

水田の水質浄化機能および田畑輪換の機能評価に関する調査研究
Research Study on Evaluation of the Water Quality Purification Function of Paddy Fields
And “Rotation of Paddy and other Crops”

梶 高洋* 石川重雄** 長坂貞郎**
KAJI Takahiro* ISHIKAWA Shigeo** NAGASAKA Sadao**

1. はじめに

湖沼等の閉鎖性水域の富栄養化を防止するには、窒素・リン等の除去であるが、その一手法として水田を利用した浄化が重要視されている。

本研究では水質浄化機能とその促進について、水稲栽培における吸水暗渠の水閘開閉操作による水管理方法の相違から栄養塩類の負荷の流出入について検討し、さらに農地利用の相違、すなわち田畑輪換による浄化機能変化を把握することを目的とした。

2. 調査概要及び調査方法

試験圃場は、千葉県印旛沼土地改良区受益地区における鹿島川河口付近の角来工区に位置する1.7haの水田を調査対象とした。圃場の概要を図1に示す。調査水田の灌漑水源は印旛沼とし、ポンプアップされパイプラインによって送配水されており、試験田への用水はオートイリゲータ（水位調節型自動給水装置）によって地点A・地点H（図1）から灌漑される。調査水田の暗渠システムは集水渠方式で、深さ1.2mに埋設された集水渠に、10m間隔の吸水渠が直角に接続されている。排水は地点Cから鹿島川に排水される。

調査項目は、灌漑用水量及び暗渠排水量は三角堰（1日1回13時に採水）・雨水等の栄養塩類、雨量、地下水位である。

なお調査水田の栽培管理方法は2002年、2003年及び2006年度は不耕起乾田直播で



図1 試験圃場概要
General description of test filed

浸透型掛流し灌漑による水稲栽培を行い、2004年、2005年度は転換畑として不耕起乾田直播による大豆（タチナガハ）栽培が行われた。転換畑時の灌漑方法は地下灌漑であるが、2004年度に関して地下水位の低下や圃場の乾燥が著しかった数日間だけのみ灌漑が行われ、2005年度には灌漑は実施されなかった。

3. 結果及び考察

(1) 水収支調査結果

表1に各年度の灌漑期間及び通年水収支を示す。2004年、2005年及び2006年における水収支は、降雨量多寡時には量水計三角堰が水没して不可能な場合があり、収支はその時の雨量及び排水量を除外して計算結果を示した。収支誤差は最大580m³/ha、最小34m³/haとやや大きい結果となった。この誤差原因は、蒸発散量（ペンマン法）及び降下浸透量等を簡易的な算出方法の結果を適用しているためと考えられる。

* 日本大学大学院生物資源科学研究科

* Graduate School of Bioresource Sciences, Nihon University

** 日本大学生物資源科学部

** College of Bioresource Sciences, Nihon University

また、2004年、2005年の灌漑期間中の水収支で排出量が多い結果となっているのは、蒸発散量を多く見積もっていることに起因している。

(2) 灌漑期間の水質平均濃度

表2に流入水及び流出水濃度の平均濃度を示す。COD濃度は2001年及び2003年は用水、排水とも同程度で、2002年においては1.5倍、2006年で2.3倍程度と排水濃度が高い状況にあった。T-Nの用水濃度は農業用水水質基準値の1mg/L以上であった。降水濃度も年度によっては用水と比較しても無視できない場合もみられる。同様なことがNH₄-Nについても言える。

NO₃-Nは用水、排水とも同程度の濃度であるが、全年度通しては排水濃度がやや高い結果であった。成分別でみると、用水、排水ともN系の大部分をNO₃-Nが占めている。一方、T-P濃度は、T-N濃度に比べ一桁小さい値で、特に特徴はみられないが、PO₄-Pに関してみると雨水濃度が用水、排水より高い場合がある。

(3) 灌漑期間及び通年の負荷量収支

表3は表1の水収支を基に算出した各年度灌漑期間及び通年の負荷量の結果を示す。成分別にみると、灌漑期間でのCOD収支は、2001年、2003年において浄化型、その他(転換畑を含め)排出型である。浄化型は用水及び排水濃度共に10mg/L程度で大きな濃度差が無い状態の時に、また排出型は用水濃度が約10mg/L以下の時にみられた。何れの年度も5月中・下旬の灌漑初期から上昇し、ほぼ収穫前の落水まで高い傾向にあった。2001年、2003年の灌漑

期間は、NO₂-Nを除いて浄化型となっている。この誘因は、概略表2に示すように灌漑用水の各成分濃度が他の年度に比べて、若干高かったことで、逆に土壤に保持されている成分が押し出される状況になったものと推測される。

通年では2001年度でCODが排出型に、2003年度でT-N、T-P、NO₃-Nの各成分が排出型に転じ、また、逆に他の年度では浄化型に転じる成分もみられた。

総じて、N系の支配的な成分はNO₃-Nであり、次いでNH₄-N、NO₂-Nである。とくに、転換畑のNO₃-N収支を水田の灌漑期間内での比較でみると、2004年度に1.5kg/ha、2005年度に25.4kg/haが転換畑から排出する結果になり、通年の結果でも水田利用の場合に比べ、多い結果となった。

4. まとめ

調査結果から、以下のようなことが再確認され、また、明らかになった。

水田の水質浄化機能は、用水の水質成分濃度(限界用水濃度)に関係すること。NH₄-Nは、灌漑期及び通年を通して全年度において浄化型にあった。

転換畑の2004、2005年度は、NO₃-Nの排出負荷が多い結果となり、畑地に転換したことにより水質が劣化する結果となった。

表1 各年度における水収支
Water budget of each year

	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年
灌漑期	428	-115	26	1656	1784	-109
通年	-252	580	327	121	365	34

