

京都大学工学部 正員 高樟琢馬  
 京都大学工学部 正員 小尻利治  
 住友金属工業 正員 小山清一

1. はしがき 最近の流域開発にともなう流出場の変化, 河道改修の進歩などによる洪水流出量の増大, また都市への人口・産業集中による急激な水需要の増加と偏在化に対処するため, ダム群の最適配置, 規模・操作の問題が注目されている。本研究は, ダム群の規模・位置が決定された後に重要な操作問題をとり上げ, そこにDP理論を導入して最適操作方式の確立をはかろうとするものである。

2. 評価関数 筆者らは従来よりダム操作を数理計画における最適制御問題と解釈してDPによる定式化を行ってきた。そして治水目的を  $k = \max \{Q_{ip}/Q_{id}\} \rightarrow \min \dots (1)$ , 目的関数を  $J = \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^T D_i \{Q_i(t)\} \dots (2)$  と定義したが, つぎに問題となるのは評価関数のとり方である。ところで, DPにおける制御過程には, ある時刻  $t=i$  より最適操作が行なわれた場合, 貯水量が  $S(i)$  と  $S(i-1)$  における評価地点の通過流量系列の相違は, その時間的要素を無視すれば, 1地点で1箇所の変化にすぎないという特徴がある<sup>1)</sup>。したがって, ある放流量  $Q(i-1)$  の決定に際して対象とする通過流量系列の変化は, 前の時刻  $t=i$  の貯水量の範囲を  $v$  とすると,  $v < i-1$  では  $v+1$  箇所,  $v \geq i-1$  では  $i$  箇所となる。ゆえに,  $w = \min \{v, i-1\}$  とおけば, 評価関数としては次式が提案できる。

$$D_i \{Q_i(t)\} = \{w+1\}_m \{Q_i(t) - b\} \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad \dots (3)$$

ただし,  $Q_i$  は  $Q_i, Q_i = 0$  なる自然数,  $m$  は評価地点の総数である。なお, この評価地点の最適性は, すでに明らかにした方法と同一であるので省略するが, この関数の特徴として, DDDPの適用に際し極めて有効なことである。すなわち,  $v$  が Corridor の幅に対応しており, それを小さくすると  $Q_i(t)$  のとりうる範囲も広がりきめ細かい操作が可能となることである。

3. 期間分割法 多次元, 多期間の制御においては, 記憶容量, 計算時間の問題が生じ, その対策として種々の方法を提案してきたが,<sup>2)</sup> ここでは, 多期間問題に対する期間分割法を提案する。その方法は, 政策空間を分割し部分的な解をくり返し求めることにより, 全体的な最適解に接近させていくのであるが, Fig-1 のような3分割の場合にはつぎのような手順になる。まず, (a) 初期貯水量  $S_1(1)$  と第2期間の最終貯水量  $S_2(T_2+1)$  を固定して, 両側からDP計算を行ない, 時刻  $T_1+1$  において2つの目的関数の和  $f_1(S) + f_2(S)$  を最小にするものを第1, 第2期間の近似系列として求め,  $S_1(T_1+1)$  を決定する。つぎに, (b) この値を第2期間の初期値  $S_2(1)$  とし, 第2, 第3期間でDP計算を行ない近似系列をおめ  $S_3(1)$  を決定する。

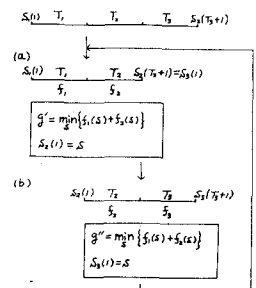


Fig - 1

この操作をくり返すことにより高次の近似解を求めようとするのだが、解の収束は明らかではなく、最適解の近くでの振動が予想される。しかし、具体的な計算例では低次の収束し、しかも最適解と一致していることを考えると、利水操作のように長期にわたる制御には有効であろう。

