

気温変動同定へのパラメトリックモデルの適用

織田 健次郎・窪田 哲夫

(東北農業試験場)

Identification and Modeling for the Fluctuations of Temperature

Kenjiro ODA and Tetsuo KUBOTA

(Tohoku National Agricultural Experiment Station)

1 はじめに

大豆の収量推定モデルを作成するため、播種期、栽植密度、気象条件を選び、その影響の評価を試みている。一方、このモデルを予測に用いる場合に備えて、気温の予測について検討した。予測の方法には各種あるが、ここでは、当該特性のデータのみでも予測を行え、また気温の経時的変動のように周年的傾向が顕著であるデータにも対処できるARIMAモデルを用いた。

2 材料及び方法

(1) Box・Jenkins¹⁾によって集大成されたARIMAモデルは、図1に示した手順でデータ解析を行う。第1段階は非定常なデータを定常なデータに変換する。この変換によってデータのトレンドは除去される。第2段階はモデルの選択である。定常化されたデータに適用するモデルは3タイプあり、いずれもデータの間に内在する因果関係を表現するものであるが、データの特徴に最もあったモデルを選ぶ必要がある。なお、モデルのパラメータの推定は最尤法によったが、推定値算出のアルゴリズムは中溝²⁾を参考にした。最後の段階はモデルのチェックである。採用したモデルが、データの変動を十分に説明できているかをみるため、結果としての残差の系列が白色雑音か否かの検定を行う。これが満足されれば、予測モデルとして用い、満足されない場合は、第1若しくは第2段階に戻って同様の過程を繰り返すことになる。

(2) 顕著な冷害年であった1980年を予測年次とした。秋田、山形、福島などの、管区気象台の日平均気温を半旬別に丸めて検討したが、ほぼ同様の結果が得られたので山形のデータについて示す。また、予測値の現実的な評価基準として、10年間平均値(後の解析で用いる11年間の半旬別平均気温のうち、最初の10年間における半旬ごとの平均値)を用いた。

3 結果と考察

(1) 図2のA～Dに、山形の1980年5月以降の予測、及び予測開始時点を順次1か月ずつ遅らせた場合の予測結果を示す(A～Dは、それぞれ1970年1月第1半旬から、各予測開始時点直前までのデータを用いて、予測式を求めた)。Aの場合の具体的な予測式の導出過程は次のとおりであ

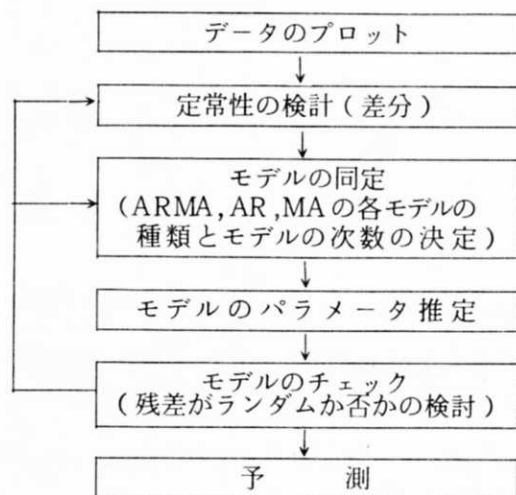


図1 ARIMAモデルによる同定のフローチャート

る。すなわち、半旬別平均気温系列(以降、原系列とする)の第 t 時点におけるデータを X_t とすれば、定常化のための変換は、年差分、連続差分、各1回の、

$Y_t = (X_t - X_{t-1}) - (X_{t-72} - X_{t-73})$ が適当であった。また、予測式は、 e_t を白色雑音系列とすれば、

$$Y_t = 0.259 Y_{t-1} - 0.870 e_t - 0.891 e_{t-72} + 0.793 e_{t-73}$$

(0.039) (0.028) (0.026) (0.033)

のARMAモデルが適当であった。なお、括弧の中の数値は、パラメータの推定値に関する標準誤差である。また、B～Dについても、ほぼ同様の式が得られた。

AからDまで予測値と10年間平均値を比較すると、BからDでは、数時点先までに限れば予測値の方が原系列に近い。ただし、予測値には、予測開始時点における10年間平均値との差の分だけ、10年間平均値を上下方向へ平行移動したような形で推移する傾向が認められ、特に9月以降では、10年間平均値が原系列のほぼ中心線を通るのに対して、ほぼその差の分だけ適合が悪くなっている。

(2) 上記のことから、求めた予測式による気温の長期の予測は信頼性に乏しい面がある。そこで、どの程度の期間まで、予測の信頼性が高い(予測値の方が、10年間平均値より原系列に近い頻度が高い)かを検討した。そのため、「ある地点には、平年値で表現できるような、地点固有の気温の年変動があり、これへ各年に特有の気温の変異が加わって、各年の気温データが生成された」と仮定し、原系列の10年間平均値からの偏差(以降、偏差系列とする)へ

