

水質調査に基づくため池の
被災時における水資源利用可能性の検証

都市経営学部

清水聡行, 横山 真
加藤誠章, 向井厚志
石尾広武, 澤田結基

はじめに

■大規模な災害発生時

ライフライン(水, 電気, ガス)をいかに確保するかが重要。

水は, 飲用水, 洗面・風呂・シャワー, 洗淨用水, トイレ用水等, に利用。

■春日池

福山市東部には大小様々なため池が点在。中でも春日池は利水用量で約25.7万m³の大きな貯水池。

2021年度の重点研究で春日池水の生活用水への利用の検討。

→具体的な利用可能性評価のためには定期的なモニタリングが必要。

目的

春日池水を対象として, 災害時の生活用水への利用可能性を詳細に検討するための基礎データとして, 定期的な水質調査を通して季節的な水質変化等を把握する。

調査概要

【日程】

2022年9月に春日池の水の予備採水。10月より月1回の頻度で採水。

【採水地点】

流入地点，浦島橋の中央など5地点で採水。

(2022年9月は2地点，10月は4地点)

【測定項目】

全有機炭素(TOC)，化学的酸素要求量(COD)※，生物化学的酸素要求量(BOD)，大腸菌・大腸菌群・一般細菌，窒素※(全窒素(T-N)，亜硝酸態窒素($\text{NO}_2\text{-N}$)，硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)，アンモニア態窒素($\text{NH}_4\text{-N}$))，リン※(全リン(T-P)，リン酸態リン $\text{PO}_4\text{-P}$)，濁度，色度，260nm吸光度，pH，電気伝導率(EC)

(※の項目はデジタルパックテストマルチspを使用して測定。)

採水地点

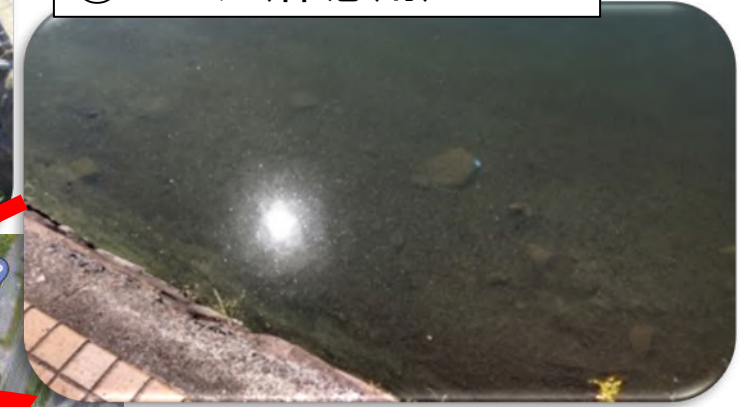
⑤流出地点



②菖蒲園出口



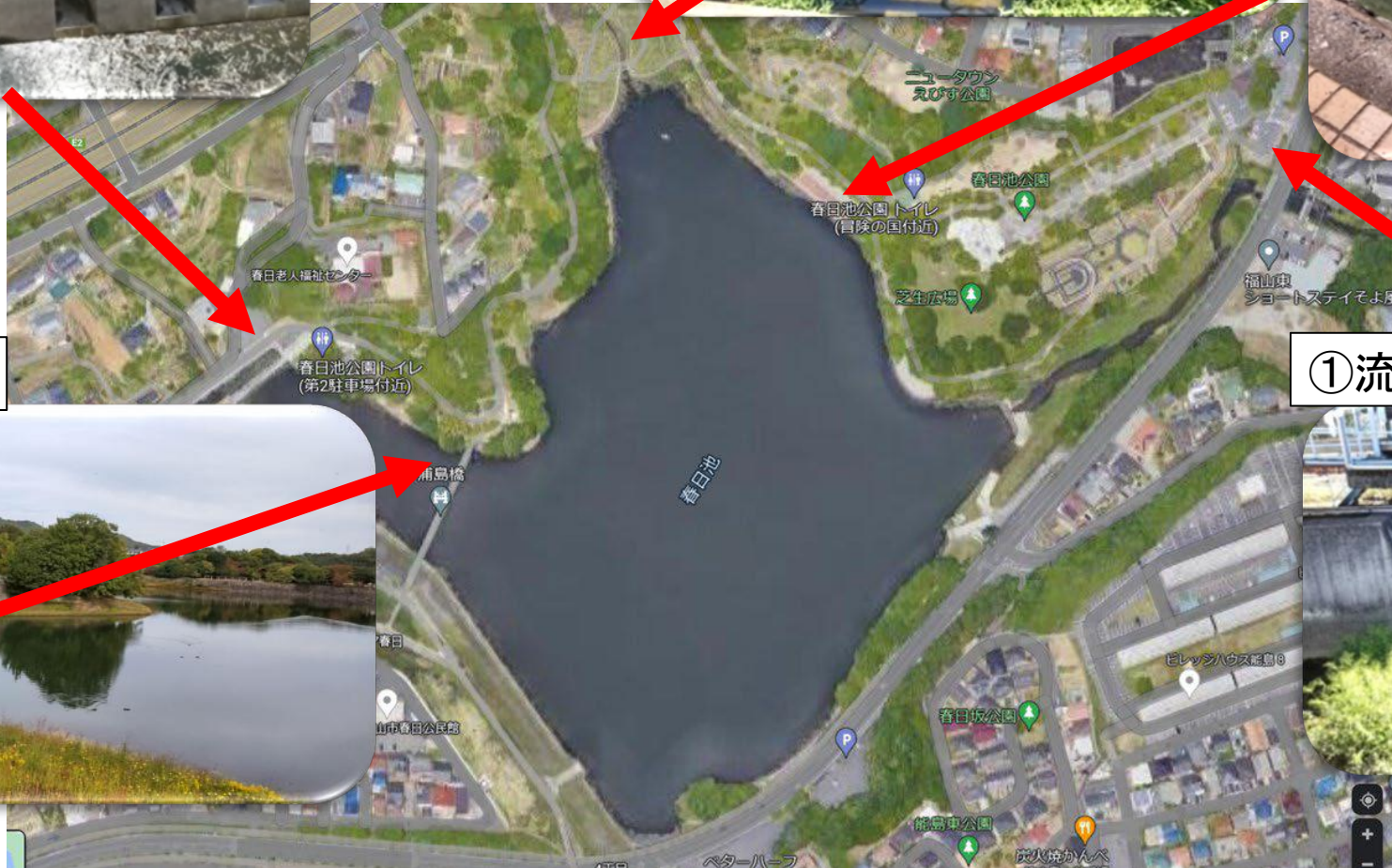
④ベンチ(休憩用)



