

課題名	G-2 北東アジアにおける砂漠化アセスメント及び早期警戒体制(EWS)構築のためのパイロットスタディ		
課題代表者名	武内和彦（国立大学法人東京大学大学院農学生命科学研究科）		
研究期間	平成16-18年度	合計予算額	206,009千円（うち18年度 67,355千円） 「※上記の予算額には、間接経費47,545千円を含む」

研究体制

(1) 統合モデルを用いた砂漠化EWSの構築

- ・ 砂漠化の統合モデリングとアセスメントについての研究（国立大学法人東京大学）
- ・ 砂漠化対処プログラムの社会経済的評価についての研究（国立大学法人広島大学）
- ・ 砂漠化対策技術の多面的評価についての研究（国立大学法人岡山大学）

(2) 砂漠化指標の長期的モニタリングのための観測手法の標準化

- ・ 気候変動モニタリングとアセスメントについての研究（国立大学法人東京大学）
- ・ マイクロ波センサによる土壌水分の推定についての研究（国立大学法人東京大学）
- ・ 二方向性反射効果による植生型の推定についての研究（国立大学法人千葉大学）

(3) 土壌・植生・水文解析による土地脆弱性の評価

1) フィールド調査による土地脆弱性の評価

- ・ 人為攪乱と植生・土壌・風食量の関連についての研究（農林水産省独立行政法人農業環境技術研究所）
- ・ 人為攪乱と水食量の関連についての研究（国立大学法人筑波大学）

2) 植物の生理生態特性に基づく土壌劣化の評価（環境省独立行政法人国立環境研究所）

研究概要

1. 序（研究背景等）

国連砂漠化対処条約・科学技術委員会のEWSアドホックパネル（本研究課題代表者である武内和彦が議長）は、数年オーダー以上の砂漠化を対象としたEWS（砂漠化EWS）は世界的に未確立であり、土地の脆弱性に注目した、長期的なリスク管理につながる砂漠化EWS構築のためのパイロットスタディを早急に開始すべきであると勧告した。本研究課題は、この勧告に基づき、日本政府の支援を得て、砂漠化EWS構築のためのパイロットスタディを北東アジアで実施した。

2. 研究目的

既存の砂漠化防止研究では広域モニタリングと現場における現象解明と防止対策の議論が乖離しており、基準・指標、モニタリング・アセスメント、EWS、総合生態系管理といったテーマ間の連携が十分図られていない。砂漠化EWSにおいては、そうしたテーマ間の連携を含め、砂漠化評価・対策研究を総合化し、政策・土地管理の施策の提言を行える科学的な手法を開発する必要がある。そこで、本研究課題では、統合モデルをプラットフォームとして、広域・局地両スケールにまたがる砂漠化の基準・指標、モニタリング・アセスメントを砂漠化EWSのフレームワークに内在させた統合的なシステムを構築した（図1）。同時に、統合化を通して、立地毎に大きく異なる長期的な土地劣化のリスク（図2）を把握し、土地の脆弱性評価を通じた広域スケールでの砂漠化評価を可能にした。このようにして構築された砂漠化EWSによって、政策オプションの客観的評価を可能となり、最も妥当で実現可能な土地利用方策の提案と、その費用対効果の提示を行った。

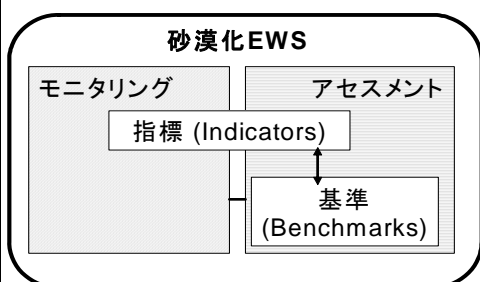


図1 統合化の概念図



図2 土地の脆弱性の概念図

以上の目的のために、(1)統合モデルを用いた砂漠化EWSの構築、(2)砂漠化指標の長期的モニタリングのための観測手法の標準化、(3)フィールド調査による土地脆弱性の評価、の3サブテーマ(以下(1)、(2)、(3)と省略)を有機的に連携させながら、学際的・国際的な研究を推進した。まず(2)では、リモートセンシング、モデルシミュレーション、GISを援用し、植生・土壌等の劣化に注目した砂漠化指標の広域的・長期的把握のための手法の開発・標準化を目指した。(3)では、フィールド調査および成長実験を通して、立地毎に異なる砂漠化プロセスと土地の脆弱性を詳細に評価し、持続性を保障する基準を設定した。(1)では、(2)(3)の成果を踏まえて、広域砂漠化評価と、様々なシナリオにおける砂漠化対処施策の費用対効果を提示した。

3. 研究の方法及び結果

本研究課題では、図3に示すように、砂漠化段階の広域的・長期的トレンドアセスメントは、(3)のフィールド調査で得られる立地毎の砂漠化プロセスおよび基準を広域的に把握できる指標を用いて把握し、(2)の広域スケールの指標の観測と組み合わせ、両空間スケールの研究の長所を活かした定量的な統合化を行った。一方、シナリオアセスメントは、(1)で、人為圧力と砂漠化の関係を表現しうる生態系モデルと、砂漠化対処施策モデルの組み合わせにより行った。その際、生態系モデルは(3)によって得られる砂漠化プロセスとその鍵となる要因をもとに構築した。

対象地として、気候植生帯がステップ草原からゴビステップ草原へと移行するモンゴル国ヘンティ県、中央ゴビ県、南ゴビ県、および非成帯性の砂質土壌の地域である中国内蒙古自治区ホルチン砂地を選定した。

(2)砂漠化指標の長期的モデリングのための観測手法の標準化

本サブテーマは、広域スケール・長時間スケールでの砂漠化指標の取得のための手法の標準化と指標の整備を目的とした。本研究課題全体に対しては、本サブテーマで得られた結果は、砂漠化基準と比較することで広域スケールでの砂漠化地図を作成することに用いられる。数年以上のオーダーで顕在化する砂漠化プロセスを正確に把握するために、砂漠化の最も重要な指標の一つと考えられている土壌侵食量の推定を行った。その推定に際し、これまで推定誤差の問題となってきた累積誤差を避けるために、土壌侵食量に影響する要因を直接リモートセンシングなどによって取得する手法の開発に重点を置いた。

