

Ⅱ-1 ニューラルネットワークを用いたダム堆砂予測に関する研究

愛媛大学大学院 学生員 ○森本 稔
日本発条(株) 非会員 坂田洋次郎
愛媛大学工学部 正会員 門田章宏
愛媛大学工学部 フェロー 鈴木幸一

1. はじめに

日本は急勾配河川が多く、河道からダムへ流れ込む堆砂量が多く、ある一定以上量の堆砂はダムの本来の機能(治水・利水等)を低下させる。ダムの恒久的使用を望むためには必ずや避けては通れない問題である。本研究では ANN(ニューラルネットワーク)を用いて石手川ダムの堆砂量を予測する。石手川ダムにおける S.49~H.9 のデータを基に、ANN で訓練させ、H.10~H.16 の堆砂量を予測、また、実際の値との比較・検討する。最終的には将来的な堆砂量予測と石手川ダムの寿命予測することを研究目的としている。

2. ANN の概要とバックプロパゲーション

ANN とは生物の神経回路における神経細胞をモデル化することにより実現された。神経細胞間をシナプスで結ぶ図-1 のような神経回路網が構築される。バックプロパゲーションとは入出力でニューラルネットワークの訓練方法の一つであり、教師ありの学習方法である。右図のように、Input からの信号に重み W と Bias(バイアス)を加え、Neuron(神経細胞)を媒体して Output へ出力する。その出力されたものと教師信号である、Target とそれが比較されることによって再学習をさせる。誤差は

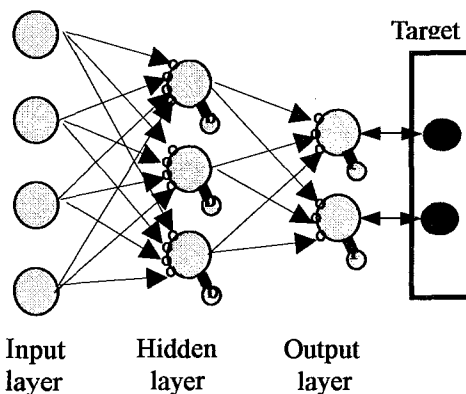


図-1 ニューラルネットワークモデル

$E = \frac{1}{2} \sum_k (T_k - O_k)^2$ で表される。シグモイド関数を介して、重さ w , v とバイアス b , の訂正量を算出し、それぞれに返し、再び訓練を行う。誤差が限りなく 0 に近づくまで訓練させる。

3. 石手川ダムの堆砂量予測とその考察

S.49 年~H.9 年までの石手川ダムのデータを基に、ニューラルネットワークモデルを構築し、H.10 年~H.16 年までの堆砂量を予測する。右の表のように訓練データをセットし、訓練させることによって H.10 年~H.16 年までの堆砂量をシミュレートさせた。このネットワークの問題点として、Input である最大流入量、年間流入量回数の関係性が明確に現れなかったこと、年によって雨量は多いが、堆砂量が少ない状況や、雨量が少ないが、堆砂量が多いなどの一見不釣り合いなデータが存在すること、年間流入回数などの影響が反映されない等が現れた。加えて、これら 4 つの Input データが揃わなければ堆砂量が出力されないという、極めて実用的でないネットワークでもある。そこで、月別で分けるという新しいネットワークを構築した。表-2 のような 2 つの層のネットワークに分け、第 1 層では月間総雨量から最大流入量と流入回数を得られるように訓練をさせ、さらにその得られた 2 つのデータを第 2 層で Input データにすることで月間堆砂量を求めるというネットワーク、それは、雨量を入力するだけで、月間堆砂量を出力する一気通関のネットワークである。そして、ネットワークを 11

表-1 年間堆砂量ネットワーク

Input	Output
年間総雨量(mm)	年間堆砂量(m^3)
年間最大流入量(m^3/s)	
年間流入量回数 (1t以上/s/日)	
年間流入量回数 (10t以上/s/日)	

月～4月と、10月～5月との2分割、それは年間流入量回数(1t以上/s/日)の存在の有無によって振り分けている。図-2、図-3においては、ANNが実際の堆砂量とほぼ同じような値を出力したことを示している。図-4より、7年間の合計堆砂量推移は実際の堆砂量とANNとを比較して、平均で80%の割合で一致するという結果が得られた。同時に、石手川ダムにおける堆砂容量(これ以上堆砂すると、治水・利水に影響を及ぼす容量)が満砂になる時期と、総貯水容量(ここまで堆砂すると、ダムとして機能を果たせなくなる容量)これが満砂になる時期を予測した。(図-5)この時のInputの雨量は、S.49年からの雨量をサイクルさせて使用し、それぞれ、人為的な搾取が行われなかったことを前提として、堆砂容量満砂が西暦2029年、総貯水容量満砂が西暦2282年という結果が得られた。

