

II-110

ファジィ制御をベースにした
ダム貯水池の渇水実操作

京都大学防災研究所 正 員 池淵 周一
川 崎 製 鉄 正 員 宮川 裕史
京都大学大学院 学生員 河端 伸一郎

1. はじめに：渇水時における社会的合理性をと
もなう早期対策実施を目指し、貯水池操作に中・
長期予報の有効利用を試みる。その際、気象予報
の不確定性を考慮するために、判断の主要部にフ
ァジィ理論を用いることによって、ある種の最適
性を保持しつつ、水資源の供給者・需要者間の複
雑な利害関係をも取り込んだ実時間操作システ
ムを構築する。

2. 中・長期予報の導入方法：本研究で利用する
中・長期予報は、週間予報、1ヶ月予報、3ヶ月
予報のうちの降水量予報であり、予報を100%信
頼する。週間予報及び1ヶ月予報は、降水量の段階
予報の最小・平均・最大の3通りの月末までの半
旬単位の降水量系列を求め、想定した4次の線形
回帰式により、半旬単位の貯水池への流入量系列
を3本作成する。3ヶ月予報は、予報に応じた来
月以降の将来の降雨動向指標という値に変換する。

3. 操作方式の概要：各操作期における放流量決
定の流れを図1に示す。本研究での操作方式にお
ける基本的概念は、渇水対策を0:制限無し、1:警戒体制、2:10%制限、3:20%制限、4:30%制限、5:
非常事態といった6種のレベルを持つ階層構造として捉え、各期において月末までの渇水対策レベルを決定
し、各レベルにおける放流量を制約条件として各期目標水位からの（偏差率）×（偏差量）と、目標総維持
流量からの（偏差率）×（偏差量）の和からなる被害関数を最小にするように月末までの最適放流量系列を
求めるという方式をとる。

各期における月末までの渇水対策レベルは、基本的には通常の渇水対策レベルに対応した6段階の貯水量
レベルを仮定し、**ファジィ推論1**によって求められた貯水量レベルと渇水対策レベルの差異に応じた管理者
の渇水対策レベルの変更希望度を決定する制御規則を持つ**ファジィ推論2**を行うことによって前期のレベ
ルの変更に関する判断を行う。その際、中・長期予報を利用して得られた3本の流入量系列に対応する最適放
流量系列をもとに、汎用性の高い一般的な制御規則を多数追加することにより、中・長期予報を利用した合
理性を持つ判断がなされる。**ファジィ推論2**での制御規則を表1に例示する。

実際の放流量は、現在の貯水量レベル及び将来の降雨動向指標により、最小・平均・最大の流入量系列を
どのように傾斜配分すべきかを**ファジィ推論3**によって決定し、これを月末までの想定流入量とする。そし
て最後に、推論された渇水対策レベルを制約条件として想定流入量系列が生じた場合の、最適放流量を求
めることによって、今期の決定放流量及び月末までの予定放流量が決定される。

なお本研究では、制御規則の増加を避けるため3種のファジィ推論すべてに操作時期や前期のレベルなど

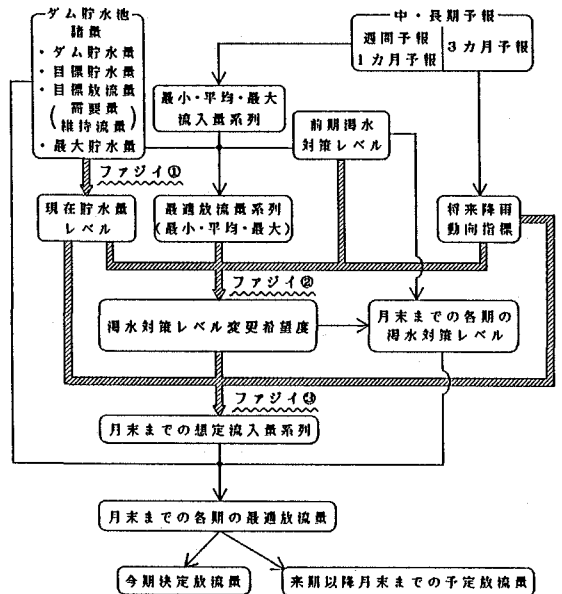


図1 各操作期における判断の流れ

をパラメーターとした適応制御を採用しており、さらに各期でファジィ推論2の判断結果において、どの制御規則のどの前件部変数が寄与しているかの情報が、管理者に提示されるようなシステムとなっている。

