

ダムによる水域圏の効果的な調整

中日本建設コンサルタントK.K. 会員 〇山本広次

端地義夫

1. 概要

ダムの調整方法として、ダム下流の残流域からの流入量を考慮して調整し、下流基準点での必要水量を満足させるダム調整について述べる。

これは河川におけるダム地点と下流基準点の流域に対する比流量の間に相関があるとして、ダム地点における現在流量より下流地点の流量を推定し、その時点におけるダムの調整流量をきめ、無効放流量を軽減しダムの調整効果をあげんとする手法である。

2. 流量比

河川流域は、一般に上流部ほど降雨量が多く、保水力も大きいので単位面積あたりの流量は上流ほど大きい。いま流域面積を上流を A_1 、下流のそれを A_2 、河川流量を Q_1 、中間の取水量を Q_3 、下流を Q_2 とし、上下流の比流量を q_1 および q_2 とする。両地点の流域面積比を $n = A_2/A_1$ 、比流量の比を $r = q_2/q_1$ とすれば、図1のごとく n と r の関係は

$$r = a + b/n \quad \text{..... (1)}$$

として表わすことができ、 n の値が大きいほど r は小さい傾向がある。

一方、実際の河川について月ごとの r と q_1 をプロットすると、

$$r = c + d q_1 \quad \text{..... (2)}$$

という関係があることが推定される。

3. ダムによる調整

いま、ダム地点の流量を Q_1 、下流の基準点流量を Q_2 、基準点での所要量を Q_c 、2点間の中間取水量を Q_3 とし、ダムの調整流量を ΔQ とすれば、次の関係式が成り立つ。

$$Q_2 = Q_1 n r - Q_3 + \Delta Q \quad \text{..... (3)}$$

またダム地点で放流をしない限界放流量 Q'_1 は、(3)式の $\Delta Q = 0$ とすれば、

$$Q'_1 = \frac{Q_c + Q_3}{n r} \quad \text{..... (4)}$$

ダムの流入量 Q_1 が Q'_1 より大きい場合 ΔQ だけ貯留し、小さければ ΔQ だけ補給するという調整を行なえば、下流基準点の所要量 Q_c を満足させることができる。

基準点での所要流量は、 $Q_c = f(t)$ と季節により変動する量であるから、これを考慮して(2)(3)(4)式により、ダム地点の流量 Q_1 より、ダムの調整流量がきまる。

複数のダムがある場合(ここの流域の場合)各ダムの開発可能流量 ΔQ_i 、ダムの調整負担率を C_i とすれば

$$C_i = \frac{\Delta Q_i}{\sum \Delta Q_i} \quad \sum C_i = 1.0$$

とし、各ダムの調整基準量 ΔQ_i を $\Delta Q_i = C_i \{ (Q_c + Q_3) - Q_1 n_i r \}$ とすればよい。

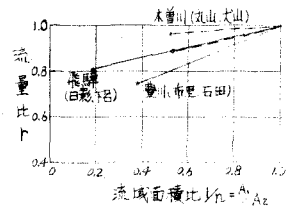


図1. 流域比と流量比

4. 実施例

以上に述べた流量調整方法を〇〇川に〇〇ダムを想定した場合について試みる。

いま、ある年の〇〇ダム地点と〇〇基準点の流量比についてみると、表1に示すような値を示している。

表1 〇〇川の月別流量と流量比 m^3/s 月

測点	A Km^2 記号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
ダム	297.2 G_1	6.26	4.64	19.21	21.98	11.54	17.82	43.51	12.70	10.65	10.40	18.93	8.67	15.52
	101 g_1	2.516	1.865	7.771	8.834	4.638	7.166	17.488	5.104	4.281	4.100	7.608	3.485	6.24
基準点	595.0 G_2	8.91	7.09	31.39	41.26	19.87	35.52	96.19	19.05	16.38	15.39	34.12	10.65	27.97
	101 g_2	1.597	1.321	5.060	7.571	3.646	6.517	17.649	3.495	3.006	2.842	6.261	1.954	5.132
流量比	g_1/g_2	0.635	0.697	0.746	0.857	0.786	0.909	1.009	0.685	0.702	0.676	0.823	0.561	0.757

