

## XI 研 究

当課では、水質に係る調査、研究を実施しております。令和 5 年度は、全国会議（水道研究発表会）、日本水道協会関西地方支部第 67 回研究発表会において発表しました。

### 1 令和 5 年度の研究発表

#### ○全国会議（水道研究発表会）

琵琶湖南湖のかび臭発生と水質及び  
気象との相関

－大津市柳が崎浄水場原水における  
かび臭濃度と水質の関連性－

#### ○関西地方支部研究発表会

琵琶湖北湖を起点とするかび臭物質  
の移動



# 琵琶湖南湖のかび臭発生と水質及び気象との相関 －大津市柳が崎浄水場原水におけるかび臭濃度と水質の関連性－

○竹内 洋祐（大津市企業局）  
吉田 稔（大津市企業局）

橋詰 和典（大津市企業局）

## 1. はじめに

大津市の水源である琵琶湖南湖では、毎年のようにかび臭による異臭味障害が発生している。その原因であるかび臭産生藍藻類の増殖については、培養実験や優占的発生の条件から、水温、pH、照度や日射量等の光条件、栄養塩類等が影響する因子として報告されている<sup>1-3)</sup>。一方で、かび臭物質の濃度や発生期間等の発生規模と水質及び気象条件との関連性については、不明確な点が多いが、かび臭発生の先行指標となる因子が判明すれば、運転管理の適正化につながる。そこで本報告では、かび臭発生の規模と水質及び気象条件との相関関係を調査した。



図 1. 柳が崎浄水場位置図

## 2. 方法

水質及び気象の各項目の月平均値とかび臭発生規模との相関係数  $r$  を算出し、強い相関を示す項目を探索した。相関係数を計算するにあたり、かび臭発生の規模を数値化する必要がある。今回、その規模の表す指標として、各年の一定期間のかび臭濃度の累計値の常用対数をかび臭レベル  $L$  と定義し、各項目との相関係数の計算に用いた。かび臭レベルを算出する期間、かび臭の種類、水質及び気象項目については表 1 に示す通りである。

$$\text{かび臭レベル } L = \log_{10}(\sum C_i)$$

$C_i$ : 日付  $i$  におけるかび臭物質濃度(ng/L)

## 3. 結果

はじめに、Geosmin 及び 2-MIB の合計のかび臭レベルの推移を図 2 に示す。右肩上がりであり、その上昇率は、およそ +0.07/年だった。濃度に換算すると、10 年で約 5 倍に相当するペースである。

次に、かび臭レベルと強い相関 ( $|r| \geq 0.7$  とした) を示した水質項目の相関係数を表 2 に示す。全期間かび臭レベルと強い相関を示した項目は、濁度、pH、EC、TP、N/P の水質 5 項目で、気象項目には強い相関を示したものはなかった。EC を除く濁度、pH、TP、N/P では 4 又は 5 月に最も強い相関を示した。全体的に相関が弱まったが、夏期かび臭レベルとの相関も同様の傾向だった。夏期かび臭レベルとの相関において、表 2 の項目以外では、風速(2 月)と 2-MIB との相関係数が 0.73 だった。

表 1. かび臭レベル算出条件

|       |                   |                  |
|-------|-------------------|------------------|
| 調査年   | 2008 年 ~ 2022 年   |                  |
| 対象試料  | 柳が崎浄水場原水          |                  |
| 対象期間  | ①全期間: 5/1 ~ 10/31 |                  |
|       | ②夏 期: 7/1 ~ 9/30  |                  |
| かび臭種類 | ①Geosmin          |                  |
|       | ②2-MIB            |                  |
|       | ③Geosmin + 2-MIB  |                  |
| 水質項目  | ①水温               | 柳が崎浄水場毎日試験       |
|       | ②濁度               |                  |
|       | ③色度               |                  |
|       | ④pH               |                  |
|       | ⑤EC 電気伝導率         | 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター |
|       | ⑥TN 全窒素           |                  |
|       | ⑦TP 全リン           |                  |
|       | ⑧N/P (⑥÷⑦)        |                  |
| 気象項目  | ⑨降水量              | 気象庁              |
|       | ⑩風速               | 大津観測所            |
|       | ⑪日照時間             |                  |
|       | ⑫全日射量             | 気象庁 彦根気象台        |

