

佐賀大学 ○学 清水稔宏 学 佐藤慎一 学 野原昭雄
正 古賀憲一 正 荒木宏之

1. はじめに

佐賀クリーク網では、地域住民によるクリーク清掃などの水質改善に対する活動が長年続けられている。根本的な水質改善策は下水道の整備であるが、完全な整備には10～20年必要と言われている。著者は、これまでに、水質改善のための対症療法策として浄化用水の導入について検討し、その有効性を示した¹⁾。本研究では、浄化用水の導入に加えて、生物反応を利用した水質浄化策について検討した。

2. 数値計算手法

クリーク網のモデル化は、ブランチ・ノードモデルを用いて行なった²⁾。水質計算は、佐賀クリーク網を巨視的に7つのブロックに分割したものについて行なった。数値計算に用いたブロック間流量をFig. 1に示す。ブロック間流量は、実測流量を基に各ノードに対する連続式を満足し、かつ本質を失わない範囲内で修正したものである。多布施川からの流入点、大溝下水路での流出点を境界ノードとした。流量、水位などの水理条件、境界条件は現地調査結果を用いた³⁾。水質項目はBOD₅とし、付着生物膜による水質改善効果について検討を加えた。

3. 数値計算結果

クリーク内における付着生物膜による水質改善効果について数値計算を行なった。その計算結果をTable-1に示す。一部のブロックにおいて水質改善効果は認められるが、Table-2に示すように、本計算で用いた除去速度 $R=20, 100$ (g/m²/day)は、一般的に水路床の付着生物膜に期待できる値としては大きいことから、クリークにおける水路床の付着生物膜を利用した水質改善効果はあまり期待できないことが分かる。クリークにおいて、上流域から流入する負荷とブロック内で発生する汚濁負荷との双方を浄化するという事は、低濃度かつ高負荷という水質条件下で付着生物膜による負荷削減を行うということであり、生物反応にとって不利な条件であると言える。浄化効果をより高めるためには、高濃度かつ低負荷の条件下において浄化策を講じることが適切であると言える。そこで、ブロック内の汚濁負荷がクリーク水で希釈される以前の、例えば、側溝などでの負荷の削減策が考えられる。以下に、側溝における水質改善効果について検討する。負荷削減量の見積の際に必要な側溝長(側溝床面積)は、1万分の1道路図を利用して算定した。ただし、全域に対して算定を行うことは困難なので、小区域をランダム・サンプリングし、クリークに対して最短距離となるような側溝を設定し、その長さを求めるとともに、小区

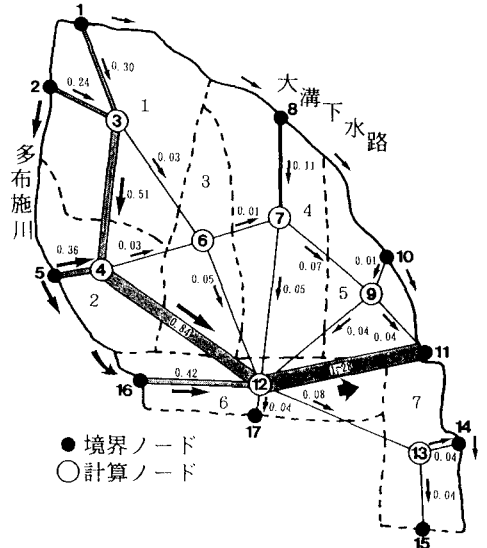


Fig.1 ブロック間流量

Table-1 クリークにおける水質改善効果

ブロック (NODE)	BOD濃度(mg/l)		
	R=0	R=20	R=100
1 (3)	8.2	6.4	6.4
2 (4)	6.3	2.4	2.4
3 (6)	32.8	31.8	31.8
4 (7)	25.4	19.2	17.3
5 (9)	32.6	17.3	17.3
6 (12)	8.3	0.3	0.3
7 (13)	13.8	5.5	5.5

R : 生物学的除去速度定数 (g/m²/day)

Table-2 生物学的除去速度定数

水路	速度 (g/m ² /day)	研究者	備考
実験水路	1.0～6.0	Hanakiら ⁵⁷⁾	
橋間接触水路	0.7～1.3	津野、占部 ⁶³⁾	河床付着バクテリア
浄化水路	3.6～16	岡田、須藤ら ⁷¹⁾	紐状接触材、人工排水
浄化流路	15～17	川島、鈴木 ⁸¹⁾	数値モデル
実験水路	0.2～0.5	古賀ら ⁴⁾	水路床の生物膜
実験水路	15～77	杉尾、長岡 ⁹³⁾	水路床の生物膜、グルコース
実験水路	2～70	鈴木、竹石 ⁷³⁾	水路床の生物膜、酢酸
排水路浄化施設	51	中村 ¹¹⁾	礫充填
実験水路	4.6	森田ら ¹²⁾	紐状接触材、脱脂粉乳
実験水路	11	森田ら ¹²⁾	人工芝、河川水
実験水路	0.3～1.0	新麻ら ¹³⁾	塩化板、バルブ排水

