

相手国側実施組織（拠点大学名・協力大学名は、和英併記願います。）

拠点大学：（英文） Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Science (CAS)

（和文） 中国科学院水土保持研究所

実施組織代表者：（英文） Mingan SHAO・ Institute of Soil and Water Conservation, CAS・ Director

コーディネーター：（英文） Guobin LIU・ Institute of Soil and Water Conservation, CAS・ Professor

協力大学：（英文） Northwestern Sciences-Tech University of Agriculture and Forestry, Xi'an University of Technology, China Agricultural University, Shanxi Institute of Desertification Controlling, Xinjiang Agricultural University, Upper and Middle Yellow River Bureau, YRCC, Beijing Normal University, Center for Agricultural Resources, Institute of Genetics and Developmental Biology, CAS, Shanxi Institute of Zoology

（和文） 西北農林科学技術大学・西安理工大学・中国農業大学・陝西省砂漠治理研究所・新疆農業大学・黄河水利委員会黄河上中遊管理局・北京師範大学・中国科学院遺伝与發育生物学研究所農業資源研究センター・陝西省動物研究所

6. 拠点大学交流としての全期間を通じた研究交流目標

中国の砂漠化面積は国土の 8.7%で、その年間拡大面積は、1970 年代には 1,560km²であったが、最近では 2,460 km²と加速している。中国における深刻な砂漠化地域は、内陸部の西北部地域と北部地域である。本拠点では、中国内陸部に位置する黄土高原の砂漠化ベンチマーク地域を対象に、砂漠化防止に係る実践的研究を行い、世界の乾燥地に応用できる砂漠化防止と開発利用の総合的対策モデルを構築する。これを達成するため、次の 5 つの研究課題を設ける。すなわち、第 1 課題：砂漠化の過程と影響の解明、第 2 課題：砂漠化防止計画の作成、第 3 課題：適性技術と代替システムの開発、第 4 課題：住民参加と環境教育に関する計画作成、第 5 課題：緑化と環境保全のあり方に関する総合的研究である。

各課題の研究目的：

（第 1 課題：砂漠化の過程と影響の解明）砂漠化の過程と地域・社会への影響を明らかにすることを目的とする。そのため、黄土高原の中でも特に侵食が激しい陝西省神木県六道

溝流域を砂漠化ベンチマーク地域とし、砂漠化のモニタリングを行う。モニタリングは衛星画像を用いたリモートセンシング、数値解析モデル及び直接観測による地上モニタリングを組み合わせて行う。また、モニタリングにあたっては、自然科学的アプローチだけでなく、社会科学的アプローチも行う。モニタリングによって得られたデータベースを基本にして、GIS等の技術を駆使して、砂漠化の過程と影響の相互作用を解明することを目指す。以上により、「リモートセンシングによる砂漠化地域における植物・水資源などの動態予測」と「土地利用分類及び評価法」が確立される。さらに、砂漠化データベースが構築され、かつ砂漠化の過程と影響の相互関係を自然科学的側面と社会科学的側面の両面から定量的に評価できる砂漠化モデルが構築される。これらは、砂漠化の事前予測や砂漠化防止対策を検討するうえで役立つことが期待される。

(第2課題：砂漠化防止計画の作成) 砂漠化防止計画の作成を目的とする。そこで、他の課題との連携を図りながら、砂漠化防止計画の骨格を作成するとともに、その肉付け作業を行い、最終的に総合的砂漠化防止対策を構築する。また、塩類集積及びその前兆と考えられているウォーターロギングを、本課題において対象とする主な砂漠化現象として取り扱い、そのメカニズムの解明と、防止対策の確立を行う。そのベンチマーク地域を陝西省の洛惠渠灌区(52,000ha)とし、当該地域における灌漑農地の塩類化の現状と灌漑管理が地下水挙動・塩類集積に及ぼす影響等を明らかにした上で、適切な灌漑管理法を提案する。また、空間的・時間的に不均一である土壌の塩類集積状態と塩類集積要因との関係を広域的かつ長期にわたって調査・解析し、土壌塩類化機構を明らかにするとともに、塩類化の防止・修復のための対策を提言する。さらに、塩類集積やウォーターロギング等の環境劣化を生起させない栽培システムや、耐塩性植物を利用した塩類除去技術についても提言する。

