

## 治山堰堤が渓流水水質に及ぼす影響\*1

佐々木重行\*2

佐々木重行：治山堰堤が渓流水水質に及ぼす影響 九州森林研究 59：258-260, 2006

キーワード：治山堰堤, 水質, 窒素, 水質浄化

## I. はじめに

酸性雨, 地球温暖化, 大都市における渇水などの環境問題により森林・林業に対する下流住民の関心は大きなものとなっている。その中でも, 森林の水源かん養機能は身近な問題である。この森林の水源かん養機能は量だけではなく, おいしい水, 安全な水など質にも関係するものである。

森林地帯から流れ出てくる渓流水は, 森林での生産や管理のための施業だけではなく, 山地崩壊・土砂流出防止を目的とした治山工事でも影響を受ける。特に, 治山堰堤は, 渓流水の流路に設置される。このため, 森林上流域での治山工事が下流域の貯水ダムや水道の水源としての渓流水の水質に与える影響を明らかにすることは重要である。

これまで, 治山堰堤が水質に与える影響を研究したものは, 著者ら (1991) が上流に治山ダムや工事に伴う土捨て場があれば下流域で  $\text{Ca}^{2+}$  濃度が増加するとしたものや, 仲川 (2000) が砂防堰堤の入口と出口の水質を比較し, 出口では pH, EC の値および,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  濃度が低下し逆に  $\text{Cl}^-$  濃度は増加すると報告したものがあつた。しかし, 仲川 (2000) も指摘するように治山堰堤が水質に与える影響を調べた例は殆どない。また, 仲川の報告は設置後30年以上が経過した砂防堰堤での報告で, 設置後1, 2年の治山堰堤での調査例はない。そこで本研究は, 設定後1年が経過した治山堰堤で3年間にわたって毎月採水, 分析し治山堰堤が水質に及ぼす影響を検討することを目的とした。

## II. 調査地および分析方法

調査は福岡県田川郡添田町の中元寺川上流の大藪地区に設置された治山堰堤で行つた。この堰堤は集水面積約12.8haで, 1999年に着工され2000年冬に竣工した幅35.4m, 高さ7.5mのコンクリート製堰堤 (コンクリート量431.2 $\text{m}^3$ ) である。渓流水の採水

は, 2001年2月より2003年12月まで毎月1回比較的流量が安定している時期に, 治山堰堤約10m上流 (入口) と堰堤からの吹き出し口から約2m下流 (出口) でそれぞれ行つた。堰堤上流部には土砂の堆積は見られたが, 堰堤の上部までは達していなかつたので, 渓流水は一旦, 堰堤上流部の土砂堆積面へ潜り込み, 吹き出し口から流出していた。

渓流水の分析はpH, EC,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , 全窒素 (T-N), 全リン (T-P) について行つた。pHはガラス電極法 (BECKMAN社Φ32) で, ECは電気伝導度計 (東亜電波工業株式会社CM-30S) で測定した。 $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  については原子吸光分光光度計 (島津製作所AA6400F) を用いて測定した。 $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  はイオンクロマトグラフィー (日本ダイオネクス社DX100) で測定した。T-Nはアルカリ性ペルオキシ二硫酸カリウム分解-紫外線吸光光度法 (環境庁告示第140号, 1982) で, T-Pはペルオキシ二硫酸カリウム分解法 (環境庁告示第140号 (1982)) で行い, 吸光度は分光光度計 (島津製作所UV-2400PC) で求めた。

## III. 結果および考察

2001年2月から2003年12月まで測定した治山堰堤の入口と出口の渓流水中のpH, ECおよび容存物質濃度の経月変化を図-1に示す。pHと $\text{K}^+$ 濃度が4~8月にかけて高く, 冬期に低い傾向を示した。一方,  $\text{SO}_4^{2-}$ 濃度は夏期に低く, 冬期に高い傾向を示した。その他の成分では季節変化は見られなかつた。ECおよび $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  は入口より出口の濃度や値が高かつた。一方,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , T-Nは, 出口の濃度が入口より低い傾向を示した。pH,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , T-Pは入口と出口で濃度や値に大きな差はなかつた。また, いずれの成分も入口と出口は並行して変動していた。測定した成分について, 対応のあるt検定による平均値の差の検定を行つた結果 (表-1), EC,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , T-Nで有意差 (いずれも $p < 0.001$ ) が見

