

ビンの中に命を作る

- ・命はどこからやってくるのか
- ・微生物の社会を探る

構想：2004年5月5日～24日

福岡市立姪浜中学校1年

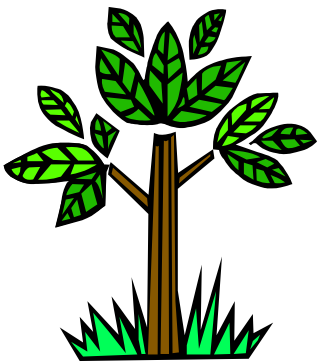
観察：5月25日～

古館 麻美子

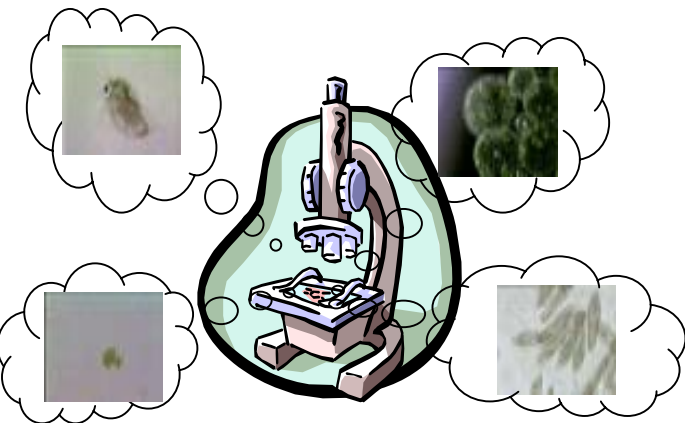
研究・考察：8月5日～

目次

1. 研究動機
2. 研究目的
3. 研究方法と予想される生物
4. 研究についての問題点
5. 結果および考察
6. 結論
7. まとめ
8. 参考文献、他
9. 最後に



1、研究動機



この驚きが... **研究**につながった！！

中学生になり、理科の授業で顕微鏡の仕組みや使い方を学習した。授業で見た水中の微生物は驚きの連続だった。

少しの水の量なのにたくさんいる微生物。動くもの、動かないもの、小さな微生物を追いかけて食べようとしている体の大きな微生物。「目に見えないほどの小さな生物でもちゃんと生きている」と実感した。家に帰り、花びんの水を再び観察した。

そこにも、もともと居たとは思えない微生物を発見し、それらはどこからやってきたのだろうか、えさはなんだろう、という疑問が生まれた。

私はある実験観察を思いついた。

いくつかのビンを用意し、えさとなる米つぶを入れ、実際に微生物が生まれるかどうか観察する。

私が一番知りたかったのは、その微生物の名前や形、大きさなどより、どうしてそこにいるのか、どこからきたのか、ということだった。

その疑問点を解決するために、微生物の発生をテーマにして研究しようと思った。

2. 研究目的

- ①ビンの中に微生物は発生するか。
- ②微生物はどこからやってくるのか、
またはどこからもやっこないのか。
- ③微生物の**社会**を探る。

微生物の世界にある
規則や生物同士の関係

3. 研究方法と予想される生物

- ①6つの条件のビンを用意し、3ヶ月間所定の場所に置き、1週間に一度観察記録する。
- ②微生物発生の条件として、水、栄養、ふた、場所を想定し、各ビンを観察することによりその条件が生物に与える影響を考える。

6つのビンの条件と予想

	水	栄養	ふた	場所	予想	予想生物
1	置き水	あり	あり	日なた	生物は生まれない	×
2	置き水	あり	なし	日なた	たくさんの生物が生まれる	動物性生物 植物性生物
3	置き水	なし	なし	日なた	生物は生まれない	×
4	水道水	あり	なし	日なた	1,2種類の強い生物	細菌類
5	置き水	あり	なし	日かげ	日光に無関係な生物	動物性生物
6	置き水	あり	なし	浴室	他とは違った種類の生物	カビ 細菌類

対照観察

1. 水による発生の違いを見る。
→No.2とNo.4を比較する。
2. 栄養がある場合と無い場合の発生の違いを見る。
→No.2とNo.3を比較する。
3. ふたがある場合と無い場合の発生の違いを見る。
→No.2とNo.1を比較する。
4. 置き場所による違いを見る。
→No.2とNo.5とNo.6を比較する。

4. 研究についての問題点

① 実験観察についての問題点



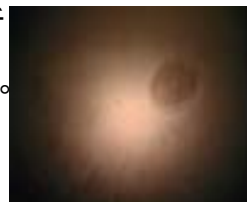
実験に使用したビンが小さすぎ、周りの環境を受けやすかった。



栄養に使用した炊いた米は適当ではなかった。生米が良いそうだ。「生米を入れるのは微生物の栄養元となる有機物を補給するため、利点はゆっくり分解するため急激な培養液の水質変化がおこらない」

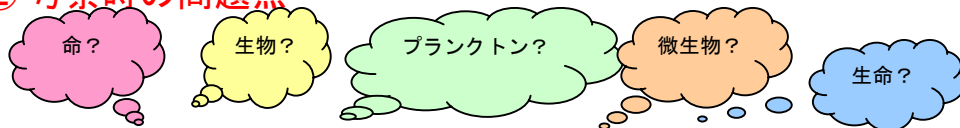


プレパレートを作る際、内容物を取る場所によって、微生物の種類に差が出やすい。なるべくたくさんのプレパレートを作りビン全体を把握するようにした。



顕微鏡、カメラなどの機器の精度に問題があり、よいレポートが作れなかった。
左写真は大型せん毛虫だがせん毛がうまく写せなかった。

② 考察時の問題点



・ 生まれてきた命の呼び方に一貫性が無い

微生物は何を条件にするかによって様々な呼び方、分け方があることを知ったのでレポートを作成する時、使用する呼び方にとっても悩んだ。

・ 生まれてきた命の特定や分類がむずかしい

どの文献でも調べられない形の微生物が発生し、特定できたもの、できなかったもの、大まかな分類のままにしておいたものがあった。

・ 定量がかなり主観的

グラフを作成する際、生物の種類や大きさによって感じ方が異なり、大型の生物は数匹しかいなくても大発生しているように感じた。量の決定は難しく、主観的になりやすかった。そのためグラフは生物個々の数の推移を見るのは適当だったが、生物相互の数の比較には問題があった。

