

氏 名	こう ざん おさむ 甲 山 治
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 2459 号
学位授与の日付	平 成 17 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 環 境 地 球 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	人 為 的 な 影 響 の 大 き い 中 国 淮 河 流 域 に お け る 高 精 度 水 ・ 熱 フ ラ ッ ク ス 推 定 法 の 開 発

論文調査委員	(主 査) 教 授 池 淵 周 一	教 授 寶 馨	教 授 中 北 英 一
--------	----------------------	---------	-------------

論 文 内 容 の 要 旨

第1章は序論であり、研究背景として GAME の観測領域のひとつである中国淮河流域の特徴ならびに、日本を含む周辺域に与える影響を解説しながら、陸面過程モデルを用いた水・熱フラックス算出法を構築する必要性を説いている。論文全体の構成としては、第2章から5章までの日本においても入手可能なデータをもとに対象流域へのモデル適用を行った内容と、第6章から8章までは現地調査や統計データを活用することで構築した衛星データ解析を用いた地表面状態推定手法と、モデルへの適用を論じた内容とからなる。

第2章では、本研究の大きな枠組みであり、主たる解析データを取得・観測した GAME-HUBE プロジェクトの目的を述べるとともに、目的に向けた観測体制とその意義について述べている。さらに取得したデータの解析手法と、取得したデータ以外に必要性の高いデータについて論じている。

第3章では、本研究で淮河流域に適用する陸面過程モデル (SiBUC) の概要を述べるとともに、モデルをオフラインで実行する際に必要な毎時間気象強制力メッシュデータの作成法と、作成したメッシュデータの精度を現地観測データから検証している。またメッシュデータを用いて陸面過程モデルを淮河流域に適用し、モデルが算出した熱収支の各要素を地表面観測データから検証している。さらに算出した水収支の各要素に関しては、淮河中流部に存在する蚌埠を下流端とする流域面積約13万 km² の流域において、河川流量データを用いて解析している。これら推定結果を実際に観測されたデータを用いて検証することで、メッシュデータセットの推定精度と用いたモデルの問題点、ならびに今後の解析における方向性を示している。

第4章では、元データが日または12時間積算値であるために、前章で用いた手法では推定精度が不十分であった雨量ならびに日射量メッシュデータを、GMS5 データを併用することで改善している。さらにデータ精度の改善が、モデルで算出する長期間の水・熱収支に及ぼす影響について、実際に様々なデータをモデルに与えることで解析を行っている。

第5章では、土地被覆データのうち農耕地の判別とモデルへの適用、そして適用結果の検証を観測データから行っている。モデルに与える土地被覆として USGS 作成の土地利用図を用いるのでは水田と畑地の判別が不十分であることから、耕作地と判別された各メッシュの NDVI データを比較検討することで農耕地判別を行っている。判別の際には中国における農業形態の特徴に着目し、北部の畑作地帯 (2 毛作) と南部の稲作地帯 (1 期作) の NDVI データの年次系列が異なることを利用している。さらに3章で判明した農繁期の畑地における土壌水分量の低下を、現地で用いられている農業マニュアルを参考に灌漑ルールを設定することで解決している。

第6章では、前章までの解析結果をもとに、現地における土地利用とそれに伴う水利用の調査を行っている。これまでは衛星解析と現地で入手した文献から、農業形態とそれにとまう地表面状態を推定していたが検証が不十分であり、現地調査を行うことで実際の植生・耕地分布の把握に加え、農耕地においては水利用の把握を行っている。さらに村単位で実際に使用した灌漑水量データを取得したことで、灌漑用水量に関する検証を可能にしている。

第7章では、現地調査と観測に加え、衛星起源の植生状態量と地上気象データを用いて、土地被覆の面的な把握と分類を試みている。なかでも推定した作物別の耕地面積を統計データで検証したところ、両者の相関は高いものの全ての作物において過大評価の傾向が見られ、山岳域では特に顕著であったことから、そこでメッシュに占める植生、土壌、水の割合を定性的に示す指標である VSW 指数を用いて作物転換期と生育期における植生の増減を定式化するとともに、式中のパラメータは河南省の県別統計データを用いてキャリブレーションすることで耕地率を算出している。その結果農耕地面積の推定精度が大きく改善され、灌漑用水量の定量的な議論を可能にしている。

第8章では、新たに作成した土地利用データと、現地調査で得られた知見を元に作成した灌漑ルールを陸面過程モデルに与えることで、現実に即した地表面状態の再現と、高精度の水・熱フラックス推定を行っている。このことにより淮河流域全体では、上流域と中流域を合わせた水収支を計算することでモデルの適用手法の妥当性が検討でき、南部の史灌流域においては水収支に加え、実際に使用された灌漑用水量を用いた検証を行うことを可能にしている。

第9章は結論であり、本研究全体に対する考察を含めて結語を述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、亜熱帯前線帯が停滞し甚大な水害を被ってきた中国淮河流域において、陸面が大気に与える影響を定量的に評価するために、陸面過程モデル（SiBUC）をベースに陸面からの水・熱フラックス推定法の開発を行ったものである。なかでもより高精度の推定を行うために、現地観測および衛星データ解析から推定した地表面状態をモデルへ適用しており、以下のような成果を得ている。

1. 時・空間的に密な気象観測網が整備されていない対象流域において、地上気象観測データを用いて、時空間的に均一なメッシュデータを作成する内挿手法を提案している。また日および12時間積算値しか存在しない日射量と雨量データに関しては、衛星リモートセンシングデータも併用することで地表面付近の気象条件を精度良く再現している。
2. 作成したメッシュデータと衛星から得られた2種類の植生指標を用いて土地被覆判別を行い、農耕地においては生育作物の分類を行っている。また分類した農耕地の各メッシュにおける耕地率を推定するとともに、河南省の県別農業統計データを用いてキャリブレーションを行っている。さらに推定手法を対象流域全域にも適用し、統計データを用いてその精度を検証している。
3. 現地において地表面観測ならびに土地利用・水利用調査を実施し、流域各地における土地利用形態と灌漑ルールに加え、村ごとに実際に使用した灌漑用水量のデータを取得している。さらに取得されたデータをもとに衛星データ解析を行い、流域内における水利用の推定を行っている。
4. 以上の結果を用いて陸面過程モデル（SiBUC）を用いた4ヶ月間の再現計算を行い、水・熱フラックスの算出を行っている。また算出結果と河川流量データを用いた水収支解析を行うとともに、ダムから放流された灌漑用水量データを用いてモデルで算出した用水量を検証している。以上によりモデル内の農耕地に与えた水利用の妥当性を示している。

以上本論文では、対象流域だけでなく現実の様々な流域に適用可能な地表面状態の推定法と、人為的な影響の大きい地域における陸面過程モデルの適用法が開発され、学問上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成17年1月24日、論文内容とそれに関連した事項について諮問を行った結果、合格と認めた。