II-23 GMDHの流出解析への適用について

山梨大学 大学院 学生員 市川 良輔
山梨大学 工学部 正 員 砂田 憲吾
飛島建設 三沢 宏治

1、はじめに

GMDH(発見的自己組織化法)の流出解析への適用は、まず池田・権木[1]が同法の紹介の応用例として試み、最近では橋本[2]がその実用化を検討している。GMDHは本来、多変数かつ入出力関係の不明な複雑な系の同定・予測を目的としているため、因子数,Prehistory,基礎関数の設定に任意性を有している。この方法の降雨-流出系への単純な適用は、極端に不都合な結果を生じない反面,最良の予測が必ずしも望めない側面を持っている。このため個々の事例毎に、より良い予測のための操作が必要となるがその際、流出解析の適用には、それなりの大略の方針が得られないものか、との疑問が生ずる。

本報では以上の点を明らかにしていく1歩として、基礎関数及びそれに伴なう係数の流出核との対応や,入力に複数の降雨時系列の利用等について基礎的検討を加えたものである。データには神流川の日データを用いた。

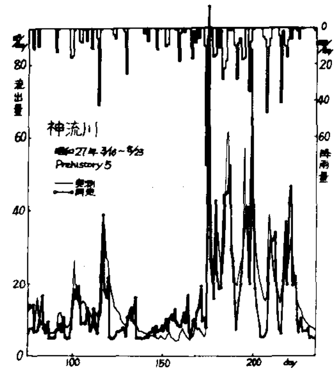

Fig.1

2、Prehistoryについて

まず、従来までの研究でよく用いられた次の形式の基礎関数

$$z_k = a_0 + a_1 x_i + a_2 x_j + a_3 x_i^2 + a_4 x_j^2 + a_5 x_i x_j$$

のもとで,入力x_0のPrehistoryの長,短の効果を調べた。ここにx_iはi日前の降雨を示す。Prehistoryを4,5,7,としたところ当然のことながら長いPrehistoryの場合がより妥当な同定結果を示す。(Fig.1)

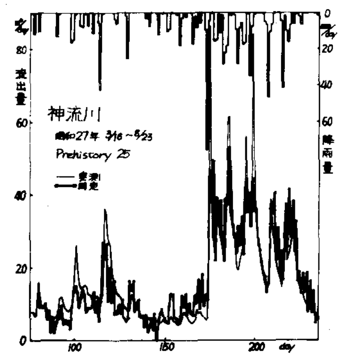

Fig.2

3、基礎関数について

流出成分を考慮しつつ次のように基礎関数について検討した。すなわち入力変数のgroupingにより実質的なPrehistoryを長くとると同時に,最終的にKolmogorov-Gaborの多項式(1)の2次項までの展開式が得られるように基礎関数を与えることとした。

$$Z = G_0 + \sum_i G_i x_i + \sum_i \sum_j G_{ij} x_i x_j + \cdots \quad (1)$$

式(1)の係数は流出核に対応する。GMDHでは、中間変数の自己選択を繰り返すうちに項そのものが省略されていくので、完全な流出核に対応する係数の算定は不可能である。しかし、その係数は他の方法(例えば核の展開法,遅延相関法)による核との相違や、"最も効いてくる項のいくつか"を知る上で有効なものである。

数種の具体的に与えた関数の例を示せばⅠ,Ⅱのような形のものである。

Ⅰ 第1層;$z_k = a_0 + a_1 x_i x_j + a_2 x_1 + \cdots + a_{26} x_{25}$ (Fig.2)
第2層以上;$u = b_0 + b_1 z_i + b_2 z_j$

但し、1次項は25日単独に採り、しかも中間変数z_kに必ず含まれる。2次項は4日前までの積の組み合わせの場合。実質Prehistoryは25である。

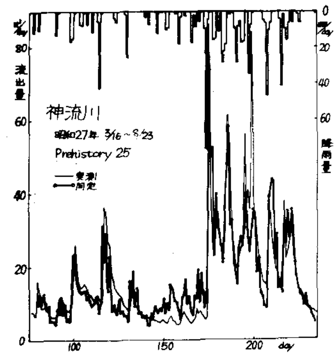

Fig.3

$$
\text{Ⅱ}\begin{cases} \text{第1層};\ z_k = a_0 + a_1 x_i x_j + a_2 x_\ell + \cdots \\ \qquad\qquad \cdots + a_6 x_{\ell+4} \quad (\ell = 1, 6, 11, 16, 21) \\ \text{第2層以上};\ u = b_0 + b_1 z_i + b_2 z_j \qquad (\text{Fig.3}) \end{cases}
$$

