

福井県の湖沼における有機物の 新たな指標による評価と浄化に関する研究 (第1報)

保月勇志・桑野暁・三田村啓太・上嶋明子・大久保香澄・熊谷宏之

Study on Estimating Total Organic Carbon in Lake Mikata and Lake Kitagata, and Water Purification.

Takeshi HOZUKI

Satoru KUWANO, Keita MITAMURA, Akiko UEJIMA, Kasumi OKUBO, Hiroyuki KUMAGAI

1. はじめに

三方五湖および北潟湖では、これまで、流域の下水道整備、底泥の浚渫などの負荷量削減や湖水浄化を行ってきたが、有機物指標のCOD(化学的酸素要求量)や栄養塩の全窒素および全磷は、未だ上流域で基準を達成できていない。また近年は、三方湖において、アオコの発生抑制およびヒシの大繁殖など従来とは異なる事象が確認されている²⁾。

従来から湖沼の環境基準項目のうち有機物指標として設定されているCODは、過マンガン酸カリウムの酸化力の弱さや、加熱条件に由来する不正確性から有機物量の正確な把握が困難とされてきた。近年、正確な有機物量把握のためTOC(全有機体炭素)測定が活用され、水道法にも適用されるようになった。TOC測定は、機器分析法であり、無機炭素を除去した後に燃焼管において、CODやBODでは酸化できない全ての有機物を酸化できる方法であるため、正確な有機物量の把握に適していると考えられている。

本報では、三方湖および北潟湖の湖水や流入河川を用いて、各種有機物指標の比較・評価を行い、また、溶存態・懸濁態の分別や、様々な分析項目から推察される有機物や栄養塩などの挙動について考察する。

さらに、三方湖流域において平成12年から供用されている下水道に着目し、下水処理水の影響を調査した。

2. 実験方法

2. 1 対象湖沼の概要

2. 1. 1 三方湖の概要

若狭町に位置する三方湖は、面積3.56 km²、平均水深1.3 mの浅い淡水湖であり、汽水湖の久々子湖、菅湖および水月湖の最上流に位置する穏やかな湖である。水の流れは、潮汐による水月湖からの流出入と河川からの流入があり、はず川が最も大きな流入河川である。若狭町の4箇所の下水处理場の排水が、河川を経由または直接、三方湖に流入する。

2. 1. 2 北潟湖の概要

あわら市に位置する北潟湖は、面積2.14 km²、平均水深2.1 mの汽水湖である。北湖で大聖寺川と合流し海へと接続しており、水門の開閉により海水の流入を制御している。観音川が流入する中湖や、下流の北湖は水の交換があるが、南湖では流入がほとんどなく水が停滞しやすい。

2. 2 有機物指標の比較と湖水調査の方法

2. 2. 1 概要

各湖沼の表層および下層ならびに流域河川について、

2018年4月から2019年2月まで隔月毎に採水し、分析を行った。表層は、船上から直接採水し、下層については、万能採水器(宮本理研工業株式会社製)によって採水した。試料をろ紙によりろ過したものを溶存態とした。

また、懸濁態のサイズを推定するために、メンブレンフィルターを用いた分画を行った。

2. 2. 2 調査地点および調査日

2. 2. 2. 1 三方湖

調査地点：三方湖東部、はず川(上口橋)(図1)

調査日：2018/4/19、6/4、8/2、10/4、12/20、2019/2/7

2. 2. 2. 2 北潟湖

調査地点：北潟湖湖心、観音川(崎田橋)(図1)

調査日：2018/4/17、6/4、8/3、10/18、12/6、2019/2/8

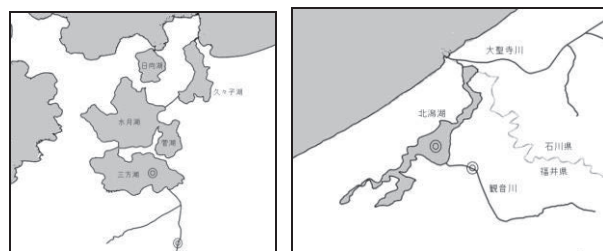


図1 調査地点

2. 2. 3 分析方法

2. 2. 3. 1 TOC

TOC測定は、JIS K 0102 22.2(2016)に基づき、燃焼酸化-赤外線式TOC自動計測法を用いた。TOC計(梶島津製作所製TOC-VCSH)に供給した試料に、酸を加えてpH2以下とし、通気して無機炭素を除去した後、一定量をキャリアガスとともに高温の燃焼管に送り、二酸化炭素に変換した後、非分散型赤外線ガス分析計で測定した。

2. 2. 3. 2 COD、BOD、全窒素、全磷、pH、DO

昭和46年環境庁告示第59号に基づく方法により測定した。

2. 2. 3. 3 吸光度

株式会社日本分光社製 V-760により測定した。

2. 2. 3. 4 クロロフィル

湖沼環境調査指針9.5.12.1に基づき測定した。

2. 2. 3. 5 鉄

上水試験方法に基づき測定した。

2. 2. 3. 6 マンガン

JIS K0102(2016)に基づき測定した。

2. 2. 3. 7 ろ過

アドバンテック社製GS-25を使用し、減圧ろ過により行った。

2. 2. 3. 8 フィルター分画

フィルター分画は、試料を3種の孔径のフィルター(100 μm :メルク社製 ナイロンネットフィルター、5 μm 、0.1 μm :メルク社製 デュラポア)で減圧ろ過し、3種のろ液およびろ過なし試料を測定し、それぞれの測定値の差分から各画分の濃度を算出した(図2)。

