

東北大学大学院 学生員・田村廣丈
東北大学工学部 正会員 後藤智明
東北大学工学部 正会員 首藤伸夫

1. はじめに

出水時の河川水濁度の変化を把握することは、河川環境の維持、利水等の面から重要な事である。一般に河川水濁度は流量との相関が良いと言われ、回帰曲線を用いて推定されている。しかし、出水時の水位上昇部と下降部では必ずしも、同じ回帰曲線で表現できるとは限らない。本研究では、上流の船田橋地点に流入する濁度を推定することを試みた。まず、4支川に分割して流出解析を行い、ついで、北上川(含む丹藤川)、赤川、松川の特性を考えて、船田地点での濁度の推定を実施した。

2. 流出解析

流出解析には、貯留関数法を用いた。

$$\begin{cases} \frac{dS(t)}{dt} = i_e(t) - q_o(t+T_k) \\ S(t) = K \cdot q_o(t)^P \end{cases}$$

$S(t)$: 貯留量
 $i_e(t)$: 有効雨量
 $q_o(t)$: 直接流出量

モデル定数である K 、 P 、 T_k は、昭和53年~59年の20の洪水例を用い、最適化手法の1つであるSDFP法²⁾で同定した。表-1は、種々の条件のもとで同定されたモデル定数を用いた時の誤差についてまとめたものである。 E_1 、 E_2 はそれぞれ、

$$E_1 = \sum_i |Q - Q_c| \quad , \quad E_2 = \sum_i \frac{|Q - Q_c|}{Q_{max}}$$

Q : 実測流量
 Q_c : 計算流量
 Q_{max} : 最大流量

で表わされる誤差である。4支川に分離し、しかも洪水規模によ、てモデル定数を変化させる場合の誤差が最小となる。この場合のモデル定数を示したのが表-2で、支川によ、て異なる値をとることがわかる。図-2に流出解析の結果の一例を示す。非常に良く一致しており、しかも、赤川、松川がある奥羽山系からの流出量が多いという事実も表現できていると思われる。

表-1 流出解析法とその適合度

条件		誤差	
パラメタ	入力 (降確)	E1	E2
f1=0.15 f2=1.00 Rsa=100	全流域の平均値	127.8557	0.4529
		127.0498	0.6644
		122.1884	0.5621
f1=0.15 f2=0.60 Rsa=60	(つまり、流域を一つと見なしている。)	102.6311	0.3315
f=f(R, Qa)			
洪水の間 f=const	4支川に分離した値	108.8082	0.3265
		94.5665	0.3026
		90.8157	0.2740
fをRsaで分ける	(つまり、流域を四つに分けている。)		
k, p, Tiも洪水の規模で分ける			

表-2 各支川の流出量に関するパラメタ

	支川名	f1				
		K	P	T1	Rsa1	Q1
小洪水	赤川	10.42	0.53	4.02	0.20	
	松川	7.78	0.69	4.10	0.20	
	丹藤川	10.60	0.45	3.10	0.10	
	北上川	11.05	0.43	4.03	0.15	
	支川名	K	P	T1	Rsa1	Q1
中洪水	赤川	9.61	0.47	3.28	33.30	0.32
	松川	7.63	0.66	1.81	43.68	0.28
	丹藤川	13.38	0.55	3.10	34.34	0.13
	北上川	12.25	0.48	3.66	32.53	0.17
	支川名	K	P	T1	Rsa2	f3
大洪水	赤川	9.23	0.75	3.18	57.00	0.60
	松川	7.47	0.84	1.78	77.00	0.45
	丹藤川	17.78	0.88	3.10	76.07	0.49
	北上川	14.17	0.71	3.66	68.42	0.40
	支川名	K	P	T1	Rsa2	Q2

