

小規模事業場等排水処理対策
検討ガイドブック
～ 食料品製造業 ～

令和5年5月

香川県環境森林部
環境管理課・環境保健研究センター

目次

はじめに	1
1. 食料品製造業の排水処理の現状と課題	
(1) 香川県における食料品製造業からの排水の現状	2
(2) 食料品製造業の排水の性状	2
2. 汚濁負荷量削減のための対策と手法	
(1) 汚水等の現状把握	4
(2) 工程内対策(汚水等の削減)	5
(3) 簡単な排水処理設備の設置	6
(4) 排水処理	6
3. 具体例	
事例1. めん類製造業	12
事例2. 惣菜(煮豆)製造業	14
事例3. 豆腐・油揚製造業	17
事例4. オリーブ製品(オリーブオイル)製造業	19
事例5. オリーブ製品(オリーブ新漬け)製造業	22
巻末資料1 高負荷排水の処理	26
巻末資料2 排水処理施設設置及び維持管理コストの試算	28

.....

はじめに

香川県は全域が瀬戸内海の流域であり、私たちの生活や企業活動から発生した排水は、すべて瀬戸内海に流入します。昭和40年代、瀬戸内海はこれら排水の影響等により、「瀕死の海」といわれるほど水質が悪化しました。近年、瀬戸内海の水質は一定改善したといわれていますが、有機汚濁の指標であるCODの環境基準の達成率は低く（図1）、今後とも家庭や工場・事業場からの汚水を適切に処理して排水することは重要な水質改善対策となっています。

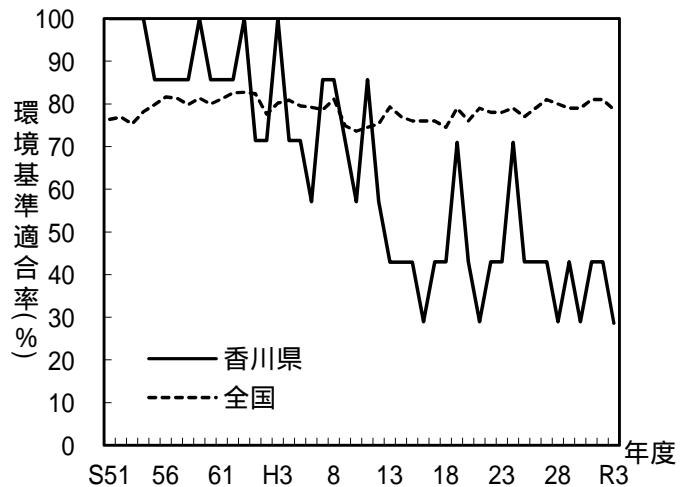


図1 海域のCODに係る環境基準の達成率

「瀬戸内海環境保全特別措置法」、「香川県生活環境の保全に関する条例」等で規制されている工場・事業場では、発生した汚水の処理等を行い、基準に適合させてから排水しなければなりません。具体的には、「香川県生活環境の保全に関する条例」で、同条例第2条第9項に定める水質特定施設を設置し、平均排水量が10 m³/日以上の小規模事業場等に対して、TOC（全有機炭素）を160 mg/L以下にして排水することを定めています。

令和2年工業統計調査によると、香川県では、食料品製造業が事業所数で全製造業の21.3%を占めており重要な産業となっています。この食料品製造業では、煮汁等が原因となって、生産工程から排出される汚水の有機汚濁が著しく、排水処理施設等で適切に処理することが求められる場合があります。

排水処理施設の設置に当たっては、自社の汚水量や汚水の特性に応じた適正な規模や能力の施設とするとともに、設置費や維持管理費等の経費、設置スペース等を十分検討してから導入する必要があります。特に小規模事業場においては、排水処理施設の設置や維持管理の費用が重要な課題と考えられておりますが、排水処理の専門職員がいないこと等により十分な検討ができない場合も多くあります。

小規模事業場からの排水について水質改善を促進するため、小規模事業場の排水処理施設の導入に際してコストやスペースを削減するための手法や手順に関するガイドブックを作成しました。小規模事業場等の事業者の方々が、排水処理施設を導入する際の参考として活用していただければ幸いです。

なお、本ガイドブックの一部は、「小規模事業場排水対策マニュアル 環境省環境管理水環境部（平成13年3月）」の記述を引用または参考にしています。

1. 食料品製造業の排水処理の現状と課題

(1) 香川県における食料品製造業からの排水の現状

表1は、香川県の食料品製造業の業種分類別排水量別の特定事業場の数をまとめたものです。全体で393事業場があり、業種分類ではめん類製造業、冷凍食品製造業、みそ、しょう油等製造業、水産食品製造業の順に多く、この4業種で事業場数全体の65%を占めています。

表1 香川県の食料品製造業の業種分類別排水量別の特定事業場数(高松市を除く)

業種	排水量		合計
	日最大 50 m ³ 未満	日最大 50 m ³ 以上	
めん類製造業	99	3	102
冷凍食品製造業	35	18	53
みそ、しょう油等製造業	48	4	52
水産食料品製造業	41	8	49
豆腐、煮豆製造業	39	4	43
畜産食料品製造業	26	4	30
上記以外の食料品製造業	54	10	64
合計	342	51	393

令和4年3月末現在の環境省水質汚濁防止法施行状況調査より

(2) 食料品製造業の排水の性状

食料品製造業から排出される排水の性状や排水量は、業種や製造方法により異なります。表2は食料品製造業の排水の水質を示しています。水産缶詰製造業、味噌製造業、醤油製造業、豆腐・油揚げ製造業からの排水は、BOD(生物化学的酸素要求量)が1,000 mg/L以上であり、他の業種と比較すると高いことが分かります。

表2 食料品製造業の業種ごとの排水の水質

単位：mg/L

業種	BOD	T-N	T-P
乳製品製造業	250	35	5
水産缶詰製造業	2,700	210	75
水産練製品製造業	800	150	50
味噌製造業	2,300	150	60
醤油製造業	1,000	100	15
清酒製造業	600	20	5
豆腐・油揚げ製造業	1,000	50	15

出典) 稲森悠平 他 用水と廃水 Vol.37 No.10 (1995)

2. 汚濁負荷量削減のための対策と手法

排水管理の手順として、以下 ~ の手順を示しています。

排水管理の手順

汚水等の現状の把握

工程内対策（汚水等の削減）

簡単な排水処理設備の設置

排水処理（排水の汚れがひどい場合）

公共用水域に排出される水の確認

汚水等の現状の把握

製造工程等を確認し、汚水の発生源、汚水の発生量、汚濁の程度等を確認することで、現状を把握します。具体的には、事業場内の各工程からの汚水量や汚水の水質（濁り、色、臭い、TOC）等を目視や検査にて確認します。

確認に際しては、各工程の担当職員から聞き取りを行ったり、水道水量から汚水量を推定したりすることでより精度の高い情報が得られることがあります。

工程内対策（汚水等の削減）

で得られた情報を踏まえ、汚水や汚水に含まれる汚濁物質の削減等を検討します。工程内対策を実施することにより、場合によっては、排水基準を達成することができるまで水質が改善することもあります。

また、工程内対策だけでは、排水基準を達成できない場合でも、汚水や汚水中の汚濁物質の量を削減することで、排水処理施設の導入コストの低減につながります。

簡単な排水処理設備の設置

汚水の固形分や油分を除去する簡単な施設を設置することにより、目標水質を達成できる場合があります。また、目標水質を達成できない場合でも、排水処理施設に流入する負荷を低減することができ、排水処理システムの導入コストの低減につながります。

排水処理（排水の汚れがひどい場合）

排水処理施設を設置し、各工程から排出される汚水を個別に、あるいは統合して処理することで、事業場からの排水が常に排水基準を満たすようにします。

排水処理施設の設置後は、施設の適切な維持管理が必要となるため、施設の設置時に、維持管理コストについても考慮しておく必要があります。

公共用水域に排出される水の確認

~（場合によっては）を実施した上で、排水の色、臭い、濁りなどを調べて異常がないかチェックします。なお、排水は定期的にチェックし、異常等がある場合には、製造工程や排水処理施設を確認することも重要です。

次に、上記 ~ の詳細な内容について説明します。

(1) 汚水等の現状の把握 (手順)

小規模事業場における汚水対策を検討する上で、製造工程のどこで水を使用し、どこから汚水が発生するのかを把握することは重要な出発点になります。

まず、製造工程の工程別に排水が発生する場所や時間帯を確認し、工程別に発生する汚水量と水質を調べます。この結果を基に、どの工程での対策が効果的であるかの見当を付けます。

【製造工程及び汚水系統の整理】

一般的な食品工場の製造工程は、図 2 のようなフローとなり、汚水は発生場所から、原料洗浄水、加工汚水、仕上洗浄水、機械器具洗浄水、生活污水に分けられます。汚水系統ごとの一般的な汚水の特性は、表 3 のとおりです。

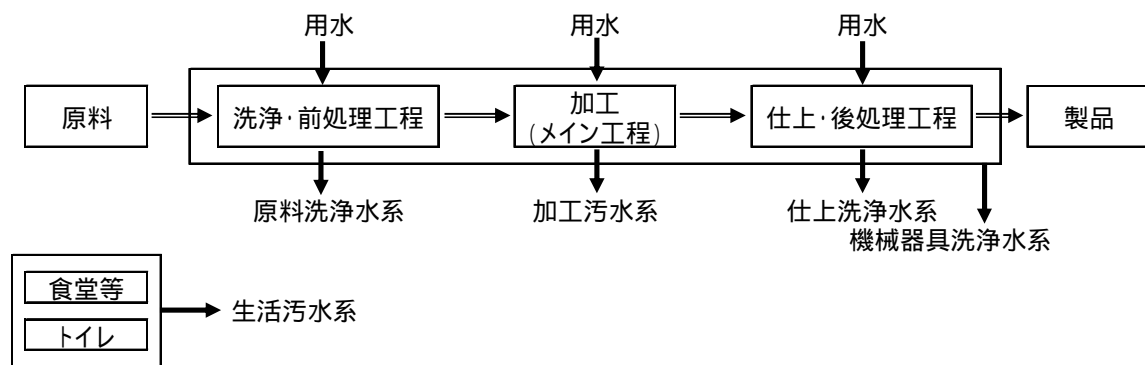


図 2 小規模事業場の製造工程と汚水系統

表 3 汚水系統ごとの一般的な汚水の特性

汚水系統	汚水の特性
原料洗浄水系	<ul style="list-style-type: none"> ・原材料を加工に適した性状にするために、洗浄水を利用して付着している汚れを取り除く際に発生します。 ・汚水中に含まれる汚濁成分には、原料に付着していた汚れに起因するものと、洗浄の際に使用した洗浄剤に起因するものがあります。
加工汚水系	<ul style="list-style-type: none"> ・製品の加工工程で発生する汚水系統になります。 ・汚水に含まれる汚濁成分には、原材料に含まれていたものの一部が汚水に移行する場合と、副原料や使用薬剤に起因する場合があります。 ・<u>汚水量は比較的少量ですが、濃度が高い場合が多い</u>という特徴があります。
仕上洗浄水系	<ul style="list-style-type: none"> ・加工後の製品について、仕上処理のための洗浄で発生する汚水です。 ・加工の際に製品に付着したものが汚水に移行するもので、<u>比較的low濃度の場合が多い</u>という特徴があります。
機械器具洗浄水系	<ul style="list-style-type: none"> ・作業に用いた機械や器具に付着した汚れを洗浄する際に発生する汚水であり、それらに含まれる汚濁成分が汚水に移行します。 ・また、作業場の清掃において水洗浄を行う場合にも発生します。 ・<u>加工作業が終了した時間帯に大量に汚水が発生する場合があります</u>が多く、<u>汚水量は多く濃度も高い</u>特徴があります。
生活污水系	<ul style="list-style-type: none"> ・トイレの排水と食堂や洗濯場などの汚水です。 ・トイレ排水は浄化槽で処理されています。