5. 結果および考察

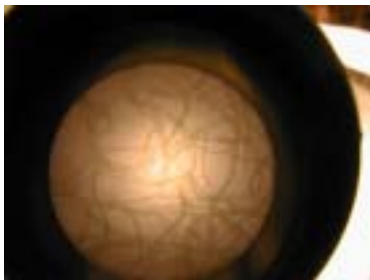
2カ月後のビンの様子

No.1、No.4はケイソウの発生により褐色に変色し、No.2、No.3は緑ソウの発生で緑色になっている。

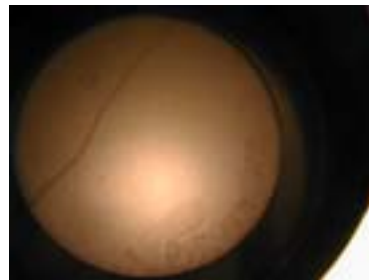
No.5、No.6については、ソウ類の発生がないため、ほとんど変色していない。



ビンに現れた生物



No.3に現れた緑ソウ



No.5に現れたキロドネラ
(せん毛虫)

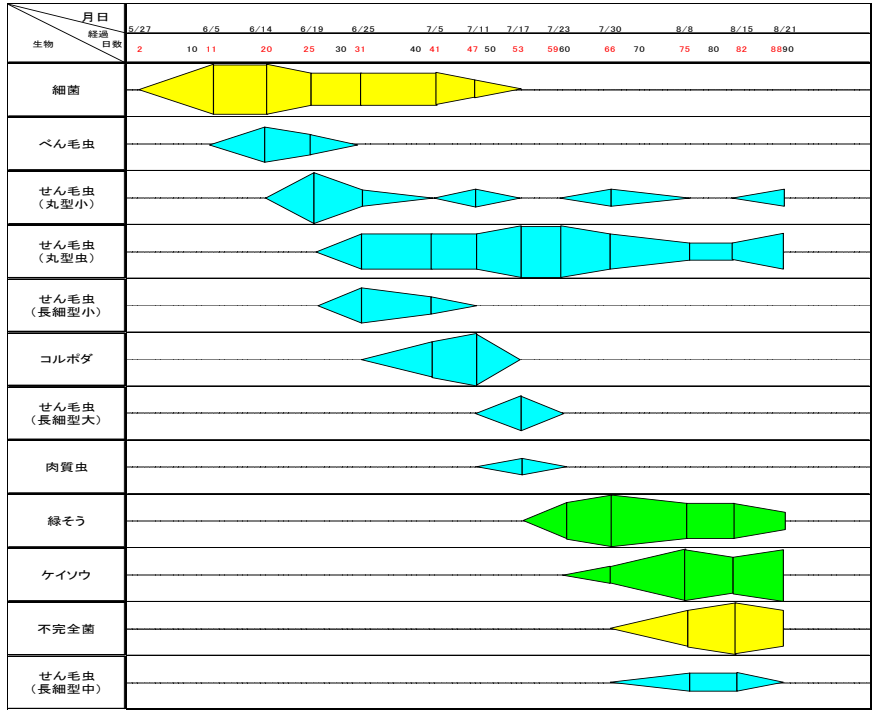


ほとんどのビンに現れたコルポダ

5. 結果および考察

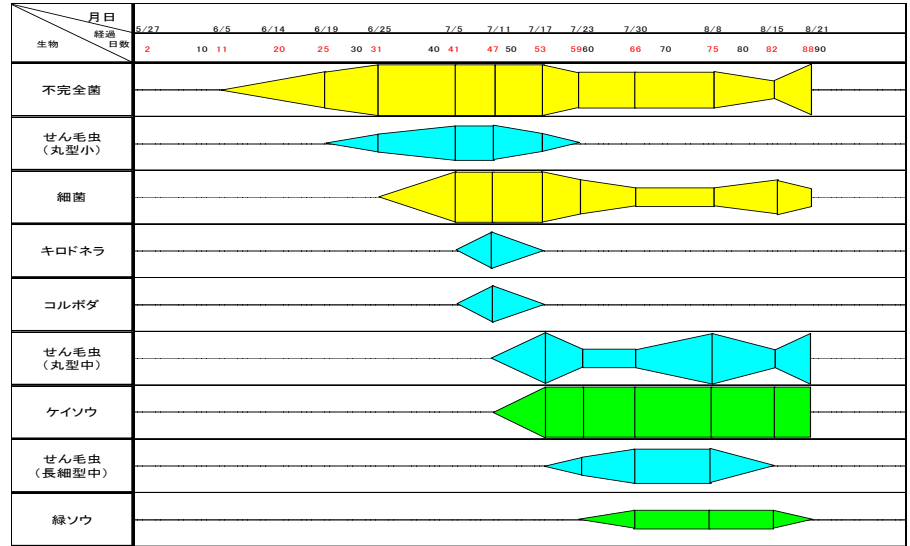
①発生の条件:水について考える

[置き水(塩素抜きをした水)を使用したビン]



グラフ1. No.2のビンに発生した生物の推移

[水道水をそのまま使用したビン]



