

北東アジアの乾燥地における土地劣化・再生と 社会-生態システムの再編

大黒 俊哉

(日本学術会議連携会員、東京大学)

土地劣化(Land degradation)とは？

- 土地劣化
 - ある土地利用と以下のようなプロセスの組み合わせによって、農地、放牧地などの生物学的・経済的な生産性・複雑性が減少したり失われること
- 具体的なプロセス
 - 風や水による土壌侵食
 - 土壌の理化学性の劣化
 - 植生の劣化・退行

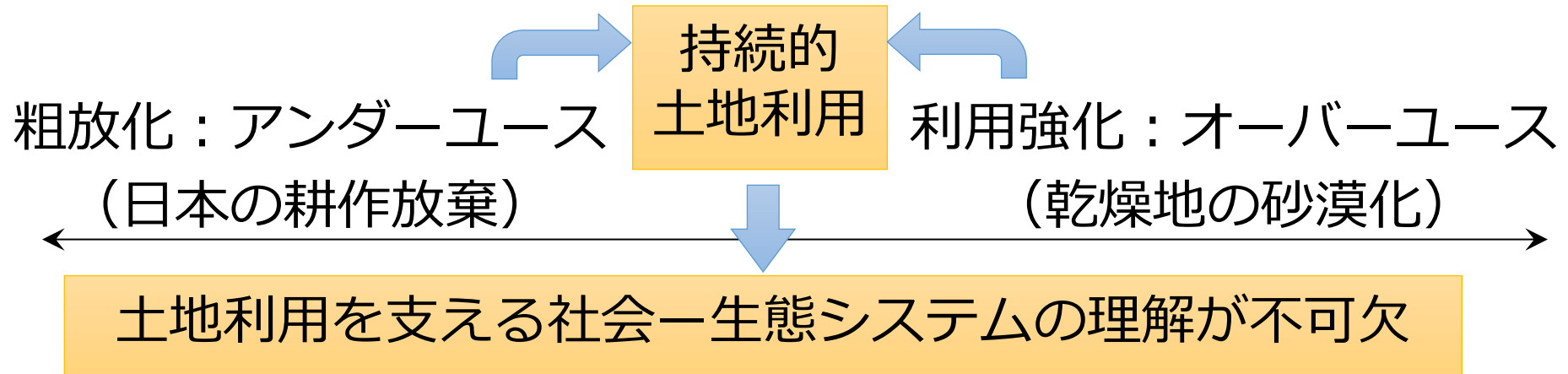
(砂漠化対処条約より)

2つの土地劣化

- 人間活動による土地劣化には、
 - 利用強化（オーバーユース）による土地劣化
 - 管理粗放化（アンダーユース）による土地劣化の両極が存在し、前者はしばしば非線形的・閾值的・不可逆的・加速的に変化する
- 利用強化と管理粗放化による土地劣化は、双方とも生物多様性の劣化を通じて生態系機能および生態系サービスに大きな影響を及ぼす

土地劣化と生物多様性・生態系サービス

- 土地荒廃を「土地の持つ自然的な諸条件と、人間による土地利用とのミスマッチによって生じる景観変化のプロセス」ととらえた場合、双方とも持続的な生物資源利用が可能な土地利用システムの再編が必要



