

## 産業廃棄物としての貝殻を吸着材とした処理排水中のリン吸着除去 およびマイクロコズム WET 試験による評価

千葉工業大学 正会員 ○村上 和仁  
 千葉工業大学 学生会員 林田 遼太郎  
 合同会社 WOULD 多田 朋和

### 1. 緒言

一般に、生活排水（処理水）には、排水基準をクリアしていても環境基準の 10 倍程度の有機物・窒素・リンが含有されている。これは、排出先の自然浄化作用等による希釈効果を見込んでいるためである。処理排水に多量に含有される有機物・窒素・リンを、海辺に無数に散在している地域未利用資源あるいは産業廃棄物として焼却処分されている貝殻を吸着材として回収し、施設内の農作物栽培に肥料として散布することで、①農作物の収穫量増大、②処理排水の吸着高度処理による海域環境負荷の低減、を同時に達成し、さらに③環境学習の場として有効活用した人材育成、も可能な、循環型脱炭素社会構築に向けたトータルシステムのモデルケースとして情報発信できることが期待される（図 1）。現在、「ちばぎん研究開発助成制度 2021」により、千葉県南房総市において、上述のような生活排水・地域未利用資源活用型農作物栽培循環システムの構築を目指すプロジェクトに取り組んでいる。本研究では、その一環として、産業廃棄物としての貝殻を吸着材とした処理排水中のリン吸着除去およびマイクロコズム WET 試験による評価について実験的検討を行った。

### 2. 実験方法

#### 2.1 供試処理排水

大学構内の食堂棟排水の処理施設から採水した処理排水を、孔径 0.45 $\mu$ m メンブレンフィルターで吸引ろ過により夾雑物を除去して供試した。

#### 2.2 リン吸着実験

480ml 容透明ガラス容器に処理排水 300ml を入れ、インキュベータにて、25 $^{\circ}$ C、暗所、微攪拌（150rpm）条件にて、10 日間培養した。吸着剤としての貝殻は、千葉県九十九里海岸に大量に散在しているアカガイ（*Anadara broughtonii*）を 1-3mm 程度の大きさに粉碎して、未焼成および焼成処理（700 $^{\circ}$ C、30min）を施したものをそれぞれ 10、50、100、150、200g/m<sup>2</sup>となるよう散布し、経時的に採水して水質分析を行った。

#### 2.3 マイクロコズム WET 試験

系の高い安定性と再現性を特徴とする完全種構成既知の Gnotobiotic 型マイクロコズム N-system（生産者：緑藻類 *Chlorella* sp., *Scenedesmus quadricauda*, 糸状藻類 *Tolypothrix* sp., 消費者：原生動物繊毛虫類 *Cyclidium glaucoma*, 後生動物輪虫類 *Lecane* sp., *Philodina erythropthalma*, 後生動物貧毛類 *Aelosoma hemprichi*, 分解者：優占細菌類 *Bacillus cereus*, *Pseudomonas putida*, *Acinetobacter* sp., coryneform bacteria）を用いてエコシステムレベルでの WET 試験（全排水毒性試験）を行った。300ml 三角フラスコに TP<sub>100</sub> 培地（Taub 培地+ペプトン 100mg/l）を 200ml 注ぎ、継代培養しているマイクロコズムの種 10ml を添加し、温度 25 $^{\circ}$ C、照度 2,400lux（明暗周期 12hrs）の条件下で 30 日間の静置培養を行った。

マイクロコズム内の生物量が安定する培養開始 16 日目に、孔径 0.45 $\mu$ m メンブレンフィルターを用いて夾雑物をろ過除去した処理排水および貝殻吸着処理排水を、マイクロコズムに対して試験原液が 5、10、20、40、80%となるように TP<sub>2</sub> 培地で希釈し添加した。

マイクロコズム内の個体数（構造パラメータ）および DO（機能パラメータ）から評価を行った。個体数は光学顕微鏡により、培養開始 0、2、4、7、14、16、18、20、23、30 日目に計測した。DO は培養 16 日目から 30 日目まで蛍光式 DO メーターにより連続的に測定し、生産量（P）、呼吸量（R）から P/R 比を算出した。これらの結果からマイクロコズム最大無影響濃度（m-NOEC）を算出して評価した。

キーワード 南房総市、貝殻、処理排水、リン吸着、マイクロコズム WET 試験

連絡先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学先進工学部生命科学科 TEL/FAX 047-478-0455

