



令和元年度 福岡県リサイクル総合研究事業化センター
研究成果発表会 於：福岡国際会議場

「濃縮バイオ液肥開発 研究会」成果

2019年6月25日

研究代表者 九州大学大学院農学研究院・教授・矢部
共同研究者 静岡県立大学食品栄養科学部・助教・徳村
福岡県みやま市環境衛生課・課長・松尾



研究の背景と目的

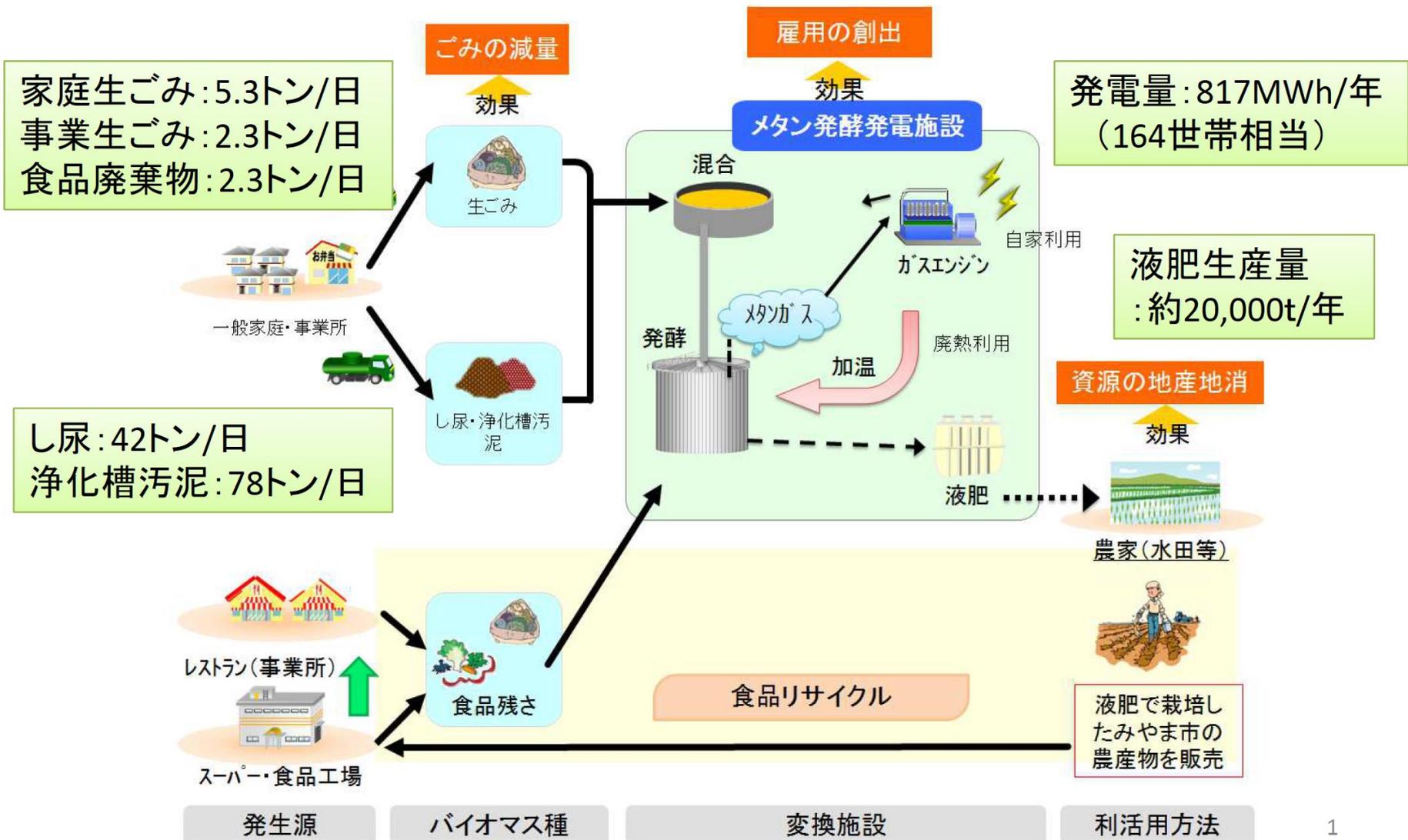
全国のメタン発酵施設

JARUSが調査し「バイオマス利活用技術情報システム Ver2.0」 <http://www2.jarus.or.jp/biomassdb/> に掲載の許諾がなされている49施設

○ 水稲、畑作物に液肥を施用している地区
(JARUSが把握している地区。)

