論 文 要 旨

個別家庭用生活雑排水処理装置の実用性能（その1）排水量と水質

浦野 紘平* 井上 充** 井口 潔** 新出 雄彦* 鈴木 賢司*

* 横浜国立大学工学部 ** 神奈川県公害センター

〈水質汚濁研究 Vol.9 No.7 (1986) pp.429~436〉

家庭雑排水は公共用水域の汚濁に大きな負担を与えている。本研究は、下水道の普及しにくい地域の個別家庭の雑排水を処理するために開発した小型装置を9家庭に設置し、約18か月に亘って実用試験を行った結果をまとめたものである。装置は容量約200lの予備処理槽と多孔質人工石を充填した同じ大きさの浸漬ろ床槽からなり、炊事、洗濯、風呂等からの全雑排水を処理した。家庭及び時間によって、排水量及び流入水濃度は著しく異なったにもかかわらず、処理水質の出現確率50%値は、BOD13, COD15, SS17, TOC13, MBAS1.1mg/l, 標準偏差は、BOD20, COD11, SS24, TOC8, MBAS3.8mg/lとなり、若干の改良点はあったものの、本装置によってかなり良い処理ができることが確められた。また、BODとCOD及びTOCとの間には明確な相関が認められたが、BODとSSとの間には相関は認められなかった。

水中フミン質の塩素処理におけるクロロ酢酸類及び抱水クロラルの生成

杉野 邦雄* 西 末雄* 大浦れい子* 堀本 能之*

* 化学技術研究所分析化学部

〈水質汚濁研究 Vol.9 No.7 (1986) pp.437~444〉

有機ハロゲン物質生成の主要な前駆物質であるフミン酸を塩素処理し、生成するジクロロ酢酸(DCA)、トリクロロ酢酸(TCA)、抱水クロラル、クロロホルムおよび全有機塩素(TOC1)を定量し、これら有機塩素物質生成の経時変化、pHの影響を調べ、次のような知見が得られた。

中性での経時変化：DCA、TCAおよび抱水クロラルの濃度は時間の経過に従い増加した。TCAの濃度はクロロホルムより高い。DCA、TCAおよび抱水クロラルの合計がTOC1中に占める割合を算出すると24時間の反応で31%、一方クロロホルムは17%であった。

pHの影響：DCA、TCAおよび抱水クロラルの挙動はクロロホルムと異なった。TCAは中性、酸性で多く生成するが、アルカリ性で減少した。DCAおよび抱水クロラルは比較的pHに影響されない。

それから、フルボ酸も同様に塩素処理した結果、フミン酸と似た傾向を示す事が分かった。

〈論 文〉

個別家庭用生活雑排水処理装置の実用性能 (その1) 排水量と水質

Performance of a new equipment for treating gray water
from individual household (Part 1) Flow volume and water qualities

浦野 紘 平* 井上 充** 井口 潔**
Kohei URANO Mitsuru INOUE Kiyoshi IGUCHI

新出 雄彦* 鈴木 賢司*
Katsuhiko NIIDE Kenji SUZUKI

Abstract

A new equipment for treating gray water from individual household was tested at 9 houses during approximately 18 months. The equipment is composed of 200 liter tank (first tank) for pre-treatment and 200 liter submerged biofilter tank (second tank) packed with artificial gravels. The volume and the concentration of gray water discharged from each house were different and varied greatly with time. However, the qualities of the treated water were good enough as follows; the 50% probability values of BOD, COD, SS, TOC and MBAS were 13, 15, 17, 13 and 1.1mg/l, and their standard deviations were 20, 11, 24, 8 and 3.8mg/l respectively. The correlations between BOD and COD or TOC were obtained distinctly, but BOD and SS did not show any clear relationship.

