

生活雑排水簡易処理装置の実用化に関する研究

— 流量調整装置の開発 —

Studies on a Simple Equipment of Gray Water for practical application — Development of a discharge regulator —

西原 幸一 藤田 久雄 久保 正弘
 Kouichi NISHIHARA Hisao FUJITA Masahiro KUBO
 浮田 和也 中野 智
 Kazuya UKITA Satoru NAKANO

生活雑排水の処理のため、簡易処理装置を試作し検討している。この装置は、ポンプで揚水し流量調整して運転すれば、処理性能・維持管理の面で簡易処理装置の条件を満たしていることを報告^{1) 2)}した。そこでポンプ無しで自然の落差を利用して処理するために、雑排水特有の流量変動を調節するための調整槽を種々考案し、厨房単独排水家庭及び全雑排水集合排水家庭で、実排水を用いて検討した。高さの異なる3～4個の流出口を持った調整槽で、流出口径を調節すると、閉塞せずに適当な流量に調節できる可能性があることがわかった。

はじめに

生活雑排水が、公共用水域の汚濁の主な原因となつてから久しい。香川県でも、汚濁負荷量(COD)中に占める生活系の比率は55%と高く、BODの環境基準の達成率も横ばい状態が続いている。これを改善するため、下水道の普及や合併浄化槽の普及の促進とともに、これらが行えない所では、生活雑排水単独の処理が必要となっている。

昭和59～61年度に、安価で維持管理が容易な生活雑排水単独処理装置を開発するため、試作した装置の性能を検討したところ、流量調節して処理した場合、充分性能を満たすことがわかった。そこで今年度は、この装置を厨房の排水が単独で放流されている家庭及び全雑排水が一緒になって放流されている家庭に設置し、考案した流量調整槽を付加して処理を行い、実用化のための検討を行った。この結果について報告する。