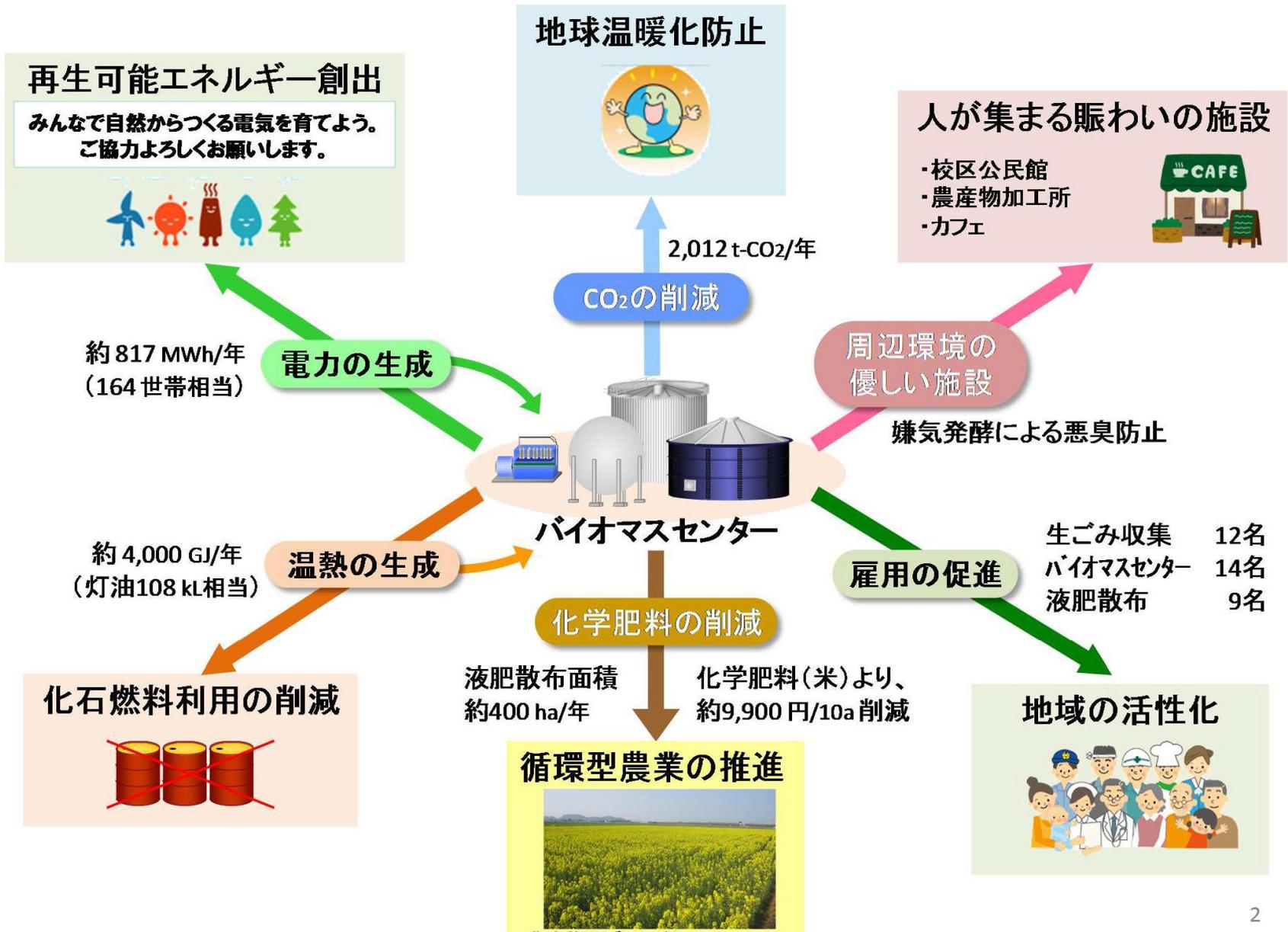


みやま市バイオマスセンターが H30年11月より稼働



注：資料はみやま市PPFより引用

メタン発電・液肥利用の効果



メタン発酵消化液利用の現状



液肥タンクを市内3か所設置。
家庭菜園用の「液肥の使い方マニュアル」を
作成し市民に配布。

消化液利用の課題

◎ 95%以上が水分→高い貯留・運搬・撒布コスト
年間2000万円/万トンの貯留・散布コスト、散布地域も限定

→ 消化液の低コスト濃縮技術の開発が急務

○ 肥料成分の調整ができない→栽培作物や利用法が限定

○ アンモニア態窒素が多い→養液栽培で使用困難
硝酸態窒素を好む野菜等のため効率的硝化技術が必要

○ 臭いが強い→地域住民への苦情対策、施設内使用に躊躇
住民理解に向けた広報、液肥散布・利用方法の工夫

濃縮バイオ液肥のコア技術開発

- ・ UF膜分離、電気透析、蒸留技術の組み合わせ
 - ・ 消化液から、窒素・リン・カリウムを分離し、10倍から100倍に濃縮回収する技術を開発
 - ・ 消化液利用に関する主要問題は解決の見通し
- 実用化に向け、残された課題の解決



