

(Ⅱ－24) リスク解析を用いた水資源の広域利用化に関する評価手法について

西松建設(株)技術研究所	正会員	田 尻 要
九州大学工学部建設都市工学科	正会員	神 野 健 二
九州大学工学部建設都市工学科	正会員	河 村 明
(株)建設技術研究所		徐 宗 学

1. はじめに 福岡市周辺の自治体においては、平成6年のように大規模な渇水でなくとも、小規模な渇水が頻繁に発生しており、1/10年という水資源計画における利水安全度は実質的に低下していると考えられている¹⁾。このような利水安全度の低下に対して、水源の有効利用と渇水への対応力の向上により、安定的な水資源確保と周辺自治体の利水安全度の向上を目指した方策、すなわち水資源の広域利用化が注目されている^{2)～5)}。水道事業を広域的に一元化するにあたり、各自治体の合意を得るためには、基礎的な資料として自治体毎の水源や施設の現況、自己水源の開発可能量など利水システムの現状評価を定量的に把握し分析する必要がある。本報では事例解析として、福岡都市圏の流域外である筑後川からの福岡導水(福岡地区水道企業団)と井戸などを含む複数の自己水源を持つA市、および福岡導水からの受水を振り替えられたY水道企業団と自己水源の2箇所のダムを同一の流域に持つB市を取り上げる。A市およびB市における利水システムの評価をリスク解析に基づくシミュレーションにより検討し、両市の自己水源の形態の相違による利水安全度への影響を考察する。

2. 平成4年度におけるA市およびB市の水資源の概要 A市は水道水源に、福岡導水からの受水(6,700m³/日)および、自己水源として2箇所のダム(3,400m³/日、3,000m³/日)と2箇所の井戸(共に1,500m³/日)を持ち、総給水施設能力は16,100m³/日である。B市は水道水源に、Y水道企業団(Yダム)からの受水(15,100m³/日)および自己水源のダム(4,000m³/日)を持ち、福岡導水からの受水(1,800m³/日)分は、Y水道企業団からの受水に振り替えられ、総給水施設能力は20,900m³/日である。A市は複数の自己水源と流域外の福岡導水より受水しているため、渇水時において比較的給水制限になりにくいと予想される。一方、B市は自己水源のダムが、Yダムと同じ流域であることから、流域内に降雨がなければ、渇水が発生した場合の被害も大きくなると考えられる。

3. リスク解析手法 次の定義に基づく「信頼度」、「回復度」、「深刻度」の3つの指標⁶⁾を用いて評価を行う。(a)信頼度(Reliability):利水システムが、必要な水量の基準を満たす確率であり、「(供給可能量>需要量)を満たす日数/対象期間日数」で求められる。(b)回復度(Resiliency):渇水の継続性や立ち直りの早さを表し、「渇水の発生回数/渇水日数」で求められ、回復度の逆数は一度渇水に陥った時の平均継続期間を意味する。(c)深刻度(Vulnerability):渇水の深刻さの度合を示す指標であり、「渇水期間中の総不足量/渇水期間中の総需要量」で求められ、渇水期間中の平均不足率を意味する。さらに、この3つの指標の重み付き線形和をDRI(Drought Risk Index)として新たに定義し総合的なリスクの指標とする。ここでは、 $DRI = 1/3 \cdot \text{信頼度} + 1/3 \cdot \text{回復度} + 1/3 \cdot \text{深刻度}$ で求める。

4. シミュレーションの設定と結果 本解析では、筑後川流域における少雨により筑後川の流況が悪化し、取水制限を受けて福岡導水からの受水量が減少した、平成4年9月1日から平成5年3月31日までの7ヶ月間を対象にシミュレーションを実施する。A市は福岡導水量の増減量をパラメータとし、B市は福岡導水が行われていないため、ここでは新たに何らかの水資源を確保すると考え、その開発量をパラメータとする。実際の水運用では、取水能力および浄水場の処理能力により、ダムの貯水状態に関わらず取水が制限されている。そこで、シミュレーションとして施設能力に着目したリスク解析を行うことで、施設能力などで制約される利水システムの評価が行われると考える。また、両市の利水システムが10、20、30年渇水になった場合と、給水人口の増加による需要量の増加を想定した場合も考える。つまり、①CASE(A1,B1):取水および浄水場の施設能力に着目した場合、②CASE(A2,B2):両市において年降水量が10、20、30年渇水になった場合、③CASE(A3,B3):給水人口の増加による需要量の増加を想定した場合のシミュレーションを行う。なお、それぞれのケースの「A」「B」は、A市およびB市を表している。まず図-1に示すCASE(A1)の場合、A市は自己水源の取水および浄水場の施設能力を平成4年度の1.5倍に増加させると、福岡導水から70%の受水があればリスクは生じず、需要量に対して供給可能であることがわかる。これは自己水源に余力があると考えられ、施設能力を増加すれば利水安全度は向上することを表している。一方、B市は図-2に示すCASE(B1)の場合、平成4年度における利水システムでリスクが生じている。実際の運用では、Yダムなどに水利権を持つ農業用水の転用などで対応したため、給水制限などは実施されなかった。また、取水および浄水場の施設能力を増加してもリスクの変化はほとんど見られない。よってB市では、平成4年度の時点においては、代替水源な

