



# Diversity Program

## 多様性領域プログラム

プログラム主幹 ● 川端善一郎

地球上には、数億年の長い年月をかけて形成されてきた生物多様性（遺伝子、種、生態系など）と、人類がここ数万年の間にさまざまな環境に適応してきた結果としての文化多様性（言語、生業複合、社会、制度など）が存在しています。文化多様性はそれぞれの地域に特有な生物多様性を資源や表象として利用することで成立し、わたしたちに身近な生物多様性もそれぞれの地域文化に基づいた人間活動によって維持されていることが明らかになりつつあります。

しかし、とりわけ前世紀から顕著となった全世界的な人間－自然関係の崩壊のなかで、生物多様性と文化多様性がこれまでにない速度で喪失しつつあります。人間の福利に不可欠な生態系サービスを担う生物多様性が危機に瀕しているばかりか、これまで自然と協調的な「賢明な利用」を担ってきた文化多様性が世界中から駆逐されている状況は、生物多様性と文化多様性の相互依存関係を根本的に破壊し、地球環境問題をさらに深刻なフェーズに押し進めるおそれがあります。

地球研では、地球環境問題において解明すべき実態として「人間と自然系の相互作用環」、追求すべき目標として「未来可能性」という2つのキーワードを掲げています。そのなかで多様性領域プログラムは、多様な自然環境における人間の営みとその帰結の連鎖を明らかにするうえで、生物多様性ならびに文化多様性の形成と維持メカニズム、およびその役割についての実態解明をめざすとともに、人間の福利に不可欠な生物多様性と文化多様性を未来世代に残していくための研究を進めています。

終了プロジェクト	プロジェクトリーダー	テーマ
<b>D-01 (CR)</b>	市川昌広	持続的森林利用オプションの評価と将来像
<b>D-02 (CR1)</b>	湯本貴和	日本列島における人間－自然相互関係の歴史的・文化的検討
本研究	プロジェクトリーダー	テーマ
<b>D-03 (FR4)</b>	奥宮清人	人の生老病死と高所環境 ——「高地文明」における医学生理・生態・文化的適応
<b>D-04 (FR4)</b>	山村則男	人間活動下の生態系ネットワークの崩壊と再生

# 日本列島における人間-自然相互関係の 歴史的・文化的検討

日本列島の自然は、縄文時代から徹底して人間活動の関与を受けています。それにもかかわらず、多くの植物の固有種をもち、大型陸上哺乳類を生息させてきました。近年、多くの生物が急速に絶滅の危機に直面しています。このプロジェクトでは、これまで日本列島に住む人々がどのように自然と関わってきたのかを歴史的に十分な証拠に基づいて検討し、持続的な生物資源利用のあり方を提案します。

■プロジェクトリーダー 湯本貴和 総合地球環境学研究所

## 何がどこまで分かったか

日本列島では生物資源の持続的利用も、その破綻もありました。生態系や個々の生物に関する優れた知識や技術があれば、自動的に「賢明な利用」が達成されるわけではありません。優れた知識と技術は、生物資源を枯渇させないような利用を導く場合もあれば、狙った生物を獲り尽くすような利用を導く場合もありました。そこで重要なのは、知識や技術の使い方を決めるガバナンス、あるいは生物資源の持続を望む「人間の意志」です。地域の生態系を地域の住民が利用する場合には自主的な管理のインセンティブが高まり、外部者が利用する場合には持続的に利用しようという動機付けは低くなります。そこで「地の者」の役割が強調されます。すなわち積極的に自らの住まう場所の運命を選びとり、自らの行為の帰結を引き受ける覚悟を決めた「地の者」こそが、土地のステewardシップをもつにふさわしいものです。環境ガバナンスはトップダウン的になされるよりも、ボトムアップ的に地域の自然と生活に密着

したかたちで取り組まれるほうが実効性をもちうることになります。科学的知識による技術革新にしても、「地の者」が持続的利用を意図しない限りは、自然を搾取し尽くす側に加担する可能性が高いということがプロジェクトを通じた結論です。

