

第6回 9月29日

## 途上国の脆弱な環境

講師：大学院地球環境科学研究院・准教授・石川 守

はじめに

世界各地には、自然環境の劣化に対して脆弱な地域があります。豊かな先進国では、ある程度環境を修復できたり、環境劣化の付けを国外にまわしたりすることによって、自国の自然環境を見かけ上維持できます。一方、その付けがまわってくるのは途上国です。途上国では社会が不安定で経済基盤が弱いため、環境劣化に対する適応力や復元力がありません。さらに、地域住民の生業は身近な自然環境に大きく依存しているため、環境劣化は先進国とは比較にならないくらい深刻で身近な問題になります。

今回の講座で取り上げるのはモンゴルです。この国では降水量が少なく土地もあまり肥沃ではありません。農業にはあまり適しておらず、遊牧が唯一持続的な生業になります。ここでは、1990年代初めに社会主義から市場経済へと国家体制が大きく変わりました。顕在化してきた温暖化、乾燥化に加え、商業主義に起因する様々な環境問題が噴出しています。今回は、地域住民の生活基盤に直接的な影響を及ぼす環境問題として、草原や森林の劣化に焦点をあてます。森林・草原を成立させる環境要因、劣化の現状およびそれに対する地域住民の環境保護意識などについて紹介します。

### モンゴルの自然環境と永久凍土の役割

モンゴルはユーラシア大陸の典型的な生態遷移帯（エコトーン）に位置しています。北部はシベリアから広がるカラマツを主体とする森林帯（タイガ）に含まれ、南部の中国国境付近は砂漠となっています（図1）。このような南北縦断方向のコントラストは首都ウランバートルとその周辺で特に顕著にみられ、南向き斜面が草原となっているのに対し北向き斜面は密な森林に覆われています（図2）。

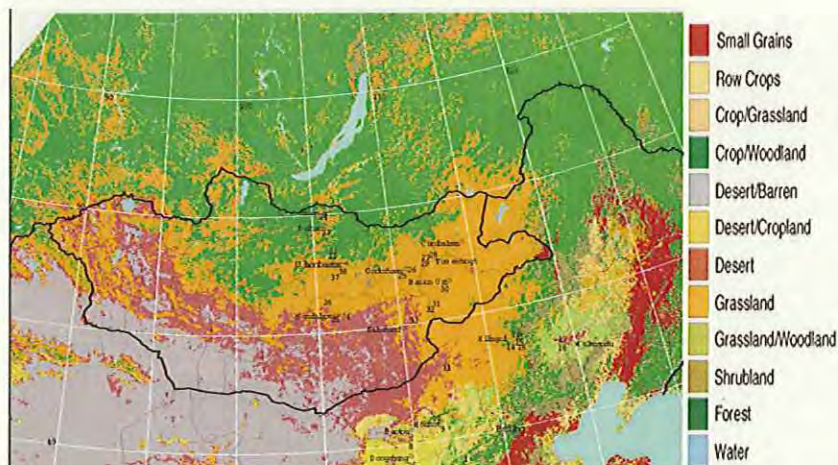


図1 モンゴル及びその周辺の土地被覆状態

年間の総降水量は200～300mm程度であり、これは典型的な乾燥気候に相当します。本来なら樹木が生育できない環境であるにもかかわらず森林が存在するのは、北向き斜面に偏在する永久凍土のおかげです。永久凍土は、2年以上0℃以下の地温を保つ土や岩石のことで、北半球全陸地の約24%に分布しています。主な分布域は、シベリア、アラスカ、カナダなど



図2 ウランバートル近郊の景観

の高緯度帯で、モンゴルはユーラシア大陸の永久凍土帯南限に位置します。永久凍土地帯の地表面付近には、年周期で凍結・融解を繰り返す土壌層が存在し、これは活動層と呼ばれます。永久凍土は、土粒子間の空隙が氷で充填されており透水性が低いいため、融解した活動層中の土壌水分は多くなります。この土壌水を吸い上げ、活動層に含まれる栄養分を吸収して森林は成り立っています。

#### 地域住民による森林と草原の利用

遊牧民は一般に年数回程度移動します。移動に関する法的制約はありませんが、毎年ほぼ同じところに移動します。長年にわたって地域の自然環境に関する経験的な知見が蓄積されているからでしょう。幕営・遊牧地として選ばれるのは、スゲやイネ科など家畜が好む植生が繁茂し、かつ水源に近いところになります。いくら良好な植物が多く繁茂していても水源から離れていればその土地は利用できません。ウランバートル近郊やそれ以北の草原森林混在域では地域住民は草原を遊牧地として、森林を薪や資材の供給地として利用しています。森林は、地表水（河川水）の水源涵養の機能も持っています。他方、ウランバートル以南の草原（ステップ）帯では、地表水はあまり見られません。ここでは井戸が唯一の水源となります。必然的に井戸の周囲には多くの遊牧民が集中することになり、過放牧気味になっています。過放牧により劣化した草原には、家畜が好まないヨモギ科の植物が優先するようになり、一見緑豊かでも、実際のところほとんど遊牧には利用できません。

#### 森林・草原劣化の実態と背景

植物に含まれる葉緑素は、赤色の光を吸収する一方、近赤外領域の波長を強く反射する特性があります。私たちは、衛星観測データのうち可視赤色と近赤外の反射率から求められる正規化植生指標（NDVI）の長期変動に注目し、森林・草原劣化の実態について調べました。植物量が多いところではNDVI値が高くなるという性質から、これを指標にして植生の多少や活性度を推定することができます。

