

奈良大和平野ため池群の水質評価と水環境保全に向けた展望

*Assessment of Water Quality in Agricultural Ponds and Prospects
for Improvement of the Water Environment*

松野 裕* 貴志 容子** 中野 涼太**
(MATSUNO Yutaka) (KISHI Yoko) (NAKANO Ryota)
北川 忠生* 八丁 信正*
(KITAGAWA Tadao) (HATCHO Nobumasa)

I. はじめに

奈良県では県独自の水循環ビジョンを策定し、利水、治水、環境を柱とした水保全対策を実施している。その一環として、河川の水質については対策が進められてきたが、県内の貴重な水辺空間であるため池の水環境については十分に把握できていない。そこで、ため池の水質調査や地域住民が参加する生きもの調査を実施するとともに、ため池水環境保全の啓発活動などを近年実施してきた。

本報では、奈良県と県内にキャンパスのある近畿大学農学部が連携しておこなってきた、大和平野のため池を対象とした水質調査結果の一部と水環境改善についての取組み状況を中心に報告する。

II. 大和平野の概要と現況

1. 大和平野の概要

奈良県北部に位置する大和平野（大和盆地、奈良盆地ともいう）は、古代大和国の中心をなしてきた地であり、現在でも県の農業のみならず政治・経済・文化の中核地となっている（図-1）。大和平野は、近畿地方の主要河川の一つである大和川の流域に含まれるが、平野部の年間平均降雨量は約1,230~1,350 mmと全国平均の1,700 mmを大きく下回っていることから、水不足を解消するため古くから多くのため池が建造されてきた。その数は他府県と同様、減少傾向にあるが、平成26年度時点での県内のため池数は約5,700あり、そのほとんどが大和平野に集中している。

2. 水環境の現況

京阪神地域経済活動のベッドタウンとして発展してきた大和平野では、混住化の進展により、ため池の本来持つ農業水利施設としての機能だけでなく、洪水調節機能や水質浄化機能などに加え、親水空間としての住民の憩いの場の提供、生物の生息・成育の場所の保



図-1 大和平野のおおよその位置
(電子国土 Web¹⁾をもとに作成)

全など、いわゆるため池の持つ多面的機能の促進が期待されている。一方、都市化の進展により、集水域から流入する生活排水の影響に加え、農業者の減少と高齢化、さらには管理放棄に伴う富栄養化などの水質悪化を引き起こしているため池が増加している。特に夏場には、植物プランクトンが大量発生し、ため池の異臭が周辺住民に問題視されることや、樋管などの施設に藻が詰まるなどの水環境の悪化が問題視されている。

3. ため池の水環境保全の取組み

筆者らのグループは、2012年から大和平野内のため池を対象とした水質調査を継続的に実施してきた。特に、2016年に奈良県と近畿大学が包括的連携協定を締結して以降、水質調査だけでなく官学が密に連携して大和平野のため池水環境保全に取り組んでいる。

III. 奈良県ため池水質の概要

1. 今までの水質調査結果

2012年から2013年にかけて大和平野北部奈良市内

*近畿大学農学部環境管理学科

**奈良県農林部



ため池、水質、水環境保全、奈良県、大和平野、水生生物

の無作為に抽出したため池 41 カ所を対象として月 1 回程度の採水による水質調査を実施した²⁾。この調査結果では、調査対象ため池においては COD (化学的酸素要求量: Chemical Oxygen Demand)などを指標とする有機物由来の汚濁の進行が懸念され、灌漑期の方が非灌漑期と比較して汚濁度が高い傾向が示された。表-1 に調査ため池の集水域土地利用、堤体高、養魚利用と WQI (水質インデックス: Water Quality Index) スコアとの相関を示す。WQI スコアとは、多変量解析の一手法である主成分分析を水質データに適用して、そこから得られた固有ベクトルをもとに、ため池の水質を数値化し評価したものである。すなわち WQI スコアが高いと水質汚濁度も高いこととなる。

