

氏名	たなか うえる 田 中 樹
学位(専攻分野)	博士(農学)
学位記番号	論農博第2144号
学位授与の日付	平成9年3月24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	MECHANISMS AND PROCESSES OF SOIL SURFACE CRUSTING (土壌クラストの形成機構に関する研究)
論文調査委員	(主査) 教授 小崎 隆 教授 關谷次郎 教授 丸山利輔

論 文 内 容 の 要 旨

土壌クラストは、土壌表面に形成される堅密な薄層構造と定義される。畑地では普遍的に見られ、その影響は栽培管理や土壌保全の様々な局面に及ぶ。この現象は古くから農民により認識され、学術研究も1930年代から始まり、その形成過程に関して既に多くの定性的解釈がなされていた。しかし、多点数を対象とした簡便な定量的評価法が確立されておらず、土壌クラストの形成程度の評価や土壌の諸性質および降雨特性などの環境条件との関係の定量的解析は不可能であった。本論文は、土壌クラストの性状に関する定量的評価法の確立とそれに基づくクラスト形成機構の定量的解釈に至る一連の研究成果をまとめたものである。

本論文では、まず、土壌薄片の画像解析による土壌クラストの微細形態学的性質の定量的評価法と透水性を指標とする土壌クラスト形成程度の簡易評価法を提案し、それぞれの有効性を検証した。土壌薄片の画像解析では、従来法である偏光顕微鏡による形態観察に加え、その特性(クラスト層の厚さや孔隙率)を定量的に表現することができた。土壌クラストの形成程度の簡易評価法としては、人工降雨あるいは自然降雨で処理した土壌の透水性を測定し、その透水係数の負対数を指標値とすることを提案した。本法は測定が簡便かつ実用的であり、その値は従来法による形態的観察結果とも良く対応した。

次いで、これらの評価法を用いて、土壌クラストの形成機構と土壌条件および環境条件との関係を考察し、以下の点を明らかにした。

1. 土壌クラストの形成程度と粒団の安定性および初期水分条件：土壌クラストの形成程度は、雨滴の作用や濡れに対する粒団の安定性と土壌の初期水分条件に大きく左右された。また、粒団の安定性と土壌クラストの形成程度は、それぞれ臨界スレーキング水分点(CSP)と臨界クラスト水分点(CCP)を境に急激に変化した。すなわち、初期水分条件が乾燥領域(>CSP)や半乾/半湿領域(CCP~CSP)にあれば、土壌クラストが形成され易く、湿潤領域(<CCP)ではされ難いことが明らかになった。

2. 土壌クラストの形成機構：土壌クラストは、降雨下での雨滴や濡れの作用により崩壊する粒団や細粒質が孔隙を閉塞することにより形成される。その作用機構は、雨滴の衝撃や削剝により粒団が徐々に崩壊

する「インパクト型」とスレーキング作用により崩壊する「スレーキング型」に分けられ、後者は更に「弱スレーキング型」と「強スレーキング型」に分けられた。なお、「弱スレーキング」とは、粒団が雨滴と接触する際、急速に崩壊しないが内部に亀裂を生じ、その後の衝撃や削剝により徐々に崩壊する現象を指す。一般に、湿潤領域ではインパクト型が、半乾／半湿領域では弱スレーキング型が、乾燥領域では強スレーキング型および弱スレーキング型の作用機構が卓越することが明らかとなった。各作用機構に対する感受性は、土壌の種類と水分条件により異なった。特に、インパクト型の作用機構に感受性の高い土壌ほど初期水分条件にかかわらず土壌クラスト形成が認められ、乾燥領域ではスレーキング作用との相乗効果によりさらに形成程度が大きくなることがわかった。

3. 降雨特性と土壌クラスト形成：降雨は土壌クラストの形成に関わる主たる営力で、その影響の程度は各降雨の特性により異なる。自然降雨下での土壌クラストの形成程度は、降雨量や平均強度よりは降雨強度の分布に大きく左右された。すなわち、初期降雨の強度が大きければ、スレーキング型の形成機構が働くため土壌クラストの形成程度が大きくなり、一方、初期降雨の強度が小さければ、スレーキング作用による崩壊が起らず、またその後の雨滴の衝撃に対する粒団の安定性が増すため土壌クラストの形成程度は小さくなる傾向にあることがわかった。

以上のように、土壌クラストの定量的性状評価法の確立や形成機構の解明は、土壌荒廃の機構解明や発生予測をめぐる今後の研究の発展に、また土壌クラストによる栽培管理や土壌保全への悪影響を抑制する対応策や合理的な土壌管理技術の確立に寄与することが期待される。

論文審査の結果の要旨

土壌クラストは土壌表層に形成される僅か数 mm 程度の薄層構造に過ぎないが、その影響は栽培管理手法や土壌保全対策の確立に関する様々な側面に及ぶ。本邦においては、北海道の大規模畑作地帯や各地の造成農地の事例が、海外では半乾燥地での灌漑効率の低下や侵食による土地荒廃に関わる重要な問題として多くの事例が報告され、作物生産の維持と基盤の保全にあたって土壌クラストの形成を抑制することが急務であると認識されている。

土壌クラストの研究は比較的古くから始まり、様々な角度からの知見が蓄積され現在に至っているが、今なお土壌クラストの性状に関して定量的評価法が確立されていない。このことにより、従来の土壌クラストの形成機構やそれに影響を及ぼす諸因子の解析は定性的にならざるを得なかった。

以上を背景にして、定量的評価法の確立から形成機構の解明に至る一連の研究成果をまとめた本論文で評価できる主な点は次の通りである。

1. 土壌薄片を用いた画像解析および透水性による土壌クラストの簡易評価法を考案し、それらの有効性の検証を行なった。すなわち、前者では、これまでの顕微鏡による観察記載に画像解析を組み込むことで微細形態の定量的評価を可能にした。また、後者は、多点数の試料を迅速に評価するのに適し、土壌クラストの形成程度の判定のみならず、形成機構の推定やそれに影響を及ぼす諸条件の解明に有用と評価された。

2. 土壌クラストの形成程度に影響を及ぼす土壌構造の安定性は、土壌の初期水分条件に大きく依存する

こと、すなわち、降雨前に土壌が乾燥状態であれば土壌クラストが形成され易いことを明らかにした。

3. 土壌クラストの形成機構に関して、スレーキング型およびインパクト型作用機構が働いていること、さらに異なる土壌水分領域におけるそれぞれの寄与を定量的に明らかにした。

4. 土壌クラストの形成に及ぼす降雨特性の影響について検討し、降雨量や降雨時間よりはむしろ降雨の強度分布がより重要であることを明らかにした。

以上のように、本論文は土壌クラストの定量的性状評価法の確立とそれに基づいてクラスト形成機構の解明を行なったものであり、現在世界各地でみられる土壌荒廃現象の機構解明や発生予測をはじめ、それらの問題を回避するための具体的な対応策の確立、さらには環境適合性の高い将来の合理的土壌管理法を策定する上で、土壌学、農学、環境科学の基礎および応用の両面において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9年2月17日、論文並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。