

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20401005

研究課題名(和文) 中国内蒙古における土地条件の劣化プロセスと農牧民による環境利用形態の変容

研究課題名(英文) Physical Processes of Land Degradation and Changes of Land Resources Use by Agro-Pastoralists in the Inner Mongolia, China

研究代表者

大月 義徳 (OTSUKI YOSHINORI)

東北大学・大学院理学研究科・助教

研究者番号：00272013

研究成果の概要(和文)：

内蒙古中部武川県にて、ガリーの年間最大浸蝕速度は25-115 cm/yr (2003-2010年)などを観測により明らかにした。本地域のガリー形成環境は完新世中盤以降継続している。烏蘭布和沙漠東縁における沙地前進量は約8 ka以降1,500～2,800 m程度以上、1960年以降1～10 m/yr程度の速度で前進し、このような自然環境条件下、地域農民は向日葵集中栽培など、持続的とは言えない生業に従事していることが判明した。渾善達克沙地周辺におけるNDVI値変化と現地調査により、近年の植生量変化および沙漠化の過程の一端が明らかになった。

研究成果の概要(英文)：

In the Wūchūān County, the middle part of the Inner Mongolia Autonomous Region, China, it is clarified that maximum gully erosion rate estimated to 25-115 cm/yr during 2003-2010 due to our observation. The gullies in this area continue to form since the middle Holocene. On the eastern margin of the Ulan Buh desert, Western Inner Mongolia, the amount of sand dune migration attains more than 1,500～2,800 m since ca. 8 ka, especially 1～10 m/yr in the past five decades. Under such physical environment, local farmers intensively engaged in sunflower cropping in unsustainable consciousness. We also made clear the part of desertification processes of the Hunshandake Desert, from the analysis of NDVI-value change during the recent years.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	5,200,000	1,560,000	6,760,000
2009年度	3,100,000	930,000	4,030,000
2010年度	4,400,000	1,320,000	5,720,000
年度			
年度			
総計	12,700,000	3,810,000	16,510,000

研究分野：地形学、自然地理学、環境地理学

科研費の分科・細目：人文学A・地域研究

キーワード：中国、内蒙古自治区、土地条件劣化、沙漠化、環境地理学

1. 研究開始当初の背景

中国内蒙古自治区の沙漠化はすでに1950年代から問題視され対応もなされてきたが、1970年代末からはとくに中東部の沙漠化が進行し、政府レベルでも強く認識されるようになった。他方、中国では1980年代以降の

改革開放政策が軌道に乗り、著しい経済成長を実現し、当自治区においても人口増加に伴う農地拡大、収益増加を志向する遊牧形態の変化という事態に直面した。すなわち耕地および草地の乾燥地域への空間的拡大と土地利用の高度化が推進され、乾燥地域の土地資

源に過重な負担をかけることになった。その結果引き起こされた農業生産性の停滞、首都北京における砂嵐の増大などによって、従来の方針に対する見直しに迫られ、乾燥・半乾燥地域の緑化・植林事業に一層の拍車がかかり、また政府においても2000年より農地を林地・草地に戻す退耕還林・退耕還草政策、放牧を制限する禁牧政策等が推進されている。

本研究グループは、2003年度以降、内蒙古自治区中北部、呼和浩特市武川県とその北隣、烏蘭察布市四子王旗を中心に現地調査・観測を進めてきた。本研究代表者らもガリー浸食発生箇所においてガリー平均伸長速度(約1 m/yr)や発生時期の推定(現在のガリー発生は紀元前1世紀前後に遡ると考えられる)を行い、またガリー伸長現象と近年の気象・地温・土壌水分条件との関係について検討を試みた(大月・西城, 2006など)。またSekine et al. (2005)、蘇德斯琴(2005)らは、上述の環境改善政策と農牧民による土地利用や生計維持活動の変化等を、ミクロレベルでの実地調査から明らかにしつつある。併せてこれらの成果をもとに、内蒙古師範大学等の現地研究者グループとも討論および情報交換を緊密に重ねてきた。

