

流域における降雨パターンを考慮した水資源管理システムに関する研究

学生員 九大大学院○ 巖 斗 鋸 フェロー 九大工学部 楠田哲也

1. はじめに

21世紀を目前にひかえた現在、日常化した水不足を避けるための水資源確保は重要な課題になっている。特に頻繁に渇水の被害を受けている流域において、降水パターンの把握とそれに基づいた水供給不足量の予測は流域の水資源確保対策の樹立とその評価のために欠かせない。実際、降水量の予測は難しく、しかも水不足量と不足パターンに応じて対策を考えなければならないので、年間降水量と年を通しての降水量分布を把握し、さらに、これらをもとに渇水を再現し対策を考えることが重要となる。水道用水資源にはダム貯留水、表流水、地下水などがあるが、重要な安定した水源はダム貯留水である。通常ダムの貯水率が一定以下になると表流水などの条件と考えあわせ、渇水と判断される。利用者を中心とする水供給方法の観点から見て、渇水時に不足する水道水源を補填するために、節水とは別に地下水、再生水、海水淡水化水などあらゆる代替水源を考えなければならない。そのためにここでは対策の評価指標として費用とLCEを用い、代替水源を確保し、利水安全度を高めるための最適対策案を求めることを最終目標とした。

そこで本研究では、降水量の時系列データから降水量と年間の降水パターンを確率論的に把握しシミュレーションにより渇水規模と期間を確率論的に表現できるようにする。そして水供給の安定性を費用、LCEの評価指標に基づいて分析した。

2. 降水確率年を考慮した雨の降り型と渇水規模予測

1890年-1996年の107年間の福岡管区気象台の日降水量データを分析対象にした。ダムの貯水率計算など目的に合わせて5日間、10日間平均データとして分析に利用した。

長期にわたる降水量データの分析方法として時系列分析があるが、本研究では、渇水を確率年で表わせるようにするために、確率論的に年降水量の変動と年の降雨パターンを求めることにした。そして降水量の年の分布を含んだ降水量分布モデルを作ることにした。

年降水量データを確率年表現する際、頻度の少ないところの一致度を高めるために、横軸に対数正規分布を縦軸にヘイゼンプロット $\{P(x)=2i/(2N+1)\}$ (ここで、 i は年降水量データの並び順、 N は年降水量の資料数)を取り表わした。なお、横軸は3母数対数正規分布より対数正規分布の方が一致度が高くなった(図1)。この結果に基づいて各確率年別に年間降水量を計算した。年パターンの降水量は降水量データの自己相関係数の5日ないしは10日の時間ずれによって0.2以下になるので相互に独立していると判断し、完全乱数を用いて再現して差し支えないと判断した。

計算方法は以下の通りである。年平均降水量の長期成分を取り除いた後、5日間と10日間単位の1年間の降水量を算出した。年降雨パターンを、平常期、多雨期、少雨期と3分割して各時期の降雨量の分布を計算した(図2)。分割の基準は、年平均降水量(1627mm)から標準偏差(約330mm)

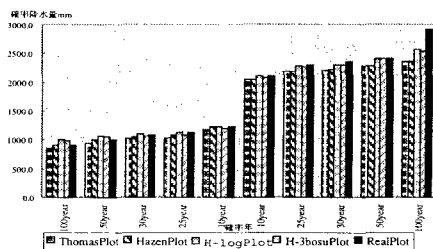


図1 分布方法別確率渇水年別降水量

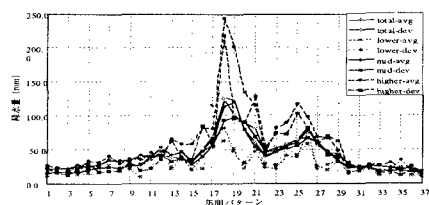


図2 3分類の年間降水パターン

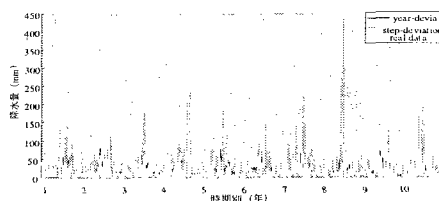


図3 時期別確率降水量

内にある雨量を平常期として、その値以上を多雨期とその値以下を少雨期とした。年間パターンによると梅雨期と台風期にかけて差が見られるので、その時期の降水量の差によって、多雨期、平常期、少雨期となる。年の分布パターンは所与の条件としたため、年間降水量に応じて相似的な分布を示すことになる。これにより長期的変動を説明する降水量データを作成した。

