

酒米栽培における下水処理水の投入負荷量が生育特性および環境負荷に及ぼす影響

秋田工業高等専門学校 学生会員 ○北林怜 正会員 増田周平 秋田県立大学 非会員 高階史章
秋田県立大学 非会員 岡野邦宏 非会員 宮田直幸 秋田県総合食品研究センター 非会員 大野剛
山形大学 非会員 Phung Duc Luc 非会員 Pham Viet Dung 正会員 渡部徹

1. はじめに

下水処理水は、窒素・リン・カリウムなどの栄養塩を含むため、作物栽培の代替肥料として用いることで、肥料費用の節約と放流域の水質改善が期待できる。既往の研究において、下水処理水を水稲栽培に活用することで、安全で、基本的な醸造特性を満たし、特色のある酒造好適米（酒米）が栽培できる可能性が示されている¹⁾。しかし、投入方法や投入量が酒米の生育特性、品質特性および環境負荷に及ぼす影響は定量的に明らかにされていない。そこで本研究では、下水処理水を活用した酒米栽培の生育特性、品質評価および環境負荷の評価を目的として、下水処理水を異なる負荷で投入したポット試験を行った。

2. 方法

2.1 実験概要

実験は、秋田高専構内にビニールハウスを設置し、その中に、灰色低地土を充填した 1/2000a サイズのワグネルポットを配置して実施した（図1）。プラントは化学肥料系（F系）、および負荷を3段階に設定した処理水系3系（高負荷から順にH系、M系、L系）からなり、各系は6ポットから形成されている。実験には酒米（秋田酒こまち）を1ポットあたり2株となるように移植した。化学肥料系のみ $\text{NH}_4\text{-N}$ を $5 \text{ (g/m}^2\text{)}$ になるよう化成肥料の元肥を施したのに対して、処理水系では一切肥料は加えなかった。処理水は、農業集落排水処

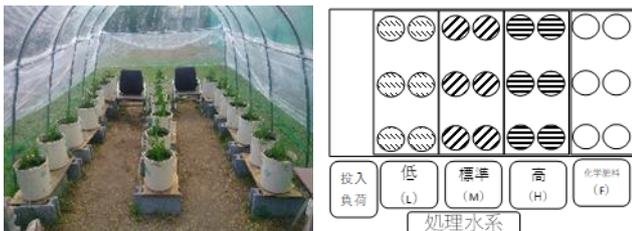


図1 ポット試験概観

理施設の塩素消毒済の下水処理水を使用した。

2.2 実験方法

栽培スケジュールを以下に示す。5月23日に田植えを行った。7月4日の中干しまでは、H系は2.55L、M系は1.53L、L系は0.51Lの条件で、土日を除いて毎日、下水処理水を投入した。中干し後は、H系は3L、M系は2L、L系は1Lの条件で、月水金の週に3回下水処理水を投入した。7月31日に出穂、9月6日に落水、9月28日に収穫した。

生育調査は、6月から9月の間に週1~2回の間隔で草丈、茎数および葉色を測定した。草丈は長尺、葉色はSPAD計（SPAD-502 Plus、Konicaminolta.co）を用いて計測した。

水質調査は、実験期間中に6月から9月にかけて計14回行った。サンプルは、生サンプルと $0.45 \mu\text{m}$ フィルターを用いたろ過サンプルを、概ね週に一回の頻度で処理水投入前に採取し分析した。分析項目はpH、DO、EC、ORP、TOC、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、Kとした。pHはTOA-pH計、DOはHACH-30d、水サンプルの無機態窒素、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、Kはイオンクロマトグラフ（CDD-10Asp、SPD-20A、Shimadzu.co）を用いて分析した。また、溶存態のメタンと亜酸化窒素濃度を、ヘッドスペース-ガスクロマトグラフ法（FID-GC、ECD-GC、Shimadzu.co）により測定した。玄米については、穂数、整粒歩合、千粒重、粗タンパク質を測定した。さらに、実験前後の土壌および玄米について、湿式分解・ICP-OES法によりK、Cu、Cd、Zn、Pbについて分析を行った。

3. 結果および考察

3.1 生育状況

生育調査の結果を図2に示す。これより、草丈、茎数、

キーワード：下水処理水、酒米、環境負荷、栄養塩、ポット試験

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 Email:masuda@akita-nct.ac.jp

