

II-48

予備放流方式を導入した降雨予測に基づく貯水池群の洪水調節シミュレータ

電源開発(株) 正員 林 直人
山梨大学工学部 正員 竹内邦良

1. はじめに

現在洪水時における一般的な多目的貯水池の操作は、決められた洪水期間中はその後の洪水生起の予想とは関係なく、一定の洪水調節容量を確保しておくという堅実なルールに従っている。これを犯してなるべく利水のために貯水しておき、洪水に備えては予備放流を行なうという方式は、未だ十分な検討と経験が積まれていない。そこで本稿では、近年精度が向上してきた降雨予測を用いて、大幅な予備放流方式を導入した、洪水調節シミュレータを作成すると共に、シミュレータによる貯水池運用例を示す。本シミュレータは、ダム管理者の意志決定支援システムとして用いられることを念頭に設計されているが、同時に洪水調節の訓練用、研究用にもなり、また単なるゲーム用としても楽しめるように工夫されているパソコンソフトである。

2. 予備放流方式の定義

本稿でいう予備放流方式とは以下のようなものである。治水・利水共用の貯水池において、①通常は、洪水調節のための夏期制限水位を現行より高くし（洪水調節容量の一部を利水に用い）、常時利水容量を増加させる。②洪水出水が予想される場合には予備放流を行ない、洪水調節容量を確保する。さらに大洪水が予想される場合には現行の利水容量をも一時的に洪水調節容量として用いる。③洪水出水の終了時には、予備放流前の水位にまで回復を図る。

3. 降雨予測を用いた洪水調節シミュレータの概要

本シミュレータ（プログラム）は以下の4つのモジュールから構成されている。

(1) 地域特性モジュール

並列2ダムとその残流域を合わせた地点に洪水基準地点のある流域であれば、いかなる流域でも利用できるように設計されている。具体的には、各ダムの集水面積、残流域面積、貯水池容量、貯水池の最大放流量、水路断面形状・粗度・勾配、各流域の降雨－流出計算用タンクのパラメータが、自由に設定できる。

(2) 降雨・流量の観測・予測モジュール

降雨および流量の現況はオンラインで本シミュレータに入力される。と同時に気象庁発表等の降雨予測も参考資料として入力される。この降雨現況および公式の予報を参照しながら、複数のプレーヤー（1～4人）が、独自の情報と判断に基づいて降雨予測を入力する。そして降雨現況および予測に基づいて、タンクモデルにより降雨流出計算が行われ、各流域別のハイドログラフおよびハイドログラフがただちに表示される。

(3) 貯水池の最適操作モジュール

上の降雨現況および予測に基づいて、貯水池の最適操作をDPにより算定し、各時点での放流量を決定する。それに基づく貯水位変動、基準地点ハイドログラフが表示される。現時点の放流は実行に移され、次の時点での初期条件となる。

(4) 予測精度評価モジュール

各プレーヤーの予測に基づいて実行された操作結果が、それより生じた洪水被害等の費用の合計で評価される。また予測が的中した場合に想定される将来の追加損失も洪水、利水別に表わされる。

4. 洪水及び利水の被害関数

①洪水被害は基本的には貯水池群の下流河川に設定した洪水基準地点での最高流量によって決まるものとする。また利水被害はシミュレータ運用終了時点での貯水量によって決まるものとする。

②洪水被害については、増水時の洪水被害関数と減水時の洪水被害関数の2つを考える。増水時の洪水被害は、低水路内では小さいが、高水数にのると高水数にある構造物や施設の破壊を招くため急激に被害が大きくなる。高水数被害終了後は、やや被害の増加の傾きはゆるやかになるが警戒流量を越えると一気に被害は

増大し、さらに限界河川流量を越える（破堤）と極端に大きな被害になる。減水時の洪水被害関数は、洪水ピーク後に発生する被害を表わしており、増水時の洪水被害関数に比べて数オーダー小さいものである。

