

市内ため池における内部生産の現況

大畑 史江 岡村 祐里子 福岡 将之 榊原 靖*

Present Situations of Phytoplankton-production in Constant-Monitored Irrigation Reservoirs

Fumie Ohata, Yuriko Okamura, Masayuki Fukuoka, Yasushi Sakakibara*

名古屋市内の主要なため池 13 池において植物プランクトンの観察を行い、季節変動や水質との関連について考察した。一部の池を除き、ほとんどの常時監視対象池において内部生産は水質に大きく影響していた。また池により内部生産の主要因となる植物プランクトンの種類が異なっており、水質やその季節変動に影響している様子が明らかとなった。

はじめに

名古屋市内には、市の東部に南北に分布する尾張丘陵の谷を中心として、かつては 300 を超えるため池が分布していた。愛知県内でも知多半島や渥美半島と並ぶため池の密集地帯であった。名古屋市東部には水田を灌漑できる大きな河川がなく、農業用水の確保が重要な課題だったからである。しかし昭和 40 年代の急激な都市化と土地利用の変化に伴い、ため池の数は激減した。また生活排水などの汚濁流入が増え、水質が急激に悪化した。

名古屋市では市民の環境保全ニーズの高まりに対応し 1973 年に「ため池環境保全協議会」を発足させたが、法的拘束力を持たなかったため、ため池の改廃への十分な抑止力とはならなかった。このため 1992 年にため池保全要綱・ため池保全要綱実施細目を施行した。他都市では一定以上の大きさのため池等を対象とする場合が多いのに対し、この要綱ではすべてのため池を対象としている¹⁾。また 2005 年には水質環境目標値が改定され、ため池を対象とした目標値が定められた。

現在では市内のため池は利水での利用はほとんどないが、都市においては貴重な、身近に触れ合える水辺、生き物の住处としての役割が期待されている。そのためにはため池の水質が良好であることが望ましい。しかしほとんどのため池は利水を目的として水の確保が困難な場所に作られたものであるため、貯水量が比較的少なく、滞留時間が長い。このような水域では内部生産による汚濁が進みやすく、様々な施策が取られているにも関わらず、ほとんどのため池で化学的酸素

要求量 (COD) の環境目標値を達成できていない²⁾。

そこで本稿では、図 1 に示すため池について四季ごとに内部生産の原因となる植物プランクトンの顕微鏡観察を行い、特にアオコ形成種の発生と池の環境および水質との関連について考察した。

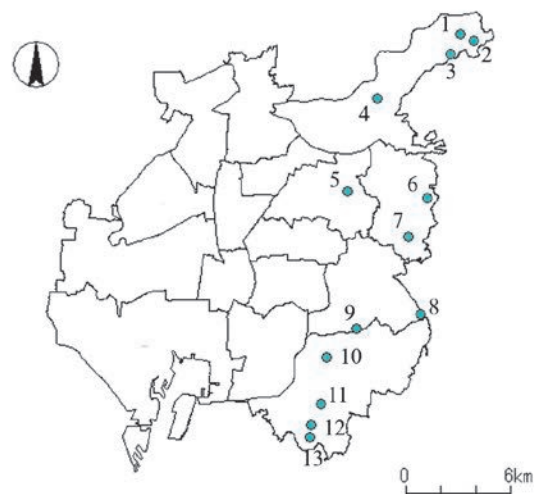


図 1 調査地点

- 1:大久手池 2:大村池 3:安田池 4:緑ヶ池
5:猫ヶ洞池 6:塚ノ杵池 7:牧野池 8:荒池
9:戸笠池 10:新海池 11:琵琶ヶ池
12:蝮池 13:水主ヶ池

*元 名古屋市環境科学調査センター

調査方法と時期

1. 水質

水質データは名古屋市環境局地域環境対策課が実施している公共用水域の水質常時監視結果³⁾の値を用いた。リン酸態リン(PO₄-P)については、植物プランクトンと同日に採取した試料を用いて JIS K 0102 に従って分析し、3 回測定した平均値を算出した。

2. 植物プランクトン

2019 年 4 月から 2022 年 3 月にかけて、四季ごとの水質常時監視の実施日に可能な限り近い日程で、池の流出部付近の表層水を採取し、定量ろ紙(5 種 A)のを用いて 100 倍程度に濃縮して光学顕微鏡で観察を行った。

3. 池面積、池体積、流域面積

池面積、流域面積は市内河川・ため池・名古屋港の水質の変遷²⁾の値を用いた。また同文献より池の水深と面積の値を引用し、(池体積) = (水深) × (面積)として池の体積を求めた。この値を用いて流域面積／池体積比を算出した。

結果

藍藻類の四季ごとの観察結果を表 1～3 に示した。また同時期の水質常時監視結果から Chl. a 濃度を引用して同じ表に示した。今回、藍藻類のうち、一般にアオコを形成する代表的なグループとして知られる *Microcystis* 属、ネンジュモ目(*Dolichospermum* 属など)、*Planktothrix* 属または *Planktothricoides* 属(以下、*Planktothrix-Planktothricoides* 属と表記する。)の 3 分類群に属するプランクトンを、「アオコ形成種」として扱った。

