

II-96

洪水制御支援のためのエキスパートシステムの開発に関する基礎的検討

京都大学工学部 正 員 堀 智晴 京都大学工学部 正 員 高 棹 琢馬
京都大学工学部 正 員 椎葉 充晴 京都大学大学院 学生員 佐々木秀紀

1. 緒言 豪雨時には、河川管理者は時々刻々得られる降雨・流量の観測値・予測値等の定量的情報、避難水防活動の進行状況や過去の被災状況等の定性的情報を総合的・即時的に処理し、制御や管理のための判断を行わなければならない。ところで、現在の管理システムでは、これら情報処理の技術は個々の河川管理者の資質や経験に負うところが大きいため、河川管理に関する定量的あるいは定性的な情報を処理するための経験・知識は蓄積・普遍化されにくく、河川管理のための共有財産とはなりにくのが現状である。そこで、本研究では、これら河川管理のための経験・知識等を知識ベースとして蓄積し、洪水制御の際の意志決定を支援するエキスパートシステムの構築に向け、その基礎段階として、既存の洪水管理ソフトウェアや情報収集システムとの整合性に留意し、システムの全体構成と推論機構の開発に重点をおいて検討を加えた。

2. 洪水制御支援エキスパートシステムの作成 (1) **システムの全体構成** 洪水制御支援エキスパートシステムの開発においては次の点に注意する必要がある。①既に各管理者レベルで使用されている定量的情報処理システムとの結合が容易であること。②洪水管理において意志決定の基礎となる定量的情報の収集システムとの結合が容易であること。③時々刻々の放流量を決定するだけでなく、実時間の推論の途中でも、将来の意志決定過程をシミュレートできること。本研究では以上の点を考慮しFig.1に示すシステム構成を取ることにした。まず、推論環境管理システムが、データ収集システムからデータの転送されてくる時刻と推論を開始すべき時刻を管理し、新たなデータが入手された場合に推論システムが推論を実行する環境を整理する。推論システムは、転送されてきた雨量・流量データをもとに推論を行い推薦すべき放流量を決定する。推論の過程で今後の予測値が必要になれば、ユーザにその旨を通知するとともに、推論環境を保存し推論の実行を一時中断してシステムの管理を手続き型知識システムに引き渡す。手続き型知識システムは、収集されたデータをもとにダムへの流入量や下流地点の流量の予測計算を行い、結果をユーザに通知するとともにファイルを通じて計算結果を推論システムに返す。推論システムでは、ユーザからの要求を受け、手続き型知識システムからの出力結果を情報に加えさらに推論を続行する。以上の手順で支援システムは新たな情報を入手するたびに推論を行い、推薦するダムの放流量、その放流量を採用した際の下流地点の流量・水位の予測結果等を表示し、一つの推論サイクルを終了する。

(2) **推論システムの開発** 推論システムは、雨量・流量等の事実情報と知識ベース内に格納されているルールの条件部を照合し、適合したルールの結論部を実行することにより推論を行い、推薦すべき放流量等ユーザへの指示を決定する部分である。洪水制御の分野では推論に用いることのできる事実情報の種類・数が比較的限制されていること、断片的な知識でも扱い易いことが必要なことから、推論エンジンとして事象駆動型のプロダクションシステム¹⁾を採用し、その基本的な認知-実行サイクルに、1)推論の実行速度を高めるとともにルール群の保守・管理の利便性を高めるため、知識ベース内のルールを複数のグループに分類し、推論の進行に応じてこれらのルール群を切り替えて使用

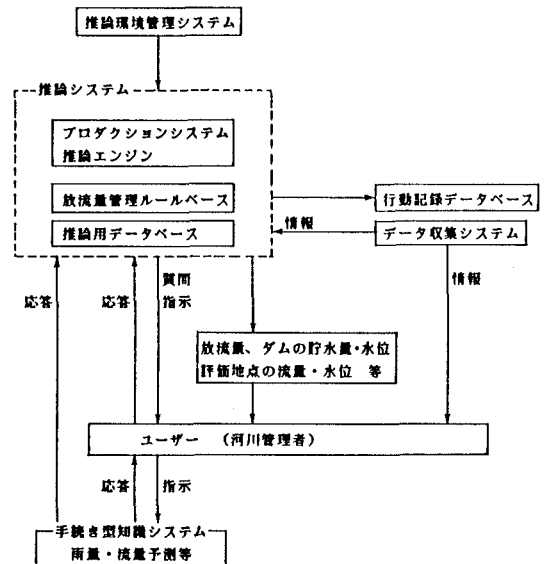


Fig. 1 洪水制御支援のためのエキスパートシステムの全体構成

できる機能、2)(1)~③の問題に対処するため、推論の継続中にユーザからの指示により、現在の推論環境を保存したまま一時的に時刻を前に進めて将来の任意の時刻までの推論過程をシミュレートできる機能、を付加した推論システムを開発した。