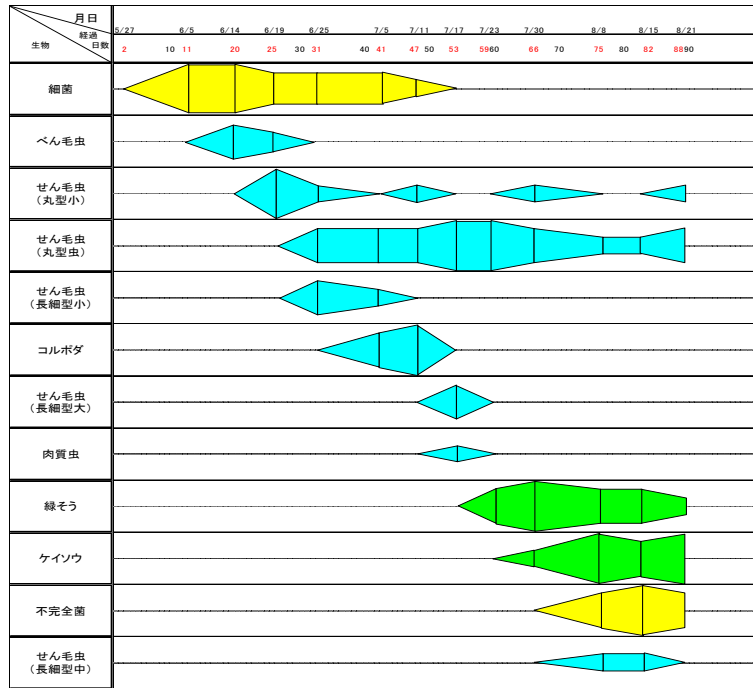
グラフ2. No.4のビンに発生した生物の推移

- 黄 — 細菌類
- 青 — 動物性生物
- 緑 — 植物性生物

思ったより生物の発生と推移に差が出なかった。No.2は置き水を使用したため米の分解がNo.4より速いことが言える。他のビンでも同じことが言えるが不完全菌(この実験の場合ミズカビの一種と思われる)と細菌の発生時期と定量はとても困難だ。不完全菌が発生するとその菌糸をビンの中にはりめぐらせて、サンプルを取るのにも苦労するほどだ。ただ、カビの分生子(胞子)を確認することは出来なかったので、種の特定はできていない。No.2のビンは、生物の発生に最も適したビンと予想したとおりさまざまな生物を確認することができた。あまり生物の発生を期待していなかったNo.4のビンにも予想以上の生物が生まれた。発生時期に多少の違いはあるが、両者には特に差は無く、現れた生物も共通するものが多い。水道水は時間がたつにつれ、水の塩素分は少しずつ失われNo.2のビンの状況に近づいたと考えられる。生物は水の環境によって大きく左右されると考えたが、生物の生命力のほうが優れていた。

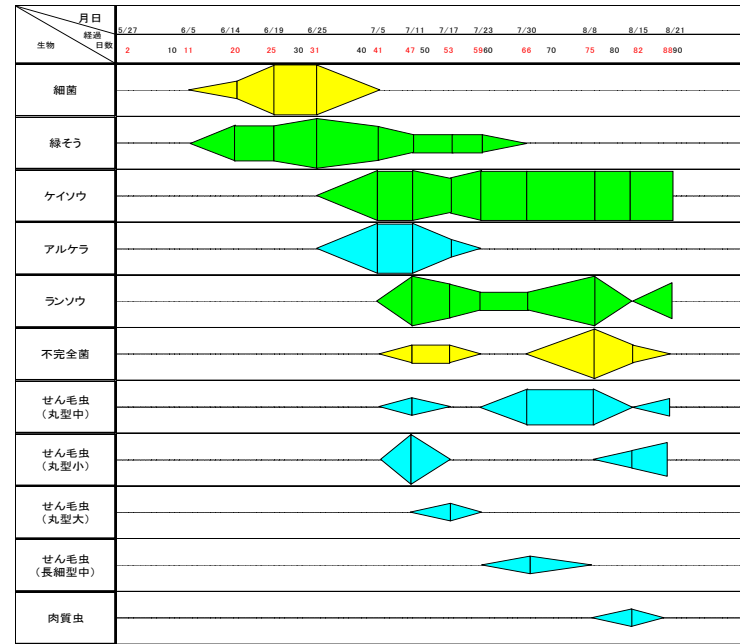
②発生の条件:栄養について考える

[ビンの中に栄養を入れたビン]



グラフ1. No.2のビンに発生した生物の推移

[栄養を入れていないビン]

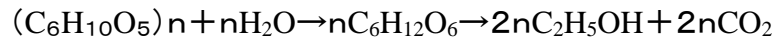


グラフ3. No.3のビンに発生した生物の推移

今回、発生の条件を考える上で一番驚いたのがこの対照実験かもしれない。

No.3のビンの観察結果より、生物の栄養となる米が無くても生命は生まれてきた。しかも、菌類だけではなく、最も条件の良いビンと仮定したNo.2のビンに劣らないほどの生物を確認した。

最も驚いたのは、No.3のビンが他のビンと明らかに違って、細菌を除き、ソウ類、つまり植物性生物が動物性生物より先に発生していたことだ。ソウ類は自ら栄養を作り出すことができるので、基本的に他の動物や植物をあてにしないで生きていける。しかし、ソウ類が光合成を行うには二酸化炭素が必要となる。ビンの中にわずかに溶けていた二酸化炭素をもとにソウ類は生まれてきたのだろうか？ここで、栄養にしたデンプンの分解を考えてみた。



