

大阪城内濠のプランクトン調査

(2022/10～2025/07)

大阪府立高津高校 生物研究部

1. 概要

本研究では大阪城内濠(大阪市中心部)にて採水を行い、パックテスト等による水質調査及び、プランクトン調査を行い、結果を分析した。

2. 研究目的

大阪城内濠の調査は 1976 年秋に当時の部員が大阪城内濠の環境に興味を持ったことで始まった。その後、現在に至るまで幾度かの中断期間もあったが、生物研究部での長期的な研究課題として調査が続けられてきた。本研究ではその一環として直近約 3 年分の調査結果を分析する。

3. 研究方法

調査は毎月 1 回、主に第 1 日曜日の午前 9 時から行った（行事や天候との兼ね合いから第 2 日曜日や、13 時から調査した月もある。）。

大阪城内濠にかかる極楽橋の中央付近から、容量 8L のバケツを投下し、表層から採水した。その水約 7L を口径 25 cm、目開き 100 μ m のプランクトンネットに通すことで、プランクトンを採集した。採集したプランクトンを含む水はサンプル瓶に移した。学校で光学顕微鏡を用いて、100 μ l \times 100 滴の計 10ml に含まれているプランクトンの種類と数を部員で同定した。そして、次の方法により各種類の出現傾向を算出した。

$$\frac{\text{各プランクトンの出現個体数}}{\text{観察に使用した液体量 (}\mu\text{l)}} = (\text{出現傾向})$$

また、採水時に、天候・気温・水温・水質などの項目も調査、記録した。具体的な調査項目は以下のとおりである。

天候、気温、水温、透明度、水素イオン指数 (pH)、電気伝導度 (EC)

(気温、水温、pH、EC に関しては測定器を用いて調べ、透明度は透明度板を用いた。天候は記録者の判断に基づく。)

アンモニウム態窒素濃度 (NH_4^+-N)、亜硝酸態窒素濃度 (NO_2^--N)、リン酸態リン濃度 ($\text{PO}_4^{3--}\text{P}$)、化学的酸素要求量 (COD)

(上記 4 項目は、簡便かつ迅速であるという理由からパックテストを用いた。)

さらに、微小であるためにプランクトンネットの目をすり抜けて採集ができない、できても光学顕微鏡では観察できないという植物プランクトンの増減を把握する手段として、クロロフィルの総量を求める方法であるユネスコ法を用いた。

〈ユネスコ法による測定手順〉

1. 採水した水 1 L を Whatman ガラス繊維ろ紙 GF/F でろ過する。
2. 試験管に乾燥させたろ紙と 90%希釈のアセトン約 10mL を注ぎ入れる。
3. およそ 4 時間、実験室に静置して、クロロフィルが抽出されるのを待つ。
4. 抽出物を含んだアセトンを、分光光度計を用いて吸光度を測定する。
(※ 測定する波長は 750nm・663nm・645nm・630nm。)

測定した吸光度から以下の計算式を利用することでクロロフィル a の濃度を算出できる。

計算式

ろ過量を V(L)、使用したアセトンの量を A(mL)、分光光度計の吸収セルの長さを L (cm)、750nm の吸光度の値を E750、663nm の値を E663、645nm の値を E645、630nm の値を E630 とする。

クロロフィル a 濃度 (mg/L)

$$= [11.64 (E663 - E750) - 2.16 \times (E645 - E750) + 0.10 (E630 - E750)] \times A / (L \times V)$$
 で求められる。

