

【資料】令和6年度多々良沼水質調査結果

山崎生美恵 井野修平 小淵和通 宇野悠介 稲村功 太田正徳

Water Quality Monitoring in Lake Tatara-Numa in 2024

Kimie YAMAZAKI, Shuhei INO, Kazumichi OBUCHI, Yusuke UNO, Isao INAMURA, Masanori OHTA

1.はじめに

多々良沼は、群馬県東部に位置する館林市と邑楽町にまたがる沼であり、冬になると白鳥が飛来することでも知られている。主な流入河川は、多々良川及び孫兵衛川であり、流出河川は逆川、多々良川及び鶴生田川である。多々良沼は、生活雑排水の混入による水質汚濁が問題となっており、水質改善の必要性が求められている（下田、2006）。

当所は、多々良沼・城沼自然再生協議会事業の一環として、多々良沼及び周辺河川の水質と流量を把握し、富栄養化による水質汚濁の進んだ沼の水質浄化手法に係る基礎資料とすることを目的に、2018年から毎年水質調査を実施している（梅澤、2019）。

今回は令和6年度に実施した水質調査の結果を報告する。

2.水質調査方法

調査は2024年8月（夏季）、2025年2月（冬季）に実施した。採水は、多々良沼内2地点（沼1、沼2）及び周辺河川6地点の計8地点で行った（図1）。なお、沼1については、表層（水深0.5m）・中層（全水深の1/2）・下層（全水深-1m）と深度別の採水も行ったため、1回の水質調査における検体数は計10検体であった。流量計測は、江尻橋、中橋及び草場橋の3地点で行った。

分析項目は、透明度または透視度、水温、pH、生物化学的酸素要求量（BOD）、化学的酸素要求量（COD）、溶存酸素量（DO）、浮遊物質（SS）、クロロフィルa（chl-a）、全窒素（TN）、全リン（TP）とし、昭和46年12月28日環告第59号及びJIS K 0102に基づき実施した。

また、汚濁の内部生産確認のため、溶存態COD及び懸濁態CODの算出も行った。溶存態CODは、検体をろ紙（Whatman、GF/F）で濾過したろ液の

COD、懸濁態CODは、全CODから溶存態CODを差し引いた値とした。

なお、水質に関しては、多々良沼には生活環境項目に関する環境基準は設定されていない。そのため、多々良沼・城沼自然再生協議会事業管理実施計画に準じて湖沼B類型を適用し、評価することとした。また、調査対象の周辺河川（藤川、多々良川、孫兵衛川、逆川）にも環境基準は設定されていない。そのため、周辺河川には、多々良川が合流する矢場川及び鶴生田川に設定されている環境基準に準じて河川C類型を適用し、評価することとした。

また、沼1、江尻橋、中橋について、多々良沼・城沼自然再生協議会から提供を受けたデータと当所で蓄積したデータを使い1999年4月以降のデータ解析を行った。

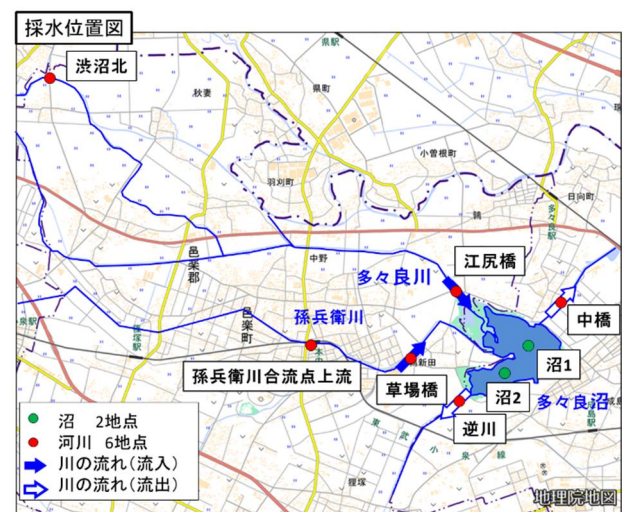


図1 調査地点

出典：国土地理院 地理院地図を加工して使用

3.結果及び考察

3.1. 多々良沼水質調査

多々良沼内2地点の水質調査結果及び環境基準（湖沼）への適合状況を表1に示す。

多々良沼のCODは、例年同様、冬季に悪化することが確認された。沼1表層のCODは夏季に湖沼B類型の環境基準を超過しており、冬季はC類型の環境基準（8 mg/L 以下）も超過していた。沼1表層のSSは冬季に湖沼B類型の環境基準を超過していた。その他、TN、TP、chl-aなども冬季に高い値を示していた。例年、多々良沼のBODは冬季に上昇する傾向があるが、今年度の調査では夏季の値の方が高かった。