検討方法

1. 流量調整槽の構造及び設置方法

1-1 構造

考案して効果を検討した流量調整槽は、図1～3に示した3種類で、1型は底に円形の孔をあけたもの、2型は円柱のパイプを立て、横にV字の孔をあけたもの、3

型は円柱のパイプを4本又は3本立て、上部に円形の孔をあけたものとなっている。容器の材質はポリプロピレン製コンテナバットで、費用はいずれも約1万円となっている。

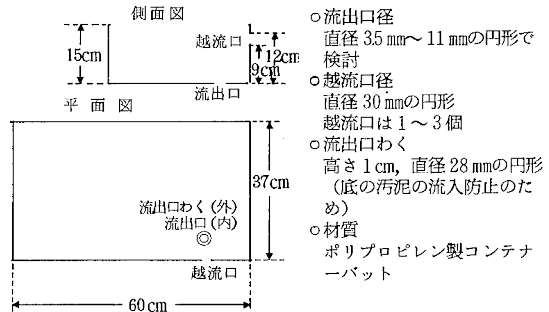


図1 1型流量調整槽の構造

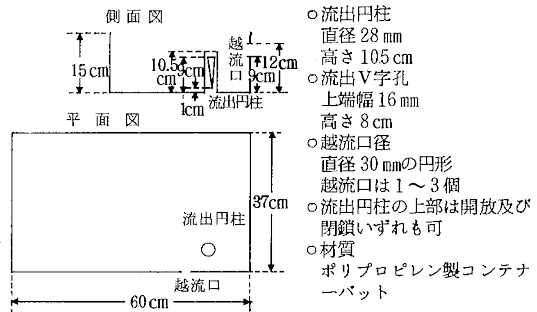


図2 2型流量調整槽の構造

表1 設定条件等³⁻⁵⁾

	厨房单独排水	全雑排水集合排水
水量及びBOD負荷量	120ℓ/日(30ℓ/人・日×4人) 72g/日(18g/人・日×4人)	600ℓ/日(150ℓ/人・日×4人) 108g/日(27g/人・日×4人)
主・副配等	主処理槽 85ℓ程度(BOD負荷量51gとなる…処理槽9段) 副処理槽 35ℓ程度(“ “ 21g “ “ 4段)	主処理槽 330ℓ程度(BOD負荷量57gとなる…処理槽10段) 副処理槽 210ℓ程度(“ “ 38g “ “ 6段) 無処理放流水 60ℓ程度
排水のパターン	1.朝食 準備6時40分 8ℓ(8ℓ/分×1分) 片づけ7時50分 32ℓ(8ℓ/分×4分) 2.夕食 準備17時40分 40ℓ(8ℓ/分×5分) 片づけ19時20分 40ℓ(8ℓ/分×5分) ○各時刻は、アンケート調査結果から算出した。 ○水量は、日量を主な4つの仕事に割り当て排水強度を多く見積っており、実際はこれより平均化すると考えられる。	1.朝食夕食は、左と同様120ℓ 2.洗濯7時10分(又は20時30分)160ℓ(10ℓ/分×16分) 3.風呂 入浴(19~21時とする)80ℓ(2ℓ/分×40分) 水抜き21時30分(又は8時30分)120ℓ(60ℓ/分×2分) 4.洗面、雑用水 6時30分~7時20分 120ℓ 17時40分~18時30分 各10ℓ×12回とする ○資料のあるものは、それより算出した。 ○その他は、実態調査結果等を参考にして推定した。

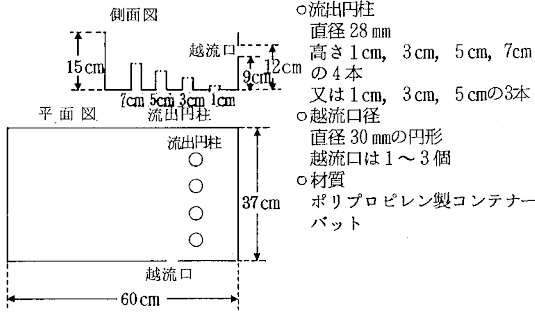


図3 3型流量調整槽の構造

1-2 設置方法

流量調整槽の設置方法は、図4、5に示したとおりで、処理装置の上に乗せる形となっている。処理装置の槽を主及び副処理槽として、流量が多い時に副処理槽に流入するようになっている。1段流量調整槽は、流量調節をするとともに、主処理槽と副処理槽へ入る水量の分配を目的とし、2段流量調整槽は、主処理槽の流量調節を、副流量調整槽は、副処理槽の流量調節を行う。