\*1 Sasaki, S.: Influence of soil saving dam to stream water chemistry

\*2 福岡県森林林業技術センター Fukuoka Pref. For. Res. And Tech. Ctr., Kurume, Fukuoka 839-0827

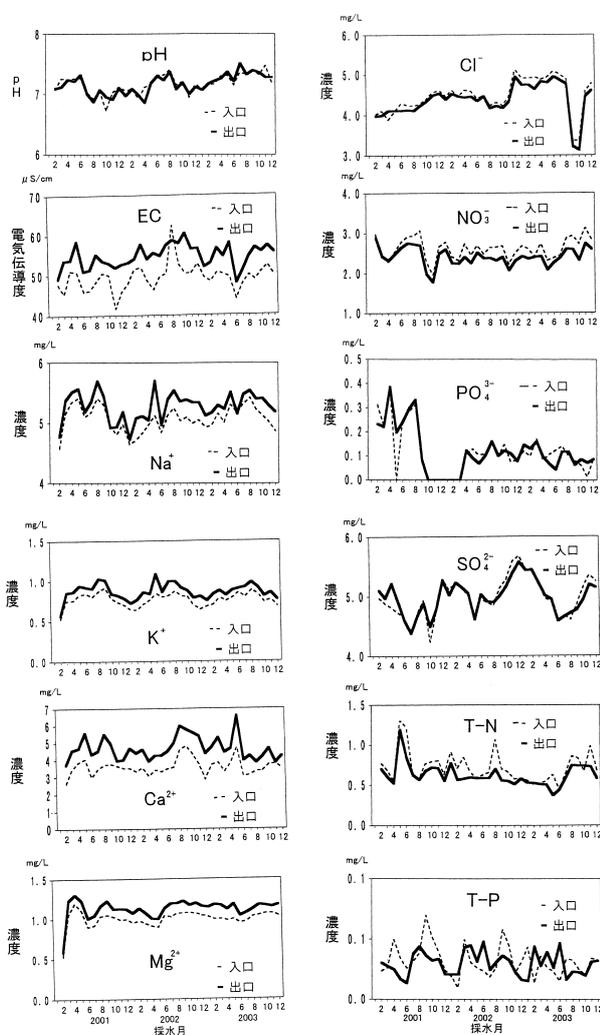


図-1. 治山堰堤の入口と出口の渓流水中のpH、ECおよび溶存物質濃度の経月変化

られた。本研究では渓流水中の $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ の濃度は入口より出口で高くなり、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ が低下したとする仲川(2000)の結果と反対になった。これは、仲川(2000)の研究では、渓流水は堆砂地の表面を通過したものを採水していたが、本研究では、治山堰堤上流の堆砂地の内部に潜り込み、その後コンクリートの堰堤を通過していたため、堆砂土砂からこれらのイオンが溶出し濃度が高くなったと考えられた。

入口、出口とも当量基準でカチオン合計がアニオン合計より高く、しかもその差(カチオン合計-アニオン合計)は出口で大きくなった(図-2)。pHは入口平均7.17と出口平均7.16と同じであった。高くなったカチオン濃度に対して電氣的平衡を保ちpHを維持するためにはアニオン濃度を高くする必要がある。この堆砂地には、殆ど植生の繁茂は見られなかったため、有機酸の影響はあまり無いと考えられる。このため、本研究では渓流水が堆砂地内部を通過した際 $\text{CO}_2$ を溶解し、 $\text{HCO}_3^-$ 濃度を増大させpHを維持したと考えられた。また、解離した $\text{H}^+$ が $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ に置換されたこともカチオン濃度が高くなった原因と考えられる。

