

生活雑排水対策に関する調査研究（第4報）

— 簡易処理装置の3年間の検討結果 —

Studies on Countermeasures of Gray Water (IV) —Investigation on a Simple Equipment for Treating Gray Water for Three Years—

西原 幸一 藤田 久雄 冠野 禎男
Kouichi NISHIHARA Hisao FUJITA Yoshio KANNO
中野 智 細川 仁
Satoru NAKANO Shinobu HOSOKAWA

生活雑排水のみが集合して放流されている団地（12戸）においてその排水を用いて、試作した簡易処理装置の処理性能の検討を2年8か月間行った。2年間の個々の検討結果は前報^{1) 2)}で報告したので、今回は期間全体で検討したものについて報告する。BODは平均60%（26～89%）の除去率が得られ、季節変化をするが、過剰の生物膜を除去することなく期間中この性能を保った。生物膜の生成量は各段平均で165g/段となっていて、検討開始6か月後で94g/段であったのに比して約1.8倍となったのみであり、過剰の生物膜を除去することなく、この性能を保持できるものと考えられる。生物膜の総りんの濃度は1.2%程度、総窒素の濃度は4%程度であった。

はじめに

今日、公共用水域の汚濁の大きな原因として、生活雑排水があげられている。香川県では人口密度が高いため、汚濁負荷量（COD）中に占める生活系の比率は55%と高くなっている。昭和61年度の河川のBODの環境基準の達成率は、34.3%³⁾と横ばい状態が続いていて、これを改善するには、生活系の中でも負荷の大部分を占める無処理生活雑排水の対策が急務である。このためには下水道の普及やトイレの水洗化時の合併浄化槽の普及の促進とともに、生活雑排水単独の処理が必要となっている。

昭和59年度から、安価で維持管理が容易な生活雑排水単独処理装置の開発を目指して、水路による浄化法^{4) 5)}を応用した多段式の処理装置を試作し、これを団地内に設置して、実排水を用いて処理性能の検討を行っている。2年間の個々の検討結果は前報^{1) 2)}で報告したので、今回は期間全体で検討した、処理性能の変化、生物膜量及び生物膜の総りん・総窒素濃度について検討した結果について報告する。

検討方法

1. 簡易処理装置の構造等

1-1 装置の構造

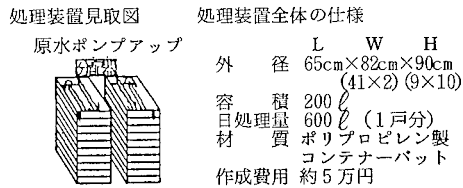


図1 簡易処理装置の構造

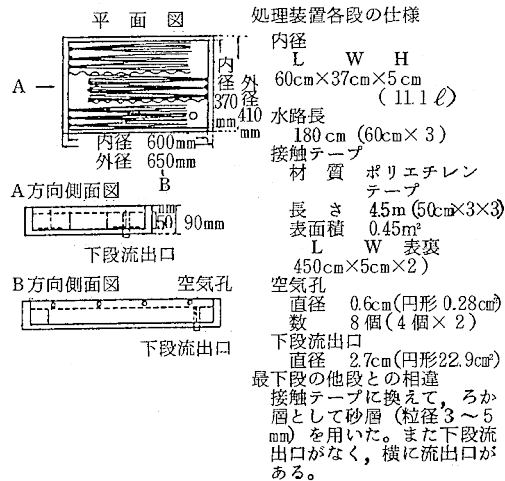


図2 内部構造

処理装置の構造は、図1に示した全体構造及び図2に示した内部構造のとおりで、設置面積は約0.6㎡・日処理量600ℓ（1戸分）・費用は約5万円となっている。

1-2 装置の設置方法

処理装置の設置方法は、図3のとおりであり、12戸の雑排水が集合した沈でん槽出口付近より、定量ポンプにて処理装置に揚水している。当初の1年間は1台の定量ポンプを用い、分配器で左右の槽に等量分配した。その後は2台の定量ポンプを用い、左右別々の検討ができるようにした。これらのことから、処理原水の濃度等は設定できないが、処理水量は可変である。左槽を用いて種々の検討を行い、右槽は全期間全く手を加えず2年8か月間の性能の検討及び各検討の対照槽として用いた。

