

需要主導型の浄化水利用サービスの開発に向けた水田ブロックの物質収支解析 Pollutant load balance analysis to develop water quality supply service on demand orient

加藤亮*, 石塚啓*, 飯田俊彰**

Kato Tasuku, Ishizuka Kei, Iida Toshiaki

1. はじめに

農業生産における水資源の効果的な利用について、農業水利におけるサービス機能、あるいは付加価値の強化は、国際化の進展や食料需給率の観点から従来よりも強く要望されている。農業水利におけるサービスとして主要な機能とは、水利施設による制御を主とする用水供給の信頼性や、必要なタイミングに必要な量が供給される水管理計画の高度化等が挙げられる。これらの機能を強化することに加えて、近年では「六次産業化」といった農業の高度化が推奨されており、例えばICTを利用した高度な情報による、生産スケジュールの調整や収量のコントロール、食味向上に向けた品質管理等の精密農業の方向性が考えられ、土地改良区としても従来の水配分や水管理を主業務とするだけでなくコメ生産の高度化についても今後検討が必要になる場面が多くなると考えられる。

そこで、本研究では農業水利サービスにおける付加価値向上の一つとして、灌漑水質が比較的悪い地区を対象に、窒素濃度が浄化された水田排水を用水に循環的に反復利用することを想定し、たん白含有量の低下による食味向上に向けた用水供給サービスの利用可能量と、そのようなサービスの需要動向について検討する。ここでは、まずは浄化水質の用水供給サービスの利用可能量について検討する。

2. 需要主導型シナリオ内における水質サービスとその評価

現行の農業水利は、一般に供給主導型で行われている場合が多く、土地改良区が主体となり取水工から支線水路までの供給を地域の標準的な作付けスケジュールに合わせて行う場合が多い。今回、ケーススタディとして対象とする千葉県印旛沼土地改良区においても、そのような供給主導型の状況である。一方、農業水利サービスの向上について言えば、個別農家の水需要に合わせて供給を行うようにできることが将来的に望ましい。すなわち、需要主導型の水供給システムであり、今回はそれを念頭に置いたシナリオ開発を前提とする。需要主導型シナリオにおいて、具備すべき要件を考えると、生産性の向上、供給面の時間的安定性、品質向上等がある。これらに対する潜在的な水需要と配水コストとの兼ね合いで実際の需要が決まると考えられる。このとき、完全に配水コストを従量制とするのか、現行に近い形の供給主導型の中に一部従量制を入れるのかについて、オプシ

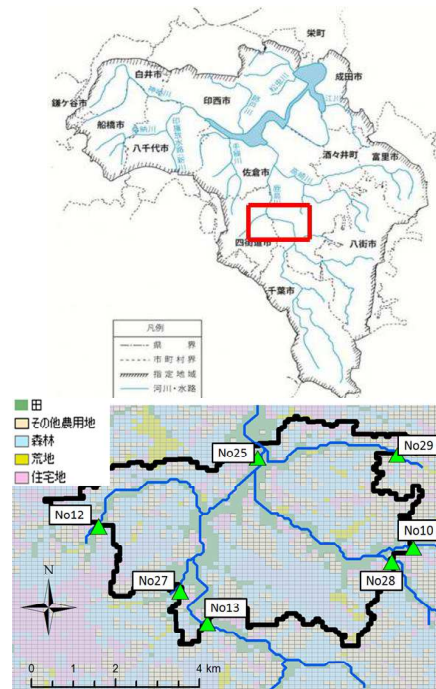


Fig.1 対象流域図

*東京農工大学, **東京大学大学院農学生命科学研究科

* Tokyo University of Agriculture and Technology, ** The University of Tokyo,

キーワード: 灌漑排水, 窒素浄化, 物質収支, 需要主導型水管理, サービス科学

ョンを考える必要がある。本研究では需要主導型シナリオにおける品質向上面に着目し、水源の窒素濃度が高い地域で、窒素濃度が低い水田排水を再帰的に利用することを想定し、利用可能量、品質（食味）向上の効果、本サービスの農家間への波及と、波及に伴うコストの見積もりを実施する。

