

長崎湾における窒素の変化予測に関する研究

長崎大学工学部 学生会員 ○安本 敦史

長崎大学大学院 学生会員 岡本 恵一

長崎大学工学部 正会員 西田 渉

長崎大学工学部 フェロー 野口 正人

長崎大学大学院 学生会員 富永 昌伸

1. はじめに

長崎市の中心部に位置する長崎湾の湾奥部では、TN 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⁾。こうした問題を改善するためには、コンピュータシミュレーション等によって対象水域内における物質変動を把握することが重要であり、早急な水質変化機構の解明が必要であるといえる。

本研究では窒素に着目した三次元数値シミュレーションモデルを作成し、水質変化予測計算を行い、長崎湾における問題の原因について把握することとした。

2. 水質モデルの概要

潮流の評価については三次元レベルモデルを用いることとし、このモデルに次の水質モデルを追加した。水質モデルの概要を示すと、図1のとおりである。今回のモデルでは、窒素に着目し、硝化反応と植物プランクトンによる取り込みを考えており、有機態窒素、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素の変化を考慮した。併せて植物プランクトンによる窒素の取り込みと DO の生成を考慮した。なお、再曝気による DO の供給は表層のみとした。植物プランクトンの光合成における制限因子としては、日射制限($g(I)$)、栄養塩制限($g(N)$)、水温制限($g(T)$)を考慮することとし、 $g(I)$ 、 $g(N)$ はモノー型、 $g(T)$ はシータモデルで評価することにした。今回は、冬季の水質変化を考えた。

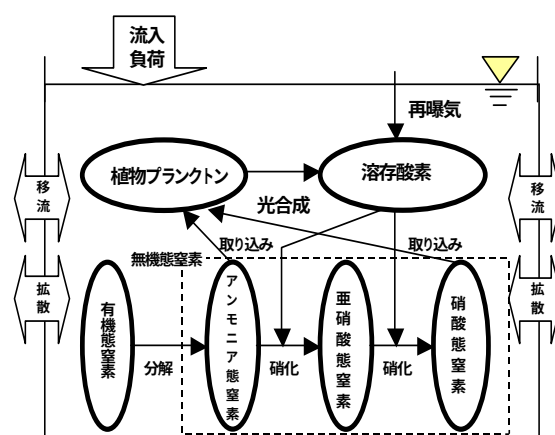


図1. 水質モデルの概要

本研究の対象領域を示すと図2のとおりである。計算手法として陽形式の有限差分法を適用した。計算領域の差分間隔は水平方向に $dx=dy=100\text{m}$ とし、鉛直方向については T.P.-2.0m 以浅を表層とし、それ以深を一律の層厚 $dz=15\text{m}$ に分割している。また、計算時間間隔は $dt=1.0\text{sec}$ とした。開境界は湾口から 2 km 程沖に設定し、この境界において潮位変化として M2 潮に相当する振幅 0.8m を与えた。流入河川については浦上川、中島川、大浦川、鹿尾川の四つの河川とし、それぞれの河口が位置する格子で DO、水温、有機態窒素濃度、無機態窒素濃度等を文献値¹⁾を参考に与えた。

3. 計算結果と考察

まず、長崎湾内の潮流の予測結果を示すと図2のとおりである。上げ潮最大時での湾内の流速ベクトルは、湾口付近と内港口付近で大きくなっている。これらの場所では、地形的な要因によって、流入幅が他の場所と比較して狭くなっていることが大きな原因の一つと考えられる。また、突堤口については、水深が他の場所と比べて浅く、水底摩擦の影響を受け、併せて浦上川、中島川からの流入水によって、流速が小さくなっていると考えられる。次に木鉢沖付近については、沿岸から沖へと向かう流れが存在し、湾口からの流れと合流して湾奥部へと向かっている。臨海工業沖では、河川からの水が湾口からの流れの影響で、沿岸に沿って押し流されるように、南部へと向かっている。これらのことから、複雑な地形的な影響を受けた流れを確認できた。

図3では TN の濃度について、湾内の五つの地点における計算値と報告値の比較を示している。これによると、TN 濃度の計算値と報告値に差が出ているものの、概ね傾向を捉えられたと考えられる。これは、今回の

研究における窒素の形態において、ON を溶存性有機態窒素として考えていることから、この差が生じたと考えられる。次に、図4には計算を開始してから13日経過後のTN濃度の空間分布を示している。図4に示すようにTN濃度は、湾口より外側では低くなっている。一方、湾内にある突堤口付近については、先に述べた河川からの流入の影響と、地形的な状況から、海水の交換がなされにくいことで、河川から流入したTNが滞留しやすく、濃度が高くなっているものと考えられる。次に、臨海工業沖では湾口に近いにも関わらず、沿岸部では流れが発達しにくいことが図2より確認されており、TNが流出しにくいことが高濃度となる一因であると考えられる。一方、木鉢沖付近においてTN濃度が低くなっていることについては、突堤口や内港口とは異なり、流入河川の河口から遠く、湾外から流入する低濃度の海水の影響が大きいことが考えられる。以上の結果から、湾口付近では、外海からの低濃度の海水の流入による影響が大きく、湾奥では、流入負荷の影響を受けやすいと考えられる。TN濃度が低くなっている一因として考えられる。今回作成したモデルでは、河川から流入した窒素が、植物プランクトンによる消費や、湾の内外の流れの空間分布に影響を受けつつ変化する傾向を捉えられたものと思われる。また、TN濃度の計算値の方が報告値と比べ、高い値を示している個所については、今回はモデル内で取り上げていない生成項の影響と、TNの取り扱いの違いが考えられ、これからの検討課題として上げられる。

