

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月 1日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21405033

研究課題名（和文） 中国内蒙古砂漠化／退化草原の草生回復と牧畜技術の改善に関する研究

研究課題名（英文） Study on recovering of vegetation and improvement of livestock production in desertificated/degraded grassland of Inner Mongolia, China.

研究代表者

石川 尚人（ISHIKAWA NAOTO）

筑波大学・生命環境系・助教

研究者番号：20202963

研究成果の概要（和文）：内蒙古全域を6ゾーン・5タイプ草原に分類し、それぞれの地域と草原タイプの草生産量や植生の20年間の変化を明らかにした。草原面積はMeadow steppe、Typical steppe および Steppe desert で減少し、草の生産力は全ての草原タイプで低下した。草の生産力の減少率はTypical steppe と Steppe desert で大きく、ゾーン3および4で大きかった。一方、飼養家畜頭数の顕著な増加はMeadow steppe および Typical steppe のみであった。草生産力は草原タイプおよびゾーンにより異なっており、ゾーン間の生産量の差は土壌中の総窒素およびリン濃度が関係する可能性が示された。一方、本研究においては、各タイプの草原における退化の程度と家畜頭数の増加率との間には直接的には相関が認められなかった。草原退化の他の要因として気温と降雨量の変化の相互作用が考えられたが、降雨量については各地域に気象観測所がないため課題として残った。

研究成果の概要（英文）：Inner Mongolia was classified in to 6 zones and grasslands were classified in 5 types. The changes of grassland areas and grass productivities during past 20 years were determined in the present research. The grassland areas remarkably decreased in Meadow steppe, Typical steppe and Steppe desert, and the productivity decreased in all grassland. The decrease rates of the productivities were higher in zone 3 and 4, and in Typical steppe and Steppe desert. On the other hand, the remarkable increases of the livestock were recorded only in Meadow steppe and Typical steppe during 20 years. It was demonstrated that the different grassland types and zones have different grass productivities and the possibility that total nitrogen and phosphorus concentrations in soil were related to the difference of the productivity among grassland types and zones. On the other hand, no correlation was found between decrease rate of the productivity and the increase rate of livestock in each grassland type during 20 years in the present study. The interaction of the change of temperature and the rainfall was considered as alternative factor of the grassland degradation, but detail research is needed for this problem because each area did not have a weather station.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成21年度	5,000,000	1,500,000	6,500,000
平成22年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
平成23年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
年度			
年度			
総計	13,500,000	3,960,000	17,160,000

研究分野：畜産学・草地学

科研費の分科・細目：細目：畜産学・草地学

キーワード：草原退行、内蒙古、リモートセンシング、草量、草・土壌成分

### 1. 研究開始当初の背景

1)世界的な砂漠化の進行が懸念される現在、ユーラシア大陸における砂漠化は中国東北部から中央アジアにかけて進行し、食料問題と周辺地域の環境保全の面からも極めて重大な課題となっている。

2)近年の気候変動に加え直接的かつ人為的な成因として過放牧や不適切な土地利用による植生退化と土壌への塩類集積が問題視されている。過放牧による草原退化の計画的な防止・制御に関しては、周辺地域の急速な経済発展に伴う食肉等の消費量増加が背景にあり、現行の禁牧政策を含めて有効な方法が構築できない現状にある。

### 2. 研究の目的

1980年代に延べ数万人の人員により大規模植生調査された内蒙古全域の草原の類型化と量的・質的資源の評価を行い、2000年代の調査結果と比較することにより全域の植生の経年変化、草原の類型別の量的および質的資源保有量推定に加えて今後の草原牧養力の経年的推移を推定する。最終的にこれらの解析結果から、ここ20~30年間の草原の牧養力の変遷、現在の牧養力、今後の牧養力の増減、すなわち内蒙古の草原全域の過去から現在にかけての変化そして将来の姿を解明・予測する。

### 3. 研究の方法

980年代の延べ数万人の人員による大規模植生調査によって類型化された内蒙古全域の草原地図(図 a)をリファレンスとして、2000年代の内蒙古全域の草原の Landsat 5-TM(解像度 30×30 m; 1999-2000年)の画像を以下に述べる5タイプの草原に分類した。

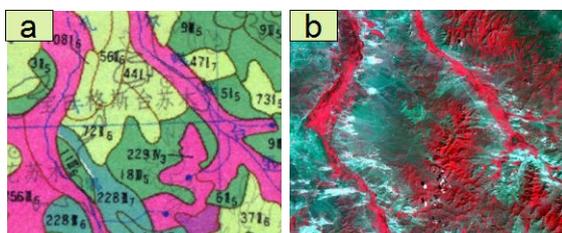


図 0 1980年代の植生地図(a)および2000年代の衛星画像

内蒙古草原の地帯性分類 (Su, 1996a; Su 1996b)に従って、草原のタイプを meadow steppe, typical steppe, desert steppe, steppe desert and desert の5タイプに分類した。2000年代の衛星画像の草原分類は内蒙古全域にわたり 2011 箇所の地点に 1×1mか

