

## VI 研究報告・調査報告

### 1 湖沼環境研究

(調査報告)

1- 1	霞ヶ浦底泥における <i>Microcystis</i> 属の分布と季節変化	85
1- 2	霞ヶ浦における COD の長期変動	87
1- 3	霞ヶ浦湖内水質等モニタリング事業	89
1- 4	アオコ調査事業	91
1- 5	北浦流域の窒素の動態に関する調査研究事業	91
1- 6	霞ヶ浦における水質変動の要因に関する研究	93
1- 7	園部川における流入負荷量と排出負荷量の乖離に関する調査研究	95
1- 8	夏季の外浪逆浦の窪地における水質調査	
1- 9	農業環境負荷低減研究事業(レンコン田における石灰窒素の適正施用法)	111
1-10	農業環境負荷低減研究事業(混合たい肥複合肥料の利用)	126
1-11	農業排水再生プロジェクト事業	85
1-12	公募型新たな水質浄化空間創出事業	85
1-13	小規模事業場の排水処理施設改善のための調査研究	87
1-14	霞ヶ浦直接浄化対策検証事業	89
1-15	涸沼の水質保全に関する調査研究事業	91
1-16	牛久沼の水質保全に関する調査事業	85

### 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	136
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	142
2- 3	有害大気汚染物質調査事業	152
2- 4	大気環境中のフロン濃度調査事業	154
2- 5	酸性雨の実態把握調査事業	156
2- 6	大気環境中の石綿調査事業	157
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	161
2- 8	化学物質環境実態調査事業	163
2- 9	水環境化学物質調査事業	169
2-10	公害事案等処理対策調査事業	171

## 1-1 霞ヶ浦底泥における *Microcystis* 属の分布と季節変化

長濱祐美

The Distribution and seasonal variation of *Microcystis* spp. in sediment of Lake Kasumigaura.  
Yumi NAGAHAMA

キーワード：リアルタイム PCR, 16S r-DNA, 深度分布, 平面分布, 回帰

### 1 はじめに

霞ヶ浦では夏季にアオコが発生しており、西浦西奥部、北奥部、北浦北部では高濃度になることがある。特に、西浦西奥部は土浦駅前に位置し市民の生活圏と隣接していることから、景観や悪臭の観点からもアオコが発生が問題視されている。茨城県では、河川へのアオコの遡上を防ぐアオコフェンスの設置や、スキーマーを用いたアオコ回収、土浦港内湖水の直接浄化などの手法を講じているが、その効果は限定的である。また、アオコが発生が予測できていないため、対策が後手にまわることがある。効果的かつ迅速な対策や予測のためには、霞ヶ浦、とくに西奥部におけるアオコ発生メカニズムの解明が必要である。

アオコが発生する水域では藍藻類のコロニーや休眠細胞が底泥中に高密度で存在していることが多く、これらが水柱へ回帰することで、アオコが発生を促進させていると考えられている<sup>1)</sup>。また、その現存量は深水域で高くなる傾向があるが、浅い水域で多く回帰していることが報告され<sup>1-3)</sup>、環境によって分布や回帰量が異なることが知られている。

アオコを形成する浮遊性藍藻としては *Microcystis* 属を含むクロオコックス目、*Planktothrix* 属 (広義) を含むユレモ目、*Anabaena* 属 (広義) を含むネンジュモ目がある<sup>4)</sup>が、過去の霞ヶ浦では、夏季に *Microcystis* 属を主とする藍藻類のブルームが形成されることが多く報告されている。これらのことから、霞ヶ浦には *Microcystis* 属が底泥中に多く存在していると考えられるが、その現存量や回帰量は不明である。琵琶湖底泥中において 63  $\mu\text{m}$  以上のサイズのコロニー数を計数した既往研究<sup>2)</sup>では、琵琶湖の浅い南湖では  $1.0 \times 10^1 \sim 10^2$  colonies/cm<sup>3</sup> が底泥中に存在し、8 月には 3 colonies/cm<sup>3</sup> 程度に減少するが、その後増加し 10 月には  $1.0 \times 10^2$  colonies/cm<sup>3</sup> を超えたこ

とが報告されている。Bostrom et al.<sup>5)</sup>は様々な湖沼を対象にして底泥中の *Microcystis* 属の存在量をレビューし、浅い富栄養化した湖沼である Lake Vallentunasjön (スウェーデン) では  $(0.27-3.0) \times 10^7$  cells/cm<sup>3</sup> であったことを報告している。しかしながら、霞ヶ浦で底泥中の *Microcystis* 属の量を広範囲において明らかにした例はない。

そこで本研究では、霞ヶ浦底泥中の *Microcystis* 属の存在量を明らかにすることを目的とし、霞ヶ浦全域における底泥中の *Microcystis* 属存在量の鉛直分布を遺伝子量から明らかにした。

### 2 調査および分析方法

#### 2.1 霞ヶ浦全域における *Microcystis* 属分布調査

調査は 2015 年 7 月 (2 日, 4 日), 9 月 (3 日, 4 日), 11 月 (4 日, 5 日) に行った。過去の水質調査地点を参考に、西浦 6 地点 (山王川沖, 高浜沖, 土浦沖, 掛馬沖, 湖心, 麻生沖), 北浦 3 地点 (安塚沖, 武田川沖, 釜谷沖), 外浪逆浦の合計 10 地点にて底泥を採取した (図 1, 表 1)。採泥には簡易コアサンプラー (KB 型, 離合社) に  $\phi 7 \times 50$  cm のアクリル製コアサンプラーを接合し、底泥を攪乱しないように引き抜いた。採取した底泥は 0~1, 1~2, 2~5 cm 深さに切り分け、ジップバッグに入れた後クーラーボックスで冷蔵しながら実験室に持ち帰り、分析まで -80°C で冷凍保存した。なお採取は船の左舷・右舷・船尾から 1 回ずつ行い、この平均値を地点の値とした。また砂粒分の多い麻生沖と外浪逆浦の底泥は簡易コアサンプラーで採取できなかったため、20×20 cm のエクマンバージ型採泥器を用い、採取した底泥表層を複数回すくい取り混合して、0~1 cm 深さの底泥として分析に供した。また、全地点において、採泥と同時に約 2 kg の測鉛付メジャーを用いて水深を測定した。

## 2.2 *Microcystis* r-DNA の分析

泥からの DNA 抽出・精製には Extrap Soil DNA Kit Plus ver.2 (日鉄エンジニアリング社) を用いた。底泥はマイクロピペットを用いて約 400  $\mu$ L の底泥を抽出チューブに入れ、チューブあたりの底泥湿重量を用いて、1 g-wet あたりに換算した。なおこの抽出キットでは、これらのサンプルから抽出した抽出液 1 mL のうち 0.6 mL を精製に用いているため、サンプル中細胞数濃度  $X$  への換算式は式 (1) となる。

$$X \text{ cells/g - wet} = \frac{\text{DNA 抽出物中濃度} \times 100}{0.6 \times \text{Sample 量}} \quad (1)$$

遺伝子量の検出には SYBR Green を用い、測定にはリアルタイム PCR (7500 Real-Time PCR System, Applied Biosystems) を用いた。*Microcystis* 属遺伝子の検出には、プライマー Micro233f と Cyano342r を用いて 16S rDNA の 104-bp の領域を増幅した<sup>6)</sup>。Power SYBR Green Master Mix 25 $\mu$ L に、滅菌水を 22  $\mu$ L、各プライマーと DNA 抽出物を 1  $\mu$ L ずつ混合し、ウェルに接種した。95  $^{\circ}$ C で 15 秒熱処理した後、95 $^{\circ}$ C-15 秒、62 $^{\circ}$ C-60 秒、45 cycle でターゲット遺伝子の増幅を行った。ターゲット遺伝子の増幅は、95 $^{\circ}$ C-15 秒、60 $^{\circ}$ C-60 秒、95 $^{\circ}$ C-15 秒、60 $^{\circ}$ C-15 秒の溶解曲線により確認した。測定は 1 試料につき 2~3 回くりかえし、平均値を試料値とした。

なお、検量線の設定には実験室で培養した *Microcystis aeruginosa* (NIES-87, 国立環境研究所) を用いた。購入した *M. aeruginosa* は MA 培地、25  $^{\circ}$ C、1300 Lux、明暗周期 10L、14D で培養した。なお光量子量と照度の対応は、国立環境研究所微生物系統保存施設ウェブサイト<sup>7)</sup>を参考にし、液面の高さと同等になるように照度計をインキュベータ内に入れて調整した。光源には 20W 白色調光用蛍光灯 (東芝, FLR20SW-EDL/MA・NU) を用いた。21 日間培養した *M. aeruginosa* 200 mL を用い、50 ml をルゴール液で固定<sup>8)</sup>した後検鏡し、Fuchs-Rosenthal 計数板 (C-chip) を利用して細胞濃度を算出した。培養液は 2 倍希釈し、計測セルは 0.25  $\times$  0.25  $\times$  0.2 mm とした。各計数エリア A, B において 3 ヶ所を計測し、それぞれの平均値を利用して細胞濃度を求めた。さらに、培養液 3 mL を Whatman GF/F で濾過し、検水中の細胞濃度

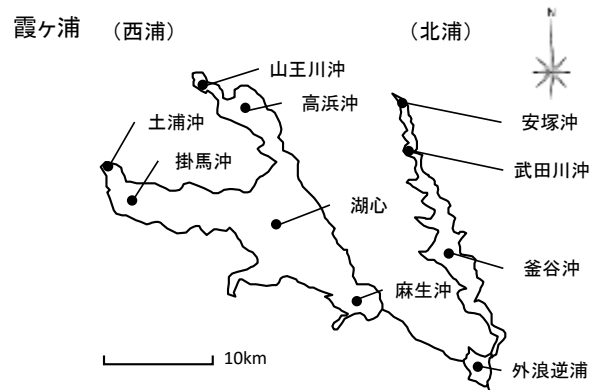


図 1 調査地点概略図

表 1 調査地点座標 (世界測地系)

地点名	緯度	経度	地点名	緯度	経度
山王川沖	36° 09' 21 N	140° 19' 15 E	麻生沖	35° 57' 55 N	140° 29' 19 E
高浜沖	36° 07' 18 N	140° 22' 39 E	安塚沖	36° 08' 27 N	140° 30' 58 E
土浦沖	36° 04' 49 N	140° 13' 21 E	武田川沖	36° 05' 50 N	140° 31' 45 E
掛馬沖	36° 03' 17 N	140° 14' 50 E	釜谷沖	36° 00' 34 N	140° 34' 10 E
湖心	36° 02' 17 N	140° 24' 15 E	外浪逆浦	35° 52' 51 N	140° 37' 20 E

から、ろ紙上に捕集した細胞数を求め、ろ紙からの抽出液中に含まれる細胞濃度  $Y$  を以下の式 (2) を用いて算出した。

$$Y \text{ cells}/\mu\text{L} = \frac{\text{ろ紙上に捕集された細胞数}}{0.6 \times 100} \quad (2)$$

なお、本研究で用いたリアルタイム PCR を用いて測定した Ct 値と上述の式を用いて算出した細胞濃度 (対数) は高い有意な相関を示すことを確認している ( $n=63, r=-0.98, p<0.05$ )。

## 2.3 統計学的処理

各地点における底泥中 *Microcystis* 属細胞濃度の有意差を求めるために統計学的処理を行った。統計ソフトは『Excel で簡単統計』を用い<sup>9)</sup>、多項目の比較には Kruskal-wallis の順位検定を用いた。また、その後の多重比較検定は Mann-Whitney 検定によって求めた p 値を Bonferroni 法によって補正することで行った。

## 3 結果

7 月の各地点底泥における *Microcystis* 属の細胞濃度を図 2 に示す。底泥中の細胞濃度は  $2.2 \times 10^4 \sim 8.4 \times 10^5$  cells/g-wet 間で変動していた。底泥中の *Microcystis* 属存在量を細胞数で示した既往

研究はさほど多くないが、アオコが発生しているアメリカ合衆国の Lake Mendota で  $0.02\sim 1.3\times 10^4$  cells/cm<sup>3</sup>, スウェーデンの浅い富栄養湖 Lake Vallengunäsjön で  $0.27\sim 3.0\times 10^7$  cells/cm<sup>3</sup> という報告がある<sup>5)</sup>。霞ヶ浦底泥の比重が経験的におよそ 1.1 程度であることを踏まえて換算し比較すると、霞ヶ浦はこれらの湖の間に値が位置すると考えられ、底泥中の *Microcystis* 属の定量結果としてはおおむね妥当な値が得られたと評価できる。また、各地点における深さごとの現存量を比較すると、1~2 cm 層や 2~5 cm 層よりも 0~1 cm 層で多い傾向があることが分かり、特に土浦沖、掛馬沖では深さごとの違いが顕著であった ( $n = 3, p < 0.05$ )。

Tsujimura et al.<sup>2)</sup> は、琵琶湖における *Microcystis* 属の深さ分布を調べているが、北湖・南湖ともに 0~2 cm 層で 5~8 cm 層よりも多い傾向があることが示されており、本研究における傾向と類似していた。

さらに、底泥中の細胞濃度には地点間に有意な差が確認され ( $p < 0.05$ )、多重比較検定の結果、特に掛馬沖、武田川沖、釜谷沖で他地点と異なっていることが示された ( $p < 0.05$ )。また各層において地点差を検討したところ、0~1 cm 層では地点差がみられた ( $p < 0.05$ ) が、1~2 cm 層、2~5 cm 層では地点差が確認されなかった。このことから、地点差は 0~1 cm の表層泥に顕著に表れることが分かった。

9 月の各地点における底泥中 *Microcystis* 属細胞濃度を図 3 に、11 月の各地点における細胞濃度を図 4 にそれぞれ示す。いずれの月も有意な層間差、地点間差ともに確認されなかった。平均細胞濃度は、7 月には  $1.9\times 10^5$  cells/g-wet であったのに対し、9 月は  $1.3\times 10^5$  cells/g-wet、11 月は  $5.4\times 10^4$  cells/g-wet と、徐々に減少していることが明らかとなり、11 月には麻生沖 0~1 cm 層で検出限界以下となった。

#### 4 考察

既往研究では、底泥中に存在する藍藻類の休眠細胞量は水深と正の相関があることが知られている。この理由は、浅い水域で光や水温などの回帰条件が整いやすく底泥中からの回帰量が多いのに対し、深部では条件の不一致から回帰量が少ないこと、さらに再懸濁・沈降のプロセスに伴って深部に移動することが考えられている。そこで、

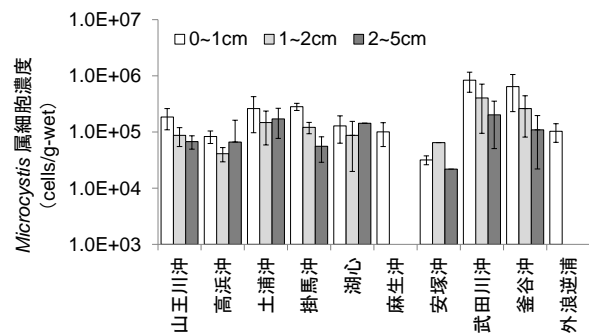


図 2 7 月の各地点の底泥における *Microcystis* 属の細胞濃度。エラーバーは標準偏差を示し、N. R. はサンプルの欠損を示す。

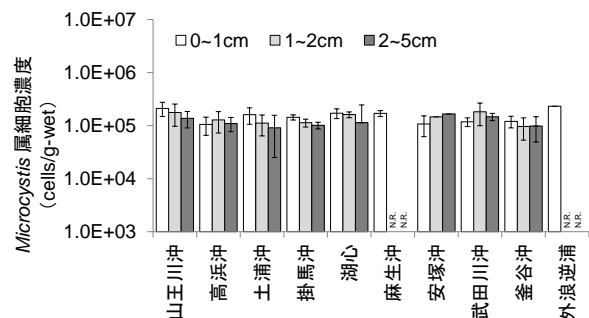


図 3 9 月の各地点の底泥における *Microcystis* 属の細胞濃度。エラーバーは標準偏差を示し、N. R. はサンプルの欠損を示す。

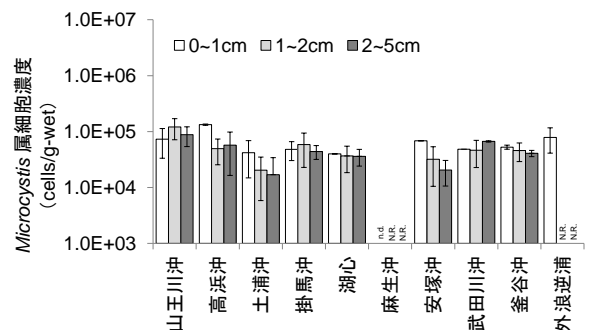


図 4 11 月の各地点の底泥における *Microcystis* 属の細胞濃度。エラーバーは標準偏差を示し、N. R. はサンプルの欠損を、n. d. は検出限界以下であったことをそれぞれ示す。

本調査結果における底泥 0~1 cm 中の *Microcystis* 属細胞濃度と水深との関係を検討した (図 5)。その結果、7 月の結果は水深と有意な正の相関が確認された ( $n = 29, r = 0.47, p < 0.05$ )。しかしながら、*Microcystis* 属が沈降すると考えられる 9 月や 11 月には水深と底泥中細胞濃度との関係が確認されなかった。これは、7 月の調査以前に底泥中

の *Microcystis* 属細胞が湖水中へ回帰しはじめ、浅い水域で多く回帰していたために、7月の底泥中細胞濃度が水深と比例していたと推測された。実際に、湖水中の藍藻類を計数した結果（アオコ調査事業報告参照）では、山王川沖、高浜沖、武田川沖、釜谷沖では6月9日に *Microcystis* 属が確認されていた。一方で、釜谷沖では6月9日に表層20 cmの湖水中の植物プランクトン細胞数に占める *Microcystis* 属細胞数の割合が90%近い。このことから、釜谷沖底泥には6月に湖水中にて大増殖した *Microcystis* 属が沈降・堆積し、7月の高濃度な底泥中 *Microcystis* 属細胞濃度をもたらした可能性も考えられた。

その後、風雨に伴う攪乱や *Microcystis* 属細胞の沈降・堆積によって底泥中の *Microcystis* 属細胞濃度は水深との関係が顕著には見られなくなったのではないかと考えられた。

季節的な変化を明らかにする目的で、7月、9月、11月における、0~1 cm中の *Microcystis* 属の細胞濃度変化を検討した(図6)。順位検定の結果、掛馬沖、武田川沖、釜谷沖では、7月から11月にかけて有意な減少が確認され ( $p < 0.05$ )、多重比較検定の結果、武田川沖でのみ有意な季節間差が確認された ( $p < 0.05$ )。7月から9月にかけては、湖水中への回帰に伴って底泥中の *Microcystis* 属細胞濃度が減少したと考えられるが、上述したように湖水中から湖底への沈降が発生していた可能性もある。また、9月から11月にかけても、底泥中の *Microcystis* 属細胞濃度は減少(図3, 4)した。琵琶湖では、水温の低下する8月から10月にかけて底泥中の *Microcystis* 属の増加がみられることが報告されている<sup>2)</sup>が、霞ヶ浦では同様の傾向は確認されなかった。9月から11月にかけては、*Microcystis* 属増殖の最盛期を過ぎていることから、湖水中への回帰によるものではなく、台風等の攪乱や底泥中での *Microcystis* 属細胞の分解に伴うものではないかと推測された。Aizaki et al.<sup>10)</sup>は、好気高水温下での分解速度は、低水温下よりも早いことを報告している。霞ヶ浦の水深は最大7 mと他湖沼と比較して浅く、風に伴う湖水循環が活発である。このため、底層水に酸素が供給されやすい環境であり、底泥表層における *Microcystis* 属細胞の分解速度は、他湖沼と比較しても高い可能性がある。つまり、堆積した *Microcystis* 属細胞は比較的速やかに分解され、琵琶湖で確認されている

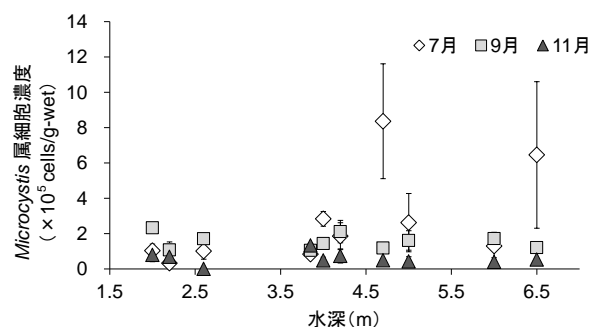


図5 各地点の0~1cm底泥における *Microcystis* 属細胞濃度と採泥水深。エラーバーは標準偏差を示す ( $n = 3$ )。

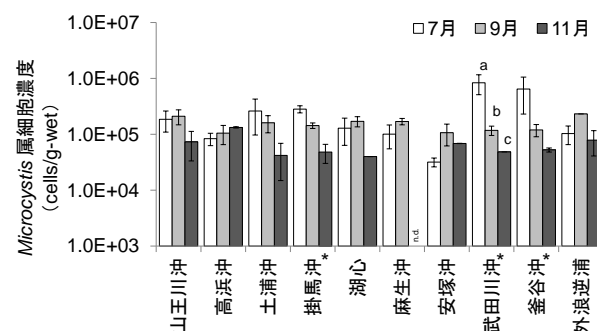


図6 各地点の0~1cm底泥における *Microcystis* 属細胞濃度の鉛直分布。エラーバーは標準偏差を示し、地点名右肩の記号(\*)は有意な季節間差のあった地点を、また肩記号(a, b, c)は有意差を示す ( $p < 0.05$ )。

ような、冬に向けた *Microcystis* 属細胞の蓄積<sup>2)</sup>が起こりにくい環境である可能性が示唆された。

## 5 結論

*Microcystis* 属の遺伝子を用いて霞ヶ浦底泥中の *Microcystis* 属の分布と季節変動を検討した結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 底泥中の細胞濃度は  $2.2 \times 10^4 \sim 8.4 \times 10^5$  cells/g-wet 間で変動し、1~2 cm 層や 2~5 cm 層よりも 0~1 cm 層で多い傾向があることが分かった。
- (2) 7月の掛馬沖、武田川沖、釜谷沖では他地点よりも有意に高い細胞濃度であった。さらに、地点間濃度差は 0~1 cm 層の底泥中に顕著に表れた。しかし、9月、11月には地点差は見られなくなっていた。これは、7月の調査以前に底泥からの回帰が発生し、その結果として7月の底泥中 *Microcystis* 属

細胞濃度が水深と比例していたと考えられた。

- (3) 霞ヶ浦底泥の *Microcystis* 属細胞濃度は9月から11月にかけても減少した。これは、浅い湖水環境に伴い底泥中に堆積した *Microcystis* 属細胞の分解が進み、蓄積が起りにくい環境が形成されていたためと推測された。

これらのことから、霞ヶ浦全域における底泥中の *Microcystis* 属細胞濃度の分布、ならびに *Microcystis* 属のおおよその回帰時期が明らかになった。しかし、調査を7月以降に行ったため、今回の調査では底泥中から回帰する前の分布を明らかにできていない。今後は湖水中で *Microcystis* 属が増殖する以前の期間を含めてモニタリングを行うとともに、湖水中の増殖のみならず底泥からの回帰量を組み込んだ生態系モデルを作成し、湖水中における最盛期の *Microcystis* 属現存量に底泥からの回帰量がどの程度影響しているのかを検討していく予定である。

## 6 参考文献

- 1) Factors regulating the recruitment of cyanobacterial and eukaryotic phytoplankton from littoral and profundal sediments. K. Rengefors, S. Gustafsson and A. Ståhl-Delbanco. *Aquatic Microbial Ecology*, 36, 213-226, 2004
- 2) Seasonal variations of *Microcystis* populations in sediments of Lake Biwa, Japan. Shigeo Tsujimura, Hajime Tsukada, Hiroyuki Nakagawa, Takuo Nakajima and Machiko Nishino. *Hydrobiologia*, 434, 183-192, 2000
- 3) Factors regulating recruitment from the sediment to the water column in the bloom-forming cyanobacterium *Gloeotrichia echinulata*. Irene Karlsson-elfgren, Karin Rengefors and Susanne gustafsson. *Freshwater Biology*, 49, 265-273, 2004.
- 4) アオコを作る藍藻, 国立科学博物館, 2007, <https://www.kahaku.go.jp/research/db/botany/aoka/> (最終閲覧日: 2016.05.10)
- 5) Seasonal dynamics of a cyanobacteria-dominated microbial community in surface sediments of a shallow, eutrophic lake. Bengt Boström, Anna-Kristina Pettersson and Ingemar Ahlgren. *Aquatic Sciences*, 51(2), 153-178, 1989
- 6) Effect of light availability on *Microcystis aeruginosa* blooms in shallow hypereutrophic Lake Kasumigaura. Noriko Tomioka, Akio Imai and Kazuhiro Komatsu. *Journal of Plankton Research*, 33(8), 1263-1273, 2011
- 7) 微生物系統保存施設, 国立環境研究所, 2001, <http://mcc.nies.go.jp/> (最終閲覧日: 2016.05.10)
- 8) 第7節 生物密度ならびに現存量調査 7-1-①プランクトン 【2】植物プランクトン, 高村典子, 地球環境調査計測辞典 第2巻 陸域編②, 竹内均 監修, フジテクノシステム, 2003.
- 9) Excel で簡単統計, 小椋 将弘, 講談社, 2001.
- 10) Regeneration of Nutrient and Detritus Formation from Aerobic Decomposition of Natural Phytoplankton. Morihiko Aizaki and Noriko Takamura. *Japanese Journal of Limnology*, 52(2), 83-94, 1991

## 1-2 霞ヶ浦における COD の長期変動

菅谷和寿

Long-term Change of COD in Lake Kasumigaura

Kazuhisa SUGAYA

キーワード：霞ヶ浦，トレンド解析，環境基準，COD，季節調整法

### 1 はじめに

霞ヶ浦は水質汚濁が進行した湖として湖沼水質保全特別措置法により指定湖沼に指定され、1986年度の霞ヶ浦水質保全計画（第1期）の策定以降5年ごとの改定を経て、2011年度から2015年度を計画期間とする第6期の水質保全計画<sup>1)</sup>に基づき総合的な水質浄化対策が実施されている。

霞ヶ浦の水質は、環境基準項目の化学的酸素要求量（COD）についてみると、2009年度の9.5 mg/Lから継続して低下し、2013年度は6.8 mg/Lと1991年度以来の6 mg/L台の数値であった。また、翌2014年度は7.0 mg/Lと第6期の水質保全計画のCOD目標値である7.4 mg/Lを下回った。

湖沼水質保全特別措置法により指定された全国11湖沼のCODは、2000年代初頭までは印旛沼や手賀沼のように継続して低下した湖沼が見受けられるものの、2010年代において継続して低下している湖沼は霞ヶ浦以外にない（図1）。

図1に示した霞ヶ浦のCODは、月1回、湖内8地点の測定値の年間平均値であり、個々の測定

値は、季節要因や天候の影響を受けていること、年度間では測定値の連続性が失われていることが考えられる。

上記のような一時的な要因を除いた長期的な変動の傾向を把握することは、水質浄化対策を考えるうえで重要である。

しかし、霞ヶ浦の水質について長期的な変動の解析を行ったものは数例<sup>2-4)</sup>あるのみで、2000年代以降の大きく水質が変動している期間を含む長期変動の解析例<sup>5)</sup>は少ない。

そこで、本研究では、水質や水温等の自然事象の解析に適用されている季節調整型の時系列解析法<sup>6-10)</sup>を用いて、霞ヶ浦の環境基準点毎のCOD測定結果を解析し、傾向（トレンド）成分と季節変動成分の特徴を明らかにすることを試み、いくつかの知見を得たので報告する。

### 2 方法

#### 2.1 解析に用いた測定値

解析に用いた測定値は、図2に示す霞ヶ浦湖内

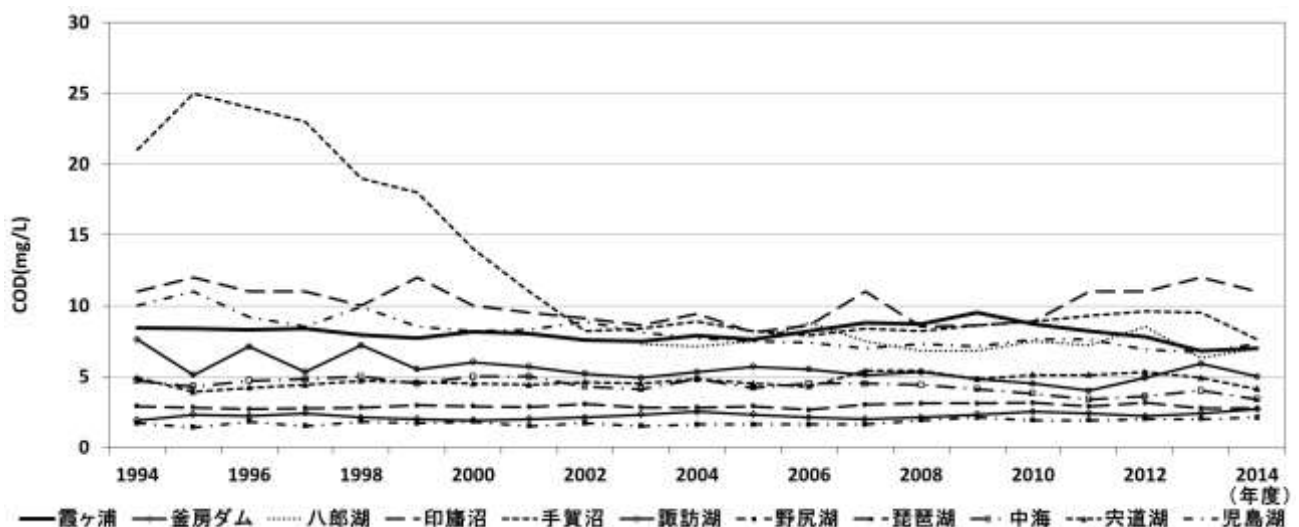


図1 指定湖沼のCODの推移

8地点（掛馬沖、玉造沖、湖心、麻生沖、釜谷沖、神宮橋、外浪逆浦、息栖）で実施された測定のうち、1973年4月から2015年3月までの42年間の月次の測定値である。なお、湖心では1989年4月から2003年3月の期間は、月に2回の測定を行っていることから、2つの測定値を単純平均し一つの値とした。



図2 霞ヶ浦の環境基準点

## 2.2 時系列解析方法

一連の測定値からトレンド成分や季節変動成分を得るためには、季節要因や短期変動を分離する必要がある。大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構統計数理研究所が開発した Web Decomp は、インターネット上に公開されている統計解析システムで、季節調整モデルをはじめとした、様々な時系列モデルを用いて数値解析をすることができる<sup>11)</sup>。季節調整法の1種である Decomp<sup>12)</sup>は、月次の測定値から季節要因、短期変動を分離し、トレンド成分、季節変動成分として抽出できる。

Decomp では、測定値  $Y(t)$  を、

$$Y(t) = T(t; k) + S(t; l) + AR(t; m) + e(t)$$

の季節調整モデルの形式に分解する。

ここで、 $Y$ : 測定項目 (COD),  $t$ : 時刻 (月単位),  $T(t; k)$ : 次数  $k$  の階差モデルによるトレンド成分,  $S(t; l)$ : 次数  $l$  の季節変動モデルによる季節変動成分,  $AR(t; m)$ : 次数  $m$  の自己回帰モデルによる定常 AR 成分 (短期循環変動),  $e(t)$ : 測定ノイズ成分, とする。

COD の測定値の時系列に最適なモデルの選択は、測定値が月次値であることから季節変動成分の  $S(t; l)$  を 12 ヶ月の周期に固定し、トレンド成分  $k$  の次数を 1~3, AR 成分  $m$  の次数を 0~6 の範囲で組合せ、赤池情報量規準 (AIC) を最小にする  $k$  と  $m$  の組合せが最適なモデルと考えた。

## 3 結果

### 3.1 地点毎の COD について

図3に地点毎の42年間の測定値を箱ひげ図を用いて整理した。

箱ひげ図のひげの部分を見ると、最大値が最小値に比べ箱の上方から大きく伸びた特徴が見取れ、特に掛馬沖や玉造沖では7月から10月に顕著で、他の地点でも3月や4月に多く見られた。

次に、箱の上下の値 (75%値と25%値) は、どの地点においても月を問わず、5~10 mg/L (玉造沖の9月を除く) の範囲であった。

また、箱の中の値 (中央値) は、明瞭ではないが、8月又は9月に高く、1月又は2月に低くなる傾向がどの地点でもみられ、霞ヶ浦水質の季節性と考えられた。

### 3.2 Decomp による解析

#### 3.2.1 COD のトレンド

Decomp により得られた COD の時系列の最適モデルでのトレンド成分は、湖内8地点の環境基準点の内、湖心、釜谷沖、外浪逆浦および息栖の4地点ではほぼ直線で、掛馬沖、玉造沖、麻生沖および神宮橋の4地点では上下に大きく変動するものであった (図4)。

なお、ほぼ直線に見えるトレンド成分も縦軸の値を拡大すると上下に変動するグラフであった。

#### 3.2.2 COD の季節変動

Decomp により得られた COD の時系列の最適モデルでの季節変動成分は、掛馬沖、玉造沖、釜谷沖及び神宮橋で約3 mg/Lの幅の変動がみられ、他の地点では1.5 mg/L以内の幅の変動であった (図5)。

季節変動成分は、夏季に高く冬季に低くなる基本的な変動に春先の小さな上昇もみられた。

しかし、外浪逆浦と息栖では、特徴的な負の方向の鋭い谷が見られた。



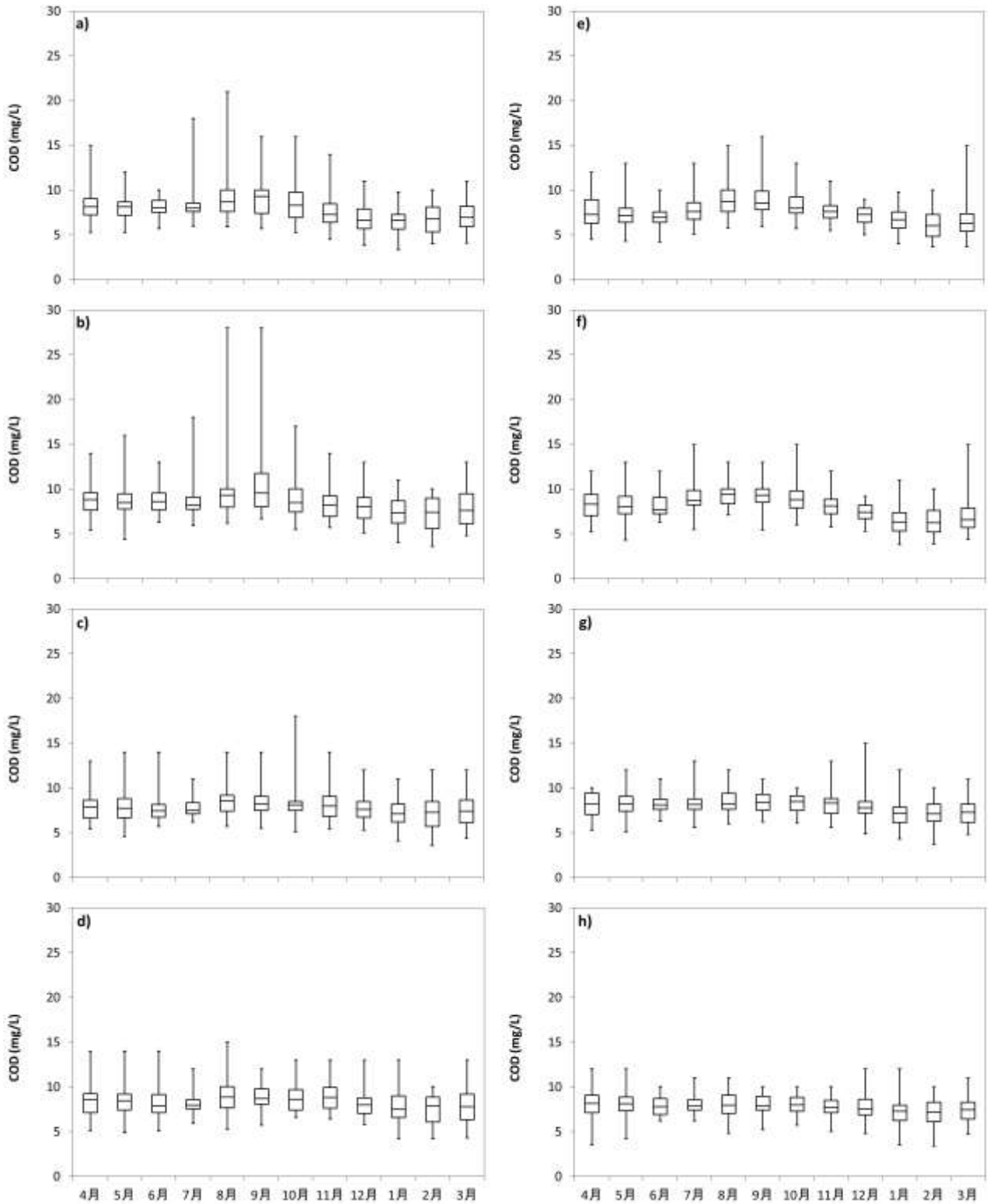


図3 霞ヶ浦の環境基準点におけるCODの季節変動

a) 掛馬沖, b) 玉造沖, c) 湖心, d) 麻生沖, e) 釜谷沖, f) 神宮橋, g) 外浪逆浦, h) 息栖箱の水平線は下から25%値, 中央値, 75%値を, エラーバーは最大値及び最小値を示す。

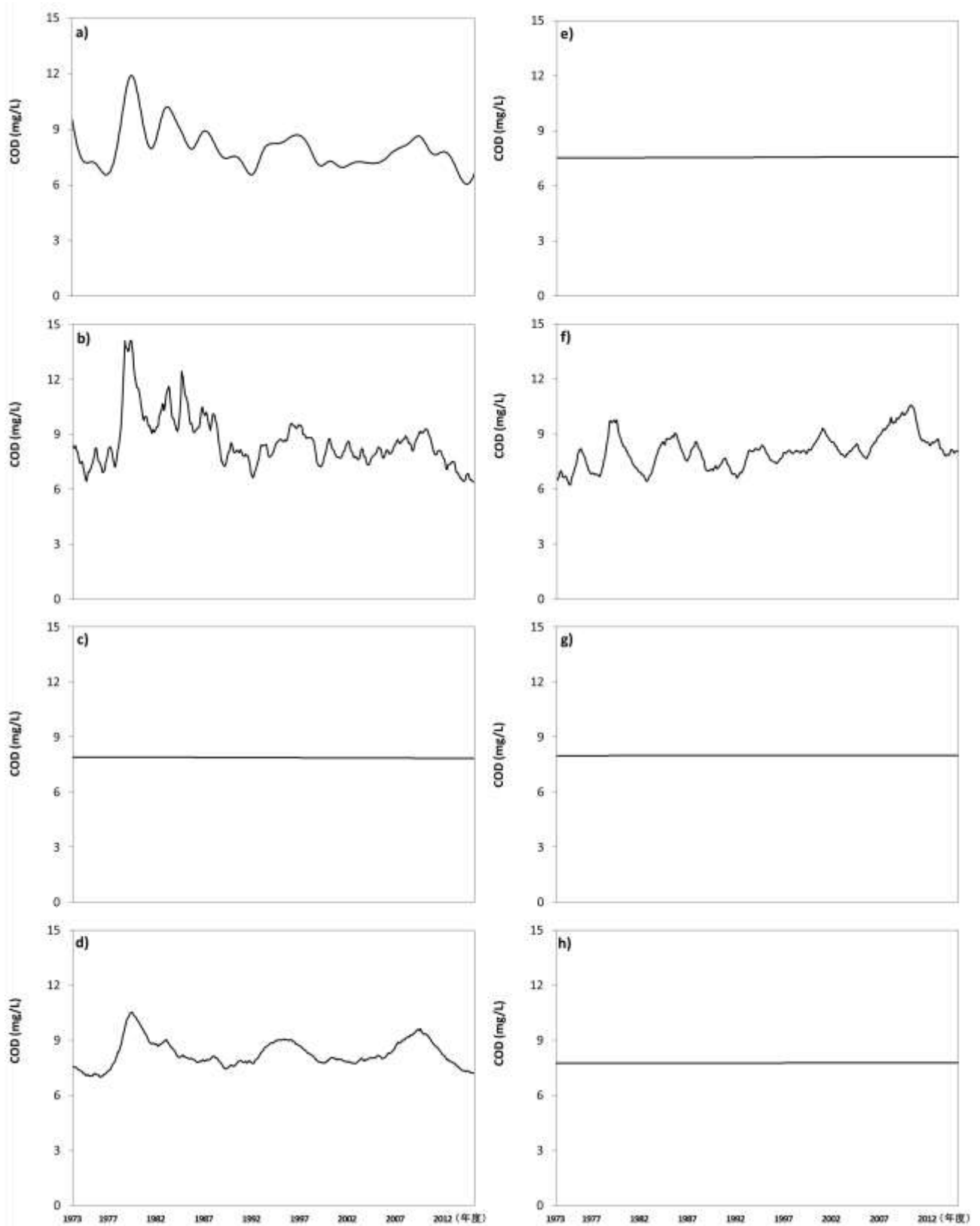


図4 Decompによる霞ヶ浦の環境基準点におけるCODのトレンド

a) 掛馬沖, b) 玉造沖, c) 湖心, d) 麻生沖, e) 釜谷沖, f) 神宮橋, g) 外浪逆浦, h) 息栖

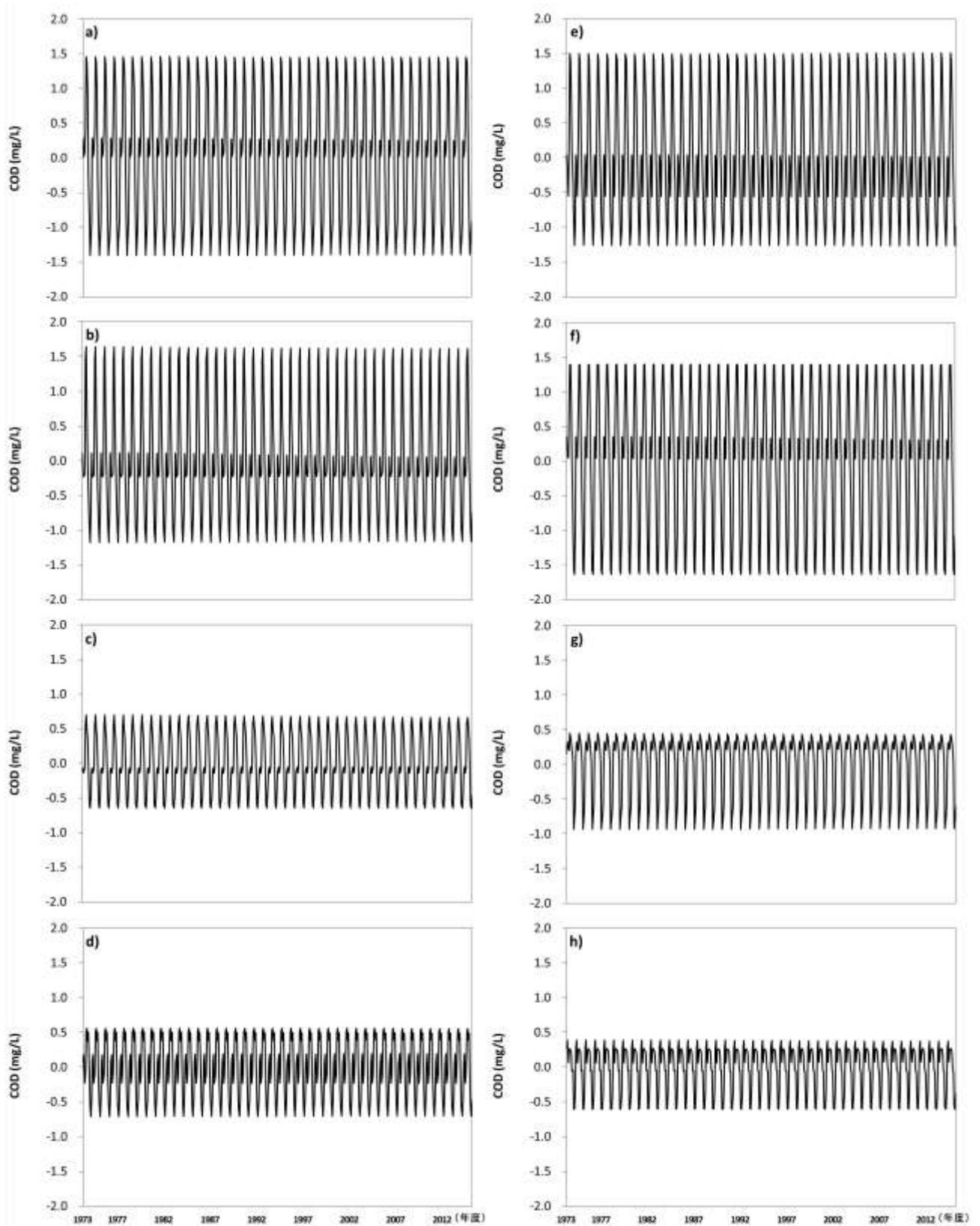


図5 Decompによる霞ヶ浦の環境基準点におけるCODの季節変動

a) 掛馬沖, b) 玉造沖, c) 湖心, d) 麻生沖, e) 釜谷沖, f) 神宮橋, g) 外浪逆浦, h) 息栖

## 4 考察

### 4.1 CODの季節性

図3の掛馬沖と玉造沖の7~9月の最大値は、1978年~1985年に観測されたもので、その期間の霞ヶ浦ではアオコの発生が見られており、繁茂した植物プランクトンによる影響と考えられる。

次に、掛馬沖、玉造沖、湖心、麻生沖、釜谷沖および神宮橋で観測された3月や4月の最大値が75%値から大きく上方に離れた要因を検討した。3月や4月の最大値が観測された年代は、掛馬沖、玉造沖、湖心および麻生沖が1978年から1982年に、釜谷沖と神宮橋が2007年から2010年に観測され、要因が異なることが示唆された。1978年から1982年は、前述のアオコが発生していた期間とも重なることから、豊富に存在する栄養塩を利用し、水温の上昇に伴い植物プランクトンが増殖したためと考えられる。2007年から2010年の釜谷沖の植物プランクトンは、図6に示すように珪藻類から藍藻類へ変遷している。この時期に繁茂した藍藻類は、糸状藍藻のプランクトンスリックス類で低水温でも増殖することが可能<sup>13)</sup>であるため、釜谷沖と神宮橋では1月から6月の最大値がこの期間に観測されたと考えられる(ただし、神宮橋の1月を除く)。さらに、別の要因として、湖水中の光環境の影響を挙げることができる。霞ヶ浦では1999年~2006年にかけて湖水が白く濁る現象が発生し、透明度が約0.5mに低下した。プランクトンスリックス類は光環境が制限された環境下においても増殖が可能<sup>14)</sup>で、光環境が改善に向かい始めた2007年以降出現するようになったこともこの時期のCOD上昇の一因と考えられる。

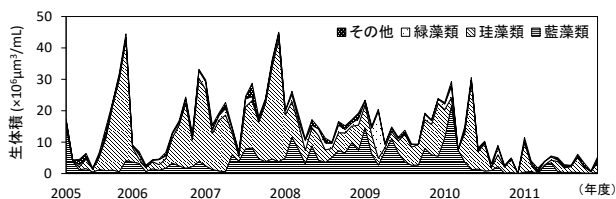


図6 釜谷沖における藻類相の推移

箱ひげ図の箱(測定値の25%値~75%値)は、5~10 mg/Lの範囲に収まるものの、その差分が2 mg/L以上である月もしばしばあり、月内の変動が大きく、前後の月との区別が僅差となり季節変動が不明瞭となっている。

なお、霞ヶ浦の下流部に位置する外浪逆浦や息栖は、1年を通じ変化が少ない。掛馬沖や玉造沖

等の上流部の地点は、河川の流入や流入した栄養塩を基に植物プランクトンが増殖すること等による変動があるが、下流部では、栄養塩の消費や植物プランクトンの分解等が進行し、結果として水質が平均化されるためと考えられる。

一方、Decompにより得られた季節変動成分は、掛馬沖、玉造沖、釜谷沖および神宮橋で大きな振幅を示し、明確に季節変動があることを示している。また、湖心、麻生沖、外浪逆浦および息栖の季節変動成分は、小さな振幅で、季節変動が明確ではないことを示している。

さらに、春先の小さなピークは、図3の3月、4月の上方の伸長に対応し、植物プランクトンの春の増殖によるものと考えられる。

2つの手法による季節性の検討では、解釈の異なる地点もあるが、まとめると掛馬沖、玉造沖、釜谷沖および神宮橋などの上流部の地点では季節変動は大きく明瞭で、湖心、麻生沖、外浪逆浦および息栖における季節変動は小さく不明瞭といえる。

### 4.2 霞ヶ浦のCOD

トレンド成分は、測定値から季節変動成分、短期変動成分及びノイズ成分を除去したもので、上昇や下降の傾向を表すものと考えられるが、掛馬沖、玉造沖、麻生沖および神宮橋では上下に振幅するグラフが得られ、適切に傾向を判別することができない。

そこで、Decompでの解析でトレンド成分の次数kとAR成分の次数mの全ての組合せについて得られるトレンド成分に対し、一次式による近似を行ない、その決定係数がより1に近いものをより直線的なトレンドとして選定した。表1には選定した各地点の一次近似式の係数と決定係数を示す。

一次近似式の傾きaの値は、月単位での変化量を表し、-0.0038~0.0002の範囲であった。決定係数は、0.44~0.98の範囲で、玉造沖と麻生沖は中程度の相関であるが、その他の地点では0.9以上と、強い相関が見られた。

なお、傾き0.0001は、約84年で0.1 mg/Lの変化量となる程の小さな傾きである。

また、掛馬沖、玉造沖、湖心及び麻生沖の西浦4地点は傾きが負の値をとり、長期的にはCODは減少傾向にあると考えられるが、傾きの絶対値

は、大きいもので 0.0038 であるので、0.1 mg/L 変化するのに約 22 年を要する結果であった。

表 1 直線的な COD トレンドの一次近似

地点名	Y = a X + b の係数		決定係数(R <sup>2</sup> )
	a	b	
掛馬沖	- 0.0023	8.53	0.91
玉造沖	- 0.0038	9.58	0.44
湖心	- 0.0001	7.91	0.98
麻生沖	- 0.00001	8.29	0.62
釜谷沖	0.0002	7.50	0.97
神宮橋	0.0002	8.03	0.98
外浪逆浦	0.00006	7.98	0.92
息栖	0.00007	7.75	0.96

よって、切片 b の値が各地点の年間平均 COD 値と同等と考えられ、長期的に見た場合の霞ヶ浦全水域の COD 値は 8.2 mg/L 程度であると考えられる。

## 5 まとめ

霞ヶ浦の環境基準 8 地点での 42 年間にわたる COD 測定値の解析により、次のことが明らかとなった。

- ・ 掛馬沖、玉造沖、釜谷沖及び神宮橋の上流部の地点では、季節変動が明瞭である。また、湖心、麻生沖、外浪逆浦および息栖の下流部の地点では、季節変動は不明瞭である。
- ・ 時系列解析による湖内 8 地点の環境基準点の COD は、ほぼ一定で推移しており、全水域平均で 8.2 mg/L 程度と見積もられた。

2010 年度以降、霞ヶ浦の COD の年間平均値は低下傾向であるが、時系列解析法による長期変動の傾向は、ほぼ一定であることが示され、今後も水質改善対策を継続する必要があると考えられる。

なお、今回の検討では、COD のみ対象としたが、植物プランクトンの指標であるクロロフィル a や栄養塩の窒素、りんについても解析を行ない、COD 変動との関連性を明らかにする予定である。

## 6 参考文献

1) 茨城県・栃木県・千葉県 (2012), 霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画 (第 6 期) .

- 2) 福島武彦, 上原弘晃, 松重一夫, 原沢英 (1998), 浅い富栄養湖の水質に及ぼす気象の影響, 水環境学会誌, 21(3), 180-187.
- 3) 鷺見博生, 片山清志 (2001), 多変量解析による霞ヶ浦の水質浄化対策の評価, 環境技術, 30, 634-639.
- 4) 熊丸敦郎 (1999), 霞ヶ浦北浦における過去 20 年間の水産有用資源減少要因に関する考察, 茨城県内水試調研報, 35, 25-41.
- 5) Takeo Fukushima and Hiroyuki Arai (2015), Regime shifts observed in Lake Kasumigaura, a large shallow lake in Japan : Analysis of a 40-year limnological record, Lake and Reservoir: Research and Management, 20, 54-68.
- 6) 二宮勝幸, 柏木宣久, 安藤晴夫, 小倉久子 (1997), 東京湾における溶存性無機態窒素およびリンの空間濃度分布の季節別特徴, 水環境学会誌, 20(7), 457-467.
- 7) 山田智貴, 藤波弘典, 細田龍介 (2004), 沿岸海域データベース構築に関する基礎的研究 第 2 報, 関西造船協会論文集, 241, 245-251.
- 8) 安藤晴夫, 柏木宣久, 二宮勝幸, 小倉久子, 井川利雄 (2005), 1980 年代以降の東京湾の水質汚濁状況の変遷について—公共用水域水質測定データによる東京湾水質の長期変動解析—, 東京都環境科学研究所年報 2005, 141-150.
- 9) 長尾正之, 鈴木淳 (2010), 国内 9ヶ所のダム湖における水温傾向の評価に関する予備的研究, 陸水学雑誌, 71, 27-36.
- 10) 早川和秀, 辻村茂男, 石川俊之, 芳賀裕樹, 岡本高弘, 焦春萌, 石川可奈子, 熊谷道夫 (2012), 複数の定期調査データを用いた統合的な解析による琵琶湖における全リン, 硝酸態窒素濃度およびいくつかの水質項目の長期変化, 水環境学会誌, 35(6), 89-199.
- 11) 統計数理研究所 佐藤整尚 Web Decomp の紹介—WWW 上で行う季節調整システム, <http://ssnt.ism.ac.jp/inets/wdman.pdf> (2016 年 3 月時点) .
- 12) Kitagawa,G. and Gersh,W. (1984) , A smoothness priors-state space modeling of time series with trend and seasonality, JASA, 79, 378-389.

- 13) 中村剛也 (2013) , 霞ヶ浦分離した藍藻 *Planktothrix suspensa* の増殖特性について, 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報, 9, 35-39.
- 14) 中村剛也, 花町優次, 北村立実 (2011) , 霞ヶ浦・西浦における春季ブルームを構成する植物プランクトンに対する光環境の影響, 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報, 9, 35-41.

## 1-3 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 27 年 4 月から平成 28 年 3 月

#### (2) 調査区分

月 1 調査及び週 1 調査

#### (3) 調査地点、調査頻度及び試料採取方法

[月 1 調査]

図1の 16 地点で月に1回の調査を実施

[週 1 調査]

図 1 の 16 地点のうち、掛馬沖、高浜沖、湖心の 3 地点で概ね旬に1回調査を実施。

[調査方法]

湖水試料は上層(水面下 0.5 m)及び下層(湖底直上 0.5 m)で採水した。植物プランクトンの検体は鉛直カラムを用いて湖底直上 0.5 m から鉛直引きして採取した湖水を試料とした。動物プランクトンの検体は、植物プランクトンの試料採取時に残った湖水を、40 μm プランクトンネットで濃縮した湖水を試料とした。

#### (4) 測定項目

pH, 溶存酸素量(DO), 化学的酸素要求量(COD, d-COD), 懸濁物質(SS), 全窒素濃度(TN, DTN), 全りん濃度(TP, DTP), 各態窒素濃度(NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N), りん酸イオン濃度(PO<sub>4</sub>-P), 有機体炭素量(TOC, DOC), クロロフィル濃度(Chl.a, Chl.b, Chl.c), イオン濃度(Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), 反応性溶存ケイ素濃度(SRSi)

### 3 結果の概要

#### (1) COD

- 湖心、釜谷沖の両地点で、4 月(湖心: 8.3 mg/L, 釜谷沖: 8.1 mg/L) から 6 月(湖心: 7.0 mg/L, 釜谷沖: 8.1 mg/L) は過去 5 年(平成 21-平成 25 年度)の平均値(以下、「平均値」という。)(4 月:湖心で 9.6 mg/L, 釜谷沖で 9.5 mg/L, 6 月:湖心で 8.9 mg/L, 釜谷沖で 9.0 mg/L)を下回った。湖心では 7 月(9.2 mg/L)に平均値(8.9 mg/L)を上回り、8 月以降は平均値を下回ったものの 12 月以降は平均値並みで推移した。釜谷沖では、9 月まで平均値を下回ったが、11 月以降は平均値を超えて推移した(図 2)。
  - 溶存態 COD (d-COD) は、湖心、釜谷沖ともに夏期に上昇していたが、概ね年間を通して 5 mg/L 前後で推移した(図 3)。
- 図 4 に、霞ヶ浦の代表地点である湖心の上層で週 1 調査を行った結果を示した。平成 26 年度と



図 1 調査地点

比較すると、平成 27 年度は、9 月下旬から 12 月上旬までは低濃度で推移したものの 12 月中旬以降は平成 26 年度よりも高濃度で推移した。9 月中旬における COD の大幅な低下については、大雨による影響が考えられる。

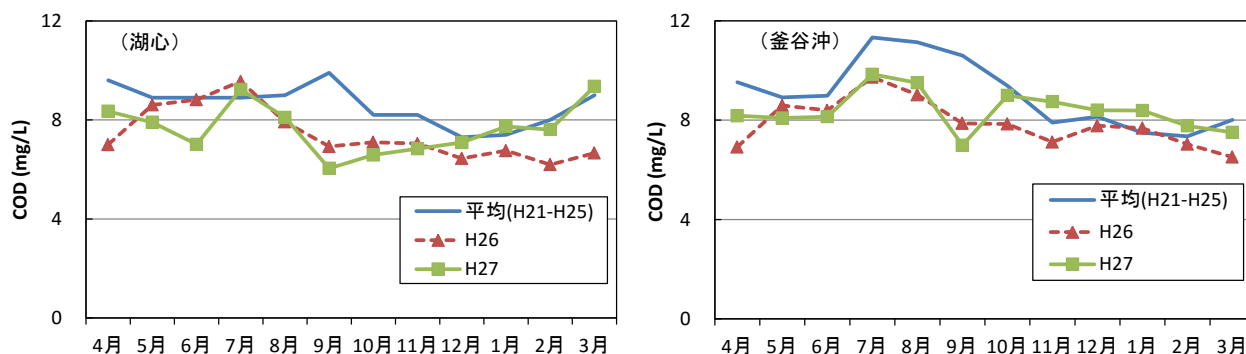


図 2 湖心及び釜谷沖における COD の変化

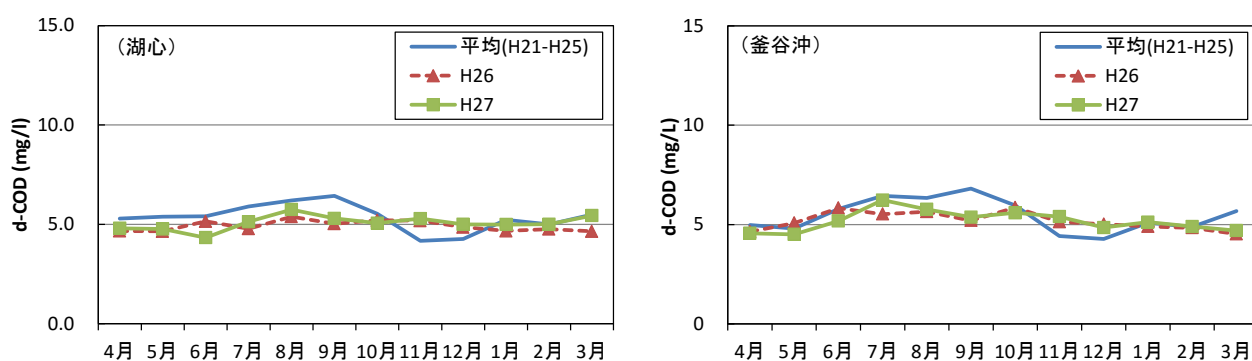


図 3 湖心及び釜谷沖における d-COD の変化

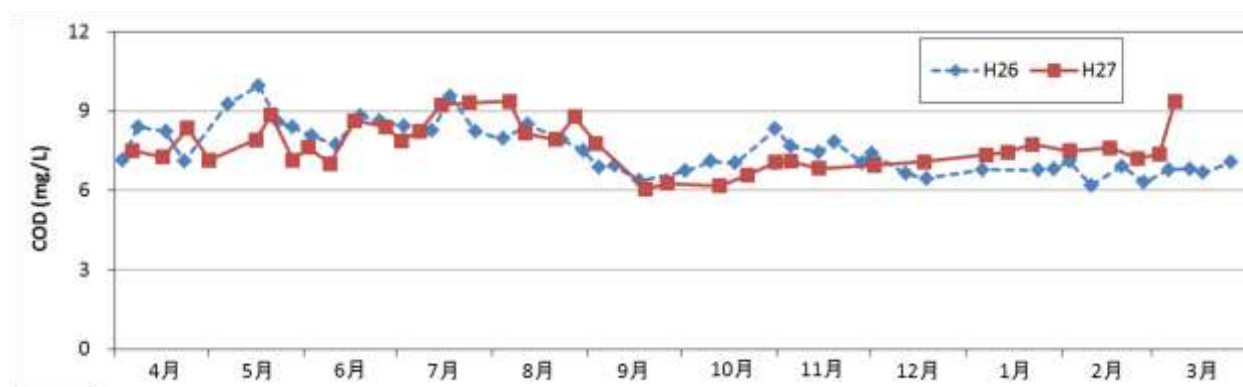


図 4 湖心における COD の週別変化

## (2) 窒素

- TN は、湖心では 11 月から 2 月（11 月：0.90 mg/L：12 月：0.80 mg/L，1 月：0.74 mg/L，2 月：0.80 mg/L）は平均値（11 月：1.1 mg/L：12 月：1.0 mg/L，1 月：1.1 mg/L，2 月：1.0 mg/L）以下で推移し、その他の月は平均値並みで推移した。釜谷沖では、4 月から 10 月は平均値並みで推移したものの、11 月以降は平均値並み～以下で推移した（図 5）。
- 溶存無機窒素濃度（DIN：硝酸態・亜硝酸態・アンモニア態窒素の合計濃度）は、湖心では 9 月（0.52



mg/L) は濃度が平均値(0.20 mg/L)よりも高かったものの12月以降は平均値以下で推移した。釜谷沖では7月～8月(7月, 8月ともに0.03 mg/L)は低濃度で推移したが, 9月(0.42 mg/L)に濃度が上昇して平均値(0.037 mg/L)を上回った。10月以降は再び平均値以下で推移した(図6)。

- 図7に, TNの週別変化を示した。平成26年度と比較すると, 平成27年度は12月から2月にかけて低濃度で推移した。その他の時期については, 概ね平成26年度と平成27年度は同様に推移した。

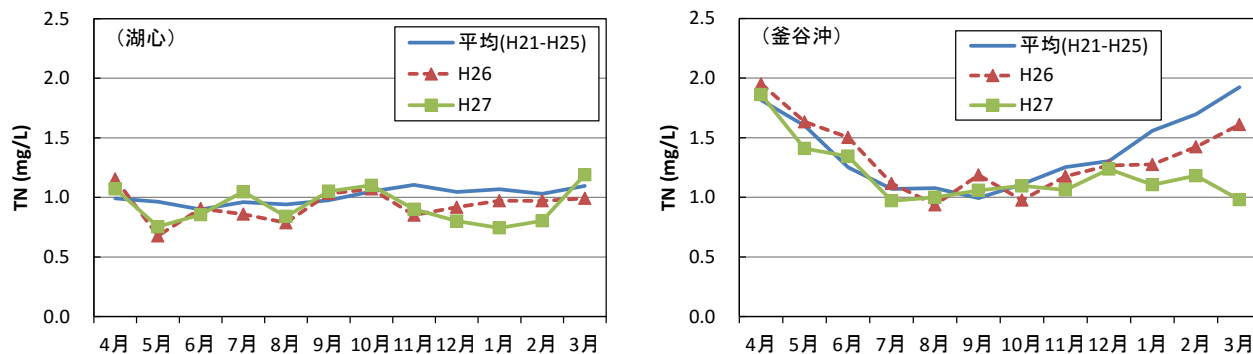


図5 湖心及び釜谷沖におけるTNの変化

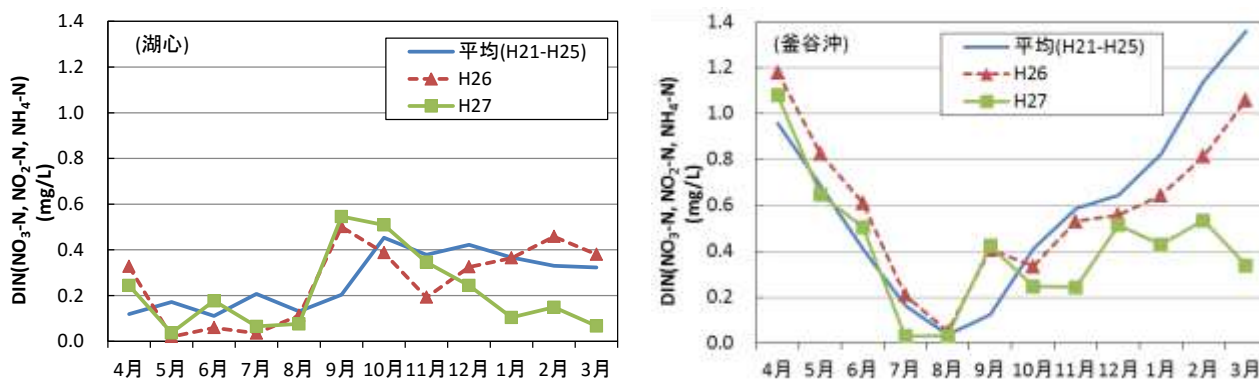


図6 湖心及び釜谷沖における溶存無機態窒素の変化

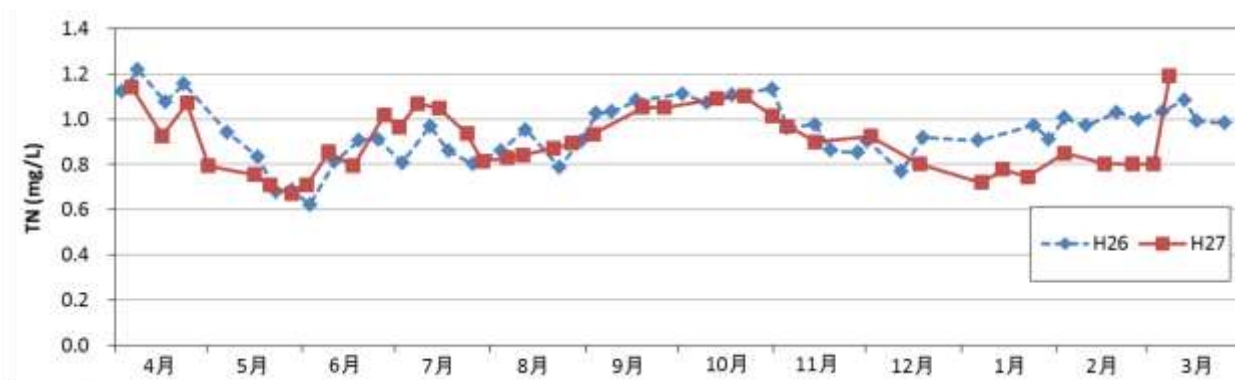


図7 湖心におけるTNの週別変化

### (3) リン

- TPは, 湖心では7月(0.13 mg/L), 8月(0.16 mg/L)及び3月(0.10 mg/L)は平均値(7月:0.085 mg/L, 8月:0.10 mg/L, 3月:0.076 mg/L)よりも高く, その他の月は平均値と同程度で推移した。釜谷沖では, 4月～6月(4月:0.060 mg/L, 5月:0.075 mg/L, 6月:0.082 mg/L)は平均値(4月:0.091 mg/L, 5月:0.088 mg/L, 6月:0.10 mg/L)を下回ったものの, 8月(0.20 mg/L),

10月 (0.092 mg/L), 11月 (0.097 mg/L) は平均値 (8月 : 0.17 mg/L, 10月 : 0.081 mg/L, 11月 : 0.057 mg/L) を上回った (図 8)。

- $\text{PO}_4\text{-P}$  は, 湖心では6月~9月 (6月 : 0.007 mg/L : 7月 : 0.011 mg/L, 8月 : 0.034 mg/L, 9月 : 0.025 mg/L) は平均値 (6月 : 0.027 mg/L : 7月 : 0.032 mg/L, 8月 : 0.087 mg/L, 9月 : 0.064 mg/L) を上回り, その他の月は平均値並みで推移した。釜谷沖では, 7~9月を除いて0.01 mg/L以下で推移した。7~9月 (7月 : 0.051 mg/L, 8月 : 0.10 mg/L, 9月 : 0.057 mg/L) は濃度が上昇し, 8月は平均値 (0.074 mg/L) を上回った (図 9)。
- TP の週別変化を図 10 に示した。TP は6月中旬に上昇してその後9月下旬まで昨年度よりも高濃度であった。その他の週については概ね平年通りであった。

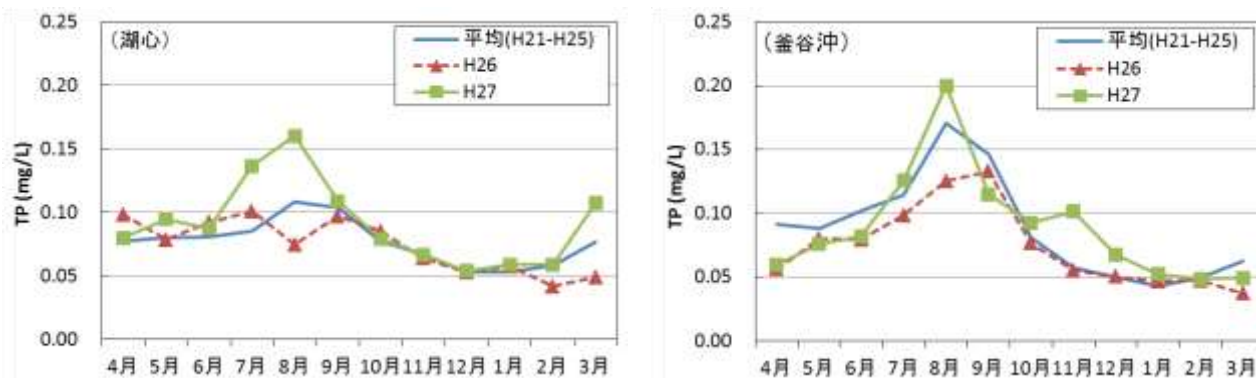


図 8 湖心及び釜谷沖における TP の変化

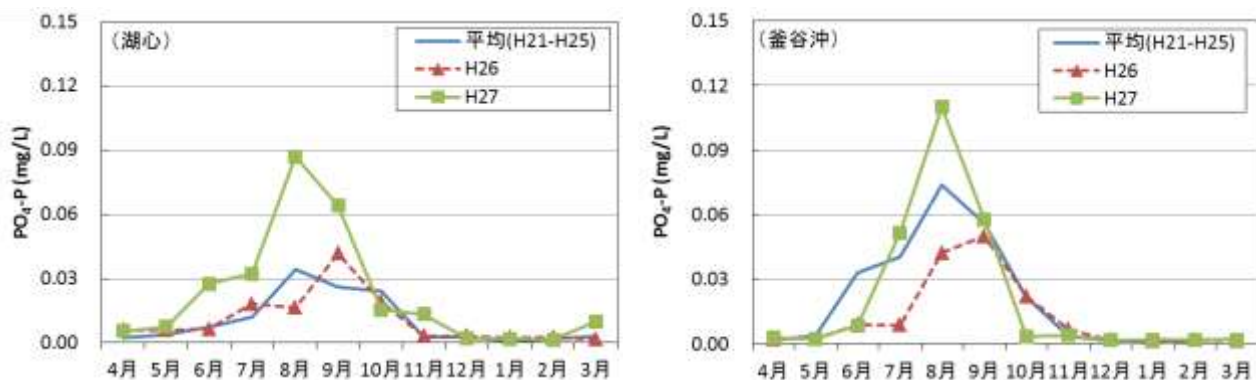


図 9 湖心及び釜谷沖におけるりん酸態りんの変化

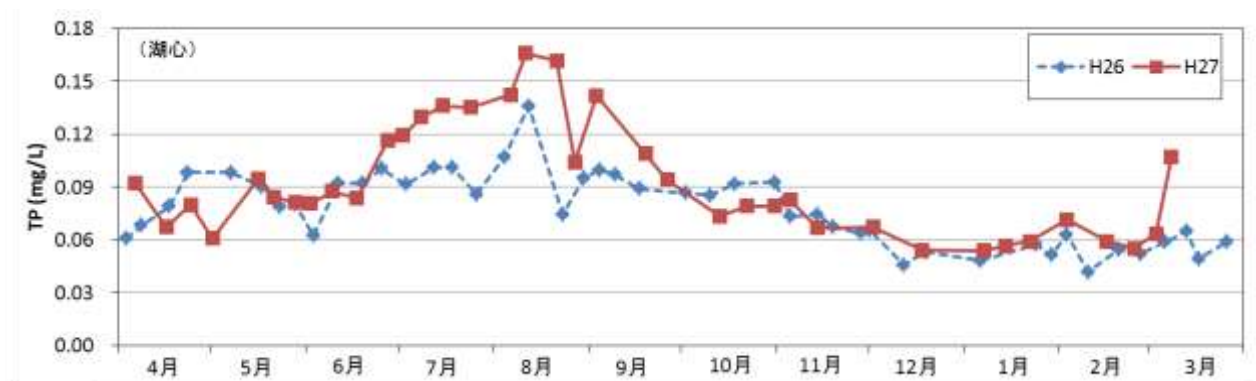


図 10 湖心における TP の週別変化

#### (4) 植物プランクトン

- 年間を通じて概ね珪藻類が優占し、平成26年度の夏に優占していた藍藻類の優占は見られなかった。また、平成27年度は秋から冬にかけて珪藻類の増加が見られた。これは、秋から冬にかけて平年よりも高い気温が続いたため、植物プランクトンが増殖しやすい環境であったと考えられる。(図11)。

