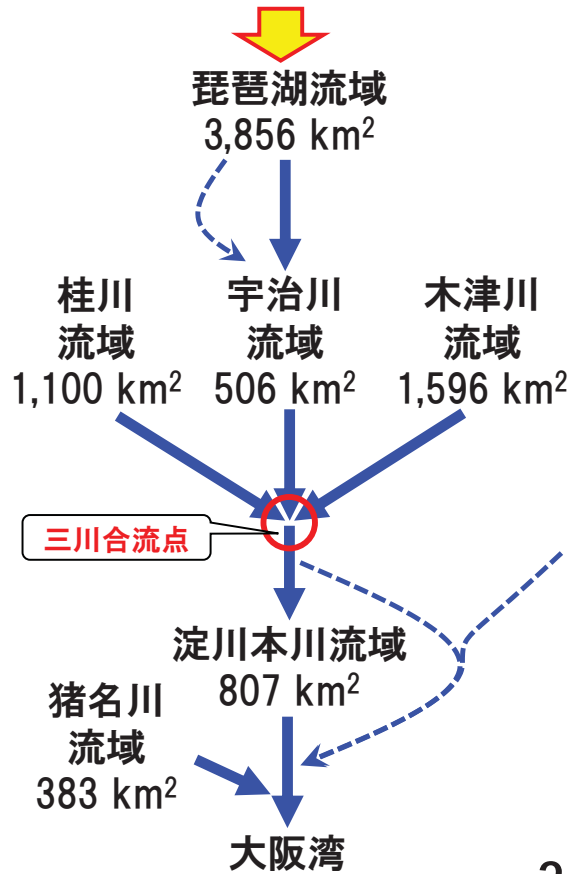


琵琶湖・淀川流域について



総流域面積: 8,240 km²



© OpenStreetMap contributors (www.openstreetmap.org/copyright)

2

令和7年度 BYO研究所 の取り組み

□ 琵琶湖・淀川流域における水質汚濁物質や有害物質等に関する調査研究

□ 琵琶湖・淀川流域におけるカビ臭問題に関する研究



《流域内における近年の主なカビ臭問題の発生状況》

琵琶湖・南湖における毎年のカビ臭発生※

木津川下流で高濃度のカビ臭物質が検出

- ・2024年5～6月に木津川下流より取水する京都府営水道木津浄水場で問題化※※
- ・同年5月末, 上流の高山ダムで大量の原因生物(藍藻, 49,054 cells/ml)および高濃度カビ臭(3,136 ng/l)の検出報告有り※※※

流域内のカビ臭問題は放置できない

※ 読売新聞オンライン(<https://www.Yomiuri.co.jp/local/Kansai/news/20230406-OYO1T50028/>, 2023/4/6 時点)

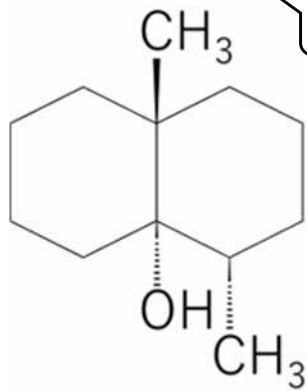
※※ 京都府HP(https://www.pref.kyoto.jp/kyosui/r6_5gatu_kidu_kabishuutaiou.html, 2026/3/5 時点)

※※※ 加村ら, 令和7年度近畿地方整備局研究発表会論文集, 一般部門(安全・安心) I, No. 08, 2025.

3

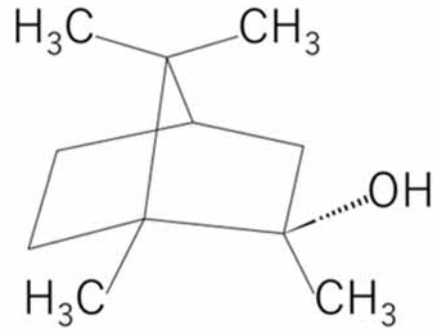
カビ臭原因物質と原因藍藻

ジェオスミン
《Geosmin》



土の香り

《2-メチルイソボルネオール》
(2-MIB)



墨汁の香り

- ・(旧) *Anabaena* 属藍藻
- ・(旧) *Aphanizomenon* 属藍藻

- ・(旧) *Phormidium* 属藍藻
- ・(旧) *Oscillatoria* 属藍藻

“(旧)”付の藍藻は現在の分類属名が異なるため、注意が必要

出典:松本ら, 令和4年度全国会議(水道研究発表会), pp.174-175, 2022.

