

徳島県白川谷森林試験流域における溶存物質収支

— NO_3^- -N と SO_4^{2-} を例にして —

高松 高 専 正員 田村 隆雄
徳島大学工学部 正員 吉田 弘
徳島大学工学部 フェロー 端野 道夫

1. はじめに 近年、酸性雨や河川水質の富栄養化が大きな社会問題になるにともなう山地森林流域の水質調節機能が注目されるようになった。森林の水質調節機能とは降水に含まれる窒素酸化物や硫黄酸化物などの汚染物質が一時的に森林土壌に貯留されて、徐々に溪流へ流出する現象を指す。本報告では徳島県白川谷森林試験流域で得られた水質データをもとに、酸性雨や河川の富栄養化の主因とされている硝酸態窒素 (NO_3^- -N) と硫酸イオン (SO_4^{2-}) の物質収支計算を行なうとともに2つの陰イオン物質に対する水質調節機能について考察した。

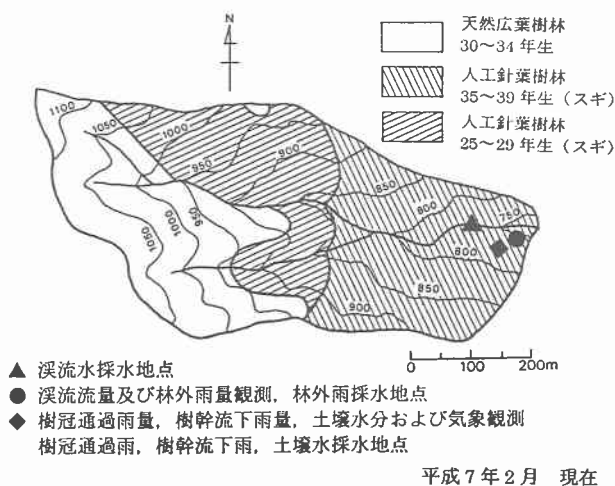


図-1 徳島県白川谷森林試験流域

2. 流域の概要と観測方法 水質データの収集は、徳島、愛媛、高知の県境となっている三傍示山の近傍に位置する徳島県白川谷森林試験流域（徳島県三好郡山城町栗山）で1989年より継続して行われている（図-1参照）。流域の諸元は、面積約23ha、標高約740m～1140m、流域の平均斜面勾配21.5°。地質は三婆川帯に属し、砂質片岩または、砂質片岩と泥質片岩の互層となっている。流域の大部分の土壌表層は褐色森林土で占められており、林相は上流側2/5が天然広葉樹林、下流側3/5がスギの人工樹林となっている。施肥などは行われていないため自然状態の山地森林と言える。観測は流域末端にある砂防堤防（●印）で流量および林外雨量の観測を行い、そこから約100m上流（▲印）で渓流水を採取して水質測定に供している。スギ林内の南側山腹斜面（◆印）では樹冠通過雨、樹幹流の雨量観測を行っている。観測水質項目は NO_3^- -N、 SO_4^{2-} など無機陰イオン6項目、 Na^+ 、 Ca^{2+} など陽イオン4項目、および SiO_2 、SS、EC、pH の計14項目である。本報告では1991年に得られた水質データを用いる。

3. NO_3^- -N と SO_4^{2-} の季節変化 図-2に白川谷森林試験流域における1991年1月～12月にかけての降水量、樹冠通過雨の NO_3^- -N 濃度と SO_4^{2-} 濃度、渓流水流出高、および渓流水の NO_3^- -N 濃度と SO_4^{2-} 濃度とを示す。ここで樹冠通過雨の濃度は雨水採取期間の平均値である。流出高は観測値に欠測期間があることから、森林水循環モデル¹⁾を用いて算出した計算値も併せて示している。流出高の計算値は一部を除いて観測値と良く一致していることが分かる。なお1991年の総降水量は2823mm、流出高は2448mmであった。

森林にもたらされる降雨は樹冠通過雨と樹幹流となり地表に到達する。しかしその大部分は樹冠通過雨である。また NO_3^- -N、 SO_4^{2-} とともに植物体からの溶出量は極めて小さい。したがってこの2つの陰イオン物質の収支を考える場合には、樹冠通過雨中の物質量を森林土壌への全物質入力量とみなしても差し支えない。そこで樹冠通過雨濃度の季節変動に着目すると、図-2を見て明らかなように、 NO_3^- -N、 SO_4^{2-} とともに冬季に高く夏季に低くなる傾向が見られる。これは冬季には降水量が少なく、大気中の窒素酸化物濃度、硫黄酸化物濃度が他の季節と比較して高くなっているためであると考えられる。また樹冠通過雨濃度の変動幅は渓流水濃度と比較すると大きく、 NO_3^- -N の場合、最大値と最小値の間には350倍もの濃度差がある。