広域移動



養液栽培利用

リ総研研究会における研究課題

1. UF膜を透過した消化液について、電気透析による効率的濃縮水準の解明
2. 電気透析脱塩液の低コスト脱色手法の開発
3. 消化液の濃縮・散布費用の概算

1. UF膜透過液の電気透析による効率的濃縮条件の解明

日田市とみやま市の消化液を用いて実験を行う

日田市とみやま市の消化液、 UF膜濃縮液、UF膜透過液の比較

日田市の原料

- ・ 豚ふん尿
- ・ 生ごみ
- ・ 集落排水汚泥
- ・ 焼酎粕



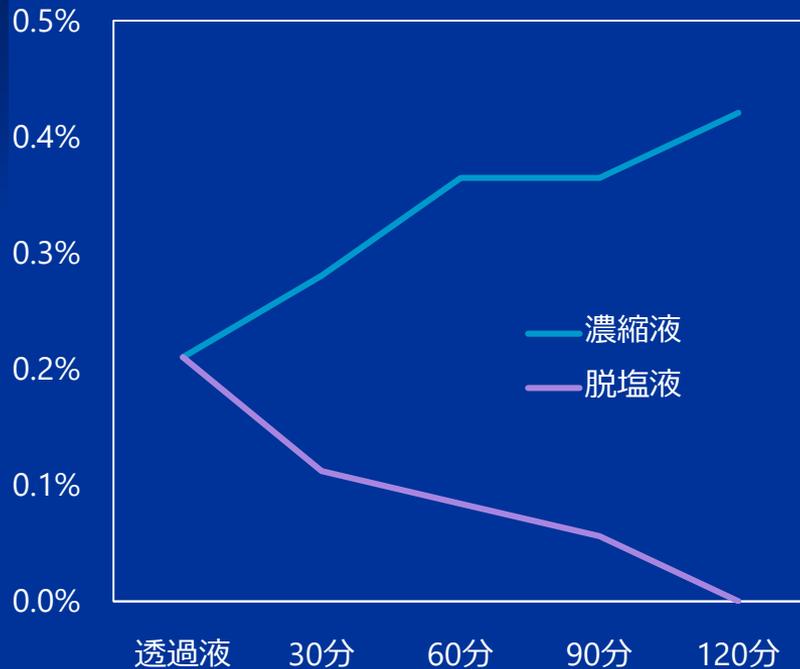
みやま市の原料

- ・ 生ごみ
- ・ し尿
- ・ 浄化槽汚泥
- ・ 農業残渣

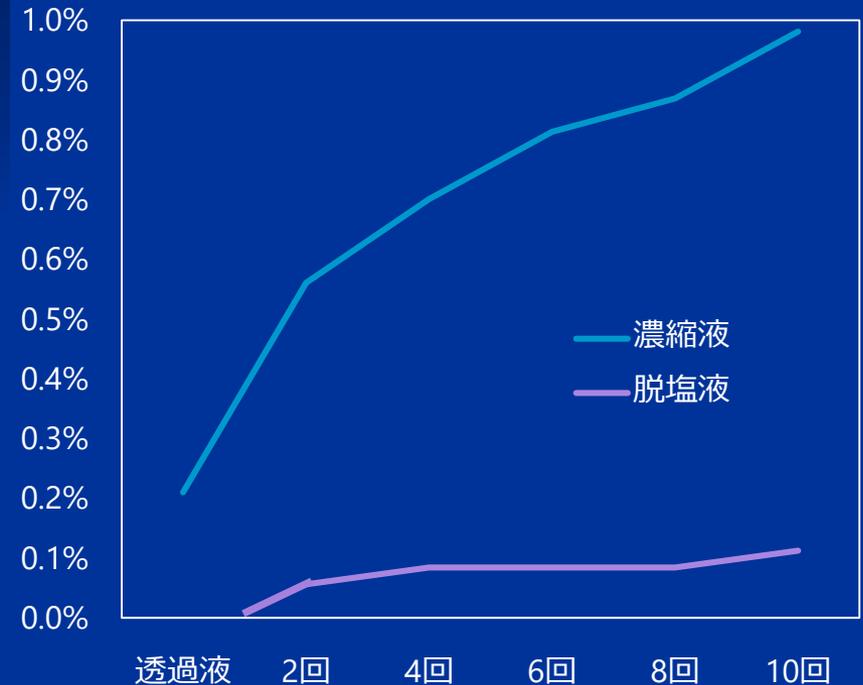


電気透析によるアンモニア濃縮実験

窒素濃度の推移 1 (日田)



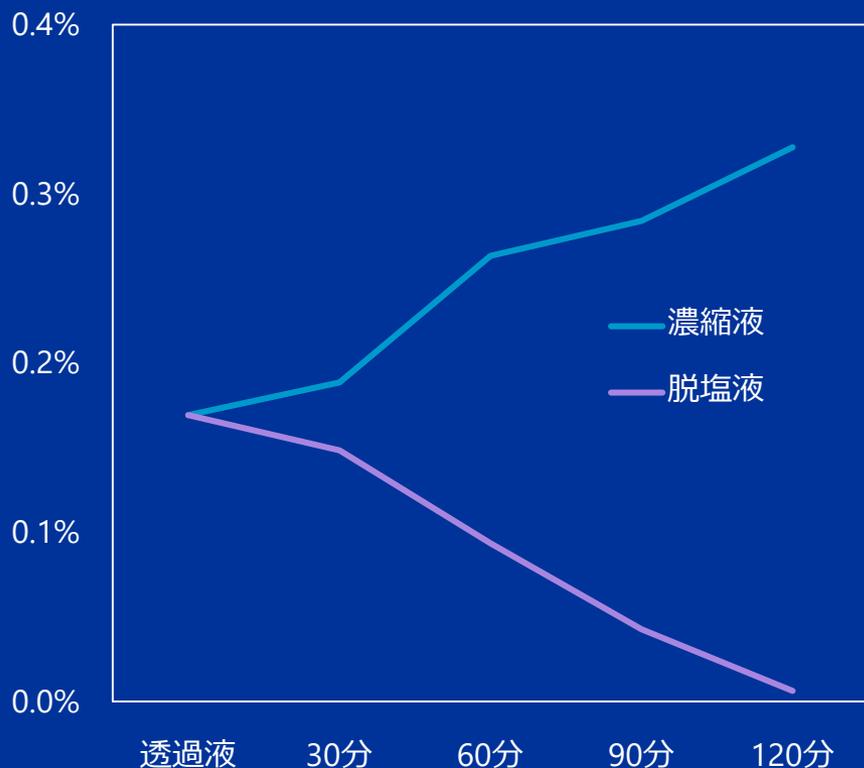
窒素濃度の推移 2 (日田)