## 地球環境学に対する貢献

現在進行中の地球環境問題は、地域の自然風土に適した環境負荷の低いライフスタイルが、世界規模の物流革命によって地域によってはきわめて高い環境負荷をもつライフスタイルに置き換わりつつあることから生じています。日本列島における多様な自然環境における人間の営みとその帰結の連鎖を解明し、過去数百年にわたる歴史から培われてきた地域の再生天然資源の枯渇や生態系サービスの劣化を回避してきた「賢明な利用」とそれを実現する環境ガバナンスを発展的に継承することが、環境負荷を抑えた、しかも豊かな生活を実現する未来可能性につながると考えています。

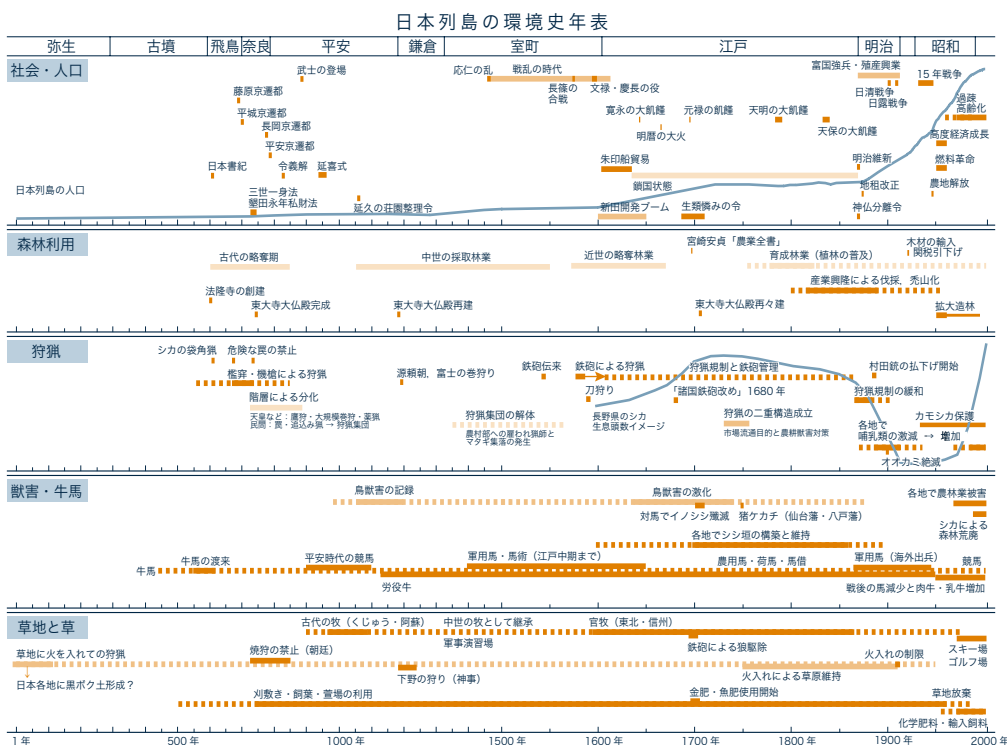


図 日本列島過去2000年間の社会・人口と人間-自然関係の変化

## 成果の発信

2010年10月に名古屋で開催された生物多様性締約国会議 COP10では、国連大学高等研究所が主宰した里山・里海サブグローバルアセスメントに参加し、その成果は『日本の里山・里海評価 (JSSA)』(概要版)として公表されています。プロジェクト全体の成果をまとめて、2011年1月からシリーズ『日本列島の3万5千年』として6冊本で出版しました。

# 人の生老病死と高所環境

## —「高地文明」における医学生理・生態・文化的適応

高地で人はいかに生存し生活しているのか(生老病死)、地球規模で進行する高齢化とそれに伴う生活習慣病を「身体に刻み込まれた地球環境問題」として焦点をあてます。高所環境に対する人間の医学生理的適応と「高地文明」とも呼ぶうる生態・文化的適応を明らかにし、近年の生活様式の変化がいかに高所住民の Quality of life (QOL) に影響を及ぼしているかを明らかにすることにより、地球環境問題にむけた高所からこそそのモデルや智恵を提示します。



■プロジェクトリーダー  
**奥宮清人** 総合地球環境学研究所准教授  
医学博士(高知医大1996年)。専門は、フィールド医学、老年病学、神経内科学。地域在住高齢者の健康と Quality of life を、自然環境と社会の中で総合的にとらえ、その向上を追求しています。