事例 1 ~ 5 の 1 . 製造工程及び汚水系統の整理を参照

【汚水量及び水質調査】

一般に小規模事業場が、事業場内の水量や水質に関するデータを保有していることは多くありません。このため、汚水量や水質は、実測や水道水量から推定します。

また、汚水の水質（濁り、色、臭い、TOC等）については、汚水系統別に調査すると、どの工程を対象に工程内対策を行えば効率的かの判断が容易になります。

汚水系統別での調査が難しい場合は、排水口において時間別に採取した排水の水質を調べることで、どの製造工程で排水の負荷が高いか見当をつけやすくなります。

事例 1～5 の 2 . 汚水量及び水質調査を参照

(2) 工程内対策（汚水等の削減）（手順）

汚水等の状況が把握できたら、次に工程内対策を実施します（表 4）。

各工程から排出される汚水や汚水に含まれる汚濁物質の量を削減するために、原材料の見直し、節水、工程の見直し、生産設備の改良、収率の向上、リサイクル利用などを行います。対策が複数ある場合には、作業効率等も考慮して、費用が安く、効果が高いものから取り組むことで、効率的な対策が可能となります。

場合によっては、工程内対策の実施によって、目標水質を満たすこともあります。

表 4 工程内対策の例

対象	対策内容
洗浄・前処理工程	<ul style="list-style-type: none">・原材料に一定の前処理を経たものを使用（例：洗浄済の米を使用）・水を使わない洗浄方法への転換・水使用量の削減（節水）・副原料を過剰に使用している場合は、その適正量の使用に努める
加工（メイン工程）	<ul style="list-style-type: none">・湯煮加工の蒸煮加工への転換・加工工程で用いられる機械や容器に付着した残りかすは、なるべく多く回収
仕上・後処理工程	<ul style="list-style-type: none">・製品の品質確保のために、過剰の洗浄が行われている場合は、洗浄回数を見直す
機械器具洗浄工程	<ul style="list-style-type: none">・機械や容器の洗浄に際しては、いきなり水洗浄せず固形物のまま除去する・機械、容器や作業所の床が、洗浄頻度を超えて過剰に洗浄が行われている場合、適正な洗浄回数に見直す・固形分、油分、高濃度汚水を流さず、回収し別途処理する

事例 1～4 . 工程内対策の実施を参照

(3) 簡単な排水処理設備の設置 (手順)

大型の排水処理施設の設置を検討する前に、簡単な前処理設備の設置により固形物や油分を除去し、汚水に含まれる汚濁物質の量を削減することを検討します。汚水を簡単な前処理設備で処理することで、目標水質を満たす場合があります。

表 5 に代表的な前処理設備の概略を示します。

表 5 代表的な前処理設備

	スクリーン	油水分離	沈殿分離
処理効果	SS:30-60%除去 COD:10-20%除去	疎水性油分:70-80%除去 乳化油分:40-50%除去	処理水と懸濁物質の分離、懸濁物質の濃縮
コスト	設備費、電気料等は比較的安い	設備費は比較的安い	運転費は安い 凝集沈殿の場合は汚泥処分費が高くなる
事業者による維持管理上の留意点	定期的に目詰まり状況を確認する必要がある	浮上油類の迅速な除去など維持管理方法の検討が必要	浮上スカム除去に留意する

(4) 排水処理 (排水の汚れがひどい場合) (手順)

工程内対策や簡単な前処理施設の設置を検討しても、処理後の汚水の水質が目標水質を満たさない場合、排水処理施設を導入します。

図 3 に生物処理を用いた汚水の基本的な処理フローを示します。

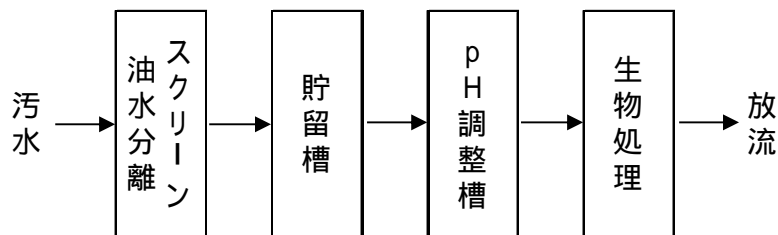


図 3 生物処理を用いた一般的な汚水の処理フロー

汚水中に固形物などの夾雑物や油分が含まれる場合は、スクリーンや油水分離槽などで除去します。このような前処理は生物処理への負担軽減と処理の安定化を行う上で重要です。

通常、処理水量・水質の平均化を図るため貯留されます。

生物処理や凝集沈殿処理を効果的に行うための予備処理として重要な操作になります。生物処理は一般に pH 6 ~ 8 で最も効率的に処理できるため、対象汚水が酸性あるいはアルカリ性の場合、pH 調整が必要となります。

汚濁物質を含む汚水については、生物処理を行うのが一般的です。生物処理に

は、活性汚泥法などの好気性の処理方法や嫌気性ろ床法などの嫌気処理方法など、様々な処理方法があります（表 6）。処理方法により特徴が異なるため（表 7）、汚水の特長や目標水質、敷地面積に応じて適切な処理方法を選択します。

表 6 主な生物処理の種類

好気性処理	浮遊汚泥法	活性汚泥法、標準曝気法、長時間曝気法など
	生物膜法	散水ろ床法、接触曝気法、回転板接触法など
嫌気性処理	嫌気性ろ床法、UASB 法	

表 7 生物処理方法の比較

項目	活性汚泥法	生物膜法	嫌気性処理法
流入水の BOD	100～数 1,000 mg/L	10～500 mg/L	200～10,000 mg/L 以上
処理水質	すぐれている	すぐれている	悪い
流入水の負荷変動	対応性少ない	対応可能	対応性少ない
汚泥発生量	多い	やや多い	少ない
低温への対応	比較的よい	比較的よい	悪い
動力消費量	多い	多い	少ない
反応槽の容積	大きい	大きい	著しく大きい
維持管理	難しい	容易	やや難しい

出典) 須藤隆一編著：水環境保全のための生物学，産業用水調査会（2004）

排水処理施設の導入に際しては、汚水特性にあった処理方式を採用することにより、効率的な汚水の処理が可能となりますが、排水処理施設の設置に係るコスト、設置スペース、維持管理に係る手間やコスト等を総合的に検討して選定する必要があります。

表 8 に食料品製造業で採用されている主な排水処理方法を示しますが、排水特性によってこの組み合わせも変わります。

表 8 食料品製造業の主な排水処理方法

	スクリーン	油水分離	pH 調整	凝集沈殿	加圧浮上	生物処理
水産食品						
みそ						
しょう油						
めん類						
あん類						
惣菜						

巻末資料 1 高負荷排水の処理（P26～27）を参照

排水処理施設の設置

排水処理施設は汚水の適切処理だけでなく、費用や維持管理について注意して選定する必要があります。排水処理施設を委託して設置する場合に注意すべき一般的な事項について示します。

排水処理施設の設計・設置工事を委託（見積り）時のチェックリスト

(1)委託（見積り）業者と相談前にすること

工場内でできる範囲で工程内対策を行って、汚水の量や濃度を低減する

- ・本マニュアルを参考に工程内対策を行うことで、排水処理施設を適正な規模とすることができる。

汚水の量、濃度が通常時と最大値を把握する

- ・汚水量の最大値は、繁忙期である場合が多い。水道使用量から推計できる。
- ・濃度の最大値は、業種や工場によって大きく異なるため、実際に排水口で試料を採取・分析して把握する。

(2)委託（見積り）業者と相談する時にすること

排水処理施設の設置に必要な費用と敷地面積を確認する

- ・排水処理施設の種類や処理水量に応じて設置費や必要な敷地面積が変わるため、複数の事業者で確認し、比較する必要がある。

維持管理の際に事業者自身が行う必要のある作業・費用を確認する

- ・設置後の維持管理について、事業者自身が行う必要のある作業には、各種メーターのチェック、消耗品の交換等がある。維持管理の委託が必要な場合は、委託可能な事業者を確認する。
- ・維持管理に係る費用には、電気代、部品等の消耗品代、引き抜き汚泥等の廃棄物の処理費等がある。
- ・故障時の対応についても確認する。

工場の拡張、縮小時の改修等の必要性等を確認する

- ・工場の拡張や生産ラインの増加等により排水処理施設を改修しなければならない場合がある。処理能力に、どの程度余裕分を持たせておくかを今後の受注見込等から検討しておく必要がある。

排水処理施設の維持管理及び留意事項

前処理設備を含め、排水処理施設は良好な維持管理によって十分な性能を発揮するものであり、設置後の定期的な点検や維持管理の実施が重要となります。表 9 に排水処理施設の維持管理について、注意すべき一般的な事項について示します。

表 9 排水処理施設の維持管理における注意事項

維持管理項目	管理内容
施設の運転・稼働状況	<ul style="list-style-type: none"> ・マニュアル通りの運転がなされているか確認する ・流入水質、施設内及び流出水の水質、施設内の DO、pH、水温などの測定と記録を行う
管きよの接続状況及び異物等の付着状況	<ul style="list-style-type: none"> ・管きよやスクリーン等にスカムが付着していないか確認する ・必要に応じて清掃を行う
機械・電気計装設備	<ul style="list-style-type: none"> ・消耗品について定期的に交換、補充を行う ・異常の発生に対し消耗品をストックする ・緊急時の対応マニュアルを作成する
周辺環境への配慮	<ul style="list-style-type: none"> ・悪臭、騒音、振動などの発生状況を点検し、周辺環境に悪影響を及ぼさないよう必要な措置をとる

また、表 10 に代表的な生物処理法である好気性処理法（活性汚泥法）を用いた排水処理施設の管理における留意点を示します。

表 10 好気性処理法（活性汚泥法）の管理における留意点

管理項目	管理における留意点
流入水の管理	<ul style="list-style-type: none"> ・曝気槽内の pH が中性付近になるように、曝気槽流前にまたは槽内で必要に応じて中和する ・排水中の BOD : N : P = 100 : 5 : 1 を目安に、足りない場合は窒素、リンを添加する
曝気槽内の溶存酸素濃度 (DO) の管理	<ul style="list-style-type: none"> ・曝気槽内の DO が 1mg/L 程度となるように散気量を調整する ・溶存酸素計は適切に測定ができる位置（中央付近）に設置する
汚泥負荷量の管理	<ul style="list-style-type: none"> ・設計仕様に定められた範囲に汚泥負荷量がおさまるように留意する

排水処理施設の設置コスト・維持管理コスト

排水処理施設の設置コストは、土木費、機器購入費、諸経費等の費用から成り（表 11）、その内訳をみると、大部分を土木費、機器購入費が占めます（図 4）。

表 11 排水処理施設 設置コストの構成（抜粋）

土木費	土木工事や機械室、脱水機室の作成費用、仮設工事費用
機器購入費	排水処理施設や脱水機等の購入費用
諸経費	設計費等の手数料

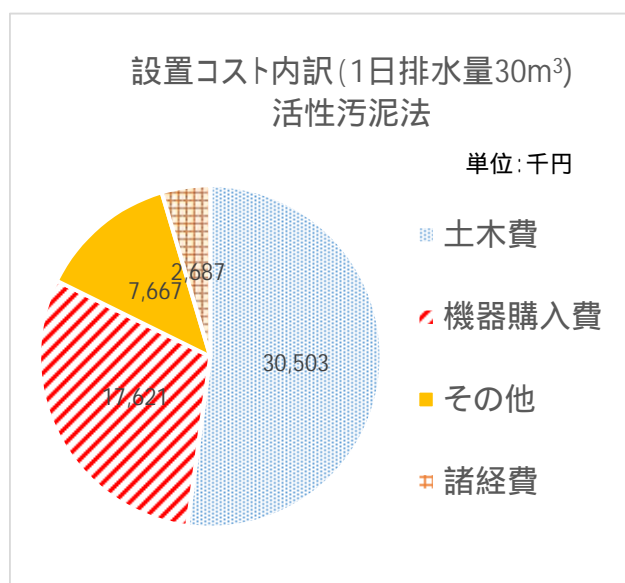


図 4 排水処理施設設置コストの内訳

維持管理コストは、電気代、汚泥処分費、薬品代等から成り（表 12）、その内訳をみると、大部分を電気代と汚泥処分費が占め、最も普及している活性汚泥法では次のようになります（図 5）。

