

土壌浸透路長の違いによる水田の水質浄化機能変化

Functional Changes of Water Purification at Paddy Field by the Difference in Percolation Depth

○山崎 高洋, 石川 重雄, 長坂 貞郎, 笹田 勝寛

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

1. 背景および目的

都市近郊河川は、窒素・リン等の栄養塩類が高いことから、湖沼や海洋等の河口において富栄養化の原因となっている。この軽減策の1つとして、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⁾。

今回は、当該河川水を灌漑用水源とする水田土壌を用いたモデル実験を行い、これまで一定であった供試土壌の充填深さを変化させ、土壌の浸透路長の相違による水質変動と、浄化作用に与える影響について検討を行った。

2. 実験方法

対象とした水田は、神奈川県下の都市中小河川である引地川流域水田として供試土壌の採取を行った。この供試土壌を浸透路長の異なる試験区として高さ 60cm および 100cm、直径 25cm の塩ビ管カラムに充填し、それぞれ土壌 40cm 区および土壌 80cm 区とした。カラム最下部には降下浸透水排水用バルブを設け、排水性確保のため暗渠を埋設し、底部から 5cm まで砂利を敷き詰めた後、供試土壌を砂利面から高さ 60cm のカラムには約 40cm、高さ 100cm のカラムには約 80cm 充填した。充填密度は、土壌採取時に実容積(100cm³)サンプラーで圃場内 6 地点の試料を採土し平均密度を算出した。2 試験区とも 3 反復で降水の侵入が防げる大学内の屋外で実験を行った。

土壌表面から 10cm の位置には、田面排水用バルブを設けた。カラムの下部バルブを閉めた後、上部バルブから田面排水が発生するまで約 2000mL~3000mL/day の灌漑速度で湛水させた。各排水量は、上部と下部の排水バルブからメスシリンダーに導水して測定した。

水面蒸発量は、カラムと同一の直径で高さ 20cm の測定器を用意し、貯留水の重量を前日との差引から求めた。

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、給水タンクの重量を前日の重量からの差引により求めた。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 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、河川水よりも低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。

実験期間は、2014 年 7 月 14 日から 2014 年 9 月 10 日までである。7 月 14 日に灌漑を開始し、湛水深が一定となった後、土壌表面から 10cm ほど移植ごてを用いて代かきを行った。7 月 17 日からは、田面排水および降下浸透水の採水と、その pH、EC、DO の測定を毎日午前 10 時に行った。

分析および検討項目は、COD(化学的酸素要求量)、T-N(全窒素)、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、T-P(全リン)、PO₄-P である。

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

キーワード：水質浄化機能、降下浸透、差引負荷量

3. 結果および考察

灌漑初期の7月14日～7月22日までを除外した実験期間(7月23日～9月10日)における灌漑用水と2試験区の田面排水および降下浸透水の単純平均濃度を表1に、差引負荷量および除去率による判別結果を表2に示す。

CODに関してみると2試験区ともに灌漑用水濃度よりも田面排水濃度および降下浸透水濃度が高くなり、特に降下浸透水において高濃度の排水がみられた。各試験区の除去率は土壌40cm区では-73.70%、土壌80cm区では-78.09%と汚濁型の判別結果となり、浸透路長の相違による差異は小さかった。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。

窒素成分に関しては、T-N、NO₃-N、NO₂-Nでは2試験区とも灌漑用水濃度よりも田面排水濃度および降下浸透水濃度が低くなる結果を示し、特にNO₃-N、NO₂-Nにおいて高い浄化効果が示された。一方でNH₄-Nは、灌漑用水濃度と比較して田面排水濃度は低くなるものの、降下浸透水濃度が高くなる傾向を示し、特に土壌浸透時間が長くなる土壌80cm区に

おいて顕著に表れた。各試験区の除去率は降下浸透水負荷量が大きく影響して、土壌40cm区では-355.16%、土壌80cm区では-527.05%の結果となり、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。また、T-Nの除去率をみると土壌40cm区では25.27%、土壌80cm区では39.72%と、浸透路長が長いほど浄化効果は高くなる傾向を示した。このことから浸透時間を長くする方が窒素除去の観点からは効果的であるといえる。

リン成分に関しては、T-PおよびPO₄-Pともに灌漑用水濃度よりも田面排水濃度および降下浸透水濃度が低くなる傾向をみせた。除去率の結果では、T-PおよびPO₄-Pの両成分において、土壌80cm区の方が土壌40cm区よりも高い浄化型を示した。これは浸透過程に土壌中の金属イオンにリンが吸着されたためと推測され、浸透時間が長くなると浄化作用が大きくなると考えられる。

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平成26年度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：都市近郊河川水を灌漑用水源とする当該河川流域水田の水質浄化とその機能発現に関する調査研究、第15回日本水環境学会シンポジウム講演集、pp.281-286、(2012)

表1 単純平均濃度 The simple average concentration

		COD	T-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	T-P	PO ₄ -P
	灌漑用水	4.07	3.83	3.68	0.089	0.212	0.150	0.100
土壌40cm区	田面排水	5.63	3.31	2.30	0.035	0.122	0.101	0.041
	降下浸透水	12.32	2.57	0.04	0.008	1.427	0.051	0.010
土壌80cm区	田面排水	5.72	2.81	2.42	0.021	0.111	0.086	0.042
	降下浸透水	13.17	2.67	0.08	0.004	2.145	0.049	0.012

(mg/L)

表2 差引負荷量および除去率の判別 Material loads and discrimination of removal efficiency

		COD	T-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	T-P	PO ₄ -P
土壌40cm区	差引負荷量	3.44	-2.00	-5.67	-0.08	1.56	-0.20	-0.19
	除去率	-73.70	25.27	71.73	75.64	-355.16	59.54	80.45
	判別	汚濁	浄化	浄化	浄化	汚濁	浄化	浄化
土壌80cm区	差引負荷量	3.21	-2.60	-4.80	-0.08	1.67	-0.18	-0.17
	除去率	-78.09	39.72	74.90	89.74	-527.05	70.17	85.58
	判別	汚濁	浄化	浄化	浄化	汚濁	浄化	浄化

差引負荷量:(g/m²) 除去率(%)

* 除去率(%)={1-(総流出負荷量/総流入負荷量)}×100

** 判別は除去率が-で汚濁、+で浄化を示す。