

厨房排水除害設備における生物化学的処理の適用 についての検討

塩田 勉 志村 真理* 加藤 秀紀*
若林 明子 土屋 隆夫 (*水質保全部)

要 旨

物理化学的な厨房排水処理では、汚泥の発生量の多さや悪臭等の問題点が指摘されている。そこで生物化学的処理に着目し、既に生物化学的処理を導入している事業所を対象とした調査を通じて、厨房排水処理への適用について検討した。検討の結果、調査対象設備の中では、処理水の下水排除を目的とした場合は活性汚泥処理が、中水利用を目的とした場合は活性汚泥処理+曝気ろ過処理が、それぞれ最も優れた処理方式であると判断された。またそれ以外に、自動化されたスクリーン、計量調整移送装置を備えた流量調整槽、自然浮上式の油分離槽、沈殿槽、汚泥脱水装置の設置が望ましいと考えられた。

キーワード：物理化学的処理、生物化学的処理、厨房排水、活性汚泥処理、曝気ろ過処理

Study on Application of Biological Method to the Treatment System of Wastewater from Kitchen.

Tsutomu Shioda, Makoto Shimura*, Hideki Kato*, Meiko Wakabayashi and Takao Tsuchiya

* Water Quality Protection Division

Summary

Physicochemical treatment of wastewater from kitchen have problems, i.e. excess sludge volume and bad smell, etc. So we took notice of biological treatment as a substitute method. We investigated several kinds of plants where the biological treatment had been already introduced, and studied the application of this method to the treatment of wastewater from kitchen. As a result, among the investigated plants, activated sludge process was considered to be the most suitable system for excluding the effluent to public sewer directly. But for reusing the effluent, aerated filter process which has activated sludge process before, was considered to be the most suitable system. Besides some equipment such as automatic screen, flow control tank, oil separate tank, sedimentation tank and sludge dehydrator were considered to be necessary.

Keywords : physicochemical treatment, biological treatment, wastewater from kitchen, activated sludge process, aerated filter process

1 はじめに

東京都において、日排水量が50m³以上の事業所の厨房排水を下水管に排除する際は、下水道の排除基準を満た

す水質 (BOD600mg/ℓ, SS600mg/ℓ, ヘキサン抽出物質 (n-hex) 30mg/ℓ) にまで事業所内で処理しなければならない¹⁾。BOD・SSの下水排除基準達成は比較的容易

であるが、厨房排水には多量の油分が含まれているため、n-hexの基準達成が最も難しい。

このような厨房排水の特性から、従来より凝集剤を用いた加圧浮上分離等による油分除去を主目的とした物理化学的処理が行われてきた。しかし、このような凝集剤を用いた物理化学的処理は、汚泥発生量が多く、維持管理に手間がかかり、凝集剤を含む汚泥はコンポスト化しにくく再利用が難しい等の欠点を有している。

このような問題を解決するための手法として、生物化学的処理が考えられる。生物化学的処理は、物理化学的処理に比べて汚泥発生量が少なく、汚泥をコンポスト化しやすい。また、油分以外の水質項目（BOD等）の改善も図ることができるため、処理水を中水として再利用することができるという利点も有している。

ただし、生物化学的処理は微生物を用いた処理であるため、排水の栄養状態により処理能力が影響を受ける。厨房排水は下水と比較すると、有機物には富んでいるが窒素・リンといった栄養塩類が少ない傾向がある。したがって、厨房排水に対する生物化学的処理法の有効性を明らかにしておく必要がある。そこで今回、既に厨房排水を生物化学的に処理している事業所を調査し、既設のいくつかの処理方式の比較検討を行った。その際、処理水を中水として再利用するか否かによって目標水質と処理方式が異なると考えられるため、対象を処理水をそのまま下水へ排除する方式（以下、下水排除方式という）と、処理水を中水として利用する方式（以下、中水利用方式という）とに分けて比較検討した。

