

東播磨地域におけるため池水環境の調査と GIS を用いた現状・経年分析

仲原 良* 渡部守義**

Research on Evaluation of the Water Environment in Higashi-Harima Region's Ponds Using GIS

Ryo NAKAHARA, Moriyoshi WATANABE

ABSTRACT

The number of ponds of Hyogo Prefecture is the most numerous. Many ponds exist in Higashi-Harima region. The reservoirs are connected with several waterway networks. The water quality of the pond almost is bad condition, like eutrophication and waterbloom. The cause of water pollution is an inflow of drain and hydraulic retention time.

The purpose of this study is evaluate of water condition and characteristic of the region using by GIS (Geographic Information System). In the ponds of Higashi-Harima region, nitrogen and phosphorus have kept high concentration level all the year round. Especially, the pond where the water quality is bad is in the downstream on the waterway network. In the city part, the density of ammonia nitrogen (NO₃-N) was higher than in the farm part.

KEY WORDS: ponds, water quality, eutrophication, GIS

1. 序論

1.1 研究背景

兵庫県は存在するため池の数が全国最多(表1)で、全国では農業用水の90%近くが河川水を利用しているのに対し、兵庫県では、ため池によるところが約50%と高くなっている。その中でも、東播磨地域で築造されたため池は、県下で最大規模を誇るため池を含めて1000以上を数え、現在でも約600のため池が残存し、そのため池群は血管のように張り巡らされた水路網によって結ばれている。東播磨地域には、窪地の周囲に堤防を築いて造られた、比較的浅く底が平らな形であるという特徴を持つ皿池が多数存在している。

皿池は平野部に多いことから、周囲が住宅地などに開発されていることが多く、生活排水などの流入による水質汚濁が大きな課題となっている。

表1 ため池数の比較(平成21年4月現在)

順位	都道府県	ため池数(個)
1	兵庫県	43347
2	広島県	20183
3	香川県	14619
4	大阪府	11105
5	山口県	10636

*建築・都市システム工学専攻、**都市システム工学科

1・2 研究目的

東播磨地域のため池の現況や経年的な状況を把握するとともに、GIS を用いて水環境の土地状況との関係や土地利用による特性の有無を調べ、水質汚濁が進行しているため池の特徴や改善方法について考察する。本研究のため池の水質調査は平成 19 年度から継続し実施されている。

2. 調査の概要

2・1 調査対象地域とため池の概要

兵庫県播磨地域に存在する任意の 27 箇所のため池で調査を行う。図 1 に対象地域とため池を示す。

2・2 調査日の概要

調査は平成 19 年度から夏季と冬季の年 2 回実施している。表 2 に今回と過去の研究における水質調査の実施日を示す。

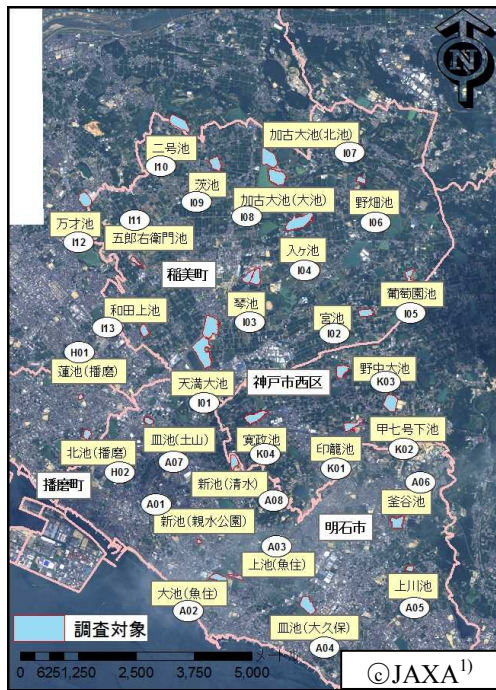


図 1 調査対象地域

表 2 調査年月日

調査年度	調査日	
	夏季	冬季
平成 19 年	8/20,21	12/5,6
平成 20 年	9/16,17	12/8,9
平成 21 年	9/9,10	1/16(H22)
平成 22 年(今回)	9/1,2	12/9,11

