

II-328

ファジィ推論を用いた洪水時の貯水池操作支援システム

岐阜大学大学院 学生員 ○榊間 繁樹
 岐阜大学工学部 正 員 小尻 利治
 ㈱青木建設 石塚吾歩路

1. はじめに

台風時における対象地点の降雨は台風の経路との相関が極めて高い。故に、的確な貯水池操作をするにあたって、台風経路の予測と貯水池への流入量の推定、及び、現行の放流方式による制御結果と合理的な放流量の比較を行うことは治水制御を達成する上で合理的手段と思われる。そこで本研究では、流入量系列が既知の場合の操作系列（ピーク流量の最小化を目的として）を最適操作と定義し、それと同レベルでの治水操作ができるような意志決定支援型のエキスパートシステムを目指したものである。

2. 貯水池操作支援システム

本研究では、入力情報として、現在までの台風経路、降雨量、流量、貯水量の観測値と気象台より出される予測降雨量を用いる。また、知識ベース内の知識として、代表的な台風経路、ハイトグラフ、ハイドログラフを持ち、さらに、各ハイドログラフに対して設定された入力状態、貯水状態のもとで行った最適制御結果をルールベースとして持つ。一方、実時間においては次のような手順をとる。①台風経路より今後の類似経路を求める。②台風の類似性とハイトグラフの類似性より今後のハイトグラフを推定する。③台風の類似性とハイドログラフの類似性及び、天気予報によるピーク流量の類似性より今後のハイドログラフを推定する。④予測結果と現在の貯水池の状態より放流量を推定する。⑤推論結果、及び結果に至った理由等を解り易く画面表示する。以上の手順は現場で算定できるようパソコンレベル上での実用化が必要である（図1参照）。

3. 推論機構

代表パターンに対する台風、降雨、流量情報には曖昧要素が多いので、ファジィ推論を導入して予測を行う。推論手順は、Ⅰ) 予測台風進路の算定、Ⅱ) 予測ハイトグラフの算定、Ⅲ) 予測ハイドログラフの算定、Ⅳ) 放流量の算定となる。ハイドログラフと現流入量とのズレDSを考慮した修正放流量 $MQR(1, m, n)$ は、ハイドログラフ番号1、流入量ランク m 、貯水量ランク n の時に、最適化理論より求められた放流量 $QR(1, m, n)$ を用いて、

$$MQR(1, m, n) = \{1 + DS\} * QR(1, m, n) \quad (1)$$

となる。よって、最終的な放流量 $Q0$ は、ハイドログラフ・流入量・貯水量の類似度より求められる適合度 $W(1, m, n)$ を用い、

$$Q0 = \sum \{W(1, m, n) * MQR(1, m, n)\} / \sum W(1, m, n) \quad (2)$$

によって求められる¹⁾。

4. 確信度の表示

最終的に決定された放流量が、どれぐらい信頼あるものか確かめるために確信度を導入する。ハイドログラフ、流入量、貯水量のすべてに関して求められた適合度を利用して確信度をCF理論²⁾によって求める。具体的には、各ルールに対する適合度を数学的な集合と考え、その積集合をもって確信度とする。すなわち、

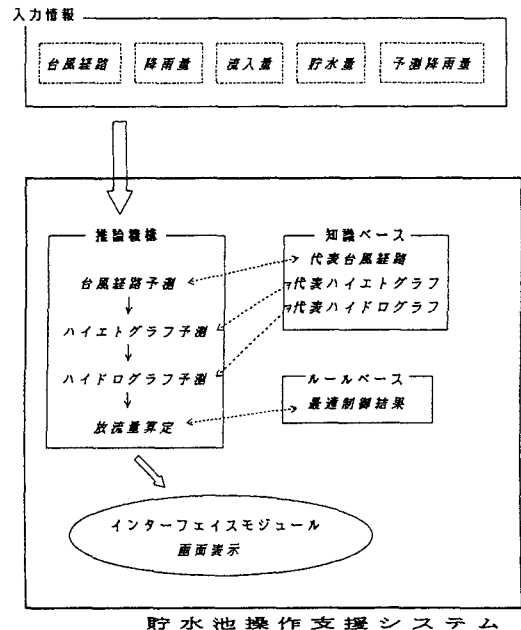


図1 貯水池操作支援システム

$$CF = \sum W(1, m, n) - \sum W(1, m, n) * W(1, m, n) + \sum W(1, m, n) * W(1, m, n) * W(1, m, n) - \dots \quad (3)$$