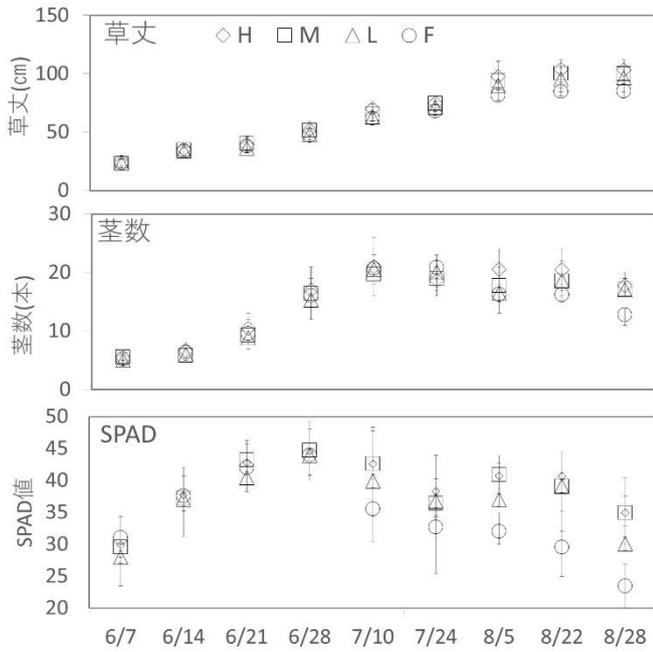


図2 生育指標の時系列変化

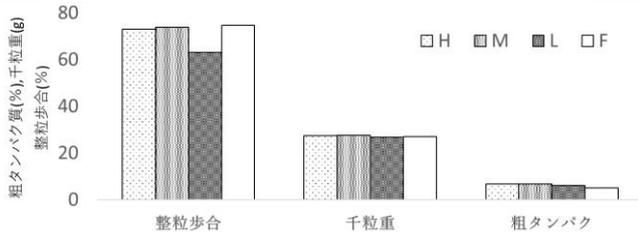


図3 玄米品質の評価結果

および SPAD 値とも、H 系で最も高く、下水処理水の投入負荷が低くなるにつれて値は低下した。また、F 系の生育指標は下水処理水を投入した系に比べて低かったが、これは追肥を施していないことが要因と考えられる。

3.2 玄米品質

玄米の整粒歩合、千粒重および粗タンパク質の結果を図3に示す。これより、整粒歩合はL系では62.0%と低かったものの、それ以外の系では72.9%~74.7%と、一等米に相当した。また、千粒重については平均値で27.1gとなった。粗タンパク質については、処理水投入系では6.0~6.8%で、負荷の増加とともに増加した。処理水投入系の千粒重と粗タンパク質の値は、いずれも一般的に酒米に要求される品質を充足していた。

3.3 水質および温室効果ガス

無機態窒素濃度は変動が大きく、かつ負荷投入量との関係は不明瞭であった。これは、硝化脱窒反応の進行の程度や、藻類の発生状況の違いが影響を及ぼしたためと考えられる。また、亜酸化窒素と無機態窒素濃度との関係は不明瞭であった一方で、実験初期の処理

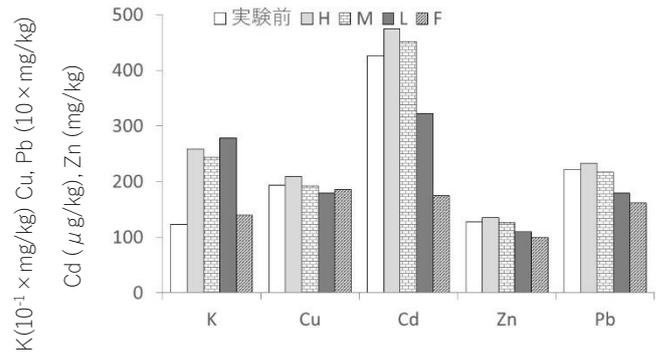


図4 土壌の元素分析の結果

水投入量が多い時期には、TOC とメタンの濃度上昇が見られた。

3.4 元素分析結果

土壌の元素分析の結果を図4に示す。これより、K濃度は処理水を投入した場合、全ての系で増加した。一方でそれ以外の物質は、H系やM系では微増傾向にあったものの、L系では減少した。なお、これらの値は、法律で定められている各種基準値を大きく下回った。一方で玄米については、有害物質であるCdの含有量は17~48 $\mu\text{g}/\text{kg}$ と、全ての系で農用地土壌汚染防止法の基準値(400 $\mu\text{g}/\text{kg}$)を大きく下回った。

4. まとめ

下水処理投入量の増加にともない、生育指標は増加した。また、玄米品質としては醸造に求められる各種指標を充足した。さらに、土壌と玄米における有害物質濃度は、基準値に抵触するような顕著な蓄積は見られなかった。一方で、水質や温室効果ガスの変動は大きく、かつ両者の関係性は不明確であったことから、定量的な評価のためには根圏の生物化学的反応の詳細評価が必要と考えられた。

参考文献

- 1) 増田周平、竹田壮太、児玉雅、PHAM Duy Dong、岡野邦宏、宮田直幸、渡部徹 下水処理水を用いた酒造好適米栽培における玄米品質と安全性の評価、土木学会論文集 G、75(2): 65-74、2019