

「水の循環系モデリングと利用システム」

平成13年度採択研究代表者

杉田 倫明

(筑波大学 地球科学系 助教授)

「北東アジア植生変遷域の水循環と生物・大気圏の相互作用の解明」

1. 研究実施の概要

本研究では、北東アジアの植生の乾燥・半乾燥域を対象とした大気・水・生物圏の相互作用の解明を行う。乾燥・半乾燥地域は植物生産性が低く、その植生は気候変動の影響や人間活動の影響を受けやすい。一方、この地域では、地球規模の気候変動の一部とされている過去40年程度の間の降水量減少と冬季から春季にかけての非常に大きな気温上昇とが観測されている。また、たとえばモンゴルにおける最近の社会体制の変化は、過放牧を引き起こし、この地域に砂漠化の危険性をもたらしている。本研究では、このような二つのスケールも要因も全く異なる現象が水循環を通じて森林-草地-砂漠からなるこの植生変遷域地域にどのような変化をもたらす可能性があるのかを明らかにし、モデル化する。その知見に基づき望ましい水利用方法を提案する。平成15年度は、現地での4回の集中観測による気象、水文、生態、土壌調査の実施、自動ステーションの連続運転によるデータ取得、相手側機関のルーチン気象、水文データの取得を行うと共に、予備的な解析を進めた。また、モデルによる将来予測の実施のための準備を進めた。得られた成果の議論と情報交換のため、関連する2プロジェクトと共にモンゴルの自然環境に関するワークショップを開催した。

2. 研究実施内容

2.1 観測の実施とデータ取得

対象地域として選定されたモンゴル国ヘルレン川流域およびその周辺において、研究を進める上で必要な観測を行いデータを収集した。観測スケジュールとして、第1回目集中観測(IOP1)を5/7-5/17, IOP2を6/11-6/21, IOP3を7/16-7/26, IOP4を8/18-8/25, IOP5を10月に予定したが、SARS発生により、1回目をキャンセルし、2回目以降をほぼ予定通りに実施した。この期間を中心として主たるメンバーが現地にて観測に従事した。測定地点と得られたデータの概要は以下の通りである。

● 森林植生

モンゴル国の北部山岳地を代表する、カラマツ、シラカバ混合樹林として、ヘルレン川流域上流部のMongonmorit北の森林を選択し、測定ステーションが設置された。ステ

ーションには高さ30mの観測タワーを設置し、観測を平成13年3月より開始した。測定項目は以下の通りである。熱・水・運動量・二酸化炭素フラックス、土壌水分、植生量、一般気象。IOP期間中にはこれらの自動測定項目に加えて、土壌水、降水、水蒸気、河川水のサンプリングを行い、その水質、安定同位体の分析に供した。また、植生の成長を数値としてとらえた。MongonmoritにおいてはGPSの測定を行った。

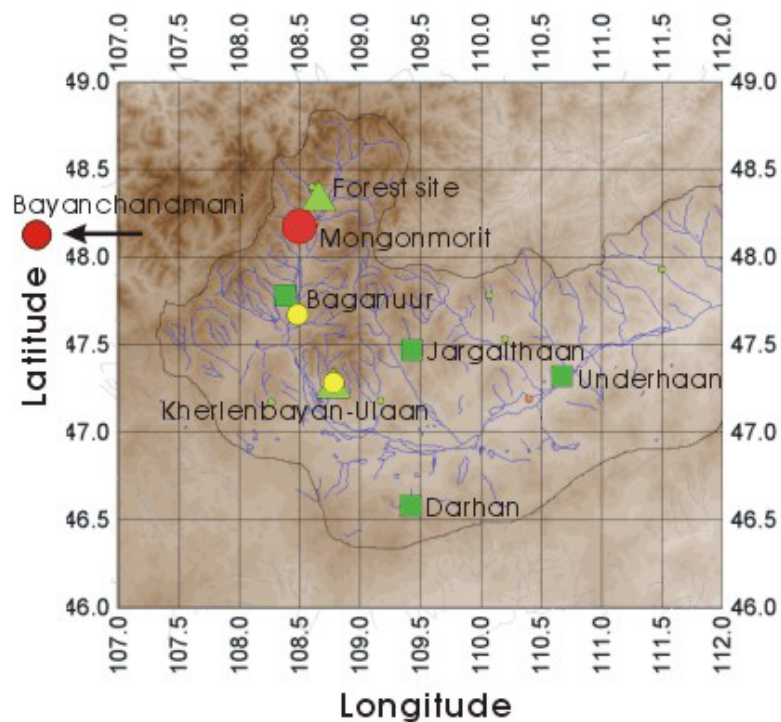


図1 ヘルレン川流域における観測ステーション位置。赤丸(GPS)，三角(フラックス等の測定)，黄丸(斜面)，四角(AWS)

●草原

モンゴル国中部の草原を代表する地点として、ヘルレン川流域中部のKherlenBayan-Ulaanを選択し、2つの測定ステーションを設置し観測を平成13年3月より開始した。1つのステーションは200m×170mのフェンスで囲むことで放牧の無い草原を作り出し、その測定を行うこととした。もう一つのステーションは自然状態で放牧の影響を受けた状態の草原の状態を測定した。測定項目は以下の通りである。熱・水・運動量・二酸化炭素フラックス、土壌水分、植生量、一般気象、土壌呼吸量、GPS。IOP期間中にはこれらの自動測定項目に加えて、土壌水、降水、水蒸気、河川水のサンプリングを行い、その水質、安定同位体の分析に供した。また、植生の成長量、放牧圧を数値としてとらえた。