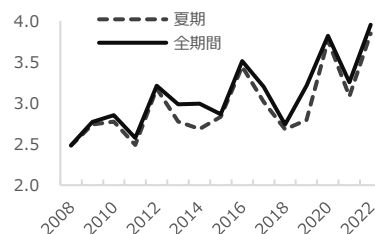


図 2. かび臭 (Geosmin + 2-MIB) レベルの推移

# 琵琶湖南湖のかび臭発生と水質及び気象との相関 ー大津市柳が崎浄水場原水におけるかび臭濃度と水質の関連性ー

表 2. 相関係数一覧 (例: 全期間・1 月、濁度・Geo のセルは 1 月の濁度と全期間の Geosmin レベルとの相関係数を示す)  
黒・白太文字:  $0.7 \leq |r|$ , グレー:  $0.6 \leq |r| < 0.7$

| 期間  |     | 全期間 (5/1~10/31) |              |              |              |             |       |       |       | 夏期 (7/1 ~ 9/30) |              |       |              |             |       |       |       |
|-----|-----|-----------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------|-------|-------|-----------------|--------------|-------|--------------|-------------|-------|-------|-------|
| 月   |     | 1               | 2            | 3            | 4            | 5           | 6     | 7     | 8     | 1               | 2            | 3     | 4            | 5           | 6     | 7     | 8     |
| 濁度  | Geo | 0.46            | 0.35         | 0.33         | 0.66         | <b>0.81</b> | 0.58  | 0.45  | 0.16  | 0.37            | 0.21         | 0.25  | 0.60         | <b>0.78</b> | 0.52  | 0.43  | 0.13  |
|     | MIB | 0.41            | 0.37         | 0.42         | <b>0.84</b>  | <b>0.75</b> | 0.64  | 0.57  | 0.53  | 0.06            | 0.23         | 0.42  | 0.67         | 0.49        | 0.63  | 0.51  | 0.65  |
|     | 合計  | 0.51            | 0.39         | 0.38         | <b>0.78</b>  | <b>0.86</b> | 0.64  | 0.56  | 0.31  | 0.44            | 0.30         | 0.36  | <b>0.73</b>  | <b>0.85</b> | 0.62  | 0.61  | 0.31  |
| pH  | Geo | -0.41           | -0.56        | -0.47        | -0.52        | -0.26       | -0.26 | -0.20 | -0.01 | -0.37           | -0.51        | -0.36 | -0.43        | -0.19       | -0.20 | -0.22 | 0.06  |
|     | MIB | -0.52           | -0.68        | <b>-0.74</b> | <b>-0.88</b> | -0.43       | -0.50 | -0.10 | -0.25 | -0.22           | -0.41        | -0.52 | <b>-0.86</b> | -0.33       | -0.41 | 0.08  | -0.40 |
|     | 合計  | -0.50           | -0.65        | -0.63        | -0.68        | -0.35       | -0.38 | -0.22 | -0.08 | -0.42           | -0.53        | -0.49 | -0.59        | -0.26       | -0.31 | -0.25 | -0.05 |
| EC  | Geo | -0.57           | -0.58        | -0.55        | -0.32        | -0.29       | -0.41 | -0.46 | -0.38 | -0.50           | -0.54        | -0.50 | -0.32        | -0.30       | -0.44 | -0.48 | -0.35 |
|     | MIB | <b>-0.87</b>    | <b>-0.81</b> | <b>-0.76</b> | -0.62        | -0.45       | -0.49 | -0.58 | -0.62 | -0.56           | -0.53        | -0.50 | -0.47        | -0.32       | -0.22 | -0.34 | -0.37 |
|     | 合計  | <b>-0.76</b>    | <b>-0.75</b> | <b>-0.71</b> | -0.50        | -0.42       | -0.51 | -0.59 | -0.54 | -0.66           | <b>-0.72</b> | -0.68 | -0.51        | -0.47       | -0.57 | -0.66 | -0.54 |
| TP  | Geo | 0.45            | 0.01         | -0.11        | 0.35         | 0.55        | 0.47  | 0.27  | -0.25 | 0.48            | 0.13         | -0.13 | 0.29         | 0.48        | 0.47  | 0.16  | -0.27 |
|     | MIB | 0.26            | -0.20        | -0.09        | 0.42         | <b>0.78</b> | 0.13  | 0.06  | -0.01 | 0.09            | -0.01        | 0.18  | 0.42         | 0.61        | 0.04  | 0.08  | 0.13  |
|     | 合計  | 0.41            | -0.09        | -0.13        | 0.39         | 0.67        | 0.37  | 0.17  | -0.17 | 0.46            | 0.11         | -0.03 | 0.34         | 0.58        | 0.44  | 0.12  | -0.15 |
| N/P | Geo | -0.39           | -0.48        | -0.23        | -0.62        | -0.55       | -0.59 | -0.12 | -0.10 | -0.41           | -0.55        | -0.20 | -0.52        | -0.44       | -0.50 | -0.05 | -0.09 |
|     | MIB | -0.32           | -0.12        | -0.20        | <b>-0.73</b> | -0.54       | -0.65 | 0.20  | 0.17  | -0.18           | -0.17        | -0.31 | -0.59        | -0.34       | -0.47 | 0.12  | 0.38  |
|     | 合計  | -0.42           | -0.39        | -0.25        | <b>-0.72</b> | -0.60       | -0.67 | 0.03  | 0.02  | -0.43           | -0.58        | -0.37 | -0.65        | -0.54       | -0.62 | 0.04  | 0.09  |