4. 結果

図1：ゾウミジンコとカイアシ類の関係

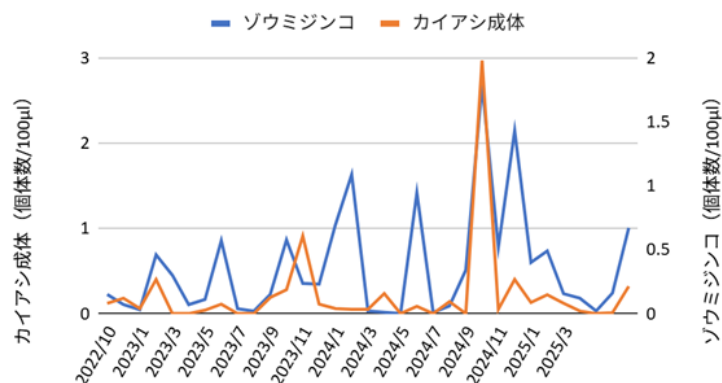


図1 ズウミジンコの増加に伴い、ケンミジンコなどのカイアシ類も増えている月がある。ズウミジンコは2月、6月、10月頃に増加している。一方のカイアシ類は2月、10月頃に増加している。

図2：植物プランクトンとゾウミジンコの関係

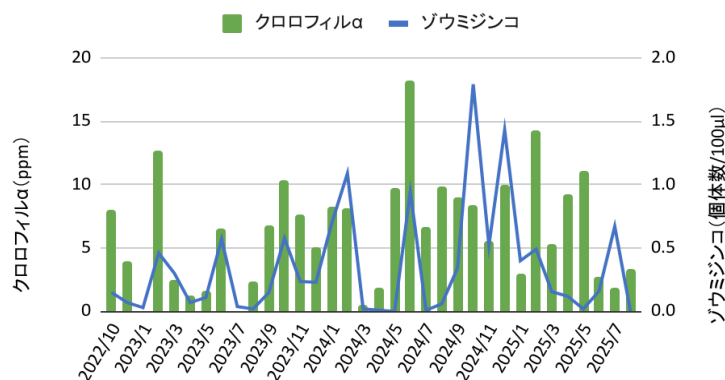


図2 2023年は3月から5月、および7、8月頃にクロロフィル a が少なく、2024年は3、4月が少なかった。また、ゾウミジンコが増加した月は、クロロフィル a の濃度が高い傾向にあった。

図3: 植物プランクトンとCODの関係

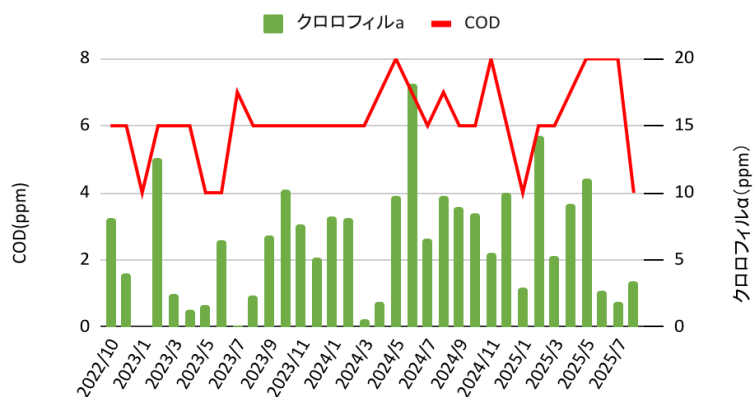


図3 CODは、2023年は1、5、6月に低く、2025年は1、8月に低くなった。一方で、2024年は全体的にやや高い傾向にあった。
(注：CODの値が8以上であった月は、8と示している。)

