

広域水資源管理システム構築のためのリスク解析

田尻 要*, 神野健二**, 河村 明**, 徐 宗学**

* 西松建設(株)技術研究所

** 九州大学工学部建設都市工学科
都市水圏システム研究室

概要

近年、DSS(Decision Support System)、ES(Expert System)のようないくつかの統合的ソフトウェアが、水資源研究の分野に適用され始めている。例えば、ダムのゲート操作による貯水池管理や低地における排水制御などの運転制御や支援システムが開発されているが、広域水資源管理を支援するようなシステムはあまり研究されていないようである。そこで本研究では、広域水資源管理のための水供給支援システムの構築を目的とした、水供給計画および操作を評価するための指標としてリスク解析を実施し、広域利水の可能性について検討を行った。

キーワード

水資源管理, 広域利水, 利水安全度, リスク解析

1. はじめに

F市とその周辺自治体を含む流域は、人口の増加による水需要量の増加とダム適地不足などによる地理的な問題から慢性的な水不足の状況にある。そこでF導水事業と呼ばれる、流域外のT川から遠距離の導水を行っており、F市と周辺自治体へ決められた比率で導水が実施されているが、T川の流況が悪化した場合には充分な導水の保証はない。そのため、F都市圏ではF導水に依存しながらも、経年貯留を行う渇水対策ダムの建設計画など自己水源の充実に力を入れている。周辺自治体においては、自己水源の開発は経済的・地理的に難しいため、F導水に対する依存度が高く、T川の流況が悪化し導水が充分に行われなくなった場合、水供給が困難になる可能性が高い。しかしながら、F市と周辺自治体の間で広域利水の考え方にに基づき相互利水を行ったならば、このような状況が回避または緩和されるものと考えられる。このような見地から著者らはこれまでに、F市や周辺自治体における水資源の現状を整理してきた¹⁾。本研究は、F導水を考慮したF市と周辺自治体における広域利水の可能性について検討を行い、広域水資源管理のための水供給支援システムの構築を提案するものである。そこで本報では、利水安全度の立場から水資源に関するリスク(危険度)の考え方を適用し、F導水を考慮したF市におけるリスク解析のシミュレーションを実施した。

2. F都市圏における水資源の現状

図-1にF市の水資源の運用に関する水源(ダム貯水池、河川水源地)および浄水場施設の位置を示す²⁾。この図で示すように、現在F市の水源は、F市流域を流れるA, B, C, Dの4つの2級河川および流域外を流れる1級河川のT川である。市内の4河川からは、4箇所の河川水源地(R_1, R_2, R_3, R_4)と5箇所のダム貯水池(D_1, D_2, D_3, D_5, D_6)から導水し、これらを5箇所の浄水場(P_1, P_2, P_3, P_4, P_5)で処理し市内全域

に配水している。T川水系ではD₄ダムからP₃浄水場へ、またR₅水源地からP₂浄水場へ導水している。このR₅水源地からP₂浄水場への導水はF導水事業と呼ばれ、T川の水をより有効に利用するために昭和58年から開始され、T川水系の複数のダムにより確保される約2m³/sの水を約25kmの導水管を通じて、F市とその周辺自治体へ供給するものである³⁾⁴⁾。現在F市へはF導水量の約78%に相当する日量139,800m³が供給され、同じT川水系のD₄ダムからの取水量と合計すると、F市水道の給水能力の約30%を占めている。

F市の周辺自治体は、F市のベッドタウンとして近年急速に開発が進み、増加する水需要に自己水源の容量や施設能力が追いついていないのが現状である。F市と同様に水資源の確保が必要であるが、地理的な制約に加え、経済的理由からも自己水源の新規開発は困難な状況にある。F導水における導水量の約22%がF市の周辺自治体(4市10町1企業団)へ供給されており、年間需要量に対するF導水への依存度は、その割合が低い自治体でも約20%、高い自治体では約50%と非常に大きい。これは、T川の流況が悪化し、十分な導水が行われなくなった場合、もとより自己水源が脆弱な周辺自治体の受ける影響はF市以上に大きいことを示している。

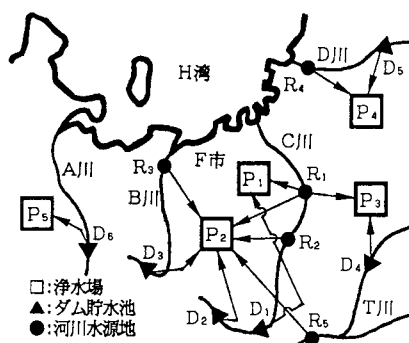


図-1 F市の水源地および浄水施設

3. リスク解析の導入

2.で述べたように、T川流域の降雨量の減少などにより、T川の流況が悪化した場合は十分な導水が行われなくなり、F市とその周辺自治体の水運用に大きな影響を及ぼすことになる。ここでは、リスク(危険度)の考え方を導入し、F導水におけるF市への供給分の一部を、F市以上に自己水源に乏しい周辺自治体へ融通することにより、周辺自治体の利水安全度が向上すると考えられることから、広域利水の可能性をリスク解析に基づき検討した。