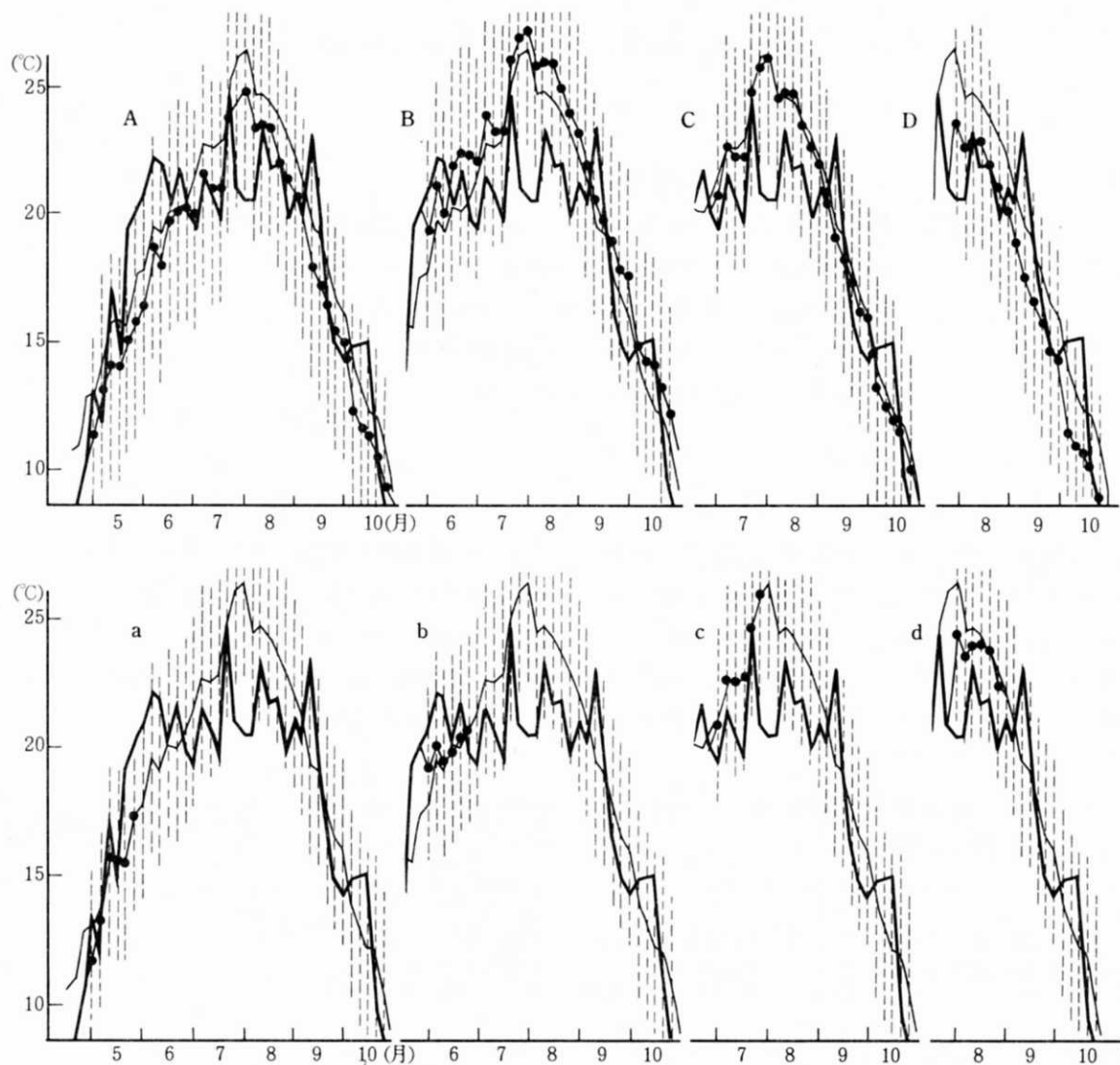


図 2 半旬別平均気温の予測

注. — 半旬別平均気温 ● — 予測値
 — 10年間平均値 - - - - 95%信頼区間

ARIMAモデルを適用した。偏差系列の第 t 時点におけるデータを y_t とすれば、Aの場合に対応する予測式は、

$$y_t = e_t + 0.340e_{t-1} + 0.175e_{t-2} + 0.111e_{t-3} + 0.103e_{t-6}$$

(0.037) (0.038) (0.036) (0.035)

のMAモデルが適当であった。なお、B~Dの場合に対応する偏差系列においてもほぼ同様の式が得られた。

上記の予測式から、偏差系列のデータ構造は6時点前からの白色雑音によって構成されており、本式を予測に用いる場合は、これら白色雑音の実現値の影響は6時点先までしか及ばないことになる。図2のa~d (A~Dに対応する) に、6時点の予測結果を示すが、予測の信頼性は比較的高いと考えられた。また、この期間(6時点)の原系列及び偏差系列から求めた両予測値の傾向はよく似ていることから、原系列のデータ構造は、差分によって除去したほぼ年変動に相当する成分と偏差系列に類似した成分との結

合であるとみなし、それ故、原系列の予測の信頼性の高い期間も、同様に6時点(1か月)以内と考えられた。

4 ま と め

ARIMAモデルを用いた、1980年の山形の半旬別平均気温の予測においては、予測の信頼性が高い期間は高々1か月以内と考えられた。

引 用 文 献

- 1) Box, G. E. P.; Jenkins, G. M. 1976. Time Series Analysis: Forecasting and Control. Holden-Day.
- 2) 中溝高好. 1988. 信号解析とシステム同定. コロナ社. p. 95-109.