

家庭用合併処理浄化槽の処理水質向上に関する研究（その2）

木村賢史 嶋津暉之 志村真理
(多摩環境保全事務所)
井上 互 三好康彦
(多摩環境保全事務所)

1 はじめに

各家庭の生活雑排水を便所排水と一緒に処理する家庭用合併処理浄化槽は、下水道未普及地域の河川浄化対策として現在、非常に重要視され、都、国をはじめ、多くの自治体はその設置に対し、補助金の交付を行っている。この合併処理浄化槽はBODの除去については優れた機能を持っているが、現行の処理方式では東京湾、奥多摩湖等、停滞水域の富栄養化を引き起こす窒素とりんを殆ど除去することが出来ない。また、難分解性の有機物質が残留し、処理水の透明感が乏しい。

筆者らは窒素、りんと難分解性有機物質の除去が可能な合併処理浄化槽を開発するため、昭和60年度から実用施設による除去実験を進めてきた。窒素と難分解性有機物質の除去方法について研究した結果は昨年度の年報で報告した。¹⁾

りんについては、一般的には凝集剤添加法や生物学的脱りん法、接触脱りん法などの除去技術があるが、家庭用合併処理浄化槽に設置することを考えた場合、設備費用、維持管理の煩雑さ等の点から、いずれも採用がむずかしい。そこで、筆者らは、設備費用があまりかからず、維持管理も容易な吸着塔方式（吸着剤充填法）を考え、りん吸着剤について種々の実験を進めてきた。この実験により、りん吸着能が高く、目詰まりの少ない吸着剤について一応の目処が得られた。更に、その実験データに基づき、家庭用合併処理浄化槽に付設すべき吸着塔の容量を試算し、実用上の問題点を検討した。この実験と検討の結果を報告する。

2 実験方法

(1) 攪拌試験によるりん吸着能の判定

ア 攪拌試験の方法

充填法によるりん除去実験に使用すべき吸着剤を選択

するため、各種吸着剤について攪拌法によるりん吸着能の試験を行った。試験水は純水にりん酸二水素カリウム (KH_2PO_4) を所定の濃度に溶解させたものを用いた。攪拌は当初は振とう装置を使用したが、比重の大きい吸着剤は十分な攪拌が行われなため、ジャーテスターを使うことにした。試験水に所定の量の吸着剤を添加した溶液をジャーテスターで一定時間攪拌して、その上澄液をろ過し、りん濃度を分析した。同一条件での攪拌試験を2回以上繰り返し、異常値を除くようにした。

イ りん濃度、接触時間及び水温の影響

まず、充填法による除去実験の状況に対応できる攪拌法の条件を知るため、りん濃度、接触時間、水温の影響について予備試験を行った。りん濃度はりん酸態りん ($\text{PO}_4\text{-P}$) として5~25mg/ℓ、接触時間は30分~7時間、水温は5~25℃の間を変化させた。吸着剤は酸化マグネシウム (MgO) を用いた。

ウ 各種吸着剤のりん吸着能

吸着剤に関する文献から²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾、りん吸着能を期待できる化学吸着剤を4種類、土壌を2種類選んだ。6種類の内容は活性アルミナ (Al_2O_3)、ケイ酸カルシウム (CaSiO_3)、 MgO 、消石灰 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)、鹿沼土、黒ボク土である。その他に身近に入手できるものとして普通土を加え、合わせて7種類の吸着剤について攪拌試験を行った。

エ 吸着剤の溶解性

充填実験に用いる吸着剤はりん吸着能だけでなく、溶解性が低いことも必要であるので、攪拌試験のろ過水中に含まれるマグネシウム (Mg) やカルシウム (Ca) 等を分析して溶解性の大小を判定した。

(2) 充填法によるりん除去実験

ア 充填実験の方法

攪拌試験の結果により、選択した MgO と鹿沼土を用

いて充填実験を行った。吸着剤をりん吸着塔に充填し、りん除去率が所定の値に低下するまで通水試験を続けた。試験水は水道水に KH_2PO_4 をPとして5 mg/ℓ溶かしたもの又はりん濃度を同程度含む合併処理浄化槽実験装置の処理水を用いた。充填実験に使った吸着塔の例を図1に示す。

イ 吸着剤の形態

攪拌試験に用いた吸着剤をそのまま充填実験に使用すると、すぐに目詰まりを起こすため、吸着剤の形態を工夫した。MgOについては市販の粒状のもの（粒径2 mm）を水に浸すと、粒子がすぐに崩壊してしまうので、次の四通りの形態を考案した。また、鹿沼土は様々な粒径の土が混じった市販のものから粉末を一部取り除いて使用した。

- ① 鹿沼土混合の粒状MgO: 鹿沼土と粒状MgOを重量比で2:1（容量比で3:1）で混合したもの。
- ② 水和反応後の粒状MgO: 水中に粒状MgOを24時

