

氏名	もろ いたみ とし つぐ 諸 泉 利 嗣
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	論 農 博 第 2111 号
学位授与の日付	平 成 9 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	均質土壌中の熱・水分移動特性に関する研究

論文調査委員 (主 査)
教 授 丸 山 利 輔 教 授 長 谷 川 高 士 教 授 高 橋 強

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、実際の圃場における土壌中の熱・水分移動を解明するために、この現象の生起する場を、地下帯水層とそれに続く不飽和層、および地表面付近不飽和土壌層の3つの領域に分けて、それぞれの領域における熱・水分移動特性を、室内および野外実験と理論による数値解析の両面から明らかにしようと試みたものである。本研究で得られた成果を要約すると以下のものである。

まず、第1章で研究の重要性を述べた後、それに続く第2章では、飽和土壌中の熱移動および不飽和土壌中の熱・水分同時移動に関する従来の研究成果を整理し、その整理結果をもとに本研究の課題の設定を行った。

第3章では、豊浦標準砂を試料とした飽和土壌層内の熱移動カラム実験を行い、その結果を熱伝導・熱損失項からなるモデルによってシミュレーションし、熱移動機構についての基礎的な検討を行った。その結果、断熱された装置でも数十時間以上の長期におよぶ実験では熱損失が無視できないことを明らかにした。また、自然対流発生の指標であるレイリー数が小さいことから、ここで行った条件下では、自然対流の影響はほとんどなく、熱伝導項と熱損失項だけで熱移動現象の大部分が説明できることを指摘した。

第4章では、地下水面を持つ不飽和土壌層内の熱・水分同時移動実験を行い、実測値とモデルの数値解を比較検討することによって、基礎式の妥当性を検証した。その結果、本研究で使用した基礎式を用いても、不飽和透水係数や局所温度勾配などのパラメータを適切に定めれば、地下水面を持つ不飽和土壌層内の熱・水分同時移動特性を実用上十分な精度で再現できることを示した。また、シミュレーション結果から、水分・熱フラックスの成分分離を行い、温度勾配による熱と水分の移動機構を明らかにした。一方、不飽和透水係数による感度解析の結果から計算値と実測値の不一致の主な原因は不飽和透水係数にあること、ある程度乾燥の進んだ不飽和層の圧力水頭を忠実にシミュレーションするためには、土壌水分特性曲線の毛管水帯から懸垂水帯に急激に変化する領域を正確に推定する必要があることを指摘した。

第5章では、野外において不飽和土壌中の温度と圧力水頭を実測し、その実測結果に第4章で用いた基礎式を適用することにより、自然条件下における熱・水分移動の日変動特性を明らかにした。その結果、

地温勾配によるフラックスの移動方向は、圧力水頭勾配によるフラックス成分に比べると、地温プロファイルの変化に伴い複雑に日変化することを示した。また、補正係数と地表面境界条件がモデルの出力（温度・圧力水頭）に与える影響、および水収支法による蒸発量の算定について検討した。

第6章では本論文の要約を述べた。

論文審査の結果の要旨

土壤水分は水分勾配のみでなく温度勾配によって移動する。また、熱は温度勾配のみでなく土壤水分勾配によって移動する。自然状態では、温度勾配が存在するのが通常であり、温度勾配下での土壤水分移動が検討されなければならない。しかし、土壤中の熱と土壤水分の同時移動を取り扱った研究は必ずしも多くはない。

本論文は、均質土壤中での熱と土壤水分の同時移動の問題について室内および野外実験を行い、これに理論的検討を加えたもので、評価できる主な点は次の通りである。

1) 飽和土層内の熱移動について、カラム実験を行い、熱伝導・熱損失モデルによってその結果に理論的考察を加えた。そして、長時間のカラム実験では、熱損失が無視できないことを明らかにした上で、自然対流発生指標であるレイリー数が小さいことから、対流は無視することができ、熱伝導と熱損失によって、カラム内の熱移動現象が説明し得ることを示した。

2) カラムを用いて地下水面を持つ不飽和土層内の熱・水同時移動実験を行い、実測値とモデルによる数値解とを比較した結果、両者はよく一致し、基礎式が妥当であることを認めた。その上で、不飽和透水係数や局所的な温度勾配のパラメーターを適切に定めれば、地下水面を持つ不飽和土層内の熱・水分同時移動特性を精度良く再現できること、モデルを用いれば熱・水分フラックスの成分分離が可能であることを示し、両者の移動特性を明らかにした。

3) 野外において、不飽和土層中の温度と水分張力を実測し、これを理論的にシミュレーションすることによって、自然条件下における熱・水分移動についての日変化特性を明らかにした。その中で、地温勾配による熱・水分フラックスの移動方向は、水分張力勾配による熱・水分フラックスの移動方向に比較すると、温度プロファイルの変化に伴い、より複雑に変化することを明らかにした。

以上のように、本論文は、これまで研究の少なかった均質土層中の熱・水分同時移動特性について、詳細な室内実験と野外実験を行い、これに理論的考察を加えたもので、土壤物理学の発展に貢献するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。なお、平成8年12月17日、論文ならびにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。