

洪水、低水を含む貯水池連続操作の支援システム

岐阜大学工学部 学生員 ○佐藤純一郎
 岐阜大学工学部 正会員 小尻利治
 岐阜大学大学院 学生員 清水裕

1. はじめに

近年、1994年の日本全国での異常渇水や1995年の新潟での洪水など河川災害が多発しており、こうした災害にダム貯水池の果たす役割は重要であり、一層、効率的な操作ルールの確立が求められている。そこで本研究では、従来、渇水、洪水操作として別々に行われていた研究を統一し、実世界に適合した操作手順を提案するものである。利水では、気象予報と流況パターンを考慮した操作を行い、治水では台風進路、ハイトグラフ、ハイドログラフの予測にファジィ推論を用いた知識ベース型の操作を行う。そして、平常時から洪水時、渇水時まで連続的に運用するものである。

2. 洪水、低水の操作目標

治水容量、利水容量を図-2のように設定しよう。洪水操作の場合は、台風が発生したら放流量のピーク流量が最小(min)となるように制御を行う。台風が去り洪水氾濫・越流を予測利水上必要な貯水量に回復させる。また、渇水操作では、渇水時の節水率の合計(あるいは損害額)が最小(min)となるようにする。ここでも、台風が発生したら水位を下げる必要がある。

3. 連続操作手順

3.1 平常操作

平常操作とは、現在の貯水量が十分目標貯水量(需要量を満たす最終貯水量)を満たしている場合を示し、需要量分を放流するものと定義する。

3.2 平常操作から洪水操作への移行

洪水操作については、Sモデル¹⁾を用い台風のみを対象とする。操作の流れは以下の通りである(図-1参照)。

- I) システムが平常操作をしており、その時、台風発生の情報が入る。
- II) 平常操作はそのまま継続し、かつ、時間単位での降雨量、流入量を予測する。
- III) 平常操作のままでは貯水池が越流すると予測され、また、降雨量が観測されたら、洪水操作に移行する。
- IV) 台風が通過して流入量が洪水流以下となったら洪水操作を終了させる。
- V) 洪水操作から平常操作に戻り、現在の貯水量が目標貯水量を満たしていないなら、渇水操作に移行

する。満たしているなら平常操作のまま流量予測を行い、需要量分を放流する。

3.3 平常操作から渇水操作への移行

- I) 日単位での降雨量、流入量と中・長期気象予報を用いて半月単位での降雨量、流入量を予測する。
- II) 貯水量が目標貯水量を満たさない場合には、Nモデル²⁾による渇水操作へ移行する。この時、渇水操作の制御期間として3カ月間とする。
- III) 貯水量が目標貯水量に回復し、需要量を満たすことが、予測されればI)に戻る。
- IV) また、渇水操作中に台風が発生し洪水氾濫・越流が予想されたら、3.2の手順に従う。

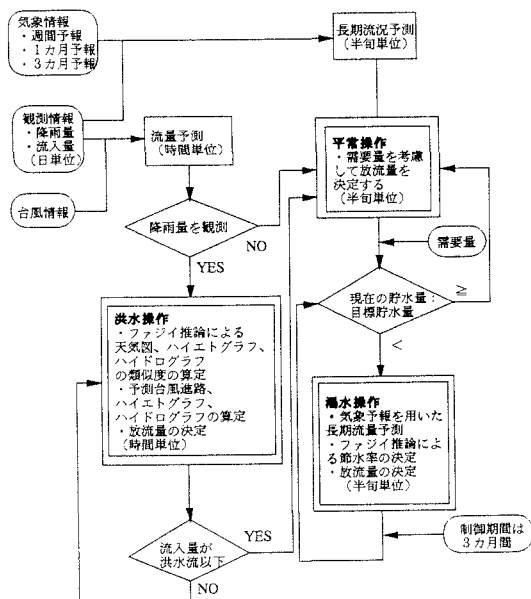


図-1 連続操作のフローチャート

4. Nモデルによる渇水操作

渇水操作では、まず週間予報、1カ月予報、3カ月予報の中・長期気象予報に統計的な降水分布と最近の観測から得られる分布を利用したベイズ論を加えて月末までの流入量系列を算定する。まず、気象予報は、3段階発表「x」「y」「z」（少ない、並、多