設置した家庭は4人家族であり、設定条件等は表1及び図6、7に示した数値で検討を始めた。

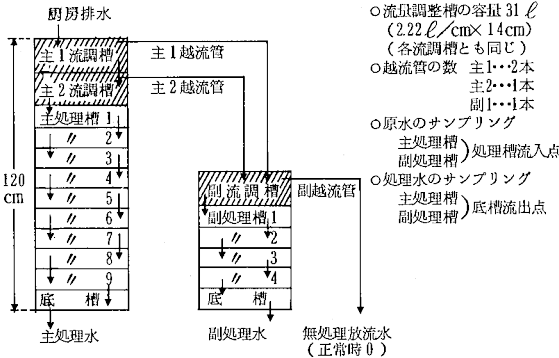


図4 厨房单独排水処理の設置方法

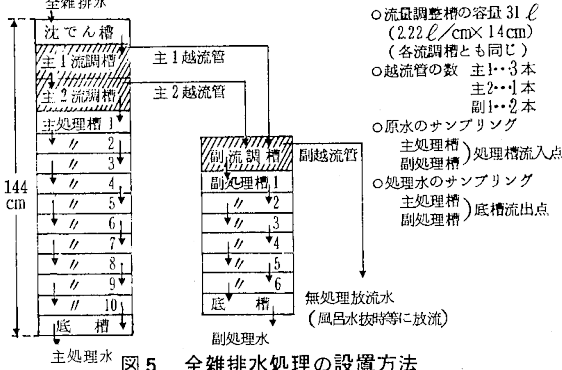


図5 全雑排水処理の設置方法

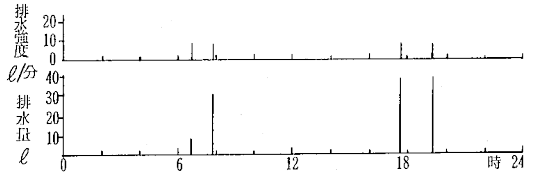


図6 厨房单独排水の排水のパターン³⁻⁵⁾

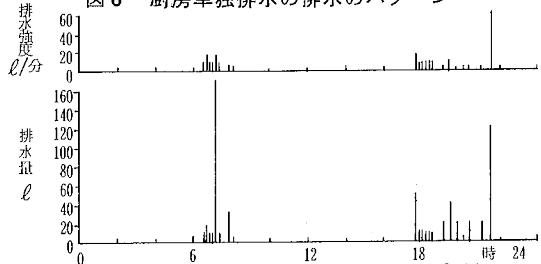


図7 全雑排水集合排水の排水パターン³⁻⁵⁾

2. 検討期間

この装置を昭和62年6月に2地点に設置し、各々の構造のものについて処理性能を調査し検討している。このうち昭和63年4月までに検討したものについて報告する。

3. 検討方法

装置を連続運転して、月2回程度装置の状態を調査するとともに、主槽及び副槽の原水と処理水の水质を測定し、これにより流量調節の良否と処理性能について検討した。水质の測定項目及び方法は、表2に示したとおりとなっている。

表2 水質の測定項目及び方法

項目	測定方法
B O D	JIS K0102・21
C O D	JIS K0102・17
S S	環境庁告示 41 付表 6
総窒素	総窒素計 (柳本 TN-7 形)
総りん	JIS K0102 46・3・1 により分解 46・1・2 により発色
pH	JIS K0102・12 ガラス電極法
溶存酸素	JIS K0102・32・1
水温	アルコール温度計

結果及び考察

1. 厨房単独排水処理について

はじめに1型の流量調整槽で検討した。孔の径と流量の関係は、水道水で実験したところ図8のとおりとなった。流量の違いによる抵抗の違い等、諸条件があつて簡単な関係式とはならないが、流量を水位(水圧)の1次式としても、使用する範囲では誤差は少ないと考え、流量(Q ℓ/分)と孔の直径(Dmm)及び水位(Hcm)の関係式を $Q = a \cdot D^2 \cdot H$ (aは係数で、実験値より $a = 0.005$)とした。

厨房排水(強度8 ℓ分×5分)がどのように流量調節されるかを、図9に示した項目について、30分間の変化等を計算したところ、図10に示すとおりとなった。処理装置の設計流量は、0.21 ℓ分³⁾であり、これに近いことが望ましい。2mmの孔の場合は、流量は少なく処理装置

