

## 学位論文審査の結果の要旨

氏名	Chuan Zhang
審査委員	主査 大上 博基 副査 久米 崇 副査 大年 邦雄 副査 戎 信宏 副査 高瀬 恵次

### 論文名

#### Determination of Structures and Parameters of a Hydrological Model

(水循環モデルの構造とパラメータの決定に関する研究)

### 審査結果の要旨

流域の水循環プロセスを明らかにすることは、当該流域の水資源計画や洪水や渇水に対する防災計画を策定するために必要不可欠な研究課題である。とくに、森林が流域の洪水を抑制し渇水を緩和する環境サービスの役割は、行政、産業、学術、住民などあらゆるステークホルダーにとっての世界的な関心事であり、流域の水循環プロセスに関する研究は、温室効果ガスフラックスに関する研究と並んで数多く進められている。しかしながら、どのようなタイプの森林が洪水抑制・渇水緩和効果に長けているか、あるいは森林における生産と環境サービスを両立させるような森林管理のあり方について、従来の研究成果は共通した知見に至っておらず、依然としてより多くのケーススタディーが待たれている現状にある。

本論文は、まず、森林流域の水循環プロセスをできるだけ現実的に表現できる水循環モデルを考案し、植生や土性の異なる2つの森林流域に適用して各種モデルパラメータを決定した。決定されたパラメータを比較することにより、3種類の森林流域の植生や土性が水循環特性に及ぼす影響を明らかにした。一方、流域の植生や土性が渇水緩和効果に及ぼす影響をより具体的に評価するためには、水循環モデルにおける基底流出の再現精度を向上させる必要がある。そのためには、将来的に蒸発散の推定精度を向上する必要があると考え、蒸発散の実測が容易な農地を対象として蒸発散サブモデルの検討を行った。

以下、論文を構成するテーマごとに、その内容と評価できる点を整理し、審査結果を記述する。

#### (1) 2つの森林流域における水循環モデルの開発と各種モデルパラメータの決定

水循環モデルは、雨水遮断に貢献する樹冠部、浸透域、各土層で構成した。土層深部におけるモデルパラメータは、地下水流出の測定結果からその逓減率によって決定した。また浸透域に関して、流出量の測定値から直接流出成分を分離して浸透速度を算定し、表層におけるモデルパラメータを決定した。このように、流域における測定結果を援用してモデルパラメータを決定することで、最適化で決定するモデルパラメータの数を大幅に減少させることに成功した。蒸発散サブモデルは、蒸発散比を用いた基本型であるが、蒸発散比は水循環モデルの出力値である土壤水分情報を組み込んで予測した。このサブモデルは、蒸発散比に定数を適用してきた従来の研究から大きく前進した点である。

2つのAおよびB森林流域における浸入現象を比較すると、経過時間に対してAの浸入速度がBよりも高く保持されることが分かった。一方、実験で得た土壤の物理性でこの事実を説明し、A流域のハイドログラフに見られる降雨後の遅い流出逓減率に関連づけた。

## (2) 造成畑地と森林から成る流域における水循環モデルの開発と各種モデルパラメータの決定

水循環モデルには、2種類のエリアにおける水循環特性を分離して評価するために、準分布型モデルを適用した。ここで、森林流域のモデルパラメータは(1)の成果を適用し、地下水流出に関与するモデルパラメータを両エリアで共通とした。完成した両エリアの水循環モデルを適用し、同一の降雨を入力して両エリアにおける浸入速度を計算した。その結果から、森林から畑地への土地利用の改変に伴い、降雨後における浸入速度が大きく減退することを予測した。一方、(1)で適用した蒸発散比モデルを組み込み、蒸発散量を計算した。両エリアにおける水収支の違いとして、森林エリアの蒸発散量の方が畑地エリアよりも多く、その結果として森林エリアの地下水流量が少ないと結論付けた。

## (3) 畑地における蒸発散サブモデルの開発

最後に、将来的に蒸発散の推定制度を向上する必要があると考え、蒸発散の実測が容易な農地を対象として蒸発散サブモデルの検討を行った。ここでは、植生の下にある土壌面蒸発を蒸発散から分離して予測するため、小型ライシメータで土壌面蒸発量を実測したことに一つの特徴がある。蒸発散量と土壌面蒸発量あるいは作物係数は、 $LAI = 2.5$ を境界として二つの関係に分離された。この結果から、蒸発散を推定する簡便な方法として、土壌面蒸発が卓越する期間と蒸散が卓越する期間の二つに分け、 $LAI$ をパラメータとする方法を提案した。ここで開発された方法により、葉面積が蒸発散損失の多少に及ぼす影響を定量的に評価できる可能性があり、森林整備の有無による水循環特性の変化の予測に効を奏すると期待でき、(1)と(2)における水循環モデルの開発と合わせて、今後の当該分野の研究の発展に寄与するといえる。

本論文に関する公開審査会は、平成25年8月3日に高知大学農学部において開催され、論文発表と質疑応答が行われた。引き続き開催された学位審査委員会で本論文を慎重に審査し、審査委員全員一致して、本論文が博士（農学）の学位を授与するに値するものと判定した。