

## VI 研究報告・調査報告

## 1 湖沼環境研究

## (研究報告)

1- 1	過去 14 年間の霞ヶ浦における細胞数からみた植物プランクトン群集の特徴	36
1- 2	北浦北部流域における非灌漑期平水時の河川水質に及ぼす流域の土地利用・地形特性の影響	42
1- 3	霞ヶ浦直接浄化実証施設の稼働に伴う土浦港内の水質改善効果の検証	52

## (調査報告)

1- 4	霞ヶ浦湖内水質等モニタリング事業	57
1- 5	霞ヶ浦の長期的水質変動要因解析	74
1- 6	平成 30 年のアオコ発生について	77
1- 7	底生生態系における <i>Microcystis</i> の分解過程と餌資源としての役割	81
1- 8	北浦流域の窒素の動態に関する調査研究事業	83
1- 9	水質予測モデルの活用による浄化対策効果の検証	87
1-10	霞ヶ浦の生態系サービスの経済評価に関する調査研究	89
1-11	農業環境負荷低減研究事業 (混合たい肥複合肥料を利用した畑地栽培試験と環境負荷の解明)	91
1-12	直接大気降下物負荷量調査事業	94
1-13	霞ヶ浦流域重点対策推進事業	97
1-14	霞ヶ浦農業環境負荷低減栽培技術推進事業	100
1-15	涸沼の水質保全に関する調査研究事業	102
1-16	牛久沼の水質保全に関する調査事業	117

## 2 大気・化学物質研究

## (調査報告)

2- 1	微小粒子状物質 (PM2.5) 成分分析調査	134
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	141
2- 3	有害大気汚染物質調査事業	144
2- 4	大気環境中のフロン濃度調査事業	156
2- 5	酸性雨の実態把握調査事業	159
2- 6	大気環境中の石綿調査事業	161
2- 7	百里飛行場周辺地域における航空機騒音実態調査事業	162
2- 8	霞ヶ浦飛行場周辺地域における航空機騒音実態調査事業	166
2- 9	化学物質環境実態調査事業	168
2-10	水環境化学物質調査事業	174
2-11	公害事案等処理対策調査事業	176

## 1-1 過去 14 年間の霞ヶ浦における 細胞数からみた植物プランクトン群集の特徴

長濱祐美, 松本俊一, 福島武彦

Phytoplankton Community in Lake Kasumigaura: 2005 to 2019, by Yumi NAGAHAMA, Shunichi MATSUMOTO and Takehiko FUKUSHIMA

キーワード: モニタリングデータ, 細胞数, 群集組成, *Planktothrix*, *Aulacoseira*

### 1 はじめに

茨城県南部に位置する霞ヶ浦は、主となる西浦（湖面積 172 km<sup>2</sup>）、西浦の東側に位置し南北に細長く広がる北浦（湖面積 36 km<sup>2</sup>）と、北浦の南側に位置する外浪逆浦（湖面積 6 km<sup>2</sup>）が北利根川と鰐川によって連結された構造を持つ、複雑な形の湖である。1960 年代に富栄養化が進み、水質が悪化した。近年は改善傾向にあるものの、2017 年の全水域平均 COD は 7.4 mg/L と、依然として環境基準を上回っている。また、霞ヶ浦では植物プランクトンに代表される内部負荷が水質に与える影響が大きく、懸濁態有機物の 100%、溶存態有機物の 20~70%程度が植物プランクトン由来であると報告がある<sup>1,2)</sup>。このことから、湖内水質の把握および改善策の検討を行うためには、植物プランクトン群集の傾向を明らかにし、水質との関係を明らかにすることが必要であろう。しかしながら、霞ヶ浦における植物プランクトン群集の特徴については知見が少ない。1980 年代にはいくつかの知見があり、西浦湖内 4 地点の調査を基に 1986 年までは *Microcystis* の増殖が見られていたが、1987 年から 1989 年には、藍色細菌綱ユレモ目の *Planktothrix*, *Phormidium* ならびに藍色細菌綱クロオコックス目の *Gomphosphaeria* が優占し、一次生産量が低下したと報告されている<sup>3)</sup>。湖心での調査を基に 2006 年頃から 2010 年にかけては *Planktothrix* が湖心で優占したと報告もある<sup>4,5)</sup>。しかしながら、これらの報告は、藍藻類の優占種のみ言及しており、植物プランクトン群集の詳細については報告がない。また、Takamura and Nakagawa<sup>6)</sup>は、1978 年から 2011 年の植物プランクトンデータを公開しているが、西浦湖内 2 地点のデータにとどまっている。前述したように霞ヶ浦はいくつかの連続した水域から構成されてお

り、水域によって群集構造が異なる可能性が考えられるが、その点についても不明である。

そこで本研究では、2005 年以降に当センターで行われた多地点での植物プランクトンのモニタリングデータを用いて、2005 年 6 月から 2019 年 3 月までのおよそ 19 年間における植物プランクトン群集の変遷を明らかにした。

### 2 調査方法

#### (1) 採水地点と方法

2005 年 6 月から 2019 年 3 月まで、月に 1 度の頻度で、西浦 10 地点、北浦 5 地点、外浪逆浦 2 地点で採水を行った（図 1）。なお、N1, N5, N6, N8, K4, K5, S1, S2 は環境基準点である。なお、地点によっては欠損のある時期が存在し、連続して調査を行ったのは、N1, N6, N8, K4 の 4 地点のみであった（表 1）。そのほか、採水深度や方法も年度により異なる。2013 年度までは水面から 50 cm 下の湖水を、電動ポンプ（表 1 にはポンプと記す）ま

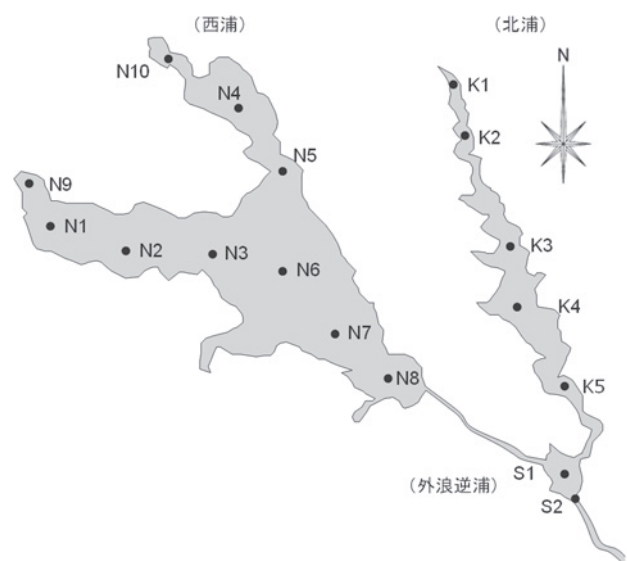


図 1 採水地点図

たはバンドン採水器（表 1 にはバンドンと記す）で採取して検水 100 mL を得ているが、2011 年からは内径 5 cm、長さ 2 m の鉛直カラム（表 1 にはカラムと記す）を用いて湖底直上 50 cm から表層までの水を採取し、バケツに空けて混合した後に検水 100 mL を採取した。

(2) 植物プランクトンの同定・係数方法

採取した検水に固定液を添加して植物プランクトンを固定し、その後同定・係数を行った。固定方法を表 1 に示す。固定液は、グルタルアルデヒドを終濃度 1% になるように添加している（表 1 に 1% GA と記載）期間が多いが、2012～2015 年度は、25%グルタルアルデヒド 500 ml に、37%ホルマリン 5 ml、塩化カルシウム 12.5 g を加えた溶液を終濃度 1% になるように添加して固定している（表 1 に 1% MixGA と記載）。また、保存の目的で、固定後に 1% の中性緩衝ホルマリン液（表 1 に 1% NBF と記載）を添加した年度、1%ホルマリン液（1%F）を添加した年度、何も添加しなかった年度が混在している。これら固定・保存方法の違いが測定された植物プランクトン群集に与える影響については、今回は検討できていない。

植物プランクトンの同定は既往資料<sup>7-15)</sup>を参考にしよう委託し、濃縮を行った後に同定・係数した。なお、藍色細菌綱ユレモ目の分類体系については、2008 年 4 月以降に、Komárek and Anagnostidis<sup>9)</sup>を利用しよう委託したため、2005 年から 2008 年 3 月までの分類体系とは異なっている。また、委託業者によって同定の解像度に年

度差があることから、解析には、珪藻綱中心目、珪藻綱羽状目、緑藻綱、藍色細菌綱クロオコックス目、藍色細菌綱ネンジュモ目、藍色細菌綱ユレモ目、褐色鞭毛藻綱、渦鞭毛藻綱、その他（黄色鞭毛藻綱、ミドリムシ藻綱、プラシノ藻綱、ラフィド藻綱、黄緑色藻綱を含む）に統合したデータを用いた。

3 結果と考察

(1) 植物プランクトン群集組成の変化

各地点において、細胞数からみた植物プランクトン群集の組成の変遷を図 2 に示す。なお、変化をわかりやすくするため、7 カ月の移動平均処理を行った。

まず、2005 年から 2010 年の 5 年間に着目した。西浦湖内の地点 (N1, 2, 3, 5~10) と外浪逆浦 (S1) では、2006 年頃に珪藻綱中心目（主に *Cyclotella*）の優占率が高まり、その後藍色細菌綱クロオコックス目（主に *Merismopedia*）の台頭を経て、2008 年頃にはユレモ目（主に *Planktothrix*）が 90% 以上を占める群集へと変化した。一方で、北浦 (K3~5) では、2006 年の珪藻綱中心目の優占率の著しい上昇はみられず、藍色細菌綱ユレモ目（主に *Pseudanabaena* や *Planktothrix*）とクロオコックス目（主に *Merismopedia*）が 60% 以上を占める植物プランクトン群集が形成されていた。その後、西浦よりやや遅い 2009 年頃に、藍色細菌綱ユレモ目（主に *Planktothrix*）の優占率が 90% 以上となった。また、北浦最上流部の K1 では、2005 年から 2010 年の間には、他地点で見られているような藍

表 1 採水、検体前処理方法及び分析等の状況（2005 年～2018 年）

期間(年度)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
採水地点														
N1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
N2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
N3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
N4														
N5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
N6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
N7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
N8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
N9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
N10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
K1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
K2														
K3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
K4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
K5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
S1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
S2														
採水方法	ポンプ	ポンプ	ポンプ	ポンプ	バンドン	ポンプ	ポンプ	ポンプ	ポンプ	カラム	カラム	カラム	カラム	カラム
固定方法	1% GA	1% GA	1% GA	1% GA	1% GA	1% GA	1% GA	1% MixGA	1% MixGA	1% MixGA	1% MixGA	1% GA	1% GA	1% GA
保存液	1% NBF	1% NBF	1% NBF	1% NBF						1% NBF	1% NBF	1% F	1% F	1% F
業者	A社	A社	A社	B社	C社	C社	A社	A社	D社	A社	E社	D社	E社	D社

GA: グルタルアルデヒド, MixGA: グルタルアルデヒド混合液, NBF: 中性緩衝ホルマリン, F: ホルマリン

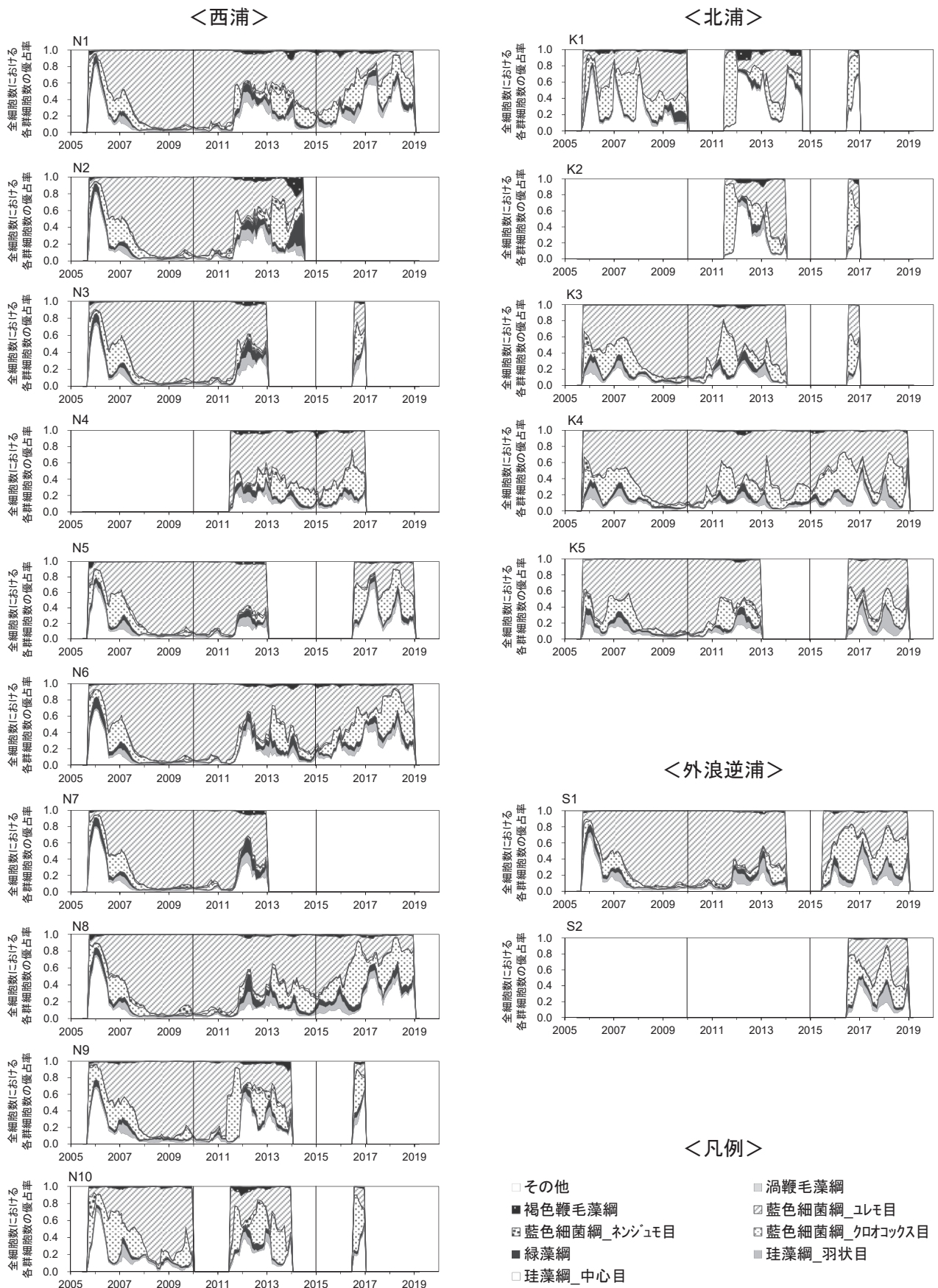


図2 7カ月移動平均した、霞ヶ浦における植物プランクトン群集組成の変遷

色細菌綱ユレモ目の 90%を超えるような優占化が見られず、他のどの地点とも異なる群集組成の変化を示した。

次に、2011年から2015年の5年間に着目した。藍色細菌綱ユレモ目の著しい優占化は、2011年夏季まで続いた。西浦湾奥部 (N9, 10) ならびに北浦 (K1, 2, 3) は、2011年の夏季に藍色細菌綱クロオコックス目 (主に *Microcystis*) の優占率が 90%を超える群集組成に劇的に変化した。一方で、西浦湖心部 (N5~8) ならびに北浦下流 (K5) と外浪逆浦 (S1) では、クロオコックス目の優占率は 60%以下であった。その後は、N8を除く西浦 (N1~7, 9, 10) と北浦北部 (K1, 2) では、珪藻綱中心目 (主に *Aulacoseira*) が 50%を超える優占率を示したが、それ以外の地点 (N8, K3~5, S1) では、珪藻綱中心目の優占率は 20%程度に抑えられ、どちらかという珪藻綱羽状目 (主に *Synedra* と *Nitzschia*) や緑藻綱のさまざまな種類が増加した。

最後に、2016年から2019年に着目した。西浦の地点 (N1~10) では珪藻綱中心目 (主に *Aulacoseira*) の優占率が 30%以上と増加しているのに対し、北浦 (K4, 5) と外浪逆浦 (S2, 3) では、低い割合で推移していた。さらに、全地点において、2016年ごろから藍色細菌綱クロオコックス目 (主に *Merismopedia* など) の優占率が増加してくる傾向がみられた。

これらのことから、既往研究<sup>4, 5)</sup>で報告されている2006年頃から2010年にかけて湖心でみられた *Planktothrix* の優占化は、K1を除く多くの地点で見られていたことが明らかとなった。また、既往研究<sup>5)</sup>では2011年と2012年の藍色細菌綱群集は、*Planktothrix* と *Microcystis* を中心とすると報告されているが、植物プランクトン群集全体における藍色細菌綱の優占率は2011年以降には低下しており、2006年ごろから2010年にかけて湖心で見られたような著しい藍色細菌綱ユレモ目の優占化とは様相が異なっていることが示唆された。

(2) 主要な植物プランクトン属の変遷

細胞数から霞ヶ浦の植物プランクトン群集組成を明らかにした結果、影響が大きいと考えられた属について、細胞数の変遷を、西浦 (N1~10, 図には Nishiura と記す)、北浦 (K1~5, 図には Kitaura と記す)、外浪逆浦 (S1, 2, 図には Sotona と記す) に分けて検討した (図 3)。影響が大きいと考えられた属とは、珪藻綱中心目の *Aulacoseira*

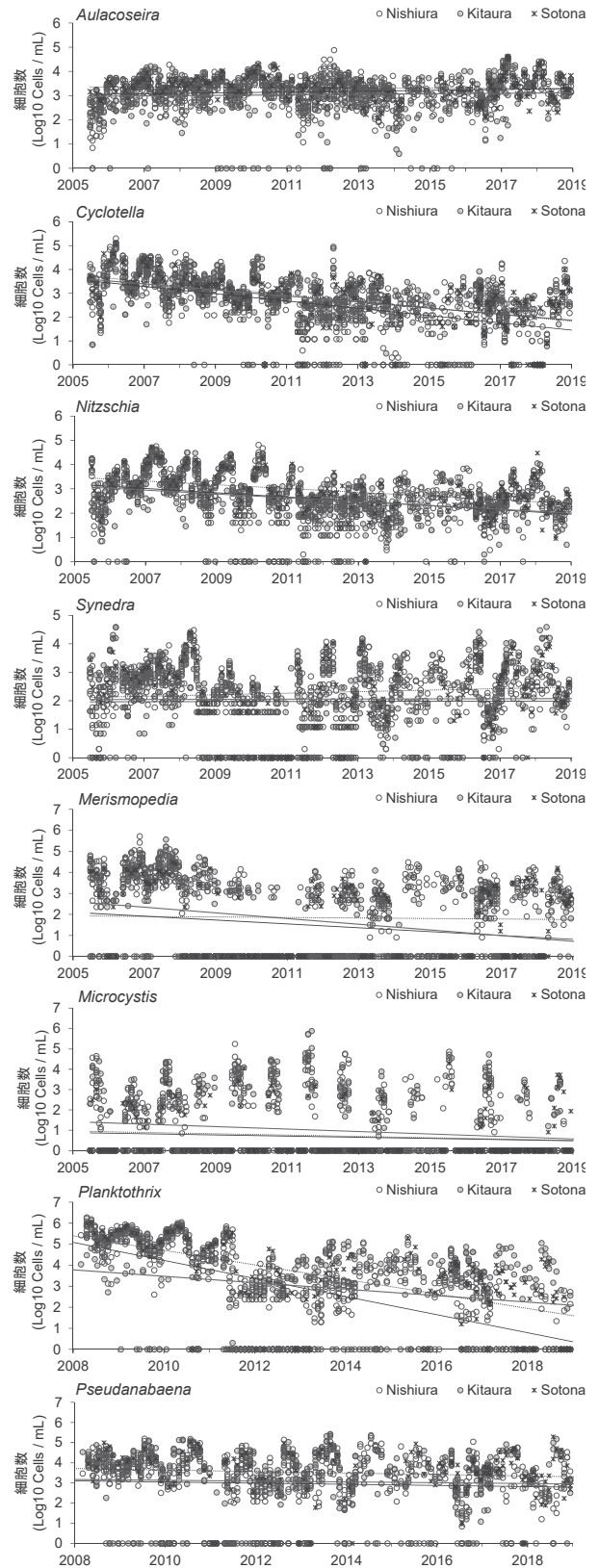


図 3 主要な植物プランクトン属細胞数 (対数) の変化。黒実線は Nishiura, 灰色実線は Kitaura, 灰色破線は Sotona の近似直線を示す。

と *Cyclotella*, 珪藻綱羽状目の *Synedra* と *Nitzschia*, 藍色細菌綱クロオコックス目の *Merismopedia* と *Microcystis*, 藍色細菌綱ユレモ目の *Planktothrix* と *Pseudanabaena* である。なお, *Planktothrix* と *Pseudanabaena* は, 2005 年 6 月から 2008 年 3 月まで旧分類体系<sup>7, 13, 15)</sup>に従って *Oscillatoria spp.* もしくは *Phormidium spp.* として同定されていた。これらは複数の種を含んでいることから, *Planktothrix* ならびに *Pseudanabaena* に再同定することができない。そこで, *Planktothrix* と *Pseudanabaena* の細胞数変遷の解析には, 2008 年 4 月以降のデータのみを用いた。

細胞数の変遷を検討した結果, *Aulacoseira* と *Synedra* において, 細胞数がやや増加した傾向がみられたが, それ以外の植物プランクトン属は, いずれも細胞数が減少する傾向にあった。多くの種類で水域毎の増減傾向に差は見られなかったが, *Planktothrix* でのみ, 西浦と北浦, 外浪逆浦の増減傾向に差がみられた。*Planktothrix* の細胞数は, 西浦において最も顕著に減少しており, 北浦では, 西浦や外浪逆浦よりも減少が緩やかであった。一方で, 同じ藍色細菌綱ユレモ目の *Pseudanabaena* の細胞数の減少は *Planktothrix* と比較すると西浦, 北浦ともに緩やかであり, 外浪逆浦では微増した。これらの細胞数の変化が起こった理由として, 日射や水温などの物理的条件, 栄養塩濃度などの化学的条件, そして, 捕食圧などの生態学的条件の影響が考えられる。鈴木ら<sup>9)</sup>はこれら藍色細菌綱群集組成の変化には湖底表層の DO 濃度が影響したと考察しており, また Ouchi *et al.*<sup>4)</sup>や中村ら<sup>16)</sup>は 2006 年頃から 2010 年までの *Planktothrix* の優占と濁度(湖内光環境)との関係を指摘している。

植物プランクトン群集と水質との関係を検討するうえで, 細胞数だけでなく体積での検討が必要であると指摘されている<sup>17)</sup>。前述した既往研究<sup>4, 5)</sup>も植物プランクトンについては体積のデータを利用しており, 国内外の湖沼における水質と植物プランクトンの関係を検討する研究の多くでも体積(Biovolume)が用いられている<sup>18-20)</sup>。これらのことから, 今後は, 植物プランクトンを細胞数ではなく体積で測定または換算したデータを用い, 群集組成を解析することが必要である。当センターでは, 現在, 各種植物プランクトンの一細胞体積の値について, 測定した結果をまとめており<sup>21)</sup>, 今後は, これらの一細胞体積の値を利

用することで, これら植物プランクトンの変遷を体積に換算して検討していく。

#### 4 結論

霞ヶ浦の植物プランクトン群集組成について 2005 年 6 月から 2019 年 3 月までの細胞数データを用いて検討した結果, 以下の知見を得た。

- ・2006 年頃に, 西浦と外浪逆浦では *Cyclotella* を主とする珪藻綱中心目の優占化がみられたが, 北浦では見られなかった。
- ・西浦と外浪逆浦では 2008 年頃から, 北浦では 2009 年頃から, *Planktothrix* の優占率が 90%以上になり, 2011 年の夏季まで続いた。しかし, 北浦最北部の K1 地点では *Planktothrix* の著しい優占化はみられなかった。
- ・2011 年以降に, 西浦でのみ, *Aulacoseira* を主とする珪藻類中心目の優占率が 30~60%と高くなった。
- ・全水域において, 2016 年頃から *Merismopedia* などの藍色細菌綱クロオコックス目の優占率が増加する傾向がみられた。
- ・主要な植物プランクトンの細胞数は, ほとんどの種類で減少傾向がみられた。
- ・*Planktothrix* の細胞数の変化は, 西浦と北浦で大きく異なり, 西浦で著しく減少したが, 北浦では減少傾向は緩やかであった。

今後は, 体積の観点からこれらの植物プランクトン群集組成を検討していく。

#### 謝辞

植物プランクトンデータベースの構築には, 国立環境研究所の中川恵氏に助言をいただいた。また植物プランクトンモニタリングは, 大内孝雄, 本間隆満, 中村剛也, 小日向寿夫, 中川圭太, 中谷仁崇, 富永佳子ほか多くの職員の尽力によって継続している。ここに記して謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) Takehiko Fukushima, Je-chul Park, Akio Imai and Kazuo Matsushige, 1996. Dissolved organic carbon in a eutrophic lake; dynamics, biodegradability and origin. *Aquatic Sciences* **58** (2), 139-157
- 2) 花町優次, 中村剛也, 2010. <sup>13</sup>C トレーサーを用いた植物プランクトン生産物の分解過程の解析. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報 **6**, 41-47.

- 3) Takamura, Noriko and Morihiro Aizaki, 1991. Change in Primary Production in Lake Kasumigaura (1986-1989) Accompanied by Transition of Dominant Species. *Japanese Journal of Limnology*, **52** (3), 173-187
- 4) Takao Ouchi, Hisao Kobinata, Koichi Kamiya, Keita Nakagawa, Kazuhisa Sugaya, Morihiro Aizaki. 2018. Water quality and transparency characteristics during the Planktothrix abundance period in shallow Lake Kasumigaura, Japan. *Lakes and Reservoirs* **23**, 163-167
- 5) 鈴木穰, 柴山慶行, 岡本誠一郎, 2017. 霞ヶ浦の長期的藍藻類消長に影響する主要水質因子の推定. *水環境学会誌* **40** (2), 87-96
- 6) Noriko Takamura and Megumi Nakagawa, 2012. Phytoplankton species abundance in Lake Kasumigaura (Japan) monitored monthly or biweekly since 1978. *Ecological Research* **27**, 837
- 7) 渡邊眞之, 2007. 日本アオコ大図鑑. 誠文堂新光社, 東京.
- 8) J. Komárek and K. Anagnostidis, 1998. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 19/1 Cyanoprokaryota Chroococcales, Springer
- 9) J. Komárek and K. Anagnostidis, 2005. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 19/2 Cyanoprokaryota Oscillatoriales, Springer
- 11) 小林弘, 真山茂樹, 長田敬五, 出井雅彦, 南雲保, 2006. 小林弘珪藻図鑑. 内田老鶴圃, 東京
- 12) 渡辺仁治, 2005. 淡水珪藻生態図鑑—群集解析に基づく汚濁指標 DAIPo, pH 耐性能. 内田老鶴圃, 東京.
- 13) 水野寿彦, 1977. 日本淡水プランクトン図鑑. 保育社, 大阪.
- 14) 田中正明, 2002. 日本淡水産動植物プランクトン図鑑. 保育社, 大阪.
- 15) 廣瀬弘幸, 山岸高旺, 1997. 日本淡水藻図鑑. 内田老鶴圃, 東京.
- 16) 中村剛也, 相崎守弘, 2016. 霞ヶ浦に入射した光の減衰に対する懸濁物質の影響—光減衰機構の長期的変遷—. *陸水学雑誌* **77**, 13-23
- 17) Jun Sun and Dongyan Liu, 2003. Geometric models for calculating cell Biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of plankton research* **25** (11), 1331-1346.
- 18) 池田将平, 一瀬諭, 古田世子, 占部城太郎, 2018. 琵琶湖北湖における植物プランクトン群集の季節変化とその長期変動: PEG モデルとの比較. *水環境学会誌* **41** (5), 115-122.
- 19) 二木功子, 宮原裕一, 齊藤保典, 花里孝幸, 朴虎東, 2018. 諏訪湖における夏季に優占する植物プランクトン種と富栄養化指数の変遷. *水環境学会誌* **41** (3), 43-54.
- 20) Deng J, Zhang W, Qin B, Zhang Y, Paerl HW, Salmaso N, 2018. Effects of climatically-modulated changes in solar radiation and wind speed on spring phytoplankton community dynamics in Lake Taihu, China. *PLoS ONE* **13** (10), e0205260
- 21) 長濱祐美, 大内孝雄, 湯澤美由紀, 福島武彦, 2019. 霞ヶ浦における植物プランクトン体積算出のための各細胞体積の検討. *土木学会論文集 G (環境)*, **75** (7), III\_273-III\_280

## 1-2 北浦北部流域における非灌漑期平水時の 河川水質に及ぼす流域の土地利用・地形特性の影響

菊地哲郎, 大内孝雄, 北村立実

Influence of land-use and topographic characteristics on the river water quality under baseflow conditions for the non-irrigation period in northern Lake Kitaura Basin  
Tetsuro KIKUCHI, Takao OUCHI, Tatsumi KITAMURA

キーワード: 北浦, 河川水質, 流域, 土地利用, 地形, 統計解析

### 1 はじめに

北浦に流入する河川の窒素濃度は、昭和 47 年度の測定開始以降平成 10 年代後半にかけて継続的に上昇し、それ以降も全窒素 (TN) で 5 ~ 6 mg/L (環境基準点のある全河川の平均値) の高いレベルで推移しており、霞ヶ浦 (西浦) 流入河川において現在までほぼ横ばい (TN で 2 ~ 4 mg/L (同上)) で推移しているのとは明らかに異なる傾向を示している<sup>1)</sup>。北浦では、化学的酸素要求量 (COD) が平成 10 年度以降西浦より高い状況が続いており、近年では夏季にアオコの発生も見られることから、北浦の水質保全対策の一つとして、流域からの窒素負荷の削減が重要な課題となっている。

当センターでは、北浦流域における窒素の動態を解明することを目的として、主要河川である銚田川及び巴川 (各支流を含む) を対象に、平水時の河川水質調査を平成 25 年度より実施している。本研究では、これまでの調査で得られた水質分析データをもとに、非灌漑期平水時の河川水質に与える流域の土地利用・地形特性の影響について解析した。流域の土地利用が河川の水質形成に及ぼす影響については、これまでに多くの研究がなされており、北浦を含む霞ヶ浦流域を対象に調査・解析した事例<sup>2)</sup>も行われている。一方、勾配等の地形因子も河川水質に有意な影響を与えることが報告されていること<sup>3-5)</sup>から、本研究では流域の地形と河川水質との関係についても検討した。

### 2 研究方法

#### (1) 調査地点・頻度

銚田川及び巴川の流域は北浦の北部に位置し、互いに隣接している (図 1)。銚田川及び巴川の TN 流入負荷量 (日平均値, 平成 27 年

度) は、北浦への全 TN 流入負荷量のそれぞれ 25% (北浦流入河川の中で第 2 位), 35% (同第 1 位) を占めると推計されている<sup>6)</sup>。

当センターでは、銚田川の 9 地点 (本川 4 地点, 支流 5 地点) において平成 25 年 4 月より、巴川の 10 地点 (本川 3 地点, 支流 7 地点) において平成 27 年 4 月より、毎月 1 回平水時に流量測定及び採水を行っている。本研究では、これらの地点のうち、支流及び本川最上流の調査地点 (銚田川: H1 ~ H4, 巴川: T1 ~ T6, 図 1) における調査開始時から平成 31 年 3 月までの水質分析結果について解析を行った。T4 ~ T6 については、平成 29 年 4 月以降、それまでより下流側の地点で調査を実施した。なお、水質が不規則に変動し、点源負荷の影響を大きく受けていると推定される支流については、解析対象から除外した。また、上流にため池がある支流についても、ため池における窒素除去<sup>7)</sup>等の影響が想定されることから解析対象から除いた。

銚田川及び巴川では灌漑期に、本川の水を支流の水田に灌漑用水として揚水していることや、巴川では霞ヶ浦の湖水を灌漑用水として導水していることから、同時期においては流域の土地利用・地形特性の影響が河川水質にそのまま反映されにくい状態になっていることが想定される。したがって、本研究では、非灌漑期 (10 月 ~ 翌年 3 月) の水質分析結果を対象に解析を行った。

#### (2) 水質分析

採取した河川水試料について、化学的酸素要求量 (COD), 全有機態炭素 (TOC), TN, 全りん (TP) を定量した。また、河川水試料をガラス繊維ろ紙 (Whatman, GF/F, 粒子保持能: 0.7 μm) によりろ過したろ液試料に



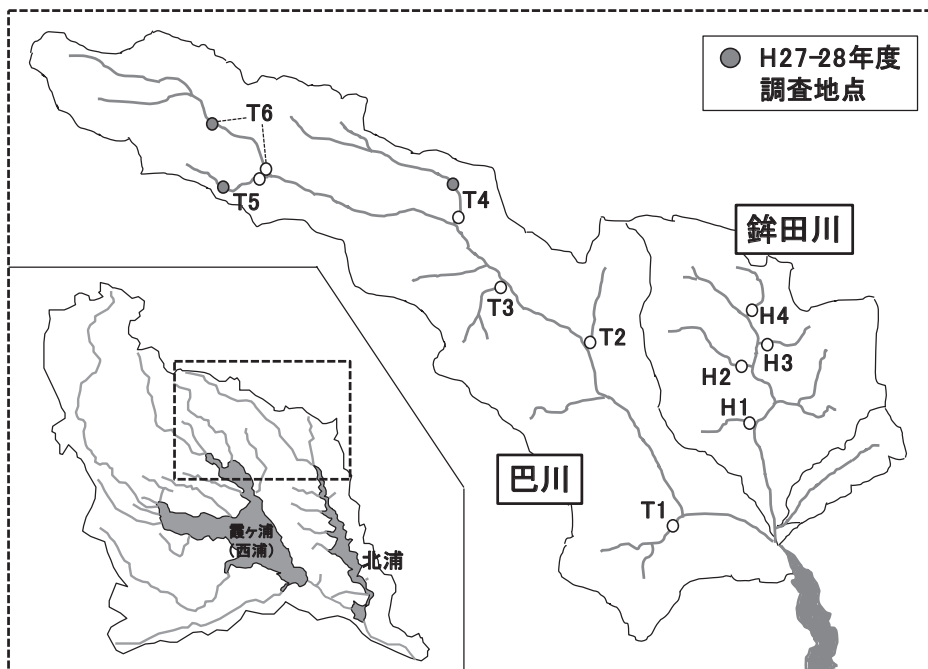


図1 銚田川・  
巴川流域図及び  
水質調査地点

ついて、溶存成分のCOD (d-COD)、溶存有機態炭素 (DOC)、溶存態全窒素 (DTN)、硝酸態窒素 (NO<sub>3</sub>-N)、亜硝酸態窒素 (NO<sub>2</sub>-N)、アンモニア態窒素 (NH<sub>4</sub>-N)、りん酸態りん (PO<sub>4</sub>-P) を定量した。

各水質項目の分析方法または分析機器は、以下のとおりである。

- COD, d-COD : JIS K 0102: 2016. 17 (100°Cにおける過マンガン酸カリウムによる酸素消費量)
- TOC, DOC : 全有機体炭素計 (Shimadzu, TOC-VCSN または TOC-L)
- TN, TP : オートアナライザー (BLTEC, SWAAT 28)
- NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P : オートアナライザー (BLTEC, QuAAtro)

各調査地点における各水質項目の分析結果を、表1に示す。

### (3) 流域の土地利用・地形特性

流域の標高データ及び流域界は、それぞれ国土地理院数値地図5 mメッシュデータ<sup>8)</sup>、国土数値情報流域メッシュデータ<sup>9)</sup>を用いて整理した。このデータをもとに、流域を500 m × 500 mの正方メッシュに分割し、落水線及び河道の位置を設定した。設定に当たっては、衛星画像データ (Google Earth<sup>10)</sup>)

等により河道周辺の状況を確認し調整を行った。

流域の土地利用状況については、国土数値情報土地利用細分メッシュデータ (平成21, 26年度)<sup>9)</sup>を用いて整理した。このデータをもとに、各調査地点の上流側の流域における水田 (国土数値情報土地利用細分メッシュデータの「田」に相当)、畑地 (同「その他の農用地」に相当) 及び森林の各面積割合を算出した。なお、以下に述べる統計解析においては、平成25年度については平成21年度と平成26年度の面積割合を1年単位で線形補完した値を、平成26年度以降は平成26年度の値をそれぞれ当てはめた。

人口密度 (下水道 (農業集落排水施設を含む) 非接続) は、大字別の汚水処理形態 (合併処理浄化槽、高度処理型合併処理浄化槽、単独処理浄化槽、し尿処理施設) 別人口<sup>6)</sup>、並びに国勢調査の4次メッシュ (500 mメッシュ) データ (2010, 2015年)<sup>11)</sup>を用いて算出した。なお、以下の統計解析においては、平成25, 26年度は2010年と2015年の値を1年単位で線形補完した値を、平成27年度以降は2015年の値をそれぞれ適用した。

家畜 (牛 (乳用牛及び肉用牛)、豚、鶏 (採卵鶏及びブロイラー)) の各飼養密度は、大

表1 各調査地点における水質分析結果<sup>a</sup>

河川	調査地点	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	TP	PO <sub>4</sub> -P
銚田川	H1	3.16 (0.69)	2.41 (0.51)	1.50 (0.33)	1.21 (0.26)	10.46 (0.93)	9.69 (0.81)	0.096 (0.060)	0.044 (0.015)	0.015 (0.005)
	H2	1.51 (0.38)	1.11 (0.21)	0.73 (0.17)	0.60 (0.12)	11.35 (0.58)	10.71 (0.58)	0.023 (0.008)	0.021 (0.005)	0.013 (0.003)
	H3	2.28 (0.63)	1.83 (0.43)	1.12 (0.22)	1.00 (0.22)	14.77 (1.47)	13.92 (1.14)	0.082 (0.040)	0.046 (0.019)	0.027 (0.010)
	H4	3.43 (0.89)	2.48 (0.60)	1.63 (0.39)	1.29 (0.33)	10.38 (1.65)	9.68 (1.37)	0.030 (0.011)	0.114 (0.060)	0.047 (0.022)
巴川	T1	2.16 (0.38)	1.31 (0.17)	0.84 (0.12)	0.65 (0.10)	7.67 (0.23)	7.29 (0.29)	0.044 (0.020)	0.028 (0.005)	0.013 (0.003)
	T2 <sup>b</sup>	2.10 (0.45)	1.40 (0.25)	0.87 (0.23)	0.66 (0.10)	9.65 (0.72)	8.64 (0.27)	0.184 (0.185)	0.052 (0.018)	0.027 (0.007)
	T3	1.90 (0.45)	1.55 (0.32)	0.93 (0.22)	0.84 (0.19)	7.91 (0.88)	7.56 (0.84)	0.043 (0.013)	0.021 (0.004)	0.012 (0.004)
	T4 (~H28年度)	4.45 (0.87)	3.35 (0.66)	2.21 (0.47)	1.79 (0.36)	4.11 (1.22)	3.57 (1.20)	0.116 (0.012)	0.113 (0.042)	0.053 (0.014)
	(H29年度~)	4.61 (0.87)	3.70 (0.96)	2.34 (0.52)	1.95 (0.44)	4.62 (1.15)	4.03 (0.95)	0.082 (0.040)	0.122 (0.032)	0.079 (0.031)
	T5 (~H28年度)	2.07 (0.47)	1.67 (0.30)	1.08 (0.27)	0.93 (0.20)	4.34 (1.15)	4.02 (1.05)	0.040 (0.021)	0.062 (0.049)	0.050 (0.050)
	(H29年度~)	5.08 (1.94)	3.71 (1.17)	2.85 (1.16)	2.29 (0.93)	4.95 (1.15)	4.29 (1.24)	0.136 (0.085)	0.080 (0.032)	0.030 (0.010)
	T6 (~H28年度)	4.39 (1.37)	3.60 (1.50)	2.14 (0.60)	1.81 (0.51)	4.12 (0.90)	3.57 (1.05)	0.110 (0.103)	0.078 (0.037)	0.020 (0.013)
(H29年度~)	5.52 (2.58)	4.49 (2.12)	2.71 (1.20)	2.33 (1.03)	3.51 (1.29)	2.63 (1.27)	0.144 (0.066)	0.109 (0.057)	0.040 (0.024)	

<sup>a</sup> 調査期間中の平均値（カッコ内は標準偏差。外れ値（2(4)参照）を除いて算出）。単位はいずれも mg/L。

<sup>b</sup> 平成 28 年 11 月より調査開始。

字別の飼養頭羽数データ<sup>12, 13)</sup>、並びに各年の茨城県内の畜産動向データ<sup>14)</sup>を用いて算出した。算出に当たっては、衛星画像データ（Google Earth<sup>10)</sup>）等により畜舎の空間分布を把握し、それと大字別の飼養頭羽数データとを紐付けることにより、流域内の飼養頭羽数の空間分布を詳細に算定した。なお、各年の頭羽数は2月1日現在の値として集計されていること<sup>14)</sup>から、各年度の飼養密度としてその翌年（たとえば、平成 28 年度の水質データに対しては平成 29 年）の値を当てはめた。なお、平成 30 年度については平成 31 年の頭羽数データが公表されていないことから、平成 30 年の値を適用した。

地形特性として、特に河畔域（河道周辺の後背湿地及び氾濫原）が隣接する台地等から地下水・表流水経路で流入する栄養塩（特に硝酸イオン）の除去（脱窒や生物吸収による）の場合、並びに DOC 生成の場合として重要であることが報告されていること<sup>15, 16)</sup>から、河畔域の地形的な湿潤指標（topographic wetness index; TWI）を、次式により算出した。

$$TWI = \ln(a/\tan\beta)$$

$$a = A/L$$

ここで、*A* は河畔域（河道メッシュ、及び河道メッシュから標高差 1 m 以内のメッシュとする）の総面積（km<sup>2</sup>）、*L* は河畔域の外縁の総延長距離（km）、 $\beta$  は河畔域の平均傾斜

角度をそれぞれ表す。*A*、*L* 及び  $\tan\beta$  は、前述の 500 × 500 m 正方メッシュデータを用いて算出した。TWI は流域土壌の湿潤状態を示す指標とされ、この値が大きいほど河畔域における水の滞留時間が長く、土壌の湿潤度合いが高くなり、その結果脱窒や生物吸収による硝酸イオンの消費活性が高いことが想定される<sup>17)</sup>。

解析に用いた土地利用・地形特性の一覧を表 2 に、各調査地点の上流側の流域に対するこれらの特性値を表 3 に、それぞれ示す。

#### (4) 統計解析

各水質項目の年度別平均値（平成 29, 30 年度については両年度を併せた平均値）について、流域の土地利用・地形特性との関係を相関分析、主成分分析、及び機械学習アルゴリズムの一つであるランダムフォレスト（random forest; RF）<sup>18, 19)</sup>により解析した。

なお、年度別平均値の算出に当たっては、Smirnov-Grubbs 検定により外れ値（*p* < 0.05）と見なされたデータは除外した。Smirnov-Grubbs 検定は、統計解析ソフトウェア R (version 3.5.2)<sup>20)</sup>のパッケージ outliers<sup>21)</sup>を用いて行った。

各水質項目と各土地利用・地形特性との相関係数の計算、並びに全調査地点の水質項目及び土地利用・地形特性についての主成分分析は、R を用いて行った。

各水質項目を土地利用・地形特性を用いて予測できるかについて検討するとともに、各水質項目に対する各特性の重要度を評価す

表2 解析に用いた流域の土地利用・地形特性

略号	項目
PF	水田の面積割合
DF	畑地の面積割合
F	森林の面積割合
PD	人口密度(下水道(農業集落排水施設を含む)非接続)(人/km <sup>2</sup> )
CT	牛(乳用牛及び肉用牛)飼養密度(頭/km <sup>2</sup> )
S	豚飼養密度(頭/km <sup>2</sup> )
CK	鶏(採卵鶏及びブロイラー)飼養密度(羽/km <sup>2</sup> )
TWI	河畔域(河道から標高差1m以内の領域)の地形的な湿潤指標(topographic wetness index)

表3 各調査地点より上流側の流域の土地利用・地形特性値\*

河川	調査地点	PF	DF	F	PD(人/km <sup>2</sup> )	CT(頭/km <sup>2</sup> )	S(頭/km <sup>2</sup> )	CK(羽/km <sup>2</sup> )	TWI
鋒田川	H1	0.025	0.598	0.294	137	0	1939	0	2.86
	H2	0.060	0.583	0.246	193	131	914	5249	3.62
	H3	0.076	0.775	0.067	219	0	2060	0	3.22
	H4	0.112	0.775	0.057	165	0	1502	0	4.83
巴川	T1	0.048	0.676	0.157	146	0	0	0	3.27
	T2	0.144	0.573	0.202	215	11	1363	0	3.64
	T3	0.126	0.583	0.121	184	14	0	6997	3.50
	T4 (~H28年度)	0.141	0.509	0.169	230	6	0	115408	5.58
	(H29年度~)	0.141	0.490	0.197	213	5	652	97768	5.35
	T5 (~H28年度)	0.160	0.476	0.112	961	0	0	0	4.86
	(H29年度~)	0.192	0.464	0.079	714	128	27	0	4.62
	T6 (~H28年度)	0.200	0.436	0.182	390	30	27	409	4.57
(H29年度~)	0.186	0.452	0.178	331	59	156	345	4.72	

\* 各年度の値の平均値。各特性の略号については表2を参照。

るために、RFによる解析を行った。RFは、i) 目的変数と説明変数との間の関係性(線形、非線形)を規定せずに解析できる、ii) 各説明変数の重要度を評価できる、という特長を有している<sup>22)</sup>。解析にはRのパッケージrandomForest<sup>23)</sup>を用い、各水質項目について計5個の予測モデルを作成した。なお、水質項目と説明変数となる土地利用・地形特性との間、並びに各土地利用・地形特性間に有意な相関が認められたこと(表4)から、多重共線性を避けるため、水質項目毎に説明変数として用いる特性の組み合わせの検討を行い、測定値のバラつきを最も良く説明できる(出力結果の"% Var explained"が最大となる)組み合わせを採用した。各水質項目のRFモデル作成において、説明変数として用いた土地利用・地形特性、並びに個々の決定木を作成する際に使用した説明変数の数(mtry)を、表5に示す。

### 3 結果及び考察

#### (1) 相関分析

各水質項目と各土地利用・地形特性との相関係数、並びに各土地利用・地形特性間の相関係数を表4に示す。なお、水田、畑地、森林の各面積割合以外の全ての土地利用・地形特性が非正規分布を示したことから、Spearmanの順位相関係数を計算した。

有機物については、d-COD、TOC及びDOCと水田面積割合との間に有意な正の相関( $p < 0.05$ )が見られた。また、TOCはTWIとも有意な正の相関( $p < 0.05$ )を示した。

窒素成分については、TN及びNO<sub>3</sub>-Nと畑地面積割合、豚飼養密度との間に強い正の相関、水田面積割合との間に強い負の相関(いずれも $p < 0.001$ )が認められた。これらの2成分は、TWI( $p < 0.01$ )、人口密度( $p < 0.05$ )とも有意な負の相関を示した。なお、NO<sub>3</sub>-NはTNの大部分(全地点の年度別平均値の平均値で92%)を占めていたことから、両者は以降に述べる主成分分析及びRFでもほぼ同じ傾向を示した。富岡ら<sup>24)</sup>は、2009年2月に霞ヶ浦流域の小河川( $n = 77$ )においてTN及びNO<sub>3</sub>-Nの各濃度を測定した結果、いずれも流域の畑地

表 4 各水質項目と各土地利用・地形特性、及び各土地利用・地形特性間の相関係数（Spearman の順位相関係数）<sup>a, b</sup>

(1) 各水質項目と各土地利用・地形特性

水質項目	PF	DF	F	PD	CT	S	CK	TWI
COD	0.310	-0.162	-0.084	0.133	-0.159	0.059	-0.068	0.317
d-COD	0.400*	-0.192	-0.140	0.219	-0.117	0.098	0.028	0.326
TOC	0.406*	-0.199	-0.154	0.242	-0.109	0.094	0.030	0.373*
DOC	0.406*	-0.189	-0.154	0.240	-0.111	0.114	0.036	0.338
TN	-0.602***	0.671***	-0.070	-0.345*	-0.211	0.780***	-0.335	-0.547***
NO <sub>3</sub> -N	-0.611***	0.685***	-0.086	-0.348*	-0.213	0.773***	-0.323	-0.536***
NH <sub>4</sub> -N	0.325	-0.336	0.188	0.319	0.012	0.103	-0.044	-0.056
TP	0.483**	-0.110	-0.312	0.283	-0.257	0.120	-0.150	0.609***
PO <sub>4</sub> -P	0.515**	-0.083	-0.463**	0.479**	-0.253	0.132	-0.125	0.667***

(2) 各土地利用・地形特性間

	PF	DF	F	PD	CT	S	CK	TWI
PF	-							
DF	-0.634***	-						
F	-0.316	-0.455**	-					
PD	0.795***	-0.619***	-0.231	-				
CT	0.386*	-0.662***	0.379*	0.371*	-			
S	-0.412*	0.544**	-0.014	-0.234	-0.360*	-		
CK	0.278	-0.496**	0.280	0.236	0.694***	-0.504**	-	
TWI	0.730***	-0.455**	-0.297	0.526	0.257	-0.457**	0.342	-

<sup>a</sup> 各特性の略号については表 2 を参照。

<sup>b</sup> \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*\*\*:  $p < 0.001$ 。

表 5 ランダムフォレスト（RF）によるモデル作成において説明変数として用いた土地利用・地形特性、並びに個々の決定木を作成する際に使用した説明変数の数（mtry）\*

水質項目	特性	mtry
COD	PF, F, CT, S, CK	2
d-COD	PF, F, CT, S, CK	2
TOC	PF, F, CT, S, CK	2
DOC	PF, F, CT, S, CK	2
TN	DF, F, CT, S, CK, TWI	2
NO <sub>3</sub> -N	DF, F, CT, S, CK, TWI	2
NH <sub>4</sub> -N	PF, F, CT, S, CK	1
TP	DF, F, CT, S, CK, TWI	2
PO <sub>4</sub> -P	DF, F, CT, S, CK, TWI	2

面積割合と強い正の相関を示すことを見出し、本研究の結果はこの知見と一致する。一方、NH<sub>4</sub>-N はいずれの土地利用・地形特性とも有意な相関を示さなかった。

りん成分については、TP、PO<sub>4</sub>-P とともに TWI と強い正の相関 ( $p < 0.001$ ) を示したほか、水田面積割合とも有意な正の相関 ( $p < 0.01$ ) を示した。また、PO<sub>4</sub>-P は森林面積割合とも有意な負の相関、人口密度とも有意な正の相関 (いずれも  $p < 0.01$ ) を示した。Surridge ら<sup>25)</sup> は河畔湿地の土壌を湛水培養した結果、土壌間隙水中のりん濃度が上昇することを見出し、土壌中のりん

含有鉄酸化物の還元溶解がその要因であると考察している。TWI が大きいほど河畔域の土壌の湿潤度合いが高いと考えられることから、TWI が大きい流域ほど河畔域土壌からのりんの溶出量が大きくなり、その結果河川に流出するりんの量が増加すると推察される。

(2) 主成分分析

主成分分析の結果を図 2 に示す。各水質項目及び土地利用・地形特性の因子負荷量から、有機物 (COD, d-COD, TOC, DOC)、窒素成分 (TN, NO<sub>3</sub>-N)、TP、水田面積割合及び TWI

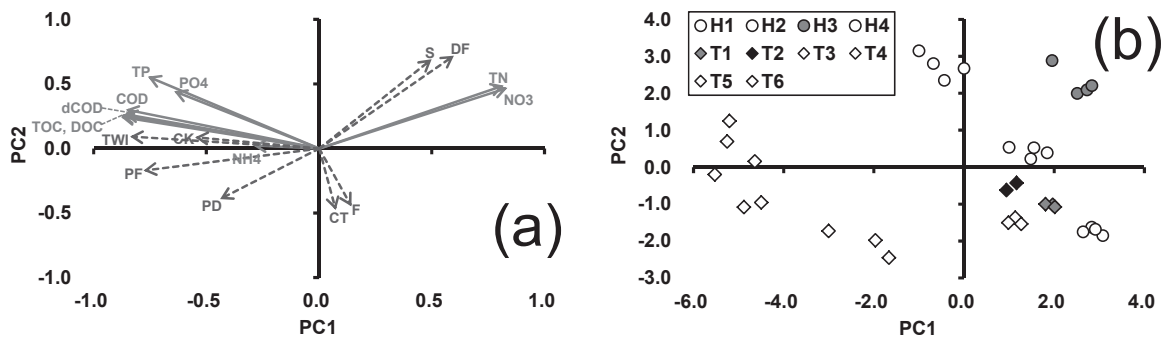


図2 主成分分析結果。(a) 各水質項目及び土地利用・地形特性の因子負荷量(第1主成分(PC1) vs. 第2主成分(PC2))。dCOD : d-COD, NO3 : NO<sub>3</sub>-N, NH4 : NH<sub>4</sub>-N, PO4 : PO<sub>4</sub>-P。各特性の略号については表2を参照。(b) 各調査地点の主成分得点(同)。

は第1主成分(寄与率46.5%)に、TP、畑地、森林の各面積割合、人口密度及び牛、豚の各飼養密度は第2主成分(同16.9%)にそれぞれ強く寄与していることが示された。これらの因子負荷量及び各調査地点の主成分得点から、銚田川(特にH2及びH3)では窒素成分濃度が高いのに対し、巴川の上流部(T4~T6)では有機物やTPの濃度が高く、水田面積割合やTWIが大きいという特徴が見出された。特にH3では、畑地面積割合及び豚飼養密度も大きく(表3)、主成分分析の結果もこのことと一致していたことから、同地点で窒素成分濃度が高い主な要因として、畑地や畜産系(特に養豚)からの負荷が大きいことが考えられる。石井ら<sup>2)</sup>も、霞ヶ浦(北浦を含む)に流入する主要な20河川を対象に2005年7月から2007年3月まで水質調査を実施し、それらの水質と流域の土地利用との関係について主成分分析により解析した結果、豚飼養頭数と窒素成分(特にNO<sub>3</sub>-N)濃度との相関性が高かったことから、河川水中の窒素濃度は流域内で営まれている養豚業の影響を強く反映していると考えしている。

### (3) RF

各水質項目の実測値とRFモデルによる計算値との関係を、図3に示す。併せて、モデルの推計精度を評価する1つの指標として、実測値の標準偏差で標準化した平均平方誤差の平方根(RSR)<sup>26)</sup>を計算し、表6に示した。い

れの水質項目も、実測値と予測値との相関は強く( $p < 0.001$ )、決定係数( $R^2$ )も0.76~0.99と高い値を示した。また、RSRもNH<sub>4</sub>-N以外の項目は0.5未満で、モデルの推計精度として「非常に良好(very good)」と評価され、NH<sub>4</sub>-N(RSR = 0.54)も「良好(good)」と評価された。特に、TN及びNO<sub>3</sub>-Nは $R^2$ がそれぞれ0.98, 0.99, RSRがそれぞれ0.14, 0.12と高い推計精度を示した。

各水質項目に対する各土地利用・地形特性の重要度を評価するために、当該特性データをシャッフルした場合モデル計算値の平均平方誤差(MSE)がどれくらい増加するかを計算し、その増加率(全ての決定木に対する平均値(Mean increase in MSE))を図4に示した。この値が大きいほど、当該特性の重要度が大きいと言える。有機物(COD, d-COD, TOC, DOC)に対しては、水田面積割合の重要度が最も大きいと評価された。水田では、灌漑期に代掻き等による土壌の攪拌、土壌粒子や植物残渣からの有機物の溶出により、田面水の排出に伴う有機物の負荷量が多いことが報告されている<sup>27, 28)</sup>が、非灌漑期においても、稲わらが還元されること等により土壌中の有機物含量が高い状態にあると想定され、水田土壌を浸透し流出する水に含まれる有機物の寄与が大きいことが推察される。一方、窒素成分(TN, NO<sub>3</sub>-N)に対しては、豚飼養密度及び畑地面積割合の重要度が最も大きく、次いでTWI、森林面積割合の重要度が大きいと評価された。前述のように、畑

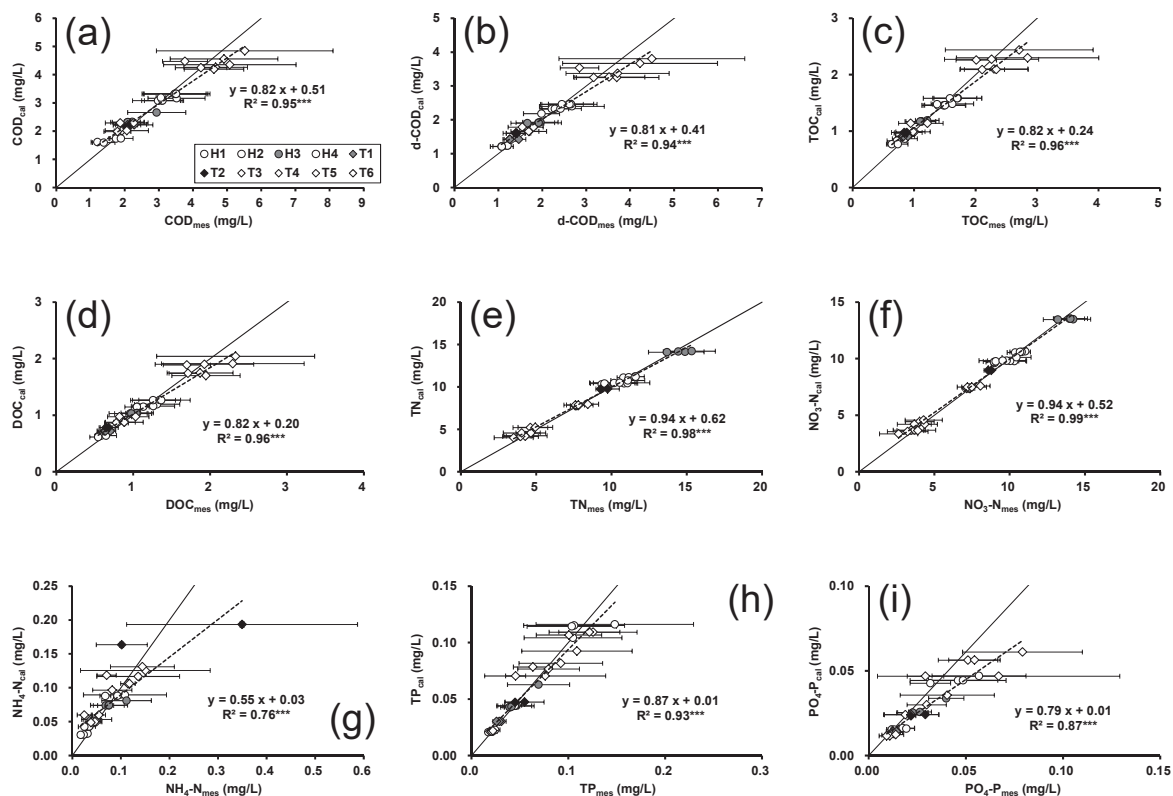


図3 各水質項目の実測値（各年度（平成29, 30年度は両年度）の平均値及び標準偏差（エラーバー））。横軸）とRFモデルによる計算値（5モデルの平均値及び標準偏差（エラーバー））。縦軸との関係。(a) COD, (b) d-COD, (c) TOC, (d) DOC, (e) TN, (f) NO<sub>3</sub>-N, (g) NH<sub>4</sub>-N, (h) TP, (i) PO<sub>4</sub>-P。図中の破線は実測値と計算値との回帰直線、実線は(実測値) = (計算値)のラインをそれぞれ表す。

表6 RFモデルの計算値に対する、実測値の標準偏差で標準化した平均平方誤差の平方根(RSR)\*

水質項目	RSR	* RSRによる精度評価の目安 <sup>26)</sup>	
		評価	RSR
COD	0.262	非常に良好 (very good)	0.00 ≤ RSR ≤ 0.50
d-COD	0.278	良好 (good)	0.50 < RSR ≤ 0.60
TOC	0.251	十分 (Satisfactory)	0.60 < RSR ≤ 0.70
DOC	0.246	不十分 (Unsatisfactory)	RSR > 0.70
TN	0.135		
NO <sub>3</sub> -N	0.117		
NH <sub>4</sub> -N	0.543		
TP	0.266		
PO <sub>4</sub> -P	0.375		

\* 5モデルによる計算値の平均値について計算。

地及び養豚(豚ふん堆肥の施用等)が NO<sub>3</sub>-Nの主要な起源となっておりと同時に、河畔域における脱窒や生物吸収による硝酸イオンの消費も、河川水中 NO<sub>3</sub>-N 濃度を規定する重要な要因の一つとなっていることが推定された。りん成分については、TP, PO<sub>4</sub>-Pともに TWIの重要

度が最も大きく、前述のように河畔域土壌から溶出するりんの寄与が大きいことが推察された。

#### 4 結論

本研究では、北浦の主要流入河川である鉾田

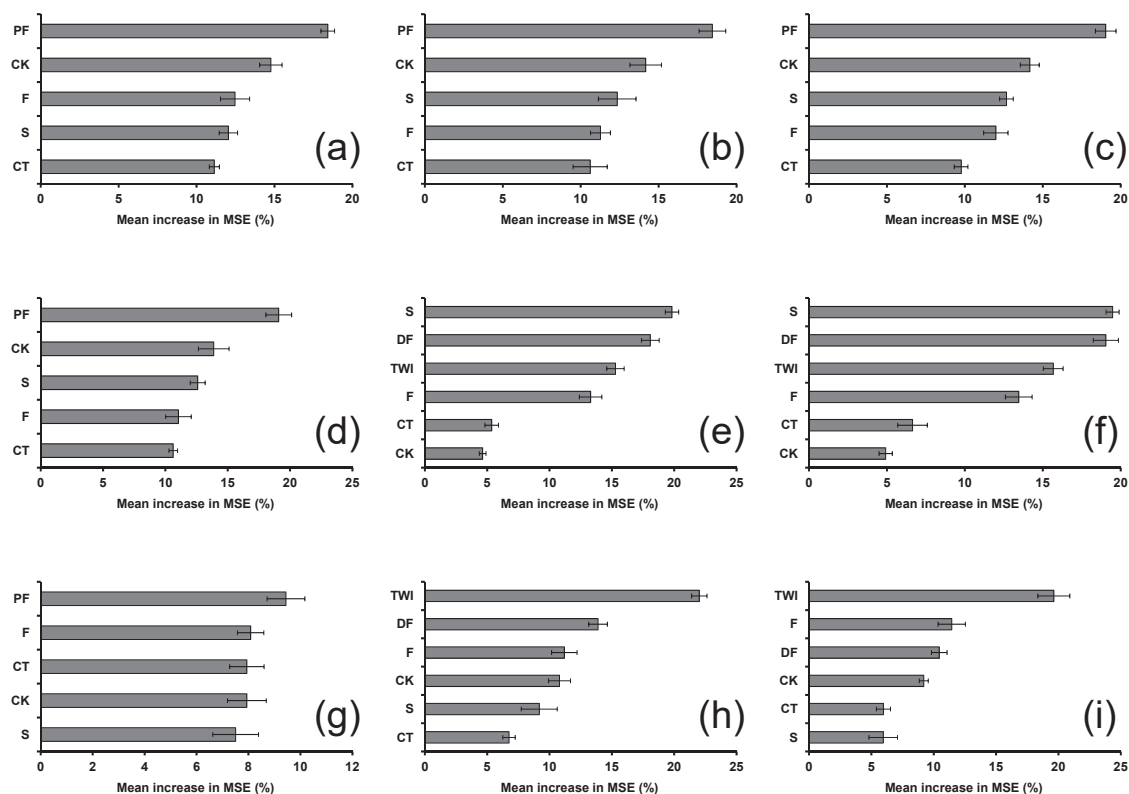


図4 各水質項目に対する各土地利用・地形特性の重要度 (Mean increase in MSE。5モデルの平均値及び標準偏差 (エラーバー))。 (a) COD, (b) d-COD, (c) TOC, (d) DOC, (e) TN, (f)  $\text{NO}_3\text{-N}$ , (g)  $\text{NH}_4\text{-N}$ , (h) TP, (i)  $\text{PO}_4\text{-P}$ 。

川及び巴川の各支流 (一部を除く) を対象に、非灌漑期平水時の河川水質に及ぼす流域の土地利用・地形特性の影響について解析し、以下の結論を得た。

- i) 有機物 (COD, d-COD, TOC, DOC) 濃度は、水田面積割合と有意な正の相関があり、ランダムフォレスト (RF) による予測モデルにおいても同割合の重要度が最も大きいと評価された。このことから、河川水中有機物の起源として、水田土壌を浸透し流出する水に含まれる有機物の寄与が大きいことが推察される。
- ii) 窒素成分 (TN,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ) 濃度は、豚飼養密度及び畑地面積割合と強い正の相関、河畔域の地形的な湿潤指標 (TWI) と強い負の相関を示し、RF モデルでもこれらの因子の重要度が大きいと評価された。このことから、畑地及び養豚 (豚ふん堆肥の施用等) が窒素 (特に  $\text{NO}_3\text{-N}$ ) の主要な起源となっている一方、河畔域における脱窒や生物吸収による硝酸イ

オンの消費も、河川水中  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度を規定する重要な要因の一つとなっていると推定される。

- iii) りん成分 (TP,  $\text{PO}_4\text{-P}$ ) 濃度は、TWI と強い正の相関を示し、RF モデルでも同因子の重要度が最も大きいと評価された。TWI が大きいほど河畔域土壌の還元度合が高く、土壌中のりん含有鉄酸化物の還元溶解に伴うりんの溶出量が大きくなり、その結果河川に流出するりんの量が増加すると推察される。

今後、銚田川、巴川以外の河川も含めて同様の解析を行い、本研究で得られた知見が銚田川、巴川流域特有のものなのか、それとも他の河川流域にも共通するものなのかについて検証する必要がある。

一方、本研究では河川水質データと対応させる各土地利用特性の値について、水質調査を実施した年と同年あるいは直近のデータを用いたが、特に面源や畜産系からの負荷に関しては、

土壌に投入されてから地下水を經由して河川に流出するまでに時間がかかることが想定され<sup>29)</sup>、観測された河川水質はその時点より前(～数年から数十年前)の土地利用状況を反映している可能性が高いと考えられる。河川水質と流域の土地利用との関係をより正確に評価するためには、両者の経年変化の比較や流域における水の滞留時間の推定等を行うことにより、有機物や栄養塩が流域に投入されてから河川に流出するまでのタイムラグについて見積もる必要があると考えられる。

## 5 参考文献

- 1) 茨城県. 公共用水域及び地下水の水質測定結果.
- 2) 石井裕一, 北村立実, 渡邊圭司, 小松伸行, 天野佳正, 矢部徹, 2009. 河川の水質形成と集水域の土地利用形態との関係. 水環境学会誌 **32**(3), 139-146.
- 3) Chang, H., 2008. Spatial analysis of water quality trends in the Han River basin, South Korea. *Water Research* **42**(13), 3285-3304.
- 4) Ye, L., Cai, Q., Liu, R., Cao, M., 2009. The influence of topography and land use on water quality of Xiangxi River in Three Gorges Reservoir region. *Environmental Geology* **58**, 937-942.
- 5) Chen, J., Lu, J., 2014. Effects of land use, topography and socio-economic factors on river water quality in a mountainous watershed with intensive agricultural production in East China. *PLoS ONE* **9**(8), e102714.
- 6) 茨城県, 2017. 平成 28 年度 第 7 期霞ヶ浦湖沼水質保全計画策定調査業務報告書
- 7) 戸田任重, 松本英一, 宮崎龍雄, 芝野和夫, 川島博之, 1994. 灌漑用溜池における硝酸態窒素の消失. 日本土壌肥料学会誌 **65**(3), 266-273.
- 8) 国土地理院基盤地図情報ダウンロードサービス.  
<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>.
- 9) 国土交通省国土数値情報ダウンロードサービス. <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>.
- 10) Google Earth.  
<https://www.google.co.jp/earth/>.
- 11) 地図で見る統計(統計 GIS).  
<https://www.e-stat.go.jp/gis/statmap-search?page=1&type=1&toukeiCode=00200521>.
- 12) 茨城県, 2013. 平成 24 年度 河川別汚濁原因調査業務委託報告書.
- 13) 茨城県, 2014. 平成 25 年度 河川別汚濁原因調査業務委託報告書.
- 14) 茨城県. 畜産の動向(統計資料).  
<https://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/chikusan/chikusei/chikutohkei/chikutohkei-top.html>.
- 15) 江口定夫, 2008. モデルによる土壌, 農耕地, 流域における窒素動態の理解 3. 地形連鎖系スケールの窒素動態—調査技法とモデル化手法—. 日本土壌肥料学会誌 **79**(2), 213-227.
- 16) Dosskey, M.G., Bertsch, P.M., 1994. Forest sources and pathways of organic matter transport to a blackwater stream: a hydrologic approach. *Biogeochemistry* **24**(1), 1-19.
- 17) 高津文人, 渡邊未来, 林誠二, 今井章雄, 中島泰弘, 尾坂兼一, 三浦真吾, 2012. 筑波山周辺の渓流水中の硝酸イオンの酸素・窒素安定同位体比による硝酸イオンの生成・混合・消費プロセスの解析. 陸水学雑誌 **73**, 1-16.
- 18) Breiman, L., 2001. Random forest. *Machine Learning* **45**(1), 5-32.
- 19) 波部 斉, 2012. ランダムフォレスト. 情報処理学会研究報告 **2012-CVIM-182**(31), 1-8.
- 20) R: The R Project for Statistical Computing.  
<https://www.r-project.org/>.
- 21) Package 'outliers' - CRAN - R Project.  
<https://cran.r-project.org/web/packages/outliers/outliers.pdf>
- 22) Nelson, N.G., Munoz-Carpena, R., Philips, E.J., Kaplan, D., Sucusy, P., Hendrickson, J., 2018. Revealing biotic and abiotic controls of harmful algal blooms in a shallow subtropical lake through statistical machine learning. *Environmental Science and Technology* **52**, 3527-3535.



