

氏 名	アミン イスマエル アミン ナワハダ Amin Ismael Amin Nawahda
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 2453 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 土 木 シ ス テ ム 工 学 専 攻
学位論文題目	THREE DIMENSIONAL RIVER BASIN SIMULATION WITH DISTRIBUTED RUNOFF MODEL FOR WATER QUANTITY AND QUALITY (分布型流域モデルによる水・物質動態の三次元シミュレーションに関する 研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 小 尻 利 治 教 授 寶 馨 教 授 中 北 英 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文の目的は、近年整備されてきた標高や土地利用の数値情報が活用し、かつ、流出過程の物理則に基づく分布型流出モデルを定式化したもので、大気、地表、地下層間での水分移動を総合的に捉え、水量・水質を考慮した3次元での水循環シミュレーションモデルを構築した。本論文は、8章より構成されている。

第1章は序論で、背景となる流出モデルの開発理念の変遷と開発すべき要素、すなわち、大気、地表、地下間の統一的なモデル構成、パラメータの推定、プログラム化の必要性をまとめた。

第2章は分布型流出モデルの基本構造を提案しており、蒸発散過程での熱収支法、積雪・融雪過程での熱収支と相当水量の算定、表面流出過程における Kinematic Wave 法、地下水移動過程における Richards 法での飽和・不飽和解析、初期損失過程での建物構造係数、などで構成される水循環系に対して、効率的な計算フローの提案を行った。

第3章は提案している分布型流出モデル (Hydro-BRAM) の水文学的特徴をまとめたものである。すなわち、流下過程として8方向での水移動構造を提案し河道分布の精度を上げると共に、ダム貯水池からの放流量を設定値の場合と流入流量の関数の場合に分けて河川モデルに組み込み、水利用形態を考慮した水循環過程を明らかにした。メッシュ内で分布する土地利用に関しては、大気、地下水との計算手順の整合性のため、重み付き平均とした。また、実データでの情報を利用して、時空間的な土地利用、水利用、人口分布の特性と降雨—流出の地域差を示し、分布型流出解析の必要性を明らかにした。

第4章は大気ゾーンの定式化と地表流出モデルとの結合である。地表と大気、地下層間のエネルギーフラックスを把握するため、線形回帰式で得られた減衰率に基づく時空間的分解能の高い時間気象データを推定した。大気層では、気象学的物理式を用いて各グリッドの水平・鉛直気圧を内挿し、風に関してはエクマン境界層理論を用いて推定を行い、広域多層構造とした。同時に、水分分布が気圧の関数として与えられるので、可能降水量、および、降雪量の推定を行った。

第5章は水質についての定式化を示しており、大気への放出から河川への排出があり生態系への影響を懸念されるノニルフェノールを対象とし、コンパートメントモデルの概念を導入して、大気での移流、斜面・河川での流出・混合・堆積・剝離、地下での浸透・堆積過程などを考慮した連続的水量・水質動態解析を定式化した。ここでは、ノニルフェノールの形態変動過程を取り入れ、媒体内での分子移動構造とその分布を明らかにした。

第6章は、資料の整っている淀川流域野洲川での適用結果で、3次元分布型モデルとして得られる積雪分布、流域ハイドログラフ、河道ハイドログラフ、地下水位分布を求め、その有効性を確認した。

第7章は観測データが少ない流域での適用であり、気温、降水量に関しては、非線形の内挿法で GCM からのダウンスケーリング手順として提案した。トルコ—セイハン川で適用し、計算手順とその効果を明らかにした。

第8章は結論であり、得られた成果の総括と今後の研究課題をまとめた。

論文審査の結果の要旨

本論文の目的は、大気、地表、地下層間での水分移動を総合的に捉え、水量・水質を考慮した3次元での水循環シミュレーションモデルを構築することであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 近年整備されてきた標高や土地利用の数値情報が活用でき、かつ、流出過程の物理則に基づく分布型流出モデルを定式化した。さらに、熱収支法による蒸発散、融雪過程、建物・植生を考慮した初期損失過程、Kinematic Wave 法や Richards 法の有限差分法による表流水、地下水流下過程を定式化した。8方向での水移動構造とし、河道分布の精度を上げると共に、ダム貯水池からの放流量を、設定値の場合と流入流量の関数の場合に分け河川モデルに組み込み、水利用形態を考慮した水循環過程を明らかにした。
2. 地表と大気、地下層間のエネルギーフラックスを把握するため、減衰率に基づく時空間的分解能の高い気象データを推定した。大気層では、エクマン境界層理論を用いて風速の推定を行い、広域多層構造での物質移動を求めた。
3. 水質については、大気への放出から河川への排出があり生態系への影響を懸念されるノニルフェノールを対象として、コンパートメントモデルの概念を導入して、大気での移流、斜面・河川での流出・混合・堆積・剝離、地下での浸透・堆積過程などを考慮した連続的水量・水質動態解析を定式化した。ノニルフェノールの形態変動過程を取り入れ、媒体内での分子移動構造とその分布を明らかにした。
4. 淀川流域野洲川、トルコ・セイハン川に適用し、観測データが完備している場合ので提案モデルの確認と観測データが少ない流域での簡易モデルでの結果を比較し、任意流域への適用可能性を明らかにした。気温、降水量に関するデータ推定に関しては、非線形の内挿法で GCM からのダウンスケーリング手順として提案した。

以上要するに本論文は、流域内の詳細な物質動態を物理則に従って再現したものであり、学術上、実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20日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。