プランクトンを観察する際、特定の種が他の種に比べ明らかに多く見えた場合、その種を優占種とした。優占種の季節変化を表 4 に示した。

また各池の水質について表 5 に、調査期間を含む 5 年間の COD、全窒素、全リン、クロロフィル a (Chl.a)の平均値を示した。また全窒素、全リンの平均値から池ごとの全窒素／全リン比(N/P 比)を示した。一般に N/P 比が 29 を下回るとアオコが発生しやすくなると言われている⁴⁾が、今回対象としたため池は全てこの条件を満たしていた。

また、池ごとの富栄養化の目安として、窒素、リン

の濃度とともに、冬期の PO₄-P 濃度を示した。PO₄-P は植物プランクトンが利用可能なリンの形態であり内部生産への影響は大きい、植物プランクトンの死骸からも溶出するため、夏～秋に表層にアオコが発生した状態では見かけ上、高濃度になる。このため比較的植物プランクトンの活動が低く抑えられる冬期の PO₄-P の濃度を測定した。

さらに、滞留時間についても考慮するため、池の体積を水深と池面積から簡便に算出し、流域(集水域)の面積との比率を表 5 に示した。池の流入は、池底からの湧水や、生活排水の流入など、流域の降雨によるものだけではないこともあるが、その場合でも流域の面積が池体積に対して広ければ滞留時間は短くなるので、滞留時間の目安程度にはなるものと考えている。

また、植物プランクトン出現種の傾向と水質の季節変動との関連を見るため、調査期間を含む 5 年間(2017 年度から 2021 年度)の水質を季節ごとに平均して表 6 に示した。

考察

植物プランクトン観察結果と水質から、各池の内部生産の現況についての考察を以下に述べる。なお、今回は過去の文献⁵⁾を参考に、全ての池において主にリン濃度を富栄養化の基準として考察を試みた。

1. 大久手池

シルト質の池であるために²⁾、内部生産が抑制されており、常時監視対象池で唯一、COD の環境目標値をほぼ毎年達成している。観察期間中 1 回だけ *Microcystis* 属が見られたが、ほとんどの場合には鞭毛藻類が一定量見られるのみで、植物プランクトンが少なかった。Chl. a 濃度も他の常時監視対象池と比較して、四季を通じて低く、内部生産の影響がきわめて小さいものと思われる。

2. 大村池

全リン濃度から見た富栄養化の程度は、市内の常時監視対象池の中で中程度といえる。しかし COD は比較的低い。

今回の観察期間中アオコ形成種が見られたのは 1 回きりであった。大村池の流域面積／池体積比は 27 で、常時監視対象の他の池と比べ大きいことから、滞留時間が短くアオコの形成が抑えられているものと推測さ

れる．Chl. a 濃度も四季を通じて低いことから、内部生産の影響は今のところ大きくないと思われる．

3. 安田池

観察期間開始時点から栄養塩濃度が高く、常時監視対象池の中では富栄養化が進んだ池である．特に冬の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が他の池に比べて高く、生活排水の流入²⁾の影響を強く受けているものと思われる．栄養塩濃度の面から見るとアオコが発生しやすい状態の池であり、実際に12回中6回の観察でアオコ形成種がみられた．また、観察期間中1回のみではあるが、2021年度の冬には*Dolichospermum*属が優占した．今後の動向を注意深く見守っていく必要がある．

しかし、CODが高い一方で、アオコ形成種による内部生産が活発になりやすい夏・秋のChl. a濃度は期間を通じて比較的低く、何らかのアオコ抑制効果が働いている可能性が考えられる．安田池は森林が集水域のほとんどを占めており²⁾、後述する塚ノ杵池と同様にフミン酸などの腐植質が池に流れ込んでいる可能性がある．この点については今後の調査が必要である．

4. 緑ヶ池

緑ヶ池は、もともとは水質が良好な池であり²⁾、現在でも常時監視対象池の中では比較的全リン濃度、CODが低い池である．しかし今回の観察期間中、12回中の5回の観察でアオコ形成種が確認され、そのうち3回は優占していた．

後述する猫ヶ洞池と比較して全リン濃度や池面積が同程度であるにも関わらず、緑ヶ池でアオコ形成種が発生しやすい理由の1つとして、滞留時間が長いことが考えられる．流域面積／池体積比は猫ヶ洞で13に対し、緑ヶ池は3となっており、猫ヶ洞池よりも緑ヶ池で滞留時間が顕著に長いと推測できる．

Chl. a濃度はさほど高くはなく、現在のところ内部生産の影響は大きくないものと思われるが、今後はアオコの発生による内部生産で水質が悪化していく可能性があり、動向を注意深く見守っていく必要がある．

5. 猫ヶ洞池

猫ヶ洞池では観察期間中、アオコ形成種が12回中3回の観察で見られたが、優占する様子は見られなかった．代わりに珪藻が優占することが多く、比較的珪藻の増殖が抑えられる夏でもガス胞を持たないタイプの藍藻（アオコを形成しにくい）と珪藻が同程度出現した（2019, 2021年度）．

