

釜房湖における異臭水発生に関する検討

東北学院大学 正会員 ○ 石橋良信
 東 北 大 学 正会員 佐藤敦久
 仙台市水道局 千葉静夫

1 はじめに

昭和55年9月上旬、釜房湖にかび臭が発生、茂庭、富田浄水場系の水道水にかび臭においがついた。過去においても昭和47, 48, 49, 52年に同様のかび臭が生じたが、今回の発生は従来のものに比し、発生状況に幾多の相違点がみうけられる。本報告ではこの相違点と同湖におけるかび臭の減衰の状態について考察する。

2. 従来の発生との相違点

過去の調査では釜房湖におけるかび臭の発生が主に放線菌によるものとの観点から行なわれてきた。¹⁾²⁾しかし今年度は放線菌同様にかび臭を発するといわれる藍藻類のPhormidiumが9月10日時点で2646個/mlと優占種的に増殖しているのが認められ、原因生物としての疑いが強い。また今年度は異常気象であり、以下Phormidiumとの因果関係について若干検討を加える。なお、今年度臭気濃度(TO)は最高値60まで達した。

図-1に、かび臭の発生時期に対応させた気象台記録による仙台の気温の例年比、日照時間および釜房湖管理月報による流出水水温の経日変化を示す。図-1より、気温の例年比は9月10日前後(厳密には9月8日頃より茂庭浄水場で臭気と感知)より以前は冷夏の影響で平均気温20℃前後の値と比較して-4度程度低い値を示しているが、このかび臭の発生と境に平年より2~4度高い日が続いている。また発生期日から晴天の日が続き、日照時間も7~10時間と多くなっている。この影響から流出水水温も季節的な下降傾向とは逆に約17度まで上昇している。また、図-2に示すように発生時期前10日はほどから集中豪雨および台風による大きな降雨がみられた。

それとともなう流出水量も増大し、はなはだしくは8月30日2111m³の大放流が行なわれている。このような状態のもとでは湖内水は極端に攪乱されるといわれていることから、藻類増殖に必要な有機物等の栄養源の供給があったものと考えられる。

さらに冷夏の影響は躍層の形成にも変化を与え、平年なら顕著な温度躍層ができ、夏季には下層で無酸素状態になるが、今年度は6月はじめに躍層が形成されはじめたものの、図-3に示すごとく夏季にはまったく形成されず、また溶存酸素も底部まで供給されていた。これらの現象も今年度発生に多少の影響を与えたものと推察される。

以上より、気象的要因が前述のPhormidiumの爆発的発生に関与し、従来とは異なったかび臭発生パターンの出現をみたものと推論される。なお、釜房湖から採取したPhormidiumの純粋培養では著しいかび臭が確認されている。

ただし、従属栄養細菌、KMnO₄、蒸発残留物を説明因子としたGMDHによる発生状況予測式では、測定頻度の少なから精度はややおとろが今年度の発生は過去の発生をもとにした式で近似でき、水質項目による相違はあまり認められていない。

GMDHの構造式は $WR(t) = 0.778W1(t) + 0.222W2(t) - 0.037W1(t)^2 + 0.037W2(t)^2$

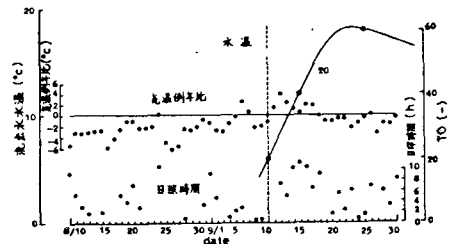


図-1 臭気発生と気象的要因

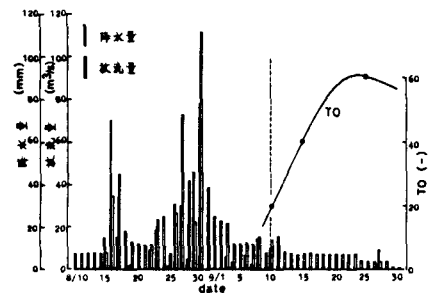


図-2 臭気発生と降水量および放流量

であり、部分記述式は $W(1) = -11.6 + 0.118 W(T) + 6.90 W(K) - 0.850 W(T) W(K)$
 $+ 0.494 W(T)^2 - 0.608 W(K)^2$, $W(2) = 3.18 + 0.324 W(T) - 1.74 W(K) - 0.146 W(T) W(K)$
 $+ 0.0714 W(T)^2 + 0.323 W(K)^2$ である。ここに、 $W(T)$: 従属栄養細菌 [個/mL] ($\times 10^6$)
 $W(K)$: $KMnO_4$ [mg/L], $WR(t)$: TO [-] ($\times 10$)