3. 水質の調査方法

3・1 分析対象とする水質項目と分析方法

本研究において調査を行う水質項目は、水質を調査する上で基本的な水温、pH、導電率、SS (浮遊物質)、透視度、DO (溶存酸素)、ORP (酸化還元電位)、有機物の指標である COD (科学的酸素要求量)、富栄養化に関わる項目である NO₃-N (硝酸態窒素)、NO₂-N (亜硝酸態窒素)、NH₄-N (アンモニア態窒素)、PO₄-P (オルトリン酸態リン) に加え、植物プランクトンの指標クロロフィル a および水面の植生、水色の計 15 項目とする。現地において多項目水質測定器 (YSI 製 556 MPS) を用いて水温、導電率、DO、pH、ORP を測定し、クロロフィル測定器 (YSI 製 650MDS) を用いてクロロフィル a を測定した。現地で測定できない項目については、採水し持ち帰り実験室で測定を行った。採水は手の届く範囲では直接タンクに採り、手の届かない池ではバケツを投げ入れ水を汲みタンクへ注いだ。採水が容易である個所で調査を行ったため、本研究で採水した水は、いずれもため池の水面付近のものである。実験室では資料水を 1 μm のガラス繊維フィルターでろ過し SS を測定した。ろ過した水を用い、多項目迅速水質分析計 (HACH COMPANY 製 SPRCT ROPHOTOMETER DR/2500) で無機態窒素 (硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素) およびオルトリン酸態リンを測定した。COD は共立理化学研究所製パケットテストを用いて測定し、水色には共立理化学研究所の標準色を用いた。

3・2 GIS による分析

水質調査で得られたデータは、GIS を用いて整理する。GIS (Geographic Information System : 地理情報システム) とは、地理的な位置を手がかりに、位置に関する情報を持った空間データを総合的に管理・加工して視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術である。国土地理院²⁾や国土交通省³⁾が公開している土地利用や標高などの数値情報をもとに、土地状況の違いによる水環境の特徴について調べる。

4. ため池水環境にみられる特徴

4・1 4 年間の汚濁状況

窒素やリン、COD は 4 年間を通じて高い値となる池が複数みられる。そこで、経年的な汚濁状況を調べるために環境基準値との比較を行い、空間的にその分布を確認する。表 3 に生活環境の保全に関する環境基準の値を示す。窒素とリンについては無機態量のみの基準はないが、目安とするために無機態と有

機態の総量の基準と比較するものとする。各年度、季節ごとの調査を1回（全8回）とし、過去4年間で

基準値を満たさなかった回数を数える。尚、採水を行えなかった場合については除外して数えている。

4・1・1 無機態窒素

過去4年間で全窒素の環境基準値を満たさなかった回数を図2に示す。基準値を満たさなかった回数が最高でも4回で、4年間を通して基準値を満たすため池も8か所みられる。有機態窒素量を考慮すると実際の基準を満たさない回数は図2のものよりも多いと予想される。

4・1・2 オルトリン酸態リン

同様にリンについての環境基準値との比較を図3に示す。基準値を満たさない回数が全体的に多く、窒素の結果とは異なり全てのため池で4回以上基準値を超えており、全回で基準値以上となるため池も存在している。有機態リンを考慮していないにも関わらずほぼ全てのため池で4年間を通じて基準値を上回るような結果となることから、調査対象のため池にはリンが蓄積していると考えられる。

4・2 水質項目間における関係性

年間の夏季と冬季のDO平均値を図4に示す。水温が上昇すると水中の溶存酸素量は低下するため、冬季の方が高い値となっている。DO値そのものは低いが、その飽和度をみると、夏季でも多くのため池で80%を超えており、中には過飽和となっている池もある。これは植物プランクトンの光合成によるものであると考えられる。しかし、夏季にも飽和度が低いため池が存在し、特に貧酸素状態（DO値3.6mg/l以下）となる池は5か所存在する。これらのため池には水生植物の水面を占める割合が高いという傾向がみられた（図5、図6）。そこで、夏季の酸素飽和度と水面の植生被覆状況の相関を図7に示す。尚、植生被覆状況は目視でおおよその水面に対する割合を調べた。その区分は表4の通りとする。相関係数は-0.83となり2つの項目間には強い負の相関がある。植物に太陽光が遮断され、光合成が活発に行われなかったためであると考えられる。

