

都市排水路の水質汚濁に関する基礎的研究

宮崎大学 (学) ○倉山 信博 安井 賢太郎 (正) 増田 純雄
 鹿児島工専 (正) 山内 正仁

1. はじめに

現在、下水道普及率は63.5%に達しており、浄化槽による家庭排水も含めると、トイレの水洗化は総人口の79%になっている。しかし、生活環境項目の環境基準達成率は低く、海域、河川、湖沼の環境基準達成率は10年来横ばいの状態である。環境基準達成率を低下させている主な原因は生活排水と言われている。特に、環境基準項目の1つである大腸菌群数はきわめて低い達成率で、九州の1級河川のうち、上流から下流まで大腸菌群数の基準値を達成している河川はほとんどないのが現状である。

本論文では、下水道未整備地域の都市排水路に着目し、都市排水路に流入する生活排水と放流河川（岡川）の水質および土壌中の大腸菌群数を測定した結果について若干の知見を得たので報告する。

2. 岡川と都市排水路の概略

図-1に岡川と都市排水路の概略図を示す。岡川は前平山（田野町）の山腹を源流として、清武町の今泉地区流れ、清武川の下流に注ぐ河川である。岡川上流には、大久保集落があり、この地区の人口は1200人である。清武町は下水道未整備地域であり、中心部の人口は3300人である。都市排水路には、各家庭や集合住宅などに設置された浄化槽の処理水と生活排水が排出されている。

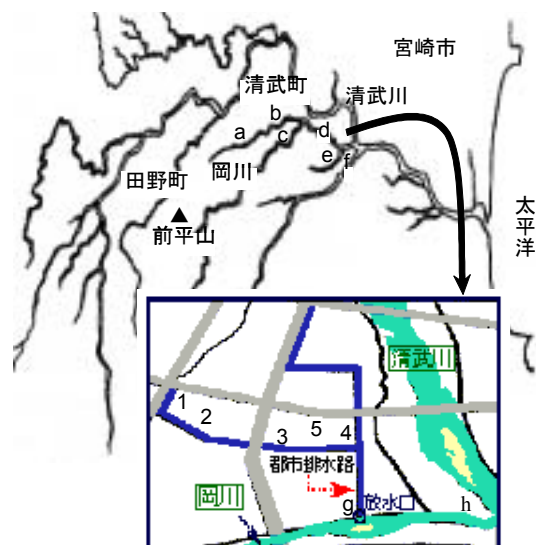


図-1 岡川と都市排水路の概略図

3. 採水方法と実験方法

都市排水路と岡川の水質、大腸菌群数の測定と、さらに岡川沿いの道路、河原、畑地および清武町内道路付近の土を採土し大腸菌群数を測定した。試料採水時には流れがある場所を選定し、不純物が入らないように滅菌済みのポリビンに採水し、直ちに実験室に持ち帰り実験を行なった。また、採土中からの大腸菌群数の抽出は100mLの蒸留水に採土1gを加え、スターラーで15分間攪拌を行なった。大腸菌群数はMPN法（LB-BGLB培地）、糞便性大腸菌群（FC寒天培地）、連鎖球菌（エンテロコッカス寒天培地）はメンブランフィルター法を用いて、フィルター上に形成されたコロニー数を計測した。大腸菌群数は100mLあたりの菌数（土壌は乾燥土壌1g）に換算した。

4. 実験結果と考察

図-2に晴天時の都市排水路における大腸菌群数の経時変化を示す。大腸菌群数は $10^4 \sim 10^6$ MPN/100mLであり、糞便性大腸菌群数、糞便性連鎖球菌は $10^3 \sim 10^5$ CFU/100mLである。糞便性大腸菌群数と連鎖球菌は午前と午後にピークが現れている。この排水路流域には約600基の浄化槽が設置されており、その内、単独浄化槽が91%、合併浄化槽が9%である。また、この中で毎年法定検査を受けている浄化槽は全体の僅か3割程度である。このことから、排水路の大腸菌群数は浄化槽が起因していることが示唆される。

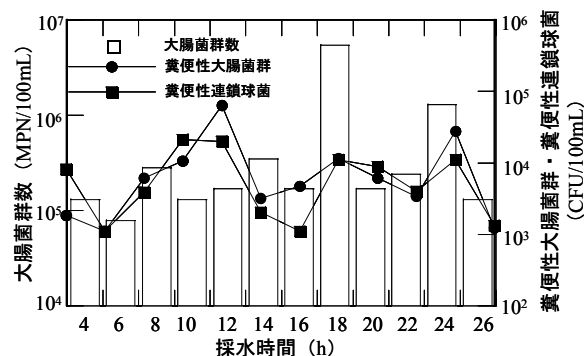


図-2 都市排水路における大腸菌群の経時変化

keyword) 大腸菌群数 糞便性大腸菌群 糞便性連鎖球菌

連絡先：〒889-2192 宮崎市学園木花代西 1-11 宮崎大学 TEL：0985-58-7342 FAX：0985-58-7344

図-3に岡川の各採水ポイントにおける水質変化を示す。採水ポイントbの上流には大久保集落があり、gは清武町中心部の都市排水路放流口である。この排水路gのTOC、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は岡川に比べ高い値となっている。

図-4に岡川の各採水ポイントにおける大腸菌群変化を示す。大腸菌群は、ほぼ全地点において大腸菌群数が $10^4\text{MPN}/100\text{mL}$ 以上の値が検出され、排水路放流口gでは、大腸菌群数、糞便性大腸菌群・連鎖球菌がそれぞれ $10^5\text{MPN}/100\text{mL}$ 、 $10^4\text{CFU}/100\text{mL}$ が検出された。各採水ポイントでの糞便性大腸菌群と糞便性連鎖球菌は大腸菌群数と同じパターンを示している。特にgでは、糞便性大腸菌群と糞便性連鎖球菌が $10^4\text{MPN}/100\text{mL}$ 検出された。そこで、糞便性連鎖球菌の同定を行った結果 *Enterococcus. faecium*, *Enterococcus. avium* が同定された。この地区には家畜が飼育されていないことから、このポイントでの大腸菌群汚染源は人間由来の尿屎汚染であることが判明した。したがって、岡川の大腸菌群汚染は生活排水に由来すると考えられる。

