

# ばっ気式し尿浄化槽の浄化能について

## — 昭和44年度分 —

鈴木和雄

(都清掃研究所兼務)

### 1 まえがき

ふはい式し尿浄化槽が、維持管理の面からとくなくおざりにされて、設置後その浄化機能を考慮することなく強酸、強アルカリでの便器掃除液の流入や、槽のマンホール上の物置化、換気装置の破損、年1回程度の汚物掃除の不徹底等のことがしばしば見受けられ、そうでなくとも浄化能に問題点がある従来のふはい式浄化槽の機能を、さらに低下させている場合が数多くある。もちろんふはい式浄化槽にあっても、その維持管理を完全に行なえば法に規制されている放流水BODを90ppm(し尿単独処理の場合)に持っていくことは機能的に可能であろうが、一般家庭に設置されたものや、工場、旅館、アパート等で特に関心のない場合は、悪質な放流水を流出するようになる。こうした点に着目するとともに、従来のふはい槽、予備濾過槽、酸化槽、消毒槽の観念を払底し、大量のし尿処理および下水処理で用いられている活性汚泥処理法を導入し、し尿浄化槽に対するイメージチェンジを期待したのが、ばっ気式のし尿浄化槽である。

浄化槽の設置およびその使用については、建築基準法、清掃法、JISにより法規制がなされていて、構造、強度の認可、容量算定の確認、設置申請と届出などが行なわれる。さらに清掃法により維持管理を義務づけているが、従来においては、この維持管理の義務規制の徹底が強力に打ち出されがたい面があり、せつかくの浄化槽を有名無実のものにしていたきらいがあった。

ばっ気式浄化槽についても、同様の法規制がなされるのはもちろんであるが、従来の浄化槽と異なり、機械的攪拌装置、微生物による浄化原理を取り入れたため、その維持管理の面で一段と多様化しているため、欠点とされていた作りっぱなしの習慣が除かれ、維持点検に関心が払われるようになったことはよいことであろう。

### 2 ばっ気式浄化槽の概要

排泄されたし尿は、洗滌水とともに導入管から溶解槽(または予備槽、破碎槽などともいわれる)に入る。

(図1、図2参照)

溶解槽では機械的に固形物を破碎するとともに、し尿

図1

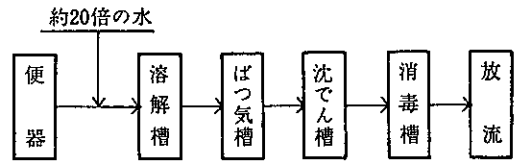
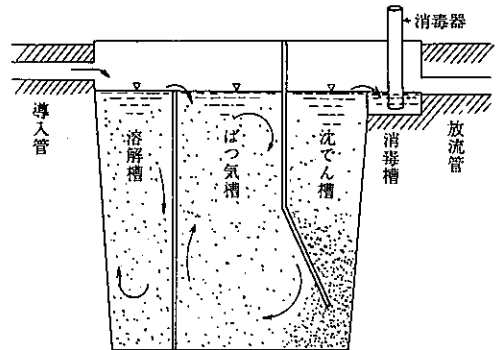


図2 ばっ気式浄化槽の略図



- (注)
- 1 型式によりばっ気装置がちがっているため図には記入していない。
  - 2 滞留時間は使用人員、各型式により異なるがおおむね流入から放流まで30~60時間である。

と洗滌水をよく混合する。ついでこの液はあとから流入するし尿と水により押し流されて、ばっき槽に入る。ばっき槽内には活性汚泥が満たされており、ここで機械的またはブローワーにより攪拌され空気を十分に供給され、好気性酸化処理をうける。このばっき槽内の構造は、沈澱汚泥をばっき室内の旋回流で返送する原理を応用したもので、ばっき槽の一部が隔壁で仕切られており、沈澱槽となっている。

ばっき槽の底部から液は沈澱槽に入る。沈澱槽は上部が開口され、流速を減じていき液表層附近ではSSの沈降速度より小さい流れで上昇し、固液分りがなされる。

沈澱槽より溢流した液は消毒槽に入る。ここで主に錠剤に成形された塩素剤に接触し、消毒されてから放流される。

### 3 構造上の諸因子

ばっき式浄化槽は、活性汚泥処理という高度な微生物学的浄化法の知識を持っている設置者を前提とし、かつ負荷変動、水量変動の激しいし尿を常時安定した状態で維持管理していくことが必要条件とされている。攪拌についてもスクリー式、円板式、ブローワー式等のいずれにあっても、モーターを使用することになり、この騒音についても考慮する必要がある。さらに回転翼にセンイその他が、からみついて機能を落さぬように設計しなければならない。こうした要求を満たすため、槽の構造は出来るだけ簡単なものとし、故障の原因をへらした上で良好な放流水を維持せねばならないという困難性がある。

