

「地球変動のメカニズム」
平成10年度採択研究代表者

小池 俊雄

(東京大学大学院工学系研究科 教授)

「大気 - 陸域相互作用のモデル化と衛星観測手法の開発」

1. 研究実施の概要

本研究は、大気 - 陸域相互作用における科学的不確実性の部分に焦点を当て、包括的な衛星観測システムを国際的な共同研究体制を基盤に、グローバルな検証実験と比較研究によって、(1)大気 - 陸面相互作用の中で鍵となるプロセス解明、(2)新しい地球観測衛星を用いたグローバルモニタリングシステムの確立、(3)モデルのグローバルな適用の可能性の検証、を達成しようというものである。

平成11年度は、(1)の目的に対して、中国、タイ両国の研究者との協力でそれぞれチベット高原とタイでの観測計画の基本的枠組みについて合意するとともに、観測機材の国内試験運用を実施した。(2)の目的に対しては、NASAおよびNASDAが平成12年度に打ち上げを予定している改良型マイクロ波走査放射計を用いた積雪、土壌水分、地温、植生水分量、降水量の算定アルゴリズムを開発し、既存の衛星、地上同期観測データを用いて検証した。(3)については、チベット高原における永久凍土帯での陸面の不均一性を考慮した水・エネルギーフローモデルを現地観測データを用いて検証し、妥当性を確認した。

平成12年度は、自動気象観測装置や土壌水分観測装置などを現地に設置するとともに、平成13年度から始まる集中観測準備を、中国およびタイの研究者とともに実施する。また、開発した衛星アルゴリズムを国際的な枠組みで相互比較し、その性能評価を行なう。モデルについては陸面水・エネルギーフローモデルと大気メソモデルとの結合結合実験を行い、陸面が大気の及ぼす影響をモデルシミュレーションによって定性的に把握する。

本研究は、世界気候研究計画(WCRP)における全地球スケールでの合同強化観測プロジェクト(CEOP)立案を実質的にリードしてきた。CEOPがWCRPのコアプロジェクトとして採択され(平成12年3月)、平成13 - 14年の強化観測の中心的観測研究として、その重要性は益々高まっている。

2. 研究実施内容

GCMグリッドスケールと大陸スケールの陸面での多様性が大気 - 陸面相互作用に与える影響を定量的に理解し、多様性を考慮した普遍的な鉛直輸送スキームを開

発するために、本研究では、多様な大陸上にグリッドスケールの集中観測領域を複数設定し、それぞれの観測領域においてその領域の特徴的な気候条件下で、衛星と地上集中観測により、地表面水文状態、フラックス、大気状態の空間分布を様々な空間スケールで計測して、その実態を把握するとともに衛星観測手法の確立を目指すこととした。次にそれぞれの領域での空間平均化手法を取り込んだ鉛直輸送スキームを開発し、それらを異なる気候条件下で相互に比較することによって、包括的で普遍的なスキームを開発し検証するという手法を採用している。

本年度は、(1)フィールド観測によるプロセス研究、(2)衛星による多様な地表面の様々なスケールの情報収集と解析、(3)大気 - 陸面結合モデルの開発とそのtransferabilityの向上および検証のそれぞれに関して、下記の研究を行った。

(1) フィールド観測によるプロセス研究

チベット高原での土壤水分の不均一性

永久凍土帯での融解期における水分移動を斜面および平坦地で調査し、凍土とエネルギー・水収支の相互作用によって土壤水分の空間不均一性が拡大されるプロセスを明らかにした。

土壤水分の不均一性が蒸発に及ぼす影響の評価

凍土の水・エネルギーフローを表す1次元モデルに、表層貯留効果を導入することにより、そのプロセスを表現できるモデルを開発し、取得された土壤水分分布データを用いて、モデルの妥当性を確認した。さらに、本モデルを用いて、土壤水分の不均一性が蒸発に及ぼす影響を、観測データによるシミュレーションにより評価した、

観測システムの構築

本研究では、チベット高原中央部、タイ北～中央部にそれぞれ、100km四方、200km四方の多様な地表面で構成される集中観測領域を設定しており、その中で地表からのフラックス算定が可能な自動気象観測装置の性能を国内試験運用を通して評価し、問題点を改善した。また、GPSゾンデ、土壤水分観測計、マイクロ波放射計、CO₂フラックス観測装置、スカイラジオメータ、直達・散乱日射計等の試験運用を行い、その性能を確認した。

(2) 衛星による多様な地表面の様々なスケールの情報収集と解析

大陸スケールの土壤水分算定アルゴリズム開発と検証

前年度開発した、2周波、2偏波のマイクロ波輝度温度を用いた土壤水分、植生水分、地温算定アルゴリズムを、TRMM、NIMBUS-7)に搭載されているマイクロ波放射計データに適用し、それぞれチベット高原、ロシアで取得された地上データを用いて、その妥当性を検証した。また車載型マイクロ波放射計を用いた航空機、衛星同期実験を米国オクラホマ州で実施し、アルゴリズム開発

のための包括的なデータを収集した。

大陸スケールの積雪量算定アルゴリズム開発と検証

マイクロ波放射計から算定される植生層の光学的厚さを取りこんだ積雪量算定アルゴリズムを開発した。本手法は、前年度に開発した可視・赤外放射計による植生指標（NDVI）を用いたアルゴリズムが高緯度・冬季にはうまく作用しない問題点を改善するものである。今後、衛星データに対応する植生域の積雪検証データを取得して、本手法を検証することが必要となる。

大陸スケールの降水量算定アルゴリズム開発と検証

陸域での降水と土壤水分を同時に算定するマイクロ波放射計アルゴリズムを開発し、チベット高原での衛星 - 地上レーダ同期観測データを作成して、降水の鉛直プロファイルおよび観測サンプリングが、降水量算定に及ぼす影響を評価した。

高空間分解能土壤水分算定アルゴリズムの検証と応用

Lバンド合成開口レーダ（JSAR）を用いた永久凍土帯の土水分算定アルゴリズムに、冬季の土壤中の含氷量の影響を表すモデルを導入して、チベット高原の広い領域に適用可能な算定手法を確立するとともに、含氷量算定の可能性を明らかにした。

(3) 大気 - 陸面結合モデルの開発とそのtransferabilityの向上および検証

開発すべきモデルは、空間的には数10km、時間的には1時間のスケールの、地表面の複雑性を考慮した土壌 - 植生 - 大気熱・水輸送スキーム（SVATS）となる。そこで、チベット高原の永久凍土帯での陸面-大気の水・エネルギーフローを記述するモデルを開発するために、まず大気モデルと陸面モデルの接続部をモデル化した。

3. 主な研究成果の発表（論文発表）

広瀬 望、小池 俊雄、石平 博：土壌水分の空間不均一性が領域平均蒸発量算定に及ぼす影響、水工学論文集、Vol.44，pp.169-174，2000.

小池 俊雄、下茂 力、太田 哲、藤井 秀幸、柴田 彰：陸面水文学分布のグローバル推定のためのマイクロ波放射計アルゴリズムの開発と検証、水工学論文集、Vol.44，pp.247-252，2000.

藤井 秀幸、小池 俊雄：衛星搭載マイクロ波放射計を用いた地表面放射を考慮した降水量推定の検証、水工学論文集、Vol.44，pp.271-276，2000.