琵琶湖・南湖と各浄水場の位置関係

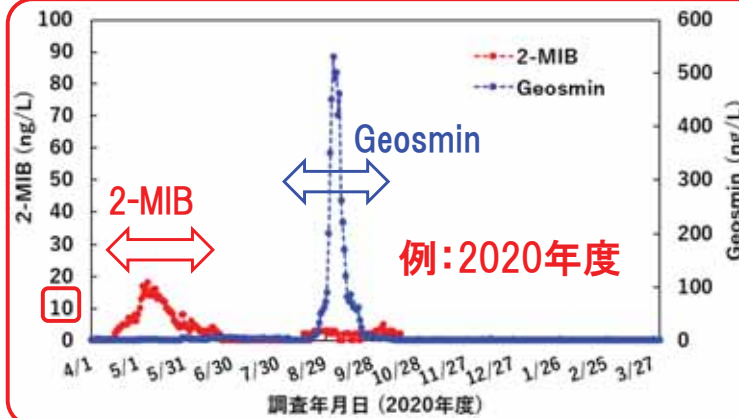


近年の琵琶湖・南湖におけるカビ臭発生傾向

【南湖より取水する蹴上浄水場の原水のカビ臭濃度※】

※ 下図は京都市上下水道局の水質管理センター水質試験年報・水道事業編を基に作成

《毎年の傾向(近年)》



- ・2-MIBは5月頃～6月頃に高濃度化しやすい傾向がみられる。
- ・Geosminは夏季に高濃度化しやすい傾向がみられる。

〈水道水質基準〉

Geosmin・2-MIBともに 10 ng/L

《夏季の2-MIB高濃度化(時々)》



- ・2-MIB自体は夏季に検出される事もあるが、時々、高濃度化する。
- ・2018年夏季は台風通過後に2-MIB濃度が上昇し、特に溶存態2-MIBが増加した。(溶存態2-MIBの割合は平均90%以上)(その時の原因種は不明※※※)

原因藍藻が見つからないカビ臭

※※※ 野口ら, 令和元年度水道研究発表会講演集, 232-233, 2019.

6

各時期のカビ臭の主な原因と考えられる藍藻

《(旧)Anabaena属, (旧)Oscillatoria属, (旧)Phormidium属藍藻による》
《カビ臭発生事例と発生前1週間の気象状況(田中ら(2022)より, 一部追記)》

| 原因藍藻 | 季節 | 平均気温 (°C) | 平均降水量 (mm/d) | 平均日照時間 (h/d) |
|---------------------------|-----|------------------------|---------------------|---------------------|
| (旧) Anabaena属 (Geosmin) | 春～秋 | 17.3～29.2 (平均 25.6) | 0.0～6.1 (平均 3.2) | 3.1～9.2 (平均 6.6) |
| (旧) Anabaena属 (Geosmin) | 冬 | 2.1 | 4.6 | 6.5 |
| (旧) Oscillatoria属 (2-MIB) | 春～秋 | 10.8～28.3 (平均 22.4) | 0.0～7.4 (平均 3.1) | 4.1～8.3 (平均 6.1) |
| (旧) Phormidium属 (2-MIB) | 春～秋 | 10.8～26.2 (平均 18.0) | 0.4～3.6 (平均 2.2) | 1.7～8.7 (平均 5.7) |

出典: 田中宏憲, 浅田安廣, 下ヶ橋雅樹, 秋葉道宏: 藍藻類によるカビ臭発生と気象要因の関係性に関する全国事例解析, 用水と廃水, 64 (2), 131-139, 2022.