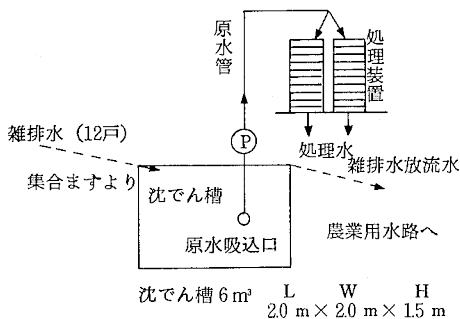


図3 処理装置の設置方法

2. 検討期間

この処理装置を昭和59年7月に設置し、62年3月までの2年8か月間処理を継続し検討した。この間に行った検討項目及び期間は表1のとおりである。

表1 全検討項目及び期間

検討項目	槽の区別	期間
通常処理	左槽	昭和59年7月～昭和60年9月
	右槽	昭和59年7月～昭和62年3月
流量変動の影響	左槽	昭和60年10月～昭和61年4月 (対照槽として使用)
	右槽	昭和61年4月～昭和61年7月 (対照槽として使用)
過剰の生物膜の除去による栄養塩類の除去効果	左槽	昭和61年7月～昭和61年8月
	右槽	(対照槽として使用)
鉄の溶出によるりんの除去効果	左槽	昭和61年9月～昭和62年3月
	右槽	(対照槽として使用)
光合成を利用した生物膜を除去した場合の栄養塩類の除去効果	左槽	昭和61年9月～昭和62年3月
	右槽	(対照槽として使用)

3. 検討方法

装置を連続運転し、月2回程度、原水・処理過程水・処理水について、表2に示した項目を測定した。また検討項目によっては、総鉄・溶存鉄・溶解性りんも測定した。生物膜は7回採取した。試料の採取方法は、φ71mmのガラス製円筒を垂直に処理槽に入れその内部の生物膜

をすべて洗い出し吸引採取した。採取は1槽につき3か所行い、これと一緒にして2ℓにメスアップし試料とした。測定項目及び測定方法は表3に示すとおりである。これらの測定結果により、除去率の変化等を調べ、処理性能を検討した。

表2 水質の測定項目及び方法

項目	測定方法
処理水量	1分間、メスシリンダーに受けて測定
BOD	JIS K 0102・21
COD	JIS K 0102・17
SS	環境庁告示41付表6
総窒素	総窒素計（柳本TN-7形）
アンモニウム性窒素	蒸留後総窒素計
亜硝酸性窒素	GR法
総りん	JIS K 0102 46・3・2により分解 46・1・2により発色
pH	JIS K 0102・12 ガラス電極法
溶存酸素	JIS K 0102 32・1
水温	アルコール温度計

表3 生物膜の測定項目及び方法

項目	測定方法
生物膜量	東洋濾紙GS-25によりろ過し、105℃で乾燥し秤量した。
総りん	東洋濾紙GS-25によりろ過し、濾紙ごとJIS 46・3・2により分解、濾紙残渣をろ過後JIS 46・1・2により発色させた。
総窒素	試料の一定量をケルダール分解し、蒸留後総窒素計（柳本TN-7形）で測定した。

検討結果及び考察

1. 2年8か月間の処理性能

通常の処理時のBOD・COD等の測定は、合計47回行った。除去率の平均はBOD60%・COD41%となっていた。しかし滞留時間を変化させて検討した資料も含まれていることから、8時間滞留した場合に補正して変化を調べた。補正は1年目の調査結果¹⁾を用いて行った。