ら 10×10mのコドラートを設置して植生調査を行い、植生と草原タイプが一致していることを確認し、内蒙古全域の草原のタイプ別分布図を作成した。

また、30年間の平均降雨量と平均気温の分布 (Wu QW, 2007)に基づき、内蒙古全域を3から29行政区を含む6ゾーンに分類した(図 1)。

各草原タイプの面積は分布図に基づきゾーン別に計算し、草の生産量は各コドラートの植生調査の結果に基づき推定した草生産力に面積を乗じて計算した。

草生産力と土壌中成分および植物含有成分の関係を調べるために2010年および2011年にゾーン2、3および4において植生調査と植物・土壌のサンプリングを行い、成分分析を行った。

草原の効率的な飼養管理法の一つとして有効であると考えられる双子生産について東ウジムチン地区における塩類集積草原を利用した双子生産について現地調査を行った。また、ウジムチンヒツジの双子生産が栄養のコントロールにより可能であるかどうかを検証した。ウジムチンヒツジ成熟15頭に維持の70%の飼料を約1ヶ月間与えた。高栄養区のヒツジ8頭にはその後維持の200%の飼料を、また、対照区7頭には維持の70%の飼料を与え、10日間隔で3回PG投与を行い発情を誘起し、その後の排卵数を調べた。

### 4. 研究成果

2000年代の内蒙古全域の草原のゾーン別の分布は図1のようになった。草原タイプは東北では meadow steppe と typical steppe が多く、西に行くほど desert などの乾燥した地域や生産量の低い草原の割合が増加することが示された。このような分布の特徴は緯度や山脈の分布に影響を受ける気温と降雨量に支配されているものと考察された。

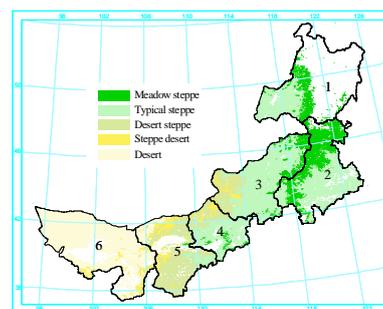


図1 内蒙古草原のタイプおよびゾーンの分類

図2に1980年代の植生地図を5タイプの草原に分類し直して作成した地図と、この地図に基づいて草原タイプを分類し現地調査で確認した後に作成した2000年代の草原タイプの分布を示した。草原タイプの分布状況の比較では、草原タイプ自体が20年間で大規模に変化した地域は認められなかった。

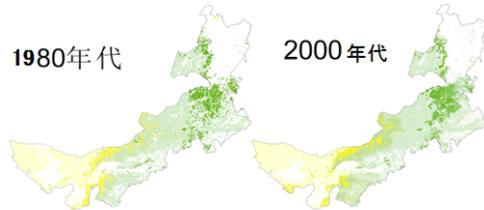


図2 1980年代と2000年代の内モンゴルの草原の分布

この分布図に基づき各タイプの草原の面積、生産力および生産量を計算した(表)

草原タイプ	面積(10 <sup>4</sup> ha)			Productivity(10 <sup>3</sup> kg ha <sup>-1</sup> )			生産量(10 <sup>3</sup> kg)		
	1980th	2000th	変化(%)	1980th	2000th	変化(%)	1980th	2000th	変化(%)
Meadow steppe	7.60	7.05	-0.53(7.4)	1.75	1.48	-0.27(15.4)	13.34	10.42	-2.92(21.9)
Typical steppe	24.23	23.69	-0.54(2.3)	0.98	0.77	-0.21(21.4)	23.79	18.35	-5.44(22.9)
Desert steppe	7.65	9.91	2.26(29.5)	0.49	0.44	-0.05(10.2)	3.78	4.34	0.56(14.5)
Steppe desert	4.79	3.52	-1.27(26.5)	0.55	0.39	-0.16(29.1)	2.62	1.38	-1.24(47.3)
Desert	9.42	9.67	0.25(2.7)	0.31	0.26	-0.05(16.1)	2.92	2.53	-0.39(13.4)
合計	53.69	53.84	0.15(0.3)	-	-	-	46.45	37.03	-9.42(20.3)
平均値	-	-	-	0.87	0.69	-0.18(20.7)	-	-	-

その結果、総草原面積は Meadow steppe、Typical steppe および Steppe desert で減少し、草の生産力は全ての草原タイプで低下したことが明らかになった。草の生産力の減少率は Typical steppe と Steppe desert で大きく、また、地域的にはゾーン3および4で大きかった。これらの地域は黄砂の発生源となっている。