2 調査方法

調査は、東京都下水道局管内の事業所に設置されている厨房排水等の生物化学的除害設備の中から、処理状況

表1 各事業所の業種

事業所名	業種
A	菓子・惣菜製造業
B	多目的ホール・ホテル
C	百貨店
D	ホテル
E	事務所ビル
F	百貨店
G	事務所ビル
H	事務所ビル

のよいと思われるものを下水道局から8カ所提示を受け、それらを対象に行った。水質等については、既存の調査結果等を利用することとした。8つの事業所の内、下水排除方式が4事業所、中水利用方式が4事業所であった。各事業所の業種は表-1に示したとおりである。

3 調査結果

(1) 下水排除方式

下水排除を目的とした除害設備では、下水排除基準を達成することを目的とした処理方式がとられていた。下水排除方式を採用する各事業所について、処理状況を調査した結果を表-2に示す。また、各事業所の処理状況の概要は以下の通りである。

ア A事業所

活性汚泥法による処理を行っているが、計画処理水量590m³/dayに対して実際は150m³/dayの流入しかなく、実BOD負荷が0.15~0.44kg/m³/dayと低いことから、実質的に長時間曝気方式の運転条件になっていた。このため、余剰汚泥の発生量は非常に少なく、処理水質は下水排除基準を十分満たせるものであった。余剰汚泥は脱水機により脱水ケーキとして、処分していた。

イ B事業所

活性汚泥法による処理を行っており、実BOD容積負荷が0.2~0.3kg/m³/dayと低いため、実質的に長時間曝気方式の運転条件になっていた。このため、余剰汚泥の発生量は非常に少なく、処理水質は下水排除基準を十分満たせるものであった。ただし汚泥貯留槽がなく、汚泥の引き抜きは十分に行っていない。

ウ C事業所

接触材に波板を用いた接触酸化処理を行っているが、BOD容積負荷が0.6~1.8kg/m³/dayと高いため、処理水質は下水排除基準ぎりぎりである。この施設には接触材の逆洗装置や沈殿槽といった汚泥の分離装置が設置されおらず、接触材に付着した生物膜の肥厚に伴う汚泥の剝離・越流がしばしば起こっているものと思われた。

エ D事業所

接触材に流動式立方担体を用いた接触酸化処理を行っているが、接触材が軽いため水面に浮上してしまっており、十分な接触酸化が行われていない様子であった。また、BOD容積負荷が0.6~1.8kg/m³/dayと高いことや、油分離槽が設置されていないことから、処理水質は良好

表2 処理状況の調査結果 (下水排除方式)

A	①	自動スクリーン-油分離槽-流量調整槽-活性汚泥槽-沈殿槽 5m ³ 300m ³ 330m ³ 98.4m ³
	②	計画排水量 最大590m ³ /day 実排水量 150m ³ /day
	③	BOD容積負荷 0.15-0.44kg/m ³ /day MLSS濃度 6000-8000mg/l pH BOD SS n-hex
	④	流入水質 6.0-7.3 970 340 50-180 処理水質 5.7-8.7 5-50 3-30 0.5-10
	⑤	年間8トン (含水率85%) の脱水ケーキ
B	①	流量調整槽-油分離槽-活性汚泥槽-沈殿槽 240m ³ 25m ³ 230m ³ 30m ³
	②	計画排水量 150m ³ /day 実排水量 150m ³ /day
	③	BOD容積負荷 0.2-0.3kg/m ³ /day MLSS濃度 1500-2000mg/l pH BOD SS n-hex
	④	流入水質 6.6-8.7 400-600 120-300 170-230 処理水質 7.0 <5 <10 2
	⑤	年間70トン (含水率98%) の汚泥
C	①	油分離槽-流量調整槽-接触酸化槽 36m ³ 100m ³ 60m ³
	②	計画排水量 180m ³ /day 実排水量 200m ³ /day
	③	計画BOD容積負荷 0.6-1.8kg/m ³ /day pH BOD SS n-hex
	④	流入水質 測定データ無し 処理水質 7前後 50-180 <160 <30
	⑤	余剰汚泥無し
D	①	自動スクリーン-流量調整槽-接触酸化槽 68m ³ 44m ³
	②	計画排水量 最大210m ³ /day 実排水量 210m ³ /day
	③	実BOD容積負荷 1.53-2.14kg/m ³ /day pH BOD SS n-hex
	④	流入水質 6.5 320-450 55-80 92-110 処理水質 7.3 66-88 49-82 <6
	⑤	余剰汚泥無し