表3 環境基準値（類型VおよびC）

項目	基準値
全窒素	1[mg/l]以下
全リン	0.1[mg/l]以下
COD	8[mg/l]以下

表4 ため池水面の植生被覆区分

区分	1	2	3	4	5
植生状況	植生なし	岸や一部のみ	水面半分程度	水面ほぼ全体	全面にハス

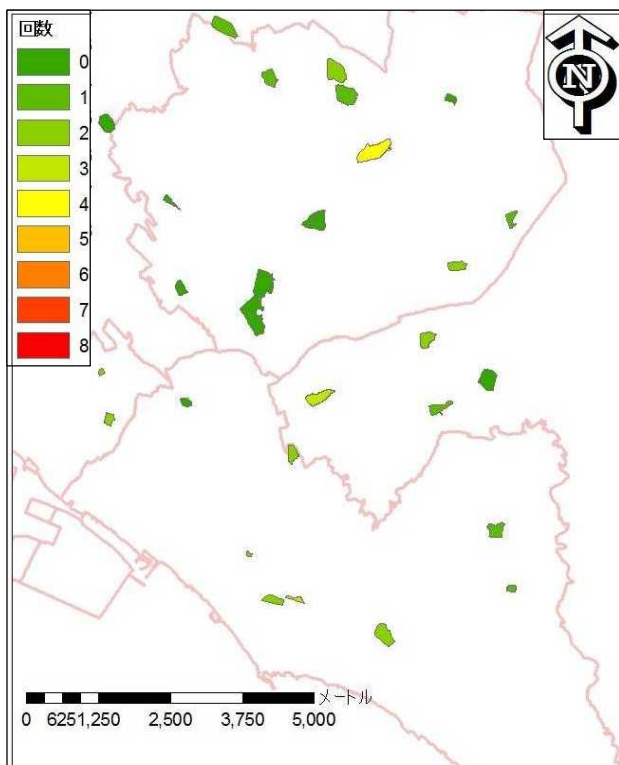


図2 窒素の環境基準値を上回った回数

