

都市近郊河川流域水田の機能評価と限界用水濃度

Evaluation of Paddy Field Function in Suburban River Basin Area and Critical Irrigation Water Concentration

○山寄 高洋*, 石川 重雄**, 長坂 貞郎**

○YAMAZAKI Takahiro*, ISHIKAWA Shigeo**, NAGASAKA Sadao**

1. はじめに

都市近郊河川は、比較的窒素・リンのような栄養塩類が高いことから、度々湖沼、海洋等の河口において富栄養化を引き起こす原因となっている。この軽減の一つ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。水田は多面的機能を有しており、その一つに窒素・リン等の除去機能が知られている。本調査は都市近郊河川流域において、当該河川水を灌漑用水としている水田の、灌漑用水中の栄養塩類の除去機能調査を行い、都市河川流域水田の有用性を検討し、また、水質浄化が機能する限界用水濃度の判定を行った。

2. 調査流域の概要および調査内容

2-1 調査地および調査水田の概要

調査地は、神奈川県大和市および藤沢市内の中央部を流れ、終点を相模湾とする全長約 21km、流域面積 67km²の二級中小河川の引地川流域にある、面積 940.5m²の水田とした。灌漑用水は、引地川河川水を堰上げによって送配水されている。2010年6月7日に代かきを行い、2010年6月9日に田植えを行った。調査水田の灌漑期間は2010年6月3日から2010年9月8日である。

2-2 各調査項目および方法

調査期間は、2010年6月28日から2010年9月8日である。調査項目は、灌漑用水量、田面排水量、降水量、蒸発散量、減水深等である。灌漑用水量および田面排水量は、小型三角堰を設置し越流水深はフロート式水位計を用いて計測した。降水量は、気象観測装置を設置して計測した。減水深は水田内に無底ボックスを、蒸発散量は有底ボックスを設置し、前日との水位差を計測した。なお、降下浸透量は測定した減水深と蒸発散量の差とした。気象観測装置では、降水量のほかに、風向、風速、気温等の観測を行い、蒸発散量が欠測した際の補完を、ペンマン法により算出した。水質分析用に、灌漑用水、田面排水、降下浸透水を毎日10時頃の調査時に採水した。降水はバルク式タンクを設置し回収した。試料は現地にてpH、EC、DOの測定を行い、COD、T-N、T-P、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、PO₄-P、主要陽イオン、陰イオン等は持ち帰り、室内において分析した。

3. 水収支、水質測定および分析結果

3-1 水収支

調査期間の水収支は、次式によって算出した。

$$\Delta W = (R + Q_i) - (Q_d + P + ET) \quad \dots \dots \dots (1)$$

ΔW : 貯留量変化、 R : 降雨量、 Q_i : 灌漑用水量、 Q_d : 田面排水量、 P : 降下浸透量、 ET : 蒸発散量である。表1に2010年6月28日から2010年9月8日までの各流入・流出量および水収支を示す。

表1 水収支 Water budget

灌漑用水量	Q_i	8486.72
降水量	R	322.34
田面排水量	Q_d	1553.38
蒸発散量	P	423.22
降下浸透量	ET	6745.46
貯留量変化	ΔW	87.01
		(m ³ /10a)

* 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

キーワード: 水田機能、水質浄化、都市近郊河川

3-2 水質測定および物質負荷量結果

調査期間の灌漑用水、田面排水、地下水の単純平均濃度を表2に示した。また、表3には調査期間の差引負荷量と除去率を示した。

COD では灌漑用水濃度に比べ、田面排水および降下浸透水濃度が高い値を示した。これは水田土壌中の水溶性有機物の遊離や藻類の増殖により、還元化が進行し嫌気性微生物の働きが活発になったためと推測される。このことから、CODの差引負荷量は排出型に作用した。