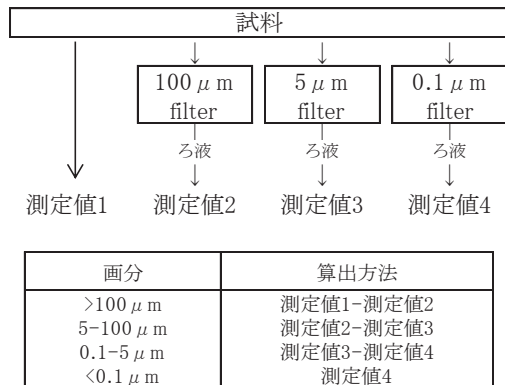


図2 フィルター分画の操作フロー

2. 3 三方湖負荷源調査

2. 3. 1 概要

負荷源調査は、下水処理施設の排水(滅菌処理前)および排出先の河川水の分析を行い、負荷量を算出した。

2. 3. 2 調査地点および調査日

調査地点: 下水処理施設4施設(表1)、はず川(はず川橋)、中山川(山脇橋)、別所川(河口付近)(各河川と下水処理場の位置関係は、図3のとおりである。下水処理場AおよびBの処理水ははず川へ、また下水処理場Cの処理水は中山川へ排水している。下水処理場Dの処理水は直接湖へ放流している。)

調査日: 2018/7/20、2019/1/24

2. 3. 3 分析方法

2. 2. 3の方法に準じて測定した。

表1 三方湖流域の汚水処理施設

	対象定住人口(人)	平均排水量($\text{m}^3/\text{日}$)	種別	放流先
下水処理場A	395	159	農業集落排水施設	はず川
下水処理場B	1,898	1,099	農業集落排水施設	はず川
下水処理場C	3,430	1,391	公共用下水道	中山川
下水処理場D	451	280	農業集落排水施設	三方湖

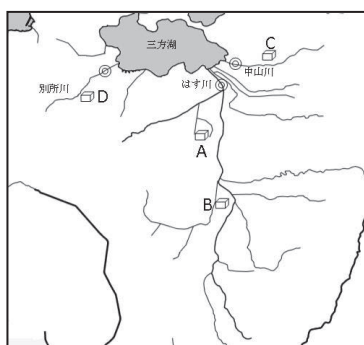


図3 負荷源調査地点

3. 結果および考察

本調査結果の測定値等の詳細は、文末の表2および表3に示し、解析結果を以下に示す。

3. 1 有機物指標の比較

三方湖東部および北潟湖湖心の表層水における各有機物指標(TOC、COD、BOD)の測定値および測定値に対する溶存態の寄与割合を図4に示す。

いずれの有機物指標も夏季に高くなり、冬季に低くなる傾向があった。この傾向は、三方湖東部の表層水において顕著であった。各有機物指標間の相関は、TOCとCODは強く(三方湖:R 0.989、北潟湖:R 0.964)、TOCとBODは比較的弱かった(三方湖:R 0.911、北潟湖:R 0.657)。

また、各有機物指標の溶存態の寄与割合をみると、TOCおよびCODは5~9割程度であるのに対し、BODは、2~4割程度と少なく、BODは懸濁態の影響を受けやすいことがわかった。三方湖と北潟湖の場合、懸濁態は主にプランクトンや底泥の巻き上がりで構成されていることから、これらがBODに作用すると考えられた。

また、TOCの測定値から求めた理論酸素要求量($\text{TOC} \times 2.67$)とCODおよびBODの測定値を比較し、酸化度を求めたところ、CODは5割程度、BODは2割程度しか酸化できていないことがわかった(図5)。D-COD(溶存態COD)は、5割程度の酸化度であり、ろ過を行わないCODの酸化度と同程度であるが、試料間のばらつきが小さかった。また、図よりいずれの湖水と河川のプロットも同一直線状に乗ることが確認でき、CODによる易分解性有機物の存在割合はいずれも同程度と推察される。

以上をまとめると、CODは、TOCと強い相関関係を持つが、酸化できる有機物は5割程度であること、また河川・湖沼間でその割合が変わらないことがわかった。またBODはTOCと比較的弱い相関関係であり、酸化できる有機物は2割程度しかなく、懸濁態の影響を受けやすいことがわかった。