## 4. 考察

強い相関を示した項目のうち濁度・pH・TP・N/P については、図 3 のような底泥の巻上げ及び水草を介した関係性が考えられる。濁度上昇の要因となる底泥の巻上げが、藍藻類の回帰<sup>4)</sup>や栄養塩の供給<sup>5)</sup>を促し、藍藻類に有利な水質条件となる。また、pH 低下の要因となる水草の減少は、光条件や栄養塩類の競合、アレロパシー等による植物プランクトン増殖に対する抑制効果<sup>6)</sup>の低下につながるため、植物プランクトンの増殖に有利となる。さらに、水草減少はその水域の濁度上昇につながり、逆に、濁度上昇は光条件の悪化による水草成長の阻害要因となる。このような相互作用により、水質とかび臭の間に一定の相関関係がみられた可能性がある。

4・5 月に強い相関を示した項目が多かった点については、この時期がかび臭発生の初期段階であることが影響しているかもしれない。*Anabaena* 属は環境条件が悪化すると休眠細胞を形成して湖底で越冬し、水温が 4・5 月と同程度の 10~20℃の範囲で水中への回帰が増加していく<sup>4)</sup>。また、*Phormidium tenue* は、水温 15℃程度でも 2-MIB を産生し、5 月ころから始まる初夏のかび臭の原因となっている。こうした時期の回帰や増殖の程度が、かび臭の発生に重要だとしても不自然ではなく、通期にわたり影響を及ぼしたのではないだろうか。

## 5. おわりに

近年の琵琶湖南湖においては、かび臭収束の遅れ・冬季かび臭・初確認となる *Anabaena minispora* によるかび臭<sup>7)</sup>が発生しており、北湖においてもかび臭被害が再発するなど、その傾向が変化する兆候もみられる。また、北湖の全層循環が 2019・2020 年の 2 年連続で未確認となった影響も懸念される。今回、濁度等の複数の項目とかび臭レベルの相関が、かび臭の始まるの時期において強くなるという結果が得られ、かび臭対応の先行指標となる可能性が示された。今後も、かび臭と関連する項目の調査を継続し、運転管理の適正化につなげていく。

## 【参考文献】

- 1) 山田ら, 水質汚濁研究, **8**(8) 515-521 (1985)
- 2) 青山ら, 衛生化学, **36**(1) 21-27 (1990)
- 3) 吉田ら, 日本水産学会誌, **62**(6) 872-877 (1996)
- 4) 荒木ら, 日本水産学会誌, **54**(2) 55-63 (2018)
- 5) 天野ら, 国土技術政策総合研究所資料, 12 (2001)
- 6) 中井ら, 日本水処理生物学会誌, **33**(4) 215-222 (1997)
- 7) 野口ら, 令和 3 年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集, 156-157 (2021)

