

|         |  |
|---------|--|
| 案件名     | ペルーにおける流域の水循環および農業生産に及ぼす気候変動の影響                      |
| 派遣専門家   | 駒井克昭   |
| 所属機関    | 北見工業大学 工学部・准教授                                       |
| 相手国研究機関 | ラ・モリーナ国立農業大学(La Molina National Agrarian University) |

## ペルーにおける流域の水循環および農業生産に及ぼす気候変動の影響

(平成 23 年 9 月)

ペルーでは乾燥地帯と半乾燥地帯に人口が多く農業生産の盛んな地域が集中している。チラ・ピウラ川、サンタ川、イカ川、コルカ川流域はペルーの海岸地域に位置する国内で最も重要な地域であり、各河川は水力発電と都市部の飲料水を担うとともに 9 つの大きな渓谷への灌漑用水の供給源となっている。ペルーでは 70%の淡水が農業に利用されており、灌漑農業の発展にとって水は制限要因と認識されている。ペルーは世界で 3 番目に気候変動リスクが大きい国であるとの研究例もある。現在、太平洋に流れる河川流域のほとんどは人口増、非効率な灌漑による水ストレスに直面しており、水資源の競合問題を引き起こしている。このため、最新の科学技術によって気候変動の影響の分析を行うことは、持続的発展のためには水資源利用と国の開発戦略に関する政策策定にとって極めて重要となる。本派遣では、ペルー国の最も重要な流域のうちの一つであるイカ川を研究対象として、流域における水資源及び農作物への気候変動の影響メカニズムと結果を理解するためのラ・モリーナ農業大学大学院水資源研究科(Universidad: Universidad Nacional Agraria La Molina、Departamento de Recursos Hídricos: UNALM-DRH)の研究スタッフのキャパシティ・ディベロップメントを図ることを目的としている。

本案件のカウンターパートは主に UNALM-DRH に所属する教員である。UNALM-DRH では、大学の目標達成のためメンバーが一丸となり活動を行っていることから、そのうちの数名の教員を中心としてキャパシティ・ディベロップメントを行った。また、UNALM-DRH で関係する専門分野の研究経験者、もしくは今後、博士号あるいは修士号取得を目指してその専門分野の研究を行う学生も対象に含む。ANA(Autoridad Nacional de Agua: 水省)、SENAMHI(Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú: ペルー国立気象水理センター)、および理学部(Faculty of Science)も本案件にとって重要な関係協力機関である。



写真 1 UNALM-DRH スタッフ

今回の派遣では主に、UNALM-DRH が主催する国際会議(IV Congreso Nacional y III Congreso Iberoamericano de Riego y Drenaje)での情報収集、UNALM-DRH の研究スタッフを対象とした講義・演習形式の指導、および学内の研究施設見学を実施した。相手国カウンターパートにはアマゾン川周辺流域での農業に関する水資源管理プロジェクトや水文・河川モデルの開発、水利用の最適化システムの開発、等々に関する研究実績があり、海外での研究経験者も含まれている。ただし、気候変動に関する情報とその解析・応用技術が不足しているため、本派遣では相手国カウンターパートの具体的な詳細な要望を把握しつつ、第一段階としてペルーでの基本的な水文・気象データの取得状況の確認とデータ収集、および関連する基礎知識の教授を目指した。以下に主要な活動をまとめる。



写真 2 UNALM-DRH での指導

### (1) 関連する諸情報の収集と確認

対象とするイカ川流域の降水量データ、地形データ、地質データ、およびペルーの水資源事情についての情報収集を

行った。イカ川流域では約 20 地点での数 10 年間の降水量のデータが取得されており、断面データ等の地質情報も入手可能なことが確認された。また、ペルー国内において流域毎に行われている水資源管理の現状も確認された。

## (2) 気候変動データの解析・適用手法の教授

GCM による気候変動データをイカ川流域に適用し、近未来～未来における気象条件の変化を予測するための支援を講義と演習形式で行った。水資源の予測に向けて、降水量予測のための GCM の結果のデータ解析の基本的な考え方とその具体的な方法について教授を行った。

## (3) 流出解析モデルに関する情報交換と分布型流出モデルに関する基礎知識の教授

現在、UNALM-DRH で利用されている流出解析モデルは数種類あり、それぞれの特徴や対象とする水文現象についての情報交換を行うとともに、分布型流出モデルの特徴や適用方法の概要について説明を行った。