風により土壌が侵食される風食については、オーストラリアのCSIROにおいて開発されたWind Erosion Assessment Model (WEAM)を用いた。WEAMは、気象・植生・水文・土壌をパラメータとし、風食量を推定する。本研究ではこれらのパラメータのうち、従来長期間の推定が難しかった土壌水分について、衛星リモートセンシングによる直接測定を試みた。水分に対する高い感度をもつ衛星マイクロ波リモートセンシングはもっとも有用な手段の一つであると考えられているが、乾燥

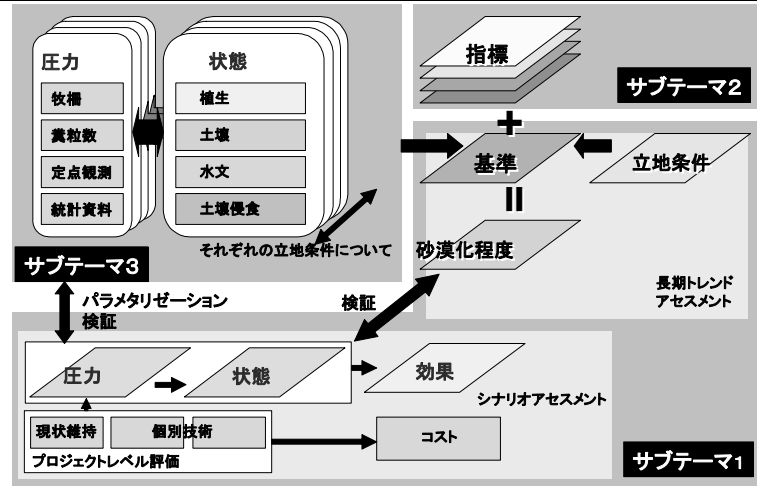


図3 本研究課題の構造と連携

SSM/I Soil Moisture Trend 1988-2006

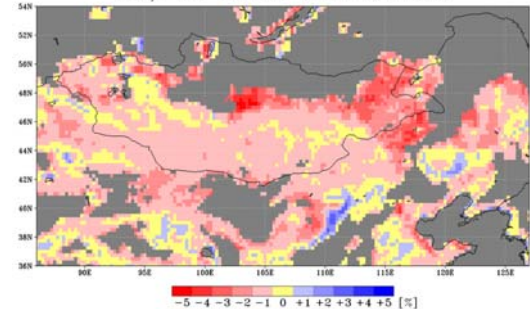


図4 マイクロ波リモートセンシングによる夏季土壌水分の変動傾向(1988～2006年)

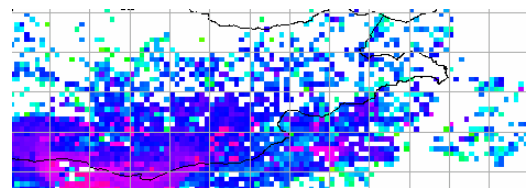


図5 WEAMにより推定された風食量(1988～2002年)

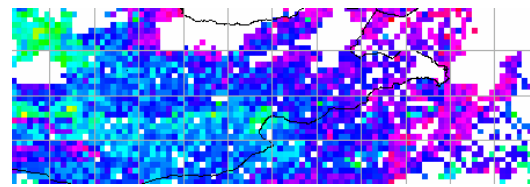


図6 RUSLEにより推定された水食量(1988～1999年)

度が高い状態や長期適用が可能な高い周波数領域では推定精度に不確定性が指摘されてきた。そこで、地上実験により得られた詳細なマイクロ波放射伝達特性に関するデータをもとに、土壤中の体積散乱と土壌表面での表面散乱を記述できる放射伝達モデルを開発し、それを北東アジア乾燥域における衛星観測データに適用して、乾燥状態から湿潤状態まで広い範囲にわたってマイクロ波輝度温度を合理的にシミュレーションできる手法を開発した。そして、1988～2002年の14年間の土壌水分を広域スケールで把握した（図4）。これらのデータを用いて、北東アジア乾燥域の風食量推定を行った（図5）。過去の主要都市におけるダスト観測データを用いた発生量の空間分布と長時間変動、また過去の風食推定研究との風食量の総量の整合性を検証し、妥当な値であることを確認した。一方、水による土壌侵食（水食）については、米ミシガン大学により作成されたRevised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) を用いた。RUSLEは、気象、地形、土壌および植生についてのパラメータを要求する。RUSLEは経験式のため、現地における詳細な水食データとの比較調整が不可欠である。サブテーマ3と共同し、現地の土壌水食実験より土壌パラメータを取得すると共に、推定された水食量を現地データと詳細に比較調整し、妥当な値を得た。そして、1988～1999年の11年間の水食量推定を行った（図6）。

(3) 土壌・植生・水文解析による土地脆弱性の評価

本サブテーマでは、多様な立地における砂漠化プロセスの解明と基準の設定をした。本研究課題全体に対しては、持続性の観点から指標に意味づけを行う（＝基準を設定する）こと、および予測シミュレーションのための砂漠化プロセスの解明や鍵となる植物の生理生態の把握といった役割を担った。本サブテーマはさらに2つのテーマに分割される。サブサブテーマ1)においては、フィールド調査により、様々な立地の放牧強度の異なる場所において砂漠化に関連する指標を調査し、砂漠化プロセスを総合的に解析し、また不可逆的退行をもたらす基準を設定した。一方、サブサブテーマ2)において実験室での発芽・成長実験を通して、様々な環境要因を独立に変化させ、植物生理動態を解析した。

1) フィールド調査による土地脆弱性の評価

サブサブテーマ1)においては、多様な立地および放牧圧における、植生・土壌・水文の調査を通して、砂漠化プロセスの解明および基準の設定を行った。本サブサブテーマでは以下の2つの異なる戦略で、多様な立地および放牧圧下で見られる砂漠化プロセスを解明する：(a) 重点的調査：異なる放牧圧履歴を持つ地点に牧柵を設置し、回復試験により基準を設定する。(b) 広域調査：立地による砂漠化プロセスの差異を特定する。

