

放線菌の土粒子への吸着に関する実験

東北学院大学工学部 正員 ○ 石橋 良信
茄子川龍一

1 はじめに

わが国の湖沼、貯水池等における異臭水、なかでもかび臭の発生がここ十数年来大きな問題になっている。しかし、かび臭は富栄養化が関与するものと考えられるが、各湖沼で発生状況が異なることによって発生の詳細な機構については未だ解明されていない現状にある。

仙台の代表的水源である釜房湖においても、近年富栄養化が進み昭和47年頃からかび臭の発生がみられるようになった。同湖における発生は主成分分析による既存水質資料の解析結果から秋の循環期しかも底層での発生と強く関係づけられている¹⁾。これは停滯期に嫌気性状態で底泥中に休眠していた放線菌が循環期における水の上下変動に伴い、土粒子、生物の死骸等に付着して水中を浮遊し、またこの時期に回復された溶存酸素、栄養塩類、有機物の供給を得て分生子を出し、代謝産物としての異臭水原因物質であるジオスミン、2-メチルイソボルネオールを生成するものと考えられる²⁾。

ところで放線菌はそれ自身で水中に存在することは希で、1mlあたり1~2個検出されるにすぎない。したがって放線菌が水中を移動するためには何かしらの物質に吸着されている可能性が強い。事実SSの代用としての蒸発残留物とかび臭とはある程度の関連が認められ¹⁾、また放線菌が吸着性を有することも知られている³⁾。

この観点より本実験では放線菌の吸着能について検討を試みた。

2 実験試料および方法

実験に用いた放線菌は釜房湖底泥より分離した2種(オ1株、オ2株と名づける)で、25°Cの恒温槽内で継代培養しながら保存したものである。培地はクレインスキーテン粉壊化アンモニウム寒天培地であり、その組成を表-1に示す。なお、真菌類の生育を抑制するためシクロヘキシドを添加した。実験は継代培養してある放線菌を寒天を除いたクレインスキーテン粉大量液体培地であらかじめ3日間培養した後、その上澄水中の適量を200ml三角フラスコ内の同液体培地100mlに添加し増殖状態を調査した。培養は25°Cの振とう培養器で1分間に100回の往復運動を与えた。また別に湖水中のプランクトン、粘土コロイドを想定し、カオリンおよびシリカゲル球状ビーズを0.1, 0.05 g/100mlの2通りに分けて入れ吸着状態の観察を行なった。カオリンの径はd₉₀ 3.8 μm, d₅₀ 1.5 μmそしてビーズのd₉₀, d₅₀, d₁₀ はそれぞれ12, 10, 7 μmである。一方、粒子への吸着実験に関しては、同様に液体培地で3日間振とう培養した試料に上記微細粒子を0.1~0.02 g/50mlの数段階に分けて添加し、1分間に100回の往復運動で30分間振とうした後、遠心分離しての上澄水中の菌数と初期の菌数の比較から吸着量を判断した。遠心分離の回転数は微細粒子は沈降し、しかも放線菌は浮遊したままの状態にある1分間に1500回の回転数とし10分間行なった。この回転数で放線菌が影響されない状態を表-2に、濁度を指標にとったカオリンの沈降状態を図-1に示す。菌数の判定はクレインスキーテン粉壊化アンモニウム寒天培地で3日目の菌数を測定した。また実験に際し

表-1 クレインスキーテン粉壊化アンモニウム寒天培地(上水試験方法1979)

可溶性デン粉	10.0g
壊化アンモニウム (NH ₄ Cl)	0.5g
二酸化ホウ素 (K ₂ HPO ₄)	0.5g
粉末寒天	15.0g
水	1000ml
シクロヘキシド	50mg