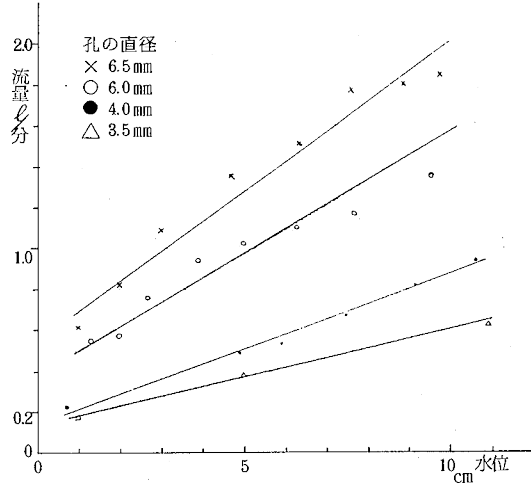


図8 孔の径の違いによる流量の変化

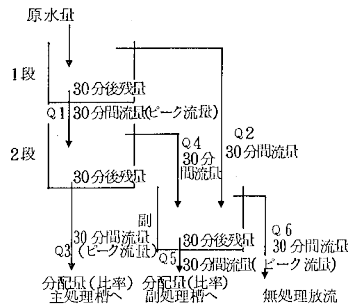


図9 流量調整槽の水の流れ

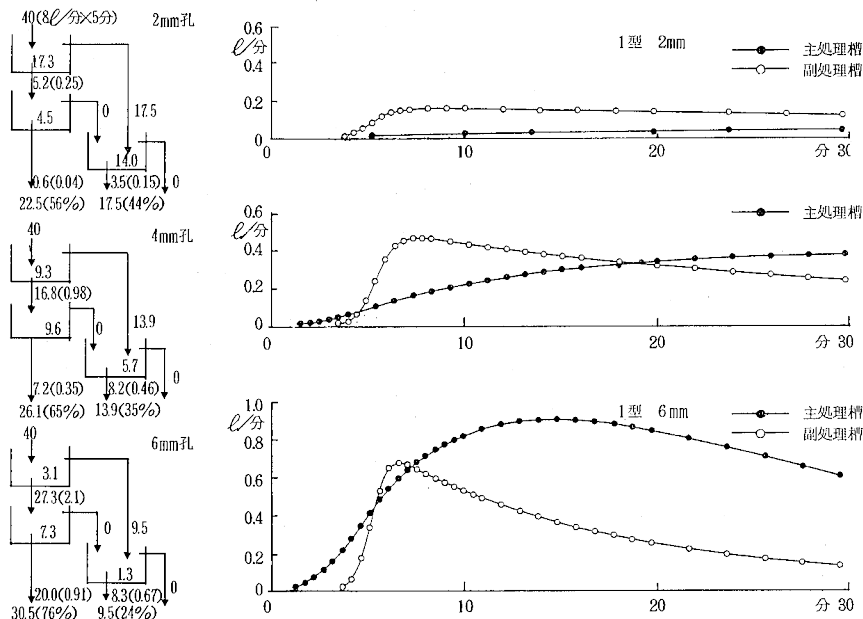


図10 1型の流入後30分の流量の変化及び残量等

には好適であるが、副処理槽に多く分配されすぎること及び30分後にも1段に多く残っていて、次の流入（夕食の片づけの場合1時間40分後）時に、無処理放流が予測されることから、孔が小さすぎて不都合であると考えられる。4mmの孔の場合は、ピーク流量が主処理槽で0.35ℓ/分、副処理槽で0.46ℓ/分とやや高く、副処理槽に35%分配され、目標の30%より少し多い。6mmの孔の場合は、ピーク流量が高すぎ、流量調節能力が少ないことが予測され、不都合と考えられる。これらの結果から、孔の直径を3.5mmとして、設置することにした。しかし3.5mmでは、すぐに閉塞すると考えられたので1段は6mmとして、少し閉塞しても良いようにした。設置してすぐに閉塞したので1段を11mmに、2段と副を6mmに孔を大きくした。流量調節するには、適度に閉塞した後に、先に計算した径になることが必要であることがわかった

ので、少しずつ径を大きくするとともに、表3に示したとおり2型3型と変更して検討した。

表3 厨房排水の検討経過

番号	期間	型	孔の直径(mm)			備考
			1段	2段	副	
1	62年5月7日 ～6月4日	1	6	3.5	3.5	仮通水 6月4日孔拡大
2	6月4日 ～6月26日	1	11	6	6	6月4日設置完了、11日、26日採水、6月26日孔拡大
3	6月26日 ～8月26日	1	11	10	10	7月16日採水、7月29日状態把握、8月26日採水、2型に変更
4	8月26日 ～12月22日	2	-	-	-	9月10日、18日、30日、10月12日、11月2日、30日、12月11日採水、12月22日3型に変更
5	62年12月22日 ～63年3月30日	3	16 (4孔)	16 (3孔)	16 (3孔)	1月5日、25日、2月12日、3月9日、30日採水、3月30日孔減少
6	3月30日 ～4月25日	3	13 (4孔)	13 (3孔)	13 (3孔)	4月11日採水、4月25日状態把握