①処理フロー②処理水量③運転状況④水質⑤発生汚泥量

表3 処理状況の調査結果 (中水利用方式)

E	①	手動スクリーン-流量調整槽-活性汚泥槽-沈殿槽-曝気ろ過槽 73.2m ³ 59.4m ³ 22.5m ³ 54m ³
	②	計画排水量 97m ³ /day 実排水量 70m ³ /day
	③	実BOD容積負荷 (活性汚泥槽) 0.11kg/m ³ /day MLSS濃度 6000-8000mg/l pH BOD SS n-hex
	④	流入水質 7.0 99.4 84.3 21.4 処理水質 7.4 <1 <1 1
	⑤	年間14-16トンの濃縮汚泥発生
F	①	油分離槽-自動スクリーン-流量調整槽-活性汚泥槽-限外膜ろ過 80m ³ 230m ³ 180m ³
	②	計画排水量 400m ³ /day 実排水量 430m ³ /day
	③	実BOD容積負荷 0.58-1.1kg/m ³ /day MLSS濃度 3000-4000mg/l pH BOD SS n-hex
	④	流入水質 (活性汚泥槽前) 5.7-6.8 250-450 <100 <75 処理水質 6.0 <2 <1 <1
	⑤	発生汚泥量は不明
G	①	手動スクリーン-流量調整槽-曝気ろ過槽 60m ³ 36m ³
	②	計画排水量 88m ³ /day 実排水量 60m ³ /day
	③	実BOD容積負荷 0.14-0.82kg/m ³ /day pH BOD SS n-hex
	④	流入水質 5.8-8.6 50-292 170 107 処理水質 5.8-8.6 <10 <10 <5
	⑤	余剰汚泥ほとんど無し
H	①	自動スクリーン-流量調整槽-凝集槽-加圧浮上槽-流量調整槽- 100m ³ 1.1/1.7m ³ 6.28m ³ -自動スクリーン-接触曝気槽-急速砂ろ過-活性炭吸着 188.5m ³
	②	計画排水量 281m ³ /day 実排水量 150m ³ /day
	③	実BOD容積負荷 0.04kg/m ³ /day pH BOD SS n-hex
	④	流入水質 (曝気槽前) 6.5 59 130 5.8 処理水質 7.4 <1 <1 <1
	⑤	年間420-432トン汚泥発生

①処理フロー②処理水量③運転状況④水質⑤発生汚泥量

ではなかった。この施設も逆洗装置や沈殿槽といった汚泥の分離装置がなく、汚泥の剥離・越流がしばしば起きているものと思われた。

(2) 中水利用方式

水資源を循環再利用し、上下水道料金の低減を図るために、処理水を所内でトイレ用水等の中水として再利用する事業所は今後増加するものと思われる。

このような中水利用を目的とした除害設備では、生物処理の後段に何らかの高度処理を加えていた。中水利用方式を採用する各事業所について、処理状況を調査した結果を表-3に示す。各事業所の処理状況の概要は以下の通りである。

ア E事業所

活性汚泥処理の後段で曝気ろ過処理を行っていた。前段の活性汚泥槽へのBOD容積負荷が $0.11\text{kg}/\text{m}^3/\text{day}$ と小さく、活性汚泥処理で大半の有機物・油分を除去しているため、曝気ろ過槽への負荷に余裕があり、良好な水質の中水が得られていた。ただし、手動スクリーンの清掃を毎日行う必要があり、維持管理の負担は大きい。また、流量調整槽から定量移送を行うための計量調整移送装置が設置されていなかった。