表 12 排水処理施設 維持管理コストの構成（抜粋）

電気代	ブロワやポンプを動かすための費用
汚泥処分費	排水処理で発生する汚泥の運搬、処分費用
薬品代	pH 調整や汚泥凝集のための薬品の費用

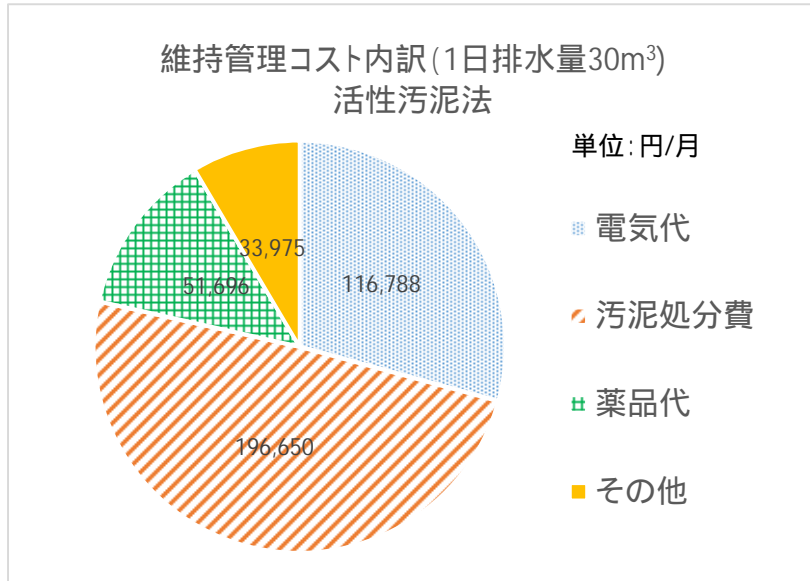


図 5 排水処理施設維持管理コストの内訳

汚水の BOD 濃度が高くなると、また、汚水量が多くなると、設置コストと維持管理コストは高くなります。

そこで、「活性汚泥法」、「MBR (膜分離活性汚泥) 法」及び「嫌気性ろ床法 + MBR 法」の排水処理装置の設置コストと維持管理コストを試算し、比較しました。このうち、「嫌気性ろ床法 + MBR 法」については、「嫌気ろ床槽の BOD 除去率が 2 割、好気性処理での余剰汚泥が発生する」という条件と、現地試験結果を用いた「嫌気ろ床槽の BOD 除去率が 6 割、好気性処理での余剰汚泥が発生しない」という条件でそれぞれ試算しました。

試算の結果、現地試験結果を用いた「嫌気性ろ床法 + MBR」は「活性汚泥法」に比べて、1 日排水量 30 m³ の場合、30 年間の総コスト (= 設置コスト + 月当たりの維持管理コスト × 360 月) を 64% 削減することができました。

巻末資料 2 排水処理施設設置及び維持管理コストの試算 (P28 ~ 29) を参照

事例 1 . めん類製造業

1 . 製造工程及び污水系統の整理

製めん(ゆでめん)の製造工程は、水をあまり使用しない前半の原料混合-混和ねり-切出しの「乾式工程」と、水を多く利用する後半の湯煮-水洗・冷却-包装・殺菌-の湿式工程に大別されます(図6)。

污水が発生するのは、後半の湿式工程からで、湯煮施設からの污水は量が多く、かつ汚濁濃度も高いという特徴があります。

湯煮後のめんは、冷却とゆでめん表面のぬめりを除去するために多量の水を使用し、污水が生じます。また、装置や用具類の洗浄に伴い、污水が生じます。

污水はゆで汁の汚れと関連して汚濁物質の濃度が上下するほか、めん類が干切れて混入することがあります。

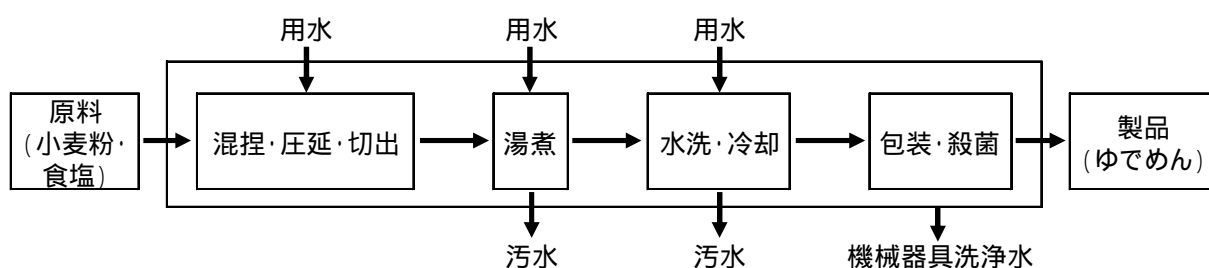


図6 めん類製造業(ゆでめん)の製造工程及び污水の発生源

2 . 汚水量及び水質調査

製めん(ゆでめん)の製造工程から生じる污水について、発生源別の污水の水質を調査した一例を表13に示します。

湯煮釜から排出される污水の濃度が他の発生源と比較して高いことが分かります(図7)。

表13 製めん製造業における発生源別の汚水量及び水質

污水の発生源	汚水量 (m ³)	pH	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)
湯煮釜	-	8.2	5,700	5,500	360
水洗	-	7.4	470	520	340
洗浄	-	7.5	790	1,000	340
合計	5.5	7.4	740	850	350

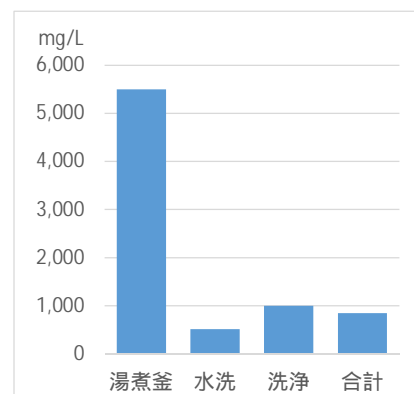


図7 発生源別濃度(COD)

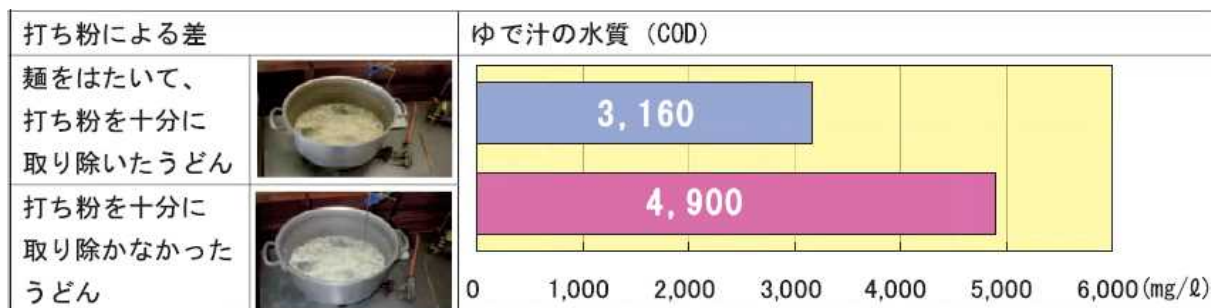
3 . 工程内対策の実施

製めん(ゆでめん)業製造工程から生じる污水については、湯煮釜から排出される污水の濃度が他の発生源と比較して高くなりますが、工程内対策を講じることで汚濁負荷を低減できます。具体的な工程内対策については、表14「めん類製造業の工程内対策例」に示しています。

打ち粉の削減

打ち粉は、その全量がゆで汁に溶け出すため、めんが付着している打ち粉を十分に
に取り除いてからゆでることにより、負荷は約 2 割削減されます。

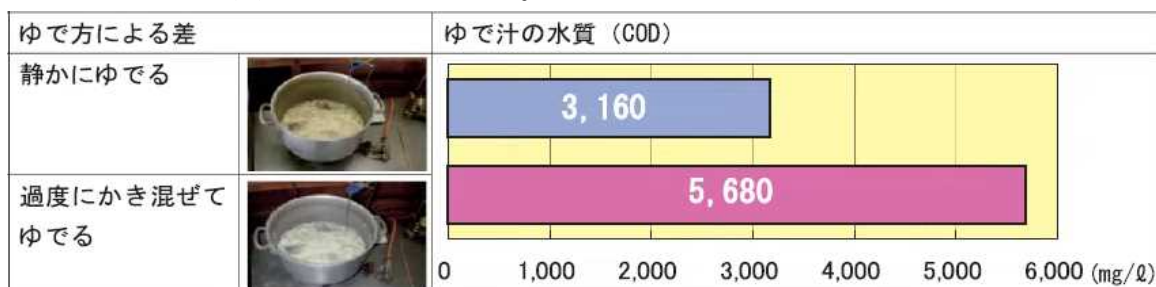
また、取り除いた打ち粉は水に流さず回収し、再利用しましょう。



出典) うどん店排水処理対策マニュアル (香川県)

静かな湯煮

めんをゆでる時、めんを過度にかき混ぜたり対流を起こしたりすると、めん
の表面がはぎ取られてゆで汁が白濁し、汚濁物質の濃度が高くなります。逆に、めんを
静かにゆでると負荷が削減されます。



出典) うどん店排水処理対策マニュアル (香川県)

表 14 めん類製造業の工程内対策例

確認欄	工程内対策内容
	ねり工程時の加水量減少の検討
	切歯の切れ味をよくする
	ミキサーや圧延機の拭き取りなどの水以外の洗浄
	高温にすることによる湯煮時間の短縮
	静かな湯煮
	湯煮水の再利用
	十分な水切りによる湯煮水の水洗槽への移行の防止
	低温の冷却水使用による水洗・冷却時間の短縮
	打ち粉の削減
	沈殿槽あるいはスクリーン設置による排水への SS 分流出の防止
	メッシュの揃った小麦粉の使用
	くずめんなどを飼料、肥料としてリサイクルする検討

事例 2 . 惣菜（煮豆）製造業

1 . 製造工程及び污水系統の整理

污水は、原料の洗浄や湯煮後の煮汁の廃棄時、加工設備の洗浄や床清掃時に排出されます。原料の洗浄水は汚濁濃度が低く、煮汁や設備や床の洗浄水は汚濁濃度が高いという特徴があります。

