

地域用水利用に及ぼす水質の影響と水質の改善手法に関する研究

古 川 政 行
環境動態学専攻

1. はじめに

農業用水には灌漑という目的以外に、農村地域住民にとって身近な用水源としての側面を有している。その用水源としての側面を「地域用水」と呼ぶ。近年、農村の生活様式の変化および混住化の進展などによって、地域用水の機能は失われつつある。その一方で、環境問題の高まりや農業農村整備事業の事業転換によって、地域用水が取り沙汰されるようになった。地域用水の機能を妨げる要因として水量の不足、水質の悪化、維持管理の問題等が挙げられている。本研究では、水質の問題に注目し、水質が地域用水利用に及ぼす影響を明らかにするとともに、用水水質の改善手法について提案を行った。

2. 地域用水の水質と利用状況の比較

調査対象としたのは、滋賀県新湖北地区の4集落(高月町雨森・井口・唐川、湖北町大安寺)である。4集落は同一の用水系統に含まれている。地域用水の利用状況については、アンケート調査を行った。質問項目は、用水の利用目的や利用頻度等である。水質調査は、水路が集落へ流入する地点と集落から流出する地点で、1999年～2001年の間に13回行った。測定項目は、流量、SS、COD、窒素、リン等である。

地域用水の利用目的として、洗浄、消流雪、防火、散水、水遊び等の項目について、複数回答を認めて調査した結果は図-1のとおりである。いずれの集落も消流雪が最も多く、次いで雑巾等の汚れ物洗い、庭木散水、農機具洗浄、防火等、水質に対してあまり神経質にならずに良い目的の回答比率が高くなった。これに対して食器洗いや洗濯等の回答比率は低くなった。地域用水の利用頻度については、図-2に示すように雨森と井口は週に数回が最も多く、週に数回以上利用する割合は雨森で69%、井口では73%に上っていた。これに対し、唐川と大安寺では年に数回が最も多く、週に数回以上利用する割合は唐川で47%、大安寺で36%であり、雨森や井口に比べて地域用水の利用頻度が低い傾向が見られた。

集落流入地点で測定した透視度の測定結果を、度数分布にして図-3に示した。雨森と井口では、13回の調査のうち11回が透視度100cm以上であった。透視度が100cm未満のときは、調査前日に降雨があったときである。これに対して唐川と大安寺については、透視度が100cm以上となったのは唐川で2回、大安寺では4回にとどまっている。また、景観要素として