#### 4 淀川流域への適用

2節のようにして得られた最適評価関数を用いて、淀川流域における7220号出水と47.7豪雨に適用し、統合操作を行なった。

なお、制御は淀川ダム統管によって推定された流量で計算を行ない放流量を決定し、その後実流量がはいり次の時刻の貯水量を決める適応制御方式をとっており、図は7220号出水の結果である。

まず、評価地点であるが、現行の操作に用いられる名張、加茂、枚方地点のほか、宇治も評価地点とした。つぎに、ダム群の基本パターンへの分類であるが、そのまゝに青蓮寺ダムと高山ダムを直列-2評価地帯としての制御を行なった。(Fig-2)その結果によくと高山ダムは流入量に比較して治水容量が大きくダムの自由度も大きいので、加茂地帯では、単ダム1評価地帯として制御した結果と大差なく、ピーク流量にも変化がみられない。一方、名張地帯ではかえって悪い結果となり複数ダムでの効果が少なく、互いに

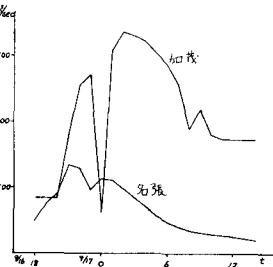


Fig-2

独立した操作で十分であると思われる。したがって、室生ダムと青蓮寺ダムを並列-1評価地帯と考え(Fig-3)、また高山ダムと天ヶ瀬ダムを並列-3評価地帯とした。(Fig-4) 前者は空間基準を使った解であるが、両ダムによる名張地帯の制御効果には著しいものがある。後者は、最初に単ダム1評価地帯の制御で試系列を求め、それを3式を使ったDDDPで最適系列を求めたものである。それによくと宇治地帯では、天ヶ瀬ダムの流入量が大きく最危険地帯となるので、単ダムでの結果とあまり相違がみられなかった。しかし、加茂、枚方地帯では、高山ダムやその他のダムによる効果があり、流量の減下が著しい。また、桂川における日吉ダムはその流出特性を考えると、他支川のダムとの相関は低く、単ダムで操作して十分であり、評価地帯も新町、栗田等の上流部を対象にすべきであると思われる。

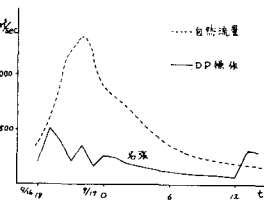


Fig-3

5. あとがき 以上本研究ではダム群操作の基礎となる最適評価関数と、多期間問題における期間分割法を提案し、ダム群統合操作の一例として淀川流域の出水での制御を示した。さらにこうした方法を実際に用いるには (i)推定流量精度の向上、(ii)実時間軸上での制御最終貯水量の決定方法 (iii)河道の貯留効果、洪水流下の特徴型特性の導入などが必要であり、今後の課題である。

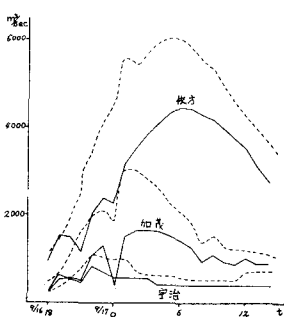


Fig-4

5. あとがき 以上本研究ではダム群操作の基礎となる最適評価関数と、多期間問題における期間分割法を提案し、ダム群統合操作の一例として淀川流域の出水での制御を示した。さらにこうした方法を実際に用いるには (i)推定流量精度の向上、(ii)実時間軸上での制御最終貯水量の決定方法 (iii)河道の貯留効果、洪水流下の特徴型特性の導入などが必要であり、今後の課題である。

(参考文献) 1) 小原利治 ; ダム群による水量制御に関するDDP論的研究 1974 京大修士論文  
2) 池淵周一、小本高司 ; DP利用によるダム群利水操作について. S47関西支那年次講演会