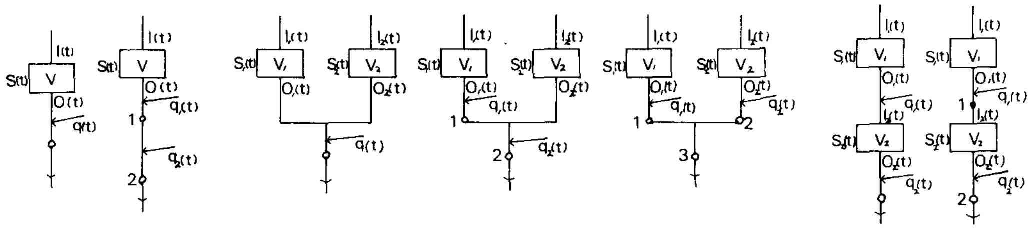
II-152 複数基準点システムのダム群利水操作について

京都大学工学部 正 員 高棹 琢馬
京都大学工学部 正 員 池淵 周一
京都大学大学院 学生員○小尻 利治

1．はしがき　近年の水需要の増大に対処するために，さまざまな方策が考えられている。著者らは，河川表流水の利用率の高度化の1つとして，貯水池群の統合管理の重要性を認識し，貯水池の操作法にD.P理論を適用してきた。本研究は，複数ダム，複数評価地点をもつ水系をいくつかの基本パターンに分割し，各パターンにおける最適利水操作方式を確立するため，その基礎となる利水計算法を提案するものである。

2．貯水池群の基本パターン　実際の水系は，複数ダム，複数評価地点をもっているが，それら



Fig−1

はFig-1に示す7通りの基本パターンより構成されていると考えられる。ここに，残流域流量qを重視したのは，降雨－流出の地域性を考慮したからである。

3．目的関数と評価関数　著者らは，利水操作における目的を，各評価地点における最低流量と確保流量との比を最大にすることと定義し，つぎのように表わした[1]。すなわち，

$$P \equiv \min.\left\{\frac{Q_{ie}}{Q_{id}}\right\} \longrightarrow \max. \quad (i=1,2,\cdots\cdots,m) \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

ここに，mは評価地点数，Q_{ie}，Q_{id}はそれぞれ，評価地点iにおける最低流量，確保流量である。さらに，利水操作を数理計画における最適制御問題と解釈し，D.Pによる定式化を行なうため，流量，時間を離散的に取扱い，目的関数として$J=\sum_{i=1}^{m}\sum_{t=1}^{T}D_i\{Q_i(t)\}\cdots(2)$ を採用した。ここに$D_i\{Q_i(t)\}$は評価関数であり，評価地点が1個の場合は，D.Pの特性より凸関数であればよい。したがって簡単には$D\{Q(t)\}=\{Q(t)\}^2$あるいは，$D\{Q(t)\}=\{Q(t)+\alpha\}^{-1}$でよい。しかし，多評価地点においては，地点相互間の影響を重視して，各地点に重みa_iを導入した。また，最適評価関数として満足すべき条件として，$D(x)>mTD(x+1)\cdots\cdots(3)$を導き，その具体的関数として$D_i\{Q_i(t)\}=(mT_0)^{b-a_iQ_i(t)}\cdots\cdots(4)$を提案した。ここに$a_i$は$a_iQ_{id}=C$なる自然数である。

4．次元の節減化　a.空間基準　複数の貯水池による利水操作は，D.Pの式をそのまま解いて求めることができるが，計算時間が急激に増加し，実用上不可能であることは明白である。したがって，複数ダムを単ダムにおきかえたり，単ダムの組み合わせと考えることによって次元の節減化を行ない，最適解を求めることが必要である。P-1，S-1の場合には，貯水容量を$V_0=V_1+V_2$なる単ダムにおき