③浦島橋



①流入地点



航空写真はGoogle mapより

水質測定結果の例(4月採水)

| 項目 | | ①流入地点 | ②菖蒲園出口 | ③橋 | ④ベンチ | ⑤流出 |
|--------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 有機物 | BOD | 0.32 | 5.19 | 0.66 | 0.83 | 1.78 |
| | TOC(DOC)* | 2.60 | 8.56 | 3.11 | 3.05 | 3.54 |
| | COD D-COD* | 2.8 1.9 | 8.75 5.9 | 2.9 2.6 | 3.3 3.3 | 3.4 3.4 |
| 窒素 | T-N | 1.8 | 4.0 | 0.7 | 0.6 | 0.6 |
| | NO ₂ -N | 0.029 | 0.58 | 0.024 | 0.026 | 0.030 |
| | NO ₃ -N | 1.68 | - | 0.54 | 0.32 | 0.22 |
| | NH ₄ -N | <0.2 | 2.1 | <0.2 | <0.2 | <0.2 |
| リン | T-P | 0.22 | 1.28 | 0.2 | 0.14 | 0.15 |
| | PO ₄ -P | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 色度 (ろ過後*) | | 6.85 (3.32) | 16.6 (10.2) | 6.57 (3.64) | 6.91 (3.82) | 6.48 (3.76) |
| 濁度 (ろ過後*) | | 2.45 (<0.001) | 4.6 (<0.001) | 1.45 (<0.001) | 1.5 (<0.001) | 1.38 (<0.001) |
| 大腸菌・大腸菌群数・一般細菌 (ろ過後*) | | 12・88・390 (すべてN.D.) | 2・269・2210 (すべてN.D.) | 0.5・6.5・100 (すべてN.D.) | N.D.・4.5・110 (すべてN.D.) | N.D.・3.5・50 (すべてN.D.) |

色度・濁度の単位:度, 微生物指標の単位:CFU/mL, 他の項目はすべてmg/L。*ろ過は, 0.22umのフィルターでろ過。

水道水質基準があるのは, TOC(3mg/L), NO₂-N(0.04mg/L), NO₂-NとNO₃-Nの合計(10mg/L), 濁度(2度), 色度(5度), 大腸菌(検出されないこと), 一般細菌(100CFU/mL)