《毎年の傾向(近年)》

夏季のGeosmin ⇒ (旧) Anabaena 属藍藻 } が原因と
5月頃～6月頃の2-MIB ⇒ (旧) Phormidium属藍藻 } 考えられる。

夏季(時々)の2-MIB ⇒ (旧) Oscillatoria 属藍藻が原因?

7

毎年発生しやすい(旧) *Anabaena* 属藍藻について

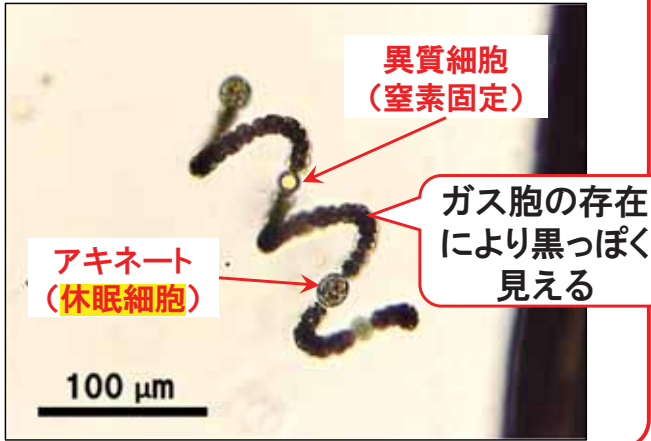


浮遊性

浮遊性

ドリコスペルマム *Dolichospermum* 属藍藻

- ・Geosmin産生種が存在
- ・異質細胞はアキネートに挟まれない
- ・アキネートの特徴が種分類のキーの一つ



スファエロスペルモプシス *Sphaerospermopsis* 属藍藻

- ・現状、Geosmin産生報告はない
- ・異質細胞が必ずアキネートに挟まれる
- ・アキネートの特徴が種分類のキーの一つ

Dolichospermum 属藍藻はアキネート(休眠細胞)を有しているため、湖底等に残存したアキネートが翌年に発芽し、増殖する。



湖内に定着し、毎年発生しやすい

出典…新山, 辻: 藍藻ネンジュモ目の浮遊性種の分類学的変更と類似種の比較, 陸水学雑誌, 74, 253-164, 2013.

2-MIB原因藍藻の種について(一部)

フォルミディウム (旧) *Phormidium* 属藍藻

フォルミディウム テヌエ 《(旧) *Phormidium tenue*》

【琵琶湖由来の株】

- Ph. tenue* PTG株(2-MIB産生)
- Ph. tenue* PTB株(2-MIB非産生)
- Ph. tenue* 八木先生らの株(2-MIB産生)

シュードアナベナ 複数の *Pseudanabaena* 属藍藻(全て別種)

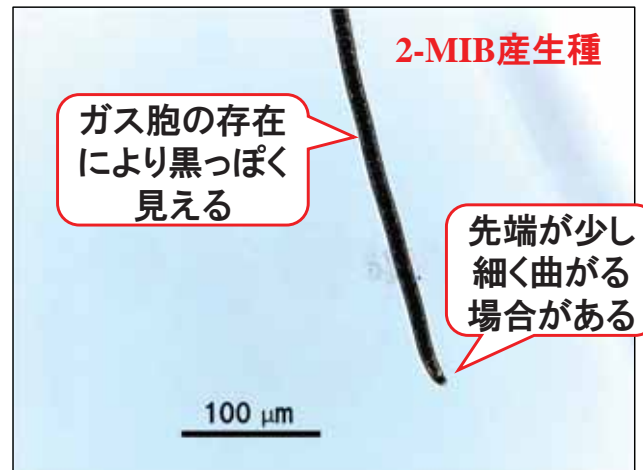


オシラトリア (旧) *Oscillatoria* 属藍藻(一部)

