

氏名 中 桐 貴 生  
 学位(専攻分野) 博士 (農 学)  
 学位記番号 論 農 博 第 2306 号  
 学位授与の日付 平 成 12 年 3 月 23 日  
 学位授与の要件 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当  
 学位論文題目 流 域 水 循 環 モ デ ル を 用 いた 農 業 用 水 利 用 の 評 価 に 関 す る 研 究

論文調査委員 (主 査) 教 授 三 野 徹 教 授 谷 誠 教 授 小 林 慎 太 郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、流域レベルでの水循環と農業用水利用の関係を、流域水循環モデルを通じて、評価したものである。本論文の要旨は以下の通りである。

第1章では、流域水循環の「健全性」の保全・確保のために検討すべき課題を提示し、紀の川流域を対象に流域水循環モデルを構築し、流域水循環と農業用水の関係を定量的に評価することが本研究の目的であることを述べている。

第2章では、まず、紀の川流域における農業用水の利用実態を、現地の気象・水文データを基に分析し、次に、農業用水需要の大きい渇水年における農業用水の管理実態について、全国的に大渇水であった1994年を事例として、その全国的傾向を整理した。この結果、紀の川流域の豊富な水源水量の状況や、各地点での河川流況の状況、ダム放流・頭首工取水の基本的な状況が示された。また、1994年には、全国の多くの水系で節水が実施され、指定水系を除き、農業用水は工業用水とほぼ同等の、生活用水よりも高い節水率が設定されていたという全国的傾向を明示した。以上の結果を踏まえ、流域水循環と農業用水の関係の定量的評価の必要性について述べた。そして、既存の流域モデルのいくつかを紹介しながら、それらの本研究への適合性について検討し、その結果、複合タンクモデルを改良して適用するのが良いと結論づけた。

第3章では、紀の川流域を対象に流域水循環モデルを開発し、流域への適用性を検討した。ベースモデルには従来型の複合タンクモデルを改良して適用し、本川下流頭首工や大迫ダムの操作のモデル化も行った。多数のモデル定数決定に際し、農地や市街地では水収支や用水需給が算定できるように物理構造を考慮した定数決定を行い、ついで農地及び市街地の定数を固定した上で、河川流量算定誤差が最小になるように山地タンク定数を決定した。モデルの河川流量推定誤差は、上流～下流地点で21.9～34.3%と良好な値を示し、モデルの本流域適用の可能性を示した。大迫ダム操作モデルの再現性は良好であった。また、頭首工操作モデルによる取水の再現誤差の分析を通じ、取水は安全側に操作管理されることを示した。

第4章では、前章で構築した流域水循環モデルを用いて、紀の川流域でのブロックごとの農業用水需給と反復利用を分析した。需給分析では、水田の面積割合が大きく水源の溜池依存度が高い中流域で用水不足が生じやすく、河川掛水田の多い下流で用水が安定的に供給されていることを示した。反復利用分析では、頭首工取水に対する上流農地から還元した灌漑水による流出の寄与が下流ほど大きくなる状況や、取水に対する上流農地からの流出水の寄与が水田の灌漑ステージや降雨パターンにより変動する状況などが定量的に示された。また、反復利用により水が農地を複数回通過する状況を分析し、2回以上農地を通過する水量は年総流量の1%未満となることを示した。

第5章では、モデルを運用して、土地利用変化あるいはダムや頭首工の操作方式の変化が河川流況に及ぼす影響を分析し、流況への影響が地点ごとに違う状況や、頭首工群の中間地点での河川流況はとくに取水量変化に大きく影響を受けることを示した。また、水田が畑地や宅地に転用されても、日単位の流量計算では、流況には大きな変化が生じないという結果を示した。

第6章では、流域水循環モデルを用いた低水流量予測の可能性について、逓減曲線法・ニューラルネットワークモデルの2手法による結果と比較しながら検討した。この結果、流量が単純な逓減状態を示す時は逓減曲線法やニューラルネットワークモデルの方が精度良く流量を予測できる可能性が示された。また、ダム放流・頭首工取水など人為的な操作が加わっ

たり、先行条件が過去に無いパターンである場合には、流域水循環モデルによって流量予測を行うなど、流量予測を行う局面や状況に応じて適用手法を使い分ける統合的モデルの構築が有効であることを提案した。

### 論文審査の結果の要旨

大量の河川流量を利用する農業用水は、河川から取水されて農地に配水されるが、消費された用水の残りは河川へ流出する。さらに下流で再び取水されるという繰り返し利用が行われる。このような農業用水の反復利用により、水資源の合理的利用が図られるとともに、河川そのものの流況が形成される。本論文では、紀の川水系を例に取り上げて、水の水循環状況の分析を行い、健全な水循環の形成に対して、農業用水がきわめて重要な役割を果たしていることを論じている。

評価すべき点は以下の通りである。

①渇水時には全国の多くの流域で節水が実施され、指定水系を除いて農業用水は生活用水よりも高い節水率が設定されているが、農業用水は下流地域の水源涵養にも大きく機能するために、流域の水循環という視点からこのような節水の方法は必ずしも合理的ではないことを指摘した。

②従来型の複合タンクモデルを改良して流域水循環モデルを開発し、流域への適用性を検討している。とくにモデル定数決定に際して、水収支や用水需給が算定できるように物理構造を考慮した定数決定を行うとともに、河川流量算定誤差が最小になるように山地タンク定数を決定した。

③流域水循環モデルを用いて、紀の川流域でのブロックごとの農業用水需給と反復利用を分析した結果、中流域で用水不足が生じやすく、下流域では用水が安定的に供給されていること、上流農地から還元した灌漑水の寄与は下流ほど大きくなる状況などを定量的に明らかにした。

④水循環モデルを用いて、土地利用変化あるいはダムや頭首工の操作方式の変化が河川流況に及ぼす影響を分析した結果、河川流況は取水量の変化により大きく影響を受けること、また、水田が畑地や宅地に転用されても、流況には大きな変化が生じないことを明らかにした。

⑤低水流量予測の可能性について、水循環モデル、逓減曲線法・ニューラルネットワークモデルを用いた方法を比較しながら検討し、流量予測を行う局面や状況に応じて適用手法を使い分ける統合的モデルの構築が必要であることを示した。

以上のように、本論文は流域水循環に対して農業用水がどのような影響を与えているかを分析し、健全な水循環の形成に対する農業用水の役割について論じており、灌漑排水学、農業水文学、河川学分野の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成12年2月17日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。