



東播磨地域におけるため池の水質解析 : 土地利用・用水系統・池干しに着目して

井上, 絢音
竹山, 悠斗
真野, 航輔
山野, 莉緒

(Citation)

兵庫地理, 67:113-117

(Issue Date)

2022

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90009388>



東播磨地域におけるため池の水質解析

—土地利用・用水系統・池干しに着目して—

井上 絢音・竹山 悠斗・真野 航輔・山野 莉緒

I. はじめに

ため池では、非灌漑期水質改善や設備の点検のために一定期間水を抜く「池干し」がおこなわれている。私たちはこれまで、池干しがため池のリン循環に与える影響について2つの池の底泥を用いて比較研究してきた¹⁾。しかし、ため池の水質に影響を与える要因は池干し以外にも様々なものがある。そこで私たちは池干しに加え、集水域の土地利用と用水系統に着目し、それぞれがため池の水質について与える影響を総合的に明らかにすることを目的に研究をおこなった。

II. 調査対象

調査対象の選定においては、集水域の土地利用や、池干しの実施状況に着目した。まず、山間部に位置し、集水域が山林であることが明白なため池を山林型とした。次に平地に位置するため池では、土地利用から地域を水田が多い地域と住宅地が多い地域に分け、それぞれの地域に位置するため池を水田

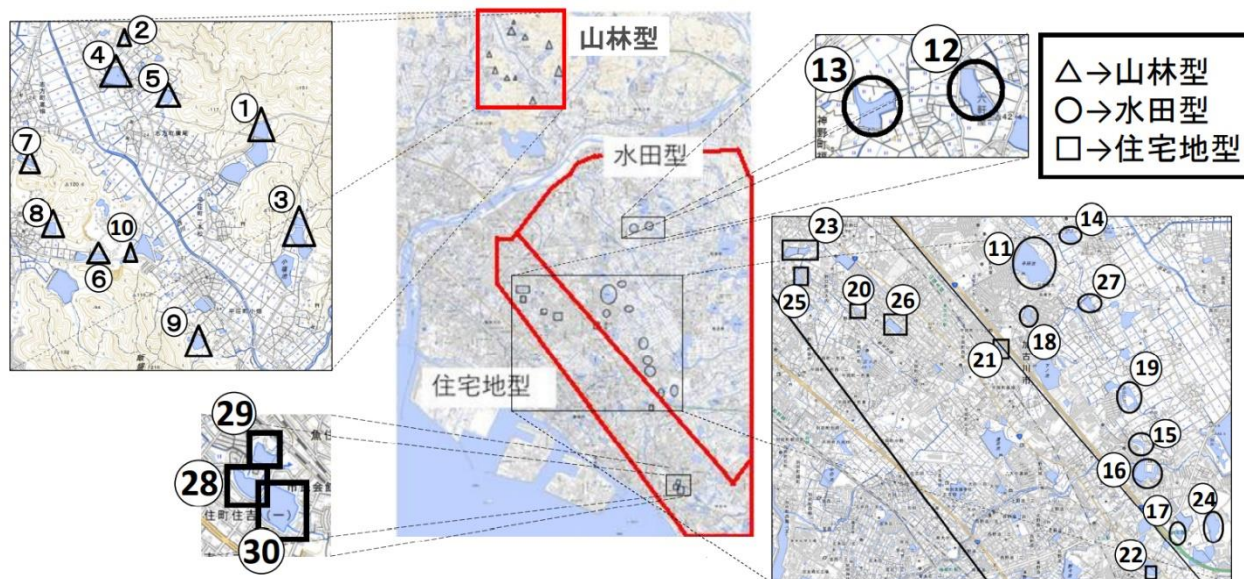
型、住宅地型とした。

そして、水田型、住宅地型の地域は、環境省の2万5千分の1植生調査第6～7回(1999～2012/2013～)「植生帯、自然・代償植生」の上に図上で1cm間隔(実際距離250m)のドットを記したシートと重ね合わせ、土地利用の区分に対してのドット数をカウントすることによって土地利用の割合を調べた。さらに耕作地においては環境省の2万5千分の1植生図を用い、水田と畑地、竹林の割合を調査した(第1表)。