- 23) randomForest - CRAN.  
<https://cran.r-project.org/web/packages/randomForest/randomForest.pdf>.
- 24) 富岡典子, 高津文人, 霜鳥孝一, 2016. 霞ヶ浦の現状と課題—窒素負荷と底質環境の影響—. 用水と廃水 **58**(1), 55-60.
- 25) Surridge, B.W.J., Heathwaite, A.L., Baird, A.J., 2007. The release of phosphorus to porewater and surface water from river riparian sediments. *Journal of Environmental Quality* **36**(5), 1534-1544.
- 26) Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R.L., Harmel, R.D., Veith, T.L., 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Transactions of the ASABE* **50**(3), 885-900.
- 27) 村山重俊, 駒田充生, 馬場浩司, 津村昭人, 2001. 農業集水域小河川の平常流量時の水質とその時期的変動. 日本土壤肥科学雑誌 **72**(3), 409-419.
- 28) 人見忠良, 吉永育生, 三浦 麻, 濱田康治, 白谷栄作, 高木強治, 2007. 水田における DOM および疎水性酸画分の流出実態. 農業農村工学会論文集 No. 250, 73-81.
- 29) Lindsey, B.D., Phillips, S.W., Donnelly, C.A., Speiran, G.K., Niel Plummer, L., Böhlke, J., Focazio, M.J., Burton, W.C., Busenberg, E., 2003. Residence times and nitrate transport in ground water discharging to streams in the Chesapeake Bay Watershed. Water-Resources Investigations Report 03-4035, U.S. Geological Survey, 201 pp.

### 1-3 霞ヶ浦直接浄化実証施設の稼働に伴う土浦港内の水質改善効果の検証

小室俊輔, 志村隆二, 大内孝雄, 松本俊一, 福島武彦

Verification of water quality improvement effect in Tsuchiura Port by the Operation of its Direct Purification Facility  
Shunsuke KOMURO, Ryuji SHIMURA, Takao OOUCHI, Shunichi MATSUMOTO and Takehiko FUKUSHIMA

キーワード: 水質浄化, 富栄養化, 栄養塩動態, 生態系機能

#### 1 はじめに

霞ヶ浦の水質浄化については、「湖沼水質保全計画」に基づき、汚濁負荷の削減対策などが実施されているが、湖内の水質は横ばい傾向にあり、改善が進んでいない。特に、平成23年夏にはアオコが大発生し、土浦港周辺では、アオコの腐敗による悪臭の苦情が多数寄せられるなど、大きな問題となった。そのため、県では、土浦港内の全りん(TP)濃度の低減を図ることで植物プランクトン(アオコ)の発生を抑制し、水質を改善することを目的として、平成25年9月、土浦港に「霞ヶ浦直接浄化実証施設」を設置した。

本研究では、施設稼働による浄化対象区である土浦港内における水質改善効果を検証した。

#### <施設の概要(処理方式)>

無機凝集剤、磁性粉等を投入して、湖水中のりん及び浮遊物質(SS)等を凝集させてフロックを形成し、そのフロックを磁気ディスクにより回収する方式。コンパクトな装置であることに加え、数分間でりん等を水中から除去することができる(図1)。処理能力は、1日あたり約10,000m<sup>3</sup>である。

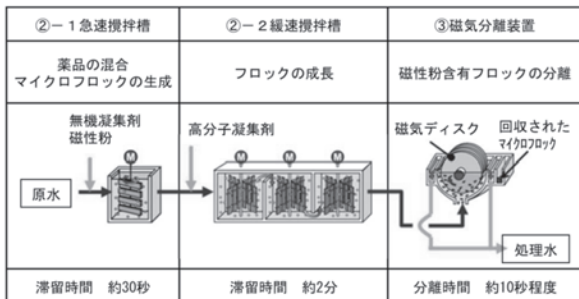


図1 施設概要(処理の原理)

#### 2 調査及び分析方法

##### (1) 調査地点・採水

調査地点を図2及び表1に示す。平成25年

度から平成29年度の調査地点は、土浦港の最奥部から外縁部の土浦入口までとし、平成30年度では、土浦港入口より湖心側の土浦沖の1地点を加えた。調査地点数は、平成25年度、平成26年度及平成30年度は6地点、平成27~29年度は8地点であった。



図2 調査地点

表1 期間及び調査地点

	調査期間	調査地点
平成25年度	H25/10/22~H26/3/20 第1ターム~第4ターム	①, ③, ⑥, ⑦, ⑧
平成26年度	H26/4/23~H26/9/24 第1ターム~第4ターム	①, ③, ⑥, ⑦, ⑧
平成27年度	H27/4/30~H27/9/22 第1ターム~第4ターム	①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧
平成28年度	H28/6/19~H28/9/29 第1ターム, 第2ターム	①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧
平成29年度	H29/6/9~H29/10/25 第1ターム, 第2ターム	①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧
平成30年度	H30/6/1~H30/11/6 第1ターム, 第2ターム	①, ③, ⑥, ⑦, ⑧, ⑨

##### (2) 試料の採取及び水質分析

施設の稼働に伴う土浦港内の水質改善効果を検証するため、施設稼働前後のほか、稼働中の約10日に1回の頻度で、図2の調査地点における水面下50cmの湖水を採取し、透明度SS、TP、PO<sub>4</sub>-P、クロロフィルa濃度、フイコシアニン濃度等の水質分析を行った。

### 3 結果及び考察

#### (1) 浄化施設の処理状況

浄化施設は、平成 25 年度は秋季から冬季に、平成 26 年度は春季及び夏季を通して運転した。また、平成 27 年度以降は、夏季に連続運転を行った。浄化施設での原水及び処理水の SS 及び TP 濃度、各々の除去率の推移を表 2 示す。稼働期間中を通して、処理水目標値 (SS が 5mg/L, TP が 0.030mg/L) を達成した。また、浄化施設での TP 除去量は平成 30 年度が最大であった。

表 2 浄化施設における除去率 (SS, TP)

	SS			TP		
	原水 平均 a (mg/L)	処理水 平均 b (mg/L)	除去率 (b-a)/a (%)	原水 平均 a (mg/L)	処理水 平均 b (mg/L)	除去率 (b-a)/a (%)
平成 25 年度	10	4.1	△59 %	0.063	0.018	△71 %
平成 26 年度	13	2.6	△80 %	0.11	0.022	△80 %
平成 27 年度	19	3.4	△82 %	0.14	0.027	△81 %
平成 28 年度	12	3.1	△74 %	0.090	0.016	△82 %
平成 29 年度	12	2.8	△76 %	0.087	0.017	△80 %
平成 30 年度	14	2.4	△83 %	0.10	0.014	△86 %
処理水目標	-	5	-	-	0.030	-

#### (2) 土浦港の水質改善効果

浄化施設による水質改善効果を検証するため、浄化施設稼働中における土浦港内の水質分析を行い、土浦港最奥部の地点①と土浦港入口部の地点⑧の水質を単純比較し、改善率 (%) を計算した。浄化施設稼働期間中の土浦港の水質と改善率を表 3 に示す。平成 25 年度の改善率は、平成 26 年度以降より、明らかに高い値を示した。平成 27~30 年度の SS, TP, PO<sub>4</sub>-P 濃度及び透明度の改善率は、各々 5~25%, 26~33%, 31~79%, 13~36% であった。

表 3 浄化施設稼働中における土浦港の水質と改善率 (SS, TP, PO<sub>4</sub>-P, 透明度)

	SS			TP		
	港入口部 平均 a (mg/L)	湾最奥部 平均 b (mg/L)	改善率 (b-a)/a (%)	港入口部 平均 a (mg/L)	湾最奥部 平均 b (mg/L)	改善率 (b-a)/a (%)
25 年度	13	7.3	△46 %	0.075	0.035	△53 %
26 年度	20	15	△25 %	0.13	0.083	△36 %
27 年度	24	18	△25 %	0.14	0.10	△26 %
28 年度	16	15	△6 %	0.12	0.087	△28 %
29 年度	19	18	△5 %	0.13	0.084	△33 %
30 年度	13	11	△15 %	0.11	0.072	△35 %

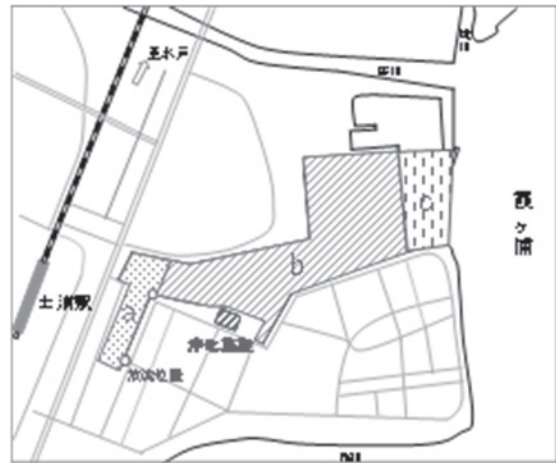
	PO <sub>4</sub> -P			透明度		
	港入口部 平均 a (mg/L)	湾最奥部 平均 b (mg/L)	改善率 (b-a)/a (%)	港入口部 平均 a (mg/L)	湾最奥部 平均 b (mg/L)	改善率 (b-a)/a (%)
25 年度	0.013	0.003	△77 %	0.75	1.4	△88 %
26 年度	0.018	0.007	△61 %	0.51	0.71	△39 %
27 年度	0.013	0.009	△31 %	0.60	0.68	△13 %
28 年度	0.019	0.009	△53 %	0.79	0.93	△18 %
29 年度	0.018	0.006	△67 %	0.74	1.0	△36 %
30 年度	0.014	0.003	△79 %	0.70	0.86	△23 %
(参考) 処理水目標	-	5	-	-	0.030	-

なお、平成 27 年度以降の SS, TP, PO<sub>4</sub>-P 濃度及び透明度の浄化対策水域 (地点①~⑥の平均値) と港入口部の地点⑧の推移を確認した結果、設備の稼働を開始すると浄化対策水域の水質が改善され、湖水に近い地点⑧よりも良好な水質が維持されることが確認できた。

#### (3) 土浦港内の水質改善効果の検証

浄化施設の稼働が土浦港の水質に及ぼす改善効果を、運転最終日における浄化施設によるりん除去量と土浦港全体のりん減少量の物質収支から検討した。

図 4 に土浦港内の水域毎の区分け及び容積等 (面積, 水深, 容積) を、図 5 に平成 27 年度以降の SS, TP, PO<sub>4</sub>-P 及び透明度の浄化対策水域 (地点①~⑥の平均値) と港入口部 (地点⑧) の推移を示す。



	面積 (m <sup>2</sup> )	水深 (m)	容積 (万 m <sup>3</sup> )	備考
水域 a	14,038	3.2	4.6	浄化対策水域 (地点①~⑥の平均値)
水域 b	102,730	3.4	36.5	地点⑦
水域 c	21,368	3.9	9.8	地点⑧
港全体	138,136	3.5	50.9	-

図 3 土浦港内の水域毎の区分け及び容積等

また、夏季に浄化施設の稼働を行った平成 27 年度以降の浄化施設による TP 除去量の結果を表 5 に示す。土浦港全体の TP 減少量の割合は 3 割~4 割であり、同程度で推移していたことが明らかとなった。なお、土浦港全体のりん減少量と浄化施設のりん除去量では乖離があり、このことから、土浦港への湖水の出入りなどの影響が大きいことが示唆された。

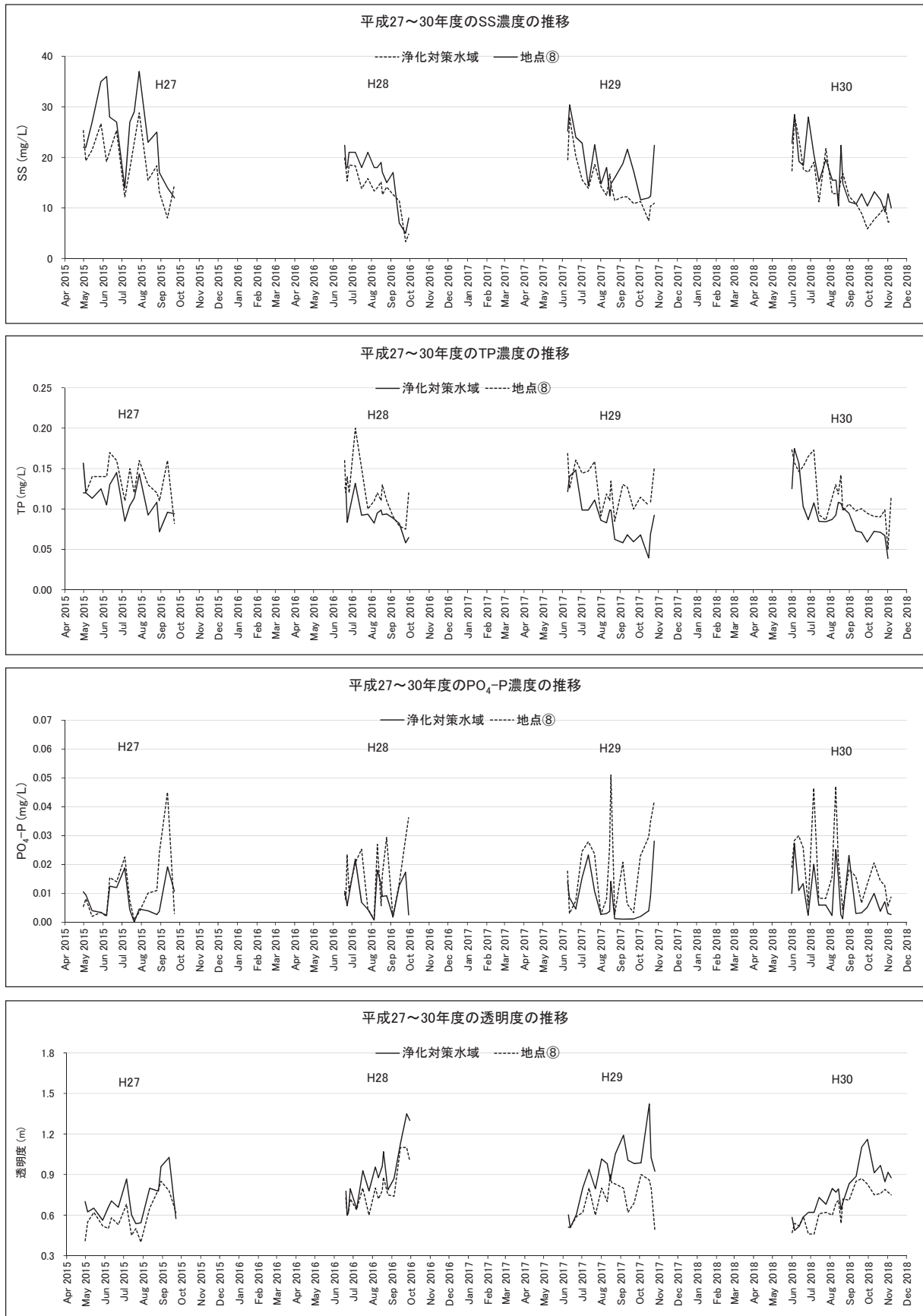


図4 平成27年度以降のSS, TP, PO<sub>4</sub>-P及び透明度の浄化対策水域(地点①～⑥の平均値)と港入口部(地点⑧)の推移

表5 浄化施設運転最終日における土浦港内のTP減少量

	27年度	28年度	29年度	30年度
土浦港 (kg)	21.0	23.1	22.8	34.6
浄化施設 (kg)	71.2	74.0	70.7	86.0
TP減少量 (%)	30	31	32	40

(4) 浄化施設運転による対象水域の検証

平成30年度においては、土浦港外の地点として土浦沖の調査も併せて実施し、浄化施設稼働による対象水域の検証を行った。浄化対策水域（地点①～⑥の平均値）、土浦港入口（地点⑧）及び土浦沖（地点⑨）におけるSS、TP及びクロロフィルaの推移を図5に示す。SS、TP及びクロロフィルa濃度を比較した結果、地点⑧と地点⑨は概ね同様の水質変化であった。したがって、港入口部（地点⑧）の水質については、浄化施設稼働による浄化の影響は少ないことが示唆された。

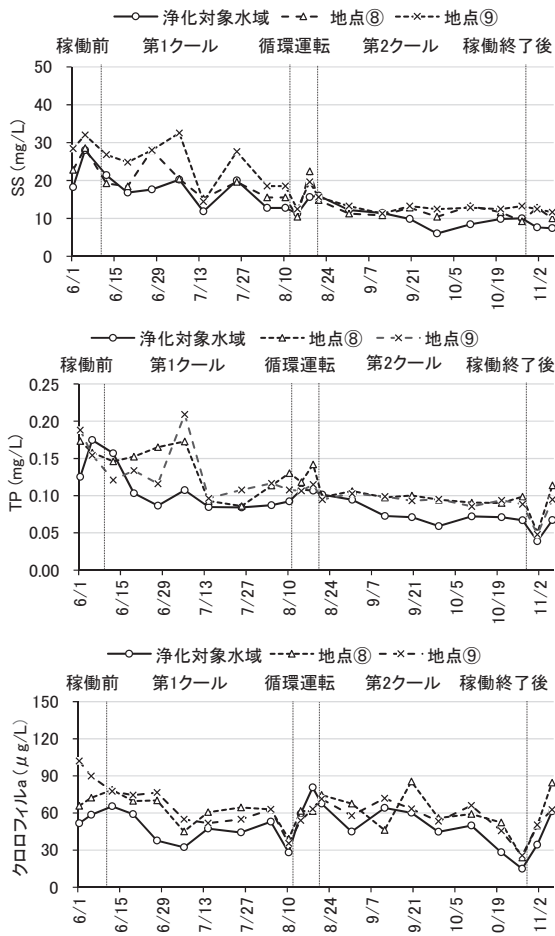


図5 浄化対策水域、地点⑧及び地点⑨における水質の推移 (SS, TP, クロロフィルa)

(5) 植物プランクトン(アオコ)の発生抑制効果

平成25年度以降の浄化施設稼働中におけるTPとクロロフィルa濃度及びフィコシアニン濃度の相関を図6に示す。TP濃度とクロロフィルa濃度の相関係数rは0.784 (p<0.001, n=96)であり、強い相関が認められた。同様に、TP濃度とフィコシアニン濃度間にも相関が認められた (r=0.442, p<0.001, n=96)。また、浄化対策水域のTP濃度とクロロフィルa濃度の推移からも相関が確認できた。

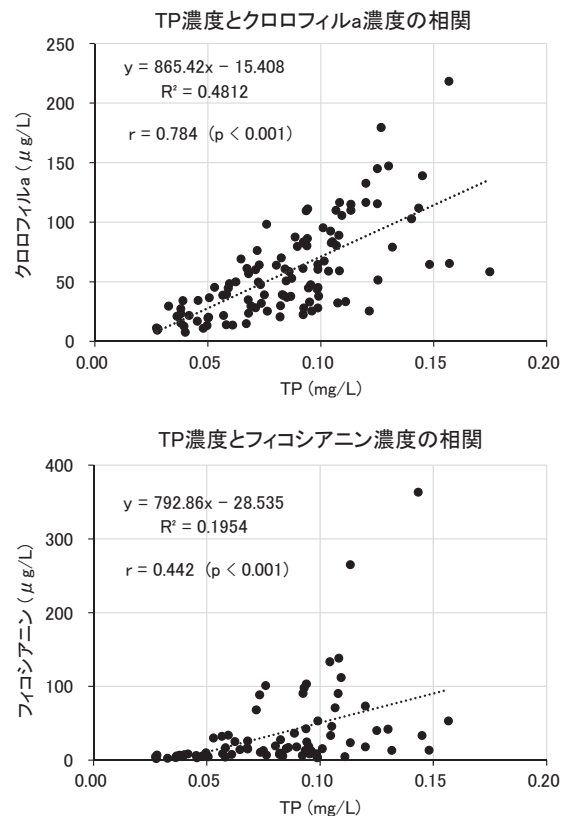


図6 TPとクロロフィルa濃度及びフィコシアニン濃度の相関

平成30年度に追加した土浦沖（地点⑨）と浄化対象水域のTP、クロロフィルa及びフィコシアニン濃度の推移を図7に示す。浄化施設稼働前あるいは浄化施設稼働を停止時には、3項目とも土浦沖より浄化対象水域の方が高い値であったが、浄化施設を稼働した期間においては、浄化対象水域の方が低い値となった。

これらの結果より、植物プランクトン(アオコ)の発生抑制としても、浄化施設稼働の有効性が示唆された。

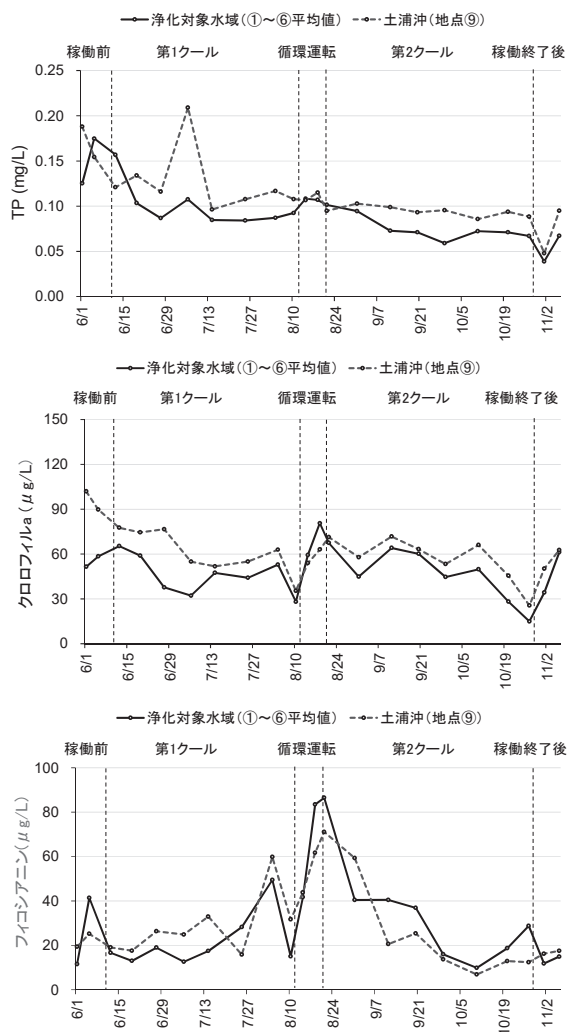


図7 平成30年度の浄化対象水域と土浦沖の水質の比較

#### 4 結論

土浦港における水質調査の結果、土浦港の水質改善率は、SSが12～25%、TPが23～33%、 $PO_4\text{-P}$ が29～81%、及び、透明度が13～37%であり、土浦港内の水質の改善が確認され、浄化施設の有効性が示唆された。

また、浄化施設の稼働に伴い、植物プランクトンの指標となるクロロフィルa濃度やアオコの現存量の目安となるフィコシアニン濃度の低下も見られ、植物プランクトンの発生抑制としても、浄化施設の有効性が示唆された。

#### 参考文献

- 1) Val H Smith, 2003. Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems a global problem, *Environmental Science and Pollution Research*, **10**(2), 126-139
- 2) Chun Ye, Qiujin Xu, Hainan Kong, Zheming Shen & Changzhou Yan, 2007. Eutrophication conditions and ecological status in typical bays of Lake Taihu in China, *Environmental Monitoring and Assessment*, **135**(1-3), 217-225

## 1-4 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

平成 30 年 4 月から平成 31 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、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 m) 及び下層 (湖底直上 0.5 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  $\mu$ 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

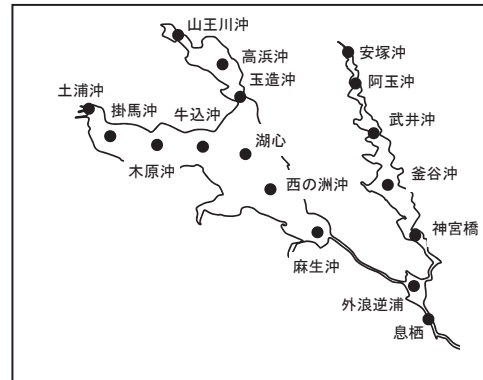


図 1 湖内の採取地点

測定項目	測定方法	
pH	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	JIS K 0102	17. 100°Cにおける過マンガン酸カリウムによる酸素消費量(COD <sub>Mn</sub> )
懸濁物質(SS)	JIS K 0102	14.1 懸濁物質
全窒素(TN, D-TN)	JIS K 0170-3	流れ分析法による水質試験方法-第3部:全窒素
全りん(TP, D-TP)	JIS K 0170-4	流れ分析法による水質試験方法-第4部:りん酸イオン及び全りん
各態窒素(NO <sub>3</sub> -N, NO <sub>2</sub> -N, NH <sub>4</sub> -N)	JIS K 0170-1, 2	流れ分析法による水質試験方法-第3部:全窒素
りん酸イオン(PO <sub>4</sub> -P)	JIS K 0170-4	流れ分析法による水質試験方法-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 燃烧酸化-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	※エタノール使用
イオン(Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	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	JIS K 0101	44.1.2 モリブデン青吸光度法

3 結果の概要 (COD、窒素、りんは上層の結果を報告する。)

(1) COD (表1)

- 湖心のCODは、8月～12月にかけて過去5年間(平成24～平成28年度)の平均値(以下、「平均値」という。)を上回っており、平成30年度と過去5年間の平均値の年間平均値はそれぞれ7.4 mg/L, 7.5 mg/Lであった(図2)。
- 釜谷沖のCODは、9月～12月は平均値を下回り、4月～5月, 2月～3月は平均値を上回った。平成30年度と過去5年間の平均値の年間平均値はそれぞれ8.3 mg/L, 8.3 mg/Lであった(図2)。
- 湖心のd-CODは、8月～2月にかけて平均値を上回っており、平成30年度と過去5年間の平均値の年間平均値はそれぞれ5.4 mg/L, 5.1 mg/Lであった(図3)。
- 釜谷沖のd-CODは、4月～8月にかけて平均値を上回っており、平成30年度と過去5年間の平均値の年間平均値はそれぞれ5.8 mg/L, 5.4 mg/Lであった(図3)。

表1 湖心及び釜谷沖におけるCODとd-CODの年間平均値及び5年平均値 (mg/L)

項目	湖心			釜谷沖		
	H29	H30	5年平均 (H24-H28)	H29	H30	5年平均 (H24-H28)
COD	7.0	7.4	7.5	8.3	8.3	8.3
d-COD	4.7	5.4	5.1	5.0	5.8	5.4

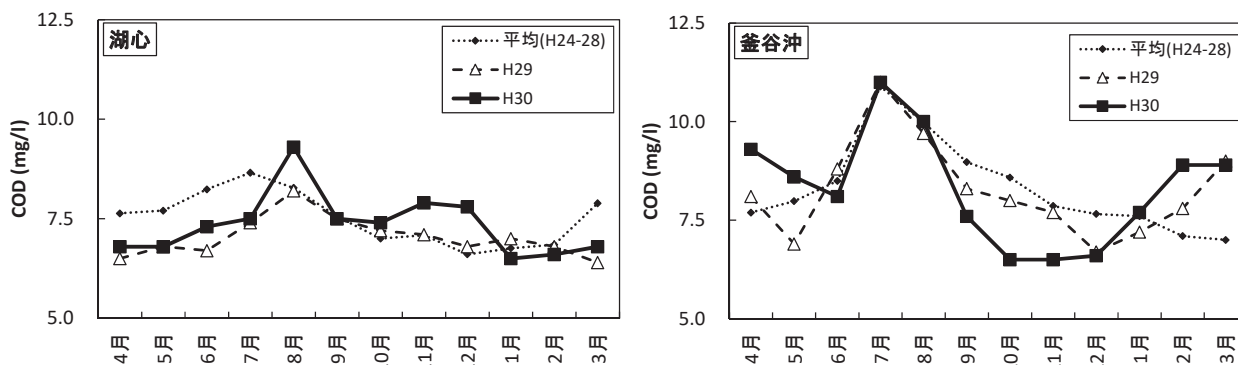


図2 湖心及び釜谷沖におけるCODの経月変化

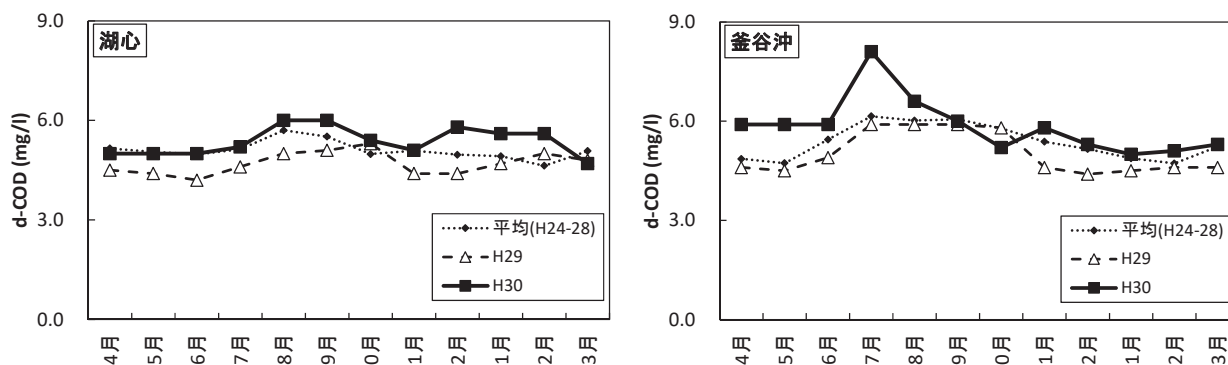


図3 湖心及び釜谷沖におけるd-CODの経月変化



(2) 窒素 (表 2)

- 湖心の TN 濃度は、年間をとおして平均値を下回っており、平成 30 年度と過去 5 年間の平均値の年間平均値はそれぞれ 0.68 mg/L, 0.94 mg/L であった (図 4)。
- 釜谷沖の TN 濃度は、4 月～6 月、3 月に平均値を下回り、8 月～1 月に平均値を上回った。平成 30 年度と過去 5 年間の平均値の年間平均値はそれぞれ 1.2 mg/L, 1.3 mg/L であった (図 4)。
- 湖心の溶存態無機窒素 (DIN : 硝酸態・亜硝酸態・アンモニア態窒素の合計濃度) は、年間をとおして平均値を下回っていた。平成 30 年度と過去 5 年間の平均値の年間平均値はそれぞれ 0.08mg/L, 0.28 mg/L であった (図 5)。
- 釜谷沖の DIN 濃度は、8 月～1 月は平均値を上回ったが、その他の時期には下回った。平成 30 年度と過去 5 年間の平均値の年間平均値はそれぞれ 0.48 mg/L, 0.50 mg/L であった (図 5)。

表 2 湖心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)

項目	湖心			釜谷沖		
	H29	H30	5 年平均 (H24-H28)	H29	H30	5 年平均 (H24-H28)
TN	0.74	0.68	0.94	1.2	1.2	1.3
DIN	0.10	0.08	0.28	0.40	0.48	0.50

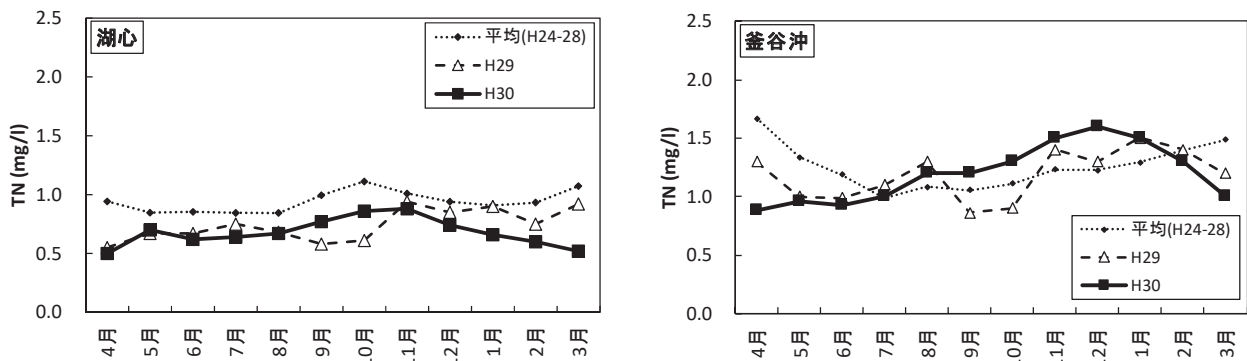


図 4 湖心及び釜谷沖における TN の経月変化

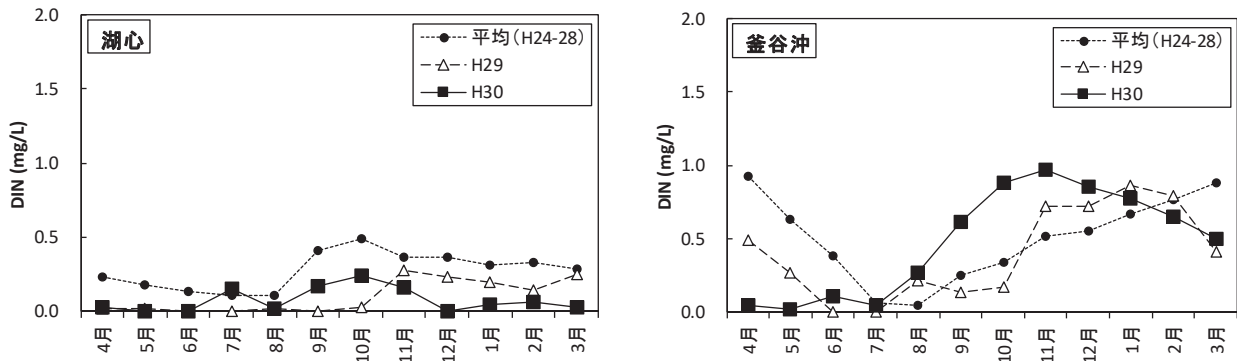


図 5 湖心及び釜谷沖における DIN の経月変化

(3) リン (表3)

- 湖心の TP 濃度は、4月～5月、8月に平均値を下回っており、平成30年度と過去5年間の平均値の年間平均値はそれぞれ 0.077 mg/L, 0.080 mg/L であった (図6)。
- 釜谷沖の TP 濃度は、5月～7月、2月～3月に平均値を上回っており、平成30年度と過去5年間の平均値の年間平均値はそれぞれ 0.093 mg/L, 0.084 mg/L であった (図6)。
- 湖心のりん酸態りん (PO<sub>4</sub>-P) 濃度は、年度を通して平均値と同程度で推移した。平成30年度と過去5年間の平均値の年間平均値はそれぞれ 0.014 mg/L, 0.015 mg/L であった (図7)。
- 釜谷沖の PO<sub>4</sub>-P 濃度は、6月～9月に平均値を上回った。平成30年度と過去5年間の平均値の年間平均値はそれぞれ 0.025 mg/L, 0.018 mg/L であった (図7)。

表3 湖心及び釜谷沖における TP と PO<sub>4</sub>-P の年間平均値及び5年平均値 (mg/L)

項目	湖心			釜谷沖		
	H29	H30	5年平均 (H24-H28)	H29	H30	5年平均 (H24-H28)
TP	0.085	0.077	0.080	0.090	0.093	0.084
PO <sub>4</sub> -P	0.013	0.014	0.015	0.012	0.025	0.018

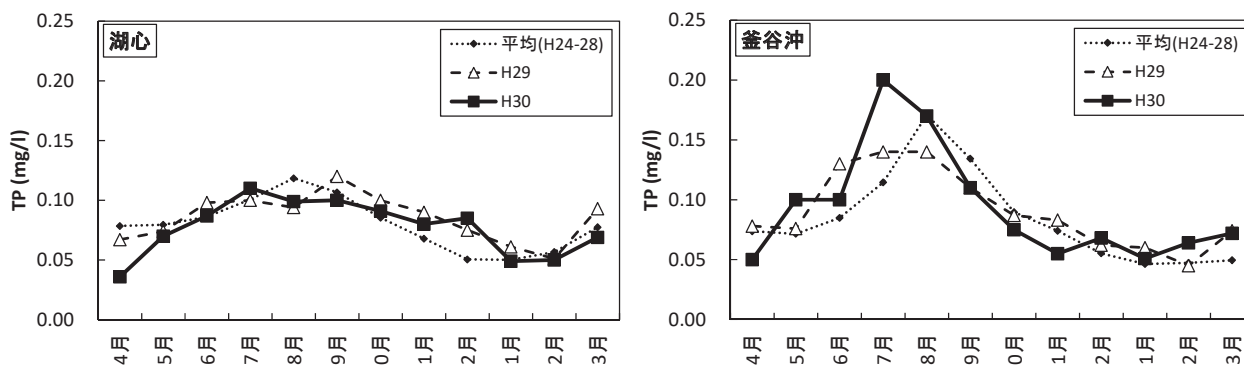


図6 湖心及び釜谷沖における TP の経月変化

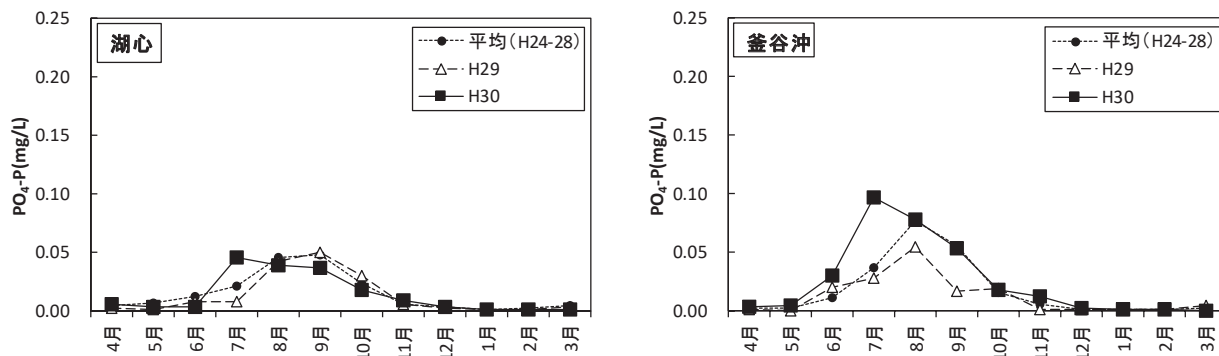


図7 湖心及び釜谷沖における PO<sub>4</sub>-P の経月変化

(4) 植物プランクトン

- 湖心では年間を通じて概ね珪藻類が優占したが、夏季に若干藍藻類が増加した。釜谷沖では夏季に藍藻類が増加し、冬季は珪藻類が増加した（図8）。

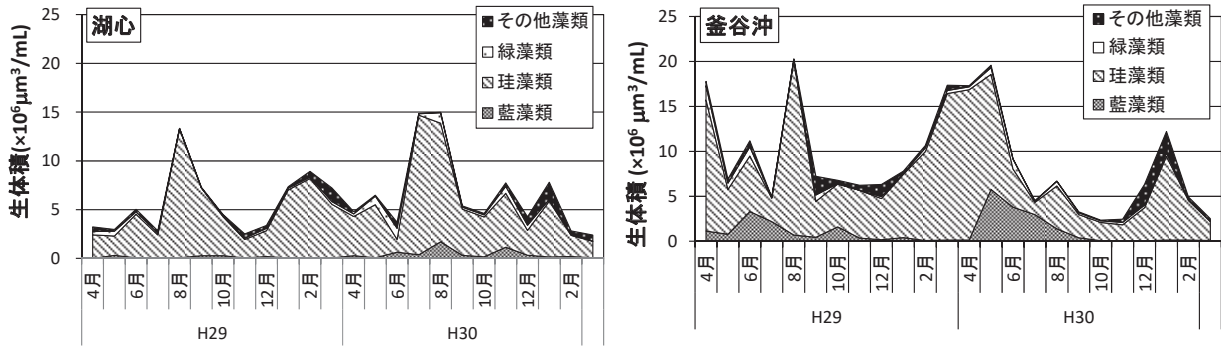


図8 湖心における植物プランクトンの経月変化

(5) 動物プランクトン

- 湖心，釜谷沖ともに両年度とも4月～6月，1月～3月にかけてほとんどミジンコ類が確認されなかった。湖心，釜谷沖ともに平成30年8月に *Bosmina* が増加した。（図9）。

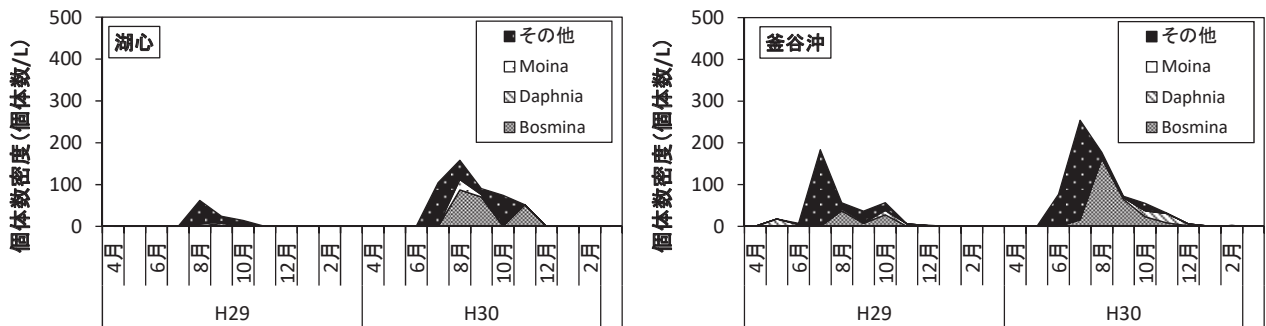


図9 動物プランクトンの経月変化

表1 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果 (4月)

地点名	平成30年4月24日		DO (mgL <sup>-1</sup> )	SS (mgL <sup>-1</sup> )	COD (mgL <sup>-1</sup> )	d-COD (mgL <sup>-1</sup> )	TOC (mgL <sup>-1</sup> )	DOC (mgL <sup>-1</sup> )	TN (mgL <sup>-1</sup> )	DTN (mgL <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	TP (mgL <sup>-1</sup> )	DTP (mgL <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mgL <sup>-1</sup> )	Chla (μg L <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Mg <sup>2+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Ca <sup>2+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Cl <sup>-</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	SRSi (mgL <sup>-1</sup> )
	採水層	値																						
掛馬沖	上層	9.7	12	6.5	4.9	4.3	2.8	0.53	0.33	<0.01	<0.01	0.04	0.03	0.036	0.017	0.004	26	26	4.0	6.2	17	32	23	<0.1
	下層	8.9	17	6.7	4.9	4.2	2.8	0.55	0.31	<0.01	<0.01	0.03	0.04	0.036	0.018	0.003	26	26	4.2	6.2	17	32	24	<0.1
木原沖	上層	9.3	8	6.8	4.9	4.4	2.9	0.57	0.35	<0.01	<0.01	0.06	0.04	0.036	0.014	0.004	34	25	4.1	6.2	18	32	24	<0.1
	下層	9.0	17	6.6	5.0	4.4	2.8	0.54	0.34	<0.01	<0.01	0.04	0.03	0.041	0.018	0.003	30	26	4.1	6.3	18	32	24	<0.1
牛込沖	上層	9.2	12	6.4	5.2	4.3	2.8	0.56	0.31	<0.01	<0.01	0.03	0.035	0.022	0.003	0.003	28	26	3.9	6.2	18	33	23	<0.1
	下層	9.2	18	6.8	4.9	4.3	2.8	0.58	0.32	<0.01	<0.01	0.04	0.041	0.015	0.004	0.004	33	26	4.0	6.2	17	33	24	<0.1
高浜沖	上層	9.9	12	6.8	5.3	4.7	3.1	0.94	0.51	0.08	0.01	0.08	0.038	0.014	0.004	0.004	84	23	3.3	6.0	17	27	21	<0.1
	下層	9.3	13	7.4	5.4	4.9	3.0	0.92	0.53	0.07	0.01	0.08	0.038	0.013	0.002	0.002	73	23	3.5	6.1	17	27	22	<0.1
玉造沖	上層	9.0	9	7.1	5.3	4.5	2.9	0.74	0.44	0.04	<0.01	0.09	0.038	0.024	0.009	0.009	66	26	3.7	6.3	17	32	22	<0.1
	下層	8.6	13	6.7	5.3	4.5	2.9	0.77	0.39	0.04	<0.01	0.06	0.041	0.02	0.004	0.004	61	26	4.0	6.4	17	32	22	<0.1
湖心	上層	8.9	14	6.8	5.0	4.3	2.8	0.5	0.31	<0.01	<0.01	0.03	0.036	0.024	0.006	0.006	30	27	4.0	6.4	17	35	23	<0.1
	下層	8.9	16	6.6	4.9	4.4	2.8	0.54	0.28	<0.01	<0.01	0.03	0.038	0.014	0.003	0.003	29	28	4.0	6.5	17	36	24	<0.1
西の洲沖	上層	9.0	17	6.7	5.1	4.4	2.8	0.52	0.31	<0.01	<0.01	0.03	0.041	0.011	0.005	0.005	34	27	3.9	6.3	17	35	23	<0.1
	下層	8.8	24	7.5	4.9	4.4	2.7	0.54	0.29	<0.01	<0.01	0.04	0.044	0.011	0.005	0.005	35	28	4.0	6.4	17	35	24	<0.1
麻生沖	上層	8.7	15	7.3	4.9	4.3	2.9	0.51	0.31	<0.01	<0.01	0.03	0.036	0.013	0.003	0.003	27	29	3.9	6.5	17	39	23	<0.1
	下層	9.0	20	7.2	4.9	4.3	2.9	0.5	0.3	<0.01	<0.01	0.04	0.041	0.012	0.003	0.003	25	30	4.3	6.8	17	41	24	<0.1
土浦沖	上層	10	16	9.1	4.7	4.4	3.1	1.4	0.97	0.46	0.02	0.11	0.047	0.011	0.007	0.007	86	28	4.8	6.2	20	32	26	0.2
	下層	8.9	15	8.3	4.7	4.5	3.1	1.4	1.2	0.64	0.02	0.14	0.051	0.014	0.009	0.009	80	29	5.3	6.2	20	34	28	0.2
山王川沖	上層	9.2	28	9.3	4.8	4.1	2.8	1.4	0.92	0.43	0.03	0.09	0.053	0.014	0.005	0.005	120	19	2.7	4.9	16	16	23	0.4
	下層	9.1	25	9.2	5.1	4.1	2.9	1.3	0.91	0.51	0.03	0.08	0.058	0.015	0.009	0.009	120	19	2.9	5.0	16	16	23	0.4
安藤沖	上層	11	23	9.5	5.0	3.6	2.3	4.4	3.9	3.6	0.06	0.08	0.046	0.016	0.013	0.013	140	22	3.7	9.0	20	26	24	1.0
	下層	8.4	29	7.9	5.1	3.0	2.0	4.5	4.4	4.1	0.07	0.15	0.037	0.015	0.008	0.008	65	23	3.9	9.4	21	26	25	1.2
阿玉沖	上層	11	24	9.7	5.9	4.2	2.3	2.8	2.1	1.7	0.04	0.05	0.052	0.014	0.003	0.003	160	23	3.7	8.4	19	28	23	0.4
	下層	8.0	60	11	5.8	4.2	2.3	2.5	2.0	1.5	0.04	0.08	0.069	0.015	0.002	0.002	150	23	3.9	8.5	19	27	22	0.5
武井沖	上層	10	19	10	6.2	4.3	2.6	1.2	0.47	0.12	0.01	0.04	0.054	0.013	0.002	0.002	150	26	3.4	8.2	18	33	20	<0.1
	下層	7.9	29	9.7	5.9	4.5	2.6	1.1	0.53	0.14	0.01	0.08	0.063	0.022	0.001	0.001	140	26	3.6	8.1	18	34	20	0.1
釜谷沖	上層	9.9	18	9.3	5.9	4.7	2.7	0.88	0.31	<0.01	<0.01	0.04	0.050	0.019	0.003	0.003	100	27	3.5	8.0	17	35	21	<0.1
	下層	7.7	33	10	6.0	4.0	2.7	1.0	0.33	<0.01	<0.01	0.04	0.065	0.015	0.002	0.002	130	27	3.6	8.1	18	35	21	0.1
神宮橋	上層	9.1	26	10	6.1	5.1	3.1	0.93	0.33	<0.01	<0.01	0.02	0.066	0.01	0.002	0.002	61	42	4.7	9.4	20	58	23	<0.1
	下層	8.5	27	10	6.3	5.2	3.0	0.90	0.32	<0.01	<0.01	0.03	0.064	0.009	0.003	0.003	77	43	4.8	9.5	20	57	23	<0.1
外浪逆浦	上層	9.1	19	8.0	5.8	4.2	3.1	0.63	0.33	<0.01	<0.01	0.03	0.043	0.009	0.002	0.002	41	48	5.3	9.5	20	67	26	<0.1
	下層	8.8	21	8.4	5.8	4.2	3.0	0.62	0.30	<0.01	<0.01	0.03	0.045	0.013	0.002	0.002	41	46	5.2	9.3	20	65	26	<0.1
息橋	上層	9.4	13	7.1	5.9	4.4	3.1	0.58	0.31	<0.01	<0.01	0.02	0.032	0.011	0.001	0.001	27	46	5.1	9.3	20	65	26	<0.1
	下層	9.3	12	7.9	5.7	4.3	3.1	0.57	0.31	<0.01	<0.01	0.03	0.034	0.011	0.001	0.001	28	46	4.9	9.1	20	65	27	<0.1

表2 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果 (5月)

地点名		平成30年5月25日		DO (mgL <sup>-1</sup> )	SS (mgL <sup>-1</sup> )	COD (mgL <sup>-1</sup> )	d-COD (mgL <sup>-1</sup> )	TOC (mgL <sup>-1</sup> )	DOC (mgL <sup>-1</sup> )	TN (mgL <sup>-1</sup> )	DTN (mgL <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	TP (mgL <sup>-1</sup> )	DTP (mgL <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mgL <sup>-1</sup> )	Chla (μg <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Mg <sup>2+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Ca <sup>2+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Cl <sup>-</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	SRSi (mgL <sup>-1</sup> )
		採水層	値																						
掛馬沖	上層	8.8	20	7.3	4.9	2.8	4.2	4.1	2.8	0.84	0.37	<0.01	<0.01	0.02	0.082	0.019	0.003	46	22	4.2	5.6	16	29	23	1.6
	下層	8.7	20	7.2	4.9	2.8	4.1	2.8	0.87	0.35	0.35	<0.01	<0.01	<0.02	0.085	0.019	0.003	42	22	4.5	5.8	17	29	23	1.6
木原沖	上層	10	21	6.9	4.9	2.7	3.9	3.9	2.7	0.76	0.33	<0.01	<0.01	<0.02	0.083	0.016	0.002	32	23	4.3	5.9	17	31	23	1.2
	下層	9.2	22	6.9	5.0	2.7	3.9	3.9	2.7	0.80	0.32	<0.01	<0.01	<0.02	0.093	0.016	0.002	30	24	4.5	6.0	17	31	24	1.4
牛込沖	上層	9.3	14	6.6	5.2	2.8	3.8	3.8	2.8	0.70	0.33	<0.01	<0.01	<0.02	0.065	0.014	0.002	27	24	4.3	6.0	17	32	23	1.0
	下層	9.6	16	7.1	4.9	2.7	3.8	3.8	2.7	0.76	0.34	<0.01	<0.01	<0.02	0.071	0.016	0.002	27	24	4.4	6.2	17	31	22	1.1
高浜沖	上層	10	21	8.5	5.3	2.9	4.3	4.3	2.9	0.98	0.39	<0.01	<0.01	0.02	0.10	0.020	0.005	74	22	3.8	5.6	15	29	21	2.2
	下層	6.0	46	9.4	5.4	2.8	4.4	4.4	2.8	1.1	0.49	0.02	<0.01	0.12	0.16	0.015	0.003	55	23	4.0	5.8	16	29	20	3.5
玉造沖	上層	7.9	18	7.7	5.3	4.0	2.9	4.0	2.9	0.95	0.38	<0.01	<0.01	0.03	0.085	0.019	0.004	57	24	4.1	6.1	16	32	22	1.7
	下層	4.4	29	8.2	5.3	2.8	3.9	3.9	2.8	1.1	0.52	0.05	0.01	0.13	0.12	0.016	0.004	47	22	3.9	5.7	16	28	20	3.0
湖心	上層	8.2	13	6.8	5.0	3.7	2.8	3.7	2.8	0.70	0.34	<0.01	<0.01	<0.02	0.070	0.015	0.003	23	27	4.4	6.3	17	34	23	0.9
	下層	7.4	17	6.9	4.9	3.6	2.8	3.6	2.8	0.70	0.35	<0.01	<0.01	<0.02	0.085	0.019	0.006	18	26	4.4	6.5	17	35	23	1.2
西の洲沖	上層	10	13	6.7	5.1	3.5	2.8	3.5	2.8	0.68	0.33	<0.01	<0.01	<0.02	0.075	0.016	0.004	19	27	4.4	6.4	17	36	23	0.9
	下層	10	14	7.0	4.9	3.4	2.8	3.4	2.8	0.65	0.34	<0.01	<0.01	<0.02	0.067	0.015	0.002	19	27	4.4	6.5	17	36	23	0.9
麻生沖	上層	7.5	22	7.5	4.9	3.8	2.9	3.8	2.9	0.74	0.34	<0.01	<0.01	<0.02	0.092	0.016	0.004	24	30	4.5	6.7	17	40	24	1.2
	下層	7.6	24	7.5	4.9	3.6	2.8	3.6	2.8	0.73	0.33	<0.01	<0.01	<0.02	0.089	0.015	0.006	22	29	4.4	6.7	17	40	23	1.2
土浦沖	上層	8.5	24	9.1	4.7	4.2	3.1	4.2	3.1	1.6	0.99	0.49	0.02	0.06	0.12	0.030	0.011	66	21	4.6	5.1	17	28	25	4.5
	下層	8.3	24	9.5	4.7	4.2	3.0	4.2	3.0	1.7	0.98	0.50	0.02	0.06	0.13	0.030	0.011	79	21	4.8	5.2	18	27	24	4.3
山王川沖	上層	11	28	10.0	4.8	4.4	3.0	4.4	3.0	1.4	0.49	0.03	0.01	0.05	0.17	0.032	0.013	110	15	3.2	4.3	14	18	20	4.4
	下層	13	30	10.0	5.1	4.3	3.0	4.3	3.0	1.0	0.50	0.03	0.01	0.05	0.075	0.032	0.012	120	16	3.3	4.4	14	18	19	4.3
安藤沖	上層	7.4	28	9.0	5.0	4.0	3.3	4.0	3.3	3.5	2.9	2.2	0.04	0.24	0.17	0.030	0.015	35	16	4.0	5.9	15	20	21	8.3
	下層	7.5	30	8.8	5.1	3.9	3.3	3.9	3.3	3.5	2.9	2.2	0.04	0.25	0.16	0.031	0.015	26	16	4.1	6.0	15	19	20	8.5
阿玉沖	上層	10	22	8.2	5.9	3.9	2.8	3.9	2.8	1.2	0.75	0.34	0.01	0.02	0.095	0.018	0.004	73	20	3.9	7.0	16	26	21	4.3
	下層	9.7	23	8.6	5.8	4.5	2.8	4.5	2.8	1.2	0.78	0.36	0.01	0.03	0.099	0.018	0.004	70	20	4.0	7.1	16	26	20	4.3
武井沖	上層	10	17	9.0	6.2	4.3	2.7	4.3	2.7	0.90	0.36	<0.01	<0.01	<0.02	0.11	0.016	0.004	67	24	3.9	7.6	17	32	19	1.9
	下層	2.7	40	9.1	5.9	3.7	2.7	3.7	2.7	1.5	0.79	0.03	0.01	0.43	0.27	0.10	0.099	69	25	4.1	8.1	18	32	18	4.4
釜谷沖	上層	9.9	19	8.6	5.9	4.7	2.7	4.7	2.7	0.96	0.36	<0.01	<0.01	0.02	0.10	0.016	0.004	52	25	3.8	7.9	17	34	19	1.0
	下層	2.9	35	8.8	6.0	4.0	2.7	4.0	2.7	1.5	0.46	<0.01	<0.01	0.13	0.17	0.045	0.034	56	26	4.2	8.3	18	34	17	2.7
神宮橋	上層	9.5	24	9.5	6.1	4.5	2.9	4.5	2.9	0.93	0.36	<0.01	<0.01	<0.02	0.13	0.016	0.003	38	38	4.6	8.6	18	52	21	0.8
	下層	9.3	25	9.7	6.3	4.4	2.9	4.4	2.9	0.95	0.35	<0.01	<0.01	<0.02	0.13	0.015	0.004	40	38	4.9	8.7	19	52	21	0.8
外浪逆浦	上層	9.1	22	8.7	5.8	4.1	3.1	4.1	3.1	0.75	0.36	<0.01	<0.01	<0.02	0.10	0.015	0.002	35	39	4.8	8.0	17	56	23	1.1
	下層	9.0	25	8.4	5.8	4.0	3.0	4.0	3.0	0.77	0.36	<0.01	<0.01	<0.02	0.10	0.015	0.002	32	39	5.0	7.9	17	56	23	1.0
息橋	上層	8.6	15	7.8	5.9	4.1	3.1	4.1	3.1	0.71	0.36	<0.01	<0.01	<0.02	0.073	0.013	0.001	27	36	4.8	7.5	17	51	23	1.1
	下層	6.9	15	7.8	5.7	4.1	3.1	4.1	3.1	0.67	0.35	<0.01	<0.01	<0.02	0.080	0.014	0.002	27	36	5.1	7.7	18	51	23	1.1

表3 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果 (6月)

平成30年6月23日		DO (mgL <sup>-1</sup> )	SS (mgL <sup>-1</sup> )	COD (mgL <sup>-1</sup> )	d-COD (mgL <sup>-1</sup> )	TOC (mgL <sup>-1</sup> )	DOC (mgL <sup>-1</sup> )	TN (mgL <sup>-1</sup> )	DTN (mgL <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	TP (mgL <sup>-1</sup> )	DTP (mgL <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mgL <sup>-1</sup> )	Chla (μg L <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Mg <sup>2+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Ca <sup>2+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Cl <sup>-</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	SRSi (mgL <sup>-1</sup> )
掛馬沖	採水層	10	20	8.9	4.9	4.1	2.5	0.75	0.44	0.04	0.01	<0.02	0.095	0.022	0.006	86	25	4.8	6.2	18	31	23	0.4
	上層	5.6	25	7.2	4.9	3.5	2.6	0.78	0.57	0.11	0.01	0.12	0.088	0.017	0.006	27	24	4.7	6.2	18	30	22	0.4
木原沖	上層	10	22	9.4	4.9	4.2	2.5	0.82	0.37	<0.01	<0.01	<0.02	0.10	0.026	0.006	93	25	4.7	6.1	17	31	22	0.3
	下層	5.1	29	7.1	5.0	3.4	2.3	0.77	0.54	0.06	0.01	0.17	0.097	0.022	0.013	23	25	4.8	6.2	17	32	23	0.4
牛込沖	上層	9.7	17	7.8	5.2	3.9	2.4	0.70	0.36	<0.01	<0.01	<0.02	0.087	0.017	0.003	57	27	4.7	6.5	18	34	23	0.3
	下層	5.6	30	7.4	4.9	3.4	2.3	0.74	0.52	0.03	0.01	0.18	0.12	0.035	0.027	24	26	4.7	6.4	18	32	22	0.4
高浜沖	上層	8.6	34	10	5.3	4.3	2.4	1.0	0.49	0.10	0.04	<0.02	0.14	0.019	0.006	98	24	4.2	5.9	16	28	19	0.5
	下層	6.0	41	8.8	5.4	4.2	2.4	0.93	0.61	0.15	0.04	0.13	0.15	0.020	0.012	53	23	4.2	5.7	16	27	19	0.5
玉造沖	上層	9.7	20	8.4	5.3	3.9	2.3	0.67	0.34	<0.01	<0.01	<0.02	0.097	0.015	0.004	61	26	4.4	6.3	17	32	22	0.3
	下層	3.6	46	8.4	5.3	4.0	2.2	1.0	0.67	0.10	0.03	0.29	0.18	0.034	0.030	44	24	4.2	5.9	16	29	19	0.5
湖心	上層	9.2	13	7.3	5.0	3.9	2.2	0.62	0.33	<0.01	<0.01	<0.02	0.087	0.016	0.003	43	27	4.6	6.5	18	34	22	0.3
	下層	3.8	21	6.6	4.9	3.5	2.2	0.66	0.39	0.01	<0.01	0.05	0.11	0.032	0.026	29	27	4.7	6.4	17	34	22	0.3
西の洲沖	上層	9.0	12	7.1	5.1	3.7	2.4	0.56	0.32	<0.01	<0.01	<0.02	0.10	0.017	0.006	38	31	4.8	7.0	18	40	22	0.3
	下層	6.2	17	6.7	4.9	3.6	2.4	0.68	0.44	0.02	0.01	0.11	0.089	0.03	0.023	24	30	5.0	6.8	18	39	22	0.3
麻生沖	上層	8.5	21	7.4	4.9	3.5	2.4	0.56	0.30	<0.01	<0.01	<0.02	0.091	0.015	0.007	32	32	4.8	7.1	18	42	22	0.3
	下層	8.9	18	6.7	4.9	3.8	2.4	0.56	0.29	<0.01	<0.01	<0.02	0.087	0.015	0.007	34	31	4.6	7.0	18	41	21	0.3
土浦沖	上層	11	20	9.8	4.7	3.9	2.5	1.6	0.89	0.47	0.02	0.04	0.14	0.032	0.013	150	23	5.0	5.5	18	28	22	0.5
	下層	8.6	18	6.8	4.7	3.6	2.3	1.1	0.81	0.41	0.02	0.06	0.098	0.013	0.003	33	22	5.0	5.5	18	28	22	0.5
山王川沖	上層	9.6	33	10	4.8	4.2	2.4	1.1	0.45	0.06	0.01	0.02	0.18	0.021	0.006	120	20	3.8	5.1	15	21	19	0.5
	下層	8.2	35	9.1	5.1	4.0	2.4	1.1	0.52	0.18	0.02	0.02	0.15	0.015	0.005	93	18	3.6	4.9	15	19	17	0.6
安藤沖	上層	9.6	15	7.5	5.0	3.0	2.4	3.5	3.1	2.9	0.06	0.06	0.12	0.019	0.011	66	19	4.1	7.3	17	22	19	1.0
	下層	5.5	21	6.6	5.1	3.2	2.3	4.4	4.1	3.3	0.07	0.66	0.15	0.048	0.045	11	21	4.5	8.2	20	25	21	1.2
阿玉沖	上層	11	24	10	5.9	4.0	2.8	1.7	1.0	0.85	0.02	<0.02	0.13	0.032	0.016	110	22	4.3	7.8	18	27	19	0.6
	下層	6.5	53	9.7	5.8	4.1	2.6	1.7	1.2	0.75	0.03	0.21	0.18	0.031	0.028	42	22	4.5	7.8	18	26	18	0.7
武井沖	上層	9.5	17	7.7	6.2	3.2	2.4	0.98	0.55	0.10	0.03	0.09	0.13	0.061	0.061	63	25	4.2	8.0	18	31	17	0.4
	下層	3.6	34	7.5	5.9	3.3	2.5	1.4	1.1	0.32	0.03	0.53	0.18	0.077	0.077	23	23	4.2	7.7	17	29	18	0.6
釜谷沖	上層	9.9	19	8.1	5.9	3.2	2.3	0.93	0.39	0.06	0.03	0.02	0.10	0.034	0.030	71	26	4.0	7.8	17	32	15	0.4
	下層	3.2	30	7.5	6.0	3.2	2.2	1.3	0.87	0.06	0.04	0.48	0.17	0.073	0.073	42	26	4.2	7.9	18	32	15	0.5
神宮橋	上層	10	32	9.6	6.1	3.4	2.3	0.93	0.32	<0.01	<0.01	<0.02	0.13	0.015	0.006	97	39	4.9	9.0	19	52	18	0.3
	下層	8.6	28	9.8	6.3	3.6	2.4	1.0	0.31	<0.01	<0.01	<0.02	0.15	0.018	0.011	98	43	5.1	9.3	19	57	18	0.3
外浪逆浦	上層	10	17	8.0	5.8	3.8	2.4	0.74	0.33	<0.01	<0.01	<0.02	0.093	0.011	0.002	51	40	5.1	8.0	18	55	22	0.2
	下層	9.5	30	8.9	5.8	3.7	2.6	0.72	0.33	<0.01	<0.01	<0.02	0.10	0.077	0.002	54	42	5.3	8.3	18	58	21	0.2
息橋	上層	11	12	8.7	5.9	3.8	2.7	0.76	0.33	<0.01	<0.01	<0.02	0.079	0.012	0.003	57	40	5.0	8.2	19	55	21	0.2
	下層	6.4	17	7.4	5.7	3.5	2.6	0.77	0.43	0.03	<0.01	0.11	0.16	0.074	0.018	38	40	5.4	8.2	18	55	21	0.2

表 4 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果 (7月)

地点名	平成30年7月27日		DO (mgL <sup>-1</sup> )	SS (mgL <sup>-1</sup> )	COD (mgL <sup>-1</sup> )	d-COD (mgL <sup>-1</sup> )	TOC (mgL <sup>-1</sup> )	DOC (mgL <sup>-1</sup> )	TN (mgL <sup>-1</sup> )	DTN (mgL <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	TP (mgL <sup>-1</sup> )	DTP (mgL <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mgL <sup>-1</sup> )	Chla (μgC <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Mg <sup>2+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Ca <sup>2+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Cl <sup>-</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	SRSi (mgL <sup>-1</sup> )
	採水層	層																						
掛馬沖	上層	7.9	27	8.2	5.7	4.6	3.2	0.59	0.45	0.01	0.01	0.04	0.04	0.10	0.043	0.024	54	27	5.2	6.5	17	36	22	0.8
	下層	7.6	29	8.4	5.8	4.6	3.2	0.63	0.42	0.02	0.01	0.04	0.04	0.11	0.039	0.025	52	26	4.7	6.4	17	35	21	3.5
木原沖	上層	6.3	20	7.9	5.9	4.5	3.3	0.72	0.53	0.06	0.02	0.09	0.09	0.11	0.054	0.037	43	27	5.0	6.5	18	35	21	1.5
	下層	5.7	25	7.9	6.1	4.0	3.2	0.78	0.58	0.06	0.02	0.12	0.12	0.13	0.061	0.041	35	27	5.1	6.4	18	35	21	1.7
牛込沖	上層	6.9	18	7.8	5.6	4.2	3.1	0.66	0.45	0.04	0.03	0.06	0.06	0.11	0.053	0.037	43	27	4.7	6.5	17	36	22	1.1
	下層	6.3	16	7.9	5.5	4.1	3.2	0.62	0.49	0.04	0.03	0.09	0.09	0.11	0.059	0.042	31	26	4.9	6.5	18	36	21	1.4
高浜沖	上層	6.1	22	8.9	5.9	4.6	3.4	0.83	0.55	0.03	0.06	0.11	0.15	0.15	0.060	0.050	45	26	4.7	6.5	17	35	20	1.1
	下層	5.7	27	8.9	6.3	4.7	3.4	0.83	0.55	0.03	0.06	0.13	0.14	0.14	0.067	0.052	40	27	4.7	6.4	17	36	21	1.1
玉造沖	上層	5.2	20	7.9	5.9	4.1	3.4	0.85	0.57	0.06	0.06	0.12	0.12	0.12	0.067	0.050	33	28	4.8	6.6	17	37	21	1.1
	下層	4.4	33	8.6	5.8	4.0	3.4	0.84	0.63	0.07	0.06	0.15	0.12	0.12	0.061	0.052	34	28	4.8	6.7	18	36	21	1.2
湖心	上層	6.9	19	7.5	5.2	4.1	3.3	0.64	0.50	0.05	0.03	0.07	0.07	0.11	0.057	0.046	35	28	4.8	6.6	17	37	21	1.1
	下層	7.2	23	7.8	5.1	4.1	3.2	0.73	0.49	0.05	0.03	0.08	0.08	0.10	0.056	0.047	34	28	4.7	6.6	17	38	22	1.2
西の洲沖	上層	6.9	26	8.0	5.3	4.1	3.3	0.68	0.4	0.05	0.03	0.04	0.04	0.11	0.05	0.039	46	28	4.6	6.5	17	38	21	1.2
	下層	6.6	23	8.0	5.6	4.2	3.3	0.68	0.46	0.05	0.03	0.04	0.04	0.11	0.051	0.040	44	29	4.6	6.7	17	38	21	1.2
麻生沖	上層	6.7	24	7.6	5.8	4.2	3.5	0.77	0.46	0.07	0.03	0.04	0.04	0.12	0.055	0.047	53	29	4.6	6.8	18	38	21	2.0
	下層	6.9	24	7.5	5.3	4.1	3.3	0.77	0.43	0.07	0.03	0.04	0.04	0.14	0.054	0.048	49	30	4.7	6.9	18	39	21	2.0
土浦沖	上層	7.9	23	8.3	5.7	4.9	3.5	1.2	0.87	0.40	0.03	0.08	0.08	0.12	0.037	0.021	75	30	5.7	6.3	18	38	25	1.7
	下層	6.7	25	8.1	5.6	4.5	3.5	1.3	1.0	0.51	0.03	0.12	0.12	0.11	0.037	0.025	63	32	5.8	6.4	19	40	26	2.3
山王川沖	上層	7.2	45	11	6.5	5.0	4.0	1.2	0.49	0.03	0.01	0.06	0.06	0.18	0.067	0.059	100	24	4.1	5.6	16	28	21	2.7
	下層	6.5	46	10	6.5	5.3	4.0	1.1	0.48	0.02	<0.01	0.07	0.07	0.19	0.067	0.060	100	25	4.2	5.7	17	28	21	2.8
安藤沖	上層	13.0	64	23	9.1	5.2	4.3	3.8	1.9	1.3	0.03	0.04	0.04	0.32	0.14	0.11	310	24	3.6	8.5	20	28	21	13
	下層	12.0	50	22	9.2	4.9	4.2	4.4	2.0	1.4	0.03	0.04	0.04	0.40	0.13	0.11	290	24	3.7	8.6	20	29	21	13
阿玉沖	上層	6.3	30	15	9.9	5.1	4.5	2.4	1.0	0.07	0.01	0.20	0.20	0.40	0.24	0.20	130	25	4.3	7.9	18	31	16	10
	下層	4.2	45	14	9.9	4.8	4.5	1.9	1.1	0.09	0.01	0.34	0.34	0.41	0.27	0.22	53	26	4.3	8.1	19	31	16	10
武井沖	上層	6.8	11	10	8.1	4.7	4.1	1.2	0.53	<0.01	<0.01	0.05	0.05	0.24	0.13	0.12	56	26	4.3	7.8	17	34	16	7.3
	下層	4.4	28	10	7.7	4.6	3.9	1.0	0.70	<0.01	0.01	0.23	0.23	0.24	0.15	0.14	37	27	4.4	7.9	17	34	15	7.3
釜谷沖	上層	8.0	18	11	8.1	4.7	4.0	1.0	0.56	<0.01	<0.01	0.04	0.04	0.20	0.12	0.097	75	27	4.2	8.0	17	35	15	6.7
	下層	6.4	20	10	8.0	4.6	3.9	1.3	0.48	<0.01	<0.01	0.07	0.07	0.18	0.12	0.10	59	28	4.5	8.0	17	36	16	6.8
神宮橋	上層	8.0	39	14	7.8	5.2	4.1	1.4	0.45	<0.01	<0.01	0.04	0.04	0.28	0.14	0.13	99	43	5.3	9.4	19	59	17	5.6
	下層	7.4	39	14	7.9	4.8	4.1	1.3	0.45	<0.01	<0.01	0.03	0.03	0.27	0.15	0.13	90	43	5.5	9.5	20	59	17	5.5
外浪逆浦	上層	7.0	23	12	7.6	4.6	4.0	1.0	0.41	<0.01	<0.01	0.04	0.04	0.19	0.096	0.082	58	53	6.0	9.6	19	78	22	3.4
	下層	6.8	24	12	7.9	4.6	4.0	1.1	0.43	<0.01	<0.01	0.04	0.04	0.17	0.096	0.082	57	52	6.1	9.6	19	76	21	3.4
息橋	上層	8.7	14	11	7.5	4.8	4.0	1.1	0.41	<0.01	<0.01	0.03	0.03	0.14	0.047	0.046	91	65	6.4	11	21	100	26	2.8
	下層	8.1	16	11	7.4	5.0	4.0	0.99	0.39	<0.01	<0.01	0.04	0.04	0.13	0.053	0.048	91	64	6.8	11	21	100	26	2.8

