

水田モデル実験の通年湛水による水質浄化機能変化

Functional Changes of Water Purification at Model Experiment of Paddy Field by the Full-year Waterlogging

○山崎 高洋, 石川 重雄, 長坂 貞郎, 笹田 勝寛

○Takahiro YAMAZAKI, Shigeo ISHIKAWA, Sadao NAGASAKA and katsuhiko SASADA

1. 背景および目的

近年発生している富栄養化の対策に、当該河川の流域水田を利用した浄化対策が挙げられる。これまでに都市近郊河川流域水田の調査およびモデル実験から、水質浄化機能およびモデル実験結果の妥当性・再現性が確認されている¹⁾。

これまでのモデル実験では、実験を行う年毎に新たに水田モデルを作成していた。これは、灌漑期間終了後にカラム内部の貯留水を全排水することで充填している土壌が乾燥・収縮し、カラムと土壌の密着性が保たれなくなり、翌年に同一の水田モデルによる実験が困難となるためである。

そこで本実験では、2014年に作成した水田モデル¹⁾を通年湛水し、これまで単年調査であった水田モデル実験の複数年にわたる水質浄化機能変化を調査した。その結果から水田モデルの連続使用における妥当性に関して検討を行った。

2. 実験概要

2-1 水田モデル

水田モデルは2014年に作成した3反復2試験区のカラムである。このカラムを実験開始より2016年9月まで通年湛水を実施して実験を行った。試験区は浸透路長の異なる土壌40cm区および土壌80cm区とした。

2-2 実験期間

各年の実験期間は、2014年は7月14日～9月10日、2015年は7月15日～8月3日および9月24日～10月14日、2016年は6月

28日～7月22日および9月1日～9月25日である。代かきは、実験を開始した2014年に灌漑を開始してから湛水深が一定となった際に1度行った。

2-3 実験方法

灌漑用水はカラム上部にバルブ付給水タンクを設置して、一定間隔で灌漑した。灌漑用水量は、2014、2015年は2000mL～3000mL/day、2016年は4000mL～5000mL/dayと設定し、降下浸透水量は、2014、2015年は1000mL～1500mL/day、2016年は2000mL～2500mL/dayとした。実験に用いた灌漑用水は、5日毎に変更した引地川河川水(2014年のみ)と、水道水に試薬を混ぜて調整した供試液を用いた。供試液は、引地川河川水のCOD(化学的酸素要求量)、NO₃-N(硝酸態窒素)、NO₂-N(亜硝酸態窒素)、NH₄-N(アンモニア態窒素)、PO₄-P(リン酸態リン)濃度を基準として、河川水平均濃度、低濃度および高濃度となるよう数段階に調整した。供試液も5日毎に濃度を変更して灌漑に用いた。なお、2015、2016年は灌漑開始初期にカラム内貯留水を供試液で置換する期間を数日設けてから調査を行った。

調査は毎日午前10時に灌漑用水、田面排水、降下浸透水の採水と、灌漑用水量、田面排水量、降下浸透水量、田面蒸発量の流量測定を行った。採水した試料は室内実験にてCOD、T-N(全窒素)、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、T-P(全リン)、PO₄-Pの分析を行った。さらに2016年にはTOC(全有機炭素)の分析を追加して検討した。

日本大学生物資源科学部 College of Bioresource Sciences, Nihon University

キーワード：水環境、水田灌漑

3. 結果および考察

各年の差引負荷量および除去率による判別結果を表1に示す。

CODは2試験区ともに実験2年目に汚濁傾向が大きくなったものの、実験3年目は灌漑用水量および降下浸透水量を2倍程度にしたことで汚濁傾向が軽減された。TOCは実験3年目のみの判定ではあるが、COD同様に有機物による水質汚濁傾向があったと推測される。COD、TOCともに、浸透路長が長くなると汚濁傾向が大きくなると示された。汚濁型となった原因としては、田面水中の藻類の増殖や水田土壌中の水溶性有機物の遊離、また、還元土壌中において金属イオンと反応して硫化物の生成があったものと考えられる。