第1表 土地利用の割合 (%)

	住宅地型	水田型	山林型
市街地	77.6	36.5	集水域が ほとんど 山林で ある
水田	15.5	46.1	
畑地	0.8	1.3	
水域	5.2	9.9	
竹林	0.2	1.5	
植生	0.8	4.7	

出所：筆者作成



第1図 対象のため池 出所：筆者作成

加えて、東播磨県民局地域振興室から頂いた池干しの実施状況についての資料や、調査地へのアクセス、採水が可能であるかなどを考慮して、30 個のため池を選定した(第1図)。

Ⅲ. 水質分析

ため池の水質調査を、灌漑期である 2020 年 8 月 20 日・21 日(晴れ)と非灌漑期である 2020 年 12 月 26 日(晴れ)におこなった。なお、12月の調査では池干しをしているため池や水位が低下しているため池では採水ができないので、それらのため池を除いた 19 個のため池で調査をおこなった。調査項目は、COD、リン酸態リン、亜硝酸態窒素、アンモニウム態窒素の 4 項目とした。測定には、パックテストと、COD 以外の項目については吸光光度計も用いた。

Ⅳ. 結果と考察

1) クラスタ分析を用いたため池の分類

糟谷ほか(1989)において、多数の水質項目から総合的な水質の評価をおこなう際には、多変量解析が有効であるといわれている。そこで、今回の調査対象の 30 個のため池のデータがすべてそろっている 8 月の調査で得られたデータを用いてクラスタ分析をおこなった。クラスタ分析には統計ソフト「College Analysis」²⁾を使い、類似度は標準化ユークリッド距離、群の結合はウォード法でおこなった。クラスタ分析の結果から得られたデンドログ

ラムを図 2 に示す。私たちはこのデンドログラムを用いてため池を A～C の 3 つの群に分けた。また、表 2 にそれぞれの群の平均濃度を示す。リン・窒素は、C 群が A・B 群に比べてかなり濃度が高くなっている。COD は B 群が最も高く、A 群と C 群では同じとなっている。

第 2 表 クラスタごとの平均 (mg/L)

	COD	PO ₄ -P	NO ₂ -N	NH ₄ -N
A	23	0.054	0.052	0.51
B	43	0.047	0.029	0.25
C	23	0.44	0.13	1.8

出所：筆者作成

2) 各群と土地利用の検討

第 3 表に群ごとの土地利用のタイプと 2019 年度の池干しの有無の内訳を示す。

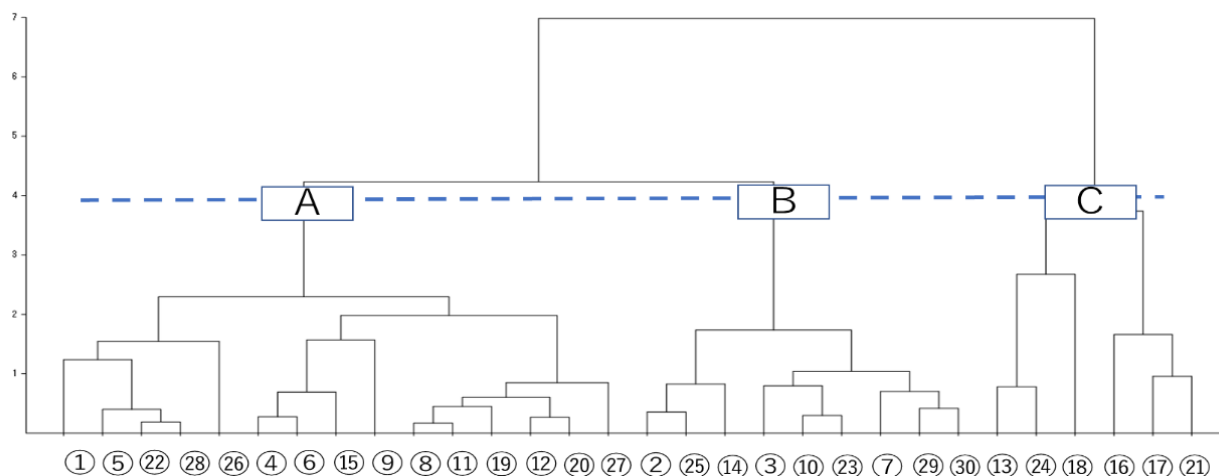
土地利用別にみると最もリン・窒素の濃度が高い C 群には、水田型のため池が多く、住宅地型のた

