

氏名(本籍)	かとうひろあき 加藤弘亮(東京都)		
学位の種類	博士(理学)		
学位記番号	博甲第4982号		
学位授与年月日	平成21年3月25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	生命環境科学研究科		
学位論文題目	<b>Assessment of Soil Erosion and Land Degradation Using Fallout Radionuclides on Semiarid Grassland of Mongolia</b> (放射性同位体を用いたモンゴル半乾燥草原における土壌浸食と土地荒廃機構の解明)		
主査	筑波大学准教授	理学博士	恩田裕一
副査	筑波大学教授	工学博士	福島武彦
副査	筑波大学准教授	博士(農学)	田村憲司
副査	筑波大学准教授	博士(理学)	辻村真貴

### 論文の内容の要旨

過放牧に起因する土地荒廃は、世界各地で進行する砂漠化の主要プロセスの一つであり、特に半乾燥地域を中心に深刻な問題となっている。一般的に、草原では過放牧によって灌木地へ移行する傾向がみられ、そのような地表植生の改変は、土壌侵食プロセスの変化を経て、地表面の水・物質循環過程に影響を及ぼす。近年、欧米諸国を中心に、放射性同位体 ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ) を用いた土壌侵食研究が盛んに行われている。セシウム 137 ( $^{137}\text{Cs}$ ; 半減期 30.2年) は、1950年代から60年代の大気圏原水爆実験によって地表に降下した人工放射性核種である。本研究では、モンゴル北東部の半乾燥草原を対象として、放牧活動が水文・土壌侵食プロセスに及ぼす影響を明らかにし、草原の土壌侵食と土地荒廃状況の現状把握を行うことを目的として、水文現象の現地観測と放射性同位体を用いた土壌侵食量の推定を行った。

モンゴルでは、1990年の市場経済化以降の放牧家畜頭数が急速に増加しており、草原への放牧活動の負荷が高まっている。特にモンゴル北東部のヘルレン川流域の丘陵地草原では、水食にとまなう土壌流亡によって土地荒廃が進行していることが指摘されている。ヘルレン川流域に位置するヘルレンバヤンウラン(KBU)とバガヌール(BGN)では、これまでに対照的な放牧活動が行われてきた。KBUは放牧家畜の越冬地として歴史的に過放牧が行われてきた地域であるが、一方のBGNは、1990年の市場経済化以降に放牧家畜頭数が増加している地域である。それぞれの地域における雨季の地表植被率はKBUが29%でBGNが61%である。BGNでは地表の植生の大部分が草本であるのに対し、KBUでは灌木が優先している。そこで本研究では、KBUとBGNを研究対象地域とした。KBUとBGNにおける土壌侵食プロセスを把握するために、流域面積が10ha以下の試験流域を設置して表面流出・土壌侵食の現地観測を行った。試験流域の末端に流量堰と土砂トラップを設置して、3年間にわたって試験流域からの水および土砂の流出量を観測した。

試験流域の近傍において、植生の状態がほぼ均一な斜面に放牧区と禁牧区(50m×25m)を設定し、禁牧から3年経過した後に、それぞれの区画において人工降雨を用いて最終浸透能を測定し、表面流にとまなう流出する土砂量を測定した。3年間の観測期間中に、KBUとBGNの試験流域においてそれぞれ3回ずつ

の出水イベントが観測された。試験流域から流出した土砂は、BGN で特に高い  $^{137}\text{Cs}$  および  $^{210}\text{Pb}$  濃度を有しており、表層の土壌が侵食されていることが示唆された。また、BGN における観測期間中の平均侵食深は 0.4mm と算出された。一方、KBU では、BGN とくらべて土砂の  $^{137}\text{Cs}$  および  $^{210}\text{Pb}$  濃度が低かったことから、過去に発生した土壌侵食によって侵食されうる土壌が減少していると考えられた。表面流出率および流出土砂量は、ピーク雨量よりはむしろ雨滴衝撃力と関係がみられた。このことは、地表流の発生と土砂流出プロセスにおいて雨滴衝撃力が重要な役割を果たしていることを示唆している。

KBU と BGN における禁牧区の植被率は 46.7% と 91.7% で、放牧区と比べてそれぞれ 25% と 45% の増加に転じた。禁牧区の最終浸透能は、KBU と BGN のいずれにおいても  $90\text{mm h}^{-1}$  よりも高かったが、放牧区では  $40\text{mm h}^{-1}$  よりも低い値を示した。さらに、表面流とともに流出した土砂量は KBU の放牧区で最大を示し (253.6g)、BGN の放牧区では 108.7g だった。これに対して、KBU と BGN における禁牧区の流出土砂量は少なく、それぞれ 55.1g と 14.4g だった。土壌中の  $^{137}\text{Cs}$  と  $^{210}\text{Pb}$  の分析に基づいて、試験流域における長期的な土壌侵食量を推定した。その結果  $^{137}\text{Cs}$  に基づく試験流域の正味の土壌侵食量は、KBU と BGN でそれぞれ  $1.62\text{t ha}^{-1}\text{ y}^{-1}$  と  $0.49\text{t ha}^{-1}\text{ y}^{-1}$  と推定された。さらに、試験流域における土砂輸送率は、KBU と BGN でそれぞれ 96.5% と 81.4% だった。このことは、KBU の試験流域において土壌侵食量が多く、侵食土砂が流域外に流亡しやすいことを示唆している。

以上の結果から、研究対象地域では、放牧活動によって浸透能が低下し、土砂流出量が増加するが、比較的短い期間の禁牧によって回復することが示された。本研究では、モンゴル半乾燥草原において、草原の水文・土壌侵食プロセスの変化が、放牧活動による地表の植被率の低下と密接に関連していることがわかった。過放牧が行われている地域では、激しい土壌侵食によって表土が失われており、現段階では短期間の禁牧によって土壌侵食量が減少に転じたが、過放牧の状態が継続すれば土地荒廃がさらに進行する危険性が示唆された。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。