今回の派遣では大学が休業期間にあり、残念ながら学生への直接指導はできなかったが、UNALM-DRH の教員を中心として核となる人材育成を行うことができれば、今後のペルー国への技術移転が効果的に進むことが期待できる。相手国カウンターパートはこれまで、イカ川流域だけでなく他にもペルー国の主要な流域に関する研究を進めており、本派遣で教授したことは様々な流域への応用



写真 3 灌漑実験施設

も可能である。このため、引き続き、ペルー側と連携して検討を進めるとともに、ペルーの水資源および農業生産の将来予測と政策提言に資する効果的な技術移転を円滑に進めるため、情報交換を続ける予定である。

|         |   |
|---------|---|
| 案件名     | ペルーにおける流域の水循環および農業生産に及ぼす気候変動の影響                       |
| 派遣専門家   | 増田周平  |
| 所属機関    | 独立行政法人 海洋研究開発機構 地球環境変動領域 海洋環境変動研究プログラム・チームリーダー(主任研究員) |
| 相手国研究機関 | ラ・モリーナ国立農業大学(La Molina National Agrarian University)  |

## ペルーにおける流域の水循環および農業生産に及ぼす気候変動の影響

(平成 23 年 9 月)

### 1. 専門家活動内容と成果達成状況

#### (1) 活動内容:

ペルー国太平洋沿岸の温帯地域に位置するイカ川流域における水循環および農業生産に対する気候変動の影響評価モデルを構築する上で重要となる、当該地域での気候変動メカニズムの理解促進を目的とし、ラ・モリーナ農業大学(UNALM)において最新の気候変動データセットを提供すると同時に気候変動のメカニズム解明に資する解析手法の伝授を行う。

#### (2) 達成状況:

カウンターパートに結合再解析データを提供し、可視化のための技術移転を行うことで研究者独自で降水データや大気物理量の時系列を描画・解析できるようになった。

気候力学的な見地からペルーの気候変動に大きな影響を持つ ENSO 現象の基本力学や予報モデルの現状などを解説することでカウンターパートの気候変動現象に関する理解を深めることができた。

#### (3) 人材育成の観点での活動内容:

現地で、対話方式のセミナーを隔日で行い、カウンターパートの興味や問題意識をくみ取りつつ気候変動に関する理解の深化に努めた。

#### (4) 計画と進度に齟齬があった場合、その理由:

当初、現地で演習などに用いる PC 機材を設置する予定であったが、調達できずカウンターパートの資材で代用した。このためソフトウェアのインストールなどに時間がとられ、より高度な解析コードを実行するまで立ち会うことが出来なかった。



セミナーにて C/P 等へ解説

### 2. 指導分野およびその関連分野にかかる受入国、協力先の現状と問題点

ペルーは太平洋にひらけた沿岸地域からアンデス山脈に続く高山地帯まで性質の異なる地勢を含んでおり、地域ごとの綿密なモニタリングと地域間の連携研究が必要である。しかしながら広範な地域を網羅するインフラ整備などを即座に実施するのは容易ではない状況のようである。

### 3. 今後の予定(派遣時期と活動計画)

引き続きカウンターパートとリモートでコンタクトをとりつつここで得られた気候変動の知識が水循環・農業生産の研究に結びつくよう指導していく。今後の訪問については平成 24 年 10 月上旬を予定しており、気候変動の影響評価モデルの実装に向けた活動を予定している。

|         |   |
|---------|---|
| 案件名     | ペルーにおける流域の水循環および農業生産に及ぼす気候変動の影響                       |
| 派遣専門家   | 増田周平  |
| 所属機関    | 独立行政法人 海洋研究開発機構 地球環境変動領域 海洋環境変動研究プログラム・チームリーダー(主任研究員) |
| 相手国研究機関 | ラ・モリーナ国立農業大学(La Molina National Agrarian University)  |

## ペルーにおける流域の水循環および農業生産に及ぼす気候変動の影響

(平成 24 年 9 月)

### 1. 専門家活動内容と成果達成状況

#### (1) 活動内容:

ペルー国太平洋沿岸の温帯地域に位置するイカ川流域における水循環および農業生産に対する気候変動の影響評価モデルを構築する上で重要となる、当該地域での気候変動メカニズムの理解促進を目的とし、ラ・モリーナ農業大学(UNALM)において最新の気候変動データセットと現地観測データを用いた相関解析などを行うことで水資源、農業モデルを駆動するための降水データセットの検証方法を教授し、カウンターパートのニーズを考慮しつつそのデータセットの応用可能性を吟味する。また、ペルー国に関係の深い気候変動現象に関する学習支援を実施する。