表5 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果 (8月)

平成30年8月22日																								
地点名	採水層	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>x</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chla	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SRSi
		(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(μgC <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )
掛馬沖	上層	12	20	9.2	6.2	5.1	3.5	0.59	0.42	<0.01	<0.01	0.02	0.091	0.032	0.016	37	28	4.9	6.3	17	37	22	0.5	
	下層	7.6	22	9.0	6.0	5.0	3.5	0.61	0.37	<0.01	<0.01	<0.02	0.089	0.03	0.015	37	28	5.0	6.3	17	36	22	0.5	
木原沖	上層	6.3	14	8.7	6.2	5.0	3.5	0.61	0.37	<0.01	<0.01	<0.02	0.087	0.037	0.024	38	30	5.0	6.5	17	38	22	0.5	
	下層	5.7	23	8.8	6.0	4.8	3.5	0.69	0.41	<0.01	<0.01	<0.02	0.13	0.052	0.044	42	29	5.1	6.6	18	37	21	1.0	
牛込沖	上層	6.9	14	9.1	6.0	5.0	3.5	0.61	0.36	<0.01	<0.01	<0.02	0.096	0.044	0.032	43	28	5.0	6.6	17	38	22	0.4	
	下層	6.3	24	9.2	6.2	4.9	3.5	0.75	0.41	<0.01	<0.01	0.05	0.14	0.054	0.045	47	30	5.0	6.7	18	38	22	0.7	
高浜沖	上層	6.1	23	11	6.7	5.9	3.8	0.78	0.38	<0.01	<0.01	<0.02	0.14	0.056	0.042	54	28	4.8	6.0	16	34	21	1.5	
	下層	5.7	30	10	6.7	5.4	3.6	0.84	0.38	<0.01	<0.01	<0.02	0.15	0.056	0.043	58	26	4.5	6.3	17	34	21	1.4	
玉造沖	上層	5.2	21	10	6.6	5.5	3.6	0.74	0.37	<0.01	<0.01	0.02	0.12	0.047	0.036	49	31	4.9	6.6	17	39	22	0.7	
	下層	4.4	35	10	6.2	5.0	3.6	0.83	0.41	<0.01	<0.01	0.05	0.17	0.080	0.049	57	27	5.0	6.4	17	34	21	1.7	
湖心	上層	6.9	18	9.3	6.0	5.1	3.6	0.67	0.37	<0.01	<0.01	0.02	0.099	0.050	0.039	46	29	4.9	6.7	17	39	22	0.5	
	下層	7.2	33	9.3	6.0	4.9	3.6	0.73	0.41	<0.01	<0.01	0.04	0.14	0.062	0.052	47	30	5.5	6.8	18	39	22	0.6	
西の洲沖	上層	6.9	19	9.3	6.3	5.1	3.6	0.67	0.36	<0.01	<0.01	0.02	0.11	0.051	0.039	45	30	4.7	6.7	17	40	22	0.3	
	下層	6.6	27	8.4	6.3	5.4	3.5	0.68	0.37	<0.01	<0.01	<0.02	0.11	0.049	0.04	46	30	4.9	6.7	18	42	22	0.3	
麻生沖	上層	6.7	24	8.8	6.3	5.5	3.7	0.70	0.38	<0.01	<0.01	0.02	0.12	0.052	0.033	43	33	5.7	7.5	18	46	22	0.3	
	下層	6.9	20	8.8	6.3	5.7	3.7	0.54	0.39	<0.01	<0.01	0.02	0.068	0.045	0.033	43	34	5.4	7.5	18	46	21	0.3	
土浦沖	上層	7.9	13	8.1	5.7	4.9	3.5	1.0	0.61	0.18	<0.01	0.03	0.092	0.02	0.005	65	32	5.3	6.4	19	40	25	1.1	
	下層	6.7	16	7.9	5.9	4.8	3.5	1.0	0.59	0.21	<0.01	0.04	0.097	0.02	0.005	61	32	5.2	6.0	18	40	25	1.2	
山王川沖	上層	7.2	35	11	6.3	5.9	3.7	0.97	0.45	<0.01	<0.01	0.02	0.16	0.051	0.042	72	24	4.1	5.7	16	29	21	2.9	
	下層	6.5	34	11	6.6	5.9	3.7	0.94	0.40	<0.01	<0.01	0.02	0.16	0.055	0.041	72	23	4.2	5.6	16	28	20	2.9	
安藤沖	上層	13	105	42	9.0	10	3.8	4.3	1.6	1.0	0.02	0.03	0.49	0.10	0.082	760	25	4.1	8.5	19	30	22	11	
	下層	12	90	30	9.5	7.8	4.5	3.0	1.5	0.94	0.02	0.03	0.34	0.12	0.10	460	25	4.0	8.5	19	30	21	10	
阿玉沖	上層	6.3	46	15	7.6	5.8	4.0	2.0	0.87	0.34	0.05	0.03	0.26	0.11	0.098	140	27	4.4	8.0	18	33	18	7.5	
	下層	4.2	49	14	7.5	5.3	4.0	1.9	0.90	0.36	0.05	0.04	0.24	0.11	0.10	130	25	4.5	8.0	18	32	19	7.5	
武井沖	上層	6.8	26	10	6.9	5.5	3.9	1.3	0.79	0.27	0.05	0.04	0.19	0.096	0.082	95	31	4.6	8.4	19	38	17	5.5	
	下層	4.4	28	9.8	6.6	5.2	3.9	1.3	0.79	0.27	0.05	0.06	0.19	0.092	0.084	77	29	4.6	8.2	18	37	17	5.4	
釜谷沖	上層	8	23	10	6.6	5.3	3.8	1.2	0.73	0.21	0.04	0.02	0.17	0.09	0.078	100	32	4.9	8.5	18	40	17	5.4	
	下層	6.4	45	10	6.4	5.4	3.8	1.4	0.88	0.31	0.06	0.10	0.19	0.10	0.095	84	32	5.0	8.7	19	40	17	5.9	
神宮橋	上層	8	37	14	6.9	6.5	4.0	1.1	0.45	<0.01	<0.01	0.02	0.19	0.078	0.07	130	45	5.5	9.2	19	62	19	4.2	
	下層	7.4	39	14	7.1	6.6	4.1	1.0	0.41	<0.01	<0.01	0.02	0.21	0.082	0.071	120	48	6.0	10	20	66	20	4.5	
外浪逆浦	上層	7	24	11	6.5	5.6	4.1	0.92	0.39	<0.01	<0.01	0.02	0.16	0.065	0.055	78	57	6.8	10	21	81	23	1.1	
	下層	6.8	29	10	6.8	5.3	4.1	0.84	0.40	<0.01	<0.01	0.02	0.14	0.064	0.055	82	56	6.9	10	20	82	23	1.1	
息櫃	上層	8.7	21	11	7.3	6.7	4.1	0.84	0.41	<0.01	<0.01	0.02	0.13	0.082	0.05	69	52	6.3	9.9	20	78	22	0.6	
	下層	8.1	22	10	6.7	5.3	4.0	0.87	0.44	<0.01	<0.01	0.08	0.14	0.071	0.063	69	53	6.3	10	20	79	23	1.2	



表6 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果 (9月)

平成30年9月28日		DO (mgL <sup>-1</sup> )	SS (mgL <sup>-1</sup> )	GOD (mgL <sup>-1</sup> )	d-COD (mgL <sup>-1</sup> )	TOC (mgL <sup>-1</sup> )	DOC (mgL <sup>-1</sup> )	TN (mgL <sup>-1</sup> )	DTN (mgL <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	TP (mgL <sup>-1</sup> )	DTP (mgL <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mgL <sup>-1</sup> )	Chla (μg L <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Mg <sup>2+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Ca <sup>2+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Cl <sup>-</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	SRSi (mgL <sup>-1</sup> )
掛馬沖	探水層	10	24	8.8	5.8	4.9	3.2	1.0	0.68	0.25	0.02	0.04	0.12	0.035	0.021	76	26	4.9	6.4	18	34	22	1.2
	上層																						
木原沖	探水層	7.2	30	7.9	5.6	4.4	3.2	0.81	0.77	0.24	0.02	0.10	0.062	0.035	0.024	35	25	4.3	6.3	18	34	22	1.5
	上層	8.4	17	7.4	5.7	4.5	3.3	0.81	0.77	0.15	0.02	0.10	0.1	0.040	0.031	40	28	5	6.3	17	35	21	0.4
牛込沖	探水層	7.8	27	7.6	5.8	4.3	3.4	0.84	0.69	0.15	0.02	0.11	0.12	0.040	0.033	31	29	5.3	6.7	17	36	23	0.4
	上層	8.6	13	7.9	5.8	4.5	3.5	0.84	0.66	0.13	0.02	0.09	0.10	0.043	0.036	36	28	5.3	6.8	18	38	22	0.1
高浜沖	探水層	7.8	16	7.7	5.9	4.4	3.4	0.84	0.65	0.13	0.02	0.13	0.10	0.043	0.037	34	29	4.3	6.9	18	37	23	0.4
	上層	8.2	18	9.0	6.3	4.8	3.6	0.91	0.58	0.05	0.01	0.12	0.12	0.041	0.031	65	26	3.6	6.1	16	31	20	1.5
玉造沖	探水層	7.2	20	8.9	6.2	4.7	3.6	0.94	0.59	0.05	0.01	0.14	0.13	0.043	0.032	56	23	4.2	6.2	16	30	21	1.4
	上層	7.7	14	8.2	6.3	4.5	3.6	0.98	0.66	0.10	0.02	0.14	0.13	0.052	0.037	51	29	4.8	6.7	17	35	21	0.8
湖心	探水層	6.8	23	8.8	6.2	4.5	3.5	1.0	0.7	0.10	0.02	0.18	0.15	0.052	0.038	51	26	4.6	6.8	17	33	21	1.3
	上層	8.1	9	7.5	6.0	4.4	3.5	0.77	0.58	0.07	0.01	0.09	0.10	0.049	0.037	36	31	5.5	7.1	18	42	22	0.3
西の洲沖	探水層	7.7	14	7.8	5.8	4.5	3.5	0.81	0.58	0.07	0.02	0.10	0.11	0.050	0.038	33	32	5.5	7.5	19	44	24	0.4
	上層	8.1	11	7.5	6.1	4.5	3.5	0.85	0.62	0.10	0.02	0.09	0.1	0.051	0.039	28	31	5.4	7.1	18	41	22	0.1
麻生沖	探水層	7.9	16	7.4	6.0	4.5	3.5	0.78	0.63	0.10	0.02	0.10	0.11	0.053	0.040	30	31	5.4	7.0	18	40	23	0.2
	上層	8.3	15	7.5	6.6	4.8	3.8	0.97	0.74	0.18	0.02	0.13	0.12	0.048	0.036	39	40	6.3	8.2	18	53	21	3.8
土浦沖	探水層	8.3	16	7.9	6.0	4.8	3.9	0.99	0.81	0.21	0.02	0.16	0.13	0.048	0.036	33	38	6.6	8.5	19	56	21	5.0
	上層	8.2	15	6.8	5.1	4.1	3.1	1.2	0.99	0.50	0.02	0.12	0.11	0.041	0.027	37	22	4.8	5.6	17	29	21	3.4
山王川沖	探水層	7.7	8	6.3	4.8	3.8	3.0	2.3	2.0	1.4	0.02	0.14	0.10	0.047	0.031	28	27	5.8	5.9	19	34	26	5.6
	上層	8.1	20	7.5	4.4	3.9	2.8	1.7	1.3	0.83	0.02	0.12	0.14	0.037	0.025	73	15	3.4	4.4	14	14	19	8.2
安藤沖	探水層	6.5	30	7.8	4.7	3.9	2.8	1.7	1.3	0.84	0.02	0.16	0.18	0.039	0.028	67	16	3.9	4.8	15	14	21	8.1
	上層	6.3	9	6.7	5.4	3.8	3.1	3.9	3.6	3.1	0.04	0.23	0.12	0.059	0.048	7	14	4.6	5.9	16	17	21	10
阿玉沖	探水層	6.2	14	7.3	5.8	3.7	3.2	3.2	3.0	2.4	0.03	0.19	0.14	0.062	0.050	6	13	4.8	5.3	15	14	19	9.7
	上層	7.7	24	9.0	6.4	4.2	3.2	3.0	2.7	1.9	0.21	0.10	0.16	0.073	0.057	32	19	4.4	7.4	16	24	19	8.5
武井沖	探水層	6.6	38	9.7	6.2	3.6	3.2	3.0	2.7	1.9	0.21	0.12	0.20	0.089	0.056	23	19	4.6	7.5	17	24	20	8.7
	上層	7.3	16	7.8	6.2	4.4	3.7	1.5	1.3	0.77	0.09	0.03	0.13	0.075	0.058	29	28	4.8	8.3	18	35	19	1.5
釜谷沖	探水層	5.5	40	10	6.4	4.4	3.6	2.0	1.6	0.94	0.15	0.09	0.22	0.085	0.067	36	26	4.6	8.6	19	34	19	3.4
	上層	7.6	13	7.6	6.0	4.3	3.7	1.2	1.0	0.44	0.10	0.07	0.11	0.089	0.053	27	30	5.1	8.6	18	39	18	0.6
神宮橋	探水層	7.0	31	8.4	6.0	4.8	3.7	1.2	1.0	0.41	0.09	0.08	0.14	0.086	0.050	30	32	5.1	8.8	19	40	19	0.7
	上層	8.6	22	8.8	6.3	4.6	3.7	1.1	0.8	0.19	0.03	0.15	0.16	0.073	0.054	52	37	5.6	8.9	19	49	20	1.4
外浪逆浦	探水層	7.8	27	9.5	6.2	4.6	3.7	1.1	0.77	0.19	0.03	0.18	0.17	0.073	0.056	51	40	5.8	8.9	19	49	19	1.6
	上層	8.1	17	8.3	6.6	4.6	3.7	0.89	0.71	0.10	0.02	0.15	0.13	0.069	0.050	41	47	6.3	9.1	19	66	23	0.8
息橋	探水層	7.7	22	9.0	6.3	4.7	3.8	0.91	0.71	0.10	0.02	0.15	0.15	0.067	0.051	43	47	6.2	9.2	19	66	23	0.9
	上層	10	16	9.4	6.6	4.9	3.8	0.91	0.66	0.09	0.02	0.11	0.14	0.086	0.046	44	43	6.1	8.7	19	61	22	0.7
息橋	探水層	7.3	18	8.5	6.3	4.8	3.8	0.95	0.71	0.10	0.02	0.17	0.14	0.070	0.053	38	43	6.1	8.7	19	59	21	1.2
	下層																						

表7 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果(10月)

地点名		平成30年10月23日																					
		DO (mgL <sup>-1</sup> )	SS (mgL <sup>-1</sup> )	COD (mgL <sup>-1</sup> )	TOC (mgL <sup>-1</sup> )	DOC (mgL <sup>-1</sup> )	TN (mgL <sup>-1</sup> )	DTN (mgL <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	TP (mgL <sup>-1</sup> )	DTP (mgL <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mgL <sup>-1</sup> )	Chla (μg L <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Mg <sup>2+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Ca <sup>2+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Cl <sup>-</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	SRSi (mgL <sup>-1</sup> )	
掛馬沖	上層	9.8	19	7.7	4.2	3.0	1.2	0.95	0.57	0.01	0.02	0.088	0.022	0.005	56	22	4.9	6.4	18	30	22	4.0	
	下層	9.5	25	7.7	4.3	3.1	1.2	0.98	0.57	0.01	0.02	0.10	0.022	0.005	52	23	4.4	6.4	19	30	22	4.1	
木原沖	上層	9.2	16	7.4	4.4	3.4	0.89	0.65	0.27	<0.01	0.02	0.091	0.029	0.015	36	26	4.8	6.7	17	36	20	1.4	
	下層	9.5	15	7.3	4.4	3.4	0.91	0.65	0.27	<0.01	0.02	0.085	0.032	0.015	38	27	5.0	6.8	18	37	21	1.3	
牛込沖	上層	9.1	13	7.4	4.2	3.3	0.89	0.70	0.36	0.01	0.02	0.084	0.033	0.02	34	25	4.7	6.6	17	35	21	1.5	
	下層	9.2	16	7.5	4.3	3.4	0.95	0.72	0.35	0.01	0.02	0.095	0.036	0.02	33	26	5.0	6.9	18	35	21	1.5	
高浜沖	上層	9.7	9	8.4	4.8	3.5	1.0	0.74	0.32	0.04	<0.02	0.09	0.023	0.006	69	23	4.6	6.5	16	29	20	2.2	
	下層	9.7	16	8.5	4.8	3.5	1.1	0.76	0.32	0.04	0.02	0.10	0.023	0.008	69	22	4.7	6.5	17	29	20	2.5	
玉造沖	上層	8.0	12	7.1	5.5	4.3	0.96	0.76	0.35	0.01	0.06	0.097	0.042	0.027	36	28	5.3	6.9	18	37	20	1.3	
	下層	7.7	18	7.5	5.4	4.4	1.0	0.81	0.35	0.01	0.05	0.098	0.042	0.027	36	27	5.2	7.3	18	38	21	1.3	
湖心	上層	9.2	13	7.4	4.4	3.6	0.86	0.58	0.22	<0.01	0.02	0.091	0.033	0.018	40	29	5.5	7.2	18	40	21	1.1	
	下層	9.2	12	7.4	4.5	3.6	0.82	0.57	0.22	<0.01	<0.02	0.087	0.034	0.018	38	31	5.7	7.3	19	41	22	1.1	
西の洲沖	上層	9.3	11	7.0	5.3	4.3	0.82	0.64	0.29	<0.01	<0.02	0.088	0.038	0.024	31	30	5.6	7.3	18	41	21	0.9	
	下層	9.1	12	6.9	5.5	4.4	0.89	0.66	0.29	<0.01	0.02	0.083	0.040	0.024	26	31	5.8	7.4	18	43	22	0.9	
麻生沖	上層	10	23	8.2	5.9	3.7	0.76	0.39	<0.01	<0.01	0.02	0.11	0.023	0.005	68	38	5.7	8.1	18	54	21	2.0	
	下層	10	22	8.4	5.2	3.7	0.81	0.38	<0.01	<0.01	0.02	0.11	0.021	0.005	67	40	6.6	8.8	19	57	22	2.1	
土浦沖	上層	9.3	13	6.1	4.3	4.1	1.6	1.3	1.0	0.02	0.03	0.096	0.019	0.006	56	25	5.5	6.3	20	32	24	5.7	
	下層	9.5	14	6.1	4.2	4.1	1.7	1.4	1.0	0.02	0.02	0.089	0.018	0.006	56	26	6.1	7.1	21	34	26	5.6	
山王川沖	上層	11	18	7.2	3.8	4.2	2.5	1.9	1.4	0.03	0.04	0.11	0.021	0.009	110	14	3.3	4.9	15	13	20	8.5	
	下層	11	19	7.1	3.8	4.1	2.5	1.9	1.3	1.1	0.03	0.05	0.02	0.01	110	15	3.6	5.3	16	14	21	8.8	
安藤沖	上層	10	12	4.5	2.3	2.7	1.5	6.3	6.0	5.8	0.04	0.03	0.10	0.025	0.016	51	21	4.1	10	22	25	23	1.4
	下層	10	18	4.5	2.3	2.5	1.5	6.4	6.3	5.8	0.04	0.04	0.12	0.032	0.024	35	21	4.2	10	22	26	24	1.5
阿玉沖	上層	10	17	6.5	4.2	3.8	2.7	3.3	3.1	2.8	0.08	0.03	0.11	0.022	0.009	69	19	4.6	8.4	18	24	19	8.1
	下層	9.6	20	6.3	4.1	3.8	2.6	3.7	3.4	3.1	0.08	0.02	0.10	0.020	0.008	60	19	4.6	8.8	19	24	22	8.8
武井沖	上層	8.6	12	6.2	5.2	4.2	3.6	1.6	1.4	1.1	0.01	0.02	0.035	0.021	28	27	5.0	8.5	18	34	18	0.9	
	下層	7.9	16	6.9	5.1	4.3	3.6	1.7	1.4	1.1	<0.01	0.03	0.084	0.037	25	26	4.9	8.8	19	35	22	1.1	
釜谷沖	上層	8.3	13	6.5	5.2	4.3	3.7	1.3	1.2	0.84	0.01	0.03	0.075	0.033	0.018	22	28	5.3	8.9	18	37	18	0.3
	下層	8.2	26	7.5	5.4	5.0	3.7	1.4	1.3	0.83	0.01	0.03	0.094	0.033	0.019	21	28	5.2	9.0	18	37	21	0.4
神宮橋	上層	9.5	27	8.2	5.4	4.7	3.7	1.1	0.80	0.37	0.03	0.12	0.024	0.006	62	37	5.4	9.3	19	51	20	1.3	
	下層	9.1	30	8.9	5.5	4.9	3.7	1.1	0.81	0.38	0.03	0.02	0.021	0.007	60	37	6.2	9.6	20	52	22	1.4	
外浪逆浦	上層	8.5	18	7.5	5.8	4.3	3.6	1.0	0.78	0.42	<0.01	0.02	0.099	0.033	0.021	37	39	6.3	8.7	19	55	21	1.7
	下層	8.4	21	7.8	5.6	4.8	3.6	1.0	0.83	0.41	<0.01	0.02	0.10	0.036	0.021	35	38	6.2	8.8	19	55	25	1.6
息橋	上層	10	10	8.0	5.8	4.3	3.6	0.87	0.60	0.20	0.02	0.072	0.021	0.007	45	39	6.0	8.6	20	55	22	1.7	
	下層	9.9	12	7.3	5.6	4.6	3.6	0.84	0.60	0.21	0.02	0.061	0.024	0.008	43	41	6.8	9.7	21	60	27	1.7	



表 9 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果 (12月)

平成30年12月14日																								
地点名	採水層	DO	SS	GOD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chla	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SRSi
		(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(μg L <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )	(mgL <sup>-1</sup> )
掛馬沖	上層	10	11	7.4	5.1	4.1	3.2	0.82	0.59	<0.01	0.21	<0.01	<0.02	0.077	0.014	0.002	36	27	4.6	6.5	19	33	27	2.6
	下層	11	12	7.2	5.2	4.1	3.3	0.83	0.52	0.21	<0.01	<0.01	<0.02	0.083	0.014	0.002	35	25	5.2	7.0	19	34	27	2.6
木原沖	上層	10	11	7	5.4	4.1	3.4	0.71	0.49	0.08	<0.01	<0.01	0.03	0.083	0.016	0.005	30	26	4.7	6.8	18	34	24	2
	下層	10	18	7	5.4	4	3.3	0.71	0.53	0.08	<0.01	<0.01	0.03	0.082	0.016	0.006	28	24	4.0	7.2	19	35	26	2.1
牛込沖	上層	10	11	7.5	5.6	4.2	3.5	0.67	0.43	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	0.083	0.014	0.004	37	27	4.8	6.9	18	37	23	1
	下層	10	12	7.8	5.8	4.3	3.5	0.64	0.43	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	0.08	0.015	0.005	34	26	4.3	7.2	18	37	24	1
高浜沖	上層	10	11	8.2	5.6	4.4	3.6	0.78	0.52	0.05	<0.01	<0.01	0.02	0.089	0.015	0.002	58	26	4.4	6.8	18	32	25	1.3
	下層	10	12	8.3	5.7	4.4	3.6	0.81	0.52	0.05	<0.01	<0.01	0.02	0.096	0.016	0.003	59	23	4.4	7.1	18	32	24	1.4
玉造沖	上層	10	9	7.5	5.4	4.3	3.5	0.73	0.47	0.03	<0.01	<0.01	0.03	0.081	0.013	0.003	40	30	5.1	7.2	18	38	21	1.2
	下層	10	10	7.8	5.8	4.3	3.5	0.79	0.54	0.05	<0.01	<0.01	0.02	0.086	0.012	0.002	36	23	3.6	7.2	19	36	25	1.3
湖心	上層	10	13	7.8	5.8	4.5	3.6	0.74	0.42	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	0.085	0.011	0.003	30	32	5.3	7.3	18	42	26	1
	下層	10	12	8	5.8	4.3	3.5	0.67	0.41	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	0.083	0.011	0.003	29	23	5.2	7.6	18	42	25	1.1
西の洲沖	上層	10	13	7.3	5.6	4.3	3.6	0.66	0.43	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	0.077	0.012	0.004	30	31	5.2	7.3	18	41	23	0.8
	下層	10	10	7.3	5.2	4.2	3.6	0.66	0.42	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	0.076	0.012	0.004	30	25	5.0	7.4	19	41	24	0.9
麻生沖	上層	10	17	7.3	5.9	4.6	3.6	0.68	0.4	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	0.089	0.014	0.006	29	38	5.5	8.5	19	54	24	1.9
	下層	11	18	7.5	5.6	4.7	3.6	0.68	0.39	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	0.1	0.013	0.006	28	32	5.6	8.5	20	55	27	1.9
土浦沖	上層	9.8	8	6	5.2	3.8	3.2	2	1.7	1.1	0.01	0.01	0.08	0.081	0.016	0.009	26	32	6.4	7.0	21	40	30	5.5
	下層	9.6	11	6.1	4.9	3.8	3.2	1.6	1.3	0.81	0.01	0.01	0.08	0.079	0.012	0.008	27	23	5.5	7.0	21	36	28	4.4
山王川沖	上層	11	15	7.4	4.4	3.7	2.6	2	1.4	1	0.02	0.02	0.02	0.12	0.017	0.004	78	19	3.2	5.8	17	17	25	7.1
	下層	11	17	7.1	4.3	3.7	2.6	2.1	1.5	1	0.02	0.02	0.02	0.11	0.017	0.005	70	15	3.2	5.8	17	17	27	7.2
安藤沖	上層	10	10	5.1	3	2.2	1.7	7.5	7.2	5.6	0.06	0.06	0.61	0.12	0.058	0.022	34	29	5.0	10	23	38	26	15
	下層	10	12	5.1	3	2.2	1.8	7.7	7.5	5.5	0.06	0.06	0.61	0.13	0.058	0.022	35	28	5.1	11	23	39	25	15
阿玉沖	上層	10	18	5.8	3.5	2.9	2.2	4.3	4	3.3	0.06	0.04	0.04	0.094	0.034	0.003	46	25	4.1	9.7	21	30	24	8.9
	下層	10	24	5.9	3.7	3.3	2.2	4.6	4.1	3.3	0.06	0.04	0.04	0.098	0.034	0.003	44	24	3.9	9.8	21	30	23	8.9
武井沖	上層	10	11	6	4.7	3.8	3.2	2.2	1.9	1.3	0.05	0.02	0.02	0.065	0.037	0.002	32	26	4.7	8.8	19	33	24	2.7
	下層	10	10	6	4.7	3.7	3.2	2.2	1.9	1.3	0.05	0.02	0.02	0.062	0.031	0.002	26	27	5	9.1	19	34	25	2.4
釜谷沖	上層	10	11	6.6	5.3	4	3.4	1.6	1.3	0.79	0.04	0.02	0.02	0.068	0.032	0.002	38	28	4.7	9.1	19	37	23	1.5
	下層	9.9	15	7.1	5.3	4.1	3.5	1.6	1.3	0.8	0.04	0.04	0.02	0.075	0.031	0.002	20	29	4.7	9.1	19	37	25	1.5
神宮橋	上層	10	21	8.1	5.6	4.5	3.7	0.92	0.51	0.06	<0.01	<0.01	<0.02	0.088	0.036	0.003	51	57	6.1	11	22	81	29	2
	下層	10	21	8.5	5.5	4.5	3.6	0.97	0.51	0.06	<0.01	<0.01	<0.02	0.11	0.034	0.003	50	56	6.5	11	22	83	28	2
外浪逆浦	上層	10	16	7.5	5.3	4.4	3.6	0.78	0.42	0.01	<0.01	<0.01	<0.02	0.089	0.031	0.002	44	89	8.5	14	23	140	34	1.8
	下層	10	16	8.1	5.2	4.3	3.6	0.79	0.43	0.01	<0.01	<0.01	<0.02	0.089	0.029	0.003	31	92	8.0	15	24	140	39	1.8
息橋	上層	10	11	7.7	5.3	4.4	3.7	0.67	0.41	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	0.071	0.027	0.001	38	140	11	22	26	240	50	1.8
	下層	7	22	8.1	5.3	4.3	3.6	0.86	0.49	0.03	<0.01	<0.01	0.05	0.1	0.029	0.001	36	300	18	42	34	540	98	2

表 10 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果 (1月)

地点名	平成31年1月17日		DO (mgL <sup>-1</sup> )	SS (mgL <sup>-1</sup> )	COD (mgL <sup>-1</sup> )	d-COD (mgL <sup>-1</sup> )	TOC (mgL <sup>-1</sup> )	DOC (mgL <sup>-1</sup> )	TN (mgL <sup>-1</sup> )	DTN (mgL <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	TP (mgL <sup>-1</sup> )	DTP (mgL <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mgL <sup>-1</sup> )	Chla (μg L <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Mg <sup>2+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Ca <sup>2+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Cl <sup>-</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	SRSi (mgL <sup>-1</sup> )
	採水層	層																						
掛馬沖	上層	12	6.0	7	6.0	4.5	4.0	3.2	0.82	0.66	0.29	<0.01	0.02	0.056	0.011	0.002	20	29	5.1	7.7	22	37	24	2.4
	下層	12	6.4	7	6.4	4.8	4.2	3.2	0.79	0.69	0.27	<0.01	0.02	0.058	0.012	0.002	21	35	3.2	7.2	21	37	24	2.3
木原沖	上層	11	6.3	10	6.3	4.8	4.3	3.3	0.60	0.44	0.08	<0.01	0.02	0.059	0.011	0.002	22	29	4.0	6.9	22	38	23	1.7
	下層	12	6.3	9	6.3	4.9	4.3	3.3	0.65	0.47	0.08	<0.01	0.02	0.067	0.011	0.002	23	43	5.2	7.2	22	38	23	1.7
牛込沖	上層	11	6.3	7	6.3	5.4	4.2	3.3	0.58	0.46	0.05	<0.01	0.03	0.051	0.011	0.001	27	26	5.6	7.6	21	41	26	1.6
	下層	11	6.3	7	6.3	5.4	4.2	3.3	0.62	0.44	0.05	<0.01	0.03	0.05	0.012	0.002	24	38	5.0	7.4	20	41	26	1.6
高浜沖	上層	11	6.8	6	6.8	5.7	4.5	3.4	1.0	0.74	0.29	<0.01	0.06	0.065	0.013	0.002	27	24	4.5	8.2	20	32	23	2.3
	下層	11	6.9	7	6.9	5.6	4.6	3.4	1.0	0.74	0.29	<0.01	0.06	0.064	0.012	0.003	26	32	4.2	7.5	21	34	22	2.4
玉造沖	上層	12	6.7	6	6.7	5.3	4.5	3.4	0.58	0.38	0.02	<0.01	0.03	0.054	0.012	0.002	34	31	5.2	8.0	21	43	25	1.3
	下層	11	6.9	8	6.9	5.6	4.4	3.4	0.74	0.42	0.02	<0.01	0.04	0.061	0.011	0.002	36	33	5.2	7.7	21	43	23	1.3
湖心	上層	12	6.5	6	6.5	5.6	4.4	3.4	0.66	0.41	0.01	<0.01	0.03	0.049	0.012	0.001	30	29	4.4	7.8	20	42	25	1.4
	下層	12	6.6	7	6.6	5.6	4.1	3.4	0.59	0.41	0.01	<0.01	0.03	0.052	0.013	0.001	29	46	4.3	7.6	21	43	26	1.4
西の洲沖	上層	12	6.2	6	6.2	5.5	4.3	3.3	0.64	0.43	0.05	<0.01	0.05	0.050	0.011	0.001	26	28	4.7	7.2	21	40	26	1.5
	下層	11	6.4	7	6.4	5.3	4.3	3.4	0.64	0.42	0.05	<0.01	0.05	0.051	0.011	0.001	24	37	5.7	7.7	22	41	23	1.6
麻生沖	上層	12	7.0	8	7.0	5.6	4.7	3.4	0.64	0.34	<0.01	<0.01	<0.02	0.056	0.013	0.002	27	46	6.1	9.4	23	57	24	1.8
	下層	12	7.7	9	7.7	5.6	4.6	3.4	0.58	0.36	<0.01	<0.01	<0.02	0.066	0.012	0.001	27	52	5.6	8.0	22	54	27	1.8
土浦沖	上層	12	7	9	7	5.2	4.1	3.1	1.6	1.6	1.2	0.01	0.03	0.064	0.013	0.002	34	31	6.6	6.8	24	41	33	4.2
	下層	12	7.1	9	7.1	5.1	4.1	3.1	1.7	1.6	1.2	0.01	0.03	0.070	0.026	0.003	33	33	6.9	7.8	24	40	33	4.2
山王川沖	上層	12	7.2	9	7.2	4.5	4.1	2.6	2.1	1.7	1.3	0.02	0.07	0.073	0.024	0.004	47	21	4.0	7.1	20	22	29	7.0
	下層	12	7.2	10	7.2	4.0	4.1	2.6	2.0	1.6	1.2	0.02	0.07	0.085	0.024	0.003	47	21	4.2	7.2	19	21	28	7.0
安藤沖	上層	12	4.7	6	4.7	2.2	1.9	1.2	6.5	6.0	5.9	0.05	0.05	0.088	0.028	0.012	34	29	3.8	11	25	30	26	1.6
	下層	13	4.9	8	4.9	2.2	2.0	1.3	6.3	5.9	5.8	0.05	0.04	0.089	0.029	0.011	37	29	4.1	10	25	31	27	1.6
阿玉沖	上層	11	5.4	8	5.4	3.0	2.7	1.8	4.3	3.9	3.7	0.04	0.04	0.059	0.022	0.003	32	22	3.9	9.7	24	33	25	1.1
	下層	11	5.4	10	5.4	3.1	2.7	1.9	4.0	3.8	3.7	0.04	0.04	0.054	0.023	0.003	32	31	3.9	10	22	34	26	1.1
武井沖	上層	13	7.9	11	7.9	4.9	4.6	3.3	1.3	1.1	0.71	0.02	0.02	0.059	0.022	0.001	39	35	3.6	9.8	22	40	28	0.9
	下層	12	7.8	15	7.8	4.7	4.4	3.1	1.8	1.5	1.1	0.02	0.02	0.069	0.022	0.001	45	32	4.3	9.6	21	37	28	1.1
釜谷沖	上層	12	7.7	10	7.7	5.0	4.4	3.3	1.5	1.1	0.73	0.02	0.02	0.051	0.020	0.001	37	30	4.8	9.4	22	39	28	0.9
	下層	12	7.8	10	7.8	5.0	4.5	3.3	1.3	1.0	0.70	0.02	0.02	0.052	0.021	0.001	38	36	3.6	9.3	21	39	29	0.9
神宮橋	上層	12	8.4	22	8.4	5.2	5.1	3.4	0.88	0.46	0.05	<0.01	0.04	0.092	0.024	0.002	53	120	7.3	17	28	180	39	1.2
	下層	11	8.1	20	8.1	5.1	5.0	3.4	0.86	0.46	0.08	<0.01	0.03	0.10	0.025	0.002	54	75	6.9	14	26	140	35	1.2
外浪逆浦	上層	11	7.2	15	7.2	4.8	5.0	3.5	0.79	0.35	<0.01	<0.01	<0.02	0.067	0.024	0.001	46	200	10	22	32	270	53	1.0
	下層	11	7.6	16	7.6	5.1	4.9	3.5	0.85	0.35	<0.01	<0.01	0.02	0.07	0.023	0.001	47	180	8.5	23	29	290	56	1.0
息橋	上層	12	7.7	12	7.7	5.2	5.1	3.5	0.66	0.40	<0.01	<0.01	<0.02	0.066	0.022	0.001	37	230	9.8	27	31	320	61	1.2
	下層	10	7.2	12	7.2	4.9	4.6	3.5	0.69	0.36	<0.01	<0.01	<0.02	0.069	0.021	0.001	36	290	17	41	37	540	93	1.6

表 11 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果 (2月)

地点名	平成31年2月20日		DO (mgL <sup>-1</sup> )	SS (mgL <sup>-1</sup> )	COD (mgL <sup>-1</sup> )	d-COD (mgL <sup>-1</sup> )	TOC (mgL <sup>-1</sup> )	DOC (mgL <sup>-1</sup> )	TN (mgL <sup>-1</sup> )	DTN (mgL <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	TP (mgL <sup>-1</sup> )	DTP (mgL <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mgL <sup>-1</sup> )	Chla (μg <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Mg <sup>2+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Ca <sup>2+</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	Cl <sup>-</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mgL <sup>-1</sup> )	SRSi (mgL <sup>-1</sup> )
	採水層	測定値																						
掛馬沖	上層	12	7.2	10	4.6	4.5	3.3	0.69	0.54	0.17	<0.01	<0.02	0.051	0.017	0.003	18	33	4.1	8.3	20	42	25	1.8	
	下層	11	7.2	11	4.8	4.6	3.3	0.68	0.50	0.11	<0.01	<0.02	0.062	0.017	0.002	24	28	4.4	8.4	20	40	24	1.6	
木原沖	上層	12	9	6.8	4.8	4.5	3.3	0.61	0.40	0.06	<0.01	<0.02	0.049	0.016	0.002	22	41	4.4	8.1	20	41	24	1.6	
	下層	12	8	7.0	5.0	4.4	3.3	0.67	0.44	0.07	<0.01	<0.02	0.054	0.016	0.002	23	35	5.0	8.4	19	41	24	1.7	
牛込沖	上層	12	6	6.6	5.4	4.4	3.4	0.63	0.41	0.05	<0.01	<0.02	0.048	0.015	0.001	23	33	4.7	8.4	20	41	23	1.6	
	下層	11	10	6.7	5.5	4.4	3.3	0.62	0.40	0.06	<0.01	<0.02	0.058	0.015	0.001	18	37	4.4	8.6	20	43	25	1.7	
高浜沖	上層	12	9	7.2	5.6	4.7	3.4	0.99	0.65	0.32	<0.01	<0.02	0.062	0.017	0.001	26	35	4.2	8.1	19	37	23	2.3	
	下層	12	9	7.4	5.6	4.6	3.4	1.0	0.58	0.33	<0.01	<0.02	0.07	0.017	0.001	27	36	5.3	7.8	19	37	23	2.4	
玉造沖	上層	12	8	7.2	5.7	4.5	3.3	0.77	0.47	0.16	<0.01	<0.02	0.064	0.021	0.002	27	31	4.2	8.1	20	40	23	1.8	
	下層	12	11	7.5	5.8	4.6	3.4	0.81	0.50	0.16	<0.01	<0.02	0.067	0.016	0.001	26	40	4.1	8.7	19	40	22	1.8	
湖心	上層	11	3	6.6	5.6	4.4	3.4	0.60	0.44	0.03	<0.01	<0.02	0.050	0.016	0.001	17	36	3.6	8	19	45	24	1.7	
	下層	11	8	6.6	5.6	4.4	3.4	0.59	0.39	0.03	<0.01	<0.02	0.050	0.014	0.001	20	31	3.5	7.7	19	42	23	1.7	
西の洲沖	上層	11	7	6.3	5.7	4.3	3.2	0.62	0.39	0.05	<0.01	<0.02	0.044	0.015	0.001	19	33	4.0	7.9	18	42	24	1.8	
	下層	11	7	6.5	5.5	4.2	3.2	0.55	0.39	0.05	<0.01	<0.02	0.049	0.015	0.001	16	35	4.2	8.2	20	44	25	1.8	
麻生沖	上層	12	9	7.4	5.6	4.7	3.3	0.56	0.34	<0.01	<0.01	<0.02	0.057	0.017	0.001	19	50	3.8	8.7	20	54	27	1.5	
	下層	12	10	7.8	5.7	4.7	3.3	0.57	0.30	<0.01	<0.01	<0.02	0.059	0.016	0.001	18	43	5.2	8.8	20	56	24	1.5	
土浦沖	上層	12	10	8.0	6.2	4.7	3.4	1.6	1.3	0.94	<0.01	<0.02	0.074	0.019	0.002	28	42	5.5	8.5	22	46	28	3.2	
	下層	11	10	7.6	5.7	4.6	3.4	1.6	1.4	0.97	<0.01	<0.02	0.074	0.019	0.003	30	31	6.0	8.3	20	46	31	3.2	
山王川沖	上層	12	8	7.1	4.9	4.0	3.0	1.8	1.5	1.1	0.02	0.04	0.073	0.019	0.002	20	26	3.6	6.8	20	26	27	5.0	
	下層	12	12	7.5	4.6	4.1	3.0	1.9	1.4	1.1	0.02	0.05	0.091	0.021	0.003	26	25	3.3	7.7	20	25	23	5.3	
安藤沖	上層	9.1	14	6.3	3.3	2.5	1.8	6.4	6.0	5.3	0.07	0.50	0.16	0.054	0.037	24	28	4.1	10	22	32	24	15	
	下層	9.3	15	6.2	3.2	2.5	1.8	6.4	6.2	5.3	0.07	0.41	0.15	0.052	0.035	23	29	4.0	11	22	33	26	15	
阿玉沖	上層	11	9	5.9	3.3	3.1	1.9	3.7	3.3	3.2	0.02	0.03	0.062	0.016	0.003	27	32	3.9	12	24	33	25	10	
	下層	11	14	5.9	3.3	3.1	1.9	3.6	3.3	3.2	0.02	0.03	0.066	0.017	0.003	32	32	3.9	11	21	33	24	10	
武井沖	上層	13	17	8.4	4.5	4.8	3.0	1.6	1.3	0.97	0.01	<0.02	0.064	0.012	0.001	55	33	3.8	9.7	21	39	24	0.6	
	下層	13	18	8.6	4.7	4.7	3.0	1.7	1.2	0.92	0.01	<0.02	0.069	0.011	0.001	62	38	3.7	10	21	41	26	0.5	
釜谷沖	上層	12	14	8.9	5.1	4.8	3.2	1.3	0.96	0.64	0.01	<0.02	0.064	0.012	0.001	61	42	3.9	10	20	47	26	0.3	
	下層	13	16	8.6	5.1	4.8	3.2	1.5	0.98	0.63	0.01	<0.02	0.070	0.011	0.001	51	36	4.6	10	20	49	26	0.4	
神宮橋	上層	12	23	8.9	5.4	5.3	3.4	0.95	0.43	0.09	<0.01	<0.02	0.093	0.015	0.001	33	130	7.8	17	27	170	38	0.5	
	下層	12	23	8.8	5.0	5.2	3.4	0.89	0.42	0.09	<0.01	<0.02	0.094	0.014	0.001	57	120	6.7	16	26	170	39	0.6	
外浪逆沖	上層	12	16	7.6	5.2	5.4	3.6	0.95	0.31	<0.01	<0.01	<0.02	0.072	0.015	0.001	42	200	10	23	29	280	54	0.3	
	下層	12	17	8.1	5.2	5.3	3.6	0.82	0.37	<0.01	<0.01	<0.02	0.079	0.014	0.001	42	170	10	28	30	290	56	0.3	
息橋	上層	13	15	8.2	5.5	5.7	3.6	0.72	0.37	<0.01	<0.01	<0.02	0.074	0.015	<0.001	30	210	10	28	29	320	60	0.5	
	下層	12	16	8.1	5.5	5.5	3.6	0.91	0.38	<0.01	<0.01	<0.02	0.10	0.014	0.001	36	280	13	31	32	400	72	0.3	



## 1-5 霞ヶ浦の長期的水質変動要因解析

### 1 はじめに

変動要因解析は、株価の変動に代表されるような経済指標の予測や、環境分野では大気や海洋といった気候変動予測の分野で注目され、その解析手法も多岐にわたっている。一方、これまで湖沼の環境行政において中心的役割を果たしてきた3種類の水質指標、すなわちCOD（化学的酸素要求量）、TN（全窒素）、TP（全りん）に関しては、変動要因が不明な部分が多く、これらに影響する要因を解析し、その結果を元に、水質基準を満たすための各種水質保全対策に活かすことが求められている。そうした意味で、これら3種類の水質指標に与える水質及び気象因子を因果関係解析により絞り込み、今後のCOD、TN、TPの削減対策に活かしていくことが必要となる。

### 2 目的

近年の霞ヶ浦の水質は、最も悪化した平成21年度に比べて改善しているものの、長期的に見ると横ばいで推移している。そのため、長期間の水質変動の要因を解明し、長期的な視点で水質改善対策を検討する必要がある。本事業は、霞ヶ浦に関する流域及び湖内に関する各種の資料やデータ（水質やプランクトン等）を用いて、霞ヶ浦の長期的な水質変動要因を解明することを目的に、国立環境研究所との共同研究により実施した。

### 3 データソースと解析方法

#### （1）データソース

解析に供したパラメータは全部で37種類。データ取得期間は、西浦湖心の1996年6月～2016年9月の約20年間の毎月データ（ $n=238$ ）。気象パラメータとして気象庁の土浦測候所のデータベースを用いた。気象パラメータは月降水量、日最大降水量、月平均気温、日最高気温、日最低気温、月平均風速、月最大風速、月平均全天日射量の8項目。水質パラメータは国立環境研究所の毎月の霞ヶ浦全域調査を元に整備した。流域パラメータは、茨城県公共用水域の水質等測定結果を元に整備し、霞ヶ浦流入13河川の水質4種類（COD、BOD、TN、TP）。

#### （2）解析方法

新たな解析手法として、因果関係解析と呼ばれるConvergent cross mapping（CCM）解析を用いて、水質変動の要因となっている気象や水質パラメータを絞り込んだ。具体的には、COD、TN、TP、栄養塩類と他のパラメータとの間の因果関係を、相関分析とCCM+相関分析の2段階で解析した。相関分析は、2つの同月のパラメータ間に有意な（ $p < 0.05$ ）相関係数が存在するか否かをスピアマンの相関係数を元に判断した。また、CCM+相関分析では、CCMにより有意な因果関係が存在すると考えられた水質パラメータ同士の間での相関分析の結果のみ表示し、考察した。なお、CCM解析、相関分析およびその結果の描画にはソフトウェアMathematicaを用いた。

※CCM（Convergent cross mapping）による因果関係解析とは

決定論的な力学系から生じた時系列においては結果から原因の類推は正確に行うことができるが、逆の類推は不正確である。CCMはこの原理を利用し、2本の時系列を互いに類推した時の正確性を測ることで因果関係の有無を判定する方法。



#### 4 結果

##### (1) COD の因果関係解析結果

COD は、同月の D-COD, PP と因果関係が見いだされ、D-COD は COD の要因となっていた (図 1)。また、NH<sub>4</sub>-N、植物プラ細胞数、SS が D-COD の要因となっていたことから、C-COD を減らすことが、COD の削減につながり、D-COD を減らすには、NH<sub>4</sub> 濃度が高くなる夏季に植物プランクトンの増殖を抑えることが効果的である事が明らかとなった。

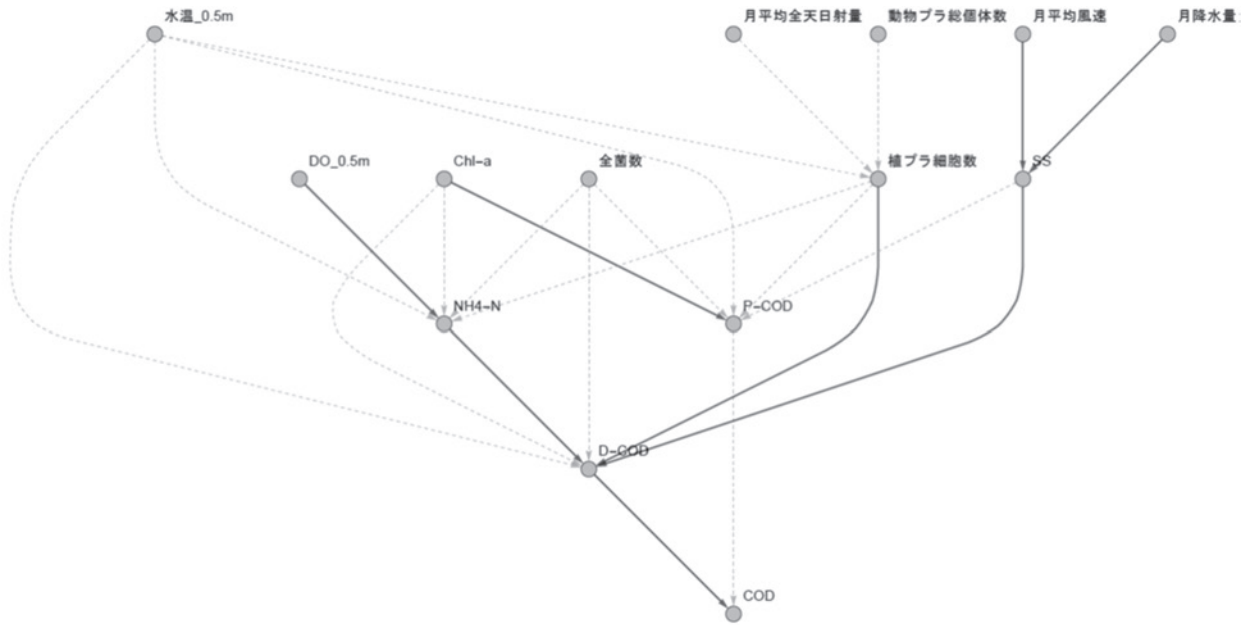


図 1 西浦湖心の同月パラメータ間の COD の CCM+相関分析の解析結果  
CCM 解析により「因果関係あり」と判断されたパラメータ同士のみを対象に、その相関関係を図示している。矢印の方向は因果関係を示しており、青矢印は高めあう関係、赤矢印は抑制しあう関係を意味している

##### (2) TN の因果関係解析結果

TN の要因となるようなパラメータは今回解析したパラメータの中に見つけることはできなかった。

##### (3) TP の因果関係解析結果

TP は同月の SS とのみ因果関係が見いだされた (図 2)。またその関係は SS が TP の要因である一方、TP も SS の要因であるという双方向的なものであった。また、その SS は月平均全天日射量と因果関係があり、これら 3 種類のパラメータ間には「月平均全天日射量増加 → SS 増加 → TP 増加」というプロセスの働いていることが示唆された。近年の気候変動影響で日射量の年々変動も大きくなっている。TP の経年変化を議論する際には日射量の年々変化の影響を加味すべきという示唆にもつながる。SS 増加が TP 増加につながる因果関係を重視すれば、TP の削減には SS の削減、すなわち湖沼の富栄養化リスクの低減策や濁水流入の削減等が有効であることが示唆された。



図 2 西浦湖心の同月パラメータ間の TP の CCM+相関分析の解析結果  
表示方法は図 1 と同様。

(4) 栄養塩類 (PO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>) の因果関係解析結果

PO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>に影響するパラメータとしては、いずれも DO\_0.5m (底層溶存酸素量) により影響を受ける結果であった (図3)。このことは、表層での光合成や波浪による攪拌等により湖水柱の表層の酸素環境が改善し、それに伴い底泥表層も酸化的になるほど底泥からの NH<sub>4</sub> や PO<sub>4</sub> の溶出は抑制される夏季の現象とよく一致していた。また、NO<sub>3</sub> に関しては NH<sub>4</sub> や DO\_0.5m と高めあう因果関係にあり、NO<sub>3</sub> が影響を受ける側であった。この結果は、硝化によって濃度が上昇する NO<sub>3</sub> においては、硝化の基質である NH<sub>4</sub> 濃度と溶存酸素濃度の上昇により硝化が促進されることと整合的であった。

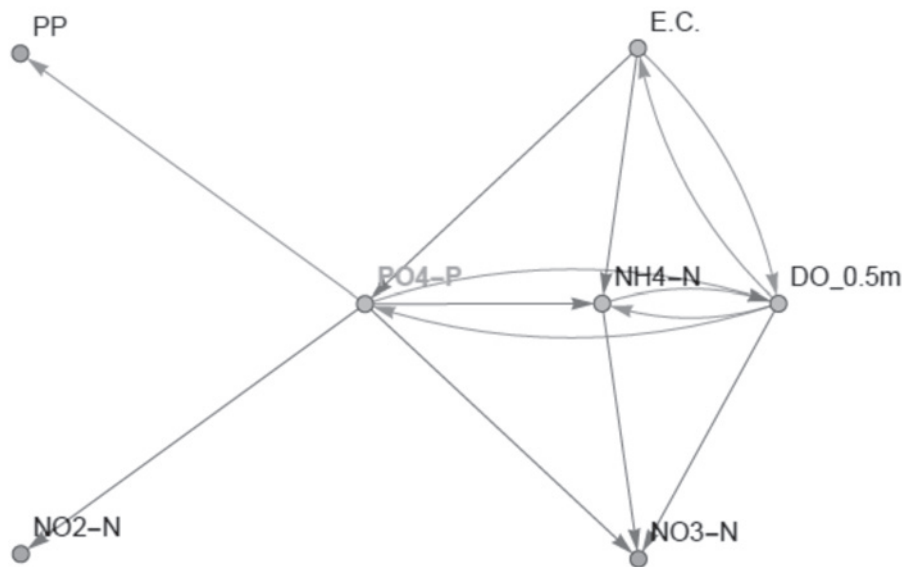


図3 西浦湖心の同月パラメータ間の栄養塩類の CCM+相関分析の解析結果  
表示方法は図1と同様。

5 まとめ

同月パラメータ間の解析結果は、次のとおり。

- (1) 水質環境基準項目として重要な COD, TN, TP に関して、因果関係解析を行ったところ、COD と TP に関して因果関係を示す要因パラメータを見つけることができた。
- (2) COD の削減には夏季の一次生産の適正化が重要で、TP の削減には SS の削減が効果的であることを示す結果であった。
- (3) 主たる栄養塩類の濃度が湖水柱の酸素環境の影響下にあることが明らかとなり、底泥表層の貧酸素化に伴う栄養塩の底泥溶出の影響が大きいと推察できた。

なお、COD と TP に関しては因果関係を示す要因パラメータを見つけることができなかったことから、今後は、同月パラメータ間以外の因果関係についても検討していく。

参考文献

- 1) Shin-Ichiro Matsuzaki, Kenta Suzuki, Taku Kadoya, Megumi Nakagawa, Noriko Takamura, 2018, Bottom-up linkages between primary production, zooplankton, and fish in a shallow, hypereutrophic lake. *Ecology* 99(9), 2025-2036
- 2) 中山新一朗, 阿部真人, 岡村寛, 2015, Convergent cross mapping の紹介: 生態学における時系列間の因果関係推定法. *日本生態学会誌* 65, 241-253

## 1-6 平成 30 年のアオコ発生について

### 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、湖面への集積により腐敗して悪臭の原因となる。このため、アオコの原因となる植物プランクトンが集積することを防止するために、湖水表面の攪拌や回収などの対策が講じられている。このような対策を実施する上で、アオコの発生場所を把握することが必要である。本事業では、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を目的としている。

### 2 方法

#### (1) 調査地点

図 1 に示す土浦港、土浦沖、水道事務所沖、掛馬沖、湖心、山王川沖、高浜沖の西浦 7 地点、安塚沖、武田川沖、釜谷沖の北浦 3 地点、合計 10 地点で調査を行った。

#### (2) 調査時期・頻度

平成 30 年 6 月 5 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 ポリビンに採取して、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 (NO<sub>3</sub>-N)、亜硝酸態窒素 (NO<sub>2</sub>-N)、アンモニア態窒素 (NH<sub>4</sub>-N)、りん酸態りん (PO<sub>4</sub>-P)、フィコシアニン (Phc)、クロロフィル a (Chl-a) とした。

TN、TP の測定には、連続流れ分析装置 (BLTEC SWAAT28) を用いた。NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P の分析には、粒子保持能 1 μm 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 及び Chl-a は、粒子保持能 1.2 μm (Whatman GF/C) でろ過したろ紙の残留物を凍結後、それぞれりん酸緩衝液 (pH=7.0)、エタノールで抽出し、試料とした。フィコシアニンの測定は、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 の測定は、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、ユネスコ法<sup>1)</sup>に準拠して濃度を算出した。

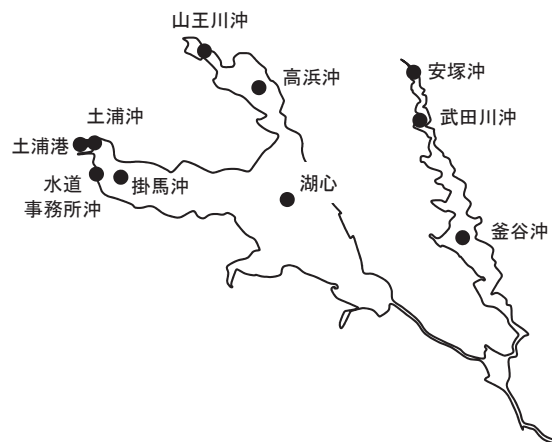


図 1 調査地点図

### 3 アオコの発生状況

図2に西浦及び北浦のPhcの推移を示す。Phcの西浦における調査期間のPhcの平均値は40 µg/L、最大値は6月5日の土浦港及び8月7日の山王川沖での120 µg/L（アオコレベル1相当）であった。北浦における調査期間の平均値は300 µg/L、最大値は8月21日の武田川沖での1800 µg/L（アオコレベル3相当）であった。西浦では期間中低濃度で推移し、北浦では6月下旬から8月にかけて高い濃度で推移した。

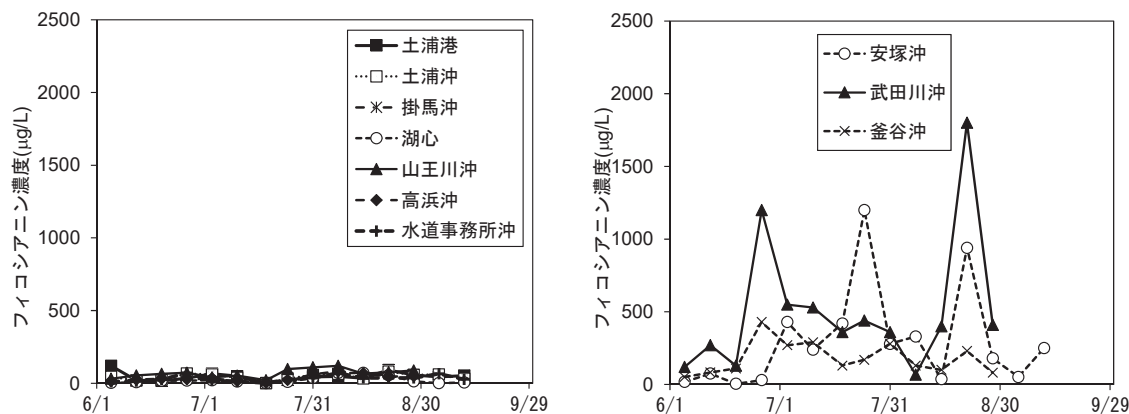


図2 フィコシアニン濃度の推移（左：西浦，右：北浦）

### 4 北浦でのアオコの発生要因

平成30年におけるPhcの推移は、西浦より北浦で高く推移した（図2）。そこで、アオコの原因となる植物プランクトンが増殖した要因について、西浦の湖心と北浦の釜谷沖を対象に、栄養塩（溶存無機態窒素（DIN）とPO<sub>4</sub>-P）及び気温の状況を比較検討した。

#### (1) 栄養塩（図3）

DINについては、湖心では6月から7月上旬までアオコの原因となる藍藻類の増殖に適するとされる濃度（0.1 mg/L以上）<sup>2)</sup>より低く推移し、7月中旬に0.1 mg/Lを上回ったものの、8月も0.1 mg/Lを下回る期間が長かった。一方で釜谷沖では、6月下旬、7月下旬及び8月下旬に0.1 mg/Lを下回る期間があったものの、そのほかの期間は0.1 mg/L以上となり、湖心よりも藍藻類の増殖に適した濃度となる期間が長かった。

PO<sub>4</sub>-Pについては、湖心で6月上旬及び下旬に藍藻類の増殖に適するとされる濃度（0.01 mg/L以上）<sup>2)</sup>より低かったが、そのほかの期間は0.01 mg/Lを上回った。

これらのことから、釜谷沖ではDIN濃度が藍藻類の増殖に適した濃度となる期間が長く、それが植物プランクトンの増殖に影響を及ぼした可能性がある。

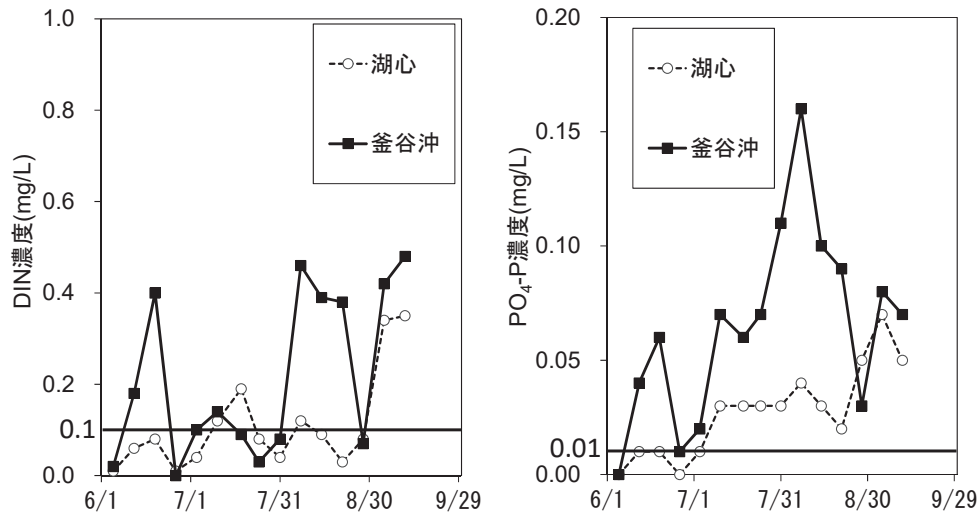


図3 湖心と釜谷沖における DIN と PO<sub>4</sub>-P 推移の比較

## (2) 気温 (図4)

西浦と北浦の比較として、それぞれ土浦と鹿嶋の気温を比較すると、7月上旬から7月下旬にかけて土浦で鹿嶋より気温が1°C前後高くなる時期が見られ、そのほかの期間は概ね同程度であった。このため、両水域でアオコの発生量に差が見られたことについては、気温が原因の可能性は低いと考えられる。

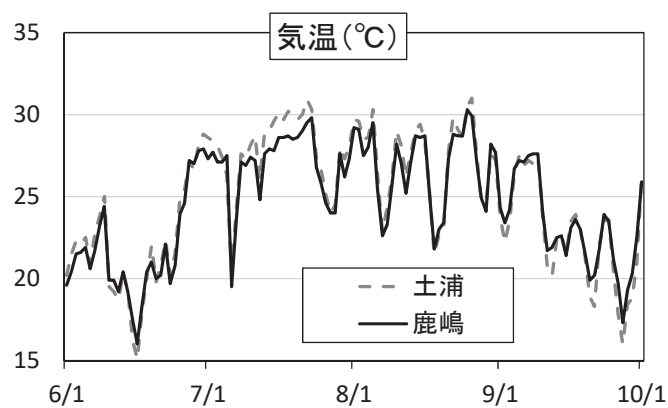


図4 土浦及び鹿嶋における気温の推移

## 5 アオコ予測システムの検証結果 (図5)

6月から土浦入りを対象にしたアオコ予測システムの検証をした。システムの予測では、期間を通じてアオコレベル0~1で推移するという結果となり、実際の状況と合致した。

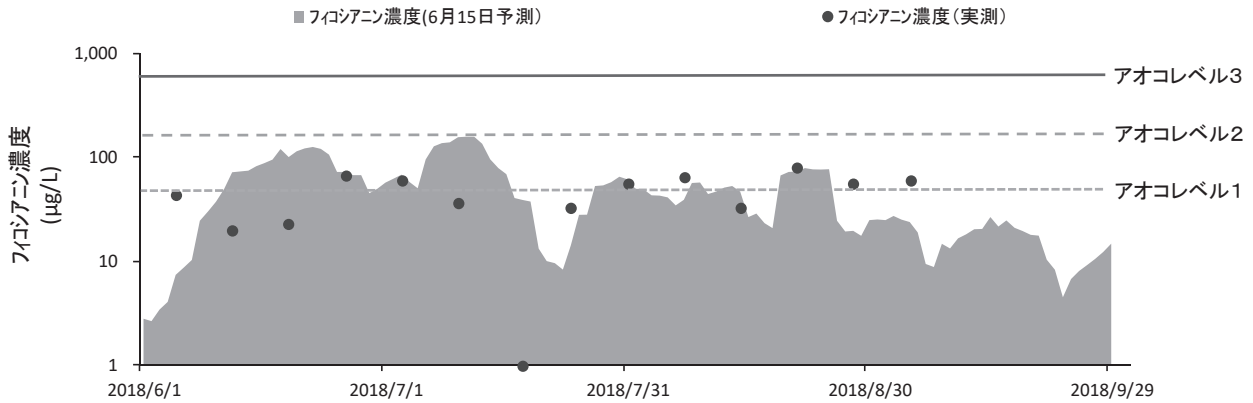


図5 土浦沖でのアオコ予測結果

## 6 まとめ

平成30年夏は、北浦でPhcが高くなった。その原因としては、北浦でDIN濃度が藍藻類の増殖に適した期間が長かったことが可能性として考えられる。

また、今年度からアオコ予測システムの検証を開始した。今年度の予測結果は実際の発生状況と合致した。

## 7 参考文献等

- 1) 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ック, 東京, 189-192.
- 2) Whitton, B.A., POTTS, M., 2000. The Ecology of Cyanobacteria: Their Diversity in Time and Space, *Springer*, USA, 175-188.