全リン、全窒素濃度ともに低くはないが、流域面積／池体積比が13と、常時監視対象池の中で比較的大きいことから、滞留時間が短いものと思われる．

猫ヶ洞池でよく優占種となる珪藻類は、藍藻類に比べて倍加時間が短い傾向があることが知られている⁷⁾．珪藻類の殻は珪酸で形成されており、十分に珪酸が供給される環境では分裂に必要なエネルギーが小さい⁸⁾．実際に、滞留時間が改善した池で優占種が藍藻類から珪藻類に変わった例も知られている⁹⁾．また表層に集積する性質を持つアオコ形成種は、表層水の流出とともに選択的に池の系外へ流出していることが予想される．こうした池では、池全体の水の回転率以上に系外流出の影響を受けている可能性も指摘されている⁶⁾

珪藻類の増殖は頻繁に見られるものの、猫ヶ洞池のChl. a濃度は常時監視対象池の中で高くはない．内部生産による影響は中程度と思われる．

6. 塚ノ杵池

冬に鞭毛藻類が増殖する以外には、植物プランクトンの種類も量も比較的少なかった．期間中2回アオコ形成種が確認されたが、優占する様子は見られなかった．Chl. a濃度も四季を通じて低く、内部生産の影響は小さいと思われる．

塚ノ杵池は猪高緑地内の池であり、集水域の環境が森林に近く、フミン酸などの腐植質が流れ込んでいるといわれている^{2), 10), 11)}．フミン酸はアオコ形成種をはじめとする藍藻類が鉄を確保するために形成するシデロフォアと競合して鉄を奪い、藍藻類の増殖を抑えることが知られている^{12), 13)}．内部生産の影響が小さい一方でCODが高いことも、フミン酸濃度が高いことに由来しているものと推察できる．また、塚ノ杵池は浮葉植物が数多く繁茂しており²⁾、植物プランクトンにとっては光環境が良くない．こうしたことが、塚ノ杵池での植物プランクトン増殖を抑制しているものと思われる．

7. 牧野池

12回中8回の観察でアオコ形成種がみられた．富栄養化が進んでおりアオコ形成種の発生頻度が高いにも関わらず、優占したのは1回だけと少ないのは、池面積が大きいこと、滞留時間が短くないことに加え、豊かな植生によるアオコ抑制効果が働いている可能性が考えられる¹⁴⁾．しかし2021年度の秋には*Dolichospermum*属が優占し、アオコが発生した．また冬～春を中心に珪藻*Aulacoseira*属の優占がみられ、し

ばしば Chl. a 濃度が上昇している。内部生産の影響は大きいと思われる。Chl. a 濃度、COD とともに近年漸増傾向にあり、今後の植物プランクトンの動向を注意深く見守る必要がある。

8. 荒池

常時監視対象池の中で、最も COD の平均値が高い。栄養塩濃度も高く、富栄養化が進んだ池である。12 回中 7 回の観察でアオコ形成種がみられ、そのうち 5 回は優占していた。2019 年度の春から 2021 年度の夏までは *Planktothrix-Planktothricoides* 属が優占することが多かったが、2020 年度の冬、2021 年度の夏は *Dolichospermum* 属が優占した。

Planktothrix-Planktothricoides 属の一種 *Planktothrix suspensa* は弱光条件に比較的強いことが知られている^{15), 16)}。荒池は、2016 年頃までは定期的にヒシが繁茂する池であった¹⁷⁾が、底質のヘドロ化が進んだためか、近年では水生植物がほとんど見られない²⁾。観察期間中に *Dolichospermum* 属の優占回数が増えているように見えるのは、こうした植生の変化の影響が少しずつ現れてきているという可能性も考えられる。

また、2019 年度と 2020 年度の冬、2021 年度の秋には珪藻が優占している。水温や滞留時間などの池の環境が藍藻類の生育に適さない時期には珪藻が優占しているものと思われ、Chl. a 濃度、COD とともに春先を除いて高い傾向がみられる。内部生産の影響はきわめて大きいと思われる。

9. 戸笠池

観察期間中、初夏から秋にかけてヒシが繁茂しており、ほとんど水面が見えないような状況であった。富栄養化が進んだ池であり、12 回の観察のうち 3 回でアオコ形成種 (*Dolichospermum* 属) が見られた。しかしアオコ形成種を含む藍藻類が活発に内部生産を行う夏を中心とした時期にヒシが光を遮っているため、内部生産の影響は抑えられている様子である。観察期間中 1 度だけ、2019 年度の秋、*Planktothrix-Planktothricoides* 属が優占した。この観察の少し後に行われた常時監視結果では Chl. a 濃度が 130 µg/L、COD が 30 mg/L と高くなっており、おそらくヒシが枯れたタイミングで内部生産が活発になり、水質を悪化させたものと推測される。荒池と同様、戸笠池の *Planktothrix-Planktothricoides* 属も弱光条件に強く、多少ヒシが繁茂する条件でも増殖しやすい種であった可能性がある。しかし 2020 年と 2021 年には、このような現象は観察

