

釜房湖のかび臭発生藍藻のファジィニューラルネットワーク

による増殖要因解析

東北学院大学 大学院 学生会員 ○安達 智広
東北学院大学 工学部 フェロー会員 石橋 良信
東北学院大学 工学部 正会員 及川 栄作

1. はじめに

水道におけるかび臭発生要因は「生物起因の異臭味水対策の指針」¹⁾に示されているが、水質項目に関する項目が主である(表-1)。さらに、各貯水池の湖盆形態、水象や気象の違いで必ずしも全国的に統一されていない。かび臭問題は、ある種の藍藻類や放線菌に由来していることは周知のことである。

本研究では、釜房湖に生息し、かび臭物質の2-メチルイソボルネオール(2-MIB)を産生する藍藻の *Phormidium tenue* (*P.tenue*)を対象に、人工ニューラルネットワークとファジィ推論を組み合わせたファジィニューラルネットワーク(FNN)を用いて、増殖要因解析を行なった。その際、従来の水質データのうにかび臭発生に係わりを持つ指標に加え、気象データと滞留時間の逆数である回転率を加えた解析を試み、*P.tenue* の増殖要因の項目と留意項目を提案し、最終的には発生予測や発生制御を目的とした。

表-1 従来のかび臭発生要因と濃度¹⁾

水質項目	濃 度	水質項目	濃 度
総窒素	0.4 mg/L	濁度	5 度
総リン	0.02 mg/L	色度	10 度
BOD	1 mg/L	pH 値	7 mg/L
COD	2 mg/L	KMnO ₄ 消費量	4 mg/L
クロロフィル a	0.01 mg/L		

2. データおよび解析方法

解析には、仙台市の水道水源の一つである釜房湖の水象データと気象データ(平成9年度～平成14年度)を基に²⁾、FNNを用いて、*P.tenue* の増殖に関与する項目を抽出する。さらに、平成17年度に行なった解析結果との比較を行ない、解析結果の実証を図る。その後、解析結果を基にした確認実験を行なう。

3. 結果および考察

水象データと気象データ約70項目をFNN解析した結果、表-2に示すように *P.tenue* の藻体数の増殖に関与している水象項目17項目、気象項目3項目が二項検により

絞られた。

解析によって抽出された項目は、硝酸性窒素および亜硝酸性窒素や総窒素という *P.tenue* の増殖に直接関与している項目と、2-MIBを産生する際の酵素活性に必要なマンガン³⁾や生物の細胞を構成するために必須な物質であるカリウムが挙げられた。また、増殖の際に光を制御すると考えられる色度や濁度も抽出された。さらに、平成17年度の解析項目に追加した回転率(滞留時間の逆数)上位に抽出された。回転率は、栄養塩の流入や底泥の巻き上げ等増殖に必要な栄養塩の補給に寄与すると考えられる。

表-2 FNN 解析による二項検定が有意な項目

項 目 名
1.硝酸性窒素および 亜硝酸性窒素、2.総窒素、3.マンガン、4.回転率
5.蒸発残留物、6.カリウム、7.鉄、8.10日前前後2日間の平均雨量
9.臭気強度、10.アルミニウム、11.色度、12.電気伝導率、13.ナトリウム
14.気温、15.10日前前後2日間の平均風速、16.3日前前後2日間の平均風速
17.濁度、18.塩素イオン、19.水温、20.陰イオン界面活性剤

一方、気象項目では、10日前前後2日間の平均風速や3日前前後2日間の平均風速が抽出されたことから、5日前から10日間の平均風速が重要と考えられた。さらに、平成17年度の解析と同様に図-1から、10日前前後2日間の平均風速が3 m/s以上であると増殖しやすい傾向が示された。

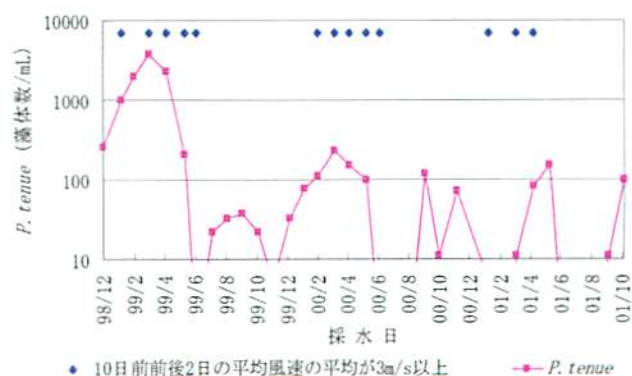


図-1 *P.tenue* と風速の関係

以上の結果を踏まえ、解析には使用していない平成16年度のデータを基に実証を行なった(図-2)⁴⁾。図-2より、10日前前後2日間の平均風速が3 m/s以上であったときに*P. tenue*が増殖していることが確認できた。図-2から冬季にも*P. tenue*の増殖が確認されているが、釜房湖には冬季に増殖し、かび臭を産生する稀有な種が生息していることが知られている。冬季には、釜房湖の西部に位置する蔵王山から『蔵王おろし』と呼ばれる強風が吹きつける。強風が吹くことで*P. tenue*が増殖しやすい条件がととのっていることが示唆された。したがって、釜房湖では冬季も風の影響を考慮する必要がある。