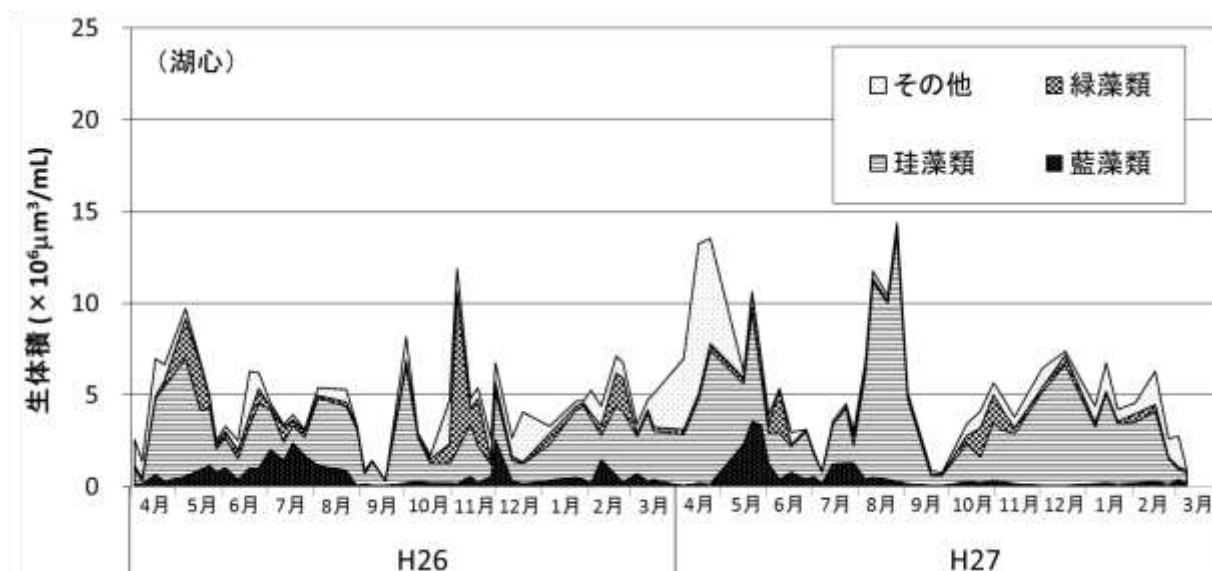


図11 湖心における植物プランクトンの変化

#### (5) 動物プランクトン

- 湖心における動物プランクトンの種類の変化は、概ね平成26年度と同様の季節変化であったが平成27年度の2月には平成26年度では見られなかった *Daphnia* の出現が見られた (図12)。

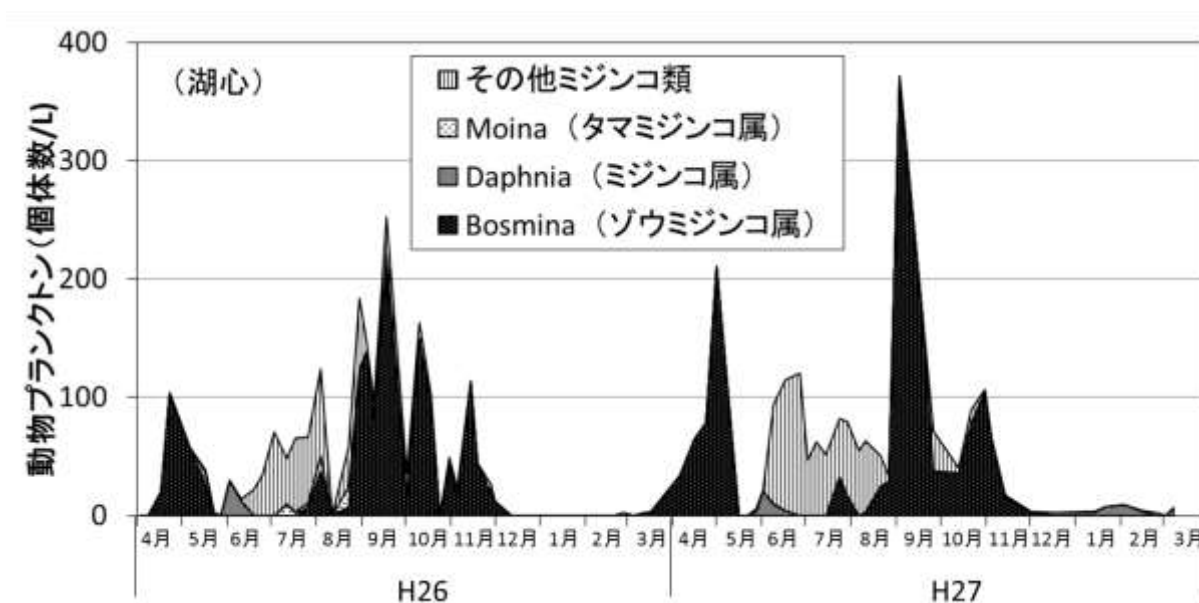


図12 動物プランクトンの変化

表1 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果（4月）

平成27年4月24日				晴れ																										
	採水層	採水時刻	気温	透明度	水深	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	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
			(°C)	(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/m)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
掛馬沖	上層	7:50	18.2	0.71	3.7	17.0	8.5	11	16	7.6	4.8	4.6	2.9	0.94	0.62	0.04	0.24	0.02	0.061	0.016	0.002	52	30	23	3.8	5.8	14	28	22	1.3
	下層						8.5	10	20	7.5	4.8	4.4	3.0	0.94	0.59	0.05	0.18	0.01	0.066	0.012	0.001	55	30	24	3.8	6.0	14	28	22	1.3
木原沖	上層	8:29	17.3	0.67	5.4	16.8	8.5	11	16	7.8	4.6	4.5	3.0	1.1	0.77	0.04	0.40	0.02	0.064	0.016	0.003	51	30	23	3.9	6.1	15	27	22	1.7
	下層						8.0	10	18	7.0	5.0	4.3	2.9	1.0	0.75	0.05	0.38	0.01	0.061	0.012	0.002	45	30	23	3.9	5.9	15	27	22	1.8
牛込沖	上層	8:53	17.0	0.78	6.1	17.6	8.7	12	17	8.5	4.9	5.0	3.1	1.1	0.60	0.05	0.17	0.01	0.091	0.020	0.004	68	30	24	3.7	6.0	15	29	19	1.1
	下層						8.2	9.2	25	7.5	4.9	4.7	3.0	1.0	0.67	0.08	0.23	0.01	0.079	0.011	0.001	48	30	24	3.8	6.1	15	29	19	1.7
高浜沖	上層	9:37	18.2	0.74	3.9	17.7	8.7	11	15	8.4	4.8	4.7	3.0	1.6	1.1	0.06	0.78	0.02	0.083	0.022	0.005	70	27	20	3.3	5.7	14	22	19	3.2
	下層						8.3	9.0	28	8.0	4.9	4.4	2.8	1.7	1.2	0.12	0.84	0.03	0.10	0.013	0.002	51	27	20	3.3	5.7	14	22	20	3.8
玉造沖	上層	9:17	18.2	0.73	6.9	17.3	8.8	13	16	8.5	4.8	4.9	3.0	1.3	0.88	0.05	0.46	0.02	0.082	0.025	0.007	78	28	22	3.5	5.9	14	26	21	1.9
	下層						7.9	7.5	20	6.8	4.9	4.1	2.9	1.4	1.1	0.16	0.52	0.02	0.081	0.012	0.002	47	29	22	3.6	6.0	15	26	20	2.8
湖心	上層	10:58	19.3	0.74	5.9	16.5	8.8	12	16	8.3	4.6	4.8	3.1	1.0	0.58	0.05	0.16	0.01	0.079	0.022	0.005	72	31	25	3.7	6.1	15	31	21	1.1
	下層						8.0	7.3	25	6.8	4.9	4.4	2.9	1.0	0.92	0.33	0.23	0.01	0.080	0.011	0.002	46	30	24	3.8	6.1	15	29	19	2.0
西の洲沖	上層	11:38	17.8	0.72	5.8	16.7	8.8	13	16	7.8	4.9	4.8	3.1	0.95	0.51	0.04	0.09	0.01	0.071	0.017	0.002	62	31	25	3.7	6.3	15	32	21	0.8
	下層						8.2	11	14	6.9	4.7	4.3	3.1	0.83	0.56	0.05	0.19	0.01	0.051	0.010	0.001	40	31	25	3.7	6.1	15	31	19	1.2
麻生沖	上層	12:11	20.9	0.69	1.6	17.1	8.7	12	19	8.1	4.9	5.0	3.3	0.76	0.41	0.04	0.01	<0.01	0.061	0.013	0.001	52	35	30	4.0	6.8	16	40	21	0.7
	下層						8.7	12	20	7.7	5.2	5.0	3.1	0.82	0.39	0.04	<0.01	0.01	0.067	0.011	0.002	54	34	30	4.0	6.7	15	39	21	0.7
土浦沖	上層	7:25	17.2	0.69	2.5	18.2	7.8	11	14	8.0	5.1	4.5	3.0	2.0	1.5	0.05	1.0	0.02	0.093	0.021	0.003	84	31	23	4.5	5.8	17	27	24	4.3
	下層						7.9	10	17	7.5	4.8	4.1	3.1	1.9	1.5	0.07	1.1	0.02	0.084	0.015	0.002	60	31	24	4.5	5.8	17	26	24	4.4
山王川沖	上層	10:17	20.5	0.65	1.9	18.8	8.5	11	19	7.7	3.9	3.4	2.4	2.4	1.8	0.06	1.4	0.04	0.11	0.023	0.007	85	22	13	2.5	4.4	13	11	20	7.7
	下層						8.6	11	20	6.8	4.4	3.3	2.4	2.4	1.8	0.06	1.4	0.03	0.11	0.019	0.006	77	22	14	2.6	4.4	13	11	20	7.6
安塚沖	上層	14:57	19.2	0.61	1.9	19.5	7.9	10	36	8.4	3.9	2.9	2.2	6.2	5.9	0.71	4.6	0.08	0.19	0.033	0.017	59	33	20	4.1	8.7	18	24	23	12
	下層						7.7	11	40	8.3	3.9	2.9	2.2	6.0	5.9	0.69	4.7	0.08	0.20	0.029	0.014	59	33	21	4.2	8.9	19	23	23	12
阿玉沖	上層	14:30	19.4	0.96	4.9	17.8	8.6	11	12	7.3	4.0	4.0	2.4	4.0	3.6	0.07	3.2	0.06	0.082	0.019	0.006	66	31	20	3.4	8.1	17	23	20	9.2
	下層						7.9	10	19	6.1	4.2	3.5	2.3	4.0	3.4	0.15	3.0	0.06	0.097	0.012	0.003	38	31	20	3.4	8.3	17	23	20	8.7
武井沖	上層	14:01	19.7	0.92	7.2	17.0	8.7	12	13	7.7	4.6	4.5	2.7	2.5	2.0	0.05	1.6	0.04	0.069	0.016	0.003	76	31	22	3.3	8.1	16	26	20	3.0
	下層						7.9	7.8	30	7.5	4.3	4.0	2.6	2.2	1.7	0.16	1.2	0.03	0.095	0.008	0.003	59	32	23	3.3	8.0	16	27	19	2.3
釜谷沖	上層	13:29	21.2	0.79	6.4	17.0	8.7	12	16	8.1	4.5	4.5	2.8	1.8	1.3	0.06	0.98	0.03	0.060	0.014	0.002	87	31	23	3.2	7.9	16	28	19	0.9
	下層						8.1	8.2	50	8.7	4.6	4.5	2.6	2.0	1.4	0.13	1.0	0.02	0.10	0.006	0.002	71	32	23	3.3	8.0	16	28	19	1.3
爪木沖	上層	13:08	20.6	0.63	2.9	18.0	8.8	13	26	9.1	4.7	5.3	2.9	1.4	0.82	0.06	0.44	0.02	0.075	0.011	0.003	89	34	27	3.4	8.3	16	34	20	0.3
	下層						8.8	12	27	9.0	4.8	5.6	2.8	1.4	0.85	0.04	0.42	0.02	0.080	0.010	0.002	87	33	27	3.4	8.3	16	34	19	0.3
外浪逆浦	上層	12:39	20.1	0.62	2.8	18.2	8.8	13	20	9.1	5.0	5.6	3.3	0.89	0.38	0.04	<0.01	<0.01	0.076	0.014	0.003	76	46	45	4.6	8.9	17	66	24	0.6
	下層						8.8	13	24	8.6	5.3	5.2	3.3	0.93	0.39	0.04	0.01	<0.01	0.084	0.015	0.002	77	45	46	4.6	8.9	17	65	21	0.6

表2 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果（5月）

平成27年5月16日				曇り時々雨																													
	採水層	採水時刻	気温	透明度	水深	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	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			
			(°C)	(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/m)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)		
掛馬沖	上層	15:17	18.2	0.82	3.6	21.8	8.8	10	18	8.6	4.7	4.1	3.1	0.77	0.35	0.03	<0.01	<0.01	0.084	0.013	0.002	59	31	25	4.2	5.6	14	30	23	0.2			
	下層						8.5	10	18	8.8	4.7	4.2	3.1	0.82	0.35	0.04	<0.01	<0.01	0.091	0.010	0.002	55	31	26	4.3	5.9	15	30	23	0.1			
木原沖	上層	15:00	18.3	0.65	5.3	21.6	8.5	8.6	21	8.3	4.8	3.9	3.0	0.73	0.34	0.04	<0.01	<0.01	0.089	0.014	0.004	47	31	25	4.1	5.9	15	30	22	0.3			
	下層						8.3	8.7	22	8.2	4.4	3.9	3.1	0.77	0.34	0.04	<0.01	<0.01	0.094	0.010	0.003	44	31	26	4.2	6.1	16	31	22	0.3			
牛込沖	上層	14:43	18.0	0.76	6.1	21.7	8.5	10	18	8.4	4.7	4.0	3.1	0.75	0.35	0.04	<0.01	<0.01	0.094	0.016	0.007	50	31	26	3.9	6.0	15	32	21	0.2			
	下層						8.3	8.4	19	8.1	4.6	3.9	3.1	0.80	0.35	0.04	<0.01	<0.01	0.10	0.014	0.008	50	31	27	4.0	6.3	16	33	19	0.3			
高浜沖	上層	13:35	18.1	0.75	3.8	21.9	8.9	10	24	9.7	4.7	4.5	3.1	0.92	0.36	0.05	<0.01	<0.01	0.12	0.017	0.006	89	28	27	4.0	6.2	15	33	23	0.6			
	下層						8.8	7.3	38	10	4.8	4.8	3.1	1.1	0.35	0.04	<0.01	<0.01	0.16	0.019	0.013	98	28	24	3.7	5.9	15	26	21	1.5			
玉造沖	上層	13:16	18.0	0.78	6.8	21.6	8.7	9.2	20	8.8	4.9	4.1	3.1	0.89	0.37	0.05	<0.01	<0.01	0.11	0.014	0.005	80	29	24	3.7	5.9	15	29	21	0.4			
	下層						7.8	4.6	53	9.9	4.8	4.3	3.1	1.3	0.56	0.26	<0.01	<0.01	0.19	0.025	0.023	74	31	27	4.1	6.5	16	31	21	1.6			
湖心	上層	12:39	18.1	0.82	5.8	20.9	8.3	9.1	18	7.9	4.7	4.3	3.1	0.75	0.35	0.04	<0.01	<0.01	0.094	0.016	0.007	50	32	28	4.0	6.3	15	34	22	0.2			
	下層						8.3	8.7	22	7.9	4.9	4.1	3.1	0.79	0.35	0.04	<0.01	<0.01	0.10	0.015	0.007	60	31	28	4.1	6.5	16	34	23	0.3			
西の洲沖	上層	12:22	18.1	0.81	5.4	20.9	8.4	10	16	7.8	4.7	4.1	3.2	0.74	0.36	0.04	<0.01	<0.01	0.083	0.013	0.003	50	32	28	4.0	6.4	15	35	22	0.1			
	下層						8.0	欠測	18	7.8	5.0	4.1	3.1	0.73	0.35	0.04	<0.01	<0.01	0.088	0.012	0.003	52	32	29	4.1	6.6	16	35	22	0.1			
麻生沖	上層	10:14	18.0	0.72	1.5	20.9	8.5	9.1	22	8.5	5.1	4.5	3.3	0.79	0.37	0.04	<0.01	<0.01	0.086	0.013	0.002	51	39	37	4.4	7.4	16	49	24	0.3			
	下層						8.5	9.0	22	8.5	5.3	4.7	3.3	0.81	0.37	0.04	<0.01	<0.01	0.089	0.011	0.002	51	38	38	4.6	7.7	17	49	23	0.3			
土浦沖	上層	15:43	17.8	0.61	2.3	22.7	8.5	10	23	9.3	5.2	4.6	3.4	1.2	0.70	0.05	0.30	0.01	0.11	0.014	0.004	100	31	27	5.0	5.8	16	31	25	1.0			
	下層						8.4	10	23	9.2	5.3	4.1	3.4	1.2	0.71	0.05	0.30	0.01	0.12	0.012	0.003	97	31	28	5.2	5.9	17	32	25	1.0			
山王川沖	上層	14:08	18.0	0.45	1.6	23.0	8.2	7.3	40	10	5.4	4.2	3.4	1.3	0.63	0.09	0.19	0.02	0.17	0.024	0.014	110	24	18	3.4	4.4	13	18	22	3.4			
	下層						8.1	7.9	44	10	5.3	4.2	3.4	1.4	0.63	0.10	0.20	0.01	0.18	0.021	0.011	110	24	18	3.5	4.6	13	18	21	3.5			
安塚沖	上層	7:39	17.8	0.77	1.8	22.0	7.2	8.1	14	7.5	5.1	3.7	3.2	4.2	3.8	0.23	3.2	0.07	0.13	0.020	0.008	43	32	21	4.3	8.1	17	26	25	10			
	下層						7.2	6.5	22	7.5	5.3	3.6	3.2	4.3	4.0	0.30	3.4	0.08	0.17	0.025	0.017	29	32	23	4.3	8.3	18	26	25	11			
阿玉沖	上層	8:00	17.6	0.75	4.8	21.7	8.5	9.3	21	8.2	4.5	3.9	2.9	2.6	2.0	0.06	1.6	0.06	0.10	0.014	0.003	130	31	23	3.4	8.0	16	26	22	4.1			
	下層						8.4	6.8	33	8.3	4.5	3.9	2.8	2.3	1.7	0.22	1.1	0.06	0.12	0.008	0.003	110	31	24	3.6	8.3	17	27	21	2.7			
武井沖	上層	8:27	17.7	0.80	7.2	21.3	9.0	11	17	8.1	4.4	4.0	2.8	1.6	1.1	0.05	0.78	0.04	0.076	0.011	0.001	100	31	24	3.5	8.1	16	29	20	<0.1			
	下層						8.5	6.8	24	8.0	4.9	3.6	2.8	1.6	1.1	0.13	0.66	0.04	0.095	0.010	0.002	91	32	26	3.6	8.4	17	30	20	0.2			
釜谷沖	上層	8:51	17.9	0.88	6.3	21.2	8.8	10	17	8.0	4.5	3.8	2.8	1.4	0.92	0.05	0.56	0.03	0.075	0.010	0.002	87	32	25	3.5	8.2	16	30	20	<0.1			
	下層						8.6	7.4	24	8.0	4.6	3.9	2.8	1.5	1.0	0.08	0.58	0.03	0.10	0.008	0.002	87	32	26	3.6	8.4	17	30	21	<0.1			
爪木沖	上層	9:12	17.9	0.77	2.8	21.6	8.9	10	31	9.1	4.6	3.8	2.9	1.3	0.70	0.05	0.34	0.03	0.10	0.011	0.002	100	33	28	3.6	8.4	17	33	20	<0.1			
	下層						8.9	9.1	35	9.4	4.8	3.7	2.9	1.2	0.63	0.04	0.25	0.03	0.10	0.009	0.002	110	33	29	3.8	8.6	17	35	20	<0.1			
外浪逆浦	上層	9:35	18.2	0.76	2.7	21.4	8.6	10	17	8.4	5.1	4.6	3.4	0.76	0.35	0.04	<0.01	<0.01	0.080	0.008	0.001	39	58	68	5.9	11	19	98	25	<0.1			
	下層						8.5	9.0	17	8.2	5.0	4.5	3.3	0.74	0.35	0.05	<0.01	<0.01	0.079	0.009	0.001	40	58	70	6.0	11	20	99	25	<0.1			

※ 西の州沖下層のDOは測定に不備があったため欠測とした。

表3 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果 (6月)

平成27年6月10日				晴れ																										
	採水層	採水時刻	気温	透明度	水深	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	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
			(°C)	(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/m)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
掛馬沖	上層	14:50	27.6	0.58	3.9	23.6	8.4	9.4	27	9.3	4.6	4.1	3.1	0.83	0.36	0.02	<0.01	<0.01	0.095	0.016	0.003	71	30	25	4.6	5.9	15	31	20	1.8
	下層						7.9	6.2	48	9.6	4.2	4.5	3.1	0.96	0.43	0.09	0.02	<0.01	0.12	0.012	0.006	59	30	25	4.6	5.9	15	31	23	2.1
木原沖	上層	14:28	27.2	0.61	5.6	23.7	8.1	9.5	20	8.1	4.6	4.1	3.1	0.83	0.38	0.02	<0.01	<0.01	0.092	0.020	0.005	49	31	26	4.4	6.2	15	33	21	2.0
	下層						7.6	5.4	38	8.5	4.0	4.4	3.0	0.97	0.49	0.15	0.02	<0.01	0.11	0.021	0.015	44	30	26	4.4	6.1	15	33	21	2.5
牛込沖	上層	14:09	25.5	0.72	6.3	24.0	8.1	10	14	7.4	4.6	4.1	3.1	0.84	0.52	0.11	0.02	0.01	0.083	0.037	0.022	36	32	27	4.3	6.4	15	35	20	2.3
	下層						7.7	6.2	12	6.7	4.4	4.5	3.1	0.81	0.57	0.18	0.02	0.01	0.078	0.039	0.030	27	31	26	4.3	6.3	15	34	17	2.3
高浜沖	上層	12:40	28.5	0.48	4.4	24.1	8.6	10	28	10	5.3	4.0	3.4	0.95	0.40	0.02	0.01	0.01	0.12	0.028	0.013	87	28	23	3.8	5.8	14	28	19	2.1
	下層						7.6	5.6	36	9.4	5.1	4.4	3.3	1.0	0.53	0.12	0.05	0.01	0.13	0.032	0.024	57	29	23	3.9	5.8	14	28	19	2.9
玉造沖	上層	12:20	27.8	0.49	6.7	25.8	8.4	10	27	9.4	4.9	4.2	3.4	0.99	0.45	0.02	0.04	0.01	0.11	0.027	0.013	69	29	24	4.0	6.0	15	30	20	2.0
	下層						7.2	5.9	36	9.1	5.3	4.0	3.2	1.2	0.59	0.16	0.08	0.01	0.15	0.031	0.024	61	29	23	4.0	5.9	14	29	20	2.6
湖心	上層	11:38	27.6	0.77	6.2	23.8	7.7	8.4	17	7.0	4.3	3.6	3.0	0.85	0.51	0.15	0.01	0.01	0.087	0.038	0.027	28	33	27	4.2	6.5	16	36	18	1.9
	下層						7.4	5.5	23	7.4	4.7	4.1	3.0	0.96	0.65	0.27	0.01	0.01	0.10	0.044	0.038	25	32	27	4.3	6.4	15	36	20	2.3
西の洲沖	上層	11:14	26.5	0.76	4.5	23.2	8.1	10	13	7.8	4.3	4.8	3.1	0.79	0.36	0.02	<0.01	<0.01	0.080	0.018	0.008	53	34	30	4.4	6.9	16	41	18	1.6
	下層						7.6	6.1	23	8.0	4.7	4.2	3.1	0.92	0.53	0.16	0.01	<0.01	0.099	0.026	0.020	40	34	30	4.5	6.8	16	41	19	2.0
麻生沖	上層	10:53	25.5	0.71	1.8	23.5	8.3	9.8	13	8.7	4.9	4.3	3.5	0.78	0.36	<0.02	<0.01	<0.01	0.078	0.012	0.003	40	39	39	5.0	8.0	17	57	22	2.4
	下層						8.3	9.1	14	8.7	5.3	4.6	3.4	0.80	0.36	0.02	<0.01	<0.01	0.078	0.010	0.003	40	40	39	5.0	7.9	17	56	22	2.3
土浦沖	上層	15:28	27.0	0.55	4.9	23.8	8.3	10	23	9.4	5.1	4.5	3.5	1.2	0.66	0.03	0.24	0.01	0.12	0.022	0.006	90	29	18	3.4	4.9	13	20	19	2.7
	下層						7.4	3.4	63	9.6	5.0	4.0	3.3	2.1	1.6	0.37	0.83	0.02	0.22	0.029	0.024	46	31	24	5.2	5.2	15	28	22	5.0
山王川沖	上層	13:25	27.2	0.42	2.3	24.4	8.5	9.6	24	10	5.3	4.2	3.7	1.0	0.44	0.02	0.03	<0.01	0.14	0.027	0.012	94	25	18	3.4	4.8	13	20	18	3.1
	下層						8.3	8.8	25	10	5.5	4.2	3.6	1.1	0.43	0.02	0.04	<0.01	0.15	0.022	0.011	93	24	18	3.5	4.7	13	20	18	3.1
安塚沖	上層	7:59	22.9	0.87	1.8	20.3	6.8	9.4	8	7.2	5.2	4.0	3.5	3.4	3.0	0.08	2.5	0.05	0.10	0.017	0.009	51	27	18	3.6	7.1	15	22	19	8.4
	下層						6.9	6.5	9	7.9	6.1	4.2	3.8	2.8	2.6	0.24	1.9	0.04	0.11	0.045	0.036	12	23	14	3.4	5.3	12	16	16	6.8
阿玉沖	上層	8:24	24.0	0.68	4.9	22.8	7.6	7.2	15	8.5	5.0	3.9	3.3	1.7	1.2	0.16	0.67	0.03	0.11	0.027	0.017	61	31	20	3.8	7.8	16	26	20	4.6
	下層						7.4	4.3	26	8.9	5.5	3.9	3.5	1.9	1.4	0.28	0.76	0.03	0.13	0.038	0.032	40	29	20	3.6	7.4	15	24	19	5.8
武井沖	上層	8:53	23.7	1.18	6.9	23.3	7.5	7.1	7	7.6	4.9	4.1	3.3	1.4	1.1	0.28	0.40	0.03	0.079	0.033	0.023	23	32	23	3.7	7.9	16	29	16	3.4
	下層						7.3	5.7	15	7.0	5.2	4.3	3.3	1.4	1.1	0.34	0.33	0.03	0.080	0.034	0.028	19	32	23	3.7	7.9	16	30	19	3.6
釜谷沖	上層	9:23	25.2	1.10	6.5	23.0	8.0	8.4	8	8.1	5.1	3.8	3.3	1.3	0.95	0.21	0.25	0.03	0.082	0.018	0.008	34	32	24	3.6	7.9	16	31	19	3.1
	下層						7.6	3.4	26	7.7	5.2	4.5	3.2	1.4	1.0	0.44	0.19	0.02	0.10	0.036	0.031	27	32	24	3.7	7.9	16	31	18	4.4
爪木沖	上層	9:53	25.4	0.82	3.1	24.3	8.1	8.9	13	8.8	5.2	4.9	3.3	1.1	0.69	0.10	0.18	0.02	0.076	0.013	0.002	42	33	26	3.8	8.1	16	34	19	3.2
	下層						7.7	6.2	23	8.5	5.1	4.8	3.3	1.0	0.50	0.06	0.07	0.01	0.10	0.013	0.006	55	32	37	4.3	8.9	17	52	17	3.2
外浪逆浦	上層	10:11	26.8	0.66	1.8	23.4	8.2	10	15	9.0	5.0	4.4	3.6	0.80	0.37	0.02	<0.01	<0.01	0.084	0.016	0.006	50	47	49	5.3	9.2	18	74	24	1.8
	下層						8.1	8.9	13	8.8	5.0	4.4	3.5	0.82	0.36	0.02	<0.01	<0.01	0.089	0.014	0.006	56	49	48	5.3	9.0	17	73	24	1.8

表 4 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果 (7月)

平成27年7月15日				晴れ時々曇り																										
	採水層	採水時刻	気温 (°C)	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (°C)	pH (-)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (μg/L)	EC (mS/m)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	SRSi (mg/L)
掛馬沖	上層	15:28	28.5	0.51	3.5	27.5	8.5	9.0	32	10	5.1	4.4	3.1	0.97	0.35	0.03	<0.01	<0.01	0.10	0.013	0.003	71	33	24	4.3	5.5	14	29	20	5.8
	下層						8.5	8.9	29	9.2	5.5	4.9	3.2	1.0	0.38	0.04	<0.01	<0.01	0.12	0.015	0.004	87	33	24	4.2	5.4	14	29	20	5.8
木原沖	上層	14:22	28.5	0.53	5.3	27.2	8.4	9.3	24	9.0	4.8	4.8	3.2	0.87	0.37	0.03	0.02	<0.01	0.097	0.015	0.009	55	32	26	4.3	5.8	15	29	20	5.4
	下層						7.6	6.0	36	7.0	5.3	4.2	3.1	1.0	0.64	0.14	0.14	0.02	0.14	0.047	0.038	40	33	26	4.2	5.8	14	32	19	6.2
牛込沖	上層	13:03	30.5	0.48	6.2	26.5	8.3	8.3	26	8.5	4.8	4.5	3.2	1.0	0.54	0.03	0.17	0.02	0.11	0.035	0.029	42	33	26	4.2	5.9	14	32	18	5.6
	下層						7.9	5.2	58	7.5	5.4	4.2	3.2	1.2	0.75	0.15	0.22	0.03	0.17	0.059	0.050	40	31	26	4.2	5.9	14	32	19	6.4
高浜沖	上層	11:59	30.3	0.41	4.1	28.3	8.6	8.5	46	13	5.9	6.0	3.5	1.3	0.42	0.03	<0.01	<0.01	0.18	0.044	0.030	92	29	24	3.9	5.5	14	28	18	6.5
	下層						7.9	6.0	66	12	6.1	4.5	3.4	1.3	0.49	0.03	<0.01	<0.01	0.21	0.054	0.038	95	31	25	3.9	5.6	14	30	18	6.4
玉造沖	上層	11:41	30.1	0.51	6.5	27.4	8.4	7.7	33	10	5.5	4.9	3.3	1.1	0.39	0.03	<0.01	<0.01	0.14	0.041	0.026	74	32	25	3.9	5.7	14	31	19	5.9
	下層						8.2	5.1	55	10	5.6	4.4	3.4	1.3	0.67	0.18	0.10	0.03	0.21	0.069	0.055	65	28	23	3.9	5.6	14	26	17	7.1
湖心	上層	11:15	29.1	0.56	5.9	26.8	8.6	8.1	34	9.2	5.1	4.5	3.3	1.0	0.39	0.03	0.02	<0.01	0.13	0.037	0.032	76	33	27	4.2	5.9	14	34	19	5.5
	下層						8.0	6.2	28	8.8	5.2	4.1	3.3	1.0	0.63	0.07	0.15	0.01	0.13	0.054	0.038	47	32	28	4.3	6.0	14	34	19	5.6
西の洲沖	上層	10:57	29.1	0.42	5.6	26.1	8.4	8.2	23	8.5	5.3	4.3	3.2	1.0	0.55	0.03	0.16	0.01	0.11	0.039	0.029	49	35	28	4.2	6.1	15	36	18	5.5
	下層						7.7	5.4	36	9.2	5.2	4.2	3.2	1.2	0.84	0.13	0.33	0.04	0.15	0.061	0.049	46	33	29	4.3	6.1	14	36	18	6.1
麻生沖	上層	10:33	29.0	0.54	1.6	26.8	8.6	10	18	9.2	4.9	4.6	3.3	0.96	0.44	0.04	0.03	0.01	0.10	0.019	0.008	66	36	30	4.3	6.3	15	40	18	5.3
	下層						8.5	10	20	9.8	5.1	4.6	3.3	0.99	0.42	0.04	0.03	0.01	0.11	0.022	0.007	85	35	30	4.4	6.4	15	40	18	5.3
土浦沖	上層	14:50	28.4	0.52	2.5	28.7	8.5	8.8	28	10	5.0	4.8	3.3	1.3	0.64	0.04	0.26	0.01	0.13	0.020	0.010	87	37	23	4.5	5.4	16	26	21	6.9
	下層						8.4	8.5	27	11	5.4	4.7	3.3	1.3	0.64	0.03	0.25	0.01	0.14	0.022	0.009	110	33	23	4.5	5.3	16	26	21	6.7
山王川沖	上層	12:26	31.0	0.41	1.7	29.9	8.8	10	34	12	5.6	5.5	3.4	1.5	0.52	0.03	0.10	<0.01	0.18	0.029	0.015	120	26	17	3.0	4.5	13	15	20	8.2
	下層						8.9	11	36	13	5.8	5.2	3.3	1.7	0.52	0.03	0.10	0.01	0.20	0.032	0.013	140	24	16	3.0	4.2	12	14	18	8.2
安塚沖	上層	7:49	26.7	0.54	1.8	27.7	8.3	7.4	23	11	5.4	4.8	3.2	3.6	2.5	0.07	2.1	0.06	0.17	0.011	0.002	120	29	19	3.5	7.3	16	21	20	10
	下層						8.4	7.6	27	12	5.8	5.0	3.2	3.5	2.5	0.08	2.0	0.05	0.18	0.015	0.001	130	29	18	3.6	7.3	16	21	20	10
阿玉沖	上層	8:20	26.4	0.39	4.8	27.7	9.0	8.9	41	14	7.1	6.2	3.9	2.0	0.63	0.03	0.13	0.01	0.21	0.044	0.031	180	32	22	3.5	7.0	15	26	18	9.4
	下層						8.6	6.0	60	13	6.8	5.0	3.7	1.9	0.93	0.19	0.25	0.01	0.24	0.077	0.066	85	29	21	3.6	6.9	14	25	17	9.7
武井沖	上層	8:51	27.8	0.57	6.9	27.0	8.8	9.5	20	11	6.8	6.0	3.7	1.2	0.40	0.02	<0.01	<0.01	0.15	0.058	0.049	92	32	24	3.5	7.3	15	29	17	8.7
	下層						8.5	6.8	35	11	6.3	5.2	3.6	1.2	0.54	0.07	0.05	<0.01	0.17	0.081	0.070	62	31	24	3.6	7.3	15	28	17	9.0
釜谷沖	上層	9:17	28.1	0.53	6.1	26.4	8.5	8.6	20	9.8	6.2	4.9	3.7	1.0	0.36	0.03	<0.01	<0.01	0.12	0.054	0.051	73	31	24	3.5	7.3	15	29	17	8.6
	下層						7.9	6.1	30	9.8	5.9	4.6	3.5	1.0	0.54	0.07	0.01	0.03	0.16	0.078	0.070	45	32	24	3.6	7.4	15	29	17	8.9
爪木沖	上層	9:43	28.4	0.60	2.8	26.7	8.3	8.2	27	9.8	5.9	5.2	3.5	1.0	0.34	0.02	<0.01	<0.01	0.13	0.048	0.044	65	34	27	3.8	7.6	15	34	17	8.5
	下層						8.0	6.5	23	9.9	6.1	4.9	3.5	0.93	0.39	0.03	<0.01	0.01	0.13	0.060	0.050	55	33	26	3.7	7.5	15	32	17	8.5
外浪逆浦	上層	10:05	28.4	0.64	2.3	27.3	8.7	8.9	23	10	6.1	5.6	3.5	0.94	0.36	0.02	<0.01	<0.01	0.10	0.018	0.007	68	37	36	4.4	7.3	15	50	19	5.2
	下層						8.8	8.3	26	11	5.9	5.5	3.5	0.98	0.47	0.03	<0.01	<0.01	0.11	0.020	0.007	68	37	36	4.4	7.2	15	49	18	5.2

表 5 霞ヶ浦の現地測定及び水質分析結果 (8月)

平成27年8月11日				晴れ時々曇り																										
	採水層	採水時刻	気温	透明度	水深	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	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
			(°C)	(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/m)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
掛馬沖	上層	13:36	29.3	0.52	3.6	30.7	8.1	8.1	23	9.2	6.1	5.6	4.0	0.82	0.46	0.03	<0.01	<0.01	0.14	0.080	0.066	72	34	27	4.6	5.9	14	34	20	5.2
	下層						8.0	6.4	23	8.0	5.8	5.0	3.9	0.84	0.45	0.04	<0.01	<0.01	0.15	0.085	0.069	64	34	27	4.5	5.8	14	33	19	5.2
木原沖	上層	13:15	29.2	0.52	5.1	30.8	7.8	7.2	23	8.6	6.0	5.4	3.9	0.90	0.51	0.08	0.01	0.01	0.15	0.092	0.077	63	35	26	4.6	6.0	15	34	19	5.8
	下層						7.4	4.4	36	7.2	5.5	4.8	3.9	1.0	0.68	0.24	0.01	0.02	0.17	0.10	0.089	46	34	26	4.6	5.9	15	32	19	6.4
牛込沖	上層	12:58	29.2	0.60	5.9	30.8	7.8	7.5	19	8.6	6.0	5.2	3.9	0.87	0.51	0.09	<0.01	0.02	0.16	0.10	0.089	66	33	27	4.5	6.1	15	34	19	5.3
	下層						7.7	4.7	35	7.5	5.7	4.8	3.8	1.0	0.61	0.19	<0.01	0.02	0.19	0.11	0.10	54	41	27	4.5	6.1	15	34	19	5.8
高浜沖	上層	11:52	29.3	0.58	3.6	30.7	8.2	9.1	26	10	6.4	6.3	4.1	1.0	0.42	0.02	<0.01	<0.01	0.19	0.11	0.098	98	35	25	4.1	5.9	15	31	18	6.0
	下層						8.3	7.7	29	10	6.0	6.7	4.1	1.0	0.43	0.02	<0.01	<0.01	0.21	0.11	0.100	94	32	25	4.2	5.9	15	30	18	6.0
玉造沖	上層	11:35	29.2	0.64	6.4	30.4	8.0	8.2	19	8.9	6.0	5.6	4.0	0.87	0.40	0.02	<0.01	<0.01	0.15	0.080	0.068	65	31	27	4.2	6.1	15	33	18	4.9
	下層						7.6	2.7	26	8.8	5.8	4.8	3.9	1.2	0.78	0.35	<0.01	0.03	0.18	0.10	0.091	62	34	28	4.4	6.3	15	35	18	5.4
湖心	上層	11:09	28.4	0.64	5.7	30.3	7.8	7.1	19	8.1	5.7	5.0	3.9	0.84	0.45	0.05	<0.01	0.01	0.16	0.097	0.087	79	32	27	4.3	6.1	15	35	18	4.6
	下層						7.7	5.6	29	8.6	6.1	4.7	3.9	0.94	0.57	0.15	<0.01	0.02	0.18	0.11	0.10	58	32	28	4.4	6.2	15	36	18	5.1
西の洲沖	上層	10:57	28.6	0.61	5.3	29.8	7.9	7.9	21	8.2	5.8	4.7	3.9	0.84	0.44	0.03	<0.01	0.03	0.15	0.086	0.076	81	33	29	4.4	6.4	15	38	19	4.3
	下層						7.7	6.2	26	8.1	5.7	4.8	3.9	0.90	0.56	0.14	<0.01	0.03	0.17	0.10	0.091	68	34	29	4.4	6.4	15	38	18	5.1
麻生沖	上層	10:24	27.8	0.72	1.4	29.5	8.1	8.9	26	9.0	5.7	5.5	3.9	0.86	0.40	0.03	<0.01	<0.01	0.15	0.067	0.057	88	34	30	4.4	6.5	15	40	19	4.1
	下層						8.2	8.8	27	9.3	5.9	5.6	3.9	0.87	0.40	0.03	<0.01	<0.01	0.15	0.066	0.053	93	34	30	4.4	6.5	15	40	18	4.1
土浦沖	上層	13:58	29.3	0.62	2.3	31.3	8.1	8.9	20	10	6.4	5.5	4.1	1.2	0.62	0.03	0.18	0.01	0.14	0.058	0.044	110	38	28	5.3	5.8	16	34	24	6.3
	下層						8.0	7.6	21	9.3	6.2	4.9	4.1	1.3	0.75	0.05	0.28	0.01	0.14	0.055	0.040	90	34	29	5.6	5.9	17	35	25	6.6
山王川沖	上層	12:17	29.2	0.51	1.6	31.4	8.2	9.1	30	10	6.6	6.2	4.5	1.2	0.48	0.03	<0.01	<0.01	0.23	0.099	0.079	120	29	22	3.7	5.1	14	23	20	7.0
	下層						8.2	8.0	30	11	6.9	5.7	4.5	1.2	0.49	0.04	0.01	<0.01	0.24	0.10	0.082	130	29	22	3.7	5.1	14	22	20	7.1
安塚沖	上層	7:58	25.5	0.70	1.7	28.1	6.9	6.4	18	7.1	4.2	3.2	2.7	5.2	4.9	0.15	4.0	0.13	0.14	0.043	0.030	49	35	21	3.8	9.7	20	26	27	13
	下層						7.0	6.7	23	6.8	4.1	3.3	2.7	5.2	4.8	0.14	3.9	0.12	0.14	0.038	0.028	50	35	21	3.8	9.6	19	25	27	13
阿玉沖	上層	8:19	26.6	0.50	4.5	30.0	8.4	8.1	27	10	5.6	5.2	3.9	1.5	0.50	0.02	0.08	0.01	0.27	0.15	0.14	140	30	22	3.7	7.2	15	27	19	10
	下層						8.5	6.4	30	11	6.0	5.0	3.9	1.6	0.61	0.05	0.14	0.02	0.29	0.15	0.14	130	30	22	3.8	7.2	15	26	19	11
武井沖	上層	8:40	27.4	0.69	6.8	29.7	8.0	6.6	17	9.2	5.7	5.2	3.7	1.0	0.37	0.02	<0.01	<0.01	0.20	0.12	0.11	89	31	25	3.7	7.5	15	30	17	10
	下層						7.9	2.0	23	8.8	5.7	4.7	3.7	1.2	0.57	0.20	<0.01	<0.01	0.22	0.13	0.12	66	31	24	3.7	6.9	14	30	17	10
釜谷沖	上層	9:02	27.2	0.61	6.0	30.0	8.1	7.2	21	9.5	5.7	4.8	3.8	1.0	0.39	0.03	<0.01	<0.01	0.21	0.13	0.11	81	31	25	3.7	7.7	15	32	17	10
	下層						8.1	5.3	23	9.7	6.0	5.1	3.7	1.0	0.37	0.02	<0.01	<0.01	0.22	0.12	0.11	72	32	26	3.8	7.6	15	31	16	10
爪木沖	上層	9:29	26.9	0.46	2.7	29.5	8.2	7.7	32	10	5.9	5.0	3.8	1.1	0.38	0.02	<0.01	<0.01	0.25	0.14	0.13	83	33	28	3.9	7.9	16	36	17	10
	下層						8.2	7.3	31	10	5.6	5.3	3.8	1.1	0.37	0.02	<0.01	<0.01	0.25	0.14	0.13	85	34	28	3.9	7.9	16	36	16	10
外浪逆浦	上層	9:51	26.7	0.72	2.4	29.3	8.1	7.3	19	8.5	5.6	5.2	4.0	0.89	0.39	0.02	<0.01	<0.01	0.16	0.10	0.083	76	48	50	5.4	9.0	17	73	20	5.9
	下層						8.1	6.7	18	8.5	5.7	5.0	4.0	0.91	0.39	0.02	<0.01	<0.01	0.17	0.09	0.083	74	47	50	5.3	9.0	17	73	20	5.9

















## 1-4 アオコ調査事業

### 1 事業目的

霞ヶ浦のアオコ発生については、アオコ回収等の対策に資する調査・研究が求められている。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共に、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する。

### 2 方法

#### (1) 調査地点

土浦港、土浦沖、湖心、山王川沖、高浜沖の西浦5地点、安塚沖、武田川沖、釜谷沖の北浦3地点、合計8地点で行った(図1)。表1に全観測点の緯度経度を示す。

#### (2) 調査時期

平成27年6月2日から9月19日の間、週に1回の頻度で調査を行った。なお、調査は週の前半に行い、7月第4週は悪天候のため中止した。

#### (3) 調査項目

表層20cmの湖水(以下、表層水と記す)を対象とした。アクリル製カラム( $\phi 10\text{ cm} \times 50\text{ cm}$ )を用い、水面から20cm深さまでの湖水を3度採水してバケツに集め、攪拌した後に水温を測定し、1Lポリビンに入れてクーラーボックスで保冷し、実験室へ持ち帰った。なお、調査2回に1回の頻度で、フィコシアニン濃度の表層水との比較を目的として、表層から底層直上50cmの湖水(以下、全層水と記す)を採取した。全層水の採取には $\phi 5\text{ cm} \times 2\text{ m}$ のアクリル製カラムを利用し、採水は1度とした。

#### (4) 分析項目及び測定方法

分析項目は、T-N、T-P、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、フィコシアニン、クロロフィルaとした。

T-N、T-Pの測定には、オートアナライザー

(BRAN+LUEBBE, AutoAnalyzer3)を用いた。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の分析には、Whatman GF/B (poresize  $\phi = 1\ \mu\text{m}$ )で懸濁物を除去した濾水を用い、オートアナライザー(BRAN+LUEBBE, AACS-II)で測定した。フィコシアニンの測定は福島ら<sup>1)</sup>を参考にし、フィコシアニンを示す640nmの蛍光強度測定には、分光蛍光光度計(HITACHI, F-4500)を用いた。クロロフィルaは新編湖沼調査法<sup>2)</sup>を参考に、ユネスコ法に準拠して行った。測定にはSHIMADZU, UV-2550を用い、エタノールをブランクとして、波長750nm、663nm、645nm、630nmの吸光度を測定

した後、クロロフィルaを計算した。また、月に一度、表層水をグルタルアルデヒド固定液(琵琶湖マニュアル<sup>3)</sup>)を終濃度1%になるように添加した試料を4℃で冷蔵保存し、植物プランクトンの同定・計数を行った。



図1 調査地点図

表1 調査地点名と、世界測地系での緯度・経度

地点名	緯度	経度	地点名	緯度	経度
土浦港	36°04'45"N	140°12'33"E	高浜沖	36°07'18"N	140°22'39"E
土浦沖	36°04'49"N	140°13'21"E	安塚沖	36°07'59"N	140°31'24"E
湖心	36°02'17"N	140°24'15"E	武田川沖	36°05'50"N	140°31'45"E
山王川沖	36°08'75"N	140°19'77"E	釜谷沖	36°00'43"N	140°33'59"E



(5) アオコ情報の発信

アオコ情報は、週末に当センターのホームページへ掲載し、同時に当センターの twitter アカウント (@kasumigaura12) で周知を行い、アオコ等対策連絡会議メンバーへ送付した。

3 結果

(1) 表層水におけるフィコシアニン濃度の推移

平成 27 年度における表層フィコシアニン濃度の推移を図 2 に示す。西浦では、7 月 28 日に土浦港で約 1100 µg/L と高い濃度を示したが、その他は概ね昨年度と同濃度の 200~300 µg/L 程度で推移した。北浦では、武田川沖で高い値を示したが、それでも最大 680 µg/L であり、平成 26 年度の武田川沖のような 1000 µg/L を超えるピークは見られなかった。これらの結果から、平成 27 年度のアオコの発生は、西浦、北浦ともに平成 26 年と同程度であったと言えるだろう。また、土浦港では、平成 27 年度に突発的な濃度上昇が見られたが、それは継続しなかった。

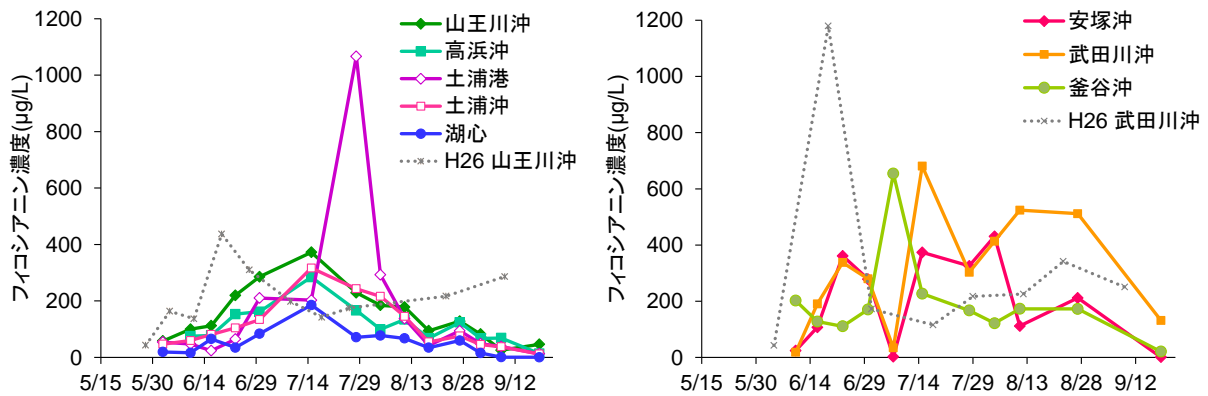


図 2 表層水におけるフィコシアニン濃度の推移（左：西浦，右：北浦）。参考値として昨年度最高値を示した地点（西浦：山王川沖，北浦：武田川沖）も同時に示す。

(2) 表層水における植物プランクトン相の推移

図 3 に、各地点の表層水における植物プランクトン相の推移を示す。8 地点における表層水の植物プランクトン相は、6 月の安塚沖と武田川沖を除き、珪藻類や緑藻類と比較して藍藻類が多く、優占率が 60% を超えていた。また、釜谷沖では 6 月と 7 月には 90% を超える *Microcystis* spp. の優占が確認された。しかしながら、その他の地点においては *Microcystis* spp. の優占率はそう高くなかった。図 4 には沿岸環境調査マニュアル[底質・生物篇]<sup>4)</sup>と Sun et al.<sup>5)</sup> を参考に各細胞の容積を形状から算出し、細胞容積を細胞数に掛け合わせて総細胞容積で表現したものを示す。その結果、珪藻類が優占する傾向が強くなった。これは、一細胞あたりの容積が、今回出現していた藍藻類 (平均 54.8 µm<sup>3</sup>/cell) や緑藻類 (平均 240.6 µm<sup>3</sup>/cell) と比較して珪藻類 (平均 940.6 µm<sup>3</sup>/cell) が大きいためである。一方で土浦沖や湖心では藍藻類が占める割合が高い。この傾向は細胞数から検討した結果 (図 3) と同様であったが、*Merismopedia* spp. の出現によるものであった。

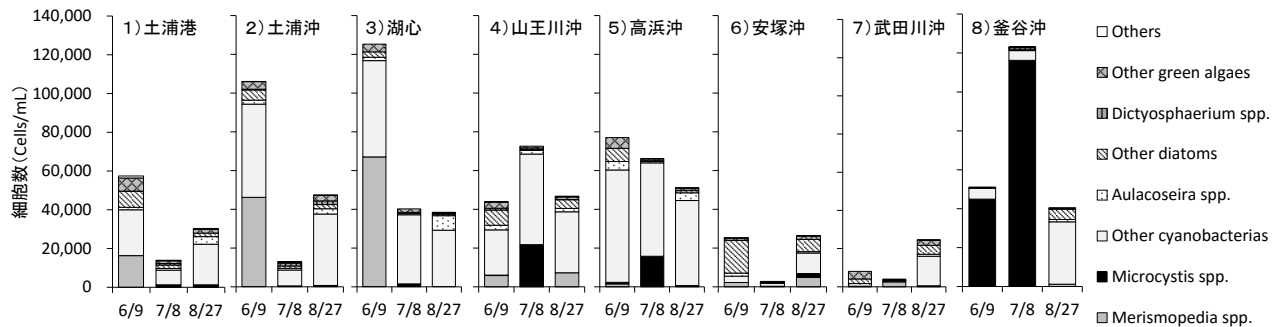


図 3 各地点における細胞数からみた植物プランクトン相の推移

*Merismopedia* 属も群体を形成することが知られているが、アオコのような現象を引き起こした事例は日本では見られていないようである。*Microcystis* spp.の優占率は、山王川沖、高浜沖では7月に30%程度、釜谷沖では6月と7月に80%超となった。これは細胞濃度から見た傾向と同様であった。

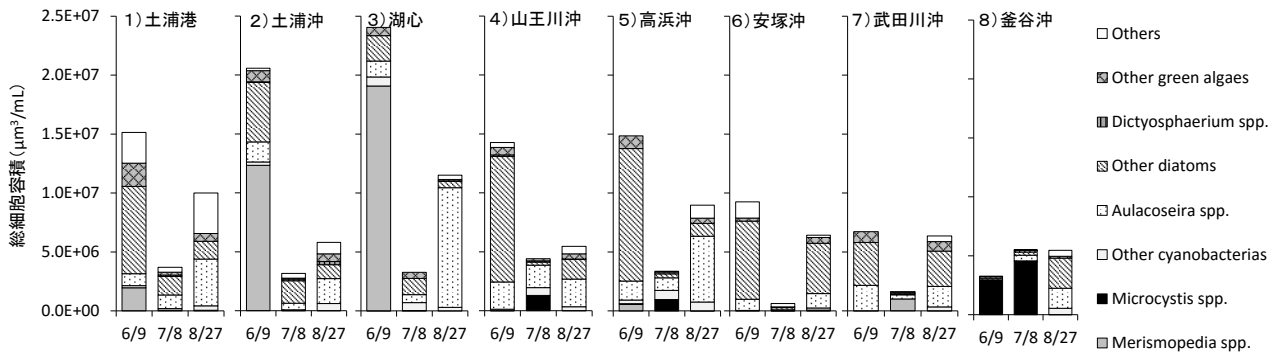


図4 各地点における細胞容積からみた植物プランクトン相の推移

### (3) 表層水における栄養塩濃度の推移

図5に、各地点の表層水におけるT-N、T-Pの変化を示す。T-Nは安塚沖が特徴的に高く、その他の地点は、土浦沖と武田川沖でやや高いものの、1.0~2.0 mg/Lで推移した。7月末に向かって緩やかに減少し、その後増加する傾向がみられた。T-Pは0.10~0.15 mg/Lで概ね推移しており、7月末に向かって濃度が上昇し、その後減少した。図6に、各地点の表層水におけるNO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N、PO<sub>4</sub>-Pの変化を示す。NO<sub>3</sub>-NとNO<sub>2</sub>-N、NH<sub>4</sub>-Nは、安塚沖と武田川沖を除き、7月末に濃度が著しく低下し、その後増加する傾向を示した。PO<sub>4</sub>-Pは、土浦港を除く地点では、8月末に濃度が増加し、その後減少する傾向を示した。土浦港のPO<sub>4</sub>-Pは0.04mg/Lを超えることがなく、他地点と比較して低い値で推移した。図7には、重量比でのTN/TP比の変化を示す。窒素濃度の著しく高い安塚沖ではTN/TP比が30前後で推移し、土浦港や土浦沖ではやや高く10以上で推移していたのに対し、湖心、高浜沖、山王川沖、釜谷沖では10前後で推移していた。しかしながら、これらの地点はいずれも8月以降緩やかに上昇した。

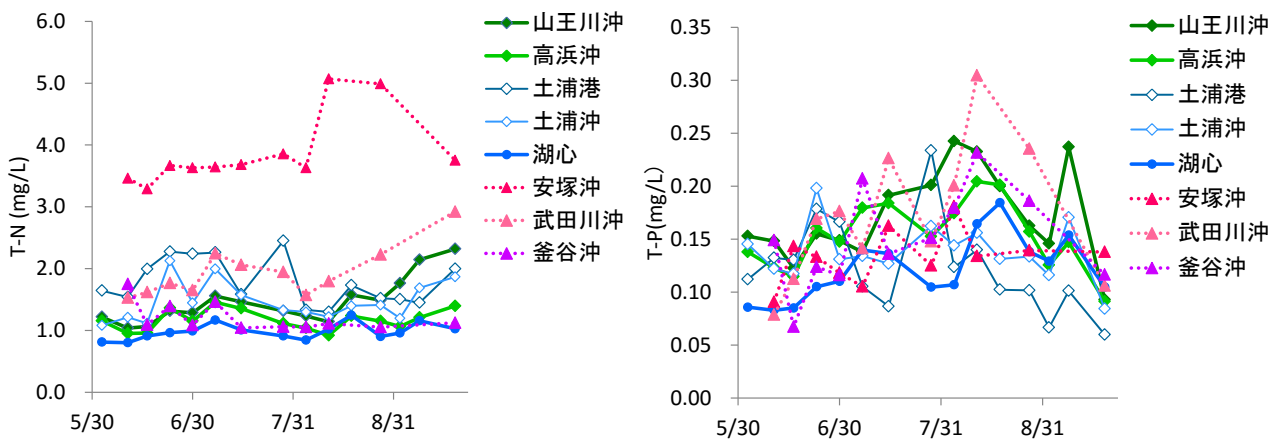


図5 各地点におけるT-NとT-Pの濃度変化

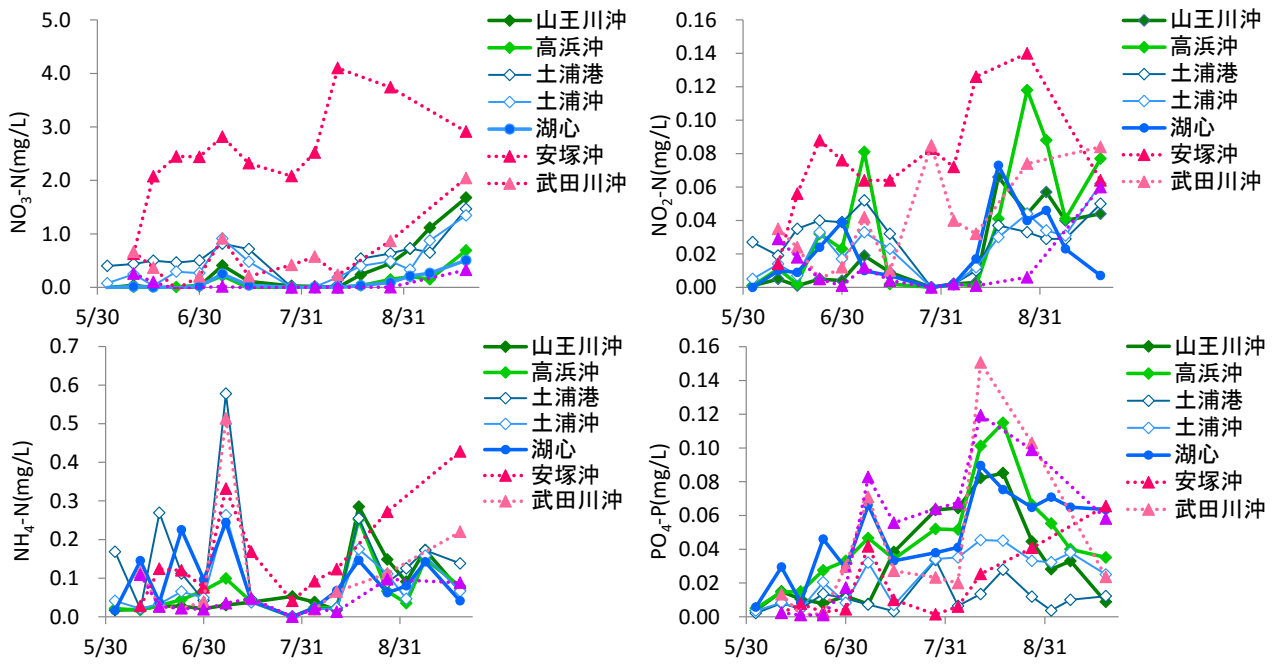


図6 各地点におけるNO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-Pの濃度変化

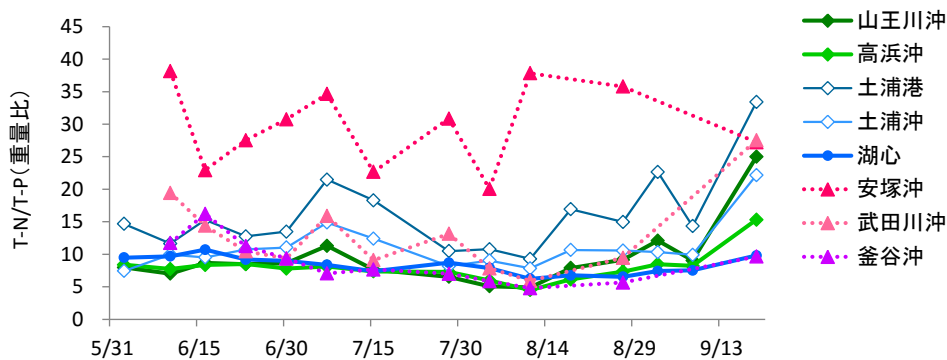


図7 各地点におけるT-N/T-P比(重量比)の変化

#### (4) アオコ情報の発信による効果

当該ページのページビュー数の推移を図8に示す。掲載前の4月には242であったが7月に最大998を示した。夏季には多くの市民がアオコ情報の掲載ページを閲覧していた。また、その閲覧数を過去のものと比較すると、アオコが顕著であった平成24、25年度は多く、近年のアオコの減少に伴ってページビュー数も減少していることから、アオコが問題視された年には、より多くの市民がアオコ情報を閲覧することが示された。

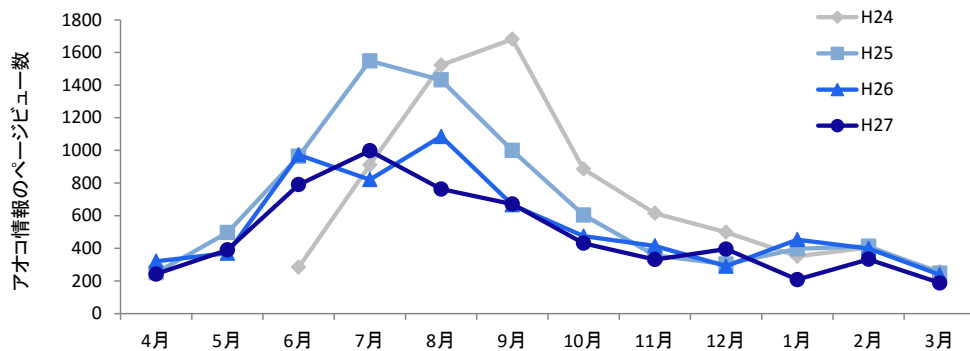


図8 アオコ情報が掲載されているページビュー数の変化。H27年度の値は11月まで。

#### 4 考察

##### (1) 全層水と表層水のフィコシアニン濃度

図9の全層水のフィコシアニン濃度をみると、表層水の1/2程度の濃度で推移していた。このことは、表層水中に *Microcystis* spp. を主とする藍藻類が多く存在していたことを示している。また、土浦港では表層水と同じ調査日にピークが見られたが、北浦三地点（安塚沖、武田川沖、釜谷沖）における8月前半に向けた緩やかな濃度増加は、表層のフィコシアニン濃度変化（図2）からは確認されなかった。検鏡による藍藻類の組成から見ると、この時期の北浦では、*Phormidium* spp. (*Pseudoanabaena* sp. を含む) が増加していた。フィコシアニンが藍藻類に含まれる色素であることを踏まえると、全層水のフィコシアニン濃度変化に見られた北浦の濃度上昇は *Phormidium* spp. の増加に伴うフィコシアニンの増加に影響されていた可能性がある。表層水においては、検鏡による *Microcystis* spp. の細胞数とフィコシアニン濃度が高い正の相関があるので ( $n=24, r=0.737, p<0.01$ )、霞ヶ浦における *Microcystis* spp. を主とするアオコの発生をモニタリングするためには、表層水のフィコシアニン濃度を測ることが有効であると分かった。

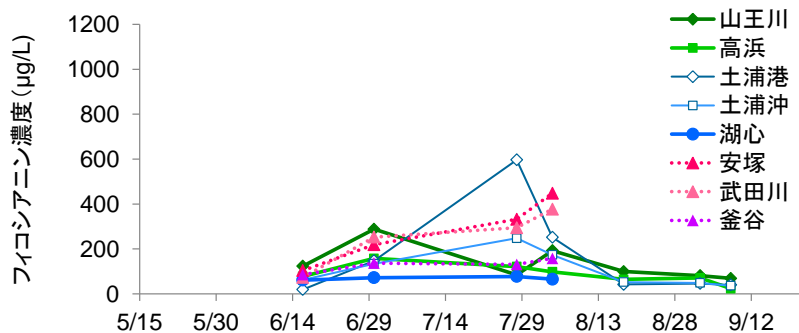


図9 全層水におけるフィコシアニン濃度の推移

##### (2) 気象条件とアオコ発生要因との関係

霞ヶ浦におけるアオコの増殖には、水温の影響が大きいと考えられている<sup>9)</sup>。そこで、水温に影響を与える日照と降雨の状況を調べた。気象庁のデータを用い、6月から9月における土浦での一か月合計日照時間を示した（図10）。8月と9月の一か月合計日照時間は、過去三年（平成24～26年）と比較して少ないことが分かり、6月から7月にかけて増殖したアオコが8月から9月にかけて減少した要因になったと考えられた。また、平成26年度には<sup>9)</sup>アオコ等植物プランクトンの発生に影響を与える降雨の指標として、「一日の降水が5mm以上の日数」を上げている。平成27年度も同様に5mm以上の降水があった日数を検討したところ、8月は平成24年、25年よりも多く、9月は平成25年、26年よりも多かった。さらに、掛馬沖における水面下約50cmの水温の時間値（出典：水資源機構）を過去のものと比較すると、8月後半から9月にかけては、西浦でアオコが発生した平成25年度と比較して低かった（図11）。

また、土浦港でのアオコ発生には風による集積の影響があると考えられているので、湖心とその周辺における風向頻度を検討した（図12）。平成24～26年度は国土交通省と水資源機構から湖心の値を、平成27年度のは湖心から南西3km、稲敷郡美浦村にある国立環境研究所霞ヶ浦臨湖実験施設のデータを利用した。その結果、平成27年8月は、平成24年度や25年度と比較して、南東からの風が弱く、北東からの風が多い傾向が示唆された。このことにより、平成27年8月に土浦港の濃度が高くならなかった理由のひとつとして、風による集積効果が小さかったと考えられた。

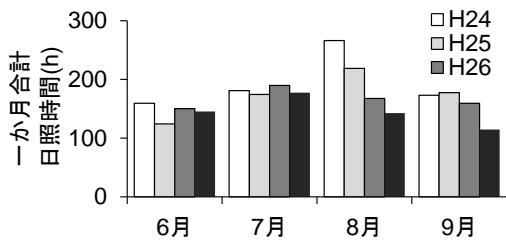


図10 6月から8月の月別合計日照時間

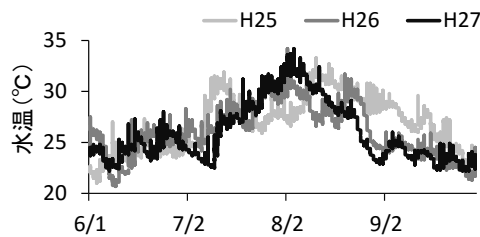


図11 掛馬沖表層の6月から9月の水温

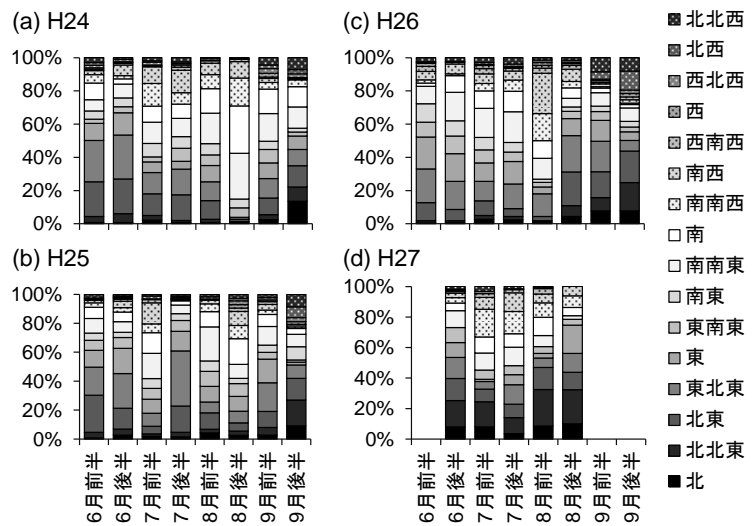


図12 平成24年から27年における湖心(a, b, c)と西浦西岸(美浦)(d)の各風向の期間別頻度

## 5 まとめ

平成27年度のアオコの発生は、西浦、北浦ともに例年と同程度であった。湖心や釜谷沖では窒素・りんともに例年と同等かやや高い値で推移していたことから、アオコ増殖のための栄養塩は十分であったと考えられる。一方で、8月と9月には雨天が多かったために日照時間が少なく、水温が上昇せず、6月から7月にかけて増殖したアオコがその後速やかに減少したのではないかと推察された。

一方、土浦港では7月後半に一度アオコが異常増殖するも、継続せず、速やかに減少した。その要因として、土浦港における窒素濃度が例年よりやや低かったために、アオコの増殖に伴って窒素濃度が低下し、窒素が枯渇した状態が継続したことでアオコの増殖が継続しなかったと示唆された。さらに、8月に日照時間が少なかったために港内での増殖が抑えられたことに加え、北東からの風が多かったために、アオコの集積が顕著にならなかったのではないかと考えられた。

また、霞ヶ浦における *Microcystis* spp. を主とするアオコの発生をモニタリングするためには、全層水よりも表層水のフィコシアニン濃度を測ることが有効であると示された。

## 6 参考文献

- 1) 福島武彦, 相崎守弘 編 (1995) : アオコの計量と発生状況, 発生機構・アオコ指標検討会資料-, 国立環境研究所業務報告, F-72, 95.
- 2) 西条八束, 三田村緒佐武 (1995) : 新編 湖沼調査法. 講談社サイエンティフィク, 189-190.
- 3) 琵琶湖環境科学研究環境センター (2009) : 琵琶湖マニュアル～プランクトンモニタリング調査～, 琵琶湖環境科学研究環境センター 環境監視部門 生物圏担当.
- 4) 日本海洋学会 編 (1986) : 沿岸環境調査マニュアル[底質・生物篇], 恒星社厚生閣
- 5) J. Sum and D. Liu (2003) : Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, 25, 11, 1331-1346.
- 6) 大内孝雄, 小日向寿夫, 中村剛也, 神谷航一 (2013) : 2013年度の霞ヶ浦におけるフィコシアニン濃度の推移とアオコの発生要因との関係, 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報, 9, 58-62.

