

小松菜栽培試験による農業集落排水処理水の生育効果の検討

Effect of wastewater in rural sewerage facility on growth of Japanese mustard spinach

○ 中野拓治*, モハメド アムザド ホサイン*, 中村真也*, 治多伸介**, 凌 祥之***,
山岡 賢****, 中村真人****, 大山盛嗣****, 李 雨桐*****

NAKANO Takuji, Md. Amzad Hossain*, NAKAMURA Shinya*, HARUTA Shinsuke**, SHINOGI Yoshiyuki
, YAMAOKA Masaru*, NAKAMURA Masato****, OYAMA Moritugu*****, LI Yutong*****

1. はじめに

近年、ISOによる下水処理水の灌漑利用に向けた国際基準策定の動向等に対応して、農業用水としての再利用を図るための調査研究が国内外で積極的に進められている。農業集落排水施設は、全国で2010年には5,100地区が供用を開始しており、灌漑用水としての再生利用が求められる一方で我が国の処理水の再生利用に係る研究は水田が中心で畑地灌漑を対象にした処理水の再生利用に向けた体系的な調査研究はなされておらず、科学的知見の集積も進んでいないのが現状である。農業集落排水処理水の畑地灌漑用水としての再生利用を図るためには、処理水水質と作物生育効果の把握が必要である。本研究では、農業集落排水処理水の水質特性と作物生育効果について、小松菜の栽培試験を通じた検討を試みたので、その概要を報告する。

2. 研究方法

本研究では、沖縄県糸満市喜屋武地内(以下、試験地内という)のハウス施設において小松菜による1/5000aポット(上径175mm×下径160mm×高さ198mm)を用いた栽培試験(2016年11月21日～2017年2月12日)を実施した。栽培試験では、農業集落排水処理水区(以下、処理水区という)、水道水対照区、地下ダム灌漑水対照区(以下、灌漑水対照区という)、及び液肥水対照区の4試験区を設定するとともに、各試験区とも5ポットとした。栽培試験は試験地内圃場のGL-0.8～1.2mの深度から採取した島尻マーゴ士壤3kgをポットに充填して供するとともに、農業集落排水処理水区の灌水には沖縄県金武町のA施設(連続流入間欠ばっ気活性汚泥法式)の放流ポンプ槽から採水した処理水を用いた。各ポットには10個の小松菜種子を播種し、発芽後の小松菜を3株に選定して栽培試験を実施した。水質分析はJIS K 0102及び下水試験法に従って行った。さらに、実測データの重解析分析には、統計解析アドインソフトエクセル統計2015を使用した。

3. 結果と考察

(1) 農業集落排水処理水の水質特性

Table1には、農業集落排水処理水の水質データの平均値を対照区灌水の平均値と比較して示した。処理水の水温(平均値:22.3℃)は、対照区の水温条件と同じ温度水準となっている。pHに関しては、畑地灌漑用水水質基準案(以下、畑地基準という)(鈴木,1997)で6.0～8.5とされているが、処理水のpH平均値は7.2で畑地基準の範囲内であり、その範囲の中間程度であった。処理水のEC平均値は47mS・m⁻¹で畑地基準(30mS・m⁻¹)の値を超える一方で、水稻生育に障害が出始めると

Table1 栽培試験灌水水質結果の平均値

Average quality-value of different waters applied in the experiment

試験条件	処理水	水道水	灌漑水	液肥水
水温(℃)	22.3	22.4	22.4	22.3
pH	7.2	7.9	8.1	5.2
EC(mS・m ⁻¹)	47	15	83	37
BOD(mg・L ⁻¹)	7.01	0.01	6.58	3.05
AiUBOD(mg・L ⁻¹)	3.72	0.00	6.56	2.64
N-BOD(mg・L ⁻¹)	3.29	0.01	0.02	0.41
T-N(mg・L ⁻¹)	12.50	0.49	9.55	35.00
Org-N(mg・L ⁻¹)	4.81	0.39	0.19	8.88
NH ₄ -N(mg・L ⁻¹)	0.29	0.04	0.05	0.11
NO ₂ -N(mg・L ⁻¹)	4.20	0.00	0.01	0.01
NO ₃ -N(mg・L ⁻¹)	3.20	0.05	9.30	26.00
T-P(mg・L ⁻¹)	2.35	0.01	0.04	17.00

*琉球大学 University of The Ryukyu, **愛媛大学 Ehime University, ***九州大学 Kyusyu University, ****農研機構 NARO, *****エバグリーン Eve Green Corporation, *****鹿児島大学大学院連合農学研究科 United Graduate School of Agricultural Science Kagoshima University

