

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 松井 宏之

近年の小雨化、新たな水資源開発の困難化により、今後、既存の水利システムを活用した水利調整の重要性が高まることが予想される。本論文は水利調整を有効に機能させるためには水文学的なアプローチ、つまり流域水循環の視点が不可欠であるとの認識のもと、流域水循環をふまえた水資源の動態分析モデルの開発を命題としている。論文は 5 章で構成されており、各章の内容は以下のようにまとめることができる。

第 1 章では、研究の背景、既往の研究を整理し、目的、論文の構成を記している。

第 2 章では、月水収支モデルへの入力データとなる蒸発散量の推定精度を向上させるため、気温データのみから蒸発散量を推定できる Hargreaves 式に着目し、観測された小型蒸発計蒸発量、Penman-Monteith 式によって求められた基準蒸発散量への適合性の検証を行い、さらに推定精度を向上させる係数の算出式の導出を行っている。適合性の検証では、全国 143 官署で観測された計器蒸発量、同じく 59 官署で求められた基準蒸発散量の推定において Hargreaves 式が高い適合性を示すことを述べている。係数の算出式の導出では、回帰分析を用いて蒸発量の推定式、蒸発散量の推定式それぞれについて係数の算出式を提示し、それらの式を用いることにより推定精度が向上することを示している。

第 3 章では、利根川上流域に位置する 3 ダム流域を対象とし、既往の月水収支モデルによる計算結果を比較することで、利根川上流域に適した月水収支モデルの提示を行っている。この月水収支モデルは、利根川上流域が積雪地帯であることを考慮して、雪サブモデルと月水収支サブモデルにより構成されている。提示された月水収支モデルは、月平均流量を良好に再現しており、長期的な水資源量を再現できるモデルとなっている。

第 4 章では、農業水利が卓越している利根川水系の鬼怒川流域・小貝川流域（流域面積：2,800km²）を対象として、流域における水資源の動態を分析でき、流域内での水資源の空

間的な偏在性の評価に資するグリッド型流出モデル（鬼怒・小貝モデル）の開発を行っている。この鬼怒・小貝モデルは流域を 1km 四方のグリッドで網羅し、グリッドを構成するセル間の水移動を物理的な式に基づき計算する構造となっている。地表流には二次元拡散波近似方程式、中間流には二次元不飽和流動式、不圧地下水を対象とした地下水流は Boussinesq 型方程式が差分化され、適用が図られている。こうして河道に集められた水が河道の河床勾配に応じて St.Venant 方程式あるいは Kinematic wave 方程式に則り、河道内を流下することで任意地点での河川流量が求められている。地表流のモデリングでは、従来のグリッド型モデルが構造的に浸透量を過大に評価している可能性を指摘した上で、その課題を克服するために地目別に 1 段タンクモデルを配置するモデリングを提案している。このモデリングにより、降雨や灌漑に伴う水田での湛水深変化を明示的に表現することに成功している。開発された鬼怒・小貝モデルは、人為的影響の少ない上流域だけでなく、水田灌漑が活発に行われ、灌漑期には人為的影響が卓越する中流域、下流域の流量観測点においても比較的良好に河川流況を再現している。また、地下水位変動についても変動傾向の定性的な再現を達成している。

第 5 章では、本研究の成果がまとめられ、今後の課題が述べられている。

以上、流域水循環の与件となる水資源量が長期的に変動しているなかで、長期的な水資源量の変動を評価できる水文流出モデル（月水収支モデル）、水資源の空間的な動態を把握・分析できる水文流出モデル（グリッド型流出モデル）の開発を行い、地目別に配置した 1 段タンクモデルが地下水位変動の再現性の向上に寄与していることが示され、そのモデリングの有効性が検証されている。このように、本研究は分布型流出モデルの重要性を示すなど、学術上寄与するところが大きい。よって、審査員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。