

高屋川の植生浄化実験における汚濁負荷物質の除去速度について

株)ヒロコン 正会員 ○ 上坊伸浩
 福山大学工学部 フェロー会員 尾島 勝
 福山大学大学院 学生会員 新田隆広

1.はじめに

植生浄化法は、植物を配した浄化施設に河川水を導水し、施設内の植物による吸収同化、植物根基部に棲息する微生物群による種々の分解機能により水中の汚濁を浄化させるものである。BOD、SS とともに窒素、リンなどの栄養塩の除去も期待できることが特徴であり、全国各地で浄化実験が行われている。

本研究では、芦田川支川の水質汚濁が著しい高屋川に概設の水路型実験装置を用いて、植生浄化による水質浄化実験を行い、その際水路において河川水中の窒素、リン、BOD がアシ植栽帯を通過することにより、どのように変化するかを調査し、また東京都葛飾区水元公園の小合溜内に設置されたヨシ植栽水路との比較・検討を行う。

2.水路概要・実験概要

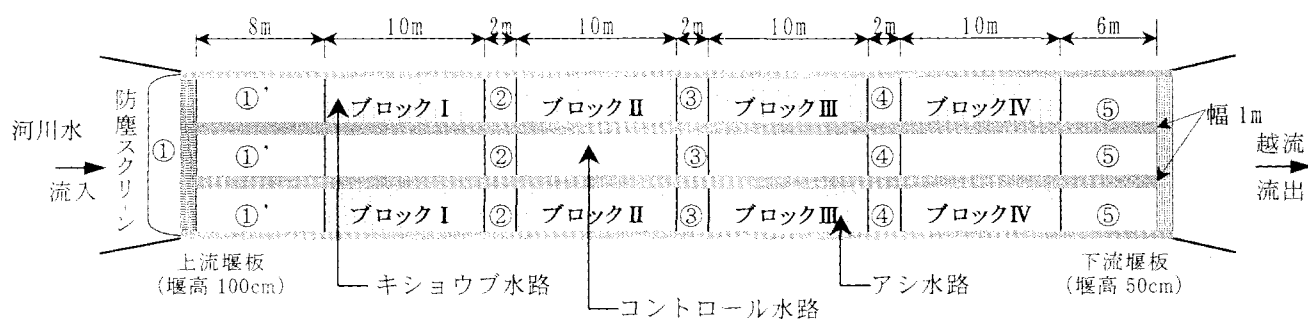


図-1 水路概要図

全長 60m、幅 1m、水深 50cm の 3 水路に河川水を水中ポンプによって揚水しほぼ等量の $1.7\text{m}^3/\text{hr}$ ($=28\text{ l}/\text{min}$) を連続通水した。今回用いた植物はキショウブとアシである。水路 1 にキショウブ、水路 3 にアシを、水路 2 は無植栽のコントロール水路とし、平面図に示すように水路 1、水路 3 では 10m 区間 4 ヶ所にそれぞれ植え付けを行った。実験期間は 7 月 11 日から 11 月 28 日で、週 1 回、計 21 回水質観測調査を行い、調査した水質項目は水温、pH、DO、COND、SS、濁度、T-N、D.T-N、無機態窒素（アンモニア性窒素・亜硝酸性窒素・硝酸性窒素）、T-P、D.T-P、BOD、COD の 15 項目である。

3.調査結果及び考察

表-1、表-2 は高屋川の実験結果と東京都葛飾区水元公園の小合溜内に設置された施設に河川水を導水し、実験が行われたものである。水路内の水の体積、植栽面積、滞留時間、流入水と流出水の濃度差から T-P T-N BOD の除去速度($\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$)を算出し、比較を行った。高屋川の流入水質は T-P $0.3\text{mg/l} \sim 0.58\text{mg/l}$ 、T-N $1.75\text{mg/l} \sim 5.0\text{mg/l}$ 、BOD $1.5\text{mg/l} \sim 5.5\text{mg/l}$ 、水元

表-1

幅:1.0m、長さ:60m、平均深さ:0.5m
 水路内体積(m^3) 16
 表面積(m^2) 40
 滞留時間(day) 0.42

除去速度 ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$)