地点ごとの測定結果まとめ

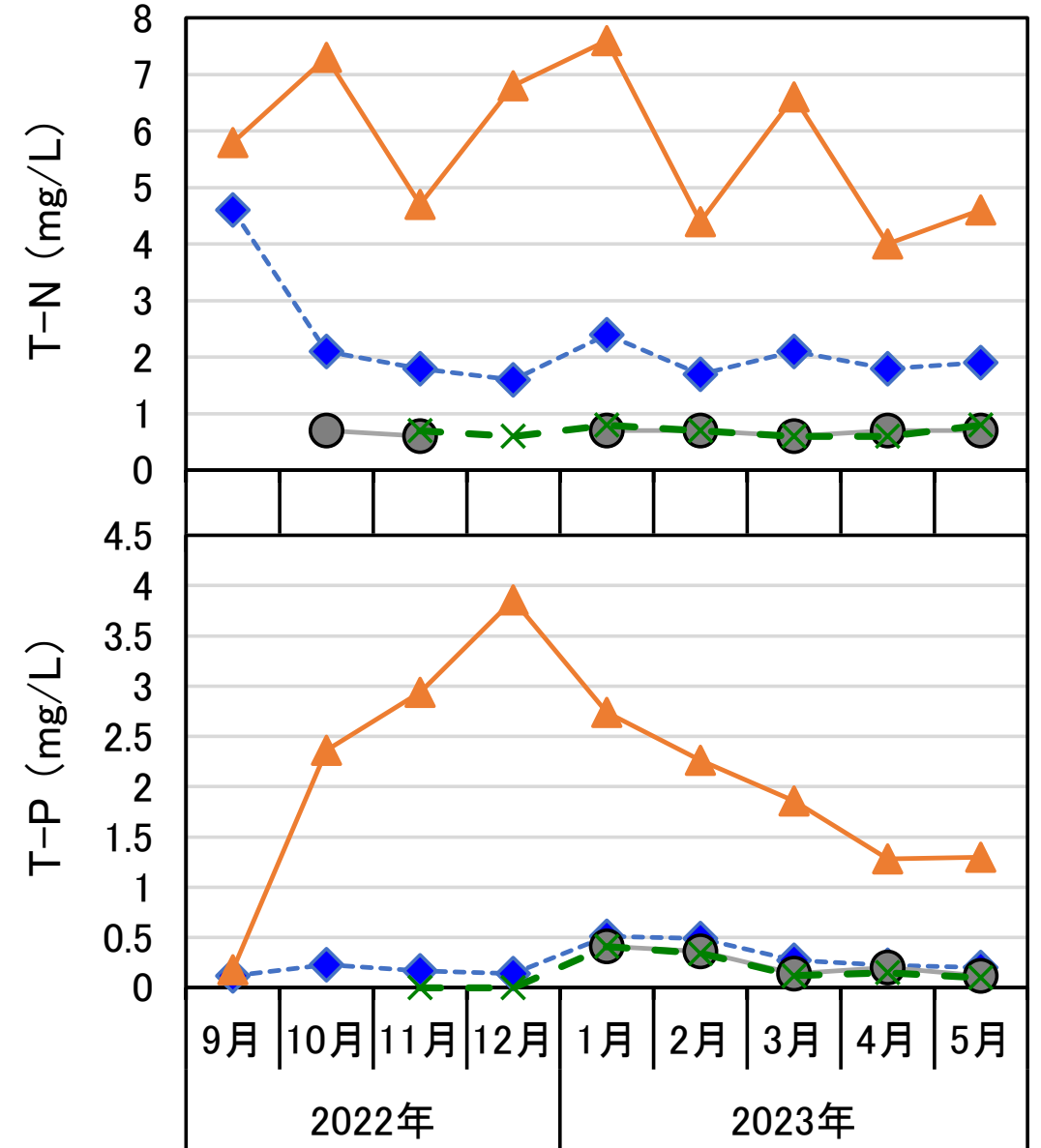
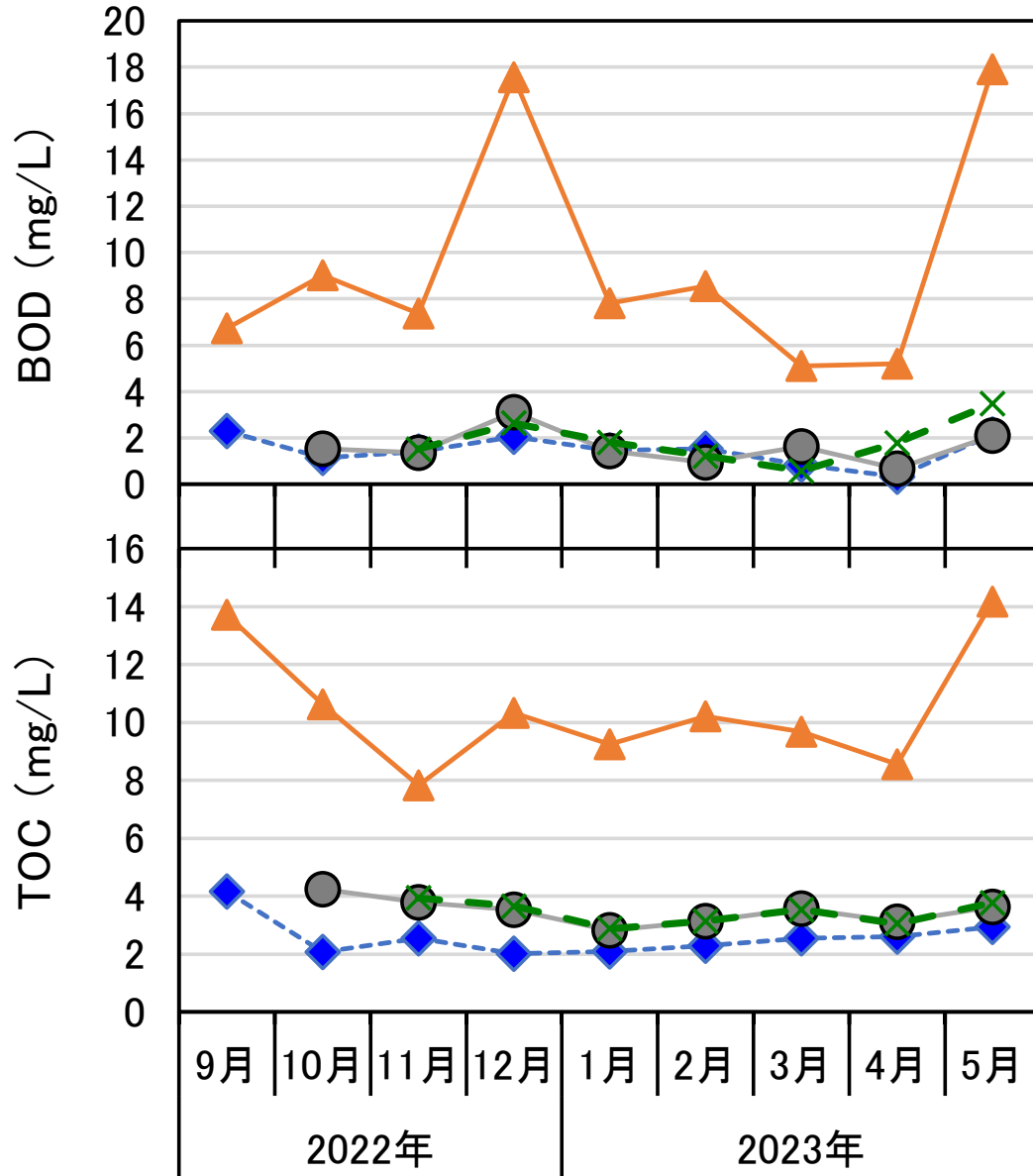
| 項目 | 単位 | ①流入 | | ②菖蒲園 | | ③橋 | | ④ベンチ | | ⑤流出 | |
|--------------------|--------|-----|---------------|------|---------------|----|---------------|------|---------------|-----|---------------|
| | | n | avg. ± S.D. | n | avg. ± S.D. | n | avg. ± S.D. | n | avg. ± S.D. | n | avg. ± S.D. |
| BOD | mg/L | 9 | 1.5 ± 0.6 | 9 | 9.5 ± 4.6 | 8 | 1.6 ± 0.7 | 8 | 1.9 ± 1.7 | 7 | 1.9 ± 0.9 |
| TOC(DOC) | mg/L | 9 | 2.6 ± 0.6 | 9 | 10 ± 2.0 | 8 | 3.5 ± 0.4 | 8 | 3.5 ± 1.1 | 7 | 3.4 ± 0.4 |
| COD | mg/L | 9 | 2.9 ± 0.4 | 9 | 8.1 ± 1.4 | 8 | 3.3 ± 0.4 | 8 | 3.4 ± 1.0 | 7 | 3.4 ± 0.7 |
| D-COD | mg/L | 8 | 2.6 ± 0.6 | 9 | 7.4 ± 1.6 | 8 | 3.1 ± 0.5 | 8 | 3.1 ± 0.7 | 7 | 3.2 ± 0.5 |
| NO ₂ -N | mg/L | 9 | 0.041 ± 0.009 | 9 | 0.87 ± 0.4 | 8 | 0.030 ± 0.01 | 8 | 0.027 ± 0.01 | 7 | 0.027 ± 0.01 |