イ F事業所

活性汚泥処理の後段で限外膜ろ過処理を行っていた。処理水質は良好であったが、活性汚泥槽のBOD容積負荷と限外膜ろ過への負荷が高く設定されており、汚泥の発生量が非常に多いものと思われた。また、膜交換にかかる経費については、別に調査した事業所の例から、2年に1回の膜交換に7000~8000万円の費用がかかると報告されている。

ウ G事業所

曝気ろ過槽による処理であったが、計画処理水量の $88\text{m}^3/\text{day}$ に対し実排水量が $60\text{m}^3/\text{day}$ と少ない上、流入水のBOD濃度も計画値の $500\text{mg}/\text{l}$ に比べて低く、これにより実BOD容積負荷が $0.14\sim 0.82\text{kg}/\text{m}^3/\text{day}$ と低いため、良好な水質の中水が得られていた。ただし、負荷が高くなる場合は処理水質の低下が予想される。メンテナンス面では、手動スクリーンの清掃を毎日行う必要があり、維持管理の負担は大きい。また、流量調整槽から定量移送を行うための計量調整移送装置と、油分離槽が設置されていなかった。

エ H事業所

凝集剤を用いた加圧浮上処理を行った後に、接触材として波板を用いた接触酸化処理を行い、さらに急速砂ろ過と活性炭吸着処理を加えた方式である。多段階の処理により、申し分のない水質の中水が得られているが、これだけの設備を建設し、維持管理するには相当の費用がかかるものと思われ、費用対効果の面では疑問がある。また、施設規模も大きなものであった。

4 考察

(1) 各処理法の比較検討結果

ア 下水排除方式

下水排除方式では活性汚泥方式と接触曝気方式が用いられていた。活性汚泥法では汚泥の分離が不可欠であるため沈殿槽による汚泥の分離が確実に行われていたが、接触曝気方式では常に汚泥が発生するわけではないため、沈殿槽が設置されておらず、汚泥の処理が適切に行われていなかった。また、接触酸化方式では接触材の形状・充填方法・充填率等、構造上の問題が多い。

以上から、調査対象施設の処理方式の中では、活性汚泥方式が下水排除に最も適した処理方式であると考えられた。

イ 中水利用方式

中水利用方式では、E・G事業所が曝気ろ過槽を用いた処理、F事業所が限外膜ろ過を用いた処理、H事業所が砂ろ過と活性炭吸着を用いた処理を行っていた。曝気ろ過処理は単独では高負荷に耐えられないが、活性汚泥法等と組み合わせることにより、安定した処理を行うことができる。限外膜ろ過処理は優れた処理水が得られるが、膜交換にかかる費用が問題となる。また、砂ろ過+活性炭吸着処理では、施設の建設費や維持費、さらに処理設備を設置するために必要な広いスペースが問題となる。

以上から、調査対象施設の処理方式の中では、活性汚泥処理+曝気ろ過処理が中水利用に最も適した処理方式であると考えられた。

(2) 共通設備の改善点

処理設備の中には下水排除方式にも中水利用方式にも共通して設けられる設備がある。具体的には、スクリーン・流量調整槽・油分離槽・沈殿槽・汚泥脱水装置である。適切な厨房排水処理を行うためには、処理法の選択だけでなく、これら共通設備の設置とその維持管理が大切である。その詳細は「屎尿浄化槽の構造基準・同解