(第3課題：適性技術と代替システムの開発) 持続的農業の確立に欠かせない適正技術と代替システムの開発を目的とする。ここでは、砂漠化ベンチマーク地域の陝西省延安地区を対象に、現地に伝わる伝統的な農業技術と近代的農業技術から、それぞれの有利な点を融合・改良することによって、農業生産性の向上と生態環境の保全、農村経済の発展が図れる持続的な農業技術システムの確立を図る。そのため、傾斜地におけるテラス工の効果、冬季ビニルハウス栽培におけるキュウリの連作障害の原因究明と対策、などについて研究を進める。

(第4課題：住民参加と環境教育に関する計画作成) 砂漠化対処に不可欠な住民参加システムと環境教育のあり方について提言することを目的とする。そのため、中国側が基礎データを有する砂漠化地域の中から、ベンチマーク地域を複数(黄土高原延安地区、河北省北部、新疆ウイグル自治区ウルムチ地域など)選定し、そこにおける自然、砂漠化指標植物、土地利用、経済、産業、社会組織、女性の役割、伝統的知識、家庭・学校・社会における環境教育などについて、系統的に聞き取り調査を行い、問題点を抽出する。他地域における砂漠化対処の先進的事例についても、聞き取り調査や文献調査を行い、ベンチマーク地

域と比較する。

(第5課題：緑化と環境保全のあり方に関する総合的研究) 土壌の劣化が進み、その対策として緑化が進められている黄土高原において、今後の半乾燥地緑化と環境保全の方向性を検討することを目的とする。そのため、砂漠化ベンチマーク地域の陝西省延安地区を対象に、その自然環境に適した持続的な緑化法の検討に必要な、畑地跡に植栽された外来樹種と郷土樹種の生理生態的特性、森林の回復に伴う森林構造や生物多様性及び環境の回復過程、及び外来樹種からなる人工林と自然林の比較による持続的な生態系機能について解明する。

7. 平成19年度の研究交流実績の概要

7-1 共同研究

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」

平成19年5月10日～6月8日まで、中国側コーディネーターの劉国彬教授が乾燥地研究センターに滞在し、この間日本側コーディネーターと事業全般の研究推進に関して意見交換を行った。

また、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 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。
- ② 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。
- 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。
- ④ 各土地利用形態の有用性を検証するための生態的現地観測の開始（主として草地（アルファルファ）、灌木地（樺条））。

(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 葦園溝流域（流域面積：70.7 km²）を対象に、流域におけるチェックダム¹群の形成過程について分析を開始。
- ② 洛恵渠灌区における地下水特性とその分布をクラスター分析により解明。
- ③ 洛恵渠灌区を対象に、灌漑による涵養過程を組み込んだ分布型の二次元不圧地下水流動モデルを構築。
- ④ 洛恵渠灌区においてリンゴ、ナシなどの落葉果樹に生じている微量元素欠乏症と思われる栄養生理障害の原因究明と土壌ソーダ質化との関連性を調査。
- ⑤ 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。
- ⑥ 耐乾性を異にするコムギ6品種の乾燥ストレス応答の栄養生理学的調査。
- ⑦ 郷土樹種の活着向上に繋がる技術開発研究を実施。
- ⑧ 森林の生育限界付近における微地形と植生の関係調査を実施。
- ⑨ 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（継続）。

（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、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、経済学、医学、生態学の研究者が継続調査を行い、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 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 昨年度抽出した砂漠化進行度評価に利用可能な指標植物の出発芽特性とその生育環境との関連性について検討した。
- ③ 紙坊溝流域の住民の健康関連QOL、生活習慣および社会因子を調査し、これらがそれぞれ密接に関連していることを明らかにした。

7-2 セミナー

平成19年度のセミナーは、中国科学院水土保持研究所において、9月24、25日の2日間にわたって実施した。第1日目に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3題、中国側3題）、ポスター発表27題、及び日中のコーディネーターによる事業内容の総括を行った。2日目は課題別に今後の研究方針に関する議論を行い、各課題代表者が現在までの研究成果と今後の研究計画に関する発表を行った。