また槽内に汚泥の蓄積が多くなることは、滞留時間の短縮、SSに対するキャリオーバー、浄化能の低下がおこるので、槽の容量に見合った水流と十分な酸素の供給による余剰汚泥の酸化分解、そして放流水中のSSの混入を可及的に防止しなければならない。いわばそれぞれに相反した現象を満足させていかねばならない必要がある。

したがってこれらの諸因子を満足させるために次のような措置が必要とされよう。

- ① 固形分の粉碎と、流入し尿の速やかなる可溶性化。
- ② 必要な空気量と供給の方法。
- ③ 水流の調整。

④ 余剰汚泥の可及的排除と放流水中へのSS混入の調整。

⑤ 各槽の滞留時間確保。

⑥ モーター、機材の耐久性。

1人1日し尿と洗滌水を平均50lとすれば、5人で約250l、朝7時から夜10時までの15時間の使用とみて、1時間平均17lとなる。ばっき式浄化槽の容積をどの程度にもっていくかは、空気供給方法の相違によって異なってくるが、微生物に対する酸素量の指標としては、5人槽で空気0.6m<sup>3</sup>～1.0m<sup>3</sup>/hとされている。

したがって機械攪拌にするか、空気攪拌にするかにより気液界面における酸素の溶解度が異なるので一概にはいえないが、攪拌方法により槽容量を算定する必要がある。

し尿の速やかなる可溶性化については、便器から洗滌水とともに流れ込むし尿液を、空気とともに激しく攪拌し、ある程度の酸化とコロイド状化をおこさせ、非BOD源物質の20～30%をBOD源物質にまで変化させることであって、次の微生物処理に対し効率がよくなるといわれている。

余剰汚泥の生成は、ことに家庭向きの浄化槽にあつては困ることで、これの生成を除くためには十分な空気を与えて、ある程度のピンポイントフロック化をさせて放流水中に混入せしむるのもやむをえないことであろう。ただし過度なピンポイントフロック化は活性汚泥の浄化能を減じるとともに、放流水のBODを高める原因になるので注意が必要である。実験的には、いずれの形式のばっき式浄化槽でも、やや過剰の酸化現象によるpHの低下、5.5～6.5位の範囲になっており、pH6～6.4位のものが、比較的良好的なようである。ピンポイントフロック化も過度におきていないし、適当なSSの流出による余剰汚泥の蓄積も防がれている。

大体においてピンポイントフロック化したSSがキャリオーバーして放流水中に混入した場合の、放流水BODに対する寄与率は50%位であるから、BOD90ppmの水質に対して、放流水中のSSを40～50ppm以内にしておくようにすればよいであろう。

モーターの騒音については、昼間はともかく夜間の寝静まった時間帯では家庭用浄化槽では特に配慮が必要であり、モーターの回転音、ばっきによる液のかきまぜ音が案外耳につくものであるから、公害防止条例による住

表1 ばっ気式浄化槽の水質試験成績 (H式)

対象家庭	A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		
	ばっ気	放流	ばっ気	放流	ばっ気	放流	ばっ気	放流	ばっ気	放流	ばっ気	放流	ばっ気	放流	ばっ気	放流	ばっ気	放流	ばっ気	放流	ばっ気	放流	ばっ気	放流	ばっ気	放流	ばっ気	放流	ばっ気	放流	ばっ気	放流			
採水箇所	7.4	7.4	6.4	6.4	6.0	6.0	6.0	6.0	6.2	6.2	5.4	5.4	6.0	6.0	5.8	5.8	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	
pH																																			
透視			11		3		4		5		6		6		4		3		5		8		2		9		4		6		4		4		
蒸発残留物 ppm	3638	394		866																															
雑熱減量 ppm	3015	474		326																															
雑熱残留物 ppm	633	460		540																															
浮遊物質 ppm		240		133		125		65		120		85		68		80		72		124		32		90		53		135		56		71		430	
アンモニア-N ppm		220		142																															
アルブミンノイド-N ppm		14		6																															
揮発イオン ppm	187	187		191		106		88		353		94		101		91		144		142		248		158		61		120		88		103		107	
亜硝酸 ppm						160		150		150		50		40		20		960		40		70		240		7		100		10		5		50	
C O D ppm		68		30		27		20		39		16		31		25		130		21		31		95		16		63		27		29		101	
B O D ppm		103		33		160		28		10		41		38		39		139		39		18		125		25		96		55		19		180	
大腸菌群 /cc	2.5X 10 <sup>4</sup>		1.1X 10 <sup>2</sup>																																
M L S S	2338	2190		1105		563		1402		2140		1959		896		4532		3636		3452		4516		1573		1120		1153		1354		1364			
S V	20		23		10		3		12		12		18		6		81		35		46		80		15		12		10		12		110		
S V I	83		105		90		53		56		56		91		68		179		91		133		177		89		107		87		89		73		