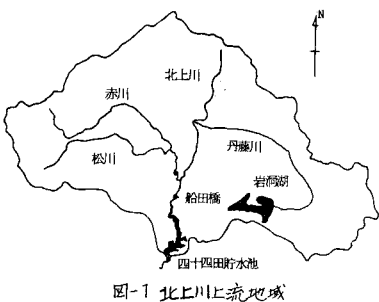


図-1 北上川上流地域

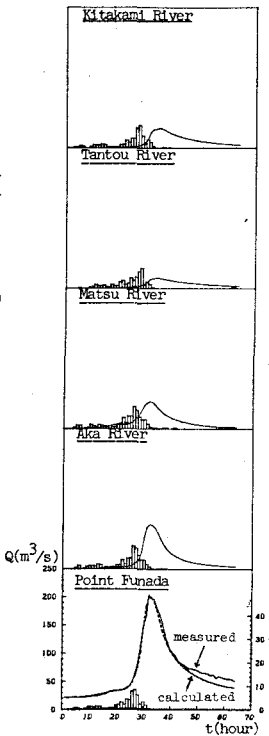


図-2 流出解析例

3. 濁質量と流量の関係

図-3に、4河川合流後の船田地点における実測された濁質量と流量の関係を示す。平均的には、 $Q_s = 4.53 \times 10^{-2} \cdot Q^{2.52}$ という回帰曲線で表現することができ、100%付近では10倍くらいの誤差が生じてしまう可能性がある。また、図-4に北上川、松川、赤川の実測された濁質量と流量の関係を示す。それぞれ、 $Q_s = 0.015 Q^{3.35}$ 、 $Q_s = 0.02 Q^3$ 、 $Q_s = 0.145 Q^{2.55}$ で表わすことができる。しかし赤川は、20%以下で濁度の低下がゆるやかになる。

4. 濁度の推定

図-5に、濁度の推定の結果を示す。実測値を丸印、各支川毎に、図-4の回帰式をもとにして求めた濁質量の合計として得られた船田橋の濁質量を実線、図-3の船田橋地点の回帰式で求めたものを点線を示す。両者とも比較的実測値をよく表わすことができることがわかる。実線、つまり各支川に分けた場合の方が、濁度立ち上り部分、およびピーク付近をより一層精度よく推定していると考えられる。

5. おわりに

結論をまとめると次のようになる。

①4支川に分離し、しかも洪水の規模を考慮して求められたモデル定数(表-2)を用いて、精度のよい流出予測ができた。

②支川の濁度の回帰曲線を考慮することにより、濁度推定の精度が向上した。

今後は、各支川の濁度の特性と土地利用および地形などの条件で、評価したいと思う。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、建設省北上川ダム統合管理事務所、岩手大学土木工学科および、東北大学工学部土木工学科河川研究室の諸氏の協力を得た。

また、資料整理等で田村智恵子の助力を得た。

ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 木村俊晃：貯留関数法Ⅲ-1、土木技術資料、Vol.4, No.4, 1962。
- 2) 永井明博、角屋 睦：流出モデル定数の最適化手法、京大防災研年報、22B-2, 1979。

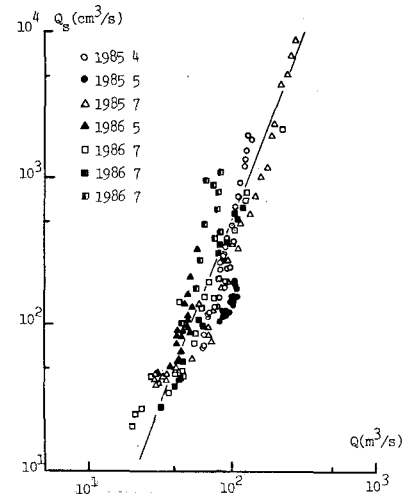


図-3 合流後の流量と濁質量の関係

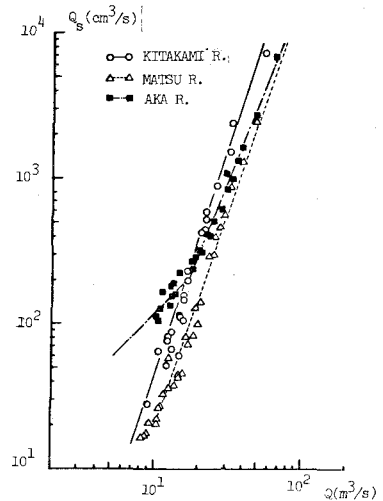


図-4 各支川毎の流量と濁質量の関係

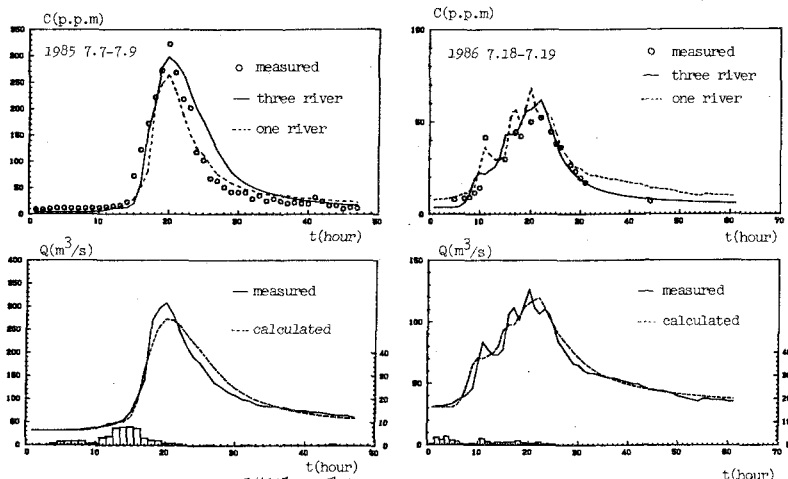


図-5 濁質量に関する実測値と計算値の比較