

土地利用及び管理方法の変化が知多半島におけるため池の水質に及ぼす影響

Effects of land-use and management changes on water chemistry of irrigation ponds in Chita Peninsula, central Japan

木塚俊和*

Toshikazu Kizuka

1. はじめに

農業用水等の確保のために築造された「ため池」は、近年では、水資源としてだけでなく、野生生物の生息場の提供、洪水の調節、炭素や栄養塩循環の調節、地域コミュニティの形成など、多様な生態系サービスを有することが認識され、地域に存在するため池のワイズユースが望まれている (Williams et al 2003)。このようなため池の保全計画を立てる際には、池の生態系の現状を評価するだけでなく、過去どのような環境にあり、また、人為的な影響によってこれまでどのように生態系が劣化したかを把握することが重要となる。とくに水質保全の観点からは、池の水質を悪化させる環境要因を調べた研究は多いが (Kizuka et al 2008)、過去からの劣化状況を客観的に評価した例はほとんどない。本研究では、丘陵地の典型的なため池が数多く分布する愛知県の知多半島を対象に、土地利用と池の管理方法の変化が、池の水質に及ぼす影響を広域的に明らかにすることを目的としている。ここでは、まず、半島全域における池の水質、集水域の土地利用の現状および水質を規定する環境要因を統計的に明らかにしたので、その結果を報告する。

2. 方法

1) **対象地域** 知多半島は南北 44 km、東西は最長 15 km の細長い半島で、標高は最高でも 128 m と比較的平坦な地形を有する。ため池は主に開析谷に築かれ、ため池台帳には 1,300 か所程度の記載がある。池を取り巻く環境は 1961 年に愛知用水が通水してから大きく変化した。一部の池には愛知用水の支線水路が引かれ、中間貯留池として利用されるようになった。沿岸部を中心に都市化が進み、また、大規模な圃場整備事業や農地開発等により土地利用もこの 50 年で大きく変化した地域である。本研究ではため池集水域の土地利用や池の規模など、知多半島のため池全体が評価できるように計 50 か所のため池を選定した。

2) **水質及び環境変数調査** 水質の季節変化を把握するために 2010 年の春と夏に全ため池で水質調査を実施した。表層水を採取し、pH、溶存酸素濃度 (DO)、電気伝導度 (EC)、濁度、酸化還元電位 (ORP)、クロロフィル a 濃度、透明度、全窒素 (TN)、全リン (TP)、その他主要イオンを分析した。ため池の水質に影響すると予想された、池及び集水域の物理環境、池の管理状況、土地利用、社会統計情報を含む計 31 の環境変数を調べた (表 1)。水質の特徴を把握するために全ての水質変数を対象に主成分分析を行った。また、クラスター分析を用いて水質を基に池を類型化した。さらに、水質を規定する環境要因を把握するために、水質変数を従属変数、環境変数を目的変数とした重回帰分析を行った。

3. 結果と考察

1) **土地利用の特徴** 集水域の土地利用は全ため池平均で森林が 49% と最も大きかった。畑地 (13%)、水田 (6%)、果樹 (6%) を合わせると、農地は 25% に達し、都市の 18% よりも大きかった。空間分布に着目すると、半島中部の丘陵尾根部および南部の伊勢湾沿岸部では地形が急峻なため森林の面積率が高かった。北部や中部の沿岸地域では住宅地や工業用地が立地し、都市の面積率が 5 割を超える池が多かった。半島中央で地形が比較的なだらかな部分には農地が多く、中部の阿久比・半田・常滑では

*名古屋大学大学院環境学研究科 (Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University)

キーワード: 集水域、栄養塩、地理情報システム (GIS)

水田、北部の大府および南部の南知多では畑地の面積率が高かった。

2) 水質の特徴 主成分分析の結果、第1主成分(PC1)に対し、EC、主要イオン、TN、TPの主成分負荷量が高く、PC1はイオンや栄養塩の豊富さを示す軸といえる。第2主成分(PC2)に対しては、濁度、NH₄-N、TP、クロロフィル a、透明度の負荷量が高く、濁りの程度を示す軸と考えられる。

クラスター分析の結果、ため池は大きく5つのグループに分類された。グループI・IIはともに栄養塩、イオンが少なく(低PC1スコア)、グループIIのみ濁りが高かった(低PC2スコア)。グループIは雨水が貯まった都市部の池や愛知用水が直接流入する池で構成されており、イオンや濁りが少ないのは雨水や愛知用水による希釈作用のためと思われる。グループIIは維持管理されていない池が多く、土砂堆積と漏水に伴う水深低下によって濁りが高かったと見られる。グループIVは栄養塩、イオンが多く(高PC1スコア)、濁りも高かった(低PC2スコア)。このグループは畑地や都市部の池で構成されていることから、集水域からの負荷が多く、プランクトンの増殖に伴い濁りも高かったと思われる。