	7月11日	7月18日	7月25日	8月1日	8月8日	8月14日	8月22日	8月29日	9月5日	9月12日	9月19日
T-P ($\mu\text{g/l}$)											
Inlet	580	340	460	420	320	380	300	360	360	340	320
outlet	500	340	380	460	300	320	260	280	340	400	360
差	80	0	80	-40	20	60	40	80	20	-60	-40
除去速度	76.19	3.00	76.19	-38.10	19.05	57.14	38.10	76.19	19.05	-57.14	-38.10
T-N (mg/l)											
Inlet	2.75	2.5	2.7	2.65	2.9	2.5	2.65	3	2.7	2.6	3.35
outlet	2.65	2.2	2.35	2.7	1.75	2.65	2.1	2.65	2.7	2.15	3.2
差	0.1	0.3	0.35	-0.05	1.15	-0.15	0.55	0.35	0	0.45	0.15
除去速度	0.095	0.286	0.333	-0.048	1.095	-0.143	0.524	0.333	0.000	0.429	0.143
BOD (mg/l)											
Inlet	2.7	2.1	1.8	2.4	2.1	2.4	2.7	3.7	3.1	2.8	5.5
outlet	1.7	2.3	1.8	1.5	2.1	2.0	2.6	2.8	2.5	2.3	7.5
差	1.0	-0.2	0.0	0.9	0.0	0.5	0.1	0.9	0.7	0.4	-2.0
除去速度	0.971	-0.190	0.000	0.867	0.048	0.438	0.133	0.857	0.638	0.410	-1.905
	9月25日	10月3日	10月10日	10月17日	10月24日	10月31日	11月7日	11月14日	11月21日	11月28日	
T-P ($\mu\text{g/l}$)											
Inlet	280	280	180	300	280	140	360	380	440	440	
outlet	260	220	180	200	200	140	260	280	360	360	
差	20	60	0	100	80	0	160	120	80	80	
除去速度	19.05	57.14	0.00	95.24	76.19	0.00	152.38	114.29	76.19	76.19	
T-N (mg/l)											
Inlet	3.05	2.6	2.9	2.85	2.8	2.95	3.35	4.3	5	4.7	
outlet	3.1	2.65	2.65	2.6	2.75	2.45	3.05	4.2	4.4	5	
差	-0.05	-0.05	0.25	0.25	0.05	0.5	0.3	0.1	0.6	-0.3	
除去速度	-0.048	-0.048	0.238	0.238	0.048	0.476	0.286	0.095	0.571	-0.286	
BOD (mg/l)											
Inlet	2.8	2.6	1.5	2.6	2.3	2.0	1.7	5.2	5.2	5.4	
outlet	3.0	2.1	1.7	2.8	2.2	2.1	2.1	3.9	4.3	4.7	
差	-0.2	0.6	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	-0.4	1.2	0.9	0.7	
除去速度	-0.190	0.543	-0.124	-0.200	0.038	-0.076	-0.390	1.171	0.848	0.657	

公園小合溜の流入水質は T-P 0.25mg/l ~ 0.48mg/l 、T-N 1.2mg/l ~ 11mg/l 、BOD 5.4mg/l ~ 22.2mg/l であり、濃度変動が大きい。流入部と流出部の濃度差、除去速度は水元公園小合溜のヨシ植栽水路が高い値を示したが、流入水質、施設の面積、体積、滞留時間の違いによりこのような結果になったものと考えられる。またこの水路はアシが植栽された湿地の水深が浅く、底泥の巻き上げ等による影響を受けやすいことが推察される。しかし7月、9月、10月、11月の濃度差はほぼ同値であり水路の大きさに関係なく除去があった。

図-2は高屋川の実験を3回ごとの平均除去速度を算出し合計7回の時系列として、1期から3期(7月11日~9月5日)までを夏期、4期から7期(9月12日~11月28日)を秋期として示したものである。

総リンは植付けすぐの除去速度がそれほど高くなかったが植付け1ヶ月後から除去効果が見られ、特にアシ水路ではアシの株が接触材の役割をして吸着、沈殿効果を促し、懸濁物質が多く取り除かれたものと考えられる。アシ水路の実験期間内の平均除去速度は $0.043\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ となり、3水路の中で最も高い値を示した。

全窒素はキシウブ水路では夏季に高い除去速度を示したが、秋季になるにつれ低下する傾向となり、コントロール水路2では夏季に貧酸素状態とならなかったことから微生物による分解や吸着、沈殿による除去効果が見られた。アシ水路は全窒素除去速度が他水路と比べて高い値となった。