## 1-5 北浦流域の窒素の動態に関する調査研究事業

### 1 目的

北浦の流入河川である巴川や銚田川の窒素濃度は、長年上昇傾向にある（図1）。巴川や銚田川の流域には畑地が広く分布し、施肥等により畑地に投入された窒素成分は、一時的な蓄積、有機態から無機態への分解や地下水を通じて河川への流出など複雑な動きのため、その動態を把握するには、シミュレーションモデルが有効である。

そこで、本事業ではそのモデルを構築するために、巴川の支流の水質等調査を実施するとともに、過去に実施した銚田川支流のうち、窒素濃度が高かった支流の調査を実施した。

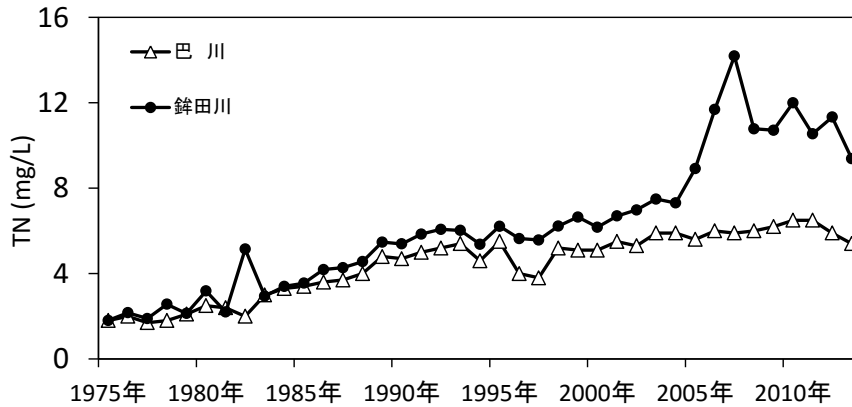


図1 巴川及び銚田川の全窒素濃度（公共用水域及び地下水の水質測定結果より）

### 2 方法

#### (1) 調査頻度・地点

調査は月1回の頻度で、図2のとおり巴川6地点（t1～t6）、銚田川2地点（h1、h2）で行った。

#### (2) 測定・分析項目

流量、pH、電気伝導度（EC）、懸濁物質（SS）、化学的酸素要求量（COD、D-COD）、有機体炭素量（TOC、DOC）全窒素濃度（TN、D-TN）、全リン濃度（TP、D-TP）、各態窒素濃度（NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N）、リン酸態リン濃度（PO<sub>4</sub>-P）

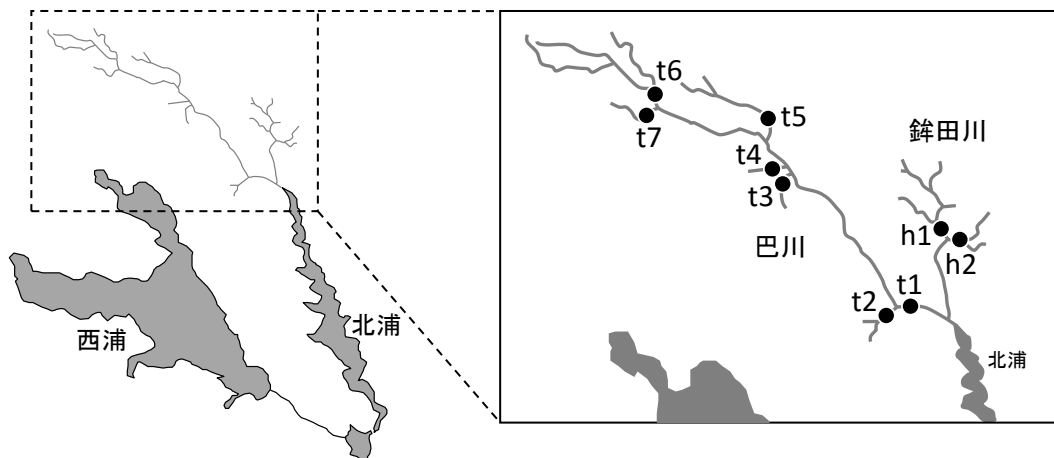


図2 調査地点

### 3 結果

全項目の分析結果を、別表1～3に示す。

図3には、地点別の窒素濃度を、かんがい期（4月から8月）と非かんがい期（9月から3月）に分けて示した。どの地点においても、かんがい期より非かんがい期のほうが濃度は高かった。

巴川のt1～t7においては、TNが一番高かった地点はかんがい期ではt2で6.7 mg/L、非かんがい期ではt3で8.3 mg/Lであった。平成26年度の銚田川の調査では、すべての地点で5 mg/Lを上回り、10 mg/Lを超える地点もあったが、巴川では10 mg/Lを超える地点はなかった。また、すべての地点で、NO<sub>3</sub>-NがTNの大半を占めていた。銚田川の2地点（h1, h2）については、昨年度の調査のh2の年平均が14 mg/Lであったが、今年度はさらに高濃度になり、年平均で22 mg/Lであった。特にNH<sub>4</sub>-Nの濃度が高く、年平均でTNの39%を占めた。また、NH<sub>4</sub>-Nは調査日によって濃度が大きく異なり、12月の調査では21 mg/Lと高濃度であった。

図4には、かんがい期と非かんがい期における巴川支流（t2～t7）の負荷量の平均を示した（ただし、流量が欠測の8, 9月は除く）。負荷量が一番大きい地点はかんがい期・非かんがい期ともにt6で、それぞれ1.7 g/s, 1.6 g/sであった。

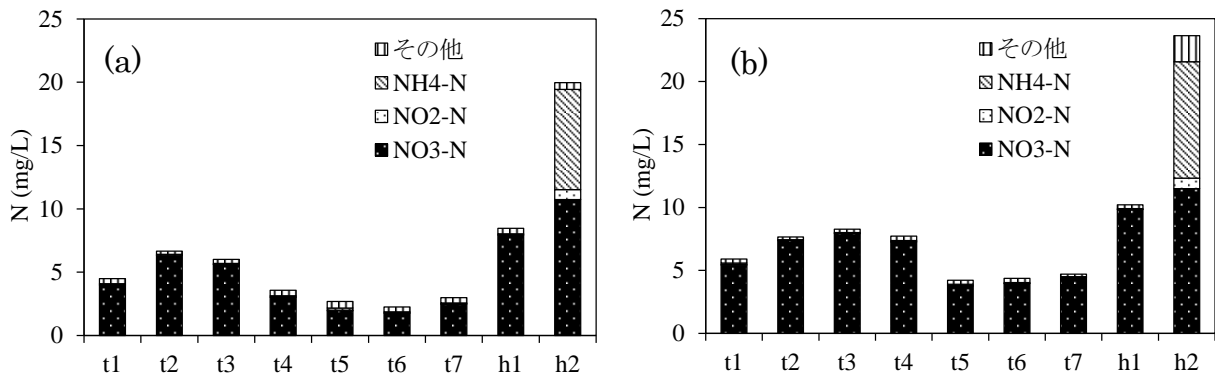


図3 地点別の窒素濃度（(a)かんがい期：4～8月，(b)非かんがい期：9～3月）

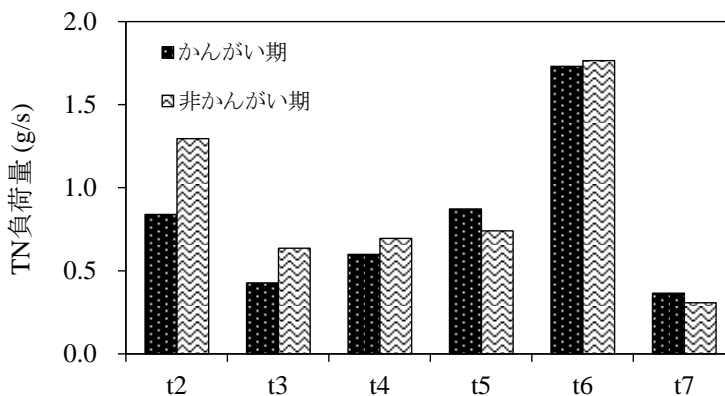


図4 巴川支流（t2～t7）のTN負荷量

別表1 測定・分析結果詳細（4月～7月）

平成27年4月23日

項目 地点	流量	pH	EC	SS	COD	D-COD	TOC	DOC	TN	D-TN	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	TP	D-TP	PO <sub>4</sub> -P	
	m <sup>3</sup> /s	-	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
巴川	t1	4.80	7.5	36.0	11	4.9	2.8	2.1	1.6	5.3	5.2	4.9	0.06	0.09	0.091	0.027	0.021
	t2	0.29	7.6	38.1	6	2.8	1.4	1.0	0.8	7.7	7.7	7.6	0.01	0.04	0.039	0.018	0.017
	t3	0.15	7.6	26.1	5	3.4	2.4	1.8	1.4	6.9	6.9	6.7	0.03	0.11	0.043	0.013	0.009
	t4	0.29	7.6	23.7	32	7.9	3.6	3.2	2.2	4.6	4.4	4.1	0.03	0.07	0.12	0.012	0.005
	t5	0.72	7.6	23.8	18	6.6	3.8	2.9	2.3	3.4	3.1	2.7	0.04	0.12	0.17	0.047	0.040
	t6	1.52	7.5	21.6	22	7.5	3.8	3.9	2.2	4.0	3.9	3.5	0.05	0.11	0.15	0.043	0.031
	t7	0.17	7.5	23.3	10	4.7	2.7	2.4	1.7	4.1	4.0	3.7	0.02	0.04	0.063	0.010	0.005
鉾田川	h1	1.31	7.4	31.0	6	2.9	1.8	1.3	1.1	9.3	9.3	9.2	0.03	0.03	0.043	0.021	0.019
	h2	0.58	7.4	50.3	6	6.7	5.5	3.5	3.2	15	14	8.6	0.34	5.4	0.89	0.76	0.75

平成27年5月27日

項目 地点	流量	pH	EC	SS	COD	D-COD	TOC	DOC	TN	D-TN	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	TP	D-TP	PO <sub>4</sub> -P	
	m <sup>3</sup> /s	-	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
巴川	t1	1.65	7.9	29.0	10	5.8	5.5	3.4	2.9	4.1	4.0	3.6	0.05	0.09	0.084	0.040	0.029
	t2	0.07	7.8	27.0	9	5.3	4.4	2.6	2.3	5.8	5.7	5.4	0.04	0.08	0.078	0.035	0.027
	t3	0.05	7.8	27.0	5	4.4	4.0	2.9	2.4	4.9	4.9	4.6	0.02	0.06	0.045	0.022	0.015
	t4	0.12	7.8	25.3	4	6.2	5.8	4.2	3.5	3.2	3.1	2.7	0.02	0.08	0.050	0.025	0.013
	t5	0.14	7.8	23.9	16	8.3	7.2	5.0	4.2	1.8	1.6	0.91	0.07	0.21	0.15	0.055	0.039
	t6	0.54	7.8	21.8	15	7.4	5.3	5.2	3.5	1.8	1.6	1.2	0.03	0.08	0.11	0.038	0.022
	t7	0.09	7.8	21.1	4	5.4	5.0	3.7	3.2	2.5	2.4	2.0	0.02	0.07	0.048	0.024	0.013
鉾田川	h1	0.29	7.7	30.5	3	4.0	3.7	2.5	2.2	7.9	7.9	7.5	0.05	0.09	0.050	0.035	0.026
	h2	0.13	7.5	52.1	7	6.4	5.7	3.6	3.2	15	15	11	0.66	3.2	0.34	0.28	0.26

平成27年6月26日

項目 地点	流量	pH	EC	SS	COD	D-COD	TOC	DOC	TN	D-TN	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	TP	D-TP	PO <sub>4</sub> -P	
	m <sup>3</sup> /s	-	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
巴川	t1	1.92	7.6	28.1	9	5.5	4.3	2.9	2.5	4.4	4.3	3.8	0.04	0.07	0.072	0.036	0.030
	t2	0.15	7.6	27.7	9	4.2	2.9	1.9	1.6	6.0	6.0	5.6	0.02	0.06	0.056	0.022	0.018
	t3	0.08	7.4	26.8	2	3.7	3.7	2.3	2.1	6.5	6.5	6.0	0.03	0.07	0.028	0.017	0.013
	t4	0.11	7.5	24.7	8	6.2	5.2	4.0	3.2	3.5	3.4	2.9	0.05	0.12	0.053	0.024	0.016
	t5	0.22	7.5	23.8	16	7.8	5.6	4.6	3.4	2.0	1.8	1.2	0.05	0.21	0.13	0.042	0.027
	t6	0.39	7.5	20.8	12	5.4	3.8	3.0	2.5	1.7	1.5	1.2	0.02	0.10	0.063	0.019	0.013
	t7	0.15	7.4	20.6	11	6.1	4.1	3.4	2.5	3.1	2.9	2.5	0.01	0.10	0.059	0.017	0.010
鉾田川	h1	0.14	7.3	30.1	4	3.9	3.4	2.3	2.0	7.9	7.9	7.3	0.03	0.08	0.045	0.026	0.022
	h2	0.13	7.3	75.0	7	7.9	7.5	5.1	4.3	31	31	11	0.99	19	0.37	0.26	0.24

平成27年7月28日

項目 地点	流量	pH	EC	SS	COD	D-COD	TOC	DOC	TN	D-TN	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	TP	D-TP	PO <sub>4</sub> -P	
	m <sup>3</sup> /s	-	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
巴川	t1	3.32	7.6	67.3	8	4.6	3.7	2.8	2.5	4.3	4.1	3.7	0.04	0.11	0.069	0.032	0.026
	t2	0.11	7.7	27.8	8	2.8	1.8	1.7	1.3	6.4	6.2	6.0	0.01	0.04	0.041	0.018	0.014
	t3	0.05	7.6	26.4	5	3.2	3.2	2.3	2.2	5.3	5.2	4.8	0.03	0.06	0.036	0.018	0.013
	t4	0.29	7.6	23.3	15	6.0	4.5	3.5	3.2	3.1	3.0	2.5	0.03	0.09	0.067	0.024	0.017
	t5	0.37	7.5	21.5	16	5.8	3.9	3.2	2.8	3.2	3.1	2.6	0.03	0.15	0.091	0.028	0.020
	t6	0.62	7.4	20.2	21	6.1	3.6	3.2	2.8	1.5	1.4	1.1	0.01	0.07	0.079	0.015	0.008
	t7	0.16	7.4	20.9	19	7.0	4.1	3.5	2.9	2.9	2.6	2.3	0.01	0.07	0.093	0.035	0.028
鉾田川	h1	0.21	7.3	33.7	4	2.6	2.2	1.8	1.6	8.0	8.0	7.3	0.02	0.07	0.042	0.025	0.020
	h2	0.09	7.2	59.0	8	6.3	5.2	3.5	3.2	18	18	11	0.86	5.6	0.28	0.19	0.16



別表2 測定・分析結果詳細（8月～11月）

平成27年8月22日

項目 地点	流量	pH	EC	SS	COD	D-COD	TOC	DOC	TN	D-TN	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	TP	D-TP	PO <sub>4</sub> -P	
	m <sup>3</sup> /s	-	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
巴川	t1	-	7.8	30.5	6	4.8	3.6	2.4	2.1	4.4	4.3	3.9	0.04	0.07	0.17	0.15	0.063
	t2	-	7.8	28.5	6	2.5	1.8	1.1	0.9	7.4	7.4	7.1	0.01	0.05	0.16	0.15	0.016
	t3	-	7.7	28.6	2	3.3	2.9	1.9	1.8	6.4	6.4	6.0	0.03	0.06	0.13	0.12	0.013
	t4	-	7.7	26.1	5	6.2	5.3	3.3	3.3	3.4	3.4	2.9	0.03	0.08	0.13	0.11	0.019
	t5	-	7.7	24.5	14	6.1	4.6	2.9	2.7	3.0	2.9	2.4	0.07	0.16	0.17	0.11	0.023
	t6	-	7.6	22.6	12	4.8	3.6	2.5	2.4	2.4	2.2	2.0	0.02	0.09	0.13	0.090	0.017
	t7	-	7.6	20.2	14	5.8	3.8	2.8	2.4	2.5	2.3	2.0	0.02	0.12	0.16	0.12	0.041
銚田川	h1	-	7.5	33.9	6	3.1	2.4	1.5	1.3	9.1	9.0	8.5	0.03	0.07	0.17	0.16	0.021
	h2	-	7.4	62.0	6	7.2	6.0	3.1	2.9	20	20	12	1.1	6.8	0.25	0.20	0.055

「-」は欠測

平成27年9月16日

項目 地点	流量	pH	EC	SS	COD	D-COD	TOC	DOC	TN	D-TN	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	TP	D-TP	PO <sub>4</sub> -P	
	m <sup>3</sup> /s	-	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
巴川	t1	-	7.5	45.9	9	3.4	2.1	2.0	1.5	5.8	5.6	5.4	0.03	0.05	0.18	0.14	0.028
	t2	-	7.7	30.5	8	2.4	1.3	1.1	0.8	7.7	7.6	7.4	0.01	0.03	0.17	0.15	0.016
	t3	-	7.6	28.0	4	2.4	1.7	1.3	1.3	7.4	7.4	7.2	0.02	0.04	0.13	0.12	0.008
	t4	-	7.6	28.7	2	2.8	2.5	1.6	1.6	7.8	7.8	7.4	0.03	0.04	0.13	0.13	0.018
	t5	-	7.6	23.3	17	4.6	2.3	2.3	1.5	6.1	6.1	5.7	0.03	0.09	0.18	0.11	0.023
	t6	-	7.5	21.3	19	5.6	2.4	2.1	1.6	5.0	4.8	4.3	0.02	< 0.02	0.26	0.11	0.004
	t7	-	7.5	17.9	10	3.4	1.8	1.7	1.2	5.2	5.1	4.9	< 0.01	0.05	0.094	0.061	0.005
銚田川	h1	-	7.4	31.8	11	2.8	1.7	1.5	1.1	9.7	9.5	9.4	0.02	0.04	0.18	0.15	0.021
	h2	-	7.2	65.2	6	7.3	7.0	2.5	2.4	37	26	13	3.7	9.7	0.32	0.27	0.12

「-」は欠測

平成27年10月29日

項目 地点	流量	pH	EC	SS	COD	D-COD	TOC	DOC	TN	D-TN	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	TP	D-TP	PO <sub>4</sub> -P	
	m <sup>3</sup> /s	-	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
巴川	t1	2.33	8.3	73.0	5	2.9	2.0	1.4	1.2	6.0	6.0	5.5	0.03	0.06	0.072	0.041	0.039
	t2	0.04	8.3	30.9	5	2.1	1.0	0.9	0.7	7.8	7.8	7.2	< 0.01	0.05	0.036	0.017	0.015
	t3	0.10	8.3	30.6	1	1.6	1.5	0.9	0.9	9.4	9.4	8.7	0.02	0.05	0.019	0.013	0.011
	t4	0.11	8.1	31.1	1	1.8	1.7	1.1	1.1	8.8	8.8	8.0	0.04	0.06	0.032	0.024	0.022
	t5	0.14	8.1	26.9	14	5.6	3.4	2.7	2.0	3.2	3.1	2.6	0.04	0.10	0.16	0.072	0.065
	t6	0.46	8.0	25.3	4	3.8	3.1	2.2	2.0	4.3	4.3	3.8	0.03	0.07	0.081	0.035	0.028
	t7	0.03	7.9	22.0	4	2.9	2.0	1.6	1.3	6.5	6.4	5.9	0.03	0.08	0.051	0.023	0.020
銚田川	h1	0.67	7.9	32.9	4	2.0	1.3	1.0	0.8	10	10	9.3	0.02	0.04	0.044	0.022	0.020
	h2	0.13	7.7	51.8	2	2.9	2.8	1.5	1.5	16	16	13	0.59	1.9	0.080	0.061	0.056

平成27年11月28日

項目 地点	流量	pH	EC	SS	COD	D-COD	TOC	DOC	TN	D-TN	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	TP	D-TP	PO <sub>4</sub> -P	
	m <sup>3</sup> /s	-	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
巴川	t1	4.32	8.0	28.5	6	3.3	2.4	1.6	1.5	5.8	5.7	5.3	0.05	0.10	0.061	0.022	0.019
	t2	0.21	8.0	27.5	3	2.1	1.4	0.9	0.8	7.7	7.7	7.3	0.01	0.06	0.029	0.016	0.014
	t3	0.09	8.0	27.8	1	2.1	1.8	1.2	1.2	7.7	7.7	7.3	0.02	0.06	0.016	0.010	0.006
	t4	0.15	8.0	28.0	1	2.7	2.2	1.4	1.4	7.2	7.2	6.6	0.03	0.18	0.029	0.022	0.018
	t5	0.37	8.0	23.7	5	3.2	2.6	1.7	1.6	5.4	5.4	4.9	0.03	0.12	0.056	0.026	0.021
	t6	1.06	7.9	21.6	3	2.8	2.0	1.5	1.5	4.8	4.7	4.4	0.02	0.06	0.030	0.011	0.007
	t7	0.09	7.9	19.2	1	1.8	1.6	1.0	1.1	5.2	5.2	4.9	0.01	0.06	0.027	0.018	0.018
銚田川	h1	0.94	7.8	32.1	3	2.3	1.7	1.2	1.1	9.6	9.5	9.0	0.02	0.06	0.033	0.018	0.016
	h2	0.28	7.6	51.4	6	5.0	3.9	2.6	2.5	17	16	11	0.37	4.5	0.24	0.16	0.16

別表3 測定・分析結果詳細 (12月～3月)

平成27年12月22日

項目 地点	流量	pH	EC	SS	COD	D-COD	TOC	DOC	TN	D-TN	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	TP	D-TP	PO <sub>4</sub> -P	
	m <sup>3</sup> /s	-	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
巴川	t1	5.01	7.9	29.8	6	4.0	2.9	2.0	1.6	5.8	5.7	5.4	0.05	0.06	0.069	0.024	0.021
	t2	0.17	7.8	27.2	4	3.3	2.1	1.6	1.2	7.0	6.9	6.9	0.02	0.03	0.039	0.011	0.009
	t3	0.09	7.8	29.8	1	1.9	1.8	1.1	0.9	9.4	9.4	9.1	0.04	0.05	0.018	0.008	0.007
	t4	0.09	7.8	29.4	13	4.7	2.4	2.1	1.3	7.7	7.7	7.3	0.04	0.08	0.090	0.020	0.018
	t5	0.26	7.8	22.5	12	4.4	2.9	2.1	1.6	4.4	4.4	4.0	0.05	0.10	0.12	0.05	0.041
	t6	0.32	7.8	21.9	6	4.2	3.3	2.3	2.2	4.0	4.0	3.7	0.03	0.04	0.061	0.015	0.007
	t7	0.10	7.7	19.3	2	2.7	1.9	1.4	1.1	4.2	4.2	4.0	0.01	0.05	0.055	0.037	0.036
銚田川	h1	0.91	7.6	30.8	8	3.0	2.0	1.6	1.2	9.1	9.1	8.9	0.03	0.06	0.061	0.022	0.018
	h2	0.23	7.3	74.2	9	12	9.5	7.3	5.7	33	32	10	0.38	21	0.36	0.21	0.079

平成28年1月22日

項目 地点	流量	pH	EC	SS	COD	D-COD	TOC	DOC	TN	D-TN	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	TP	D-TP	PO <sub>4</sub> -P	
	m <sup>3</sup> /s	-	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
巴川	t1	3.25	7.6	35.7	4	2.9	2.1	1.3	1.2	6.1	6.0	5.5	0.04	0.25	0.057	0.024	0.018
	t2	0.23	7.7	34.4	2	1.9	1.3	0.7	0.6	7.8	7.7	7.5	0.01	0.05	0.025	0.010	0.006
	t3	0.07	7.6	35.4	<1	1.8	1.5	0.8	0.7	7.8	7.8	7.5	0.03	0.09	0.022	0.014	0.012
	t4	0.09	7.6	32.6	2	2.8	2.3	1.3	1.1	6.7	6.5	6.2	0.02	0.11	0.031	0.015	0.012
	t5	0.19	7.6	30.3	3	3.5	2.9	1.6	1.5	4.5	4.5	4.1	0.02	0.12	0.070	0.041	0.035
	t6	0.50	7.6	28.2	4	7.7	7.4	2.3	4.3	4.7	4.7	4.3	0.02	0.09	0.045	0.022	0.011
	t7	0.11	7.6	23.6	1	1.8	1.4	0.9	0.8	4.6	4.6	4.4	0.01	0.06	0.041	0.030	0.030
銚田川	h1	0.52	7.5	42.1	3	2.0	1.5	0.9	0.7	11	11	11	0.02	0.08	0.035	0.021	0.020
	h2	0.21	7.3	71.3	3	5.9	5.1	3.1	2.8	22	21	11	0.13	10	0.41	0.30	0.25

平成28年2月26日

項目 地点	流量	pH	EC	SS	COD	D-COD	TOC	DOC	TN	D-TN	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	TP	D-TP	PO <sub>4</sub> -P	
	m <sup>3</sup> /s	-	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
巴川	t1	2.82	7.6	32.7	3	2.7	2.3	1.2	1.1	6.2	6.2	5.9	0.05	0.11	0.052	0.027	0.025
	t2	0.23	7.5	30.0	3	1.6	1.2	0.7	0.5	7.9	7.9	7.8	0.01	0.05	0.025	0.014	0.015
	t3	0.06	7.7	31.0	1	1.8	1.5	0.8	0.7	8.0	8.0	7.8	0.03	0.04	0.019	0.012	0.011
	t4	0.08	7.5	31.9	2	2.4	1.9	1.1	0.9	8.5	8.4	8.0	0.04	0.12	0.029	0.018	0.017
	t5	0.10	7.5	30.3	2	4.3	3.6	2.1	1.9	3.2	3.1	2.7	0.02	0.10	0.097	0.063	0.057
	t6	0.11	7.5	26.6	4	3.4	2.9	1.7	1.5	4.2	4.1	3.9	0.02	0.06	0.084	0.034	0.029
	t7	0.08	7.5	20.2	2	2.1	2.0	1.2	1.0	3.9	3.8	3.7	0.02	0.04	0.10	0.086	0.088
銚田川	h1	0.59	7.5	36.8	3	1.9	1.2	0.7	0.6	11	11	11	0.03	0.06	0.034	0.019	0.020
	h2	0.23	7.6	63.1	5	5.5	5.2	3.2	2.8	21	21	12	0.37	8.9	0.15	0.067	0.055

平成28年3月11日

項目 地点	流量	pH	EC	SS	COD	D-COD	TOC	DOC	TN	D-TN	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	TP	D-TP	PO <sub>4</sub> -P	
	m <sup>3</sup> /s	-	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
巴川	t1	2.84	7.4	31.6	7	3.6	2.7	1.6	1.4	5.7	5.6	5.3	0.05	0.16	0.071	0.026	0.025
	t2	0.30	7.3	29.9	3	2.5	1.5	0.9	0.7	7.8	7.8	7.6	<0.01	0.06	0.031	0.014	0.015
	t3	0.11	7.4	31.1	2	2.3	2.1	1.2	1.0	8.2	8.2	7.9	0.03	0.05	0.019	0.010	0.010
	t4	0.12	7.4	30.8	1	2.5	2.3	1.4	1.2	7.5	7.5	7.2	0.04	0.10	0.025	0.017	0.020
	t5	0.14	7.4	27.3	5	4.4	3.6	2.4	2.0	2.8	2.8	2.4	0.03	0.14	0.10	0.059	0.056
	t6	0.33	7.3	25.4	5	4.7	2.8	2.2	1.8	3.7	3.7	3.3	0.03	0.10	0.079	0.042	0.031
	t7	0.07	7.3	20.8	2	2.3	1.8	1.2	1.1	3.5	3.5	3.4	0.01	0.04	0.054	0.039	0.042
銚田川	h1	0.48	7.4	35.0	4	2.3	1.7	1.0	0.8	10	10	10	0.02	0.06	0.032	0.016	0.017
	h2	0.26	7.5	59.1	5	6.4	5.2	3.3	3.1	20	19	10	0.35	8.4	0.44	0.35	0.37

## 1-6 霞ヶ浦における水質変動の要因に関する研究

### 1 目的

霞ヶ浦水質予測モデルによって計算された平成 26 年の水質の再現精度の検証と、平成 25 年 10 月の降雨（月合計降雨量：417 mm）が湖水質に与えた影響を検証することを目的とした。

### 2 方法

#### (1) 水質予測モデルによる水質の計算方法

以下の 2 つのケースの水質計算を実施した。

- ① 観測された気象データや河川流入量を基に平成 24 年～平成 26 年を連続で計算
- ② 大雨のあった平成 25 年 10 月の気象データのみを平成 24 年 10 月の気象データに入れ換えて平成 24 年～平成 25 年を連続で計算

#### (2) 水質予測モデルによる水質計算結果と比較した実測値

当センターで実施している霞ヶ浦モニタリング結果による実測値を用いた。

### 3 結果

#### (1) 平成 26 年の水質計算結果

水質予測モデルによる計算値と実測値を比較した結果、湖心の計算値は実測値の季節変動を概ね再現できているが、釜谷沖の計算値は実測値を再現できていなかった（図 1, 2）。

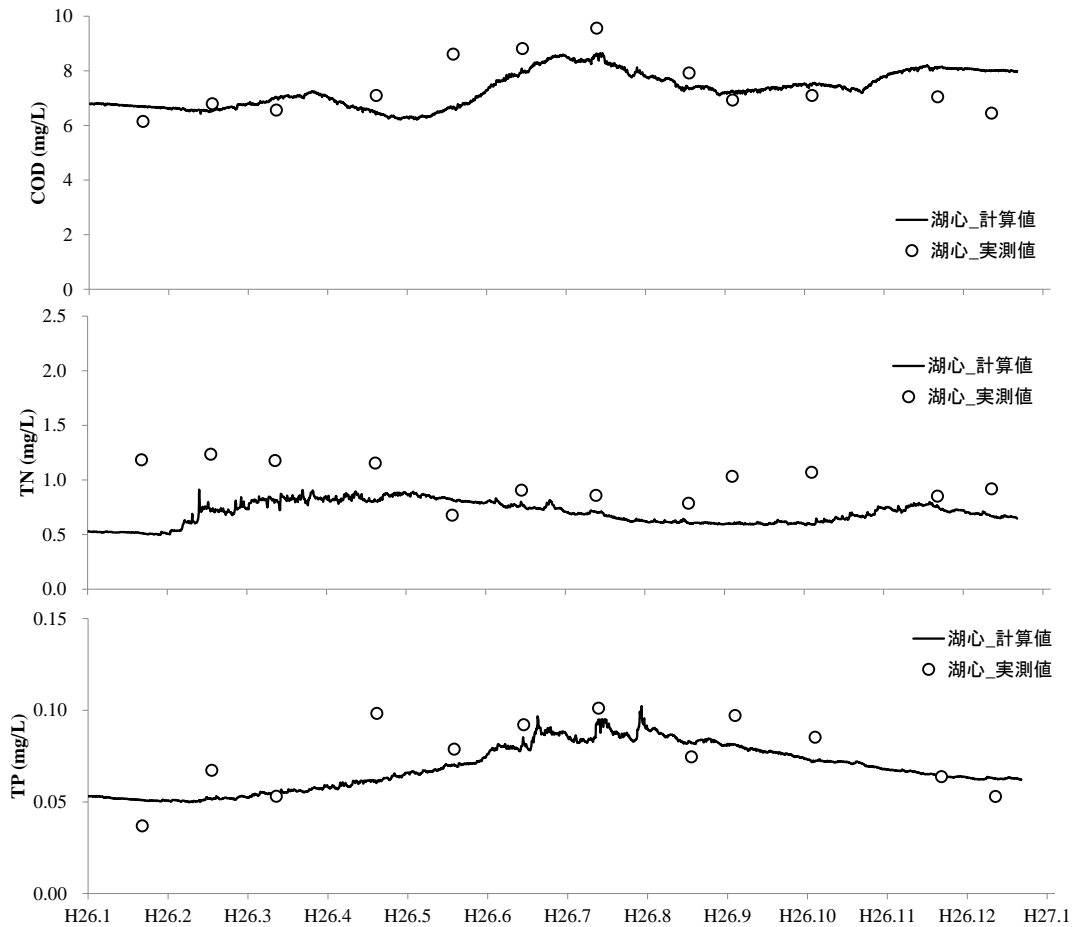


図 1 平成 26 年 湖心における水質予測モデルによる計算値と実測値の比較

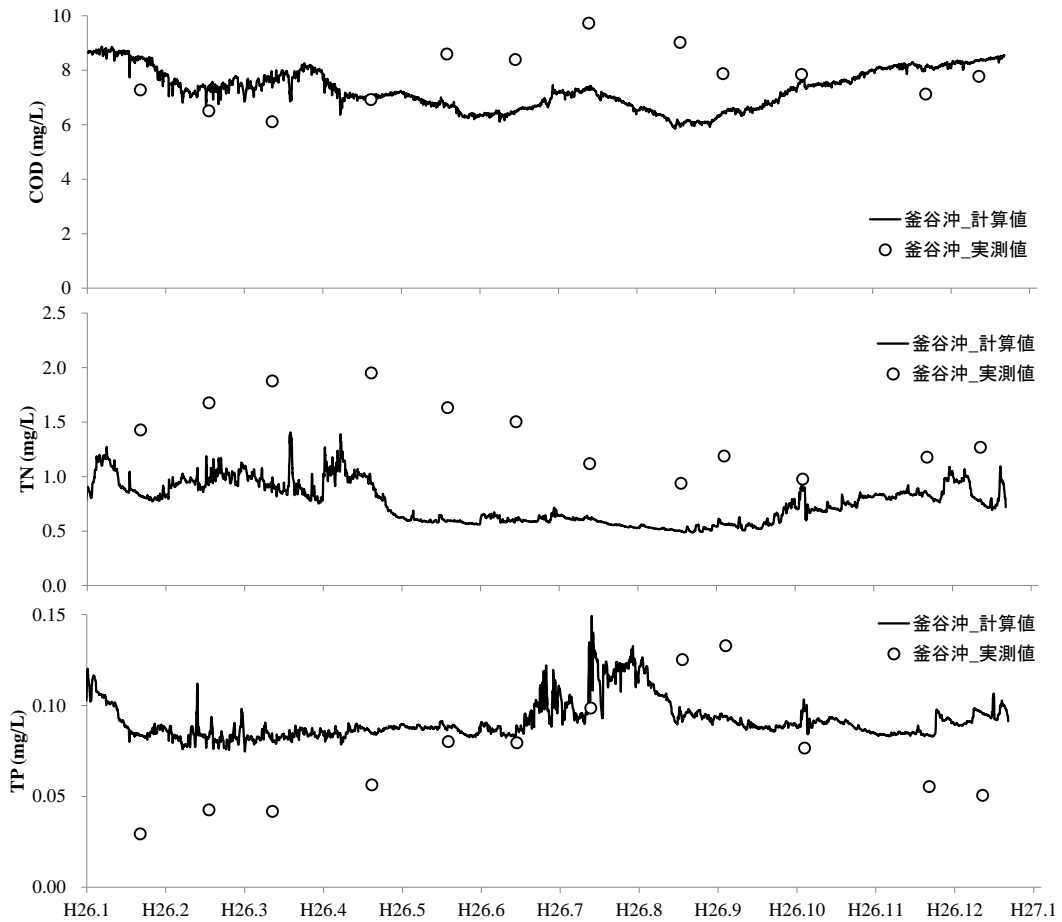


図2 平成26年 釜谷沖における水質予測モデルの計算値と実測値の比較

(2) 平成25年10月の降雨が湖水質に与えた影響の評価

大雨のあった平成25年10月の気象データのみを平成24年10月の気象データに入れ換えて計算した全有機炭素（TOC）濃度は、平成24年～平成25年を連続で計算した濃度に比べて、湖心と釜谷沖の両地点において平成25年11月以降に上昇する結果であった（図3）。

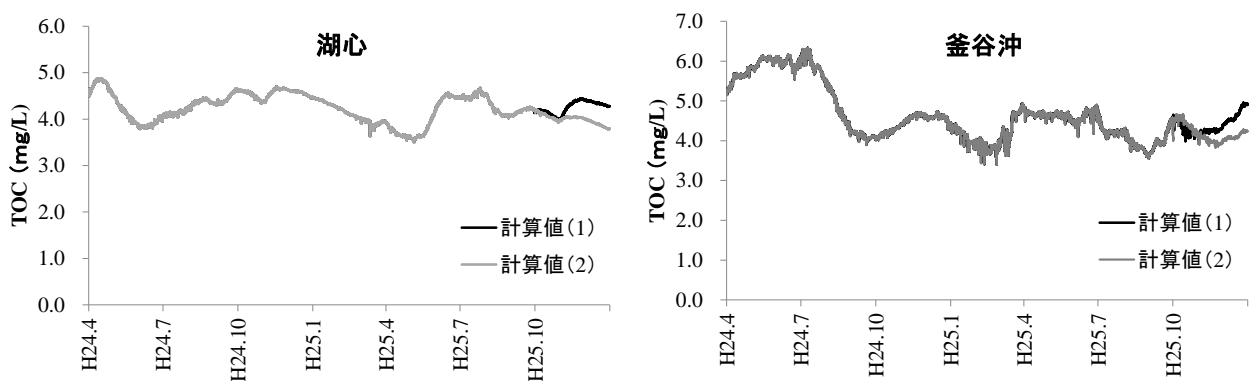


図3 湖心（左）と釜谷沖（右）におけるTOC濃度の計算結果の比較。

計算値（1）：平成25年10月の気象データを平成24年10月のデータに入れ換えて計算したTOC濃度  
 計算値（2）：気象データの変更をしないで計算したTOC濃度

## 1-7 園部川における流入負荷量と排出負荷量の乖離に関する調査研究

### 1 背景と目的

霞ヶ浦の一部の流入河川では、排出負荷量に比べて流入負荷が2倍以上高くなることが確認されている。そこで、実際に乖離がある河川の複数地点毎に流入負荷量と排出負荷量を比較し、その乖離について確認した。また、センサーによる水質等連続観測結果から、水質を推定する方法を検討した。

### 2 調査方法

#### (1) 流入負荷量調査

図1に示す園部川の4地点において、現地調査から構築したL-Q式と、センサーにより推定した流量から流入負荷量を推定した。

現地調査は平成27年6月から平成28年2月にかけて月1~6回実施し、河川水のCOD、窒素、リンを分析した。また、センサー観測は平成27年5月~平成28年2月の30分~1時間間隔で水温、クロロフィルa、濁度（JFE advnatec社製）、水位（HOBO社製：圧力センサ）、電気伝導度（HOBO社製）、流速（JFE advantec社製：電磁流速計）を測定した。

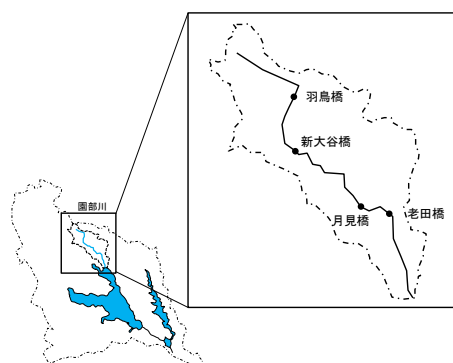


図1 園部川における調査地点

#### (2) 排出負荷量の推定

「平成26年度河川別汚濁原因調査業務委託報告書」で報告されている流域の字毎のフレーム及び負荷量のデータより、各調査地点に流入する負荷量を推定した。

#### (3) センサーによる水質等連続観測結果からの水質推定方法

センサーの連続観測により得られた水温、Chl-a、濁度、EC、流速の観測結果の重回帰分析によりCOD、TN、TPの推定式を構築した。

### 3 結果

#### (1) 流入負荷量と排出負荷量の乖離

##### ① 各地点のL-Q式

各調査地点における現地観測より得られたL-Q式は図2のとおりである。

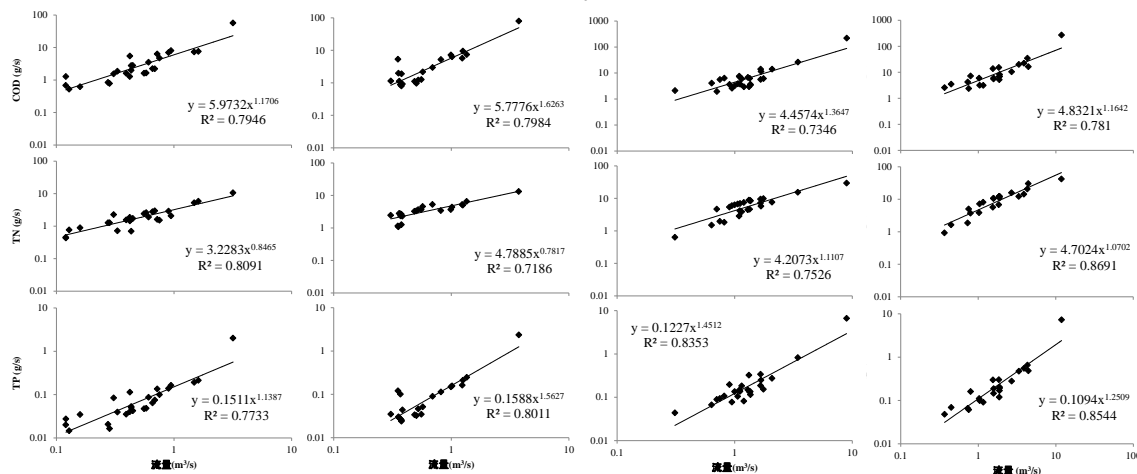


図2 各調査地点（左から順に羽鳥橋、新大谷橋、月見橋、老田橋）におけるCOD（上）、TN（中）、TP（下）のL-Q式

## ② センサーによる流量連続観測結果からの河川流量の推定

流速計による観測結果は、大雨時には流速計に枯草等が付着していたため精度には疑問が残った。そこで、本調査での河川流量は、以下のとおり推定した。

- ・ 晴天時の流量：晴天時に実施した現地観測結果の平均流速に河川断面積を乗じて算出した。
- ・ 降雨時の流量：現地観測結果から構築した H-Q 式と水位センサーによる日平均水位より推定した流量と、アメダス（柿岡）の日降雨量の関係式（図 3）から降雨時の河川流量を推定した。

その結果、降水量と流量の関係は正の相関を持つが相関係数が低いことが確認された。そこで、降水量と流量の関係式により流量の推定精度を検証した。検証には、平成 27 年度柿岡の日降水量データと上記の式から推定される各地点の年間河川流量と、平成 13～22 年度の園部川の実測流量（第 6 期水質保全計画策定資料より）を用いた。なお、平成 13～22 年度の各年度の流量と各地点の流量を比較するために、各地点の流域面積比で補正を行っている。本調査で推定した年間河川流量と実測流量を比較したところ、本調査で推定した年間河川流量は平成 13～22 年度の実測流量の範囲内に収まったことから、本調査で推定した河川流量は概ね実測値を再現できていると考えられる。

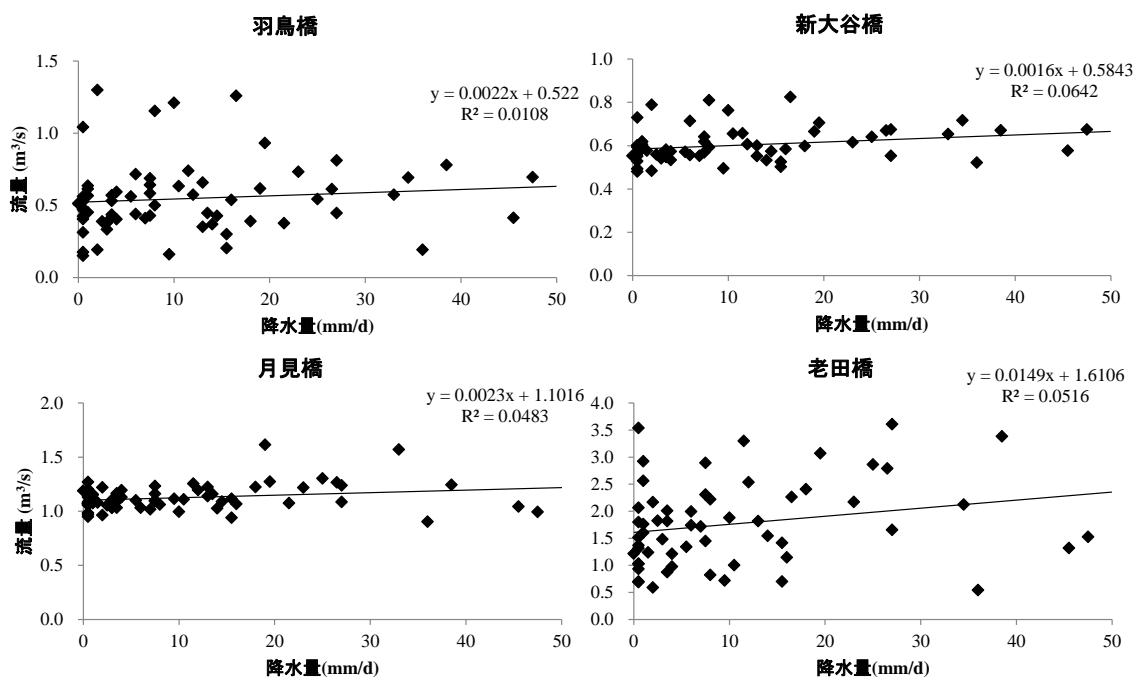


図 3 各調査地点における降雨量と流量の関係

## ③ 排出負荷量の推定

各調査地点に流入する排出負荷量の結果は図 4 のとおりとなった。

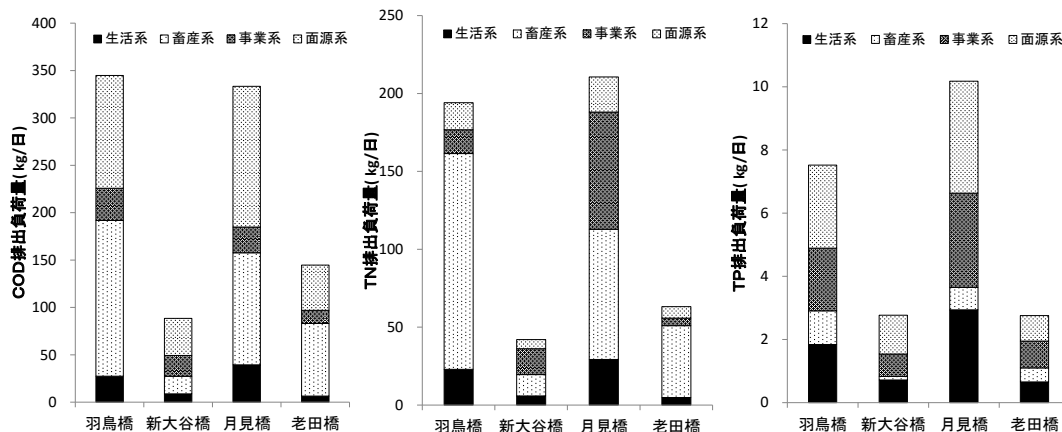


図 4 各調査地点に流入する起源別負荷量（左から COD, TN, TP）

#### ④ 流入負荷量と排出負荷量の比較

上記の結果から推定される流入負荷量と排出負荷量を比較した。その結果、どの地点においても、排出負荷量に比べて流入負荷量が2倍以上になることは確認されなかった。

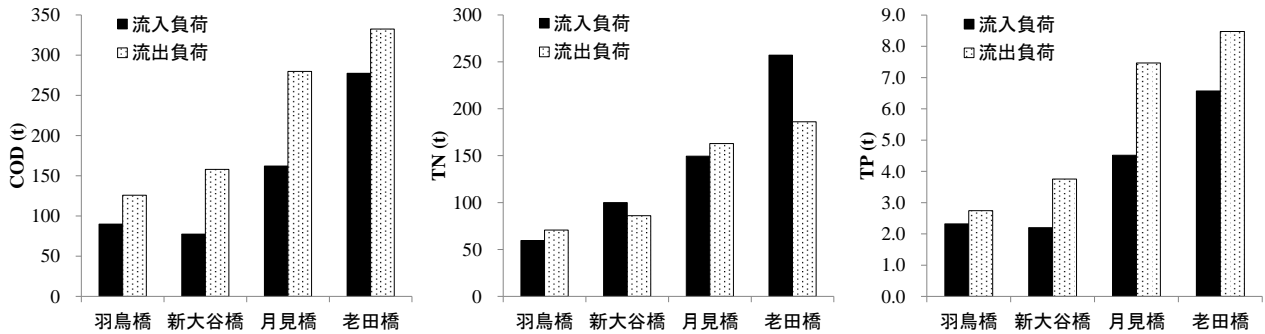


図5 各調査地点における流入負荷量と排出負荷量の比較

#### ⑤ 湖沼計画策定時に流入負荷量と排出負荷量の乖離が見られた原因について

本調査で得られた園部川末端の老田橋と、湖沼計画策定時に用いている園部川のL-Q式を比較し結果、特にCODとTPで、湖沼計画策定時に用いているL-Q式の方が、流入負荷量が高くなることが確認された。そこで、本調査で推定した老田橋における河川流量を基に園部川全域と老田橋の流域面積比(1.2倍)で補正して園部川末端の河川流量を推定し、湖沼計画策定時に用いているL-Q式により年間流入負荷量を算出すると、CODで490t、TNで328t、TPで16tとなり、老田橋における流入負荷量(COD:277, TN:257, TP:6.5)に比べてCODでは1.7倍、TPでは2.4倍になった。つまり、湖沼計画において流入負荷量と排出負荷量の乖離が見られている原因はL-Q式にあると考えられる。

湖沼計画策定時に用いているL-Q式による負荷量が大きくなった要因として、用いたデータの内約6割が降雨時のデータであったためと考えられる。L-Q式を構築する際に降雨時データを多く用いると、無降雨時の負荷量の推定精度は低くなる。平成27年度の無降雨時の流入負荷量は全体のおよそ6割を占めており、負荷量を推定する際には無降雨時の負荷量の推定精度が重要になる。今後は、他の河川においても無降雨時に現地調査を行い、データを取得していく必要がある。

#### (2) センサーによる連続観測結果を用いた水質の推定

各地点におけるセンサーによる連続観測結果の日平均値を以下に示す。なお、異常と思われるデータは除外している。なお、流速は、水位センサーによる水位とH-Q式より推定した値である。

##### ① 水温(図6)

各調査地点で同様な変動を示し、地点差はほとんど無かった。

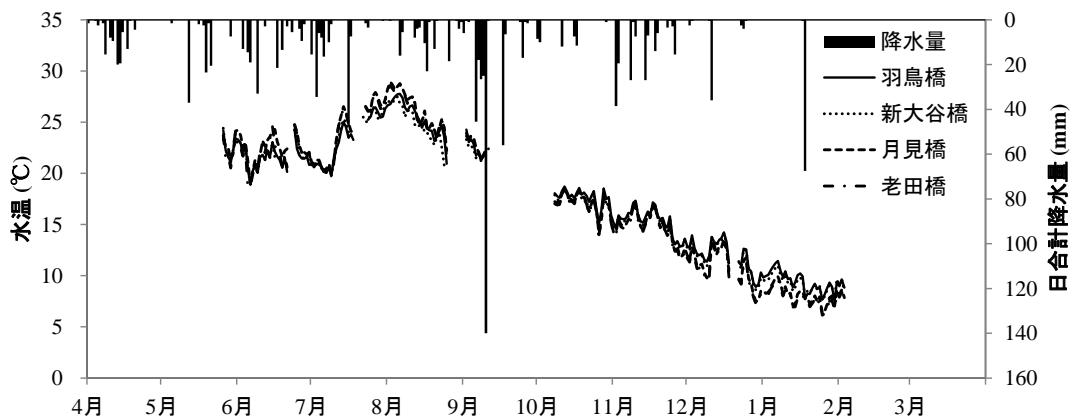


図6 各調査地点の水温の推移

② クロロフィル a (図 7)

各調査地点において、観測期間中の平均値は 4.0  $\mu\text{g/L}$  であり、地点による大きな違いは見られなかった。なお、月見橋においては 8 月に非常に高いが、草等の付着物による影響だと推測される。

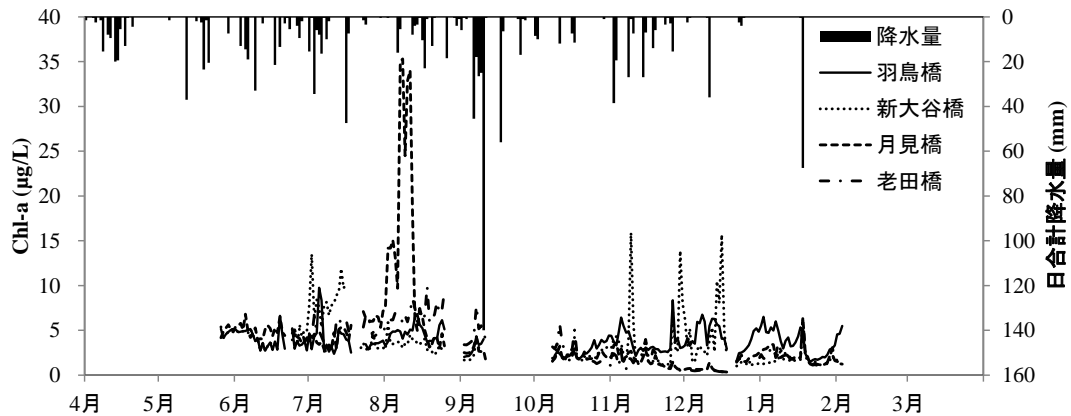


図 7 各調査地点におけるクロロフィル a 濃度の推移

③ 濁度 (図 8)

各調査地点で、降雨後に濁度が上昇していた。8 月に非常に高い濁度が、11 月から 12 月中旬に羽鳥橋で比較的高い濁度が確認された理由は、付着物による影響だと考えられる。

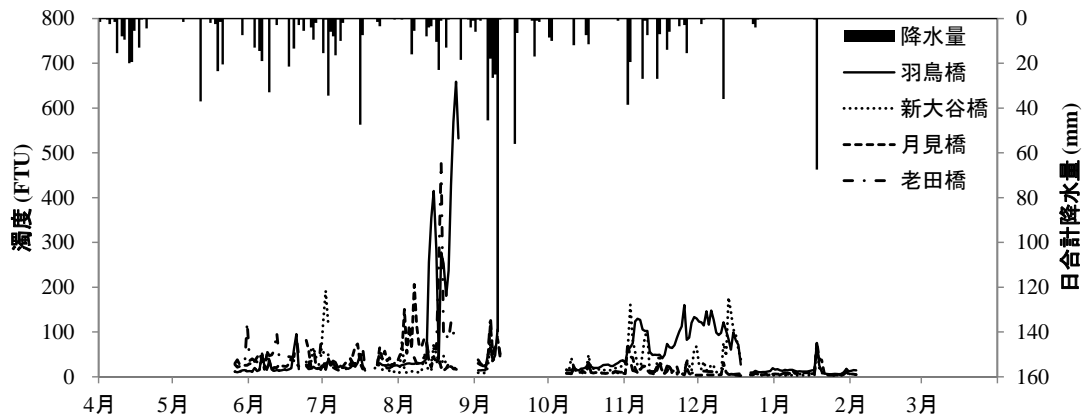


図 8 各調査地点における濁度の推移

④ 水位 (図 9)

各調査地点において、降雨後に高くなる傾向が見られた。特に水位が急激に増大した 6 月と 7 月上旬では、それぞれ 7 日間で 79.5 mm, 8 日間で 91.5 mm の降雨があった。

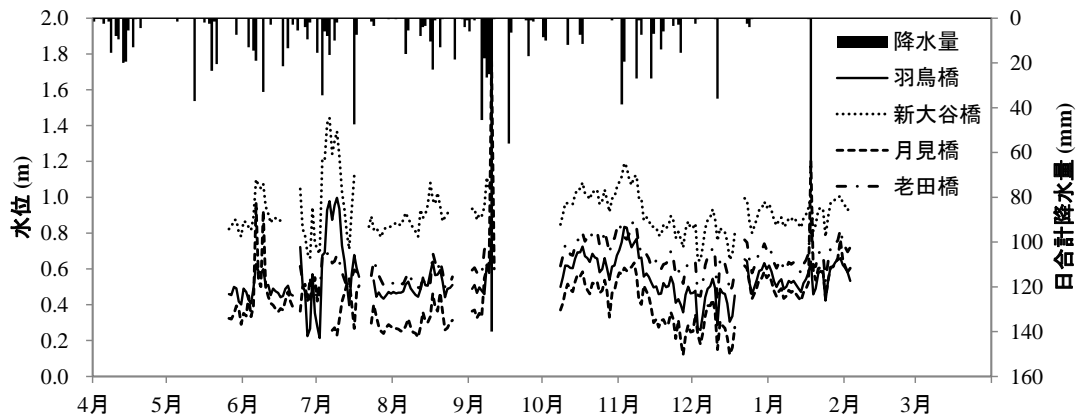


図 9 各調査地点における水位の推移



⑤ 電気伝導度 (図 10)

各調査地点の結果は、地点による差はほとんどなく、ほぼ同じ値で変動傾向も同じであった。なお、電気伝導度が低下する時期には降雨が確認されているため、電気伝導度の低下は降雨による影響と考えられる。

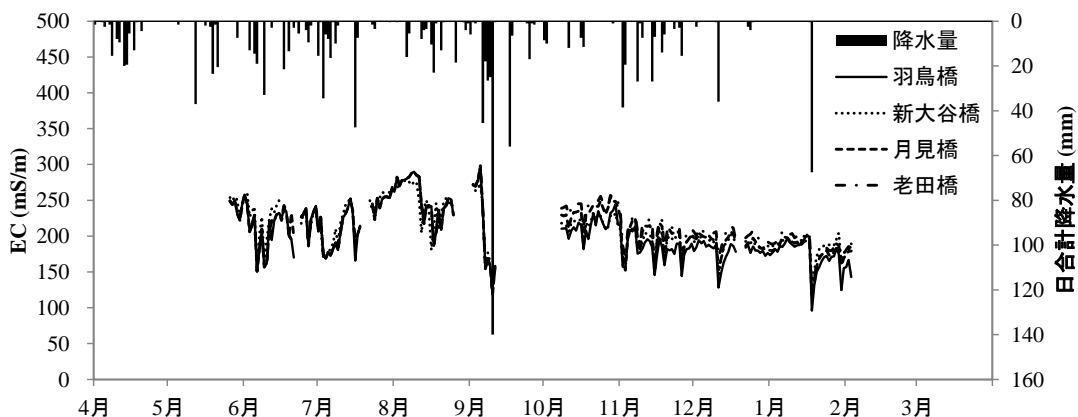


図 10 各調査地点の電気伝導度の推移

⑥ 流量 (図 11)

調査地点の下流ほど、また降雨後に流量が多くなることがセンサーによる観測でも確認された。

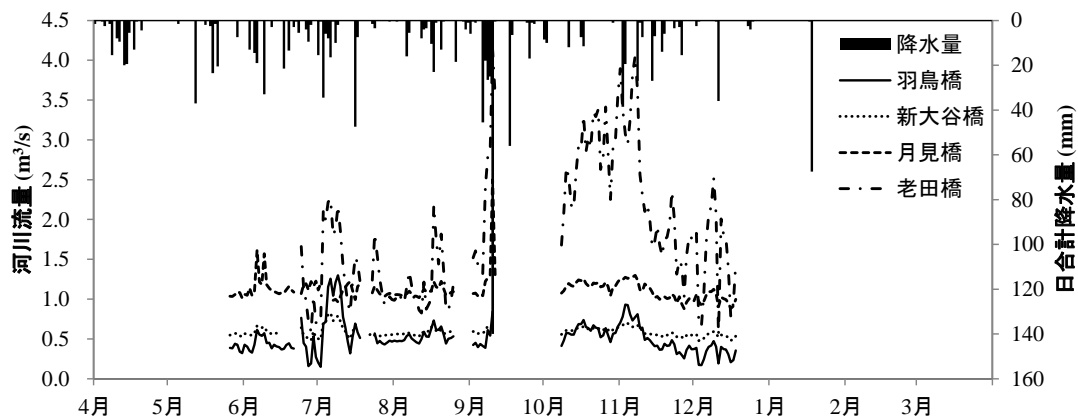


図 11 各調査地点における流量の推移

⑦ センサーによる連続観測結果を用いた水質の推定

センサー測定による各水質項目の推定式は以下の通りと仮定し、現地採水による各水質項目を再現できるように、各係数 (a~f) をエクセルによる重回帰分析で求めた (表 1)。

$$\text{COD, TN, TP} = \text{水温}(\text{C}) \times a + \text{クロロフィル a 濃度}(\mu\text{g/L}) \times b + \text{濁度}(\text{FTU}) \times c + \text{電気伝導度}(\mu\text{S/cm}) \times d + \text{水位}(\text{m}) \times e + f$$

表 1 重回帰分析で求めた各係数の値

	COD				TN				TP			
	羽鳥橋	新大谷橋	月見橋	老田橋	羽鳥橋	新大谷橋	月見橋	老田橋	羽鳥橋	新大谷橋	月見橋	老田橋
a	0.33	0.5	-0.047	0.055	-0.29	-0.27	-0.17	-0.047	0.007	0.005	-0.004	0.001
b	0.93	0.78	-0.045	-0.19	0.14	-0.2	-0.22	-0.32	0.029	0.068	0.001	0.001
c	0.029	-0.046	0.2	0.15	-0.002	0.004	-0.006	-0.013	0.001	-0.002	0.003	0.002
d	-0.056	-0.15	-0.025	-0.02	0.011	0.026	0.018	0.009	-0.001	-0.004	-0.0004	-0.0003
e	-1.9	-11	-4.0	-5.3	0.21	2.6	1.4	4.3	-0.007	-0.244	0.102	-0.018
f	7.4	36	10	10	7.3	3.3	4.3	2.9	0.149	0.998	0.197	0.147

Chl-a, 濁度, EC, 流速の観測結果の重回帰分析により COD, TN, TP の推定式を構築したところ, 推定値は実測値を概ね再現できていることが確認された (図 12)。しかし, 相関係数が 0.45 と低い結果もあることから, 実際に適用するにはさらなる検討が必要である。

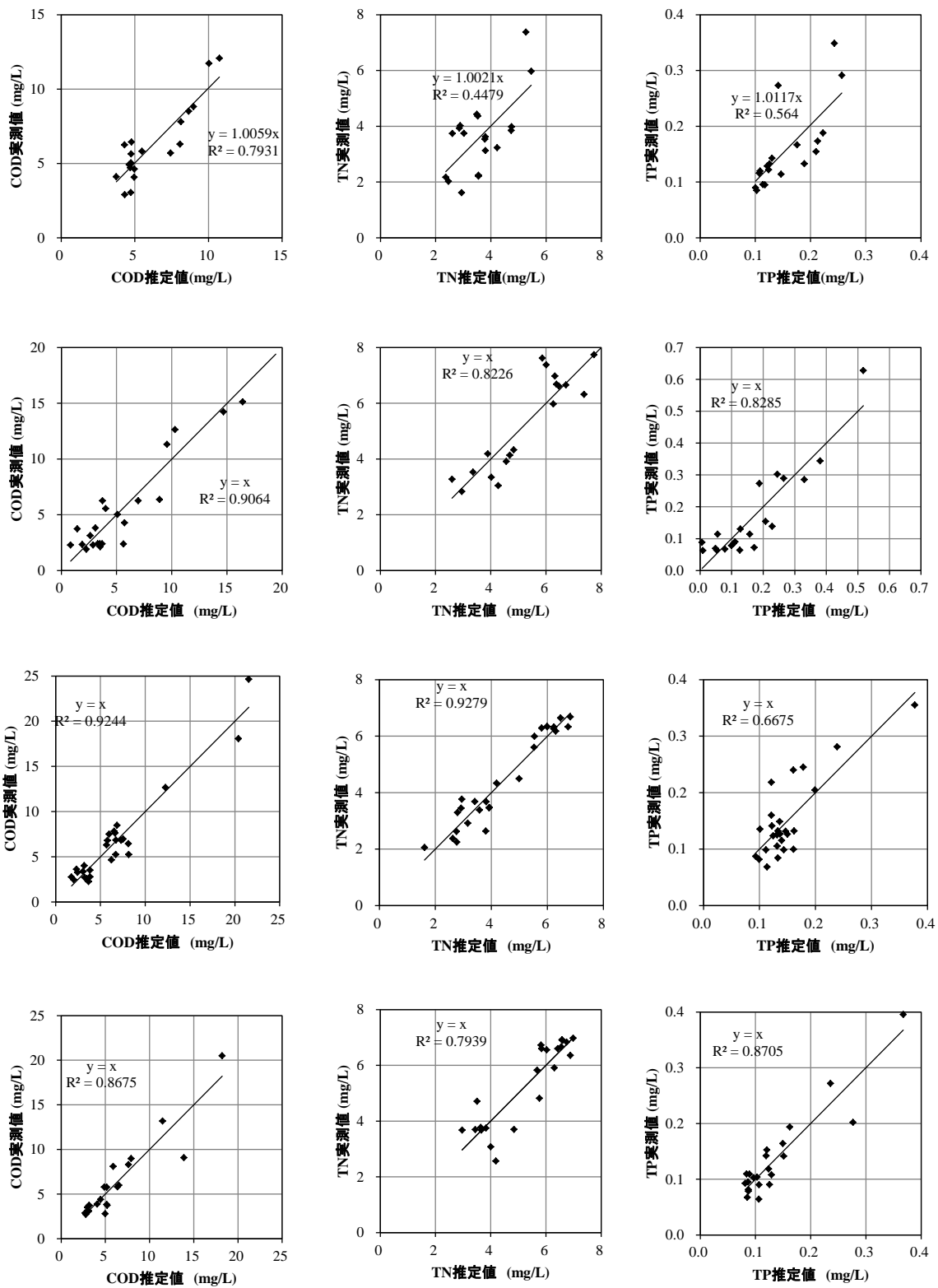


図 12 各調査地点 (上から羽鳥橋, 新大谷橋, 月見橋, 老田橋) における COD (左), TN (中), TP (右) のセンサー観測による推定値と実測値の比較

## 1-8 夏季の外浪逆浦の窪地における水質調査

### 1 はじめに

霞ヶ浦における環境基準点の COD と TP 濃度は、西浦湖心や北浦釜谷沖に比べて神宮橋などの下流部の方が高くなることが確認されている（図 1）。その原因として、下流部には主な流入河川が無いことから、内部負荷が主な負荷源であることが推測される。しかし、神宮橋の水深は浅いことから、釜谷沖のように底泥からのリンの溶出等は起こりにくく、近隣の水域から負荷が流入していることが考えられる。その近隣の水域の 1 つとして上流部の釜谷沖が考えられるが、神宮橋と外浪逆浦を結ぶ鰐川では逆流が確認されていることから、外浪逆浦も負荷源であることが想定される。

外浪逆浦では砂利採取後に残った深度 10 m を超える窪地が存在していることから、窪地ではリンの溶出が起きていると推測されるが、窪地の水質や窪地の湖水が上層まで影響を及ぼすか詳細は分かっていない。

そこで、本調査では外浪逆浦の窪地下層の水質把握と、窪地下層の湖水が表層へ供給されるかを確認する事を目的として窪地において水質調査を実施した。

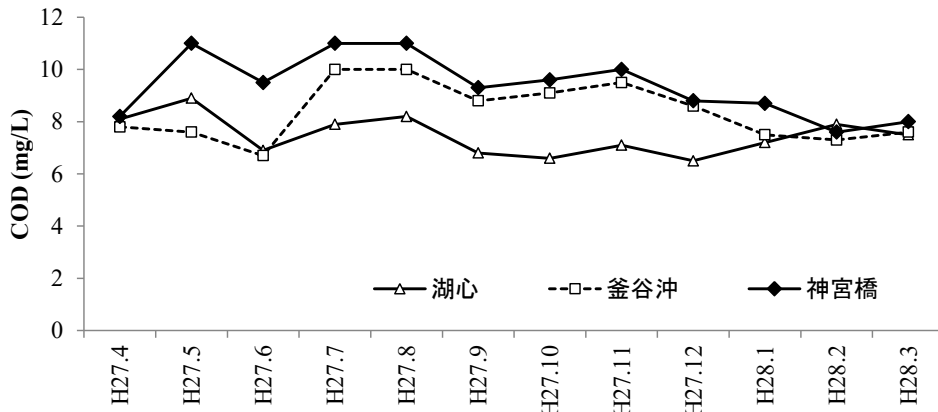


図 1 平成 27 年度の湖心、釜谷沖、神宮橋における COD の推移

### 2 調査方法

#### (1) 調査日

平成 27 年 6 月 25 日

7 月 24 日

8 月 21 日

#### (2) 調査地点 (図 2)

- ・外浪逆浦北岸窪地  
(水深 11m, 周辺水深 3m)
- ・外浪逆浦の環境基準点

#### (3) 調査項目及び測定・採水方法

現地観測：溶存酸素 (DO), 水温

蛍光式 DO 計で測定

水質観測：COD, N, P

バンドーン採水器で湖水を採取

#### (4) 調査深度

外浪逆浦北岸窪地：0.5, 3, 6, 9 m

外浪逆浦環境基準点：0.5, 2 m

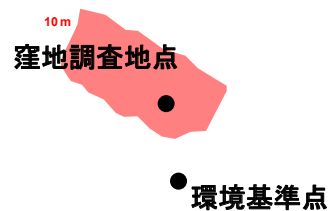


図 2 外浪逆浦の窪地の位置と調査地点

### 3 結果と考察

#### (1) 水温・DO 濃度鉛直分布

窪地における水温（図 3）と DO 濃度（図 4）の鉛直分布を見ると、両項目とも 6 月と 7 月に上下層（水深 0.5 m と 9 m）で差が確認されたが、8 月には差が無かった（図 3）。このことから、6 月と 7 月には水温躍層が形成されたために上層に比べて下層の DO 濃度が低く、8 月には強風や表層水温の低下等による上下層の湖水が混合したために上下層の水温や DO 濃度に差が見られなかったと考えられる。

つまり、水温躍層の形成により底層 DO 濃度が低下することで底泥からリンが溶出し、上下層の湖水が混合する際には窪地下層の湖水が上層へ供給される可能性があると考えられる。

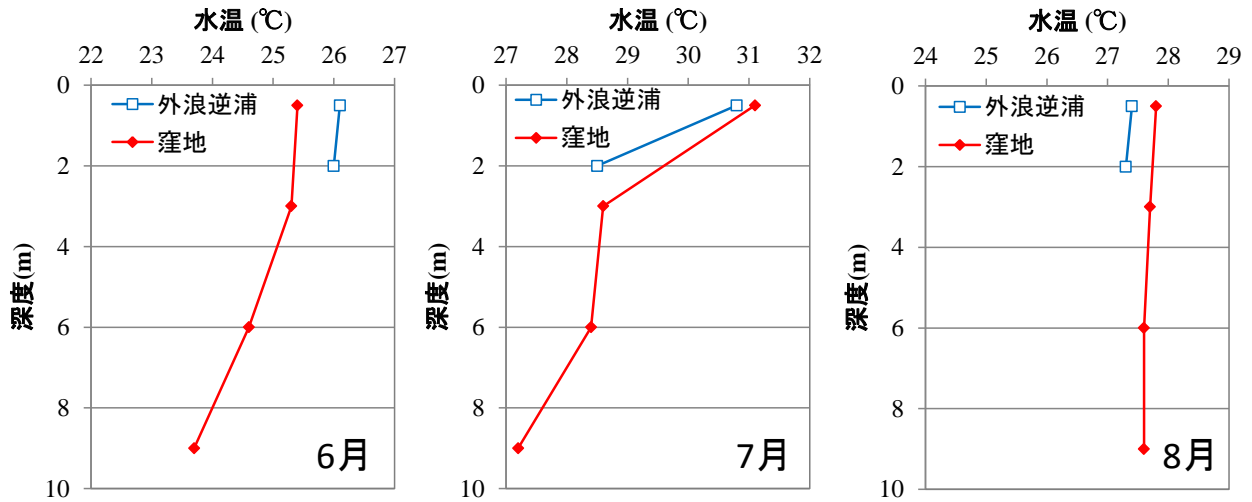


図 3 6 月から 8 月における外浪逆浦と窪地の水温の鉛直分布

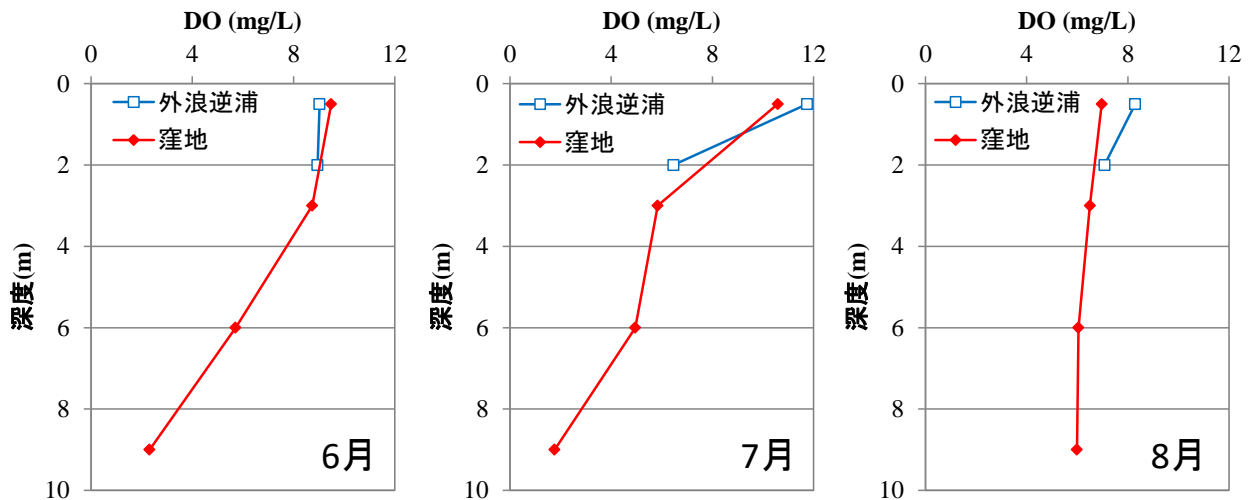


図 4 6 月から 8 月における外浪逆浦と窪地の DO 濃度の鉛直分布

## (2) TN, NH<sub>4</sub>-N 鉛直分布

TN 及び NH<sub>4</sub>-N 濃度 (図 5, 6) は, 底層ほど高くなる傾向が見られた。特に NH<sub>4</sub>-N 濃度については, 水温や DO 濃度と同様に 6, 7 月には上下層の濃度差が確認されたが, 8 月には確認されなかった。このことから, 水温躍層が形成された 6, 7 月には下層が嫌氣的であったために NH<sub>4</sub>-N 濃度が高くなり, 8 月には上下層の湖水が混合したために濃度が均一になったものと考えられる。

また, 両地点の水深 3.0 m 未満の TN と NH<sub>4</sub>-N 濃度を比較すると, 6, 7 月は同程度であるのに対し, 8 月では窪地の方が高かった。両地点が離れているため単純に比較はできないが, 高濃度の窪地下層の湖水が上層の湖水と混合したために, 外浪逆浦の濃度より高くなった可能性も示唆される。

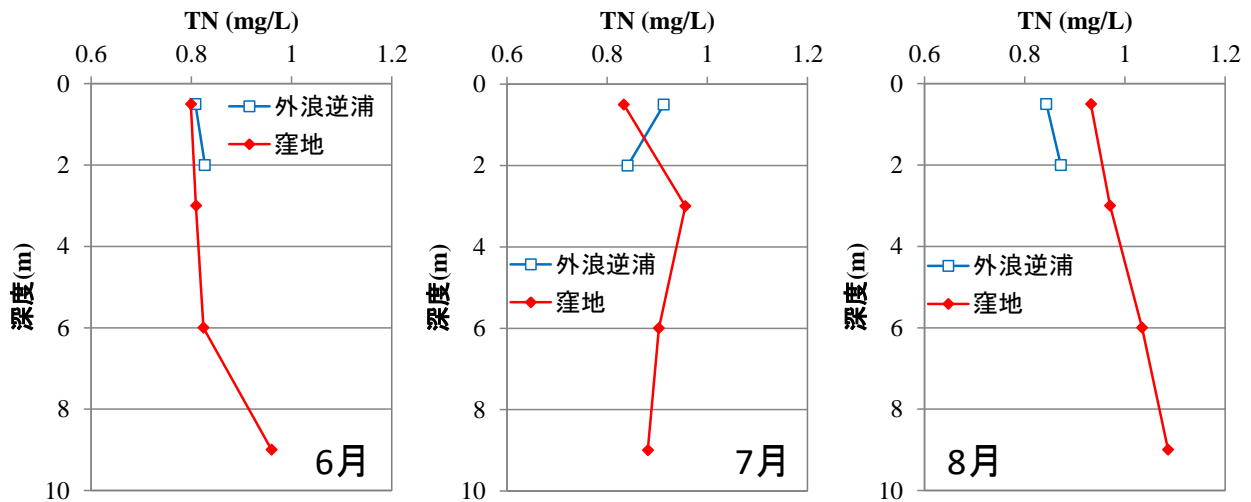


図 5 6 月から 8 月における外浪逆浦と窪地の TN 濃度の鉛直分布

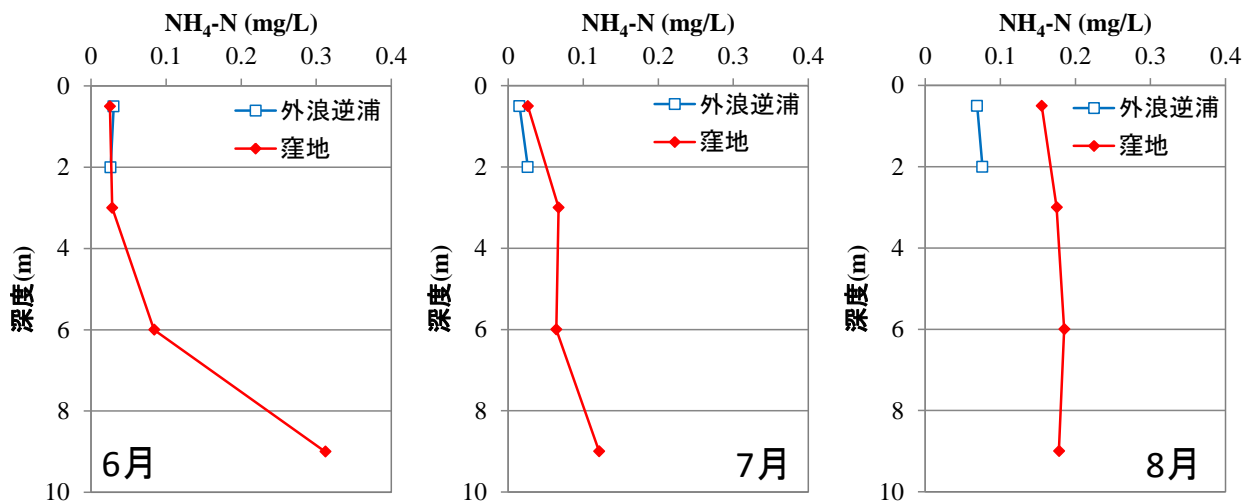


図 6 6 月から 8 月における外浪逆浦と窪地の NH<sub>4</sub>-N 濃度の鉛直分布

### (3) TP, PO<sub>4</sub>-P 鉛直分布

TP 濃度の鉛直分布 (図 7) はどの月においても深度に因らずほぼ一定の濃度であったが、6月の PO<sub>4</sub>-P 濃度の鉛直分布 (図 8) では、水深が深くなるにつれ濃度が高くなったが、8月の PO<sub>4</sub>-P 濃度は上下層で同程度の濃度であった。これは NH<sub>4</sub>-N 濃度と同様で、6月は嫌気時に底泥からリンが溶出したために下層で高くなり、8月には上下層の湖水の混合により湖水濃度が均一になったためと考えられる。

窒素と同様に両地点の水深 3.0 m 未満の濃度を比較すると、PO<sub>4</sub>-P では窒素同様に窪地の方が高濃度であり、その理由は窒素と同様であると考えられる。しかし、窒素や PO<sub>4</sub>-P とは異なり、TP では両地点とも大きな違いは無かった。現時点では原因は不明であるため、今後、詳細な調査が望まれる。