表-1 大和平野ため池の年平均 WQI スコアと集水域土地利用、堤体高、養魚利用との相関関係

項目	r_s
農地面積	0.383*
宅地面積	0.525**
森林面積	-0.618**
堤体高	-0.351*
養魚利用	0.382*

r_s : Spearman rank correlation, $n=40$, * $p<0.05$, ** $p<0.01$, 岩永ら²⁾をもとに作成

表-1 で示すように、ため池の水質は集水域の農地面積と宅地面積とは正の相関、森林面積とは負の相関関係があり、水質は集水域の土地利用とその面積に影響されることが示唆された。また、表面積が大きく堤体高が高い、すなわち貯水容量の大きなため池は、その水理的滞留時間が長い傾向にあるため、自浄作用により水質が比較的良好な状態を保っていると想定される。養魚に利用されているため池の水質は汚濁傾向にあることも示された。

これら集水域土地利用やため池の規模や利用の特徴により、大和平野においては、宅地面積率が高く経済活動の中心となっている北西部に位置するため池の水質汚濁が進んでいる傾向がみられた。

大和平野北西部では、水域へ流出する窒素のほとんどが人間活動に起因し、全排出窒素の約 75% が家庭雑排水および生活排水処理水に由来していると想定されている³⁾。地域の下水道処理率は 90% 以上⁴⁾で、下水処理後に大和川へ直接放流されているが、下水道以外の生活排水処理水 (浄化槽など) からの放流水が、ため池水質に影響を及ぼしていることがうかがえる。事実、調査対象の複数のため池に生活雑排水が流れ込んでいることが確認されている。

さらに、2013 年から 2014 年にかけて調査を実施した大和平野北西部に位置する蛙股池 (面積: 8.6 ha, 有効貯水量: 211 千 m³, 平均水深: 2.5 m) の水質デー

タおよび水文データから物質収支を算定した⁵⁾。この結果、底泥からの窒素およびリンの容脱、すなわち内部生産がため池の水質に大きな影響を与えていることが判明した。加えて、調査データを更正および検証に用い、水収支サブモデルと植物プランクトンの相対的量 (クロロフィル a: Chl.a)、窒素濃度、リン濃度および溶存酸素 (DO) 濃度それぞれのコンパートメントから構成される生態系サブモデルによって構成される物質循環モデルを構築し、シナリオ分析をおこなった。その結果、底泥溶出量が減少するに従って、各物質の濃度が減少していく傾向が示された。また、Chl.a については底泥溶出量を低下させた場合、蛙股池の水質を現況の過栄養レベルから大幅に改善できる可能性が示唆された。蛙股池ではほぼ毎年水抜きは実施されているが過去約 60 年間かい掘り (泥上げ) がおこなわれてこなかった。流入土砂の蓄積によってため池容量が減少しても受益農地が一貫して減少している状況下では管理上大きな問題は生じなかったと想定される。一方、そのような状況下においても、かい掘りによって底泥を除去することによって水環境が改善できれば、受益農民の利益となるばかりでなく周辺住民の住環境の改善にもつながるであろう。

2. 近年の連携事業における水質調査の概要

近年の水質調査においては、2016 年から現在まで約 21 カ所のため池を選定し水質のモニタリングを実施している。4~11 月の間に原則として月 1 回の採水を基本とし、水質悪化が懸念される夏季 (7~9 月) は月 2 回実施している。表-2 に調査対象ため池の基礎諸元⁶⁾、表-3 に 2016 年 4 月~2017 年 11 月のため池水質の記述統計値を記す。

表-2 調査ため池の基礎諸元

項目	最大値	最小値	中央値	平均値	標準偏差
面積 (ha)	14.6	0.5	3.3	4.7	3.8
堤高 (m)	14	2.3	4.6	5.6	3.4
有効貯水量 (千 m ³)	485	7	76	141	142
標高 (m)	114	53	74	74	16

表-3 大和平野内 21 ため池水質の統計値 (2016~2017 年データ)