図-2 *P. tenue* と風速と DO の関係

解析結果を基に、確認実験を行なった。一例として、静置培養と風による水面の攪拌の影響を確認するための実験を行なった。培養条件は、室温(25℃前後)、照度は16,000~21,000 fc、供試菌株は*P. tenue* NIES-512である。水面を攪拌し、培養したサンプルは、昼間5時間程度150 rpmで攪拌し、攪拌しないサンプルと比較した。なお、培養には1Lの円柱カラム、CT培地を用い両サンプルともに1日に1度静かに転倒攪拌し*P. tenue*の付着を防いだ。

培養実験の結果、両サンプルともに培養開始後10日目頃までは増殖が穏やかであるが、10日目頃を境に水面を攪拌したサンプルが増殖の速度が加速している様子が確認できた(図-3)。この結果より、図-1、図-2で釜房湖の*P. tenue*増殖要因の一つがおおよそ10日前に吹いた風により水面が断続的に攪拌されたためであると結論付けた、推論が正しいことの裏付けがなされた。これは、風が水面を攪拌することにより、大気中の酸素や二酸化炭素を水中に溶け込ませ*P. tenue*の増殖が活発になったと考えられる。培養実験では1ヶ月間のデータであるが、実際の貯水池ではその他の気象条件や水質条件や流入水が影響し、貯水池では平均風速が3 m/s以上の時が断続的に続くとおおよそ10日後に増殖が確認されている。これらの結果よ

り、*P. tenue*の増殖には水面を攪拌させる断続的な風速の影響が重要であることが示され、*P. tenue*の増殖と増殖の結果発生するかび臭対策としては、風の計測の強化や防風対策を試みることも一案と考えられる。

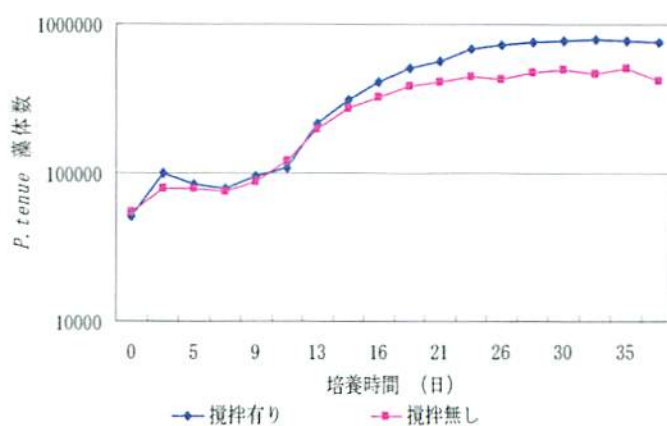


図-3 *P. tenue* の増殖の様子

4. おわりに

今回のFNNを用いた増殖要因の解析結果は、回転率が抽出された他は昨年度と同様の傾向が示され、特に増殖前に吹く風が本年も抽出され、風の重要性が示された。これらより、FNNを採用した方法による*P. tenue*の増殖に関与する項目の抽出は達成できたと考えている。今後は、抽出された項目と*P. tenue*の関係をさらに明確にするために、釜房湖の環境に近い形で実験を行うなどにより詳細な増殖要件の把握やかび臭発生対策が可能になると思われる。

また、釜房湖だけではなく全国各地の異臭味水で悩まされている貯水池を対象に同様の解析を行ない、異臭味水被害の軽減に貢献したい。さらに、今後は近隣の貯水池で問題になっている黄金藻類による生ぐさ臭に関する解析も予定している。

最後に、解析、実験の遂行に当たり、適切な指導をしていただきました名古屋大学 工学研究科 本多 裕之教授、中枡 昌弘 君に感謝の意を表す。また、本学卒業生 内海 裕文、梅津 綾子、大内 伸良、仙葉 博之諸君の労に負うところ多く、記して感謝する。

参考文献

- 1) ㈱日本水道協会：生物起因の異臭味水対策の指針、1999.
- 2) 仙台市水道局：水質年報、平成9年度～平成17年度.
- 3) 及川 栄作、石橋 良信：Research on the Activity of Geranyl Pyrophosphate Synthase in Musty Oder Producing Cyanobacteria, Water Science and Technology, Vol.40, No. 6, pp.195-202, 1999