Key words: gray water, wastewater from household, submerged biofilter

1. はじめに

環境白書によると、水質環境基準の達成率は、健康項目では99.9%に達しているものの、生活項目では約60%にすぎない。この数字は、水質汚濁状況の改善には、生活排水対策を推進することが不可欠であることを示している。従来、生活排水対策は下水道の普及を中心に考えられてきた。しかし、人口密度の高い地域を中心に普及されている現在でも、下水道の普及には多額の費用を要し、しかも工事に長期間を要することなどの多くの問題点が指摘されている¹⁾。このため、人口密度の低い地域、あるいは種々の理由で数年以内に下水道普及が望めない地域に対しては、下水道以外に何らかの生活排水処理方法を導入する必要がある²⁾。

下水道以外の生活排水対策として合併処理浄化槽の普及が考えられている。しかし、合併処理浄化槽は、

団地やアパートなどで51人以上の多人数用に使用されているのが一般である。生活排水の大部分を占める個別家庭からの排水処理に合併処理浄化槽を用いる場合には、水量や水質の変動の大きな炊事、洗濯、風呂などからの雑排水をし尿と混合するために、安定した処理を行って衛生上の安全性を確保するには数 m³の大型装置とする必要がある。このため、装置が高価となり、大きな設置面積を必要とし、設置工事も大がかりになるので広く普及するのは容易ではない。個別家庭用の装置としては、し尿を単独浄化槽で処理した後の水と雑排水とを混合して処理する、いわゆる変則合併処理の装置もある。しかし、この場合も単独処理浄化槽の機能が不十分な場合が多いため、処理が安定しにくく、大型で高価な装置となり、広く普及するには問題がある。また排水をトレンチなどで土壌に浸透さ

* 横浜国立大学工学部 〒240 横浜市保土ヶ谷区常盤台156, Faculty of Engineering, Yokohama National University, 156 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama, 240 Japan

** 神奈川県公害センター水質部 〒241 横浜市旭区二俣川1-87-1, Water Quality Department, Kanagawa Prefectural Environment Center, 1-87-1 Futamatagawa, Asahi-ku, Yokohama, 241 Japan

せる方法もあるが、この方法も、大きな設置面積を必要とし、かなりの費用を要するだけでなく、負荷量が多いと閉塞する危険性があるので前処理を充分に行う必要があることや、地下水汚染の心配もあり、広く普及するには問題がある。一方、かなりの数が普及している沈殿すすは、安価であるが、雑排水の全汚濁負荷の50~60%の負荷を与える炊事(厨房)排水のみを対象とするものであり、しかも1か月に1度以上の汚泥抜き取りを行ってもBOD除去率は20~40%³⁾で、雑排水の全汚濁負荷量の約10~25%程度しか削減できない。また、汚濁物質が腐敗して臭気が発生することや、抜き取った汚泥の後処理が必要なことを考えると、負担に比して水質汚濁状況の改善に対する効果が少ないといえる。この他に、厨房排水のみを対象とする比較的小型で安価な微生物処理装置もある。このような装置の中には、BOD除去率が70~80%となるものがあるが⁴⁾、それでも雑排水の全汚濁負荷量の40~50%しか削減できないので、沈殿すすと同様に、負担に比して水質汚濁状況の改善に対する効果が少ないといえる。

以上のような現状から、本研究では、個別家庭で雑排水の全量を処理できる新しい装置の開発を試みた⁵⁾。

2. 開発の基本的考え方

すでに述べたように、広く普及させられる個別家庭用生活排水処理装置は、つぎのような諸条件を満たす必要がある。(1)設備費や維持管理費が安い。(2)小型で設置面積が小さい。(3)変動に強く、汚濁物質の除去率が高い。(4)故障が少なく、維持管理が容易である。(5)汚泥の発生量が少ない。しかし、これらの中には、互いに相反する条件があるため、従来の装置のように、ある条件を十分に満たそうとすると、他のいずれかの条件がほとんど満たせなくなり、広く普及させることができなくなる。そこで、本研究では、上記の(1)~(5)について、とくに大きな問題がないように、以下のような総合的最適条件を満たすことを考えた。

(1)装置価格が安価であり、設置工事も容易で安くでき、消費電力が少なく、電力費等の全維持管理費が月に1000円程度である。

(2)装置が小型で、5人用装置の設置面積が1 m²以下である。

(3)水量、水質の大きな変動があっても、1日の全雑排水のBOD量の平均80%以上を除去できる。

(4)閉塞がなく、発泡、悪臭が少なく、複雑な維持管理を必要としない。

(5)汚泥の発生量が少なく、汚泥抜き取りは1~2年に1回程度でよい。

ここでとくに重要なことは、一時的な処理水質の悪

化や特殊な家庭の除去率の低下をあまり問題とせず、1日のBOD量を平均で80%以上除去することを目標として、他の条件をほぼ満たせるように考えたことである。すなわち、生活雑排水の排出状況は家庭ごとに大きく異なり、また同一家庭でも時刻や日によって大きく変動するので、全家庭について、どのようなときにも処理水質を一定値以下に保つためには、かなりの大きな装置にせざるを得ない。そこで装置を設置した地域全体の1日積算のBOD排出総量を削減できればよいと考えた。またBOD量の除去率が70%以下では水質汚濁状況の改善に不十分であり、また完全混合型生物処理の理論によれば90%以上にするには80%の場合の2倍以上の大きさの装置を必要とするため、80%除去を目標に定めた。