無機態窒素の除去速度についてキシウブ水路では夏季より秋季の除去効果が高い結果となった。コントロール水路では全窒素は夏季に除去が見られたが無機態窒素はあまり除去が見られなかったことにより懸濁性窒素が多く除去されたものと考えられる。アシ水路では夏季から無機態窒素除去速度が高い値を示し、秋季になっても除去速度は夏季と同様に高い値を示した。

BODの除去速度はキシウブ水路では安定した除去速度を示した。コントロール水路は1期に水路内でBOD値が上昇した。1期以降、徐々に除去速度が上昇傾向となり、4期では $0.88\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ と高い除去速度を示した。アシ水路では夏季の除去速度の平均が $0.326\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ と高い値を示し、実験期間の平均除去速度はアシ水路では $0.218\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ となりキシウブ水路が最もよい結果となったが、しかし9月19日はポンプが停止し、通水が行われず4期は異常値を示し、この異常値を除けばアシ水路も除去速度が $0.300\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ を超え、植生水路がコントロール水路より除去速度が高くなる結果となった。

表-2

幅:9.2m、長さ:90m、平均深さ:0.25m
水路内体積(m^3) 207
表面積(m^2) 828
滞留時間(day) 4.8

除去速度 ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$)

		4月21日	5月21日	7月31日	9月4日	10月4日	11月4日	12月13日
T-P ($\mu\text{g/l}$)	Inlet	475.0	440.8	269.0	247.8	368.5	345.1	457.0
	outlet	352.2	238.5	214.6	208.1	200.0	265.8	376.6
	差	122.8	202.3	54.4	39.7	168.5	79.3	80.4
	除去速度	6395.8	10536.5	2833.3	2067.7	8776.0	4130.2	4187.5
T-N (mg/l)	Inlet	11.2	2.9	1.2	1.8	10.9	5.2	6.3
	outlet	8.8	2.5	1.0	1.3	5.7	5.0	5.9
	差	2.4	0.4	0.2	0.5	5.2	0.2	0.4
	除去速度	125	20.83	10.42	26.04	270.83	10.42	20.83
BOD (mg/l)	Inlet	14.7	22.2	5.7	20.2	7.3	7.7	5.4
	outlet	14.7	16.0	5.2	16.2	6.8	7.5	5.5
	差	0	6.2	0.5	4	0.5	0.2	-0.1
	除去速度	0	322.92	26.04	208.33	26.04	10.42	-5.21

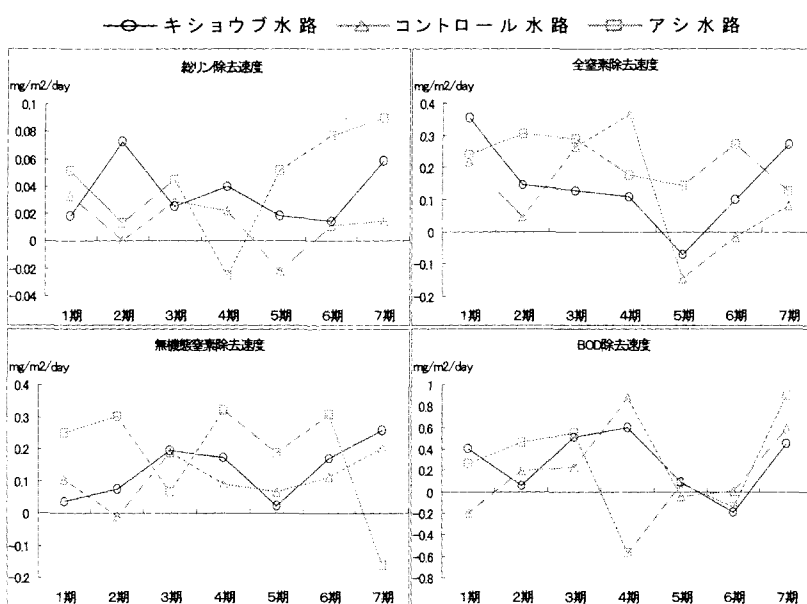


図-2 各水質項目の除去速度グラフ

参考文献 田畑真佐子 加藤聡子 川村晶 鈴木潤三 鈴木静夫 ヨシ植栽水路における河川水中の窒素・リンの除去効果 水環境学会誌 社会法人日本水環境学会 No.19/4 pp.83~90 1996