

利水安全度を考慮した河川およびダム取水量決定システムの構築

九州大学大学院 学生員 ○飯田英彦 九州大学工学部 正 員 神野健二
九州大学工学部 正 員 河村 明 西松建設(株) 正 員 田尻 要

1. まえがき

福岡市では水資源の確保を近郊の4つの河川、ダム貯水および筑後川からの導水によりおこなっている。しかし都市の規模に比べ量的に余裕がないのが現状で、今後も都市規模の拡大に伴い水の需要量は増加を続けることが予想される。したがってこのような状況に対処するためには、水源の状況を把握しつつ既存の設備を互に関連させた、取水から配水に至る総合的見地にたつ水管理システムを確立することが必要と考えられる。本研究では水管理システムの構築の一環として、福岡市の夫婦石浄水場を例にとり、水源から浄水場に至る取水および導水プロセスに着目した取水量決定システムについて考察を加えた。

2. 取水量決定システムの概要

夫婦石浄水場は、室見川および那珂川の2つの水系を取水対象とし、各水系ともダム貯水池および河川取水施設(水源地)をそれぞれ1つずつ持つので計4地点から導水がおこなわれる(図-1)。

ここでは複数の水源各々について導水に要するコストを設定し、ダム取水については渇水に対する安全度を考慮にいれ、水利権等の制約条件のもとで数理的手法を用いて水源ごとの取水量を決定する方法について考察し、これらを一括するシステムの構築を試みた。このシステムを通じて、通常の安定供給第一の運用の目標をみだしながら、さらに導水に要するコストの削減(経済運用)の可能性について、実際に過去の取水実績データを用いて検討した。

3. 取水量決定手法の考察

取水量決定の手法として、ここでは線形計画法(LP)を適用した。各水源のコスト単価の設定について、河川(水源地)取水分は導水に要するポンプアップの電力費(導水コスト)を、またダム取水分は利水安全度を考慮することとして、渇水被害原単位を適用した。これはダム貯水の減少とともに生じる渇水被害を金銭評価するもので、この指標を用いて貯水状況に応じた水の価値を決定する。これら取水に要するコストの和を目的関数として、これを最小にするような各水源からの取水量を最適取水量として、5日単位の取水配分量の決定をおこなった。制約条件には、①1日の導水量、②各水源ごとの1日当りの水利権量、③貯水池の水収支に関する連続式を考慮している。

第j期における目的関数式を下に示す。

$$\text{コスト } Z_j = \sum_{i=1}^5 (C_{a,j} X_{a,j,i} + C_{b,j} X_{b,j,i} + C_{c,j} X_{c,j,i} + C_{d,j} X_{d,j,i}), \quad i=1 \sim 5 \text{ (日)}$$

ここに、 $C_{a,j}$ 、 $C_{b,j}$ ：第j期の曲淵および背振ダムの水1m³当りのコスト単価(円/m³)

$C_{c,j}$ 、 $C_{d,j}$ ：第j期の室見および日佐江水源の水1m³当りのコスト単価(円/m³)

$X_{a,j,i}$ 、 $X_{b,j,i}$ ：第j期i日目の曲淵および背振ダムからの取水量(m³)

$X_{c,j,i}$ 、 $X_{d,j,i}$ ：第j期i日目の室見および日佐江水源からの取水量(m³)

