

実験槽による河川水の自浄作用の検討

誌名	愛知県公害調査センター所報
巻/号	12
掲載ページ	p. 56-60
発行年月	1984年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



実験槽による河川水の自浄作用の検討

石田 晴子 児玉 剛則 溝口 清数
河崎 忠雄* 水野 勝

人工下水を試料として、好氣的及び嫌氣的な条件での河川水の自浄作用を検討した。嫌氣的な条件では3段階のBODレベルで実験を行ったが、有機物の除去速度は高濃度のもの程大きかった。DOは1日で0.5mg/ℓとなり、そのまま増加しなかった。pHとCODは1日目に、BODとTOCは2日目に大きく減少した。好氣的条件では、流速30cm/分の模型の水路を2本作成し、一本はそのまま、他方は底に小石を敷いて実験を行った。有機物除去速度は小石を敷いた水路の方がそうでないものより大きかった。DOは1日目に減少したが、2日目には初期レベルまで回復した。1日目と2日目の間でのBODとCODについての自浄作用による除去率は80~90%であった。生成污泥のはく離により水質は悪化し、BODで6~10倍となった。

1 はじめに

生活排水を大別すると、し尿系、風呂及び洗濯系、並びにちゅう房系の排水であり、下水道未整備地域ではし尿系の排水以外は未処理のまま側溝等を経由して河川へ排出されていることが多い。一方側溝や河川床には種々の附着生物が生育しており、これらの持つ有機物分解能力を利用した、いわゆる河川の自浄作用による水質浄化の検討がなされてきている¹⁾⁻⁵⁾。自然界では、生物的、化学的、物理的な作用が絡み合って浄化作用が進行し、また汚濁負荷も不規則に流入しているため、簡単に除去効果は推定しにくい。そのため著者らは、一定の汚濁負荷の経日的な変化を把握する目的で、河川水を希釈水とした人工下水を試料として、好氣的及び嫌氣的条件での室内実験を行った。また水路の壁や床に附着蓄積した物質のはく離による水質の悪化の程度も併せて測定した。

2 実験方法

試験水には、木曽川河川水を希釈水として、Table I に示す組成の人工下水を用いた。

* 環境部 地盤沈下対策室

Table I Composition of artificial sewage⁶⁾
(BOD=300mg/ℓ)

Glucose	254 mg/ℓ
Ammonium Acetate	138 //
Glutamic Acid Sodium Salt	118 //
Sodium Chloride	30 //
Calcium Chloride	50 //
Magnesium Sulfate	10 //
Ammonium Chloride	20 //
Potassium Dihydrogen Phosphate	8 //
Dipotassium Hydrogen Phosphate	40 //

2・1 実験条件

2・1・1 嫌氣的条件

BODが、100, 50, 25mg/ℓとなるよう調製した人工下水(以下それぞれ、S-100, S-50, S-25という。)を、2ℓのポリエチレン製びんに充たし、ふたをしてほぼ嫌氣的な条件とし、25℃に設定された室内で24時間蛍光灯により光を照射して静置した。分析は0, 1, 2, 3, 5, 10, 21日目に、ポリびんの全量を検体として行った。

2・1・2 好氣的条件

BODが100mg/ℓとなるように調製した人工下水

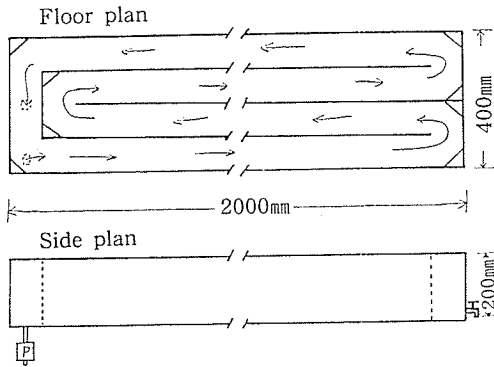


Fig. 1 Outline of the artificial stream.

