

Cs-137 を用いたモンゴル国における土壌侵食量の推定

○西川知行 日本工営株式会社 国土保全部 (前 筑波大学大学院 環境科学研究科)
 恩田裕一 筑波大学 地球科学系
 田中幸哉 韓国慶熙大学 地理学科
 加藤弘亮 筑波大学大学院 生命環境科学研究科
 辻村真貴 筑波大学 地球科学系
 関 李紀 筑波大学 化学系
 浅野眞希 筑波大学大学院 生命環境科学研究科
 Gombo Davaa Institute of Meteorology and Hydrology, Mongolia
 Dambaravjaa Dyunbaatar Institute of Meteorology and Hydrology, Mongolia

1. 研究の背景と目的

モンゴル民族は歴史的に草原で遊牧を行い、生活を営んできたが、近年になってモンゴル高原で砂漠化現象が見られるようになり、それに伴った土壌侵食問題が懸念されている。しかし、これらの問題に関して何がどのようなプロセスでどのような問題が顕在化してくるかはこれまで必ずしも明確にされていないため、根本的な解決策、保全技術を行なうことは困難である。そこで本研究は、植生状態の異なる二つの小流域において、降雨流出特性の把握、Cs-137 を用いた土壌侵食空間分布と土砂収支の定量的な推定・比較を目的に行った。

2. 調査地域と方法

モンゴル国ヘルレン川流域上流部に位置する植生状態の異なるバガノール地域 (Baganuur, BGN; 花崗岩, 雨期の植生被覆度 70%) とヘルレンバヤンウラン地域 (Kherlenbayan-Ulaan, KBU; 堆積岩, 雨期の植生被覆度 30%) に、対象流域 (流域面積約 8 ha) を選定し、降雨流出特性の観測と Cs-137 測定のための土壌採取を行った (図-1)。両地域の年間平均降水量は 200 mm 程度である。バガノール地域は、近年放牧量が増加している地域であり、ヘルレンバヤンウラン地域は、以前から過放牧が進む地域として知られている。

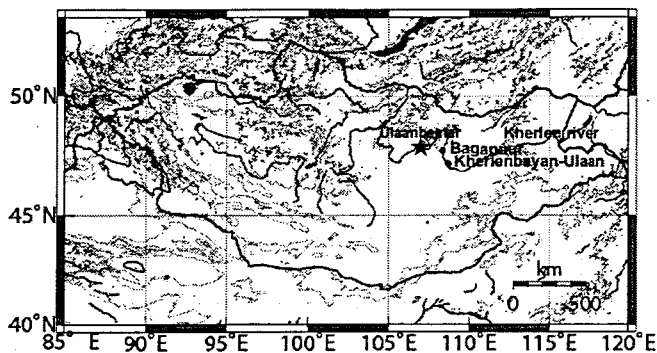


図-1 研究対象地域

1950年代から60年代にかけて実施された、大気圏原水爆実験の副生成物として地上に降下したCs-137は、これまで土壌侵食に関する研究で幅広く用いられてきた (Ritchie and McHenry, 1975; Walling and Quine, 1990 など)。Cs-137は、地表面付近で最大になり、深くなるにつれ指数関数的に減少する。この特徴を利用し、サンプル濃度の関係、基準値 (リファレンスサイト) との差を知ることで、侵食された土壌の深さ、量、空間分布を推定した。Cs-137測定のための土壌採取は、30 cm ライナー式採土器と 100 cc サンプル管を用いて、流域内全域でコアサンプル (深度濃度分布用) とバルクサンプル (インベントリー測定用) を採取した。

3. 結果および考察

2003年4月から10月の観測期間中、出水イベントが1~3回観測された。BGN流域は、降雨ピークとほぼ同時に極わずかな流出のピークがあり、その後徐々に減衰していった。KBU流域では、降雨ピークとほぼ同時に大きな流出ピークがあり、瞬時に減衰した。KBU流域ではそれと同時に土砂流出が発生したが、BGN流域では土砂流出はほとんど発生しなかった。両地域の降雨流出特性には大きな違いが示されたが、このような従来の直接的な手法で土壌侵食量を推定するには、多くの労力と時間を要する。これに対し、Cs-137を用いた手法は、短期間に適切な土壌侵食の評価が可能である。

そこで、各土壌サンプル採取地点における単位面積あたりのCs-137存在量 (インベントリー) から過去40年間の土壌侵食量を推定した。インベントリーから土壌侵食量を推定するには、経験式 (Ritchie and McHenry, 1975) と理論式 (Walling and Quine, 1990) が提案されている。本研究では、経験式と理論式 (Profile-Distribution Model) の両方を用いて土壌侵食量を見積もり、どちらがモンゴル地域で適当で

あるか評価した。

Profile-Distribution Model で見積もられた理論値と実測値を比較したところ、大局的に近似していることが示され、モンゴル国においては経験式よりも理論式を用いた方が妥当であることが示された。土壌侵食空間分布は、BGN 流域では侵食域と堆積域が交互に分布しており、侵食域のすぐ下方に堆積域が存在するという分布が示された。これに対し、KBU 流域では流域の 70%を侵食域が占め、特に谷頭部付近で侵食量が多いことが示された (図-2)。