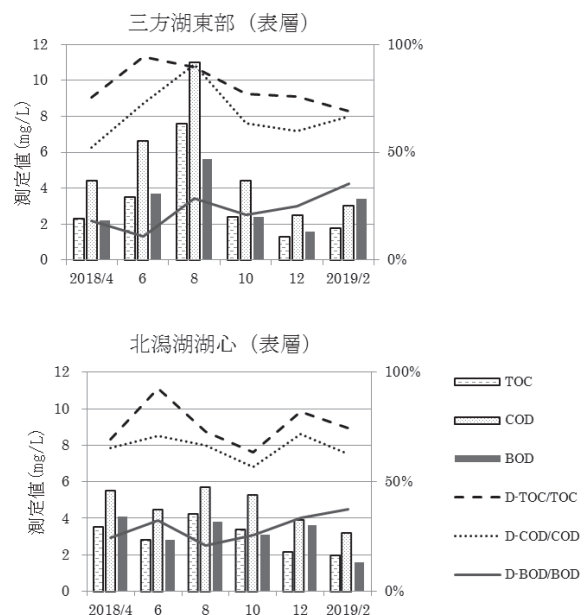


図4 各有機物指標による測定結果。

棒グラフは、TOC、CODおよびBODの測定値であり、折れ線グラフは溶存態が測定値に寄与する割合である。

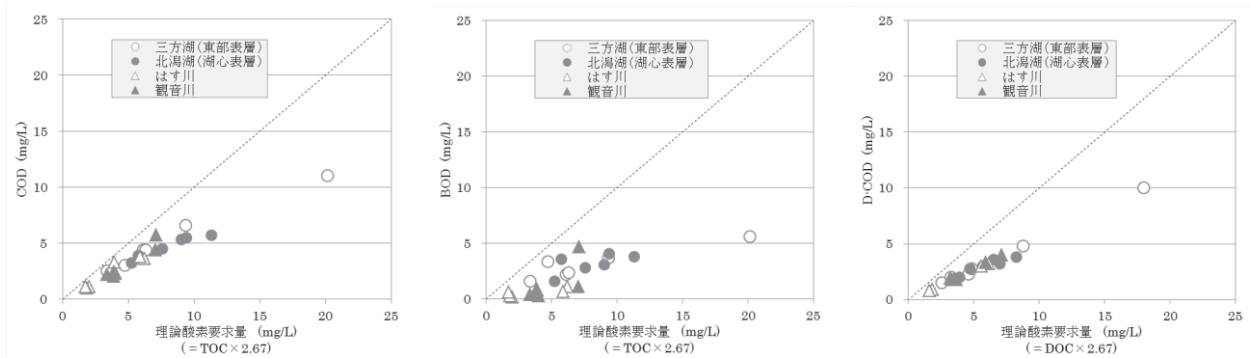


図5 有機物指標 (COD, BOD) と理論酸素要求量の比較

図中の白抜きマーカーは三方湖(東部表層)、黒塗りマーカーは北潟湖(湖心表層)、丸マーカーは湖水であり、三角マーカーは河川水を示す。理論酸素要求量は、TOCを正確な有機物量と仮定し、有機物が完全に酸化した場合の理論的な酸素要求量である(理論酸素要求量=2.67×TOC)。

3. 2 湖水調査 (流入河川と湖水の関係)

3. 2. 1 三方湖とはす川

図6の三方湖の流入河川と湖水との関係を見ると、湖水中の有機物量は、平時は流入河川の有機物量と連動しているが、8月に湖水のみ著しく高濃度となった。これは、内部生産(主に植物プランクトンの光合成)による炭素固定の影響と考えられ、2001年以降大規模な発生が確認されていなかったアオコが調査年に発生した影響も大きいと考えられる。また、河川中の全窒素は一年を通して概ね一定であるが、湖水は、夏季に河川より高濃度となり、冬季に河川より低濃度となる。これは、夏季には藍藻による窒素固定、一時的な河川増水や底泥からの溶出による窒素供給、冬季には細菌による脱窒が強く作用していることが考えられる。実際に、8月は窒素固定能を有する³⁾藍藻類 *Dolichospermum mucosum* が優占種として確認されている。全磷は概ね河川中濃度と湖水中濃度が連動しており、夏季に高く、冬季に低い傾向がある。

湖沼における全窒素および全磷の環境基準(IV類型 T-N:0.6 mg/L、T-P:0.05 mg/L)と照らし合わせると、全窒素は、夏季の藍藻による窒素固定や他からの窒素分供給、また全磷は主に河川からの流入が、環境基準を超える要因となることが考えられる。

また、三方湖は、一年を通して温度および塩分で躍層の

形成は確認されなかったが、窒素、磷、SS、鉄、マンガンおよびクロロフィルは、一年を通して、下層が若干高い傾向にあった(図7)。また、8月は鉄とマンガンが下層で非常に高くなった。これは、アオコの発生により表層がpH9.4と塩基性となったため、金属イオンがコロイド化し下層に沈下したものと考えられ、表層には溶存態鉄や溶存態マンガンがほとんど存在していなかった。

3. 2. 2 北潟湖と観音川

北潟湖は、有機物、全窒素および全磷の変動が、湖水・河川間で類似しており、有機物量と全磷は1年を通して湖水が流入河川より高濃度であるが、全窒素は湖水が流入河川より低濃度となる(図6)。このことから北潟湖では、炭素固定や、脱窒が定常的に行われており、また磷は生物態に貯蓄され海洋への流出を抑えていることが推測される。また、溶存態磷は、湖水と河川との間でほぼ同濃度で推移することから、溶存態の磷が栄養塩として利用されていない可能性も示唆される。