を、Fig. 1 に示す水路に約 100ℓ 加え、ポンプで約 30 cm/分の流速で循環させた。水路は、全面を透明塩化ビニール板で二本作成し、一方には底に一重に直径約 2 cm の観賞魚用の白色小石を敷き（以下石ありという。）、他方（以下石なしという。）、白色の紙の上に水路を設置して共に底面が白色となるようにした。白色の小石は事前に超音波洗浄機により水洗して用いた。実験は、嫌氣的条件と同じ室内で行い、Fig. 1 に示す蛇口から、0, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 15日目に 1ℓ づつ採水した。採水による水量の減少は、実験終了時点で初期設定水量の10%であることから無視をした。水路上には透明ガラス板を載せ、蒸発による濃度変化を防いだ。水路は本実験開始前に 2 週間木曾川河水を通水した後使用した。

2・1・3 はく離後試験

2・1・2 好氣的条件の実験期間終了時点で、実験槽壁及び小石に附着した生成物を手でこすりおとし、試験水と混合均一化したものを、はく離後試験液とした。これを 2・1・1 と同じ条件で室内に静置し、0, 3, 7 日目に分析を行った。

2・2 測定項目及び分析方法

pH : JIS K0102-1981 工場排水試験方法⁷⁾ (以下 JIS K0102 という。) 12.1 の方法。

BOD : JIS K0102 21 及び 32.1 の方法。

COD : JIS K0102 17 の方法。

SS : 昭和46年12月28日付け 環境庁告示 第159号の付表 6 の方法。

TOC : 溶存態有機炭素 (以下 DOC という。) と懸濁態有機炭素 (以下 POC という。) の含量と

して算出。

DOC : 孔径 1 μ のグラスファイバーろ紙 (あらかじめ水洗後熱処理したもの。) でろ過したろ液について、JIS K0102 22 の方法により、住友化学工業製 全窒素・全有機炭素測定装置 Model GCT-12N 型で定量。

POC : 上述のろ過後のろ紙を柳本製 CHN コーダー MT 3 型により定量。

全窒素 : 溶存態窒素 (以下 DN という。) と懸濁態窒素 (以下 PN という。) との含量として算出。

DN : DOC 定量の同じろ液について、JIS K0102 参考Ⅳの方法により、DOC と同装置で定量。

PN : POC 定量と同じろ紙について POC と同様に定量。

DO : JIS K0102 32.3 により定量。

全りん : JIS K0102 46.3.3 により定量。

3 結果及び考察

3・1 嫌氣的条件

Fig. 2 に水質の経日変化を示す。測定したいずれの項目においても S-100 が最大の変化を示した。pH と COD は 1 日目から 2 日目にかけて急激に低下したのに対し、BOD、TOC は 2 日目から 5 日目と遅れて減少している。これは、1 日目から 2 日目にかけて、BOD 源ではあるが COD 源となりにくい、有機酸が一たん生成し、その後それが分解されていったためと考えられる。2 日目以降の pH の上昇と TOC の減少はそれを支持している。

SS 及びそれに含まれる POC、PN は、いずれの濃度も初期に急増した。これは DOC の減少率が最大となった時期と一致することから、溶存態の有機物が生体内へ移行したためと考えられる⁸⁾。

3・2 好氣的条件

Fig. 3 に水質の経日変化を示す。嫌氣的条件と比べ有機物指標の減少は早期に始まっている。

BOD、COD、DOC、全りんは 2 日目に大きく減少し、逆に SS は最大となっており、この時期の生物増殖量の大きかったことを示している。DO も 2 日目には初期レベルに回復しているが 1 日目には減少しており、生物増殖や有機物分解に伴う消費量が供給量

