VI 研究報告·調査報告

1	湖沿環境研究				
	(研究報告	특)			
	1 – 1	北浦流域の窒素の動態に関する調査研究事業 最終報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	31		
	1 – 2	現場観測による北浦における底泥からのリン溶出負荷の推計・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	44		
	1 – 3	夏季の北浦における植物プランクトン増殖の分布と要因の検討 ・・・・・・・・	50		
	1 — 4	県内3地区のハス田群の環境負荷調査から明らかにした負荷削減の可能性	50		
	(調査報告	<u>북</u>)			
	1 — 5	霞ヶ浦湖内水質等モニタリング事業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	68		
	1 – 6	霞ヶ浦におけるアオコ発生状況について ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	86		
	1 — 7	北浦の水質汚濁に関する研究事業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	91		
	1 — 8	直接大気降下物負荷量調査事業	93		
	1 — 9	霞ヶ浦水質予測モデル実装事業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	96		
	1 - 10	北浦流域モデル地区における浄化効果検証に関する調査研究 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	101		
	1 -11	霞ヶ浦の生態系サービスの経済評価に関する調査研究 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	105		
	1 - 12	流入河川の浄化効果検証に関する調査研究 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	107		
	1 - 13	霞ヶ浦流入河川の降雨時流入負荷量調査 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	112		
	1 - 14	霞ヶ浦流域重点対策推進事業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	116		
	1 -15	霞ヶ浦農業環境負荷低減栽培技術推進事業・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	122		
	1 - 16	涸沼の水質保全に関する調査研究事業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	125		
	1 —17	牛久沼の水質保全に関する調査事業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	141		
2	大気・化学				
	(調査報告				
	2 – 1	微小粒子状物質 (PM2.5) 成分分析調査 ·····	158		
	2 - 2	茨城県における光化学オキシダントの高濃度現象に関する研究	166		
	2 - 3	光化学オキシダントおよびPM2.5汚染の地域的・気象的要因の解明			
		(Ⅱ型共同研究)	169		
	2 - 4	災害時の緊急調査を想定したGC/MSによる化学物質の網羅的簡易迅速測定法			
		(AIQS) の開発(Ⅱ型共同研究) ·····	175		
	2 - 5	有害大気汚染物質調査事業	180		
	2 - 6	大気環境中のフロン濃度調査事業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	192		
	2 - 7	酸性雨の実態把握調査事業・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	195		
	2 - 8	大気環境中の石綿調査事業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	197		
	2 - 9	百里飛行場周辺地域における航空機騒音実態調査事業	199		
	2 - 10	化学物質環境実態調査事業	203		
	2 - 11	水環境化学物質調査事業	210		
	2 - 12	公害事案等処理対策調査事業	212		

1–1 北浦流域の窒素の動態に関する調査研究事業 最終報告 (平成 28 年度~令和 3 年度)

菊地 哲郎、大内 孝雄

Final Report; Study on the Nitrogen Dynamics in Lake Kitaura Basin, by Tetsuro KIKUCHI and Takao OUCHI

キーワード: 北浦流域、窒素、安定同位体比、流域モデル

1 はじめに

北浦に流入する河川の全窒素濃度(環境基準点 8地点における年平均値の平均値)は、昭和47年 度 (0.9 mg/L) から平成 19 年度 (6.2 mg/L) にか けて継続的に上昇し、それ以降も 5.0~5.8 mg/L と、 霞ヶ浦(西浦)流入河川(環境基準点14地点にお ける年平均値の平均値として 2.8~3.3 mg/L) と比 べて高いレベルで推移しているり。このように高 い窒素濃度となっている大きな要因として、北浦 流域では農畜産業が盛んに行われていることか ら、農地に投入された化成肥料や堆肥に由来する 窒素が土壌中に蓄積し、地下水を経由して河川に 流出していることが考えられる。

そこで、本研究では、北浦流域において化成肥 料や堆肥として投入された窒素成分の、土壌・地 下水・表流水中での形態変化、並びに地下水・河 川への流出等の動態について解明することを目 的として、(1) 河川調査及び窒素起源調査、(2) 地 下水調査、及び(3) 土壌ボーリング調査の3つの 現地調査を実施するとともに、北浦の主要流入河 川である巴川及び鉾田川の流域を対象に窒素成 分の動態を解析する数理モデル(以下「窒素動態 モデル」)を構築して、流出する窒素の動態を解明 した。

2 河川調査及び窒素起源調査

(1) 調査の概要

北浦の主要流入河川において水質調査を定期 的に実施し、窒素濃度の変動を把握するとともに、 河川水中の主要な窒素成分である硝酸イオンの 窒素・酸素安定同位体比($\delta^{15}N_{NO3}$ ・ $\delta^{18}O_{NO3}$)の分 析結果に基づき、流域からの窒素流入負荷に対す る各負荷源の寄与率を推定した。

(2) 調査地点及び調査期間・頻度

図1に示すとおり、鉾田川、巴川、武田川、山 田川、長茂川の各地点で実施した(調査期間及び 頻度は表1を参照)。また、窒素起源調査として、

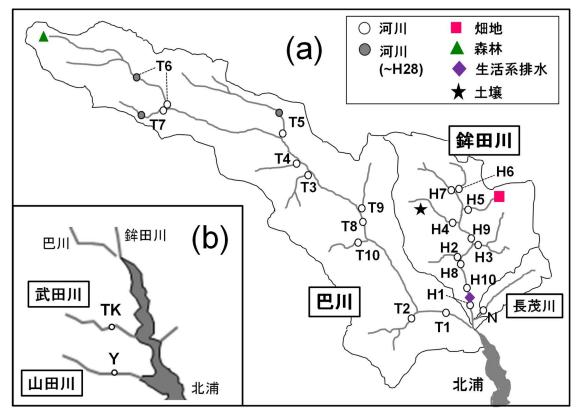
2017年4月~2018年8月に毎月1~2回、畑地、 森林、ため池からの各流出水、及び生活系排水を 採取した。なお、河川調査、窒素起源調査ともに 平水時(先行降雨終了後1日以上経過した時点) に実施した。

調査河川の調査期間及び頻度 表 1

河川名	調査期間	調査頻度
鉾田川	2016年5月~ 2019年12月	毎月 1~2 回
巴川	2016年4月~ 2019年12月	毎月1回
武田川	2018年6月~ 2019年12月	毎月1回
山田川	2019年4月~ 2019年12月	毎月1回
長茂川	2017年4月~ 2019年12月	毎月1回

(3) 調査項目

調査項目は、流量、水温、pH、電気伝導率(EC)、 懸濁物質(SS)、COD、溶存態 COD(dCOD)、全 有機態炭素 (TOC)、溶存有機態炭素 (DOC)、全 窒素(TN)、硝酸態窒素(NO3-N)、亜硝酸態窒素 (NO₂-N)、アンモニア態窒素 (NH₄-N)、全りん (TP)、りん酸態りん (PO₄-P)、溶存無機イオン $(Ca^{2+}, K^+, Mg^{2+}, Na^+, Cl^-, SO_4^{2-}), \delta^{15}N_{NO3}, \delta^{18}O_{NO3}$ である。溶存成分については、原液をガラス繊維 ろ紙 (Whatman GF/F; 孔径 0.7 μm) によりろ過 したろ液について測定した。 $\delta^{15}N_{NO3}$ 及び $\delta^{18}O_{NO3}$



河川調査、窒素起源調査、土壌ボーリング調査の各調査地点 ((a)巴川、鉾田川 (b) 武田川、山田川)

については、シリンジフィルター(孔径 $0.22~\mu$ m) でろ過したろ液について測定した。

(4) 調査結果

① 河川における窒素成分濃度の変動

鉾田川の中~下流部の本川 (H1、H9) 及び支流 (H2、H3) における調査期間中の窒素成分濃度の 推移を、図2に示す。いずれの地点においても、 NO₃-N は灌漑期(4~9月)に低下し、非灌漑期 (10~3月) に高濃度になるという年周期が見ら れ、また非灌漑期中の最高濃度は、2017年度のH1 を除き 10 mg/L 以上であった。一方、H1 及び H3 では調査開始時から 2018 年 12 月にかけて、NH4-N が不規則に上昇し、最高値は両地点ともに 20 mg/L と高濃度であった。H3 の上流には大規模な 養豚場があり、そこからの排水の影響を受けてい た可能性が考えられる。

巴川 (T1)、武田川 (TK)、山田川 (Y) 及び長 茂川(N)における調査期間中の窒素成分濃度の 推移を、図3に示す。NO₃-Nは、長茂川で2017年 8月に高濃度(12 mg/L)となったものの、鉾田川 と同様灌漑期に低下し、非灌漑期に上昇するとい う年周期が見られた。一方、NO3-Nの最高濃度は、

長茂川以外の河川では 10 mg/L を下回っていた。 また、武田川では2018年12月に高濃度(6.6 mg/L) の NH₄-N が観測され、点源負荷の影響が示唆され た。なお、長茂川では非常に高濃度のりんが継続 的に観測され(調査期間中の TP 濃度の平均値及 び最高値: 1.1 mg/L 及び 2.4 mg/L)、その負荷要因 の究明及び対策が必要であると考えられる。

② 窒素流入負荷に対する各負荷源の寄与率の推 定

鉾田川及び巴川の各支流を対象に、河川水並び に各起源の NO₃-N 濃度、 δ ¹⁵N_{NO3} 及び δ ¹⁸O_{NO3} の分 析結果をもとに、2016年度非灌漑期における河川 水中 NO₃-N に対する各負荷源の寄与率を推定し た。具体的には、 δ^{15} N_{NO3}、 δ^{18} O_{NO3} 及び硝酸イオン (NO₃-) 濃度の逆数について、河川水の実測値に 最も合致するような各起源(畑地、森林、ため池、 生活系排水)の混合割合を、同位体混合モデル 1, 2)を用いて計算した。その際、流出・流下過程での 脱窒や生物吸収による NO3-除去の影響を考慮し、 河川水の実測値に補正を加えた上で計算を行っ た。各支流地点における NO₃-N 濃度 (2016 年度 非灌漑期平均値)及び各負荷源の寄与率推定結果

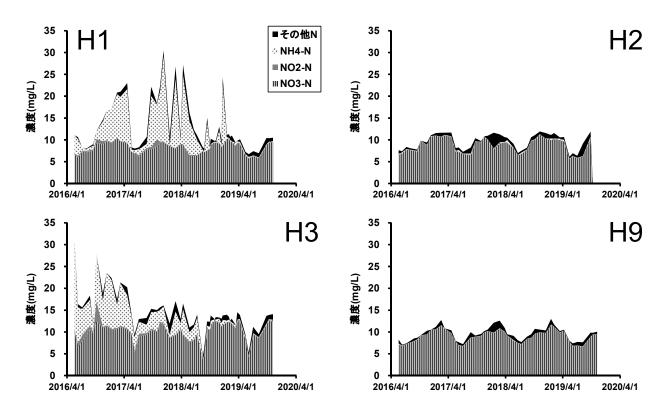
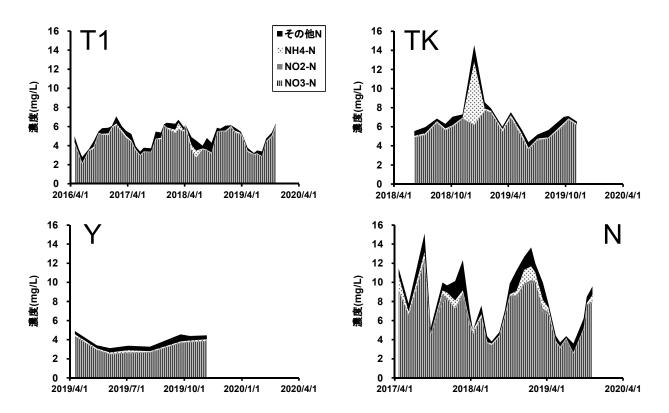


図 2 鉾田川の中~下流部の本川(H1、H9)及び支流(H2、H3)における窒素成分濃度の推移



巴川 (T1)、武田川 (TK)、山田川 (Y) 及び長茂川 (N) における窒素成分濃度の推移

を、図4に示す。いずれの地点においても、畑地 の寄与率が最も大きいと推定された(64~100%)。 さらに、畑地の寄与率が95%以上と推定された支 流(H2、H4、H5、H6、T3、T9) について、畑地 起源の NO₃-N が化成肥料及び堆肥の 2 つに由来 すると仮定し、それらの割合を、両者の窒素安定 同位体比(δ^{15} N)の文献値(化成肥料:-0.12‰(n= 135)、堆肥: 12‰ (n=137)) をもとに同位体混 合モデルを用いて計算した結果、堆肥の割合(54) ~83%) が化成肥料よりも大きいと推定された(図 5)。

上記の推定結果をもとに、畑地の寄与率が95% 以上と推定された6つの支流について、2016年度

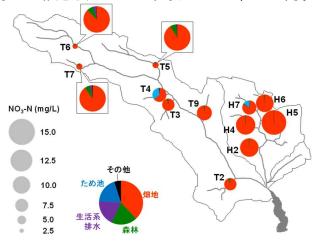
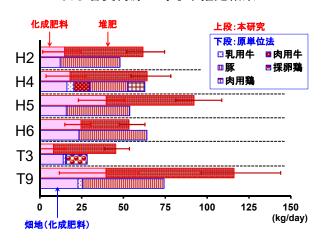


図4 鉾田川、巴川の各支流地点における NO₃-N 濃度 (2016 年度非灌漑期平均値) 及び各負荷源の寄与率推定結果



畑地からの NO₃-N 流出負荷量(上段)と 図 5 7 期計画策定時に用いられた TN 排出原 単位より算出した TN 排出負荷量(下段) (2016年度非灌漑期。図4で畑地の寄与 率が95%以上と推定された支流)

非灌漑期における畑地からの NO3-N 流出負荷量 (=NO₃-N 濃度 × 流量 × 畑地の寄与率) とその 内訳を算出し、「霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画 (第7期)」(以下「7期計画」)策定時に用いられた 畑地(化成肥料)及び畜産系の各 TN 排出原単位 3)と各支流域内の畑地面積及び家畜飼養頭羽数よ り算出した TN 排出負荷量と比較した (図5)。特 に堆肥由来の負荷量について、本研究による推定 値は原単位法による推定値と比べて大きい傾向 が見られた。その要因として、原単位法では単年 度中に投入された堆肥による負荷を考慮してい るのに対し、本研究で求めた値には、過去に投入 され土壌中に蓄積した堆肥由来の窒素の流出分 も反映されていることが推察される。

3 地下水調査

(1) 調査の概要

鉾田川、巴川、長茂川の流域内及びその周縁の 井戸において地下水水質調査を実施し、地下水中 NO₃-N の空間分布を把握するとともに、溶存無機 イオン成分組成並びに δ^{15} N_{NO3}及び δ^{18} O_{NO3}の各分 析結果に基づき NO3-N の汚染要因について検討 した。

(2) 調査方法

調査地点

鉾田川、巴川、長茂川の流域内及びその周縁に 位置する井戸(2016年度:9地点、2017年度:13 地点、2018年度:16地点)を対象に調査を行った。 これらの井戸は、いずれも県が毎年実施している 地下水水質調査における概況調査あるいは継続 監視調査の対象井戸である。2017年度の調査地点

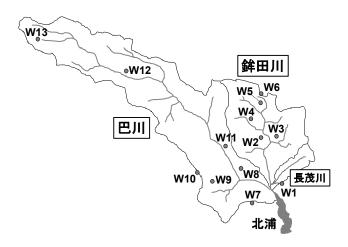


図6 地下水調査地点

(全て硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素(NO₃-N+ NO₂-N) に係る継続監視調査井戸) を図6に示す。

② 調査時期

いずれの年度も、11月に採水を行った。

③ 調査項目

水温、pH、EC、溶存酸素、DOC、溶存態全窒素 (DTN)、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、溶存態全りん (DTP)、PO₄-P、溶存無機イオン (Ca²⁺、K⁺、Mg²⁺、 Na⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻), $\delta^{15}N_{NO3}$, $\delta^{18}O_{NO3}$

(3) 調査結果

本報告では、主に 2017 年度の調査結果につい て述べる。

① NO₃-N 濃度の空間分布及び経年変化

2016 年度~2018 年度の毎年調査を実施した井 戸における NO₃-N 及び NO₂-N の各濃度について、 表 2 に示す。2017 年度の調査井戸における NO₃-N 濃度は、最低値で 10 mg/L (W2)、最高値で 84 mg/L (W4) となり、全ての井戸で環境基準値の 10 mg/L 以上の NO₃-N が検出された。特に 4 地点の 井戸 (W1、W4、W6、W10) で NO₃-N 濃度が 30 mg/L 以上と高かったが、これらの井戸は互いに異 なる流域または支流域に位置しており、局所的に 濃度が高くなっていると推察された。なお、いず れの井戸においても、NO2-N 濃度は NO3-N 濃度の 0.02%以下であった。

9 地点の井戸 (W1、W3、W6~W9、W11~W13) における、2009 年度以降の NO₃-N + NO₂-N 濃度

の経年変化を、図7に示す。数地点で上昇傾向ま たは減少傾向が見られたが、全体的には概ね横ば いで推移していた。

② NO₃-N 汚染要因の検討

各井戸における、地下水中の NO3 を含む溶存無 機イオン組成(ヘキサダイアグラム)を、図8に 示す。全ての地点で、Ca-(SO₄+NO₃)型または Ca-NO3型の水質組成を示した。一般に、畑地に硫酸 アンモニウム (硫安)等の硫酸塩化成肥料や土壌 改良材として苦土石灰が施用された場合、その影 響を受ける地下水は SO₄²⁻、Ca²⁺及び Mg²⁺が増加 すると考えられる 5,6。したがって、いずれの地点 でも畑地に施用された化成肥料が NO3-N の主な

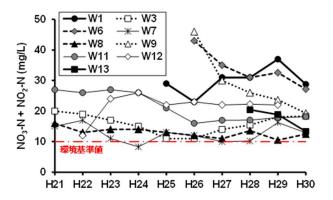
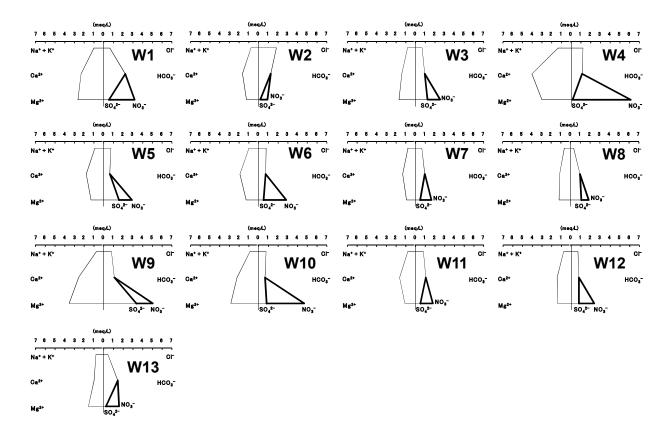


図7 W1、W3、W6~W9、W11~W13における NO₃-N + NO₂-N 濃度の経年変化。本研究 での調査年度以前の値は茨城県による測 定結果4)

表っ	調査井戸における	NO-N 757 NO	-Nの冬漕産
<i></i>		14U2=14 /V (N 14U2	

	2016	年度	2017 ⁴		2018年	
地点番号	NO_3 -N	NO ₂ -N	NO_3 - N	NO_2 -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N
W1	(採水	:せず)	37	< 0.01	29	< 0.01
W2	(採水	:せず)	10	< 0.01	10	< 0.01
W3	15	< 0.01	18	< 0.01	18	< 0.01
W4	(採水	:せず)	84	< 0.01	57	< 0.01
W5	(採水	:せず)	19	< 0.01	19	< 0.01
W6	(採水	:せず)	33	< 0.01	27	< 0.01
W7	10	< 0.01	16	< 0.01	13	< 0.01
W8	14	< 0.01	11	< 0.01	12	< 0.01
W9	(採水	:せず)	24	< 0.01	19	< 0.01
W10	(採水	:せず)	54	< 0.01	49	< 0.01
W11	17	< 0.01	18	< 0.01	18	< 0.01
W12	22	< 0.01	22	< 0.01	(採水	せず)
W13	20	< 0.01	19	< 0.01	13	< 0.01



各調査井戸における地下水中の溶存無機イオン組成(ヘキサダイアグラム)

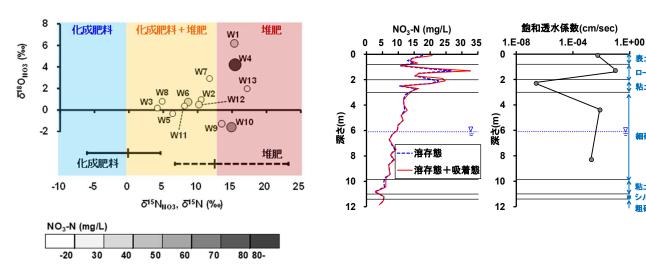


図9 各調査井戸の NO₃-N 濃度 (グレースケ ール), δ¹⁵N_{N03} 及びδ¹⁸O_{N03}, 並びに化成 肥料及び堆肥の δ ¹⁵N (文献値) の平均 値(エラーバー:最小値~最大値)

図 10 土壌ボーリング調査地点における NO₃-N 濃度(左)及び飽和透水係数(右)の鉛 直分布

表土

粘土

細砂

粘土混じり砂 シルト

汚染要因の一つとなっていると推察された。

各井戸における地下水中 NO_3 -N 濃度、 $\delta^{15}N_{NO3}$ 及び δ^{18} O_{NO3} を、化成肥料及び堆肥の δ^{15} N の各文 献値と併せて図9に示す。地下水の $\delta^{15}N_{NO3}$ は4.1 ~ 17.2 ‰の値を示し、化成肥料 (δ^{15} N:-6.1 ~ 4.6 ‰)、 堆肥(同6.7~23.2%)の両方あるいは堆肥が NO₃-N の主な起源となっていると推定された。一方、 W1、W4、W7 及び W13 では、 δ^{18} O_{NO3} が他の地点 と比べて高い値(2.0%以上)を示した。地下水中 で脱窒が起こった場合、残存する NO_3 -の $\delta^{15}N_{NO3}$ 及び $\delta^{18}O_{NO3}$ が一定の比率でともに上昇すること が知られている 7。特に、W1 と W13 では HCO₃-の濃度割合(脱窒により増加すると考えられる) が高かったこと(図8)、さらに W13 では酸素飽 和度が低かったことからも、これらの地点では脱 室の影響を受けていることが示唆された。

4 土壌ボーリング調査

(1) 調査の概要

北浦流域の畑地における土壌の成層状況、並び に土壌中の窒素成分(特に NO3-N)の鉛直分布を 把握し、畑地土壌における窒素成分の蓄積及び溶 脱について検討した。

(2) 調査方法

① 調査地点及び調査日

鉾田川流域内の畑圃場(図1)において、2017 年11月25日に土壌ボーリング調査を実施した。 本調査地点を含む鉾田川及び巴川の台地上には、 アロフェン質黒ボク土が広く分布している 8。本 圃場では、例年春~夏に葉物野菜及びトウモロコ シ、秋~初冬にハクサイ等を作付し、肥料は各作 物に対して標準的な量を施用している。

② 調査方法

深さ 12 m までの不撹乱土壌コア試料を採取し、 土壌の成層状況を確認した。また、採取したコア 試料を実験室に持ち帰り、各層の飽和透水係数及 び乾燥密度を測定した。さらに、地表面から20~ 40 cm 間隔で生土試料を分取し、それぞれについ て水抽出液中の窒素成分(NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N) 及び無機イオン (Ca²⁺、K⁺、Mg²⁺、Na⁺、Cl⁻、SO₄²⁻)、 並びに 2 M 塩化カリウム抽出液中の NO₃-N を定 量した。ここで、水抽出液中の窒素成分は土壌水 中に溶存しているもの(溶存態)、2M塩化カリウ ム抽出液中の窒素成分は溶存態と土壌粒子に吸 着しているもの(吸着態)との総和にそれぞれ相 当すると見なした。

(3) 調査結果

調査した畑圃場の土壌中における、溶存態及び 溶存態+吸着態の NO₃-N 濃度(いずれも土壌水中 濃度に換算)、並びに飽和透水係数の鉛直分布を 図10に示す。本調査地点の土壌は、地表面から深 さ 0.8 m まで有機質ローム (黒ボク) の表土、0.8 mから2mまでローム層、2mから3mまで粘土 層、それ以深は砂質土層で構成されていた。過年 度に土壌ボーリング調査を実施した鉾田川流域 内の他の畑地においても同様の成層状況が確認 されたこと 9から、表土-ローム層-粘土層-砂 質土層(地表面から)という成層構造は、北浦流 域の台地上に位置する畑地土壌の代表的なもの であると考えられる。また、深さ6.1m(細砂層内) で地下水位が確認された。深さ6m以深で土壌の 含水度合が高かったことから、この細砂層が第1 地下水帯水層であると推定される。

NO₃-N 濃度は、溶存態、溶存態+吸着態ともに ローム層及び粘土層で濃度が高く、砂質土層以深 では深さとともに濃度が減少していた。また、特 にローム層及びローム層と粘土層との境界付近 において吸着態の NO3-N が多く存在しているの に対し、砂質土層では NO3-N の大部分が溶存態と して存在していた。県内の他のアロフェン質黒ボ ク土畑圃場においても表土下のローム層で NO₃-N 濃度が高いことが報告されており、その要因の 一つとして、ローム層に含まれるアロフェン、イ モゴライト等の粘土鉱物による NO3-の吸着・保持 が指摘されている10,11)。また、粘土層において飽 和透水係数が小さい値を示したことから、ローム 層と粘土層との境界付近では土壌水が溜まりや すく、そのために NO₃-N 濃度が溶存態、吸着態と もに高くなっていると推察される。以上のことか ら、北浦流域の台地上の畑地では、投入された化 成肥料や堆肥由来の NO_3 -Nは、ローム層での NO_3 -の吸着、並びにその直下の粘土層(難透水性)の 存在により、特にローム層に多く蓄積しているも のと推定される。

5 窒素動態モデルの構築

(1) 業務の概要

巴川・鉾田川流域における窒素成分の土壌中で の形態変化、地下水への溶脱、河川流出等につい て統合的に計算するモデルを構築するとともに、

モデル計算に必要な窒素投入量等の各種データ の収集・整備を行った。また、構築したモデルを 用いて現況再現計算を行い、河川水中窒素成分濃 度の推計精度を確認するとともに、窒素成分の流 出挙動について投入年代別及び起源別に解析し た。さらに、流域における窒素投入量の削減の効 果が河川水中窒素濃度にどのように表れるかに ついて、予測計算を行った。

(2) 窒素動態モデルの概要

全体構成

窒素動態モデルは、河川流域における水の流動 並びに窒素成分の動態を計算する3つのサブモデ ル(分布型流出サブモデル、地下水流動サブモデ ル、河道部サブモデル)、それらのサブモデルによ る連携計算を制御するプログラム、及び計算結果 の整理、解析、可視化を行うプログラムにより構 成される(図11)。窒素動態についてはタグ付き シミュレーション機能が実装されており、窒素動 態を投入年代別(10年単位)及び起源別に追跡で きるようになっている。

計算領域は、鉾田川・巴川流域全体を 500 m× 500 m の正方メッシュに分割し、標高データや衛 星画像データ等に基づき落水線及び河道を配置 した。

② 分布型流出サブモデル

分布型流出サブモデルは、表層サブモデル、不 飽和帯サブモデル、地下水サブモデルにより構成 され、各部位をタンクと見立てたタンクモデルの 形態をとっている(図 12)。表層サブモデルは、 地表面付近(数 cm)での水及び窒素成分の表面流 出及び早い中間流出について取り扱う。不飽和帯 サブモデルは、不飽和帯における遅い中間流出を 取り扱う。また、地下水サブモデルには、地下水 中における水及び溶存態窒素成分(NO₃-N、NH₄-N) の流動並びに難透水層から被圧地下水への移 行量を計算する地下水流動サブモデルが接続し、 計算結果を相互にやり取りする。モデルに入力す る不飽和帯の層厚、飽和透水係数、土壌水分量等 の値は、土壌ボーリング調査の結果や文献値をも とに設定した。

分布型流出サブモデルでは、窒素成分の土壌中 での反応(有機態窒素の無機化、硝化、脱窒、ア ンモニア揮散) 並びに作物への吸収についても取 り扱う。窒素成分としては、NO₃-N、NH₄-N 及び

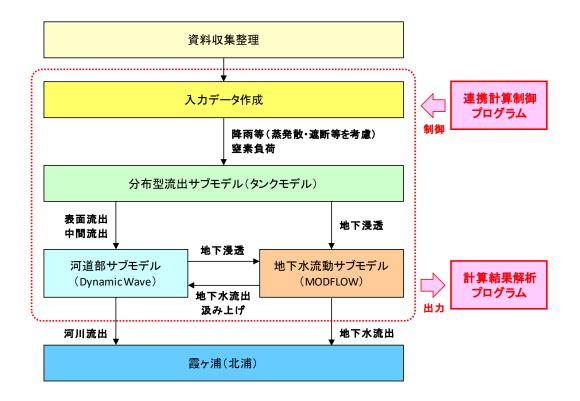


図 11 窒素動態モデルの全体構成及び制御フロー

有機態窒素(分解(無機化)速度の違いに応じて 易分解、中分解、難分解の3つの画分を設定)に ついて取り扱う他、河道部サブモデルでは懸濁態 窒素も土壌流出量と対応させて計算する。作物に ついては、巴川・鉾田川流域の多くの面積を占め る鉾田市及び小美玉市において広い作付面積を 占める水稲、ジャガイモ、サツマイモ、ダイコン、 ニンジン、ホウレンソウ、トマト、イチゴ、メロ ン、クリを対象とし、GIS データや統計資料によ り各作物の作付面積の空間分布を把握し、モデル メッシュに反映させた。窒素成分の各反応及び作 物吸収に係る速度定数、並びに窒素成分の移動、 反応に関わる固液分配係数や土壌乾燥密度等は、 文献値に基づき設定した。

③ 窒素投入量の入力方法

i) 面源系

農地(水田、畑地)における化成肥料の施用に

伴う窒素投入量は、メッシュ毎に、各作物の標準 施肥量に各作物の栽培面積(メッシュの面積(0.25 km²)× 各作物の面積割合)を乗じた値を入力した。 各作物の標準施肥量は県の栽培基準 12,13)で定め られた値とし、各作物の栽培スケジュールに合わ せて投入される時期(月単位)を設定した。また、 化成肥料として投入される窒素は全て NH₄-N で あるとし、肥料の鋤き込みを考慮して表層タンク 及び不飽和帯タンクに投入されるものとした。

農地以外の面源からの窒素負荷量は、7 期計画 策定時に用いられた各面源の TN 排出負荷原単位 3)に各面源の面積を乗じた値として入力し、表層 タンクに投入されるように設定した。

さらに、各面源の面積の経年変化(1975年~) を GIS データにより把握し、入力データとして整 備した。

ii) 畜産系

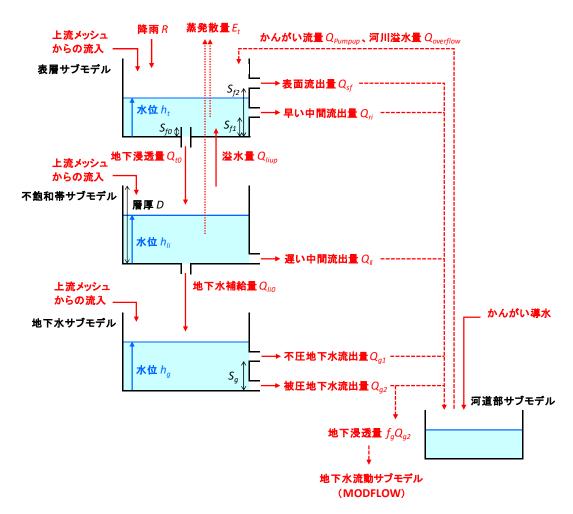


図 12 分布型流出サブモデルの基本構造とほかのサブモデルとの関係

家畜排せつ物(堆肥)の投入に伴う窒素負荷量 は、「肥料としての施用(施肥)による負荷」と「直 接散布による負荷」の2つの経路を想定し、それ ぞれについて入力できるように設定した。施肥に ついては、畜舎が存在するメッシュ及びその周囲 5 メッシュ分の領域(計 121 メッシュ)内の畑地 に投入されるものと仮定し、各畜種(乳用牛、肉 用牛、豚、採卵鶏、肉用鶏)の窒素発生原単位(畜 舎内及び堆肥化処理過程における揮散率を考慮 して設定) 3)に当該メッシュにおける頭羽数 (当該 畜舎における総頭羽数を当該メッシュの畑地面 積に比例して配分)を乗じた値を入力した。また、 施肥時期(月単位)は流域における作物栽培スケ ジュールを考慮して設定した。一方、直接散布に ついては、畜舎が存在するメッシュ及びその周囲 1メッシュ分の領域(計9メッシュ)内に投入さ れるものと仮定し、各畜種の窒素発生原単位(年 間の総発生量から施肥分を差し引いたもの)に当 該メッシュにおける頭羽数(当該畜舎における総 頭羽数を当該メッシュに均等に配分)を乗じた値 が毎月入力されるようにした。ただし、直接散布 は、家畜排せつ物の素掘り貯留や野積みを禁じた 「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進 に関する法律」(家畜排せつ物法)の施行(1999年 11月)後から行われるようになったと仮定し、 1999 年以前の直接散布による窒素投入量は 0 と した。各畜舎における家畜飼養頭羽数は、畜舎の 位置、規模及び飼養畜種を航空写真等をもとに判 定し、それに大字単位での家畜飼養頭羽数 14,15)を 紐付けることにより推定した。家畜排せつ物に含 まれる各窒素成分(NO₃-N、NH₄-N、有機態窒素(易 分解、中分解、難分解))の割合は、文献値をもと に設定した。また、施肥、直接散布のいずれも、 表層タンク及び不飽和帯タンクに投入されるも のとした。さらに、各畜種の飼養頭羽数の経年変 化(1975年~)を統計資料により把握し、入力デ ータとして整備した。

iii) 生活系

生活系の窒素負荷量は、各メッシュにおける負荷量を排水処理形態(農業集落排水施設、合併処理浄化槽、高度処理浄化槽、単独処理浄化槽、し尿処理施設)別に算定し、それが落水線を経由して直接河道に排出されるように設定した。各メッシュにおける農業集落排水施設以外の処理形態別人口は、各メッシュの人口 16に大字単位での処

理形態別人口割合 3を乗じることにより算出した。 農業集落排水施設の処理人口は、当該施設の供用 人口並びに施設周辺の人口分布に基づき設定し た。また、各処理形態の窒素成分別排出原単位は、 7期計画策定時に用いられた TN 排出原単位 30及 び文献値に基づき設定した。また、各メッシュの 処理形態別人口の経年変化(1975年~)を国勢調 査結果により把握し、入力データとして整備した。 iv)事業所系

事業所系の窒素負荷量は、流域内に存在する各事業所における排水量及び処理水水質データ ¹⁴⁾ により算出し、それが落水線を経由して直接河道に排出されるように設定した。処理水水質データがない事業所については、当該業種の代表的な排水濃度 ³⁾を適用した。

④ 将来予測計算に用いる入力データの整備

将来予測計算を行う際に必要となる、気象データ並びに窒素負荷量に関するシナリオデータ(~2075年)を整備した。気象データは、最近10年間(2009年~2018年)の観測データを繰り返し設定し、これに今後の気候変動に係る予想シナリオ¹⁷に基づく補正係数を掛けるようにした。農地及び畜産系の各窒素負荷量は、現在の施肥量または家畜飼養頭羽数に対する比率を年単位で変更できるようにし、これらの窒素負荷削減対策の効果について検証できるようにした。また、生活系の窒素負荷量については、下水道普及率の変化に合わせて流域全体の排水処理形態別人口を補正し、下水道や高度処理浄化槽の普及による窒素負荷削減効果について検証できるようにした。

(3) 現況再現計算結果

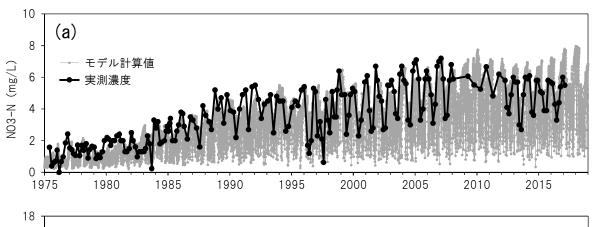
巴川、鉾田川の各環境基準点における NO₃-N の 各濃度の実測値 ¹⁸⁾とモデル計算値とを比較した (図 13)。巴川では、モデル計算値は実測値をよく再現していた。一方、鉾田川では実測値の変動 パターンを比較的よく再現していたものの、濃度は過大評価となった。

図 14 に巴川と鉾田川が合流した下流端における、NO₃-N の推移について、投入年代別(10年ごと)の内訳を計算した結果を示す。2020年末における NO₃-N を投入年代別に見ると、2020年の1年間に投入された窒素の割合は29.7%にとどまった。すなわち、2020年においては河川のNO₃-Nの約70%が、1年以上前に流域に投入された窒素であることが示された。また、1980年代に投入され

た窒素が 4%の割合で含まれており、流域に投入 された窒素は、その後数十年間流出し続け、河川 水質への影響が長期間継続することが示された。

(4) 将来予測計算結果

農地(化成肥料)及び畜産系の各窒素投入量に 係る3種類の将来予測シナリオのもとでそれぞれ 計算した、下流端における TN (各月平均値) の推 移を、図15に示す。農地、畜産系の各窒素投入量 をいずれも現状維持とした場合(シナリオ1)で は、TN が上昇していくことが予測された。なお、 ここでの「現状維持」とは、畜産系については堆 肥の農外利用・処理割合を 0.29 (7 期計画におけ る平成32年(2020年)の目標値)とし、それを全て 堆肥の直接散布分(堆肥の年間総発生量の 5/12 と した) から差し引くと仮定したものである。また、 流域に投入される化成肥料を現状の5割減とした 場合(シナリオ2)も、シナリオ1の場合より低 く推移するものの、やや上昇することが予測され



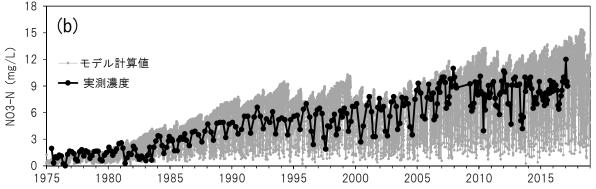
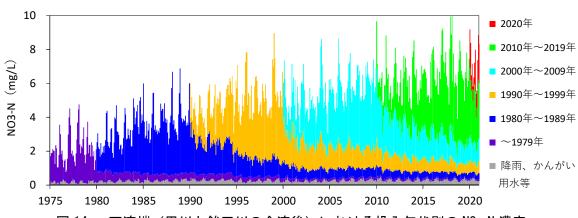


図 13 NO₃-N 濃度の実測値とモデル計算値との比較 ((a) 巴川、(b) 鉾田川)



下流端(巴川と鉾田川の合流後)における投入年代別の NO₃-N 濃度 図 14

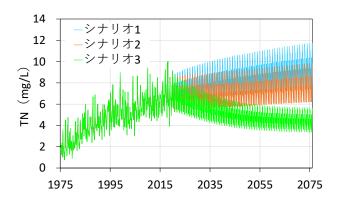


図 15 各シナリオにおける TN の将来予測結果

た。一方、流域に投入される家畜排せつ物を5割 減とした場合(シナリオ3)、TNが低下すること が予測された。このことから、河川水中の $\delta^{15}N_{NO3}$ 及び δ^{18} O_{NO3} の調査・解析結果(2章)と同様、畜 産系の寄与が大きいことが推察され、河川水の TN を低下させるには、畜産系の窒素投入量の削 減が重要と考えられる。

6 まとめ

本研究では、北浦流域における窒素動態を把握 することを目的として、河川水や地下水の窒素起 源調査や土壌ボーリング調査などの現地調査を 実施するとともに、窒素動態モデルを構築した。 本研究により得られた主な成果は、以下のとおり である。

- ・北浦の主要流入河川である巴川及び鉾田川を対 象に実施した河川水質調査並びに窒素起源調 査の結果から、これらの河川流域から流出する NO₃-N は主に畑地起源であり、その中でも特に 堆肥由来の割合が大きいことが推定された。ま た、本調査結果をもとに算出した畑地からの NO₃-N 流出負荷量は、7 期計画策定時に用いら れた畑地及び畜産系の原単位より算出した TN 排出負荷量と比べて大きく、その要因として、 本研究で求めた値には、過去に投入され土壌中 に蓄積した化成肥料及び堆肥(特に後者)由来 の窒素の流出分が反映されていることが考え られた。
- ・鉾田川、巴川、長茂川の流域内及びその周縁の 井戸(NO₃-N+NO₂-N 濃度が環境基準値を超過) を対象に地下水水質調査を行った結果、いずれ

- の地点でも畑地に施用された化成肥料や堆肥 が NO₃-N の主な汚染要因となっていることが 推定された。また、一部の地点では地下水中で 脱窒が起こっている可能性が示唆された。
- ・鉾田川流域内の畑地で実施した土壌ボーリング 調査の結果から、北浦流域の台地上の畑地にお いて投入された化成肥料や堆肥由来の NO₃-N は、ローム層でのNO3つの吸着、並びにその直下 の粘土層(難透水性)の存在により、特にロー ム層に多く蓄積していると考えられた。
- ・巴川・鉾田川流域における窒素成分の土壌中で の形態変化、地下水への溶脱、河川流出等につ いて統合的に計算する数理モデル(窒素動態モ デル)を構築するとともに、モデル計算に必要 な窒素投入量等の各種データを収集・整備した。 現況再現計算の結果、本モデルは特に巴川にお ける NO₃-N の推移をよく再現できた。また、 NO₃-N の流出挙動を投入年代別に解析した結 果、流域に投入された窒素は、その後数十年間 流出し続け、河川水質への影響が長期間継続す ることが推定された。さらに、化成肥料、畜産 系による各窒素投入量を削減した場合の河川 水中窒素濃度の推移について予測し、河川水の 窒素濃度を低下させるには、特に畜産系の窒素 投入量の削減が重要と考えられた。

参考文献

- 1) 国立環境研究所、2014. 窒素飽和状態にある 森林域からの窒素流出負荷量の定量評価お よび将来予測、国立環境研究所研究プロジェ クト報告、No. 107.
- 2) Parnell, A., Jackson, A., 2013. Stable Isotope in R. https://cran.rproject.org/web/packages/siar/siar.pdf.
- 3) 茨城県、2017. 2016年度第7期霞ヶ浦湖沼水 質保全計画策定調查業務報告書.
- 茨城県、2019. 地下水の水質測定結果、 http://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/kantai/ suishitsu/water/chikasui.html.
- 田瀬則雄、2004. 硝酸・亜硝酸性窒素による 地下水汚染の現状と動向、環境管理、40(3)、 255-263.
- 6) 環境省、2016. 硝酸性窒素等による地下水汚 染 策

- https://www.env.go.jp/water/chikasui jiban/conf/ manual 1.pdf.
- 7) Xue, D., Botte, J., De Baets, B., Accoe, F., Nestler, A., Taylor, P., Van Cleemput, O., Berglund, M., Boeckx, P., 2009. Present limitations and future prospects of stable isotope methods for nitrate source identification in surface- and groundwater. Water Research, 43(5), 1159-1170.
- 8) 農研機構、2019. 日本土壌インベントリー、 https://soil-inventory.dc.affrc.go.jp/index.html.
- 9) 北村立実、鈴木雄一、江口定夫、吉尾卓宏、 大内孝雄、黒田久雄、2013. 鉾田川流域にお ける河川、土壌及び地下水の窒素濃度の分布、 茨城県霞ケ浦環境科学センター年報、No. 9、 63-67.
- 10) Maeda, M., Ihara, H. and Ota, T., 2008. Deep-soil adsorption of nitrate in a Japanese Andisol in response to different nitrogen sources. Soil Science Society of America Journal, 72(3), 702-710.
- 11) 三浦憲蔵、2011. アロフェン質黒ボク土野菜 畑における硝酸態窒素の垂直分布と窒素収 支の関係、日本土壌肥料学雑誌、82(3)、200-206.
- 12) 茨城県農業総合センター、2016. 野菜栽培基
- 13) 茨城県農業総合センター、2017. 普通作物栽 培基準(含む,工芸作物).
- 14) 茨城県、2013. 平成 24 年度河川別汚濁原因調 查業務委託報告書.
- 15) 茨城県、2014. 平成 25 年度河川別汚濁原因調 查業務委託報告書.
- 16) 地図で見る統計(統計 GIS). https://www.estat.go.jp/gis.
- 17) 気候変動 2013: 自然科学的根拠 (気候変動に 関する政府間パネル第 5 次評価報告書第 1 作業部会報告書政策決定者向け要約). https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar5/ipcc ar5 wg1 spm jpn.pdf.
- 18) 茨城県、2019. 公共用水域の水質等測定結果. http://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/kantai/ suishitsu/water/kokyoyosuiiki.html.

1-2 現場観測による北浦における底泥からのリン溶出負荷の推計

北村立実,大内孝雄, 湯澤美由紀, 增永英治*, 佐藤和貴*、鮎川和泰**, 清家泰**

Estimation of phosphorus elution load from sediment in Kitaura by field observation

Tatsumi KITAMURA, Takao OUCHI, Miyuki YUZAWA, Eiji MASUNAGA, Kazuki SATOU, Kazuhiro AYUKAWA, Yasushi SEIKE

キーワード: 北浦、釜谷沖自動監視所、底泥、貧酸素水塊、現場観測による PO₄-P 溶出速度

1 はじめに

霞ヶ浦は茨城県南東部に位置しており,西浦, 北浦, 常陸利根川の 3 つの水域から成ってい る。近年、北浦で COD 濃度が高く推移し、他 の水域と比較して水質汚濁が進行している 1)。 その要因の1つとして、底泥からのリンの溶出 が挙げられている。北浦の底泥からのリンの溶 出に関しては、北浦の底泥をコアで採取し、室 内実験においてコアの状態で溶存無機態リン (DIP) ^{2) 3)} やリン酸熊リン (PO₄-P) ⁴⁾ の溶出 速度を測定した事例があり、PO4-P 溶出速度に ついては大きい時で 14.1 mg/m²/d と報告して いる。一方で、北浦の釜谷沖水質自動監視所に おいて底層の PO₄-P 濃度を測定した事例では 貧酸素水塊形成時に 24 時間で 0.20 mg/L 上昇 したことが報告されており 5)、室内実験の溶出 速度よりもかなり大きい値になると考えられ、 現場の溶出速度を詳細に把握する必要がある。 さらに、これまで各調査地点でのリン溶出速度 について言及してきたものの、北浦全域のリン 溶出量となるとシミュレーションモデルで算 出する必要があり、モデルの専門的な知識が必 要となることから簡単に算出することができ ない。

そこで、本研究では現地調査を実施することで現場のPO4-P溶出速度を把握し、釜谷沖水質自動監視所のデータや文献等を用いることで北浦全域におけるPO4-P溶出量について検討したので報告する。また、本報で記述する貧酸素の定義について、環境省が定めた底層溶存酸素量の類型及び基準値の類型「生物1(4.0 mg/L以上)」を参考とし、DO4.0 mg/L 未満を貧酸素としたの。

2 調査概要

* 茨城大学地球·地域環境共創機構

44 茨城県霞ケ浦環境科学センター 年報, No17 2021

(1) 現地調査

調査期間は2019年6月~9月、2020年7月 ~8月とした。調査地点は北浦の釜谷沖水質自 動監視所(以下、監視所と称す)で実施した(図 1)。監視所に自動昇降装置(マイクロプロファ イラーAWQP13,環境システム社製)を設置し、 それに多項目水質計 (Datasonde5x, 環境システ ム社製)を取り付けた。多項目水質計は30分 毎に1往復するようにし、水面から湖底に沈む 過程で測定した。昇降速度は2 cm/sとし、多 項目水質計は1Hzで測定したことから鉛直方 向への深度別測定頻度は2 cm 毎であるが、機 械的な誤差により数 cm の誤差が生じることが ある。そこで、10 cm 毎の直近前後 5 データを 平均することで 10 cm 毎のデータとして抽出 した。本研究においては多項目水質計で測定し た項目のうち溶存酸素濃度(DO濃度)のみを 利用した。DO 濃度のデータは携帯電話通信網 によりデータを伝送することによりリアルタ イムで貧酸素水塊の発生を把握することがで きるようにした。また、監視所に自動採水機

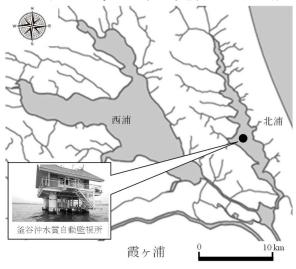


図1 調査地点

^{**} 島根大学研究・学術情報機構エスチュアリー研究センター

(ISCO6712、ISCO 社製) を 2 機設置し、上層 (水面下 0.5 m)、下層(湖底直上 0.5 m) の 2 層の湖水をそれぞれ採水した。採水頻度は4時 間~24 時間の間隔で実施し、リアルタイムで 得た DO 濃度データから貧酸素水塊が発生し た時の検体のみを回収した。回収後、直ちに孔 径 1 μm のガラス繊維ろ紙 (GF/B、Whatman 社 製)でろ過し、ろ液を分析に供した。分析項目 はPO₄-Pとし、オートアナライザー(QuAAtro、 SEAL 社製)を用いて分析した。6月から9月 における監視所の下層 DO 濃度の経時変化は、 監視所の深度 6.0 m の 1 時間毎の DO 濃度デー タを抽出し下層 DO 濃度として利用した。

(2) 解析方法

貧酸素水塊形成時に下層の PO₄-P 濃度が上 昇した場合を全て底泥から溶出したと仮定し て式 (1) のとおり PO_4 -P 溶出速度 (F) を算出 した。

$$F = \frac{(C_T - C_0)}{10^3} \frac{D}{T} \tag{1}$$

ここで、F $[mg/m^2/d]$ は現場で観測された 下層の PO₄-P 濃度の上昇から算出した PO₄-P 溶出速度(以下、現場観測によるPO₄-P溶出 速度と称す)、 C_T (mg/L)は溶出後の下層の PO_4 -P 濃度、 C_0 (mg/L)は溶出前の下層の PO_4 -P 濃度、T(d)は時間、D(m)は湖底から の距離である。下層のPO4-P濃度の上昇は4 時間 \sim 24 時間の間で観測されたことから Tは $0.17\sim1.00$ d とし、D は 0.5 m とした。現場 観測による PO4-P 溶出速度は湖底からの距離 D(0.5 m) までは濃度が均一になっていると 仮定して算出した。しかし、貧酸素水塊内全 体で PO₄-P 濃度が均一であった場合、溶出速 度を過小評価している可能性がある。一方 で、底泥からの溶出だけでなく湖水中の懸濁 粒子からの溶出等の影響も含まれていると考 えられ過大評価している可能性もある。これ らのとおり、現場観測による PO₄-P 溶出速度 の算出には仮定が含まれることに留意する必 要がある。

3 結果及び考察

(1) 現場観測による PO₄-P 溶出速度

図2に2019年の7月1日から8月8日まで の監視所における上下層のDO濃度とPO₄-P濃

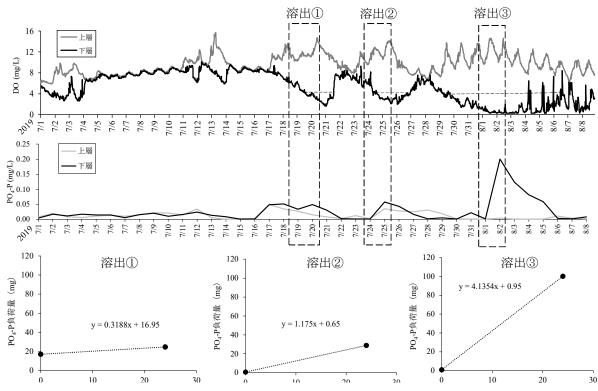


図 2 2019 年 7 月 1 日~8 月 8 日の監視所における DO 濃度、PO₄-P 濃度の変動及び溶出時の PO₄-P 負荷量の変化

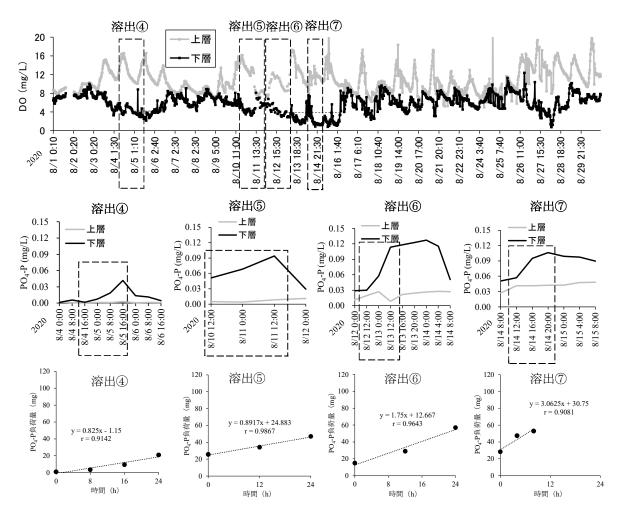
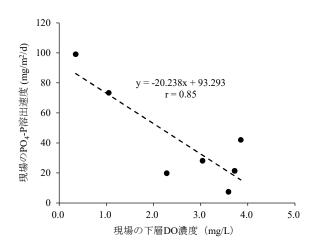


図 3 2020 年 8 月 1 日~8 月 29 日の監視所における DO 濃度、溶出時の PO₄-P 濃度及び PO₄-P 負荷量の変化

度の推移及び溶出時の PO4-P 負荷量の変化を示した。下層の DO 濃度が 4 mg/L あたりになると下層の PO4-P 濃度が上昇する傾向がみられた。このような現象は 3 回確認され、底泥から PO4-P が溶出していると考えられることから、溶出①~③とした。また、溶出①~③の溶出時の PO4-P 負荷量をみると、溶出①の傾きが最も小さく、溶出③の傾きが最も大きくなった。この結果から現場観測による PO4-P 溶出速度を算出すると、溶出①は 7.4 mg/m²/d、溶出②は 28.1 mg/m²/d、溶出③は 99.1 mg/m²/d となった。また、PO4-P 負荷量が最も大きくなった時、その値が大きいほど下層の DO 濃度は低くなる傾向がみられた。

図3に2020年の8月1日から8月29日までの監視所における上下層のDO濃度とPO₄-P 濃度の推移及び溶出時のPO₄-P 負荷量の変化 を示した。2020年も2019年と同様に下層のDO 濃度が4 mg/L あたりになると下層のPO4-P 濃 度が上昇する傾向がみられた。このような現象 は4回確認され、2019年と同様、底泥からPO4-Pが溶出していると考えられることから、溶出 ④~⑦とした。また、2020年は2019年よりも 短い間隔で採水したことから溶出④~⑦の PO4-P 負荷量が直線的に増加していることが 明らかとなった。この結果から現場観測による PO4-P 溶出速度を算出すると、溶出④は19.8 mg/m²/d、溶出⑤は21.4 mg/m²/d、溶出⑥は42.0 mg/m²/d、溶出⑦は73.4 mg/m²/d となった。

そして、溶出①~⑦の現場観測による PO₄-P 溶出速度と溶出時に最も PO₄-P 負荷量が大きくなった時の下層の DO 濃度をプロットし、1 次関数の近似直線を求めたところ、比較的大きい相関係数が得られた(図 4)。この式から下層



下層の DO 濃度と PO4-P 溶出速度の 関係

の DO 濃度が 4.6 mg/L 以上になると底泥から PO4-Pが溶出することが示唆された。

(2) 監視所における底泥からの PO₄-P 溶出量 の算出

図5に2020年6月から9月までの夏季にお ける監視所での上下層の DO 濃度の経時変化、 さらに下層の DO 濃度に図 4 で得られた近似 式を当てはめて算出した現場観測による PO4-P 溶出速度の経時変化を示した。これを1時間

毎に換算し合計することで夏季における PO4-P 溶出量を算出した。ただし、DO 濃度が 4.6 mg/L を上回ると PO4-P 溶出速度がマイナスを 示すが、その場合は溶出しないとして 0 $mg/m^2/d$ とした。また、底泥からの PO_4 -P 溶出 がこの 6 月から 9 月に起きると仮定して年間 の溶出量とした。その結果、監視所における 2020年のPO₄-P 溶出量は 466.7 mg/m²/年と見 積もられた。

(3) 北浦における底泥からの PO₄-P 溶出量の 算出

北浦の湖面積は36km2であるが、過去の調 査から北浦で貧酸素水塊が発生する面積割合 は 55.9 %と報告がある ⁷⁾。 それをもとに面積 を算出すると 20.1 km²で貧酸素水塊を形成す る可能性がある。そこで、20.1 km2 の範囲で貧 酸素水塊を形成したと仮定し、北浦の 2020 年 の PO₄-P 溶出量を算出すると 9,391 kg/年と見 積もられた。また、2005年~2019年の監視所 の下層 DO 濃度のデータと近似式を利用して 同様の計算をすると 6,907~49,652 kg/年の範 囲で変動し、最も小さい年と最も大きい年では 7 倍以上の差が生じた。一方、2015 年の北浦 の流入河川からの T-P 負荷量は 43,800 kg/年

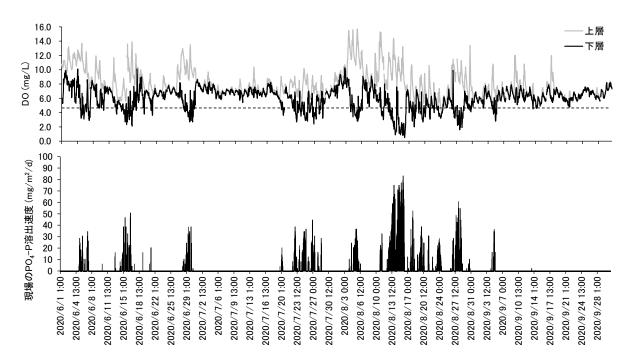


図 5 2020 年 6 月から 9 月における監視所の上下層の DO 濃度及び底泥からの PO₄-P 溶出速度 の変動

と報告されている 8)。2015 年の監視所の下層 DO 濃度のデータから底泥からの溶出による PO4-P 負荷量を算出すると 27,904 kg/年と見積 もられた。底泥からの溶出は流入河川の約64%であるが、これが6月~9月の4ヶ月に集中するとなると、負荷のインパクトは非常に大きいと考えられた。さらに、底泥からの溶出は 2015 年の北浦における T-P の総流入負荷量の 36.7%を占めていると示唆された。これらのことから、北浦の底泥からのリンの溶出は北浦の汚濁負荷に非常に大きな影響を与えていると考えられた。

4 まとめ

本研究によって以下のことが明らかとなった。

- (1) 2019 年 \sim 2020 年において現場における PO₄-P 溶出速度は 7.4 \sim 99.1 mg/m²/d であった。
- (2) 貧酸素水塊形成時における現場観測による PO₄-P 溶出速度と溶出時に最も PO₄-P 負荷量が大きくなった時の下層の DO 濃度には有意な負の相関が得られた。
- (3) 監視所における下層の DO 濃度データを本研究で得られた 1 次近似式に当てはめることで PO4-P 溶出速度を算出し、北浦で貧酸素水塊が起きる面積をかけることで、北浦における底泥からの PO4-P 溶出量を推計できるようになった。2005年~2019年の監視所の下層 DO濃度のデータを利用して北浦の PO4-P 溶出量を算出すると 6,907~49,652 kg/年の範囲で変動した。

本研究によって監視所の下層 DO 濃度を把握すれば、北浦の底泥からの PO4-P 溶出量を推計できるようになった。これによって、従来よりも簡便に北浦の PO4-P 溶出量を把握することが可能となったが、水域によって下層の DO 濃度の状況や底泥からの PO4-P 溶出速度は異なることが考えられるため、溶出量の傾向として捉えた方が良いだろう。本研究以外にも同時期に北浦の研究を実施しており、北浦の貧酸素水塊の詳細な分布 70、湖水と底泥の酸素消費速度や底泥からの PO4-P 溶出速度 90、水温成層の形成と湖水の混合 100,110,12)等、北浦の底泥からの PO4-P 溶出に関するデータを多く取得している。これらのデータをモデルに組み込み、よ

り正確な PO₄-P 溶出量の算出を検討する必要があるだろう。

5 謝辞

本研究は国土交通省関東地方整備局霞ヶ浦河川事務所、茨城大学、茨城県霞ケ浦環境科学センターからなる共同研究プロジェクト CERK (Circulation and Ecosystem Research on Kasumigaura)の事業として実施された。また、茨城大学地域研究・地域連携プロジェクト「茨城県・茨城大学共同霞ヶ浦水循環・生態系解明プロジェクト」の補助を受け実施された。さらに、島根大学との共同研究「霞ヶ浦における貧酸素水塊の形成機構と栄養塩動態に関する調査研究」として実施された。観測機器の設置では独立行政法人水資源機構利根川下流総合管理所にご協力をいただいた。関係各位に謝意を表する。

6 参考文献

- 1) 茨城県・栃木県・千葉県、2017. 霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画(第7期)、1-5.
- 2) Ishii, Y., YABE, T., NAKAMURA, M., AMANO, Y., KOMATSU, N., WATANABE, K., 2009. Effect of Nitrate on Phosphorus Mobilization from Bottom Sediment in Shallow Eutrophic Lakes. Journal of Water and Environment Technology 7(3), 163-176.
- 3) Ishii、Y., Harigae、S., Tanimoto、S., Yabe、T., Yoshida、T., Taki、K., Komatsu、N., Watanabe、K., Negishi、M., Tatsumoto、H., 2010. Spatial variation of phosphorus fractions in bottom sediments and the potential contributions to eutrophication in shallow lakes. Limnology 11, 5–16.
- 4) 石井裕一、渡邊圭司、小松伸行、2006. 湖 沼底泥からのリン溶出に及ぼす環境因子の 検討. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報 2、 95-102.
- 5) 北村立実、小室俊輔、大内孝雄、湯澤美由 紀、増永英治、浅岡大輝、鮎川和泰、清家泰、 2019. 北浦における貧酸素水塊と栄養塩濃度 の分布. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報 15、55-64.
- 6) 環境省, 2016. (お知らせ) 水質汚濁に係る環境基準の追加等に係る告示改正につ

- いて. URL. https://www.env.go.jp/press/ 102287.html (2021年9月時点).
- 7) 小室俊輔、北村立実、大内孝雄、增永英治、 浅岡大輝、鮎川和泰、三上育英、清家泰、湯 澤美由紀、福島武彦、2021. 北浦における貧 酸素水塊の詳細分布と貧酸素水域面積の推 計. 水環境学会誌 44(5)、157-164.
- 8) いであ株式会社、2017. 第7期霞ヶ浦湖沼 水質保全計画策定調查業務委託報告書.
- 9) 北村立実、大内孝雄、木村夏紀、湯澤美由 紀、増永英治、佐藤和貴、浅岡大輝、鮎川和 泰、清家泰、2020. 北浦及び西浦における貧 酸素水塊とリン溶出状況. 茨城県霞ヶ浦環境 科学センター年報 16、31-39.
- 10) 浅岡大輝、増永英治、小室俊輔、北村立実、 2020. 地形と成層の変化に関連する風応力に よる混合応答時間の評価. 土木学会論文集 (B2 海岸工学)76,、I 145-I 150.
- 11) 增永英治、浅岡大輝、小室俊輔、松本俊一、 小野正人、番場泰彰、2019. 沿岸地形と風応 力が形成する複雑な密度構造と混合状態の 高精度計測. 土木学会論文集 B2(海岸工学)、 75/2, I 217-I 222.
- 12) Eiji Masunaga, Shunsuke Komuro (2019) Stratification and mixing processes associated with hypoxia in a shallow lake (Lake Kasumigaura, Japan), Limnology, 21, 173-186.