また、北潟湖は、一年を通して温度および塩分で躍層の形成は確認されなかったが、SS、鉄、マンガンおよびクロロフィルは、一年を通して、下層が高い傾向にあった。6月にクロロフィルが下層で高かった際は、窒素、磷、SSも併せて下層で高くなっていた(図7)。

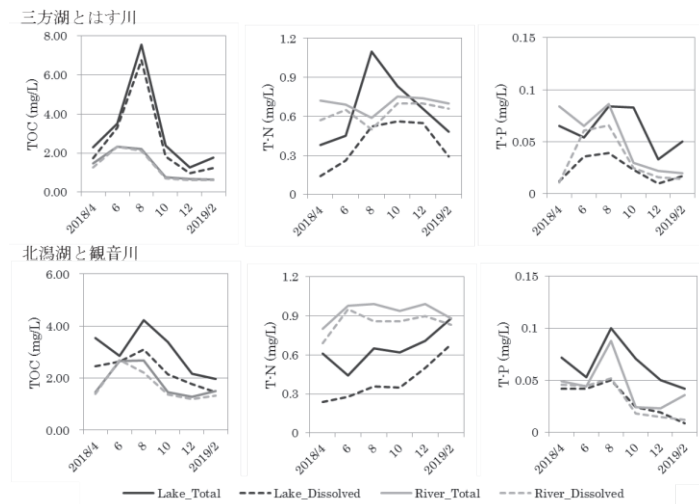


図6 表層水と、流入河川の隔月変動

黒線が湖沼水、灰線が流入河川水、実線が Total 測定値、破線が溶存態の測定値である。

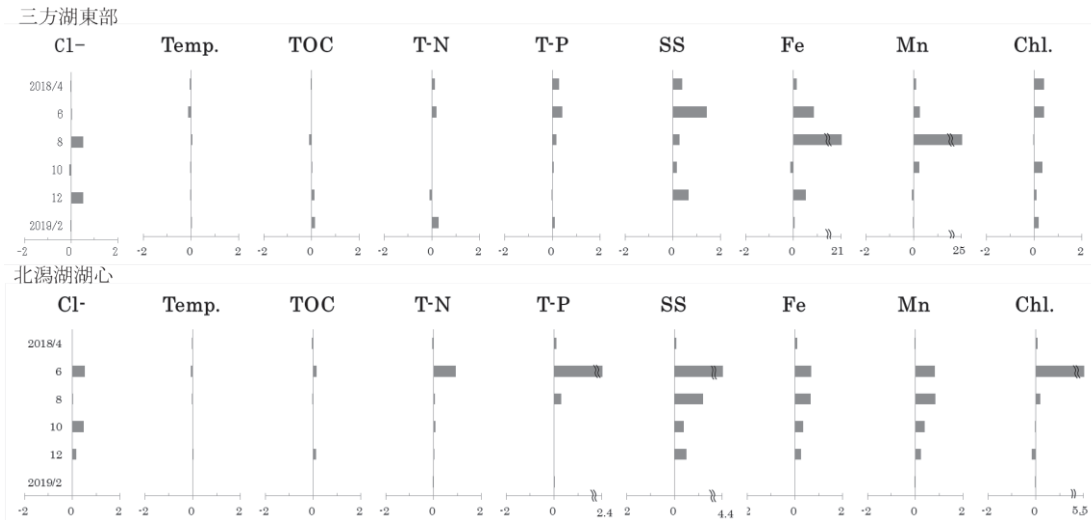


図7 表層と下層の測定値の乖離

横軸は、表層と下層の測定値が乖離している程度を示す値である。{=(下層測定値-上層測定値)/上層測定値}。ゼロ値は上層と下層の測定値が同値であることを示し、正值は下層の方が高く、負値は表層の方が高いことを示す。

3. 2. 3 フィルター分画試験

8月の試料の窒素、リンについては懸濁態としての存在割合が高かったことから、窒素とリンの存在形態を詳細に把握するため、孔径が異なるフィルターによるサイズ分画を行った。

図8に、試験の結果を示す。窒素は、概ね、河川中では主に0.1 μm 以下の溶存態として、湖水中では主に0.1 μm 以上の粒子態として確認された。一方、リンは河川、湖水ともに多くが粒子態として確認された。

窒素は、湖水中では特に5-100 μm の粒子態として多く検出されたが、三方湖と北潟湖において顕著であった。これは多くの植物プランクトンの粒子径と一致する⁴⁾。

リンは、観音川では5-100 μm の粒子態が、はず川では

0.1-5 μm の粒子態が多く検出した。なお、0.1-5 μm は多くの細菌やピコプランクトンの粒子径と一致する⁵⁾。湖内は、河川と比較すると特に5-100 μm の粒子状リンが多く検出され、水が停滞しやすいポイント（北潟湖南部、三方湖）で顕著であった。

以上のことから、河川中に多くが溶存態として存在する窒素は、湖内では主に植物プランクトンとして蓄積されること、またリンは、河川、湖水ともに細菌・ピコプランクトンを含む粒子態として存在し、水の停滞しやすい場所では主に植物プランクトンとして蓄積されることが推測された。