されなかった。

戸笠池における内部生産の影響は、通常は小さいと思われるが、今後もヒシが枯れる時期の水質には注意が必要である。

10. 新海池

富栄養化が進んだ池であり、全リン濃度、COD とともに常時監視対象池の中で平均値が高い。今回、12 回中 10 回の観察でアオコ形成種が確認された。また、そのうち 4 回は優占している様子であった。

新海池では夏を中心にアオコ形成種が優占し、冬には珪藻が優占している (表 4)。冬・春でも Chl. a 濃度と COD が同時に高いときがある。夏には藍藻類によるアオコ、冬には珪藻類による淡水赤潮が起こること、四季を通じて内部生産が活発に起こっていると考えられる。内部生産の影響がきわめて大きい池である。

11. 琵琶ヶ池

富栄養化が進んだ池であり、全リン濃度、COD とともに常時監視対象池の中で平均値が高い。12 回中 3 回の観察でアオコ形成種がみられ、3 回とも優占していた。

藍藻類に対してアレロパシー効果を持つ¹⁸⁾ヨシが池北部に繁茂しているためか、全リン濃度などの面から見て同程度に富栄養化している新海池に比べると、今回アオコ形成種に設定した藍藻類の発生はやや少ない。

しかし夏を中心に春・冬でも *Pseudanabaena* 属や *Planktolyngbya* 属など様々な藍藻類の優占がみられるとともに Chl. a 濃度と COD が上昇しており、内部生産の影響はきわめて大きいものと思われる。

12. 蝮池

池面積が小さく富栄養化が進んだ池である。全リン濃度、COD とともに常時監視対象池の中で平均値が高い。12 回の観察で 3 回アオコ形成種が見られたが、優占している様子は見られなかった。一方で *Aulacoseira* 属や *Achnanthydium* 属といった珪藻類や、藍藻類だがガス胞を持たない (アオコの原因には比較的なりにくい) *Planktolyngbya* 属が優占する様子が見られた。

この理由として、蝮池の流域面積／池体積比は 11 で、常時監視対象のため池の中では滞留時間が比較的短いことが挙げられる。また池の東側にはヨシ帯が広がっており、上述のアレロパシー効果等によりアオコを抑制している可能性も考えられる。

アオコ形成種が優占することは少ないが、藍藻類は年間を通じてみられ、しばしば優占している。また

2021 年度の冬には珪藻による淡水赤潮も見られた。内部生産の影響は大きいと思われる。

13. 水主ヶ池

市内の池の中でも極端に栄養塩濃度が高く、富栄養化が進んだ池である⁸⁾。Chl. a 濃度と COD は常に高い。

しかし観察期間中、アオコ形成種が確認されたのは 12 回中 3 回のみで、優占している様子は見られなかった。流域面積／池体積比は 18 と、常時監視対象池の中で滞留時間が比較的に短いこと、塩化物イオン濃度が他の池に比べると高いことが理由として考えられる。ただし塩化物イオン濃度は 2004 年度から 2010 年度にかけて 150 mg/L を超えていたが、近年は顕著に下がって

50 mg/L を下回っており、既報^{19), 20)}の増殖阻害濃度を大きく下回っている。これほど栄養塩濃度が高い池で *Dolichospermum* 属や *Microcystis* 属が優占しないというのは、他にも何らかのアオコ抑制効果がはたらいっている可能性もあり、今後の調査が必要である。

珪藻類が優占することが多いため、珪藻類の生育に適した冬⁷⁾に Chl. a 濃度が高い（表 5）。夏は気温が高くて珪藻類の生育に適さず、降雨の影響も強いいためか、他の時期に比べて Chl. a 濃度も COD も低い。内部生産の影響は大きいと思われ、栄養塩濃度を下げることが対策につながると考えられる。