本研究では、以上のような厳しい諸条件を満たせる処理方法として、多孔質人工石をろ材とした浸漬ろ床法を採用し、別報⁶⁾の基礎研究成果をもとに製作した5人用装置を試験設置し、水量や水質を測定し、処理能力を調べた。

3. 試験装置

3.1 構造と仕様

排水処理フローは、野菜くず、石けんかす、毛髪、繊維くずなどの大きな固形物を除去するためのスクリーン、洗剤などの濃度を調整し、大きな懸濁物質を沈殿分離し、また汚濁物質の一部を生物分解する第1槽(調整槽)、多孔質で軽量の人工石を充填して汚濁物質を生物分解する第2槽(浸漬ろ床槽)、及びこれに空気を送入するブローアから構成されている。

実際に試験した装置は、設置後に、いくつかの改良を行ったが、基本的にはFig.1に構造、Table 1に仕様を示したような装置である。

3.2 ろ材

浸漬ろ床槽のろ材には、多孔質人工石を用いた。この多孔質人工石は、天然鉱物を原料とし、数 μm から数百 μm の孔を多数もつもので、微生物の付着性がよく、また軽量で強度も大きい特徴がある。第1~8宅では、当初はTable 2に示した真密度1.35g/cm³の人工石Aを用いたが、汚濁物質量の多い一部の家庭で閉塞がみられたので、真密度1.05g/cm³の人工石Bを用いたり、プラスチック製ネットリング約50 lの上に人工石Aを充填することによって閉塞をなくした。

3.3 設置家庭

装置を試験設置した家庭の所在地、家族構成、世帯主の職業、設置年月などをTable 3に、また各家庭の排水の特徴をTable 4に示す。家族数は2~6人であり、5人を越える家族もあった。また、水利用の状況

Fig. 1 Test equipment for treating gray water from individual household.

Table 1 Specifications of the equipment

First tank	Made of PVC; Capacity 200l; Area 0.31m ² ; Pre-aeration 1l/min.
Second tank	Made of PVC; Capacity 200l; Area 0.31m ² ; Filter media 170l; Aeration 25l/min.
Blower	Rotary type; Power 25W; Oil 400ml

Table 2 Properties of filter media

Filter media	Shape	Size (mm)	Packed density (g/cm ³)	Apparent density (g/cm ³)	True density (g/cm ³)	Packed void (%)	Particle porosity (cm ³ /g)
Artificial gravel A	Indeterminate	10—30	0.55	1.10	1.35	50	0.17
Artificial gravel B	Sphere	15—25	0.39	0.75	1.05	48	0.38
Plastic	Net ring	39	0.04	0.90	0.90	96	0.0

Table 3 State of each house installed the test equipment

House No.	Location	Families Adult	Child	Occupation of the head	Installed date
1	Tsukui District	2	2	Public official	May, 1983
2	Tsukui District	6	0	Farmer	May, 1983
3	Tsukui District	3	0	Public official	May, 1983
4	Tsukui District	3	0	Company employee	May, 1983
5	Tsukui District	2	0	Farmer	May, 1983
6	Ayase City	3	2	Factory manager	June, 1983
7	Ayase City	5	0	Company employee	June, 1983
8	Yokohama City	3	2	Public official	Feb., 1983
9	Yokohama City	3	2	Company employee	April, 1984

Table 4 Characters of gray water from each house

House No.	Character
1	Sewage volume and oil were a little more.
2	Sewage volume and oil were plenty. Not only tap water but also well water were used.
3	Sewage volume per person was a little more because of two residents only.
4	Not only tap water but also river water were used.
5	Pollutants were very little because waste oil, soup and solids were disposed to landfill.
6	Sewage volume and pollutants were very much because laundry was carry out many times in a day.
7	Sewage volume and pollutants were normal but solid refuse was a little more.
8	Sewage volume and pollutants were normal.
9	Sewage volume and pollutants were plenty.