水質項目	最小値	最大値	平均値	標準偏差	基準値 ^{注)}
水温 (°C)	9.0	37.0	27.0	5.2	
Chl.a (µg/ℓ)	1.0	119.3	16.3	17.6	8 以下
COD (mg/ℓ)	0.5	55.8	9.1	5.7	6 以下
DO (mg/ℓ)	0.0	23.8	9.0	2.8	5 以上
EC (µs/cm)	10	379	145	60	300 以下
SS (mg/ℓ)	0.0	90.0	13.4	14.2	100 以下
TN (mg/ℓ)	0.19	12.71	1.88	1.65	1 以下
TP (mg/ℓ)	0.00	4.07	0.20	0.28	0.04 以下

注) Chl.a および TP の基準値については、湖沼の富栄養化に関わる水質基準を引用⁸⁾。その他の項目の基準値については、農業 (水稲) 用水基準⁷⁾を引用した。

水質の傾向は、2012年から2013年にかけて実施した調査結果と大きな変化はなく、依然として汚濁傾向にあることが確認された。農業用水基準⁷⁾、および湖沼の富栄養化に関わる水質基準⁸⁾と水質データを照らし合わせた結果、すべての水質項目において基準値を満たしているため池は全体の約10%程度しかなく、特にCOD値が全般的に高い傾向を示した。

IV. ため池の水生生物からみる水環境

1. 奈良県の現状

大和平野全域から集水する大和川水系は、1704年の付替え工事以前は下流で現在の大阪市内にて淀川に合流する琵琶湖淀川水系の一部であったことから、本来は豊富な生物相を誇っていたと考えられる。しかし、古くから都が置かれるなど歴史的にも人口が密集する地域であるため、その流域は河川改修などの人の手が多く加えられてきた。また、生活排水などの影響を大きく受けてきたことより現在の水生生物相はきわめて乏しくなっている。特に、陸上の移動ができない魚類においてはその影響が顕著である。前述したよう、降雨の少ない大和平野には農業用水などを確保するためのため池が多く存在し、結果として多くの水生生物のすみかを提供してきた。実際、大和平野の一部のため池には今でも希少種のミナミメダカやカワバタモロコなどが認められている。しかし、平野部における農業の衰退や1974年に完成した吉野川分水によって吉野川の水が平野部に広範囲に供給可能となったことも一因となって、ため池の農業利用頻度が減少し、管理不足による水環境悪化が進んでいる。多くのため池では、在来種としてはモツゴなどの環境悪化に強い種が優先している状況である。ため池の多くにはオオクチバスやブルーギル、タイリクバラタナゴ、ウシガエルなどの外来種が生息しており、これらため池をすみかとする在来水生生物の生息場所の環境は劣化している状態にある。

2. 保護の必要性

現在までのところ奈良県全体で11目21科87種の淡水魚が記録されているが、このうち国外または国内の他地域からの外来種は26種で、これらを除くと9目14科61種となる。在来種61種のうち「奈良県版レッドリスト」⁹⁾に掲載されている絶滅危惧種は31種におよびその半数となる。特に、大和川水系におけるタナゴ類などの平地性の魚類の生息は危機的状況にあり、一部で希少な生物が生き残っている場所もあるが、これらの消失も時間の問題であろう。かつて大和平野広域のため池で生息していた日本固有亜種の淡水魚のニッポンバラタナゴ(写真-1)は、いまや奈良公

園内の1つの池でその姿が見られるのみになっている。特にため池の水質改善、外来生物の駆除が急務であり、多くのため池では環境保全に効果のある定期的な掘りなどの作業が必要となっている。しかし、コストのかかるこれらの作業を進めるためには、農家だけではなく地域住民の理解や協力を得る必要がある。そのためには、ため池の利用価値を高め住民意識の向上を図るなどの工夫が必要である。



写真-1 ニッポンバラタナゴの雄個体（環境省レッドリスト：絶滅危惧IA類、奈良県版レッドリスト：野生絶滅種、奈良県指定希少野生動物植物）

V. 啓発活動（生きもの調査）

2017年度において、県内の子供たちに生きものを通じて、ため池に親んでもらい、保全活動につなげる目的で、県が主催し地元市町村、水利組合ならびに大学が協力するイベントを大和平野中部に位置する耳成古池において開催した(写真-2)。イベントの内容は、ため池と水路での住民が参加する生きもの調査、大学教員によるため池の水環境および生きものの説明であった。今年度も同様なイベントを複数回開催する予定である。