| NO ₃ -N | mg/L | 9 | 1.4 ± 0.6 | 9 | - | 6 | 0.54 ± 0.3 | 6 | 0.57 ± 0.9 | 6 | 0.36 ± 0.2 |
| NH ₄ -N | mg/L | 4 | 0.23 ± 0.02 | 9 | 4.5 ± 2.0 | 4 | 0.46 ± 0.2 | 4 | 0.44 ± 0.3 | 3 | 0.52 ± 0.1 |
| T-N | mg/L | 9 | 2.2 ± 0.9 | 9 | 5.8 ± 1.3 | 7 | 0.67 ± 0.0 | 8 | 0.70 ± 0.3 | 7 | 0.69 ± 0.1 |
| PO ₄ -P | mg/L | 8 | 0.08 ± 0.01 | 9 | 0.73 ± 0.4 | 4 | 0.05 ± 0.0 | 2 | 0.04 ± 0.01 | 1 | 0.05 ± 0.0 |
| T-P | mg/L | 9 | 0.26 ± 0.1 | 9 | 2.1 ± 1.0 | 5 | 0.25 ± 0.1 | 5 | 0.24 ± 0.2 | 5 | 0.22 ± 0.1 |
| 濁度 | 度 | 9 | 1.13 ± 0.6 | 9 | 9.1 ± 4.6 | 8 | 1.9 ± 0.8 | 8 | 2.0 ± 1.1 | 7 | 2.1 ± 0.8 |
| 濁度(ろ過) | 度 | 8 | <0.001 | 8 | <0.001 | 8 | <0.001 | 8 | <0.001 | 7 | <0.001 |
| 色度 | 度 | 9 | 5.2 ± 0.9 | 9 | 18 ± 2.5 | 8 | 6.9 ± 2.2 | 8 | 8.4 ± 4.7 | 7 | 6.9 ± 2.1 |
| 色度(ろ過) | 度 | 8 | 2.9 ± 0.5 | 8 | 12 ± 2.1 | 8 | 3.9 ± 1.2 | 8 | 4.2 ± 2.5 | 7 | 3.7 ± 0.9 |