プランクトスリックス プランクトスリコイデス *Planktothrix* or *Planktothricoides* 属

プランクトスリコイデス ラシボルスキ *Planktothricoides raciborskii*

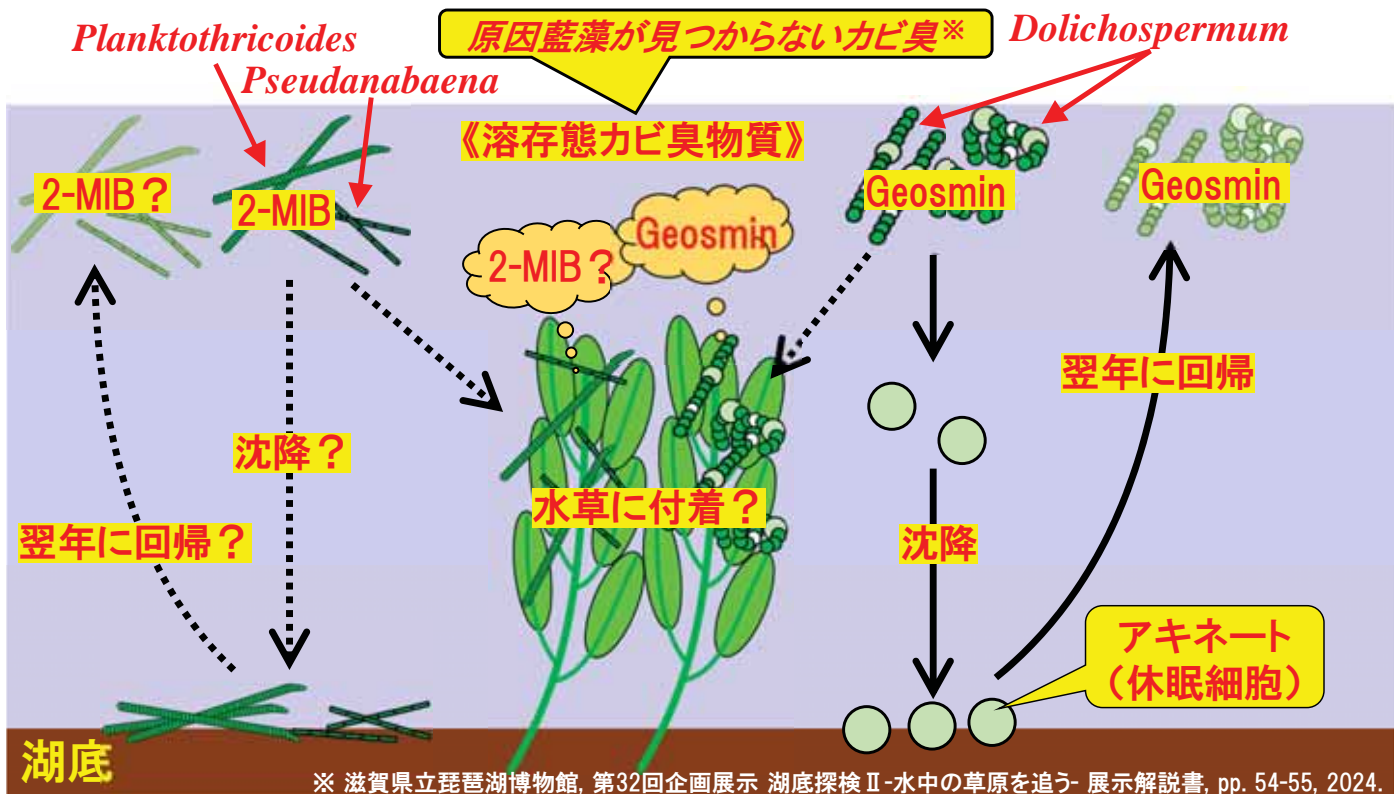
プランクトスリックス ラシボルスキ (異名: *Planktothrix raciborskii*)



共にアキネート(休眠細胞)は形成しない

出典 辻, 新山: *Pseudanabaena*属(シアノバクテリア)の分類とカビ臭産生の判別形質, 日本水処理生物学会誌, 54 (4), 115-120, 2018.
 新山, 辻, 一柳: ダム湖のモニタリングで同定に注意を要する種 2. 藍藻, 水源地環境技術研究所 所報(平成30年度), 67-71, 2019.
 国立科学博物館HP (<https://www.kahaku.go.jp/research/db/botany/microalgae/aoko/database/ichiran.html>, 2026/3/5 時点)