補正後のBOD・COD除去率の季節変化及び水温の変化を図4に、各季節毎・各年毎の除去率を表4に示した。水温は8月に最高となり2月に最低となるが、BODの除去率は7月～10月は、68%程度ではほぼ同じ状態が続いた。CODも7月～10月は、46%程度で同様であった。また除去率が最も悪化するのは、2月下旬～3月中旬であり、ずれがあることがわかった。BOD除去率と水温の相関関係は、1年目の報告¹⁾では資料数が少なく確認できなかったが、今回すべての資料により係数を求めると0.788と高い相関があることがわかった。また除去率を、20～25日前の水温とずらせて相関を求めると、最も高い係数が得られ、この時の回帰式は $y=1.48x+25.8$

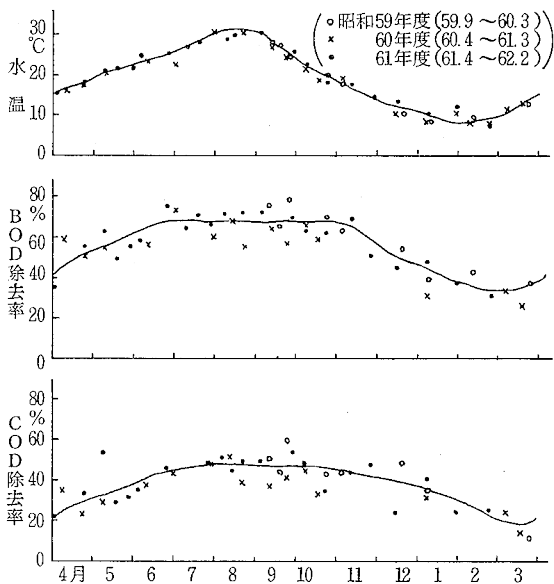


図4 BOD・CODの除去率と水温の季節変化

表4 BOD・CODの除去率の季節変化及び経年変化

		測定回数	BODの除去率	CODの除去率
秋 期 (9月～11月)	計	15	65.5%	44.3%
	59年	5	70.2%	47.3%
	60〃	4	61.5%	38.8%
	61〃	6	64.5%	45.5%
冬 期 (12月～2月)	計	8	41.1%	33.2%
	59～60年	3	45.3%	41.5%
	60～61年	1	31.0%	30.5%
	61～62年	4	40.5%	27.7%
春 期 (3月～5月)	計	11	47.4%	27.4%
	59年	—	—	—
	60〃	4	50.5%	24.4%
	61〃	7	45.6%	29.2%
夏 期 (6月～8月)	計	13	65.8%	44.5%
	59年	—	—	—
	60〃	5	62.4%	43.5%
	61〃	8	67.9%	45.1%
合 計		47	56.9%	38.5%

r = 0.849となる。(y : BOD除去率%, x : 水温°C) 外部の影響を受けて生物の活性が20日程度で変化するものと考えられる。

つぎに1年目・2年目・3年目の除去率は、図4及び表4のとおりで、ほぼ同じであり悪化していることはなかった。このことから過剰の生物膜を除去することなく、今後もこの性能を保つことができるものと考えられる。

2. 生物膜の生成量について

処理槽内の生物膜量の測定は、左槽で通水開始約6か

月後の60年1月に最初に行った。全段(1～9段)合わせて843gとなっていて、1段平均94gであった。60年9月までは、左右とも同じ条件で行っているため、右槽も同量としてよいと考えられる。この量は岡田らの報告⁵⁾や山田らの報告⁶⁾の場合と同容積に換算して比較すると、これらの報告の流路の始めの部分の生物膜の多い所と全段の平均が同程度であり、全体ではこれらの報告より多くなっていた。これは処理装置が傾斜のついた流路でなく、50mmの水位で貯留する形になっているためと考えられる。62年3月の実験終了時の右槽の生物膜量は、図5のとおりで1段目で351g、9段目で75gとなっていて、上段から順次減少していた。1段平均165gで、6か月後の1.76倍となっていたのみで、増加は少なかった。1段目の351gの生物膜量でも、閉塞を心配する状態ではなかったことを合わせて考えると、生物膜が過剰となつて除去する必要が生じることはないと考えられる。