第 3 表 群ごとのため池の内訳

A	池干し有	池干し無	B	池干し有	池干し無
山林型	3	3	山林型	2	2
水田型	2	3	水田型	0	1
住宅地型	4	0	住宅地型	4	0

C	池干し有	池干し無
山林型	0	0
水田型	1	4
住宅地型	0	1

出所：筆者作成



第 2 図 デンドログラム

出所：筆者作成 番号は図 1 に示した。

め池が1つ含まれているが、山林型のため池は含まれていないことが分かる。このことから、土地利用の観点からは東播磨地域では水田が最もリン・窒素の負荷源になっていると考えられ、これは窒素濃度と集水域の水田率は負の相関があるとしているd中曽根ほか（1998）とは異なる結果である。しかし、田渕（1975）など水田からのリン・窒素の流出がみられる事例もあり、さらに廣瀬ほか（2006）において、畑地率が10%以下のため池では $PO_4\text{-P}$ 濃度と水田率が正の相関となっている。前述したように東播磨地域では農地のほとんどが水田であることを考えると、C群に水田型のため池が多いのは、灌漑期の水田への施肥によりリン・窒素濃度が高くなった水が流入しているからだと考えられる。

次に2019年度の池干しの有無にも着目すると、C群に含まれるため池は水田型の中でも前年度に池干しをしていないため池が多いことがわかる。このことから集水域に水田を多く含むため池では、水田への施肥によりリン・窒素濃度が上昇した水が流入している。

池干しをしているため池の場合、好気的な環境となるため、リン・窒素は底泥に吸着し、底泥からの溶出量も少ないため濃度はあまり上昇しない。一方、池干しをしていないため池では嫌気的な環境になり、リン・窒素は底泥にあまり吸着せず、底泥からの溶出量も多くなるため水中の濃度が上昇しているのではないかと考えられる。

3) ため池の用水系統についての検討

A群とB群には山林型、水田型、住宅地型のため池がすべて含まれており、偏りがなく池干しの有無の観点からも大きな違いはなかった。そこで、土地利用と池干しの有無に加え、用水系統に着目し、「兵庫のため池誌」から、今回調査したため池の用水系統を調べた。記載があったため池とそのため池の土地利用・池干しの有無、クラスター分析による群分けの結果を第4表に示す。

土地利用や池干しの条件が違えば異なる群になるのはもちろんのこと、土地利用と池干しの条件が同じであっても異なる群に属しているため池があった。

第4表 ため池の用水系統

用水系統	ため池	池番号	池干し	土地利用	クラスター
新井用水	峠池	25番	○	住宅地型	B群
	東細池	23番	○	住宅地型	B群
寺田用水	寺田池	11番	○	水田型	A群
	源太池	21番	×	住宅地型	C群
庄内用水	尻の池	28番	○	住宅地型	A群
	新池	29番	○	住宅地型	B群
	皿池	30番	○	住宅地型	B群

出所：筆者作成

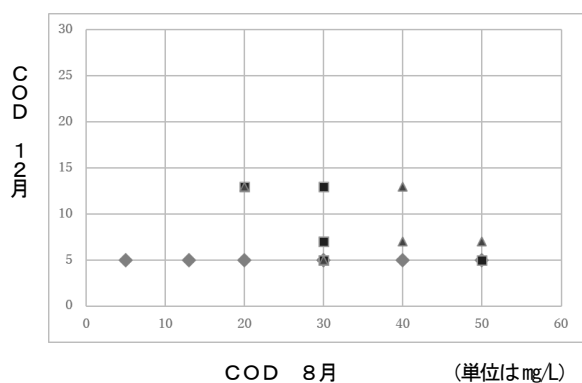
このことから、集水域の土地利用、池干しの有無、用水系統の条件がすべて同じでも、水質は必ずしも同じようにはならないことがわかる。A群とB群の違いを生んでいるのは、滞留時間など他の要素が関係していると考えられる。