■サブリーダー  
**坂本龍太** 総合地球環境学研究所  
■コアメンバー  
**安藤和雄** 京都大学東南アジア研究所  
**稲村哲也** 愛知県立大学外国語学部  
**河合明宣** 放送大学教養学部

**小坂康之** 総合地球環境学研究所  
**重田真義** 京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科  
**竹田晋也** 京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科  
**月原敏博** 福井大学教育地域科学部  
**松林公藏** 京都大学東南アジア研究所

### 研究の目的

人口の高齢化とライフスタイルの変容に伴う生活習慣病の増加は地球規模で進行しています。それゆえに、グローバル化のフロンティアと考えられている「高地」において、低酸素環境に対する人間の生物学的な適応と厳しい自然に対する文化的適応がどのような相関をもたらしているのかを明らかにすることは、今後の地球環境問題を考えるうえできわめて重要です。“人間と自然系の相互作用環”すなわち人間と自然との密接な共生システムが、その特殊環境ゆえに残されてきた高地においてさえ、現在は急激な生活様式の変化が起こっており、それが人間の疾病・老化に多大な影響をもたらしている事実が次々と明らかになってきました。本研究の独創的な視点は、進化・生態・文化の異なる「高地」住民の疾病・老化・生活実態に関する実証的な知見を比較することによって、高地環境に対する生物学的な適応と文化的適応の相互連関を考究し、「人の体に刻み込まれた「環境」という新たな概念を提示することにあります。

### 主要な成果

#### 1) 高地への生態・文化的適応とグローバル化による生活様式の変化

異なる生態を代表する「森のチベット」：インド・アルナーチャル、ブータン、「オアシスのチベット」：インド・ラダーク地方、「草原のチベット」：中国・青海省の高地文明の、基本要素である生業と経済の調査を進めました。ラダークの調査対象村落では衛星画像と聞き取りをもとに土地保有図を作成し(図1)、生業転換の実態(家畜保有の減少、飼育種構成の変化、耕作放棄地の立地)が明らかになってきました。また、ラダーク・チャンタン高原(標高4,000-4,500m)から都市部へ移動した住民への実態調査、ラダークの氷河決

壊の危険度の評価、レー居住者の生業と豪雨土砂崩れ災害の影響、洪水時の降雨状況の観測(図2)なども実施しました。

高地への生態・文化的適応の特徴として、チベット仏教の価値観の上に、限られた資源だが多様な生態環境を最大限・持続的にいかし、また、脆弱な環境で災害などのリスクに弱い、それに対して柔軟に管理するネットワークの存在が明らかになってきました。

#### 2) 「ヒマラヤ生活習慣病モデル—糖尿病アクセラレーション仮説」：長期の生理学的適応と近年のライフスタイルの変化の相互作用

##### ◆高地への生理的適応

進化的高所適応に違いのある、海晏(3,000m)のチベット人と漢人を比較することにより、進化的適応の比較的浅い漢人において、ヘモグロビン増加と生活習慣病や老化の促進が明らかとなりました。ラダーク(2,900-3,800m)、玉樹(3,600m)、アルナーチャル(2,000-3,000m)のチベット系高所住民において、低酸素によりヘモグロビン増加(多血症)で代償した群において、血糖の増加(糖尿病および予備群を含む)を認めました。

##### ◆高度差による違い

ラダークの調査対象村において2010年に医学検診などを行いました(写真1)。高度の異なる3集落



写真1 医学検診参加者と現地医療スタッフ(ラダーク)  
生活習慣病と老化の促進の予防のため、現地医療従事者と協力し、体重、血圧、運動量の毎月のモニタリングと指導の継続を始めました

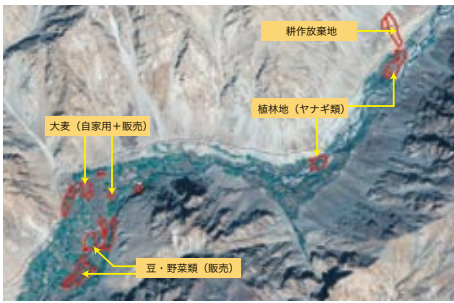


図1 衛星写真にみる世帯の土地利用

調査対象村(標高3,200m)に居住する1世帯に対する健康診断の事例では、多血症と高血糖、肥満と高血圧の高齢者を認めました。栄養調査によって両者とも脂質と炭水化物への偏りが高い塩分摂取が判明しました。土地利用調査からは、自家用に加えて換金用の作物を栽培するようになった一方で、若年者の都市への移住による労働力不足のため、所有のうちの一部で耕作放棄が起っていました

