

時空間情報を利用した知識獲得型の湧水流量予測法 Knowledge-based Discharge Forecasting for Droughts by Using Time and Space Information

増本隆夫* 松田 周* 久保田富次郎* 袁 新*

Takao MASUMOTO*, Shuh MATSUDA*, Tomijiro KUBOTA* and Xin YUAN*

1. はじめに 湧水時に利用可能な水資源量を把握し、その情報を最大限に利活用するためには、ダム放流量や取水量などの空間分布ならびに時間的推移の両面からの情報をもとにした流出状況の適切な把握や将来予測が必要である。しかし、流域の水利用構造は、多地点での取水や河川への大量還元など複雑になっているため、そのモデル化が困難な状況にある。そこで、ここでは、時空間情報を入力として区間流入量を推定した上で、目標地点の流量をファジィ化ニューラルネットの知識情報を用いて簡易に推定する実用的方法を開発し、それを利根川流域の湧水予測に用いた結果について報告する。

2. 利根川流域の基準地点と必要情報
利根川水系における既往湧水(取水制限をした年と期間)としてS47~H13の11期間を選定し、各基準地点(図-1)における水文諸量データ[降水量(11地点)、気温・計器蒸発量(3地点)、流量等はダム放流量(10地点)、頭首工取水量(14地点)、大堰/遊水地流入・放流量(3地点)、地点流量(11地点)、ポンプ揚水量(15地点)の合計53地点]を収集した。

3. 流況予測法 (1)予測地点の選択と流域分割:流域を時空間情報利用の点から8グループに分割する。例えば、 $Q_{dis}(八斗島) = Q_{dis}(岩本) - \{Q_{out}(群馬用水) + Q_{out}(広瀬桃木) + Q_{out}(天狗岩)} + Q_{dis}(村上) + Q_{dis}(岩鼻) + Q_{dis}(若泉) - Q_{out}(備前渠)$ 、のように八斗島流量は上流側の流量を用いて推定できることになる。(2)区間流入量の予測:区間流入量として、流域残留域からの流入量、観測点のない河川からの流入量、取水量からの還元量等を考える。区間流入量を、 $PQ = |Q(実測) - Q(予測)| / Q(実測)$ で定義する。ここに、 PQ :区間流入量(横流入量)比率、 $Q(実$

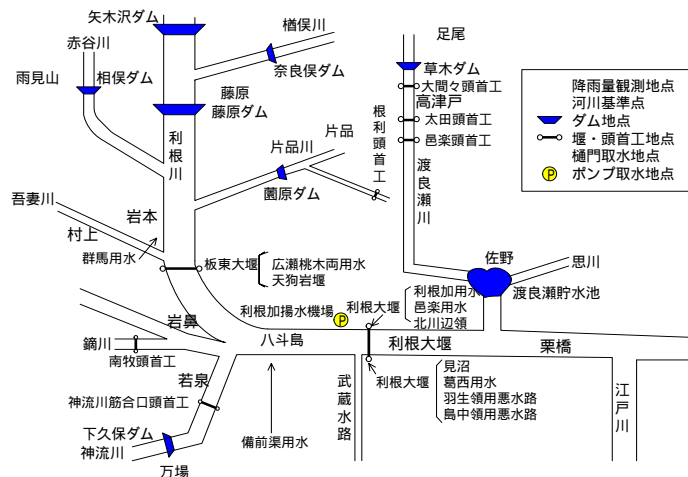
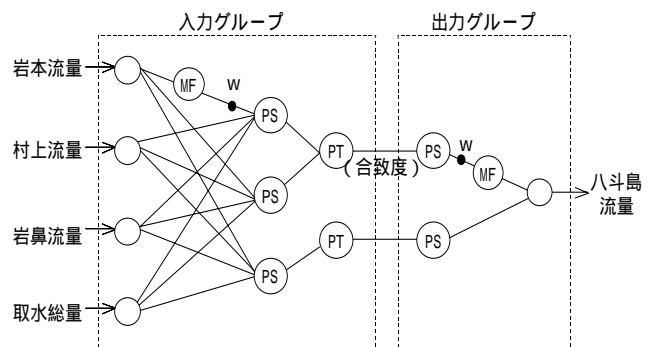


図-1 利根川流域の基準地点と情報提供点
Important checking and observation points



PT: パターンテーブル(流量出力) MF: メンバシップ関数
PS: パターンセット(流量波形分類) w: MFの重み

図-2 ファジィ化ニューラルネットによる流量予測と入出力例(例えば、八斗島流量予測)
Discharge prediction and inputs/outputs by fuzzy neural network