#### (2) 達成状況:

公開されている気候変動データを提供し、解析ツールに関する技術移転を行うことで研究者独自で降水データの相関解析、グルーピングなどをできるようになった。このことによって、カウンターパートは当該地域にもっとも適した気候変動データセットを近未来データまで含めて独自で扱える基本的なキャパシティを獲得したことになる。

また、ペルーの気候変動に大きな影響を持つ ENSO 現象の予報に関する最新の研究成果や国際的な現業機関の活動などをセミナー形式で解説することでカウンターパートの気候変動現象に関する理解を深めることができた。



カウンターパートを交えた議論の風景

#### (3) 人材育成の観点での活動内容:

カウンターパート機関に所属する複数の若手研究者を対象に解析ツール(ソフトウェア)を運用する技術移転を実施した。また、ペルー国の農業活動に及ぼす気候変動の影響に関して将来的な見通しを様々な観点から議論することで人材育成に努めた。



若手研究者に対する技術移転の様子

### 2. 指導分野およびその関連分野にかかる受入国、協力先の現状と問題点

ペルー国は太平洋にひらけた沿岸地域からアンデス山脈に続く高山地帯まで性質の異なる地勢を含んでおり、それぞれの地域は比較的小さな空間スケール(5-50km)を持っているようである。既存の全球気候変動データセットの応用には力学ダウンスケーリングなどの高度な技術開発が今後必要になると思われる。

### 3. 今後の予定(派遣時期と活動計画)

引き続きカウンターパートとリモートでコンタクトをとりつつ、ここで得られた気候変動の知識が他の専門家による水循環・農業生産に関する技術移転と有機的に結合して実用的な成果をあげられるよう指導していく。

|         |   |
|---------|---|
| 案件名     | ペルーにおける流域の水循環および農業生産に及ぼす気候変動の影響                       |
| 派遣専門家   | 駒井克昭  |
| 所属機関    | 北見工業大学 工学部・准教授  |
| 相手国研究機関 | ラ・モリーナ国立農業大学 (La Molina National Agrarian University) |

## ペルーにおける流域の水循環および農業生産に及ぼす気候変動の影響

(平成 24 年 10 月)

今回の派遣では、ラ・モリーナ農業大学大学院水資源研究科 (UNALM-DRH) に所属する教員に加え、修士課程学生、および学部学生を対象として、主に講義・演習形式の指導を行った。相手国カウンターパートとは前回派遣から本派遣までに情報交換を続けており、あらかじめ降水量や地形等のデータ整理、GCM データの解析スクリプトの準備、および分布型流出モデルの設定と河川流量の試算を行った。そこで、本派遣期間中には関連する基礎知識に加えて、より具体的なデータ解析手法の教授、およびモデル精度の向上のための情報交換を主な目的とした。以下に主要な活動をまとめる。

### (1) 気候変動データの解析・適用手法の教授

GCM による気候変動データをイカ川流域に適用し、将来における気象条件の変化を予測するための支援を講義と演習形式で行った。イカ川流域以外での水資源の予測も念頭にして、降水量予測のための GCM の結果のデータ解析の基本的な考え方と統計的ダウンスケーリングの具体的な方法について教授を行った。順調に技術指導が進んだことから、引き続き、複数地点の降水量データの解析を実施することとなった。

### (2) 分布型流出モデルの基礎知識と適用手法の教授と関連する諸情報の収集

イカ川流域を対象とした流出解析の結果を踏まえて、解析結果の精度向上の方法と今後さらに必要な入力データの収集について議論を行った。特に、新たに現地で実測された気象条件、水理条件、および土質条件の情報が入手できたため、今後、これらをモデルに反映する。また、流域外に存在する貯水池からの人為的な放流がイカ川の流量に影響を及ぼしている可能性があり、引き続き、精度向上のための情報収集を行うことになった。



写真-1 解析手法の演習の様子



写真-2 講演会開催後の集合写真



写真-3 リマ市内を流れる Rimac 川(河川工事中)