| 大腸菌数 | CFU/mL | 8 | 25 ± 31 | 8 | 7.8 ± 15 | 8 | 0.56 ± 1.3 | 8 | 1.3 ± 4.4 | 7 | 0.57 ± 1.2 |
| 大腸菌数(ろ過) | CFU/mL | 8 | N.D. | 8 | N.D. | 8 | N.D. | 8 | N.D. | 7 | N.D. |
| 大腸菌群数 | CFU/mL | 8 | 114 ± 78 | 8 | 385 ± 527 | 8 | 32 ± 37 | 8 | 42 ± 89 | 7 | 57 ± 54 |
| 大腸菌群数(ろ過) | CFU/mL | 8 | N.D. | 8 | N.D. | 8 | N.D. | 8 | N.D. | 7 | N.D. |
| 一般細菌数 | CFU/mL | 8 | 373 ± 183 | 8 | 2185 ± 1447 | 8 | 93 ± 114 | 8 | 105 ± 233 | 7 | 150 ± 155 |
| 一般細菌数(ろ過) | CFU/mL | 8 | N.D. | 8 | N.D. | 8 | N.D. | 8 | N.D. | 7 | N.D. |
| E-260 | 1/cm | 8 | 0.033 ± 0.005 | 8 | 0.135 ± 0.007 | 8 | 0.049 ± 0.008 | 8 | 0.051 ± 0.017 | 7 | 0.046 ± 0.004 |
| pH | - | 7 | 8.0 ± 0.3 | 7 | 7.6 ± 0.4 | 7 | 8.2 ± 0.7 | 7 | 8.1 ± 1.2 | 7 | 8.1 ± 0.7 |
| EC | uS/cm | 7 | 255 ± 38 | 7 | 419 ± 30 | 7 | 198 ± 28 | 7 | 185 ± 38 | 7 | 186 ± 27 |