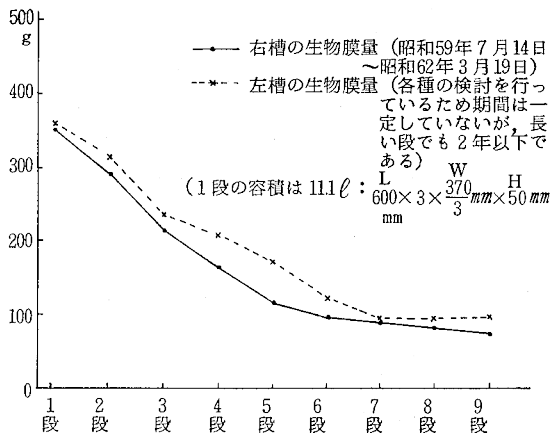


図5 実験終了時の生物膜量

つぎに光合成を利用し、生物膜を除去した場合、栄養塩類の除去及びBOD等の除去に効果があったことは、前報²⁾で報告したが、生物膜量の変化については前回調査途中であったことから今回まとめた。左槽1段の中央筋の生物膜量は、表6のとおりとなっていた。8月29日に透明なふたに変更した後の9月29日～10月28日の期間に、中央筋のみで27g増加して、他の筋も同量増加

表6 左槽1段中央の生物膜の増加

期 間	生物膜の増加量(g)	
61年4月19日～9月29日 (内8月29日以降)	163日間 (31日間)	47.2g (併定28.9)注
9月29日～10月28日	29日間	27.0
10月28日～11月27日	30日間	14.7
11月27日～62年2月25日	90日間	30.9

注) 9月29日～10月28日の29日間であつたので、これを31日間に換算したもの

したとすれば1段で81g増加したことになり、通常処理の6か月間で増加した量の9割近くになっていた。この方法は生物膜の増加量からも、栄養塩類の除去に効果があることが確認できた。しかしこの方法は処理性能が良好となる反面、図5の左槽の生物膜量のとおりで、期間が短いにもかかわらず右槽より増加していた。除去することが容易な1段目以外の段でも増加していることは、右槽と同様に、数年間閉塞せずこの処理を保つことができなことも考えられる。なお図5の左槽1段目の生物膜量は、約10か月間に4回除去した量より算出したものである。

3. 生物膜のりん及び窒素濃度

生物膜のりん及び窒素濃度は、表7及び表8のとおりとなっていた。りんの濃度は平均1.2%程度であり、活

表7 生物膜のりん濃度

	平均(wt%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9段
60年1月30日 (左1,3,5,7,9段)	1.15									
		1.16	1.16	1.19	1.11	1.13				
60年9月4日 (左1,3,5,7,9段)	1.21									
		1.20	1.17	1.23	1.20	1.25				
61年9月29日 (左1段中央のみ)	1.32									
		1.32								
61年10月28日 (左1段中央のみ)	1.18									
		1.18								
61年11月27日 (左1段中央のみ)	1.20									
		1.20								
62年2月25日 3月6日 (左1~9段)	0.92									
		1.23	1.23	0.69	0.66	0.92				
		0.83	1.10	0.86	0.74					
62年3月19日 (右1~9段)	1.21									
		1.36	1.35	1.35	1.20	0.91				
		1.42	1.22	1.03	1.06					

表8 生物膜の窒素濃度

	平均(wt%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9段
60年9月4日 (左1,3,5,7,9段)	4.0									
		3.3	4.2	3.2	3.4	6.1				
62年2月25日 3月6日 (左1~9段)	3.6									
		4.1	4.1	2.6	3.6	4.9				
		2.1	3.4	4.5	3.1					
62年3月19日 (右1~9)	4.1									
		3.2	3.6	4.6	5.2	4.4				
		3.2	3.4	3.9	5.2					