表 1 出現した藍藻類とクロロフィル a 濃度（2019 年度）
（網掛け：クロロフィル a 濃度 50µg/L 以上）

	春		夏		秋		冬		クロロフィル a (µg/L)			
	アオコ 形成種	その他の 藍藻類	アオコ 形成種	その他の 藍藻類	アオコ 形成種	その他の 藍藻類	アオコ 形成種	その他の 藍藻類	春	夏	秋	冬
大久手池	—	—	—	—	—	—	—	—	2	6	14	5
大村池	—	—	—	—	—	—	—	—	4	33	59	19
安田池	—	—	<i>Dolichospermum</i> <i>Microcystis</i>	—	—	—	—	—	23	34	28	14
緑ヶ池	—	—	<i>Dolichospermum</i>	—	<i>Dolichospermum</i>	—	—	—	6	12	75	5
猫ヶ洞池	—	—	—	<i>Pseudanabaena</i>	—	—	—	—	26	16	32	28
塚ノ杵池	—	—	—	—	—	—	—	—	3	15	37	4
牧野池	<i>Dolichospermum</i>	—	—	—	<i>Dolichospermum</i>	—	<i>Dolichospermum</i>	<i>Planktohyngbya</i>	39	26	10	44
荒池	—	—	<i>Dolichospermum</i> , <i>Planktothrix</i> - <i>Planktothricoides</i>	—	<i>Dolichospermum</i> , <i>Planktothrix</i> - <i>Planktothricoides</i>	—	—	—	17	130	820	62
戸笠池	—	—	<i>Planktothrix</i> - <i>Planktothricoides</i>	—	<i>Planktothrix</i> - <i>Planktothricoides</i>	—	—	—	10	18	130	14
新海池	<i>Microcystis</i>	—	<i>Microcystis</i> <i>Dolichospermum</i>	—	<i>Microcystis</i>	—	<i>Microcystis</i>	—	100	25	100	10
琵琶ヶ池	—	—	—	<i>Pseudanabaena</i>	—	<i>Planktohyngbya</i>	—	<i>Planktohyngbya</i>	18	41	130	18
蝮池	—	—	<i>Dolichospermum</i>	—	—	<i>Planktohyngbya</i>	—	—	16	28	150	24
水主ヶ池	—	—	—	—	—	<i>Arthrospira</i>	<i>Dolichospermum</i>	—	68	130	130	200

表2 出現した藍藻類とクロロフィル a 濃度 (2020 年度)
(網掛け: クロロフィル a 濃度は 50µg/L 以上)

	春		夏		秋		冬		クロロフィルa (µg/L)			
	アオコ 形成種	その他の 藍藻類	アオコ 形成種	その他の 藍藻類	アオコ 形成種	その他の 藍藻類	アオコ 形成種	その他の 藍藻類	春	夏	秋	冬
大久手池	—	—	—	—	<i>Microcystis</i>	—	—	—	2	10	9	3
大村池	—	—	—	—	—	—	—	—	3	5	15	10
安田池	—	—	<i>Microcystis Dolichospermum</i>	—	<i>Microcystis Dolichospermum</i>	<i>Planktolyngbya</i>	<i>Microcystis Dolichospermum</i>	—	130	19	21	60
緑ヶ池	—	—	—	—	<i>Microcystis Dolichospermum</i>	—	<i>Dolichospermum</i>	—	<2	8	10	31
猫ヶ洞池	<i>Microcystis</i>	—	<i>Microcystis Dolichospermum</i>	—	—	<i>Planktolyngbya</i>	—	—	27	7	22	33
塚ノ杓池	—	—	<i>Dolichospermum</i>	—	—	—	—	—	7	5	5	5
牧野池	<i>Dolichospermum</i>	—	—	<i>Planktolyngbya</i>	<i>Dolichospermum</i>	—	<i>Dolichospermum</i>	—	35	17	11	39
荒池	—	—	<i>Microcystis Dolichospermum</i>	—	<i>Dolichospermum</i>	<i>Pseudanabaena</i>	<i>Dolichospermum</i>	—	17	89	110	62
戸笠池	—	—	<i>Dolichospermum</i>	—	—	—	—	—	8	8	9	5
新海池	<i>Microcystis</i>	<i>Pseudanabaena</i>	<i>Microcystis, Dolichospermum, Planktothrix- Planktothricoides</i>	<i>Pseudanabaena</i>	<i>Microcystis</i>	<i>Aphanocapsa</i>	—	—	21	36	78	28
琵琶ヶ池	—	—	<i>Dolichospermum</i>	<i>Planktolyngbya</i>	—	<i>Pseudanabaena</i>	—	—	14	17	57	15
蜷池	<i>Dolichospermum</i>	—	—	<i>Planktolyngbya Pseudanabaena</i>	—	<i>Aphanocapsa</i>	—	<i>Planktolyngbya</i>	8	19	36	13
水主ヶ池	<i>Dolichospermum</i>	—	<i>Microcystis Dolichospermum</i>	—	—	—	—	—	200	92	250	250

表3 出現した藍藻類とクロロフィル a 濃度 (2021 年度)
(網掛け: クロロフィル a 濃度は 50µg/L 以上)

