

酪農流域における土地利用形態が河川水質形成に及ぼす影響 Influence of Landuse to River Water Quality in Dairy Farming Watersheds

○湯川順平・山本忠男・長澤徹明・井上 京・川内太郎

○YUKAWA Junpei, YAMAMOTO Tadao, NAGASAWA Tetuaki, INOUE Takashi and KAWAUCHI Tarou

1. はじめに 現在, 大規模酪農流域では, 経営拡大などによって環境負荷が増大し, 下流の水環境に影響を与えることが問題となっている. 流域の水環境保全を目的とした河川・排水路の整備には, 流域の土地利用形態が河川水質に与える影響を把握することが重要である. 本研究では, 北海道東部の酪農流域において, 土地利用形態が異なる2流域の河川水質を比較することで, 土地利用形態が河川水質形成に及ぼす影響を検討した.

2. 方法 調査は北海道釧路管内浜中町に位置する風蓮川支流の丸佐一号川流域(MI 流域), 左支姉別川流域(HA 流域)の2流域で実施した. 両流域の諸元と概要を Table 1, Fig. 1, 2 に示す.

調査期間は 2003, 2004 年の 6~11 月である. 期間中, 流域の最下流地点において, 降水量と河川水位の連続観測, および自動採水器によって河川水の採水を行った. 平水時には 1 日 1 本正午に採水し, 降雨時(5.0mm/h 以上)には, 1 時間間隔で 24 時間連続採水した. また, HA 流域では河畔緩衝帯の地下水を採水した. 流量は現地調査の際

に行った流量観測と河川水位の関係から H-Q 式を求め, 水位の連続値を変換して算出した. 対象とした水質項目は, N 成分, P 成分, および SS であり, TON は T-N と無機態窒素の差とした. 分析方法は JIS に準拠した.

3. 結果と考察 (1) 河川水質 調査流域の水質濃度(流量加重平均値)を Table 2 に示す. 2004 年の降雨時を除くと, 水質濃度は総じて [MI] > [HA] となる傾向にある. 既往の研究によると単位飼養牛頭数密度あたり, T-N で $0.009[\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}]$, $\text{NO}_3\text{-N}$ で $0.007[\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}]$ 濃度上昇する傾向にあることが示されている(井上ら, 1999). この結果を今回の調査に照らし合わせると, 飼養牛頭数密度が $31[\text{頭} \cdot \text{km}^{-2}]$ 異なることから, T-N で $0.28[\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}]$, $\text{NO}_3\text{-N}$ で $0.22[\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}]$ 程度, MI 流域で高い値を示すことになるが, 実際には推定以上の差がある. このことから土地利用形態の違いが河川水質形成に影響することが示唆される. また, 観測期間中の降水量は 2003 年

Table 1 Characteristics of studied watersheds

流域	MI 流域	HA 流域
流域面積 [km ²]	10.1	8.9
草地率 [%]	72.2	69.9
林地 [%]	23.3	22.9
湿地 [%]	0.0	6.3
その他 [%]	4.6	0.9
河川改修率 [%]	71.0	0.0
飼養牛密度 [頭・km ⁻²]	99.4	68.4

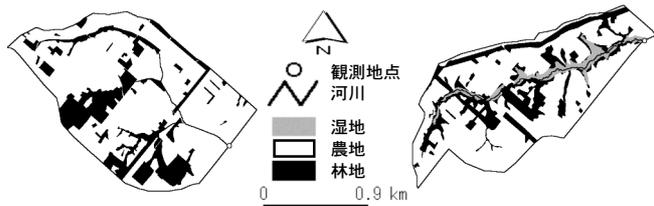


Fig.1 MI watershed

Fig.2 HA watershed

Table 2 Average concentrations of river water [$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$]

2003年	平水時			降雨時		
	MI 流域	HA 流域	[MI]/[HA]	MI 流域	HA 流域	[MI]/[HA]
T-N	1.25	0.82	1.52	4.68	2.11	2.22
TON	0.40	0.33	1.21	3.93	1.59	2.47
$\text{NO}_3\text{-N}$	0.83	0.45	1.84	0.70	0.49	1.43
$\text{NH}_4\text{-N}$	0.014	0.036	0.39	0.044	0.030	1.47
T-P	0.103	0.092	1.12	3.69	0.56	6.58
$\text{PO}_4\text{-P}$	0.036	0.039	0.92	0.26	0.15	1.78
SS	16.3	15.7	1.04	162.5	65.7	2.47
2004年	平水時			降雨時		
	MI 流域	HA 流域	[MI]/[HA]	MI 流域	HA 流域	[MI]/[HA]
T-N	1.36	0.78	1.74	1.55	1.08	1.44
TON	0.43	0.34	1.26	0.69	0.61	1.13
$\text{NO}_3\text{-N}$	0.92	0.43	2.14	0.85	0.46	1.85
$\text{NH}_4\text{-N}$	0.008	0.009	0.89	0.010	0.012	0.83
T-P	0.105	0.082	1.28	0.135	0.147	0.92
$\text{PO}_4\text{-P}$	0.036	0.035	1.03	0.043	0.051	0.84
SS	20.6	14.6	1.41	14.6	15.1	0.97

が約 800mm, 2004 年が約 400mm であった. 平水時は $\text{NH}_4\text{-N}$ 以外の項目では 2003 年と 2004 年で大きな差は認められなかった. 降雨時には, 主に表面流出に由来するリン, SS などの項目に, 両年で大きな差が認められた. 降雨量が少なかった 2004 年は流域が乾燥状態にあり, そのため硝化作用が活性化し, 土壌中の $\text{NH}_4\text{-N}$ が減少したと考えられる. その結果, 流出水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度も低下したと推察される. 一方, 降雨量が多かった 2003 年は, 流域が湿潤状態にあり, 表面流出が生じやすいため, 表面流出由来の物質が流送されやすかったと考えられる.