N系濃度では、用水源である引地川の特徴としてT-Nが5.43mg/Lと高く、この大半の5.08mg/LをNO₃-Nが占めていた。また、T-N、NO₃-N、NO₂-Nにおいては調査期間を通じて灌漑用水よりも、田面排水、地下水ともに低い濃度となる日が多く、差引負荷量はT-N、NO₃-N、NO₂-Nで浄化型に作用した。一方でNH₄-Nにおいては、灌漑用水濃度と比較して田面排水濃度は低い値を示したが、地下水では高い値となった。他地域で同様の傾向が示されている¹⁾。本調査水田は、田面排水量よりも降下浸透量が極めて多かった(表1)ため、降下浸透負荷が多くなり、これに起因してNH₄-Nの差引負荷量は排出型に作用したと考えられる。

P系濃度変化では、T-P、PO₄-Pどちらも灌漑用水濃度よりも、田面排水および降下浸透水濃度が低い値を示した。特にリンは土壌に吸着されやすいことから、田面排水濃度よりも降下浸透水濃度が低い値であった。調査期間の差引負荷量はT-P、PO₄-Pともに浄化型に作用した。

3-3 限界用水濃度の判定

水田には見かけ上浄化も汚濁もしない差引負荷量がゼロとなる灌漑用水濃度、すなわち限界用水濃度が存在する。これまでの多くの事例では、T-NおよびT-Pに関する報告²⁾は多いものの、その他の成分においての有益な限界値の判定には至っていない。今回の調査で得られた灌漑用水濃度と差引負荷量の結果を用いて、各成分の限界用水濃度の判定を表4に示した。過去の研究におけるT-Nの限界用水濃度は2.0mg/L前後であり、今回の結果においても2.60mg/Lとなった。この結果から、限界用水濃度はほかの地域においての有効性も示唆された。また、今まではT-N、T-Pの報告のみであったが、今回の調査でCODおよび各イオンとしてNO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、PO₄-Pにおける限界用水濃度が明らかとなった。

4. まとめ

都市近郊河川水を灌漑用水とする水田における浄化能力の判定の結果、以下のことが得られた。1)降下浸透量の多い水田では、CODおよびNH₄-Nが排出型に作用したが、その他の窒素成分およびリンにおいては高い浄化能力を発揮した。2)これまで判定されていなかった成分を含めた限界用水濃度が明らかとなったことで、より明確な水田を用いた浄化を行うことが可能となった。

参考文献

- 1)宮崎成生ほか：水田を通過する農業用水の水質変化の実態、栃木農試研報、No55、pp.45-55(2005)
2)小川吉雄、酒井 一：水田における窒素浄化機能の解明、土肥誌、56(1)、pp.1-9(1985)

表2 単純平均濃度 A simple average concentration

	COD	T-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	T-P	PO ₄ -P
灌漑用水	4.05	5.43	5.08	0.094	0.223	0.207	0.171
田面排水	6.75	1.84	1.23	0.054	0.123	0.160	0.058
降下浸透水	4.65	3.22	2.91	0.042	0.359	0.129	0.030

(mg/L)

表3 物質負荷量 Material loads

	COD	T-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	T-P	PO ₄ -P
総流入負荷量	33.25	41.22	38.35	0.74	1.91	1.56	1.27
総流出負荷量	33.84	23.68	21.45	0.38	2.04	0.95	0.26
差引負荷量	0.59	-17.54	-16.90	-0.36	0.13	-0.61	-1.01
除去率	-1.76	42.55	44.06	48.45	-6.82	39.12	79.53
判定	排出	浄化	浄化	浄化	排出	浄化	浄化

負荷量：(kg/10a) 除去率：(%)

* 除去率(%) = {1 - (総流出負荷量/総流入負荷量)} × 100

* 判定は除去率が - で排出、+ で浄化を示す。

表4 限界用水濃度 Critical irrigation water concentration

	COD	T-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	T-P	PO ₄ -P
限界用水濃度	4.09	2.60	2.02	0.038	0.234	0.075	0.019

(mg/L)