

陸域境界を取り入れた湾内流動・温熱計算

名古屋工業大学大学院 林 章郎
 名古屋工業大学工学部 堀 孝博
 名古屋工業大学大学院 フェロワー 喜岡 渉
 名古屋工業大学大学院 正会員 北野 利一

1 はじめに 沿岸域の海水の流動・温熱は、沿岸の地形、河川からの淡水流入、潮汐の物理過程の影響を受ける。陸域と海域の相互作用は、特に接合域である干潟域や砂浜では重要な役割を果たしていると考えられるが、これらの相互作用を定量的に評価するまでに至っていない。そこで本研究では、内湾の流動・温熱に影響を与える陸との境界部の物理環境を考慮した計算モデルを開発し、湾の容量が小さく、陸域とのやりとりの影響を強く受け、短期間に海水の流動特性や水質が著しく変化する夏季の三河湾を対象に、湾内物理環境の再現を試みた。

2 計算モデル 本研究では高解像度の鉛直成分の混合効果及び大気境界条件と海流境界条件を取り揃えた海洋流動モデルである POM(Princeton Ocean Model)を用い、三河湾を含む伊勢湾を幅約 85km, 奥行き約 70km で区切り、本研究におけるシミュレーションの計算領域とした。ただし、領域を分割し、ネスティングによって三河湾の干潟や砂浜といった陸域境界は小領域で分割し、干潟においては干出・冠水計算（たとえば、内山ら, 2004）を行った。計算モデルの水平解像度は 650m とし、メッシュで横 129×縦 109 の格子に分割し、鉛直方向については σ 座標系で 12 層として設定した。流入河川での河口付近では、さらに細かいメッシュ 2 分割を用い、密度フルード則を厳密にあわせた。また本研究では、夏季における 20 日間（40 潮汐）を計算期間とし、潮汐、河川からの淡水流入、風、大気との熱収支、コリオリ力を考慮し計算条件に盛り込んだ。なお風のデータについてはメソ気象モデル MM5 の出力結果を入力する。

3 境界条件 内湾性の非常に浅い水域での夏季の水温構造はほぼ鉛直一次元的な熱収支バランスによって決定されることが灘岡ら(1996)によって示されている。そこで本研究では、陸域境界において海水と海底土壌との熱収支を再現するために海底面から 1m の土壌を 10 層に分割し、松永ら(1998)が提案する熱収支に関する境界条件を一部修正して、鉛直一次元モデルとして POM に組み込んだ。以下に海表面および地表面での境界条件を示す。

まず海表面での境界条件は式(1)とした。

$$-K_w \left. \frac{\partial T_w}{\partial z} \right|_{z=0} = Q_w \quad (1)$$

ここに、 z : 鉛直座標（下向きを正）、 T_w : 水温、 K_w : 乱流拡散係数、 Q_w : 海水表面下に入射する日射量を表す。なお海水表面下に入射する日射量 Q_w については通常の海域と陸域境界においてそれぞれ式(2), (3) で与えた。

$$Q_w = Rn - H - iE \quad (2) \quad Q_w = Rn - H - iE - S_g \quad (3)$$

ここに、 Rn : 正味入力放射量、 H : 顕熱輸送量、 iE : 潜熱輸送量、 S_g : 地表面に直接入射する日射量である。また地表面に直接入射する日射量 S_g については水深による差を考慮するため式(4)のように表される。

$$S_g = (1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2)S_d(1 - \beta)\exp(-\gamma h_w) \quad (4)$$

ここに、 α_1 : 海水面でのアルベド、 α_2 : 地表面でのアルベド、 β : 海表面での日射吸収率、 γ : 光の水中消散係数、 h_w : 水深、 S_d : 全天日射量を表す。

次に陸域境界における地表面での境界条件は式(5), (6)とした。

$$-\lambda_g \frac{\partial T_g}{\partial z} = -K_w \frac{\partial T_w}{\partial z} + S_g \quad (5) \quad T_g = T_w \quad (6)$$

ここに、 T_g : 土壌の温度、 λ_g : 土壌の熱伝導率を表す。

4 計算結果および考察 図-1および図-2にそれぞれ陸域境界を結合したモデル、結合しないモデルでの下げ潮時の表層水温と底層水温、を示す。まず表層においては、知多半島東部、一色干潟および湾奥部の浅場、汐川干潟付近の海岸線で結合モデルのほうが低い水温を与えるが、三河湾の中央部分、渥美半島側および湾口での水温分布の傾向に与える影響は局所的なものに留まり、通常モデルとの差はあまり見られない。一方で、下層においては三河湾東部湾奥での水温分布がかなり変化していることがわかる。これは渥美半島の海岸線における陸域境界の影響により海岸線付近の水温が低下し、湾奥で温められた海水の影響が及ばなかったものと考えられる。湾内の流動に関しては水温分布と同じく陸域境界の影響が湾中央部に及ぶものではなかったが、干出・冠水を繰り返す干潟域においては潮汐楕円を著しく変化させ、湾奥付近については流動の変化が見られる。また、河川境界の改良は河川プリュームに変化を与え、恒流分布に対して若干の影響を与えた。これらの流動特性については、講演時に発表する。

