

II-333

ニューラルネットワークを用いた降水量長期予測と
ダム貯水池の実時間操作大成建設株式会社 ○ 正員 横山 正治
京都大学防災研究所 正員 池淵 周一

1. はじめに 渇水時の貯水池操作は長期の展望にたっておこなわれる必要があり、精度のよい定量的な降水量予測が将来の水資源量を把握するためにも望まれる。そこで本研究では、長期予測の専門的知識を持たないダム管理者にも利用できるようなニューラルネットワーク [1] を用いた月降水量予測手法を提案し、ダム貯水池の実時間操作の各操作期において常に1ヶ月先までの定量的な予測降水量が得られるようにする。そして、この情報を基に池淵ら [2] の提案している渇水対策を6種のレベルを持つ階層構造として捉えた渇水対策レベルと、それに対応した貯水池状態を表す貯水位レベルを決定し、渇水時のダム貯水池の実時間操作をおこなう。この場合、渇水対策レベルと貯水位レベルを推定するために、どんな状態においても柔軟な判断のできるファジィ推論が用いられていたが、ファジィ推論には推論結果が最適になるように推論過程を微調整するチューニングに問題があるため、ニューラルネットワークを用いて自動チューニングをおこなうニューラルネットワーク駆動型ファジィ推論 [3] をレベルの推定に適用する。

2. 降水量長期予測手法 ここでは月平均北半球 500mb 高度天気図を用いて、琵琶湖流域の彦根地点の月降水量予測をおこなった。予測手法は類似法をベースにして、過去に生じた天気図の中から当該月の天気図と符号一致率の高い天気図をいくつか類似天気図として選び出し、選ばれた天気図を入力データ、その翌月の彦根地点実績月降水量を出力値の教師信号として図1のようなモデルを使ってニューラルネットワークの学習をおこなう。そしてこの学習後のネットワークに当該月の天気図を入力すると、予測値として翌月の月降水量が得られる。ここでニューラルネットワークを用いた理由は、当該年、当該月の天気図の過去の天気図への類似度を判断することが難しいため、符号一致率による判定でいくつかの類似天気図を選び出し、選ばれた天気図に対する類似度の判断はニューラルネットワークにおこなわせ、月降水量として出力させる。

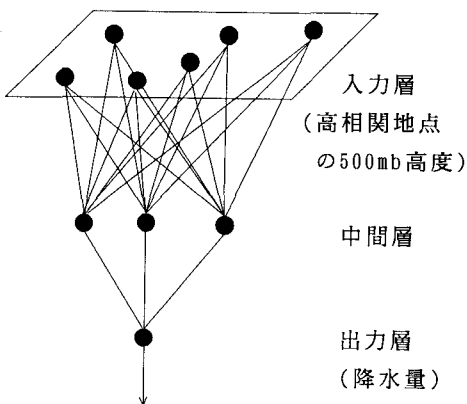


図1: 降水量予測のネットワークモデル

3. ダム貯水池の実時間操作システム 本研究では淀川水系を適用流域とし、琵琶湖を操作対象となるダム貯水池とした。本システムでの操作単位は半旬単位（5日間）とし、現在貯水位が、目標水位以上ならば平水時、以下ならば低水時の操作をおこなう。平水時の場合はさらに2つに分け、現在貯水位が常時満水位を上回った時だけ無効放流を認める。低水時の場合は、まず、気象庁より発表されている週間予報により当期半旬の予測降水量を算定する。この予測降水量をもとに当期の予測流入量を求め、来期期首の予測貯水位を算定する。前期期首貯水位、当期期首貯水位、来期期首予測貯水位の3つの貯水位が、貯水位レベル推定時の判断要素となる。また、当期より1ヶ月後までの降水量を2.で述べた長期予測手法により予測し、この予測降水量から当期より1ヶ月後までの予測流入量を求め、1ヶ月後の貯水位を推定する。そして、前期渇水対策レベル、現在貯水位レベル、1ヶ月先の貯水位、評価地点での現在流量を入力情報として渇水対策レベルを推定する。貯水位レベルと渇水対策レベル推定時には、推論過程の明確なファジィ推論とニューラルネットワークの双方の利点を組み合わせたニューラルネットワーク駆動型ファジィ推論を用いる。最後に、推定された当期の渇水対策レベルにしたがって最適放流量を決定する。