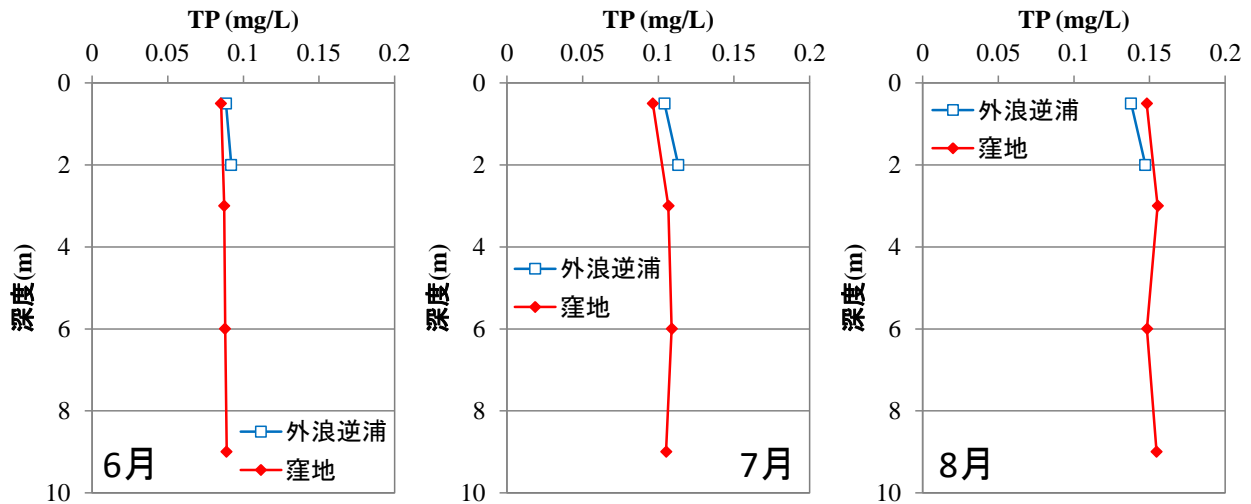


図 7 6月から8月における外浪逆浦と窪地のTP濃度の鉛直分布

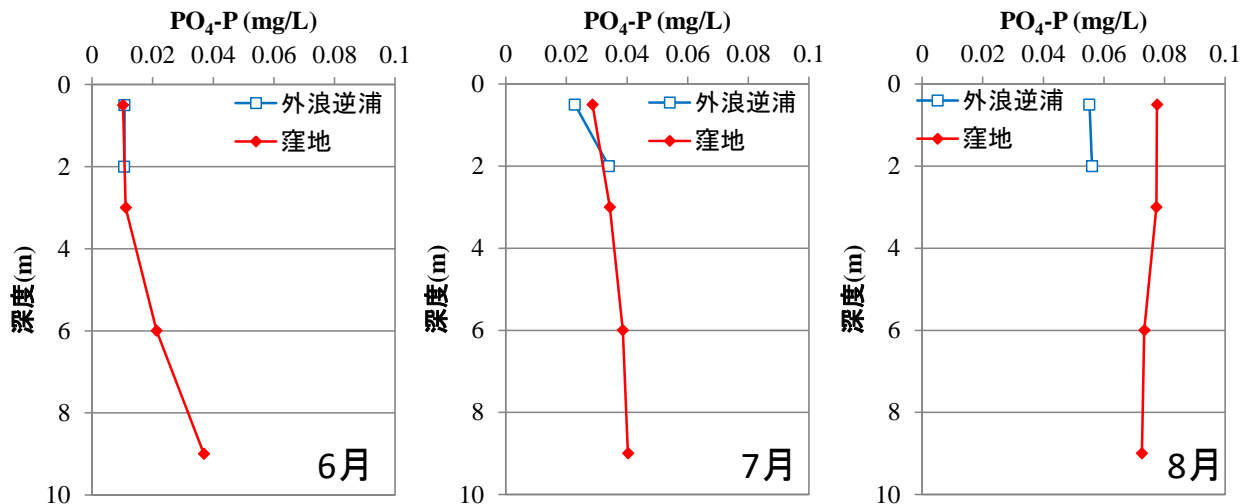


図 8 6月から8月における外浪逆浦と窪地のPO<sub>4</sub>-P濃度の鉛直分布

#### (4) COD 鉛直分布

8月のCODの鉛直分布は他の項目と同様な傾向であるが、6月と7月の鉛直分布はNH<sub>4</sub>-NとPO<sub>4</sub>-Pとは逆で下層ほど低い傾向が見られた(図9)。これは、光環境の良い表層ほど植物プランクトンが増殖したためと考えられる。

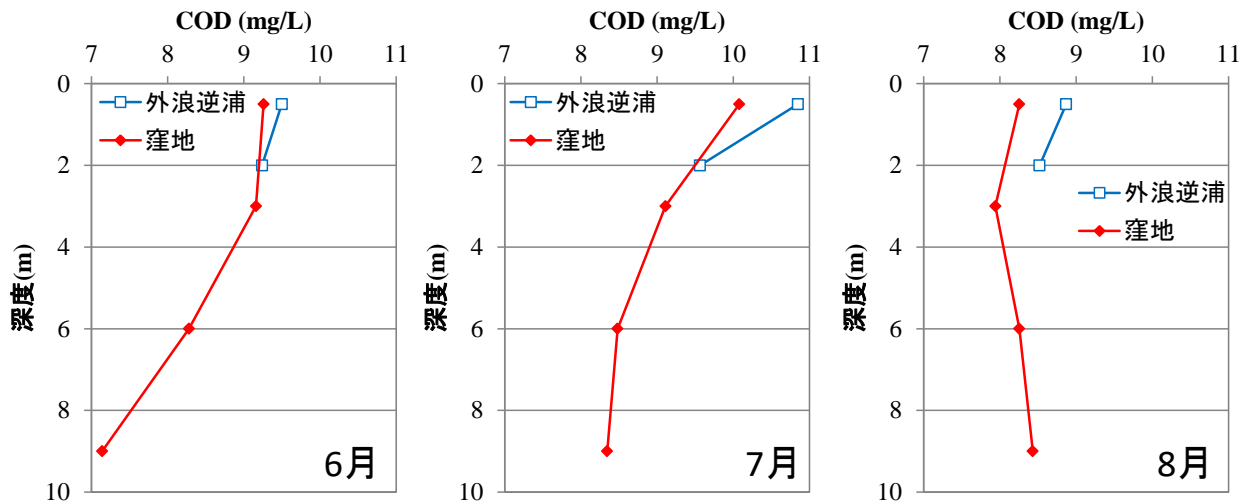


図9 6月から8月における外浪逆浦と窪地のCODの鉛直分布

#### 4 まとめ

6, 7月には水温躍層の形成により窪地下層の栄養塩濃度が高いこと、さらに、8月には上下層の湖水が混合していることが確認された。このことから、窪地下層の湖水は、嫌気状態時に高濃度になり、上下層の湖水が混合する際に、上層へ供給される可能性が示唆された。

水温躍層の形成、上下層の湖水の混合が起きる要因や、水温躍層が形成されている時期の窪地下層の水質を詳細に調査することで、外浪逆浦の窪地が水質汚濁に与える影響を評価できると思われる。

# 1-9 農業環境負荷低減研究事業 (レンコン田における石灰窒素の適正施用法の検討)

## 1 目的

レンコンネモグリセンチュウ防除のためにレンコン田で使用される石灰窒素の肥効特性及び環境への影響調査を県農業総合センター園芸研究所と共同研究で行い、窒素施用量の削減の可能性について検証する。

## 2 方法

レンコン田の田面水の水質分析を行い、圃場内の COD, 窒素, リンの動向について調査した。

- ・調査圃場：土浦市田村地区
- ・調査期間：平成 27 年 5 月から平成 28 年 1 月
- ・調査方法：週 1 回の頻度で田面水を採水
- ・調査項目：水質 (COD, 窒素, リン等)

## 3 結果の概要

調査期間中の田面水中の COD, 窒素, リン濃度の推移は図 1, 2, 3 のとおりである。

最終調査日 (収穫時) の水質については、COD, 窒素, リンとも濃度が高く、懸濁態の割合が高い。

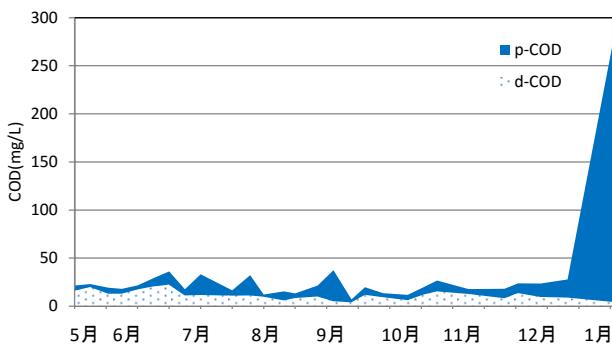


図 1 調査期間中の田面水濃度の推移 (COD)

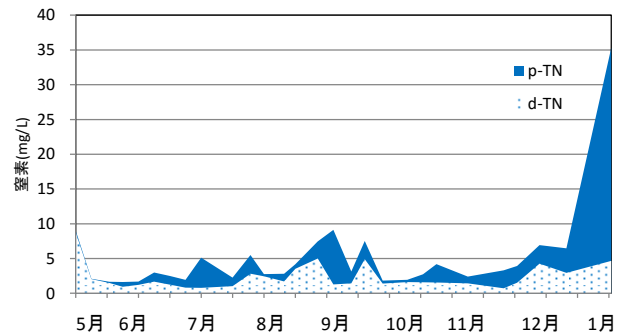


図 2 調査期間中の田面水濃度の推移 (窒素)

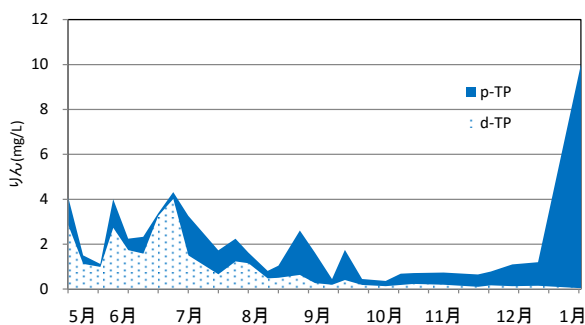


図 3 調査期間中の田面水濃度の推移 (リン)

平成 28 年度試験では、現地圃場に調査区 (肥料から石灰窒素分の窒素を削減) と対照区 (慣行施肥) を設置し、田面水への溶出状況、流出負荷量について調査を実施する。



## 1-10 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水稲田栽培試験と環境負荷の解明)

### 1 目的

肥料取締法が平成 24 年度に改正され、有機質肥料と化成肥料を混合した混合たい肥複合肥料の流通が可能になり、今後利用が増加することが考えられる。このため、水稲田において利用した場合の肥効特性や環境への影響を調査する。

### 2 方法

県農業総合センター農業研究所内の調査圃場において、化成肥料（対照区）と混合たい肥複合肥料（試験区）を施用した水稲田の田面水の水質を比較した。

- ・調査圃場：茨城県水戸市上国井「茨城県農業総合センター農業研究所内圃場」
- ・作付作物：飼料用米「夢あおば」
- ・圃場面積：対照区，試験区とも 100 m<sup>2</sup>
- ・施肥量：対照区，試験区とも同量。  
基肥 N : P : K = 0.686kg : 0.98kg : 0.98kg / 100 m<sup>2</sup>  
追肥 N : P : K = 0.294kg : 0kg : 0kg / 100 m<sup>2</sup>  
基肥は 5 月 19 日，追肥は 7 月 13 日に施用した。
- ・調査期間：平成 27 年 5 月から 8 月
- ・調査項目：水質（窒素，りん等）
- ・調査方法：不定期（流出水の発生があった際に）田面水を採水した。

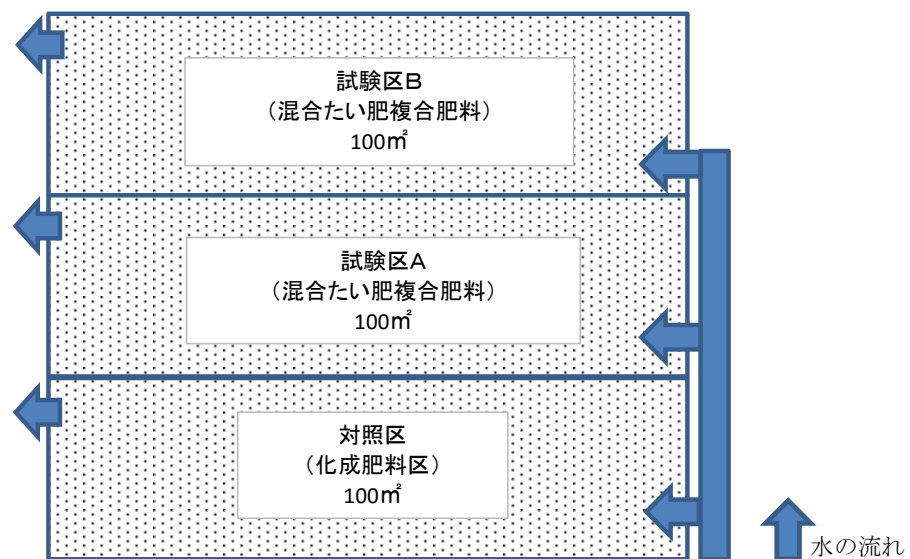


図 1 調査圃場概要図

### 3 結果の概要

調査期間中の田面水中の全窒素，全りん濃度の推移は図 2, 3 のとおりである。全窒素は対照区に比べ試験区では施肥直後の濃度上昇が低くなっている。全りんでは窒素より溶出のピークがやや遅れ、試験区は対照区より濃度が高く，懸濁態の割合が高いことが分かった。

平成 28 年度調査では、流入，流出水量，水質から物質収支を算出し負荷量の差について検討する。

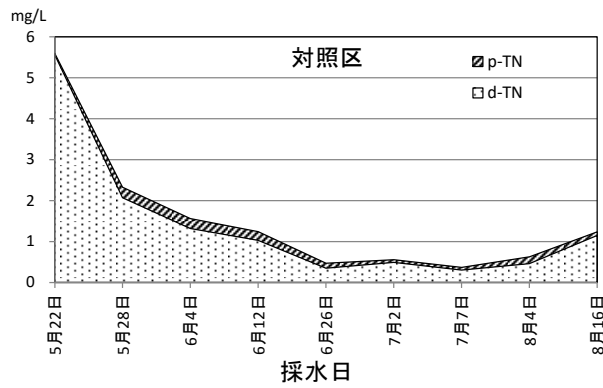
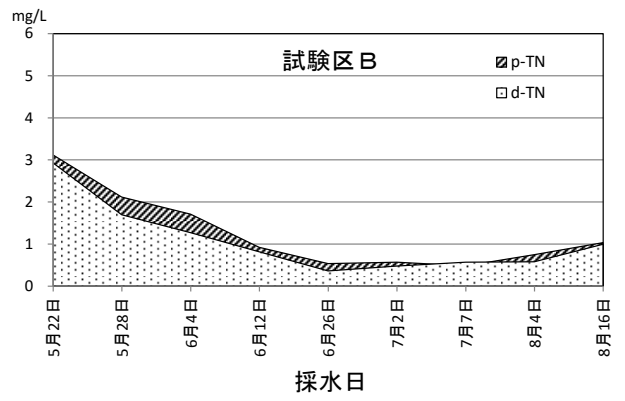
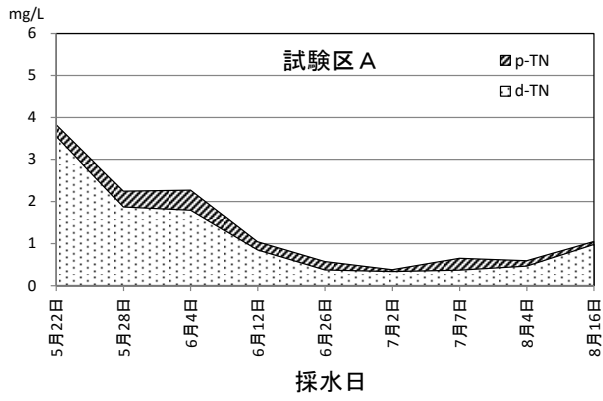


図 2 田面水中の全窒素濃度の推移

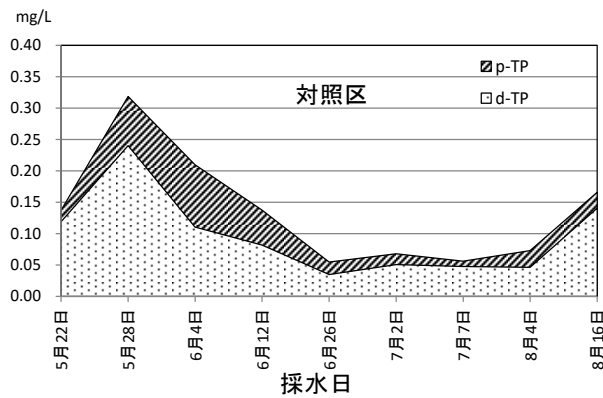
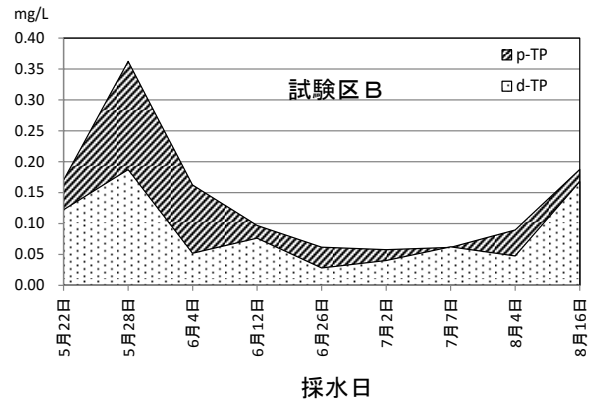
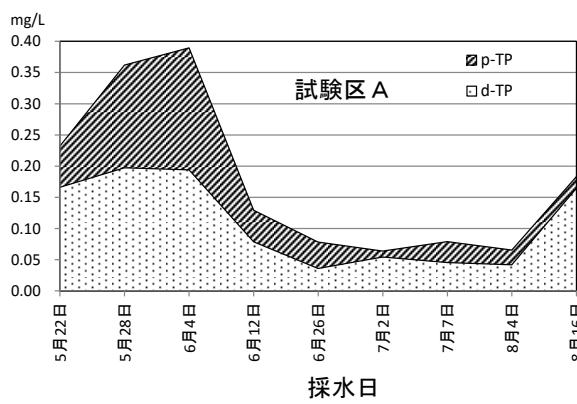


図 3 田面水中の全りん濃度の推移

## 1-11 農業排水再生プロジェクト事業

### 1 目的

農地から霞ヶ浦へ流入する汚濁負荷を削減するために、循環かんがいによる負荷削減効果を検証する実証事業を農村計画課と共同で実施した。霞ヶ浦流域の水田地帯における循環かんがいシステムの施設整備を農村計画課で行い、当センターでは、これら施設による汚濁負荷の削減効果を検証した。

### 2 方法

北浦流域の水田地帯で、河川から取水したかんがい水を農業排水として排出せず、かんがい水として循環・再利用したときの、霞ヶ浦へ流出する汚濁負荷の抑制効果を検証する(図1)。調査は茨城県行方市の北浦土地改良区内第6用排水機場、第2排水機場で行った(図2)。削減効果は、循環かんがい区及び非循環かんがい区の流入・流出負荷を調査し、流出負荷から流入負荷を差し引いた「差引き負荷」を比較して検証した。

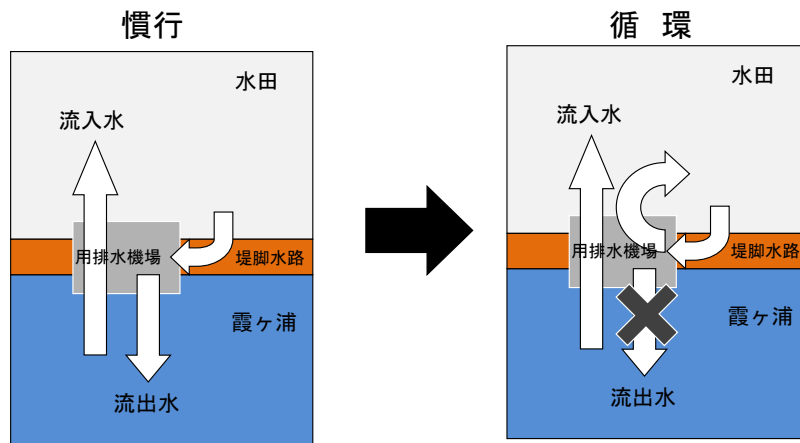


図1 循環かんがいの仕組み

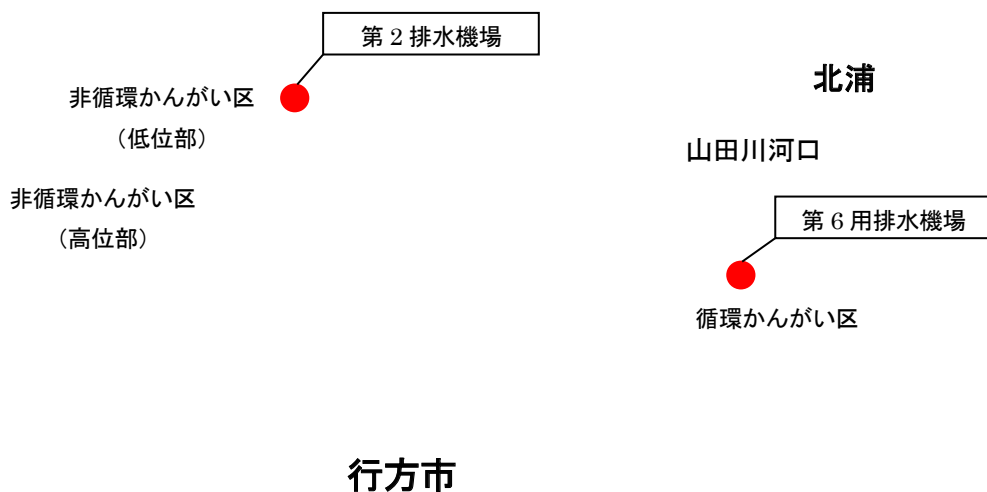


図2 調査区全体図

### (1) 循環かんがい区 (図3)

- 調査地区：行方市繁昌 北浦土地改良区第6 機場内  
面積：11.9ha，作付作物割合：水稻 34.2%，れんこん 65.8%
- 調査期間：平成 27 年 5 月 12 日～8 月 20 日
- 測定項目：流量，SS，COD，TN，TP 等
- 調査方法：流量・流入水量は『送水ポンプ能力×稼働時間×送水面積に占める循環区面積割合』で算出した。  
北浦からの取水量は『ゲート断面積×ゲート開度×流速』で推定した。取水時の流速は週に 1 回，ゲート開放時に測定した。  
他エリアへも循環水を混合して送水を行うため，他エリアの流入水量（送水ポンプ能力×稼働時間×送水面積に占める循環区以外の面積割合）×循環水割合（（送水量－取水量）／送水量）を流出水量とした。  
送水ポンプの稼働時間，取水ゲート開度については，北浦土地改良区の管理記録を利用した。
- 水質・機場の流量調整槽及び堤脚水路に自動採水器を設置し，採水を 1 日 1 回行い，成分を分析した。  
流入水の水質は，『北浦からの取水の水質×取水量／流入水量＋循環水の水質×循環水量／流入水量』により推定した。  
流出水の水質は，循環水の水質とした。
- 降水量・降水量は銚田のアメダスデータを利用した。
- 蒸発散量・ペンマンの式により求めた。

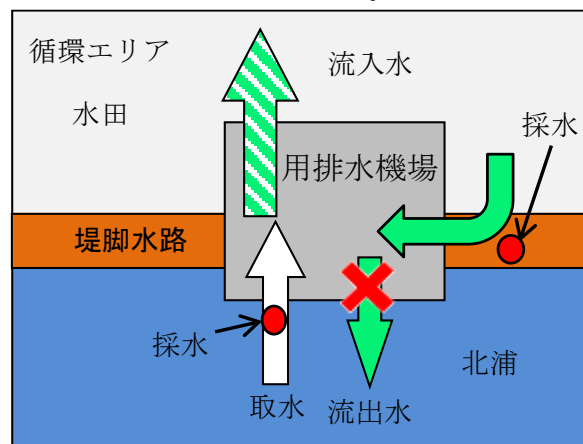


図3 循環かんがい区の概要図

### (2) 非循環かんがい区 (図4)

- 調査地区：行方市繁昌 北浦土地改良区第2 機場内  
低位部面積：4.2ha，作付作物割合：水稻 26.2%，れんこん 73.8%  
高位部面積：10.2ha，作付作物割合：水稻 89.2%，れんこん 10.8%
- 調査期間：かんがい期（平成 27 年 5 月 12 日～8 月 20 日）  
非かんがい期（平成 27 年 8 月 21 日～平成 28 年 3 月 31 日）※低位部のみ実施
- 測定項目：流量，SS，COD，TN，TP 等
- 調査方法：流量・流入水量は『送水ポンプ能力×稼働時間×送水面積に占める調査地区面積割合』で算出した。送水ポンプの稼働時間については，北浦土地改良区の管理記録を利用した。  
流出水量は，低位部では調整槽からの自然排水が主であり，『送水量＋降雨量－

蒸発散量』で推定した。また、非かんがい期の流出水量は『降雨量－蒸発散量』で推定した。

水質・・流入水は第6用排水機場からの送水（北浦からの取水＋循環水）を用いており、『北浦からの取水の水質×取水の割合＋循環水の水質×循環水の割合』により推定した。

流出水は低位部では、排水機場の調整槽に自動採水機を設置し、採水を1日1回行い、成分を分析した。また、非かんがい期については2日に1回の頻度で採水を行い、成分を分析した。

高位部では、高位部排水路から週1回の頻度で採水して、成分を分析した。

降水量・・降水量は銚田のアメダスデータを利用した。

蒸発散量・・ペンマンの式により求めた。

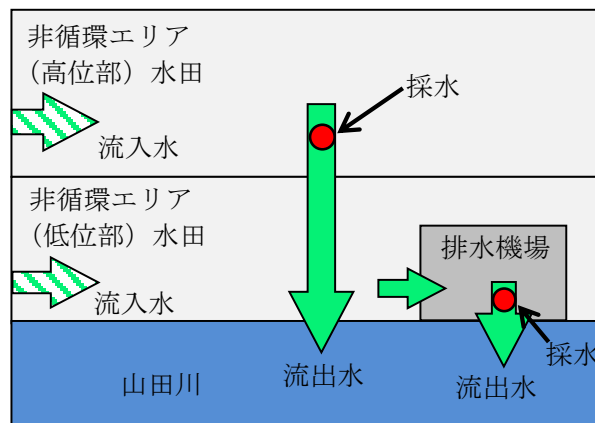


図4 非循環かんがい区の概要図

### 3 結果の概要

#### (1) かんがい期調査

循環かんがい区、非循環かんがい区の流出水の平均水質を表1に示す。

循環かんがい区では、非循環かんがい区（低位部）と比較し、CODとTNで低い値をしめしたがTPについては非循環かんがい区（低位部）の方が低い値を示した。

非循環かんがい区（高位部）のCODは循環かんがい区、非循環かんがい区（低位部）より低い値であったが、TN,TPについて高い値を示した。これは、農地外である生活エリアからの雑排水が流入していることが原因と考えられる。

循環かんがい区と非循環かんがい区（低位部）の流入・流出負荷量及び差引き負荷量は表2のとおりである。

差引き負荷量については、プラスでは汚濁型、マイナスでは浄化型である。CODと窒素は循環かんがいを行うことによって差引き負荷量は汚濁型から浄化型となった。循環かんがい区と非循環かんがい区の差引き負荷の差（表2）を循環かんがいによる負荷削減効果とすると、循環かんがいを実施することでCODは18.1kg/km<sup>2</sup>/d、窒素は4.58kg/km<sup>2</sup>/dの負荷削減効果が得られた。

一方、りんは循環かんがい区では差引き負荷はほとんど無いが、非循環かんがい区では浄化型であった。

表 1 かんがい期における各調査区の流出水の平均水質 (mg/L)

	COD	TN	TP
循環かんがい区	12.5	1.9	0.30
非循環かんがい区 (低位部)	13.9	2.5	0.18
非循環かんがい区 (高位部)	10.2	3.3	0.43

表 2 循環かんがい区, 非循環かんがい区の流入・流出及び差引き負荷量 (kg/km<sup>2</sup>/d)

	COD		TN		TP	
	循環	非循環 低位部	循環	非循環 低位部	循環	非循環 低位部
流入負荷量	98.1	98.5	17.75	17.83	2.062	2.072
流出負荷量	95.9	114.5	14.42	19.09	2.067	1.267
差引き負荷量	-2.1	16.0	-3.33	1.25	0.005	-0.804

## (2) 非かんがい期調査

流出水の平均水質は表 3 のとおりである。

非かんがい期では、かんがい期と比べ TN, TP の濃度が高い値であった。各水質項目とも調査日によって変動が大きく、高い濃度を示す場合があり、れんこん収穫時の濁水が影響している可能性が考えられる。

差引き負荷量は表 4 のとおりである。

表 3 非かんがい期における流出水の平均水質 (mg/L)

	COD	TN	TP
非循環かんがい区 (低位部)	11.7	3.0	0.26

表 4 非かんがい期における流入・流出及び差引き負荷量 (kg/km<sup>2</sup>/d)

	COD	TN	TP
流入負荷量	3.7	2.49	0.035
流出負荷量	23.4	5.84	0.638
差引き負荷量	19.7	3.35	0.603

## 1-12 公募型新たな水質浄化空間創出事業

### 1 目的

「公募型新たな水質浄化空間創出事業」で選定された浄化装置の実証実験において、浄化処理前後の水質を分析して、リンの削減に関する評価をする。

### 2 浄化装置について

#### (1) 設置場所及び概要

浄化装置は、土浦市が管理する生活排水路浄化施設（土浦市虫掛）敷地内に設置した。新川に流入する虫掛排水路の水をくみ上げ、生物担体（バイオモジュール）により浄化する施設の前段階に浄化装置を設置することで、複合的な浄化効果を期待した。

本装置は図1に示すとおり、3つの水槽（鉄イオン発生槽×2、反応槽）から構成され、その処理水は生活排水路浄化施設の好気性ろ床槽に放流される。鉄イオン発生槽では、鉄イオン溶出体（特開 2007-268511）をドラム型カートリッジに入れて鉄(II)イオンを溶出させる。この鉄(II)イオンがリン酸イオンと結合して沈降することで、水中のリンを除去する。

なお、鉄(II)イオンにより放流水の嫌気化が懸念されるため、水槽内で曝気をしている。

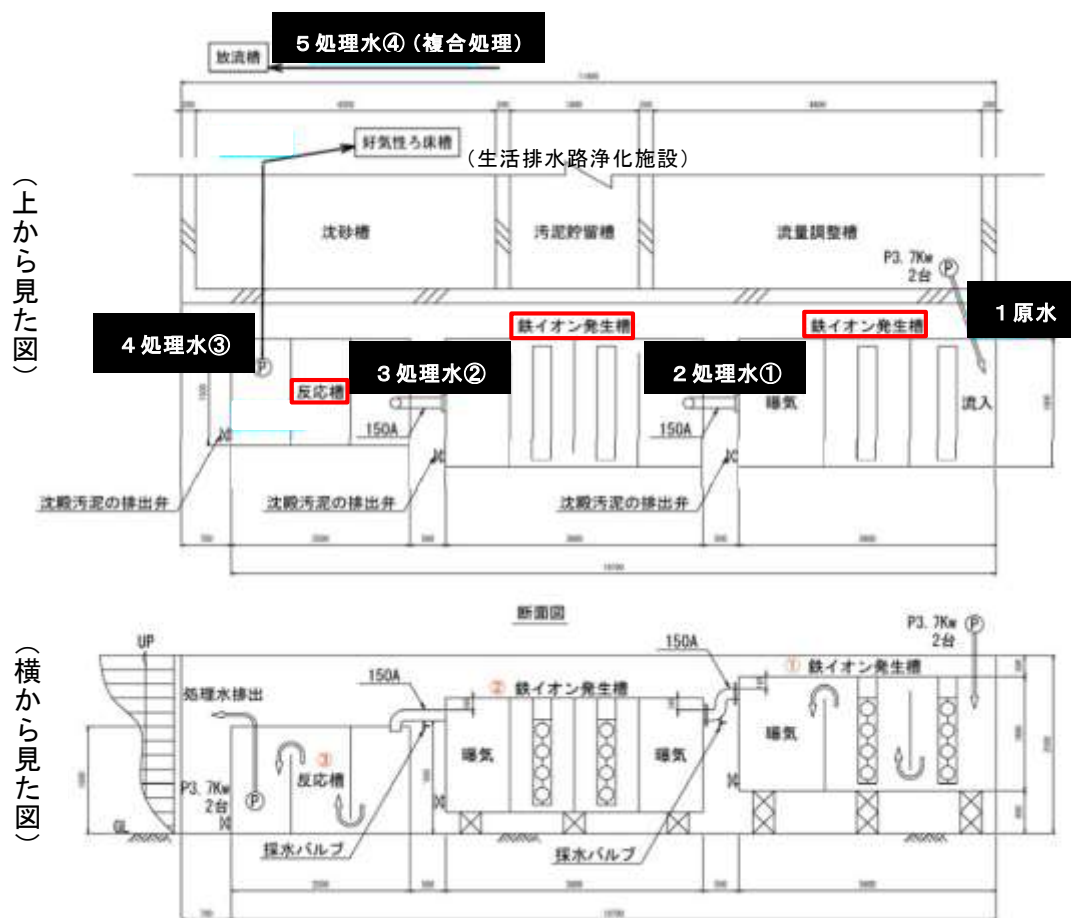


図1 装置の概略図

## (2) 稼働状況

平成 27 年 10 月から平成 28 年 3 月の間に、流量や構造を変更して計 3 クールの稼働をした。第 1 クールは 10 月 9 日から 11 月 29 日までで、流量を 100 m<sup>3</sup>/日とした。第 2 クールは 12 月 3 日から 1 月 31 日までで、流量を 200 m<sup>3</sup>/日に変更した。第 3 クールは 2 月 4 日から 3 月 31 日で、流量を 300 m<sup>3</sup>/日に変更し、1 槽目の鉄イオン発生槽における曝気の停止と、2 槽目の鉄イオン発生槽の水が上下に対流するように構造変更を行った。

## 3 調査方法

### (1) 採水

各クールの稼働期間に週に 1 回程度の頻度で実施した。採水箇所は図 1 に示した原水及び各処理過程（処理水①～④）で、ひしゃくを用いて採水した。

### (2) 水質分析項目

懸濁物質(SS), 水素イオン濃度指数(pH), 電気伝導率(EC), 溶存酸素濃度(DO), 化学的酸素要求量(COD, D-COD), 全窒素濃度(TN, D-TN), 全リン濃度(TP, D-TP), 各態窒素濃度(NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N), リン酸態リン濃度(PO<sub>4</sub>-P), 鉄濃度(T-Fe, D-Fe)

## 4 結果

各処理水の水質分析結果を、別表 1（第 1 クール）、別表 2（第 2 クール）、別表 3（第 3 クール）に示す。

以下では、装置が処理対象としているリン及び装置が供給している鉄について報告する。

### (1) リンの削減率

TP 及び PO<sub>4</sub>-P の濃度及び削減率（各クールごとの平均値）を表 1 に示す。処理過程を通過した処理水は、TP に関しては各処理過程でやや低下し、PO<sub>4</sub>-P に関しては処理水①と②で低下をした（図 2）。装置全体の削減率（総削減率）は、PO<sub>4</sub>-P については 30%以上の削減効果があったが、TP としては 10%程度であった。

このことから、リン酸は鉄イオンとの反応等により懸濁物に変化するが、リンを含む懸濁物は沈降せずに大部分が放流口まで達していると考えられる。

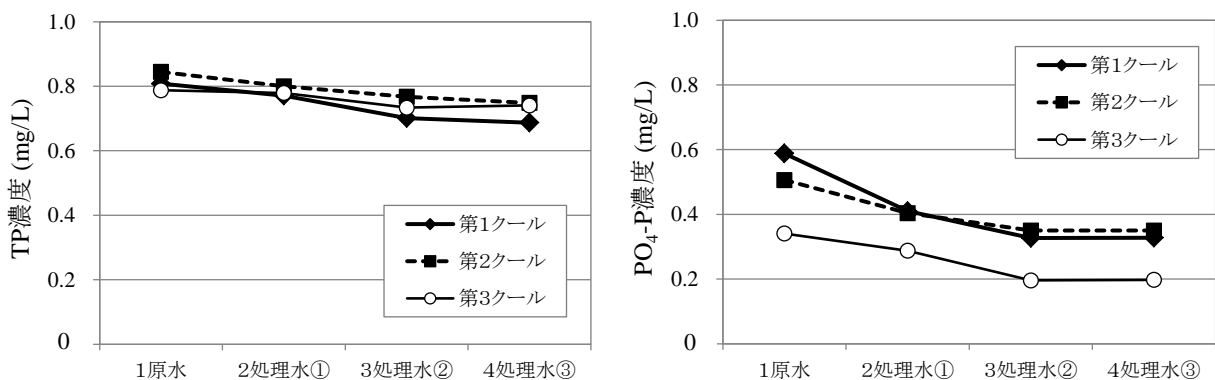


図 2 処理過程におけるリン濃度（左：TP，右：PO<sub>4</sub>-P）



表1 TP, PO<sub>4</sub>-P 濃度及び削減率

		全リン (TP)			リン酸態リン (PO <sub>4</sub> -P)		
		濃度 (mg/L)	各処理過程の削減率 (%)	1原水→4処理水③総削減率 (%)	濃度 (mg/L)	各処理過程の削減率 (%)	1原水→4処理水③総削減率 (%)
第1クール	1 原水	0.81	-	15	0.59	-	44
	2 処理水①	0.77	5		0.41	30	
	3 処理水②	0.70	9		0.33	20	
	4 処理水③	0.69	2		0.33	0	
第2クール	1 原水	0.84	-	11	0.51	-	31
	2 処理水①	0.80	5		0.40	20	
	3 処理水②	0.77	4		0.35	13	
	4 処理水③	0.75	2		0.35	0	
第3クール	1 原水	0.79	-	6	0.34	-	42
	2 処理水①	0.78	1		0.29	16	
	3 処理水②	0.73	6		0.20	32	
	4 処理水③	0.74	-1		0.20	-1	

(2) 鉄濃度

T-Fe 及び D-Fe の測定結果 (全クールの平均値) を図3に示す。T-Fe は鉄イオン発生槽を通過すると濃度が上昇したが、D-Fe はどの過程においても低濃度であった。

このことから、装置で生成された鉄イオンは、すみやかに懸濁物質になったと考えられる。また、(1)の結果を考慮すると、生成した懸濁物質の一部は、リンを含んでいると考えられる。

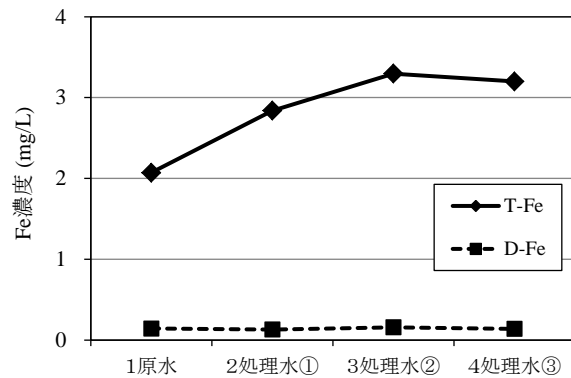


図3 処理過程における鉄濃度

(3) 流量の違いにおけるリン削減率の変化

流量ごと (100, 200, 300 m<sup>3</sup>/日) の削減率を図4に示す。TP は、流量が少ないほうが削減率は高い結果となった。PO<sub>4</sub>-P は 100 m<sup>3</sup>/日, 200 m<sup>3</sup>/日では、それぞれ 44%, 31%で、TP と同様に流量が少ないほうが削減率は高かったが、300 m<sup>3</sup>/日は 100 m<sup>3</sup>/日と同程度の削減率 (42%) であった。これは、300 m<sup>3</sup>/日に設定した第3クールにおいて、鉄イオン発生槽の曝気停止と、構造改良の実施による効果の可能性が考えられる。

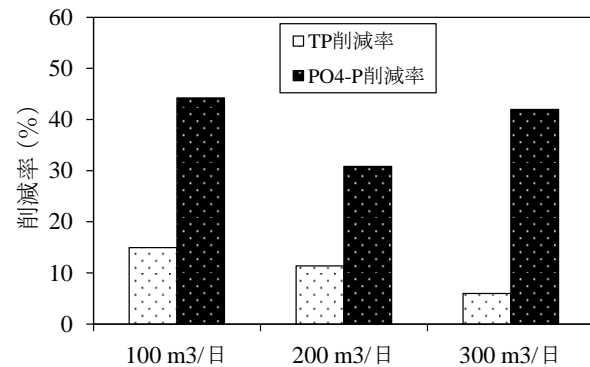


図4 流量の違いによるリンの削減率

#### (4) 既存施設と併せた複合的な削減効果

表2に、浄化装置のみの削減率(1原水→4処理水③)、既存の生活排水路浄化施設のみの削減率(4処理水③→5処理水④)、両方の処理過程を通過した処理水の削減率(1原水→5処理水④)を示す。浄化装置のみではTPの削減率は低いですが、既存施設ではTPの削減率が高く、2つの過程を併せると約50%のTPが削減された。

すなわち、浄化装置ではリン酸(溶存態)から懸濁態が生成され、装置内で沈降しなかった懸濁態が生活排水路浄化施設で沈降すると考えられ、2つの処理過程を組み合わせることでTPの削減効果を高めることができる。

表2 浄化装置及び既存施設によるリンの削減率

	全リン(TP)削減率(%)			リン酸態リン(PO <sub>4</sub> -P)削減率(%)		
	1原水 ↓ 4処理水③	4処理水③ ↓ 5処理水④	1原水 ↓ 5処理水④	1原水 ↓ 4処理水③	4処理水③ ↓ 5処理水④	1原水 ↓ 5処理水④
第1クール	15	41	50	44	Δ 18	34
第2クール	11	43	49	31	24	48
第3クール	6	41	44	42	29	59

別表1 水質分析結果（第1クール）

採水日	採水箇所	SS	pH	EC	DO	COD	D-COD	TN	D-TN	TP	D-TP	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	NO <sub>3</sub> -N	T-Fe	D-Fe
		mg/L	-	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
10月15日	1 原水	13	7.8	54	5.0	9.0	7.2	6.2	5.9	0.96	0.68	4.8	0.11	0.67	0.73	1.1	<0.1
10月15日	2 処理水①	12	7.7	54	-	8.8	7.0	6.0	5.7	0.87	0.53	4.6	0.10	0.53	0.72	1.3	<0.1
10月15日	3 処理水②	22	7.8	53	-	9.5	7.0	5.7	5.4	0.76	0.29	4.3	0.10	0.28	0.73	2.8	<0.1
10月15日	4 処理水③	19	7.8	53	7.7	9.3	6.9	5.7	5.4	0.74	0.31	4.3	0.10	0.30	0.74	2.6	<0.1
10月15日	6 処理水⑤(複合処理)	4	7.9	49	-	5.9	5.2	3.2	3.1	0.35	0.29	0.18	0.02	0.59	2.5	0.3	0.1
10月23日	1 原水	13	7.8	50	5.2	8.7	7.5	10	10	1.4	1.2	8.5	0.19	1.2	1.0	1.1	<0.1
10月23日	2 処理水①	11	7.8	49	-	8.9	7.3	10	9.9	1.4	0.80	8.4	0.24	0.81	1.0	2.7	<0.1
10月23日	3 処理水②	18	7.8	49	-	8.8	7.1	9.8	9.7	1.3	0.71	8.2	0.27	0.72	1.1	3.0	<0.1
10月23日	4 処理水③	19	7.9	49	7.6	8.4	6.9	9.9	9.7	1.3	0.69	8.1	0.27	0.70	1.1	3.0	<0.1
10月23日	6 処理水⑤(複合処理)	5	7.9	45	-	6.8	6.4	8.3	8.2	0.53	0.42	0.41	0.54	0.43	6.7	0.5	<0.1
10月28日	1 原水	15	7.9	50	4.6	8.7	7.5	8.9	8.6	1.1	0.84	7.0	0.23	0.87	0.98	1.1	<0.1
10月28日	2 処理水①	17	7.9	50	-	8.9	7.3	8.7	8.4	1.0	0.56	6.8	0.28	0.59	1.0	2.1	0.1
10月28日	3 処理水②	16	7.9	49	-	8.8	7.1	8.3	8.2	0.92	0.49	6.2	0.30	0.51	1.1	2.3	0.1
10月28日	4 処理水③	16	7.9	49	7.0	8.4	6.9	8.3	8.1	0.90	0.48	6.1	0.30	0.49	1.1	2.2	0.1
10月28日	6 処理水⑤(複合処理)	5	7.8	47	-	6.8	6.4	8.6	8.6	0.57	0.49	0.26	0.18	0.52	7.2	0.5	<0.1
11月4日	1 原水	10	7.7	34	5.7	8.6	6.7	3.4	3.2	0.49	0.29	1.9	0.13	0.31	0.91	1.1	0.2
11月4日	2 処理水①	14	7.7	34	-	8.6	6.4	3.4	3.2	0.49	0.21	1.7	0.16	0.22	1.0	2.1	0.1
11月4日	3 処理水②	12	7.8	33	-	8.0	6.3	3.4	3.2	0.44	0.17	1.4	0.17	0.18	1.1	2.2	0.1
11月4日	4 処理水③	12	7.8	33	7.8	7.9	6.5	3.3	3.1	0.42	0.18	1.4	0.17	0.19	1.2	1.9	0.1
11月4日	6 処理水⑤(複合処理)	4	7.8	28	-	6.2	5.5	3.5	3.4	0.42	0.35	0.15	0.01	0.37	2.8	0.5	<0.1
11月11日	1 原水	16	7.7	42	5.0	9.4	7.8	3.5	3.3	0.58	0.30	2.3	0.09	0.30	0.52	1.4	<0.1
11月11日	2 処理水①	17	7.7	35	-	9.5	7.8	3.4	3.2	0.55	0.22	2.2	0.11	0.21	0.57	2.7	<0.1
11月11日	3 処理水②	16	7.7	34	-	9.3	7.6	3.3	3.1	0.50	0.18	1.9	0.13	0.17	0.64	2.3	0.2
11月11日	4 処理水③	16	7.7	34	7.4	9.1	7.7	3.3	3.1	0.48	0.18	1.9	0.14	0.18	0.67	2.1	0.1
11月11日	6 処理水⑤(複合処理)	5	7.7	33	-	7.4	6.9	3.2	3.1	0.29	0.21	0.17	0.02	0.21	2.5	0.5	0.2
11月19日	1 原水	16	7.3	26	5.7	8.4	6.4	2.1	1.9	0.32	0.14	0.69	0.07	0.14	0.81	1.4	0.1
11月19日	2 処理水①	17	7.1	26	-	8.2	6.2	2.0	1.8	0.34	0.11	0.57	0.08	0.10	0.86	2.3	0.1
11月19日	3 処理水②	14	7.2	25	-	7.6	6.3	2.0	1.8	0.31	0.11	0.51	0.09	0.10	0.93	2.2	0.2
11月19日	4 処理水③	15	7.2	25	8.0	7.7	6.2	2.0	1.8	0.30	0.11	0.51	0.09	0.10	0.94	2.0	0.2
11月19日	6 処理水⑤(複合処理)	5	7.2	34	-	6.6	6.4	2.9	2.9	0.26	0.19	0.04	0.01	0.19	2.5	0.6	<0.1
第1クール 平均値	1 原水	14	7.7	43	5.2	8.8	7.2	5.7	5.5	0.81	0.58	4.2	0.14	0.59	0.83	1.2	<0.1
	2 処理水①	15	7.7	41	-	8.8	7.0	5.6	5.4	0.77	0.41	4.0	0.16	0.41	0.87	2.2	<0.1
	3 処理水②	16	7.7	41	-	8.7	6.9	5.4	5.2	0.70	0.33	3.8	0.18	0.33	0.93	2.5	0.1
	4 処理水③	16	7.7	40	7.6	8.5	6.9	5.4	5.2	0.69	0.33	3.7	0.18	0.33	0.95	2.3	0.1
	6 処理水⑤(複合処理)	5	7.7	39	-	6.6	6.1	4.9	4.9	0.40	0.33	0.20	0.13	0.39	4.0	0.5	<0.1

別表2 水質分析結果（第2クール）

採水日	採水箇所	SS	pH	EC	DO	COD	D-COD	TN	D-TN	TP	D-TP	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	NO <sub>3</sub> -N	T-Fe	D-Fe
		mg/L	-	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
12月10日	1 原水	21	7.5	48	6.8	7.9	6.2	4.9	4.6	0.80	0.44	3.0	0.14	0.44	1.0	2.2	0.3
12月10日	2 処理水①	25	7.6	47	-	7.8	6.2	4.8	4.5	0.73	0.25	3.0	0.15	0.24	1.0	3.8	0.2
12月10日	3 処理水②	26	7.6	47	-	7.9	5.8	4.7	4.3	0.70	0.19	2.9	0.15	0.18	1.0	4.0	0.1
12月10日	4 処理水③	25	7.7	47	8.6	7.9	5.8	4.6	4.4	0.69	0.19	2.8	0.15	0.18	1.0	3.8	0.2
12月10日	5 処理水⑤(複合処理)	9	7.7	44	-	5.4	4.7	3.1	3.0	0.30	0.12	0.39	0.08	0.11	2.5	1.7	<0.1
12月22日	1 原水	21	7.6	47	6.9	8.6	6.4	6.4	5.9	0.82	0.43	4.3	0.12	0.47	0.90	2.0	0.2
12月22日	2 処理水①	21	7.6	47	-	8.8	6.5	6.4	6.1	0.78	0.34	4.3	0.13	0.36	0.96	2.6	0.1
12月22日	3 処理水②	24	7.7	47	-	8.8	6.5	6.4	6.0	0.76	0.29	4.2	0.14	0.31	1.0	3.0	0.1
12月22日	4 処理水③	22	7.7	47	8.9	8.5	6.5	6.4	6.0	0.74	0.29	4.2	0.14	0.31	1.0	2.8	0.1
12月22日	5 処理水⑤(複合処理)	9	7.7	45	-	6.3	5.4	5.7	5.6	0.42	0.22	1.1	0.11	0.24	3.8	1.5	<0.1
1月8日	1 原水	18	8.1	66	6.4	10	8.2	4.3	4.1	0.97	0.63	2.2	0.10	0.63	0.87	1.7	<0.1
1月8日	2 処理水①	18	8.1	63	-	9.8	8.0	4.3	4.0	0.94	0.58	2.2	0.11	0.56	0.91	2.3	0.1
1月8日	3 処理水②	22	8.1	61	-	10	8.0	4.3	4.0	0.92	0.47	2.1	0.11	0.46	0.95	3.1	0.1
1月8日	4 処理水③	20	8.0	61	8.3	10	7.9	4.3	4.0	0.90	0.47	2.0	0.11	0.46	0.96	3.1	<0.1
1月8日	5 処理水⑤(複合処理)	11	8.0	58	-	6.2	5.1	2.8	2.6	0.52	0.35	0.12	0.03	0.35	2.1	1.3	<0.1
1月15日	1 原水	12	8.0	61	7.3	8.1	6.9	8.1	7.8	1.0	0.78	6.8	0.08	0.78	0.69	1.4	<0.1
1月15日	2 処理水①	14	8.0	61	-	8.1	6.8	8.0	7.8	0.97	0.71	6.7	0.08	0.71	0.72	1.8	0.1
1月15日	3 処理水②	15	8.0	62	-	8.2	7.0	7.9	7.6	0.92	0.64	6.4	0.08	0.64	0.77	1.9	<0.1
1月15日	4 処理水③	13	8.0	62	8.8	8.2	7.1	7.8	7.6	0.87	0.63	6.3	0.08	0.63	0.79	1.9	<0.1
1月15日	5 処理水⑤(複合処理)	6	8.0	60	-	6.1	5.2	6.7	6.5	0.61	0.47	3.2	0.04	0.47	3.1	0.8	<0.1
1月22日	1 原水	21	7.4	49	7.8	8.3	6.2	5.2	4.8	0.59	0.23	4.1	0.07	0.21	0.71	2.2	<0.1
1月22日	2 処理水①	21	7.4	48	-	8.6	6.3	5.0	4.8	0.57	0.20	3.9	0.07	0.16	0.73	2.4	0.1
1月22日	3 処理水②	21	7.4	48	-	8.5	6.4	5.1	4.8	0.54	0.18	3.6	0.07	0.16	0.78	2.5	0.1
1月22日	4 処理水③	19	7.5	48	9.5	8.4	6.4	5.1	4.7	0.54	0.17	3.6	0.07	0.17	0.79	2.4	<0.1
1月22日	5 処理水⑤(複合処理)	9	7.5	46	-	7.0	5.9	4.6	4.5	0.29	0.16	1.2	0.03	0.15	2.9	1.2	0.1
第2クール 平均値	1 原水	18	7.7	54	7.0	8.6	6.8	5.8	5.5	0.84	0.50	4.1	0.10	0.51	0.83	1.9	0.1
	2 処理水①	20	7.7	53	-	8.6	6.8	5.7	5.4	0.80	0.41	4.0	0.11	0.40	0.87	2.6	0.1
	3 処理水②	22	7.7	53	-	8.7	6.7	5.7	5.3	0.77	0.35	3.8	0.11	0.35	0.91	2.9	0.1
	4 処理水③	20	7.8	53	8.8	8.6	6.7	5.6	5.3	0.75	0.35	3.8	0.11	0.35	0.92	2.8	0.1
	5 処理水⑤(複合処理)	8	7.8	51	-	6.2	5.3	4.6	4.5	0.43	0.26	1.2	0.06	0.27	2.9	1.3	<0.1

別表3 水質分析結果（第3クール）

採水日	採水箇所	SS	pH	EC	DO	COD	D-COD	TN	D-TN	TP	D-TP	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	NO <sub>3</sub> -N	T-Fe	D-Fe
		mg/L	-	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
2月12日	1 原水	24	7.9	46	6.6	7.6	5.3	4.6	4.3	0.74	0.23	3.0	0.08	0.23	1.0	3.5	0.4
2月12日	2 処理水①	28	7.9	48	-	7.6	5.3	4.7	4.4	0.74	0.16	3.0	0.09	0.15	1.0	4.9	0.3
2月12日	3 処理水②	31	7.9	48	-	7.8	5.5	4.6	4.4	0.66	0.078	3.0	0.08	0.072	1.1	6.1	0.5
2月12日	4 処理水③	31	8.0	48	8.4	7.6	5.3	4.7	4.4	0.67	0.082	3.0	0.08	0.074	1.1	6.1	0.4
2月12日	5 処理水⑤(複合処理)	18	7.9	50	-	6.2	4.6	5.6	5.5	0.46	0.091	1.5	0.04	0.087	3.5	3.4	<0.1
2月18日	1 原水	22	7.9	49	7.0	9.1	7.1	6.6	6.4	1.5	0.91	4.8	0.09	0.91	0.85	3.1	0.3
2月18日	2 処理水①	23	7.9	49	-	9.1	7.0	6.6	6.3	1.5	0.76	4.8	0.09	0.78	0.87	3.7	0.2
2月18日	3 処理水②	27	8.0	49	-	9.0	7.0	6.6	6.3	1.4	0.50	4.7	0.10	0.51	0.89	4.9	0.2
2月18日	4 処理水③	28	8.0	49	8.6	9.1	6.9	6.6	6.3	1.4	0.51	4.7	0.10	0.52	0.89	5.0	0.2
2月18日	5 処理水⑤(複合処理)	15	7.9	46	-	6.8	5.5	5.5	5.4	0.70	0.27	1.2	0.07	0.27	3.7	2.8	<0.1
2月26日	1 原水	19	7.5	49	7.7	7.5	5.7	5.0	4.7	0.34	0.079	3.1	0.10	0.067	1.2	2.4	0.2
2月26日	2 処理水①	20	7.5	49	-	7.5	5.7	5.0	4.7	0.33	0.055	3.1	0.09	0.041	1.2	2.9	0.2
2月26日	3 処理水②	21	7.5	49	-	7.1	5.7	5.0	4.8	0.31	0.042	3.2	0.09	0.029	1.2	3.7	0.4
2月26日	4 処理水③	22	7.6	49	9.0	7.0	5.6	5.0	4.8	0.31	0.040	3.2	0.09	0.030	1.2	3.7	0.4
2月26日	5 処理水⑤(複合処理)	12	7.6	47	-	5.8	5.0	5.0	4.9	0.26	0.10	0.64	0.07	0.093	3.8	2.0	<0.1
3月4日	1 原水	91	8.0	49	7.6	8.8	6.3	5.0	4.5	0.81	0.30	3.3	0.11	0.32	0.82	4.3	<0.1
3月4日	2 処理水①	94	8.0	49	-	8.9	6.4	5.0	4.5	0.84	0.31	3.3	0.11	0.31	0.82	4.5	<0.1
3月4日	3 処理水②	81	8.0	49	-	8.3	6.3	5.0	4.5	0.79	0.25	3.2	0.12	0.25	0.85	4.8	<0.1
3月4日	4 処理水③	83	8.1	49	8.5	8.4	6.3	5.0	4.5	0.79	0.25	3.2	0.12	0.25	0.85	4.6	<0.1
3月4日	5 処理水⑤(複合処理)	45	7.9	45	-	7.8	5.1	4.2	3.9	0.44	0.14	0.33	0.06	0.13	3.1	2.8	<0.1
3月11日	1 原水	41	7.8	45	7.7	9.8	6.4	3.7	3.3	0.51	0.17	1.9	0.07	0.17	0.75	3.1	<0.1
3月11日	2 処理水①	43	7.7	44	-	9.9	6.5	3.8	3.3	0.51	0.16	1.9	0.07	0.15	0.75	3.2	<0.1
3月11日	3 処理水②	39	7.7	41	-	9.8	6.6	3.7	3.3	0.50	0.12	1.8	0.07	0.11	0.77	3.9	<0.1
3月11日	4 処理水③	41	7.7	41	9.5	9.6	6.6	3.7	3.3	0.52	0.12	1.8	0.07	0.11	0.78	3.9	<0.1
3月11日	5 処理水⑤(複合処理)	24	7.7	35	-	7.9	5.8	3.4	3.1	0.33	0.13	0.19	0.03	0.12	2.3	2.6	<0.1
第3クール 平均値	1 原水	39	7.8	47	7.3	8.5	6.2	5.0	4.6	0.79	0.34	3.2	0.09	0.34	0.93	3.3	0.2
	2 処理水①	42	7.8	48	-	8.6	6.2	5.0	4.6	0.78	0.29	3.2	0.09	0.29	0.93	3.8	0.2
	3 処理水②	40	7.8	47	-	8.4	6.2	5.0	4.7	0.73	0.20	3.2	0.09	0.20	0.94	4.7	0.2
	4 処理水③	41	7.9	47	8.8	8.4	6.1	5.0	4.7	0.74	0.20	3.2	0.09	0.20	0.95	4.7	0.2
	5 処理水⑤(複合処理)	23	7.8	45	-	6.9	5.2	4.7	4.6	0.44	0.14	0.77	0.05	0.14	3.3	2.7	<0.1

## 1-13 小規模事業場の排水処理施設改善のための調査研究

### 1 目的

飲食店等の小規模事業所に設置されている合併処理浄化槽の水質情報を収集・整理し、実施設での調査・実験を行うことにより、合併処理浄化槽処理水の水質改善に関する知見を得る。

### 2 調査方法

ラーメン店の合併処理浄化槽処理水は、排水基準の超過率が高いことがこれまでの調査で明らかとなったのでラーメン店の協力の下、水質改善のための調査を実施した。

#### (1) 合併処理浄化槽処理水の水質調査

ラーメン店 4 店舗 (A, B, C, D 事業場) の水質を週 1 回の頻度で、4 回調査を行った。

#### (2) 合併処理浄化槽処理水の水質改善手法に関する調査

ラーメン店 2 店舗 (B と C 事業場) において概ね週 1 回の水質調査により、次の検討を行った。

- ① 合併処理浄化槽の汚泥引き抜きの効果
- ② グリストラップの清掃の効果
- ③ アルミ系凝集剤添加の効果

#### (3) 水質測定項目

SS, BOD, COD, ノルマルヘキサン抽出物, T-N, T-P, PO<sub>4</sub>-P, pH, 水温, 透視度

### 3 調査結果

#### (1) 合併処理浄化槽処理水の水質調査結果について

4 回の水質調査の平均値をみると、4 店舗の内 A 事業場を除く 3 店舗で全りんの排水基準 (6 mg/L) 超過が認められた。

そこで、排水基準を超過した 2 店舗 (B と C 事業場) で水質改善手法の検討を行うこととした。

#### (2) 合併処理浄化槽処理水の水質改善手法に関する調査結果について

調査期間は、B 事業場が 8 月から翌年 1 月、C 事業場が 8 月から 12 月までとした。

図 1 及び図 2 に B 事業場及び C 事業場の合併処理浄化槽処理水の T-P の推移を示す。図には合併処理浄化槽内の汚泥の引抜き日及びアルミ系凝集剤の添加を開始した日も合わせて示した。

##### ① 合併処理浄化槽の汚泥引き抜きの効果

汚泥の引抜き前後の T-P 濃度差は小さく、汚泥引き抜きの効果は小さいものと推察された。しかし、図 3 及び 4 に示すように BOD は、引抜き後が高くなっており、種汚泥を残さず引抜いたことが有機性汚濁の処理効率を低下させた一因と推測された。

##### ② グリストラップの清掃の効果

C 事業場は従前から事業者においてグリストラップの清掃を行っていたので、B 事業場においてグリストラップの清掃の効果を検討した。

B 事業場のグリストラップから回収した廃油量は、159 日の調査期間で約 1,014 kg に上ったが、グリストラップ越流水の T-P 濃度に変化は見られず、清掃の効果は明確ではなかった。

##### ③ アルミ系凝集剤添加の効果

アルミ系凝集剤は、店舗内のトイレから一日 3 回に分けて所定量を投入するよう依頼した。投入状況は、B 事業場では未投入があり不十分で、C 事業場では適切な投入が行われた。

合併処理浄化槽処理水の T-P は、凝集剤の投入状況を反映し、B 事業場では継続的な低下は見られなかったが、C 事業場では漸次低下し排水基準以下となった。

このことから、アルミ系凝集剤の添加は、適切に添加することで合併処理浄化槽処理水の T-P を低減させる効果があると推測された。

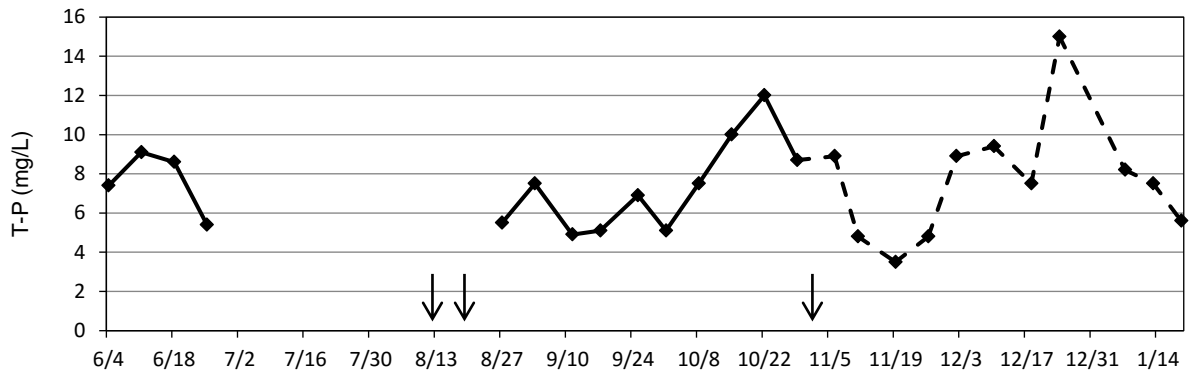


図1 B事業場の合併処理浄化槽放流水のT-P濃度の推移

8月13日からグリストラップの清掃を開始し、8月20、21日には浄化槽汚泥の引抜きを行った。また、破線は凝集剤の投入を開始した11月1日以降の推移を示す。

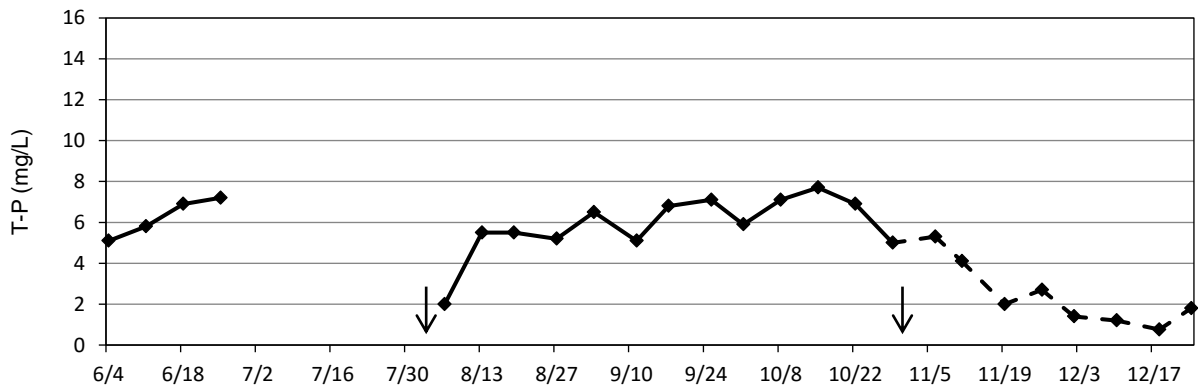


図2 C事業場の合併処理浄化槽放流水のT-P濃度の推移

8月4日に浄化槽汚泥の引抜きを行った。破線は凝集剤の投入を開始した11月1日以降の推移を示す。

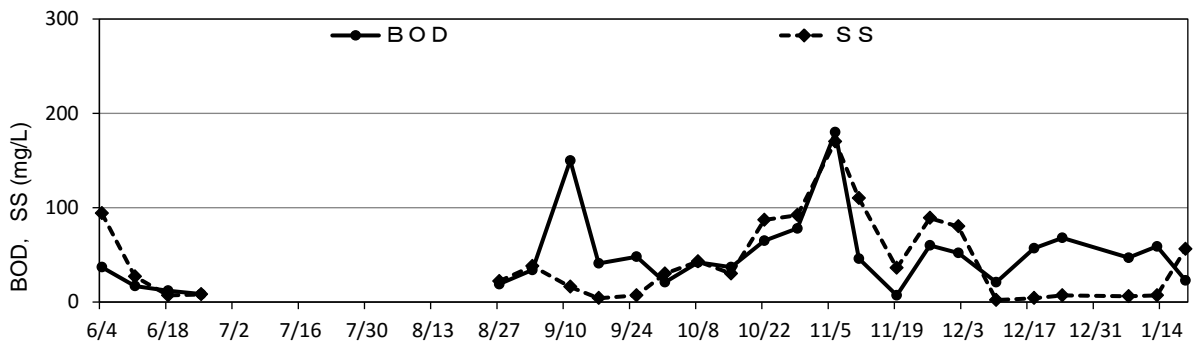


図3 B事業場の合併処理浄化槽処理水のBOD, SSの推移

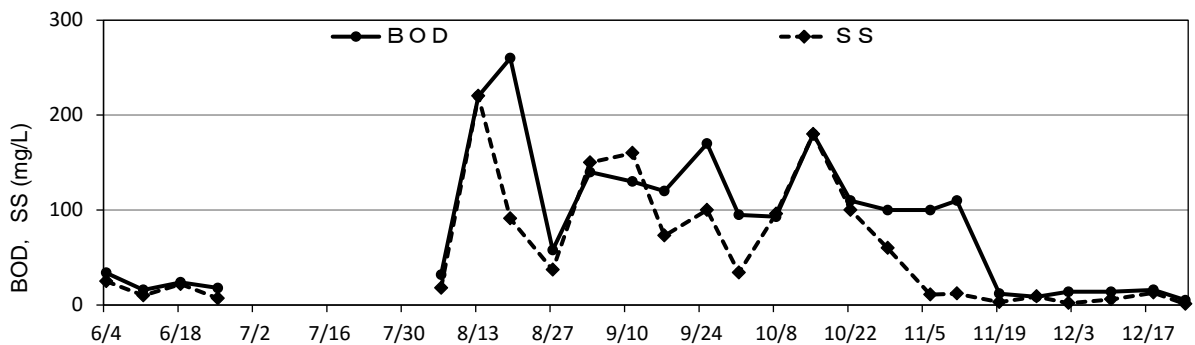


図4 C事業場の合併処理浄化槽処理水のBOD, SSの推移

## 1-14 霞ヶ浦直接浄化対策検証事業

### 1 目的

土浦港内の湖水を汲み上げ、アオコなどの植物プランクトン増加の原因の一つとなっている湖水中のりんを削減することで、植物プランクトンの発生を抑制し、水質改善をする凝集磁気分離技術を応用した直接浄化施設の浄化効果の検証を目的とする。

### 2 調査方法

#### (1) 調査内容

- ① 調査期間：平成 27 年 4 月 30 日～9 月 22 日
- ② 運転条件：1クール 28 日の運転を 4クール
- ③ 調査回数：1クールにつき、稼働前日と稼働後 3 回の計 4 回
- ④ 調査地点数：浄化対象水域 6 地点，土浦港内 2 地点の 8 地点
- ⑤ 水質分析項目：全りん (TP)，浮遊物質 (SS) の他，透明度，化学的酸素要求量 (COD)，全窒素 (TN)，各態窒素，りん酸イオン，動植物プランクトン
- ⑥ 検討事項：
  - イ) 浄化範囲の確定
  - ロ) 凝集剤種の効果

#### (2) 調査地点

浄化施設の設置場所および水質調査地点 (8 地点，①～⑧) を図 1 に示す。

図 1 浄化施設設置場所および調査地点

#### (3) 浄化施設稼働条件

各クールの日程と 1 日の処理水量を表 1 に示す。

表 1 稼働条件

運転期間	期間	処理水量 $\text{m}^3/\text{日}$
第1クール	5/1～5/28	5,000 (日中時間)
第2クール	6/8～6/14	5,000 (日中時間)
	6/15～7/5	10,000 (日中時間)
第3クール	7/16～8/12	10,000 (24時間)
第4クール	8/25～9/21	10,000 (24時間)



### 3 結果概要

#### (1) 浄化施設処理水の水質

浄化施設稼働時の原水と処理水の水質変動 (TP, SS) を図2に示す。第2クールにおいて目標水質である TP 0.03 mg/L 以下, SS 5 mg/L 以下を超過した。原因として, 原水の pH が PAC の凝集に適した pH 範囲を超えたために, フロックが形成できず, りん, SS が処理水中に残留したと考えられる。第3クール以降, 凝集剤を PAC から pH 低下の作用がある硫酸バンドに変更することにより, 目標水質を達成することができた。

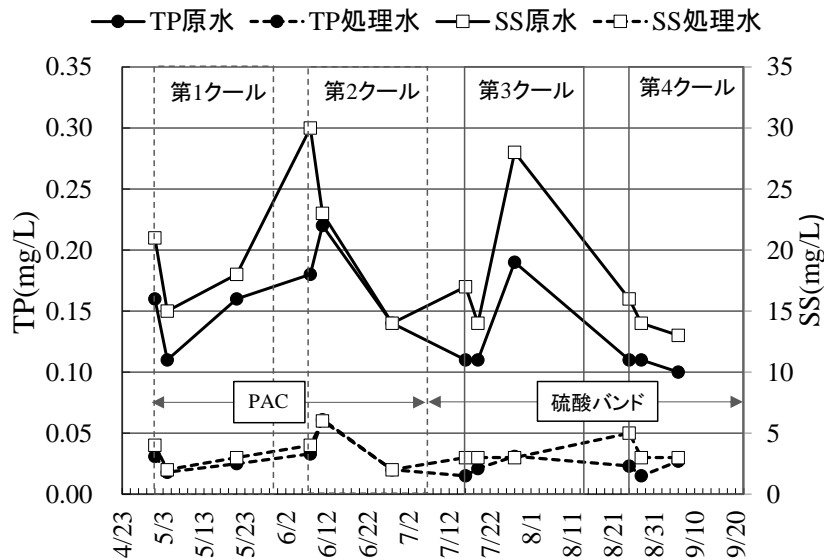


図2 TP, SS の原水と処理水の推移

目標処理水水質 : TP 0.03mg/L 以下, SS 5mg/L 以下

#### (2) 各地点の水質濃度 (TP, SS) の推移

浄化施設の処理対象項目である TP と SS, その他 COD, クロロフィル a について, 各地点の水質の推移を図3~6にそれぞれに示す。図には調査地点のうち代表地点として①, ③, ⑥, ⑧地点の値を示した (他の地点は表2を参考)。また, 図中, 実線枠が処理水量 10,000 m<sup>3</sup>/日, 破線枠が処理水量 5,000 m<sup>3</sup>/日の稼働条件となっている。