植物の分布やその経年変動を評価するのに、年間で植物の活性度が最も高い時期のNDVI値(年最大NDVI)の1981年から2002年までの変化に着目しました(図3a)。これによると、モンゴル北部やロシア南部、中国東北部などの森林域では、統計的に有意な植生活性度の低下がみられます。一方、草原域ではほとんど変化が見られず、モンゴル西部の砂漠域でのNDVI値はわずかですが上昇傾向を示しています。NDVI値が顕著に上昇している中国東部では、広い範囲が耕地に転換されたことが示されているのかもしれませんが。

このような植生変動に及ぼす人為的影響を評価するために、夜間の地上光分布画像を利用しました(図3b)。特に強い光が発せられているのは、中国東部の北京をはじめとする大都市圏ですが、ここはNDVI値が経年的に増加している地域に相当します。同様の傾向は中国西部のウルムチ付近でも見られます。ここでは、灌漑施設の整備により耕地化がすすみ、見かけ上の植生活性度が増加していることが考えられます。

モンゴルの草原域でNDVI値があまり変化していないのは、植物の更新過程とそれに対する家畜の影響のためかもしれません。前にも述べましたが過放牧により裸地化しても、そこにはヨモギなどの先駆的な植物が侵入し、スゲ・イネ科植物が侵入するまで、家畜による攪乱は少ないままで保たれます。

このことが見かけ上NDVI値があまり低下していないことに反映されているのかもしれませんが。放牧や農耕などで攪乱を受けた草原植生がどのように回復していくのか、どの段階でどの程度、放牧圧が影響するのか、これは草原の持続的利用を考える上で非常に興味深い研究テーマです。

ウランバートル近郊やシベリア鉄道沿線でも強い光が発せられています。森林帯であるこれらの地域は、NDVI値が経年的に減少している地域とほぼ一致します。都市化に伴い建築資材の需要が高まることによる過剰伐採、人為的な森林火災などが、都市近郊や鉄道沿線などでの局所的な植生活性度の低下を引き起こしているか

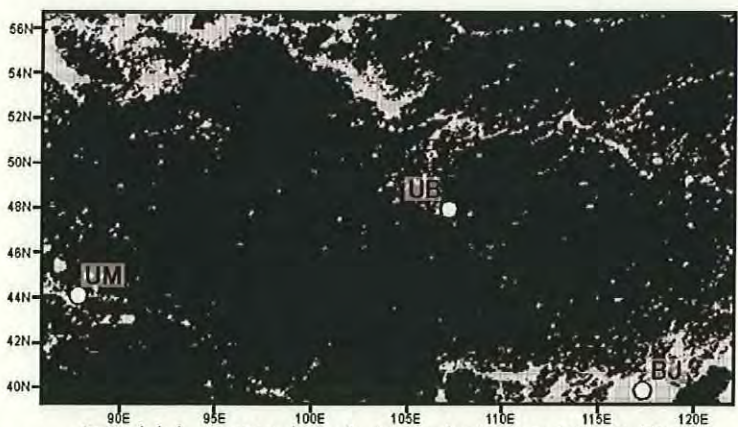
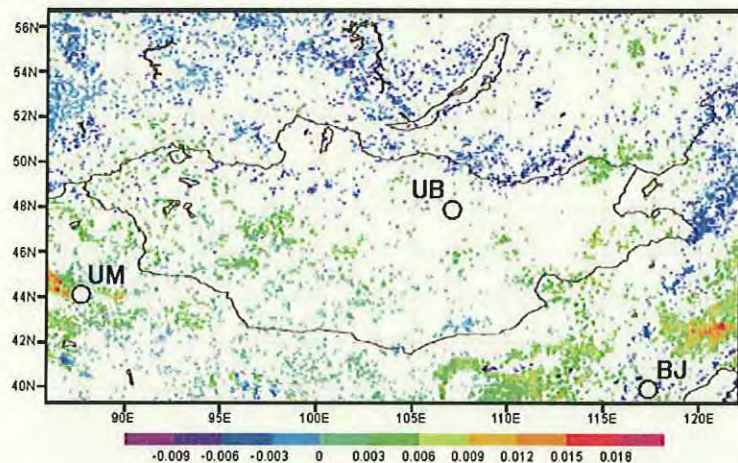


図3(a)上：1981年から2001年までのNDVI値の経年変化，(b)下：夜間光分布

もしれません。

森林での薪の採取は課税によって規制されており、枯死した樹木のみ採取してよいということになっています。森林の過剰な利用は課税によって制限されています。私たちが聞き取りをした遊牧民のほとんどはこれを遵守しているようでした。若木の伐採は禁止されており、違反すると高額な罰金を課されます。火災や虫害により枯死した樹木を採取する場合には、税金は免除または安く設定されているようです。

遊牧民にとって森林は、開発ではなく保全の対象であり、その背景には、法的規制よりはむしろ宗教的な動機があるように感じられました。モンゴルでは伝統的にアニミズム思想の土壌があり、宗教人口のほとんどをチベット仏教徒が占めています。ここでは、森林はもちろん自然界の様々な事象が信仰の対象となるため、野放図な開発・破壊を抑制する精神が根付いています。森林を過剰伐採しているのは、利潤目的で動く民間の木材会社です。私たちは、保護区であるにもかかわらず大規模な伐採現場や跡地、木材を満載して往来するトラックに何度も遭遇しました。都市部で高まる木材需要を満たすためだそうです。政府は森林の保全にまで予算を配分できないため、違法伐採の監視や取り締まりがほとんど機能していません。