

(II-73) ニューラルネットワークとファジィ理論の応用を用いた ダム操作支援システムの構築

宇都宮大学工学部 学生員 黒崎充能
宇都宮大学工学部 正会員 長谷部正彦
宇都宮工業高校 正会員 桑川高德
栃木県庁土木部 正会員 長山八州稔

1. はじめに

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。

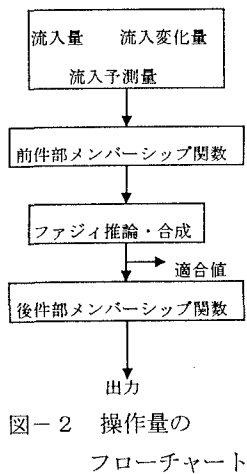
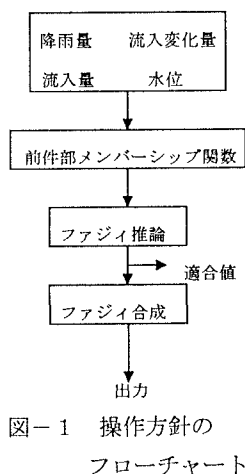
そこで、これまではニューラルネットワークとファジィ理論の応用を用いたダム操作支援システムについては検討されてきた。そして流域面積に比べダム容量の小さい利水ダムで、放流能力が大きくかつ操作方法が複雑な（3類ダム）操作の場合、つまりゲート操作が流入量の変化に機敏に反応する支援システムの場合には、ファジィ理論のみで構築された支援システムが有効であることがわかった⁽¹⁾。一方、治水目的のような常時満水位から洪水に対処するダム（4類ダム）の操作の場合には、操作内規にある規定値をクリアし、かつ滑らかな反応を示すような支援システムとしてファジィ理論とニューラルネットワークを用いて構築するほうが、信頼度が高くなると考えられる⁽²⁾。

このようにこれまでの研究においては、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容量の小さい多目的ダム（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）



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。ダムの操作方針は降雨量、流入量、流入予測量、流入変化量、ダム水位、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

出力する。ここでは操作方針（貯水、定水、放流）を階層型ニューラルネットワークの応用を用いて決定する。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. 結果考察

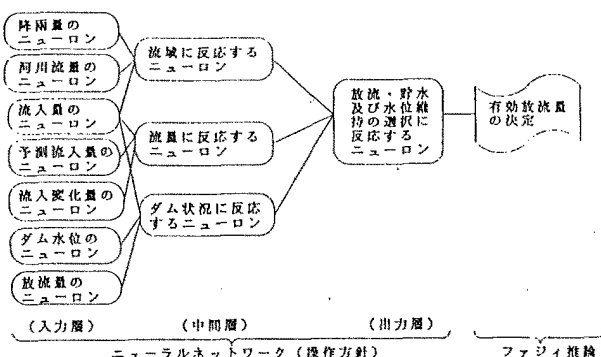
（図－４）は本研究で用いた３時間累計雨量、流入予測量のグラフであり、（図－５）はファジィ理論のみの放流量のシミュレーション結果で、（図－６）はファジィ理論とニューラルネットワークを用いた放流量のシミュレーション結果である。ここで（図－５）と（図－６）の結果を比較してみるとほとんど差が見られない。これは２つのシミュレーションの違いが操作方針（貯水、定水、放流）を決定するのに、ファジィ理論を用いるかニューラルネットワークを用いるかであるのに対し、今回の西荒川ダムについては、流域が小さくそれに比べ容量が比較的大きいため、操作方針の３者を選択するにあたって、どちらの解析方法においてもほとんどが貯水を選択したためである。また他の過去の洪水データの中にも放流を選択させるような大規模な洪水はなかった。

また西荒川ダムは月ごとに利用目的が異なるため、月ごとの操作方針、操作量の支援システムが必要である。特に９月（利水目的）から１０月（治水目的）に変わるときは水位を下げてかんがい時期の洪水調節していたものを、常時満水位まで貯留するために貯水操作を続けることが必要となってくる。

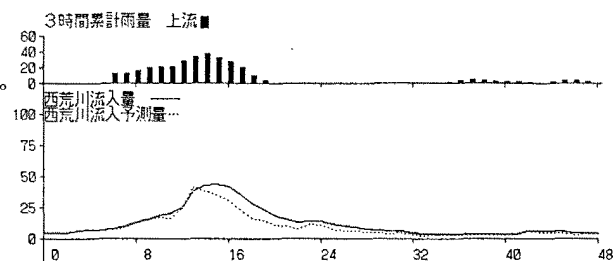
4. 結論

１）流域が小さく、容量の比較的大きいダムの操作において、操作方針を決定するのに、ファジィ理論、ニューラルネットワークのどちらを用いても違いはない。

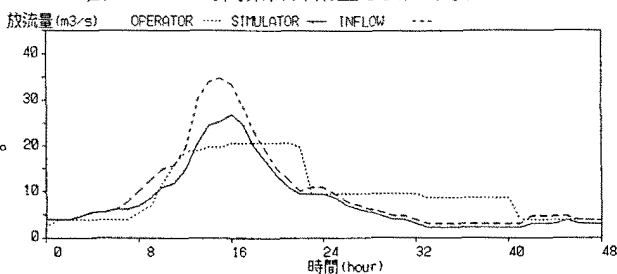
２）多目的ダムにおいては月ごとの利用目的が異なるために操作方針、操作量の両方において月ごとの支援システムが必用である。



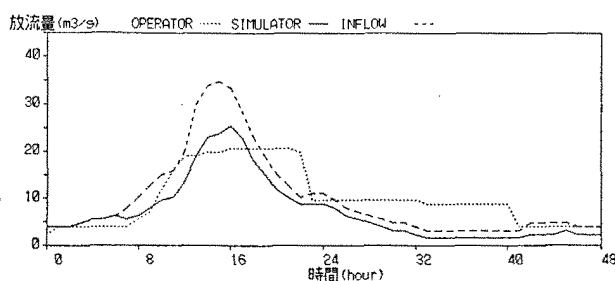
図－３ ダム操作支援システムの概要



図－４ 3時間累計降雨量と流入予測量



図－５ ファジィ理論のみのによる操作結果



図－６ ニューラルネットワーク・ファジィ理論による操作結果

参考文献 （１）長谷部ら：ファジィ理論のダム操作支援システムへの応用について。（２）長谷部ら：ニューラルネットワーク・ファジィ理論による治水型ダム操作支援制御システムの適用について