琵琶湖・南湖内で予想されるカビ臭原因藍藻の動態



Dolichospermum 属藍藻…アキネートから復活するため、琵琶湖内の定着地点で毎年発生しやすい → 湖内の定着地点の検討が重要

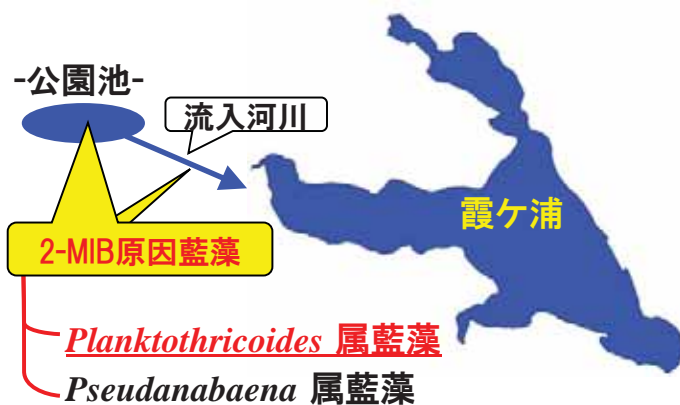
Planktothricoides 属・*Pseudanabaena* 属藍藻も同様?

10

琵琶湖以外から原因生物が流下してくる可能性

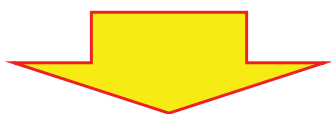
【霞ヶ浦流域の事例】

- 霞ヶ浦では集水域の公園池よりカビ臭原因藍藻が河川を經由して流入している事例※が報告されている。
- 原因生物として、夏季に増えやすい *Planktothricoides* 属藍藻の寄与が指摘された※。発生原因究明の一環



※ 浅田ら, 第58回日本水環境学会年会講演プログラム, 1-B-15-3, 2024.

※※ 野口ら, 令和元年度水道研究発表会講演集, 232-233, 2019.



琵琶湖の周囲には多数の“内湖”などが存在するため、特に夏季の原因藍藻不明の2-MIB問題※※に関して、霞ヶ浦と同様に、周辺の内湖が関与している可能性が考えられる。

11

琵琶湖と周囲に存在する内湖等の位置(一部)



琵琶湖の周囲には複数の内湖が存在しており、特に南湖に近い内湖等に2-MIB原因藍藻が定着し、夏季に時々発生する南湖の2-MIB問題に関与している可能性がある。

© OpenStreetMap contributors (www.openstreetmap.org/copyright)

夏季の内湖等のかび臭原因藍藻調査を実施



目的: 内湖等にかび臭原因藍藻が存在するかどうか、夏季に増殖し、2-MIBを生産しているかどうかを明らかにする。

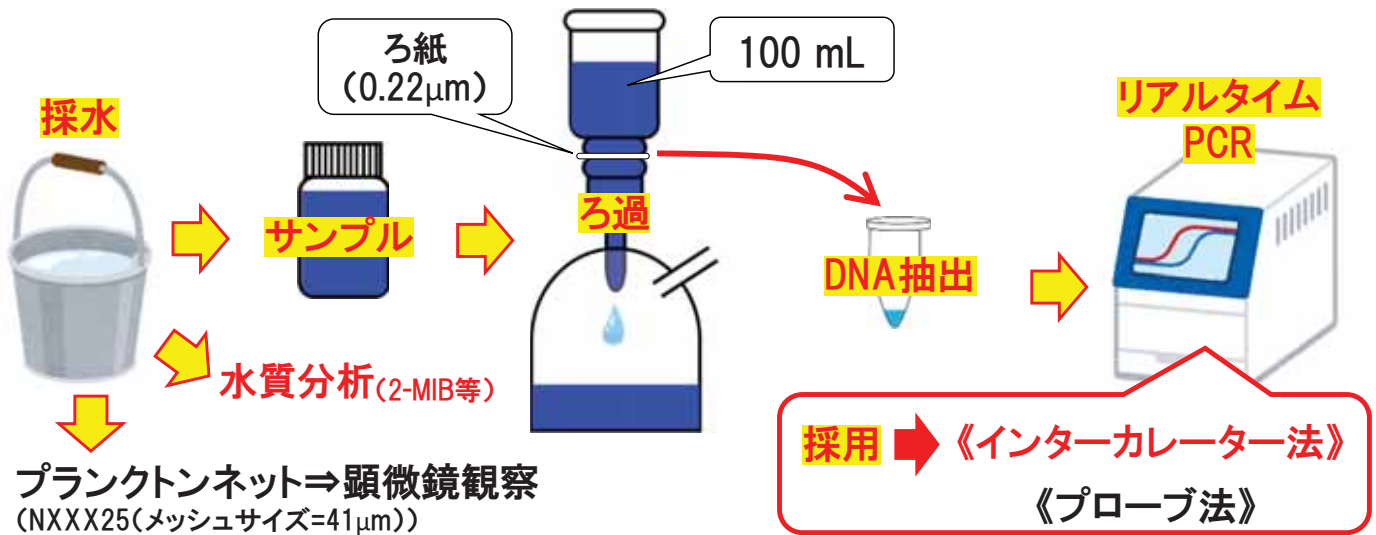
方法: カビ臭合成遺伝子を対象とした定量PCR, 2-MIBを含む水質分析, 顕微鏡観察(プランクトンネット使用)を実施