各々の検討期間ごとの除去率及び状態は、表4に示すとおりとなった。6月11日及び26日も2段が閉塞して

表4 厨房排水処理装置の除去率及び流量調整槽の状態

番号	調査月日	主 処 理 槽			副 処 理 槽			流量調整槽の状態		
		BOD 除去率(%)	COD 除去率(%)	その他の水質	BOD 除去率(%)	COD 除去率(%)	その他の水質	1 段	2 段	副
2	6月11日	-	-	-	99	91	すべて良好	順調	完全に閉塞	ほとんど閉塞
2	6月26日	96	86	すべて良好に除去	33	35	他も同程度	順調	ほとんど閉塞	順調
3	7月16日	19	21	SSは除去、窒素・りんは不良	91	48	SSは除去、窒素・りんは不良	順調	順調	順調
3	7月29日	-	-	-	-	-	-	ほとんど閉塞	順調(上からの水が少くない)	完全に閉塞
3	8月26日	58	58	りん以外は良好に除去、窒素・りんは不良	93	60	SSは除去、窒素・りんは不良	順調	順調	順調
4	9月10日	73	60	SSは除去、窒素・りんは不良	86	64	窒素以外は良好	順調	順調	順調
4	9月18日	79	62	SSは除去、窒素・りんは不良	97	73	すべて良好	順調	順調	順調
4	9月30日	-11	14	窒素・りんも不良	94	70	すべて良好	順調	順調	順調
4	10月12日	25	44	不良	94	81	窒素・りんは不良	順調	順調	順調
4	11月2日	80	79	良好	97	72	良好	順調	順調	順調
4	11月30日	73	55	窒素・りんは不良	91	76	窒素・りんは不良	順調	順調	順調
4	12月11日	27	53	窒素・りんは不良	91	79	窒素・りんは不良	順調	順調	順調
5	1月5日	-8	9	SSのみ良好	97	81	良好	順調	順調	順調
5	1月25日	68	69	良好	76	57	良好	順調	順調	流入なし
5	2月12日	25	24	SSのみ良好	-	-	-	順調(1cmのみ、ほとんど閉塞)	順調	流入なし
5	3月9日	33	22	SSのみ良好	-	-	-	順調(1cmのみ、ほとんど閉塞)	順調	流入なし
5	3月30日	13	2	SSのみ良好	-	-	-	順調(1cmのみ、ほとんど閉塞)	順調	流入なし
6	4月11日	-2	-35	SSのみ良好	-	-	-	順調(3cmまで貯留のあと有り)	順調	流入なし
6	4月25日	-	-	-	-	-	-	順調(1cmは、かなり閉塞、5cmまで貯留のあと有り)	順調	流入なし

ほとんどの水が副に流れていた。6mmの孔は1～2週間で閉塞することがわかった。6月26日に2段及び副の孔を10mmに拡大すると、7月16日には主処理でほとんど処理され副にはわずしか流入していなかった。7月29日の状態から推定すると、1段の11mmの孔は40日～50日で閉塞し、副の10mmの孔は20～30日で閉塞することがわかった。これらのことから1型の流量調整槽では、孔を10～11mmにすれば1か月程度は使用できるが、始めは流れ

すぎ、しだいに閉塞して無処理放流されてくると考えられ、良好な調節は期待できないことがわかった。そこで8月26日に2型の流量調整槽を設置した。この槽の場合、図11のとおりで、計算では流量調節能力は少なく、副には流れないことになる。しかし閉塞してくれば良好になる可能性があると考えて行った。設置してから半月後には、閉塞せずほとんどが主処理槽に流入していたが、副にも少量は流入していた。その後も同様な結果となり、

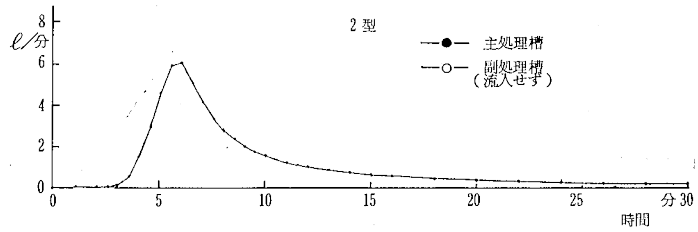
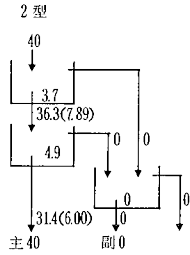