(2) 河畔緩衝帯の浄化能 2 流域の土地利用形態の大きな違いとして, 河畔緩衝帯の有無があげられる. $\text{NO}_3\text{-N}$ は主に基底流出によって河川に流出する. 河畔緩衝帯の存在する HA 流域では, 地下水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ が河畔緩衝帯を通過する際に, 河畔植生による吸収や湿地における脱窒によって消費され, 濃度低下が生じると考えられる (Fig. 3). 表面流出を生じる降雨時には, 河畔緩衝帯は表面流去水を一時的に貯留し, 懸濁態物質を捕捉, 濾過する効果があることから, SS や懸濁態成分を多く含む T-P で平水時以上に濃度差が生じた (Table2:2003 降雨時).

また平水時, 降雨時ともに TON, $\text{NO}_3\text{-N}$ の比負荷量は, $[\text{MI}] > [\text{HA}]$ となった (Fig. 4). 河畔緩衝帯は, 水質濃度の低下だけでなく, 負荷削減効果もあるといえる.

(3) N 発生量と T-N 比負荷量 原単位 $241.5 [\text{g} \cdot \text{日}^{-1} \cdot \text{頭}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}]$ (大村ら, 1989) を用い算出した N 発生量, T-N 比負荷量は, ともに MI 流域で大きかった (Fig. 5). また, $(\text{T-N 比負荷量}) / (\text{N 発生量}) \times 100$ を負荷到達率 [%] とすると, MI 流域で 24 [%], HA 流域で 15 [%] となった. 糞尿の処理方法や, 土地利用形態が負荷到達率に影響をあたえると考えられるが, 現地状況から, 両流域では処理方法に大差はない. そのため, 負荷到達率の差異は河畔緩衝帯などにおいて吸収や脱窒, 捕捉された影響によると推察される.

4. まとめ 土地利用形態の異なる 2 つの酪農流域

の河川水質を比較した結果, 河川形態, 河畔の状態などの土地利用形態が影響を与えることを明らかにした. また, 流域の乾湿状態も河川水質に影響を与えることが示唆された.

水環境保全を目的とした河川・排水路の整備を行う場合, 水路のみを対象とするのではなく, 水路の周囲の土地利用形態を検討する必要があると考えられる.

本研究は, 日本学術振興会科学研究費の補助を受けて実施した調査の一部である.

[引用文献] 1) 井上京, 山本忠男, 長澤徹明 (1999): 北海道東部浜中地区における流域の土地利用と河川水質, 農業土木学会論文集 200, pp.85-92

2) 大村邦男, 黒川春一 (1989): 牛ふん尿の成分特性と汚濁負荷の発生, 北海道立農試集報, 59, pp.1-7

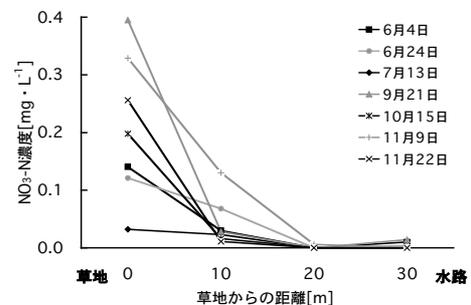


Fig.3 Decrease of $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration in groundwater of buffer zone (2004)

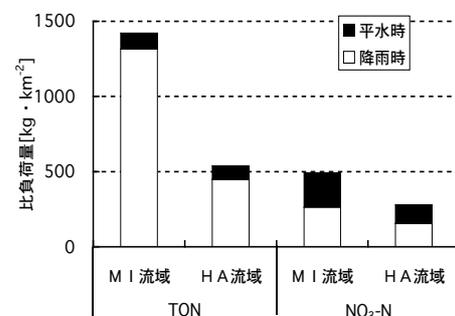


Fig.4 Specific loads of TON and $\text{NO}_3\text{-N}$ during investigation period

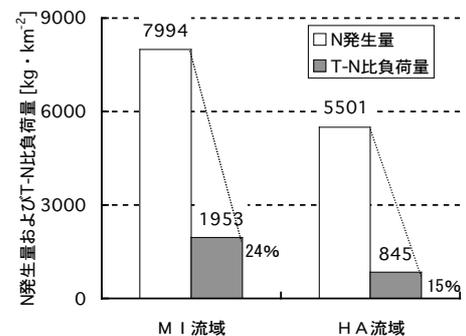


Fig.5 Comparison of N generation and T-N specific load during investigation