

P 1 1 浄水場における取水量決定支援エキスパートシステムの構築

西松建設(株)技術研究所	○田 尻 要
九州大学工学部	末吉信一郎
九州大学工学部	河 村 明
九州大学工学部	神野 健二

1.はじめに

F市では水資源の確保を、近郊の4つの河川、複数のダム貯水およびT川からの遠距離の導水により行っている。しかしT川を除くいずれも二級河川であり、ダム容量も充分とはいえず、都市の規模に比べ流域内の水資源は量的に余裕が無いのが現状である。また、今後も都市規模の拡大に伴い水の需要量は増加を続けることが予想されるため、それに見合う水資源の確保が急務とされているものの、地理、環境上の問題から新たにダム建設などの大規模な水源開発を行えるだけの余裕はほとんど残されていない厳しい状況下にある。

このような状況に対処するため筆者らはこれまでに、水源の状況を把握しつつ既存の設備を互いに関連させた、取水から配水に至る総合的見地に立つ水資源管理システムの構築を検討してきた¹⁾²⁾。本報では、水資源管理システムの一環として、浄水場における取水運用に着目し、水管理者が各河川水源地およびダム貯水池からの取水量を決定する際に、それを支援する「取水量決定支援エキスパートシステム」の構築を試みた。

2.取水量決定支援エキスパートシステムの概要

本報で構築した取水量決定支援エキスパートシステムは、図-1に示す水資源管理システムの中の、政策決定システムおよび政策決定知識データベースを構成している。

水管理者は、当該日の市内全域および各浄水場の配水区域内の目

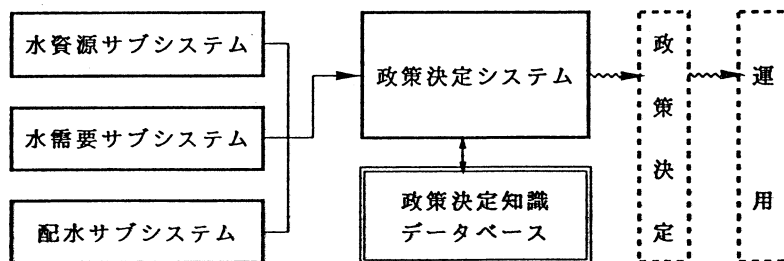


図-1 水資源管理システムの概要

標準需要量を満たすため、河川流況やダム貯水状況を考慮しながら、水源や浄水場の取水および運用ルールに従って各水源からの取水量を決定している。また、目標需要量を満足できない場合は、浄水場間の相互融通や配水区域の変更などを実施する。これらは、取水および運用ルールを参照するだけでも大変な作業であり、各水源の情報を考慮しながら、取水量を決定してゆくことは経験や知識も必要である。そこで本報では、取水量を決定する際に考慮されている、取水および運用に関するルールや経験則などをエキスパートシステムとして再現し、管理者の負荷を軽減しながら、知識・手法・経験の共有と継承を目指している。

3.ルールと知識および経験則の獲得と整理

筆者らは、知識獲得とノウハウ収集のために、まず水源からの取水や浄水場運用に関する明文化されている基本的なルールを、河川水源地とダム貯水池および浄水場単位に分けて整理を行った。さらに、実際に水管理を行っている担当者に対し、数回のアンケートとインタビューを行い、明文化されていな

い取水や運用のための知識や経験則などを得た。

4. エキスパートシステムの作成

F市は図-2に示すように、水資源の確保を近郊の4箇所の河川水源地 (R₁~R₄)、6箇所のダム貯水地 (D₁~D₆) およびT川からの遠距離の導水 (R₅) により行い、5箇所の浄水場 (P₁~P₅) による上水を市内全域に配水している。

本報では、得られたルールや知識および経験則をもちいて、システムの構築方法の是非と動作状況を見るため、まず1箇所の浄水場 (P₁浄水場) と2箇所の河川水源地 (R₁, R₂水源地) および2箇所のダム貯水池 (D₁, D₂ダム) に関して、30程度のルールを用いたシステムを作成した。

基本となる知識表現の方法は、図-3に示すようなフレームを利用した³⁾。クラスとしてのP₁浄水場フレームは、施設の最大および最小浄水量、目標需要量、関係する各水源からの取水可能量の総和というスロットにより構成されており、インスタンスとしての各水源のフレームは、関係する浄水場名の上位フレーム定義と、時期により変化する水利権量、取水可能量、実際の取水量というスロットにより構成されている。また、明文化されている取水や浄水場の運用に関する基礎的なルールと、管理者の経験や慣用的な知識は、それぞれルールセットの形式で定義し、数値計算に関する手続きはデモン処理により行わせるようにした。