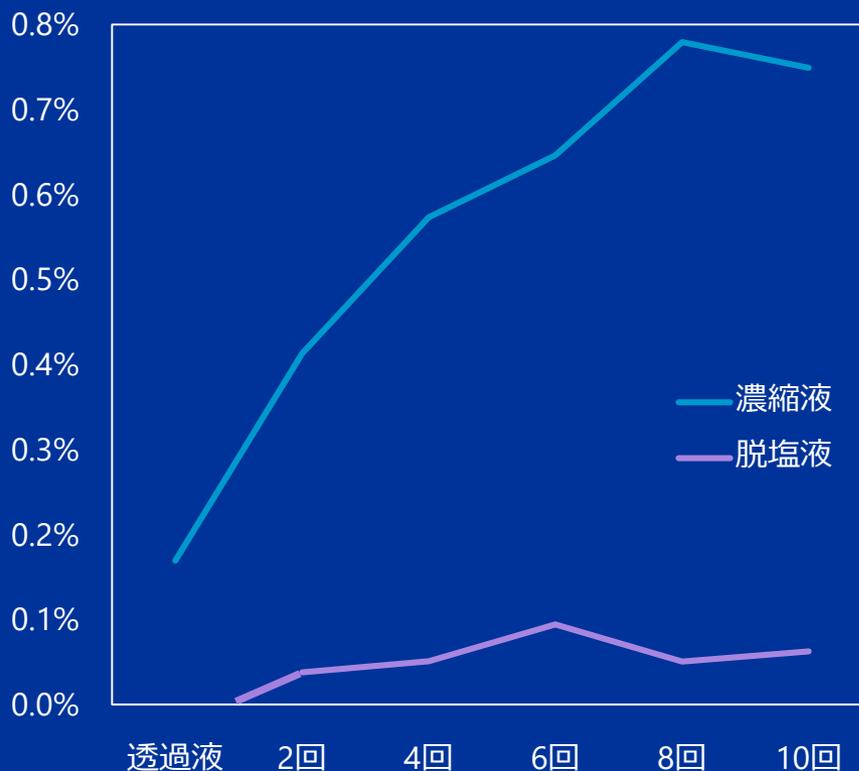
→このようなUF膜透過液の電気透析実験データをもとに、パラメータを推計し、シミュレーションによる最適化の準備を行った。

電気透析によるカリウム濃縮実験

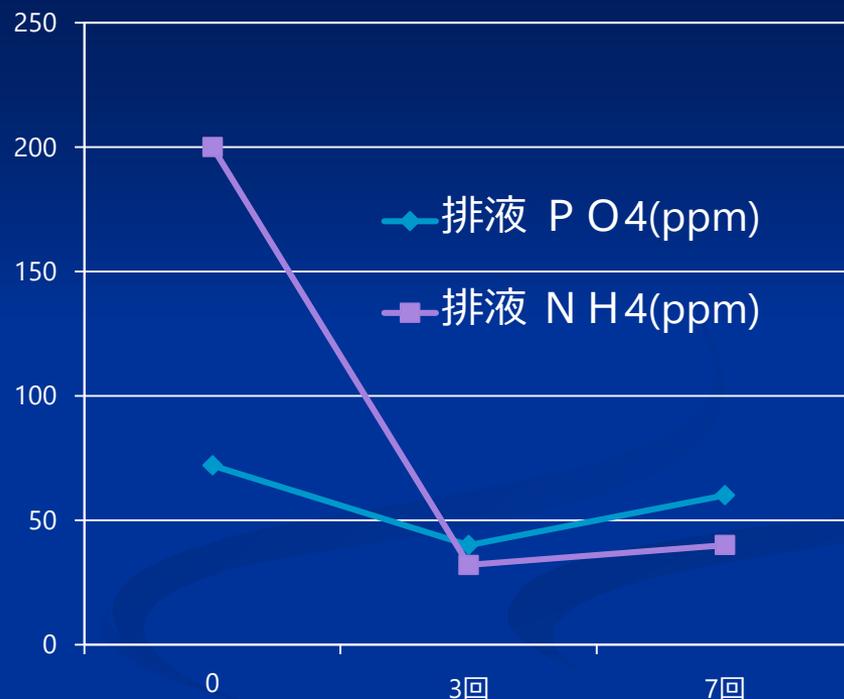
カリウム濃度の推移 1 (日田)



カリウム濃度の推移 2 (日田)



みやま市のアンモニアとリン酸の濃縮



使用したイオン交換膜では、リン酸は濃縮されずに排出

脱色工程で使用する鉄イオンにより、不溶性のリン酸鉄を形成するので、容易に排水中から除去できる

(排水基準：窒素含有量は120 mg/L, リン含有量は16 mg/L)