なお、今回は、環境基準を超過しやすい8月の試料を対象に試験したが、他の季節では異なる結果が得られることも考えられる。

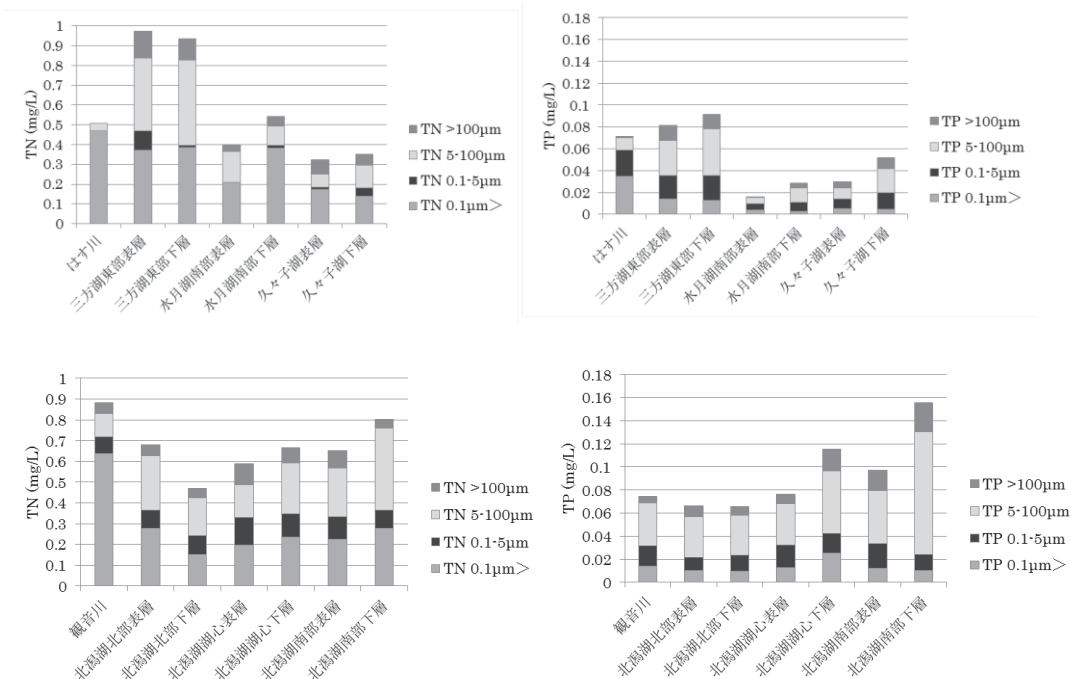


図8 フィルター分画試験結果

3. 3 三方湖における負荷源調査

三方湖へ流入する河川のうち 3 河川および流域の下水処理場 4 施設について、有機物 (TOC)、窒素、燐の負荷量について調査した結果を図 9 に示す。有機物と栄養塩 (窒素および燐) について、三方湖流域の 3 河川を比較すると、はす川の流入負荷量が最も大きく、3 河川合計量の 9 割以上を占めていた。この割合は夏季、冬季で変わらなかった。また、下水処理場 4 施設の負荷量の合算値は、流入 3 河川の合算値に対し、炭素は 1 %、窒素は 1~5 %、燐は 2 %程度と小さかった。したがって、河川中の有機物や栄養塩は他からの負荷を強く受けていることがわかる。このことから、河川中の有機物の起源を推定するために、吸光度を測定し、DOC との比を確認したところ、河川中の UV260/DOC は、27~36 程度であった。田畑や山林の土壌由来は、23~58⁶⁾と報告されていることから、河川中の多くの有機物は、田畑や山林の土壌由来の可能性が高いと推察される。

4. まとめ

湖水および河川水を測定対象として TOC、COD、BOD を比較したところ、TOC/COD の相関は強く、TOC/BOD の相関が比較的弱いこと、また、COD は有機物量の 5 割程度、BOD は 2 割程度しか捉えていないことがわかった。さらに BOD の測定値は、プランクトン等の懸濁態に作用されやすいことがわかった。

流入河川と湖水の関係を見ると、概ね、有機物と燐は湖水の方が高く、窒素は流入河川の方が高かった。しかし、三方湖の 8 月は有機物量が極端に湖水で高くなるとともに窒素量も流入河川より高くなったことから、藍藻類による有機物固定および窒素固定が示唆された。また、8 月は鉄およびマンガンが下層で高くなる現象を確認できた。

8 月の試料については、フィルター分画試験を行い、窒

素および燐の存在形態について調査した。河川と湖水間での存在形態の違いを指摘し、湖内での植物プランクトンとしての蓄積を推測した。

また、三方湖流域の下水処理場を対象とした負荷量調査においては、下水処理排水が三方湖へ及ぼす影響が軽微なことが確認されるとともに、河川中の有機物は田畑や山林由来である可能性も示唆された。

