

## 18. 生活系・事業場系排水の浄化槽による高度処理に関する研究

担当機関 国土交通省 国土技術政策総合研究所建築研究部

環境・設備基準研究室長 山海 敏弘

独立行政法人 建築研究所 環境研究グループ 上席研究員 福島 寛和

重点強化事項 水環境

研究期間 平成 12 年度～平成 14 年度

研究予算総額 51,734 千円

### 研究の背景と目的

従来、浄化槽においては、工学的に可能な場合であっても、事業系の排水を浄化槽によって処理することは認められていなかったが、事業系の排水において、窒素、リン等を除去する場合に、生活系排水と併せて処理することにより、排水を生物処理する上でのバランスの適正化、有機炭素源としてのメタノール添加の抑制による効率的な硝化脱窒、処理施設の敷地面積削減・低コスト化が可能となる等のメリットが生ずる場合も存在することが明らかとなってきたため、国土交通省においては、病原性微生物、有害物質等による問題がなく、生物による処理が可能な場合は、浄化槽によって生活系排水と事業系排水を併せて処理すること認めることとした。

しかし、処理システムの構築に必要なデータが不足し、処理技術の適用方法についても、技術的知見が不足していることから、本研究においては、排水の量・特性等のデータの収集・分析を行うとともに、その生分解性に関する解析・評価手法を構築することにより、浄化槽による合理的な排水処理（生活系＋事業系）を実現することを目的として、検討を行った。

### 研究の成果

#### (1) 小規模事業場から排出される排水の特性について

##### 1) 豆腐製造業排水の特性

本研究において実施した調査の結果、豆腐製造業（排水量 10m<sup>3</sup>/日未満。以下同じ。）の排水に関しては、延べ面積あたりの排水量については非超過確率 75%値が 218ℓ、84%値は 277 ℓ であり、大豆使用量 1kg あたりの排水量については、非超過確率 75%値が 293ℓ、84%値は 382ℓ という結果が得られた。

豆腐製造業の排水 BOD 濃度の平均値は 636mg/ℓ であり、非超過確率 75%値は 1,105mg/ℓ となった。また、油分の平均値は 44mg/ℓ であり、非超過確率 75%値は 99mg/ℓ、T-N の平均値は 38mg/ℓ、非超過確率 75%で 55mg/ℓ、T-P の平均値は 4mg/ℓ、非超過確率 75%値は 7mg/ℓ となった。

##### 2) 弁当製造業排水の特性

本研究において実施した調査の結果、弁当製造業（製造食数 3,000 食以下、排水量 30m<sup>3</sup>/日未満の弁当製造業。以下同じ。）の排水に関しては、延べ床面積あたりの水量の平均値は 45ℓ/m<sup>2</sup>・日であり、非超過確率の 75%値は 72 ℓ/m<sup>2</sup>・日、製造食数当りの水量の平均値は 11ℓ/食・日であり、非超過確率の 75%値は 15ℓ/食・日という結果が得られた。

弁当製造業の排水 BOD 濃度の平均値は 840mg/l であり、非超過確率 75%値は 1,285mg/l と

なった。また、油分の平均値は 176mg/l、非超過確率 75%値は 278mg/l、T-N の平均値は 17mg/l、非超過確率 75%値は 23mg/l、T-P の平均値は 9mg/l、非超過確率 75%値は 14mg/l となった。

## (2) 事業系排水による処理に関する問題点に関する検討について

### 1) BOD/N/P 比の有機物除去特性への影響

クロータ試験による酸化反応速度定数、回分試験による TOC 除去速度定数は、その排水の BOD/N/P 比に影響されることがわかった。N,P の量が少なくなるにつれ、速度定数が小さくなる傾向が認められた。

BOD/N/P=100/2.5/0.5 においても十分な処理時間の設定により、汚泥量が保持され、排水の処理が行われていることが確認された。

BOD/N/P=100/1.25/0.25 の場合、原水 D-BOD=400mg/ では、処理水 D-BOD=100mg/ を超える高い値となり、安定した処理は困難と考えられた。適宜、BOD/N/P 比を調整する必要の生じるものと考えられた。

### 2) 合併浄化槽 (モデル) による流入油分の影響 ((表 1、図 1 ~ 4))

沈殿分離槽、嫌気ろ床槽のいずれの前処理槽においても流入油分の 50% 以上の除去が認められた。

分離接触ばつ気方式(400mg/ :RUN2)、嫌気ろ床接触ばつ気方式(400mg/ :RUN6)のいずれの場合においても、BOD20mg/ 以下の良好な処理が認められた。