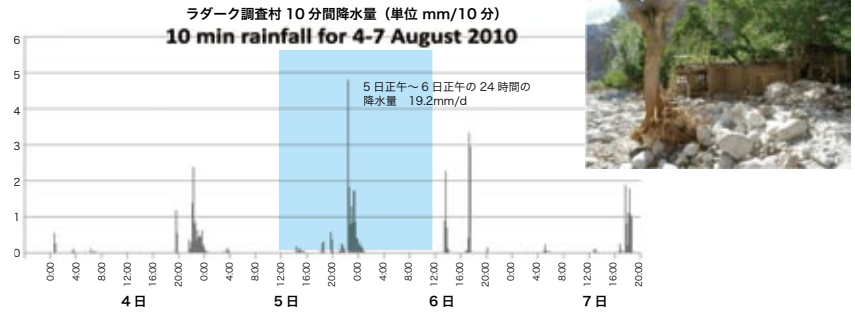


図2 災害への脆弱性と柔軟性

調査対象村にも洪水・土石流災害が起り、川沿いの民家や農地が被災しました(池田撮影)。村に設置した気象測器の雨量データによると、降水量が決して多くなくても大規模な土石流が発生する可能性を示しており、森林被覆のない急峻な山地の脆弱性と考えられます。一方、これらの地域で災害1ヶ月後に洪水避難住民の医学調査を行うと、ストレス関連障害の頻度は従来の報告より少なく、チベット高地住民の価値観や社会的サポートなど、心理的対処能力の柔軟性が示されました

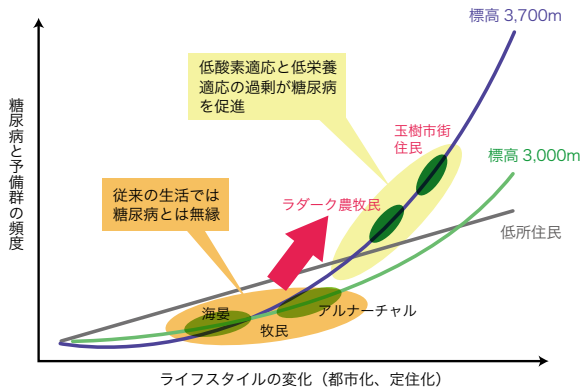


図3 糖尿病(生活習慣病)アクセラレーションモデル

アルナーチャルや海晏の牧民のように、従来の高地の生活では糖尿病とは無縁ですが、もともと低栄養のみでなく低酸素に適応していたがゆえに、急激なライフスタイルの変化によって、多血症とともに糖尿病(他の生活習慣病も)が急激に促進されています

(2,900-3,800m)の住民を比較したところ、高血糖、粉塵による肺障害、睡眠障害のリスクの増大と高度との関連を認めました。また、アルナーチャルの高所牧畜民(3,000-3,500m)が中高所(2,000m)農耕民に比べて、血圧と血中脂質濃度が高値を示しました。

◆生態環境の違い

資源の最も多様な「森のチベット」、「草原のチベット」、資源の最も乏しい「オアシスのチベット」の3つを比べると、物資の流通を反映して摂取食材の多様性の違いを認めました。すなわち、アルナーチャル>青海(玉樹、海晏)>ラダーク・都市部>ラダーク・農村部の順に食事の多様性が低下しました。

◆経済のグローバル化と近年の生活の変化

青海において、伝統的な牧畜民の海晏と都市の玉樹居住チベット人の比較により、後者に肥満、糖尿病、高血圧の増加と、生活機能障害、主観的なQOLの低下を認めました。玉樹住民内の職業別比較により、オフィスワーカーや農牧畜リタイア者が現役者に比べて、糖尿病や予備群の合併が高率でした。ラダークの住民と、その都市への移住者、チベット高原からの都市移住者の比較により、高血圧と肥満の増加、肉と野菜の摂取頻度の違いを認めました。もともと農業や牧畜を営んでいた都市への移住者が、ビジネス(商業、観光など)、僧侶、専業主婦に転身し