謝辞

本研究は、文部科学省「特別電源所在県科学技術振興事業費補助金」により実施したものです。ご協力をいただいた関係者の方々に深謝します。

参考文献

- 1) 福井県: 環境白書(資料編) (2018)
- 2) Nishihiro J, Kato Y, Yoshida T, Washitani I.: Heterogeneous distribution of a floating-leaved plant, *Trapa japonica*, in Lake Mikata, Japan, is determined by limitations on seed dispersal and harmful salinity levels, *Ecol Res* 29:981-989(2014)
- 3) van Gorkom H. J., and M. Donze: Localization of nitrogen fixation in *Anabaena*, *Nature* 234:231-232 (1971)
- 4) Omori M., Ikeda T.: *Methods in Marine Zooplankton Ecology*. Malabar, Krieger Publishing Company. (1992)
- 5) Levin P. A. & Angert E. R.: Small but mighty: Cell size and bacteria. *Cold Spring Harb. Perspect. Biol.* 7, a019216 (2015)
- 6) 国立環境研究所: 湖沼において増大する難分解性有機物の発生原因と影響評価に関する研究. 国立環境研究所特別研究報告(2001)

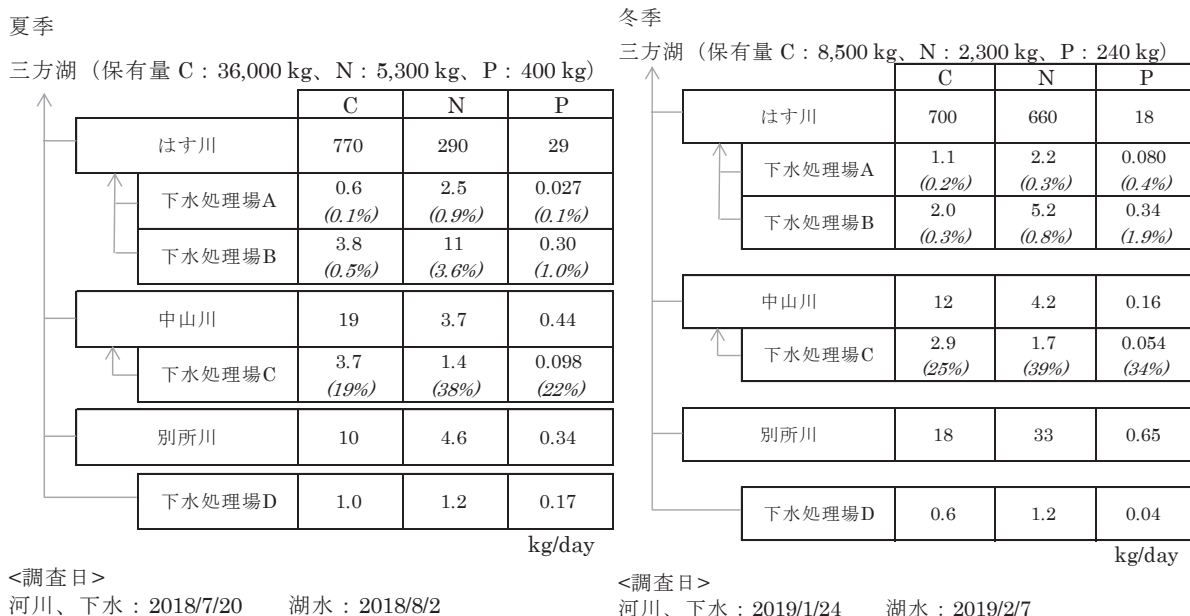


図9 流域河川および下水処理場の負荷量

表中の括弧内は流入河川に対する負荷割合を示す。湖の保有量は、三方湖東部の測定値に保有水量を掛けた概算値である。

表2 湖沼調査結果

	三方湖、はす川																									
	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	BOD (mg/L)	D-BOD (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	吸光度 220nm (mg/L)	SS (mg/L)	pH	Fe (mg/L)	D-Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	D-Mn (mg/L)	Chlorophyll (mg/L)	Caro. (mg/L)	O2 (mg/L)	Cl- (mg/L)					
										260nm	360nm							a	b	c						
三方湖 (東部)	4月	2.3	1.7	4.4	2.3	2.2	0.4	0.38	0.14	0.065	0.063	0.038	18	8.0	0.88	0.04	0.10	0.037	26	19	1.6	5.7	26	10.3	153	
	6月	3.5	3.2	6.6	4.8	3.7	0.4	0.45	0.26	0.038	0.111	0.061	0.007	7	8.8	0.35	0.04	0.093	36	26	2	7.4	37	10.3	20	
	8月	7.5	6.7	11	10	5.6	1.6	1.1	0.32	0.084	0.187	0.109	0.020	14	9.4	0.01	0.00	0.004	81	76	0.3	5.2	41	12.3	47	
	10月	2.3	1.8	4.4	2.8	2.4	0.5	0.83	0.56	0.063	0.182	0.069	0.019	18	7.8	1.2	0.14	0.18	37	29	3.1	5	22	6.84	118	
表層	12月	1.2	0.9	2.5	1.5	1.6	0.4	0.66	0.35	0.033	0.156	0.028	3	7.7	0.27	0.06	0.072	40	15	2.4	3.1	13	10.9	195		
	2月	1.7	1.2	3.0	2.0	3.4	1.2	0.48	0.29	0.050	0.030	0.005	10	7.8	0.65	0.06	0.049	42	29	2.5	10	31	12.1	215		
三方湖 (東部)	4月	2.2	1.7	5.1	2.4	2.4	0.7	0.43	0.25	0.083	0.064	0.035	25	7.9	1.0	0.04	0.11	0.037	37	25	2.5	9.1	35	10.3	147	
	6月	3.5	3.4	7.8	5.0	3.9	1.0	0.54	0.24	0.077	0.107	0.055	0.001	17	8.5	0.66	0.04	0.12	0.010	51	38	2.9	10	47	8.93	21
	8月	6.8	6.6	12	9.7	5.1	1.3	1.1	0.48	0.099	0.183	0.108	0.019	18	8.9	0.33	0.01	0.093	80	70	2.4	7.6	39	9.56	71	
	10月	2.4	1.7	4.7	2.8	1.9	0.4	0.84	0.59	0.088	0.191	0.077	0.029	21	7.7	1.0	0.14	0.22	50	38	4.8	6.5	29	6.78	108	
下層	12月	1.4	1.0	2.8	1.7	1.7	0.5	0.80	0.46	0.032	0.136	0.027	5	7.6	0.41	0.05	0.067	22	16	2.5	3.5	14	11	299		
	2月	1.4	1.2	3.3	1.8	0.8	0.0	0.72	0.57	0.084	0.180	0.033	0.009	-	7.1	1.3	0.14	0.10	7.1	1.3	2.4	2.4	8.2	9.73	14	
はす川	4月	2.3	2.3	3.6	3.2	1.1	0.1	0.89	0.65	0.065	0.223	0.060	0.000	-	6.7	0.34	0.20	0.025	4.9	2.6	0.6	1.6	4.1	8.23	17	