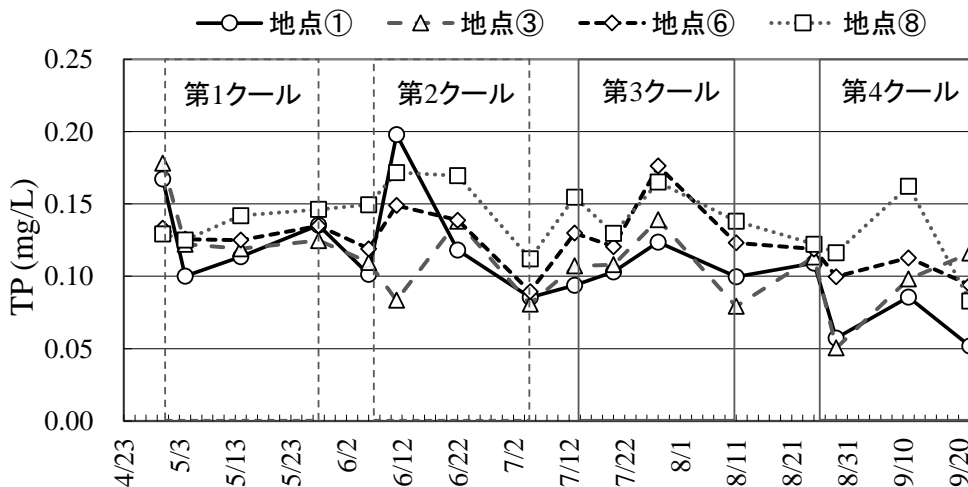


図3 代表地点の TP 濃度の推移

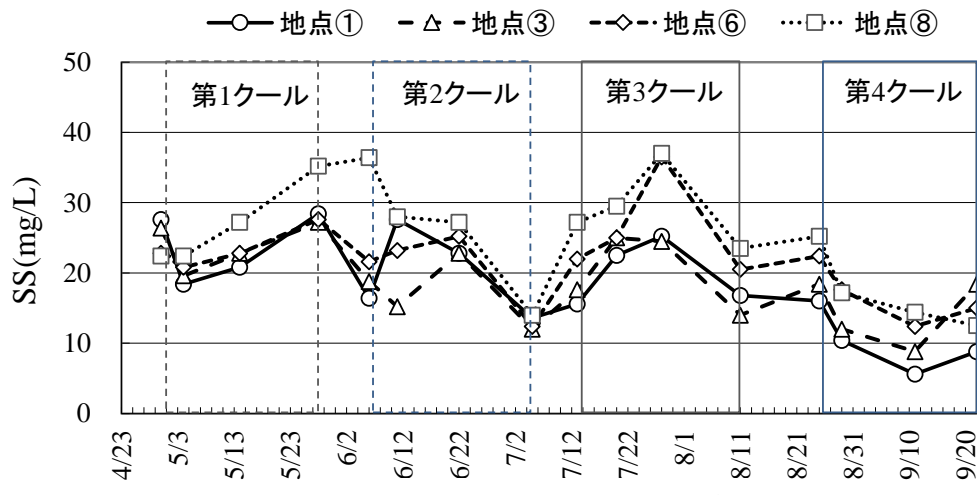


図4 代表地点のSS濃度の推移

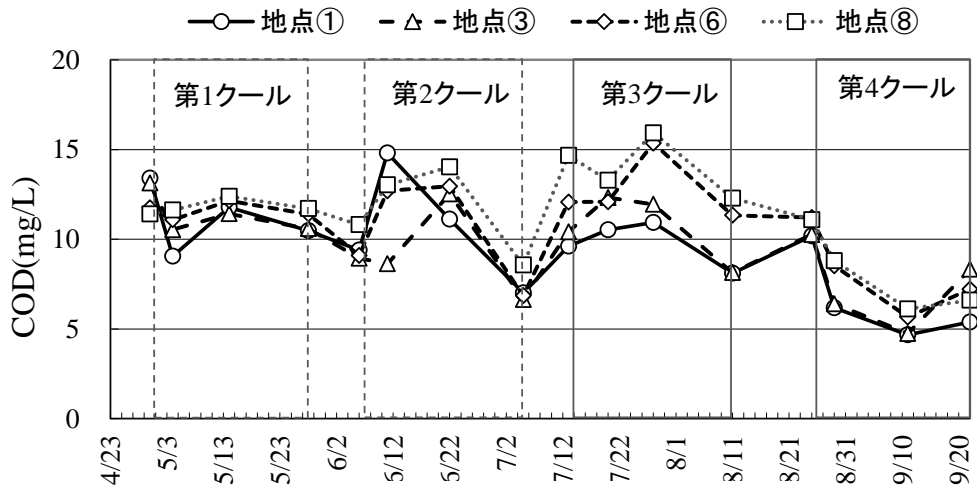


図5 代表地点のCOD濃度の推移

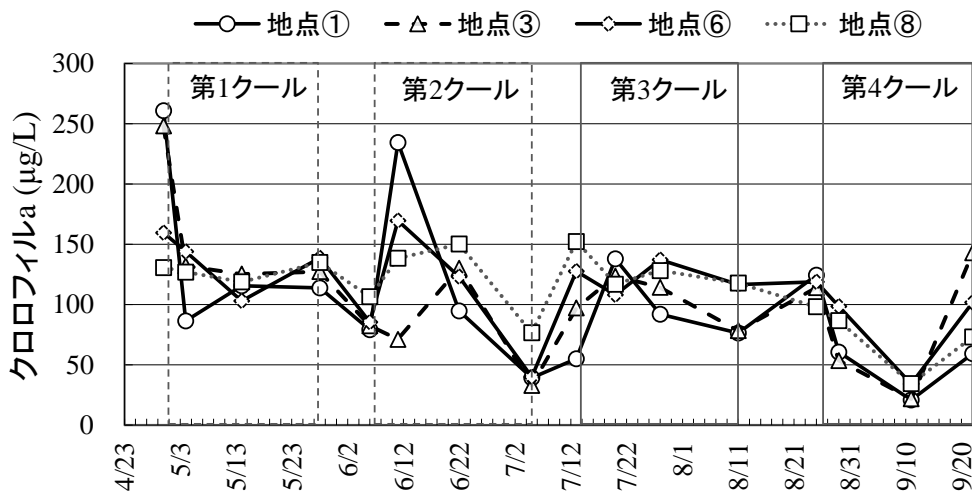


図6 代表地点のクロロフィルa濃度の推移

各地点の水質の値を比較すると、概ね地点⑧>地点⑥>地点①, ③の傾向がみられ、浄化対象水域において、浄化施設稼働による効果が現れていることが示唆された。地点⑧の土浦港入口は

浄化施設の放流口から最も遠く、施設稼働の影響が小さいこと、霞ヶ浦と接しており、湖水の影響が大きいため値が高くなったと考えられる。ただし、第2クールの6月11日の調査日ではTPの値が地点①>地点⑧と逆転していた。この要因としてはSS、COD、クロロフィルaの値も同様な傾向がみられたこと、調査日の午前中の風向が北東や北北東であったことから、増殖した植物プランクトンが、地点①に集積した結果と思われる。9月11日の調査ではTP濃度が各地点共に大きい値を示した。9月6～10日にかけて台風17、18号が記録的な豪雨を関東地方にもたらしており（約233mm）、河川から湖水へのりんの流入や、湖水中の泥の巻き上げなどが考えられる。

## (2) りん、SS、COD、クロロフィルaの改善率（削減率）による水質評価

図7に地点毎の改善率を示す。図7に示した改善率は昨年度までの検証から夏季に浄化施設の効果が認められた処理水量10,000m<sup>3</sup>/日（5,000m<sup>3</sup>/日では効果がみられなかった）の第3、4クールの平均値を用いた。改善率は湖水の水質と同等と考えられる地点⑧の値を考慮して求めた（式1）。表2に改善率の値を示した。浄化対象水域での水質は改善しており、その効果の大きさは地点①、②、③>地点④、⑤>地点⑥の順になっており、特に、地点①、②、③は、その他の地点と比較して改善率が向上していた。地点⑥のクロロフィルaの改善率が負の値となっているのは地点⑥の水質が土浦港入口の水質より悪化したためである。地点⑥は浄化施設から遠いため湖水の滞留時間が長く、植物プランクトンが増殖したためと思われる。

$$\text{改善率 (\%)} = (1 - \text{各地点の水質の値} / \text{地点⑧の水質の値}) \times 100 \dots \text{式1}$$

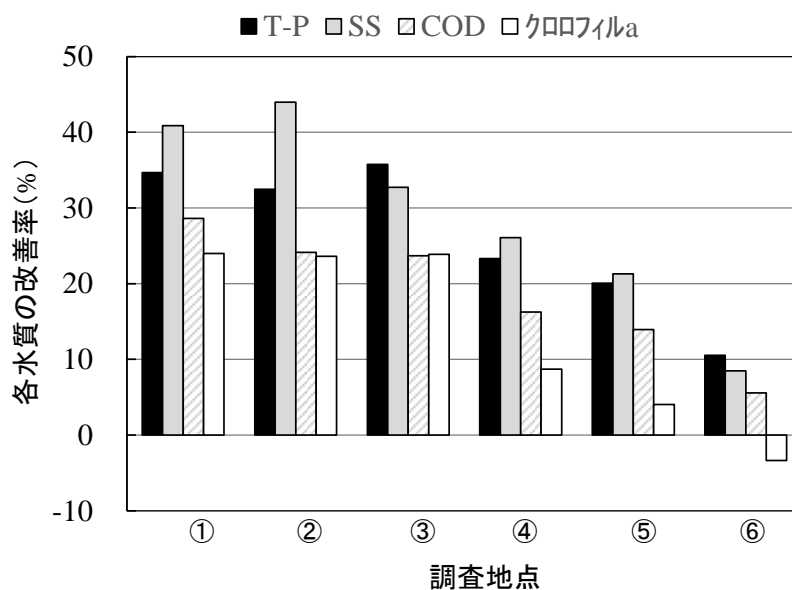


図7 各水質の改善率

## 4 まとめ

平成27年度は浄化対象水域内での調査地点を3点増やして6地点とした。TPの改善率は各地点共に概ね正の値を示し、その大きさは地点①、②、③>地点④、⑤>地点⑥の順となっていた。すなわち、浄化施設による浄化効果は対象水域全域に及んでいること、なかでも地点①から地点③までの改善効果が大きく、次に、地点④、⑤がほぼ同程度、放流口から一番遠い位置にあり、湖水の影響を受けやすい地点⑥の改善効果が小さいことが明らかになった。

また、凝集剤をPACから硫酸バンドに変更することで、夏場にpHが上昇しても、安定して目標水質の処理水を得ることができていることが分かった。

表2 各水質のデータおよび改善率

水質	クール	採水日	地点①	地点②	地点③	地点④	地点⑤	地点⑥	地点⑦	地点⑧	
T-P (mg/L)	H27第1クール	*2015/4/30	0.16	0.16	0.17	0.17	0.15	0.13	0.13	0.12	
		改善率(%)	-33	-33	-42	-42	-25	-8.3	-8.3	0	
		2015/5/4	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.12	0.11	0.12	
		改善率(%)	17	8.3	0	-8.3	-17	0	8.3	0	
		2015/5/14	0.11	0.12	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	
		改善率(%)	21	14	21	21	21	14	7.1	0	
		2015/5/28	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	
	改善率	7.1	7.1	14	14	14	7.1	7.1	0		
	稼働時平均改善率(%)	15	10	12	9.1	6.3	7.1	7.5	0		
	H27第2クール	*2015/6/6	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.13	0.14	
		改善率(%)	28	29	29	21	21	21	7.1	0	
		2015/6/11	0.19	0.17	0.083	0.10	0.097	0.14	0.15	0.17	
		改善率(%)	-12	0	51	41	43	18	12	0	
		2015/6/22	0.11	0.19	0.13	0.15	0.16	0.13	0.14	0.16	
		改善率(%)	31	-19	19	6.3	0	19	13	0	
		2015/7/5	0.085	0.090	0.080	0.086	0.080	0.089	0.10	0.11	
	改善率	23	18	27	22	27	19	9.1	0		
	稼働時平均改善率(%)	14	-0.19	32	23	23	18	11	0		
	1,2クール稼働時改善率平均(%)			15	4.9	22	16	15	13	9.3	0
	H27第3クール	*2015/7/13	0.093	0.093	0.10	0.11	0.11	0.12	0.15	0.15	
		改善率(%)	38	38	33	27	27	20	0	0	
		2015/7/20	0.10	0.12	0.10	0.12	0.12	0.12	0.11	0.12	
		改善率(%)	17	0	17	0	0	0	8.3	0	
		2015/7/28	0.12	0.12	0.13	0.16	0.16	0.17	0.17	0.16	
		改善率(%)	25	25	19	0	0	-6.3	-6.3	0	
		2015/8/11	0.099	0.088	0.079	0.080	0.089	0.12	0.13	0.13	
	改善率(%)	24	32	39	38	32	7.7	0	0		
稼働時平均改善率(%)	22	19	25	13	11	0.48	0.69	0			
H27第4クール	*2015/8/25	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.12		
	改善率(%)	17	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	17	0		
	2015/8/29	0.057	0.060	0.050	0.079	0.086	0.099	0.11	0.11		
	改善率(%)	48	45	55	28	22	10	0	0		
	2015/9/11	0.085	0.086	0.098	0.097	0.10	0.11	0.12	0.16		
	改善率(%)	47	46	39	39	38	31	25	0		
	*2015/9/22	0.051	0.096	0.11	0.12	0.094	0.094	0.080	0.082		
改善率(%)	38	-17	-34	-46	-15	-15	2.4	0			
稼働時平均改善率(%)	48	46	47	34	30	21	13	0			
3,4クール稼働時改善率平均(%)			35	32	36	23	20	11	6.6	0	
H27年稼働時平均値(%)			25	19	29	20	17	12	8.0	0	

\* 印は浄化施設稼働無

表2 各水質のデータおよび改善率(つづき)

水質	クール	採水日	地点①	地点②	地点③	地点④	地点⑤	地点⑥	地点⑦	地点⑧	
SS (mg/L)	H27第1クール	*2015/4/30	27	24	26	27	26	22	21	22	
		改善率(%)	-23	-9.1	-18	-23	-18	0	4.5	0	
		2015/5/4	18	17	19	20	22	20	18	22	
		改善率(%)	18	23	14	9.1	0	9.1	18	0	
		2015/5/14	20	22	22	24	19	22	24	27	
		改善率(%)	26	19	19	11	30	19	11	0	
		2015/5/28	28	28	27	25	25	27	26	35	
	改善率	20	20	23	29	29	23	26	0		
	稼働時平均改善率(%)	21	20	18	16	19	17	18	0		
	H27第2クール	*2015/6/6	16	18	18	20	22	21	29	36	
		改善率(%)	56	50	50	44	39	42	19	0	
		2015/6/11	27	25	15	20	17	23	28	28	
		改善率(%)	3.6	11	46	29	39	18	0	0	
		2015/6/22	22	31	22	25	27	25	34	27	
		改善率(%)	19	-15	19	7.4	0	7.4	-26	0	
		2015/7/5	13	13	12	11	12	12	16	14	
	改善率	7.1	7.1	14	21	14	14	-14	0		
	稼働時平均改善率(%)	10	1.0	26	19	18	13	-13	0		
	1,2クール稼働時改善率平均(%)			16	11	22	18	19	15	2.5	0
	H27第3クール	*2015/7/13	15	14	17	18	20	22	27	27	
		改善率(%)	44	48	37	33	26	19	0	0	
		2015/7/20	22	15	25	26	25	25	26	29	
		改善率(%)	24	48	14	10	14	14	10	0	
		2015/7/28	25	23	24	31	34	36	39	37	
		改善率(%)	32	38	35	16	8.1	2.7	-5.4	0	
		2015/8/11	16	14	14	14	15	20	21	23	
	改善率(%)	30	39	39	39	35	13	8.7	0		
	稼働時平均改善率(%)	29	42	29	22	19	10	4.5	0		
	H27第4クール	*2015/8/25	16	17	18	18	19	22	19	25	
		改善率(%)	36	32	28	28	24	12	24	0	
		2015/8/29	10	11	12	14	15	17	17	17	
		改善率(%)	41	35	29	18	12	0	0	0	
		2015/9/11	5	6	8	8	9	12	12	14	
改善率(%)		64	57	43	43	36	14	14	0		
*2015/9/22		8	14	18	18	14	15	13	12		
改善率(%)	33	-17	-50	-50	-17	-25	-8.3	0			
稼働時平均改善率(%)	53	46	36	30	24	7.1	7.1	0			
3,4クール稼働時改善率平均(%)			41	44	33	26	21	8.5	5.8	0	
H27年稼働時平均値(%)			28	27	28	22	20	12	4.2	0	

\* 印は浄化施設稼働無

表2 各水質のデータおよび改善率(つづき)

水質	クール	採水日	地点①	地点②	地点③	地点④	地点⑤	地点⑥	地点⑦	地点⑧	
COD (mg/L)	H27第1クール	*2015/4/30	13	12	13	13	13	11	11	11	
		改善率(%)	-18	-9.1	-18	-18	-18	0	0	0	
		2015/5/4	9.0	10	10	11	12	11	10	11	
		改善率(%)	18	9.1	9.1	0	-9.1	0	9.1	0	
		2015/5/14	11	12	11	10	11	12	12	12	
		改善率(%)	8.3	0	8.3	17	8.3	0	0	0	
		2015/5/28	10	10	10	10	11	11	11	11	
	改善率	9.1	9.1	9.1	9.1	0	0	0	0		
	稼働時平均改善率(%)	12	6.1	8.8	8.7	-0.3	0	3.0	0		
	H27第2クール	*2015/6/6	9.3	9.1	8.9	9.3	10	9.0	10	10	
		改善率(%)	7.0	9.0	11	7.0	0	10	0	0	
		2015/6/11	14	13	8.6	10	10	12	12	13	
		改善率(%)	-7.7	0	34	23	23	7.7	7.7	0	
		2015/6/22	11	15	12	13	14	12	12	14	
		改善率(%)	21	-7.1	14	7.1	0	14	14	0	
		2015/7/5	7.0	6.7	6.6	6.8	7.1	6.8	7.9	8.5	
	改善率	18	21	22	20	16	20	7.1	0		
	稼働時平均改善率(%)	10	4.7	23	17	13	14	0	0		
	1,2クール稼働時改善率平均(%)			11	5.4	16	13	6.5	7.0	1.5	0
	H27第3クール	*2015/7/13	10	10	10	11	11	12	14	14	
		改善率(%)	29	29	29	21	21	14	0	0	
		2015/7/20	10	12	12	12	11	12	12	13	
		改善率(%)	23	7.7	7.7	7.7	15	7.7	7.7	0	
		2015/7/28	10	10	11	12	14	15	16	15	
		改善率(%)	33	33	27	20	6.7	0	-6.7	0	
		2015/8/11	8.1	8.3	8.1	8.4	10	11	12	12	
	改善率(%)	33	31	33	30	21	8.3	0	0		
	稼働時平均改善率(%)	30	24	22	19	14	5.3	0	0		
	H27第4クール	*2015/8/25	10	10	10	11	11	11	10	11	
		改善率(%)	9.1	9.1	9.1	0	0	0	9.1	0	
2015/8/29		6.1	6.4	6.4	7.9	8.0	8.5	8.6	8.8		
改善率(%)		31	27	27	10	9.1	3.4	2.3	0		
2015/9/11		4.6	4.8	4.7	5.1	5.0	5.6	6.0	6.1		
改善率(%)		25	21	23	16	18	8.2	1.6	0		
*2015/9/22		5.3	7.5	8.3	8.6	9.0	7.2	6.6	6.6		
改善率(%)	20	-14	-26	-30	-36	-9.1	0	0			
稼働時平均改善率(%)	28	24	25	13	14	5.8	2.0	0			
3,4クール稼働時改善率平均(%)			29	24	24	16	14	5.6	1.1	0	
H27年稼働時平均値(%)			20	15	20	14	10	6.3	1.3	0	

\* 印は浄化施設稼働無

表2 各水質のデータおよび改善率(つづき)

水質	クール	採水日	地点①	地点②	地点③	地点④	地点⑤	地点⑥	地点⑦	地点⑧	
クロロフィルa (μg/L)	H27第1クール	*2015/4/30	260	210	240	230	220	150	140	130	
		改善率(%)	-100	-62	-85	-77	-69	-15	-7.7	0	
		2015/5/4	86	110	130	160	170	140	110	120	
		改善率(%)	28	8.3	-8.3	-33	-42	-17	8.3	0	
		2015/5/14	110	130	120	90	110	100	130	110	
		改善率(%)	0	-18	-9.1	18	0	9.1	-18	0	
	2015/5/28	110	93	120	120	120	130	130	130		
	改善率	15	28	7.7	7.7	7.7	0	0	0		
	稼働時平均改善率(%)	15	6.2	-3.2	-2.5	-11	-2.5	-3.3	0		
	H27第2クール	*2015/6/6	79	80	82	82	94	85	100	100	
		改善率(%)	21	20	18	18	6.0	15	0	0	
		2015/6/11	230	220	71	120	82	160	160	130	
		改善率(%)	-77	-69	45	7.7	37	-23	-23	0	
		2015/6/22	94	190	130	140	160	120	110	150	
		改善率(%)	37	-27	13	6.7	-6.7	20	27	0	
	2015/7/5	39	37	32	37	37	40	63	76		
	改善率	49	51	58	51	51	47	17	0		
	稼働時平均改善率(%)	3.0	-15	39	22	27	15	6.9	0		
	1,2クール稼働時改善率平均(%)			8.8	-4.3	18	10	7.9	6.1	1.8	0
	H27第3クール	*2015/7/13	55	84	97	100	99	120	160	150	
		改善率(%)	63	44	35	33	34	20	-6.7	0	
		2015/7/20	130	130	120	110	100	100	100	110	
		改善率(%)	-18	-18	-9.1	0	9.1	9.1	9.1	0	
		2015/7/28	91	100	110	120	120	130	130	120	
		改善率(%)	24	17	8.3	0	0	-8.3	-8.3	0	
	2015/8/11	76	72	78	78	86	110	110	110		
	改善率(%)	31	35	29	29	22	0	0	0		
	稼働時平均改善率(%)	12	11	9.4	10	10	0.3	0.3	0		
	H27第4クール	*2015/8/25	120	110	110	120	130	110	100	98	
		改善率(%)	-22	-12	-12	-22	-33	-12	-2.0	0	
2015/8/29		60	54	53	93	100	98	89	86		
改善率(%)		30	37	38	-8.1	-16	-14	-3.5	0		
2015/9/11		20	22	21	26	30	34	34	34		
改善率(%)		41	35	38	24	12	0	0	0		
*2015/9/22	59	110	140	160	99	100	89	73			
改善率(%)	19	-51	-92	-120	-36	-37	-22	0			
稼働時平均改善率(%)	36	36	38	7.7	-2.3	-7.0	-1.7	0			
3,4クール稼働時改善率平均(%)			24	24	24	8.7	4.0	-3.4	-0.7	0	
H27年稼働時平均値(%)			16	10	21	9.2	6.0	1.4	0.5	0	

\* 印は浄化施設稼働無

## 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、新たな水質保全対策が開始された。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27年4月から平成28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（図1）。
- ・ 調査項目：pH, DO, COD, d-COD, 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
- ・ H4地点に多項目水質計（東亜DKK製WQC-24）を通年設置、1時間間隔で現地の電気伝導率（EC）を測定

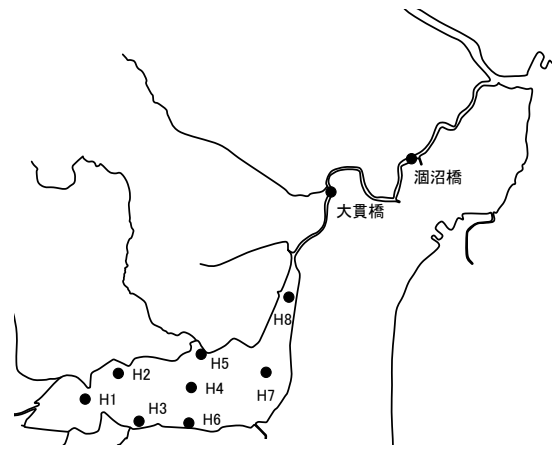


図1 調査地点

#### (2) 底泥からのリン溶出調査方法

H4地点において、7月25日にコアサンプル（カラム内径7cm, 長さ50cm（泥の充填30cm, 直上水20cm））を採取し、ゴム栓で密封して、10℃と25℃の恒温槽において、当日から一定期間毎にD0の測定及び水質を測定

#### (3) プランクトン調査

- ・ 調査期間：水質調査と同じ
- ・ 調査地点：湖内3調査地点（H1, 4, 7）
- ・ 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

平成27年度の月別推移を見ると、CODでは上層において10月から3月にかけて過去平均値よりも高い値で推移した。下層では、10月と11月で高い値を示したが、ほぼ過去平均値並で推移した。年平均値の経年変化では、上層が8.8 mg/L, 下層が7.5 mg/Lで平成15~26年平均の上層7.6 mg/L, 下層7.3 mg/Lと比較して高い値となった。

TNの月別推移については、上層において8月と1月から2月にかけて高い値を示した。下層では年間を通してほぼ過去平均値並みに推移した。年平均値では、上層が1.8 mg/L, 下層が1.5 mg/Lで平成15~26年度平均の上層1.7 mg/L, 下層1.6 mg/Lと比べ上層で同水準、下層は低い値であった。

TPの月別推移については、上層において年間を通して過去平均値に比べ高めに推移し、特に1月から2月にかけて高い値を示した。下層においても年間を通してやや高めに推移した。年平均値は、上層



が 0.12 mg/L, 下層が 0.11 mg/L で平成 15~26 年度平均の上層 0.090 mg/L, 下層 0.10 mg/L と比較して高い値であった。(図 2, 3)

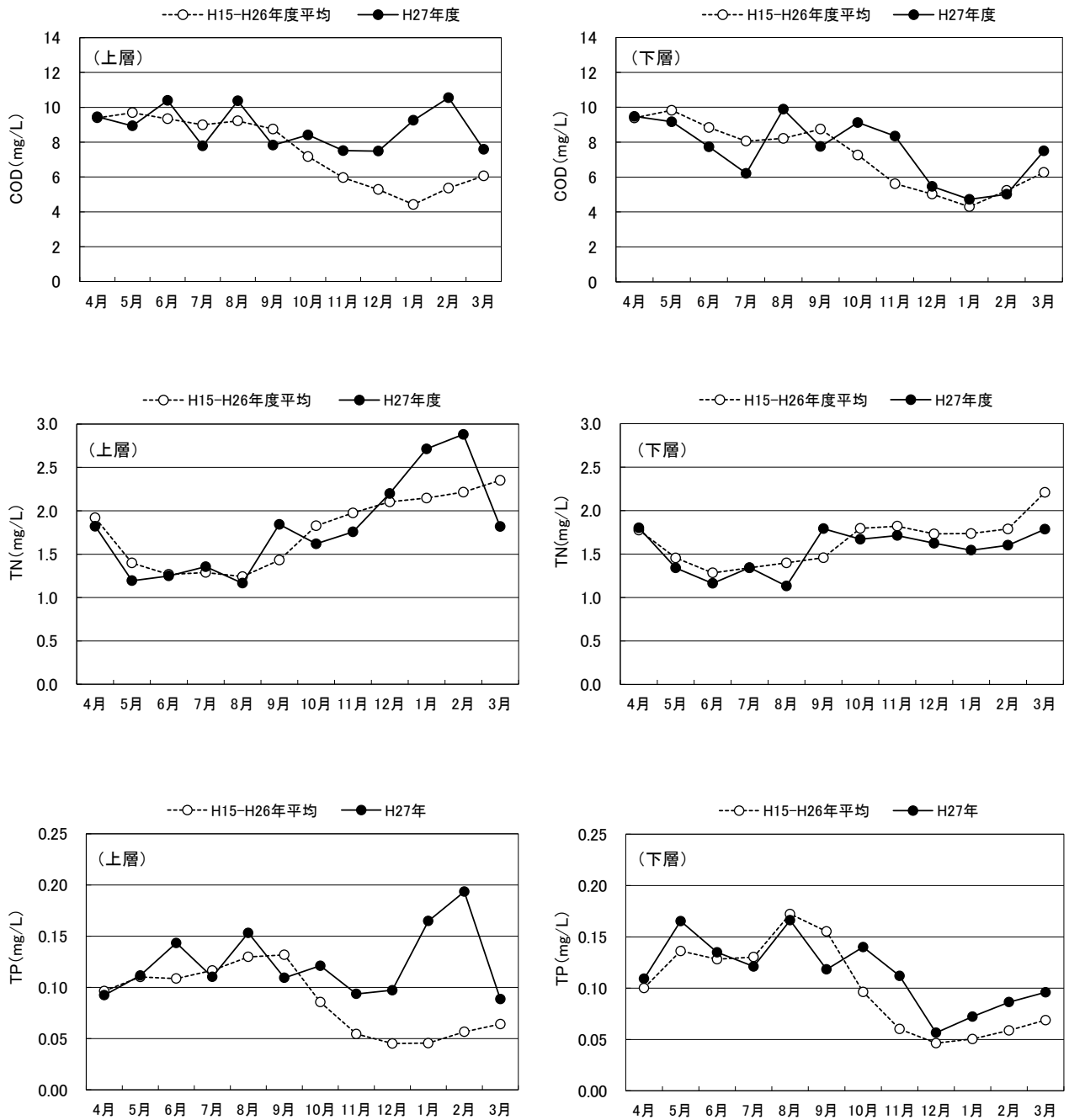


図2 平成27年度における湖内8地点のCOD, TN, TP濃度の月別推移

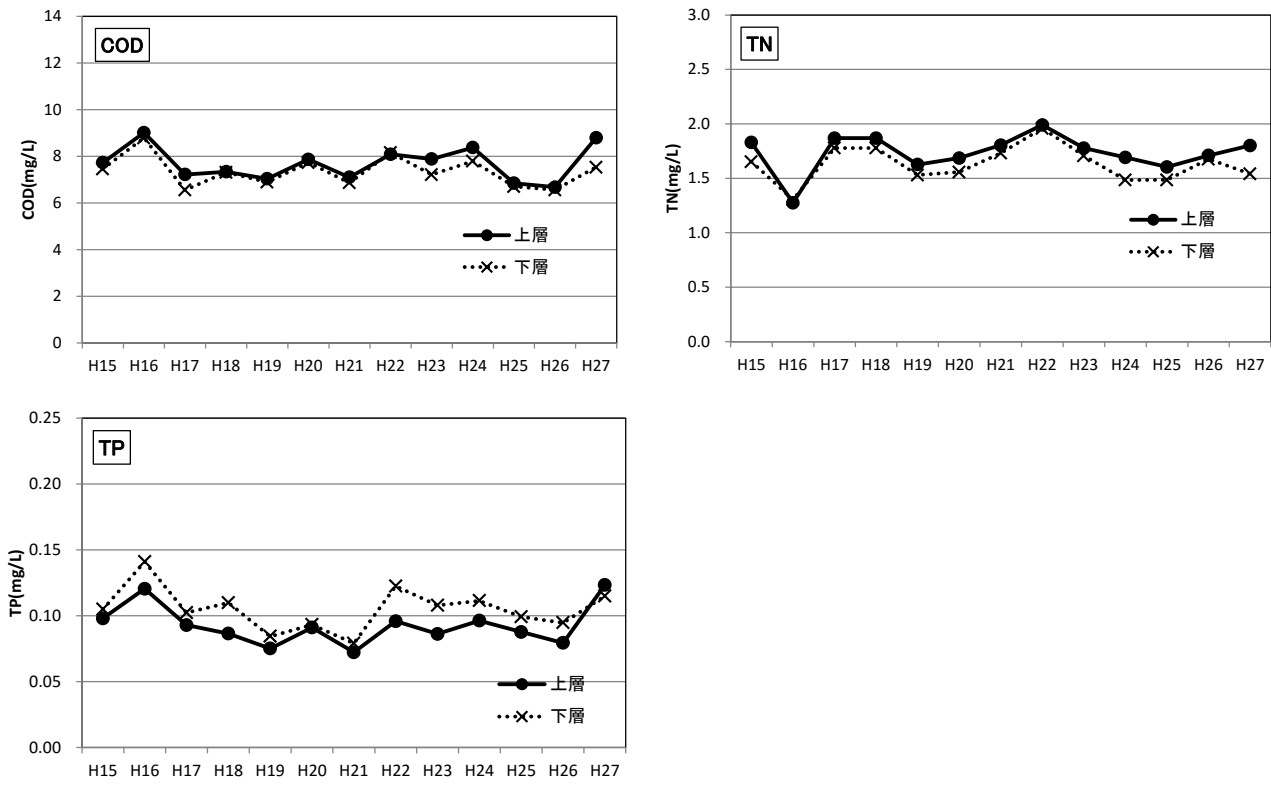


図3 湖内上層及び下層におけるCOD, TN, TPの経年変化(年度)

H4地点における多項目水質計によるECの調査結果では、5月から8月と10月下旬から2月にはECが上昇し、かつ上層と下層の差が大きくなる時期が見られた。

H4地点のCOD, TN, TP, PO<sub>4</sub>-Pとの関係を図4~7に示した。各水質項目とEC値の直接的な関係は無いことが見られた。

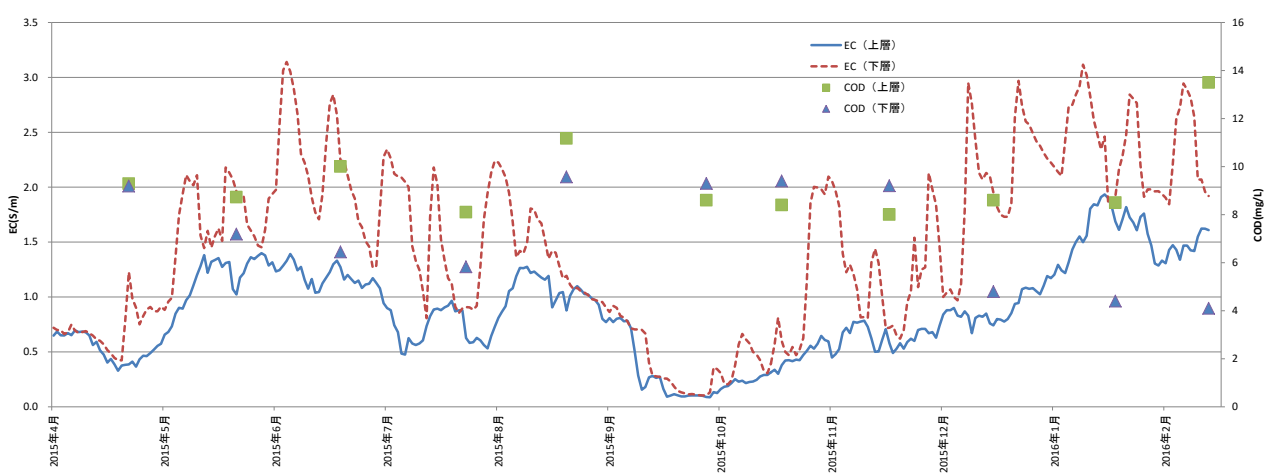


図4 ECとCODの推移

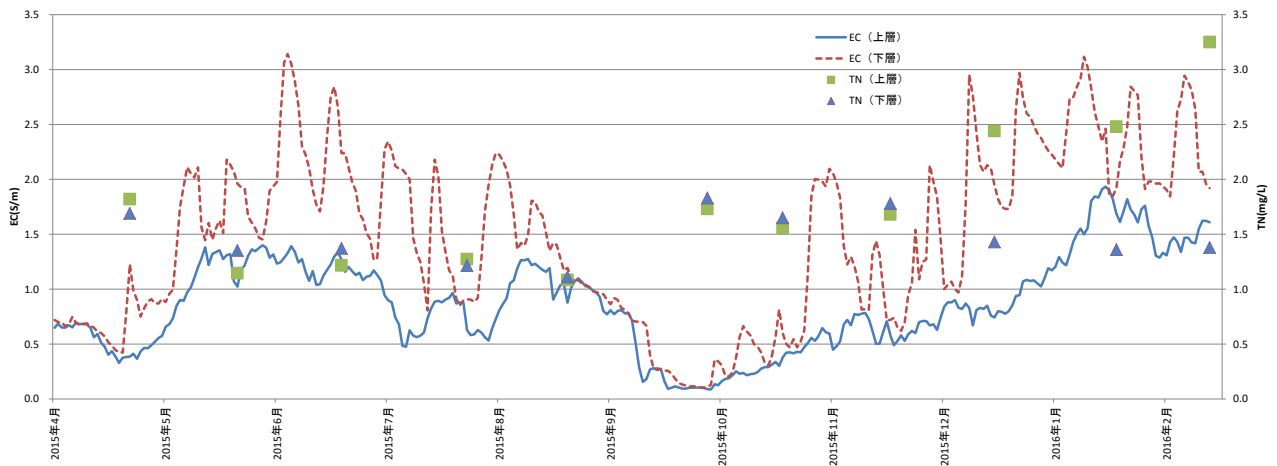


図5 ECとTNの推移

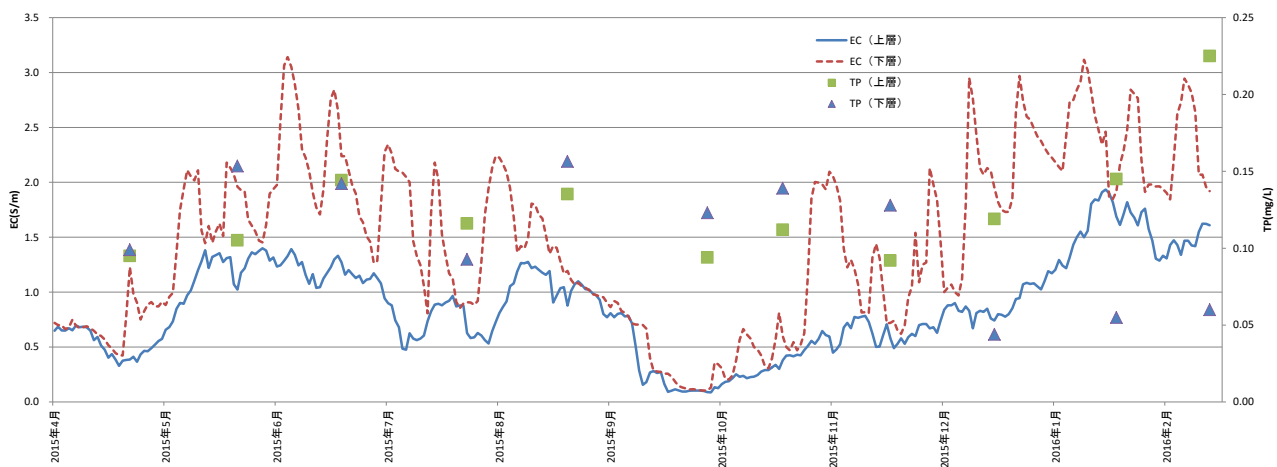


図6 ECとTPの推移

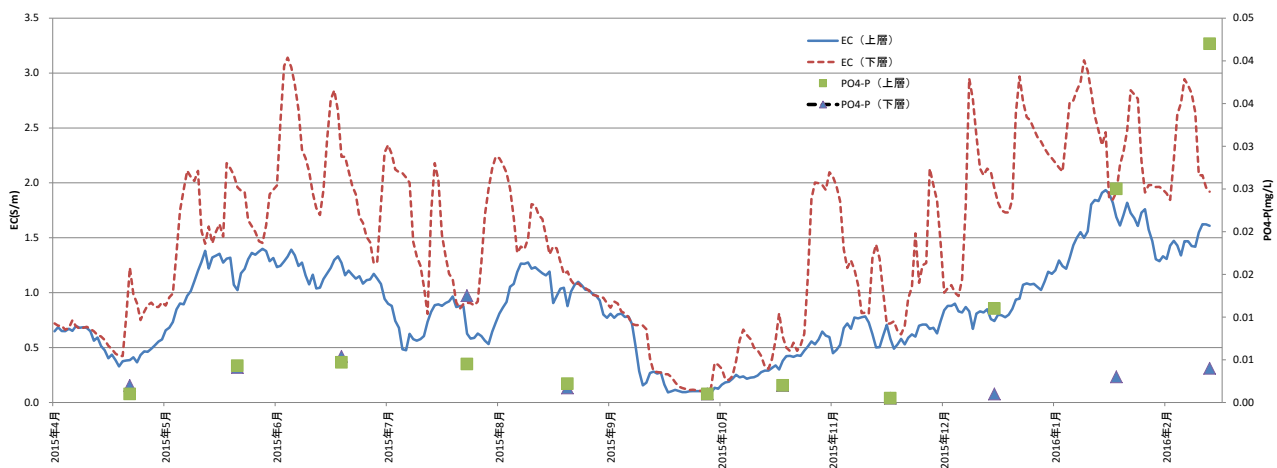


図7 ECとPO<sub>4</sub>-Pの推移

## (2) 底泥からのリン溶出調査

リンの溶出速度については、10℃については2サンプル、25℃については3サンプル調査し、直上水中の平均のDOが1mg/L以下になった日の平均濃度（初期値）と、調査最終日（終値）の平均濃度及び直上水量から、直上水中のリンの量を求め、量の差と調査期間日数から溶出速度を求めた。

$$\text{溶出速度} = \text{直上水濃度（終値 - 初期値）} \times \text{直上水量} / \text{算定期間日数} / \text{底泥表面積}$$

結果は、10℃の時は1.5mg/m<sup>2</sup>/d、25℃の時は2.5mg/m<sup>2</sup>/dとなり、霞ヶ浦において過去に調査したPO<sub>4</sub>-Pの溶出速度の結果<sup>2)</sup>（西浦8地点の調査期間内平均値2.5mg/m<sup>2</sup>/d、北浦6地点の調査期間内平均値4.1mg/m<sup>2</sup>/d）と比較して同程度か低めであることが分かった。（図8）

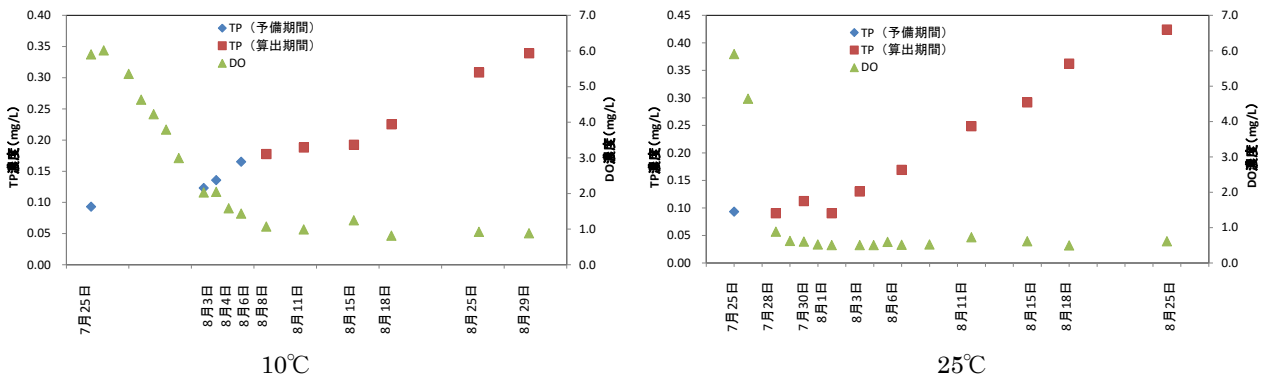


図8 TP及びDO濃度の推移

表1 溶出速度算出項目

	10℃	25℃
初期値濃度(mg/L)	0.17	0.09
終値濃度(mg/L)	0.33	0.42
水量(L)	0.79	0.83
算定期間日数(日)	21	28
底泥表面積(m <sup>2</sup> )	0.0038	0.0038
溶出速度(mg/m <sup>2</sup> /d)	1.59	2.58

## (2) プランクトン

湖内3地点平均の平成26年度から平成27年度にかけての植物プランクトンの生体積の推移では、年間を通して平成27年度の生体積が多く、8月には珪藻類が優占し発生量が多くなった。

また、12月から2月にかけては、湖水が赤褐色になる状態が確認され、12月にはクリプト藻、渦鞭毛藻が優占傾向となり、1月から2月にはクリプト藻が優占し、2月には生体積が41×10<sup>6</sup>μml<sup>3</sup>/Lを超えており、非常に多くなっていた。（図6）

平成27年度のCODが高くなった要因の一つとして、8月の珪藻類の増加と12月から2月のクリプト藻の増加の影響が考えられる。

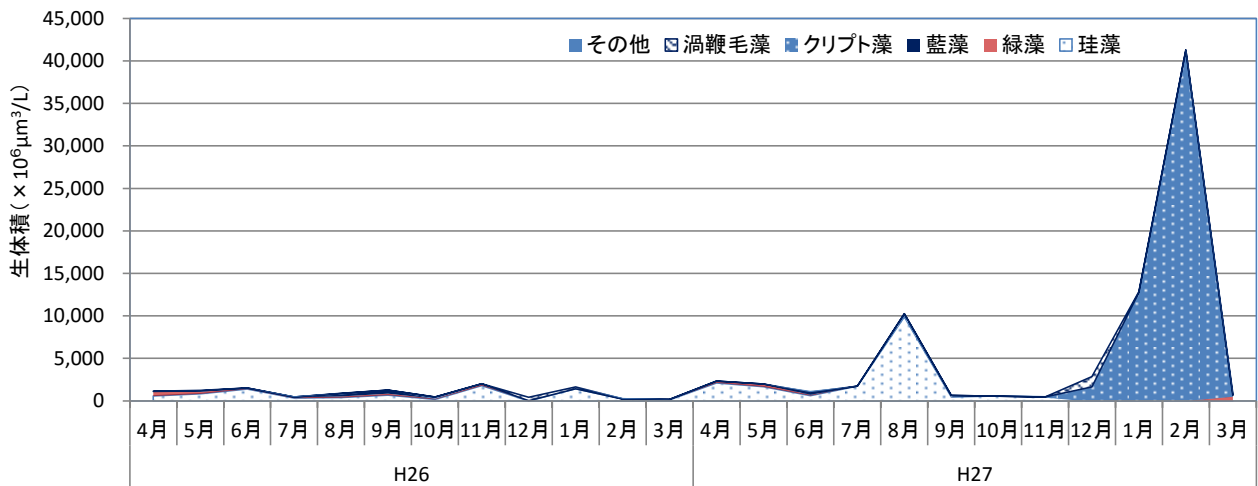


図9 平成26年度から平成27年度の植物プランクトン生体積の推移

湖内3地点平均の動物プランクトンの個体数の推移については、図7のとおりで、平成27年度は4月に繊毛虫の発生が多くなり、8月には輪形動物の増加が見られた。

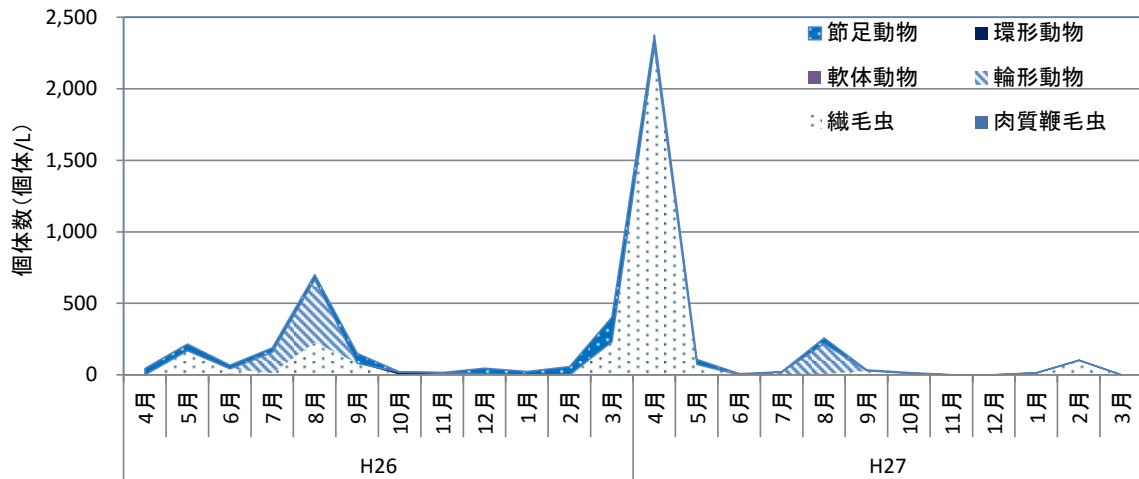


図10 平成26年度から平成27年度の動物プランクトン個体数の推移

#### 4 参考文献

- 1) 石井ら 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報第2号, p95～
- 2) 株式会社 東京建設コンサルタント 涸沼・牛久沼におけるプランクトンの同定検数業務報告書

別表1 潤沼の現地調査及び水質分析結果（4月）

平成27年4月22日

天気 晴れ

気温 17.1℃（水戸10時，気象庁データ）

	採水時刻	透明度	水深	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼 1 上層	10:43	0.60	2.2	17.0	9.4	13	19	9.0	3.4	3.6	2.0	2.0	1.5	0.05	1.4	0.03	0.098	0.014	0.003	110	0.97	0.59	4.8
潤沼 1 下層				16.3	9.2	9.9	39	10	3.5	4.1	2.1	1.9	1.1	0.04	0.97	0.03	0.15	0.011	0.003	160	3.4	1.0	3.9
潤沼 2 上層	10:57	0.55	2.5	17.0	9.5	13	23	9.6	3.4	3.9	2.0	1.8	1.1	0.03	1.0	0.03	0.095	0.011	0.001	140	1.7	0.93	4.0
潤沼 2 下層				16.2	9.3	12	24	9.9	3.4	3.8	2.0	1.7	1.1	0.04	0.99	0.03	0.096	0.011	0.002	150	3.4	1.0	4.0
潤沼 3 上層	10:32	0.60	2.6	16.8	9.4	14	21	9.8	3.3	3.9	2.0	1.7	1.2	0.04	1.0	0.03	0.081	0.010	0.002	130	2.7	0.74	4.2
潤沼 3 下層				15.8	9.2	9.1	42	9.7	3.3	3.8	2.1	1.8	1.1	0.04	1.0	0.03	0.11	0.009	0.002	150	4.4	1.3	3.9
潤沼 4 上層	10:10	0.60	3.2	16.1	9.4	12	16	9.2	3.1	4.2	2.0	1.8	1.0	0.03	0.99	0.03	0.095	0.010	0.001	130	3.7	1.1	4.0
潤沼 4 下層				15.9	9.0	12	31	9.1	3.0	4.3	2.1	1.6	1.0	0.03	0.92	0.03	0.099	0.010	0.002	140	8.7	2.9	3.5
潤沼 5 上層	11:10	0.55	2.4	17.0	9.5	14	24	10	3.2	4.3	2.0	1.7	1.0	0.03	0.90	0.03	0.097	0.010	0.002	140	4.0	1.2	3.8
潤沼 5 下層				16.1	9.5	12	29	10	3.5	4.0	2.1	1.7	1.0	0.04	0.91	0.03	0.10	0.010	0.002	140	4.5	1.4	3.8
潤沼 6 上層	10:20	0.55	2.8	16.0	9.3	12	23	9.1	3.2	3.6	2.0	1.7	1.1	0.04	1.0	0.03	0.083	0.011	0.002	130	3.4	1.0	4.0
潤沼 6 下層				15.2	9.2	10	25	8.6	3.2	3.3	2.0	1.8	1.2	0.04	1.1	0.03	0.096	0.009	0.001	140	4.5	1.4	4.0
潤沼 7 上層	9:43	0.55	2.6	16.8	8.7	13	23	9.2	3.0	4.1	2.1	1.7	1.0	0.04	0.91	0.03	0.093	0.009	0.002	140	4.8	1.4	3.6
潤沼 7 下層				16.5	8.9	10	35	8.5	2.9	3.6	2.1	1.8	1.1	0.04	0.96	0.03	0.11	0.009	0.003	120	7.4	2.9	3.5
潤沼 8 上層	11:30	0.50	2.3	17.0	9.5	13	24	9.3	3.0	3.9	2.1	1.7	1.1	0.04	0.98	0.03	0.097	0.009	0.002	130	5.0	1.5	3.8
潤沼 8 下層				15.4	9.2	10	28	8.5	3.0	3.8	2.0	1.7	1.1	0.03	0.95	0.03	0.099	0.009	0.002	120	9.2	3.2	3.5

	採水時刻	流量	透視度	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(cm)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼橋	12:45	-	13.0	17.3	8.7	11	32	7.5	2.2	3.6	1.9	1.5	1.0	0.04	0.90	0.03	0.086	0.009	0.002	100	10	12	3.4
大貫橋	12:30	-	12.0	17.6	8.7	12	30	8.7	2.6	3.7	2.0	1.7	1.0	0.04	0.90	0.03	0.10	0.009	0.002	110	7.2	6.8	3.6

別表2 潤沼の現地調査及び水質分析結果 (5月)

平成27年5月22日

天気 晴れ

気温 21.9℃ (水戸10時, 気象庁データ)

	採水時刻	透明度	水深	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼 1 上層	10:25	0.45	2.2	21.0	9.2	8.9	38	8.7	4.6	4.0	2.9	1.2	0.74	0.03	0.41	0.01	0.11	0.018	0.003	72	9.2	2.9	4.0
潤沼 1 下層				21.0	9.0	8.0	67	9.8	4.3	4.5	2.7	1.2	0.42	0.08	0.04	<0.01	0.14	0.018	0.003	100	14	5.5	2.7
潤沼 2 上層	10:35	0.50	2.6	22.5	9.4	11	20	9.2	4.3	4.6	2.9	1.1	0.46	0.03	0.12	0.01	0.10	0.019	0.003	89	11	3.9	3.3
潤沼 2 下層				21.5	9.2	5.1	72	9.2	3.8	4.1	2.7	1.3	0.60	0.24	0.04	<0.01	0.15	0.016	0.002	99	16	6.0	2.8
潤沼 3 上層	10:15	0.50	2.8	22.0	9.3	11	22	9.5	4.5	4.5	2.8	1.2	0.44	0.03	0.11	0.01	0.12	0.018	0.003	100	10	3.8	3.3
潤沼 3 下層				21.5	9.0	2.6	36	8.0	3.5	3.9	2.6	1.4	0.76	0.40	0.04	<0.01	0.19	0.016	0.002	94	18	6.5	3.1
潤沼 4 上層	9:50	0.50	3.3	21.0	9.5	13	20	8.7	4.1	4.6	2.9	1.1	0.40	0.03	0.07	0.01	0.10	0.015	0.004	88	10	3.3	3.3
潤沼 4 下層				19.5	8.8	3.6	34	7.1	3.2	3.6	2.4	1.3	0.72	0.33	0.10	0.01	0.15	0.016	0.004	71	23	9.1	2.7
潤沼 5 上層	10:50	0.50	2.4	22.0	9.6	13	30	9.3	4.0	4.7	2.8	1.1	0.34	0.03	<0.01	<0.01	0.11	0.017	0.002	81	12	4.0	2.9
潤沼 5 下層				22.5	9.8	13	32	10	4.0	4.8	2.8	1.1	0.33	0.06	<0.01	<0.01	0.11	0.017	0.002	78	12	4.1	2.9
潤沼 6 上層	10:05	0.50	2.8	22.0	9.4	11	23	8.9	4.2	4.5	2.7	1.2	0.39	0.04	0.04	0.01	0.12	0.020	0.004	100	11	3.8	3.2
潤沼 6 下層				21.0	9.0	4.2	35	8.4	3.7	3.8	2.6	1.4	0.65	0.30	0.06	0.01	0.19	0.017	0.003	97	18	6.9	3.0
潤沼 7 上層	9:30	0.60	2.7	21.5	8.1	12	31	8.4	3.8	4.4	2.7	1.1	0.43	0.03	0.11	0.01	0.10	0.015	0.002	85	8.8	3.1	3.5
潤沼 7 下層				21.0	8.9	8.4	75	9.4	3.6	4.6	2.8	1.2	0.32	0.03	<0.01	<0.01	0.16	0.015	0.002	110	14	5.2	2.8
潤沼 8 上層	11:05	0.60	2.6	22.0	9.9	13	20	8.5	4.2	4.2	2.8	1.1	0.43	0.03	0.10	0.01	0.10	0.017	0.001	87	9.4	3.0	3.4
潤沼 8 下層				21.5	9.6	8.2	76	11	4.1	4.8	2.8	1.4	0.36	0.03	0.05	<0.01	0.20	0.012	0.002	100	14	5.1	3.0

	採水時刻	流量	透視度	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(cm)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼橋	12:00	-	15.5	23.2	9.3	9.6	43	8.8	3.7	4.1	2.8	1.1	0.36	0.03	0.02	<0.01	0.14	0.017	0.002	90	13	4.6	2.9
大貫橋	11:48	-	14.0	22.0	9.5	12	34	8.8	4.0	4.3	2.9	0.99	0.45	0.03	0.11	0.01	0.081	0.016	0.003	85	9.8	3.3	3.4

別表3 潤沼の現地調査及び水質分析結果（6月）

平成27年6月20日

天気 晴れ

気温 23.8℃（水戸9時，気象庁データ）

	採水時刻	透明度	水深	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼 1 上層	10:10	0.60	2.3	22.0	9.4	14	38	11	4.9	6.1	3.3	1.3	0.52	0.03	0.11	0.02	0.16	0.023	0.002	180	6.0	2.1	5.4
潤沼 1 下層				22.0	9.0	7.9	61	9.9	4.9	5.0	3.2	1.1	0.42	0.03	0.02	<0.01	0.16	0.026	0.004	110	15	5.6	4.7
潤沼 2 上層	10:24	0.60	2.7	24.0	9.5	12	30	10	4.3	5.5	3.1	1.4	0.71	0.03	0.33	0.03	0.13	0.020	0.001	120	5.5	1.8	5.7
潤沼 2 下層				21.5	8.9	6.7	53	8.7	4.3	5.0	3.1	1.0	0.47	0.06	0.05	0.01	0.12	0.029	0.004	71	17	6.6	4.5
潤沼 3 上層	10:00	0.50	2.8	22.0	9.3	12	42	11	4.6	5.9	3.2	1.3	0.40	0.03	0.01	<0.01	0.15	0.026	0.004	160	10	3.5	5.2
潤沼 3 下層				21.5	8.9	5.3	65	8.0	3.7	4.2	2.9	1.2	0.60	0.19	0.05	0.01	0.14	0.028	0.004	5.0	19	7.3	4.6
潤沼 4 上層	9:35	0.50	3.3	23.5	9.5	13	42	10	4.1	6.3	3.3	1.2	0.44	0.04	<0.01	<0.01	0.14	0.029	0.004	90	12	4.0	4.8
潤沼 4 下層				22.5	8.8	3.3	54	6.4	3.4	3.8	2.7	1.3	0.87	0.47	0.03	<0.01	0.14	0.030	0.005	56	23	8.9	4.5
潤沼 5 上層	10:38	0.55	2.5	24.5	9.5	13	47	10	4.1	6.2	3.3	1.1	0.40	0.03	<0.01	<0.01	0.14	0.028	0.003	100	12	4.0	4.8
潤沼 5 下層				22.5	9.3	6.2	69	9.8	4.4	4.7	3.1	1.1	0.43	0.07	0.01	<0.01	0.15	0.027	0.003	83	15	5.7	4.7
潤沼 6 上層	9:50	0.45	2.9	21.5	9.2	11	39	10	4.3	5.7	3.2	1.2	0.42	0.03	<0.01	0.01	0.13	0.027	0.004	24	9.0	3.8	5.0
潤沼 6 下層				21.5	8.9	5.0	66	7.9	3.9	4.3	2.9	1.3	0.67	0.24	0.04	0.01	0.15	0.031	0.005	65	18	7.2	4.6
潤沼 7 上層	9:17	0.50	2.0	23.9	9.3	13	48	10	4.1	6.2	3.3	1.1	0.40	0.03	<0.01	<0.01	0.14	0.026	0.004	120	11	4.1	4.8
潤沼 7 下層				22.0	8.9	6.4	52	5.6	3.3	3.4	2.7	1.0	0.64	0.12	0.17	0.01	0.10	0.024	0.003	39	21	8.0	4.2
潤沼 8 上層	10:50	0.50	2.6	24.0	9.5	13	47	10	4.2	6.2	3.2	1.1	0.40	0.03	<0.01	<0.01	0.13	0.027	0.003	77	13	4.7	4.7
潤沼 8 下層				22.0	9.1	5.9	64	5.2	3.1	3.1	2.3	0.93	0.65	0.11	0.25	0.01	0.088	0.018	0.001	48	25	9.7	3.8

	採水時刻	流量	透視度	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(cm)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼橋	12:00	-	42.0	24.0	8.5	7.5	57	4.7	2.4	3.2	2.4	0.95	0.63	0.05	0.30	0.01	0.092	0.018	0.001	51	23	8.7	4.1
大貫橋	11:44	-	15.8	24.5	9.0	12	54	9.0	3.8	5.8	3.1	1.0	0.40	0.03	<0.01	<0.01	0.12	0.025	0.002	96	16	5.8	4.4



別表4 潤沼の現地調査及び水質分析結果（7月）

平成27年7月25日

天気 晴れ

気温 29.5℃（水戸10時，気象庁データ）

	採水時刻	透明度	水深	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼 1 上層	10:50	0.45	2.1	26.5	6.3	6.9	14	7.9	4.6	3.8	2.7	1.5	1.2	0.03	0.74	0.01	0.10	0.043	0.016	6.1	1.4	0.59	5.4
潤沼 1 下層				29.0	7.4	5.1	13	7.0	4.6	3.9	3.1	1.2	1.0	0.16	0.16	0.01	0.10	0.049	0.011	6.6	9.0	3.1	5.9
潤沼 2 上層	11:04	0.65	2.5	29.2	7.5	9.0	15	7.8	4.3	4.0	3.1	1.2	0.86	0.02	0.22	0.01	0.098	0.034	0.004	7.6	6.9	2.2	5.3
潤沼 2 下層				28.7	8.2	5.3	13	6.4	4.4	3.8	3.1	1.2	1.0	0.20	0.16	0.01	0.10	0.053	0.016	23	9.3	3.3	6.2
潤沼 3 上層	10:41	0.50	2.6	28.2	7.3	7.9	14	8.1	4.7	4.2	3.0	1.2	0.89	0.03	0.25	0.01	0.10	0.031	0.005	21	5.2	2.1	5.6
潤沼 3 下層				28.4	8.1	5.2	12	5.5	4.1	3.6	3.0	1.3	1.1	0.25	0.15	0.01	0.12	0.076	0.032	6.6	8.9	3.3	6.4
潤沼 4 上層	9:24	0.65	3.1	28.4	7.6	8.5	16	8.1	4.4	4.3	3.1	1.2	0.83	0.02	0.22	0.01	0.11	0.033	0.004	77	5.8	2.3	5.1
潤沼 4 下層				28.1	7.9	6.5	9	5.8	4.0	3.8	2.8	1.2	0.88	0.13	0.16	0.01	0.092	0.045	0.012	23	9.4	3.2	6.1
潤沼 5 上層	11:14	0.70	2.4	28.1	7.2	8.3	14	7.3	4.2	4.0	3.1	1.1	0.75	0.03	0.15	0.01	0.088	0.032	0.004	33	6.1	2.9	6.0
潤沼 5 下層				28.5	7.8	4.0	19	6.6	4.4	3.9	3.0	1.4	1.0	0.22	0.11	0.01	0.13	0.067	0.027	28	9.1	3.2	6.6
潤沼 6 上層	10:32	0.50	2.8	27.8	6.6	6.6	13	6.4	4.3	3.8	2.8	1.5	1.3	0.07	0.71	0.01	0.10	0.031	0.014	23	2.5	0.98	5.4
潤沼 6 下層				28.0	6.8	2.8	14	6.4	4.2	3.8	3.0	1.5	1.2	0.34	0.16	0.01	0.17	0.10	0.052	11	8.7	3.0	6.8
潤沼 7 上層	9:08	0.55	2.7	29.5	7.7	9.1	19	9.0	4.4	4.5	3.1	1.4	0.78	0.03	0.14	0.01	0.13	0.034	0.004	48	6.1	2.1	5.1
潤沼 7 下層				28.1	8.9	5.6	19	5.6	4.1	3.9	3.0	1.2	0.99	0.14	0.15	0.01	0.11	0.053	0.015	22	8.7	3.0	6.3
潤沼 8 上層	11:27	0.50	2.5	29.4	7.6	9.5	16	7.4	4.3	4.1	3.0	1.3	0.91	0.03	0.24	0.01	0.11	0.027	0.005	72	6.4	2.0	5.5
潤沼 8 下層				28.0	7.4	5.9	17	6.2	4.6	3.9	3.1	1.4	1.1	0.17	0.18	0.01	0.12	0.063	0.022	20	8.5	3.0	6.4

	採水時刻	流量	透視度	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(cm)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼橋	12:30	-	50.0	29.5	7.3	4.8	20	4.9	3.9	4.0	3.1	1.3	1.0	0.15	0.21	0.01	0.11	0.071	0.031	16	9.0	3.2	6.5
大貫橋	12:14	-	33.0	30.5	7.6	7.9	24	8.0	4.5	4.9	3.2	1.4	0.92	0.04	0.25	0.01	0.13	0.039	0.007	34	8.0	2.8	6.0

別表5 潤沼の現地調査及び水質分析結果（8月）

平成27年8月22日

天気 晴れ

気温 28.6℃（水戸10時，気象庁データ）

	採水時刻	透明度	水深	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼 1 上層	10:00	0.40	2.5	27.8	9.0	11	31	11	4.5	4.9	2.9	1.4	0.54	0.04	0.21	0.02	0.19	0.061	0.004	120	6.3	1.8	4.7
潤沼 1 下層				27.5	8.9	7.7	49	11	5.0	5.2	3.3	1.1	0.45	0.03	0.08	0.01	0.18	0.042	0.002	140	10	3.8	2.6
潤沼 2 上層	9:45	0.45	2.7	27.5	9.1	12	29	11	4.4	5.2	3.0	1.2	0.45	0.06	0.08	0.02	0.16	0.049	0.002	250	7.9	2.6	3.7
潤沼 2 下層				27.0	9.0	8.0	34	10	4.8	5.0	3.3	0.96	0.40	0.04	0.03	0.01	0.13	0.038	0.002	84	11	4.0	2.1
潤沼 3 上層	10:18	0.55	2.9	27.8	9.1	9.4	44	10	4.7	5.0	3.3	0.98	0.42	0.04	0.04	0.01	0.13	0.040	0.001	76	10	3.6	2.4
潤沼 3 下層				27.2	8.8	7.0	50	9.1	4.5	4.8	3.5	1.1	0.57	0.05	0.18	0.01	0.15	0.045	0.002	50	11	4.0	2.9
潤沼 4 上層	9:30	0.45	3.3	28.0	9.3	12	46	11	4.4	6.1	3.5	1.0	0.38	0.05	<0.01	<0.01	0.13	0.042	0.002	120	10	3.4	2.4
潤沼 4 下層				28.0	8.8	6.4	53	9.5	4.5	4.8	3.5	1.1	0.45	0.05	0.07	0.01	0.15	0.041	0.001	44	12	4.2	2.4
潤沼 5 上層	9:15	0.45	2.6	28.0	9.3	13	48	12	4.2	6.3	3.4	1.3	0.35	0.04	<0.01	<0.01	0.17	0.044	0.002	200	9.1	3.1	2.7
潤沼 5 下層				27.5	9.0	8.3	69	12	4.8	5.3	3.4	1.1	0.35	0.04	<0.01	0.01	0.16	0.035	0.001	180	10	3.9	2.1
潤沼 6 上層	10:27	0.55	3.0	28.0	9.0	8.4	43	9.1	4.6	4.9	3.5	1.0	0.44	0.04	0.06	0.01	0.12	0.040	0.001	62	11	3.9	2.3
潤沼 6 下層				27.5	8.8	7.5	54	9.5	4.5	4.5	3.5	1.1	0.55	0.04	0.17	0.01	0.15	0.039	0.001	100	11	4.2	2.4
潤沼 7 上層	10:42	0.45	2.8	28.2	8.9	9.5	32	10	4.2	5.0	3.5	1.0	0.35	0.03	<0.01	<0.01	0.13	0.035	0.001	40	11	4.2	1.7
潤沼 7 下層				28.0	8.4	4.7	77	9.6	4.1	4.7	3.5	1.2	0.68	0.20	0.10	0.01	0.20	0.067	0.019	44	12	4.4	3.5
潤沼 8 上層	11:00	0.60	2.8	28.0	7.9	4.1	38	6.8	4.0	3.8	3.2	1.1	0.88	0.23	0.28	0.03	0.16	0.10	0.048	68	12	4.5	4.7
潤沼 8 下層				27.2	7.6	2.5	44	6.4	4.1	3.3	3.0	1.2	1.0	0.32	0.38	0.03	0.17	0.13	0.077	16	13	4.7	5.6

	採水時刻	流量	透視度	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(cm)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼橋	12:10	-	50.0	28.0	7.8	5.6	49	2.5	1.0	1.8	1.4	1.1	1.0	0.18	0.68	0.02	0.12	0.10	0.050	2.2	20	7.9	6.5
大貫橋	12:00	-	50.0	28.0	7.5	3.7	34	3.7	2.3	2.4	2.1	1.1	1.0	0.20	0.59	0.03	0.14	0.12	0.067	8.2	16	5.9	6.2

別表6 潤沼の現地調査及び水質分析結果 (9月)

平成27年9月30日

天気 晴れ

気温 21.3℃ (水戸10時, 気象庁データ)

	採水時刻	透明度	水深	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼 1 上層	10:13	0.45	2.3	22.7	8.6	10	14	6.7	3.2	3.2	2.0	2.3	1.7	0.04	1.4	0.03	0.13	0.043	0.019	75	0.29	0.10	10
潤沼 1 下層				22.4	8.7	9.1	25	7.4	3.5	3.7	2.2	1.8	1.2	0.03	0.98	0.03	0.13	0.013	0.002	80	0.67	0.29	8.7
潤沼 2 上層	10:25	0.40	2.5	22.5	8.8	10	20	7.8	3.6	4.0	2.3	1.7	1.2	0.03	0.90	0.03	0.10	0.014	0.002	52	0.94	0.40	7.8
潤沼 2 下層				22.0	8.4	7.2	53	9.7	3.6	4.9	2.4	1.8	1.2	0.03	0.89	0.03	0.15	0.009	0.001	52	1.0	0.39	7.8
潤沼 3 上層	10:01	0.40	2.7	22.5	9.0	10	20	7.3	3.6	3.8	2.2	1.9	1.3	0.03	1.0	0.03	0.11	0.016	0.003	68	0.64	0.28	8.9
潤沼 3 下層				22.0	8.7	8.3	25	6.5	3.3	3.3	2.2	1.8	1.4	0.03	1.1	0.03	0.10	0.011	0.002	38	0.58	0.29	9.2
潤沼 4 上層	9:35	0.35	3.3	22.0	9.0	10	25	8.6	3.5	5.0	2.4	1.7	1.1	0.03	0.84	0.03	0.094	0.011	0.001	61	1.1	0.39	7.1
潤沼 4 下層				21.7	8.5	8.0	47	9.3	3.4	4.7	2.4	1.8	1.1	0.03	0.92	0.03	0.12	0.007	0.001	70	1.1	0.40	7.3
潤沼 5 上層	10:38	0.35	2.4	23.0	9.0	11	22	8.3	3.6	4.4	2.3	1.7	1.1	0.03	0.86	0.03	0.095	0.009	0.001	13	1.0	0.41	7.5
潤沼 5 下層				22.5	8.4	7.5	31	7.7	3.6	4.4	2.3	1.7	1.2	0.03	0.95	0.03	0.10	0.008	0.002	38	1.0	0.40	7.7
潤沼 6 上層	9:49	0.35	2.8	22.2	8.9	10	21	7.2	3.5	3.8	2.3	1.8	1.3	0.03	1.0	0.03	0.097	0.012	0.002	18	0.87	0.27	8.2
潤沼 6 下層				22.0	8.7	8.5	23	6.6	3.3	3.6	2.2	1.7	1.3	0.03	1.0	0.03	0.096	0.009	0.001	41	0.78	0.29	8.5
潤沼 7 上層	9:19	0.35	2.7	22.5	8.6	7.4	40	8.5	3.6	5.2	2.5	1.7	1.0	0.03	0.80	0.03	0.12	0.008	0.002	4.2	1.2	0.51	7.2
潤沼 7 下層				21.5	8.2	7.4	47	8.1	3.4	4.4	2.4	1.8	1.2	0.04	0.98	0.04	0.12	0.007	0.002	84	1.2	0.41	7.5
潤沼 8 上層	10:53	0.30	2.7	23.0	8.5	9.3	37	8.2	3.6	4.6	2.5	1.6	1.1	0.03	0.84	0.03	0.11	0.010	0.003	50	1.5	0.48	7.3
潤沼 8 下層				22.5	8.0	5.7	43	6.7	3.5	3.5	2.5	1.6	1.2	0.09	0.95	0.03	0.11	0.008	0.003	45	2.4	0.87	7.5

	採水時刻	流量	透視度	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(cm)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼橋	12:14	-	23.5	22.5	7.8	6.2	35	4.1	2.1		2.0	1.3	1.1	0.09	0.78	0.02	0.078	0.012	0.008	28	13	4.8	6.1
大貫橋	11:54	-	13.0	22.5	7.9	7.3	35	6.1	3.3		2.2	1.6	1.2	0.04	0.93	0.03	0.11	0.008	0.003	65	3.0	1.1	7.3

別表 7 潤沼の現地調査及び水質分析結果 (10月)

平成27年10月22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	水深	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼 1 上層	9:34	0.35	2.0	17.5	8.7	8.6	29	7.6	3.5	3.6	1.9	1.8	1.2	0.03	0.98	0.03	0.15	0.018	0.003	14	2.8	0.91	7.6
潤沼 1 下層				18.0	8.6	7.6	50	9.3	3.4	4.2	2.1	1.7	0.99	0.04	0.72	0.03	0.17	0.011	0.002	73	3.4	1.4	6.8
潤沼 2 上層	9:47	0.30	2.4	18.1	8.9	9.6	40	9.3	3.4	4.2	2.1	1.5	0.84	0.02	0.58	0.04	0.13	0.011	0.002	42	4.4	1.5	6.4
潤沼 2 下層				18.1	8.8	8.5	57	10	3.5	4.7	2.1	1.6	0.84	0.02	0.59	0.03	0.15	0.010	0.002	20	4.6	1.5	6.6
潤沼 3 上層	9:20	0.40	2.5	17.3	8.8	9.4	37	8.7	3.4	3.9	2.0	1.7	1.1	0.03	0.85	0.03	0.14	0.010	0.001	12	3.2	1.1	7.1
潤沼 3 下層				17.2	8.7	9.2	36	8.4	3.2	3.9	2.0	1.7	1.1	0.02	1.1	0.03	0.14	0.010	0.003	40	3.2	1.1	7.2
潤沼 4 上層	9:00	0.40	3.0	18.0	8.9	10	31	8.4	3.3	4.2	2.1	1.5	0.87	0.03	0.59	0.04	0.11	0.011	0.002	64	4.0	1.3	6.5
潤沼 4 下層				18.7	8.4	7.5	46	9.4	3.3	4.3	2.1	1.6	1.1	0.02	0.60	0.03	0.14	0.009	0.002	47	4.6	1.6	6.5
潤沼 5 上層	10:01	0.35	2.2	17.7	8.9	9.9	35	8.2	3.2	3.8	2.1	1.6	1.0	0.03	0.71	0.03	0.10	0.012	0.002	84	4.5	1.5	7.0
潤沼 5 下層				18.3	8.6	7.3	68	10	3.2	4.3	2.2	1.7	1.0	0.10	0.59	0.04	0.10	0.008	0.002	23	5.1	1.7	6.7
潤沼 6 上層	9:15	0.40	2.7	17.7	8.9	9.8	33	8.6	3.4	4.0	2.2	1.6	0.89	0.03	0.62	0.03	0.11	0.010	0.001	65	4.2	1.4	6.5
潤沼 6 下層				17.5	8.9	10	41	8.8	3.2	4.3	2.1	1.6	0.90	0.03	0.62	0.03	0.11	0.009	0.002	100	4.2	1.4	6.5
潤沼 7 上層	10:19	0.40	2.5	18.0	8.9	9.9	33	8.3	2.9	4.0	2.1	1.5	0.85	0.02	0.59	0.03	0.12	0.010	0.002	77	4.9	1.6	6.4
潤沼 7 下層				18.0	8.8	9.5	38	8.1	2.9	3.8	2.1	1.5	0.87	0.02	0.61	0.03	0.12	0.009	0.001	89	5.6	1.7	6.4
潤沼 8 上層	10:32	0.30	2.4	17.7	8.8	8.4	40	8.2	3.1	3.6	2.1	1.5	0.88	0.02	0.62	0.03	0.11	0.010	0.002	89	5.4	1.9	6.4
潤沼 8 下層				17.7	8.7	8.0	42	8.4	3.3	3.9	2.1	1.5	0.89	0.03	0.62	0.03	0.11	0.010	0.001	96	5.7	2.0	6.4