## 1-7 底生生態系における *Microcystis* の分解過程と餌資源としての役割

### (科研費による調査研究事業)

#### 1 事業目的

霞ヶ浦では *Microcystis* を主とするアオコが夏季に増殖することがあるが、生態系に与える影響については不明である。湖水中における *Microcystis* のアオコが見られない時期にも、*Microcystis* は表層を中心とした底泥に堆積していることが明らかとなっている<sup>1)</sup>。また、*Microcystis* によるアオコが生態系へ与える影響は、生食連鎖よりも腐食連鎖を通じている可能性が示されている<sup>2)</sup>。これらのことから、本研究では底生生態系に対する *Microcystis* の役割を明らかにすることを目的とした。本年は、*Microcystis* 由来の有機物が底生動物によって同化されているかどうかについて検討した。

#### 2 方法

##### (1) 底生動物の採取

摂食実験に用いた生物は、ユスリカ類 (Chironomidae) 幼虫、ドブガイ類 (*Anodonta* spp.)、マシジミ (*Corbicula leana*) とした。ユスリカ類幼虫は 2018 年 7 月 24 日に霞ヶ浦の掛馬沖観測所近くで採取した。20×20 cm のエクマンバージ型採泥器を用いて採取した底泥を、船上で目合い 1.5 mm のネットを用いてふるってユスリカ類幼虫を得た。ふるい上に残ったユスリカ類幼虫をピンセットで採取して、湖水を満たした 2 L のポリビンに入れ、クーラーボックスで緩く保冷して実験室に持ち帰った。ドブガイ類とマシジミは、2018 年 11 月 21 日に、川尻川から河川水が流れ込む農業用水路で、ジョレンを使って採取し、河川水とともにバケツに入れて実験室に持ち帰った。採取したドブガイ類とマシジミの湿重量のヒストグラムを図 1 に示した。

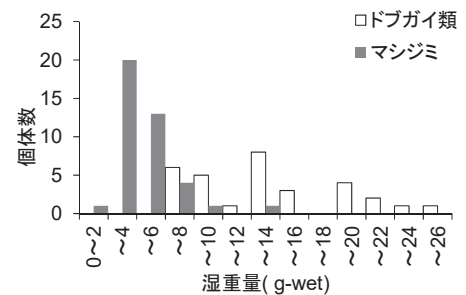


図 1 実験に用いたドブガイ類とマシジミ類の湿重量のヒストグラム

##### (2) 飼育のための準備

飼育のための底泥は、掛馬沖観測所近くで 20×20 cm のエクマンバージ型採泥器を用いて採取した。採泥日は、ユスリカ類幼虫の飼育用は 7 月 24 日、ドブガイ類とマシジミの飼育用は 11 月 27 日であった。飼育のための湖水は、土浦港で表層水を直接ポリビンで汲んだものを用いた。いずれも水替えは一週間に一度とし、前日に採水して実験条件で 24 時間馴致したものを用いた。水替えは、マイクロピペットやチューブを用いて底泥表層までの湖水を吸い取り、定量の新しい湖水を静かに添加した。

餌泥は、<sup>13</sup>C と <sup>15</sup>N を用いてラベリングした *Microcystis* を底泥と混合し、25°C、暗条件のインキュベーター内に 1 日間静置した後凍結乾燥<sup>3)</sup>し、給餌まで -70°C で凍結保存したものを用いた。対照系には、ラベリングした *Microcystis* と混合していない底泥を凍結乾燥したものを与えた。

##### (3) 給餌試験とサンプリング

ユスリカ類幼虫の試験には 100 mL トールビーカーを用い、底泥 20 mL、湖水 80 mL、ユスリカ類幼虫を 10 個体ずつ投入した。25°C、暗条件に設置したインキュベーター内で弱くばっ気し、24 時間馴致した後に給餌試験を開始した。餌泥は、3 日に一度、0.2mg-dry ずつ給餌し、28 日目に各ビーカーからユス

リカ類を取り出し、湖水中で1日間洗浄して内容を吐き出させた後に、凍結乾燥して分析に供した。

ドブガイ類の試験には1Lビーカーを用い、底泥500mL、湖水500mL、ドブガイ類を3個体ずつ投入した。マシジミ類の試験には300mLビーカーを用い、底泥150mL、湖水150mL、マシジミを4個体ずつ投入した。飼育条件はいずれも、20°C、暗条件、ばっ気ありとし、24時間馴致した後に給餌試験を開始した。給餌は3日に一度とし、ドブガイ類は0.5mg-dry ずつ、マシジミは0.15 mg-dry ずつ給餌した。その後、56日目に各ビーカーからドブガイ類およびマシジミを取り出し、-30°Cで凍結したのちに、斧足を眼科用鉗で採取し、蒸留水で洗浄してから凍結乾燥して分析に供した。

(4) 炭素・窒素安定同位体比の分析

分析には炭素・窒素安定同位体比は全自動元素分析装置 (Flash2000, Thermo Fisher Scientific) と連結した安定同位体質量分析計 (DELTA V Advangate, Thermo Fisher Scientific) を用いて行った。試料は0.1mg-dry を目安に測定し、測定は一個体に対し二回繰り返した。

3 結果と考察 (図2)

実験に用いたすべての底生動物において、*Microcystis* を添加した餌泥を与えた給餌系で、対照系と比較して $\delta^{13}\text{C}$ ならびに $\delta^{15}\text{N}$ が上昇し、ドブガイ類とマシジミにはそれぞれ有意な差がみられた(u-test,  $p < 0.01$ )。この結果から、*Microcystis* によって生産された炭素ならびに窒素を、これらの底生動物が同化していることが明らかとなった。 $\delta^{13}\text{C}$ ならびに $\delta^{15}\text{N}$ は給餌系のユスリカ類幼虫で最も餌泥の値に近く、ドブガイ類で最も遠かった。これは個体サイズの大きさや、餌料に含まれるラベルされた有機物の割合に依存したと考えられた。

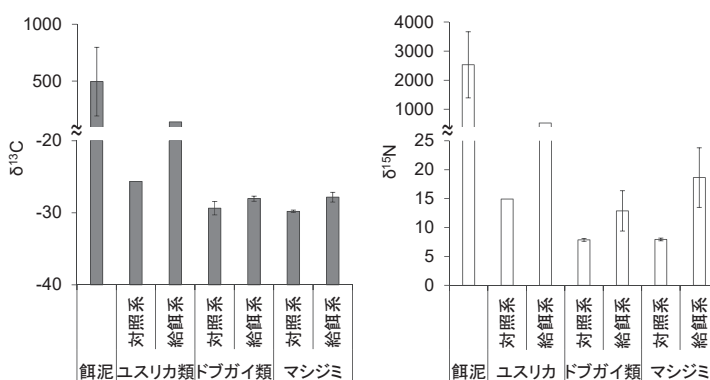


図2 餌泥と、実験に用いた底生動物の $\delta^{13}\text{C}$ ならびに $\delta^{15}\text{N}$ の値。エラーバーは標準偏差を示す。

4 まとめ

給餌試験の結果、沈降した *Microcystis* 由来有機物は底生動物に移行していることが明らかとなった。また、堆積物食のユスリカ類幼虫のみならず、懸濁物食と考えられる二枚貝類によっても同化されていたことが明らかとなった。

参考文献

- 1) 長濱祐美, 中川圭太, 菅谷和寿, 富岡典子, 相崎守弘, 2017. 霞ヶ浦底泥における *Microcystis* rDNA の分布と季節変動. 水環境学会誌, **40** (4), 183-188
- 2) Kluijver, A., J Yu, M Houtekamer, JJ Middelburg, Z Liu, 2012. Cyanobacteria as a carbon source for zooplankton in eutrophic Lake Taihu, China, measured by  $^{13}\text{C}$  labeling and fatty acid biomarkers, *Limnology and Oceanography* **57** (4), 1245-1254
- 3) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター, 2017. 底生生態系における *Microcystis* の分解過程と餌資源としての役割 (科研費による調査研究事業). 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報 **13**, 79-80



## 1-8 北浦流域の窒素の動態に関する調査研究事業

### 1 目的

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<sup>1)</sup>。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（特に畑地）に投入された化成肥料や堆肥等に由来する窒素が表流水や地下水とともに河川に流出していることが考えられる。

そこで本事業は、北浦流域における窒素成分の挙動（化学形態変化や流出過程等）を解明し、環境容量に基づく窒素投入量の上限值を検討することを目的とする。そのために、河川、地下水及び土壌について現地調査を行うとともに、流域の土壌－地下水－河川系における窒素成分の挙動を計算するモデル（窒素動態モデル）を構築し、河川水の窒素濃度及び北浦への窒素流入負荷量の今後の推移について予測する。今年度は、昨年度に引き続き河川及び地下水の現地調査を実施するとともに、昨年度までに構築した窒素動態モデルを改良し、窒素成分の挙動を起源別並びに投入年代別に解析した。

### 2 方法

#### (1) 河川調査

##### ① 調査地点・頻度

北浦の主要流入河川である巴川、銚田川及び武田川、並びに流域が銚田川の南東側に隣接する長茂川を対象に、毎月 1～2 回、平水時に調査を行った。調査地点は、巴川で 10 地点（本川 3 地点(T1～T3)、支流 7 地点(t1～t7))、銚田川で 9 地点（本川 4 地点(H1～H4)、支流 5 地点(h1～h5))、武田川、長茂川でそれぞれ 1 地点ずつ（TK、N）設定した（図 1）。

##### ② 測定・分析項目

流量、水温、pH、電気伝導率（EC）、懸濁物質（SS）、化学的酸素要求量（COD）、溶存成分の COD（d-COD）、全有機態炭素（TOC）、溶存有機態炭素（DOC）、全窒素（TN）、溶存態全窒素（DTN）、硝酸態窒素（NO<sub>3</sub>-N）、亜硝酸態窒素（NO<sub>2</sub>-N）、アンモニア態窒素（NH<sub>4</sub>-N）、全りん（TP）、溶存態全りん（DTP）、りん酸態りん（PO<sub>4</sub>-P）、溶存無機イオン（カリウム(K<sup>+</sup>）、ナトリウム(Na<sup>+</sup>）、カルシウム(Ca<sup>2+</sup>）、マグネシウム(Mg<sup>2+</sup>）、塩化物(Cl<sup>-</sup>）、硫酸(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>）

#### (2) 地下水調査

##### ① 調査時期・地点

11 月に、巴川・銚田川流域内の 16 地点（W1～W16、図 2）において井戸水を採水した。なお、W6、W10 及び W15 以外の地点においては、昨年度の調査で NO<sub>3</sub>-N + NO<sub>2</sub>-N が環境基準値（10 mg/L）を超過していた<sup>1,2)</sup>。（これらの地点の井戸を、以降「汚染井戸」と呼ぶ。）

##### ② 測定・分析項目

水温、pH、EC、溶存酸素量（DO）、DOC、DTN、NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N、DTP、PO<sub>4</sub>-P、K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、炭酸水素イオン（HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>）

#### (3) 窒素動態モデルの改良（一部業務委託）

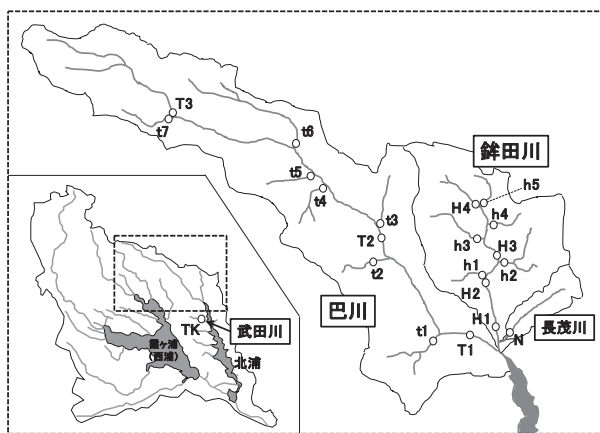


図 1. 河川調査地点

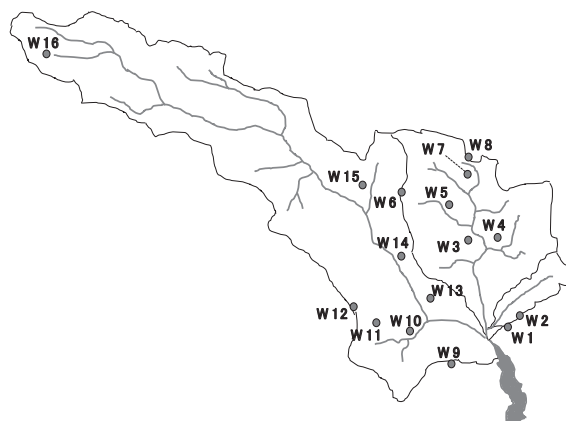


図 2. 地下水調査地点

巴川・銚田川流域を対象に構築した窒素動態モデルについて、窒素成分の挙動を起源（化成肥料，堆肥，生活系・事業所系排水及びその他）別，並びに投入年代別（10年単位）に追跡計算する機能を追加した。また，生活系・事業所系の窒素負荷量をより正確に算定・入力するために，それらに係るフレームデータ等の収集・整備を行った。

### 3 結果の概要

#### (1) 河川水の窒素成分濃度

各河川の最下流地点（T1, H1, TK, N）における TN の年平均値（TK は 6 月～3 月の平均値）は，それぞれ 5.3 mg/L, 13 mg/L, 7.6 mg/L, 8.5 mg/L となり，銚田川で最も濃度が高かった。一方，TN 負荷量（TN 濃度 × 流量）の年平均値はそれぞれ 12 g/秒, 4.7 g/秒, 2.1 g/秒, 1.1 g/秒となり，巴川で最も大きかった。

各河川の最下流地点及び銚田川の主要地点における窒素成分濃度の経月変動を，直近 2～5 年間の TN の平均値と併せて図 3 に示す。銚田川ではこれまで，支流 h2 及びその下流側の本川（H1, H2）で高濃度の NH<sub>4</sub>-N がしばしば観測されていたが<sup>3)</sup>，特に 8 月以降 NH<sub>4</sub>-N の減少が認められ，それに伴い TN も過去 5 年間と比べて低い値で推移していた。高濃度の NH<sub>4</sub>-N の負荷源として，畜産，事業場からの排水や，市街地から河川に放流される生活系排水が想定されるが<sup>3)</sup>，それらによる負荷量が減少したことが推察された。一方，銚田川の H3 より上流部及び h2 以外の支流，並びに巴川の全地点では，TN は過去 3～5 年間とほぼ同程度であった。武田川では，12 月に高濃度の NH<sub>4</sub>-N が観測され，畜産，事業場からの排水や生活系排水の流入による顕著な負荷があったものと推察された。

#### (2) 地下水の NO<sub>3</sub>-N の経年変動及び汚染要因

調査した 16 地点の井戸水の NO<sub>3</sub>-N は，2.7～57 mg/L であった。汚染井戸では，W3 を除く全ての地点で今年度も環境基準値を超過していた。

汚染井戸における平成 20 年度以降の NO<sub>3</sub>-N + NO<sub>2</sub>-N の経年変動を，図 4 に示す。5 地点（W5, W8, W11, W12, W16）において，近年濃度が低下する傾向が見られた。一方，W4 及び W14 では，平成 20 年度から平成 26 年度にかけて濃度が低下したが，それ以降再び上昇していた。これら以外

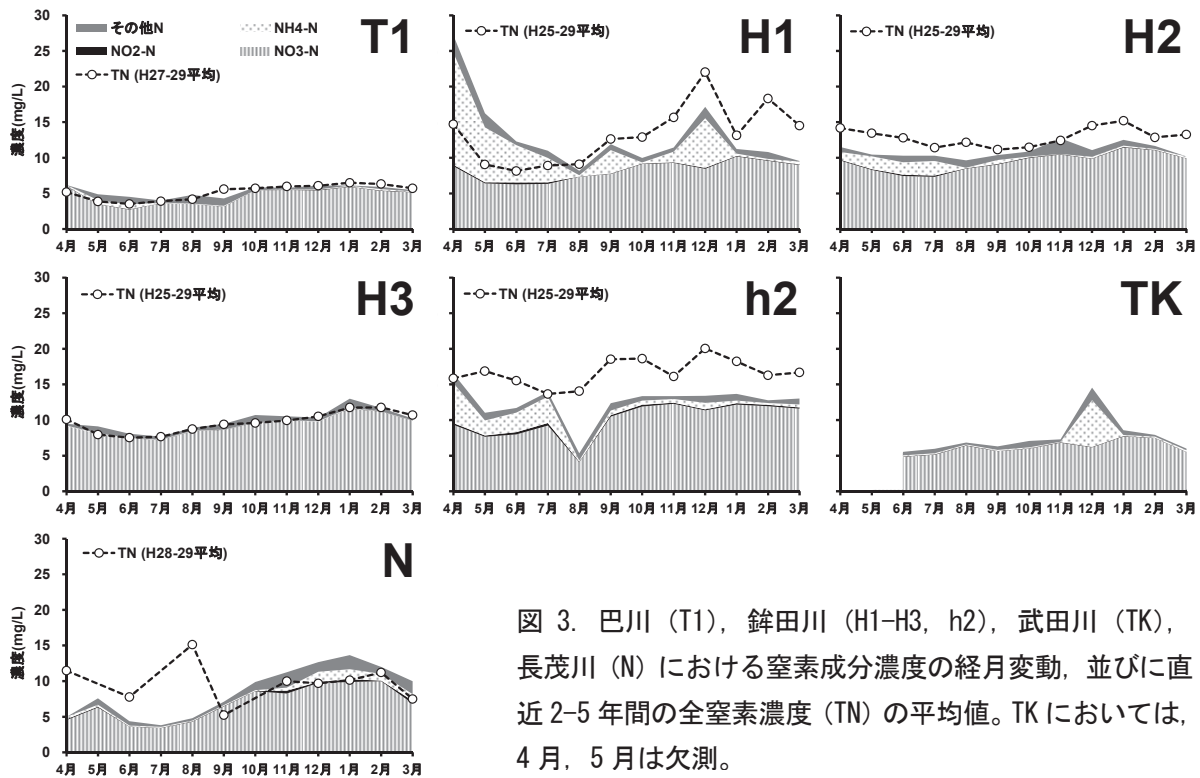


図 3. 巴川 (T1), 銚田川 (H1-H3, h2), 武田川 (TK), 長茂川 (N) における窒素成分濃度の経月変動, 並びに直近 2-5 年間の全窒素濃度 (TN) の平均値。TK においては, 4 月, 5 月は欠測。

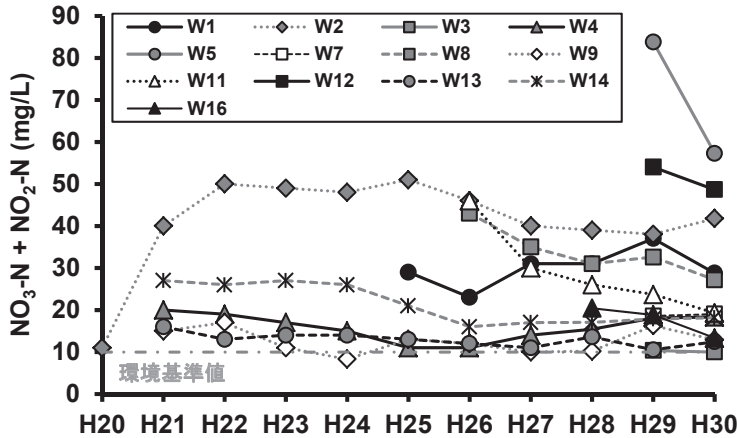


図 4. 調査井戸 (昨年度の調査 1, 2) で硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素濃度 (NO<sub>3</sub>-N + NO<sub>2</sub>-N) が環境基準値 (10 mg/L) を超過していた地点) における NO<sub>3</sub>-N + NO<sub>2</sub>-N の経年変動

の地点では, 変動はあるもののほぼ横ばいであった。

高濃度 (20 mg/L 以上) の NO<sub>3</sub>-N が検出された汚染井戸 (W1, W2, W5, W8, W12) について, 水質 (溶存無機イオン) 組成をヘキサダイアグラムにより解析した結果, いずれも Ca-NO<sub>3</sub> 型または Ca-(SO<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>)型を示したことから, 畑地で施用された化成肥料や堆肥が NO<sub>3</sub>-N の主な汚染要因となっていると推定された<sup>2)</sup>。

(3) 窒素動態モデルによる解析

改良した窒素動態モデルにより, 巴川及び銚田川の各下流部 (水位・流量観測点<sup>4)</sup>) における窒素の流出状況を投入年代別, 起源別に解析した結果, いずれの河川でも, 流域に投入された窒素は

数十年単位の長期間にわたって河川に流出していくことが推定された。(たとえば、1980年代に投入された窒素は、現在でも河川水中 TN の数%を占める。)また、堆肥由来の窒素は化成肥料由来のものに比べて河川に流出し始めるのは遅いものの、より長期間にわたって流出し続けることが推定された。

今後、モデルの入力パラメータについて再検証し、推計精度の向上を図るとともに、河川水の窒素濃度及び北浦への窒素流入負荷量の推移について将来予測を行う。

#### 4 参考文献

- 1) 茨城県. 公共用水域及び地下水の水質測定結果.
- 2) 菊地哲郎, 高津文人, 2017. 北浦流域北部における地下水の硝酸態窒素による汚染状況及びその要因. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報 **13**, 36-40.
- 3) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター, 2017. 北浦流域の窒素の動態に関する調査研究事業. 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報 **13**, 81-85.
- 4) 国土交通省. 水文水質データベース. <http://www1.river.go.jp/>.

## 1-9 水質予測モデルの活用による浄化対策効果の検証

### 1 事業目的

霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画（第7期）において、水質目標に係る長期ビジョンとして、「泳げる霞ヶ浦」(霞ヶ浦の湖水浴場がにぎわっていた昭和40年代前半の状況)及び「遊べる河川」を実現するため、第8期計画以降、できる限り早期に全水域の平均値でCOD 5 mg/L 台前半の水質を目指すとしている。当センターに整備した霞ヶ浦水質予測モデルを活用し、様々な条件下でのシミュレーション解析を行い、霞ヶ浦の水質の現状把握及び将来予測をし、行政施策の評価等に資する。

### 2 方法

今後の異常気象や気候変動などを見据え、様々な条件下でのシミュレーション解析に資するため、平成26年度に整備した霞ヶ浦水質予測モデル（流動モデル及び生態系モデル）の計算速度向上等に伴う更新を行った。また、更新を行ったモデルの再現性の確認とともに、本年度の霞ヶ浦の水質評価を行うため、水温上昇に伴う水質への影響を評価した。

#### (1) モデルの更新

- ・ 計算速度の向上のため、現行モデルで格子間隔を150mとしていた北浦と外浪逆浦について、西浦と同様に格子間隔を450mまで粗くした（図1）。
- ・ 計算領域の下流端を常陸川水門まで延長することとした。

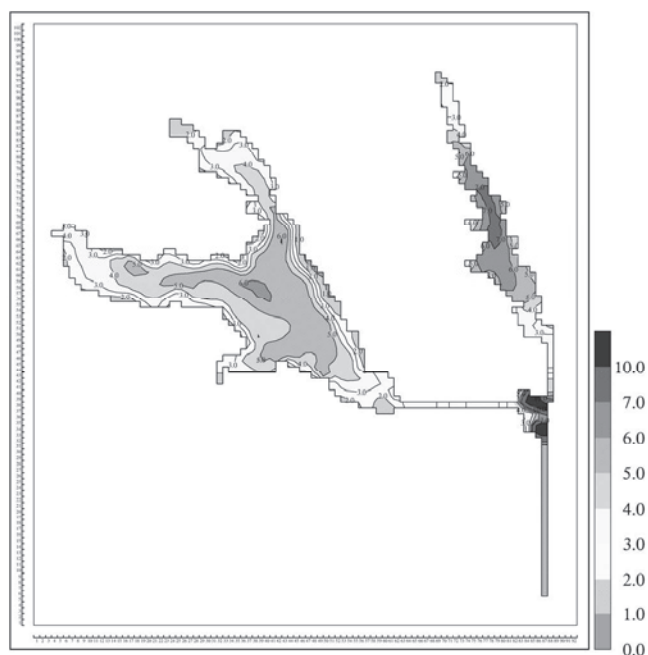


図1 更新モデルの計算格子分割および水深分布

#### (2) 水温上昇に伴う霞ヶ浦水質への影響評価

- ・ 霞ヶ浦の水温を各月とも3℃上昇させた際の水質予測結果と現況の水質予測結果を比較・検討。
- ・ 3ヶ年分を計算。計算結果のうち、表層50cm（第1層）の水質にて比較・検討。

### 3 結果と考察

#### (1) モデルの更新

現状で入手可能なデスクトップパソコンを用いた場合に、5年間の流動モデル計算ならびに生態系モデルの計算に従来は全体で1週間以上かかっていたが、モデルの更新により、流動モデルは8時間20分、生態系モデルは32時間で計算を行うことが可能となった。この高速化は、今後、より多くの条件下でのシミュレーション解析に資するものである。再現性は、図2のとおり。季節変動や2000年代後半の年平均値が異なる値を示しており、パラメータの調整などの精緻化が課題である。

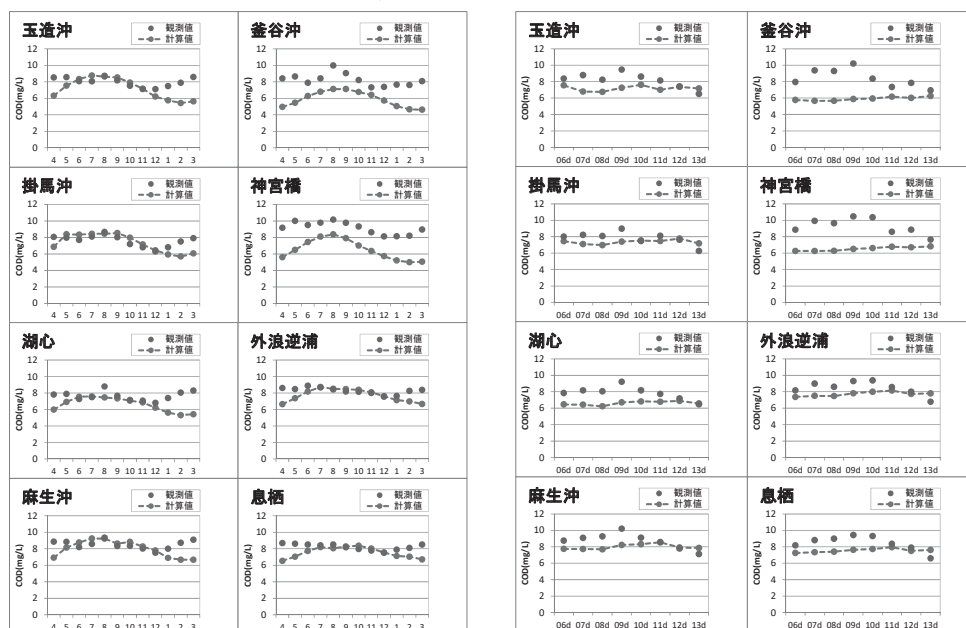


図2 CODの観測値とモデル計算値の比較 (左図：月別8ヵ年平均値, 右図：年度別平均値)

#### (2) 水温上昇に伴う霞ヶ浦水質への影響評価

水温を3℃上昇させて水質予測計算を行った結果、現況の水質予測結果と比べ、COD及びTPとも、春先において濃度が上昇する傾向が認められた(図3)。特に、3月～5月の上昇幅が顕著であった。なお、西浦と北浦の水質を比較した結果、水質の上昇幅は、北浦の方が大きい傾向が認められた。

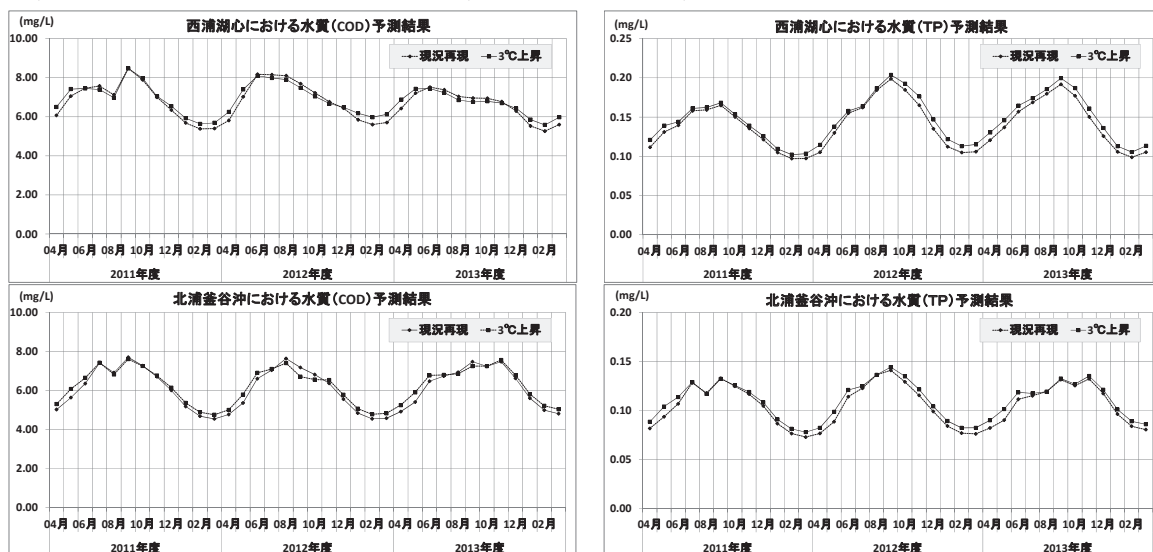


図3 西浦湖心及び北浦釜谷沖における水質(COD, TP)予測結果

## 1-10 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（生態系サービス）を受けている。霞ヶ浦の生態系サービスを持続的に利用していくためにはどのようなサービスをどのくらい受けているのかを把握し、湖沼・流域管理に結びつける必要がある。そこで、霞ヶ浦の生態系サービスを分かりやすく認識するためにサービスの内容を整理し、経済的な価値（貨幣価値）に置き換え可視化することを試みた。

## 2 方法

## (1) 代替法

既存の統計資料等から実際に市場に流通しているものについては市場価格で代替することで算出した。それ以外の指標については、主に代替となる原単位を設定し、物量をかけることで算出した。ただし、基盤サービスは市場で取引されない非利用価値であるため代替法の評価から除外した。

## (2) コンジョイント分析※

Web アンケートによって支払意思額（WTP）を算出した。調査対象者は全国 20 歳以上の成人とし、シナリオとして「漁獲量」、「湖岸植生帯」、「水質」、「希少種（魚類）」の 4 つの属性で霞ヶ浦の状態（良好な水環境の維持）について、表 1 に示す水準を設定し、2040 年の将来にかけて望む将来像（対策）を表 2 に示したような選択肢から 1 個ずつ最も望ましい対策を選択させ、それを 7 回提示した。ただし、すべての選択肢の中にワーストシナリオ（将来像 A）を提示した。これらを流域と全国に分けて集計・解析することで WTP を算出した。

※複数の環境保全策の代替案を回答者に示し、その好ましさをたずねることで、環境の価値を属性ごとに評価する手法。

表 1 シナリオ、属性及び水準の内容

シナリオ	属性	水準
漁獲	漁獲量	少ない (750 t程度)
		やや少ない (5,000 t程度)
		やや多い (10,000 t程度)
		多い (17,500 t程度)
植生（ヨシ等）による湖岸の侵食・波浪緩和	湖岸植生帯（ヨシ帯等）	ない (湖岸の0%)
		やや少ない (湖岸の30%)
		やや多い (湖岸の60%)
		多い (湖岸の90%)
水泳等のレクリエーション	水質	とても汚い (COD 11 mg/L)
		やや汚い (COD 8 mg/L)
		やや良い (COD 5 mg/L)
希少魚類の生息	希少種（魚類）	0種
		3種
		6種

表 2 アンケートの選択肢の例

	将来像			
	A	B	C	D
漁獲量	少ない	多い	多い	やや多い
植生帯	ない	やや少ない	ない	ない
水質	とても汚い	やや良い	やや汚い	やや汚い
魚種	0種	6種	3種	3種
金額	0円	1,000円	5,000円	1,000円

3 結果の概要

(1) 代替法

洪水調節の 670 億円/年が最も高く、次いで取水の農業用水量が 195 億円/年と高かった。サービス毎に合計すると、供給サービスで約 463 億円/年、調整サービスが約 751 億円/年、文化的サービスが約 3 億円/年となり、霞ヶ浦からの恩恵は 1,000 億円/年以上と非常に大きいことが明らかとなった。

(2) コンジョイント分析

有効サンプル数は全国 1,181 データ、霞ヶ浦流域 462 データであった。最も WTP が高かったのは全国、流域ともに水質であった。次いで希少種（魚類）に対する WTP が全国、流域ともに高かった。また、流域よりも全国の方が全ての属性で高い傾向がみられた。これらのことから、全国、霞ヶ浦流域内の住民は水質の改善に価値を見出す傾向があることが明らかとなった。

表 3 代替法によって算出した霞ヶ浦の生態系サービスの経済的な価値

大項目	小項目	指標	経済価値 (億円/年)
供給サービス	水産物(漁業)	内水面漁業生産量	5.0
	水産物(養殖)	淡水真珠生産量	3.1
		コイ、その他魚類生産量	
	農産物	レンコン生産量	141.0
	取水	農業用水量	195.4
工業用水量		82.3	
水道用水量		36.6	
調整サービス	地下水涵養	地下水涵養量	37.7
	水質浄化	底泥の脱窒量	41.5
		ヨシによる浄化量	1.7
	潜熱効果	蒸発散量	-
	洪水調節	治水容量	670.0
文化的サービス	水神	水神の社数	-
	環境学習	霞ヶ浦環境科学センター主催 参加者数	0.6
	レクリエーション利用者	観光帆引き船利用者数	0.04
		釣り利用者数	-
		水遊び人数	-
	つくば霞ヶ浦りんりんロード	利用者数	-
	伝統的建造物 (茅葺屋根の原材料)	妙岐の鼻地区カモノハシ・ヨシ群落面積 (茅葺に利用される群落)	0.06
伝統的水産加工品	佃煮・煮干し・焼き物生産量	2.2	

表 4 全国及び流域住民における対策に対する支払意思額 (WTP)

属性	現状(2018年) とした値	2040年を将来 として想定した値	支払意思額(WTP)	
			全国	流域
水質	8 mg/L	5 mg/L	5,829 円/人	5,616 円/人
希少種(魚類)	3 種	6 種	3,457 円/人	2,767 円/人
漁獲量	900 t	17,500 t	1,613 円/人	1,046 円/人
湖岸植生帯(ヨシ帯等)	13.2%	90%	2,597 円/人	1,718 円/人



## 1-11 農業環境負荷低減研究事業

(混合たい肥複合肥料を利用した畑地栽培試験と環境負荷の解明)

### 1 目的

有機質肥料と化成肥料を混合した混合たい肥複合肥料は、肥料取締法が平成 24 年度に改正されて流通が可能になった肥料であり、今後流通が増加することが考えられる。このため、本事業では、混合たい肥複合肥料の畑地における環境負荷を調査した。

### 2 方法

#### (1) 現地実証調査

調査畑地において、肥料を加えない「無窒素区」、化成肥料のみを施肥する「化成肥料区」、化成肥料とたい肥をそれぞれ施肥する「化成肥料+たい肥区」、混合たい肥複合肥料を施肥する「混合たい肥複合肥料区」を設置し、それぞれの試験区の環境影響を検討した。なお、施肥をした試験区については、各試験区とも加える窒素が同量になるように施肥した。

- ・調査圃場：茨城県農業総合センター農業研究所内圃場（茨城県水戸市上国井）
- ・調査期間：平成 30 年 6 月から平成 31 年 3 月
- ・作付作物：大豆（6 月～10 月）、小麦（11 月～3 月）
- ・調査項目：水質（TN, NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, TP, PO<sub>4</sub>-P）,
- ・調査方法：浸透水は、ポーラスカップで、地下 30cm 及び 50cm の地点で、1 区あたり 2 本採取した。

土壌は、半円形の 1m オーガーセットを用いて地下 80cm まで土壌を鉛直採取し、20cm ごとに切り分けて試料とした。1 区画につき 3 本採取し、よく混合して試料とした。

#### (2) 分析方法

- ・浸透水：TN 及び TP は連続流れ分析装置（BLTEC SWAAT28）を用いて JIS K 0170 に従い測定した。NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P は、連続流れ分析装置（SEAL QuAAtro2-HR）を用いて測定した。
- ・土壌：採取した土壌試料を 25g 取ってポリ容器に入れ、蒸留水 25mL を加えてよく混合した。その後 10,000rpm, 18℃で 60 分間遠心分離し、上澄み液を採取してシリンジフィルター（Whatman GF/B）でろ過し、浸透水と同様に NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P の分析に供した。

### 3 結果の概要

#### (1) 浸透水分析結果

図 1 及び図 2 に、無窒素区、化成肥料区、化成肥料+たい肥区及び混合たい肥複合肥料区における NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N 濃度を示す。また、表 1 及び表 2 に、調査期間中の NO<sub>3</sub>-N 及び NH<sub>4</sub>-N の平均濃度を示す。

NO<sub>3</sub>-N 濃度は、全試験区で 6 月及び 11 月の施肥後に上昇し、その後作物の生育に伴い減少する傾向だった。また、上下で変動に大きな差は見られなかった（図 1）。NH<sub>4</sub>-N 濃度は、夏季に高く、冬季に低い傾向が見られた（図 2）。

期間中の NO<sub>3</sub>-N 濃度の平均値は、30 cm、50 cm の両深度で混合たい肥複合肥料区 > 化成肥料+たい肥区 > 化成肥料区 > 無窒素区となり、混合たい肥複合肥料区で最も窒素濃度が高かった（表 1）。NH<sub>4</sub>-N 濃度の平均値は、30 cm では混合たい肥複合肥料区で最も低かったが、50 cm では最も高くなった（表 2）。

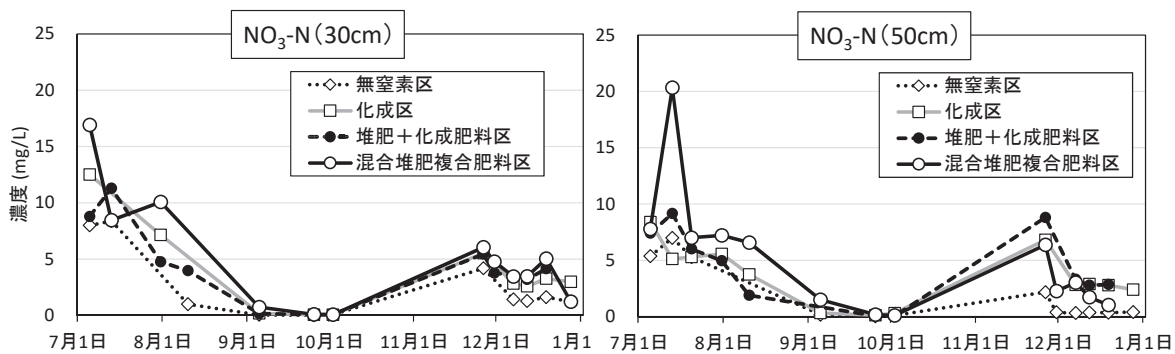


図1 浸透水での NO<sub>3</sub>-N 濃度の推移 (左：地下 30 cm, 右：地下 50 cm)

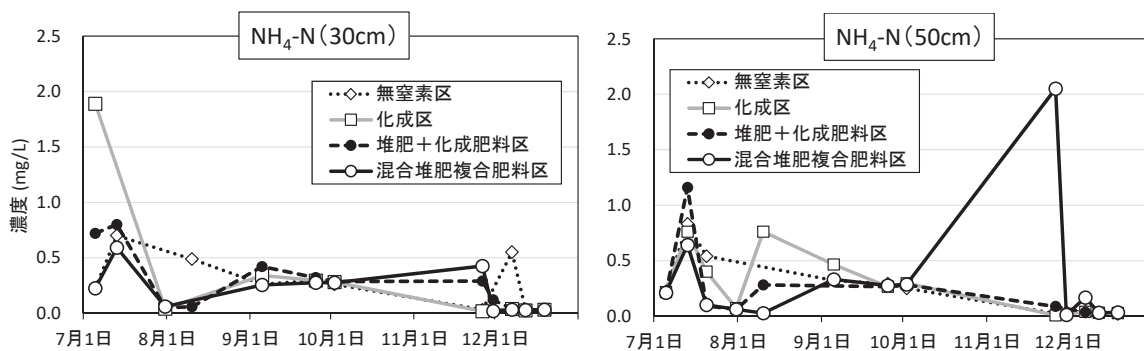


図2 浸透水での NH<sub>4</sub>-N 濃度の推移 (左：地下 30 cm, 右：地下 50 cm)

表1 浸透水での NO<sub>3</sub>-N 濃度の平均値

(単位：mg/L)

深度	無窒素区	化成区	化成肥料+たい肥区	混合たい肥複合肥料区
30cm	2.5	3.7	4.1	5.0
50cm	1.8	3.6	4.3	5.0

表2 浸透水での NH<sub>4</sub>-N 濃度の平均値

(単位：mg/L)

深度	無窒素区	化成区	化成肥料+たい肥区	混合たい肥複合肥料区
30cm	0.24	0.27	0.26	0.16
50cm	0.20	0.24	0.23	0.32

(2) 土壌抽出水分析結果

図3に土壌抽出水中の NO<sub>3</sub>-N 濃度を示す。無窒素区では期間を通して低濃度で推移した。その他の試験区では、表層で高く、深度が深くなるにつれて低下する傾向が見られた。また、12月及び1月の調査では化成肥料区で最も NO<sub>3</sub>-N 濃度が高くなったが、2月には混合たい肥複合肥料区で最も高くなった。また、40cm 以深では NO<sub>3</sub>-N 濃度の上昇は見られなかったことから、調査期間中では NO<sub>3</sub>-N の 40cm 以上の深層への浸透は見られなかった。

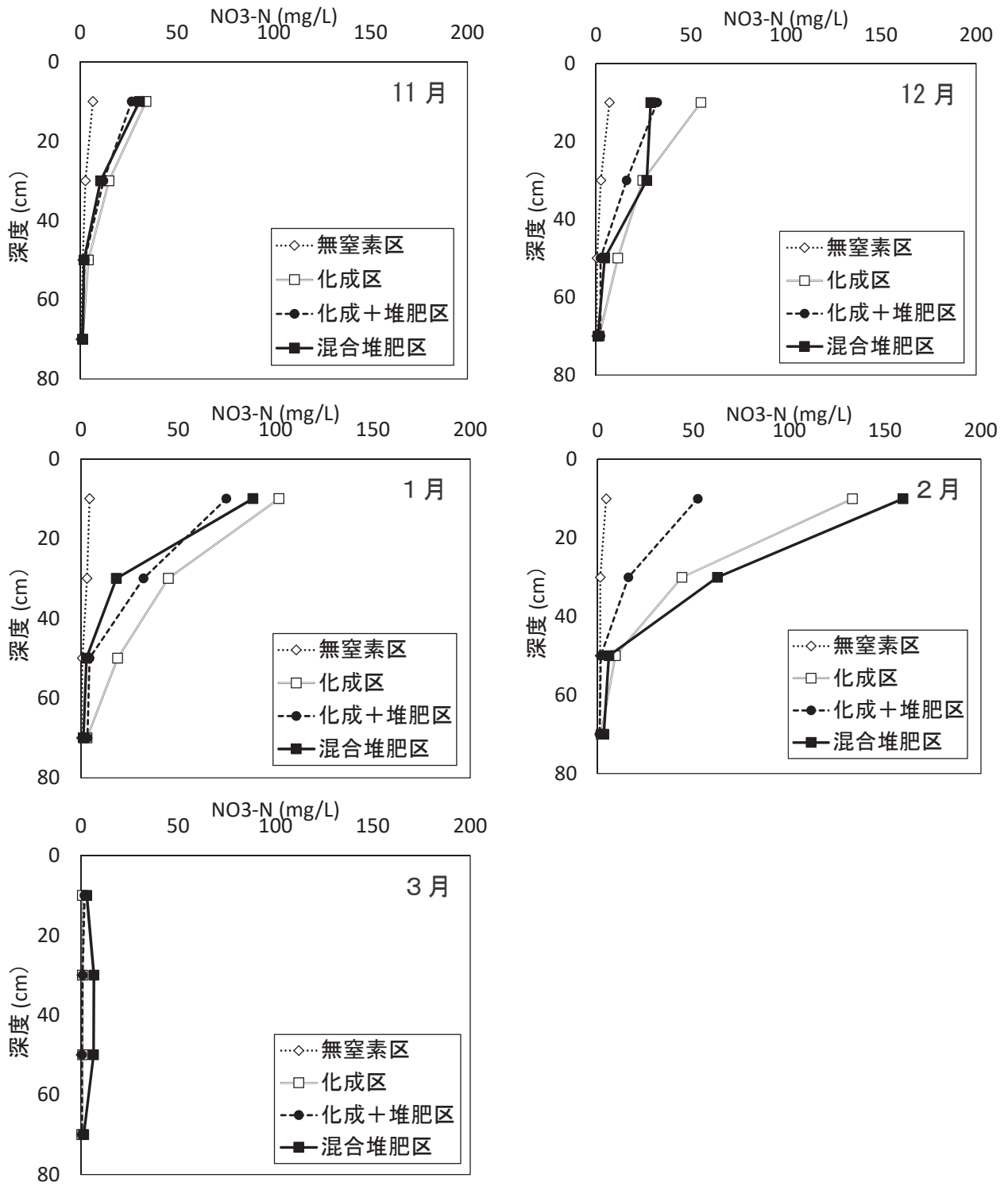


図3 土壤抽出水中のNO<sub>3</sub>-N濃度の変化

## 1-12 直接大気降水物負荷量調査事業

## 1 目的

県では、霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画（第7期）を平成29年3月に策定し、霞ヶ浦に対する負荷量の算出と、それを削減するための対策を計画した。この計画を策定する際、降雨による負荷量を原単位法によって算出したが、原単位の基となる調査データが古いことや原単位の算出方法が不明である部分がある等の課題が挙げられた。そこで、本事業では、降雨負荷量の調査を実施し、原単位の更新を図ることを目的とする。

## 2 調査概要

## (1) 調査方法

環境省のガイドライン<sup>リ</sup>に準拠して採取・分析を実施した。

## (2) 調査地点

図1の示すとおり、霞ヶ浦環境科学センター、湖心観測所、稲敷合同庁舎、鉾田合同庁舎、茨城大学広域水圏環境科学教育研究センターの5地点で調査した。

## (3) 調査器概要

直径30cmの採取口を設けた採取容器を調査地点に設置し、大気降水物を採取した。採取口は常時開口させ、大きなゴミや虫などが入らないように受器の入り口に“ちりよけ”を設置した。

## (4) 採取頻度

原則毎月1回回収し分析した。ただし、夏季には高温による蒸発を防ぐため、適宜回収し、検体を冷蔵庫にて保管し、月末にこれらを混合して分析に供した。

## (5) 分析項目

COD, 全窒素 (TN), 全りん (TP)

## (6) 年間平均値の計算方法

負荷量 = 水質 × 水量 ÷ 採水器口径

降雨水質 = 負荷量 ÷ 降水量

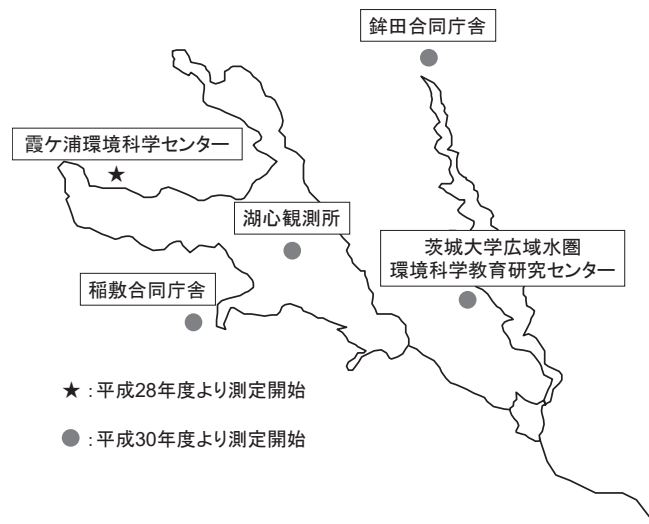


図1 降雨採取地点

### 3 降雨の水質変動の結果

以下に5地点で採取した降雨の調査結果を示す。なお、湖心観測所においては11月及び12月にユスリカが大量発生し、サンプルに混入したことから欠測とした。

#### (1) 負荷量調査結果（図2及び表1）

CODは、4月～10月に高く、12月～1月にかけては低く推移し、その後、3月に高くなった。地点別に見ると、湖心観測所で高く、霞ヶ浦環境科学センター及び稲敷合同庁舎では低かった。

TNは、4月～7月にかけて高く、8月以降は低濃度だった。地点別に見ると、銚田保健所で特に高く、湖心観測所、稲敷合同庁舎、茨城大学広域水圏環境科学教育研究センターも高かった。TPは、4月から9月において、湖心観測所で高かった。

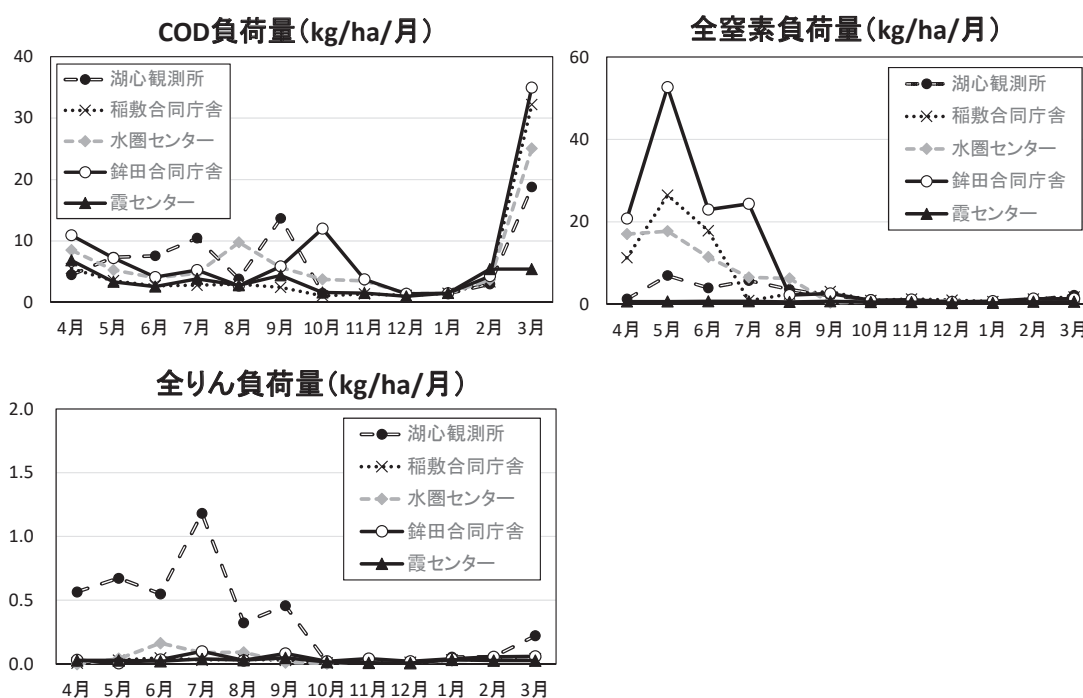


図2 降雨負荷量の推移

表1 各地点における降雨負荷量の年間平均値

	COD (kg/ha/年)	全窒素 (kg/ha/年)	全りん (kg/ha/年)
霞ヶ浦環境科学センター	34.8	6.06	0.29
湖心観測所	53.1	25.18	3.81
稲敷合同庁舎	28.2	66.91	0.28
銚田合同庁舎	58.9	130.28	0.46
茨城大学広域水圏 環境科学教育研究センター	51.7	62.95	0.49

## (2) 降雨水質調査結果（表2）

第7期計画の降雨濃度と比較すると、CODは湖心観測所を除き7期計画値に近い値だった。TNは、霞ヶ浦環境科学センターでは7期計画値の半分以下だったが、そのほかの地点では7期計画値より非常に高くなった。TPは、湖心観測所では7期計画値より高くなったが、そのほかの地点では7期計画地の半分程度となった。

湖心観測所でCOD、TN、TPが高くなった原因としては、前述のとおり湖心観測所ではユスリカが発生し、サンプルに混入したことが原因と考えられる。

表2 各地点における降雨濃度の年間平均値

	COD (mg/L)	全窒素 (mg/L)	全りん (mg/L)
霞ヶ浦環境科学センター	3.9	0.61	0.03
湖心観測所	5.9	3.0	0.45
稲敷合同庁舎	2.6	7.1	0.03
銚田合同庁舎	4.6	10	0.03
茨城大学広域水圏 環境科学教育研究センター	4.2	5.4	0.04
霞ヶ浦(7期計画値)	3.45	1.77	0.08

## 参考文献

- 1) 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>

## 1-13 霞ヶ浦流域重点対策推進事業

## 1 はじめに

新川は土浦市街地の中を流れる霞ヶ浦流入河川であり、窒素やリンの濃度が高い状況が問題となっている。そのため、本事業では、新川の上流部（土浦市虫掛）や西浦の新川河口付近の石田湖岸（土浦市手野町）にりんを除去する浄化施設を設置し、新川流域全体の直接浄化を行っている。今回、新川全域や石田湖岸の水質汚濁の特徴を水質や付着珪藻から把握することを目的とした。

## 2 方法

## (1) 水質調査

## ① 調査期間

新川：平成30年4月から平成31年3月まで

石田湖岸：平成30年10月から平成31年3月まで

## ② 水質調査地点と調査回数（図1）

新川：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

石田湖岸：浄化閉鎖区域内、区域外の各1地点の表層水を対象に月1回、計6回

## ③ 分析項目

流量（新川調査のみ）、浮遊物質（SS）、透視度、化学的酸素要求量（COD）、全窒素（TN）、各態窒素（ $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ ）、全りん（TP）、りん酸態りん（ $\text{PO}_4\text{-P}$ ）等の合計16項目を対象とした。

## (2) 付着珪藻調査

## ① 調査日：平成31年2月20日

## ② 調査地点：新川本川8地点、支川9地点の合計17地点

## ③ 調査方法

水深10~15cmの水面に対して垂直なコンクリート面の側面から、5×5cmの範囲を金ブラシを用いて採取した。サンプルは3反復採取した。サンプルを40mLに濃縮した後、0.05mLを用い、0.5mm界線入りスライドグラスにてプレパラートを作製し、同定・計数を行った。細胞数は1mm<sup>2</sup>あたりの細胞数として算出した。

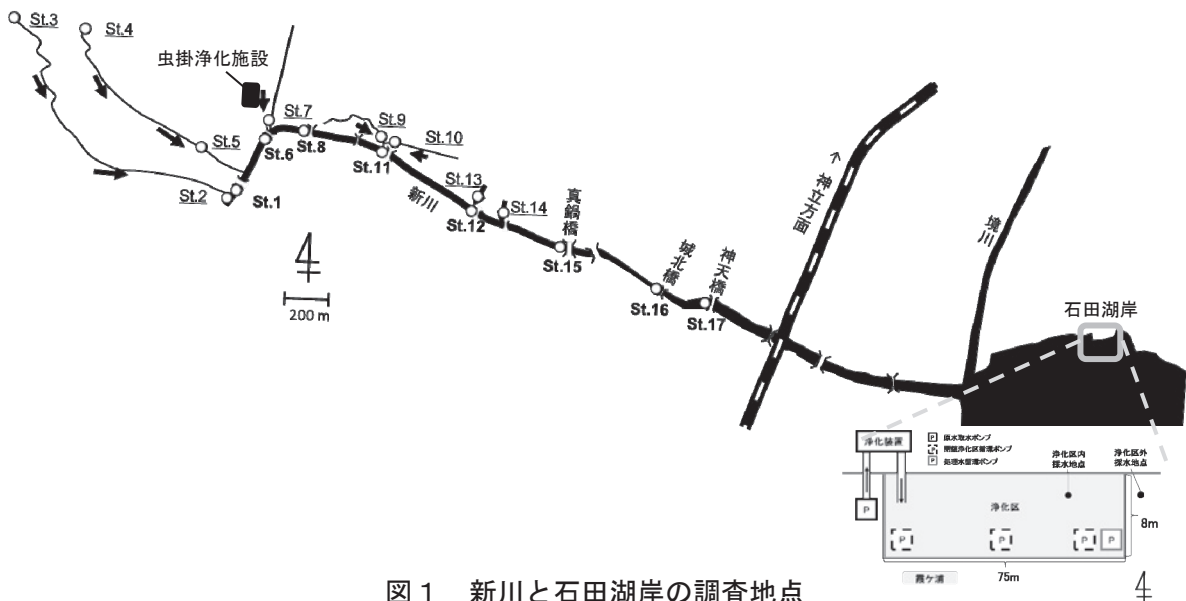


図1 新川と石田湖岸の調査地点  
(下線付きの調査地点は支川を示す)

3. 結果と考察

(1) 水質調査

① 新川の水質調査

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。しかし、TN、TPは、上流域である地点 St. 1 や St. 6 で高く、支川の St. 7 や、本川の St. 8 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. 6 から St. 8 に注目し、TP、TN の濃度の経月変化を図2に示した。St. 7 を流れる支川は St. 6 と St. 8 の間で合流している。本川 St. 6 では、TP、TN 濃度は変動が大きく値も高かったが、St. 8 では急激に低下していた。St. 7 の流量は St. 6 の2倍以上あり、TN、TP 濃度は低かった。St. 8 の TN 濃度の変動は St. 7 と同調していること、St. 8 の TP 濃度は St. 6 と比べ大きく改善することから、St. 7 の流れる支川が下流に影響していることが考えられる。

表1 新川各調査地点における水質の年平均値(平成30年度)

地点	流量 (m <sup>3</sup> /s)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)
St. 1	0.016	8	8.3	4.05	3.93	0.39	0.07	2.77	1.340	0.637	0.394
St. 6	0.034	18	11.5	4.65	4.35	0.67	0.10	2.95	1.349	0.887	0.697
St. 7	0.071	28	9.1	3.29	3.05	1.81	0.07	0.69	0.239	0.106	0.085
St. 8	0.130	20	9.1	3.38	3.21	1.69	0.07	0.96	0.374	0.210	0.175
St. 12	停滞*	14	6.8	3.25	3.11	1.98	0.07	0.59	0.235	0.084	0.066
St. 15	停滞*	18	7.9	3.08	2.91	1.80	0.07	0.57	0.221	0.068	0.051
St. 16	停滞*	21	8.9	3.03	2.82	1.82	0.07	0.51	0.221	0.065	0.048
St. 17	停滞*	17	9.7	3.11	2.71	1.78	0.06	0.38	0.189	0.060	0.037

\*調査の過半数回で停滞が記録された地点を示す

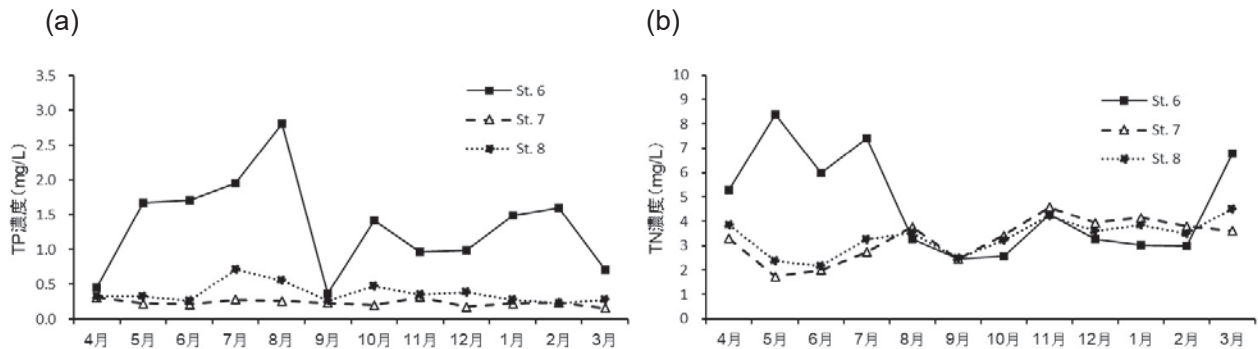


図2 St. 6-8 の TP, TN 濃度の経月変化 (a): TP 濃度, (b): TN 濃度

② 石田湖岸浄化区の水質調査

石田湖岸の浄化区内外の平均値を表2に示す。浄化区域の内外で比較すると、浄化区内の濃度が浄化区外と比べて大幅に低下し、水質が改善していた。特に、SS、NH<sub>4</sub>-N、TP において高い削減率を示しており、浄化区の効果は高いと考えられる。

表2 石田湖岸の浄化閉鎖区内外の水質の平均値

地点	SS (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)
浄化区外	71	14.5	3.32	2.46	1.04	0.05	0.55	0.466	0.076	0.051
浄化区内	<1	7.3	1.07	1.01	0.60	0.02	0.03	0.040	0.019	0.006
削減率 (%)	99	50	68	59	42	60	95	91	75	88



## (2) 付着珪藻調査

付着珪藻調査の採取結果を表3に示す。本調査の結果、珪藻類は3綱12目25科112種が確認された。各調査地点での種数は、22～58種となり、平均は37種であった。St. 1, St. 2, St. 6, St. 9はそれぞれ22種類, 29種類, 28種類, 27種類確認され、新川本川の上流部の地点を中心に種数が少ない傾向があった。本川の最上流地点であるSt. 1の種数が最も少なかった一方、下流域のSt. 15で最も種数が多かった。各調査地点の珪藻細胞数密度は、331～53018細胞/mm<sup>2</sup>の範囲で観察された。細胞数は、St. 7で最も少なく、St. 14で最も多い結果が得られた。各地点の優占種は、好汚濁性種では*Nitzschia amphibian*や*Luticola goeppertiana*が、広適応性種では*Navicula suprinii*や*Navicula cryptocephala*などが確認された。上流域では好汚濁性種が優占する傾向があったが、下流域は広適応性種が優占する傾向があった。

表3 各調査地点での付着珪藻種

地点	確認種数 (種/mm <sup>2</sup> )	全細胞数 (細胞/mm <sup>2</sup> )	優占種	有機汚濁に 関する分類*
St. 1	22	9982	<i>Luticola goeppertiana</i>	好汚濁性種
St. 2	29	3359	<i>Sellaphora pupula</i>	好汚濁性種
St. 3	35	8847	<i>Navicula cryptocephala</i>	広適応性種
St. 4	36	4679	<i>Achnantheidium minutissimum</i>	広適応性種
St. 5	39	2354	<i>Gomphonema parvulum</i>	広適応性種
St. 6	28	15108	<i>Nitzschia amphibia</i>	好汚濁性種
St. 7	40	331	<i>Luticola goeppertiana</i>	好汚濁性種
St. 8	32	6632	<i>Navicula cryptocephala</i>	広適応性種
St. 9	27	1869	<i>Navicula suprinii</i>	広適応性種
St. 10	39	5439	<i>Navicula suprinii</i>	広適応性種
St. 11	36	4364	<i>Navicula gregaria</i>	広適応性種
St. 12	52	53018	<i>Luticola goeppertiana</i>	好汚濁性種
St. 13	47	9482	<i>Humidophila contenta</i>	記載なし
St. 14	42	58385	<i>Nitzschia amphibia</i>	好汚濁性種
St. 15	58	11523	<i>Navicula cryptocephala</i>	広適応性種
St. 16	39	5779	<i>Nitzschia frustulum</i>	広適応性種
St. 17	31	16629	<i>Navicula suprinii</i>	広適応性種

\*参考文献：渡辺仁治，2005．淡水珪藻生態図鑑．内田老鶴圃，東京

## 1-14 霞ヶ浦農業環境負荷低減栽培技術推進事業

### 1 目的

ハス田から霞ヶ浦へ流出する汚濁負荷量を削減するために、土壌診断施肥技術の開発及び普及等を推進するため、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実施した。霞ヶ浦の環境負荷低減に向けた意識醸成及び広報活動を農業技術課が、実証圃の設置等を普及センター等が行い、農業総合センター及び当センターが、技術開発に関することを検証する。

### 2 方法

霞ヶ浦流域ハス田群からの現状の流出負荷量を把握するため、日本で初めてハス田群において基盤整備が実施された西浦湖岸の土浦市手野地区（西浦基盤整備実施ハス田群）及び北浦湖岸の行方市繁昌地区（北浦基盤整備未実施ハス田群）において水質調査を行った（図1）。

#### (1) 調査地区

##### (A) 手野地区

調査地区：土浦市手野地区（148.6 ha）

採水場所：手野第一用水機場内

調査期間：平成30年4月1日  
～平成31年3月31日

作付作物：レンコン

##### (B) 行方地区

調査地区：行方市繁昌地区（4.2 ha）

採水場所：北浦第二排水機場内

調査期間：平成30年4月1日  
～平成31年3月31日

作付作物：レンコン・水稻

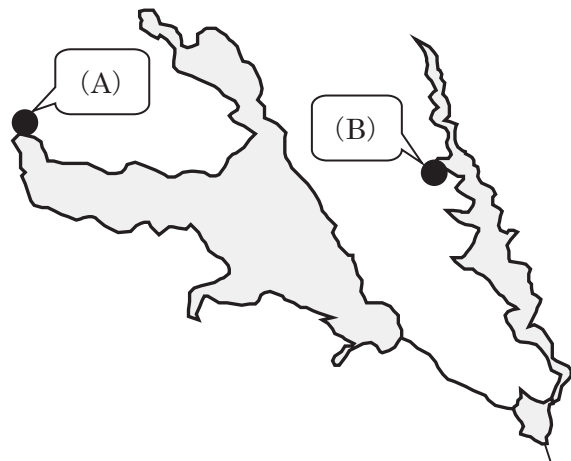


図1 調査地区地図

#### (2) 調査項目

JIS K0102: 2016 に準じ、以下の方法で分析した。

- ・ COD : 17.100°Cにおける過マンガン酸カリウムによる酸素消費量 (COD<sub>Mn</sub>)
- ・ TN : 45.2 紫外線吸光光度法
- ・ TP : 46.3.1 ペルオキシ二硫酸カリウム分解法
- ・ SS : 14.1 懸濁物質

### 3 結果の概要

手野・行方地区排水のCOD, TN, TP, SSの月平均濃度を図2に示した。排水のCOD, TN, SSで4～5月及び10～12月に高い値を示した。4～5月は基肥の施用及び種バスの植付けを一斉に行う時期であり、10～12月の期間はレンコンの収穫を行う時期である。特に、12月はレンコン需要が高まるこ

とから収穫が盛んになる。3月には石灰窒素を施用するため、TNが高い値を示していると考えられた。TPはハス田田面水及び排水路中の溶存酸素が低くなりがちで、夏季に高い値を示した。このことから、溶存酸素濃度が低下したことにより、ハス田土壌及び排水路堆積物から $PO_4\text{-P}$ が溶出したことにより、TP濃度が高くなったことが示唆された。また、行方地区においては1~2月にCOD, TN, TP, SS濃度が高い値を示したが、これらの結果は採水場所付近でレンコンの掘り取り作業が行われたことによる影響と考えられた。手野地区と行方地区の濃度が異なる理由としては、ハス田群の面積が大きく異なることの影響が考えられた。

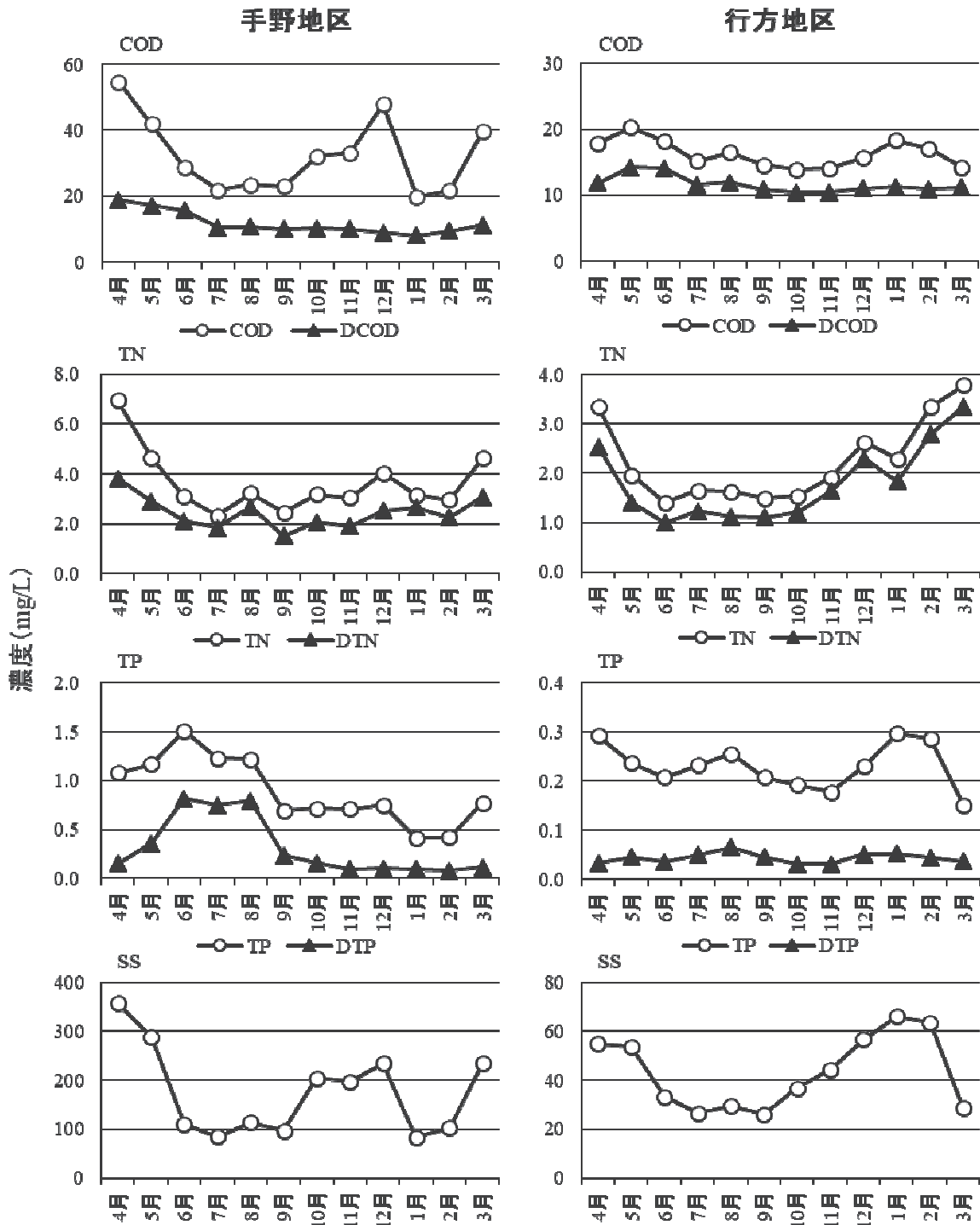


図2 農業排水水質データの月別変動

## 1-15 澗沼の水質保全に関する調査研究事業

### 1 目的

澗沼では、水質汚濁が顕著となっていたことから、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、平成28年2月に第4期水質保全計画が策定され、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：平成30年4月から平成31年3月の毎月1回
- ・ 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）、下流の澗沼川（大貫橋、澗沼橋）の2地点の表層、上流の澗沼川（高橋）及び澗沼前川（長岡橋）の表層（図1）。
- ・ 水質項目：pH、DO、COD、dCOD、SS、TN、dTN、TP、dTP、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P、TOC、DOC、Chl.a、SRSi



図1 調査地点

#### (2) プランクトン調査

- ・ 調査期間：水質調査と同じ
- ・ 調査地点：H1、4、7の3地点
- ・ 調査方法：植物プランクトンの細胞数及び生体積、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。上層（図2左）においては、2、3月は過去平均値と同程度だったが、それ以外の月は過去平均値を下回った。下層（図2）においては、7月は過去平均値を上回ったが、それ以外の月は平均値以下～同程度だった。年平均値は、上層が5.4 mg/L、下層が5.6 mg/Lで昨年度の上層6.7 mg/L、下層6.6 mg/Lと比較して上層、下層ともに低い値となった。