も水道水のほかに井戸水や沢水を利用している家庭があり、また洗濯回数の著しく多い家庭もあって、必ずしも平均的な家庭ばかりではなかった。

4. 調査方法

4.1 排水量調査

1日の排水量及び各時間での排水量は、水道メーターの読みから、浴槽の給水と排水をそれぞれ聞き取り等によって補正し、さらに水洗便所を利用している場合には、6～9時に15l/人、18～20時に5l/人だけ差し引いて求めた。この水洗便所用水の補正は正確では

ないが、1日の排水量に対する誤差は小さいと考えられる。なお第2宅では、水道水のほかに井戸水を使用していたので、井戸にメーターを取りつけるまでの約4ヶ月間は正確な井戸水量が求められなかった。

4.2 水質調査

水質調査はTable 5に示すように、第1槽の水、すなわちスクリーンで固形物が除かれ、また大きな懸濁物質が沈殿分離され、一部が生物分解された水と、第2槽の上部の水、すなわち浸漬ろ床処理水とを高負荷時の10時頃、または低負荷の13時頃に採取して水質測定を行う調査(以下、通常調査という)、及び流入水を6時～23時まで12～15回採取して水質測定を行う調査(以下、通日調査Iという)と通常調査と同様の水を6時～23時まで約2時間おきに8～10回採取して水質測定を行う調査(以下、通日調査IIという)を行った。なお、通日調査では全サンプルを各々測定した場合と水量比例で混合したコンポジットサンプルとして測定した場合がある。各調査での水質測定項目は原則としてTable 5に示した通りであり、測定方法はJIS K0102「工場排水試験方法」によった。ただし、TOCは、ホモジナイザーでSSを十分に微粉碎して測定し、DOCは0.45 μ mメンブレンフィルターでろ過して測定した。

Table 5 Investigation methods and items

Investigation items	Investigation method		
	General	All day(I)	All day(II)
Sampling times	1~2/d	12~15/d	8~10/d
Sampling point	1st tank* ¹ 2nd tank* ²	Inlet of 1st tank* ³	1st tank* ¹ 2nd tank* ²
Flow volume	No	Yes	Yes
BOD	Yes	Yes	Yes
COD	Yes	Yes	Yes
SS	Yes	Yes	Yes
TOC	Yes	Yes	Yes
DOC	Yes	Yes	Yes
MBAS	Several	Yes	Yes
n-Hexane	Several	Several	Several
pH	Yes	No	Yes
DO	Yes	No	Yes
T-N	Several	Several	Several
T-P	Several	Several	Several
Microorganism	Several	No	No
Solid in screen	Several	No	Several
Sediment volume	Yes	No	Yes
Oil in blower	Several	No	Several

* 1 Pre-treated water, * 2 Treated water, * 3 Raw water

5. 結果と考察

5.1 排水量

i) 時間変動

排水量の1日の変動の例をFig. 2に示す。いずれの家庭でも洗濯の行われる7時～11時頃と、夕食の準備とかがたづけ及び入浴が行われる17時～21時頃に排水量が多くなっている。とくに洗濯排水だけで約150～1500 lの排水があり、全排水量の約30～60%を占めていた。これに対して浴槽の水は短時間に排出されるが、約100～200 lであった。したがって洗濯の行われなかった日には、午前中の排水量がかなり少なくなった。30分間での最大排水量は380 l、1時間での最大排水量は490 l、2時間での最大排水量は658 lであり、最低排水量は0 lであった。

ii) 家庭による相異

各家庭の各通日調査日の排水量の最大、最小、平均及びこれから算出した1人1日あたりの平均排水量をTable 6に示す。Table 6からわかるように第2、6、9宅は、排水の絶対量及び1人1日あたりの排水量とも著しく多く、また第3宅では絶対量は少ないが、家族数が2人であるために1人1日あたりの排水量はやや多くなっていた。このような排水量の相異は生活様

Fig. 2 Examples of variation of flow volume.