この手法で、先の目標をみだす運用が可能であるか否かを、実際に昭和62年および63年度のかんがい期の実績データに対してシミュレーションをおこなった。

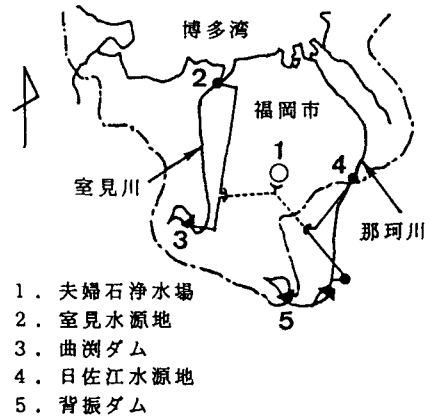


図-1 夫婦石浄水場および
取水関連施設

4. 適用と結果

河川取水のコスト単価 C_{0j} 、 C_{0j} は、それぞれ一定の値をとるものとし、ダム取水のコスト単価 C_{1j} 、 C_{1j} は、第 j 期の貯水状況により決定される。したがってダム貯水が充分あればダム取水のコストはかからず、ダム取水優先、逆にダム取水のコスト単価が河川取水のコスト単価を上回るようであれば、河川取水が優先され不足分をダム取水で補う運用となる。曲淵ダムについてのシミュレーションの結果を下図に示す。図-2、図-3はそれぞれ昭和62年、63年の実際の運用および線形計画法による運用の貯水量の推移を、また図-4、図-5は各運用のコストZ値を示している。これより62年度については、降水量が多く貯水池への流入量が豊富であったため、ダム取水優先の運用を長期間おこなえた結果、コストを低く抑えることができた。なお図-4で経済運用のコストが上昇したのは、背振ダムの貯水量低下によりコスト単価 C_{0j} が上昇したためである。63年度は、62年度ほど恵まれた状況ではなかったが、流入量が多い時期にはダム取水を優先し、少ない時期には河川取水優先の運用に切り換えたため、コストの削減効果は小さかったが、目標を満たす運用が可能となっている。

5. おわりに

本研究の結果次の結論が得られた。

- 1) この手法により目標を満たす運用ができる。特に降水量の多い年には経済運用の効果が得られる。
- 2) 金銭評価の指標（コストZ値）により、運用の状況をより具体的に表現できる。
- 3) 5日単位の運用により、貯水状況に応じた合理的な運用が可能である。

さらに、数理的手法を用いることで、取水運用がより明確になると考える。最後に今後の課題として、ダム取水のコスト単価に適用した利水安全度指標の改善、河川の流況の情報を制約条件に加えること、流入量予測手法をとりいれることが必要である。

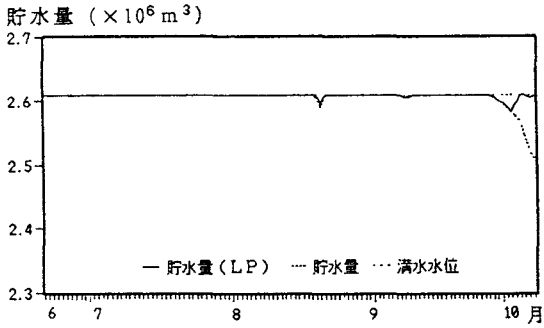


図-2 曲淵ダムの貯水量の推移(S62)

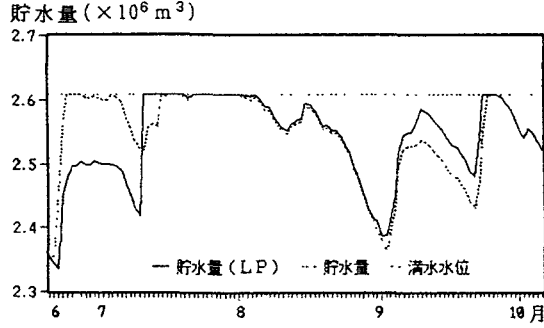


図-3 曲淵ダムの貯水量の推移(S63)

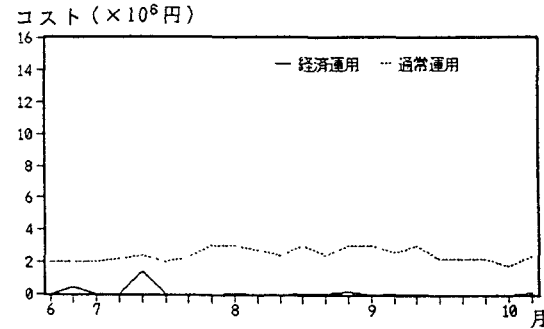


図-4 各運用のコスト(S62)

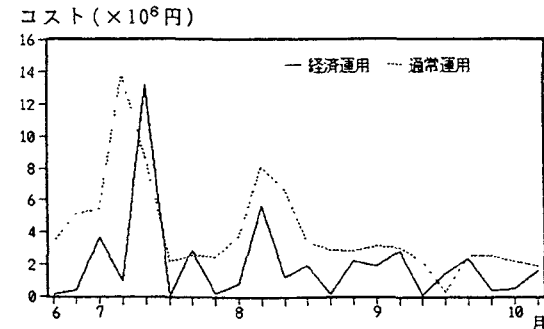


図-5 各運用のコスト(S63)

謝辞 本研究を行うにあたり、有益な助言を頂いた福岡市水道局の方々に御礼申し上げます。

参考文献 (1) 山内彪：渇水被害の定量的手法について，ダム技術，No. 44, pp. 5-13, 1990

(2) 今村瑞穂ほか：渇水の構造分析と流水管理への適用，土木技術資料，Vol. 21, No. 9, pp. 16-24, 1979