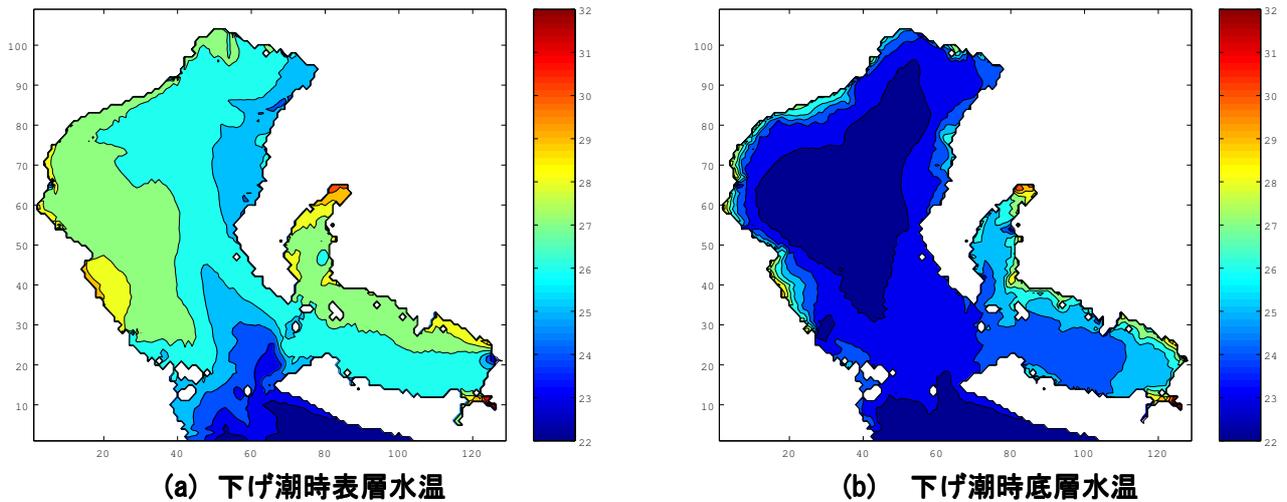


図-1 陸域境界結合モデルによる計算結果

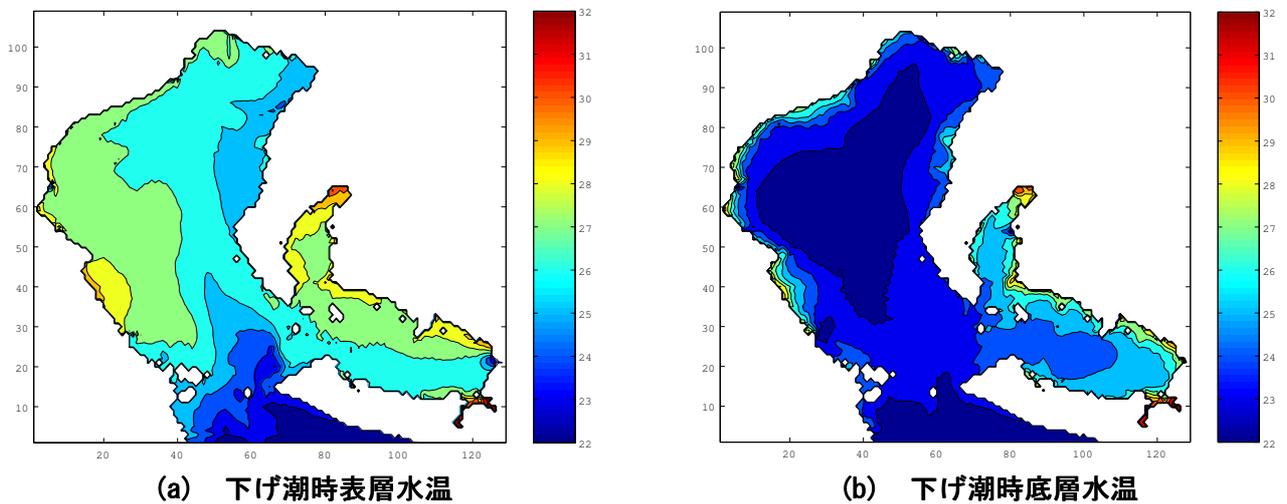


図-2 通常モデルによる計算結果

参考文献

内山雄介 (2004) : 海底面の力学過程を考慮した冠水・干出スキームの開発と三次元 σ 座標海洋流動モデルへの適用, 海岸工学論文集, 第 51 巻, pp.351-355.
 灘岡和夫・内山雄介・瀬崎智之 (1996) : 夏季の内湾性砂浜海岸周辺の水溫・DO・クロロフィル a の変動特性について, 海岸工学論文集, 第 43 巻, pp.1101-1105.
 松永信博・児玉真史・福田和代・杉原裕司 (1998) : 干潟における熱収支の観測, 海岸工学論文集, 第 45 巻, pp.1056-1060.