

11 活性汚泥による生活排水の浄化

静岡市立清水第五中学校
1 年 安原百香

1 研究の動機

私の祖母は、毎日夕方になるとお米のとぎ汁を庭の植物にやっている。私は、米のまわりには人の害になるものがついていて、それを取り除くために米をとぐのだと思っていた。だから、米のとぎ汁を植物に与えても大丈夫なのか、と疑問に思っていた。

また、妹は上下水道フェアに参加してから活性汚泥の中にいる微生物に夢中で、毎日顕微鏡をのぞきこみ、水の汚れを見ていた。私も微生物について学校で学習し、興味をもつようになった。妹と一緒に顕微鏡をのぞくと、学校で見つけるのに苦労した微生物がたくさんいて、どうしたらこんなに大量の微生物が発生するのか疑問に思った。

さらに、テレビのニュースで海一面に緑色の藻がびっしりと浮かんでいる映像が映し出されるのを見た。それは“アオコ”の大繁殖で、原因は微生物だという。父に話をしてみると、これらの出来事は環境について考える上で深く結びついており、重要なことだという。

私は、これらの関係性について考察してみようと思った。

2 研究の目的

- (1) 米のとぎ汁による水質汚染や、活性汚泥とはどういうものかについて、文献による調査、聞き取りによる調査、飼育観察等で調べる。
- (2) 活性汚泥はどのくらい生活排水を浄化できるか実験を行って明らかにする。

3 研究の方法

- (1) 米のとぎ汁による水質汚染や、活性汚泥とはどういうものかについて
 - ア 米のとぎ汁や活性汚泥について、図書館の本やインターネットで調べる。
 - イ 清水北部浄化センターや谷津浄水場を見学し、職員の方から話を聞く。
 - ウ 浄化センターでもらった活性汚泥を飼育し、観察する。

- (2) 米のとぎ汁に活性汚泥を入れると、水質はどのように変化するか

ア 水質検査の方法

- ① 水質検査の代表的な方法には、下記の 2 種類がある。

・ BOD (生物科学酸素要求量)

これは微生物の栄養となる汚れを調べる検査で、特殊な検査機器が必要であり、検査期間が 1 週間程かかる。

・ COD (化学的酸素要求量)

これは微生物には分解するのが難しい汚れ (化学物質が中心) を調べる検査で、比較的安価なキットを使って簡単に行うことができる。

今回の研究では、浄化センターの方に勧められた COD パックテストを用いて、水質検査を行った。



<COD パックテスト>

- ② 米のとぎ汁をスポイトで1 ml 取って容器に入れ、水を 100ml 加える。
(そのままでは COD 濃度が濃すぎて測れないので薄める。)
- ③ パクテストで COD の値を検出し、測定した COD 値を 100 倍する。
(前の過程で 100 倍薄めたので、もとの COD 値は 100 倍相当。)

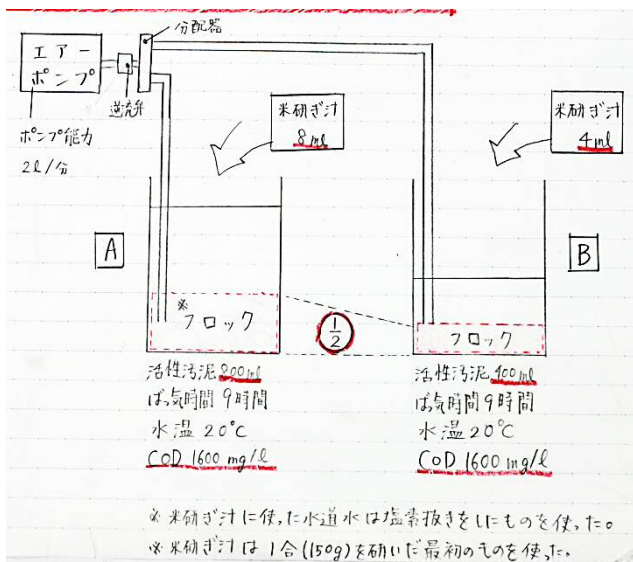
イ 活性汚泥の飼育方法

- ① 微生物に必要な三大栄養素は、炭素、窒素、リンである。今回の研究では、えさとしてスポーツ飲料 5 ml を、活性汚泥 800ml に対して毎日同じ時間（午後 9 時）に与えた。
- ② 活性汚泥には酸素が必要なため、今回の研究では観賞魚エアープンプ（吐出流量 0.5 ~ 2 L/分）を使って毎日 9 時間ばっ気した。
- ③ 活性汚泥の水温は冷たくも熱くもない温度が良いため、今回の研究では水温を 20℃にした。
- ④ 微生物は水道水に含まれる塩素に弱いため、活性汚泥の飼育に使う水は、塩素抜きをした水道水を用いた。

