

施業森林における Chl.a 量・窒素の動態に関する研究

前橋工科大学 建設工学科 学生員 ○保坂 香

前橋工科大学 建設工学科 正会員 土屋 十圀

1. 背景・目的

湖沼・貯水池など陸水域の富栄養化現象に関する研究は、水理学をはじめ、湖沼学、生態学、生物学など幅広い分野で展開されてきた。近年、ダム湖や河川での富栄養化による水質の悪化が問題となっている。河川や渓流水については富栄養化の観点からの環境基準はないが、河川の到達先は湖沼や海であり、渓流水における富栄養化の現状を知ることが重要な意味を持つと考えられる。

そこで本研究では、特に河川や湖沼の最上流である源頭水源から渓流水が森林流域を流下するときの富栄養化の特性を明らかにし、そのバックグラウンドを知ることが目的とした。富栄養化の指標の一つとしてクロロフィルa量(以下 Chl.a 量)を測定・検討する。Chl.a 量は全ての藻類に含まれるため、指標として着目した。また、特に Chl.a 量を考える場合に不可欠であり、原因物質と言われる栄養塩類のN(窒素)に同時に着目し検討を行う。

2. 観測地点概要

(1) 調査方法

渓流水の採水箇所は群馬県利根郡にある川場村内で行う。互いに近接する幼齢林試験地、針葉樹壮齢林試験地(以下スギ林)および広葉樹壮齢林試験地(以下コナラ林)を流れる利根川水系薄根川支流田代川に流れ込む小流域において、源頭水源(St.1)、三角堰(St.2)、コナラ林内(St.3)、森林出口(St.4)の4地点において行う。採水は2005年4月から11月までの計9回行った。抽出測定は8月から11月までの計4回行った。そのうち、St.1の10/12と11/8は欠測であり、10/12のSt.1とSt.2は棄却検定により異常値であったため棄却した。

降水は各試験地2カ所ずつに、ロート型の採水装置を設置し採取した。浸透水はコナラ林においてはポーラスカップ吸引法により採取し、スギ林においてはライシメータにより採取した。降水とスギ林土壌水の採水は2005年3月から10月までの計10回、コナラ林浸透水は7月と8月に計2回行った。観測地点を図-1に、各試験地の特徴を表-1に示す。また、田代川の本川の上流域において11月8日に源頭水源(標高約950m)から下流に5地点で採水を行った。この流域では森林施業は行われていない。

(2) Chl.a 測定方法

試水に青い光(460nm)をあてることにより放射される赤

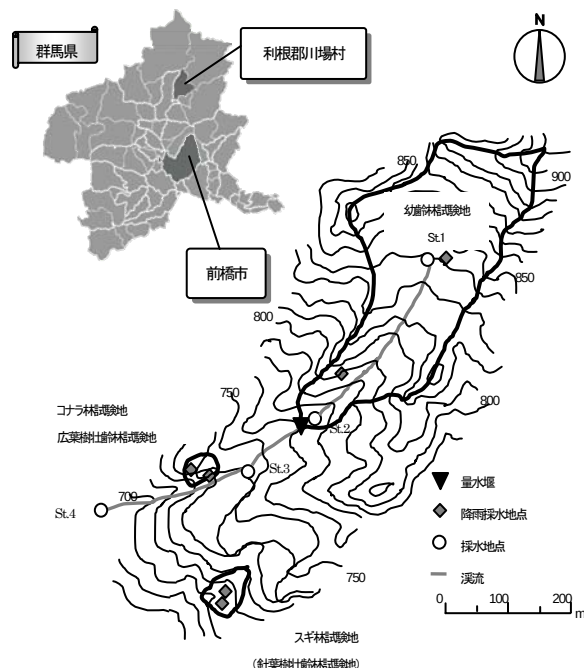


図-1 観測地点

表-1 各試験地の特徴

幼齢林試験地	樹齢約5~10年のシイ、クスギで形成される幼齢林帯。夏季には背の高い林床植物が生い茂る。定期的の下草刈りが行われている。
針葉樹壮齢林試験地	50年生前後の常緑針葉高木のスギ林で形成されている人工林。計画的に間伐、枝打ちが行われている。
広葉樹壮齢林試験地	50年生前後の落葉広葉高木のコナラからなる自然林である。人為的管理は一切行われておらず、倒木が目立つ。

い光(蛍光680nm付近)を計測し Chl.a 蛍光を求めるハンドヘルド・フルオロメータ アクアフルオ(蛍光光度計, TURNER DESIGNS 製 8000-1)を用いて現場で各地点において蛍光量を測定した。1サンプルにつき、機械誤差を考慮し同じキュベットを用いて5回、人為誤差を考慮し別キュベットを用いて5回行った。この蛍光量は Chl.a 量とよい相関を示すが相対的な評価ができるにとどまる。

現場で採水した幼齢林試験地内 St.2 の試水についてアセトン抽出による蛍光光度法により Chl.a の抽出測定を行った。この測定方法は、Chl.a 濃度と相関の高いフルオロセインナトリウム濃度と蛍光度を求めることで、間接的に Chl.a 濃度を算出する測定法である。

3. 富栄養化指標

3-1 Chl.a 測定結果と考察

アクアフルオでの測定と、Chl.a抽出測定を行い算出され

表-2 Chl.a 濃度結果 ($\mu\text{g/L}$)

	8/26	9/8	10/12	11/8	平均
St.1	0.009	0.020			0.014
St.2	0.010	0.040	ND	0.229	0.093
St.3	0.010	0.034	ND	0.233	0.092
St.4	0.015	0.057	0.591	0.300	0.241