上記の呼和浩特市中北部は、中国国内における耕種農業地帯・放牧業地帯(いわゆる草原地帯)の境界付近に位置していることから、沙漠化に関わる土地環境条件劣化の実態と農牧民の環境利用形態の変容とを、総括的に捉えるのに適したフィールドの一つといえるが、他方、それらは沙漠化の進行する地域での一調査事例として包括されうることも認めざるを得ない。土地条件の劣化にのみ着目した場合においても、武川県・四子王旗周辺は「中度水蝕荒漠化～中度沙質荒漠化地域」(内蒙古師範大学地理科学学院作成 自然環境評価図による)に該当し、例えば自治区南部、黄土高原の一角をなす「水蝕荒漠」の著しい地域、あるいは同西部の極乾燥地域に隣接する地域など、近年顕著な環境変化が生じた地域は、内蒙古自治区内に限っても多様に存在すると予想される。そうした地域での土地環境条件劣化の自然科学的プロセスと、住民の生業行動や人民政府の政策対応等の社会経済変化とを同時並行的に明らかにし、また両者の相互作用を解明することは、単に調査事例の蓄積を図るのみに留まらず、環境負荷の大きい乾燥・半乾燥地域全般における持続的土地環境利用のあり方を模索する上でも重要である。

大月義徳・西城 潔, 2006. 内蒙古草原地域の草地劣化と退耕還林政策に関する地理学的研究(2003～2005年度科学研究費補助金基盤研究(B)(2)研究代表者 小金澤孝昭),

65-71.

Sekine, R., Sudesiqin and Koganezawa, T., 2005. Proceedings of Natural Resources and Sustainable Development in Surrounding Regions of the Mongolian Plateau, 64-65. 蘇德斯琴, 2005. 東北大学大学院理学研究科博士論文.

2. 研究の目的

本課題では、2007年までインテンシブな調査を行ってきた1)武川県・四子王旗地域に加えて、2)鄂爾多斯市准格爾旗地域(自治区南部)におけるガリー浸食と、これに連動する社会経済変化に関する詳細な現地調査を実施し、併せて3)烏海市・阿拉善左旗境界の極乾燥地で砂嵐発生の著しい地域における沙漠化の現状を明らかにすることを当初計画した。その後、調査の進展上、調査地域2)を錫林郭勒盟渾善達克沙地に変更し、衛星画像解析により植生経年変化状況と、沙漠化進行地域における牧民の生活実態を把握することとした。

上記3地域において、i)ガリー浸食・沙地拡大の具体的プロセスと地形条件・地表構成物質特性、ii)それらの土地条件劣化現象と近年の気象・地象条件との関係、iii)気象データと衛星画像解析から広域的な自然環境変化の傾向、のそれぞれを明らかにする。また農牧民・公的機関等へのインタビューからiv)生計維持に関わる土地への働きかけの変化、v)農牧業生産量の変化、およびvi)農家牧畜経営の実態と生計維持活動の変化をそれぞれ詳細に解明し、前述した退耕還林政策等の一連の土地利用規制策の実態的評価、およびその効果に関する地域間比較を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

本課題の遂行にあたり、地形変化、気象、地温、水文特性に関する現地調査観測は必要であり、実際、これまで研究対象としていた武川県・四子王旗においても現在まで継続的に実施してきた。しかしながら2007年度以降において、中国政府が外国人による測量行為・気象観測の規制をより強化している状況が生じている。このことを考慮し、既往の観測地点も含めて、現地において共同研究者(研究協力者)が観測・データ回収作業を主体的に行い、本研究代表・分担・連携者グループは現地地形地質調査、土壌物性・土壌化学的室内分析、現地気象局データの解析、衛星画像解析、農業地理学的・農村社会学的現地調査を中心に行った。