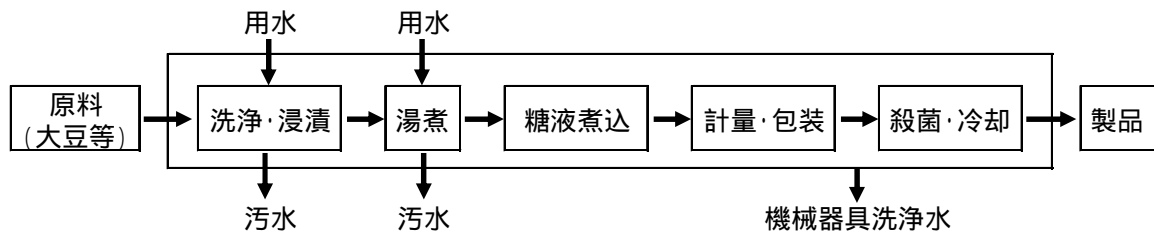


図 8 惣菜（煮豆）製造業の製造工程及び污水の発生源

2 . 汚水量及び水質調査

大豆と鶏肉の加工食品を製造する事業場について、製造工程及び污水系統について整理した結果を図 9 に示しています。

污水は、原料の前処理や湯煮後の煮汁の廃棄時、加工設備の洗浄や床清掃時に排出されます。

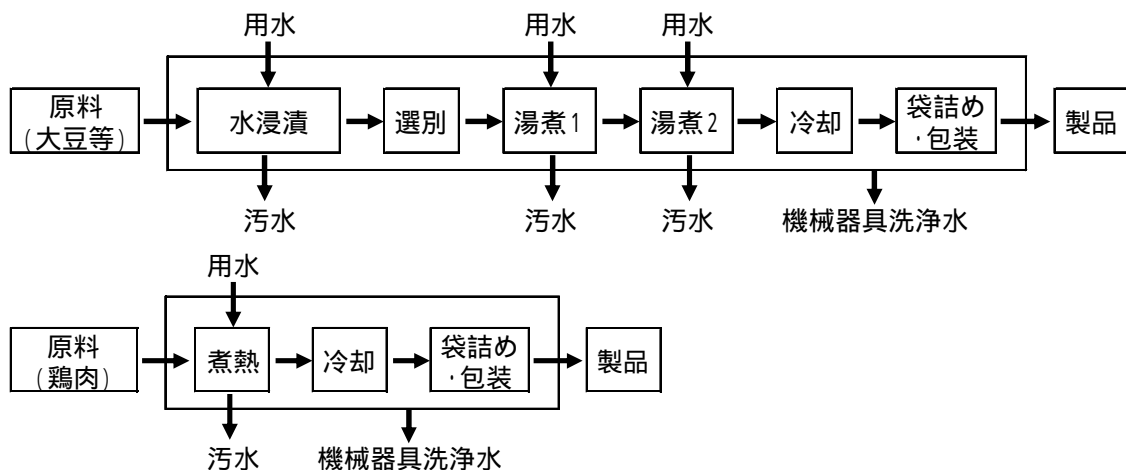


図 9 調査した事業場の製造工程及び污水の発生源

発生源別の汚水量及び BOD 濃度の調査結果をそれぞれ図 10 に示します。

污水の発生量は、機械洗浄・床洗浄水で最も多く、次いで湯煮廃水が多くなっていますが、汚濁濃度は湯煮廃水が最も高く、次いで機械洗浄・床洗浄水が高くなっています。

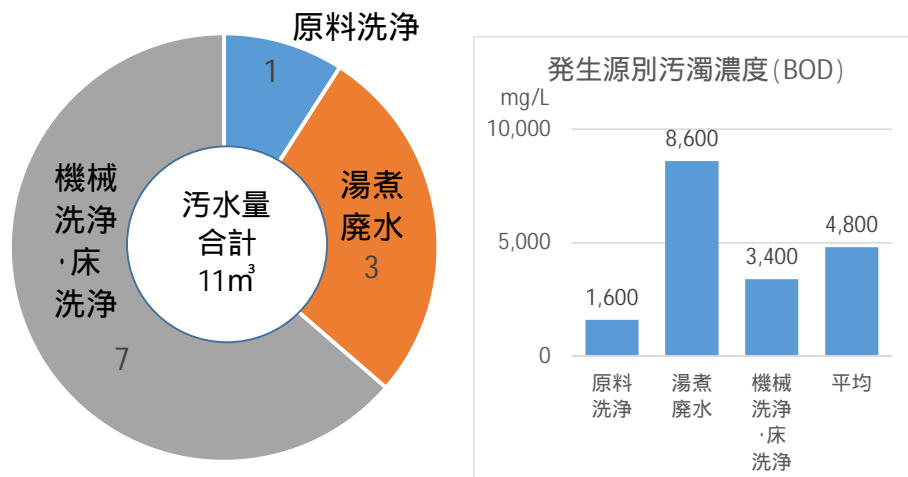


図 10 惣菜製造業の発生源別汚水発生量及び汚濁濃度の調査例

次に、汚濁負荷量を求めると、湯煮廃水と機械洗浄・床洗浄水の汚濁負荷が同程度であり、両者を合わせると負荷のほぼ全量に相当することが分かりました（図 11）。

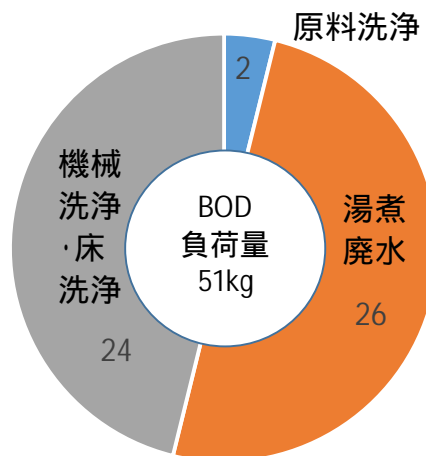


図 11 惣菜製造業の発生源別汚濁負荷量 (BOD)

3. 工程内対策の実施

惣菜（煮豆）製造する事業場において、湯煮後の黒豆を糖液に漬け込む工程で、糖液が汚水に混ざると汚濁濃度が高くなります。漬け込み工程で使用する糖液の量を調整したり、回収することにより、できるだけ漏えいさせないような対策を講じることにより、汚水の汚濁濃度を下げることができます。

ある煮豆製造事業場において、糖液が床面に漏えいしていたことから、糖液の漏洩抑制対策を講じたところ、図 12 に示すように、対策前は 1 日の総合排水の汚濁濃度（TOC）が平均 3,400mg/L だったのに対し、対策後は約 60% 減の 1,400mg/L にまで低減することができました。糖液は汚濁濃度が高いため、対策による効果が顕著に表れます。

具体的な工程内対策については、表 15 「惣菜製造業の工程内対策例」に示しています。

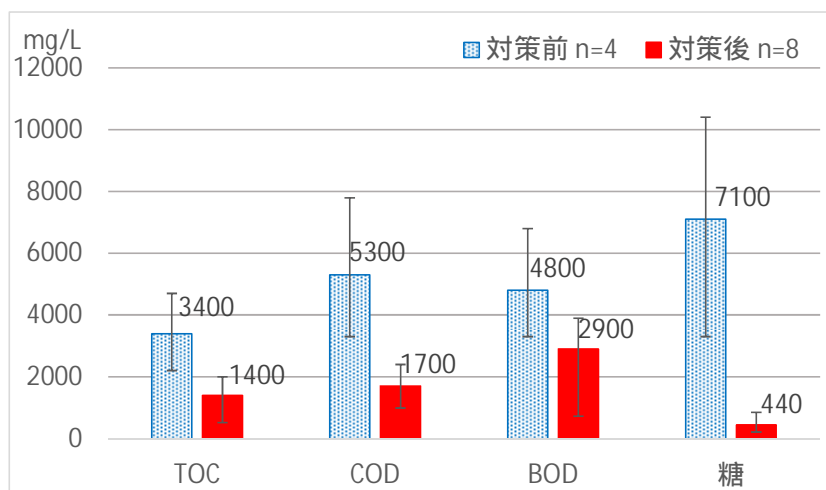


図 12 煮豆製造事業場における糖液漏洩対策前後の総合排水の濃度

表 15 惣菜製造業の工程内対策例

確認欄	工程内対策内容
	用水を循環使用して排水量を削減
	調理器具及び床洗浄では水以外で固形物の回収
	調理台で発生する野菜くず等は網籠を利用して回収
	廃油を排水に混入させないように努める
	廃油は自家燃料とするほか紙等で吸い取り焼却又は廃棄物として処理
	特に煮汁は有機物、窒素、リンの濃度が高い場合があるため、できるだけ排水に移行させず廃棄物として処理
	洗浄水は必要最小限の排出にとどめるよう努める
	調理加工機及び容器内の残存物はヘラ、紙で回収しできるだけ水による洗浄以外の方法で集める
	床洗浄は浮遊物質の回収を行った後、循環水で洗浄

事例 3 . 豆腐・油揚製造業

1 . 製造工程及び污水系統の整理

污水は、原料の洗浄工程、浸漬、蒸煮などの加工工程、ならびに機器の洗浄工程から排出されます。最も多く水を使うのは水さらしの工程であり、全使用水量の約半分を占め、この工程から最も多くの污水を生じます。次に多いのが洗浄等に用いる水になります。

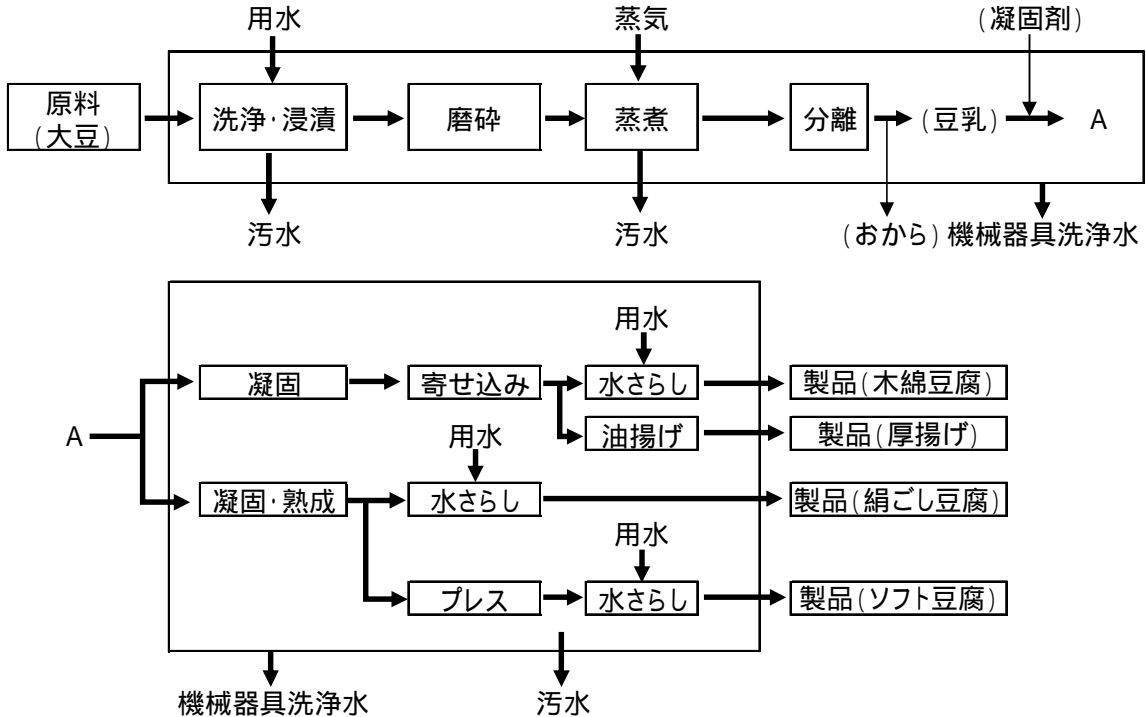


図 13 豆腐・油揚製造業の製造工程及び污水の発生源

2 . 汚水量及び水質調査

污水は、原料の洗浄工程、浸漬、寄せ込み、水さらしなどの加工工程、ならびに機器の洗浄工程から排出されます。

各工程のうち、污水は、水さらしからの発生量が最も多く、次に洗浄水が多くなります(図 14)。豆腐や油揚げは用水の一部(10%)程度が製品に移行されているため、全体の污水発生量は用水量より10%程度少なくなります。

一方、濃度についてみると、寄せ込み廃水がその水量が少ないものの極めて高いことが分かります。污水の発生量が最も多い水さらし廃水については、常に流水しているために濃度は低くなっています。