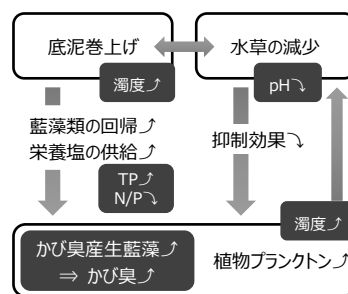


図 3. 水質とかび臭発生藍藻類等との関係性

# 琵琶湖北湖を起点とするかび臭物質の移動

大津市企業局 ○竹内 洋祐 橋詰 和典  
吉田 稔  
滋賀県企業庁 中村 優 鈴木 久司

## 1. はじめに

琵琶湖北湖は南湖と比較して水質が良く、大規模なかび臭の発生は 2015 年以前には確認されていない。しかし、2016 年に琵琶湖北湖東岸の長命寺港付近において高濃度のかび臭物質が検出され、北湖から取水する浄水場が大きなかび臭被害を受けた<sup>1)</sup>。この年、滋賀県企業庁馬渕浄水場原水で、2-MIB が最高濃度 290ng/L (溶存態) 検出された。2021 年には、2016 年のかび臭被害をうけて設置された馬渕浄水場原水のかび臭連続監視装置 (以下、監視装置) で、2-MIB が日平均値で最高 810ng/L (総量)、2022 年には Geosmin が日平均値で最高 610ng/L (総量) 検出された。これらの影響は北湖の他の浄水場にも及び、南湖の浄水場においてもかび臭濃度の上昇が確認されている。いずれの年も、北湖東岸の長命寺港付近からかび臭物質が広がり、浄水場原水のかび臭物質濃度が急に上昇する傾向にあったため、迅速な対応が必要であった。そこで、今後の対策の参考となるよう、大津市企業局及び滋賀県企業庁が保有するかび臭物質濃度のデータを活用し、かび臭物質の移動についてルートや速度を検証した。



図 1. 浄水場取水口位置図

## 2. 方法

調査対象は、表 1 に示す浄水場の原水のかび臭物質測定データ、及び、監視装置の測定データである。かび臭物質の濃度及び検出日を整理し、各浄水場へ至るルートや速度の検証に用いた。なお、馬渕及び吉川においては溶存態を測定しており、その他では総量を測定している。溶存態の濃度については、以降の本文中「○ng/L(溶)」と示す。監視装置は 1 時間に 1 回測定をしているが、本報告中では、日平均値を用いた。

また、降水量については気象庁彦根気象台のデータ<sup>2)</sup>を用いた。さらに、国土交通省琵琶湖管理事務所の公表する琵琶湖の水位及び放流量も、あわせて参照した。

表 1. かび臭濃度測定施設一覧。南瀬田導水ポンプ場は馬渕浄水場原水の導水施設である

| 位置     | 設置者    | 名称       | 測定タイプ |
|--------|--------|----------|-------|
| 北湖     | 滋賀県企業庁 | 馬渕浄水場    | 溶存態   |
|        |        | 監視装置（馬渕） | 総量    |
|        |        | 吉川浄水場    | 溶存態   |
|        | 大津市企業局 | 比良浄水場    | 総量    |
|        |        | 八屋戸浄水場   |       |
| 真野浄水場  |        |          |       |
| 柳が崎浄水場 |        |          |       |
| 膳所浄水場  |        |          |       |
| 南湖     |        | 新瀬田浄水場   |       |

## 3. 発生状況

### (1) 2016 年の 2-MIB の検出状況

2016 年の 2-MIB の検出状況を図 2 に示す。9 月 2 日に馬渕で 34ng/L(溶)の 2-MIB が検出された後、9 月 5 日と 9 月 11 日にそれぞれ 270、290ng/L(溶)が検出された。その後、北湖の他の浄水場でも 2-MIB の上昇がみられ、9 月 19～21 日の間に最高濃度に達した。南湖の柳が崎では、それまで 10ng/L 前後だった 2-MIB 濃度が、9 月 26 日に 39ng/L に達した。同日に膳所においても 32ng/L が検出された。

### (2) 2021 年の 2-MIB の検出状況

2016 年に続いて高濃度の 2-MIB が発生した。監視装置において 8 月 13 日に 23ng/L だったが、8 月 14 日に 280ng/L に上昇し、8 月 15 日に最高 810ng/L が検出された。その後 8 月 22 日までおおむね 300ng/L 以上で推移し、8 月末ごろに 100ng/L 以下まで低下した。この年は、他の浄水場での 2-MIB 上昇はほとんどなく、真野浄水場で 8 月 17 日に 85ng/L を検出した以外は、目立った被害はなかった。

### (3) 2022 年の Geosmin の検出状況

2022 年の Geosmin の検出状況を図 3 に示す。2022 年はこれまでと異なり、Geosmin が検出された。監視装置では、7 月上旬から中旬にかけて上昇し、7 月 14 日に最高 610ng/L を検出していた。吉川浄水場では、7 月 14、16 日にそれぞれ、110、120ng/L(溶)を検出した。北湖ではその他、真野で 7 月 14 日に 400ng/L、八屋戸で 15 日に 70ng/L を検出した。南湖では柳が崎で 7 月 19 日に 230ng/L、同日に膳所で 160ng/L を検出した。なお、2022 年は He ガスの供給不足により大津市ではかび臭の測定を制限していたため、測定間隔が長くなっている。