4. おわりに

本研究では、長崎湾における水質変化機構の解明のために、窒素に着目した数値モデルを作成し、TN濃度の空間分布の評価を試みた。

計算結果より流れによる影響が大きいことが判明し、さらに、硝化反応や植物プランクトンによる取り込みが、湾内に与える影響をある程度予測できた。このことから、長崎湾におけるTN濃度の空間分布を概ね捉えることができた。今後は、窒素の形態について検討し、堆積物質からの溶出や沈降等を考慮することで、モデルの予測精度の向上を目指し、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年度公共用水域及び地下水の水質測定結果,2000-4.

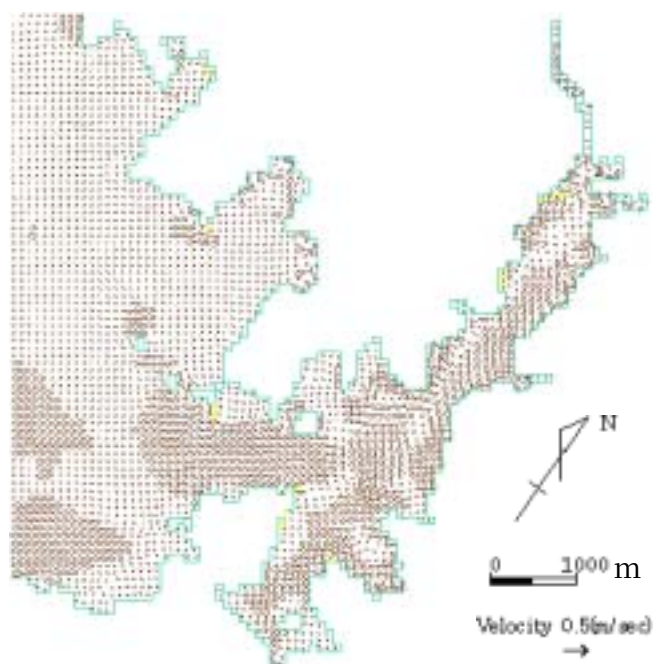


図2. 上げ潮最大時の流速ベクトルの分布(表層)

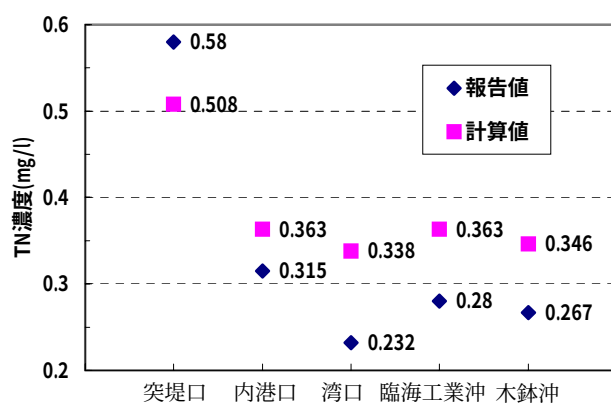


図3. 観測値と報告値の比較

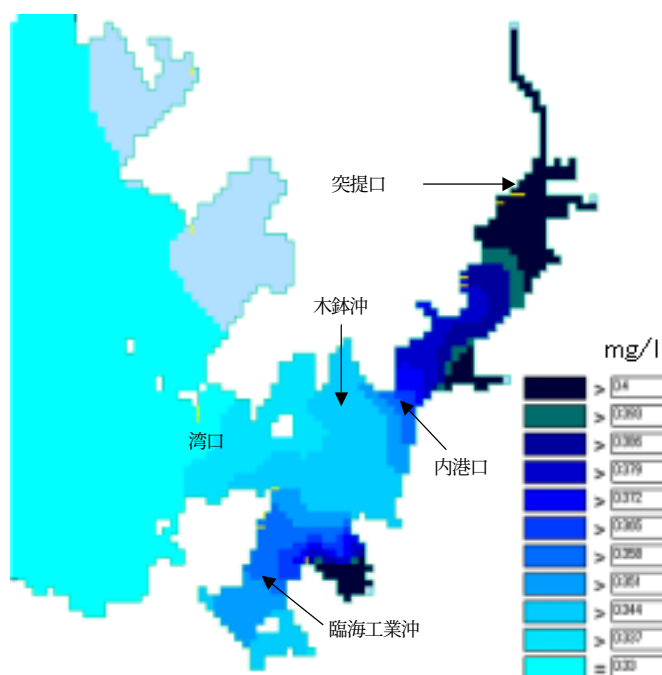


図4. TN濃度の空間分布(表層)