窒素成分は、T-Nにおいて実験2年目では1年目と判別結果が異なり汚濁型を示したが、3年目では40cm区で浄化型、80cm区では汚濁型を示した。これは、降下浸透過程におけるNH₄⁺の増加によりNH₄-N排出負荷量が増加した影響に起因すると推測した。

NO₃-N、NO₂-Nでは2試験区とも浸透路長による差異は小さく、3年間を通じて浄化型を示した。このことから、通年湛水を行い同一のモデルを用いて窒素の浄化機能を判別する場合、灌漑用水量および降下浸透水量を2倍程度にすることで初年度と同様の結果が得られるといえた。

リン成分は、T-PおよびPO₄-Pともに3年間を通じて浄化型であった。この結果から、浸透過程で発生する土壌中の金属イオンによるリン吸着は、通年湛水しても継続的に作用していることが示された。

以上より、通年湛水によるモデル実験では、灌漑用水量および降下浸透水量を増加させることで初年度と同様の結果が得られると考えられる。

謝辞

本研究を行うにあたり、日本大学生物資源科学部生物環境工学科卒業生に多大なるご協力をいただいた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

1) 山崎高洋、石川重雄、長坂貞郎、笹田勝寛：土壌浸透路長の違いによる水田の水質浄化機能変化、平成27年度農業農村工学会大会講演要旨集、pp.360-361、(2015)

表1 差引負荷量および除去率の判別 Material loads and discrimination of removal efficiency

40cm区	TOC			COD			T-N			T-P		
	差引 負荷量	除去率	判別	差引 負荷量	除去率	判別	差引 負荷量	除去率	判別	差引 負荷量	除去率	判別
2014	—	—	—	3.44	-73.7	汚濁	-2.00	25.3	浄化	-0.20	59.5	浄化
2015	—	—	—	5.16	-98.3	汚濁	1.06	-15.9	汚濁	-0.31	79.3	浄化
2016	0.13	-2.5	汚濁	0.90	-10.3	汚濁	-3.41	27.9	浄化	-0.46	58.3	浄化
40cm区	NH ₄ -N			NO ₂ -N			NO ₃ -N			PO ₄ -P		
	差引 負荷量	除去率	判別	差引 負荷量	除去率	判別	差引 負荷量	除去率	判別	差引 負荷量	除去率	判別
2014	1.56	-355	汚濁	-0.88	75.6	浄化	-5.67	71.7	浄化	-0.19	80.5	浄化
2015	5.34	-1493	汚濁	-0.11	62.7	浄化	-4.55	76.0	浄化	-0.22	76.3	浄化
2016	0.91	-59	汚濁	-0.01	4.3	浄化	-4.24	45.0	浄化	-0.38	56.5	浄化
80cm区	TOC			COD			T-N			T-P		
	差引 負荷量	除去率	判別	差引 負荷量	除去率	判別	差引 負荷量	除去率	判別	差引 負荷量	除去率	判別
2014	—	—	—	3.21	-78.1	汚濁	-2.6	39.7	浄化	-0.18	70.2	浄化
2015	—	—	—	9.22	-173.5	汚濁	5.92	-118.6	汚濁	-0.31	69.1	浄化
2016	1.86	-42.5	汚濁	4.04	-52.4	汚濁	1.42	-13.0	汚濁	-0.47	65.4	浄化
80cm区	NH ₄ -N			NO ₂ -N			NO ₃ -N			PO ₄ -P		
	差引 負荷量	除去率	判別	差引 負荷量	除去率	判別	差引 負荷量	除去率	判別	差引 負荷量	除去率	判別
2014	1.67	-527	汚濁	-0.08	89.7	浄化	-4.80	74.9	浄化	-0.17	85.6	浄化
2015	8.31	-2372	汚濁	-0.08	46.8	浄化	-3.62	60.8	浄化	-0.32	58.7	浄化
2016	5.53	-398	汚濁	-0.08	30.0	浄化	-3.80	49.8	浄化	-0.40	65.3	浄化

差引負荷量(g/m²) 除去率(%)