

高松工業高専 正員 ○ 田村隆雄
J R 四国 藤井健司

1. はじめに 環境問題が注目されている現在，森林は清澄な水を安定して供給すること，すなわち森林の水質浄化・調節機能が期待されている．また自然環境と土木工学の関わりについて厳しい意見もあり，適切な森林開発と保全を行うためにも，森林の機能を正しく評価することが重要となっている．そこで，本研究では，森林流域の水質浄化・調節機能に関する基礎的な知見を蓄積するために，森林流域における溪流水長期変動の観測データを利用して，溶存イオン別の水質形成機構について考察を行った．

2. 森林試験地の概要 対象としたのは，図-1に示す徳島県白川谷森林試験流域である．本流域は吉野川上流部の徳島県三好郡山城町栗山に位置し，流域面積は23ha，標高は740～1140mである．地質は三波帯に位置し，砂質片岩または砂質片岩と泥質片岩の互層からなる．流域表層土の大部分は褐色森林土で覆われている．林層については，流域上部から中央部にかけての40%程度の面積に天然広葉樹林が存在し，流域中央部から下流部にかけて60%程度の面積にスギ人工樹林が存在している．流域末端部で流量と雨量観測，末端から100mほど上流部で溪流水を採取し，pH，EC，および溶存イオンの水質測定に供している．

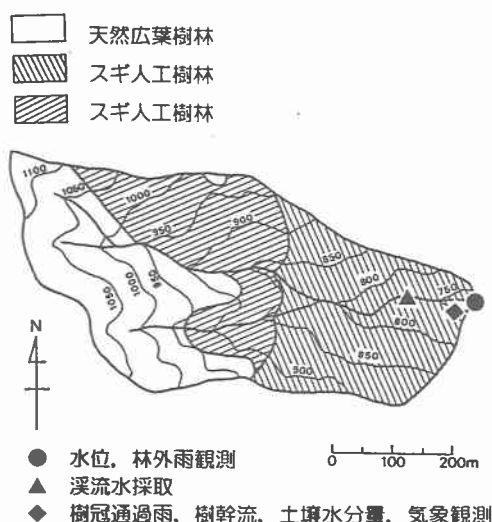


図-1 白川谷森林試験流域の概要

3. 溪流水質の長期変動の概要 図-2に1992年1月～12月の降水量，溶存イオン濃度(Na^+ ， SO_4^{2-} ， Ca^{2+} ， $\text{NO}_3^- \cdot \text{N}$ ， K^+ ， Cl^-)，および溪流水流出高を示す．この期間の雨量をみると，7月までは比較的小雨であるが，8月，9月は多雨で流量もそれに対応して増加している．流量変化と各溶存イオンの濃度変化を比較すると，その濃度増減の特徴から次の3種類に分類できる．

- Type 1：流量が増加すると，その濃度が低下するもの…… Na^+ ， SO_4^{2-} ， Ca^{2+}
 Type 2：流量が低下すると，その濃度が増加するもの…… $\text{NO}_3^- \cdot \text{N}$ ， K^+
 Type 3：流量に無関係で濃度がほぼ一定であるもの…… Cl^-

4. 水質の変動要因およびその季節変化の特徴 各タイプに分類された物質の存在形態から，溪流水濃度の季節変化の特徴を述べると，次のようになる．まずType 1に分類された Na^+ ， SO_4^{2-} ， Ca^{2+} は，(1)元来森林流域内での循環量が少ない．(2)落葉・落枝や毛根・動物遺体などが混入することで土壌含有量が減少する．これらの2つの理由によって，Type 1の物質は降水により土壌水濃度が減少するため，降雨が多いと濃度が低下するという変化を示す．またType 2と比べて，明瞭な季節変化が存在せず，濃度の変動幅も小さい．

