮位は、2月から6月にかけて急激に上昇し、この上昇は6月から8月にかけて一旦停滞したあと、9月にかけて再び上昇し極大を示した(図3)。以上のことから、海面加熱期である6月から8月までの期間には、湾内の潮位の上昇が停滞することが明らかになった。また、この結果は、海況シミュレーションで表現されていた黒潮内側域での4月から7月にかけての水位上昇の停滞と一致している。

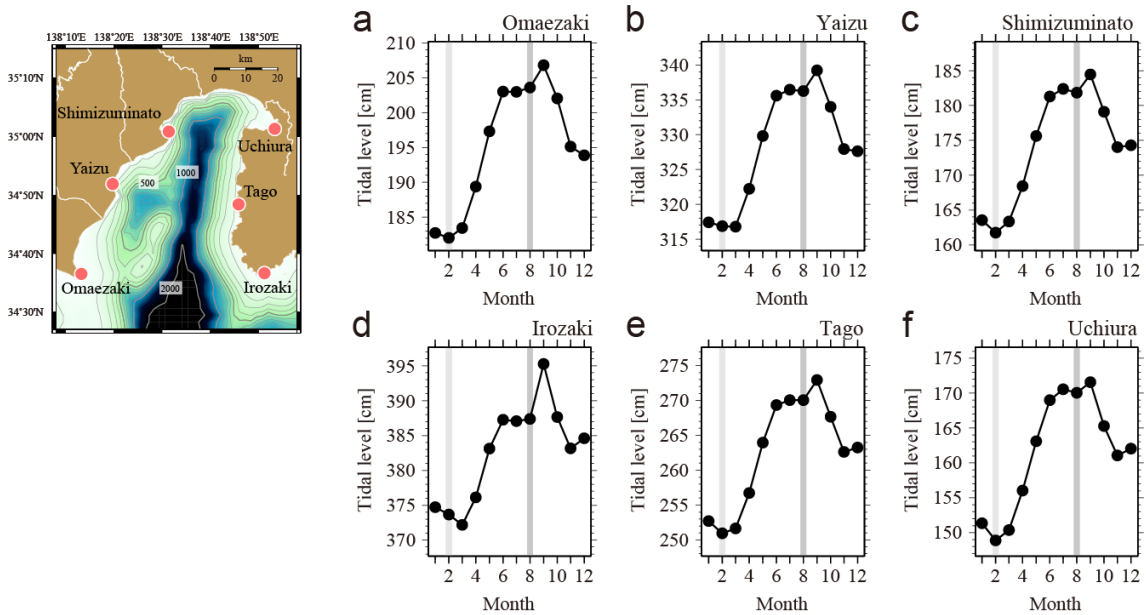


図3 駿河湾における沿岸潮位の月平均気候値. (a)御前崎, (b)焼津, (c)清水港, (d)石廊崎, (e)田子, (f)内浦. 図中の薄い灰色と濃い灰色の月はそれぞれ2月と8月を示す.

(3) 駿河湾周辺海域における絶対海面力学高度の季節変動

駿河湾の沿岸潮位と同様に、駿河湾周辺海域における絶対海面力学高度の季節変動についても調べた。ここでは、絶対海面力学高度の月平均気候値をフーリエ級数に展開し、季節変動の主要成分を求めた。その結果として、半年周期変動と3ヶ月周期変動は、それぞれ季節変動を構成する主要成分の一つであり、駿河湾で確認された海面加熱期の潮位上昇の停滞と関係があることが示唆された。半年周期変動においては、6月に紀伊半島東部で発生した負の絶対海面力学高度偏差（以下、単に偏差と呼ぶ）が時間経過とともに発達しながら東へ伝播し、9月には駿河湾沖に到達した（図4a-d）。一方、3ヶ月周期変動については、紀伊半島以西に起源を持つ正負の偏差が交互に黒潮流軸上を東へ伝播し、8月には負の偏差が駿河湾沖に位置していた（図4e-h）。以上のことから、駿河湾周辺海域では、絶対海面力学高度の季節変動を構成する主要成分として半年周期変動と3ヶ月周期変動があり、いずれも東へ伝播する特徴があること、これらによって夏季の駿河湾沖には負の偏差が出現することが明らかになった。

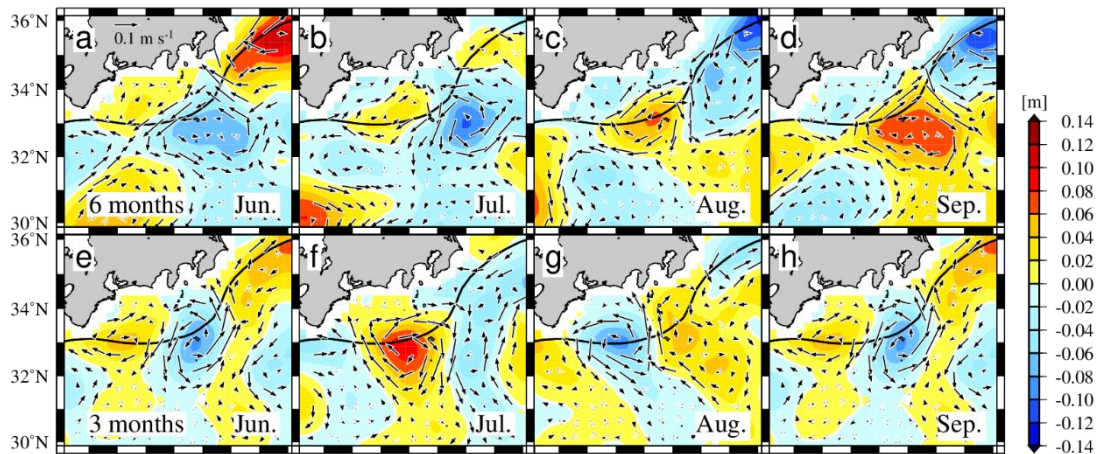


図 4 駿河湾周辺海域における絶対海面力学高度の (a-d) 半年周期成分と (e-h) 3 ヶ月周期成分の水平分布. (a-d) 半年周期変動の 6 月から 9 月にかけての推移, (e-h) 3 ヶ月周期変動の 6 月から 9 月にかけての推移. 図中の矢印は主要成分の地衡流, 黒線は解析期間の平均的な黒潮流軸の位置を示す.

成果発表

1. 高橋大介・藤井朋哉・森本昭彦・植原量行 (2020): 駿河湾における潮位の季節変動. 2020 年度日本海洋学会秋季大会, 11 月, オンライン.

今後の問題点

本研究では, 日本周辺高解像度モデルを用いた海況シミュレーションから, 日本南岸の沿岸域では海面加熱期に垂表層で水温が低下し, この垂表層水温の変動が水位の変動にも反映され得ることを示した. さらに, 沿岸潮位および絶対海面力学高度データの解析から, 駿河湾では海面加熱期に沿岸潮位の上昇が停滞すること, この現象は駿河湾の周辺海域の絶対海面力学高度の季節変動と関連している可能性があることを示した. しかし, 本研究では, 海況シミュレーションとデータ解析から得られた結果の整合性を検証するまでに至らなかった. そのため, 今後は, 沿岸潮位および絶対海面力学高度データの解析範囲を九州周辺まで拡張するとともに, その結果に基づいて海況シミュレーションとデータ解析の結果の整合性を検証する必要がある.