

洪水制御支援のためのエキスパートシステムに関する基礎的検討

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
 京都大学工学部 正 員 堀 智晴 京都大学工学部 学生員○佐々木秀紀

はじめに：豪雨時においては、河川管理者は時々刻々得られる降雨・流量の観測値及び予測値などの定量的情報、さらに避難水防活動の進行状況、過去の被災状況等の定性的情報を総合的かつ即時的に処理し、制御や管理のための判断を行うことが求められている。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いのが現状である。そこで、本研究では、これら河川管理のための経験・知識等をルール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注意した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 システムの作成：(1)全体構成；洪水制御支援のためのエキスパートシステムを開発するにあたっては、以下の点に注意する必要がある。

①既に開発され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インターフェイスが容易であること。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、現在行った意志決定が一定時間後にどのような結果を引き起こすかを必要に応じてシミュレーションできるものであること。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との整合性を保つため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

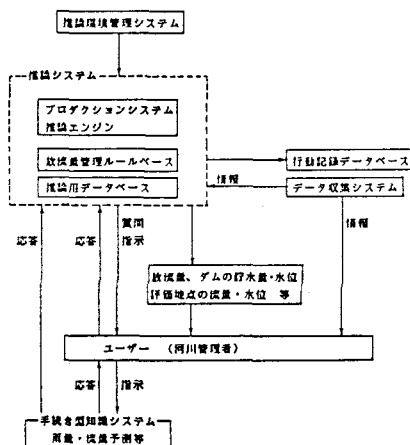


Fig.1 システムの全体構成

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、ユーザーにその旨を通知するとともに、推論環境を保持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、結果をユーザー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、ユーザーからの要求を受け、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・水位の予測結果を表示し、一つの推論サイクルを終了する。

(2)推論機構の概要；推論システムはプロダクションシステムの手法を用いて作成されており、現在の雨量・流量などの事実情報とルールベース内のプロダクションルールの条件部を照合し、ルールの結論部をデータベースに対して適用することにより推論を行い、推薦すべき放流量を決定する。本研究ではこの基本的な認知－実行サイクルに種々の機能を付加した推論エンジンを開発した。

(3)ルールベースの構成；ルールは次のような構成をとることにした。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

Takuma TAKASAO , Michiharu SHIIBA , Tomoharu HORI , Hideki SASAKI

判断をサポート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としてルールベースを構成する。下位レベルのルールには、「ダム流入量最大の判断ルール」、「枚方地点の流量最大の判断ルール」、「ダム貯水量を考慮したダムの安全性に関するルール」、「放流量増加に対する制約に関するルール」、「放流連絡等通知に関するルール」を用意し、推論の実行に応じてこれら複数のルール群を切り換えて使用できるようにすることによって、ルール群の保守の利便性を高めるとともに、ルールとデータの照合にかかる時間の節約を図っている。

3 適用と考察：開発したシステムを、淀川流域宇治川に位置する天ヶ瀬ダムの管理を例にとり適用を行う。対象となる流域は、Fig.2に示すように、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る。適用洪水は、1982年の10号台風によるものであり、図中の黒丸の地点の流量の実測テレメータ値を参考に、各地点の流量を算定したものをを用いた。また、本研究におけるダム操作規則は、天ヶ瀬ダムの操作規則¹⁾をもとにして以下のものを作成した。

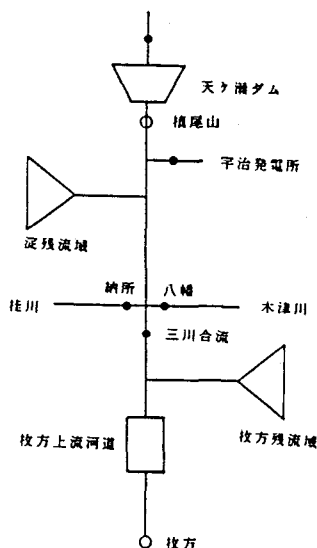


Fig.2 適用対象流域のモデル

(1) ダムへの流入量が $840\text{m}^3/\text{s}$ のときは、 $840\text{m}^3/\text{s}$ を放流する。

(2) 枚方地点の水位が警戒水位(4.5m)以上のときは次による。

7. 流入量が $840\text{m}^3/\text{s}$ を越え、最大に達するまでは $840\text{m}^3/\text{s}$ を放流する。

8. 流入量が最大に達した後で枚方地点の水位が最高に達するまでは $160\text{m}^3/\text{s}$ を放流する。ただしこの調節(「2次調節」)を行うために必要なダム容量が不足すると予想されるときには、2次調節開始時刻を遅らせることができる。

9. 枚方地点の流量が最大に達した後は $840\text{m}^3/\text{s}$ を限度として放流量が流入量に等しくなるまで放流する。

(3) (1)および(2)にあてはまらないときは、放流量が流入量に等しくなるまで放流する。

また、放流連絡を行うのに要する時間を考慮して、推論において決定した放流量に移行するのは、放流量決定時刻の30分後とすることにした。放流量の決定において、管理者の判断が必要な部分は部である。

これらは、管理者が降雨・流量の観測値及び予測値という定量的情報に、その時の状況という定性的情報を加えて行うものであり、既に述べたように個々の河川管理者の資質や経験に負うところが大きい。本研究においては、開発第一段階として、流量最大の判断については過去3時間分のデータから判断することとし、ダム容量については、推論時のダム流入量が2時間後まで続く仮定して判断することとした。シミュレーションの結果をFig.3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

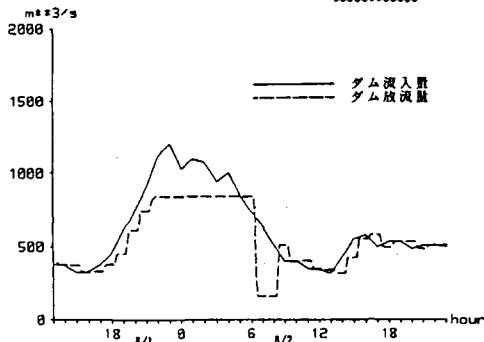


Fig.3 システムの適用結果

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。

4 結論：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くつもりである。

【参考文献】

1) 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