

台風経路を考慮した知識ベース型貯水池操作

岐阜大学工学部 正会員 小尻利治 岐阜大学工学部 学生員 藤井忠直
岐阜大学工学部 学生員 ○大橋武美

1. はじめに

実時間での貯水池操作を行う場合、計画高水以下の通常洪水時は操作規則にしたがう操作によって処理することができる。しかし、異常洪水の場合は氾濫の危険性が大きくなるため、熟練オペレータでも操作が困難となる。そこで本研究では、貯水池操作過程に、台風、降雨量などの気象情報を取り入れるとともに、ファジィ推論による実時間操作ルールを提案し、治水用貯水池操作のエキスパートシステムを構築する。

2. 貯水池操作システムの基本構成¹⁾

(1) 知識ベース 貯水池操作の基礎情報となる部分であり、入手しうる気象・水文情報、たとえば、台風経路、示度、気象予報、降雨、流入量、貯水量をもとに、過去の台風の経路パターンや分類されたハイドログラフに対し、Dynamic Programming により代表貯水量、台風別代表ハイドログラフ、代表流入量に対して計算された最適放流量系列が相当する。

(2) ルールベース 知識ベースで設定されている基本的な放流ルールを実時間操作に用いるべく、具体的な操作ルールとして書き直した部分である。すなわち、知識ベースで分類された台風の経路パターンやハイドログラフや気象台からの情報、流入量、貯水量を用いて、放流量をIF-THEN形式で表したものである。

(3) 推論機構 気象情報や観測データとルールベースより、ファジィ推論を導入して現時点での放流量を決定する。

(4) ユーザ・インタフェース・モジュール システムからの出力をユーザに分かり易いように画面表示する。すなわち、現在の状態や、システムの推薦している制御方法をユーザが取り扱い易いように表示する。また、知識ベース、ルールベースから推論機構にいたる推論過程を目視的情報として表現することも必要である。

(5) 知識獲得支援モジュール 知識の定義、知識の確認、知識の変更や追加などを行う部分であり、新しい洪水データが得られた場合、ルールベースの追加・修正を行なうかどうかを判定する。以上の手法を図示すると図-1のようになる。

3. 台風の経路・ハイドログラフの分類

3.1 台風データの整理

台風の対象範囲を北緯20°~40°、東経120°~145°とし、対象範囲内を端から端まで進むように補正する。分類は、まず、台風のパターン分類を行い、その後各グループにおいて、流入量系列のパターン分類を行う。

3.2 台風経路のパターン分類

台風の分類は経路のみについて行ない、分類方法には ISODATA手法を用いる。目的関数は距離を対象とする。具体的には、(i)クラスターセンターとサンプルの最短距離 d_a または、(ii)クラスターセンターから法線を引きサンプルとの交点までの距離 d_b をもちいる。本研究では、計算の容易な方法(i)を採用する。すなわち、分類の目的関数は、

$$OF1 = \max (d_a) \rightarrow \min \quad (1)$$

となる。ここで、 $Z(i, t)$ (クラスターセンター) を分類された台風経路の位置、 $X(r, t)$ はサンプル台風の位置であり、

$$\max_t \{ \min_t |Z(i, t) - X(r, t)| \} = d(i), \quad \max_t \{ \min_t |Z(j, t) - X(r, t)| \} = d(j) \rightarrow d(i) < d(j) \quad (2)$$