ここに、 $W(1, m, n)$ はハイドログラフ番号1、流入量ランクm、貯水量ランクnに対応するルールの適合度であり、放流量に対するルールの確信を表している。

5. 画面表示

意志決定支援システムとしては単に推論結果を示すだけでなく、目視情報としてその結果を理解させる事が重要である。そこで、本研究では画面フローを図2のように設定し、パソコン上での開発を行う。

I) 初期画面 貯水池内の現況、台風経路図、本方式と現行方式の諸量を表示し、管理者の要求に応じて各説明画面や次時刻に進むことのできるメイン画面である。更に、現行方式に対する危険性の表示も行う。

II) 第2画面 各代表台風経路、及び現況台風に対するメンバーシップ値を表示する。

III) 第3画面 ファジィ推論で用いた各メンバーシップ値（台風、ハイドログラフなど）を表示する。

IV) 第4画面 放流量決定にいたる過程の説明を加える画面である。台風の接近性、流入量、貯水量の大きさから、放流量決定に大きな影響を及ぼしている要因を、要因の結合とその色によって図示する。

V) 第5画面 予測されたハイドログラフ、ハイドログラフをもとに、本方式と現行方式による制御系を比較する。

6. 実流域での適用結果

本実時間操作の適用流域として、岐阜県揖斐川にある横山ダムを取り上げた。操作開始後2時間目には、予測ハイドログラフが大きな値を示し、図3のような危険の表示がなされ各画面によってその理由も容易に理解できる。また、図4は操作開始後14時間目の第5画面であるが、現行方式は貯水量一定放流、本方式は貯水量を下げる放流を行っているといった違いがわかる。

7. おわりに

本研究は、横山ダムを対象とした洪水時における貯水池操作について検討したもので、操作画面の作成にあたっては、TURBO C++ の統合環境上でプログラムとインターフェイス用の画面を作成した。

8. 参考文献

- 1) 藤井忠直, 小尻利治: 知識ベースを用いたファジィ貯水池操作に関する研究, 水工学論文集 1990
- 2) 館正道: わかりやすいファジィ理論Ⅱ, コンピューター28, コロナ社 1989, pp25-31

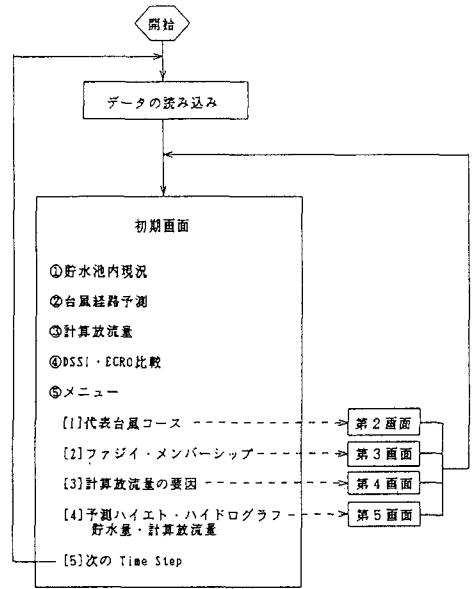


図2 画面フロー

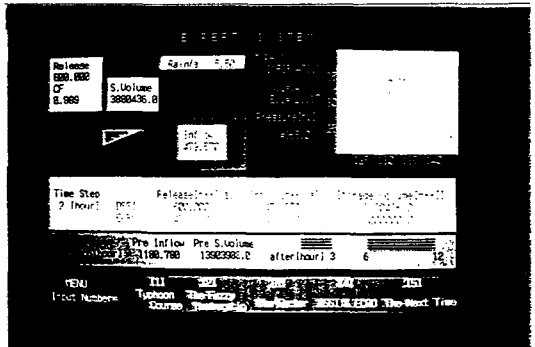


図3 操作開始後2時間目の初期画面

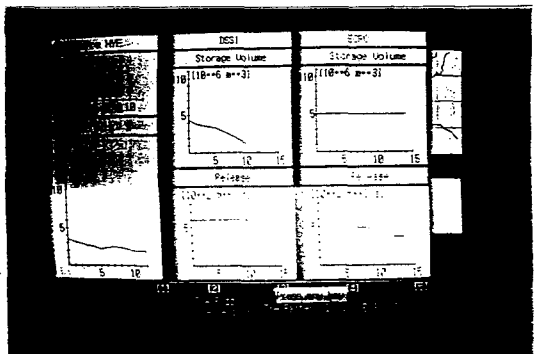


図4 操作開始後14時間目の第5画面