(a) の重点的調査のために、モンゴル国中央ゴビ県と南ゴビ県において、家畜の集中する地点の周辺で放牧圧の傾度が存在する地点を1ヶ所ずつ選定し、2004年夏に放牧圧傾度にそってそれぞれ3箇所、4箇所に禁牧柵を設置した。2年間の回復試験の後、それぞれの柵内と柵外の植生を、嗜好性の違いに着目し調査した（図7）。その結果、放牧圧の増減と共に植生機能タイプが変化すること、その変化する放牧圧と、高嗜好性草本の回

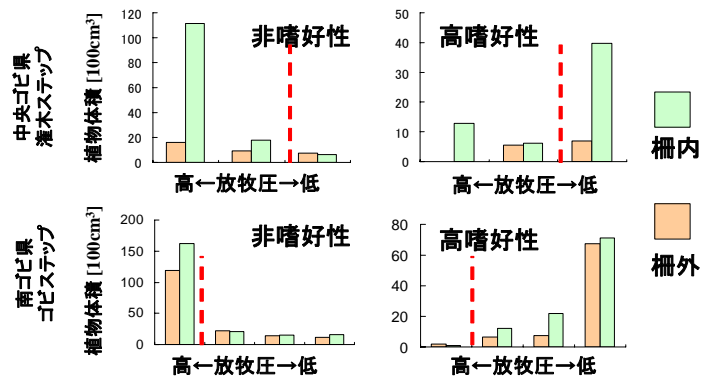


図7 重点調査地における2年間の回復試験による、嗜好性ごとの植物体積

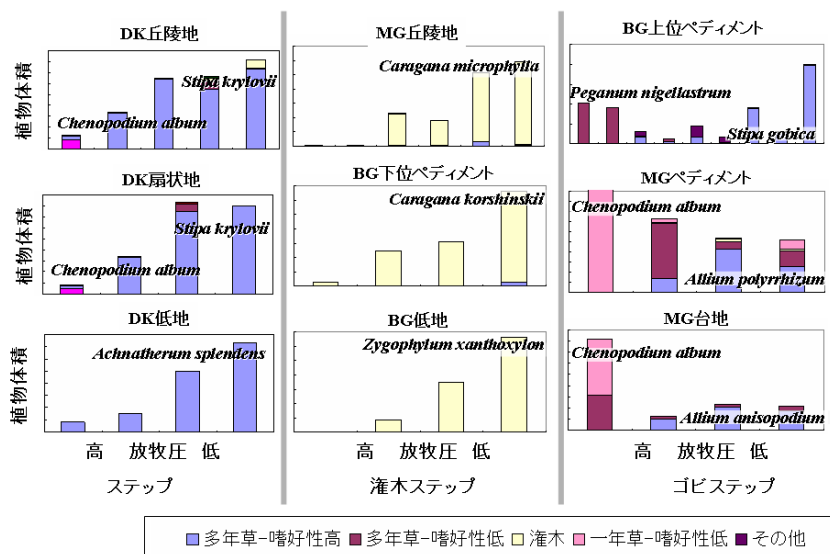


図8 放牧圧に対する植生の変化の立地による差異

復速度が異なる放牧圧に関連が見られることが分かった。そこで、植生機能タイプの変化する放牧圧を砂漠化の基準とすることが妥当であると考えられた。そして (b) の広域調査において、様々な立地において、放牧圧の違いによる植生の変動を調査した。その結果、砂漠化プロセスが3つに明瞭に分かれることがわかった (図8)。まずステップ地域においては、どの地点でも軽放牧下で高嗜好性草本が優占し、放牧圧の上昇と共に植生量が減少し、植生機能タイプが変化した。そしてより乾燥した灌木ステップの地域では、軽放牧下で灌木が優占し、放牧圧の上昇とともに植生量が減少した。ゴビステップの地域では、軽放牧下で高嗜好性草本が優占し、放牧圧の上昇とともに植生機能タイプが変化するが、植生量は必ずしも減少しなかった。同時に行ったエロージョンピンの調査から、灌木ステップでは風食が活発であった。それが、風食に耐性のある灌木の優占と、低嗜好性草本の抑制を促したと示唆された。また、以上の植生調査に合わせ、調査地点の放牧圧をペレットカウント法 (家畜糞粒数による推定法)、定点カメラ観測、統計資料から推定し、それぞれの立地における砂漠化基準を超える荒廃と放牧圧の関係を明らかにした。

そして、モンゴル国中央部の禁牧柵の風下側および風上側に風速計と飛砂センサーを設置し、春季における砂塵嵐発生時の摩擦速度と風食量を計測した。同時に設置地点の風上の植生量を調査し、植生、風速と風食量との関係を明らかにした。さらに、モンゴル国ヘンティ県に流量堰と土砂トラップを設定し、水・土砂流出量を観測した。試験流域の近傍斜面に縦50m×横25mのプロットを二つ設置し、そのうち一方を禁牧とした。プロットにおいて流量堰と土砂トラップにより水・土砂流出量を観測した。これらの詳細な土壌侵食量の測定結果は、サブテーマ2および1における土壌侵食モデルの検証・調整に用いた。

2) 植物の生理生態特性に基づく土壌劣化の評価

本サブサブテーマは、乾燥・半乾燥地域に生育する、砂漠化の鍵となるような主要植物種の気象・土壌の状態に対する生理生態特性を実験的に把握することを目的とした。まず対象地域の鍵となる種をサブサブテーマ1の結果および文献より特定した。そして、2004年および2005年に、中国内モンゴルホルチン沙地に生育する7種、モンゴル国セレンゲ県カラガナスステップに生育する2種の土壌中の水分含量と窒素含量の生長に対する影響を解析した。多くの植物は土壌水分欠乏に伴い、葉面積や乾重量が低下した。特に *Artemisia halodendron*、*Clinelymus dahuricus*、*Melilotus suaveolens* では、-17.4KPa処理が、-3.1、-2.6KPa処理に比べ、半分以下の乾重生長を示した。また、*Melilotus suaveolens* は水分含量が高すぎても生長が抑制される傾向を示した。*Caragana microphylla* では、土壌水分の差に拘わらず、一定の葉面積を維持した。地上部/地下部(S/R)比は多くの植物で処理による差が少なかったが、水分欠乏で、*Medicago sativa* では有意に低下、*Clinelymus dahuricus* では有意に増加した。なお、*Agropyron cristatum* と *Caragana microphylla* では、異なる産地の植物でもほぼ同様な反応を示した。これらの実験を通して得られた植物生理生態特性は、サブテーマ1における生態系モデルの調整・検証に用いた。