間浸して粒子表面の水和反応（水酸化マグネシウムや炭酸マグネシウムの被膜の形成）を完了させ、粒子の硬さを増大させたもの。

③ 1200℃焼成MgO: 粒状MgOを1200℃の高温で3時間焼成して結合水と構造水を蒸発させ、粒子の硬さを増大させたもの。

④ バインダー入り粒状MgO: 種々のバインダーをMgOと混合して粒径3 mmの粒子に成形したもの。H-1（アルミン酸ナトリウムを3.3%添加）、H-2（硬化性ポリビニルアルコールを1.7%添加）、H-3（水ガラスを1.7%添加）、H-4（MgOと水酸化アルミニウムを8:2で混ぜたものにアルミン酸ナトリウムを3.3%添加）

ウ 充填実験の条件

充填量、通水量等の充填実験の条件を表1に示す。

(3) 分析の方法

分析の方法を表2に示す。

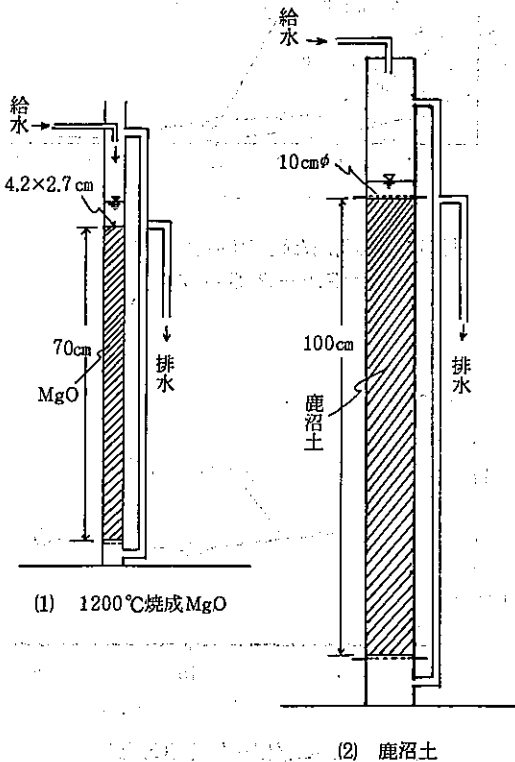


図1 充填実験に用いた吸着塔（例）

表1 充填実験の条件

	鹿沼土混合粒状MgO	水和反応完了粒状MgO	1200℃焼成粒状MgO	バインダー入り粒状MgO				鹿沼土
				H-1	H-2	H-3	H-4	
充填量 (kg)	3	1.6	1.2	1.1	1.7	1.2	2.0	3.5
充填容量 (ℓ)	5.5	1.6	0.8	1.5	2.1	1.7	2.6	7.9
充填層高 (cm)	70	20	70	75	107	85	33	100
断面積 (cm ²)	79	79	11	20	20	20	79	79
通水量 (ℓ/時)	2.9	4.0	2.4	2.3	2.3	1.9	3.3	1.4
LV (cm/時)	37	51	220	120	120	95	42	18
SV (ℓ/時)	0.5	2.5	3	1.5	1.1	1.1	1.3	0.18

[注] LV=通水量/断面積, SV=通水量/充填容量

表2 分析の方法

項目	分析の方法
pH	ガラス電極法
PO ₄ -P	モリブデン青（アスコルビン酸）吸光光度法（オートアナライザー使用）
T-P	ベルオキシ二硫酸カリウム溶液添加分解後、モリブデン青（アスコルビン酸）吸光光度法（オートアナライザー使用）
Mg	原子吸光法
Ca	原子吸光法

3 実験結果と考察

(1) 攪拌法によるりん吸着能の検討

ア りん濃度、接触時間及び水温の影響

図2は攪拌試験におけるりん酸態りんの初期濃度とMgOのりん吸着量との関係を示したものである。りん濃度が上昇すると、MgOのりん吸着量がほぼ比例的に増加していく。この実験データで明らかのように、りん吸着能は初期りん濃度との関係で評価しなければならない。家庭用合併処理浄化槽の場合、その本体ではりんが殆ど除去されないため、りん吸着塔には4~5 mg/ℓのりん(殆どPO₄-Pの形態)を含む浄化槽処理水が流入する。したがって、その条件に合わせるためには、4~5 mg/ℓのりんを含む試験水を用いて攪拌試験を行う必要がある。

次に、図3は同じくMgOを用いて攪拌時間と残存PO₄-Pとの関係を見たものである。攪拌時間が長くなると、次第に残存PO₄-Pが小さくなり、4~5時間ではほぼ平衡値に達する。充填法の場合、水の方は短い時間で吸着剤を通過するが、吸着剤は常にりん含有水と接触しているため、吸着剤の接触時間が非常に長い。その条件に合わせるためには、ほぼ平衡値が得られる4~5時間以上の攪拌試験を行う必要がある。

図4はMgOについて水温と攪拌5時間後の残存PO₄-Pとの関係を見たものである。5~25℃の範囲では水温による吸着能の変化は殆ど見られない。家庭用合併処理浄化槽は地中に置かれているとはいえ、季節によって水温がかなり変わる。しかし、この水温の条件は攪拌試験で考慮する必要はない。

