

II - 153

ニューラルネットワークとファジィ理論による
ダム操作支援システムについて

東京電力 正会員 黒崎充能
宇都宮大学工学研究科 正会員 長谷部正彦
宇都宮工業高校建設科 正会員 桑川高德

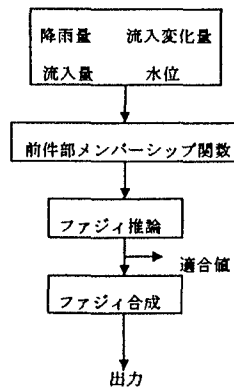
1. 目的

ダムは洪水時の治水などの防災的な機能や環境の保全や水資源の利用などの機能として、その役割を果たしている。しかし、近年、親水性空間等の環境意識の向上や洪水・渇水問題への対応から、より高度なダム貯水池操作が求められている。しかし、現在のダム操作ルールでは、観測時点の流入量に対応しただけの簡単なルールを採用しており、オペレータの経験に頼るところが大きい。これまでは、ニューラルネットワークとファジィ理論を用いたダム操作支援システムについて検討されてきた。そして流域面積に比べダム容量の小さい利水ダムで、放流能力が大きくかつ操作方法が複雑な（3類ダム）操作の場合、つまりゲート操作が流入量の変化に機敏に反応する支援システムの場合には、ファジィ理論のみで構築された支援システムが有効であることがわかった⁽¹⁾。一方、治水目的のような常時満水位から洪水に対処するダム（4類ダム）の操作の場合には、操作内規にある規定値をクリアし、かつ滑らかな反応を示すような支援システムとしてファジィ理論とニューラルネットワークを用いて構築するほうが、信頼度が高くなる⁽²⁾。これまでの研究では、機能（使用目的）が明確なダムについてのみ検討されてきたが、今回の研究では、ダム容量に比べて流域面積の比較的小さい多目的ダム（西荒川ダム）に着目し、ファジィ理論のみによるダム操作支援システムとファジィ理論とニューラルネットワークを用いたダム操作支援システムの比較をおこなうことにより、西荒川ダム操作支援システムの最適化をおこなう。

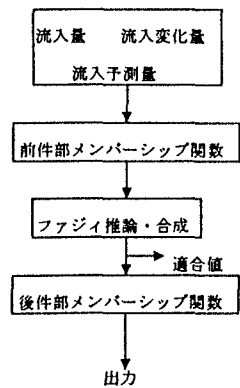
2. 解析方法

1) ファジィ理論のみ

ファジィ理論のみのダム操作支援システムでは、放流計画を操作方針と操作量の2つに分けて決定している。ダムの操作方針は降雨量、流入量、流入変化量、ダム水位を前件部変数として、メンバーシップ関数を用いてファジィ合成し、得られた適合値から操作方針（貯水、定水、放流）を決定する（図-1）。次に操作量は、流入量と流入変化量、それとAR法により計算された流入予測量を前件部変数としてメンバーシップ関数にあてはめてファジィ合成をおこない、適合値を求める。さらに後件部メンバーシップ関数に適合値をあてはめ、該当するファジィ集合のラベルの代表点を重心法により求め出力する（図-2）。



（図-1）操作方針の
フローチャート



（図-2）操作量の
フローチャート

2) ファジィ理論とニューラルネットワーク

ファジィ理論とニューラルネットワークを用いたダム操作支援システムもファジィ理論のみの場合と同様に操作方針と操作量の2つに分けて放流計画を決定する。ダムの操作方針は、階層型ニューラルネットワークを用いている。まず、降雨量、河川流量、流入量、流入予測量、流入変化量、ダム水深、放流量を入力層として、荷重値、しきい値を設定して中間層に出力し、さらに中間層から出力層へと出力し、（貯水、定水、放流）を決定している。操作量の決定はファジィ理論のみの場合と同様の操作である（図-3）。

3. 結果

（図-4）、（図-5）は放流量のシミュレーション結果の図である。両図の結果を比較してみると（図-4）は一貫して貯水操作を繰り返しているのに対して、（図-5）は、ピーク流入量を過ぎた数時間後に

