

6. 平成20年度研究交流目標

(1) 全課題に共通する研究交流目標

①日中の研究者間の交流目標

第2フェーズからの新たな研究交流体制と研究対象地を有効に活用し、流域を対象とした日中共同調査・研究の実施及び課題間の連携を図る。

②研究成果に関する交流目標

これまでの研究成果の蓄積を活かし、両国研究者による共著論文を作成すること、及びより評価の高い国際誌に論文を掲載する。

研究成果の取りまとめとして、「乾燥地科学シリーズ（第1巻）21世紀の乾燥地科学—人と自然の持続性—」（古今書院、平成18年度出版）、「乾燥地科学シリーズ（第5巻）黄土高原の砂漠化とその対策」及び「乾燥地科学シリーズ（第3巻）乾燥地の土地劣化とその対策」（平成19年度出版）に引き続き、「乾燥地科学シリーズ（第2巻）乾燥地の自然」を出版する。

(2) 課題ごとの研究交流目標

第1課題：砂漠化のプロセスと影響に関する解析

①気候、水文、土地利用、土地被覆等の環境変化モニタリングに関する研究：陝西省神木県六道溝流域を砂漠化ベンチマーク地域として、土壌、植生、気象、水資源を含んだ生態学的砂漠化診断法の開発を目標とする。平成20年度は、雨水流出および地下浸透過程のモニタリングを継続するとともに、小流域規模での精度の高い流出解析モデルを作成する。さらに、流域の地形単位ごとに植物生産量を算出するためのモデル開発を行い、最終的には複数の土地利用シナリオの評価を目指す。

②乾燥地における気候変化や人間活動が生態系や社会に及ぼす影響の解明：砂漠化のプロセスと地域・社会への影響を明らかにすることを目的として、砂漠化ハザードマップを作成する。開発するハザードマップは、気候条件で決まる潜在的な植物の生産量と、さまざまな阻害要因によって減少する植物生産量との関係を比較することで、砂漠化の傾向を定義するものである。平成20年度は、現地に自生する草本と灌木を対象に実験区を設けて、生産量に対する阻害プロセスを観測とシミュレーションの両面から調べ、最終的には植物の回復過程のシナリオ構築を目指す。

第2課題：適正技術と代替システムの開発

①土壌及び水保全技術開発：新たなベンチマークサイトである葦園溝流域におけるチェックダム群の配置状況を分析し、チェックダムとダム農地の形成過程を明らかにする。また、ダム農地を精査し、ダム農地の持続的利用のための技術的課題を明らかにする。洛恵渠灌区ベンチマークサイトでの地下水位・水質観測、土壌調査は継続する。

②農業技術開発：ビニルハウス野菜栽培における収量及び品質に及ぼす養水分量の影響を調査し、節水栽培技術を開発する。また、耐乾性コムギ作出のために、既存の耐乾性中国コムギの水利用効率を明らかにし、耐乾性関連遺伝子（活性酸素消去系、ケイ酸・高塩・

乾燥誘導性)を単離する。

③生態系サービスを考慮した緑化技術開発：郷土樹種を用いた緑化技術の開発研究を継続する。また植生保存のため、立地条件や退耕還林政策が植生に及ぼす影響調査を進めるとともに、森林生態系の機能及びサービスの長期モニタリングを継続する。

第3課題：砂漠化防止に対する総合的アプローチ

最終的な研究交流目標である「砂漠化防止対策オプションの効果を定量的に評価し得る数値モデルの開発」のため、研究対象流域（紙坊溝流域）の経済学、公衆医学及び生態学的調査を継続し、必要なデータをさらに収集する。これらのデータを基に、平成18年度および平成19年度に試作した各数値モデルのバリデーションを行い、実証分析可能なモデルに仕上げる。

7. 平成20年度の研究交流成果

7-1 研究協力体制の構築状況

インターネットを利用して（IP電話、電子メール）、中国側研究者と研究経過や成果に関する情報のやりとりを日常的に行っている。研究対象地が乾燥地であるため不自由もあるが、中国側研究者は研究器材の調達、研究設備や研究圃場の整備・メンテナンス、観測データの収集・蓄積等に非常に協力的である。

