

VII - 14

下水処理水の受容河川における底生動物の挙動(Ⅱ)

岩手大学大学院 学生員 ○佐藤義秋 野田理
 岩手大学工学部 正 員 相沢治郎 海田輝之
 東北大学工学部 正 員 大村達夫

1. はじめに

下水処理において、現在では定められた排水基準を満たす下水処理法を選択することは以前に比べ容易になってきている。しかし、下水処理放流水の受容水域においては、その受容水域の水質をかなり上回る炭素や窒素、リンなどを含有する下水処理水が生態系に影響を及ぼすことが予想される。著者らはこの下水処理放流水の受容水域における生態系の変化に注目し、昨年度から底生動物の挙動についての研究を続けており、これまでの結果から、下水処理水の受容河川においては、下水処理水が底生動物相の群集構造や種数などに、多大な影響を及ぼしていることを明らかにした。そこで、本研究では下水処理水の受容河川における底生動物相の調査を年間を通して行い、底生動物の挙動を検討した。

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：自然状態）、放流地点付近（St. 2：ほとんど下水処理水中）、放流地点の下流約100メートルの地点（St. 3：河川水と下水処理水の混合状態）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、自然河川における生態系を調査するため調査地点をそこに設定した。また、底生動物の採集については、河川の中にステンレス製のかご（50×35×20 cm）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月に付着装置の設置を行い、11月に底生動物を回収した。さらに、1996年1月に付着装置を設置し、2月、4月、6月、8月と約2ヶ月おきに底生動物を回収し、計5回、約1年間にわたって調査を行った。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科まで、出来るものは種まで同定し、種別ごとに個体数を計数した。その後、80℃で24時間乾燥し、デシケーター中で放冷後、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水質測定も月1回（毎月末）を行った。

3. 結果

3-1 理化学的水質

各調査地点の期間中の理化学的水質測定値の平均をTable 1に示す。St. 2の流速は、調査に用いた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、下水処理水が年間を通し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

調査期間中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30種で、そのうち水生昆虫に属する種数が24種で大部分を占めた。優占種については、St. 1、北上川ではNais spp.、Chironomidae(G-type)、Hydropsyche ulmeli、Baetis spp.などが多数出現したが、St. 2およびSt. 3ではChironomidae

Table 1 理化学的水質（平均値）

	St. 1	St. 2	St. 3	北上川
水温 (℃)	13.2	17.4	16.4	12.1
水深 (cm)	24	33	33	27
流速 (m/s)	0.61	-	0.65	0.28
pH	47.15	6.94	7.02	7.75
SS (mg/l)	9.3	4.7	5.9	3.6
DO (mg/l)	9.8	7.9	8.5	10.7
BOD (mg/l)	1.6	4.9	4.5	1.5
TOC (mg/l)	3.03	9.97	8.44	2.92
T-N (mg/l)	0.515	12.751	8.588	1.439
T-P (mg/l)	0.067	1.360	0.878	0.016
残留塩素 (mg/l)	ND	0.489	0.164	ND

Table 2 各地点における底生動物種

	St. 1	St. 2	St. 3	北上川
Nematoda				
Nematode	10	60	41	8
Annelida				
Nais spp.	6359	43538	86256	2555
Erbobdella lineata	225	24	364	13
Crustacea				
Copepoda	1	1		5
Asanilus hilgendorfii	1	13284	795	1
Aphipoda				
Gammaridae	1			
Pisicoptera				
Capnia japonica				40
Acronetia stigmatica	1			11
Ephemeroptera				
Paraleptophlebia chocoleta				1
Ephemerella basalis				7
Ephemerella trispina	2			384
Ephemerella nigra				5
Ephemerella rufa				111
Baetis spp.	10			242
Ecdyonurus kibunensis				60
Heptageniidae				77
Siphonurus samukensis				1
Odonata				
Gomphus postocularis	1			
Hemiptera				
Aphelocleirus vittatus	12			
Megaloptera				
Proctoschelus grandis	3		1	2
Trichoptera				
Hydropsyche inops				52
Stenopsyche krasnensis				18
Hydropsyche ulmeli	236		63	38
Hydropsychodes brevivittata	22			
Coleoptera				
Psephenidae	75			2
Elmidae	11			61
Diptera				
Eicosia spp.	22		10	160
Chironomidae(G-type)	3740	37636	85250	7098
Chironomidae(R-type)		1821	2647	177
Diptera pupa	42			
総個体数	10892	96364	175427	11471