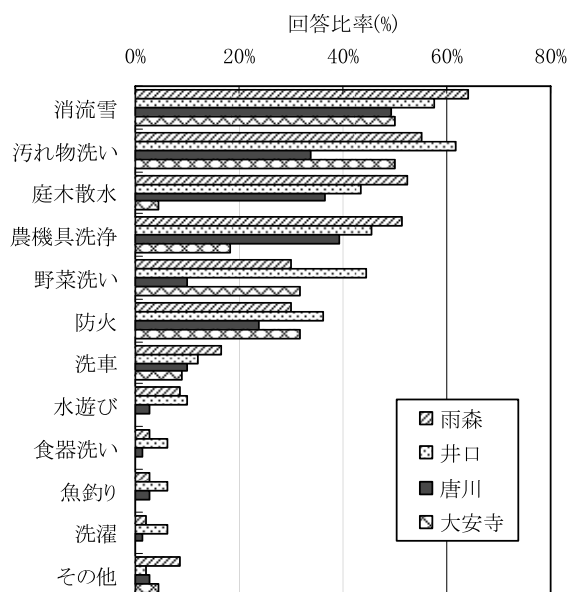


図-1 地域用水の利用目的

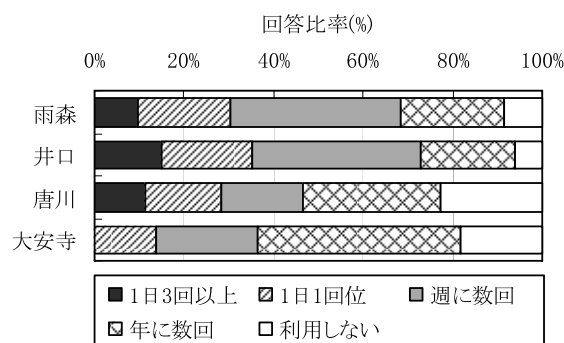


図-2 地域用水の利用頻度

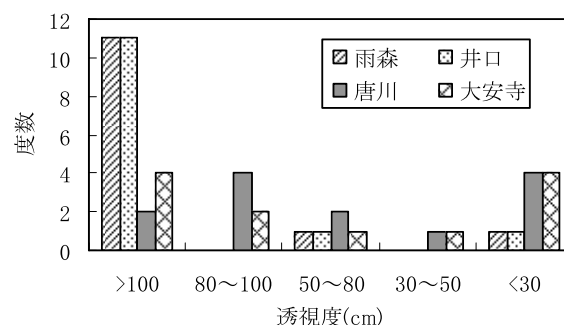


図-3 集落流入地点の透視度の度数分布

の基準値である 30cm 以上に対して唐川と大安寺ではそれを下回る場合が多く見られ、水質が比較的劣る集落では、地域用水の利用頻度が低いことが明らかになった。

3. 集落内での水質変化が利用状況に及ぼす影響

集落の出入口で水質を比較したところ、雨森、井口、唐川では流出地点の水質が流入地点より悪化する傾向が見られた。そこで、集落内での水質変化が地域用水の利用に及ぼす影響について検討した。

調査は、雨森と井口で行った。この2集落を選んだのは、地域用水の利用頻度が高かったことと、集落通過時の水質濃度の上昇度が大きかったためである。地域用水の利用については、戸別訪問によるヒアリング調査を行った。水質調査は、集落の流入・流出地点に自動採水器を設置して1時間ごとに24時間連続採水を行った。

ヒアリング調査の結果を集落の上流、中流、下流部に分けて整理したところ、用水の主な利用目的については、農機具洗浄や庭木への散水等で、上流と下流の間に差異は見られなかった。水道設置以前では、米とぎや洗濯等に利用されていた。用水の利用頻度については、図-4に示すとおり、下流へ行くほど利用頻度が低下していたが、水道設置以前では、下流部でも用水が頻繁に利用されていたことが判明した。

水質の時間変化については、流出濃度から流入濃度を引いた値の時間変化を雨森の T-COD について図-5に示した。図中の棒グラフは、炊事等で水道や井戸を使用している割合である。濃度差の大きい時間帯と水がよく使われる時間帯がほぼ一致しているため、家庭雑排水が集落内での水質悪化に大きく関与していることが明らかになった。

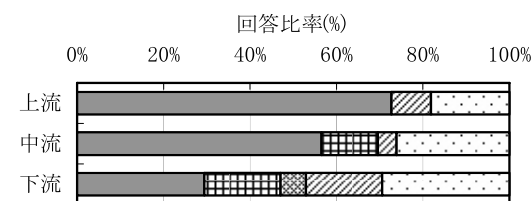
4. 水質改善の数値実験

4. 1 水質モデルの作成

地域用水の水質改善の方策として浄化池の設置を提案し、数値実験を行うためのシミュレーションモデルを構築する。滋賀県彦根市の野田沼内湖を対象に、既存の流量・水質データを用いて水質モデルを作成し、そのモデルを浄化池の水質シミュレーションモデルとすることにした。

野田沼は彦根市中部に位置する内湖で、水面積 6.6ha、平均水深 1.6m、貯水量は約 10 万 m^3 である。集水面積は約 1,380ha であり、そのうち水田が 54%、畑地が 18%、宅地が 28% を占めている。野田沼に流入する河川は、安食川と雲川の 2 本であり、江面川と循環灌漑取水口から流出していることから、沼の流入流出地点の計 4 か所で水質と流量を測定している

a) 2001年現在



b) 過去(水道設置以前)