③利水被害については、洪水調節終了時に最終貯水量が初期貯水量に対し、どの程度ずれているかをその被害額によって表わす最終貯水量関数と、洪水調節中に利水容量をあまり使用しすぎない（予備放流をしすぎない）ようにするためのペナルティーの2つの関数を用いる。

5. シミュレータによる計算例

ここでは本シミュレータを用いて予備放流方式による貯水池運用を行なった場合、現行の洪水調節容量をどの程度利水に使うことができるかを降雨予測の精度を考慮して検討した一例を示す。

（1）シミュレーション条件

①貯水池は2個（並列）とする。ダム流域システムの諸条件を図1に、洪水基準地点での河川断面形状を図2に示す。

②降雨波形は凸分布を仮定する。③タンクモデルのパラメータは集水域Bの流出半減期を5時間として定め、集水域A及び残流域については集水域Bでのパラメータをもとに「タンクの時定数は流域面積の平方根に比例する」というルールに従って定めた。

（2）シミュレーション方法

図3に示した降雨（総雨量 300mm）を実降雨として各流域に降らせる。これに対し、予測降雨および初期貯水量を変化させてシミュレーションを行なう。ただし降雨予測は各時点ごとに变化させず、初期段階の予想をどの時点でも使用する。また実降雨に対し時間的ずれのある予測はせず、量的な予測の差のみを考える。

（3）結果

表1にシミュレーション結果を示す。降雨予測が正確であれば、初期貯水量を上げていっても洪水被害を最小限に押さえることができるが、満水状態（洪水調節容量がない状態）からでは予備放流が間に合わず洪水被害が大きくなる。また実降雨に対し小さな雨を予想していった場合には、十分な予備放流を行なわないために洪水被害が大きくなっていく。

6. まとめ

本稿では、予備放流方式を導入した降雨予測に基づく Computer Graphicsによる洪水調節シミュレータとその運用例について紹介してきたが、これによりどの程度の降雨予測精度ならば予備放流方式を採用してもよいかを調べることができる。今後は予備放流方式が実用的になるために必要な降雨予測精度をより正確に調べていくことが必要である。

参考文献

竹内・林：降雨予測を利用した予備放流方式の実用化に関する検討，昭和63年度科研報告，重点領域研究（1）（高樟琢馬代表）

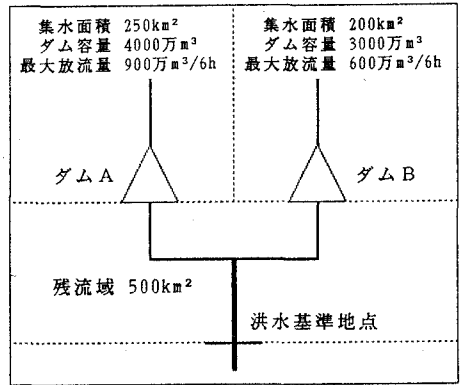


図1 ダム流域システムの諸条件

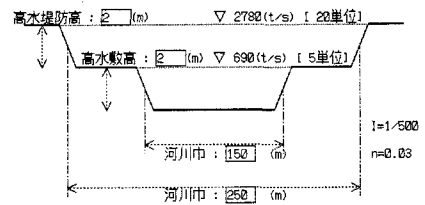


図2 河川断面形状

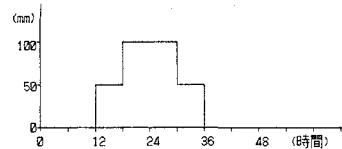


図3 実降雨

表1 シミュレーション結果

水量 1 単位:300万 m ³ 時間単位:6時間					
貯水池容量	ダム A	13	13	13	
	ダム B	10	10	10	
初期貯水量	ダム A	7	10	13	
	ダム B	6	8	10	
洪水調節容量	ダム A	6	3	0	
	ダム B	4	2	0	
予測降雨 実降雨	0	洪水被害	106	126	126
	0.5	洪水被害	66	106	126
	0.75	洪水被害	56	56	56
	1	洪水被害	36	36	46
	1.25	洪水被害	36	46	46
	1.5	洪水被害	41	46	51
	2	洪水被害	46	51	61

いずれの場合も利水被害は発生しない。