図4: 植物プランクトンとリン酸態リンの関係

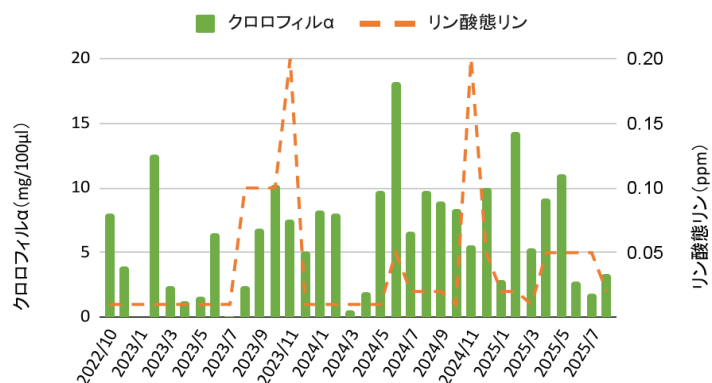


図4 2023年、2024年ともリン酸態リンの増加は、8月頃から始まり11月にピークを迎えた。その後は急激に減少した。

図5: 直近3年間の水温の変化

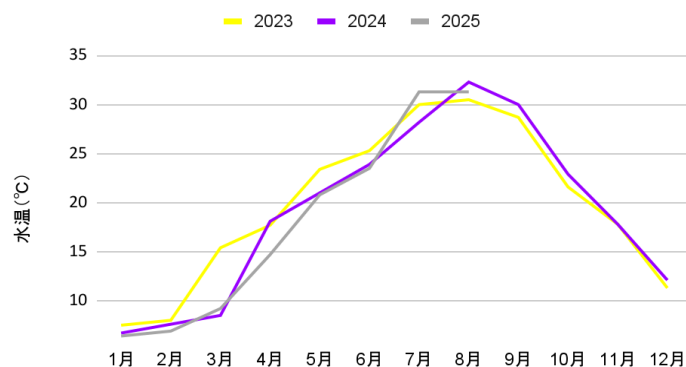


図5 水温は4月頃から大きく上昇しはじめて8月に最も高くなり、その後低下して1月に最も低くなった。

図6: 直近3年間のpHの変化

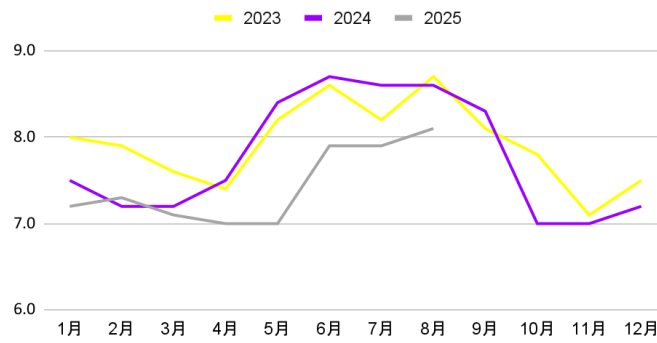


図6 pH は4月頃から上昇し、6～9月は高い状態が続いた。その後は低下し、11月～3月は比較的低い状態が続いた。

図7: 窒素類の変化

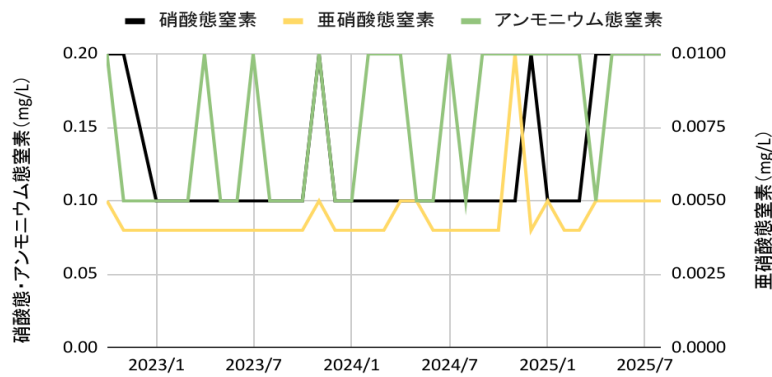


図7 硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニウム態窒素のいずれも検出可能範囲での最低値もしくは下から2番目の値であった。値は不規則的に上下している。
(注：硝酸態窒素は 0.2 以下を 0.1 の位置で示し、亜硝酸態窒素は 0.005 以下を 0.004 の位置に示している。)

5. 考察

図1について、一般に、カイアシ類はゾウミジンコを捕食することから、ゾウミジンコの増加に伴い、カイアシ類も増加したと考えられる(2023年2月、10月、2024年10月)。しかし、ゾウミジンコが増加してもカイアシ類の増加が見られなかった月もあることから、カイアシ類以外にも捕食-被食関係があるのではないかと考えられる。