単位(m³/ha)

表2 各年度における単純平均濃度

A simple concentration average of each year

	灌漑期												非灌漑期																							
	2001年(5/28-9/20)			2002年(6/2-9/22)			2003年(5/23-9/23)			2004年(6/10-9/10)			2005年(6/10-9/10)			2006年(5/26-9/5)			2001年(9/21-3/31)			2002年(9/23-3/31)			2003年(9/24-3/31)			2004年(9/11-3/31)			2005年(9/11-3/31)			2006年(9/6-2/25)		
	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水						
COD	9.94	1.72	9.72	8.86	3.40	13.28	8.72	6.02	10.04	-	6.17	8.11	-	6.03	7.53	6.28	7.43	14.17	-	4.36	6.06	-	2.63	6.67	-	3.79	6.00	-	2.35	5.55	-	5.46	5.63	-	5.34	6.02
T-N	1.75	0.82	1.79	1.40	0.52	1.61	1.75	0.86	1.52	-	1.61	1.77	-	0.35	2.22	1.64	1.07	1.98	-	1.09	1.61	-	0.94	1.75	-	2.17	1.53	-	1.65	2.15	-	1.12	2.34	-	0.92	1.76
T-P	0.17	0.03	0.12	0.13	0.01	0.22	0.16	0.01	0.20	-	0.20	0.21	-	0.07	0.19	0.11	0.05	0.22	-	0.09	0.09	-	0.05	0.22	-	0.03	0.09	-	0.01	0.07	-	0.04	0.07	-	0.02	0.12
NO ₂ -N	0.00	0.02	0.06	0.00	0.00	0.08	0.01	0.00	0.09	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.03	0.00	0.09	-	0.00	0.01	-	0.00	0.04	-	0.00	0.02	-	0.00	0.02	-	0.00	0.02	-	0.00	0.03
NO ₃ -N	1.16	0.00	1.07	0.75	0.12	0.78	0.84	0.53	0.79	-	0.38	1.39	-	0.02	1.65	1.01	0.32	0.76	-	0.37	1.08	-	0.25	0.93	-	0.00	0.91	-	0.33	2.14	-	0.33	2.03	-	0.25	0.96
NH ₄ -N	0.00	0.36	0.06	0.00	0.07	0.02	0.00	0.14	0.00	-	0.20	0.00	-	0.12	0.01	0.07	0.24	0.03	-	0.16	0.08	-	0.13	0.02	-	0.00	0.17	-	0.28	0.02	-	0.58	0.15	-	0.37	0.07

単位(mg/l)

表3 各年度における物質負荷量

Material loads of each year

	灌漑期												通年																							
	2001年(5/28-9/20)			2002年(6/2-9/22)			2003年(5/23-9/23)			2004年(6/10-9/10)			2005年(6/10-9/10)			2006年(5/26-9/5)			2001年			2002年			2003年			2004年			2005年			2006年		
	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水	灌漑水	雨水	排水			
COD	-13.67	0.10	浄化	23.60	-23.72	汚濁	-15.35	14.38	浄化	3.64	-27.11	汚濁	9.87	-33.57	汚濁	30.51	-26.81	汚濁	0.50	0.00	汚濁	54.60	44.50	汚濁	-2.12	1.62	浄化	33.41	-76.31	汚濁	-15.42	21.98	浄化	10.72	-6.56	汚濁
T-N	-13.10	0.49	浄化	0.24	-1.49	汚濁	-4.76	25.46	浄化	2.31	-109.94	汚濁	26.93	-16.66	汚濁	2.90	-16.24	汚濁	-16.09	0.40	浄化	7.80	-35.65	汚濁	9.88	-41.01	汚濁	-6.18	31.28	浄化	30.35	-337.12	汚濁	5.46	-21.63	汚濁
T-P	-0.81	0.35	浄化	0.83	-67.45	汚濁	-0.28	15.85	浄化	0.47	-181.75	汚濁	0.70	-153.17	汚濁	0.54	-39.38	汚濁	-0.93	0.30	浄化	1.00	-129.50	汚濁	0.12	-6.51	汚濁	0.99	-216.03	汚濁	0.68	94.75	汚濁	0.73	-41.86	汚濁
NO ₂ -N	0.40	-11074	汚濁	0.59	-7540	汚濁	0.88	-742.69	汚濁	0.00	-984.78	汚濁	-0.03	41.27	浄化	0.40	-125.35	汚濁	0.14	0.49	汚濁	0.80	-8664	汚濁	1.06	-865.32	汚濁	0.16	-817.90	汚濁	-0.03	19.77	浄化	0.52	-149.92	汚濁
NO ₃ -N	9.21	0.57	汚濁	0.82	-10.21	汚濁	-2.60	25.68	浄化	1.53	-172.17	汚濁	25.40	-1323.1	汚濁	-2.31	23.84	汚濁	-5.46	0.29	浄化	2.10	-83.90	汚濁	11.40	-88.11	汚濁	4.31	-123.89	汚濁	33.62	-1385	汚濁	2.18	-17.55	汚濁
NH ₄ -N	-1.52	0.83	浄化	-0.09	26.99	浄化	-0.31	1000.00	浄化	-0.34	1000.00	浄化	-0.40	83.09	浄化	-1.43	95.64	浄化	-4.76	0.92	浄化	-1.60	88.20	浄化	-1.02	63.41	浄化	-3.49	98.12	浄化	-3.14	85.96	浄化	-3.78	95.85	浄化

* 除去率(%)=[1-(総流出負荷(kg)/総流入負荷(kg))]×100。-は浄化、+は汚濁を示すとした。

* 灌漑負荷の単位(kg/ha) 除去率の単位(%)