1-3 夏季の北浦における植物プランクトンの分布と増殖要因の検討

北村立実、大内孝雄、湯澤美由紀、増永英治*、佐藤和貴*、鮎川和泰**、清家泰**

Study on distribution and factors of phytoplankton proliferation in Lake Kitaura during summer

Tatsumi KITAMURA, Takao OUCHI, Miyuki YUZAWA, Eiji MASUNAGA, Kazuki SATOU, Kazuhiro AYUKAWA, Yasushi SEIKE

キーワード: 北浦、クロロフィルa濃度、フィコシアニン濃度、栄養塩、光合成活性

1 はじめに

霞ヶ浦は茨城県南東部に位置しており、西浦、 北浦、常陸利根川の 3 つの水域から成ってい る。近年、北浦で COD 濃度が高く推移し、他 の水域と比較して水質汚濁が進行している 1)。 これまでの研究で、霞ヶ浦の有機炭素の 66% は植物プランクトン由来と報告されており 2)、 有機物の多くは植物プランクトンが占めてい ることが明らかとなっている。また、北浦では 夏季に藍藻類が上昇し、COD 濃度も上昇して いる傾向がみられており3)、夏季の藍藻類の増 殖が COD 濃度を高くしている要因と考えられ る。一方、夏季に北浦の武井沖において、藍藻 類の指標となるフィコシアニン濃度の推移を 調査した事例では、フィコシアニン濃度と藍藻 類の体積が有意な相関が得られ、藍藻類の増殖 をフィコシアニン濃度で把握できることが報 告されている⁴⁾。さらに、水温が 25℃を越える と急激にフィコシアニン濃度が上昇し、藍藻類 の増殖に水温が大きく寄与していることなど が報告されている⁴⁾⁵⁾。このように、一部の水 域においてフィコシアニン濃度を用いて夏季 の藍藻類の増殖やその要因を検討してきたが、 北浦全体を面的に検討した事例はない。また、 植物プランクトン群集の現存量は水温だけで なく、窒素, リンによっても制限されており 6) ⁷⁾、北浦おいては上流域から下流域にかけてリ ン制限から窒素制限へと変化し、北浦の中流域 がアオコの発生機構に重要な水域であるとの 報告がある⁸⁾。北浦で COD 濃度が高い要因を 検討するには、北浦全域で藍藻類の増殖分布の 傾向やその要因を検討する必要があると考え られる。

そこで、本研究では北浦全域においてフィコシアニン濃度や窒素、リンなどを詳細に調査す

ることで、北浦における夏季の植物プランクトン (特に藍藻類)の増殖の分布や要因について 検討することとした。

2 調査概要

(1) 調査方法

調査期間は2021年6月1日から9月8日ま で実施した。調査地点は北浦の上流から下流に かけて10地点とした(図1)。調査頻度は原則 週1回とし、現場で上層(水面下 50 cm) およ び下層(湖底直上 50 cm) の水温及び DO 濃度 を測定するとともに採水を行った。水温はペッ テンコーヘル水温計で測定し、DO 濃度は多項 目水質計 (Datasonde5x, 環境システム社製) で 測定した。実験室に到着後直ちに、1.2 µm のガ ラス繊維ろ紙 (GF/C、Whatman 社製) で湖水を ろ過し、クロロフィルa濃度とフィコシアニン 濃度の分析用に2枚ろ過した。それぞれろ紙を 遠沈管に移し、測定するまで氷点下 30 ℃で冷 凍保存した。クロロフィル a 濃度の分析は、 ろ紙の入った遠沈管にエタノールを加えて, 5℃未満の冷蔵庫で一昼夜抽出後, 3000rpm で 10 分間遠心分離を行い、上澄み液を分光光度 計(UV-2550、島津製作所製)で測定した。測 定波長は630,645,663と750nmに設定し、

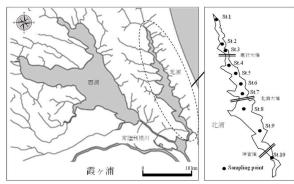


図1 調査地点

^{*} 茨城大学地球·地域環境共創機構

^{**} 島根大学研究・学術情報機構エスチュアリー研究センター

⁵⁰ 茨城県霞ケ浦環境科学センター 年報, No17 2021

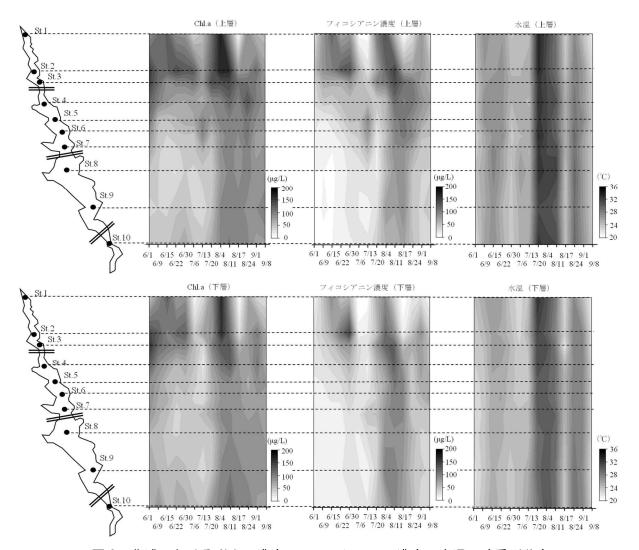


図 2 北浦における Chl. a 濃度、フィコシアニン濃度、水温の時系列分布

得られた吸光度からユネスコ法 9の計算式に よって湖水1Lあたりのクロロフィルa濃度を 算出した。一方、フィコシアニン濃度の分析は、 ろ紙の入った遠沈管に 10 mM リン酸緩衝液 (pH=7.0) を添加し、蛍光光度計 (F-4500、日 立製作所製)を用いて検量線法で測定した。ま た、湖水は孔径 1.0 µm のガラス繊維ろ紙(GF/B、 Whatman 製) でろ過し、湖水(原液) とろ液を 分析に供した。原液の分析項目は植物プランク トンの光化学系2の最大量子収率とし、光合成 活性計 (AquaFlash、Turner 社製) で測定した。 ろ液の分析項目は硝酸態窒素 (NO₃-N)、アンモ ニア態窒素 (NH₄-N)、リン酸態リン (PO₄-P) としオートアナライザー (Quattro、Seal 社製) で分析した。降水量及び気温は気象庁のアメダ ス鉾田、全天日射量はアメダスつくば(館野) のデータを用いた。風向風速は釜谷沖水質自動

監視所のデータを用いた。

3 結果及び考察

(1) 北浦のフィコシアニン濃度の分布

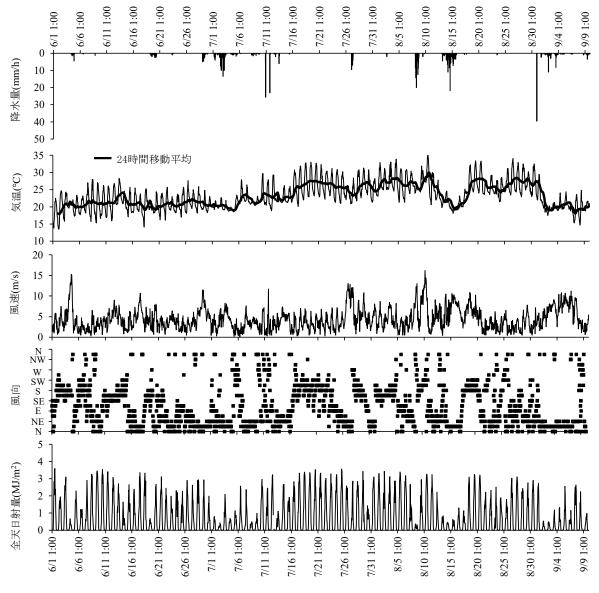
図 2 に北浦における上層及び下層のクロ ロフィル a 濃度、フィコシアン濃度及び水温 の時系列分布を示した。その結果、クロロフ ィル a 濃度とフィコシアニン濃度は上下層と もに同様な分布を示したものの、両方とも若干 上層で高い傾向を示した。そして、北浦上層に おける全地点、全調査日のクロロフィル a 濃 度とフィコシアン濃度をプロットしたとこ ろ有意な正の相関が得られた(図3)。このこ とから、夏季における北浦全域の植物プラン クトンの増加は藍藻類で説明できることが 示唆された。

また、フィコシアニン濃度は7月20日以降

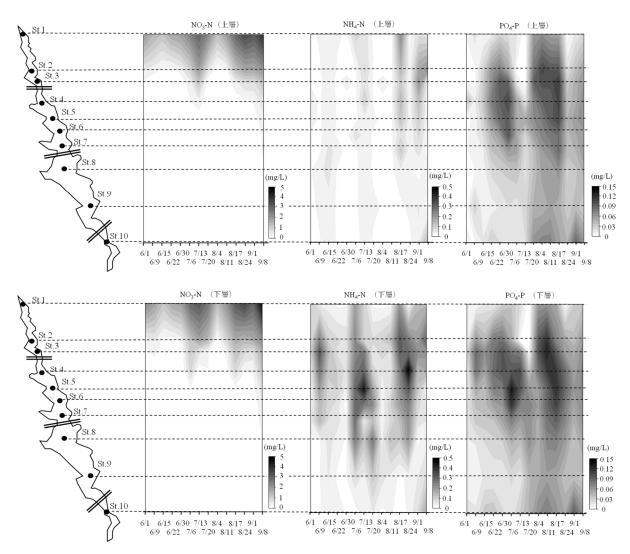
図 3 北浦における夏季のクロロフィルa 濃度とフィコシアニン濃度の関係

北浦全域で上昇する傾向がみられた。水温をみ ると7月13日までは全域で25℃以下で推移し たが、7月20日以降は全域で30℃を越えた。 一方、気温の変動をみると、7月16日以降に 大きく上昇し、30℃を越えるようになったこと から、気温の上昇により水温が上昇し、それに よって藍藻類が北浦全域で増殖したと考えら れた (図4)。

さらに、フィコシアニン濃度は8月4日に St.1~4 の北浦の上流域で上昇する傾向がみら れた。風向をみると、8月1日から南風が卓越 していた(図4)。このことから、7月20日以 降に増殖した藍藻類が風によって北浦上流域



北浦における降水量、気温、風向風速、全天日射量の経時変動



北浦における NO₃-N 濃度、NH₄-N 濃度、PO₄-P 濃度の時系列分布

に吹き寄せられたことが考えられた。

一方、フィコシアニン濃度は7月13日にSt.4 ~7 にかけて、8月17日にSt.3~6 にかけて北 浦中流域で高くなった。水温は分布の差はほと んど見られないこと、中流では風による吹き寄 せが起こりにくいことから、気象以外の影響を 受けて藍藻類が増殖したと考えられた。

(2) フィコシアニン濃度と栄養塩濃度の関係

図 5 に上層及び下層の NO₃-N 濃度、NH₄-N 濃度、PO₄-P濃度の時系列分布を示した。NO₃-N 濃度は上下層ともに北浦上流域で高く、下流 に行くに従って低下し、St.4より下流ではほと んど検出されなかった。St.1 で NO₃-N 濃度が 1.1~4. 7 mg/L と高いのは鉾田川や巴川などの 流量が大きい河川の影響と考えられた。また、

8月4日に北浦上流で NO₃-N 濃度が低下した が、これはフィコシアニン濃度が高かったこと から増殖した藍藻類に取り込まれたと考えら れた。NH4-N濃度は上層よりも下層で高い傾向 があり、7月13日にSt.5、8月24日にSt.4で スポット的に高くなった。また、PO4-P濃度も 上層よりも下層で高い傾向があり、7月6日に St.5~7、8月4日や11日にSt.2~4にかけて高 くなった。6月1日から9月8日までの全ての 調査地点の上層のフィコシアニン濃度に対し て上下層の NO₃-N 濃度、NH₄-N 濃度及び PO₄-P 濃度のそれぞれの相関係数を算出すると、 PO₄-P 濃度が上下層ともに 0.5 以上で比較的大 きくなり、次いで下層の NH₄-N 濃度が 0.2、 NO₃-N 濃度の上下層や NH₄-N 濃度の上層は 0.1 未満であった。また、上層のフィコシアニン濃

図 6 St. 2 におけるフィコシアニン濃度、 DIN、DIP 濃度の変動

度の変動が大きかった St.2 において上層のフ ィコシアニン濃度と上層の DIN 濃度 (NO₃-N 濃度+NH₄-N 濃度) 及び PO₄-P 濃度の変動を 示した(図6)。フィコシアニン濃度が最も低か った7月13日はDINが2.0 mg/L、PO₄-P濃度 が 0.005 mg/L であった。そして、7月 20 日に フィコシアニン濃度が 73 μg/L に上昇すると DIN 濃度が 0.59 mg/L に低下し、PO₄-P 濃度は 0.002 mg/L と低いままであった。さらに、8月 4日になるとフィコシアニン濃度がさらに 117 μg/L に上昇し、DIN 濃度が 0.02 mg/L に低下 し、PO₄-P 濃度が 0.080 mg/L に上昇した。その 後、フィコシアニン濃度が 71 µg/L に低下した 後、PO₄-P 濃度も 0.021 mg/L に低下し、一方で DIN 濃度が 1.7 mg/L に上昇した。このように、 PO4-P 濃度に連動する形でフィコシアニン濃 度が変動しており、PO4-Pが藍藻類の増殖に影 響を与えている可能性が考えられた。

(3) PO₄-P 濃度の上昇の要因

図7に下層 DO 濃度の時系列分布を示した。 その結果、7月6日や13日、8月24日に St.4から St.6にかけて DO 濃度が4 mg/L を下回った。過去の北浦の調査から St..2 から St.9にかけて貧酸素水塊を形成し、それと同時に底泥から PO4-P の溶出を確認したことが報告されている 100。下層の PO4-P 濃度の時系列分布からも同時期の St.4 から St.6にかけて PO4-P 濃度

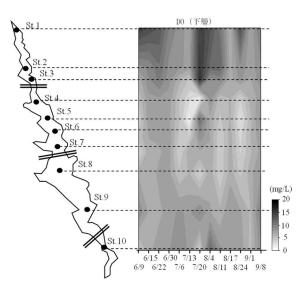


図7 北浦における下層の DO 濃度の時系 列分布

が高くなっていることから貧酸素水塊の形成による底泥からの溶出が影響していることが考えられた。一方、8 月 4 日に St.2 から St.3 にかけて下層の PO_4 -P 濃度上昇したが、下層の PO_4 -P 濃度上昇したが、下層の PO_4 -P 濃度上昇したが、下層の PO_4 -P 濃度は PO_4 -P 濃度は PO_4 -P 濃度 PO_4 -P 濃度の変動に影響を与えた可能性がある。

(4) 光合成活性の分布

植物プランクトンの光化学系 2 の最大量子収率(以下、最大量子収率と称す)は植物プランクトンの潜在的光合成能力の指標として用いられている。図8に最大量子収率の時系列分

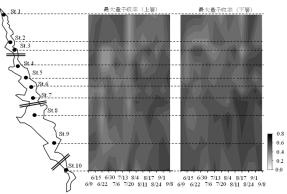


図8 北浦における植物プランクトンの量子収率の時系列分布

布を示した。上下層共に全体的に 0.5 前後で分 布し、7月20日の上層では0.4前後に低下し た。7月20日は梅雨が明けて気温が高く、全 天日射量も高い時であった。最大量子収率は強 光阻害によって低くなることが報告されてい る 12) 13)。 しかし、7月20日以外にも全天日射 量が高い日があることから強光阻害だけが原 因ではないと考えられた。また、琵琶湖で最大 量子収率を測定した事例では、夏季には深度が 深くなるにつれて低下し、全循環が起こる冬季 は全層で同程度になる分布的な特徴があった と報告している140。一方、本調査では、北浦の 上下層ではほとんど同程度であり深度による 差がみられなかった。これは、霞ヶ浦は水深が 浅く、湖水の循環が頻繁に起こるため最大量子 収率に差が出なかった可能性が考えられる。

4 まとめ

本研究によって以下のことが明らかとなっ った。

- (1) 夏季における北浦全域のクロロフィル a 濃度とフィコシアニン濃度に有意な正の 相関が得られたことから、夏季の北浦の植物 プランクトン増殖は藍藻類で説明できるこ とが示唆された。
- (2) 北浦上流域でフィコシアニン濃度が上昇 した要因として、風によって藍藻類が吹き寄せ られたことが考えられた。
- (3) 一方、北浦中流でフィコシアニン濃度が 上昇した要因として、栄養塩の供給が考えられ、 特に底泥からの PO₄-P の溶出の影響があると 考えられた。
- (4) 北浦では最大量子収率の分布的な特徴は みられなかった。

夏季の北浦の藍藻類の増殖要因については これまでの知見のとおり気象や栄養塩が影響 していることが確認できたが、栄養塩に関して は底泥からの PO4-P 溶出が関係していること が考えられた。一方で、本調査では光合成活性 から植物プランクトンの増殖しやすい水域の 特定を試みたが明らかにすることはできなか った。今後は藍藻類の増殖速度に合わせた現場 調査や、他の測定法(明暗瓶法やトレーサー法 など)を実施し、複合的に藍藻類の増殖要因や 増殖水域を究明する必要があると考えられる。

特に北浦で藍藻類の増殖水域を特定すること ができれば効率的な浄化対策を検討すること ができると考えられる。

5 謝辞

本研究は国土交通省関東地方整備局霞ヶ浦河 川事務所、茨城大学、茨城県霞ケ浦環境科学セン ターからなる共同研究プロジェクト CERK (Circulation and Ecosystem Research on Kasumigaura)の事業として実施された。また、茨 城大学地域研究・地域連携プロジェクト「茨城県・ 茨城大学共同霞ヶ浦水循環・生態系解明プロジェ クト」の補助を受け実施された。さらに、島根大 学との共同研究「霞ヶ浦における貧酸素水塊の形 成機構と栄養塩動態に関する調査研究」として実 施された。関係各位に謝意を表する。

6 参考文献

- 1) 茨城県・栃木県・千葉県, 2017. 霞ヶ浦に 係る湖沼水質保全計画(第7期), 1-5.
- 2) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター、2014. 有 機炭素の挙動の解明に関する研究 (H22~ H26). 茨城県霞ケ浦環境科学センター年報 10, 119-122.
- 3) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター、2018. 1-4 霞ヶ浦湖内水質等モニタリング事業. 茨城県 霞ケ浦環境科学センター年報 14,57-73.
- 4) 小日向寿夫、中村剛也、大内孝雄、神谷航 一、北村立実、花町優次、2012. フィコシア ニンを指標とした霞ヶ浦のアオコの発生状 況と発生要因について. 茨城県霞ケ浦環境科 学センター年報 8,70-78.
- 5) 大内孝雄、小日向寿夫、中村剛也、神谷航 一、2013. 2013 年度の霞ヶ浦におけるフィコ シアニン濃度の推移とアオコ発声要因との 関係. 茨城県霞ケ浦環境科学センター年報 9, 58-62.
- 6) Elser, J. J., E. R. Marzolf, and C. R. Goldman (1990): Phosphorus and nitrogen limitation of phytoplankton growth in the freshwaters of North America: A review and critique of experimental enrichments. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, 47: 1468-1477.
- 7) 藤本尚志、福島武彦、1995. 湖沼における 藻類種と環境因子との関係, 国立環境研究

- 所業務報告. F-72'95, pp115-122.
- 8) 本間隆満、2005. 霞ヶ浦における植物プランクトン群集の分布. 茨城県霞ケ浦環境科学センター年報 1,85-92.
- 9) Kerr, J.D. and Rao D.V. Subba (1966). Extraction of chlorophyll a from Nitschia closterium by grinding. Unesco Monographs on Oceanographic Methodology, Paris, 1: 65-69.
- 10) 小室俊輔, 北村立実, 大内孝雄, 増永英治, 浅岡大輝, 鮎川和泰, 三上育英, 清家泰, 湯 澤美由紀, 福島武彦, 2021. 北浦における貧 酸素水塊の詳細分布と貧酸素水域面積の推 計. 水環境学会誌 44(5), 157-164.
- 11) 北村立実, 小室俊輔, 大内孝雄, 湯澤美由 紀, 増永英治, 浅岡大輝, 鮎川和泰, 清家泰, 2019. 北浦における貧酸素水塊と栄養塩濃度

- の分布. 茨城県霞ケ浦環境科学センター年報 15,55-64.
- 12) 遠藤 剛, 2002. クロロフィル螢光の測定 から見えてくる世界. 化学と生物 40(6), 402-405.
- 13) Masayuki, T., Sooji S., Yukuya Y., Yoshihiko F. (1971) Photo-inhibition of Phytoplankton Photosynthesis as a Function of Exposure Time, Journal of the Oceanographical Society of Japan, 27(29):43-50.
- 14)後藤直成、宮崎はるな、寺井久慈、石田典子、三田村緒佐武、2005. PAM クロロフィル蛍光計による植物プランクトンの光合成活性の測定. 日本陸水学会第70回大会大阪大会講演要旨集,179.

1-4 県内3地区のハス田群の環境負荷調査から明らかにした 負荷削減の可能性

佐野健人、飯尾 恒*、吉田繁樹**、湯澤美由紀

Possibility of environmental load reduction based on the study of the survey at lotus paddy fields in three redions

Taketo SANO, Wataru IIO, Shigeki YOSHIDA, Miyuki YUZAWA

キーワード:ハス田、流出負荷

1 はじめに

レンコンは茨城県の特産物の一つであり、全国 の半分程度が茨城県から生産されている。茨城県 内でのレンコン栽培は大部分が霞ヶ浦沿岸で行 われ、霞ヶ浦西浦沿岸の土浦市からかすみがうら 市、阿見町から稲敷市、小美玉市、北浦沿岸の行 方市などが産地となっている。

レンコン栽培は、水稲に比べて施肥量が多いこ とや、「水堀り」と呼ばれる収穫作業に伴う濁水の 発生などから、霞ヶ浦への環境負荷の発生が懸念 されている。

今回、図1に示した霞ヶ浦西浦沿岸の土浦市手 野地区及び小美玉市下玉里地区のハス田群、霞ヶ 浦北浦沿岸の行方市繁昌地区のハス田群におい て環境負荷調査を行たため、その結果と負荷削減 の可能性について検討を行った。

2 調査地区の概要及び調査方法

(1) 調査地区の概要

手野地区

調査対象地区は土浦市手野地区の 148.6ha で、 境川の西浦への河口部東側に位置する。

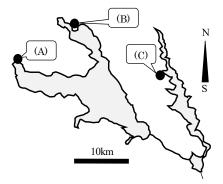
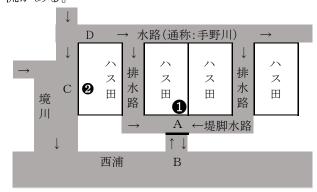
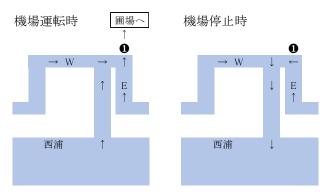


図 1 調査地区。A:手野地区、B:下玉里 地区、C:繁昌地区

手野地区の用水は西浦湖岸の第一機場(図2中 の●) と境川脇の第二機場(同 ②) から各圃場に 送水される。第一機場では地区内の排水(同 A) と西浦からの取水(同 B)を合わせて送水し、第 二機場では境川から取水・送水する(同 C)。また、 地区の北西部で境川の支流から分岐する水路(通 称「手野川」。同 D) から地区内の排水路に続く水 流がある。



手野地区の水移動模式図。A~D:測 定ポイント、❶❷:機場、矢印:水流



第一機場周辺の水流概略。●:機場、 矢印:水流、E·W:測定機器

^{*} 畜産センター、** 鹿行農林事務所

手野地区の排水は排水路から堤脚水路を通じ 第一機場前に集まり西浦に流出する(図2のAからBへの流れ)。

第一機場周辺の主な水流としては、機場運転時には堤脚水路からの排水と西浦からの流入が合わせて各圃場に送水され(図3左)、停止時には堤脚水路からの排水が西浦へ排出される(図3右)。堤脚水路と西浦の間の水門は通常解放されており、両者の水位差よっては、西浦から堤脚水路への水流が生じ、堤脚水路が逆流することもある。② 下玉里地区

調査対象地区は小美玉市下玉里地区の一部の 10.2ha で、園部川の西浦への河口手前西側に位置 する。

下玉里地区の用水は園部川脇の魦内機場から各圃場に送水される。下玉里地区の排水は地区東側の大排水路に集まり、他地区からの排水と合わさり西浦に排水される(図4)。なお、魦内機場からの送水は3月下旬~11下旬のみである。

③ 繁昌地区

調査対象地区は行方市繁昌の一部の 4.2ha で、 山田川の北浦への河口部南側に位置する (図 5 「調査区」)。

用水は、用排水機場からパイプラインで、調査 区およびその周辺の地区(図5の調査区および地 区1~3)の各圃場へと送水される。用排水機場 では、北浦から取水(以後「北浦揚水」)するとと もに、地区1からの排水(同「循環水」)を合わせ て送水している。

また、排水は、調査区では各圃場から排水機場に集まり山田川に、地区2は排水路を通じ北浦に、地区3は排水路を通じ山田川に排出される。地区1では用排水機場に集まり、北浦に排水または循環水として用水に再利用される。

(2) 調査方法

① 手野地区

調査は 2021 年 4 月 1 日から 2022 年 3 月 31 日 の 1 年間実施した。地区への流入として、第一機 場脇の霞ヶ浦 (図 1 B)、第二機場脇の境川 (図 1 C) および地区の北西部の分岐水路 (図 1 D) で 採水を行った。また、排水として第一機場前の堤脚水路 (図 1 A) で採水を行った。採水した各水 試料について JIS 法 (K 0102) に準拠して SS、COD、dCOD、TN、DTN、NH4-N、NO3-N、NO2-N、TP、DTP、PO4-P の濃度を測定した。

また、第一機場前の堤脚水路2か所(図2 E・W)に流向流速計および水位計を設置し、1 時間間隔で記録を行った。

② 下玉里地区

調査は2019年4月1日から2022年3月31日の3年間実施した。地区東側の大排水路で排水を採水した。用水は2020年6月~2022年3月のみ、魦内機場脇の園部川で採水した。採水は週に1度実施した。採水した各水試料は手野地区と同様に分析に供した。

③ 繁昌地区

繁昌地区では2017年4月1日~2020年3月31日の3年間調査を行った。

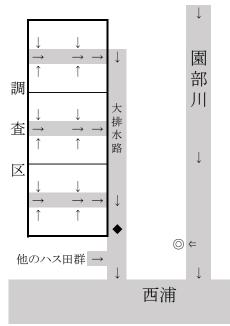


図 4 下玉里地区の概略図。◎:魦内機場、◆:排水採水地点、←:機場動作時の揚水、→:河川および排水の流れ

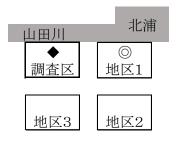


図 5 繁昌地区の概略図。◎:用排水機場 (北浦から取水)、◆:排水機場(山田川 に排水)

用水の採水は、循環水は用排水機場内の水路で、 北浦揚水は同機場脇の北浦湖岸で週 1 回行った。 排水の採水は排水機場内の堤脚水路で行い、2017 年 4 月~2019 年 3 月は自動採水器 (ISCO、6712 型) により1日1回正午に、2019年4月~2020年 3月は手作業で週1回採水した。

採水した各水試料は手野地区・下玉里地区と同 様に分析に供した。

3 結果

(1) 水収支

① 手野地区

手野地区の流入水として(1)西浦からの流入 (図2 B から A への流れ)、(2) 境川からの取 水(図2 C)、(3) 水路からの流入(図2 D)、 (4)降水、(5)収穫時の掘取水(井戸からの汲 み上げ)、排出水として(6)西浦への排水(図2 A から B への流れ)、(7) 蒸発散 を想定し、各 水量を求めた。

- (1) および(6) については、堤脚水路に設 置した流向流速計および水位計(図3 EおよびW) により堤脚水路の流向と流量を求め、第一機場の 運転記録から求めた送水量との差を(1)または (6) とした。
- (2) は第二機場の運転記録をもとに送水量を 算出した。(4)はアメダスデータ(土浦)より、 (5) は既報 ¹⁾より引用した。(7) はアメダスデ ータ(気温、日照時間および風速は土浦、最小相 対湿度は館野(つくば))を用いたペンマン式2) により算出した。(3)は流入と排出の差し引き相 当分とした。

図6に手野地区の年間水収支を示す。総流入水 量は年間 3,625 mm であり、降水と水路からの流 入がそれぞれ約4割を占めた。また、西浦への排 水量は 2,461 mm だった。なお、第一機場の送水 量は 733mm だった。

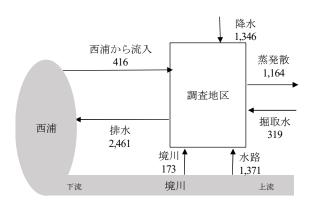
② 下玉里地区

下玉里地区の流入水として(1)園部川からの 送水、(2)降水、(3)掘取水、排出水として(4) 西浦への排水、(5)蒸発散 を想定し、各水量を 求めた。

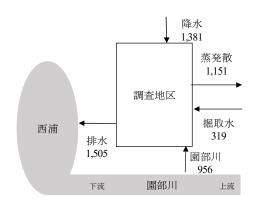
(1)は機場の運転記録をもとに算出した。(2) はアメダスデータ(美野里)より、(3)は既報¹⁾ より引用した。(5)はアメダスデータ(気温、日 照時間および風速は土浦、最小相対湿度は館野

(つくば)) を用いたペンマン式 2) により算出し た。(4)は流入と排出の差し引き相当分とした。

図7に下玉里地区の平均年間水収支を示す。総 流入水量は年間 2,656 mm であり、流入の約5割 が降水、約4割が園部川からの送水だった。また、 西浦への排水量は 1.505 mm だった。



手野地区の年間水収支 (mm) 図 6



下玉里地区の平均年間水収支(mm) 図 7

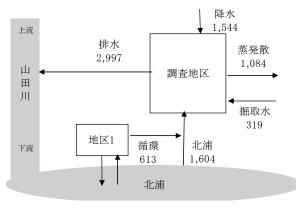


図8 繁昌地区の平均年間水収支 (mm)

③ 繁昌地区

繁昌地区の流入水として(1)北浦からの送水、

(2)循環水、(3)降水、(4)掘取水、排出水 として(5)山田川への排水、(6)蒸発散を想 定し、各水量を求めた。

(3) はアメダスデータ(鉾田)より、(4)は 既報¹⁾より引用した。(6)はアメダスデータ(気温、日照時間および風速は鉾田、最小相対湿度は 水戸)を用いたペンマン式²⁾により算出した。(1) と(2)の和を用排水機場の運転記録をもとに算 出し、流入と排出の差し引き相当分を(5)とし た。用排水機場運転日の地区1からの排水を(2) とし、機場送水量との差を(1)とした。

図8に繁昌地区の平均年間水収支を示す。総流 入水量は年間 4,080 mm であり、内訳は、北浦からの揚水が 39%、循環水が 15%、降水 38%だった。また、山田川への排水量は 2,997 mm だった。

(2) 排水の水質変動

① 手野地区

図9に排水の水質変動を示した。

SS 濃度は4月中旬にピークがあり、5月中旬~11月中旬は低く、11月下旬~3月は比較的高くな

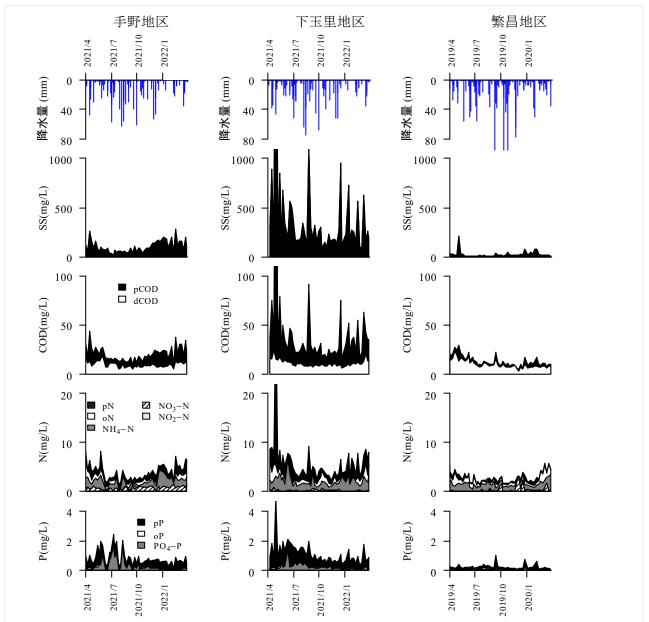


図9 各地区の排水の水質変動。横軸ラベル位置は各月1日。手野地区・下玉里地区は2021年度、 繁昌地区は2019年度を作図。pCOD: CODとdCODの差。pN: TNとTDNの差。oN: TDNと、NH₄-N、NO₃-N、NO₂-Nの計の差。pP: TPとTDPの差。oP: TDPとPO₄-Pの差

った。COD 濃度は SS 濃度と同様の傾向だったが、 dCOD 濃度は5月中旬~6月上旬にやや高くなる 以外は変動が少なかった。TN 濃度は 5 月下旬 (5/26、8.3mg/L) のピーク後に低下し、12月中旬 から上昇した。TN 濃度の変化は、NH4-N 濃度の 変化によるところが大きかった。TP 濃度は5月、 7月上中旬、8月中旬に高くなった。

4月及び $1\sim3$ 月は PO_4 -P濃度は低くなった。

② 下玉里地区

SS 濃度は全体に手野地区より高く、また、変動 も大きかった。4月頃と12~3月に高くなる傾向 がみられた。COD 濃度およびもSS 濃度と同様の 傾向を示した。 TN 濃度も SS 濃度と同様の傾向を 示したが、その変動は懸濁態によるものが多かっ た。TP 濃度もSS 濃度と同様の傾向を示し、PO₄-P濃度は4月~9月にやや高くなった。

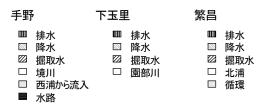
③ 繁昌地区

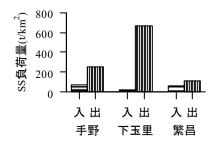
SS 濃度は各年 4 月頃と 12~2 月頃に高くなる 傾向がみられたが、手野・下玉里地区より低濃度 だった。COD および dCOD 濃度も低濃度で、若干 の変動があるものの特定の傾向は見られなかっ た。TN 濃度は 3 月下旬ころに高くなる傾向がみ られた。TP 濃度は他地区より低濃度で、特定の傾 向は見られなかった。

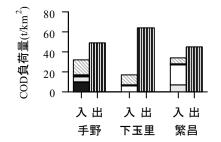
(3) 負荷量

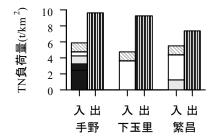
水収支各諸元の水量とそれぞれの水質濃度の 積から負荷量を算出した。なお、降水の水質デー タは茨城県霞ケ浦環境科学センターへの直接大 気降下物負荷量調査結果(月1回分析)を、掘取 水の水質データは調査地区内の掘取用井戸から 採取した井戸水の分析結果を使用した(手野: 2020年12月10日採取、下玉里: 2021年3月31 日採取、繁昌:欠測のため手野と下玉里の平均値 を充てた)。また、下玉里地区の園部川からの揚水 水質について、2019年4月~2020年3月は公共 用水域の水質等測定結果 3)による園部新橋での水 質データを、2021年6月以降は機場脇の園部川で 週1回採水・測定した水質データ用いた。2020年 4月および5月は、2019年4月または5月と、 2021年4月または5月の平均値を用いた。

図 10 に各地区の年間負荷量を示した。SS 年間 排出負荷量は他地区に比べ下玉里地区が著しく 多かった。COD 年間排出負荷量も下玉里地区が最 も多かった。TN 年間排出負荷量は手野地区が最 も多かったが、手野地区は流入負荷量も多かった









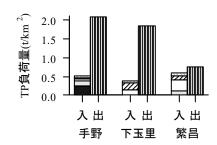


図 10 各地区の年間負荷量。入:流入、出: 排出。下玉里・繁昌地区は3ヶ年平均

ため、差引(排出-流入)排出負荷量は下玉里地 区の方が多かった。TP 年間排出負荷量は手野地区 が最も多かった。

(1) 水収支

各地区の水収支の特徴として、手野地区では水 路からの流入量が多いこと、下玉里地区では排水 量が少ないこと、繁昌地区では機場送水量(北浦 揚水量と循環水量の計) が多いことがあげられる。 手野地区では水路からの流入量が多いため、排水 量も多くなっている。水路からの流入量 1,371mm に対し、第一機場の送水量は 733mm であり、水路 からの流入水の多くが利用されずに西浦に排水 されているものと考えられる。下玉里地区では11 月下旬~翌年3月中旬は園部川からの揚水が行わ れないため、同期間の排水量が少なくなっている。

繁昌地区では機場送水量が多いため、他地区に 比べ排水量が多かった。

調査対象の3地区及び過去の事例3~5)の用水量 を図11に、排水量を図12に示した。なお、ここ では機場での揚水・送水と、河川および水路から 動力を用いないで高低差などにより流入させる 水を用水と称した。

年間約4カ月の機場の休止期間のある下玉里地 区および循環かんがいを基本としている田村地 区の年間用水量は1,000mm弱だったが、その他の 地区では 2,000~2,800mm だった。

また、排水量は、用水量が少ない下玉里地区と 田村地区では年間 1,000~1500mm だが、その他の 地区では 2,300~3,000mm で、用水量の多寡と同 様の傾向を示した。

用水量の少ない下玉里・田村地区でも他地区と 同様にレンコン栽培がおこなわれていることか ら、他地区では用水量を減らす余地があると考え られる。また、下玉里・田村地区での用水量が約 1,000mm、掘取水量が約300mm、茨城県の年間降 水量が約1,300mmであることから、年間3,000mm 弱の用水量がレンコン栽培には必要と考えられ る。

(2) 水質

排水中の形態別 N 濃度(図9)では、各地区と も NH₄-N が最も多く、ハス田からの DIN はおも にアンモニア態と考えられる。

一方、手野地区では、NO₃-N が常に観測された。 これは、手野地区の排水には、水路(手野川)か らの水が大量に混入しているためと考えられる。

また、手野地区の排水には、PO4-Pがしばしば 高濃度で観測されるが、その原因についてはさら に検討が必要である。

過去の調査も合わせた6地区の排水および用水

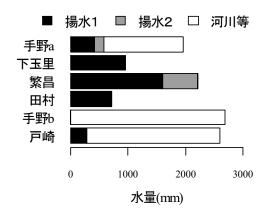


図 11 各地区の年間用水量。手野 a: 本報、 手野 b:黒田ら 2010 (2002 調査)。手野 a は揚水1が西浦、揚水2が境川からの揚 水。繁昌は揚水 1 が北浦、揚水 2 が循環 水の揚水

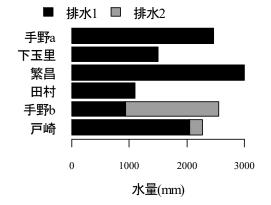


図 12 各地区の年間排水量。手野 a:本報、 手野 b: 黒田ら 2010。手野 b では排水 1 が西浦へ、排水2が他の地区へ。戸崎で は排水1が西浦へ、排水2が川尻川へ排 水

水質の変動範囲を図13に示した。

排水について、COD、TN、TP とも、下玉里地 区が他地区に比べ高濃度だった。下玉里地区はSS 濃度が高く各成分でも懸濁態 (T態と D態の差) が多いこと(図8)から、SSの混入が各項目の濃 度に大きく影響しているものと考えられる。

用水について、手野地区では COD、TN、TP と も、本調査(2021年、手野 a)の用水(手野川) の濃度が過去(2002年、手野b)より低下してい た。下玉里地区(園部川)は他地区に比べ、TN濃 度が高かった。繁昌地区(北浦)はTNおよびTP

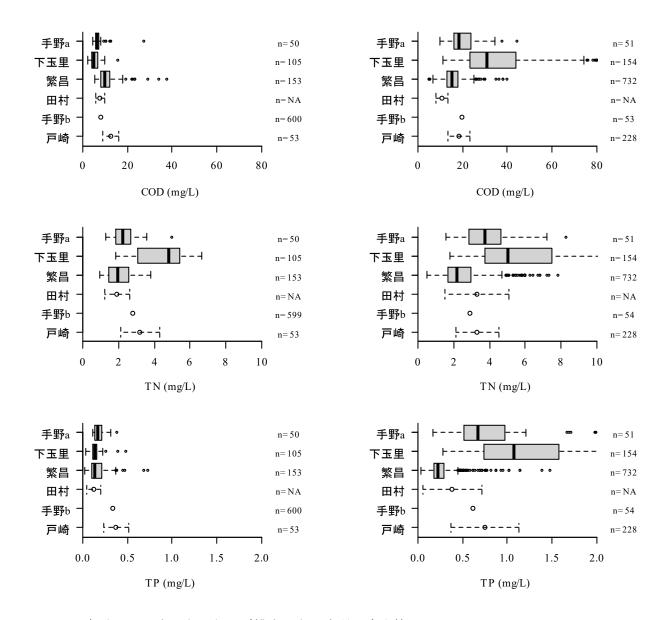


図 13 各地区の用水(左)および排水(右)水質の変動範囲。 手野 a:調査 2021 年。用水は水路 下玉里:同2019~2021。用水は園部川。 (手野川)。 繁昌:同2017~2019。用水は北浦。 村:同1994~1996。用水は西浦。エラーバーは標準偏差。測定回数不明。 手野 b:同 2002。用水は 水路 (手野川)。標準偏差等記載なし。 戸崎:同2008。用水は川尻川。エラーバーは標準偏差

濃度が他地区より低かった。また、戸崎地区(川 尻川) も手野 b 同様に TN および TP 濃度が高か った。

(3) 負荷量およびその改善策

① 手野地区

過去の調査も合わせた 6 地区の負荷量を図 14 に示した。手野地区は他の地区と比べると、流入 負荷量も排出負荷量も多く、差引排出負荷量も多 い傾向にあった。過去の調査(手野 b)に比べる

と、TN および TP の差引負荷量が多くなっている が、これは流入負荷量の減少が要因の一つである。 手野地区では土地改良事業により用水の内訳が 変化するとともに、用水量が減少したが、排水量 はほぼ同様である(図11、12)。手野地区の用水 は水路からの流入がもっと多い(図5、11)が、 その水路からの水は、第一機場が動いていない時 は排水路を経由し西浦へと排出される(図 15)。 すなわち、水路の水が直接排水の一部となってい

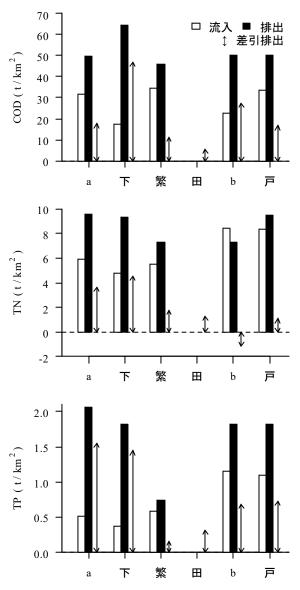


図 14 各地区の年間負荷量。 a: 手野 a、 下:下玉里、 繁:繁昌、 田:田村、 b: 手野b、 戸: 戸崎

る。他の地区のハス田排水には見られない NO₃-N がこの地区の排水に高濃度にみられる(図9)こ とは、高濃度の NO₃-N を含む水路からの水が直接 排水の一部となっているためである。そのため、 機場停止時などには水路からの水量を減らす余 地があり、それにより、排水量を減らすことがで きると考えられる。

機場運転記録によると、年間113日(2021年度) 各日6時~18時程度の運転であるため、例えば、 16 時~翌 4 時の 12 時間の水路への流入を停止す れば、用水量及び排水量を減らすことが考えられ

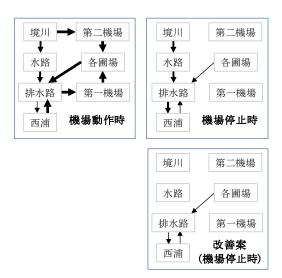


図 15 手野地区の水移動。 矢印は水の移 動を示す。排水路と西浦の間の流れ は、その時の水位差で流入・流出が変 わる。左上段は機場動作時、右上段は 機場停止時。右下段が改善案(機場停 止時に境川からの流入を止める)

る。もし、水路からの用水量が半減したと仮定し ても、手野地区の用水量は、下玉里地区および田 村地区の用水量を上回り、用水不足になるとは考 え難い。

水路からの用水量が半減し、相当分の排水量も 減少したと仮定した場合の負荷量の試算を図 16 に示した。大まかな試算ではあるが、差引排出負 荷量を5~7割程度に削減することが見込まれる。 ② 下玉里地区

下玉里地区は6地区内で流入負荷量は少ない方 だが、排出負荷量が多いため、差引排出負荷量が 多い。年間約4カ月機場を停止するため、用水用 及び排水量は6地区内でも少ない。しかし、排水 中のSSが他地区より著しく多く、COD、N、P等 も懸濁態の割合が高い(図9)。排出負荷量を減ら すためには、排水中の SS を少なくすることが重 要と考えられる。下玉里地区の排水中の懸濁熊成 分が手野地区並みになったと仮定すると、排出負 荷量は現状の4~6割に減ると試算される(図17)。

本地区では、採水地点付近の排水路(大排水路) に大量の土砂が堆積し、水の移動に伴い土砂の巻 き上げが散見された(図18)。これまでも関係機 関による畦畔の強化や浅水管理などの濁水対策 の指導が行われているが、併せて排水路の土砂の 浚渫や、排水中の SS の分離を促進する手段など

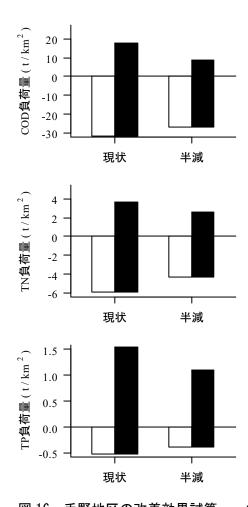


図 16 手野地区の改善効果試算。 白 棒:流入負荷量。負の値として計 黒棒:排出負荷量。縦軸0 以上の高さが差引排出負荷量に相 当する。 現状: 2020 年度手野地 半減:水路からの流入水量 区。 を半分とした時の試算

も必要と考えられる。

③ 繁昌地区

繁昌地区はCOD、TN、TPともに、6地区内で 差引排出負荷量が少ない方に入る。繁昌地区は北 浦から揚水するため用水の COD、TN、TP 濃度が 比較的高く、流入負荷量も多い。一方、排水の COD、 TN、TP 濃度は他地区より低いため排出負荷量は 少ない。そのため、流入負荷量と排出負荷量の差 が小さく、差引排出負荷量が少ない。なお、排水 の濃度が低いことは、繁昌地区の土壌の性状によ るものと考えられる(假屋ら 7の県内ハス田圃場 の土壌の理科学性を調査によると、繁昌地区のあ

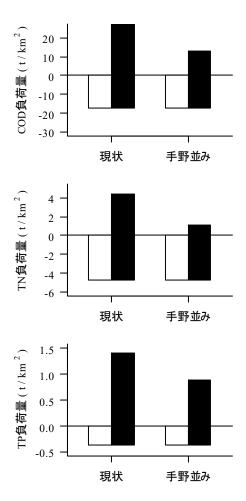
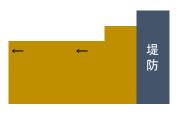


図 17 下玉里地区の改善効果試算。 現 状:下玉里地区の3ヶ年平均。 野並み:排水の水質に手野地区の排 水水質を代入した時の試算。 その 他は図 16 に同じ

る行方市の土壌は、仮比重が高く、TN、TP が低 い)。繁昌地区の排水の COD、TN、TP 濃度は他地 区より低いが、排水量は最も多いため、機場から の送水量を減らすことで、排水量を削減し、排出 負荷量を削減することが改善策として考えられ る。折本りは自動かん水器を用いた節水かんがい により用水量を半減できるとしている。水稲では 節水かんがいのモデル事業が実施されており、レ ンコンでも同様の節水かんがいを実施すること で、かんがい水量(用水量)、排水量、排出負荷量 の削減が見込まれる。機場送水量を半減し、相当 分の排水量が減少、水質は変わらないと仮定した 場合、差引排出負荷量は現状の 6~7 割に減少す ると試算される(図19)。









下玉里地区の排水路。 左:採水地点。深さ 1.2m の通称・大排水路に大量の土砂が堆積。 図 18 中:圃場間の水路から大排水路への合流地点。水の流れに伴い土砂の巻き上げが生じている。 右上:現状の大排水路の断面イメージ。堆積した土砂を巻き上げながら排水が流れる。 下:改善案の大排水路の断面イメージ。土砂を除いた排水路に土留め板を入れ、土砂と水の分 離を促す。水は板をオーバーフローして流れ、土砂はその場に堆積する。

5 まとめ

本研究によって以下のことが明らかとなっっ

- 1) 手野地区は水路(通称 手野川) からの流入 水量が多いが、この水は機場停止時に圃場へ供 給されず排水を増やすもととなっている。水を からの流入水量を減らすことで排出負荷量の 削減が見込まれる。
- 2) 下玉里地区は排水の SS 由来の懸濁態成分濃 度が高く、排水量は少ないものの排出負荷量が 多くなっている。排水路の浚渫など、排水中の SS を削減するための取り組みが必要と考えら れる。
- 3) 繁昌地区は機場からの送水量が多いため、排 水量も多いが、排水濃度が低いために排出負荷 量は他地区ほど多くない。節水かんがいなどに より、排出負荷量を減らせることが見込まれる。

6 謝辞

本研究は茨城県の森林湖沼環境税を財源とした農 業環境負荷低減技術推進事業の一部として実施され た。また、現地での測定や機場の運転記録の入手では 手野土地改良区、玉里地区土地改良事務組合、北浦土 地改良区にご協力をいただいた。関係各位に謝意を 表す。

7 引用文献

- 1) 折本善之、武井昌秀、2007. レンコン栽培に おける被覆肥料を用いた窒素の減肥および 節水管理が収量および窒素排出量に及ぼす 影響、日本土壤肥料学雑誌 78(4)、363-369.
- 2) 三浦健志、奥野林太郎、1993. ペンマン式に よる蒸発散位計算方法の詳細、農業土木学会 論文集 **164**、157-163.
- 3) 茨城県、令和元年度 公共用水域の水質等測 定結果、
 - https://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukanky o/kantai/suishitsu/water/kokyoyosuiiki.h tml 2022.7.5 確認
- 4) 松本英一、中村憲治、平澤信夫、1997. レン コン田負荷量調査、茨城県農業総合センター 農業研究所平成8年度試験成績概要書、190-191.
- 5) 黒田久雄、加藤亮、中曽根英雄、2010. ハス 田群からの流出負荷量調査について、農業農 村工学会論文集 265(78-1)、47-53.
- 6) 北村立実、吉尾卓宏、山本麻美子、塚本威、 黒田久雄、2013. 河川から灌漑する霞ヶ浦湖 岸ハス田地帯からの流出負荷特性、農業農村 工学会論文集 286(81-4)、11-17.
- 7) 假屋哲朗、寺門巌、2018. 霞ケ浦農業環境負

荷低減栽培技術確立事業~環境にやさしい レンコン窒素施肥技術開発と環境評価~1 地力診断技術の開発、茨城県農業総合センタ 一園芸研究所平成29年度試験成績概要書.