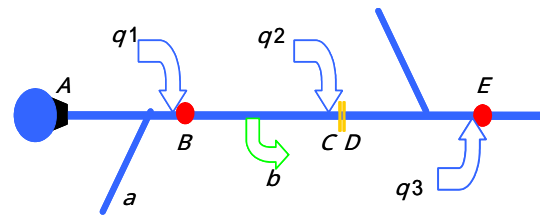
* 農業工学研究所 National Institute for Rural Engineering 湧水管理, 時空間情報, ファジィ化ニューロ法

測): 実測日流量, Q (予測): 推定日流量である。(3) 流況予測: ファジィ化ニューロ法(以下FN法: 図-2)を用いて流量予測を行う。入力と出力の学習は同時に行う。学習パラメータを決めた後, 適合度合いの指標(合致度)で, 実際の観測データ(流量, 取水量, 降水量など)を用いて得られた推論の採用可能性を判断する。

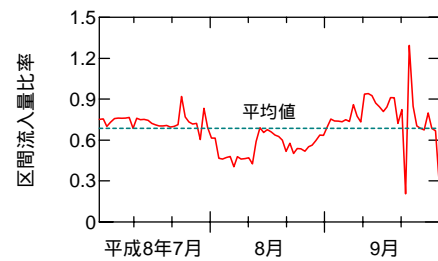
4. 適用結果 (1) 学習: 11 個の渇水期間の内, 過去最大であった昭和 62 年渇水と最近の平成 13 年渇水をシステムの検証に用い, 残り 9 個の渇水期間データを知識情報獲得のための学習データとして利用した。(2) 区間流入量を取り入れた予測: 1 つのグループ内の区間流入量(図-3)を簡易に逐次算定して上流域からの還元量や残流域区間からの流出量が推定でき, それをFN法の入力として利用すると, 流量の推定精度が向上した。また, その算定量は観測誤差や推定誤差を含んだ量として大変重要な情報となる。(3) 7 日先までの予測: 上流側の流量・取水量情報と区間流入比率を用いて, 7 日先までの予測を行った(図-4)。ここでは, 予測された地点流量を次の日の予測に利用している。同図(b)は, 特に6月22日から30日までを選択して毎日の予測結果を示している。実際に現場で行う7日先までの予測結果は, 同図のように連日最新情報(当日の情報)を入れて更新される。(4) 予測システムの応用: 上流側の流量や水管理状況の予測が適切に行われると, 対象とする地点流量の予測値は格段に改善された。さらに, ある地点の予測値を上流側入力値として入れ込んでいくシステムを考え, 最上流まで遡ってダム放流量や各地点の取水量等を用いて流域全体の予測システムが表せる。ここでは, 4つのグループを同時に利用する検討を行い, 最上流点での将来の予測量などの入力に流出モデル推定流量を使って, FN法による予測との組合せを行うと, 1~7 日先の渇水流量予測を 1 カ月程度先まで実現できる可能性があることが分かった。

5. おわりに 水資源の時空間情報を用いて流域管理を合理的に行うため, 渇水を対象に, ファジィ化ニューラルネットを用いた区間流入量や基準地点流量を推定する方法を開発し, 利根川流域の昭和47年~平成13年までの既往最大の11渇水に適用した結果を報告した。

引用文献: 増本隆夫・袁 新・相澤顕之・久保田富次郎・松田 周(2003): 利根川の異常渇水管理のための簡易流量予測法, 農工研技報, 201号(印刷中)

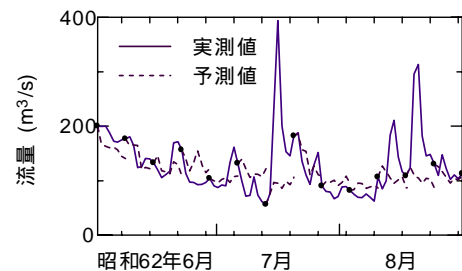


(a) 簡易推定概念図
($q1 \sim q3$: 区間流入量, A: ダム放流量, B, E: 地点流量, a: 河川流入量, b: 取水量, C, D: 堰流量)

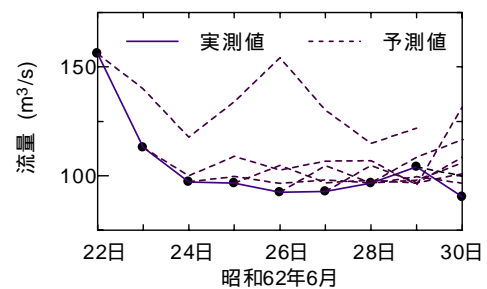


(b) 佐貫地点

図-3 区間流入比率の算定例
Estimated runoff from residual areas



(a) 7 日おきの予測



(b) 毎日の7日先までの予測

図-4 7 日先までの予測方式
Prediction methods till 7 days ahead