

(別紙様式第3号)

## 学 位 論 文 要 旨

氏名: 森澤 太平

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.

わが国における水資源や水域水質の汚濁の中心的話題は、赤潮や青潮といった湖沼の富栄養化から来る藻類の異常発生や難分解性物質の挙動である。富栄養化の原因となる物質の多くは、湖沼の上流から河川を流れて流入する。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な意味を持つ。森林流域から流れる流出水は主に表面流、地中流、地下水から成るため、土壌浸透水の水質は流出水の水質を決定する重要な要素の一つであると考えられる。もし、土壌浸透水を直接採取して水質を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。また、地球環境の変化の結果とも言われる  $50\text{mm hr}^{-1}$  以上の強雨や、化石燃料の燃焼に伴う大気中の硫酸化物や窒素酸化物の増加を一因とする酸性雨が問題視されるようになった。このような問題を背景として、降雨強度や降雨時間、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が環境政策の一端として挙げられるようになった。環境資源の一つであり様々な物質の濾過機能を持つ土壌環境に降雨が与える影響を評価し、対策を立てることができれば、科学技術基本政策に掲げられた健全な水循環の実現にも貢献することができると考える。

そこで本研究では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することを試みた。 $50\text{mm hr}^{-1}$  以上の強雨や酸性雨が土壌浸透水の水質と流出水の水質に及ぼす影響に着目した。

始めに、森林流域からの全有機炭素 (TOC) と全窒素 (TN) の流出量を観察した。森林から溪流への物質の流出を評価する時、流出水の物質濃度を評価することが多い。生物の生存可能な環境や物質利用を考えた場合、物質の濃度が重要な要因となるため、流出水の物質濃度を評価することは生物の多様性を考える場合には効果的である。しかし、湖沼の富栄養化などの問題は、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 の量を評価した。流出水に含まれる TOC と TN の量は森林の表層土壌の水文学的特性に影響されることが考えられる。そこで、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。

続いて、土壌浸透水の TOC と TN の濃度に着目した。土壌浸透水の採取量が大きくなると、土壌浸透水の濃度は低くなることが知られている。これは雨水による希釈の影響と考え

られる。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に比べて土壤浸透水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、土壤浸透水と流出水に含まれる TOC と TN の量にそれぞれ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。

最後に、P3 で土壤浸透水の TOC と TN の濃度が高くなる現象を精査することを試みた。土壤充填カラムに雨水を降らせる実験を行った。降雨条件を試験流域で観察され得る条件に設定した。降雨開始前の実験の準備段階で土壤中から溶質が溶脱しないように、土壤充填カラムを飽和条件を経ずに用意するよう工夫した。雨水は実験室で調整した人工雨水と人工酸性雨水を用いた。2, 4, 20, 80mm hr<sup>-1</sup> の降雨強度でそれぞれ 160, 80, 16, 4hr の降雨を行い、下方から流出した土壤浸透流出水を採取して分析した。その結果、80mm hr<sup>-1</sup> の強雨を降らせると、土壤中から溶脱する溶質の量が降雨によって加えられた溶質の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を降らせるとより顕著で、人工雨水を降らせた場合よりも溶脱する量が大きかった。

これらのことから、森林流域に強雨が長時間続く P3 のような降雨イベントがあると、土壤浸透水の溶質濃度が高くなり、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。