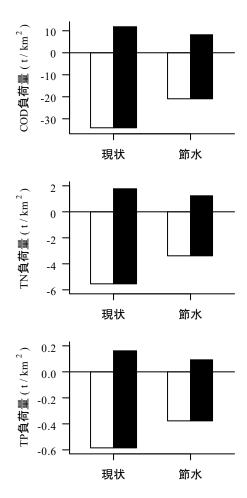


図19 繁昌地区の改善効果試算。 現 状:繁昌地区の3ヶ年平均。 節 水:かんがい量(機場からの送水 量) を現状の50%とし、相当の排水 量も減少した時の試算。濃度は現状 と同じとして試算した。 その他は 図 16 に同じ

1-5 霞ヶ浦湖内水質等モニタリング事業

1 目的

霞ヶ浦において詳細な水質調査を継続的に実施し、水質汚濁状況の空間的・経時的変動を把握する。また、蓄積した水質データを他の研究事業及び今後の施策立案の基礎資料とする。

2 方法

(1) 調査期間

令和3年4月から令和4年3月

(2) 調査頻度

月1回

(3) 調査地点及び試料の採取方法

① 調査地点

17 地点(図1)で月に1回の調査を実施

② 試料の採取方法

試料は水質測定用、植物プランクトン測定用、

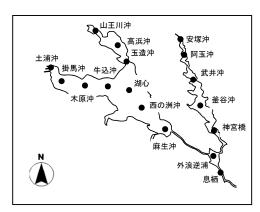


図1 調査地点

動物プランクトン測定用の計 3 つを採取した。水質測定用試料には上層(水面下 $0.5~\mathrm{m}$)及び下層(湖底直上 $0.5~\mathrm{m}$)の湖水を用いた。植物プランクトン測定用試料には湖水表面から下層まで円柱の採水カラムで採取した湖水を用い、動物プランクトン測定用試料は、採水カラムで採取した湖水を $40~\mu~\mathrm{m}$ プランクトンネットで濃縮したものとした。

(4) 測定項目

水質の測定項目及びその測定方法を**表1**に示す。

表 1	水質の測定項目及び方法
20	小员的总定项目及5万万

測定項目		測 定 方 法
pН	JIS K 0102	12.1 ガラス電極法
溶存酸素量(DO)	JIS K 0102	32.1 よう素滴定法
化学的酸素要求量(COD, dCOD)	JIS K 0102	17 100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素消費量(COD _{Mn})
懸濁物質量(SS)	JIS K 0102	14.1 懸濁物質
全窒素(TN, DTN)	JIS K 0170-3	流れ分析法による水質試験方法一第3部:全窒素
全りん(TP, DTP)	JIS K 0170-4	流れ分析法による水質試験方法一第4部:りん酸イオン及び全りん
各態窒素 (NO ₃ -N, NO ₂ -N, NH ₄ -N)	JIS K 0170-1,2	流れ分析法による水質試験方法一第3部:全窒素
りん酸イオン(PO ₄ -P)	JIS K 0170-4	流れ分析法による水質試験方法一第4部:りん酸イオン及び全りん
有機態炭素量(TOC, DOC)	JIS K 0102	22.2 燃焼酸化一赤外線式TOC自動計測法
クロロフィル(Chl.a, Chl.b, Chl.c)	ユネスコ法	(抽出液にエタノールを使用)
イオン(Na ⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , Cl, SO ₄ ²⁻)	JIS K 0102	イオンクロマトグラフ法(35.3,41.3,48.3,49.3,50.4,51.4)
イオン状シリカ(Si)	JIS K 0101	44.1.2 モリブデン青吸光光度法

3 結果の概要

以下に、COD、窒素、りんについて、湖心(西浦)及び釜谷沖(北浦)の上層の測定結果を、 前年度(令和2年度)及び過去5年平均(平成27~令和元年度)と比較して示す。また、植物 プランクトン及び動物プランクトンについては、平成27年度以降の推移を示す。

(1) COD

- ・COD の年間平均値は、湖心が 7.1 mg/L、釜谷沖が 8.4 mg/L で、令和 2 年度と比べてどちらも高く、過去 5 年平均と比べて湖心は同じ濃度、釜谷沖は高かった(**表 2**)。COD の経月変化は、湖心、釜谷沖ともに $7 \sim 8$ 月頃に過去 5 年平均より低く、それ以降は同程度~高めで推移した(図 2)。
- ・d-COD の年間平均値は、湖心が 4.7 mg/L、釜谷沖が 4.8 mg/L で、どちらの地点も令和 2 年度より高く、過去 5 年平均より低かった(**表 2**)。dCOD の経月変化は、過去 5 年平均と比べて夏頃(湖心では $8 \sim 9$ 月、釜谷沖では $7 \sim 11$ 月)に低く推移し、それ以降は同程度であった(図 3)。

表 2 湖心及び釜谷沖における COD と dCOD の年間平均値及び 5 年平均値 (mg/L)

		湖心			釜谷沖	
項目	R3	R2	5 年平均 (H27-R1)	R3	R2	5 年平均 (H27-R1)
COD	7. 1	6. 9	7. 1	8. 4	8.3	8. 2
dCOD	4. 7	4. 5	5. 0	4.8	4.5	5. 2

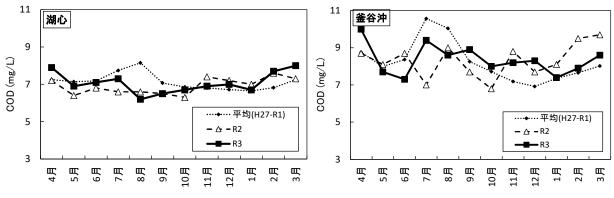
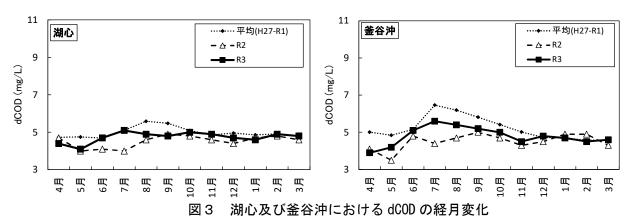


図2 湖心及び釜谷沖における COD の経月変化

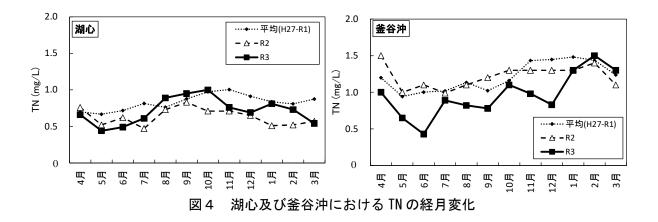


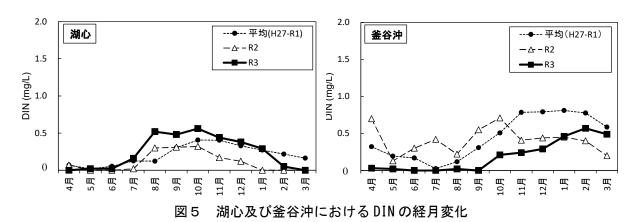
(2) 窒素

- ・TN の年間平均値は、湖心が 0.71 mg/L、釜谷沖が 1.0 mg/L で、令和2年度と比べて湖心では高く、釜谷沖では低かった。また、5年平均と比べると、湖心、釜谷沖ともに低かった (表3)。経月変化を見ると、湖心では8月から 10 月まで令和2年度及び過去5年平均と比べて高く、釜谷沖では4月から 12 月まで令和2年度及び過去5年平均と比べて低かった (図4)。
- ・溶存態無機窒素 (DIN: 硝酸態・亜硝酸態・アンモニア態窒素の合計濃度) の年間平均値は、湖心が 0.24 mg/L、釜谷沖が 0.19 mg/L で、令和2年度及び過去5年平均と比べて湖心では高く、釜谷沖では低かった (表3)。経月変化を見ると、湖心では8月から 10月まで令和2年度及び過去5年平均より高く、釜谷沖では4月から12月まで令和2年度及び過去5年平均より低かった(図5)。

表3 湖	及び釜谷沖における	TN と DIN の年間平均値及び5年平均値	(mg/L)
------	-----------	------------------------	--------

		湖 心			釜谷沖	
項目	R3	R2	5年平均 (H27-R1)	R3	R2	5 年平均 (H27-R1)
TN	0.71	0.63	0.83	1. 0	1. 2	1. 2
DIN	0. 24	0.11	0.21	0. 19	0.41	0.45





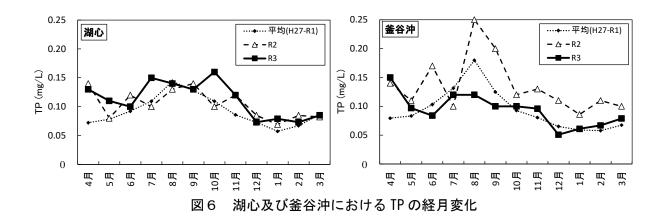
(3) りん

- ・TP の年間平均値は、湖心が 0.11 mg/L、釜谷沖が 0.094 mg/L で、令和 2 年度と比べて湖心では高く、釜谷沖では低かった。また、5 年平均と比べると、湖心では高く、釜谷沖は同じ濃度であった(表4)。経月変化を見ると、湖心では令和 2 年度及び過去5 年平均と比べて7月及び 10 月に高く、釜谷沖では4月及び7月を除き、令和 2 年度より低かった(図6)。
- ・PO₄-Pの年間平均値は、湖心が 0.033 mg/L、釜谷沖が 0.010 mg/L で、令和 2 年度及び過去 5 年平均と比べて湖心では高く、釜谷沖では低かった (表 4)。経月変化を見ると、湖心では 7~8 月に令和 2 年度及び過去 5 年平均より高く、釜谷沖では 8~10 月まで令和 2 年度及び過去 5 年平均より低かった (図 7)。

表 4 湖心及び釜谷沖における TP と PO₄-P の年間平均値及び 5 年平均値

(mg/L)

		湖 心			釜谷沖	
項目	פת	R2	5年平均	פת	R2	5年平均
	R3	KΔ	(H27-R1)	R3	KΔ	(H27-R1)
TP	0. 11	0. 10	0. 092	0.094	0. 14	0.094
PO ₄ -P	0.033	0.020	0. 019	0.010	0.038	0. 019



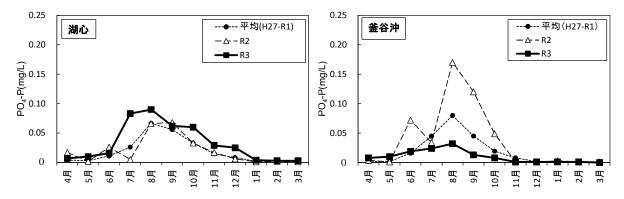


図7 湖心及び釜谷沖における PO₄-P の経月変化

(4) 植物プランクトン(図8)

令和3年度における植物プランクトンの総細胞体積の推移は、湖心では5月に緑藻類が優占したが、それ以外の月は珪藻類が優占した。釜谷沖では藍藻類(Pseudanabaena など)が春季から夏季に出現し、7月に優占したが、それ以外の月は珪藻類が優占した。

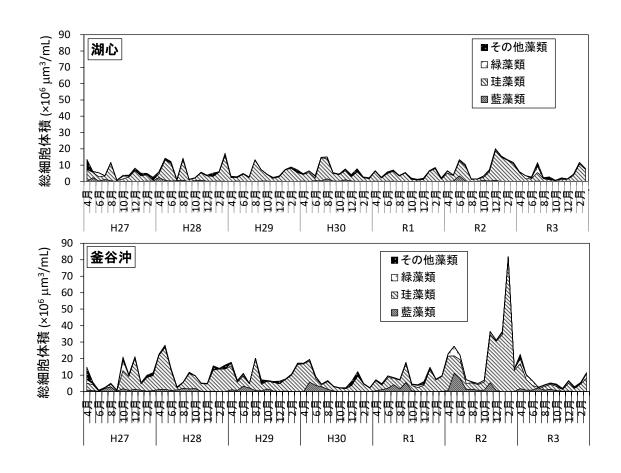
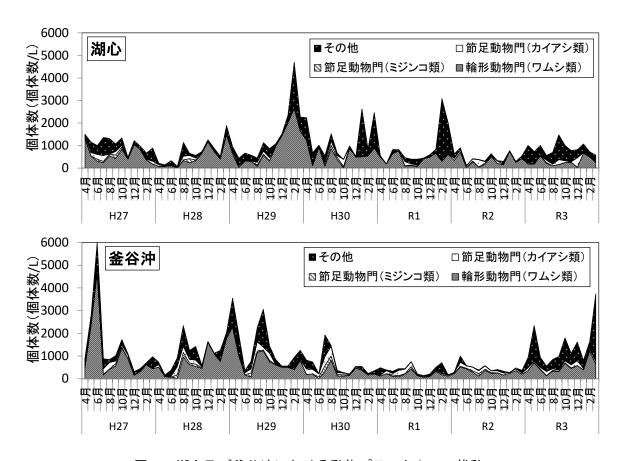


図8 湖心及び釜谷沖における植物プランクトンの推移

(5) 動物プランクトン(図9)

令和3年度における動物プランクトンの個体数の推移は、ミジンコ類については、湖心では7月に、釜谷沖では5月から11月にかけてやや出現したが、全体的に少なかった。ワムシ類は、湖心では令和2年度と同程度であったが、釜谷沖ではやや増加した。



湖心及び釜谷沖における動物プランクトンの推移 図 9

表5 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(4月)

令和3年4月20日	E E									1																	
‡ 4	· ·	河温	透明度 力	水深 pH		EC [DO SS	s cop	dcob c	TOC	DOC	N	DTN	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a I	Na ⁺	± ±	Mg ²⁺	Ca ²⁺ (CI SC	SO ₄ ²⁻	.is
是 中 中	14小店	(°C)	(m)	(m)		(mS/m) (m	(mg/L) (mg	(mg/L) (mg/l	(mg/L)	_) (mg/L)	_) (mg/L)	.) (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L) ((mg/L) ((μg/L) (π	(mg/L) (m	(mg/L) (n	(mg/L) (r	(mg/L) (m	(mg/L) (m _i	(mg/L) (m	(mg/L)
九田草	遏工	9		8.2	2 29.6		10.01	18 7.9	4.5	5.2	3.0	0.63	0.29	0.01	<0.01	<0.02	0.091	0.016	0.002	37	23	-	9	15 2	27 2	21 0	0.1
大胆宜	屋上	0.6	6.0	8.0	0 30.1		8.4 37	7 8.4	4.4	5.1	2.9	0.72	0.28	<0.01	<0.01	<0.02	0.130	0.013	0.002	51	26	2	7	17	31 2	24 (0.2
5 년 十	墨丁	u C T		7.9	9 29.9		10.0	6.7 6.9	4.7	5.4	3.1	0.63	0:30	<0.01	<0.01	<0.02	0.110	0.017	0.005	43	24	-	9	15 2	28 2	20 0	0.1
大 呼 く	區		c: C:	8.0	0 30.5		8.7 40	0 8.3	4.4	4.9	3.0	0.72	0.27	<0.01	<0.01	<0.02	0.140	0.017	900.0	44	26	2	7	17 3	32 2	23 (0.2
± ±	墨中	i c		7.8	8 29.5		10.0	1 7.8	4.4	5.1	3.0	0.61	0.29	<0.01	<0.01	<0.02	0.100	0.017	0.004	35	25	-	7	16	31 2	22 (0.1
₹ 실 	壓上		0:0	8.0	0 22.6		9.0 39	9 8.2	4.3	5.1	3.0	0.68	0.27	<0.01	<0.01	<0.02	0.140	0.017	900'0	42	27	2	7	17 3	33 2	23 (0.2
in Fi	上層	0	2	8.2	2 25.6		10.0	1 9.3	4.6	4.9	3.0	1.00	0.37	0.05	<0.01	0.02	0.150	0.022	0.005	120	20	<1	9	14	21 1	19 (0.5
大长回	下層	16.2		8.2	2 27.2		9.2 37	7 9.5	4.5	5.0	3.0	1.00	0.40	0.07	<0.01	0.02	0.160	0.020	0.004	110	22	1	7	16	25 2	22 (0.7
5 大	遏工	00		7.6	6 27.9		10.0	7 8.9	4.5	4.8	3.0	0.86	0.33	<0.01	<0.01	0.02	0.130	0.019	0.004	. 26	22	<1	9	15 2	25 2	20 0	0.2
大 則 H	下層	0.0	6:0	7.9	9 29.9		8.3 3.6	9.8	4.3	4.5	3.0	0.83	0.28	<0.01	<0.01	0.02	0.150	0.017	0.005	74	26	2	7	16	31 2	23 (0.5
4 第	遏工	176	,	7.5	5 30.9		9.1 33	3 7.9	4.4	4.8	3.0	99'0	0.27	<0.01	<0.01	<0.02	0.130	0.021	0.007	43	25	1	7	15 2	29 2	20 0	0.2
יחיומי	上層	6.71		7.6	31.4		9.2 3.7	7 8.2	4.3	4.6	3.0	0.68	0.28	<0.01	<0.01	<0.02	0.150	0.020	0.007	44	28	2	7	17	35 2	23 (0.3
規則	墨丁	1 1		7.9	9 36.8		9.1 40	0 8.6	4.5	5.2	2.9	0.73	0.26	<0.01	<0.01	0.02	0.150	0.018	0.005	45	27	1	7	15	32 2	21 (0.2
大馬の司	屋上	<u>-</u>	4.	7.9	9 32.8		8.9 43	3 8.6	4.4	4.9	3.0	0.72	0.26	<0.01	<0.01	<0.02	0.160	0.018	900'0	45	30	2	7	17	37 2	24 0	0.3
5 七	遏工	C		8.4	4 36.6		9.6 26	0.8 8.0	4.6	5.3	3.0	0.62	0.26	<0.01	<0.01	<0.02	0.120	0.016	0.004	36	26	1	7	15	31 2	21 0	0.2
t H &	下層	12.2	4.0	8.5	5 32.1		10.0	8 7.7	4.3	5.1	3.0	0.67	0.26	<0.01	<0.01	<0.02	0.120	0.015	0.004	36	56	1	7	15	31 2	20 (0.2
5 1 1	遏工	,		8.3	3 25.9		11.0 23	3 8.0	4.4	4.1	2.9	1.10	0.70	0.36	0.01	0.02	0.130	0.017	0.004	96	22	2	9	17 2	26 2	24 2	2.0
ŧ Ħ	下層	- i	6.0	8.3	3 28.0		9.8 23	3 7.9	4.3	4.4	2.9	1.10	0.62	0.34	0.01	0.02	0.120	0.018	0.004	86	20	1	2	16	22 2	21 2	2.1
規当 H 三	遏工	707	70	7.8	8 20.7		10.0	0 9.5	4.3	3.6	2.8	1.60	1.00	0.74	0.02	0.03	0.220	0.036	0.016	120	15	<1	2	13	15 2	20 4	4.3
t H H	医	- - - -		7.9	9 21.7		8.4 42	2 8.7	4.2	4.1	2.9	1.50	1.00	69:0	0.01	0.02	0.210	0.024	9000	83	14	₽	2	13	14	18 4	4.5
F F	上層			7.4	4 27.5		10.0	13 5.6	3.5	2.8	2.2	4.50	4.50	4.20	0.04	0.07	0.100	0.019	0.007	42	17	1	8	18	19 2	1 1	12.0
X % T	下層	4.02	0.0	7.6	6 28.0	-	10.0	14 5.4	3.0	2.7	2.2	5.00	4.60	4.40	0.04	0.08	0.100	0.020	0.008	36	15	1	7	17	17 2	23 1.	12.0
百	壓出	,0,	5	9.1	1 28.7		13.0 30	0 9.4	3.2	3.9	2.4	2.30	1.90	1.50	0.02	0.02	0.150	0.019	0.005	160	21	-	8	17	25 2	24 7	7.7
t d	严	7.07		9.0	0 28.9		10.0 41	1 9.3	3.3	3.8	2.3	2.50	2.00	1.60	0.02	0.02	0.180	0.017	0.003	150	19	₽	8	16	21 2	21 8	8.3
月	壓出	8	2	9.1	1 31.7		12.0 23	3 9.3	3.9	4.2	2.9	1.10	0.50	0.24	0.01	0.02	0.120	0.017	0.004	130	27	-	6	18	33 2	23 (8.0
	严	2		8.8	8 32.3		9.5 28	8 8.4	4.0	4.1	2.9	1.00	0.57	0.28	0.01	0.02	0.140	0.015	0.002	120	24	₽	8	16	28 1	19 1	1.3
**	墨山	17.7	2	8.8	8 32.6		11.0 30	0 10.0	3.9	4.4	3.1	1.00	0.31	<0.01	<0.01	0.03	0.150	0.022	900.0	150	28	-	6	18	35 2	22 (0.1
t Ħ	下層	, , , ,		8.8	8 32.9		9.1 35	5 9.2	4.0	4.2	3.0	0.89	0.33	0.04	<0.01	0.02	0.160	0.015	0.004	130	25	\ \	8	16	29 1	19 0	0.3
北	上層	- -	2	8.8	8 36.9	_	11.0 32	2 10.0	0 4.2	4.8	3.2	0.85	0.32	<0.01	<0.01	0.02	0.160	0.017	0.003	80	35	1	6	18	44 2	23 (0.1
# 	下層	2:		8.9	9 37.0	-	9.9 70	0 13.0	0 4.3	5.3	3.2	1.10	0.29	<0.01	<0.01	0.02	0.230	0.016	0.003	78	32	-	6	17	38 2	20 0	0.2
担担	屋山		<u>с</u>	8.2	2 39.9		10.0	6 8.8	4.2	4.7	3.2	0.62	0.22	<0.01	<0.01	<0.02	0.120	0.015	0.002	49	40	2	6	18	53 2	25 (0.2
1 1X XC 1III	屋下	- - -		8.2	2 39.9		9.9 26	6 8.7	4.1	4.9	3.1	09'0	0.26	<0.01	<0.01	<0.02	0.120	0.014	0.002	48	37	2	8	17 ,	46 2	22 (0.2
血	上層	20.6	25	8.4	4 38.6		10.0	0 8.6	4.1	5.1	3.1	0.58	0.28	<0.01	<0.01	0.02	0.095	0.013	0.002	38	39	2	6	18	51 2	25 (0.2
į	严	2		8.1	1 38.8		9.2 28	8 8.4	4.2	5.1	3.1	0.71	0.26	<0.01	<0.01	0.02	0.130	0.014	0.002	49	35	2	8	16 4	44 2	22 (0.2

表6 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(5月)

令和3年5月26日	<u> </u>																										
表 九 夕	1	気温	透明度	光	Hd	EC	DO	ss c	COD dC	dCOD T	TOC DO	DOC TN	NTO N	NO ₃ -N	N NO ₂ -N	NH4−N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	Na₊	±	Mg ²⁺	Ca ²⁺	S	SO ₄ ²⁻	īS
P III	1本小百	(°C)	(m)	(m)	-	(mS/m)	(mg/L) (m	(mg/L) (m	(mg/L) (m	(mg/L) (m _i	(mg/L) (mg	(mg/L) (mg/L)	/L) (mg/L)	(mg/L)	_) (mg/L)	.) (mg/L)	.) (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L) (r	(mg/L) (n	(mg/L) (r	(mg/L)
发	屋工	0	L	0	8.7	30.8	8.6	30 8	9.8	4.5	5.5 2	2.9 0.70	0 0.29	<0.01	<0.01	0.02	0.110	0.025	0.002	62	27	4	7	18	33	27	17
大宝车	上層	23.2	0.5	3.9	8.5	31.2	8.2	28 8		4.3	5.0 2	2.9 0.64	4 0.26	(0.01	<0.01	0.02	0.100	0.022	0.002	51	24	3	7	17	28	23	1.0
5 也 十	墨丁	900	90	0 11	8.1	30.8	10.0	. 22		4.4	5.0 2	2.9 0.58	8 0.26	(0.01	<0.01	0.02	0.098	0.021	0.001	35	27	3	7	18	33	26	9.0
大 大	屋上	0.22	9.0	5.0	8.0	31.2	7.1	42 8		4.4	4.9	2.9 0.64	4 0.25	(0.01	<0.01	0.02	0.140	0.021	0.003	43	27	3	7	18	33	26	6.0
4 5	上層	,	9	c	7.7	31.6	8.5	24		4.1 4	4.9	2.9 0.54	4 0.26	0.01	<0.01	0.02	0.100	0.024	900'0	35	28	3	7	18	35	26	9.0
분 성 +	屋上	7.7.	9.0	7:0	7.7	31.8	7.8	24	7.1	4.1 4	4.4	2.9 0.48	8 0.27	/ <0.01	<0.01	0.02	0.100	0.023	0.004	33	25	8	7	16	59	22	9.0
in H	屋工	200	9	-, ,	8.3	28.6	9.6	56	9.1	4.4	5.6 3	3.0 0.78	8 0.31	<0.01	<0.01	0.04	0.130	0.031	0.005	92	25	3	7	17	29	24	1.7
大大回	下層	6.23	0.0		8.2	29.2	7.3	31 8		4.5	4.6	2.9 0.64	4 0.30	(0.01	<0.01	0.02	0.130	0.028	0.002	67	24	3	7	17	29	24	1.9
5 H	屋上		90	ri G	7.7	30.8	8.5	22		4.3	4.7 3	3.0 0.57	7 0.32	<0.01	<0.01	0.02	0.110	0.027	0.003	68	27	3	7	18	33	25	1.4
t U	下層	7:77	0.0	0:0	9.7	30.4	4.6	41	7.9	4.1 4	4.1 3	3.0 0.64	4 0.40	0.03	<0.01	0.08	0.170	0.032	0.011	53	26	3	7	17	31	25	2.2
4 #	遏工	0	90	C U	7.4	31.9	8.2	23 (4.1 4	4.5 3	3.0 0.44	4 0.29	<0.01	<0.01	0.02	0.110	0.011	0.010	37	28	3	8	18	36	25	0.7
ים, ונפי	下層	0.12	0.0	9.0	7.5	32.5	7.7	. 92		4.2 4	4.0 2	2.9 0.46	6 0.29	<0.01	<0.01	0.02	0.110	0.012	0.008	36	29	3	7	18	36	25	0.7
# #	墨丁		0		7.7	33.0	8.2	. 52	7.3	4.1 4	4.6 3	3.0 0.50	0.26	(0.01	<0.01	<0.02	0.110	0.013	0.008	37	27	3	7	16	32	22	9.0
大馬の配	屋上	8.1.2	9.0	5.6	7.8	32.8	9.7	34		4.3	4.4	2.9 0.52	2 0.28	10:0>	<0.01	0.02	0.130	0.012	0.012	38	30	3	7	18	38	26	8.0
大七	遏工	6 00	30	9	8.2	39.5	8.1	. 52	7.7	4.6	4.7 3	3.2 0.59	9 0.30	<0.01	<0.01	0.02	0.110	0.009	0.001	40	38	4	6	19	51	27	1.7
t H Š	下層	20.3	C.O	0.1	8.9	41.0	8.3	. 52		4.5	4.8 3	3.1 0.57	7 0.29	<0.01	<0.01	0.02	0.110	0.008	0.001	40	36	3	8	18	20	56	1.9
	围工	200	90	7.6	8.5	30.5	13.0	31 1	11.0	5.4	5.4 3	3.4 1.40	0 0.51	0.08	0.01	0.02	0.180	0.038	0.018	200	27	4	7	19	33	28	2.8
t 	下層	53.3	0.0	7.7	8.3	30.7	7.6	33	7.8	4.7 4	4.2 3	3.1 0.96	6 0.57	0.22	0.01	0.04	0.120	0.009	0.002	99	27	4	7	19	33	28	3.1
# H	上	7 00	4	0	8.3	23.2	10.0	32 1	10.0	5.1 4	4.4 3	3.4 1.20	0 0.41	<0.01	0.01	0.04	0.180	0.031	0.019	140	20	2	9	16	22	26	4.2
t H H	屋	4:77	0.0	0.	8.4	26.1	8.5	32 (8.9	4.8 4	4.3 3	3.2 0.96	6 0.40	0.03	0.01	0.03	0.140	0.014	0.003	91	21	3	9	16	23	26	4.2
¥ H	上	20.1	4	0	9.1	29.7	12.0	25	9.1	5.0	4.1 3	3.1 2.40	0 2.00	1.50	0.04	0.03	0.140	0.013	0.013	120	21	3	8	19	26	27	7.1
大参区	下層	73.1	c.o	0.	7.9	32.4	5.9	. 27		4.3	3.6 3	3.2 3.60	0 3.30	2.50	0.05	0.14	0.140	0.012	0.010	46	23	3	6	19	27	56	11.0
Ę H	壓	7 66	4	Ç	9.5	29.9	13.0	56		4.2	4.2 3	3.0 1.40	0.91	0.56	0.02	0.02	0.120	0.007	0.004	160	23	2	6	18	27	26	2.8
+	屋	7.77	S.	P.	9.3	30.1	9.2	33	9.1	4.3	3.8	3.0 1.60	0 1.00	0.72	0.02	0.02	0.130	0.005	0.001	140	23	3	6	18	28	26	3.2
月井	墨山	0333	2	0 1	9.5	31.7	12.0	24	9.5	4.4	4.3	3.1 1.00	0 0.37	0.01	<0.01	0.02	0.130	0.009	0.003	120	26	3	6	19	32	24	0.2
T/ T/24	国	0.02	3	2.	8.8	32.7	5.5	38	8.4	4.6	4.1 3	3.1 1.00	0.52	0.10	0.01	0.12	0.170	0.020	0.020	96	27	2	6	18	33	24	0.8
**************************************	国	22.1			8.7	33.5	9.4	18	7.7	4.2	4.1 3	3.1 0.65	5 0.32	<0.01	<0.01	0.02	0.097	0.010	0.010	46	29	2	6	19	36	23	<0.1
t H	国	1.77	ò	-	9.8	33.8	6.4	23		4.2	4.0 3	3.1 0.73	3 0.33	<0.01	<0.01	0.03	0.110	0.012	0.011	62	29	3	10	19	36	23	0.2
华	上		4	0	8.3	41.1	8.5	27		4.6	4.5 3	3.4 0.69	9 0.32	<0.01	<0.01	0.02	0.120	0.008	0.004	44	36	3	10	18	45	22	0.1
₽	上層	6.12	0.0	0.	8.4	42.4	8.1	30	9.2	4.8	4.4 3	3.3 0.71	1 0.32	<0.01	<0.01	0.02	0.130	0.008	0.005	47	42	4	10	20	56	25	0.1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	墨山	8 06	2	ر -	9.7	49.0	8.3	37 8	8.9	4.7 4	4.4 3	3.3 0.60	0 0.36	(0.01	<0.01	0.02	0.110	0.007	0.001	20	49	4	10	18	29	26	1.
EI/ 7/ X// /	屋上	2	2	2	7.7	49.3	7.7	32 8	8.5	4.6	4.4 3	3.3 0.65	5 0.31	<0.01	<0.01	0.03	0.110	0.007	0.001	48	49	4	10	18	67	56	1.1
血	壓十	22.6	90	4 6	8.5	51.3	8.6	18	8.5	4.4	5.0 3	3.3 0.65	5 0.32	<0.01	<0.01	0.02	0.083	900'0	0.001	14	22	2	10	20	85	31	1.
<u>I</u>	严	ì	;	-	8.1	50.1	9.9	27 8	8.0	4.5	4.3	3.3 0.64	4 0.32	<0.01	<0.01	0.03	0.100	0.005	0.005	51	22	2	10	20	81	30	9.0

表7 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(6月)

令和3年6月24日	ш		•																			٠			ļ		
李 九 夕	圏ル西	気温が	透明度	米潔	Hd	EC	DO	SS	COD d	- GOOP	тос р	DOC TN	NTO N	N NO ₃ -N	-N NO ₂ -N	-N NH₄-N	N TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	Na⁺	¥	Mg ²⁺	Ca ²⁺	IO	SO ₄ ²⁻	Si
E W	1米小百	(°C)	(m)	(m)	1	(mS/m)	(mg/L) (n	(mg/L) (r	(mg/L) (r	(mg/L) (r	(mg/L) (m	(mg/L) (mg/L)	(L) (mg/L)	'L) (mg/L)	(L) (mg/L)	(L) (mg/L)	_) (mg/L)) (mg/L)	(mg/L)	(hg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L) ((mg/L) ((mg/L) ((mg/L) ((mg/L)
日 至	遏工	7 00	0		8.4	31.9	8.7	24	11.0	7.1	7.1	4.3 0.59	9 0.34	4 <0.01	1 <0.01	1 <0.02	0.130	0.026	0.005	87	27	4	8	19	34	26	2.9
大匠女	屋上	4.02	و ا	D.	8.5	32.1	0.9	59	8.2	5.1	4.8	3.5 0.52	2 0.28	8 <0.01	1 <0.01	1 0.02	0.110	0.019	0.003	45	27	4	7	19	33	26	2.9
# 1	墨干	0		Li Li	8.0	32.6	7.6	19	7.5	5.0	4.8	3.3 0.50	0.27	7 <0.01	1 <0.01	1 <0.02	0.099	0.021	0.005	33	28	4	8	18	32	25	3.0
大些	圖上	7.07);	0.0	8.0	32.7	6.1	41	7.8	5.0	4.2	3.3 0.57	7 0.29	9 <0.01	1 <0.01	1 0.02	0.130	0.022	0.009	30	28	4	80	19	35	56	3.1
# # # # # # # # # # # # # # # # # # #	墨丁	3 12	9		7.5	32.7	7.9	21	8.5	5.1	5.0	3.5 0.62	2 0.32	2 <0.01	1 <0.01	1 0.02	0.120	0.027	0.009	48	30	4	8	19	38	25	3.4
÷ ¥	国	0.02	0.0	t. 0	7.8	32.8	5.6	40	8.2	4.8	4.1	3.2 0.64	4 0.32	2 <0.01	1 <0.01	1 0.05	0.150	0.028	0.015	56	29	4	8	18	36	25	3.6
in 注	屋工	976	9	,	7.5	30.2	9.9	37	9.3	4.8	5.1	3.6 0.78	8 0.32	2 <0.01	1 <0.01	1 0.02	0.160	0.028	0.012	63	26	3	7	17	32	24	4.6
大米吧	上層	24.0	0.0	4.3	7.9	30.5	5.7	48	9.7	5.2	5.2	3.5 0.82	2 0.36	5 <0.01	1 <0.01	1 0.06	0.190	0:030	0.017	26	26	3	7	17	31	24	4.8
規則	遏工	966	7.0	7.9	7.3	32.7	6.4	25	9.5	5.7	4.7	3.9 0.65	5 0.33	3 <0.01	1 <0.01	1 0.02	0.140	0.035	0.019	46	29	3	8	18	36	24	3.7
t ar	下層	0.02	ò	0	7.4	32.4	5.0	44	8.8	4.7	4.3	3.4 0.73	3 0.37	7 <0.01	1 <0.01	1 0.10	0.180	0.040	0.029	33	29	3	8	18	35	24	4.1
石	遏工	0 00	0	0	7.3	33.5	6.9	21	7.1	4.7	4.0	3.2 0.49	9 0.32	2 <0.01	1 <0.01	1 0.02	0.100	0.031	0.016	27	30	3	8	18	38	25	3.1
, All (四国	6.23	0.0	0.0	7.4	34.1	6.5	23	7.0	4.8	3.9	3.2 0.52	2 0.29	9 <0.01	1 <0.01	1 0.02	0.110	0.031	0.015	25	30	3	8	19	38	25	3.1
H H	遏工	20.1	0	9	7.6	34.0	6.9	15	8.9	4.7	4.0	3.2 0.53	3 0.38	8 <0.01	1 <0.01	1 0.02	0.092	0:030	0.013	25	27	3	7	17	33	22	3.0
+ W CO ET	遏业	1.77	6.0	0.0	7.8	33.7	6.7	15	8.9	4.8	3.9	3.3 0.49	9 0.31	1 <0.01	1 <0.01	1 0.03	0.096	0.031	0.014	22	29	3	8	18	37	24	2.9
五世	遏工	7 1 0	4	10	7.2	36.0	6.4	25	7.7	4.9	4.1	3.2 0.54	4 0.28	8 <0.01	1 <0.01	1 <0.02	0.110	0.023	0.008	27	33	4	8	19	43	25	3.6
t H *	下層	7:17	0.0	0.	7.3	35.8	6.5	27	7.0	4.7	4.0	3.3 0.56	6 0.27	7 <0.01	1 <0.01	1 <0.02	0.110	0.024	0.008	27	33	4	8	18	43	25	3.7
5 # +	遏干	97.1	4	0 0	8.3	30.4	9.4	28	9.6	5.2	5.0	3.7 1.20	0.75	5 0.37	7 0.01	1 0.02	0.170	0.035	0.008	110	25	4	7	19	30	24	4.5
t T	下層	1./2	G.O.	0.7	8.2	32.7	5.9	21	8.0	5.4	4.4	3.6 1.30	0 1.00	0.59	9 0.02	2 0.16	0.140	0.035	0.021	46	28	2	7	19	33	56	4.8
規 H H	墨土	0 10	L.	٥	7.3	24.2	5.5	45	11.0	5.5	5.2	3.7 1.00	0.49	9 0.17	7 0.01	1 0.03	0.230	0.024	0.005	110	19	2	9	15	19	22	6.2
t T	屋上	7.07	3		7.4	24.2	4.7	70	11.0	5.4	2.0	3.7 1.20	0.61	1 0.18	3 0.01	1 0.12	0.300	0.026	0.011	80	19	2	9	15	19	22	6.4
H M H	上層	936	5	٥	9.8	29.8	6.6	21	9.4	5.8	4.2	3.7 2.50	0 2.10	0 1.90	0.03	3 <0.02	0.150	0.034	0.018	99	21	3	6	19	25	23	10.0
±.%×	屋	0.03	t o	9	8.2	30.9	5.9	21	7.5	4.8	3.7	3.4 3.30	3.10	0 2.80	0.04	4 0.13	0.140	0.038	0.026	25	19	2	6	17	22	19	11.0
H E	上層	23.0	r.	800	9.4	31.0	11.0	23	12.0	6.1	2.0	4.1 0.92	2 0.37	7 <0.01	1 <0.01	1 <0.02	0.190	0.083	0.065	93	22	2	8	17	26	20	5.5
4	下層	0.00	3	9	9.3	30.5	9.3	33	12.0	6.3	4.9	4.1 1.30	0.55	5 0.20	(0.01	1 <0.02	0.220	0.077	0.061	110	21	2	8	17	24	21	7.6
# #	屋工	23.5	8	7.1	8.7	33.1	7.8	14	8.3	5.6	4.4	3.7 0.61	1 0.35	5 <0.01	1 <0.01	1 <0.02	0.130	0.070	0.055	35	28	3	10	19	34	23	1.2
	圖	2	2	-	8.7	33.8	0.9	24	7.9	5.5	4.3	3.7 0.56	6 0.38	8 <0.01	1 <0.01	1 0.05	0.140	0.063	0.052	59	28	8	10	19	35	23	1.0
**************************************	墨土	7 66	0	6	8.4	34.8	7.8	13	7.3	5.1	4.2	3.6 0.43	3 0.31	1 <0.01	1 <0.01	1 <0.02	0.084	0.033	0.019	21	29	3	10	19	36	23	0.2
t H	四国	7.77	0.00	7:0	8.5	34.9	6.5	16	7.5	5.1	4.1	3.6 0.46	6 0.30	0.07	1 <0.01	1 <0.02	0.096	0.034	0.022	25	29	3	10	19	37	23	0.3
北	遏工	900	4	-	7.3	52.9	7.0	27	8.5	5.1	4.8	3.7 0.59	9 0.39	9 <0.01	1 <0.01	1 0.02	0.150	0.035	0.021	47	58	5	11	21	82	28	1.7
E	下層	0.22			7.4	53.0	6.3	33	9.0	5.1	4.8	3.7 0.66	6 0.30	0.01	1 <0.01	1 0.02	0.170	0.035	0.028	48	59	5	11	21	83	28	1.8
拼开	上層	6	4	9	7.3	54.4	6.7	21	8.1	5.2	4.6	3.6 0.47	7 0.31	1 <0.01	1 <0.01	1 0.03	0.100	0.018	0.009	34	56	5	10	19	79	27	2.0
7 JX ZZ /#	屋上	6:17	S	5	7.4	54.4	6.7	56	8.3	4.8	4.5	3.6 0.47	7 0.30	0.01	1 <0.01	1 <0.02	0.110	0.018	0.003	32	55	2	10	19	78	26	2.1
曹	墨干	23.6	0.7	8 4	7.7	53.2	8.3	14	8.2	4.7	4.5	3.6 0.47	7 0.31	1 <0.01	1 <0.01	1 <0.02	0.087	0.019	0.004	26	54	2	10	20	75	26	2.0
ā	图上	2	ŝ	2	7.8	53.4	8.9	16	7.7	4.9	4.3	3.6 0.47	7 0.32	2 <0.01	1 <0.01	1 <0.02	0.085	0.015	0.002	22	54	2	10	19	75	26	2.0

表8 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(7月)

令和3年7月28日	Щ	ŀ	-		}	}		}			}						j	İ	ŀ	ļ		}		}	-	-	
老小人	村屋	気温 透	透明度 水	大 M DH		EC D	DO SS	00	D dCOD	D TOC	DOC	N L	DTN	NO_3-N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	ТР	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	Na ⁺	<u>-</u>	Mg ²⁺	Ca ²⁺ (CI_ S	SO ₄ ²⁻	ι <u>ς</u>
T W	144771	(°C)	(m) (n	(m)		(mS/m)	(mg/L) (mg/L)	(mg/	'L) (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)) (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L) ((μg/L) (r	(mg/L) (n	(mg/L) (r	(mg/L) (n	(mg/L) (m	(mg/L) (r	(mg/L) (m	(mg/L)
# #	遏丁	0.00		8.4	30.0		7.4 24	1.7	7 5.5	4.8	3.4	0.84	0.52	0.07	10.0	0.11	0.140	0.068	0.048	99	25	4	7	18	30	23	5.7
大順東	區	31.2	0.0 	8.4	4 30.4		4.8 27	7 7.6	5.1	3.9	3.3	0.78	0.57	0.05	0.01	0.18	0.160	0.072	0.059	38	24	3	7	18	59	23	5.7
5 1	上層	č	u C	8.3	3 29.8		7.7	7.4	1 5.2	4.4	3.3	0.62	0.38	0.01	<0.01	0.07	0.110	0.062	0.047	44	25	3	7	16	31	21	5.7
+ + +	下層	01.10		8.2	30.0		5.1 35	5 7.3	3 5.2	3.9	3.3	0.63	0.48	0.01	<0.01	0.15	0.150	0.072	090'0	34	25	3	7	17	31	21 (6.1
¥ 2.4	墨丁	306		7.8	30.6		7.1 1.7	7 7.1	5.2	4.5	3.3	0.55	0.41	0.01	0.01	60:0	0.130	0.075	0.061	39	56	3	7	17	33	21	5.6
± 51	下層	30.3	0.0	7.8	32.1		4.8 30	0.7	4.9	3.8	3.2	0.64	0.51	0.01	0.01	0.17	0.170	0.092	0.080	59	28	3	7	17	36	21 (6.5
i ii	屋工	000		7.7	7 27.4		6.6 31	1 8.6	5.7	5.3	3.4	0.74	0.52	0.05	0.11	0.07	0.200	980.0	980.0	29	19	2	9	14 2	23	18 (9.9
	下層	79.0		8.1	1 27.3		5.2 40	8.4	1 5.5	4.2	3.4	0.78	0.62	0.05	0.13	0.10	0.210	0.091	0.076	37	22	3	7	16	56	21 (6.5
5 サ H	上層	000	7	7.9	9 27.1		6.2 31	8.3	5.3	4.5	3.5	0.89	0.58	90:0	0.09	0.07	0.170	0.084	0.067	26	23	3	9	16	27	21 (6.5
+ B H	下層	79.9		7.9	9 28.4		5.0 40	9.1	5.2	4.1	3.3	0.85	0.55	90.0	0.09	0.11	0.210	0.088	0.073	41	21	2	9	15	24	18	6.5
4 #	医甲丁	0	u C	8.1	1 32.	6	7.4 26	3 7.3	5.1	4.2	3.3	0.61	0.47	0.01	0.02	0.13	0.150	0.083	0.083	44	27	3	7	17	34	21 (6.3
, July	下層	79.0		8.2	31.1		7.4 33	3 7.5	5 4.9	4.3	3.3	0.68	0.49	0.01	0.01	0.13	0.180	0.083	0.081	37	26	3	7	16	32	20 (0.9
# PER	墨丁	006	7.0	8.0	31.8		6.1 20	0.9	9 4.9	4.1	3.2	0.71	0.49	0.01	0.04	0.12	0.150	0.081	990.0	35	28	3	7	17	35	21 (6.1
T/E/05	下層	0.02		7.9	9 38.8		5.6 33	3 7.3	3 4.9	3.8	3.2	0.73	0.51	0.02	0.04	0.13	0.170	0.087	0.070	28	28	3	7	17	35	21 (6.1
# #	遏工	0.70	10	8.0	35.8		6.1 20	7.0	4.9	3.9	3.2	09:0	0.38	0.02	<0.01	90:0	0.130	0.056	0.048	38	31	4	8	17	40	22	6.1
t H	下層	0.72		8.1	1 36.1		7.0 22	2 6.5	5 4.8	4.0	3.2	09:0	0.37	0.02	<0.01	0.05	0.140	0.057	0.047	42	30	3	8	18	40	22 (6.3
押十	遏干	215	6	8.1	1 30.1		6.2 23	3 7.5	5 5.1	4.0	3.3	0.91	09.0	0.11	0.01	0.16	0.170	0.072	0.052	09	25	4	7	17	30	23	5.9
t ====================================	上層	5.		8.0	0 30.	2	4.5 21	7.1	5.3	3.9	3.3	1.00	0.80	0.17	0.01	0.27	0.170	0.081	990.0	41	26	4	7	18	31	23 (0.9
規 日 日	壓工	100	7	8.1	1 24.3		6.5 35	5 9.8	3 5.6	4.6	3.7	0.99	0.54	0.08	<0.01	0.10	0.240	0.087	990.0	100	18	2	9	15	17	. 22	7.7
t H H	上層	7.67		8.1	1 23.8		6.0 36	3 9.9	5.8	4.5	3.8	1.10	0.51	90:0	<0.01	0.11	0.250	0.089	0.075	100	18	2	9	15	18	23	7.6
th Ph	遏干	305	1	8.9	9 27.9		8.3 23	3 9.2	5.3	3.9	3.2	2.70	2.20	1.90	0.04	0.04	0.210	0.079	090'0	110	18	3	8	19 2	21	23 1	10.0
F. %×	上面	0.00		8.9	9 27.7		8.1 25	5 9.4	5.3	3.9	3.3	2.80	2.30	1.80	0.03	0.03	0.220	0.076	0.062	120	18	3	6	18	21	23 1	10.0
H E	壓工	906		9.5	5 26.6		9.9 25	11.0	0 5.7	4.8	3.8	1.30	0.53	0.16	<0.01	0.02	0.190	0.068	0.054	150	19	2	8	17 2	23	19	7.7
t 4 <u>E</u>	屋	0.62		9.4	4 26.1		6.0 34	11.0	0 5.8	4.5	3.7	1.60	0.95	0.47	0.01	90:0	0.240	980.0	990:0	130	18	2	8	17 2	21	20	8.1
力	壓出	000	9	9.2	2 30.0		8.0 16	10.	0 5.6	4.5	3.7	0.95	0.38	<0.01	<0.01	0.02	0.140	0.056	0.042	78	24	2	6	18	59	70 70	4.1
+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + +	上面	6.62		9.1	1 30.2		5.3 28	3 9.6	5 5.7	4.4	3.6	1.00	0.37	<0.01	<0.01	0.02	0.180	990.0	0.052	89	24	2	6	17 2	59	70 ,	4.2
# %	壓工	202	7 7	9.0	31.2		7.7	7 9.4	1 5.6	4.3	3.6	0.89	0.35	<0.01	<0.01	<0.02	0.120	0.041	0.024	84	25	2	6	18	31	50	3.4
t þ	阳	29.5		0.6	31.6		5.9 20) 9.2	5.3	4.3	3.6	0.93	0.34	<0.01	<0.01	0.02	0.130	0.039	0.023	18	25	2	6	18	32	50	3.5
神心体	墨丁	281	2	1.8	38.6		7.7 28	3 9.5	5.4	4.5	3.6	0.92	0.34	0.01	<0.01	0.02	0.190	0.075	0.067	100	37	3	10	19 4	47	, 22	4.7
E 1	阳	70.		9.8	38.6		7.2 29	9.8	5.4	4.5	3.6	0.98	0.33	0.01	<0.01	0.02	0.200	0.079	0.063	100	36	3	10	18	46	, 22	4.7
# 持 元 女	屋工	676	2	7.9	9 40.7		6.8 27	7 7.6	5.0	4.0	3.4	0.56	0.37	0.01	<0.01	0.05	0.130	0.059	0.045	54	41	4	6	19	22	23	2.0
	阳	7:17		8.1	1 40.8		6.6 24	1 7.8	3 5.2	4.0	3.4	0.61	0.38	0.01	<0.01	0.05	0.140	0.053	0.045	52	40	4	6	19	22	23	2.0
重	上層	288	0.5	8.3	3 39.	9	7.3 18	3 7.7	4.8	4.0	3.4	0.63	0.33	0.01	<0.01	0.03	0.110	0.042	0.029	21	39	4	6	19	25	23	2.0
Ī	压	2		8.1	39	6	5.8 30	7.8	3 5.0	3.9	3.4	0.58	0.37	0.02	<0.01	90.0	0.140	0.048	0.034	20	39	4	6	19	23	24	5.1

表9 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(8月)

令和3年8月25日	ш		-	ŀ	ŀ	ŀ		-		ļ		}	}	}		ŀ	F								F	-	
ξ Λ	村田	测量	透明度	光	Hd	EC	00	SS	COD	dOOD 1	TOC D	DOC	TN DTN	N-EON N	-N NO ₂ -N	N− ₄ −N	Α̈́	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	√a	÷	Mg ²⁺	Ca ²⁺	_ _ []	SO ₄ ²⁻	Si
T T	E VIVE	(°C)	(m)	(m)	-	(mS/m)	(mg/L) (r	(mg/L) (n	(mg/L) (n	(mg/L) (r	(mg/L) (m	(mg/L) (mg	(mg/L) (mg/L)	/L) (mg/L)	(L) (mg/L)	(L) (mg/L)	(L) (mg/L)	_) (mg/L)	(mg/L)	(hg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L) ((mg/L) ((mg/L) (i	(mg/L)
世	上層	- 00	9		7.5	23.9	7.9	19	5.8	4.5	3.6	2.7 1.00	00 0.88	18 0.64	4 <0.01	1 <0.02	2 0.096	0.043	0.035	33	19	3	9	16	23	20	6.9
大阪女	下層	1.62	0.0	4.0	7.9	25.1	7.0	29	6.1	4.5	3.5	2.7 1.00	06:0 00	0.65	5 <0.01	1 0.02	0.110	0.052	0.042	24	19	3	9	16	24	19	8.9
5 也 十	遏工	0 00	90	9	7.7	25.1	7.4	22	0.9	5.1	3.8	2.9 0.96	96 0.85	15 0.57	7 <0.01	1 0.02	0.110	0.066	0.054	24	21	3	9	16	27	20	6.9
夫	上層	28.0	0.0	5.6	7.8	28.3	7.2	27	6.1	4.8	3.4	3.0 0.93	93 0.84	0.55	5 <0.01	1 0.03	3 0.130	0.084	0.076	12	24	3	7	16	30	20	9.9
# # # # # # # # # # # # # # # # # # #	遏工	000	90	,	7.8	26.7	7.2	19	6.1	5.2	3.8	3.0 0.94	94 0.82	0.54	4 <0.01	1 0.03	3 0.120	0.080	0.070	20	23	3	7	16	59	20	6.9
±	下層	6.02	0.0	0.1	7.9	27.9	7.1	20	5.9	4.6	3.4	3.0 0.94	94 0.90	0.54	4 <0.01	1 0.04	4 0.130	0.085	0.074	12	23	3	7	16	59	20	7.1
· ·	遏干	7 20	7.0		7.4	25.4	9.9	20	6.7	5.3	4.0	3.2 1.10	10 0.98	18 0.65	5 0.05	5 0.03	3 0.100	0.062	0.051	27	20	3	9	15	25	19	8.9
t E	壓	4:77). O	,	7.5	25.9	6.1	26	6.9	5.1	3.7	3.1 1.10	1.00	0.65	5 0.05	5 0.04	4 0.100	0.061	0.053	18	21	က	9	15	25	19	6.9
· · · · ·	壓出	0.70		۲-	7.3	27.3	6.1	22	8.9	4.9	4.0	3.2 1.10	10 0.96	6 0.59	9 0.02	2 0.04	4 0.110	0.067	0.056	32	23	က	7	16	28	19	8.9
大 日 日	上層	0.72	0.7	0.7	7.4	27.4	4.7	19	6.1	5.0	3.6	3.1 1.10	10 0.95	15 0.61	1 0.03	3 0.06	0.110	0.068	0.062	19	22	3	7	15	27	19	6.9
4 第	上層	9	7	9	7.4	29.3	8.9	25	6.2	4.9	3.6	3.1 0.89	89 0.85	5 0.49	9 <0.01	1 0.03	3 0.140	0.110	0.090	18	26	3	7	17	33	20	7.1
, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16	下層	0.02	0.7	0.0	7.7	29.7	9.9	56	6.1	4.8	3.5	3.1 0.95	95 0.81	11 0.50	0 <0.01	1 0.03	3 0.150	0.100	0.091	16	25	3	7	16	32	20	7.4
# H	上層	9 9 0		G G	7.7	37.2	6.5	24	6.4	4.9	3.6	3.1 0.93	93 0.79	9 0.45	5 <0.01	1 0.06	6 0.130	0.100	0.093	16	25	3	7	16	33	20	7.0
+3#/ COEZ	下層	0.02	7.0	0.0	7.8	30.3	6.3	27	6.3	4.9	3.8	3.1 0.94	94 0.82	12 0.45	5 <0.01	1 0.06	6 0.130	0.100	0.094	16	26	3	7	16	33	20	7.1
5 七	遏工	0 90	9.0	7	7.7	30.6	6.7	31	6.9	5.1	3.7	3.1 0.91	91 0.71	1 0.41	1 <0.01	1 0.02	2 0.150	0.098	0.088	26	27	3	7	16	34	20	6.7
t H *	下層	20.0	6.0	1.,	7.8	30.6	7.0	32	6.2	5.0	3.8	3.1 0.87	87 0.69	9 0.41	1 <0.01	1 0.02	0.140	0.093	0.088	26	27	3	7	16	35	20	6.5
押 十	上層	000		и с	7.9	23.3	9.0	20	5.9	4.1	3.0	2.5 1.50	50 1.20	0.93	3 0.03	3 0.03	3 0.080	0.020	0.009	29	16	3	5	17	19	21	7.7
t H	下層	7.07		۲۷	7.8	22.6	8.6	18	6.1	4.1	2.9	2.5 1.50	50 1.10	0 0.93	3 0.03	3 0.03	3 0.075	0.018	0.008	09	15	3	5	16	19	21	7.7
Ħ H	遏干	0.70	90		7.8	17.5	8.7	31	7.6	4.2	3.3	2.6 1.80	1.40	0 1.10	0.03	3 0.03	3 0.100	0.020	0.004	92	11	2	5	13	10	17	8.1
H H H	下層	0.12	0.0		8.0	18.0	8.7	40	7.8	4.5	3.3	2.6 1.80	80 1.40	1.10	0.03	3 0.03	3 0.100	0.020	0.004	92	10	2	5	12	10	17	8.4
H P H	壓出	1 00	9	l	8.5	7.72	10.0	20	6.1	3.6	2.6	2.2 4.10	10 3.60	0 3.30	0.04	4 <0.02	2 0.052	0.025	0.002	79	15	8	80	18	19	23	11.0
Ę ś	医	7.63	9		9.8	28.0	6.6	23	2.7	3.5	2.5	2.1 4.30	30 3.90	0 3.50	0.04	4 0.02	2 0.061	0.017	0.004	62	16	3	6	19	20	24	11.0
Ę	壓	700	и С	000	8.8	22.5	8.2	23	6.6	4.9	3.5	3.0 2.50	50 1.90	1.50	0.05	5 0.09	9 0.100	0.046	0.034	87	13	2	7	15	16	17	7.6
t 4	严	t:67	6.0	6.5	0.6	23.2	8.1	19	7.8	4.8	3.5	3.1 2.30	30 1.70	0 1.40	0.04	4 0.06	6 0.088	0.040	0.028	81	13	3	7	15	16	17	7.9
方 ‡ 非	墨土	7 00		0	9.8	27.5	7.0	18	8.7	5.2	4.2	3.4 0.99	99 0.50	0.03	3 0.07	7 0.05	5 0.120	0.062	0.052	06	21	2	8	16	26	18	5.1
t	屋上	7.07	ò	9	8.7	28.0	6.3	25	8.5	5.3	4.1	3.4 1.00	00 0.51	1 0.04	4 0.06	60.00	9 0.120	0.065	0.057	83	21	2	8	16	56	18	5.2
, ;	壓出	906		,	8.7	28.1	8.1	18	9.8	5.4	4.3	3.4 0.82	82 0.37	7 <0.01	1 <0.01	1 0.02	2 0.120	0.045	0.032	79	22	2	80	16	28	18	3.9
t Þ	壓	0.63	ò	7.0	9.8	28.7	5.6	56	9.8	5.6	4.2	3.4 0.96	96 0.39	10:0>	1 0.01	1 0.06	6 0.120	0.051	0.042	74	22	2	80	16	28	18	4.3
中中	墨土	7 8 6	-	-	8.3	30.1	6.9	146	10.0	5.2	4.2	3.4 0.99	99 0.35	15 <0.01	1 <0.01	1 <0.02	2 0.170	0.054	0.048	91	25	2	8	16	32	18	4.3
E	严	1.07	t		8.5	30.4	8.9	37	10.0	5.2	4.3	3.4 0.96	96 0.34	4 <0.01	1 <0.01	1 <0.02	2 0.170	0.057	0.048	91	25	2	8	16	32	18	4.4
1 元	壓	6 86	ı,	r.	7.6	30.9	7.4	30	7.7	4.8	3.8	3.2 0.78	78 0.52	12 0.21	1 <0.01	1 0.02	2 0.110	0.075	0.068	46	28	3	8	16	37	19	5.6
7 / XX XZ / III	屋上	7:07	2.	<u>.</u>	8.0	31.3	7.1	32	7.7	2.0	3.8	3.2 0.77	77 0.54	14 0.21	1 <0.01	1 0.02	2 0.120	0.074	0.068	47	28	3	8	16	36	19	5.9
福	上層	30.1	9	9 4	7.8	31.2	7.3	19	6.9	2.0	3.6	3.2 0.79	09:0 62	0.29	9 <0.01	1 0.02	2 0.110	0.078	0.073	33	28	3	7	16	36	19	6.2
į	严	;	3	?	7.8	31.6	8.9	28	8.9	4.8	3.6	3.1 0.86	96 0.61	11 0.31	1 <0.01	1 0.04	4 0.120	0.079	0.075	30	28	8	7	16	37	20	6.3

表10 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(9月)

令和3年9月24日	Щ																										
\$ 1.	国本母	気温	透明度	光	Hd	EC	DO	ss c	СОР	dCOD T	TOC D	DOC TN	N DTN	N- ₈ ON N	-N NO ₂ -N	N-4-N	N-	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	Na⁺	¥	Mg ²⁺	Ca ²⁺	i	SO ₄ ²⁻	Si
T T	E VV XI	္မွ	(m)	(E)	-	(mS/m)	(mg/L) (n	(mg/L) (mg/	Ţ	(mg/L) (m	(mg/L) (m	(mg/L) (mg/L)	/L) (mg/L)	(L) (mg/L)	(L) (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(hg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L) ((mg/L)
五	屋工	000	,	•	8.2	27.9	10.0	28	8.8	5.5	6.1 3	3.4 1.10	0.67	7 0.34	4 <0.01	(0.02	0.160	0.058	0.039	74	23	ε	9	91	59	20	6.9
大服室	屋	7.07	4.0	0.4	8.4	27.6	7.2	29	7.0	5.1	3.9	3.2 0.92	2 0.72	2 0.39	9 <0.01	1 0.04	1 0.140	0.066	0.048	17	22	3	9	16	28	20	7.0
# +	上層	0	ū	U	8.5	56.6	10.0	20 8	8.3	4.9	5.1 3	3.0 1.10	0.66	6 0.36	6 0.01	<0.02	2 0.120	0.040	0.018	79	20	3	9	17	25	21	7.5
共当长	四上	26.5	c:0	c	9.8	27.4	7.3	22 (6.5	5.0	3.6	3.0 0.96	6 0.72	2 0.43	3 0.01	0.05	5 0.120	090'0	0.041	18	21	3	9	17	56	21	7.3
424	屋工	2 20	Li C	,	7.3	7.72	9.3	25 1	10.0	5.3	6.2 3	3.3 1.40	0 0.71	1 0.40	0.07	(0.02	0.210	0.067	0.051	100	23	4	9	16	59	20	7.2
+22.4	下層	23.3	0.0	0.0	9.7	28.0	7.5	21 (6.4	5.0	3.8	3.1 0.96	9 0.68	8 0.40	0.07	1 0.07	0.130	0.075	0.058	16	23	3	7	16	29	20	7.2
in H	屋工	24 5	90	,	8.0	25.3	8.7	16	7.1	5.1	4.3	3.2 1.20	0 0.82	2 0.65	5 0.04	4 <0.02	0.100	0.037	0.019	41	19	3	9	16	22	20	6.7
1 光光 @	下層	24.0	0.0	4.	8.1	26.0	7.8	19	7.1	5.1	3.9	3.1 1.20	0 0.93	3 0.68	8 0.04	t 0.03	3 0.110	0.039	0.024	33	19	3	9	15	22	20	6.5
規則	壓出	24.1	9	7	7.5	27.1	8.1	16	7.0	4.9	4.1	3.2 1.00	0 0.68	8 0.53	3 0.02	0.02	0.110	0.053	0.038	34	22	3	7	16	56	20	9.9
上田田	上層	7+7	0.0	0.7	9.7	26.2	6.2	25	7.0	4.9	3.9	3.2 1.20	0.95	5 0.62	2 0.04	60.0	0.140	0.062	0.045	26	21	3	7	16	24	20	8.9
49 %	遏工	9 00	90	0	6.7	27.8	7.3	18	6.5	4.8	3.8	3.4 0.95	5 0.77	7 0.43	3 <0.01	1 0.05	0.130	0.080	0.062	22	23	3	7	16	59	20	7.0
יטיומי	下層	23.0	0.0	0.0	7.1	28.4	7.1	18 (6.3	4.9	3.9 3	3.3 0.87	7 0.77	7 0.43	3 <0.01	1 0.07	0.130	0.081	0.064	16	23	3	7	16	29	20	8.9
無	墨丁	000	9	9	9.7	29.6	7.6	18 (8.9	5.2	4.1 3	3.3 0.82	2 0.70	0 0.37	7 <0.01	1 0.04	0.140	0.086	0.069	22	25	8	7	16	32	20	7.1
F 60	国	7.67	9.	0.0	7.4	30.1	7.3	22 (6.9	5.1	3.8	3.2 0.84	4 0.73	3 0.37	7 <0.01	0.05	0.150	0.086	0.070	21	25	8	7	16	32	20	7.1
5. 七	屋工	0 00	<u>u</u>	9	7.7	33.2	9.8	21	7.7	5.4	4.1 3	3.5 0.55	5 0.41	1 0.09	9 <0.01	1 0.02	0.140	0.063	0.045	48	31	4	8	17	41	20	7.5
t H	下層	23.0	0.0	0.1	7.9	33.1	8.7	22	7.1	5.4	4.1 3	3.3 0.59	9 0.47	7 0.10	0.01	1 0.02	0.140	0.064	0.046	47	31	4	8	17	42	20	7.4
	上層	97.1	90	- 1	8.7	27.8	11.0	29 1	13.0	5.1	4.7 3	3.0 1.90	0 1.10	0 0.75	5 0.02	2 <0.02	2 0.220	0.055	0.019	250	18	4	9	19	21	24	9.1
十浬十	下層	27.1	0.0	/:-	8.5	28.1	10.0	20	9.2	4.4	3.7 2	2.7 1.60	0 1.00	0 0.82	2 0.02	2 <0.02	2 0.130	0.027	0.006	110	18	4	9	19	21	24	0.6
担当	上層	970	C	9	8.5	18.4	10.0	29 1	11.0	4.9	3.7 3	3.0 2.20	0 1.30	0 1.00	0.03	3 0.03	3 0.190	0.037	0.014	200	10	3	5	14	10	16	0.6
t H	下層	7.0	C: 0	 	9.8	18.8	0.6	34 (9.1	4.8	3.5 2	2.9 1.80	0 1.20	0 1.00	0.03	3 0.03	3 0.150	0.021	0.005	110	11	3	5	14	11	17	0.6
华格许	屋工	676	90	0	8.2	31.0	9.8	14	5.8	3.5	2.4 2	2.0 4.90	0 4.50	0 4.40	0.04	t <0.02	2 0.096	0.019	0.004	99	19	3	10	20	22	25	13.0
F.	屋上	7.17	9.0		8.1	31.7	8.2	17	2.7	3.3	2.3	1.9 5.20	0 4.80	0 4.70	0.04	4 <0.02	0.100	0.019	0.007	20	19	3	10	70	23	56	13.0
E H	壓出	96.0	C C		0.6	28.9	11.0	22 (0.6	4.7	3.5	2.8 2.90	0 2.50	0 2.30	0.08	3 <0.02	2 0.110	0.020	0.003	110	19	3	6	19	22	22	9.1
÷ H	屋	70.0		t 5:	8.9	29.1	7.9	29 8	8.5	4.1	3.5	2.7 2.90	0 2.50	0 2.20	0.09	0.10	0.130	0.025	0.010	96	18	3	6	19	22	22	9.1
力	壓円	97.1	7		9.1	27.8	11.0	15	9.5	5.1	4.6	3.5 0.96	6 0.53	3 0.13	3 0.02	<0.02	0.100	0.024	0.008	100	21	3	8	17	56	19	3.9
F-1-1-1	區	7.7.1	ò	-: '	8.8	28.2	6.3	20 8	8.4	2.0	4.3	3.5 1.20	0 0.77	7 0.27	7 0.03	3 0.16	3 0.130	0.045	0.032	98	21	3	8	17	26	19	4.6
# *	壓出	0 90		0	8.8	27.9	6.6	15	8.9	5.2	4.5	3.6 0.78	8 0.36	6 <0.01	1 <0.01	<0.02	0.100	0.033	0.013	98	22	3	8	17	27	81	3.1
t H	医	70.0	ò	o.:	8.8	28.2	7.3	23 (0.6	5.4	4.4	3.6 0.85	5 0.37	7 <0.01	1 <0.01	0.03	3 0.130	0.039	0.021	98	22	2	8	17	28	18	3.4
北	上層	2 2 2	Š	0	8.4	34.7	8.4	26 8	9.6	5.3	4.7 3	3.7 0.85	5 0.38	8 <0.01	1 <0.01	(0.02	2 0.150	0.051	0.029	76	32	3	6	17	41	19	4.2
E 1 +	屋上	2.52	t S	<u>.</u>	9.8	34.5	7.9	31	10.0	2.5	4.6	3.7 0.83	3 0.36	6 <0.01	1 <0.01	(0.02	2 0.170	0.053	0.031	82	31	3	6	17	41	19	4.3
押担刑者	墨山	976	C.	<u>«</u>	7.5	35.4	9.8	21	9.7	2.0	4.1	3.4 0.71	1 0.52	2 0.18	8 <0.01	1 0.02	0.130	0.064	0.047	44	34	4	8	17	46	21	7.0
E 7 7 7 7 7	區) H	25	2	7.7	35.5	8.5	20	7.5	2.0	4.1	3.4 0.79	9 0.54	4 0.19	9 <0.01	(0.02	2 0.130	0.064	0.047	45	34	4	8	17	46	21	6.1
型	上層	269	9	4.7	8.2	36.3	11.0	13	9.7	5.1	4.2 3	3.4 0.65	5 0.43	3 0.13	3 <0.01	(0.02	0.110	0.057	0.039	45	35	4	8	17	48	21	8.9
į	严		3	}	7.9	37.2	8.9	16	6.7	8.8	3.8	3.4 0.87	7 0.62	2 0.30	0.07	0.00	3 0.130	0.074	0.066	26	36	4	8	18	49	21	6.9

