

宇連川流域における流出特性—NO₃-N, CDOM, DOC—

豊橋技術科学大学 学生会員 今泉 陽輔
豊橋技術科学大学 正会員 井上 隆信
豊橋技術科学大学 正会員 横田 久里子
豊田工業高等専門学校 正会員 松本 嘉孝

1. はじめに

森林は非特定汚染源として知られているが、日本の国土面積の約 66%が森林が占めており、その内の約 4 割が人工の植林地である。また樹齢が高くなるほど窒素吸収量が著しく低くなり、窒素飽和を引き起こす可能性がある¹⁾。窒素飽和を引き起こすと、閉鎖性水域への栄養塩の流入による富栄養化の原因となりえる。研究対象である宇連川流域も人工スギ、ヒノキの植林地の割合は少なくない。そのため宇連川の窒素収支を把握し、窒素飽和を引き起こしているか評価を行う。

また近年、海洋、河川、湖沼での環境水中の DOC(溶存有機炭素)濃度が増加する傾向が認められ、DOM(溶存有機物)の溶解度の増加等が影響しているのではないかと考えられている。そこで DOM に含まれる成分のうち、紫外可視領域の光を吸収する成分である CDOM(蛍光性溶存有機物)を連続観測することで渓流水中の DOM の変動を観測できる。そこで、CDOM 計を用いた DOM および DOC 濃度の連続モニタリング手法を確立することを目的として、調査、研究を行った。

2. 調査概要および分析項目

調査対象流域は愛知県北設楽郡設楽町に位置する宇連川源流域である(図 1)。渓流水採取地点は流域の大部分が森林であり、人為的汚染源がない地点である。流域面積は約 2.1km²で、地質は非アルカリ苦鉄質火山岩、植生はスギ、ヒノキ、サワラ植林、土壌種は褐色森林土であり、水質は浅層地下水である。

調査地では、1~2 週に 1 度の定期調査を行い、水位流速計、CDOM 計等の観測データや、自動採水器、林外雨、林内雨のサンプルの回収、調査時の水位、流速、川幅の測定を行った。これらの観測データから水位流量曲線を作成し、流量を算出した。

分析項目は NO₃-N 濃度、NH₄-N 濃度、DOC 濃度である。

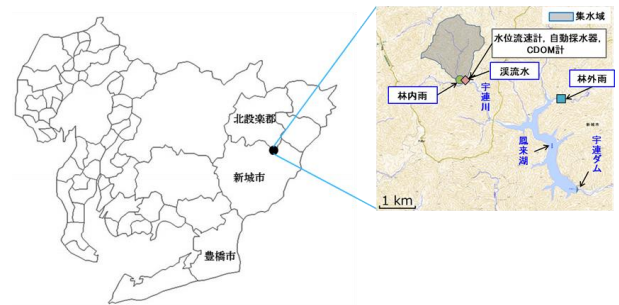


図 1. 調査地点

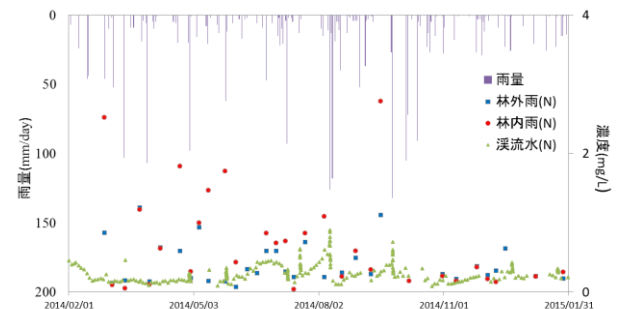


図 2.雨量と N 濃度

3. NO₃-N, NH₄-N の測定結果・考察

図 2 に示す N 濃度は林外雨、林内雨では NO₃-N 濃度と NH₄-N 濃度の合計を示しており、渓流水は NO₃-N 濃度を示している。林外雨および林内雨の NO₃-N 濃度、NH₄-N 濃度で林内雨の方が高く測定されたのは、樹木や葉からの乾性沈着によるものであると考えられる。

林内雨の N 濃度は 2 月から 10 月の間に高い濃度がいくつか見られた。それに対し渓流水の N 濃度は夏期の 7 月から 9 月の間が最も濃度の変動が大きかった。これは降雨規模に限らず、硝化菌による窒素の無機化は温度が高くなるほど活性するため、夏期の土壌に含まれる無機態窒素が高くなる。そのため夏期の温度上昇により窒素の無機化量が樹木による吸収量を上回るため、夏期の N 濃度は高くなると考えられる²⁾。

