

## 論文内容の要旨

森林科学 専攻

平成 18 年度博士課程 入学

氏 名 エリデニ  
額尔德尼

指導教員名 鈴木 雅一

論文題目

### リモートセンシングによる中国内蒙古自治区における植生の長期変化に関する研究

中国においては、砂漠化や土地劣化の進行が憂慮され、またその改善のため長年に亘って大規模な植林・植草政策が行われてきた。しかし、中国における人工林面積の増加や土地利用の変遷による植生変動の地域分布及び時系列変動の実態はまだ十分に把握されていない。特に内蒙古自治区は、面積が約 120 万 km<sup>2</sup>と広く、西部の砂漠から中部の半乾燥地、草地、東北部の森林まで多様な自然環境があり、砂漠化が報告される地域がある一方、緑化事業や農地造成も活発なことが報告されている。本研究では、内蒙古自治区を対象に衛星リモートセンシング手法を用い 1980 年代から 2000 年代半ばまでの期間で、どのような植生変化が生じたかを行政区毎の特徴に立ち入って明らかにしたものである。

**第 1 章**では、本研究の背景及び研究の目標を述べ、既往研究に基づく内蒙古自治区における砂漠化と緑化の検討課題の把握と課題を提示した。これまでに、森林減少・劣化（乾燥地域の砂漠化）状況について統計や特定地域のみ衛星画像解析の研究事例は多くあるが、内蒙古自治区全域を対象とした解析や地域の特徴を明らかにした研究事例が少なく、特に衛星画像データでの解析事例ではある時期での土地利用変動が検討されるが、長期的継続的な変動が把握されていない。本研究では 1980 年以降約 25 年間の土地利用の経年変化・空間分布の特性を解明することを目標とし、植生の長期間での経年変化及び季節変動のトレンドを解析し、内蒙古全域の統計資料とも対比する研究の必要性を述べた。

**第 2 章**では、内蒙古自治区における地形、植生などの既往データセットについて収集するとともに、土地利用の統計データを整理し、統計データに基づく土地利用変遷を示した。内蒙古全域における造林・耕地面積の時系列変遷及び家畜頭数の時系列変遷から、土地利用の要因を探る重要なデータである。内蒙古自治区全域において、継続的な造林面積の拡大及び耕地面積の変動から、内蒙古における植生被覆率の変化が造林による効果が大いといと示唆される。一方で、家畜頭数の変化から 1980 年代よりの増加が草地に与える植生劣化への影響も存在すると考えられる。しかし、内蒙古全域において生態政策に関する実地報告などから、近年における緑化事業及び耕地利用の数値公表が多くあるものの、どこでどれほど変わったかの情報が乏しく、土地利用の実態を把握するには統計データや報告などでは実態が把握しきれないという限界性も指摘した。

**第 3 章**では、内蒙古自治区全域における砂漠化と緑化事業がもたらした植生変化の実態を把握するために、衛星データ及び統計データとの検証に基づき、植生変動の空間分布と時系列変動を求め、土地利用統計資料と対比した。植生変動を捉える指標として最も一般的に用いられている手法は、正規化植生指数(NDVI)データであり、本章では 1982~1999 年における衛星リモートセンシング NOAA/AVHRR PAL シリーズデータを用いた検討を行った。まず、文献から植生変化の実態が明らかな 4 地域を選び出し、NDVI の変化と植生変化について比較し、1982~1999 年までの約 18 年間における植生の変動を調べた。植生変化が少ない東北部の森林地域での NDVI 変動から、植生増減を判断する NDVI 変化の閾値の検討し、1982~1999 年における植生増加と減少に対応する NDVI が正負に変動した面積を比較し、各地域における植生変動を示した。また、植生が変化した地域を抽出して図化し、植生変化の空間分布及とその時期を明らかにした。また、行政区毎における衛星リモートセンシングデータから求めた植生変化と統計資料による人為的要因による造林面積と耕地面積を比較した。その結果、内蒙古自治区全体としては、NDVI が増加した地域の割合が減少した地域の割合を大きく上回り、植生増加の傾向が顕著であると示された。これにより、1982~1999 年間における植生変動の地域分けから、赤峰市（特に敖漢旗）の植生増加が最も顕著であり、次いでシリングル盟、フフホト市、バヤンヌール市の一部にまとまった NDVI 増加が示され、内蒙古全域において NDVI が増加した面積が約 20 万 Km<sup>2</sup>程度見られた。北半球の高緯度地域では温暖化による NDVI の増加が報告されているが、内蒙古自治区における夏季の NDVI 増加は主に緑化と農耕地の拡大という人為的な要因による植生増加であると推測された。一方で、NDVI 減少が抽出された内蒙古自治区西部（アラシヤ盟）、東北のホルチン砂地周辺などは、もともと植生が乏しい地域であり、これらの地域では砂漠化による植生減少が顕著であることを示した。

