

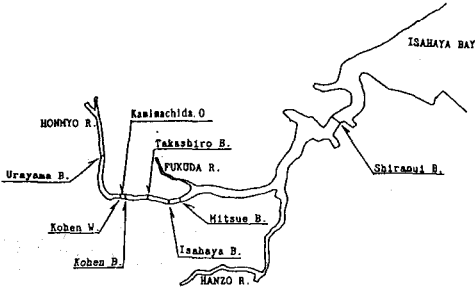
河川におけるBODとDOの濃度分布の予測

長崎大学工学部 学生員 ○満原一徳
長崎大学工学部 正 員 野口正人

長崎大学工学部 正 員 西田 渉
長崎大学大学院 学生員 永矢貴之

1. まえがき

長崎県唯一の1級河川である本明川は、諫早市中心部を通り河口より約3.7km、2.3kmで支川の福田川、半造川が合流して諫早湾奥部へ注いでおり(図-1)、一部の区間で環境や、親水面への配慮がなされた河川整備が実施されている。これに対し、地域住民の河川への関心も高まりつつあるが、一方では、生活排水等によって河川が汚されているのも事実であり、水質面での管理を鋭意行っていく必要がある。



本研究では、本明川を対象にして水質観測を実施し、著者らが既に提案している水質予測モデル¹⁾を使い溶存酸素(DO)、生物化学的酸素要求量(BOD)の予測シミュレーションを行うことにより、モデルの妥当性について検討した。

2. 数値シミュレーション・モデルの概要

本研究で取り上げられたモデルは河川水質の流下方向の変化を表そうとするものであり、空間的には一次元取り扱いがされている。本研究で用いられた数値モデルの基礎方程式については、既に昨年の研究発表会で説明しているので、ここでは単に、溶存酸素と生物化学的酸素要求量の収支式のみを示すに止める。

溶存酸素(DO)の収支式

$$\frac{\partial (DA)}{\partial t} + \frac{\partial (DQ)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(EA \frac{\partial D}{\partial x} \right) - K_1 LA + K_2 (D_{sat} - D) A \tag{1}$$

生物化学的酸素要求量(BOD)の収支式

$$\frac{\partial (LA)}{\partial t} + \frac{\partial (LQ)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(EA \frac{\partial L}{\partial x} \right) - K_1 LA \tag{2}$$

再曝気係数(村上の式)

$$K_2 = 8.55 \cdot g^{3/8} \cdot \frac{\rho^{1/2} D^{1/2}}{\sigma^{1/2}} \cdot \frac{n^{3/4} U_0^{9/8}}{h R^{1/2}} \cdot \nu^{3/8} \tag{3}$$

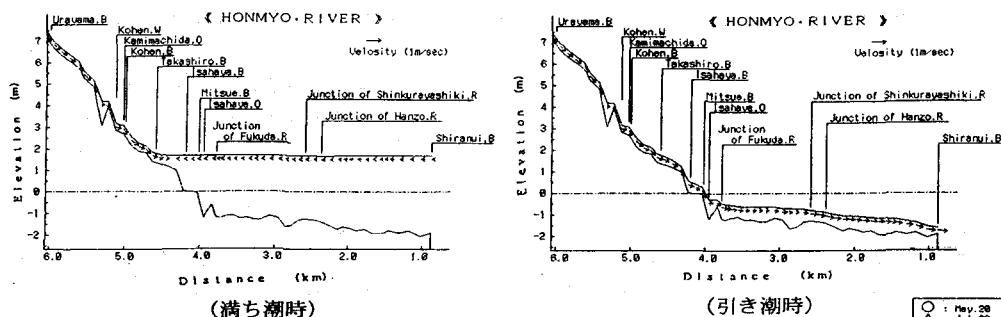
ここに、 K_1 は脱酸素係数であり、平成5年12月3日の観測データより求めた値を表-1に示す。また、 K_2 は再曝気係数であり、式(3)(村上の式)を用いて評価した。