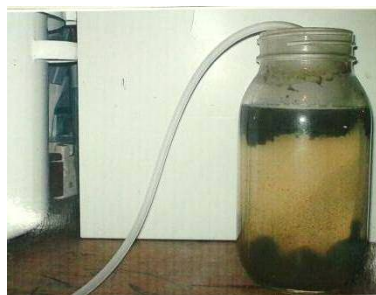
ウ 活性汚泥によるお米のとぎ汁の水質変化

- ① 活性汚泥の量を 2 種類（A・・・800ml、B・・・400ml）用意し、A は米のとぎ汁 8 ml、B は米のとぎ汁 4 ml を加える。（米のとぎ汁は、1 合（150 g）をといだものを使った。）
- ② 9 時間のばっ気後、パクテストを使って水質を測定する。
- ③ 1 週間の水質を比較する。（活性汚泥中の微生物は、1 回のえさでは 1 週間が寿命の限界である。）

<活性汚泥によるお米のとぎ汁の水質変化を調べる実験装置>



100 倍に薄めたとぎ汁の COD を測定



ばっ気の様子
フロックが浮き上がってしまった

4 研究の結果と考察

(1) 米のとぎ汁による水質汚染や、活性汚泥とはどういうものか

ア 本やインターネットで調べてわかったこと

- ① 米のとぎ汁を、下水処理場を通さずに川・沼・湖に流してしまうとヘドロになり、水質汚染の原因となる。これが、プランクトンの増えすぎによる“アオコ”の発生につながる。

< 米のとぎ汁の中の汚濁物質の量 ; 財団法人日本土壌協会の資料 >

(米のとぎ汁に含まれる汚濁物質の量/平均消費量 1人・人)

COD	全窒素	全リン
1181	84	84

(mg/米 166g = 1人一日の平均消費量)

- ② 活性汚泥中の微生物は、I群（特に下水の汚れがひどいときの生物相）、II群（下水の汚れがひどいときの生物相）、III群（処理水がこれから良くなる時、または悪くなる時の生物相）、IV群（処理水が良いときの生物相）、V群（下水の汚れが少ないときの生物相）、その他（I群～V群に分類できない生物）に分類できる。また、生息する微生物の種類で水質の判断を行うこともできる。

イ 清水北部浄化センター、谷津浄水場を見学してわかったこと

- ① 魚がすむことのできるきれいな水は、CODの値が5ml/L以下。特に、イワナなど清流を好む魚は、CODの値が1ml/L以下の水でないと生活できない。
- ② 活性汚泥の中には、様々な種類の微生物が生息している。微生物は、昆虫や魚、動物、そして私たち人間などとほとんど変わらない環境で生きている。
- ③ 活性汚泥中の微生物は、生きていくために汚れに含まれている有機物を食べる。その結果、汚水が浄化されることになる。ただし、油成分は食べないものが多い。

ウ 観察できた活性汚泥の中の微生物

- ① 今回の研究では、III～V群およびその他の微生物が観察できた。
- ② 顕微鏡は、倍率150倍を使用した。

<活性汚泥の中に観察できた微生物のスケッチ>

その他生物相 (I群からV群に分類できない生物)			
スケッチ			
名称	S ナEMATODA	T フラムシ	U ユウゴロウ
分類			下毛目大型
大きさ	40µ	20µ	20µ
出現率			
特徴	細長く、体をくねらせるようにして動く様子が観察された。	仮死状態に陥る	

III群の生物相 (処理水がこれから良くなる時、または悪くなる時の生物相)			
スケッチ			
名称	E トリクロフィルム	F キロドネラ	G リトリナス
分類	細菌中群 トリシア科	細菌中群 糸状菌科	細菌中群 アンブレラズキ科
大きさ	10µ	5µ	15µ
出現率	Ⓔ	出現数(Ⓔ)	Ⓔ
特徴			