以上の予備試験の結果を踏まえて、攪拌法の吸着試験を次の条件で実施した。①試験水のりん濃度：PO₄-P 5 mg/ℓ、②攪拌時間：5時間、③温度：室温

イ 各種吸着剤のりん吸着能

各種吸着剤についての攪拌試験の結果を図5に示す。吸着量と平衡濃度との関係を表す式はいくつか提案されているが、ここでは最もよく適合することが多いフロイントリッヒの吸着式を念頭において、吸着剤1g当たりのりん吸着量と残残りりん濃度(平衡濃度)の関係を両対数グラフにプロットした。フロイントリッヒの吸着式は経験的に求められた実験式で、吸着量を吸着剤添加量で除したqと平衡濃度Cとの関係を次式で表す。

$$q = k C^{1/n}$$

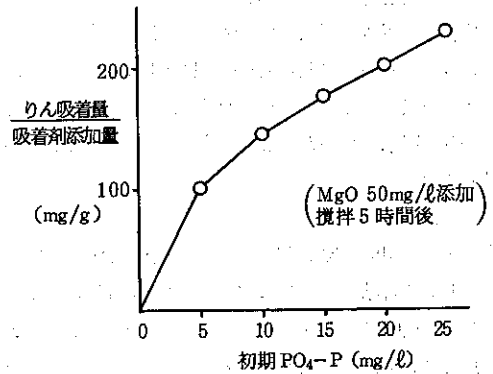


図2 溶液のりん濃度とりん吸着量の関係

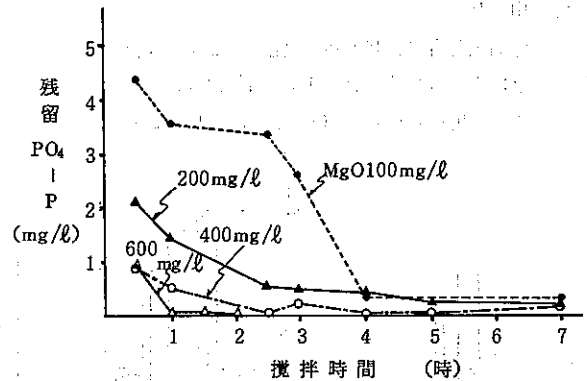


図3 攪拌時間と残残りりん濃度の関係 (原水PO₄-P 5 mg/ℓ)

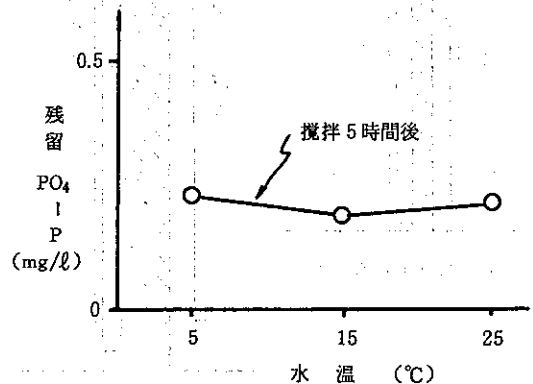


図4 水温と残残りりん濃度の関係 (原水PO₄-P 5 mg/ℓ, MgO 100mg/ℓ)

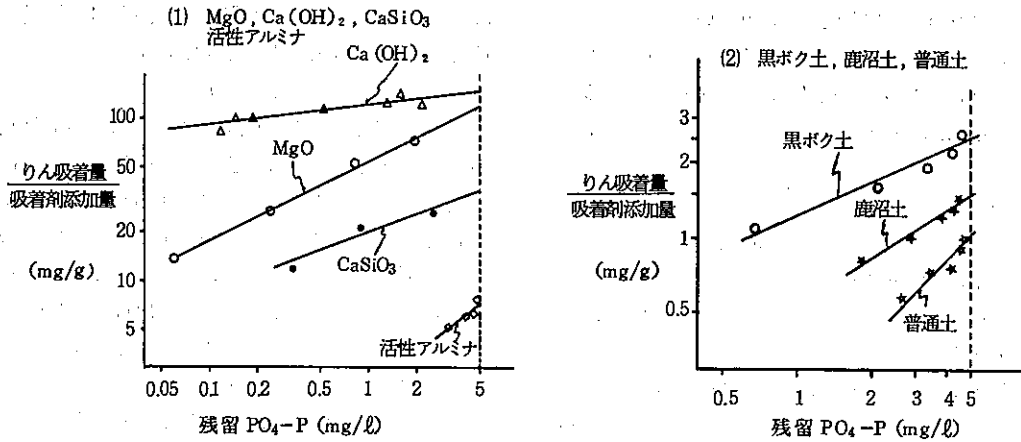


図5 攪拌試験の結果

両辺の対数をとると、 $\log q = \log k + 1/n \cdot \log C$ 。この式の $1/n$ が両対数グラフでの勾配を示す。 $1/n$ が小さくて吸着線の勾配が緩やかであれば、吸着能が大きく、逆に垂直に近い勾配になる場合は吸着能が小さいと判定される。