一方、飼養家畜頭数の顕著な増加は Meadow steppe および Typical steppe のみであった。本研究においては、各タイプの草原における退化の程度と家畜頭数の増加率との間には直接的には相関が認められなかった。草原退化の他の要因として気温と降雨量の変化の相互作用が考えられたが、降雨量については各地域に気象観測所がないため課題として残った。

本研究では草生産力は草原タイプおよびゾーンにより異なることが示された。そこでゾーン間の生産量の差と土壌および植物中の可給態窒素、無機リン、総窒素、総リン含有率との関係について調べた。総窒素およびリン濃度が関係する可能性が示された。

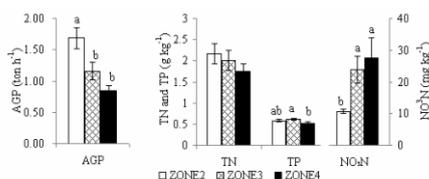


図3 ゾーン2、3および4における草生産量と土壌中TN、TPおよびNO<sub>3</sub>N濃度の関係  
AGP = 草生産量、TN = 総窒素、TP = 総リン  
異なる型文字を持つ平均値の間に有意差あり(P < 0.05)

図2はゾーン2、3および4のTypical steppeにおいて、放牧強度の強い牧区、放牧強度が中程度の地域および採草地における草生産力と土壌中の総窒素、総リンおよびNO<sub>3</sub>N濃度の関係を示している。分散分析の結果、草生産力には土壌中総窒素(p=0.06)および総リン(P<0.05)濃度が関与していることが示された。一方、土壌中の可給態窒素や無機リンは変動が大きく、草生産力との間の関係は認められなかったことから、これらは降雨や植物の状態によって変動するものとかがえられた。植物中の各成分と草生産力との間に明確な関連性は認められなかった。

東ウジムチンにおける双子生産はハルゴビ村の種畜牧場で長年行われていることが現地調査の結果明らかになった。この地域では初夏から秋にかけては Typical steppe の草原でウジムチンヒツジを放牧し、秋から翌年春にかけて塩類集積地にヒツジを移動する管理法を行っていることが分かった。そこで、本研究では、これらの放牧地の牧草の栄養価について分析を行った。Typical steppe の放牧地では *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvel および *Stipa* spp. L., が優先種であったのに対し、*Reaumuria soongorica* および *Kalidium foliatum* (Pall) Moq. であった。その結果、塩類集積地の植物は唐、デンプン、NPN を高濃度で含有することが明らかになった。排卵誘起試験の結果、ウジムチンヒツジは通常 1.0~1.1 個の排卵数であること、維持の要求量の2倍の飼料を与えた場合、10日間では排卵数は増えないが、20日間で1.88個まで排卵数が増えることが明らかになった。以上の成績は、ウジムチンヒツジでは高栄養による排卵数の増加、いわゆるフラッシングを誘起できることが示された。すなわち、内蒙古では一部地域で自然草地を利用したヒツジの双子生産が行われており、同様の植生を有する塩類集積地が他にも存在するため、このような技術の普及が可能であることが示唆された。双子生産によりヒツジの更新率を上げることができ、繁殖雌ヒツジの頭数を大幅に削減することにより草原への放牧圧を低減できる新たな技術として今後さらなる研究を進める必要がある。

本プロジェクトでは膨大なデータを取得しており、現在もさらなる解析を続行中である。また、現在衛星写真の画像解析からここ10年間の草原の変化について解析中である(方媛ら、2011)。これらの解析結果に基づいて、草原の将来予測を行う予定である。

## 引用文献

- Wu QW (eds) (2007) The climate of Inner Mongolia. In: The Atlas of Inner Mongolia Autonomous Region. China Cartographic Press, Beijing, 12-13. (in Chinese)

Su DX (1996a) Chapt.8 The principle, criteria and system in classification of Chinese grassland. In: Rangeland resources of China. China Science and technology, Peking, 147-174. (in Chinese)

Su DX (1996b) Chapt.9 The basic characteristics of Chinese grassland. In: Rangeland resources of China. China Science and technology Press, Peking, 175-328. (in Chinese)