た場合に、生活習慣病が高率でした。

◆糖尿病(生活習慣病)アクセラレーション

伝統的なライフスタイルのアルナーチャルや海晏チベット住民では糖尿病の頻度は低値でしたが、資源の乏しいラダーク農村部住民は、糖尿病予備群が多く、食事の変化に脆弱である可能性を示しました。市場経済の影響で肥満や高血圧の多い玉樹(3,600m)住民には、低酸素の影響が同等のラダークよりも多血症が多く、それと関連して糖尿病も頻発しました。高地の生活習慣の変化は、糖尿病を加速すると考えられます(図3)。

3) 高地高齢者のゆたかな QOLのためのヘルスケア・デザイン

ラダークにおいて、生活習慣病と老化の促進の予防のため現地医療従事者と協力し、体重、血圧、運動量の毎月のモニタリングと指導の継続を始めました。アルナーチャルでは住民参加型のアクションプランを、さらにブータンでは保健省とのMOUを締結し、地域高齢者のQOLの向上を目標として、チベット伝統医や仏教者を含めた現地スタッフと協力を開始し、高齢者のヘルスケア・デザインの策定に取り組みます。

今後の課題

高地文明というべき賢明な自然利用のシステムが、近年のグローバル化と温暖化の影響により崩れつつあり、それが「身体に刻み込まれた地球環境問題」として表面化している実態が明らかになってきました。今後は、糖尿病を始めとする生活習慣病アクセラレーションの検証を軸に、どの部分が適応でどの部分は過適応なのかを議論しながら、医学、文化、生態の調査の統合を進めます。さらに高地高齢者のQOLの増進に向けて、地域の文化や生態に応じた健康デザインの提言を目指しながら、「人の生老病死に向かい合う知恵」としての老人智や共生智(ともいきの智慧)を提示することにより、我々自身の現在のライフスタイルを見直し、近代文明のあり方を再考することにつなげます。

# 人間活動下の生態系ネットワークの崩壊と再生

現在、地球上のあらゆる生態系が人間活動により危機に瀕しています。従来の研究では直接的な影響だけが評価され、生態系ネットワークを介した生態系の崩壊や劣化は十分に扱われていませんでした。わたしたちは、生態系ネットワークの視点を環境問題に活かし、より健全な生態系への再生とその維持への道筋をつけることを目指しています。



**プロジェクトリーダー**  
**山村則男** 総合地球環境学研究所教授  
1969年京都大学理学研究科入学。以来、数理生態学の研究に取り組んできた。佐賀医大一般教育、京大生態学研究中心を経て、2007年に当研究所に移る。著書に『繁殖戦略の数理モデル』『動物生態学新版』、『理論生物学入門』などがある。

**サブリーダー**  
**酒井章子** 総合地球環境学研究所  
**コアメンバー**  
**藤田 昇** 総合地球環境学研究所  
**市川昌広** 高知大学教育研究部自然科学系  
**上村 明** 東京外国語大学

**石井励一郎** 海洋研究開発機構  
**市岡孝朗** 京都大学大学院地球環境学堂  
**松岡真如** 高知大学教育研究部自然科学系  
**兵藤不二夫** 岡山大学異分野融合先端研究コア

## 研究の目的

現在、地球上のあらゆる生態系が人間活動の影響により縮小・劣化し、危機に瀕していることは、地球環境問題として広く認識されています。しかし、従来の研究では、人間活動の生態系に対する直接的な影響のみが扱われ、人間社会の中の相互作用はほとんど考慮されていません。社会と生態系間の相互作用を考慮しなければ、人間活動の影響を誤って捉え、適切な解決策を講じることができないとわれわれは考えました。本プロジェクトでは、土地利用で区分されるサブシステムの質と遷移に人間社会のネットワークが作用するものとして生態系ネットワークを定義(図1)し、生態系ネットワークの変化という新しい視点で環境問題を捉えます。調査地は、遊牧適地の減少が危惧されているモンゴル草原と、先住民が利用してきた森林が急激に減少しているマレーシア熱帯林です。プロジェクトの目的は、(1)モンゴルとサラワクでの重要な環境問題を生態系ネットワークの構造として把握し、(2)各ネットワークのリンクの実態を野外調査で検証し、(3)モンゴルとサ