月別流量 g_1 と流量比の関係は図2に示すとおりである。

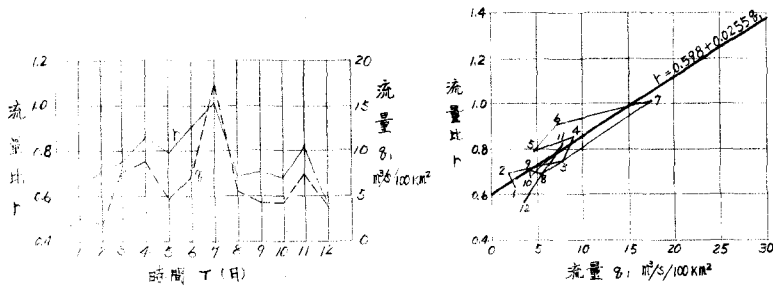


図2 〇〇川における g_1 と r の関係

r と g_1 の関係を近似式であらえれば

$$r = 0.598 + 0.0255 g_1$$

$$= 0.598 + 0.01025 Q_1 \quad (5)$$

となる。

需要増と維持用水 $2.0 m^3/s$ を見込んで Q_e

$$= 17.3 \sim 11.1 m^3/s, \quad Q_3 = 1.1 m^3/s \text{ とすれば,}$$

〇〇ダムの調整基準は (3) の式より

$$\Delta Q = Q_e + Q_3 - r Q_1$$

$$= 18.4 - 2.19 r Q_1 \quad (\text{かんがい期})$$

$$= 12.2 - 2.19 r Q_1 \quad (\text{非かんがい期})$$

$$Q_1 = 14.0 m^3/s \text{ または } 9.9 m^3/s \text{ となり (5) 式}$$

に代入すれば、〇〇ダムの調整基準は図3

とありである。

ダム流入量 Q_1 を横軸、 $Q_e + Q_3$ を縦軸と

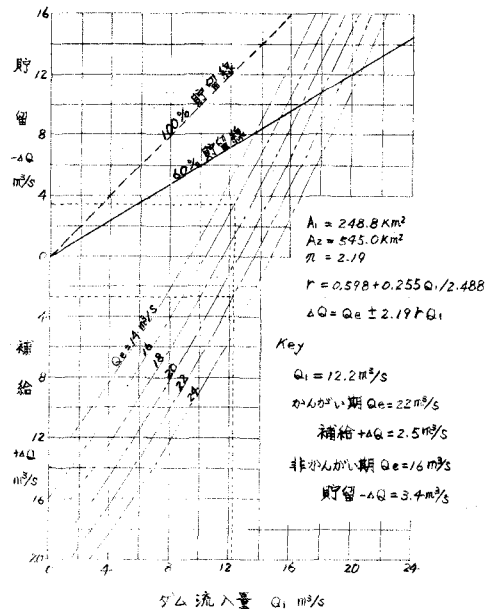


図3. 〇〇ダム調整基準図

いま、○○ダムの諸元を、高さ $H=95\text{m}$ 、 $H_e=36\text{m}$ 、貯水量 $S=178\times 10^6\text{m}^3$ 、 $S_e=121\times 10^6\text{m}^3$ とし、 Q 調整を $(I-Q)=\Delta Q=ds/dt=A dH/dt$ により、図式解法により流量調整すれば図4のとおりである。

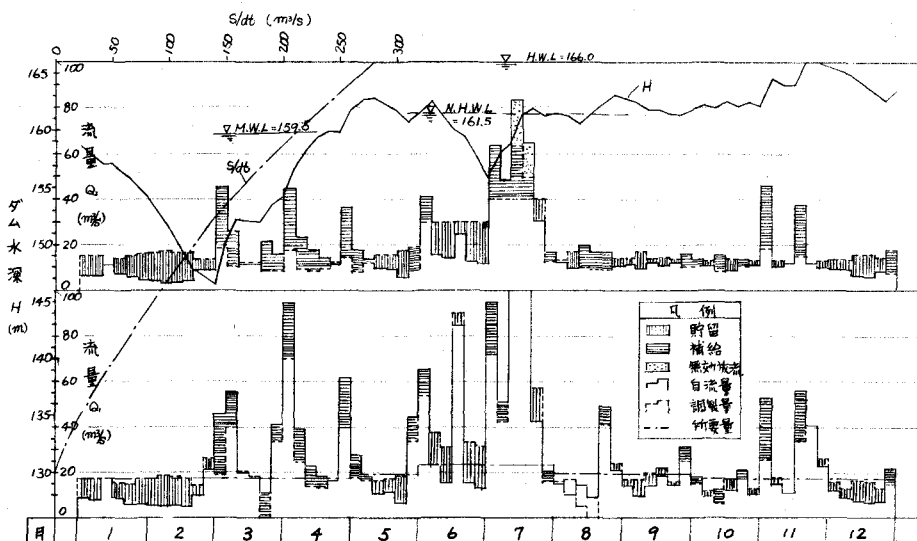
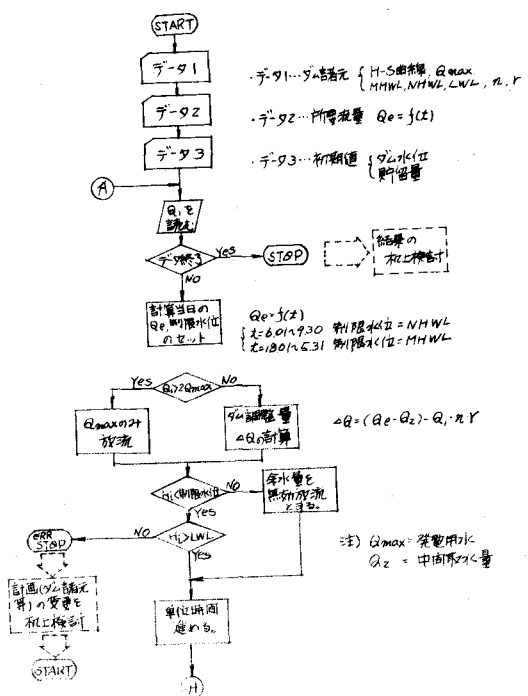