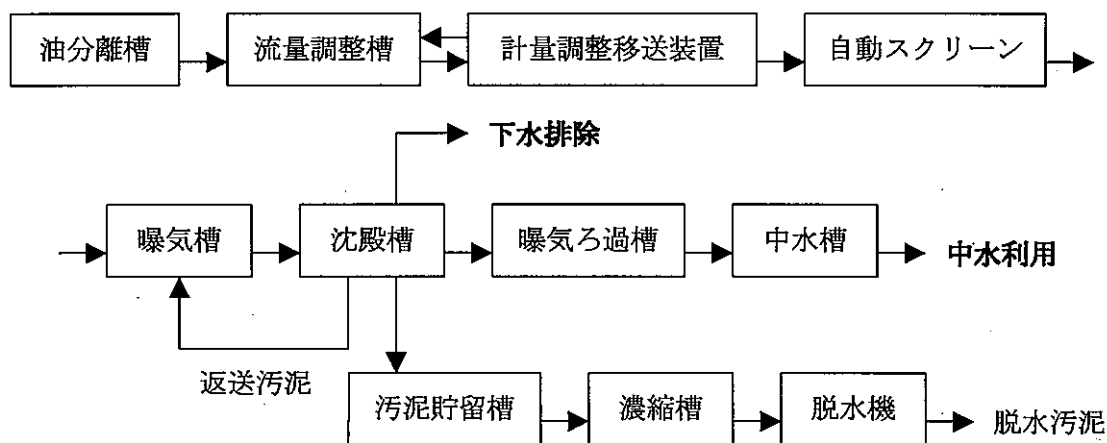


図1 厨房排水の生物化学的処理フロー例

説」²⁾に記載されているためここでは説明を省くが、調査対象施設に設置されていたこれらの設備の問題点や改善点を、以下に記載する。

①スクリーン

メンテナンスの負荷を低減するためには、自動的にスクリーン渣の清掃を行う自動スクリーンが望ましい。

②流量調整槽

流量調整槽からの移送ポンプは2台以上必要で、場合によっては非常用ポンプも設置する必要がある。また、移送用ポンプにはアワーメーターを設置して、移送時間を確認する必要がある。

定量移送のためには、計量調整移送装置の設置が必要である。

③油分離槽

基本的な対策として、廃油の回収やオイルトラップの設置など、厨房内（発生源）での削減対策が重要である。油分離槽における処理では、凝集剤を用いた加圧浮上式の油分離は自然浮上式に比べ発生汚泥量が多く、メンテナンスの負担が大きい。

④沈殿槽

本調査では沈殿槽が設置されていない事業所もあったが、生物化学的処理は、微生物を用いて汚濁物質を基質化することにより、水質浄化を行うものであるため、基質化に伴い発生する汚泥の処理は必須である。

⑤汚泥脱水設備

発生汚泥量を減らすためには、設置が望ましい。例え

ば含水率98.5%の濃縮汚泥を85%まで脱水した場合、汚泥量は元の量の1/10となる。

5 まとめ

厨房排水の除害処理を行っている事業所を対象とした調査を行い、現行のいくつかの処理方式を、目的別に下水排除方式と中水利用方式に分けて比較検討した結果、次の結論を得た。

①下水排除方式の調査対象施設の中では、活性汚泥処理が下水排除に最も適した処理方式であると考えられた。

②中水利用方式の調査対象施設の中では、活性汚泥処理+曝気ろ過処理が中水利用に最も適した処理方式であると考えられた。

③下水排除及び中水利用の各方式に共通して設けられる設備については、自動化されたスクリーン、計量調整移送装置を備えた流量調整槽、自然浮上式の油分離槽、沈殿槽、汚泥脱水装置の設置が望ましい。

以上の検討結果から考えられる、望ましい厨房排水の処理フローは図-1に示すとおりである。

今回、様々な厨房除害設備の調査を行ったが、計画通りに処理されているところはほとんど無かった。構造上の問題から計画した処理能力が発揮されていなかった事例や、計画以下の負荷しか流入せず、過大な処理施設となっている事例などがあった。

このようなことを考えると、処理法の選択や設備の維

持管理と同様、計画段階において予想される水質や処理水量を正確に算定することも重要であるといえる。

謝 辞

本調査を行うに当たり、下水道局各管理事務所水質規制係、及び業務部排水指導課の方々には多大なご協力をいただきました。厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 東京都下水道局：事業場排水の水質規制あらまし，p2, (1998).
- 2) 建設省・厚生省・環境庁監修（日本建築センター発行）：尿尿浄化槽の構造基準・同解説（1996年版）