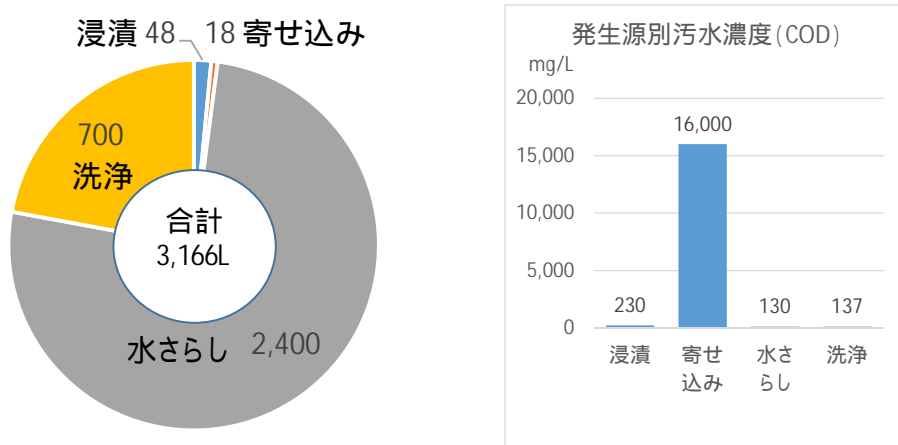


図 14 豆腐製造業の発生源別汚水発生量及び汚濁濃度の調査例

3. 工程内対策の実施

具体的な工程内対策について、表 16「豆腐・油揚製造業の工程内対策例」に示しています。

表 16 豆腐・油揚製造業の工程内対策例

確認欄	工程内対策内容
	使用した容器や器具に付着した固形物（豆腐、おから片等）を洗淨前にヘラ、蒸気洗淨等でできる限り除去
	豆腐破片、豆粒の破片等は、排水処理に入る以前にスクリーン等によって除去
	原料豆類の洗淨水について循環利用する
	洗淨や冷却等の希薄な汚水は、ろ過、消毒等適切な処理をした上で再利用する
	濃縮物は固形廃棄物として処理する
	寄せ込み汚水を濃縮し、逆浸透膜処理によりアミノ酸原料を回収する

事例 4 . オリーブ製品 (オリーブオイル) 製造業

1 . 製造工程及び汚水系統の整理

オリーブオイルの製造工程及び汚水の発生源を整理した結果を図 15 に示します。製造工程は、原料となる果実の水洗、破砕機による果実の破砕、攪拌装置での攪拌、遠心分離機による製品となる油の分離に分けられます。

汚水は、原料の水洗、遠心分離時ならびに水洗、破砕、攪拌、遠心分離工程で使用する機械器具を洗浄する際に排出されます。

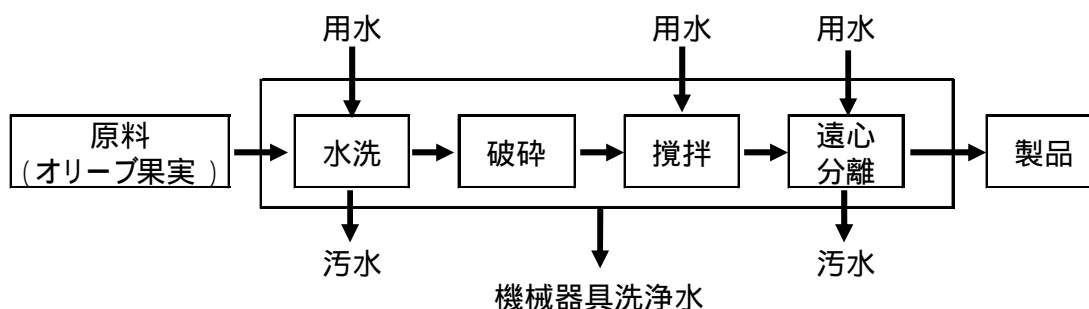


図 15 オリーブオイル製造事業場の製造工程及び汚水の発生源

2 . 汚水量及び水質調査

発生源別の汚水量及び水質調査結果を表 17、図 16 に示します。

汚濁濃度は遠心分離工程により生じる汚水の COD_{Mn} が 19,000mg/L と最も高く、次いで破砕機と攪拌機の洗浄水がそれぞれ 4,600、2,900mg/L と高くなっています。

表 17 オリーブオイル製造事業場における
発生源別の汚水量及び水質

発生源	COD _{Mn} (mg/L)	TOC (mg/L)	透視度 (度)	SS (mg/L)	n-ヘキサン 抽出物質 (mg/L)	汚水量 (L)
水洗 (汚水)	420	290	3	610	59	
破砕機 (洗浄水)	4,600	3,400	<1	24,000	530	10
攪拌機 (洗浄水)	2,900	1,300	<1	16,000	840	40
遠心分離 (洗浄水)	2,800	2,000	2	20,000	2,900	20
遠心分離 (汚水)	19,000	13,000	<1	50,000		

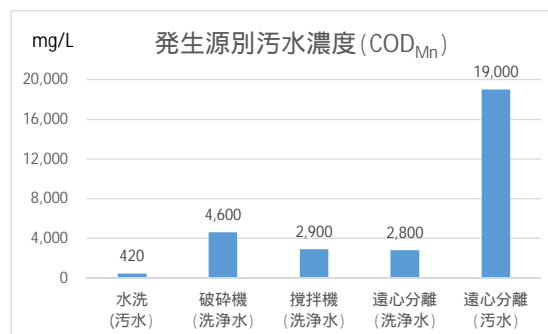


図 16 発生源別汚水濃度(COD_{Mn})

3 . 工程内対策の実施

破砕機や攪拌機などの洗浄水及び遠心分離工程で生じる汚水は、いずれも固形分や有機汚濁の濃度が高くなっていますが、遠心分離工程の汚水や機器の洗浄水のうち特に高濃度になる洗浄開始時の排水については、ザルやバケツで受けた固形分を多く含む残渣を貯留タンクに回収し、家畜飼料の原料として引き取られている事例があり、工程内対策として非常に効果的です。

また、オリーブオイルなどの油を製造する事業場では、油分や固形分の場外への

流出を防止するために、グリストラップと呼ばれる設備や油分の吸着マットを設置しているケースがみられます。これらの対策の効果について調査しました。

1) グリストラップによる油分及び固形分等の除去効果

破碎機の洗浄水について、グリストラップを通過する前後で試料を採取し、油分や固形分等の除去効果を調査しました。

n-ヘキサン抽出物質は、グリストラップ前では 530mg/L であるのに対し、グリストラップ後で 200mg/L となり、約 62%の除去効果がみられました(表 18、図 17)。また、SS で約 93%、COD_{Mn} で約 90%の汚水負荷低減効果がみられました。

表 18 破碎機洗浄水のグリストラップ通過前後の水質調査結果

汚水の発生源 採水箇所	COD _{Mn} (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	n-ヘキサン 抽出物質 (mg/L)
破碎(洗浄水) グリストラップ前	4,600	3,400	24,000	530
破碎(洗浄水) グリストラップ後	420	430	1,700	200

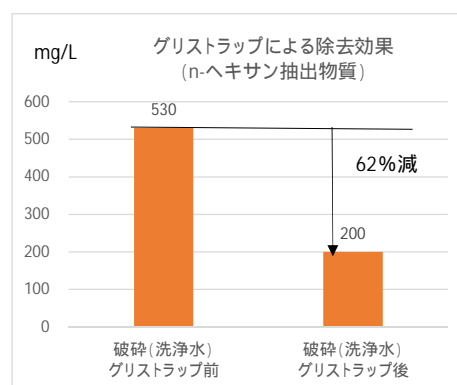


図 17 破碎機洗浄水のグリストラップによる n-Hex の除去効果

2) グリストラップと吸着マットによる油分等の除去効果

グリストラップに吸着マットを併用した場合について、油分と固形物の除去効果を調査するため、遠心分離工程の洗浄水について、グリストラップを通過する前後で試料を採取しました。

n-ヘキサン抽出物質は、処理前では 2,300mg/L であるのに対し、処理後で 380mg/L となり、約 83%の除去効果がみられました。

(表 19、図 18)

表 19 遠心分離工程洗浄水のグリストラップと吸着マット併用時の水質調査結果

汚水発生源 採水箇所	n-ヘキサン 抽出物質 (mg/l)	COD _{Mn} (mg/l)	TOC (mg/l)	SS (mg/l)
遠心分離工程洗浄水 グリストラップ前	2,300	2,700	2,000	6,400
遠心分離工程洗浄水 グリストラップ後	380	900	550	3,400

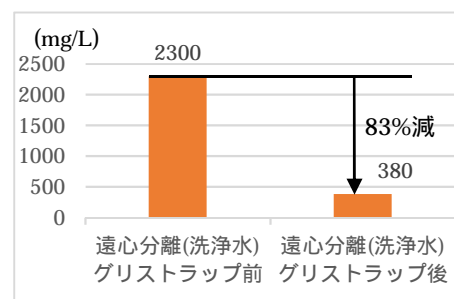


図 18 遠心分離工程洗浄水のグリストラップと吸着マット併用時における n-Hex 除去効果

3) 篩と網による固形分除去効果

攪拌工程の洗浄水について、事業者が使用していたザル(目開き 2~3mm 程度)とネットを通過する前後で試料を採取し、懸濁物質等の除去効果について調査しました。また、篩の目開きの違いによる固形分の除去効果に違いがあるか調べるため、目開き 2.0mm、1.0mm、0.6mm の篩を用いて調査しました。

懸濁物質(SS)の濃度は、対策前が 28,000mg/L であるのに対し、ザルとネットを通過させた場合は 25,000mg/L となり、約 11%の減少に留まりました。また、2.0mm の篩を通過後は 20,000mg/L、1.0mm の篩では 10,000mg/L、0.6mm の篩では 7,100mg/L と目開きが小さくなるにつれて減少し、最大で 75% 減少しました。

TOC 濃度は、対策前が 9,500mg/L であるのに対し、ザルとネットを使用した場合は 4,300mg/L となり、約 55%減少しました。また、2.0mm の篩を通過後は 6,600mg/L、1.0mm の篩では 4,100mg/L、0.6mm の篩では 3,600mg/L となり、SS の場合と同様、篩の目開きが小さくなるにつれて減少し、最大で 62% 減少しました。(表 20、図 19)

以上の結果より、目の細かい篩ほど SS、TOC の除去効果が高くなることが分かりました。しかし、目の細かい篩ほど目詰まりを起こす可能性が高くなるため、作業性を損なわないように留意する必要があります。

表 20 ザルとネットまたは目開きの異なる篩使用時の SS と TOC の濃度

対策	無し	ザルとネット	2.0mm篩	1.0mm篩	0.6mm篩
SS (mg/L)	28,000	25,000	20,000	10,000	7,100
TOC (mg/L)	9,500	4,300	6,600	4,100	3,600

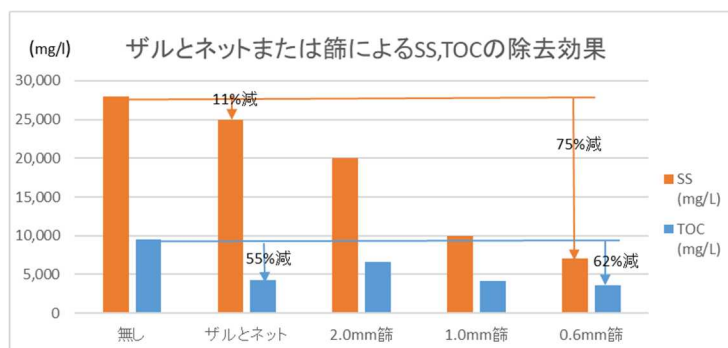


図 19 ザルとネットまたは目開きの異なる篩による SS と TOC の除去効果

事例 5 . オリーブ製品 (オリーブ新漬け) 製造業

1 . 製造工程及び汚水系統の整理

オリーブ新漬けの製造工程及び汚水の発生を整理した結果を図 20 に示します。製造工程は、原料となるオリーブ果実を同容量の苛性ソーダ液 (1.8 ~ 2.0 %) で脱渋後、水で複数回洗浄し、2 ~ 8 % の食塩水に浸漬した後、袋詰めに分けられます。汚水は、袋詰め以外の各工程ならびに床面や機械器具の洗浄により生じます。