次に、年を通した時期別の降水量を得るために、時期別の変動特性に基づいて変動成分を乱数によって発生させ、長期変動と短期変動を包含する年の降水量時系列データを作成した。但し、変動は期間が短いほど大きくなるので、長期変動成分を取り除いた年降水量データを利用し、各5日間と10日間の短期変動を求めた(図3)。結果によると同じ確率年を持つ年降水量でも年の降雨パターンによって渇水の傾向は違うことになる。

3. 降水確率の基づく渇水時の水供給方法の検討

上水道水源となるダムの貯水量を基に、ダムの貯水率から渇水の発生可能性の条件を決める。渇水はある時期にダムの貯水率がもとに戻らなければ発生すると考えられる。つまり梅雨後ダムの貯水率が減り始め、翌年の多雨期の前に貯水率が一定以下になると渇水になるという条件で判定する(図4)。結果的にダムの貯水率として50%～60%あたりが渇水になる可能性が高いことが分かる。

降水の流出を考慮し、流域のダムの貯水の量変化を計算し、貯水量の変化と上水使用量の関係を流域の水資源確保の観点で検討した。貯水量の変化は降水による流出に連動するが、渇水時など少貯水量の時の貯水量を増加させるためには利水部門での節水と代替水源活用など方法しかない。これらの効果を見るために90年～94年にかけて実際の上水使用量と代替水源の導入による節水量をもとにダムの貯水率の変化を計算した(図5)。

第2節で求めた降水量を利用し、水不足量の変動を算定し、それに対応する渇水対策を樹立する。対象になる水源は水道水、地下水涵養後の井戸水、個別・広域循環の再生水、海水淡水化水などである。各供給方法は、図6のように利用者を中心としたもので、上水の代替水源を組み合わせ、平常時の上水量を賄えるように必要量を計算した。計算に用いる各水源の利用の優先順位は単位水量あたりの費用とLCEによって決められる。各シナリオの評価指標として供給費用とLCEを採用し、その時のダムの貯水率を考慮の上渇水発生時の最適対策を求めることにした。

4. 終わりに

確率論的に降水量を定め、渇水の規模を決めるとともに渇水対策によるダムの貯水率の変化について考察した。利用者から見た供給方法に関する分析と評価は計算中である。

参考文献:白岩隆巳ら、3母数対数正規分布の検討と改良分布型の検証—松山・福岡・前橋の年降水量を事例として—、水文・水資源学会誌 Vol11, No.5(1998), PP492-497

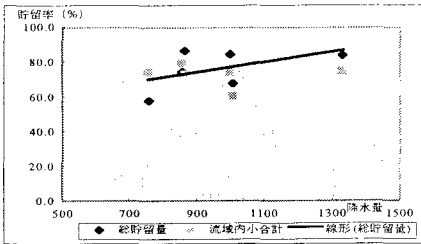


図4 ダムの貯留率と期間降水量

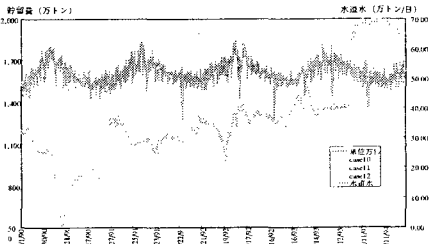


図5 水源代替によるダムの貯留量変化

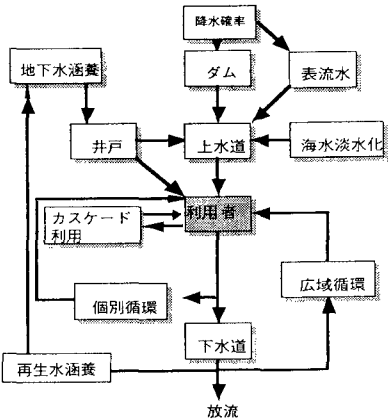


図6 利用者側面の水供給方法