3) 水質を規定する環境要因 重回帰分析の結果、すべての水質変数において統計的に有意な重回帰式が得られ、環境変数から水質を予測できることがわかった。環境変数の内、BLDは7つ、UPLは5つ、PADは4つの水質項目の予測式に用いられ、都市的・農業的土地利用がため池の水質を規定する重要な因子であることが示された(表2)。BLDの標準偏回帰係数はTNとTPに対してそれぞれ0.510、0.435となり、下水道未整備地区の宅地排水が、栄養塩濃度を高めているといえる。UPLはECや主要イオンに対し正の高い係数を示したことから、肥料成分などの流出がこれらのイオン濃度を高めていると考えられる。PADはTN、TP、Cl⁻に対し負の、透明度に対し正の係数を示した。水田灌漑に利用された愛知用水の流入が池の栄養塩濃度や濁度を希釈していると推察される。

4. 引用文献

- Kizuka T et al, 2008. Effects of agricultural land use on water chemistry of mire pools in the Ishikari Peatland, northern Japan. *Landscape and Ecological Engineering* 4, 27-37
- Williams P et al, 2003. Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biological Conservation* 115, 329-341

表1 環境変数 environmental variables

| 物理変数 | 管理変数 | 土地利用変数 | 社会統計情報 |
|-------------|-----------------|-----------------|------------|
| 標高(ALT) | 管理強度(MNG) | 森林面積率(FOR) | 人口(POP) |
| 緯度(LAT) | 愛知用水の直接流入(DAIC) | 水田面積率(PAD) | 畜産経営数(LSC) |
| 経度(LON) | 愛知用水の流入(AIC) | 畑地面積率(UPL) | |
| 池面積(ARE) | 流入口の数(IN) | 果樹園面積率(ORC) | |
| 水深(DEP) | 流出口の数(OUT) | 空地面積率(VAC) | |
| 堤長(LEN) | 揚水機の数(PMP) | 都市面積率(URB) | |
| 貯水量(VOL) | 池の受益農地面積(USE) | 水面面積率(WAT) | |
| 集水域面積(CARE) | コンクリート護岸率(SHR) | 公共下水のない建物数(BLD) | |
| 希釈比(DIL) | 池補修からの経過年数(REP) | | |
| 混合比(MIX) | | | |
| 集水域の斜度(SLP) | | | |
| 海からの距離(SEA) | | | |

表2 重回帰式における各環境変数の標準偏回帰係数
Standardized partial regression coefficients of each environmental variables for multiple regressions

| 水質変数 | 環境変数 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|------|-----|-------|--------|-------|-----|-------|
| | BLD | UPL | PAD | LEN | SHR | LAT | SLP | DEP | VOL | ARE | WAT | CARE | LON | POP | DIL | MIX | ORC | |
| EC | | 0.588 | | -0.686 | | | | | | | | | | | | | | 0.479 |
| TN | 0.510 | | -0.328 | | | | 0.461 | | | | | | | | | | | |
| K ⁺ | | | | | | | | | | | | | | 0.375 | | | | |
| SO ₄ ²⁻ | | 0.525 | | | -0.375 | | | | | | | | | | | | | |
| Mg ²⁺ | | 0.583 | | -0.509 | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl ⁻ | 0.5 | 0.299 | -0.328 | -0.677 | -0.314 | -0.404 | | | 0.373 | | | | | | | | | |
| Ca ²⁺ | | 0.501 | | -0.394 | | | | | 0.52 | | | | | 0.321 | | | | |
| TP | 0.435 | | -0.280 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Na ⁺ | 0.464 | | | | | -0.771 | | | | -0.339 | | | | | | | | |
| NO ₃ -N | | | | | | -0.228 | | 1.095 | | | | | | | -0.263 | -0.58 | | |
| 濁度 | | | | | | | -0.347 | | | | | | | | | | | |
| NH ₄ -N | | | | | | | | | | | 0.444 | | | | | | | |
| 透明度 | | | 0.282 | | | | | 0.418 | | | | | | | | | | |
| クロロフィルa | | | | | | | -0.321 | | | -0.348 | | | | | | | | |
| pH | | 0.222 | | | 0.379 | | | | | | | | | | | | | 0.226 |
| DO | | 0.408 | | | | | | | | | 0.353 | | | | | | | |
| ORP | | -0.417 | | | | | | | | | | | | | | | | |