

長崎湾における窒素変動の水質シミュレーション

長崎大学工学部 学生会員 丸尾 教博 長崎大学工学部 正会員 西田 渉
 長崎大学大学院 学生会員 富永 昌伸 長崎大学工学部 フェロー 野口 正人
 長崎大学工学部 正会員 鈴木 誠二

1. 序論

長崎市に位置する長崎湾では、とくにその湾奥部周辺において「長崎水辺の森公園」をはじめとした港湾部の親水空間の整備事業が進められている。その一方で、港内の水質はT-Nが環境基準値をしばしば超えることが報告されてきた¹⁾。本研究では、三次元水質予測モデルを構築し長崎湾や都市河川など対象水域の物質変動を予測・計算し、長崎湾水質問題の原因を把握することを目的とする。

2. 本研究で使用する水質モデルの概要

水質モデルの概念図を図1に示す。本モデルは海域中の窒素変動量モデルである。本研究ではこれまでに著者らが開発してきたモデルに植物プランクトンの死滅、沈降の収支式を追加したものを使用した。

植物プランクトンの生成項を以下に示す。

$$PP(source) = m \cdot PP \cdot h - k_{mot} \cdot PP \cdot h - w_{pp} \cdot PP \quad (1)$$

ここに、 PP ：植物プランクトンの濃度， m ：増殖速度， h ：層厚， k_{mot} ：枯死速度， w_{pp} ：植物プランクトンの沈降速度，である。増殖速度は日射量，栄養塩，水温による制限を受けるものとした。

計算手法として陽形式の有限差分法を適用している。空間差分間隔は、水平方向に $dx=dy=100m$ とし、鉛直方向については、T.P-2.0m 以浅を表層とし、それ以深を一様の厚層 ($dz=15.0m$) に5分割している。時間差分間隔は $dt=1.0sec$ である。水底での摩擦応力は、Manningの粗度係数によって評価し、 $n=0.018sec/m^{1/3}$ を与え、開境界は湾口から2km程度に設定しM2潮に相当する振幅0.8m,周期12時間24分の正弦波が与えられた。また、流入河川は浦上川、中島川、大浦川、鹿尾川の4河川流入を考慮した。水温変化が小さい冬季を計算対象時期とし、初期値は水温を海域一様に15.9℃、T-Nを0.34mg-N/L、植物プランクトンを100μg-pp/L、溶存酸素量は9.6mg-O/Lとした。

3. 計算結果からの考察

計算開始7日後の潮流の上げ潮時最大の流速分布の結果は図-2に示すとおりである。臨海工業沖では、表層で湾口からの流入水と鹿尾川からの流出水が合流しているため南部に流れが向かっていく傾向にあることが分かる。一方、突堤口では、浦上川・中島川・大浦川の3河川からの流出水があるため、打ち消しあっている。

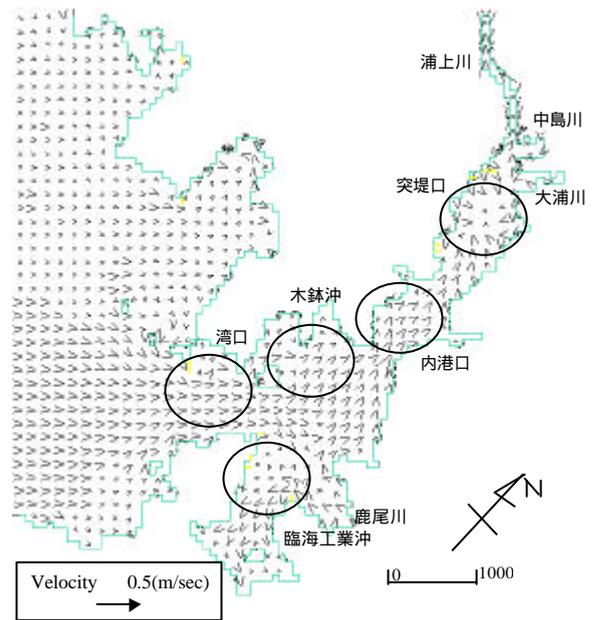
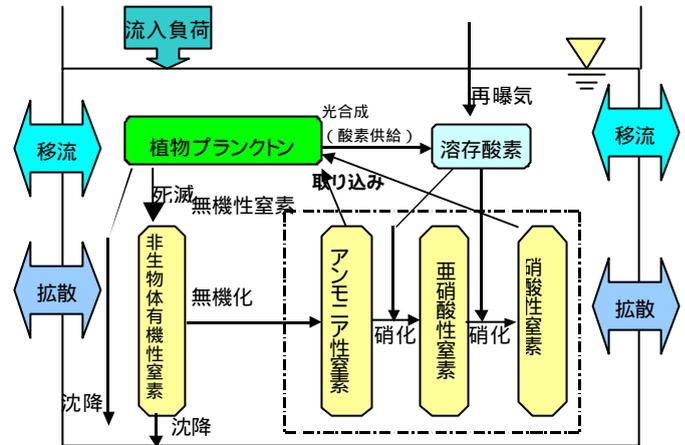


