

九州大学工学部 正 員 上田年比古

学生員 小川 康考

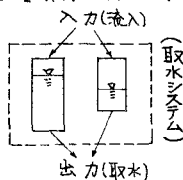
本報では流入量の比と貯水池容量の比が異なる並列2貯水池の最適取水システムを検討した。

1. 最適取水の条件 与えられた貯水池群の最適取水の条件は次の2つと考えられる。

(1) 貯水池に流入する水を有効に取水する[効率的取水]。(2) 各貯水池の通水能力をなるべく小さくする[管の経済性]。条件(1)は放流をもたず洪水があった場合、洪水流入終了時各貯水池とも満水の状態にあるは効率的に取水することになる。(この場合もしどこかの貯水池が満水していなければ、その貯水池のあいている部分の水量だけ無効に放流されたことになる) 条件(2)は同時にからになるように取水することによって帰着する。(渇水期にからとからでない貯水池が生じた時、一定の日取水量を保つためにはからでない貯水池からの取水量すなわち通水能力を非常に大きくする必要があり、管が不経済となるから)。(1)、(2)のことで最適取水とは貯水池群をあたかも一つの貯水池のように操作することを意味し、一つの貯水池以上によく操作することはできないことになる。

2. 取水システムの系 取水システム(図-1)の最適化はランダムな入力に制御して最適取水の条件に近づけることであり、本報ではこれをあらかじめ設定された取水規準線によって取水する方法を用いて検討した。なお、最適取水システムの決定にはコンピューター・シミュレーションを用いた。図-2に記号を説明する。

図-1 取水システムの系



3. 取水規準線 これは図-3に示すように、あるSに対して各貯水池のとりべき S_i の関係を示す曲線 $S_i = f_i(S)$ で、ここでは3つの直線による折線を用いた。一般式は $S_i = X_i S + Y_i$ ($i=1, 2$)である。(表-1) 規準線の条件は $X_i \geq 0$, $\sum X_i = 1$, $\sum Y_i = 0$, 取水システムの決定変数は $\alpha_i, \beta_i, R_0, S_{0i}, S_0, S_b$ となる。

表-1 取水規準線の一般式 ($S_i = X_i S + Y_i$) ($i=1, 2$)

区間	区間の操作	X_i	Y_i
① [0, S_a]	同時満水のための満水側調整区間	α_i	0
② [$S_a, S_0 - S_b$]	②, ③の接合区間	$\frac{S_{0i} - \alpha_i S_a - \beta_i S_b}{S_{0i} - S_a - S_b}$	$\frac{\alpha_i S_{0i} - S_{0i} - (\alpha_i - \beta_i) S_a}{S_{0i} - S_a - S_b} \times S_a$
③ [$S_0 - S_b, S_{0i}$]	同時満水条件のための満水側調整区間	β_i	$S_{0i} - \beta_i S_{0i}$

4. 取水操作方式 通水能力 P_{0i} の範囲内で最もはやく取水規準線にさうよう逐次 P_1, P_2 をきめる。

5. コンピューター・シミュレーション シミュレーションとして

データは、1日流入量を用い、1日1回の取水操作とし、取水量の季節的变化を考慮した。次に解析のための仮定として④各貯水池への流入量の割合 μ_i は一定($Q_1 = \mu_1 Q, Q_2 = \mu_2 Q, \sum \mu_i = 1$) ⑤日取水量 P (%)は一定($P = P_1 + P_2$)とする。

