

別紙 4

報告番 -	※ -	第
----------	--------	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 Vegetation Responses to Climate Variability, Human Activities and Policy Shifts on the Mongolian Plateau

(モンゴル高原における気候変動、人間活動および政策転換に対する植生応答)

氏 名 周 翔 (ZHOU Xiang)

論 文 内 容 の 要 旨

モンゴル国と中国の内モンゴル自治区にまたがるモンゴル高原は、グローバルな生物化学的サイクルと家畜生産において重要な役割を果たしている。加速する気候変動と強まる人為的な擾乱により、モンゴル高原の草地は、20世紀半ば以降、増加し続ける開発圧力と高い土地劣化の危険性に直面してきた。それへの対応として、中国政府は、内モンゴル自治区における様々な生態系回復プログラムを立案し、実施してきたが、その一方、モンゴル国ではそうした措置は取られてこなかった。

過去数十年間におけるモンゴル高原での植生変動の特徴を明らかにし理解するため、数多くの研究が地球観測データに基づいて行われてきたが、現時点では多くの課題がまだ十分には解明されていない。そこでモンゴル高原における気候変動、人間活動および政策転換に対する植生応答のより総合的な理解に貢献するため、本博士論文は以下の3つの研究から構成されている。

従来の研究は、植生変動を特徴づけるために光学リモートセンシングによる正規化植生指数 (NDVI、植生表面の greenness のプロキシ) に強く依存しており、気候変動と人間活動の影響を別個に解析することが普通であった。これに対して本論文の第2章は、モンゴル国と内モンゴル自治区での地上バイオマス変動に対する気候と人為的な要因の相対的な重要度を定めるため、最近開発された植生の光学的厚さ (VOD) の観測結果を用いた。VOD は、受動的なマイクロ波による衛星観測であり、地上バイオマスのプロキシとして使うことができる。その結果、次のことが明らかとなった：(1)1990年代初頭に政治・経済的転換が起って以来、モンゴル国の放牧地域の大部分で地上バイオマスが減少した。降水量の減少、気温の上昇、家畜放牧

の増大が、それを引き起こした主な要因であった。それらの要因を相対的な重要度によってランク付けすると、湿潤気候下での家畜の放牧地域では 降水量 \approx 気温 \gt 家畜放牧となり、乾燥気候下での放牧地域では 降水量 \gt 気温 \gt 家畜放牧であった。(2)2000 年代初頭の生態系回復プログラムの導入以降、内モンゴル自治区の放牧地域の大部分で地上バイオマスは増加したが、降水量の増加がその主な要因であった。(3)2000 年代初頭以降、内モンゴル自治区の半放牧／農業地域の大部分では、地上バイオマスは増加した。降水量の増加、気温の低下、穀物生産の増大が、その主な要因であった。それらの要因を相対的な重要度によってランク付けすると次のような順となる： 降水量 \gt 穀物生産 \gt 気温。(4)2000 年代初頭以降、内モンゴル自治区の農業地域の大部分で地上バイオマスは増加した。降水量の増加と穀物生産の増大が、その主な要因であった。それらの相対的な重要度の順は、穀物生産 \gt 降水量であった。

植生変化に対する人間活動の影響は、時間・空間的に明らかに変わるが、モンゴル高原におけるこの問題を深く追求した研究はこれまで無かったため、第 3 章は、残差傾向 (RESTREND) 法を用いて、人間活動に起因する植生変動を気候変動による影響から識別し、異なる社会制度の期間や農業地域の間で、人間活動の影響がどう変わったかを検討した。それと同時に VOD と NDVI の間の差異と類似性も検討して議論した。その結果、次のことが分かった。(1)モンゴル国の草地と内モンゴル自治区の放牧地域では、それぞれ 1993–2012 年と 1993–2000 年の期間において、地上バイオマスが人間活動に起因する有意な減少を示した。これは、家畜の私有化と市場要因が引き起こした家畜放牧の増大のためであった。対照的に、これら 2 つの地域の草地は、同時期において人間活動による植生キャノピーの greenness の減少は示さなかった。(2)内モンゴル自治区の放牧地域の草地は、2000 年代初頭以降、地上バイオマスの人間活動による有意な増加を示した。これは、生態系回復プログラムの導入が引き起こした放牧圧の減少のためであり、同時にこの地域の草地は、植生キャノピーの greenness の顕著な増加を示した。しかし、この増加は、家畜密度の減少が直接に引き起こしたものではないことが分かった。(3)内モンゴル自治区の農業地域および半放牧／農業地域の植生は、2000 年代初頭以降、地上バイオマスとキャノピー greenness の両方について、人間活動に起因する有意な増加を示した。これは、市場要因、放牧規制の緩和、家畜への給餌の普及が引き起こした穀物生産の増大によるものであった。

内モンゴル自治区では生態系回復プログラムの導入が相対的に短い期間内にかかなりの土地利用／土地被覆変化 (LULCC) を引き起こしたこと、また地域的な植生生産量に対するこれらの人為的な LULCC の影響を評価した研究がほとんど無いことを考慮し、第 4 章は、2001 年から 2013 年までの内モンゴル自治区での純一次生産量 (NPP) の変動に対する気候変動と人為的な LULCC の影響を評価するため、複数の異

なる模擬シナリオに基づいた Carnegie-Ames-Stanford Approach (CASA) モデルによる検討を行った。得られた主な知見は次の通りであった。(1)生態系回復プログラムの導入以降、内モンゴル自治区での年間 NPP は、 $4.03 \text{ Tg C yr}^{-1}$ の割合で増加した。(2)NPP 増加に対する気候変動の貢献は、 $1.34 \text{ Tg C yr}^{-1}$ と $3.49 \text{ Tg C yr}^{-1}$ の間であった。これは、主に水ストレスの減少と放射の増加によるものであった。(3)NPP 増加に対する LULCC の貢献は、 $0.33 \text{ Tg C yr}^{-1}$ と $2.24 \text{ Tg C yr}^{-1}$ の間であった。これは、主として森林の拡大とゴビ(沙漠)の縮小の結果によるものであった。