キーワード: 農業集落排水, 処理水利用, 栽培試験, 畑地灌漑用水

されている許容限界基準 ($100\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$) を下回っている。また、処理水の BOD 濃度平均値は $7.01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (計画処理水質: $20\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) であり、水道水対照区 ($0.01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) や液肥水対照区 ($3.05\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) に比べて高い値を示すものの、灌漑水対照区の $6.58 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ と同じ濃度水準となっていた。窒素に由来する N-BOD の BOD に占める割合は灌漑水対照区と液肥水対照区でそれぞれ 1%以下、13%を示す一方で、処理水では BOD の 47%が N-BOD とあった。さらに、窒素成分に関しては、処理水の全窒素 (T-N) 平均値は $12.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (計画処理水質: $15\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) であり、液肥水対照区 ($35.00\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) の 3 割強、灌漑水対照区 ($9.55 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) の 1.3 倍、また、水道水対照区 ($0.49 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) の約 25 倍の値を示した。処理水の有機態窒素 (Org-N)、アンモニウム態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$)、に偏っている灌漑水対照区とは異なった窒素形態となっていた。処理水の全リン (T-P) 平均値は $2.35 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ であり、液肥水対照区 ($17.00\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) の 1 割強、灌漑水対照区 ($0.04 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) の 58 倍、また、水道水対照区 ($0.01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) の約 235 倍となっていた。

このように、水温、pH、EC の水質面から処理水は、畑地基準値、水稻生育に障害が生じるとされる許容限界値、灌漑水対照区の水質値等を踏まえると、作物根の栄養吸収阻害を含めて作物生育に悪影響を与える可能性は低いものと考えられる。処理水には作物生育に必要な窒素、リンの栄養塩類等が含まれており、液肥栽培に用水を供する場合には減肥管理の必要性が示唆されるとともに、処理水を利用した畑地農地においては減肥を通じた肥料の節約に繋がる可能性がある。

(2) 農業集落排水処理水の作物生育効果

栽培試験から、小松菜地上部植物体 (3株/ポット) の重量 (湿重量, 乾重量) は、水道水対照区が最も小さく、灌漑水対照区と処理水区が同程度となっており、液肥水対照区で最も大きい値が得られた (Fig.1)。小松菜地上部植物体の背丈や葉面積に関しても、湿重量と同じように灌漑水対照区と処理水区が同程度であり、水道水対照区と液肥水対照区がそれぞれ最小、最大となっている。また、小松菜地上部植物体の湿重量と葉面積は、T-NとT-Pとの間に正の相関が認められることから、各試験区ポット植物体の湿重量と葉面積について、T-NとT-Pを説明変数に選択し、加法式を用いた重回帰分析による定式化を試みたところ、次式が求められた。

$$Y_w = 1.65T_n + 0.11T_p + 5.9 \quad (1)$$

$$Y_a = 22.9T_n + 0.22T_p + 110.9 \quad (2)$$

ここで、 Y_w : ポット植物体の湿重量 (g)、 Y_a : ポット植物体の葉面積 (cm^2)、 T_n : 灌水T-N ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)、 T_p : 灌水T-P ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)。

このときの自由度調整済重相関係数は、それぞれ 0.958、0.986 であり、実測値と計算値はよく一致しており、ポット試験の小松菜生育量は灌水中の T-N と T-P から一定の精度で推定できることが示唆された。

4. まとめ

農業集落排水処理水の生育効果に関する検討結果と知見が、今後、処理水の灌漑用水としての再生利用に向けて活用されることが期待される。

謝辞: 本研究を行うに際して、糸満市土地改良合同事務所と金武町上下水道課の皆様には、多大のご協力を得た。また、本研究は、文部科学省研究費 (基盤研究 (C)、課題番号 16K07946) の補助を受けた。記して感謝の意を示します。

引用文献

鈴木 光剛 (1997): 畑地かんがい用水基準 (試案) について—霞ヶ浦用水地区を例として—, 平成9年度農業土木学会大会講演会講演要旨集, 422 - 423

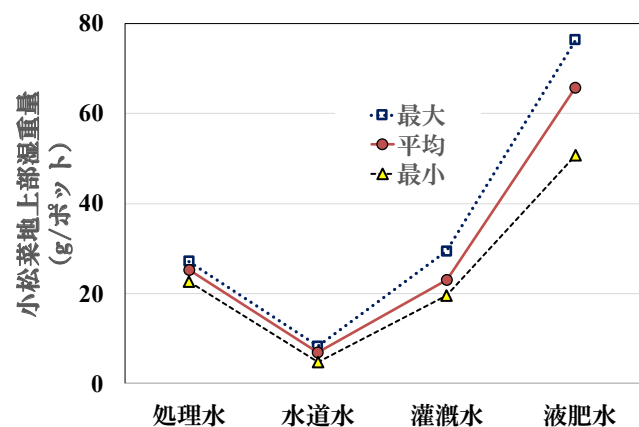


Fig.1 小松菜による栽培試験結果 (湿重量)

Fresh yield of Japanese mustard spinach cultivated by using different wastewaters