い)」をされているため、段階区分値を求めておく。以下に予測流入量を算出する手順を示す。

I) 操作は、半旬(5日)単位で行い、週間予報より発表された毎日の天気概況を数量化し、平年降雨量との比率により当該操作期の予測降水比率が決定され、平年降雨量を乗じることによりk先半旬の予測降雨量(=r_k)を導く。

II) 1カ月予報による各旬の予報をもとに、予測降水比率に各半旬の平年降雨量を乗じて予測降雨量系列を決定する。

III) 次の3次回帰式(1)により、月末までの流入量系列に変換する。

$$QI(n) = a_1 * QI(n-1) + a_2 * r(n) + a_3 * r(n-1) + a_4 \quad (1)$$

ここに、QI(n)をn期の流入量、r(n)をn期の降雨量とする。

ここで、ファジィ・ベイズ法則によりの分布を次式(2)により修正する。

$$P(r_k | M) = \frac{\sum P(r_k | x_j) \cdot \chi_M(x_j) \cdot P(x_j)}{\sum \chi_M(x_j) \cdot \sum P(x_j | r_i) \cdot P(r_i)} \quad (2)$$

ここに、x_jを気象予測、P(x_j | r_k)を降雨量r_kに対するx_jの確率、P(r_k)を降雨量r_kの統計的分布、χ_M(x_j)を予測x_jに対するファジィ評価としての類似度とする。

次に過去の流況データをパターン分類してファジィ推論での流況予測を行う。また、放流ルール、目標貯水量を設定し、現流況、予測流況と分類された流況との類似度を算出して節水率を決め放流量を決定する。

5. Sモデルによる洪水操作

洪水操作では、過去の6つの台風のデータ(天気図・台風進路・ハイトグラフ・ハイドログラフ・操作ルール)を知識ベースとしたファジィ推論により台風進路・ハイトグラフ・ハイドログラフを予測し、放流量を算出する。放流量Q₀の決定には次式を用いる。

$$Q_0 = \frac{\sum \sum \sum W(l, m, n) * QR(l, m, n)}{\sum \sum \sum W(l, m, n)} \quad (3)$$

ここに、W(l, m, n)をハイドログラフl、流入量m、貯水量nの時の適合度、QR(l, m, n)をハイドログラフl、流入量m、貯水量nの時にDPより与えられている放流量である。

また、予測値を求める際、6つの台風データしかないので知識に偏りが出るので速度を考慮した知識

の修正を行う(図-2、図-3参照)

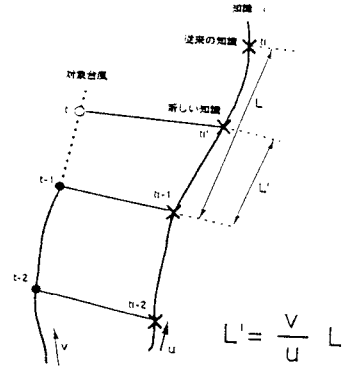


図-2 速度を考慮した知識の修正

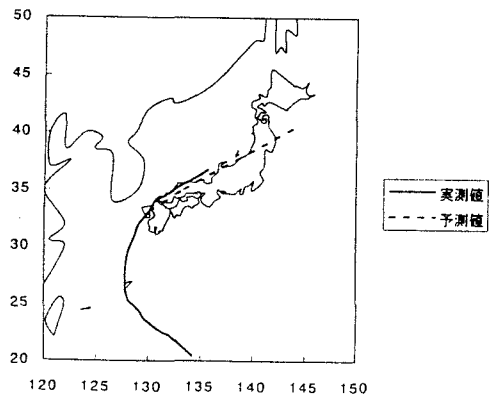


図-3 修正後の予測台風進路

6. おわりに

本研究では、平常時から、洪水時、渇水時まで連続的に対象とした貯水池操作を図っており、その結果は講演時に述べる。

参考文献

- 1) 清水裕、小尻利治：会話型貯水池操作支援システムに関する研究、第49回年次学術講演会講演概要集第2部(A)、pp152-153、1994
- 2) 小尻利治、他：気象予報と流況パターン予測を考慮した貯水池の低水操作、土木学会中部支部研究発表会講演概要集、pp137-138、1992