ならば、サンプル台風 $X(r, t)$ は代表台風 $Z(i, t)$ に属するものとする。

3.3 各代表台風に属する流入量系列のパターン分類

次のような目的関数を用い、ISODATA 手法により各代表台風に属する流入量系列間で、パターン分類を行う。

$$OF2 = \max_t \{ |ZQ(u, t) - X(v, t)| \} \rightarrow \min \quad (3)$$

ここに、 $ZQ(u, t)$ は分類された流入量系列 u の時刻 t での流量、 $XQ(v, t)$ はサンプル流入量系列 v での流量である。

4. Fuzzy推論による放流量の決定

4.1 メンバーシップ関数

FUZZY SCOPE における流入量、貯水量、放流量のメンバーシップ関数は、次式のように設定する。

$$fde(QI) = (-|QI - bqj| + aqu) / aqu \quad (4)$$

$$fse(S) = (-|S - bsk| + ask) / ask \quad (5)$$

$$fgo(QO) = (-|QO - boe| + aoe) / aoe \quad (6)$$

ただし、 aqj, ask, aoe はパラメーター、 bqj, bsk, boe は FUZZY SCOPE に対応する定数、 boe は DP による計算放流量である。一方、ハイドログラフのメンバーシップ関数は、形状により決定でき、現降雨量、現流入量が観測されるとき、今までの流況より算定することができる。この流入量系列と分類されたハイドログラフとの類似度は、

$$DS(i) = \min \{ \max |QI(t) - FH(t, i)| / FH(t, i) \} \quad (7)$$

$QI(t)$: 予測を含んだ流入量系列

となるとき、メンバーシップ値は

$$fhe(DS) = \{ahe - DS(e)\} / ahe, ahe: \text{パラメーター} \quad (8)$$

となる。

4.2 放流量の決定

上記のメンバーシップ値が求められると、ある代表台風に対する適合度 ω_{euk} は相加平均法により

$$\omega_{euk} = \{fhe(DS) + fde(QI) + fse(S)\} / 3 \quad (9)$$

と求められる。ここで、台風経路の類似度を v_i で表すと前件部の適合度 β_{euki} は $\beta_{euki} = v_i \wedge \omega_{euk}$ (10) で求められ、後件部のメンバーシップ値は

$$fm(QO) = V(fgo(QO) \wedge \beta_{euki}) \quad (11)$$

となる。従って、実放流量 $\overline{QO}$ はファジイ推論により次式で求められる。

$$\overline{QO} = \{ \int fm(QO) \cdot QO \, dQO \} / \{ \int fm(QO) \, dQO \} \quad (12)$$

5. 適用結果

1900～1985年の間に記録された台風のうちで、総降雨量の規模の大きいもの84個をパターン分類したものを、図-2に示す。台風経路において直進するものとカーブしていくものがみられ、台風の径路の特徴をよく表わされている。また、アジア大陸に進む特異な台風経路も抽出された。なお、台風情報を用いた貯水池操作の制御結果、FUZZY SCOPE 数による制御の感度分析、及び、画面表示に関しては講演時に詳しく述べる。

6. 参考文献

- 1) 小尻他：予測情報を取り入れたダム貯水池のファジイ制御に関する研究、第45回年次講演会、1990

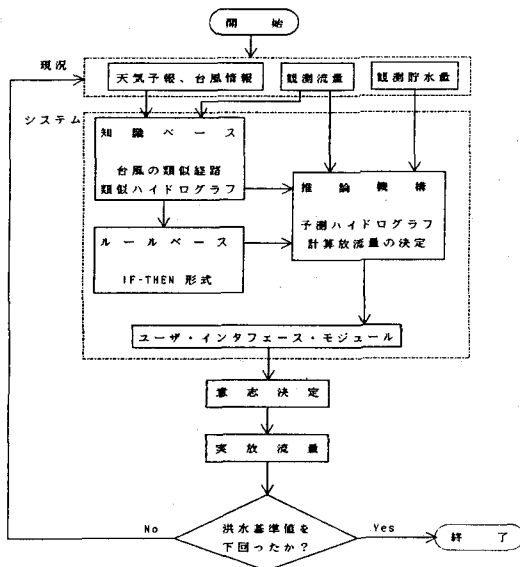


図-1 フローチャート

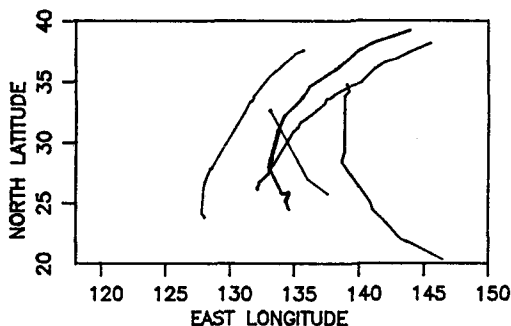


図-2 分類された台風