

# 温室内における土壌および灌漑管理のための水および熱収支

メタデータ	言語: ja 出版者: 公開日: 2019-07-30 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 伊東, 雄樹 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10291/20278">http://hdl.handle.net/10291/20278</a>

## 「博士学位請求論文」審査報告書

審査委員 (主査) 農学部 専任教授

氏名 登尾 浩助 ㊞

(副査) 農学部 専任准教授

氏名 小島 信彦 ㊞

(副査) 農学部 専任講師

氏名 矢崎 友嗣 ㊞

(副査) 岐阜大学工学部 助教

氏名 小島 悠揮 ㊞

- 1 論文提出者 伊東 雄樹
- 2 論文題名 温室内における土壌および灌漑管理のための水および熱収支  
(英文題) Water and Energy Balance for Soil and Irrigation Management in Greenhouse

### 3 論文の構成

1. 序章
2. 農業施設における水および熱収支
3. TDR 法を用いて測定された比誘電率の温度依存性
4. 熱水土壌消毒の適切な熱水散布量の提案
5. 結論

本論文は以上の5章から構成されている。

### 4 論文の概要

我が国の施設栽培は、全耕地面積に対する面積割合が約1%程度であるにも関わらず、農業産出額は約40%を占める重要な農業生産手段である。2011年の東日本大震災時に炉心融解事故を起こした福島第一原子力発電所から大気中に放出された放射性セシウムによって農地が汚染され、その後の除染作業によって表土剥ぎ取りと山砂の客土が行われた福

島根県相馬郡飯舘村では、農業復興の手段のひとつとして溶液土耕栽培法を使った施設栽培が提案されている。客土された山砂には土壤栄養分が著しく欠乏しているが、液肥を灌漑水と同時に点滴法で灌漑する溶液土耕栽培法では、作物に必要な栄養分を適宜供給するので、貧栄養土壌の影響をほとんど受けない特徴がある。作物の周年栽培を可能とする施設栽培にこの点滴灌漑溶液土耕栽培法を適用することが飯舘村の農業復興を加速させると考えられる。本研究では、ビニールハウスでのピーマン栽培に点滴灌漑溶液土耕栽培法を適用した場合、土壌中の水分分布と蒸散量推定法の評価を実験的に行った。また、熱水を使った新しい土壌消毒法に必要な熱水量を数値実験によって明らかにした。

第1章では、本研究で使用した点滴灌漑、時間領域反射 (time domain reflectometry, TDR) 法、そして土壌消毒に対して特徴や開発の歴史そして現在抱えている課題を記述し、次に続く各章への橋渡しをした。

第2章では、農業施設内でピーマンを栽培した場合の水収支と熱収支に関して、飯舘村に設置したビニールハウスを使った実験を実施した。ビニールマルチをした畝にピーマンを定植した後、TDR法を使って土壌断面の2次元水分分布を経時的に測定し、同時にビニールハウス内の環境条件を測定した。環境条件から熱収支法であるペンマン・モンティース法を使って可能蒸発散量を推定した。さらに、植物の茎内流量を直接測定する茎熱収支法を使って可能蒸発散量を評価した。本施設での点滴灌漑溶液土耕栽培には、ZeRo. agriによる自動養液土耕システムを使った。この制御システムは、地表面の土壌水分量の測定結果を基にして灌水量を決定し、日射量の強弱に従って灌水量を加減するので、理論上は余剰な水分は土壌中には残らないことになる。TDR法による2次元水分分布は、ピーマン栽培の土壌中における根の分布を良く表した。TDR法で測定した土壌水分を使った土壌水分減少法によるみかけの根の吸水量は自動養液土耕システムによる灌水量と良く一致した。さらに、自動養液土耕システムによる灌水量は茎内流量と極めて良く一致した。しかし、茎内流量と土壌水分量の変化には有意な相関関係がなかった。これは、自動養液土耕システムによる灌水量とピーマンの吸水量が一致したことで、過不足な土壌水分量が発生しなかったために土壌水分量が変化しなかったことによると考えられた。ペンマン・モンティース法による可能蒸発散量は、測定期間を通して灌水量より小さかった。これは、ピーマンのキャノピー上の温度分布が一定でなかったことが原因であると考えられた。感度解析の結果、ペンマン・モンティース法を用いる場合、ある固定値を用いるより農業用施設内の風速が微風であったとしても実測値を用いる方が望ましいことがわかった。

第3章では、TDR法で測定した比誘電率の温度依存性に関する実験を行った。熱水土壌消毒を実施すると地温が70-95℃になるので、55℃までしか対応していない従来の温度依存補正式とは異なる新たな温度依存補正式を提案した。比誘電率、電気伝導度、および地温による新しい補正式を使うと95℃まで正しい体積含水率を推定可能であった。

第4章では、土壌消毒に必要な熱水散布量をシミュレーションモデル (HYDRUS-1D) を使って最適化した。実験室で決定した水分および熱移動に関する係数を使ってモデルを実行すると、水分移動に対しては実測値との差が大きく、熱移動に対しては水分移動に比べて実測値との差が小さかった。実測した土壌の体積含水率と地温の実測値を使ってモデル係数の校正を行うと、校正した飽和透水係数は浅い土層で実測値より小さくなり、深い層で

実測値より大きくなった。校正後にモデルを実行すると計算値は実測値と良く一致した。校正したモデルを使って熱水をさまざまな量と時間で散布したときの地温が 55℃以上になる時間を計算した。地温を 55℃以上で 4 時間以上維持するためには、消毒対象の土壌深さが 20cm までの場合は散布時間に関係なく 75L m<sup>-2</sup> 以上、消毒対象の土壌深さが 40cm までの場合は散布時間を 150 分のとき 175L m<sup>-2</sup> 以上、散布時間が 180 分のとき 100L m<sup>-2</sup> の熱水を散布する必要があることを見出した。また、熱水を 125L m<sup>-2</sup> で 150 分間散布した後に常温水を追加散布することで、熱水のみを散布した場合より深い土層まで土壌消毒の効果を期待できることも明らかになった。

第 5 章では、各章のまとめを記述した。

## 5 論文の特質

農業復興を村の再興に役立てようとしている福島県飯館村のビニールハウスにおいてピーマンを栽培した溶液土耕システムを水収支と熱収支の両方から評価した実用性の高い論文である。さらに、施設栽培に不可欠な土壌消毒法のうち環境に低負荷な熱水を利用した土壌消毒に必要な熱水投入量を数値実験により明らかにした B。このように徹底的に現場に寄り添うために科学力を駆使した点が本論文の特質である。

## 6 論文の評価

本論文を構成する各章の内容のうち、既に 1 報が著者を筆頭として学術誌に掲載済みである。また、別の 1 章の内容についても投稿先で現在最終査読中であるので、全体として完成度と新規性が高い論文であると評価できる。内容の新規性、独創性、将来への発展性、農業・環境分野への貢献等を総合的に判断して、高く評価することができる。

## 7 論文の判定

本学位請求論文は、農学研究科において必要な研究指導を受けたうえ提出されたものであり、本学学位規程の手続きに従い、審査委員全員による所定の審査及び最終試験に合格したので、博士（農学）の学位を授与するに値するものと判定する。

以 上