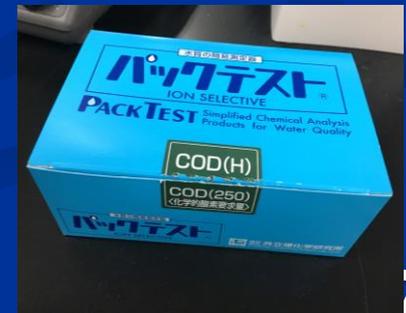
2. フォトフェントン反応 による脱色手法の開発

- 1) UF膜透過液の脱色実験
- 2) 電気透析脱塩液（排水）
の脱色実験

1) UF膜透過液の 脱色実験

フotofenton反応を用いた 鉄イオン濃度の影響に関する実験の方法

1. 500 mLビーカー中に消化液を500 mL加えた。
2. 光源としてブラックライトブルーランプ（極大照射波長 = 380 nm）をビーカーの上に1本設置した。
3. フotofenton反応の最適pHであるpH = 3となるように濃硫酸で調整した。鉄イオン源として硫酸鉄（II）七水和物を加え、過酸化水素を添加し、UVランプを点灯させることで、実験を開始した。
4. 実験終了後は、メンブレンフィルター（孔径 = 0.45 μm ）でろ過した後、吸光光度計、パックテストで分析を行った。



