

転換田の地温の垂直分布予測

1. 成果の要約

土壌からの窒素無機化予測に必要な地温を予測するため、県内 6 カ所の転換田で深さ 1 m までの地温を半年から 2 年間にわたり測定した。さらに、5 層モデルを構築し、土壌特性と気象データを用いたモデル予測値は実測値とよく一致した。

2. キーワード

土壌比熱、体積含水率、気温、地温予測モデル

3. 試験のねらい

転換田への露地野菜の導入に際し、作物への窒素(N)供給の予測が重要である。作物が吸収する N の一部は、土壌中有機態 N の無機化により賄われる。土壌からの N 無機化は、地温に大きく影響され、無機化予測には地温情報が不可欠である。さらに、露地圃場では作土のみならず作土次層や下層からの N 無機化情報も必要である。そこで、気象データと土壌の比熱および熱伝導率に基づく地温モデルを作成した。気象データおよび測定値ならびに土壌や水の比熱などに関する既往の基礎的データに基づき、モデルパラメータを設定し、深度 1 m 程度までの経時的な地温予測を試みる。

4. 試験方法

県内の 6 カ所の転換田で、表層から深度約 1 m までの地温を、半年から 2 年間にわたり継続的に測定した。他方で気象データと土壌の比熱および熱伝導率に基づく地温モデルを作成し、土壌固相ならびに水の比熱および熱伝導率に関する既往の知見によりモデルパラメータを設定した(図-1、式 1~4)。モデルパラメータの一つである液相質量は、別に作成した水分モデルによる体積含水率計算値を用いた。さらに、測定値との比較により試行錯誤法によりモデルパラメータを微調整した。

5. 試験結果および考察

- (1) 日平均気温および、別に作成した土壌水分予測モデルによる各層位の体積含水率を用いたモデル計算値は、年間をとおして表層から約 1 m まで実測値と良く一致し、本モデルが土層内温度予測に十分な実用性があることが示された(図-2)。
- (2) 下層土のモデル計算値は、特に高温領域で実測値との誤差が大きかった。この原因として、モデル計算で考慮されていない水分の物理的な移動の影響と推測された。
- (3) 土壌物理性の値は、測定値がない場合は土壌類型ごとに既往の値を用いる。日降水量はできるだけ現地の値に近似のものを用いる。本モデルは露地野菜導入時に活用できるが、そのためには栽培期間中の地温予測が必要であるため、気象の将来予測データが必要であり、その取得方法が課題である。

(担当者 研究開発部 土壌環境研究室 亀和田國彦・吉澤克憲・大島正稔*)

* 現那須農業振興事務所

[具体的データ]

[モデル]

a 表層

$$TS_1^n = TS_1^{n-1} + a(Tm^n - TS_1^{n-1}) + b(Tm^n - Tm^{n-1}) \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{式 1}$$

ただし、 TS_1^n は当日(n)の表層(1)の地温($^\circ\text{C}$), Tm^n は当日(n)の気温($^\circ\text{C}$), a および b は定数で $a = 0.31, b = -0.50$.

b 次層以深

$$TS_i^n = TS_i^{n-1} + f \frac{dQ_i^{n-1}}{dt} \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{式 2}$$

ただし、 TS_i^n は当日(n)の層位 i の地温($^\circ\text{C}$), f は熱量から温度への変換係数($=c_i^n$), Q_i^n は層位 i の保有熱量で、次式により定義される.

$$\frac{dQ_i^n}{dt} = \frac{gc_i^{n-1}(TS_i^{n-1} - TS_{i+1}^{n-1})}{dt} + \frac{gc_{i-1}^{n-1}(TS_{i-1}^{n-1} - TS_i^{n-1})}{dt} \quad \text{式 3}$$

ただし、 g は見かけの土層間熱伝導率($=0.0014$)で試行錯誤法によって算出、 c_i^n は層比熱で、次式により定義される.

$$c_i^n = 0.837SS_i^n + 4.20SW_i^n \text{ } \text{K J}^{-1} \quad \text{式 4}$$

ただし、 SS_i^n は土層 i の固相質量、 SW_i^n は土層 i の液相質量、0.837 または 4.20 は、それぞれ、土壌固相または液相の比熱($\text{J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$).

図-1 地温モデル模式図

