

# 釜房湖における異臭味水発生に関する検討

東北学院大学工学部 正 石橋良信  
 東北大学工学部 正 佐藤敦久  
 仙台市水道局 千葉静夫

## 1. はじめに

釜房湖では10年来異臭味水(かび臭)の発生に悩まされている。初期の段階においては主成分分析, Geosmin が検出されること, 下層に臭味が強いこと等から類推して放線菌による発生と考えていた。しかし, 昭和55年に冷夏という気象異変が起り, 生物相, 臭味他にも変化がみられて, それ以降はPhormidiumによる発生になっている。ここでは55年以後3年の発生条件の検討を行なうとともにPhormidiumの純粋培養を試み, その生態的特徴と産生物質の確認等に若干の知見を得たので報告する。

## 2. 異臭味水発生の条件

異臭味の発生あるいはPhormidiumの増殖は自然か相手故に単一要因との関連ではとらえにくく, 発生予測もしにくい実状にある。そこで数量化理論を適用し, 発生条件の概略を知ること努めた。数量化理論は数理統計の一種で, 量的に測定できないような属性を含め, 解析目的にあうような数量に変換する手法である。実行するにあたり, 発生条件に関係すると思われる要因と選り表-1に示すアンケートを制作した。アンケートに月2度の頻度で行なっている調査結果を対応させ, サンプルとした。

計算結果を表-2に示す。臭気濃度(TO)が発生もしくは変化しないための条件はPhormidium(PHOR)が500個/ml以上に増加し, また気温(TEMP)の上昇率が一週間で一日当りに換算して0.01~0.99°C上昇または1°C以上上昇し, さらに日射量(SUN)も一週間で一日当りに0.01~0.99 MJ/m<sup>2</sup>と多くなる場合と考えられる。また, 硝酸性窒素は0.20 mg/l以上存在すれば異臭味水発生の条件には十分であると思われる。水位変動(EL)は水位が2週間当たり1.0m以上上昇すると異臭味が強くなるとの感を抱いていたが, 多少減少傾向でも生じる場合があり, 相関性は低い。さらに異臭味水がないための条件はPhormidiumが存在せず, 気温, 日射量のいずれかが上記定義による変化量で下降傾向にある場合, および硝酸性窒素が非常に少ない時と推察される。一方, 一度臭気が上昇した状態が下降する条件は, 結果としてはよく表現されていないが, 気温が-0.01~-0.99°C, 日射量が1.0 MJ/m<sup>2</sup>以上下がる際に起ると思われる。なお, 台風等の湖内攪乱を示す(YOIN)は事象の生じた時期の抽出の仕方に問題もあり, 臭気の上昇, 減少とは逆に表われている。計算は相関比から5割程度の予測信頼し得る。

以上のように異臭味水の発生は気象的要因に依存される面が強いが

表-1 アンケート用紙

1	TO (-)	(1) 0 (2) rises & const (3) descent
2	Phormidium (n/ml)	(1) 0 (2) 1 - 499 (3) 500 - 1499 (4) above 1500
3	TEMP (°C) average per seven days	(1) +0.01 - +0.99 (2) above +1.00 (3) -0.01 - -0.99 (4) under -1.00
4	SUN (MJ/m <sup>2</sup> ) average per seven days	(1) +0.01 - +0.99 (2) above +1.00 (3) -0.01 - -0.99 (4) under -1.00
5	EL (m) average per fourteen days	(1) +0.01 - +0.99 (2) above +1.00 (3) -0.01 - -0.99 (4) under -1.00
6	NO <sub>3</sub> (mg/l)	(1) 0 - 0.19 (2) 0.20 - 0.29 (3) 0.30 - 0.39 (4) above 0.40
7	GAITEKI-YOIN	(1) YES (2) NO

表-2 計算結果

1	TO: rises & const	PHOR (n/ml) above 500 TEMP (°C) +0.01 - +0.99 or above +1.00 SUN (MJ/m <sup>2</sup> ) +0.01 - +0.99 EL (m) above +1.0 or -0.01 - -0.99 NO <sub>3</sub> (mg/l) 0.2 - 0.29 YOIN NO
2	TO: 0	PHOR (n/ml) .0 TEMP (°C) -0.01 - -0.99 SUN (MJ/m <sup>2</sup> ) -0.01 - -0.99 NO <sub>3</sub> (mg/l) 0 - 0.19 YOIN YES
3	TO: descent	TEMP (°C) -0.01 - -0.99 SUN (MJ/m <sup>2</sup> ) under -1.00