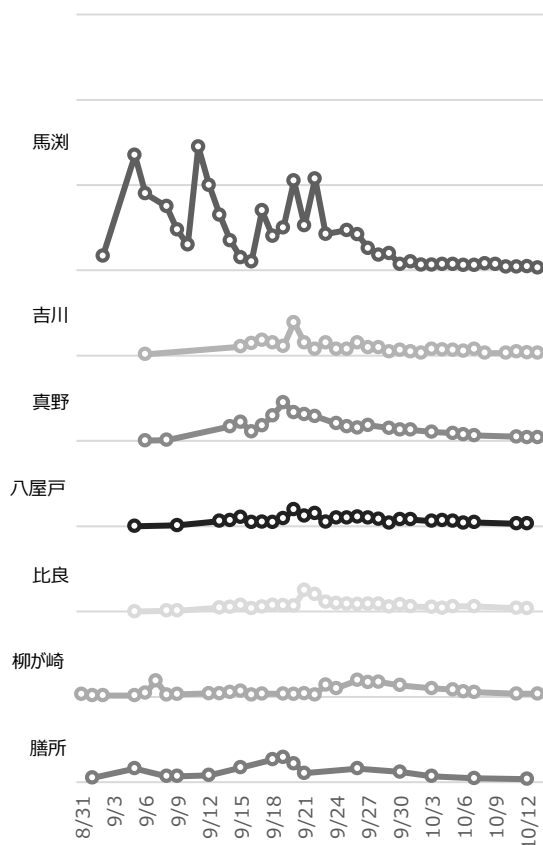


図 2.2016 年 2-MIB 濃度推移 (1 目盛り=200ng/L)

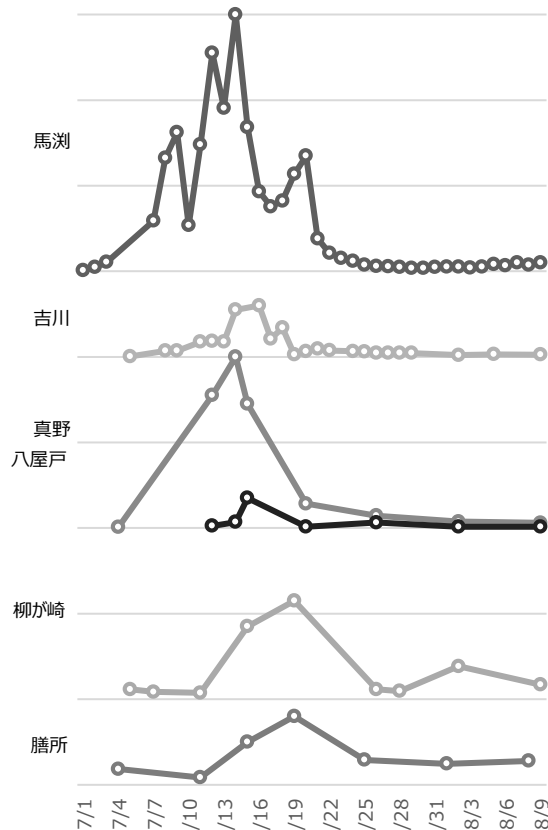


図 3.2022 年 Geosmin 濃度推移 (1 目盛り=200ng/L) . 比良は 2021 年度末に廃止.

## 4. 考察

### (1) かび臭濃度の上昇と降水量

最も高い濃度が検出される馬淵のかび臭物質濃度、降水量、琵琶湖水位、瀬田川放流量の推移を図 4 ～ 6 に示す。2016 年は 8 月末の降雨後に最初のかび臭濃度の上昇がみられた。その後、おおむね 2 回の濃度上昇があったが、ほぼ同じタイミングで降雨があった。特に、9 月中旬から下旬までにかけては、まとまった雨が降り洗堰からの放流量も増加した。

2021 年は、8 月中旬に西日本から東日本の広い範囲で大雨となった<sup>3)</sup>。8 月 14 日に降水量が 100mm を超え、琵琶湖の水位が急上昇し、洗堰では 8 月下旬まで全開放流が続いた。この大雨が降ったと同時に、かび臭濃度が急上昇していた。

2022 年は 7 月 3 日に 100mm を超える降雨があった。その後かび臭濃度が上昇し、その間も断続的に雨が降っていたことが分かる。7 月 19 日の再上昇時にも、同じタイミングで約 100mm の降雨があった。放流量も濃度上昇と同時に増加していた。