調査時(2024年夏季)の平均水温
29.9°C

《京都大学との共同研究》

© OpenStreetMap contributors (www.openstreetmap.org/copyright)

分析方法



Pseudanabaena 属用・*Planktothricoides* 属用の2種類の2-MIB合成遺伝子を対象に定量PCRを実施し、コピー数を求めた。
インターカレーター法における偽陽性の影響については融解曲線分析によって検証した。
2-MIB濃度等の水質分析および顕微鏡観察も実施した。

【参考資料】

松本, 藤本, 浅田, 秋葉: 水道水源における複数種のカビ臭原因物質産生藍藻類の同定・定量手法の開発, 令和4年度全国会議 (水道研究発表会), 174-175, 2022.

浅田, 秋葉, 松本, 藤本, 清水, 山口: 水道水源でのカビ臭原因部室産生藍藻監視に向けた定量PCR法の開発, 環境衛生工学研究, 37 (3), 92-94, 2023. 等

14

2024年夏季の内湖の2-MIBと合成遺伝子

西の湖(白王橋左岸)・平湖・柳平湖では数百～数千の高濃度2-MIBを検出
2-MIB産生*Planktothricoides*属藍藻の2-MIB合成遺伝子を多量に検出

***Planktothricoides* 属藍藻による高濃度2-MIBが発生!!**

平湖・柳平湖は2024年の冬も *Planktothricoides* 属藍藻の2-MIB合成遺伝子が検出