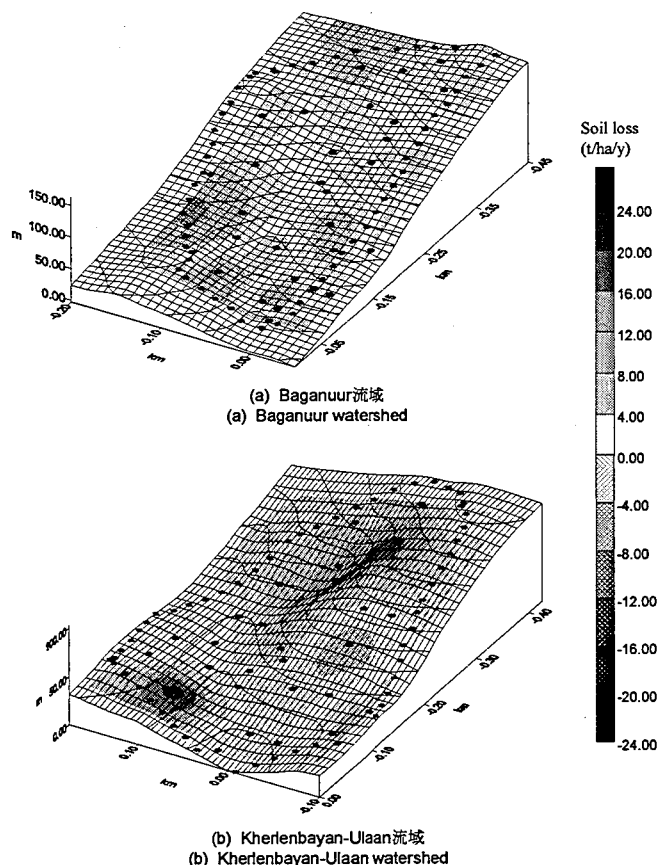


図-2 両流域の土壌侵食空間分布図

さらに、Profile-Distribution Model で見積もられた土壌侵食量と堆積量に、面積比を用いて重み付けをし、正味土壌侵食量を算定したところ、BGN 流域では 0.6 t/ha/y、KBU 流域では 3.9 t/ha/y と算定された。BGN 流域では、2.5 t/ha/y の土壌侵食量のうち 80%が流域内に留まり、残りの 20%のみが流域外に流出していることが示された。したがって、BGN 流域では流域外に流出する土壌の量は極めて少ない。これに対し、KBU 流域では、4.9 t/ha/y の土壌侵食量のうち 20%のみが流域内に留まり、残りの 80%が流域外に流出していることが示された (図-3)。

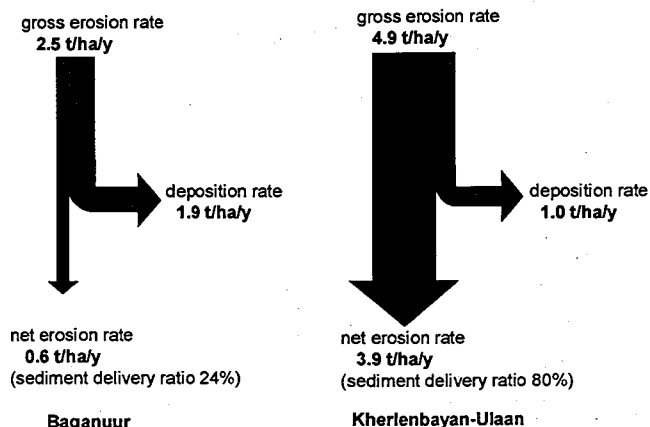


図-3 Cs-137 により見積もられた土壌収支

4. 結論

植生状態の異なる地域では、土壌侵食空間分布と土砂収支に大きな違いがあることを、Cs-137 を用いることによって短期間に定量的に示すことができた。植生の比較的多いバガノール地域と、植生の比較的低いヘルレンバヤンウラン地域では、正味土壌侵食量に 6~7 倍の差が生じており、土壌侵食空間分布にも違いが生じていた。降水量がほぼ等しいモンゴル半乾燥地域でも、放牧状態の違いにより土壌侵食空間分布と土砂収支に重大な違いが生じていることが示された。さらに、モンゴル国においては経験式よりも Profile-Distribution Model を用いた方が妥当であることが示唆された。Cs-137 を用いた土壌侵食及び土砂収支算定手法は、日本国内においても砂防分野への応用が可能であると考えられる。

参考文献

- Ritchie J. C. and McHenry J. R. (1975): Fallout Cesium-137 in estuarine sediments, *J. Miss. Acad. Sci.*, Vol.20, p.34-39
- Walling D. E. and Quine T. A. (1990): Use of Caesium-137 to investigate patterns and rates of soil erosion on arable field, *Soil Erosion on Agricultural Land*. Ed. by Boardman J., Foster I. D. L., and Dearing J. A. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, p.33-53
- Porto P., Walling D. E. and Ferro V. (2001): Validating the use of caesium-137 measurements to estimate soil erosion rates in a small drainage basin in the Calabria, Southern Italy, *Journal of Hydrology*, Vol.248, p.93-108