表11 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(10月)

			-	-	-				-		-		-	-	-	=	-	-			-	-	=	F	-	
\$ \ \	百	気温 透明度	1度 水深	చ	EC	DO	SS	COD	dcop	T0C	DOC	D NT	DTN NO ₃ -N	-N NO ₂ -N	N− ₄ −N	Ϋ́	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	Na	<u>+</u>	Mg ²⁺	Ca ²⁺	_ [D	SO ₄ ²⁻	ιΣ
E A	不小百	(m) (D _o)	(m) (r	1	(mS/m)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L) (r	(mg/L) (m	(mg/L) (m	(mg/L) (mg/L)	(L) (mg/L)	(L) (mg/L)	(L) (mg/L)) (mg/L)	(mg/L)	$(\mu g/L)$	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L) (r	(mg/L) (r	(mg/L)
5 田 華	上層	0		7.4	26.4	9.0	32	7.5	4.5	4.4	2.6	1.30 0.	0.93 0.63	3 0.02	2 <0.02	2 0.150	0.038	0.018	20	20	3	9	17	25	22	8.0
大型五	壓			7.7	26.6	8.5	09	9.8	4.4	4.1	2.6	1.30 0.	0.94 0.65	5 0.02	2 0.02	0.190	0.033	0.017	43	20	8	9	17	24	22	8.1
中	屋里	19.7	. r	7.6	27.0	9.3	31	7.7	4.8	4.7	2.8	1.20 0.	0.77 0.46	6 <0.01	11 <0.02	2 0.160	0.048	0.029	58	21	2	9	16	26	21	7.3
ナボイ	壓			7.7	27.0	9.8	27	6.5	4.7	3.6	2.8	1.00 0.	0.78 0.47	7 <0.01	11 0.02	2 0.130	0.048	0.032	30	21	3	9	91	27	21	7.5
¥ 5.	上層	9	4	7.4	28.5	9.0	24	9.9	4.9	3.9	2.9	1.00 0.	0.84 0.51	1 <0.01	11 <0.02	2 0.150	0.079	0.064	20	25	3	7	16	32	21	7.6
+ N	上層	0.01		7.6	29.0	8.5	27	9.9	4.7	3.9	3.0	1.00 0.	0.82 0.51	1 <0.01	11 0.02	0.160	0.080	0.064	18	25	3	7	16	32	21	7.3
· ·	墨干	0 0 1	70	7.4	24.7	9.8	23	7.2	5.0	4.2	3.0	1.20 0.	99:0 86:0	6 0.04	4 <0.02	2 0.120	0.042	0.025	45	20	2	9	15	23	20	0.9
- XX	下層			7.6	25.5	8.3	24	7.1	4.8	4.1	3.0	1.30 0.	0.99 0.66	6 0.04	4 <0.02	2 0.120	0.043	0.025	45	19	2	9	15	23	20	7.1
5 H	上層	6	3 0	7.3	25.3	7.8	26	7.1	4.8	4.0	3.0	1.30 1.	1.00 0.66	6 0.03	3 0.04	1 0.140	0.053	0.037	41	21	2	7	15	56	20	7.3
t al	屋上			7.5	26.6	7.5	25	6.9	5.0	3.8	3.0	1.30 1.	1.00 0.65	5 0.03	3 0.04	4 0.140	0.055	0.040	35	21	2	7	16	26	20	7.3
<u> </u>	上層	7		8.0	28.4	8.1	27	6.7	5.0	3.7	3.0	1.00 0.	0.87 0.54	4 <0.01	11 0.02	0.160	0.076	090'0	22	24	3	7	17	30	21	8.9
יטיומי	下層			8.0	28.4	8.1	27	6.7	4.7	4.1	3.0	1.00 0.	0.86 0.54	4 <0.01	11 0.02	0.160	0.076	090'0	22	24	2	7	16	30	21	7.6
# #	上層		7	7.4	28.8	8.1	28	6.5	4.8	3.5	3.0	1.00 0.	0.86 0.55	5 <0.01	11 0.02	0.160	0.082	990'0	16	24	2	7	16	31	21	7.7
大馬の町	壓	5.4. O		7.5	28.4	8.1	28	9.9	4.7	3.6	2.9	1.00 0.	0.87 0.55	5 <0.01	11 0.02	0.160	0.082	990'0	16	24	3	7	16	31	21	7.8
5 七 七	屋工			7.4	36.7	8.8	29	7.9	5.2	4.3	3.2	1.00 0.71	71 0.37	7 <0.01	11 0.03	3 0.150	0.052	0.034	54	36	3	8	18	49	21	8.3
t H	下層			7.6	36.5	9.1	29	7.6	5.3	4.4	3.2	1.10 0.	0.73 0.37	7 <0.01	0.03	3 0.160	0.051	0.034	28	36	3	8	17	48	21	8.2
押井	屋里	0 206	20	7.5	27.6	9.8	19	6.3	4.5	3.5	2.6	1.70 1.	1.40 1.00	0.03	3 0.08	3 0.120	0.038	0.019	44	21	3	9	18	26	24	8.5
t H	壓			7.6	28.3	7.5	21	6.2	4.5	3.3	2.6	1.70 1.	1.40 1.00	0.03	3 0.10	0.130	0.041	0.026	26	22	3	9	81	26	24	7.7
# # #	上層	16.9	17	7.5	21.4	9.2	20	6.2	3.8	2.9	2.3	1.80	1.40 1.10	0.03	3 0.02	0.110	0.019	0.004	22	14	-	2	15	13	20	8.2
+	下層			7.8	21.3	8.4	23	6.4	3.9	2.9	2.2	1.80 1.	1.40 1.20	0.03	3 0.05	5 0.120	0.019	900'0	47	14	-	5	15	13	20	9.1
中华	墨干	10.9	90	7.1	29.3	7.2	13	4.7	3.6	2.4	2.0 4	4.50 4.	4.50 4.20	0.03	3 0.16	3 0.100	0.042	0.033	9	17	3	8	19	22	25	12.0
ナギオ	屋上			7.3	29.3	7.1	13	4.9	3.7	5.6	2.0 4	4.60 4.	4.50 4.20	0.03	3 0.16	3 0.100	0.042	0.033	2	17	3	6	19	21	26	12.0
H H	圖出	0	20	7.5	29.2	8.8	23	7.3	4.0	3.5	2.3	3.40 3.	3.00 2.50	0.06	6 0.07	7 0.120	0:030	0.016	79	19	2	6	19	24	22	10.0
t 4	圖			7.6	29.6	8.5	16	7.6	3.2	3.4	2.2 3	3.70 3.	3.00 2.70	0.05	5 0.09	9 0.150	0.027	0.016	69	19	2	10	19	24	22	10.0
万 ‡ 非	上層	-	000	7.7	28.6	8.5	24	8.2	4.7	4.1	3.2	1.50 0.	0.88 0.63	3 0.02	2 0.04	4 0.100	0.033	0.018	70	21	2	8	17	26	20	3.1
F F C T	下層			7.8	28.8	7.8	16	8.2	4.8	4.1	3.2	1.50 1.	1.00 0.67	7 0.02	2 0.06	3 0.120	0.033	0.019	74	21	2	8	17	26	20	3.2
;; %	上層	7 9	000	7.9	28.3	8.8	20	8.0	5.0	4.2	3.4	1.10 0.	0.58 0.18	8 0.01	1 0.02	0.100	0.025	0.008	73	22	2	8	17	27	19	1.6
t H	屋上			8.0	28.6	8.1	42	8.4	5.1	4.3	3.4	1.10 0.	0.55 0.18	8 0.01	1 0.04	0.100	0.025	0.009	73	22	2	80	17	27	19	1.5
202	圏	17.0		7.7	30.2	8.5	36	9.7	4.7	4.4	3.3 0	0.88 0.	0.36 0.02	2 <0.01	11 0.02	0.150	0.021	0.004	82	25	2	œ	17	32	19	1.8
<u> </u>	屋上			8.0	30.3	8.5	34	10.0	4.9	4.6	3.3	1.00 0.	0.37 0.02	2 <0.01	11 0.03	3 0.160	0.021	0.004	79	23	2	80	15	28	17	1.7
が	壓	- -		7.4	37.2	8.8	36	8.1	4.7	4.1	3.2	1.00 0.	0.79 0.41	1 <0.01	11 0.06	3 0.180	0.067	0.051	45	37	3	œ	17	51	22	8.0
T JKKE III	壓			7.5	35.9	9.8	28	8.1	4.7	4.1	3.2 0	0.99 0.	0.76 0.41	1 <0.01	11 0.05	5 0.180	0.066	0.051	42	34	3	80	17	47	21	8.1
血	上屬	191	0.3	7.5	37.8	9.0	36	8.0	4.9	4.4	3.2 0	0.98 0.	0.67 0.36	0.01	1 <0.02	0.160	0.062	0.045	45	88	ဗ	80	17	52	21	7.3
13	屋			7.6	38.5	8.1	32	7.7	4.7	4.0	3.2	1.10 0.	0.73 0.37	7 0.01	1 0.03	3 0.170	090'0	0.046	38	39	က	80	17	54	22	7.5

表12 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(11月)

令和3年11月24日	4 Ш					1																					
表 几 分	拉爾	河	透明度	张	됩	23	DO	SS	СОБ	dcop	T0C	DOC	N N	DTN NO	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH₄-N TP	ОТР	PO ₄ -P	chl.a	Na	<u>,</u> ⊼	Mg ²⁺	Ca ²⁺	_ _ _ _	SO ₄ ²⁻	.is
T W	1本八八百	(°C)	(m)	(m)	-	(mS/m)	(mg/L) (n	(mg/L) (n	(mg/L) (r	(mg/L) (n	(mg/L) (r	(mg/L) (mg	(mg/L) (m ₁	(mg/L) (mg	(mg/L) (mg	(mg/L) (mg	(mg/L) (mg/L)	(L) (mg/L)	_) (mg/L)	.) (µg/L)) (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L) ((mg/L) ((mg/L)
# #	墨干	9	,		6.7	26.9	9.4	40	7.7	4.6	4.5	2.7 1.3	1.20 0.	0.74 0.	0.51 0.	0.01 0.0	0.03 0.150	0 0.032	0.010	72	21	3	7	17	25	24	7.8
大胆車	下層	13.0	0.4	3.9	8.1	26.9	8.9	44	7.7	4.6	4.2	2.7 1.	1.10 0.	0.68 0.	0.51 0.	0.01 0.0	0.03 0.150	0 0.031	0.010	09	20	2	7	17	25	23	7.5
# 1	遏干	ç			6.7	27.1	8.6	42	7.2	4.6	3.8	2.8 1.0	1.00 0.1	0.64 0.	0.45 0.	0.02 0.0	0.03 0.140	0.040	0.022	34	19	2	9	15	23	19	6.9
大些	下層	12.9	0.4	5.3	7.9	27.0	8.6	42		4.8	3.6	2.8 1.0	1.00 0.	0.65 0.	0.45 0.	0.02 0.0	0.03 0.160	0 0.040	0.022	32	21	2	7	17	26	22	7.2
まませ	屋工	c C	L C	6.9	7.2	27.5	0.6	27	8.9	4.8	3.8	2.9 0.9	0.94 0.	0.67	0.40 0.	0.01 0.0	0.03 0.120	0 0.044	4 0.026	37	22	2	7	16	28	21	6.9
÷ {} +	屋上	6.21	c:	7:0	7.3	28.2	0.6	35	7.2	4.7	3.8	2.9 1.0	1.00 0.1	0.68 0.	0.40 0.	0.01 0.0	0.04 0.140	0 0.044	4 0.027	35	22	2	7	16	28	21	7.1
九	墨丁	Ç	ū	,	7.5	25.5	9.5	59		4.6	4.4	2.9	1.20 0.	0.79 0.	0.64 0.	0.02 0.0	0.02 0.120	0 0.024	4 0.006	63	17	2	9	14	19	18	6.3
回外千	下層	9. 0.	0.0	,	7.6	25.6	9.5	30	7.8	4.8	4.6	2.9 1.3	1.20 0.	0.74 0.	0.65 0.	0.02 0.0	0.02 0.120	0 0.024	0.006	65	17	2	9	15	19	18	6.3
Ħ H	上層	ć	Li C	7.3	8.9	25.9	8.6	27		4.7	4.0	2.9 1.3	1.30 0.	0.80	0.63 0.	0.02 0.0	0.06 0.120	0.033	3 0.017	51	21	2	7	16	25	21	9.9
上田子	下層	n.	0.0	0.7	6.9	26.4	8.4	37	7.4	4.6	4.2	2.9 1.3	1.20 0.	0.88 0.	0.62 0.	0.02 0.0	0.06 0.140	0 0.034	4 0.018	51	19	2	9	15	21	18	6.7
4 %	屋工		u c	0	6.4	28.5	8.7	59		4.9	3.9	2.9 0.2	0.76 0.	0.68 0.	0.41 <0.	<0.01 0.0	0.03 0.120	0 0.047	0.029	36	21	2	9	15	56	18	6.0
יטיומי	下層	9.6	0.0	0.0	6.5	28.5	9.0	27	7.0	4.9	3.7	2.9 0.7	0.77 0.	0.69 0.	0.41 <0.	<0.01 0.0	0.03 0.120	0 0.046	3 0.028	35	22	2	9	15	56	18	7.0
# #	遏工	c	ū	Q	6.2	28.3	0.6	24	8.9	4.9	4.0	2.9 0.2	0.77 0.	0.66 0.	0.41 <0.	<0.01 0.0	0.03 0.120	0.046	3 0.030	33	22	2	9	15	26	18	7.1
大阪の町	墨业	3.2	c:0	0.0	9.9	28.9	0.6	25	6.9	4.9	4.0	3.0 0.8	0.82 0.	0.71 0.	0.41 <0.	<0.01 0.0	0.03 0.120	0 0.048	3 0.031	34	24	3	7	16	31	21	7.1
中	上層	90	2	1.7	7.1	30.1	9.4	25	7.6	5.0	4.5	3.0 0.5	0.79 0.	0.58 0.	0:30 <0.	<0.01 0.0	0.02 0.120	0 0.028	3 0.010	63	23	2	9	15	28	19	7.0
₹ # \$	下層	0.0	G. O	<u> </u>	7.3	30.8	9.5	24	7.0	4.8	4.5	3.0 0.8	0.87 0.	0.59 0.	0:30 <0.	<0.01 <0.	<0.02 0.120	0.030	0.010	62	23	2	7	15	28	19	6.9
押十	上層	13.9	9	9	8.2	29.3	9.7	18	5.9	3.7	3.5	2.3 1.8	1.80	1.60	1.40 0.	0.02 0.0	0.02 0.110	0 0.025	5 0.009	26	20	2	9	18	22	24	10.0
t H	下層	7.0	9	0.7	8.1	29.5	9.2	17	5.8	3.8	3.3	2.3	1.70	1.60	1.40 0.	0.02 0.0	0.03 0.098	8 0.024	0.010	21	19	ဗ	9	18	22	24	10.0
押三日	上層	-	r.	-	8.0	22.3	11.0	23	9.6	3.8	4.4	2.2 2.	2.10 1.	1.30	1.20 0.	0.03	0.02 0.130	0 0.033	3 0.012	160	13	₽	5	14	10	21	9.2
t H H	下層	0.	0.0): 	8.3	22.2	11.0	24	9.0	4.0	4.4	2.2 1.9	1.90	1.40 1.	1.10 0.	0.03 0.0	0.02 0.140	0 0.032	0.011	160	13	7	9	15	11	21	9.2
th Pu	上層	-	a C	α	7.6	30.3	7.4	6	5.1	4.1	2.7	2.3 4.8	4.80 4.	4.50 4.	4.10 0.	0.05 0.3	0.25 0.100	0 0.039	9 0.027	10	17	2	œ	17	20	22	13.0
大 学 一	下層	Ť	0.0	o. 	7.7	32.1	8.5	18	5.7	3.0	2.6	1.9 4.8	4.80 4.	4.60 4.	4.20 0.	0.04 0.0	0.04 0.110	0.020	0.009	42	19	2	9	19	24	23	12.0
H H	屋工	677	5	°	8.5	8.62	11.0	35	7.8	2.8	4.0	2.0 3.0	3.60 3.	3.10 3.	3.00	0.03 <0.	<0.02 0.140	0 0.014	4 0.002	110	17	-	6	17	21	50	9.9
4	下層	7:+-	t Ö	9	8.5	29.7	10.0	42	8.5	3.0	4.2	2.0 3.3	3.30	3.00 2.	2.90 0.	0.04 <0.	<0.02 0.150	0 0.013	3 0.002	110	19	2	6	19	24	23	9.4
力	上層	, c	9	0	8.2	29.4	9.7	17	8.4	4.4	4.6	3.1 1.3	1.30 0.	0.94 0.	0.59 0.	0.05 0.0	0.04 0.092	2 0.015	5 0.001	92	19	2	8	16	23	17	2.2
T/T/34	下層	5.5	0.0	0.0	8.3	29.3	9.1	23	8.2	4.6	4.4	3.2 1.3	1.20 0.	0.81 0.	0.48 0.	0.05 0.0	0.07 0.100	0 0.015	5 0.001	83	18	-	7	16	22	17	2.0
**************************************	屋工	6	9	c e	8.7	29.1	9.5	19	8.2	4.5	4.7	3.3 0.9	0.98 0.	0.51 0.	0.17 0.	0.02 0.0	0.05 0.096	6 0.016	3 0.001	88	20	-	8	16	24	17	1.0
Į Į	下層	0.21	0.0	7:0	9.8	28.8	9.0	20	8.5	4.6	4.7	3.3 0.9	0.92 0.	0.51 0.	0.17 0.	0.02 0.0	0.05 0.098	8 0.015	5 0.001	91	21	2	8	17	56	19	1.0
202	上層	ç	Ľ.	0	8.1	33.3	9.4	35	10.0	4.7	4.9	3.3	1.10 0.	0.31 <0.	<0.01 <0.	(0.01	<0.02 0.150	0 0.018	3 0.002	96	25	2	8	15	31	17	1.5
₽	下層	7.0	2	2	8.3	33.4	9.5	36	10.0	4.9	2.0	3.3 0.91		0.31 <0.	<0.01 <0.	<0.01 0.0	0.02 0.150	0 0.017	7 0.003	92	30	2	6	17	38	21	1.5
光 社 元	上層	α	C C	9	7.7	36.6	9.4	28	8.0	4.7	4.8	3.2 0.8	0.83 0.	0.57 0.	0.26 <0.	<0.01 0.0	0.02 0.130	0 0.033	3 0.012	72	31	2	8	15	40	19	9.9
7 F JX JZ 7 III	四国	ţ	2	2	7.8	37.8	9.5	29	8.1	4.7	4.7	3.2 0.8	0.88 0.	54	0.27 0.	0.01 0.0	0.02 0.130	0 0.030	0.012	99	36	3	6	17	49	22	6.7
區	上層	rc rc	22	4.5	7.6	41.5	9.4	23	7.7	4.6	4.4	3.2 0.8	0.85 0.	24	0.24 0.	0.01 0.0	0.02 0.110	0 0.026	3 0.010	52	36	3	8	15	48	19	6.3
Ī	壓	2	?	2	7.9	41.6	9.1	24	7.5	4.7	4.3	3.2 0.8	0.82 0.	.53 0.	0.24 0.	0.01 0.0	0.02 0.110	0 0.026	3 0.011	21	42	4	6	18	29	23	5.8
	<u> </u>			1	5: /	2	ō	1-7	-1	5	2	er er	7:0	20.0 2.0 0.1	0.00	45.0 00.0 20.0 7.0 0.4	10.0 4.3.0 00.0 20.0 7.0	20:0 10:0 4:20 00:0 20:0 7:0 0:4 7:4	011.0 20.0 10.0 72.0 00.0 20.0 2.0 0.4	0.00 0.10 0.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00	1.1.0 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.0	1.0 10.0 030.0 011.0 30.0 10.0 42.0 00.0 70.0 7.0 0.4	74	T	7.7 7.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0	01 6 4 74 10 1000 0000 0100 0000 0000 0000 0	80 01 8 4 74 10 100 000 010 400 100 470 010 470 010 470 010 470 010 470 010 470 010 010 010 010 010 010 010 010 010 0

表13 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(12月)

令和3年12月10日	10日																									
李	拉图	気温 ジ	透明度	光	Hd	EC	o o	SS	COD	dCOD TC	тос рос	C	DTN	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ −N	₽	DTP	PO ₄ -P	Chl.a N	, a	▼	Mg ²⁺	Ca ²⁺ CI	ı⁻ so₄	Si
上 日	1不小百	(°C)	(m)	(m)	- -	(mS/m)	(mg/L) (m	(mg/L) (mg	(mg/L) (mg	(mg/L) (mg/L)	(/L) (mg/L)	'L) (mg/L)	_) (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L) ((mg/L) (μ	(µg/L) (m _i	(mg/L) (mį	(mg/L) (m	(mg/L) (r	(mg/L) (mį	(mg/L) (mg/	(L) (mg/L)
五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五五	上層	,	5		7.0	17.5	10.0	34 7	7.1 4	4.9 3.	3.4 2.5	1.20	1.20	1.00	0.01	0.10	0.180	0.072	0.055	12	· 6	۲۰	4	14 13	3 19	7.1
TH. W.Y.T.	下層		t.		7.2	19.0	6.6	34 7	7.0 4	4.6 3.	3.6 2.4	1.20	1.10	0.95	0.01	0.08	0.170	0.058	0.046	16 1	11 <	۲۰	4	15 1	15 20	7.2
# #	屋工	,	3	4	6.9	26.1	10.0	24 6	6.7 4	4.4 3.	3.5 2.6	0.88	0.72	0.56	<0.01	<0.02	0.091	0.024	0.013	40 2	20		9	17 26		7.4
+44+	下層	1.01	6.0		7.1	26.0	6.6	25 6	6.5 4	4.5 3.	3.7 2.6	0.94	0.72	0.57	<0.01	<0.02	0.099	0.022	0.014	40 2	21 2	2	9	18 27	7 25	7.4
¥ 2.4	围工	4	70	u u	7.0	27.7	10.0	30 7	7.5 4	4.6 4.	4.0 2.9	0.74	0.56	0.37	<0.01	0.02	0.100	0.028	0.021	39 2	21	_	9	15 27	7 20	7.1
+ 24	下層	9.5	4.0		7.2	21.5	10.0	35 7	7.4 4.	5	4.0 2.8	0.77	0.56	0.37	<0.01	0.02	0.110	0.029	0.022	39 2	24	2	9	17 33	3 23	7.2
i ii ii	屋工	0.7	9 0	7.5	7.1	25.4	10.0	23 8	8.2 4	4.6 4.	4.4 2.8	1.00	0.71	0.53	0.01	<0.02	0.083	0.016	0.003	1 88	71	□	9	15 19	9 19	0.9
F. K.	四). 0	9.		9.7	25.1	10.0	24 8	8.3	4.6 4.	4.5 2.7	1.00	0.72	0.53	0.01	<0.02	0.084	0.011	0.002	90	7 61	₽	9	17 23	3 22	6.2
Ħ H	上層	3 1	9	0	6.9	25.1	10.0	25 7	7.3 4	4.5 3.	3.8 2.9	0.82	0.67	0.45	<0.01	0.03	0.079	0.024	0.016	48 2	21		9	15 26	6 19	6.8
· ·	下層	6.7	0.0		7.2	27.7	9.6	7 72	7.4 4	4.5 3.	3.9 2.9	0.82	0.62	0.43	<0.01	0.04	0.095	0.022	0.018	45 2	24	. 2	7	17 31	1 22	6.8
4 X	四里	0	L.		7.0	27.9	10.0	26 7	7.0 4	4.7 4.	4.0 2.9	69.0	0.54	0.36	<0.01	0.02	0.073	0.026	0.025	36 2	25 2	2	7	17 34	4 23	7.0
AN LO	下層	6.7	6:0	7.0	7.2	28.5	10.0	26 6	6.9	2	4.2 2.9	0.74	0.54	0.36	<0.01	0.02	0.087	0.027	0.024	37 2	23		9	15 29	9 20	7.0
	上層	6	u C	0	7.5	28.6	10.0	24 7	7.2 4	4.5 3.	3.8 2.9	0.72	0.50	0.36	<0.01	0.02	0.073	0.024	0.022	37 2	25	. 2	7	17 34	4 23	7.1
大阪の町	上層	7:/	c:0		9.7	28.5	10.0	28 7	7.5 4	4.6 3.	3.9 2.9	0.73	0.53	0.35	<0.01	0.02	060.0	0.026	0.022	37 2	22 <	۷۱	9	16 28	8 20	7.1
# #	墨丁	0			7.2	32.3	10.0	43 8	8.3 4	4.7 4.	4.0 2.9	0.88	0.56	0.38	<0.01	0.07	0.110	0.027	0.025	38 3	31 2	. 2	7	17 43	3 22	7.6
+ + + + + + + + + + + + + + + + +	下層	0.0	4:0	9: -	7.3	32.1	10.0	40 7	7.3 4	4.7 3.	3.9 2.9	0.83	09:0	0.38	<0.01	90.0	0.130	0.027	0.025	38 3	31 2	2	8	17 43	3 22	7.6
5 第 十	上層	40	3		6.9	24.9	9.7	20 5	5.7 4	4.2 3.	3.5 2.5	1.40	1.20	1.00	0.01	0.11	0.100	0.033	0.032	28 1	18	_	5	16 21	1 21	7.7
±,≡,⊤	下層	0.0			7.0	25.6	9.6	28 6	6.2 4	4.2 3.	3.4 2.5	1.10	1.00	0.83	0.01	0.08	0.100	0.028	0.027	35 2	20 2	2	9	17 25	5 24	7.4
類日 日 日	上層		3	0,0	6.7	15.0	8.6	18 6	6.0 4	4.1 3.1	.1 2.3	1.80	1.60	1.50	0.01	0.07	0.110	0.032	0:030	33	7 <	<1	4	12	7 16	7.6
t H H	下層		5.		6.9	16.1	9.7	18 6	6.2 4	4.2 3.	3.2 2.3	1.70	1.60	1.50	0.01	0.07	0.100	0.031	0.031	34	8	<1	4	13 8	8 19	7.4
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	上層	110	90	10	7.4	28.1	9.8	11 4	4.6 3.	5	2.4 1.9	4.60	4.60	4.40	0.03	0.11	0.062	0.025	0.023	3 1	18	2	8	18 26	6 26	10.0
大参大	下層	6.	0.00		7.5	28.1	8.7	20 5	5.9 3	3.7 2.	2.8 1.9	4.60	4.60	4.40	0.03	0.11	0.071	0.025	0.024	4	16	_	7	17 22	2 23	10.0
H E	壓	13.7	2	2,	7.7	28.4	10.0	28 6	6.7 3	3.4 2.	2.8 1.9	3.40	3.40	3.30	0.02	0.03	0.075	0.012	0.004	78 1	7	□	8	18 25	5 23	10.0
t 4	国上	2			8.1	28.5	10.0	30 6	6.7 3	3.1 3.	3.0 2.0	3.40	3.40	3.30	0.02	0.03	0.085	600.0	0.004	80 1	> 17		8	17 22	2 20	10.0
月书	國工	901	90	7.1	7.8	28.7	10.0	22 8	8.4 4	4.3 4.	4.3 2.8	1.20	0.97	0.78	0.03	0.03	0.062	0.007	0.002	100	21	-	8	17 29	9 21	3.0
F 15	围	2	2		8.3	58.9	10.0	23 8	8.1 4	4.3 4.	4.3 2.9	1.20	0.95	0.77	0.03	0.03	0.062	0.007	0.002	100	> 02		80	16 25	5 19	3.0
# %	壓	0	7.0	u G	8.0	28.7	10.0	21 8	8.3 4	4.8 4.4	.4 3.1	0.83	0.48	0.25	0.02	0.02	0.051	600.0	0.001	110 2	22	_	80	18 30	0 21	1.3
t H	围	ò	ŝ		8.1	8.82	10.0	22 8	8.6 4.	.9 4.3	.3 3.1	0.83	0.45	0.24	0.02	0.02	0.059	0.008	0.001	100	22 <		80	18 30	0 21	1.3
中中共	壓	7 0	<u>с</u>	;	7.5	31.8	10.0	26 8	8.8	.5 4.1	.1 3.0	0.54	0.23	0.01	<0.01	<0.02	0.071	600.0	0.002	89 2	26 <	□	7	15 34	18	1.8
14日1個	上層	6.1	0.0		7.6	31.6	10.0	26 9	9.0 4	4.6 4.	4.2 3.0	0.63	0.24	0.01	<0.01	<0.02	0.070	0.010	0.002	95 2	. 59		8	17 40	0 21	1.8
がって	壓	9	<u>с</u>	0	6.7	36.5	10.0	7 22	7.3 4	4.6 3.7	.7 2.9	0.66	0.50	0.28	<0.01	90:0	0.072	0.026	0.026	38	35	_	7	15 48	8 20	6.4
T. 78 75 11	國上	3	3		6.9	36.2	10.0	7 22	7.2 4	4.7 3.	3.8 2.9	0.73	0.51	0.29	<0.01	90'0	0.070	0.028	0.027	37 3	38	2	8	16 57	7 22	6.5
血	屋工	10.5	90	α 7	7.2	37.5	10.0	20 7	7.3 4	4.7 3.	3.9 3.0	0.62	0.42	0.22	<0.01	0.05	0.073	0.025	0.020	44 3	36	2	7	16 49	9 20	0.9
HI.	上層	<u>.</u>	3		7.5	37.6	10.0	20 7	7.4 4.	22	3.9 3.0	0.64	0.45	0.22	<0.01	0.05	090:0	0.025	0.020	45 3	39	2	8	17 58	8 22	5.9

表14 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(1月)

令和4年1月25日	E E		-	-		-		-	ŀ	ŀ	ŀ		ŀ	ļ	-				•	-	-	-	=	÷	-	-	П
老山夕	村	河温	透明度	光	Hd	EC	DO	SS	COD dC	dCOD T	TOC DC	DOC TN	NTO N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	N-⁴HN 7	TP	DTP	PO₄-P	Chl.a	Na₊	<u>+</u>	Mg ²⁺	Ca²⁺	Cr	SO ₄ ²⁻	Si
T-wor	EXIVE T	(°C)	(m)	(m)	-	(mS/m)	(mg/L) (n	(mg/L) (m	(mg/L) (m	(mg/L) (m	(mg/L) (mg	(mg/L) (mg/L)	/L) (mg/L)	(L) (mg/L)) (mg/L)	(mg/L)) (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(hg/L)	(mg/L) ((mg/L) ((mg/L) ((mg/L) (r	(mg/L) (r	(mg/L) (m	(mg/L)
# #	遏工	C	9		8.2	29.3	13	18 6	9.9	4.5	3.7 2	2.7 1.00	0 0.74	1 0.44	<0.01	<0.02	0.078	0.017	0.004	22	22	2	7	18	. 27	25	5.0
大服車	屋	3.5	0.0	0.4	8.5	28.5	12	18 6	6.9	4.5	4.4	2.7 1.00	0 0.71	0.44	<0.01	0.02	0.083	0.020	0.004	22	22	2	7	17	. 72	24	5.0
5 14	四里十	c	ď		7.0	28.4	12	20 6	6.9	4.7	4.4 2	2.8 0.85	5 0.60	0.29	<0.01	<0.02	0.084	0.023	0.004	99	20	2	7	16	24	21 2	4.9
大点十	下層	0.0	0.0	5.0	7.3	28.4	12	20 6	6.7	4.7	4.4	2.8 0.97	09:0	0:30	<0.01	<0.02	0.083	0.019	0.004	52	22	2	7	17	28	24	5.0
+ :	墨丁	c	0	0	8.9	28.3	13	19 6	6.9	4.6	4.3 2	2.8 0.92	2 0.61	0.32	<0.01	0.02	0.087	0.023	0.004	22	20	2	9	15	52	20	5.1
ŧ IJ H	国上	6.2	9.0		7.2	24.6	12	19 7	7.0	4.6	4.2 2	2.8 0.94	4 0.59	9 0.32	<0.01	<0.02	0.097	0.020	0.004	22	23	3	7	17	78	23	5.2
Į.	屋工	c	G		7.7	26.5	12	17 7	7.2	4.3 4	4.6 2	2.6 1.50	0 1.00	080	0.01	<0.02	0.075	0.017	0.003	99	17	1	9	15	18	19 4	4.4
11年	下層	7.7	0.0		7.7	25.9	12	16 7	7.3	4.5	4.5 2	2.6 1.30	0 1.00	08:0	0.01	<0.02	0.071	0.015	0.002	62	17	1	9	15	18	19 7	4.5
Ħ H	四十	c	9	e e	8.9	27.0	12	19 7	7.2	4.6	4.6	2.7 1.20	0.89	0.63	<0.01	<0.02	0.091	0.018	0.003	70	20	2	7	17	23	22 4	4.1
工品工	上層	7:7	0.0		7.3	27.0	12	21 7	7.2	4.6	4.6	2.7 1.10	0.92	0.64	<0.01	<0.02	0.083	0.018	0.003	70	20	2	7	16	23	22	4.4
<u>ب</u>	遏工	Ţ	ů,		8.9	29.1	12	19 6	6.7	4.6	4.1 2	2.7 0.81	1 0.61	0.29	<0.01	<0.02	0.079	0.020	0.004	53	23	2	7	17	59	24	5.2
יטיאטי	下層	4.	0.0	1.0	7.2	28.8	12	19 6	6.9	4.6	4.0 2	2.7 0.82	2 0.57	0:30	<0.01	0.02	0.082	0.019	0.004	51	23	2	7	17	59	24	5.3
共悪	墨丁	,	9	5.7	7.9	30.3	12	16 6	7 8:9	4.6	4.3 2	2.8 0.79	9 0.59	9 0.29	<0.01	<0.02	0.077	0.020	0.003	22	24	2	7	17	31	24	5.2
T/#/05	上層	-	9.0		7.7	30.0	12	17 6	6.8	4.7 4	4.1 2	2.8 0.83	3 0.57	0.29	<0.01	<0.02	0.071	0.020	0.004	26	24	2	7	17	31	24	5.1
5、七	墨丁	,	и	·	8.3	39.0	13	23 7	7.5	5.0	4.6 3	3.0 0.86	6 0.48	3 0.15	<0.01	<0.02	0.100	0.021	0.004	69	31	3	8	18	41	23 4	4.6
+ + *	屋上		0.0		8.3	37.2	13	23 7	7.0	4.9	4.4 3	3.0 0.83	3 0.48	3 0.16	<0.01	<0.02	0.096	0.020	0.004	89	31	3	8	17	45	23 4	4.7
	遏工	4.5	9 0	7.6	8.2	32.5	12	16 5	2.8	4.0	3.5 2	2.5 2.20	0 2.00	1.60	0.01	0.03	0.090	0.019	900'0	47	24	3	9	19	. 72	25	7.3
±,≡,+	上層	4.2	0.0		7.9	32.6	12	16 6	0.9	4.2	3.6 2	2.5 2.20	0 1.90	1.60	0.01	0.03	0.089	0.019	900.0	47	27	4	7	20	31	29	7.4
Ħ H	四里	ć	9	C	7.0	24.5	12	10 4	4.5	2.9	2.7	1.8 2.00	0 1.80	1.60	0.01	<0.02	0.057	0.014	0.004	22	16	<1	9	17	15	25 8	8.4
H H H	四四四	0.0	0.	0.2	7.1	24.3	12	10 4	4.5	3.1	2.7	1.8 2.00	0 1.90	1.70	0.01	<0.02	0.056	0.012	0.004	22	15	<1	9	16	13	22 8	8.5
H P F	壓出	6	6	0	8.4	34.5	12	8	4.1	2.4	1.9	1.3 5.60	0 5.60	5.50	0.04	0.03	0.050	0.015	0.004	34	22	2	10	21	56	28 1	13.0
X*X+	上層	7.0	7:1		8.5	34.3	13	8 4	4.1	1.9	1.9	1.3 5.80	0 5.80	5.60	0.04	0.03	0.053	0.013	0.004	35	21	2	10	21	56	27 1	13.0
Ę H	壓出	4	0	000	8.3	32.3	12	15 5	2.0	2.2	2.5	1.5 4.40	0 4.10	4.00	0.02	<0.02	0.058	0.013	0.003	46	21	2	10	20	56	26 1	12.0
1	严	t S	2	9	8.4	32.6	12	14 4	4.9	2.3	2.5	1.5 4.30	0 4.10	4.00	0.02	<0.02	090'0	0.012	0.003	46	19	2	6	19	22	23 1	11.0
月书	壓円	r.	9	-	7.7	30.0	12	12 7	7.3	4.2 4	4.5 2	2.9 1.70	0 1.30	1.00	0.01	90.0	0.057	0.014	0.001	62	21	2	6	18	27	21 2	2.4
	压	;	2	-	8.1	30.3	12	12 7	7.0 4	4.5	4.3 2	2.9 1.70	0 1.30	1.00	0.01	90'0	0.063	0.014	0.002	62	21	2	6	17	56	20 2	2.3
**************************************	壓出	c u	0		7.2	30.5	11	11 7	7.4	4.7	4.8	3.3 1.30	0 0.82	0.36	0.01	0.09	0.061	0.014	0.001	53	23	2	6	18	59	20 (9.0
t H	上層	5.5	6.		7.9	30.6	11	10 7	7.5	4.8	4.7 3	3.3 1.20	0 0.81	0.36	0.01	0.09	0.060	0.016	0.002	53	23	2	6	19	59	20 (0.4
北	遏工	90	10	,	7.9	42.0	13	17 8	8.2	4.9	4.7 3	3.2 0.83	3 0.43	3 0.07	<0.01	<0.02	0.087	0.016	0.003	78	41	3	10	19	54	24	1.7
<u>e</u>	压	0.7	ò	7.7	8.0	41.8	13	17 8	8.5	4.9	4.8	3.2 0.86	6 0.45	5 0.07	<0.01	<0.02	0.088	0.016	0.002	80	40	8	10	20	24	24	1.7
無持無者	圖工	ä	7.0	-	7.8	45.0	13	19 8	8.2	4.8	4.4 3	3.1 0.79	9 0.43	3 0.08	<0.01	<0.02	0.079	0.018	0.002	80	41	3	6	18	26	22	3.5
T JX XZ III	阳	9	ò	<u>:</u>	7.9	44.9	13	20 8	8.0	4.6	4.6 3	3.1 0.79	9 0.41	0.08	<0.01	<0.02	0.078	0.018	0.002	75	46	3	10	19	99	25	3.5
重	上層	00	90	4 9	8.7	47.2	14	21 8	8.3	4.6	4.4 3	3.1 0.80	0 0.37	0.05	<0.01	<0.02	0.086	0.017	0.002	85	45	3	10	17	62	23	3.3
HI-VAN	压	3	?	-	8.7	47.6	13	23 8	8.1	4.6	4.4	3.1 0.86	6 0.38	3 0.05	<0.01	<0.02	0.084	0.016	0.002	98	20	4	10	19	74	56	3.3

表15 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(2月)

令和4年2月15日			F	•	-					ļ	ļ				-	-			•		=		•		-	-	
幸 小	村	河温	透明度	米	Hd	EC	DO	SS C	COD dC	dCOD T	TOC D	DOC TN	N DTN	NO ₃ -N	NO ₂ -N	N-⁴HN Z	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	Na +	<u>*</u>	Mg ²⁺	Ca²⁺	_i	SO ₄ ²⁻	Si
	HATA-H	(°C)	(m)	(m)	-	(mS/m)	(mg/L) (r	(mg/L) (m	(mg/L) (r	(mg/L) (m	(mg/L) (m ₁	(mg/L) (mg	(mg/L) (mg/L)	(L) (mg/L)	.) (mg/L)	(mg/L)) (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L) (i	(mg/L) (r	(mg/L) (r	(mg/L)
5 田草	遏干	, ,	9 0		8.9	29.1	13	21	7.9	4.6	4.9	2.7 1.10	0 0.71	1 0.30	0.01	0.02	0.075	0.017	0.004	69	23	3	7	18	28	26	2.8
年紀子	下層	4.4	0.0	4.2	8.9	28.8	12	. 22	7.9	4.7	4.8	2.7 1.10	0.69	9 0.28	0.01	0.02	0.079	0.017	0.003	70	22	3	7	17	28	26	2.9
# +	遏干	, ,	9	C	8.9	28.4	12	21	7.7	4.9	5.0 2	2.8 0.78	18 0.41	1 0.06	0.01	<0.02	0.075	0.018	0.003	75	22	3	7	17	28	24	2.4
大点	下層	1.4	0.0	5.8	8.9	28.3	12	. 22	7.9	4.8	4.9	2.8 0.75	5 0.38	90.06	0.01	<0.02	0.078	0.017	0.003	7.7	22	3	7	17	29	25	2.5
4 1	上層	,	G C		8.7	28.5	13	18	7.5	4.8	4.8	2.8 0.85	35 0.46	0.10	0.01	<0.02	0.077	0.017	0.003	9/	23	3	7	17	59	24	5.6
± <1	下層	4.0	0.0	6.4	8.7	28.5	13	20 8	8.0	4.8	4.9	2.8 0.85	35 0.46	0.10	0.01	<0.02	0.081	0.017	0.003	78	23	3	7	17	59	24	2.7
in H	壓工	000	0	9	8.8	27.4	12	15	7.1	4.4	4.5	2.6 1.20	0.86	6 0.39	<0.01	<0.02	0.064	0.015	0.002	56	20	2	7	17	23	24	2.5
TXVE	下層	6.7	0.0	0.4	8.7	26.9	11	17	7.4	4.7	4.4	2.6 1.10	0 0.84	4 0.39	<0.01	0.02	0.066	0.017	0.002	55	20	2	7	16	24	24	2.4
5 判 H	上層	0	,	o G	8.8	27.8	12	50	7.5	4.5	4.6	2.7 1.10	0 0.75	5 0.32	0.01	<0.02	0.078	0.015	0.003	68	21	2	7	17	56	24	2.8
H H	下層	6.7	0.7	9.	8.8	30.9	12	. 02	7.3	4.7	4.9	2.8 0.84	14 0.51	1 0.13	0.01	<0.02	0.070	0.016	0.003	82	23	3	7	17	29	24	5.6
× X	墨丁	Ţ	0	c	8.9	35.6	12	22		4.9	5.1 2	2.8 0.73	3 0.34	4 0.04	0.01	<0.02	0.073	0.016	0.003	83	24	3	7	17	31	24	2.4
יטיוניי	下層	7.1	0.0	0.0	8.9	30.2	13	23 8	8.0	4.8	5.0 2	2.8 0.76	16 0.27	7 0.04	0.01	<0.02	0.089	0.017	0.003	84	22	2	7	16	28	22	2.1
## #	墨干	0.0	9 0	0	8.1	29.0	12	. 02	7.7	4.8	4.7	2.8 0.77	7 0.38	8 0.05	0.01	<0.02	0.063	0.016	0.003	76	23	3	7	17	30	24	2.6
T/W 051	下層	2.0	0.0	0.0	8.3	29.2	12	50	7.8	4.9	4.8	2.8 0.79	9 0.37	7 0.05	0.01	<0.02	0.070	0.018	0.003	79	21	2	7	15	56	22	2.4
# #	遏干	,	9		9.0	36.6	13	26	8.9	5.4	5.4 3	3.0 0.77	7 0.30	0.07	<0.01	0.02	0.097	0.017	0.004	94	32	3	8	17	44	24	2.0
t H	下層	<u>+</u>	0.0	1.7	9.0	35.0	13	27 8	8.4	5.2	5.4 3	3.0 0.81	1 0.28	8 <0.01	<0.01	<0.02	0.110	0.019	0.003	93	33	3	8	17	44	24	1.7
5 サ 十	墨丁	7.7	90	, 1	8.5	30.7	12	. 02	7.0	4.6	4.3	2.8 1.70	1.40	08.0	0.01	0.07	0.087	0.019	900'0	09	23	3	9	17	27	24	3.5
<u>+</u>	下層	ř	0.0	- -	8.4	30.5	12	20	7.3	4.7	4.3	2.7 1.60	1.20	0.68	0.01	0.00	0.094	0.019	0.005	65	24	3	7	18	30	26	3.7
# H	野ゴ	7.6	0	c c	8.7	25.1	12	13	0.9	3.8	3.5	2.2 1.30	1.20	0.76	0.01	<0.02	0.066	0.013	0.003	44	16	-	9	15	15	22	4.9
t i	下層	ò	0.0	7.0	8.5	24.6	12	13 (6.2	3.8	3.5 2	2.2 1.30	1.20	0.75	0.01	<0.02	0.061	0.012	0.003	40	17	2	7	16	17	25	4.4
# 14	上層		0	,	7.8	27.5	10	ω	5.8	4.8	2.9 2	2.6 4.40	0 4.10	3.10	0.03	0.25	0.086	0.032	0.021	6	16	2	7	16	21	21	9.7
大學大	下層	1	6.0	7.7	7.6	28.1	10	12 (6.2	4.0	2.7 2	2.4 4.40	0 4.10	3.20	0.03	0.22	0.100	0.027	0.016	21	18	3	8	17	23	23	10.0
# H	上層	0	0		7.6	32.2	12	12	2.0	2.5	2.3	1.5 3.80	3.60	2.90	0.05	<0.02	0.064	0.012	0.004	37	22	2	10	20	26	27	11.0
+	四上	7.0	2.	7 .	7.7	32.5	Ξ	13	4.9	2.6	2.3	1.5 4.00	3.80	3.00	0.05	0.02	0.065	0.012	0.004	37	20	2	10	18	23	24	12.0
月书	屋工	ő	α	7.7	9.8	29.6	12	12	7.9	4.4	4.6	2.9 1.50	1.20	0.71	0.01	0.02	0.063	0.012	0.002	99	21	2	6	18	27	20	2.1
	屋上	ŝ	2	ţ.	9.8	29.1	12	13	7.6	4.5	4.6	2.9 1.70	1.30	0.75	0.01	0.03	0.063	0.012	0.002	70	22	2	6	18	27	21	2.3
# **	上層	r.	9	r.	7.9	29.7	12	14	7.9	4.5	4.8	3.0 1.50	00 1.00	0.54	0.01	0.02	0.067	0.012	0.001	70	22	3	6	18	28	20	1.2
t H	上層	o Si	2:	o o	8.1	30.0	12	15	8.5	4.7	5.0	3.0 1.40	1.00	0.52	0.01	0.02	0.067	0.012	0.001	11	22	2	6	18	28	20	Ξ.
中	围山	7.7	r.	2	8.0	43.9	12	24	9.3	4.8	4.7 3	3.1 0.86	36 0.31	1 <0.01	<0.01	<0.02	0.100	0.014	0.003	100	45	3	10	19	62	25	9.0
<u> </u>	国上	È	2.	5.3	8.3	44.1	12	23	9.5	2.0	4.8	3.1 0.82	10.32	2 <0.01	<0.01	<0.02	0.100	0.013	0.003	100	42	3	10	18	22	23	0.7
1	上層	00	9	α	7.9	53.6	12	22 8	8.8	5.0	5.1 3	3.1 0.60	0.28	8 <0.01	<0.01	<0.02	960'0	0.013	0.002	90	09	4	Ξ	20	93	59	6.0
E/2/X/1/	屋上	6.3	2	2	8.1	53.1	12	23	9.0	4.8	5.2 3	3.1 0.72	72 0.31	1 <0.01	<0.01	<0.02	0.085	0.014	0.002	87	29	4	Ξ	20	93	59	6.0
草	上層	9.4	C.	0	8.3	58.9	13	23 (9.3	4.8	5.2 3	3.1 0.67	1 0.28	8 <0.01	<0.01	<0.02	960'0	0.013	0.002	82	0/	5	12	20	110	31	0.7
ar S	屋上	t Š	3	2	8.4	62.2	12	26 (0.6	4.8	5.1	3.1 0.75	75 0.29	0.00	<0.01	<0.02	0.089	0.013	0.002	81	73	2	12	20	120	32	8.0

表16 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(3月)

令和4年3月10	Вc																Ī										
‡ 4	Į Į	気温	透明度 7	大猴 p	Hd	EC	DO SS	s cod	D dCOD	D TOC	DOC	N	DTN	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	T	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	Na₊	± -	Mg ²⁺	Ca ²⁺ Cl	ı so,) ₄ ²⁻ Si	
是 是 是	体小盾	(°C)	(m)	(m)	– (m	(mS/m) (m	(mg/L) (mg/L)	(mg	(L) (mg/L)	(L) (mg/L)	L) (mg/L)	.) (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L) ((mg/L)	(µg/L) (n	(mg/L) (m	(mg/L) (r	(mg/L) (r	(mg/L) (mg	(mg/L) (m	(mg/L) (mg/L)	Ú
# #	四甲丁	00,			8.6 2	29.4	13 25	5 8.2	4.5	5.5	2.6	0.94	0.52	0.18	<0.01	<0.02	0.079	0.021	0.003	83	23	3	7	18 28	8 27	7 0.5	10
大胆	屋上	7.7	4.		8.5 2	28.6	11 26	6.7 7.9	4.5	2.0	2.7	0.81	0.32	0.03	<0.01	<0.02	0.093	0.020	0.003	78	22	2	7	17 28		26 0.3	
# 1	屋工	;			8.0 2	28.5	12 30		4.6	5.4	2.7	0.72	0.25	<0.01	<0.01	<0.02	0.099	0.021	0.003	61	22	2	7	17 28		25 0.2	
た ・ ・	屋上	=	c:0	8 8	8.1 2	28.5	11 26	6 7.8	4.6	5.1	2.8	0.72	0.27	<0.01	<0.01	<0.02	980.0	0.020	0.003	99	22	2	7	17 28		25 0.2	
# # # # # # # # # # # # # # # # # # #	上層	,			8.1 2	28.4	12 26		4.5	4.3	2.8	99.0	0.25	<0.01	<0.01	<0.02	0.088	0.019	0.002	22	23	2	7	17 29		25 0.2	
+	下層	6.0	1 .	9.4	8.3 2	28.6	11 26	8.0	4.5	5.2	2.8	0.76	0.30	<0.01	<0.01	<0.02	960.0	0.020	0.002	29	23	2	7	16 29		25 0.2	01
in H	墨丁	9	90	8	8.1 2	26.4	11 23		4.2	4.7	2.6	1.00	0.55	0.32	0.01	<0.02	0.093	0.019	0.003	87	20	2	7	16 23		25 0.7	_
1 大大	下層	e			8.5 2	26.6	11 25	5 7.9	4.3	4.4	2.6	1.00	0.56	0.33	0.01	0.02	0.087	0.018	0.003	06	20	2	7	16 23		25 0.8	
· H	圏	ď	<u>г</u>	8 8	8.1 2	27.8	11 26	8.1	4.4	5.1	2.7	0.97	0.41	0.15	<0.01	<0.02	0.092	0.020	0.002	06	22	2	7	17 26		24 0.4	_
H H	下層	0.0			8.2 2	28.6	11 31	1 8.1	4.6	2.0	2.8	0.75	0.24	0.01	<0.01	<0.02	0.100	0.020	0.003	83	23	2	7	16 29		25 0.3	
2	上層	7 4	<u>г</u>	8	8.1 2	29.5	11 27	7 8.0	4.8	5.2	2.8	0.54	0.30	<0.01	<0.01	<0.02	0.085	0.022	0.003	62	24	2	7	16 30		25 0.1	
יחיונה	下層	9.7			8.2 2	29.2	11 29		4.7	5.2	2.8	0.57	0.28	<0.01	<0.01	<0.02	860.0	0.024	0.003	65	24	2	7	16 30		25 0.2	0.1
Ħ H	上層	7 4	<u>и</u>	7	7.8 3	30.4	11 26	6 8.3	4.9	4.3	2.9	0.55	0.27	<0.01	<0.01	0.02	0.091	0.022	0.003	70	25	3	8	17 32		25 0.3	
¥. E. O. E.	下層	9.7			8.1 3	30.9	11 27	7 8.2	4.8	2.0	2.8	0.62	0.26	<0.01	<0.01	0.02	0.100	0.021	0.003	64	25	2	7	17 31		25 0.2	01
4	上層	u u	90	8	8.3	34.3	11 27	7 8.7	4.9	5.8	2.9	0.47	0.27	<0.01	<0.01	0.02	0.110	0.023	0.003	54	28	3	8	17 37		25 <0.1	_
t H	四	9			8.2 3	32.4	11 28	8 7.9	5.2	5.5	2.9	0.50	0.27	<0.01	<0.01	<0.02	0.120	0.021	0.003	52	29	3	80	17 37		25 <0.1	_
5 1 1	上層	ç	u C	8	8.4 3	32.0	12 22	2 7.3	4.7	4.4	2.8	1.50	1.10	0.88	0.01	<0.02	0.110	0.022	0.003	92	27	4	7	19 32		29 1.6	
\ ₩	下層	12.0			8.5 3	31.6	10 33	3 7.6	4.6	4.5	2.7	1.30	0.99	0.71	0.01	0.02	0.140	0.021	0.003	87	26	3	7	19 30		1.7	_
が 日 日 日	上層	Š		8	8.3 2	24.6	11 29	9 7.0	3.7	3.7	2.2	1.50	0.98	0.83	0.01	<0.02	0.150	0.024	900:0	92	18	-	9	16 17		25 3.6	
ŧ H H	四	7:6			8.2 2	24.2	11 30		3.8	4.0	2.2	1.50	1.00	0.84	0.01	<0.02	0.130	0.024	900'0	87	18	-	9	16 17		25 3.5	10
# 64 64	壓	-	7.0	7	7.0 3	34.3	10 19	9 3.2	2.5	1.4	1.3	6.10	5.30	5.10	0.04	60.0	0.071	0.021	600.0	42	22	3	10	21 26	5 27	7 15.0	0
∀ %×	上層	t I			7.3 3	34.4	11 8	5.0	2.4	1.7	1.2	5.80	2.60	5.30	0.05	0.22	0.130	0.023	0.014	=	23	3	10	21 26	5 27	7 14.0	0
	壓	000		8	8.8	31.8	11 18	8 5.5	2.8	2.9	1.7	3.50	2.90	2.80	0.02	<0.02	0.088	0.015	0.004	59	21	2	10	20 26	5 27	7 10.0	0
t 1	上層	9			8.6 3	31.8	11 24	4 5.8	2.8	2.7	1.7	3.30	2.90	2.70	0.02	<0.02	0.099	0.013	0.003	29	22	2	10	20 26	5 27	7 10.0	0
力 非 非	圖十	9		8	8.8	30.4	12 17	7 8.0	4.1	4.3	2.6	1.90	1.40	1.20	0.01	0.02	0.078	600.0	0.001	66	22	2	6	18 27		22 2.5	10
T/T/34	下層	2			8.8	30.3	11 18	8 7.6	4.2	4.3	2.7	1.90	1.30	1.10	0.01	<0.02	0.080	0.010	0.001	66	21	2	6	18 26	5 21	1 2.2	21
# * *	上層	~	90	8	8.3	30.2	12 19	9.8	4.6	5.1	3.0	1.30	0.78	0.48	0.01	<0.02	0.079	0.012	<0.001	110	23	2	6	18 29		20 <0.1	_
Ė Ħ	下層	t o			8.4 3	30.1	11 22	2 9.0	4.8	4.8	3.0	1.40	0.84	0.57	0.01	<0.02	980.0	0.012	0.001	110	23	2	6	18 29		20 <0.1	_
40年	圏	7.	С	9	9.2 4	40.5	11 33	10	.0 4.8	5.3	3.1	0.93	0.27	<0.01	<0.01	<0.02	0.120	0.005	0.001	110	40	3	10	18 53		24 <0.1	_
E 1	四	ç.			9.2 4	40.4	11 35	10	.0 5.0	5.1	3.1	0.87	0.29	<0.01	<0.01	<0.02	0.140	0.013	0.001	120	40	3	10	19 53		24 <0.1	_
A 计记录	上層	9	90	8	8.2 4	44.3	11 26	6.8	2.0	2.0	3.1	0.58	0.29	<0.01	<0.01	0.02	960.0	0.015	0.001	64	48	4	10	19 68	8 27	7 <0.1	_
7 /X/Z/III	屋上	2			8.3	44.7	11 28	8.8	2.0	4.9	3.1	0.67	0.28	<0.01	<0.01	0.02	0.100	0.015	0.001	89	47	3	10	18 67		26 <0.1	_
型	上層	140	90	8	8.2 4	42.0	12 20	0 9.1	4.8	4.8	3.1	0.57	0.27	<0.01	<0.01	<0.02	0.088	0.013	0.001	22	44	3	10	19 61		26 <0.1	_
ar ar	压	<u> </u>			8.5	43.0	11 22		4.8	4.8	3.1	0.62	0.29	<0.01	<0.01	0.03	960'0	0.014	0.001	19	43	8	10	18 61		26 <0.1	Ţ