3. 計算条件

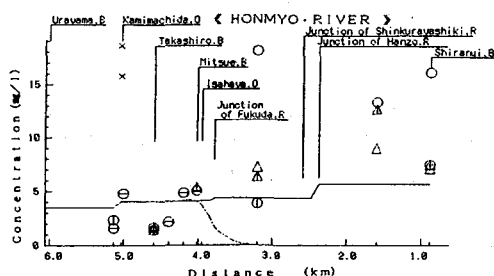
計算は本明川の本川、支川を対象に行われた。計算方式としては陽形式の差分法によったため、C.F.L条件を満たすように計算時間間隔として $\Delta t=2$ 秒を採用した。また、 $\Delta x=147\sim52$ (m)とし、粗度係数は $n=0.040\sim0.021$ ($\text{sec}/\text{m}^{1/3}$)とした。計算の上流端条件は現地観測によるデータを基に、本、支川で設定した。横流入量としては、神町田放水口、諫早排水門からのものを取り上げたが、これについても流量評価は現地観測データによった。これらの具体的な数値は表-2に示されている。なお、本川の下流端では、周期12時間30分、振幅2(m)の正弦波で潮位変動を与えた。

河川名	本 明 川			支 川	
	公羅堰	中山観音付近	不知火橋	福田川	半造川
脱酸素係数(1/s)	0.3774	0.2344	0.2225	0.3178	0.2185

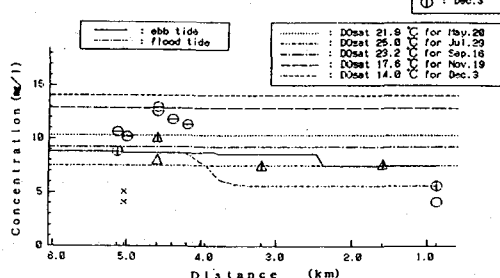
河川名	本川	支 川		横 流 入 量	
	本明川	福田川	半造川	神町田放水口	諫早排水門
水 温 (℃)	14.0	15.0	11.5	18.2	——
流 量 (m^3/s)	0.900	0.060	0.474	0.023	0.100
溶存酸素濃度 (mg/l)	8.8	5.2	5.0	4.71	9.37
BOD5濃度 (mg/l)	2.40	5.90	6.00	18.80	3.30



【図-2】 水位、流速の縦断方向変化



【図-3】 BODの流下に伴う変化



【図-4】 DOの流下に伴う変化

4. 計算結果と考察

上述された数値シミュレーションにより得られた水位、流速の縦断方向の変化を図-2に示す。この図を見れば、感潮域は不知火橋～諫早橋の間となっていることが分かる。この区間は実際のものともほぼ一致している。図-3、図-4には、それぞれ、計算により求められたDO濃度とBOD濃度の流下方向の変化が示されており、図中には今年度実施された5回の観測結果も併記されている。ここに、5、11、12月の観測は満ち潮時(○印)に、また、7、9月の観測は引き潮時(△印)に行われた。同図中には、横流入量の濃度を示すため、一例として神町田放水口の観測結果(×印)をとり挙げている。図-3より明らかなように、感潮域におけるBOD濃度の計算値は大きく変動している。これは、本区域の水質が引き潮時には河川上流の影響を強く受けるのに対して、満ち潮時には外海水が流入してくるためである。一方、BOD濃度の観測値は観測時の条件によりやはり著しく変動しているが、5月の観測値を除いた満ち潮時の観測値と引き潮時の観測値との関係は、具体的な数値はともかくとして、上述されたものと一致している。ところが、満ち潮時に観測された5月のBOD濃度は非常に大きな値を示している。この原因としては、感潮域の河床が潟で覆われていて、底泥物質が巻き上げられたためではないかと考えている。他方、図-4に示されたDO濃度の計算値が感潮域で、満ち潮時に小さく、引き潮時に大きく表れたのは、再曝気条件が式(3)により見積もられたためである。目下のところ、感潮域のDO濃度は十分に測られていないために詳細な検討はできない。

5. あとがき

本明川での水質予測を行うために、BOD濃度とDO濃度を取り上げ、数値解析を行うと共に、観測を実施した。数値解析結果を観測結果と比較すれば、数値シミュレーションは概ね良好に行われていると言えるが、より詳細な検討を行うためには、放水口からの横流入量の水質を詳しく観測すると共に、底泥に含まれる汚濁物質等の影響についても考慮する必要がある。

参考文献 1) 西田・野口・平田:閉鎖性水域における水環境変化の予測手法、土木学会西部支部年講、1993。