以上のように、降雨後にかび臭濃度の上昇がみられ、降雨を契機とした長命寺港へのかび臭物質の放出が示唆された。

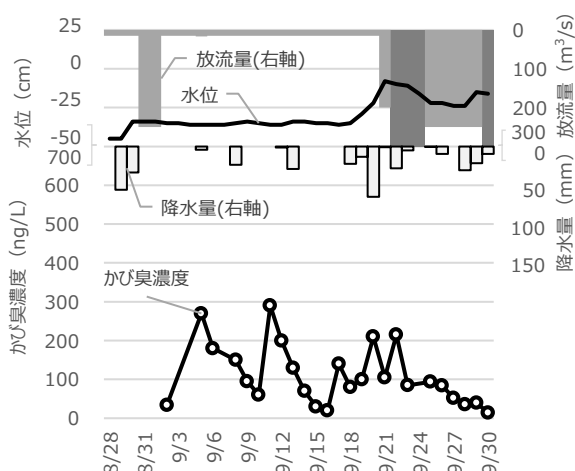


図 4.2016 年 2-MIB 濃度 (溶存態・馬淵浄水場内原水)、降水量、琵琶湖水位、瀬田川放流量 (濃いグレーは全開放流を示す)

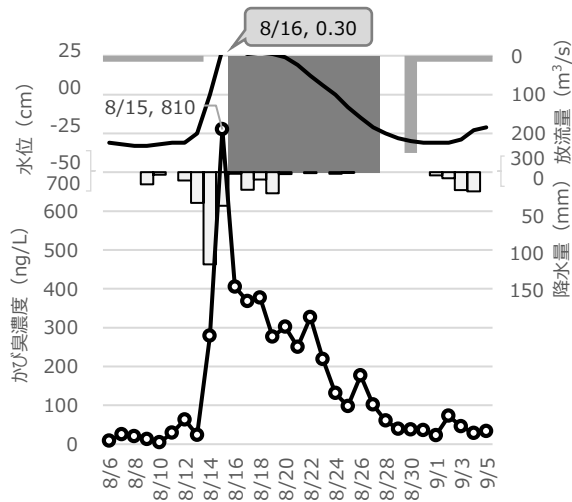


図5. 2021年2-MIB濃度（総量・監視装置）、降水量、琵琶湖水位、瀬田川放流量（濃いグレーは全開放流を示す）

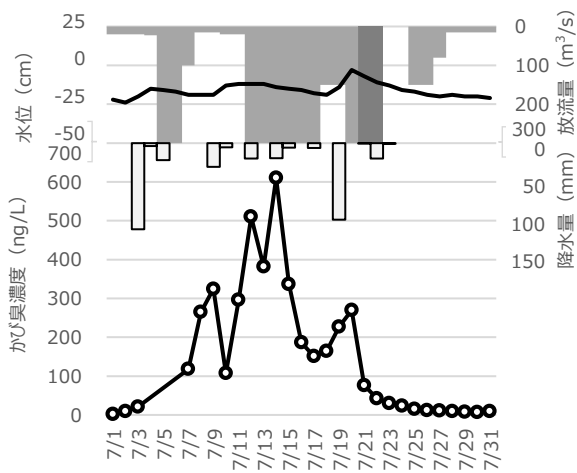


図6. 2022年Geosmin濃度（総量・監視装置）、降水量、琵琶湖水位、瀬田川放流量（濃いグレーは全開放流を示す）

## (2) 北湖における流下及び拡散

表2に2016年の北湖での2-MIB最高濃度の検出状況を示す。吉川及び真野での上昇は、馬淵より1週間以上遅れていた。真野より馬淵に近い吉川での最高濃度検出日が遅く、比良・八屋戸・真野を比較しても、南側の真野から順に最高濃度を検出していた。

琵琶湖北湖には夏季に、還流と呼ばれる環状の流れが発生し12月ごろまで安定して存在していることが分かっている<sup>4,5)</sup>。北湖の沖島以南のエリアには不安定であるが、反時計回りの第三還流が形成されることがあるとされている。この場合、東岸では、南から北に向かう流れが発生する。また、野洲川や日野川からの流入により発生する東岸から沖へ押し出すような流れも無視できない存在であるとみられる<sup>6)</sup>。さらに、南湖の湖流再現実験<sup>7)</sup>によると湖岸の湾には渦状の流れが発生し、同様の渦状の流れはシミュレーション上でも確認できる。このような要因が南湖に向かう流れに影響し、北湖の沖島以南のエリアに複雑な流れが生じていると考えられる。