ラワクで将来にありうる自然と社会のシナリオを複数の指標で評価し、(4)ふたつの地域研究の結果から、生態系ネットワークの一般保全理論を創出することです。

## 主要な成果

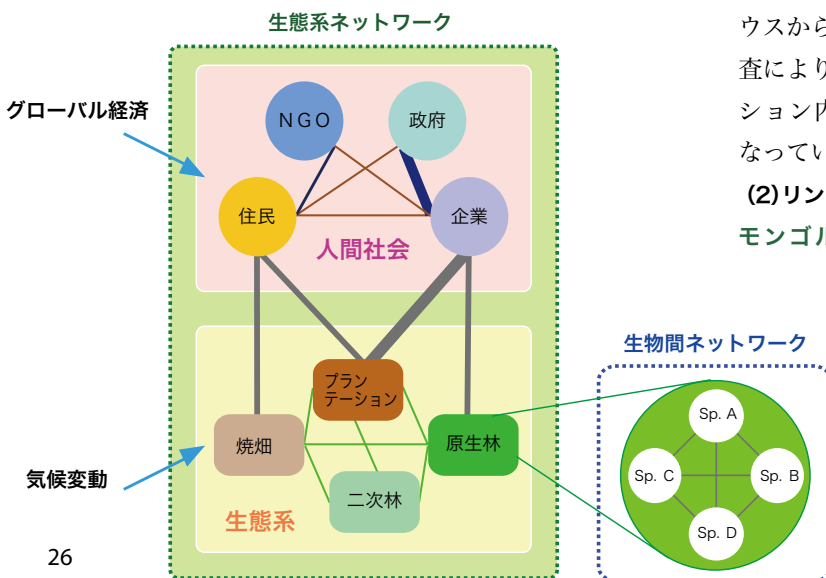
### (1)環境問題の把握(写真参照)

**モンゴル:** アンケート調査により、西部のホブド県からの移住は、ウランバートル市域だけでなく、その周辺のトフ県、ブルガン県、セレンゲ県にも多く、移動のインセンティブは、草原の条件が良いこと、家畜産物が高く売れることであることが分かりました。もともと家畜保有数の多い牧民が移動しており、移動先でも家畜数を増やしていることも判明しました。ソム(県の下レベルの行政区)単位の草量統計分析では、これらの地域で家畜が原因となる草の減少が検知され、過放牧状態になっている可能性が示されました。

**サラワク:** 土地利用の変化を分析するために、プランテーションの区域、および、道路・水路のデータを収集整理しました。また、住民が川筋のロングハウスから森林伐採道路ぎわに移住している実態が調査により明らかになり、森林伐採区域とプランテーション内では、住民の狩猟採集の品目が大きく異なっていることが示されました。

### (2)リンクの検証

**モンゴル:** 家畜につけたGPS、牧民が記録した



**図1 本研究のキーコンセプト「生態系ネットワーク」**  
モザイク状に隣接するサブシステム(サラワクの例では、原生林、焼き畑など)が相互作用するネットワークを形成し、さらに各サブシステムが生物間相互作用のネットワークをもちます。本研究では「生態系ネットワーク」を、社会経済ネットワークからなる人間社会が、土地被覆や土地利用で区分できるサブシステムの質と遷移に影響するシステムと定義します

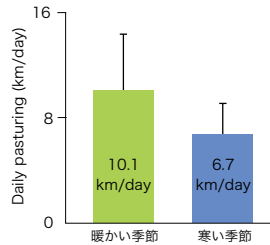
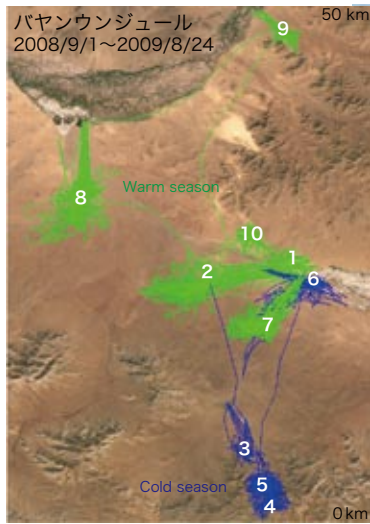