Table 6 Flow volume per day for each house

House No.	Invest. times	Flow volume			
		Min. (l/d)	Max. (l/d)	Mean (l/d)	(l/person · d)
1	6	556	1164	885	221
2	4	1765	2449	2076	346
3	6	130	897	524	262
4	4	142	1576	607	202
5	4	166	868	472	236
6	2	2478	2500	2489	498
7	3	500	1169	820	164
8	8	682	1373	1038	208
9	3	998	1830	1580	316

式の相異によるところが大きい。たとえば第2宅では水道水のほかに井戸水を使用しているために使用水量が多くなっていると考えられ、また第6宅は、世帯主が自営業主で従業員が仕事に使用した作業着を洗濯するので、洗濯回数が著しく多いために排水量が多くなっていると考えられる。なお、第4、5宅では冬期には凍結防止のために終日流水していたので排水量が多くなっているが、この期間を除くと排水量はかなり少ない。なお、第1～5宅及び第8宅については長期間の水道水及び井戸水の使用量を調べ、1日あたりの平均水使用量を計算し、通日調査日の平均排水量と大差ないことを確認した。

5.2 水質

i) 時間変動と家庭による相異

第1槽の水と処理水のBODの1日の変化の例をFig.3に示す。多くの場合に、排水量の多い朝の洗濯と朝食前後の時間帯及び夕方の夕食前後と入浴の時間帯に汚濁物質濃度も高くなる傾向は認められるが、必ずしもそうならない場合もあった。また第1槽のBODがかなり変動しても処理水のBODの変動は小さいことがわかる。

第1槽の水のBOD値についてみると最高は670 mg/l、最低は約5 mg/lであり、きわめて大きな巾があった。とくに第1宅の58年11月の調査日は著しく汚濁物質濃度が高く、第6宅の59年2月の調査日もかなり高かった。すでに述べたように第1宅、2宅は油の排出量等が多い家庭であり、第6宅は洗濯回数が著しく多い家庭である。これに対して第5宅はいずれの調査日も汚濁物質濃度がかなり低かった。この第5宅は米のとぎ汁や余った汁物などは土にもどし、排水に入れないよう心がけている家庭である。

ii) 相関

通常調査で測定された第1槽の予備処理水及び第2槽の処理水について、BODとCOD、TOC、またはSS

Fig. 3 Examples of variation of BOD (● pre-treated water, ○ treated water).

との相関関係をFig.4～6に示す。

これらの図によるとBODとCODとの間には、相関係数0.72で、(1)(2)式で表わされる相関が認められた。

$$\text{COD} = 0.36\text{BOD} + 8.0 \cdots \cdots (1)$$

$$\text{BOD} = 2.8\text{COD} - 22.2 \cdots \cdots (2)$$

また、BODとTOCの間にも相関係数0.65で(3)、(4)で表わされるような相関が認められた。

$$\text{TOC} = 0.40\text{BOD} + 9.0 \cdots \cdots (3)$$

$$\text{BOD} = 2.5\text{TOC} - 22.5 \cdots \cdots (4)$$

したがってTOCとCODの関係はほぼ(5)、(6)式で表わされることになる。

$$\text{COD} = 0.90\text{TOC} - 0.1$$

Fig. 4 Correlation between BOD and COD by KMnO_4 (● pre-treated water, ○ treated water).

Fig. 5 Correlation between BOD and TOC (● pre-treated water, ○ treated water).

Fig. 6 Correlation between BOD and SS (● pre-treated water, ○ treated water).

$$\text{TOC} = 1.1\text{COD} + 0.1$$

しかし、BODとSSとの間には、明確な相関は認められなかった。

iii) 分布

約140回の測定のうち数回は、浸漬ろ床槽が閉塞状態であったり、薬剤の流入があったため、処理水質が悪化していた。そこで、このような数回のみを除いた通常調査日に測定された水質値及び通日調査日において通常調査日と同時刻に測定された水質値を第1槽の予備処理水と第2槽の処理水に分けて、非超過確率すなわち水質値とその水質値以下となった割合との関係として正規確率用紙でFigs.9~11に示す。いずれもほぼ直線となり、これらの水質の出現確率は正規分布とみなせた。そこで50%値 μ 及び標準偏差 σ を求めてTable 7に示した。これらの結果から、処理水質は50%が、BOD13mg/l以下、COD15mg/l以下、SS17mg/l以下、MBAS1.1mg/l以下となり、80%がBOD29mg/l以下、COD25mg/l以下、SS37mg/l以下、MBAS4.5mg/l以下となることが認められた。これらの値は、合併処

Fig. 7 Probabilities of BOD for pre-treated water and treated water.

Fig. 8 Probabilities of COD for pre-treated water and treated water.