鉄イオン濃度を変化させたときの UF膜透過液の色の変化（日田市）

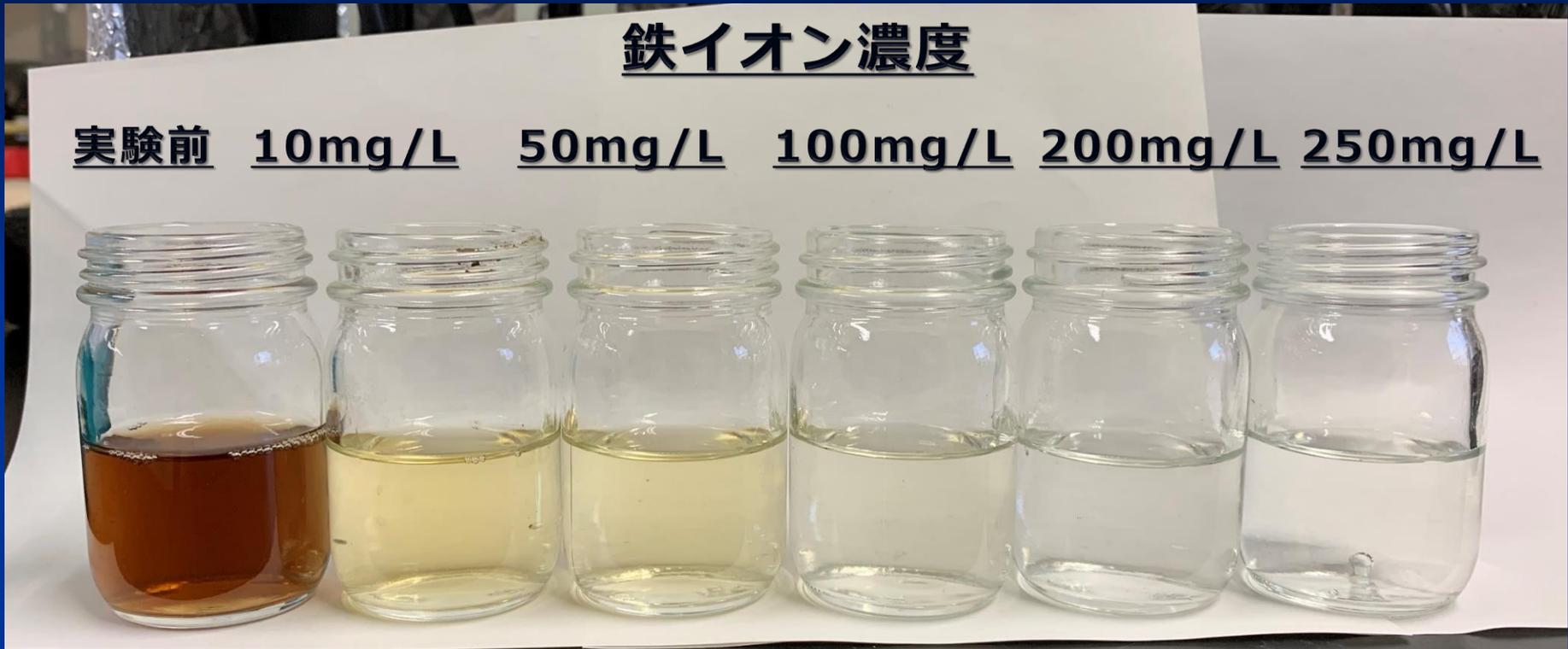


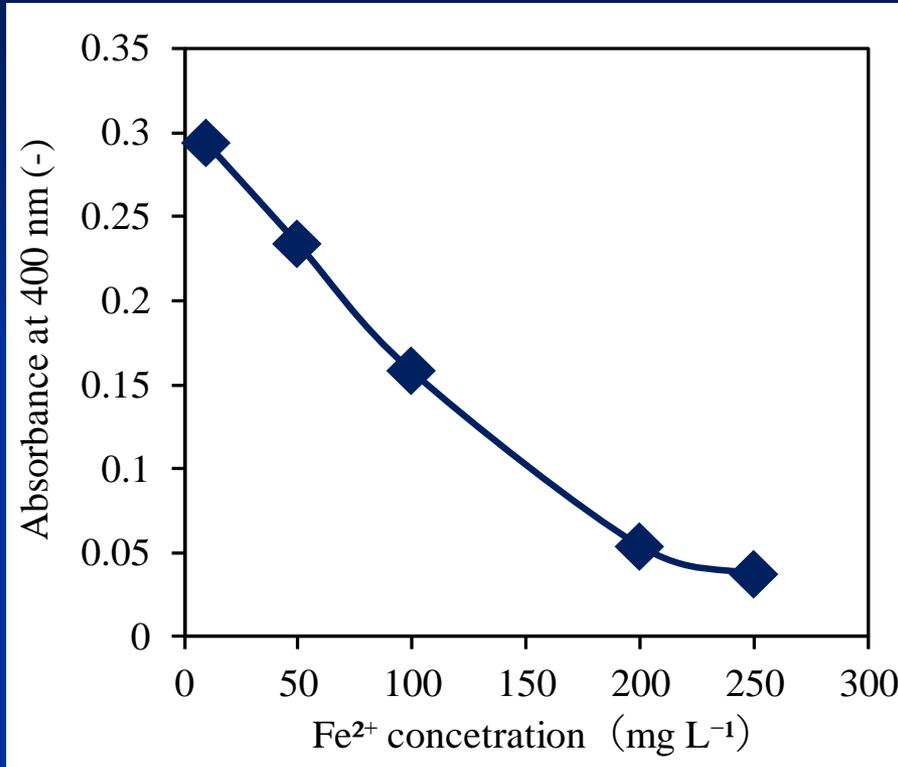
写真 実験開始 8 時間後の鉄イオン濃度別色度

実験条件（初期過酸化水素濃度：2500 mg/L、pH：3.0、温度：20℃）

鉄イオン濃度が50 mg /Lでほぼ脱色できた。
我が国で最も厳しい脱色基準も250 mg / Lで達成

日田市のUF膜透過液について

8時間経過後の吸光度と鉄イオン濃度の関係



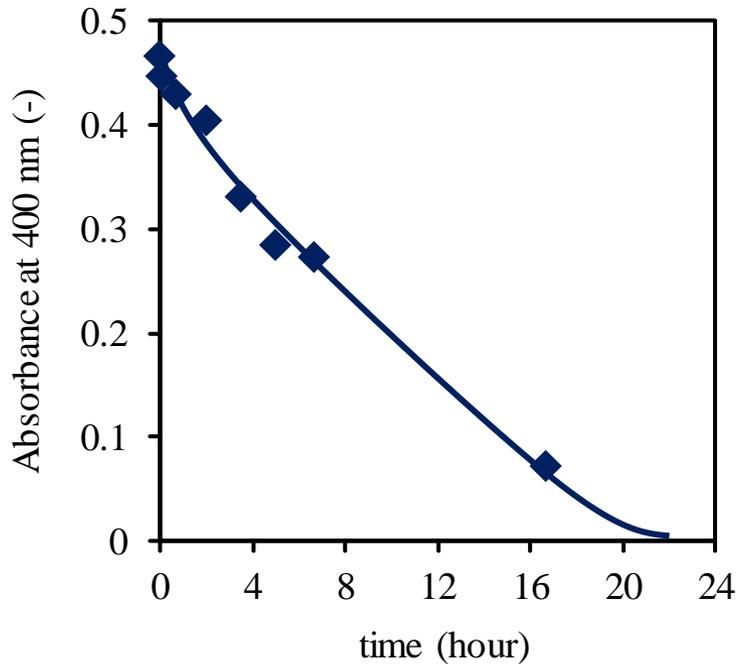
我が国では、排水の色に関する規制が、和歌山県（公共下水道への排除基準）および神奈川県川崎市（一般の工場・事業場から排出される排水に適用される排水基準及び規制基準）で行われている。その中で、最も厳しい基準は「色度が12度以下」。吸光度（400 nm）では0.05程度に相当。