1-6 霞ヶ浦におけるアオコ発生状況について

1 事業目的

アオコの発生は、水面を緑色に呈して景観を悪化させるだけでなく、集積した場合には、腐敗して悪臭の原因となる。このため、アオコの原因である植物プランクトンの集積を防止するために、湖水表面の撹拌や回収などの対策が講じられている。これらの対策を効果的に実施するためには、アオコの発生場所を把握することが必要である。そこで本事業の目的は、アオコの原因となる藍藻類の出現状況を把握して、関係機関等に迅速に情報提供するとともに、アオコの発生要因について検討し、発生予測の精度を上げることとした。令和3年度においても、霞ヶ浦全域においてアオコの発生状況を調査したので、報告する。

2 方法

(1) 調査地点

図1に示す土浦港、土浦沖、掛馬沖、湖心、山王川沖及び高浜沖の西浦6地点、安塚沖、武田川沖及び釜谷沖の北浦3地点、合計9地点で調査を行った。

(2) 調査時期・頻度

令和3年6月1日から9月14日の間、週に1回程度の頻度で実施した。

(3) 調査項目

アクリル製カラム(Φ =10 cm)を用い、水面から20 cm深さまでの湖水を3度採水してバケツに集め、湖水試料とした。試料は現地で水温を測定するとともに、1 L のポリエチレンビンに採取して、実験室へ持ち帰った。

(4) 分析項目及び測定方法

分析項目は、全窒素(TN)、全りん(TP)、硝酸態窒素(NO₃-N)、亜硝酸態窒素(NO₂-N)、アンモニア態窒素(NH₄-N)、りん酸態りん(PO₄-P)、フィコシアニン(Phc)及びクロロフィル a(Chl.a)とした。TN 及び TP の測定には、連続流れ分析装置(BLTEC SWAAT28)を用いた。NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N 及び PO₄-P の分析には、粒子保持能 $1 \mu m$ のろ紙(Whatman GF/B)で懸濁物を除去したろ水を、連続流れ分析装置(SEAL QuAAtro2-HR)で測定した。Phc の測定は福島ら 1)を参考にし、分光蛍光光度計(JASCO FP-8500)を用いて 640 nm の蛍

光強度から算出した。Chl-a は、新編湖沼調査法 $^{2)}$ を参考に、ユネスコ法に準拠して行った。すなわち、分光光度計(SHIMADZU UV-2550)を用い、750 nm、663 nm、645 nm、630 nm の吸光度を測定し、濃度を算出した。なお、Phc 及びChl-a は粒子保持能 $1.2~\mu m$ (Whatman GF/C)でろ過したろ紙上の残留物を、-30℃で一昼夜凍結後、それぞれリン酸緩衝液(pH=7.0)及びエタノールで抽出して試料とした。



図 1 調査地点図

3 令和3年度のアオコ発生状況

(1) 令和3年度のフィコシアニン濃度の推移(表1及び図2)

令和3年度のフィコシアニン濃度は、北浦平均で昨年度よりわずかに高いものの、西浦・ 北浦ともに概ね昨年度と同等であった。過去5年間と比較すると、西浦及び北浦ともに低い 値であった。

	H28	H29	H30	R1	R2	R3
西浦平均値	101	31	41	17	32	27
北浦平均値	189	246	298	97	85	99

表 1 各年度における西浦及び北浦の平均フィコシアニン濃度(µg/L)

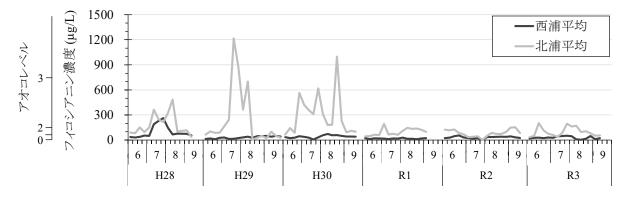


図2 西浦平均及び北浦平均のフィコシアニン濃度の経年(6~9月)変化

(2) 各地点のフィコシアニン濃度の変化(図3)

西浦のフィコシアニン濃度は低濃度で推移した。 7月にやや増加するも、8月中旬に低下した。北浦では、7月中旬から増加し8月上旬に減少する傾向であったが、武田川沖でのみ、6月にも著しく増加した。西浦では、山王川沖で他地点よりも高く、最大値は7月 29 日の 201 μ g/L(アオコレベル2)であった。北浦では、武田川沖で他地点よりも高く、最大値は6月 16日の 479 μ g/L(アオコレベル2)であった。

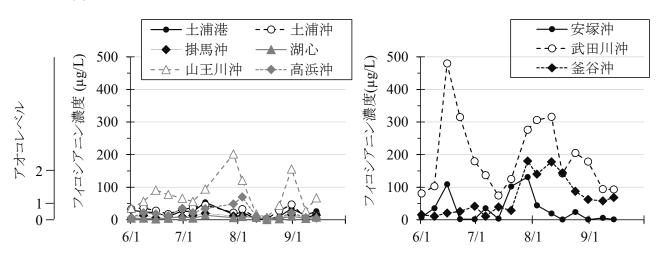


図3 西浦6地点(左)と北浦6地点(右)における、フィコシアニン濃度の経時変化

4 令和3年度のアオコの発生が少なかった原因について

アオコの発生は、水温ならびに栄養塩濃度に大きく影響されることが知られている。そこで、西浦・北浦ともにアオコが発生した平成 27 年(フィコシアニン濃度、西浦平均: $116 \mu g/L$ 、北浦平均: $236 \mu g/L$)、アオコの発生がほとんど見られなかった令和 2 年度と今年度(令和 3 年度)とについて、水温と栄養塩濃度とを比較した。なお、水温は、気温ならびに日照時間の影響を受けることから、水温データの代わりに気象庁(アメダス土浦)の日平均気温ならびに日照時間の連続データを用いて解析した。また、気象庁の日照時間の測定方法は、令和 3 年 3 月から変更された。

(1) 水温 (気温ならびに日照時間) (図4)

気温ならびに日照時間を比較すると、令和3年度は、アオコが少なかった令和2年度よりも、アオコが発生した平成27年度に近い変動を示していた。特に、令和元年ならびに令和2年度にアオコ発生を抑制したと考えられた7月の低い日平均気温と少ない日照時間は、令和3年度には確認されなかった。一方で、8月上旬と下旬に、日平均気温ならびに日照時間の一時的な低下が確認された。これは、西浦・北浦ともにフィコシアニン濃度が減少している時期と合致していた。

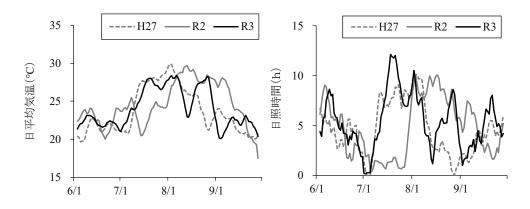


図4 7日間移動平均した、6月から9月までの日平均気温(左)と日照時間(右)の変化。 なお、H27・R2とR3は日照時間の測定方法が異なります。

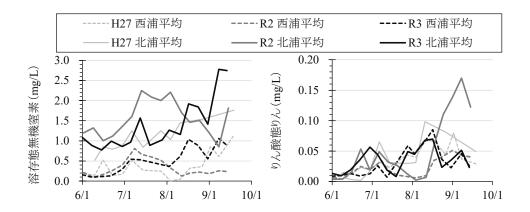


図5 6月から9月までの溶存態無機窒素(左)とりん酸態りん濃度(右)の変化

(2) 栄養塩(図5)

西浦平均および北浦平均の栄養塩濃度を検討した。西浦平均値の溶存態無機窒素濃度が、 藍藻類の増殖の目安となる 0.10 mg/L を下回ったのは、6月8日のみであった。しかし、6 月には平成 27 年度や令和 2 年度よりも低く推移した。一方、北浦平均の溶存態無機窒素濃度 は西浦よりも高く、平成 27 年度と同程度で推移し、0.1 mg/L を下回ることはなかった。

りん酸態りん濃度が、藍藻類の増殖の目安となる 0.01 mg/L を下回ったのは、西浦平均では 6月1日、8日、22日、7月13日であった。期間の平均濃度は令和2年度よりも高く、平成27年度と同等の値であった。北浦平均では、6月8日に 0.01 mg/L を下回ったものの以降は増加した。7月上旬からは減少し、7月20日に 0.01 mg/L を下回ったが、その後再び増加した。期間の平均濃度は平成27年度や令和2年度よりも低かった。

(3) 令和3年度のアオコ発生についての考察

フィコシアニン濃度は、過去5年間と比較すると少ない傾向であった。一方で、気温・日射量は、アオコが発生した平成27年度相当であり、アオコ発生には十分な気象条件であったと考えられる。したがって、今年度のアオコ発生の有無は栄養塩濃度に左右されたと推察された。西浦では、6月の低い栄養塩濃度によって初期のアオコの増殖が抑えられ、他藻類との競争に負けたために期間中の増殖が起こらなかったと推定された。一方で北浦では、栄養塩濃度が西浦よりも高いため6月からアオコが増殖したが、7月上旬のりん濃度の低下に伴って一旦落ち着いた。その後、りん濃度の増加に伴い、7月中旬から再度増殖したが、8月中旬ならびに上旬の一時的な水温の低下に伴って減少したと推定された。

5 アオコ予測システムの検証結果(図6)

霞ケ浦環境科学センターで構築したアオコ予測システムを用い、3月 24 日に発表された季節予報を用いて計算した結果では、令和3年度の掛馬沖のアオコは、令和2年度同様、アオコレベル2以下で推移すると予測されており、実際の状況と合致した。



図6 3月24日に発表された季節予報を用いたアオコ予測結果と実測値との比較

6 まとめ

今年度のアオコの発生は、西浦・北浦ともに低いレベルであった。その理由として、西浦では栄養塩濃度が低かったことが挙げられた。北浦では、7月上旬のりん濃度の低下ならびに8月上旬と下旬の水温低下によって、アオコの増殖が拡大しなかったと考えられた。また、アオ

コ予測システムによる今年度の予測結果は、実際の発生状況と合致した。

7 参考文献

- 1) 福島武彦, 相崎守弘 編,1995. アオコの計量と発生状況, 発生機構-アオコ指標検討会資料-. 国立環境研究所業務報告, F-72 ~95
- 2) 西條八束, 三田村緒佐武, 1995. 新編 湖沼調査法. 講談社サイエンティフィク, 東京, 189-192.

1-7 北浦の水質汚濁に関する研究事業

1 目的

近年、西浦よりも北浦で水質が悪い状況が継続していることから、湖内の栄養塩の状況を詳細に把握する必要がある。北浦では貧酸素水塊の発生により底泥から栄養塩が溶出することで水質汚濁に寄与していると考えられている。そこで、本年度は北浦のりん総流入負荷量に対する底泥からのりん溶出負荷量の割合やりん溶出が植物プランクトンの増殖に及ぼす影響について検討した。

2 方法

(1)りん溶出負荷量調査

① 調査期間:2019年6月から9月、2020年7月から8月

② 調査地点:釜谷沖自動水質監視所(図1) 自動昇降装置:30分に1回鉛直方向に測定

自動採水機:上層(水面下 50 cm)、下層(湖底直上 50 cm)で採水

③ 分析項目

自動昇降装置:溶存酸素(DO)濃度等

自動採水機:りん酸態りん (PO4-P) 濃度等

(2) 植物プランクトンの分布調査

① 調査期間:2021年6月から9月

② 調査地点:北浦10地点(図1)

上層、下層で採水

③ 分析項目:水温、DO 濃度、フィコシアニン濃度、PO4-P 濃度等

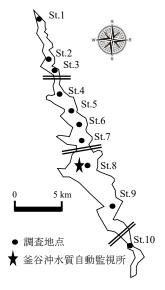


図1 調査地点

3 結果の概要

(1) りん総流入負荷量に対する底泥からのりん溶出負荷量の割合

2019 年及び 2020 年の調査で、下層の DO 濃度が 4 mg/L あたりになると下層の PO_4 -P 濃度が上昇する 傾向がみられた。このような現象は 7 回確認され、底 泥から PO_4 -P が溶出していると仮定し、それぞれの PO_4 -P 溶出速度を算出すると、 $7.4\sim99.1~mg/m^2/d$ と なった。それぞれの PO_4 -P 溶出速度と溶出時に最も PO_4 -P 濃度が高かった時の下層の PO_4 -P 濃度が高かった時の下層の PO_4 -P 濃度をプロット し、1 次関数の直線で近似したところ、比較的大きい 相関係数が得られた(図 2)。得られた近似式を基に 2020 年の夏季(6 月~9 月)の PO_4 -P 溶出速度を算出 すると、釜谷沖自動水質監視所における年間の PO_4 -P 溶出速度は 466.7 po_4 -P 溶出速度は 5 見積もられた(図 3)。さ

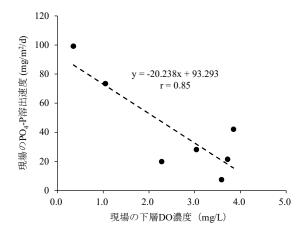


図2 下層の DO 濃度と PO₄-P 溶出速度の 関係

らに、釜谷沖自動水質監視所で得られた PO_4 -P 溶出速度を利用して、北浦における PO_4 -P 溶出負荷量を算出すると 9.391~kg/年と見積もられた。

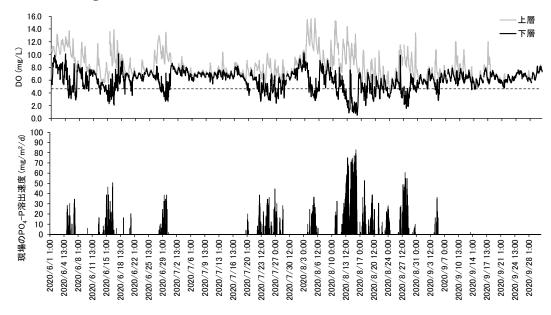


図3 釜谷沖自動水質監視所における DO 濃度及び PO₄-P 溶出速度の変動(2020年)

(2) 底泥からのりん溶出が植物プランクトンの増殖に及ぼす影響

北浦上層における全地点、全調査日のクロロフィル a 濃度とフィコシアン濃度をプロットしたところ 有意な正の相関が得られた(t 検定、N=150、r=0.82、p<0.01)。このことから、夏季における北浦全域の 植物プランクトンの増加は藍藻類であることが示唆された。また、フィコシアニン濃度は 7 月 20 日以降 2 はで 30℃を越えたことから、気温の上昇により水温が上昇し、それによって藍藻類が北浦全域で増殖したと考えられた(図 4)。 さらに、6 月 1 日から 9 月 8 日までの全ての調査地点の上層のフィコシアニン濃度に対して上下層の PO4-P 濃度や各種窒素濃度とのそれぞれの相関係数を算出すると、下層の PO4-P 濃度が 0.5 以上と他と比較して大きかった。下層の DO 濃度の分布も下層の PO4-P 濃度が高くなった時期や場所で低くなった(図 4)。これらのことから、水温上昇や底泥からのりんの溶出が藍藻類の増殖に影響していることが考えられた。

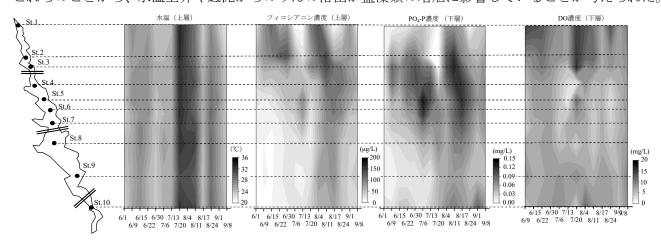


図4 水温、フィコシアニン濃度、PO₄-P 濃度および DO 濃度の時系列水平分布(2021年)

1-8 直接大気降下物負荷量調査事業

1 目的

湖面降雨負荷は、霞ヶ浦の外部負荷のうち 10%程度を占め、霞ヶ浦の汚濁負荷を把握す る上で不可欠な要素である。しかし、湖面降雨負荷に関する調査事例は、1970年代に多数 の調査結果が報告 1-3)されているものの、近年は実施されていない。そこで、本調査事業で は、近年における湖面降雨負荷の実態を把握するため、直接大気降下物の負荷量調査を実 施した。

2 調査概要

環境省のガイドライン4) に準拠して、直接大気降下物の採取を実施した。詳細は以下の とおり。

(1) 調査地点

図1のとおり。

(2) 採集器概要

各調査地点において、集水部(口径 30cm のロート)を常時開放するデポジット式サン プラーを設置し、全大気降下物(乾性沈着物と湿性沈着物)を採集した。採取容器には、 あらかじめ硫酸 2 mL を蒸留水 100 mL で希釈して入れ、微生物の作用による水質変化が 生じないようにした。なお、土浦においては、異物混入等による影響を少なくするため、 サンプラーを3セット設置し、それぞれのサンプルを分析して、その中央値を当該月の 値とした。

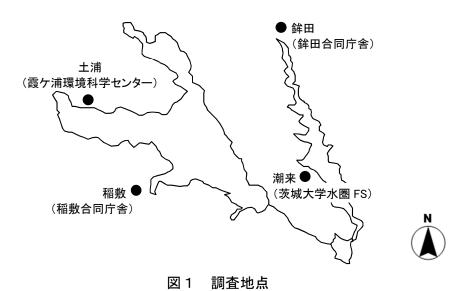
また、それぞれの地点に降雨時のみに集水部を開放する自動雨水採水器(小笠原計器 製作所 US-330) を設置し、湿性沈着物のみの負荷量も調査した。

(3) 調査期間・頻度

調査は令和3年4月から令和4年3月の間、原則、毎月1回サンプルを回収し、分析に 供した。ただし、機器不良等により、土浦において全大気降下物の3月分と、湿性沈着物 の5月分は採取できなかったため、欠測とした。

(4) 分析項目

硫酸酸性下での過マンガン酸カリウムの滴定により COD を、流れ分析法により全窒素 (TN)、全りん(TP)を分析した。



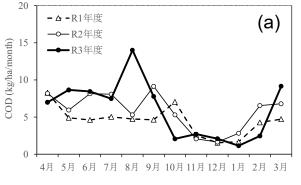
3 結果

表 1 に、4地点平均の COD、TN、TP の年間負荷量を示す。R3 年度における全大気降下物の年間負荷量は、COD が 73 kg/ha/年、TN が 13 kg/ha/年、TP が 0.55 kg/ha/年で、R1、2 年度と比べて、COD がやや大きく、TN 及び TP が同程度であった。全大気降下物に占める湿性沈着物の割合は、いずれの年度も、TN が大きく、COD が小さかった。

図2~4に、それぞれ COD、TN、TP の全大気降下物及び湿性沈着物の負荷量の月変動を示す。R3 年度における全大気降下物の負荷量は、COD 及び TN は8月に、TP は5月に大きかった。また、COD、TN、TP ともに、10 月から2 月にかけて小さかった。なお、負荷量が大きかった COD 及び TN の8月と TP の5月は、いずれも R1~R2 年度と比べて大きかった。

						(kg/ha/年)
	C C	D	T	N	Т	P
	全大気降下物	湿性沈着物	全大気降下物	湿性沈着物	全大気降下物	湿性沈着物
R3年度	73	16	13	6.7	0.55	0.27
R2年度	70	16	14	6.4	0.56	0.20
R1年度	54	15	14	7.5	0.56	0.26

表1 COD、TN、TP の年間負荷量



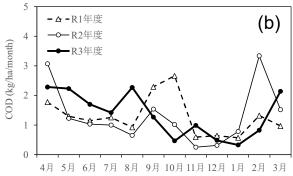
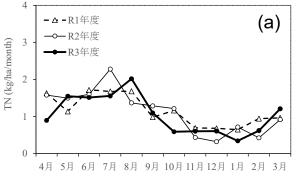


図2 COD 負荷量の月変動 ((a)全大気降下物、(b)湿性沈着物)



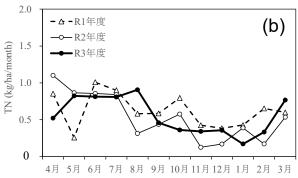


図3 TN 負荷量の月変動 ((a)全大気降下物、(b)湿性沈着物)

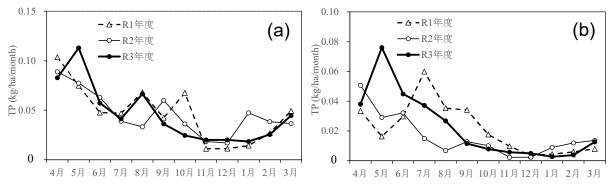


図 4 TP 負荷量の月変動 ((a)全大気降下物、(b)湿性沈着物)

参考文献

- 1) 安部喜也、1984. 霞ヶ浦流域における大気中からの栄養塩の降下量及びその経年変動について、国立公害研究所研究報告 50、1-10.
- 2) 田淵俊雄、高村義親、鈴木誠治、1979. 雨と雪の中の窒素とリン、水温の研究 23(1)、 13-22.
- 3) 外岡健夫、飯塚克博、1977. 雨水の水質について、茨城県内水支水産試験場 14、65-74.
- 4) 環境省水・大気環境局水環境課、2014. 非特定汚染源対策の推進に係るガイドライン(第二版)、URL. https://www.env.go.jp/water/kosyou/hitokutei/index.html

1-9 霞ヶ浦水質予測モデル実装事業

1 事業目的

霞ヶ浦の水質を改善するためには、効果的な汚濁負荷削減対策の実施が必須である。そこで、当センターでは霞ヶ浦の水質を説明・予測するコンピューターシミュレーションモデル「霞ヶ浦水質 予測モデル」の整備を行っている。この霞ヶ浦水質予測モデル整備の目的は、各種浄化対策の効果 検証や、気候変動などを考慮した将来予測等に活用し、行政施策の評価等に資することである。

2 方法

当センターに整備された霞ヶ浦水質予測モデル(以下、霞モデル)は、平成26年度に構築し、平成30年度から令和2年度にかけて、更新および改良を重ねてきた。令和3年度には、これまでの改善結果を踏まえ、構築した霞モデルの再現性について検証し、当センターへ霞モデルを設置した。霞モデルは、西浦・北浦・常陸利根川を含む霞ヶ浦全域計算範囲としている(図1左)。作成には、平成23年に北浦1)、平成25年に西浦2)を対象に構築された、底泥からのりん溶出量を予測計算するためのモデルを応用しており、平成26年にそれらを結合させる形で再構築され3、現在の計算範囲となった。霞モデルは、流体力学の基礎方程式を直交座標系において差分化して解く流動サブモデルと、物質循環を考慮した水質サブモデル、ならびに溶存酸素や栄養塩、マンガンや鉄を考慮した底質モデルによって構成された。それぞれのサブモデルについての詳細を以下に記す。

流動サブモデル:水中の計算格子は450 m格子とし、層分割は0.5 m、第1層と第L層の層厚は地形や水位によって変化させた(図1右)。なお、当初、水中の計算格子は150 m格子で作成していたが、計算速度の向上ならびにシステムの安定性のため、平成30年度に現在の450 mへと拡大した4。拡散に関するパラメータは、その流動特性の差から、西浦と北浦とで個別に設定した。入力条件は、36河川の流量および水温、5地点での取水、2地点での下水放流量および水温、湖内8地点での風向風速、土浦および鉾田の降水量、土浦の気温、つくば(館野)の相対湿度、全天日射量、全雲量を与えた。なお、全雲量については気象台の観測終了等に伴い、水戸または東京の値を用いている。下流端条件には、十番観測所の水位と息栖の水温を与えた。この流動サブモデルは、30秒ご

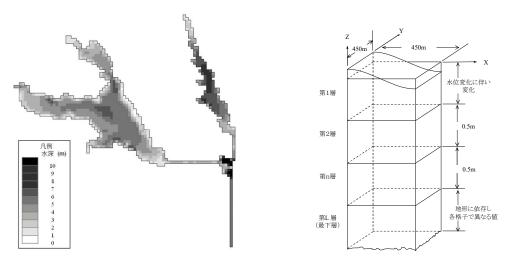


図 1 霞ヶ浦水質予測モデルの計算範囲ならびに流動モデルの水平方向の分画図(左)と、 各計算格子における層分画(右)。

とに計算し、時間毎の積算値として出力する設計 とした。

水質サブモデル:水中の計算格子は流動サブモデ ルと同等とし、物質循環を考慮した構造とした (図2)。なお、令和2年度に、計算する植物プ ランクトンを1種類から、珪藻型・藍藻 M型、 藍藻P型の3種類へ増加させる改善を行った5。 入力条件は、流動モデルで計算された各計算格子 の水温等のほか、36河川の流入負荷量(COD、 dCOD、TN、DIN、TP、PO₄-P)、2 地点での下水 放流水負荷量(dCOD、DIN、PO₄-P)、降水負荷

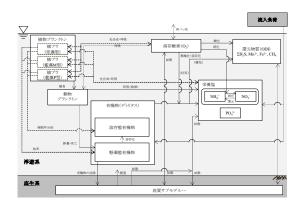


図2 水質サブモデルの構造図

量 (DOC、POC、DON、PON、NOx-N、NH4-N、DOP、POP、PO4-P)、つくば (館野) の日射量と した。また、系外除去として漁業活動に伴う系外除去を勘案するため、湖沼水質保全計画(第6期) の漁獲量 1934 トン/年を 1 時間当たりに換算し、同等の炭素量の植物プランクトンを除去した。ま た、下流端条件には、息栖における公共用水域調査結果の値(DOC、POC、DON、PON、NOx-N、 NH₄-N、DOP、POP、PO₄-P、DO、植物プランクトン態炭素(PHYc))を与えた。計算の初期条件は 湖心における水質データの平成23年3月と4月の平均値とした。この水質サブモデルは45秒ごと に計算し、時間毎の積算値として出力する設計とした。

底質サブモデル:湖底の計算格子は、流動および水質サブモデルの格子(450 m 格子)ごとに、27 ボックスに区分して計算した(図3左)。これは、底質中における水平方向への拡散を考慮していな いことを意味する。層分割は底泥表層の層厚を小さくした不等間隔格子とした(図3右)。モデル構 造は図4に示すとおりであり、分解速度の異なる易分解性・難分解性・不活性の3種類に分類した 有機物のほか、窒素、リン、マンガン、鉄、硫黄ならびに酸素動態を計算した。流動サブモデルな らびに水質サブモデル結果以外の入力条件はなく、直上水格子からの沈降量等は合計して各ボック スヘ与え、底質上部からの溶出等は直上水格子との濃度勾配によって決定した。初期条件は、平成 21年の調査値を参考に TOC と TON を、平成 18年の調査値を参考に TOP を与えた。この底質サブ モデルは、5秒ごとに計算し、1時間毎の積算値として出力する設計とした。

霞モデルの再現性を確認するため、平成23年度から平成30年度の期間について、霞モデルで計

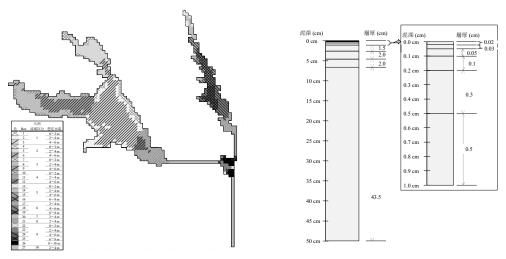


図3 底質サブモデルにおける水平方向の分画図(左)と、層分割図(右)。

算された値(以下、計算値)と、公共用水域における水質調査結果の値(以下、実測値)とを比較し、霞モデルの再現性を確認した。比較項目としては、COD、TN、TPのほか、霞ヶ浦の COD に大きく寄与している植物プランクトンの指標としてクロロフィル a(Chl.a)を用いた。対象地点は西浦代表地点である湖心と北浦代表地点である釜谷沖(図1)とした。いずれも計算時には、霞モデルの安定性を図るため、平成23年度から平成30年度まで8年分の助走計算を行った。

3 結果と考察

実測値と計算値を比較検討したところ、霞モデルは実測値と概ね同じオーダーで水質を再現でき、水域の違いを再現できていることが示された(表1)。年変動の再現性を検討したところ(図5)、両方の水域において、いずれの項目も概ね同じオーダーで再現できていたが、TNに着目すると、湖心で平成25年度と27年度に、釜谷沖で

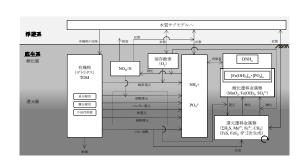
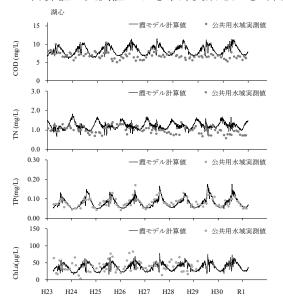


図4 底質サブモデルの構造図

表 1 計算値と実測値の比較

		計算化			側値	
湖心		(n = 292	(2)	(n =	96)	
COD	(mg/L)	8.3 ±	1.2	6.9	±	0.9
TN	(mg/L)	1.2 ±	0.2	1.0	±	0.2
TP	(mg/L)	0.08 ±	0.02	0.08	±	0.02
Chl.a	(µg/L)	38 ±	11	40	±	16
釜谷沖						
COD	(mg/L)	9.4 ±	1.5	7.5	±	1.3
TN	(mg/L)	1.6 ±	0.3	1.4	\pm	0.4
TP	(mg/L)	0.10 ±	0.03	0.09	\pm	0.04
Chl.a	$(\mu g/L)$	51 ±	12	56	±	29

平成27年度に確認された一時的な低濃度の傾向は再現できていなかった。一方で、釜谷沖でのTNの減少傾向は再現できており、本モデルが経年変化を表現できているかどうかは判断が難しかった。また、TPやChl.aに見られる一時的な高濃度化は再現できていなかったが、この点については、長期間の水質変動を目的とするモデルの特性を踏まえると、再現は難しいと考えられた。さらに、CODの計算値は実測値よりも季節変動を大きく計算していることが懸念された。



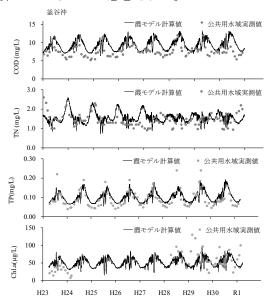
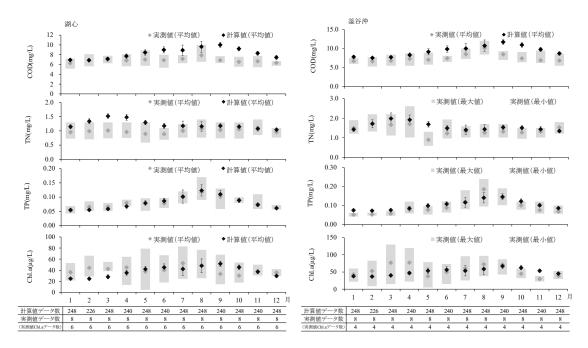


図5 平成23~30年度における、湖心(左)ならびに釜谷沖(右)の、霞モデルによる計 算値と公共用水域の水質測定結果値との比較。



平成23~30年度の月平均値。湖心(左)ならびに釜谷沖(右)。なお、グレーバーの上 端は最大実測値を、下端は最小実測値を、エラーバーは計算値の標準偏差を示す。

そこで、季節変動の再現性を検討したところ(図6)、湖心・釜谷沖ともに COD は 6月から 12月 に実測値よりも高く計算される傾向が確認されたものの、その他の時期においては、計算値は最大 実測値と最小実測値の範囲内であった。TNは、湖心では3月と4月に、釜谷沖では5月に実測値 よりも高く計算される傾向が確認されたものの、その他の時期においては概ね再現できていた。さ らに、TP は非常によく現状を再現できており、Chl.a も実測値のばらつきが大きいものの、概ね再 現できていることが明らかとなった。

4 まとめ

各種浄化対策の効果検証や、気候変動などを考慮した将来予測等に活用し、行政施策の評価等に 資することを目的に、当センターにおいて霞ヶ浦水質予測モデルを構築し、設置した。設置した霞 モデルは、平成23年から平成30年までの水質変動を、水域差・季節変化ともに概ね再現できた。 一方で、経年変化の再現性については、再現できている部分がある一方で、一時的な濃度変動は再 現できていなかった。さらに、流動サブモデルの結果や平面分布の抽出が行なえないなど、システ ムとしての使いづらさが残った。今後は、より迅速な検証計算等を可能とするため、システムの改 修を行っていく。

参考文献

- 1) 神谷航一,2011, 北浦底泥からのリンの溶出が湖水に与える影響について. 茨城県霞ケ浦環境科 学センター 年報, No. 7: 69-97.
- 2) 茨城県霞ケ浦環境科学センター, 2013, 霞ケ浦西浦におけるリンの変動要因に関する調査. 茨城 県霞ケ浦環境科学センター 年報, No. 9, 89-90.

- 3) 茨城県霞ケ浦環境科学センター, 2014, 霞ヶ浦における水質変動の要因に関する研究. 茨城県霞ケ浦環境科学センター 年報, No. 10, 70-72.
- 4) 茨城県霞ケ浦環境科学センター, 2018, 水質予測モデルの活用による浄化対策効果の検証. 茨城県霞ケ浦環境科学センター 年報, No. 14, 87-88.
- 5) 茨城県霞ケ浦環境科学センター, 2020, 霞ヶ浦水質予測モデル改良事業. 茨城県霞ケ浦環境科学センター 年報, No. 15, 94-95.

1-10 北浦流域モデル地区における浄化効果検証に関する調査研究

1 はじめに

北浦流域モデル地区の河川や排水路の水質を調査し、単独処理浄化槽から高度処理型浄化槽 (NP型浄化槽)への転換による北浦流入河川等の水質改善の効果を検証する。

2 方法

(1) 定期調査

① 調査期間

令和2年5月から令和4年3月まで(鹿嶋市排水路のみ令和3年4月から)

② 調査地点と調査回数(図1)

巴川2地点(T-R、T1)、雁通川2地点(G-R、G1)、武井川2地点(TA-R、TA1)及び中 里川1地点 (N-R)、鹿嶋市排水路2地点 (K-R、K1) の計9地点を月1回

※R:本川、1:排水路

③ 分析項目

流量、化学的酸素要求量 (COD)、全窒素、全りん等

(2) センサー調査

① 調査期間

令和3年4月から12月まで

② 調査地点

巴川 1 地点(T1)

③ 測定項目

硝酸態窒素 (NO₃-N) 及びアンモニア態窒素 (NH₄-N)

④ 測定方法

硝酸センサー及びアンモニアセンサーを設置し、1時間間隔で測定した。

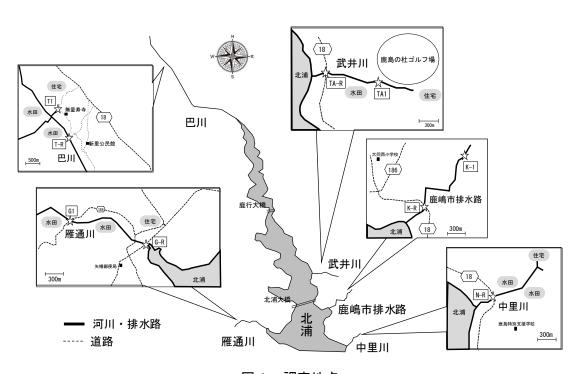


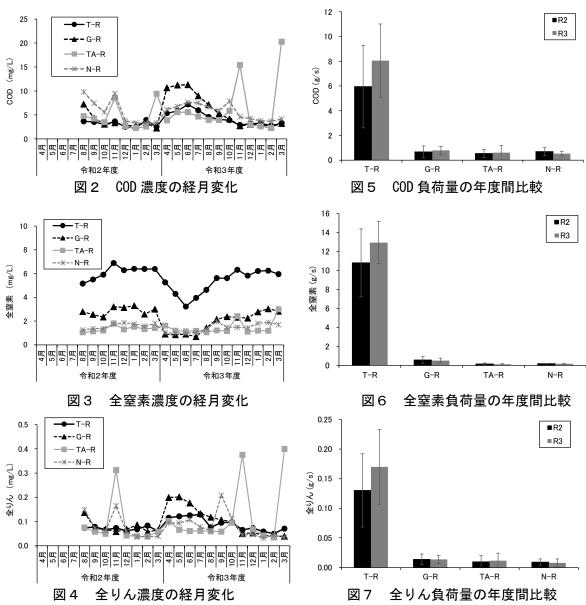
図1 調査地点

3 北浦モデル地区における浄化効果について

巴川、雁通川、武井川、中里川では2年間、鹿嶋市排水路では1年間における水質調査から浄化効果について検討した。

(1) 巴川、雁通川、武井川、中里川の本流 (T-R、G-R、TA-R、N-R)

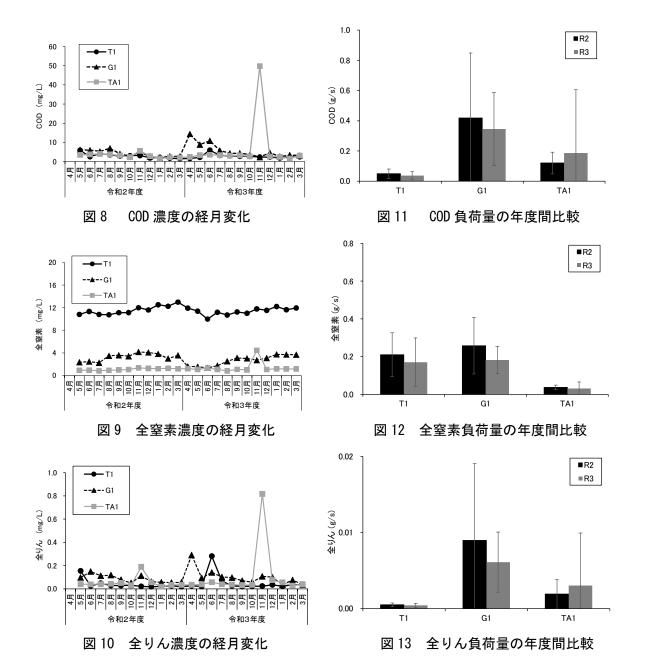
全ての河川で4月~8月にかけて COD や全りん濃度が上昇し、全窒素濃度が低下する傾向がみられた。 TA-R や N-R はハス田の濁水流出による急な濃度上昇が確認された(図 2~4)。 8月~3月の年度の平均負荷量を比較したところ、全ての河川、全ての項目で R2 年度と R3 年度は変動の範囲内で同程度あった(図 5~7)。



(2) 巴川、雁通川、武井川の上流及び支流 (T1、G1、TA1)

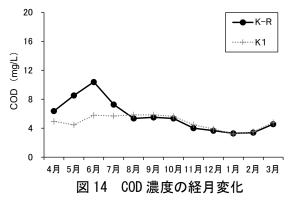
T1 及び G1 で 4 月~6 月に COD や全りん濃度が上昇し、全窒素濃度が低下する傾向がみられた。 TA1 ではハス田の濁水流出による急な濃度上昇が確認された(図 8~10)。

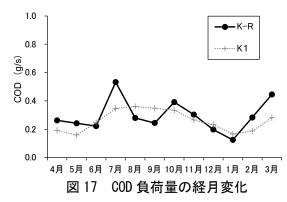
5月~3月の年度の平均負荷量を比較したところ、全ての河川、全ての項目で R2 年度と R3年度は変動の範囲内で同程度あった(図 11~13)。

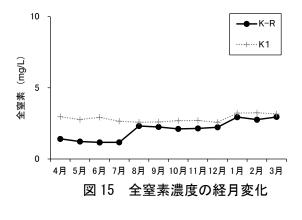


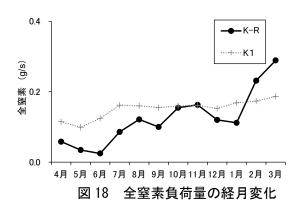
(3) 鹿島市排水路の本流及び上流(K-R、K1)

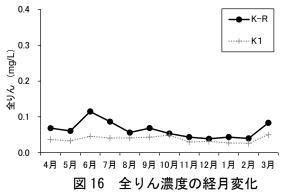
鹿島市排水路は令和 3 年度から調査を開始したことから、1 年間の経月変動で濃度と負荷量をみると、本流及び上流ともに改善している傾向はみられなかった(図 14~19)。

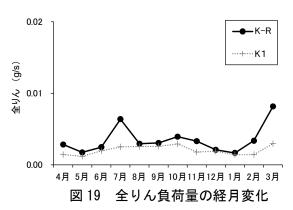












(4)硝酸センサー及びアンモニアセンサーによる巴川排水路(T1)の調査

- ・NO₃-N 濃度は 6 月に低下したものの、7 月に再び上昇し、その後は横ばいで推移したことから改善している傾向はみられなかった(図 20)。
- ・NH4-N濃度は常時 0.1mg/L未満で推移し、検出することはなかった。

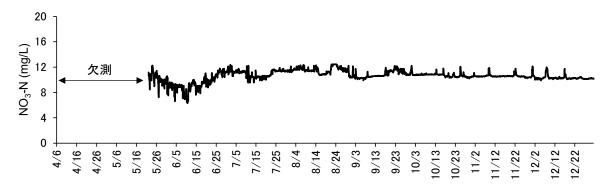


図 20 硝酸センサーによる NO₃-N 濃度の変動

1-11 霞ヶ浦の生態系サービスの経済評価に関する調査研究

1 目的

多くの人々は霞ヶ浦から多様な恩恵(生熊系サービス)を受けている。これまで生熊系サー ビスの内容や経済価値の評価を行ってきたが、景観・観光・レクリエーションについて経済価 値を評価できていない。そこで、ゾーントラベルコスト法を用いて霞ヶ浦のレクリエーション 価値の算出を試みた。

2 方法

(1)調査方法

データ収集は委託してWEB アンケートを実施した。調査期間は2018年2月2日~6日とし、 調査対象者は20歳以上の成人とした。サンプルの性別や居住地等に関する構成比率は全国の 20 歳以上のそれらとほぼ同じとした。アンケートは回答者の年代、2017年の1年間で霞ヶ浦 のどの対象地に行ったことがあるか、さらにその交通手段、同行者数を質問した。

対象地として、霞ヶ浦周遊道路(土浦駅にサイクリング拠点施設があるため、霞ヶ浦周遊道 路の地点は土浦駅を St.1 とした)、土浦港 (St.2)、歩崎公園 (St.3)、道の駅玉造 (St.4)、妙 岐ノ鼻 (St.5)、水郷あやめ園 (St.6) とした。

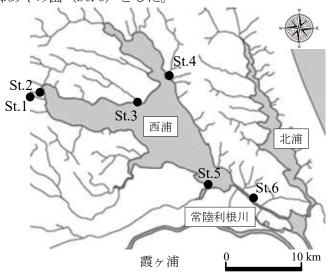


図1 対象地の位置

(2)消費者余剰の算出

2017年に霞ヶ浦を訪れたと回答した人を、茨城県内は市町村単位、県外は都道府県単位で集 計した。ただし、霞ヶ浦湖岸に位置する千葉県香取市は市町村単位として集計した。そして、 それらの人と同行者を含めた訪問人数を集計することで、都道府県市町村別の霞ヶ浦のレクリ エーションスポットへの訪問人数を把握した。それらのデータや都道府県市町村人口データ等 を用いることで、都道府県市町村別の霞ヶ浦への訪問率を算出した。

2017年に霞ヶ浦を訪れたと回答した人はレクリエーションスポットの1箇所のみを訪問した とし、各都道府県市町村の出発地からレクリエーションスポットとの往復に要した交通費のみ を算出した。また、都道府県市町村別に金額を集計し平均値とすることで都道府県市町村別の 霞ヶ浦への旅行費用とした。

都道府県市町村別の訪問率と旅行費用をプロットし、片対数近似曲線から訪問1人当たりの 消費者余剰を算出した上で、霞ヶ浦のレクリエーション価値を算出した。

3 結果の概要

(1) 霞ヶ浦訪問者の属性

WEB アンケートで回答を得られた件数は、全体で1,661 件、そのうち県外1,184 件、県内481 件であった(表1)。さらに、2017 年の1 年間で霞ヶ浦を訪れたと回答したのは全体で172 件、そのうち県外は27 件、県内は145 件であった。霞ヶ浦を訪れた人の年代は県内では40 代以上が多い傾向があり、県外では各年代ともに同程度であった。交通手段は県内、県外ともに自動車で訪問する人が多かった。訪問先は県内では霞ヶ浦周遊道路や道の駅玉造の割合が大きく、県外では霞ヶ浦周遊道路や土浦港の割合が大きかった。その他として霞ヶ浦総合公園(土浦市)と回答する人もいた。

		県内* (%)	県外** (%)			観光の 種類	県内* (%)	県外** (%)
	20代	3.4	18.5		水郷あやめ公園	植物·歴史	11.7	7.4
	30代	15.2	18.5		土浦港	景観(船舶)	16.6	25.9
年代	40代	28.3	18.5		霞ヶ浦周遊道路	景観	25.5	25.9
	50代	31.0	18.5	訪問先	段ケ佣川近坦的	(自転車・自動車)	23.3	23.9
	60代以上	22.1	26.0		道の駅玉造	食	22.1	14.8
	自転車・徒歩	13.8	0.0		歩崎公園	魚·歷史	11.0	7.4
交通手段	自動車	84.1	63.0		妙岐ノ鼻	鳥	1.4	3.7
	電車・バス	2.1	37.0		その他	その他	11.7	14.9

表 1 2017 年に霞ヶ浦を訪れたと回答した人の属性及びその訪問先

(2) 霞ヶ浦のレクリエーション価値の算出

霞ヶ浦の訪問率は県外では栃木県が最も高かった。霞ヶ浦湖岸の市町村では美浦村が最も高く、霞ヶ浦湖岸の市町村が上位 10 位を占めた。旅行費用は霞ヶ浦から遠くなるにつれて高くなる傾向があり、県内では 508 円~3,940 円、県外の関東圏内では 7,246 円~17,416 円、県外の関東圏外では 24,790 円~51,564 円となった。回答が得られた都府県市町村別の訪問率と旅行費用をプロットしたところ、比較的相関係数の大きい曲線を得ることができた(図 2)。この曲線から訪問 1人当たりの消費者余剰は 4,797 円/人となり、霞ヶ浦の観光客数を乗ずることで霞ヶ浦のレクリエーション価値は約 288 億円/年と試算された。ただし、算出方法の課題として霞ヶ浦の観光客数の正確な把握、旅行行程の詳細な把握などが挙げられた。

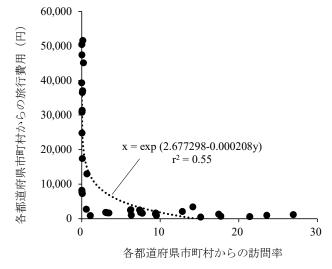


図2 霞ヶ浦への観光における需要曲線

^{*}県内(n=145), **県外(n=27)

1-12 流入河川の浄化効果検証に関する調査研究

1 はじめに

山王川の水質や負荷量の経時的変動を調査し、県が重点的に山王川流域で実施する小規模事業所の 規制強化対策による負荷削減効果を検証することを目的とした。

2 方法

(1) 定期調査

① 調査期間

令和3年4月から令和4年3月まで(令和元年5月からの継続調査)

② 調査地点と調査回数(図1) 山王川4地点(St.1~4)及び流入水路(St.b。令和2年9月から開始)。月1回実施。 【備考】

· St.1:柏原池公園南側。上流には工業団地

・ St.2: 石岡駅北側。St.1 と St.2 の間は水田と小規模事業所及び住宅地

• St.3: 石岡駅南側。St.2 と St.3 の間は駅を中心とした市街地

St.4:環境基準点(所橋)。山王川の最下流に位置。St.3とSt.4間は主に水田

• St.b: St.2 と石岡駅の間で山王川に流入する水路

③ 分析項目

流量、化学的酸素要求量、全窒素、全りん等

(2) 24 時間調査

① 調査日

【平日】令和3年12月13日(月)

【休日】令和3年12月12日(日)

- ② 調査地点:定期調査と同じ山王川4地点及び流入水路(図1)
- ③ 調査方法

平日及び休日ともに午前0時から3時間間隔で8回、調査を行った。各時間の採水は上流側か ら順に行った。

④ 分析項目

定期調査の分析項目に加え、6時間間隔で直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩(LAS)濃度を 測定した。

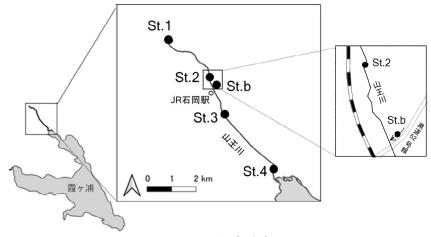


図 1 調査地点

3 結果と考察

(1) 定期調査

各測定地点での流量および水質から負荷量を算出し、さらに、上流地点と下流地点の差から地域 別に負荷量を算出した(**図2**)。なお、地域は以下のように設定した。

- 地域A:St.1での負荷量
- ・ 地域 B: St.1 と St.2 間の負荷量(St.2 から St.1 を差引)
- 地域 C: St.2 と St.3 間の負荷量(St.3 から St.2 を差引)
- ※ St.3~4間の負荷量は算出しなかった。St.4は、St.3の流量をたびたび下回った。St.4では 霞ヶ浦の水位の影響を受けて正確な流量が測定できなかったと考えられた。

さらに、令和3年4月~令和4年3月の上記の地域の負荷量と流量の平均値を算出した(表1)。

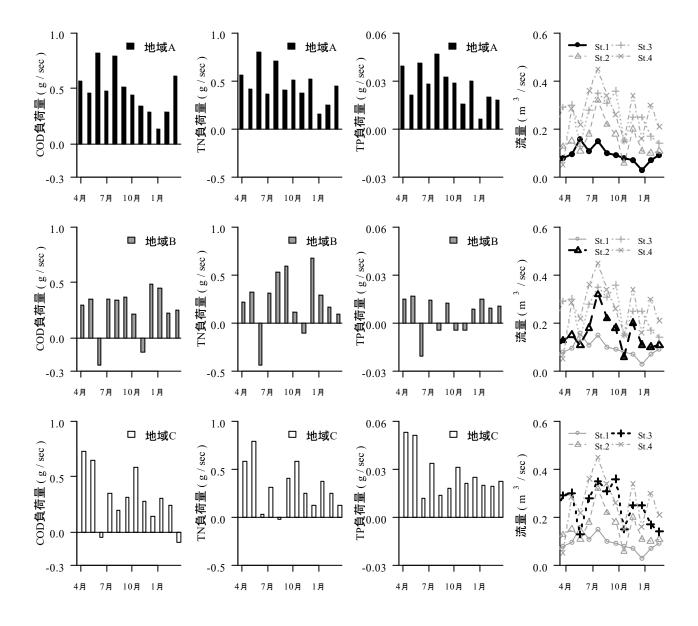


図 2 地域 A~C の負荷量および St. 1~3 の流量の月次変化

地域 A の負荷量は COD、TN、TP ともに多い傾向だった。さらに、1 月前後に負荷量が少なくなった。また、流量は他地区より少なく、比較的変動が小さかった。

地域 B は、地域 A・C に比べると負荷量が少なめで、また、変動が少なかった。水量の変動傾向

は地域Cと同様だった。

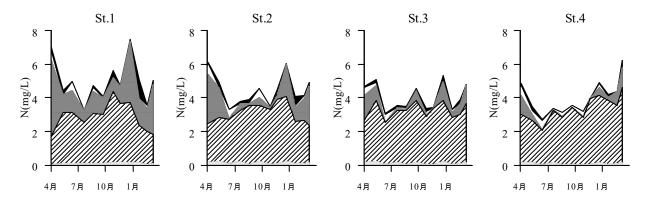
地域 C の負荷量は、地域 A に次いで多かった。流量が多かったため、負荷量も多くなったもの と考えられる。

	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	10 %io == (- -	1 . 7 1 1 1 1 1 1	1 - 707
地域または地点	COD (g/s)	TN (g/s)	TP (g/s)	流量(m³/s)
地域 A	0.48	0.46	0.027	(St.1) 0.09
地域 B	0.25	0.23	0.006	(St.2) 0.16
地域 C	0.30	0.32	0.027	(St.3) 0.25
$\operatorname{St.b}$	0.0052	0.001	0.00017	0.0002

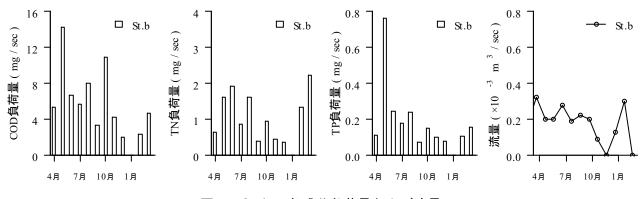
表 1 各地域の平均負荷量及び流量(令和3年4月~令和4年3月)

St.1~4の形態別窒素濃度変化を図3に示した。各地点とも硝酸態窒素が主であるが、St.1では アンモニア態窒素も多かった。また、下流に行くほどアンモニア態窒素は少なくなり、特に夏季に 顕著だった。全窒素濃度は St.1 で最も高く、下流に行くほど低下する傾向が見られた。

St.1 は、流量は少ないが、その水質が下流まで影響を強く残していた。負荷量も他地域より多く、 St.1 の水質が山王川の水質に大きく影響していることが示唆された。St.1 は主に工業団地からの排 水であるため、小規模事業所の規制強化対策の効果は現れ難いと考えられる。



St. 1~4の形態別窒素濃度変化(凡例は図5参照)



St.b の各成分負荷量および流量

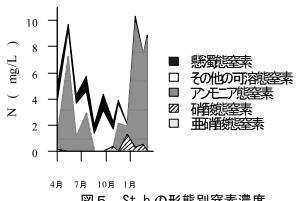


図 5 St.b の形態別窒素濃度

St.b の負荷量および流量を図4に、形態別窒素濃度変化を図5に示した。St.b の流量は概ね一定 していたが、成分濃度の変動が大きく、負荷量の変化も大きかった。形態別窒素ではアンモニア態 とその他の可溶態(主に有機態と考えられる)が多く、ばっ気などの排水処理をされていないもの と考えられる。

(2) 24 時間調査(12月12日(日)~13日(月))

各地点の流量について、St.1~3 では流量はほぼ一定であり、平日/休日および時間帯による変 化は見られなかった(図6)。St.4では数時間おきに大きく変化し、時にはSt.3の流量を下回って いることから、霞ヶ浦の水位の影響を受けて正確な流量が測定できなかったと考えられた。St.b で は平日の夜間に流量の減少(水流の停滞)が見られたが、一般的なものか否かはさらに調査・検討 が必要である。

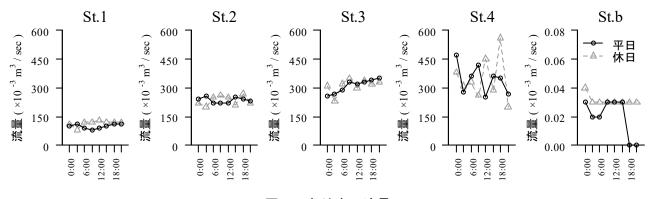
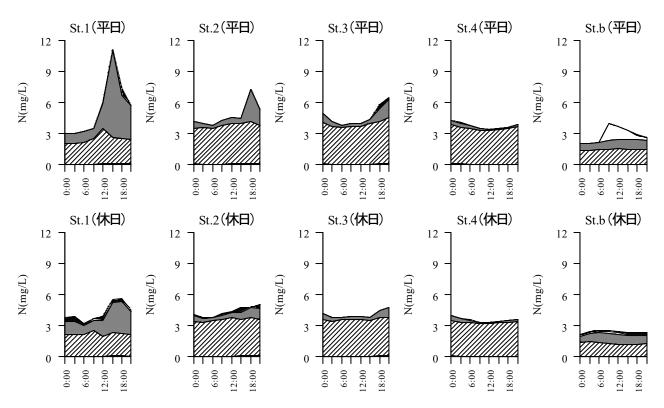


図6 各地点の流量

形態別窒素濃度(図7)について、St.1で平日15時ころにアンモニア態窒素濃度のピークが見 られた。St.2 では同日 18 時ころ、St.3 では同 24 時ころにピーク高さは低くなりつつもアンモニ ア態窒素濃度のピークがみられ、概ね3時間ずつ程度でSt.1~St.3~と流下する様子がとらえられ た。

休日にも平日ほど明瞭ではないが15時ころにアンモニア熊窒素濃度のピークが見られた。

St.b では平日の9時ころに、流量の増加と合わせて、その他の溶存態窒素(主に有機態窒素と考 えられる) ピークが見られた。

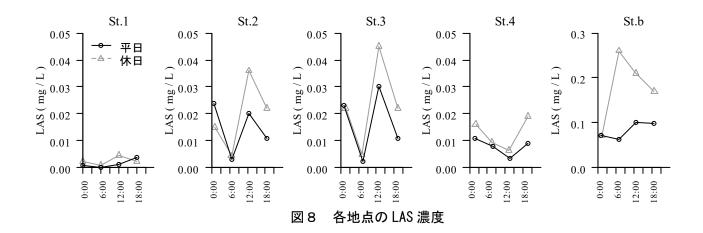


各地点の平日及び休日の形態別窒素濃度の経時変化(凡例は図5参照)

LAS 濃度(図8)について、各地点とも平日より休日に高濃度となる傾向が見られた。St.2 およ び St.3 では 6 時ころが最小で、12 時頃に最大となった。St.2 および St.3 の流域では 12 時頃に LAS が排出されているものと考えられ、日中の活動に伴う排出と考えられた。St.4 では 18 時~翌 0 時 に濃度が上昇しているが、St.3からの流下と考えられた。

St.b では休日の6時ころに他地点より非常に高濃度のピークが見られ、休日の深夜~早朝の活動 による排出が考えられた。

LAS は St.b を含む St.2、St.3 流域での排出が多いことから、小規模事業所の規制強化対策の効 果検証の指標となりうると考えられる。



1-13 霞ヶ浦流入河川の降雨時流入負荷量調査

1 目的

河川から湖沼に流入する負荷の算出には、河川が増水した出水時の負荷を考慮しないと 過小評価する可能性が高いとされており、湖沼の水質管理において、出水時の負荷を把握 することが重要である。しかし、近年では、霞ヶ浦流入河川の出水時における負荷量調査 は限られた回数しか実施されておらず、霞ヶ浦への流入負荷を算出する上で、近年の状況 を反映できていない可能性がある。

そこで、本調査では、恋瀬川において出水時における水質調査を実施し、霞ヶ浦への流入負荷に関する基礎資料を得ることを目的とした。

2 調査概要

(1) 調査河川及び調査地点

本調査では、西浦に流入する恋瀬川を対象とした。調査地点は、環境基準点の「平和橋」と、その上流部に位置する「栗田橋」とした(図1)。

(2) 調査方法

各地点において、降雨が始まる前に採水を 開始し、降雨開始後 48 時間まで約 2 時間間隔 で採水した(計 25 回以上)。調査は、表 1 に 示す4回の降雨を対象に実施した。

(3) 調査項目

調査項目は、現地測定項目が流量、水温、pH、電気伝導度 (EC)、透視度、水質分析項目が浮遊物質量 (SS)、化学的酸素要求量 (COD)、溶存態 COD (dCOD)、溶存態有機炭素量 (DOC)、全窒素 (TN)、溶存態 TN (DTN)、各態窒素 (NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N)、全りん (TP)、溶存態 TP (DTP)、りん酸態りん (PO₄-P) である。なお、各項目の負荷量は2時間毎の流量と水質濃度の積から算出した。