図-2 上げ潮時最大の流速分布(表層)

ることが分かる。これらのことは、この地区は河川からの影響を大きく受けていることを示している。また、突堤口は水深が浅いために海底との摩擦の影響も考えられ、湾口と比較して流速は小さくなっていることもあわせて確認できた。これらのことから、複雑な地形から受けた影響と河川からの影響を受けた流れを確認することができた。また、2層目以下についても、長崎湾は湾奥に向かって比較的なだらかな地形であるため、表層と同様な結果となっている。湾口、内湾口では地形の形状が狭くなっているため、比較的速い流れになっている。

つぎに、T-N について湾内の5つの地点における計算値と報告値との比較を表-1に示す。これより報告値と比較して計算値が上回っていることがわかる。特に臨海工業地・突堤口の2地点の値が他の地点よりも値が高いことから、河川から流出される T-N の影響を受けていることが分かった。

表-2、表-3に木鉢沖と突堤口における表層と底層の窒素含有量を示す。これにより長崎湾の水平方向・鉛直方向について一様に窒素が分布されていることを示している。また、T-N は有機性窒素と硝酸性窒素がその多くを占めていることも確認できた。有機性窒素に関しては沈降量が少なく、植物プランクトンの死滅量が多いため表のような値を示している。また、木鉢沖と突堤口で硝酸性窒素の値を比較すると、表層が 0.179mg-N/L、底層が 0.138mg-N/L 高い。これは突堤口付近の3河川からの負荷流入が影響していることを示している。

図-3では、総窒素内で含有量が最も高い有機窒素の分布について考察した。突堤口は浦上川、中島川、大浦川の影響により有機性窒素は高い値を示していることがわかる。また、上げ潮最大時にも外海の影響を大きく受けていないことから、窒素が滞留しやすい地区であることもわかった。臨海工業沖は、広範囲に渡って鹿尾川からの影響を受けていることが分かる。湾口、木鉢沖、内湾口は外水交換が頻繁に行われているため、値が酷似している。これらの結果から、長崎湾では河川からの影響により、窒素の値が大きくなっていることがわかる。

4. 結論

本研究では、長崎湾における水質変化機構の解明のため、T-N に着目したモデルを開発し現地への適用を試みた。計算結果により、水質悪化を招く原因として河川からの流入負荷による影響が大きいことが分かった。また、突堤口など地形の形状と外海からの流れの関係も要因挙として挙げられた。今回新たに追加した植物プランクトンの死滅、沈降を含めたモデルにより水質モデルの評価をすることができた。今後は水質モデルの精度を向上させるために、より多くの文献から適切な値の選定をし、動物プランクトン・堆積物の溶出など新たなモデルを作成し、長崎湾での水質変化機構の解明をさらに進めていきたいと考えている。

【参考文献】

1) 長崎県民生活環境部：平成 11-15 年度公共水域及び地下水の水質測定結果，2000-4

表-1 表層における T-N 値の比較 (mg-N/L)

場所	湾口	木鉢沖	臨海工業沖	内湾口	突堤口
計算値	1.11	0.96	1.28	1.10	1.48
報告値	0.23	0.27	0.28	0.32	0.58

表-2 木鉢沖の窒素分布(表層・低層)(mg-N/L)

	ON	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PP
表層	0.438	0.219	0.086	0.374	0.017
底層	0.476	0.221	0.087	0.374	0.017

表-3 突堤口の窒素分布(表層・低層)(mg-N/L)

	ON	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PP
表層	0.617	0.261	0.096	0.485	0.028
底層	0.614	0.259	0.095	0.478	0.027

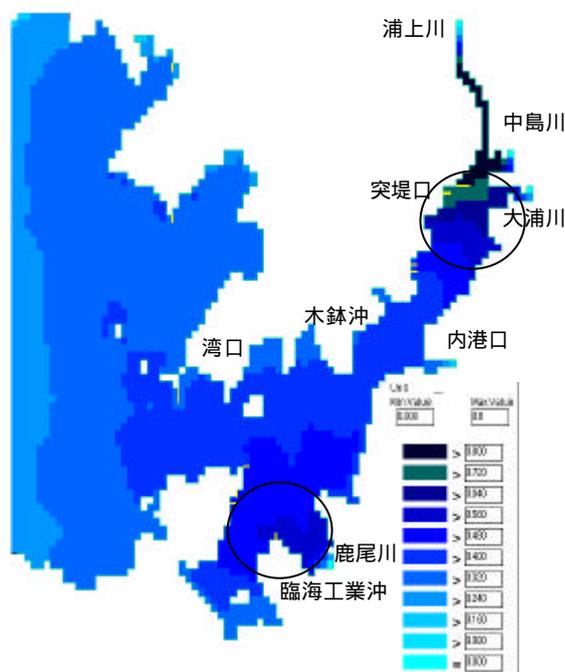


図-3 有機性窒素の分布図(表層)