●斜面

山地斜面は土壌浸食の生じる場と考えられるため、そのデータ取得のために、流域中流部に位置するBaganuurとKherlenBayan-Ulaanに観測ステーションを設置した。前者は比較的降水量が多いため、山岳性ステップに属し、後者は降水量も少なく通常のステップである。両地点共に、50m×50mの保護区と非保護区を設け、通常の放牧のある場合と無い場合の両方の場合について、土壌浸食量、水の流出量、降水量、および水の同位体組成を測定した。

●その他

上記に代表されるステーションにおいて主たる観測を実施するが、空間的に広がる領

域の情報をより正確に把握するために、草原地帯4地点（Baganuur, Jargalthaan, Underhaan, Darhan）において自動気象観測ステーション(AWS)を設置し、観測ステーションの測定値を補完するデータを取得した。測定項目は、一般気象の他、土壌水分量などである。また、IOP期間中にフラックスを同時測定し、その値とAWSデータからフラックス算出のために必要なバルク係数の決定を行った。また植生量、放牧圧、土壌の調査を実施した。

さらに、面的な広がり把握する手段として、航空機を4回のIOP期間中にチャーターし、流域内の水・熱フラックス分布、分光反射特性、および水蒸気の同位体組成測定を実施した。また、自動車による移動観測により、流域内の地下水の水位、同位体組成を測定した。

2.2 モデルの改良

観測の実施と共に、本研究地域の将来予測につなげる上で重要なモデルの改良、対象地域への最適化を進めた。

● 大気領域モデル

Pielke et al (1992)により開発された地域気象モデリングシステム(RAMS)に本研究チームのグループ4がこれまでに加えた独自の改良をさらに進めた。IOP期間を中心とした10年の再現をまず行うために、データセットの整理を進めた。

● 分布型水文モデル

本研究チームのグループ5で開発されたモデルを対象領域に最適化すると共に、必要な境界データを収集した。また、検証データになる河川水位データを独自に取得し、より高精度な水位-流量曲線を得た。

● 生態系モデル

本研究チームのグループ2で開発されたモデルを対象領域に最適化すると共に、必要なパラメータを収集した。

2.3 ワークショップの開催

得られた成果を共同研究相手のモンゴル国気象学・水文学研究所およびECO ASIAや、水循環領域研究チームをはじめとする関係研究者と共有し、その内容を議論するために、2002年度に続き、モンゴルにおいて自然環境の調査を行っている他2プロジェクトと共同で、2nd International Workshop on Terrestrial Change in Mongoliaを開催し、モンゴル国よりの研究者らを交えた研究交流を実施した。

3. 研究実施体制

グループ0

- ① 杉田 倫明（筑波大学 地球科学系 助教授）
- ② 総括

グループ1

- ① 浅沼 順 (筑波大学 地球科学系 講師)
- ② 広域地表面と大気間の熱・水蒸気の交換過程の解明と蒸発散量の推定

グループ2

- ① 鞠子 茂 (筑波大学 生物科学系 助教授)
- ② 草原生態系の人間活動の関係の解明

グループ3

- ① 辻村 真貴 (筑波大学 地球科学系 講師)
- ② 同位体を利用した水・物質循環プロセスの解明

グループ4

- ① 木村 富士男 (筑波大学 地球科学系 教授)
- ② メソスケールモデルの構築とモンスーン水循環

グループ5

- ① 陸 旻皎 (長岡技術科学大学 環境建設系 助教授)
- ② 分布型水文モデルによる流出解析

グループ6

- ① Gombo Davaa
(Institute of Meteorology and Hydrology Hydrology Section head)
- ② モンゴル国内のデータ収集と水文・気象・生態現象の解析

4. 主な研究成果の発表 (論文発表および特許出願)

(1) 論文発表

- Sato, T. and F. Kimura (2003): A two-dimensional numerical study on diurnal cycle of mountain lee precipitation. Journal of the Atmospheric Sciences, American Meteorological Society, 60, 1992-2003.
- 佐藤友徳 (2003): モンゴルにおける地上風系の日変化について. 陸域環境研究センター報告, No. 4, 125-128.
- Sheng-Gong LI, Chun-TA LAI, Tomoko YOKOYAMA and Takehisa OIKAWA (2003): Carbon dioxide and water vapor exchange over a Miscanthus-type grassland: effects of development of the canopy. Ecological Research, 18, 661-675.
- Ha-Lin Zhao, Sheng-Gong Li, Tong-Hui Zhang, Toshiya Ohkuro, and Rui-Lian Zhou (2004): Sheep gain and species diversity: in sandy grassland, Inner

Mongolia. Journal of Range Management, 57, 187-190.

- Zhou Hai-Yan, Li Sheng-Gong, Zhao Ai-Fen, Zhao Ha-Lin & Wang Gang. (2004): Ecophysiological evidences for the competition strategy of two psammophytes (*Artemisia halodendron* and *Artemisia frigida*) in Horqin sandy land, Inner Mongolia. Acta Botanica Sinica, 56, 284-293.
- 佐藤友徳 (2004): 2003年7月2日モンゴルで発生した漏斗雲とダウンバースト. 天気, 51, 161-162.

(2) 特許出願

なし