同図を見ると、化学吸着剤の中で吸着能が大きいのはCa(OH)₂とMgOである。次いで、CaSiO₃、そして、最も吸着能が小さいのは活性アルミナである。活性アルミナはpH 2～3の酸性側で吸着能が中性付近に比べて数倍高くなるとされているが、⁵⁾ MgOの吸着能はそれよりはるかに大きい。三種類の土壌の中では黒ボク土が最も吸着能が高く、次いで鹿沼土である。

図5で吸着線を右側に延長し、残留PO₄-P濃度5 mg/ℓの垂直線との交点を求めた。この交点の吸着量がPO₄-P 5 mg/ℓに対する飽和吸着量を示している。この飽和吸着量を吸着剤別に整理したのが表3である。Ca(OH)₂の飽和吸着量は150mg/g、MgO 120 mg/g、黒ボク土2.5mg/g、鹿沼土1.5mg/gである。

ウ 吸着剤の溶解性

以上の攪拌試験の結果、りん吸着能の高い化学吸着剤はCa(OH)₂とMgOであることが明らかとなった。このCa(OH)₂とMgOの攪拌試験におけるCaとMgの溶出濃度を調べたのが図6である。MgOの場合、添加量が増加してもMgの溶出濃度が20mg/ℓ強で頭打ちになる。それに対して、Ca(OH)₂は添加量が200mg/ℓ以上になると、添加量を増やすほど溶出濃度が上昇し、400mg/ℓでは添加量の6割が溶け出している。

表3 りん飽和吸着量

(平衡溶液のPO₄-P 5mg/ℓ)

吸着剤	飽和吸着量 (mg/g)
MgO	120
Ca(OH) ₂	150
CaSiO ₃	35
活性アルミナ	7
黒ボク土	2.5
鹿沼土	1.5
普通土	1.0

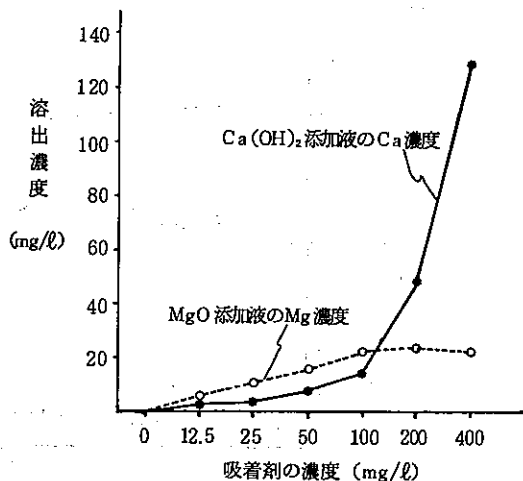


図6 攪拌試験におけるMgとCaの溶出 (攪拌5時間後)

Ca(OH)₂ はCaの溶出濃度がかかなり高い。

文献による溶解度 (20°C) は Ca(OH)₂ がCaとして 892 mg/ℓ, MgOがMgとして3.8mg/ℓである。MgOの溶出濃度が文献値より高くなっているのは水中の炭酸ガスとの反応で、やや溶解度が高い炭酸マグネシウム (Mgとして27 mg/ℓ) が生成されるからと考えられる。また、Ca(OH)₂ の添加量100 mg/ℓ以下ではCaの溶出濃度が低いが、これも炭酸ガスとの反応で溶解度がきわめて小さい炭酸カルシウム (Caとして5.2 mg/ℓ) が生成されるからである。

このように溶出濃度の高いCa(OH)₂ を充填法に用いると、次のような問題が生じる。①吸着剤の損失率が高くなって処理費用が増加する。②処理水中の硬度成分が増大して放流水域の水利用に影響を与える。③4(2)で述べる処理水のpH対策が困難になる。

よって、充填法で使用する化学吸着剤としてMgOを選択することにした。

(2) 充填法によるりんの吸着

ア 酸化マグネシウム (MgO)

(ア) 鹿沼土混合の粒状MgO

この吸着剤を充填して実験した結果を図7(1)に示す。累積通水量4000ℓ付近で処理水T-Pが1.5~2 mg/ℓに達している。りん除去率70%を目標とすれば、この吸着剤の処理可能水量は概ね4000ℓと判断される。吸着剤1 kg当りに換算すると、1300ℓ、吸着剤充填量1ℓ当たりで見ると、730ℓである。通水性はまずまずであ

たが、それでも10日に一度程度、吸着塔に振動を与えて目詰まりを解消することが必要であった。

(イ) 水和反応後の粒状MgO

充填法の実験結果を図7(2)に示す。累積処理水量が5000ℓの段階でりん除去率が70%を割っている。吸着剤1 kg当たり処理可能水量は3000ℓ、吸着剤充填量1ℓ当たり3000ℓである。充填量1ℓ当たりでは(ア)の4倍の値が得られた。通水性は(ア)に比べて改善されたが、1カ月に一度、吸着塔下端出口から水道水で逆洗し、目詰まりを解消することが必要であった。

(ウ) 1200°C焼成粒状MgO

実験結果を図8に示す。70%以上のりん除去率を維持できる処理可能水量は概ね9000ℓである。吸着剤1 kg当たり7100ℓ、吸着剤充填量1ℓ当たり11000ℓで、