4. 研究成果

(1)呼和浩特市武川県地域のガリー浸食
武川構造盆地一帯には、未固結砂・小亜円

礫堆積物（シートウォッシュ堆積物）の露出する削剥面が主に分布しており、これらの低起伏な地形をガリーが刻んでいる。調査地点は、武川県旧大豆鋪郷興合玉集落付近（ガリーA、集水域約 0.78 km²）、および旧安字郷鶏咀營子集落付近（ガリーB、同 0.32 km²）に発達するガリーの頭部に位置する。両地点での 2003 年 8 月～2010 年 9 月間のガリー壁年間最大後退量は 25～115 cm を示し、とくにガリーB において後退量が大きい。本地点のガリー浸蝕は、ガリー頭部および分岐ガリー頭部にのみ卓越し、頭部に近接しないガリー壁の後退量は著しく小さい。こうした浸蝕傾向は一般的なガリー形成とほぼ同一といえ、本地点のガリー伸長は降水に伴う地表流および地表直下の浅層浸透流に起因し、ガリー全体の形状は線状をなすと考えられる。

またデータ精度をより向上させる必要があるものの、本地域におけるガリー壁の崩壊・後退は、各年暖候季の初回に近い降雨イベントであれば、平均強度 1～2 mm/hr 内外、継続時間 10 時間程度の降雨によっても引き起こされる可能性があることが明らかになった。これは季節凍土の発現・消失に伴い、春季以降、ガリー壁付近の地盤がある程度脆弱になり、地表流等の集中箇所を選択的にガリー浸蝕が発生していることに因ると推察される

(2) 武川県地域の砂塵暴発生

2007 年の春季には典型的な砂塵暴が 4 日発生したが、2008 年には 2 日、2009 年は 4 日、2010 年は 2 日発生した。発生時には付近で顕著に発達した低気圧の通過が認められるが、その時の風速は必ずしも大きくはない。また発生日の 2～4 日後に日本で黄砂が観測されることが多かった。

砂塵暴の発生には土壌水分も重要な要因となると考えられる。冬季に凍結した土壌は 3 月末から 4 月末にかけて地表面から融解が進行し、その際、土壌水分が一時的に上昇する。この時期が早い年は雨季の到来まで土壌水分の低下季（乾燥季）が長引くことになる。2007 年と 2009 年でその傾向があり、2008 年は 4 月下旬から 5 月上旬にかけて頻繁な降雪があり、2010 年も春季を通して低温で、乾燥季は短かった。

(3) 烏蘭布和沙漠東縁における沙地移動

調査対象地域は、烏海市街の西方約 10 km、阿拉善左旗巴彦木仁蘇木巴彦喜桂集落付近に位置する。同集落背後の沙地前縁付近には 4 km 以上の区間にわたり、沙地に埋没した河成段丘面・段丘崖が認められる。段丘堆積物最上部から、*Radix* aff. *plicatula* Benson、*Gyraulus* aff. *albus* (Müller) の淡水産貝化石 2 種が見出され、また段丘堆積物最上部

の腐植層と貝化石、計 4 点の ¹⁴C 年代測定結果から、7.2～8.6 ka ($\delta^{13}\text{C}$ 補正済) の段丘離水年代（形成年代）が明らかになった。これを基にすると、本調査地域における過去約 8000 年間の沙地前進量は、段丘崖から現在の沙地前縁に至る約 400 m（北東方向）、また段丘面埋没地点から現在の沙地前縁まで北東方向に 1,500～2,800 m 程度以上と推定される箇所がある。

巴彦喜桂は戸数約 40 の回族集落であり、主として農牧業を生業とする。住民に対する聞き取りによれば、3 月末～6 月にかけて砂嵐・飛砂が著しく、過去数十年にわたり集落背後の沙地が集落方に前進している実感を有する住民も少なくなく、放牧用草地が沙地に埋没したとの証言もみられた。現在、沙地に埋没する樹木の植林年次、あるいは旧堤防設置直前までの集落付近における黄河の季節氾濫状況等を考慮すると、1960 年以降において北東方向に 1～10 m/yr 程度の速度での沙地前進が生じていた可能性が指摘される。