このようなリスク解析を行うため、リスクの指標として以下の定義に示す3項目を導入した⁵⁾。

- ① 信頼度(Reliability) 供給可能量>需要量を満たす確率を表す。

$$\text{信頼度} = (\text{供給可能量} > \text{需要量}) \text{を} \text{満たす} \text{日数} / \text{対象期間日数}$$

- ② 回復度(Resiliency) 渇水の持続性や施設の立ち直りの早さを表す。

$$\text{回復度} = \text{渇水の発生回数} / \text{渇水日数}$$

- ③ 深刻度(Vulnerability) 渇水の深刻さの度合いを表す。

$$\text{深刻度} = \text{渇水期間中の総不足量} / \text{渇水期間中の総需要量}$$

4. シミュレーションの設定

平成4年度は、T川流域での年降雨量が25年に1回程度の確率で発生する降雨量の少ない期間であった。このため、T川の流況は非常に悪化し、F市とその周辺自治体へのT川から導水量が制限された。このような状況の中で、自己水源の貯水状況が比較的良好であったF市はほとんど影響を受けなかったが、自己水源に乏しくF導水への依存度が高い周辺自治体の中には、給水制限を実施した箇所もあった。そこで、F導水のF市への供給分を周辺自治体へ融通する相互利水の可能性を、F市におけるリスク解析を行うことで検討するため、T川からの導水量が制限された平成4年9月1日から平成5年3月31日までの212日間をリスク解析のシミュレーション期間として設定した。

次に、この期間におけるT川からF市への導水量の変化について検討する。基本的に、F市と周辺自治体へのF導水の水利権量は178,800(m³/日)で、その約78%に相当する最大139,800(m³/日)がF市の水利権量となっている。この水利権量は期間によって変化するが、F市の場合水需要が増加する7月から9月が139,80

0(m³/日)、10月から6月が135,400(m³/日)となる。図-2に平成4年度のT川からF市およびその周辺自治体への導水量を示す。この図から、12月から2月にかけての導水量が減少しており、この期間のT川からの全導水量の平均は165,400(m³/日)、F市への導水量の平均は129,100(m³/日)である。

シミュレーションを行うに当たって、F都市圏流域においては、ダムへの流入量および河川流況に依存する河川からの取水量に降雨量の減少が反映すると仮定し、この期間における1/10,1/20,1/30渇水年の降雨量を求め、実績降雨量との比率でダム流入量および河川取水量を減少させることにした。また、T川流域の降雨量および流況は実績とした。

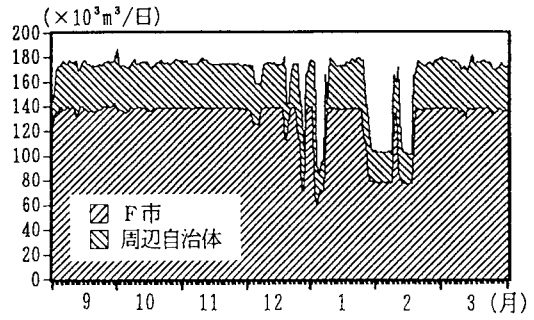


図-2 平成4年度におけるF導水量の変化

5. リスク解析の結果および考察

まずF市におけるダム流入量と河川取水量の実績値を用いて、T川からの導水量を減少させたシミュレーションの結果を図-3に示す。この図から、F導水におけるF市の水利権量の60%が確保できれば、信頼度、回復度ともに大きな変化はなく、F市の水運用に大きな影響はないと考えられる。しかし、F導水におけるF市の水利権量の30%しか確保できなかった場合は、信頼度0.48、回復度0.17、深刻度0.05となっている。これは対象期間の約1/2に相当する101日間で渇水が発生し、一度渇水に陥った時の平均継続期間は5.9日(1/0.17)で、渇水期間中の平均不足率は5%であることを表す。