次に、湖内全地点平均のTNの月別推移を図3に示す。上層、下層ともに、11月以降に低下して過去平均値より低濃度で推移した。年平均値では、上層が1.5 mg/L、下層が1.4 mg/Lであり、昨年度の上層1.5 mg/L、下層1.4 mg/Lと比べて上下層ともに同程度であった。

TPの月別推移（図4）については、5月から9月に過去平均値を下回って推移した。年平均値は、上層が0.080 mg/L、下層が0.089 mg/Lであり、昨年度の上層0.10 mg/L、下層0.13 mg/Lと比較して上下層ともに低くなった。

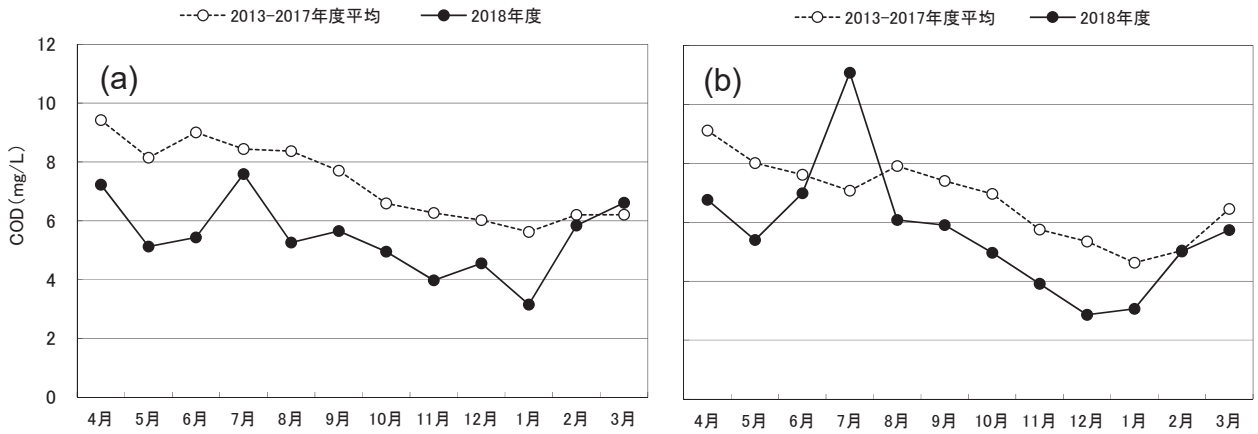


図2 CODの月別推移 ((a)上層, (b)下層)

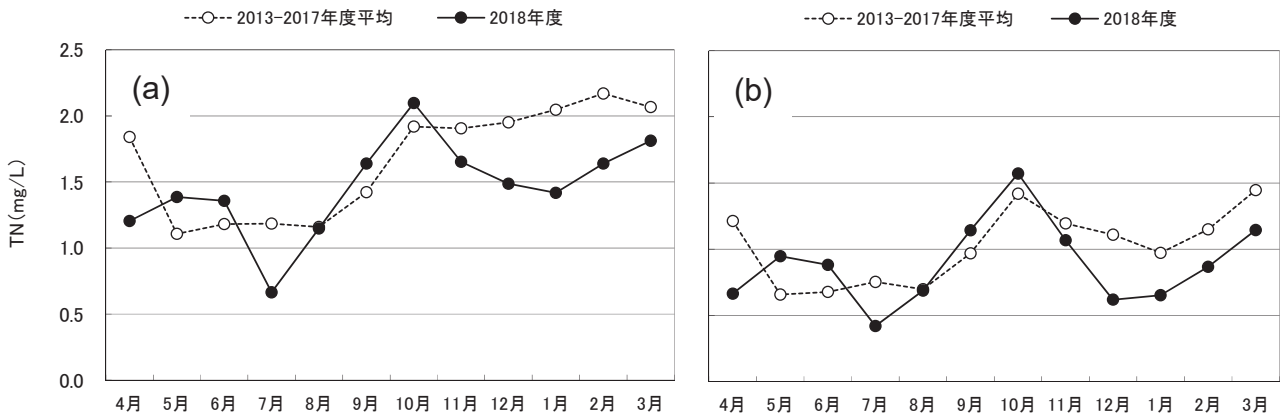


図3 TNの月別推移 ((a)上層, (b)下層)

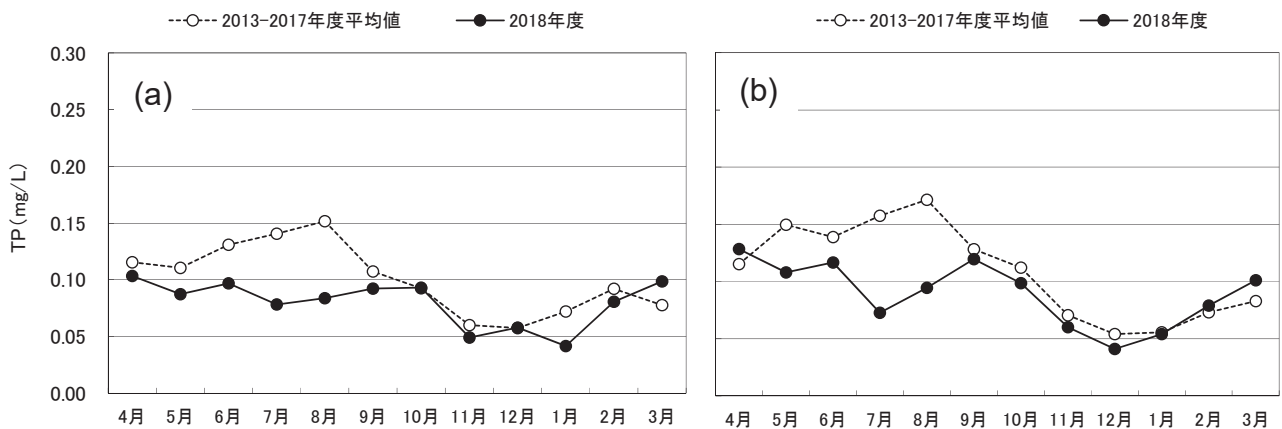


図4 TPの月別推移 ((a)上層, (b)下層)

(2) 植物プランクトン

図5にH4における近年5年間の植物プランクトン細胞数の推移を示す。平成30年度は春に珪藻類が増殖したが、5月～1月は低濃度で推移した。昨年度と比べると、2月に総細胞数が多かったが、夏季は少なかった。

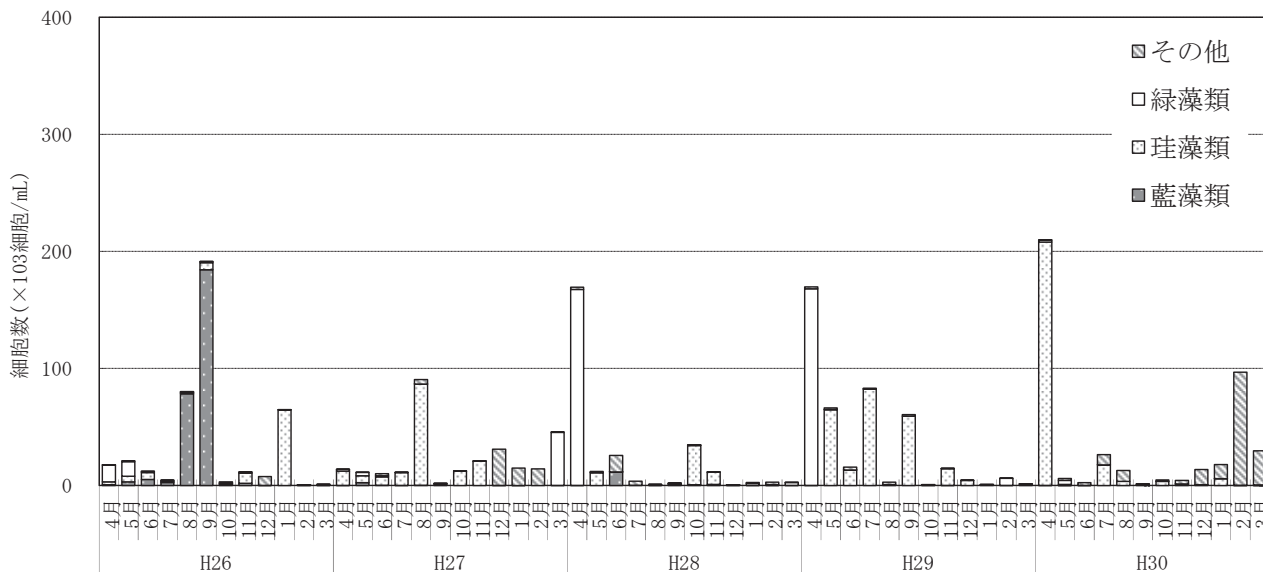


図5 H4における近年5年間の植物プランクトン細胞数の推移

(3) 動物プランクトン

図6にH4における動物プランクトン細胞数の推移を示す。平成30年度は7月にニマイガイやゴカイの幼生の発生が見られた。また、9月以降はカイアシ類が優占した。平成29年度と比較すると、カイアシ類の出現量が多かった。

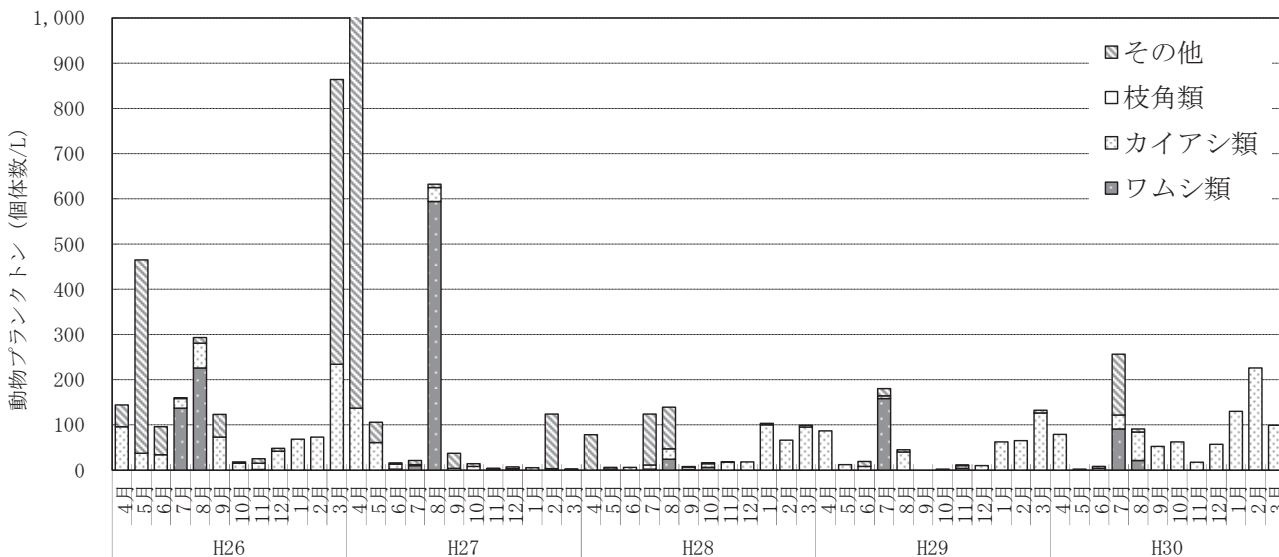


図6 H4における近年5年間の動物プランクトン個体数の推移

表 1 水質調査結果一覧 (4月)

平成30年4月21日 天気 快晴 気温 22.0°C (水戸10時, 気象庁データ)

採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼 1 上層	0.45	2.0	19.2	9.5	15	24	8.0	4.0	4.3	2.2	1.3	0.71	0.03	0.41	0.03	0.12	0.011	<0.001	139	8	2.0	4.8
酒沼 1 下層			18.7	9.3	12	42	9.0	3.3	4.2	2.3	1.4	0.59	0.03	0.29	0.03	0.17	0.009	<0.001	183	9	3.2	4.1
酒沼 2 上層	0.50	2.7	19.1	9.4	14	25	7.8	3.5	4.7	2.2	1.2	0.54	0.02	0.28	0.03	0.12	0.009	<0.001	160	9	3.7	4.2
酒沼 2 下層			18.3	9.1	10	33	7.9	2.9	4.6	2.3	1.3	0.60	0.09	0.23	0.03	0.15	0.013	<0.001	167	11	3.8	4.2
酒沼 3 上層	0.45	2.7	18.7	9.4	14	21	6.7	3.1	4.2	2.1	1.4	0.87	0.02	0.60	0.03	0.10	0.008	<0.001	136	8	2.5	5.1
酒沼 3 下層			17.9	8.4	2.4	26	5.6	2.7	3.7	2.3	1.3	0.83	0.52	0.18	0.02	0.14	0.012	0.001	99	15	5.7	4.4
酒沼 4 上層	0.60	3.2	18.5	9.5	14	24	7.7	3.1	4.5	2.3	1.2	0.50	0.02	0.22	0.03	0.11	0.008	<0.001	154	10	3.1	4.1
酒沼 4 下層			17.8	8.9	9.1	48	5.5	2.9	4.3	2.2	1.3	0.60	0.10	0.24	0.02	0.14	0.009	<0.001	154	14	4.7	4.1
酒沼 5 上層	0.52	2.5	18.7	9.4	13	27	6.8	3.1	4.0	2.2	1.1	0.49	0.02	0.18	0.03	0.10	0.008	<0.001	159	10	3.4	3.9
酒沼 5 下層			18.7	9.4	13	25	7.6	3.4	4.0	2.6	1.1	0.48	0.02	0.19	0.03	0.10	0.007	<0.001	164	10	3.4	3.9
酒沼 6 上層	0.50	2.7	18.5	9.5	15	21	6.1	3.6	4.2	2.2	1.2	0.58	0.02	0.32	0.03	0.090	0.007	<0.001	134	9	2.9	4.4
酒沼 6 下層			16.7	8.4	1.2	22	6.7	3.1	2.7	2.3	1.3	1.0	0.69	0.16	0.02	0.15	0.022	0.011	41	17	5.9	4.3
酒沼 7 上層	0.60	2.4	18.9	9.3	14	24	7.5	3.3	4.7	2.3	1.2	0.51	0.02	0.25	0.03	0.095	0.005	<0.001	149	10	3.3	4.0
酒沼 7 下層			17.8	8.8	10	27	7.0	2.5	3.4	1.8	1.0	0.50	0.02	0.25	0.02	0.10	0.005	<0.001	111	19	6.7	3.5
酒沼 8 上層	0.55	2.4	19.0	9.4	14	22	7.2	3.4	4.1	2.2	1.0	0.45	0.01	0.18	0.02	0.092	0.007	<0.001	149	12	3.9	3.8
酒沼 8 下層			17.2	8.5	8.9	18	4.8	2.0	2.1	1.5	0.72	0.45	0.04	0.26	0.01	0.071	0.005	<0.001	62	29	11	2.9

採水時刻	流量 (m <sup>3</sup> /s)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼橋	-	35	17.8	8.4	10	15	4.6	2.2	1.5	1.3	0.84	0.62	0.05	0.43	0.01	0.062	0.004	<0.001	35	29	11	3.6
大貫橋	-	14	19.7	9.3	13	23	6.2	3.0	3.8	1.7	0.91	0.41	0.01	0.17	0.02	0.089	0.005	<0.001	102	14	5	3.4
高橋	1.5	>50	22.1	7.7	8.7	2	4.5	2.7	1.8	1.8	2.2	2.2	<0.01	1.8	0.03	0.20	0.15	0.13	7	0	0	11
長岡橋	0.8	>50	20.5	7.8	10	3	3.7	2.6	1.6	1.3	2.1	2.2	0.02	1.8	0.02	0.058	0.030	0.017	4	0	0	12

表2 水質調査結果一覧 (5月)

平成30年5月26日 天気 曇り 気温 21.4℃ (水戸10時, 気象庁データ)

採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	CT (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
濁沼 1 上層	0.75	2.0	22.5	7.8	6.6	37	5.2	4.5	3.2	2.4	1.4	1.2	0.21	0.59	0.03	0.083	0.026	0.008	19	9	2.5	7.0
濁沼 1 下層			22.9	7.8	6.8	35	5.7	3.6	3.4	2.5	1.4	1.2	0.22	0.58	0.03	0.097	0.024	0.009	20	9	2.9	7.1
濁沼 2 上層	0.70	2.3	22.8	7.8	7.2	25	4.2	4.1	3.4	2.5	1.3	1.1	0.17	0.59	0.03	0.047	0.023	0.005	19	8	2.9	7.0
濁沼 2 下層			22.8	7.7	5.1	59	6.5	3.6	3.2	2.5	1.6	1.2	0.30	0.57	0.03	0.13	0.029	0.014	20	9	3.6	7.2
濁沼 3 上層	0.62	2.6	22.8	7.8	7.4	39	5.7	3.7	3.2	2.5	1.4	1.1	0.15	0.64	0.03	0.089	0.025	0.008	18	8	2.6	7.1
濁沼 3 下層			22.7	7.8	7.1	37	5.0	4.0	3.4	2.5	1.4	1.2	0.15	0.65	0.03	0.089	0.025	0.007	18	8	2.7	7.0
濁沼 4 上層	0.75	3.1	23.5	6.9	7.4	24	4.7	3.8	3.5	2.5	1.4	1.1	0.14	0.59	0.03	0.083	0.021	0.004	20	9	2.7	6.9
濁沼 4 下層			23.5	7.2	4.8	44	4.4	3.6	3.2	2.5	1.5	1.1	0.27	0.53	0.03	0.099	0.027	0.009	22	9	3.1	7.1
濁沼 5 上層	0.68	2.2	22.9	7.7	6.2	39	5.7	4.1	3.6	2.5	1.5	1.2	0.27	0.56	0.03	0.11	0.030	0.011	27	9	2.8	7.0
濁沼 5 下層			22.6	7.4	1.9	63	6.1	3.2	3.3	2.4	1.4	1.2	0.55	0.40	0.03	0.14	0.035	0.022	23	11	3.6	7.2
濁沼 6 上層	0.65	2.6	23.5	7.7	7.4	33	4.5	3.7	3.2	2.5	1.5	1.2	0.13	0.66	0.03	0.093	0.025	0.008	19	8	2.5	7.1
濁沼 6 下層			23.4	7.8	7.6	40	4.8	3.7	3.2	2.5	1.5	1.2	0.14	0.66	0.03	0.091	0.027	0.010	20	8	2.6	7.3
濁沼 7 上層	0.58	2.4	22.7	7.8	7.1	42	5.7	4.1	3.2	2.4	1.4	1.1	0.14	0.59	0.03	0.094	0.026	0.008	25	9	2.9	6.7
濁沼 7 下層			22.8	7.9	7.4	46	5.5	3.6	3.2	2.5	1.4	1.1	0.16	0.58	0.03	0.10	0.027	0.009	26	9	3.0	7.1
濁沼 8 上層	0.60	2.3	22.8	8.0	7.5	48	5.3	3.8	3.3	2.5	1.4	1.1	0.10	0.61	0.03	0.11	0.022	0.007	24	9	2.8	7.0
濁沼 8 下層			22.8	8.0	7.2	52	5.2	3.6	3.3	2.4	1.4	1.1	0.12	0.61	0.03	0.11	0.026	0.008	25	9	2.8	7.1

採水時刻	流量 (m <sup>3</sup> /s)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	CT (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
濁沼橋	-	40	22.5	7.5	5.8	30	4.5	3.6	3.1	2.3	1.3	1.2	0.21	0.66	0.02	0.084	0.030	0.022	7	10	3	6.5
大貫橋	-	35	23.0	7.8	6.9	23	5.8	3.8	3.0	2.4	1.4	1.2	0.16	0.65	0.03	0.087	0.029	0.010	13	9	3	7.0
高橋	5.4	>50	22.3	7.5	7.9	8	4.9	3.5	2.6	2.2	1.6	1.4	0.04	1.1	0.01	0.13	0.085	0.083	2	0	0	8.7
長岡橋	2.3	>50	21.5	7.8	8.6	6	4.9	3.8	2.7	2.4	1.5	1.4	0.03	1.1	0.01	0.060	0.031	0.024	2	0	0	9.1



表3 水質調査結果一覧（6月）

平成30年6月14日 天気 曇り 気温 26.4℃ (水戸10時, 気象庁データ)

採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼 1 上層	0.90	2.1	23.2	7.9	7.3	13	5.5	3.6	3.6	2.9	1.5	1.3	0.31	0.63	0.02	0.11	0.044	0.023	20	7	2.0	7.1
酒沼 1 下層			23.3	7.6	5.3	18	6.5	4.2	3.5	2.9	1.4	1.3	0.52	0.37	0.02	0.12	0.054	0.035	9	11	3.5	6.4
酒沼 2 上層	0.95	2.5	23.4	8.5	7.6	12	5.4	3.6	3.5	2.9	1.5	1.2	0.33	0.49	0.02	0.10	0.047	0.022	17	9	3.1	6.6
酒沼 2 下層			23.6	8.3	5.3	23	7.5	3.0	3.3	2.8	1.4	1.3	0.53	0.32	0.02	0.11	0.052	0.032	10	11	3.8	6.4
酒沼 3 上層	0.80	2.6	22.8	8.1	7.3	10	6.1	3.5	3.5	2.8	1.4	1.2	0.35	0.51	0.02	0.096	0.047	0.037	11	9	2.9	6.6
酒沼 3 下層			22.5	7.8	3.8	34	8.8	5.5	3.3	2.8	1.4	1.3	0.66	0.27	0.02	0.13	0.056	0.053	9	12	4.0	6.5
酒沼 4 上層	1.00	3.2	22.5	7.0	6.8	13	5.6	4.4	3.4	2.8	1.3	1.1	0.46	0.29	0.02	0.094	0.054	0.038	8	12	4.1	6.1
酒沼 4 下層			22.4	7.1	5.1	18	6.7	6.6	3.3	2.8	1.4	1.2	0.60	0.23	0.02	0.11	0.057	0.048	8	14	5	6.1
酒沼 5 上層	1.1	2.3	23.2	9.7	6.8	10	5.1	3.4	3.4	2.8	1.3	1.1	0.46	0.28	0.02	0.098	0.053	0.031	9	12	4.1	6.0
酒沼 5 下層			23.0	9.1	3.5	24	7.3	3.6	3.3	2.8	1.4	1.2	0.57	0.24	0.02	0.12	0.056	0.036	10	13	4.3	6.1
酒沼 6 上層	0.85	2.9	22.5	7.4	7.4	10	5.5	3.6	3.4	2.9	1.4	1.2	0.37	0.50	0.02	0.099	0.049	0.024	11	9	2.9	6.3
酒沼 6 下層			22.3	7.8	3.5	20	7.4	3.8	3.3	2.9	1.5	1.3	0.74	0.26	0.02	0.12	0.069	0.06	9	12	4.1	6.4
酒沼 7 上層	1.1	2.6	22.3	6.4	6.6	10	5.3	5.1	3.5	3.0	1.3	1.2	0.48	0.33	0.02	0.088	0.053	0.030	8	12	4.0	6.4
酒沼 7 下層			22.3	6.7	3.6	22	7.1	5.8	3.1	2.8	1.4	1.3	0.73	0.20	0.02	0.12	0.061	0.044	7	11	4.9	6.4
酒沼 8 上層	1.1	2.5	23.4	8.5	6.0	12	5.0	4.9	3.4	2.9	1.2	1.2	0.55	0.27	0.02	0.090	0.055	0.033	7	13	4.3	6.1
酒沼 8 下層			22.7	8.2	4.0	20	4.6	3.5	3.0	2.6	1.2	1.1	0.48	0.27	0.02	0.10	0.064	0.046	9	19	6.7	5.4

採水時刻	流量 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼橋	-	0.35	22.7	7.7	4.6	23	4.1	2.6	3.4	2.8	1.2	1.2	0.50	0.28	0.02	0.11	0.060	0.046	6	16	5	5.9
大貫橋	-	0.42	23.1	7.9	4.8	25	3.1	2.9	3.3	2.8	1.2	1.2	0.55	0.26	0.02	0.099	0.057	0.037	6	15	5	6.0
高橋	-	>50	23.0	8.1	8.0	10	4.4	3.5	2.9	2.3	1.4	1.3	0.06	1.0	0.01	0.13	0.098	0.088	3	0	0	8.7
長岡橋	-	>50	22.5	8.0	8.4	7	4.8	4.0	3.1	2.6	1.5	1.6	0.08	1.2	0.02	0.078	0.043	0.024	2	0	0	8.8

表 4 水質調査結果一覧 (7月)

気温 32.0°C (水戸10時, 気象庁データ)

天気 曇り

平成30年7月18日

採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	4-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSI (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼 1 上層	0.75	2.2	32.2	8.7	13	11	8.9	5.2	3.6	2.9	0.74	0.53	0.03	0.09	0.01	0.088	0.035	0.002	120	14	3.9	5.9
酒沼 1 下層			28.1	7.6	1.0	4	12	11	3.5	2.9	0.92	0.86	0.47	0.06	0.02	0.075	0.033	0.016	13	23	11	4.6
酒沼 2 上層	0.85	2.5	32.4	8.7	13	10	8.9	5.9	3.5	2.9	0.70	0.46	0.03	0.01	<0.01	0.089	0.034	0.001	95	14	5.6	5.7
酒沼 2 下層			28.3	7.7	1.8	5	10	8.9	3.3	2.8	0.84	0.71	0.27	0.10	0.01	0.043	0.021	0.001	16	27	9.3	4.8
酒沼 3 上層	0.85	2.7	32.3	8.6	12	10	8.1	5.8	3.5	2.8	0.64	0.48	0.02	0.08	0.01	0.069	0.030	0.002	57	14	4.7	5.8
酒沼 3 下層			28.3	7.7	1.1	7	13	11	3.3	2.8	1.0	0.80	0.47	<0.01	0.02	0.069	0.026	0.005	17	27	10	4.8
酒沼 4 上層	0.80	3.2	31.8	8.6	13	8	8.1	5.2	3.4	2.8	0.65	0.43	0.02	0.02	0.01	0.078	0.030	0.001	81	14	4.7	5.8
酒沼 4 下層			26.7	7.7	1.2	8	11	11	3.3	2.8	1.1	0.91	0.60	0.04	0.01	0.075	0.035	0.021	13	35	13	3.9
酒沼 5 上層	0.9	2.4	32.0	8.7	12	9	7.6	5.3	3.4	2.8	0.59	0.43	0.02	0.03	0.01	0.078	0.030	0.001	80	15	4.9	5.8
酒沼 5 下層			30.0	8.3	5.4	11	11	9.9	3.3	2.8	0.71	0.49	0.10	0.09	<0.01	0.065	0.020	0.002	51	21	7.5	5.3
酒沼 6 上層	0.80	2.8	32.1	8.6	12	8	7.1	5.6	3.4	2.9	0.76	0.52	0.04	0.13	0.01	0.078	0.028	0.001	59	14	4.5	5.9
酒沼 6 下層			27.7	7.7	1.4	7	11	8.8	3.3	2.9	1.0	0.86	0.56	0.01	0.04	0.078	0.033	0.016	13	29	11	4.5
酒沼 7 上層	0.80	2.6	31.7	8.6	11	7	7.0	4.7	3.5	3.0	0.67	0.46	0.05	0.02	<0.01	0.079	0.033	0.002	56	15	5.2	6.0
酒沼 7 下層			27.0	7.7	1.2	14	12	11	3.1	2.8	1.2	1.0	0.68	0.05	0.01	0.119	0.053	0.042	12	31	11.2	4.8
酒沼 8 上層	1.1	2.5	32.2	8.7	12	8	5.0	4.6	3.4	2.9	0.57	0.38	0.02	<0.01	<0.01	0.067	0.027	0.001	56	16	5.4	5.9
酒沼 8 下層			27.6	8.1	5.8	7	13	11	3.0	2.6	0.66	0.54	0.13	0.12	0.01	0.057	0.034	0.018	14	29	10	4.1

採水時刻	流量 (m <sup>3</sup> /s)	透視度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	4-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSI (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼橋	-	>50	25.4	7.9	6.9	6	13	5.5	3.4	2.8	0.58	0.53	0.07	0.21	0.01	0.048	0.020	0.017	8	35	13	3.4
大貫橋	-	>50	30.9	8.0	7.7	7	8.8	7.4	3.3	2.8	0.62	0.52	0.09	0.09	0.01	0.055	0.023	0.002	30	21	7	5.2
高橋	3.1	>50	31.3	7.9	6.6	4	4.1	4.0	2.9	2.3	1.0	1.0	0.05	0.83	<0.01	0.12	0.099	0.099	2	1	0	9.1
長岡橋	0.9	>50	30.3	7.9	7.7	2	4.9	4.7	3.1	2.6	1.1	1.0	0.04	0.84	0.01	0.073	0.042	0.039	2	0	0	9.5

表5 水質調査結果一覧（8月）

平成30年8月15日 天気 晴れ 気温 32.6℃ (水戸10時, 気象庁データ)

採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	CT (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼 1 上層	0.65	2.2	29.6	7.9	6.6	26	5.5	4.5	3.8	3.1	1.2	1.0	0.27	0.25	0.01	0.096	0.034	0.005	43	15	4.7	6.7
酒沼 1 下層			28.6	7.9	6.3	23	6.0	4.3	3.8	3.1	1.3	1.1	0.32	0.24	0.01	0.11	0.034	0.005	43	15	5.4	6.7
酒沼 2 上層	0.75	2.6	29.3	8.1	7.1	24	5.4	4.7	3.7	3.2	1.2	1.0	0.24	0.25	0.01	0.095	0.041	0.007	31	14	5.0	6.6
酒沼 2 下層			28.9	8.0	6.9	25	6.1	4.1	3.7	3.2	1.2	1.0	0.25	0.25	0.01	0.088	0.037	0.006	29	15	5.0	6.6
酒沼 3 上層	1.00	2.7	29.2	7.6	5.1	21	5.3	4.9	3.5	3.2	1.3	1.1	0.38	0.24	0.01	0.065	0.030	0.005	16	15	5.4	6.4
酒沼 3 下層			28.6	7.4	2.3	37	6.3	4.3	3.7	3.1	1.3	1.1	0.59	0.14	0.02	0.11	0.023	0.004	23	17	5.8	6.4
酒沼 4 上層	0.75	3.0	30.2	8.2	8.4	19	5.8	5.1	4.0	3.3	1.1	0.80	0.07	0.21	0.01	0.081	0.039	0.004	40	15	5.0	6.3
酒沼 4 下層			29.0	7.9	4.5	20	6.5	4.4	3.8	3.2	1.2	0.97	0.30	0.17	0.01	0.085	0.031	0.004	29	16	5.4	6.3
酒沼 5 上層	0.60	2.5	29.5	8.2	7.1	38	5.7	4.5	3.8	3.2	1.1	0.88	0.17	0.23	0.01	0.11	0.030	0.003	24	15	5.0	6.5
酒沼 5 下層			29.3	8.2	6.9	41	6.7	4.3	3.8	3.2	1.1	0.86	0.17	0.23	0.01	0.11	0.031	0.004	26	14	5.0	6.5
酒沼 6 上層	1.45	2.8	30.1	7.4	4.0	18	4.8	4.2	3.4	3.1	1.2	1.0	0.42	0.20	0.01	0.064	0.032	0.010	10	15	5.4	6.4
酒沼 6 下層			28.5	7.4	2.1	33	6.1	4.2	3.5	3.1	1.3	1.2	0.58	0.13	0.02	0.097	0.025	0.003	27	17	6.2	6.4
酒沼 7 上層	0.85	2.7	30.0	8.0	6.7	27	5.1	4.6	3.6	3.3	1.0	0.92	0.17	0.21	0.01	0.076	0.039	0.008	12	14	4.9	6.4
酒沼 7 下層			29.8	8.1	7.0	23	5.9	4.4	3.6	3.3	1.0	0.86	0.18	0.21	0.01	0.080	0.042	0.010	11	14	5.0	6.4
酒沼 8 上層	1.4	2.7	30.2	7.9	3.6	19	4.5	4.4	3.3	3.1	1.2	1.2	0.39	0.30	0.02	0.087	0.070	0.052	4	15	5.2	6.6
酒沼 8 下層			29.5	7.5	4.6	23	5.0	4.0	3.0	2.8	1.2	1.2	0.36	0.34	0.02	0.088	0.077	0.059	3	17	5.8	6.4

採水時刻	流量 (m <sup>3</sup> /s)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	CT (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼橋	-	>50	28.5	7.6	4.7	33	3.9	2.9	2.2	1.9	1.1	1.0	0.21	0.48	0.01	0.10	0.060	0.056	4	19	7	6.5
大貫橋	-	>50	30.0	7.6	3.3	20	4.9	3.9	3.1	2.9	1.2	1.2	0.40	0.32	0.02	0.090	0.076	0.059	3	16	6	6.6
高橋	3.3	>50	30.7	7.7	7.1	4	4.0	3.2	2.2	2.0	1.3	1.3	0.07	1.1	0.02	0.16	0.13	0.13	2	0.28	0.02	11
長岡橋	1.8	>50	31.4	8.0	9.1	5	4.2	3.8	2.3	2.1	1.2	1.2	0.03	0.89	0.01	0.065	0.040	0.030	2	0.22	0.02	12

表6 水質調査結果一覧(9月)

平成30年9月28日 天気 晴れ 気温 21.9°C (水戸10時, 気象庁データ)

採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
10:07	0.75	2.4	21.3	7.6	7.4	5	5.6	4.1	3.1	2.5	1.8	1.6	0.12	1.3	0.01	0.099	0.064	0.052	4	0	0.1	9.7
10:20	0.60	2.7	22.0	7.5	7.4	10	5.7	4.1	3.1	2.7	1.6	1.5	0.27	0.89	0.02	0.094	0.047	0.033	12	3	1.0	9.2
9:53	0.70	2.9	21.3	7.7	7.6	8	5.9	4.3	3.2	2.7	1.7	1.7	0.18	1.2	0.02	0.11	0.061	0.048	6	1	0.4	9.1
9:15	0.65	3.4	21.0	7.7	7.8	7	5.8	4.2	3.3	2.6	1.7	1.6	0.22	1.0	0.02	0.091	0.049	0.039	9	2	0.7	9.2
10:34	0.50	2.6	23.1	7.6	7.5	14	5.9	4.3	3.5	2.9	1.5	1.3	0.29	0.68	0.02	0.096	0.035	0.021	20	4	1.2	8.8
9:36	0.75	3.0	21.5	7.7	7.9	6	5.7	4.8	3.2	2.6	1.7	1.7	0.19	1.1	0.02	0.096	0.059	0.046	8	1	0.4	8.9
8:58	0.60	2.9	21.3	7.5	7.6	8	5.9	4.7	3.4	2.8	1.7	1.6	0.29	0.93	0.02	0.095	0.051	0.038	12	3	1.0	9.3
10:57	1.0	2.8	22.7	7.6	6.6	27	4.7	4.6	3.1	2.7	1.5	1.4	0.37	0.70	0.02	0.063	0.041	0.033	5	4	1.2	8.9
			21.3	7.5	6.1	26	5.1	4.6	3.0	2.8	1.6	1.5	0.38	0.68	0.02	0.10	0.043	0.034	8	4	1.3	8.9

採水時刻	流量 (m <sup>3</sup> /s)	透視度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
11:37	-	>50	21.6	7.5	5.8	5	4.7	4.6	3.2	2.8	1.5	1.4	0.33	0.76	0.02	0.084	0.050	0.048	3	4	1	9.0
11:20	-	>50	21.8	7.6	6.0	10	4.9	4.7	3.0	2.8	1.5	1.5	0.36	0.73	0.02	0.084	0.048	0.039	4	4	1	8.9
13:29	12.9	44	21.0	7.6	8.7	12	4.4	3.5	2.3	1.8	1.7	1.6	0.06	1.3	<0.01	0.095	0.048	0.044	3	0.17	0.01	10
13:14	4.5	>50	21.9	7.6	9.0	7	4.4	3.6	2.5	2.0	2.0	2.0	0.06	1.7	0.01	0.081	0.029	0.022	4	0.19	0.01	11

表7 水質調査結果一覧 (10月)

平成30年10月13日 天気 曇り 気温 17.8℃ (水戸10時, 気象庁データ)

採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	4-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (μg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	CI <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼 1 上層	0.60	2.2	19.7	7.8	8.0	16	4.8	2.8	2.4	1.8	2.4	2.4	2.4	1.3	0.03	0.12	0.057	0.045	18	0	0.3	11
酒沼 1 下層			19.7	7.7	7.9	20	5.1	3.0	2.5	1.7	2.3	2.4	0.08	1.3	0.02	0.13	0.057	0.045	13	0	0.2	11
酒沼 2 上層	0.55	2.7	20.8	7.7	8.1	15	5.3	3.5	2.9	2.1	2.2	2.1	0.15	1.4	0.03	0.11	0.047	0.031	23	1	0.4	9.6
酒沼 2 下層			21.0	7.7	7.9	22	5.8	3.6	2.7	2.1	2.3	2.1	0.20	1.4	0.03	0.13	0.046	0.033	14	1	0.5	10
酒沼 3 上層	0.60	2.8	20.3	7.7	7.7	12	5.5	3.7	2.9	2.4	2.1	2.0	0.22	1.2	0.03	0.10	0.051	0.034	20	2	0.5	9.6
酒沼 3 下層			20.6	7.6	7.5	11	5.5	3.8	2.8	2.4	2.1	2.1	0.25	1.3	0.04	0.11	0.052	0.036	11	2	0.5	9.7
酒沼 4 上層	0.60	3.1	21.1	7.4	8.9	7	5.1	3.7	3.0	2.4	2.0	1.8	0.17	1.2	0.03	0.079	0.034	0.017	22	2	0.6	9.4
酒沼 4 下層			20.8	7.5	6.4	9	4.8	3.5	2.7	2.3	2.0	1.9	0.28	1.1	0.03	0.087	0.036	0.022	15	3	1.0	9.4
酒沼 5 上層	0.60	2.5	20.7	7.8	7.4	12	5.2	4.1	3.0	2.4	2.1	2.1	0.26	1.3	0.04	0.095	0.047	0.035	23	1	0.5	9.5
酒沼 5 下層			21.6	7.6	6.2	12	4.7	3.0	2.6	2.3	2.0	1.8	0.32	1.1	0.03	0.092	0.043	0.030	16	3	1.2	9.5
酒沼 6 上層	0.55	2.9	20.5	7.7	7.8	10	5.3	3.4	2.8	2.4	2.1	2.0	0.22	1.3	0.04	0.094	0.045	0.029	17	2	0.6	9.7
酒沼 6 下層			20.6	7.6	7.6	16	5.5	3.6	2.9	2.3	2.1	1.9	0.22	1.3	0.04	0.096	0.045	0.030	18	2	0.5	9.7
酒沼 7 上層	0.70	2.7	20.6	7.7	7.7	6	4.7	3.5	2.7	2.4	2.0	1.9	0.27	1.1	0.03	0.078	0.044	0.031	11	3	0.9	9.4
酒沼 7 下層			20.7	7.7	7.7	7	4.5	3.5	2.7	2.3	1.9	1.9	0.27	1.1	0.03	0.077	0.043	0.032	14	3	0.9	9.5
酒沼 8 上層	1.2	2.7	20.6	7.6	7.0	2	3.7	3.3	2.5	2.2	1.8	1.9	0.26	1.1	0.03	0.064	0.049	0.039	4	4	1.4	9.2
酒沼 8 下層			21.1	7.5	6.8	4	3.8	3.5	2.4	2.2	1.9	1.8	0.26	1.1	0.03	0.066	0.048	0.040	4	4	1.4	9.3

採水時刻	流量 (m <sup>3</sup> /s)	透視度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	4-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (μg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	CI <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼橋	-	>50	20.2	7.7	7.3	3	1.2	1.0	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	0.10	0.01	0.062	0.050	0.043	1	25	9.1	6.3
大貫橋	-	>50	21.0	7.5	7.0	4	3.3	3.1	2.2	2.1	1.8	1.8	0.23	1.1	0.03	0.063	0.049	0.040	4	7	2.3	9.0
高橋	6.5	>50	18.3	8.2	8.9	4	3.1	2.4	1.7	1.5	1.9	2.0	0.04	1.6	0.01	0.096	0.072	0.070	2	1	0.02	11
長岡橋	1.8	>50	18.3	8.0	10	2	3.3	2.7	1.8	1.5	2.3	2.3	0.03	1.9	0.01	0.054	0.027	0.020	3	0	0.02	12

表 8 水質調査結果一覧 (11月)

平成30年11月20日 天気 晴れ 気温 11.5°C (水戸10時, 気象庁データ)

採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chl.a (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
濁沼 1 上層	0.90	2.0	14.0	8.1	11	6	4.4	2.8	2.4	2.1	1.8	1.6	0.02	1.2	0.03	0.074	0.028	0.003	29	9.2	2.8	8.8
濁沼 1 下層			14.4	8.0	7.3	6	3.8	2.7	2.3	2.1	1.6	1.5	0.12	1.0	0.03	0.053	0.024	0.001	15	12	3.7	8.1
濁沼 2 上層	1.1	2.4	14.4	7.9	10	4	4.0	2.8	2.4	2.2	1.6	1.4	0.03	1.1	0.03	0.053	0.024	0.001	21	11	3.5	8.0
濁沼 2 下層			14.8	7.8	4.5	8	3.9	2.7	2.5	2.2	1.5	1.4	0.22	0.89	0.04	0.062	0.025	0.002	16	13	4.1	7.9
濁沼 3 上層	1.2	2.4	13.3	8.2	11	3	3.6	2.8	2.3	2.0	1.8	1.7	0.04	1.4	0.03	0.048	0.022	0.002	12	8.5	2.5	9.2
濁沼 3 下層			13.8	8.2	10	4	4.2	2.6	2.3	2.1	1.6	1.6	0.07	1.1	0.03	0.044	0.020	0.001	11	11	3.4	8.3
濁沼 4 上層	0.85	3.1	14.0	8.4	11	6	4.5	2.5	2.5	2.0	1.6	1.5	0.03	1.2	0.03	0.047	0.020	0.002	23	11	3.5	8.2
濁沼 4 下層			14.9	7.7	4.8	18	4.4	2.5	2.3	2.1	1.6	1.4	0.19	0.90	0.03	0.067	0.018	0.001	23	14	4.4	7.9
濁沼 5 上層	1.0	2.3	14.7	7.6	10	6	4.1	2.6	2.6	2.2	1.6	1.5	0.05	1.1	0.03	0.039	0.019	0.001	16	11	3.5	7.7
濁沼 5 下層			15.0	7.6	5.3	11	3.7	2.5	2.4	2.0	1.5	1.4	0.19	0.92	0.03	0.063	0.018	0.002	18	13	4.2	7.9
濁沼 6 上層	1.3	2.6	13.1	8.4	11	3	3.8	3.1	2.3	1.9	1.7	1.7	0.01	1.4	0.03	0.047	0.018	0.002	15	8.8	2.6	8.9
濁沼 6 下層			14.5	8.0	5.8	4	3.9	3.5	2.3	2.2	1.6	1.6	0.18	1.1	0.04	0.049	0.019	0.00	12	12	3.5	8.5
濁沼 7 上層	1.0	2.5	14.1	8.1	11	4	3.9	2.9	2.5	2.1	1.6	1.4	0.03	1.1	0.03	0.043	0.019	0.001	15	12	3.6	8.1
濁沼 7 下層			14.0	8.3	11	5	3.8	2.6	2.3	2.0	1.6	1.5	0.06	1.1	0.03	0.045	0.018	0.001	13	12	4.0	8.0
濁沼 8 上層	1.0	2.5	13.8	8.3	10	4	3.5	2.7	2.4	2.1	1.6	1.5	0.04	1.1	0.03	0.042	0.019	0.001	12	12	3.8	8.1
濁沼 8 下層			14.7	8.1	7.4	24	3.6	3.0	2.0	1.8	1.5	1.4	0.13	1.1	0.03	0.098	0.020	0.006	14	16	5.1	7.8

採水時刻	流量 (m <sup>3</sup> /s)	透視度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chl.a (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
濁沼橋	-	>50	15.4	7.9	7.6	2	2.6	2.4	1.8	1.7	1.5	1.4	0.08	1.1	0.03	0.052	0.040	0.002	2	18	6	7.2
大貫橋	-	41	14.5	8.0	9.2	7	3.1	2.9	2.1	1.9	1.6	1.5	0.14	1.0	0.02	0.050	0.028	0.028	10	15	4	8.0
高橋	3.4	>50	14.4	8.1	11	1	2.9	2.7	1.5	1.4	1.8	1.8	0.06	1.5	0.01	0.14	0.13	0.13	3	0.5	0.02	11
長岡橋	1.3	>50	14.7	7.8	11	3	4.1	3.3	2.1	1.7	2.1	2.1	0.03	1.9	0.01	0.061	0.028	0.026	5	0.2	0.01	11

表9 水質調査結果一覧 (12月)

平成30年12月15日 天気 快晴 気温 6.0°C (水戸10時, 気象庁データ)

採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼 1 上層	1.2	2.0	7.8	8.4	11	2	4.2	2.3	2.5	2.0	1.6	1.5	0.05	1.1	0.03	0.057	0.030	0.004	35	17	5.8	8.8
酒沼 1 下層			12.4	7.9	1.9	4	2.6	1.5	2.1	1.8	1.2	1.1	0.27	0.49	0.03	0.040	0.019	0.004	16	28	6.5	6.2
酒沼 2 上層	1.2	2.4	9.7	8.5	13	5	5.5	3.5	3.0	2.4	1.4	1.2	0.02	0.86	0.03	0.061	0.028	0.003	76	21	6.7	7.9
酒沼 2 下層			13.2	8.1	1.6	3	2.4	1.2	1.9	1.6	1.1	1.0	0.28	0.46	0.03	0.034	0.017	0.003	15	29	11	5.8
酒沼 3 上層	1.2	2.5	7.5	8.7	13	4	4.9	2.2	2.6	2.0	1.4	1.2	0.02	0.94	0.03	0.060	0.024	0.003	39	19	6.1	8.3
酒沼 3 下層			13.0	8.2	2.9	2	2.3	1.4	1.8	1.5	1.0	0.88	0.18	0.49	0.03	0.037	0.016	0.005	18	32	12	5.3
酒沼 4 上層	0.95	2.9	7.4	8.0	14	4	4.8	2.5	2.8	2.2	1.4	1.2	0.02	0.91	0.03	0.059	0.027	0.002	52	19	6.2	8.2
酒沼 4 下層			13.0	7.8	3.6	6	2.3	1.5	1.7	1.4	0.9	0.93	0.14	0.48	0.03	0.035	0.014	0.002	15	35	13	4.7
酒沼 5 上層	1.1	2.2	8.0	8.6	14	4	4.1	3.0	2.7	2.2	1.5	1.3	0.02	0.93	0.03	0.060	0.029	0.002	58	19	6.0	8.2
酒沼 5 下層			10.7	8.5	10	6	3.5	2.3	2.2	1.8	1.2	1.1	0.02	0.77	0.03	0.048	0.019	0.001	25	21	7.8	7.2
酒沼 6 上層	1.0	2.5	7.2	8.1	13	5	4.8	2.8	2.5	2.0	1.5	1.4	0.02	1.0	0.03	0.057	0.025	0.002	47	18	5.8	8.6
酒沼 6 下層			12.1	8.0	3.0	3	2.3	1.9	1.7	1.4	0.94	0.91	0.26	0.38	0.03	0.034	0.012	0.005	15	35	13	4.7
酒沼 7 上層	1.3	2.4	6.9	8.7	13	3	4.5	3.3	2.2	2.0	1.7	1.6	0.02	1.3	0.03	0.052	0.023	0.003	23	17	5.7	8.6
酒沼 7 下層			8.0	8.7	14	3	4.2	3.3	2.3	1.9	1.4	1.3	0.02	1.0	0.03	0.049	0.021	0.002	25	19	6.1	8.0
酒沼 8 上層	1.0	2.5	8.6	8.6	11	9	3.6	3.0	2.2	1.8	1.4	1.2	0.02	0.91	0.02	0.057	0.016	0.004	28	21	7.0	7.7
酒沼 8 下層			9.0	8.5	11	8	3.3	3.2	2.2	1.9	1.2	1.2	0.04	0.87	0.03	0.052	0.021	0.003	20	22	7.3	7.4

採水時刻	流量 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼橋	-	>50	13.4	8.1	10	>1	1.2	1.2	1.2	1.1	0.82	0.80	0.06	0.55	0.01	0.039	0.020	0.020	3	37	14	4.0
大貫橋	-	>50	10.7	8.2	9.2	4	2.3	2.1	1.6	1.4	1.1	1.1	0.06	0.81	0.01	0.045	0.021	0.009	9	27	10	5.4
高橋	2.7	>50	7.5	8.0	11	1	2.5	2.4	1.4	1.4	2.0	2.1	0.33	1.6	0.02	0.16	0.14	0.13	2	0	0	12
長岡橋	0.8	>50	9.6	8.3	12	1	2.5	2.4	1.5	1.5	2.2	2.1	0.07	2.0	0.02	0.050	0.036	0.029	2	0	0	14

表 10 水質調査結果一覧 (1月)

平成31年1月11日 天気 快晴 気温 9.3°C (水戸10時, 気象庁データ)

採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼 1 上層	1.4	2.0	8.6	8.3	12	5	3.2	2.2	2.3	1.8	1.4	1.2	<0.01	1.0	0.03	0.053	0.023	0.001	14	31	10	5.9
酒沼 1 下層			10.7	8.2	10	9	3.2	2.7	2.3	1.9	1.1	0.9	<0.01	0.48	0.04	0.072	0.032	0.002	30	36	13	3.4
酒沼 2 上層	1.6	2.3	9.6	8.4	11	3	2.8	2.5	2.2	1.8	1.2	1.0	<0.01	0.76	0.03	0.046	0.022	0.007	12	33	11	5.2
酒沼 2 下層			11.3	8.2	7.6	6	2.4	1.9	2.0	1.6	1.0	0.8	<0.01	0.50	0.03	0.061	0.024	<0.001	12	38	14	3.3
酒沼 3 上層	1.8	2.5	5.9	8.5	12	2	3.3	2.0	1.9	1.7	1.5	1.4	<0.01	1.0	0.03	0.038	0.016	0.069	9	28	9.6	6.7
酒沼 3 下層			10.0	8.1	5.1	6	3.1	1.9	2.0	1.5	1.1	0.9	0.12	0.39	0.05	0.060	0.027	0.005	18	39	15	3.3
酒沼 4 上層	1.8	3.0	5.3	8.4	12	3	3.2	2.1	2.2	1.7	1.5	1.4	<0.01	1.2	0.03	0.037	0.017	0.002	9	28	9.7	6.7
酒沼 4 下層			9.4	8.2	9.1	4	2.6	1.9	1.7	1.5	1.0	0.9	<0.01	0.63	0.02	0.047	0.020	0.002	8	38	14	3.8
酒沼 5 上層	1.9	2.3	6.4	8.4	12	3	3.3	2.3	2.1	1.7	1.4	1.3	<0.01	1.1	0.03	0.038	0.017	0.002	9	29	9.8	6.5
酒沼 5 下層			7.7	8.4	11	5	3.3	2.5	2.2	1.7	1.2	1.1	<0.01	0.82	0.02	0.056	0.025	0.003	10	32	12	5.0
酒沼 6 上層	1.6	2.6	5.6	8.4	12	4	3.0	2.9	2.1	1.7	1.5	1.4	<0.01	1.2	0.03	0.041	0.017	0.002	10	28	9.5	6.8
酒沼 6 下層			9.5	8.2	9.3	4	3.0	2.2	1.9	1.6	1.0	0.80	<0.01	0.53	0.03	0.052	0.025	0.002	14	37	13	3.7
酒沼 7 上層	1.8	2.4	5.8	7.0	12	3	3.2	2.4	2.1	1.7	1.4	1.3	<0.01	1.2	0.03	0.038	0.017	0.001	11	28	9.8	6.6
酒沼 7 下層			5.8	7.3	13	4	4.0	2.9	2.0	1.6	1.4	1.3	<0.01	1.1	0.02	0.042	0.015	<0.001	11	29	10	6.2
酒沼 8 上層	1.4	2.6	6.7	8.4	12	4	3.2	2.7	2.0	1.6	1.4	1.3	<0.01	1.1	0.02	0.041	0.015	0.003	10	31	9.6	6.2
酒沼 8 下層			6.4	8.4	11	5	2.9	2.8	1.9	1.6	1.4	1.3	0.08	1.1	0.02	0.043	0.015	<0.001	9	30	10	6.0

採水時刻	流量 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼橋	-	>50	10.1	8.2	10	2	1.5	1.3	1.0	1.0	0.99	0.99	0.15	0.36	<0.01	0.029	0.020	0.005	2	34	12	4.9
大貫橋	-	>50	9.1	8.2	11	5	2.8	2.3	1.6	1.3	1.4	1.4	0.10	0.74	0.03	0.064	0.042	0.005	6	33	11	6.2
高橋	1.8	>50	6.0	8.5	12	<1	2.8	2.6	1.4	1.4	2.3	2.3	0.21	1.9	0.03	0.17	0.15	0.15	2	1	0	13
長岡橋	1.7	39	7.5	8.2	12	8	3.6	2.4	1.6	1.3	1.8	1.7	0.07	1.5	0.01	0.060	0.024	0.017	8	0	0	11



表 11 水質調査結果一覧 (2月)

平成31年2月15日 天気 快晴 気温 2.5°C (水戸10時, 気象庁データ)

採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chl.a (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSI (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼 1 上層	0.80	2.0	5.7	9.1	17	10	5.2	3.9	5.1	2.6	1.8	1.1	0.02	0.74	0.03	0.096	0.032	0.004	94	27	9.5	6.9
酒沼 1 下層			7.3	8.9	10	8	5.4	3.9	4.2	2.6	1.4	0.86	0.04	0.44	0.03	0.084	0.029	0.004	89	31	11	5.3
酒沼 2 上層	0.80	2.3	5.5	9.1	16	8	6.1	4.2	4.4	2.6	1.5	1.1	<0.01	0.68	0.03	0.070	0.025	0.005	98	30	10	6.1
酒沼 2 下層			6.6	8.8	10	9	5.1	3.8	3.9	2.5	1.4	1.0	0.05	0.53	0.03	0.084	0.025	0.004	61	32	11	5.3
酒沼 3 上層	0.80	2.4	5.4	9.1	17	7	5.4	3.1	4.4	2.5	1.7	1.2	0.01	0.85	0.03	0.074	0.024	0.005	97	27	9.0	6.9
酒沼 3 下層			7.2	8.6	7.6	7	5.3	3.5	3.5	2.4	1.3	0.85	0.05	0.44	0.03	0.093	0.027	0.005	71	33	12	5.0
酒沼 4 上層	0.80	3.0	5.3	9.1	16	7	6.1	3.1	4.5	2.5	1.6	1.1	0.01	0.70	0.03	0.070	0.024	0.003	82	29	9.9	6.3
酒沼 4 下層			6.9	8.5	4.7	8	4.3	3.2	3.4	2.3	1.3	1.0	0.12	0.42	0.03	0.080	0.028	0.003	57	34	12	4.9
酒沼 5 上層	0.85	2.2	5.4	9.0	16	8	6.0	4.5	4.6	2.6	1.7	1.0	0.01	0.67	0.03	0.098	0.025	0.003	100	29	10	6.2
酒沼 5 下層			6.3	9.0	13	10	5.2	3.9	4.0	2.5	1.5	1.0	0.02	0.65	0.03	0.070	0.025	0.003	84	30	10	5.9
酒沼 6 上層	0.80	2.6	5.1	9.0	17	8	6.2	4.0	4.4	2.5	1.7	1.2	0.01	0.87	0.03	0.080	0.023	0.004	88	27	9.1	6.9
酒沼 6 下層			7.8	8.4	4.3	8	5.7	3.7	3.1	2.3	1.3	0.85	0.16	0.28	0.02	0.090	0.030	0.004	53	35	12	4.7
酒沼 7 上層	0.75	2.4	5.5	8.2	16	8	6.3	4.5	4.5	2.5	1.8	1.1	0.01	0.78	0.03	0.094	0.024	0.005	85	28	9.6	6.7
酒沼 7 下層			5.9	8.7	14	8	5.5	3.8	4.0	2.5	1.6	1.0	0.02	0.66	0.03	0.082	0.023	0.004	84	30	10	6.0
酒沼 8 上層	0.90	2.5	5.8	9.0	13	7	5.4	3.9	3.2	2.1	1.4	1.1	0.02	0.73	0.02	0.063	0.021	0.003	65	30	10	5.7
酒沼 8 下層			7.6	8.7	11	4	3.6	3.1	2.2	1.6	1.2	1.0	0.06	0.68	0.02	0.048	0.016	0.004	31	33	12	5.1

採水時刻	流量 (m <sup>3</sup> /s)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chl.a (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSI (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼橋	-	>50	8.9	8.3	11	1	2.2	2.1	1.3	1.2	1.5	1.4	0.40	0.77	0.02	0.067	0.050	0.038	4	33	12	5.1
大貫橋	-	>50	9.4	8.3	10	2	1.7	1.7	1.2	1.0	0.93	0.90	0.12	0.53	0.01	0.036	0.015	0.006	6	38	14	3.8
高橋	1.2	>50	5.6	8.2	12	0	3.1	3.0	1.6	1.5	2.7	2.7	0.13	2.0	0.03	0.18	0.18	0.17	3	0	0	12
長岡橋	0.7	>50	6.4	8.6	12	4	3.3	3.1	1.8	1.6	3.0	3.0	0.34	2.1	0.03	0.076	0.046	0.041	3	1	0	16

表 12 水質調査結果一覧 (3月)

平成31年3月2日 天気 快晴 気温 10.3℃ (水戸10時, 気象庁データ)

採水時刻	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼 1 上層	0.65	1.9	11.0	8.9	11	10	6.4	3.8	5.2	3.3	1.7	1.3	0.09	0.68	0.03	0.11	0.044	0.007	80	26	9.4	6.4
酒沼 1 下層			10.6	8.8	8	8	5.8	4.0	4.4	3.2	1.7	1.3	0.34	0.52	0.04	0.10	0.038	0.007	63	29	10	6.4
酒沼 2 上層	0.80	2.3	10.7	9.0	13	10	8.0	3.7	5.2	3.3	1.7	1.2	0.06	0.68	0.03	0.096	0.038	0.007	74	27	9.3	6.1
酒沼 2 下層			10.8	8.8	6.4	8	5.4	4.0	4.5	3.1	1.7	1.2	0.34	0.50	0.04	0.10	0.037	0.007	70	29	10	6.1
酒沼 3 上層	0.80	2.3	10.7	9.0	13	9	6.3	3.8	4.8	3.1	1.9	1.3	0.07	0.87	0.03	0.096	0.035	0.005	66	24	8.2	6.6
酒沼 3 下層			10.5	8.8	7.6	9	7.5	3.9	4.4	3.1	1.6	1.2	0.26	0.53	0.04	0.11	0.033	0.006	75	29	10	6.1
酒沼 4 上層	0.65	2.8	10.2	8.1	12	10	8.4	4.0	5.1	3.2	1.6	1.2	0.07	0.71	0.03	0.098	0.033	0.004	73	26	9.4	6.5
酒沼 4 下層			10.3	8.5	5.2	7	5.4	3.9	4.3	3.1	1.5	1.3	0.41	0.47	0.03	0.098	0.036	0.006	63	30	11	6.0
酒沼 5 上層	0.85	2.2	10.7	9.0	12	9	5.8	4.2	4.8	3.1	1.6	1.2	0.08	0.64	0.03	0.094	0.032	0.005	68	28	9.6	6.4
酒沼 5 下層			10.5	8.9	10	10	5.8	4.2	4.7	3.1	1.6	1.1	0.14	0.59	0.03	0.096	0.032	0.004	72	28	10	6.3
酒沼 6 上層	0.75	2.5	10.5	8.9	12	9	6.0	4.3	4.4	3.1	1.9	1.4	0.10	0.92	0.03	0.10	0.032	0.004	63	23	7.7	6.7
酒沼 6 下層			10.5	8.7	6.4	8	5.4	4.2	4.2	3.0	1.7	1.2	0.29	0.51	0.04	0.11	0.035	0.006	67	29	10	6.1
酒沼 7 上層	0.75	2.4	10.4	9.0	12	9	6.3	4.5	4.1	3.1	2.0	1.6	0.10	1.1	0.03	0.10	0.030	0.005	55	21	6.9	7.1
酒沼 7 下層			10.5	8.8	8.5	8	5.6	4.1	4.3	3.1	1.7	1.2	0.22	0.55	0.03	0.093	0.033	0.004	71	28	10	6.1
酒沼 8 上層	0.75	2.4	10.3	9.0	12	9	5.7	4.8	3.9	3.1	2.1	1.7	0.11	1.2	0.03	0.093	0.028	0.002	44	20	6.5	7.0
酒沼 8 下層			10.4	8.9	11	7	5.0	4.1	4.4	3.0	1.7	1.2	0.08	0.72	0.02	0.097	0.031	0.003	69	26	9.2	6.4

採水時刻	流量 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg L <sup>-1</sup> )	SS (mg L <sup>-1</sup> )	COD (mg L <sup>-1</sup> )	d-COD (mg L <sup>-1</sup> )	TOC (mg L <sup>-1</sup> )	DOC (mg L <sup>-1</sup> )	TN (mg L <sup>-1</sup> )	DTN (mg L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	TP (mg L <sup>-1</sup> )	DTP (mg L <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg L <sup>-1</sup> )	Chla (µg L <sup>-1</sup> )	EC (mS/cm)	Cl <sup>-</sup> (g L <sup>-1</sup> )	SRSi (mg L <sup>-1</sup> )
酒沼橋	-	>50	11.2	8.6	10	7	3.5	3.0	2.5	1.7	2.0	1.8	0.33	1.3	0.02	0.078	0.040	0.029	8	15	5	7.9
大貫橋	-	22	12.1	8.8	11	7	4.5	4.0	3.6	2.7	1.7	1.4	0.13	0.83	0.02	0.085	0.029	0.003	47	25	9	6.7
高橋	3.1	>50	11.8	8.2	10	7	5.2	4.0	2.5	2.2	2.5	2.5	0.21	2.0	0.03	0.15	0.099	0.091	5	0	0	10
長岡橋	0.7	>50	13.1	7.9	11	6	4.9	4.1	2.6	2.3	3.1	2.8	0.22	2.4	0.03	0.090	0.044	0.032	6	0	0	14

## 1-16 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(COD)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：平成30年4月～平成31年3月，月1回。
- ② 調査地点(図1)
  - ・湖内8地点(L1-L8)の上層(水面下50cm)及び下層(湖底上50cm)
  - ・流入河川4地点(R1-R4)及び流出河川1地点(R5)の表層
- ③ 調査項目
  - ・水深、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(D-COD)、全有機炭素量(TOC)、溶存態TOC(DOC)、全窒素量(TN)、溶存態TN(D-TN)、各態窒素量(NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N)、全りん量(TP)、溶存態TP(D-TP)、りん酸イオン量(PO<sub>4</sub>-P)、クロロフィルa(Chl.a)、比色シリカ(Si)

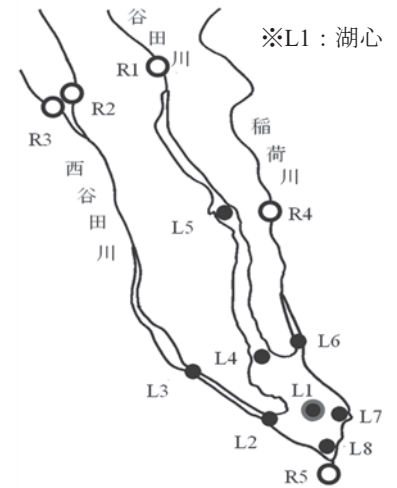


図1 牛久沼調査地点

#### (2) 分析方法

試料水は当センターに持ち帰り、次の方法で分析した。

CODについては過マンガン酸カリウム(100℃)による方法により分析した。TN及びDTN、TP及びDTPについては窒素リン自動分析装置(ブランルーベ社製 AUTOANALYZER III)で、各態窒素量(NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N)及びりん酸イオン量(PO<sub>4</sub>-P)については形態別窒素リン自動分析装置(ブランルーベ社製 AACCS-II)で分析した。クロロフィルaの測定については、試料水を孔径1.2μmのろ紙(Whatman, GF/C)を用いてろ別し、得られたろ紙を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(3000rpm, 10分)して得られた上澄み液を分析に供した。分析には、吸光度計(shimadzu社製, UV-2550)を用いて吸光度を測定し、ユネスコ法の計算式を用いてクロロフィルa濃度を算出した。pH及びECは東亜DKK製多項目水質計WM-32EPを使用した。

#### (3) プランクトン調査

- ① 調査期間：(1)①と同じ
- ② 調査頻度：植物プランクトン月1回，動物プランクトン月1回
- ③ 調査地点：湖心(L1)
- ④ 調査項目：植物プランクトンの細胞体積，動物プランクトンの個体数
- ⑤ 調査方法

植物プランクトンについては、調査地点でペリスタルティックポンプを用いて上層水を400mL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。得られた試料についてプランクトン計数板を用いて種ごとの細胞数を測定し、得られた細胞数に1細胞当たりの体積を掛けあわせることで細胞体積を算出した。

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0.1mm)を用いて湖底直上0.5m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。得られた試料について植物プランクトンと同様にプランクトン計数板を用いて個体数密度を測定した。

### 3 調査結果

水質調査結果は全地点の平均値を用いた。本報告では上層の結果のみ示す。

また、植物プランクトン及び動物プランクトンの調査結果は平成 23 年度～30 年度の出現状況を報告する。

表 1～表 6 に現地測定及び水質分析結果一覧を示す。

#### (1) 水質の経年変化及び平成 30 年度経月変化 (図 2, 図 3)

##### ① COD

- ・平成 30 年度は湖内では 7.8 mg/L で、前年度より 0.4mg/L 高い値で、流入河川では 5.5 mg/L で、前年度より 0.3mg/L 高い値を示した。
- ・経月変化については、10 月及び 1 月～3 月に平均値を上回って推移した。
- ・経年変化については、湖内は横ばい～やや低下する傾向が見られていたが、平成 28 年度以降は上昇傾向が見られた。流入河川では、ほぼ横ばいで推移していたが、湖内同様平成 28 年度以降は上昇傾向が見られた。

##### ② TN

- ・平成 30 年度は湖内では 1.2 mg/L で、前年度より 0.3 mg/L 低い値で、流入河川では 1.9 mg/L で前年度と同程度であった。
- ・経月変化については、9 月以降平均値を下回って推移した。
- ・経年変化については、湖内は横ばいで推移し、平成 28 年度以降は低下する傾向が見られた。流入河川では低下する傾向が見られている。

##### ③ TP

- ・平成 30 年度は湖内では 0.096 mg/L で、前年度より 0.011 mg/L 高かった。流入河川では 0.075 mg/L で、前年度より 0.013 mg/L 高い値を示した。
- ・経月変化については、6 月～1 月、及び 3 月は平均値より上回った。
- ・経年変化については、湖内と流入河川は近い値の傾向を示していたが、平成 26 年度以降は開きが見られている。湖内は低下傾向にあったが、平成 25 年度から上昇する傾向が見られている。流入河川は低下傾向にあるが、平成 28 年度以降は上昇傾向が見られた。

##### ④ Chl. a

- ・平成 30 年度は湖内では 51  $\mu\text{g/L}$  で、前年度より 4  $\mu\text{g/L}$  低かった。流入河川では 9  $\mu\text{g/L}$  で、前年度より 4  $\mu\text{g/L}$  低かった。
- ・経月変化については、変動が大きく、5 月～8 月、及び 10 月は平均値より下回った。
- ・経年変化については、湖内は変動があり 42 $\mu\text{g/L}$ ～56 $\mu\text{g/L}$  の範囲で推移している。流入河川についても平成 27 年度以降は上昇したものの長期的に横ばいで推移している傾向が見られた。

#### (2) プランクトン (図 4)

①植物プランクトン(細胞体積):平成 30 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、前年度に比べ藻類全体の細胞体積は少なかった。

②動物プランクトン(個体数密度):平成 30 年度の優占種はワムシ類で、個体数は 8 月が最も多く、12 月以降は少なかった。

(3) 気象<sup>1)</sup> (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。また、平年値(1981年~2010年の平均値)と比較した。

- ①平均気温：経年変化は、変動はあるものの上昇傾向であった。経月変化は平年値と比べ4月及び7月は高かったものの、同様の傾向であった。
- ②降水量：平成30年度は1283mmで前年度より217mm少なかった。経年変化は、変動があり、平成26年度以降は低下傾向にあった。経月変化は平年値と比べ5月及び9月が高かった。
- ③日照時間：平成30年度は2118.6時間で、前年度より45時間長かった。経年変化は変動があり、平成27年度以降に増加傾向であった。経月変化は9月、12月及び2月は平年値を下回った。