これらを考慮すると、長命寺港付近の2-MIBは、第三還流の流れ及び日野川の流入の影響で沖へ押し出されてから、真野に向かって南下し、その後、湖岸の凹地にできた渦状の流れの影響を受けて北上し、吉川、八屋戸及び比良に到達したと推定される。

2021年は馬淵以外での濃度上昇がほとんどなく、流下及び拡散の経路についての推定は困難であった。

2022年は、南津田での濃度上昇から2、3日遅れて吉川及び真野で上昇がみられた。2016年と異なり、ピーク時点で300m³/sの放流があったため、比較的速やかに流下したと考えられる。

## (3) 南湖におけるかび臭物質流下への瀬田川放流量の寄与

2016年の南湖においては、9月26日前後の2-MIBの上昇が北湖からの影響を受けたものと考えられる。琵琶湖からの流出は、瀬田川の他は、

表2. 2016年北湖での2-MIB最高濃度検出状況。濃度・距離の単位はng/L, km。距離は馬淵浄水場取水口からのおよそ距離

| 地点 | 馬淵   | 吉川   | 真野   | 八屋戸  | 比良   |
|----|------|------|------|------|------|
| 日付 | 9/11 | 9/20 | 9/19 | 9/20 | 9/21 |
| 濃度 | 290  | 78   | 90   | 39   | 50   |
| 距離 | -    | 7    | 12   | 13   | 13   |
| 日数 | -    | 9    | 8    | 9    | 9    |

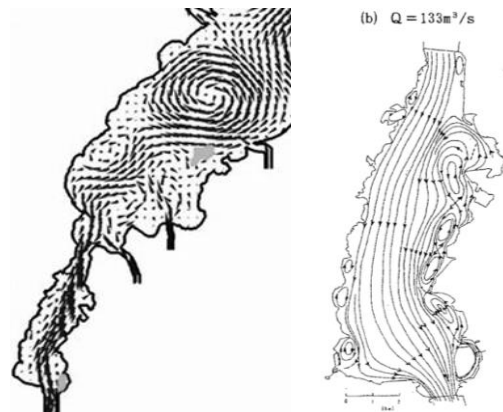


図7. 数値計算による流れのシミュレーション<sup>6)</sup>（左）及び南湖の湖流再現実験結果<sup>7)</sup>（右）



図8. 2016年の推定されるかび臭物質の経路(黒点線)及び流れ(白矢印). 2022年のかび臭物質の推定経路(黒実線).

琵琶湖疏水のみであるので、南湖の流速は瀬田川洗堰での放流量の影響を大きく受ける。ここで、琵琶湖疏水からの流出量を、 $15.5 \text{ m}^3/\text{sec}$  (2015 年の推定値 4.9 億 t/year より算出<sup>8)</sup>) で一定とし、瀬田川洗堰での放流量の推移から流速を求め、9 月 19 日以降の真野からの移動距離を推定して、南湖の浄水場への到達日と比較した。この計算にあたって、主流域の断面積を  $10,000 \text{ m}^2$  (=幅  $2.5 \text{ km} \times$  水深  $4 \text{ m}$ )、9 月 22~24 日の全開放流における放流量を  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  と仮定した。表 8 にその結果を示す。放流量は 9 月 20 日までは  $15 \text{ m}^3/\text{s}$  だったが、台風 16 号の影響を受け 18~20 日に大雨が降ったことにより 21 日から放流量が急増した。推定される移動距離は 26 日に真野-柳が崎の  $12 \text{ km}$  を超え、翌 27 日に真野-膳所及び新瀬田の  $15 \text{ km}$  を超えており、実際にピークが検出された 26 日とよく一致した。

また、2022 年においても同様に放流量から推定したところ、真野から柳が崎、膳所及び新瀬田までの到達には約 6 日を要しており、7 月 20 日前後にピークを迎えたと推定され、7 月 19 日の濃度上昇とおおむね一致する結果となった。このことから、南湖の浄水場への到達に関して、放流量の影響が大きいと考えられた。なお、2021 年は、瀬田川洗堰において全開放流が続いていたこと、南湖の浄水場におけるかび臭濃度上昇がわずかであったことから流下速度の推定は困難であった。