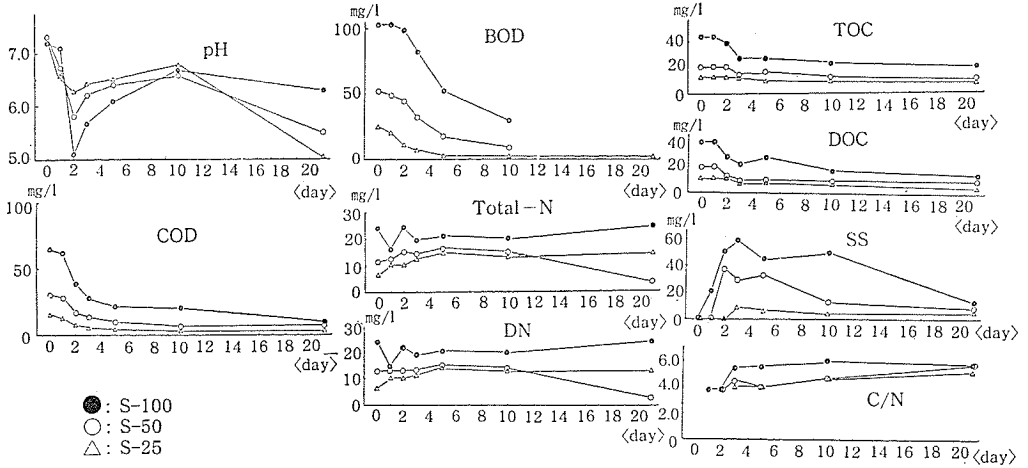


Fig. 2 Changes in daily concentration of water quality by anaerobic condition.

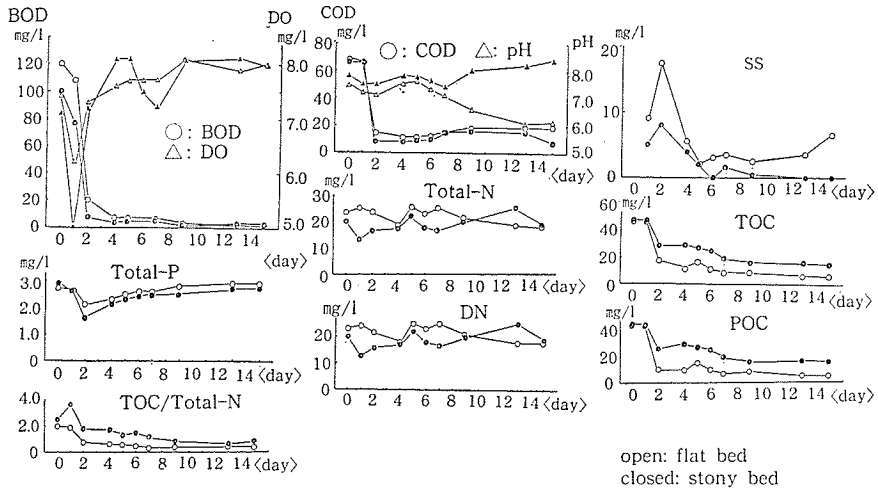


Fig. 3 Changes in daily concentration of water quality by aerobic condition.

を上回っていた⁸⁾。全りんは、2日目に、石ありで55%、石なしで80%まで減少したがその後上昇の傾向を示している。BOD、TOCが2日目にそれぞれ約80%と約50%に減少していることから、2日目以降では生物増殖による生体への取り込みが終了して逆に、水系へのりんの放出がおこっている⁹⁾ことが推定される。

今回得られた、1日目と2日目の間での自浄作用による汚濁除去率及び水路を用いた生活雑排水の水質浄化の報告例の除去率をTable IIに示す。須藤は水路にひも状接触材を充てんした方法¹⁰⁾、麻生は流下式接触酸化法と調整池兼水生植物栽培池を既設排水路に設置する方法⁴⁾、松井らはU字溝に砂利を敷きそこでセリ及びオランダガラスを植栽する方法¹¹⁾でそれぞれ水質浄化を試みている。

