

秋 田 高 専 学 生 員 ○木村博英
秋 田 高 専 学 生 員 森谷幸二
秋 田 高 専 正 員 羽田守夫
ワコスジャパン 正 員 望月誠美

1. はじめに

秋田市内を流れる旭川は、市民のクリーンアップ作戦や下水道の整備によって、昔から比べるとかなり清浄になり、魚も見られ、市民に又親しまれるようになってきたが、汚水の流入も完全に無くなったわけではなく、下流では下水の臭いも認められるなどまだ浄化の完全でない河川である。そこで著者等は、旭川の上流から下流にかけて調査を行い、水質や負荷量の現況を把握することを試みた。又河川に流入してくる汚濁負荷量やその浄化の程度を推定したり、併せてEPAで開発された水質シミュレーションモデルQUAL2Eを用いて浄化率の推定等を行った。その結果、旭川の水質の現況や将来を推定する上で二、三の知見が得られたので報告する。

2. QUAL2Eの概要

QUAL2Eでは、まず河川を一定の水理特性を持つリーチに分け、各リーチは等長の要素に細分する。同じリーチ内では、各要素は全て同じ水理特性、反応速度定数、沈降速度等を仮定する。これらの間に、一次元の拡散方程式を立て、この中には移流、拡散、成分反応、沈殿等が含まれる。即ち輸送と拡散を通して互いにつながった一連の完全混合反応槽と河川を概念化することができる。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial (A_x D_L (\partial C / \partial X))}{A_x \partial X} - \frac{\partial (A_x U C)}{A_x \partial X} + \frac{dC}{dt} + \frac{S}{V} \quad (1)$$

基本式を上にしたが、これを後進差分法により一連の線形方程式として解いている。

これには、DO、BOD、Chl-a、N、P、保存性物質等合計15項目まで任意の組合せで適用可能である。本稿では、主としてBODの変化について検討を行った。

3. 旭川の概要

旭川は、秋田市仁別の倉沢に発し、支川を合流しながら流下して、添川近辺から市街地に入り、市中心部を流下した後太平川に合流し、旧雄物川から日本海に入る全長約24kmの一級河川である。環境基準は藤倉橋上流がAA、添川橋までがA、その下流がBの指定である。

上流は山村部であるが、添川付近から市街地に入り、これ以降の都市下水により汚濁が進んだが、近年は、下水道の面的整備が進んで浄化が進みつつある。これらの関係を図-1に示した。

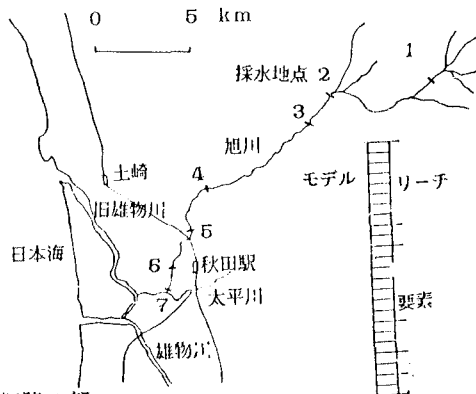


図-1 旭川の概要

表-1 採水地点と距離

No.	採水地点	流速 (m/s)	区間距離 (km)	流下時間 (min)
1	最上流	0.954		
2	仁別	1.118	7.8	125
3	藤倉	0.915	2.1	34
4	添川	1.297	7.2	108
5	田中	0.712	3.0	50
6	二丁目橋	0.572	2.4	62
7	川口橋	0.344	1.7	62

4. 結果及び考察

4-1. 旭川の水質

水質調査は、昭和62年8月30日と10月25日の2回行なった。採水は、仁別の最上流から太平川合流直前の川口橋までの間で7地点選んで行なった。あらかじめ流速を調査し、この値を基に流下時間を決め、その時刻及び前後30分の計3回採水し、分析にはこのコンポジットサンプルを用いた。分析項目はpH、SS、DO

COD、BOD、TN、TP、Chl-a等計14項目である。一例として8月の調査結果を表-2に示した。まず流量は、添川地点までは支川等の合流があって増加するが、この地点から農業用水の分流があって減少し、この後は市内に入って三面張りの水路を流下するため流量の変化は認められない。水質については、溶解性の項目は流下に連れて濃度が增大するが、COD、TN、TP等は田中地点をピークに市中心部では濃度が減少する傾向を示している。一方BODは、田中地点までは1前後と小さいが、その後やや増大しており、DOもわずかが減少している。8月の測定は、降水の直後で普段よりも流量がかなり多かったのが特徴といえる。10月は、流量が8月の半分以上で、全体的に濃度が大きく

表-2 水質調査結果(8月)