中国側拠点がカバーしていない研究領域については、日本側研究者が中国側ポスドクや学生にミーティング・アドバイスをを行い、研究に必要なデータも適宜提供している。また、観測現地（神木等）に滞在する中国側博士課程の学生に観測・解析・論文指導等に関する細かい指導も行い、必要に応じてこちら側のデータも供給している。

7-2 学術面の成果

平成18年度より課題間の連携を深め、本事業全体の統合性を高めるため、これまでの5つの研究課題を次の3つの研究課題に再編した：第1課題「砂漠化のプロセスと影響に関する解析」、第2課題「適正技術と代替システムの開発」、第3課題「砂漠化防止に対する総合的アプローチ」

各研究課題の主な学術面の成果は、以下の通りである。

（第1課題：砂漠化のプロセスと影響に関する解析）

①気候、水文、土地利用、土地被覆等の環境変化モニタリングに関する研究

- i) 退耕還林政策に用いられる魚鱗坑に関して、水収支・土壌物理的観点から評価と改良を行うと共に、植林樹木の生長・土壌・地形の関係を明らかにした。
- ii) 衛星による昼夜地表面温度差に熱収支モデルで計算した地表面温度を同化した指標を用い、流域に生育する自然草地の蒸発散量および土壌水分量の季節変化をモニタリングした。指標がこれらの変量を定性的に評価できることを明らかにした。

iii) 水文観測結果を再現できるモデルを開発するとともに、そのモデルに基づいた小流域での水収支の検討を行った。深層地下水による小流域外への流出成分を含め、年間降水量の約70%が蒸発散で失われていること、また、残りの30%の内、灌漑等で水利用されている水量は地下水流出成分の一部を利用した3%程度で、限定された降雨時にのみ発生する河川水のほとんどは利用されず、流域外に流出していることが明らかとなった。

② 乾燥地における気候変化や人間活動が生態系や社会に及ぼす影響の解明

i) 領域気象モデルの一つである TERC-RAMS を用い、2006年5月の1ヶ月間について、神木の気象ステーションを中心とした六道溝流域の気象シミュレーションを実施し、実測データとの比較を行った。NASA が公開する SRTM-3 地形格子データの利用により、4段階のネスティングで、約3×3kmの領域について、格子間隔90mの気象シミュレーションが可能となった。この結果、微小な地形のもたらす気象条件の水平分布を定量的に再現することができ、砂漠化ハザードマップの作成に要する潜在的な植物の生産量および実際の植物の生産量をグリッド毎に推定することが可能になった。

ii) 黄土高原六道溝流域において、人工草であるアルファルファと自然草である長芒草の被覆度、草高および現存量の調査を春(2008年5月中旬)に行った。アルファルファ(被覆度13%、草高23cm、現存量18g/m²)に比べて、長芒草(被覆度57%、草高40cm、現存量140g/m²)の春先の成長は早かった。これは、2007年5月調査の結果(長芒草:被覆度33%、草高38cm、現存量185g/m²、アルファルファ:被覆度27%、草高25cm、現存量80g/m²)と一致した。アルファルファは5月以降に成長が早くなり晩夏まで成長を続けるが、長芒草の成長は真夏をピークに低下する(2007年5月調査の結果)。このことから、この2つの植物種は異なる成長パターンを持ち、アルファルファは長芒草の生育が終わった後でも有効に土壤水分を使用し、最終的には流域全体のバイオマスが増加することが示唆された。すなわち、自然草のみで土地の回復を試みるシナリオに加えて、人工草と自然草が住み分けることによる植物回復のシナリオも本流域では有効であることが示唆された。

iii) アルファルファ群落上で熱・CO₂フラックスの測定を行い、アルファルファ群落の光合成曲線を作成した。降雨後5日程度は既知の光合成曲線とほぼ一致したが、それ以降は土壤水分量の減少とともに光飽和点の値が小さくなった。土壤水分量が耕土層(100cm)に50mm以下になると1000μmol/m²・sec程度でも純光合成量はほとんど行われていないことがわかった。

