

下水処理水の連続灌漑による飼料用米栽培に関する実証研究

山形大学農学部 学生会員 ○蔡佳，浦剣，渡部徹

岩手大学大学院連合農学研究科 Pham Duy Dong

1. はじめに

窒素やカリウムなどの肥料成分を含む下水処理水をはじめとする生活排水の水稲栽培は、さまざまな実験によってその有用性が確かめられてきた。我々の研究グループでは、下水処理水の水質改善と水稲栽培を両立させる循環灌漑システムを開発し¹⁾、2013年から下水処理水の灌漑による飼料用米の栽培に関する研究を行っている。当初は、処理水中の肥料成分を効率的に利用するために、処理水を水田内で循環させて灌漑利用していた^{2)・3)}が、2015年からは水田に供給する処理水量を増やすことによる収量増加を期待し、処理水を「掛け流し」で灌漑利用することにした⁴⁾。ベンチスケールの水田模型を用いた品種「べこあおば」の栽培実験⁴⁾では、「掛け流し」灌漑によって期待通りに収量（最大9.0t/ha）が増加することが確認できた（循環灌漑での最大収量は8.5t/haであった⁴⁾）。この実験では、処理水を暗渠から投入する灌漑にも挑戦し、通常の水田のように田面から灌漑を行う場合よりも収量がやや大きい結果を得た。こちらに用いた実験装置は屋根が付いており、雨が入らなく稲の育つ環境の気温も少し高いため、本研究では、この研究成果について、実際の水田環境下でも得られるかどうか確かめることを目的にした。

2. 研究方法

2. 1 実験水田と灌漑方法

鶴岡市内の下水処理場内に、塩素消毒後の下水処理水を連続的に灌漑する水田（5m×15m）を2面（水田Aと水田B）用意した（写真1）。水田Aでは地下30cmに設置した暗渠からの灌漑を行った。先行研究⁴⁾により、暗渠から灌漑した方が、処理水中の窒素が効率的に水稲に吸収される上に、硝化脱窒による窒素の除去も促進されることが分かっている。水田Bでは、一般の水田と同様に田面からの灌漑を行った（図1）。



写真1. 実験水田の全景

(左が水田B，右が水田A)

2. 2 栽培方法とその記録

両水田とも、飼料用米「べこあおば」を栽培した。下水処理水を灌漑する点を除き、栽培管理は通常の水田と同様である。肥料については、リン酸（160kg/ha）のみを元肥として施用した。5月24日に移植を行い、7月22日に最初の出穂が確認された。10月1日に落水し、10月7日に収穫した。

2. 4 水質調査

栽培期間を通して、週1回の頻度で図1に示す地点で田面水を採水し、全窒素濃度と総有機炭素濃度を測定した。

2. 5 水稲の生長、収量、品質の調査

水質調査と同じ地点で、週1回の頻度で水稲の生長（草丈、葉色、茎数）を調査した。収穫時には、2つの水田における全玄米収量を調査した。また水田内でのばらつきを調べるために、図1の採水地点の

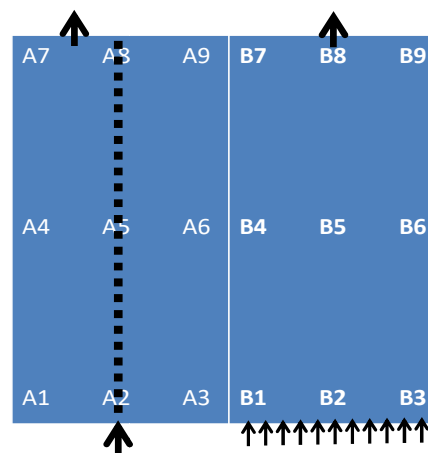


図1. 採水地点

(矢印は水の流れを示す)