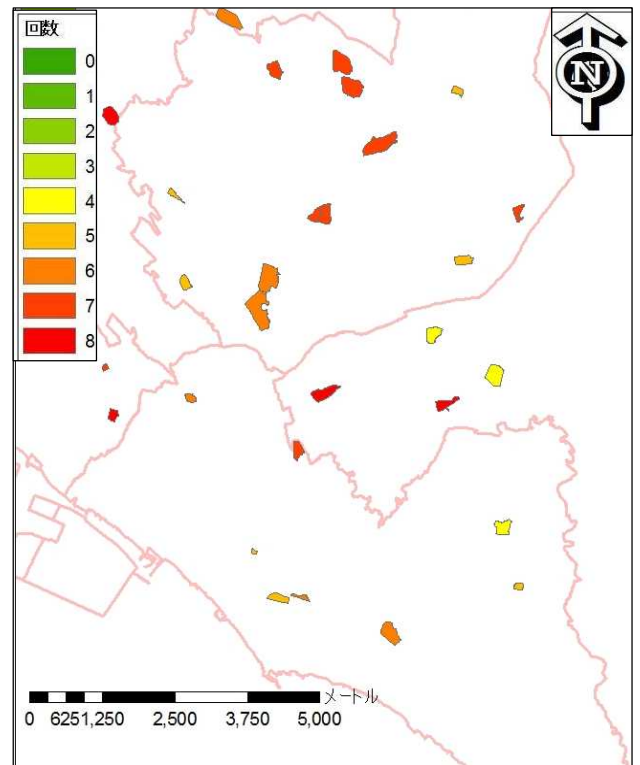


図3 リンの環境基準値を上回った回数

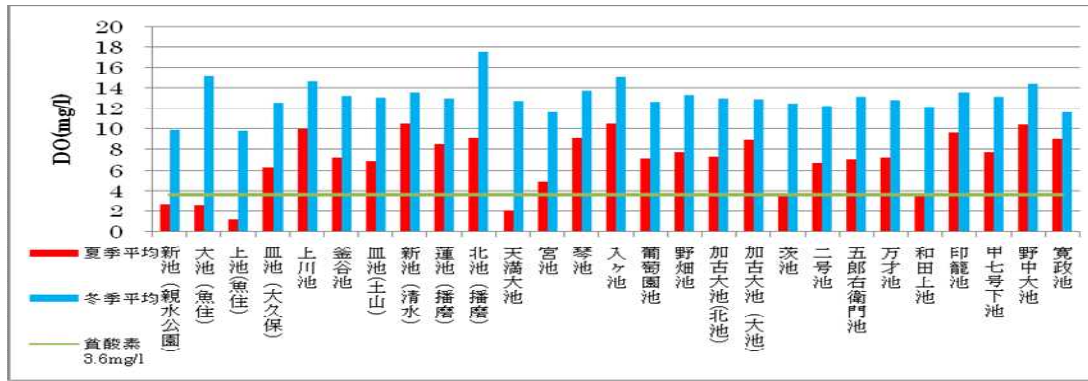


図4 DOの4年間の平均値

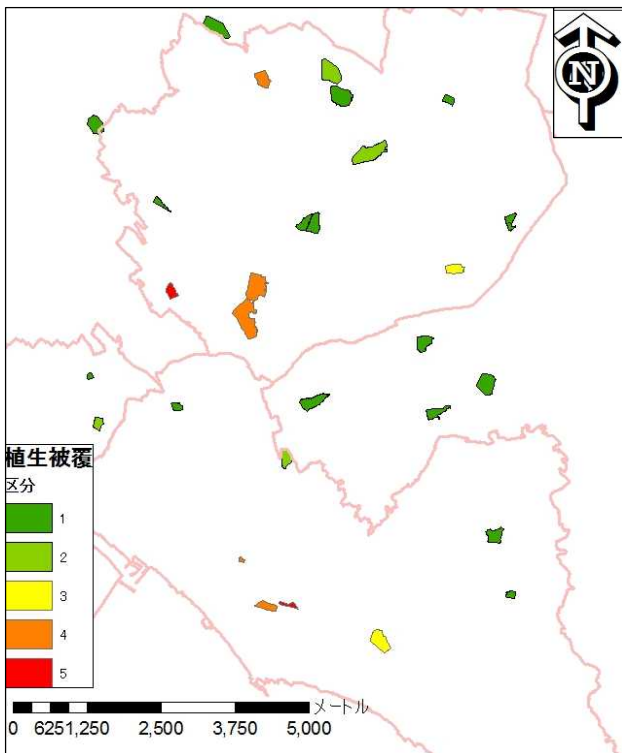


図5 植生被覆区分(夏季)

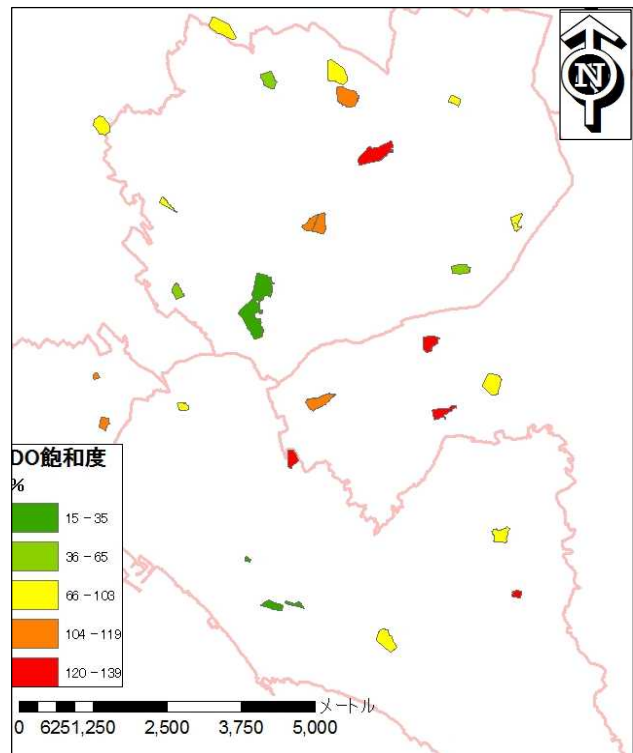


図6 酸素飽和度(夏季平均値)