参考

- 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/>

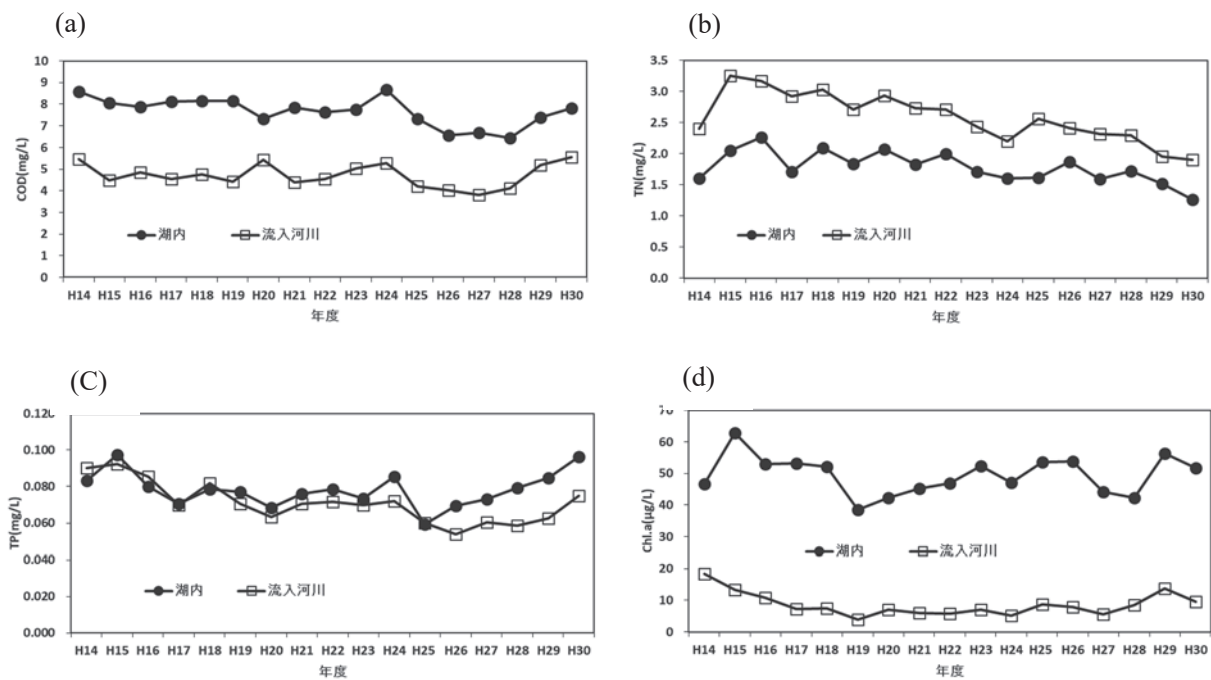


図2 湖内上層及び流入河川(全地点平均)における水質の経年変化(年度)

(a) COD (b) TN (c) TP (d) Chl.a

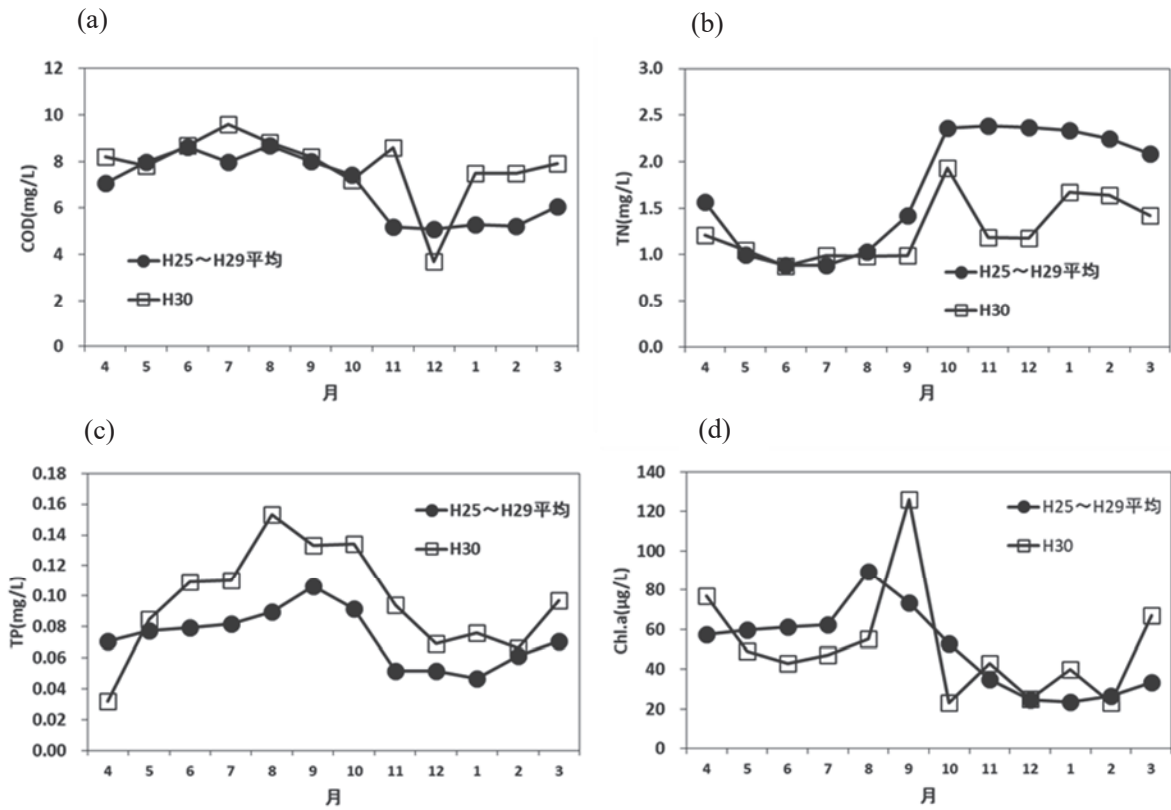


図3 湖内上層（全地点平均）における水質の経月変化  
 (a) COD (b) TN (c) TP (d) Chl.a

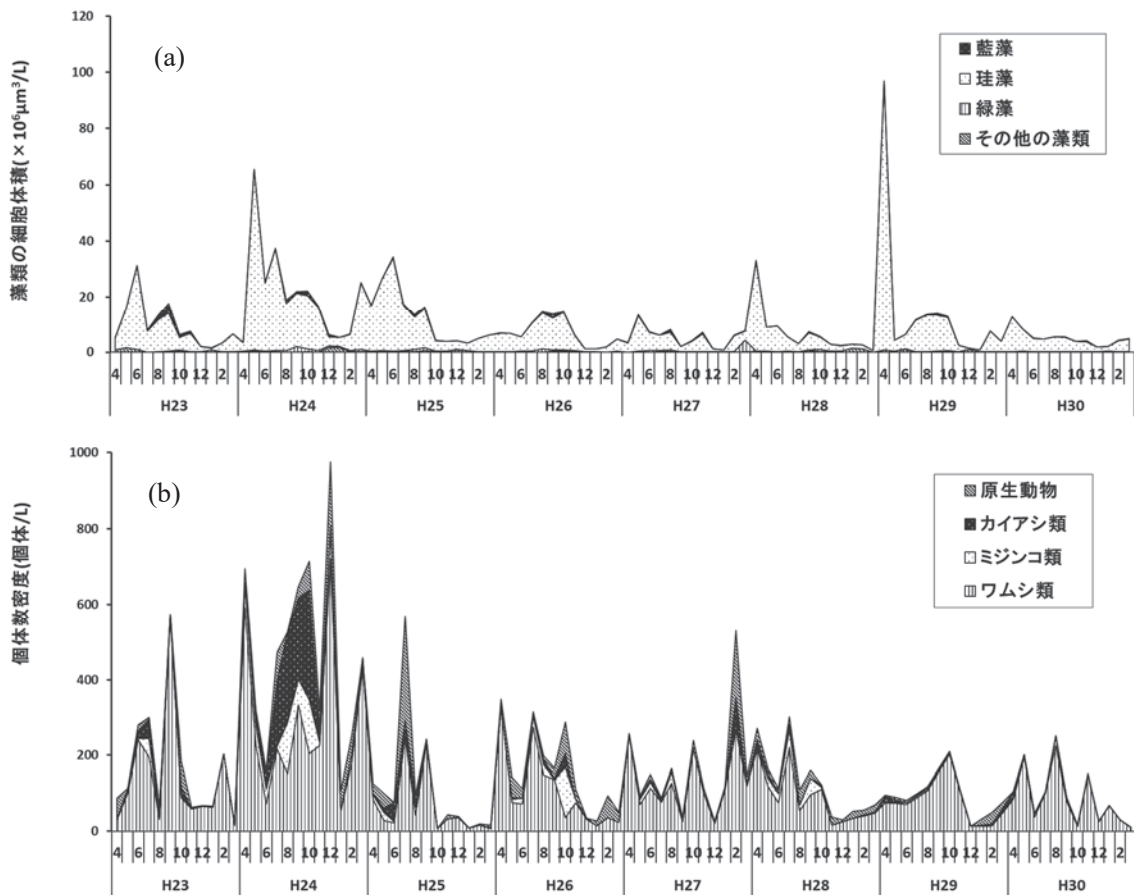


図4 湖心上層におけるプランクトンの変化  
 (a) 植物プランクトンの細胞体積, (b) 動物プランクトンの個体数 (H29 は偶数月のみ計測)

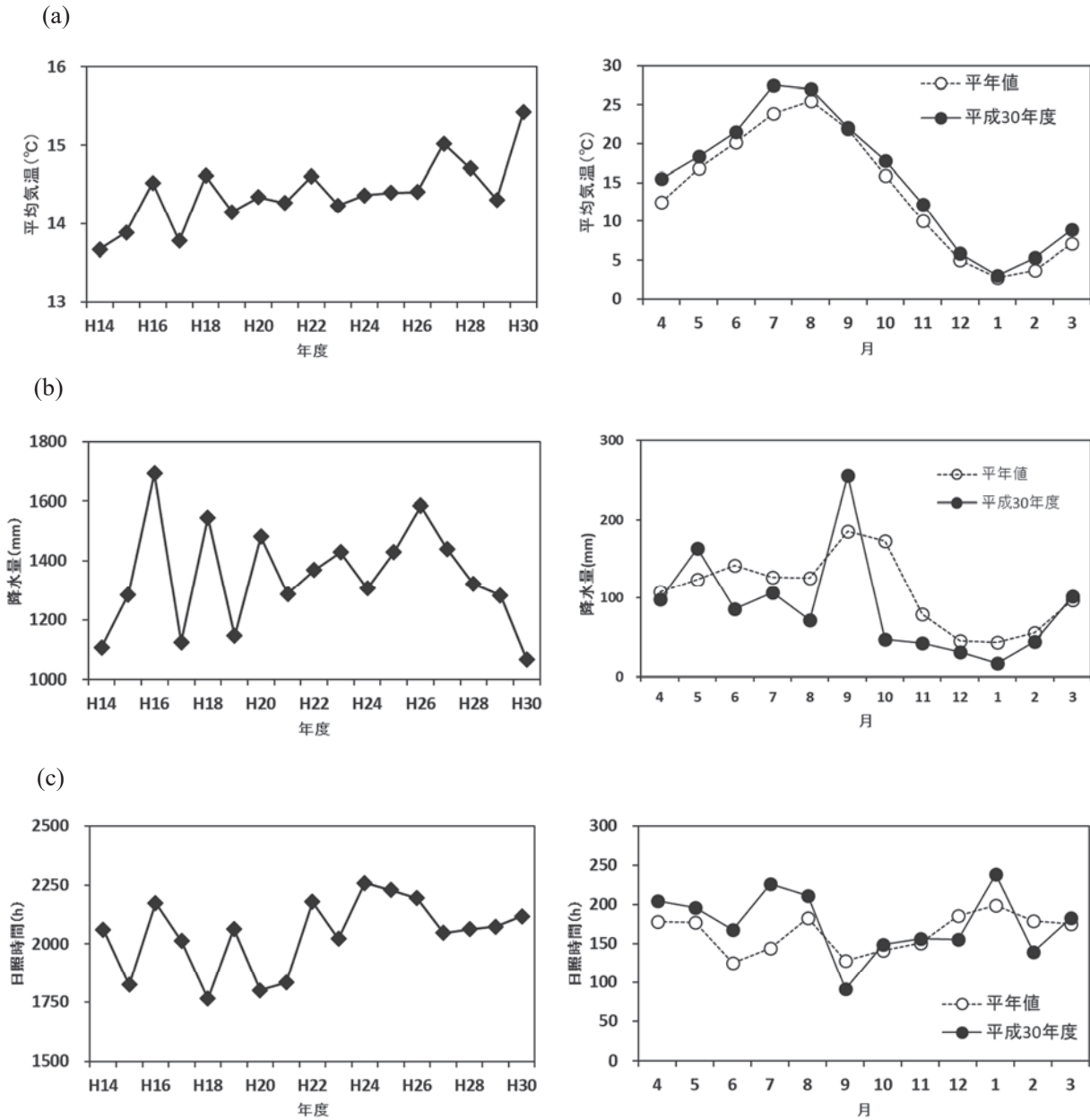


図5 つくば市（館野）における気象の状況  
 (a) 平均気温, (b) 降水量, (c) 日照時間 左図：経年変化, 右図：経月変化

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：平成30年4月20日 天気：晴 気温：21.6℃ (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	8:58	2.0	70	18.5	8.7	22.9	9.3	8	8.0	4.9	5.3	3.0	1.0	0.52	0.03	0.01	0.25	0.025	0.014	<0.003	45	2.7	
湖沼	L1	下層	8:58			18.5	8.7	22.9	9.5	11	9.4	4.9	5.5	3.0	0.92	0.48	0.03	0.01	0.26	0.023	0.013	<0.003	43	2.7	
湖沼	L2	上層	9:17	2.0	70	18.5	8.4	25.1	9.8	10	8.0	4.8	5.0	2.9	1.2	0.72	0.02	0.02	0.53	0.028	0.014	<0.003	64	5.3	
湖沼	L2	下層	9:17			17.5	8.3	24.9	9.4	8	7.7	5.1	4.9	2.9	1.1	0.62	0.02	0.01	0.45	0.028	0.014	0.004	59	4.6	
湖沼	L3	上層	9:33	2.1	55	19.0	8.5	26.9	4.9	14	8.8	4.9	5.2	2.9	1.7	1.1	0.03	0.02	0.72	0.042	0.029	0.011	93	7.4	
湖沼	L3	下層	9:33			18.0	8.4	26.8	9.3	14	8.9	5.0	5.1	2.8	1.5	1.1	0.03	0.02	0.74	0.036	0.021	0.006	76	7.6	
湖沼	L4	上層	9:55	1.6	59	18.9	8.6	23.8	9.7	12	8.8	5.2	5.7	3.0	1.0	0.58	0.03	0.01	0.21	0.029	0.019	0.004	65	3.4	
湖沼	L4	下層	9:55			18.1	8.6	23.4	9.6	26	9.1	5.3	5.7	3.0	0.90	0.51	0.03	0.01	0.22	0.031	0.015	<0.003	71	3.2	
湖沼	L5	上層	10:23	2.4	58	20.2	8.9	26.5	11	24	9.5	4.5	5.9	2.7	1.4	0.84	0.03	0.03	0.50	0.048	0.024	0.010	171	7.5	
湖沼	L5	下層	10:23			18.5	8.6	26.6	9.3	14	8.4	4.8	4.5	2.6	1.1	0.76	0.03	0.02	0.46	0.040	0.018	0.004	90	7.1	
湖沼	L6	上層	10:50	2.3	65	21.1	8.7	23.0	11	10	7.2	4.0	4.0	2.3	1.3	0.97	0.02	0.03	0.79	0.028	0.015	0.005	91	7.1	
湖沼	L6	下層	10:50			19.0	8.3	23.3	9.3	11	7.8	4.3	4.2	2.5	1.1	0.94	0.03	0.02	0.62	0.029	0.013	<0.003	70	5.7	
湖沼	L7	上層	8:46	1.5	68	18.5	8.0	26.1	9.4	17	7.7	4.9	5.2	3.0	0.84	0.59	0.02	0.01	0.27	0.024	0.013	<0.003	47	2.9	
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	11:10	2.8	85	22.0	8.8	23.8	10	12	7.5	4.9	5.1	2.9	0.91	0.52	0.02	0.01	0.24	0.028	0.013	<0.003	43	2.5	
湖沼	L8	下層	11:10			18.4	8.9	23.0	10	12	7.9	4.9	4.9	2.9	0.83	0.59	0.02	0.01	0.25	0.022	0.010	<0.003	47	2.5	

種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)
流入河川	R1	13:25	0.2	1.7	>50	22.0	7.7	23.7	9.1	3	3.4	2.9	2.2	1.6	1.5	1.5	0.08	0.03	1.3	0.022	0.015	0.011	10	11.6
流入河川	R2	12:50	0	2.0	35	21.2	7.9	24.2	10	6	5.7	3.6	3.2	2.0	2.1	2.1	0.08	0.05	1.5	0.031	0.010	<0.003	33	9.9
流入河川	R3	13:10	0	1.2	>50	21.0	7.6	29.2	8.5	3	3.6	2.6	2.0	1.4	2.6	2.6	0.24	0.07	1.8	0.014	0.010	0.008	9	12.9
流入河川	R4	12:20	0	1.6	>50	19.5	7.9	25.3	8.9	1	3.0	2.6	1.8	1.5	1.6	1.6	<0.02	0.01	1.4	0.015	0.011	0.009	4	9.7
流出河川	R5	11:46	0.2	2.6	38	20.5	9.0	23.1	11	7	7.6	4.5	4.7	2.8	1.0	0.68	0.02	0.02	0.40	0.024	0.014	<0.003	59	2.2



牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：平成30年5月23日 天気：曇 気温：21.2℃ (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	8:50	1.8	70	22.5	8.4	20.9	9.2	20	8.4	4.4	4.1	2.7	0.89	0.42	<0.02	0.01	0.18	0.076	0.014	<0.003	43	5.2	
湖沼	L1	下層	8:50			22.0	8.6	19.9	8.8	31	8.5	4.4	4.2	2.6	0.95	0.49	0.02	0.01	0.17	0.094	0.010	<0.003	45	5.1	
湖沼	L2	上層	9:07	1.9	70	22.5	8.5	19.6	8.6	24	6.6	4.2	4.6	3.3	0.92	0.46	0.02	0.01	0.18	0.076	0.010	<0.003	46	5.4	
湖沼	L2	下層	9:07			22.0	8.3	19.4	7.6	25	7.9	4.6	4.4	3.3	0.73	0.40	0.02	0.01	0.17	0.045	0.010	<0.003	51	5.1	
湖沼	L3	上層	9:19	2.2	70	22.5	8.1	20.7	7.8	20	7.3	4.5	4.2	3.2	1.0	0.57	0.08	0.01	0.26	0.085	0.013	<0.003	41	6.7	
湖沼	L3	下層	9:19			22.5	7.9	20.7	7.0	29	9.0	4.7	4.3	3.2	0.82	0.57	0.10	0.01	0.25	0.052	0.011	<0.003	30	7.1	
湖沼	L4	上層	9:40	1.6	55	22.5	8.0	19.1	8.5	22	8.3	4.0	4.9	3.2	1.0	0.54	0.05	0.02	<0.01	0.077	0.012	<0.003	50	6.0	
湖沼	L4	下層	9:40			23.0	8.2	19.1	8.7	32	8.6	4.4	5.0	3.1	1.2	0.54	0.06	0.02	<0.01	0.087	0.010	0.003	52	6.0	
湖沼	L5	上層	9:57	2.3	70	23.0	8.2	23.5	9.8	18	7.6	4.3	3.9	2.8	1.3	0.89	0.06	0.03	0.59	0.098	0.014	0.004	44	9.2	
湖沼	L5	下層	9:57			22.7	8.2	23.9	9.3	20	7.3	4.8	3.5	2.7	1.3	0.91	0.06	0.02	0.61	0.069	0.012	0.003	50	9.3	
湖沼	L6	上層	10:20	2.3	79	23.0	8.2	21.7	9.8	18	7.2	4.3	3.2	2.7	1.3	0.73	0.05	0.02	0.60	0.099	0.015	0.005	56	7.7	
湖沼	L6	下層	10:20			22.0	8.1	22.3	6.8	24	7.0	4.7	3.3	2.7	1.4	1.1	0.14	0.02	0.85	0.084	0.014	0.008	22	9.5	
湖沼	L7	上層	8:40	1.5	50	23.5	7.5	26.4	8.5	24	8.6	4.5	4.0	2.8	1.0	0.51	0.03	0.02	0.20	0.090	0.009	<0.003	59	5.6	
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:38	2.6	69	21.5	8.3	19.4	9.1	22	8.1	4.3	4.4	3.1	0.75	0.43	0.03	0.01	0.15	0.081	0.007	<0.003	53	4.4	
湖沼	L8	下層	10:38			21.5	8.0	19.3	7.8	31	8.2	4.7	4.5	3.0	0.95	0.43	0.05	0.01	0.16	0.094	0.007	<0.003	60	4.6	

種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)
流入河川	R1	13:10	0.8	2.5	31	25.0	7.4	26.0	7.6	10	5.6	4.3	3.3	3.1	1.3	1.2	0.07	0.01	0.88	0.071	0.021	0.015	6	10.4
流入河川	R2	12:22	0.5	2.6	33	24.5	7.5	25.1	7.6	14	5.8	4.3	3.2	2.7	1.4	1.3	0.14	0.02	1.0	0.063	0.014	0.010	11	8.9
流入河川	R3	12:44	0	1.3	24	27.5	7.4	25.5	7.3	12	7.0	4.9	3.3	3.0	1.2	0.99	0.09	0.01	0.71	0.077	0.018	0.010	19	8.4
流入河川	R4	11:50	0.4	1.5	25	22.5	7.8	23.0	8.3	27	7.1	3.7	3.0	2.6	1.4	1.3	0.05	0.01	1.0	0.16	0.12	0.12	11	10.5
流出河川	R5	11:12	0	2.6	23	24.5	8.8	20.7	10.6	12	8.5	4.5	3.7	2.9	0.92	0.53	0.09	0.02	0.12	0.095	0.022	0.005	78	4.1

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：平成30年6月15日 天気：雨 気温：15.6℃ (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	9:01	1.6	68	22.0	7.7	22.1	6.6	22	8.3	4.7	4.8	3.2	0.71	0.38	0.03	0.01	0.08	0.090	0.022	0.003	29	8.1	
湖沼	L1	下層	9:01			22.0	7.7	22.1	6.9	23	8.5	4.7	4.9	3.2	0.64	0.38	0.03	0.01	0.07	0.082	0.022	<0.003	29	8.0	
湖沼	L2	上層	9:15	1.9	<50	21.5	7.8	22.9	7.0	42	10	5.6	5.3	3.4	0.61	0.39	0.02	0.01	0.06	0.13	0.021	0.004	41	7.6	
湖沼	L2	下層	9:15			21.5	7.8	22.9	7.3	42	9.1	5.0	5.1	3.4	0.70	0.39	0.02	0.01	0.06	0.15	0.021	0.006	11	7.6	
湖沼	L3	上層	9:28	3.2	50	22.0	7.7	24.2	7.3	23	8.4	5.1	4.6	3.6	0.97	0.53	0.04	0.01	0.21	0.10	0.022	0.005	47	8.0	
湖沼	L3	下層	9:28			22.5	7.7	24.3	7.2	42	8.3	5.2	5.4	3.6	1.0	0.54	0.04	0.01	0.20	0.15	0.022	0.006	29	8.2	
湖沼	L4	上層	9:45	1.6	52	21.7	7.7	22.7	7.1	35	10	4.9	5.0	3.3	0.96	0.39	0.05	0.01	0.06	0.11	0.022	0.003	74	7.9	
湖沼	L4	下層	9:45			22.0	7.7	22.8	7.0	33	10	5.0	5.1	3.4	0.85	0.42	0.05	0.01	0.06	0.11	0.023	0.004	69	8.0	
湖沼	L5	上層	10:03	2.3	60	21.5	7.8	24.8	8.0	22	9.0	5.0	5.3	3.5	1.0	0.58	0.04	0.02	0.23	0.11	0.024	0.005	45	9.1	
湖沼	L5	下層	10:03			22.0	7.8	24.8	7.9	24	8.9	5.0	5.0	3.4	1.0	0.59	0.04	0.02	0.24	0.12	0.019	0.006	28	9.1	
湖沼	L6	上層	10:24	2.3	86	21.0	7.6	20.9	6.9	15	6.9	4.3	3.7	2.9	1.2	0.96	0.07	0.02	0.63	0.10	0.017	0.008	31	8.3	
湖沼	L6	下層	10:24			22.0	7.6	21.0	6.4	16	6.9	4.1	3.6	2.8	1.0	0.90	0.09	0.02	0.64	0.10	0.014	0.006	18	8.4	
湖沼	L7	上層	8:52	1.4	60	21.5	7.6	23.4	6.5	24	8.7	4.7	4.6	3.2	0.72	0.38	0.02	0.01	0.07	0.082	0.013	<0.003	57	8.1	
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:36	2.6	53	21.0	7.7	22.7	7.0	35	8.2	5.0	5.3	3.4	0.80	0.37	0.02	0.01	0.05	0.11	0.013	<0.003	21	7.6	
湖沼	L8	下層	10:36			21.5	7.7	22.9	7.0	48	11	5.3	5.3	3.4	0.89	0.39	0.02	0.01	0.05	0.12	0.013	0.003	51	7.6	

種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)
流入河川	R1	13:16	0.8	2.7	38	20.5	7.4	26.2	6.7	16	5.8	4.4	3.2	2.7	1.2	1.2	0.11	0.02	0.88	0.093	0.029	0.020	3	12.5
流入河川	R2	12:35	0.5	2.9	36	21.0	7.5	24.9	7.7	12	6.2	4.5	3.2	2.7	1.4	1.3	0.08	0.02	0.92	0.076	0.018	0.009	15	8.1
流入河川	R3	12:52	0	1.5	32	19.5	7.3	23.4	7.2	13	6.0	4.4	2.8	2.7	1.1	1.0	0.08	0.02	0.91	0.086	0.018	0.010	10	9.2
流入河川	R4	12:07	0.4	1.3	39	19.2	7.5	21.1	8.4	18	5.9	4.0	3.2	2.5	1.1	0.98	0.04	0.01	0.81	0.14	0.051	0.045	3	9.9
流出河川	R5	11:14	0	2.6	14	21.5	7.6	22.9	7.0	37	9.7	5.3	4.6	3.6	0.85	0.46	0.05	0.01	0.08	0.12	0.012	<0.003	34	7.8

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：平成30年7月13日 天気：晴 気温：29.8℃ (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	9:54	2.7	50	30.5	8.2	20.7	8.6	23	10	5.3	6.0	3.5	0.74	0.34	0.04	<0.01	0	0.089	0.018	<0.003	12	4.2	
湖沼	L1	下層	9:54			30.0	7.9	20.2	6.1	27	9.2	5.2	4.9	3.3	0.85	0.38	0.05	<0.01	0.04	0.10	0.018	<0.003	9	4.2	
湖沼	L2	上層	10:04	2.2	64	30.5	7.9	21.2	8.2	18	9.1	5.1	4.7	3.2	0.78	0.36	0.04	<0.01	0	0.10	0.018	<0.003	88	4.8	
湖沼	L2	下層	10:04			30.0	7.8	21.1	5.8	23	8.8	5.1	4.7	3.3	0.81	0.34	0.05	<0.01	0	0.10	0.019	<0.003	47	4.6	
湖沼	L3	上層	10:17	2.3	56	31.0	8.3	21.6	10	19	9.1	4.9	6.0	3.2	0.87	0.32	0.04	<0.01	<0.01	0.10	0.022	<0.003	12	6.8	
湖沼	L3	下層	10:17			30.0	8.2	21.7	7.0	38	10	4.8	5.1	3.0	0.84	0.34	0.07	<0.01	<0.01	0.094	0.016	<0.003	64	6.9	
湖沼	L4	上層	10:33	1.8	75	31.5	8.3	22.3	8.2	24	11	5.4	7.2	3.5	0.94	0.38	0.04	<0.01	0	0.13	0.022	<0.003	63	4.5	
湖沼	L4	下層	10:33			30.5	8.2	22.2	7.2	26	8.0	5.6	6.0	3.4	0.93	0.36	0.04	<0.01	0	0.10	0.020	<0.003	23	4.5	
湖沼	L5	上層	10:51	2.6	60	30.0	8.2	17.6	9.4	16	7.5	4.3	3.7	2.6	1.2	0.86	0.06	0.02	0.54	0.10	0.024	<0.003	42	9.0	
湖沼	L5	下層	10:51			29.0	7.9	16.1	6.1	18	6.3	4.3	3.7	2.4	1.1	0.90	0.10	0.02	0.64	0.092	0.013	<0.003	38	9.2	
湖沼	L6	上層	11:14	2.6	62	30.5	7.9	15.2	7.5	18	8.9	4.6	4.4	2.8	1.3	0.83	0.09	0.01	0.49	0.13	0.027	0.005	28	6.2	
湖沼	L6	下層	11:14			28.5	7.7	14.3	5.9	34	8.2	4.6	5.1	2.5	1.1	0.91	0.10	0.02	0.62	0.16	0.021	0.008	11	6.3	
湖沼	L7	上層	9:44	1.7	55	30.5	8.0	20.2	9.3	25	11	5.8	6.8	3.6	1.0	0.38	0.04	<0.01	<0.01	0.11	0.024	<0.003	57	3.6	
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	11:29	2.8	61	32.0	8.8	20.5	10	21	10	5.8	7.8	3.6	0.93	0.38	0.03	<0.01	0	0.10	0.023	<0.003	73	3.6	
湖沼	L8	下層	11:29			30.0	8.2	20.5	5.9	62	10	5.5	6.1	3.4	0.78	0.36	0.04	<0.01	<0.01	0.16	0.016	<0.003	16	3.7	

種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)
流入河川	R1	13:44	4.5	2.7	33	29.2	7.6	20.9	7.4	8	4.6	4.2	3.3	2.3	1.5	1.2	0.09	0.01	0.92	0.075	0.030	0.020	8	12
流入河川	R2	13:11	3.6	1.4	31	30.0	7.5	19.4	8.5	8	6.2	5.0	3.8	2.8	1.1	1.0	0.05	0.02	0.66	0.074	0.020	0.006	32	11
流入河川	R3	13:27	0	1.3	42	31.5	7.2	22.6	8.7	7	5.9	4.9	3.6	2.5	0.92	0.75	0.06	0.01	0.44	0.055	0.023	0.008	8	11
流入河川	R4	12:36	0	1.7	36	29.5	8.0	20.7	7.9	3	4.3	3.9	2.8	2.2	1.0	0.93	0.04	<0.01	0.72	0.074	0.040	0.030	3	12
流出河川	R5	12:01	6.4	2.7	16	31.5	8.5	22.2	9.0	24	9.8	5.7	5.1	3.2	0.71	0.37	0.04	<0.01	<0.01	0.087	0.019	<0.003	52	4.8

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：平成30年8月17日 天気：晴 気温：26.8℃ (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	9:48	1.7	<50	28.5	8.1	22.8	7.1	45	9.6	5.7	6.6	3.7	0.88	0.42	0.05	<0.01	<0.01	0.13	0.030	0.004	77	4.3	
湖沼	L1	下層	9:48			27.0	8.1	21.5	7.1	47	8.5	5.8	6.8	3.7	0.97	0.38	0.05	<0.01	<0.01	0.16	0.027	0.003	18	4.3	
湖沼	L2	上層	10:00	1.7	<50	27.0	8.2	22.8	7.2	30	8.4	5.9	6.4	3.8	0.85	0.38	0.05	<0.01	<0.01	0.13	0.023	0.003	8	7.5	
湖沼	L2	下層	10:00			28.0	8.1	22.2	6.8	39	8.2	5.9	6.3	3.7	0.95	0.36	0.05	<0.01	<0.01	0.13	0.026	0.003	34	7.9	
湖沼	L3	上層	10:14	1.8	50	28.0	8.2	24.1	6.6	38	8.7	5.7	5.8	3.7	0.92	0.36	0.06	<0.01	<0.01	0.18	0.030	0.009	64	8.2	
湖沼	L3	下層	10:14			27.0	8.2	23.4	6.2	57	9.2	5.8	7.0	3.7	1.0	0.37	0.06	<0.01	<0.01	0.22	0.030	0.010	59	8.3	
湖沼	L4	上層	10:34	1.4	<50	28.0	8.4	22.2	7.3	48	9.4	5.7	6.3	3.7	1.0	0.39	0.06	<0.01	<0.01	0.17	0.025	0.003	76	5.6	
湖沼	L4	下層	10:34			28.0	8.3	22.3	7.2	46	8.1	5.8	6.3	3.6	1.1	0.37	0.07	<0.01	<0.01	0.16	0.023	0.003	71	5.7	
湖沼	L5	上層	10:53	2.2	52	29.0	8.5	25.0	8.5	28	7.3	5.3	5.2	3.4	1.0	0.40	0.08	<0.01	0.03	0.14	0.032	0.009	63	10	
湖沼	L5	下層	10:53			28.0	8.5	24.4	7.5	38	6.5	5.4	5.3	3.3	1.1	0.46	0.11	<0.01	0.04	0.17	0.031	0.010	78	10	
湖沼	L6	上層	11:16	2.2	<50	29.0	8.7	23.2	10.1	37	8.3	5.6	6.1	3.5	1.0	0.36	0.04	<0.01	<0.01	0.15	0.030	0.004	48	9.2	
湖沼	L6	下層	11:16			27.5	8.8	22.1	9.8	48	8.0	5.8	6.7	3.5	1.1	0.36	0.05	<0.01	<0.01	0.13	0.028	0.006	88	9.8	
湖沼	L7	上層	9:40	1.3	<50	28.0	8.4	25.0	8.0	50	9.8	6.2	7.3	3.9	1.0	0.39	0.04	<0.01	<0.01	0.14	0.024	<0.003	29	4.2	
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	11:31	2.5	50	29.5	8.7	22.5	8.1	34	8.9	6.3	7.5	3.9	1.0	0.39	0.05	<0.01	<0.01	0.15	0.024	0.003	77	4.4	
湖沼	L8	下層	11:31			28.0	8.7	21.4	7.9	53	8.0	6.5	6.7	3.7	1.1	0.40	0.05	<0.01	<0.01	0.16	0.025	0.003	77	4.8	

種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)
流入河川	R1	13:55	0.6	2.2	48	29.1	8.0	25.4	9.8	8	4.8	4.4	3.1	2.5	0.85	0.61	0.06	0.01	0.34	0.078	0.035	0.022	9	12
流入河川	R2	13:20	0.1	2.6	35	28.3	8.2	23.8	9.9	10	6.8	5.3	4.2	3.1	0.76	0.43	0.06	<0.01	0.08	0.063	0.020	0.003	26	10
流入河川	R3	13:30	0	1.1	>50	28.2	7.6	26.4	7.9	6	4.4	4.3	2.8	2.4	0.86	0.70	0.10	<0.01	0.44	0.053	0.024	0.014	5	12
流入河川	R4	12:55	0	1.0	>50	28.0	8.1	24.0	9.0	4	4.4	4.2	2.8	2.4	0.73	0.66	0.07	<0.01	0.33	0.064	0.046	0.036	3	12
流出河川	R5	12:07	0	1.7	24	30.1	9.0	22.3	10.1	16	8.5	5.9	5.5	3.4	0.88	0.46	0.07	0.11	0.06	0.083	0.023	0.004	48	4.3

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：平成30年9月14日 天気：曇 気温：23.4℃ (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	10:04	1.6	<50	19.6	8.5	19.6	7.6	38	9.6	5.4	6.7	3.7	0.78	0.36	0.02	<0.01	<0.01	0.12	0.023	<0.003	63	1.9	
湖沼	L1	下層	10:04			19.5	8.5	19.7	7.6	42	9.0	5.2	6.9	3.6	0.89	0.36	0.02	<0.01	<0.01	0.15	0.022	<0.003	122	2.0	
湖沼	L2	上層	10:10	1.6	50	25.0	8.6	19.9	9.1	27	7.2	4.8	5.6	3.3	0.81	0.32	0.02	<0.01	<0.01	0.12	0.020	<0.003	171	4.4	
湖沼	L2	下層	10:10			25.0	8.7	19.8	9.4	32	7.4	4.6	5.3	3.2	0.86	0.34	0.03	<0.01	<0.01	0.13	0.019	<0.003	151	4.6	
湖沼	L3	上層	10:21	2.0	<50	24.5	8.8	21.9	9.5	39	8.1	4.5	5.3	3.1	1.1	0.48	0.07	<0.01	<0.01	0.15	0.022	0.003	199	6.6	
湖沼	L3	下層	10:21			24.5	8.9	21.7	9.8	50	8.2	4.5	5.4	3.1	1.1	0.51	0.07	<0.01	<0.01	0.18	0.021	<0.003	161	6.7	
湖沼	L4	上層	10:41	1.3	50	25.0	8.9	18.9	8.7	35	9.9	5.2	6.9	3.5	0.96	0.37	0.03	<0.01	<0.01	0.13	0.023	<0.003	100	2.4	
湖沼	L4	下層	10:41			25.2	8.9	18.8	9.4	34	9.5	5.3	6.6	3.5	0.88	0.36	0.03	<0.01	<0.01	0.12	0.023	<0.003	91	2.6	
湖沼	L5	上層	10:56	2.0	50	24.5	8.9	22.5	10.5	27	6.6	4.1	4.2	2.7	1.2	0.57	0.09	<0.01	<0.01	0.16	0.028	0.003	148	7.9	
湖沼	L5	下層	10:56			24.0	8.9	22.3	10.2	39	7.0	4.1	4.3	2.7	1.2	0.60	0.08	<0.01	<0.01	0.15	0.025	0.004	160	8.1	
湖沼	L6	上層	11:19	2.0	72	19.5	8.5	17.0	9.1	13	6.4	3.2	3.4	2.3	1.2	0.83	0.02	<0.01	<0.01	0.10	0.017	0.003	110	7.4	
湖沼	L6	下層	11:19			19.0	8.4	16.8	8.1	53	7.3	3.4	3.7	2.3	1.3	0.92	0.04	<0.01	0.03	0.20	0.018	<0.003	55	7.6	
湖沼	L7	上層	9:56	1.2	50	25.5	8.4	20.1	8.3	39	8.3	5.3	5.9	3.6	0.85	0.36	0.02	<0.01	<0.01	0.13	0.021	<0.003	176	2.9	
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	11:35	2.3	50	24.6	8.7	19.3	9.2	32	9.1	5.3	6.1	3.6	0.90	0.35	0.04	<0.01	<0.01	0.11	0.023	<0.003	42	2.1	
湖沼	L8	下層	11:35			24.5	8.6	19.5	6.9	47	8.0	5.1	5.8	3.4	0.96	0.34	0.03	<0.01	<0.01	0.15	0.020	<0.003	4	2.1	

種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)
流入河川	R1	13:31	0	2.2	>50	23.8	7.9	29.0	8.0	5	3.1	2.6	2.1	1.8	1.6	1.5	0.08	0.017	0.71	0.064	0.032	<0.003	2	15
流入河川	R2	13:02	0	1.5	31	24.5	7.7	25.3	7.3	13	5.2	3.3	3.1	2.2	1.8	1.6	0.12	0.034	0.57	0.10	0.027	0.003	17	10
流入河川	R3	13:17	0	0.9	>50	23.6	7.7	30.9	9.4	8	4.4	3.2	2.6	2.0	2.4	2.3	0.04	0.027	0.51	0.071	0.030	<0.003	1	16
流入河川	R4	12:38	0	1.0	>50	22.6	7.9	26.0	7.6	2	3.0	2.8	2.0	1.9	1.5	1.5	0.03	0.016	1.3	0.044	0.029	0.034	25	13
流出河川	R5	12:03	0.3	1.0	1.6	24.5	8.3	19.6	7.2	39	7.3	5.2	5.6	3.4	0.82	0.37	0.03	<0.01	<0.01	0.13	0.022	<0.003	2	2.1

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：平成30年10月3日 天気：曇 気温： 22.6 °C (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	9:49	1.4	<50	23.3	8.6	17.9	7.7	40	8.4	3.8	5.0	2.4	1.5	1.0	0.02	0.02	0.75	0.15	0.017	0.003	69	6.4	
湖沼	L1	下層	9:49			23.0	8.3	17.8	7.7	13	8.4	4.4	5.5	2.4	1.7	1.0	0.02	0.02	0.75	0.19	0.020	0.004	71	6.4	
湖沼	L2	上層	10:00	1.5	<50	24.0	8.2	17.7	5.9	19	7.1	4.2	3.7	2.5	1.8	1.6	0.14	0.02	1.2	0.12	0.025	0.009	78	6.6	
湖沼	L2	下層	10:00			23.5	8.1	17.6	5.8	28	7.3	4.6	3.9	2.4	1.9	1.6	0.15	0.02	1.1	0.14	0.025	0.010	75	6.6	
湖沼	L3	上層	10:13	1.7	<50	23.5	7.7	18.9	5.9	22	7.4	4.5	3.6	2.5	2.2	2.1	0.08	0.01	0.81	0.13	0.031	0.008	110	7.3	
湖沼	L3	下層	10:13			23.0	7.7	18.9	5.4	25	7.4	4.9	3.9	2.6	2.3	2.1	0.09	0.01	0.82	0.15	0.031	0.015	103	7.6	
湖沼	L4	上層	10:33	1.2	<50	23.5	7.6	16.2	7.7	23	7.8	3.6	4.1	2.1	1.6	1.2	0.10	0.02	0.91	0.12	0.019	0.004	57	6.5	
湖沼	L4	下層	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L5	上層	10:49	1.9	<50	23.5	7.8	19.9	5.3	14	5.7	3.8	2.8	2.2	2.7	2.4	0.06	<0.01	0.50	0.10	0.031	0.005	118	8.8	
湖沼	L5	下層	10:49			23.0	7.7	20.2	4.8	32	6.8	4.0	3.2	2.2	2.8	2.5	0.07	<0.01	0.51	0.15	0.034	0.004	107	8.9	
湖沼	L6	上層	11:09	1.9	90	23.0	7.4	23.2	6.8	7	4.6	3.4	2.3	1.9	2.1	2.0	0.07	0.01	0.83	0.080	0.032	0.010	145	11	
湖沼	L6	下層	11:09			22.0	7.6	23.7	6.5	12	4.8	3.3	2.4	1.9	2.2	2.0	0.07	0.01	0.82	0.087	0.029	0.008	129	11	
湖沼	L7	上層	9:41	1.0	<50	24.0	8.8	18.5	10	48	9.1	5.1	6.8	3.0	1.5	0.68	0.02	0.01	0.32	0.18	0.024	0.003	93	6.4	
湖沼	L7	下層	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	11:27	2.2	<50	23.5	7.8	18.8	10	22	7.9	4.5	5.1	2.4	1.6	1.0	0.02	0.02	0.64	0.16	0.018	0.003	99	6.4	
湖沼	L8	下層	11:27			23.0	8.1	15.9	8.2	45	7.5	4.4	4.4	2.4	1.6	0.93	0.03	0.02	0.64	0.15	0.017	0.003	93	6.5	

種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)
流入河川	R1	13:30	0	1.7	>50	21.5	7.6	32.5	9.3	5	2.5	2.3	1.6	1.3	3.0	3.0	0.02	<0.01	0.35	0.047	0.020	<0.003	6	13
流入河川	R2	12:54	0.6	2.1	31	22.9	7.6	26.8	8.9	13	3.9	2.9	2.2	1.7	3.2	3.0	0.02	<0.01	0.36	0.084	0.031	<0.003	13	11
流入河川	R3	13:08	0.1	0.9	44	22.6	7.6	27.7	9.2	3	4.3	3.1	2.1	1.7	2.8	2.8	0.03	<0.01	0.31	0.065	0.022	<0.003	6	12
流入河川	R4	12:26	0.4	1.0	>50	21.9	7.8	25.1	11	4	3.0	2.8	1.8	1.5	2.0	2.0	0.02	<0.01	0.45	0.056	0.030	0.005	1	12
流出河川	R5	11:56	1.3	1.3	9	23.5	8.0	18.6	8.0	44	7.1	4.3	4.3	2.3	1.5	1.0	0.01	0.01	0.55	0.16	0.018	0.012	71	6.4

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：平成30年11月9日 天気：雨 気温：15.5℃ (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	9:55	1.8	50	17.0	8.5	22.9	8.9	28	9.5	4.5	4.8	2.9	0.77	0.33	0.02	<0.01	<0.01	0.095	0.015	<0.003	22	4.8	
湖沼	L1	下層	9:55			17.0	8.6	22.6	8.9	33	10	4.4	4.9	2.8	0.85	0.31	0.02	<0.01	<0.01	0.11	0.015	<0.003	62	4.8	
湖沼	L2	上層	10:05	1.8	75	17.5	8.5	26.9	9.4	14	7.8	4.5	4.2	2.7	1.6	1.1	0.04	0.02	0.76	0.095	0.026	0.005	57	8.8	
湖沼	L2	下層	10:05			17.5	8.5	26.7	9.5	12	8.0	4.3	4.1	2.5	1.6	1.4	0.04	0.02	1.0	0.096	0.024	0.004	41	9.7	
湖沼	L3	上層	10:11	2.2	70	16.8	8.5	27.6	9.8	17	7.3	4.6	3.8	2.7	1.8	1.1	0.04	0.02	0.76	0.080	0.026	0.005	27	8.8	
湖沼	L3	下層	10:11			17.0	8.5	27.0	9.9	12	7.4	4.0	3.7	2.4	1.7	1.4	0.04	0.02	1.0	0.081	0.024	0.004	33	9.7	
湖沼	L4	上層	10:35	1.5	65	17.5	8.9	24.2	10	21	10	4.7	5.3	2.9	0.79	0.28	0.02	<0.01	<0.01	0.096	0.016	<0.003	50	5.5	
湖沼	L4	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L5	上層	10:51	2.3	70	17.0	8.8	26.5	11	19	7.7	3.7	3.8	2.1	1.5	1.0	0.02	0.02	0.75	0.10	0.018	0.003	32	10	
湖沼	L5	下層	10:51			17.0	8.8	26.7	10	23	8.0	3.8	3.9	2.1	1.4	1.0	0.02	0.02	0.77	0.11	0.017	0.003	72	10	
湖沼	L6	上層	11:11	1.9	80	17.0	8.7	22.0	9.8	12	7.1	4.0	3.7	2.3	1.3	1.0	0.02	0.01	0.73	0.10	0.017	0.005	45	8.6	
湖沼	L6	下層	11:11			17.0	8.6	21.7	9.0	16	7.4	4.2	3.7	2.4	1.3	0.95	0.03	0.01	0.67	0.10	0.018	0.005	40	8.4	
湖沼	L7	上層	9:44	1.4	60	17.0	8.0	27.9	9.6	23	10	4.8	5.3	3.1	0.77	0.28	<0.02	<0.01	<0.01	0.085	0.014	<0.003	63	4.0	
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	11:27	2.7	60	17.0	8.6	22.3	9.8	24	9.5	4.6	5.0	2.8	0.80	0.29	0.02	<0.01	<0.01	0.095	0.013	<0.003	51	4.5	
湖沼	L8	下層	11:27			17.0	8.7	22.4	9.2	30	10	4.5	5.0	2.9	0.81	0.27	<0.02	<0.01	<0.01	0.10	0.012	<0.003	38	4.6	

種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)
流入河川	R1	13:39	1.7	1.9	>50	17.3	7.8	27.8	9.1	5	3.4	3.0	2.1	1.7	1.9	1.5	0.02	<0.01	0.38	0.065	0.034	0.007	10	14
流入河川	R2	12:58	2.7	1.4	33	17.6	7.8	24.3	8.4	13	5.1	3.9	2.9	2.3	1.9	1.8	0.04	<0.01	0.37	0.082	0.030	0.006	9	10
流入河川	R3	13:04	0.2	0.8	>50	18.1	7.7	26.4	8.1	12	4.5	3.4	2.6	1.9	2.3	2.1	0.05	0.01	0.47	0.079	0.032	0.007	8	12
流入河川	R4	12:30	0.3	1.3	>50	16.6	8.1	25.0	7.4	1	8.6	8.5	5.5	4.9	2.7	2.6	0.05	<0.01	0.44	0.080	0.064	0.005	1	12
流出河川	R5	11:55	4.1	0.8	19	17.4	8.9	23.1	9.5	25	9.4	5.0	4.9	2.9	0.83	0.33	0.03	<0.01	<0.01	0.094	0.016	0.007	38	4.6

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：平成30年12月7日 天気：曇 気温：9.9℃ (つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	9:50	1.5	60	12.3	7.7	25.9	9.5	11	4.1	2.3	4.9	2.9	0.61	0.35	<0.02	<0.01	0.03	0.057	0.015	<0.003	7	6.1	
湖沼	L1	下層	9:50			12.4	8.5	25.9	9.5	11	4.1	2.3	4.3	2.9	0.66	0.34	<0.02	<0.01	0.03	0.054	0.014	<0.003	21	6.0	
湖沼	L2	上層	10:02	1.5	95	12.2	8.5	28.6	10	10	3.9	2.1	4.4	2.6	1.2	0.89	<0.02	0.01	0.63	0.060	0.013	<0.003	10	8.1	
湖沼	L2	下層	10:02			12.4	8.5	26.9	10	11	3.8	2.1	4.2	2.6	1.2	0.97	<0.02	0.01	0.68	0.064	0.013	<0.003	20	8.4	
湖沼	L3	上層	10:13	1.7	80	12.1	8.3	27.4	9.6	13	3.6	1.8	3.5	2.1	2.0	1.7	0.09	0.03	1.4	0.072	0.013	0.004	44	10	
湖沼	L3	下層	10:13			12.3	8.2	27.5	9.3	13	3.6	1.7	3.5	2.1	2.1	1.7	0.11	0.04	1.4	0.080	0.012	<0.003	39	10	
湖沼	L4	上層	10:29	1.2	85	12.4	8.4	26.1	9.7	11	4.1	2.2	4.1	2.7	0.78	0.50	<0.02	<0.01	0.20	0.065	0.014	<0.003	17	6.5	
湖沼	L4	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L5	上層	10:44	1.9	80	12.4	8.4	28.3	9.8	14	3.7	1.8	3.3	2.0	1.6	1.1	0.06	0.02	0.85	0.091	0.019	0.004	65	12	
湖沼	L5	下層	10:44			12.6	8.4	28.6	9.7	12	3.4	1.7	2.9	1.9	1.7	1.3	0.06	0.02	1.0	0.087	0.017	0.003	37	12	
湖沼	L6	上層	11:04	2.0	120	12.3	8.2	25.9	8.6	5	2.2	1.4	1.9	1.6	1.9	1.8	0.20	0.02	1.5	0.080	0.040	0.035	9	12	
湖沼	L6	下層	11:04			12.3	8.1	25.6	8.3	8	2.3	1.6	1.9	1.5	1.9	1.8	0.22	0.02	1.5	0.077	0.030	0.024	6	12	
湖沼	L7	上層	9:43	1.1	>80	12.2	7.1	25.5	9.9	11	4.0	2.6	4.4	3.0	0.60	0.31	<0.02	<0.01	<0.01	0.062	0.014	<0.003	34	5.5	
湖沼	L7	下層				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	11:19	2.3	85	12.3	8.5	25.4	9.9	10	4.0	2.5	4.2	2.9	0.58	0.32	<0.02	<0.01	0.02	0.062	0.014	<0.003	12	5.5	
湖沼	L8	下層	11:19			12.4	8.6	25.4	9.7	13	4.0	2.6	4.1	2.9	0.58	0.30	<0.02	<0.01	0.02	0.061	0.013	<0.003	24	5.6	

種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)
流入河川	R1	13:34	0.2	1.7	34	13.5	7.9	24.2	8.4	14	4.2	3.3	2.4	2.0	1.7	1.6	0.14	0.02	1.2	0.073	0.026	0.013	11	12
流入河川	R2	13:01	1.3	1.5	>50	13.8	7.8	28.3	8.7	10	4.6	3.0	2.0	1.7	2.3	2.1	0.26	0.04	1.8	0.085	0.042	0.040	5	12
流入河川	R3	13:18	0	0.7	>50	15.0	7.7	30.2	9.7	14	3.9	2.8	1.8	1.4	2.6	2.6	0.38	0.10	2.0	0.075	0.029	0.027	13	16
流入河川	R4	12:26	0.1	1.1	>50	12.7	8.0	23.1	9.4	4	3.1	3.0	1.9	1.7	1.4	1.4	0.04	0.01	1.1	0.054	0.029	0.019	5	14
流出河川	R5	11:52	0	0.6	38	12.8	8.5	25.8	9.8	11	6.4	4.9	3.6	2.8	0.58	0.37	0.03	<0.01	0.06	0.060	0.013	<0.003	32	5.9



牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：平成31年1月22日 天気：晴 気温：6.3℃ (つば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	9:51	1.5	<50	5.0	7.5	30.0	12	21	8.1	4.8	4.8	2.9	1.4	1.1	0.04	0.01	0.79	0.079	0.016	0.003	35	11	
湖沼	L1	下層	9:51			5.0	7.5	29.4	13	24	8.9	4.9	5.0	3.0	1.5	1.1	0.04	0.01	0.79	0.087	0.017	<0.003	33	11	
湖沼	L2	上層	10:04	1.6	50	5.0	7.7	29.3	12	20	8.5	4.8	4.8	2.9	1.5	1.2	0.03	0.01	0.87	0.073	0.017	<0.003	53	11	
湖沼	L2	下層	10:04			5.0	7.7	29.6	12	18	8.2	4.9	4.8	2.9	1.5	1.1	0.03	0.01	0.86	0.082	0.015	<0.003	32	11	
湖沼	L3	上層	10:18	2.5	90	5.5	7.8	30.7	12	12	6.4	3.7	3.4	2.2	2.2	1.8	0.04	0.02	1.6	0.069	0.015	<0.003	27	13	
湖沼	L3	下層	10:18			5.0	7.9	30.4	12	16	6.8	3.5	3.5	2.2	2.2	1.8	0.05	0.02	1.7	0.082	0.014	<0.003	40	13	
湖沼	L4	上層	10:37	1.2	95	5.0	7.9	29.8	11	18	8.2	4.8	4.5	2.9	1.4	1.1	0.03	0.01	0.84	0.069	0.018	<0.003	46	11	
湖沼	L4	下層	10:37			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L5	上層	10:54	1.9	100	5.0	8.0	30.7	12	10	6.0	3.5	2.8	2.0	1.8	1.6	0.04	0.02	1.3	0.059	0.020	0.004	41	15	
湖沼	L5	下層	10:54			4.5	8.0	30.7	12	11	6.1	3.4	2.7	1.9	2.0	1.6	0.04	0.02	1.3	0.065	0.021	0.005	52	16	
湖沼	L6	上層	11:18	2.0	120	6.0	8.1	31.1	12	10	6.0	3.9	3.2	2.2	1.6	1.4	0.03	0.01	1.1	0.091	0.033	0.021	22	14	
湖沼	L6	下層	11:18			5.5	8.1	30.4	12	66	10	4.0	4.6	2.2	1.9	1.3	0.04	0.01	1.1	0.20	0.034	0.021	54	13	
湖沼	L7	上層	9:43	1.1	50	5.5	7.3	30.1	11	17	7.7	5.0	4.4	2.8	1.4	1.1	0.02	0.01	0.85	0.074	0.017	<0.003	45	11	
湖沼	L7	下層	9:43			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	11:34	2.2	60	6.0	8.1	29.9	11	23	8.7	5.3	4.9	3.0	1.6	1.1	0.05	0.01	0.78	0.090	0.017	0.003	52	10	
湖沼	L8	下層	11:34			5.5	8.1	28.7	11	25	8.7	5.2	4.8	2.9	1.5	1.1	0.05	0.01	0.77	0.092	0.017	<0.003	51	11	

種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)
流入河川	R1	13:37	0	1.7	>50	7.0	8.0	31.4	12	4	3.0	2.7	1.6	1.5	1.7	1.4	0.10	0.02	1.3	0.056	0.034	0.030	13	19
流入河川	R2	13:05	0.1	1.5	>50	7.5	8.1	30.8	11	4	4.4	3.5	2.1	1.8	2.2	2.1	0.17	0.05	1.8	0.082	0.048	0.041	9	13
流入河川	R3	13:19	0	0.8	44	11.0	7.9	37.3	13	30	6.4	3.4	2.8	2.1	3.4	3.2	0.45	0.06	2.6	0.13	0.043	0.040	34	18
流入河川	R4	12:39	0	1.1	>50	6.3	7.9	31.9	11	1	2.7	2.6	1.4	1.3	2.0	1.9	0.04	0.01	1.8	0.037	0.020	0.017	11	15
流出河川	R5	12:06	0.8	0.5	21	7.0	8.0	31.9	11	21	7.9	5.3	4.4	3.0	1.4	1.1	0.06	0.01	0.77	0.087	0.019	0.003	35	11

牛久沼調査 検査結果一覧 採水日：平成31年2月8日 天気：晴 気温：5.2℃ (くは市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	9:47	1.5	90	7.5	7.9	29.6	11	13	7.9	4.7	4.5	3.0	1.5	1.0	0.03	0.01	0.88	0.068	0.009	<0.003	31	9.6	
湖沼	L1	下層	9:47			7.0	7.9	28.9	12	30	10	4.8	5.5	3.0	1.4	1.0	0.03	0.02	0.86	0.081	0.009	<0.003	21	9.7	
湖沼	L2	上層	9:57	1.6	80	6.5	8.0	28.9	12	14	8.1	4.8	4.7	3.0	1.5	1.2	0.02	0.01	0.93	0.063	0.009	<0.003	24	9.1	
湖沼	L2	下層	9:57			6.5	7.9	29.1	12	17	8.2	4.8	4.9	3.0	1.5	1.2	0.02	0.01	0.93	0.072	0.008	<0.003	14	9.0	
湖沼	L3	上層	10:08	1.8	80	6.5	8.5	28.9	14	18	8.7	4.2	5.1	2.6	1.9	1.6	0.03	0.02	1.2	0.085	0.013	0.003	53	8.4	
湖沼	L3	下層	10:08			6.5	8.5	29.0	14	18	9.1	4.1	5.2	2.6	2.0	1.5	0.03	0.02	1.2	0.085	0.015	0.003	42	8.4	
湖沼	L4	上層	10:27	1.2	90	6.5	8.5	29.2	12	10	7.5	4.6	4.4	3.0	1.5	1.2	0.02	0.01	0.91	0.060	0.011	<0.003	30	9.6	
湖沼	L4	下層	10:27			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L5	上層	10:41	1.9	95	6.5	8.7	31.5	12	8	7.0	3.8	3.5	2.3	1.6	1.3	0.05	0.02	1.1	0.061	0.017	<0.003	14	12	
湖沼	L5	下層	10:41			6.5	8.5	29.8	12	9	6.9	3.8	3.4	2.3	1.7	1.4	0.05	0.02	1.1	0.066	0.017	0.003	18	12	
湖沼	L6	上層	11:03	2.0	100	6.5	8.4	27.8	12	7	5.5	3.7	3.0	2.3	2.0	1.7	0.14	0.03	1.4	0.077	0.022	0.017	12	11	
湖沼	L6	下層	11:03			6.5	8.1	27.1	12	6	5.3	3.4	3.0	2.1	2.2	1.8	0.17	0.03	1.5	0.092	0.032	0.026	17	11	
湖沼	L7	上層	9:41	1.1	90	8.0	7.8	33.0	12	12	7.4	5.1	4.4	3.2	1.4	1.1	0.02	0.01	0.86	0.056	0.011	<0.003	7	9.3	
湖沼	L7	下層	9:41			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	11:18	2.2	85	6.3	8.4	30.1	12	10	7.5	4.9	4.4	3.0	1.4	1.2	0.02	0.01	0.90	0.061	0.012	<0.003	16	9.2	
湖沼	L8	下層	11:18			6.5	8.2	28.8	12	12	7.4	4.9	4.5	3.0	1.4	1.2	0.02	0.01	0.89	0.059	0.013	<0.003	11	9.1	

種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)
流入河川	R1	13:12	0.1	1.7	>50	8.0	7.8	27.6	11	7	4.6	3.5	2.5	2.1	1.9	1.7	0.24	0.04	1.2	0.064	0.029	0.023	3	14
流入河川	R2	12:41	0.6	1.4	>50	8.4	8.0	28.3	11	9	5.6	4.2	3.2	2.6	2.1	2.1	0.28	0.06	1.5	0.10	0.048	0.039	14	11
流入河川	R3	12:55	0.1	0.8	>50	11.3	8.0	35.3	11	4	3.8	3.2	2.2	2.0	4.3	4.3	2.1	0.11	2.1	0.099	0.061	0.064	2	18
流入河川	R4	12:20	0.3	1.1	>50	7.6	8.0	28.2	11	3	3.4	2.7	1.9	1.6	1.7	1.7	0.05	0.02	1.4	0.042	0.015	0.012	4	14
流出河川	R5	11:42	1.4	0.5	37	7.3	8.2	29.0	12	12	7.0	5.1	4.1	3.1	1.4	1.4	0.04	0.01	0.87	0.066	0.014	<0.003	13	9.3

牛久沼調査 検査結果一覧

採水日：平成31年3月5日

天気：晴

気温：9.8℃

(つくば市館野 10:00, 気象庁データ)

種類	地点名	採水層	時間	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	10:14	1.7	70	10.5	8.0	27.5	11	25	9.0	4.8	4.8	2.9	1.1	0.77	0.03	0.01	0.58	0.093	0.029	<0.003	69	6.6	
湖沼	L1	下層	10:14			10.0	8.1	27.3	11	29	8.9	5.2	4.8	3.0	1.2	0.62	0.03	0.01	0.58	0.097	0.025	<0.003	63	6.5	
湖沼	L2	上層	10:24	1.8	60	11.0	8.9	27.9	13	27	9.8	4.9	5.2	3.0	1.3	0.99	0.03	0.01	0.66	0.10	0.028	<0.003	106	5.2	
湖沼	L2	下層	10:24			10.0	9.0	26.6	13	31	10	4.6	5.3	3.0	1.4	0.98	0.03	0.01	0.67	0.12	0.028	<0.003	83	5.2	
湖沼	L3	上層	10:37	2.1	60	11.0	9.0	31.2	13	29	9.5	4.8	4.9	2.8	1.8	1.2	0.03	0.02	0.98	0.12	0.027	<0.003	108	7.0	
湖沼	L3	下層	10:37			9.0	9.0	28.5	13	31	9.7	4.8	4.7	2.8	1.7	1.2	0.04	0.02	0.99	0.11	0.029	<0.003	81	7.0	
湖沼	L4	上層	10:54	1.3	100	11.5	8.8	27.9	11	20	8.0	4.7	4.3	2.8	1.3	0.87	0.02	0.01	0.65	0.086	0.023	<0.003	78	7.8	
湖沼	L4	下層	10:54			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L5	上層	11:09	2.2	70	10.5	8.6	26.9	11	18	6.1	4.1	3.5	2.3	1.6	1.1	0.06	0.02	0.97	0.10	0.028	0.003	59	10	
湖沼	L5	下層	11:09			10.0	8.4	27.1	10	22	6.5	3.9	3.2	2.3	1.5	1.1	0.05	0.02	0.88	0.11	0.024	<0.003	63	10	
湖沼	L6	上層	11:28	2.1	100	12.0	8.4	18.6	9.8	10	4.8	3.7	2.5	2.1	1.5	1.4	0.19	0.02	1.0	0.093	0.035	0.009	24	7.3	
湖沼	L6	下層	11:28			10.5	8.0	18.1	9.9	9	5.1	3.4	2.7	2.1	1.5	1.4	0.19	0.02	1.0	0.098	0.031	0.008	29	6.8	
湖沼	L7	上層	10:08	1.3	80	11.0	7.6	28.1	11	21	8.0	4.9	4.5	3.0	1.1	0.76	0.04	0.01	0.51	0.083	0.023	<0.003	40	6.1	
湖沼	L7	下層	10:08			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	11:43	2.5	80	12.5	8.3	27.6	11	24	8.1	4.7	4.5	2.9	1.2	0.80	0.04	0.01	0.51	0.092	0.021	<0.003	57	5.9	
湖沼	L8	下層	11:43			11.0	8.3	27.3	11	26	8.4	4.7	4.6	2.9	1.1	0.78	0.04	0.01	0.52	0.096	0.023	<0.003	93	6.1	

種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透明度 (cm)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	D-TN (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	TP (mg/L)	D-TP (mg/L)	PO4-P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)
流入河川	R1	13:40	0.3	1.7	>50	13.0	7.8	22.7	10	9	4.4	3.5	2.6	2.1	2.2	2.0	0.54	0.03	1.7	0.089	0.037	<0.003	6	9.4
流入河川	R2	13:00	2.8	1.5	29	12.6	7.8	22.7	9.8	18	5.5	4.0	3.2	2.5	2.1	1.9	0.34	0.04	1.3	0.13	0.054	0.024	7	7.8
流入河川	R3	13:18	0.0	0.2	>50	17.7	7.5	37.1	10	8	4.2	3.1	2.3	2.1	2.8	2.5	1.1	0.04	0.92	0.13	0.081	0.014	15	13
流入河川	R4	12:36	1.6	1.1	27	12.2	8.3	18.4	10	28	4.8	3.4	2.6	2.0	2.2	2.0	0.14	0.02	1.8	0.11	0.056	0.026	8	8.2
流出河川	R5	12:07	9.5	1.0	21	11.1	8.5	27.6	11	26	8.4	4.5	4.6	2.9	1.1	0.78	0.36	0.01	0.52	0.093	0.025	0.024	56	6.1

## 2-1 微小粒子状物質（PM2.5）成分分析調査

### 1 目的

PM2.5とは、大気中に浮遊している $2.5\mu\text{m}$ 以下の小さな粒子を示し、肺の奥深くまで入りやすいため、呼吸系や循環器系など人の健康への影響が懸念されている。平成21年9月に環境基準が定められ、県では「大気汚染防止法第22条の規定に基づく大気汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準」により、質量濃度の測定を実施している。さらに、地域ごとの特色に応じた効果的なPM2.5対策の検討のため、「PM2.5成分分析ガイドライン」に基づき、成分分析を実施し、高濃度の原因や発生源について推定する。

### 2 調査対象物質

- ・質量濃度
  - ・イオン成分 ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ )
  - ・無機元素成分 (Na, Al, Si, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Mo, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Sm, Hf, W, Ta, Th, Pb)
  - ・炭素成分 (WSOC, WIOC, Char-EC, Soot-EC)
- ※WSOC（水溶性有機炭素）：水溶性の有機炭素成分，WIOC（非水溶性有機炭素）：非水溶性の有機炭素成分  
 Char-EC（低温元素状炭素）：低温での不完全燃焼によって生成する炭素成分  
 Soot-EC（高温元素状炭素）：主として高温における不完全燃焼時のガス・粒子化により超微小粒子として発生したものが粒子に凝集して生成する炭素成分

### 3 調査地点

土浦保健所

### 4 調査時期

春季 平成30年5月9日～同年5月23日，夏季 平成30年7月19日～同年8月2日  
 秋季 平成30年10月18日～同年11月1日，冬季 平成31年1月17日～同年1月31日

### 5 採取方法

PTFE フィルタまたは石英繊維フィルタを用い、流量 $16.7\text{L}/\text{min}$ 、24時間捕集（午前10時から翌日の午前10時まで）を行った。

使用機器 Thermo Scientific 社製 FRM2025 または FRM2025i

### 6 分析方法

「微小粒子状物質（PM2.5）の成分分析ガイドライン」に準拠した。

質量濃度	秤量法（PTFE フィルタ） 測定機器：MettlerToledo 社 MX5 電子天秤 秤量条件 温度 $21.5^\circ\text{C} \pm 1.5^\circ\text{C}$ ，相対湿度 $35\% \pm 5\%$
イオン成分	イオンクロマトグラフ法（PTFE フィルタ） PTFE フィルタ 1/2 片に純水 10mL を加え，振とう及び超音波抽出， 孔径 $0.20\mu\text{m}$ フィルタ（PTFE，ADVANTEC）でろ過後，測定装置に導入した。 測定装置：Thermo Fisher Scientific 社 Integrion

無機元素成分	ICP-MS 法 (PTFE フィルタ) PTFE フィルタ 1/2 片を圧力容器を用いた硝酸、ふっ化水素酸、過酸化水素による分解等を行い、測定装置に導入した。 測定装置: Agilent 8800
炭素成分	サーマルオプテカル・リフレクタンス法(石英繊維フィルタ) 石英繊維フィルタ 1/4 の一部をポンチで切り抜き、測定装置に導入した。 測定機器: Atmoslytic 社 DRI Model 2001A
水溶性有機炭素	全有機炭素計 (燃焼触媒酸化方式) イオン成分と同様の抽出を行い、抽出液中の全炭素を定量した。 測定機器: 島津製作所 TOC-L

7 調査結果

(1) 質量濃度と成分割合

季節別の質量濃度平均値はいずれも環境基準の年平均値 ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) よりも低い値であり、比較をすると、冬季 ( $12.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) の濃度が最も高く、次いで秋季 ( $10.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )、春季 ( $10.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )、夏季 ( $9.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) の順であった。(表 1)。

図 1 に各季節の成分平均濃度及び割合を、図 2 に PM2.5 質量濃度の推移を示す。秋季は他の季節と比べ質量濃度の変動が小さかった。

表 1 季節別 PM2.5 質量濃度の最大・最小・平均値

単位: ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	最大	最小	平均
春季	24.3	2.1	10.3
夏季	22.4	2.1	9.4
秋季	15.6	6.6	10.4
冬季	31.5	3.0	12.0

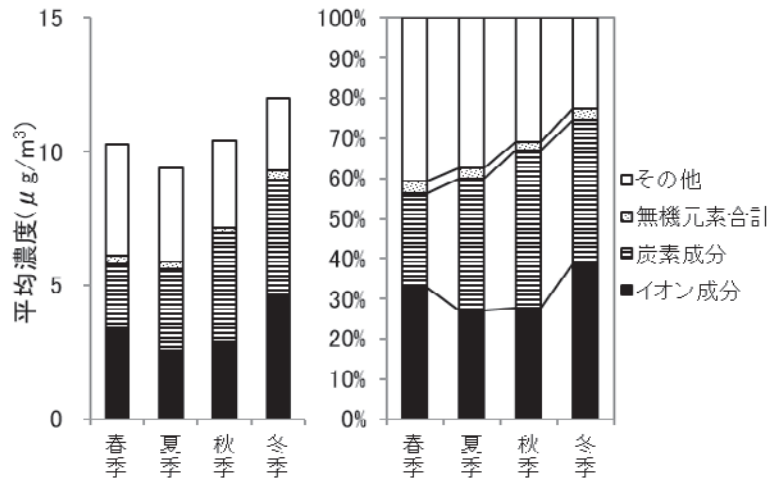


図 1 季節別 成分平均濃度及び割合 (左: 濃度, 右: 割合)