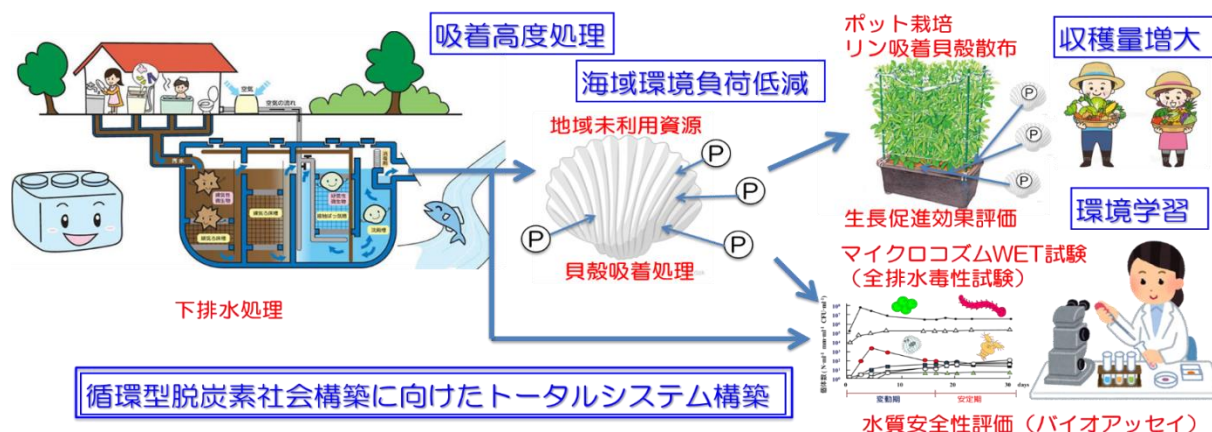


図1. 「生活排水・地域未利用資源活用型農作物栽培循環システムの構築」プロジェクトの概要

### 3. 結果および考察

#### 3.1 水質分析結果

食堂棟処理排水の水質は、pH 7.18, COD 14.8mg/l, T-N 2.68mg/l, T-P 0.13mg/l, SS 75.3mg/l,  $\text{Cl}^-$  14.2mg/l (いずれも処理水, 未ろ過) であった。

#### 3.2 貝殻のリン吸着による水質浄化

リンは貝殻の散布量が多くなるにつれ、また、焼成処理を施した系において水中の濃度が減少した。これは、貝殻の主成分である Ca とリンの化学反応により、難溶性のリン酸カルシウムを形成したためと考えられる。また、 $\text{NH}_4\text{-N}$  および  $\text{NO}_2\text{-N}$  濃度はリン同様に減少傾向がみられた。pH は、未焼成処理系では pH7~8 で未処理系と同程度であったが、焼成処理系では pH11 程度の高い値を示した。

#### 3.3 マイクロコスム WET 試験による水質評価

未処理の食堂棟処理排水を添加した系 (対照系) においては、マイクロコスム内の構成微生物は死滅することにはなかったが、添加後に徐々に活性が低下した。P, R, P/R 比について枝分かれ分散分析 (branched-type ANOVA) による検定の結果、いずれの添加濃度においても影響ありと評価され、m-NOEC は 5%未満となった。一方、貝殻吸着処理排水添加系における m-NOEC は、焼成系では 20%未満、非焼成系では 10%未満となり、貝殻吸着処理により生態系に及ぼす影響が低減されることが示された。

### 4. 結言および課題展望

①貝殻の焼成処理によりリン吸着効率が高まること、②焼成処理貝殻吸着処理により排水の生態系影響が低減されること、が明らかとなり、産業廃棄物である貝殻の地域未利用資源としての有効活用の可能性が示された。引き続き、千葉県南房総市の特産品であるアワビ・サザエの貝殻を用いて実験を行い、リン吸着した貝殻を同じく特産品であるソラマメのポット栽培に施肥して、草丈、収穫量等から生長促進効果を検証する。また、現在、千葉県南房総市の特産品であるアワビ・サザエの貝殻の大部分が焼却処分されていることから、これらの貝殻を有効活用できれば焼却量の減量化と同時に  $\text{CO}_2$  排出量減少も期待される。本研究で得られた基礎的知見を応用応用させて、循環型脱炭素社会に向けたトータルシステム構築を目標とした生活排水・地域未利用資源活用型農作物栽培循環システムの構築を目指す。

#### 参考文献

- 1) 吾妻咲季, 村上和仁, 五明美智男, 天野佳正: 海浜公園池における地域未利用資源を活用した底質改善による栄養塩制御, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.69, No.2, pp.I\_533-I\_538 (2013.10.)
- 2) K.Murakami, K.Ruike, T.Tsuchiya, K.Obata, R.Inamori, Y.Inamori: Ecosystem-level WET Test of Cafeteria Drainage using Microcosm System, *International Journal of GEOMATE*, April, 2021, Vol.20, Issue 80, pp.68-75, DOI: <https://doi.org/10.21660/2021.80.6199> (2021.2.)

謝辞: 本研究は、ちばぎん研究開発助成制度 2021 による助成課題「生活排水・地域未利用資源活用型農作物栽培循環システムの構築」の一環として実施したものである。ここに記して関係各位に深甚なる謝意を表す。