(3)知識ベースの構成 ダムの操作は、個々のダムに対して定められた操作規則にしたがって行われているが、放流規則自体例えば「ダムの流入量が最大に達した後……」といった管理者の判断を前提にした事項が多々あり、実際の操作は河川管理者が入手した雨量・流量情報および予測情報やその精度を中心に総合的な判断を行って放流量を管理していると考えられる。そこで本研究ではダム操作のためのルール群を操作規則に定められた放流量管理ルールを基本として5つのグループに分割し、Fig.2に示す構成を取ることにした。まず、操作規則に明確に規定されている放流方式については「ダム操作規則による放流量管理ルール」の部分に整理し、規則が管理者に要求する判断を支援するルール群および付随的な規則をその下位レベルのルール群に整理した。下位レベルのルール群の内、「ダム流入量最大の判断ルール」、「評価地点の水位最大の判断ルール」、「ダム貯水量を考慮したダムの安全性に関するルール」の三者がいわゆるエキスパートの判断をモデル化する部分であって、雨量・流量などの情報をもとにダムの流入量や評価地点の水位が既に最大に達したか、あるいはダム貯水池に今後の調節に必要な空き容量が十分にあるかなどの判断の支援を行う知識からなる。

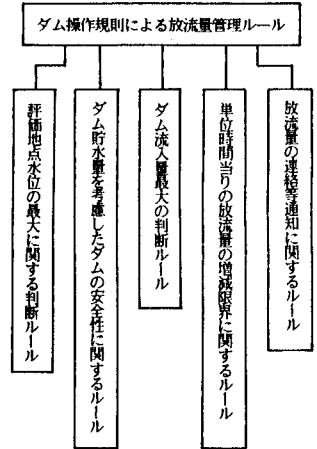


Fig. 2 知識ベースの構成

3. 適用と考察 2. で作成したシステムを、淀川流域天ヶ瀬ダムを例にとり適用を行う。対象となる流域は、天ヶ瀬ダムの流入部から木津川、桂川との三川合流を経て枚方に至る部分であり（Fig.3参照）、適用洪水として1982年の10号台風によるものを用いた。また、ダム操作規則は天ヶ瀬ダムの操作規則²⁾をもとに、一次調節（流量を840 m^3/s に調節）と二次調節（淀川本川ピーク時には160 m^3/s に調節）を行うものとした。放流量の決定において管理者の判断が必要なルールについては、開発第一段階として、流量・水位が最大に達したかどうかについては過去3時間分のデータから判断することとし、ダムの空き容量の過不足については、推論時のダム流入量が2時間後まで続くと仮定して判断することとした。推論の実行結果をFig.4に示す。本適用例では、流入量が最大に達したかどうかの判断が予測値を必要としない判断によっているため、2次調節に移る時点が、実際に流入量が最大となる時点よりかなり遅れており、今後流入量予測を用いた判断ルールを構成する必要性がうかがわれる。

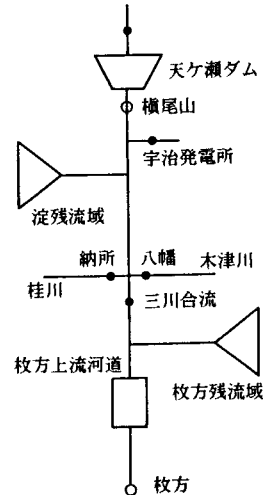


Fig. 3 適用流域の概要

4. 結語 本研究では、既存の洪水管理ソフトウェアや情報収集システムとの整合性に注意したシステムの全体構成と推論機構の開発について検討を加えた。今後は、雨量・流量予測値を用いた推論ルールの追加を含めたルールの改良、定性的情報の処理能力を持ったルールの作成について検討を加えていきたい。

【参考文献】1) 齊藤正男・溝口文雄：知的情報処理の設計, 1987. 2) 建設省近畿地方建設局淀川ダム統合管理事務所：淀川の洪水管理。

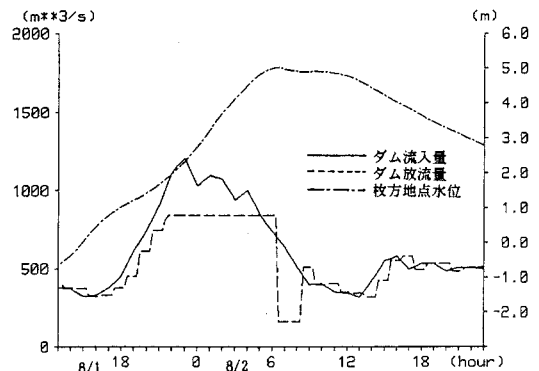


Fig. 4 適用結果