図-5に都市排水路における水質及び流量の経時変化を示す。午前6時頃より雨が降り始め1日中降雨のあった時のデータである。降雨前の流量は $190\text{ m}^3/\text{h}$ であるが降雨後の8時には $650\text{ m}^3/\text{h}$ と急増した。その後も降雨は続き16時、20時の採水時には 1260 、 $1700\text{ m}^3/\text{h}$ となった。TOC、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は流量の増加により希釈され図のように減少した。しかし、SS濃度は8時に 18 mg/L と急増し、さらに16～20時に $26\sim30\text{ mg/L}$ と増加した。この日のSSによる汚濁負荷量は約 392 kg/d で晴天時と比較すると67倍のSS負荷を河川に与えていることが分かった。

表-1に岡川沿いの大腸菌群数を示す。河原の土壌中には多数の大腸菌群数と土壌の採土場所により糞便性大腸菌群、糞便性連鎖球菌が存在することがわかった。畑地土壌中の大腸菌群数は乾燥土壌当たり $10^3\sim10^5\text{MPN}/\text{乾土 } 1\text{ g}$ と幅が大きい、糞便性大腸菌、糞便性連鎖球菌は採水ポイントeを除いて全く検出されなかった。これは土壌の採取期間が冬季であり、この時期は畑地が休耕状態であったためと考えられる。このように、冬季においては河原、畑地の土壌中の大腸菌は河川の汚染源になりにくいと考えられ、冬季の河川における大腸菌汚染源は各家庭からの生活排水に由来することが明らかとなった。清武町内の道路上（1～5）の大腸菌群数は $0\sim10^3\text{MPN}/\text{乾土 } 1\text{ g}$ であった。道路上の大腸菌群数は降雨量が大きくなると、これらの土砂が川に流れ込み汚濁の原因となると考えられる。

5. おわりに

本研究では、下水道未整備地域の都市排水路とその流入する岡川の水質測定及び土壌中の大腸菌群を測定した結果、以下のような結果が得られた。1) 都市排水路の大腸菌群汚染の原因は、排水路地域の各家庭の生活排水、浄化槽処理水が起因している。2) 岡川の大腸菌群汚染の原因は都市排水路の放流水である。3) 降雨時の都市排水路の初期流出水の汚濁は土壌に由来している可能性がある。

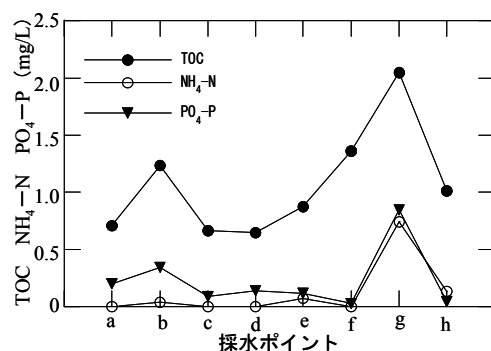


図-3 岡川の各採水ポイントにおける水質変化

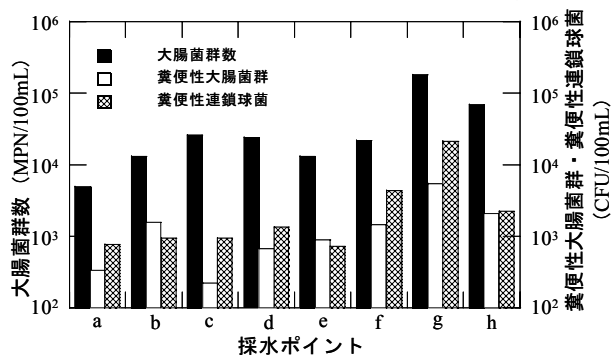


図-4 岡川の各採水ポイントにおける大腸菌群変化

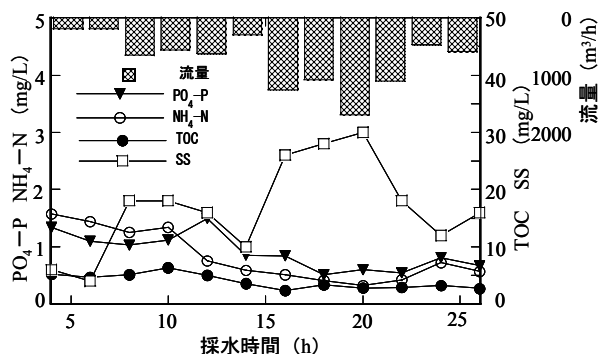


図-5 都市排水路における水質及び流量の経時変化

表-1 土壌中の大腸菌群数

採土場所	測定項目	採土地点					
		a	b	c	d	e	h
河原	大腸菌群数	4156	34070	0	17650	12036	133275
	糞便性大腸菌群数	206	1294	1357	2206	0	8692
	糞便性連鎖球菌数	725	2156	0	0	0	12893
道路上	大腸菌群数	4594	51	157	1634	2254	—
	糞便性大腸菌群数	1336	0	78	1485	3234	—
	糞便性連鎖球菌数	250	0	157	49	784	—
畑地	大腸菌群数	0	0	941	12546	1506	—
	糞便性大腸菌群数	0	0	0	0	0	—
	糞便性連鎖球菌数	0	0	1207	538	137	—