本日の発表内容

乾燥地の社会－生態システムに着目した土地劣化の実証
と対策（再生）効果の評価

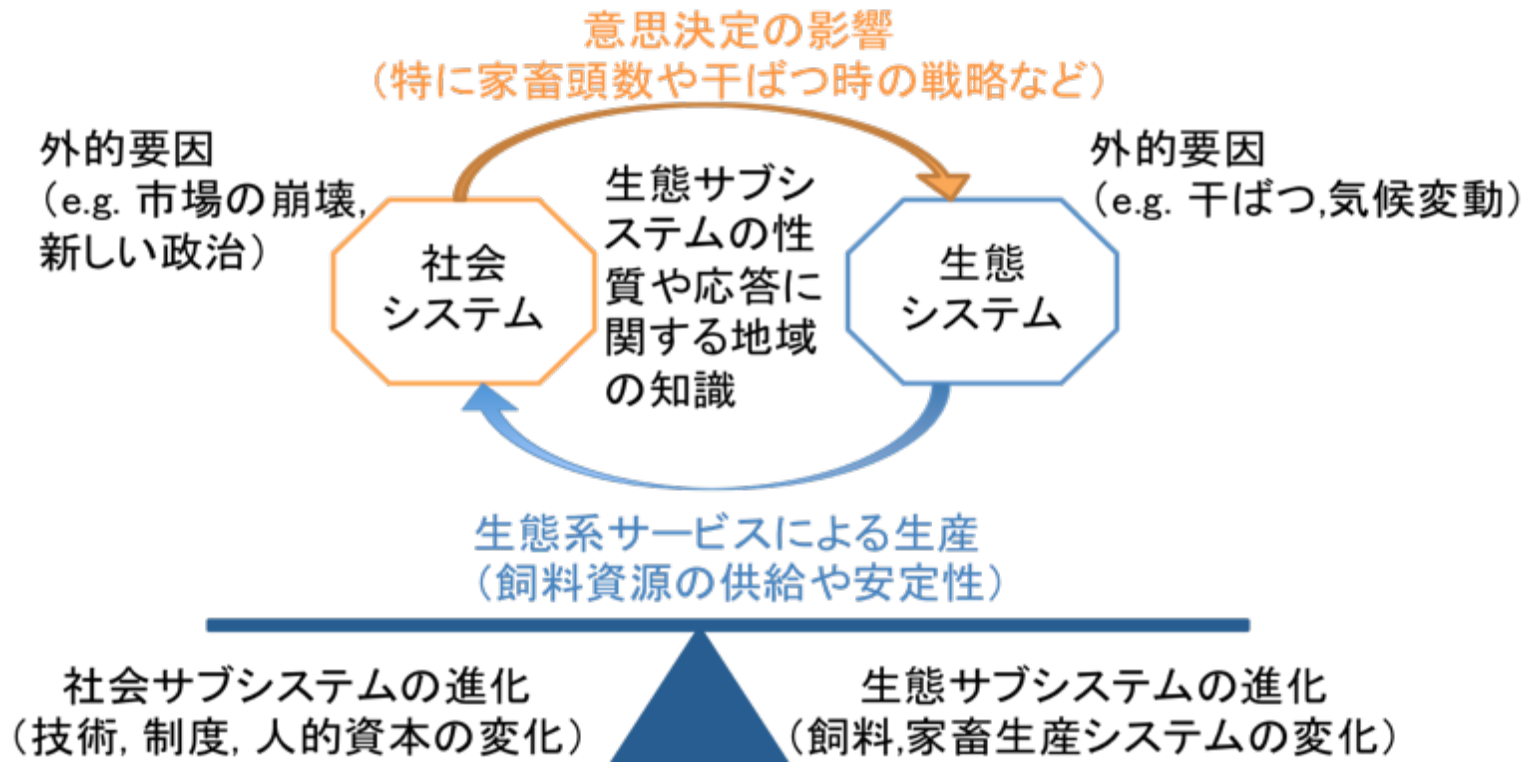
- 1) 非平衡環境における遊牧システムのモデリングと
土地劣化の実証：モンゴルの遊牧システム
- 2) 生態系サービス間のトレードオフのモデリングと
対策効果の評価：中国の退耕還林
．．．
- 3) 持続的土地管理(Sustainable Land Management:
SLM)に向けて

乾燥地の社会-生態システム

乾燥地では、人々の暮らしは生態系サービスにより強く依存



社会システムと生態システムが**密接な関係**を形成



乾燥地における社会-生態システム (Stafford-Smith 2007 より改変)

遊牧から考える乾燥地の社会－生態システム

生態システム（非平衡系）

- 自然災害（干ばつ、雪害など）の頻度が高い
- 空間的異質性が高く、平常時に利用される草地と、**干ばつ等の緊急時に利用される草地（キーリソース）**が混じる



社会システム（遊牧）

- 異なる資源間の移動（オトル＝生活様式）
- 移動にかかるコストとベネフィット（経済的な条件）
- 資源へのアクセス（共有地＝社会制度）

降雨の変動性と遊牧の形態

森林～典型ステップ
(北部)