	6月	2.2	2.1	3.8	3.0	0.7	0.3	0.59	0.50	0.086	0.200	0.072	0.010	-	7.1	0.44	0.23	0.090	6.7	3.6	0.6	2.4	4.9	8.03	16	
	8月	0.7	0.7	1.1	0.9	0.2	0.3	0.75	0.70	0.030	0.225	0.023	0.007	-	6.5	0.23	0.05	0.036	1.7	0.4	0.2	1	2.1	9.09	13	
	10月	0.6	0.6	1.0	0.8	0.3	0.2	0.74	0.70	0.022	0.194	0.020	0.004	-	6.8	0.21	0.08	0.053	2	0.5	0.4	1.1	2.5	10.7	14	
2月	0.6	0.6	1.1	0.8	0.6	0.2	0.70	0.66	0.020	0.171	0.017	0.003	-	6.3	0.23	0.08	0.042	4.6	1.7	0.6	2.3	3.8	11.5	13		

	北潟湖、観音川																								
	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	BOD (mg/L)	D-BOD (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	吸光度 220nm (mg/L)	SS (mg/L)	pH	Fe (mg/L)	D-Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	D-Mn (mg/L)	Chlorophyll (mg/L)	Caro. (mg/L)	O2 (mg/L)	Cl- (mg/L)				
										260nm	360nm							a	b	c					
北潟湖 (湖心)	4月	3.5	2.4	5.5	3.6	4.1	1.0	0.61	0.24	0.072	0.121	0.019	12	9.2	0.37	0.07	0.04	87	70	0.2	16	75	12.6	98	
	6月	2.8	2.6	4.5	3.2	2.8	0.9	0.44	0.28	0.063	0.123	0.066	5	9.0	0.17	0.03	0.085	23	14	1.6	7.3	21	10.4	556	
	8月	4.2	3.0	6	4	3.8	0.8	0.7	0.36	0.100	0.152	0.083	0.017	5	9.4	0.76	0.19	0.238	55	42	2	10	42	10.4	786
	10月	3.3	2.1	5.3	3.0	3.1	0.8	0.82	0.35	0.071	0.146	0.062	0.015	10	8.5	0.4	0.04	0.18	46	35	1.4	9.8	34	9.54	840
表層	12月	2.1	1.7	3.9	2.8	3.6	1.2	0.71	0.50	0.050	0.133	0.034	0.005	2	8.0	0.24	0.03	0.346	57	37	1.5	18	45	9.75	2794
	2月	1.9	1.4	3.2	2.0	1.6	0.6	0.88	0.68	0.042	0.195	0.030	0.005	9	7.3	0.54	0.05	0.094	38	25	1.7	10	24	11.8	1040
北潟湖 (湖心)	4月	3.3	2.4	5.8	3.7	4.0	1.2	0.58	0.28	0.080	0.126	0.075	0.019	13	9.1	0.4	0.09	0.04	94	74	0.3	18	75	12.2	98
	6月	3.2	2.8	8.0	4.0	3.6	0.7	0.85	0.27	0.180	0.123	0.065	0.010	27	8.5	0.29	0.04	0.15	150	120	4.8	28	110	9.79	844
	8月	4.1	3.0	6	3.7	3.7	0.7	0.7	0.40	0.130	0.150	0.083	0.017	11	9.3	1.25	0.22	0.439	65	50	2.5	12	48	8.55	810
	10月	3.3	2.1	5.2	3.1	2.7	0.7	0.67	0.32	0.072	0.141	0.055	0.008	14	8.2	0.5	0.03	0.25	45	35	1.2	8.7	33	8.03	1244
下層	12月	2.4	1.8	3.8	2.7	3.2	1.4	0.74	0.51	0.050	0.146	0.039	0.006	3	7.8	0.30	0.03	0.425	47	31	1.5	14	38	8.76	3289
	2月	1.9	1.3	3.2	2.0	1.6	0.3	0.86	0.65	0.043	0.193	0.030	0.005	9	7.2	0.54	0.06	0.092	37	24	1.8	11	24	11.8	1042
観音川	4月	1.4	1.3	2.4	1.8	0.9	0.4	0.80	0.69	0.049	0.278	0.094	0.031	-	7.0	0.8	0.32	0.06	7.3	2.4	1.1	3.7	6	10.7	18
	6月	2.6	2.6	4.4	4.0	1.1	0.6	0.98	0.95	0.044	0.341	0.101	0.015	-	6.9	1.00	0.57	0.091	6.1	2.1	0.9	3	5.6	8.61	20
	8月	2.6	2.2	5.7	3.3	4.7	1.5	0.99	0.86	0.088	0.301	0.090	0.022	-	6.9	0.38	0.19	0.057	79	55	1.5	8.9	58	7.2	24
	10月	1.4	1.3	2.0	1.8	0.4	0.2	0.94	0.80	0.024	0.306	0.055	0.012	-	6.8	0.38	0.23	0.059	3.4	0.8	0.4	2	3.6	9.59	20
観音川	12月	1.2	1.2	2.2	1.9	0.4	0.2	0.99	0.30	0.023	0.300	0.059	0.012	-	7.0	0.78	0.34	0.107	4.3	1.4	0.6	2.2	4.5	10.4	19
	2月	1.5	1.3	2.3	1.9	0.3	0.4	0.88	0.83	0.036	0.244	0.049	0.010	-	6.9	1.14	0.29	0.099	5.2	1.6	0.8	2.7	5.6	12.2	26