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。

セミナーでは日中双方の研究者による課題別発表、ポスター発表等を通じて、研究の到達点と今後の課題について相互理解を深めることができた。加えて、日中双方の参加者による全体討議と各課題別研究報告ならびに次年度以降の研究内容等の検討を行うことによって、本交流事業による研究計画のより具体的・独創的な道筋が示された。日中双方の研究者の交流がより促進され、共同研究の効率を上げることができたことは大きな成果であった。

7-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

- (1) 平成19年5月10日～6月8日まで中国側コーディネーターの劉国彬教授が乾燥地研究センターに滞在し、この間日本側コーディネーターと本事業の運営、交流に関する意見交換を行った。また3つの研究課題毎に研究セミナーを開催し、劉教授との交流を深めると共に、その機会を活用して課題内の研究交流を図った。
- (2) 平成19年9月に開催した日中合同セミナーの期間中、日中の新旧コーディネーター（日本側：恒川篤史教授、稲永忍鳥取県産業技術センター理事長（前コーディネーター）、中国側：劉国彬（LIU Guo-bin）教授、田均良（TIAN Jun-liang）教授（前コーディネーター））がこれまでの事業進捗状況の確認及び事業計画について意見交換を行った。
- (3) 平成20年1月には日本側コーディネーター、技術専門職員、事務担当者（委託手数料による参加）が訪中し、来年度の事業実施計画、日本側所有観測機材の保守管理と中国側研究設備の状況に関する意見交換及び情報収集を行った。
- (4) 本共同研究は7年度目に入り、既に多くのデータが蓄積され、また多くの研究成果が得られてきていることから、本共同研究により得られたデータ等の所有・利用・公開、知的財産権及び研究成果の公表についてその詳細を取り決めることが必要であるとの認識から、データの所有・利用・公開、知的財産権の取り扱い、研究成果の公表等に関する覚書を日中両コーディネーター間で取り交わした。

なお、各課題の代表者等も随時、共同研究の進捗状況・問題点・事業計画等についてメール、面談等により意見交換を行うなど、研究者間の交流は日常的に行われている。

8. 平成19年度の研究交流の成果

8-1 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。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を行っているケースもある。これら日中研究者間の相互協力により緊密で良好な研究協力体制を築いている。

8-2 学術面の成果

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 地表面湿潤度の診断法として、衛星データと気象データを併用した新たなプロダクトを提示した。具体的にはこれまでの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であり、流域の土壤水分や蒸発散量の空間分布を細かなグリッドでモニタリングすることが可能である。
- ② 観測結果によって、人工ダムのタイプによって小流域における降雨時の河川流量特性および地下水湧出特性が異なることを明らかにした。
- ③ 退耕還林政策に用いられるWater Harvesting²魚鱗坑³に関する水収支・土壤物理的観点からの評価及び改良を行った。
- ④ 黄土高原における黄砂発生と強風、土壤水分を表す先行降雨指数、衛星 NOAA による植生指数との関係を調べた結果、黄土高原の砂地と草原において、黄砂発生瞬時の臨界風速と土壤水分と植生指標に明瞭な相関がみられた。
- ⑤ 六道溝流域において、土地生産性の向上、土壤保全、土壤の肥沃化を目標とした植生改良を検討するため、在来のイネ科自然植生、マメ科の導入牧草種である苜蓿（アルファルファ）、沙打旺（ムラサキモメンズル）、マメ科の導入低木種であるカラガナの生育実態の調査を行った。貧栄養な条件下と推察されるが、苜蓿、沙打旺は比較的良好な生育状態にあった。これらの草種は、利用状況ははっきりしないが、永年性に問題があるとされており、自然下種による草地更新など省力的な草地更新法の検討が必要と考えられた。
- ⑥ 近中四農研センター（香川県善通寺市）において、土壤蒸発を抑制するための被覆資材の検討を行った。網目 2mm で篩ったマサ土を充填したプラスチックコンテナを用いて、蒸発速度の比較試験を実施した。べたがけ用不織布の MKV プラテック「パオパオ 90」、ユニチカ「パスライト」には明瞭な蒸発抑制効果は見られなかった。防草用グラウンドシートの小泉「ルンルンシート（シルバー）」は、56 日間の観測期間中、