分離接触ばつ気方式(400mg/ :RUN2)の結果より、溶存酸素が十分に存在する場合には、接触ばつ気槽において 100mg/ 程度の油分を連続して良好に処理することが可能であることが示唆された。分散していない油の流入(嫌気ろ床方式:RUN7,8)の場合、前処理槽の観察状況およびばつ気流入水の油分分析より、ほとんどの油分が嫌気 1 室に滞留することが認められた。嫌気ろ床接触ばつ気方式において、分散した廃油の流入実験を行ったところ、良好な処理水水質が認められた。また、その処理状況と未使用分散油の処理状況との大きな違いは認めなかった。

## (2) 排水の生分解性の評価と処理技術の適用性について

### 1) 回分法による排水の生分解性評価・解析

生活排水と事業系排水の有機物除去速度定数を算出するのに回分培養法により実施し、この結果の全過程を解析する場合、生分解性スペクトル法を適用することが可能である事が分かった。

### 2) 排水の有機物成分による酸化反応速度に関する検討

生活系排水及び食品系の事業排水に含まれる主な有機物成分として考えられる糖類、蛋白質類、油類、界面活性剤において、同じカテゴリであれば生分解性に大きな違いはなく、ほぼ同様の酸化反応速度を有し、糖類、油類の酸化反応速度に関しては濃度依存性が認められた。糖類、蛋白質類、油類の混合系の培養では、糖類、油類、蛋白質の順に消費されることがわかった。

生分解性スペクトル法により、有機物の酸化 (一次反応) を、酸化が早い反応 (酸化反応速度定数  $k_1$ ) と酸化が遅い反応 (反応速度定数  $k_2$ ) の組み合わせによって解析した結果、 $k_1$  は排水中の有機物成分の組み合わせに大きく影響され、培養初期に速やかに分解される糖類と油類が割合的に多く含まれている場合、酸化反応速度定数  $k_1$  が大きくなることが示唆された。

### 3) 尿尿混合の影響の検討

総合排水水量の10%程度がし尿排水であるとの試算に基づき模擬的に製造した総合排水(し尿+弁当製造業排水)と弁当製造業排水の酸化反応速度定数とTOC分解率の差はほとんどなく、生分解性には影響を及ぼさないことが分かった。

### 4) 生分解性の設定

生活排水の回分試験による有機物除去速度定数(K値)範囲は、 $0.40 \times 10^{-4} \sim 2.2 \times 10^{-4}$ であり、平均値  $0.83 \times 10^{-4}$ であった。また、クーロメータによるK値は、0.0018~0.022の範囲であり、平均値 0.0065であった。

弁当製造業の回分試験による有機物除去速度定数(K値)は  $2.9 \times 10^{-4} \sim 7.5 \times 10^{-4}$ (平均値  $4.7 \times 10^{-4}$ )であり、生活排水の約6倍の生分解性速度となった。また、クーロメータ試験によるK値は 0.0084~0.0211(平均値 0.0157)であり、生活排水の約2倍の生分解性速度であった。豆腐製造業排水の回分試験による有機物除去速度定数(K値)は  $3.8 \times 10^{-4} \sim 5.2 \times 10^{-4}$ (平均値  $4.3 \times 10^{-4}$ )であり、生活排水の約5~6倍の生分解性速度となった。また、クーロメータ試験によるK値は 0.0091~0.0203(平均値 0.0146)であり、生活排水の約2倍の生分解性速度であった。

前述より、弁当、豆腐製造業排水ともに回分試験による有機物除去速度定数は生活排水の約5~6倍であり、生活排水用の浄化槽において処理が可能であると思われた。

以上より、弁当および豆腐製造業排水は、生活系排水用の合併処理浄化槽での処理が十分可能であることが示唆された。

### 5) ベンチスケール実験及び実浄化槽による処理実験による検証

上記4)の検討を踏まえ、豆腐製造業排水を想定したベンチスケール実験を実施したところ、適正に処理が可能であるとの結果が得られた(図5及び図6参照。豆腐排水分 BOD915mg/l、生活排水分 BOD150 mg/lをそれぞれ BOD容積負荷 0.2 BOD/m<sup>3</sup>・日となるよう調整し、20 ± 1 で構造方法第1第2号及び第3号によるベンチスケール試験槽に流入させ、処理状況を把握した。)このため、適正な負荷を許容する容量があれば浄化槽による処理が可能であると考えられた。

