

森林条件を転換した場合の渓流水質と物質収支の変化に関する基礎的研究

高松高専専攻科 学生会員 ○岡田 和

徳島大学工学部 正会員 田村隆雄

1. はじめに

「緑のダム（水源涵養機能）」機能を向上させるために、戦後整備されたスギ・ヒノキからなる人工針葉樹林をクヌギ・コナラ・ブナなどの落葉広葉樹林に転換しようとする動きある。しかし、植生の転換が機能に与える効果はまだ多くの議論が必要だと考える。本研究では四国を流れる一級河川吉野川に属する植生の異なる二つの流域、白川谷森林試験流域（スギ針葉樹林）と横野谷流出試験地（落葉広葉樹林）で観測された水文・水質観測資料にタンクモデルを適用して得たモデルパラメータを交換することで、森林条件を転換した場合に、水源涵養機能(特に水質調節機能)にどのような変化が生じるかについて考察した。

2. 試験地の概要

対象とする流域の諸元を表1に示す。両試験地の主な特徴を挙げると、横野谷流出試験地の地質は和泉層群に属し、泥岩、砂質泥岩から成っている。植生はコナラ、アベマキなどの落葉広葉樹が占めている。白川谷森林試験流域の地質は三波川帯に属し、砂質片岩、泥質片岩の互層である。植生は全体の3/5程度が針葉樹林、2/5程度が広葉樹林である。また、年間降水量は白川谷森林試験流域が横野谷流出試験地の約2倍と多くなっている。

表 1 流域の諸元

	横野谷流出試験地	白川谷森林試験流域
位置	徳島県美馬郡脇町	徳島県三好郡山城町
標高	350～740(m)	740～1140(m)
流域面積	0.816(km ²)	0.230(km ²)
地質	和泉層群 泥岩、砂質泥岩	三波川帯 砂質片岩、泥質片岩
年間降水量	1351(mm)	2802(mm)
林相	落葉広葉樹 コナラ、アベマキ	2/5 は落葉広葉樹 3/5 はスギの人工林
樹齢	約 15 年 二次林	25～40 年
河床勾配	25.6 °	26.0 °

3. 計算方法

森林土壌から渓流に流出する物質の流出特性は、流出過程における起源と経路によって大きく異なる。これを再現するために、図1に示す4段タンクモデルを構築した。まず雨水流動に関わるタンクモデルの係数（孔定数 $\lambda_1 \sim \lambda_7$ 等）を観測ハイドログラフにより手動で確定する。計算時間は一時間である。次に各物質の渓流水濃度の算定を行う。式(1)に示すように各流出成分に濃度係数を乗じ、これを全流出量で除して渓流水濃度を算定する。その際、濃度係数は観測した渓流水濃度を再現できるように手動で同定する。なお、本研究では濃度係数は一年を通じて一定とする。

$$C_i = \frac{C_{1,i} Q_{1,i} + C_{3,i} Q_{3,i} + C_{5,i} Q_{5,i} + C_{7,i} Q_{7,i}}{Q_{1,i} + Q_{3,i} + Q_{5,i} + Q_{7,i}} \quad (1)$$

ここで、C：渓流水濃度(mg/L)、 C_1, C_3, C_5, C_7 ：各タンクの濃度定数、 Q_1, Q_3, Q_5, Q_7 ：流出成分量(mm/hr)、i：時刻