(1) 統合モデルを用いた砂漠化EWSの構築
本サブテーマの目的は各サブテーマの結果を統合し、長期トレンドアセスメント、シナリオアセスメントを行うことである。

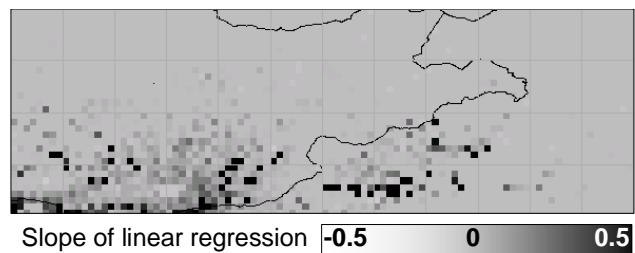


図 10 風食量の変化(1988～2002年)

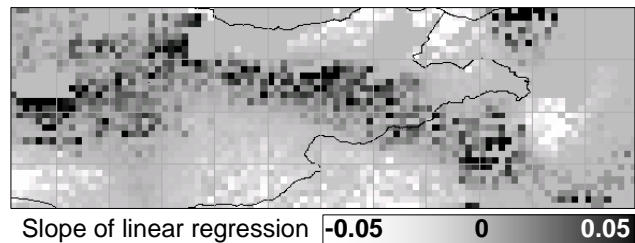


図 11 水食量の変化(1988～1999年)

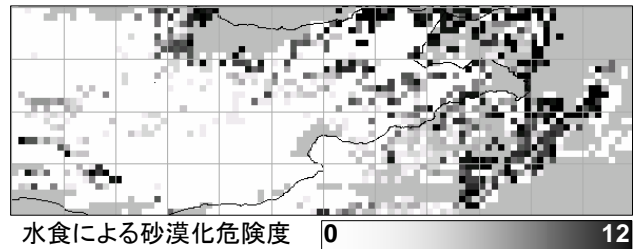


図 12 水食による砂漠化の危険度評価

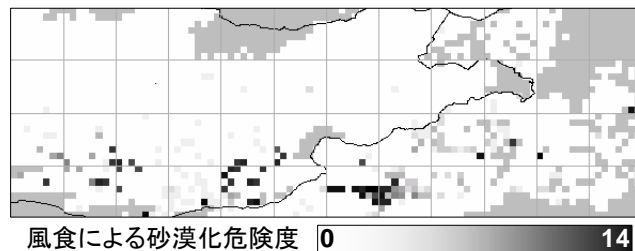


図 13 風食による砂漠化の危険度評価

長期トレンドアセスメントでは、サブテーマ2で得られる指標群とサブテーマ3で得られる砂漠化プロセスと基準、さらに立地条件を加味し、砂漠化評価モデルを構築し、広域スケールの砂漠化段階の評価を行った。まずサブテーマ2より得られた各土壌侵食量のデータより、時系列解析を行った。その結果、風食量はモンゴル高原のゴビステップ分布域で増加しており（図10）、一方水食量はモンゴルハンガイ山脈山麓一帯およびモンゴル高原のステップ地域で帯状に増加していることがわかった（図11）。さらに、サブテーマ3によって得られた、様々な立地における砂漠化基準となる放牧圧から、後述の生態系モデルにより、それらの放牧圧に対応する土壌侵食量

を推定した。土壌侵食量は気象条件により年々変化するため、各年について土壌侵食量と基準値を比較し、ある年に基準値を超えた場所にカウントを1つ加える形で、観測された全期間についてカ



図15 様々な放牧管理と緑化工適用時の高嗜好性草本の生産量の推定値 (モンゴル国中央ゴビ県マンダルゴビの例)

ウントし、そのカウント数を図化することで、砂漠化地図を作成した。値が小さいものは、乾燥した年のみに基準値を超えた地域、一方で値が大きいものは、湿潤年でも基準値を超えている地域で、砂漠化の可能性が高い場所といえる（図12、図13）。

シナリオアセスメントでは、ステップ、ゴビステップ、砂質土壌それぞれからモデル地域を抽出し（それぞれモンゴル国デルゲルハーン（以下DK）、モンゴル国マンダルゴビ（以下MG）、中国内蒙古自治区奈曼（以下NM））、まず（a）人為圧力が生態系に及ぼす影響を評価する生態系プロセスモデルの構築し、（b）各砂漠化対処技術の費用と生態系に与える影響を定量化し、（c）数理計画モデルを用いて、各砂漠化対処技術を組み合わせ最適な砂漠化対処を費用対効果を含め提案する。

a. 生態系モデルの構築

まず、サブテーマ3で得られた立地により異なる砂漠化プロセスおよび基準を、立地条件との関連でシミュレーションを行った。土壌侵食を明示的に取り扱う既往のモデルがなかったため、生態系モデルMosaic Arid Land Simulator (MALS) に、サブテーマ2でも用いたWEAMおよびRUSLEのカップリングを行った。植物生理のデータは、サブテーマ3サブサブテーマ2より、葉面積に関連したパラメータと、MALSの同化率モデルのパラメータを回帰より得た。また、サブサブテーマ1より、植物の地下部および土壌の理化学性のデータを入力した。気象データおよび統計データは現地研究協力期間より収集した。シミュレーション結果とサブテーマ3による調査の結果を比較し、特に放牧圧の基準、植生機能タイプの変化、現存量の再現性を確認した。