他方、烏蘭布和沙漠東縁全体において、バルハン砂丘を含む砂丘の非対称な斜面形状から、北西風の卓越が砂丘形成に大きく関与していると推定される。本地域の沙地移動の主体は、この卓越風によるものと考えられるが、上述した沙地前進量・速度の方向とはほぼ直交する。調査地域内には 2008 年 9 月～2009 年 9 月にかけて沙地が数 m 移動し、道路が埋没した地点もみられる一方で、2009 年 9 月現地調査と 2004 年 10 月の衛星画像によるものとで、沙地前縁位置に大きな差異を見出し難い箇所も存在する。以上から、北東方向の沙地移動量・移動速度はみかけ上の値を示しているとも考えられ、移動方向を考慮した上での真の沙地移動量、あるいは砂丘の体積変化量等のより正確な見積もりが、今後の課題のひとつと捉えられる。

(4) 烏蘭布和沙漠東縁の農業と土地利用

巴彦喜桂集落は、1980 年代までほとんどが羊を中心とした牧畜を営み、現在沙漠化している村の西部も草地として利用され、黄河河岸も同様に草地利用されていたとされるが、1980 年代後半になると沙地前縁の移動に加え山羊の過放牧により西側の草地が消滅し、蒙古族は次々と移住し回族の住民が構成上増加した。当集落は、黄河の季節的氾濫と背後の沙地前進に見舞われた地域であるが、内蒙古自治区内の周辺地域と同様に 1998 年から農地/草地分割政策を実施、草地についても 2006 年から形式的に禁牧政策がとられ補助金が支給されるようになるが、1990 年前半から徐々に各世帯でヒマワリ栽培が導入・展開された。

ヒマワリは、内蒙古中部における酪農などに比べて高い収益性のある品目であり、沙地

の前進によって放棄された住宅や塩害のみられる農地が散在する同じ集落内に、周辺地域内でトップクラスにある生活レベルの住民が居住するという特異な状況が現出している。ただし、この状況は持続的なものではないことは明らかである。これまで新堤防建設による洪水リスクの回避や、時を同じくして黄河の流量が減り、少なくともここ10年は大きく氾濫することがなかったことで、黄河河岸のヒマワリ栽培農地を継続的に確保し、あるいは拡大することが可能であったが、①堤防周辺の農地（特に集落側）における収量が年々低下していること②これまでは化学肥料と農薬の投入量を増加することでそれに対応してきた③これからもそれを継続していかざるを得ないという悪循環、を住民自身も認識している一方で、それを解決する有効な方策がなく、化学肥料・農薬多投以外の何らかの対応をしているわけでもない。強いていえば、経営的な対応としてのさらなる規模拡大である。また、現在は高収益をあげているヒマワリ栽培ではあるが、その販路は結局のところ「經紀人」と呼ばれるブローカー（仲買業者）に依存しているのが実態であり、所得形成・世帯維持戦略のヘゲモニーを彼ら住民が持ち合わせておらず、この点でも不安定な側面をもつことが示唆される。

(5)5 北端の植生量変化

主として錫林浩特市イリラト嘎查付近において現地調査と衛星画像解析を行った。その結果、1981年以降約30年間の植生指標NDVIの経年変化をみると、1980年代から90年代にかけて増加し、2000-2001年に減少したが、そのあとやや回復し、2009年に再び減少した。このような変化傾向は内蒙古自治区内、他の多くの地域で見られ、共通の変化傾向と考えられる。NDVIの年々変動はその年の6・7月の降水量の変動と高い相関を示すが、前年の降水量の影響や人為的な影響など、タイムスケールの異なる様々な要因が関係していると見られ、やや長期的な考察が必要であることがわかった。またNDVI値では表現されない植生の質の変化についても、考慮する必要がある。

(6) 渾善達克沙地南東部の植生立地

正藍旗桑根達来鎮付近に位置する調査地は、遊牧による土地利用と流動化した砂丘列によって特徴づけられる典型草原である。2000年と2007年における土地被覆分類の結果、植生量の豊富な高被覆草地（主に湿生な草地）では、占有面積に大きな増減はなかった。一方、草地の中で植生量がもっとも貧弱な低被覆草地（主に *Artemisia frigida* が散在する草地）では、この7年間で約6倍もの急激な面積増加が認められ、そのおよそ6割