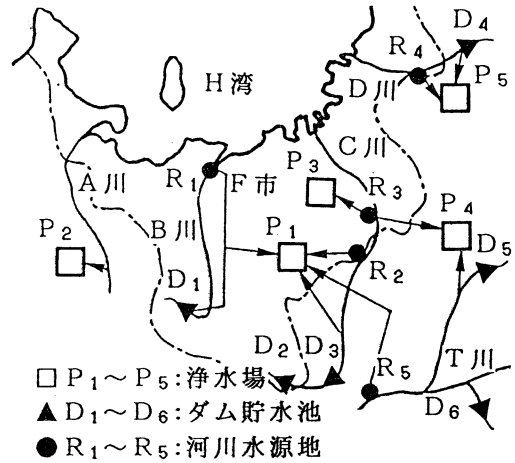


図-2 F市の水源地および浄水場

クラス (浄水場) の表現例

フレーム名: P ₁ 浄水場	
スロット=施設最大浄水量	スロット値=174000
スロット=施設最小浄水量	スロット値= 40000
スロット=目標需要量	スロット値=ユーザ入力
スロット=各水源からの取水可能量の総和	スロット値=デモン処理

インスタンス (各水源) の表現例

フレーム名: R ₁ 河川水源地	
上位フレーム: P ₁ 浄水場	
スロット=水利権量	スロット値=58000
スロット=取水可能量	スロット値=デモン処理
スロット=取水量	スロット値=デモン処理

図-3 フレームによる表現例

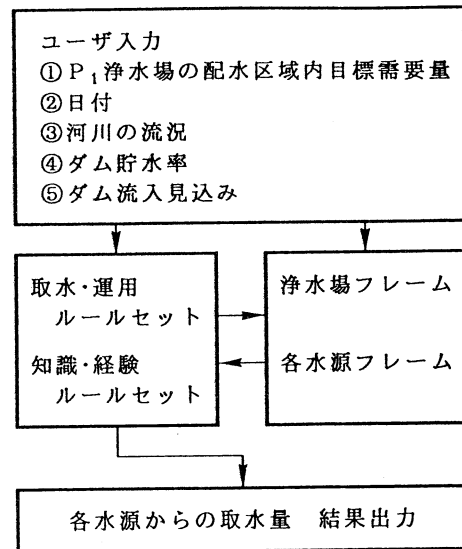


図-4 システムの処理の流れ

システムの処理の流れを図-4に示す。まず、基本となるユーザ入力情報として当該日の①P₁浄水場の配水区域内の目標需要量、②日付、③河川の流況、④ダム貯水率、⑤ダム流入見込みの5項目を入力する。次に②より求められる規定の水利権量をもとに③および④を考慮した取水可能量の総和を求め、①と参照する。ここで実際には、取水可能量の総和が①より大きければ、その過剰分は配水区域内の目標需要量を満足していない他の浄水場区域への融通などが行われる。また、取水可能量の総和が①の値に達しなければ、P₁浄水場の配水区域縮小を行うか、不足分を他の浄水場区域から融通するなどの措置が講じられる。しかし、このシステムではP₁浄水場の配水区域のみを対象としているため、他の浄水場の

配水区域との融通は行っていない。そこで、ここでは過剰分は④および⑤を考慮しダム貯水からの取水を減じ、各水源からの取水量を求め、不足する場合は配水区域内の目標需要量を満足していないメッセージを出力することになっている。

5. 運用と結果

作成した取水量決定支援エキスパートシステムをP₁浄水場における昭和63年度のかんがい期（6～10月）の実績データに対しシミュレーションを実施し、取水量の実績値との比較によりシステムの挙動と精度の考察を行った。

まず、各水源における実績取水量とエキスパートシステムにより求められた取水量の変化を図-5～図-8に示す。図-5のD₁ダムからの取水量の変化においてエキスパートシステムにより求められた値が一時的に減少している。これは、実際の運用では施設点検等の理由によりD₂ダムからの取水が行われなかったが、エキスパートシステムによる運用ではD₂ダムから取水を行ったため、その取水量分だけD₁ダムの負担が軽減されたものである。このように現段階では特殊な場合への対応がなされていないものの、通常時においては実績値とエキスパートシステムから求められた値は概ね一致しており、水管理者が取水量を決定する際に考慮している取水および運用に関するルールや経験則などの再現は行われたと考えられる。