4. 適用結果と考察：想定貯水池としては諸量を高山ダムを基準に設定し、また河川利用率を70%として、平年降雨、設定基準降雨、昭和48, 53, 59年渇水について適用した。昭和53年渇水における本システムでの操作例を図2に示し、あわせて節水放流（将来の降雨に関する情報を用いない放流）を行った場合の操作例を図3に示す。

これらの結果によると、節水放流による操作では放流量の変動が比較的大きく、特に6月から7月にかけての貯水量がかなり乏しい状態となっている。これに対して本システムによる操作では、より有効な渇水早期対策が実施され、結果が比較的良好な形で現われている。操作期間内の渇水被害関数値の総和についても、節水放流による操作の場合に比べて、やや小さくなっている。

5. まとめ：本研究で得られた成果として、

①ダム貯水池の渇水実操作に対し、中・長期予報の利用にファジィ理論を適用させることにより、有効かつ柔軟な操作システムを構築することができた。

②ファジィ制御を適用する際の重要課題である制御規則は、常識的かつ簡潔なものとし、適応制御を用いて柔軟に対処し得るシステムを構築できた。

今後の検討課題として、以下の点が挙げられる。

①本研究に基づいたダム貯水池群の統合操作システムの構築

②渇水対策レベルの変更決定の際の需要者の取水制限に対する意識の導入

（参考文献）

1)池淵周一（研究代表者）：水資源システムにおける安全度概念の定式・定量化と計画論への応用に関する総合的研究，昭和61・62年度科研報告，総合研究(A)．，

2)新井・丸井：ベイズ決定問題としての渇水予測，第23回水理講演会論文集，1972．，

3)陣内孝雄：琵琶湖水管理における水文予測システムに関する研究，1987．，

4)菅野道夫著：ファジィ制御，日刊工業新聞社，1988．

もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ	もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ
もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ	もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ
もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ	もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ
もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ	もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ
もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ	もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ
もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ	もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ
もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ	もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ
もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ	もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ
もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ	もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ
もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ	もし平均流入量が系列がきた場合の月末の貯水量が少なくなく、かつ今月中に危険レベルに陥らなければ、前回の渇水対策レベルを下げることとせよ

表1 制御規則の一例

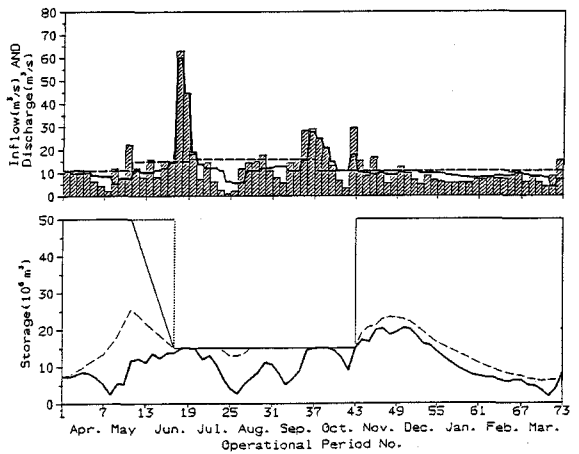


図2 本システムでの操作結果

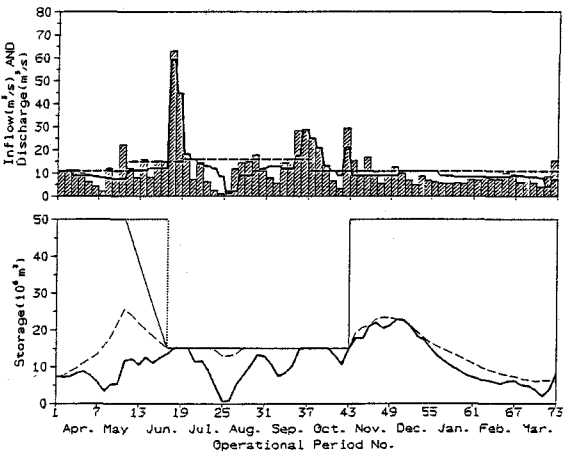


図3 節水放流方式による操作結果