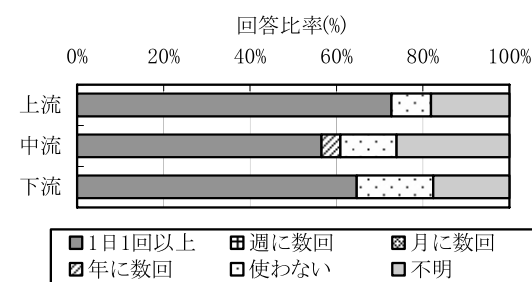


図-4 現在と過去の地域用水の利用頻度(雨森)

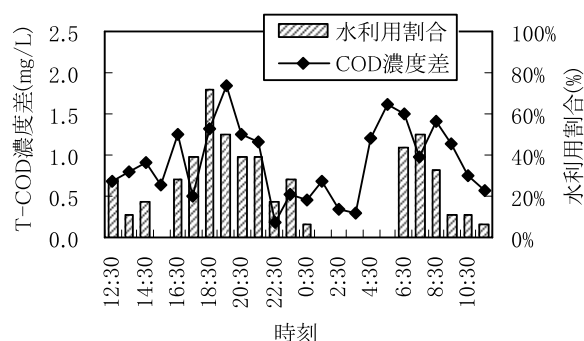


図-5 COD 濃度差の時間変化と水利用利用割合

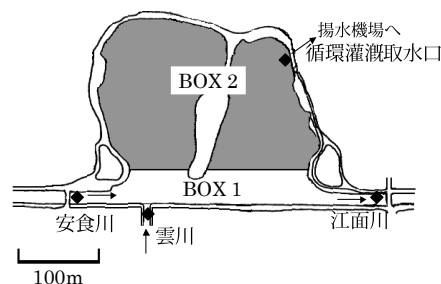


図-6 野田沼の水質・流量調査地点

(図-6)。なお、野田沼は中央に張り出した半島によって、袋状をした2つの部分に分けられており、袋状の奥まった部分では水がよどみやすい。半島部分の付け根に連絡水路をつくって、水の流れを促しているが、

流入した水の6割～7割は短絡的に江面川へ流出している。そのため、短絡流の部分と袋状の奥まった部分とでは水質が大きく異なることがある。そこで、それらの違いを表現できるように、野田沼を図-6に示すような2個のボックスに分割して水質の解析を行うことにした。

水質モデルは、野田沼へ流入する水量と負荷量を推定する「流入負荷予測モデル」と、野田沼の水質を推定する「湖内水質モデル」の2つから構成される。

「流入負荷予測モデル」はタンクモデルとL-Q式から構成される。タンクモデルは土地利用による流出機構の違いを表現できるように、水田、畑地、市街地に分類したタンクモデルを作成した。「湖内水質モデル」は、図-7に示す物質循環を基本にした生態系モデルを用いた。生態系は、単純に植物プランクトンと溶存態窒素、溶存態リンの3者の相互作用とした。

2002年の1月10日から12月6日までのCOD濃度をモデルによって推定し、実測値とともに図-8に例示した。灰色で塗りつぶした部分は、計算値のうち溶存態の占める量であり、全量から溶存態を差し引いた値が懸濁態となる。なお、BOX1の実測値は江面川、BOX2の実測値は取水口での値である。溶存態のCOD濃度は計算期間を通じてほぼ一定であったため、水質濃度の変化は懸濁態の変化によるものと考えられる。降雨時では、懸濁物が多量に流入するため、BOX1、BOX2ともに懸濁態の濃度が上昇している。特にBOX1には沼全体の流入水量の6～7割が流入し、さらに貯水量がBOX2と比べて小さいため、流入水質の影響が強く表れ、降雨時の濃度上昇が顕著である。また、5月から9月の間は、土壌を含む水田排水が沼へ流入するため、この期間の懸濁態の濃度が比較的高くなる傾向を示した。

