

1 はじめに

水利用の増大と新規水資源開発が困難になりつつある現在、貯水池のより効率的な運用方式が要請されつつある。また、渇水時の貯水池の放流目標をどう決めるのが良いのかという貯水池管理の面からの検討も必要であろう。本文は貯水池の放流目標決定の問題に確率DP法を適用したものである。

2. 貯水池の運用目標

水需給が逼迫して河川の利用率が増大してくると実質的に利水安全度は低下してくる。そのような事態になるとできるだけ渇水の生じる危険性を小さくする運用方式、後で深刻な水不足の生じないように貯水量をある程度維持して危険性を分散する事が必要であろう。

表-1は、現在入手できる降水量の長期予報(1~3ヶ月予報)過去の流量をもとに渇水の貯水池の運用目標(節水目標)をたて、実際の貯水池の運用を10年間行った場合の渇水被害の計算値を示している。計算は単位で行い、目標節水率は今後3ヶ月間の基準点水需要に対して現在貯水量と3ヶ月の流入予想量から不足量を計算し、3ヶ月間を等節水率で運用するものとして決めた。渇水被害は(節水率)²×需要量とし、計算の期間は5月~9月とした。また、現在の流況では、あまり渇水を生じないので、新規利水量を仮定し加えることにより渇水を生じさせた。

ケース 新規利水	節水せず	流量完全 予測	気象予報	同 精度向上	完全予報	雨量や 少とする	雨量 少とする	雨量 極少とする
0 m ³ /s	1.00	0.39	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	1.28
10	7.94	4.03	7.94	7.94	7.94	7.94	8.27	9.75
20	19.77	13.12	19.86	19.83	18.58	19.60	24.87	29.21
30	44.27	31.66	45.08	40.78	38.06	40.58	56.37	63.07

表-1 渇水被害計算(ダム、40~49年、現在の需要で節水なしの場合を1とする)

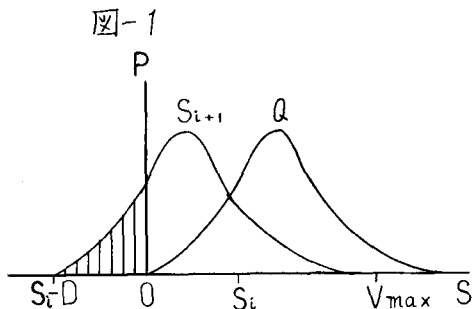
ダムの規模流況にも依るので一概には言えないがこの結果をみれば、節水行動を取れば被害を小さくする効果はあるが、長期予報を利用しても余り効果はないといえる。

3 確率DPの適用

確率D.P.は確率変数を入力とする様な制御システムの多段階決定の問題に適用される。いま、貯水池への流入量が図-1の様な確率分布を有するものとし、流入量は期毎に独立と仮定する。 s_i も期初の貯水量を S_i 、この期の放流目標を D_i とすると s_i 期末には貯水量の確率分布は図-1 S_{i+1} の様に推移する。

ここで、図中斜線部は貯水池が空になる確率を示す。

さて前述と同じ渇水被害関数を用い、 s_i 期の放流目標の決定基準を s_i 期以後最終期末までの被害の期待値を最小化するとすれば、後進型DP法により最終期末の貯水状態から出発して一期毎に目標決定計算をくり返して各期の貯水状態に応じた放流目標を決定できる。



最終期末の期末条件を満たす方法は、(1)一期前の貯水量はこの期の平均流入量を全部貯水したときに期末条件も満たす様に推移できなければならないとした。この条件は順次前の期にも及ぶ。

(2)最終期末に残った貯水量に応じてペナルティを課すの2方法が考えられる。

なほ、流入量確率分布を予測に基く流入量予測分布とすれば2と同様に放流目標を決定できる。

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
超過確率 50%												
ダム流入量	24	3.2	5.5	7.1	5.8	6.7	5.4	2.7	1.6	1.0	0.9	1.3
ダム流入量・翌月流入量相関	0.33	0.2	0.13	0.12	0.12	0.15	0.81	0.35	0.69	0.76	0.51	0.42
必要放流量	1	1	3	4	6	5	1	1	1	1	1	1

表-2

4. 適用例

3の方法を実際のダムに適用し1年間の最適用ルールを計算した。与えた計算データは表-2の通りである。水需要は過去の平均放流量を必要放流量として与え(ケース1)、これを仮に2~4倍したもの(ケース2~4)についても計算した。

確率DPによって計算された放流目標に基づいて運用した場合の平均貯水量の推移を図-2に、必要放流量を放流したときの平均貯水量の推移を図-3に示す。

この計算によれば、水需要の増大に伴い平均水位が低下し、節水の必要領域が拡大することがわかった。また、確率DPによれば貯水量が制御できることがわかる。

計算結果の詳細、残流域の取扱い、ダム群の計算、DPとの比較、計算の限界等については当日発表する。

5. まとめ

降水量の長期予報を貯水池の運用に利用した結果、予報は量的なものではなく、また精度もよくないのであまり効果は見られなかった。

確率DP法を貯水池の運用計画問題に適用した時、単一貯水池の場合には、計算も簡単であり、有効な方法であると思われる。しかし確率DPに予測の精度を導入したりリアルタイム的使用は、予報精度が良くないという点で無理の様である。

複数貯水池の場合には、計算時間が大きくなりモデルの簡略化が必要である。