Fig. 9 Probabilities of SS for pre-treated water and treated water.

Fig. 10 Probabilities of TOC and DOC for pre-treated water and treated water.

Fig. 11 Probabilities of MBAS for pre-treated water and treated water.

Table 7 Probability parameters for water qualities at general investigations

Water quality	Pre-treated water μ^* (mg/l)	σ^* (mg/l)	Treated water μ^* (mg/l)	σ^* (mg/l)	Removal* of 2nd tank(%)
BOD	100	78	13	20	87
COD	40	22	15	11	63
SS	42	41	17	24	60
TOC	42	41	13	8	69
DOC	18	38	7	5	61
MBAS	9.0	7.2	1.1	3.8	88

* μ : 50% value, σ : standard deviation, Removal was calculated from ratio of the values of μ for treated water to pre-treated water.

理浄化槽及び下水終末処理場の放流水の基準値に比べても十分に満足できる水質である。ただし、処理水のMBASの変動巾はかなり大きく、SSの変動巾もやや大きい。これはMBASを含む洗濯排水が短時間に流入すること、及び洗濯排水や浴槽排水が短時間に流入する際に、余剰の微生物が流出することによると考えられる。

また、水温は夏期には20～28℃、冬期には10～15℃の場合が多かったが、第4、5宅では冬期に凍結防止のために終日流水していたので3～6℃まで下った。しかし、いずれの場合も水温と除去率との間に明確な関係は認められず、低水温でも十分な除去性能を示すことが示された。このことは、従来の活性汚泥法などと異なる点であり、室内実験でも確認されており、本方法の大きな特徴の一つである。

iv) 水質でみた除去率

従来の各種排水処理装置の性能評価に用いられている除去率の多くは、第2槽の処理水水質の50%値と第1槽の予備処理水水質の50%値との比から計算される除去率に相当する。この値は平均水質でみた、第2槽

すなわち浸漬ろ床槽の除去率であり、本装置ではBODで約87%、CODで約63%、SSで約60%、TOCで約69%、MBASで約88%となり、ほぼ満足できる結果となっている。しかし、第1槽での50%水質値は、従来の報告にある雑排水の平均汚濁発生原単位を平均排水量原単位で割って求められる平均流入水質、BOD136～286mg/l、COD96～201mg/l、SS116～130mg/lよりかなり低い。このことは第1槽でも沈殿や生物分解によって汚濁物質が除去されていることを示している。すなわち、装置全体としての除去率は、上記の値にスクリーン及び第1槽での除去率が加えられ、全体に5～15%向上し、とくにSSの除去率が向上すると考えられる。この点を明らかにするためには装置各部分での汚濁物質の除去効果を明らかにする必要がある。また、家庭排水は時間によって排水量及び水質が大きく変動するため、装置の汚濁物質除去性能を正しく評価するためには、1日に流出する汚濁物質の総量と流入する汚濁物質の総量との比から、汚濁物質質量でみた除去率を求めて考察する必要がある。これらの点については続報で報告する。

謝 辞

本研究を行うにあたり、神奈川県環境部水質保全課、綾瀬市生活環境課、藤野町生活環境課、日本ゼオン(株)、オルガノ(株)の方々及び住民の方々に多くの御協力を頂いた。ここに記して深謝致します。

(原稿受理 昭和61年3月17日)

引 用 文 献

- 1) 中西準子(1979)都市の再生と下水道, 日本評論社.
- 2) 新保進(1982)生活雑排水による水質汚濁とその防止対策, 用水と廃水, **24**, 393-396.
- 3) 山浦源太郎, 武田洋一, 松沢克典(1982)沈殿槽による生活雑排水対策, 用水と廃水, **24**, 410-418.
- 4) 松沢克典, 松井優実, 前沢久, 中沢雄平(1983)家庭雑排水の小型ばっ気槽による処理, 第17回水質汚濁学会講演集, 113-114.
- 5) 浦野紘平, 井上充, 岩井良博, 深谷勝久(1983)生活雑排水簡易処理装置の開発, 用水と廃水, **25**, 1219-1228.
- 6) 陸嘉樑, 浦野紘平(1986)浸漬ろ床法による有機性排水の処理(4), 第20回水質汚濁学会講演集, 237-238.
- 7) 環境庁(1982)生活雑排水対策調査, 昭和56年度委託業務報告書.