	採水時刻	流量	透視度	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(cm)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼橋	11:30	-	25.0	18.7	8.3	7.9	41	4.6	1.8	2.4	1.5	1.4	1.1	0.09	0.77	0.02	0.072	0.008	0.002	29	12	4.4	6.2
大貫橋	11:18	-	16.0	18.4	8.6	7.9	45	6.6	2.9	3.2	2.2	1.5	1.0	0.08	0.66	0.03	0.10	0.010	0.002	8.3	6.5	2.2	6.5

別表 8 潤沼の現地調査及び水質分析結果 (11 月)

平成27年11月20日

天気 曇り

気温 13.1℃ (水戸10時, 気象庁データ)

	採水時刻	透明度	水深	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼 1 上層	9:59	0.50	2.0	14.9	8.5	9.2	29	7.3	3.5	3.2	1.8	1.8	1.4	0.02	1.1	0.02	0.10	0.009	0.002	64	3.2	1.1	10
潤沼 1 下層				15.2	8.5	8.7	61	8.8	3.5	4.8	2.1	1.7	1.0	0.07	0.74	0.03	0.12	0.009	0.002	64	7.2	2.3	6.5
潤沼 2 上層	10:12	0.40	2.4	15.9	8.7	11	39	8.3	3.4	3.8	2.1	1.6	1.0	0.02	0.79	0.03	0.087	0.007	<0.001	49	6.8	2.1	6.5
潤沼 2 下層				15.2	8.6	8.3	44	8.0	3.5	4.6	2.1	1.6	1.0	0.08	0.77	0.03	0.15	0.007	0.001	13	7.2	2.3	6.5
潤沼 3 上層	9:50	0.50	2.5	14.4	8.2	10	21	6.7	3.6	2.8	2.1	1.9	1.6	0.02	1.0	0.02	0.10	0.007	0.003	45	1.8	0.75	8.9
潤沼 3 下層				15.0	8.4	7.9	61	8.5	3.3	4.2	2.1	1.7	1.0	0.06	1.1	0.03	0.12	0.006	0.001	82	6.9	2.3	6.5
潤沼 4 上層	9:25	0.40	3.0	14.5	8.7	10	39	8.0	3.3	3.7	2.1	1.6	1.0	0.02	0.84	0.03	0.092	0.005	<0.001	59	7.0	1.9	6.6
潤沼 4 下層				14.9	8.6	8.6	71	9.2	3.3	4.3	2.1	1.7	1.0	0.02	0.75	0.03	0.13	0.004	<0.001	85	7.3	2.3	7.3
潤沼 5 上層	10:24	0.40	2.3	14.5	8.7	10	39	7.9	3.5	4.6	2.1	1.6	1.0	0.02	0.80	0.03	0.085	0.005	<0.001	130	7.3	2.2	6.4
潤沼 5 下層				14.8	8.4	7.6	52	8.1	3.6	3.4	2.1	1.7	1.1	0.18	0.74	0.03	0.10	0.005	<0.001	32	7.4	2.3	7.7
潤沼 6 上層	9:40	0.50	2.7	14.2	8.3	10	23	6.5	3.5	3.2	2.0	1.9	1.5	0.02	1.3	0.02	0.099	0.006	0.003	69	3.1	0.70	8.2
潤沼 6 下層				15.2	8.3	8.0	68	8.7	3.2	4.3	2.1	1.7	1.0	0.04	0.76	0.03	0.12	0.005	<0.001	68	6.7	2.2	6.4
潤沼 7 上層	9:05	0.40	2.5	15.5	8.3	8.8	50	8.0	3.4	4.5	2.1	1.6	1.0	0.02	0.76	0.03	0.095	0.005	<0.001	110	7.3	2.2	6.4
潤沼 7 下層				15.0	8.5	10	53	8.0	3.4	4.3	2.1	1.6	1.0	0.02	0.77	0.03	0.098	0.005	<0.001	58	7.4	2.3	7.5
潤沼 8 上層	10:41	0.40	2.4	14.6	8.3	7.7	52	7.4	3.5	3.6	2.2	1.6	1.1	0.15	0.75	0.03	0.095	0.005	<0.001	7.2	7.7	2.3	7.3
潤沼 8 下層				15.0	8.3	7.5	52	7.5	3.4	3.5	2.2	1.6	1.1	0.14	0.74	0.03	0.098	0.005	<0.001	120	7.6	2.3	6.6

	採水時刻	流量	透視度	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(cm)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼橋	11:45	-	36.0	15.7	7.6	6.9	44	3.4	2.3	2.0	1.5	1.6	1.3	0.19	0.89	0.02	0.087	0.017	0.011	18	16	5.5	6.9
大貫橋	11:30	-	20.0	15.3	7.9	6.7	42	6.0	3.4	3.1	2.2	1.6	1.2	0.19	0.77	0.03	0.087	0.005	<0.001	39	8.1	2.5	6.6

別表9 潤沼の現地調査及び水質分析結果 (12月)

平成27年12月19日

天気 曇り

気温 8.0℃ (水戸10時, 気象庁データ)

	採水時刻	透明度	水深	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼 1 上層	9:35	0.40	2.0	9.5	8.5	10	35	10	4.1	3.3	2.5	2.8	1.6	0.04	1.0	0.02	0.21	0.061	0.041	86	8.8	2.8	9.7
潤沼 1 下層				11.5	7.8	4.2	31	5.7	3.4	4.9	2.1	1.7	1.3	0.26	0.73	0.03	0.070	0.017	0.002	2.1	12	4.6	8.5
潤沼 2 上層	9:42	0.45	2.3	9.5	8.9	14	29	9.2	3.9	3.9	2.4	2.3	1.5	0.03	1.0	0.02	0.13	0.037	0.018	60	9.8	3.1	8.9
潤沼 2 下層				10.5	8.4	5.1	29	5.1	3.6	4.6	2.1	1.6	1.4	0.27	0.75	0.04	0.055	0.018	0.002	7.0	12	4.8	8.5
潤沼 3 上層	9:21	0.75	2.5	7.5	9.0	13	15	5.9	3.4	2.9	1.9	2.1	1.7	0.02	1.4	0.02	0.054	0.014	0.003	10	7.3	2.3	9.8
潤沼 3 下層				10.0	7.8	1.5	34	4.6	3.0	4.3	1.9	1.3	1.1	0.15	0.60	0.05	0.050	0.012	0.001	10	16	6.2	7.9
潤沼 4 上層	9:00	0.55	2.9	8.5	8.8	12	24	8.6	3.7	3.8	2.0	2.4	1.7	0.03	1.2	0.02	0.11	0.026	0.011	43	8.3	2.4	9.9
潤沼 4 下層				10.0	7.8	3.6	35	4.8	3.0	4.4	1.9	1.4	1.2	0.13	0.71	0.04	0.044	0.009	0.001	3.3	18	6.8	7.4
潤沼 5 上層	9:55	0.65	2.2	8.5	9.1	14	21	7.6	3.6	4.6	2.1	2.0	1.5	0.03	1.1	0.02	0.088	0.021	0.006	39	8.6	2.8	9.3
潤沼 5 下層				9.0	9.0	12	25	7.5	3.6	3.4	2.1	1.9	1.4	0.03	1.0	0.02	0.079	0.018	0.003	59	9.3	3.1	9.0
潤沼 6 上層	9:11	1.30	2.7	7.5	9.1	14	14	5.2	3.2	3.2	1.9	1.9	1.6	0.02	1.3	0.02	0.048	0.013	0.002	17	8.0	2.2	9.7
潤沼 6 下層				10.0	7.8	2.7	65	4.4	3.0	4.3	1.9	1.3	1.1	0.11	0.70	0.05	0.042	0.013	0.001	7.7	17	6.6	7.4
潤沼 7 上層	8:45	0.85	2.3	9.0	8.8	15	21	6.7	3.4	4.6	2.0	2.0	1.5	0.03	1.2	0.02	0.071	0.018	0.003	50	8.1	2.7	9.6
潤沼 7 下層				9.5	8.6	10	26	5.5	3.3	4.4	2.0	1.6	1.3	0.02	0.98	0.03	0.053	0.014	0.003	17	11	3.8	8.8
潤沼 8 上層	10:05	0.80	2.4	9.0	9.1	15	22	5.8	3.6	3.7	2.1	1.7	1.5	0.02	1.1	0.02	0.055	0.017	0.003	6.5	9.1	2.9	9.2
潤沼 8 下層				9.3	9.1	14	27	6.1	3.3	3.5	2.1	1.7	1.4	0.02	1.1	0.02	0.059	0.014	0.002	32	9.2	3.0	9.0

	採水時刻	流量	透視度	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(cm)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼橋	11:08	-	50.0	11.7	8.2	8.8	25	2.2	1.7	2.1	1.1	1.0	0.99	0.08	0.67	0.01	0.038	0.015	0.009	2.2	28	10	5.7
大貫橋	10:53	-	50.0	11.0	8.5	11	31	4.7	3.0	3.2	1.9	1.6	1.4	0.03	1.0	0.02	0.056	0.014	0.001	13	12	4.3	8.7

別表 10 潤沼の現地調査及び水質分析結果 (1月)

平成28年1月22日

天気 晴れ

気温 5.2℃ (水戸10時, 気象庁データ)

	採水時刻	透明度	水深	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼 1 上層	9:48	0.70	2.1	6.0	8.7	10	20	7.9	2.1	4.0	1.9	2.3	1.1	0.06	0.68	0.03	0.14	0.019	0.004	130	17	6.2	7.8
潤沼 1 下層				6.5	8.5	8.3	9	4.0	3.0	2.3	2.2	1.5	1.2	0.03	0.65	0.02	0.070	0.055	0.031	24	18	6.4	7.4
潤沼 2 上層	9:57	1.00	2.5	6.5	8.7	12	13	5.2	2.5	2.9	2.0	1.7	1.1	0.03	0.64	0.03	0.094	0.027	0.011	75	18	6.3	7.4
潤沼 2 下層				6.7	8.7	8.7	12	3.7	2.4	2.2	1.8	1.5	1.1	0.06	0.70	0.03	0.064	0.017	0.004	28	18	6.4	7.3
潤沼 3 上層	9:36	0.30	2.5	5.1	8.8	12	33	19	5.6	7.7	3.7	5.5	1.9	0.05	0.77	0.02	0.39	0.18	0.139	460	16	5.2	8.0
潤沼 3 下層				5.9	8.4	8.1	10	4.8	3.0	2.2	1.8	1.4	1.0	0.07	0.61	0.03	0.069	0.015	0.003	16	19	6.6	7.2
潤沼 4 上層	9:15	0.55	3.1	4.7	8.8	14	15	8.5	3.5	4.3	2.0	2.5	1.3	0.03	0.73	0.02	0.14	0.044	0.025	140	17	5.8	7.8
潤沼 4 下層				5.5	8.6	9.4	10	4.4	3.0	2.2	1.8	1.4	1.1	0.05	0.69	0.03	0.055	0.014	0.003	14	18	6.6	7.3
潤沼 5 上層	10:10	0.80	2.3	5.8	8.8	12	14	7.4	3.3	3.4	1.9	2.1	1.2	0.02	0.74	0.02	0.11	0.025	0.012	94	16	6.1	7.6
潤沼 5 下層				6.0	8.8	10	11	6.5	3.3	3.0	1.8	1.9	1.1	0.03	0.70	0.02	0.10	0.026	0.011	74	17	6.2	7.6
潤沼 6 上層	9:25	0.40	2.8	5.0	8.9	15	20	12	4.3	4.8	2.3	3.4	1.5	0.03	0.77	0.02	0.22	0.084	0.057	230	15	5.4	8.0
潤沼 6 下層				6.5	8.5	7.7	7	4.0	2.7	2.2	1.8	1.4	1.1	0.07	0.71	0.03	0.062	0.015	0.003	15	17	6.5	7.1
潤沼 7 上層	9:00	0.70	2.5	4.5	8.7	13	20	8.4	3.3	3.8	1.9	2.4	1.3	0.03	0.75	0.02	0.14	0.043	0.025	140	15	5.6	7.6
潤沼 7 下層				5.5	8.7	11	7	5.2	2.9	2.4	1.8	1.6	1.2	0.03	0.79	0.02	0.071	0.018	0.006	37	16	6.0	7.3
潤沼 8 上層	10:25	1.20	2.5	6.0	8.7	13	10	5.3	2.1	2.5	1.7	1.8	1.3	0.03	0.93	0.02	0.074	0.016	0.006	52	15	5.7	7.6
潤沼 8 下層				6.0	8.7	9.9	12	5.2	2.4	2.6	1.8	1.8	1.2	0.02	0.84	0.02	0.085	0.019	0.007	58	17	6.1	7.2

	採水時刻	流量	透視度	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(cm)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼橋	11:09	-	50.0	8.0	8.2	8.7	9	2.2	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1	0.08	0.72	0.01	0.038	0.013	0.005	2.3	27	9.9	5.2
大貫橋	10:58	-	50.0	7.5	8.0	11	7	4.0	2.9	2.2	2.0	1.4	1.2	0.07	0.80	0.02	0.062	0.012	0.002	13	14	5.4	8.0

別表 11 潤沼の現地調査及び水質分析結果 (2月)

平成28年2月12日

天気 晴れ

気温 5.0℃ (水戸10時, 気象庁データ)

	採水時刻	透明度	水深	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼 1 上層	10:00	1.15	2.1	9.2	8.4	7.2	28	4.9	2.8	2.4	1.6	1.6	1.2	0.20	0.71	0.03	0.084	0.026	0.007	25	16	5.3	8.2
潤沼 1 下層				9.5	8.4	5.4	25	4.9	2.8	2.2	1.5	1.6	1.2	0.39	0.51	0.03	0.091	0.023	0.007	17	17	6.2	8.1
潤沼 2 上層	10:13	1.00	2.5	8.5	8.8	11	20	5.9	2.9	2.6	1.7	1.6	1.0	0.03	0.63	0.03	0.091	0.032	0.009	65	16	5.7	8.1
潤沼 2 下層				9.0	9.0	9.4	18	4.3	2.9	2.3	1.6	1.4	1.0	0.11	0.64	0.03	0.065	0.023	0.005	27	17	6.0	8.0
潤沼 3 上層	9:48	1.10	2.6	7.5	8.4	7.9	19	5.2	2.7	2.4	1.6	2.0	1.4	0.22	0.86	0.03	0.14	0.024	0.007	17	15	5.2	8.3
潤沼 3 下層				8.5	8.4	5.7	16	5.0	2.7	2.2	1.5	1.7	1.2	0.30	0.59	0.03	0.11	0.021	0.007	13	17	6.1	7.9
潤沼 4 上層	9:20	0.35	3.0	7.5	9.0	12	29	13	4.0	5.4	2.5	3.3	1.4	0.03	0.56	0.03	0.22	0.081	0.042	230	16	5.6	8.2
潤沼 4 下層				8.7	8.7	9.1	13	4.1	2.7	2.2	1.7	1.4	1.0	0.10	0.62	0.03	0.060	0.018	0.004	22	17	6.1	7.9
潤沼 5 上層	10:24	0.60	2.3	8.2	9.0	13	21	8.8	3.2	3.4	1.9	2.2	1.1	0.03	0.58	0.03	0.13	0.040	0.016	150	16	5.6	8.2
潤沼 5 下層				8.5	8.9	10	16	5.7	2.8	2.8	1.6	1.6	1.0	0.05	0.62	0.03	0.092	0.021	0.005	53	16	5.7	8.1
潤沼 6 上層	9:36	0.90	2.7	7.5	8.5	8.3	14	4.9	2.4	2.3	1.6	1.9	1.4	0.15	0.91	0.03	0.090	0.020	0.005	37	15	5.1	8.5
潤沼 6 下層				8.2	8.4	6.4	14	3.6	2.2	2.0	1.5	1.5	1.2	0.23	0.66	0.03	0.069	0.014	0.003	7.8	17	5.9	8.1
潤沼 7 上層	9:05	0.35	2.5	7.7	8.6	14	32	16	4.9	6.0	2.9	4.0	1.6	0.03	0.61	0.03	0.27	0.10	0.056	440	15	5.3	8.4
潤沼 7 下層				8.2	8.9	11	18	6.7	2.9	2.7	1.7	1.8	1.0	0.03	0.56	0.03	0.099	0.032	0.010	100	16	5.6	8.1
潤沼 8 上層	10:41	0.35	2.4	8.5	9.0	12	53	24	5.8	10	3.9	6.5	2.0	0.03	0.48	0.03	0.51	0.18	0.11	660	16	5.7	8.3
潤沼 8 下層				9.0	8.6	10	24	5.8	1.8	2.7	1.5	1.9	1.1	0.05	0.65	0.02	0.10	0.028	0.013	110	21	7.6	7.0

	採水時刻	流量	透視度	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(cm)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼橋	11:25	-	50.0	9.5	7.9	9.3	21	2.9	1.8	2.1	2.0	2.3	1.9	0.38	0.95	0.03	0.24	0.20	0.17	12	20	7.5	7.0
大貫橋	11:13	-	50.0	10.0	8.1	8.9	15	2.2	1.3	1.6	1.2	1.3	1.1	0.09	0.77	0.02	0.045	0.011	0.003	21	24	8.8	6.2



別表 12 潤沼の現地調査及び水質分析結果 (3月)

平成28年3月26日

天気 晴れ

気温 8.7℃ (水戸10時, 気象庁データ)

	採水時刻	透明度	水深	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(m)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼 1 上層	9:50	0.70	2.1	12.2	9.1	10	38	8.7	3.9	3.6	2.0	1.9	1.3	0.04	0.97	0.04	0.11	0.026	0.010	74	9.6	3.6	6.6
潤沼 1 下層				11.6	9.1	9.0	19	8.5	3.9	3.2	2.0	1.9	1.3	0.04	0.95	0.04	0.11	0.030	0.012	87	11	3.9	6.3
潤沼 2 上層	10:00	0.55	2.4	12.4	9.1	11	18	7.8	3.9	3.1	1.9	1.8	1.3	0.03	0.95	0.04	0.091	0.022	0.006	65	11	4.0	6.5
潤沼 2 下層				12.5	9.0	10	20	7.7	3.8	3.3	2.0	1.8	1.2	0.04	0.92	0.04	0.10	0.023	0.006	64	11	4.0	6.1
潤沼 3 上層	9:39	0.60	2.6	11.7	9.1	11	15	7.0	3.6	2.8	1.9	1.7	1.3	0.03	1.0	0.04	0.076	0.016	0.003	51	10	3.4	6.7
潤沼 3 下層				11.5	9.0	11	22	7.0	3.6	2.8	2.0	1.7	1.3	0.04	1.0	0.04	0.082	0.016	0.003	50	11	3.8	6.3
潤沼 4 上層	9:18	0.60	3.2	12.0	9.1	12	19	7.7	3.5	3.2	2.0	1.8	1.3	0.03	0.96	0.04	0.082	0.019	0.005	76	11	3.7	6.3
潤沼 4 下層				11.6	8.6	7.2	27	7.5	3.5	3.1	2.0	1.8	1.2	0.08	0.88	0.04	0.10	0.020	0.005	60	13	4.7	5.9
潤沼 5 上層	10:12	0.40	2.3	12.7	9.1	12	24	11	4.0	3.8	2.2	2.3	1.3	0.04	0.88	0.04	0.13	0.036	0.019	140	11	3.9	6.4
潤沼 5 下層				12.5	9.0	10	47	9.6	4.0	3.4	2.2	2.1	1.2	0.05	0.87	0.04	0.12	0.027	0.010	76	12	4.1	6.2
潤沼 6 上層	9:29	0.70	2.8	11.0	9.0	11	16	6.1	3.3	3.0	1.9	1.8	1.4	0.03	1.2	0.04	0.072	0.016	0.002	39	10	3.3	6.8
潤沼 6 下層				11.0	9.0	9.8	36	6.5	3.3	3.0	2.0	1.7	1.3	0.03	1.0	0.04	0.078	0.016	0.003	49	11	3.8	6.2
潤沼 7 上層	8:57	0.65	2.5	12.0	8.3	12	15	6.4	3.3	3.0	2.0	1.7	1.3	0.03	1.0	0.03	0.072	0.017	0.002	53	11	3.8	6.3
潤沼 7 下層				11.7	8.8	10	24	6.4	3.0	2.9	1.9	1.7	1.2	0.04	0.89	0.03	0.090	0.017	0.003	55	15	5.2	5.7
潤沼 8 上層	10:26	0.65	2.4	13.5	9.0	11	18	6.0	3.0	2.8	1.9	1.6	1.2	0.03	0.94	0.03	0.066	0.016	0.002	49	12	4.1	6.1
潤沼 8 下層				11.9	8.7	9.7	25	6.8	3.2	2.9	1.7	1.6	1.1	0.06	0.85	0.03	0.085	0.016	0.003	40	18	6.5	5.3

	採水時刻	流量	透視度	水温	pH	DO	SS	COD	d-COD	TOC	DOC	TN	DTN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	TP	DTP	PO <sub>4</sub> -P	Chl.a	EC	Cl <sup>-</sup>	SRSi
		(m)	(cm)	(°C)	(-)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(mS/cm)	(g/L)
潤沼橋	11:04	-	50.0	11.5	8.30	8.3	19	3.5	2.0	2.2	1.4	1.1	0.89	0.07	0.65	0.02	0.051	0.011	0.002	20	27	10	4.1
大貫橋	10:47	-	29.0	11.5	8.60	10	18	5.8	3.0	2.9	1.8	1.5	1.1	0.04	0.87	0.03	0.065	0.014	0.002	39	17	5.9	5.4

# 1-16 牛久沼の水質保全に関する調査事業

## 1 目的

牛久沼は茨城県南部に位置する湖面積 3.4 km<sup>2</sup>、平均水深 1 m の浅い湖沼<sup>1)</sup>であり、3つの肢節部を有する堰止め湖である(図1参照)。主に谷田川、西谷田川、稲荷川が牛久沼に流入し、小貝川を経て利根川に流出する。農業用水として利用されるほか、古くから漁場として親しまれる湖沼であるが、その水質は昭和50年代後半から悪化した。流域で様々な排出負荷削減対策が行われているが、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

- ・ 調査期間及び頻度：平成27年4月～平成28年3月、月1回
- ・ 調査地点：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(図1参照)
- ・ 調査項目：COD、全窒素(TN)、全りん(TP)、クロロフィルa等
- ・ 分析方法：JIS K0102等に準拠

### (2) プランクトン調査

- ・ 調査期間及び頻度：(1)と同じ
- ・ 調査地点：湖心(L1)上層
- ・ 調査項目：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

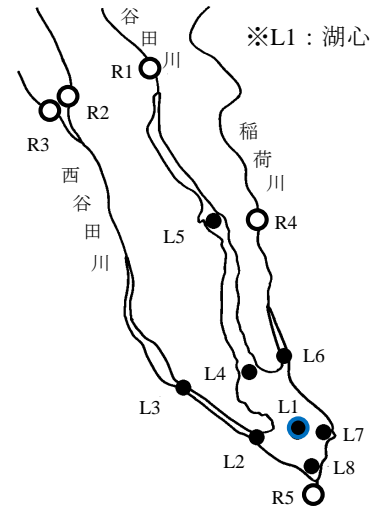


図1 牛久沼調査地点図

## 3 調査結果及び考察

水質調査結果は全地点の平均値を用いた。上層と下層は同様の傾向であったため本報告では上層の結果のみを示す。また、植物プランクトン調査結果は平成23-27年度、動物プランクトン調査結果は平成16-27年度の出現状況を報告する。

### (1) 水質の経年変化(図2参照)

- ① COD：湖内及び流入河川は平成14年以降で最も低下した平成26年度からやや上昇した。流入河川はやや低下した。
- ② 全窒素：湖内は平成23年度以降に変化が少なく横ばいで推移した。流入河川は平成15年度以降に低下する傾向がみられている。
- ③ 全りん：湖内は平成26年度からやや上昇し、流入河川は平成14年以降で最も低下した平成26年度から上昇した。
- ④ クロロフィルa：湖内は平成19年度以降に上昇する傾向がみられていたが、今年度は減少した。流入河川は横ばいで推移した。

### (2) 平成27年度の水質(図3参照)

過去5年平均値(平成22-26年度)と比較した。

- ① COD：過去5年平均値は6.6mg/Lで、平成27年度平均値は6.7mg/Lであった。経月変化の増減傾向は例年と異なり、夏季に大幅に低くなった。
- ② 全窒素：過去5年平均値は1.7mg/Lで、平成27年度平均値は1.5mg/Lであった。経月変化の増減傾向は例年どおりだが、10月以降に平年値より低い傾向となった。
- ③ 全りん：過去5年平均値は0.072mg/Lで、平成27年度平均値は0.073mg/Lであった。経月変化の増減傾向は例年どおりだが、5月や8、9月に高めであった。

- ④ クロロフィル a : 概ね例年並みに推移したが、9月には台風の影響で大幅に低下した。

### (3) プランクトン (図4 参照)

- ① 植物プランクトン (生体積) : 平成 27 年度は珪藻類が優占し、期間を通じてアウラコセイラ属が大きな割合を占めた。ただし、平成 24 年度及び平成 25 年度と比べると、藻類全体の出現量が少なめであった。
- ② 動物プランクトン (個体数密度) : 平成 27 年度はワムシ類が優占し、その優占種はほぼ期間を通じてツボワムシであった。

### (4) 気象 (図5 参照)

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<sup>2)</sup>を用いた。また、平年値として過去 30 年間 (1981 年~2010 年) の平均値を用いた。

- ① 平均気温 : 経年変化は、変動はあるものの H14 年度以降は上昇傾向であった。経月変化は平年に比べて 1 年を通して高めであった。
- ② 総降水量 : 経年変化は、平成 20 年度以降に変動幅が小さくなった。経月変化は平年に比べて 9 月は台風の影響で著しく多くなった。
- ③ 総日照時間 : 経年変化は、平成 24 年度以降に減少傾向であった。経月変化は平年に比べて長い月が 9 か月あった。

## 4 参考文献

- (1) 日本陸水学会(2006) : 陸水の辞典、講談社
- (2) 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/>

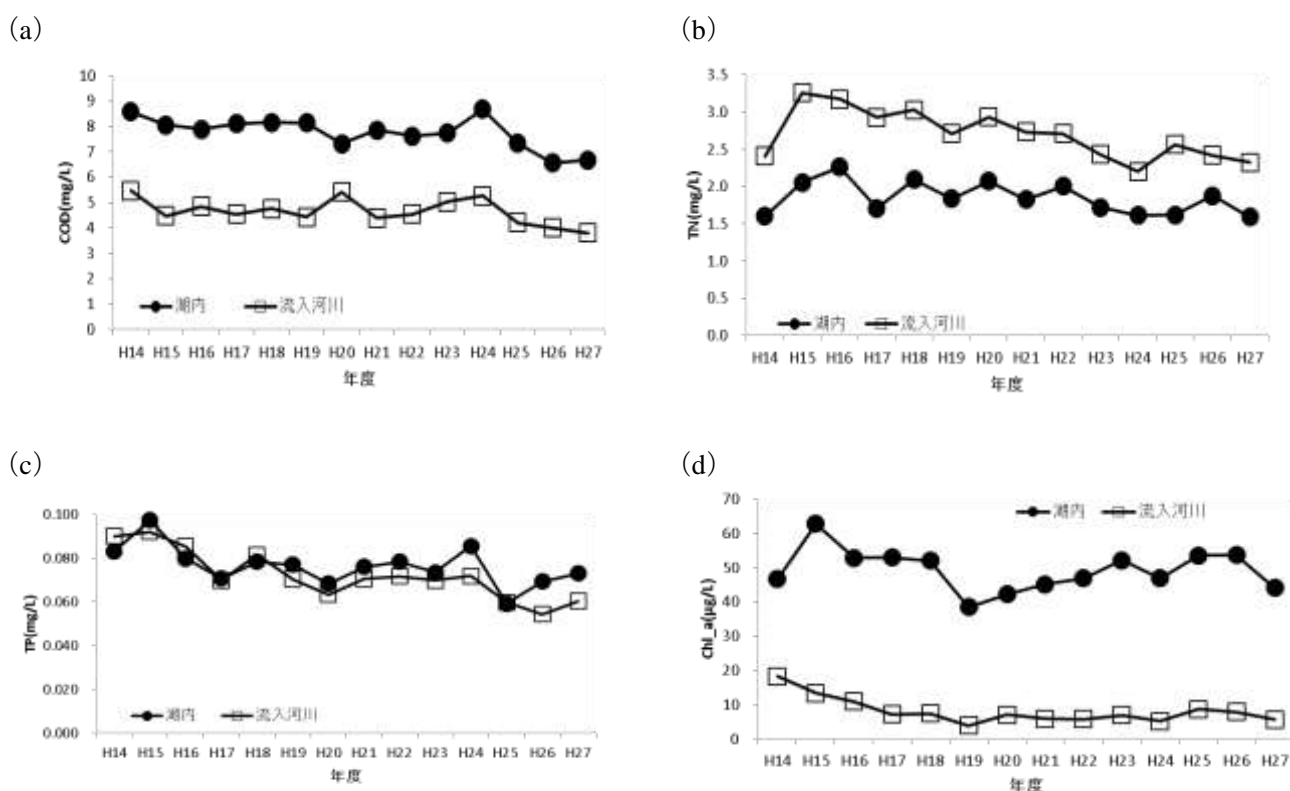


図2 湖内上層及び流入河川 (全地点平均) における水質の経年変化 (年度)  
(a) COD, (b) 全窒素, (c) 全りん, (d) Chl. a

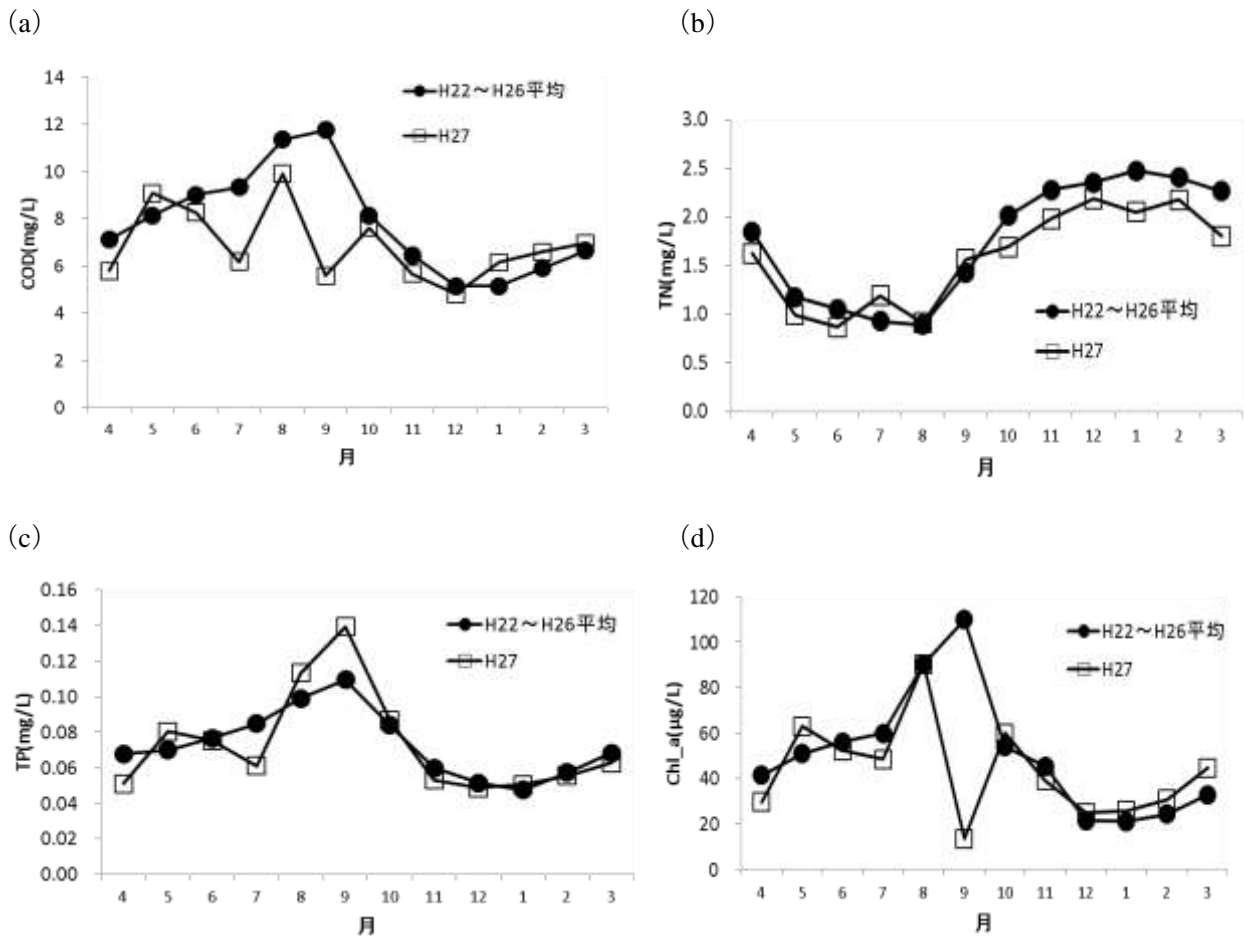


図3 湖内上層（全地点平均）における水質の経月変化  
 (a) COD, (b) 全窒素, (c) 全りん, (d) Chl. a

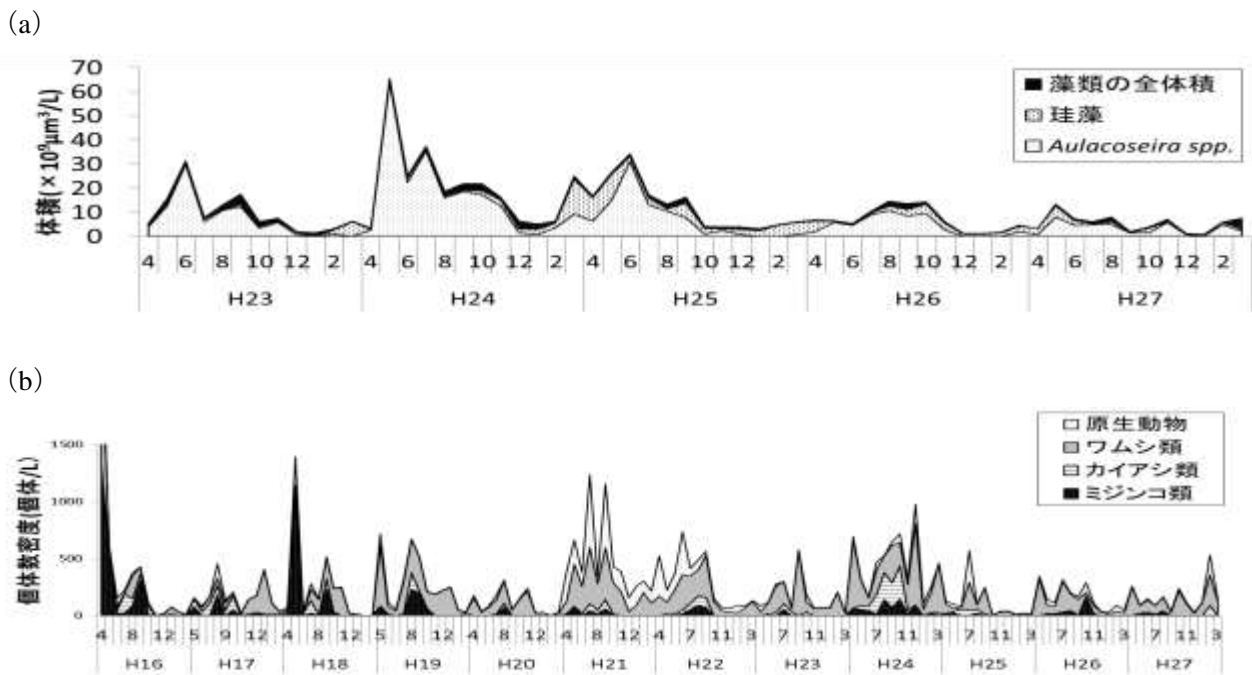
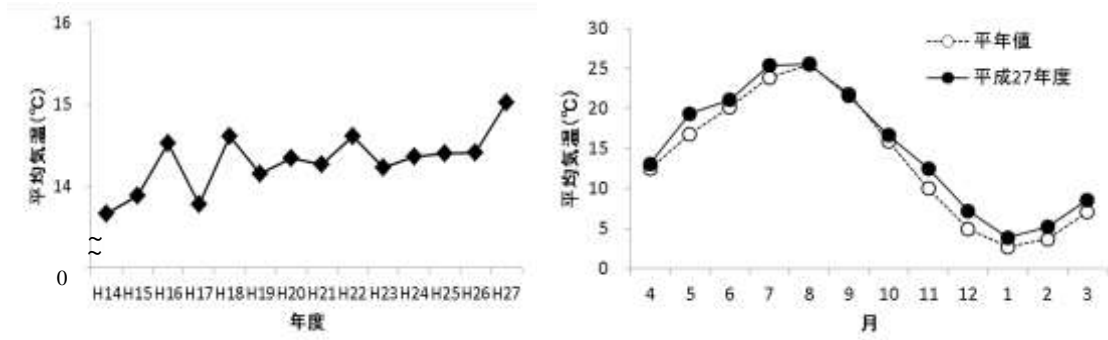
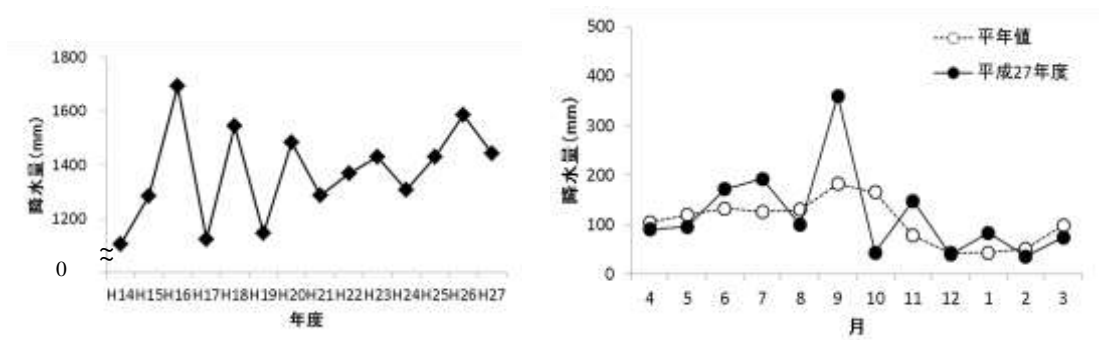


図4 湖心上層におけるプランクトンの変化  
 (a) 植物プランクトンの生体積, (b) 動物プランクトンの個体数

(a)



(b)



(c)

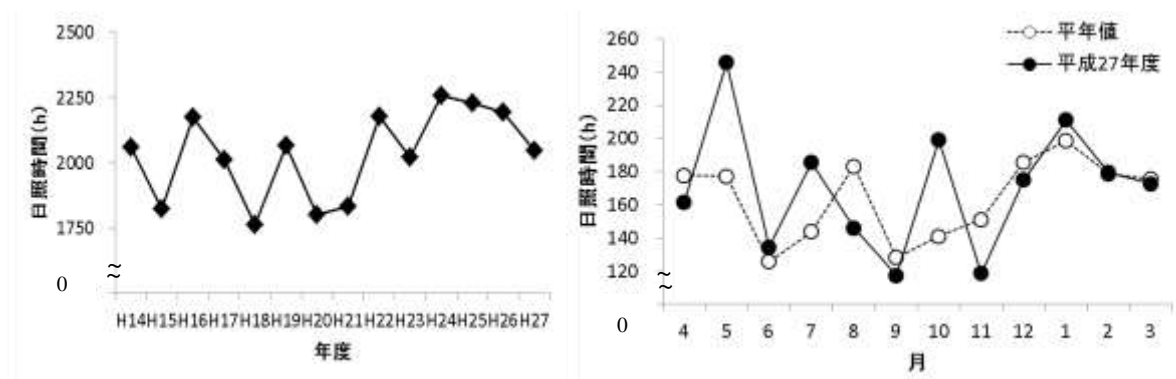


図5 つくば市（館野）における気象の状況  
(a) 平均気温, (b) 降水量, (c) 日照時間

表1 牛久沼の現地測定及び水質分析結果 (4月, 5月)

平成27年4月17日			天気 曇り			気温 17.7℃(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 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	9:29	2.1	0.70	18.0	8.6	18.8	11	10	5.8	3.5	1.3	1.0	0.04	0.04	0.80	0.044	0.011	0.001	28	4.5	
湖沼	L1	下層	9:29			16.5	8.7	19.2	11	14	6.4	3.6	1.4	1.1	0.05	0.05	0.83	0.056	0.011	0.002	33	4.7	
湖沼	L2	上層	9:45	2.0	0.95	18.0	8.4	22.4	12	8	5.5	3.5	2.1	1.8	0.03	0.03	1.6	0.035	0.009	0.002	27	7.9	
湖沼	L2	下層	9:45			17.0	8.4	22.9	10	8	5.4	3.5	2.2	2.0	0.04	0.04	1.7	0.044	0.009	0.002	30	7.8	
湖沼	L3	上層	9:58	2.9	0.75	16.5	8.2	25.0	11	10	5.5	3.6	2.4	2.1	0.06	0.06	1.8	0.049	0.010	0.002	31	7.6	
湖沼	L3	下層	9:58			16.0	8.1	24.6	10	16	5.8	3.4	2.4	2.1	0.08	0.08	1.8	0.059	0.010	0.003	22	7.9	
湖沼	L4	上層	10:16	1.6	0.75	17.5	8.3	17.6	11	9	6.2	3.9	1.4	1.1	0.04	0.04	0.9	0.050	0.012	0.002	30	6.9	
湖沼	L4	下層	10:16			16.5	8.4	17.1	11	10	6.6	3.9	1.4	1.1	0.04	0.04	0.9	0.053	0.012	0.002	32	7.0	
湖沼	L5	上層	10:33	2.6	0.65	17.5	8.3	25.6	13	9	5.6	3.2	1.9	1.6	0.04	0.04	1.3	0.066	0.013	0.003	37	7.8	
湖沼	L5	下層	10:33			16.5	7.7	25.9	10	13	4.7	2.9	1.9	1.6	0.06	0.06	1.4	0.062	0.009	0.003	20	7.9	
湖沼	L6	上層	10:52	2.5	0.70	19.0	8.1	24.2	10	10	5.2	3.2	1.5	1.2	0.05	0.05	1.0	0.066	0.011	0.003	32	5.6	
湖沼	L6	下層	10:52			17.0	8.3	24.3	10	20	5.7	3.2	1.5	1.2	0.08	0.08	1.0	0.075	0.009	0.002	23	5.7	
湖沼	L7	上層	9:15	1.5	0.65	17.0	8.9	28.4	10	13	6.4	3.9	1.3	0.89	0.04	0.04	0.65	0.057	0.010	0.002	28	3.9	
湖沼	L7	下層	9:15			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	11:10	2.8	0.90	16.0	8.3	19.3	11	8	5.7	3.6	1.2	1.0	0.04	0.04	0.8	0.043	0.009	0.002	25	4.2	
湖沼	L8	下層	11:10			16.0	8.4	19.0	10	11	6.2	3.7	1.3	1.0	0.04	0.04	0.8	0.045	0.009	0.002	32	4.3	
種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透視度 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
流入河川	R1	13:51	1.2	1.8	>0.5	17.0	8.0	37.5	8.5	6	3.1	2.2	2.7	2.6	0.11	0.11	2.3	0.051	0.018	0.012	5	12	
流入河川	R2	13:35	0.4	0.5	>0.5	17.0	7.8	26.5	10	5	3.4	2.6	3.3	3.2	0.09	0.09	3.0	0.037	0.015	0.009	4	9.1	
流入河川	R3	13:08	0.1	1.3	0.38	21.0	8.0	30.1	9.5	14	3.7	2.5	2.6	2.5	0.08	0.08	2.2	0.044	0.012	0.006	8	11	
流入河川	R4	12:33	0.1	1.6	>0.5	18.0	8.2	28.2	11	2	3.1	2.4	2.2	2.2	0.03	0.03	2.0	0.034	0.013	0.007	8	8.6	
流出河川	R5	11:47	1.9	1.8	0.34	17.0	8.8	20.2	10	8	5.6	3.7	1.3	1.0	0.05	0.05	0.73	0.055	0.010	0.002	26	4.0	

平成27年5月15日			天気 晴れ			気温 24.5℃(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 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	8:55	2.2	0.45	23.5	8.8	23.7	10	34	9.9	4.8	0.80	0.29	0.02	<0.01	<0.01	0.078	0.011	0.002	72	3.6	
湖沼	L1	下層	8:55			23.0	8.6	24.0	8.8	34	10	5.0	0.88	0.29	0.03	<0.01	<0.01	0.089	0.010	0.003	69	3.7	
湖沼	L2	上層	9:06	2.1	0.55	23.0	8.2	26.7	9.0	18	9.0	5.4	1.0	0.52	0.03	0.01	0.19	0.071	0.011	0.003	52	6.4	
湖沼	L2	下層	9:06			22.5	8.2	25.1	10	18	9.0	5.5	1.0	0.54	0.04	0.01	0.19	0.071	0.012	0.003	56	6.4	
湖沼	L3	上層	9:17	2.5	0.60	22.5	7.8	23.4	8.4	16	8.7	5.7	1.2	0.76	0.05	0.02	0.39	0.077	0.015	0.006	55	6.9	
湖沼	L3	下層	9:17			22.0	7.6	23.0	7.6	20	9.1	5.5	1.2	0.76	0.06	0.02	0.39	0.079	0.013	0.005	50	7.0	
湖沼	L4	上層	9:36	1.7	0.65	23.0	7.4	25.2	9.9	20	9.5	4.9	0.77	0.32	0.03	<0.01	<0.01	0.070	0.009	0.002	69	7.2	
湖沼	L4	下層	9:36			22.5	7.5	25.8	9.6	23	9.7	5.0	0.81	0.30	0.02	<0.01	<0.01	0.074	0.009	0.002	73	6.9	
湖沼	L5	上層	9:52	2.6	0.50	22.5	7.8	20.8	8.2	20	8.7	4.9	1.2	0.75	0.07	0.03	0.38	0.090	0.018	0.007	74	7.1	
湖沼	L5	下層	9:52			22.5	7.6	19.9	6.2	22	7.5	5.0	1.2	0.85	0.16	0.03	0.41	0.077	0.011	0.004	36	7.0	
湖沼	L6	上層	10:11	2.6	0.65	24.0	7.1	17.9	7.8	17	7.7	4.7	1.4	0.92	0.15	0.02	0.52	0.10	0.016	0.007	57	4.9	
湖沼	L6	下層	10:11			23.0	7.1	17.1	6.8	29	7.8	4.6	1.3	0.97	0.20	0.02	0.54	0.10	0.009	0.004	33	5.5	
湖沼	L7	上層	8:47	1.5	0.40	23.0	8.8	23.9	9.0	29	9.6	4.9	0.84	0.29	0.03	<0.01	<0.01	0.086	0.008	0.003	65	4.6	
湖沼	L7	下層	8:47			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:26	2.8	0.50	23.0	7.3	23.3	11	21	9.6	4.9	0.75	0.28	0.02	<0.01	<0.01	0.070	0.006	0.001	61	3.2	
湖沼	L8	下層	10:26			22.0	7.7	24.0	8.5	33	10	4.9	0.94	0.30	0.03	<0.01	<0.01	0.097	0.009	0.003	72	3.6	
種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透視度 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
流入河川	R1	13:00	1.3	1.9	0.43	24.5	7.6	25.4	7.4	13	6.2	5.1	1.5	1.3	0.09	0.02	0.90	0.084	0.029	0.018	6	10	
流入河川	R2	12:20	1.0	2.1	>0.50	24.0	7.5	21.7	8.1	11	6.5	5.2	1.7	1.5	0.15	0.03	1.0	0.11	0.031	0.020	12	7.0	
流入河川	R3	12:40	0.4	1.5	0.37	27.0	7.5	23.6	8.5	14	7.2	5.8	1.3	1.1	0.09	0.02	0.69	0.063	0.017	0.008	6	7.3	
流入河川	R4	11:37	0.7	1.5	>0.50	22.0	7.7	23.6	9.2	8.4	5.6	4.3	1.5	1.4	0.03	0.01	1.0	0.071	0.027	0.017	5	9.9	
流出河川	R5	10:52	3.8	2.2	0.26	25.5	8.1	24.1	10	19	8.7	4.9	0.69	0.28	0.02	<0.01	<0.01	0.047	0.010	0.001	48	3.2	

※L7の下層については、上層と下層の水深差が少ないため欠測とした。

表2 牛久沼の現地測定及び水質分析結果 (6月, 7月)

平成27年6月11日			天気 曇り			気温 24.4℃(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 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (μg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	8:52	2.1	0.60	24.0	7.7	38.8	8.0	28	9.6	5.3	0.75	0.31	0.03	<0.01	<0.01	0.083	0.014	0.002	90	5.5	
湖沼	L1	下層	8:52			23.5	8.0	41.5	6.7	30	9.7	5.5	0.70	0.31	0.03	<0.01	<0.01	0.076	0.012	0.002	53	5.6	
湖沼	L2	上層	9:08	2.1	0.50	24.0	8.4	22.7	7.6	18	8.4	5.3	0.81	0.42	0.03	0.01	0.09	0.076	0.011	0.002	46	5.5	
湖沼	L2	下層	9:08			24.0	8.2	20.8	6.6	22	8.2	5.6	0.83	0.53	0.04	0.01	0.18	0.077	0.012	0.002	35	5.8	
湖沼	L3	上層	9:22	2.5	0.55	23.0	8.2	20.4	8.1	16	8.0	5.5	1.0	0.71	0.03	0.02	0.36	0.071	0.014	0.003	40	6.0	
湖沼	L3	下層	9:22			23.0	8.0	21.1	6.4	29	8.4	5.4	1.1	0.74	0.06	0.02	0.38	0.089	0.011	0.002	25	6.1	
湖沼	L4	上層	9:40	1.6	0.55	24.0	7.5	28.1	8.8	20	8.7	5.4	0.72	0.33	0.03	<0.01	<0.01	0.068	0.012	0.002	49	5.7	
湖沼	L4	下層	9:40			23.0	8.1	22.9	8.7	22	9.0	5.6	0.72	0.32	0.02	<0.01	<0.01	0.066	0.011	0.002	54	5.9	
湖沼	L5	上層	9:57	2.5	0.55	24.5	8.0	20.9	8.5	14	7.1	4.7	1.1	0.75	0.03	0.02	0.41	0.081	0.018	0.005	49	6.8	
湖沼	L5	下層	9:57			23.0	7.7	22.1	5.7	22	6.9	4.8	1.1	0.94	0.11	0.03	0.55	0.084	0.013	0.005	20	7.6	
湖沼	L6	上層	10:19	2.4	0.65	24.5	7.8	19.5	7.8	12	6.2	4.3	1.0	0.77	0.04	0.02	0.46	0.079	0.018	0.005	31	6.8	
湖沼	L6	下層	10:19			23.0	7.8	18.7	6.7	12	5.7	4.3	1.0	0.88	0.10	0.02	0.55	0.062	0.016	0.007	9	7.4	
湖沼	L7	上層	8:44	1.5	0.45	24.0	8.7	25.9	7.8	26	9.3	5.1	0.73	0.31	0.02	<0.01	<0.01	0.080	0.013	0.002	54	5.3	
湖沼	L7	下層	8:44			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:36	2.7	0.45	25.0	7.7	44.9	9.4	19	8.8	5.6	0.72	0.34	0.03	0.01	<0.01	0.064	0.011	0.001	59	5.4	
湖沼	L8	下層	10:36			23.0	8.2	23.2	5.9	27	9.0	5.3	0.77	0.36	0.05	0.01	0.01	0.081	0.011	0.002	58	6.0	
種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透視度 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (μg/L)	比色Si (mg/L)	
流入河川	R1	12:55	1.0	2.6	0.50	24.0	7.9	29.5	8.1	8	5.8	5.1	1.2	1.1	0.07	0.02	0.74	0.074	0.031	0.020	4	9.2	
流入河川	R2	12:17	1.3	1.1	0.43	24.0	8.4	26.2	7.4	12	6.3	4.7	1.3	1.1	0.11	0.02	0.73	0.073	0.024	0.013	8	6.6	
流入河川	R3	12:31	0.0	1.6	0.46	25.5	8.0	24.4	7.4	10	5.9	4.6	1.3	1.2	0.10	0.02	0.80	0.067	0.019	0.010	10	7.4	
流入河川	R4	11:41	0.3	1.5	>0.50	24.0	8.3	38.0	8.9	8	4.9	4.2	1.1	1.0	0.04	0.01	0.74	0.064	0.031	0.021	4	8.4	
流出河川	R5	11:01	1.7	2.4	0.25	25.0	8.3	28.4	10	22	11	5.6	0.71	0.33	0.04	<0.01	<0.01	0.068	0.010	0.002	44	5.1	

平成27年7月10日			天気 曇り			気温 22.1℃(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 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (μg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	8:53	2.5	0.40	22.0	8.1	22.0	6.5	26	7.8	4.2	0.87	0.49	0.06	0.01	0.19	0.074	0.014	0.004	67	5.9	
湖沼	L1	下層	8:53			22.0	7.9	21.1	6.8	32	8.0	4.1	0.89	0.48	0.07	0.01	0.18	0.078	0.010	0.003	55	5.7	
湖沼	L2	上層	9:02	2.0	0.65	22.0	7.8	23.5	6.7	14	6.2	3.8	1.4	1.0	0.08	0.03	0.76	0.071	0.013	0.004	52	7.0	
湖沼	L2	下層	9:02			22.0	7.6	23.1	6.4	20	6.8	3.7	1.3	1.0	0.10	0.03	0.76	0.063	0.010	0.003	40	7.3	
湖沼	L3	上層	9:14	2.4	0.65	21.5	7.5	23.6	7.9	12	5.4	3.6	1.4	1.1	0.05	0.03	0.93	0.054	0.010	0.005	43	7.5	
湖沼	L3	下層	9:14			22.0	7.5	23.6	7.1	17	5.6	3.5	1.4	1.1	0.07	0.03	0.91	0.055	0.008	0.003	31	7.9	
湖沼	L4	上層	9:31	1.6	0.60	22.0	7.6	23.0	8.1	14	6.6	3.6	1.0	0.68	0.04	0.03	0.43	0.065	0.010	0.003	69	6.5	
湖沼	L4	下層	9:31			22.5	7.5	22.2	8.0	15	6.6	3.6	1.0	0.69	0.05	0.03	0.43	0.057	0.011	0.003	66	6.6	
湖沼	L5	上層	9:48	2.6	0.75	21.5	7.5	23.6	5.2	7.0	4.1	2.8	1.7	1.5	0.17	0.04	1.2	0.053	0.011	0.006	15	10	
湖沼	L5	下層	9:48			21.5	7.4	22.3	4.3	12	4.0	2.9	1.7	1.6	0.19	0.04	1.2	0.058	0.013	0.010	9	10	
湖沼	L6	上層	10:07	2.5	0.80	21.5	7.5	18.5	7.6	8.0	4.6	3.1	1.3	1.1	0.06	0.02	0.91	0.046	0.008	0.003	25	8.2	
湖沼	L6	下層	10:07			20.5	7.4	18.1	6.0	10	4.0	2.9	1.5	1.4	0.17	0.03	1.1	0.061	0.017	0.012	5	10	
湖沼	L7	上層	8:45	1.4	0.55	22.0	8.8	23.7	8.3	17	6.7	4.1	0.80	0.51	0.04	0.01	0.25	0.053	0.009	0.002	48	6.3	
湖沼	L7	下層	8:45			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:25	2.8	0.45	22.5	7.6	21.0	8.0	21	7.9	4.1	0.88	0.45	0.08	0.01	0.19	0.070	0.009	0.007	69	5.7	
湖沼	L8	下層	10:25			22.0	7.5	20.9	6.5	31	8	4.1	0.93	0.54	0.07	0.01	0.26	0.070	0.007	0.003	51	6.1	
種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透視度 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (μg/L)	比色Si (mg/L)	
流入河川	R1	13:15	2.09	2.6	>0.5	24.0	7.6	25.4	8.5	11	2.7	2.6	1.8	1.8	0.08	0.02	1.5	0.047	0.022	0.019	2	12	
流入河川	R2	12:20	1.04	1.3	0.35	23.0	7.9	23.7	8.2	8.0	4.6	3.0	1.9	1.8	0.13	0.03	1.4	0.073	0.021	0.017	6	10	
流入河川	R3	12:50	0.30	1.1	>0.5	25.0	7.6	26.0	7.7	11	3.3	2.5	1.5	1.4	0.11	0.02	1.2	0.035	0.010	0.008	5	11	
流入河川	R4	11:40	0.60	1.5	>0.5	23.0	7.6	21.9	8.5	4.4	2.9	2.4	1.5	1.5	0.04	0.01	1.3	0.039	0.019	0.017	2	10	
流出河川	R5	10:55	2.26	2.6	0.27	24.0	7.7	18.9	10	25	8.5	4.2	1.0	0.44	0.04	0.01	0.18	0.084	0.009	0.002	67	5.6	

表3 牛久沼の現地測定及び水質分析結果 (8月, 9月)

平成27年8月7日			天気 晴れ			気温 32.1℃(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 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	8:43	2.0	0.50	31.0	6.8	21.0	4.8	42	11	5.2	1.0	0.36	0.06	0.01	<0.01	0.12	0.018	0.003	81	6.5	
湖沼	L1	下層	8:43			31.0	6.9	20.5	6.1	54	12	4.9	1.0	0.34	0.06	0.01	<0.01	0.13	0.016	0.003	78	6.6	
湖沼	L2	上層	8:53	2.1	0.55	31.5	7.0	20.4	5.2	23	9.9	5.3	0.93	0.35	0.05	0.01	<0.01	0.11	0.016	0.002	86	6.6	
湖沼	L2	下層	8:53			31.0	7.0	20.2	4.1	36	10	5.3	1.0	0.35	0.06	0.00	<0.01	0.13	0.016	0.003	82	6.4	
湖沼	L3	上層	9:05	2.5	0.50	31.0	7.2	22.2	7.6	21	9.6	5.6	0.90	0.36	0.04	0.01	<0.01	0.12	0.022	0.005	85	7.4	
湖沼	L3	下層	9:05			31.0	7.2	22.3	5.6	30	9.4	5.1	0.89	0.36	0.05	0.01	<0.01	0.13	0.020	0.006	75	7.6	
湖沼	L4	上層	9:22	1.6	0.60	31.5	7.4	20.8	6.4	20	10	5.1	0.87	0.34	0.05	<0.01	0.09	0.016	0.003	84	6.9		
湖沼	L4	下層	9:22			31.5	7.5	20.6	5.6	22	10	4.9	0.88	0.33	0.05	0.01	<0.01	0.10	0.015	0.003	82	7.0	
湖沼	L5	上層	9:39	2.6	0.70	31.5	7.8	25.2	9.1	19	9.9	5.5	0.95	0.35	0.05	0.01	<0.01	0.13	0.021	0.008	143	8.0	
湖沼	L5	下層	9:39			31.0	7.7	25.9	6.4	26	9.0	4.8	0.86	0.36	0.08	0.01	<0.01	0.13	0.019	0.007	85	8.2	
湖沼	L6	上層	10:00	2.4	0.75	32.0	7.7	23.0	7.5	19	8.8	5.0	1.0	0.50	0.10	0.01	0.11	0.12	0.022	0.006	84	8.6	
湖沼	L6	下層	10:00			31.0	7.6	23.8	4.9	44	9.2	4.2	1.2	0.78	0.24	0.01	0.27	0.16	0.024	0.010	41	10	
湖沼	L7	上層	8:34	1.4	0.55	32.0	6.7	26.0	7.1	27	9.6	5.2	0.86	0.34	0.05	0.01	<0.01	0.10	0.014	0.002	65	6.4	
湖沼	L7	下層	8:34			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:16	2.7	0.60	32.0	7.7	20.6	6.5	23	10	5.1	0.83	0.32	0.05	0.00	<0.01	0.09	0.013	0.002	95	5.8	
湖沼	L8	下層	10:16			30.5	7.6	20.5	2.8	26	9.3	5.2	0.95	0.38	0.10	0.01	<0.01	0.11	0.014	0.002	88	6.1	
種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透視度 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
流入河川	R1	12:58	-	2.1	0.39	32.0	7.8	31.6	8.2	11	6.5	4.5	1.0	0.79	0.05	0.02	0.48	0.072	0.025	0.012	20	11	
流入河川	R2	12:25	-	1.0	>0.5	33.0	7.6	35.8	8.1	10	6.3	4.7	0.89	0.64	0.06	0.02	0.33	0.056	0.014	0.003	27	10	
流入河川	R3	12:39	-	1.7	0.40	34.0	7.8	34.2	8.7	9.5	6.7	4.5	0.98	0.70	0.06	0.02	0.39	0.063	0.013	0.002	25	10	
流入河川	R4	11:24	-	1.4	>0.5	31.5	7.9	30.9	8.3	5.0	5.0	4.2	0.87	0.79	0.06	0.01	0.51	0.052	0.023	0.014	11	10	
流出河川	R5	10:40	-	2.6	>0.5	35.0	8.2	28.3	10	8.5	8.2	5.1	0.74	0.37	0.05	0.01	<0.01	0.072	0.016	0.002	46	6.4	
平成27年9月11日			天気 晴れ			気温 24.6℃(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 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	8:52	2.9	0.55	23.5	7.4	17.4	6.9	17	5.7	3.2	1.2	1.0	0.17	<0.01	0.73	0.11	0.062	0.006	26	5.8	
湖沼	L1	下層	8:52			23.5	7.4	14.4	6.4	18	5.8	3.2	1.2	1.0	0.16	<0.01	0.69	0.11	0.059	0.006	22	5.7	
湖沼	L2	上層	9:01	2.9	0.35	23.5	6.9	12.3	5.3	25	6.1	3.4	1.6	1.4	0.14	0.02	1.1	0.15	0.061	0.020	3	4.5	
湖沼	L2	下層	9:01			23.5	6.9	12.2	5.5	25	6.2	3.6	1.5	1.3	0.15	0.02	1.0	0.15	0.062	0.020	3	4.4	
湖沼	L3	上層	9:14	3.2	0.40	23.5	6.9	12.9	5.5	26	6.2	3.8	1.9	1.7	0.14	0.02	1.3	0.15	0.071	0.026	3	4.8	
湖沼	L3	下層	9:14			22.5	6.7	12.8	4.7	32	7.0	3.8	1.8	1.6	0.15	0.02	1.3	0.17	0.071	0.026	3	4.8	
湖沼	L4	上層	9:33	2.4	0.40	24.0	7.1	12.7	5.6	13	4.8	3.1	1.3	1.2	0.18	0.02	0.89	0.13	0.063	0.015	12	5.2	
湖沼	L4	下層	9:33			23.5	7.1	12.2	5.6	17	5.0	3.1	1.4	1.2	0.19	0.02	0.89	0.13	0.062	0.014	11	5.2	
湖沼	L5	上層	9:51	3.4	0.30	24.5	6.9	13.0	5.4	21	5.3	3.2	2.1	2.0	0.18	0.02	1.6	0.17	0.075	0.028	2	5.0	
湖沼	L5	下層	9:51			23.5	-	23.7	5.4	26	5.7	3.3	2.3	2.1	0.18	0.02	1.8	0.17	0.075	0.028	3	5.4	
湖沼	L6	上層	10:11	3.1	0.50	24.5	7.3	16.9	5.7	15	5.1	3.2	2.1	1.9	0.11	0.02	1.6	0.15	0.077	0.023	2	6.1	
湖沼	L6	下層	10:11			23.5	6.9	12.9	5.1	29	6.5	3.2	2.1	1.9	0.12	0.02	1.6	0.19	0.076	0.023	5	6.1	
湖沼	L7	上層	8:44	2.2	0.55	23.5	7.3	15.8	6.2	16	6.1	3.6	0.95	0.71	0.11	0.02	0.43	0.11	0.051	0.005	33	5.1	
湖沼	L7	下層	8:44			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:29	3.5	0.50	25.5	7.4	13.2	6.8	17	5.6	3.2	1.1	0.88	0.12	0.02	0.62	0.11	0.052	0.006	26	4.9	
湖沼	L8	下層	10:29			24.0	7.4	12.7	6.3	22	6.3	3.3	1.2	0.97	0.13	0.02	0.69	0.13	0.053	0.008	23	4.9	
種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透視度 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
流入河川	R1	12:34	-	3.2	0.40	23.7	6.8	21.7	6.0	14	4.3	2.8	3.1	3.0	0.10	0.02	2.7	0.046	0.023	0.016	1	8.5	
流入河川	R2	12:04	-	0.9	0.23	25.0	6.6	19.4	5.6	32	7.6	3.8	2.9	2.7	0.08	0.02	2.3	0.059	0.027	0.019	3	7.3	
流入河川	R3	12:18	-	1.8	>0.50	26.5	6.9	25.0	6.7	9	3.9	3.0	3.6	3.4	0.10	0.03	3.0	0.037	0.013	0.008	4	8.1	
流入河川	R4	11:41	-	2.1	0.42	24.5	6.8	21.4	5.8	15	4.4	2.6	2.7	2.5	0.09	0.02	2.2	0.040	0.028	0.022	2	8.7	
流出河川	R5	11:05	-	3.9	0.22	26.5	7.4	14.5	6.3	23	6.0	3.4	1.2	1.0	0.13	0.02	0.71	0.091	0.010	0.002	21	5.0	



表4 牛久沼の現地測定及び水質分析結果（10月，11月）

平成27年10月28日			天気 晴れ			気温 21.4℃(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 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (μg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	8:54	1.8	0.53	18.7	8.8	23.4	9.2	26	9.3	4.4	1.1	0.5	0.04	0.01	0.2	0.086	0.015	0.004	77	6.3	
湖沼	L1	下層	8:54			18.0	8.8	23.2	8.9	28	9.5	4.4	1.1	0.5	0.04	0.01	0.2	0.091	0.013	0.004	56	6.3	
湖沼	L2	上層	9:08	1.3	0.60	18.5	8.4	25.5	9.6	14	6.8	3.6	2.0	1.6	0.04	0.03	1.2	0.070	0.011	0.004	59	10	
湖沼	L2	下層	9:08			18.0	8.4	25.6	9.3	14	6.6	3.6	2.0	1.5	0.04	0.03	1.2	0.070	0.011	0.004	71	10	
湖沼	L3	上層	9:23	2.3	0.60	18.7	8.3	26.3	9.2	16	6.1	3.6	2.4	1.9	0.04	0.03	1.5	0.079	0.011	0.005	68	10	
湖沼	L3	下層	9:23			18.0	8.2	26.2	8.7	17	6.2	3.3	2.4	1.9	0.04	0.03	1.5	0.082	0.012	0.005	55	10	
湖沼	L4	上層	9:45	1.3	0.55	19.5	8.5	25.1	9.1	18	8.5	4.1	1.2	0.6	0.04	0.02	0.3	0.087	0.011	0.005	88	8.0	
湖沼	L4	下層	9:45			18.5	8.4	25.0	8.8	20	8.4	4.1	1.2	0.7	0.05	0.02	0.4	0.086	0.010	0.004	86	8.0	
湖沼	L5	上層	10:04	2.3	0.60	20.0	8.7	26.6	10.0	16	6.7	3.3	1.9	1.4	0.04	0.03	1.1	0.090	0.014	0.005	85	11	
湖沼	L5	下層	10:04			18.5	8.5	26.6	8.9	18	6.4	3.4	1.9	1.4	0.05	0.03	1.1	0.092	0.012	0.004	57	11	
湖沼	L6	上層	10:25	2.0	0.55	20.0	8.4	27.4	9.5	16	5.7	3.1	2.2	1.8	0.03	0.03	1.5	0.098	0.011	0.005	55	10	
湖沼	L6	下層	10:25			18.7	8.2	27.0	8.5	21	5.9	3.1	2.3	1.8	0.03	0.03	1.4	0.110	0.009	0.004	73	10	
湖沼	L7	上層	8:45	1.2	0.50	18.7	8.5	24.7	8.8	27	8.9	4.3	1.2	0.5	0.03	0.01	0.2	0.096	0.009	0.004	51	6.4	
湖沼	L7	下層	8:45			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:42	2.5	0.53	19.5	8.9	23.2	10.0	22	8.9	4.4	1.1	0.5	0.03	0.01	0.2	0.088	0.010	0.004	47	6.2	
湖沼	L8	下層	10:42			18.7	9.0	23.1	9.3	21	8.9	4.5	1.1	0.5	0.03	0.01	0.2	0.088	0.010	0.005	86	6.2	
種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透視度 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (μg/L)	比色Si (mg/L)	
流入河川	R1	13:00	0.3	2.4	>0.5	22.0	7.8	30.3	9.8	5	2.6	2.4	2.3	2.1	0.05	0.03	1.8	0.053	0.024	0.019	6	15	
流入河川	R2	12:25	0.1	0.6	>0.5	23.5	7.9	28.0	9.1	8	3.4	2.9	2.8	2.8	0.09	0.03	2.2	0.057	0.023	0.020	7	12	
流入河川	R3	12:45	0.3	1.6	>0.5	20.5	8.1	27.6	10.0	4	2.8	2.2	2.3	2.2	0.06	0.02	1.8	0.038	0.013	0.009	4	13	
流入河川	R4	11:50	0.0	1.0	>0.5	19.0	7.8	29.6	8.9	2	2.2	1.8	2.7	2.7	0.03	0.01	2.3	0.032	0.018	0.017	2	15	
流出河川	R5	11:20	2.0	1.0	0.16	19.5	8.8	23.9	9.3	28	9.1	4.7	1.2	0.6	0.03	0.01	0.3	0.090	0.009	0.004	72	6.2	
平成27年11月25日			天気 雨			気温 9.5℃(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 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (μg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	8:55	1.6	0.60	12.0	8.0	-	10	21	7.2	3.4	1.6	1.3	0.05	0.02	1.0	0.065	0.009	0.003	53	8.2	
湖沼	L1	下層	8:55			12.5	8.0	-	10	30	7.5	3.5	1.7	1.3	0.05	0.02	1.0	0.068	0.008	0.002	57	8.4	
湖沼	L2	上層	9:06	1.6	0.70	12.0	7.9	-	9.3	16	6.3	3.1	2.0	1.7	0.06	0.03	1.5	0.051	0.007	0.002	42	9.5	
湖沼	L2	下層	9:06			12.0	7.8	-	8.2	34	6.3	3.1	2.0	1.7	0.06	0.03	1.5	0.053	0.007	0.002	43	9.6	
湖沼	L3	上層	9:17	1.9	0.75	11.5	7.6	-	7.9	10	4.4	3.1	2.5	2.3	0.15	0.03	1.9	0.047	0.009	0.004	15	10	
湖沼	L3	下層	9:17			12.0	7.6	-	8.0	41	4.4	3.0	2.4	2.3	0.15	0.03	1.9	0.046	0.008	0.005	15	10	
湖沼	L4	上層	9:35	1.2	0.75	11.5	7.9	-	10	16	6.3	3.0	1.7	1.4	0.05	0.03	1.2	0.047	0.006	0.003	54	9.3	
湖沼	L4	下層	9:35			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L5	上層	9:50	2.1	0.90	11.5	7.7	-	7.4	18	3.6	2.4	2.5	2.4	0.16	0.04	2.1	0.051	0.011	0.008	13	12	
湖沼	L5	下層	9:50			12.5	7.5	-	7.4	16	3.4	2.3	2.5	2.4	0.16	0.04	2.1	0.052	0.010	0.007	13	12	
湖沼	L6	上層	10:13	2.0	0.70	12.0	7.6	-	7.8	14	4.4	3.1	2.2	2.0	0.23	0.03	1.6	0.061	0.008	0.004	22	11	
湖沼	L6	下層	10:13			12.5	7.5	-	7.4	25	4.4	2.9	2.2	2.0	0.23	0.03	1.6	0.066	0.008	0.004	22	10	
湖沼	L7	上層	8:49	1.0	0.75	12.5	7.9	-	10	43	6.5	3.4	1.4	1.0	0.03	0.02	0.91	0.050	0.005	0.002	54	8.0	
湖沼	L7	下層	8:49			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:28	2.4	0.65	11.5	8.0	-	9.2	15	6.7	3.3	1.5	1.2	0.04	0.02	1.0	0.051	0.005	0.002	61	8.2	
湖沼	L8	下層	10:28			12.0	8.0	-	9.4	14	6.8	3.3	1.5	1.2	0.04	0.02	1.0	0.052	0.005	0.002	62	8.2	
種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透視度 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (μg/L)	比色Si (mg/L)	
流入河川	R1	12:10	-	2.2	>0.5	12.0	7.7	-	9.4	4	2.6	2.0	2.7	2.6	0.07	0.02	2.4	0.036	0.015	0.011	4	14	
流入河川	R2	12:00	-	1.1	>0.5	12.5	7.6	-	7.5	7	3.5	2.4	3.3	3.2	0.16	0.03	2.9	0.05	0.017	0.014	3	11	
流入河川	R3	11:40	-	1.1	>0.5	12.5	7.6	-	8.5	5	2.6	2.0	2.7	2.7	0.09	0.02	2.4	0.030	0.009	0.007	5	13	
流入河川	R4	11:20	-	1.0	>0.5	12.0	7.6	-	8.5	<1	2.3	2.0	2.8	2.8	0.04	0.01	2.6	0.031	0.018	0.016	2	13	
流出河川	R5	10:40	-	1.8	>0.5	11.5	8.1	-	8.3	16	6.9	3.4	1.5	1.2	0.04	0.02	1.0	0.055	0.007	0.002	61	8.3	

※11月～3月のL4下層については，上層と下層の水深差が少ないため欠測とした。

表5 牛久沼の現地測定及び水質分析結果 (12月, 1月)