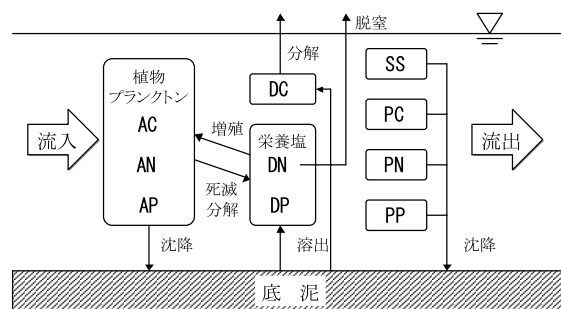
一方、BOX2では、降雨時以外にも9月上旬から9月末にかけてSSとCOD濃度が大きく上昇した。これは、Chl.a濃度の上昇によるものであり、内部生産によってSSとCOD濃度が上昇する傾向を再現できた。

4.2 浄化池の水質改善効果

唐川集落の上流に浄化池を設置し、浄化池の貯水量を変化させたときの水質改善効果を推定する。浄化池の水質の推定は、池を1個の完全混合ボックスとして行った。モデルのパラメータは、野田沼に適用したものを用いた。

シミュレーションは、以下の仮定の下で行った。

- 浄化池の平均水深は1.5mで固定し、水面積の変化によって貯水量を変化させる。
- 浄化池に流入する流量および負荷量は、集落流入



図中記号A,D,Pはそれぞれ植物プランクトン、溶存態、懸濁態を表し、C,N,PはそれぞれCOD、窒素、リンを表す

図-7 生態系モデルの概要

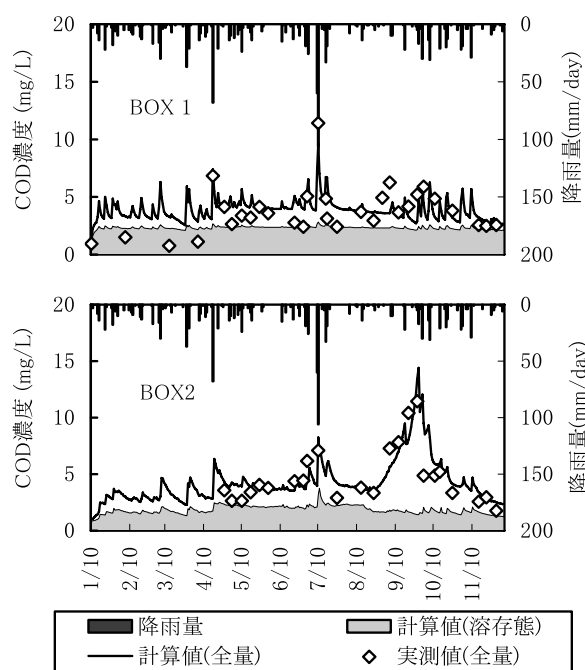


図-8 COD濃度の実測値と計算値の比較

地点の灌漑期と非灌漑期の平均値を用いる。

- 流出水量は、流入水量と同じとする。
- 底泥からの溶出は無いものとする。

計算間隔は1日とし、設定された滞留時間だけ経過した後の水質を出力する。

浄化池の滞留時間を1日から10日まで1日ずつ増加させ、池から流出する水のSS、T-COD、T-N、T-P濃度を、唐川の灌漑期について図-9に例示した。滞留時間0日は、浄化池を通過させない場合の濃度である。また、破線は各種水質基準と雨森・井口の集落流入地点での平均濃度を参考にして、自分なりに設定した「地域用水としての水質目標」(SS 5mg/L、COD

3mg/L、T-N 0.6mg/L、T-P 0.05mg/L)である。

SSについては、滞留時間が6日以上とき、目標値にまで改善されたが、COD、T-N、T-Pについては、目標値にまで改善することはできなかった。滞留時間を6日としたときの、各水質濃度の減少率は、SSが61%、T-CODが11%、T-Nが14%、T-Pが14%であり、SSの水質改善効果が大きく表れた。一方、T-COD、T-N、T-Pは、溶存態が全量の78～85%を占めており、懸濁態の沈降による浄化が反映されにくいため、SSほどの水質改善効果が発揮されなかったと考えられる。また、CODについては、浄化池内での内部生産によって新たな有機物が供給されるため、水質改善効果が特に小さくなったと推察される。

