

京大防災研

正員

石原安雄

〇 長尾正志

貯水池群による水量補給を行なう際の操作方針については、昨年の土木学会関西支部講演会で報告したが、今回はそれを基礎として、貯水池への流入量時系列の短期および長期(季節)変動特性を考慮した統合操作の計算を実施し、個別操作の場合との比較により、補給水量の特性を検討した。

1. 流入量時系列の表示 わが国のほとんどの貯水池のように、流入量に比して貯水容量が小さく、しかも流入量の短期および長期の変動の大きい場合には、そうした流入量の変動特性を的確に把握して正確な入力情報としなければならない。一般的には、さらに経年変化もあるが、貯水容量が小さい場合を考えて、1水年内での流量調節を対象とし、年を越しての調節は考えないことにする。

α) 季節分割: 河川の流出量の性質が季節的に変化することは経験上知られている。しかし、多雪地帯を除くと、いわゆる日流量時系列のコレログラム解析を行なった際に、1年という周期が顕著に現れない場合がある。しかし、一般の流出量時系列の各要素はある期間の流出量の総量であるから、期間が短ければランダム性が強く、長ければ短期の変動は平滑化され長周期の変動のみが顕著になってくるはずである。そこで実際の河川における資料を用い、いろいろの期間(time span)に対する流出量時系列をつくり、そのコレログラムから年周期の有意性を検定した結果、ある基準の下で20日より長いtime spanに対する時系列では年周期が認められた。そこで、便宜上30日を季節特性を表現するときの時間の尺度と考えた。つぎに、日流量時系列を経年の変動(365日算術移動平均) $\bar{Q}_i(t)$ とそれからの偏差 $q_i(t)$ とかうなっていると考えて次式で表わし、

$$Q_i(t) = \bar{Q}_i(t) + q_i(t), \quad \text{ここに } i = 1, 2, \dots, n(\text{年}), \quad t = 1, 2, \dots, N(\text{日}) \quad (1)$$

さらに、経年変動および短いtime spanに対する変動を除外するために、新しい無次元の時系列、

$$m_i(t) = \overline{Q_i(t) / \bar{Q}_i(t)} = 1 + \overline{q_i(t) / \bar{Q}_i(t)}, \quad \text{ここに } \overline{\quad} \text{は上記30日間の平均を示す} \quad (2)$$

を算出すると、これが $m_i(t) = 1$ を交切する時点で、 $Q_i(t)$ の系列標準偏差および自己相関係数(対象期間30日)の移動値が大きく変化することが認められたので、この時点を季節分岐点とした。²⁾

β) 時系列の表示法: 一般に時刻 t_1 から t_2 のtime span に対する河川の流出量 $Q(t)$ は、時刻 t_1 以前の情報で確定する部分 $Q_n(t)$ と、 $t_1 \sim t_2$ 内の降雨による部分 $Q_s(t)$ との和で与えられる。実際の貯水池操作を考えると、時刻 t_1 において t_1 以降の操作を決定しなければならないから、 $Q_s(t)$ は確率的にしか決定できない。しかもtime spanを適当に選ぶと(5日~10日)、降雨現象はほぼ独立に生起していると考えられるから、 $Q_s(t)$ も独立事象として取り扱うことができる。³⁾ そこで、 t_1 以前の情報から、 $Q_n(t)$ を求める方法(流出量の自然で減の考え方から求めた)、および $Q_s(t)$ の確率分布関数を上記の季節ごとに求めることによって、貯水池への流入量時系列(本計算ではtime spanを5日とした)を表示することができるわけである。

2. 統合操作による補給水量の特性 ここで対象とした貯水池群は、2支川に別々に設置された貯水池、すなわち並列の2コの貯水池A、Bの場合である。各貯水池への流入量 Q_A, Q_B は、上述し

ように、

$$Q_A = Q_{An} + Q_{As}, \quad Q_B = Q_{Bn} + Q_{Bs} \quad (3)$$

で与えられる。統合操作の目標を、time span の初期時刻 t_1 において、現在の貯水量 S_A, S_B および $t_1 \sim t_2$ 間の確定的流入量 Q_{An}, Q_{Bn} を考慮して所要の流量補給 $Q_u = Q_{Au} + Q_{Bu} = \text{const.}$ を行なうとき、 $t_1 \sim t_2$ 間の確率的流入量 Q_{As}, Q_{Bs} が最も多く貯水できるようにすることにおくと、操作条件は、

$$\int_{t_1}^{t_2} h(Q_{As}) dQ_{As} = \int_{t_1}^{t_2} g(Q_{Bs}) dQ_{Bs}, \quad \text{ここに } V_A = Q_{Au} + V_A, V_B = Q_{Bu} + V_B \quad (4)$$

