

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24780249

研究課題名(和文) リモートセンシングデータを用いたモンゴル草地における草地劣化分布の把握

研究課題名(英文) Detection of grassland degradation using remote sensing data in Mongolia

研究代表者

関山 絢子 (Sekiyama, Ayako)

東京大学・生産技術研究所・特任助教

研究者番号：00596835

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,400,000円、(間接経費) 420,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではモンゴル草地を撮影するMODISデータとの同期調査を行い、バイオマスとMODISデータからの植生指数との相関を解析する。この結果を基に、バイオマス推定式を求め、MODISデータを用いたバイオマス分布図(2000年-2006年)を作成した。次に、家畜統計データから家畜頭数や構成割合を求め、バイオマスと家畜頭数の関係から過放牧地域を求めた。また、放牧圧が強いヤギについて、その構成割合が多い地域を求めた。最後に、草地劣化地域を抽出するため、過放牧かつヤギの構成割合が多い地域を求めた。その結果、土地被覆が草地から沙漠に変化する植生遷移帯に位置する19郡が草地劣化状態にあることが示された。

研究成果の概要(英文)：In this study, we attempted to map the degradation of Mongolian grasslands using MODIS imagery and statistical data which is number and composition of livestock from 2000 to 2006. Firstly we generated the distribution map by MODIS LAI using a biomass estimation equation which was derived from in-situ measurement of biomass with a geo-located match up database. Secondly the amount of biomass which is quantity required for feeding the livestock in each county was calculated using data on numbers of livestock over the same time period. Thirdly, degradation intensity was determined in overgrazed areas in which number of livestock exceeds grazing capacity and use of many goats creates high grazing intensity. As result, the 19 counties were identified as at high risk for degradation of the grasslands, these areas are located in southern region of Mongolia.

研究分野：農業情報工学

科研費の分科・細目：農業環境・情報工学

キーワード：MODIS LAI バイオマス モンゴル草地 草地劣化 過放牧

1. 研究開始当初の背景

モンゴルの主要産業は遊牧による畜産業である。しかし、近年の気候変動や過放牧により草地劣化が進んでいる。また、冬季の異常寒波が頻発し(2002-2003年, 2009-2010年), これによる家畜の大量死が問題となっている。2010年にはモンゴル全土の家畜頭数の約20%(約850万頭)が失われた。家畜の大量死は、豪雪や低温が原因であるが、夏季の草地劣化による牧草不足が大量死の助長要因であると指摘されている。他に、社会的背景として、モンゴルでは換金率の高いカシミヤ毛生産のために、ヤギの飼養頭数が急増しており、これも草地劣化に影響を及ぼしている。したがって、持続可能な草地利用のためには、空間的な牧草量や草地劣化の分布を広く把握することが急務である。

2. 研究の目的

本研究では、MODISによる植生指数を利用したバイオマス分布図の作成を試みる。次に、モンゴル国内郡別の家畜頭数や家畜構成比を利用して、過放牧である地域や草地劣化の危険性が高い地域の分布を調査した。

3. 研究の方法

(1) バイオマス推定式の算出

現地調査

現地調査は、モンゴルの首都ウランバートル近郊の牧草地や耕作放棄地において行った(図1)。2003年以降5か年にわたり調査を実施し(全28カ所)、バイオマス測定のための刈り取りおよび草丈測定を行った。各調査サイトには、50mの方形区を設置し、この方形区内に任意の3つの小方形区(1m×1m)を作成した。3つの小方形区内の地上部の植物を全て刈り取り、乾燥重量(バイオマス量)を求めた。各サイトのバイオマスは、3カ所の方形区の平均値とした。

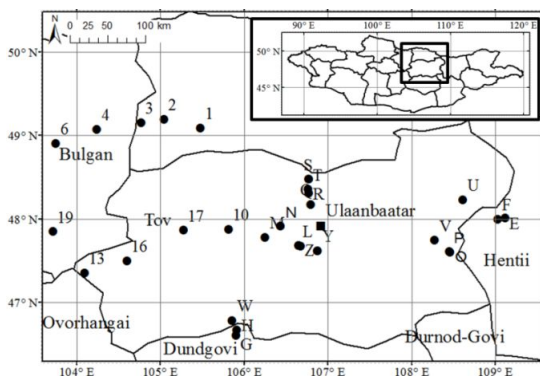


図1 モンゴルにおける現地調査地 (全28カ所)

MODIS データ

現地測定したバイオマスとNDVIおよびLAIの関係を調査するため2001年から2012年7月および8月のMODIS Vegetation Indices (MOD13)を使用した。このMODISデータは、16日間でコンポジットされているが、現地調

