

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	西垣 智弘
論文題目	Improvement of Water- and Nutrient-Use Efficiency with Optimum Agricultural Management Practices in Upland Cropping Systems in Morogoro, Tanzania （タンザニア・モロゴロ州の畑作地における最適な農業管理による養水分利用効率の改善）		
（論文内容の要旨）			
半乾燥熱帯に位置するタンザニア・モロゴロ州では、ウルグル山塊を中心として多様な土壌・気候条件のもとで多様な農業が営まれているが、多くの農民は天水と最小限の化学肥料に依存しながら農業生産を行っている。そのため、水食や溶脱による農地系外への養水分損失による土地生産性の低下が問題となっており、養水分利用効率の改善のための農業管理技術の確立が求められている。しかしながら、当地域における水食特性の評価、表面流去水と土壌損失の発生メカニズムに基づく適切な土地管理の検討はこれまで十分になされているとはいえず、また当地域の多様な土壌・気候条件下における養水分利用効率を改善するためには、土壌型ごとに作物栽培期間中の土壌－作物間の養水分動態を定量的に評価する必要がある。以上のような背景のもとで、本論文は、土壌中の養水分動態の定量的な解析に基づき、最適な農業管理による農地系外への養水分損失の抑制と作物の養水分利用効率の改善を目的として行った一連の研究を取りまとめたものであり、次の各章からなっている。 第1章は序論であり、この研究の背景を明示するとともに、本論文で取り扱う課題について記述している。 第2章では、研究対象地域であるタンザニア・モロゴロ州の気候と土壌、農業について記述している。また、本研究で用いた土壌侵食試験プロットの作成方法及び圃場栽培試験について詳細に説明している。 第3章では、モロゴロ州・ウルグル山塊周辺の土壌・降雨条件が異なる4地点において、一雨季中のすべての降雨イベントの短期水収支と、積算表面流去水量、流亡土砂量の解析により、水食特性評価を行った。その結果、水食発生リスクを高める環境要因として、山間地における大きい降雨量、降雨強度、クラスト形成による浸透能の低下及び砂質土壌ゆえの低い流亡耐性を特定し、4地点ではこれらの要因のいずれか、あるいはその組み合わせによって土壌侵食の発生が加速されることを明らかにした。その上で、土壌・降雨条件によって大きく異なる水食特性に基づき、各調査地における水食抑制策を提示した。 第4章では、異なる土性を有する2圃場において作物残渣の質と施用方法が土壌の有機炭素蓄積量と土壌呼吸速度に与える影響を解析した。このうち土壌炭素蓄積量では、2年間の試験期間中に作物残渣の投入による有意な変化はみられなかった。一方土壌呼吸速度より推定した年間の土壌有機炭素分解量は、トウモロコシ残渣施用区において施用法・土性を問わず残渣による炭素投入量より小さくなり、積極的な作物残渣の投入により土壌炭素蓄積量が増加する可能性が示された。2年間の土壌呼吸量は、粘土質圃場ではトウモロコシ残渣をすき込む方が表面散布するよりも大きかった。			

が、砂質圃場では残渣を表面散布する方がすき込むより大きくなった。これは、表面散布によって元来保水性の低い砂質土壌の表層の土壌水分含量が高く維持されたことで、土壌有機物の分解に伴って土壌呼吸量が増加したことによると考えられた。また、炭素／窒素比が低く分解性の高いササゲ残渣は、トウモロコシ残渣と比べて約2倍の分解率を持つことが示された。

第5章では、異なる土性を有する2圃場において、作物残渣の質と施用方法が表層土壌中の窒素動態に与える影響を解析した。粘土質圃場と砂質圃場の双方において、易分解性のササゲ残渣は施用後2週間以内に速やかに分解され、土壌呼吸速度と表層土壌中の無機態窒素量が増加することが明らかとなった。その結果、両圃場のササゲ残渣をすき込んだ区では、トウモロコシ残渣をすき込んだ区よりも、特に作物生育初期の窒素利用効率が高く、最終的な作物窒素吸収量も18～73%大きくなることが明らかとなった。作物残渣の施用方法の違い（すき込み、表面散布）については、粘土質圃場ではトウモロコシ残渣をすき込んだ区と表面散布した区の間で、表層土壌中の無機態窒素量と最終的な作物窒素吸収量および収量に関して有意な差は見られなかったが、砂質圃場では、トウモロコシ残渣を表面散布した区の方がすき込んだ区よりも栽培期間中の土壌水分量が高く維持されたため、表層土壌中の平均無機態窒素量が18～26%増加し、最終的な作物窒素吸収量が26～59%増加することが明らかとなった。

第6章は、本研究の成果のまとめと結論にあてられている。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

半乾燥熱帯アフリカの農耕地では、水食や溶脱による農地系外への養水分損失が土地生産性の低下を引き起こしており、養水分利用効率の改善のための適切な農業管理技術の確立が求められている。タンザニア・モロゴロ州のように多様な土壌・気候条件を有する環境下における畑作地土壌中の養水分動態を定量的に解明することは、養水分利用効率を改善するための最適な農業管理を土壌型ごとに提示し、生産性の向上を達成するうえで重要である。

本論文は、タンザニア・モロゴロ州の土壌・降雨条件を異にした畑作地4地点を対象とした圃場試験によって、作物栽培期間中の水食特性を評価し、有機物施用が土壌－作物間の養水分動態に与える影響を定量的に解析した一連の研究成果を取りまとめたものであり、評価できる点は以下の通りである。

1. モロゴロ州・ウルグル山塊における雨季中の降雨イベントごとの水収支と流亡土砂量の解析によって、土壌・気象条件によって水食特性は大きく異なることを明らかにした。さらに、水食リスクを高める要因として、山間地における大きい降雨量、降雨強度、クラスト形成による浸透能の低下、および砂質土壌ゆえの低い流亡耐性を特定し、それらに応じた各地点の対処策を提示した。

2. 粘土質圃場では、施用したトウモロコシ残渣の分解は、すき込みの方が表面散布よりも促進されるが、作物の養水分利用効率に影響は与えないことを明らかにした。一方で、保水性の低い砂質圃場ではトウモロコシ残渣の表面散布はすき込みと比べて土壌水分状態を高く維持し、その結果土壌有機物の無機化が促進され、作物による窒素化窒素の利用効率が向上することを明らかにした。

3. 生分解性の高いササゲ残渣は、土壌型によらず施用後速やかに分解され、その結果特に作物生育初期の表層土壌中の無機態窒素量と作物の窒素利用効率が向上することを明らかにした。

以上のように本論文は、タンザニア・モロゴロ州を対象として、畑作地における養水分動態が土壌型や気象条件に伴って大きく異なることを、定量的に明らかにした。また養水分動態を改善する肥培管理が、土壌型によって異なることを明示し、土壌・降雨条件に応じた水食抑制策あるいは作物残渣施用技術を、単一的あるいは複合的に適用することによって、タンザニア・モロゴロ州の畑作地における養水分利用効率を改善できることを示した。これらの知見は、半乾燥熱帯アフリカにおける同様の農業生態環境を有する地域に適用できると考えられ、土壌学、植物栄養学、熱帯農業生態学の発展に寄与するところが多い。

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29年10月23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。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降（学位授与日から3ヶ月以内）