図2について、一般に、ゾウミジンコは植物プランクトンを摂食している。植物プランクトンの量を示すクロロフィル a 濃度の上昇と、ゾウミジンコの増加はよく似た傾向を示した。ゾウミジンコが増加するとその後のクロロフィル a 濃度が低下しており、また、ゾウミジンコが減少するとその後に植物プランクトンが再び増加していることから、ゾウミジンコは植物プランクトンを摂食していることが伺える。ただし、2025年はそのような両者の関係が見られにくい状況である。

図3について、一般に、増殖した植物プランクトンが光合成をおこなう際に、生産した有機物の一部を排出することで COD は増加する。しかし、大阪城内濠では年間を通じて COD の値が高い。これは大阪城内濠が閉鎖水域であり、雨水がたまっていることと、水草や落葉など有機物の量が多いことが要因ではないかと考えられる。

図4について、一般に、リン酸態リンは肥料としても用いられていることから、濃度の上昇に伴って植物プランクトンが増殖し、クロロフィル a の濃度も増加すると考えられる。しかし、この2年間の調査では、そのような傾向が見られない。これについて、大坂城内濠ではリン酸態リン濃度よりも、他の要因のほうが植物プランクトンの増殖に大きく影響しているからではないかと考えられる。

図5より、各年の水温は8月頃に最も高く、1月頃に最も低くなるという、一般的な気温の変動と同じ傾向が見られた。このことから、図1の2023年2月や2024年2月のゾウミジンコの増加は、水温の影響ではなく、植物プランクトンの増加の影響によるものと考えられる。

図6より pHの変動範囲は7.0~8.7であり、国土交通省が定める環境基準値「6.5~8.5」の範囲内に概ね収まっていることから、内濠の環境は安定していることがわかる。なお、8.5以上となった月は、いずれも6月~8月であり、水温が高くなったことから植物プランクトンによる光合成が活発化し、水中の二酸化炭素が消費されたためと考えられる。

図7より、窒素に関する値がいずれも低いことから、内濠の水には肥料や排水などによる汚染は少ないことがわかる。

全体の傾向として、一般に、気温が上昇して植物プランクトンが増える春から夏にかけては、光合成が盛んになる影響で水質は弱アルカリ性に近づき、植物プランクトンが減少する秋から冬にかけては光合成が減衰する影響で水質は中性に近づいていく。大阪城内濠でも同様の季節的変動が見られた。また、水質について、窒素化合物に注目すると汚染は少ないように見えるが、CODに注目すると有機物などの量が多く汚染度が高いことが示されている。

6. 結論

大阪城内濠の水質は、多くの項目で環境省が定める河川の基準値の範囲内となっており、プランクトンの増減も季節的変動に沿っていることがわかった。ただ、CODは高い値を示しており、河川として望ましい値（5 ppm 以下）を超えている。閉鎖水域であるため有機物の量が多くなっていると考えられる。

また、調査の実施について、計測に不慣れであったり、計測器の不具合で、測定値に疑義が生じたり、測定そのものができていないこともあった。さらに、プランクトンの同定においても、観察者によって種の同定間違いや数え間違いがある可能性が排除できない。これらについては測定や同定の精度を上げるべく、調査に熟練していくしかない。

7. 参考文献

- ・一瀬諭・若林徹哉、やさしい日本の淡水プランクトン(図解ハンドブック)改訂版、合同出版、2008年発行、改訂版第1刷
- ・大阪府立高津高等学校 生物研究部、大坂城内濠のプランクトン調査 III (2010)、2010年発行
- ・西條八束・三田村緒佐武、新編 湖沼調査法、講談社サイエンティフィック、2004年発行、第7刷
- ・山口征矢 1.3 プランクトン 水産土木、1985年
- ・水質-国土交通省 川の防災情報
<https://city.river.go.jp/kwabou/reference/index11.html>

・川の水調査セット型式 AZ-RW-3 取扱説明書 共立理化学研究所
<https://packtest.jp/pdf/az-rw-3.pdf>

8. 謝辞

本研究においてこれまでデータを蓄積してきてくださった多くの先輩方、調査に同行してくださった顧問の先生を初め、指導助言をいただいた皆様にこの場を借りて感謝の意を表します。ご協力ありがとうございました。