

## 1. はじめに

水田は私たちの食生活だけでなく、社会一般の生活の一部として今もなお存在している。さらに、水田は食糧生産の場のみならず、多面的機能を保持している(図1)。



図1 水田の多面的機能モデル

多面的機能の中で、水質浄化機能は、富栄養化した湖沼の水質改善に有効である。浄化機能の発揮は、流入負荷量と流出負荷量の大小により左右される。流入負荷量と流出負荷量が一致する時には、浄化、汚濁ともに無い状態を意味し、この時の灌漑用水濃度を境界点濃度とみなす。

本調査報告は、2001年度～2003年度および2006年度の調査結果(2004年度および2005年度には、輪換畑として大豆栽培を行ったデータは除外)をもとに境界点濃度を検討した。さらに、調査水田土壌を用いたモデル実験を行い、調査結果との比較をし、その再現性、信憑性について検討をした。

## 2. 調査方法

調査圃場は千葉県印旛沼土地改良区受益地内角来工区に位置する1.7haの水田である(図2)。

印旛沼水が揚水ポンプによりパイプライン送配水され、自動給水栓より湛水深を一定に制御される。暗渠排水システムは集水渠方式であり、これらにより浸透掛流灌漑を実施した(図3)。

栽培管理方法は、不耕起乾田直播栽培であった。

調査期間は、2001年度は5月28日～8月20日、2002年度は6月2日～8月16日、2003年度は5月23日～8月1日、2006年度は5月26日～8月9日とした。

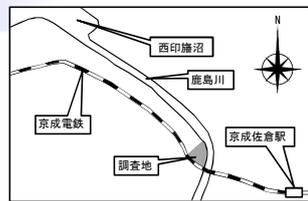


図2 調査地概要

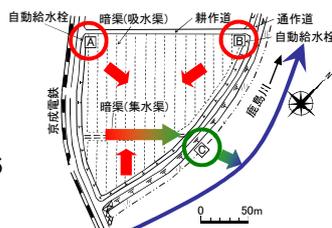


図3 調査圃場概略

## 3. 調査結果

灌漑用水濃度を $C_i$ とし、差引負荷量(流出負荷量-流入負荷量)を $L$ とした時に、 $L$ と $C_i$ の間に(1)式の回帰直線が成り立つとする。

$$L = a C_i + b \quad \dots (1)$$

(1)式において $L=0$ の時が見かけ上は、浄化も汚濁もしない点で、境界点濃度 $C_0$ となり(2)式となる。

$$C_0 = -b/a \quad \dots (2)$$

図4に、化学的酸素要求量(COD)、全窒素(T-N)、硝酸態窒素( $\text{NO}_3\text{-N}$ )、全リン(T-P)における灌漑用水濃度と差引負荷量の関係を示し、図中には(1)式に対応する回帰式を示した。

図に示すこれら2変量間の相関係数はどの場合にも低い結果であるが、その有意性をt検定により検討した。その結果、COD、T-N、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、T-Pの4成分とも1%の危険率で有意性が認められた。各成分の回帰式において差引負荷量が0(kg/ha)の時の灌漑用水濃度、すなわち境界点濃度は(2)式から求めた。

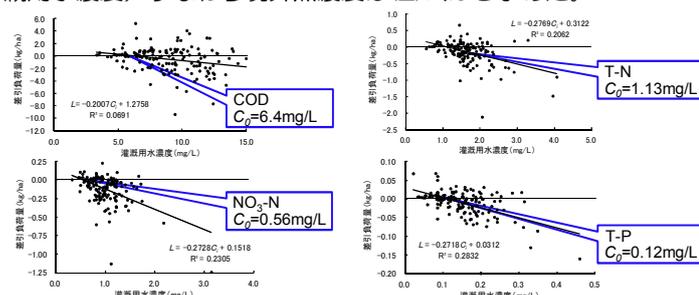


図4 灌漑用水濃度と差引負荷量の関係(COD, T-N,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , T-P)