どを含めた新規水源の確保を検討する必要があったと考えられる。次に図-3に示すCASE(A2)では、A市は平成4年度、10、20、30年渇水のいずれの場合もリスクはほとんど変化しない。これは、筑後川からの福岡導水量を維持できれば、30年渇水に対しても供給が可能であることを表しているが、福岡導水の供給が制限された場合にはリスクが生じる。またB市は図-4に示すCASE(B2)で、施設能力の制約によって20、30年渇水でリスクが生じる。給水人口の増加による水需要の増加に対するシミュレーションでは、A市では図-5に示すCASE(A3)より、福岡導水量が160%まで受水が可能であれば、平成4年度の需要量の1.3倍まで対応できることがわかる。B市では図-6に示すCASE(B3)より、4,000m³/日の新規開発を行うことで、平成4年度の需要量の1.2倍まで対応できる。以上の結果より、平成4年度においては相対的にA市の方がB市より利水安全度は高いと考えられる。これは、B市の水資源は自己水源を含めて単一の流域に依存しているのに対し、A市は複数の形態で水資源を確保しているためと考えられる。

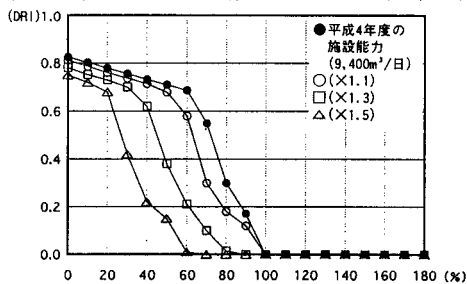


図-1 施設能力の評価:CASE(A1)

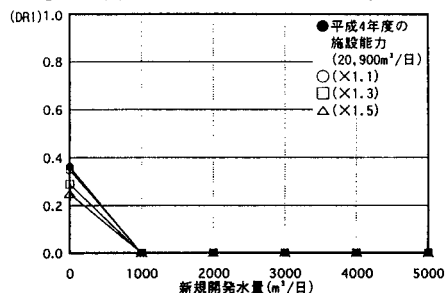


図-2 施設能力の評価:CASE(B1)

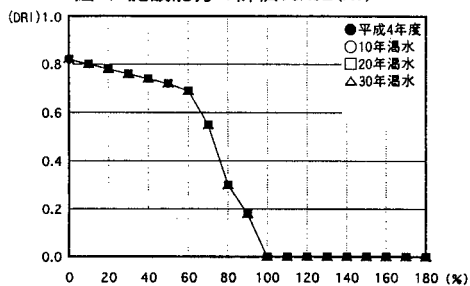


図-3 渇水に対する評価:CASE(A2)

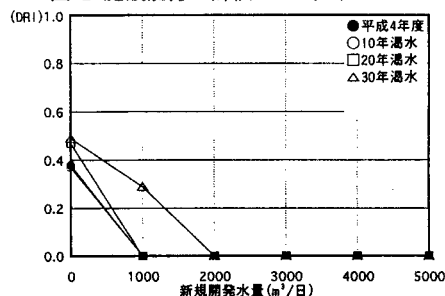


図-4 渇水に対する評価:CASE(B2)

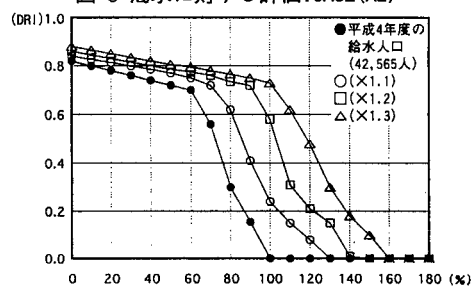


図-5 人口の増加に対する評価:CASE(A3)

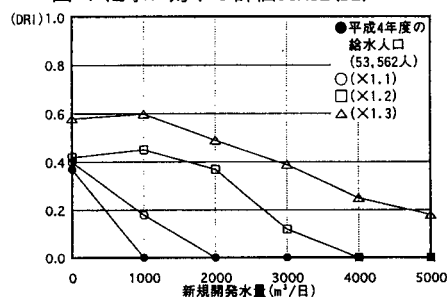


図-6 人口の増加に対する評価:CASE(B3)

5. おわりに リスク解析は、水資源の広域利用化を検討する際に、各自治体における利水システムの評価を検討するひとつの指標として利用できると考えられる。また、研究を継続するにあたり、今後の課題として次の項目を挙げる。(1)リスク解析の対象とする自治体について、信頼度、深刻度、回復度の各指標を個別に検討することで、より詳細な利水システムの評価を行う。(2)より多くの自治体のデータを収集し、自治体間のリスク解析を行うことで、水資源の広域利用化を実現するための現実的な検討を進める。

謝辞 最後になりましたが貴重なデータとご意見を戴いた、関係各機関の方々に深く御礼申し上げます。

参考文献 1)丹波 薫:用水と廃水, Vol. 33, No. 1, pp. 35-42, 1991. 2)千賀祐太郎:水資源のソフトサイエンス, 1989 3)志村博康:水道協会雑誌, Vol. 64, No. 7, pp. 77-82, 1995. 4)浜田康敬:水道協会雑誌, Vol. 64, No. 7, pp. 73-77, 1995 5)錦木儀郎:土木学会誌, Vol. 80, No. 8, pp. 84-86, 1995. 6)Tsuyoshi HASHIMOTO, WATER RESOURCES RESEARCH, Vol. 18, No. 1, pp. 14-20, 1982.