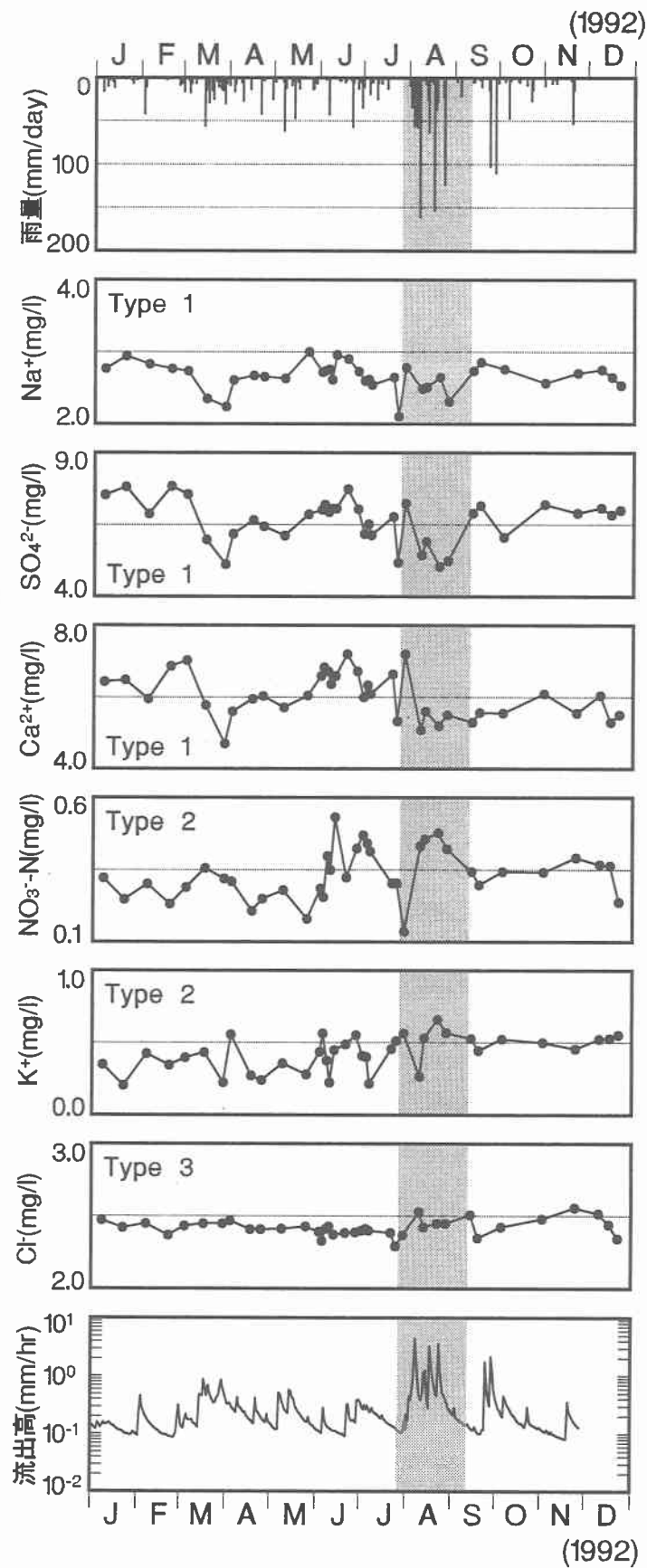
Type 2に分類された $\text{NO}_3^- \cdot \text{N}$ ， K^+ は，(1)森林の成長に伴って次第に土壌に蓄積される．(2)微生物活性が影響するため，温度と土壌水分量が増加する夏季にその土壌水濃度が高くなる．(3)土壌表層ほど，硝酸態窒素などの起源となる落葉・落枝，生物体の遺骸などが多い，そして微生物が多く活動量も大きい．以上の3つの理由により，降水量の多い，つまり流出高が大きくなるとその濃度も増大する．これは図-2の網掛部に明瞭に現れている．日本の森林流域の場合，夏季に降水量と流量が増加するため，夏季に濃度が高くなる．Type 2は，季節変動が明確で，(3)の理由により濃度も変動幅も大きくなる．

Type 3 に分類した塩素イオンは、明確な季節変動を示さないが、それは、(1)塩素イオンが主として降雨によってもたらされ、森林土壌中に均等に分布すること。(2)植物や土壌中の微生物活性にあまり影響されないこと。が主な原因だと考えられる。

5. 他流域との比較 森林流域の水質浄化・調節機能は、土壌特性、植生の種類や年齢、気候条件などによって特徴づけられるため、異なる流域間で、渓流水濃度の季節変化を比較すると、同じ物質でも違う特徴を示すことがある。例えば、国立環境研究所の筑波森林試験地での観測報告¹⁾によれば、同試験地の場合、 Ca^{2+} は Type 2 に分類されている。この理由としては、筑波森林試験地は白川谷森林試験流域と異なり、土壌が関東ローム質粘土で覆われているという事を挙げることができる。また Cl^- は Type 1 に分類されている。これは白川谷が四国山地の中央部に位置するのに対して、筑波森林試験地が関東平野の北部で、比較的海岸に近いという立地条件による違いが現れたため、降雨によってもたらされる Cl^- の量が多く、土壌表層に多く蓄積されているためではないかと考える。以上のように森林流域の水質浄化・調節機能を詳細に検討するためには、溶存物質の季節変動を把握し、それがどのような森林条件に影響されているのかを検討することが重要である。

6. まとめ 本報告では、徳島県白川谷森林試験流域で観測された溶存イオンを、その濃度変化の特徴から3つのタイプに分類して、変化の要因について整理した。また筑波森林試験流域における観測データとも比較して、森林条件が物質流出機構に大きな影響を与えることについて述べた。森林開発は、伐採や土壌改変などを伴うものであるから、適正な開発を行うためには、これらの因果関係を定量的に評価するための手法を確立することが必要だと考える。

参考文献：1)平田健正・唐常源・村岡浩爾：筑波森林試験地における渓流水質の長期変動，水工学論文集，第 39 巻，pp.215-222，1995.



図一 2 渓流水濃度の季節変化（白川谷，1992 年）