次に流出過程を考えると、森林系外へ排出される溶存物質の大部分は雨水流出にともなうものである。したがって渓流水に含まれる物質量を森林からの全物質流出量とみなしても良い。そこで図-2の NO_3^- -N、 SO_4^{2-} の渓流水濃度の季節変化を見ると、ともに樹冠通過雨濃度よりも季節的な変動幅が小さくなっている。例えば NO_3^- -Nの場合では、その最大値と最小値の差は16倍程度である。したがって NO_3^- -Nと SO_4^{2-} の2つの陰イオン物質に対する緩衝機能が本流域に備わっていることが分かる。しかし NO_3^- -Nの渓流水濃度は樹冠通過雨濃度が高くなる冬季においてもそれほど高くないが、 SO_4^{2-} の渓流水濃度は樹冠通過雨濃度が高くなる冬季に同じように高くなる傾向が見られる。このことから NO_3^- -Nに対する緩衝機能の方が強いことが分かる。

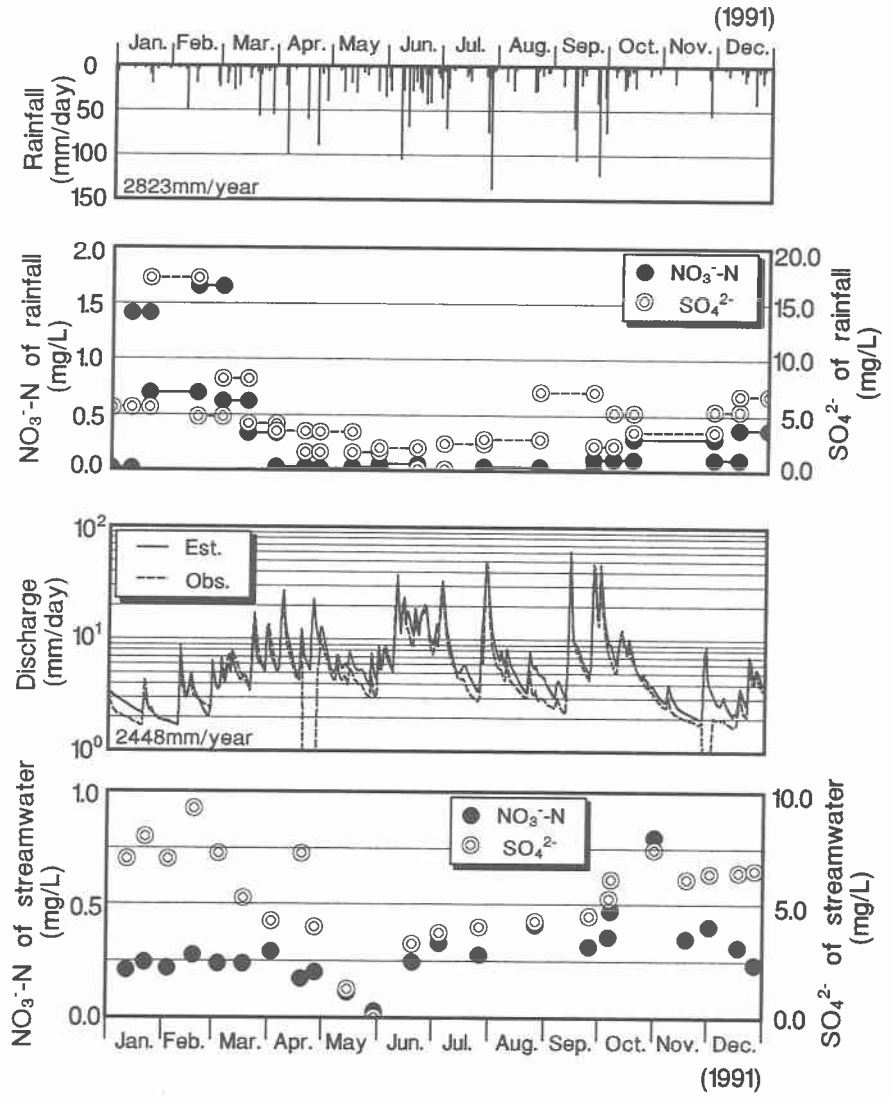


図-2 NO_3^- -Nと SO_4^{2-} の樹冠通過雨濃度および渓流水濃度の季節変化
白川谷森林試験流域（1991年）

4. NO_3^- -Nと SO_4^{2-} の物質収支

表-1に、観測期間における物質収支量を示す。入力負荷量は樹冠通過雨濃度にその濃度が観測された期間の樹冠通過雨量を乗じて算出した。流出負荷量は渓流水濃度にその濃度を観測した時刻が中央となる期間の流出高を

乗じて算出した。その結果、 SO_4^{2-} は若干のマイナス収支、 NO_3^- -Nは大きなマイナス収支になっているという結果が得られた。すなわち流出する NO_3^- -Nは流域内部で生産されたもので、流出する SO_4^{2-} の多くは森林外部からもたらされたものであることが分かった。

5. まとめ 本報告では、 NO_3^- -Nと SO_4^{2-} の樹冠通過雨濃度と渓流水濃度の季節変動幅、および物質収支より白川谷森林試験流域の水質調節機能について考察した。その結果、白川谷森林試験流域では NO_3^- -N、 SO_4^{2-} ともにマイナス収支となっていることが分かった。水質調節機能という点では、 NO_3^- -N、 SO_4^{2-} ともに樹冠通過雨濃度の季節変動幅より渓流水濃度の季節変動幅の方が小さくなっているが、 NO_3^- -Nに対してより大きな機能を持っていることが分かった。

参考文献 1) 端野ら：森林水循環モデリングと水収支の評価，水工学論文集，36，pp.521-528，1992。