写真-2 ため池での投網を使った生きもの調査

VI. まとめ

大和平野の多くのため池の水質は、農業用水としてだけでなく生態系や周辺的生活環境への影響を考慮すべき状況であり、水環境保全対策を一層推進していく必要がある。

今後は調査を継続し、中長期間にわたる水質の動向をモニタリングすることに加え、ため池の生態系と水

質との関連性や水質の決定要因をより詳細に明らかにすることを検討している。さらに、ため池管理者などを対象とした研修会などを通じて、管理者へ水環境保全に関する情報を提供することや、地域住民も参加したかい掘りなどによるため池環境の保全効果について検証する計画である。

このような官学連携による取組みにより、地域社会の形成と発展に寄与することや、教育・研究の振興および地域人材の育成を図ることが期待できる。大学サイドにとっても、行政や地域が抱える課題を学術的な視点から摘出することによる地域貢献および社会ニーズに合わせた研究を実現するメリットがあり、今後も連携を一層強化していく所存である。

引用文献

- 1) 国土交通省国土地理院：地理院地図（電子国土 Web），<http://portal.cyberjapan.jp/site/mapuse4/index.html#zoom=5&lat=35.99989&lon=138.75&layers=BTTT>（参照 2018 年 5 月 10 日）
- 2) 岩永亮一，八丁信正，松野 裕：水質汚濁指標による奈良市内ため池の水環境評価，水環境学会誌 38(1)，pp.31～38（2015）
- 3) 松野 裕，八丁信正，家島章旨，凌 祥之：都市近郊地域の物質循環：奈良市大和川流域内における窒素フローの算定，環境科学会誌 19(6)，pp.495～506（2006）
- 4) 奈良県：平成 28 年度普及率 下水道普及率，<http://www.pref.nara.jp/48002.htm#itemid108084>（参照 2018 年 5 月 15 日）
- 5) 寺谷卓真，八丁信正，松野 裕：物質循環モデルを用いたため池の水質評価－奈良市蛙股池を事例に－，農業農村工学会論文集に投稿中
- 6) 奈良県農林部農村振興課：奈良県ため池台帳（2015）
- 7) 農林省公害研究会：農業（水稻）用水基準（1970），http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_sehi_kizyun/pdf/02060111shiryoku2.pdf（参照 2018 年 5 月 1 日）
- 8) OECD (Organization for Economic Cooperation and Development)：Eutrophication of Waters, Monitoring

assessment and control, Final Report, OECD Cooperative Programme on Monitoring of Inland Waters (Eutrophication Control), Environment Directorate, OECD, Paris, 154p. (1982)

- 9) 奈良県：大切にしたい奈良県の野生動植物－奈良県版レッドデータブック 2016 改訂版－，791p. (2017)

[2018.6.25.受理]

松野 裕 (正会員)



1996年 国際水管理研究所 (IWMI)
2001年 近畿大学農学部
現在に至る

略 歴

貴志 容子 (正会員)



2015年 近畿大学農学部環境管理学科卒業
奈良県農林部農村振興課
2017年 同北部農林振興事務所土地改良課
現在に至る

中野 涼太 (正会員)



1993年 兵庫県に生まれる
2016年 京都大学農学部地域環境工学科卒業
奈良県農林部農村振興課
2018年 同中部農林振興事務所農村地域振興課
現在に至る

北川 忠生



1974年 愛知県に生まれる
2001年 国立遺伝学研究所博士研究員
2002年 東京大学大学院理学研究科博士研究員
2003年 近畿大学農学部助手
2012年 同准教授
現在に至る

八丁 信正 (正会員)



1979年 岡山大学大学院修了
1980年 農林水産省
FAO を経て
1994年 近畿大学農学部助教授
2000年 同教授
現在に至る