年間沈着量および年間流出負荷量を表 1 に示す。年間 TN 沈着量が 10kg/ha/year 以上であれば高い窒素溶脱率を生じる¹⁾。林内雨の年間 N 沈着量は 9.4kg/ha/year であり、10kg/ha/year に近い値のため、窒素溶脱率は低い可能性がある。林内雨の年間 NH₄-N 沈着量が土壌内の硝化菌によってほとんどが消化されると仮定すると表 1 から溪流水の年間 N 流出負荷量は林内雨の年間 N 沈着量の約 50% が流出している。窒素飽和を起こしている流域は、年間 N 沈着量以上の流出量が生じることから宇連川流域では窒素飽和を起こしている可能性は低い。

4. CDOM 強度、DOC の測定結果・考察

図 3 に 8 月 16 日から 8 月 22 日の雨量と水位、CDOM 強度を示す。CDOM 強度と河川水位を比較したところ、河川水位が上昇した際に CDOM 強度は上昇した。8 月 17 日の最大水位が 0.35m、最大 CDOM 強度が 0.105V であったのに対し、8 月 20 日の最大水位は 0.19m、最大 CDOM 強度は 0.101V であった。最大水位の差は 0.16m あるにもかかわらず、CDOM 強度はほぼ同じであった。これらのことから水位が上昇すれば CDOM 強度は上昇するが、ある一定の水位以上では CDOM 強度の上昇率は低下することが分かった。

CDOM の強度と DOC 濃度の関係を図 4 に示す。CDOM の強度が増加すると、DOC 濃度も高くなることがわかった。図 4 に示す 1 次式の相関係数とサンプル数 35 個で無相関検定を行った。有意水準 $\alpha = 0.01$ で CDOM の強度と DOC 濃度は相関関係があることが分かった。DOC 濃度と CDOM 強度の測定結果をさらに増やし、また線形の関係から得られた 1 次式に適切な補正を行えば、CDOM 強度の連続観測を行うことにより DOC 濃度を連続観測することができる。

5. 結論

溪流水が中の N 濃度が夏期に濃度が高くなるのは、表層土壌の温度の上昇により窒素の無機化量が樹木による吸収量を上回るため、夏期の N 濃度は高くなると考えられる。宇連川の年間 N 沈着量の 50% が年間 N 流出負荷量であることを考えると窒素飽

表 1.年間沈着量および年間流出負荷量

林外雨の年間沈着量		
NO ₃ -N(kg/ha/year)	NH ₄ -N(kg/ha/year)	合計(kg/ha/year)
2.9	3.0	5.9
林内雨の年間沈着量		
NO ₃ -N(kg/ha/year)	NH ₄ -N(kg/ha/year)	合計(kg/ha/year)
5.2	4.2	9.4
溪流水の年間流出負荷量		
NO ₃ -N(kg/ha/year)	NH ₄ -N(kg/ha/year)	合計(kg/ha/year)
4.7		4.7

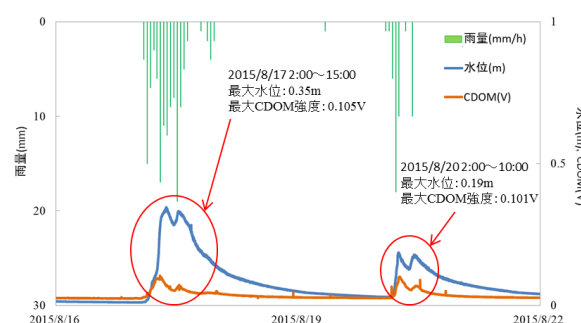


図 3.水位と CDOM 強度の関係(8 月 16 日～22 日)

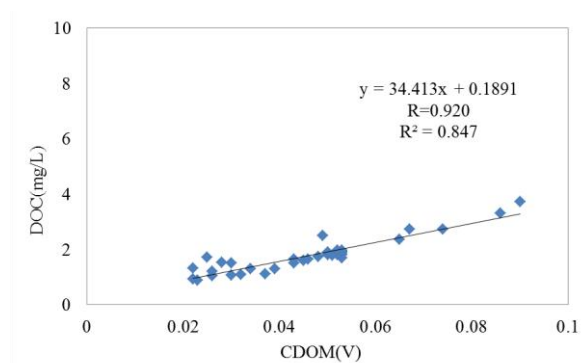


図 4.CDOM の強度と DOC 濃度の関係

和を起こしている可能性は低いと考えられる。

溪流水中の CDOM 強度は水位の上昇とともに上昇したが、ある一定の水位以上では CDOM 強度の上昇率は低下することが分かった。CDOM と DOC 濃度には、線形の関係が確認できた。この関係を用いて、CDOM 計の連続観測による DOC 濃度および DOC の流出負荷量の算出を行うために、今後も連続観測を継続し、より多くの DOC 濃度の測定結果の収集、1 次式の補正を行うための実験を行わなければならない。

【参考文献】

- 1) Masaaki Chiwa et al(2015), Journal of Environmental Quality Vol. 44 No. 4, p. 1225-1232
- 2) 篠宮ら(2006), 水環境学会誌 Vol. 29 No. 11, p. 723-729