平成27年12月16日			天気 晴れ			気温 12.6℃(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 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	8:50	1.6	0.85	11.0	7.4	24.3	8.0	13	5.6	2.9	1.8	1.5	0.04	0.03	1.3	0.044	0.034	0.004	37	10	
湖沼	L1	下層	8:50			10.5	7.6	24.4	9.4	11	5.7	2.9	1.8	1.5	0.04	0.03	1.3	0.046	0.016	0.003	37	10	
湖沼	L2	上層	9:00	1.6	0.55	10.5	7.5	25.6	6.5	13	4.9	2.6	2.9	2.6	0.15	0.04	2.2	0.057	0.011	0.004	25	11	
湖沼	L2	下層	9:00			10.5	7.4	25.5	7.7	13	4.9	2.7	2.8	2.5	0.13	0.03	2.1	0.052	0.009	0.004	24	10	
湖沼	L3	上層	9:12	1.9	0.45	11.0	7.4	12.2	7.1	17	4.7	2.9	2.6	2.4	0.22	0.03	1.9	0.064	0.010	0.006	12	10	
湖沼	L3	下層	9:12			11.0	7.2	24.0	7.4	18	5.2	2.8	2.6	2.4	0.20	0.03	1.9	0.07	0.011	0.008	11	10	
湖沼	L4	上層	9:30	1.3	0.95	11.0	7.8	25.6	9.2	7	5.3	2.9	1.9	1.6	0.03	0.03	1.4	0.040	0.007	0.003	39	10	
湖沼	L4	下層	9:30			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L5	上層	9:44	2.1	0.95	11.5	7.6	22.8	7.3	5	3.8	2.6	2.2	2.0	0.14	0.04	1.7	0.050	0.013	0.009	19	10	
湖沼	L5	下層	9:44			11.5	7.4	22.9	7.7	9	3.9	2.5	2.2	2.0	0.14	0.04	1.7	0.054	0.012	0.008	19	10	
湖沼	L6	上層	10:04	2.1	1.10	12.0	7.4	11.7	7.7	5	3.1	2.4	2.2	2.1	0.20	0.02	1.7	0.046	0.014	0.009	6	11	
湖沼	L6	下層	10:04			11.5	7.3	23.2	8.3	8	3.7	2.3	2.3	2.1	0.20	0.02	1.7	0.087	0.031	0.027	9	11	
湖沼	L7	上層	8:43	1.2	0.95	11.0	7.1	24.2	6.5	9	5.5	3.4	1.6	1.4	0.03	0.02	1.1	0.041	0.011	0.004	28	9.3	
湖沼	L7	下層	8:43			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:21	2.5	0.75	12.0	7.7	24.3	9.2	10	5.5	3.0	2.0	1.7	0.03	0.03	1.4	0.046	0.010	0.003	34	9.6	
湖沼	L8	下層	10:21			11.5	7.7	24.3	8.8	14	5.8	3.1	2.0	1.7	0.04	0.03	1.4	0.052	0.007	0.003	36	9.6	
種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透視度 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
流入河川	R1	12:35	1.1	1.2	>0.5	15.0	7.6	27.9	9.9	2	2.1	1.9	2.7	2.6	0.09	0.03	2.3	0.037	0.017	0.014	2	14	
流入河川	R2	10:33	0.3	0.4	0.11	13.5	7.6	14.5	8.7	40	4.9	2.2	3.3	3.2	0.14	0.03	2.8	0.081	0.018	0.016	1	12	
流入河川	R3	11:55	0.1	1.0	>0.5	15.0	7.6	26.7	9.2	1	2.5	2.0	2.7	2.6	0.07	0.02	2.3	0.024	0.011	0.008	2	13	
流入河川	R4	11:10	0.2	1.1	>0.5	13.0	7.7	13.5	8.9	2	2.2	1.8	2.3	2.3	0.05	0.02	2.0	0.029	0.014	0.010	1	13	
流出河川	R5	10:45	3.3	0.8	0.3	12.0	7.8	24.4	9.2	13	5.6	3.2	1.9	1.7	0.04	0.02	1.4	0.046	0.008	0.003	32	9.4	
平成28年1月15日			天気 晴れ			気温 7.2℃(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 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
湖沼	L1	上層	8:51	1.7	0.60	5.5	7.6	26.8	10	16	6.2	3.1	1.7	1.4	0.05	0.02	1.2	0.057	0.012	0.002	25	10	
湖沼	L1	下層	8:51			5.5	7.6	26.2	10	17	6.2	3.1	1.7	1.4	0.04	0.02	1.2	0.055	0.012	0.002	26	10	
湖沼	L2	上層	9:00	1.7	0.75	5.5	7.6	26.2	10	13	5.7	3.0	1.8	1.5	0.03	0.02	1.3	0.048	0.012	0.002	22	10	
湖沼	L2	下層	9:00			5.5	7.5	26.3	11	14	6.1	3.1	1.8	1.5	0.03	0.02	1.3	0.052	0.011	0.002	23	10	
湖沼	L3	上層	9:12	2.1	0.70	5.0	7.6	27.9	10	11	4.7	2.6	2.6	2.4	0.03	0.02	2.2	0.049	0.012	0.002	22	12	
湖沼	L3	下層	9:12			5.0	7.5	27.9	10	12	4.6	2.7	2.6	2.4	0.03	0.02	2.2	0.050	0.012	0.003	21	11	
湖沼	L4	上層	9:30	1.3	0.80	5.5	7.8	26.8	11	11	6.1	3.0	1.9	1.5	0.04	0.03	1.3	0.048	0.012	0.002	32	11	
湖沼	L4	下層	9:30			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L5	上層	9:47	2.2	0.60	6.0	7.9	28.3	12	14	5.9	2.5	2.3	1.9	0.04	0.04	1.7	0.061	0.012	0.002	47	12	
湖沼	L5	下層	9:47			5.5	8.0	28.5	11	14	5.8	2.6	2.3	2.0	0.04	0.04	1.7	0.064	0.012	0.002	50	12	
湖沼	L6	上層	10:10	2.0	0.90	6.0	7.8	28.8	11	5	3.4	2.5	2.5	2.3	0.10	0.03	2.0	0.050	0.014	0.005	14	13	
湖沼	L6	下層	10:10			6.0	7.7	28.8	11	5	3.4	2.2	2.5	2.3	0.10	0.03	2.0	0.051	0.015	0.005	14	13	
湖沼	L7	上層	8:44	1.2	0.80	5.5	7.4	31.5	10	14	5.8	3.1	1.6	1.3	0.04	0.02	1.1	0.046	0.010	0.002	20	10	
湖沼	L7	下層	8:44			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:27	2.6	0.70	6.5	7.8	25.9	10	12	5.7	3.1	1.7	1.4	0.04	0.02	1.2	0.046	0.011	0.002	24	10	
湖沼	L8	下層	10:27			6.0	7.8	25.9	10	12	5.6	3.2	1.7	1.4	0.04	0.02	1.2	0.048	0.010	0.002	23	10	
種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透視度 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)	
流入河川	R1	12:45	0.2	2.2	>0.5	7.5	7.8	15.2	10	4	3.4	3.0	3.1	3.1	0.27	0.41	2.1	0.075	0.043	0.027	2	16	
流入河川	R2	12:12	0.1	1.0	0.07	8.0	7.8	47.8	8.7	72	8.3	2.8	3.5	3.2	0.27	0.06	2.6	0.12	0.039	0.033	2	12	
流入河川	R3	12:25	0.1	1.0	>0.5	11.5	7.6	30.8	11	<1	2.4	1.8	2.5	2.5	0.06	0.03	2.2	0.033	0.021	0.014	4	15	
流入河川	R4	11:42	0.1	1.2	>0.5	7.0	7.7	45.4	9	<1	1.8	1.5	2.5	2.5	0.03	0.02	2.3	0.023	0.013	0.007	2	14	
流出河川	R5	10:57	9.6	0.6	0.32	6.5	7.7	25.3	10	12	5.7	3.4	1.7	1.4	0.05	0.02	1.2	0.048	0.010	0.002	22	10	

表6 牛久沼の現地測定及び水質分析結果 (2月, 3月)

平成28年2月12日			天気 曇り			気温 6.1℃(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 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)
湖沼	L1	上層	8:49	1.5	0.55	4.5	7.5	24.2	10	21	6.1	2.9	1.8	1.5	0.04	0.01	1.3	0.061	0.009	0.001	35	8.9
湖沼	L1	下層	8:49			5.0	7.7	23.4	12	24	6.6	3.0	1.8	1.4	0.04	0.01	1.3	0.066	0.008	0.002	35	8.9
湖沼	L2	上層	8:59	1.6	0.75	5.5	7.7	25.1	11	13	4.8	2.6	2.2	1.9	0.03	0.02	1.7	0.051	0.008	0.002	25	10
湖沼	L2	下層	8:59			5.5	7.8	25.2	11	13	4.9	2.6	2.1	1.9	0.03	0.02	1.7	0.053	0.008	0.002	25	10
湖沼	L3	上層	9:13	2.1	0.75	5.0	7.8	26.8	10	12	4.1	2.3	2.6	2.4	0.03	0.02	2.2	0.053	0.010	0.002	22	12
湖沼	L3	下層	9:13			5.0	7.7	27.0	11	12	4.2	2.5	2.6	2.4	0.04	0.02	2.2	0.057	0.010	0.003	23	12
湖沼	L4	上層	9:30	1.1	0.80	5.5	8.2	24.6	12	15	6.3	2.8	2.0	1.6	0.04	0.03	1.5	0.051	0.007	0.001	39	9.5
湖沼	L4	下層	9:30			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L5	上層	9:46	2.1	0.80	6.5	8.2	27.9	13	12	4.7	2.3	2.6	2.2	0.04	0.05	2.0	0.060	0.012	0.004	42	11
湖沼	L5	下層	9:46			6.5	8.2	27.9	13	13	4.9	2.4	2.5	2.2	0.05	0.05	2.0	0.061	0.011	0.003	46	11
湖沼	L6	上層	10:07	1.9	1.00	7.5	8.1	28.0	12	7	3.5	2.4	2.3	2.1	0.06	0.02	2.0	0.045	0.008	0.003	18	11.0
湖沼	L6	下層	10:07			6.5	8.0	27.7	12	10	4.0	2.5	2.3	2.1	0.05	0.02	1.9	0.056	0.007	0.003	20	11.0
湖沼	L7	上層	8:41	1.0	0.45	5.5	7.3	23.5	8.7	23	6.4	3.2	1.8	1.5	0.04	0.01	1.3	0.063	0.007	0.001	33	9.0
湖沼	L7	下層	8:41			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:22	2.0	0.50	6.5	8.1	23.9	11	19	6.3	3.1	1.8	1.5	0.04	0.01	1.3	0.059	0.007	0.001	33	9.0
湖沼	L8	下層	10:22			6.0	8.0	23.4	11	20	6.2	3.1	1.8	1.5	0.04	0.01	1.3	0.060	0.008	0.001	33	9.0
種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透視度 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)
流入河川	R1	12:34	1.3	2.1	>0.5	8.0	7.8	28.5	10	1	2.2	2.0	2.3	2.2	0.09	0.03	2.0	0.043	0.019	0.011	3	13
流入河川	R2	12:00	0.7	1.0	>0.5	9.0	7.8	14.5	11	5	3.2	2.6	3.3	3.2	0.21	0.06	2.7	0.041	0.024	0.029	2	10
流入河川	R3	12:16	0.1	1.0	>0.5	9.0	7.8	29.1	12	3	2.4	1.9	2.8	2.7	0.06	0.02	2.5	0.030	0.017	0.008	9	14
流入河川	R4	11:34	0.2	1.1	>0.5	7.2	7.8	28.4	12	<1	1.7	1.7	2.3	2.3	0.04	0.02	2.1	0.035	0.016	0.004	1	14
流出河川	R5	10:52	3.1	0.7	0.21	6.0	7.9	12.1	12	20	6.0	3.1	1.9	1.5	0.04	0.01	1.3	0.047	0.009	0.002	32	9.0

平成28年3月4日			天気 晴れ			気温 9.7℃(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 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)
湖沼	L1	上層	8:49	1.6	0.65	9.5	8.0	23.7	10	21	6.7	3.1	1.5	1.1	0.04	0.01	1.0	0.061	0.011	0.003	35	7.0
湖沼	L1	下層	8:49			9.5	8.2	22.0	11	22	7.0	3.2	1.5	1.1	0.04	0.01	0.9	0.058	0.008	0.003	37	7.1
湖沼	L2	上層	8:59	1.8	0.65	9.0	8.2	24.1	11	16	6.3	3.2	1.6	1.3	0.04	0.01	1.1	0.053	0.009	0.001	34	7.9
湖沼	L2	下層	8:59			9.0	8.3	24.1	11	16	6.3	3.2	1.6	1.3	0.04	0.01	1.1	0.054	0.010	0.001	35	7.8
湖沼	L3	上層	9:12	2.6	0.65	9.5	8.2	25.2	12	18	5.8	2.9	2.1	1.8	0.02	0.01	1.6	0.064	0.010	0.002	39	9.6
湖沼	L3	下層	9:12			9.0	8.2	25.1	12	21	6.1	2.9	2.1	1.8	0.02	0.01	1.6	0.069	0.009	0.002	40	9.7
湖沼	L4	上層	9:28	1.3	0.70	9.5	8.9	24.3	12	21	7.8	3.4	1.5	1.0	0.04	0.02	0.9	0.058	0.009	0.001	50	7.2
湖沼	L4	下層	9:28			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L5	上層	9:45	2.2	0.60	10.0	9.1	24.8	15	20	7.9	2.9	2.0	1.5	0.02	0.02	1.3	0.073	0.011	0.002	95	9.7
湖沼	L5	下層	9:45			10.0	9.1	21.6	15	21	7.2	2.6	2.1	1.6	0.02	0.02	1.4	0.077	0.010	0.002	93	10.0
湖沼	L6	上層	10:07	2.1	0.85	10.5	8.5	27.3	11	11	4.4	2.4	2.3	2.0	0.03	0.01	1.8	0.066	0.011	0.002	31	11.0
湖沼	L6	下層	10:07			10.0	8.2	27.2	10	11	4.0	2.3	2.4	2.1	0.04	0.01	1.9	0.066	0.010	0.002	24	11.0
湖沼	L7	上層	8:42	1.2	0.50	10.0	7.7	24.7	11	26	6.8	3.1	1.6	1.1	0.04	0.01	1.0	0.067	0.007	0.002	38	7.1
湖沼	L7	下層	8:42			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
湖沼	L8	上層	10:23	2.5	0.60	11.0	8.4	24.9	10	20	6.8	3.2	1.5	1.1	0.05	0.01	1.0	0.058	0.008	0.001	36	7.2
湖沼	L8	下層	10:23			10.0	8.4	23.9	11	23	7.2	3.1	1.5	1.1	0.04	0.01	1.0	0.063	0.007	0.001	40	7.1
種類	地点名	時間	流量 (m3/s)	水深 (m)	透視度 (m)	水温 (℃)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TN (mg/L)	d-TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	d-TP (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	比色Si (mg/L)
流入河川	R1	12:30	0.30	2.3	>0.5	12.0	7.7	29.0	9.6	8	3.5	2.3	2.6	2.5	0.05	0.02	2.1	0.120	0.063	0.013	7	15
流入河川	R2	11:53	0.18	1.1	0.35	12.0	7.9	14.4	9.8	10	3.9	2.6	3.2	3.0	0.05	0.01	2.6	0.063	0.032	0.007	3	11.0
流入河川	R3	12:12	0.02	1.0	>0.5	13.0	7.7	27.7	10	5	3.0	2.1	2.4	2.3	0.02	0.01	2.1	0.035	0.011	0.002	8	14
流入河川	R4	11:24	0.07	1.2	>0.5	10.0	7.8	35.0	10	1	2.3	2.1	2.2	2.1	0.02	0.01	2.0	0.022	0.010	0.003	2	13
流出河川	R5	10:55	0.03	0.5	0.21	11.0	8.2	24.1	11	18	6.7	3.4	1.5	1.1	0.05	0.01	1.0	0.055	0.007	0.001	36	7.1

## 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 (Be, Al, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Y, Mo, Cd, Cs, Sb, Ba, La, Ce, Sm, W, Tl, Pb, Bi, Th, U)
- ・炭素成分 (WSOC, WIOC, Char-EC, Soot-EC)

### 3 調査地点

土浦保健所

### 4 調査時期

春季 平成27年5月7日～平成27年5月21日

夏季 平成27年7月22日～平成27年8月5日

秋季 平成27年10月21日～平成27年11月4日

冬季 平成28年1月20日～平成28年2月3日

### 5 採取方法

PTFEフィルタ及び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 (PTFE フィルタ捕集に使用)  
Thermo Scientific 社製 FRM2000 (石英繊維フィルタ捕集に使用)

### 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（平成23年7月環境省）」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：日本ダイオネクス株式会社 ICS-2000

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-V CSN

## 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を比較すると, 夏季の濃度が最も高く, 次いで春季, 秋季, 冬季の順であった。PM<sub>2.5</sub> 質量濃度の季節の平均値は春季  $16.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 夏季  $23.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 秋季  $12.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 冬季  $11.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  であった (表 1)。図 1 に各季節の成分平均濃度及び割合を示す。炭素成分は秋季・冬季に増加した。図 2 に PM<sub>2.5</sub> 質量濃度の推移を示す。夏季は他の季節と比べ変動が大きかった。

表 1 季節別 PM<sub>2.5</sub> 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	31.4	8.4	16.8
夏季	40.4	3.9	23.7
秋季	19.6	7.6	12.3
冬季	22.3	2.4	11.9

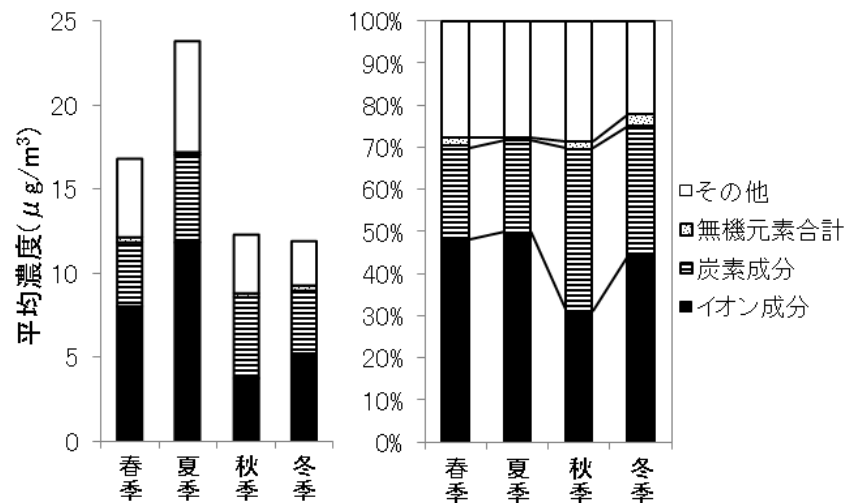


図 1 季節別 成分平均濃度及び割合  
(左: 濃度, 右: 割合)

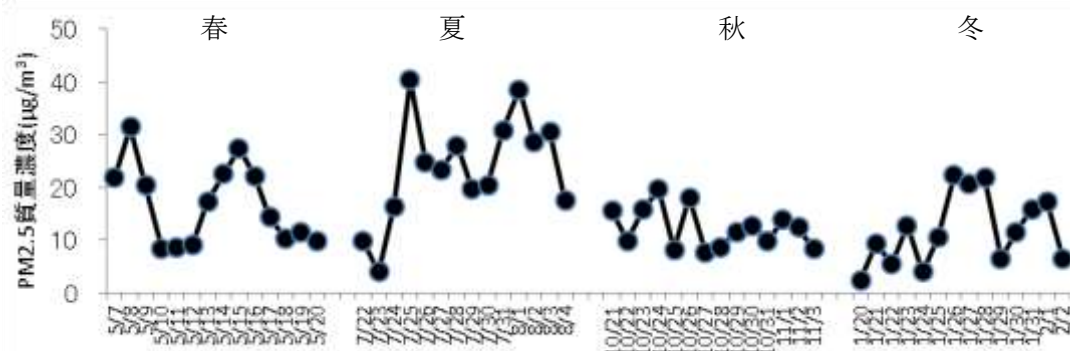


図 2 PM<sub>2.5</sub> 質量濃度推移 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

(2) イオン成分

春季・夏季のイオン成分濃度を図3-1に、秋季及び冬季のイオン成分濃度を図3-2に示す。

春季及び夏季は硫酸イオンの比率が高く、秋季及び冬季は硝酸イオンの比率が高くなっていった。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ことが影響していると考えられる。

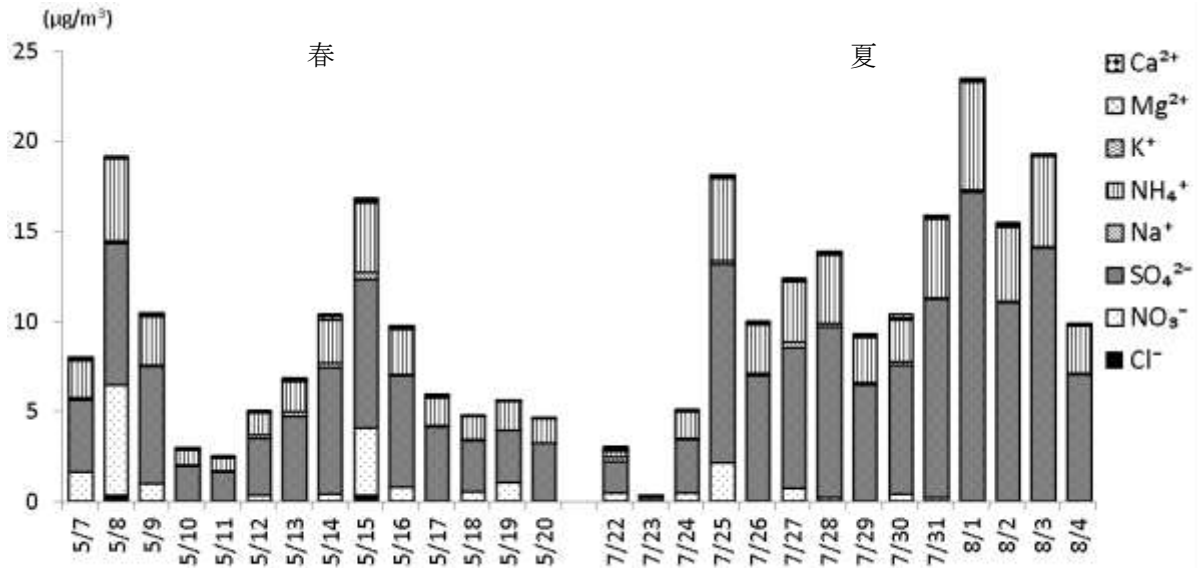


図3-1 イオン成分濃度（春季・夏季）

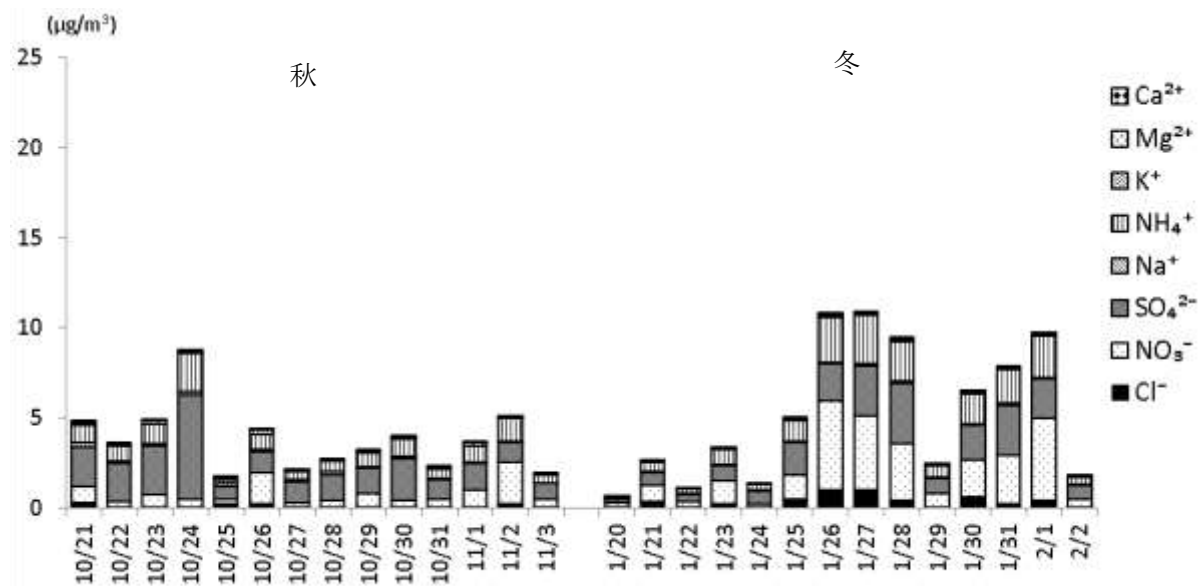


図3-2 イオン成分濃度（秋季・冬季）

## (3) 無機元素成分, 炭素成分

春季・夏季の無機元素成分濃度を図 4-1 に, 秋季及び冬季の無機元素成分濃度を図 4-2 に示す。無機元素成分のうち, Al, Fe, Zn は各季節で, 無機元素成分の大部分を占めていた。

春季・夏季の炭素成分濃度を図 5-1 に, 秋季及び冬季の炭素成分濃度を図 5-2 に示す。WSOC は春季から秋季にかけて高い濃度を示し, PM2.5 質量濃度の増減と連動していた。WIOC, Char-EC は冬季に高い濃度を示した。Soot-EC は季節変化が少なく, 他の炭素成分と比較すると低濃度で推移した。

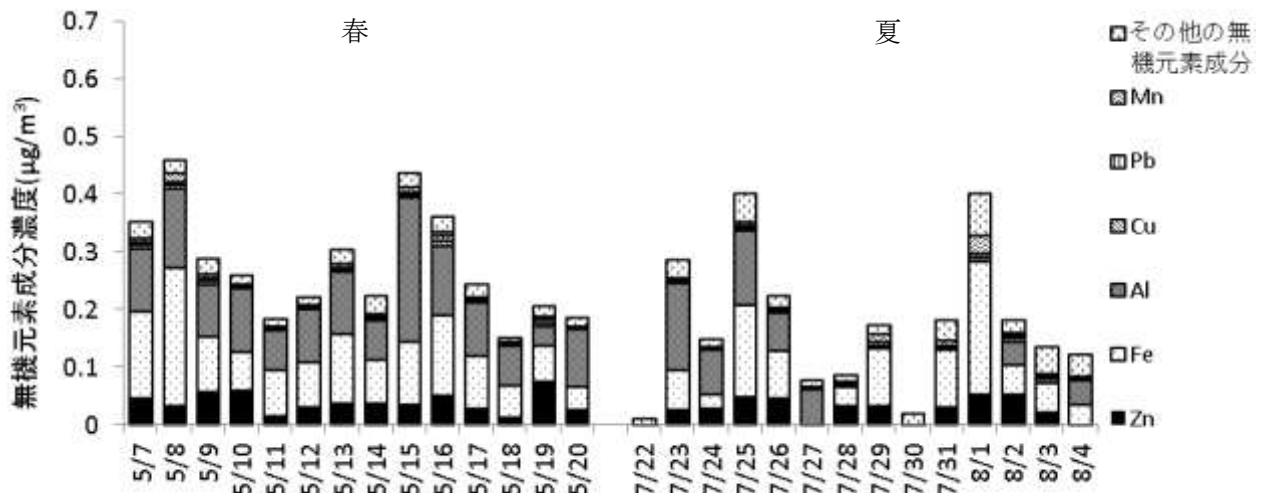


図 4-1 無機元素成分濃度 (春季・夏季)

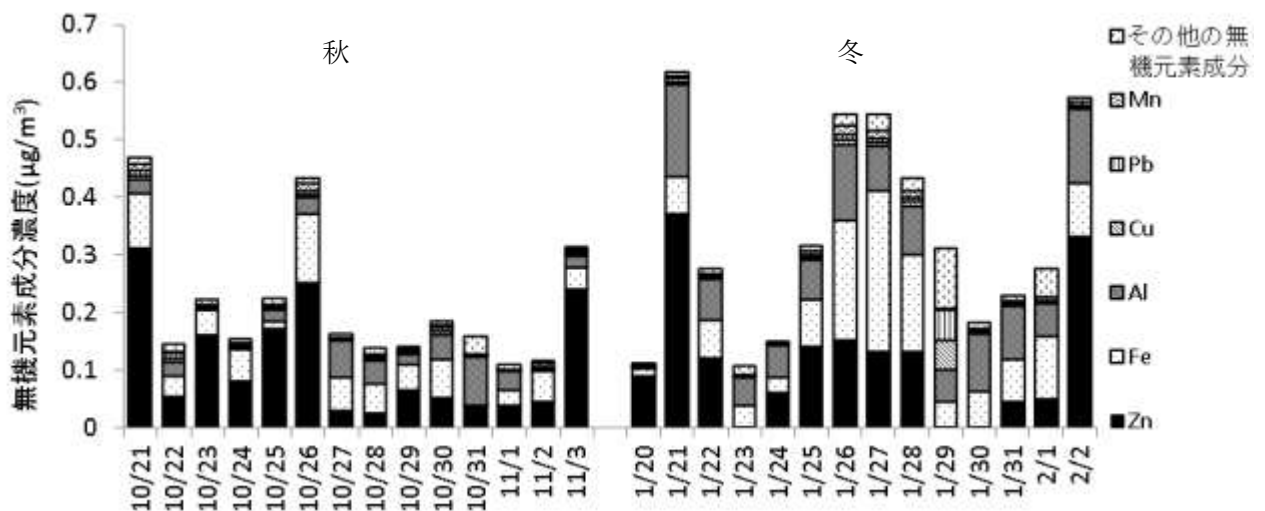


図 4-2 無機元素成分濃度 (秋季・冬季)

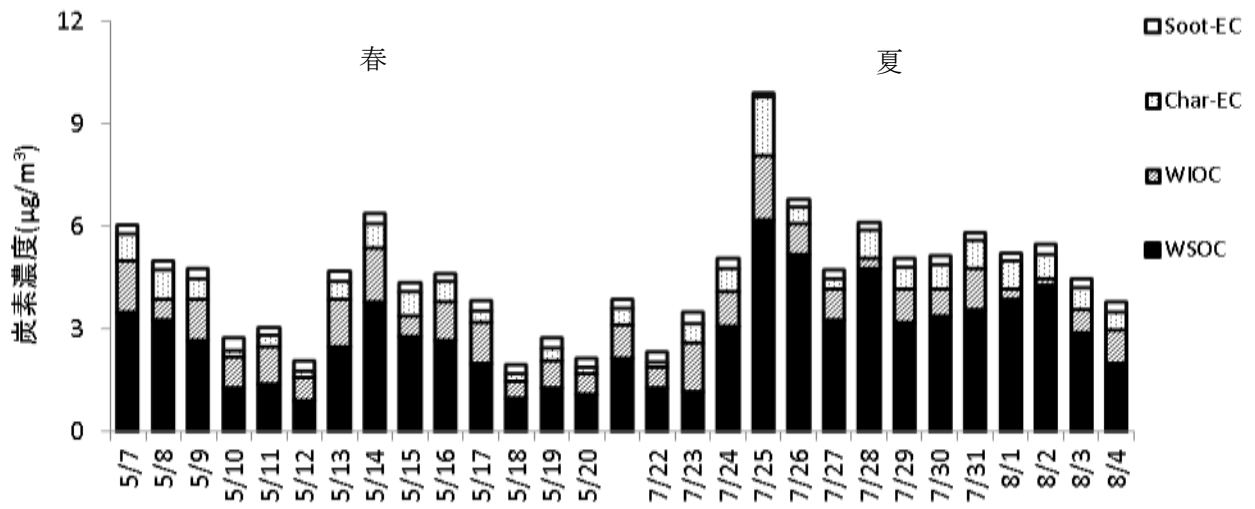


図 5-1 炭素成分濃度 (春季・夏季)

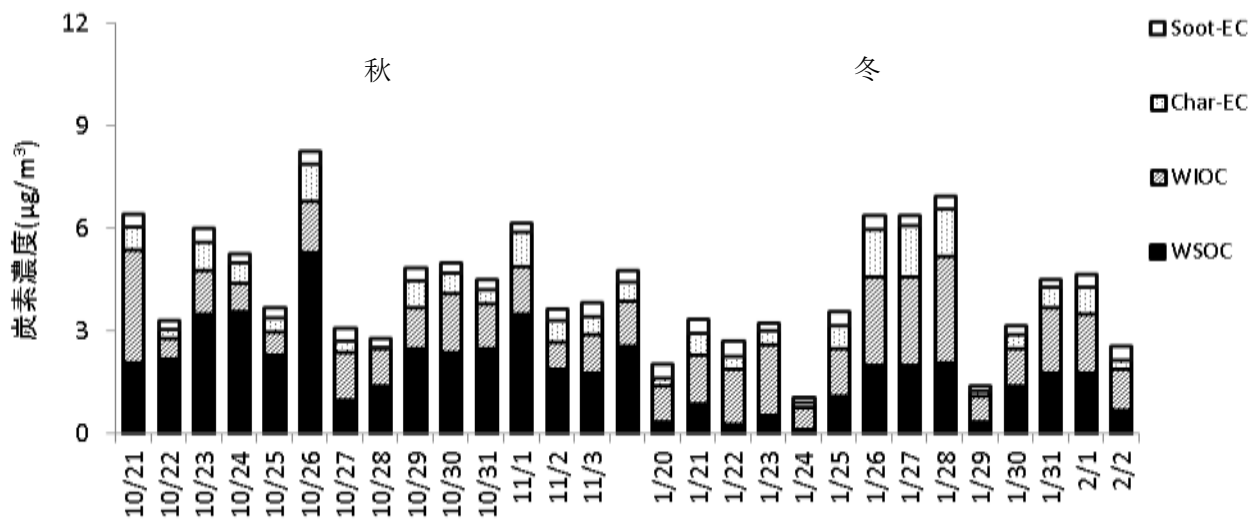


図 5-2 炭素成分濃度 (秋季・冬季)



(1) 春季調査(土浦保健局, 平成27年5月7日~平成27年5月21日)

サンプリング実施時期		質量濃度 測定値 (μg/m <sup>3</sup> )	イオン成分(μg/m <sup>3</sup> )									無機元素(ng/m <sup>3</sup> )											
開始日	終了日		Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Be	Al	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	
H27.5.7	~	H27.5.8	21.9	<0.0056	1.6	4.0	0.11	2.1	0.11	0.016	0.041	<0.011	110	0.023	7.2	7.3	1.2	7.8	150	0.063	3.0	5.2	47
H27.5.8	~	H27.5.9	31.4	0.33	6.1	7.9	0.074	4.6	0.080	<0.011	0.025	<0.011	140	0.011	6.2	7.8	0.54	16	240	0.046	3.0	4.8	32
H27.5.9	~	H27.5.10	20.4	<0.0056	0.99	6.5	0.051	2.7	0.10	0.012	0.034	<0.011	91	0.018	10	5.8	1.1	5.7	97	0.063	2.0	5.5	57
H27.5.10	~	H27.5.11	8.4	<0.0056	<0.25	1.8	0.066	0.84	0.066	<0.011	<0.021	<0.011	110	0.017	9.4	0.79	<0.41	2.6	67	0.082	1.6	2.3	60
H27.5.11	~	H27.5.12	8.6	<0.0056	<0.25	1.5	0.042	0.74	0.052	0.012	0.027	<0.011	70	0.049	3.9	1.9	0.98	3.7	79	0.026	1.7	1.4	16
H27.5.12	~	H27.5.13	9.0	<0.0056	0.35	3.1	0.24	1.2	<0.045	0.028	0.035	<0.011	93	0.014	6.2	2.1	0.81	3.9	77	0.039	0.90	1.5	31
H27.5.13	~	H27.5.14	17.3	<0.0056	<0.25	4.6	0.21	1.7	0.067	0.028	0.042	<0.011	110	0.020	10	7.0	1.0	7.0	120	0.073	2.0	2.6	37
H27.5.14	~	H27.5.15	22.5	<0.0056	0.38	7.0	0.30	2.4	0.15	0.047	0.094	0.025	69	0.016	8.4	4.6	<0.41	4.9	77	0.048	2.5	2.7	37
H27.5.15	~	H27.5.16	27.4	0.34	3.7	8.3	0.33	3.9	0.13	0.042	0.063	0.025	250	0.019	7.1	7.0	0.47	7.9	110	0.11	2.7	4.6	35
H27.5.16	~	H27.5.17	22.1	<0.0056	0.77	6.2	0.079	2.5	0.13	0.013	0.027	0.016	120	0.023	9.3	4.5	1.2	6.8	140	0.080	2.5	8.6	51
H27.5.17	~	H27.5.18	14.3	<0.0056	<0.25	4.0	0.031	1.6	0.078	0.012	0.027	<0.011	92	0.016	7.3	2.2	2.3	4.1	91	0.067	4.4	3.2	29
H27.5.18	~	H27.5.19	10.2	<0.0056	0.51	2.8	0.074	1.3	<0.045	0.012	<0.021	<0.011	69	0.011	2.7	1.3	0.63	2.5	55	0.031	0.87	1.3	14
H27.5.19	~	H27.5.20	11.4	<0.0056	1.0	2.9	0.015	1.6	<0.045	<0.011	<0.021	<0.011	34	<0.0088	7.9	2.0	0.93	5.6	62	0.044	1.3	6.2	75
H27.5.20	~	H27.5.21	9.7	<0.0056	<0.25	3.1	0.023	1.3	<0.045	<0.011	<0.021	<0.011	100	<0.0088	12	1.0	0.64	2.2	89	0.025	<0.55	1.3	27
平均			16.8	0.049	1.1	4.6	0.12	2.0	0.070	0.016	0.030	<0.011	100	0.017	7.7	3.9	0.84	5.8	100	0.057	2.0	3.7	39
最大値			31.4	0.34	6.1	8.3	0.33	4.6	0.15	0.047	0.094	0.025	250	0.049	12	7.8	2.3	16	240	0.11	4.4	8.6	75
最小値			8.4	<0.0056	<0.25	1.5	0.015	0.74	<0.045	<0.011	<0.021	<0.011	34	<0.0088	2.7	0.79	<0.41	2.2	39	0.025	<0.55	1.3	14

サンプリング実施時期		無機元素(ng/m <sup>3</sup> )																		炭素成分 (μg/m <sup>3</sup> )			水溶性 有機炭素 (μg/m <sup>3</sup> ) WSOC
開始日	終了日	As	Se	Sr	Y	Mo	Cd	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Sm	W	Tl	Pb	Bi	Th	U	OC	EC		
H27.5.7	~	H27.5.8	1.0	0.15	0.75	0.030	1.8	0.29	1.9	0.069	2.2	1.7	0.21	<0.0055	1.4	0.076	7.6	0.40	0.021	0.0071	5.0	1.0	3.5
H27.5.8	~	H27.5.9	0.82	0.11	0.49	0.033	0.40	0.23	1.7	0.037	1.4	0.13	0.16	0.0062	0.50	0.049	5.3	0.15	0.015	<0.0049	3.9	1.0	3.3
H27.5.9	~	H27.5.10	2.4	0.16	0.68	0.030	0.73	0.41	1.5	0.061	2.2	0.13	0.16	<0.0055	0.17	0.086	10	0.42	0.020	0.014	3.9	0.83	2.7
H27.5.10	~	H27.5.11	0.51	0.056	0.21	0.028	0.61	0.11	1.7	0.030	1.2	0.56	0.13	0.0064	<0.082	<0.020	3.3	0.21	0.014	<0.0049	2.2	0.49	1.3
H27.5.11	~	H27.5.12	0.30	0.038	0.22	0.031	<0.19	0.12	1.4	0.033	0.96	0.080	0.10	<0.0055	0.083	0.042	11	0.081	0.035	0.020	2.5	0.51	1.4
H27.5.12	~	H27.5.13	0.44	0.081	0.36	0.044	0.57	0.12	0.47	0.029	1.0	0.072	0.12	0.0061	0.093	0.039	3.8	0.24	0.012	0.0059	1.4	0.44	0.91
H27.5.13	~	H27.5.14	1.1	0.15	0.72	0.070	0.52	0.26	0.96	0.022	1.8	0.092	0.20	<0.0055	0.17	0.093	9.4	0.29	0.017	0.0070	3.9	0.76	2.5
H27.5.14	~	H27.5.15	1.0	0.10	0.49	0.022	0.47	0.22	1.2	0.041	1.2	0.055	0.13	0.0059	0.11	0.055	5.9	0.38	0.012	<0.0049	5.4	0.97	3.8
H27.5.15	~	H27.5.16	1.7	0.22	0.88	0.029	0.64	0.31	2.3	0.070	1.7	0.13	0.17	0.0068	0.27	0.10	10	0.37	0.014	0.012	3.4	0.91	2.8
H27.5.16	~	H27.5.17	3.7	0.19	0.74	0.037	1.0	0.66	2.0	0.070	2.1	0.099	0.18	0.0069	1.1	0.11	16	0.67	0.020	0.012	3.8	0.80	2.7
H27.5.17	~	H27.5.18	1.6	0.13	0.52	0.031	0.33	0.26	0.70	0.056	1.6	0.11	0.19	0.0057	0.68	0.082	12	0.23	0.014	0.010	3.2	0.58	2.0
H27.5.18	~	H27.5.19	0.61	0.064	0.27	0.039	0.20	0.11	0.43	0.028	0.84	0.043	0.081	<0.0055	<0.082	0.032	4.2	0.14	0.0089	<0.0049	1.3	0.43	1.0
H27.5.19	~	H27.5.20	1.2	0.075	0.42	0.017	0.84	0.21	1.3	0.015	0.85	0.054	0.11	<0.0055	0.29	0.027	4.9	0.37	<0.0084	<0.0049	2.1	0.60	1.3
H27.5.20	~	H27.5.21	0.66	0.075	0.20	0.024	0.22	0.098	0.78	0.032	0.72	0.048	0.091	0.0081	0.26	0.026	3.3	0.14	<0.0084	0.0072	1.5	0.40	1.1
平均			1.2	0.11	0.50	0.033	0.60	0.24	2.1	0.046	1.4	0.091	0.15	<0.0055	0.37	0.060	7.6	0.29	0.014	0.0068	3.1	0.69	2.2
最大値			3.7	0.22	0.88	0.070	1.8	0.66	1.2	0.072	2.2	0.17	0.21	0.0081	1.4	0.11	16	0.67	0.035	0.020	5.4	1.0	3.8
最小値			0.30	0.038	0.20	0.017	<0.19	0.098	0.43	0.015	0.72	0.043	0.081	<0.0055	<0.082	0.020	3.3	0.081	<0.0084	<0.0049	1.3	0.40	0.91

(2) 夏季調査(土浦保健局, 平成27年7月22日~平成27年8月5日)

サンプリング実施時期		質量濃度 測定値 (μg/m <sup>3</sup> )	イオン成分(μg/m <sup>3</sup> )									無機元素(ng/m <sup>3</sup> )											
開始日	終了日		Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Be	Al	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	
H27.7.22	~	H27.7.23	9.7	0.15	0.32	1.7	0.29	0.34	0.044	0.049	0.11	<0.026	<38	<0.018	11	<0.10	<0.84	<0.52	<17	<0.62	<7.5	<0.22	<15
H27.7.23	~	H27.7.24	3.9	0.036	0.076	0.079	<0.092	<0.013	<0.0020	0.060	0.015	<0.026	150	<0.018	12	1.4	5.0	69	2.8	<7.5	2.5	27	
H27.7.24	~	H27.7.25	16.4	0.0051	0.42	3.0	0.033	1.5	0.033	0.065	0.021	<0.026	77	0.031	<9.4	2.0	1.0	2.0	24	1.7	7.7	1.2	29
H27.7.25	~	H27.7.26	40.4	0.018	2.1	11	0.21	4.6	0.11	0.020	0.036	<0.026	130	<0.018	15	11	2.3	6.1	160	2.6	7.9	4.5	48
H27.7.26	~	H27.7.27	24.8	0.0033	0.054	6.9	0.13	2.7	0.10	0.019	0.020	<0.026	67	<0.018	<9.4	6.5	2.4	3.0	81	0.99	<7.5	3.5	47
H27.7.27	~	H27.7.28	23.2	0.018	0.68	7.8	0.30	3.4	0.049	0.040	0.021	<0.026	62	<0.018	<9.4	7.8	1.7	1.6	<17	<0.62	<7.5	1.3	<15
H27.7.28	~	H27.7.29	27.9	0.0052	0.19	9.5	0.18	3.8	0.078	0.022	0.023	<0.026	<38	<0.018	<9.4	6.6	<0.84	3.7	34	1.8	<7.5	2.5	32
H27.7.29	~	H27.7.30	19.6	0.0022	0.043	6.4	0.16	2.5	0.078	0.018	0.015	<0.026	<38	<0.018	<9.4	4.6	3.8	13	100	<0.62	<7.5	6.5	32
H27.7.30	~	H27.7.31	20.5	<0.0013	0.35	7.2	0.18	2.3	0.080	0.048	0.21	<0.026	<38	<0.018	19	<0.10	<0.84	<0.52	<17	<0.62	<7.5	0.25	<15
H27.7.31	~	H27.8.1	30.8	0.0020	0.20	11	0.073	4.4	0.097	0.012	0.025	<0.026	<38	<0.018	14	12	2.1	7.1	100	<0.62	<7.5	4.1	30
H27.8.1	~	H27.8.2	38.5	0.0032	0.15	17	0.088	6.0</															

VI 研究報告・調査報告

(3) 秋季調査(土浦保健所局, 平成27年10月21日~平成27年11月4日)

Table with columns: サンプル実施時期, 質量濃度測定値, イオン成分(μg/m³), 無機元素(ng/m³). Rows include dates and concentrations for various elements like Cl-, NO3-, SO42-, Na+, NH4+, K+, Mg2+, Ca2+, Be, Al, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn.

Table with columns: サンプル実施時期, 無機元素(ng/m³), 炭素成分(μg/m³), 水溶性有機炭素(μg/m³). Rows include dates and concentrations for elements like As, Se, Sr, Y, Mo, Cd, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Sm, W, Ti, Pb, Bi, Th, U, OC, EC, WSOC.

(4) 冬季調査(土浦保健所局, 平成28年1月20日~平成28年2月3日)

Table with columns: サンプル実施時期, 質量濃度測定値, イオン成分(μg/m³), 無機元素(ng/m³). Rows include dates and concentrations for various elements like Cl-, NO3-, SO42-, Na+, NH4+, K+, Mg2+, Ca2+, Be, Al, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn.

Table with columns: サンプル実施時期, 無機元素(ng/m³), 炭素成分(μg/m³), 水溶性有機炭素(μg/m³). Rows include dates and concentrations for elements like As, Se, Sr, Y, Mo, Cd, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Sm, W, Ti, Pb, Bi, Th, U, OC, EC, WSOC.

## 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

平成 26 年度現在、全国において光化学オキシダントの環境基準(0.06ppm)未達成局数は 1,189 局中 1,188 局 (99.9%) であり、平成 27 年の光化学スモッグ注意報発令地域は 17 都府県、発令延日数が 101 日となっている<sup>1)</sup>。

茨城県内においても昭和 59 年度以降全ての観測点(平成 27 年度現在 30 カ所)で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>2)</sup>。

県内の光化学オキシダント高濃度現象は県西・県南地域を中心に発生する首都圏からの移流によるものの他に、局地的に発生する事例も存在する。また、光化学オキシダントの原因物質である揮発性有機化合物 (VOC) には植物起源の VOC も大きな割合を占めているという報告もある<sup>3)</sup>。

本研究は、光化学オキシダントの原因物質である VOC の実態を植物起源のものを含めて把握すると共にその光化学オキシダント生成への寄与を解明することを目的としている。

第 2 報では、平成 27 年度に東海・ひたちなか地域で実施した実態調査結果について報告する。

### 2 方法

#### (1) 調査地点

調査地点を図 1 に示す。

一般環境大気測定局 (一般局)4 地点 (日立南部, 常陸那珂勝田, 那珂, 常陸那珂東海), 茨城県環境放射線監視センター (以下, 「放射線センター」という。ひたちなか市) を含めた東海, ひたちなか地域 5 地点で測定を実施した。

#### (2) 測定方法及び測定項目

月 1~2 回の頻度で当センターからオゾン計, 揮発性有機化合物 (VOC) 計等を用意し測定を行った。また一般環境大気測定局では常時監視の対象項目である光化学オキシダント (以下, 「Ox 濃度」という。), 非メタン炭化水素 (NMHC) 等を測定しており, 当センターにより測定したデータと比較を行った。一般環境大気測定局のデータを使用した地点は, Ox 濃度については日立南部, 常陸那珂勝田, 那珂の 3 地点, NMHC は常陸那珂勝田の 1 地点である。

VOC 測定については, 全 5 地点において 6L のキャニスターにより, 定流量サンプラーを用いて 24 時間大気を採取し, これをキャニスター分析装置付き GC/MS を用いて VOC53 成分の一斉分析を行った。

表 1 に分析を行った 53 成分を示す。なお, 表 1 の MIR (Maximum Incremental Reactivity) 値<sup>4)</sup>とは, 測定した VOC 濃度に乗じてオゾン生成能を算出するための係数である。

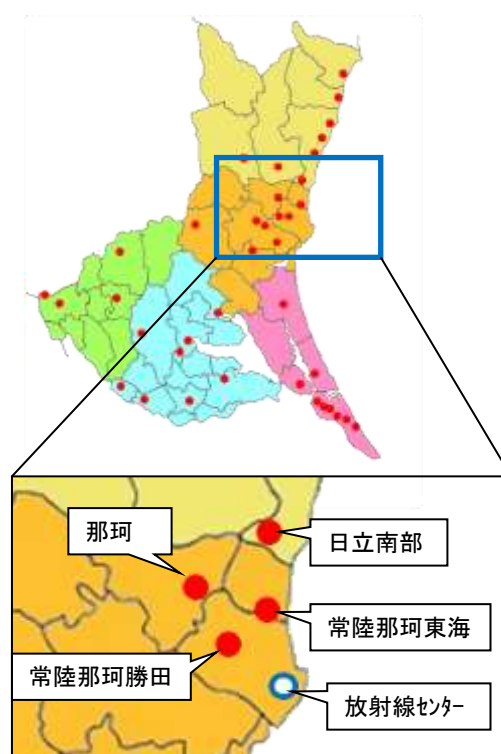


図 1 調査地点  
(● : 大気測定局設置地点)

表1 キャニスタ-GC/MS 分析項目一覧

No.	項 目	MIR値	No.	項 目	MIR値
1	プロピレン	11.66	28	n-ヘプタン	1.07
2	イソブタン	1.23	29	メチルシクロヘキサン	1.7
3	1-ブテン	9.73	30	2,3,4-トリメチルペンタン	1.03
4	n-ブタン	1.15	31	トルエン	4
5	trans-2-ブテン	15.16	32	2-メチルヘプタン	1.07
6	cis-2-ブテン	14.24	33	3-メチルヘプタン	1.24
7	イソペンタン	1.45	34	n-オクタン	0.9
8	1-ペンテン	7.21	35	エチルベンゼン	3.04
9	n-ペンタン	1.31	36	m,p-キシレン	7.795
10	イソブレン	10.61	37	スチレン	1.73
11	trans-2-ペンテン	10.56	38	o-キシレン	7.64
12	cis-2-ペンテン	10.38	39	n-ノナン	0.78
13	2,2-ジメチルブタン	1.17	40	イソプロピルベンゼン	2.52
14	シクロペンタン	2.39	41	$\alpha$ -ヒネン	4.51
15	2,3-ジメチルブタン	0.97	42	n-プロピルベンゼン	2.03
16	2-メチルペンタン	1.5	43	m-エチルトルエン	7.39
17	3-メチルペンタン	1.8	44	p-エチルトルエン	7.39
18	2-メチル-1-ペンテン	5.26	45	1,3,5-トリメチルベンゼン	11.56
19	n-ヘキサン	1.24	46	o-エチルトルエン	5.59
20	メチルシクロペンタン	2.19	47	$\beta$ -ヒネン	3.52
21	2,4-ジメチルペンタン	1.55	48	1,2,4-トリメチルベンゼン	8.87
22	ベンゼン	0.72	49	n-デカン	0.68
23	シクロヘキサン	1.25	50	1,2,3-トリメチルベンゼン	11.97
24	2-メチルヘキサン	1.19	51	m-ジエチルベンゼン	7.1
25	2,3-ジメチルペンタン	1.34	52	p-ジエチルベンゼン	4.43
26	3-メチルヘキサン	1.61	53	n-ウンデカン	0.61
27	2,2,4-トリメチルペンタン	1.26			

### 3 調査結果及び考察

表2に本研究により調査した5地点の光化学オキシダント濃度(ppb, 平均値・最高値), NMHC濃度(ppmC, 平均値)及び気象条件(主風向, 平均風速, 天候)を示す。なお, 各濃度の平均値, 最高値及び気象条件はVOCの採取時間帯に合わせて算出した。また, 主風向及び平均風速の値は一般環境大気測定局における観測値を示した。

最高Ox濃度(採取期間中の最高値)は平成27年4月16日~17日及び5月21日~22日の期間は全地点で60ppb以上であり, 共通して高い濃度となった。

表 2 VOC 採取期間中における平均 Ox 濃度, 最高 Ox 濃度, 平均 NMHC 濃度及び気象条件

	VOC採取期間	平均Ox (ppb)	最高Ox (ppb)	平均 NMHC (ppmC)	主風向	平均風速 (m/s)	天候
日立南部	平成27年4月16日13:45~17日13:27	56	68	—	東南東	2.6	くもり
	平成27年5月21日13:50~22日14:00	48	74	—	西	3.3	晴
	平成27年6月25日14:10~26日13:35	29	46	—	南	1.9	晴
	平成27年7月14日14:00~15日14:00	17	38	—	南南東	2.9	晴
	平成27年7月23日14:05~24日14:15	28	51	—	南西	2.1	晴
	平成27年8月19日14:05~20日13:55	34	41	—	東南東	2.1	晴
	平成27年9月15日14:00~16日14:10	39	49	—	東	3.0	晴
	平成27年10月14日14:10~15日14:10	35	48	—	南南西	2.5	晴
	平成27年11月25日14:09~26日13:57	30	35	—	北	4.4	くもり
	平成27年12月9日14:00~10日13:50	21	40	—	西南西	2.5	晴
	平成28年1月14日14:10~15日14:05	34	41	—	西北西	5.9	晴
	平成28年2月9日14:10~10日14:10	34	51	—	西	2.6	晴
	平成28年8月14日14:15~9日14:10	40	44	—	東	4.4	くもり
	常陸那珂勝田	平成27年4月16日11:40~17日11:10	48	69	0.13	南南東	1.2
平成27年5月21日11:55~22日11:55		53	66	0.11	東	2.4	晴
平成27年6月25日12:15~26日11:45		31	41	0.09	南南西	1.6	晴
平成27年7月14日11:45~15日13:00		21	43	0.07	南	2.9	晴
平成27年7月23日12:15~24日12:35		28	48	0.12	西南西	1.8	晴
平成27年8月19日11:20~20日11:45		34	42	0.06	南	0.9	くもり
平成27年9月15日12:50~16日12:45		38	47	0.08	東	0.6	晴
平成27年10月14日12:15~15日11:53		37	51	0.09	南南西	1.6	晴
平成27年11月25日12:23~26日13:00		24	32	0.08	北	2.7	くもり
平成27年12月9日12:10~10日12:52		24	43	0.15	北西	1.5	晴
平成28年1月14日12:40~15日12:25		29	39	0.08	東北東	1.3	晴
平成28年2月9日12:30~10日12:20		31	46	0.11	西	2.6	晴
平成28年3月8日11:47~9日11:00		41	50	0.07	北西	1.2	晴
那珂		平成27年4月16日13:10~17日13:05	58	71	—	南東	1.6
	平成27年5月21日13:17~22日13:30	47	69	—	西南西	2.3	くもり
	平成27年6月25日13:36~26日13:21	31	44	—	南	1.8	晴
	平成27年7月14日13:30~15日13:30	18	40	—	南	2.2	晴
	平成27年7月23日13:32~24日13:40	31	54	—	西南西	1.5	くもり
	平成27年8月19日13:35~20日13:25	32	43	—	東南東	1.5	晴
	平成27年9月15日13:15~16日13:35	36	46	—	南南東	1.8	晴
	平成27年10月14日13:35~15日13:35	37	49	—	南西	1.6	晴
	平成27年11月25日13:36~26日13:25	24	31	—	北西	2.4	雨
	平成27年12月9日13:30~10日13:17	18	36	—	西南西	1.3	晴
	平成28年1月14日13:35~15日13:35	27	40	—	東南東	2.1	晴
	平成28年2月9日12:30~10日12:20	34	48	—	西	2.8	晴
	平成28年3月8日13:37~9日13:30	41	51	—	東南東	2.2	くもり
	常陸那珂東海	平成27年4月16日14:15~17日14:00	57	69	—	東北東	2.0
平成27年5月21日14:15~22日14:20		47	75	—	南西	3.0	晴
平成27年6月25日14:35~26日14:20		26	40	—	南南東	1.7	晴
平成27年7月14日14:25~15日14:30		17	27	—	南南東	2.6	晴
平成27年7月23日14:35~24日14:40		25	47	—	南南西	1.7	晴
平成27年8月19日14:30~20日14:20		33	43	—	東	1.9	くもり
平成27年9月15日14:25~16日14:30		38	47	—	東	2.7	晴
平成27年10月14日14:30~15日14:30		36	49	—	南南東	1.8	晴
平成27年11月25日14:30~26日14:20		19	28	—	北	3.9	雨
平成27年12月9日14:25~10日14:10		17	32	—	南南西	1.9	晴
平成28年1月14日14:30~15日14:30		33	42	—	北北東	4.1	晴
平成28年2月9日14:35~10日14:35		34	47	—	南西	3.5	晴
平成28年3月8日14:36~9日14:35		38	45	—	北東	3.6	くもり
放射線センター		平成27年4月16日11:00~17日10:45	60	64	—	南	3.3
	平成27年5月21日11:20~22日11:00	60	67	—			晴
	平成27年6月25日11:30~26日10:45	35	40	—	東南東	3.2	晴
	平成27年7月14日11:20~15日11:20	18	24	—	南西	2.8	晴
	平成27年7月23日11:30~24日11:20	36	39	—	南西	1.9	くもり
	平成27年8月19日10:45~20日11:10	37	37	—	東南東	3.0	くもり
	平成27年9月15日11:25~16日11:15	37	39	—	東北東	3.5	晴
	平成27年10月14日11:35~15日11:20			—	南	2.4	晴
	平成27年11月25日11:15~26日11:35	25	31	—			くもり
	平成27年12月9日11:40~10日11:03	31	36	—	南	1.9	晴
	平成28年1月14日11:20~15日11:08	34	35	—	南西		晴
	平成28年2月9日10:45~10日10:40	41	42	—	西		晴
	平成28年3月8日11:10~9日10:30	38	42	—	南西	4.5	くもり

※常陸那珂東海のOx(ppb)の値と放射線センターのOx(ppb)の値はセンター測定。

※平均Ox:採取期間中の日中(5時から20時)の平均濃度。

※空欄:欠測。

図 2 に各地点のオゾン生成能を採取開始日毎に示した。なお、オゾン生成能が比較的高かったプロピレン、1-ブテン、トルエン、キシレン (m,p-キシレンと o-キシレンの合計) 及び植物起源 VOC であるイソプレン、ピネン ( $\alpha$ -ピネンと  $\beta$ -ピネンの合計) を代表として示し、それ以外の項目はその他とした。

VOC 全体のオゾン生成能を地点別に比較すると、5 地点の内、常陸那珂勝田が全採取回数 13 回中 7 回で最も高かった。全 5 地点で常陸那珂勝田周辺が最も市街化されている地点であり、製造事業所等発生源からの影響を大きく受けていると考えられる。常陸那珂勝田が 5 地点中最も高い傾向は平成 26 年度の調査結果と同様であった<sup>5)</sup>。

項目別では、植物起源 VOC であるイソプレン及びピネンのオゾン生成能は、全地点で 7 月 23 日に最も高い値となった。特に常陸那珂東海では同日のイソプレンとピネンの合計が  $26.8 \mu\text{g-O}_3/\text{m}^3$  (割合 31.3%) であった。平成 26 年度の同時期の結果と比較して、VOC 全体に占める植物起源 VOC のオゾン生成能割合は増加しており、夏期に植物起源 VOC のオゾン生成能割合が増加する傾向がより顕著に見られた。

測定時間中の最高  $\text{O}_x$  濃度とオゾン生成能の増減を比較すると、増減の傾向が一致していない日が多く見られた。その要因として、天候によるオゾン生成効率の変動や移流の影響が考えられた。

#### 4 まとめ

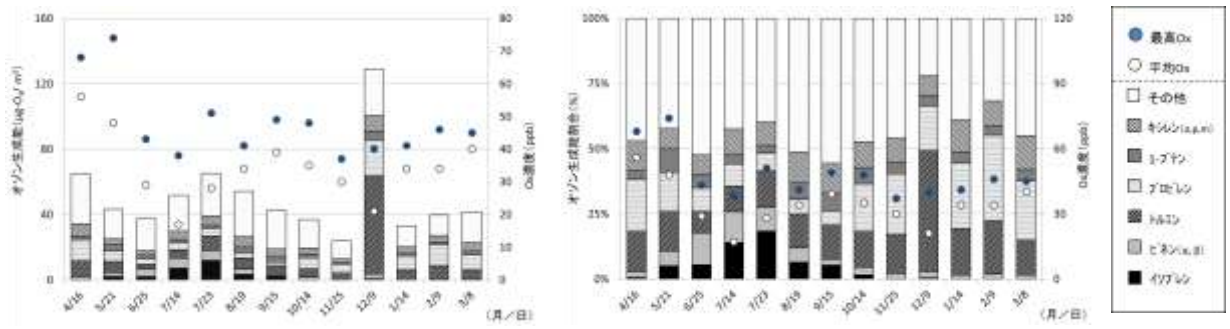
揮発性有機化合物 (VOC) について東海、ひたちなか地域におけるオゾン生成能を評価し、平成 26 年度に引き続き実態の把握を進めた。

#### 5 今後の方針

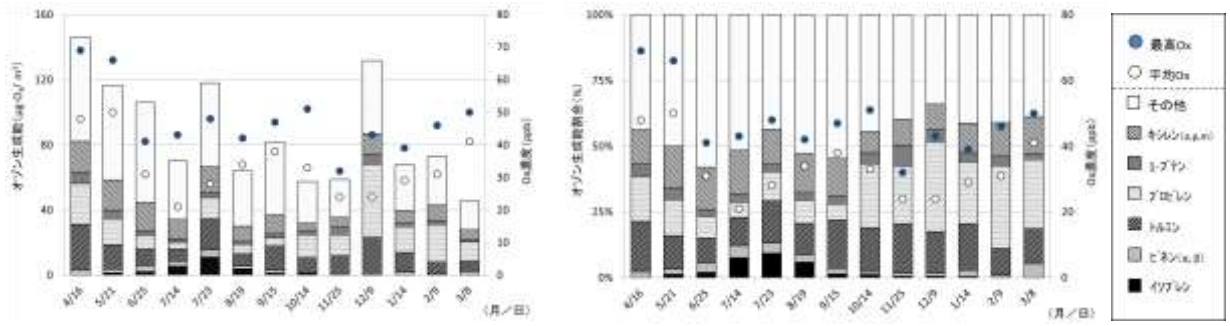
東海、ひたちなか地域における VOC について特徴的な傾向を把握するため、平成 29 年度まで本調査を継続する予定である。

#### 参考文献

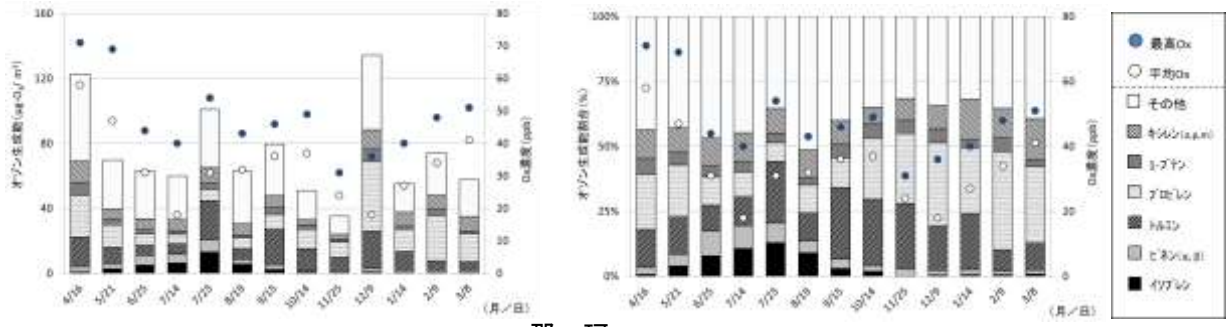
- 1) 環境省, 各都道府県における光化学オキシダント注意報等発令日数の推移  
[http://www.env.go.jp/air/osen/oxidant/days\\_adv.pdf](http://www.env.go.jp/air/osen/oxidant/days_adv.pdf)
- 2) 茨城県環境対策課, 光化学スモッグ発生状況資料  
<http://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/kantai/taiki/environment/documents/h26-smog-sanko-shiryo.pdf>
- 3) 石井真理奈, 上野広行, 石井康一郎(2009): 環境中の植物起源 VOC 濃度測定, 東京都環境科学研究所年報, 118-122.
- 4) W.P.L. Carter (2010): Updated Chemical Mechanisms for Airshed Model Applications, Revised Final Report to the California Air Resources Board.
- 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 1 報), 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報, 第 10 号 (2014), 144-148.