b. 砂漠化対処技術の費用と効果の定量化

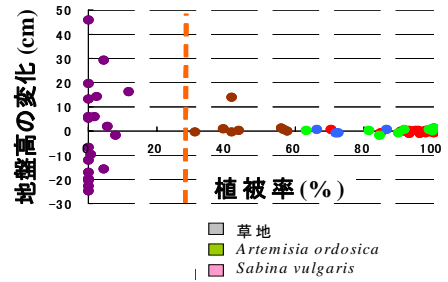


図14 灌木植栽による風食量への影響

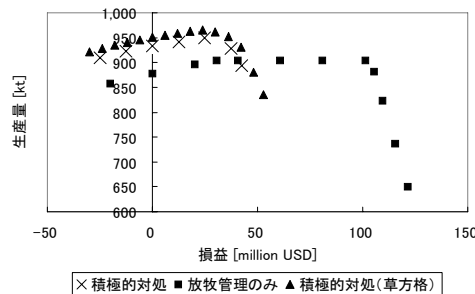
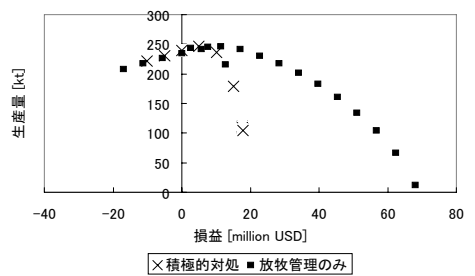
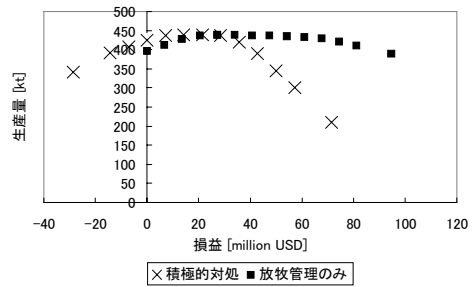


図16 高嗜好性草本の生産量と、損益の相関。上からDK, MG, NM。

放牧地の砂漠化対処技術の基本的な考え方として、その管理にはまず放牧頭数のコントロールが基本となり、より重度の劣化が起きている場合に緑化工を行う必要がある。そこでまずオプションの一つとして放牧頭数のコントロールを取り上げた。その効果は、生態系モデルにおける放牧圧を変化させることで表し、費用/利益については、変化させた分の家畜を飼育しない（もしくはする）分の機会損失/利益とした。計算機資源の都合上、変化させられる範囲を現状の放牧頭数の0, 0.5, 1.5, 2, 3倍と設定した。次に、緑化工における緑化基礎工の中で、中国で広く用いられる草方格を取り上げた。ただし、枯れ茎を地表に埋め込むという作業の性質上、砂質土壌であるNMのみで施工可能とした。草方格の効果は既往研究で広く用いられており、土壌侵食モデルの表面粗度（地表面の被覆の指標）を変化させるという定量化をした。費用については、既往文献より、材料費および人件費を考慮した。最後に直接植物を導入する植生工として、灌木の植栽を取り上げた。灌木の被度と土壌侵食量の関連には十分な知見が無かったため、エロージョンピンを用いて、様々な灌木の被度における地盤高の変化を調査した（図14）。その結果、植被率が30%程度であれば十分土壌侵食が収まることがわかったので、そのようにパラメータを調整した。費用については、文献より材料費および人件費を調べた。

c. 数理計画モデルを用いたシナリオアセスメント

a, bで作成した生態系モデルと、砂漠化対処技術を組み合わせ、さらに現地の共同研究者の協力を得て作成された、それぞれのモデル地域の地形図、地質図を用いて、シナリオアセスメントを行った。ここでは以下の3ケースを想定した。A: 放牧コントロールのみ、B: 放牧コントロールに加え、干ばつ時に放牧圧を減少させること、灌木が減少した時に灌木を植栽する、C: Bと同じだが、灌木ではなく草方格を設置する。ただしCはNMのみ用いられることとした。仮の初期値依存性を消すために、生態系モデルを全データが揃う期間（DKでは1997～2004年、MGでは1994～2004年、NMは1990～2000年）について4回、現状の同じデータを繰り返し入力した後、次の1回の高嗜好性植物の生産量と費用の平均値を算出した。これを全オプションの組み合わせについて網羅的にシミュレーションした。MGの例を図15に示す。そして、費用を拘束条件、高嗜好性植物の生産量を最大化するような線形計画法の単体表を作成し、様々な費用段階に対する生産量の変動を計算した（図16）。さらに、砂漠化が起きない範囲での最大放牧圧の最適

間分布をそれぞれの地域について図化した（図17）。積極的砂漠化対処の効果が見えないDK、MGについては放牧コントロールのみのケースを、草方格の組み合わせが最も効果的だったNMについては草方格のケースを、ここではそれぞれ図化している。

4. 考察

広域スケールの砂漠化範囲の推定においては、局所的に砂漠化の可能性が高いところがあるものの、北東アジア乾燥地域全体で見ると広域の砂漠化の危険性は比較的低いと判断できる。これは、モンゴル気象水文庁によるモンゴル牧養力推定でも、局所的に放牧圧が牧養力を超えている箇所があるものの、全体としてモンゴルは適正放牧圧状態であるという結論と一致している。中国においても、砂漠化が顕著だった1960～80年代と異なり、90年代からの活発な政府の砂漠化対処施策が功を奏し砂漠化が減少しているという報告があり、本研究課題の結果と整合すると考えられる。