本実験では、BODとCODは80%程度の除去率が得られている一方、SSとそれに関連するPOC、PNは負の除去率となっている。これは先に述べたように、水中に溶存する有機物が生物体へ移行したことによると思われる。石ありの場合のDNが負の除去率となったのは、0日から1日にかけてDNの60%が減少してしまい、1日から2日目での減少がなかったためであり、石なしに比べ早く浄化が始まったことを示唆している。流下距離を見ると、松井らは最も短い20mで、各項目の除去率は高くなっている。

3・3 はく離後

Table IIIに、はく離による水質の変化を示す。水

Table II Comparison with removal percentage of pollutants in various streams.

		Present work (stonybed)	Present work (flatbed)	Sudo ¹⁰⁾	Sudo ¹⁰⁾	Aso ⁴⁾	Matsui et al ¹¹⁾
BOD	(%)	89	82	59	9	95.1	76
COD	(%)	88	79	24	12	89.9	75
SS	(%)	(-14)	(-90)	—	—	92.1	83
Total-P	(%)	38	19	19	12	76.7	71
DOC	(%)	41	77	—	—	—	—
POC	(%)	9	(-120)	—	—	—	—
TOC	(%)	40	62	—	—	—	—
DN	(%)	(-26)	11	—	—	—	—
PN	(%)	0.0	(-170)	—	—	—	—
Total-N	(%)	(-24)	6.0	12	0.0	45.2	44
Flow Distance	(m)	430* ¹	430* ¹	30	30	Max. 218	20
Flow	(m ³ /day)	(100ℓ)* ²	(100ℓ)* ²	1.7	6.7	110.8	—

*¹ Calculation by flow rate (30cm/min)

*² Initial volume

Table III Changes of water quality by biological film sloughing.

	Stony bed			Flat bed		
	a	b	b/a	a	b	b/a
Temp. (°C)	24.4	23.0	—	24.7	23.2	—
pH	8.4	8.3	0.99	6.1	6.3	1.0
DO (mg/ℓ)	8.0	8.2	1.0	8.0	8.2	1.0
BOD (//)	2	12	6.0	1	10	10
COD (//)	7	10	1.4	19	23	1.2
SS (//)	<0.5	54	108<	6.5	14	2.1
Total-P (//)	2.7	3.0	1.1	2.9	3.0	1.0
DOC (//)	14.9	12.2	0.82	4.7	5.7	1.2
POC (//)	0.05	7.65	150	1.65	3.90	2.3
TOC (//)	15.0	19.9	1.3	6.3	9.6	1.5
DN (//)	18.9	20.8	1.1	17.6	17.6	1.0
PN (//)	0.00	0.45	—	0.25	0.60	2.4
Total-N (//)	18.9	21.3	1.1	17.8	18.2	1.0

a: Before the biological film sloughing

b: After the biological film sloughing

路による生活雑排水浄化法の共通する問題点は、出水時における附着生物や沈降蓄積物の流出による水質悪

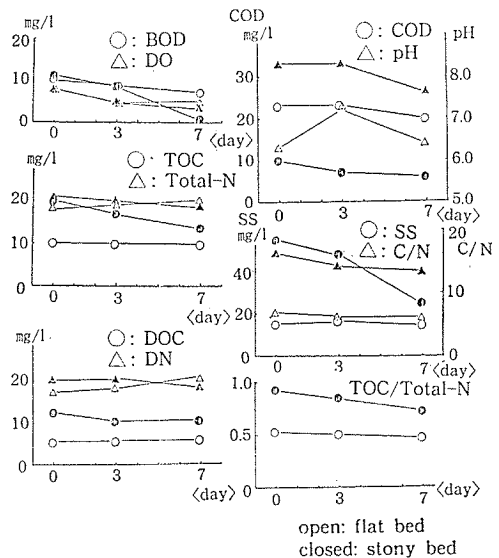


Fig. 4 Changes of water quality after biological film sloughing.