性汚泥の場合2~3%^{7) 8)}りんの過剰摂取の場合3~6%⁹⁾となっているのに比べて低かった。熊谷らの報告¹⁰⁾によると、活性汚泥中のりん濃度とりんの放出量の関係

は、りん濃度が1.2%以上で比例するとしている。本装置の場合、生物膜法で活性汚泥とは異なるが、DOが0に近い状態で運転していることから、1.2%程度のりん放出が起こらない濃度にあるものと考えられる。また1段目で生物膜を除去して検討していた左槽の平均濃度は0.9%程度と低くなっていて、まだりんを取り込むことができる状態にあるのではないかと考えられる。光合成を利用し生物膜を除去した場合に、りんの除去効果があった前報²⁾の結果とよく一致する。

窒素の濃度は平均4%程度で、左槽と右槽及び各段の濃度に特徴はみられなかった。下水汚泥の窒素濃度は数%程度⁸⁾となっていて、ほぼ同じと考えられる。

ま と め

昭和59年度から約3年間、試作した簡易処理装置のBOD等の有機物の処理性能及びりん等の栄養塩類の処理のための改良効果について検討し、1報では1年間の結果を、2報では、栄養塩類の処理のための改良効果について報告した。4報では、期間全体で検討したものについてまとめた。

1. BOD及びCODの除去率は平均60%及び41%となった。経年的にこの率は変化せず、また生物膜量も過剰になっていないことから、今後もこの性能を保つことができることがわかった。
2. 水温とBOD・CODの除去率の間には、相関関係がある。水温とBODの場合、20~25日ずらすと最も相関係数が高くなり、生物の活性が20日程度で変化することが推定できる。
3. 生物膜の生成量は6か月で94g、2年8か月で165gとなっていた。この間に約1.8倍になったのみで、過剰の生物膜を除去する必要は今後もないことが推定できる。
4. 光合成を利用して処理した場合、1か月で通常処理の6か月分に近い生物膜が生成した。処理性能は良好であるが、生物膜を簡単に除去することができる1段目だけでなく、2段目以降も増加していて今後閉塞するおそれがあることがわかった。
5. 生物膜のりん濃度は1.2%程度、窒素濃度は4%程度であった。生物膜を除去して検討した場合のりん濃度は0.9%程度と低くなっていて、まだ取り込むことができる状態にあることが推定できる。

なお、本調査研究を行うにあたって、御協力をいただいた、国分寺町環境保健衛生課、M団地自治会並びに神崎池水利組合の方々に感謝いたします。

文 献

- 1) 西原幸一, 藤田淳二, 藤田久雄, 他: 香川県公害研究センター所報, 9, 11 (1984)
- 2) 西原幸一, 藤田久雄, 冠野禎男, 他: 香川県公害研究センター所報, 10, 15 (1985)
- 3) 香川県環境保健部: 環境白書, 76 (1987)
- 4) 須藤隆一: 用水と廃水, 25, 4, 47 (1983)
- 5) 岡田光正, 須藤隆一, 江島玄泰, 他: 用水と廃水, 26, 6, 19 (1984)
- 6) 山田豊, 筒井剛毅, 北村美奈子, 他: 第20回水質汚濁学会講演集, 57 (1986)
- 7) 味埜 俊, 松尾友矩, 川上智規: 下水道協会誌, 20, 228, 28 (1983)
- 8) L.E. Sommers: Jour. Environmental Quality, 6, 2, 225 (1977)
- 9) 宮晶子, 北川政美, 田中俊博, 他: 下水道協会誌, 22, 252, 39 (1985)
- 10) 熊谷清己, 上野泰功, 岡田光正, 他: 第21回水質汚濁学会講演集, 3 (1987)