キーワード：下水処理水 水田 連続灌漑 飼料用米

〒997-8555 山形県鶴岡市若葉町1-23 山形大学農学部食料生命環境学科

TEL：0235-28-2907

周辺から6株ずつの水稲サンプルを採取し、玄米の収量や品質（タンパク質量、残留した金属含有量）、植物体の乾燥重量の分析を行った。収穫が終わった水田では、土壌サンプルも採取し、残留した金属含有量と肥料成分の調査も行った。

3. 結果および考察

3. 1 水田内での水質変化

全窒素濃度については、水田Bでは水口（流入側：B1～B3）から水尻（放流側：B7～B9）に向けて単調に減少しており、田面を水が流れる間に稲に吸収されていることが分かる。一方、水田Aでは水口（A1～A3）よりも水尻（A7～A9）で高かった。この水田Aでは暗渠からの灌漑が行われており、その水が水田の中央～水尻で田面に湧き出て放流されるような流れができていたことが想像される。放流水の窒素濃度は暗渠から灌漑をする水田Bでやや低く、これは昨年度までの水田模型を使った実験の成果と同様であった。

総有機炭素濃度については、両水田で大きな違いはなく、水田内での増減は小さい。6月に限っては、水田内のTOCが流入水よりも明らかに高かった。これは田面に藻類が繁茂した時期と重なっており、藻類起因の有機物による影響であろう。

3. 2 水稲の生長

2つの水田での稲の生長の差は小さかった。昨年度の水田模型での実験成果と比較すると、草丈や葉色はやや大きい程度であったが、茎数については明らかに多かった。昨年度の実験よりも灌漑水量を多く設定したこと（水田での減水深を考慮して）、屋根がないために日当たりが良かったことなどにより、水稲の生育は予想よりもかなり旺盛であった。

3. 3 収量

水田ごとの収量は、水田Aが9.1t/haで水田Bが7.5t/haであった。表1には、2つの水田の局所的な収量も示すが、両水田とも中心部（A5，B5）の収量が低い。図1に示すように、主に水田の端で調査を行ったため、この局所的な収量は驚くほど高かった。8月上旬から倒伏が発生した（写真2）。水田Bが水田Aより広い範囲で倒伏が起こり、そのあとの登熟が悪くなった。また、穂や葉が水に浸かってしまうと腐敗してしまうため、落水を早める必要もあった。これもまた登熟を悪くする方向に働き、結果として両水田における収量の差がより広げられたと考えられる。

4. おわりに

現在、玄米のタンパク質量と金属含有量、植物体の乾燥重量、水田土壌に残留した金属含有量と肥料成分を分析中である。これらの分析が終わった時点で、実証試験の成果の評価を行う。

参考文献

- 1) Muramatsu et al. Water Sci Technol, 70 (3), 510-516, 2014
- 2) Muramatsu et al. Water Sci Technol, 72 (4), 579-584, 2015
- 3) Toru Watanabe et al. Water Sci Technol, accepted
- 4) 渡部ら, 土木学会論文集G（環境）, 72 (7), III_505-III_514, 2016

表1. 水稲の生長指標の最大値

地点	草丈 cm	葉色 SPAD	茎数 本/株	収量 t/ha
A1	96.3	47.2	49	22.5
A2	110.7	47.2	31	19.2
A3	95.8	46.6	46	18.7
A4	97.1	51.4	55	26.0
A5	102.7	52.1	29	11.6
A6	116.2	46.3	54	20.9
A7	98.5	47.6	38	18.2
A8	98.7	53.5	61	25.7
A9	93.4	58.1	56	20.9
B1	103.1	46.4	59	21.0
B2	105.8	47.9	38	12.5
B3	101.9	51.4	43	15.9
B4	90.8	46.7	45	19.2
B5	105.8	45.6	36	11.2
B6	98.1	52.7	50	14.1
B7	97.9	48.2	46	22.1
B8	95.8	47.8	55	19.7
B9	98.1	49.4	49	18.8
昨年の 最大値*	91.7	47.1	24.2	9.0

*渡部ら(2016)土木学会論文集G



写真2. 深刻な倒伏の様子（水田B）