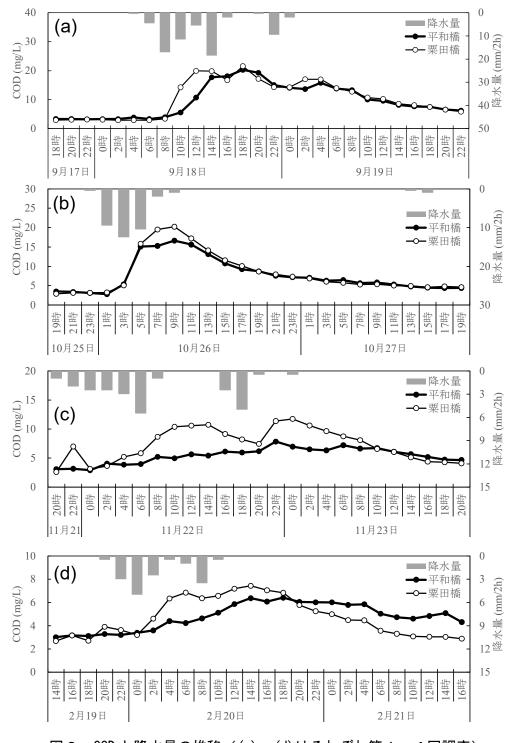
図1 調査地点

表 1 調査期間と降雨の概要

	調査期間	総降水量	最大降雨強度	先行晴天日数
	<i>问</i> 14. <i>为</i> 1 旧	(mm)	(mm/2h)	(日)
第1回	2021年 9月 17日 ~ 9月 19日	71.5	18.5	8
第2回	2021年10月25日 ~ 10月27日	37.5	12.5	3
第3回	2021年11月21日 ~ 11月23日	26.0	5.5	12
第4回	2022年 2月19日 ~ 2月21日	16.5	5.0	5

3 結果

第1~4回の調査における COD と降水量の推移を、それぞれ図2(a)~(d)に示す。COD は、いずれの調査においても、降雨後に上昇がみられた。総降水量及び最大降雨強度が最 も大きい第1回調査の結果をみると、濃度の上昇は平和橋よりもその上流部に位置する栗 田橋のほうが早かったが、調査期間中の最大濃度は平和橋が 20 mg/L、粟田橋が 21 mg/L で あり、ほとんど変わらなかった。また、総降水量及び最大降雨強度が最も小さい第4回調 査では、COD の最大濃度はそれぞれ 6.4 mg/L、7.4 mg/L であり、第1回と比べて約3倍の 濃度差があった。



COD と降水量の推移 ((a)~(d)はそれぞれ第1~4回調査)

次に、第1~4回の調査における TN と降水量の推移を、それぞれ図3 (a)~(d)に示す。 TN 濃度の推移は、いずれの調査でも、平和橋では降雨後に低下、粟田橋では横ばいの傾向があった。このため、降雨前には粟田橋よりも平和橋で高かった TN 濃度が、降雨後には両者が同程度で推移した。一方、TP 濃度の推移(図4 (a)~(d))は、降雨前は両者の濃度差は小さかったが、降雨後に濃度差が大きくなった。特に、総降水量及び最大降雨強度が小さい第3回及び第4回でその差は大きく、最大で 0.2~mg/L(第3回調査)の濃度差があった。

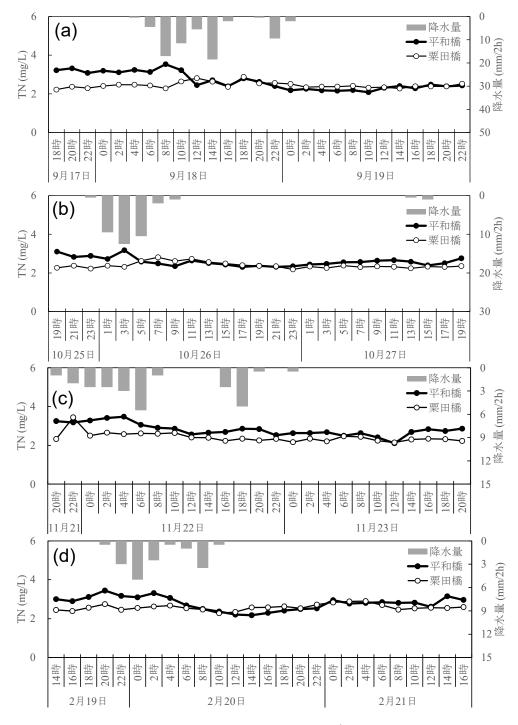


図3 TNと降水量の推移((a)~(d)はそれぞれ第1~4回調査)

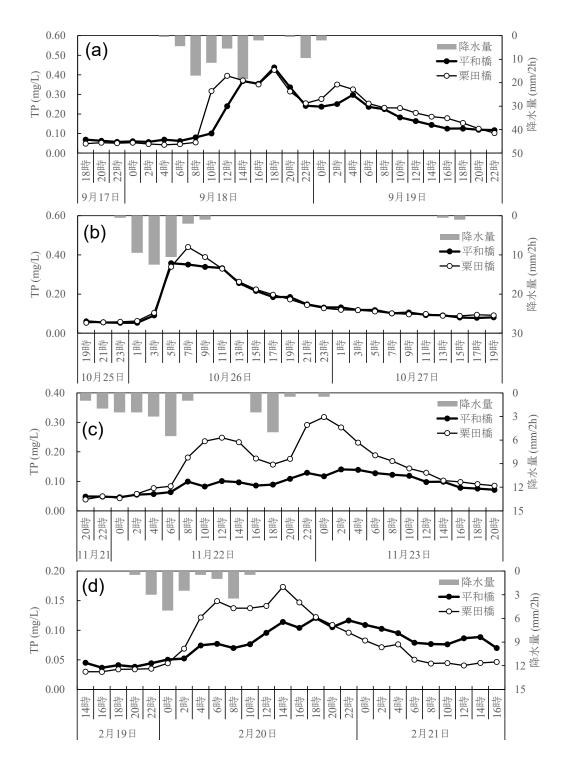


図 4 TP と降水量の推移 ((a)~(d)はそれぞれ第1~4回調査)

1-14 霞ヶ浦流域重点対策推進事業

1 はじめに

新川は土浦市街地を流れる霞ヶ浦流入河川であり、窒素やりんの濃度が高い状況が問題となっている。本事業では、新川の定期調査によって、新川の水質の特徴を明らかにし、桜川から新川への河川水導入による新川の水質改善実験を春季と夏季に実施し、水質改善効果を検証した。

2 方法

(1) 新川定期調査

- ① 調査期間:令和2年4月から令和3年3月まで
- ② 調査地点と調査回数(図1) 本川7地点、支川1地点の合計8地点の表層水を対象に月1回、計12回
- ③ 分析項目

流量、浮遊物質量 (SS)、透視度、化学的酸素要求量 (COD)、全窒素 (TN)、各態窒素 (NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N)、全りん (TP)、りん酸態りん (PO₄-P) 等の合計 16 項目を対象とした。

(2) 桜川からの導水による水質改善効果検証調査(導水調査)

- ① 調査期間:春季調査 令和3年6月8日~6月15日 夏季調査 令和3年8月3日~8月11日
- ② 導水ポンプ稼働条件

: 最大ポンプ容量 9.0 m³/min /機を 1 機稼働

春季調査 調査第1日目の午前11時頃から1日間連続運転

夏季調査 調査第1日目の午前11時頃から3日間連続運転

- ③ 調査地点:桜川導水ポンプ取水口、新川本川4地点の合計5地点の表層水(図1)
- ④ 調査頻度:春季調査 導水開始直前、導水1日(導水終了時)、導水終了後1日、2日、6日 St. 15に自動採水器を設置し、調査期間中6時間間隔で採水

夏季調査 導水開始直前、導水1日、2日、3日(導水終了時)、導水終了後1日、 5日(導水後5日目の採水は雨天により中止した)

St. 15 に自動採水器を設置し、調査期間中6時間間隔で採水

⑤ 分析項目:(1)に同じ

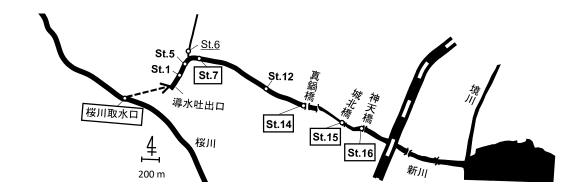


図1 新川の調査地点

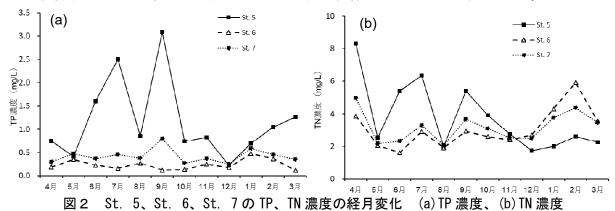
枠付きの調査地点は導水調査の調査地点、下線付きの調査地点は支川を示す

3 結果と考察

(1) 新川定期調査

各地点の水質の年平均値を表1に示す。SS や COD は、上流から下流にかけて、増加もしくは減少 の傾向はみられなかった。TP は、上流域である地点 St. 1 や St. 5 で高く、支川の St. 6 や、本川の St. 7 からの下流域で低下していた。

急激に水質が改善される St. 5 から St. 7 に注目し、TP、TN の濃度の経月変化を図2に示した。St. 6 を流れる支川はSt.5とSt.7の間で合流している。本川St.5では、TP、TN濃度は変動が大きく値も高 かったが、St. 7 では急激に低下していた。St. 6 の流量は St. 5 の 1.5 倍近くあり、TP、TN 濃度は低か った。St. 7 の TP、TN 濃度の変動は St. 6 と同調していること、St. 7 の TP、TN 濃度は St. 5 と比べ大 きく改善することから、St.6の流れる支川が下流に影響していることが考えられる。



新川各調査地点における水質の年平均値(令和3年度)

					,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	01,1201		(I- II I	·~ ·		
地点	流量	SS	COD	TN	DTN	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	TP	DTP	PO ₄ -P
地尽	$\left(m^3/s\right)$	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
St. 1	0.023	16	7.9	3.21	3.05	0.44	0.12	2.26	0.967	0.822	0.810
St. 5	0.044	15	9.7	3.77	3.65	0.52	0.11	2.75	1.167	0.960	0.956
St. 6	0.066	35	10.8	3.07	2.76	2.15	0.05	0.38	0.238	0.085	0.067
St. 7	0.089	29	10.1	3.19	2.95	1.85	0.07	0.78	0.424	0.241	0.229
St. 12	0.331	22	8.4	3.05	2.87	1.92	0.08	0.73	0.267	0.096	0.082
St. 14	0.161	17	8.1	2.84	2.72	1.87	0.07	0.60	0.231	0.085	0.070
St. 15	停滞*	27	12.3	3.10	2.57	1.83	0.06	0.44	0.283	0.083	0.065
St. 16	停滞*	17	9.9	2.83	2.46	1.79	0.05	0.39	0.218	0.082	0.064

*調査の過半数回で停滞が記録された地点を示す

(2) 導水調査

① 春季調査(図3a、表3)

桜川の水質は、いずれの項目も新川の水質より低かった。導水ポンプを稼働させると、上流域の St. 7 では、導水終了時点で TN、TP は約 20%程度改善されていたが、終了後 1 日で効果は消失して いた。一方で、下流域の3地点(St. 14、St. 15、St. 16)では、上流地点のような濃度低下はみられ なかった。春季調査では、下流域に植物プランクトンの増殖が観察され、日中の水温の上昇に伴い、 Chl.a、TN、TP の値が高くなる傾向がみられた。温度上昇によって植物プランクトンが増殖し、導 水の河川水の希釈効果を打ち消したと考えられる。

② 夏季調査(図3b、表4)

桜川の水質は、いずれの項目も新川の水質より低かった。上流域の St. 7 では、導水終了時点で全ての項目で水質が改善されていたが、導水期間の長さにかかわらず、終了後1日でほとんど効果は消失した。一方、下流域の St. 14、St. 15 では、導水開始前から導水2日目にかけて COD、TN が大幅に低下していた。 St. 15 における6時間毎の採水結果では、ポンプによる底泥の巻き上がりを観測してしまったが、底泥の影響がない TN の経時変化から、導水から1日以内に水質が低下し、導水中低濃度を維持していることがわかった。また、下流域の St. 16 では、導水前に Chl-a が高濃度で観測されたが、導水1日目には半減し、導水終了後1日経過時でも低い値を維持していた。このように、1日間導水を実施した春季調査では水質改善効果は小さかったが、夏季調査で3日間導水を実施することで、水質が改善されると考えられる。

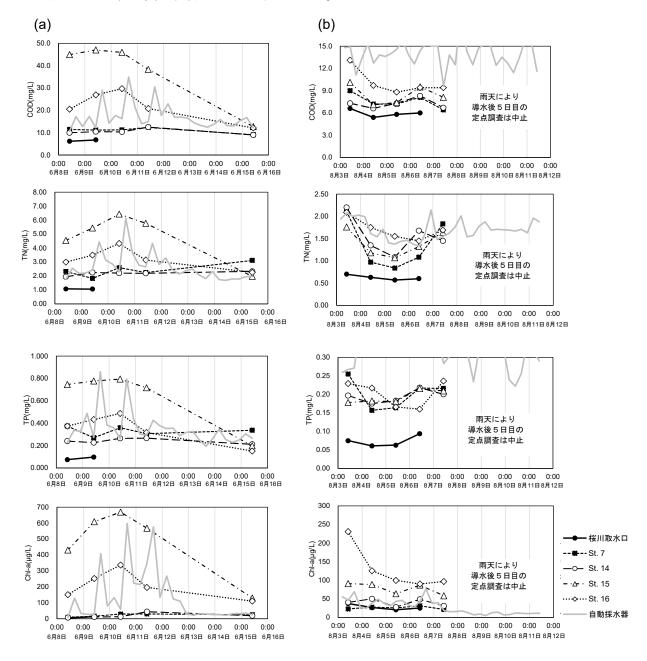


図3 各地点の水質の変化(a)春季調査、(b)夏季調査

表3 春季調査における各地点の水質の変化(導水直前時からの低下率)

	地点名	導水直前		冬了時		後1日	数了:	後2日	数マク	後6日
				<. 1 h.d.	w≤ 1 ′	久 日	w≈ 1 1	久 厶 ဓ	<i>พ</i> ≈ J 1	タリロ
	桜川取水口	6.2	6.8	_	_	_	_	_	_	_
COD	St. 7	11.5	11.2	3%	11.3	2%	12.4	-8%	9.1	21%
(mg/L)	St. 14	10	10.5	-5%	10.4	-4%	12.5	-25%	9	10%
	St. 15	44.9	47	-5%	45.9	-2%	38.3	15%	12.7	72%
	St. 16	20.5	26.9	-31%	29.7	-45%	20.8	-1%	12.1	41%
	桜川取水口	1.07	1.06	_	_	_	_	_	_	_
TN	St. 7	2.32	1.82	22%	2.59	-12%	2.24	3%	3.11	-34%
(mg/L)	St. 14	1.94	2.25	78%	2.2	78%	2.19	78%	2.33	77%
	St. 15	4.54	5.42	-19%	6.42	-41%	5.77	-27%	1.97	57%
	St. 16	2.99	3.49	-17%	4.32	-44%	3.14	-5%	2.26	24%
	桜川取水口	0.074	0.097	_	_	_	_	_	_	_
TP	St. 7	0.374	0.271	28%	0.36	4%	0.307	18%	0.337	10%
(mg/L)	St. 14	0.24	0.227	5%	0.265	-10%	0.267	-11%	0.212	12%
	St. 15	0.746	0.778	-4%	0.795	-7%	0.717	4%	0.198	73%
	St. 16	0.374	0.433	-16%	0.488	-30%	0.317	15%	0.151	60%
	桜川取水口	5	13	_	_	_	_	_	_	_
Chl-a	St. 7	9	16	-78%	30	-233%	30	-233%	25	-178%
(μ g/L)	St. 14	8	11	-38%	13	-63%	44	-450%	19	-138%
	St. 15	430	609	-42%	669	-56%	568	-32%	130	70%
	St. 16	151	252	-67%	337	-123%	21	86%	111	26%

表 4 夏季調査における各地点の水質の変化(導水直前時からの低下率)

	地点名	導水直前	導水	1 目	導水	2 目	導水流	終了時	終了征	後1日
	桜川取水口	6.6	5.4	_	5.8	_	6.0	_	_	_
COD	St. 7	9	7.2	20%	7.2	20%	8.1	30%	6.4	29%
(mg/L)	St. 14	7.3	6.6	10%	7.3	0%	8.3	17%	6.7	8%
	St. 15	10.1	7.1	30%	7.4	27%	9.5	79%	8.1	20%
	St. 16	13.1	9.7	26%	8.8	33%	9.4	54%	9.4	28%
	桜川取水口	0.70	0.63	_	0.57	_	0.60	_	_	_
TN	St. 7	2.11	0.97	54%	0.84	60%	1.08	53%	1.83	13%
(mg/L)	St. 14	2.2	1.35	82%	1.08	85%	1.68	83%	1.45	80%
	St. 15	1.76	1.18	33%	1.07	39%	1.32	71%	1.64	7%
	St. 16	2.09	1.75	16%	1.55	26%	1.45	52%	1.69	19%
	桜川取水口	0.075	0.061	_	0.063	_	0.094	_	_	_
TP	St. 7	0.255	0.157	38%	0.164	36%	0.217	42%	0.216	15%
(mg/L)	St. 14	0.197	0.175	11%	0.183	7%	0.218	9%	0.12	39%
	St. 15	0.229	0.217	5%	0.166	28%	0.16	79%	0.2	13%
	St. 16	0.229	0.217	5%	0.166	28%	0.16	57%	0	100%
	桜川取水口	38	27	_	21	_	26	_	_	_
Chl-a	St. 7	23	28	-22%	26	-13%	32	-256%	22	4%
(μ g/L)	St. 14	41	50	-22%	28	32%	49	-513%	31	24%
	St. 15	91	89	2%	64	30%	87	80%	59	35%
	St. 16	231	126	45%	100	57%	9	94%	97	58%

(3) 新川水質予測モデルによる導水の浄化効果検証

新川の水質調査結果及び、導水調査で得られた結果より、新川水質予測モデルを構築し、導水条件を 変更した際の新川の水質影響について検討した。

導水条件のケースを表5に示す。現実的なポンプ運転条件を踏まえてポンプ稼働時間を平日8時間と する①~④の4ケースに加え、連続的に導水を行う⑤を設定した。また「導水なし」ケースを別途計算 した。なお、導水の水質改善効果を正確に評価するために、毎月ごとの無降雨または少雨の1週間を抽 出して評価した。

各導水条件での改善率の比較をするにあたり、滞留が頻繁に確認され COD が高い地点 15 (表層) に 注目した。地点 15 での「導水なし」からの COD、TN、TP の各導水条件の最大改善率とその値を記録 した無降雨または少雨の1週間を有する月、そして、各月のデータから算出した年平均改善率を表6に 示した。また、地点 15 での「導水なし」の計算結果の月次変動と、効果が最も小さかった導水④を除 く各導水条件の水質改善率を示したデータを**図4**に示した。なお、植物プランクトンの増殖が観察され た令和3年6月のデータは除いた。

年平均改善率は、COD、TN、TP のいずれの項目においても導水⑤ (0.2 m³/s・24hr 週7日) が最 も高く、特にTN、TPは導水なしの半分以下となっていた。続いて導水①(0.2 m³/s・8hr 週5日)が 導水⑤の半分程度の改善率となっており、さらに導水量を下げると、導水②(0.1 m³/s・8hr 週5日) と導水③(0.2 m³/s・8hr 週2日)の改善率は導水①の約半分程度となった。また、導水②と導水③の 改善率は同程度となることが分かった。もっとも導水量の少ない④ (0.1 m³/s・8hr 週 2 日) では、導 水①の約4分の1程度であった。

過去にアオコの発生が見られた夏季(7月~9月)においても、改善率は年間での試算と同様の傾向 となり、導水⑤では、COD、TN、TPともに削減率は4割程度となっていた。

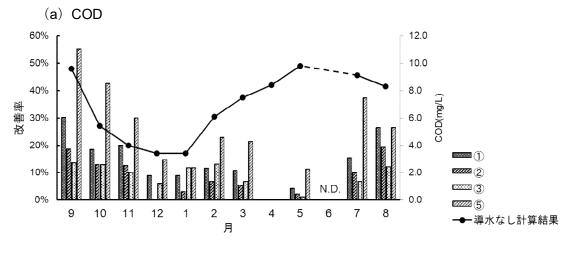
条件	流量	導水時間	導水頻度・時間
1	$0.2~\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$		週5回
2	$0.1~\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$	8 時間(9 時~17 時)	(月曜日~金曜日)
3	0.2 m³/s	8时间 (9时~17时)	週2回
4	0.1 m³/s		(月曜日・木曜日)
5	$0.2~\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$	24 時間	週7日

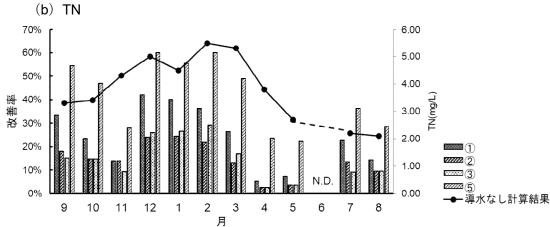
表 5 導水条件変更時の運転条件

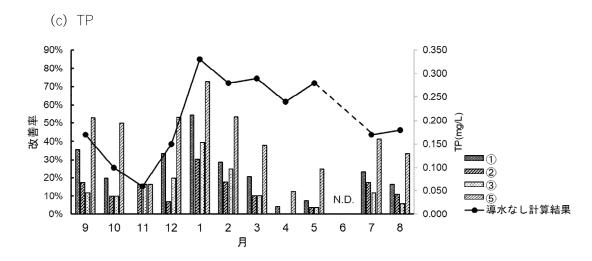
※導水実験時の流量は 0.2 m³/s である。

表6 冬道水冬性における水質及び改会	≐ चंग

導水条件		年間平均		夏季	(7月~9月)	平均
等小米件	COD	TN	TP	COD	TN	TP
なし	6.8mg/L	$3.83~\mathrm{mg/L}$	0.205 mg/L	9.0mg/L	$2.53~\mathrm{mg/L}$	$0.173~\mathrm{mg/L}$
1)	$5.8 \mathrm{mg/L}$	$2.83~\mathrm{mg/L}$	$0.155~\mathrm{mg/L}$	6.8mg/L	1.90 mg/L	$0.130~\mathrm{mg/L}$
0.2 m³/s・8hr 週 5 日	(14 %)	(26 %)	(24 %)	(24 %)	(25 %)	(25 %)
2	$6.2 \mathrm{mg/L}$	$3.23~\mathrm{mg/L}$	$0.177~\mathrm{mg/L}$	$7.6 \mathrm{mg/L}$	$2.17~\mathrm{mg/L}$	$0.147~\mathrm{mg/L}$
0.1 m³/s・8hr 週 5 日	(9 %)	(16 %)	(13 %)	(16 %)	(14 %)	(15 %)
3	$6.3 \mathrm{mg/L}$	$3.19~\mathrm{mg/L}$	0.174 mg/L	$8.0 \mathrm{mg/L}$	$2.23~\mathrm{mg/L}$	$0.157~\mathrm{mg/L}$
0.2 m³/s・8hr 週 2 日	(8 %)	(17 %)	(15 %)	(11 %)	(12 %)	(10 %)
4	$6.5 \mathrm{mg/L}$	$3.49~\mathrm{mg/L}$	$0.192~\mathrm{mg/L}$	9.4mg/L	$2.33~\mathrm{mg/L}$	$0.163~\mathrm{mg/L}$
0.1 m³/s・8hr 週 2 日	(4 %)	(9 %)	(6 %)	(6 %)	(8 %)	(6 %)
(5)	$5.0 \mathrm{mg/L}$	$2.11~\mathrm{mg/L}$	0.117 mg/L	5.4mg/L	1.46 mg/L	0.100 mg/L
0.2 m³/s・24hr 週 7 日	(26 %)	(45 %)	(43 %)	(40 %)	(42 %)	(42 %)







導水なしの計算結果と導水条件①②③⑤の水質改善率 図 4 (a) COD, (a) TN, (a) TP

1-15 霞ヶ浦農業環境負荷低減栽培技術推進事業

1 目的

霞ヶ浦への農業由来の環境負荷を削減するために、農業技術課及び農業総合センター、普及センター等と共同で、栽培技術の改良、普及、意識醸成及び広報活動に取り組んでいる。 当センターではハス田から霞ヶ浦への現状の負荷状況を明らかにすることを目的とし、霞ヶ浦流域の主だった地区のハス田群を対象に、ハス田群への流入負荷量と、ハス田群からの流出負荷量を調査した。

2 方法

西浦湖岸の土浦市手野地区及び小美玉市下玉里地区のハス田群(**図 1**)において、流入・流出する水量及び水質の調査を行った。

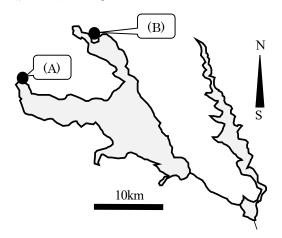


図1 調査地区地図

(1)調査地区

(A) 手野地区

- ・調査地区: 土浦市手野地区(148.6ha)
- ・調査期間:令和3年4月~令和4年3月(調査は平成29年4月から行ったが機器の不具合等による欠測がったため、連続した1ヶ年で整理した)
- ・作付作物:レンコン
- ・備考:用水路から排水路へ常時直接水が流入。排水路と霞ヶ浦間の水門は通常は開放され、水位差により自然流入/流出する。また、各ほ場はコンクリート製の畦畔で区切られる

(B) 下玉里地区

- ・調査地区:小美玉市下玉里地区(10.2ha)
- 調査期間:平成31年4月~令和4年3月
- ・作付作物:レンコン
- ・備考:毎年 11 月下旬~3月中旬は揚水機場の運転を休止する。用水口のない圃場もあり、上手のほ場から下手のほ場への田越しの水移動有り。排水路に多量の土砂が堆積。

(2)調査項目

水量:機場揚水量は機場の運転記録から算出した。降水量は気象庁アメダスデータ (手野地区は土浦、下玉里地区は美野里)を用い、蒸発散量はペンマン法により求めた。

また、収穫時の掘取水の量は文献値より年間 319mm とし、茨城県の東京都中央卸売市場への出荷数量比により各月ごとに案分した。その他の流入・流出水量は流速計等による測定値および差引により算出した。

水質:SS、COD、窒素、りん濃度等を分析

3 結果の概要

流入水量の合計は手野地区で3,625mm、下玉里地区で2,656mmと、手野地区が多く、下玉里地区が少なかった。手野地区は用水路からの流入が1,371mmと多く、そのため排水量も2,461mmと多くなった。下玉里地区は園部川からの取水量が956mmで、排水量も1,505mmと、手野地区より少なくなったが、これは下玉里地区では11月下旬~3月中旬の約4ヶ月間は揚水を行わないためと考えられる(図2、3)。

手野地区に比べると、下玉里地区の排水はSS濃度が高く、COD、窒素、りんでも懸濁態成分濃度が高かった。懸濁態成分を除くと、手野地区と下玉里地区で各物質濃度は同程度だった。なお、手野地区は下玉里地区に比べ硝酸態窒素濃度が高かった(図4)。

各物質とも流入負荷量は手野地区が下玉里地区より多かった。排出負荷量は SS、COD および窒素で下玉里地区、りんで手野地区の方が多く、差引排出負荷量は SS および COD で下玉里地区、窒素およびりんで手野地区の方が多くなった。特に下玉里地区は SS の排出が多かった(図 5)。

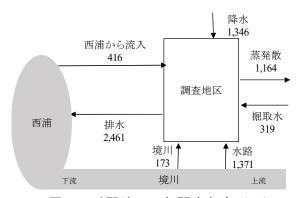


図2 手野地区の年間水収支 (mm)

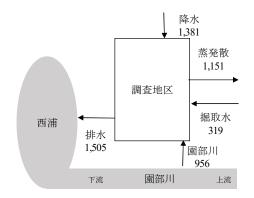
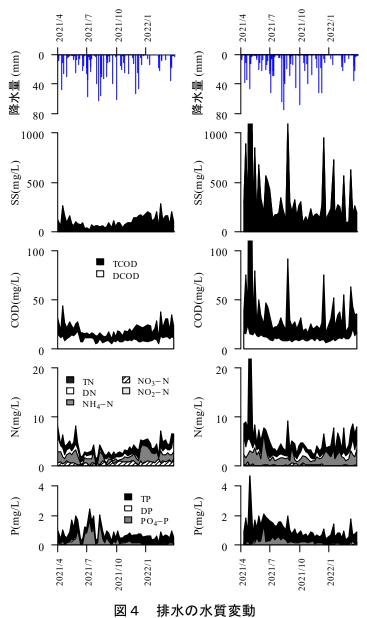
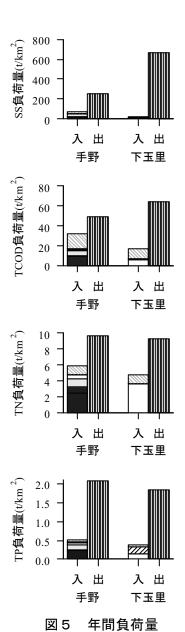


図3 下玉里地区の平均年間水収支 (mm)



(2021年度。左図が手野地区、右図が下玉里地区。また、 横軸ラベル位置は各月1日を示す。)



(「入」は流入負荷量、「出」は排出負荷量を示す。手野地区は1ヶ年、下玉里地区は3ヶ年平均。各要素は以下の通り。)

手野	;	下玉里	<u>!</u>
	排水		排水
	降水		降水
\square	掘取水		掘取水
	境川		園部川
	西浦から流入		
	水路		

涸沼の水質保全に関する調査研究事業 1 - 16

1 目的

涸沼では、平成12年3月に第1期水質保全計画を策定し、水質目標を定めて総合的な水質 保全対策を実施してきた。種々の水質浄化対策を講じることによって水質は徐々に改善され てきたが、依然として環境基準の達成には至っていない状況であり、令和3年3月に「涸沼 水質保全の対応方針」を策定し、引き続き、水質保全対策を実施している。本事業は、継続 的な湖内水質調査及びプランクトン調査等により、水質汚濁機構の解明や水質予測シミュレ ーションの精度の向上、さらには効果的な水質保全対策検討のための基礎資料を得ることを 目的としている。

2 調査方法

(1) 水質調査

- ・調査期間:令和3年4月から令和4年3月
- 調査地点:湖内8地点の上層(水面下0.5m) 及び下層(湖底上0.5m)、下流 の涸沼川(大貫橋、涸沼橋)の 2地点、上流の涸沼川(高橋) 及び涸沼前川(長岡橋)の表層 (**図1**のとおり)。
- 調查項目:透明度、水温、pH、電気伝導率 (EC)、溶存酸素量(DO)、浮 遊物質量(SS)、化学的酸素要 求量(COD)、溶存態 COD (dCOD)、全有機炭素量(TOC)、 溶存態 TOC (DOC)、全窒素 (TN)、溶存態 TN (DTN)、各 態窒素(NO3-N、NO2-N、

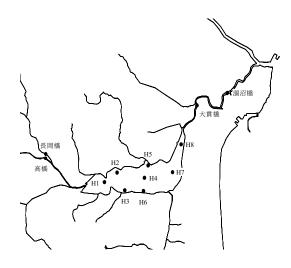


図 1 調査地点

NH4-N)、全りん (TP)、溶存態 TP (DTP)、りん酸態りん (PO4-P)、クロロ フイル a (Chl.a)、イオン状シリカ (Si)

(2) プランクトン調査

・調査期間:(1)と同じ

・調査地点:H1、4、7の3地点(H1及びH7の動物プランクトンは2か月に1回実施) 調査方法:植物プランクトンの細胞数及び総細胞体積、動物プランクトンの個体数

3 結果の概要

(1) 水質

図2に湖内全地点平均の COD の月別推移を示す。COD は、上下層ともに過去平均値と 比較して10~12月にやや高めだったものの、そのほかの月は低め~同程度で推移した。年 度平均値は、上層が 6.0 mg/L、下層が 5.5 mg/L で、前年度 (5~3月の平均値;上層 5.9 mg/L、下層 5.4 mg/L) と比較して上下層とも高い値となった。

次に、湖内全地点平均の TN の月別推移を図3に示す。TN は、上下層ともに過去平均値 と比較して、9月までは高く、10月以降は低め~同程度に推移した。年度平均値は、上層 が 1.60 mg/L、下層が 1.54 mg/L であり、前年度 (5~3月の平均値;上層 1.56 mg/L、下 層 1.46 mg/L) と比べて上下層ともに高かった。TP の月別推移(図4) ついては、上下層 ともに7~8月が過去平均値より低かったが、そのほかの月は過去平均値と同程度で推移 した。年度平均値は、上層が 0.092~mg/L、下層が 0.104~mg/L で、前年度($5\sim3$ 月の平均値;上層 0.100~mg/L、下層 0.110~mg/L)と比較して上下層ともに低くなった。

Chl.a の月別推移(図5)は、過去平均値と比べて、同程度~高めに推移した(3月を除く)。年度平均値は、上層が70 μ g/L、下層が58 μ g/L で、前年度(5~3月の平均値;上層83 μ g/L、下層67 μ g/L)と比較して上下層ともに低くなった。

Clの月別推移(図6)は、上下層とも $7 \sim 9$ 月に< 0.5 g/L まで低下したが、その期間以外は、同程度で推移した。年度平均値は、上層が 3.6 g/L、下層が 4.9 g/L で、前年度($5 \sim 3$ 月の平均値;上層 4.3 g/L、下層 5.9 g/L)と比較して上下層ともに低くなった。

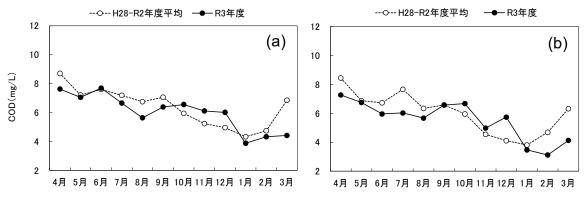


図2 CODの月別推移((a)上層、(b)下層)

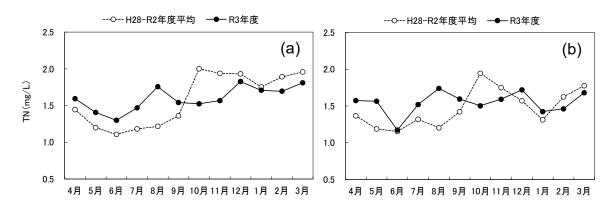


図3 TN の月別推移 ((a)上層、(b)下層)

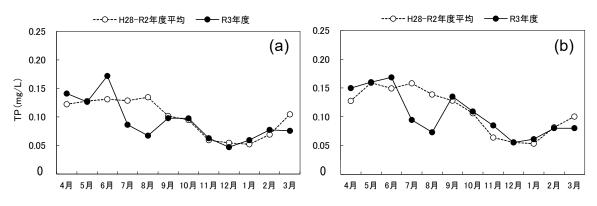
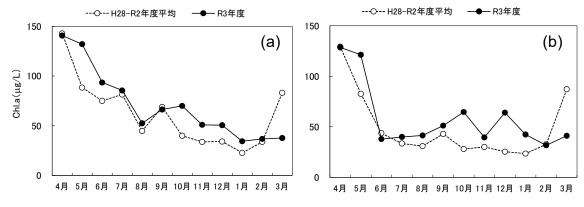
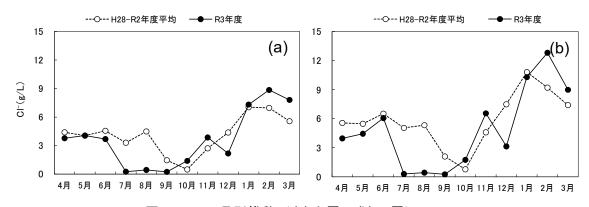


図4 TPの月別推移((a)上層、(b)下層)



Chl.a の月別推移 ((a)上層、(b)下層)

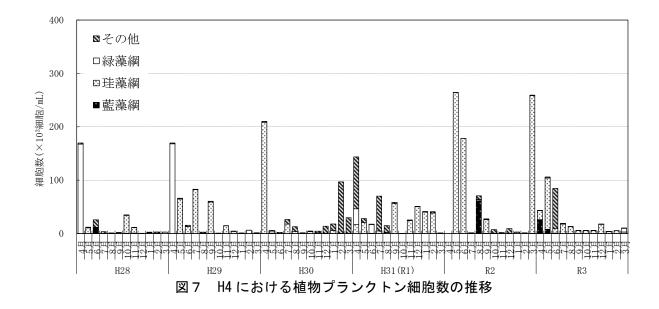


Cl-の月別推移((a)上層、(b)下層)

(2) プランクトン

H4 における植物プランクトン細胞数の推移を \mathbf{Z} 7に示す。R3 年度は、 $4\sim6$ 月に植物 プランクトンの細胞数が多く、4月は藍藻類のAphanocapsa sp.、5月は珪藻類のSkeletonema costatum、6月はその他(クリプト藻類)の CRYPTOPHYCEAE が多く出現した。

図8に H4 における動物プランクトン個体数の推移を示す。R3 年度は、5月にワムシ類 の Keratella cruciformis が多く出現したが、そのほかの月は出現個体数が少なかった。



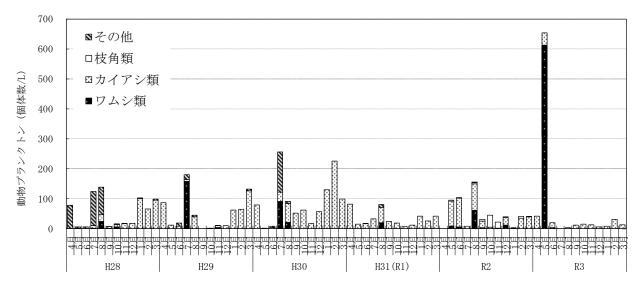


図8 H4 における動物プランクトン個体数の推移

表 1 水質調査結果一覧(4月)

令和3年4月10日 天気 晴れ 気温 10.8℃ (水戸10時, 気象庁データ)

			透明度	水深	水温	pН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cľ	Si
		採水時刻	(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg L ⁻¹)	(μg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼	1 上層	9:05	0.50	1.9	15.5	9.4	11.3	24	7.3	3.7	5.0	2.6	1.89	1.04	0.02	0.52	0.05	0.177	0.034	0.005	155	8.5	2.8	5.5
涸沼	1 下層				15.6	9.4	10.9	23	7.2	3.9	5.5	2.7	1.64	0.90	0.02	0.37	0.05	0.165	0.035	0.004	150	10.2	3.5	4.7
涸沼	2 上層	9:14	0.50	2.2	15.8	9.4	11.9	21	8.3	4.0	5.5	2.8	1.56	0.84	0.03	0.31	0.05	0.153	0.035	0.004	150	10.8	3.7	4.4
涸沼	2 下層				16.0	9.4	11.3	23	7.1	4.0	5.0	2.7	1.57	1.00	0.02	0.32	0.05	0.147	0.032	0.003	132	11.0	3.9	4.5
涸沼	3 上層	8:58	0.50	2.4	15.2	9.4	10.9	25	7.8	3.7	4.8	2.7	1.72	1.09	0.02	0.46	0.05	0.163	0.032	0.003	142	9.7	3.3	5.2
涸沼	3 下層				15.1	9.3	9.7	31	8.1	3.9	4.7	2.5	1.85	1.22	0.02	0.55	0.05	0.175	0.031	0.003	130	9.6	3.3	5.3
涸沼	4 上層	9:22	0.60	2.7	15.5	9.5	13.0	17	7.8	3.8	5.5	2.8	1.43	0.97	0.03	0.30	0.05	0.118	0.035	0.002	145	11.4	4.0	4.1
涸沼	4 下層				15.4	9.4	12.1	18	8.0	3.7	5.2	2.7	1.44	0.97	0.03	0.33	0.05	0.125	0.034	0.002	116	11.6	4.0	4.2
涸沼	5 上層	9:36	0.50	2.1	15.5	9.4	11.8	19	8.0	3.9	5.3	2.7	1.45	0.91	0.02	0.31	0.05	0.128	0.034	0.003	137	11.7	4.1	4.3
涸沼	5 下層				15.6	9.3	10.7	18	6.8	4.5	4.9	2.7	1.42	0.95	0.02	0.33	0.05	0.125	0.031	0.004	112	12.0	4.2	4.4
涸沼	6 上層	8:50	0.50	2.5	15.4	9.3	11.2	23	7.4	4.7	5.1	2.7	1.63	0.98	0.02	0.39	0.05	0.135	0.034	0.002	131	10.7	3.7	4.6
涸沼	6 下層				14.6	9.2	9.9	30	7.4	4.6	4.5	2.6	1.68	1.00	0.02	0.40	0.05	0.156	0.030	0.003	120	11.2	4.0	4.5
涸沼	7 上層	9:43	0.55	2.3	15.2	9.4	12.4	18	7.3	3.9	5.3	2.7	1.59	0.87	0.03	0.30	0.05	0.122	0.032	0.002	134	12.1	4.3	4.1
涸沼	7 下層				15.1	9.3	10.8	26	7.3	4.1	4.9	2.6	1.58	0.85	0.02	0.30	0.04	0.142	0.031	0.004	141	12.5	4.4	4.1
涸沼	8 上層	9:54	0.55	2.3	15.5	9.4	11.9	21	7.1	4.0	4.9	2.7	1.49	0.86	0.02	0.29	0.05	0.132	0.033	0.003	133	12.4	4.3	4.1
涸沼	8 下層				15.4	9.3	10.7	39	6.3	4.2	4.6	2.7	1.42	0.84	0.02	0.30	0.04	0.163	0.032	0.002	128	12.7	4.5	4.2

	採水時刻	透視度	水深	水温	рН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cľ	Si
	1/6/14/4/2/1	(cm)	(m)	(°C)	(-)	(mg L ⁻¹)	(μg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼橋	10:44	31	-	16.2	8.8	9.3	11	4.2	3.6	3.5	2.3	1.13	0.92	0.04	0.34	0.03	0.092	0.020	0.002	70	17.3	6.1	4.2
大貫橋	10:31	18	-	16.0	9.2	10.3	20	6.2	4.2	4.2	2.6	1.38	0.89	0.02	0.32	0.04	0.121	0.030	0.003	118	13.1	4.7	4.0
高橋	11:18	>50	-	15.3	7.8	8.7	2	2.9	2.8	1.5	1.5	2.03	1.91	0.16	1.68	0.02	0.160	0.136	0.137	2	0.3	<0.1	10.4
長岡橋	11:29	>50	-	17.0	7.8	9.8	3	3.3	3.2	1.8	1.7	2.25	2.19	0.06	1.91	0.02	0.067	0.043	0.034	2	0.2	<0.1	13.2

表 2 水質調査結果一覧(5月)

令和3年5月7日 天気 くもり 気温 19.5℃ (水戸10時, 気象庁データ)

		採水時刻	透明度	水深	水温	рН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cſ	Si
		1木八吋列	(m)	(m)	(℃)	(-)	(mg L ⁻¹)	(μg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼	1 上層	9:35	0.60	1.9	20.0	9.2	11.6	26	6.9	4.0	4.8	2.9	1.47	0.82	0.02	0.28	0.03	0.131	0.026	0.002	139	11.1	3.9	0.2
涸沼	1 下層				20.0	9.0	9.3	33	7.3	4.1	5.0	2.9	1.62	0.85	0.02	0.30	0.02	0.159	0.026	0.001	148	12.2	4.3	0.3
涸沼	2 上層	9:45	0.60	2.2	20.0	9.3	12.6	25	6.9	4.1	5.0	2.9	1.46	0.74	0.02	0.24	0.02	0.124	0.025	0.001	140	11.6	4.2	0.0
涸沼	2 下層				19.6	9.1	10.6	28	6.4	4.0	4.4	2.9	1.51	0.77	0.02	0.26	0.02	0.132	0.025	0.001	119	12.2	4.2	0.1
涸沼	3 上層	9:27	0.60	2.4	19.6	9.2	14.3	23	6.6	3.8	4.2	2.9	1.54	0.91	0.02	0.35	0.03	0.121	0.025	0.001	118	11.6	3.9	0.4
涸沼	3 下層				19.5	8.9	8.2	38	7.2	3.8	4.5	2.9	1.76	0.93	0.12	0.27	0.02	0.185	0.024	0.001	127	12.4	4.5	0.7
涸沼	4 上層	9:01	0.60	2.9	20.4	9.3	13.4	25	7.1	4.0	5.3	3.0	1.39	0.66	0.01	0.19	0.02	0.119	0.024	< 0.001	136	12.0	4.2	0.0
涸沼	4 下層				19.8	9.7	6.7	25	7.1	4.0	4.1	3.0	1.65	0.97	0.17	0.27	0.02	0.135	0.024	< 0.001	114	13.2	4.5	1.1
涸沼	5 上層	9:55	0.50	2.1	19.7	9.2	13.6	27	8.5	4.3	4.6	2.8	1.36	0.78	0.02	0.26	0.02	0.134	0.023	< 0.001	139	12.0	4.2	0.1
涸沼	5 下層				19.5	8.9	9.1	30	6.9	4.5	4.3	2.8	1.52	0.89	0.03	0.31	0.02	0.154	0.023	< 0.001	125	12.1	4.3	0.6
涸沼	6 上層	9:18	0.70	2.5	19.6	9.3	11.9	22	6.7	4.9	4.7	2.9	1.41	0.84	0.02	0.31	0.03	0.121	0.023	< 0.001	126	11.0	3.9	0.4
涸沼	6 下層				19.4	8.9	8.6	32	6.3	4.6	4.2	2.9	1.56	1.01	0.11	0.28	0.02	0.165	0.025	0.001	122	12.1	4.4	0.7
涸沼	7 上層	10:04	0.50	2.3	19.5	9.3	13.9	24	6.8	4.0	4.4	2.8	1.41	0.81	0.02	0.29	0.03	0.116	0.023	< 0.001	119	11.4	3.9	0.3
涸沼	7 下層				19.4	8.9	8.2	39	6.9	4.0	4.3	2.9	1.44	0.81	0.08	0.22	0.02	0.177	0.022	0.001	127	12.2	4.4	0.6
涸沼	8 上層	10:16	0.50	2.3	19.3	9.2	12.3	30	6.9	3.7	4.7	2.9	1.21	0.60	0.02	0.15	0.02	0.145	0.024	< 0.001	140	12.1	4.3	0.1
涸沼	8 下層				19.3	8.6	7.2	42	5.9	4.0	4.1	3.0	1.46	0.90	0.07	0.30	0.02	0.173	0.020	0.001	89	13.7	5.0	1.3

	採水時刻	透視度	水深	水温	pН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cľ	Si
	1/6/10/1/2/1	(cm)	(m)	(°C)	(-)	(mg L ⁻¹)	(μg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼橋	11:07	34	-	19.1	8.2	7.9	15	4.0	3.0	2.7	2.4	1.25	0.97	0.05	0.38	0.02	0.092	0.010	0.001	47	20.0	7.5	2.6
大貫橋	10:53	19	-	19.6	9.0	10.6	30	6.5	4.6	4.0	3.1	1.21	0.75	0.02	0.22	0.02	0.134	0.023	0.001	104	13.4	4.8	0.1
高橋	11:43	>50	-	19.5	7.6	8.1	9	4.5	3.8	2.3	2.2	1.95	1.80	0.05	1.56	0.01	0.148	0.095	0.087	4	0.2	< 0.1	8.7
長岡橋	11:54	37	-	18.7	7.5	9.2	11	5.2	4.4	2.5	2.5	1.90	1.83	0.06	1.46	0.02	0.105	0.049	0.034	4	0.2	<0.1	10.2

表3 水質調査結果一覧(6月)

令和3年6月12日 天気 くもり 気温 24.6℃ (水戸10時, 気象庁データ)

		採水時刻	透明度	水深	水温	pН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cľ	Si
		沐小时刻	(m)	(m)	(℃)	(-)	(mg L ⁻¹)	(μg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼	1 上層	9:20	0.50	2.0	26.5	9.1	7.0	15	8.8	5.8	6.1	4.1	1.60	0.72	0.11	0.04	0.01	0.185	0.061	0.013	91	8.9	3.1	3.3
涸沼	1 下層				26.4	8.6	3.5	36	6.7	5.0	4.3	3.5	1.21	0.76	0.27	0.03	0.01	0.186	0.059	0.022	39	12.2	5.0	1.9
涸沼	2 上層	9:31	0.50	2.2	26.4	9.1	6.9	15	7.6	5.5	5.4	4.0	1.30	0.62	0.08	< 0.01	0.01	0.166	0.052	0.008	80	10.1	3.7	2.4
涸沼	2 下層				26.0	8.5	3.5	32	6.8	5.0	4.1	3.4	1.12	0.79	0.31	0.03	0.01	0.165	0.052	0.029	33	12.4	4.5	2.0
涸沼	3 上層	9:14	0.40	2.6	25.6	8.9	5.4	14	7.9	5.3	5.3	4.0	1.45	0.72	0.17	0.02	0.01	0.186	0.057	0.011	98	10.5	3.7	2.0
涸沼	3 下層				25.5	8.1	2.0	15	5.7	4.3	3.8	3.3	1.26	0.98	0.62	0.04	0.01	0.180	0.097	0.079	29	15.5	5.6	2.4
涸沼	4 上層	8:44	0.60	2.9	26.4	9.1	7.0	13	7.9	5.7	5.9	4.1	1.21	0.58	0.09	< 0.01	< 0.01	0.162	0.053	0.014	92	9.6	3.4	2.2
涸沼	4 下層				25.4	7.9	2.0	12	5.6	4.3	3.7	3.3	1.21	1.03	0.69	0.05	0.01	0.175	0.116	0.098	23	15.9	5.9	2.2
涸沼	5 上層	9:39	0.50	2.3	25.9	9.2	7.0	14	7.1	5.3	5.3	3.9	1.04	0.52	0.05	< 0.01	< 0.01	0.153	0.049	0.006	72	11.2	4.0	1.4
涸沼	5 下層				25.6	9.1	6.7	24	7.3	5.3	4.9	3.7	1.00	0.52	0.06	< 0.01	< 0.01	0.150	0.045	0.006	70	11.4	4.0	1.5
涸沼	6 上層	9:06	0.40	2.6	25.6	8.9	6.2	17	8.2	6.4	6.2	4.3	1.88	0.81	0.15	< 0.01	< 0.01	0.237	0.078	0.028	161	10.4	3.7	2.2
涸沼	6 下層				25.0	7.8	1.2	12	5.2	4.4	3.7	3.2	1.65	1.32	0.88	0.05	0.01	0.250	0.187	0.163	18	16.6	6.1	2.5
涸沼	7 上層	9:48	0.50	2.4	25.9	9.2	7.2	14	7.0	5.2	5.2	3.9	0.99	0.50	0.03	< 0.01	< 0.01	0.144	0.045	0.006	80	11.1	3.8	1.2
涸沼	7 下層				24.7	8.5	4.2	17	6.3	4.8	4.2	3.2	1.10	0.63	0.14	0.05	<0.01	0.142	0.035	0.011	67	20.4	8.4	1.8
涸沼	8 上層	9:57	0.50	2.5	25.7	9.2	7.9	13	7.0	5.5	5.1	3.8	0.93	0.44	0.03	< 0.01	< 0.01	0.142	0.038	0.005	74	11.9	4.1	1.3
涸沼	8 下層				24.4	8.2	3.9	13	4.1	3.8	3.1	2.7	0.85	0.61	0.17	0.08	0.01	0.099	0.048	0.031	24	25.1	9.0	2.0

	採水時刻	透視度	水深	水温	pН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cľ	Si
	1001000	(cm)	(m)	(℃)	(-)	(mg L ⁻¹)	(µg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼橋	10:44	42	1	24.7	8.3	5.0	12	4.4	4.1	3.3	2.8	0.90	0.65	0.10	0.12	0.01	0.113	0.040	0.033	36	22.1	8.1	2.3
大貫橋	10:31	21	-	25.5	8.9	6.2	15	6.5	5.1	4.2	3.6	1.02	0.50	0.05	0.02	< 0.01	0.118	0.040	0.008	70	13.8	4.8	1.6
高橋	11:17	>50	-	24.1	7.7	5.5	6	4.8	4.1	2.7	2.5	1.90	1.82	0.14	1.40	0.01	0.160	0.153	0.154	1	0.3	< 0.1	9.0
長岡橋	11:28	>50	-	23.8	7.6	6.5	7	5.7	4.8	3.2	3.0	1.35	1.28	0.05	0.95	0.01	0.062	0.045	0.031	2	0.2	<0.1	9.5

VI 研究報告·調査報告

表 4 水質調査結果一覧(7月)

令和3年7月16日 天気 くもり 気温 29.6℃ (水戸10時, 気象庁データ)

		採水時刻	透明度	水深	水温	рН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cľ	Si
		1木小吋列	(m)	(m)	(℃)	(-)	(mg L ⁻¹)	(μg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼	1 上層	9:34	0.80	2.1	27.0	8.9	11.5	10	5.9	3.6	3.2	2.1	1.68	1.26	0.04	1.16	0.02	0.084	0.025	0.005	70	0.3	0.0	8.7
涸沼	1 下層				25.2	7.2	6.1	8	4.3	3.3	2.2	1.9	1.84	1.70	0.11	1.49	0.02	0.079	0.045	0.036	10	0.2	0.0	9.5
涸沼	2 上層	9:44	0.90	2.5	28.0	8.9	12.2	10	6.1	3.7	3.3	2.3	1.58	1.19	0.02	1.03	0.02	0.072	0.022	0.003	85	0.5	0.1	8.1
涸沼	2 下層				26.6	8.4	9.4	14	6.1	4.0	3.3	2.4	1.50	1.22	0.02	1.03	0.02	0.076	0.018	0.002	62	0.9	0.3	7.1
涸沼	3 上層	9:25	0.70	2.7	27.5	8.9	11.8	14	7.1	4.1	4.0	2.7	1.37	1.06	0.02	0.83	0.02	0.080	0.022	0.002	96	1.2	0.3	6.8
涸沼	3 下層				26.5	7.9	7.2	18	6.3	4.2	3.1	2.5	1.49	1.30	0.14	1.02	0.03	0.087	0.028	0.011	34	1.4	0.4	7.3
涸沼	4 上層	9:01	0.80	3.0	26.6	8.5	12.2	14	7.0	4.1	4.0	2.6	1.36	1.07	0.02	0.82	0.02	0.078	0.020	0.002	103	1.1	0.3	6.7
涸沼	4 下層				26.2	8.3	9.8	23	7.1	4.1	3.6	2.5	1.37	1.02	0.02	0.87	0.02	0.093	0.016	0.002	72	1.3	0.3	7.0
涸沼	5 上層	9:54	0.60	2.4	28.0	8.9	12.0	18	8.1	4.7	4.3	2.6	1.74	1.17	0.07	0.88	0.03	0.120	0.038	0.007	144	0.9	0.2	7.5
涸沼	5 下層				26.1	9.4	6.8	17	6.3	4.2	3.2	2.5	1.53	1.23	0.08	1.11	0.02	0.093	0.020	0.005	47	0.9	0.2	7.7
涸沼	6 上層	9:17	0.80	2.7	26.9	9.2	11.2	15	6.9	4.5	3.9	2.6	1.32	0.99	0.02	0.82	0.02	0.077	0.021	0.002	92	1.1	0.3	6.8
涸沼	6 下層				26.4	8.3	7.4	23	6.4	4.4	3.2	2.5	1.50	1.28	0.13	0.99	0.03	0.097	0.018	0.007	44	1.2	0.3	7.2
涸沼	7 上層	10:04	0.65	2.6	28.6	9.2	10.4	18	6.7	4.3	3.8	2.5	1.35	1.02	0.02	0.90	0.02	0.088	0.019	0.002	81	0.9	0.3	7.0
涸沼	7 下層				26.5	7.7	5.4	31	6.6	4.3	3.2	2.4	1.52	1.28	0.25	0.89	0.02	0.133	0.031	0.021	40	1.3	0.4	7.6
涸沼	8 上層	10:14	0.90	2.5	27.6	7.1	5.3	13	5.4	4.6	2.9	2.6	1.36	1.36	0.30	0.89	0.03	0.090	0.057	0.048	13	1.7	0.5	7.3
涸沼	8 下層				26.9	7.1	4.4	17	5.1	4.6	2.9	2.6	1.42	1.38	0.32	0.89	0.03	0.097	0.062	0.051	11	1.7	0.5	7.4

	採水時刻	透視度	水深	水温	рН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	CÍ	Si
	DK714-4721	(cm)	(m)	(°C)	(-)	(mg L ⁻¹)	$(\mu g L^{\text{-}1})$	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼橋	11:12	>50	-	26.7	7.2	4.1	13	4.4	4.3	2.7	2.5	1.55	1.48	0.28	1.03	0.04	0.110	0.080	0.070	4	2.4	0.7	8.0
大貫橋	10:57	>50	-	26.9	7.1	3.7	11	5.1	4.6	2.8	2.6	1.51	1.50	0.29	0.96	0.04	0.094	0.070	0.058	7	1.9	0.5	7.4
高橋	12:30	>50	-	25.6	7.5	7.5	14	3.7	2.7	1.7	1.5	1.45	1.45	0.04	1.40	< 0.01	0.059	0.028	0.024	3	0.1	<0.1	9.9
長岡橋	12:40	>50	-	26.0	7.6	8.2	10	4.6	3.3	2.0	1.8	1.88	1.88	0.05	1.74	0.01	0.065	0.027	0.023	4	0.1	<0.1	9.9

表 5 水質調査結果一覧(8月)

令和3年8月20日 天気 晴れ 気温 31.4℃ (水戸10時, 気象庁データ)

		採水時刻	透明度	水深	水温	pН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cľ	Si
		沐八吋刻	(m)	(m)	(℃)	(-)	(mg L ⁻¹)	(μg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼	1 上層	9:28	0.90	2.0	27.0	7.5	10.2	10	3.9	3.0	2.3	1.8	1.91	1.71	0.02	1.65	0.01	0.055	0.016	0.004	27	0.9	0.2	8.8
涸沼	1 下層				26.9	7.6	8.6	13	4.7	3.2	2.5	1.9	1.85	1.75	0.03	1.56	0.01	0.065	0.013	0.003	34	1.1	0.3	8.5
涸沼	2 上層	9:38	0.65	2.3	27.6	8.0	8.7	18	5.7	3.7	3.5	2.3	1.84	1.46	0.01	1.25	0.02	0.069	0.017	0.002	57	1.5	0.4	7.3
涸沼	2 下層				27.0	8.1	9.0	19	5.7	3.8	3.1	2.2	1.71	1.54	0.01	1.26	0.02	0.073	0.015	0.002	48	1.5	0.4	7.2
涸沼	3 上層	9:18	0.70	2.5	27.9	7.8	8.4	15	5.7	3.6	3.4	2.4	1.77	1.45	< 0.01	1.22	0.02	0.065	0.014	0.001	46	1.6	0.5	6.5
涸沼	3 下層				26.9	7.7	7.4	18	5.3	3.8	2.8	2.4	1.81	1.71	0.12	1.32	0.02	0.074	0.029	0.019	26	1.6	0.5	6.9
涸沼	4 上層	8:52	0.60	2.9	28.2	8.2	10.4	16	5.9	3.7	3.7	2.4	1.73	1.36	0.01	1.16	0.02	0.065	0.014	0.001	76	1.5	0.4	7.0
涸沼	4 下層				27.3	8.2	8.1	17	5.9	3.7	3.3	2.3	1.68	1.41	0.01	1.17	0.02	0.074	0.015	0.002	55	1.6	0.5	6.7
涸沼	5 上層	9:49	0.60	2.3	28.0	8.5	10.2	19	6.2	3.7	3.8	2.3	1.77	1.40	0.01	1.16	0.02	0.071	0.014	0.001	73	1.5	0.5	7.0
涸沼	5 下層				27.4	8.5	9.2	23	6.4	3.7	3.5	2.3	1.74	1.40	0.02	1.18	0.02	0.067	0.015	0.002	66	1.5	0.5	7.2
涸沼	6 上層	9:09	0.60	2.7	28.0	8.2	8.9	19	5.9	4.1	3.7	2.4	1.77	1.42	0.01	1.20	0.02	0.065	0.017	0.002	54	1.6	0.5	6.7
涸沼	6 下層				26.6	7.8	7.0	29	6.2	3.9	2.8	2.3	1.85	1.65	0.11	1.29	0.02	0.086	0.028	0.019	35	1.6	0.5	7.0
涸沼	7 上層	9:59	0.60	2.4	28.0	8.4	10.9	18	5.7	4.0	3.6	2.4	1.63	1.42	0.01	1.16	0.02	0.071	0.018	0.005	45	1.4	0.5	6.7
涸沼	7 下層				27.2	8.1	8.7	18	5.8	4.0	3.3	2.3	1.65	1.50	0.05	1.17	0.02	0.071	0.024	0.015	32	1.5	0.4	6.5
涸沼	8 上層	10:11	0.60	2.4	28.3	8.1	8.8	24	6.1	4.1	3.6	2.4	1.64	1.40	0.02	1.14	0.02	0.076	0.017	0.005	42	1.5	0.5	6.6
涸沼	8 下層				27.4	8.1	8.6	28	5.4	3.9	3.3	2.3	1.63	1.41	0.04	1.15	0.02	0.074	0.019	0.008	36	1.5	0.4	6.7