図4. 0074の流量調整図

調整の結果は、基準点での必要流量 Q_e はほぼ満足される。数ヶ所にエラーと認められる部分があるが、上下流の流量測定の誤差と考えられ、それらを除去すればおおむね基準点での流量 Q_e は満足される。なお、豊水期には水ヶ発電を主体とした調整を行っている。

同様にK川について、貯水量2.2億tのダムを想定して調整を行な、た結果、図6に示すように、O川の場合よりも良好であった。



⑤-5 タム調整の12-パート

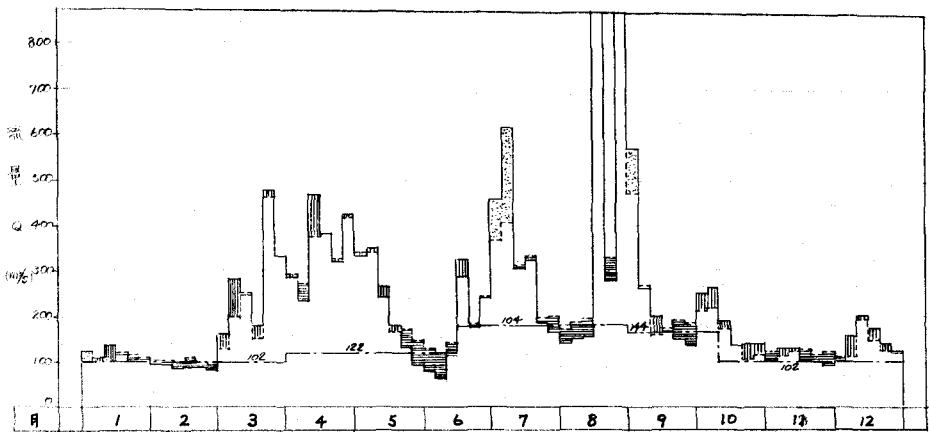


図6. K川におけるダム調整図

5. おおむね

この河川流量調整方法は、既知の流量比をもとに実施するものであり、実際には年次により流量が変化することを考慮する必要がある。

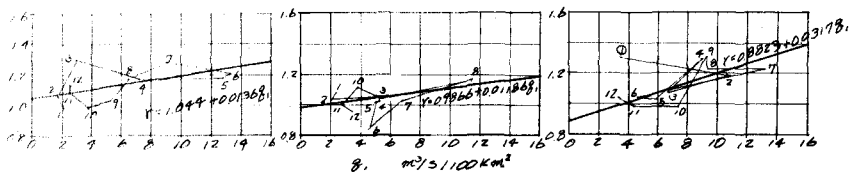


図6 K川の流量比 $n=1.945$

この方法は、流域比と比流量の比が算定してあればダムの流量より直接に流量を調整して下流の所要量を満足させる点で他の方法よりも操作が簡単である。毎日の調整については、下流の流量を連絡してダム操作をエッジする必要がある。

参考文献

本間仁：物部水理学 P633~635

日本河川協会：建設省河川砂防技術基準（案）

山本広次：不定流の関式解法 昭和49年2月 土木学会中部支部研究発表