	春		夏		秋		冬		クロロフィルa (µg/L)			
	アオコ 形成種	その他の 藍藻類	アオコ 形成種	その他の 藍藻類	アオコ 形成種	その他の 藍藻類	アオコ 形成種	その他の 藍藻類	春	夏	秋	冬
大久手池	—	—	—	—	—	—	—	—	<2	7	17	3
大村池	—	—	<i>Dolichospermum</i>	—	—	—	—	—	4	18	11	10
安田池	—	—	—	—	<i>Microcystis, Planktothrix- Planktothricoides</i>	<i>Planktolyngbya</i>	<i>Dolichospermum</i>	—	15	10	18	46
緑ヶ池	—	—	<i>Dolichospermum, Aphanizomenon Cuspidothrix</i>	—	—	—	—	—	<2	15	5	12
猫ヶ洞池	—	—	—	<i>Planktolyngbya</i>	<i>Microcystis</i>	<i>Planktolyngbya</i>	—	—	20	14	20	15
塚ノ杓池	—	—	—	—	<i>Planktothrix- Planktothricoides</i>	<i>Planktolyngbya</i>	—	—	3	6	10	17
牧野池	—	—	<i>Dolichospermum</i>	—	<i>Dolichospermum</i>	—	—	—	20	31	46	44
荒池	—	—	<i>Dolichospermum</i>	—	<i>Microcystis, Dolichospermum Planktothrix- Planktothricoides</i>	—	—	—	8	100	45	58
戸笠池	—	—	—	—	—	—	—	—	<2	14	20	24
新海池	—	—	<i>Microcystis</i>	<i>Pseudoanabaena, Planktolyngbya</i>	<i>Microcystis, Anabaenopsis, Planktothrix- Planktothricoides</i>	<i>Pseudoanabaena,</i>	<i>Microcystis</i>	<i>Planktolyngbya</i>	16	20	51	21
琵琶ヶ池	<i>Dolichospermum</i>	—	<i>Aphanizomenon</i>	—	—	<i>Pseudoanabaena, Planktolyngbya</i>	—	—	20	68	53	30
蜷池	—	—	<i>Microcystis</i>	<i>Planktolyngbya, Pseudoanabaena</i>	—	<i>Planktolyngbya, Pseudoanabaena</i>	—	—	<2	24	81	120
水主ヶ池	—	—	—	—	—	—	—	—	88	53	130	160

表 4 優占種一覧
(網掛け：アオコ形成種)

	2019年度				2020年度				2021年度			
	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
大久手池	<i>Uroglena</i>	<i>Peridinium</i>	<i>Merismopedia</i>	なし	緑藻類の一種	なし	なし	なし	<i>Dinobryon</i>	なし	なし	なし
大村池	<i>Aulacoseira</i>	なし	なし	なし	なし	なし	<i>Mallomonas</i>	なし	なし	<i>Euglena</i>	なし	<i>Mallomonas</i>
安田池	<i>Crucigenia Westella</i>	<i>Coelastrum</i>	なし	<i>Eudorina Pediastrum</i>	<i>Peridinium</i>	なし	なし	珪藻の一種	なし (緑藻優占)	なし	なし	<i>Dolichospermum</i>
緑ヶ池	なし	<i>Dolichospermum</i>	<i>Dolichospermum</i>	<i>Sphaerocystis</i>	<i>Sphaerocystis</i>	なし	なし	<i>Gonyostomum</i>	<i>Planktospheria</i>	<i>Dolichospermum, Aplanizomenon Cuspidolthrix</i>	<i>Closterium</i>	<i>Westella</i>
		<i>Pseudanabaena</i>	なし	<i>Aulacoseira</i>	<i>Aulacoseira</i>	なし	なし	<i>Closterium</i>				<i>Cyclotella</i>
猫ヶ洞池	<i>Aulacoseira, Ulnaria</i>	珪藻	なし	なし	<i>Aulacoseira</i>	なし	なし	なし	なし (珪藻優占)	<i>Planktolingbya Ulnaria</i>	なし	<i>Aulacoseira</i>
塚ノ秋池	なし	なし	なし	鞭毛藻の一種	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	<i>Dinobryon</i>
牧野池	なし	<i>Dinobryon</i>	なし	<i>Aulacoseira</i>	<i>Aulacoseira</i>	なし	なし	なし	<i>Aulacoseira Dinobryon, Synura</i>	なし	<i>Dolichospermum</i>	なし
荒池	なし	<i>Planktolithrix-Planktolithricoides</i>	<i>Planktolithrix-Planktolithricoides</i>	<i>Synedra</i>	<i>Crucigenia</i>	<i>Planktolithrix-Planktolithricoides, Dolichospermum</i>	なし	<i>Dolichospermum Aulacoseira</i>	なし	<i>Dolichospermum</i>	<i>Ulnaria</i>	なし
		なし	<i>Beggiatoa</i>	なし	なし	なし	なし	なし				
戸笠池	なし	なし	<i>Planktolithrix-Planktolithricoides</i>	なし	なし	なし	なし	なし	<i>Dinobryon</i>	なし	なし	なし
新海池	<i>Achnanthesidium</i>	<i>Microcystis</i>	<i>Microcystis Aulacoseira</i>	なし	<i>Aulacoseira</i>	<i>Pseudanabaena</i>	<i>Aulacoseira</i>	なし	<i>Aulacoseira</i>	<i>Nitzschia Pseudanabaena, Planktolingbya</i>	<i>Microcystis</i>	<i>Flagraria Aulacoseira</i>
				なし	なし	珪藻の一種	<i>Microcystis</i>	なし	<i>Dolichospermum Synura</i>	<i>Aplanizomenon</i>	なし	なし
琵琶ヶ池	なし	<i>Phormidium Gymnodinium</i>	<i>Planktolingbya</i>	なし	なし	<i>Dolichospermum, Aulacoseira</i>	<i>Pseudanabaena</i>	なし				
蜷池	なし	なし	<i>Planktolingbya</i>	なし	<i>Aulacoseira</i>	なし	なし	なし	<i>Aulacoseira</i>	<i>Planktolingbya Pseudanabaena</i>	<i>Planktolingbya</i>	<i>Achnanthesidium</i>
			なし	なし	なし	なし	なし	なし	<i>Staurastrum</i>	なし	<i>Golenkinitia, Acanthosphaera, Nitzschia</i>	<i>Desmodesmus</i>
水主ヶ池	なし	なし	<i>Arthrospira</i>	なし	なし	珪藻の一種	<i>Cyclotella</i>	<i>Cyclotella Synedra</i>	<i>Cyclotella</i>	なし	なし	なし