## 4. モデル実験による境界点濃度の検討

調査結果から各水質浄化成分の境界点濃度が明らかとなったが、決定係数(相関性)が全般的に低いことから、その妥当性と再現性の確認のため、カラムによるモデル実験を行った。

実験には、高さ60cm、直径44cmの塩ビ製カラムを用いた。カラム最下部に暗渠を埋設し、直径

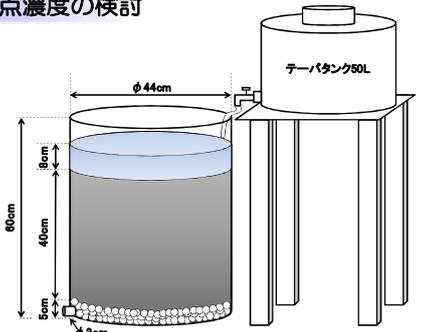


図5 モデル実験概略

3cmの排水口まで導水し、底部から5cmまで砂利を敷き詰め、その後、調査圃場より採取した土壌を砂利面から約40cmの土層厚になるよう充填した。その後、湛水深が約8cmとなるようテパタンクからの給水と暗渠からの排水のバランスを取り、浸透掛流灌漑を再現した(図5)。

実験に供試した試料液は、T-N、T-P、CODの濃度を印旛沼水を基準として数段階に調整したものである。T-N濃度の調整には硝酸カリウム( $\text{KNO}_3$ )試薬を、T-P濃度の調整にはリン酸水素二カリウム( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ )試薬を用いた。COD濃度の調整には、水田のCOD汚濁成分の一因とされる、稲藁成分溶出液を作成し、用いた。

実験は、降雨の影響を受けない屋外で行った。

## 5. モデル実験結果

図6に、COD、T-N、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、T-Pにおける試料液の給水濃度と差引負荷量の関係を示し、図中には(1)式に対応する回帰式を示した。

モデル実験における2変量間の相関係数は高く、統計的に検定したところCOD、T-N、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、T-Pの各成分とも0.1%の危険率で(1)式が成立した。

各水質浄化成分の境界点濃度は、調査結果から求めた境界点濃度と近似した値となった。

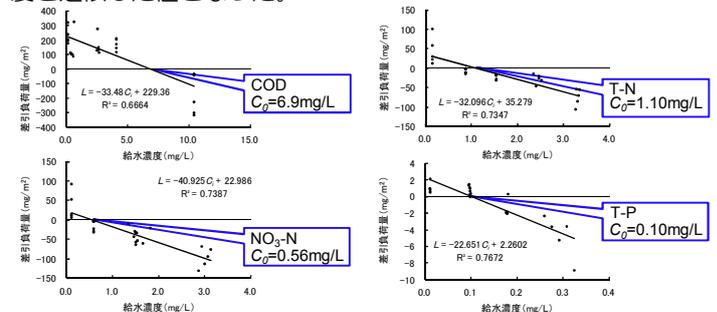


図6 試料液の給水濃度と差引負荷量の関係(COD, T-N,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , T-P)

## 6. おわりに

本調査および実験により、水田の有する水質浄化特性を、境界点濃度を求めることによって厳密化できた。境界点濃度を把握することで、浄化機能をより発揮できるといえる。

また、調査圃場とカラムの面積比が、約1/110,000と大きく異なっているにもかかわらず、境界点濃度は近似した値であったことから、相対的な信憑性と実験による再現性が示された(図7)。

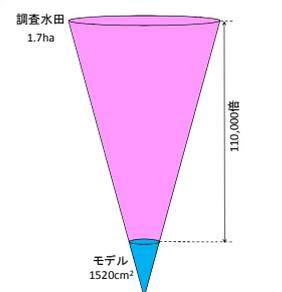


図7 調査圃場とカラムの面積比

## 7. 参考

山崎高洋, 石川重雄, 長坂貞郎, 笹田勝寛: 水田における水質浄化機能発現の灌漑用水の境界点濃度, 環境情報科学論文集25, pp.281-286(2011).