

学位論文審査の結果の要旨

氏名	森澤 太平
審査委員	主査 森 也寸志 (印) 副査 武田 育郎 (印) 副査 井上 光弘 (印) 副査 猪迫 耕二 (印) 副査 深田 三夫 (印)
題目	強雨が森林流域における土壌浸透流出水の水質に及ぼす影響 Characterizing soil infiltration water quality in forest watershed during heavy rainfall.
審査結果の要旨 (2,000字以内)	
<p>健全な水循環と持続可能な水利用に対しては、流域全体の特性を調査・管理することが望まれる。一般に流域調査というと降雨、流出、そして水質の調査を指すことが多く、これまでに多くの成果を上げて来た。一方で農地や森林といった面源からの汚濁負荷流出は、対象が広範囲にわたるために半ば不明となることも多い。源流域のほとんどは森林であるため、森林流域における物質の挙動は河川の水質形成に重要である。森林流域から流れる流出水は主に表面流、中間流、地下水流から成るため、土壌浸透水は流出水の水質を決定する重要な要素の一つである。もし、土壌浸透水を直接採取して評価することができれば、森林流域の物質循環過程の一端を理解する一助となると考える。</p> <p>さらに近年、気候変動の影響とも言われる 50mm h^{-1} 以上の強雨や、大気中の硫黄酸化物や窒素酸化物の増加を一因とする酸性雨が報告されている。そこで降雨強度や持続時間、雨水の水質といった降雨条件が、水や土壌環境に与える影響を評価することを考えた。土壌浸透水を直接採取し、土壌浸透水の水質が流出水の水質へ及ぼす影響を評価した。土壌環境に強雨が与える影響を評価し、対策を立てることができれば、流域における水・物質循環の管理に貢献できる。</p> <p>はじめに、森林流域からの全有機体炭素 (TOC) と全窒素 (TN) の流出量を観察した。水利用や生物の生存可能性には物質の濃度が重要なため、濃度で流出水の評価することは効果的である。しかし、湖沼の富栄養化の問題は、ひとつには流入している物質の量に影響されることから、森林流域からの物質の流出量全量を知ることが必要となる。そこで、森林流域において土壌浸透水の採取と流出水の採水を行い、土壌浸透水と流出水に含まれる TOC と TN の負荷量を評価した。</p> <p>表層土壌の水文学的特性が異なると考えられる2つの森林流域を調査流域に定めた。調査流域はそれぞれ表層土壌が硬く不飽和透水係数の低い森林流域 (SR1) と、SR1 よりも表層土壌が軟らかく不飽和透水係数の高い森林流域 (SR2) であった。この2つの森林に強雨が数日間続く降雨イベント (P3) があると、土壌浸透水および流出水の両者に含まれる TOC と TN の量が増加した。また、P3 の後は、降雨が少ない時期にも流出水量が大きく、土壌中からの流出が続いているものと考えられた。</p>	

続いて、土壤浸透水の TOC と TN の濃度に着目した。一般に土壤浸透水の採取量が大きくなると、雨水による希釈が働き、土壤浸透水の濃度は低くなることが知られている。しかしながら強雨の続いた P3 の後では、むしろ土壤浸透水の採取量が増大するにつれて、その濃度が高くなる現象が観察された。また、この 2 つの森林流域では、TOC と TN それぞれにおいて、土壤浸透水と流出水との間には正の相関があることが分かった。これらのことから、P3 のような強雨が数日間続く降雨イベントの後では、土壤浸透水の TOC と TN の濃度そのものが高くなり、土壤中から溪流へ流出する TOC と TN の量が大きくなることが示唆された。

さらに、希釈効果が働かず土壤浸透水の TOC と TN の濃度が高くなる現象を精査することを目的に、土壤充填カラムに雨水を与える実験を行った。土壤から溶質が溶脱しないように、飽和させることなく前処理をする工夫をした。試験流域で観察され得る降雨強度に設定し、雨水は人工雨水と人工酸性雨水を用いた。2, 4, 20, 80mm h⁻¹ の降雨強度でそれぞれの継続時間が 160, 80, 16, 4h の降雨を想定して雨水を与え、土壤浸透流出水を分析した。その結果、80mm h⁻¹ の強度で雨水を与えると、土壤中から溶脱する溶質量が、降雨によって加えられた溶質量を大きく上回る現象が捉えられた。この現象は人工酸性雨水においてより顕著であった。このことから、森林流域に強雨が長時間続く降雨イベントがあると、土壤浸透水の汚濁物質の濃度が高くなり、土壤中から溪流への溶質の流出が大きくなることが示唆された。土壤中からの流出であるため、降雨が終わった後も流出が続くことが考えられた。また、酸性雨が降ることで土壤中から溪流への流出はさらに大きくなることが示唆された。

以上のように本研究は、50mm h⁻¹ を越える強雨や酸性雨といった環境にさらされている森林土壤からの汚濁負荷流出を土壤浸透水という視点から評価した。本研究の結果は、表面流の発生がなくとも、土壤の内部から汚濁負荷物質が流出する可能性を示しており、新しい知見を与えた。ここに学位論文として十分な価値を有するものと判定した。