

CS-153

ダム流入量予測へのニューラルネットワークの適用

東京電力株式会社 正員 井上 素行 (株)建設技術研究所 正員 伊藤 一正
正員 菅沼 康男 正員 秋葉 努
正員 榎間 繁樹

1. はじめに 洪水時の発電ダムのダム操作を支援するために、東京電力(株)はダム管理主任技術者の支援を目的として信濃川水系犀川に位置する直列5ダムを対象に「ダム管理高度支援エキスパートシステム」(以下、ES)の開発を行い平成6年度に実用化を図った。洪水時のダム操作をよりの確に行うためには、洪水流量に到達するまでのダム流入量の把握が必要である。ESでは貯留関数法や相関式(簡易予測式)による予測等の結果に基づくダム操作に必要な判断の支援を行っているが、予測雨量の精度に影響され、洪水流量に到達する時間の把握が難しい。本研究は、過去の出水パターンからダム流入量を予測する方法として「ニューラルネットワーク手法」を適用し、その評価を行った。

2. 洪水時のダム操作 洪水時の犀川5ダムの操作は、ダム流入量が洪水流量800 m³/sに達するまでに予備放流水位にダム水位を低下させる必要がある。直列5ダムの操作のため、全ダムの状況を勘案し各ダムの特性を考慮して水位低下操作、貯留操作開始時期、貯留放流量を決定する必要があり、ダム管理主任技術者にその判断が委ねられている。予備放流操作は、過去の出水時の操作事例に基に、図-1に示すように予備放流開始時刻(ダム水位が最低水位にある時)から洪水流量800 m³/sに到達するまでの時間を約7時間として運用している。したがって、水位低下及び予備放流等の洪水時のダム操作を的確に行うためには7時間先までの流入量の把握が重要である。

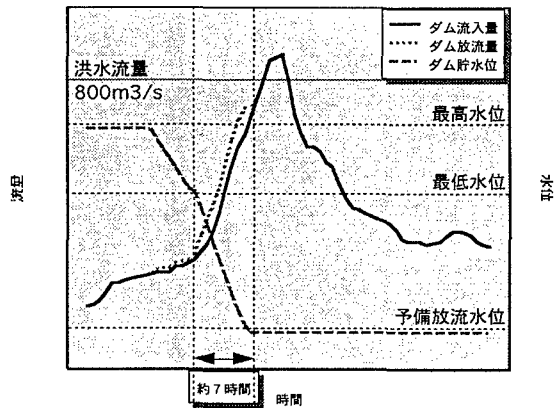
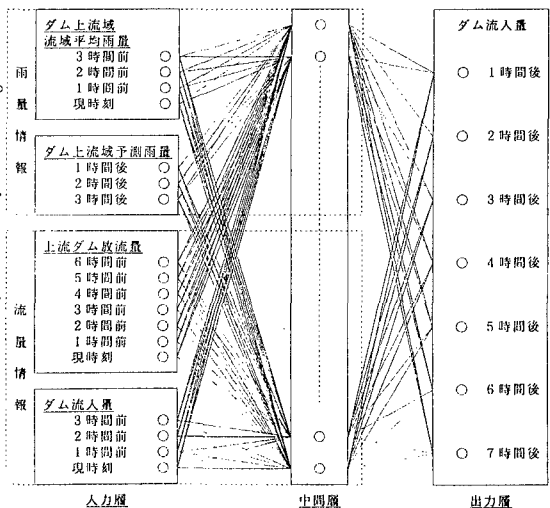


図-1 過去の出水に基づいた洪水流量到達時間

3. 予測モデル 当該ダム群を管理する制御所で逐次オンラインで入手可能な情報は上流ダム放流量、ダム上流域流域平均雨量・予測雨量、ダム流入量である。これらのデータを用いたニューラルネットワークによる予測モデルは、上流ダム放流量の当該ダムへの影響と既往の流出モデルによる残流域の流域特性を考慮し、7時間先までのダム流入量を予測するために図-2に示すように構成した。モデルは、各入力情報がすべてお互いに関連する仮定に基づいた単純階層型モデルと、雨量情報と流量情報が入力段階では関連しないと仮定した分離型モデルとした。モデルのパラメータは平成5年に起こった表-1の5出水のデータを用いて学習計算を実施し同定した。



* 分離型モデルは入力層と中間層の関係を点線の中だけに限定して取り扱うモデル

図-2 ニューラルネットワークモデル

4. 適用結果 モデルの評価は表-1に示す平成5年の2出水を用いて行った。各予測モデルの評価対象出水に対する相関係数は表-2のとおりであり、分離

型モデルと単純階層型モデルの違いによる精度に大きな差は見られない。しかし、図-3の平成5年9月9日出水の7時間後の観測値と予測値の散布図においては単純階層型モデルの方が良い結果が得られている。一方、表-2に示す既往の予測手法とニューラルネットワーク手法とを比較すると、平成5年9月9日出水時の6時間後の予測結果は、貯留関数法に比べ精度が向上している。さらに、平成5年9月9日出水の予測雨量は図-4のように実測雨量と異なるがニューラルネットワーク手法のモデルの場合には、この予測雨量のバラツキによる長時間先のダム流入量予測への影響が小さい。