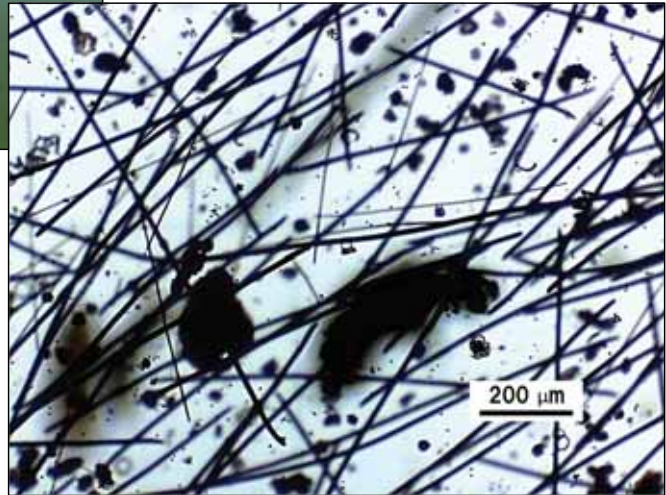
15

内湖で観察された *Planktothricoides* 属藍藻

注: プランクトンネットによる濃縮サンプルの顕微鏡写真



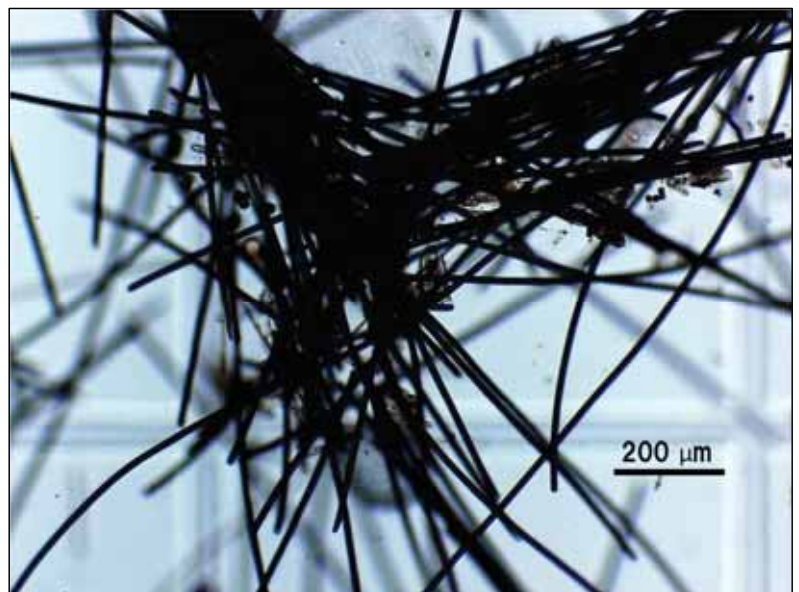
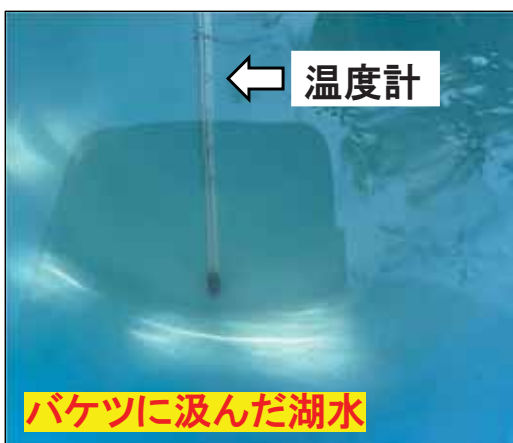
アオコの発生が確認でき、
プランクトンネット濃縮サンプル中に
形態的に *Planktothricoides* 属藍藻
に類似した多量の藍藻を確認



16

内湖で観察された *Planktothricoides* 属藍藻

注: プランクトンネットによる濃縮サンプルの顕微鏡写真



アオコの発生や湖水の濁りなどは
確認されなかったが、プランクトンネット濃縮
サンプル中に形態的に *Planktothricoides* 属藍藻
に類似した藍藻を含む複数の糸状藍藻を確認

17

本調査で明らかになったこと

2024年夏季と冬季・2025年夏季の調査の全てで
2-MIB合成遺伝子が検出されたことから、
西の湖・平湖・柳平湖には
2-MIB産生 *Planktothricoides* 属藍藻が定着して
おり、夏季に大量の2-MIBを生産している。