かえることが可能である。しかし，制約条件が，$0 \le S_1 \le V_1$，$0 \le S_2 \le V_2$ から $0 \le S_0 \le V_1 + V_2$ と変化するため，単ダムにおきかえたときの最適解が，複数ダムの解と必ずしも一致するとは限らない。したがって，空間基準をつぎのように定義した。すなわち，"複数ダムによる最適制御方式を，単ダムにおきかえて求め，その解を各貯水池の制約条件をみたすように配分する方法"であると。なお，配分過程において制約条件を満たすことができなくなれば，放流量を増加して各制約条件を満足させ，その時点における貯留量を初期値として，以後の期間において，再びDP計算を行なうことになる。具体的には，P-1の場合には，$I_0 = I_1 + I_2$ として制御を行なうことができ，空間基準としては，無効放流を0とすることを目的とする The Harvard Water Program で提起されたものを使うことができる。任意の流況に対する適用結果は，複数ダムによる解と一致しており，空間基準としてすぐれていることを示している。一方，S-1においては，$I_0 = I_1 + q_1$ として制御しなければならず，空間基準としては，複数ダムによる最適解が，一般に，下流側のダムを満水の状態にする傾向があるので，つぎの方法を提案する。

i) $S_0(t) > V_2$ ならば $S_2(t) = V_2$，$S_1(t) = S_0(t) - V_2$ ………… (5)

ii) $S_0(t) \le V_2$ ならば $S_2(t) = S_0(t)$，$S_1(t) = 0$ ………… (6)

この方法の適用結果は，$I(t)$ と $q_1(t)$ の流況によって解が大きく左右され，残流域の流入量が支配的な場合は，複数ダムによる解よりかなり悪い結果になり，今後，改良していかなければならない。

b.近似解法　つぎに，P-3，S-2の場合には，単ダムの組み合わせとして，許容できる範囲内の誤差をもつ近似解を求める必要があり，この方法を近似解法とよぼう。P-3では，すでに治水で提案した逐次近似法[2]を利用することができる。これは，A-2をくり返して行なうのであるが，その解が収束することは明白であり，また，適用結果も，収束次数が早く，複数ダムによる解とも一致しているので，極めて有効な近似解法であると思われる。S-2においては，つぎの2通りの方法が考えられよう。すなわち，Fig-2で示す単ダムの連続とする方法と，Fig-3で示すA-2とA-1との組み合わせの方法である。前者は，ダムの制御能力が大きいときに効果的であり，後者は，ダムの制御能力が小さく，上流側のダムによる制御が評価地点2へ強く影響を及ぼすときにその効果が期待できるが，適用結果は，流況によって最適系列に相違が認められた。こうした相違点は，今後検討すべきであるが，その解決の方向としては，空間基準や近似解法をあわせて行ない，そのなかで最も利水目的を満たしているものをその流況における最適解とすべきであろう。

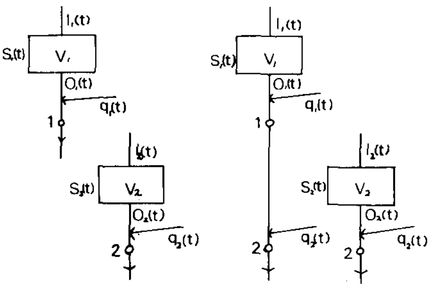


Fig-2　　Fig-3

5．あとがき　以上，本研究では，貯水池群の利水操作において，とくに，実用的な面からの要請である次元の節減化を行なってきた。しかし，評価関数においては，計算機上の制約から，指数部に制限が加えられ，適用の範囲がかなり狭められており，今後はこうした問題点を含めて，実際の利水操作にD.Pを適用できるようにしていきたい。

参考文献　1)石原藤次郎　池淵周一：利水計画における限界供給量算定の一手法　第26回年次学術会講演概要　II-136　昭46.10.

2)高棹琢馬　横田穣二：DPによる洪水調節方式の決定に関する2,3の手法　46年度関西支部講演概要　II-6　昭46.5.