

脂肪酸分析を用いたマルタニシの食性調査による下水処理水投入水田の環境影響評価

秋田工業高等専門学校 学生会員 ○小沼陸 学生会員 草薨真久 九州大学 正会員 藤林恵
秋田県立大学 非会員 岡野邦宏 秋田工業高等専門学校 正会員 増田周平

1. はじめに

近年、下水道資源を農業分野において有効活用する取り組みが注目されており、BISTRO 下水道として各地で様々な取り組みが行われている。特に下水処理水には、窒素・リン・カリウムが豊富に含まれており、作物生産に活用することで、資源循環型農業システムの構築に資すると期待されている。

以上をふまえ、本研究グループでは下水処理水を活用した水稻栽培手法の確立を目指して研究を行っている¹⁾。下水処理水の水稲栽培への活用は、保水と施肥の二つの役割を同時に担うことができ、合理的である。しかし、下水処理水の投入が水田内の環境、とりわけ生物生態系に及ぼす影響については不明な点が多い。そこで本研究では、処理水投入による生物生態系への影響を明らかにすることを目的として、実水田において水稻栽培試験を行った。試験にあたっては、特にマルタニシ^{2,3)}および土壌への影響に注目し、脂肪酸分析の手法を中心に評価した。

2. 方法

2.1 実験概略

秋田市内に位置する A 農業集落排水処理施設に隣接する水田を利用し、2020 年 5 月から 9 月にかけて、下水処理水を用いて水稻を栽培した（処理水区）。5 月に苗を移植し、7 月初旬に処理水の投入を止め、中干しを行ったが、雨天が続く完全には水は抜けなかった。9 月下旬に収穫し、品質に大きな問題がないことを確認した。また、隣接する水田で通常の農業用水を用いた水稻栽培を行った（対照区）。調査地点として、対照区内に A 地点、処理水区内に処理水流入口付近（B 地点）と水田の中心付近（C 地点）の 3 地点を選定した。なお B 区は中干し以降急激な乾湿を繰り返していたが、C 区は常に水が張っていた。実験に供した下水処理水と農業用水の組成を表 1 に、また湛水期間中（6/28）に採水し

た各地点の水質を表 2 に示す。

2.2 サンプルングおよび分析方法

各地点に 30cm×30cm×45cm の金網ケージを 3 つずつ設置し、その中にマルタニシ 5 個体を投入した。マルタニシはおよそ月 1 回の頻度で殻長を測定した。落水した 9 月 4 日にマルタニシをケージから取り出して実験室に持ち帰り、外殻を取り外した状態で -30℃ で冷凍保存した。

また、土壌サンプルは 6/17、6/28、7/31、9/4 に表層土壌を葉さじで採取した。各調査地点において、ケージ内外の土壌サンプルを採取した。採取した土壌は -30℃ で冷凍保存し、脂肪酸分析に供した。前処理、抽出、分析操作は既往の研究に順じた³⁾。

表 1 対照区および処理水区の平均流入水質

	NH ₄ -N(mg/L)	NO ₂ -N(mg/L)	NO ₃ -N(mg/L)	K(mg/L)
処理水水質(n=4)	11.72	0.05	0.66	8.55
農業用水水質(n=2)	2.52	0.04	0.30	6.33

表 2 水田内の水質（2020 年 6 月 28 日採水）

	NH ₄ -N(mg/L)	NO ₂ -N(mg/L)	NO ₃ -N(mg/L)	K(mg/L)
対照区 A 地点水質(n=1)	0.01	N.D	0.02	13.64
処理水区 B 地点水質(n=2)	4.28	0.04	0.06	8.34
処理水区 C 地点水質(n=4)	3.53	0.14	0.11	8.25

3. 結果と考察

各地点におけるタニシの脂肪酸組成に関する主成分分析の結果を図 1 に示す。これより、A-B 間（PREMANOVA, $p=0.027$ ）、A-C 間（PREMANOVA, $p=0.044$ ）に有意差が見られた。A 地点のマルタニシは珪藻類、緑藻・藍藻類由来の脂肪酸が多く含まれていた。それに対して、B 地点および C 地点のマルタニシは細菌由来の脂肪酸が比較的多く検出された。

図 2 に、土壌における藻類由来脂肪酸量を示す。中干し以降の 7 月 31 日は、どの区域でも藻類の量が減少していた。同時期において、処理水区 B・C 地点では、藻