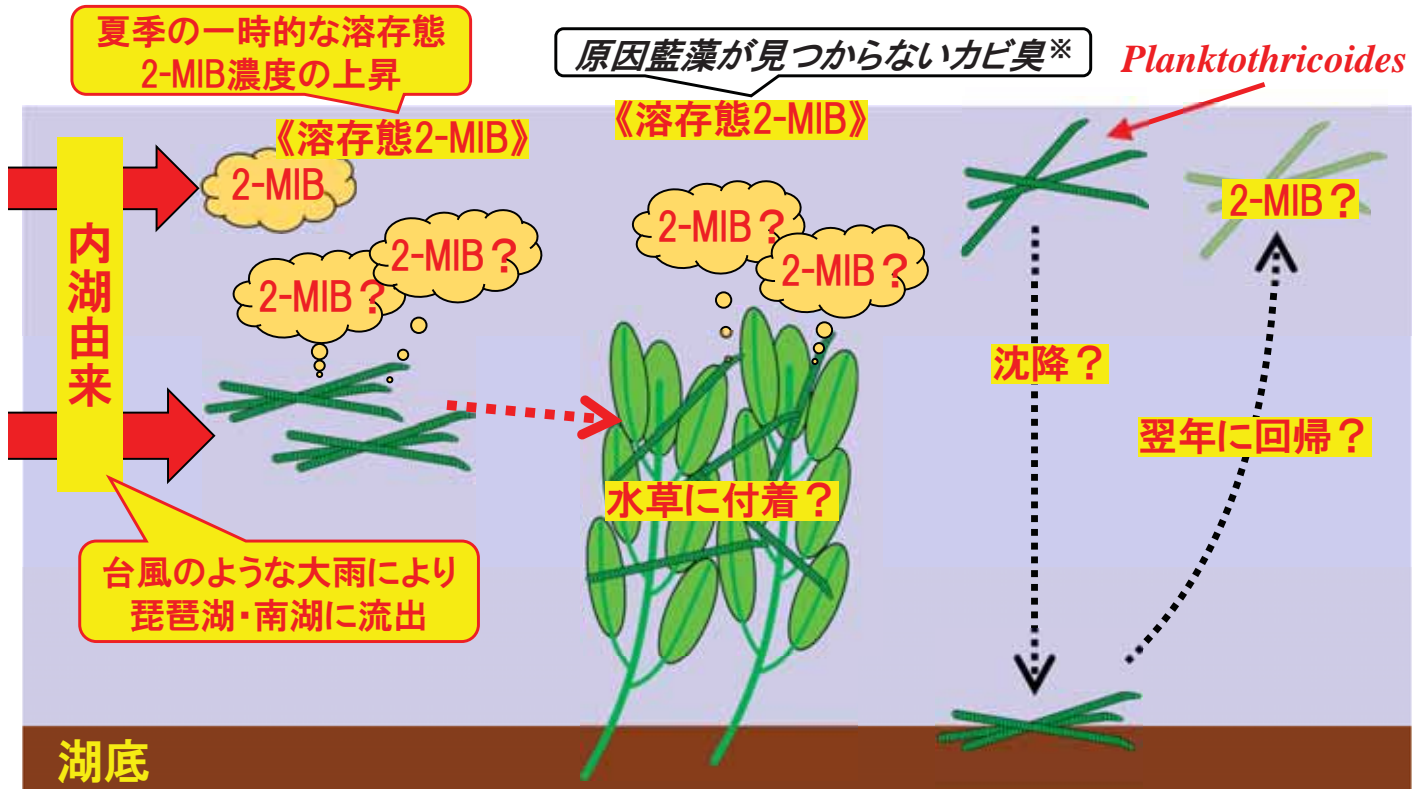
懸念される影響

夏季に台風のような大雨が発生した場合、
内湖の湖水が琵琶湖・南湖に流入すると考えられる。
その際、2-MIBと2-MIB産生 *Planktothricoides* 属藍藻も
南湖へ流入する可能性がある。

夏季に時々発生する2-MIB問題につながる？

18

新たに予想された *Planktothricoides* 属藍藻の動態



※ 滋賀県立琵琶湖博物館, 第32回企画展示 湖底探検Ⅱ-水中の草原を追う- 展示解説書, pp. 54-55, 2024.

しかし、本当に内湖が夏季2-MIB問題に関与しているのか？

19

本当に内湖が夏季2-MIB問題に関与している？



© OpenStreetMap contributors (www.openstreetmap.org/copyright)

20

まとめ

《分かったこと》

西の湖(白王橋左岸)・平湖・柳平湖には2-MIB産生 *Planktothricoides* 属藍藻が定着しており、夏季に大量の2-MIBを生産している。

《懸念される影響(夏季の2-MIB問題への影響)》

台風等の大雨が発生した場合、内湖の高濃度2-MIBおよび大量の2-MIB産生 *Planktothricoides* 属藍藻が南湖へ流入し、夏季の2-MIB問題を引き起こす可能性が示唆される(あくまで要因の一つ)。

21

ご清聴ありがとうございました