

地球温暖化による水利用形態の変化に関する研究

岐阜大学工学部 学生員 ○堤 将彦
 岐阜大学工学部 正会員 小尻 利治
 岐阜大学工学部 正会員 宝 馨
 岐阜大学大学院 学生員 池田 繁樹

1 はじめに

近年、人口の増加、生活環境の変化、産業の発展にともない水需要は増加し続けている。そこで水資源の開発が要求されることになるが、水利用計画を立てるに際して水文事象に対する的確な評価が重要になる。現在、水資源賦存量や流出流量の変化としての解析はされているが、社会システムへの影響となると水利用形態を含んだ評価をしなければならない。そこで本研究では、多層メッシュ型の流出モデルに低平地、都市モデルを統合させた流域モデルを作成し、ついで農業用水、都市用水の使用量を気温の関数として表現する。これに温暖化シナリオのもとでの降水パターンを与え利用システムを含めた影響評価を行うものである。

2 評価手順

本研究では、入力情報として、気温、降水量および農業、都市、工業用水における各取水量を用いる。まず過去のデータより気温、降水量をパターン分類をしておく。つづいて気温、降水量と水需要の関係を回帰式として求める。例として次時点での農業用水取水量を式(1)に示す。ただし、時系列についてはコレログラムで解析し、係数については、ステップワイズ法で決定する。最後にパターン分類化された気温、降水量に温暖化シナリオを与えるとともに水需要量の推定と渇水(安全度)指標を算定し、対象システムにおける温暖化の影響を評価する。以上の手順をまとめると図1のようになる。

$$\begin{aligned} QA(t+1) = & a_0 \cdot R(t) + a_1 \cdot R(t-1) + a_2 \cdot R(t-2) + \dots \\ & + b_0 \cdot R(t) + b_1 \cdot T(t-1) + b_2 \cdot T(t-2) + \dots \\ & + c_0 \cdot QA(t) + c_1 \cdot QA(t-1) + c_2 \cdot QA(t-2) + \dots \end{aligned} \quad (1)$$

$QA(t)$: t 日の農業用水取水量、 $R(t)$: t 日の降水量、 $T(t)$: t 日の気温、 a, b, c : 係数

3 方法論

3.1 ISODATA手法による気温降水系列の分類

パターン分類手法の1つで各クラスター(分類されたデータの集合)のセンター(代表形状)をそのクラスターに属するサンプルの平均値で代表し、サンプルの平均化で得られた新しいクラスターセンターを収束条件によってさらに分割したり合併したりしてクラスターセンターの改善を行いクラスターセンターとサンプル間の目的関数の値を最小化しようとする分類化手法である。分類化の評価関数は次式である。

$$OFA(X(i, k), Z(j, k)) = \max_k \frac{|(X(i, k) - Z(j, k))|}{Z(j, k)} \quad (2)$$

$X(i, k)$: サンプルの値、 $Z(j, k)$: クラスターセンターの値、 i : 観測年、 j : クラスターナンバー、 k : 月

3.2 気温・降水量の空間分布の算定

解析において必要なデータである気温、降水量は、流域内で観測されたデータを用い、降水の空間分布については流域をティーセン法により分割し、分割された各流域の降水量は観測点の降水量で代表させる。気温の空間分布については空間的な推定を行うための線型空間モデルとして次式を用いる。

$$T_i = e_1 \cdot TO_1 + e_2 \cdot TO_2 + e_3 \cdot TO_3 + e_4 \cdot H_i + e_0 \quad (3)$$

T_i : i メッシュの推定気温、 TO_k : 観測所 ($k = 1, 2, 3$) の観測気温、 H_i : i メッシュの標高、 e : 係数

3.3 温暖化シナリオに関する影響評価

現状のままCO₂等の温室効果ガスの増加傾向が続けば来世紀末までには、全球平均の地上温度の上昇量は、1.2～3.0℃と推定されている。そこで、今回は、次のようなシナリオを想定する。予測期間を2050年までとし、地球温暖化シナリオとしては2050年の時点で気温上昇は+3℃、降水量は-10%、±0%、+10%の3ケースを用い現況と比較する。気温上昇については、1991年から2050年まで線型的に増加するものとし、降水量についても同様に線型的に増加するものとする。そしてこの温暖化シナリオを考慮した取水量の変化によって影響評価を行う。