**第 4 章**では、内蒙古自治区における 2000 年以降の植生変化が 1990 年代までの植生変化と同じ傾向が継続しているか否かについて、NOAA/AVHRR(GIMMS and PAL)データと SPOT/Vegetation のデータセットを用いて、NDVI の変化を調べた。その結果、内蒙古自治区の広域を対象にし、第 3 章で用いた NOAA/AVHRR(PAL)データを加えた 3 つのデータ

セットを対比すると、得られた植生変動の傾向性は、ほぼ一致した。また、NDVI データに示された植生増加変化について、時系列変動性や空間分布の地域性が統計年鑑による統計データと多くの行政区で正の相関があることが示された。その一方、一部の行政区レベルでの統計データにおける過大評価や過小評価の実態が明らかとなった。これにより、内蒙古全域において単に行政による統計のみによる植生変化より正確に植生変化の時期及び空間分布の地域性を明らかにした。

衛星データと統計データを内蒙古自治区にある 12 の行政区毎に比較すると、烏海市・バヤンヌール市・オールドス市・フフホト市においては、2000 年代初期における統計データの面積率の変化が同期間における NDVI 正変化の面積率より大きく変動していた。つまり、統計データでは 2000 年代初期において、これらの地域は造林や耕地面積が増加しているが、NDVI データからはそれに対応する程の植生変動が検出されておらず、統計データの過大報告があると考えられる。一方で、シリングゴル盟においては 1990 年代から 2000 年代初期にかけて統計データでの面積が小さいが、NDVI データからはシリングゴル盟全域の 40%以上の地域で植生増加が抽出され、統計データによる推定が衛星データの推定より小さく示され、土地利用の変動が統計データに反映されてないと考えられた。また、ウランチャブ市においては、1990 年代における統計値の面積率が約 5%増加しているのに対して、NDVI の正変化による植生増加推定面積率が統計値に基づく推定より 10 倍以上となり、統計数値が過小であると判読された。その他の行政区において、植生増加面積とその時系列変化の動向は、衛星解析と統計資料は対応していたために、統計データと衛星データによる推定が対応しない地域においては、衛星データによる推定が土地利用変化の詳細を表していると考えられる。

**第 5 章では、**第 3 章と第 4 章で明らかになった内蒙古自治区の植生変化が、もともとどのような植生のところで生じたか、12 の行政区毎に植生・土地利用データセット (GLC2003) を加えて土地利用区分毎の植生変動の実態を明らかにした。特に、統計資料との対比ができなかった植生が減少した地域について詳しい検討を行った。

内蒙古自治区全体について衛星データの NDVI から見ると、1980 年代前半から 2000 年代半ばにかけて全般的に植生が増加しているが、もともと植生が乏しいところ (NDVI<0.2) と、植生が豊かなところ (NDVI>0.7) は植生の増加はほとんど見られず、植生増加がみられたのは、1980 年代前半の NDVI が 0.2~0.7 の草地と農地である。行政区別にみると、乾燥地である西部のアラシャ盟では、全般に植生増加は見られず、アラシャ盟としては植生の多い NDVI>0.4 のところで植生の減少が示された。その他の行政区では、NDVI が 0.2~0.7 で植生増加があり、植生減少の可能性のあるのは NDVI>0.7 の比較的植生の豊かなところである。アラシャ盟と烏海市を除くと、内蒙古自治区ではもともとある程度の植生が存在した地域で、草地における植生増加と農地化が進んだことが明らかとなった。

一方、第 3 章と第 4 章で論じていなかった植生が減少したところの評価について、植生・土地利用データセットによって、NDVI が減少したところを植生別に区分した。その結果、

NDVI が減少した植生は主に草地として区分された土地である。そのうち、面積割合としては小さいものの行政区毎に 400km<sup>2</sup> 以上で草地の NDVI が減少したとされたところは、アラシャ盟、オルドス市、包頭市、シリントル盟、フルンベル盟などに見られた。内蒙古自治区ではアラシャ盟を除き、最近 30 年間は植生が増加する傾向が顕著であるが、その他の行政区でも部分的に植生が減少する地域が存在する。これらの地域は、主に草地であり、砂漠化の進行及び不適切な土地利用の可能性が示唆される。なお、フルンベル盟など東部において、もともと森林である NDVI>0.7 の地域で 2000 年以降 NDVI が減少傾向にあることについて、何らかの植生の劣化であるか、NDVI データセットに残されているデータ処理上の特性であるか、判断材料がなく、本研究で植生変化の実態に言及することはしなかった。

**第 6 章**では、本論文で得られた知見をまとめて総括とした。