4) 生活排水の影響についての検討

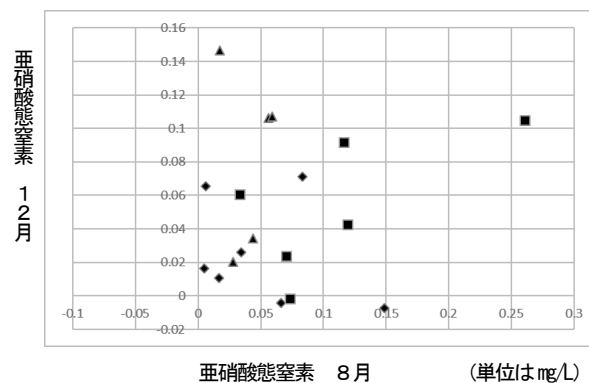
「兵庫のため池ファイル」では、住宅地に位置するため池は、生活排水の影響でリン・窒素の濃度が高くなるといわれている。しかし、住宅地型のため池はほとんどがリン・窒素濃度の低いA群とB群に属しており、一般的に述べられている傾向や過去の研究結果とは異なっている。このような結果となったのは、下水道整備が進んだことにより宅地排水の流入が減少したからではないかと考えられる。今回調査したため池のある2市2町の生活排水処理率を調べたところ、2018年度末の時点で94.9～99.8%であった。そのため、下水道の整備が進み生活排水の流入が減少したことで、現在の東播磨地域においては宅地排水の流入によるリン・窒素の上昇はあまり起こらず、住宅地型のため池のリン・窒素の濃度が低くなったのだと考えられる。

5) 灌漑期と非灌漑期の比較

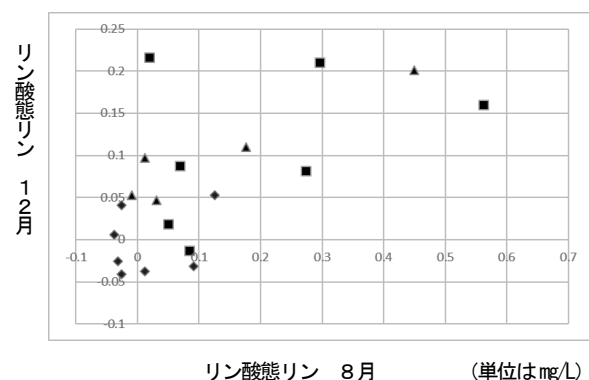
2回の調査結果を比較して水質の変動とその要因について考察する。第3図は横軸に8月の濃度、縦軸に12月の濃度をとった散布図である。CODでは、8月に少なかった池を除くすべてのため池で減少していることがわかる。8月にCODが多かったのは植物プランクトンによる内部生産の影響が最も大きか



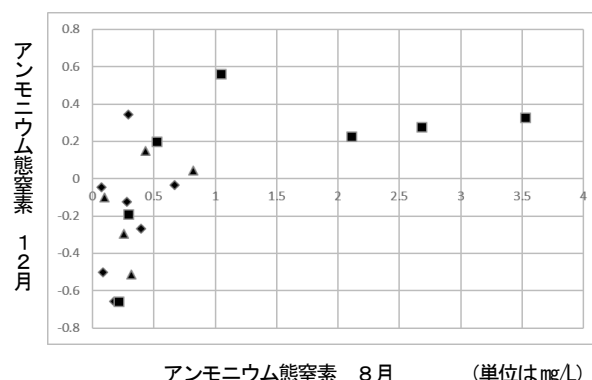
第3図 da COD



第3図 c 亜硝酸態窒素濃度



第3図 b リン酸態リン濃度



第3図 d アンモニウム態窒素濃度

(凡例)■:水田型 ▲:住宅地型 ◆:山林型

第3図 8月と12月の比較散布図 出所:筆者作成

ったと考えられる。

リン酸態リンでは、8月の調査でC群だったため池では12月にも濃度が他のため池より高い傾向があるが、8月に比べて濃度が大きく減少している。これは、非灌漑期には農地への施肥をしないため流入水のリン濃度が低くなっているからだと考えられる。それ以外のため池ではリン濃度が増加しているため池もあれば減少しているため池もある。しかし、ほとんどのため池ではその変化は小さく、8月・12月ともに低濃度である。灌漑期にリンが高濃度だったため池では大きく減少し、低濃度だったため池ではあまり変化がないことは長坂ほか(1998)の全リンの経年変化とも整合する。