図11 2型の流入後30分の流量の変化及び残量等

3.5か月を経過しても、閉塞することはないが、副に分
配される量が少なく良好に調節できないことがわかった。

そこで3型の流量調整槽で検討することにした。この槽
の場合、図12のとおりで、3mm程度の孔で流量調節でき

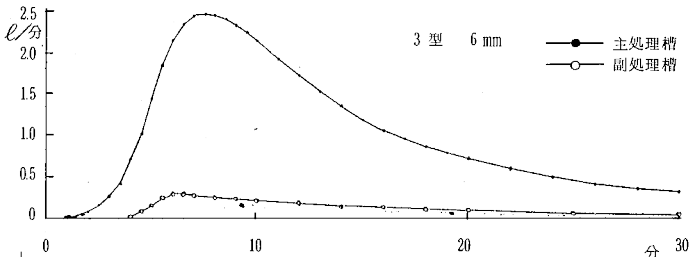
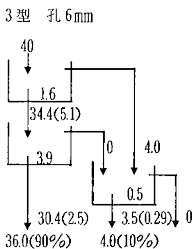
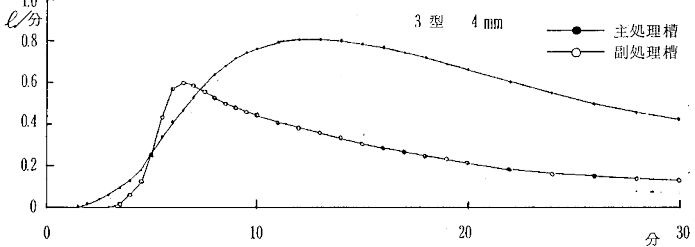
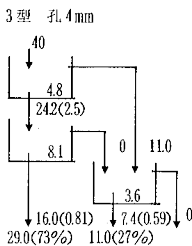
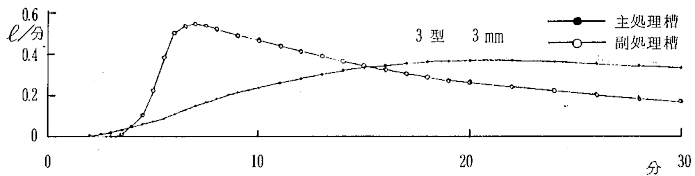
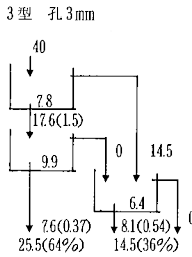
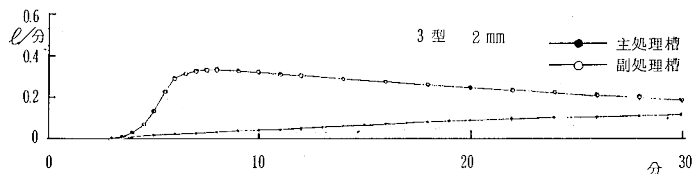
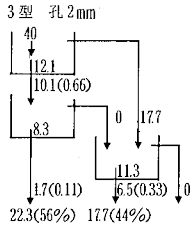


図12 3型の流入後30分の流量の変化及び残量等

ることが予測できたので、閉塞後にこの程度の孔になる
ことが望ましい。この槽の場合、1型の改良型と考えら
れ、閉塞を考慮に入れなければ、水位が上がる程多量に
流出することが異なるのみである。しかし、閉塞は低い

流出口から進むと考えられることから、低い流出口では
流量調節ができ、水量が増加しても無処理放流されるこ
とがないものができるのではないかと考えた。まず、す
べての孔の径を16mmにして12月22日に設置した。約50日

で1cmの流出口のみ、ほとんど閉塞したが、3cmの流出口までは水位が上がることは少なく、約100日後でも副にほとんど流入しなかった。3月30日に、孔の径を13mmにして設置した。約10日後には、3cmの流出口まで水位が上昇し、約25日後には1cmの流出口がかなり閉塞し、5cmまで水位が上昇していたが、副にはまだ流入しなかった。高い水位の流出口は、原水の流入時のみ貯留し、他の時間帯は空中に出ることから、閉塞はしないことがわかった。

