

閉鎖性水域における水環境変化の予測手法

長崎大学大学院 学生員 ○西田 渉
 長崎大学工学部 正 員 野口 正人
 長崎大学工学部 学生員 平田 知昭

1. まえがき

最近の国民の生活環境に対する意識の向上から、社会基盤整備についてもその要求を取り入れた形で行われる必要性がでてきた。水辺環境整備についても、人々にうるおいや、安らぎを与える場として見直され、そういった視点に立ったハードの側面の整備が実施されてきているが、その本来的な目的達成のためには、水質の改善、悪化の防止が併せて行われる必要がある事は言うまでもない。特に、閉鎖性水域においては、水循環サイクルの問題から対症療法的な水質管理が難しいため、後者の立場に立った水管理を要する。

本研究では、閉鎖性水域として長崎県諫早市を流れる本明川と、その河口である諫早湾を取り上げ、その水環境変化について水質指標である溶存酸素とBOD5 とに着目するとともに、その背後地からの負荷を考慮するため、そこに流入してくる河川を含めた形でのモデル化を試みた。ちなみにここは現在、諫早湾防災干拓事業が進行中であり、計画によると、湾奥の約3550ha を締切堤により締め切り、うち1840ha を農地として干拓、残り約1720ha が、水位 -1m (水深で3m) で管理される調整池として利用される事になっている。

2. モデルの概要

ところで、閉鎖性水域に対するモデル化については、水質のみならず、その変動に大きく影響する水の流動のモデル化に対しても3次元的な取扱いが必要である。しかし、現地適用例として取り上げた諫早湾奥及び、締切堤内の水深は比較的浅いため、それに対し2次元的な取扱いが可能であるものとし、基礎式もそのようにしている。即ち、流入河川に対し1次元解析を、閉鎖性水域に対して2次元解析を適用した。

連続方程式

$$\frac{\partial (\rho h)}{\partial t} + \frac{\partial (\gamma_{(j)} \rho M_j)}{\partial x_j} = \rho_{in} \cdot q_{in} \quad (1)$$

運動量方程式

$$\frac{\partial (\gamma_{(j)} \rho M_j)}{\partial t} + \frac{\partial (\xi_{(j,j)} \rho M_j M_j / h)}{\partial x_j} = -\rho g h \frac{\partial H}{\partial x_j} - \tau_{ib} + U \rho q_{in} + g Y_j \quad (2)$$

溶存酸素の収支式

$$\frac{\partial (Dh)}{\partial t} + \frac{\partial (DM_j)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} (E_j h \frac{\partial D}{\partial x_j}) - K_1 L h + K_2 (D_{sat} - D) h \quad (3)$$

生物化学的酸素要求量の収支式

$$\frac{\partial (Lh)}{\partial t} + \frac{\partial (LM_j)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} (E_j h \frac{\partial L}{\partial x_j}) - K_1 L h \quad (4)$$

曝気係数 (村上の式による)

$$K_2 = 8.55 \cdot g^{3/8} \cdot \frac{\sigma^{1/2} D^{1/2}}{\sigma^{1/2}} \cdot \frac{n^{3/4} U_0^{3/8}}{H R^{1/2}} \cdot \gamma^{3/8} \quad (5)$$

ただし、 K_2 ：曝気係数は村上の式を用いたが、脱酸素係数については1992年9月14日、12月16日に実施された現地観測により得た値 ($k_{20}=0.2/\text{day}$) を用いることにした。

3. 計算条件

先にふれたとおり、今回のモデルを諫早湾及び、そこへの主流入河川である本明川に対して適用を試みた。計算条件はまず2次元計算領域に対しては $\Delta x = \Delta y = 200\text{m}$ の格子で分割し、粗度係数は全域で $n=0.026$ を与えた。1次元計算領域に対しては $\Delta s = 147 \sim 52\text{m}$ に分割し、粗度係数は $n=0.040 \sim 0.021$ とされ