しかしながら、モンゴル国は90年初頭の市場経済化から、放牧圧の激増→干ばつによる激減→再

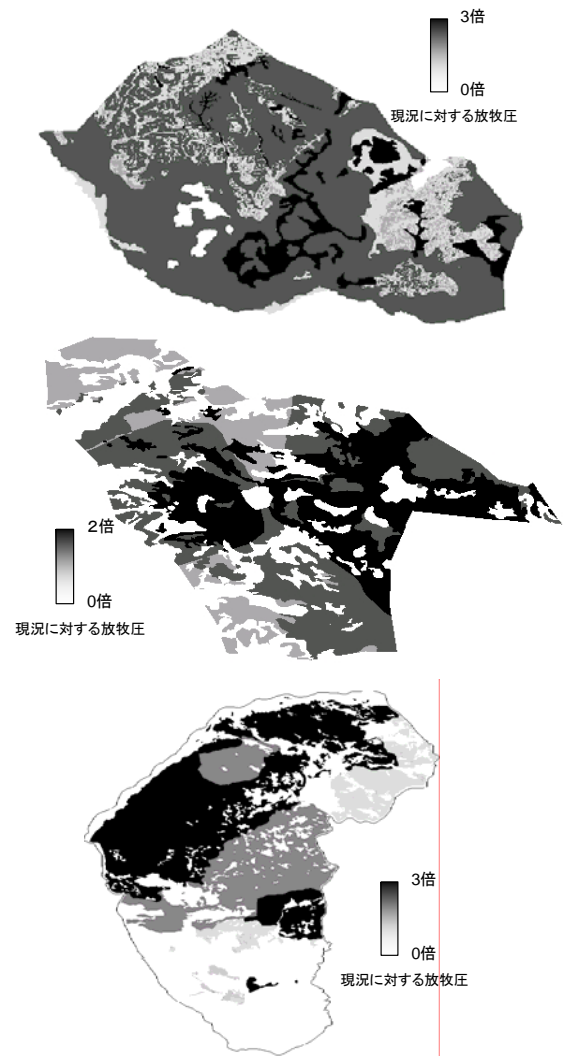


図17 砂漠化が起きない範囲での最大放牧圧の分布（＝持続性を維持しながら最も牧業収入を高くするための放牧圧）。上からDK, MG, NM。

度放牧圧の増加、と非常に不安定な牧業が続けられており、そのような不安定な状況が牧民の首都ウランバートルのスラム街への流入を促している。逆に中国では放牧から一斉禁牧および舎飼への強制移行が起きており、適正なバランスを維持し持続的な放牧を行うという状況からはかけ離れている状態である。本研究課題のシナリオアセスメントの結果から、ステップおよびゴビステップ域では、土地の脆弱性に従い放牧圧を増減させることで、むしろ放牧圧を上昇させ牧民の収入を増加させても持続的な牧草の生産が可能であることが示された。一方で砂質土壌の地域においても、放牧圧を増加させることが可能な脆弱性が低い立地において牧業生産を増やしつつ、荒廃した場所に緑化工を施工し植生の回復を促すことで、安定した牧草生産と増収が両立できることが示された。砂質土壌の地域で積極的対処が有効だったのは、現状でも比較的他の地域に比べ荒廃している場所が多かったこと、また土壌の脆弱性が高かったことに由来すると考えられる。

このように、本研究課題が目指した、土地の脆弱性に着目し、砂漠化指標・基準の議論を統合した砂漠化早期警戒体制が、北東アジア乾燥域の持続性に直接寄与する土地管理施策に、具体的な方法と経済性を伴って貢献しうることが示された。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

1. 砂漠化EWSに最も近いシステムは、ドイツのトリアー大学等が地中海地域で開発中のDeMon IIであったが、これは砂漠化指標によるアセスメントの段階にとどまっていた。本研究課題による土地の脆弱性を考慮した砂漠化指標および基準による砂漠化評価は、世界でも最先端の研究成果となる。
2. とくに本研究は、統合モデルを用いて砂漠化防止の対策オプションとその対費用効果を評価できるシステムを構築したものであり、すでに実用化されている干ばつEWSにおいてもいまだ採用されておらず、砂漠化分野では高い独創性を有する。

(2) 地球環境政策への貢献

1. 砂漠化EWSにより、北東アジア乾燥地の砂漠化の進行程度、土地の脆弱性分布を広域的に評価した。客観的な砂漠化地図の作成はアジア地域の大きな課題であったため、波及効果も高いと考えられる。
2. 砂漠化EWSにより、さまざまな政策オプションの客観的評価が可能となり、最も妥当で実現可能な土地利用方策の提案と、その対費用効果の定量的な提示を行った。こうした政策オプションの評価が可能な砂漠化EWSは世界でもはじめてのものである。
3. フィールドでの局地的な土地の脆弱性を評価する基準・指標の把握により、砂漠化地域における土地劣化程度を診断する手法の確立に貢献できる。こうした現地で使える基準・指標の開発は、世界的にも求められているものであり、その有用性と実用性は高いものと考えられる。
4. COP6の科学技術委員会(CST)で、(1) 締約国は、EWSのパイロットスタディを実施し、COP7(2005年開催)前に進捗状況を報告すること、(2) 締約国及び国際機関は、発展途上国によるEWSのパイロットスタディの実施を支援すること、が決議された(ICCD/COP(6)/L.8)。本研究課題の成果は、砂漠化EWSに関する日本の北東アジアでの取り組みとして、2005年10月にナイロビで開催されたUNCCD COP7において、砂漠化EWSに対する日本国政府の公式提案として報告され、高い評価を得た。また、2006年9月に開催されるCRIC5研究調査室においても、本研究課題の成果がCSTに関連する貢献も含めて報告された。さらに、専門家会合(GoE)を通して、2007年9/4～7にスペインのマドリードで開催予定のCOP8における公式ドキュメントとして採用され(ICCD/COP(8)/CST/2/Add.6)、本研究課題代表者自ら発表することが決定している。
5. 2005年1月神戸で開催された国連防災世界会議のために発行された書籍“Know Risk”(2005; 国連国際防災戦略 UNISDR 監修)に、砂漠化対処2事例のうちの1例として取り上げられた。
6. 本研究課題の実施は、アジア地域のとくにTPN1とTPN5への日本の貢献につながると考えられる。とくに、基準・指標、モニタリング・アセスメント、EWSは、相互に深く関連しあっており、それらを統合するプラットフォームの提供は、TPNsの議論の進展と統合化にも貢献すると考えられる。