表 5 各池の水質とアオコ形成種の発生状況
(全窒素、全リン、Chl.a は 2017～2021 年度の平均値、PO₄-P は 2019～2021 年度の平均値)

	COD	全窒素	全リン	冬のPO ₄ -P	Chla	N/P比	池面積 (m ²)	流域面積 /池体積比	アオコ形成種 発生回数 (12回中)	アオコ形成種 優占回数 (12回中)
	(mg/L)			(μg/L)						
大久手池	3.8	0.4	0.04	0.003	6	11	80,000	1	1	0
大村池	7.0	0.6	0.08	0.003	14	8	52,000	27	1	0
安田池	11.7	1.0	0.08	0.018	28	13	52,000	2	6	1
緑ヶ池	6.0	0.5	0.04	0.006	15	14	73,000	3	5	3
猫ヶ洞池	5.6	0.7	0.04	0.007	22	15	70,000	13	3	0
塚ノ杙池	9.1	0.6	0.03	0.002	9	18	23,000	2	2	0
牧野池	10.5	0.8	0.07	0.003	28	11	170,000	3	8	1
荒池	14.2	1.5	0.13	0.023	98	12	66,000	15	7	5
戸笠池	6.5	0.7	0.05	0.007	20	13	20,000	17	3	1
新海池	9.3	0.9	0.09	0.004	45	10	37,000	6	10	4
琵琶ヶ池	9.7	1.0	0.08	0.008	37	12	33,000	6	3	3
蝮池	8.4	0.8	0.05	0.012	35	14	23,000	11	3	0
水主ヶ池	11.2	3.6	0.26	0.099	133	14	72,000	18	3	0

表 6 各池の水質の季節変動 (2017～2021 年度の平均値)

	春 (4月)				夏 (7月, 牧野池は8月)				秋 (10月)				冬 (1月, 牧野池は2月)			
	COD	全窒素	全リン	Chl.a (μg/L)	COD	全窒素	全リン	Chl.a (μg/L)	COD	全窒素	全リン	Chl.a (μg/L)	COD	全窒素	全リン	Chl.a (μg/L)
大久手池	3.4	0.3	0.03	2	3.6	0.4	0.04	6	5.1	0.4	0.05	11	3.1	0.4	0.03	3
大村池	6.4	0.5	0.06	4	9.7	0.7	0.09	16	7.3	0.7	0.09	24	4.4	0.5	0.06	11
安田池	13.9	1.1	0.09	40	12.9	0.9	0.07	18	10.5	0.8	0.06	26	9.4	1.1	0.08	26
緑ヶ池	5.0	0.5	0.03	3	5.9	0.5	0.04	8	7.8	0.7	0.04	34	5.5	0.5	0.03	15
猫ヶ洞池	6.3	0.6	0.05	26	4.9	0.5	0.03	11	6.0	0.6	0.05	25	5.2	1.0	0.06	24
塚ノ杙池	8.1	0.6	0.03	5	8.8	0.5	0.03	7	11.4	0.7	0.04	15	8.0	0.5	0.02	10
牧野池	12.5	1.0	0.11	39	9.1	0.7	0.05	16	10.8	0.7	0.06	19	9.7	0.9	0.07	35
荒池	7.8	0.9	0.06	16	14.1	1.5	0.13	91	23.4	2.1	0.22	246	11.5	1.5	0.10	41
戸笠池	4.9	0.5	0.04	11	5.5	0.5	0.04	13	9.8	0.6	0.09	38	5.8	1.1	0.04	18
新海池	9.8	0.8	0.06	41	6.9	0.7	0.05	23	13.0	1.2	0.22	82	7.5	0.9	0.04	33
琵琶ヶ池	8.4	0.8	0.07	19	9.8	0.9	0.08	36	11.4	1.1	0.10	73	9.3	1.0	0.08	19
蝮池	6.7	0.6	0.05	14	7.9	0.6	0.05	19	11.3	1.1	0.06	71	7.8	0.7	0.05	38
水主ヶ池	12.1	3.8	0.27	135	9.2	2.6	0.17	86	11.6	2.4	0.21	112	12.0	5.5	0.38	198