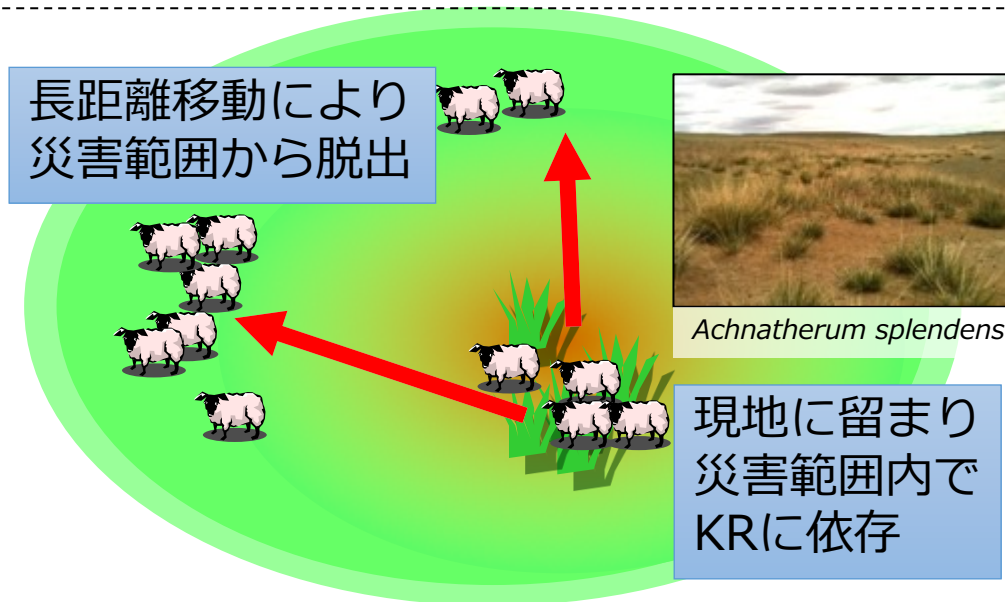


ゴビステップ
(南部)

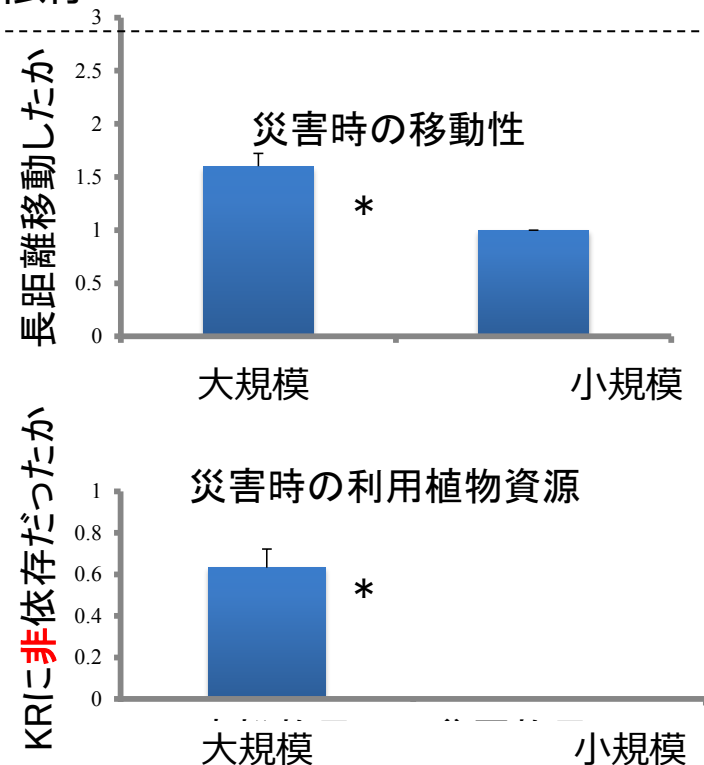
降水量の変動性	低い	高い
土地の生産性	安定的	変動が大きい
放牧形態 (Perevolotsky 1987)	ローテーション 距離が短く、頻度が少ない	適時的 距離が長く頻度が多い
放牧戦略	環境収容力を重視 家畜頭数の調節	移動能力を重視 資源へのアクセス確保
他者との関係 (McAllister et al. 2006)	非協力的	協力的
リスク管理 (McCarthy, 2000)	Risk-taking	Risk-averse

遊牧民の資源利用と移動戦略の実証

- キーインフォーマント(村長等)及び牧民に対し、家畜飼養頭数、災害(干ばつ)時の移動先(距離)及び利用資源を調査
- 大規模(富裕)牧民と小規模(貧困)牧民グループに分かれ、移動先・資源に違い・・・理論モデルと一致
 - 大規模牧民：高移動性、キーリソースに非依存
 - 小規模牧民：低移動性、キーリソースに高依存