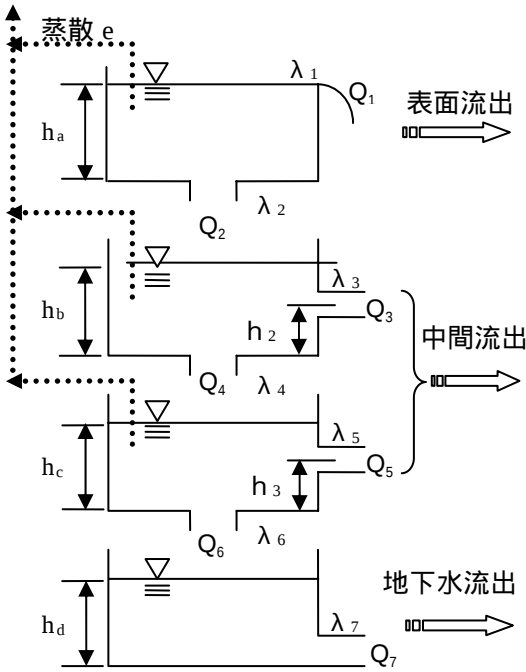


図 1 4段タンクモデル

4. 白川谷のパラメータを横野谷のパラメータに置き換えた場合の渓流水濃度

タンクモデルを適用して得られたモデルパラメータ¹⁾を交換することにより、白川谷の森林条件を横野谷の森林条件に転換するシミュレーションを行った。なお、本報告では対象物質として、ミネラルである Ca^{2+} と、富栄養化や酸性雨の主たる要因である NO_3^- の渓流水濃度について考察を行った。図2に白川谷のハイトグラフを示す。また、図3にハイドログラフ、図4に Ca^{2+} の渓流水濃度、図5に NO_3^- の渓流水濃度のそれぞれ転換前の観測値と転換後（横野谷のパラメータ）の比較結果を示す。図3を見ると、転換後は観測値と比較して、渇水時の流出高が低下しており、出水時はピーク流量が増加している。つまり、転換を行うことにより渇水緩和機能と洪水防止機能が低下したと考えられる。図4を見ると、転換後の Ca^{2+} の渓流水濃度は観測値と比較して、一年を通して低くなっていることが分かる。また、図5を見ると、転換後の NO_3^- の渓流水濃度は、観測値と比較して一年を通して高くなっていることが分かる。

次に、表2に物質収支を示す。表中の流入負荷量は一年間の林外雨の平均濃度に林外雨量を乗じて算定した値で、流出負荷量はタンクモデルを適用して計算した値である。 Ca^{2+} は転換後に流出負荷量が約6分の1になっており、収支もプラスに転じていることが分かる。また NO_3^- は、転換後の流出負荷量が約12倍大きくなっており、流出成分別に着目すると、早い中間流出成分が大きくなっている。また、 Ca^{2+} とは逆にマイナス収支となっていることが分かる。

5. まとめと今後の課題

研究の結果、森林条件の転換は水源涵養機能に大きな変化をもたらすことが分かった。本研究のモデルパラメータは、植生だけでなく地質や土壌層の厚さなど様々なものを含んでいるので、それぞれを分離して扱えるようにすることが今後の課題である。

参考文献 1) 岡田和、田村隆雄：横野谷流出試験地における溶存物質流出機構の基礎的検討、土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集、pp.85～86、2003

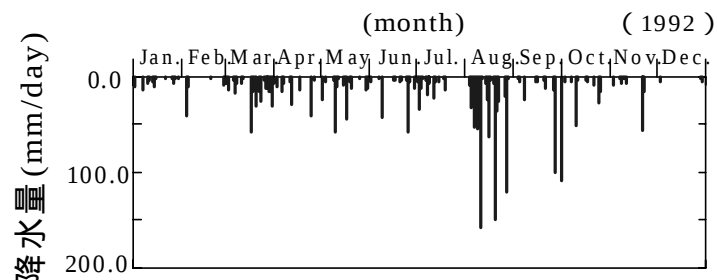


図2 白川谷のハイトグラフ

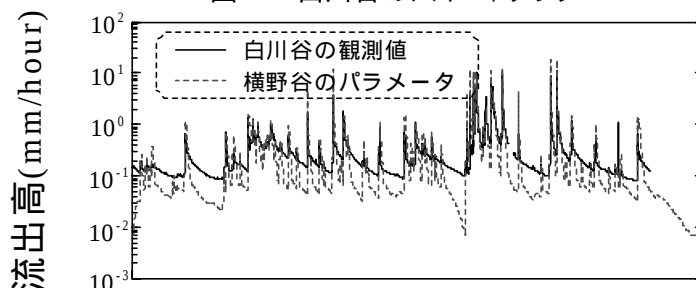


図3 ハイドログラフ

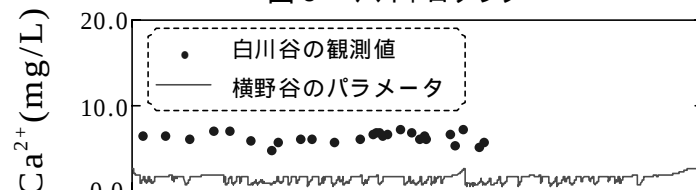


図4 Ca^{2+} の渓流水濃度

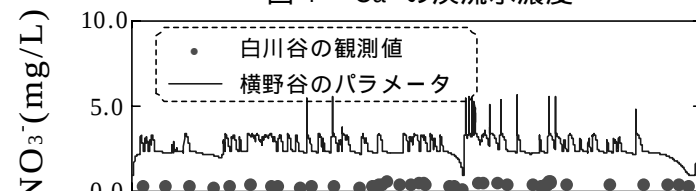


図5 NO_3^- の渓流水濃度

表2 物質収支 (kg/ha)

		Ca^{2+}		NO_3^-	
		転換前	転換後	転換前	転換後
流入負荷量		51.6		24.4	
流出負荷量	表面流出成分	2.2	0.9	0.3	7.8
	早い中間流出成分	26.3	9.2	2.7	44.3
	遅い中間流出成分	60.6	6.6	2.1	10.6
	地下水流出成分	16.6	1.4	0.3	0.5
	合計	105.7	18.1	5.4	63.2
収支 (流入-流出)		-54.1	33.5	19.0	-38.8