これまでの結果を総合すると、排水が貯留している状態では、孔の径が11~13mmで約1ヶ月で丁度良い径となり、16mmでは閉塞が少なすぎる。また貯留していない状態では、閉塞しない。このことから、3型で1cmの流出口を11~13mmの孔にし、5cmと7cmの流出口を3~4mmの孔にし、3cmの流出口をその中間の径にすると、閉塞せずに適当な流量に調節できる可能性があることがわかった。

なお3mmの孔の径があれば、次の流入時（1時間40分後）にも充分対処できる。また、厨房排水の場合、流量調節とともに、高濃度負荷の処理がどうなるかが問題であったが、表4のとおりで、滞留時間さえとれば全雑

排水集合排水と同様に処理されることがわかった。

2. 全雑排水集合排水処理について

始めに1型の流量調整槽で検討することにした。全雑排水集合の排水では、風呂の水抜き時に最大の排水強度になり、洗濯及び風呂の水抜き時に流量が最大となることが考えられ、この時の流量調節が重要である。洗濯及び風呂の水抜きの時間帯は、アンケート調査結果³⁾によれば、洗濯は朝が86%と多く、朝7時10分頃に、風呂の水抜きは夜が56%と午前中より少し多いので、21時30分頃に排水されると仮定した。この2つの水量調節が行えれば、他の排水は主として主槽に流れると考えられるので、これらについて計算した。洗濯時170ℓ(10ℓ/分×17分)及び風呂の水抜き時120ℓ(60ℓ/分×2分)と仮定し、どのように流量調節されるかを、図9に示した項目について30分間の変化を計算した。1型では1段の孔

表5 全雑排水集合排水の検討経過

番号	期 間	孔の直径(mm)			備 考
		1段	2段	副	
1	62年6月4日 ~6月26日	1	16	6	6月11日採水
2	6月26日 ~7月16日	1	16	11	7月16日沈でん槽設置 8月6日2型に変更
3	8月6日 63年4月25日	2	—	—	9月25日浮遊物除去ネット設置

表6 全雑排水集合排水処理装置の除去率及び流量調整槽の状態

番号	調査月日	主 処 理 槽			副 処 理 槽			流量調整槽の状態		
		BOD 除去率(%)	COD 除去率(%)	その他の水質	BOD 除去率(%)	COD 除去率(%)	その他の水質	1段	2段	副
1	6月11日	28	40	窒素は不良	—	—	—	ほとんど 閉塞	ほとんど 閉塞	閉塞
1	6月26日	—	—	—	—	—	—	閉塞	閉塞	閉塞
2	7月16日	—	—	—	—	—	—	閉塞	閉塞	閉塞
3	8月26日	63	61	良好	87	69	窒素は不良	順調	順調	順調
3	9月10日	93	75	窒素・りんは不良	52	33	—	ほとんど 閉塞	順調	順調
3	9月18日	—1	—18	不良	—60	—6	不良	順調	順調	順調
3	9月30日	—	—	—	—	—	—	順調	順調	順調
3	11月2日	—18	5	SSのみ良好	31	15	不良	ほとんど 閉塞	順調	順調
3	11月19日	—9	—22	不良	56	62	SSのみ良好	順調	順調	順調
3	11月30日	37	40	不良	97	45	良好	順調	順調	順調
3	12月11日	46	57	良好	61	42	良好	順調	順調	順調
3	1月5日	—8	—9	不良	40	41	良好	順調	順調	順調
3	1月25日	61	57	良好	77	75	良好	順調	順調	順調
3	2月12日	29	14	SSのみ良好	4	9	不良	順調	順調	順調
3	3月9日	69	67	SSのみ良好	87	65	不良	順調	順調	順調
3	3月30日	39	38	りんは不良	25	13	SSのみ良好	順調	順調	順調
3	4月11日	33	21	不良	—80	—54	不良	少し閉塞	順調	順調
3	4月25日	—	—	—	68	49	SSのみ良好	閉塞	順調	順調
3	平 均	33	30		39	33				