鉄イオン濃度と吸光度の関係

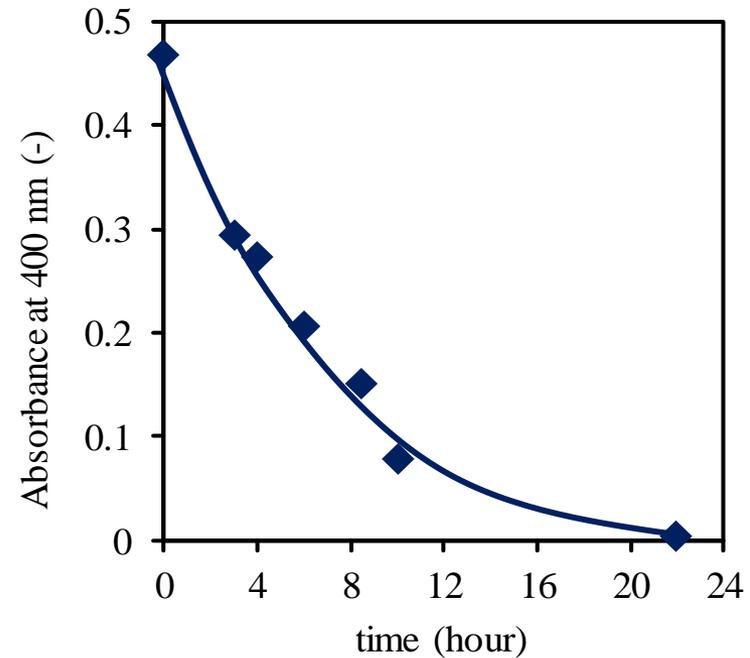
8時間処理の場合、日田市は鉄イオン濃度250 mg/Lで、最も厳しい基準達成

2) 電気透析脱塩液(排出液) の脱色実験

鉄イオン濃度30 mg / L



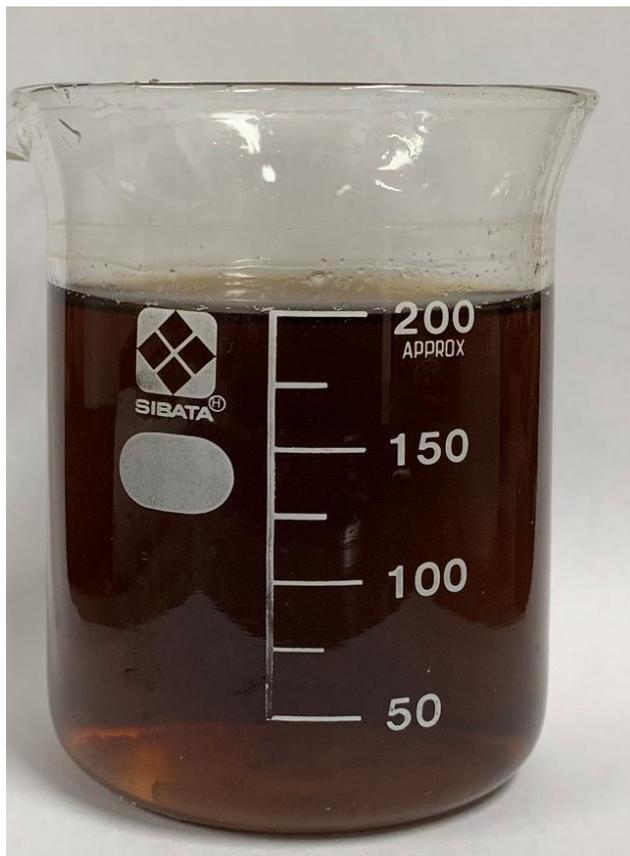
鉄イオン濃度50 mg / L



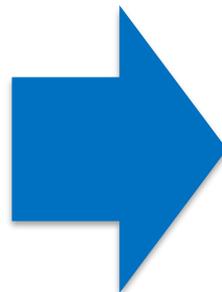
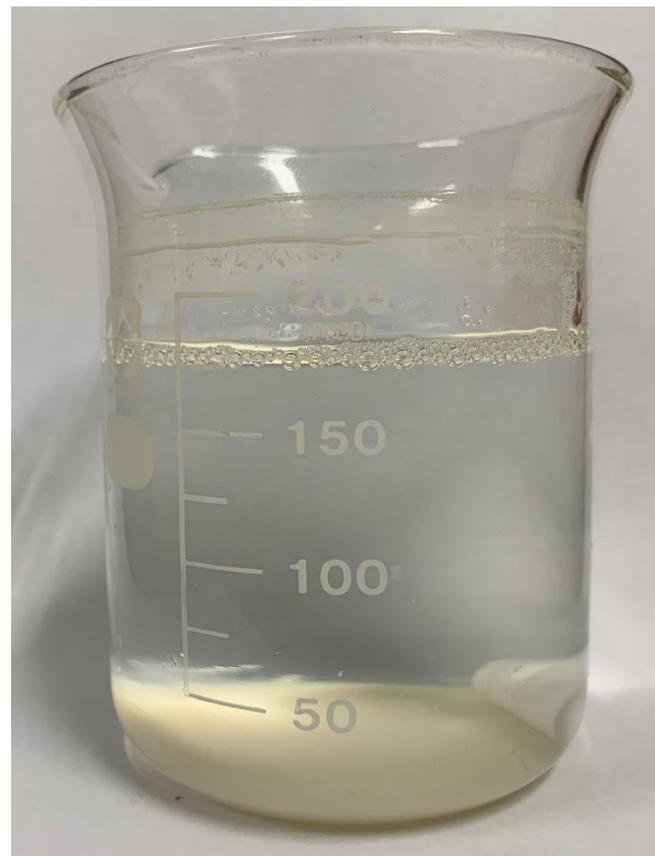
光照射時間と吸光度の関係

鉄イオン濃度30、50 mg /Lにおいて、光照射開始から22時間後に、最も厳しい基準でも脱色達成

実験前

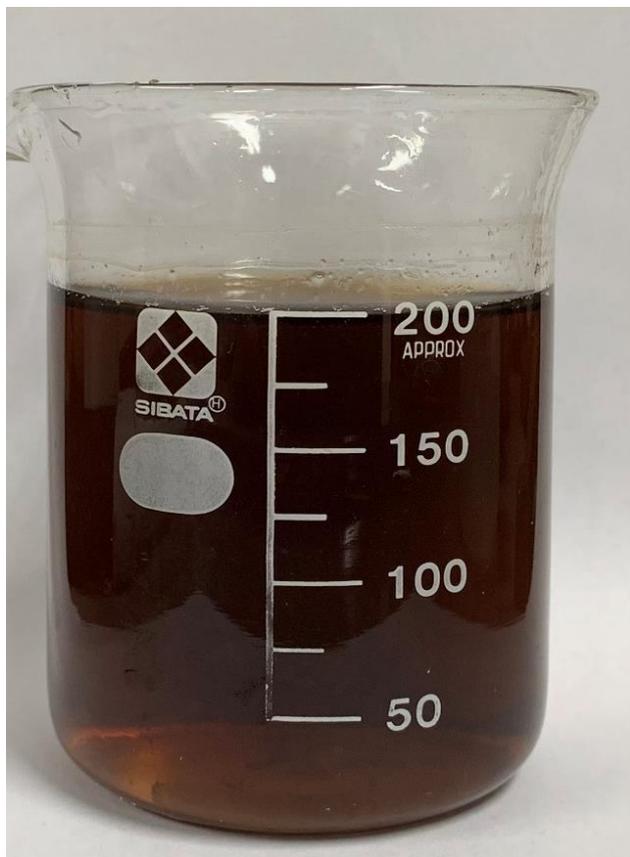


実験後 (22時間後)