また、夏季は冬季と比較して、pH、DO、COD、SS、chl-aの値について、表層、下層でその差が大きい。この原因は、夏季の気温の高い日中に変水層が形成され垂直方向の対流が起こりにくく、加えて、冬季と比較して風が弱く、表層と下層の混合が起こりにくいと考えられる。また、夏季は植物プランクトン現存量の指標であるchl-aが表層で高いことから、表層のみで増殖したと考えられる。さらに、植物プランクトンの光合成によって水中の二酸化炭素が消費され、表層のpHも上昇し、生成された酸素が水中に供給されたことで、

表層のDOが上昇したと考えられる。さらに、表層での光合成により、植物プランクトンが有機物を生成するため、表層のCODが高くなったと推測できる。下層では、表層、中層にある有色の溶存物質や植物プランクトンの影響により、光が減衰し、光合成や増殖が起こりにくく、DOやchl-aが低下したと考えられる。一方、冬季には変水層が形成されないこと、沼への流入水量の減少により水深が浅くなることで、強い季節風などによる表層と下層の対流が比較的容易に起こると考えられ、水質が全層で均一化していることが分かる。

chl-aは水域では植物プランクトン現存量の指標となることから、植物プランクトンの消長も毎年同様な季節変化を繰り返しているといえる。

BOD、COD、chl-aが同様の季節変化であることから、冬季の水質悪化（BOD及びCODの上昇）には、植物プランクトンが大きく影響していると考えられる。ここで、沼1表層におけるchl-aとBOD、COD、TN及びTPの相関を図2に示す。chl-aが高いほど、BOD及びCODも高くなっていることが分かる。特に、CODとの間には明らかな正の相関が認められる。植物プランクトンは窒素、りん等の栄養塩を用いて光合成を行い、有機物を生成して成長・増殖する。TN、TPの増加に伴いchl-a

表1 多々良沼の水質と環境基準の比較

項目	環境基準 (湖沼B類型)	調査日：2024年8月2日（夏季）				調査日：2025年2月26日（冬季）			
		沼1 表層	沼2 中層	沼2 下層	沼2 表層	沼1 表層	沼2 中層	沼2 下層	沼2 表層
採水時刻		10:45	10:50	10:55	11:05	10:35	10:40	10:45	10:53
天候			晴		晴		晴		晴
全水深 [m]			6.1		1.8		5.0		0.8
採取水深 [m]		0.5	3.0	5.0	0.5	0.5	2.5	4.0	0.5
透明度 [m]			0.9		0.8		0.7		0.8
気温 [°C]			36.0		33.5		12.8		12.8
水温 [°C]		31.1	28.9	26.9	31.4	6.1	6.1	5.8	6.7
pH	6.5~8.5	9.0	7.8	7.4	8.8	9.2	9.2	9.1	8.9
DO [mg/L]	5	12	5.5	1.1	12	16	16	16	15
BOD [mg/L]	—	5.2	4.4	5.2	5.9	3.3	3.9	3.6	4.0
COD [mg/L]	5	6.8	5.4	4.7	8.2	9.9	8.5	9.0	9.6
溶存態COD [mg/L]	—	3.2	3.0	2.8	3.8	3.1	3.3	3.5	3.5
懸濁態COD [mg/L]	—	3.6	2.4	1.9	4.4	6.8	5.2	5.5	6.1
懸濁態CODの割合 [%]	—	52.9	44.4	40.4	53.7	68.7	61.2	61.1	63.5
SS [mg/L]	15	10	8	15	14	20	22	21	26
TN [mg/L]	—	0.82	0.93	1.3	1.2	2.4	2.4	2.4	2.6
TP [mg/L]	—	0.022	0.022	0.036	0.037	0.15	0.17	0.17	0.19
chl-a [μg/L]	—	41	35	12	78	190	200	190	180

湖沼B類型基準値超過

も増加傾向であることから、沼におけるCODは植物プランクトンの増殖による影響を大きく受けていると考えられる。

多々良沼は前述のとおり冬季の chl-a 濃度が高い。これは、沼内の水量が減少することによって相対的に chl-a 濃度が高くなることで、植物プランクトンが、より繁殖しやすい環境要因になっていると考えられる。つまり、冬季の水質の悪化は、汚濁の濃度上昇と植物プランクトンの増殖による内部生産の双方が影響していると推察できる。