3. 臭気減衰状況

一端かび臭が生じた湖水の臭気がどのように減衰していくかの推移について考察する。かび臭の減衰は、主に臭気物質の大気中への放散または分解、流入水による希釈および放流にともなう流出によると考えられる。ここでは放散による減衰が僅少であると考え、単に流入量と放流量との収支の観点から試算してみる。なお、初期の湖水臭気濃度は濃度の最も高かった9月25日、 TO_{60} を基準とし、その後臭気物質の生成がないものと仮定した。また、湖水に異臭味がつくのは放線菌、藍藻類の一種等が増殖の際の代謝産物として産出す *Geosmin* あるいは *2-methyl isoborneol* の臭気物質によるものであるが、計算にあたり初期湖内総臭気物質量は *Geosmin* のみに代表させ、市販 *Geosmin* と用いた室内実験による臭気濃度 (TO) と *Geosmin* 量 (Ge) との関係から導き換算した。換算式は次式で示される。

$$TO = 87.8 Ge (ppb) + 1.42 \quad (\text{閾値 } 0.05 \text{ ppb})$$

昭和55年発生の際の減衰の様子を図-4に示す。実際の湖水には濃度分布が存在すること、計算は完全混合であるとしていることから多少の誤差を含んでいるが、実際の減衰の状況は計算値と比較的によく一致している。同様の手法を昭和48年度の発生に適用した場合もよりよく合致することが確認された。したがって、釜房湖における臭気の減衰は、流入量、放流量に依存される面が多く、複雑な水質・水理からのシミュレーションをすることなく近似し得ることを示唆している。なお、同湖での臭気濃度の最高値 ($TO_{t=0}$) を基準としたある減衰後の濃度 ($TO_{t=t}$) は次式で近似できる。

$$TO_{t=t} = \{TO_{t=0} (V - V_{out}) + 1.42 V_{in}\} / (V + V_{in} - V_{out}) \quad \text{ここに、} V: TO \text{ 最高時の貯水量 (m}^3\text{)}$$

$$V_{in}: t \text{ 日間の流入量の累計 (m}^3\text{)} \quad V_{out}: t \text{ 日間の放流量の累計 (m}^3\text{)}$$

4. 結論

昭和55年度かび臭発生に関する検討と行なった結果以下の結論が得られた。1) 今年度のかび臭発生は藍藻類、*Phormidium* による説が有力である。2) 釜房湖のかび臭減衰状況は水の収支のみから概略の予測がつけられる。

おわりに

釜房湖におけるかび臭発生機構をより明確にするためには、放線菌、*Phormidium* の生態の把握、またかび臭発生生物の増殖またはかび臭の減衰を加味した湖内の水理特性、特に洪水時および有機物の挙動を中心とした特性と詳細に検討する必要がある。最後に御助言賜りました仙台市水道局堀 昌善氏、渡部高弘氏、東北大学狩野 仁一郎助手、また解析に協力された東北学院大学学生鈴木章由君、近藤 寛君に感謝いたします。

参考文献 1) 2) 佐藤, 石橋, 狩野: 釜房湖の異臭水発生に関する調査 (昭和53, 54年度), 建設工学研究振興会年報, No.15, PP.9~12, 1979-3, 投稿中。

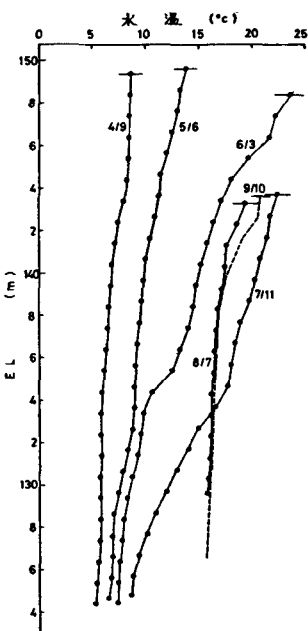


図-3 躍層形成状況

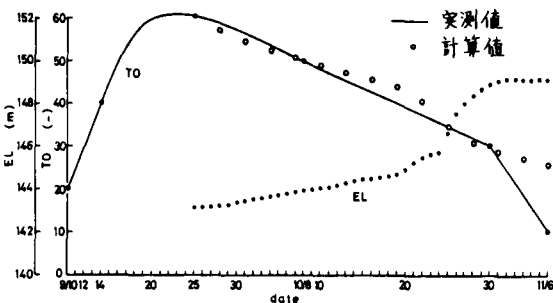


図-4 臭気の減衰推移