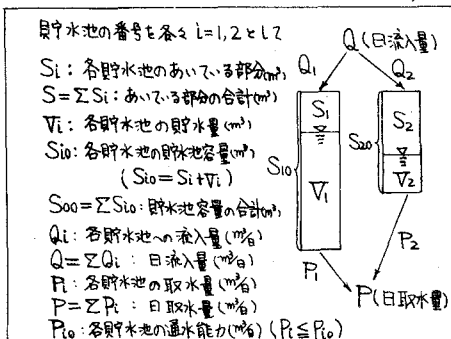


図-2 記号の説明

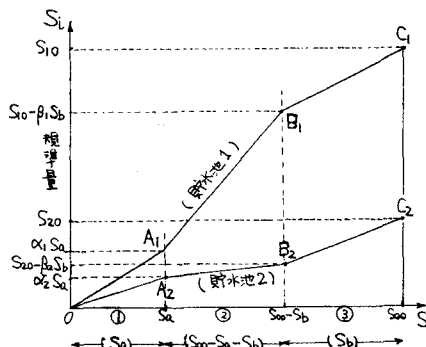


図-3 取水規準線

入力(流入量)<出力(取水量)の場合には出力の範囲内で規準線に近づけるように制御できる。洪水時は入力>>出力となり、出力による操作は期待できないので図-3において $\alpha_i = \mu_i$ として、取水規準線①区間による調整を考えた。同様にして③区間も $\beta_i = \mu_i$ とした。すなわち①、③区間では規準線にそって流入することになる。ここで流入量の比と貯水池容量の比が一致する場合は $\frac{S_{i0}}{S_{00}} = \mu_i$ であり、規準線は一本の直線となり、理想的と考えられる。一般には $\frac{S_{i0}}{S_{00}} \neq \mu_i$ のため②区間の分配は μ_i からはずれるので、この調整が問題となる。平均日流入量を $\bar{Q}$ 、平均日取水量を $\bar{P}$ として P_{10} の概略値を求めると、平均日流入量に対し、基準線にそってとるために必要な通水能力は $P'_{10} = X_1 \bar{P} + (X_2 \mu_1 - X_1 \mu_2) \bar{Q}$, $P'_{20} = X_2 \bar{P} + (X_1 \mu_2 - X_2 \mu_1) \bar{Q}$, -----[I]したがって P'_{10}, P'_{20} は①、②、③区間でそれぞれきまるがその中で最大のものをとり、さらに取水操作のための余裕をみて P_{10}, P_{20} とする。 P_{10}, P_{20} を固定しておけば取水システムの決定変数は S_a, S_b となる。

6. 計算結果 ここでは北九州市の頂吉、福智の2貯水池(表-2)について、昭和35年7月~38年6月の3年間の流入記録を用いて計算した。日々の流入量の割合 μ_i の平均は頂吉0.647(分散0.09)、福智0.353(分散0.09)であり、 μ_i 一定の仮定がほぼ成立する。次にRipple法により、頂吉、福智を

表-2 北九州市の頂吉、福智貯水池

貯水池	貯水池容量 $S_{i0} \times 10^3 (m^3)$	S_{i0}/S_{00}	総流入量 $I_i \times 10^3 (m^3)$	$\mu_i = \frac{I_i}{I_0}$
頂吉 ($i=1$)	1,840	0.705	30,303	0.614
福智 ($i=2$)	770	0.295	19,045	0.386
計	2,610 (S_{00})	1.000	49,348 (I_0)	1.000

1つの貯水池とした場合、最適の状態を算定すると、平均日取水量 $\bar{P} = 28,639 (m^3/日)$ 、最大日取水量 $37,200 (m^3/日)$ 、総放流量 $17,988 \times 10^3 (m^3)$ (Wとする)をえた。次に頂吉、福智の流入記録と $S_{00} = 2,610 \times 10^3 (m^3)$ について、貯水池容量の割合、 P_{10}, S_a, S_b を変えた場合の算定結果を図-4に示す。これより次のことがわかる。

- ① E線の総放流量の最小値が $\frac{S_{10}}{S_{00}} = \mu_1 = 0.614$ にあることより $\mu_i = \frac{S_{i0}}{S_{00}}$ の時に理想的である。F線によれば通水能力が大きいと $\mu_i \neq \frac{S_{i0}}{S_{00}}$ の場合でもかなりの範囲、最適状態(総放流量W)にすることができる。
- ② G点は表-2の頂吉、福智の貯水池容量に対するもので、 S_a, S_b に関係なく最適状態(総放流量W)にすることができた。この原因として① $\mu_1 = 0.614$, $\frac{S_{10}}{S_{00}} = 0.705$ 程度の違いでは出力の範囲内で十分操作できると。③この流量記録では洪水の流入は急激かつ大きく S_a, S_b の効果がなく、ほとんどの場合、洪水末期には両貯水池とも満水状態にあるためと考えられる。

④ H点は流入量の比と貯水池容量の比の相違が大きい場合の最良の S_a, S_b (図示の値)に対する計算結果である。同じ $\frac{S_{10}}{S_{00}}$ のE、F線と比較して、 S_a, S_b を変えても最適状態(総放流量W)に至らなかったこと、 P_{10}, P_{20} の効果が大きいことがわかる。

今後は P_{10}, P_{20} に主眼を置いて最適取水システムの決定を研究して行きたい。
なお計算は九州大学のOKITAC 5090 H電子計算機を使用した。

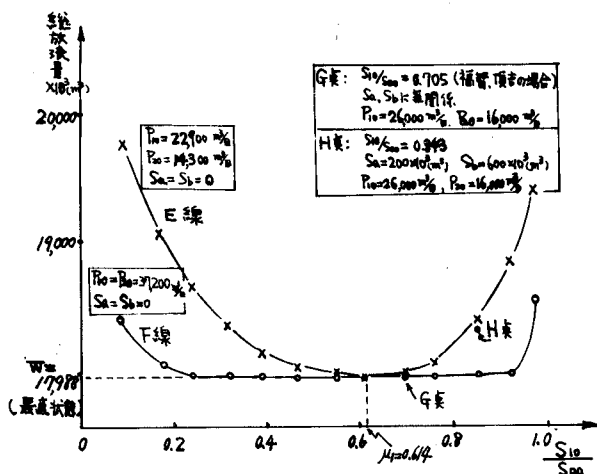


図-4 算定結果図 [$S_{00} = 2,610 \times 10^3 (m^3)$]