居地域の、午後11時より午前6時までの規制である45ホーン以下が望ましい。

#### 4 ばっ気式浄化槽の水質試験

過去1年間における、ばっ気式浄化槽の水質試験の結果は表1のようである。なおこれはH式ハイパッキのみである。

表1に見られるようにこの分析結果から見るとpHは5.8~6.0の間のものが多く、例外的に7.4や5.4のものがあり、特にアルカリ性に傾いている7.4のものはBODが高くアンモニア性窒素が多く検出されている。がいして微弱酸性のものの方が良い成績を示している。SVIもおおむね70~100の間にあるものが17例中12例あり、家庭用小型浄化槽の活性汚泥処理としてはよい指標であろう。ただMLSSは少人数の使用と時間的なショックロードの関係もあり、かなりバラツキが見られ、したがってSVもこの影響を受けている。ただこの場合もpHが5.8~6.4の範囲にあるものは沈澱汚泥面と液との境界面がはっきりしているが、この範囲外のものには境界面が明瞭でないのが、一つの特徴をなしている。

放流水のBODも厳格にあって90以下のものが11例で約65%を占めており、ふはい式浄化槽の20%台に比較して格段の差がある。

活性汚泥中の微生物は主に下記のものが見られた。

Paramecium, Carchesium, Vorticella, Epistylis, Opercularia, Tokophrya 等のせん毛虫や吸管虫, Rotaria, Monohystra 等の輪虫, 線虫。その他ラセン藻のSpirulina や珪藻が散見された。これらもpH6前後のものが比較的活ばつに運動しているのは、し尿処理場の大規模施設に見られない面白い現象であろう。

#### 5 統計的に見た浄化能の動向

1969年9月より1970年3月までに採取した67例のばっ気式し尿浄化槽の放流水についてpH、透視度、BOD、大腸菌群につき、その動向を測定してみた。

この浄化槽の型式はナショナル、日立、セキスイ、ネオAR、タキロン、サミットの6種であり、設置者はいずれも一般家庭であるが、中に若干の商店が含まれている。がこれらも職住共同であるので支障はないものとして統計の資料とした。

所在区は城西地区が主であり、設置後の経過年数は43年以降のものである。浄化槽使用人員は平均4.7人で約5人で、3人~5人までが主な構成人員である。

なお浄化槽の型式については各メーカーそれぞれの考案があろうし、採取試料についても各メーカー同数ではないので、これを比較し良否を示すのは穏当ではないので、ここでは一応「ばっ気式浄化槽」の範疇の下に一括してまとめてみた。

##### (1) BODと透視度

当然のことながらBODが低ければ透視度は良くなる。BODを30ppm以下と50ppm、70ppm、90ppm、110ppm、130ppm、150ppm以上とし区間の幅を20ppmにしてみました。この間の透視度をプロットしてみると図3のようになる。