で与えられる。なお、 V_A, V_B は t_1 における貯水池 A, B の空間を示し、 $h(Q_{As}), g(Q_{Bs})$ は Q_{As}, Q_{Bs} に属する確率密度関数である。¹⁾

α) 計算例：対象地は、紀ノ川上流の寺尾 A および鷺家口 B で、流域面積 $A_A = 243 \text{ km}^2, A_B = 122 \text{ km}^2$ 、年流出量 $Q_{TA} = 675 \times 10^6 \text{ m}^3, Q_{TB} = 231 \times 10^6 \text{ m}^3$ (1954~62 の平均) である。計算は、1957~58 年の渇水年について行ない、個々の貯水池について mass-curve analysis によるもの (単独操作と呼ぶ) と上の条件に従った統合操作によるものとを比較した。結果の一部が以下の図で示されているが、総貯水池容量は $C_A = S_A + V_A, C_B = S_B + V_B$ とし、図-3 では単独操作時の結果にダッシュを付して示している。

β) 補給水量の特性：図-1 は $C_A + C_B = 600 \text{ day} \cdot \text{m}^3/\text{sec}$ の結果で、単独操作の場合には $C_A/C_B \div Q_{TA}/Q_{TB}$ のとき補給水量の合計 $Q_u = Q_{Au} + Q_{Bu}$ が最大となるが、統合操作では C_A と C_B のいろいろの組合わせにおいて、一方の容量が極端に小さくならない限り補給水量の合計がほぼ一定に保たれるという特性がみられる。図-2 は $C_A + C_B$ の値を変えたときの結果であるが、上と同様の特性がみられる。つぎに、このときの貯水池からの放流量 D_A, D_B や貯水量 S_A, S_B の変化を単独操作の場合と比較して示したものが図-3 (a), (b), (c) である。これらの図から、 $C_A/C_B \div Q_{TA}/Q_{TB}$ のときは単独操作の場合とほとんど同様の性状を示すが、 C_A/C_B が Q_{TA}/Q_{TB} から離れれば離れるほど次第に性状が

変化し、相対的に小容量の貯水池がある支川からの流出量の利用率が高くなり、貯水池の回転率も多くなる傾向がみられる。

したがって、結果的には、この支川からの補給水量が Q_u の中で占める割合はかなり変化し、大容量の貯水池はその変化を埋めながら所要量 Q_u を満足するように補給を行なうという機能を持たせるように操作されていることになる。

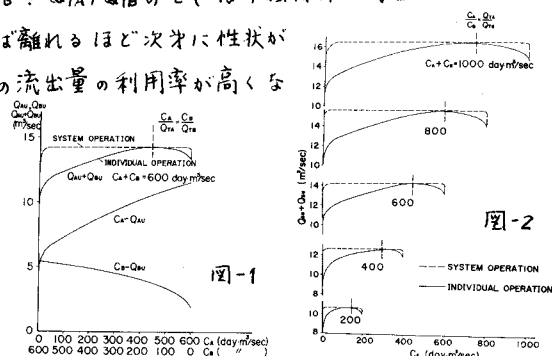


図-2

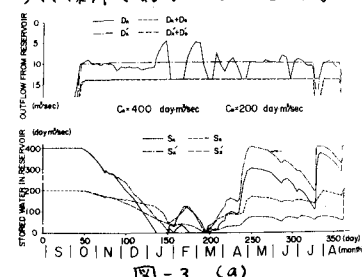


図-3 (a)

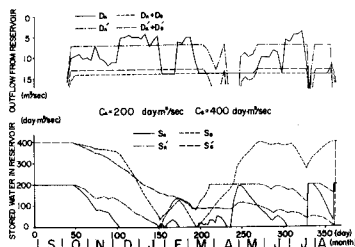


図-3 (b)

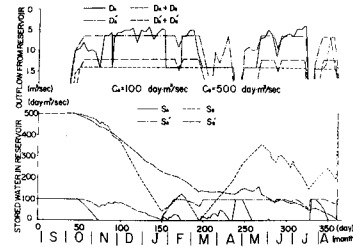


図-3 (c)

- 1) 石原・石井「利水用貯水池群の最適利用について」土木学会関西支部講演概要、II-35-1~2, 昭43・5
- 2) 長尾「流出量時系列の季節的特性について」京大防災研究所年報第12号B, pp. 261~272, 昭44・3
- 3) 長尾・瀬古「自己相関からみた河川流出量の性格について」土木学会年次講演概要、II-13-1~2, 昭42・5