は中被覆草地（主に *Carex obtusata* によって特徴づけられる草地）の荒廃によるものであった。

ベルトトランセクトにおける植生調査の結果、微地形に対応した以下のような優占型が抽出された。丘頂面の *Gypsophila desertorum* 優占型、谷壁斜面の *C. obtusata*・*Carex korsninskyi* 優占型、下部谷壁斜面とその近隣に顕著な新期堆沙斜面の *Caragana microphylla*・*Kochia seoparia* 優占型、谷中上位平坦面の *Artemisia frigida* 優占型、谷中下位平坦面の *Potentilla chinensis* 優占型、谷底面の *Carex nervata*・*Carex capricornis* 優占型。植被率でみると、丘頂面では平均35%であったが、谷底面では90%以上にも達し、Landsat/TM画像解析による土地被覆分類の結果とも整合していた。土壌の理化学性も微地形とともに大きく変化し、谷底面は過湿な泥炭質土壌に覆われ、電気伝導度は平均6.9 mS/cmと、丘頂面～谷中上位平坦面の約5～10倍も高い値を示した。

地域内を移住する牧民への聞き取り調査から、こうした植生荒廃や堆沙地拡大は近年20年ほどの間に劇的に進行していることが示唆された。持続可能な生業を確立するためには、地域ごとに固有な「微地形-植生パターンとその荒廃・沙漠化プロセス」を把握した上で、微地形-植生-土地利用を一体視した順応的なマネジメントが必要であろう。

(7) 内蒙古自治区における農牧業の変容過程

1990年代後半以降の変動期にある内蒙古自治区の農牧業を、現地調査に基づきまとめると3つに大別される。一つは草原地域における禁牧政策に対する牧畜民の受容・対応形態である。草地分割利用制度を起点として発展してきた牧畜業が、禁牧政策の実施によってどのような影響を受けているのか、主に牧民の対応行動に注目してきた。地域的には草地型牧畜が広く展開されているシリンゴル盟、草原限界地域に属する四子王旗を取り上げてきた。牧畜民の対応としては、畜種構成の転換（羊から山羊へ）と頭数規模の拡大という傾向を辿っているが、もともと降水量が少ないために草地分割や過放牧の結果、草地劣化が生じている。

次に、世帯生産請負制の導入移行、急速に進んでいる商業的農業の展開とその性格である。地域的には武川県大豆輔五福号、四子王旗王府村、烏海市巴彦喜桂を事例にして検討してきた。いずれの地域においても、収益性の高い作物へと経営を特化させようとする動きが認められるが、その過程で出稼ぎや挙家離村による人口流出と階層分解が進みつつある。また、単一作物の連作による土地劣化も目立ち始めており、自然の再生産力を度外視した社会経済的活動は環境負荷を高

める方向に作用していることが示された。

さらに3点目は、生態移民による酪農経営の実態である。禁牧政策の下で、牧畜民は禁牧補助金を受給しつつ限られた草地で牧畜業を営む、あるいは禁牧補助金や家畜の売却資金を元手に「生態移民」として都市部へ移住するという対応を迫られている。とりわけ、後者に関しては都市近郊の酪農団地が新たな就業機会を提供している。内モンゴルの酪農は、経済成長に伴う所得・生活水準の向上による需要拡大に支えられて急成長を遂げている。こうした背景の下、大手の乳業資本は生乳確保の理由から酪農団地を造成しており、零細な酪農民を集乳圏に組み込むために活用している。そこで、生態移民の酪農経営はどのような特質をもっているのかを明らかにし、酪農団地の性格を分析してきた。

以上のように、内モンゴルの農牧業は市場関係に深く組み込まれた段階で発展を遂げている。しかし、世帯生産請負制を起点とした生産意欲の向上と農牧業の急速な商品化というプロセスは、同時に土地利用の劣化を代償としている。経済的側面と生態的側面をどのように持続可能なものとしていくか、その仕組みづくりが今後の大きな課題と捉えられる。

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4件)