6. 研究者略歴

課題代表者：武内和彦

1951年生まれ、東京大学理学部卒業、東京大学大学院農学系研究科修士課程修了、農学博士、現在、東京大学大学院農学生命科学研究科教授、東京大学サステイナビリティ学連携研究機構副機構長、東京大学国際連携本部長（併任）

主要参画研究者

(1) : 武内和彦（同上）

(2) : 高橋正明

1950年生まれ、鹿児島大学理学部卒業、九州大学理学部助手、九州大学大学院理学系研究科博士課程修了、現在、東京大学気候システム研究センター教授

(3) 1) : 藤原英司

1971年生まれ。千葉大学園芸学部卒業、筑波大学農学研究科博士課程中退、農林水産省農業環境技術研究所環境管理部環境立地研究室を経て、現在、独立行政法人農業環境技術研究所土壌環境研究領域研究員

2) : 陳利軍

1967年生まれ、瀋陽農業大学卒業、中国科学院瀋陽応用生態研究所博士課程修了、博士、中国科学院瀋陽応用生態研究所助手・助教授を経て、現在、同研究所教授。平成16年度からEFフェロー

7. 成果発表状況（本研究課題に係る論文発表状況。）

(1)査読付き論文

- 1) Asano M, K. Tamura, Y. Maejima, H. Matsuzaki, T. Higashi: Nuclear Instruments & Method in Physics Research, Section B (in press)
“The Δ 14C variations of pedogenic carbonate in steppe soils under vegetation sequence in Mongolia”
- 2) Okayasu T, M. Muto, Undarmaa J, K. Takeuchi: Land Degradation and Development (in press)
“Spatially heterogeneous impacts on rangeland after social system change in Mongolia.”
- 3) Sasaki, T., T. Okayasu, Y. Shirato, U. Jamsran and K. Takeuchi: Grassland Science. (in press)
“Quantifying the resilience of plant communities under different grazing intensities in a degraded shrubland: A case study in Mandalgobi, Mongolia.”
- 4) Sasaki T, T. Okayasu, Y. Shirato, Undarmaa J, S. Okubo, K. Takeuchi: Plant Ecology. (in press)
“Can edaphic factors demonstrate landscape-scale differences in vegetation responses to grazing?”
- 5) Asano M., K. Tamura, K. Kawada, T. Higashi: Journal of Hydrology, 333, 100–108(2007)
“Morphological and physico-chemical characteristics of soils at the steppe of the Kherlen River basin, Mongolia”
- 6) Kotani, A. and M. Sugita: Journal of Hydrology, doi:10.1016/j.jhydrol.2006.07.029. (2007)
“Variance methods to estimate regional heat fluxes with aircraft measurements in the convective boundary layer.”
- 7) Li, S., Romero-Saltos, H. Tsujimura, M. Sugimoto, Sasaki, L., A., Davaa, G., and D. Oyunbaatar: Journal of Hydrology, 333, 109-117, doi:10.1016/j.jhydrol.2006.07.020. (2007)
“Plant water sources in the cold semiarid ecosystem of the upper Kherlen River catchment in Mongolia: A stable isotope approach.”
- 8) Okayasu T, Undarmaa J. K. Takeuchi: Journal of Environmental Information Science, 35, 57-64 (2007).
"Monitoring land degradation in mountainous Mongolia by spectral unmixing of satellite imagery.”
- 9) 太田哲, 小池俊雄, Hui LU, David N. KURIA, 筒井浩行, Tobias GRAF, 開発一郎, Gombo DAVAA, 松浦直人: 水工学論文集, 51, 205-210 (2007)
“特殊センサー・マイクロ波画像装置(SSM/I)による土壌水分の長期観測手法の開発”

- 10) Sugita, M., J. Asanuma, M. Tsujimura, S. Mariko, M. Lu, F. Kimura, D. Azzaya, and Ts. Adyasuren: *J. Hydrol.*, doi:10.1016/j.jhydrol.2006.07.032. (2006)
“An Overview of the Rangelands Atmosphere Hydrosphere Biosphere Interaction Study Experiment in Northeastern Asia (RAISE).”
- 11) Iwao, K. and M. Takahashi: *Geophysical Research Letters*, 33, L16703, doi:10.1029/2006GL027119 (2006)
“Interannual change in summertime precipitation over northeast Asia”
- 12) Ishii, Y., K. Sakamoto, L. H. Wang and K. Yoshikawa: *Journal of Arid Land Studies* 16, 85-93 (2006)
“Seasonal changes in pigment composition of *Sabina vulgaris* needles in the Mu Us Sandy Land of northern China.”
- 13) Ishii, Y., K. Sakamoto, N. Yamanaka, L. H. Wang and K. Yoshikawa: *Journal of Arid Environments* 67, 403-415 (2006)
“Light acclimation of needle pigment composition in *Sabina vulgaris* seedlings under nurse plant canopy.”
- 14) Li, S., J. Asanuma, A. Kotani, G. Davaa and D. Oyunbaatar: *Journal of Hydrology*, 333, 133-143, doi:10.1016/j.jhydrol.2006.07.021 (2006)
“Evapotranspiration from a Mongolian steppe under grazing and its environmental constraints.”
- 15) Li, S., M. Tsujimura, A. Sugimoto, G. Davaa, D. Oyunbaatar and M. Sugita: *Journal of Biosciences*, 31, 85-93 (2006)
“Natural recovery of steppe vegetation on vehicle tracks in central Mongolia.”
- 16) Mori A, T. Okayasu, T. Sasaki, Undarmaa J. and K. Takeuchi: *Papers on Environmental Information Science*, 20, 351-356 (2006)
“Discussion about the desertification monitoring method using spatial patterns of vegetation index in Mongolian arid and semi-arid region.”
- 17) Okayasu T, T. Sasaki, Undarmaa J, K. Takeuchi: *Papers on Environmental Information Science*, 20, 59-64 (2006)
“Model study on desertification process varying with different geographical conditions.”
- 18) Onda, Y., H. Kato, Y. Tanaka, M. Tsujimura, G. Davaa and D. Oyunbaatar: *Journal of Hydrology*, Vol. 333, 124-132. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2006.07.030 (2006)
“Analysis of runoff generation and soil erosion processes by using environmental radionuclides in semiarid areas of Mongolia.”
- 19) 田中憲造・小田あゆみ・増田寛子・二宮生夫・王林和・吉川 賢(2006)： 中国内蒙古自治区に生育する臭柏(*Sabina vulgaris*)の個体サイズにともなう光合成能力と葉の特性の変化 *日本緑化工学会誌* 31, 436-440
- 20) 田中憲造・小田あゆみ・二宮生夫・王林和・張国盛・坂本圭児・吉川 賢(2006)： 中国内蒙古自治区に生育する臭柏(*Sabina vulgaris*)稚樹の異形葉性と生育段階に伴う資源分配特性 *日本緑化工学会誌* 30, 675-661
- 21) 吉川賢・坂本圭児・堀幸代・三木直子・黄勝澤: *日本緑化工学会誌* 32, 137-142 (2006) : “中国寧夏回族自治区の砂漠化土地に15年前に造成された防風林の生育経過”
- 22) Shirato, Y., T. Zhang, T. Ohkuro, H. Fujiwara and I. Taniyama: *Soil Science and Plant Nutrition*, 51, 61-68(2005)
“Changes in topographical features and soil properties after exclosure combined with sand-fixing measures in Horqin Sandy Land, Northern China”
- 23) Zheng Y.R., Xie Z.X., Yu Y.J., Jiang L.H., Shimizu H., Rimmington G.M.: *Annals of Botany* 95, 1237-1245 (2005).
“Effects of burial in sand and water supply regime on seedling emergence of six species.”
- 24) Zheng Y.R., Xie Z.X., Jiang L.H., Chen L.J., Yu Y.J., Zhou G.S., Shimizu H.: *Phyton (Austria)* 45, 193-200 (2005).
Model of the net primary productivity of terrestrial ecosystems in China and its response to climate change.”
- 25) Zheng Y.R., Xie Z.X., Gao Y., Jiang L.H., Xing X., Shimizu H., Rimmington G.M.: *Annals of Applied Biology* 146, 327-335 (2005).
“Effects of light, temperature and water stress on germination of *Artemisia sphaerocephala*.”
- 26) Zheng Y.R., Xie Z.X., Gao Y., Yu Y.J., Shimizu H.: *South African Journal of Botany*