3.4 流域の分割

対象流域をある間隔で直交するメッシュに分割し流出モデルを適用させる。ここで人工衛星NOAAの画像データを用い流域を大まかに山地、都市、農地に分ける。流出モデルにおいては全域に多層メッシュ型を用いるが、都市では都市、工業取水量を、農地では農業取水量を考慮する。

4 結果と考察

図2は豊川雨量観測所観測所で得られた1958～1990年の33年分の1年毎の気温データ系列を示したものである。このデータをISODATA手法によって5つのクラスターセンターに代表させた場合の結果を図3に示す。詳しい適用結果は、講演時に述べる。

<参考文献>

- [1] TOU・GNZALEZ: Pattern Recognition Principles、pp.97～104
- [2] 小尻利治ら：地球温暖化のもとの水資源システムの安全度評価と耐渇水方策に関する総合的研究、1992年8月
- [3] 高野直樹：メッシュ型広流域流出モデルの作成と温暖化による影響、岐阜大学修士論文、1992年

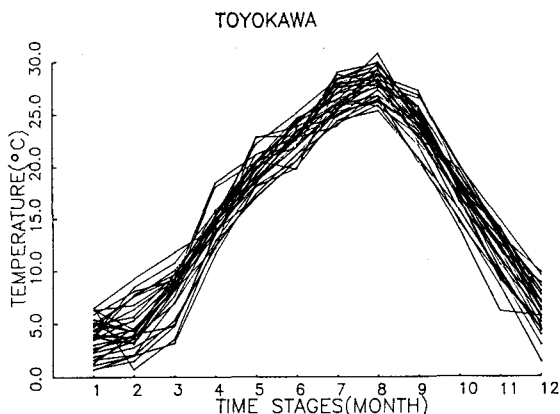


図2 気温データ系列（豊川雨量観測所）

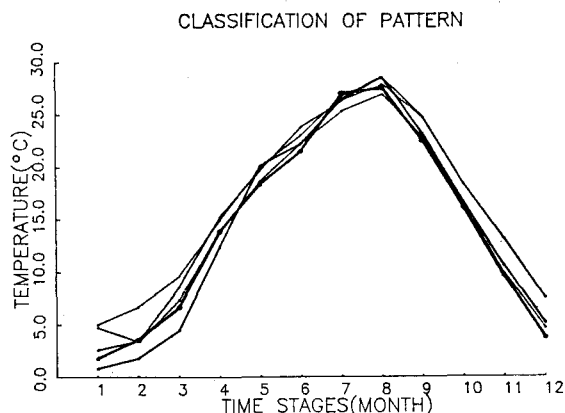


図3 分類された代表値（豊川雨量観測所）

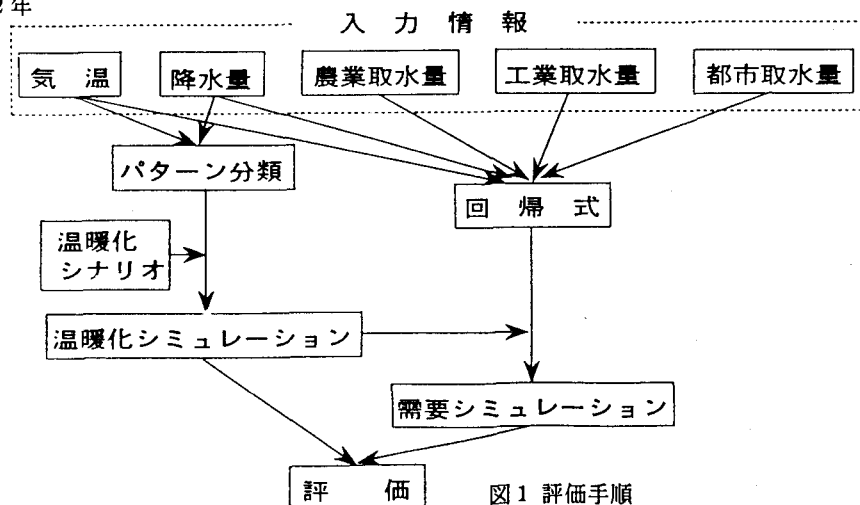


図1 評価手順