また、滞留時間6日ときの浄化池の水面積は、約9haであった。これは、唐川集落とほぼ同じ面積であるため、浄化池を設計する際は単なる沈砂池ではなく、植栽面積を増やしたり、水路状にして流路長を長くしたりする等、水面積を小さくする工夫が必要であると思われる。

5. おわりに

地域用水の水質が悪化すると、米とぎ、洗濯等の利用が失われ、消流雪や防火等の水質をあまり気にしなくて良い利用が残り、さらに水質が悪化すると利用頻度も低下するという傾向が見られた。水質の改善手法として、浄化池の設置を提案したが、数値実験の結果、懸濁物の除去に関しては効果が見られたものの、広大な面積が必要になることが明らかになった。本モデルに水生植物による栄養塩吸収等を組み込めば、溶存態の物質に対して効果が見られ、水面積も小さくできると思われる。また、地域用水の水質保全は、浄化池だけに頼るのではなく、下水道や合併浄化槽の普及を組み合わせる必要がある。

仮に、用水路の水が清流に戻ったとしても、生活用水が水道水に切り替わった現在では、用水が米とぎや食器洗いに使われることは無いと思われる。しかし、水質が悪く、悪臭を放つ水路では住民の水に対する愛着は薄れ、水路にフタをされる結果になるであろう。湖北地区は豪雪地帯であり、消雪用水としての利用は今後も残っていくと思われる。雪の無い時期は、景観用水や子供の遊び場または教育の場としての利用等、地域用水の新しい利用目的を模索し、住民が愛着や誇りを持続けられるような環境を整える必要がある。

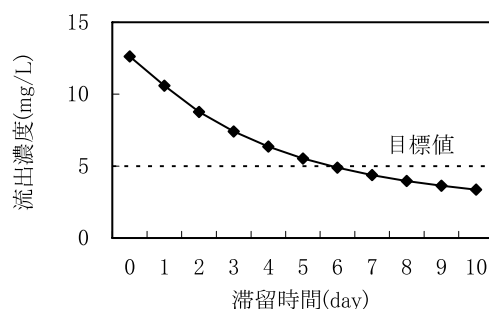
付記

平成17(2005)年3月23日授与

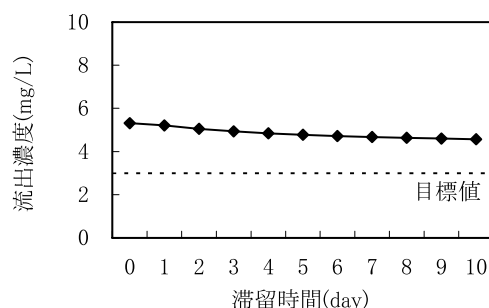
主指導教員：金木亮一

副指導教員：矢部勝彦

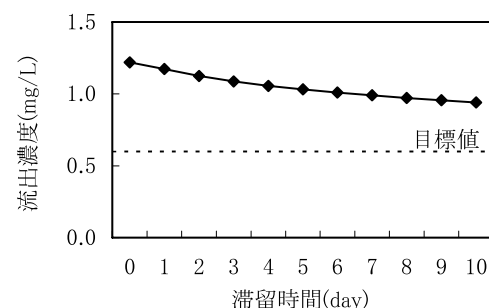
a) SS



b) T-COD



c) T-N



d) T-P

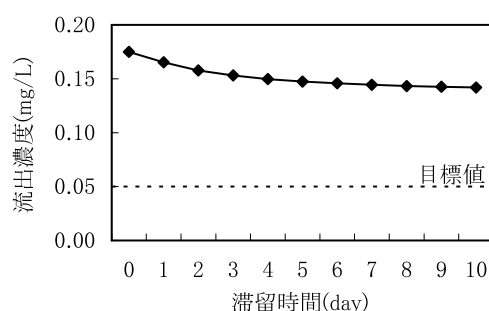


図-9 浄化池の滞留時間と池からの流出濃度
(唐川・灌漑期)