

感潮河川水質モデルによる硝化作用の季節変動の検討

九州大学工学部 学生員○松岡俊治 正 員 二渡 了
同 上 正 員 古米弘明 正 員 楠田哲也

1. はじめに

栄養塩である窒素の河川における挙動は、溶存酸素の減少、微生物の増殖に深くかかわっており、その把握は水質汚濁防止の上で、ひいては河川的环境を考える上で重要である。著者らは佐賀県の白石平野を流れ、有明海に注ぐ六角川感潮部を対象河川とし、現地水質観測を長年にわたって実施してきた。その結果をもとにして窒素変換作用の一つである硝化のシミュレーションモデル¹⁾を作成した。このモデルにより硝化作用の季節変化を評価する際、モデルの中の反応項に含まれる水温が重要因子となる。そこで、水温を変化させた数値計算結果をもとにして、硝化作用の季節変動を検討した。

2. モデル化及び基本式

2.1 対象河川のモデル化

六角川流域の概略を図-1に示す。5.0kmの地点(河口堰)から29.6kmの地点(感潮限界)までを対象とした。水理条件を $\Delta X = 200\text{m}$ 、 $\Delta T = 40\text{秒}$ で与え、1983年11月20日、日曜日(大潮)における、アンモニア、亜硝酸塩の水質変化を計算した。硝化に影響を及ぼす塩分濃度、SS濃度についてはそれぞれのシミュレーションモデル²⁾によって計算した結果を用いた。硝化菌の菌体量は、上流部、中流部、下流部に分けて考えた。また、反応項はMonod型の式で表現し、SSと底泥の両者による反応を考慮した。

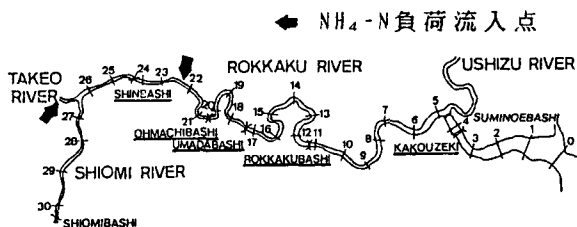


図-1 六角川概略図

2.2 流入負荷源のモデル化

図-1で示されているように河口から26.5kmの地点で武雄川が合流している。この武雄川の上流に市街地があり、ここからの家庭廃水による負荷と、河口から22.2kmの地点でのし尿処理場からの負荷を考える。ただしこれらの本川への流入負荷分は潮汐の影響を受けるので一定ではない。従って武雄川、し尿処理場からの流入負荷量の調節は以下のように考えた。

- 1) 断面の水位が負荷流入点の水位以下の場合は、一定の負荷量を与える。
- 2) 上げ潮の際、負荷流入点以上の水位になった時、負荷の流入を停止し、その時間から負荷を蓄積させる。
- 3) 下げ潮開始時から単位時間あたりに減少する断面積の大きさに応じて負荷を流入させる。

2.3 初期条件の設定

初期条件として河口から200m間隔で $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度を与える必要がある。しかしながら、実測点は5地点のみであることおよび大町橋より上流側に流入負荷源が存在することより、この地点から上流側は直線補間ではなく新橋での濃度経時変化を考慮して各点の初期濃度を推定した。

2.4 境界条件の設定

河口堰における下流側境界条件は一時間間隔の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度を与え、内挿して求めた。上流部の境界条件は現地観測結果をもとに一定として与えた。

3. 負荷流入量設定のための考察

武雄川及び、し尿処理場からの負荷については共に正確な値を把握できない。従って、反応の影響をさほど受けない新橋地点の水質データをもとに負荷量を設定することを試みた。図-2に武雄川からの負荷量を変化させた結果を示す。この負荷量は干潮時の濃度レベルを規定しており、 $180\text{kgNH}_4\text{-N/日}$ の負荷量で計算するとき新橋での観測データをよりよく表現できた。一方、し尿処理場からの負荷は上げ潮時の濃度レベルを規定しており、これによると負荷を $150\text{kgNH}_4\text{-N/日}$ で計算した場合に、新橋の観測データを表現できた。

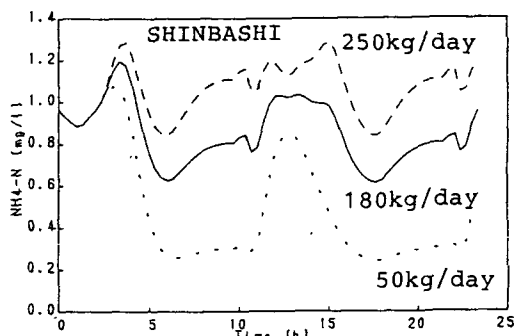


図-2 26.5km地点での流入負荷量の影響(新橋)