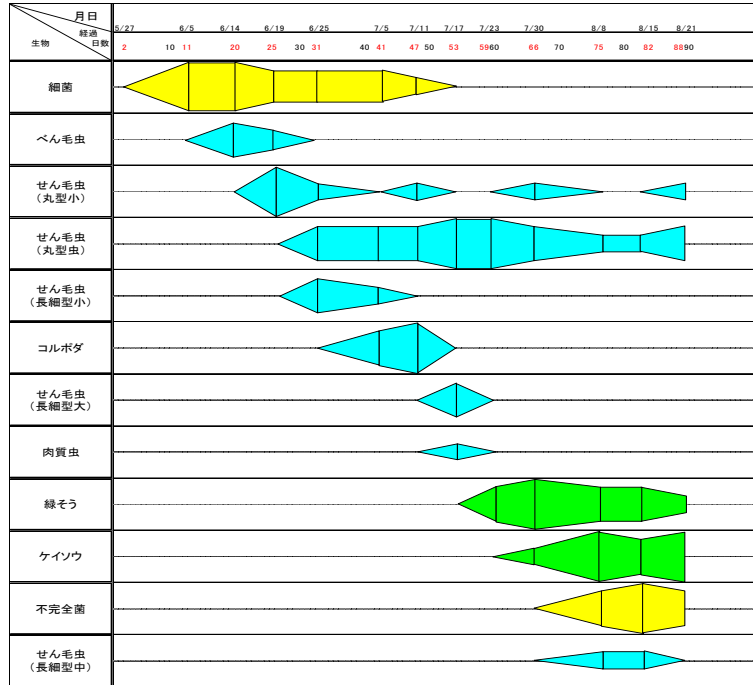
デンプン 水 糖 アルコール 二酸化炭素

人間の体内では、米に含まれるデンプンは酵素の力を借りて糖に変わり、それからアルコールと二酸化炭素に分解する。私たち人間は酵素という助けを借りたが、その役目をビンの中では細菌など菌類が行うのではないだろうか？No.2のビンは、細菌が酵素の役目をしてデンプンを分解し他の生物の発生の条件を整えていると言える。ところが、No.3のビンには分解するものがない。少しの二酸化炭素と日光、また空気中から入ってきた何かを頼りに、生命を育てたくさんの生物を生んだ。植物性生物の発生は悪い条件の中で

命を継続する力が動物性生物より高く、とても合理的な感じさえた。さらに、No.3のビンで面白かったのは、他のビンにはなかったことなのだが、ある一時期にたくさんの種類の生物を確認したことだ。動物性生物の働きにより生物が育つ条件が整えられたと思われる。

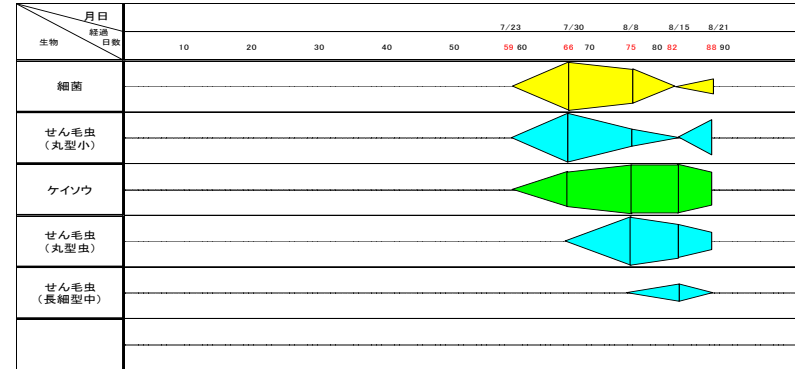
③発生の条件:ふたについて考える

[ビンにふたをしなかった]



グラフ1. No.2のビンに発生した生物の推移

[ビンにふたをした]

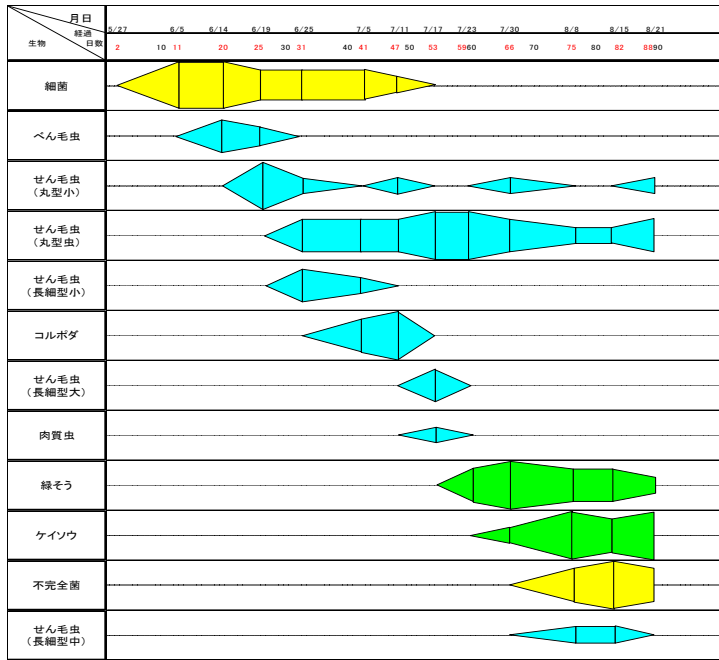


グラフ4. No.1のビンに発生した生物の推移

目的のひとつである、生命はどこからやってくるのか、ということを実験して考えた対照観察であった。予想通り、ふたをしていないNo.2のビンには早くから生物の発生を確認し、ふたをしたNo.1のビンは実験開始後2ヶ月までは無色透明で生物は発生しなかった。しかし、66日目にビンの色はくもり、生物が大発生していた。作業後ビンのふたはすぐに閉め、使用したピンセット等も必ず洗って注意していたつもりだった。だが、66日目以前の観察で生物がビンの中に入ってきたとしか考えられない。同時期に数種類の生物の発生がその理由のひとつだ。ふたをしている以外はもともと好条件のNo.1のビンなので、たまたま入った生物が大発生するのは考えやすい。もし、観察を2ヶ月で止めていたら、私はふたをしたビンには生命が生まれてこないことを確信し、空気中から生命はやってくると断定したと思う。観察を始めて私は細菌についていろいろ学習した。そして、パストールの肉汁の実験を知った。私はNo.1のビンに生物が発生しないことを祈りながら、パストールがS字口のフラスコを使った実験で得た結論を私もこのビンで確信したかった。でも生命は生まれた。生物は、ふたの開け閉めの間や、実験器具に付着(私のミス)し、スキをねらってビンの中に入り込んだのだ。