の径を16mmとしても風呂の水抜き時には、槽から一時的に水がオーバーフローすることになる。実際には、表5に示したとおり、約40日間程度1型で検討した。まず1段を16mm、他を6mmにして設置した。ところが、木の葉

等の大型の浮遊物で閉塞することがわかった。そこでこれらの浮遊物が詰まらない場合にもオーバーフローするかどうかは確認できなかったが、このままでは流量調節できないと考えられた。7月16日に網を入れた沈でん槽

を図5のとおり上に載せた。8月6日に2型に変更し、この型で検討を続けている。2型についても水量を仮定して計算したところ、風呂の水抜き時にも流量調節ができるが、洗濯時の水量でも、ほとんどが主槽のみに流入することになる。風呂の水抜き時には大部分の水量が、洗濯時には一部の水量が、副流量調整槽から越流管を通して無処理放流されなければ、処理槽の滞留時間が保てないので、不都合となる。このように、2型の場合は流れすぎの計算となるが、適度に閉塞すればよいと考えられ、これで行うことにした。除去率及び槽の状態は表6のとおりとなった。時々閉塞することはあったが、比較的順調に流れていた。しかし水質及び流量とも大きく変化するため、除去率と滞留時間（流量調節の状態の参考になる）の関係が、はっきりとはつかめなかった。そのため、平均除去率で流量調節の全体的な状態を調べた。平均除去率は、BODで主処理槽33%、副処理槽39%と、一定流量で行った除去率60%¹⁾に比べてはるかに悪く、良好な流量調節ができなかったと考えられる。このことから、この方式（主槽2段及び副槽の3段の流量調整槽）のみにより、全雑排水を適当に流量調節することはできないことが考えられる。水量を仮定して計算した結果では、2型の流量調整槽の流出水は、流量調節されていない厨房排水程度以下には調節されている。このことから、流量調整槽をさらに付加することにより、良好な流量調節が行われる可能性はあると考えられる。しかし、装置の高さが170cm以上となり現実的でないで行わなかった。また、流入パイプの部分で一定排水強度（10ℓ/分程度）以上を分離放流する装置を作ることも考えられる。

ま と め

昭和59～61年度に試作した簡易処理装置の流量調節を行うため、流量調整槽を考案し、厨房単独排水家庭及び全雑排水集合排水家庭に、この装置を設置して検討を行っている。この結果は次のとおりである。

1. 厨房単独排水を1型の流量調整槽で調節した場合、孔の径が10～11mmで1か月程度使用できるが、設置当初は流量が多すぎ（調整不足）、しだいに閉塞して1か月後には無処理放流されることになり、良好な調節機能が維持できないことがわかった。
2. 2型の流量調整槽では、閉塞することなく使用できるが、3か月以上を経ても流量が多すぎ（調整不足）、良好な調節機能がなかった。
3. 3型の流量調整槽では、1cmの高さの流出口径を11～13mm、5cmと7cmの高さの流出口径を3～4mmというように、適度な流出口径に調節すると、流量調節ができ

る可能性があることがわかった。

4. 全雑排水集合排水の場合、排水強度の変化が特に大きく、1型の流量調整槽で調節した場合、オーバーフローも予想され、また大形の浮遊物で閉塞し、使用できないことがわかった。

5. 2型の流量調整槽では、閉塞せずに一部流量調節できるが、処理装置のBOD除去率が30%台と悪化することから、この方式のみにより流量調節することはできないことがわかった。これを処理するためには、さらに槽を付加するか、他の方式のものを付加する必要があることがわかった。

なお、本調査研究を行うにあたって、御協力をいただいた、今雪純意氏並びに今雪宗良氏に深謝いたします。

文 献

- 1) 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、11,13（1986）
- 2) 西原幸一、藤田久雄、冠野禎男、他：第22回水質汚濁学会講演集、277（1988）
- 3) 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）
- 4) 武藤暢夫：用水と廃水、19,5,61（1977）
- 5) 生活雑排水対策調査検討会：生活雑排水対策調査（中間報告）（IV）