

VII-162

下水処理水の受容河川における底生動物の挙動

岩手大学大学院 学生員 ○佐藤義秋

岩手大学工学部 学生員 小林 崇

岩手大学工学部 正 員 相沢治郎 海田輝之 大村達夫

1. はじめに

近年、下水処理手法については、多くの新しい手法が開発されてきており、下水処理において、定められた排水基準を満足させるような下水処理法を選択することは比較的容易になってきている。しかしながら、その選択には、下水処理放流水がその受容水域の水質や生態系にどのような影響を及ぼすかという観点が考慮されていない。下水処理水が将来の有力な水資源となる可能性を有することを考えると、下水処理放流水の排出基準の設定には下水処理水がその受容水域の水質や生態系にどのような影響を及ぼすかという点も考慮されるべきである。そこで、本研究では下水処理水がその受容河川の水質や生態系にどのような影響を及ぼすかを底生動物を用いて検討を行った。

2. 研究方法

岩手県北上川上流流域下水道都南浄化センターの下水処理水を受容する河川（見前川）において、処理水放流地点の上流約300メートルの地点（St. 1：下水処理水の影響を受けない地点）、放流地点付近（St. 2：下水処理水の割合約80%程度）、放流地点の下流約100メートルの地点（St. 3：下水処理水の割合約80%程度）で底生動物相の調査を行った。また見前川が流入する北上川についても調査地点を一カ所設置し調査を行った。この北上川の調査地点は見前川の合流地点より少し上流に位置しているが、自然河川に近い河川の底生動物相を調査するため調査地点をそこに設定した。底生動物の採集については、ステンレス製のかご（50×35×20cm）に河川で採集した石を詰めた付着装置（石の充填率約50%）を河床に設置し、それに付着した底生動物を回収した。調査は1995年9月1日に付着装置の設置を行い、1995年10月3日、11月6日に底生動物の回収を行った。また、北上川では付着装置を設置することが出来なかったため、0.5m×0.5mのコードラードのついたサーバーネット（38メッシュ/inch²）を用いて採集した。採集された標本は、5～10%のホルマリン溶液で固定した。標本は実験室で実体顕微鏡を用いて出来るだけ種まで同定し、種別ごとに個体数を計数した。その後、80℃24時間乾燥しデシケーター中放冷後、電子天秤で各種の乾燥重量を測定し、各種の現存量とした。また、付着装置を設置した期間内に理化学的な水質測定も行った。

3. 結果および考察

Table 1 理化学的水質

3-1 理化学的水質

各調査地点の理化学的水質測定値をTable 1に示す。St. 2の流速は、広井式流速計では測定範囲以下で流速を測定することができなかった。BOD、窒素、リンの各値はSt. 1、北上川と比較しSt. 2、St. 3の方がかなり高くなっており、下水処理水がその受容河川の水質にかなり変化を与えていることが認められた。そのSt. 2とSt. 3では河川水と下水処理水が混合しているSt. 3の方がほとんどの項目でSt. 2を下回った。また、St. 1と北上川では検出されなかった残留塩素が、St. 2とSt. 3では検出された。

3-2 底生動物相

1995年10月、11月に各地点で採集されたすべての生物種のリストをTable 2に示す。調査期間中に採集された総種数は21種で、そのうち水生昆虫に属する種数は15種であり、大部分を占めた。優占種については、St. 1、北上川ではNais spp.、Chironomidae(G-type)などが多く、ついでHydropsyche ulmei、Baetis spp.などが多数出現したが、St. 2、St. 3ではChironomidae(R-type)が第1位優占種となり、Nais spp.がそれにつきAssellus hilgendorfii

		St. 1		St. 2		St. 3		北上川	
		Oct.	Nov.	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.
水温(℃)	最小	16.3	14.0	19.2	19.9	17.5	19.0	17.0	13.5
	最大	17.8	20.5	21.2	21.6	20.5	21.2	19.2	17.8
水深(cm)	最小	23.0	11.0	29.0	14.0	28.0	14.0	23.0	13.0
	最大	25.0	18.0	31.0	21.0	35.0	23.0	38.0	26.0
流速(m/s)	最小	0.59	0.31	—	—	0.81	0.48	0.31	0.15
	最大	0.77	0.56	—	—	0.93	0.91	0.48	0.45
pH		7.00	6.91	6.38	6.66	6.60	6.72	7.52	7.68
SS(mg/l)		3.4	3.4	2.3	5.7	2.4	4.2	2.4	1.6
DO(mg/l)		8.3	11.2	8.6	8.5	9.9	8.8	9.4	11.2
BOD(mg/l)		1.49	1.00	3.28	3.68	3.65	3.78	0.77	1.08
TOC(mg/l)		1.36	1.66	7.66	9.80	5.55	9.24	1.22	1.73
NH ₄ ⁺ -N(mg/l)		0.011	0.330	1.665	7.379	0.751	5.275	0.006	0
NO ₃ ⁻ -N(mg/l)		0.005	0.070	0.067	0.165	0.038	0.196	0.003	0.006
NO ₂ ⁻ -N(mg/l)		4.489	2.494	9.151	7.696	6.307	3.867	3.362	1.032
Org-N(mg/l)		0.353	0.313	0.654	0	0.027	0	0.064	0.075
T-N(mg/l)		4.858	3.212	11.537	14.842	7.085	8.446	3.434	1.107
PO ₄ ³⁻ -P(mg/l)		0.016	0.055	0.997	1.500	0.401	1.277	0.014	0.008
T-P(mg/l)		0.029	0.068	1.059	1.500	0.408	1.282	0.014	0.014
残留塩素(mg/l)		—	—	0.297	0.370	0.150	0.154	—	—

