

「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

(長岡技術科学大学環境・建設系 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. 研究の実施概要

本研究は、大気－陸域相互作用における科学的不確実な部分に焦点を当て、新たに打ち上げられる地球観測衛星と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10年度は、(1)の目的に対して、対象とする観測領域をチベット高原とタイに設定し、観測基本計画を立案して、観測機器を選定した。(2)については衛星搭載マイクロ波放射計を用いた、積雪、土壌水分、地温、植生水分量、降水量を算定するアルゴリズムを開発し、その検証を行った。(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開発した。

平成11年度は、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実施計画を策定し、平成12年度に予定されている観測機器の設置および予備観測の準備を行う。また、平成12年打ち上げ予定の新しい衛星に対応したアルゴリズムの開発および検証実験を実施する。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。

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

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た。これらの領域内で、地表面の植生、土壌水分、積雪等の地表面水分状態と大気状態を、地上観測機器を用いて計測すると同時に、衛星による 10m スケールから 50km スケールの観測を、可視・赤外放射計（高空間分解能、中分解能）、合成開口レーダ、マイクロ波放射計、赤外サウンダー、マイクロ波サウンダー、降雨レーダ等を用いて行う予定である。地上観測機器としては、GPS ゾンデ、土壌水分観測計、マイクロ波放射計、自動気象観測装置、ライダー、境界層レーダ+RASS、乱流観測装置、CO₂ フラックス観測装置、スカイラジオメータ、直達・散乱日射計等の整備を行った。

(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

1) 大陸スケールの土壌水分算定アルゴリズム開発と検証

裸地土壌水分を対象とした 2 周波のマイクロ波輝度温度を用いたアルゴリズムに、偏波情報を導入して、植生中の水分による消散、射出効果を含めた土壌水分算定アルゴリズムを開発し、その有効性を上記マッチデータセットによって確認した。さらに、熱帯降雨観測衛星(TRMM)に搭載されているマイクロ波放射計(TMI)を用いて、チベット高原上の土壌水分を推定し、地上観測データで、その妥当性を検証した。

2) 大陸スケールの積雪量算定アルゴリズム開発と検証

AVHRR から算定される植生指標(NDVI)を用いて植生層による光学的厚さを推定し、これを 2 周波のマイクロ波輝度温度を用いた積雪量算定アルゴリズムに導入した。その結果、アルゴリズムの適用範囲が拡大し、推定精度が向上した。さらに TMI を用いて、チベット高原上の積雪分布を推定し、地上観測データで、その妥当性を検証した。

3) 大陸スケールの降水量算定アルゴリズム開発と検証

大気中の降水領域でのマイクロ波散乱効果を 2)の土壌水分アルゴリズムに導入し、降水量と土壌水分量を同時に算定するアルゴリズムを開発した。これを TMI データに適用して、チベット高原上の降水量を推定し、地上観測データで、その妥当性を検証した。

4) 高空間分解能土壌水分算定アルゴリズムの検証と応用

すでに開発された 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を、チベット高原の広い領域に適用し、推定結果を検証するとともに、表層土壌水分分布の地域特性が明らかにした。

(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。今年度は、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し、その検証を GAME-Tibet IOP で得られた地表付近 4 cm の土壌水分および地表面温度(赤外放射温度)データを用いて検証し、モデルの妥当性を確認した。さらにチベット高原で観測された大きな土壌水分分布のレンジの発生メカニズムを検討し、その物理過程を組み込んだ土壌水分分布再現モデルを開発した。

3. 主な研究成果の発表(論文発表)

- 石平博・小池俊雄・広瀬望・Shen Yongping・Wang Shaoling・Ye Bosheng : 永久凍土の融解過程に及ぼす地形効果の観測的研究, 水工学論文集第 43 巻, pp.97-102, 1999.
- 広瀬望・小池俊雄・石平博・田殿武雄・Shen Yongping・Wang Shaoling・Ye Bosheng : 土壌水分分布算定のための凍土一次元モデルの開発, 水工学論文集第 43 巻, pp.103-108, 1999.
- 小池俊雄・吉本淳一・藤春兼久・柴田彰 : グローバルな積雪量分布推定のための衛星アルゴリズムの開発と検証, 水工学論文集第 43 巻, pp.211-215, 1999.
- 田殿武雄・小池俊雄・Jiancheng Shi : 地表面粗度特性を考慮した SAR による土壌・積雪パラメータ推定のための数値シミュレーション, 水工学論文集第 43 巻, pp.217-222, 1999.