

[ 別紙 2 ]

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 江草 智弘

森林流域における水文学的知見は、1970年代から源流の数 ha～数 10ha の小流域での観測による蓄積が大きく、プロセスの詳細が解明された反面、流域ごとの多様性の評価や現象の一般性に関する吟味が十分になされてこなかった。1990年代、これに関し Representative Elementary Area (REA) concept (代表的単位集水面積概念) が提唱され、これに関する議論が高まった。REA とは、流量や水質の代表性が保存される最小の集水面積のことをさす。この概念について、モデルによる理論的な研究から観測に基づく理論の検証へと研究が進められてきているが、十分な実測データを用いた理論の一般化は未だ課題として残されている。本論文は、この流域水文学におけるスケール問題を課題とし、渓流水の流量・水質の空間分布と集水面積との関係性を解明することを試みたものである。

第一章では、上記のような、この研究の背景と目的が述べられている。

第二章では、渓流水の流量・水質の多点観測結果を示し、集水面積増加に伴う基岩地下水湧出量を推定している。観測は新第三紀堆積岩流域(千葉県猪川流域(以下猪川))、新第三紀火山岩・深成岩流域(神奈川県世附川流域(以下世附川))、古生層堆積岩・新第三紀火山岩流域(群馬県草木流域(以下草木))で行われた。河川水の流量・水質と集水面積との関係は、全ての流域で 0.1km<sup>2</sup>未満の小流域で最も大きなばらつきを示し、集水面積増加とともにそれが小さくなっていく傾向であった。基岩地下水量の集水面積増加に伴う傾向についても、地質の異なる流域間で差があり、堆積岩流域で顕著な基岩地下水の流入が見られた。

第三章では、溪流原位置における添加実験を用いて、溪流中の栄養塩(硝酸塩・リン酸塩)吸収量を測定している。実験は猪川と和歌山県有田川流域で行われ、吸収量と水温や流量などの環境要因との関連が調べられた。また、室内実験によって藻類の硝酸吸収量の光条件による変化についても調べた。原位置実験では、ほとんどの場合に硝酸吸収が起らず、リン酸の吸収は溪流によって異なった。硝酸吸収が生じた場合、吸収量はいずれの環境要因との関係も見られなかった。室内実験においては、わずかな光の増加によって、藻類による硝酸吸収量が急激に増加した。溪流中での硝酸吸収は生物活性に制御され、本研究の対象溪流では、硝酸の生物学的な吸収は無視できるレベルであることが示された。

第四章では、河川水の流量・水質の集水面積増加に伴う混合・収束について、観測項目間、流域間の共通項と差異の抽出を行っている。解析結果から、溶存物質濃度間の差は小さいが、比流量と溶存物質濃度の傾向は大きく異なることが示された。比流量はソースが空間的にランダムに配置するものが単純に混合する場合よりも明らかにばらつきは急に減少し、多くの溶存物質はより緩やかに減少した。この傾向は、流域によらず共通であり、収束過程における一般的な傾向と

考えられた。

第五章では、河川水の流量・水質の収束過程についての概念モデルを提示し、第二、四章で述べた現象のメカニズムを考察した。モデル中の主要な概念は、(1)小流域における種々の観測値のばらつきは土壌水・基岩地下水の二成分混合で説明される、(2)混合過程では0次谷と側壁の比流量に差があると仮定する、(3)深部を通過した地下水量が面積増加とともに増加することである。小流域におけるばらつきの特性（ばらつきの分布形・幅、比流量-溶存物質濃度関係）は土壌水・基岩地下水の二成分混合で十分に説明されることが明らかになった。また、面積増加に伴う混合収束については、0次谷と側壁で比流量が異なり、側壁の比流量が小さいとした方が、平均値・ばらつきの面積増加に伴う変化をよく再現できることが明らかになった。

第六章では、以上の章を総括し、本研究で新たに明らかになったメカニズムとして以下のことを主張している。(1)堆積岩と火成岩の流域では、堆積岩流域の方が、基岩地下水の溪流への流出が顕著である。(2)小流域における種々の観測値の多様性は土壌水・基岩地下水の混合割合のばらつきで説明できる。(3)集水面積増加に伴うばらつきの収束に見られる流域ごとの差異には流出寄与域が0次谷であるか側壁であるかの相違が強く作用している。

以上のように本論文は、森林における溪流水の流量・水質の空間分布と集水面積との関係性に関し、観測結果を包括的に扱い、概念モデルを提示することによってメカニズムを明らかにした。森林水文学のフロンティアを拓くとともに、水資源への森林の影響を考察する上で重要な知見を与えるものであり、学術面、応用面において貢献するところは大きい。よって審査委員一同は、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。