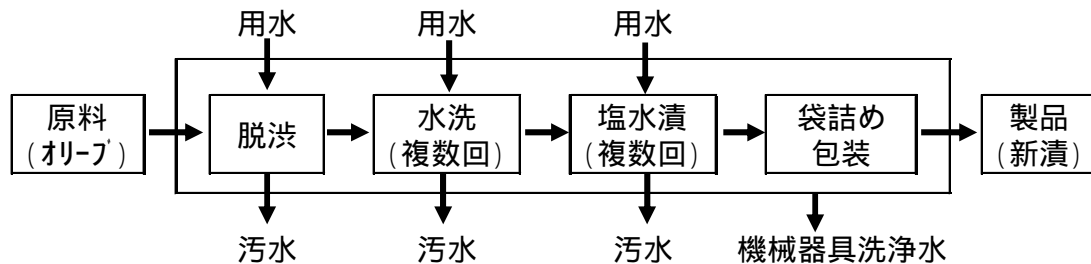


図 20 オリーブ新漬け製造事業場の製造工程及び汚水の発生源

2 . 汚水量及び水質調査

1) 汚水の発生量及び水質について

発生源別に調査した汚水の発生量及び水質を表 21 に示します。

汚水量は、オリーブの果実の重量 100kg 当たりの発生量で示しており、各工程とも 150 ± 20 L の量を排出しました。

脱渋液は、使用した苛性ソーダを含むため、高い pH 値でしたが、水洗、塩水漬と工程が進むにつれて、徐々に減少しました (図 2 1)。また、暗褐色に着色しており、脱渋液及び水洗水の透視度は 9 ~ 12 度と低くなりました。

有機汚濁物質の指標である COD は、脱渋液や水洗水で 13,000 ~ 24,000 mg/L と高く、塩水漬の工程が進むにつれて減少しました (図 2 2)。

表 21 オリーブ新漬け製造事業場における発生源別の汚水量及び水質

発生源	汚水量 (L/100kg)	pH	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	透視度 (度)
脱渋	150	13	15,000	8,700	31	9
水洗	1回目	13	24,000	14,000	10	10
	2回目	12	13,000	7,900	19	12
塩水漬	2%	12	4,900	3,200	42	11
	4%	11	2,700	1,800	16	21
	8%	11	2,300	1,400	5	50
	8%	9	99	72	9	36

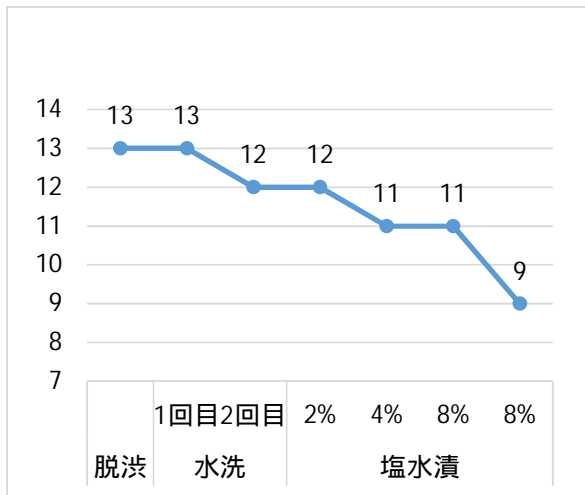


図 21 発生源別汚水の pH

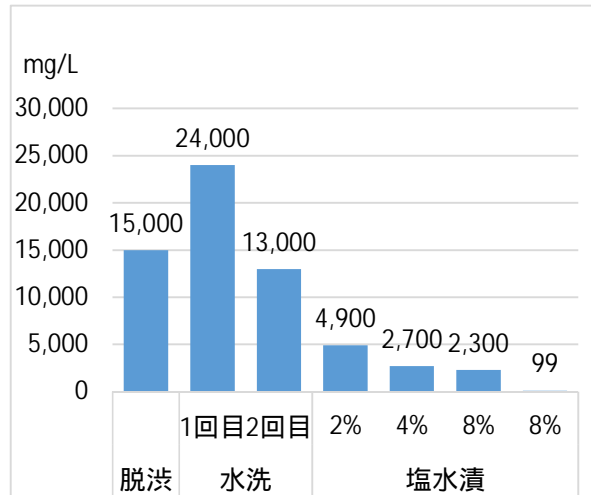


図 22 発生源別汚水の COD

2) 汚水の着色について

発生源別の汚水の着色度

脱色処理を行っていない新漬けの汚水は暗褐色に着色しているため、着色の程度を表す指標として、着色度（着色した汚水を水で希釈して、目視により基準の水と比較し、区別できなくなった時点の希釈倍率を着色度として表示したもの）を測定しました。

発生源別に採取した汚水の着色度は図 23 のとおりです。写真はこの試料を試験管に入れて見え方を比較しています。

着色度は脱渋液が最も高く、製造工程の進行とともに低下しました。

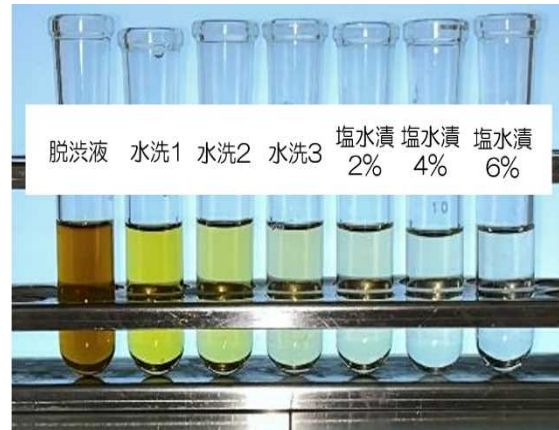
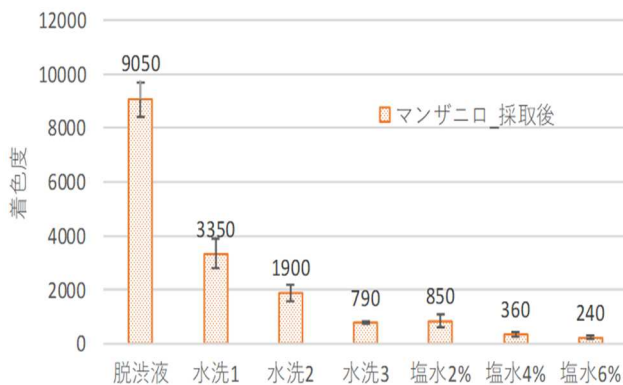


図 23 発生源別の汚水の着色度（マンザニコ）

オリーブ品種間での比較

オリーブの品種によって汚水の着色度等に差があるかを確認するため、マンザニコとミッションについて発生源別に水質調査を行いました。図 24 は着色度、図 25 は pH の結果を示しています。

調査の結果、工程別の汚水について着色度、pH とともに品種間での大きな違いはみられず、ほぼ同様の結果が得られました。

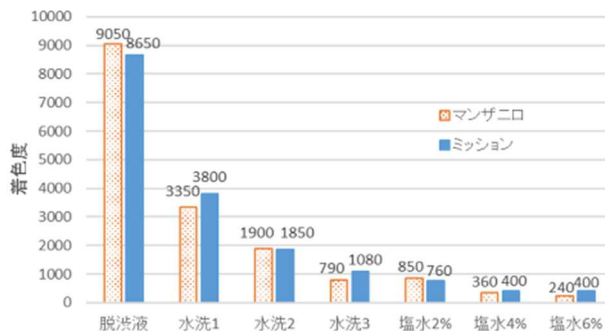


図 24 発生源別の着色度(品種別)

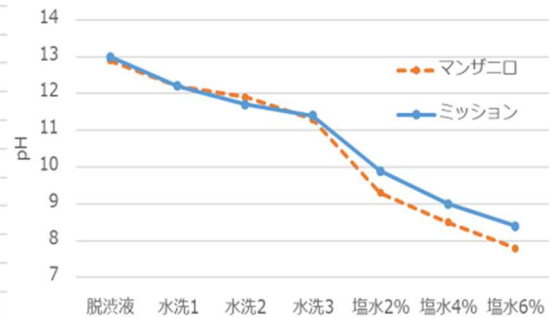


図 25 発生源別の pH(品種別)

脱洗液の変色について

オリーブ新漬けの脱洗液は空気と接触すると図 26 のように褐色から暗褐色に変色します。

図 27 は空気との接触前後で着色度を測定した結果を示しています。すべての発生源において空気との接触により変色し、着色度は 1.3 ~ 3.5 倍増加しました。



図 26 空気との接触前後の脱洗液



図 27 発生源別汚水の着色度の経時変化

3. 着色排水の脱色・中和の事例紹介

2.2) で記載したとおり、未処理の汚水は空気と接触すると濃い赤色に変色します。また、pH が高いため、そのまま排水すると苦情の原因になる場合があります。そのため、新漬けの製造事業場では脱色や中和の処理が行われています。

調査した事業場では、作業効率を上げるため汚水を 1 m の貯留槽に貯留し、槽内で脱色および中和処理をして排水して行っていました。処理方法は、未処理の汚水に 2.4 w/v% の濃度になるよう粉末の過炭酸ナトリウムを加え、曝気しながら 1 日攪拌して脱色処理を行った後、酸で中和処理するものです。

中和処理では、泡立ちを抑制するため、攪拌しながら汚水に酸を加えます。その際、pH メーターで確認しながら pH 5.8 ~ 8.6 の範囲になるまで少しずつ酸を加えています。排水処理に要した薬剤の費用は、汚水 1 m につき過炭酸ナトリウム約

7,000 円、酸約 3,000 円でした。

脱色・中和処理前後の水質を調査しました。図 28 は処理前後の着色度を示しています。脱色・中和処理後の汚水の着色度は、脱色前と比較して大きく低下しました（ ミッションは新漬け製造シーズンの終盤に採水し、脱渋液よりも水洗や塩水漬けの汚水が多く貯留されていたため、脱色前の着色度がマンザニロと比べて低くなっています。）

図 29 は処理前後の pH を示しています。中和前の汚水はマンザニロ、ミッションともにアルカリ性でしたが、中和後の pH は中性付近になっていました。

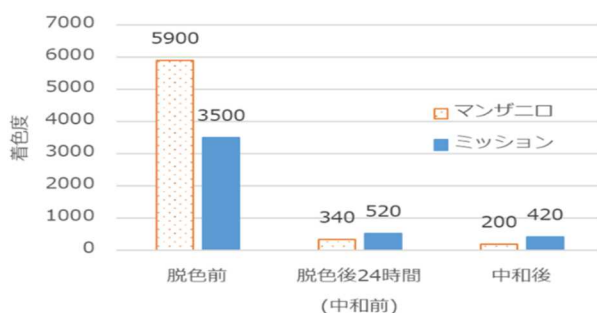


図 28 貯留槽内汚水の着色度

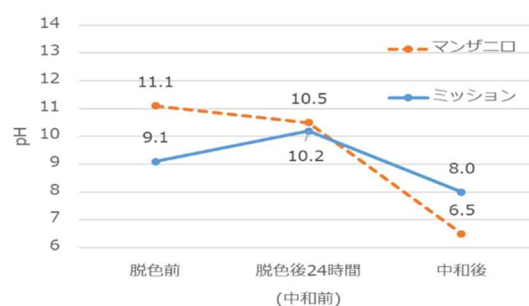


図 29 貯留槽内汚水の pH

巻末資料 1 高負荷排水の処理

小規模な食品製造工場の排水は、高負荷で変動が大きい場合があり、排水処理施設の導入に際しては、そのような排水に適用可能であることや、設置費及び維持管理費等の経済的負担の抑制や運転管理が容易であること等を考慮する必要があります。

