

## 水田地帯を含む流域水質管理に向けた汚濁負荷の収支解析

Pollutant load budget analysis to paddy fields watershed management

田畑聡美\*・井辻あゆみ・加藤亮\*\*

Satomi Tabata\*, Ayumi Itsuji, Tasuku Kato\*\*

### 1. はじめに

近年、流域全体を対象とした水環境の維持保全が求められる中で、汚濁負荷の流出メカニズムを把握することが重要な課題となっている。農地や水田といった農業由来の汚濁発生源は広範囲で負荷流出の経路が複雑であるという特性から、負荷量の定量化が難しく、これまで対策が遅れてきた。その一方で、水田は圃場単位では窒素・リンの水質を浄化する作用があることもわかっている。加えて、一般的に水田は河川沿いや低地に立地するため、流出メカニズムが河川や排水路の水位にも影響を受けるため、排水路や排水河川の水質変動は複雑な経路、すなわちポンプ稼働やゲート操作にも影響を受けるものと考えられる。持続性のある流域管理を目指す場合には、このような人為的でエネルギーのかかる操作と、その影響が水質水文変動に与える影響を明らかにする必要がある。そこで本研究では、まずは農地からの農業用水の流域全体での水質が年間を通じてどのように変動しているのかを掴み、負荷流出とポンプ稼働による反復灌漑の影響を明らかにすることを目的とする。

### 2. 研究の方法

#### 2.1 対象地域

本研究では富栄養化が進む印旛沼の流入河川である鹿島川の上流域内の水田を含む小流域を対象とした。調査地面積は 24.70km<sup>2</sup>、そのうち 16.9%が水田である。鹿島川から取水された用水は灌漑されたあと、同一の河川に排水される。調査地点は流域の流出点である A と、流入点である B～D、排水路の 5 点である。A と排水路に自動採水機を設置し、毎日午後 12 時に 500ml ずつ採水した。B～D は約 2 週間おきにバケツを用いて採水し、同時に水深と流速を計測した。各ポイントに水位ロガーを設置し、1 時間ごとに水位を測った。4-8 月を灌漑期、9-12 月を非灌漑期とした。流量測定については、水位ロガーで計測した水位を実測値で補正し、水位流量曲線から流量を求めた。水質測定的项目は全窒素、全リン、懸濁物質、電気伝導率、硝酸態窒素である。

### 3. 結果

測定結果を図 2 および表 1 に示す。全ての分析項目において河川よりも排水路の方が水



図 1 調査地概略図 (出典：中村ら 1998 年)

\*東京農工大学農学府 The Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology \*\*東京農工大学農学研究院 Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology  
Keyword: 水質、水収支、物質収支、ポンプ稼働

質濃度は低い傾向が見られた。

### 3.2 水収支と物質収支

流域内の流出変動をマクロに捉えるために小流域の差し引き排出量、すなわち流入点 (B~D) の総流入量  $Q_{in}$  と流出点 A からの流出量  $Q_{out}$  を算定した。また、降水量を  $P$ 、蒸発散量を  $E$ 、灌漑水を  $I_r$  をそれぞれ求めた。水田排水  $D$ 、後背地からの流出量  $BG$ 、河川から流域への貯留量  $R_c$  をそれぞれ別途仮定し、流域貯留変化量を  $dS_w$  として、河川ブロック、流域ブロックの水・物質収支を以下に表わすことができる。結果を表 2 に示す。

$$Q_{in} - Q_{out} + BG + D - I_r - R_c = 0$$

$$P + I_r - ET + R_c - BG - D = dS_w$$

$$L_{Q_{in}} - L_{Q_{out}} + L_{BG} + L_D - L_{I_r} - L_{R_c} = 0$$

$$L_P + L_{I_r} + L_{R_c} - L_{D_c} = dL_{S_w}$$

### 4. 考察

灌漑期において水田排水路の水質濃度は灌漑水に比べ低いが、河川の上流と下流で差が見られなかった。水田の浄化能力は対象地域での水田面積率に依拠し、他の土地利用による影響を受けていると考えられる。流量と水質データ間の相関が認められないのは、頻度分布において、流量が対数正規分布、水質が正規分布に近くなり、線形モデルの適用が難しいためである。水質が正規分布をとるのは様々な理由があるだろうが、反復灌漑という様式も影響しているのではないかと考えられる。本地域では、灌漑水に含まれる窒素の 60.4% は水田により除去されていることが分かった。しかし、流域レベルで見ると河川から流入された窒素の 2.6% にすぎない。水田の多面的機能の発揮により、水質が保全される効果はあるが、これにはポンプ稼働による反復灌漑による部分が多いと考えられる。

### 5. 今後の展望

農業分野の持続可能な発展には、農業が環境に与える影響について包括的に評価する必要がある。鹿島川上流支区の電力機容量代表値を図 3 に示す。図 3 より、各機場により電力使用量は大きく異なることがわかる。また、効率的なポンプ稼働が実施されているかは不明瞭である。よって、今後は農業に投入されるエネルギーと水質、さらには収量の最適値を LCA により分析していきたい。

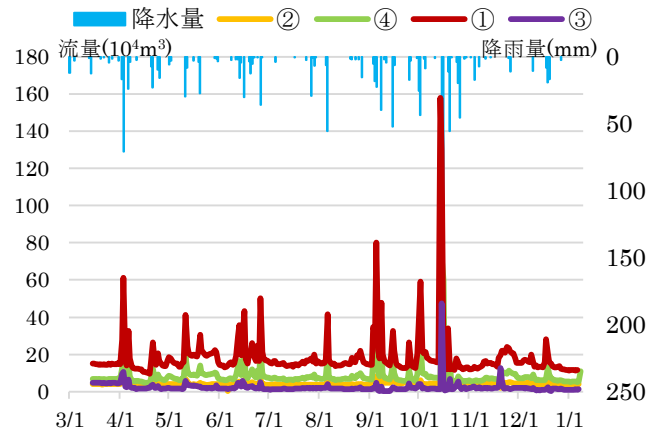


図-2 観測点の日流量の変動

表1 水質分析結果平均

	①灌漑期	①非灌漑期	排水路灌漑期
全窒素(mg/L)	6.95	8.66	2.71
全リン(mg/L)	0.125	0.169	0.106
電気伝導率(mS/cm)	29.7	29.1	26.3
懸濁物質(mg/L)	1.31	0.378	0.205
硝酸態窒素(mg/L)	9.19	7.02	4.34

表2 差し引き排出負荷量結果

	$Q_{out} - Q_{in}$ ( $10^6 m^3$ )	$L_{out} - L_{in}$ (kg)
灌漑期	4.70	54.52
非灌漑期	7.69	41.61

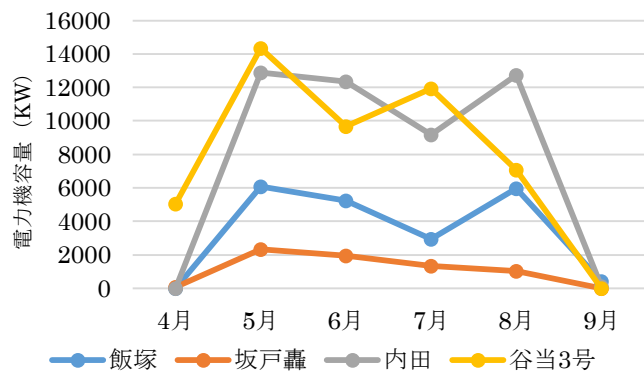


図 3 2013 年度電力機容量