² 降雨を全域で浸透させるのではなく、集水域で表面流出を生起させ、作物生産を行う耕作域に集中させる方法。

³ 傾斜地において水や土を保持する整地・造林法。半月形の植え穴が並んでいる様子を遠くから見ると魚の鱗状に見えることから、魚鱗坑と呼ばれる。

平均日蒸発速度 0.14mm/day で、裸地の 51%程度に蒸発速度を抑制することが明らかとなった。したがって、現地では、春先の蒸発抑制効果による土壤水分保持、地温上昇（未確認）、土壤流亡抑止、他草種との競合抑止によって、カラガナの定着が促進されることが期待された。

(第2課題：適正技術と代替システムの開発)

- ① 対象地域の一つである洛恵渠灌区を対象に、灌漑による涵養過程を組み込んだ分布型の二次元不圧地下水流動モデルを構築した。これを用いて数値実験を行い、灌漑による地下水挙動の評価を行った。
- ② 洛恵渠灌区における地下水特性とその分布をクラスター分析により明らかにした。灌漑利用の観点から、 $EC < 3$ 、 $SAR < 9$ のクラスターを「適している」、 $EC < 3$ 、 $SAR \geq 9$ のクラスターを「やや難あり」、 $3 \leq EC < 5$ 、 $SAR \geq 9$ のクラスターを「不向き」、 $EC \geq 5$ 、 $SAR \geq 9$ のクラスターを「極めて不向き」の4段階に分類した。
- ③ リンゴの葉身分析の結果、黄白化した上位葉の鉄含量が著しく低下（下位の正常葉の約 1/3）しており、鉄欠乏であると特定された。
- ④ 土壤中の可給態微量元素はマンガンと鉄が主体であり、両元素が総可給態に占める割合は合計で 90%となり、ほぼ一定であった。鉄の可給態含有量は土壤 pH の上昇に伴い減少傾向が認められたが、葉身の鉄濃度との間には明確な関係が認められなかった。しかし、可給態の鉄とマンガンの比率 (Mn/Fe) が上昇すると上位葉の鉄濃度が低下する傾向が認められた。しかし、この比は土壤 pH と明瞭な関係を示さず、可給態の鉄とマンガンの比率が鉄可給度に影響していることは示唆されたが、土壤特性との関係を見いだすことはできなかった。
- ⑤ 調査対象地域として葦園溝流域（流域面積：70.7 km²）を選定し、流域におけるチェックダム群の形成過程について、分析を行った。チェックダム群の形成過程はチェックダムの土砂流出防止効果とダム農地利用のバランスを考える必要があり、その際に滞砂面積率が次のダムを建設するタイミングを判断する上で重要であることが分かった。
- ⑥ 中国式温室に変えてビニルハウスを建設し、野菜（キュウリ、トマト）の節水節肥型の野菜栽培試験を行った。果実収量調査、栽培試験中の微気象データ観測を実施するとともに、簡易なワンステップ流出法で黄土の土壤物理性を測定し、基礎データを得た。
- ⑦ 中国の耐乾性コムギでは、活性酸素消去系酵素（スーパーオキシドジスムターゼ、SOD；グルタチオン還元酵素、GR；カタラーゼ活性、CA）が高いこと、浸透圧調節物質であるカリウムを多量吸収することがわかった。
- ⑧ 郷土樹種の活着向上に繋がる技術開発として S-ABA 投与が樹木苗木の蒸散抑制に与える影響を調査し、S-ABA は化学合成型 ABA とほぼ同等の蒸散抑制効果を持つこと

を明らかにした。

- ⑨ 延安のベンチマークサイトで、微地形と植生分布の関係に関わる調査を行い、森林の生育限界付近において、斜面方位や斜面上の位置が植生の構造に与える影響を明らかにした。

(第3課題：砂漠化防止に対する総合的アプローチ)