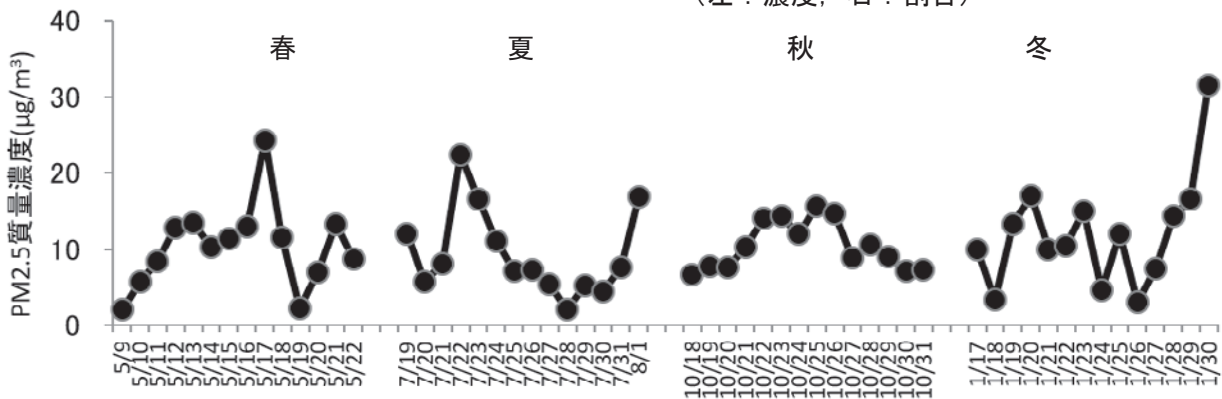


図 2 PM2.5 質量濃度推移 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

(2) イオン成分

春季・夏季のイオン成分濃度を図 3-1 に、秋季・冬季のイオン成分濃度を図 3-2 に、季節別のイオン成分の割合を図 3-3 に示す。

硫酸イオンは、春季及び夏季が約 6 割、秋季が約 5 割、冬季が約 3 割を占めており、気温が下がるとともに低下した。硝酸イオンは、春季が約 1 割、夏季が 1 割未満、秋季が約 2 割、冬季が約 4 割を占めており、気温が下がるとともに増加した。

硝酸イオンは半揮発性のエアロゾル成分であり、気温の高い春季・夏季には気体として存在し、気温が低下する秋季・冬季には粒子となるのが影響していると考えられる。

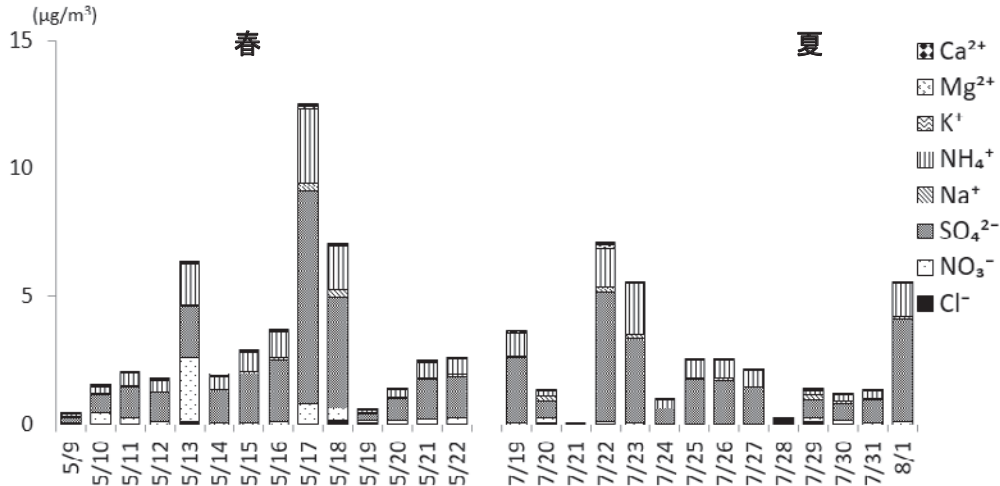


図 3-1 イオン成分濃度 (春季・夏季)

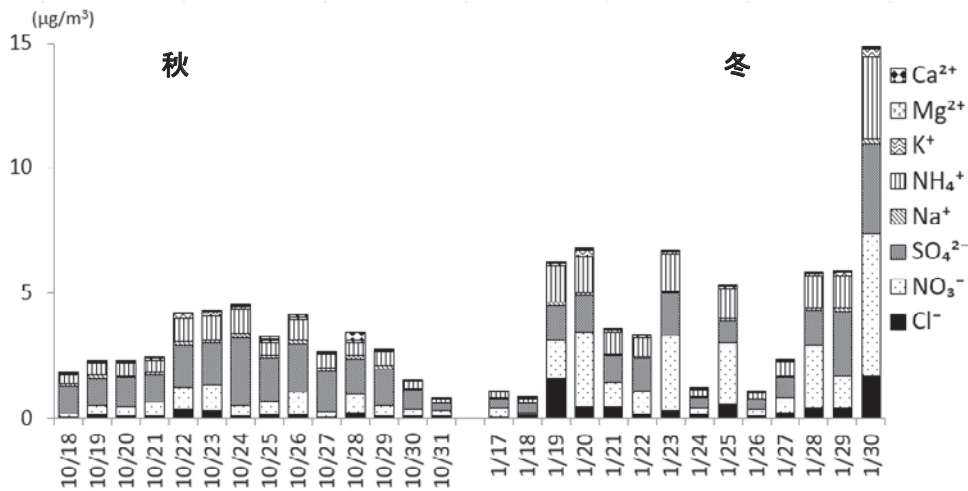


図 3-2 イオン成分濃度 (秋季・冬季)

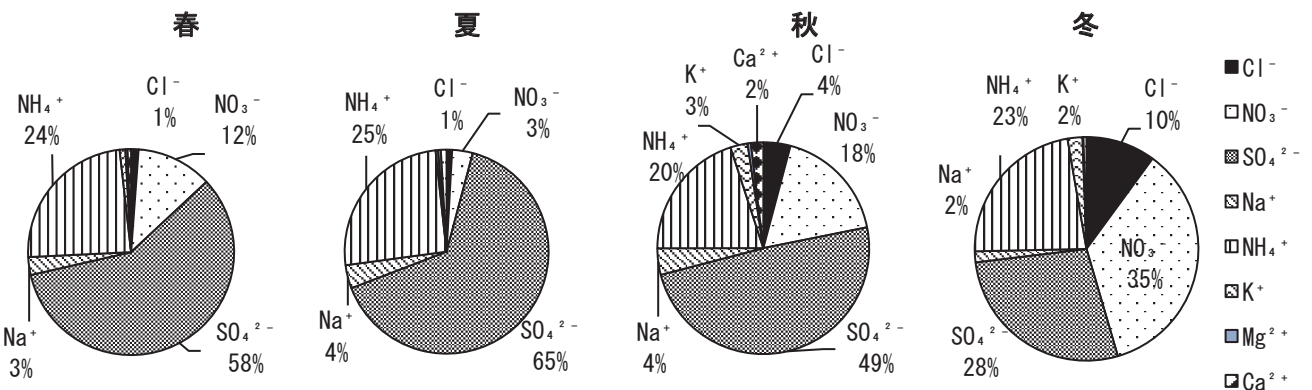


図 3-3 イオン成分の割合 (各季節における平均値)

(3) 無機元素成分

春季・夏季の無機元素成分濃度を図 4-1 に、秋季・冬季の無機元素成分濃度を図 4-2 に、季節別の無機元素成分の割合を図 4-3 示す。なお、イオン成分でも含まれている Na, Ca, K は除く。いずれの季節においても、Al, Fe, Zn が無機元素成分の大部分を占めていた。

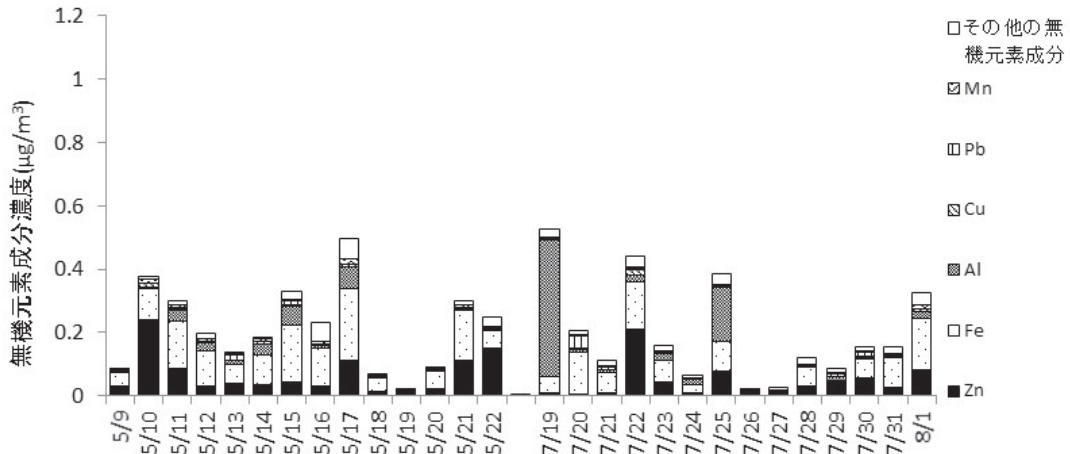


図 4-1 無機元素成分濃度 (春季・夏季)

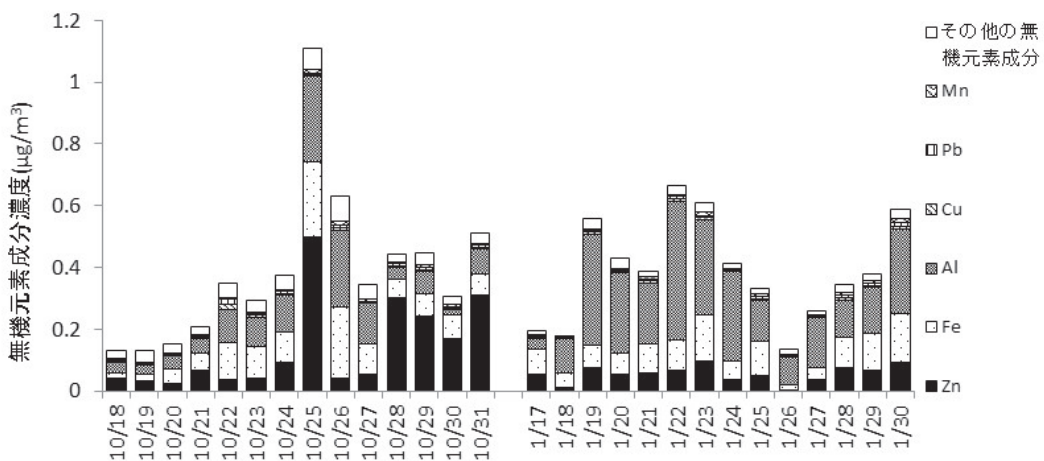


図 4-2 無機元素成分濃度 (秋季・冬季)

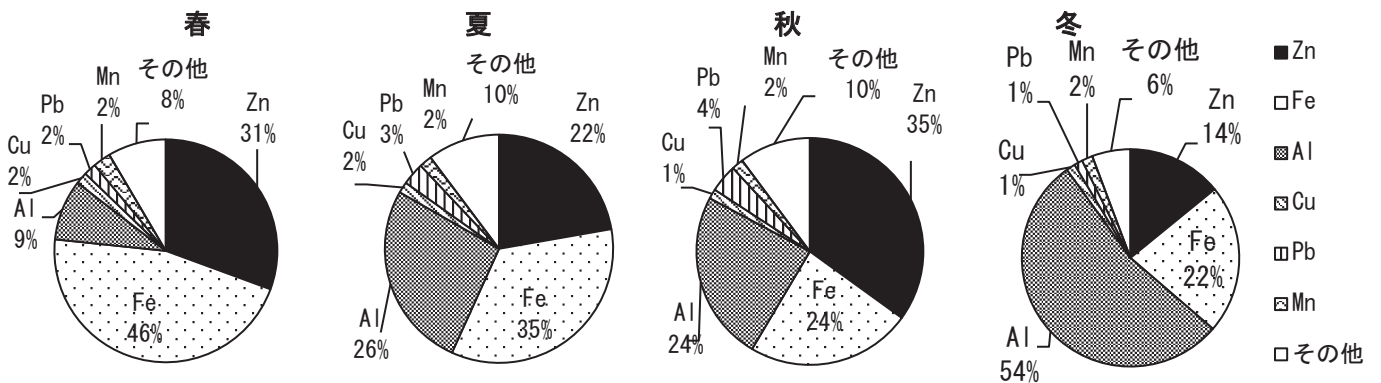


図 4-3 無機元素成分の割合 (各季節における平均値)

(4) 炭素成分

春季・夏季の炭素成分濃度を図 5-1 に、秋季・冬季の炭素成分濃度を図 5-2 に季節別の炭素成分濃度の割合を図 5-3 示す。

WSOC は炭素成分の約 2～3 割を占めており、WIOC は炭素成分の約 5～6 割を占めていた。

Char-EC は冬季に高くなる傾向があり、PM2.5 質量濃度の増減と連動する傾向がみられた。Soot-EC は、全季節をとって炭素成分の 1 割未満であった。

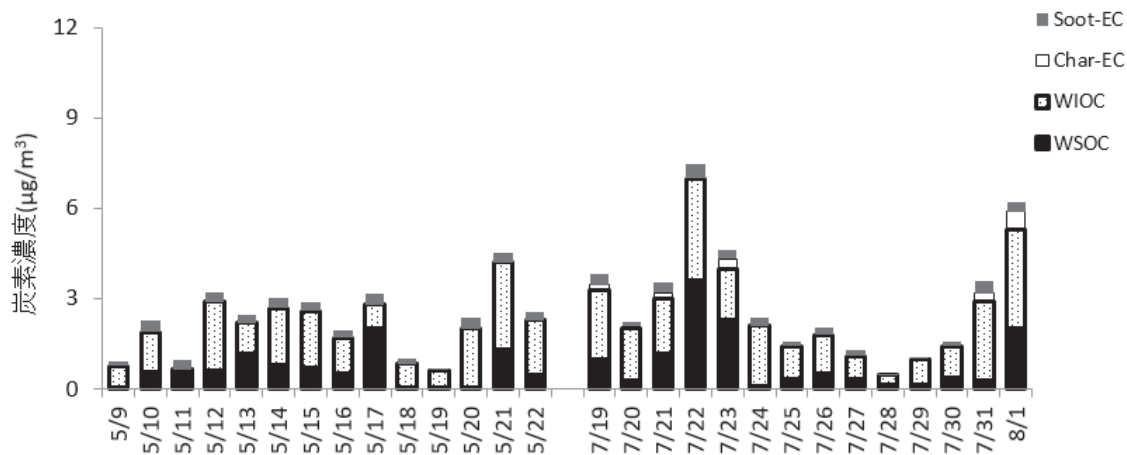


図 5-1 炭素成分濃度 (春季・夏季)

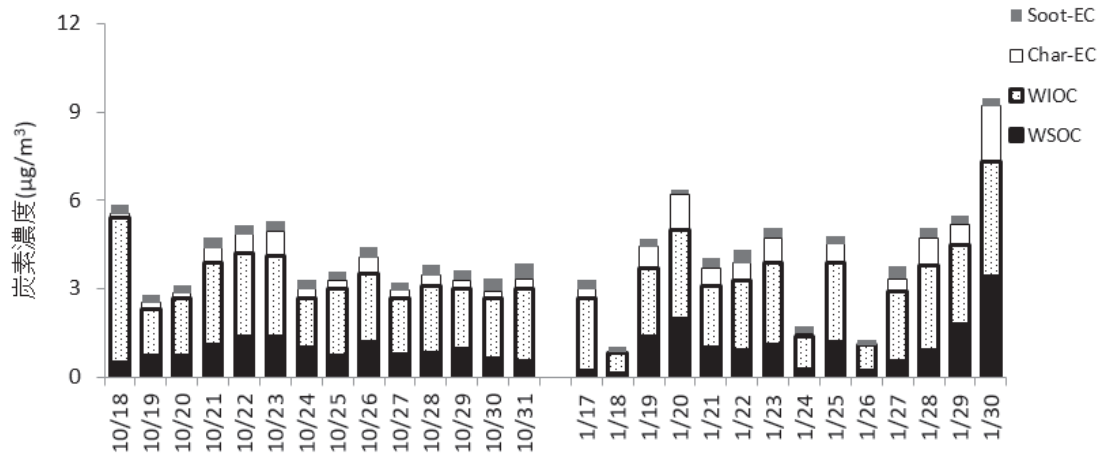


図 5-2 炭素成分濃度 (秋季・冬季)

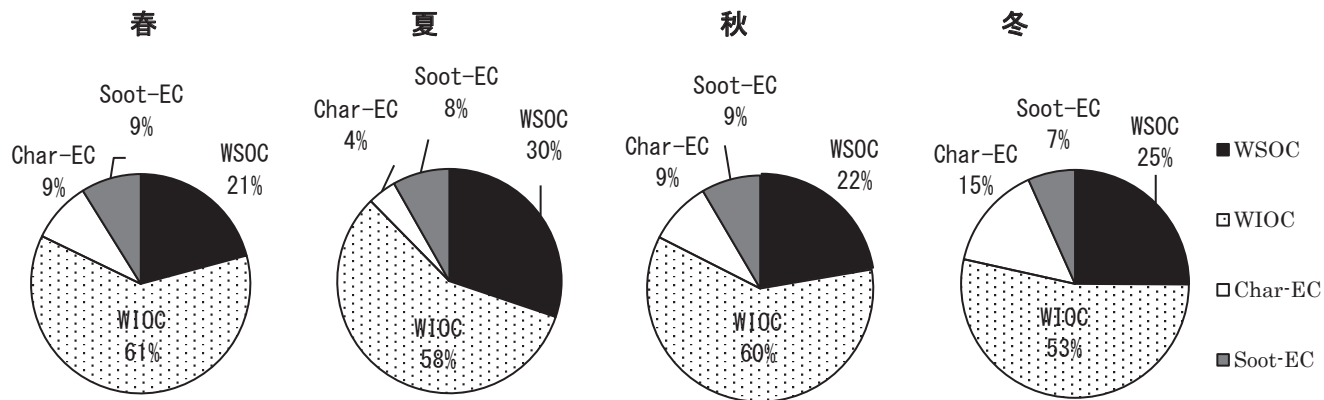


図 5-3 炭素成分の割合 (各季節における平均値)







## 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

### 1 はじめに

全国における、平成 29 年度の光化学オキシダントの環境基準 (0.06ppm) 達成局数は 1,179 局中 0 局 (0%) であり、平成 28 年の光化学スモッグ注意報発令地域は 18 都府県、発令延日数は 87 日となっている<sup>1, 2)</sup>。昼間 (5 時から 20 時) の日最高 1 時間値の年平均値については、近年、ほぼ横ばいで推移している。

茨城県内においても、昭和 59 年度以降光化学オキシダントの環境基準が未達成であり、ほぼ毎年光化学スモッグ注意報を発令している<sup>3)</sup>。図 1 に昭和 47 年度から平成 30 年度まで、1 年ごとの茨城県の光化学スモッグ注意報発令状況を示す。平成 26 年度以降、注意報発令日数は 0 日から 9 日の間を推移している状況である。

前年度まで本研究は、光化学オキシダントの原因物質である VOC について、オゾン生成能を評価するとともに、実態調査結果を用いて光化学オキシダント濃度の予測モデル (以下、「予測モデル」という。) を構築した<sup>4)-7)</sup>。

本報では、光化学オキシダント (以下、「Ox 濃度」という。) の測定結果 (実測値) と、予測モデルの結果 (予測値) の比較結果を報告する。

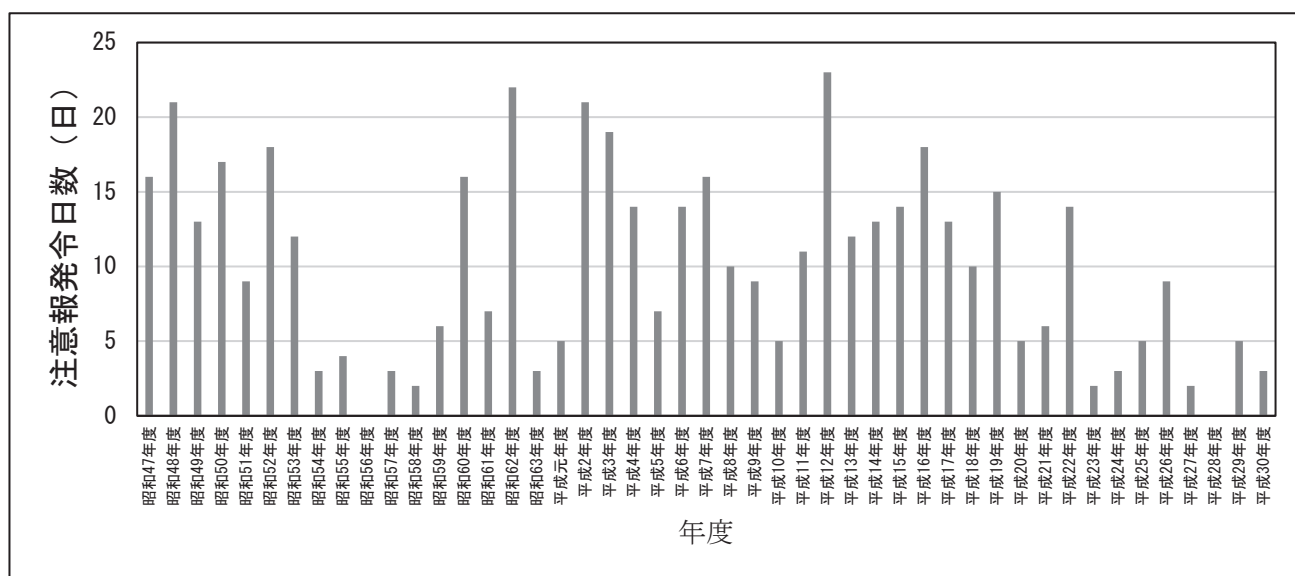


図 1 茨城県の光化学スモッグ注意報発令状況

### 2 方法

#### (1) 比較地点

比較地点は、図 2 に示す 5 地点 (日立市、水戸市、神栖市、土浦市、筑西市) に所在する大気測定局舎とした。

#### (2) 比較方法

平成 30 年 5 月から 9 月までの月から、晴れの日 (最高気温 25°C 以上) であり、常時監視の実測値が高い値 (日最大が概ね 80ppb 以上) であった日を、1 日/月ずつ抽出し、予測結果と比較した。具体的に抽出した日は、平成 30 年 5 月 6 日、平成 30 年 6 月 25 日、平成 30 年 7 月 21 日、平成 30 年 8 月 30 日、平成 30 年 9 月 6 日である。また、参考として光化学オキシダント濃度が低い平成 31 年 2 月 1 日も予測結果と比較した。



図 2 比較地点

### 3 比較結果及び考察

図3に光化学オキシダントが環境基準を超過した日（代表として、平成30年7月21日）の各局舎の実測値と予測値の比較，図4に光化学オキシダントが低い平成31年2月1日の各局舎の実測値と予測値の比較を示す。比較の結果，予測値の方が実測値よりも最高値が低く出る傾向であり，実測値が高いほど顕著であった。予測値と実測値の差及びずれの割合を次の式(1)，(2)に示す二乗平均平方根より算出した。

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X_{ip})^2} \text{ ----- (1)} \quad \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X_{ip})^2}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i} \times 100 \text{ ----- (2)}$$

n; データの個数,  $X_i$ ; 実測値,  $X_{ip}$ ; 予測値

式(1)及び式(2)で算出した結果を表1に示す。実測と予測値は最大で31ppbの差があり，実測値と予測値のずれの割合は，最大で136%であったが，局舎ごとの差のばらつきよりも，日による差のばらつきが大きかった。

### 4 今後の方針

予測モデルを運用するとともに，予測結果の解析を行い，予測値と実測値とのずれの原因を究明して，予測モデルの精度を向上し，光化学スモッグ注意報等の発令の参考として活用する。

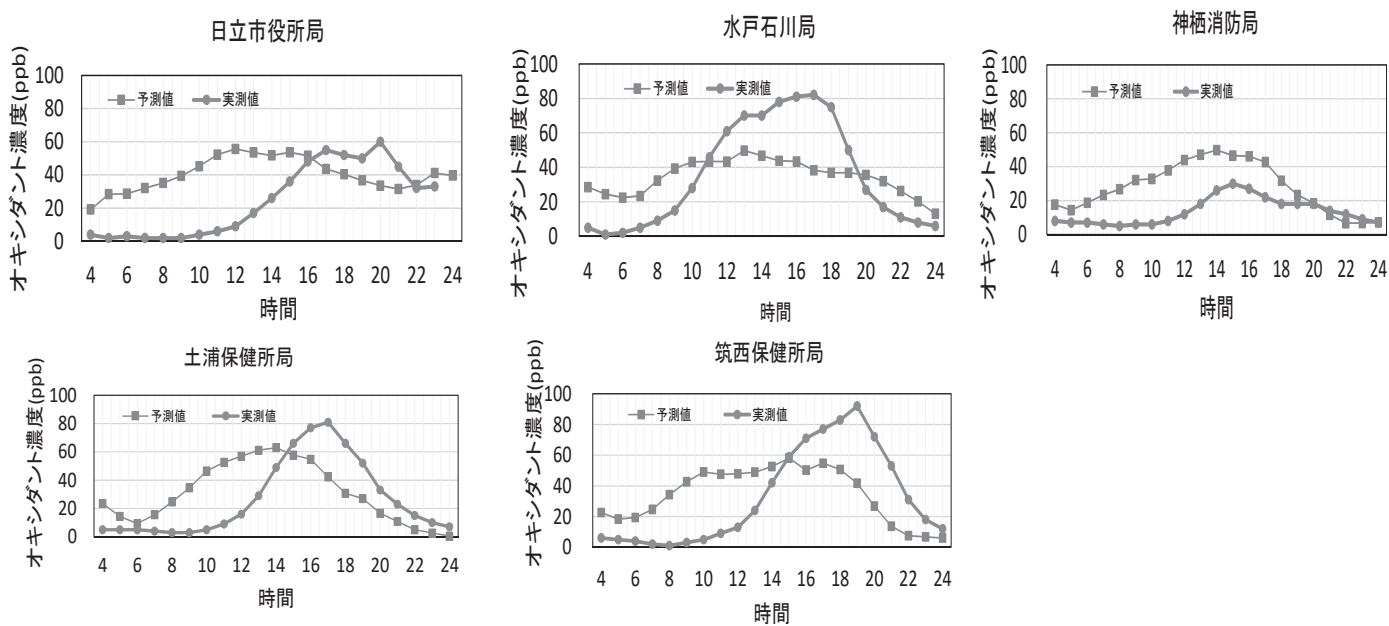


図3 平成30年7月21日の光化学オキシダントの実測値と予測値の比較  
(1時から3時はデータなし)

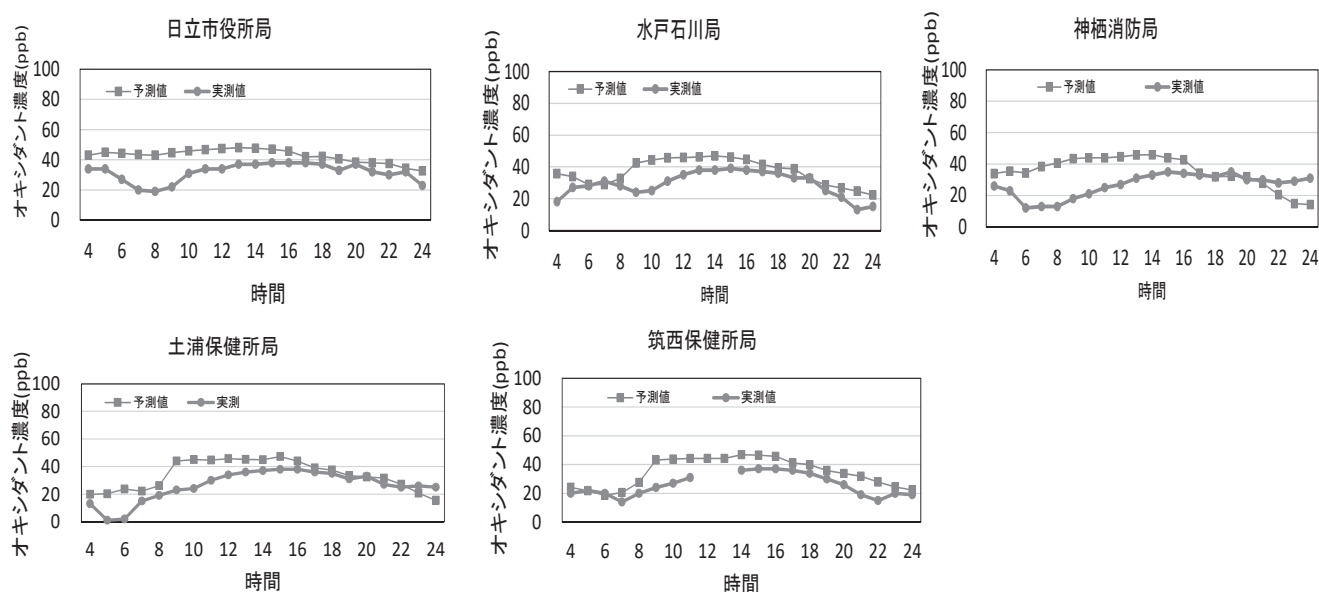


図4 平成31年2月1日の光化学オキシダントの実測値と予測値の比較  
 (日立市役所局, 水戸石川局, 土浦保健所局の実測値の1時, 筑西保健所局の実測値の12時, 13時は欠測。)

表1 実測値と予測値の差(左欄)及びずれの割合(右欄)

	日立市役所局		水戸石川局		神栖消防局		土浦保健所局		筑西保健所局	
	(ppb)	(%)	(ppb)	(%)	(ppb)	(%)	(ppb)	(%)	(ppb)	(%)
平成30年5月6日	18	33	23	39	20	34	19	35	27	46
平成30年6月25日	22	50	18	31	29	57	31	66	18	31
平成30年7月21日	27	107	23	65	18	136	25	93	29	90
平成30年8月30日	10	36	18	47	14	58	19	74	18	49
平成30年9月6日	14	42	15	34	7	16	13	33	14	35
平成31年2月1日	13	40	10	33	16	58	11	43	17	67

参考文献

- 1) 環境省, 平成29年度 大気汚染状況について(有害大気汚染物質等を除く)資料編  
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/111931.pdf>
- 2) 環境省, 平成29年光化学大気汚染の概要-注意報等発令状況、被害届出状況-  
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/108675.pdf>
- 3) 茨城県, 光化学スモッグ発生状況資料  
<https://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/kantai/taiki/smog/smog3.html>
- 4) 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(第1報), 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報, 第10号(2014), 144-148.
- 5) 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(第2報), 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報, 第11号(2015), 147-151.
- 6) 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, 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報, 第12号(2016), 183-191.
- 7) 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, 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報, 第13号(2017), 136-138.

## 2-3 有害大気汚染物質調査事業

### 1 目的

大気環境中には多様な発生源からの多種の物質が含まれており、中には継続的に摂取した場合、人の健康を損なうおそれがある有害大気汚染物質がある。大気汚染防止法により県はその汚染状況を把握することとされており、有害大気汚染モニタリング指針に基づき優先的に対策に取り組むべき物質（優先取組物質）について、県民への健康影響を確認する。

### 2 調査方法

#### (1) 調査期間・地点

調査は平成30年4月から平成31年3月までの間に月1回の頻度で、図1に示す県内8地点で実施した。

調査地点は、全国標準監視地点として水戸石川、日立市役所、土浦保健所、筑西保健所、神栖消防、神栖下幡木、土浦中村南の7地点、地域特設監視地点として鹿嶋平井の1地点である。

なお、日立市の測定地点については、平成25年度までは日立多賀であったが、平成26年度からは日立市役所に変更された。



図1 調査地点

#### (2) 調査対象物質

優先取組物質全23物質のうち、測定マニュアル<sup>1)</sup>に定められている21物質を対象とし、その物性により表1のとおり区分した。

表1 調査対象物質一覧

種類	調査対象物質	物質数
揮発性有機化合物	ベンゼン，トリクロロエチレン，テトラクロロエチレン，ジクロロメタン，アクリロニトリル，塩化ビニルモノマー，クロロホルム，1,2-ジクロロエタン，1,3-ブタジエン，塩化メチル，トルエン	11物質
	酸化エチレン	1物質
多環芳香族炭化水素	ベンゾ[a]ピレン	1物質
アルデヒド類	ホルムアルデヒド，アセトアルデヒド	2物質
金属類	水銀及びその化合物	1物質
	ニッケル化合物，ヒ素及びその化合物，マンガン及びその化合物，バリウム及びその化合物，クロム及びその化合物	5物質
	計	21物質

## (3) 採取方法及び分析方法

調査対象物質の採取方法及び分析方法を表 2 に示す。

表 2 採取方法及び分析方法一覧

種類	項目	採取器具	採取方法	分析方法
揮発性有機化合物	酸化エチレンを除く 11 物質	真空容器：ステンレス製，内面不活性化処理済，6L	真空容器に流量 3.0 mL/min で 24 時間採取	真空容器をガスクロマトグラフ質量分析計 (GC/MS) で分析
	酸化エチレン	捕集管：臭化水素を含浸させた捕集剤を充填	捕集管に流量 500 または 700 mL/min で 24 時間通気	捕集剤を有機溶媒で抽出後，GC/MS で分析
多環芳香族炭化水素	ベンゾ[a]ピレン	石英ろ紙	石英ろ紙に流量 700 L/min で 24 時間吸引	石英ろ紙を有機溶媒で抽出後，蛍光検出器付高速液体クロマトグラフ (HPLC) で分析
アルデヒド類	ホルムアルデヒド アセトアルデヒド	固相カラム：ジフェニルヒドラジンを含有，前段にオゾン除去能を有する固相カラムを接続	固相カラムに流量 100 mL/min で 24 時間通気，アルデヒド類を誘導体化しながら捕集	固相カラムを有機溶媒で抽出後，紫外可視検出器付 HPLC で分析
金属類	水銀及びその化合物	捕集管：金を焼き付けした捕集剤を充填	捕集管に流量 100 mL/min で 24 時間通気	捕集管を加熱気化冷原子吸光光度計で分析
	水銀を除く 5 物質	ベンゾ[a]ピレンと同様	ベンゾ[a]ピレンと同様	石英ろ紙を混酸で分解後，誘導結合プラズマ質量分析計で分析

## 3 結果の概要

県内 8 地点の調査結果を環境省から発表された平成 29 年度全国調査の集計結果<sup>2)</sup>とともに表 3 に示す。

## (1) 環境基準が設定されている 4 物質

環境基準の設定されているベンゼン，トリクロロエチレン，テトラクロロエチレン，ジクロロメタンの 4 物質について，全ての調査地点で環境基準以下であった。

## (2) 指針値が設定されている 9 物質

指針値の設定されているアクリロニトリル，塩化ビニルモノマー，クロロホルム，1,2-ジクロロエタン，1,3-ブタジエン，水銀及びその化合物，ニッケル化合物，ヒ素及びその化合物，マンガン及びその化合物の 9 物質について，全ての調査地点で指針値以下であった。

## (3) その他の 8 物質

環境基準等が設定されていないその他の有害大気汚染物質 8 物質について，全ての調査地点で平成 29 年度全国調査<sup>2)</sup>の濃度範囲内であった。

## 4 調査結果の詳細

## (1) 環境基準が設定されている 4 物質

## ① ベンゼン

表 3 に示すとおり，全ての地点で環境基準  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。最大値は神栖消防の  $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，最小値は鹿嶋平井の  $0.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，県平均値は  $0.80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成 29 年度の全国平均値  $0.90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。図 2 に経年変化を示す。神栖消防では概ね他の地点よりも高い濃度で推移しており，発生源からの影響を受けていることが示唆される。

② トリクロロエチレン

表3に示すとおり、全ての地点で環境基準  $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。最大値は筑西保健所の  $0.74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は鹿嶋平井の  $0.064 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $0.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成29年度の全国平均値  $0.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。なお、平成30年度より環境基準が  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  から  $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$  に改定された。図3に経年変化を示す。

③ テトラクロロエチレン

表3に示すとおり、全ての地点で環境基準  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。最大値は水戸石川の  $0.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は神栖消防の  $0.032 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $0.053 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成29年度の全国平均値  $0.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。図4に経年変化を示す。

④ ジクロロメタン

表3に示すとおり、全ての地点で環境基準  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。最大値は筑西保健所の  $3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は鹿嶋平井の  $0.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成29年度の全国平均値  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。図5に経年変化を示す。

(2) 指針値が設定されている9物質

① アクリロニトリル

表3に示すとおり、全ての地点で指針値  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。最大値は土浦中村南の  $0.040 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は神栖消防の  $0.016 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $0.028 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成29年度の全国平均値  $0.069 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。図6に経年変化を示す。

② 塩化ビニルモノマー

表3に示すとおり、全ての地点で指針値  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。最大値は神栖消防の  $0.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は筑西保健所の  $0.019 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $0.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成29年度の全国平均値  $0.048 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より高い値であった。図7に経年変化を示す。神栖消防では他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

③ クロロホルム

表3に示すとおり、全ての地点で指針値  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。最大値は土浦中村南の  $0.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は鹿嶋平井の  $0.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $0.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成29年度の全国平均値  $0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。図8に経年変化を示す。

④ 1,2-ジクロロエタン

表3に示すとおり、全ての地点で指針値  $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。最大値は神栖消防の  $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦保健所の  $0.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $0.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成29年度の全国平均値  $0.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より高い値であった。図9に経年変化を示す。神栖消防では他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

⑤ 1,3-ブタジエン

表3に示すとおり、全ての地点で指針値  $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。最大値は筑西保健所・土浦中村南の  $0.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所の  $0.038 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $0.072 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成



29年度の全国平均値  $0.093 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と同程度の値であった。図 10 に経年変化を示す。

⑥ 水銀及びその化合物

表 3 に示すとおり、全ての地点で指針値  $40 \text{ ng}/\text{m}^3$  より低い値であった。最大値は土浦中村南の  $1.6 \text{ ng}/\text{m}^3$ 、最小値は水戸石川の  $1.2 \text{ ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $1.4 \text{ ng}/\text{m}^3$  と平成 29 年度の全国平均値  $1.9 \text{ ng}/\text{m}^3$  より低い値であった。図 11 に経年変化を示す。

⑦ ニッケル化合物

表 3 に示すとおり、全ての地点で指針値  $25 \text{ ng}/\text{m}^3$  より低い値であった。最大値は日立市役所の  $5.7 \text{ ng}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦中村南の  $2.2 \text{ ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $3.6 \text{ ng}/\text{m}^3$  と平成 29 年度の全国平均値  $3.4 \text{ ng}/\text{m}^3$  より高い値であった。図 12 に経年変化を示す。

⑧ ヒ素及びその化合物

表 3 に示すとおり、全ての地点で指針値  $6 \text{ ng}/\text{m}^3$  より低い値であった。最大値は日立市役所の  $2.6 \text{ ng}/\text{m}^3$ 、最小値は神栖消防の  $1.4 \text{ ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $2.0 \text{ ng}/\text{m}^3$  と平成 29 年度の全国平均値  $1.4 \text{ ng}/\text{m}^3$  より高い値であった。図 13 に経年変化を示す。また、平成 26 年度から測定を開始した日立市役所では他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

⑨ マンガン及びその化合物

表 3 に示すとおり、全ての地点で指針値  $140 \text{ ng}/\text{m}^3$  より低い値であった。最大値は神栖消防の  $53 \text{ ng}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所の  $19 \text{ ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $32 \text{ ng}/\text{m}^3$  と平成 29 年度の全国平均値  $22 \text{ ng}/\text{m}^3$  より高い値であった。図 14 に経年変化を示す。

(3) その他の 8 物質

① 塩化メチル

表 3 に示すとおり、最大値は日立市役所・土浦保健所・筑西保健所・神栖下幡木の  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は水戸石川・神栖消防・鹿嶋平井・土浦中村南の  $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成 29 年度の全国平均値  $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と同程度であった。図 15 に経年変化を示す。

② トルエン

表 3 に示すとおり、最大値は筑西保健所の  $6.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は鹿嶋平井の  $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $3.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成 29 年度の全国平均値  $6.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。図 16 に経年変化を示す。

③ 酸化エチレン

表 3 に示すとおり、最大値は神栖消防の  $0.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦中村南の  $0.070 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $0.19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成 29 年度の全国平均値  $0.081 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より高い値であった。図 17 に経年変化を示す。神栖消防では概ね他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

④ ベンゾ[a]ピレン

表 3 に示すとおり、最大値は神栖消防の  $0.74 \text{ ng}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所の  $0.068 \text{ ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $0.31 \text{ ng}/\text{m}^3$  と平成 29 年度の全国平均値  $0.15 \text{ ng}/\text{m}^3$  より高い値であった。図 18 に経年変化

を示す。

⑤ ホルムアルデヒド

表3に示すとおり、最大値は神栖消防の $7.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦中村南の $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と平成29年度の全国平均値 $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より高い値であった。なお、水戸石川は欠測とした。図19に経年変化を示す。

⑥ アセトアルデヒド

表3に示すとおり、最大値は神栖消防の $3.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦中村南の $3.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $3.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と平成29年度の全国平均値 $2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より高い値であった。なお、水戸石川は欠測とした。図20に経年変化を示す。

⑦ ベリリウム及びその化合物

表3に示すとおり、最大値は土浦中村南の $0.04 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は水戸石川・日立市役所の $0.03 \text{ng}/\text{m}^3$ 未満、県平均値は $0.03 \text{ng}/\text{m}^3$ 未満と平成29年度の全国平均値 $0.018 \text{ng}/\text{m}^3$ と同程度の値であった。図21に経年変化を示す。

⑧ クロム及びその化合物

表3に示すとおり、最大値は神栖消防の $5.2 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所の $2.6 \text{ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は $4.1 \text{ng}/\text{m}^3$ と平成29年度の全国平均値 $4.6 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。図22に経年変化を示す。

#### 4 まとめ

環境基準あるいは指針値を有する項目について、全ての調査地点で環境基準または指針値以下の結果であった。

#### 参考文献

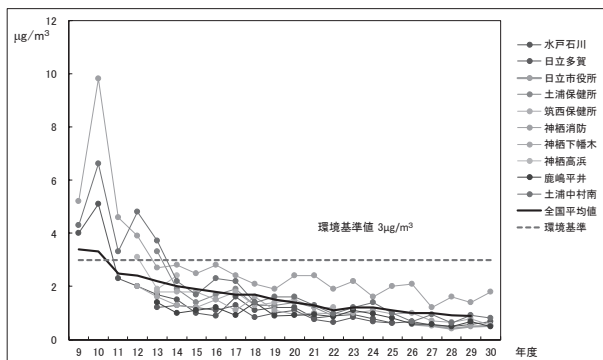
- 1) 有害大気汚染物質測定方法マニュアル（平成23年3月改訂）、環境省（2011）  
<http://www.env.go.jp/air/osen/manual2/index.html>
- 2) 平成29年度 大気汚染状況について（有害大気汚染物質モニタリング調査結果報告）、環境省（2018）  
[http://www.env.go.jp/air/osen/monitoring/mon\\_h29/index.html](http://www.env.go.jp/air/osen/monitoring/mon_h29/index.html)

表 3 調査結果一覧（年平均）

単位：揮発性有機化合物，アルデヒド類… $\mu\text{g}/\text{m}^3$  多環芳香族炭化水素，金属類… $\text{ng}/\text{m}^3$ 

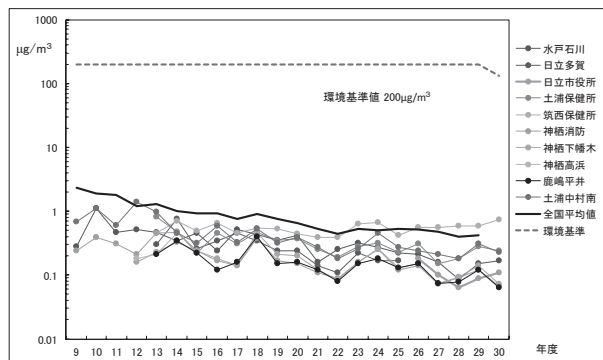
地点名	水戸石川	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神栖消防	神栖下幡木	鹿嶋平井	土浦中村南	県内調査地点平均	平成29年度全国平均 <sup>2)</sup> (範囲)	環境基準値及び指針値	
地点区分	全国標準監視地点	全国標準監視地点	全国標準監視地点	全国標準監視地点	全国標準監視地点	全国標準監視地点	地域特設監視地点	全国標準監視地点				
測定期間	H30.4～H31.3											
揮発性有機化合物	ベンゼン	0.67	0.51	0.76	0.96	1.8	0.54	0.49	0.81	0.82	0.90 (0.33～3.0)	3
	トリクロロエチレン	0.17	0.11	0.24	0.74	0.067	0.073	0.064	0.23	0.21	0.42 (0.0030～8.0)	130
	テトラクロロエチレン	0.11	0.041	0.054	0.066	0.032	0.035	0.034	0.052	0.053	0.11 (0.010～1.0)	200
	ジクロロメタン	1.0	0.85	1.1	3.2	0.56	0.57	0.55	1.2	1.1	1.5 (0.28～24)	150
	アクリロニトリル	0.024	0.029	0.036	0.039	0.016	0.018	0.023	0.040	0.028	0.069 (0.0029～1.2)	2 (指針値)
	塩化ビニルモノマー	0.020	0.023	0.029	0.019	0.79	0.033	0.052	0.025	0.12	0.048 (0.0019～2.0)	10 (指針値)
	クロロホルム	0.14	0.15	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.20	0.15	0.25 (0.056～3.2)	18 (指針値)
	1,2-ジクロロエタン	0.14	0.15	0.12	0.15	1.2	0.12	0.13	0.11	0.26	0.18 (0.068～7.5)	1.6 (指針値)
	1,3-ブタジエン	0.059	0.038	0.064	0.11	0.10	0.051	0.044	0.11	0.072	0.093 (0.0060～1.2)	2.5 (指針値)
	塩化メチル	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4 (0.36～4.9)	—
トルエン	3.1	3.5	4.2	6.0	2.8	1.8	1.7	4.2	3.4	6.5 (0.34～63)	—	
酸化エチレン	0.073	—	—	—	0.42	—	—	0.070	0.19	0.081 (0.025～1.0)	—	
多環芳香族炭化水素	ベンゾ[a]ピレン	0.23	0.068	—	—	0.74	—	—	0.20	0.31	0.15 (0.010～1.4)	—
アルデヒド類	ホルムアルデヒド*	欠測	—	—	—	7.3	—	—	2.7	5.0	2.5 (0.26～7.8)	—
	アセトアルデヒド*	欠測	—	—	—	3.4	—	—	3.1	3.2	2.2 (0.33～7.5)	—
金属類	水銀及びその化合物	1.2	—	—	—	1.5	—	—	1.6	1.4	1.9 (0.91～13)	40 (指針値)
	ニッケル化合物	3.6	5.7	—	—	3.0	—	—	2.2	3.6	3.4 (0.19～26)	25 (指針値)
	ヒ素及びその化合物	2.3	2.6	—	—	1.4	—	—	1.5	2.0	1.4 (0.0080～60)	6 (指針値)
	マンガン及びその化合物	26	19	—	—	53	—	—	31	32	22 (0.016～210)	140 (指針値)
	ベリリウム及びその化合物	<0.03	<0.03	—	—	0.03	—	—	0.04	<0.03	0.018 (0.0029～0.10)	—
	クロム及びその化合物	3.7	2.6	—	—	5.2	—	—	4.1	3.9	4.6 (0.30～50)	—

2) 環境省，平成29年度 大気汚染状況について（有害大気汚染物質モニタリング調査結果報告）



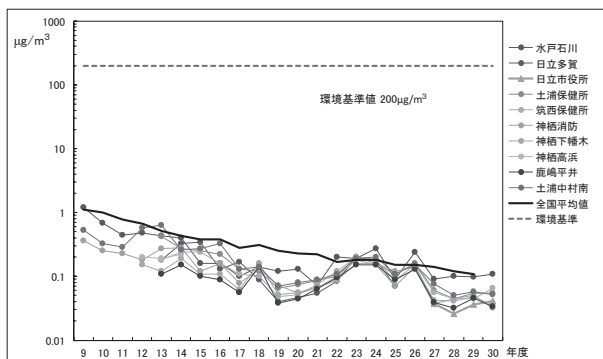
年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下樺木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	環境基準
9	4.0	/	/	/	/	5.2	/	/	4.3	3.4		
10	5.1	/	/	/	/	9.8	/	/	6.6	3.3		
11	2.3	/	/	/	/	4.6	/	/	3.3	2.5		
12	2.0	/	/	/	/	3.9	2.0	3.1	4.8	2.4		
13	1.7	1.2	/	3.3	1.8	2.7	1.6	1.9	1.4	3.7	2.2	
14	1.5	1.3	/	1.9	1.8	2.8	1.3	2.4	0.99	2.2	2.0	
15	1.0	1.2	/	1.4	1.8	2.5	1.2	/	1.1	1.7	1.9	
16	0.89	1.1	/	1.7	1.5	2.8	1.5	/	1.2	2.3	1.8	
17	1.6	1.3	/	1.9	1.8	2.4	1.1	/	0.91	2.2	1.7	
18	1.1	0.84	/	1.3	1.3	2.1	1.6	/	1.4	1.4	1.7	
19	1.2	0.99	/	1.3	1.4	1.9	1.1	/	0.90	1.6	1.5	
20	1.2	1.1	/	1.4	1.5	2.4	0.94	/	0.91	1.6	1.4	
21	0.82	0.76	/	1.2	1.2	2.4	1.0	/	0.94	1.3	1.3	
22	0.88	0.66	/	0.89	1.2	1.9	0.96	/	0.86	0.98	1.1	
23	0.94	0.84	/	1.2	1.2	2.2	1.0	/	1.1	1.2	1.2	
24	0.79	0.69	/	1.2	1.1	1.6	1.1	/	0.97	1.4	1.2	
25	0.62	0.63	/	0.90	0.74	2.0	0.98	/	0.82	1.0	1.1	
26	0.69	/	0.58	0.80	0.92	2.1	1.0	/	0.60	0.69	1.0	
27	0.55	/	0.51	0.76	0.76	1.2	0.70	/	0.58	0.94	1.0	
28	0.50	/	0.40	0.60	0.64	1.6	0.66	/	0.48	0.63	0.91	
29	0.58	/	0.48	0.83	0.74	1.4	0.79	/	0.67	0.93	0.90	
30	0.67	/	0.51	0.76	0.96	1.8	0.54	/	0.49	0.81		

図2 経年変化 ベンゼン



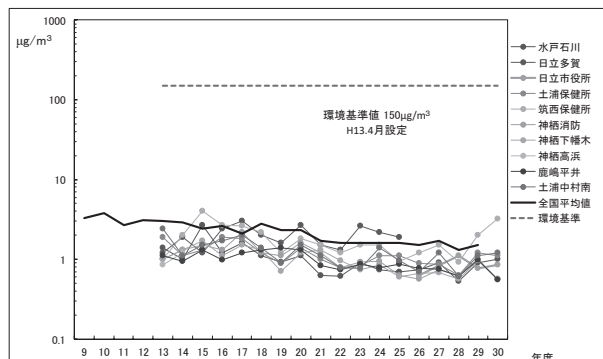
年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下樺木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	環境基準
9	0.28	/	/	/	/	0.24	/	/	0.69	2.3		
10	1.1	/	/	/	/	0.39	/	/	1.1	1.9		
11	0.47	/	/	/	/	0.31	/	/	0.60	1.8		
12	0.51	/	/	/	/	0.21	0.16	0.18	1.4	1.2		
13	0.47	0.30	/	0.81	0.45	0.45	0.23	0.21	0.21	0.98	1.3	
14	0.34	0.75	/	0.48	0.71	0.47	0.33	0.45	0.34	0.46	1.0	
15	0.46	0.26	/	0.22	0.49	0.24	0.24	/	0.22	0.32	0.92	
16	0.24	0.34	/	0.45	0.65	0.17	0.18	/	0.12	0.58	0.93	
17	0.52	0.46	/	0.31	0.46	0.14	0.14	/	0.16	0.33	0.75	
18	0.43	0.34	/	0.47	0.55	0.38	0.46	/	0.4	0.53	0.90	
19	0.35	0.24	/	0.35	0.53	0.17	0.21	/	0.15	0.32	0.76	
20	0.42	0.24	/	0.37	0.44	0.15	0.20	/	0.16	0.39	0.65	
21	0.16	0.14	/	0.25	0.39	0.11	0.12	/	0.12	0.27	0.53	
22	0.25	0.11	/	0.19	0.39	0.089	0.085	/	0.081	0.18	0.44	
23	0.32	0.22	/	0.28	0.64	0.16	0.16	/	0.15	0.26	0.53	
24	0.27	0.17	/	0.32	0.66	0.25	0.26	/	0.18	0.46	0.50	
25	0.22	0.17	/	0.23	0.42	0.12	0.13	/	0.13	0.27	0.53	
26	0.21	/	0.18	0.31	0.56	0.14	0.15	/	0.15	0.24	0.51	
27	0.16	/	0.10	0.15	0.56	0.073	0.075	/	0.075	0.21	0.48	
28	0.086	/	0.063	0.18	0.58	0.092	0.093	/	0.079	0.18	0.40	
29	0.15	/	0.089	0.28	0.59	0.12	0.14	/	0.12	0.31	0.42	
30	0.17	/	0.11	0.24	0.74	0.067	0.073	/	0.064	0.23	0.30	130

図3 経年変化 トリクロロエチレン



年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下樺木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	環境基準
9	1.2	/	/	/	/	0.36	/	/	0.53	1.1		
10	0.69	/	/	/	/	0.25	/	/	0.33	1.0		
11	0.44	/	/	/	/	0.23	/	/	0.29	0.77		
12	0.48	/	/	/	/	0.18	0.15	0.20	0.57	0.66		
13	0.43	0.18	/	0.42	0.18	0.27	0.12	0.19	0.11	0.63	0.52	
14	0.40	0.33	/	0.27	0.24	0.28	0.19	0.22	0.15	0.26	0.43	
15	0.16	0.34	/	0.25	0.24	0.12	0.11	/	0.10	0.27	0.38	
16	0.16	0.13	/	0.22	0.16	0.16	0.11	/	0.089	0.33	0.38	
17	0.10	0.17	/	0.13	0.11	0.078	0.062	/	0.056	0.13	0.28	
18	0.14	0.088	/	0.12	0.10	0.13	0.16	/	0.14	0.14	0.31	
19	0.12	0.040	/	0.065	0.048	0.073	0.052	/	0.038	0.07	0.25	
20	0.13	0.047	/	0.074	0.052	0.055	0.056	/	0.045	0.081	0.23	
21	0.072	0.054	/	0.086	0.074	0.065	0.068	/	0.063	0.089	0.22	
22	0.20	0.084	/	0.10	0.12	0.10	0.087	/	0.096	0.11	0.17	
23	0.19	0.20	/	0.20	0.20	0.18	0.16	/	0.15	0.19	0.18	
24	0.27	0.18	/	0.16	0.18	0.15	0.16	/	0.15	0.20	0.18	
25	0.092	0.07	/	0.11	0.087	0.07	0.12	/	0.088	0.11	0.15	
26	0.24	/	0.14	0.16	0.15	0.14	0.14	/	0.13	0.15	0.15	
27	0.091	/	0.037	0.061	0.056	0.037	0.042	/	0.039	0.076	0.14	
28	0.10	/	0.026	0.044	0.044	0.044	0.041	/	0.032	0.050	0.12	
29	0.099	/	0.036	0.055	0.045	0.050	0.048	/	0.046	0.057	0.11	
30	0.11	/	0.041	0.054	0.066	0.032	0.035	/	0.034	0.052		

図4 経年変化 テトラクロロエチレン



年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下樺木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	環境基準
9	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	3.3	
10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	2.8	
11	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	3.7	
12	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	3.1	
13	1.4	1.2	/	1.9	1.0	1.0	1.0	0.85	1.1	2.4	3.0	
14	1.0	1.9	/	1.1	2.0	1.3	1.3	1.2	0.94	1.1	2.9	
15	2.7	1.2	/	1.3	4.0	1.5	1.7	/	1.3	1.5	2.4	
16	1.2	2.4	/	1.9	2.7	1.3	1.1	/	0.98	1.7	2.6	
17	1.6	3.0	/	1.8	2.6	2.2	1.5	/	1.2	2.0	2.1	
18	1.1	2.0	/	1.2	2.2	1.2	1.3	/	1.3	1.4	2.8	
19	0.93	1.6	/	0.88	1.2	1.1	0.71	/	1.4	0.91	2.3	
20	1.1	2.7	/	1.4	1.8	1.6	1.2	/	1.3	1.5	2.3	
21	0.62	1.5	/	1.0	1.5	1.2	1.3	/	0.84	1.1	1.7	
22	0.61	1.3	/	0.79	1.2	0.79	0.96	/	0.74	0.79	1.6	
23	0.91	2.6	/	0.83	1.5	0.92	0.73	/	0.86	0.77	1.6	
24	0.74	2.2	/	1.1	1.5	0.95	0.85	/	0.79	1.4	1.6	
25	0.70	1.9	/	1.1	0.94	0.62	0.60	/	0.86	0.96	1.6	
26	0.74	/	0.63	0.88	1.2	0.56	0.67	/	0.76	0.70	1.5	
27	0.90	/	0.83	0.87	1.5	0.73	0.68	/	0.75	1.2	1.7	
28	0.53	/	1.1	0.63	0.92	0.63	0.57	/	0.61	0.61	1.3	
29	0.91	/	0.77	1.2	2.0	1.0	0.96	/	0.98	1.1	1.5	
30	1.0	/	0.85	1.1	3.2	0.56	0.57	/	0.55	1.2		

図5 経年変化 ジクロロメタン

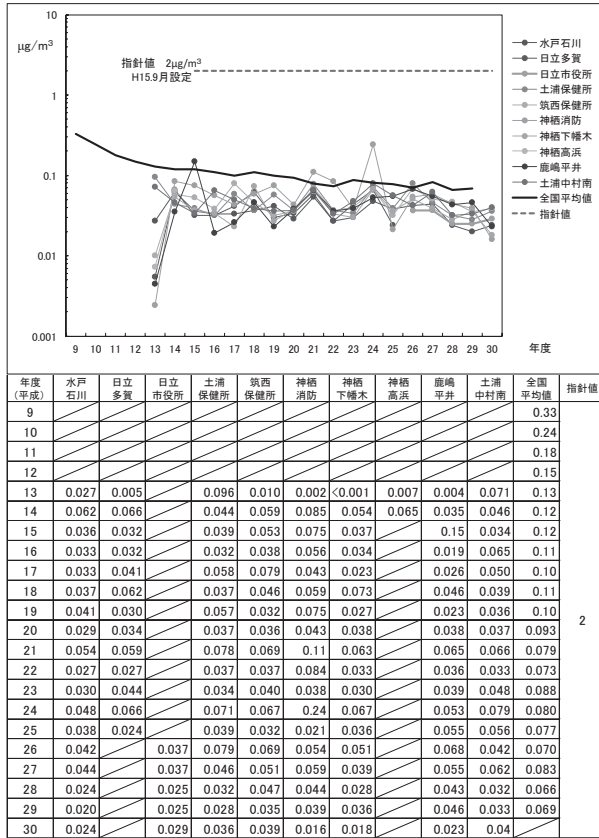


図6 経年変化 アクリロニトリル

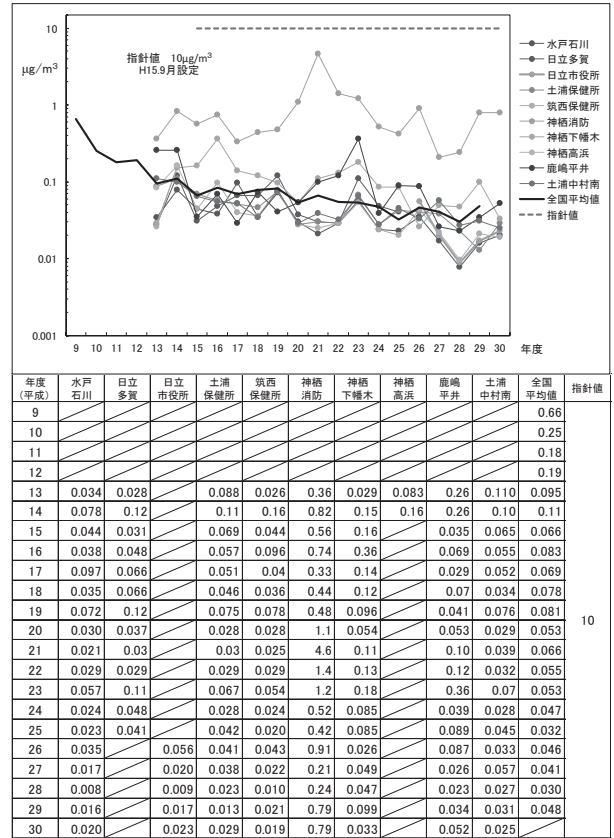


図7 経年変化 塩化ビニルモノマー

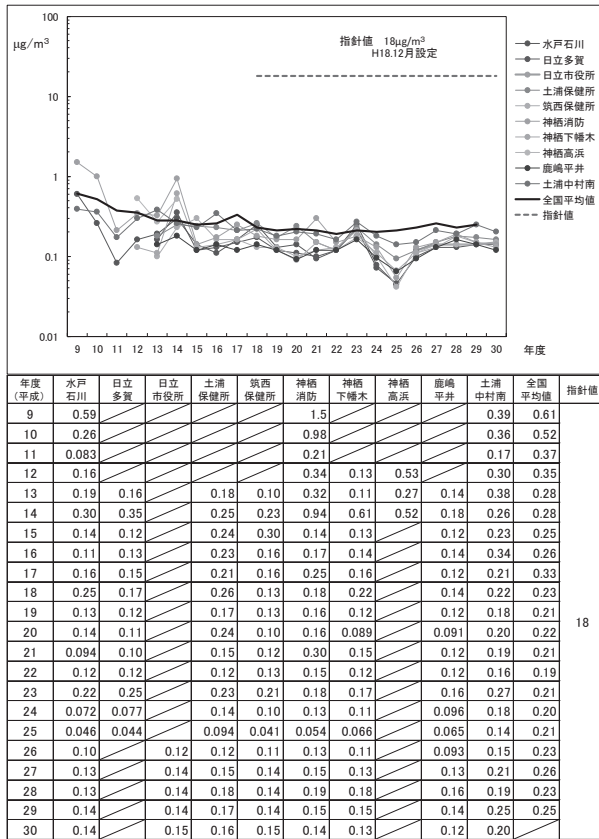


図8 経年変化 クロロホルム

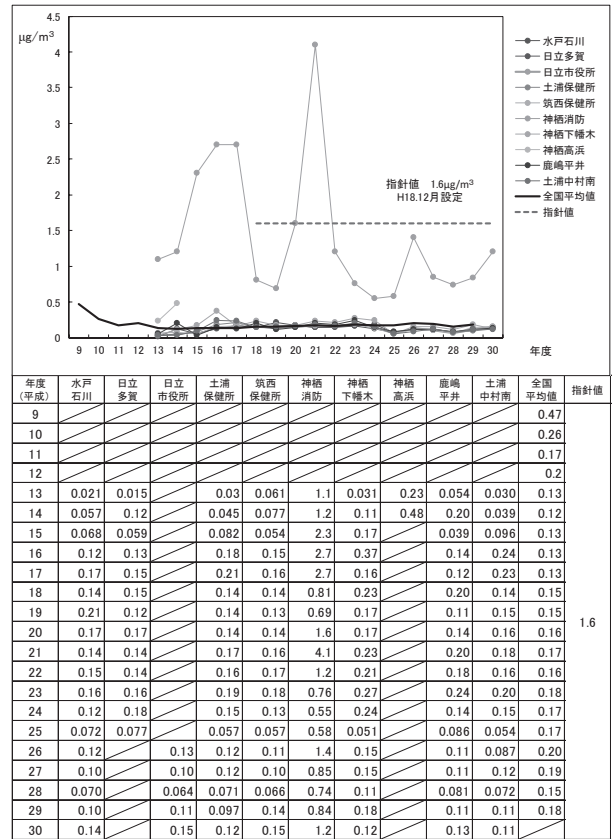


図9 経年変化 1,2-ジクロロエタン

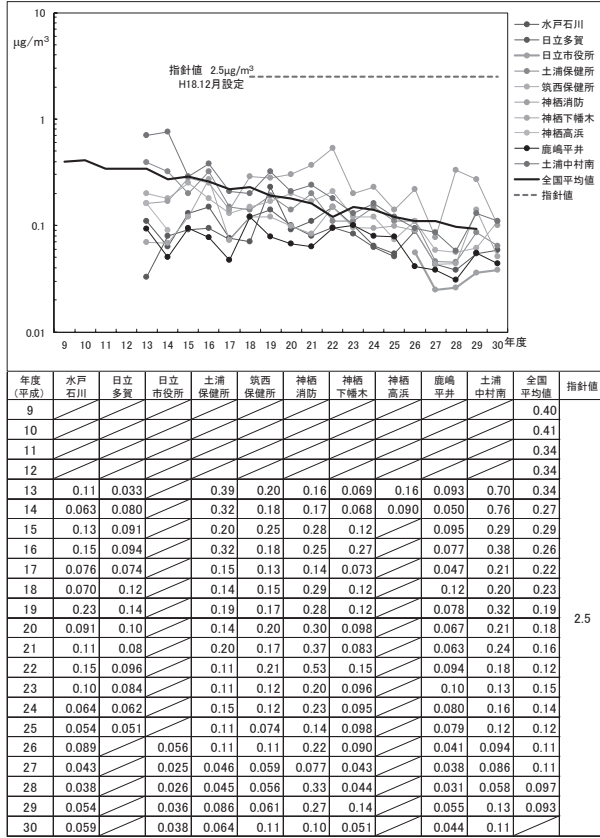


図10 経年変化 1,3-ブタジエン

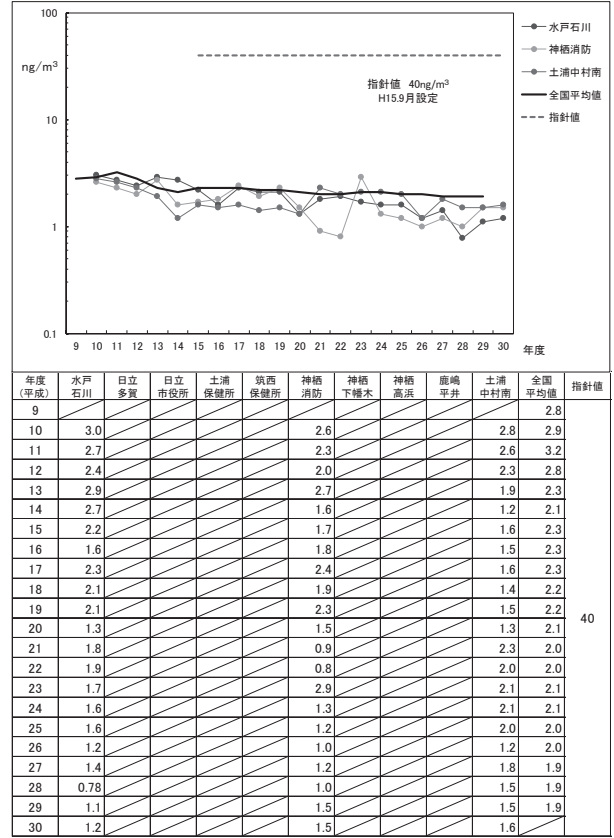


図11 経年変化 水銀及びその化合物

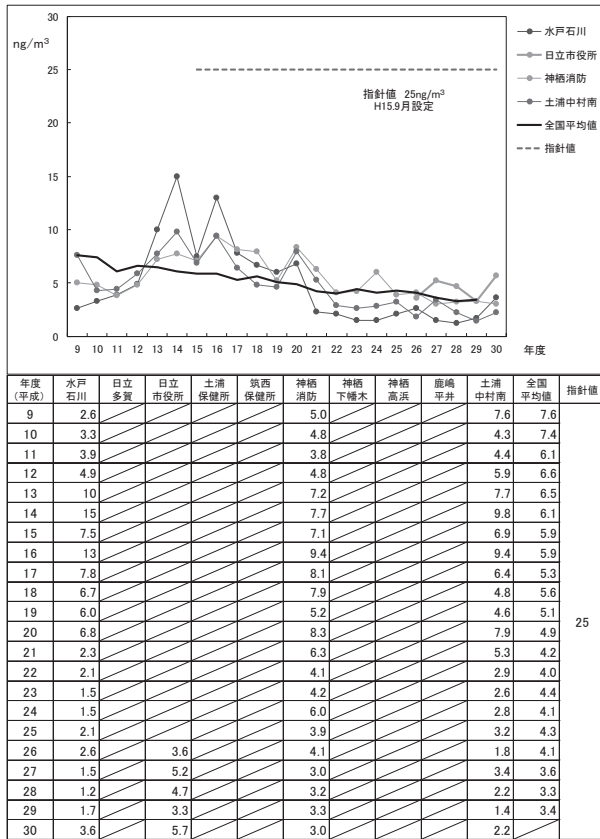


図12 経年変化 ニッケル化合物

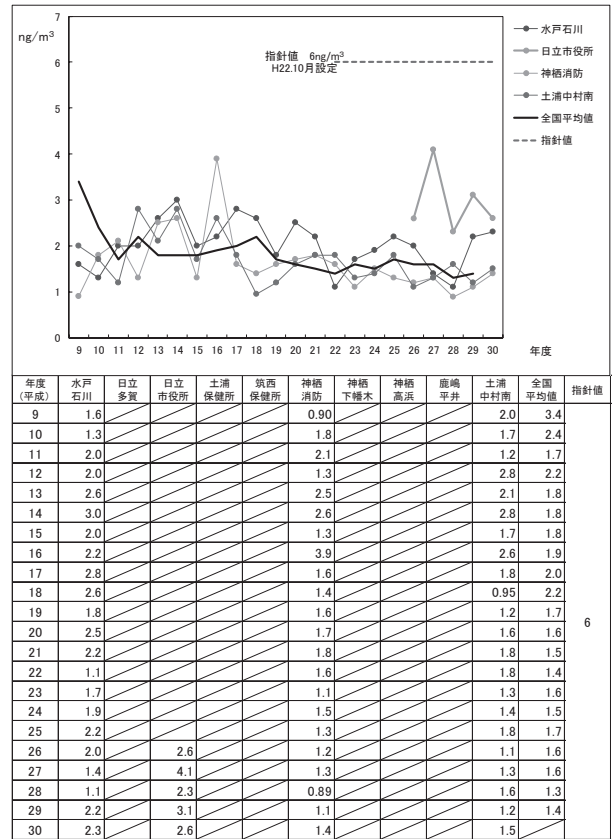


図13 経年変化 ヒスタミン及びその化合物

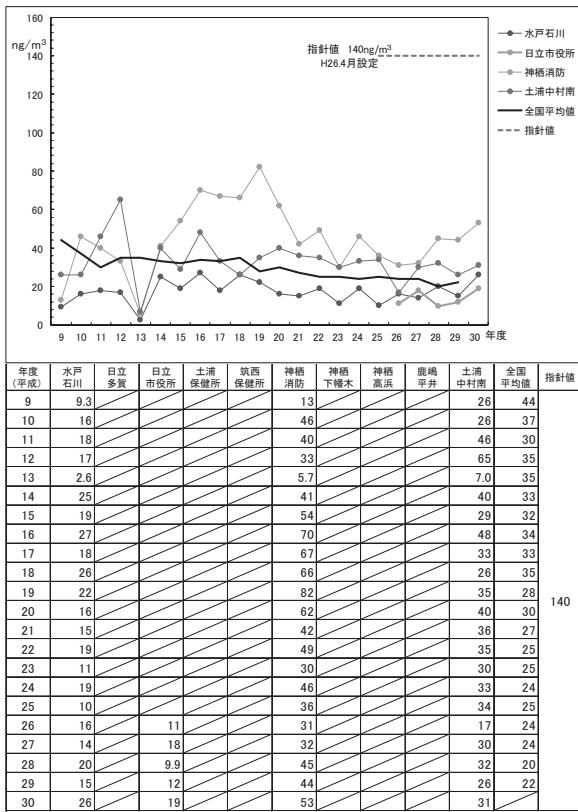


図14 経年変化 マンガン及びその化合物

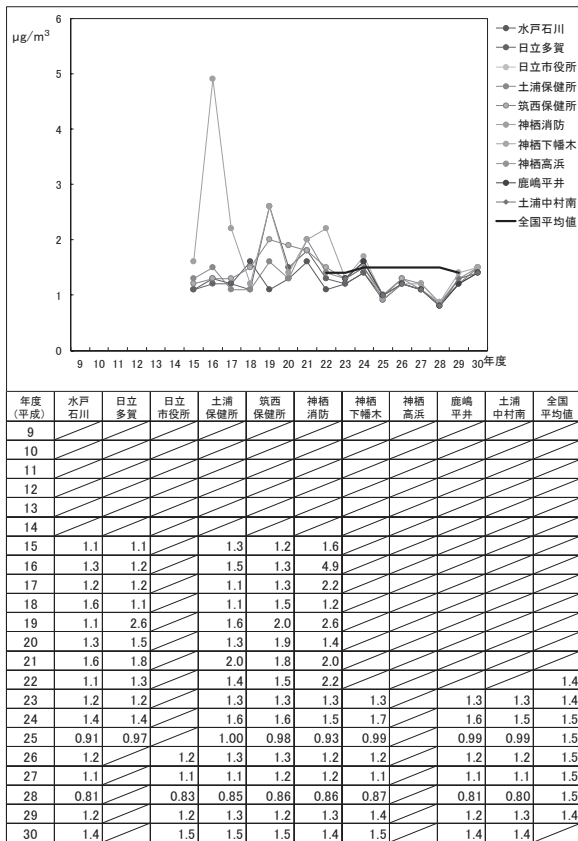


図15 経年変化 塩化メチル

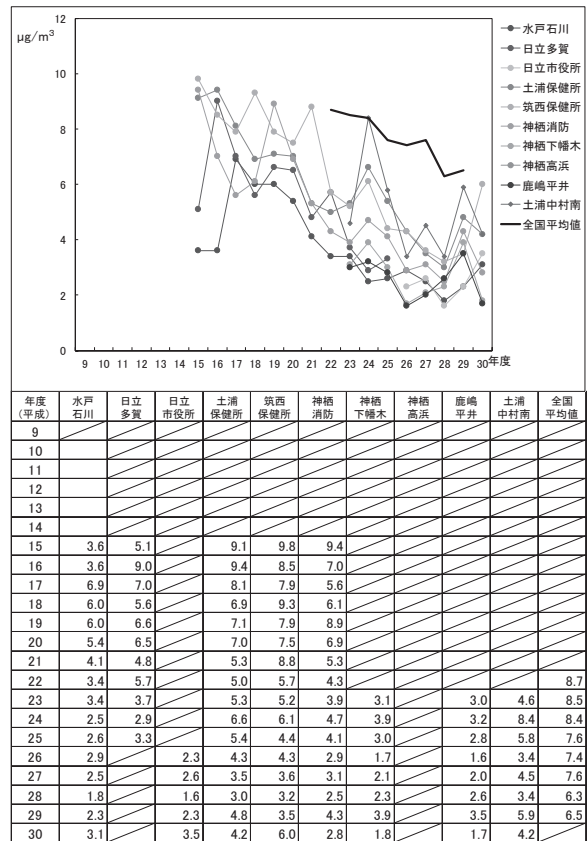
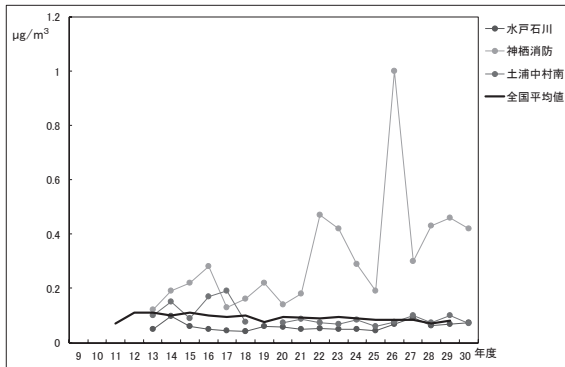
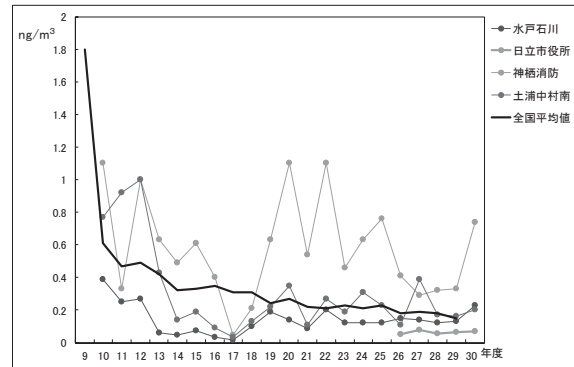