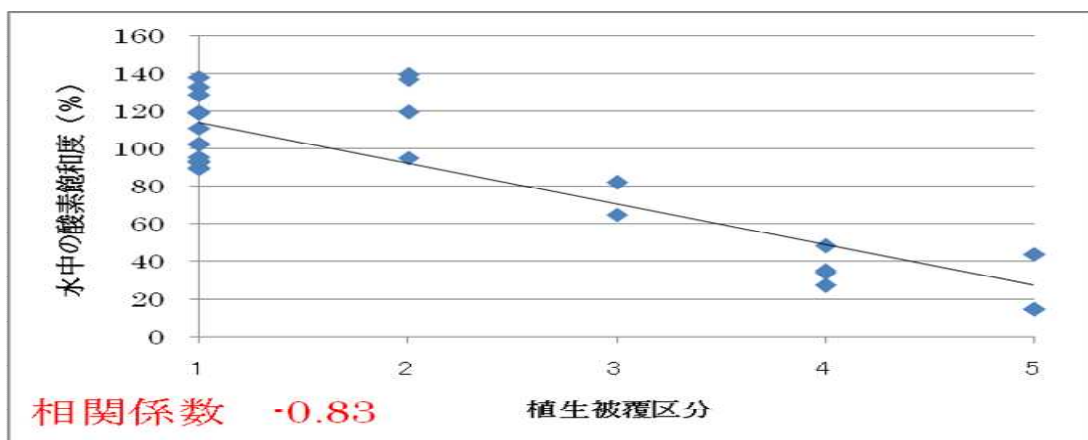


図7 酸素飽和度 - 植生被覆相関図(夏季)

4・3 ため池の地理的性質と水環境の関係

4・3・1 CODと標高、水系

環境基準値との比較から COD は全体的に基準値を上回るという結果が表れる。そこで、4年間を通して基準値を超えるような有機汚濁が特に進行しているため池に注目し、標高や水路の繋がりとの関係を調べた(図8、図9)。数値情報については標高は国土地理院、河川および水路は国土交通省³⁾のデータを用いた。標高が低い地域にあるため池は、有機汚濁が進行していることが多い。また、水路の末端付近に存在するため池や、付近で多くの水路が合流しているため池でも、有機物を多く含んでいる。これらのため池には周辺から有機物により汚染された水が流入している可能性が高い。

4・3・2 土地利用と無機態窒素

3つの無機態窒素は図10のような割合となる。数か所のため池でアンモニア態窒素の割合が高くなっている。また、国土交通省から得た調査対象地域の土地利用状況(図11)をみると、調査地域の北部は田、南部では建物用地の割合が高いことがわかる。そこで、窒素の割合について土地利用による特性の有無を確認するために、調査地域を農業地域と都市地域に分類したものと各ため池の無機態窒素の割合との関係を図12に示す。南部にアンモニア態窒素の割合が高いため池が複数みられる。アンモニア態窒素は自然水中では亜硝酸態窒素を経て硝酸態窒素に変化していくため、アンモニア態窒素の割合が高くなるのは、し尿などの生活排水が流入してから間もない池であると考えられる。