(第2課題:適正技術と代替システムの開発)

① **土壌及び水保全技術開発:** 調査対象地域である葦園溝流域(流域面積:70.7km²)におけるチェックダム群の配置状況を現地調査と衛星画像データにより分析し、チェックダムとダム農地の形成過程を明らかにした。また、幾つかのチェックダム・ダム農地を選定して精査し、チェックダムの構造上の課題とダム農地の持続的利用のための技術的課題を明らかにした。また、昨年度開発した洛恵渠灌区ベンチマークサイトを対象とした

2次元地下水モデルに改良を加えた。すなわち、農地・水利用に関する実態データを基に、灌漑スケジュールと地下水揚水利用の実状をモデルに反映させることにより、より高い精度での解析が可能となった。さらに、洛恵渠灌区において農家の施肥管理の実態を調査した。全体的に施肥量は過剰傾向にあり、とくにハウス土壌では、過剰の堆肥施与も相まって、著しいリンの集積が生じていた。いくつかの地下水で高濃度のリンが検出され、現状の施肥管理による環境汚染進行の実態が見えてきた。ソーダ質化した農地では硝酸化成能が著しく低下するが（とくに現地で一般的な窒素肥料である尿素において）、新鮮な作物残渣の施与は、硝酸化成の改善に効果的であることを、実験室内におけるモデル実験で明らかにした。

- ② **農業技術開発**：ビニルハウスにおける収量および果実品質に及ぼす養水分量の影響調査を継続し、節水栽培技術を開発することを目的に、トマトおよびキュウリの栽培を4月から10月にかけて行った。キュウリにおける総ビタミンCの葉から果実への輸送は、乾燥処理により大きく低下することがわかった。耐乾性中国コムギの水利用効率を調べた結果、6倍体コムギが高い水利用効率を示すことが明らかとなった。
- ③ **生態系サービスを考慮した緑化技術開発**：郷土樹種の活着向上に繋がる技術開発としてS-ABA葉面散布が樹木苗木の成長に与える影響を調査し、S-ABAの蒸散抑制効果を再確認した。また、S-ABA処理を行うことによりニセアカシアでは灌水を停止した後の土壌堆積含水率の低下が緩和される傾向を示した。しかし、S-ABA散布により樹高成長は抑制されることが明らかになった。また、延安地域を挟み、北方で森林が存在しない乾燥地帯を流れる河川の水質と、南方で、より雨が多く、森林がやや多く存在する地帯を流れる河川の水質を比較した。その結果、森林が存在せず、より降水量の少ない河川の水質はCl⁻、SO₄²⁻やNa⁺イオン濃度が高いことが明らかになった。本地域では降水量傾度が川の水質に大きく影響する可能性が示された。

（第3課題：砂漠化防止に対する総合的アプローチ）

「砂漠化防止対策オプションの効果を定量的に評価し得る数値モデルの開発」のため、研究対象流域（紙坊溝流域）の経済学、公衆医学及び生態学的調査を継続し、必要なデータをさらに収集した。また、これらを総合的に評価する指標の改良を継続した。

- ① **経済学的調査**：退耕還林政策前後の変化を明らかにするために、当該流域の3村落に戸別インタビュー調査を行った。いずれの村落においても全要素生産性の向上が認められ、これは技術力の向上に起因することが明らかとなった。一方、技術効率はいずれの村落においても低下した。
- ② **公衆医学的調査**：当該流域の住民の健康状況、QOL、生活習慣を近隣の乾燥地域（モンゴル等）と比較したところ、呼吸器官や眼の症状などから、粉じん等の影響が少ないことが明らかとなった。
- ③ **生態学的調査**：当該流域における、段々畑造成が土壌水分と生物生産力に及ぼす影響を