上記の検討結果を検証するため、豆腐製造業排水を想定した排水を小規模合併処理浄化槽(構造方法第1第2号5人槽)に流入させて処理実験を実施し、次の結果を得た(図8参照。表2に示す豆腐+尿尿を図7の流入パターンで流入させた。)

#### ・流入負荷と処理性能

構造方法第1第2号に規定される小規模合併処理浄化槽において豆腐製造業総合排水の設定値である BOD1,100mg/l(S-BOD750mg/l)を、BOD容積負荷 0.5kg-BOD/m<sup>3</sup>・日、0.8kg/m<sup>3</sup>・日で処理することが可能であることが確認された。

#### ・汚泥の挙動および転換率

全実験が終了した後、槽内の汚泥を全て引き抜きその分布状態および転換率を求めた。全実験期間中(145日)の汚泥転換率は64%となり、生活排水と同様の転換率であった。

### (3) 合併処理浄化槽による事業系排水の処理について

- ・ これらの検討を踏まえ、図9に示すとおり事業系排水に対する浄化槽の適応フローを作成し、生分解性をパラメータとした浄化槽の容量設定手法を示した。
- ・ 浄化槽の構造方法に規定される小規模合併処理浄化槽については、上記のパラメータを活用で

きるよう負荷容量算定式を合理化した。

## 研究のまとめ

本研究の結果、図に示す条件を満足する事業系排水については、既存の浄化槽に対して適正な負荷の算定を行うことにより、良好な処理が可能であることを示すことができた。

本研究の成果を活用することにより、大規模な事業場等において合理的な排水処理システムの構築が現実的に可能となるのみならず、特に今まで膠着状態にあった小規模事業場対策が生活排水対策の一環として実施されることによって、進展することが期待される場所である。

今後、建築基準法令に基づく浄化槽関連技術基準（浄化槽の構造方法、浄化槽の処理対象人員算定基準等）の改正により、本研究の成果が広範に活用されることが期待できるが、更に多くの業種を対象とする排水特性調査の実施等、本研究成果を踏まえた更なる調査・研究の実施が望まれる。

## 研究発表

発表題名	掲載法/学会等	発表年月	発表者
(誌上発表)			
・生活系・事業系排水の浄化槽による高度処理に関する研究	建築研究所平成 12 年度年報	13.4	山海
・生活系・事業系排水の浄化槽による高度処理に関する研究	建築研究所年平成 13 年度年報	14.4	福島、山海
(口頭発表)			
・生活系、事業系排水の総合処理の高度化技術の開発	水環境学会シンポジウム	12.9	山海
・窒素・リン不足排水の処理特性	水処理生物学会年会	12.9	小嶋、山海他
・排水中の有機物成分に着目した生分解速度推定方法の検討	水処理生物学会年会	12.11	木村、山海他
・小規模豆腐店の排水調査と生物処理難易度の検討	水処理生物学会年会	12.11	梅原、山海他
・小型合併浄化槽モデル実験槽による高濃度油分含有排水の連続処理	水処理生物学会年会	12.11	金子、山海他
・浄化槽による生活系・事業系排水の高度処理に関する研究	建築学会大会	14.8	山海、