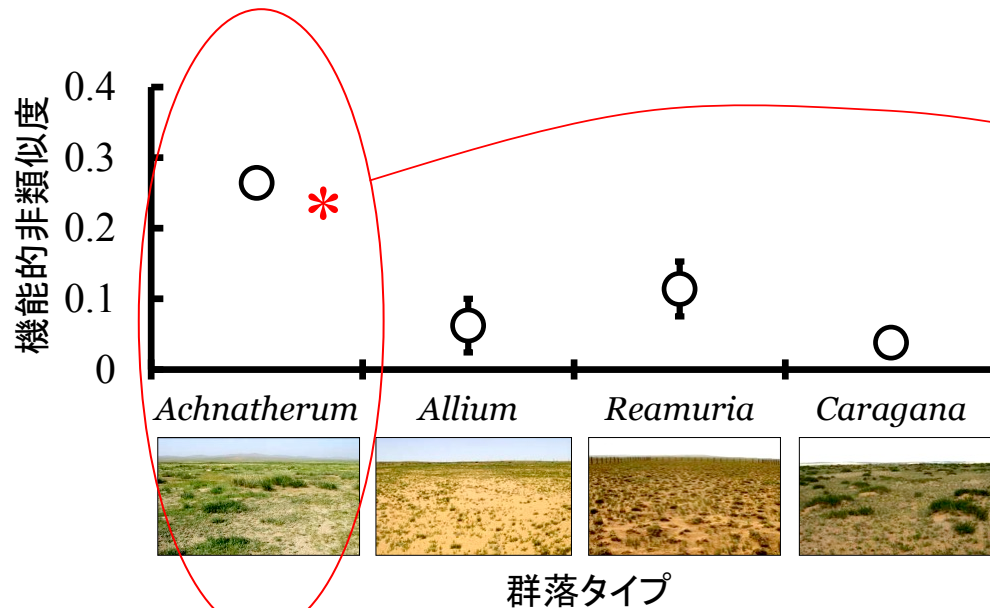


➤ どこで植生の劣化が
起きているのか？



キーリソース群落における植生劣化の実証

- 4つの群落タイプごとに、牧柵の中（＝禁牧）と外（＝放牧）で植生・土壌調査を行い、非類似度を比較
- キーリソース（*Achnatherum*）群落のみで放牧の影響を強く受け、生活形組成が牧柵の内外で大きく異なる
→放牧によるキーリソースの減少と荒廃指標種（*Chenopodium* sp.）の増加



群落タイプごとにみた牧柵内外植生の非類似度

	植被率 (%)		U検定
	放牧 (n=60)	禁牧 (n=20)	
多年生イネ科草本			
<i>Achantherum splendens</i>	6.34	14.25	<0.01**
多年生広葉草本			
<i>Scorzonera divaricata</i>	0.01	1.78	NS
一年生広葉草本			
<i>Bassia dasyphylla</i>	1.09	7.06	<0.01**
<i>Salsola collina</i>	0.59	3.69	<0.01**
<i>Chenopodium album</i>	2.18	0.00	<0.01**

*Achnatherum*群落での牧柵内外の種組成

- 小規模牧民による干ばつ時の集中利用が貴重な資源である
キーリソースの劣化を引き起こしている！

乾燥地の社会－生態システムを踏まえた対策への展望

～まとめ～

- 経済状況の差に由来する移動性の違いによって、災害時に遊牧民は異なる移動戦略によって生存を図ろうとしている。
- 低移動性の遊牧民は、分布が制限されたキーリソースに依存する。しかし、管理が機能しておらず土地荒廃が起きており、持続的な遊牧が困難
→グループ化による共同管理を通じた、セーフティネットとしてのキーリソースの保全が必要
- 高移動性の遊牧民は、長距離移動により気候災害発生域から脱出する。しかし、受け入れ先の劣化や不足、紛争が問題
→移動性の向上と受け入れ先（非常用牧草地等）の適切な整備が必要

～今後の展望～

- これまで・・・画一的な管理手法（湿潤気候の社会－生態システムを前提とした放牧地管理）の適用
- これから・・・一様な対策ではなく、生態システム／社会システムの不均質性と相互作用の十分な理解に基づいた管理メニューの提案が必要