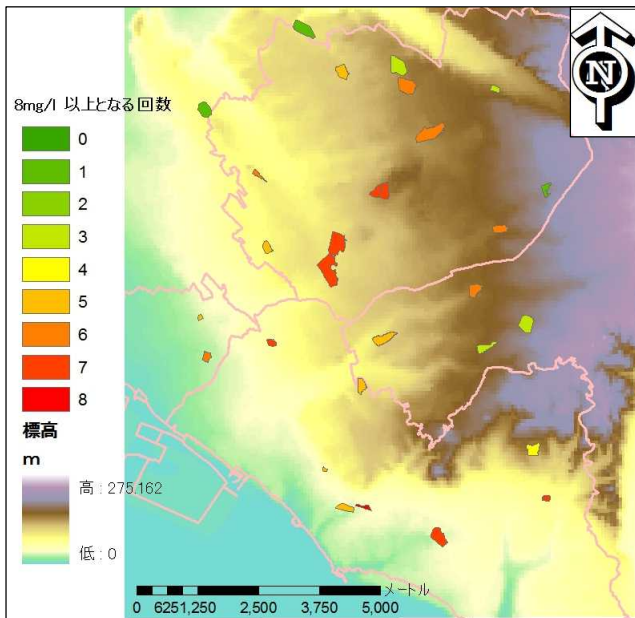


図8 CODの環境基準値を超えた回数と対象地域の標高

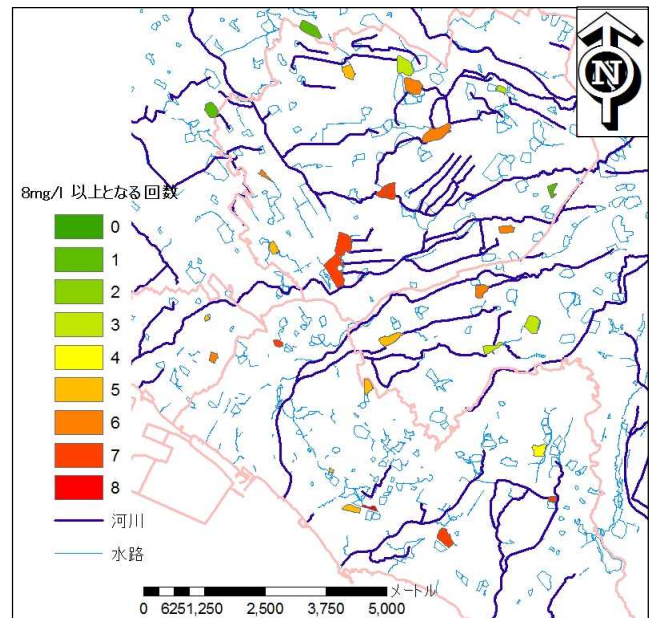


図9 CODの環境基準値を超えた回数と対象地域の河川・水路

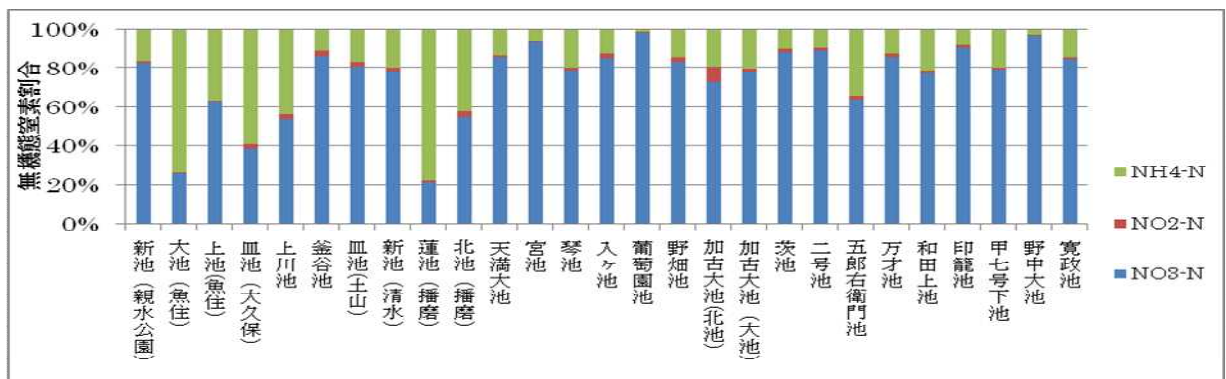


図10 無機態窒素の割合

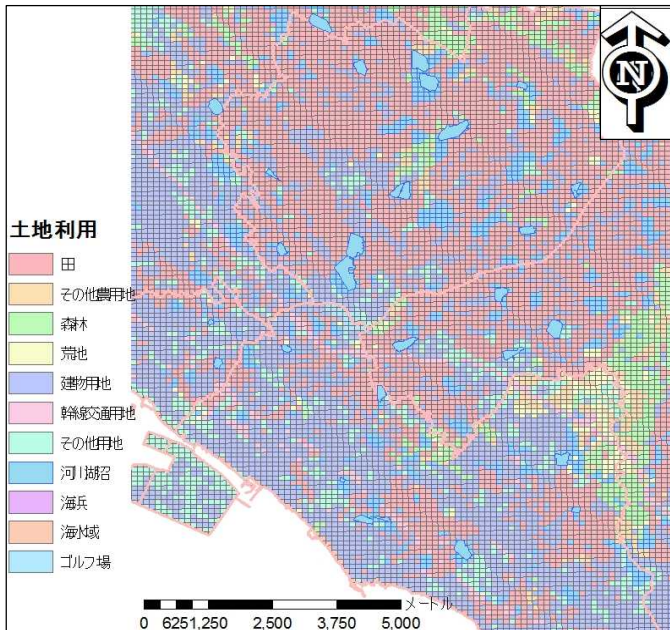


図 11 対象地域の土地利用

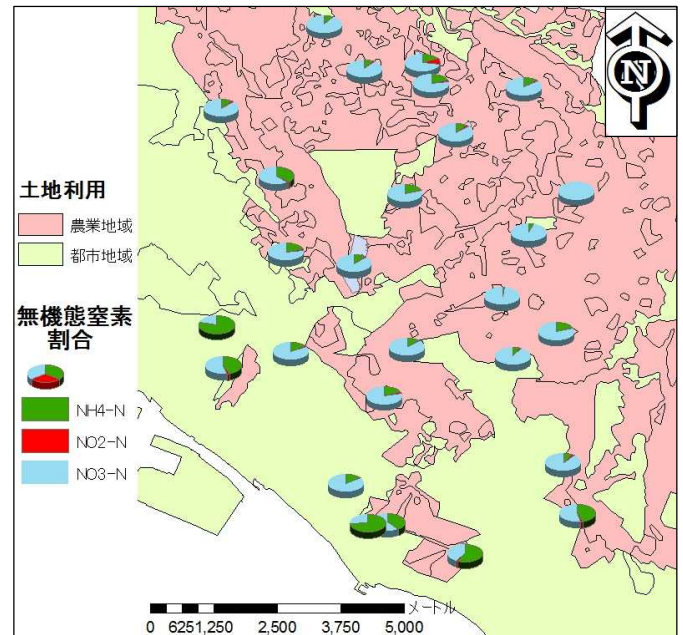


図 12 土地利用と窒素割合

対象地域の河川周辺の大部分は下水道整備がなされているものの、中には未整備であるものや整備が不十分なものも存在している。家庭や工場からの排水が流入している河川や、その下流で合流する河川には汚染された水が含まれる可能性がある。そのため、アンモニア態窒素の割合が高くなっているため池には、家庭からの排水が流入していると推定される。

5. 結論

5・1 ため池の現状

CODの環境基準値を超える回数が0回のため池は存在せず、3回以下の池も7か所であることから、年間を通して多くのため池が有機汚濁状態にある。窒素・リンの含有量も多く、ほぼ全ての池で富栄養化が起っており、リンについては環境基準値も満たしていないことが多い。

夏季は水面が水生植物に覆われているほど DO が低い値をとり、貧酸素状態となる。また、植物プランクトンの活動が活発となり、光合成の影響により pH が増加する。

5・2 ため池水環境と地理情報の関係

