

未来社会創造事業（探索加速型）
「顕在化する社会課題の解決」領域
年次報告書（探索研究）

令和4年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名:藤原 拓]

[国立大学法人京都大学大学院地球環境学堂・教授]

[研究開発課題名:都市代謝系と沿岸生態系が融合した循環型エネルギー・
食料生産システムの構築]

実施期間 : 令和5年4月1日～令和6年3月31日

§1. 研究開発実施体制

(1)「正浸透下水処理システムの開発」グループ(国立大学法人京都大学)

①研究開発代表者:藤原 拓 (京都大学大学院地球環境学堂地球益学廊、教授)

②研究項目

- ・正浸透法による下水濃縮特性および膜透過水水質の評価
- ・正浸透膜の洗浄方法の確立
- ・濃縮下水のメタン発酵ポテンシャルの評価
- ・正浸透処理水の社会受容性評価

(2)「沿岸生態系施設の構築」グループ(水産研究・教育機構)

①主たる共同研究者:外丸 裕司 (水産技術研究所、主任研究員)

②研究項目

- ・餌プランクトン培養池:技術基盤確立
- ・二枚貝養殖池:技術基盤確立
- ・環境学習公園:技術基盤確立
- ・沿岸生態系施設の社会受容性評価
- ・施設設置に関する自治体との協議

(3)「機能強化珪藻の開発」グループ(国立大学法人高知大学)

①主たる共同研究者: 足立 真佐雄 (高知大学教育研究部自然科学系農学部門、教授)

②研究項目

- ・機能強化珪藻を活用した魚類養殖システムの開発
- ・珪藻の形質転換法の改善
- ・有用遺伝子を含むベクター開発
- ・ベクターの珪藻への遺伝子導入

(4)「光合成水素・アンモニア生産」グループ(神奈川大学)

①主たる共同研究者:井上 和仁 (神奈川大学化学生命学部、教授)

②研究項目

- ・ニトロゲナーゼの改良による水素生産の増大
- ・代替型ニトロゲナーゼの優先発現による水素生産増大
- ・アンテナ色素制御による光エネルギー変換効率の向上
- ・水素低透過性プラスチック素材を利用したバイオリクターの開発
- ・二層型・フロート型バイオリクターの開発

§2. 研究開発成果の概要

嫌気条件下で下水の正浸透(FO)処理を行った結果、有機物分解を抑制しつつ高効率で有機物を濃縮できた。膜ファウリングには、物理洗浄や薬液洗浄が有効であった。嫌気条件下で濃縮された下水には易分解性有機物が蓄積し、化学量論値と同等のメタン転換率を得た。FO処理水の社会受容性評価のため、個々の取り組みのナラティブを分析する方法が明らかになった。

二枚貝養殖システムの技術基盤確立に向けた各種実験を行い、栄養塩供給と餌料プランクトン増殖および池体積の関係のモデル化、ならびに二枚貝稚貝生長と供給餌密度との関係を数式化した。また、海産植物のFO膜処理水由来アンモニアの吸収速度を算出した。さらに、本システムで生産される食料の社会受容性を高めるための手法を提案した。地域連携作業では、本格研究時に海域の異なる二地域の協力を得ることで合意した。

ワクチン遺伝子に珪藻ウイルス由来のプロモーターCsetP4、および珪藻由来ターミネーターであるPtfcAターミネーターを連結し、構築した形質転換ベクターを海産珪藻に導入した。ベクター配列が導入された形質転換体55クローンを獲得した。RT-PCR解析により、55クローンのうち、33クローンにおいて、ワクチン遺伝子のmRNAの発現が確認された。これらのクローンをを用いてELISAによる解析により、ワクチンタンパク質の発現が確認された。

紅色細菌においてニトロゲナーゼの触媒部位を結合しているホモクエン酸の合成酵素(*nifV*)を破壊するための組み替えベクターを作成した。シアノバクテリアにおいてV型ニトロゲナーゼの優先発現株の培養条件を変えて水素生産性を評価した結果、Mo型発現株に比べてV型ニトロゲナーゼ優先発現株の水素生産性が10~20%高まることが明らかになった。V型発現抑制因子を破壊した変異株作製を行いクローンを単離した。FO膜下水濃縮水を用いて紅色光合成細菌が増殖することから、下水中に含まれる増殖抑制物質の影響は小さいことを確認した。また、共存微生物との競合や代謝産物の利用について、菌叢解析と紅色光合成細菌との共培養による影響を評価した。その結果、紅色光合成細菌は光従属栄養条件下で下水中の他の多くの細菌よりも増殖速度が早く、優先的に有機物を利用することが明らかとなった。

【代表的な原著論文情報】

該当無し