本日の発表内容

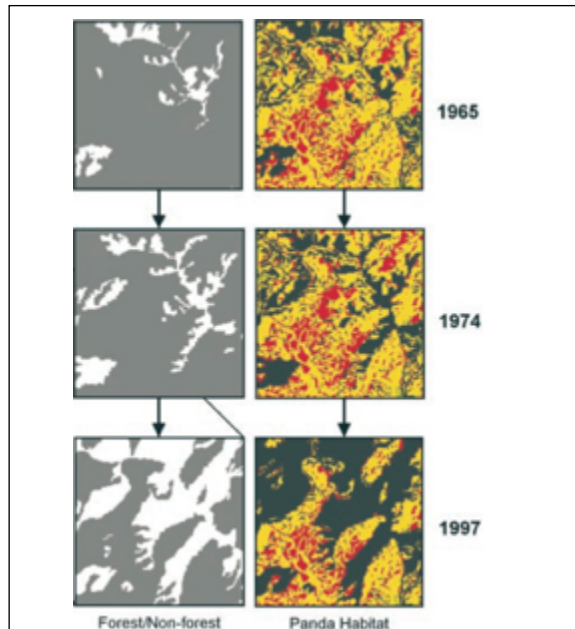
乾燥地の社会－生態システムに着目した土地劣化の実証
と対策（再生）効果の評価

- 1) 非平衡環境における遊牧システムのモデリングと
土地劣化の実証：モンゴルの遊牧システム
- 2) 生態系サービス間のトレードオフのモデリングと
対策効果の評価：中国の退耕還林
．．．
- 3) 持続的土地管理(Sustainable Land Management:
SLM)に向けて

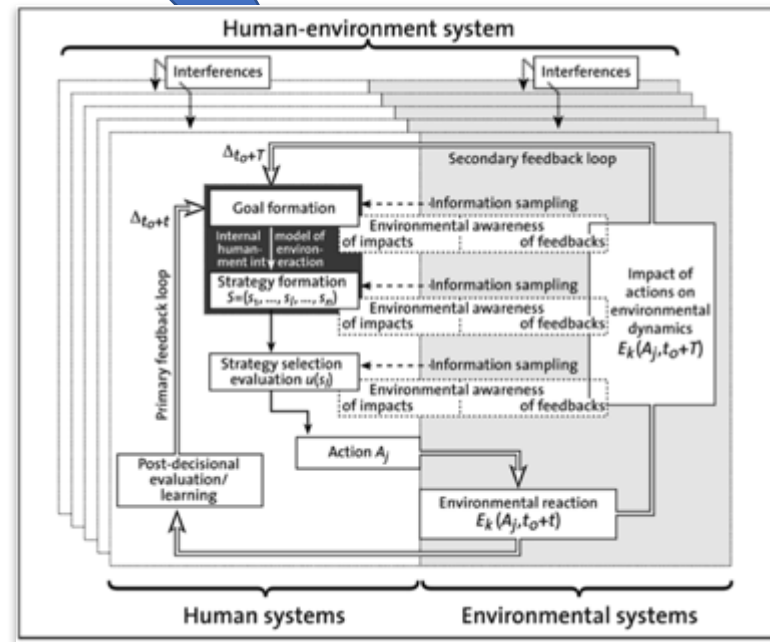
生態系サービスの多元的トレードオフ

生態系サービスの時間的・空間的・社会的トレードオフによる“surprise”

人間と環境の複雑な相互関係の理解が不可欠



(Liu et al. 2001)