## 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7件)

- ① Alatengdalai, Alatengsuhe, Shuyuan Xue, Changqing Li, Tianlong Guo and Naoto Ishikawa, Seasonal changes of dry matter intake and digestibility of grazing sheep in Inner Mongolia, JSGS Proceeding of the 4<sup>th</sup> Japan-China-Korea Grassland Conference, 査読有, 2012, 216-217
- ② Miho Suzuki, Alaa Mohamed, Magdy Abou El-Fadel, Ahmed Hussien, Osamu Enishi, Takashi Katagiri, Sachio Maruyama, Atsushi Tajima and Naoto Ishikawa, Influence of temperature and soil moisture condition on nutritive value in maize (*Zea mays* L.), JSGS Proceeding of the 4<sup>th</sup> Japan-China-Korea Grassland Conference, 査読有, 2012, 160-161
- ③ Iyo Yasuda, Tomoko Yabuki, Morio Kato, Osmu Enishi, Atsushi Tajima and Naoto Ishikawa, Effects of the time of fertilizer application on the growth and chemical composition of ratoon in rice (*Oryza sativa* L.), JSGS Proceeding of the 4<sup>th</sup> Japan-China-Korea Grassland Conference, 査読有, 2012, 158-159
- ④ Wakana Kyuno, Gao WWa, Wu En Wulan Tuya, Masakazu Goto, Atsushi Tajima and Naoto Ishikawa, JSGS Proceeding of the 4<sup>th</sup> Japan-China-Korea Grassland Conference, 査読有, 2012, 46-47
- ⑤ Yae Kimura, Alatengdalai, Zhao Xia, Osamu Enishi, Masakazu Goto, Atsushi Tajima and Naoto Ishikawa, JSGS Proceeding of the 4<sup>th</sup> Japan-China-Korea Grassland Conference, 査読有, 2012, 44-45
- ⑥ Changqing Li, Alatengsuhe, Shuyuan Xue, Feng Tian, Alatengdalai and Naoto Ishikawa, Effects of molasses urea supplementation on the weight gain, ruminal fermentation and major microbe population of sheep grazing in winter Inner Mongolia, JSGS Proceeding of the 4<sup>th</sup> Japan-China-Korea Grassland Conference, 査読有, 2012, 42-43
- ⑦ 石川尚人, 環境修復型農林業システムに関する研究の背景と基本概念、日草誌、

査読無し、56巻、2010、74-81

〔学会発表〕(計5件)

- ① Wakana Kyuno, Gao Wa, Wu En, Wulanuyann, Atsushi Tajima and Naoto Ishikawa, The relationship between aboveground productivity and chemical components (NO<sub>3</sub>N, TN and TP) of plant and soil in typical steppe of Inner Mongolia, UNESCO-APEID 2011 International Symposium on Agricultural Education for Sustainable development, 2011.11.7
- ② Miho Suzuki, Alaa Mohamed, Ahmed Hussien, Osamu Enishi, Atsushi Tajima, Naoto Ishikawa, The effects of drip irrigation on feed value of maize (*Zea Mays* L.) in Nile Delta, UNESCO-APEID 2011 International Symposium on Agricultural Education for Sustainable development, 2011.11.7
- ③ Iyo Yasuda, Atsushi Tajima, Osamu Enishi and Naoto Ishikawa, Evaluation of methane production from ratoon tiller by using *in vitro* gas production technique, UNESCO-APEID 2011 International Symposium on Agricultural Education for Sustainable development, 2011.11.7
- ④ 方媛, 川村健介, 石川尚人, 木村八瑛, 興野若菜, 高娃, 烏蘭吐雅, SPOT-VGT衛星画像を用いた中国内モンゴ草原全域における11年間の植生モニタリング、日本草地学会宇都宮大会、2011.3.26
- ⑤ 有房詩織, 永西修, 新出昭吾, 大石克己, 福井弘之, 山本泰也, 田島淳史, 石川尚人, 気象および栽培条件の異なる地域における再生イネの収量の違いについて、日本草地学会宇都宮大会、2011.3.26

〔図書〕(計1件)

- ① 石川尚人, 他、学会出版センター、草地科学シリーズ2 草地の生態と保全—家畜生産と生物多様性の調和に向けて—、2010、291-301

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

石川 尚人 (Ishikawa Naoto)  
筑波大学・生命環境系・助教  
研究者番号：20202963

### (2) 研究分担者

後藤 正和 (Goto Masakazu)  
三重大学・大学院生物資源学研究所・教授  
研究者番号：20144230  
永西 修 (Enishi Osamu)  
独法・農業・食品産業技術総合研究機構・

畜産草地研究所・チーム長  
研究者番号：20355069  
川村 健介 (Kensuke Kawamura)  
広島大学・大学院国際協力研究科・准教授  
研究者番号：90523746

(3)連携研究者

甘利 雅弘 (Amari Masahiro)  
独法・農業・食品産業技術総合研究機構・  
畜産草地研究所・主任研究員  
研究者番号：10414723  
志水 勝好 (Shimizu Katsuyoshi)  
筑波大学生命環境系・講師  
研究者番号：40261771  
近藤 誠 (Kondo Makoto)  
三重大学・大学院生物資源学研究科・助教  
研究者番号：05432175