表3 三方湖流域における負荷量調査結果

	夏季：2018.7.20	TOC	DOC	COD	D-COD	BOD	D-BOD	TN	D-TN	TP	D-TP	吸光度			SS	pH	流量 (m ³ /日)
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	220nm	260nm	390nm	(mg/L)		
下水処理場A		3.8	3.5	6.7	5.7	4.1	-	16	14	0.17	0.039	0.310	0.065	0.017	6	7.1	159
下水処理場B		3.4	3.0	7.9	5.0	7.9	-	9.6	8.5	0.27	0.013	0.262	0.055	0.016	11	6.6	1,099
下水処理場C		2.6	2.6	4.1	4.2	0.9	-	1.0	0.91	0.071	0.061	0.306	0.061	0.014	<1	7.0	1,391
下水処理場D		3.5	3.1	6.9	4.9	11	-	4.2	3.9	0.59	0.21	0.404	0.075	0.021	10	7.1	280
はずり川		1.5	1.3	2.0	0.9	0.6	0.4	0.56	0.54	0.058	0.043	0.192	0.042	0.007	3.5	7.2	510,000
中山川		2.4	2.2	3.5	3.1	0.5	0.5	0.47	0.40	0.056	0.053	0.209	0.091	0.019	<1	7.9	7,800
別所川		1.0	1.1	0.8	0.4	0.8	0.6	0.46	0.42	0.034	0.031	0.149	0.027	0.007	<1	8.5	10,000

	冬季：2019.1.24	TOC	DOC	COD	D-COD	BOD	D-BOD	TN	D-TN	TP	D-TP	吸光度			SS	pH	流量 (m ³ /日)
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	220nm	260nm	390nm	(mg/L)		
下水処理場A		6.7	6.4	13	10	6.5	2.6	14	12	0.50	0.18	0.215	0.066	0.012	19	7.0	159
下水処理場B		1.8	1.6	5.2	2.8	9.3	0.9	4.7	4.6	0.31	0.030	0.170	0.026	0.004	7	7.0	1,099
下水処理場C		2.0	2.0	3.7	3.5	1.0	0.7	1.2	1.2	0.039	0.033	0.314	0.041	0.006	<1	6.9	1,391
下水処理場D		2.1	2.0	4.8	3.7	2.8	0.5	4.4	4.0	0.13	0.031	0.210	0.039	0.006	2	6.9	280
はずり川		0.7	0.6	1.3	1.0	0.9	0.1	0.66	0.67	0.018	0.012	0.186	0.023	0.005	1.0	7.0	1,000,000
中山川		1.2	1.1	2.0	1.8	0.3	0.4	0.45	0.42	0.017	0.010	0.146	0.041	0.008	<1	6.9	9,400
別所川		0.4	0.4	0.8	0.6	0.1	0.1	0.92	0.89	0.018	0.014	0.239	0.014	0.003	<1	7.2	36,000