表-1 パラメータ同定に用いた出水

	13時	14時のダム流入量	洪水継続時間
学習計算対象出水	93.06.29	524 (m³/s)	43
	93.07.14	820 (m³/s)	31
	93.08.17	601 (m³/s)	57
	93.08.27	219 (m³/s)	33
	93.09.04	303 (m³/s)	30
	93.09.29	592 (m³/s)	25
評価対象出水	93.05.14	747 (m³/s)	35
	93.09.09	615 (m³/s)	61

表-2 実測値と予測値の相関係数

予測方法	平成5年5月14日出水			平成5年9月9日出水		
	3時間後	6時間後	7時間後	3時間後	6時間後	7時間後
ニューラルネットワーク						
単純階層型	0.989	0.962	0.939	0.985	0.897	0.853
分離型	0.989	0.962	0.946	0.979	0.872	0.808
簡易予測式	0.948			0.922		
貯留関数	0.989	0.933		0.855	0.415	
ファジィ組合せ	0.983			0.926		

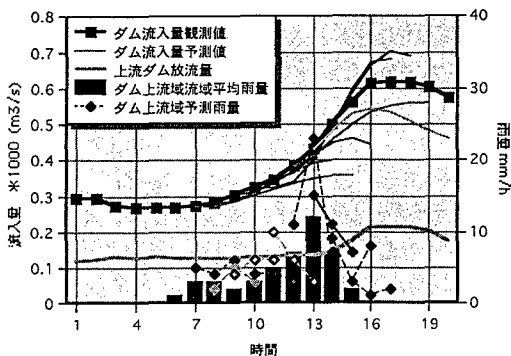


図-4 平成5年9月出水時の雨量・流量予測状況

5. おわりに 本研究は、洪水時のダム操作を支援することを目的として、ニューラルネットワーク手法を流入量予測に適用し、ダム操作に必要な比較的長時間先のダム流入量を精度良く予測できることを確認した。ダム管理主任技術者が行う放流開始の判断を支援するために、図-5のように本研究の手法および貯留関数法の2つの手法による長時間の予測結果に基づいた放流開始判断ルールをESに組み込むものである。

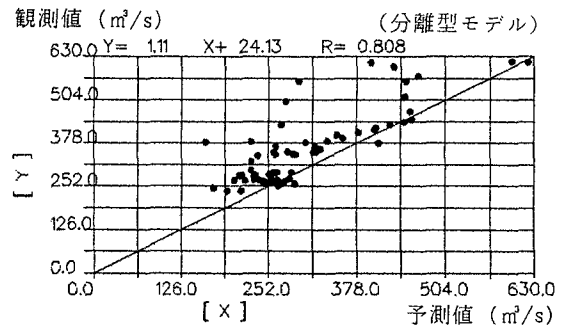
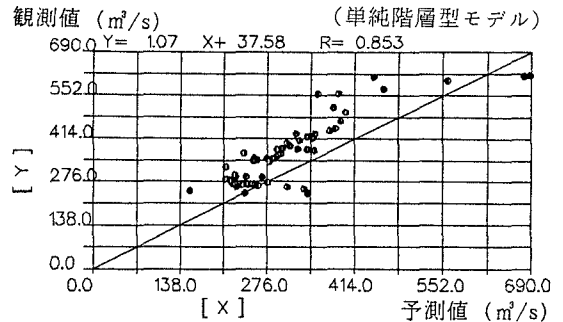


図-3 平成5年9月出水の7時間後予測の散布図

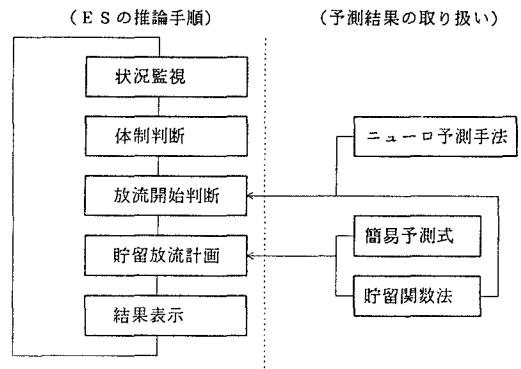


図-5 ニューロ予測手法の利用方法

〔参考文献〕 伊藤一正, 秋葉努, 他: 貯水池操作を支援するエキスパートシステムの開発, 水文・水資源研究のためのAI技術の利用に関するシンポジウム論文集, pp9-16, (1992).