*Oct. : 1995年9月1日～10月3日の間に測定された結果

Nov. : 1995年10月4日～11月6日の間に測定された結果

も優占種となった。総個体数は、St. 1と北上川が10月より11月の方が減少したのに対し、St. 2とSt. 3では11月の方がかなり増加した。

Table 3に各地点の出現種数、総現存量、個体数による多様性指数(DI(N))、現存量による多様性指数(DI(W))¹⁾を示す。下水処理水の影響を受けていない状態のSt. 1および北上川に対し、下水処理水の影響を受けているSt. 2、St. 3では種数の明らかな減少が認められた。また、St. 2とSt. 3では約80%下水処理水の影響を受けているSt. 2よりも50%程度河川水と下水処理水が混合しているSt. 3の方が出現種数が若干増加した。現存量に関しては、St. 2とSt. 3が大量に出現したChironomidae(R-type)の影響で、St. 1と北上川を大幅に上回った。

底生動物の群集構造の多様度を比較できるDI(N)とDI(W)の値は、群集構造の多様性、複雑性が増すほど高い値を示すが、今回の調査ではDI(N)とDI(W)とも、St. 1、北上川の方が下水処理水の影響を受けているSt. 2、St. 3に比べて大きな値となり、下水処理放流水の影響により河川の底生動物相の多様度が低下することが明らかになった。このことから、下水処理放流水は河川の生態系において出現種の減少と多様度の低下をもたらし、限定された底生動物のみによる生態系へと変化させることが明らかになった。

各地点間の底生動物相の類似性を調べるための共通種による類似度指数²⁾であるSimpson指数、正相関率およびJaccard指数の値をTable 4に示す。これらの指数の値は両地点での共通種が非常に多い場合、底生動物相の類似性が極めて高くその値は1に近づき、反対に共通種が少なく類似性が低くなり0に近づくことになる。この結果によると、Simpson指数のSt. 1とSt. 2、St. 3との関係を除いては、下水処理水の影響を受けていない状態の地点間(St. 1と北上川)、下水処理水の影響を受けている地点間(St. 2とSt. 3)はどちらも類似性が高くなり、逆に下水処理水の影響を受けていない状態の地点と下水処理水の影響を受けている地点とは類似性が低くなった。

以上の底生動物相に関する結果から、下水処理水の受容河川では、底生動物の群集構造が自然状態の河川より単純になり種数も減少する。しかし、その環境に適応できる種(Chironomidae(R-type))が大量に出現し、現存量がかなり増加することが明らかになった。

4. おわりに

本研究では、自然の河川よりもはるかに多くの炭素、窒素、リンを含み、また残留塩素も含んでいる下水処理水がその受容河川の生態系に多大な影響を及ぼしていることが明らかになった。しかし、下水処理水の放流地点(St. 2)より下流の地点(St. 3)では、出現種数が若干増加しているため、もっと下流の地点や、河川水の占める割合が大きい地点などでは底生動物相が回復する可能性も充分考えられる。今後の予定としては、下水処理水の受容河川に対する影響をもっと詳細に調べるために、さらに下流での調査を行い、また底生動物相の年間変動に関する研究も行う予定である。

<参考文献>

- 1) 森谷清樹(1976)多様性指数による水域環境の生態学的評価, 用水と廃水, Vol. 18, No. 6, pp. 729-748
- 2) 木元新作(1976)生態学的研究法講座14動物群集研究法 I - 多様性と種類組成 -, 共立出版株式会社, pp. 192

Table 2 各地点における底生動物種

	St. 1		St. 2		St. 3		北上川	
	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.
Nemertea								
Nemertea	2	1				1	3	1
Annelida								
Nais spp.	1704	881	7643	1271	262	1742	1625	200
Erpobdella longata	18	23	3	2	8	4	5	6
Crustacea								
Copepoda		1					9	5
Asellus hilgendorfii	9	29	348	769	89	121	4	1
Plecoptera							5	2
Agnetzia joukii								
Ephemeroptera								
Ephemerella trispina	2	1						1
Ephemerella nigra							1	
Ephemerella rufa							22	7
Baetis spp.	76	2	2		3		60	51
Ecdyonurus kibunesis							32	10
Hemiptera							12	2
Hemiptera								
Amphipoda	1	8						
Neuroptera								
Proctosphaera grandis	2					1		
Trichoptera								
Hydropsyche ulmelli	343	151			28	39	33	2
Coleoptera								
Elmidae	1	7						1
Diptera								
Chironomidae	9	9			12	8	2	1
Chironomidae(G-type)	894	580					682	234
Chironomidae(R-type)			7953	24753	19498	49686		
Diptera pupa	48	9	308	121	1520	1825	64	11
Tubificidae	1							
総個体数	3110	1702	16257	26916	21420	52627	2561	545

Table 3 各地点間における出現種数、総現存量、多様性指数

	St. 1		St. 2		St. 3		北上川	
	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.
出現種数	14	13	6	5	8	9	17	16
総現存量(e)	0.39	0.66	3.45	9.25	8.58	10.62	0.29	0.08
DI (N)	1.69	1.69	1.25	0.50	0.53	0.38	1.55	2.05
DI (W)	2.20	2.37	0.78	0.31	0.64	0.68	2.51	2.88

Table 4 各地点間の共通種による類似度指数

	St. 1-2		St. 1-3		St. 1-北上川		St. 2-3		St. 2-北上川		St. 3-北上川	
	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.
Simpson指数	0.83	0.80	0.88	0.78	0.62	0.75	0.75	0.56	0.31	0.25	0.38	0.44
正相関率	0.60	0.55	0.69	0.49	0.67	0.84	0.88	0.78	0.60	0.53	0.56	0.61
Jaccard指数	0.33	0.29	0.47	0.47	0.50	0.71	0.75	0.56	0.29	0.24	0.33	0.39