評価するための、生物物理モデルの開発を目的に調査を行った。その結果、本モデルによる推定値と実測値が近似した値を示すこと、斜面畑と比較して段々畑、特にその低地部分が水利用と生物生産力の改善に有用であることが明らかとなった。

これらのデータを基に、平成18年度及び平成19年度に試作したモデルのバリデーション（特に生態学的調査について）を行った。また、これらを実証分析可能なモデルに仕上げるべく、新たなパラメータ（例：段々畑における表面流去水）を追加し、その精度を向上させた。

7-3 若手研究者養成

本事業は、若手研究者の育成に特に力を入れている。具体的には下記のとおりである。

- (1) 鳥取大学大学院連合農学研究科（博士課程）を修了した学生が、本事業の中国側拠点である中国科学院水土保持研究所の採用試験に合格し、平成20年4月より2年間ポスドクとして雇用が開始された。
- (2) 本事業の経費だけでなく、他の経費も投入して、学生やポスドクを現地調査等に帯同、あるいは単独滞在型の研究を実施させている。（20年度延べ訪中人数：学生；9名、ポスドク；2名）。その結果、研究推進の中核として活躍するポスドク研究員も出てきている。
- (3) 平成20年度は、中国側拠点大学及び協力大学から、留学生7名（うち4名は拠点枠）を受入れた。
- (4) 渡航時に中国側学生（博士・修士課程学生）に対してミーティング・アドバイスをを行っている。日本においても、メール等で研究指導を行っている。

7-4 社会貢献

- (1) 平成20年7月18日～27日、NHK大阪放送会館にて「乾いた大地 砂漠一限りある水をめぐる科学と知恵」と題する展示イベントを開催した。（主催：鳥取大学）3万人を超える入場者に対して、拠点大学交流事業で得られた研究成果を含めて、乾燥地の人と自然について最新の科学的知見を紹介した。
- (2) JICA 集団研修「乾燥地水資源の開発と環境評価：土壌・圃場水管理」において、本拠点の成果を盛り込んだ講義および演習を行った。
- (3) 平成20年7月25日、鳥取大学が市民向けに行っている公開講座において拠点大学交流事業で取り組んでいる研究の紹介及び成果を盛り込んだ講演を行った。
- (4) 乾燥地研究センターの展示室に、本事業によってすすめられた中国黄土高原における調査研究の取り組みを紹介するパネルを設置し、休日や年2回実施している乾燥地研究センターの一般公開等において一般に広く認知されるよう努めている。

7-5 今後の課題・問題点

本年度は、本事業8年目にあたり、研究成果の収穫の時期を迎えている。中国側研究者とは国際誌での特集号編集などを含め、どのように成果を発表するかを議論を進めている。中国では鳥インフルエンザウイルスによる死亡者もでてきていることから、新型インフルエンザも含めた海外での安全対策を中心とする、危機管理体制の整備が喫緊の課題である。

7-6 本研究交流事業により発表された論文

平成20年度論文総数 35 本

うち、相手国参加研究者との共著 8 本

うち、本事業がJSPSの出資によることが明記されているもの 8 本

8. 平成20年度の研究交流実績の概要

8-1 共同研究

各研究課題は以下の共同研究を行った。

(第1課題：砂漠化のプロセスと影響に関する解析)

砂漠化のプロセスと地域・社会への影響を明らかにすることを目的として、砂漠化ハザードマップの作成及び土壌、植生、気象、水資源を含んだ生態学的砂漠化診断・対策方法の開発を進めており、具体的に下記の研究を行った。