3. 水収支・物質収支解析

対象地域として、千葉県印旛沼の鹿島川流域内の小流域を設定した。本流域についての概要は図のとおりである（Fig.1）。まずはこの対象地域において、連続観測（時間水位、日水質）により水収支、物質収支を明らかにする。その後、浄化された水質における灌漑用水可能量を求め、本サービスの対象可能面積を検討する。水収支、物質収支の境界は、河川、流域それぞれを別に設定した。河川の場合は河道貯留を無視し次式のように設定した。

$$Q_{10} + Q_{28} + Q_{13} - Q_{25} - I_r + D_c - R_c = 0 \quad (1)$$

ここで、 $Q_{10,13,28,25}$ は小流域の河川流出入量(Q_{in}, Q_{out})であり、図の測定点に該当する。それぞれHQカーブから時間単位データを日単位に積算した。 I_r は河道からポンプにより汲み上げた灌漑用水量である。 D_c は流域から河道への流出量（水田および後背地からの流出の合計値）、 R_c は河道から流域での貯留量である。この中で、 D_c, R_c の値は不明である。 D_c を貯留関数法で仮定し、流域での水収支を次のように設定した。

$$P + I_r - ET + R_c - D_c = dSw \quad (2)$$

$$D_c = BG + D = K Sw^\alpha = (k+k')Sw^\alpha \quad (3)$$

ここで、 P は降雨量、 ET は蒸発散量（Penman式）、 dSw は流域貯留変化量、 BG を後背地からの流出量、 D を水田からの流出量とした。また、 D_c における K, k, k', α は貯留関数のパラメータとし、 k, k' は後背地と水田のパラメータと仮定している。

また、物質収支については窒素に関するLQ式を求め、水収支式と同様に求めた。以上の結果がTable1である。この水収支と物質収支から仮想的な平均水質を求めた。この水田排水水質は平均で1.3mg/Lと、同時期（7月末から8月までの約40日）の河川平均水質3.8mg/Lよりも低い。また排水量は $0.33 \times 10^6 m^3$ となり、20mmの日減水深を仮定すると、約40ha程度に利用できることが示された。これは、本小流域内の400ha内の1/10程度である。この限定的な水質の水資源の配分がどのような形態であるかについて、付加的な従量制の導入が需要主導型水利サービスの一形態として検討しうる。なお、将来的に食味に対する指標を窒素含有率とし、文献値から追肥を含めた窒素負荷量との相関を求め、灌漑用水の窒素負荷の寄与と食味に関するモデル化を行う予定である。

4. 今後の検証に向けて

今回の結果から、水質サービスの利用可能量は限定的であることが示された。このため、ブロック内の農業者全体ではなく、本サービスに高い価値を見出す農業者を中心にこのようなサービスを供給し、地域の利益を上げる組織強化を需要主導型シナリオに組み込む必要があるものと考え。本研究はJST-RISTEX「農業水利サービスの定量的評価と需要主導型提供手法の開発」の支援を受けて行われた。

Table 1 水収支（上段）、窒素収支（中段）、平均水質（下段）の計算結果（ $10^6 m^3$ ）

	Q_{in}	Q_{out}	I_r	D	R_c	BG	Rain	ET
灌漑期	5.70	7.46	0.23	0.33	0.98	2.64	0.93	3.83
非灌漑期	22.17	28.00	0.01	2.06	8.06	11.84	13.94	5.03
($10^3 kg$)								
	L_{in}	L_{out}	$L(I_r)$	$L(R_c)$	$L(D)$	$L(BG)$	$L(dSw)$	$L(P)$
灌漑期	19.16	16.20	0.77	3.31	0.64	0.25	3.41	0.23
非灌漑期	79.66	71.58	0.05	28.95	0.00	17.45	15.01	3.46
(mg/l)								
	C_{in}	C_{out}	$C(I_r)$	$C(R_c)$	$C(P)$	$C(D)$	$C(BG)$	
灌漑期	3.36	2.17	3.36	3.36	0.25	1.95	0.10	
非灌漑期	3.59	2.56	3.59	3.59	0.25	0.00	1.47	