④発生の条件:置き場所について考える

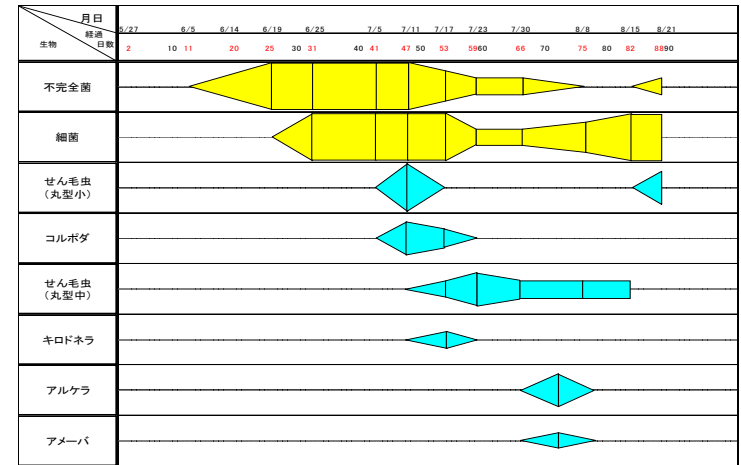
[日かげに置いたビン]



グラフ1. No.2のビンに発生した生物の推移

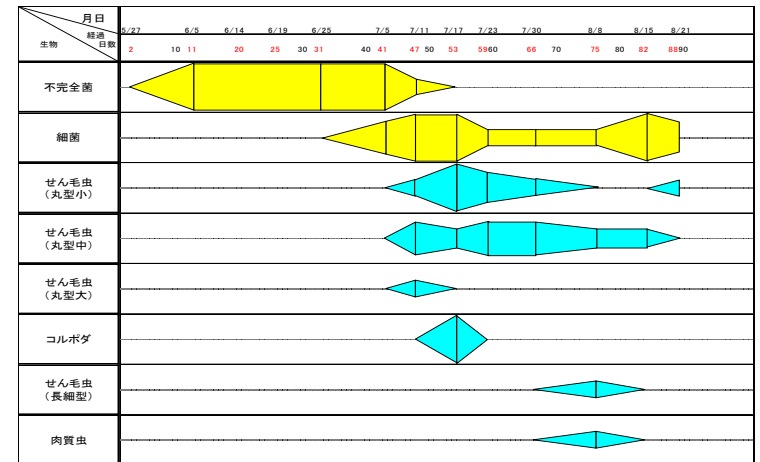
No.5の日かげに置いたビンも、No.6の浴室に置いたビンも、他のビンに比べ独特の生命の現れ方をした。菌類が発生し、そして、生物が発生しては消える。No.5、No.6のビンは、置いている場所はまったく違うのに、日光がほとんど当たっていないという共通点で、おもしろいほどよく似たグラフの形、また生物の発生を見ることになった。両者とも植物性生物の発生は確認できなかった。そのため観察開始から3ヶ月たってもビンは白っぽくはいるが他のビンのように緑色や褐色にはならなかった。日光と植物性生物の関係がよくわかる対照観察となった。

[日なたに置いたビン]



グラフ5. No.5のビンに発生した生物の推移

[浴室に置いたビン]



グラフ6. No.6のビンに発生した生物の推移

また、この対照観察には日光が当たる当たらないという条件のほかに、水温という条件も含んでいる。
8月8日に気温とビンの水温を測ってみた。

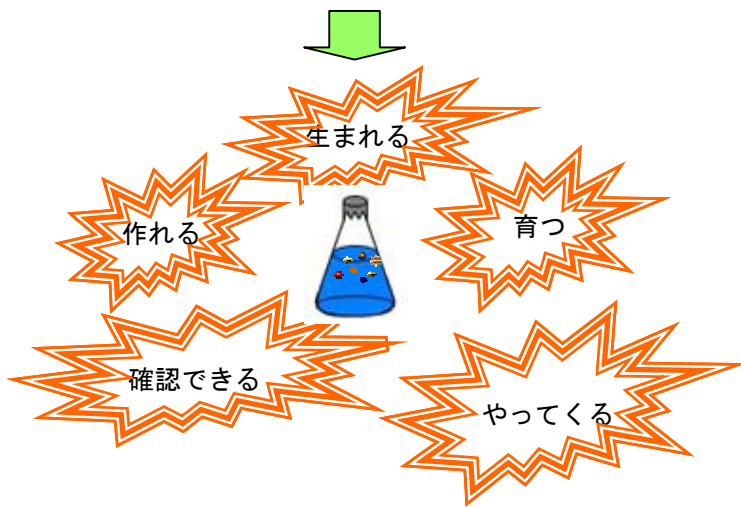
	8月8日 昼2:00		8月9日 夜中1:00		昼夜の気温差	昼夜の水温差
	気温	水温	気温	水温		
No.2(日なた)	34.2	31.5	28.0	27.8	6.2	3.7
No.5(日かげ)	34.2	30.2	28.0	27.7	6.2	2.5
No.6(浴室)	30.6	28.2	27.6	27.5	3.0	0.7

No.2のビンはNo.5、No.6に比べ水温の変化が激しい。No.6については気温、水温とも変化があまりない。生物にとっては気温より、むしろ水温について考えるべきなので、この水温が他のビンの生物の発生のグラフとは異なった形を作ったのかもしれない。現れた生物が、どのような温度を好むかは判断できないが、No.5、No.6のビンのグラフがとてもよく似ているので、生物の現れる条件として、単に場所というより、日光・水温を考えてもよいかもしれない。