(イ)の3倍以上の数字が得られた。今まで、1000°C以上で焼成した硬焼 MgOはりん吸着能を示さなくなると

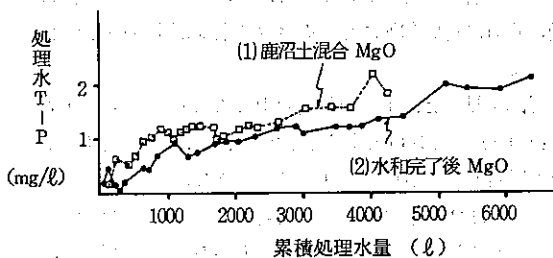


図7 鹿沼土混合 MgO、水和完了後 MgOの充填実験

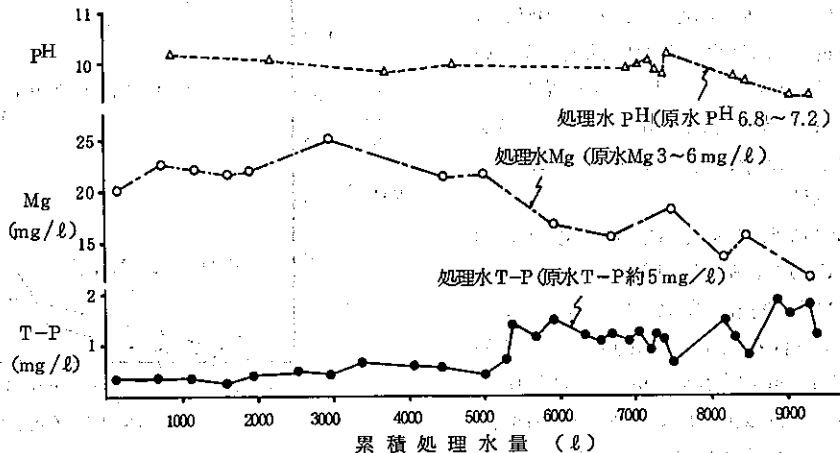


図8 1200°C焼成 MgOの充填実験

2)
 言われてきたことからすれば、これは予想外の結果であった。図9は1200°C焼成MgOについて攪拌法のりん吸着試験を行った結果であるが、吸着線が垂直に近い勾配を示しており、わずかな吸着能しか見られない。にもかかわらず、充填実験では優れたりん吸着能を示した。これは5時間程度の接触時間ではりんとの反応が殆ど進行しないが、充填法でりん含有水と常に接触している状態では徐々に焼成MgOとりんとの反応が進むからだと考えられる。

図8を見ると、処理水りん濃度の上昇とともに、Mgの溶出濃度とpHが低下している。これはりん吸着量の増加に伴い、焼成MgOの粒子表面にりん化合物が沈積

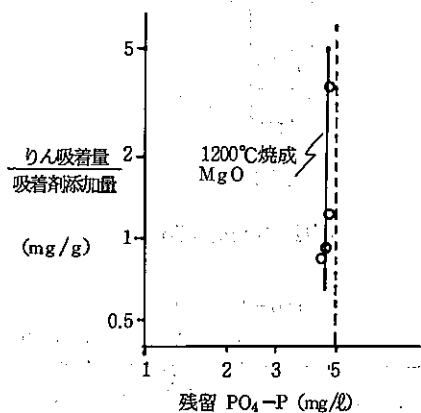


図9 1200°C焼成 MgOの攪拌試験

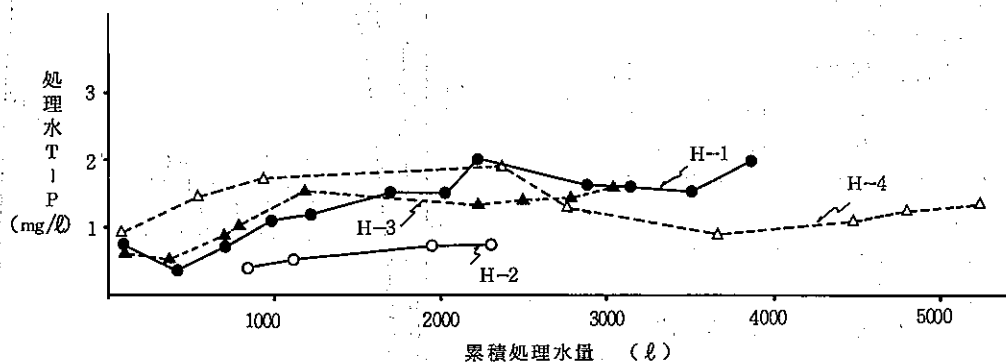


図10 バインダー入り MgOの充填実験

して、Mgが溶け出す活性な面が減少してきたからであると推測される。

また、通水性は当初は良好であったが、時間の経過とともに、上端の粒子が粗粒から細粒へと破壊され、目詰まりが生じてきた。数週間に一度は水道水による逆洗が必要であった。