化である¹⁰⁾。これは水路による水質浄化では、水中有機物や懸濁物質が水系から完全に除去されるのではなく、一部は水中に附着生物、沈降物として存在しているためである。本実験では、石ありの水路は石なしに比べSSが少なく良好であったが、はく離により、BODは6倍、SSは100倍以上、POCが150倍となった。

Fig. 4 に、はく離後の水質の経日変化を示す。水質は日数の経過と共に浄化の傾向をとっているが、初期の水質汚濁濃度がそれほど高くなかったため、目立った変化は認められなかった。

4 おわりに

生活雑排水が環境へ排出された後の河川等の自浄作用による変化を把握するため、人工下水を試料として室内実験を行った。嫌気的な条件より好気的な条件の方が浄化は早く起こり、また浄化の程度も優れていたが蓄積した汚泥のはく離により、水質は再び悪化した。このことは、自浄作用による水質の浄化を期待するためには、自然に放っておくのではなく、適当な時期に人間が生成汚泥を取り除く等の努力が不可欠であることを意味しており、各個人の意識の向上が大きな役割を果たすといえる。

本報は、昭和58年度生活雑排水調査として実施したものの一部であり、機会を提供していただいた環境部水質保全課に深謝致します。

文 献

- 1) 馬場洋二, 浅野富夫, 谷本光司, 村上 健, 藤本修, 山田幸男: 河床付着微生物等による都市河川の水質浄化工法に関する研究, 昭和56年度環境保全研究成果集(Ⅱ), 111-1-23
- 2) 馬場洋二, 谷本光司, 村上 健, 藤本 修, 山田幸男: 同上, 昭和57年度環境保全研究成果集(Ⅱ), 111-1-18
- 3) 小島貞男: 自然の浄化力を利用した水質改善, 用水と廃水, 24, 5-12 (1982)
- 4) 麻生昌則: 下水溝を利用した水質改善, 用水と廃水, 24, 78-86 (1982)
- 5) 青山勲: 水生植物を利用した水質改善, 用水と廃水, 24, 87-94 (1982)
- 6) 盛下 勇: 活性汚泥の原生動物学, 環境産業新聞, 110
- 7) 日本規格協会: 工場排水試験方法 JIS K0102-

1981

- 8) 田口 哲: 河川の自浄作用に関する研究, 広島県環境センター研究報告, 第3号, 45-54 (1982)
- 9) 堺 好雄: 処理場流入下水中のリン態と処理過程におけるリン収支, 下水道協会誌, 11, No.120, 54-55 (1974)
- 10) 須藤隆一: 雑排水をどうするか, 用水と廃水, 25, 365-371 (1983)
- 11) 松井優實, 松沢克典, 矢野伸一, 中沢雄平, 前沢久: 植物を利用した生活雑排水の処理, 第18回水質汚濁学会講演集, 60-61 (1984)

Studies on self-purification of river water stored in experimental tank

Haruko ISHIDA, Takenori KODAMA,
Tadao KAWASAKI, Kiyokazu MIZOGUCHI
and Masaru MIZUNO

The ability of self-purification of river water was measured in aerobic and anaerobic conditions polluted with artificial sewage.

In the anaerobic condition, the removal rate of organic pollutants was proportional to the pollutant's concentration. DO decreased to 0.5 mg/l within one day, and didn't recover.

PH and COD decreased in the first day, while BOD and TOC decreased largely in the second day.

In the aerobic condition, two types small scale artificial streams, stony bed and flat bed, were used. The flow rate was set to be 30cm/min.

The removal rate of organic pollutants in the stony bed was faster than that in the flat bed. In the experiment, DO has decreased within one day, but recovered to the initial concentration in the second day.

The removal rate of biological self-purification measured by BOD and COD were 80-90% between the first day and the second.

The pollutants in both streams were increased by biological film sloughing, for instance, BOD was increased 6-10 times.

Key words: self-purification, domestic sewage, organic pollutants