6. 結論

結論 1

命はビンの中に生まれてくるのか？



3ヶ月の観察を通して、私は驚きの連続だった。

生物が発生するための条件を考えて、6種類のビンを作り観察したが、発生が困難だと思われる条件のビンでさえ、種類や数に違いはあるが、確かに命は生まれた。生物は動かないものもあったが、プレパラート上ですばやく動き回り、中には分裂してその数を増やすものもいた。それらは生きていた。微生物の生命力はすごいもので一度いなくなっても再び姿を見せるものさえいた。グラフ上に表せなかったが実際はその何倍もの生物を発見した。これらの命は生物の中では、最も下等なものであるかもしれないが、ひとつひとつの生命だ。

結論 2

命はどこからやってくるのか？

これが最大のテーマだった。空気中から入ってくる可能性が高いと思った。それはまず間違いないと思われる。No.1のふたをつけたビンの結果から、ビンのふた、つまり空気をしゃ断することは生物の発生に大きく関係する。あるデータでは、「空気1ℓ中には数千個の細菌がいる」ということだ。

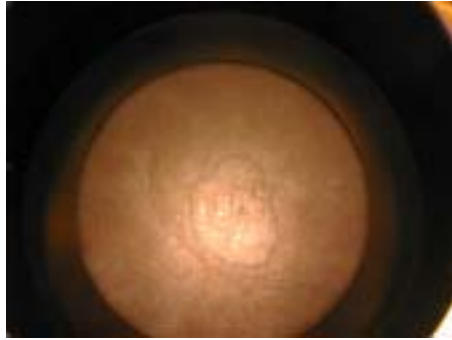
ビンなどは消毒し、水についても水道水を使用し、最初から微生物の混入をなるべくさけようと考えた観察だった。

それでも生命は生まれた。やってきた。しかし、すべての生物が空気中からやってきたと結論を出すには疑問が残った。

細菌、カビの発生は理解できる。日常生活でも物はくさるし、カビの発生などは日常生活の中いくらでも見つけることができる。

だが、今回の実験でも確認した大型の微生物が本当に空気中にいるだろうか？

私はひそかにミジンコやワムシ類、ゾウリムシ類の発生(これらはかなり大きい)を期待していた。それらは発生していなかったが、あきらかに手足を持った大きな生物がビンの中にいた。



No.2のビンに現れた大型の生物、肉質虫類

それらが直接風に運ばれてビンの中に落ちたとは考えにくい。私は卵で運ばれてくるのかな？と思った。大きさも小さく、重さも軽い卵ならビンの中に入るのは不可能ではない。だが、一部の大型の微生物以外は卵で増えないことを本から学んだ。では、卵で増えない大型の生物はどこからやってきたのか？

ここで私は考察に行き詰った。

行き詰った私は、見上研究室(宮城教育大学)の武田さんに助けを求めた。すると「シスト」ということを教えてくださった。

シスト

原生動物は乾燥した場所では多くの種類がシスト(のう子)と呼ばれるカラをかぶっている。温度や栄養状態などの生活環境が悪化するとそれに耐えるためのカラのようなものを作り、風などに乗って移動し、環境が生活に適している場所に落ちると再び元の形に戻る。

私はこれだ！と確信した。更にシストを作ると前の生物の重量より軽くなるのか質問したところ、

「生物はもともと小さくて軽いものだが、シストはいわば乾燥した状態なのでさらに軽くなる」

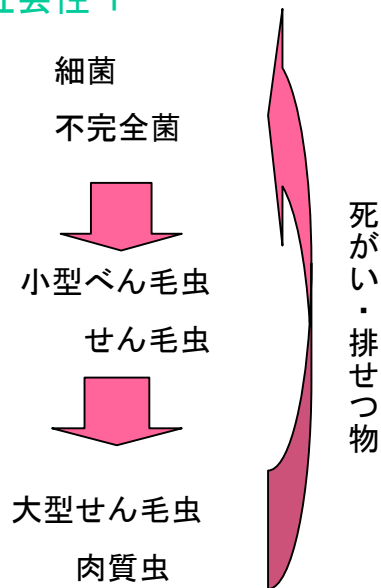
と教えて下さった。生物はシストの状態ですべてのビンに入り込み、ビンの中で脱シストするのだ。できれば存在した生物のもともとの重量とシスト状態の重量も知りたかった。大型の生物は、卵や自らを乾燥させて、風に運ばせて条件の良いところで元の姿に戻ると考える。以上のことを考えると、ふたをしめたビンに生命が生まれてもまったく不思議ではない。生命は私のちょっとしたスキをねらってビンや水に入り込んだのだ。シストは生物を軽くすることによってさらに自分の生活の場所を広げることができるのだ。

命はどこからやってくるのか？というより、命はどこからでもやってくる！

結論 3

ビンの中に社会はできるか

社会性 1

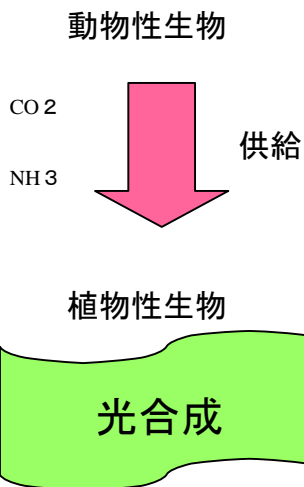


何もなかったビンに生命が生まれる。しかも、それには大まかな順番があるようだ。ほとんどのビンで最初に確認されたのは細菌だ。そして、不完全菌。この二つはその増え方に違いがあると思って分けたが、大きくまとめて菌類でよいと思う(系統的な分類についての問題は、このレポート自体、たくさんもっている)。それらは、入れておいた米を栄養として増える、更に小さなべん毛虫やせん毛虫が増える。
これらの小さい生物は、米を栄養にしていなれないと思われる。ほとんどのビンで細菌が現れた後の登場で、米より細菌や、細菌が排出したもの(分解したもの)をえさとしていると思う。その後、大型の生物が生まれる。大型の生物は小型の生物をえさにしている。この大型の生物はある意味とても弱い。プレパラートにした直後は動いているがすぐに死んでしまう。それに比べて小型の生物は、一度動かなくなっても水を加えたり、顕微鏡のステージからおろしたりするとまた元気になる。生物は死がいや排せつ物を菌類に提供する。