(エ) バインダー入り粒状MgO

この実験はまだ終了していないが、今までの経過を図10に示す。H-1、H-3、H-4は既にりん除去率が70%前後まで低下している。処理可能水量は2000~5000ℓ程度である。吸着剤充填量1ℓ当たりに換算すると、1000~2500ℓで、1200°C焼成MgOと比べれば、処理可能水量が3割以下である。バインダーとの結合でMgOの反応がかなり抑えられているようである。それに対して、H-2は依然、処理水T-Pが低く、処理可能水量が更に増加するものと予想される。なお、バインダー入りMgOはいずれも通水性が良好であった。

(オ) MgO充填実験のまとめ

以上の充填実験の結果では、1200°C焼成粒状MgOが充填法の吸着剤として最も優れていることが分かった。ただし、バインダー入りMgOについては、H-2が未だ実験の途中であり、また、今後反応性を落とさないバインダー入りMgOが開発される可能性もあるので、更に実験を重ねる必要がある。

イ 土 壤

化学吸着剤と比較するため、土壌についても充填法に

よる吸着実験を行った。攪拌法の結果では黒ボク土のりん吸着能が最も高かったので、まず黒ボク土を用いて充填実験を行ったが、目詰まりがひどく、1週間足らずで通水性がなくなった。充填の段階で土壌の間隙が圧縮されてしまったと考えられる。

そこで、代わりに鹿沼土を使って充填実験を実施した。鹿沼土は通過水量を小さくすれば、連続した通水が可能であった。実験結果を図11に示す。累積通水量660ℓで、りん除去率は70%を下回った。吸着剤充填量1ℓ当たりの処理可能水量は84ℓで、化学吸着剤より2桁小さい。

4 実用化に向けての検討

(1) 充填塔の必要容量

ア 計算式

以上の実験結果に基づき、家庭用合併処理浄化槽の後段にりん吸着塔を設置した場合、どの程度の容量が必要かを試算する。吸着塔処理水の濃度が目標濃度を越えるまでの通水時間(破過時間)は次式で示される⁷⁾。この破過時間から逆算して充填塔の必要容量が求められる。

- $$t_b = \rho \cdot q_0 \cdot f \cdot (Z - Z_a/2) / (u \cdot C_0)$$
- t_b : 処理水の濃度が b に達するまでの破過時間 (時)
 - ρ : 吸着剤の充填密度 (g/ℓ)
 - q_0 : 吸着剤 1 kg 当たり飽和吸着量 (mg/g)
 - u : 処理水の線速度 LV (cm/時)
 - $u = \text{通過水量} / \text{充填塔断面積}$
 - C_0 : 原水濃度 (mg/ℓ)
 - Z : 充填塔の高さ (cm)
 - Z_a : 吸着帯の長さ (cm)
 - f : 吸着剤の有効機能率

ここで、吸着帯とは図12に示すように、それぞれの時点で吸着を行う部分のことで、時間の経過とともに、下方へ移動していく。それより上部は飽和帯となって吸着能を示さない。吸着帯の下端が充填塔の下端に達した時、破過が始まる。

上式において Z_a と f は未知数であるので、その値を定めるため、以下の検討を行った。

まず、 Z_a を求めるため、5cmおきの層別採水が可能で、充填塔に1200℃焼成MgOを入れて、吸着試験を行い、りん吸着帯の長さを調べた。その結果が図13である。明瞭な吸着帯が形成されていないため、その長さを

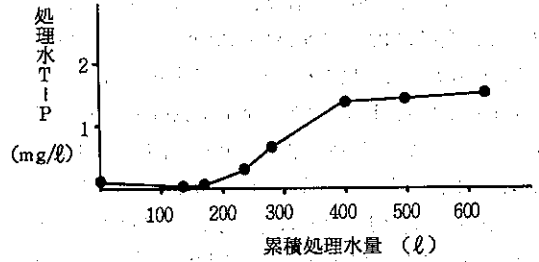


図11 鹿沼土の充填実験



図12 充填塔の吸着帯

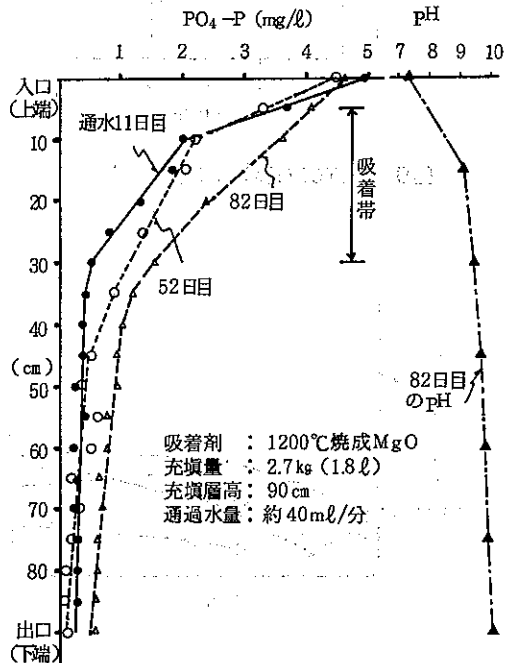


図13 充填塔におけるりん吸着線の移動とpHの縦断変化

読みとりにくいが、概ね25cm程度と判断される。このZaは線速度uに比例する。通水量を増やすと、Zaが長くなって破過が早く始まることになるので、uとの比例係数を求めておく必要がある。その係数は0.2(時)で、Za=0.2uである。