#### (4) 南湖での濃度上昇

北湖からのかび臭流入の影響を受けた時期の、南湖での濃度上昇について表 4 に示した。2016 年及び 2021 年と比較して、2022 年の濃度上昇が大きいことが分かる。2016 年は、発生当初の南湖への流出量が少なく、北湖にしばらく滞留し拡散したことが南湖での被害を軽減したと考えられる。2021 及び 2022 年には、監視装置での最高濃度はそれぞれ 810、610 と同程度であるが、2021 年はほとんど濃度上昇がなかった。4.(1)で述べたように 2021 年は広範囲にわたる大雨だった一方で、2022 年はピーク時の降水量がそれほど多くなかったため、2021 年と比較して希釈効果が少ないまま流下した結果、濃度上昇幅が大きくなった可能性がある。

表 3. 2016 年 9 月の洗堰放流量と推定される流速及び真野からの移動距離

| 日付 | 洗堰放流量<br>$\text{m}^3/\text{sec}$ | 主流域流速<br>$\text{km}/\text{day}$ | 移動距離<br>$\text{km}$ |
|----|----------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| 19 | 15                               | 0.3                             | -                   |
| 20 |                                  |                                 | 0.3                 |
| 21 | 200                              | 1.9                             | 0.6                 |
| 22 | 全開<br>(300 と仮定)                  | 2.7                             | 2.5                 |
| 23 |                                  |                                 | 5.2                 |
| 24 |                                  |                                 | 7.9                 |
| 25 | 250                              | 2.3                             | 10.6                |
| 26 |                                  |                                 | 12.9                |
| 27 |                                  |                                 | 15.2                |

表 4. 南湖での(a)2-MIB 又は(b)Geosmin 濃度( $\text{ng}/\text{L}$ )の上昇

|     | 2016 <sup>a</sup> | 2021 <sup>a</sup> | 2022 <sup>b</sup> |
|-----|-------------------|-------------------|-------------------|
| 柳が崎 | 10 未満<br>→ 39     | 10 未満<br>→ 19     | 15<br>→ 230       |
|     | 10 未満<br>→ 32     | 10 未満<br>→ 13     | 17<br>→ 160       |
| 膳所  | 10 未満<br>→ 37     | 10 未満<br>→ 16     | 16<br>→ 170       |
|     |                   |                   |                   |
| 新瀬田 |                   |                   |                   |

#### 5. まとめ

今回、かび臭物質の移動についてそのルートや速度の推定を試みたが、両事業体が蓄積したデータを合わせることで、より具体的な検証を行うことができた。馬淵浄水場のデータからは、降雨後にかび終濃度の上昇がみられ、降雨を契機とした長命寺港へのかび臭物質の放出が示唆された。また、北湖では第三還流や河川からの流入により複雑な流れが生じ、かび臭物質の移動に影響を及ぼしている一方、南湖の浄水場へのかび臭物質の到達は、瀬田川放流量に依存していると考えられた。2016 年においては放流量が少なかったために、北湖で滞留し、八屋戸及び比良への影響が及んだとみられる一方、2022 年は比較的速やかに流下したため、南湖での濃度上昇が高くなる結果となった。このように、被害の大きさにはかび臭物質濃度だけでなく、その後の降水量や洗堰での放流量が大きく影響している。今後同様の事態が発生した場合には、これらの知見を活かし、適切な浄水処理に努めていく。

#### 【参考資料】

- 中村優ら：滋賀県企業庁（琵琶湖北湖）におけるかび臭障害事例，日本水道協会関西地方支部第 63 回研究発表会概要集，pp.9-12，2019.
- 気象庁 HP 過去の気象データダウンロード，<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php> (2023 年 10 月確認)
- 災害をもたらした気象事例，気象庁，前線による大雨令和 3 年 8 月 11 日～8 月 19 日，<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bo-sai/report/2021/20210831.html> (2023 年 10 月確認)
- 戸田孝：琵琶湖還流の研究史，水陸学会誌，Vol.35，pp.35-48，2014.
- 秋友和典：夏季の琵琶湖に見られる還流とその形成メカニズム，水理科学，No.361，pp.10-31，2018.
- 京都工芸繊維大学計算工学研究室：琵琶湖内流れ，<http://www.cis.kit.ac.jp/~nishida/gallery.html> (2023 年 10 月確認)
- 今本博健ら：琵琶湖南湖の湖流に関する水理模型実験：土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集，II-54-1-II-54-2，1996.
- 琵琶湖流域の水循環，滋賀県 琵琶湖ハンドブック三訂版，pp.135，2018.