(R-type)、*Nais* spp. および *Asellus hilgendorfii* が優占種となった。これらの結果から、下水処理水の影響を受けていない St. 1 は自然河川の北上川に近い底生動物相を示したが、St. 2 および St. 3 においては水質階級の強腐食性に属する Chironomidae (R-type) が大量に出現するなど、下水処理水が底生動物相にかなりの影響を与えていることが明らかになった。総個体数は、St. 2 と St. 3 が St. 1 と北上川を大幅に上回った。

Table 3 に各地点の総出現種数および出現種数の変動、Table 4、Table 5 に個体数および現存量の年間変動を示す。Table 3 から総出現種数は下水処理水の影響を受けていない北上川と St. 1 が、下水処理水の影響を受けている St. 2 と St. 3 を上回り、St. 2 と St. 3 では年間を通して出現種数が低下していることが明らかになった。また、個体数および現存量の変動係数をみると、下水処理水の影響を受けている St. 2 および St. 3 における値は、St. 1 および北上川より小さくなった。

Table 6 に各地点の総現存量、個体数による多様性指数 $DI(N)$ 、現存量による多様性指数 $DI(W)$ を示す。現存量に関しては、下水処理水の影響を受けている 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を検討するための $DI(N)$ 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。この結果によると、個体数による $DI(N)$ からは明瞭な関係が得られなかったが、現存量による $DI(W)$ からは、St. 1 と北上川の方が下水処理水の影響を受けている St. 2、St. 3 に比べて明らかに大きな値となり、下水処理水の影響により河川の底生動物の多様度が低下す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 7 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やはり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) など) 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、自然河川の生態系と比較したとき、下水処理水を受容する河川の生態系においては、出現種の減少と、群集構造の多様性、類似性の低下が起り、限定された生物のみによる生態系へと変化することが明らかになった。これらの結果により、下水処理法の選択、放流量、水質基準の設定に際しては、下水処理水が生態系生態系に影響を与えることを考慮して検討することが必要であるといえる。

なお、本研究は平成 7、8 年度河川環境管理財団の河川整備基金助成によって行われたことを付記する。

Table 3 各地点における総出現種数および出現種数の年間変動

	出現種数	Nov.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	年間平均	変動係数
St. 1	19	13	11	10	9	13	1.79	0.16
St. 2	6	5	4	3	5	5	0.89	0.20
St. 3	9	9	7	4	5	5	2.00	0.33
北上川	25	16	24	13	11	16	4.95	0.31

Table 4 各地点における個体数の年間変動

	Nov.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	年間平均	変動係数
St. 1	1702	5856	309	1415	1523	2136.42	0.99
St. 2	26916	4437	31340	18840	16160	10412.26	0.66
St. 3	52627	54741	28680	9980	29420	18657.57	0.53
北上川	535	4526	7771	2321	1197	2937.46	0.90

Table 5 各地点における現存量の年間変動

	Nov.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	年間平均	変動係数
St. 1	0.66	0.44	0.11	0.33	0.93	3.14	6.41
St. 2	9.25	0.13	4.81	1.84	3.18	3.48	4.52
St. 3	10.62	2.86	0.71	1.00	3.76	4.02	1.06
北上川	0.08	0.78	0.40	0.80	0.28	3.43	6.73

Table 6 各地点における総現存量、多様性指数

	St. 1	St. 2	St. 3	北上川
総現存量 (g)	2.221	16.26	19.42	3.07
$DI(N)$	1.40	1.56	1.16	1.68
$DI(W)$	2.89	1.12	1.09	3.27

Table 7 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
Simpson 指数	0.86	0.78	0.56	0.67	0.20	0.24
正相関率	0.59	0.57	0.65	0.76	0.46	0.45
Jaccard 指数	0.30	0.33	0.47	0.60	0.19	0.21