

## 下水処理水を利用した酒米栽培システムにおける玄米品質の評価

秋田工業高等専門学校 学生会員 ○竹田壮太 正会員 増田周平  
 岩手大学大学院 非会員 PHAM D. Dong 山形大学 正会員 渡部徹 秋田県立大学 非会員 岡野邦宏

## 1. はじめに

下水処理水は安定した水量や水質を保ち、かつ窒素・リン・カリウムなどの栄養塩を多く含むため、農業分野における灌漑用水としての活用に注目が集まっている。なかでも水稻栽培への利用においては、飼料米については蛋白質が高く、栄養価値が高いものが栽培できることが分かっている<sup>1)</sup>。

一方で、近年の日本酒ブームを受けた需要の増加と利益率の高さを背景に、農業生産者の間では酒造好適米（酒米）の栽培への関心が高まっている。また酒米については、玄米に含まれるカリウムが発酵に重要な役割を果たすとされることや、栽培にあたってきめ細やかな施肥管理が要求されるため、下水処理水の灌漑による品質向上が期待される。しかし、酒米の栽培に下水処理水を用いた事例はなく、これまでに栽培手法や品質に関する評価はなされていない。

以上をふまえ、本研究では酒米と飼料米を組み合わせるハイブリッド栽培を行い、その栽培方法および酒米の品質評価を目的とした試験を行った。

## 2. 方法

## 2.1 実験概要

実験は、秋田県秋田市に位置する下新城南部農業集落排水処理施設の敷地に、図1のようなパイロットプラントを設置して実施した。プラントは4系からなり、各系は流下方向に4区画に分かれている。各区画の終端には、採水のためのブランクスペースが設けられている。原水として塩素消毒済みの下水処理水を導水した。

実験に用いた水稻品種は、酒米が秋田酒こまち、飼料米がべこあおばである。栽培密度は酒こまちはの栽培特性をふまえ一区画当り18株とし、リンのみ元肥を施した。酒米への負荷を調節するために上流区画に飼料米、下流区画に酒米を移植した。ただし、栽培面積比率を変化させ、A系では1:3、B系では1:1とし、品質に及ぼす影響をあわせて評価した。

## 2.2 実験方法

栽培スケジュールを以下に示す。5月23日に田植えを行い、7月4日の中干しまでは生育促進のため処理水を一系当り450L/dayの高負荷条件で通水した。中干し後は一系当り30L/dayの低負荷条件とし、8月7日に出穂、9月11日に落水、9月26日に収穫を迎えた。

生育調査は、5月から8月の期間に週1~2回の間隔で草丈、茎数および葉色を測定した。葉色はカラスケールの判別結果をSPAD値に換算した。また、収穫後の稲の乾燥重量を、地上部と根に分けて測定した。

水質調査は、実験期間中に5回行った。サンプルは、生サンプルと0.45 $\mu$ mフィルターでろ過したろ過サンプルを、区画ごとに採取し分析した。分析項目はpH、DO、TOC、TN、TP、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、PO<sub>4</sub><sup>-</sup>-P、Kとした。pHはTOA-pH計、DOはHACH-30d、TOCはTOC-L (CSH) (shimadzu.co)、TNはTN-100 (Mitsubishi Chem. co)、水サンプルの無機態窒素、PO<sub>4</sub><sup>-</sup>-P、Kは10A-vp (Shimadzu.co) を用いて分析した。さらに実験前後の土壌を採取し、酸分解ICP-MS法を用いてCd、Cu、Asなどの主要元素を分析した。

玄米については、酒米のみを対象として穂数、一穂粒数、登熟歩合、千粒重を測定し、それらから収量を算出した。また、玄米成分は土壌と同様の項目に加え、

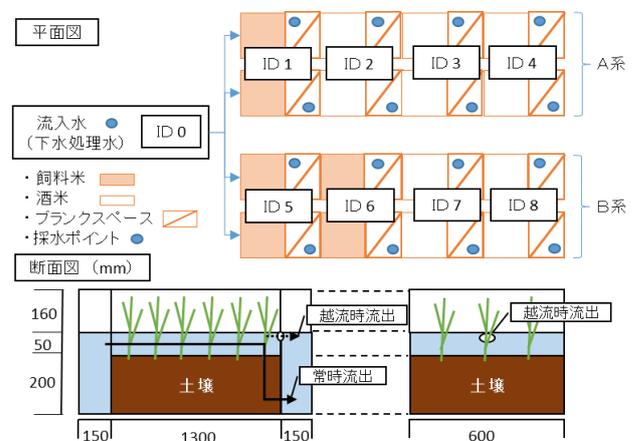


図1 実験装置概要

キーワード：下水処理水 酒米 栄養塩 ハイブリッド栽培

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

粗タンパク質含有量を酒類総合研究所標準分析法に基づき分析した。

### 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。高品質な酒米を育てる上で望ましいとされる各基準値は、幼穂形成期において、莖数 70cm 以下、莖数 385 本/m<sup>2</sup> 以上、SPAD 値 41 以下であり<sup>2)</sup>、これらの基準値を満たしていたことから、生育は概ね順調に進んでいた。一方で全ての系において、下流区画に進む程生育は遅れていた。

