

ファジイ推論を用いた流況のパターン分類 と長期流況シミュレーション

岐阜大学工学部	学生員	○梅田	浩之
岐阜大学大学院	学生員	高野	直樹
岐阜大学工学部	正 員	小尻	利治
岐阜大学工学部	正 員	宝	馨

1. はじめに

近年、地球的規模の環境問題の一つに、温室効果による地球の温暖化がある。GCMでの計算によれば、2030年頃には、気温が2.0～3.0℃上昇し、降水量は、2.0～9.0%の増加があると見通されている。そこで本研究では、この情報をもとに気候変動シナリオを作成し、気候変動に対する流域内水分量の変化を推定するものである。特にパターン分類化手法を用いた大略的な年流量の分類と、それによる月、半旬単位での流況シミュレーション法を作成するものである。

2. 長期気候変動を考慮したデータ作成

1) ファジイ理論を用いたパターン分類

気温・降水時系列を、形状としてとらえ、その特性に応じて分類するために、ファジイ理論を用いたソフトクラスタリング手法を導入しよう。このパターン分類に際しての評価関数は、次式を用いる。

$$d_{ij} = \max \left[\frac{|X_i(t) - Z_j(t)|}{Z_j(t)} \right] \quad 1 \leq j \leq K, 1 \leq i \leq n \quad (1)$$

ここに、 $X_i(t)$ は分類されるサンプル、 Z_j はクラスターセンターである。また、属性はしきい値の付いたメンバーシップ関数より与えられる。

ある r に対し、

$$\text{dir} = 0 \text{ のとき} \quad \begin{cases} W_{ir} = 1 \\ W_{ij} = 0 \end{cases} \quad 1 \leq j \leq K, 1 \leq i \leq n \quad j \neq r$$

$\text{dir} \neq 0$ のとき

$$\lambda_j = d_{ij}^{1/(1-m)} / \sum \text{dir}^{1/(1-m)} \quad (2)$$

$$\lambda_j < TW \quad \rightarrow \quad W_{ij} = 0$$

$$\lambda_j \geq TW \quad \rightarrow \quad W_{ij} = \lambda_j \quad 1 \leq j \leq K$$

ここに、 W_{ij} はメンバーシップマトリックス、 m は定数、 TW はしきい値とする。

2) パターン構造の統計的解析

月平均データをもとに分類されたパターンに対し、そのパターン内の各月を1つの集合として日データの度数分布を求めるとともに、得られた度数分布に適合する確率分布を求める。ある年の気温に対する度数分布に確率分布形を当てはめると図1のようになる。適合度により、気温については次の対数正規分布を採用する。

$$f(T) = \frac{1}{\xi T \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln T - \lambda T}{\xi T} \right)^2 \right] \quad (3)$$

ここに λT は平均値、 ξT は標準偏差である。

また、降水については、得られた度数分布に対数正規分布、及びガンマ分布を当てはめることにより、その中から、適合の良いものを採用する。またガンマ分布の場合の確率密度関数は、

$$f(r) = \frac{1}{\Gamma(b) |a|} \left(\frac{r-c}{a} \right)^{b-1} \exp \left(-\frac{r-c}{a} \right) \quad (4)$$

となる。ここで a は尺度母数、 b は形状母数である。

3) 温暖化によるパラメーターの変化

気温については、平均気温 μT が、 $\Delta \mu T (= 3^\circ\text{C})$ だけ上昇するとして、平均値を $\mu T' = \mu T + \Delta \mu T$ とおく。また標準偏差は、変動率が同じになるとして

$$(\sigma T')^2 = (\sigma T)^2 \frac{\mu T + \Delta \mu T}{\mu T} \quad \text{により変}$$

化するものと仮定する。降水についても同じように平均値と標準偏差を変化させる。

4) 日データ系列の模擬発生

パターン分類された日平均での年パターンについて発生頻度に従う一様乱数を用い、年パターンを発生させる。つづいて選出された年パターンに対応する同様の確率密度関数を用い、その確率密度関数に従う乱数を発生させ、日データ系列を作成する。

3. 長期流況シミュレーション

2の手順により、得られた日データ系列を流出モデルに適用することにより、温暖化による流況シミュレーションを行う。対象流域としては、長良川上流域約500km²の流域を用いる。流出モデルとしては、流域に約1kmのメッシュを対象として多層メッシュモデルと呼ぶことにする。すなわち、直列4層の貯留型モデルを基本とし、その鉛直上方に地表面浸透モデルと、積雪・融雪モデル、蒸発散モデルを加えたものである。このメッシュ流出モデルを、多数平面的に配置し、河道モデルを組み合わせて流域全体の流出モデルを構築する。図-2はパラメーター同定を行った流出ハイドログラフを示す。

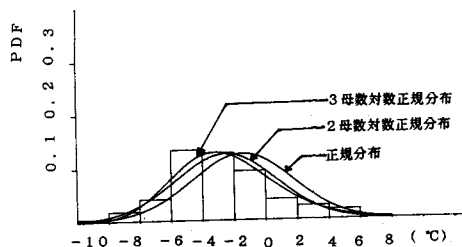


図-1 確率分布形状

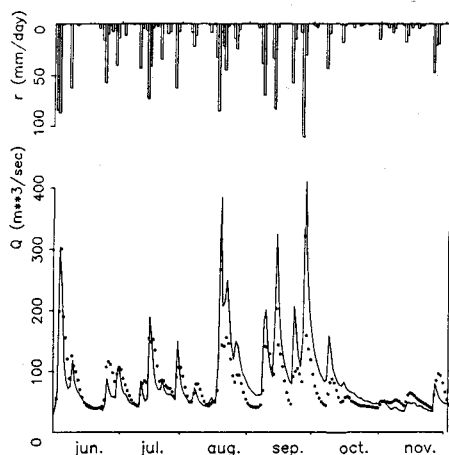


図-2 ハイドログラフ(日流出量)

4. おわりに

以上本研究では、温暖化を考慮した、日気象データの模擬発生手順を提案したものである。また模擬発生されたデータを用い長期流況シミュレーションを行おうとしたものである。詳しい適用結果は、講演時に述べる。

参考文献

- 1) 久保 和幸: 多層メッシュモデルの構成とその森林機能評価への適用に関する研究、京都大学修士論文 1990
- 2) 地球温暖化による社会影響、地球温暖化影響研究会編、技報堂出版 1990