社会性 1

命は小さいものから順に生まれ、大きいものは後から生まれてくる。
そして命は輪になっている。

社会性 2

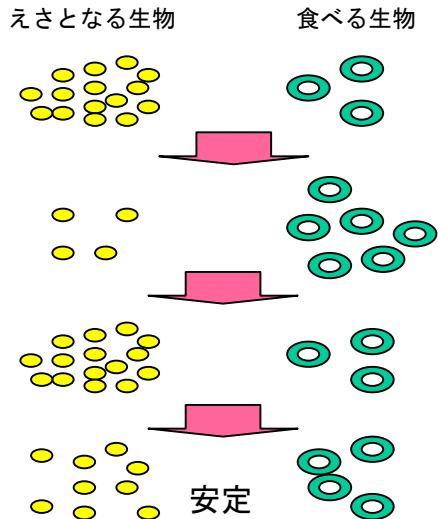


ここで植物生成物について考えてみた。
No.3のビンの特殊な場合を除いてソウ類は後から登場している。
光合成をする生物は、二酸化炭素とちっ素化合物が必要となる。
二酸化炭素やアンモニアは動物性の生物が排出する。ソウ類(植物性生物)が生まれてくるためには、動物性生物が存在しなければならない。

社会性 2

植物性生物は動物性生物の後から生まれてくる。

社会性 3



生物の数について考えてみる。

大型の生物は、先に述べたように環境に適応しなければすぐに死んでしまう。

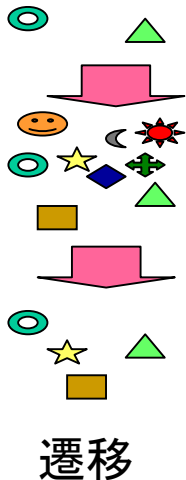
また、細菌はそれを分解するために増える。生物の数はとても流動的で、必ずしも一定ではない。

えさとなる生物と、それを食べる生物について考えてみると、比較的小型なえさとなる生物が発生し、その数が増えると食べる生物が現れ捕食する。すると、えさとなる生物は数をへらす、それは結果的に食べる生物のへらすことになる。するとえさとなる生物は再び数を増やしていく。えさとなる生物の増える量と、食べられてへる量が同じであれば、その生物の数は一定となるはずだ。最後には両者の間で安定した数になると思う。

社会性 3

えさとなる生物と、それを食べる生物は微妙な数のバランスを保つ

社会性 4



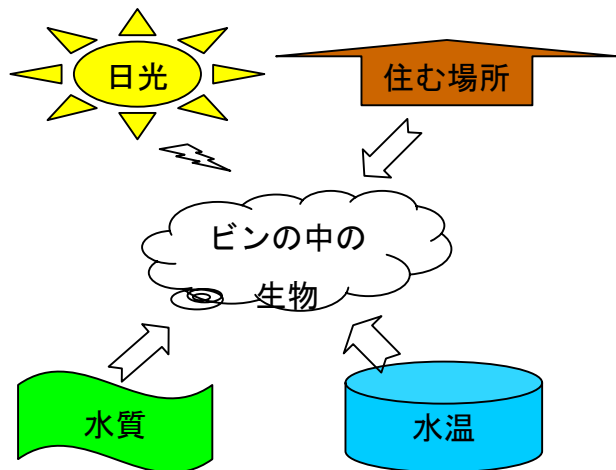
ケイソウなどの植物性生物が確認されると、大型の生物はほとんどいなくなりビンの中は数種類の生物しか確認できなくなった。

実験開始から2ヶ月すぎくらいまではその種類やビンの中の変化に驚いたものだが、それを過ぎると、生物の種類や数に大きな変化がなくなってきた。観察をもっと続けていれば、それは確かな形になるのではないだろうか。

社会性 4

生物はお互いに関係し合いながらも、最後は安定した形ができる（遷移）

社会性 5



生命が生まれるにはいくつかの条件があると推測し観察を始めた。ふた、栄養、水、場所という条件について考察したが、その他にも**生物同士のかかわり(社会性1~4)**があることがわかった。

更に生物を取り巻く環境について考えてみる。

水質については、リトマス紙や万能pH試験紙を使用してpHがどのように変化したか調べてみた。実験開始直後はpH7(中性)を示し、生物がたくさん確認された。

8月8日は、pH7~8(弱いアルカリ性)を示した。これは生物が存在したため、その排出物(NH₃?)の影響かもしれない。生物がどんな水質を好むかは今回の観察ではわからないが、生物が存在している水はただの水と比べて水質も変化すると考えられる。また、温度についても実験開始から気温も測定していたのだが、気温と生物の種類や数について特に考察する点は見つからなかった。ただ、温度が高くなると、細菌が発生しやすくなることを考えると、生物の発生は温度についても影響を受けると思われる。加えて、日光は発生する生物の種類にかなりの影響を及ぼす。

社会性 5

生物は周りの環境に影響を受ける

社会性 6



私は、ビンに発生した生物の種の特定があまりにも難しかったので、ビンという環境が特別なのか、それに生まれてくる生物が特別なのかわからなくなった。

そこでもう少し大きな環境の微生物を観察して、比較してみようと思った。川や池などは比較対照する場合、大きすぎると考え、自宅近くの水たまりにサンプルを探した。その水たまりは環境美化のため人工的に作られた(この点もビンに似ていてよいと思った)池で、生物を飼う目的ではないものだ。水深は10~15cmほど、広さは200×200cmくらいだ。水はきれいで、少し流れがある。