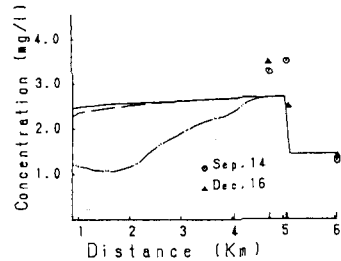
た。上流端条件は現地観測結果を参考にして、流量 $1\text{ m}^3/\text{s}$ がBOD濃度 1.46 mg/l 、溶存酸素濃度 9 mg/l で定常的に流れている事にした。下流端条件は周期12時間30分、振幅2mの正弦波で与えた。また、本明川への横流入として、流量 $0.030\text{ m}^3/\text{s}$ 、BOD濃度 30 mg/l 、溶存酸素濃度 4 mg/l の放水口を1つ取り上げている。計算時間間隔は C.F.L条件から1次元解析区間に対して2秒を2次元解析区間に対して4秒を採用した。

4. 解析結果

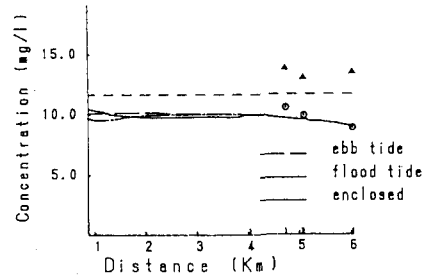
まず、【図-1】に1次元解析領域のBOD濃度結果をまた、【図-2】に同領域のDO濃度結果を示す。図中には2回の観測結果を示す。空間座標は追加距離で示されている。計算結果は横流入として取り上げた放水口の存在する5Km地点直後に著しい増加がみられ、その後の変化は締め切り以前のものが潮汐によって感潮域での濃度変化が大きい。締め切り後のものは僅かな減少傾向を示しながら流下していく事が解る。すなわち、水質に影響する要因としては、流域からの汚濁負荷の流入、干満に伴う流出入による変化が支配的であり、水塊の滞留時間が短いこの区間においてはBODの自己分解による変動はあまり期待できないといえよう。ただし、観測結果と比較すると放水口までの増加を考慮していないため全体量としては約 0.5 mg/l 程度の差が生じている。次に【図-3】に2次元のBOD濃度の結果を示す。この領域では、潮汐により湾内に流入があるために空間的に大きな変化がみられる。特に締め切り前においては湾口からの流入量が大きいためにその変化も大きい。締め切り後のものにおいても堤外においてその傾向がみられるが、堤内においては潮汐に起因した変化がみられず、河川からの流入端において増加の傾向がある。

5. 結論

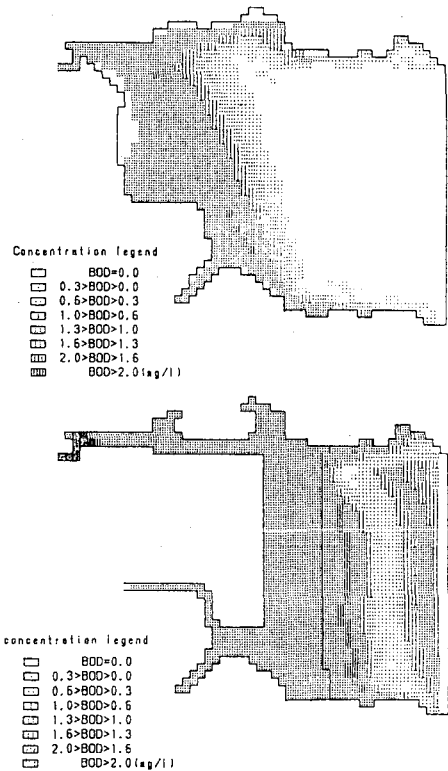
今回閉鎖性水域の環境変化を調べるために、流入河川の影響をも取り込んだモデルにより解析を行った。結果として横流入に伴う水域への負荷の影響が大きい事が示された。したがって、表題に掲げた予測をさらに精度良く行う上では、流域における不特定発生源からの負荷についても、今後検討していく必要がある。



【図-1】 BODの流下に伴う変化



【図-2】 DOの流下に伴う変化



【図-3】 2次元領域でのBODの濃度分布