キーワード：下水処理水 水田 マルタニシ 脂肪酸組成

連絡先：〒011-8511 秋田市飯島文京町 1-1 秋田工業高等専門学校 増田周平 E-mail:masuda@akita-nct.ac.jp

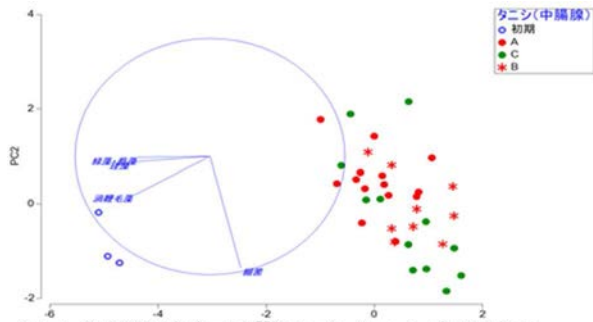


図 1.各採集地点で採取したタニシ中腸腺のマーカー脂肪酸を対象とした主成分分析

類由来の脂肪酸量はケージ内とケージ外で同程度かケージ内が多く、対照区 A 地点と逆の傾向になっていた。

これより、マルタニシ内に細菌類の脂肪酸が多く検出された理由として、処理水の通水による水田内の窒素量増加を原因とした細菌類の活性化⁴⁾、およびマルタニシの粘液が細菌に及ぼす影響⁵⁾の効果が挙げられる。また、中干し後の処理水負荷の減少や猛暑による乾湿条件により、水田内の藻類が相対的に減少してしまったことも原因として考えられる。つまり、処理水区のマルタニシは中干し後から採集直前まで相対的に藻類を餌とせず、増殖した細菌類を餌としていたため、処理水区のマルタニシから、細菌類由来の脂肪酸が多く検出されたと考えられる。

既存の研究より、処理水の水田投入は藻類の増殖を促す⁶⁾ことが確認されている。しかし、最も処理水の影響を受ける B 地点では中干し後も他の区域と比べて底質への藻類由来脂肪酸が増加したものの、流入口から離れた C 地点では増加は見られなかった。つまり、藻類への影響は限定的であったと推察される。一方で、処理水を投入することで、マルタニシの食性が細菌類を

中心としたものにシフトする可能性が示された。

4.まとめ

本研究では、水田生態系への下水処理水の投入により、マルタニシの食性が藻類から細菌類を主としたものにシフトする可能性を示した。また、藻類への影響に関しては、調査地点におけるばらつきが大きいものの、処理水の影響を強く受ける地点において、底質の藻類由来脂肪酸の増加が見られた。

ただし今回の結果は単年度の結果であり、再現性の検証が必要である。さらに、サンプルのばらつきが大きい結果も見られたことから、サンプルの採取手法の改良や、マルタニシの脂肪酸組成の経時変化の評価などが今後の課題として挙げられる。

謝辞

本研究は、公益財団法人住友財団の環境研究助成を受けて実施した。

参考文献

- 1) 増田周平他,土木学会論文集 G 75, 65-74, 2019
- 2) 藤林恵他,環境工学研究論文集 G,70, 413-418, 2014
- 3) 長田祐輝他,水環境学会誌,43, 17-23, 2020
- 4) 大原光司他,土木学会論文集 G, 74, 53-61, 2018
- 5) 藤林恵他,日本水処理生物学会誌, 48, 141-144, 2012
- 6) 山下尚之他,土木学会論文集 G, 62, 191-200, 2006

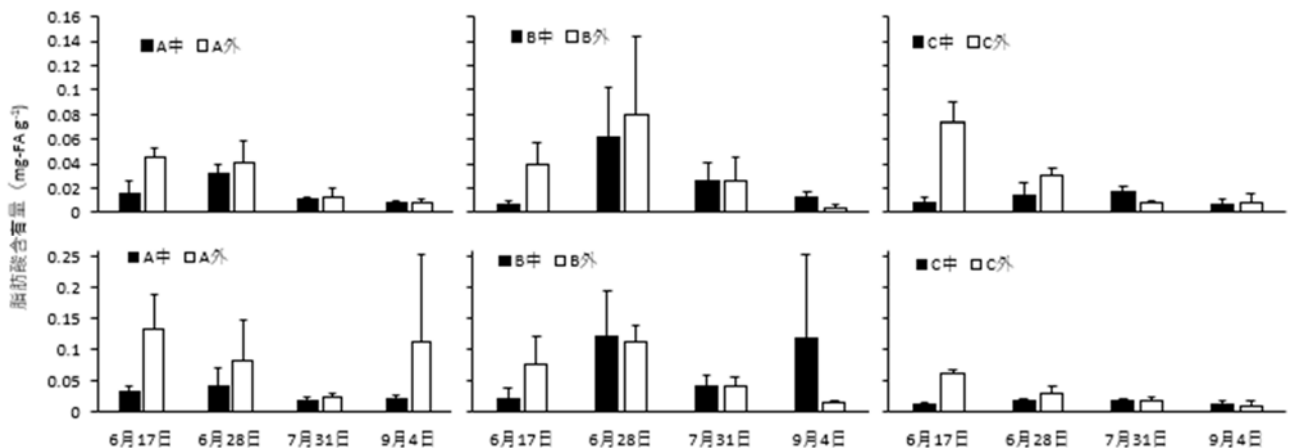


図 2. タニシの在・不在における底質中の珪藻及び緑藻・藍藻由来脂肪酸の含有量の比較

上段：珪藻由来脂肪酸(20:5ω3) 下段：緑藻・藍藻由来脂肪酸(18:2ω6+18:3ω3)