香川県環境保健研究センターではこの課題の解決に向け、前段に嫌気性ろ床法を後段に膜分離活性汚泥法を組み合わせた排水処理方式を採用した排水処理試験機を用いて実験的検討を行い、良好な処理成績を得ました。

詳細は、全国環境研会誌第 45 巻第 2 号「嫌気性ろ床法と膜分離活性汚泥法を組み合わせた排水処理装置を用いた煮豆製造排水の処理特性」を参照ください。

1) 汚水の特長および排水処理装置の選定

煮豆を製造する B 事業場の汚水濃度は、TOC 3,200mg/L、BOD 4,800mg/L と高濃度であったため、通常の好気性処理法にて排水処理する場合、処理施設の設置に広大な面積が必要となり、また、維持管理の負担が大きい等の課題があります。

そのため、前段に嫌気性処理（嫌気性ろ過床法）後段に好気性処理（MBR 法）を有する排水処理装置（図 23、写真 1）を用いて、排水処理試験を行いました。

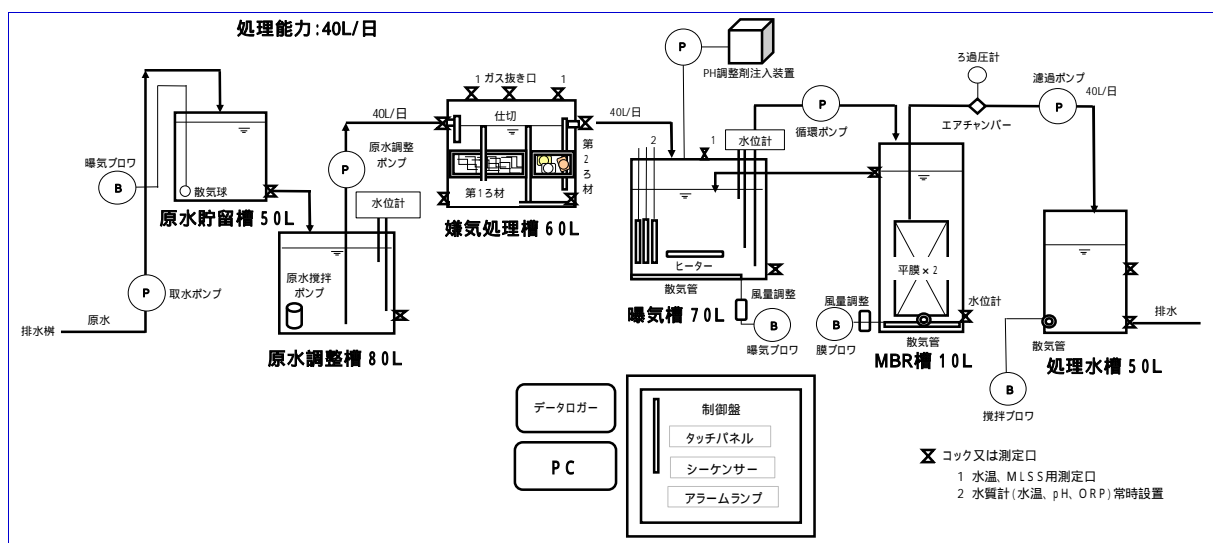
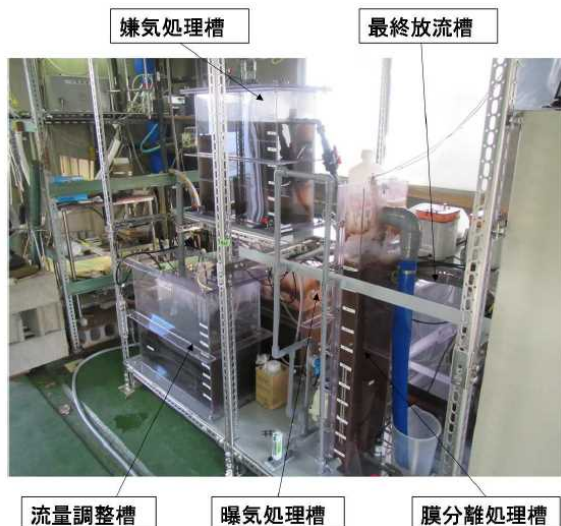


図 23 排水処理装置概要図

汚水は、排水樹から取水された原水が原水貯留槽に一次貯留され、原水調整槽、嫌気処理槽、曝気槽、MBR槽を経て処理水槽に送られます。



実験処理装置寸法：

横幅 2220mm

奥行 980mm

高さ 1850mm

処理能力：40 L / 日

処理目標：TOC160mg/L 以下

写真 1 排水処理装置外観

2) 排水処理試験結果

試験期間中、原水の TOC は 460 ~ 2700 (平均 1610) mg/L でしたが、処理後の放流水では 7.7 ~ 13 (平均 10) mg/L となりました (図 24)。