キーワード：ニューラルネットワーク、ファジィ理論、水資源計画

貯水操作から放流操作に操作が変わっているのが分かる。これは（図－6）から分かるように総治水量の差となって出てくる。

4. 評価

今回、操作内規やヒヤリング調査を通して以下の事項を評価項目にした。

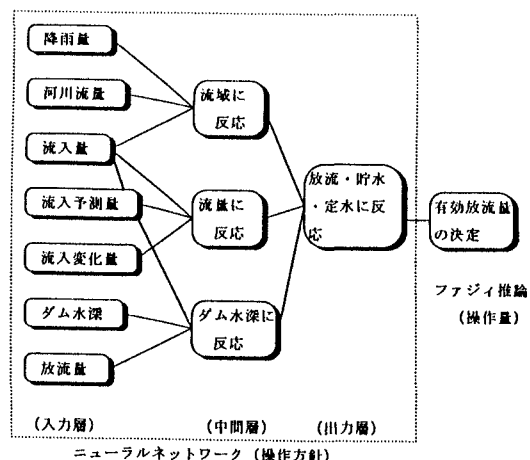
- ①ピーク放流量の低減
- ②時間的放流変化量を極力おさえ、滑らかな放流曲線を描くようにする。
- ③操作内規を満足する。

①と②の項目に関しては（図－4）、（図－5）共に評価項目を満たす結果を得ることが出来た。しかし③の項目を考えると、「結果」で示したように、総治水量という点で、（図－4）より（図－5）の方が操作内規を満たしていることが分かる。また西荒川ダムは月毎で利用目的、水位が異なるために月毎の操作方針、操作量の支援システムが必要である事が分かった。特に10月は今まで水位を下げて、灌漑時期の洪水調節していたものを、常時満水位まで水位を上昇させるのに、水を貯め続ける操作が必要となってくるのである。

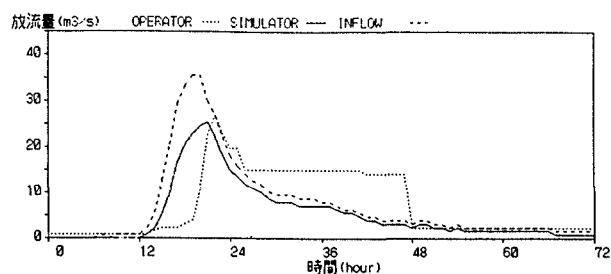
5. 結論

1) 西荒川ダム（ダム容量に比べて流域面積の比較的小さいダム）では、ダム操作がある一定の要素に左右されず、操作内規に沿った操作が必要となるために、ニューラルネットワークを用いた方が、質の高い操作支援システムとなる。

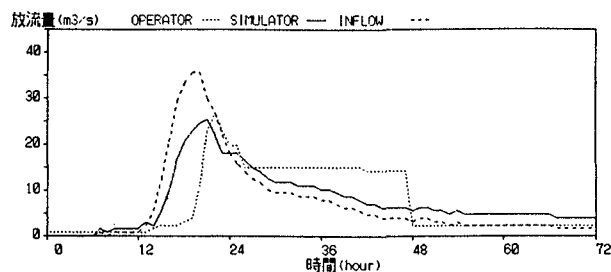
2) 多目的ダムのように、洪水期間、非洪水期間のあるダムでは、操作方針、操作量の両方において、その期間の操作支援システムが必要である。



（図－3） ダム操作支援システムの概要



（図－4） ファジ理論のみによる操作結果



（図－5） ニューラルネット・ファジ理論による操作結果

	実際	ファジ	ニューロ
総治水量(10 ⁴ ・m ³)	1.08	64.80	1.44

（図－6） 総治水量

参考文献 (1) 菅野道夫：ファジ制御、日刊工業新聞社（1988） (2) 古田均／秋山孝正／小尻利治／大野研／宮本文徳／背野康英：ファジ理論の土木工学への応用、森北出版株式会社（1992） (3) 市川絃：階層型ニューラルネットワーク、（1993） (4) 甘利俊一／向殿政男：ニューロとファジ、（1994） (5) 長谷部ら：ニューラルネット・ファジ理論による治水型ダム操作支援システムの適用について