一方、T-Nは堆砂地に潜り込むことで濃度を低下させている

表-1. 治山堰堤の入口と出口の渓流水中のpH、ECおよび溶存物質濃度(平均値)

	pH	EC	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Cl}^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{SO}_4^{2-}$	T	N	T-P
		$\mu\text{S}/\text{cm}$	$\text{mg}/\text{L}$										
入口	7.17	49.39	5.08	0.77	1.00	3.60	4.35	2.62	0.01	4.92	0.80	0.03	
出口	7.16	54.68	5.28	0.87	1.13	4.67	4.26	2.41	0.01	4.90	0.71	0.03	
t値	-0.49	11.65	23.58	15.21	23.58	16.36	-6.15	-10.68	-0.36	-0.68	-4.82	-1.23	
	N.S	***	***	***	***	***	***	***	N.S	N.S	***	N.S	

と考えられた。 $\text{NO}_3^-$ の濃度低下は、仲川(2000)の研究でも認められ、原因として設定後30年以上が経過していたため堆砂地に植生の繁茂が見られ、この根による吸収と水が飽和している堆砂地であるため脱窒を受けていることが考えられるとしている。本研究では、堆砂地には殆ど植生は見られないため、植生による吸収よりも、水が飽和している堆砂地を通過したことにより脱窒が起こり $\text{NO}_3^-$ 、T-Nの濃度が低下した可能性が高いと考えられた。このことから、治山堰堤は、造成後1~3年であっても、飽和した堆砂地に渓流水が通過することによって $\text{NO}_3^-$ 、T-Nの窒素濃度を低下させる効果が示唆された。下流域のダム湖の富栄養化によるアオコの発生(松尾ら, 1999)防止に対しても、原水として森林から流入する渓流水の窒素濃度を低く維持することは望ましいと考えられる。 $\text{Cl}^-$ については、仲川(2000)の結果と反対に入口より出口の濃度が低くなり、堆砂地に蓄積している結果となったが、この原因については不明である。

#### IV. まとめ

設置後1~3年が経過した治山堰堤を通過した渓流水の水質は、入口よりも $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、T-Nの濃度は低く、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ の濃度は高かった。一方、pH、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、T-Pは入口と出口で値や濃度に差がなかった。これらのことから、治山堰堤は渓流水の水質に影響を与えていることが分かった。また、窒素に関しては、堆砂土砂により濃度を低下させ水質浄化の働きをしていることが示唆された。

今後は、設置後5~30年が経過した治山堰堤での入口と出口の

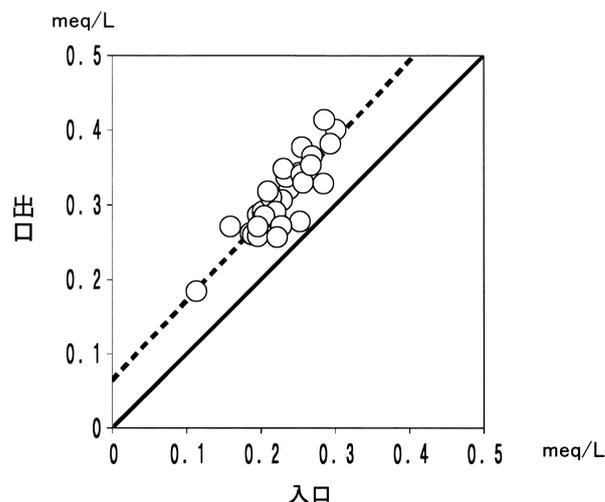


図-2. 都入口と出口のカチオン合計とアニオン合計の差(カチオン合計-アニオン合計)の関係

渓流水水質の測定を行うとともに、堆砂地に植生が繁茂した場所での土壌中の成分濃度の測定も含めた調査が必要である。また、治山堰堤の堆砂地湛水部分の容積と入口と出口での流量測定を行い、水質各成分の蓄積および流入量と流出量を明らかにすることで、治山堰堤が物質循環や水質浄化機能に果たす役割を明らかにすることができると考えられる。

## V. 引用文献

- 環境庁告示第140号（1982）  
松尾弘ほか（1999）用水と廃水，41：513-519  
仲川泰則（2000）日林誌，82：163-170  
佐々木重行ほか（1991）日林九支研論，44：175-176  
（2005年11月14日 受付：2005年12月12日 受理）