域の面積及び家屋数も求めた。これから得られた側溝長と家屋数密度の関係を図2に示す。図2から、各ブロックの総側溝長を求め、側溝の水路幅を0.45mとして側溝面積を求めた。側溝内除去速度は、 $R = 0, 0.5, 1.0, 5.0, 10$ ($\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$)とした。点源負荷は、各ブロックの排出負荷から、側溝内の付着生物膜によって削減された負荷を差し引いたものである。計算結果を図3に示す。縦軸は現況水質とのBOD濃度比をとったものであり、現流量及び2倍流量、3倍流量の場合における計算結果を示している。現流量において、各ブロックとも側溝内での負荷削減による水質浄化効果がある程度認められる。特にブロック7では、除去速度 $R = 5.0$ ($\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$)において大幅な水質改善が認められる。これはブロック7が下水道整備地区であり、排出負荷に対して側溝長が長く、側溝内での付着生物膜による除去が十分に行なわれたためである。逆に、ブロック6は排出負荷に対して側溝長が短いため、付着生物膜による除去効果が小さく、他のブロックに比べて水質改善効果が小さい。導水方式を併用した場合についても、側溝での付着生物膜による負荷削減効果は認められるようである。しかし、Table-2から、除去速度 $R = 10$ ($\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$)は、水路床の付着生物膜に期待するには大きい値であることから、現流量において側溝での負荷削減のみを行なった場合(現流量の■)と、生物反応を利用せず単に導水量を増加した場合(2倍流量の●)とを比較すると、導水量を増加した場合の水質改善効果の方が高いと言える。しかし、側溝による負荷削減策は、佐賀市街部の下流域への負荷軽減の一つの手段として考えられる。

4. まとめ

側溝内における負荷削減効果は認められたが、それによるクリーク網全体の顕著な水質改善は期待できないようであり、根本的には、負荷の削減は下水道によって行なわれるべきであると言える。対症療法としては、付着生物膜などによる水質浄化能の強化よりもむしろ浄化用水の導入の方が効果的であると言えるが、双方の併用も佐賀市街部の下流域への負荷削減から望ましいと言える。早急な下水道整備と浄化用水の導入が望まれる。本研究の一部は、科学研究費(重点領域「自然浄化機能の強化と制御」)研究代表者 楠田哲也)の補助を受けて行なわれたものである。

【参考文献】

- 1) 佐藤ら、『水質予測モデルを用いた佐賀クリーク網の環境維持用水量の検討』、土木学会年講 1992
- 2) 古賀ら、『佐賀クリーク網の水質管理に関する研究』、環境システム研究 1991
- 3) 福沢ら、『佐賀市内クリーク網の水質特性』、土木学会西部支部 1991
- 4) 古賀ら、『模擬クリークにおける水質特性』、土木学会西部支部 1986
- 5) Hanaki et al. "Characteristics of the degradation of organic matter by attached biofilm in rivers", Technology Reports, Tohoku Univ. 1982
- 6) 津野, 占部, 『河川における自然浄化機能「自然の浄化機能」』、技報堂 1990
- 7) 岡田, 須藤ら, 『水路浄化法による生活雑排水処理に関する基礎研究』、用水と廃水 1984
- 8) 川島, 鈴木, 『数値モデルによる人工流路法の処理効果に関する検討』、水質汚濁研究 1986
- 9) 杉尾, 長岡, 『付着生物膜上の流れの構造が基質の輸送構造に与える影響』、土木学会年講 1992
- 10) 鈴木, 竹石, 『水路薄層流処理法による下水の処理特性』、衛生工学研究論文集 1990
- 11) 中村, 『排水路浄化施設の処理性能』、用水と廃水 1990
- 12) 森田ら, 『流路内浄化工による河川水質の改善』、衛生工学研究論文集 1986
- 13) 新麻ら, 『有機汚濁河川における河床生物膜の増殖と河川水質への影響』、土木学会年講 1992

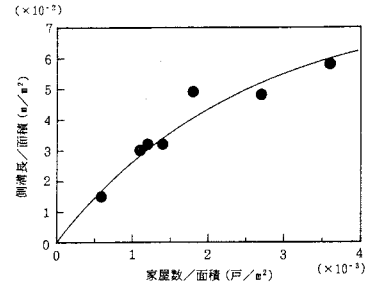


Fig.2 側溝長と家屋数密度の関係

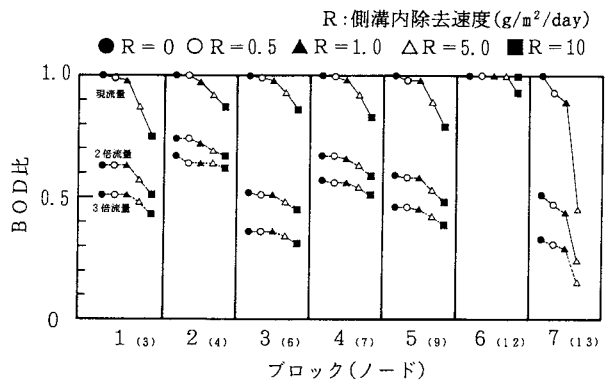


Fig.3 側溝における水質改善効果