植物プランクトンの増殖は植物プランクトンの数及び懸濁態有機物を増加させることから、懸濁態 COD 増加が指標となる。沼1表層の全CODにおける懸濁態CODの割合は夏季が52%、冬季が68%であった。

今後データの蓄積が必要ではあるが、chl-a とCODに明らかな相関があること及び全COD中の懸濁態COD割合が50%を超えていることから、多々良沼のCODが植物プランクトン増殖による内部生産の影響を受けていると考えられる。

3.2. 周辺河川水質調査と流量計測

周辺河川の水質調査結果及び環境基準（河川）への適合状況と流量計測結果を表2に示す。

まず、中橋では夏季にBOD、冬季にpHの基準値超過が見られた。これは、中橋を流れる多々良

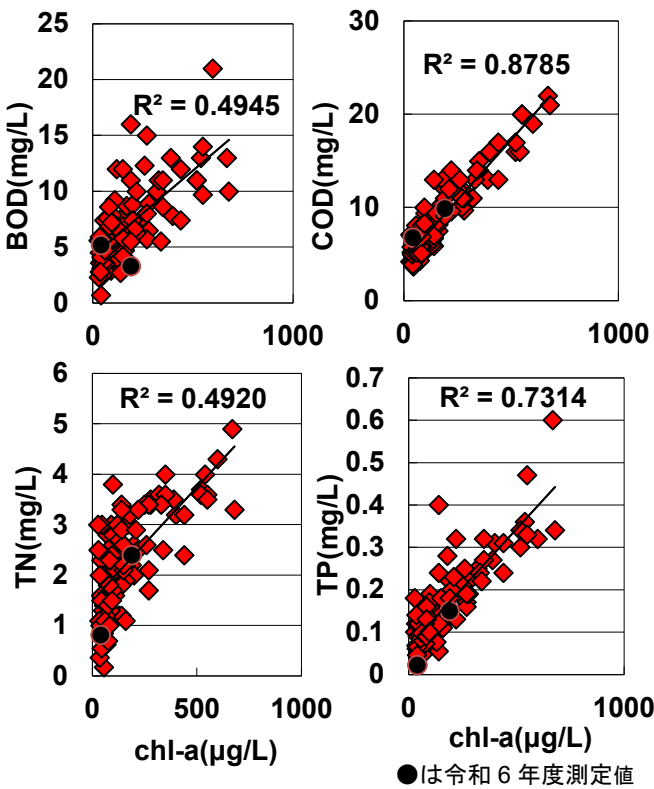


図2 沼1表層におけるchl-aと各項目の相関

川が多々良沼の主要な流出河川であることから、多々良沼表層の影響を受けたと考えられる。また、孫兵衛川合流点上流では、夏季及び冬季にBODの基準値超過が見られ、COD、TN、TPも他の周辺

表2 周辺河川の水質と環境基準の比較

項目	環境基準 (河川C 類型)	調査日：2024年8月2日（夏季）						調査日：2025年2月26日（冬季）					
		洪沼北	江尻橋	中橋	草場橋	孫兵衛川 合流点 上流	逆川	洪沼北	江尻橋	中橋	草場橋	孫兵衛川 合流点 上流	逆川
採水時刻		10:15	12:05	11:35	12:35	12:50	12:20	10:05	11:35	11:15	12:05	12:25	11:52
天候		晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴
水深 [m]		0.7	1.4	2.0	1.9	0.6	0.3	0.60	0.25	0.27	0.80	0.30	0.25
川幅 [m]			11	20	10.5				5.6	12	5.0		
透視度 [cm]		44	>50	28	40	20	33	>50	>50	15	38	18	>50
気温 [°C]		31.5	35.9	29.8	34.7	33.0	35.0	13.8	15.7	14.0	14.3	15.2	14.6
水温 [°C]		25.1	26.5	30.4	30.1	29.1	29.4	7.9	8.3	7.6	9.0	9.9	7.5
流量 [m³/s]		—	3.4	4.7	0.0	—	—	—	0.5	0.6	0.1	—	—
pH	6.5~8.5	7.9	7.4	8.1	7.9	7.8	7.8	7.9	7.9	9.2	7.9	7.9	8.3
DO [mg/L]	5	8.2	6.6	11	11	10	6.5	12	11	16	11	6.7	11
BOD [mg/L]	5	1.0	6.4	5.1	3.2	16	4.1	1.4	2.7	4.6	6.2	18	1.3
COD [mg/L]	—	3.6	3.6	6.4	5.8	11	7.7	4.0	5.1	10	10	14	4.4
溶存態COD [mg/L]	—	2.0	2.1	3.3	3.7	7.6	2.9	2.6	4.4	3.3	7.9	11	3.1
懸濁態COD [mg/L]	—	1.6	1.5	3.1	2.1	3.4	4.8	1.4	0.7	6.7	2.1	3.0	1.3
SS [mg/L]	50	17	10	10	7	20	33	2	4	25	9	8	6
TN [mg/L]	—	1.4	1.4	0.93	2.2	6.2	1.9	1.8	3.5	2.5	10	13	0.59
TP [mg/L]	—	0.024	0.027	0.025	0.034	0.70	0.049	0.10	0.27	0.17	0.71	1.4	0.035
chl-a [μg/L]	—	6.2	3.9	56	38	170	29	4.9	5.3	200	38	9.9	7.8