## 工業所有権

特許等の名称	願書年月日	公告番号	公告期日	登録番号

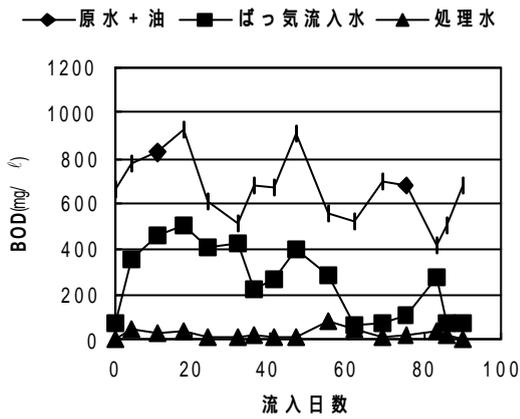


図1 RUN2における処理状況

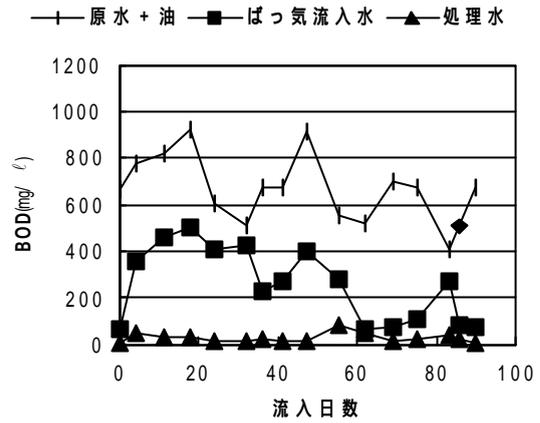


図2 RUN3における処理状況

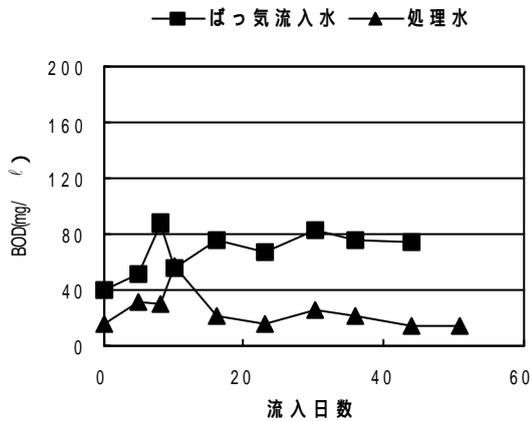


図3 RUN7における処理状況

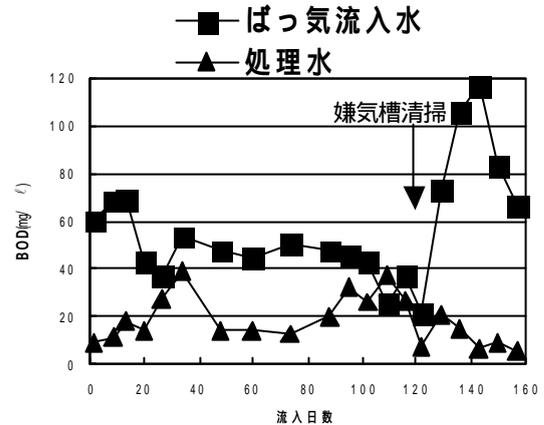


図4 RUN8における処理状況

系列	RUN2	RUN4	RUN7	RUN8
処理方式	沈殿分離	嫌気ろ床	嫌気ろ床	嫌気ろ床
油種 (サラダ油)	未使用油			
水温 ( )	15	13	15	13
流入油分状態	分散			
設定油分濃度 (mg/l)	400	200	200	200
流入水量	1Q			
ばっ気強度 (m³/m³時)	14			

表1 油分処理ベンチスケール実験運転条件

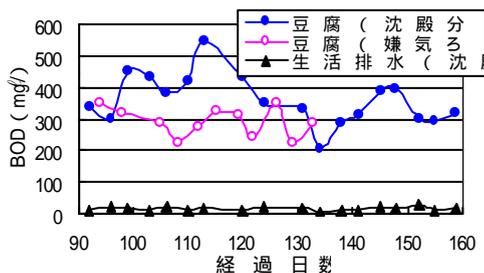


図5 BODの推移 (ばっ気槽流入水)

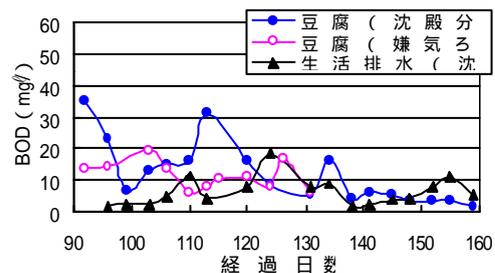


図6 BODの推移 (処理水)