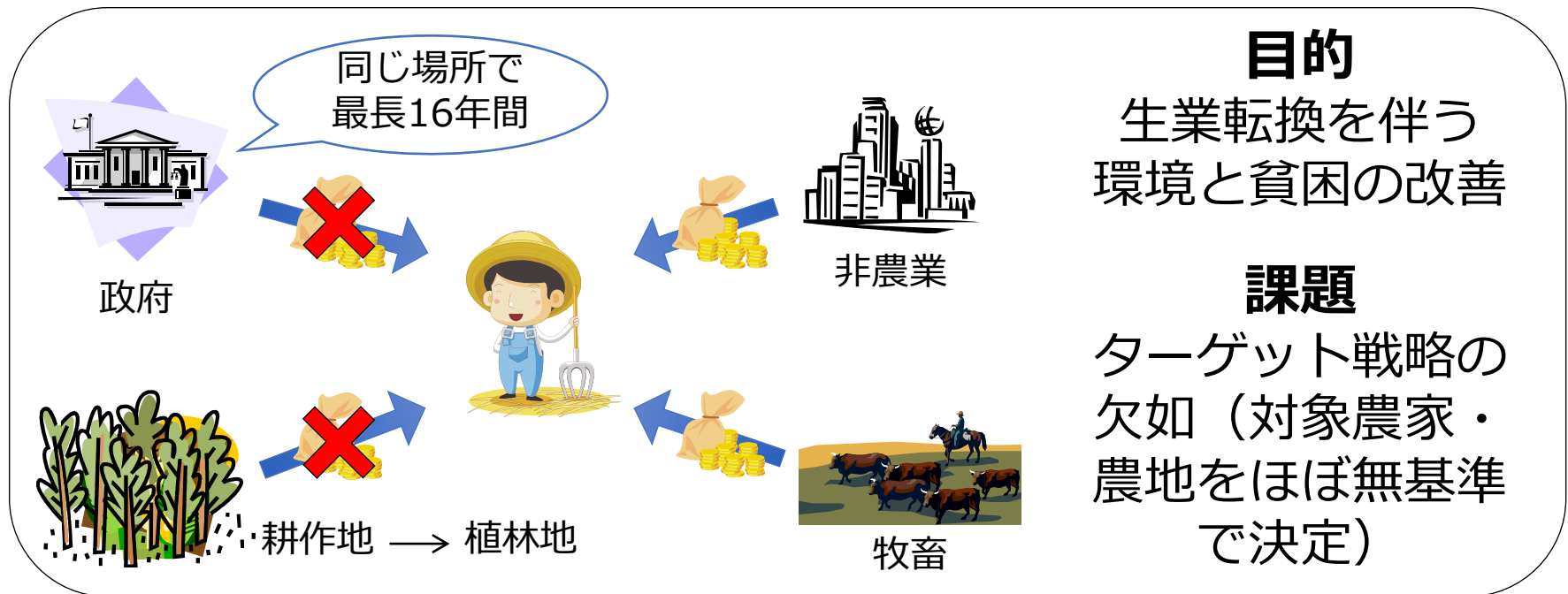


(Scholz 2011)

経験データに基づく
エージェントモデリング

生態系サービスの多元的トレードオフを評価できる
人間-環境システムモデルの構築

事例：中国内蒙古自治区の退耕還林政策



目的

生業転換を伴う
環境と貧困の改善

課題

ターゲット戦略の
欠如（対象農家・
農地をほぼ無基準
で決定）

- ❖ 退耕還林における生態系サービスの多元的トレードオフを評価
- ❖ 二つのシナリオによるシミュレーションを実施
 - 現状維持シナリオ（S1）
 - ✓ 実施面積は増やさず現在の植林地を維持管理
 - ターゲット戦略導入シナリオ（S2）
 - ✓ 採算が取れないほど劣化した農地のみ対象に植林地化を推進

生態系サービスの多元的トレードオフ：まとめ

➤ 時間的・空間的トレードオフ

- ◎ 植林地の拡大と植林地内における植生・土壌の回復
→ 調整・供給サービスの向上

- × 植林地外における放牧地の減少・劣化と耕作地の減少
→ 調整・供給サービスの低下と閾値的变化

➤ 社会的トレードオフ

- ◎ 非農業への転換促進と非農業収入の微増

- × 非農業収入の微増分を上回る、耕作地減少による減収

➤ 退耕還林は生態系サービスの多元的トレードオフを引き起こす可能性がある

➤ IM-LUDASによる生態系サービスの多元的トレードオフ評価は、人間-環境システムの複雑性の理解と、対策効果の予測・評価に有効であることが示唆された

今後の課題とSDGsとの関連

乾燥地の社会－生態システムに着目した土地劣化の実証と対策効果の評価

- 1) 非平衡環境における遊牧システムのモデリングと土地劣化の実証
- 2) 生態系サービス間のトレードオフのモデリングと対策効果の評価
- 3) 持続的土地管理(SLM)に向けて

- 社会－生態システムの適切な理解と変動予測（気候変動等）
- 効果的な介入の検討と、社会の応答(受容)の理解・予測
- 新技術と伝統的技術の融合
- 能力形成の推進と普及手法(SLMアプローチ)の開発