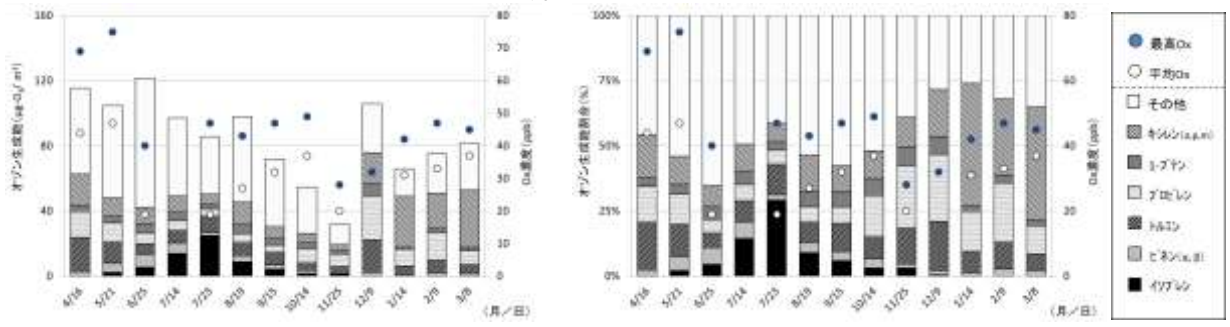
日立南部



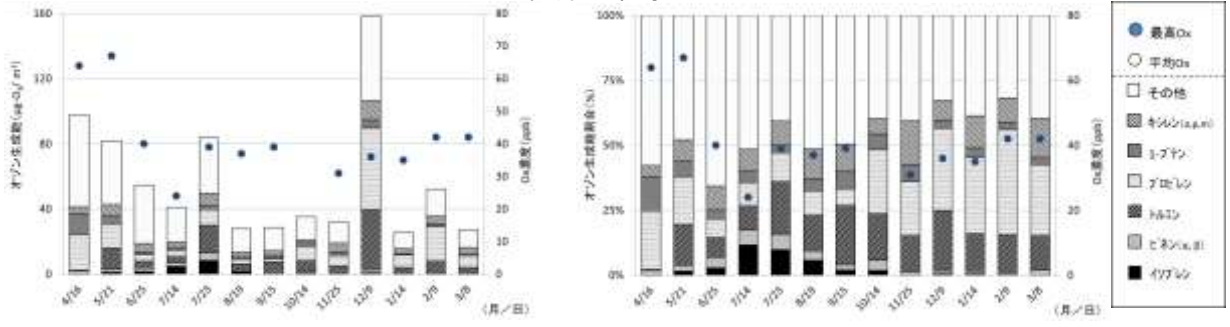
常陸那珂勝田



那珂



常陸那珂東海



放射線センター

図2 平成27年度地点別オゾン生成能 (左: オゾン生成能, 右: オゾン生成能割合)

## 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27年4月から平成28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。

平成26年度より、日立多賀から日立市役所に変更された。

#### (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>リ</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。



図1 調査地点

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，ベリ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	大気を真空容器に約 3.0 ml/min の流量で 24 時間採取	ガスクロマトグラフ質量分析法 (GC/MS) で分析
	酸化エチレン	臭化水素を含浸させた捕集剤を充填した捕集管	大気を約 700 ml/min の流量で 24 時間通気	捕集剤を溶媒で抽出後，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	大気を流量約 700 または 500 L/min の流量で 24 時間吸引して石英ろ紙上に捕集	石英ろ紙の一部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	オゾン除去能を有する固相カラムを前段に接続したジフェニルピコラジンを含有する固相カラム	約 100 ml/min の流量で大気中の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	金を焼き付けした捕集剤を充填した捕集管	大気を約 100 ml/min の流量で 24 時間通気	捕集剤を加熱気化冷原子吸光度計に装着し分析
	水銀を除く 5 物質	ベンゾ [a]ピレンと同じ	ベンゾ [a]ピレンと同じ	石英ろ紙の一部を混酸で分解後，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 26 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，すべ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，すべ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，すべての調査地点で平成 26 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  $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，最小値は日立市役所の  $0.51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，県平均値は  $0.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成 26 年度の全国平均値  $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。図 2 に経年変化を示す。

##### 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  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を大きく下回っていた。最大値は筑西保健所の  $0.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，最小値は神栖消防の  $0.073 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，県平均値は  $0.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成 26 年度の全国平均値  $0.51 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より低い値であった。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  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を大きく下回っていた。最大値は水戸石川の  $0.091 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所及び神栖消防の  $0.037 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $0.055 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成 26 年度の全国平均値  $0.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を大きく下回っていた。最大値は筑西保健所の  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は神栖下幡木の  $0.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $0.93 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成 26 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  $0.062 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所の  $0.037 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $0.049 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成 26 年度の全国平均値  $0.070 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $0.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は水戸石川の  $0.017 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $0.055 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成 26 年度の全国平均値  $0.046 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $0.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は水戸石川、神栖下幡木及び鹿嶋平井の  $0.13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $0.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成 26 年度の全国平均値  $0.23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $0.85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は水戸石川、日立市役所及び筑西保健所の  $0.10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $0.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成 26 年度の全国平均値  $0.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と同程度の値であった。図 9 に経年変化を示す。神栖消防の推移は他の測定地点の推移傾向と異なり、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。最大値は土浦中村南の  $0.086 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所の  $0.025 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $0.052 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成 26 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 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  $1.8 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は神栖消防の  $1.2 \text{ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は  $1.5 \text{ng}/\text{m}^3$  と平成 26 年度の全国平均値  $2.0 \text{ng}/\text{m}^3$  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 ng/m<sup>3</sup> より低い値であった。最大値は日立市役所の 5.2 ng/m<sup>3</sup>、最小値は水戸石川の 1.5 ng/m<sup>3</sup>、県平均値は 3.3 ng/m<sup>3</sup> と平成 26 年度の全国平均値 4.1 ng/m<sup>3</sup> より低い値であった。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 ng/m<sup>3</sup> より低い値であった。最大値は日立市役所の 4.1 ng/m<sup>3</sup>、最小値は神栖消防及び土浦中村南の 1.3 ng/m<sup>3</sup>、県平均値は 2.0 ng/m<sup>3</sup> と平成 26 年度の全国平均値 1.6 ng/m<sup>3</sup> 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は他の測定地点よりも高く、発生源からの影響を受けていることが示唆された。

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 ng/m<sup>3</sup> より低い値であった。最大値は神栖消防の 32 ng/m<sup>3</sup>、最小値は水戸石川の 14 ng/m<sup>3</sup>、県平均値は 24 ng/m<sup>3</sup> と平成 26 年度の全国平均値 24 ng/m<sup>3</sup> と同程度であった。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、最大値は筑西保健所及び神栖消防の 1.2 μg/m<sup>3</sup>、最小値は水戸石川、日立市役所、土浦保健所、神栖下幡木、鹿嶋平井及び土浦中村南（最大値を示した 2 地点以外の地点）の 1.1 μg/m<sup>3</sup>、県平均値は 1.1 μg/m<sup>3</sup> と県内全地点ほぼ同程度の値であり、また、平成 26 年度の全国平均値 1.5 μg/m<sup>3</sup> より低い値であった。図 15 に経年変化を示す。

② トルエン

表 3 に示すとおり、最大値は土浦中村南の 4.5 μg/m<sup>3</sup>、最小値は鹿嶋平井の 2.0 μg/m<sup>3</sup>、県平均値は 3.0 μg/m<sup>3</sup> と平成 26 年度の全国平均値 7.4 μg/m<sup>3</sup> 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 0.30 μg/m<sup>3</sup>、最小値は水戸石川の 0.091 μg/m<sup>3</sup>、県平均値は 0.16 μg/m<sup>3</sup> と平成 26 年度の全国平均値 0.083 μg/m<sup>3</sup> より高い値であった。図 17 に経年変化を示す。神栖消防では年度で増減はあるが概ねその他の地点より高い値で推移しており、その他の地点ではほぼ横ばい傾向であることから、神栖消防では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、最大値は土浦中村南の 0.39 ng/m<sup>3</sup>、最小値は日立市役所の 0.078 ng/m<sup>3</sup>、県平均値は 0.22 ng/m<sup>3</sup> と平成 26 年度の全国平均値 0.18 ng/m<sup>3</sup> 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、最大値は土浦中村南の 6.4 μg/m<sup>3</sup>、最小値は水戸石川の 4.4 μg/m<sup>3</sup>、県平均

値は  $5.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成 26 年度の全国平均値  $2.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より高い値であった。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，最大値は土浦中村南の  $3.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，最小値は水戸石川の  $2.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，県平均値は  $3.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と平成 26 年度の全国平均値  $2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  より高い値であった。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  $0.032 \text{ ng}/\text{m}^3$ ，最小値は日立市役所の  $0.015 \text{ ng}/\text{m}^3$ ，県平均値は  $0.021 \text{ ng}/\text{m}^3$  と平成 26 年度の全国平均値  $0.020 \text{ ng}/\text{m}^3$  と同程度であった。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  $5.0 \text{ ng}/\text{m}^3$ ，最小値は水戸石川の  $1.7 \text{ ng}/\text{m}^3$ ，県平均値は  $3.6 \text{ ng}/\text{m}^3$  と平成 26 年度の全国平均値  $5.3 \text{ ng}/\text{m}^3$  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) 環境省 平成 26 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）  
[http://www.env.go.jp/air/osen/monitoring/mon\\_h26/index.html](http://www.env.go.jp/air/osen/monitoring/mon_h26/index.html)

表3 平成27年度調査結果一覧（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				
区分	一般環境				固定発生源周辺			幹線道路沿道	県内調査地点平均	平成26年度 全国平均 <sup>2)</sup> (範囲)	環境基準値 及び 指針値	
測定期間	H27.4～H28.3											
揮発性 有機化合物	ベンゼン	0.55	0.51	0.76	0.76	1.2	0.70	0.58	0.94	0.75	1.0 (0.41～2.5)	3
	トリクロロエチレン	0.16	0.10	0.15	0.56	0.073	0.075	0.075	0.21	0.18	0.51 (0.0078～20)	200
	テトラクロロエチレン	0.091	0.037	0.061	0.056	0.037	0.042	0.039	0.076	0.055	0.15 (0.0095～4.6)	200
	ジクロロメタン	0.90	0.83	0.87	1.5	0.73	0.68	0.75	1.2	0.93	1.5 (0.27～24)	150
	アクリロニトリル	0.044	0.037	0.046	0.051	0.059	0.039	0.055	0.062	0.049	0.070 (0.0037～1.1)	2 (指針値)
	塩化ビニルモノマー	0.017	0.020	0.038	0.022	0.21	0.049	0.026	0.057	0.055	0.046 (0.0017～1.4)	10 (指針値)
	クロホルム	0.13	0.14	0.15	0.14	0.15	0.13	0.13	0.21	0.15	0.23 (0.037～1.9)	18 (指針値)
	1,2-ジクロロエタン	0.10	0.10	0.12	0.10	0.85	0.15	0.11	0.12	0.21	0.20 (0.033～8.2)	1.6 (指針値)
	1,3-ブタジエン	0.043	0.025	0.046	0.059	0.077	0.043	0.038	0.086	0.052	0.11 (0.0062～1.0)	2.5 (指針値)
	塩化メチル	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.5 (0.13～8.5)	—
	トルエン	2.5	2.6	3.5	3.6	3.1	2.1	2.0	4.5	3.0	7.4 (0.49～70)	—
酸化エチレン	0.091	—	—	—	0.30	—	—	0.10	0.16	0.083 (0.032～1.0)	—	
多環芳香族炭化水素	ベンゾ[a]ピレン	0.14	0.078	—	—	0.29	—	—	0.39	0.22	0.18 (0.022～1.4)	—
アルデヒド類	ホルムアルデヒド	4.4	—	—	—	5.0	—	—	6.4	5.3	2.6 (0.91～10)	—
	アセトアルデヒド	2.3	—	—	—	3.3	—	—	3.7	3.1	2.1 (0.63～8.9)	—
金属類	水銀及びその化合物	1.4	—	—	—	1.2	—	—	1.8	1.5	2.0 (0.95～4.9)	40 (指針値)
	ニッケル化合物	1.5	5.2	—	—	3.0	—	—	3.4	3.3	4.1 (0.15～45)	25 (指針値)
	ヒ素及びその化合物	1.4	4.1	—	—	1.3	—	—	1.3	2.0	1.6 (0.18～31)	6 (指針値)
	マンガン及びその化合物	14	18	—	—	32	—	—	30	24	24 (1.7～140)	140 (指針値)
	ベリリウム及びその化合物	0.016	0.015	—	—	0.022	—	—	0.032	0.021	0.020 (0.0021～0.15)	—
クロム及びその化合物	1.7	3.2	—	—	5.0	—	—	4.3	3.6	5.3 (0.46～45)	—	

2) 環境省 平成26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）

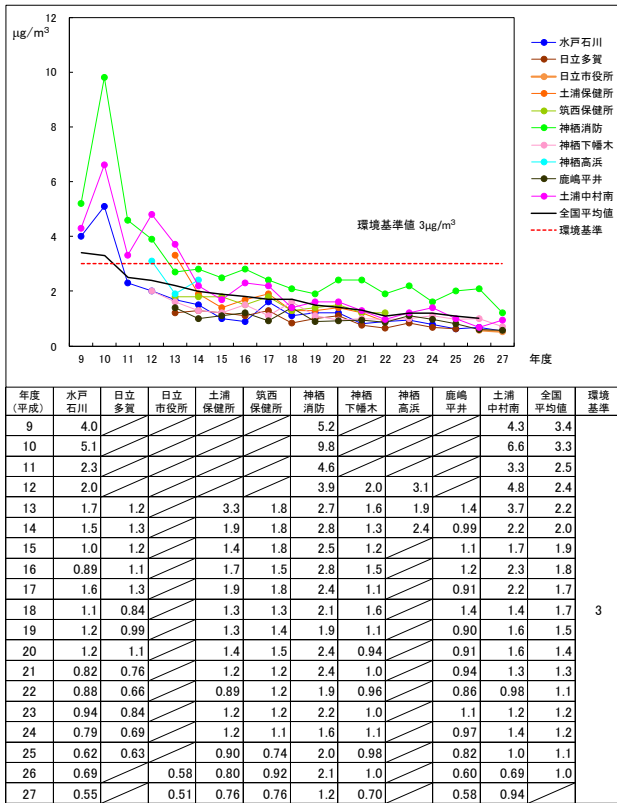


図2 経年変化 ベンゼン

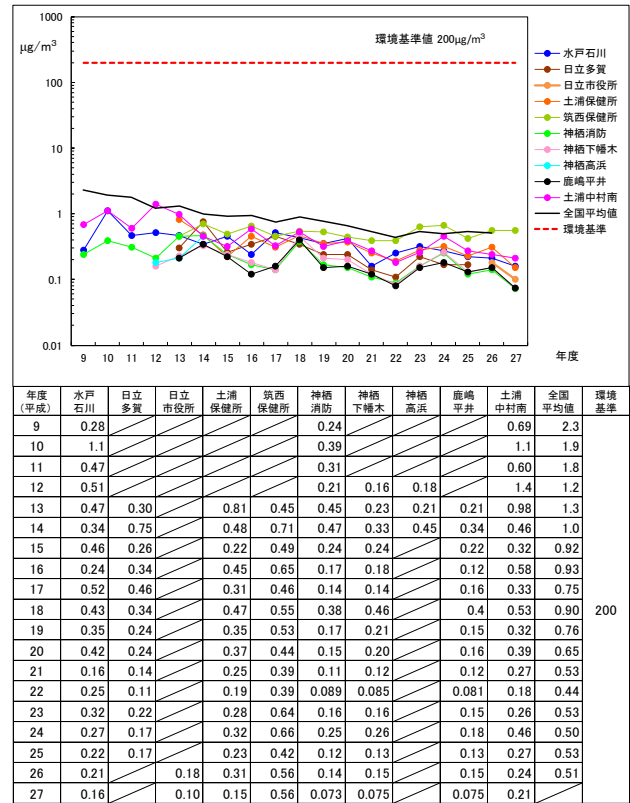


図3 経年変化 トリクロロエチレン

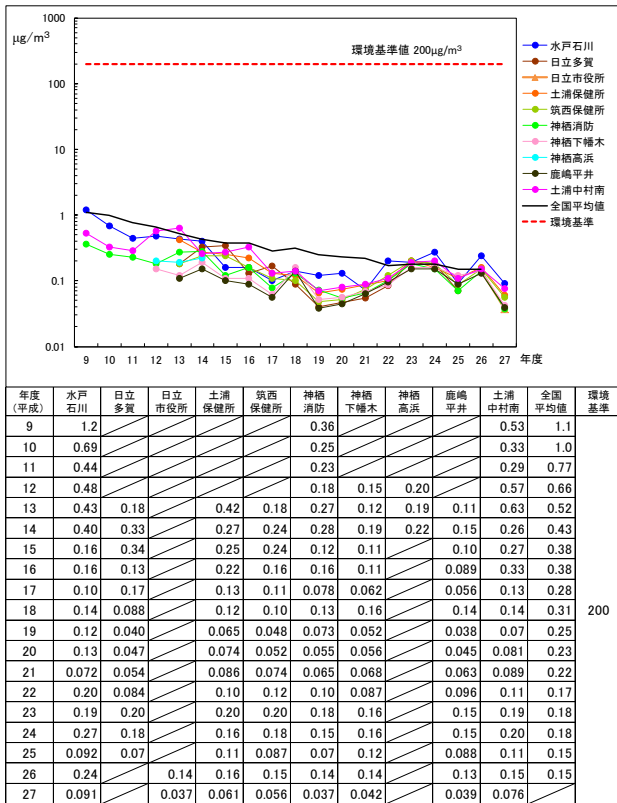


図4 経年変化 テトラクロロエチレン

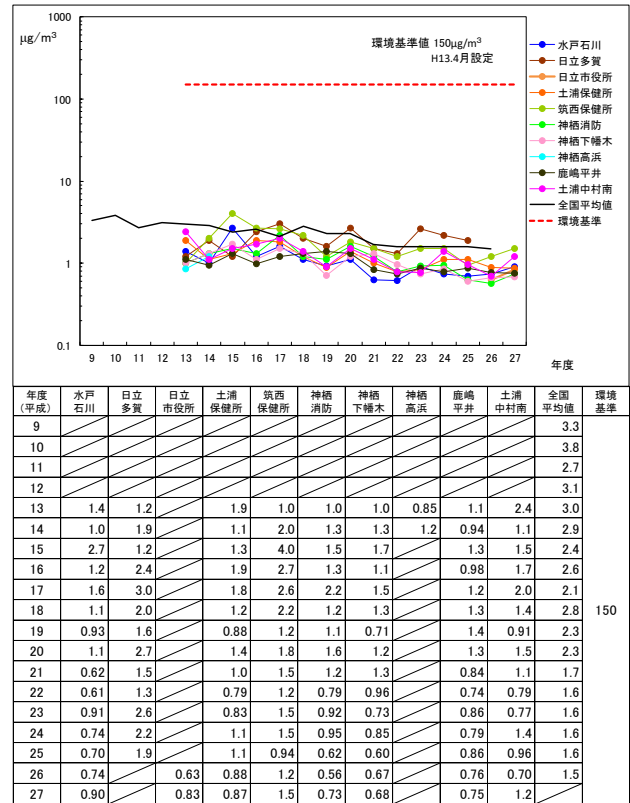
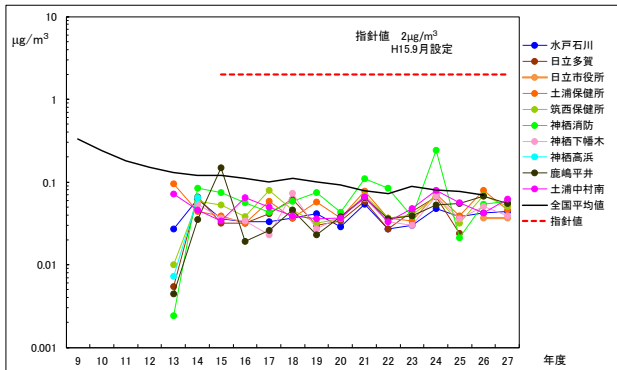
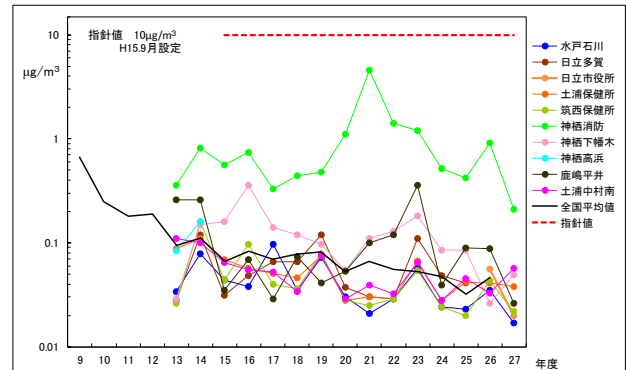


図5 経年変化 ジクロロメタン



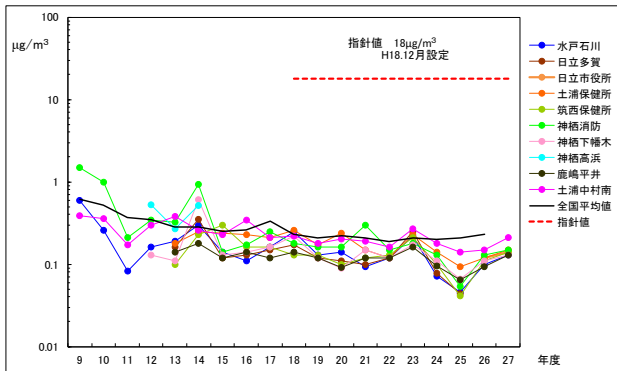
年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神栖消防	神栖下幡木	神栖高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	指針値
9												0.33
10												0.24
11												0.18
12												0.15
13	0.027	0.005		0.096	0.010	0.002	0.001	0.007	0.004	0.071	0.13	
14	0.062	0.066		0.044	0.059	0.085	0.054	0.065	0.035	0.046	0.12	
15	0.036	0.032		0.039	0.053	0.075	0.037		0.15	0.034	0.12	
16	0.033	0.032		0.032	0.038	0.056	0.034		0.019	0.065	0.11	
17	0.033	0.041		0.058	0.079	0.043	0.023		0.026	0.050	0.10	
18	0.037	0.062		0.037	0.046	0.059	0.073		0.046	0.039	0.11	
19	0.041	0.03		0.057	0.032	0.075	0.027		0.023	0.036	0.10	
20	0.029	0.034		0.037	0.036	0.043	0.038		0.038	0.037	0.093	
21	0.054	0.059		0.078	0.069	0.11	0.063		0.065	0.066	0.079	
22	0.027	0.027		0.037	0.037	0.084	0.033		0.036	0.033	0.073	
23	0.030	0.044		0.034	0.040	0.038	0.03		0.039	0.048	0.088	
24	0.048	0.066		0.071	0.067	0.24	0.067		0.053	0.079	0.080	
25	0.038	0.024		0.039	0.032	0.021	0.036		0.055	0.056	0.077	
26	0.042		0.037	0.079	0.069	0.054	0.051		0.068	0.042	0.070	
27	0.044		0.037	0.046	0.051	0.059	0.039		0.055	0.062		

図6 経年変化 アクリロニトリル



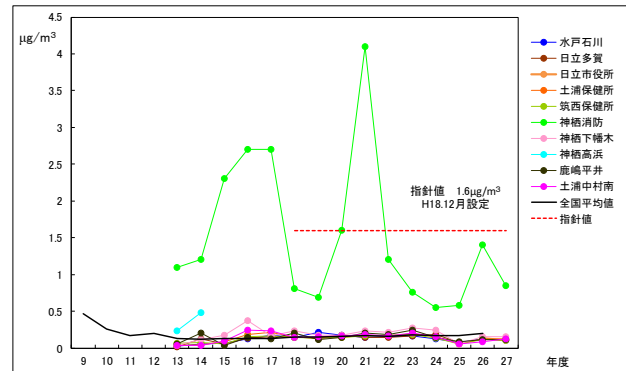
年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神栖消防	神栖下幡木	神栖高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	指針値
9												0.66
10												0.25
11												0.18
12												0.19
13	0.034	0.028		0.088	0.026	0.36	0.029	0.083	0.26	0.11	0.095	
14	0.078	0.12		0.11	0.16	0.82	0.15	0.16	0.26	0.10	0.11	
15	0.044	0.031		0.069	0.044	0.56	0.16		0.035	0.065	0.066	
16	0.038	0.048		0.057	0.096	0.74	0.36		0.069	0.055	0.083	
17	0.097	0.066		0.051	0.04	0.33	0.14		0.029	0.052	0.069	
18	0.035	0.066		0.046	0.036	0.44	0.12		0.073	0.034	0.078	
19	0.072	0.12		0.075	0.078	0.48	0.096		0.041	0.076	0.081	
20	0.030	0.037		0.028	0.028	1.1	0.054		0.053	0.029	0.053	
21	0.021	0.030		0.030	0.025	4.6	0.11		0.10	0.039	0.066	
22	0.029	0.029		0.029	0.029	1.4	0.13		0.12	0.032	0.055	
23	0.057	0.11		0.067	0.054	1.2	0.18		0.36	0.065	0.053	
24	0.024	0.048		0.028	0.024	0.52	0.085		0.039	0.028	0.047	
25	0.023	0.041		0.042	0.020	0.42	0.085		0.089	0.045	0.032	
26	0.035		0.056	0.041	0.043	0.91	0.026		0.087	0.033	0.046	
27	0.017		0.020	0.038	0.022	0.21	0.049		0.026	0.057		

図7 経年変化 塩化ビニルモノマー



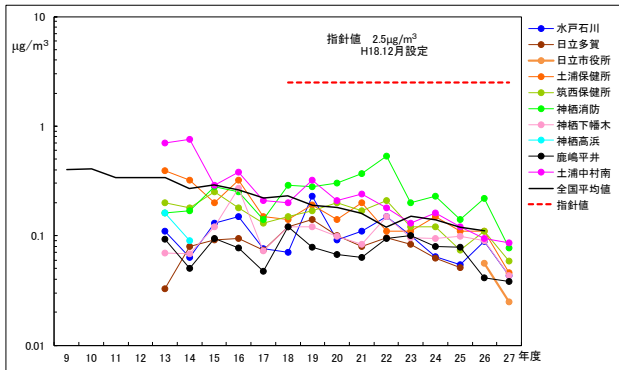
年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神栖消防	神栖下幡木	神栖高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	指針値
9	0.59					1.5				0.39	0.61	
10	0.26					0.98				0.36	0.52	
11	0.083					0.21				0.17	0.37	
12	0.16					0.34	0.13	0.53		0.30	0.35	
13	0.19	0.16		0.18	0.10	0.32	0.11	0.27	0.14	0.38	0.28	
14	0.30	0.35		0.25	0.23	0.94	0.61	0.52	0.18	0.26	0.28	
15	0.14	0.12		0.24	0.30	0.14	0.13		0.12	0.23	0.25	
16	0.11	0.13		0.23	0.16	0.17	0.14		0.14	0.34	0.26	
17	0.16	0.15		0.21	0.16	0.25	0.16		0.12	0.21	0.33	
18	0.25	0.17		0.26	0.13	0.18	0.22		0.14	0.22	0.23	
19	0.13	0.12		0.17	0.13	0.16	0.12		0.12	0.18	0.21	
20	0.14	0.11		0.24	0.10	0.16	0.089		0.091	0.20	0.22	
21	0.094	0.10		0.15	0.12	0.30	0.15		0.12	0.19	0.21	
22	0.12	0.12		0.12	0.13	0.15	0.12		0.12	0.16	0.19	
23	0.22	0.25		0.23	0.21	0.18	0.17		0.16	0.27	0.21	
24	0.072	0.077		0.14	0.10	0.13	0.11		0.096	0.18	0.20	
25	0.046	0.044		0.094	0.041	0.054	0.066		0.065	0.14	0.21	
26	0.10		0.12	0.12	0.11	0.13	0.11		0.093	0.15	0.23	
27	0.13		0.14	0.15	0.14	0.15	0.13		0.13	0.21		

図8 経年変化 クロロホルム



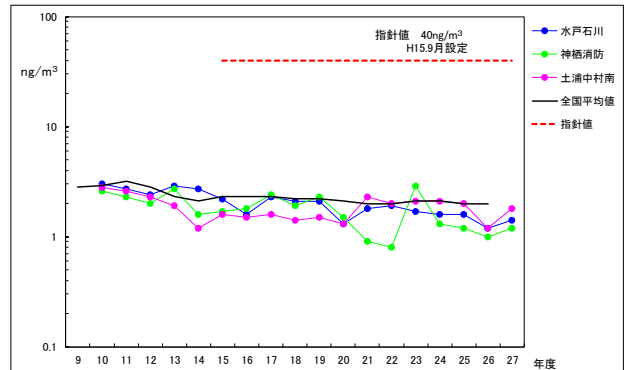
年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神栖消防	神栖下幡木	神栖高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	指針値
9												0.47
10												0.26
11												0.17
12												0.2
13	0.021	0.015		0.03	0.061	1.1	0.031	0.23	0.054	0.030	0.13	
14	0.057	0.12		0.045	0.077	1.2	0.11	0.48	0.20	0.039	0.12	
15	0.068	0.059		0.082	0.054	2.3	0.17		0.039	0.096	0.13	
16	0.12	0.13		0.18	0.15	2.7	0.37		0.14	0.24	0.13	
17	0.17	0.15		0.21	0.16	2.7	0.16		0.12	0.23	0.13	
18	0.14	0.15		0.14	0.14	0.81	0.23		0.20	0.14	0.15	
19	0.21	0.12		0.14	0.13	0.69	0.17		0.11	0.15	0.15	
20	0.17	0.17		0.14	0.14	1.6	0.17		0.14	0.16	0.16	
21	0.14	0.14		0.17	0.16	4.1	0.23		0.20	0.18	0.17	
22	0.15	0.14		0.16	0.17	1.2	0.21		0.18	0.16	0.16	
23	0.16	0.16		0.19	0.18	0.76	0.27		0.24	0.20	0.18	
24	0.12	0.18		0.15	0.13	0.55	0.24		0.14	0.15	0.17	
25	0.072	0.077		0.057	0.057	0.58	0.051		0.086	0.054	0.17	
26	0.12		0.13	0.12	0.11	1.4	0.15		0.11	0.087	0.20	
27	0.10		0.10	0.12	0.10	0.85	0.15		0.11	0.12		

図9 経年変化 1,2-ジクロロエタン



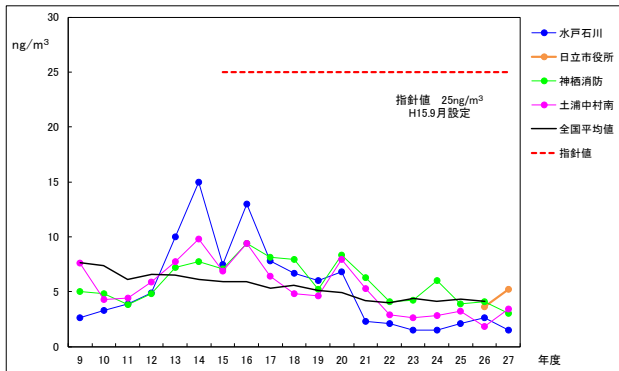
年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下幡木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	指針値
9											0.40	2.5
10											0.41	
11											0.34	
12											0.34	
13	0.11	0.033		0.39	0.20	0.16	0.069	0.16	0.093	0.70	0.34	
14	0.063	0.080		0.32	0.18	0.17	0.068	0.090	0.050	0.76	0.27	
15	0.13	0.091		0.20	0.25	0.28	0.12		0.095	0.29	0.29	
16	0.15	0.094		0.32	0.18	0.25	0.27		0.077	0.38	0.26	
17	0.076	0.074		0.15	0.13	0.14	0.073		0.047	0.21	0.22	
18	0.070	0.12		0.14	0.15	0.29	0.12		0.12	0.20	0.23	
19	0.23	0.14		0.19	0.17	0.28	0.12		0.078	0.32	0.19	
20	0.091	0.10		0.14	0.20	0.30	0.098		0.067	0.21	0.18	
21	0.11	0.08		0.20	0.17	0.37	0.083		0.063	0.24	0.16	
22	0.15	0.096		0.11	0.21	0.53	0.15		0.094	0.18	0.12	
23	0.10	0.084		0.11	0.12	0.20	0.096		0.10	0.13	0.15	
24	0.064	0.062		0.15	0.12	0.23	0.095		0.080	0.16	0.14	
25	0.054	0.051		0.11	0.074	0.14	0.098		0.079	0.12	0.12	
26	0.089		0.056	0.11	0.11	0.22	0.090		0.041	0.094	0.11	
27	0.043		0.025	0.046	0.059	0.077	0.043		0.038	0.086		

図10 経年変化 1,3-ブタジエン



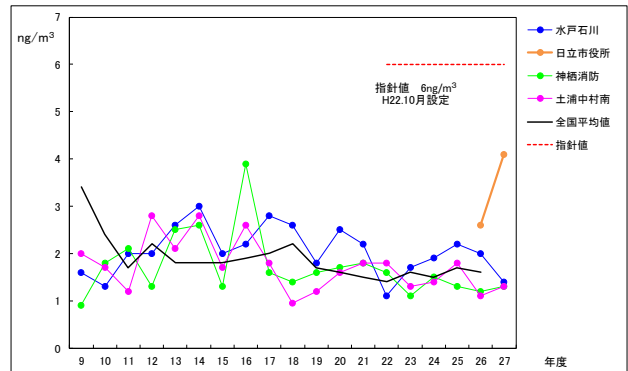
年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下幡木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	指針値
9											2.8	40
10	3.0					2.6				2.8	2.9	
11	2.7					2.3				2.6	3.2	
12	2.4					2.0				2.3	2.8	
13	2.9					2.7				1.9	2.3	
14	2.7					1.6				1.2	2.1	
15	2.2					1.7				1.6	2.3	
16	1.6					1.8				1.5	2.3	
17	2.3					2.4				1.6	2.3	
18	2.1					1.9				1.4	2.2	
19	2.1					2.3				1.5	2.2	
20	1.3					1.5				1.3	2.1	
21	1.8					0.9				2.3	2.0	
22	1.9					0.8				2.0	2.0	
23	1.7					2.9				2.1	2.1	
24	1.6					1.3				2.1	2.1	
25	1.6					1.2				2.0	2.0	
26	1.2					1.0				1.2	2.0	
27	1.4					1.2				1.8		

図11 経年変化 水銀及びその化合物



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	神橋消防	神橋下幡木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	指針値
9	2.6					5.0			7.6	7.6		25
10	3.3					4.8			4.3	7.4		
11	3.9					3.8			4.4	6.1		
12	4.9					4.8			5.9	6.6		
13	10					7.2			7.7	6.5		
14	15					7.7			9.8	6.1		
15	7.5					7.1			6.9	5.9		
16	13					9.4			9.4	5.9		
17	7.8					8.1			6.4	5.3		
18	6.7					7.9			4.8	5.6		
19	6.0					5.2			4.6	5.1		
20	6.8					8.3			7.9	4.9		
21	2.3					6.3			5.3	4.2		
22	2.1					4.1			2.9	4.0		
23	1.5					4.2			2.6	4.4		
24	1.5					6.0			2.8	4.1		
25	2.1					3.9			3.2	4.3		
26	2.6		3.6			4.1			1.8	4.1		
27	1.5		5.2			3.0			3.4			

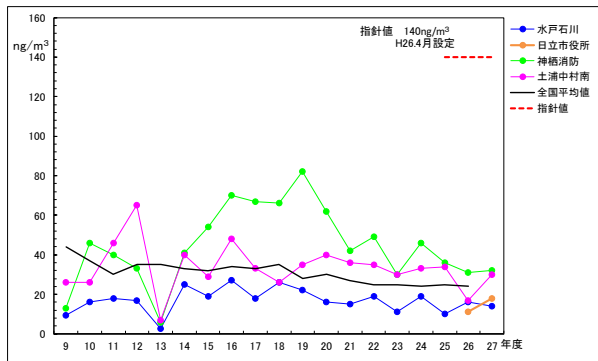
図12 経年変化 ニッケル化合物



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	神橋消防	神橋下幡木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	指針値
9	1.6					0.90				2.0	3.4	6
10	1.3					1.8				1.7	2.4	
11	2.0					2.1				1.2	1.7	
12	2.0					1.3				2.8	2.2	
13	2.6					2.5				2.1	1.8	
14	3.0					2.6				2.8	1.8	
15	2.0					1.3				1.7	1.8	
16	2.2					3.9				2.6	1.9	
17	2.8					1.6				1.8	2	
18	2.6					1.4				0.95	2.2	
19	1.8					1.6				1.2	1.7	
20	2.5					1.7				1.6	1.6	
21	2.2					1.8				1.8	1.5	
22	1.1					1.6				1.8	1.4	
23	1.7					1.1				1.3	1.6	
24	1.9					1.5				1.4	1.5	
25	2.1					1.3				1.8	1.7	
26	2.0		2.6			1.2				1.1	1.6	
27	1.4		4.1			1.3				1.3		

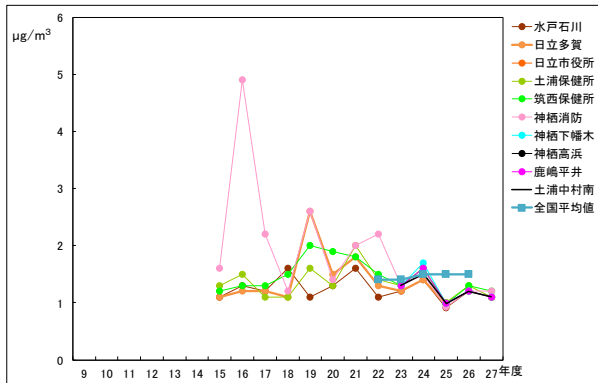
図13 経年変化 ヒ素及びその化合物





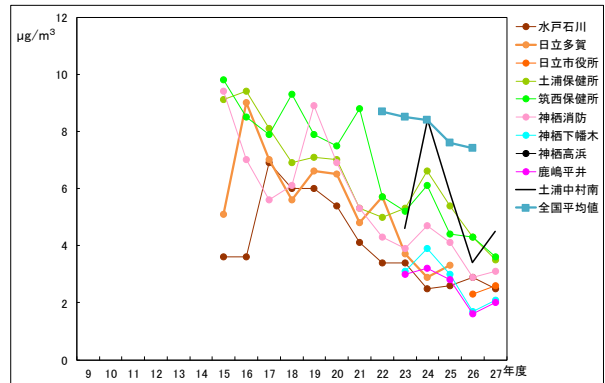
年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下幡木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	指針値
9	9.3					13				26	44	
10	16					46				26	37	
11	18					40				46	30	
12	17					33				65	35	
13	2.6					5.7				7.0	35	
14	25					41				40	33	
15	19					54				29	32	
16	27					70				48	34	
17	18					67				33	33	
18	26					66				26	35	
19	22					82				35	28	
20	16					62				40	30	
21	15					42				36	27	
22	19					49				35	25	
23	11					30				30	25	
24	19					46				33	24	
25	10					36				34	25	
26	16		11			31				17	24	
27	14		18			32				30		

図14 経年変化 マンガン及びその化合物



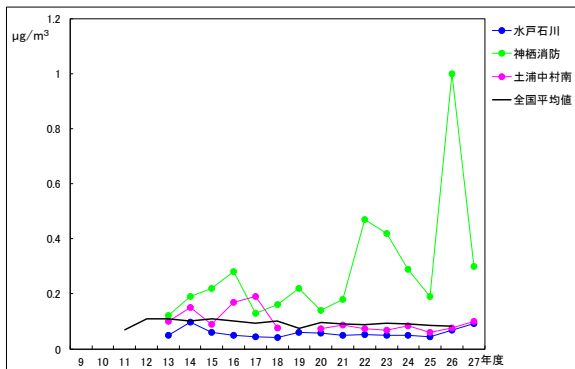
年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下幡木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15	1.1	1.1		1.3	1.2	1.6					
16	1.3	1.2		1.5	1.3	4.9					
17	1.2	1.2		1.1	1.3	2.2					
18	1.6	1.1		1.1	1.5	1.2					
19	1.1	2.6		1.6	2.0	2.6					
20	1.3	1.5		1.3	1.9	1.4					
21	1.6	1.8		2.0	1.8	2.0					
22	1.1	1.3		1.4	1.5	2.2					1.4
23	1.2	1.2		1.3	1.3	1.3	1.3		1.3	1.3	1.4
24	1.4	1.4		1.6	1.6	1.5	1.7		1.6	1.5	1.5
25	0.91	0.97		1.0	0.98	0.93	0.99		0.99	0.99	1.5
26	1.2		1.2	1.3	1.3	1.2	1.2		1.2	1.2	1.5
27	1.1		1.1	1.1	1.2	1.2	1.1		1.1	1.1	

図15 経年変化 塩化メチル



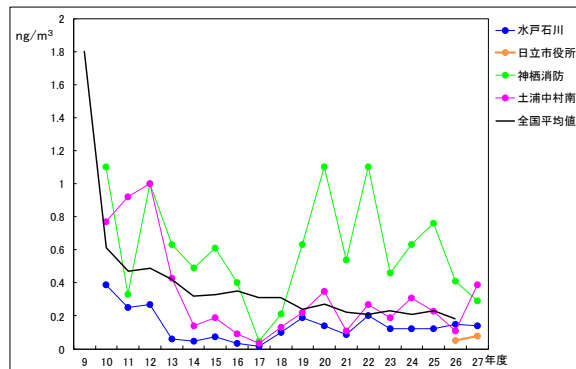
年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下幡木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15	3.6	5.1		9.1	9.8	9.4					
16	3.6	9.0		9.4	8.5	7.0					
17	6.9	7.0		8.1	7.9	5.6					
18	6.0	5.6		6.9	9.3	6.1					
19	6.0	6.6		7.1	7.9	8.9					
20	5.4	6.5		7.0	7.5	6.9					
21	4.1	4.8		5.3	8.8	5.3					
22	3.4	5.7		5.0	5.7	4.3					
23	3.4	3.7		5.3	5.2	3.9	3.1			3.0	4.6
24	2.5	2.9		6.6	6.1	4.7	3.9			3.2	8.4
25	2.6	3.3		5.4	4.4	4.1	3.0			2.8	5.8
26	2.9		2.3	4.3	4.3	2.9	1.7			1.6	3.4
27	2.5		2.6	3.5	3.6	3.1	2.1			2.0	4.5

図16 経年変化 トルエン



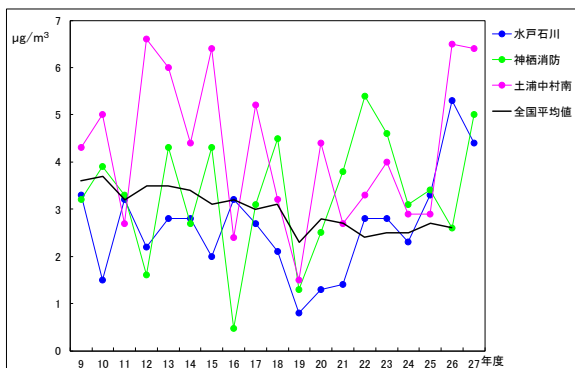
年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神栖消防	神栖下樺木	神栖高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値
9											
10											
11											0.07
12											0.11
13	0.048					0.12				0.10	0.11
14	0.096					0.19				0.15	0.10
15	0.059					0.22				0.09	0.11
16	0.050					0.28				0.17	0.10
17	0.045					0.13				0.19	0.094
18	0.042					0.16				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	

図17 経年変化 酸化エチレン



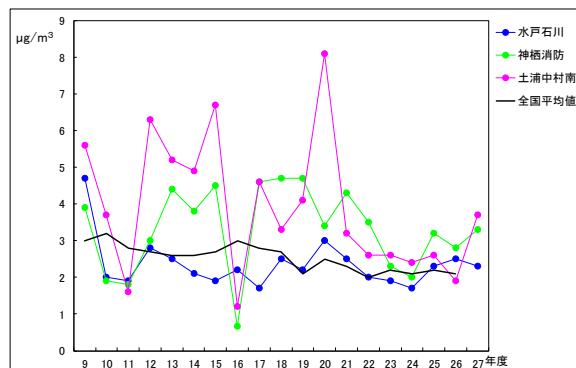
年度(平成)	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神栖消防	神栖下樺木	神栖高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値
9											1.8
10	0.39					1.1				0.77	0.61
11	0.25					0.33				0.92	0.47
12	0.27					1.0				1.0	0.49
13	0.06					0.63				0.43	0.42
14	0.048					0.49				0.14	0.32
15	0.074					0.61				0.19	0.33
16	0.033					0.40				0.092	0.35
17	0.015					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	

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	神栖消防	神栖下樺木	神栖高浜	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)	
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	

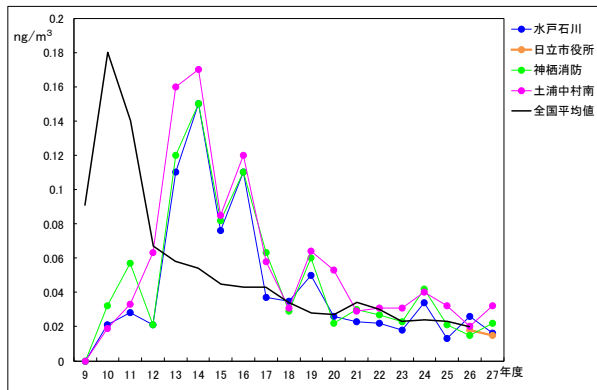
図19 経年変化 ホルムアルデヒド



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	神栖下樺木	神栖高浜	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	

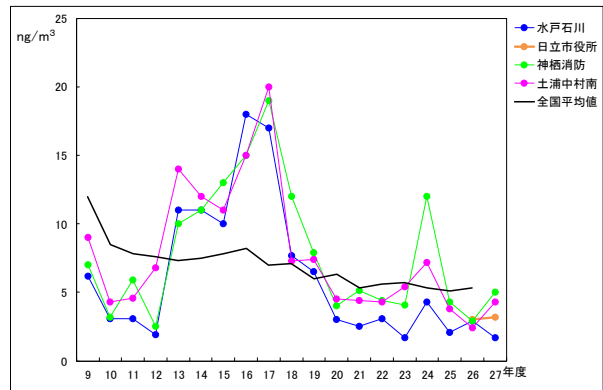
図20 経年変化 アセトアルデヒド

※(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	神栖下轄木	神栖高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値
9	N.D					N.D				N.D	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	

図21 経年変化 ペ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	神栖下轄木	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	

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>である特定フロン及び温室効果ガス<sup>2)</sup>である代替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27年5月から平成28年2月の間に4回、図1に示す一般環境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、国立病院及び住宅などがある。
- 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、特定フロン調査としてCFC-11、CFC-12及びCFC-113の3物質を対象に水戸市において、代替フロン等調査として四塩化炭素、HCFC-21、HCFC-22、HCFC-123、HCFC-141b、HCFC-142b、HCFC-225ca、HCFC-225cbの8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26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) 特定フロン

昨年度と比較すると、CFC-11、CFC-12及びCFC-113は低い値であった（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たが、平成27年度は減少した。CFC-12は県外2地点と比較して本県の濃度が大きい年度も見られたが、平成25～27年度は減少した。CFC-113は調査を開始した平成11年度からほぼ横ばいとなっている（図2）。

#### (2) 代替フロン等

昨年度と比較すると、四塩化炭素、HCFC-21、HCFC-22、HCFC-141b、HCFC-142b、HCFC-225ca及びHCFC-225cbは大きな変動はなかった（表1及び図3）。HCFC-123は昨年度同様、不検出であった。県

平均値と県外の値を比較すると、四塩化炭素は北海道より低かった。HCFC-22は 北海道 < 茨城県 < 川崎、HCFC-141bは 北海道 < 川崎 < 茨城県、HCFC-142bは 茨城県 < 北海道 < 川崎であった(表1)。

表 1 平成 27 年度調査結果

単位：ppbv

物質名	地点別年平均値					H27 年度 県平均	H26 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
<特定フロン>									
CFC-11	0.17	-	-	-	-	0.17	0.23	0.23	0.25
CFC-12	0.43	-	-	-	-	0.43	0.47	0.53	0.54
CFC-113	0.052	-	-	-	-	0.052	0.068	0.074	-
<代替フロン等>									
四塩化炭素	0.068	0.065	0.064	0.069	0.068	0.067	0.078	0.088	-
HCFC-21	< 0.0006	0.0007	0.0009	0.0007	0.0019	0.0009	< 0.005	-	-
HCFC-22	0.24	0.24	0.27	0.32	0.26	0.26	0.28	0.24	0.35
HCFC-123	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.004	-	-
HCFC-141b	0.049	0.041	0.054	0.075	0.050	0.054	0.035	0.027	0.036
HCFC-142b	0.020	0.022	0.019	0.019	0.018	0.019	0.023	0.024	0.026
HCFC-225ca	0.0015	0.0020	0.0021	0.0017	0.0032	0.0021	< 0.0026	-	-
HCFC-225cb	0.0019	0.0030	0.0030	0.0040	0.0057	0.0035	< 0.0026	-	-

4) 平成 26 年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書, 平成 27 年 8 月, 環境省

北海道は 8, 12 月(月 6 試料測定)の平均値, 川崎は 3 月から翌年の 2 月まで 1 日 4~5 回測定(5 時間ごと, 年間約 1,700 回測定)の中央値

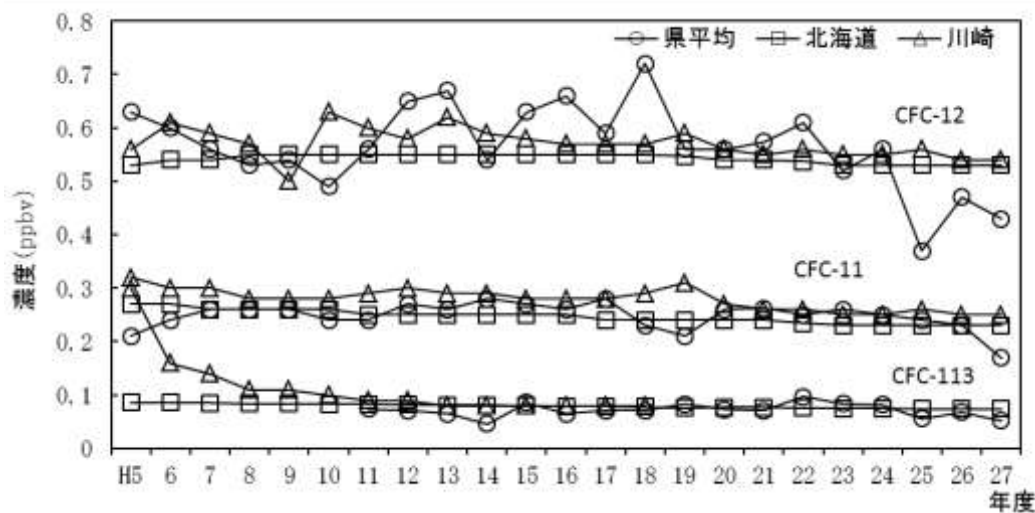


図 2 特定フロンの推移

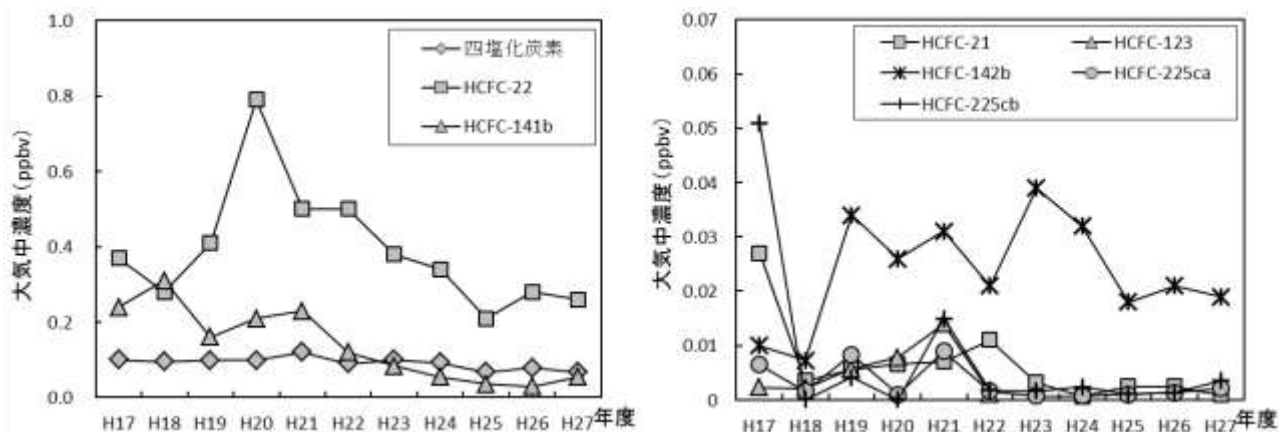


図 3 代替フロン等の推移 (左図 : 年平均値  $\geq 0.05$  ppbv, 右図 : 年平均値  $< 0.05$  ppbv)

#### 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 26 年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書, 環境省 (2015)  
<http://www.env.go.jp/earth/report/h27-03/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27年4月7日から平成28年4月5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(堀場 pHメーターF-52, 電極型式 6377)、電気伝導率(METTER TOLEDO SevenMulti, 電極型式 InLab®720)、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) 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

月毎の降雨採取期間を表1に、月毎の測定結果を表2に示す。月毎のpHは、4.77~5.62の範囲にあり、年平均値5.07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27年度の年平均値は、平成26年度の年平均値4.80及び、全国の平成26年度酸性雨調査結果<sup>2)</sup>の平均値4.78と比較して高かった。

#### (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) 環境省(2001) 湿性沈着モニタリング手引き書(第2版)
- 2) 環境省 平成26年度酸性雨調査結果について <http://www.env.go.jp/air/acidrain/monitoring/h26/index.html>

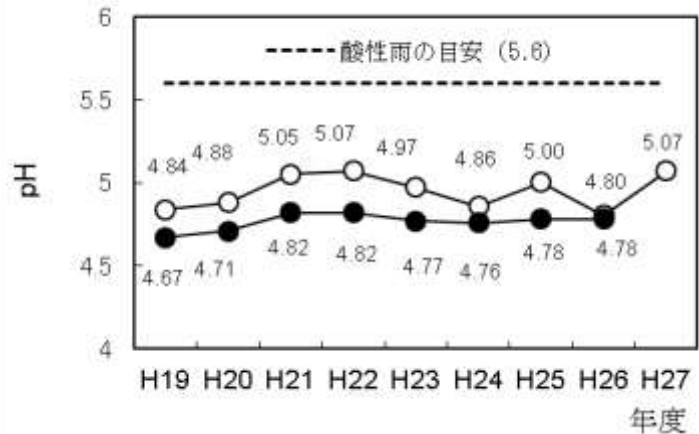


図2 茨城県土浦市における降雨pHの経年変化  
○：土浦市，●：全国平均

図1 調査地点

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27年4月7日～平成27年5月8日	10月	平成27年10月6日～平成27年11月4日
5月	平成27年5月8日～平成27年6月2日	11月	平成27年11月4日～平成27年12月1日
6月	平成27年6月2日～平成27年6月30日	12月	平成27年12月1日～平成27年12月25日
7月	平成27年6月30日～平成27年7月28日	1月	平成27年12月25日～平成28年1月26日
8月	平成27年7月28日～平成27年9月8日	2月	平成28年1月26日～平成28年3月8日
9月	平成27年9月8日～平成27年10月6日	3月	平成28年3月8日～平成28年4月5日

表2 平成27年度調査結果

	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	90	2,815	5.60	11.71	1.28	1.40	0.71	0.44	0.63	0.22	0.26	0.07	1.12	0.23
5月	80	2,513	4.91	18.36	2.09	2.12	0.77	0.46	0.80	0.11	0.45	0.09	1.90	0.42
6月	139	4,356	5.13	8.87	0.73	0.84	0.36	0.21	0.30	0.11	0.09	0.04	0.65	0.08
7月	170	5,333	4.85	14.69	1.13	1.10	0.64	0.36	0.38	0.08	0.16	0.06	1.03	0.14
8月	258	8,097	4.77	14.62	1.07	1.11	0.50	0.31	0.33	0.14	0.11	0.05	0.98	0.09
9月	242	7,593	5.57	7.31	0.41	0.29	0.94	0.12	0.51	0.12	0.06	0.05	0.29	0.04
10月	48	1,522	5.16	12.01	1.01	0.99	1.06	0.22	0.61	0.05	0.16	0.08	0.86	0.14
11月	108	3,391	5.19	10.13	0.76	0.69	0.90	0.25	0.49	0.03	0.06	0.05	0.63	0.04
12月	27	833	5.27	25.10	1.59	1.39	3.81	0.47	1.98	0.06	0.23	0.23	1.09	0.16
1月	63	1,970	5.42	11.21	0.80	0.30	1.62	0.22	0.88	0.05	0.09	0.09	0.57	0.05
2月	70	2,211	5.62	16.96	1.57	1.21	1.54	0.53	0.88	0.06	0.26	0.11	1.35	0.23
3月	51	1,587	5.46	12.78	1.29	1.09	0.95	0.48	0.53	0.06	0.19	0.07	1.16	0.17
最大	258	8,097	5.62	25.10	2.09	2.12	3.81	0.53	1.98	0.22	0.45	0.23	1.90	0.42
最小	27	833	4.77	7.31	0.41	0.29	0.36	0.12	0.30	0.03	0.06	0.04	0.29	0.04
平均 <sup>2)</sup>	1,345	42,221	5.07	12.40	1.00	0.95	0.85	0.30	0.53	0.10	0.14	0.06	0.87	0.12

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

#### 2.1 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)

#### 2.2 調査地点

土浦保健所 1地点 (図1)

#### 2.3 試料採取期間

夏期及び冬期に1日4時間、3日間試料を採取した。

#### 2.4 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>に基づき実施した。



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、夏期0.08本/L、冬期0.07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

測定地点	調査時期	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	夏期	平成27年8月6日(木) 10:00~14:10	0.17	0.08	晴	南南東	1.6
		平成27年8月7日(金) 10:05~14:12	0.056		晴	東南東	2.2
		平成27年8月8日(土) 10:00~14:10	0.056		晴	東北東	2.3
	冬期	平成28年1月6日(水) 10:00~14:04	0.056	0.07	曇	北東	1.0
		平成28年1月7日(木) 10:00~14:02	0.11		晴	西	2.0
		平成28年1月8日(金) 10:00~14:04	0.056		晴	北	1.0

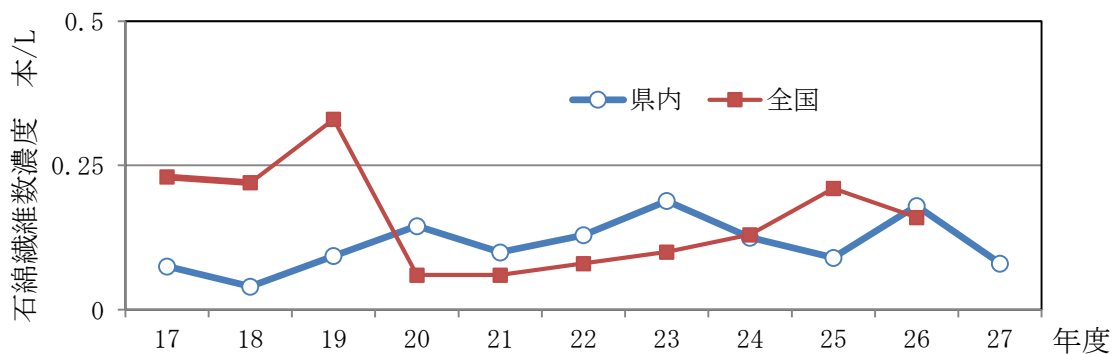


図2 一般環境(住宅地域)における石綿繊維数濃度

(平成22年度以降の全国の値は、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計画策定等調査業務報告書(平成18～27年度)

## 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

航空機騒音に係る環境基準のI類型をあてはめた地域（茨城県、小美玉市、鉾田市、行方市、かすみがうら市）及び大洗町他の計10地点にて測定した（図1参照）。

なお、当初調査予定地点であった県立消防学校については、校内工事中のため調査地点を近傍の県立農業大学校へ変更した。

#### (2) 調査期間

測定期間

H27.6.5～H27.12.11の期間内に連続2週間

年間値推定期間

H27.4.1～H28.3.31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値推定値」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27年度調査結果

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、評価値である $L_{den}$ 推定値が環境基準値（57dB）を超過した地点は10地点中下吉影南原公民館（58.0dB）の1地点のみであった。下吉影南原公民館においては、旧評価値であるW値推定値に関しても73.9WECPNLで、旧基準値である70WECPNLを超過していた（表1）。

2週間の騒音発生回数は下吉影公民館における発生回数が10地点中最大の575回であり、他の測定地点のおよそ2倍の騒音回数であった。

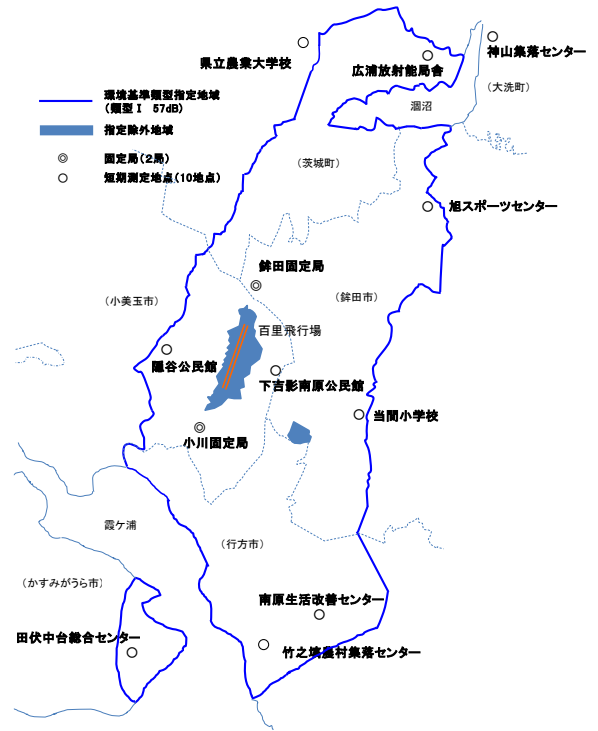


図1 調査地点 下

表 1 平成 27 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	H27. 6. 5～ 6.18	0	286	10	0	296	82.3	43.1	40.3	57.7	55.1
下吉影南原公民館	H27.11.20～ 12.3	0	573	2	0	575	104.8	57.4	58.0	73.0	73.9
広浦放射能局舎	H27. 6. 5～ 6.18	0	191	16	0	207	91.1	49.5	49.3	62.4	62.2
県立農業大学校	H27.11.28～ 12.11	0	142	2	0	144	81.9	41.1	39.8	54.0	53.2
神山集落センター	H27.11.20～ 12.3	0	118	0	0	118	87.4	49.4	47.7	61.2	59.9
当間小学校	H27. 6. 5～ 6.18	0	158	4	0	162	93.7	51.1	50.9	64.5	64.3
旭スポーツセンター	H27.11.20～ 12.3	0	238	0	0	238	101.0	56.6	54.9	69.9	68.6
竹之塚農村集落センター	H27. 6. 5～ 6.18	0	42	1	0	43	97.4	45.3	42.5	61.1	58.5
南原生活改善センター	H27.11.20～ 12.3	0	56	0	0	56	97.0	48.9	49.5	63.8	64.7
田伏中台総合センター	H27. 6. 5～ 6.18	0	212	10	0	222	96.0	52.6	49.8	66.8	64.2

(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 27 年度の  $L_{den}$  推定値を表 2 に示す。下吉影南原公民館（平成 25 年度からの  $L_{den}$  推定値平均値 58.3dB）については、環境基準値（57dB）の超過が継続していた。旭スポーツセンター（平成 25 年度からの  $L_{den}$  推定値平均値 54.6dB）については、環境基準値の超過はなかったものの、やや高い水準で推移していた。その他の地点については、著しい経時変化は見られず、環境基準値未満で推移していた。

(3) WECPNL と  $L_{den}$  の比較

表 3 に W 値推定値及び  $L_{den}$  推定値の比較表を示す。現環境基準値（57dB）及び旧環境基準値（70 W ECPNL）に対していずれも超過したのは下吉影南原公民館 1 地点のみであり、今回の調査では新旧の基準に対して一方のみが上回る地点は見られなかった。W 値推定値－ $L_{den}$  推定値の値はおおよそ 14 となった。

(4) W 値推定値の推移

平成 18 年度から平成 27 年度まで 10 年間の W 値推定値の推移を図 2 に示す。各地点について著しい経時変化は見られず、下吉影南原公民館は旧基準値に対して同程度またはやや高い水準で推移している。

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	3年間の平均値
隠谷公民館	43.5	42.9	40.3	42.2
下吉影南原公民館	58.4	58.5	58.0	58.3
広浦放射能局舎	45.4	46.5	49.3	47.1
県立農業大学校及び 県立消防学校*	40.9	30.7	39.8	37.1
神山集落センター	47.0	45.5	47.7	46.7
当間小学校	46.7	53.5	50.9	50.4
旭スポーツセンター	55.3	53.5	54.9	54.6
手賀小学校及び竹之 塙農村集落センター*	39.8	42.7	42.5	41.7
南原生活改善センター	50.0	43.0	49.5	47.5
田伏中台総合センター	55.4	52.9	49.8	52.7

\* 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。

表3  $L_{den}$  推定値及びW値推定値の比較

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	55.1	40.3	14.8
下吉影南原公民館	73.9	58.0	15.9
広浦放射能局舎	62.2	49.3	12.9
県立農業大学校	53.2	39.8	13.4
神山集落センター	59.9	47.7	12.2
当間小学校	64.3	50.9	13.4
旭スポーツセンター	68.6	54.9	13.7
竹之塙農村集落センター	58.5	42.5	16.0
南原生活改善センター	64.7	49.5	15.2
田伏中台総合センター	64.2	49.8	14.4

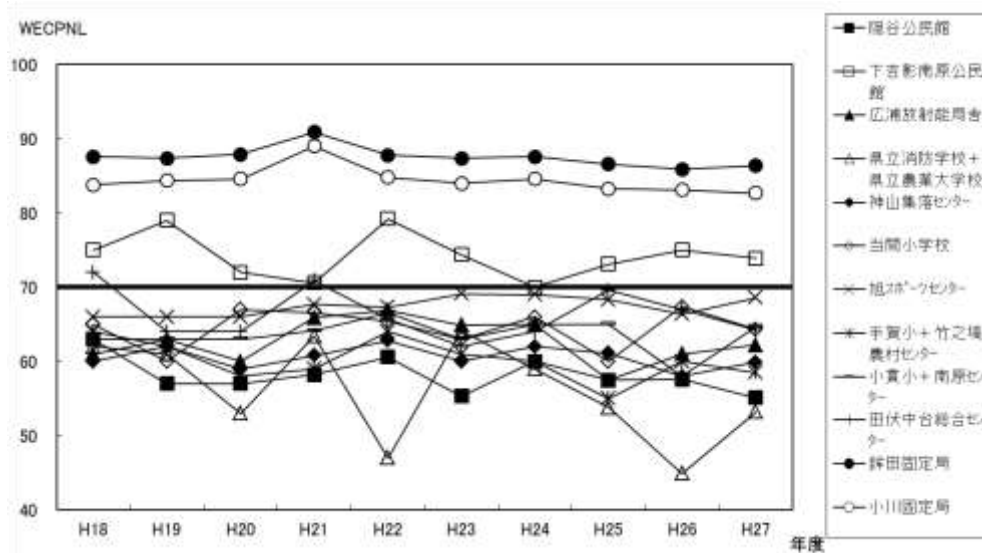


図2 年間平均 WECPNL 推定値の経年変化グラフ

#### 4 まとめ

航空自衛隊百里飛行場周辺の環境基準 I 類型当てはめ地域内 8 地点、当てはめ地域外 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) を超過した地点は下吉影南原公民館 (小美玉市) のみであり、58.0dB 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 24 年 11 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 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、初期環境調査、詳細環境調査及びモニタリング調査からなる。

#### (1) 初期環境調査及び詳細環境調査

「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」における指定化学物質の指定について検討が必要とされる物質、社会的要因から調査が必要とされる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>及び「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 27 年 10 月 31 日に宮田川で、平成 27 年 11 月 17 日に利根川かもめ大橋でそれぞれ表層水を採水した。

底質：平成 27 年 11 月 17 日に利根川かもめ大橋で採取した。

大気：平成 27 年 10 月 14～17 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 初期環境調査：銀及びその化合物（宮田川及び利根川かもめ大橋）、N-エチルアニリン（利根川かもめ大橋）、2,3-ジメチルアニリン（利根川かもめ大橋）

詳細環境調査：N,N-ジメチルドデシルアミン=N-オキシド（利根川かもめ大橋）

底質 詳細環境調査：N,N-ジメチルドデシルアミン=N-オキシド

大気 初期環境調査：N-ニトロソジメチルアミン

詳細環境調査：イソブチルアルデヒド

#### (2) 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 27 年 11 月 17 日に利根川かもめ大橋で表層水を採水した。

底質：平成 27 年 11 月 17 日に利根川かもめ大橋で採取した。

生物：平成 27 年 11 月 6 日に小名浜沖で漁獲したサンマを試料とした。

大気：平成 27 年 9 月 3～10 日に MV により、また平成 27 年 9 月 8～10 日及び平成 27 年 9 月 11～12 日に LV 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），HCH（ヘキサクロロシクロヘキサン）類，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タン酸（PFOA），ペンタクロロベンゼン，ペンタクロロフェノール

底質：PCB 類，HCB（ヘキサクロロベンゼン），HCH（ヘキサクロロシクロヘキサン）類，ポリブロモジフェニルエーテル類，ヘキサブロモビフェニル，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タン酸（PFOA），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）

生物：PCB 類，HCB（ヘキサクロロベンゼン），ヘプタクロロ類，トキサフェン類，HCH（ヘキサクロロシクロヘキサン）類，ポリブロモジフェニルエーテル類，ヘキサブロモビフェニル，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タン酸（PFOA），ペンタクロロベンゼン，エンドスルファン，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）

大気：PCB 類，HCB（ヘキサクロロベンゼン），DDT 類，ヘプタクロロ類，HCH（ヘキサクロロシクロヘキサン）類，ポリブロモジフェニルエーテル類，ヘキサブロモビフェニル，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タン酸（PFOA），ペンタクロロベンゼン，エンドスルファン，1, 2, 5, 6, 9, 10-ヘキサブロモシクロドデカン（HBCD），ヘキサクロロブタ-1, 3, -ジエン

## 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 26 年度調査結果

### (1) 初期環境調査

平成 26 年度初期環境調査では，利根川河口かもめ大橋（神栖市）の 1 地点で底質を採取した。結果を表 1 に示す。

表 1 平成 26 年度初期環境調査 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)	1, 2-ジクロロ-4-ニトロベンゼン	nd	nd	nd	0.61
	6, 6'-ジ-tert-ブチル-4, 4'-ジメチル-2, 2'-メチレンジフェノール	nd	0.1	0.07	0.008
	2, 4-ジメチルアニリン	nd	nd	nd	3.3

(注) nd：不検出

(2) 詳細環境調査

平成 26 年度詳細環境調査では、利根川河口かもめ大橋（神栖市）の 1 地点で水質及び底質を採取し、茨城県霞ヶ浦環境科学センター（土浦市）の 1 地点で大気を捕集した。水質の結果を表 2 に、底質の結果を表 3 に、大気の結果を表 4 に示す。

表 2 平成 26 年度詳細環境調査 水質の結果

単位：(ng/L)

調査地点	調査対象物質	測定値		検出下限値
		検体	検体	
利根川河口かもめ大橋 (神栖市)	クロロベンゼン	nd		0.17
	ノニルフェノール類（立体異性体を別に数えて 11 の異性体の合計値）	240		※5

(注 1) nd：不検出

(注 2) ※検出下限値は、異性体ごとの検出下限値の合計とした。

表 3 平成 26 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)	2,4-ジクロロフェノキシ酢酸 (別名：2,4-DA 又は 2,4-PA)	nd	nd	nd	0.014
	4,4'-(プロパン-2,2-ジイル)ジフェノール (別名：4,4'-イソプロピリデンジフェノール又はビスフェノール A)	7.2	9.9	nd	2.4

(注) nd：不検出

表 4 平成 26 年度詳細環境調査 大気の結果

単位：(ng/m3)

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)	2-アミノエタノール	1.0	1.8	1.9	0.42
	エピクロロヒドリン	0.74	0.65	1.5	0.26
	グリオキサール	20	55	31	0.4
	グルタルアルデヒド	2.4	4.5	2.8	0.89
	クロロベンゼン	nd	nd	49	39

(注) nd：不検出



### (3) モニタリング調査

平成 26 年度詳細環境調査では、利根川河口かもめ大橋（神栖市）で水質と底質を採取し、三陸沖で捕獲したサンマを生物試料とし、茨城県霞ヶ浦環境科学センター（土浦市）で大気を捕集した。水質の結果を表 5 に、底質の結果を表 6 に、生物の結果を表 7 に、大気の結果を表 8 に示す。

表 5 平成 26 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
	検体		
総 PCB	100	※2.9	※8.2
HCB（ヘキサクロロベンゼン）	63	0.4	0.9
ディルドリン	34	0.2	0.5
エンドリン	14	0.2	0.5
DDT 類	48	※1.1	※2.8
ヘプタクロロ類	18	※0.7	※1.8
HCH 類	370	※2.5	※7.1
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）	1,000	※21	※54
ペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）	1,600	20	50
ペルフルオロオクタン酸（PFOA）	4,400	20	50
ペンタクロロベンゼン	75	0.3	0.8
1,2,5,6,9,10-ヘキサブロモシクロドデカン類	nd	※1500	※3,700

（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 26 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 検体	検出下限値	定量下限値
総 PCB	1,600	※21	※61
HCB（ヘキサクロロベンゼン）	500	2	6
DDT 類	780	※3.2	※8.8
ヘプタクロロ類	5.2	※1.0	※2.7
HCH 類	120	※2.1	※6.4
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）	52,000	※120	※370
ペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）	79	2	5
ペルフルオロオクタン酸（PFOA）	17	5	11
ペンタクロロベンゼン	580	0.8	2.4

（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。

表 7 平成 26 年度モニタリング調査 生物（サンマ）の結果

調査地点：三陸沖

単位：(pg/g-wet)

調査対象物質	測定値	検出下限値	定量下限値
	検体		
総 PCB	2,900	※31	※95
HCB (ヘキサクロロベンゼン)	1,900	3	10
アルドリン	Nd	0.7	1.8
ディルドリン	700	1	3
エンドリン	140	1	3
HCH 類	640	※3.7	※11
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)	450	※90	※260
ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS)	26	2	5
ペルフルオロオクタン酸 (PFOA)	14	3	10
ペンタクロロベンゼン	210	3.1	9.3
エンドスルファン類	Tr (30)	※30	※80
1, 2, 5, 6, 9, 10-ヘキサブロモシクロ ドデカン類	450	※50	※150

(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 26 年度モニタリング調査 大気の結果

調査対象物質	測定値 (温暖期)	検出下限値	定量下限値
総 PCB	110	※1.4	※4.1
HCB (ヘキサクロロベンゼン)	150	0.5	1.4
アルドリン	Nd	4	12
ディルドリン	8.7	0.11	0.34
エンドリン	0.71	0.07	0.2
HCH 類	58	※0.26	※0.79
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)	16	※5	※15
ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS)	6.7	0.06	0.17
ペルフルオロオクタン酸 (PFOA)	17	0.1	0.4
ペンタクロロベンゼン	74	0.3	0.9
エンドスルファン類	37	※0.7	※2.0
1, 2, 5, 6, 9, 10-ヘキサブロモシクロドデカン類	nd	※2	※6
総ポリ塩化ナフタレン	130	※1.0	※2.8

(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。

#### 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 27 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 26 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 27 年度版 化学物質と環境(平成 26 年度 化学物質環境実態調査 調査結果報告書) (平成 28 年 3 月)

<http://www.env.go.jp/chemi/kurohon/2015/index.html>

## 2-9 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
- ・ 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 27 年 8 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又は予測無影響濃度が超過した 6 河川
- ・ 調査項目 全マンガン（6 河川）及び 4-t-オクチルフェノール（1 河川）
- ・ 調査時期 平成 27 年 8 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），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）

全ての地点で指針値を満たしていた。

#### (2) モニタリング調査（表 1）

全マンガンは，新利根橋（新利根川）の 1 地点で指針値(0.2mg/L)を超過した(0.41mg/L)。4-t-オクチルフェノールは，全ての地点で指針値を満たしていた。

### 参考文献

- 1) 産業技術総合研究所地質調査総合センター 日本全国の海と陸の地球化学図データベース  
<https://gbank.gsj.jp/geochemmap/>

表1 平成27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	指針値等	報告下限値	23	24	25	52	53	66	67	71	77	93	94	95	96	102	116	117	118	127	134	135	
水域名			八溝川	押川	滝川	寛政川	大谷川	向堀川	磯川	大川	東仁連川	糸繰川	八間堀川	中通川	谷田川	新利根川	一の瀬川	菱木川	恋瀬川	雁通川	大洋川	流川	
調査地点名			万年橋	押川橋	小磯橋	寛政橋	大谷橋	砂井橋	水海橋	大和田橋	豊神橋	寿久橋	石洗橋	伊丹神橋	丸山橋	新利根橋	川中橋	菱木橋	平和橋	JA横橋	田塚橋	須保居橋	
1 日付			H27.8.19	H27.8.19	H27.8.19	H27.8.12	H27.8.12	H27.8.13	H27.8.13	H27.8.13	H27.8.11	H27.8.13	H27.8.11	H27.8.11	H27.8.11	H27.9.2	H27.8.12	H27.8.12	H27.8.12	H27.8.22	H27.8.22	H27.8.22	
2 時間			12:00	11:21	11:00	11:00	11:30	12:25	12:00	11:20	10:50	10:10	11:25	11:20	14:13	11:50	14:35	14:00	09:55	10:45	10:05	11:40	
3 天候			快晴	快晴	快晴	快晴	快晴	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	晴れ	曇り	快晴	快晴	曇り	快晴	曇り	曇り	曇り	曇り	
			右岸	左岸	左岸	流心(中央)	流心(中央)	流心(中央)	流心(中央)	流心(中央)	流心(中央)	流心(中央)	流心(中央)	流心(中央)	流心(中央)	流心(中央)	流心(中央)	流心(中央)	流心(中央)	流心(中央)	左岸	左岸	流心(中央)
			通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	
4 臭気			無臭	無臭	無臭	川藻臭(微)	川藻臭(微)	下水臭(微)	下水臭(微)	無臭	カビ臭(微)	無臭	カビ臭(微)	カビ臭(微)	カビ臭(微)	無臭	川藻臭(微)	川藻臭(微)	カビ臭(微)	無臭	無臭	下水臭(微)	
5 色相			無色	無色	無色	黄色・淡(明)	黄色・淡(明)	褐色・淡(明)	褐色・淡(明)	褐色・淡(明)	灰黄色・淡	褐色・淡(明)	灰黄色・淡	灰黄色・淡	黄色・淡(明)	褐色・淡(明)	黄緑色・淡	黄色・淡(明)	黄色・淡(明)	褐色・淡(明)	無色	無色	
6 気温 (°C)			34.1	36.8	34.3	34.3	33.9	33.2	32.5	32.4	39.0	30.9	34.2	37.4	40.0	27.1	36.4	35.5	35.1	33.1	32.0	39.2	
7 水温 (°C)			24.8	27.4	26.9	25.3	24.1	28.3	25.9	29.0	29.5	27.3	27.5	29.0	30.5	24.2	30.2	29.6	28.0	26.0	22.8	28.8	
8 水深 (m)																							
9 全水深 (m)			0.25	0.2	0.45	1.25	1.19	0.5	1.3	0.05	0.39	0.8	2.35	0.75	1.6	3.4	1.05	0.22	0.6	0.09	0.4	0.05	
1 クロロホルム (mg/L)	0.06	0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	-	-	-	-	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	-	<0.006	<0.006	<0.006	-	<0.006	<0.006	
2 トランス-1,2-ジクロロエチレン (mg/L)	0.04	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	-	-	-	-	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	-	<0.004	<0.004	<0.004	-	<0.004	<0.004	
3 1,2-ジクロロプロパン (mg/L)	0.06	0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	-	-	-	-	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	-	<0.006	<0.006	<0.006	-	<0.006	<0.006	
4 p-ジクロロベンゼン (mg/L)	0.2	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-	-	-	-	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-	<0.02	<0.02	<0.02	-	<0.02	<0.02	
5 イソキサチオン (mg/L)	0.008	0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	-	-	-	-	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	-	<0.0008	<0.0008	<0.0008	-	<0.0008	<0.0008	
6 ダイアジノン (mg/L)	0.005	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	-	-	-	-	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	-	<0.0005	<0.0005	<0.0005	-	<0.0005	<0.0005	
7 フェントロチオン(MEP) (mg/L)	0.003	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	-	-	-	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	-	<0.0003	<0.0003	
8 イソプロチオラン (mg/L)	0.04	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	-	-	-	-	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	-	<0.004	<0.004	<0.004	-	<0.004	<0.004	
9 オキシ銅(有機銅) (mg/L)	0.04	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	-	-	-	-	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	-	<0.004	<0.004	<0.004	-	<0.004	<0.004	
10 クロタロニル(TPN) (mg/L)	0.05	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-	-	-	-	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-	<0.005	<0.005	<0.005	-	<0.005	<0.005	
11 プロピザミド (mg/L)	0.008	0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	-	-	-	-	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	-	<0.0008	<0.0008	<0.0008	-	<0.0008	<0.0008	
12 EPN (mg/L)	0.006	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	-	-	-	-	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	-	<0.0006	<0.0006	<0.0006	-	<0.0006	<0.0006	
13 ジクロロボス(DDVP) (mg/L)	0.008	0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	-	-	-	-	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	-	<0.0008	<0.0008	<0.0008	-	<0.0008	<0.0008	
14 フェンカルブ(BPMC) (mg/L)	0.03	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	-	-	-	-	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	-	<0.003	<0.003	<0.003	-	<0.003	<0.003	
15 イプロベンホス(IBP) (mg/L)	0.008	0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	-	-	-	-	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	-	<0.0008	<0.0008	<0.0008	-	<0.0008	<0.0008	
16 クロロニトロフェン(CNP) (mg/L)	-	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	-	-	-	-	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	-	<0.0005	<0.0005	<0.0005	-	<0.0005	<0.0005	
17 トルエン (mg/L)	0.6	0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	-	-	-	-	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	-	<0.06	<0.06	<0.06	-	<0.06	<0.06	
18 キシレン (mg/L)	0.4	0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	-	-	-	-	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	-	<0.04	<0.04	<0.04	-	<0.04	<0.04	
19 フタル酸ジエチルヘキシル (mg/L)	0.06	0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	-	-	-	-	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	-	<0.006	<0.006	<0.006	-	<0.006	<0.006	
20 ニッケル (mg/L)	-	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	-	-	-	-	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	-	0.001	<0.001	<0.001	-	0.008	<0.001	
21 モリブデン (mg/L)	0.07	0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	-	-	-	-	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	-	<0.007	<0.007	<0.007	-	<0.007	<0.007	
22 アンチモン (mg/L)	0.02	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	-	-	-	-	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	-	<0.002	<0.002	<0.002	-	<0.002	<0.002	
23 塩化ビニルモノマー (mg/L)	0.002	0.002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	-	-	-	-	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	-	<0.0002	<0.0002	<0.0002	-	<0.0002	<0.0002	
24 エピクロロヒドリン (mg/L)	0.0004	0.0004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	-	-	-	-	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	-	<0.00004	<0.00004	<0.00004	-	<0.00004	<0.00004	
25 全マンガン (mg/L)	0.2	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.05	0.02	<0.02	0.05	0.13	0.11	0.03	0.12	0.1	0.06	0.41	0.07	<0.02	0.07	0.18	0.07	<0.02	
26 ウラン (mg/L)	0.002	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	-	-	-	-	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	-	<0.0002	<0.0002	<0.0002	-	<0.0002	0.0002	
27 フェーナル (mg/L)	0.05	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-	-	-	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-	<0.001	<0.001	<0.001	-	<0.001	<0.001	
28 ホルムアルデヒド (mg/L)	1	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	-	-	-	-	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	-	<0.003	<0.003	<0.003	-	<0.003	<0.003	
29 4-tert-オクチルフェノール (mg/L)	0.001	0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	-	<0.00003	-	-	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	-	<0.00003	<0.00003	<0.00003	-	<0.00003	<0.00003	
30 アニリン (mg/L)	0.02	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	-	-	-	-	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	-	<0.002	<0.002	<0.002	-	<0.002	<0.002	
31 2, 4-ジクロロフェノール (mg/L)	0.03	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	-	-	-	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	-	<0.0003	<0.0003	<0.0003	-	<0.0003	<0.0003	
32 ビスフェノールA (mg/L)	0.992	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	

## 2-10 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を行い，原因の究明，汚染範囲の確認及び苦情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，依頼先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。緊急水質事案関係では，農薬・金属等の分析を行った。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・六価クロム等の分析を行った。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	件数	依頼分析検体数
環境対策課	4	31
廃棄物対策課	1	16
県民センター総室	0	0
県北県民センター	0	0
鹿行県民センター	7	51
県南県民センター	13	39
県西県民センター	5	6
その他(公的機関・市町村など)	16	0
計	46	143

表2 公害事案等調査内容別内訳

依頼内容	件数	依頼分析検体数
緊急水質事案関係	8	11
地下水水質汚染関係	21	116
廃棄物関係	1	16
騒音関係	4	0
相談	12	0
計	46	143