IV群の生物相 (処理水が良い時の生物相)			
スケッチ			
名称	H ボルテセラ	I オハルクラリア	J エピステリス
分類	細菌中群 ボルテセラ科	細菌中群 エピステリス科	細菌中群 エピステリス科
大きさ	10µ	10µ	10µ
出現率	Ⓔ	出現数(Ⓔ)	Ⓔ
特徴	単独で存在。	枝状に分岐した構造をもつ。開口部が平坦で突出部大きな群体を形成する。	なし。

V群の生物相 (下水の汚れが少ない時の生物相)			
スケッチ			
名称	M モリスフィラ	N アルセラ	O エピステリス
分類	細菌中群 ハリウム科	細菌中群 アルセラ科	細菌中群 エピステリス科
大きさ	20µ	10µ	10µ
出現率	Ⓔ	出現数(Ⓔ)	Ⓔ
特徴			

その他生物相 (I群からV群に分類できない生物)			
スケッチ			
名称	K アスピラタ	L アキネタ	
分類	細菌中群 アスピラタ科	細菌中群 アキネタ科	
大きさ	10µ	20µ	
出現率	Ⓔ	出現数(Ⓔ)	
特徴	水中の酸素の減少に敏感に反応する。	喉管の両側の2ヶ所から生じている。	

その他生物相 (I群からV群に分類できない生物)			
スケッチ			
名称	P セントロピオリス	Q リトリナス	R リクイン
分類	細菌中群 センギア科	細菌中群 リトリナス科	細菌中群 ハリウム科
大きさ	40µ	40µ	10µ
出現率	Ⓔ	出現数(Ⓔ)	Ⓔ
特徴	大きい		

(2) 活性汚泥による米のとぎ汁の水質変化

<実験結果>

(単位 ; m g /L)

日数	実験前	1日後	2日後	3日後
AのCOD	1600	20	5	20
BのCOD	1600	20	20	20

- ① 米のとぎ汁を入れたときは、A液（活性汚泥 800ml）も B液（活性汚泥 400ml）も、ともに白くにごった。(CODの値 ; 1600mg/L)
- ② A液（活性汚泥 800ml）は、1日後に CODの値が最初の値の 80分の1 (20mg/L) まで減少した。さらに 2日目には、320分の1 (5mg/L) まで減少した。しかし、3日目になるとふたたび 20mg/L になった。
- ③ B液（活性汚泥 400ml）は、1日後に CODの値が最初の値の 80分の1 (20mg/L) まで減少した。その後、2日目、3日目になっても CODの値は変化しなかった。
- ④ 3日目以降は、A液も B液も CODの値は 20mg/L で差は見られなかった。

<実験の考察>

- ① 実験結果から、活性汚泥には米のとぎ汁の汚れを分解する力があると言える。
- ② 活性汚泥の量（活性汚泥中の微生物の数）が多いほど、汚れの処理能力は大きい。
- ③ 活性汚泥による汚れの分解能力は、2日目 が最も大きい。
- ④ 活性汚泥を大量に入れても、3日目以降は汚れの処理能力に影響しない。

<実験のようす>

1日後の様子

- A 20mg/L
- B 20mg/L



2日後の様子

- A 5mg/L
- B 20mg/L



<活性汚泥中の微生物の種類と数の変化>

スライム(水滴)の微生物数 ○ - 確認できたもの(1~2匹) ◎ - 複数確認できたもの(3~9匹) ⊙ - 10匹以上

日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
A																											
B																											
C																											
D																											
E	○	○	○	○																							
F	○	○	○	○																							
G	○	○	○	○																							
H	○	○	○	○																							
I	○	○	○	○																							
J	○	○	○	○																							
K	○	○	○	○																							
L	○	○	○	○																							
M	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
N	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
O	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
P	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
Q	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
R	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
S	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
T	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
U	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
V	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
W	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
X	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
Y	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
Z	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
合計	7.5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

5 研究の感想

1滴の水にも存在する微生物の世界に魅了され、楽しく観察・実験を続けることができた。微生物が汚れを分解処理する能力が私たちの生活を支えてくれていることにとても感心した。

また、米のとぎ汁に含まれる窒素やリンは植物にも必要であることを知り、祖母が庭の植物にとぎ汁をかけていることにも納得した。学校の理科の授業で微生物を観察したときには、池の水などを使ったが、今回の活性汚泥の中にも同じ種類の微生物を見つけることができた。

この研究を通して学習のつながりを感じ、身近な微生物が自然の中で「水を浄化する」という役割を担っていることにすごく感動し、ますます興味をもった。