- 71(2), 167-172 (2005)
 “Influence of light, temperature and water stress on germination of *Hedysarum fruticosum*.”
- 27) Zheng Y.R., Rimmington G.M., Gao Y., Jiang L.H., Xing X., An P., El-Sidding K., Shimizu H.: *Canadian Journal of Botany* 83, 1021-1028 (2005)
 Germination characteristics of *Artemisia ordosica* (Asteraceae) in relation to ecological restoration in northern China.”
- 28) Zheng Y., Shimizu H.: *Phyton (Austria)* 45, 575-582 (2005)
 Plant growth and water use efficiency of four Chinese conifer tree species under different air humidity.”
- 29) 西川知行・恩田裕一・田中幸哉・加藤弘亮・辻村真貴・関李紀・浅野眞希・Gombo DAVAA・Dambaravjaa OYUNBAATAR: *砂防学会誌*, 58, 4-14 (2005)
 “Cs137を用いたモンゴル国における土壤侵食量の推定”
- 30) Wen, G. S., K. Yoshikawa, G. S. Zhang, M. R. Zhang and S. Q. Yu: *Journal of Inner Mongolia Agricultural University* 25, 5-10 (2004)
 ”Growth of *Sabina vulgaris* ant. Under drought stress.”
- 31) Sasaki, T., T. Okayasu, K. Takeuchi, Undarmaa J. and Jadambaa, S.: *Grassland Science*, 51, 235-242 (2005)
 “Pattern of floristic composition under grazing intensity in Bulgan, South-Gobi, Mongolia.”
- 32) Shirato, Y., I. Taniyama and T. Zhang: *Soil Science and Plant Nutrition*, 50, 537-543(2004)
 “Changes in soil properties after afforestation in Horqin Sandy Land, North China”
- 33) Yoshikawa, K., N. Ohte and R. Wang: *Journal of Arid Land Studies* 14, 131-133 (2004)
 “Effect of drought on the groundwater level in the Mu-Us desert, Inner-Mongolia, China.”
- 34) Zhang, T. H., H. L. Zhao, S. G. Li, F. R. Li, Y. Shirato, T. Ohkuro and I. Taniyama: *Journal of Arid Environments*, 58, 202-213 (2004)
 “A comparison of different measures for stabilizing moving sand dunes in the Horqin Sandy Land of Inner Mongolia, China”
- 35) Zheng Y.R., Gao Y., An P., Shimizu H., Rimmington G.M.: *Canadian Journal of Botany* 82, 1662-1670 (2004)
 Germination characteristics of *Agriophyllum squarrosum*.”
- 36) Zheng Y.R., Xie Z.X., Gao Y., Jiang L.H., Shimizu H., Tobe K.: *Ecological Research* 19, 553-558 (2004)
 “Germination responses of *Caragana Korshinskii* Kom. to light, temperature and water stress.”
- 37) 李玉靈・林万里子・三木直子・坂本圭児・吉川賢: *日本緑化工学会*, 30, 98-103 (2004)
 “水ストレスが臭柏 (*Sabina vulgaris* Ant.)とカイズカイブキ (*Juniperus chinensis* var. *kaizuka* Hort.)の蒸散と吸水特性に与える影響”
- 38) 温国勝・張国盛・吉川賢: *林業科学*, 40, 84-87 (2004)
 “干旱胁迫对臭柏水分特性的影响”
- 39) 張国盛・劉海東・李玉靈・王林和・吉川賢: *林業科学*, 40, 60-65 (2004)
 “切断匍匐茎对臭柏葉綠素荧光特性的影响”
- 40) Sun C.X., Chen L.J., Wu, Z.J., Zhou, L.K., Shimizu H. *Biology and fertility of soils* 43, 617-620 (2007)
 “Soil persistence of *Bacillus thuringiensis* (Bt) toxin from transgenic Bt cotton tissues and its effect on soil enzyme activities.”