河川C類型基準値超過

河川と比較して高い値を示していた。当該地点を通る河川は住宅街を流れているため、流入する生活排水の影響を受けやすい。また、一年を通して水量が少なく、流れが緩やかであることから、水質が悪化しやすい河川であると考えられる。

中橋及び孫兵衛川合流点上流の他、夏季の江尻橋及び冬季の草場橋で BOD の基準値超過が認められた。江尻橋の基準値超過の原因は不明であるが、草場橋については上流の孫兵衛川合流点上流の BOD が高く流速が小さいことに起因している可能性が高い。当該 2 地点は多々良沼流入河川であることから、これらの BOD の基準値超過は多々良沼の水質に影響を与えている可能性が高いため、今後の経過を注視していく必要がある。

流入河川と流出河川で比較すると、流入河川（江尻橋、草場橋、孫兵衛川合流点上流）では、主に生活排水由来と考えられる TN 及び TP が高い値を示す一方で、流出河川（中橋、逆川）では、それらを栄養塩とする植物プランクトンに由来する chl-a の値が高い傾向がある。なお、逆川については、冬季には沼の水位が低下することで、流出がほとんど無くなるため、chl-a は夏季より低下している。流入部の TN、TP の増加により、流出部が富栄養化の状態となり、植物プランクトンが増加したと考えられる。

流入河川については、水質を決定する上で流量変動が大きな制限因子として作用していると考えられている。流入である江尻橋の流量と BOD、COD、TN 及び TP の相関を図 3 に示す。この図 3 は、過去の蓄積データの傾向を示しており、令和 6 年度の結果は黒丸で示した。江尻橋の流量は季節変動が大きく、夏季は多い時は約 6 m³/s であるのに対して、冬季は 0.5 m³/s 以下まで減少することが分かっている。いずれの項目も、冬季の流量減少時に高い値を示しており、流量との相関が認められる。河川流量の減少によって河川水の希釈効果が弱まり、相対的に生活排水等の負荷比率が高くなったことで、冬季は水質が悪化したと考えられる。

一方、流出河川は冬季に水質が悪化し、沼の季節変化とほとんど一致する。流出河川は矢場川及び鶴生田川に流入することから、両河川の環境基準である河川 C 類型を満足することが望まれるが、中橋では河川 C 類型の基準値を頻繁に超過し

ている。中橋における chl-a と COD の相関を図 4 に示す。なお、図中には参考に沼 1 表層の値も併記した。図 4 から、中橋の COD は沼 1 表層と同様に chl-a との相関が示された。流出河川の水質は沼の水質に依存していることから、流出河川の水質も沼の植物プランクトン現存量と関係していると考えられる。