査日に最も近く、雲被覆が少ないデータを選択した。

バイオマス推定式

現地調査によるバイオマス量とMODISから取得したNDVIとLAIを用いた回帰分析および結果の比較を行い、バイオマス推定式を求めた。

(2) 草地劣化地域の抽出

家畜統計データ

家畜の統計データについては、2000年から2006年の7年間のみ入手できた。モンゴルの各郡(全347郡)のヒツジ、ヤギ、ウシ、ウマ、ラクダの頭数をMongolian Statistical Yearbook (National Statistical Office of Mongolia)から収集した。

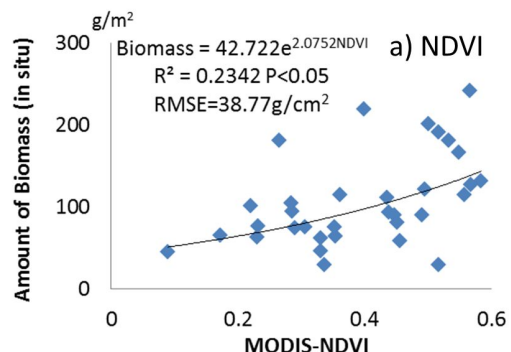
バイオマスと家畜頭数の関係

モンゴルの伝統的な放牧において、ヤギの家畜構成比は30%以下が適切とされている。これは、ヤギが牧草を根から食べる習性を持ち、放牧圧が高いためである。したがって、ヤギの家畜構成比が高い地域も草地劣化の危険性が高いと捉えることができ、持続可能な草地利用にはヤギの頭数を管理しなければならない。そこで、バイオマス分布図を用いて家畜の放牧可能な牧草量と家畜頭数から過放牧地域を抽出した。この際、家畜を1年間飼養するのに必要な牧草量はヒツジ、ヤギ、ウシ、ウマ、ラクダでそれぞれ500kg, 560kg, 3,360kg, 3,696kg, 3,192kgとして求めた。次に、ヤギの家畜構成比が高い地域を求め、過放牧状態かつ、ヤギ構成比の高い地域を草地劣化の危険性が高い地域を抽出した。

4. 研究成果

(1) バイオマス推定

図2は現地観測したバイオマスとNDVIおよびLAIの回帰分析結果である。相関係数はLAIの方がNDVIよりも高く、RMSEはほぼ同じ値を示した。植生が豊富な地域ではNDVI値が飽和したため、LAIのような量的な評価が行える指数の方が、バイオマスの推定に適していることが考えられた。したがって、本研究ではLAIを用いたバイオマス推定式をMODIS-LAIデータに適用した。



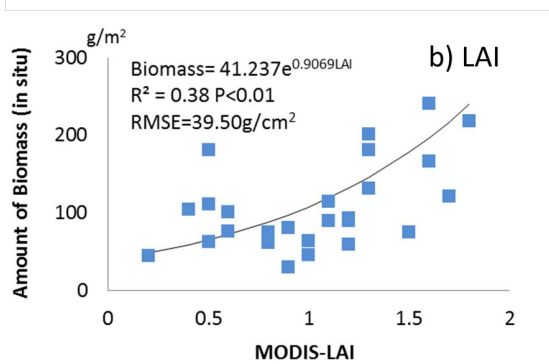


図2 MODISによるNDVI (a) および LAI (b) とバイオマスとの関係

### (2) バイオマス分布図

図3は、MODIS-LAI画像を用いた2000年から2006年の夏季におけるバイオマス分布図である。MODIS-LAI画像のLAI算出のアルゴリズムにおいて、土地被覆分類が利用されており[5]、裸地や沙漠に分類されるピクセルは、植生無しとして扱われている。しかし、実際には植生が存在し、放牧が行われている地域がある。したがって、このような地域には、2000年から2006年における各年のバイオマスの最低値を割り当てた。

モンゴルは北部に森林、南部には沙漠が広がり、南北で大きく植生が遷移する。その傾向がバイオマス分布図に示されている。2000年および2001年は、他の年よりバイオマスが全体的に低い。この年は干ばつであったことが報告されており、その事実と一致する。2002年以降のバイオマス分布は、おおよそ同様の傾向にあることが分かる。

### (3) 過放牧地域の分布

図4は、過放牧状態にある地域を示している。2000年、2001年において、ほとんどの地域で過放牧状態にある。これは家畜頭数の増加に起因するものではなく、干ばつによる牧草不足によるものと考えられる。2005年以降は、首都ウランバートル周辺および南部において、過放牧地域が拡大していることが確認できる。最東部は常に過放牧状態にはなっていない。この地域は河川や湖が少ないため、放牧が行われていないことに起因していると考えられる。