表-2 遠心効果

	初期菌数	遠心後菌数
オ1株 個/100ml	1.04x10 ⁴	1.15x10 ⁴
オ2株 個/100ml	1.80x10 ⁴	1.73x10 ⁴

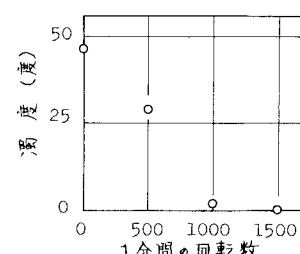


図-1 カオリン粒子の沈降

て器具および微細粒子等は乾燥滅菌器で培地は121°C、15分間高压蒸気滅菌した。

3. 実験結果および考察

放線菌の増殖サイクルを追跡した結果、放線菌は明確な増殖曲線を描かない。具体的にはほとんど誘導期が存在せず、直接指数的増殖期に入るが、2~3日目付近から小さな固まりができるはじめバイオ・フロックレーションの様相を呈してくる。5日目に至っては大きな固まりとなり上澄水中の放線菌数は急激に減少する。写真-1は微細粒子を含まない放線菌のみの培養において形成された团粒を示したもので、放線菌特有の表面に気泡糸をのばした球状になっている。この現象は微細粒子を含む培養においてはより著しく写真-2に示すように微細粒子を中心に密に締固まった团粒を生じる。以上より放線菌はかなり付着性の強い性状を有していると推察される。

放線菌の土粒子への吸着実験結果を図-2,3に示す。微細粒子の個数はカオリンで比重2.65、平均粒径1.5μmとすれば0.1gの場合 2.65×10^9 個にまたビーズでは比重2.10平均粒径10μmとすれば0.1gで 1.14×10^7 個に相当する。図は2の個数と次式⁴⁾の吸着率との関係を表わした。

$$\text{吸着率 (\%)} = 100 (B_i - B_s) / B_i$$

ここで B_i : 初期放線菌数 (個/50ml)

B_s : 吸着実験後の上澄水の放線菌数(個/50ml)

その結果、カオリンを添加した場合のオ1株の吸着率は85~90%、オ2株は70~80%であり、オ1株の方がオ2株より吸着率が高い。さらに、カオリンの個数によって差ほど吸着率の違いは認められない。またビーズを使用した場合のオ1株の吸着率は27~42%、オ2株で大よそ30~65%と見積もられ、この場合には相対的に若干オ2株の方が吸着率は高くなっている。Weissは粒子表面の形状の如何で吸着量が変化し、表面が粗いほど吸着率は高くなると報告している⁵⁾。本実験でも粗い形状をもつカオリンはなめらかな球形のビーズに比べて高い吸着率を示し、同様の傾向がうかがえる。

また他の実験において放線菌のくずれやすさを調べたが、これら放線菌はひじょうにくずれやすく、攪拌器で30秒攪拌後には菌糸かはらうに切れてしまが单一の個体となる結果、菌数はオ1株では4.7倍に、オ2株では1.6倍に増加する。

4. おわりに

釜房湖の2種の放線菌は吸着率が特にカオリンでの吸着が顕著で付着型の菌と目され、湖水中の微細粒子に付着する可能性がきわめて高いことが判明した。今後、統計的手法を用いての将来の発生予測を含め水中の微量有機物質、水質項目等の詳細な検討を試み、より明確な異臭発生機構解明に努めたい。最後に、水質資料および放線菌をいたいたいた御好意と御助言に対し、仙台市水道局に感謝いたします。なお、本実験は昭和54年度文部省科学研究費の補助をうけたことを付記する。参考文献 1)印南: 東北大卒業論文、昭和54年3月 2)仙台市水道局: 釜房湖廻り水報告書、昭和54年3月 3)石沢鉄: 土壌微生物生態、共立出版、pp24~28 4)Omura, Matsumoto: Techol Rep. Tohoku Univ. Vol. 44, No. 2, 5)CM. Weiss: Sewage and Industrial Wastes, Vol. 23, No. 3, 1951.

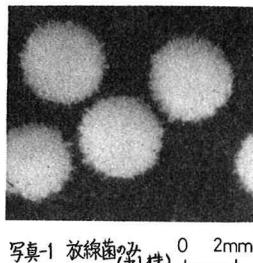


写真-1 放線菌のみ (1株) 0 2mm

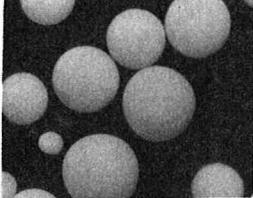


写真-2 カオリン添加 (0.1g/100ml, 1株) 0 2mm