明石市や播磨町の海に近いため池や有機物の多いため池は導電率が高くなっている。調査地域は北部が主に農業地、南部が都市地域となっており、都市地域周辺では家庭やからの排水流入によりアンモニア態窒素の割合が高くなる。また、有機汚濁が顕著に表れて

いるため池は、標高の低い地点や水路の末端付近、多くの水路の合流点付近にあるという特徴がみられ、これらの地点には周辺から汚染された水が流入していると考えられる。

5・3 展望

多くのため池の水は農業に利用しているため、汚れが全く無い状態にまではする必要はないものの、水質の過剰な悪化は生態系や人間の生活にも悪影響を及ぼすため、現状以上の汚染は防ぐべきである。ため池の水質は一度悪化してしまうと改善に費用や時間がかかるため、水質悪化を未然に防ぐ方が効果的であるとされる。そのためには、水路からの流入状況の把握や周辺住民の水環境に対する意識を高めることが必要である。GISを用いることで、ため池や河川などの繋がりを空間的に把握することができ、対策を行うべき個所の検討に役立てることができる。また、汚濁状況などの情報を視覚的に表現することで専門的な知識の無い地域住民にも理解がしやすくなるため、GISはそのような地域一体での取り組みにも有効であると考えられる。

参考文献

- 1) JAXA : <http://www.jaxa.jp/> (H22.4.12 取得)
- 2) 国土地理院 : <http://www.gsi.go.jp/> (H22.8.10 取得)
- 3) 国土数値情報ダウンロードサービス : <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (H22.8.10 取得)