原水(mg/l)	BOD	SS	T-N	T-P	油分
豆腐排水	1,105	938	61	7	131
豆腐 + し尿	1,096	391	57	7	97

表2 流入原水設定値

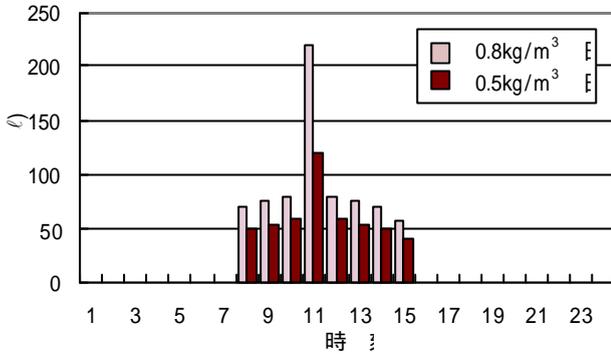


図7 原水流入パターン

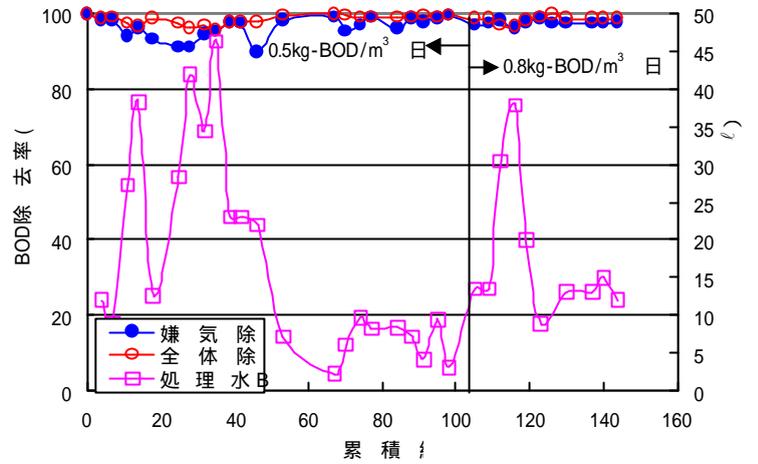


図8 処理水のBOD

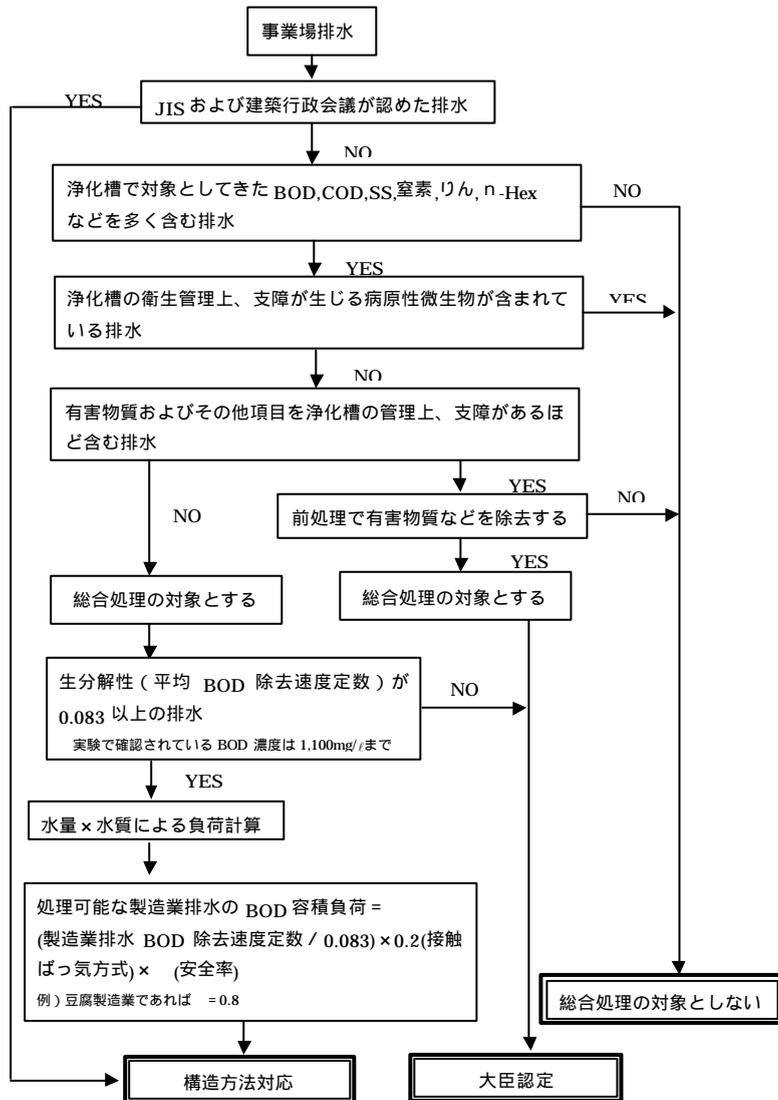


図9 浄化槽による生活系・事業系排水の処理のスキーム