1. 小金澤孝昭、中国内モンゴル・フフホト～シリント湖調査の記録、宮城教育大学附属国際理解教育研究センター「アジアの環境問題プロジェクト「アジアの環境問題」、査読無、2010年、20-28
2. 境田清隆・加藤洋祐・大月義徳・蘇德斯琴・咏梅、内蒙古砂塵暴及沙漠化的成因—關注温室效應、小長谷有紀・色音主編；地理環境与民俗文化遺産—“自然環境与民俗地理学”中日国際学術研討会論文集一、査読無、2009年、339-346
3. 関根良平・蘇德斯琴・小金澤孝昭、生態移民对移民村發展的影響及其特性—对内蒙古自治区烏蘭察布市四子王旗的推測性討論一、小長谷有紀・色音主編；地理環境与民俗文化遺産—“自然環境与民俗地理学”中日国際学術研討会論文集一、査読無、2009年、422-429
4. 大月義徳、内蒙古地下水ヒ素汚染研究グループ著：中国内蒙古河套平野の地下水ヒ素汚染（書評）、季刊地理学、査読無、60巻、2008年、114-115

[学会発表] (計10件)

1. Sasaki, T., Sekine, R., Sudesiqin and

Otsuki, Y., Agricultural Land-use and Formation of Sunflower Cultivation Area of Eastern Margin Desert in the Yellow River Basin, The 5th Japan-Korea-China Joint Conference on Geography, 2010年11月8日、仙台

2. 境田清隆・咏梅・大月義徳、中国内蒙古における砂塵暴の発生とその気候条件（続報）、日本地理学会、2010年10月2日、名古屋

3. 大月義徳・西城 潔・蘇德斯琴・関根良平・佐々木 達、中国内蒙古西部、烏蘭布和沙漠東縁における地形変化と沙地移動、日本地理学会、2010年10月2日、名古屋

4. 関根良平・佐々木 達・蘇德斯琴・大月義徳・西城 潔、中国内蒙古西部、烏蘭布和沙漠東縁における土地利用と農業経営、日本地理学会、2010年10月2日、名古屋

5. 境田清隆・咏梅、关于内蒙古沙漠化的气候学研究、内蒙古资源环境与可持续发展第二次中日研讨会、2010年9月7日、呼和浩特

6. 佐々木達・蘇德斯琴・関根良平・小金澤孝昭、中国内蒙古农牧业变迁过程、内蒙古资源环境与可持续发展第二次中日研讨会、2010年9月7日、呼和浩特

7. 菅野洋・平吹喜彦・咏梅・賽西雅拉図・額爾敦都仁・境田清隆、关于正蓝旗桑根达来镇沙漠化过程的景观生态学研究、内蒙古资源环境与可持续发展第二次中日研讨会、2010年9月7日、呼和浩特

8. 大月義徳・西城 潔、关于内蒙古土地退化的地形学研究、内蒙古资源环境与可持续发展第二次中日研讨会、2010年9月7日、呼和浩特

9. 大月義徳・西城 潔・何 淑珍、中国内蒙古西部、中国内蒙古自治区武川县におけるガリー形成と降水・土壤水分条件—2008～2009年観測データより—、東北地理学会、2009年10月3日、弘前

10. 大月義徳・西城 潔・蘇德斯琴、中国内蒙古自治区西部、黄河沿岸沙漠地帯の沙地前進と土地利用、東北地理学会、2009年5月17日、仙台

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大月 義徳 (OTSUKI YOSHINORI)
東北大学・大学院理学研究科・助教
研究者番号：00272013

(2) 研究分担者

関根 良平 (SEKINE RYOHEI)
東北大学・大学院環境科学研究科・助教
研究者番号：90333718
境田 清隆 (SAKAIDA KIYOTAKA)
東北大学・大学院環境科学研究科・教授
研究者番号：10133927

(3) 連携研究者

西城 潔 (SAIJO KIYOSHI)

宮城教育大学・教育学部・教授

研究者番号：00241513

小金澤 孝昭 (KOGANEZAWA TAKAAKI)

宮城教育大学・教育学部・教授

研究者番号：70153517

平吹 喜彦 (HIRAFUKI YOSHIHIKO)

東北学院大学・教養学部・教授

研究者番号：50143045