※定量下限値未満の試料は除外して算出。菖蒲園のNO₃-Nは測定できず。

定量下限値は、COD:2.0, NO₂-N:0.01, NO₃-N:0.2, NH₄-N:0.2, T-N:0.5, PO₄-P:0.03, T-P:0.1。(すべてmg/L)

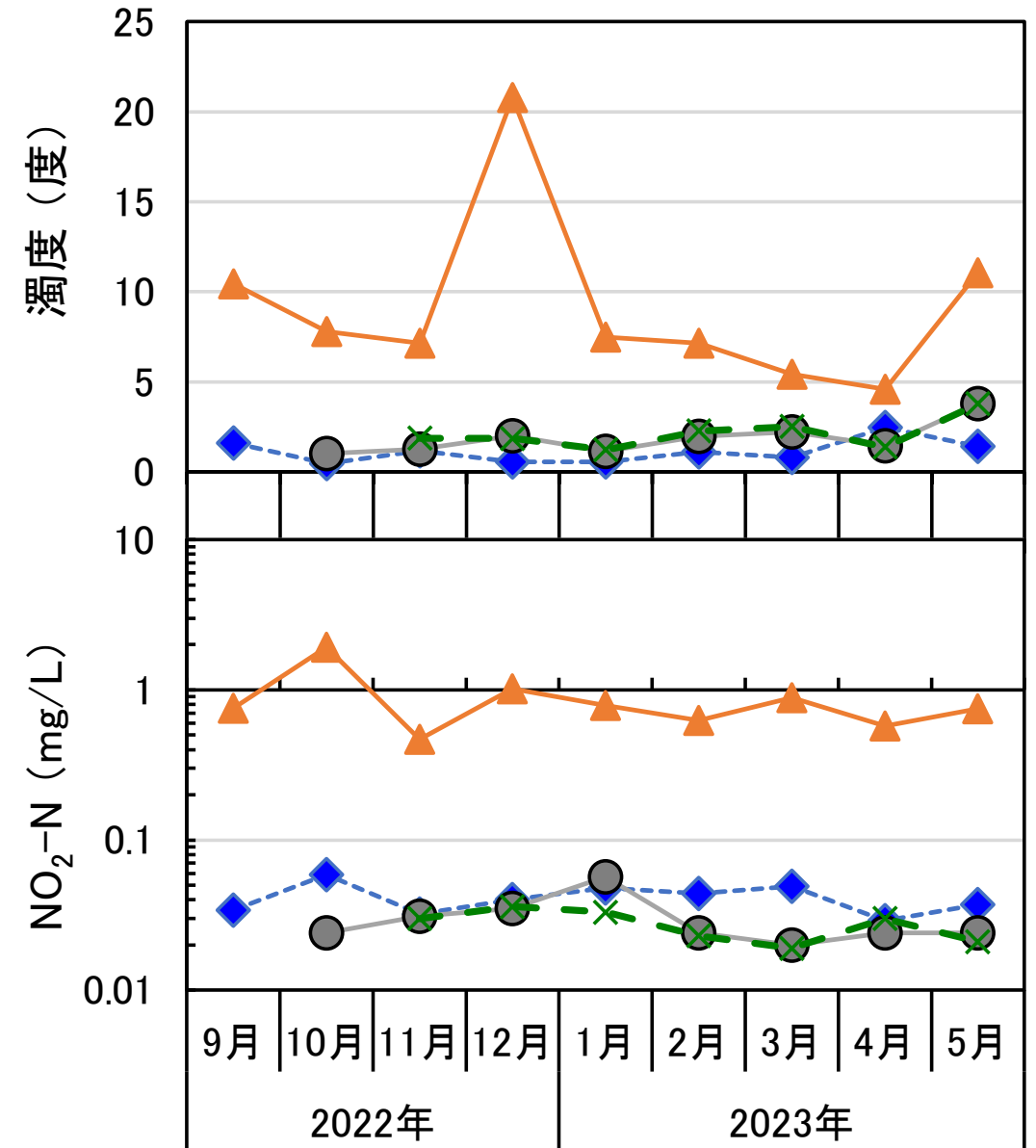
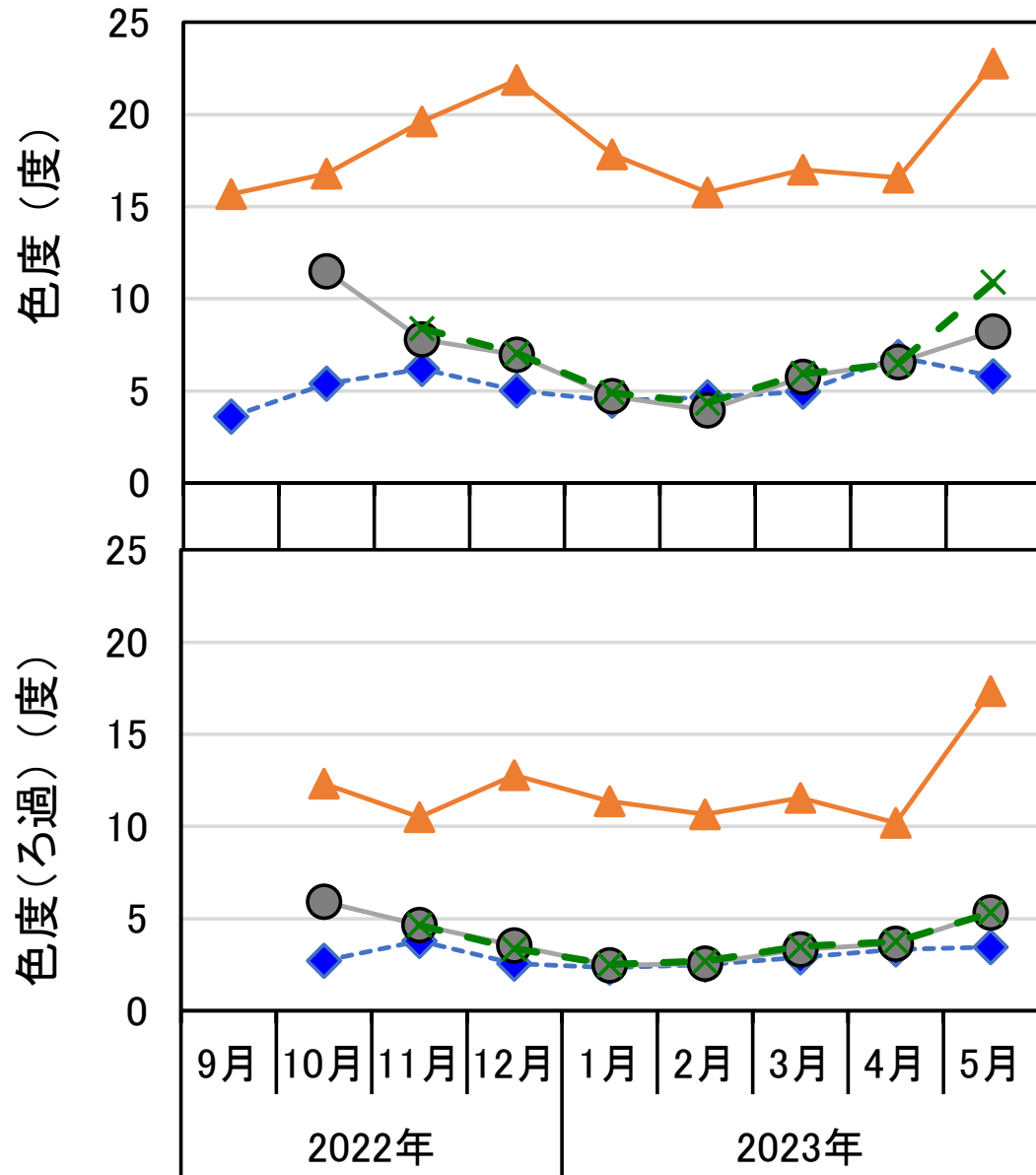
水質の季節変化1 (BOD, TOC, T-N, T-P)