### (4) ヤギ構成比が高い地域の分布

図5は、ヤギ構成比が30%以上の地域を示している。干ばつ年(2000年、2001年)において、ヤギ構成比30%以上の地域は南部と西部に分布しているが、2002年以降急激に拡大し、2006年にはほぼ全域に拡大していることが分かる。

### (5) 草地劣化地域の抽出

草地劣化の危険性が高い地域として、2000年から2006年の7年間、継続ヤギ構成比が高くかつ過放牧状態にある地域を抽出した

(図6)。モンゴルの南部にはゴビ砂漠が分布しており、草地劣化地域として抽出された地域は、草地と沙漠の遷移帯に位置している。このような地域は、降雨や放牧圧などの環境変化に強く影響されることが考えられ、直ちに適切な放牧を行う必要が考えられる。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

#### [雑誌論文](計1件)

Ayako Sekiyama, Wataru Takeuchi, Sawahiko Shimada. Detection of grassland degradation using MODIS data in Mongolia. Journal of Arid Land Studies. 2014. 査読有、印刷中

#### [学会発表](計6件)

Ayako Sekiyama, Wataru Takeuchi and Sawahiko Shimada. Detection of grassland degradation using MODIS data in Mongolia. Desert Technology 11 Texas, USA, 20131120.

関山 絢子、竹内 渉、リモートセンシングデータを用いたモンゴル草地における草地劣化の把握、日本写真測量学会秋季学術講演会、福井県国際交流会館(福井県)、20131108

Ayako Sekiyama, Wataru Takeuchi, Sawahiko Shimada. Monitoring of grassland degradation using remote sensing data in Mongolia. The 34nd Asian Remote Sensing conference, Bali, Indonesia, 20131024.

Ayako Sekiyama, Wataru Takeuchi. Characteristics of biomass from MODIS imagery response to precipitation in Mongolian grasslands. International Symposium on Remote Sensing 2013. Makuhari, Japan. 20130515.

Ayako Sekiyama, Wataru Takeuchi, Akiko Ono and Sawahiko Shimada. Investigation of grasslands biomass in Mongolia with MODIS and ICESat/GLAS measurements. 33rd Asian conference on remote sensing (ACRS). Patthaya, Thailand. 20121125

関山 絢子、竹内 渉、MODISデータを用いたモンゴル草地におけるバイオマス分布図の作成、日本リモートセンシング学会 第53回学術講演会、広島大学(広島県東広島市)、20121120

### 6. 研究組織

#### (1) 研究代表者

関山 絢子 (SEKIYAMA, AYAKO)  
 東京大学・生産技術研究所・特任助教  
 研究者番号：00596835



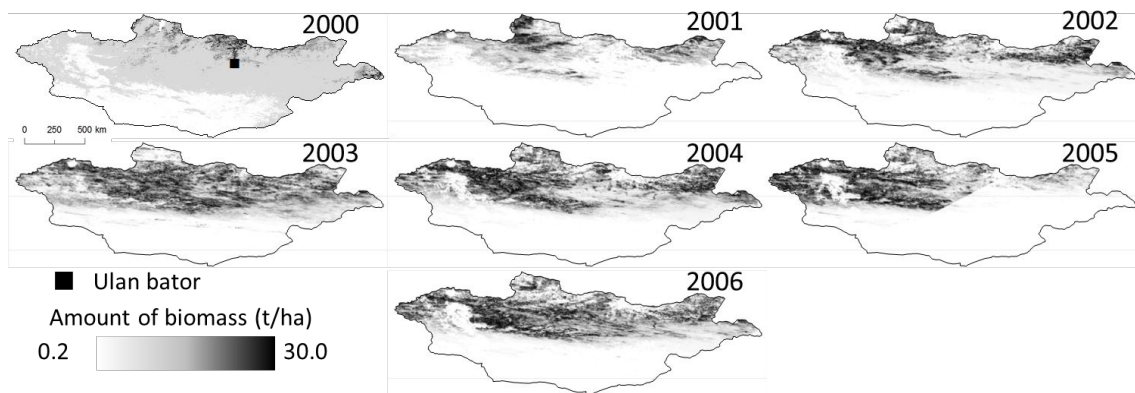


図3 MODS LAI を用いたモンゴルのバイオマス分布図 (2000年-2006年の7, 8月)