図2 遊牧における草原利用の空間パターン

家畜へのGPSの装着により、居住テント(ゲル)の年間季節移動および家畜の日移動の空間パターンが観測され、暖かい季節の方が家畜の日移動距離がより長いことがわかりました

写真 モンゴルとサラワクの近年の環境問題

上・モンゴルでは家畜数(とくにヤギ)が急増し、草地の劣化が進行しています。下・サラワクでは、アブラヤシのプランテーションがサラワク全域に拡大しつつあります

GPS、および、アンケート調査から、居住ゲルの移動および日々の家畜移動の実態が判明しました(図2)。局所的な家畜密度の推定に糞計量法が有効である事も分かりました。ヤギとヒツジの採食実験では、ヤギは灌木を好みヒツジは草本を好むが、過放牧が進むと両者とも草本を食い尽くすので、強い過放牧のもとでは草地劣化の結果が同じであることが分かりました。

**サラワク:** 植物、土壌動物、菌類について、焼き畑後の若い休閑林、古い休閑林、原生林で、多様性調査を行い、おおむねこの順で生物多様性が増すことが分かりました。その場の植生だけではなく周りの植生が生物多様性にどのように影響するかを、現地調査結果と衛星データ解析の組み合わせで分析しました。動物の移動性の大きさによって結果が変わるようです。また、森林利用する先住民の生活の変化を知るために、サラワク全土にわたる大規模な多点アンケート調査を実施しています。

### (3)シナリオ分析

生態系の生産サービスと調整サービスの軸と、グローバル化と伝統重視の軸のなかで、将来像の選択の候補として、現状維持のシナリオを含む5つのシナリオを想定しました。これらの軸は、モンゴルでは家畜頭数の制限と移動の制限にあたり、サラワクでは、プランテーションなどの森林開発の程度と経済グローバル化の程度にあたります。

### (4)保全理論

我々のこれまでの研究から、モンゴルとサラワクでは、環境問題を引き起こす生態系ネットワークの

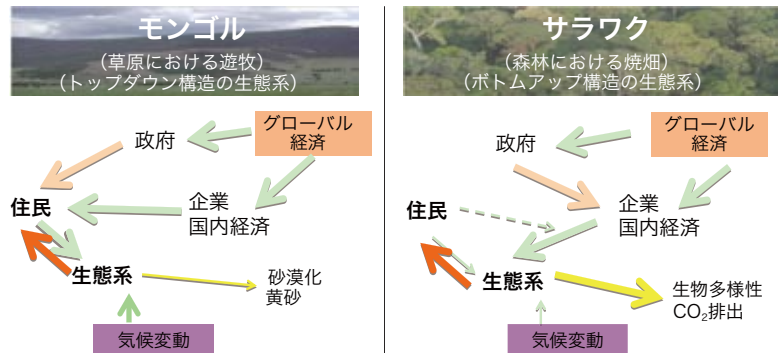


図3 草原系と森林系における生態系ネットワークの差

草原系では、グローバル経済の影響のもとで、住民の過放牧により砂漠化などの問題が生じます。森林系では、企業の直接開発によって生物多様性の減少などの問題が生じます

構造が大きく異なっていることが判明しました。モンゴルでは、グローバル経済の影響が牧民の保有する家畜種や家畜数に反映され、草原の劣化に繋がっています。サラワクでは、グローバル経済の影響が、企業の木材伐採やプランテーション開発に直接に繋がりが、住民の意思はそれを受け入れるか否かに反映されるのみです。これらのネットワークの構造の差異に応じて、生態系保全と住民の経済的な利益を両立させる有効な政策も異なってきます(図3)。

### 今後の課題

シナリオの選定は、土地被覆の差として明快に見えるものを採用しましたが、十分に現実味のあるものを想定する必要があります。評価指標は、生物多様性、住民の経済状態、地域文化の継承などを検討しています。シナリオの評価方法としては、シミュレーションによる部分と個別研究の結論から定性的に議論できるものを併用しますが、これらの補完関係も重要です。一般保全理論については、環境問題を引き起こしている世界のさまざまな生態系ネットワークの構造を比較していく必要があります。