今回の派遣では、UNALM-DRH の教員を中心として、学生への指導も行い、幅広い人材のキャパシティ・ディベロップメントを行うことができた。相手国カウンターパートはこれまで、イカ川流域だけでなく他にもペルー国の主要な流域に関する研究を進めており、本派遣で教授したことは様々な流域への応用も可能である。効果的な技術移転を円滑に進めるため、引き続き、カウンターパートとの連携を続ける予定である。

|         |   |
|---------|---|
| 案件名     | ペルーにおける流域の水循環および農業生産に及ぼす気候変動の影響                       |
| 派遣専門家   | 駒井克昭  |
| 所属機関    | 北見工業大学 工学部・准教授  |
| 相手国研究機関 | ラ・モリーナ国立農業大学 (La Molina National Agrarian University) |

### ペルーにおける流域の水循環および農業生産に及ぼす気候変動の影響

(平成 25 年 8 月)

今回の派遣では、これまでの派遣と同様に UNALM-DRH に所属する教員、修士課程学生、および学部学生を対象として指導を行った。相手国カウンターパートとは前回より引き続いてインターネットを介した情報交換を行っており、GCM データの解析スクリプトの準備とモデルケースとしたイカ川流域でのより詳細な降水量の将来予測、および分布型流出モデルによる将来の降水に対する流出特性の解析を進めてきた。そこで、本派遣期間中では相手国カウンターパートの研究の進捗状況の確認とデータ解析手法のより実践的な応用方法の教授、および流出モデルによる予測結果についてのより詳細な議論を行った。以下に主要な活動をまとめる。



写真-1 ラモリーナ大学正門

#### 1. 気候変動データの解析・適用手法の教授

GCM による気候変動データをイカ川流域に適用し、将来における気象条件の変化を予測するための支援を講義と演習形式で行った。前回派遣から相手国カウンターパートのメンバーの一部に入れ替わりがあったことから、再度、降水量予測のための GCM の結果のデータ解析の基本的な考え方と統計的ダウンスケーリングの具体的な方法について教授を行った。技術移転状況を把握することと着眼点の相互理解、および今後の研究方針の確認のため、各人が対象とする流域への GCM データを利用した研究テーマやデータ解析の進捗状況についての研究発表会を行った。この結果、相手国メンバーによって独自にイカ川流域以外での降水量データの解析が進められており、これまでの活動によって着実に技術移転が進んでいることが確かめられた。また本



写真-2 学長表敬訪問

派遣中には、新たに解析スクリプトを開発することによってペルーの観測体制や農業生産へのニーズに合わせた水文データに関するダウンスケーリングを行うなど、実践的な技術移転を進められたことは大きな収穫であった。

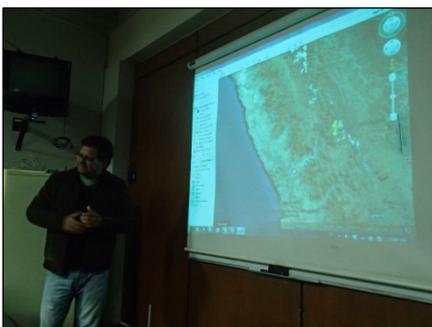


写真-3 研究発表会



写真-4 ワークショップ



写真-5 データ解析の様子

## 2. 分布型流出モデルの精度向上に向けた検討と予測結果に対する考察

イカ川流域を対象とした流出解析について、前回派遣から解析結果の精度向上に取り組んできた。新たに現地条件に合わせたパラメータのチューニングとともに流域外の貯水池からの人為的な放流の影響も考慮した結果をもとに、さらに精度向上を目指して山岳地帯の降雨パターンの反映させることで良好なモデルの結果を得ることに成功した。さらに、GCM による降水量の将来予測結果をインプットとした流出量の将来予測結果の利用方法に関する議論、妥当性や有用性に関する議論等を行った。

これまでの活動全体を振り返って、当初予想していなかった問題はいくらかあったものの、研究を通じて目的である UNALM-DRH のメンバーを中心とした実践的なキャパシティ・ディベロップメントは十分に達成できた。本事業で教授したことを土台として、独力でのデータ解析が出来るようになったことや新たにペルーの実情に合った解析スクリプト開発が進められるようになったことは、技術移転が成功し彼らの研究能力が向上したことの証である。主たる参加メンバーは潜在的な研究能力も十分にあり、データ収集や研究の遂行全般に関して非常に好意的で、意欲的な若い研究者達も本活動に積極的に関わってきた。相手国側は本事業終了後も連携を望んでおり、日本側からもぜひ引き続きサポートをしていきたいと考えている。本派遣事業を通じて醸成した信頼関係と研究活動実績は、次のステップにおける両国の国際共同研究パートナーとしての連携に寄与するはずである。



写真-6 学科長との昼食会