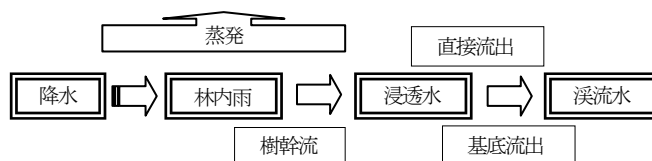


図-2 降雨の流出プロセス概略図

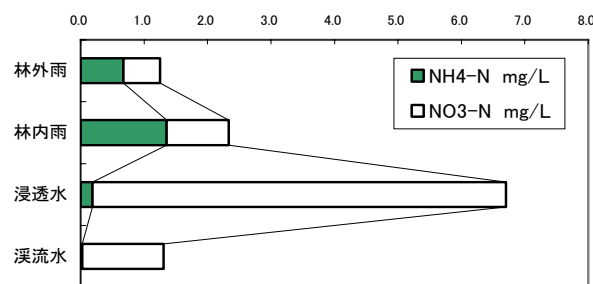


図-3 窒素成分の水質変化

田代川の窒素成分濃度は、渓流水と比較して低い結果になった。これは、施業森林流域は、樹木の伐採など人為的な管理が行われおり、有機物の急激な分解が起きる過程で窒素濃度が上昇するとされている。従って、渓流水に対し、田代川は施業されていない流域であることにより窒素濃度が低いと考えられる。

4. まとめ

施業森林域における富栄養化の指標として、Chl.a 量、窒素の動態を把握する目的で、幼齢林試験地と2つの壮齢林試験地において調査・検討を行った。その結果、Chl.a 濃度は極端に低く、貧栄養状態であることが明らかとなった。高濃度の窒素の観測結果が得られたが、Chl.a 濃度と T-N 濃度において明瞭な関係性は確認できなかった。

水文素過程に伴う窒素濃度の変化では、森林樹冠通過過程、森林土壌浸透湧出過程での窒素構成成分の増加、硝化作用、窒素循環が確認できた。渓流水においては、降雨時の濃度低下、通減時の濃度上昇、施業の有無による窒素濃度の違いが確認できた。

【参考文献】

- 1) 独立行政法人水資源機構：平成16年 水質年報,2005
- 2) 服部明彦 編：湖沼汚染の診断と対策, 日刊工業新聞社 p.43,108,113,1988
- 3) 小菅香苗：森林小流域における物質動態に及ぼす諸要因の影響 修士学位論文,pp.52,2004
- 4) 森田剛史,相原啓次,石綿進一：森林における窒素成分の動態および森林管理と渓流水質,神奈川環境科学センター 研究報告, 第27号,pp.47,2004

た渓流水のChl.a濃度の結果を表-2に示す。Chl.a濃度は他の調査地における観測結果²⁾と比較しても極端に低く貧栄養状態であることが分かる。また、流下するに従って濃度が上昇した。8/26と比較して11/8は約23倍の濃度になった。抽出測定数が少なく詳細な検討には不十分であるが、他の文献で指摘されている夏季にChl.a量は減少し、それ以降は上昇する傾向が確認できた¹⁾。また、渓流水の水量が減少したことにより滞留時間が長くなった結果、濃度が上昇したものと推測できる。

田代川のChl.a濃度は源頭水源付近で0.064 $\mu\text{g/L}$ と低い結果になり、また流下するに従って濃度が上昇した。渓流水の採水地点 St.4に近い田代川でのChl.a濃度は0.276 $\mu\text{g/L}$ という結果になり、施業された森林流域を流れる渓流水と同じような傾向を示すことが確認できた。

3-2 N (窒素) の測定結果と考察

(1) 森林内のNの動態

降雨の流出プロセスの概略図を図-2の示す。また、スギ林における窒素成分の林外雨から林内雨、浸透水を経て渓流水に至るまでの水質変化の平均値を図-3に示す。森林樹冠通過過程、森林土壌浸透湧出過程での窒素構成成分の増加が見られた。コナラ林においても同様の傾向が見られたが、コナラ林と比較して、スギ林の林内雨がそれぞれ高い濃度を示した。これは、スギは針葉樹であるため葉の比表面積が大きく、樹体の乾性沈着量や溶脱量が多いためであると推察される。

土壌浸透過程において、NO₃-N濃度が大部分を占めており、硝化細菌による硝化作用²³⁾が行われていることが示唆された。

(2) 施業森林渓流水のNの動態

渓流水の窒素成分濃度がSt.2において一旦減少し、St.2以降流下するに従って増加する傾向が見られた。これは、土壌に入ってから窒素濃度の深さ方向での変化は比較的小さく⁴⁾、またスギ林およびコナラ林両試験地の浸透水のT-N濃度が、幼齢林試験地のそれより高いと確認されていることから²⁾、幼齢林試験地内にあるSt.2において濃度が低い結果であったと考えられる。また、渓流水のNO₃-N濃度の季節変化を見てみると、今回の結果からは既往の研究で確認されている、夏季に濃度が高まり、冬季に低下する現象は認められなかった。しかし、降雨による流量上昇時に濃度が減少し、通減時に回復する現象は確認できた²⁾。これは、降雨流出開始からピーク流量時にかけては、表面流出成分の希釈効果が卓越するが、通減期は比較的高濃度に物質を溶解した土壌水の流出に由来する中間流出成分が加わり濃度が高まったからであると考えられる。