4. 適用結果と考察 ここでは、昭和61年に淀川水系で起こった渇水流況に本システムを適用した結果と考察について述べる。

図2は月降水量の予測結果を示した図で、10月以降の予測の結果はかなり良い予測であると言える。また、本研究のシミュレーションは琵琶湖総合開発事業完成後の諸条件でおこなわれており、高浜地点（評価地点）に対して当時に比べて新規に $40\text{m}^3/\text{s}$ を補給することになる。図3は昭和61年の流況を予測しながら本システムを適用してシミュレーションした結果である。上段のグラフの実線は実測琵琶湖流入量、棒グラフの斜線部は瀬田川洗堰放流量、点描部は洗堰以外の琵琶湖放流量を示す。中段のグラフは実線が琵琶湖水位、斜線部が目標水位、破線がDライン（渇水対策開始ライン）を示す。下段のグラフの破線は貯水位レベル、一点鎖線は渇水対策レベルを示し、レベルの値が大きいほど渇水状態が厳しいことを表す。上段の琵琶湖流入量の図からもこの年は夏季から秋季の流入量がかなり少ない年であったことが分かる。中段のグラフでは琵琶湖水位が33期にDラインを下回り、51期に -1.49m まで低下していることを示している。下段の図からは、渇水期の前半は貯水位レベルが先行して渇水対策レベルを引き上げ、後半は貯水位の予測情報を活かして渇水対策レベルが貯水位レベルに先行して下がるという渇水対策の早期開始、早期解除の操作姿勢がうかがえる。予測情報を用いないで貯水池状態のみを判断要素として操作をおこなった場合は、貯水位レベルと渇水対策レベルは等しくなり、貯水池状態が厳しくなるまでは渇水対策は開始されず、貯水池状態が回復するまでは渇水対策は解除されない。また、琵琶湖総合開発後の需要量が増大した状況に昭和61年度の流況が生じた場合においても、本システムを適用すれば補償対策水位（ -2.0m ）を下回らずに操作がおこなえることが分かる。

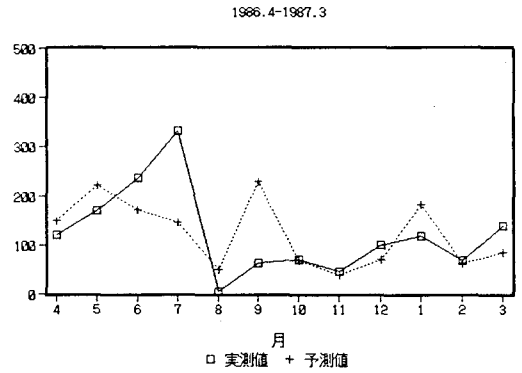


図2：昭和61年度の予測月降水量

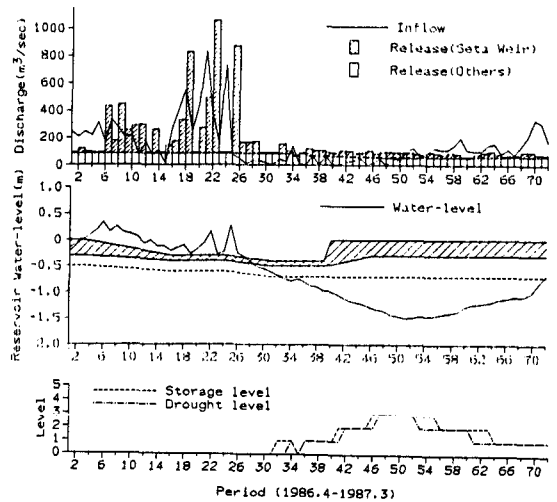


図3：昭和61年度のシミュレーション結果

5. おわりに 本研究では、ダム管理者が実時間操作システムの中で容易に利用できるように降水量長期予測手法を提案し、操作期間に合わせた定量的な予測情報が得られるようにした。また、貯水池の状態や予測情報によって柔軟な判断が必要な貯水位レベルと渇水対策レベルの推定にニューラルネット駆動型ファジイ推論を適用して、簡単な推論ルールだけで予測情報の精度や入力情報の重要度を考慮した判断がおこなえる手法を開発し、ダム管理者の経験的知識の取り込み方について提案した。そして、モデル化した淀川流域を使って過去の渇水年の流況に本システムを適用して、琵琶湖総合開発によって需要量が増加した場合においても使用可能なシステムであることを示した。

参考文献

- 麻生英樹：ニューラルネットワーク情報処理 ―コネクションズ入門、あるいは柔らかな記号に向けて―、産業図書、1988
- 池淵周一、宮川裕史、河端伸一郎：ファジイ制御をベースにしたダム貯水池の渇水実時間操作、土木学会 第45回年次学術講演会講演概要集 第2部、1990、pp.272-273
- 北村新三、片井修 編著：画像と制御 ―ニューロ・ファジイ・AIによるアプローチ―、朝倉書店、1991