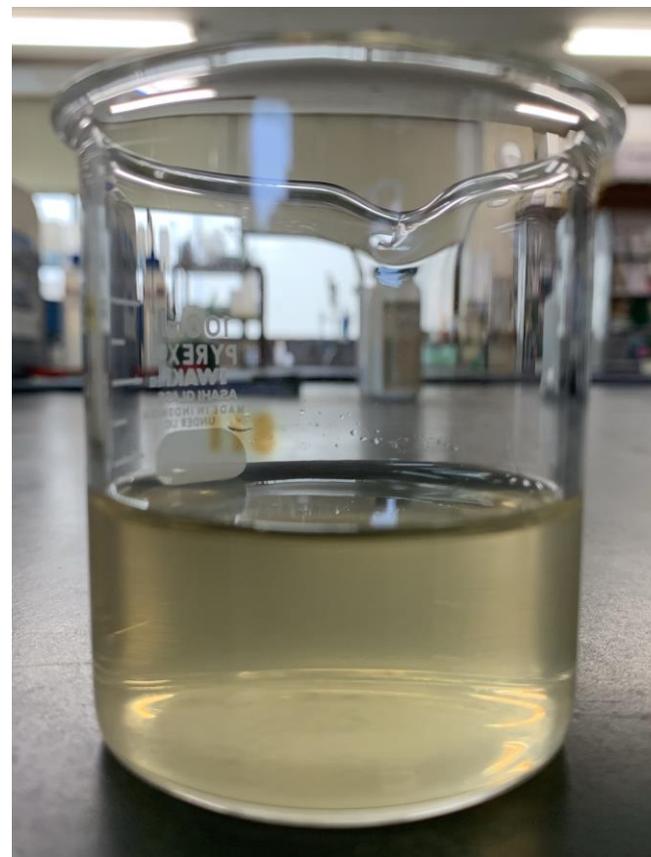


みやま市の電気透析脱塩液は、日田市よりも色が薄く、脱色は容易と予想

日田市の電気透析脱塩液



みやま市の電気透析脱塩液



脱色試験のまとめ

- UF膜透過液の脱色に使用する鉄イオン添加濃度
→ 使用したUF膜透過液は、リン酸濃度が100ppmと低かったため、鉄イオン濃度が 50mg/L でも脱色できた。

- 排水に関して、実際により近い条件で脱色実験
→ランニングコストは、光照射による電気代が最も高かった。他方、太陽光を利用すれば、100 円/m³以下の可能性があるので、太陽光利用による脱色処理の研究が残された課題である。



3. 消化液の濃縮・散布 費用の概算

水田用の濃縮バイオ液肥 (Bio-CLF) の生産費 (処理量26,000トン/年)

| | | | |
|----------------------|----------------|--------------------------|--------------------------------------|
| UF膜分離装置 | 24,000 | 千円 | UF膜分離装置 (20倍濃縮)、前処理装置、UF膜濃縮液貯留タンクの費用 |
| 電気透析装置費 | 120,000 | 千円 | 電気透析装置、電気透析貯留槽の費用 |
| 排水脱色処理装置 | 30,000 | 千円 | 類似処理施設の費用 |
| 装置設置・建設費 | 51,000 | 千円 | 建設費用は概算 |
| 施設設置費総額 | 225,000 | 千円 | 上記設置費合計 |
| 減価償却費 | ①15,000 | 千円 y⁻¹ | = 施設設置費総額 / 15 年 (577円/トン) |
| UF分離装置維持費用 | ②3,000 | 千円 y⁻¹ | 電気料金、消耗部材交換費 |
| 電気透析装置持費用 | ③7,000 | 千円 y⁻¹ | 電気代 + 薬剤費 + メンテナンス経費 |
| 脱色排水処理装置維持費用 | ④2,500 | 千円 y⁻¹ | 電気代、消耗品経費を含む |
| ランニング・コストの合計 | ⑤12,500 | 千円 y⁻¹ | 481円/トン |
| Bio-CLF の製造費用 | 27,500 | 千円 y⁻¹ | = ① + ⑤ (1,058円/トン) |

消化液濃縮による費用節減効果

従来方式散布：2,000万円/万トン
クローラー1台（2500万円）
バキュームカー（1000万円）3台
作業員4名が1セット



Bio-CLF散布：1,000万円以下/万トン
ブームスレーヤ1台（800万円）
バキュームカー（1000万円）1台
作業員2名が1セット



Bio-CLFでは散布費用が50%以上削減

→ Bio-CLF生産費を入れても、従来の散布費用より安価に。
詳細な費用計算が残された課題

ご静聴
ありがとうございました