除去率は、放流水で 97.8 ~ 99.6 (平均 99.0) % であり、全期間にわたり処理目標である 160mg/L 以下を満たしました。

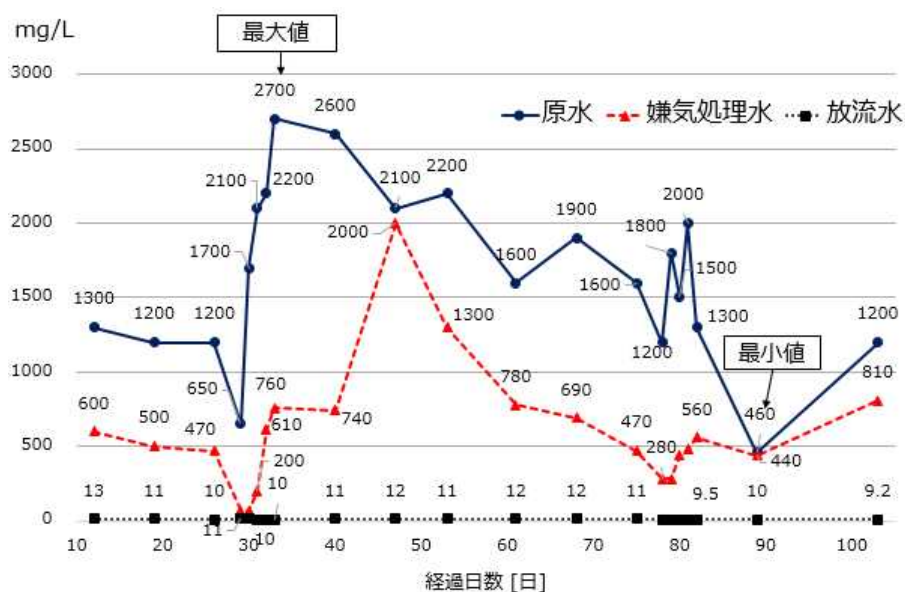


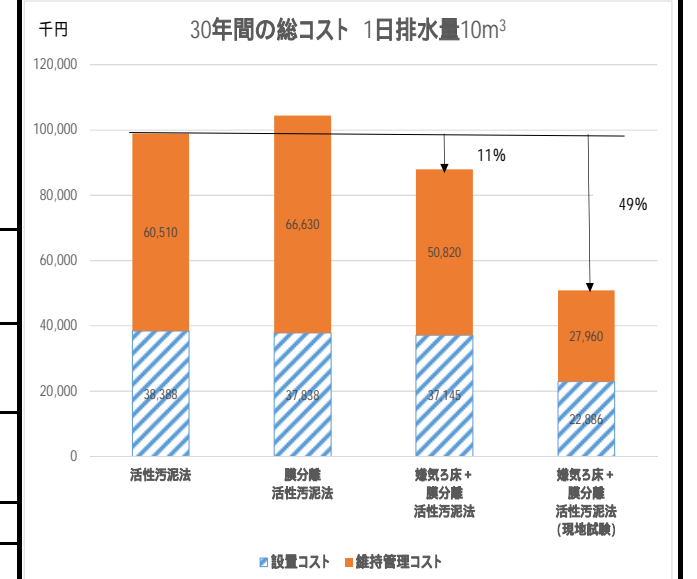
図 24 煮豆製造業の排水処理試験における TOC の推移

構造：FRP製 半地下型

処理方式による比較一覧表

汚水量：10 m³/日
流入BOD濃度：4,000 mg/L

	活性汚泥方式	膜分離活性汚泥方式	嫌気ろ床 + 膜分離活性汚泥方式	嫌気ろ床 + 膜分離活性汚泥方式 (H30年度現地試験結果に基づく設計)	総 評																																
概略フロー					<p>本報告の4つの処理方式について、1日排水量10m³の場合の設置コストを比較すると、現地試験結果を採用した嫌気ろ床 + 膜分離活性汚泥方式（以下、「方式」という。）が最も安価であり、最も普及している活性汚泥方式と比べて、約1550万円安くなる。</p> <p>これは、嫌気ろ床槽のBOD除去率が6割であること、好気処理（曝気槽）で余剰汚泥が発生しないことにより脱水設備が不要となるため機器購入費が削減されることに加え、槽全体の容積が小さくなり、土木築造工事費が減るからである</p> <p>維持管理コストは、方式が最も安価であり、他の3つの方式と比べて、1日排水量10m³で約6~11万円/月安くなる。これは、好気処理工程で余剰汚泥が発生しないと見込んでいることにより、汚泥処分費がかからないことが大きな要因である。</p> <p>設置面積は、方式で約104m²と最も省スペースであり、他の3方式と比べて、11~44m²狭くなる。</p> <p>作業に要する時間は、方式が最も短く、他の3方式と比べて、0.75~1.5hr/日短くなる。</p> <p>下のグラフは、1日排水量10m³の場合、4つの方式について30年間の総コスト（＝設置コスト＋月当たり維持管理コスト×360月）を示している。活性汚泥方式を基準に比べると、方式は約4800万円減（49%減）となった。この結果から、嫌気性処理工程でのBOD除去率や、好気性処理工程における余剰汚泥の発生の有無が設置コストや維持管理コストに大きな影響を与えることが分かる。</p>																																
概要	<ol style="list-style-type: none"> 活性汚泥と呼ばれる微生物が入った槽（曝気槽）に汚水を流入し、空気（酸素）を送り込みながら攪拌することにより、排水中の有機物を分解した後、沈殿槽で活性汚泥を沈殿させ、上澄みの水を処理水として放流する方法である。 沈殿槽で生じた余剰汚泥を引き抜き処分する必要がある。 他の処理方式と比べ、曝気槽の汚泥濃度は2,000~5,000mg/Lと低いため、曝気槽の容積が大きくなる。 現在、有機性工場排水において最も普及している排水処理技術である。 	<ol style="list-style-type: none"> 活性汚泥法の一種で、曝気槽・膜分離槽内の活性汚泥を循環させ、沈殿槽の代わりにろ過膜を用いて固液分離する方法で、沈殿槽が不要となる。 活性汚泥法と同様に、余剰汚泥を引き抜き処分する必要がある。 活性汚泥法と比べ、曝気槽の汚泥濃度を10,000~15,000mg/Lと高く保持できるため、曝気槽の容積を小さくできる。 活性汚泥法の欠点であるバルキングが発生しても、膜分離するため懸濁物質（SS）の流出は防止でき、管理が容易である。 下水や民間工場排水向けに適用されている。 	<ol style="list-style-type: none"> 嫌気ろ床法と膜分離活性汚泥法を組み合わせた処理法である。 BOD除去率が2割の嫌気ろ床槽が前段にあり、曝気槽・膜分離槽を合わせた槽の容積は膜分離活性汚泥法より大きくなる。 嫌気ろ床槽はエネルギー消費が少なく、また好気性処理と比べて余剰汚泥の発生量が少ない。 嫌気性処理工程を有するため、曝気槽でのバルキングが発生しにくい。 一定濃度以上の高濃度廃水でも処理が可能である。 	<ol style="list-style-type: none"> 嫌気ろ床槽でのBOD除去率を6割とし、曝気槽で余剰汚泥は発生しないものとした以外は左記の「嫌気ろ床 + 膜分離活性汚泥法」の概要と同じ。（現地試験期間中、汚泥濃度は約8,000~16,000mg/Lの間で増減したが、試験期間中に1度も余剰汚泥を引き抜きを要しなかった。また、種汚泥としてグラニューロ汚泥を使用した場合、嫌気ろ床槽でのBOD除去率が6割と高くなった。） 槽全体の容積がの容積と比べて小さくなる。 																																	
設置面積m ²	148	115	128	104																																	
設置コスト	38.3 百万円	37.8 百万円	37.1 百万円	22.9 百万円																																	
維持管理コスト	168 千円/月	185 千円/月	141 千円/月	78 千円/月																																	
作業に要する時間	<table border="1"> <tr><th>処理施設</th><th>機械室</th><th>脱水機室</th><th>合計</th></tr> <tr><td>1.25</td><td>0.5</td><td>1.0</td><td>2.75</td></tr> </table> hr/日	処理施設	機械室	脱水機室	合計	1.25	0.5	1.0	2.75	<table border="1"> <tr><th>処理施設</th><th>機械室</th><th>脱水機室</th><th>合計</th></tr> <tr><td>0.5</td><td>0.5</td><td>1.0</td><td>2.0</td></tr> </table> hr/日	処理施設	機械室	脱水機室	合計	0.5	0.5	1.0	2.0	<table border="1"> <tr><th>処理施設</th><th>機械室</th><th>脱水機室</th><th>合計</th></tr> <tr><td>0.75</td><td>0.5</td><td>1.0</td><td>2.25</td></tr> </table> hr/日	処理施設	機械室	脱水機室	合計	0.75	0.5	1.0	2.25	<table border="1"> <tr><th>処理施設</th><th>機械室</th><th>脱水機室</th><th>合計</th></tr> <tr><td>0.75</td><td>0.5</td><td>0</td><td>1.25</td></tr> </table> hr/日	処理施設	機械室	脱水機室	合計	0.75	0.5	0	1.25	
処理施設	機械室	脱水機室	合計																																		
1.25	0.5	1.0	2.75																																		
処理施設	機械室	脱水機室	合計																																		
0.5	0.5	1.0	2.0																																		
処理施設	機械室	脱水機室	合計																																		
0.75	0.5	1.0	2.25																																		
処理施設	機械室	脱水機室	合計																																		
0.75	0.5	0	1.25																																		
維持管理上での留意点	<ol style="list-style-type: none"> バルキングが発生すると汚泥の沈降性が悪くなり、沈殿槽での固液分離が困難となるため、汚泥の沈降性を確認する必要がある。 バルキングの対策として、流入水のBOD:N:P=100:5:1を守り、汚濁負荷の均一化を図る必要がある。 	<ol style="list-style-type: none"> 流入水量・水質の変動が大きい場合、膜分離槽に直接負荷がかかりろ過圧が上昇する場合があるため、ろ過圧を管理する必要がある。 ろ過圧の上昇を抑えるために、ろ過膜を定期的（1~2ヶ月）に洗浄する必要がある。 	<ol style="list-style-type: none"> 嫌気ろ床槽からにおいが発生するため、排気ファンを設置する必要がある。 嫌気ろ床槽の目詰まりや偏流を生じた場合はろ材を洗浄する必要がある。 ろ過圧の上昇を抑えるために、ろ過膜を定期的（2~3ヶ月）に洗浄する必要がある。 	<ol style="list-style-type: none"> 左記の「嫌気ろ床 + 膜分離活性汚泥法」の維持管理上での留意点と同じ。 嫌気ろ床槽等で余剰汚泥が発生した場合は、必要に応じてバキューム搬出処理を行う。 																																	



	活性汚泥方式	膜分離活性汚泥方式	嫌気ろ床+膜分離活性汚泥方式	嫌気ろ床+膜分離活性汚泥方式 (H30年度現地試験結果に基づく設計)	総 評																															
概略フロー					<p>本報告の4つの処理方式について、1日排水量30m³の場合の設置コストを比較すると、現地試験結果を採用した嫌気ろ床+膜分離活性汚泥方式（以下、「方式」という。）が最も安価であり、最も普及している活性汚泥方式と比べて、約2150万円安くなる。</p> <p>これは、嫌気ろ床槽のBOD除去率が6割であること、好気処理（曝気槽）で余剰汚泥が発生しないことにより脱水設備が不要となるため機器購入費が削減されることに加え、槽全体の容積が小さくなり、土木築造工事費が減るからである</p> <p>維持管理コストは、方式が最も安価であり、他の3つの方式と比べて、1日排水量30m³で約19~30万円/月安くなる。これは、好気処理工程で余剰汚泥が発生しないと見込んでいることにより、汚泥処分費がかからないことが大きな要因である。</p> <p>設置面積は、方式で約74m²と最も省スペースであり、他の3方式と比べて、6~34m²狭くなる。</p> <p>作業に要する時間は、方式が最も短く、他の3方式と比べて、0.75~1.5hr/日短くなる。</p> <p>下のグラフは、1日排水量30m³の場合、4つの方式について30年間の総コスト（=設置コスト+月当たり維持管理コスト×360月）を示している。活性汚泥方式を基準に比べると、方式は約1億3000万円減（64%減）となった。この結果から、嫌気性処理工程でのBOD除去率や、好気性処理工程における余剰汚泥の発生の有無が設置コストや維持管理コストに大きな影響を与えることが分かる。</p>																															
概要	<ol style="list-style-type: none"> 活性汚泥と呼ばれる微生物が入った槽（曝気槽）に汚水を流入し、空気（酸素）を送り込みながら攪拌することにより、排水中の有機物を分解した後、沈殿槽で活性汚泥を沈殿させ、上澄みの水を処理水として放流する方法である。 沈殿槽で生じた余剰汚泥を引き抜き処分する必要がある。 他の処理方式と比べ、曝気槽の汚泥濃度は2,000~5,000mg/Lと低いため、曝気槽の容積が大きくなる。 現在、有機性工場排水において最も普及している排水処理技術である。 	<ol style="list-style-type: none"> 活性汚泥法の一つで、曝気槽・膜分離槽内の活性汚泥を循環させ、沈殿槽の代わりにろ過膜を用いて固液分離する方法で、沈殿槽が不要となる。 活性汚泥法と同様に、余剰汚泥を引き抜き処分する必要がある。 活性汚泥法と比べ、曝気槽の汚泥濃度を10,000~15,000mg/Lと高く保持できるため、曝気槽の容積を小さくできる。 活性汚泥法の欠点であるバルキングが発生しても、膜分離するため懸濁物質（SS）の流出は防止でき、管理が容易である。 下水や民間工場排水向けに適用されている。 	<ol style="list-style-type: none"> 嫌気ろ床法と膜分離活性汚泥法を組み合わせた処理法である。 BOD除去率が2割の嫌気ろ床槽が前段にあり、曝気槽・膜分離槽を合わせた槽の容積は膜分離活性汚泥法より大きくなる。 嫌気ろ床槽はエネルギー消費が少なく、また好気性処理と比べて余剰汚泥の発生量が少ない。 嫌気性処理工程を有するため、曝気槽でのバルキングが発生しにくい。 一定濃度以上の高濃度廃水でも処理が可能である。 	<ol style="list-style-type: none"> 嫌気ろ床槽でのBOD除去率を6割とし、曝気槽で余剰汚泥は発生しないものとした以外は左記の「嫌気ろ床+膜分離活性汚泥法」の概要と同じ。（現地試験期間中、汚泥濃度は約8,000~16,000mg/Lの間で増減したが、試験期間中に1度も余剰汚泥を引き抜きを要しなかった。また、種汚泥としてグラニユール汚泥を使用した場合、嫌気ろ床槽でのBOD除去率が6割と高くなった。） 槽全体の容積がの容積と比べて小さくなる。 																																
設置面積m ²	107.9	80.0	86.9	73.9																																
設置コスト	58.5 百万円	57.5 百万円	57.6 百万円	37.0 百万円																																
維持管理コスト	399 千円/月	392 千円/月	292 千円/月	99 千円/月																																
作業に要する時間	<table border="1"> <tr> <th>処理施設</th> <th>機械室</th> <th>脱水機室</th> <th>合計</th> </tr> <tr> <td>1.25</td> <td>0.5</td> <td>1.0</td> <td>2.75 hr/日</td> </tr> </table>	処理施設	機械室	脱水機室	合計	1.25	0.5	1.0	2.75 hr/日	<table border="1"> <tr> <th>処理施設</th> <th>機械室</th> <th>脱水機室</th> <th>合計</th> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>1.0</td> <td>2.0 hr/日</td> </tr> </table>	処理施設	機械室	脱水機室	合計	0.5	0.5	1.0	2.0 hr/日	<table border="1"> <tr> <th>処理施設</th> <th>機械室</th> <th>脱水機室</th> <th>合計</th> </tr> <tr> <td>0.75</td> <td>0.5</td> <td>1.0</td> <td>2.25 hr/日</td> </tr> </table>	処理施設	機械室	脱水機室	合計	0.75	0.5	1.0	2.25 hr/日	<table border="1"> <tr> <th>処理施設</th> <th>機械室</th> <th>脱水機室</th> <th>合計</th> </tr> <tr> <td>0.75</td> <td>0.5</td> <td>0.0</td> <td>1.25 hr/日</td> </tr> </table>	処理施設	機械室	脱水機室	合計	0.75	0.5	0.0	1.25 hr/日
処理施設	機械室	脱水機室	合計																																	
1.25	0.5	1.0	2.75 hr/日																																	
処理施設	機械室	脱水機室	合計																																	
0.5	0.5	1.0	2.0 hr/日																																	
処理施設	機械室	脱水機室	合計																																	
0.75	0.5	1.0	2.25 hr/日																																	
処理施設	機械室	脱水機室	合計																																	
0.75	0.5	0.0	1.25 hr/日																																	
維持管理上での留意点	<ol style="list-style-type: none"> バルキングが発生すると汚泥の沈降性が悪くなり、沈殿槽での固液分離が困難となるため、汚泥の沈降性を確認する必要がある。 バルキングの対策として、流入水のBOD:N:P=100:5:1を守り、汚濁負荷の均一化を図る必要がある。 	<ol style="list-style-type: none"> 流入水量・水質の変動が大きい場合、膜分離槽に直接負荷がかかりろ過圧が上昇する場合があるため、ろ過圧を管理する必要がある。 ろ過圧の上昇を抑えるために、ろ過膜を定期的（1~2ヶ月）に洗浄する必要がある。 	<ol style="list-style-type: none"> 嫌気ろ床槽からにおいが発生するため、排気ファンを設置する必要がある。 嫌気ろ床槽の目詰まりや偏流を生じた場合ろ材を洗浄する必要がある。 ろ過圧の上昇を抑えるために、ろ過膜を定期的（2~3ヶ月）に洗浄する必要がある。 	<ol style="list-style-type: none"> 左記の「嫌気ろ床+膜分離活性汚泥法」の維持管理上での留意点と同じ。 嫌気ろ床槽等で余剰汚泥が発生した場合は、必要に応じてバキューム搬出処理を行う。 																																