◆ 流入
 ▲ 菖蒲園
 ● 橋
 ✕ 流出

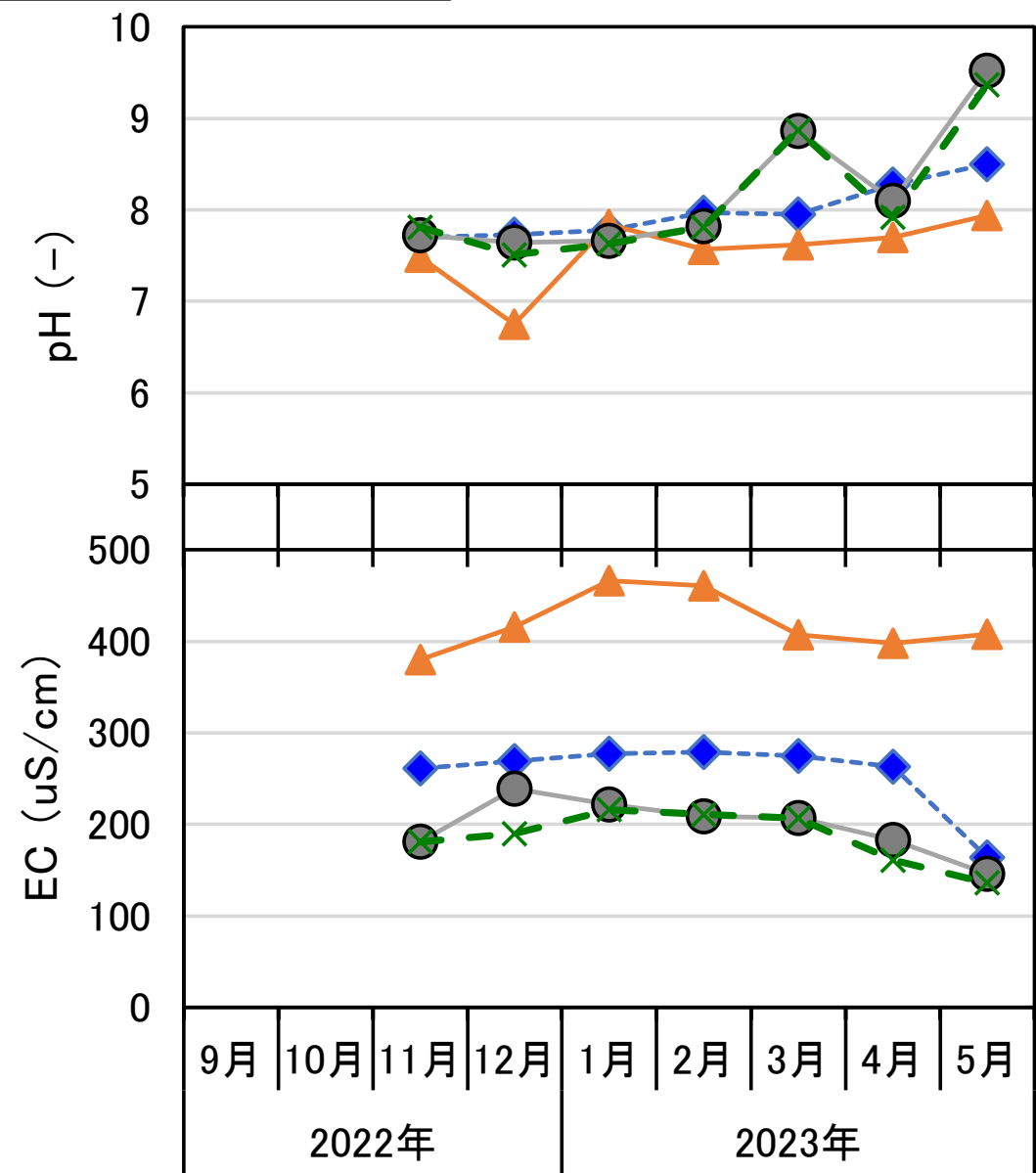
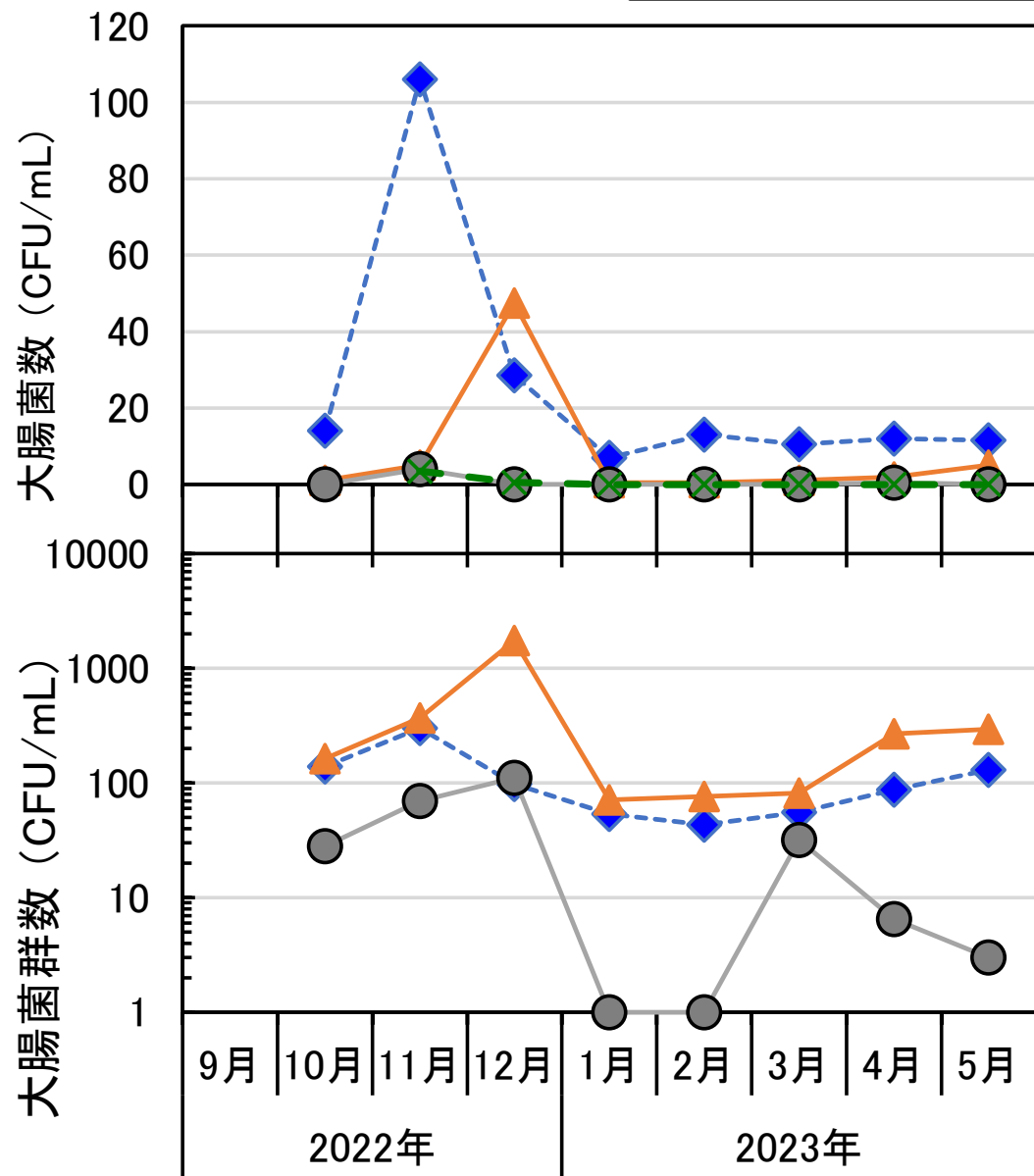
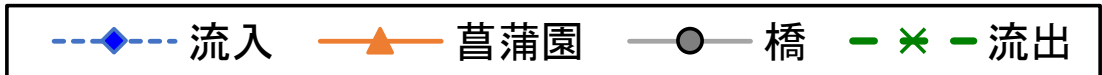


水質の季節変化2(色度, 濁度, NO₂-N)

◆ 流入
 ▲ 菖蒲園
 ● 橋
 ✕ 流出



水質の季節変化3(大腸菌数, 大腸菌群数, pH, EC)



菖蒲園の様子(上段2枚と左下)と2022年9月の写真(右下)

2023年1月



2023年3月



2023年5月



2022年9月



まとめ

■ 地点ごとの水質

菖蒲園の水路水質がもっとも悪い。大腸菌は、流入地点でもっとも多く検出。池内(橋, 流出地点等)の3地点の水質は同程度。

■ 季節変化

池内の3地点において、秋季から春期の水質変動は小さい。
菖蒲園の水路は、肥料をまく時期に影響される？

■ 生活用水への利用可能性

膜ろ過処理した後で消毒を行うことで、雑用水への適用は可能。
飲用利用するためには、凝集・沈殿やオゾン処理などの高度処理が必要。

課題

- ・夏季にかけた水質調査。(富栄養化, アオコ等の発生の可能性)
- ・雨天時の水質調査。
- ・流入する水路の上流側の土地利用や下水道接続状況の確認