図16 経年変化 トルエン



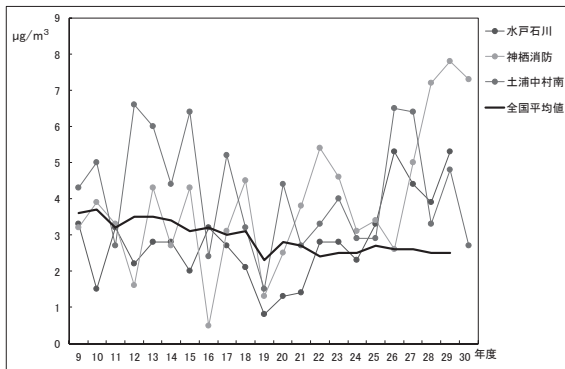
年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下種木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値
9											0.07
10											0.11
11											0.11
12											0.10
13	0.048					0.12				0.10	0.11
14	0.096					0.19				0.15	0.10
15	0.059					0.22				0.09	0.11
16	0.050					0.28				0.17	0.10
17	0.045					0.13				0.19	0.094
18	0.042					0.16				0.077	0.10
19	0.060					0.22					0.075
20	0.058					0.14				0.072	0.095
21	0.049					0.18				0.087	0.091
22	0.052					0.47				0.072	0.088
23	0.048					0.42				0.069	0.094
24	0.050					0.29				0.083	0.090
25	0.044					0.19				0.061	0.085
26	0.067					1.0				0.076	0.083
27	0.091					0.30				0.10	0.083
28	0.063					0.43				0.072	0.071
29	0.068					0.46				0.10	0.081
30	0.073					0.42				0.070	

図17 経年変化 酸化エチレン



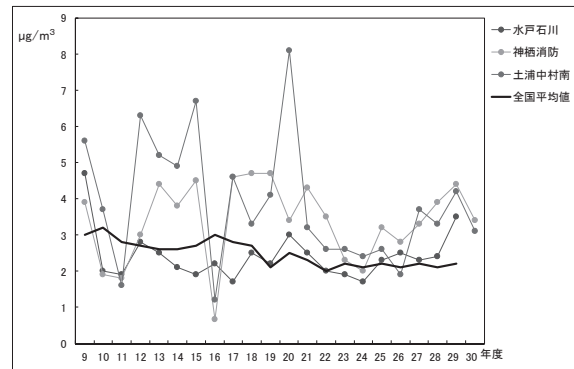
年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下種木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値
9											1.8
10	0.39					1.1				0.77	0.61
11	0.25					0.33				0.92	0.47
12	0.27					1.0				1.0	0.49
13	0.06					0.63				0.43	0.42
14	0.048					0.49				0.14	0.32
15	0.074					0.61				0.19	0.33
16	0.033					0.40				0.092	0.35
17	0.015					0.048				0.035	0.31
18	0.10					0.21				0.13	0.31
19	0.19					0.63				0.22	0.24
20	0.14					1.1				0.35	0.27
21	0.085					0.54				0.11	0.22
22	0.20					1.1				0.27	0.21
23	0.12					0.46				0.19	0.23
24	0.12					0.63				0.31	0.21
25	0.12					0.76				0.23	0.23
26	0.15		0.049			0.41				0.11	0.18
27	0.14		0.078			0.29				0.39	0.19
28	0.12		0.057			0.32				0.17	0.18
29	0.13		0.064			0.33				0.16	0.15
30	0.23		0.068			0.74				0.20	

図18 経年変化 ベンゾ[a]ピレン



年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下種木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値
9	3.3					3.2				4.3	3.6
10	1.5					3.9				5.0	3.7
11	3.2					3.3				2.7	3.2
12	2.2					1.6				6.6	3.5
13	2.8					4.3				6.0	3.5
14	2.8					2.7				4.4	3.4
15	2.0					4.3				6.4	3.1
16	3.2					0.48				2.4	3.2
17	2.7					3.1				5.2	3.0
18	2.1					4.5				3.2	3.1
19	0.80					1.3				1.5	2.3
20	1.3					2.5				4.4	2.8
21	1.4					(3.8)				(2.7)	2.7
22	2.8					5.4				3.3	2.4
23	2.8					4.6				4.0	2.5
24	2.3					3.1				2.9	2.5
25	3.3					3.4				2.9	2.7
26	5.3					2.6				6.5	2.6
27	4.4					5.0				6.4	2.6
28	3.9					7.2				3.3	2.5
29	5.3					7.8				4.8	2.5
30	欠測					7.3				2.7	

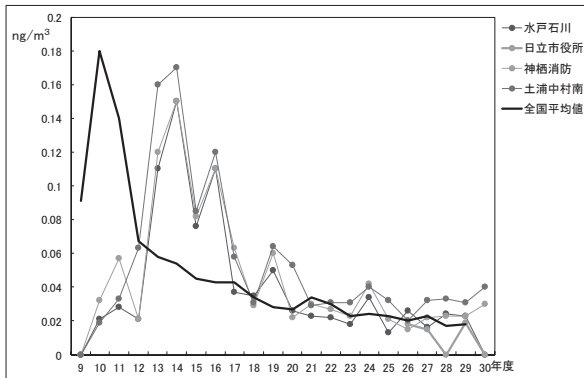
図19 経年変化 ホルムアルデヒド ※(数値)は参考値扱い。



年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下種木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値
9	4.7					3.9				5.6	3.0
10	2.0					1.9				3.7	3.2
11	1.9					1.8				1.6	2.8
12	2.8					3.0				6.3	2.7
13	2.5					4.4				5.2	2.6
14	2.1					3.8				4.9	2.6
15	1.9					4.5				6.7	2.7
16	2.2					0.66				1.2	3.0
17	1.7					4.6				4.6	2.8
18	2.5					4.7				3.3	2.7
19	2.2					4.7				4.1	2.1
20	3.0					3.4				8.1	2.5
21	2.5					(4.3)				(3.2)	2.3
22	2.0					3.5				2.6	2.0
23	1.9					2.3				2.6	2.2
24	1.7					2.0				2.4	2.1
25	2.3					3.2				2.6	2.2
26	2.5					2.8				1.9	2.1
27	2.3					3.3				3.7	2.2
28	2.4					3.9				3.3	2.1
29	3.5					4.4				4.2	2.2
30	欠測					3.4				3.1	

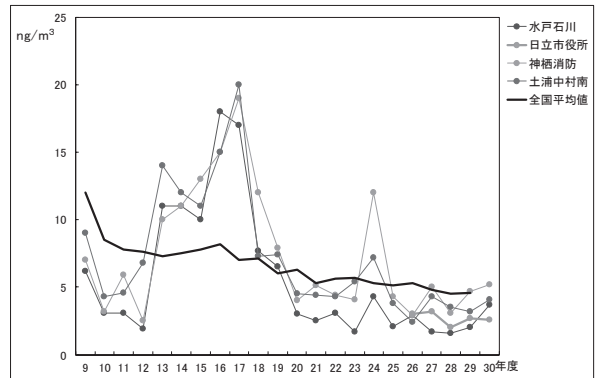
図20 経年変化 アセトアルデヒド ※(数値)は参考値扱い。





年度 (平成)	水戸 石川	日立 多賀	日立 市役所	土浦 保健所	筑西 保健所	神栖 消防	神栖 下橋木	神栖 高浜	鹿嶋 平井	土浦 中村南	全国 平均値
9	ND					ND				ND	0.091
10	0.021					0.032				0.019	0.18
11	0.028					0.057				0.033	0.14
12	0.021					0.021				0.063	0.067
13	0.11					0.12				0.16	0.058
14	0.15					0.15				0.17	0.054
15	0.076					0.082				0.085	0.045
16	0.11					0.11				0.12	0.043
17	0.037					0.063				0.058	0.043
18	0.035					0.029				0.031	0.034
19	0.050					0.060				0.064	0.028
20	0.026					0.022				0.053	0.027
21	0.023					0.030				0.029	0.034
22	0.022					0.027				0.031	0.030
23	0.018					0.023				0.031	0.023
24	0.034					0.042				0.040	0.024
25	0.013					0.021				0.032	0.023
26	0.026		0.018			0.015				0.020	0.020
27	0.016		0.015			0.022				0.032	0.023
28	0.024		ND			0.023				0.033	0.017
29	0.023		0.019			0.023				0.031	0.018
30	ND		ND			0.03				0.04	

図21 経年変化 ベリリウム及びその化合物



年度 (平成)	水戸 石川	日立 多賀	日立 市役所	土浦 保健所	筑西 保健所	神栖 消防	神栖 下橋木	神栖 高浜	鹿嶋 平井	土浦 中村南	全国 平均値
9	6.2					7.0				9.0	12
10	3.1					3.2				4.3	8.5
11	3.1					5.9				4.6	7.8
12	1.9					2.5				6.8	7.6
13	11					10				14	7.3
14	11					11				12	7.5
15	10					13				11	7.8
16	18					15				15	8.2
17	17					19				20	7.0
18	7.7					12				7.3	7.1
19	6.5					7.9				7.4	6.0
20	3.0					4.0				4.5	6.3
21	2.5					5.1				4.4	5.3
22	3.1					4.4				4.3	5.6
23	1.7					4.1				5.4	5.7
24	4.3					12				7.2	5.3
25	2.1					4.3				3.8	5.1
26	2.9		3.0			2.9				2.4	5.3
27	1.7		3.2			5.0				4.3	4.8
28	1.6		2.0			3.1				3.5	4.5
29	2.0		2.7			4.7				3.2	4.6
30	3.7		2.6			5.2				4.1	

図22 経年変化 クロム及びその化合物

## 2-4 大気環境中のフロン濃度調査事業

### 1 目的

オゾン層の破壊物質<sup>1)</sup>及び温室効果ガス<sup>2)</sup>であるフロン等の環境濃度を測定することにより、大気環境の実態を継続的に把握する。

### 2 調査方法

#### (1) 調査期間及び地点

調査は平成 30 年 5 月から平成 31 年 2 月の間に 4 回、図 1 に示す 5 地点（日立市、水戸市、神栖市、土浦市、筑西市）に所在する大気測定局舎で行った。調査地点の概況は以下のとおりである。

- ① 日立市役所局舎：公営団地の一角にあり、南方向約 70 m 先に日立市役所が、東南東方向約 70 m 先に国道 6 号線がある。
- ② 水戸石川局舎：周囲を住宅に囲まれており、南方向約 400 m に国道 50 号線がある。
- ③ 神栖消防局舎：国道 124 号線に面した公官庁の駐車場の一角にあり、北東方向約 500 m から先に石油化学コンビナートがある。
- ④ 土浦保健所局舎：保健所の駐車場の一角にあり、付近には雑木林、国立病院及び住宅等がある。
- ⑤ 筑西保健所局舎：商業地域内に位置する保健所の一角にあり、北方向約 100 m には国道 50 号線がある。



図 1 調査地点

#### (2) 調査対象物質及び測定方法

調査は、CFC-11、CFC-12 及び CFC-113 の 3 物質を対象に水戸市において、四塩化炭素、HCFC-21、HCFC-22、HCFC-123、HCFC-141b、HCFC-142b、HCFC-225ca、HCFC-225cb、1,1,1-トリクロロエタン、HFC-134a の 10 物質を対象に県内 5 地点において実施した。また、測定方法は有害大気汚染物質調査マニュアル<sup>3)</sup>に基づき、真空容器（ステンレス製内面不活性化処理済、6L）に約 3mL/min の流量で 24 時間採取した環境大気をガスクロマトグラフ質量分析法で測定した。

### 3 結果の概要

調査結果を表 1 に示す。比較のため、環境省が行った平成 29 年度調査結果<sup>4)</sup>も併せて示す。また、平成 5 年度からの本県の結果を図 2 及び図 3 に示す。

#### (1) CFC-11、CFC-12、CFC-113

昨年度と比較すると、CFC-11、CFC-12、CFC-113 は共に大きな変動はなかった（表 1 及び図 2）。

大気中濃度の推移について、CFC-11 は調査を開始した平成 5 年度からほぼ横ばいであり、県外 2 地点と同程度で推移している。CFC-12 は県外 2 地点と比較して本県が高い年度も見られたが、平成 25 年度からは減少し、平成 29 年度からは再び上昇した。CFC-113 は調査を開始した平成 11 年度から横ばいであり、県外 2 地点と同程度で推移している（図 2）。

#### (2) 四塩化炭素、HCFC-21、HCFC-22、HCFC-123、HCFC-141b、HCFC-142b、HCFC-225ca、HCFC-225cb、1,1,1-トリクロロエタン、HFC-134a

昨年度と比較すると、大きな変動はなかった。（表 1 及び図 3）。

県平均値と県外の値を比較すると、四塩化炭素は茨城県 < 北海道、HCFC-22 及び HCFC-141b は北

海道 < 川崎 < 茨城県 , HCFC-142b は 北海道 < 茨城県 < 川崎であった (表 1)。

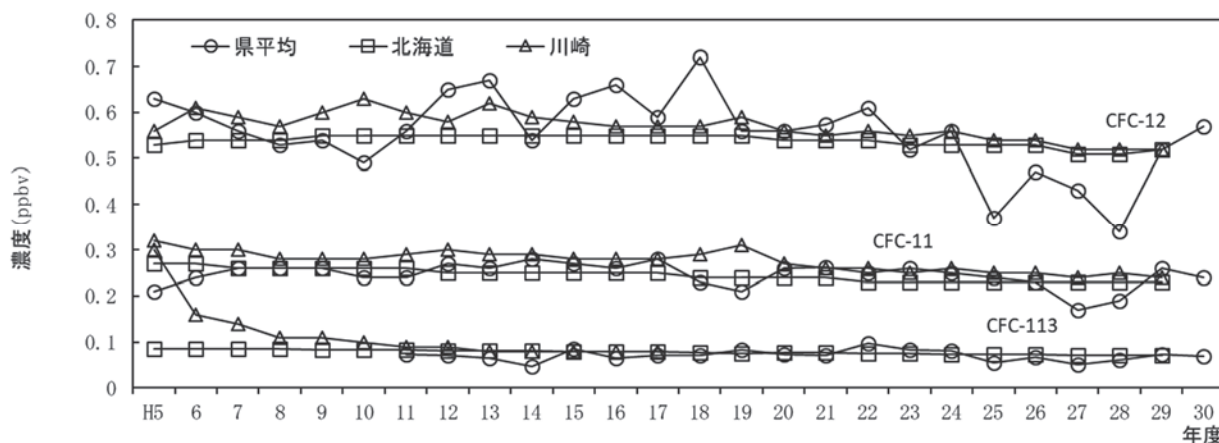
表 1 調査結果

単位 : ppbv

物質名	地点別年平均値					H30 年度 県平均	H29 年度 県平均	経年調査結果 <sup>4)</sup>	
	水戸 石川	日立 市役所	土浦 保健所	筑西 保健所	神栖 消防			北海道	川崎
CFC-11	0.24	-	-	-	-	0.24	0.26	0.23	0.24
CFC-12	0.57	-	-	-	-	0.57	0.52	0.52	0.52
CFC-113	0.070	-	-	-	-	0.070	0.073	0.072	-
四塩化炭素	0.076	0.080	0.079	0.076	0.078	0.078	0.078	0.085	-
HCFC-21	0.0014	0.0015	0.0012	< 0.0012	0.0013	< 0.0012	0.0027	-	-
HCFC-22	0.34	0.32	0.46	0.46	0.32	0.38	0.37	0.26	0.32
HCFC-123	0.0004	0.0005	0.0004	< 0.0004	0.0004	< 0.0004	0.0017	-	-
HCFC-141b	0.038	0.036	0.042	0.072	0.033	0.044	0.042	0.026	0.033
HCFC-142b	0.026	0.030	0.027	0.022	0.024	0.026	0.026	0.023	0.027
HCFC-225ca	0.042	0.0018	0.0041	0.0055	0.0020	0.0034	0.0049	-	-
HCFC-225cb	0.0045	0.0027	0.0045	0.0057	0.0014	0.0037	0.0055	-	-
1, 1, 1-トリクロロ エタン	0.0032	0.0023	0.0032	0.0026	0.0021	0.0027	0.0027	0.0023	-
HFC-134a	0.14	0.14	0.23	0.15	0.13	0.16	0.15	0.11	0.14

4) 平成 29 年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書, 環境省 (2018)

北海道は 8, 12 月 (月 6 試料) 測定の平均値, 川崎は 3 月から翌年 2 月まで 1 日 4~5 回 (5 時間ごと) 測定の中央値



調査地点 H5~H10: 日立会瀬, 水戸石川, 神栖消防, 国設筑波, 総和町役場

H11~21: 水戸石川, 国設筑波

H22~30: 水戸石川

図 2 CFC-11, CFC-12, CFC-113 の推移

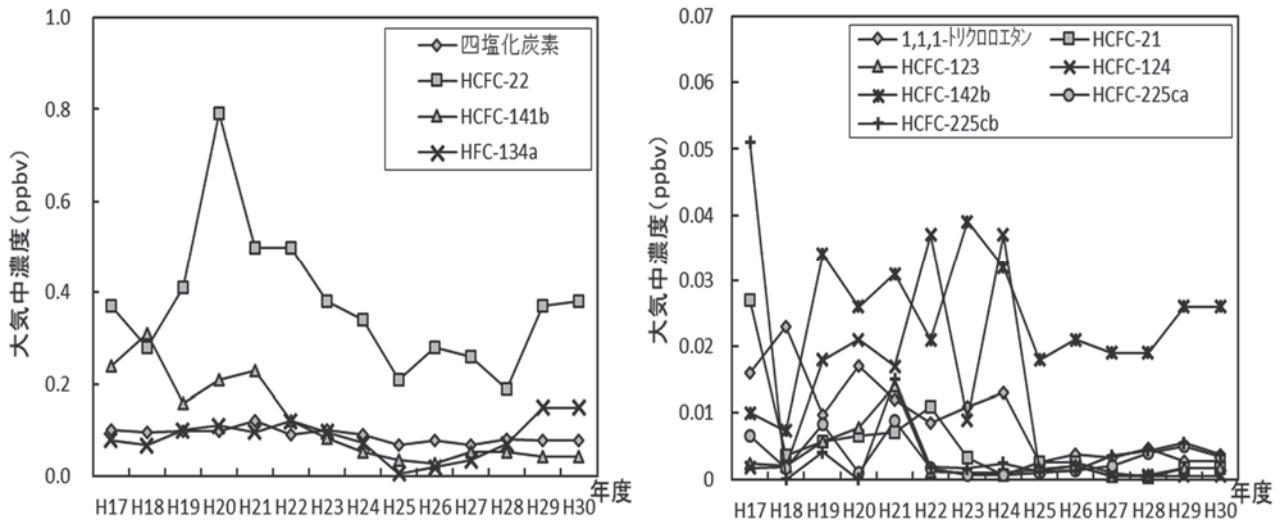


図 3 四塩化炭素, HCFC-21, HCFC-22, HCFC-123, HCFC-141b, HCFC-142b, HCFC-225ca, HCFC-225cb, 1, 1, 1-トリクロロエタン, HFC-134a の推移

参考文献

- 1) 特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律 (昭和 63 年 5 月 20 日法律第 53 号)  
<http://law.e-gov.go.jp/htldata/S63/S63HO053.html>
- 2) 地球温暖化対策の推進に関する法律 (平成 10 年 10 月 9 日法律第 117 号)  
<http://law.e-gov.go.jp/htldata/H10/H10HO117.html>
- 3) 有害大気汚染物質測定方法マニュアル (平成 23 年 3 月改訂), 環境省 (2011)  
<http://www.env.go.jp/air/osen/manual2/index.html>
- 4) 平成 29 年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書, 環境省 (2018)  
<http://www.env.go.jp/earth/report/h30-04/index.html>

## 2-5 酸性雨の実態把握調査事業

### 1 目的

茨城県内の酸性雨の経年的変化を把握するとともに全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会が実施する酸性雨全国調査に参加し、広域的な降雨の酸性化機構を解明することを目的とする。

### 2 方法

#### (1) 調査期間及び試料採取

調査は平成30年4月3日から平成31年4月2日までの降雨を対象とし、霞ヶ浦環境科学センター(図1)の敷地内に設置した降水時開放型自動降水捕集装置(小笠原計器製 US-330)で捕集した降雨を約一月分毎に回収し、降雨試料とした。

#### (2) 測定項目及び測定方法

降水量は、重量法で求めた貯水量を捕集面積で除して算出した。その他の測定項目は、pH(TOA MM-60R, 電極型式: GST-5721C), 電気伝導率(TOA MM-60R, 電極型式: CT-5721C), イオン成分:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  (Metrohm 850 及びサーモフィッシャー製 IntegrionRFIC) とした。なお、測定項目の精度管理は、環境省の湿性沈着モニタリング手引き書<sup>1)</sup>に従い、イオンバランス又は電気伝導率バランスが基準範囲を超える場合は再分析を行った。

### 3 結果の概要

#### (1) 調査結果概要

月毎の試料採取期間を表1, 調査結果を表2に示す。月毎のpHは4.76~6.12の範囲にあり、年平均値は5.17と酸性雨の目安とされる5.6より低く、依然として酸性雨が観測されている。なお、平成29年度の年平均値は5.07で、全国の平成29年度酸性雨調査結果<sup>2)</sup>の平均値4.88より高かった。

#### (2) 経年変化

当調査の調査地点は、平成18年度までは水戸市石川(水戸)としてきたが、平成17年度からの霞ヶ浦環境科学センター(土浦)への移転に伴い、平成17-18年度の調査により水戸と土浦の地点間差が小さいことを確認し、平成19年度からは土浦を調査地点としている。降雨pHの経年変化を図2に示す。土浦市におけるpH値は、全国の平均値<sup>2)</sup>よりも少し高い値で推移している。

### 4 まとめ

茨城県内の降雨のpHは全国の平均値よりは高いものの、酸性雨の目安とされる値(pH 5.6)より低いことから、今後とも動向を注視する必要がある。

### 参考文献

- 1) 湿性沈着モニタリング手引き書(第2版), 環境省(2001)
- 2) 平成29年度酸性雨調査結果について, 環境省  
<http://www.env.go.jp/air/acidrain/monitoring/h29/index.html>



図 1 調査地点

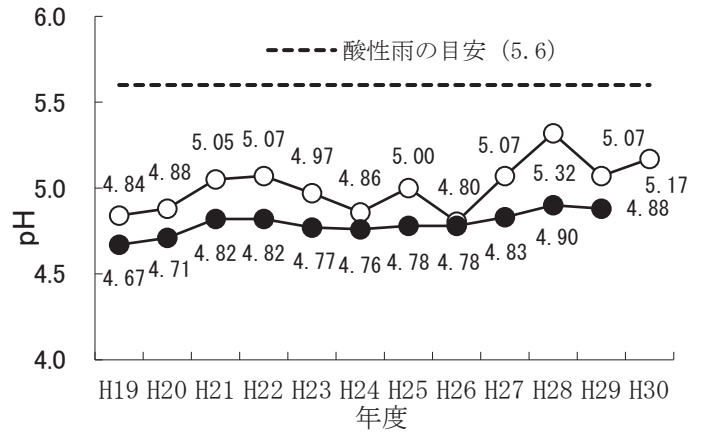


図 2 茨城県土浦市における降雨 pH の経年変化  
○：土浦市，●：全国平均

表 1 試料採取期間

調査月	試料採取期間	調査月	試料採取期間
4月	平成30年4月3日～平成30年4月27日	10月	平成30年10月2日～平成30年10月30日
5月	平成30年4月27日～平成30年5月29日	11月	平成30年10月30日～平成30年11月27日
6月	平成30年5月29日～平成30年6月26日	12月	平成30年11月27日～平成31年1月8日
7月	平成30年6月26日～平成30年8月7日	1月	平成31年1月8日～平成31年2月5日
8月	平成30年8月7日～平成30年9月4日	2月	平成31年2月5日～平成31年3月5日
9月	平成30年9月4日～平成30年10月2日	3月	平成31年3月5日～平成31年4月2日

表 2 調査結果

調査月	降水量 <sup>1)</sup> (mm)	貯水量 (mL)	pH	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	イオン濃度 (mg/L)									
					$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	nss- $\text{SO}_4^{2-}$	nss- $\text{Ca}^{2+}$
4月	78	2,453	6.12	22.30	1.63	1.40	2.71	0.50	1.54	0.85	0.82	0.27	1.24	0.76
5月	159	4,999	5.21	6.01	0.49	0.50	0.44	0.22	0.27	0.09	0.14	0.03	0.42	0.12
6月	90	2,811	5.42	9.15	0.91	1.08	0.61	0.58	0.35	0.05	0.11	0.05	0.83	0.10
7月	119	3,727	5.62	13.07	1.15	0.81	1.61	0.49	0.80	0.11	0.47	0.13	0.95	0.44
8月	123	3,858	4.83	34.60	1.75	1.28	8.31	0.36	3.64	0.17	0.34	0.45	0.83	0.20
9月	198	6,205	4.79	10.37	0.54	0.48	1.05	0.20	0.56	0.08	0.08	0.07	0.40	0.05
10月	21	674	4.85	23.90	1.67	1.62	4.14	0.66	1.98	0.10	0.23	0.24	1.17	0.15
11月	51	1,589	4.76	10.48	0.76	1.07	0.72	0.33	0.44	0.03	0.10	0.00	0.65	0.08
12月	18	578	5.47	19.29	1.55	1.63	2.24	0.71	1.33	0.06	0.38	0.18	1.22	0.32
1月	17	528	5.95	18.02	1.24	2.20	0.85	0.66	0.48	0.10	1.23	0.12	1.12	1.21
2月	69	2,179	5.16	12.40	1.03	1.05	1.06	0.50	0.61	0.05	0.27	0.09	0.88	0.25
3月	88	2,769	5.08	11.78	1.14	1.20	0.09	0.55	0.47	0.07	0.28	0.07	1.02	0.26
最大	198	6,205	6.12	34.60	1.75	2.20	8.31	0.71	3.64	0.85	1.23	0.45	1.24	1.21
最小	17	528	4.76	6.01	0.49	0.48	0.09	0.20	0.27	0.03	0.08	0.00	0.40	0.05
平均 <sup>2)</sup>	1,031	32,368	5.17	12.67	0.96	0.88	1.55	0.40	0.81	0.15	0.29	0.11	0.75	0.26

1) 降水量 (mm) は貯水量を採取口面積で除して求めた。

2) 平均の欄は降水量で重み付けした平均値。ただし、降水量及び貯水量は合計量。

## 2-6 大気環境中の石綿調査事業

### 1 目的

県民の健康被害の未然防止と生活環境の保全を図るため、大気環境中の石綿濃度を測定し、実態を把握する。

### 2 調査内容

#### (1) 調査項目

一般環境（住宅地域）における大気中の石綿繊維数濃度（繊維数 本/L）

#### (2) 調査地点

調査地点を図1に示す。土浦保健所 1 地点

#### (3) 試料採取期間

夏季及び冬季の平日昼間（10時～16時）4時間、連続3日間

#### (4) 調査方法

アスベストモニタリングマニュアル第3版<sup>1)</sup>に基づき実施



図1 調査地点

### 3 調査結果

調査結果を表1に示す。石綿濃度は、夏季0.13本/L、冬季0.086本/L、年平均0.10本/Lであった。土浦保健所における石綿濃度の経年変化は、図2に示すとおりである。

表1 調査結果

調査地点	調査時季	調査日	石綿繊維数濃度		天候	主風向	風速 (m/秒)
			(本/L)	幾何平均			
土浦保健所	夏季	平成30年8月1日(水) 10:10~14:10	0.12	0.13	晴	東	1.0
		平成30年8月2日(木) 10:30~14:30	0.32		晴	東南東	2.0
		平成30年8月3日(金) 10:00~14:00	0.057		晴	東	2.0
	冬季	平成31年1月29日(火) 10:00~14:00	0.054	0.086	晴	北北西	3.9
		平成31年1月30日(水) 10:00~14:00	0.054		晴	南西	1.6
		平成31年1月31日(木) 10:00~14:00	0.22		曇	南西	1.5

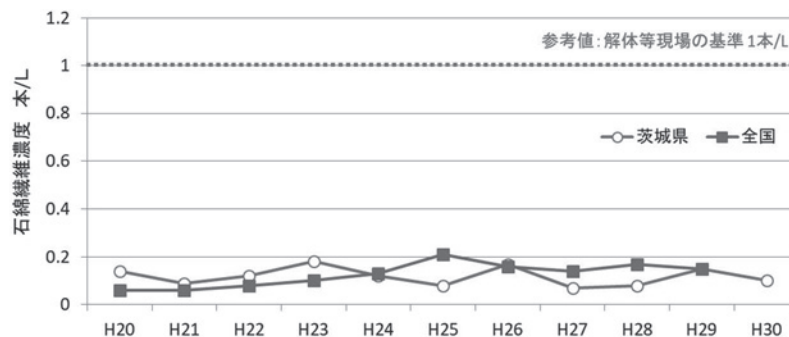


図2 一般環境（住宅地域）における石綿繊維数濃度

(平成22年度以降の全国値は、総繊維数濃度)

### 参考資料

- 1) 環境省：アスベストモニタリングマニュアル第3版（平成19年5月）
- 2) 環境省：アスベスト大気濃度調査結果について（平成20～28年度 報道発表資料）

## 2-7 百里飛行場周辺地域における航空機騒音実態調査事業

### 1 目的

航空自衛隊百里基地の航空機騒音に係る環境基準の類型をあてはめた地域（平成3年3月28日茨城県告示第398号）について、環境基準の達成状況を把握し、もって航空機騒音による被害を防止するための発生源対策及び障害防止対策等の各種施策を総合的に推進するための基礎資料を得る。

### 2 調査方法

#### (1) 調査地点

調査地点を図1に示す。航空機騒音に係る環境基準のI類型をあてはめた地域8地点（茨城町、小美玉市、銚田市、行方市、かすみがうら市）及び地域外2地点（茨城町、大洗町）の計10地点にて調査を実施した。

#### (2) 調査期間

- ・測定期間  
平成30年6月15日～平成30年11月21日の期間内に連続2週間
- ・年間値推定期間  
平成30年4月1日～平成31年3月31日の1年間

#### (3) 測定及び評価方法

航空機騒音の測定・評価は、環境省告示<sup>1)</sup>及び「航空機騒音測定・評価マニュアル<sup>2)</sup>」に基づき、評価値である時間帯補正等価騒音レベル「 $L_{den}$ 値」を年間測定している測定局の測定値で補正し、年間平均 $L_{den}$ 推定値（以下「 $L_{den}$ 推定値」という。）を算出した。

また、平成25年4月から評価指標が加重等価平均感覚騒音レベル「WECPNL、W値」から $L_{den}$ 値へ移行したことから、短期測定地点の測定データより旧マニュアル<sup>3)</sup>に基づきW値及び年間平均WECPNL推定値（以下「W推定値」という。）を算出し、新旧評価値の比較を行った。

### 3 結果

#### (1) 平成30年度調査結果

平成30年度調査結果を表1に示す。各地点の $L_{den}$ 推定値を環境基準値（I類型：57デシベル（dB））と照合すると、1地点（下吉影南原公民館）で評価値である $L_{den}$ 推定値が環境基準値（57dB）を超過した。なお、旧評価値であるW推定値についても旧環境基準値（70WECPNL）を1地点（下吉影南原公民館）で超過した。

2週間の騒音発生回数は下吉影南原公民館において10地点中最大の714回であり、他の測定地点のおよそ3倍の騒音回数であった。

\*表1では参考として小数点第1位まで表記している。 $L_{den}$ 確定値の算出は、航空機騒音測定・評価マニュアルにより小数点第1位を四捨五入する。

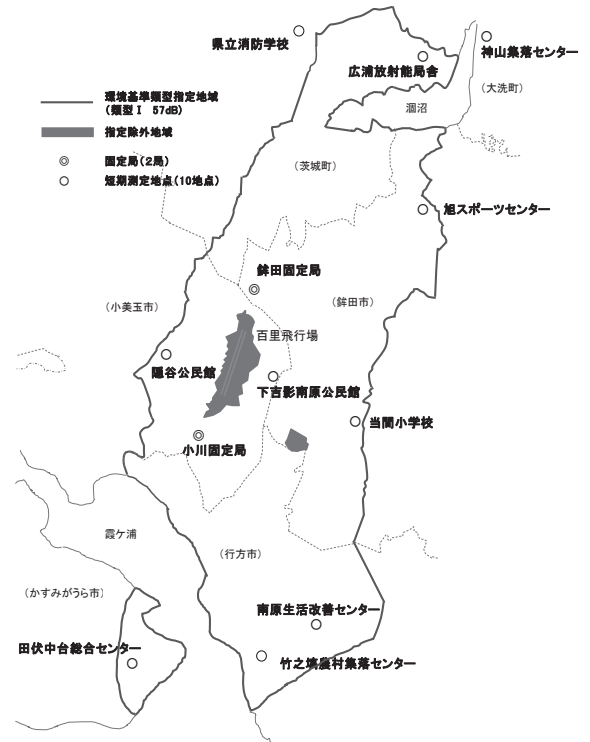


図1 調査地点



表 1 平成 30 年度調査結果

調査地点	測定期間	騒音発生数					最大騒音 ピーク レベル (dB)	2週間の $L_{den}$ 平均値 (dB)	年間平均 $L_{den}$ 推定値 (dB)	2週間の WECPNL 平均値 (WECPNL)	年間平均 WECPNL 推定値 (WECPNL)
		0時 ～7時	7時 ～19時	19時 ～22時	22時 ～0時	合計					
隠谷公民館	H30. 6. 15～ 6. 28	0	239	9	0	248	79. 0	42. 4	39. 8	56. 6	53. 9
下吉影南原公民館	H30. 11. 8～11. 21	0	714	0	0	714	109. 5	63. 5	63. 2	79. 7	79. 0
広浦放射能局舎	H30. 6. 15～ 6. 28	1	126	1	0	128	95. 9	47. 3	47. 8	61. 1	61. 4
県立消防学校	H30. 11. 8～11. 21	0	45	6	0	51	96. 2	42. 5	40. 5	58. 9	57. 0
神山集落センター	H30. 11. 8～11. 21	0	123	0	0	123	88. 6	46. 2	44. 2	59. 6	57. 7
当間小学校	H30. 6. 15～ 6. 28	0	173	2	0	175	98. 5	55. 8	56. 3	70. 0	70. 3
旭スポーツセンター	H30. 11. 8～11. 21*	0	212	0	0	212	95. 2	53. 3	51. 3	66. 6	64. 7
竹之塚農村集落センター	H30. 6. 15～ 6. 28	0	13	3	0	16	84. 0	36. 7	34. 1	50. 9	48. 2
南原生活改善センター	H30. 11. 8～11. 21	0	166	0	0	166	99. 2	48. 7	48. 4	64. 4	63. 7
田伏中台総合センター	H30. 6. 15～ 6. 28	0	53	6	0	59	96. 2	47. 4	44. 8	61. 9	59. 2

\*施設内停電のため、H30. 11. 15 は欠測

## (2) $L_{den}$ 推定値の推移

$L_{den}$  については平成 25 年度からの調査となる。平成 25 年度から平成 30 年度の  $L_{den}$  推定値を表 2 及び図 2 に示す。下吉影南原公民館は平成 25 年度から平成 27 年度まで環境基準値を超過していたが、平成 28 年度と平成 29 年度は環境基準値以下となり、平成 30 年度は 63.2 dB と再び環境基準値を超過した。原因としては、騒音発生回数が平成 29 年度の 580 回から 714 回に増加したことが考えられた。また、県立消防学校は平成 29 年度に大きく上昇したが、平成 30 年度は下降して例年どおりの値となった。原因としては、騒音発生回数が平成 29 年度の 104 回から 51 回と半分以下になったことが考えられた。その他の地点については、著しい経時変化は見られず、環境基準値以下で推移していた。

## (3) WECPNL と $L_{den}$ の比較

$L_{den}$  推定値及び W 推定値の比較を表 3 に示す。今回の調査では、現環境基準値 (57dB) 及び旧環境基準値 (70 WECPNL) で一方のみが上回る地点は見られなかった。W 推定値 -  $L_{den}$  推定値の値はおおよそ 14 となった。

## (4) W 推定値の推移

平成 21 年度から平成 30 年度まで 10 年間の W 推定値の推移を図 3 に示す。近年では全ての地点で経年的に横ばいの傾向を示している。

表 2  $L_{den}$  推定値の総括表

調査地点名	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	平均値
隠谷公民館	43.5	42.9	40.3	43.6	45.2	39.8	42.6
下吉影南原公民館	58.4	58.5	58.0	52.0	55.0	63.2	57.5
広浦放射能局舎	45.4	46.5	49.3	43.7	45.1	47.8	46.3
県立消防学校*	40.9	30.7	39.8	39.2	48.9	40.5	40.0
神山集落センター	47.0	45.5	47.7	44.4	43.0	44.2	45.3
当間小学校	46.7	53.5	50.9	51.0	51.1	56.3	51.6
旭スポーツセンター	55.3	53.5	54.9	53.2	54.3	51.3	53.8
手賀小学校及び竹之 塙農村集落センター*	39.8	42.7	42.5	41.9	40.5	34.1	40.3
南原生活改善センター	50.0	43.0	49.5	46.0	44.1	48.4	46.8
田伏中台総合センター	55.4	52.9	49.8	55.0	51.6	44.8	51.6

\* 平成25年度及び平成27年度は校内工事の影響により県立農業大学校で調査を行った。

\* 平成26年度以降は手賀小学校閉校のため竹之塙農村集落センターに調査地点を変更した。

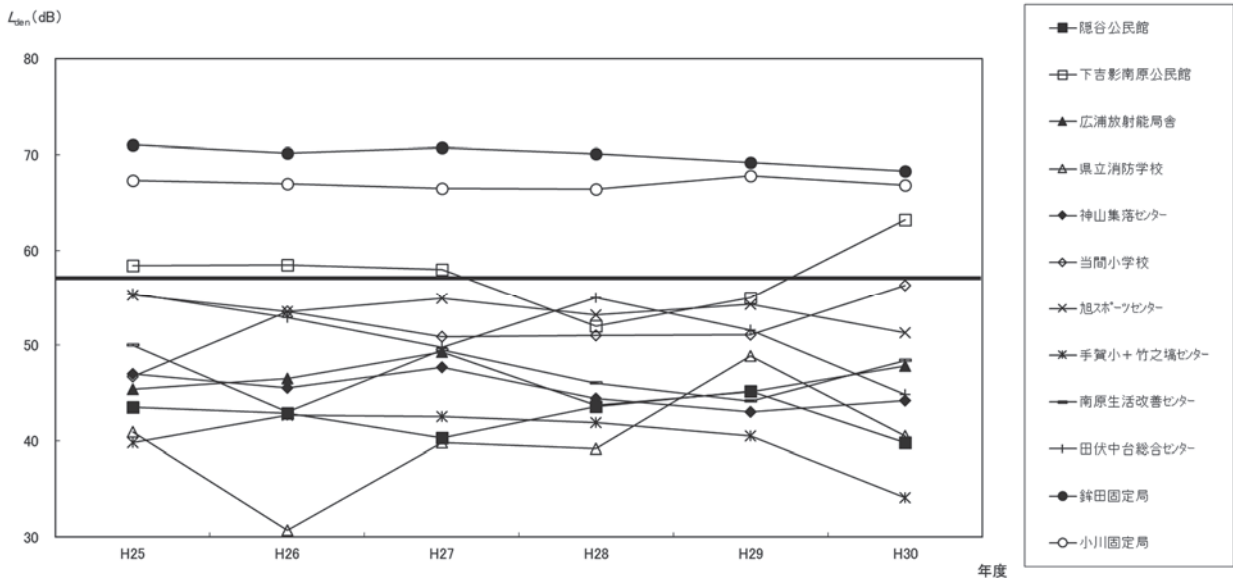


図 2  $L_{den}$  推定値の経年変化グラフ

表3  $L_{den}$  推定値及びW推定値の比較

調査地点	年間平均WECPNL推定値 (WECPNL)	年間平均 $L_{den}$ 推定値 (dB)	W値- $L_{den}$
隠谷公民館	53.9	39.8	14.1
下吉影南原公民館	79.0	63.2	15.8
広浦放射能局舎	61.4	47.8	13.6
県立消防学校	57.0	40.5	16.5
神山集落センター	57.7	44.2	13.5
当間小学校	70.3	56.3	14.0
旭スポーツセンター	64.7	51.3	13.4
竹之埜農村集落センター	48.2	34.1	14.1
南原生活改善センター	63.7	48.4	15.3
田伏中台総合センター	59.2	44.8	14.4

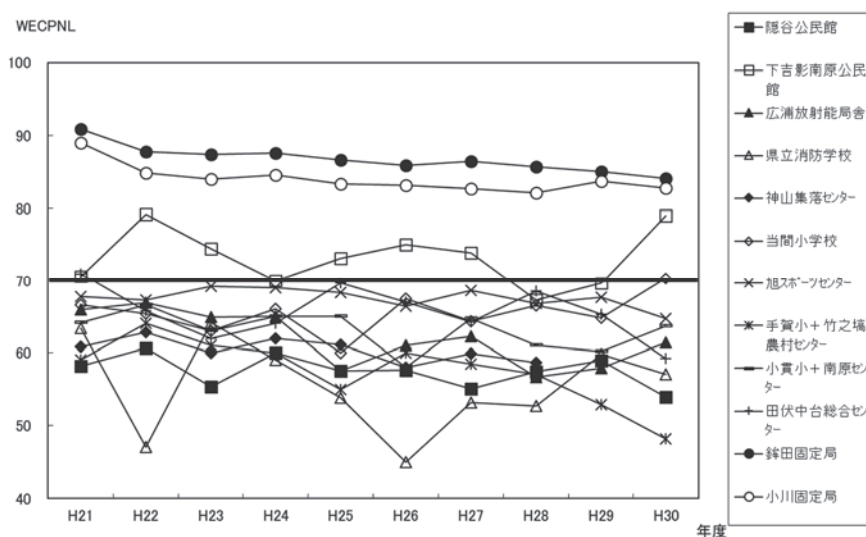


図3 WECPNL 推定値の経年変化グラフ

#### 4 まとめ

航空自衛隊百里飛行場周辺の環境基準 I 類型あてはめ地域内 8 地点及びあてはめ地域外 2 地点の計 10 地点において 14 日間の短期測定を実施した結果、 $L_{den}$  推定値が環境基準値 (57dB) を超過した地点は 1 地点 (下吉影南原公民館) であった。調査地点全体の  $L_{den}$  推定値は、経年的に横ばいの傾向を示している。また、WECPNL から  $L_{den}$  へ評価指標が移行されても、新旧環境基準値の達成状況に相違は見られなかった。

#### 参考文献

- 1) 航空機騒音に係る環境基準について (平成 19 年 12 月 17 日環境省告示第 114 号)
- 2) 航空機騒音測定・評価マニュアル (平成 27 年 10 月環境省)
- 3) 航空機騒音測定マニュアル (昭和 63 年 7 月環境庁大気保全局)

## 2-8 霞ヶ浦飛行場周辺地域における航空機騒音実態調査事業

### 1 目的

霞ヶ浦飛行場は陸上自衛隊のヘリコプター訓練飛行を主とする飛行場である。霞ヶ浦飛行場周辺地域については、騒音実態を把握するため概ね5年毎に調査を行っている。平成25年度に調査を実施して以来5年が経過し、また、平成25年4月1日より騒音評価指標が加重等価平均感覚騒音レベル（WECPNL）から時間帯補正等価騒音レベル（ $L_{den}$ ）に変更されたことから、最近の同飛行場に係る航空機騒音の実態を把握するため調査を実施した。

### 2 調査方法

#### (1) 調査地点

図1に示す霞ヶ浦飛行場周辺の4地点  
(土浦市2地点、阿見町2地点)

なお、霞ヶ浦飛行場周辺は環境基準の類型指定は行われていない。

#### (2) 測定期間

平成31年2月7日～平成31年2月20日

平成31年2月22日～平成31年3月7日※

※地点2において測定期間中に電源喪失のため再測定を実施。

#### (3) 測定方法

$L_{den}$  値にあつては「航空機騒音測定・評価マニュアル（環境省平成27年10月）」に、WECPNL 値にあつては「航空機騒音監視測定マニュアル（環境庁大気保全局昭和63年7月）」に基づき、2週間の連続測定を行った。



図1 調査地点

### 3 結果の概要

本年度の調査結果を平成8年度、平成9年度、平成15年度、平成20年度及び平成25年度に実施した調査結果と共に表1に示した。

#### (1) $L_{den}$ 値

2週間の  $L_{den}$  値の最大は地点3の58.8dB、次いで地点1の51.4dB、地点4の50.0dB、最小は地点2の46.5dBであり、飛行場に近いほど高い値となった。本年度の  $L_{den}$  の測定結果は、前回の平成25年度と比較して全地点で減少した。

#### (2) WECPNL 値

2週間の WECPNL 値の最大は地点3の70.6WECPNL、次いで地点4の63.6WECPNL、地点1の63.5WECPNL、最小は地点2の59.3WECPNLであり、 $L_{den}$  値と比較すると地点1と地点4の値が逆転した。本年度の WECPNL の測定結果は、 $L_{den}$  と同様、前回の平成25年度と比較して全地点で減少した。

表 1 調査結果

調査地点		飛行場敷地境界からの距離		平成8年度	平成9年度	平成15年度	平成20年度	平成25年度	平成30年度
地点 1	土浦市右粍	南西側	約50m	72.3	72.0	69.1	69.8	72.6	63.5
				—	—	—	—	58.4	51.4
地点 2	土浦市烏山	北東側	約1,000m	64.3	62.2	60.1	58.8	62.1	59.3
				—	—	—	—	50.6	46.5
地点 3	阿見町上郷	南東側	約5m	76.5	76.7	74.8	73.4	76.5	70.6
				—	—	—	—	65.8	58.8
地点 4	阿見町上郷	東北東側	約300m	69.9	66.8	65.1	61.8	65.7	63.6
				—	—	—	—	53.4	50.0

(上段：WECPNL，下段： $L_{den}$ (dB))

## 2-9 化学物質環境実態調査事業

### 1 目的

化学物質環境実態調査は、昭和 49 年から一般環境中における化学物質の残留状況を継続的に把握することを目的に実施されてきた。その調査結果は、PRTR 制度の候補物質の選定、環境リスク評価及び社会的要因から必要とされる物質等の環境安全性評価、化学物質による環境汚染の未然防止等に役立てられている。

### 2 調査内容

この調査は環境省からの委託事業である。平成 30 年度は初期環境調査、詳細環境調査及びモニタリング調査を実施した。

#### (1) 初期環境調査

環境リスクが懸念される化学物質について、一般環境中で高濃度が予想される地域等においてデータを取得することにより、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」の指定化学物質の指定、その他化学物質による環境リスクに係る施策を検討する際の、ばく露の可能性について判断するための基礎資料等とすること目的とした調査<sup>1)</sup>である。

##### ア 試料採取

水質：平成 30 年 11 月 9 日に利根川かもめ大橋及び深芝処理場放流口で表層水を採水した。

大気：平成 30 年 10 月 30 日～11 月 2 日に茨城県霞ヶ浦環境科学センター屋上で採取した。

##### イ 調査対象物質

水質：2-エチルヘキサン酸，2-エトキシ-1-[[2'-(5-オキソ-4,5-ジヒドロ-1,2,4-オキサジアゾール-3-イル)ピフェニル-4-イル]メチル]-1H-ベンゾイミダゾール-7-カルボン酸  
(別名：アジルサルタン)，1-(2-クロロトリチル)イミダゾール (別名：クロトリマゾール)，5-(プロピオチオ)-1H-ベンゾイミダゾール-2-イルカルバミド酸メチル (別名：アルベンダゾール)，2-(m-ベンゾイルフェニル)プロピオン酸 (別名：ケトプロフェン) (利根川かもめ大橋)

2-エチルヘキサン酸 (深芝処理場放流口)

大気：トリフルオロ酢酸，p-tert-ブチル安息香酸

#### (2) 詳細環境調査

「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」(以下「化審法」という。)における特定化学物質及び監視化学物質、環境リスク初期評価を実施すべき物質等の環境残留状況を把握することを目的とした調査<sup>1)</sup>である。

##### ア 試料採取

水質：平成 30 年 11 月 9 日に利根川かもめ大橋で表層水を採水した。

底質：平成 30 年 11 月 9 日に利根川かもめ大橋で底泥を採取した。

大気：平成 30 年 10 月 30 日～11 月 2 日に茨城県霞ヶ浦環境科学センター屋上で採取した。

## イ 調査対象物質

水質：2-(4-エトキシフェニル)-2-メチルプロピル=3-フェノキシベンジルエーテル（別名：エトフェンプロックス）、N,N-ジメチルホルムアミド、中鎖塩素化パラフィン（アルキル基の炭素数が14から17までのもの）、(1-ヒドロキシエタン-1,1-ジイル)ジホスホン酸、3-フェノキシベンジル=3-(2,2-ジクロロビニル)-2,2-ジメチルシクロプロパンカルボキシラート（別名：ペルメトリン）

底質：アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム（アルキル基の炭素数が10から14までの直鎖のもの。）、2-(4-エトキシフェニル)-2-メチルプロピル=3-フェノキシベンジルエーテル（別名：エトフェンプロックス）、中鎖塩素化パラフィン（アルキル基の炭素数が14から17までのもの）、3-フェノキシベンジル=3-(2,2-ジクロロビニル)-2,2-ジメチルシクロプロパンカルボキシラート（別名：ペルメトリン）

大気：ヒドラジン

## (3) モニタリング調査

「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（POPs条約）」の対象物質及びその候補となる可能性のある物質並びに化審法の特定化学物質及び監視化学物質等のうち、環境残留性が高く環境残留実態の推移の把握が必要な物質を経年的に調査することを目的とした調査<sup>1)</sup>である。

## ア 試料採取

水質：平成30年11月9日に利根川かもめ大橋で表層水を採水した。

底質：平成30年11月9日に利根川かもめ大橋で採水した。

生物：平成30年11月28日に常磐沖で捕獲したサンマを試料として調製した。

大気：平成30年10月12日～19日にミドルボリュームエアーサンプラーにより、また平成30年10月16日～19日にローボリュームエアーサンプラーにより茨城県霞ヶ浦環境科学センター屋上で採取した。

## イ 調査対象物質

水質：PCB類、HCB（ヘキサクロロベンゼン）、トキサフェン類、マイレックス、ポリブロモジフェニルエーテル類、ペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）、ペルフルオロオクタノ酸（PFOA）、ペンタクロロベンゼン、エンドスルファン、ポリ塩化ナフタレン類（総量、1～8塩化物の同族体）、ペンタクロロフェノールとその塩およびエステル類、短鎖塩素化パラフィン（炭素数が10～13のもの）

底質：PCB類、HCB（ヘキサクロロベンゼン）、アルドリン、ディルドリン、エンドリン、トキサフェン類、マイレックス、ポリブロモジフェニルエーテル類、ペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）、ペルフルオロオクタノ酸（PFOA）、ペンタクロロベンゼン、エンドスルファン、ポリ塩化ナフタレン類（総量、1～8塩化物の同族体）、ペンタクロロフェノールとその塩およびエステル類、短鎖塩素化パラフィン（炭素数が10～13のもの）

生物：PCB類、HCB（ヘキサクロロベンゼン）、DDT類、マイレックス、ポリブロモジフェニルエーテル類、ペンタクロロベンゼン、1,2,5,6,9,10-ヘキサブロモシクロドデカン

(HBCD), ポリ塩化ナフタレン類 (総量、1～8塩化物の同族体), ペンタクロロフェノールとその塩およびエステル類, 短鎖塩素化パラフィン (炭素数が10～13のもの), ジコホル

大気: PCB類, HCB (ヘキサクロロベンゼン), DDT類, トキサフェン類, マイレックス, ポリブロモジフェニルエーテル類, ペンタクロロベンゼン, ポリ塩化ナフタレン類 (総量、1～8塩化物の同族体), ペンタクロロフェノールとその塩およびエステル類, ヘキサクロロブタ-1,3,-ジエン, 短鎖塩素化パラフィン (炭素数が10～13のもの)

### 3 結果の公表

中央環境審議会環境保健部会化学物質評価専門委員会における評価等を経て, 環境省環境保健部環境安全課より「化学物質と環境」として発行される。

### 4 平成29年度調査結果

平成29年度の調査について, 結果を表1～表8に示す。

表1 平成29年度初期環境調査 水質の結果

調査地点	調査対象物質	単位: (ng/L)	
		測定値	検出下限値
利根川河口かもめ大橋 (神栖市)	2,3-エポキシ-1-プロパノール	nd	31
	2-ビニルピリジン	nd	6.1
	4-ビニル-1-シクロヘキセン	nd	47
	りん酸(2-エチルヘキシル)ジフェニル	nd	0.66
	りん酸ジ-n-ブチルフェニル	nd	0.60
	りん酸トリフェニル	nd	11

(注) nd: 不検出

表2 平成29年度詳細環境調査 水質の結果

調査地点	調査対象物質	単位: (ng/L)	
		測定値	検出下限値
利根川河口かもめ大橋 (神栖市)	$\alpha$ -アルキル- $\omega$ -ヒドロキシポリ(オキシエチレン) (アルキル基の炭素数が9から15までのもの) [別名: ポリ(オキシエチレン)=アルキルエーテル (アルキル基の炭素数が9から15までのもの)]	nd	23
	エチレンジアミン四酢酸	5600	37
	デシルアルコール [別名: デカノール]	nd	6.2
	ニトリロ三酢酸	340	31

(注) nd: 不検出



表 3 平成 29 年度詳細環境調査 底質の結果

単位：(ng/g-dry)

調査地点	調査対象物質	測定値			検出下限値
		検体 1	検体 2	検体 3	
利根川河口かもめ大橋 (神栖市)	デシルアルコール	3.4	160	5.7	1.1

表 4 平成 29 年度詳細環境調査 大気の結果

単位：(ng/m<sup>3</sup>)

調査地点	調査対象物質	測定値			検出下限値
		検体 1	検体 2	検体 3	
茨城県霞ヶ浦環境科学センター (土浦市)	o-トルイジン	nd	nd	nd	1.8
	m-トルイジン	nd	nd	nd	0.91
	p-トルイジン	nd	nd	nd	1.4
	ニトロベンゼン	nd	nd	nd	5.4
	メタクリル酸	nd	nd	nd	5.4

(注)nd：不検出

表 5 平成 29 年度モニタリング調査 水質の結果

調査地点：利根川河口かもめ大橋 (神栖市)

単位：(pg/L)

調査対象物質	測定値	検出下限値	定量下限値
総 PCB	74	※5.5	※16
HCB (ヘキサクロロベンゼン)	110	0.8	2.1
クロルデン類	59	※5.6	※14
ヘプタクロル類	23	※2.5	※6.9
HCH 類	320	※2.0	※5.1
ポリブロモジフェニルエーテル類 (臭素数が 4 から 10 までのもの)	950	※24	※66
ペンタクロロベンゼン	120	0.6	1.4
ペンタクロロフェノールとその塩およびエステル類	410	※15	※44
短鎖塩素化パラフィン (炭素数が 10~13 のもの)	nd	※3,900	※11,700

(注 1) 検出下限値以上を検出とした。

(注 2) ※定量[検出]下限値は同族体ごとの定量[検出]下限値の合計値とした。

(注 3) 「nd」は不検出を意味する。

表6 平成29年度モニタリング調査 底質の結果

調査地点：利根川河口かもめ大橋（神栖市）

単位：(pg/g-dry)

調査対象物質	測定値	検出下限値	定量下限値
総 PCB	680	※5.0	※14
HCB（ヘキサクロロベンゼン）	150	1	3
クロルデン類	65	※6.3	※20
ヘプタクロル類	tr(2.3)	※1.6	※4.1
HCH類	63	※1.4	※3.6
ポリブロモジフェニルエーテル類（臭素数が4から10までのもの）	26,000	※33	※89
ペンタクロロベンゼン	170	0.5	1.2
ポリ塩化ナフタレン類（総量、1～8塩化物の同族体）	390	※9.1	※27
ペンタクロロフェノールとその塩およびエステル類	240	※4	※9
短鎖塩素化パラフィン（炭素数が10～13のもの）	nd	※17,000	※43,000

(注1) 検出下限値以上を検出とした。

(注2) ※定量[検出]下限値は同族体ごとの定量[検出]下限値の合計値とした。

(注3) 「nd」は不検出を意味する。

(注4) 「tr」は検出下限以上定量下限未満を意味する。

表7 平成29年度モニタリング調査 生物（サンマ）の結果

調査地点：常磐沖

単位：(pg/g-wet)

調査対象物質	測定値	検出下限値	定量下限値
総 PCB	2,400	※23	※68
HCB（ヘキサクロロベンゼン）	1,100	1.3	3.9
HCH類	280	※3.9	※11
ポリブロモジフェニルエーテル類	nd	※134	※347
ペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）	58	4	12
ペルフルオロオクタン酸（PFOA）	33	4	12
ペンタクロロベンゼン	98	1	4
1,2,5,6,9,10-ヘキサブロモシクロドデカン（HBCD）	320	※27	※71
ポリ塩化ナフタレン類（総量、1～8塩化物の同族体）	61	※12	※33
ペンタクロロフェノールとその塩およびエステル類	tr(35)	※13	※40
短鎖塩素化パラフィン（炭素数が10～13のもの）	5,000	※1,000	※2,700

(注1) 検出下限値以上を検出とした。

(注2) ※定量[検出]下限値は同族体ごとの定量[検出]下限値の合計値とした。

(注3) 「nd」は不検出を意味する。

(注4) 「tr」は検出下限以上定量下限未満を意味する。

表8 平成29年度モニタリング調査 大気の結果

調査地点:茨城県霞ヶ浦環境科学センター(土浦市)

単位:(pg/g-wet)

調査対象物質	測定値	検出下限値	定量下限値
総 PCB	110	※2.3	※7.0
HCB (ヘキサクロロベンゼン)	120	0.2	0.5
HCH 類	47	※0.14	※0.37
ポリブロモジフェニルエーテル類	9.9	※1.5	※4.2
ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS)	6.6	0.1	0.3
ペルフルオロオクタン酸 (PFOA)	19	1.1	3.3
ペンタクロロベンゼン	65	0.1	0.3
1, 2, 5, 6, 9, 10-ヘキサブロモシクロドデカン(HBCD)	tr(0.7)	※0.3	※0.9
ポリ塩化ナフタレン類 (総量、1～8塩化物の同族体)	84	※0.24	※0.67
ペンタクロロフェノールとその塩およびエステル類	59	※0.7	※1.8
ヘキサクロロブタ-1, 3, -ジエン	2,300	20	60
短鎖塩素化パラフィン (炭素数が10～13のもの)	670	※180	※550

(注1) 検出下限値以上を検出とした。

(注2) ※定量[検出]下限値は同族体ごとの定量[検出]下限値の合計値とした。

(注3) 「nd」は不検出を意味する。

(注4) 「tr」は検出下限以上定量下限未満を意味する。

## 参考文献

- 1) 環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課 平成30年度 化学物質環境実態調査委託業務詳細要領
- 2) 環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課 平成29年度 化学物質分析法開発報告書
- 3) 環境省環境保健部環境安全課 平成30年度版 化学物質と環境(平成29年度 化学物質環境実態調査 調査結果報告書)(平成31年3月)

<http://www.env.go.jp/chemi/kurohon/2018/index.html>

## 2-10 水環境化学物質調査事業

### 1 目的

茨城県内の公共用水域において、人の健康の保護に係る要監視項目、水生生物の保全に係る要監視項目及び魚類（メダカ）に内分泌攪乱作用があるとされる物質の実態調査を行い、化学物質による環境汚染の有無を把握する。

### 2 調査内容

#### (1) 実態調査

- ・ 調査地点 県内の公共用水域 70 地点のうち 14 河川 14 地点
- ・ 調査項目 要監視項目 31 項目及びビスフェノール A の計 32 項目
- ・ 調査時期 平成 30 年 11 月に各地点 1 回ずつ実施

#### (2) モニタリング調査

- ・ 調査地点 過去の調査で指針値を超過した 3 河川 3 地点
- ・ 調査項目 全マンガン
- ・ 調査時期 平成 30 年 11 月に各地点 1 回ずつ実施

なお、測定は環境省通達（平成 5 年 4 月 28 日，平成 11 年 3 月 12 日，平成 15 年 11 月 5 日，平成 16 年 3 月 31 日，平成 25 年 3 月 27 日），外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル（環境庁平成 10 年 10 月），水質調査方法（環境庁昭和 46 年 9 月），底質調査方法（環境省平成 24 年 8 月）に則り行った。

### 3 結果の概要

#### (1) 実態調査（表 1）

全ての地点で全ての項目が指針値を下回った。

#### (2) モニタリング調査（表 1）

全ての地点で全マンガンが指針値（0.2 mg/L）を下回った。

表1 平成30年度水環境化学物質調査\_実態調査及びモニタリング調査結果一覧

統一番号	実施機関	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
水質名	調査地点	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
1日付	2時間	3天候	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
1	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
2	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
3	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
4	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
5	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
6	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
7	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
8	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
9	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
10	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
11	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
12	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
13	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
14	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
15	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
16	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
17	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
18	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
19	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
20	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
21	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
22	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
23	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
24	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
25	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
26	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
27	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
28	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
29	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
30	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
31	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
32	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136
33	環境協会※2	報告下流域	10	11	12	40	47	71	72	73	75	108	109	111	129	130	4	102	136

(備考) ※1 霞ヶ浦環境科学センター  
※2 環境協会(一社茨城県環境管理協会)

## 2-11 公害事案等処理対策調査事業

## 1 目的

緊急水質事案，地下水水質汚染事案，廃棄物の不法投棄事案，騒音・振動・悪臭に係る分析又は技術指導の対応状況を取りまとめ，今後の対応に資することを目的とした。

## 2 調査方法

分析依頼や技術指導した案件について，依頼元及び依頼内容ごとに分類し傾向を把握する。

## 3 結果の概要

公害事案等の依頼元及び内容別内訳を表1，表2に示す。地下水水質汚染関係では，硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素・ヒ素等の分析を行った。騒音関係では，騒音計の貸出及び技術指導を行った。相談では，悪臭・振動等に関する測定方法の助言等を行った。

表1 公害事案等調査依頼者別内訳

依頼元	技術指導	機材貸出依頼 ( )内は貸出回数	分析依頼 ( )内は検体数
環境対策課	0	0(0)	1(3)
廃棄物対策課	0	0(0)	3(36)
環境政策課(県央環境 保全室)	0	0(0)	0(0)
県北県民センター	0	0(0)	0(0)
鹿行県民センター	0	0(0)	5(13)
県南県民センター	0	0(0)	5(46)
県西県民センター	0	0(0)	0(0)
その他(公的機関・市 町村など)	19	15(41)	0(0)
計	19	15(41)	14(98)

表2 公害事案等調査内容別内訳

依頼内容	技術指導	機材貸出依頼 ( )内は貸出回数	分析依頼 ( )内は検体数
緊急水質事案関係	0	0(0)	0(0)
地下水水質汚染関係	0	0(0)	9(58)
廃棄物関係	0	0(0)	4(40)
大気汚染物質関係	0	0(0)	1(0)
騒音関係	11	9(20)	0(0)
その他	8	6(21)	0(0)
計	19	15(41)	14(98)