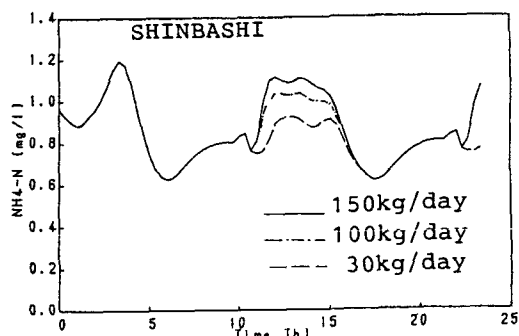


図-3 22.2km地点での流入負荷量の影響(新橋)

4. 結果及び考察

上記の条件のもとで計算した新橋、馬田橋、六角橋各地点での濃度変化の5潮汐分を図-4に示す。ただし2潮汐目以降は1潮汐目と同じ水理量、SS濃度、塩分濃度で計算している。1潮汐目と2潮汐目以降の経時変化には若干の食い違いがあるものの、ほぼ同様な傾向を示している。しかし、初期条件の影響が消えている3潮汐目以降の結果は実測値の初期ピークを表現できていない。さらに精度をあげるには水理量の計算及び流入負荷の時間変化等を検討する必要があるが、総括的な水質レベルの評価に関してはこの条件で十分であると考えられる。観測時の水温12℃で計算した濃度レベルは5潮汐にわたって増加も減衰もせずほぼ一定であり、反応項の設定は適当と考えられる。そこで反応項の温度を変えて計算した結果の5潮汐目を大町橋地点、六角橋地点について図-5に示した。この結果、5℃の場合と20℃の場合ではピーク時には0.5mg/lの差が生じており、季節変化に伴う水温上昇により、硝化が上流で進行しやすいことがわかる。水温20℃以上となる夏場では六角橋より上流で硝化が終了することも考えられる。しかし現実には負荷量やSS濃度にも季節変動があると考えられ、それらによっても硝化は影響を受けるので、これらの因子を含めて今後検討する必要がある。

5. まとめ

以上の数値計算による検討を通して、モデルに組み込んだ硝化活性の反応項のパラメータである水温が、その速度の重要因子であることが確認された。また本モデルにおいて水温を変化させることにより、1年を通じて感潮河川での硝化作用を表現できる可能性が示された。

(参考文献) 1) H. Furumai et al.; Wat. Sci. Tech. Vol. 20, No. 6/7, pp. 165-174, 1988

2) 野正ら; 九州大学集報、第58巻、第1号、pp. 33-40, 1985

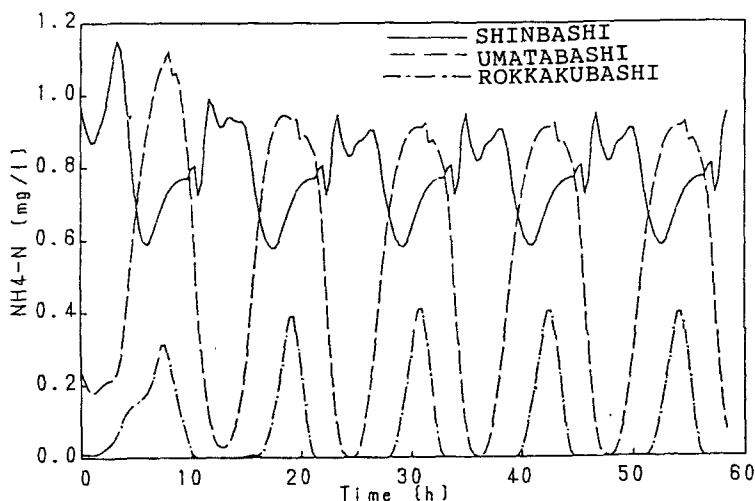


図-4 水温12℃でのNH₄-N濃度変化の計算結果(5潮汐分)

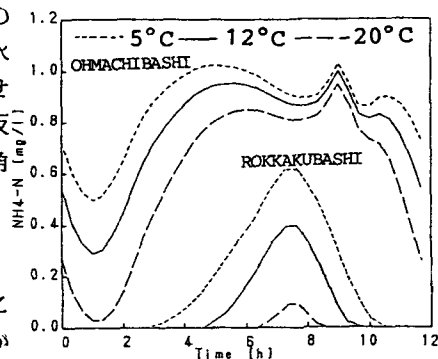


図-5 硝化反応に及ぼす水温の影響(5潮汐目)