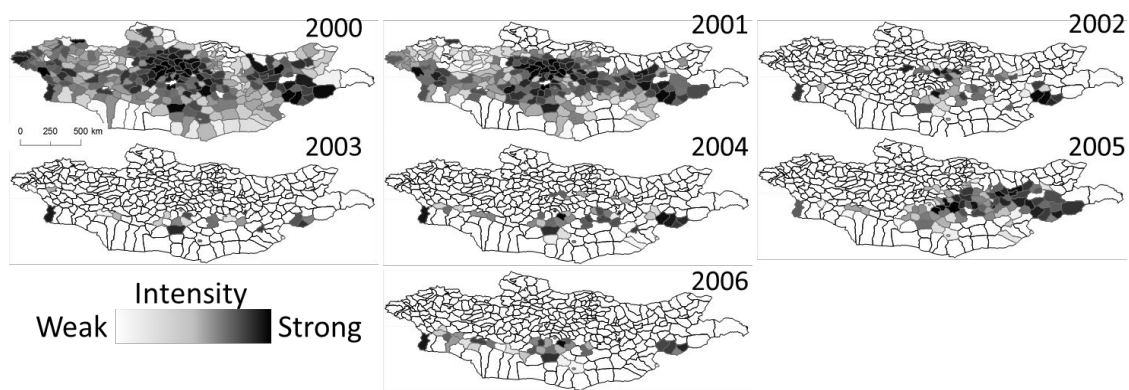


図4 2000年から2006年における過放牧状態にある地域の分布

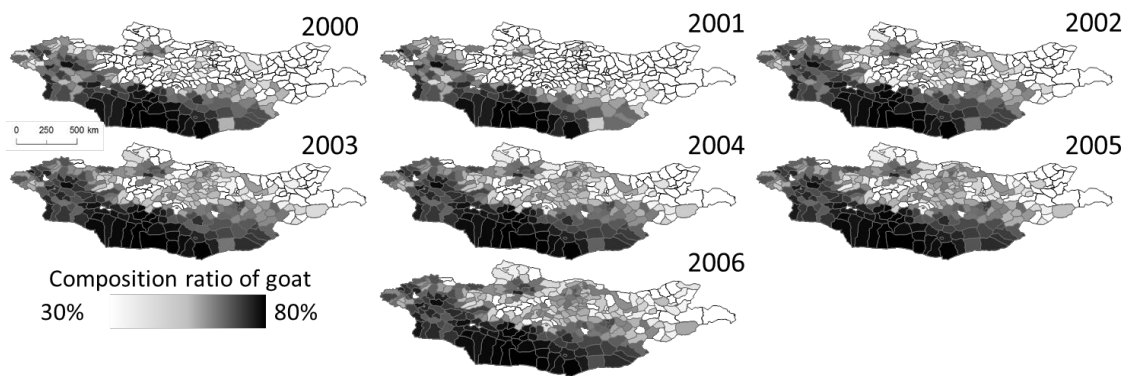


図5 ヤギ構成比が30%以上の地域

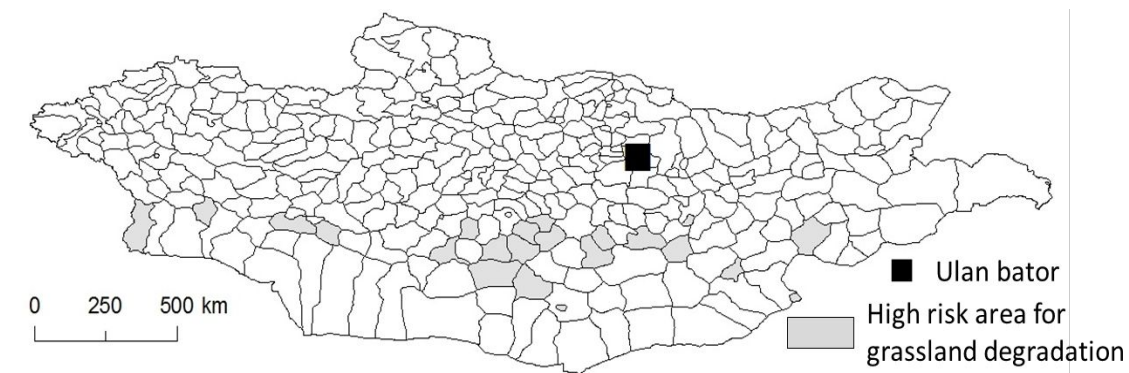


図6 モンゴルにおける草地劣化の危険性が高い地域  
2000年から2006年の7年間に於いてヤギ構成比が高く過放牧状態であった郡