【61】

氏　名(本　籍)	片岡恭子(茨城県)
学位の種類	博　士(農　学)
学位記番号	博甲第 1,812 号
学位授与年月日	平成10年 3 月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	農学研究科
学位論文題目	**裸地地温の日変化に関する研究**
主　査	筑波大学教授　農学博士　多田　敦
副　査	筑波大学教授　農学博士　吉崎　繁
副　査	筑波大学助教授　農学博士　塩沢　昌
副　査	筑波大学助教授　農学博士　東　照雄

論文の内容の要旨

裸地地温の日変化の研究は様々な分野と関わっている。例えば生態学では裸地化による地温の日振幅の増加が種子の発芽を促す重要な要因とされており，また環境への影響として裸地表面温度は気温を決める重要な要因である。裸地地温の日変化は土壌に供給される熱流量（主に日射）の変動によってもたらされ，日射，気温等の気象条件とともに土壌水分状態に依存する。そこで本論文では裸地地温の日変化が土壌水分状態によってどのように影響されるかを，現場での測定に基づいて調べた。

第2章「土壌に対する熱伝導方程式の適用性」では，直径2㎝の石膏球粒子（乾燥した土壌団粒と熱特性が同程度）をつめた，熱的に連続体であるとみなしにくいと考えられるモデル土壌カラムを作成し，実験室で熱伝導実験を行い，カラム内温度と粒子内外の温度差を測定した。その結果粒子内外の温度差は小さく，カラム内温度の時間変化は1次元熱伝導方程式で十分表された。したがって，よりサイズの小さい土壌粒子や土壌団粒では土壌を熱的に連続体とみなすことができ，土壌中の温度変化が単純な熱伝導方程式で表されることを明らかにした。

第3章「筑波関東ローム（淡色黒ボク土）における裸地地温の日変化の実態」では，筑波大学農林技術センターにて日射量と土壌水分量が異なる時期に，裸地と草地の地温を，蒸発量，土壌空気の相対湿度分布，土壌水分量分布および土壌の熱伝導率と土壌水分量の関係などとともに測定した。これらの実測データを用いて裸地土壌の熱収支を求め，土壌水分状態が裸地地温の日変化に与える影響を調べた。

夏の裸地で土壌水分が乾き，地表に乾燥層（体積含水率約7％，厚さ1.5㎝）が現れた。地表温度の日振幅が，乾いた土壌で約40℃，湿った土壌で約20℃となり，土壌の乾湿によって大きな差があるにも関わらず，1.5㎝以深の温度振幅には差がみられなかった。その理由は，乾燥層の熱伝導率が小さいため温度勾配が大きくなること，乾燥層の形成により蒸発量自体が小さくなること，さらに蒸発（相変化）潜熱のシンクが表面から乾燥層下部に移るためであることが明らかにした。土壌空気の深さ方向の相対湿度分布の測定から，乾燥層中の水蒸気拡散が蒸発速度を制約していることを確認した。

第4章「熱交換・熱伝導モデルによる解析」では，大気と地表との間の熱交換と土壌中の熱伝導を組み合わせたモデルを裸地地温の計算に適用し，実測と比較した。計算には，含水量に依存する土壌の熱伝導率に実験値を，気象条件，土壌水分量分布，蒸発速度，蒸発潜熱のシンク位置に実測データを用いた。計算結果は，十分湿った土壌だけでなく蒸発が起こる乾いた土壌でも，測定結果とよく一致した。このモデルを用いて，測定できない地

表温度で決まる熱フラックス成分の日変化の詳細を推定した。さらに淡色黒ボク土と砂について，夏の土壌が乾いた状態の気象，土壌条件を与え，乾燥層厚を変えて地温を計算し，土壌の乾湿（乾燥層厚）が地温の日変化に与える影響を調べた。その結果，乾燥層厚の増加に伴い表面温度の日振幅が増加するが，乾燥層下の湿潤層の温度振幅が減少する傾向が現れた。この理由は，地温の日振幅が乾燥層厚の増加に伴う熱抵抗の増大と蒸発速度の低下の影響を受けるためである。この傾向は砂よりも淡色黒ボク土で顕著であった。この理由は，淡色黒ボク土の熱伝導率が砂よりも小さいためである。

以上のように本論文では，土壌中の熱伝導が土壌を熱的に連続体とみなした熱伝導方程式で表されることをカラム実験で確認し，裸地地温の変化は十分湿った土壌だけでなく蒸発が起こる乾いた土壌でも，大気と地表との間の熱交換と土壌中の熱伝導を組み合わせることで表せることを現場に適用して明らかにした。そして乾燥層の形成が，蒸発を低下させるとともに熱抵抗の大きな層を表面に作り，湿潤時よりも表面温度の日振幅を大きく増加させるが，一方では乾燥層下方の湿潤層の温度振幅は乾燥層の発達によって小さくなることを明らかにした。

審査の結果の要旨

地温は，植物の発芽をはじめとして，農林業，環境の諸課題と広く係わり，その日変化，季節変化，土壌中の深さ方向の変動など，上記諸課題解決のために必須の項目である。このため，古くから地温に関する研究が行われてきたが，新たに導入される土壌条件，栽培条件に対応するためには，より正確な地温・土壌中の熱伝導現象の推定が必要である。

本論文は，筑波大学農林技術センターの火山灰土（淡色黒ボク土）裸地を中心として土壌中の水分と地温の関係を季節別・土壌の乾湿条件別に実測し，その結果を熱交換・熱伝導モデルとして整理し，自然条件が異なる場合の状況を推定し，地温の日振幅の特徴が蒸発潜熱のシンク位置の上下層で変わり，乾燥層厚の増加に伴い表面地温度の日振幅が増加するが，乾燥層下の湿潤層の温度振幅は減少する傾向を現わすことを明らかにした。実測面での特徴は，深さ方向の地温・土壌水分の測定と併せて蒸発量，サイクロメータを使用した土壌空気の相対湿度分布，土壌の熱伝導率と土壌水分量の関係などを測定していること，これによる蒸発のための潜熱のシンクの位置の深さを確認していることであり，またモデル化するに当たって，熱伝導時の土壌構造の影響を実験的に検討し，土壌団粒よりはるかに大きく，乾燥した土壌団粒と熱特性が同程度の直径２㎝の石膏球を使用した実験を行った結果，その影響は無視でき，１次元熱伝導方程式で十分表現出来ることを明らかにした。

よって，著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。