ま と め

今回の調査で、大久手池、大村池、猫ヶ洞池、塚ノ杵池を除くほとんどの常時監視対象池で、内部生産の水質に対する影響が大きいことがわかった。また池により内部生産の主要因となる植物プランクトンの種類が異なっており、水質やその季節変動に影響している様子が明らかとなった。

一方で、今回の水質データは常時監視結果を用いたため、夏の水質は7月上旬の結果、秋の水質は10月上旬の結果となっている。7月上旬は梅雨明けの時期で、降雨の影響を強く受けているため、特に藍藻が内部生産の主要因となる池では夏の Chl. a 濃度が秋の Chl. a 濃度を下回っている。しかし藍藻類の性質を考えると、このような池では7月と10月の間に Chl. a 濃度と COD の年最大値が観測される可能性が高い。今後はそうしたことも踏まえて調査・研究を行っていくことが必要である。

また、いくつかの池では栄養塩濃度が高いにも関わらず、アオコ形成種の増殖が抑制されている可能性が示唆された。こうした池の環境・水質をより丁寧に観測することで、他の池にも応用できるような水質管理手法を見いだすことが期待される。

文 献

- 1) 内田和子：名古屋市におけるため池の保全・活用に関する考察，水利科学，51(6)，40–59，(2008)
- 2) 名古屋市（環境局地域環境対策課，環境局環境科学調査センター，緑政土木局河川計画課）：市内河川・ため池・名古屋港の水質の変遷 281–454 (2021)
- 3) 名古屋市：公共用水域及び地下水の常時監視結果 <https://www.city.nagoya.jp/shisei/category/53-5-22-8-2-2-0-0-0-0.html> (2022.08.30 アクセス)
- 4) 柴田愛，天野佳正，相川正美，町田基：窒素，リンの絶対量および N/P 比によって変化する藍藻類 *Microcystis aeruginosa* と珪藻類 *Cyclotella* sp. の優占化特性，日本水処理生物学会誌，49(2)，47–54 (2013)
- 5) 土山ふみ，安藤良，鎌田敏幸，榊原靖，鈴木直喜，小島節子，長谷川瞳，山神尚人，若山秀夫：名古屋のため池の水質について，名古屋市環境科学研究所報，38，61–69 (2008)
- 6) 中村剛也，本間隆満，宮原裕一，花里考幸，朴虎東：諏訪湖における藍藻類の現存量・種組成変化に及ぼす滞留時間の影響，水環境学会誌，33(9)，123–129 (2010)
- 7) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター：霞ヶ浦への招待 https://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/seikatsukankyo/kasumigauraesc/04_kenkyu/introduction/kahology_top.html (2022.08.30 アクセス)
- 8) アレキサンダー・J・ホーン，チャールズ・R・ゴールドマン：陸水学（第2版），243–284 (1999)
- 9) 岩山朱美，平間幸雄，小倉久子：手賀沼における植物プランクトンの長期変動(2)，千葉県環境研究センター平成24年度年報，135–136 (2013)
- 10) 鎌田敏幸，土山ふみ，安藤良，榊原靖：ため池の有機物の挙動，名古屋市環境科学研究所報，37，47–51 (2007)
- 11) 村上哲生，近藤繁生，浜島繁隆，鈴木達夫，須賀瑛文：名古屋市及びその周辺の溜池の現状調査，ため池の自然，2，7–12 (1984)
- 12) 今井章雄，福島武彦，松重一夫：溶存フミン物質の藍藻 *Microcystis aeruginosa* の増殖に及ぼす影響，水環境学会誌，22(7)，555–560 (1999)
- 13) Sun B.-K., Tanji Y., Unno H.: Influences of iron and humic acid on the growth of the cyanobacterium *Anabaena circinalis*, Biochemical Engineering Journal, 24(3), 195–201 (2005)
- 14) 大畑史江，岡村佑里子，長谷川絵理，榊原靖，水野雄介：名古屋市内のため池の現況，環境科学調査センター年報，8，45–54 (2019)
- 15) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター：植物プランクトンの群衆構造に影響する環境因子の解明に関する研究，茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報，10 116–118 (2014)
- 16) Tilzer M.M.: Light-dependence of photosynthesis and growth in cyanobacteria: implications for their dominance in eutrophic lakes, New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 21, 401–412 (1987)
- 17) 名古屋市（環境局地域環境対策課，環境局環境科学調査センター，緑政土木局河川計画課）：市内河川・ため池・名古屋港の水質の変遷 263–428 (2016)
- 18) 周勝，中井智司，細見正明，瀬崎裕子，富永正照：ヨシのアレロパシーによるシアノバクテリアの増殖抑制，日本水処理生物学会誌，40(1)，23–28 (2004)
- 19) 南篠吉之，福田明彦，平尾優年，杉本多恵子：アオコの増殖と塩素イオン濃度との関係について，鳥取県衛生研究所報，32，60–64 (1992)
- 20) 南篠吉之，福田明彦，平尾優年，杉本多恵子：アオ

コ (*Anabaena affinis*) の増殖特性—水温, 塩素イオン濃度との関係について—, 鳥取県衛生研究所報 34, 59–62 (1994)