#### 3.2 玄米収量および品質

玄米の収量と構成要素についての結果を表 1 に、品質の分析結果を表 2 に示す。玄米の収量は、全体平均で 591.6kg/10a となり、十分な収量が得られたものの、区画ごとのばらつきが大きかった。また、千粒重および整粒歩合については、概ね目標値を達成することができた。なかでも整粒歩合は高く、すべてが一等米に相当した。一方で、粗タンパク質は全体としては目標値に届かず、特に下流側で値が低い傾向にあった。要因として、中干し後の栄養塩の不足が考えられた。

#### 3.3 水質

栄養塩の挙動については、A 系と B 系の間で差異は見られなかった。全ての系列の平均値で評価した場合、原水に対する栄養塩の除去率は、高負荷条件では TN は 17.2%、TP は 14.4%であったのに対し、低負荷条件では TN は 97.6%、TP は 87.5%であり、一定の環境負荷削減効果が見られた。

#### 3.4 元素分析結果

元素分析の結果を表 3 に示す。Cd は玄米、Cu および As は土壌に関する含有量の基準値が、農用地土壌汚染防止法において定められている。本実験系の結果では、玄米・土壌いずれもこれらの基準値を下回った。さらに Cu と As については、土壌含有量が実験前後で低下した。一方で K と P については、実験前後の土壌含有量は K で 20%、P で 18%増加しており、肥料成分の蓄積が見られた。さらに、玄米のカリウム含有量も 3,713mg/kg-dw と高く、下水処理水の灌漑により優れた醸造特性を有する酒米を栽培できる可能性が示唆された。

### 4. まとめ

下水処理水を灌漑用水として酒米を栽培した結果、

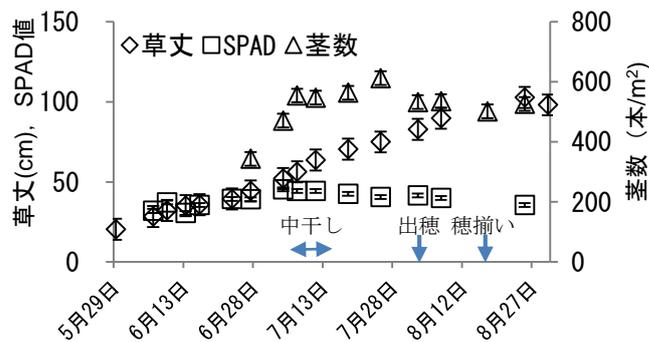


図2 栽培された水稻の生育

表 1 収量とその構成要素

	平均穂数 (本/m <sup>2</sup> )	一穂粒数 (粒/穂)	登熟率 (%)	収量 (kg/10a)	乾燥重量 (根) (g)	乾燥重量 (地上部) (g)
ID2	321.6	80.2	85.5	642.8	5.7	54.0
全体平均	313.2	73.0	91.4	591.6	6.0	42.0
標準偏差	27.9	9.0	3.7	95.5	3.4	9.0

表 2 品質の分析結果

	玄米			
	千粒重 (g)	整粒歩合 (%)	水分 (%)	粗タンパク質 (%/dry)
ID2	29.0	72.2	15.8	6.6
全体平均	28.3	73.4	15.6	6.0
標準偏差	0.5	2.0	0.4	0.3
目標値	28.5以下	65%以上	-	6.5~8.0

表 3 元素分析の結果

	unit	Cd	Cu	As	K	P
土壌(開始時)	mg/kg-dw	0.12	16.14	4.77	2748	1217
土壌(終了時)		0.10	12.29 <sup>2)</sup>	4.08 <sup>3)</sup>	3293	1434
原水	mg/L	N.D.	0.0017	0.0001	4.1	2.9
酒米	mg/kg-dw	0.012 <sup>1)</sup>	2.72	0.090	3713	N.A.

※農用地土壌汚染防止法における基準値：1)Cd:0.4以下,2)Cu:125以下,3)As:15以下

玄米および土壌に有害物質が蓄積することなく、十分な収量の収穫を得ることができ、かつ特色のある酒米が栽培できる可能性が示唆された。今後はさらなる品質向上に向けた栽培手法の検討と、醸造特性の評価が必要である。

### 5. 参考文献

- 1) 渡部徹他、下水処理水の連続灌漑による飼料用米の栽培とその栄養特性、土木学会論文集 G (環境) 72 (7) : 505-514、2016
- 2) 柴田智、金和裕、佐藤雄幸、酒造好適米“秋田酒こまち”の高品位栽培技術の確立、秋田県農業試験場研究報告、54 : 23-37、2014