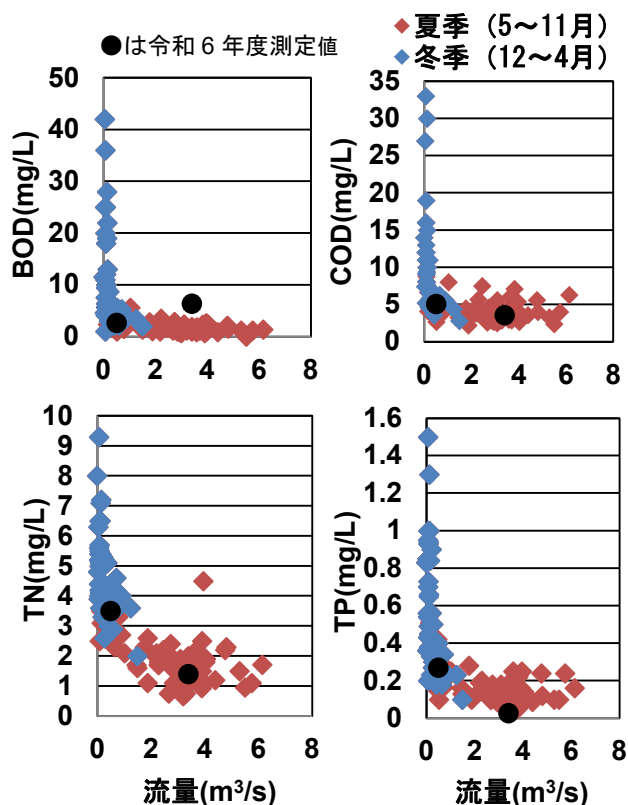


図 3 江尻橋（流入河川）の流量と各項目との相関

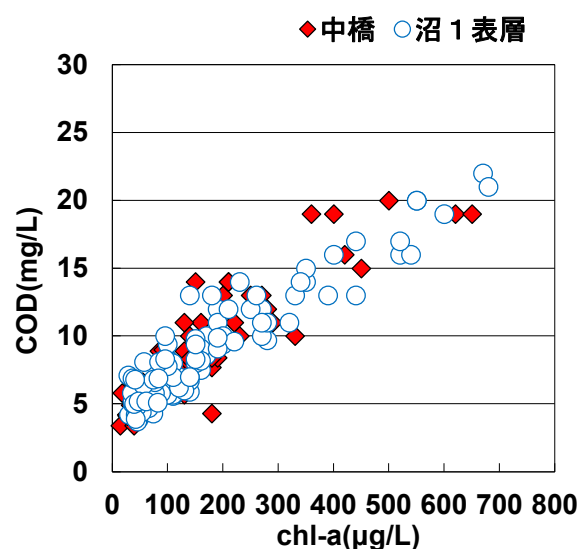


図 4 中橋（流出河川）の chl-a と COD の相関

4.まとめ

令和 6 年度も例年同様、多々良沼の水質が冬季に悪化する傾向が認められた。その原因として、植物プランクトンによる影響のほか、水量の減少が挙げられる。一般的に、水量の季節変動の少ない湖沼では、冬季は植物プランクトン自体の繁殖速度は遅くなると考えられる。しかし、多々良沼は冬季に chl-a の濃度が高く、これは、沼内の水量の減少により相対的に汚濁濃度が高くなることで、TN や TP の濃度も高くなり、植物プランクトンの繁殖に適した環境が形成されたことが原因と考えられる。また、懸濁態 COD の割合が高いことから、水量の減少による相対的な汚濁濃度上昇と植物プランクトンの増加による内部生産の双方の要因が、冬季の水質の悪化に影響していると推察される。水質浄化対策としては、冬季の追加導水等による水量増加がその一つとして挙げられ、植物プランクトンの増殖に影響する TN や TP の濃度が低下し、内部生産を抑えられることが期待できる。

流入河川による多々良沼への汚濁負荷は半分以上が生活系であり、単独処理浄化槽を使用している家庭からの負荷が 7 割以上を占めている（梅澤、2019）。また、多々良沼流入河川が流れる邑楽町は令和 5 年度末の污水处理率が 61.3%と決して高くはなく、合併処理浄化槽への転換や下水道への接続が進んでいない状態である（群馬県下水環境課、2024）。以上のことから、流入河川の汚濁負荷量を削減することも重要な対策である。

本調査では、富栄養化が進んだ多々良沼の水質浄化手法のための基礎資料として多々良沼及び周辺河川の水質分析を行っている。今後も継続し、特に、令和 6 年度から追加した多々良沼の COD の粒子状・溶存態の切り分け（懸濁態 COD 算出）と、TN・TP・水温・日照等と chl-a との関連性の検証をすることを検討したい。

謝辞

本調査は、多々良沼・城沼自然再生協議会事務局である館林土木事務所に御協力いただきました。この場を借りて、感謝申し上げます。

文献

群馬県下水環境課. 令和 5 年度末污水处理普及状況

<https://www.pref.gunma.jp/page/661907.html>

(2025 年 9 月閲覧)

国土地理院. 地理院地図 / GSI Maps

<https://maps.gsi.go.jp/>

(2025 年 9 月閲覧)

下田美里. 2006. 多々良沼の汚濁機構に関する研究. 群馬県衛生環境研究所年報, **38**:45-48.

多々良沼城沼自然再生協議会. 実施計画について

<https://tatarajou.org/keikaku/>

(2025 年 9 月閲覧)

梅澤真一. 2019. 多々良沼の水質把握と汚濁負荷量調査. 群馬県衛生環境研究所年報, **51**:38-41.