但し、1次項は5日ずつの和の組み合わせで、2次項は3日前までの積の組み合わせの場合。実質のPre-historyは25である。

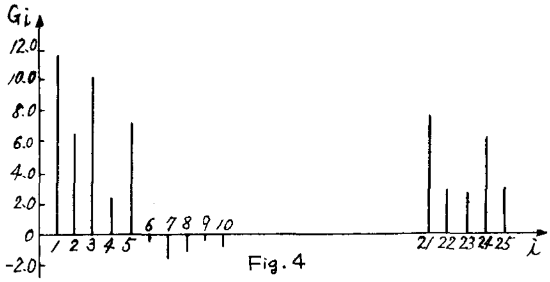

Fig.4

基礎関数の組Ⅰ，Ⅱはともに何層経過しても2次項で打ち切られた式（1）の形を持つ。Ⅰは1次項の切り捨てを避けるために，ⅡはGroupingによる項の節約を行なうために与えられている。

Fig.2，Fig.3は，それぞれ基礎関数をⅠ，Ⅱとした場合の同定結果である。一方，1次項，2次項の係数を調べると，Ⅰの場合，1次項の長期成分に対する係数が大となり，2次項では極端な[+][-]の符号を持つ係数を得た。その結果Fig.2のような計算流出の振れを示している。Ⅱの場合は式の形から解るように1つの中間変数が捨てられると同時に5日間の降雨が消されるが，結果はFig.4，Fig.5のようになり改善された。1次項の長期成分の係数が大きいが，前述のように流出核と同一でないことを考慮すれば意外に妥当な係数と考えられる。これは，Fig.3の良好な同定とも符合する。

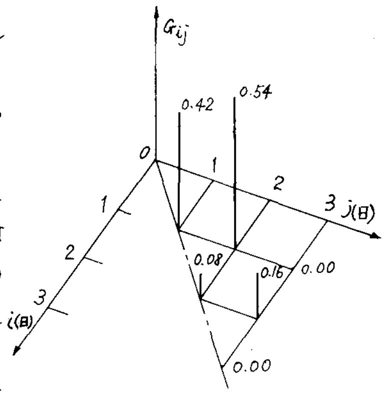

Fig.5

4、流出推定

基礎関数Ⅱを用いて他の年の流出量の推定を試みた。

まず，単独の年の同定式を使用する場合と，3年間の同定式を使用する場合とでは，後者の方が良い結果を得た。これより同定のために用いるデータは長ければ長い程，良いことが予想される。

次に，平均降雨量によるS31,32,33年の同定式よりS34年を推定したものと，流域内に適当に配置された降雨観測地点A,B,Cの3つの降雨時系列のS31,32,33年のデータを生かしてS34年を推定したもの（Fig.6とFig.7）を比較すると，後者は前者より多少は良いが，それ程顕著ではない。

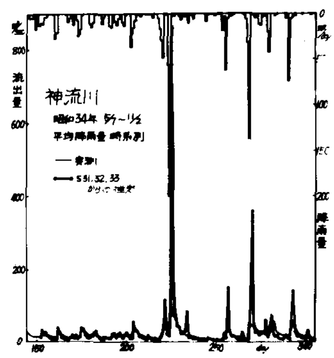

Fig.6

5、まとめ

同定結果の良否に拘らず，第1層の中間変数ですでに完全記述の場合に近い同定の度合いを示す。このことは，基礎関数の選択が重要であることを表すものであり，それは降雨－流出系という比較的因果関係の明瞭な系だからと考えられる。流出解析の適用に限って言えば，同定・予測が最良のものとなりうるためには，GMDHの本質から離れるが，遅れ系，1次核，2次核等の流出機構に関する情報を生かし得る基礎関数を選択することが有効のようである。

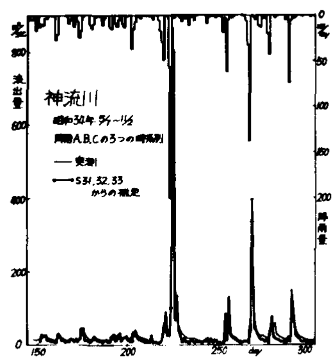

Fig.7

参考文献

1）池田・椹木：GMDHと複雑な系の同定・予測；計測と制御，14-2，1975

2）橋本：流出成分を考慮したGMDHによる低水流出予測；第21回水講，1977

3）日野：非線型流出解析；土木学会，夏期水工研修，1975