	採水時刻	透視度	水深	水温	рН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cľ	Si
	1001001001	(cm)	(m)	(℃)	(-)	(mg L ⁻¹)	(µg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼橋	11:00	20	-	27.5	7.6	9.5	34	5.5	3.8	2.9	2.3	1.82	1.63	0.14	1.21	0.02	0.113	0.040	0.047	11	1.5	0.5	6.9
大貫橋	10:43	36	-	27.5	7.6	8.7	17	5.1	3.6	2.7	2.3	1.57	1.46	0.10	1.17	0.02	0.060	0.034	0.028	13	1.5	0.4	6.5
高橋	11:36	>50	-	25.0	7.5	8.1	11	3.3	2.3	1.5	1.3	1.78	1.75	0.02	1.65	< 0.01	0.051	0.023	0.024	3	0.2	< 0.1	8.4
長岡橋	11:45	>50	-	26.0	7.6	8.0	9	4.0	2.7	1.8	1.6	2.33	2.20	0.03	2.15	0.01	0.045	0.015	0.015	4	0.2	< 0.1	9.0

VI 研究報告·調査報告

表 6 水質調査結果一覧(9月)

令和3年9月10日 天気 晴れ 気温 27.4℃ (水戸10時, 気象庁データ)

		採水時刻	透明度	水深	水温	рН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cľ	Si
		沐八吋刻	(m)	(m)	(℃)	(-)	(mg L ⁻¹)	(μg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼	1 上層	9:24	0.80	2.3	23.8	8.5	10.6	7	4.8	3.6	2.8	2.0	1.83	1.64	0.01	1.56	0.02	0.090	0.035	0.014	48	0.3	0.0	10.4
涸沼	1 下層				23.0	8.0	7.3	18	5.4	3.8	3.3	2.3	1.68	1.59	0.11	1.33	0.03	0.128	0.039	0.021	41	0.5	0.1	9.9
涸沼	2 上層	9:32	0.70	2.6	23.8	8.8	12.2	12	6.8	4.6	4.3	2.7	1.43	1.25	0.01	0.98	0.03	0.092	0.030	0.005	77	0.8	0.2	8.9
涸沼	2 下層				23.1	8.4	6.5	17	6.6	4.5	4.1	2.7	1.61	1.38	0.26	0.88	0.03	0.129	0.031	0.013	58	1.0	0.3	9.0
涸沼	3 上層	9:18	0.75	2.8	24.1	9.0	12.7	10	6.8	4.5	4.3	2.8	1.48	1.27	0.01	0.95	0.03	0.084	0.028	0.004	81	0.9	0.1	8.7
涸沼	3 下層				23.4	8.6	8.3	27	7.5	4.7	4.5	2.8	1.68	1.31	0.15	0.91	0.03	0.148	0.024	0.005	68	1.0	0.1	8.8
涸沼	4 上層	8:58	0.60	3.2	24.6	8.9	11.3	15	7.6	5.2	5.0	3.1	1.44	1.14	0.01	0.79	0.02	0.104	0.025	0.003	100	1.1	0.3	8.4
涸沼	4 下層				23.6	8.5	8.5	18	7.1	4.9	4.4	2.9	1.47	1.19	0.13	0.78	0.02	0.121	0.026	0.004	75	1.1	0.3	8.6
涸沼	5 上層	9:40	0.60	2.5	23.6	8.5	9.3	17	7.4	4.6	4.5	2.7	1.57	1.20	0.06	0.84	0.03	0.125	0.026	0.004	99	1.1	0.3	8.9
涸沼	5 下層				23.0	8.0	6.1	20	6.9	4.6	4.2	2.7	1.58	1.34	0.28	0.83	0.03	0.140	0.037	0.018	56	1.1	0.3	9.2
涸沼	6 上層	9:13	0.60	2.9	24.5	9.0	11.6	12	7.1	5.0	4.4	2.8	1.50	1.15	0.01	0.89	0.03	0.090	0.030	0.004	84	1.0	0.3	8.9
涸沼	6 下層				23.5	8.6	8.4	15	7.0	4.9	4.2	2.8	1.42	1.27	0.11	0.88	0.03	0.119	0.030	0.004	56	1.1	0.3	9.0
涸沼	7 上層	9:48	0.60	2.7	23.8	7.8	7.9	11	5.7	4.5	3.5	2.6	1.46	1.34	0.25	0.82	0.02	0.094	0.040	0.022	35	1.1	0.3	9.1
涸沼	7 下層				23.1	7.8	7.7	33	7.4	4.2	3.7	2.5	1.62	1.24	0.24	0.84	0.02	0.161	0.033	0.016	50	1.1	0.3	9.0
涸沼	8 上層	9:57	0.90	2.6	23.9	7.4	4.8	5	4.9	3.9	2.8	2.5	1.62	1.61	0.39	0.91	0.04	0.104	0.087	0.071	7	1.2	0.4	9.0
涸沼	8 下層				23.2	7.3	4.6	12	4.7	4.0	2.7	2.5	1.71	1.62	0.36	0.97	0.05	0.134	0.091	0.078	6	1.3	0.4	9.1

	採水時刻	透視度	水深	水温	рН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cľ	Si
	1001000	(cm)	(m)	(°C)	(-)	(mg L ⁻¹)	$(\mu g L^{\text{-}1})$	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼橋	10:41	>50	-	22.1	7.5	6.5	6	2.0	1.6	1.2	1.2	1.27	1.14	0.09	0.98	0.01	0.065	0.040	0.042	1	14.3	5.4	8.0
大貫橋	10:29	>50	-	23.0	7.5	4.8	5	4.4	3.8	2.4	2.3	1.58	1.47	0.28	1.05	0.04	0.108	0.086	0.070	3	2.0	0.6	9.4
高橋	11:14	>50	-	23.5	7.9	7.8	5	3.7	2.8	1.8	1.7	1.55	1.41	0.03	1.44	0.01	0.105	0.071	0.065	4	0.2	< 0.1	9.9
長岡橋	11:23	>50	-	24.2	7.9	8.3	5	4.3	3.0	2.0	1.9	2.03	2.01	0.03	1.90	0.02	0.061	0.030	0.022	2	0.2	< 0.1	10.9

表7 水質調査結果一覧(10月)

令和3年10月21日 天気 晴れ 気温 15.8℃ (水戸10時, 気象庁データ)

		採水時刻	透明度	水深	水温	рН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cľ	Si
		1木八吋列	(m)	(m)	(℃)	(-)	(mg L ⁻¹)	(μg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼	1 上層	9:39	0.60	2.2	17.2	8.4	8.8	14	5.0	3.4	3.3	2.1	1.64	1.31	0.01	1.06	0.03	0.098	0.022	0.005	56	2.9	1.1	8.6
涸沼	1 下層				17.8	8.2	8.1	18	5.9	3.3	3.5	2.2	1.58	1.15	0.03	0.86	0.04	0.108	0.023	0.004	68	4.8	1.4	8.3
涸沼	2 上層	9:48	0.50	2.5	17.8	8.4	10.8	18	6.4	3.5	3.8	2.4	1.42	1.10	0.02	0.81	0.04	0.102	0.021	0.004	71	4.7	1.5	7.9
涸沼	2 下層				17.8	8.3	7.2	39	7.8	4.1	3.5	2.3	1.48	1.05	0.09	0.72	0.04	0.137	0.018	0.003	56	5.2	1.8	8.0
涸沼	3 上層	9:30	0.50	2.7	17.9	8.6	10.1	21	6.3	3.1	4.0	2.2	1.50	1.07	0.02	0.87	0.04	0.101	0.017	0.003	69	4.1	1.3	8.4
涸沼	3 下層				17.9	8.5	8.2	33	7.2	3.1	3.7	2.2	1.65	1.16	0.01	0.89	0.04	0.132	0.016	0.002	67	4.3	1.4	8.5
涸沼	4 上層	9:05	0.60	3.2	17.6	8.4	10.9	19	6.7	3.3	4.1	2.3	1.41	1.08	0.01	0.78	0.04	0.100	0.020	0.002	67	4.6	1.5	8.3
涸沼	4 下層				18.0	8.4	9.0	23	7.2	3.4	4.0	2.3	1.36	1.07	0.01	0.77	0.04	0.100	0.018	0.002	79	5.7	1.9	7.9
涸沼	5 上層	9:58	0.60	2.4	17.6	8.7	11.8	23	7.3	3.6	4.5	2.2	1.38	0.94	0.03	0.72	0.04	0.098	0.017	0.002	85	4.7	1.7	8.0
涸沼	5 下層				17.5	8.7	10.4	22	7.2	3.6	3.9	2.3	1.46	0.99	0.02	0.74	0.04	0.090	0.019	0.002	77	4.9	1.6	8.4
涸沼	6 上層	9:21	0.50	2.8	17.8	8.6	11.0	20	6.3	3.3	4.0	2.3	1.54	1.16	0.01	0.93	0.03	0.096	0.019	0.002	68	4.0	1.4	8.5
涸沼	6 下層				18.0	8.5	8.3	26	6.8	3.6	3.8	2.2	1.59	1.13	0.04	0.85	0.04	0.122	0.018	0.003	72	5.3	1.9	8.2
涸沼	7 上層	10:07	0.50	2.5	17.7	8.9	12.6	18	7.3	3.5	4.3	2.3	1.71	1.22	0.02	0.95	0.04	0.097	0.021	0.003	73	4.0	1.3	8.2
涸沼	7 下層				17.5	8.6	8.8	14	6.0	3.6	3.4	2.2	1.44	1.14	0.04	0.88	0.03	0.084	0.016	0.002	56	5.4	1.9	8.0
涸沼	8 上層	10:19	0.60	2.6	17.4	8.9	13.2	17	7.1	3.3	4.2	2.2	1.59	1.18	0.02	0.95	0.04	0.089	0.018	0.002	71	3.7	1.3	8.4
涸沼	8 下層			·	17.5	8.6	8.4	25	5.3	3.4	2.7	2.2	1.47	1.18	0.06	0.87	0.03	0.101	0.017	0.002	43	5.8	2.2	7.8

	採水時刻	透視度	水深	水温	pН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	CĨ	Si
	176710-1741	(cm)	(m)	(℃)	(-)	(mg L ⁻¹)	(µg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼橋	11:09	26	1	18.3	8.3	7.9	17	4.2	2.6	2.5	1.9	1.24	1.09	0.05	0.79	0.02	0.081	0.010	0.002	28	14.5	5.7	6.8
大貫橋	10:55	19	-	18.1	8.6	10.4	22	5.8	3.6	2.8	2.1	1.38	1.15	0.03	0.91	0.03	0.093	0.019	0.003	48	5.9	2.0	8.0
高橋	13:11	>50	-	17.0	8.0	9.8	7	3.2	2.3	1.5	1.3	1.63	1.51	0.04	1.46	< 0.01	0.092	0.063	0.064	3	0.2	<0.1	10.7
長岡橋	13:26	>50	-	17.7	8.0	9.6	4	3.6	2.7	1.7	1.6	2.20	2.20	0.05	2.11	0.02	0.061	0.031	0.028	2	0.2	< 0.1	12.2

表 8 水質調査結果一覧(11月)

令和3年11月17日 天気 晴れ 気温 13.4℃ (水戸10時, 気象庁データ)

		採水時刻	透明度	水深	水温	pН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	CÍ	Si
		1木小吋列	(m)	(m)	(℃)	(-)	(mg L ⁻¹)	(μg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼	1 上層	9:43	0.60	2.0	15.5	8.5	11.8	14	5.6	3.4	3.3	2.1	1.78	1.47	0.02	1.25	0.03	0.082	0.022	0.003	53	6.6	3.0	8.8
涸沼	1 下層				15.8	8.2	4.7	18	5.3	3.5	3.2	2.2	1.74	1.42	0.52	0.66	0.04	0.088	0.026	0.003	44	12.8	5.5	7.3
涸沼	2 上層	9:59	0.60	2.4	15.0	8.8	13.4	16	6.4	3.6	3.9	2.2	1.64	1.29	0.03	1.01	0.03	0.080	0.020	0.002	65	7.8	4.1	7.9
涸沼	2 下層				15.9	8.5	5.3	20	5.3	3.5	3.4	2.2	1.59	1.37	0.37	0.69	0.04	0.085	0.021	0.003	45	12.6	5.5	7.3
涸沼	3 上層	9:39	0.70	2.6	14.5	8.7	12.7	8	5.6	3.1	3.2	1.9	1.85	1.59	0.02	1.34	0.03	0.059	0.017	0.003	42	6.0	3.0	9.1
涸沼	3 下層				15.9	8.1	3.2	16	4.7	3.3	3.0	2.2	1.70	1.56	0.72	0.53	0.04	0.104	0.033	0.006	40	14.9	6.5	7.5
涸沼	4 上層	9:09	0.70	3.1	15.4	8.7	12.9	13	6.3	3.4	4.2	2.2	1.47	1.20	0.02	0.94	0.03	0.055	0.016	0.002	51	8.1	3.3	7.7
涸沼	4 下層				16.9	8.0	1.5	11	4.1	3.1	2.7	2.0	1.55	1.36	0.74	0.44	0.05	0.052	0.019	0.003	26	18.0	8.7	6.1
涸沼	5 上層	10:09	0.60	2.2	14.9	8.8	13.3	13	6.7	3.8	4.2	2.1	1.43	1.23	0.02	0.95	0.03	0.061	0.017	0.002	53	8.4	3.9	7.8
涸沼	5 下層				15.6	8.6	6.3	40	6.0	3.5	3.7	2.2	1.57	1.33	0.32	0.74	0.04	0.109	0.017	0.002	48	10.9	6.7	7.5
涸沼	6 上層	9:26	0.90	2.7	14.5	8.7	13.0	10	5.5	3.5	3.7	2.0	1.59	1.32	0.02	1.16	0.03	0.053	0.015	0.002	46	7.2	4.2	8.3
涸沼	6 下層				15.8	8.2	3.1	12	4.4	3.6	2.6	2.1	1.64	1.47	0.74	0.50	0.04	0.081	0.023	0.004	31	16.0	7.6	7.0
涸沼	7 上層	10:17	0.70	2.5	14.9	9.0	12.2	13	6.3	3.6	4.0	2.1	1.39	1.16	0.02	0.91	0.03	0.056	0.014	0.002	50	8.7	4.6	7.1
涸沼	7 下層				15.2	8.6	8.2	18	5.5	3.8	3.5	2.1	1.42	1.27	0.21	0.78	0.04	0.075	0.018	0.002	46	11.2	5.3	6.9
涸沼	8 上層	10:29	0.70	2.5	14.9	8.9	12.0	13	6.5	3.7	4.1	2.1	1.39	1.16	0.03	0.90	0.03	0.056	0.015	0.002	48	9.1	4.7	7.2
涸沼	8 下層				15.4	8.5	5.5	30	4.6	3.6	3.1	2.1	1.53	1.35	0.28	0.77	0.04	0.085	0.019	0.002	37	11.6	6.7	7.1

	採水時刻	透視度	水深	水温	pН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cĺ	Si
	1//// [2]	(cm)	(m)	(℃)	(-)	(mg L ⁻¹)	(μg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼橋	11:08	44	-	15.8	8.3	6.6	14	3.3	2.7	2.2	1.8	1.35	1.26	0.15	0.90	0.02	0.060	0.010	0.002	22	14.0	6.7	6.7
大貫橋	10:57	24	ı	15.4	8.5	7.9	18	5.1	3.3	2.6	2.1	1.40	1.23	0.16	0.83	0.04	0.072	0.019	0.002	38	10.6	5.5	7.0
高橋	15:10	>50	1	14.4	8.3	9.6	5	2.7	2.3	1.1	1.1	1.73	1.63	0.02	1.67	< 0.01	0.086	0.063	0.063	2	0.2	< 0.1	10.9
長岡橋	15:21	>50	-	15.0	8.0	10.0	3	3.1	2.6	1.5	1.4	2.26	2.13	0.04	2.22	0.02	0.054	0.034	0.029	1	0.2	< 0.1	12.9

表 9 水質調査結果一覧(12月)

令和3年12月16日 天気 晴れ 気温 8.2℃ (水戸10時, 気象庁データ)

		採水時刻	透明度	水深	水温	pН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cľ	Si
		採水時刻	(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg L ⁻¹)	(μg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼	1 上層	9:53	1.00	2.1	9.9	8.8	12.9	8	5.0	2.8	3.0	1.6	1.94	1.73	0.03	1.60	0.02	0.063	0.012	0.003	40	4.5	1.7	8.2
涸沼	1 下層				11.0	8.5	9.7	11	6.1	3.1	3.6	1.9	1.67	1.34	0.11	1.04	0.03	0.083	0.014	0.001	81	8.1	3.6	6.7
涸沼	2 上層	10:04	0.80	2.4	9.4	9.1	15.3	12	6.4	3.0	4.1	1.8	1.70	1.40	0.01	1.25	0.02	0.046	0.014	0.001	57	5.5	3.2	7.0
涸沼	2 下層				10.5	8.8	10.5	10	6.0	3.2	3.6	1.9	1.67	1.41	0.07	1.08	0.03	0.059	0.012	0.001	79	7.6	3.8	6.6
涸沼	3 上層	9:41	0.80	2.6	9.5	8.8	15.3	7	5.8	2.8	3.2	1.8	1.91	1.77	0.01	1.65	0.02	0.044	0.013	0.002	45	4.5	2.5	7.9
涸沼	3 下層				10.5	8.4	7.5	9	5.1	2.7	2.7	1.9	1.64	1.40	0.24	0.97	0.03	0.055	0.013	0.002	55	8.1	3.6	6.8
涸沼	4 上層	9:10	0.90	3.1	9.5	8.8	14.9	8	6.0	3.0	3.5	1.7	1.70	1.60	0.01	1.45	0.02	0.046	0.012	0.002	50	4.6	2.2	7.5
涸沼	4 下層				11.0	7.9	5.8	7	4.6	2.8	2.3	1.8	1.67	1.50	0.35	0.85	0.06	0.045	0.012	0.001	52	10.2	4.1	6.6
涸沼	5 上層	10:13	0.80	2.3	9.3	9.1	16.4	11	6.6	3.1	4.0	1.8	1.68	1.55	0.01	1.31	0.02	0.047	0.012	0.001	58	5.2	2.1	7.0
涸沼	5 下層				9.0	9.2	16.3	11	6.7	3.1	4.0	1.8	1.73	1.50	0.01	1.26	0.02	0.047	0.013	0.001	66	5.4	2.2	6.8
涸沼	6 上層	9:33	0.80	2.7	8.9	8.9	15.8	8	5.6	2.8	3.4	1.7	1.85	1.69	0.01	1.58	0.02	0.038	0.012	0.002	48	4.6	1.9	7.6
涸沼	6 下層				11.1	8.4	7.1	8	4.7	2.8	2.4	1.8	1.66	1.47	0.33	0.89	0.04	0.047	0.014	0.002	48	9.3	3.9	6.7
涸沼	7 上層	10:23	0.90	2.5	8.9	9.2	15.9	8	6.2	3.0	3.6	1.7	1.94	1.73	0.01	1.60	0.02	0.042	0.013	0.002	54	4.5	2.0	7.3
涸沼	7 下層				9.5	9.3	16.1	10	7.1	3.0	4.0	1.7	1.79	1.47	0.01	1.26	0.02	0.044	0.011	0.001	70	5.2	1.9	6.8
涸沼	8 上層	10:36	0.70	2.5	9.6	9.2	15.7	13	6.5	3.0	3.3	1.7	1.90	1.75	0.01	1.60	0.02	0.051	0.015	0.002	52	4.8	1.8	7.3
涸沼	8 下層				9.1	9.1	14.8	17	5.6	3.1	3.3	1.8	1.94	1.67	0.01	1.56	0.02	0.062	0.013	0.002	62	4.9	2.1	7.2

	採水時刻	透視度	水深	水温	рН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	CĨ	Si
	1/2/17/1/20	(cm)	(m)	(°C)	(-)	(mg L ⁻¹)	(µg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼橋	11:24	42	-	11.1	8.4	11.3	8	3.8	2.3	2.2	1.6	1.66	1.55	0.06	1.19	0.02	0.073	0.010	0.002	33	13.8	5.5	6.7
大貫橋	11:10	30	-	9.8	8.8	13.0	12	5.6	3.2	2.8	1.8	1.86	1.71	0.01	1.58	0.02	0.061	0.013	0.003	56	4.8	2.0	7.6
高橋	13:29	>50	-	10.4	8.3	11.2	4	2.4	2.0	1.1	1.0	1.95	1.87	0.07	1.84	0.01	0.057	0.040	0.044	1	0.3	< 0.1	10.0
長岡橋	13:41	>50	-	11.3	7.7	10.8	2	2.8	2.2	1.3	1.1	2.46	2.40	0.09	2.30	0.02	0.035	0.016	0.015	2	0.2	< 0.1	10.6

表 10 水質調査結果一覧(1月)

令和4年1月19日 天気 晴れ 気温 3.2℃ (水戸10時, 気象庁データ)

		採水時刻	透明度	水深	水温	pН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cĺ	Si
		沐小时刻	(m)	(m)	(℃)	(-)	(mg L ⁻¹)	(μg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼	1 上層	9:27	1.00	2.1	6.1	8.6	13.9	8	3.8	2.6	2.4	1.8	1.79	1.48	0.01	1.27	0.05	0.076	0.022	0.003	41	18.2	7.8	6.5
涸沼	1 下層				7.4	8.5	12.1	11	4.5	2.7	2.9	1.7	1.62	1.24	0.01	1.01	0.05	0.082	0.019	0.002	55	22.4	9.1	5.1
涸沼	2 上層	9:18	1.10	2.5	5.0	8.6	14.3	7	3.9	2.6	2.4	1.9	1.73	1.50	0.01	1.28	0.05	0.054	0.015	0.002	30	18.8	7.0	6.3
涸沼	2 下層				6.6	8.5	13.5	6	4.3	2.8	2.7	1.8	1.61	1.38	0.01	1.13	0.05	0.071	0.019	0.002	41	21.7	8.2	5.5
涸沼	3 上層	9:40	1.10	2.6	5.5	8.6	13.1	6	4.0	2.3	2.4	1.8	1.63	1.49	0.01	1.26	0.05	0.061	0.017	0.003	37	19.3	7.1	6.1
涸沼	3 下層				8.0	8.3	9.9	7	3.4	1.9	2.6	1.6	1.31	1.08	0.01	0.86	0.06	0.053	0.017	0.003	56	26.9	10.8	4.5
涸沼	4 上層	9:57	1.10	3.0	5.5	8.5	14.3	5	3.6	2.5	2.3	1.8	1.69	1.53	0.02	1.26	0.05	0.051	0.016	0.003	33	19.2	7.3	6.1
涸沼	4 下層				9.0	8.1	8.4	5	2.3	1.3	1.6	1.3	1.08	0.96	0.10	0.66	0.03	0.051	0.019	0.007	28	35.2	14.5	3.4
涸沼	5 上層	8:59	1.00	2.5	5.8	7.7	13.4	7	4.7	3.7	3.1	2.4	1.65	1.47	0.01	1.26	0.05	0.058	0.018	0.003	34	18.7	7.1	6.2
涸沼	5 下層				6.4	8.2	14.4	7	4.1	2.7	2.6	1.8	1.64	1.45	0.01	1.20	0.05	0.069	0.018	0.003	41	19.8	7.5	5.9
涸沼	6 上層	9:50	1.00	2.7	5.6	8.5	13.1	6	3.8	2.8	2.4	1.7	1.59	1.45	0.01	1.22	0.05	0.063	0.021	0.005	38	19.1	7.4	6.1
涸沼	6 下層				8.4	8.3	9.9	7	3.1	2.0	2.1	1.5	1.26	1.05	0.02	0.86	0.05	0.052	0.019	0.005	47	28.5	11.6	4.4
涸沼	7 上層	10:17	1.00	2.6	6.0	8.3	13.1	8	3.5	2.4	2.2	1.6	1.82	1.61	0.01	1.38	0.04	0.060	0.018	0.003	32	19.1	7.2	6.5
涸沼	7 下層				7.3	8.2	10.6	7	3.1	2.2	2.1	1.4	1.22	1.04	0.02	0.85	0.04	0.052	0.019	0.003	43	30.0	12.3	4.2
涸沼	8 上層	10:28	1.10	2.6	6.4	8.5	12.3	11	3.7	2.8	2.2	1.6	1.77	1.62	0.01	1.41	0.04	0.051	0.017	0.003	30	19.4	7.6	6.4
涸沼	8 下層				6.4	8.4	11.6	6	3.0	2.7	2.2	1.5	1.67	1.57	0.03	1.33	0.04	0.058	0.016	0.003	29	20.7	8.3	6.1

	採水時刻	透視度	水深	水温	рН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	CĨ	Si
	2010 170	(cm)	(m)	(℃)	(-)	(mg L ⁻¹)	$(mg\;L^{\text{-}1})$	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(µg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)									
涸沼橋	11:22	>50	-	10.6	8.1	10.0	4	1.2	1.2	1.1	1.1	0.67	0.58	0.05	0.44	0.01	0.030	0.010	0.008	5	42.1	18.3	2.2
大貫橋	11:09	>50	-	6.6	8.3	13.5	7	3.2	2.5	2.0	1.6	1.74	1.55	0.02	1.34	0.04	0.050	0.016	0.003	28	20.6	8.5	6.0
高橋	11:56	>50	-	6.0	8.6	13.2	10	2.4	2.4	1.0	1.0	1.75	1.72	0.06	1.63	0.02	0.147	0.127	0.144	2	0.3	< 0.1	10.6
長岡橋	12:08	>50	-	7.5	8.3	12.7	8	2.7	2.4	1.1	1.1	2.37	2.30	0.08	2.19	0.02	0.041	0.026	0.024	1	0.3	< 0.1	13.2

表 11 水質調査結果一覧(2月)

令和4年2月9日 天気 晴れ 気温 6.7℃ (水戸10時, 気象庁データ)

		採水時刻	透明度	水深	水温	pН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cľ	Si
		1木/小时刻	(m)	(m)	(℃)	(-)	(mg L ⁻¹)	(μg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼	1 上層	9:04	0.80	2.0	6.4	8.8	14.7	9	4.0	3.1	3.5	2.7	1.73	1.36	0.01	1.04	0.05	0.110	0.037	0.006	56	22.8	8.8	5.6
涸沼	1 下層				8.2	8.4	9.5	11	4.0	2.4	3.4	2.6	1.51	1.18	0.11	0.74	0.05	0.093	0.040	0.004	52	29.3	11.5	4.0
涸沼	2 上層	8:54	0.80	2.4	7.1	8.8	13.7	5	5.5	4.4	4.3	3.5	1.55	1.36	0.01	1.07	0.05	0.078	0.030	< 0.001	39	23.0	8.8	5.2
涸沼	2 下層				9.0	8.1	4.6	8	3.2	2.4	2.7	2.2	1.46	1.26	0.39	0.56	0.06	0.077	0.034	0.003	31	32.1	13.1	3.5
涸沼	3 上層	9:15	0.80	2.6	5.5	8.8	13.9	7	4.4	2.7	3.0	2.2	1.69	1.43	0.01	1.17	0.05	0.077	0.026	0.003	29	21.7	8.1	5.8
涸沼	3 下層				9.4	8.0	3.0	8	2.6	1.7	2.2	1.7	1.36	1.21	0.38	0.54	0.06	0.074	0.030	0.005	24	33.6	14.3	3.8
涸沼	4 上層	9:31	0.90	3.1	5.6	8.8	14.0	8	4.3	3.1	3.2	2.4	1.75	1.44	0.01	1.12	0.05	0.077	0.029	0.002	44	23.0	8.8	5.4
涸沼	4 下層				9.4	7.9	3.5	7	2.5	1.6	2.1	1.6	1.26	1.15	0.37	0.58	0.05	0.063	0.027	0.005	17	36.1	14.6	3.6
涸沼	5 上層	10:12	0.90	2.3	6.2	8.8	14.0	8	4.1	3.2	3.3	2.2	1.67	1.33	0.02	1.12	0.05	0.068	0.028	0.001	34	23.8	8.8	5.3
涸沼	5 下層				7.0	8.6	11.0	9	3.8	3.6	2.9	2.0	1.56	1.30	0.09	0.93	0.05	0.076	0.032	0.003	40	26.2	10.3	4.6
涸沼	6 上層	9:23	0.90	2.7	5.2	8.7	14.3	4	4.2	4.1	2.7	2.0	1.74	1.54	0.01	1.24	0.05	0.065	0.028	0.002	28	21.7	8.3	6.1
涸沼	6 下層				9.0	7.9	2.3	18	3.0	2.6	2.2	1.5	1.44	1.32	0.57	0.50	0.05	0.110	0.039	0.019	27	35.1	14.8	3.7
涸沼	7 上層	9:49	0.80	2.5	5.0	8.6	13.8	6	4.3	4.0	2.9	2.1	1.80	1.57	0.01	1.27	0.05	0.068	0.025	0.002	28	23.1	8.7	5.8
涸沼	7 下層				7.2	8.4	8.2	14	3.1	3.0	2.9	1.9	1.50	1.29	0.21	0.83	0.05	0.079	0.031	0.003	31	29.5	11.6	4.3
涸沼	8 上層	10:02	0.80	2.5	6.6	8.6	11.8	9	3.8	3.7	2.9	2.0	1.63	1.42	0.06	1.07	0.04	0.077	0.026	0.001	36	26.2	10.5	4.9
涸沼	8 下層			·	6.8	8.5	10.4	10	2.8	2.5	2.7	2.0	1.61	1.34	0.10	1.01	0.04	0.068	0.026	0.002	32	27.1	12.2	4.9

	採水時刻	透視度	水深	水温	рН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cľ	Si
	2010 170	(cm)	(m)	(°C)	(-)	(mg L ⁻¹)	$(mg\;L^{\text{-}1})$	$(mg\;L^{\text{-}1})$	$(mg\;L^{\text{-}1})$	$(mg\;L^{\text{-}1})$	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(µg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)						
涸沼橋	11:05	>50	-	9.8	8.2	10.6	4	1.3	1.1	0.9	0.9	1.04	0.99	0.18	0.69	0.01	0.036	0.020	0.016	2	34.0	13.6	4.0
大貫橋	10:53	>50	-	9.0	8.2	10.1	3	1.9	1.8	1.3	1.1	1.49	1.40	0.16	1.05	0.02	0.075	0.049	0.038	7	29.5	11.9	5.6
高橋	11:43	>50	-	6.5	8.4	12.1	3	3.1	2.6	1.2	1.2	1.70	1.64	0.06	1.60	0.02	0.220	0.193	0.203	3	0.4	< 0.1	10.4
長岡橋	11:54	>50	-	8.5	8.2	13.6	1	2.8	2.5	1.2	1.1	2.28	2.29	0.10	2.28	0.02	0.042	0.028	0.021	3	0.2	< 0.1	13.1

VI 研究報告·調査報告

表 12 水質調査結果一覧(3月)

令和4年3月9日 天気 晴れ 気温 9.6℃ (水戸10時, 気象庁データ)

		採水時刻	透明度	水深	水温	pН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	CÍ	Si
		沐八叶刻	(m)	(m)	(℃)	(-)	(mg L ⁻¹)	(μg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼	1 上層	9:08	0.70	2.1	10.0	8.5	11.3	8	4.3	3.1	3.1	2.2	1.86	1.49	0.02	0.98	0.03	0.089	0.030	0.005	41	20.6	8.2	5.7
涸沼	1 下層				9.7	8.5	10.2	8	4.5	2.5	3.2	2.2	1.78	1.47	0.02	0.98	0.03	0.080	0.030	0.005	44	21.8	8.1	5.6
涸沼	2 上層	9:00	0.60	2.4	11.0	8.5	11.5	8	4.8	3.2	3.2	2.4	1.74	1.48	0.02	0.93	0.03	0.083	0.029	0.003	51	21.2	8.1	5.6
涸沼	2 下層				10.0	8.5	10.4	7	4.3	2.9	3.0	2.2	1.77	1.42	0.03	0.92	0.03	0.085	0.030	0.004	45	21.9	8.5	5.4
涸沼	3 上層	9:20	0.80	2.7	8.6	8.5	11.6	4	4.3	2.5	2.3	1.9	2.08	1.89	0.01	1.66	0.03	0.073	0.024	0.005	23	13.4	5.5	7.8
涸沼	3 下層				9.4	8.4	9.8	6	4.2	2.4	2.8	2.2	1.71	1.47	0.02	0.96	0.03	0.075	0.026	0.004	40	21.1	8.6	5.4
涸沼	4 上層	9:36	0.70	3.2	9.6	8.5	11.1	8	4.4	2.9	3.1	2.2	1.72	1.42	0.01	0.94	0.03	0.078	0.026	0.004	44	21.9	8.6	5.4
涸沼	4 下層				9.6	8.5	9.8	6	4.1	2.5	2.9	2.3	1.61	1.45	0.04	0.91	0.04	0.082	0.025	0.004	39	22.5	8.9	5.3
涸沼	5 上層	10:21	0.70	2.3	11.0	8.5	11.3	7	4.8	3.2	3.0	2.2	1.78	1.37	0.02	0.93	0.03	0.075	0.026	0.004	46	22.4	8.5	5.3
涸沼	5 下層				10.6	8.4	8.8	7	4.5	3.7	3.2	2.1	1.72	1.41	0.06	0.88	0.04	0.098	0.030	0.005	48	22.7	9.2	5.3
涸沼	6 上層	9:28	0.80	2.8	8.1	8.5	11.7	4	3.8	3.4	2.1	1.8	1.96	1.91	0.01	1.60	0.03	0.070	0.024	0.005	19	13.1	5.4	7.9
涸沼	6 下層				9.4	8.4	10.4	10	4.1	3.7	2.7	2.0	1.58	1.49	0.03	0.94	0.03	0.069	0.025	0.004	42	21.9	9.0	5.4
涸沼	7 上層	9:56	0.70	2.5	9.9	8.5	10.8	7	4.6	3.9	3.2	2.1	1.73	1.38	0.02	0.91	0.03	0.073	0.028	0.004	44	22.6	9.0	5.4
涸沼	7 下層				10.1	8.4	9.3	8	4.2	3.8	2.9	2.1	1.73	1.46	0.06	0.90	0.03	0.091	0.025	0.004	45	23.4	9.0	5.3
涸沼	8 上層	10:10	0.80	2.5	10.5	8.4	9.9	5	4.3	3.9	2.4	1.9	1.61	1.40	0.03	0.93	0.03	0.065	0.023	0.004	33	23.6	9.1	5.2
涸沼	8 下層				10.3	8.3	9.1	5	3.2	3.0	2.2	1.7	1.55	1.42	0.07	0.87	0.02	0.061	0.021	0.003	27	25.5	10.6	4.9

	採水時刻	透視度	水深	水温	pН	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH4-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	DTP	PO ₄ -P	Chl.a	EC	Cľ	Si
	1/6/14/1/201	(cm)	(m)	(℃)	(-)	(mg L ⁻¹)	(μg L ⁻¹)	(mS cm ⁻¹)	(g L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)													
涸沼橋	11:26	>50	-	11.7	8.1	9.5	3	1.5	1.3	1.3	1.3	0.77	0.71	0.13	0.37	0.01	0.038	0.020	0.021	2	39.2	16.5	2.6
大貫橋	11:13	>50	-	11.2	8.2	9.1	4	2.6	2.5	1.8	1.5	1.39	1.29	0.14	0.76	0.02	0.045	0.020	0.009	11	28.4	12.0	4.5
高橋	12:56	>50	-	11.9	8.5	11.5	4	3.5	3.0	1.7	1.5	1.69	1.69	0.04	1.62	0.01	0.168	0.143	0.165	3	0.3	< 0.1	9.4
長岡橋	13:09	>50	-	13.4	8.3	12.8	4	3.5	3.0	1.7	1.5	2.28	2.20	0.04	2.14	0.02	0.070	0.041	0.036	6	0.2	<0.1	11.2

1-17 牛久沼の水質保全に関する調査事業

1 目的

牛久沼(図1)は流域で様々な排出負荷削減対策が行われているが、化学的酸素要求量等の項目で 水質汚濁に係る環境基準を達成していない。そのため、牛久沼における詳細調査を実施し、汚濁機構 解明のための基礎資料とする。

2 調査方法

(1) 水質調査

- ① 調査期間:令和3年4月~令和4年3月、月1回
- ② 調査地点(図1):

【湖内】●で示す8地点

- ・L1-L8 の上層 (水面下 50 cm)
- ・L1-L6、L8 の下層 (湖底上 50 cm)

【河川】○で示す5地点

- ・流入河川 4 地点 (R1-R4)
- ·流出河川1地点(R5)

③ 調査項目および測定方法

上層および下層の湖水は、小型ペリスタルティックポンプ (テ クノインターナショナル社、サンプリングチューブ外径 13mm)

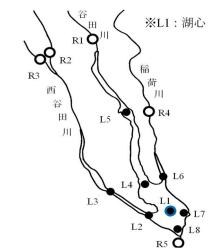


図 1 牛久沼調査地点

で採取した。河川水は、ロープ付きバケツで採水した。調査項目および測定方法は表1に示す。 なお、溶存態の項目(dCOD、DOC、dTN、dTP、各態窒素、りん酸イオン)については、孔径 1.0 μ m のろ紙 (Whatman GF/B, ϕ = 45 mm) を通過したろ水を用いて測定した。また、Chl.a の測定 については、試料水を孔径 1.2 μm のろ紙 (Whatman、GF/C) を用いてろ別し、得られたろ紙を一 昼夜凍結した後エタノールで1日間抽出し、浮遊物質を遠心分離(3000 rpm、10分)して得られ た上澄み液を分析に供した。

表 1	牛久沼における水質測定項目ならびにその測定方法	
-----	-------------------------	--

測定項目		測定方法	使用機器
水深			重りつきメジャー
透明度	湖沼調査法		直径30cm透明度板
水温	JIS K 0102	7.2 水温	ペッテンコーヘル
рН	JIS K 0102	12.1 ガラス電極法	東亜DKK、WM-32EP
電気伝導率(EC)			東亜DKK、WM-32EP
溶存酸素量(DO)	JIS K 0102	32.1 よう素滴定法	
懸濁物質量(SS)	JIS K 0102	14.1 懸濁物質	
化学的酸素要求量(COD、dCOD)	JIS K 0102	17. 100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素消費量(COD _{Mn})	
有機態炭素量(TOC、DOC)	JIS K 0102	22.2 燃燒酸化-紫外線式TOC自動計測法	島津製作所、TOC-L
全窒素(TN、dTN)	JIS K 0170-3	流れ分析法による水質試験方法一第3部:全窒素	ビーエルテック、swAAt
全りん(TP、dTP)	JIS K 0170-4	流れ分析法による水質試験方法一第4部:りん酸イオン及び全りん	ビーエルテック、swAAt
各態窒素 (NO ₃ -N, NO ₂ -N, NH ₄ -N)	JIS K 0170-1, 2	流れ分析法による水質試験方法一第3部:全窒素	ビーエルテック、QuAAtro
りん酸イオン(PO ₄ -P)	JIS K 0170-4	流れ分析法による水質試験方法一第4部:りん酸イオン及び全りん	ビーエルテック、QuAAtro
クロロフィルa(Chl.a)	湖沼調査法	ユネスコ法(エタノール抽出)	島津製作所、UV-2550
イオン状シリカ(Si)	JIS K 0101	44.1.2 モリブデン青吸光光度法	島津製作所、UV-2550

(2) プランクトン調査

① 調査期間:2(1)①と同じ

② 調查地点:湖心(L1)

③ 調査項目:植物プランクトンの個体数ならびに細胞体積及び動物プランクトンの個体数

④ 調査方法:

植物プランクトンについては、上層の湖水を 400 mL 採集し、25 %グルタルアルデヒド溶液を

終濃度約4%になるように加えて試料とした。試料に含まれる植物プランクトンは種レベルまで 同定し、種ごとの細胞数ならびに細胞体積を測定した。その後、細胞数に細胞体積を乗じて各種 の合計細胞体積を算出し、すべての種の合計細胞体積を加算して総細胞体積とした。

動物プランクトンについては、調査地点において小型プランクトンネット(離合社製、5513、目合い 0.1 mm)を用いて湖底直上 0.5 m から湖水面まで鉛直引きし、得られた湖水試料に 25 % グルタルアルデヒド溶液を終濃度が約 4 %になるように加えて試料とした。試料に含まれる動物プランクトンは種レベルまで同定し、種ごとの個体数密度を測定した。

3 調査結果概要

(1) 水質(図2及び図3)

表 1 から表 12 に現地測定及び水質分析結果一覧を示す。以下①から④では、湖内の値として L1-L8 上層の平均値を報告する。

(1) COD

- ・令和3年度における年平均値は、湖内(上層、湖内8地点平均)では $7.0 \,\mathrm{mg/L}$ で、前年度($8.2 \,\mathrm{mg/L}$)より $1.2 \,\mathrm{mg/L}$ 低い値であった。流入河川(流入河川4地点平均)では $3.8 \,\mathrm{mg/L}$ で、前年度($3.8 \,\mathrm{mg/L}$)と同様の値であった。
- ・湖内における経月変化については、7月以降は平均値をやや上回って推移した。
- ・経年変化について、湖内では平成 28 年度以降上昇傾向が続いていたが、令和3年度は低下した。流入河川では平成14年度以降は横ばい、およびやや低下傾向が続いている。

② TN

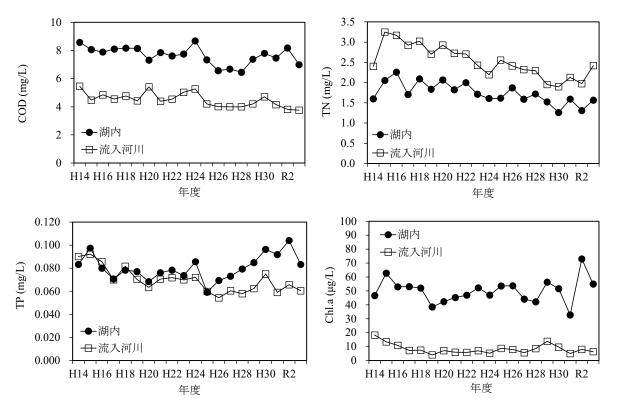
- ・ 令和3年度における年平均値は、湖内では1.6 mg/L で、前年度(1.3 mg/L)より0.3 mg/L 高い値であった。流入河川では2.4 mg/L で、前年度(2.0 mg/L)より0.4 mg/L 高い値となった。
- ・湖内における経月変化については、7月~10月までは平均値をやや上回って推移していたが、 12月と1月には平均値を大きく上回った。
- ・経年変化については、湖内及び流入河川ともに、近年は低下傾向が見られていたが、令和3年 度は上昇に転じた。

③ TP

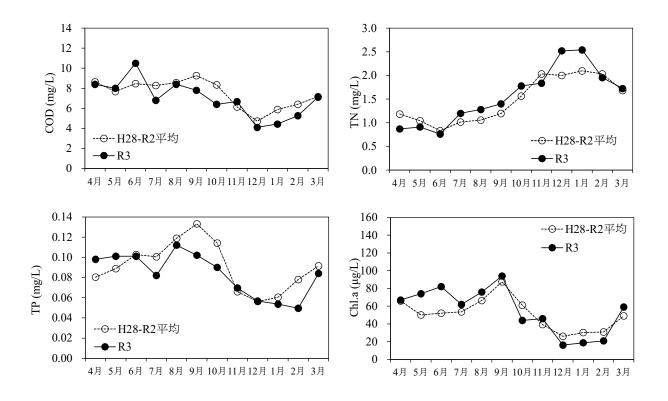
- ・令和 3 年度における年平均値は、湖内では $0.083\,\mathrm{mg/L}$ で、前年度($0.104\,\mathrm{mg/L}$)より $0.021\,\mathrm{mg/L}$ 低い値となり、流入河川では $0.060\,\mathrm{mg/L}$ で、前年度($0.066\,\mathrm{mg/L}$)より $0.006\,\mathrm{mg/L}$ 低い値となった。
- ・湖内における経月変化については、6月以降は平均値を下回って推移した。
- ・経年変化については、湖内と流入河川は平成25年度までは近い値を示していたが、平成26年度以降は開きが見られている。湖内では平成26年度以降は上昇傾向が続いていたが、令和3年度は減少した。

4 Chl.a

- ・令和3年度は、湖内では55 μ g/L で、前年度(73 μ g/L)より18 μ g/L 低い値となり、流入河川では6 μ g/L で、前年度(8 μ g/L)より2 μ g/L 低い値となった。
- ・湖内における経月変化については、4月~9月までは平均値を上回っていたが、10月以降は平均値と同等もしくはやや下回って推移した。
- ・経年変化については、湖内では長期的に見ると横ばい傾向であるが、平成 19 年度以降やや増加傾向がみられ、近年は変動が大きくなっている。流入河川では平成 19 年度まで減少傾向が続いた後は、横ばい傾向が続いている。



湖内上層及び流入河川(全地点平均)における水質の経年変化(年度) 図 2 (a) COD, (b) TN, (c) TP, (d) Chl. a



湖内上層(全地点平均)における水質の経月変化

(2) プランクトン(図4)

- ① 植物プランクトン(体積)
 - ・令和3年度はこれまでと同様に珪藻類が優占する傾向が見られた。藻類全体の細胞体積(月平均)は前年度より低下した。
- ② 動物プランクトン(個体数密度)
 - ・ 令和3年度の優占種はワムシ類で、出現個体数は8月に最も多くなった。

(3)【参考】気象(図5)

気象のデータは、牛久沼近傍のつくば(館野)のアメダスデータを用いた $^{1)}$ 。なお、平年値は 1991 年 2020 年(平成 3 年 2 年)の平均値である。

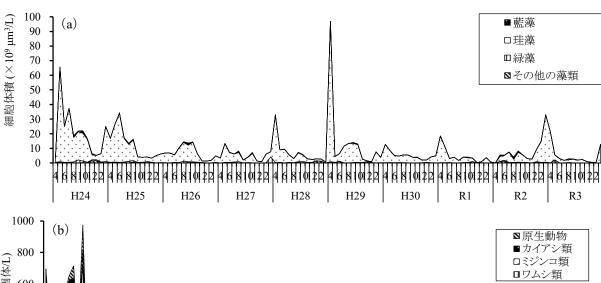
- ① 平均気温
 - ・経年変化については、変動はあるものの上昇傾向にある。令和3年度は前年度より低下した。
 - ・経月変化については、グラフの形状は平年と大きく変わらないものの、平年値と比べ5月に高く、1月及び2月に低い値となった。

② 降水量

- ・令和3年度は1471 mmで、前年度(1334 mm)より138 mm多くなった。
- ・経年変化については、平成26年度以降は低下傾向にあったが、令和元年度以降変動が著しい。
- ・経月変化については、平年値と比べ7月、8月及び12月に多かった。

③ 日照時間

- ・令和3年度は2207時間で、前年度(2024時間)より183時間長くなった。
- ・経年変化については、平成24年度以降低下傾向が続いていたが、令和3年度には上昇した。
- ・経月変化については、平年値と比べ10月から3月にかけて長くなった。



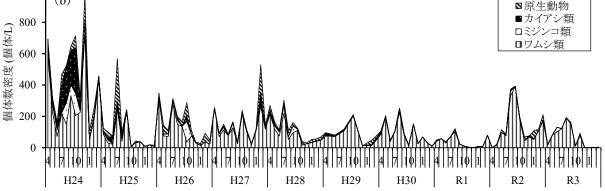
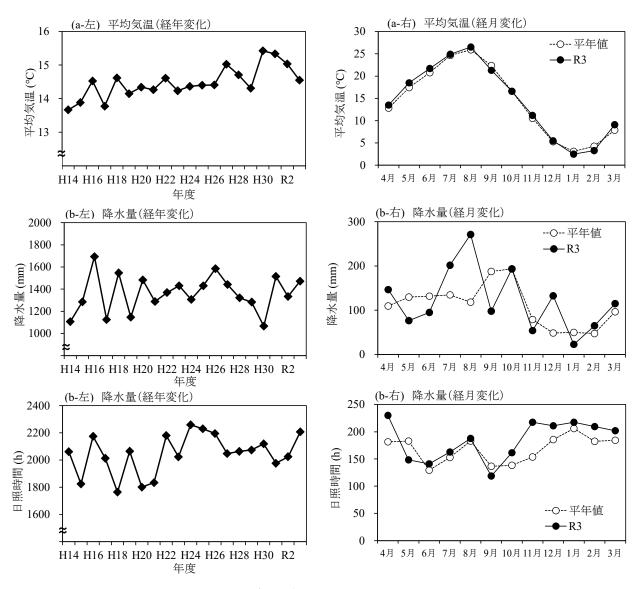


図4 湖心上層におけるプランクトンの変化

(a) 植物プランクトンの細胞体積、(b) 動物プランクトンの個体数(H29 は偶数月のみ計測)



つくば市 (館野) における気象の状況

参考文献

1) 気象庁ホームページ: 気象統計情報 (つくば (館野)), http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/

15.4 °C

河道:

天気: 曇

採水日: 令和3年4月16日

水質調査結果一覧(4月) 表

Si	(mg/L)	0.3	0.3	7.2	7.2	8.1	7.8	0.1	0.1	7.0	8.4	5.4	5.6	0.7		0.4	0.3		Si	(mg/L)	11	6.4	11	8.9	0.3
Chl.a	(µg/L) (43	47	06	69	80	79	71	70	120	82	30	21	99		44	46	•	Chl.a	(µg/L) (4	24	8	2	45
PO ₄ -P	(mg/L)	< 0.001	< 0.001	0.004	0.002	0.004	0.004	0.001	0.001	0.005	0.002	0.003	0.002	0.001		0.001	< 0.001	•	PO ₄ -P	(mg/L)	0.012	0.027	0.025	0.010	0.001
dTP	(mg/L)	0.013	0.012	0.026	0.017	0.020	0.019	0.014	0.013	0.022	0.013	0.013	0.010	0.011		0.011	0.009	•	dTP	(mg/L)	0.020	0.035	0.033	0.018	0.011
TP	(mg/L)	0.071	0.076	0.108	0.089	0.110	0.112	0.100	0.093	0.138	0.119	0.087	0.077	0.093		0.078	0.092	•	TP	(mg/L)	0.055	0.112	0.079	0.031	0.079
NO3-N	(mg/L)	< 0.01	< 0.01	0.22	0.22	0.35	0.35	< 0.01	< 0.01	0.49	0.56	0.62	0.64	< 0.01	-	< 0.01	< 0.01	•	NO3-N	(mg/L)	1.52	1.31	1.95	1.21	< 0.01
NO2-N	(mg/L)	< 0.01	< 0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	< 0.01	-	< 0.01	< 0.01		NO ₂ -N	(mg/L)	0.02	0.03	0.02	0.01	< 0.01
NH4-N	(mg/L)	< 0.01	< 0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	< 0.01	< 0.01	0.01	0.01	0.13	0.14	< 0.01	-	< 0.01	< 0.01		NH4-N	(mg/L)	0.07	0.14	0.06	0.01	< 0.01
NTb	(mg/L)	0.25	0.23	0.53	0.47	0.63	0.64	0.23	0.24	0.73	0.83	96:0	0.95	0.24	-	0.24	0.25		NTb	(mg/L)	1.83	1.58	2.24	1.41	0.25
NT	(mg/L)	0.61	0.58	0.98	0.84	0.94	1.02	0.65	0.63	1.38	1.21	1.17	1.15	0.64	-	0.57	0.58		Z	(mg/L)	1.95	1.86	2.26	1.48	0.55
DOC	(mg/L)	2.8	2.8	2.6	2.5	2.5	2.4	2.7	2.6	2.0	2.0	1.9	1.9	2.7	-	2.7	2.8		DOC	(mg/L)	1.5	2.3	1.7	1.5	2.8
TOC	(mg/L)	5.0	4.7	4.4	4.3	4.1	4.3	5.3	5.1	3.9	3.2	2.5	2.5	4.4	-	5.0	4.8		TOC	(mg/L)	1.9	3.1	2.2	1.8	4.8
QOOP	(mg/L)	4.7	4.5	4.4	4.5	4.0	4.1	4.4	4.4	3.6	3.5	3.6	3.6	4.6	-	4.9	4.9		QCOD	(mg/L)	2.9	4.3	3.3	2.9	4.9
COD	(mg/L)	8.6	8.2	8.8	7.8	8.6	8.5	9.1	9.4	6.8	7.4	5.7	9.6	8.6	-	8.7	9.0		COD	(mg/L)	3.5	5.7	4.7	3.2	8.8
SS	(mg/L)	17	18	18	17	21	24	20	24	22	24	12	14	20	-	18	21		SS	(mg/L)	6	9	11	3	20
DO	(mg/L)	9.7	9.6	10.2	9.6	10.2	8.6	11.3	10.4	12.5	10.1	7.5	7.2	10.1	-	10.4	9.5		DO	(mg/L)	8.7	8.6	10.0	11.3	9.7
EC	(mS/m)	22.0	22.0	23.2	23.3	24.3	24.3	20.8	22.9	23.7	23.8	17.3	14.4	21.1	-	23.0	22.3		EC	(mS/m)	23.8	20.3	25.8	19.1	22.6
Hd	(-)	8.9	8.8	8.4	8.3	8.3	8.3	9.2	9.1	9.6	8.5	7.2	7.2	8.4	-	8.8	8.7		Hd	(-)	7.5	7.5	7.6	7.9	8.8
水温	(°C)	16.5	16.5	17.0	16.7	16.7	16.5	17.2	16.8	17.5	16.9	16.5	16.4	16.5	-	16.5	16.2		水温	(°C)	16.5	17.3	18.9	15.4	16.6
透明度	(m)	0.70		0.70		0.60		0.65		0.55		0.70		0.55		0.70			透視度	(cm)	> 50	47	> 50	> 50	25
水深	(m)	1.8		2.0		2.0		1.7		2.3		1.9		1.6		2.5			大深	(m)	2.3	1.9	9.0	1.4	5.0
時間		9:32		9:44		9:55		10:23		10:39		8:57		60:6		9:24			消量	(m ³ /s)	0.91	0.79	0.07	0.25	3.71
採水層		上層	下層	上層	下層	上層	下層	上層	下層	上層	下層	上層	下層	上層	下層	上層	下層		時間		14:48	14:06	14:23	13:41	12:18
地点名		L1	L1	L2	1.2	L3	Г3	L4	L4	LS	LS	9T	9T	L7	7.7	F8	F8		地点名		R1	R2	R3	R4	R5
種類		湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼		種類		流入河川	流入河川	流入河川	流入河川	流出河川

水質調査結果一覧 (5月) 米-

22.2 °C

河温:

天気: 晴

探水日: 令和3年5月14日

Si	(mg/L)	6.1	5.7	7.2	9.9	7.9	8.1	6.0	6.4	10	10	6.7	8.9	5.8		5.1	4.8		Si	(mg/L)	10	8.4	9.0	11	5.3
Chl.a	(µg/L) (73	09	48	48	109	53	75	63	111	45	42	31	65		29	56		Chl.a	(µg/L) (2	6	4	3	44
PO ₄ -P	(mg/L)	0.002	0.001	0.002	0.001	0.007	0.002	0.002	0.001	0.006	0.003	0.004	0.003	0.001		0.002	0.001		PO ₄ -P	(mg/L)	0.014	0.016	0.016	0.025	0.001
dТР	(mg/L)	0.017	0.015	0.017	0.015	0.027	0.017	0.022	0.018	0.030	0.021	0.021	0.017	0.018		0.019	0.017		dТР	(mg/L)	0.025	0.029	0.029	0.035	0.014
TP	(mg/L)	0.098	0.108	0.076	0.102	0.109	0.125	0.103	0.105	0.132	0.103	0.090	0.089	0.101		0.098	0.097	•	TP	(mg/L)	0.085	0.090	0.080	0.081	0.082
NO ₃ -N	(mg/L)	0.03	0.01	0.12	0.05	0.02	0.07	0.02	0.03	0.34	0.34	0.69	0.64	< 0.01	-	< 0.01	< 0.01		NO3-N	(mg/L)	0.89	0.96	0.89	1.29	0.23
NO ₂ -N	(mg/L)	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	< 0.01	-	< 0.01	< 0.01		NO ₂ -N	(mg/L)	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
NH4-N	(mg/L)	0.03	0.04	0.03	0.05	0.06	0.07	0.02	0.05	0.08	0.13	0.24	0.25	0.02	-	0.02	0.03		NH4-N	(mg/L)	0.12	0.12	0.08	0.04	0.14
NLP	(mg/L)	0.34	0.28	0.43	0.37	0.44	0.42	0.31	0.34	0.74	0.76	1.19	1.14	0.25	-	0.29	0.26		NTb	(mg/L)	1.32	1.34	1.27	1.52	09:0
TN	(mg/L)	08.0	0.79	0.72	0.66	1.01	0.86	0.73	0.59	1.19	1.01	1.44	1.40	0.69	-	0.67	0.69		IN	(mg/L)	1.58	1.57	1.41	1.63	0.90
DOC	(mg/L)	2.7	2.6	2.9	2.8	3.1	2.9	2.8	2.7	3.0	2.6	2.6	2.6	2.6	-	2.7	2.7		DOC	(mg/L)	2.7	2.8	2.8	2.3	2.7
TOC	(mg/L)	4.8	4.8	4.5	4.4	4.9	5.1	5.1	4.5	4.4	3.7	3.7	3.8	5.2	-	4.9	4.3		TOC	(mg/L)	3.3	3.4	3.5	2.7	3.7
dCOD	(mg/L)	4.2	4.1	4.3	4.3	4.8	4.6	4.4	4.3	4.6	4.2	3.9	4.0	3.8	-	4.0	4.2	,	dcoD	(mg/L)	3.9	4.2	4.2	3.4	4.1
COD	(mg/L)	8.2	8.5	7.1	7.6	8.9	9.0	8.6	8.0	8.5	9.9	6.1	6.1	8.3	1	8.5	8.0		COD	(mg/L)	5.1	5.7	6.3	4.5	7.0
SS	(mg/L)	22	27	14	26	16	34	21	27	19	19	14	14	23	1	22	22		SS	(mg/L)	8	6	13	7	11
DO	(mg/L)	8.2	6.4	8.2	6.3	6.6	7.6	8.7	6.2	9.2	9.9	6.3	5.7	8.0	-	8.6	7.9		DO	(mg/L)	8.0	8.2	0.6	9.6	6.5
EC	(mS/m)	21.8	22.0	23.7	23.0	24.5	24.6	22.1	22.2	25.8	26.1	24.1	24.0	21.8	1	22.1	21.7		EC	(mS/m)	28.4	26.2	25.9	26.2	23.8
Hd	•	7.7	7.4	7.4	7.3	8.0	7.5	8.1	7.6	7.4	7.3	7.1	6.9	7.7	1	7.9	7.7		Ηd	•	7.1	6.9	7.1	7.9	7.5
平	(°C)	21.1	20.4	21.4	20.5	21.5	20.6	22.0	20.8	21.7	20.6	21.3	20.5	21.4	1	21.4	20.5		水温	(C)	23.7	23.0	26.8	23.0	22.2
透明度	(m)	09.0		0.75		09:0		09:0		0.55		0.70		09.0		09.0			透視度	(cm)	> 50	> 50	> 50	> 50	49
大業	(m)	1.9		2.0		2.0		1.8		2.4		1.8		1.6		2.5			大業	(m)	2.3	1.9	0.6	1.4	4.0
時間		9:35		9:46		9:56		10:15		8:43		90:6		9:17		9:25			流量	(m ³ /s)	1.50	1.04	0.17	0.42	1.42
地点名 探水層		上層	下層	上層	下層	上層	下層	上層	四四	上層	下層	下層	上層	上層	屋上	上層	四		聖士		13:40	13:00	13:16	12:36	10:59
地点名		L1	L1	L2	L2	L3	L3	L4	L4	L5	L5	9T	9T	L7	L7	F8	L8		地点名		R1	R2	R3	R4	R5
種類		湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼		種類		流入河川	流入河川	流入河川	流入河川	第田河川