- ① 流域の健全性を長期間にわたって調査・評価する候補地として、昨年度選出した紙坊溝を対象に、経済的、医学的、社会的側面から総合的に評価する指標を改良した。
- ② 紙坊溝流域の3村落における退耕還林政策前後の収入の変化について、CCR・BCCの両モデルを用いて解析を行い、(1)本政策は農業効率を減少させる、(2)本政策は総収入を向上させる、(3)本政策により村落間の格差が大きくなる(裕福な村落はより裕福に、貧困な村落はより貧困になる)ことを明らかにした。
- ③ 紙坊溝流域の住民の健康関連QOL、生活習慣および社会因子を調査し、これらがそれぞれ密接に関連していることを明らかにした。また、肥満と健康関連QOLを調べたところ、過体重の人が最もQOLが高く、肥満になるとQOLが低下することを明らかにした。
- ④ 紙坊溝流域における生物生産力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い、キャリブレーションにより本モデルによる生物生産量の推定値とその実測値とが近似した値を示すことを見出し、本モデルの有効性を示した。
- ⑤ 昨年度抽出した毛烏素砂地の砂漠化進行程度の指標となり得る植物種について、その出発芽特性と、砂の流動に伴う土壌温度・土壌水分量・光強度・種子の埋没深度との関連性を検討し、これらが密接に関係していることを明らかにした。

8-3 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) 本事業の参加者であり、鳥取大学大学院連合農学研究科より博士学位を得た中国人留学生が、本事業の中国側拠点である中国科学院水土保持研究所に研究員として採用された。さらに中国科学院の優れた若手研究者招へいプログラム「百人計画」⁴に採用された。
- (2) 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試験に合格し、2年間ポスドクとして雇用されることが決定した。

⁴ 中国の研究者招へい制度。実施主体は中国科学院。支援規模は年間100名程度。国内外で博士課程を修了後、2年以上科学研究に従事した40歳以下の優秀な若手研究者に対して、3年間 資金面・研究面で援助を受けることができる制度。

- (3) 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。(19年度延べ訪中人数：学生；19名、ポスドク；6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。
- (4) 平成19年度は、中国側拠点大学及び協力大学から、留学生6名(うち3名は拠点枠)を受入れた。
- (5) 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。

8-4 社会貢献

- (1) 乾燥地研究センターの展示室に黄土高原コーナーを設置するとともに、年2回実施している乾燥地研究センター一般公開で、研究対象地である中国黄土高原における砂漠化対処の取り組みについての講演を実施するなど、本事業の成果を広く一般に紹介している。
- (2) 古今書院より、拠点大学交流事業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紹介した「黄土高原の砂漠化とその対策」を出版した。
- (3) 鳥取大学が市民向けに行っている「サイエンス・アカデミー」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(10月13日)。
- (4) キャンパスイノベーションセンター東京で行われたCIC大学連合フォーラム「環境問題と大学の役割」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パネル展示「砂漠化土地の生態系修復を目指した緑化技術の開発」を行った。
- (5) 鳥取大学の学部・大学院教育及び他大学における集中講義の中で、本拠点の紹介及び成果を盛り込んだ学生教育を行った。
- (6) 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。
- (7) 鳥取大学乾燥地研究センターでおこなわれた、技術士会生物工学部会研修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(7月14日)。
- (8) 鳥取県立倉吉西高校及び島根県立松江東高校の模擬授業で「乾燥地の農業と砂漠化防止～地球の砂漠化に立ち向かう～」について授業を行った(12月13日)。
- (9) 兵庫県立川西明峰高校で、「乾燥地農学入門」と称する授業において、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授業を行った(3月10日)。

8-5 今後の課題・問題点

本年度は、本事業7年目にあたり、研究成果の収穫の時期を迎えている。多くの研究成果が論文等として公表されていることから、研究成果の公表や本共同研究により得られたデータ等の所有・利用・公開についてその詳細を取り決めることが必要である。

同時に、昨今、いわゆる知的財産権の取り扱いに対しての配慮が今まで以上に求められるようになってきた。

上記の内容が、平成19年9月に開かれた日中共同公開セミナーにおいて日中共通の課題として協議され、最終日の両コーディネーターの発表の中でその取り決めに向けたロードマップが示された。

その後、両コーディネーターがそれぞれの参加者と協議を継続し、平成20年1月14日に「拠点大学交流事業における日中両コーディネーターによる覚書」が締結された。

今後の課題は、この覚書に示された指針を日中双方が遵守しつつ、研究成果の公表に向けて更なる努力を行うことである。

8-6 本研究交流事業により発表された論文

平成19年度論文総数 27 本

うち、相手国参加研究者との共著 9 本

うち、本事業がJSPSの出資によるものが明記されているもの 5 本

(※ 論文リストを別に添付してください)