次に有効機能率fとは充填塔内にある吸着剤の一部が有効に働かないことを考慮した係数である。3(2)アで述べた1200°C焼成MgOの充填塔について上記の比例係数からZaを求め(40cm)、処理水T-Pが1.5mg/ℓになるまでの破過時間を計算したところ、8600時間になった。実験の結果では約4000時間であったから、有効機能率fは4000÷8600=47%と推定される。

また、3(2)イの鹿沼土の充填試験についても同様に、有効機能率を求めたところ、48%であった(Zaの比例係数はMgOと同じ値を仮定)。

このように、MgOも土壌も有効機能率fは概ね0.5であるので、破過時間の計算式を次のようにまとめることができる。

$$t_b = 0.5 \cdot \rho \cdot q_0 \cdot (Z - 0.1u) / (u \cdot C_0)$$

イ 計算結果

上式を用いて、1200°C焼成MgOを充填したりん吸着塔と、黒ボク土を充填したりん吸着槽の必要容量を計算した。計算の条件と結果を次に示す。

[条件]

- 処理水量 : 0.9m³/日 (4人家族の標準使用水量)
- 原水T-P : 5 mg/ℓ
- 充填密度 : MgO 1.5kg/ℓ, 黒ボク土 1 kg/ℓ
- 充填層高 : 100cm
- 飽和吸着量: MgO 120 mg/g, 黒ボク土 2.5mg/g
- 必要破過時間
 - MgO : 4カ月に一度の取り換えを想定する。2920時間。
 - 黒ボク土: 充填層の土壌を交換することは困難であるので、処理機能を20年間維持する場合を想定する。175000時間。

[計算結果]

- ① 1200°C焼成MgO : 10 ℓ
 - ② 黒ボク土 : 27m³
- 黒ボク土については充填層の深さを1mとしているので、必要な土地面積は27m²である。その上に構築物を建てることは可能であるとはいえ、27m³の穴を掘って

地下浸透防止の工事をを行い、そこに土壌を充填し、更に吸着槽通過水を地上に汲み上げる施設をつくることはかなりの費用を必要とする。そのまま、地下浸透させる方法をとれば、費用ははるかに安く済むが、その場合は処理水中の硝酸による地下水汚染が心配される。既報で述べた窒素除去法を導入しても、家庭用合併処理浄化槽処理水の窒素成分を完全に除去することはできない。約8 mg/ℓの硝酸性窒素が残留する。

(2) 問題点の検討

ア 処理水のpH対策

前出の図8、13に示したように、MgOを吸着剤に使用すると、pHが10前後まで上昇する。このpHの上昇には二つの要因がある。一つは水中の炭酸成分がMgと結合してしまうこと、もう一つはMgの一部が溶出することであるが、Mgの溶出濃度は15mg/ℓ程度であるから、前者の役割が大きいと考えられる。このpH対策として酸を注入し、pHを中性付近に調節する方法は家庭用浄化槽の場合、設備費用と維持管理の面で現実的ではない。そこで、簡便なpH対策として空気中の炭酸ガスによる中和法を考えた。図14はMgO充填塔の処理水をばっ気してpHの変化を見たものである。約3時間のばっ気でpHは環境基準8.5以下の値になる。したがって、吸着塔の後段に滞留時間3~4時間程度のばっ気中和槽を設置すれば、このpHの問題を解消することができる。

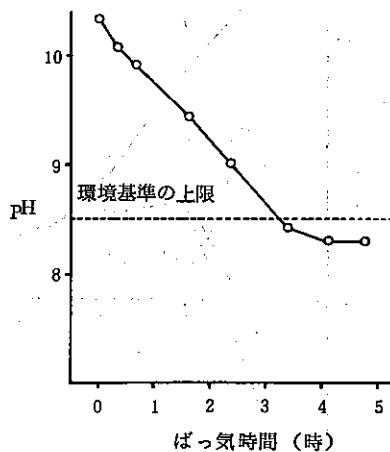


図14 ばっ気によるpHの変化 (試験水: 1200°C焼成MgOを充填した吸着塔の処理水)

イ 目詰まり対策

目詰まりの少ないMgOの形態をいろいろ考案したが、バインダー入りMgOを除けば、数週間に一度の逆洗はどうしても必要であった。タイムスイッチによって定期的に、アで述べたばっ気中和槽の水をエアリフトポンプ（又はマグネットポンプ）で吸着塔の下部から送り込むか、或いは空気のみを電磁弁の切り換えで送風するなどの対策が必要である。現在、どの方法が最も簡便で、効果的かを実施設で検討中である。