##### (2) 大腸菌群について

大腸菌群については、BODや透視度とは何らの関係

図3 BODと透視度

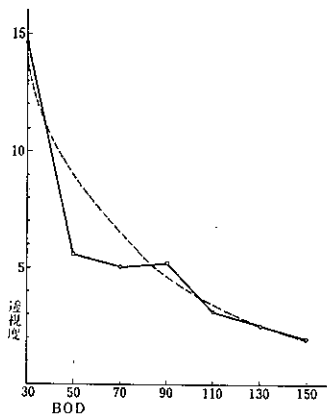


図4 放流水BOD

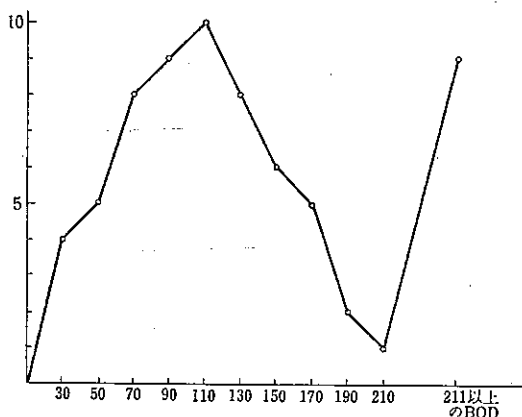


表 2

BODの度数分布	
区 間 (ppm)	度 数
30 以下	4
31～ 50	5
51～ 70	8
71～ 90	9
91～ 110	10
111～ 130	8
131～ 150	6
151～ 170	5
171～ 190	2
191～ 210	1
211 以上	9
計	67

もなく、消毒槽における塩素剤の使用いかんにあるのであるからBODが20ppmであっても消毒の効果が悪ければ多数検出されるし、BODがたとえば200ppmを示していても50箇などという場合もある。

最近錠剤に形成された各種の塩素剤が市販されていて、昔のようにサラシコを水に溶かしてコックで点滴するというめんどろなことがなくなったせいもあり、かつ、ばっ気式浄化槽が比較的新しいものでもある関係から、大腸菌群1CC中3000箇以下のものが、全検体数の77%を占めている。これは従来のははい式浄化槽に見られないことである。

### (3) BODについて

分析検体数67例についてのBODの数値は表2、図4のようである。

BOD 211 ppm以上の浄化槽は67例中9例に達し、最高900 ppmのものが1槽ある。もちろん透視度はゼロ、好気性微生物群は死滅し、悪臭を発していた。ばっ気式浄化槽の場合、維持管理を失敗すると、ふはい式浄化槽よりさらに悪質な放流水となるよい例である。

表2の度数分布より平均値Mを算出すると97.24 ppmとなる。この場合211 ppm以上のものは除外した。さらに標準偏差 $\sigma$ は30.2である。したがって $M \pm \sigma$ の範囲に入る。67.04～127.44 ppmの放流水が68%を占め

ることが推定される。わずか58例の標本からばっ気式浄化槽全数の性能を類推するのは、早計かもしれないが、一つの目安とはなるであろう。

なお放流基準90ppm以内のものは試験数67例中26例で約39%を占めている。しかも211 ppm以上の例外的な9槽を除いた場合は約45%の高い率を占めることになる。

## 6 BODの除去率

便器から洗滌水で稀釈されたし尿のBODは前述のように、1人1日50lとすると、12,000/50で約240 ppmとなる。型式によって流入BODの算出は異なるが、大体において200 ppmから250 ppmとみなしているようである。したがって約60%以上の除去率を得ないとBOD 90ppm以下にはならない。実験的に見た上では、これよりさらに低く、便器掃除に薬品を使用したり、ショックロードがあったり、また水質変動があったりして、60%の除去率を示す槽は全体の25%位になるとと思われる。

## 7 結 語

活性汚泥の微生物群は、温度変化に敏感であり、10℃～40℃の範囲内が望ましい。夏期の水温はせいぜい上がっても25℃程度であろうが、冬期では5℃以下まで下る場合がある。ばっ気式浄化槽は、すべて土中に埋められて温度の影響はうけないようにされているものの、地中1mの深さで東京の場合、夏で24～25℃、冬で5～6℃位である。したがって冬の間は微生物の活ばつな浄化能力は低下すると見なければなるまい。まして大容量のばっ気槽と異なり1m前後の容量のものが多くであり、流入水に対するpHの緩衝作用も弱く、温度変化に対しても、その影響は受けやすいから、保温についての考慮も必要である。

ともあれ、汚水と活性汚泥との関係は、汚水中の有機物が微生物や細菌の生活に必要なエネルギー源となり、好氣的分解により次第にCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Oに分解されたり、生物体の合成に窒素が利用されたりする。生物体となった有機物の一部は内生呼吸により、さらにCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub>などになるが、この速度は割合ゆっくりしている。

ばっ気槽内でこれらの反応が、うまく運営されるためには、この吸着と酸化の平衡が保たれてゆかねばならな

い。

前述したように本稿の対象となった、ばっ気式浄化槽は6種類のものであり、その原理はいずれも同様であるが、製品化された槽の形体はみなそれぞれ趣を異に

している。したがって溶解槽（あるいは破碎槽）、ばっ気槽、沈澱槽の容量も必ずしも同一ではなく、滞留時間も若干の相違があるので、ここではあえてこれらについては触れることをさけた次第である。ご了承願いたい。