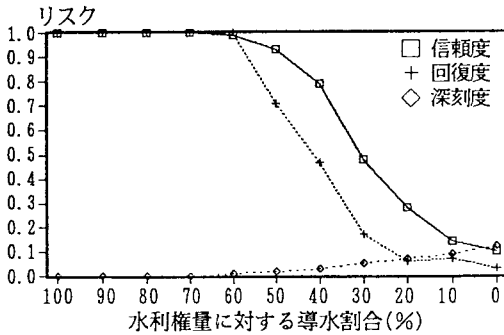


図-3 実績値におけるリスク解析の結果

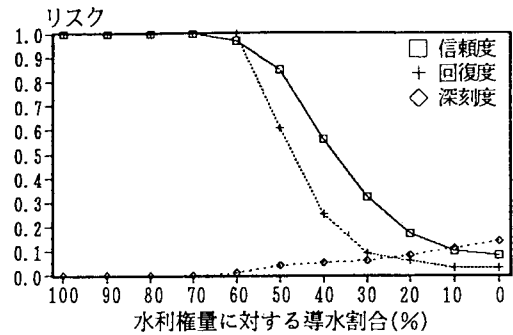


図-4 1/10渇水年におけるリスク解析の結果

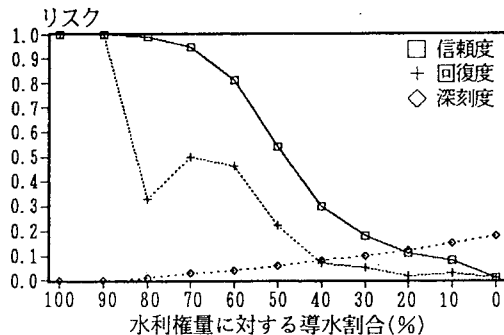


図-5 1/20渇水年におけるリスク解析の結果

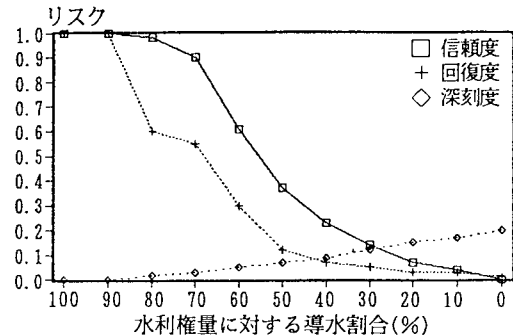


図-6 1/30渇水年におけるリスク解析の結果

次に、F市における1/10,1/20,1/30渇水年に対し、T川からの導水量を減少させた場合のシミュレーション結果を図-4,5,6に示す。1/10渇水年の場合、導水量が水利権量の70%確保できれば信頼度の変化はなく、渇水は発生しないことが分かった。1/20渇水年の場合では、導水量が水利権量の90%確保できれば渇水は発生しないが、80%以下になると徐々に渇水発生期間が増加し、50%になると2日に1回の割合で渇水が発生することが分かる。1/30渇水年の場合も、信頼度、回復度の見地から、導水量が水利権量の90%確保できればF市の水運用に支障はないと考

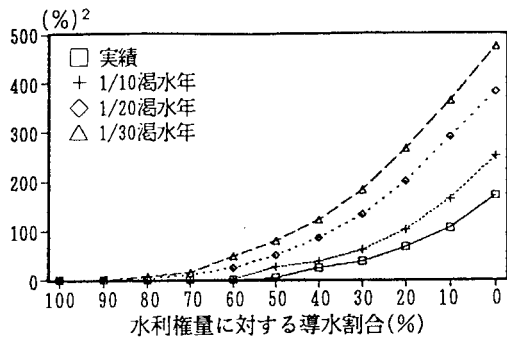


図-7 渇水年における渇水被害

えられる。また、実績および1/10,1/20,1/30渇水年における渇水期間中の平均渇水被害(不足%)²を求めたものを図-7に示す。この図からも、F市では導水量が水利権量の90%確保できれば、1/30渇水年に対して渇水被害は発生しないことが分かる。したがって、F市のT川からの導水量の約10%に相当する14,000(m³/日)程度を周辺自治体に提供する事が充分に可能であると思われる。これは、周辺自治体全体の日平均給水量の約10%に相当し、例えば給水人口約4.4万人のある自治体の平均給水量約12,000(m³/日)を十分に補える量であり、広域利水を行えば周辺自治体の利水安全度は大きく改善されるものと考えられる。

6. おわりに

F導水におけるF市と周辺自治体の広域水資源管理のための水供給システムの構築を目的として、広域利水の可能性について検討を行うために、利水安全度の立場から水資源に関するリスク(危険度)の考え方を適用し、F市におけるリスク解析のシミュレーションを実施した。その結果、F市においてはF導水の導水量が水利権量の90%確保できれば、F市の水運用にほとんど影響はなく、これを周辺自治体に提供することは可能であることが示された。F市とその周辺自治体の間において、F市の利水安全度が大きく低下しない範囲で、F導水におけるF市への導水分の一部を周辺自治体へ融通することが可能となれば、自己水源の脆弱な周辺自治体の利水安全度が改善されることが考えられる。

このように、広域利水の立場から水資源管理のための水供給支援システムが構築されたならば、都市圏全体における利水安全度が向上すると考えられることから、今後はF市のみならず周辺自治体におけるリスク解析のシミュレーションモデルを充実させていく方針である。

謝辞 本研究にあたり、貴重な資料やご助言を頂いた関係各位に御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 例えば、Kaname TAJIRI, Development of Decision-making Support System for Use of Multiple Water Resources, Integrated Water Resources Management in Urban and Surrounding Areas, 20, 1-11, 1994.
- 2) F市の水道(現状とこれからの課題): F市水道局, 1993.
- 3) F市水道事業統計年報: F市水道局, 1993.
- 4) F県の水道: F県保健環境部環境整備局整備課, 1993.
- 5) Tsuyoshi HASHIMOTO, Reliability, Resiliency, and Vulnerability Criteria For Water Resource System Performance Evaluation, WATER RESOURCES RESEARCH, Vol. 18, No. 1, pp. 14-20, 1982.