ウ 使用済みMgOの問題

4人家族の場合、4カ月に一度、10ℓの使用済みMgOが発生する。この処分問題を軽減するためには、再生使用の可能性を検討する必要がある。充填塔の使用済みMgO 1gには約40mgのPO₄-Pが含まれている。PO₄-P 5 mg/ℓの水に対する飽和吸着量は120 mg/gであるから、まだ余裕がある。また、この飽和吸着量にしても、りんと反応したMgOは全体の1/4~1/5にすぎないから、反応したMgOを何らかの方法で封じ込めることができれば、再生使用の道が開ける。植松らはMgOを再焼成すると、りん吸着能が回復するという報告を行っている⁸⁾。そこで、りんを70 mg/g吸着させたMgOを600°Cで2時間焼成して、攪拌試験により、りん吸着能を調べた。その結果が図15である。この図では未

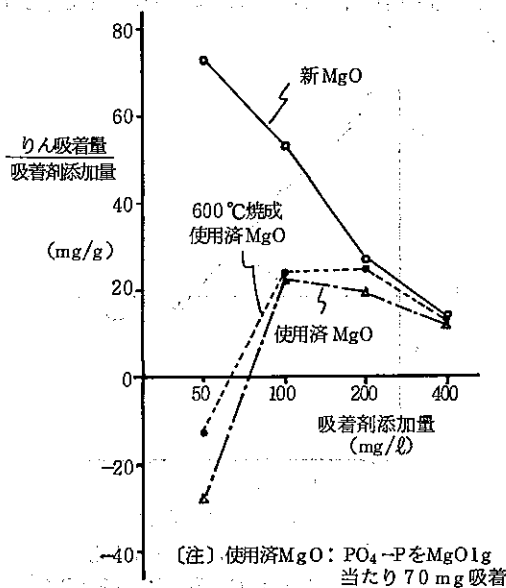


図15 MgOの再生実験

焼成の使用済みMgOとの差がわずかで、りん吸着能が回復する傾向は見られなかった。今後、焼成温度と焼成時間を工夫して再生の可能性を探ることが必要である。

5 おわりに

家庭用合併処理浄化槽におけるりん除去方法を確立するため、各種吸着剤の攪拌試験と充填実験を実施し、実用化に向けての検討を行った。その結果、次の諸点が明らかとなった。

① 攪拌試験により、各種吸着剤のりん吸着能を調べたところ、化学吸着剤の中で最も吸着能が高いのはCa(OH)₂とMgOで、次いでCaSiO₃であった。また、土壌では黒ボク土、次に鹿沼土であった。しかし、Ca(OH)₂は溶出率が高いため、吸着剤として不適切であった。

② PO₄-P 5 mg/ℓに対するりんの飽和吸着量はMgOが吸着剤1 g当たり120mg、黒ボク土が2.5mgであった。

③ 攪拌試験で高いりん吸着能を示したMgOを使って、実用化のための充填実験を行った。市販のMgOそのままでは目詰まりを起こすため、MgOの形態をいろいろと変えて実験したところ、1200°Cで3時間焼成した粒状MgOが最も長い持続時間を示した。りん除去率を70%以上とすると、吸着剤充填量1ℓ当たりの処理可能水量は11m³であった。一方、鹿沼土を用いた充填実験の結果では吸着剤充填量1ℓ当たりの処理可能水量が84ℓであった。

④ 充填実験の結果を使って、4人家族の家庭用合併処理浄化槽に設置すべきりん吸着塔の容量を試算したところ、MgOが4カ月に一度の取り換えて10ℓ、黒ボク土が20年間の半永久使用で27m³であった。

⑤ MgOを吸着剤に使用すると、処理水のpHが10前後まで上昇するが、約3時間のばっ気でpHを基準内に下げることが可能であった。

今回のりん吸着実験の結果に基づき、6人槽規模の家庭用合併処理浄化槽の実験装置2基にMgOのりん吸着塔を設置し、現在、実用化を目指した実験を継続中である。その実験結果はあらためて報告することとした。

今回の実験に用いたバインダー入り粒状MgOの試作はクミネ工業㈱の協力を得た。加藤啓介開発事業部長をはじめ、部員の方々に謝意を表する。

参考文献

- 1) 嶋津暉之ら: 家庭用合併処理浄化槽の処理水質向上に関する研究(その1), 東京都環境科学研究所年報1988, p.105.
- 2) 植松喜稔ら: 含りん富栄養化成分吸着剤の開発に関する研究(1982).
- 3) 猪狩淑将ら: マグネシア系吸着剤による排水中のりん化合物の除去, 産業公害, 15, (6), p.37 (1979).
- 4) 謝 維民ら: 各種接触脱りん剤によるりんの除去(1), 水処理技術, 28, (9), p.7 (1987).
- 5) 真島美智雄ら: チタン(IV)含有活性アルミナ複合体を用いた各種りん酸塩の吸着除去, 水処理技術, 27, (9), p.1 (1986).
- 6) 千谷利三: 無機化学上巻, 産業図書社, p.215 (1973).
- 7) 井出哲夫編: 水処理工学, 技報堂, p.422 (1976).
- 8) 造水促進センター: 新しい無機吸着剤による下水再生利用技術開発実験報告書, p.22 (1984).