次に、亜硝酸態窒素とアンモニウム態窒素について比較すると、8月の調査でC群だったため池はどちらも大きく減少しており、リン酸態リンと同様にこの変化は施肥の影響だと考えられる。それ以

外のため池ではアンモニウム態窒素はほとんどの池で12月には濃度が減少しているが、しかし亜硝酸態窒素は一部のため池では濃度が増加している。これは8月と12月では生物活動の違いにより窒素循環に違いが生じているのではないかと考えられる。

V. おわりに

本研究では東播磨地域に位置する多数のため池の水質を調査し、集水域の土地利用、池干し、用水系統がため池の水質に及ぼす影響について検討した。その結果以下の4つのことがわかった。

①東播磨地域においてリン・窒素濃度が高いため池は、集水域に水田を多く含み、前年度に池干しをしていない池が多い。これは、水田への施肥と底泥からの溶出によるものだと考えられる。

②下水道の整備が進みため池への宅地排水の流入が減少したことで、住宅地に位置するため池のリ

ン・窒素濃度は山林に位置するため池と大きくは変わらなかった。

③山林に位置するため池では池干しの有無に関わらずリン・窒素濃度は灌漑期・非灌漑期ともに低かった。

④用水系統が同じため池でも、COD、リン・窒素濃度は必ずしも同じようにはならない。

付記

本研究は加古川東高校自然科学部地学班（顧問小橋拓司）の部活動としておこなったものである。研究成果は2020年11月兵庫県総合文化祭自然科学部門において発表（優良賞），2021年6月日本環境化学会高校環境化学賞において発表（優秀賞）した。

研究をすすめるにあたり，東播磨県民局地域振興室県民課（当時）の野村純数様，東播磨コミュニティプランナーズ安部憲孝様には，様々な助言をいただきました。ここに記し，お礼申し上げます。

なお本研究は，令和2年度「ため池レガシー次世代継承事業」（東播磨県民局）の補助を受けた。

注

- 1) 井上絢音，竹山悠斗，真野航輔，山野莉緒(2020):「ため池の『池干し』がリン循環に与える影響」，日本土壌肥料学会 2020 年度岡山大会 オンラインポスターセッション発表
- 2) 福山平成大学，福井正康らが開発した統計ソフト

参考文献

糟谷真宏，加藤保，濱田玲子，永田敬子，木野勝敏，豊田一郎(1989)：多変量解析法を用いた尾張東部地域のため池の水質解析，愛知県農業総合試験場研究報告 21, pp. 123-130.

田渕俊雄(1975)：農地排水と水質汚濁，農業土木学会誌 43-8, pp.525-529.

長坂貞郎，堀野治彦，渡辺紹裕，丸山利輔(1998)：農業用ため池の水質実態と主成分分析による評価，農業土木学会論文集 194, pp. 321-327.

中曽根英雄，黒田久雄，渡辺政子，田渕俊雄

(1998)：ため池の窒素・リン濃度と集水域の土地利用，水環境学会誌 21-2, pp. 83-87.

兵庫県農政環境部農林水産局農村環境室(2014)：『兵庫のため池ファイル』，兵庫県各地域農地・水・環境保全推進協議会，pp. 72.

兵庫県農林水産部農地整備課(1984)：兵庫のため池誌，第3編，pp.121-186.

廣瀬裕一，石田憲治，嶺田拓也(2006)：集水域の土地利用とかんがい期におけるため池の水質，農業工学研究所技報 204, pp. 53-60.

(いのうえ あやね・たけやま はると・

まの こうすけ・やま のりお、加古川東高校生徒)