23.4 °C

河温:

天気: 曇

探水日: 令和3年6月16日

牛久沼調査 検査結果一覧

水質調査結果一覧(6月) 来2

	L)	6.9	8.7	7.2	7.3	7.6	7.7	8.5	8.4	9.0	9.4	9.6	10	8.9		8.4	8.		C	5.5	4.6	12	11	8.0
Si	(mg/L)	8.															8.	Si	(mg/L)	8.				
Chl.a	(µg/L)	15	69	23	23	46	45	19	09	136	08	181	163	19	-	63	88	Chl.a	$(\mu g/L)$	14	81	12	7	45
PO ₄ -P	(mg/L)	0.002	0.006	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.009	0.013	0.023	0.023	0.002	-	0.007	0.001	PO_4-P	(mg/L)	0.013	0.025	0.017	0.025	0.004
dTP	(mg/L)	0.035	0.037	0.031	0.027	0.026	0.026	0.022	0.021	0.033	0.027	0.058	0.054	0.022		0.017	0.012	dТЬ	(mg/L)	0.024	0.035	0.026	0.028	0.018
TP	(mg/L)	0.095	0.068	0.086	0.076	0.095	0.077	0.089	0.076	0.127	0.134	0.165	0.173	0.075		0.072	0.085	TP	(mg/L)	0.071	0.126	0.072	0.051	0.066
NO ₃ -N	(mg/L)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01		< 0.01	< 0.01	No3-N	(mg/L)	0.70	0.83	1.03	0.55	< 0.01
NO ₂ -N	(mg/L)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01		< 0.01	< 0.01	NO2-N	(mg/L)	0.02	0.02	0.01	< 0.01	< 0.01
NH4-N	(mg/L)	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	90.0	0.03	0.04	0.02	•	0.03	0.02	NH4-N	(mg/L)	0.12	0.37	0.08	0.04	0.02
dTN N	(mg/L)	0.29	0.27	0.35	0.38	0.31	0.31	0.28	0.28	0.39	0.38	0.43	0.45	0.30		0.27	0.27	NTb	(mg/L) (1.22	1.58	1.45	0.88	0.32
NT	(mg/L)	0.62	0.58	0.62	0.65	0.61	0.62	0.67	0.71	1.03	0.85	1.24	1.21	99.0		0.64	0.77	NL	(mg/L)	1.35	1.81	1.63	0.99	0.63
DOC	(mg/L)	3.4	3.4	3.8	3.9	4.0	3.9	3.6	3.5	4.3	4.2	4.4	4.4	3.4		3.4	3.4	DOC	(mg/L)	3.1	3.0	2.5	2.7	3.5
TOC	(mg/L)	5.9	5.8	5.7	5.5	5.7	5.5	6.7	6.5	7.4	6.2	8.9	8.5	5.7	-	5.5	5.2	TOC	(mg/L)	3.6	3.6	3.2	2.9	5.0
dcod	(mg/L)	4.9	5.0	5.5	5.7	5.5	5.7	5.3	5.2	6.2	6.3	6.9	6.8	5.4	-	5.3	5.3	doop	(mg/L)	5.1	5.1	4.5	4.4	5.7
COD	(mg/L)	9.6	10.0	8.6	9.8	9.6	6.6	10.9	10.9	11.5	11.0	13.3	13.1	8.6	-	9.8	10.1	COD	(mg/L)	6.4	7.9	6.7	4.9	9.3
SS	(mg/L)	26	30	24	25	20	24	29	28	29	37	29	32	25	-	26	38	SS	(mg/L)	15	32	24	4	14
DO	(mg/L)	7.0	6.9	8.9	6.7	7.5	7.2	7.9	7.4	8.2	9.9	9.6	9.3	7.0		6.1	4.0	DO	(mg/L)	7.7	6.7	8.3	8.4	8.9
EC	(mS/m)	24.6	24.3	26.6	26.3	25.4	25.5	24.6	24.6	27.1	26.2	24.7	24.4	39.6		31.4	24.7	EC	(mS/m)	22.3	34.1	28.0	27.1	31.3
Hd	(-)	7.7	7.7	7.6	7.6	7.7	7.7	8.1	8.1	7.6	7.6	7.7	7.8	7.8	-	7.8	7.5	$^{\mathrm{Hd}}$	(-)	7.5	7.1	7.5	7.8	8.3
当	(°C)	26.0	26.0	26.5	26.7	26.3	26.4	26.4	26.5	27.5	26.8	26.5	26.5	26.2	-	25.6	25.1	水温	(°C)	23.4	24.0	23.8	24.3	27.0
透明度	(m)	0.40		0.50		0.50		0.40		0.40		0.50		0.40		0.40		透視度	(cm)	26	18	43	> 50	37
关	(m)	2.0		2.0		2.2		1.7		2.4		1.9		1.5		2.6		水深	(m)	2.3	2.0	0.6	1.4	4.0
時間		10:42		10:53		11:05		11:24		9:48		10:10		10:24		10:33		流量	(m ³ /s)	1.32	1.74	0.14	0.25	0.97
探水層		上層	上層	屋田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田田	下層	上層	下層	上層	下層	上層	量上	上層	下層	上層	下層	上層	下層	計量		14:58	14:09	14:34	13:50	12:10
地点名		L1	L1	L2	L2	L3	L3	L4	L4	L5	LS	9T	P7	L7	L7	L8	L8	地点名		R1	R2	R3	R4	R5
種類		湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	種類		流入河川	流入河川	流入河川	流入河川	流出河川

水質調査結果一覧 (7月) 表3

25.8 °C

河福:

呲 天氣:

探水日: 令和3年7月14日

1		(T)	6.5	6.2	6.2	6.2	9.9	9.9	8.5	8.5	9.1	9.0	9.9	5.8	6.7		6.4	6.5	ſ		T)	11	8.1	10	9.6	6.4
12 12 13 14 15 15 15 15 15 15 15																										
12 12 12 13 13 14 15 15 15 15 15 15 15	<u> </u>																			Chl.a						
12 12 12 13 13 14 15 15 15 15 15 15 15	PO ₄ -P	(mg/L)	0.001	0.001	0.003	0.001			0.001	0.004	0.001	0.003		0.005		-		V .		PO ₄ -P	(mg/L)	0.015		0.014	0.020	< 0.001
11 1 1 1 1 1 1 1 1	dTP	(mg/L)	0.012	0.011	0.017	0.011	0.016	0.014	0.010	0.009	0.011	0.009	0.010	0.014	0.014	-	0.014	0.00		dTP	(mg/L)	0.023	0.020	0.020	0.025	0.011
# 総合名 (報本層 時間 本語 法則 本語 25 100 10	TP	(mg/L)	0.105	0.108	0.079	0.095	0.086	0.085	0.080	0.106	0.077	0.103	0.064	0.090	0.083		0.082	0.103		TP		0.073	0.076	0.088	0.054	0.094
1	NO3-N		0.54	0.59	0.79	0.81	1.03	1.03	0.70	0.70	1.04	1.09	99.0	0.74	0.43		0.63	0.76	•	NO3-N	(mg/L)	1.57	1.56	2.09	1.35	0.64
11 1 1 1 1 1 1 1 1	NO2-N		0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01		0.02	0.02	•		(mg/L)	0.01	0.02	0.01	< 0.01	0.02
11 12 12 13 14 15 14 15 15 15 15 15	H4-N		0.05	0.03	0.03	0.05	0.02	0.03	0.04	0.05	0.02	0.05	0.02	0.08	0.02	-	0.04	0.04	-		mg/L) (0.04	0.06	0.07	0.03	0.03
11 14 14 15 15 15 15 15			0.72	0.77	1.04	1.00	1.23	1.20	0.89	0.90	1.18	1.28	0.81	0.95	0.61	-	0.84	0.89	•		mg/L) (1.63	1.67	2.28	1.39	0.81
## 施売名 採水層 時間 水纜 透明度 水温 日日 日 日 日 日 日 日 日 日	NT		1.24	1.19	1.28	1.19	1.53	1.33	1.18	1.29	1.35	1.40	0.93	1.05	0.87	-	1.19	1.22	•	Z	mg/L)	1.75	1.79	2.43	1.47	1.15
11 11 12 12 13 14 15 15 15 15 15 15 15	DOC		2.1	2.1	2.4	2.3	2.3	2.3	2.1	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.6	-	2.3	2.2	•	DOC	(mg/L)	1.8	2.2	1.9	1.8	2.3
11 1429 株本 株本 株本 株本 株本 大本 日本 日本 日本 日本 日本 日本 日	TOC		4.2	4.2	3.8	3.6	3.3	3.2	3.9	4.3	3.1	2.8	2.9	2.7	4.1		4.3	3.5	•	TOC	(mg/L)	2.1	2.7	2.4	2.0	3.8
11 11 12 11 12 12 13 14 15 15 15 15 15 15 15	dcod		3.3	3.3	3.8	3.8	3.6	3.6	3.3	3.2	3.3	3.1	3.5	3.5	4.3		3.8	3.6	-	dcop	(mg/L)	2.9	3.7	3.3	3.1	3.9
11 11 12 12 13 14 15 15 15 15 15 15 15	_		7.5	8.1	6.9	7.3	6.5	9.9	7.2	8.6	5.8	6.1	5.5	5.4	7.5		7.6	8.3	-		(mg/L)	3.7	4.8	5.2	3.6	7.7
(m) (m) (で) (一) (mS/m) (mg/L) (元) (mS/m) (mg/L) (元) (元) (元) (元) (元) (元) (元) (元) (元) (元	SS		30	35	15	27	15	17	24	35	15	29	11	17	16		20	50	-	SS	(mg/L)	16	13	21	9	27
類 地点名 探水層 時間 水深 透明度 水温 PH EC L1 上層 10.24 1.8 0.50 26.7 7.6 16.7 L1 上層 10.24 1.8 0.50 26.7 7.6 16.7 L1 下層 10.24 1.8 0.50 26.7 7.6 18.0 L2 上層 10.33 1.8 0.70 26.3 7.5 17.9 L2 上層 10.45 2.0 0.70 26.3 7.5 18.6 L3 上層 11.03 1.6 0.50 27.3 7.5 19.8 L4 上層 11.21 2.2 0.60 26.4 7.7 10.6 L5 上層 11.21 2.2 0.60 26.4 7.7 10.6 L6 上層 11.21 2.2 0.60 26.4 7.7 10.6 L5 下層 10.44 0.55 26.0 7.7 <td< td=""><td>DO</td><td>_</td><td>7.6</td><td>7.4</td><td>9.3</td><td>7.8</td><td>7.8</td><td>7.5</td><td>7.9</td><td>7.2</td><td>9.3</td><td>7.6</td><td>8.6</td><td>6.0</td><td>6.9</td><td></td><td>9.3</td><td>7.6</td><td>•</td><td>DO</td><td></td><td>7.8</td><td>8.3</td><td>7.7</td><td>9.0</td><td>9.1</td></td<>	DO	_	7.6	7.4	9.3	7.8	7.8	7.5	7.9	7.2	9.3	7.6	8.6	6.0	6.9		9.3	7.6	•	DO		7.8	8.3	7.7	9.0	9.1
類 地点名 探水層 時間 水深 透明度 水温 PH L1 上層 10:24 1.8 0.50 26.7 7.6 L1 上層 10:24 1.8 0.50 26.7 7.6 L1 下層 10:33 1.8 0.70 26.3 7.5 L2 上層 10:45 2.0 0.70 26.3 7.5 L3 下層 11:03 1.6 0.50 27.1 7.3 L4 下層 11:01 2.2 0.60 26.4 7.7 L6 上層 10:04 1.4 0.55 26.5 7.2 L7 下層 10:04 1.4 0.55 26.5 7.2 前川 R1 <td>EC</td> <td>n)</td> <td></td> <td>17.1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>•</td> <td>EC</td> <td>(u</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>20.7</td> <td>18.6</td>	EC	n)											17.1						•	EC	(u				20.7	18.6
頃 地点名 探水層 時間 水深 透り度 水温 L1 上層 10:24 1.8 0.50 26 L1 上層 10:24 1.8 0.50 26 L1 上層 10:33 1.8 0.70 26 L2 上層 10:45 2.0 0.70 26 L3 下層 11:03 1.6 0.50 27 L4 下層 11:01 2.2 0.60 26 L5 上層 11:01 2.2 0.60 25 L6 上層 11:01 2.2 0.60 25 L6 上層 10:04 1.4 0.55 26 L7 上層 10:04 1.4 0.55 26 L7 上層 10:12 2.3 0.50 27 L8 上層 10:12 2.3 0.50 27 同川 R1 R2 市局 1.70 2.3 34 25	Hd		7.6	7.6	7.6	7.5	7.3	7.3	7.5	7.6	7.7	7.7	7.4	7.3	7.2	-	7.6	7.7	•	hф		7.5	7.4	7.3	7.6	8.0
類 地点名 探水層 時間 水深 L1 上層 10:24 1.8 L1 上層 10:24 1.8 L2 上層 10:33 1.8 L2 上層 10:45 2.0 L3 下層 11:03 1.6 L4 下層 11:21 2.2 L5 下層 11:01 1.4 L6 上層 10:04 1.4 L7 上層 10:12 2.3 L7 下層 (m³/s) (m) 同川 R1 14:29 1.70 2.3 阿川 R2 13:44 1.63 2.0 阿川 R3 14:03 0.18 0.6 阿川 R4 13:18 0.55 1.4 同川 R5 12:04 - -	水温	(°C)	26.7	26.6	26.5	26.3	26.1	25.8	27.3	27.1	26.4	25.4	25.8	24.9	26.6	-	27.0	26.5	-	が	(C)	25.5	26.3	27.0	25.6	27.0
類 地点名 探水層 時間 水深 L1 上層 10:24 1.8 L1 上層 10:24 1.8 L2 上層 10:33 1.8 L2 上層 10:45 2.0 L3 下層 11:03 1.6 L4 下層 11:21 2.2 L5 下層 11:01 1.4 L6 上層 10:04 1.4 L7 上層 10:12 2.3 L7 下層 (m³/s) (m) 同川 R1 14:29 1.70 2.3 阿川 R2 13:44 1.63 2.0 阿川 R3 14:03 0.18 0.6 阿川 R4 13:18 0.55 1.4 同川 R5 12:04 - -	秀明度	(m)	0.50		0.70		0.70		0.50		09.0		0.80		0.55	•	0.50		•	秀視度	(cm)	34	40	36		21
類 地点名 探水層 L1 上層 L2 上層 L2 上層 L3 上層 L4 下層 L5 上層 L6 上層 L7 上層 L7 上層 L7 下層 L8 上層 L8 上層 四川 R1 14:29 阿川 R2 13:44 阿川 R4 13:18 阿川 R5 12:04 四川 R5 12:04		(m)	1.8		1.8		2.0		1.6		2.2		1.7		1.4		2.3		-		(m)	2.3	2.0	0.6	1.4	
類 地点名 探水層 L1 上層 L1 上層 L2 上層 L3 下層 L4 下層 L5 下層 L6 下層 L7 上層 L7 上層 L7 上層 L7 上層 L7 下層 M1 L8 上層 L8 上層 L8 上層 M2 上層 M3 H4:03 M3 M3:18 M3 M4:03 M4 M3:18 M4 M3:18 M4 M3:18	-		10:24		10:33		10:45		11:03		11:21		9:49		10:04		10:12			浜	(m ³ /s)	1.70	1.63	0.18	0.55	
	探水層		上層	圖上	上層	上層	上層	下層	上層	下層	上層	下層	上層	圖上	上層	上層	上層	严		雪金		14:29	13:44	14:03	13:18	12:04 -
	地点名					,					·									附点名		R1	82	33	84	85
			湖沼 I	湖沼	湖沼 I	湖沼 I	湖沼 I	湖沼	}			流入河川	流入河川	流入河川	流入河川	流出河川										

気温: 31.1°C

天気: 晴

探水日: 令和3年8月27日

水質調査結果一覧(8月) 表4

Si	3/L)	7.0	7.1	8.5	8.7	8.9	8.5	7.7	7.9	8.8	8.7	10	10	7.9		6.9	7.0		Si	(mg/L)	12	10	11	12	7.0
	.) (mg/L)	93	98	74	53	06	62	81	98	98	28	52	29	62		89	78	-			3	17	4	3	85
Chl.a	$(\mu g/L)$																		Chl.a	$(\mu g/L)$					
PO ₄ -P	(mg/L)	0.002	0.002	0.003	0.002	0.005	0.004	0.002	0.002	0.004	0.003	0.004	0.005	0.002		0.002	0.002		PO ₄ -P	(mg/L)	0.017	0.022	0.018	0.023	0.002
dTP	(mg/L)	0.015	0.014	0.016	0.013	0.019	0.015	0.015	0.014	0.018	0.012	0.014	0.016	0.013		0.015	0.012		dTP	(mg/L)	0.023	0.026	0.022	0.024	0.012
TP	(mg/L)	0.103	0.108	0.098	0.102	0.113	0.113	0.100	0.103	0.124	0.105	0.108	0.119	0.141		0.105	0.108		TP	(mg/L)	0.051	0.091	0.055	0.035	0.106
NO3-N	(mg/L)	0.21	0.31	0.74	0.79	0.76	0.80	0.30	0.32	0.88	0.94	0.94	0.97	0.34		0.17	0.21	Ī	NO3-N	(mg/L)	1.35	1.50	2.03	1.48	0.18
NO2-N	(mg/L)	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01		0.01	0.01		NO ₂ -N	(mg/L)	< 0.01	0.01	0.01	< 0.01	0.01
NH4-N NO ₂ -N NO ₃ -N	(mg/L)	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		0.01	0.02	ŀ	NH4-N	(mg/L)	0.02	0.07	0.04	0.02	0.02
dTN 1	(mg/L)	0.47	0.56	0.91	0.94	0.88	0.89	0.47	0.49	0.93	0.99	1.06	1.09	0.57	,	0.41	0.43	-	dTN 1	(mg/L)	1.39	1.65	2.17	1.51	0.42
TN	(mg/L)	1.09	1.16	1.46	1.47	1.60	1.54	1.12	1.14	1.74	1.42	1.29	1.31	1.02	'	0.90	0.87	-	Z	(mg/L)	1.56	1.77	2.27	1.56	0.83
DOC	(mg/L)	2.5	2.5	2.3	2.3	2.4	2.3	2.6	2.5	2.1	2.0	2.0	2.0	2.4	1	2.6	2.5		DOC	(mg/L)	1.8	1.9	1.8	1.6	2.5
TOC	(mg/L)	4.9	4.9	4.5	4.1	4.4	4.5	5.2	5.0	4.4	3.6	2.7	2.8	5.1		5.0	4.5		TOC	(mg/L)	2.0	2.4	2.1	1.6	4.1
QCOD	(mg/L)	4.0	4.0	3.8	3.7	3.5	3.6	4.1	3.9	3.4	3.3	3.5	3.3	4.0		4.2	4.2		dcod	(mg/L)	3.0	3.3	3.2	2.5	4.2
COD	(mg/L)	8.7	8.7	8.0	7.5	8.4	8.1	9.1	9.2	7.9	8.8	6.0	6.9	10.1		9.2	8.6		COD	(mg/L)	3.3	5.0	4.2	2.9	9.0
SS	(mg/L)	28	29	19	23	20	24	22	27	18	23	14	28	45	,	29	29		SS	(mg/L)	9	16	10	3	31
DO	(mg/L)	9.4	10.2	11.5	6.6	12.6	11.9	11.3	10.1	11.7	10.1	9.0	8.4	7.9		10.1	7.6		DO	(mg/L)	9.0	8.0	7.6	9.2	8.7
EC	(mS/m)	20.7	19.8	23.0	22.5	25.0	22.9	25.4	20.6	24.3	23.0	32.5	24.6	23.0		20.8	18.8		EC	(mS/m)	25.6	25.0	26.2	24.8	19.1
Hd	(-)	9.0	8.9	8.9	8.7	9.0	8.9	8.9	9.0	8.8	8.5	7.5	7.6	8.3	'	8.8	8.7		Hd	(-)	7.4	7.5	7.7	7.7	8.6
予韻	(C)	31.0	30.9	31.5	30.8	31.2	30.4	32.0	31.5	31.6	30.7	30.8	30.0	30.5	'	31.3	30.5		予証	(C)	30.3	30.4	30.1	28.3	31.5
透明度	(m)	0.45		0.50		0.50		0.45		0.55		0.70		0.40	1	0.45		ŀ	透視度	(cm)	> 50	38	> 50	> 50	21
大浴	(m)	1.6		1.5		1.7		1.4		1.9		1.5		1.2		2.1			光	(m)	2.0	1.1	0.6	1.0	
皇報		10:08		10:18		10:30		10:47		11:04		9:56		9:50		9:58		ļ	消量	(m ³ /s)	1.39	1.30	0.25	0.37	
探水層		上層	下層	日屋	上層	上層	下層	上層	下層	上層	下層	上層	上層	上層	屋上	上層	上層		聖士		14:28	13:38	13:59	13:10	11:45
地点名 探水層		L1	L1	L2	. T	L3	Г3	L4	. r	L5	. T2	- 7	. 9T		. L7		. 8T		地点名		R1	R2	R3	R4	R5
種類		湖沼	湖沼]	湖沼	湖沼]	湖沼]	湖沼	湖沼]	湖沼	湖沼	湖沼]	湖沼	湖沼	湖沼]	湖沼	湖沼	湖沼	ļ	種類		流入河川	流入河川	流入河川	流入河川 R4	流出河川 R5

水質調査結果一覧 (9月) Ŋ 表

23.6 °C

気温:

天気: 晴

探水日: 令和3年9月14日

	(L)	7.8	7.8	9.5	9.3	10	10	7.9	7.8	11	11	12	12	8.3		7.0	7.8	ſ		(L)	13	12	13	15	7 7
Si) (mg/L)			92	74	29	69			2	72	44	30		1				Si) (mg/L)	2	9	8	3	
Chl.a	(µg/L)	114	119					103	104	102				127	-	119	103		Chl.a	(µg/L)					115
PO ₄ -P	(mg/L)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	-	0.001	0.001		PO ₄ -P	(mg/L)	0.017	0.027	0.017	0.018	0.001
dТР	(mg/L)	0.018	0.017	0.015	0.016	0.016	0.014	0.017	0.018	0.016	0.011	0.012	0.012	0.017		0.018	0.017		dTP	(mg/L)	0.022	0.032	0.022	0.024	0.019
TP	(mg/L)	0.118	0.129	0.097	0.102	0.083	0.097	0.108	0.116	0.103	0.092	0.073	0.073	0.127		0.109	0.125	=	TP	(mg/L)	0.044	0.078	0.047	0.045	0.119
N-£O	(mg/L) (0.09	0.10	1.07	1.07	1.75	1.77	0.21	0.18	1.35	1.40	1.36	1.38	0.12	-	0.14	0.14	=	NO ₃ -N	(mg/L)	2.03	2.85	3.33	1.72	0.15
NH4-N NO ₂ -N NO ₃ -N	(mg/L)	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	< 0.01	-	0.01	0.01	=	NO ₂ -N	(mg/L) (0.01	0.03	0.01	0.01	0.01
H ₄ -N	(mg/L) (r	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	90.0	0.09	0.01	1	0.02	0.03	-	NH4-N	(mg/L) (r	0.04	0.11	0.03	0.02	0.04
	(mg/L) (n	0.38	0.37	1.30	1.29	.90	1.84	0.46	0.47	1.54	1.49	1.53	1.53	0.38	1	0.39	0.45	-	NTb	(mg/L) (n	2.14	3.13	3.72	1.78	0.43
NTb	(mg					4 1									-				Tb	(mg	.35 2	.27 3			
IN	(mg/L)	0.99	1.02	1.63	1.64	2.14	2.11	0.82	0.99	1.93	1.76	1.69	1.78	1.01	-	0.97	1.03	-	T	(mg/L)	2.	3.	3.84	1.92	0.92
DOC	(mg/L)	2.7	2.7	2.4	2.3	2.0	2.0	2.6	2.7	1.8	1.7	1.7	1.6	2.7	-	2.8	2.7		DOC	(mg/L)	1.2	1.4	1.4	1.2	2.7
TOC	(mg/L)	5.3	5.5	4.5	4.3	3.9	4.0	5.2	5.0	3.6	3.1	2.3	2.1	5.4	-	5.3	5.1		TOC	(mg/L)	1.3	1.7	1.9	1.3	4.4
doop	(mg/L)	4.1	4.2	3.8	3.9	3.3	3.4	4.4	4.5	3.1	2.8	2.9	2.8	3.9		4.1	3.9		dcod	(mg/L)	1.8	2.2	2.1	1.8	4.2
COD	(mg/L)	6.6	8.6	7.8	8.0	9.9	7.1	9.0	9.3	6.5	5.4	4.6	4.5	7.9	•	9.7	10.2	-	СОД	(mg/L)	2.6	3.9	3.1	2.7	9.2
SS	(mg/L)	35	40	24	25	17	25	28	29	17	19	12	13	38	•	28	38	-	SS	(mg/L)	9	12	6	9	33
DO	(mg/L)	9.2	9.5	9.6	9.6	11.0	10.1	10.7	10.4	11.7	9.7	7.1	7.6	10.1	1	10.2	8.7	-	DO	(mg/L)	6.6	7.8	9.3	9.2	9.4
EC) (m/Sm)	20.4	20.4	24.1	24.3	26.1	26.2	20.9	20.7	25.3	25.6	24.8	24.1	20.7	1	20.7	20.7	=	EC	(mS/m)	28.1	29.1	28.4	26.8	21.1
Hd	(r)	9.0	0.6	8.9	8.8	8.7	8.6	9.0	9.1	8.9	8.6	7.5	7.5	8.4	-	0.6	9.0	-	hd	(-)	7.9	7.9	7.7	8.2	8.8
水温	(C)	25.5	25.4	25.7	25.5	25.5	25.5	26.5	26.0	26.6	26.0	25.6	25.4	25.2	1	25.6	25.5	=	平頭	(C)	23.5	24.5	23.3	23.0	25.5
透明度	(m)	0.30		0.45		0.55		0.35		0.45		0.65		0.30	1	0.40		-	透視度	(cm)	> 50	> 50	> 50	> 50	17
水深)選	(m)	1.5		1.4		2.3		1.3		1.9		1.5		1.2		2.2		-	水深	(m)	1.9	9.0	1.0	1.1	
時間 力		10:17		10:30		10:38		11:00		11:20		9:43		9:57		10:07	=	-	流量力	(m ³ /s) (1.22	0.43	0.32	0.30	1
		上層	上層	上層	下層	層	下層	上層	上層	下層	下層	上層	屋	上層	下層	上層	圏上	-	時間	(I	15:10	14:09	14:28	13:32	12:02
地点名 探水層		겍	1	긔	1	긔	۲	긔	1	겍	<u></u>	긔	۴	긔	۲	긔	<u>⊬</u>	-		_	1]	_
地点		L1	L1	L2	L2	L3	Г3	L4	L4	LS	LS	9T	9T	L7	L7	L8	L8	-	地点名		R1	II R2	R3	R4	R5
種類		湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	朔沼		種類		流入河川	流入河川	流入河川	流入河川	流出河川									

12.7 °C

河道:

天気: 曇

採水日: 令和3年10月19日

水質調査結果一覧(10月) 表6

Si	(mg/L)	7.5	7.5	9.8	6.6	8.6	8.6	8.5	8.4	7.9	7.9	6.9	7.3	6.8		8.6	8.6		Si	(mg/L)	13	11	11	13	7.9
Chl.a	(µg/L)	62	99	32	31	25	25	73	71	11	10	3	5	81		62	61	-	Chl.a	(µg/L)	1	2	2	1	71
PO ₄ -P	(mg/L)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.004	0.002	0.002	0.014	0.014	0.014	0.015	0.002	-	0.002	0.002		PO ₄ -P	(mg/L)	0.011	0.021	0.031	0.014	0.002
dTP	(mg/L)	0.012	0.012	0.010	0.011	0.013	0.013	0.012	0.012	0.023	0.022	0.021	0.023	0.012		0.011	0.011		dTP	(mg/L)	0.014	0.023	0.032	0.018	0.011
TP	(mg/L)	0.101	0.102	0.061	0.068	0.076	0.085	0.091	0.092	0.100	0.110	0.078	0.103	0.110		0.101	0.108		TP	(mg/L)	0.029	0.097	0.061	0.034	0.112
NO3-N	(mg/L)	0.77	0.77	2.18	2.32	2.29	2.21	0.89	0.88	1.29	1.29	0.93	0.99	0.55	-	1.20	1.23		NO ₃ -N	(mg/L)	2.43	3.12	3.86	1.88	1.01
NH ₄ -N NO ₂ -N NO ₃ -N	(mg/L)	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	-	0.03	0.03		NO ₂ -N	(mg/L)	0.01	0.02	0.01	< 0.01	0.03
NH4-N	(mg/L)	0.06	0.07	0.09	0.09	0.12	0.12	0.05	0.05	0.16	0.17	0.16	0.06	0.04	-	0.01	0.06		NH4-N	(mg/L)	0.05	0.09	0.04	0.02	0.05
NTb	(mg/L)	0.97	1.01	2.41	2.46	2.50	2.47	1.11	1.07	1.58	1.58	1.11	1.07	0.68	-	1.25	1.39		dТN	(mg/L)	2.50	3.23	4.60	1.95	1.20
IN	(mg/L)	1.39	1.43	2.61	2.57	2.61	2.79	1.48	1.50	1.73	1.59	1.33	1.32	1.26	-	1.80	1.88		IN	(mg/L)	2.74	3.46	4.63	1.95	1.38
DOC	(mg/L)	2.0	2.0	1.7	1.7	1.8	1.8	2.0	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	2.2	-	1.9	1.9		DOC	(mg/L)	1.2	1.4	1.1	1.2	2.0
TOC	(mg/L)	3.5	3.5	5.6	2.8	2.7	2.7	3.8	3.8	2.6	2.6	2.3	2.3	3.6	-	3.5	3.6		TOC	(mg/L)	1.3	1.7	1.3	1.3	3.2
ОООР	(mg/L)	3.0	3.2	5.6	2.8	3.0	2.9	3.2	3.1	3.2	3.2	3.4	3.5	4.0	-	3.5	3.5		doop	(mg/L)	2.2	2.4	2.2	2.2	3.6
COD	(mg/L)	7.8	7.8	5.0	5.3	5.3	5.9	7.5	7.7	5.4	5.7	4.7	5.6	8.2	-	7.3	7.8		COD	(mg/L)	2.4	3.6	2.4	2.4	7.7
SS	(mg/L)	29	29	11	16	17	20	23	23	20	23	13	25	29	-	27	32		SS	(mg/L)	4	27	6	5	32
DO	(mg/L)	8.0	8.2	7.5	7.7	7.8	7.9	8.9	8.5	6.7	6.4	6.9	6.8	8.5	-	8.4	8.1		DO	(mg/L)	8.6	8.6	8.6	8.6	8.8
EC	(mS/m)	19.7	19.4	24.3	24.8	24.6	24.3	22.9	22.7	17.1	16.7	24.0	14.5	18.6	-	22.0	22.1		EC	(mS/m)	27.6	28.1	28.4	24.9	22.6
Hd	(-)	7.6	9.7	5.7	7.4	7.3	7.4	7.4	7.5	7.7	7.5	7.3	7.2	7.0	-	7.5	7.5		$^{\mathrm{hd}}$	-	7.2	7.3	7.2	7.5	1.7
水温	(C)	16.5	16.7	17.2	17.4	16.5	16.6	16.8	17.0	15.7	16.5	16.5	16.3	16.6	-	16.5	16.8		水温	(C)	16.5	17.1	16.8	16.6	16.3
透明度	(m)	0.35		9.75		0.70		0.45		0.40		09.0		0.40		0.45			透視度	(cm)	> 50	22	> 50	> 50	19
大彩	(m)	1.6		1.6		1.7		1.3		2.0		1.4		1.1		2.2			光	(m)	2.0	1.0	0.7	1.0	-
時間		10:20		10:32		10:45		11:00		11:20		9:47		10:00		10:10			流量	(m ³ /s)	1.89	1.28	0.19	0.52	
地点名 探水層		上層	下層	上層	下層	上層	屋上		時間		14:30	13:50	14:10	13:10	12:02										
地点名		L1	L1	L2	L2	L3	Г3	L4	L4	L5	L5	9T	9T	L7	L7	L8	L8		地点名		R1	R2	R3	R4	R5
種類		湖沼	湖沼	湖沼	湖沼		種類		流入河川	流入河川	流入河川	流入河川	流出河川												

0.036 0.013

0.036 0.031

> 0.068 0.028

0.01

3.96 2.03 1.46

1.1

0.017

1.99

0.03

96.

1.0

2.1

20

8.7

15.3

27.4 23.4

8.1

15.0

0.29

R4 **R**5

第入河川 新田河川

35.5

7.7

17.5

0.5

14:20

R3

0.01

0.030

0.091

3.60 4.04

0.02

3.55 3.86

3.71

1.1

2.2 2.2

2.9 1.8

14

29.6

7.6

16.2 15.2

> 0.79 0.13

14:00

R2

 \mathbb{R}^{1}

流入河) 流入河) 流入河)

10.6 9.3

28.

50 23 50 50

2.1

0.08 0.17 0.07

0.016

6.6 7.2

 S_1

皿 킦 水質調査結果 \sim 表

(mg/L) mg/L) (µg/L) 35 34 62 47 25 58 9 67 Chl.a (mg/L) 0.002 (mg/L) 0.004 0.002 0.003 0.0030.004 0.001 PO_{4} -P (mg/L) 0.012 0.013 0.00 0.013 0.013 0.013 0.00 0.00 0.00 0.00 0.007 0.010 (mg/L) 0.01 0.01 dTP 0.050 0.049 0.072 0.069 0.054 0.064 0.096 0.095 0.094 0.094 0.061 085 (mg/L) (mg/L) 2.12 NO₃-N (mg/L) 1.68 1.97 (mg/L) 1.62 2.34 1.67 0.91 1.71 NO₂-N 0.02 0.02 0.02 NO₂-N (mg/L) (mg/L) 0.02 0.02 0.02 0.01 0.01 0.01 NH4-N (mg/L) (mg/L) 0.02 0.02 0.02 0.02 0.06 0.06 0.02 0.13 0.06 0.01 0.01 0.14 0.01 1.75 1.75 1.12 1.57 2.33 1.05 2.08 (mg/L) 1.02 1.67 1.94 1.07 mg/L) ATb1.01 NTb 1.55 2.13 2.09 2.45 2.40 1.50 1.58 mg/L) 1.61 1.61 1.96 2.51 1.44 1.85 1.86 1.61 (mg/L) Ľ Ľ (mg/L) 2.0 1.9 1.7 1.5 2.0 1.3 (mg/L) 2.1 (mg/L) 3.2 2.7 2.5 2.2 (mg/L) 4.1 (mg/L) (mg/L) 3.2 3.4 3.3 2.2 2.8 3.8 doop 3.2 3.2 2.7 2.7 2.3 2.5 3.7 (mg/L) 6.9 7.5 (mg/L) 9.1 6.1 4.1 COD (mg/L) 18 27 \Box 12 12 18 17 18 12 11 6 28 21 24 28 (mg/L) SS SS (mg/L) 10.9 12.2 10.9 (mg/L) 12.0 9.2 DO 00 25.6 26.5 33.0 26.6 22.2 25.2 mS/m) mS/m) 26.1 22. 22. 22. 22. 22. 22.0 22. 22. ECEC 8.9 8.0 8.4 8.8 8.5 8.2 8.4 8.8 8.5 8.8 8.5 8.4 8.1 $^{\mathrm{pH}}$ \odot $_{\mathrm{pH}}$ \odot 14.5 15.0 14.5 14.0 15.0 14.5 15.0 15.0 15.0 15.0 14.0 14.5 14.5 水温 小温 15.0 (C) 15.0 (C) 0.75 0.50 0.50 0.55 0.65 0.90 (cm) 透視 透明 (\mathbf{H}) 2.2 大彩 大浴 Œ (H) 10:35 11:05 11:29 9:47 (m³/s) 消量 10:1 屋 時間 林大河 四四日 四里 四里山 上層 上層 上層 上層 圖 圖上 圖 圖上 圖上 圖 地点名 _{L3} 7 _C2 P6 **F**e L7 Γ 8 L2 L2 **L3** 7 Γ_8 種類 湖沼 種 湖沼

6.5

8.1

9.7 9.1

8.1 8.0

 \mathbf{S}

気象庁データ)

10:00,

(つくば市館野

 \mathcal{C}

1.4

気温:

霊

天気:

令和3年11月17日

茶火田:

掣

検査結果

牛久沼調査

(12月) 水質調査結果一覧 张8

	Si	(mg/L)	7.3	7.3	9.0	9.1	10	6.6	7.6	7.6	12	12	13	12	7.1		7.2	7.3
(K)	Chl.a	(µg/L)	30	31	9	5	4	3	23	22	2	2	2	1	31	-	31	27
気象庁データ)	PO ₄ -P	(mg/L)	0.003	0.003	0.007	0.007	0.008	0.008	0.003	0.003	0.012	0.011	0.007	0.007	0.003	-	0.003	0.003
10:00, §	dΤb	(mg/L)	0.011	0.010	0.015	0.014	0.014	0.014	0.009	0.010	0.014	0.013	0.013	0.012	0.010		0.010	0.010
市館野	TP	(mg/L)	0.066	0.069	0.061	0.063	0.056	0.058	0.057	0.056	0.043	0.043	0.041	0.044	0.062	-	0.067	0.079
(つくば市館野	NO ₃ -N	(mg/L)	1.39	1.38	3.13	3.14	3.60	3.62	1.54	1.55	3.04	3.12	2.16	2.18	1.50	-	1.61	1.59
္စ	NH ₄ -N NO ₂ -N NO ₃ -N	(mg/L) (mg/L)	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01
4.1	NH4-N	(mg/L)	0.03	0.03	0.13	0.14	0.14	0.15	0.09	0.09	0.15	0.14	0.13	0.13	0.02	-	0.03	0.04
気温:	NTb	(mg/L)	1.52	1.51	3.28	3.30	3.76	3.79	1.71	1.76	3.20	3.27	2.31	2.34	1.61	1	1.68	1.64
	TN	(mg/L)	1.70	1.71	3.36	3.38	3.82	3.83	1.92	1.83	3.20	3.27	2.33	2.34	1.88	-	1.96	1.87
	DOC	(mg/L)	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.4	1.4	1.0	1.0	1.3	1.2	1.6	1	1.6	1.6
曇のち雨	TOC	(mg/L)	3.0	2.9	1.9	2.0	1.7	1.7	2.1	2.1	1.2	1.2	1.4	1.3	2.8	-	2.5	2.5
天氣:	dcod	(mg/L)	2.6	2.5	2.3	2.4	2.2	1.9	2.3	2.4	1.4	1.5	2.0	2.1	2.8	1	2.8	2.8
	COD	(mg/L)	5.3	5.5	3.7	3.8	3.5	3.4	4.4	4.4	2.4	2.5	2.9	3.0	5.3	-	5.3	5.9
ш	SS	(mg/L)	18	18	11	8	12	10	12	12	9	9	3	2	16	-	18	13
3年12月14	DO	(mg/L)	10.6	10.9	10.4	10.1	10.6	10.5	10.9	10.7	10.4	10.1	9.8	9.8	11.1	1	11.0	10.7
令者	EC	(mS/m)	19.2	19.1	24.4	25.1	27.6	26.6	18.6	18.3	26.9	27.5	34.7	43.9	22.7	1	18.7	20.1
茶水田:	Hd	(-)	7.6	7.5	7.6	7.4	7.5	7.5	7.6	7.5	7.6	7.6	7.0	7.0	7.6	-	7.5	7.5
	水温	(C)	7.5	7.5	8.5	8.5	7.5	8.0	7.3	8.6	7.5	8.5	8.5	8.5	8.0	-	8.0	8.2
	透明度	(m)	09.0		0.70		09:0		0.70		1.20		1.10		0.50		0.50	
	米	(m)	1.5		1.7		1.5		1.3		2.0		1.4		1.2		2.2	
<u>温</u>	計時間		10:30		10:45		11:05		11:20		11:40		9:58		10:11		10:20	
6 重結集	1 探水層		上層	下層	上層	上層	上層	下層	上層	置上								
牛久沼調査 検査結果一覧	地点名		L1	L1	L2	L2	L3	L3	L4	L4	L5	L5	9T	9T	L7	L7	F8	L8
牛久沼	種類		湖沼	湖沼	溯紹	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	溯紹	湖沼	湖沼	溯紹	溯紹	溯紹	湖沼	湖沼	湖沼

種類	地点名	聖士	流量	光	透視度	予温	Hd	EC	DO	SS	COD	dcod	TOC	DOC	ΛL	NTb	NH4-N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	$_{\mathrm{TP}}$	dТР	COD dCOD TOC DOC TN dTN NH4-N NO ₂ -N NO ₃ -N TP dTP PO ₄ -P Ch.a	Chl.a	S.
			(m ³ /s)	(m)	(cm)	(°C)	(-)	(mS/m)	(mg/L)	(mg/L) (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	$ \left(mg/L \right) \left \left(mg/L \right) \right \left(mg/L \right) \right $		(mg/L)
流入河川 R1	R1	14:48	2.23	1.9	> 50	9.5	7.6	28.0	10.5	3	1.6	1.4	6.0		3.18	3.18	0.9 3.18 3.18 0.13 0.01 3.04 0.025 0.010 0.008	0.01	3.04	0.025	0.010	0.008	1	13
流入河川 R2	R2	14:11	2.07	0.4	11	9.1	7.5	29.1	10.3	48	5.0	1.8	1.6	1.1	4.50	4.50	4.50 4.50 0.16 0.02 4.32 0.137 0.016 0.011	0.02	4.32	0.137	0.016	0.011	15	11
流入河川 R3	R3	14:25	0.19	0.7	> 50	10.5	7.5	28.3	10.5	3	2.9	2.5	1.4	1.2	5.30	4.88	5.30 4.88 0.13 0.02 4.73 0.040 0.014 0.012	0.02	4.73	0.040	0.014	0.012	2	11
流入河川 R4	R4	13:38	0.48	1.0	> 50	10.0	7.7	26.0	11.1	3	2.2	1.7	1.0	1.0	2.47	2.47	1.0 1.0 2.47 2.47 0.05 0.01 2.41 0.028 0.012 0.008	0.01	2.41	0.028	0.012	0.008	2	13
流出河川 R5	R5	12:22			23	7.7	7.7	22.0	10.7	19	5.3	3.4	2.6 1.7	1.7	1.88	1.61	1.88 1.61 0.04 0.01 1.53 0.071 0.009 0.004	0.01	1.53	0.071	0.000	0.004	33	7.3

水質調査結果一覧 (1月) 表9

3.5 °C

河道:

天気: 曇のち雨

探水日: 令和4年1月20日

	<u> </u>	8.6	10	9.2	11	11	11	11	-	12	12	14	13	11		11	11	ı			13	12	12	16	11
Si	(mg/L)	8.													-				Si	(mg/L)					
Chl.a	$(\mu g/L)$	17	22	77	22	20	21	17	81	61	18	<i>L</i>	9	81		22	22		Chl.a	$(\mu g/L)$	6	7	8	7	22
PO ₄ -P	(mg/L)	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.004	0.005	0.001	-	0.001	0.001		PO ₄ -P	(mg/L)	0.008	0.018	0.028	0.007	0.001
dTP	(mg/L)	0.007	0.008	0.007	0.008	0.008	0.009	0.007	0.006	0.006	0.007	0.010	0.010	0.009		0.008	0.007		dTP	(mg/L)	0.009	0.021	0.028	0.010	0.007
TP	(mg/L)	0.053	0.053	090.0	0.062	0.056	0.058	0.051	0.056	0.049	0.054	0.042	0.050	0.056		0.062	0.067		TP	(mg/L)	0.031	0.069	0.040	0.020	0.072
NO3-N	(mg/L)	2.66	2.64	2.44	2.44	2.97	2.99	2.17	2.16	2.35	2.34	2.00	2.00	2.21		2.32	2.31		NO3-N		2.40	3.46	3.03	2.00	2.30
NO2-N	(mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		0.02	0.02		NO ₂ -N	(mg/L) (mg/L)	0.02	0.04	0.01	0.02	0.02
NH4-N NO ₂ -N NO ₃ -N	(mg/L) (0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.11	0.11	0.01	-	0.01	0.01		NH4-N	(mg/L)	0.04	0.13	0.02	0.01	0.02
dTN N	(mg/L)	2.69	2.67	2.48	2.48	3.02	3.04	2.23	2.20	2.40	2.39	2.14	2.14	2.24	•	2.41	2.36		NTb	(mg/L)	2.47	3.64	3.06	2.05	2.34
IN	(mg/L)	2.76	2.79	2.70	2.66	3.04	3.09	2.30	2.34	2.40	2.52	2.19	2.25	2.37	-	2.57	2.63		TN	(mg/L)	2.47	3.65	3.06	2.05	2.60
DOC	(mg/L)	1.4	1.4	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4	-	1.5	1.4		DOC	(mg/L)	0.9	1.2	1.0	6.0	1.4
TOC	(mg/L)	2.6	2.7	2.8	2.8	2.3	2.2	2.5	2.6	1.8	1.7	1.5	1.5	2.6	-	2.7	2.7		TOC	(mg/L)	1.0	1.5	1.1	6.0	2.7
dCOD	(mg/L)	2.5	2.6	2.7	2.7	2.5	2.3	2.3	2.5	2.3	2.4	2.4	2.4	2.7	-	2.7	2.7		doop	(mg/L)	1.8	2.4	1.9	1.8	2.6
COD	(mg/L)	4.5	4.6	5.1	5.1	4.2	4.2	4.8	5.1	3.7	3.8	3.2	3.5	4.8	-	5.2	5.1		COD	(mg/L)	4.9	3.3	2.3	2.0	5.4
SS	(mg/L)	14	13	18	17	11	11	14	13	11	13	8	5	15	-	18	19		SS	(mg/L)	7	21	2	2	23
DO	(mg/L)	12.3	12.9	12.8	12.6	12.7	12.8	12.6	12.6	12.6	12.5	11.6	11.6	12.7	-	12.7	12.6		DO	(mg/L)	12.1	12.0	14.5	14.2	12.9
EC	(m/Sm)	27.7	27.8	27.3	27.2	28.2	28.3	27.6	27.5	28.2	28.4	30.9	28.4	27.0	-	27.0	27.1		EC	(m/Sm)	30.7	34.1	28.9	32.5	37.5
Hd	<u>.</u>	7.8	8.1	7.9	8.0	7.9	7.9	7.9	7.3	7.8	7.8	8.0	8.0	7.8	-	7.8	7.9		Hd	(-)	8.1	8.1	8.2	8.3	8.5
予	(C)	4.5	4.5	5.0	4.8	5.1	5.1	5.3	5.2	6.0	6.5	5.2	5.1	5.0	-	4.5	4.4		水温	(°C)	7.8	7.3	10.5	7.5	5.0
透明度	(m)	09.0		0.50		0.70		09.0		09.0		1.00		09.0	-	0.40			透視度	(cm)	> 50	24	> 50	> 50	20
大線	(m)	1.5		1.6		1.4		1.3		1.9		1.4		1.2		2.2			大深	(m)	1.9	1.1	9.0	1.0	
時間		10:47		11:00		11:16		11:35		11:52		10:16		10:30		10:37			流量	(m ³ /s)	0.94	2.16	0.10	0.14	
		上層	下層	圖	量上	上層	下層	上層	上層	上層	上層	上層	下層	上層	屋上	上層	圏上		計量		14:53	14:15	14:35	13:45	12:35
地点名 探水層		L1		L2		L3	L3	L4	L4		LS	- 9T	_ 9T		L7	L8	8T		地点名		R1	R2	R3	R4	R5
種類 」																			種類		流入河川R	流入河川 R	流入河川 R	流入河川 R	流出河川R
-		湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼		ıΚ		浜	流	浜	润	润										

7.7 °C

気温:

天気: 晴

採水日: 令和4年2月16日

表 10 水質調査結果一覧(2月)

Si	(mg/L)	9.2	9.3	10	10	9.3	10	9.5	8.8	7.4	9.2	7.3	8.2	9.5		8.8	9.4	ſ	Si	(mg/L)	13	10	12	12	8.6
Chl.a	(µg/L) (1	25	26	25	24	14	14	26	25	20	21	11	18	23	1	26	28	}	Chl.a	(µg/L) (1	17	9	5	1	24
PO ₄ -P	(mg/L)	0.003	0.002	0.002	0.002	0.005	0.005	0.002	0.002	0.003	0.003	0.005	0.005	0.002	1	0.002	0.002	-	PO ₄ -P	(mg/L) (0.008	0.015	0.019	0.010	0.002
dTP I	(mg/L)	0.009	0.008	0.009	0.008	0.011	0.011	0.009	0.007	0.009	0.009	0.012	0.012	0.008	1	0.007	0.007		dTP I	(mg/L)	0.010	0.019	0.022	0.012	900.0
TP	(mg/L)	0.039	0.045	0.043	0.048	0.069	0.069	0.043	0.046	990.0	090.0	0.063	090.0	0.033		0.040	0.042	-	TP	(mg/L)	0.049	0.059	0.041	0.045	0.044
NO ₃ -N	(mg/L)	1.34	1.20	1.65	1.61	1.81	1.82	1.15	1.15	1.35	1.35	0.95	1.03	1.20		1.50	1.38		NO ₃ -N	(mg/L)	2.02	2.69	2.47	1.69	1.46
NO ₂ -N	(mg/L)	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01		NO ₂ -N	(mg/L)	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01
NH4-N	(mg/L)	0.02	0.02	0.03	0.02	0.14	0.15	0.02	0.02	0.05	0.04	0.12	0.09	0.01	_	0.01	0.01		NH4-N	(mg/L)	0.07	0.15	0.03	0.02	0.01
ИТЬ	(mg/L)	1.59	1.59	1.95	1.84	2.18	2.22	1.56	1.56	1.64	1.70	1.46	1.48	1.68	-	1.87	1.77		NTb	(mg/L)	2.25	3.14	2.72	1.83	1.89
TN	(mg/L)	1.74	1.85	2.21	2.19	2.47	2.55	1.86	1.66	1.90	1.78	1.56	1.79	1.81	-	2.09	1.90		IN	(mg/L)	2.25	3.31	2.76	1.97	2.14
DOC	(mg/L)	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.6	1.5	1.5	1.5	1.8	1.7	2.0		1.6	1.7		DOC	(mg/L)	1.1	1.6	1.2	1.3	1.7
TOC	(mg/L)	2.9	3.1	2.9	2.9	2.7	2.7	2.8	2.8	2.3	2.4	2.4	2.6	3.5	-	2.7	2.9		TOC	(mg/L)	1.4	1.8	1.5	1.4	2.6
QOOP	(mg/L)	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0	3.0	2.7	2.7	2.9	2.8	3.6	3.2	3.5	-	3.2	3.3		dcod	(mg/L)	2.1	2.7	2.5	2.4	3.0
COD	(mg/L)	5.2	5.6	5.3	5.2	5.1	5.2	5.3	5.6	5.0	5.1	4.9	5.2	6.2	-	5.2	5.7		COD	(mg/L)	3.0	3.4	2.9	2.9	5.1
SS	(mg/L)	6	11	10	11	14	12	10	10	10	13	L	8	7	-	8	8		SS	(mg/L)	7	8	3	4	9
DO	(mg/L)	12.7	13.3	13.5	13.4	12.1	11.6	13.7	13.6	12.8	12.7	11.3	11.3	14.0	1	13.8	13.8		DO	(mg/L)	11.6	11.0	14.1	13.5	11.8
EC	(mS/m)	24.9	24.8	26.7	26.9	26.2	25.9	26.2	25.5	25.8	26.3	20.1	21.1	25.3		26.4	26.5		EC	(mS/m)	29.5	27.8	30.5	27.4	26.9
Hd	(-)	8.3	8.3	8.2	8.3	8.1	8.0	8.1	8.2	8.2	8.1	7.9	7.7	7.9	1	8.1	8.2		Hd	$\widehat{}$	7.9	7.8	7.9	7.9	8.3
平	(°C)	6.5	6.5	6.5	6.5	7.0	9.9	7.2	6.8	7.5	7.2	6.8	6.8	7.0	1	7.0	6.0		大調	\mathbb{Q}	10.0	10.4	13.5	10.0	7.0
透明度	(m)	0.80		0.70		0.50		0.75		0.60		09.0		0.90	1	0.80			透視度	(cm)	> 50	44	> 50	> 50	39
大深	(m)	1.5		1.6		1.4		1.3		1.9		1.4		1.2	1	2.2			大彩	(m)	2.0	1.2	0.5	1.0	
自由		10:37		10:50		11:07		11:25		11:45		10:07		10:20		10:28			浜量	(m ³ /s)	0.87	1.02	0.10	0.18	<u> </u>
地点名 探水層		上層	下層	屋干	下層	下層	下層	上層	下層	下層	下層	下層	屋上	上層	下層	上層	置上		計量		14:30	13:55	14:10	13:30	12:30
地点名		L1	L1	L2	L2	L3	L3	L4	L4	L5	L5	9T	9T	L7	L7	F8	L8		地点名		R1	R2	R3	R4	R5
種類		湖沼	湖沼	湖沼	湖沼		種類		流入河川	流入河川	流入河川	流入河川 R4	流出河川 RS												

表 11 水質調査結果一覧(3月)

5.4 °C

気温:

天気: 曇

探水日: 令和4年3月8日

Si	(mg/L)	5.2	5.1	5.2	5.1	6.6	6.7	4.8	4.9	5.1	5.3	6.1	6.1	5.1	-	5.2	5.2	Si	(mg/L)	9.2	7.9	8.9	9.2	5.2
Chl.a	(µg/L)	69	70	62	57	50	58	49	52	79	68	53	50	56		55	59	Chl.a	(µg/L)	8	10	5	8	62
PO ₄ -P	(mg/L)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.003	0.001		0.001	0.001	PO ₄ -P	(mg/L)	0.013	0.018	0.011	0.005	0.001
dTb	(mg/L)	0.014	0.012	0.012	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.010	0.011	0.012	0.010		0.010	0.011	dTP	(mg/L)	0.018	0.025	0.015	0.012	0.010
TP	(mg/L)	0.091	0.098	0.086	0.086	0.086	0.080	0.082	0.084	0.100	0.201	0.076	0.079	0.079		0.072	0.089	TP	(mg/L)	0.042	0.102	0.029	0.035	0.080
NO ₃ -N	(mg/L) (1.02	1.02	1.04	1.03	2.20	2.21	0.96	0.96	1.37	1.36	1.33	1.32	1.00	-	1.08	1.07	NO ₃ -N	(mg/L)	1.86	2.68	2.35	1.65	1.07
NO2-N	(mg/L) (0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	-	0.01	0.01	NO2-N	(mg/L)	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01
NH4-N NO2-N	(mg/L)	0.01	0.01	0.01	< 0.01	0.01	0.01	< 0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		0.01	0.01	NH4-N	(mg/L)	0.04	0.12	0.01	< 0.01	0.01
NLP	(mg/L)	1.21	1.21	1.19	1.10	2.24	2.25	1.14	1.07	1.40	1.46	1.36	1.46	1.03	_	1.10	1.09	NTb	(mg/L)	1.92	2.85	2.38	1.67	1.13
TN	(mg/L)	1.69	1.67	1.61	1.61	2.49	2.43	1.42	1.43	1.72	1.87	1.71	1.71	1.56	-	1.59	1.69	TN	(mg/L)	1.92	2.92	2.39	1.67	1.57
DOC	(mg/L)	2.0	2.1	2.1	2.0	1.8	1.8	2.1	2.0	1.7	1.7	2.0	1.9	2.0	-	2.1	2.0	DOC	(mg/L)	1.2	1.5	1.1	1.1	2.0
TOC	(mg/L)	4.5	4.6	4.1	4.1	3.6	3.4	4.1	4.1	3.6	4.6	3.1	3.1	3.8	-	3.9	3.8	TOC	(mg/L)	1.3	2.0	1.1	1.3	3.5
dCOD	(mg/L)	3.6	3.7	3.7	3.7	3.2	3.2	3.5	3.7	2.9	3.1	3.5	3.6	3.2	-	3.4	3.3	dcod	(mg/L)	2.0	2.5	1.9	1.8	3.5
COD	(mg/L)	7.8	7.6	7.1	7.2	6.2	6.2	7.6	7.4	7.3	6.6	6.1	6.0	7.2	-	7.6	7.8	COD	(mg/L)	3.0	4.8	2.5	2.9	7.6
SS	(mg/L)	28	30	24	22	18	19	20	22	26	51	16	15	16	-	23	26	SS	(mg/L)	9	26	2	4	22
DO	(mg/L)	11.2	11.4	11.7	11.6	12.4	12.3	11.8	12.0	13.6	12.8	13.5	11.3	11.8	-	11.5	11.6	DO	(mg/L)	12.5	10.9	17.9	12.0	11.6
EC	(mS/m) (mg/L)	25.5	25.4	25.3	25.5	27.5	27.4	26.2	25.4	26.4	26.3	26.6	23.9	25.2	-	26.0	25.6	EC	(mS/m) (mg/L)	42.7	32.1	29.7	30.5	29.7
Hd	(-)	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.5	8.4	8.5	8.6	8.8	8.5	8.4	8.4	-	8.3	8.4	Hd	(-)	8.2	8.0	8.6	8.2	8.5
水温	(°C)	8.6	8.7	8.5	8.5	9.0	9.0	9.0	9.2	10.0	10.0	9.5	9.5	9.0	-	9.0	9.0	水溫	(°C)	10.0	10.7	13.1	10.0	9.0
透明度	(m)	0.50		0.50		09.0		0.60		0.50		0.70		09.0		0.50		透視度	(cm)	> 50	17	> 50	> 50	19
大深	(m)	1.6		1.6		1.7		1.5		2.0		1.5		1.3		2.3		关	(m)	2.0	0.9	0.5	1.1	
開組		10:53		11:03		11:18		11:40		12:00		10:20		10:32		10:42		流量	(m ³ /s)	0.89	0.50	0.21	0.15	
採水層		上層	上層	上層	下層	上層	下層	上層	下層	上層	下層	上層	上層	上層	下層	上層	下層	聖士		14:55	14:15	14:30	13:50	12:40
地点名		L1	L1	L2	L2	L3	L3	L4	L4	L5	LS	P7	9T	L7	L7	F8	F8	地点名		R1	R2	R3	R4	R5
種類		湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	湖沼	種類		流入河川	流入河川	流入河川	流入河川	流出河川