表-2 新規ネットワーク

新規ネットワーク(4月～11月)第1層	
Input	Output
月間総雨量 (mm)	月間最大流入量(m^3/s)
	月間流入量回数(1t以上/s/日)

新規ネットワーク(4月～11月)第2層	
Input	Output
月間雨量(mm)	月間堆砂量 (m^3)
月間最大流入量(m^3/s)	
月間流入量回数(10t以上/s/日)	

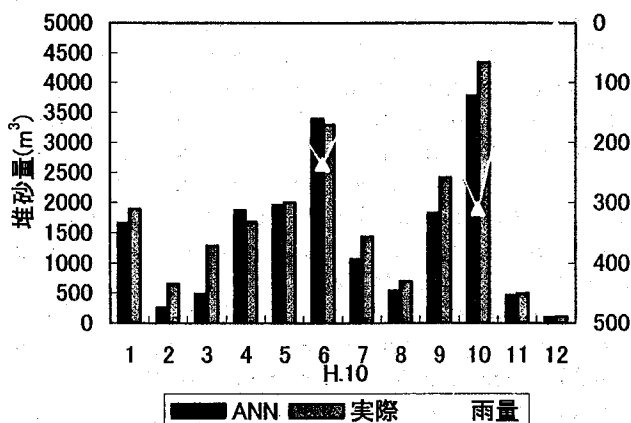


図-2 ANNと実際堆砂量と雨量の比較

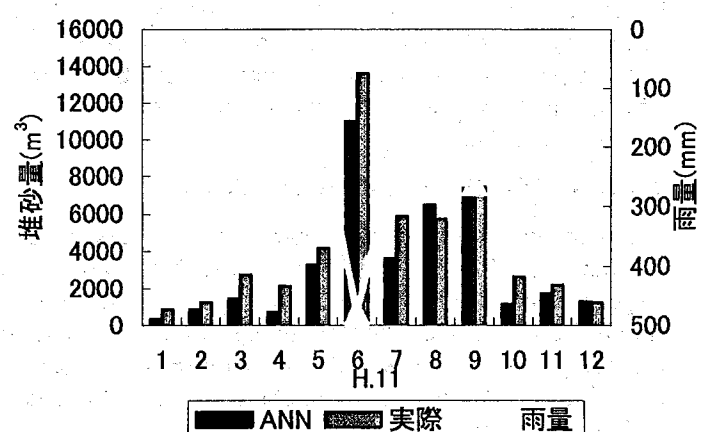


図-3 H.11年のANNと実際堆砂量

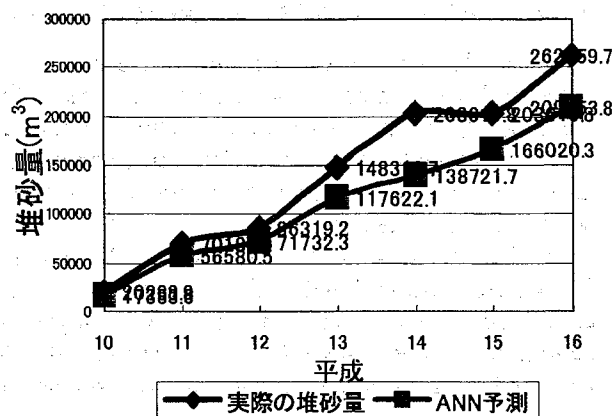


図-4 7年間の合計堆砂量の推移

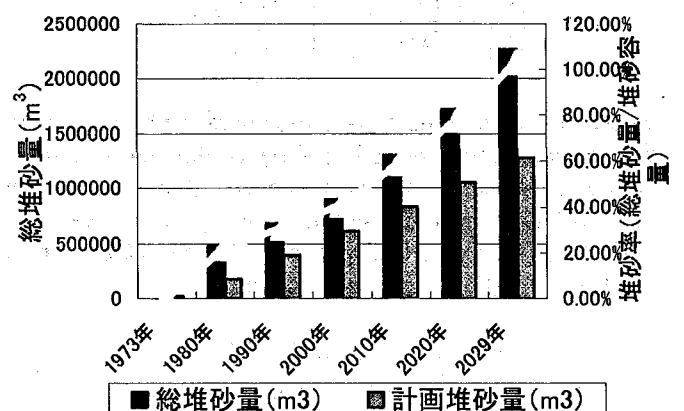


図-5 堆砂容量満砂までの推移

4. 結論

Inputに雨量だけを入力することによって、堆砂量が出力されるというより実用的な一気通関のネットワークモデル作成に成功、そして80%という高い割合で堆砂量を予測ができた。今後、年を経るごとに訓練数が増加するので、より精度のよいネットワークを構築でき、さらに高い割合で未来における堆砂量を予測できるであろうと考えられる。

参考文献 Haykin, S.: Neural networks: a comprehensive foundation, prentice Hall, Inc., 2.ed, Hmilton, 1998.