- ①黄土高原における効率的な水利用および侵食対策として用いられる工法（魚鱗坑）に関して、水収支・土壌物理的観点からの評価と改良および植林樹木の生長と土壌、地形との関係を検討。
- ②地表面湿潤度のモニタリングを目的とする、衛星データと気象データを併用したアルゴリズムの開発と流域での検証。
- ③黄土高原小流域の水動態を解明するための水文観測（雨水流出の動態を解明するための河川流・地下水流観測と雨水浸透量に関連する土壌調査等）の実施。水文観測結果を再現できる水収支モデルの開発と小流域での検証。
- ④黄土高原の水収支の根源である降水量時系列の解析を行い、予測モデルを構築。
- ⑤領域気象モデルの一つである TERC-RAMS を用い、2006年5月における気象ステーションを中心とした六道溝流域の気象シミュレーションを実施（NASAが公開する SRTM-3 地形格子データの利用により、4段階のネスティングで、約3×3kmの領域について、格子間隔90mの気象シミュレーションが可能）。
- ⑥黄土高原六道溝流域における草地生産力を評価するため、植生（苜蓿 *Medicago sativa* および長芒草 *Stipa bungeana*）の現地調査の実施。
- ⑦黄土高原六道溝流域における草地（主としてアルファルファ）の総生産量や蒸発散量を把握するため、熱・CO₂フラックスを渦相関法により観測（昨年度より継続）。

(第2課題：適正技術と代替システムの開発)

土壌及び水保全技術開発、農業技術開発ならびに生態系サービスを考慮した緑化技術開発をすすめており、具体的に下記の研究を行った。

- ①菑園溝流域（流域面積：70.7 km²）を対象に、チェックダム¹群の配置状況を現地調査と衛星画像データにより分析。
- ②ダム農地の塩類集積の実態を調査。
- ③洛恵渠灌区の施肥管理実態の調査ならびにソーダ質化農地における窒素肥沃度改善に向けた基礎的な研究の実施。
- ④安塞研究試験地および鳥取大学農学部にてビニルハウス野菜節水栽培試験を実施。

¹ 小型の堰。小川や流れの一部を堰き止めることにより、それによって貯まった水が地中に浸透する。

- ⑤郷土樹種の活着向上に繋がる技術開発研究を実施。
- ⑥森林生態系の機能に関する、気象、物質循環、水循環、流出、河川水質等のモニタリングを継続。
- ⑦水循環に関し、延安地区のナラ林とニセアカシア林で林分蒸散量の集中観測を行い、夏季における林分蒸散量を明らかにした。

(第3課題：砂漠化防止に対する総合的アプローチ)

対象地域の抱える問題を総合的に解明するため、一昨年度選出した同一地域（黄土高原の紙坊溝流域）を対象に、引き続き経済学、医学、生態学の研究者が調査を行い、その地域における経済状況、健康状態、生態学的な状況について、以下のような研究を行った。

- ①一昨年度・昨年度に引き続き、対象地域における経済、健康、環境意識、生態に関する基礎データを収集。これらのデータに中国側の研究者と合同で抽出した指標を加え、自然-社会系の健全性を評価する総合数値モデルの開発に関連する解析を進展させた。
- ②紙坊溝流域の3村落における退耕還林政策前後の経済性の変化とその要因を解明した。
- ③紙坊溝流域の住民の健康状況、QOL、生活習慣を長期縦断的に調査し、社会経済的因子との関連について検討した。また、近隣の乾燥地域の調査結果と比較し、この地域の特徴を明らかにした。
- ④紙坊溝流域における段々畑造成が土壌水分と生物生産力に及ぼす影響を評価するための生物物理モデルの開発を行った。

8-2 セミナー

平成20年度は、鳥取大学乾燥地研究センターにおいて、9月8、9日の2日間にわたって実施した。日中双方の研究者による課題別の研究成果発表（口頭発表／日本側5題、中国側5題）、ポスター発表47題、及び日中双方のコーディネーターによる事業内容の総括および今後の展望を確認した。また各課題別にわかれ、それぞれの課題別に研究成果や今後の研究方針について議論を行った後、再び一同に会し、各課題代表者が課題ごとの議論の総括と次年度の研究プランを報告した。

8-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

平成21年1月には、日本側コーディネーター、技術専門職員が訪中し、来年度の事業計画、セミナーの開催時期、拠点交流メンバーの選定などの情報交換や意見交換を行った。これと同時に、日本側技術専門職員が中国側に設置してある日本側所有の機器の管理状況を確認するとともに、中国側研究者及び技術職員と技術面に関する意見交換等を行った。