夏期にはじめて発生する場合はPhormidiumの増殖適温に近づくためであり、ここで有効積算温度の概念をとり入れると185°C以上の気温を積算した際合計142°Cで3年間の値が一致する。

また日射量は短期の臭気の変動に影響すると考えられる。

### 3. Phormidiumの培養および産生物質の確認

釜房湖よりプランクトンネットでひいた試料を寒天培地で継代培養した後、大量液体培地に接種し、Chl-a, TO, PH, 個数を指標にその生態を観察した。培地はBG-11であり、照度は500~1500Lux, 温度は珪藻その他雑菌のコンタミを防ぐため20°Cとした。なお、個数は対数増殖期にはいると写真のようにPhormidium特有の束状となるため途中までの計測に届まっている。

その結果、照度は1500Luxのもの各指標の量、値とも大きいが、珪藻、緑藻の繁殖も激しく、発生は遅いが純粋培養には500Luxが適切と結論した。また、図-1は窒素分を極端に減らしたときの発生状況を示したものである。元来、窒素分がなければ、増殖しないといわれるだけに<sup>2)</sup>本例は値が小さくChl-aの値は39.48/lまでしか上がらないが、全試料とも類似の傾向をとる。すなわち、対数増殖期までの期間は、接種量、条件で異なるが、増殖後はChl-aが落ちてもTOの上昇は続き、Chl-aの増加に先行してPHが変動する傾向がみられる。またフミン酸による影響はなく、<sup>2)</sup>冬期に採取したものは夏期のものに比べてか細く、TOの上昇も少ない。

かび臭物質としてはZ-methylisoborneolとGeosminがあげられている。Phormidiumの産生物質を知るため、大量培養したPhormidiumの培養液を直接水蒸気蒸留にかけて濃縮を図り、ジクロロメタン中に抽出された液による充填剤Z%OV-1, 170°CのFID検出を行なった。図-2にChl-a 28.84g/l時の試料のチャートを示す。図よりZ-methylisoborneol標準品の保持時間2.32分と同じ位置にピークが現われている。したがってPhormidiumはZ-methylisoborneolを産生することが明らかであるが、保持時間4.4分付近に現われるはずのGeosminのピークは試料中には現われず、PhormidiumはGeosminを産生しないものと思われる。この傾向は杉浦<sup>3)</sup>等の説と一致し、Phormidium Tenueと判断される。

### 4. おわりに

予測の観点から数量化理論を試み臭味水の発生条件として気象的要因が強いことを示唆できた。さらに釜房湖のPhormidiumの動態と産生物質の確認ができた。なお、本調査研究は仙台市水道局、東北工大今野 弘講師、東北大学後藤光電講師との共同研究であるとともに東北学院大学卒研生の労に負うところ大であり、記して謝する。

参考文献 1) 仙台管区気象台：気象月報

2) 中村：異臭味関連藍藻類の増殖に関する実験(I), 第33回全国水道研究発表会, PR 367-369. 3) 杉浦：Private Communication

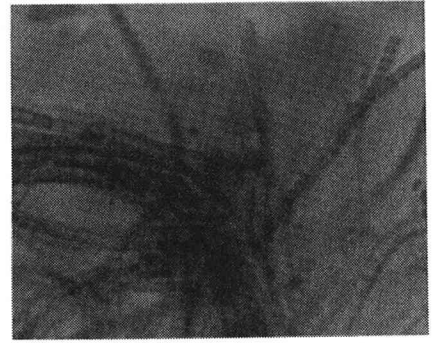


写真 Phormidium 10 μm

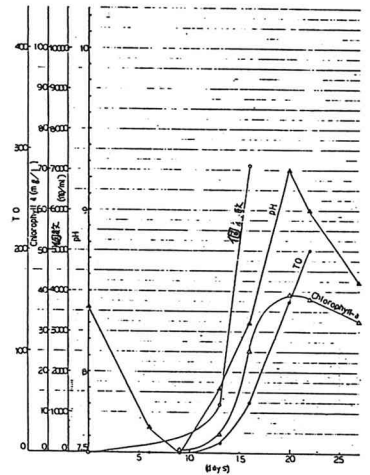


図-1 Phormidiumの培養

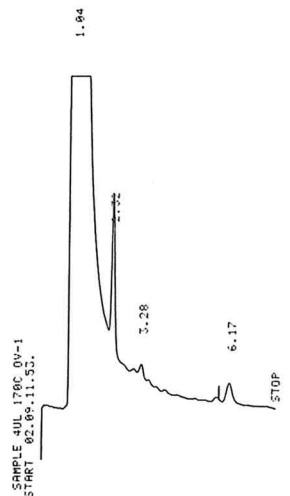


図-2 FID検出チャート