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
pH	6.92	7.00	7.04	7.06	6.99	7.02	7.03
流量	0.38	1.81	2.27	2.72	3.13	5.65	2.86
SS	1.0	2.2	2.0	3.1	3.8	4.1	4.2
DS	50.0	70.0	74.0	72.0	78.0	88.0	86.0
DO	8.73	-9.25	8.39	8.39	8.14	8.12	8.11
COD	0.874	1.16	1.47	1.58	1.79	1.63	1.67
BOD	0.826	1.17	0.679	0.645	1.01	1.27	1.68
電導度	54.5	68.0	68.0	74.0	82.0	82.5	88.0
Cl	6.08	7.28	7.50	8.45	9.72	9.97	10.6
Alk	6.50	8.50	9.60	9.80	10.5	11.1	11.8
硬度	10.6	14.2	15.0	15.6	16.5	17.5	17.7
T-N	0.131	1.06	0.879	1.38	1.56	1.54	1.27
T-P	0.028	0.030	0.108	0.081	0.196	0.155	0.098
chl-a	0.956	3.08	4.68	4.05	4.59	2.54	3.19
流量	2.863	6.547	8.031	8.388	7.872	7.872	7.872

なった。が、COD、TN等に8月に見られた下流部での濃度減少は見られず、ほぼ平衡か逆に増大する項目もあった。Chl-aについては、8月、10月共に田中地点が最大の濃度であった。

表-3 流入汚濁負荷量

	流入負荷量	内 訳 (g/s)
①~②	7.359	0.149(人), 3.04(自), 4.17(他)
②~③	1.23	1.23(自)
③~④	0.699	0.399(人), 0.01(畜), 0.29(自)
④~⑤	2.441	2.429(人), 0.012(工)
⑤~⑥	2.069	0.569(人), 1.50(畜)
⑥~⑦	3.653	1.80(畜), 0.053(工), 1.80(他)

表-4 計算負荷量とBOD

地点	計算負荷量 (g/s)	実測負荷量 (g/s)	計算BOD (mg/l)	実測BOD (mg/l)
①	2.365	2.365	0.826	0.826
②	9.724	7.660	1.49	1.17
③	10.95	5.453	1.36	0.679
④	11.65	5.410	1.39	0.645
⑤	14.09	7.951	1.79	1.01
⑥	16.16	9.997	2.05	1.27
⑦	19.81	13.22	2.52	1.68

4-2. BOD減少率と水質シミュレーション

旭川は上流が山村、下流が市街地である。まず流域の発生負荷量を知る必要があり、原単位法を用い人間、家畜、工場、雨水吐き、その他により求めた。流出率は市街地 0.9、準市街地 0.7、農村 0.3を基準としたが、8月には雨水の流入がありこれを考慮してそれぞれ 0.9、0.8、0.5として流入負荷量を求め表-3に示した。これを基に区間毎のBOD減少係数Kd、Ko及びαを求めこれを表-5に示した。Kdについては、8月で -0.61~6.44、10月で0.36~2.41の値が得られた。また、これらを元にQUAL2Eに当てはめた結果を図-2に示した。これらの結果から、まず実測負荷量と比較して流入負荷量が小さく、流出率を変えたり他の負荷量の流入を考慮する必要があるがこの推定が困難であった。BODの減少はNo.2~4地点の間が比較的大きかったが、区間によっては負の値となることもあった。水質シミュレーションでは水質変化の傾向を把握でき、区間毎の浄化の程度を推定することも可能であるが、この前提として河川への流入負荷量を正確に求めることが必要であり、このための調査を詳細に行う必要があることが知られた。

表-5 BOD浄化係数

区間	8月			10月		
	Kd (1/Day)	Ko (1/Day)	α (-)	Kd (1/Day)	Ko (1/Day)	α (-)
No.1~No.2	-0.61	8.54	0.54	0.55	8.13	0.62
No.2~No.3	6.44	10.2	0.42	0.74	4.59	0.19
No.3~No.4	0.54	0.64	0.13	0.36	0.61	0.16
No.4~No.5	-0.20	-2.64	-0.02	0.85	-1.73	0.13
No.5~No.6	0.03	-0.70	0.003	2.41	2.21	0.25
No.6~No.7	0.37	-0.63	0.04	0.75	-0.35	0.08

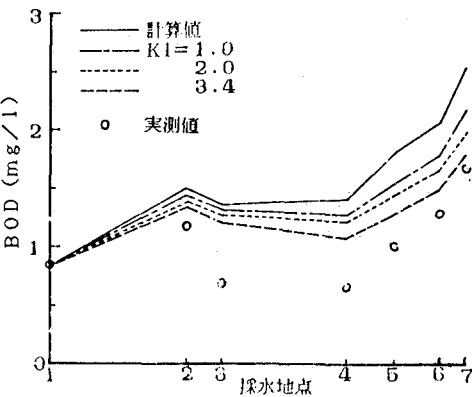


図-2 BODのシミュレーション