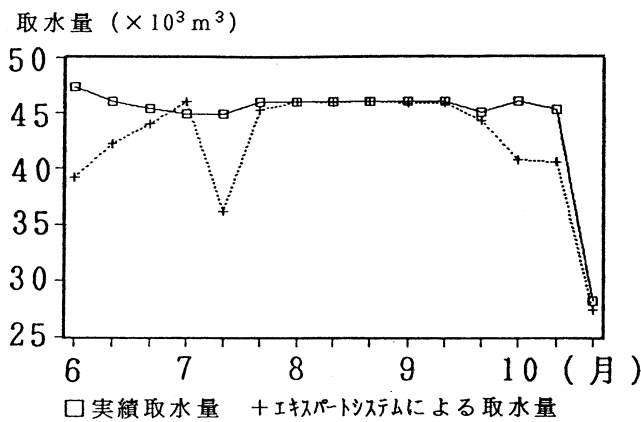


図-5 D₁ダムからの取水量

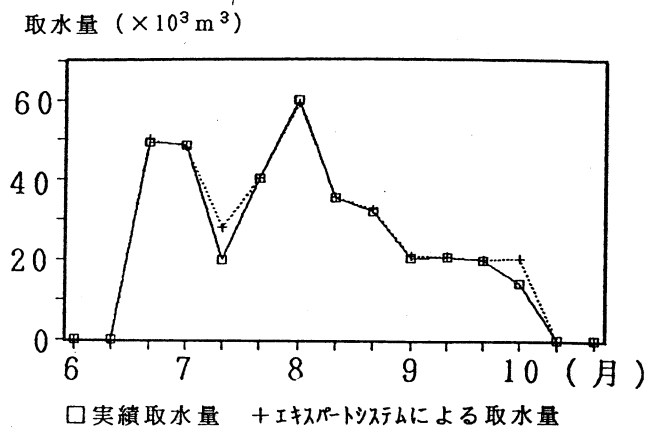


図-6 D₂ダムからの取水量

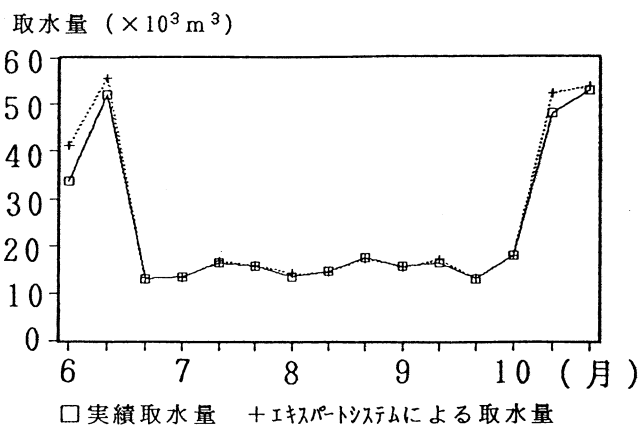


図-5 R₁水源地からの取水量

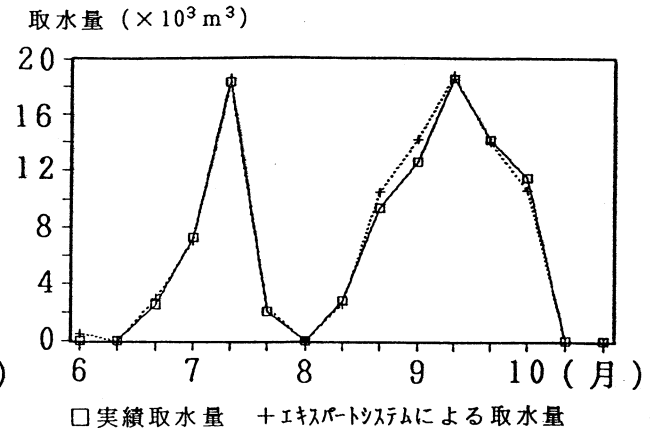


図-6 R₂水源地からの取水量

6. おわりに

水管理者が現場で取水量を決定する際の取水や運用のためのルールおよび経験則などを、水管理者へのインタビュー等で獲得し、フレーム構造を用いて河川水源地とダム貯水池および浄水場単位に整理を行い、取水量決定支援エキスパートシステムを作成した。また、実績データに対しシミュレーションを実施しシステムの挙動を検討したところ、エキスパートシステムで得られる取水量と実績取水量は概ね一致した。現段階ではひとつの浄水場に関連したシステムであるが、今後は、水管理者が実際にシステム操作を行い、入力情報やルール、経験則などの追加・再整理をしつつ、各々の浄水場の配水区域単位に作成したシステムを統合して、F市全域を対象とした実用的な取水量決定支援エキスパートシステムを目指していく方針である。

謝辞 本研究を行うにあたり有益な資料と助言を頂いた関係各機関の方々に御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 田尻 要, 神野健二, 河村 明, 飯田英彦: 利水安全度を考慮した河川およびダム取水量決定システムの構築, 水文・水資源学会1991年度研究発表会概要集, pp. 62-65, 1991
- 2) 田尻 要, 末吉信一郎, 河村 明, 神野健二: 複数水源地を持つ都市の取水量決定システムのための知識ベースの作成, 土木学会西部支部1991年度研究発表会概要集, pp. 394-395, 1992
- 3) 秋田興一郎: エキスパートシステム導入実戦ガイド, 電気書院, 1988

キーワード: 水資源管理, 最適取水, エキスパートシステム