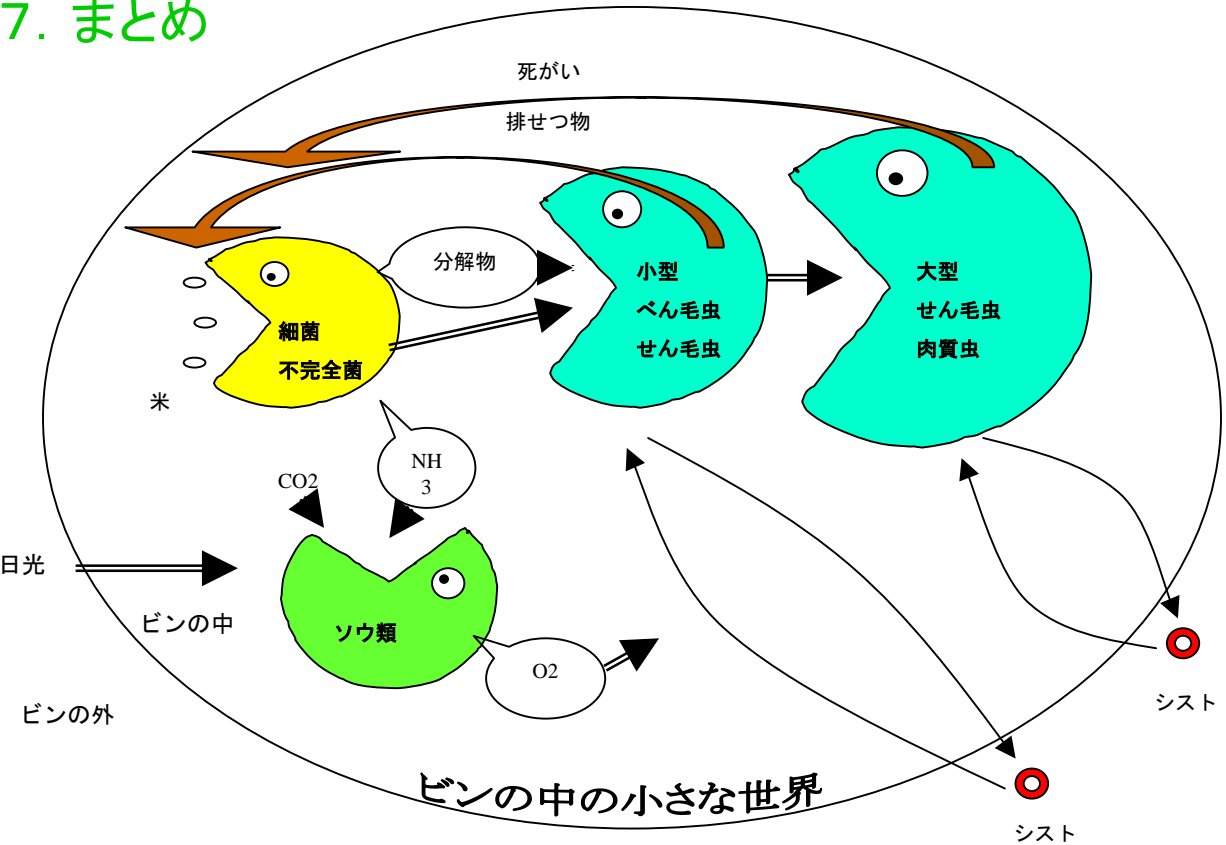
観察するとたくさんの、おなじみの水生生物が観察できた。名前がわからなくても、淡水プランクトン辞典やインターネットで簡単に名称がわかった。細菌やカビ類は観察できず、べん毛虫やせん毛虫はビンの中に比べて数がとても少ない。ビンは容量が小さいのでそれらを観察するには適しているが、水量が多いと分散していてまとめて観察することはできないのだろう。

また、大きな水生生物も観察できたが、それらの多くは原生生物より後生生物だった。なぜ簡単に名前が特定できるのか不思議に思った。研究者が多いのかな。

社会性 6

名前のわからない生命が生まれる

7. まとめ



実験観察、考察を通して私はビンの中には確かに命がやっきたきて、あるルール、社会を作っていることを実感した。自分なりに絵にしてみた。シストの形はまったくの想像だ。この絵に描いた以外にも生物が発生するいろいろな条件があるが、それは絵にしていない。また、系統的な分類の問題も解決していないのが残念だ。

生物は、環境が悪化するとシストとなり再生する機会を待っている。ビンの外からもシストとなった生物がやってくる。生物はシストという仕組みを自ら作り出すことによって上手に適応し生活の場所を広げたのだ。この小さなビンの中でたくさんの種類、たくさんの数の命が生まれては消えていった。これらの生物は、どんなに小さくても生きていることに変わりがない。微生物は私たち人間の敵になったり、味方になったりするが、その性質をよく知ることでうまく共生できると思う。

8. 参考文献、他

参考文献

水野寿彦	「日本淡水プランクトン図鑑」
佐藤隼夫・伊藤猛夫	「無脊椎動物採集・飼育実験法」
栗原康	「有限の生態学」「隠された自然」
井上勤	「動物の顕微鏡観察」
竹村嘉夫・原口和夫	「ミクロへの探検」
津田松苗	「汚水生物学」
上野益三	「陸水生物実験法・生物学実験法」

ホームページ

見上研究室	http://mikamilab.miyakyo-u.ac.jp/
東京都下水道局	http://www.gesui.metro.tokyo.jp
プランクトン図鑑	http://eis.yokkaichi-u.ac.jp
活性汚泥動物園	http://www.siset.or.jp/doubutu/menu.htm
スタジ オールストックフォト プランクトン2	http://moon.endless.ne.jp
原生生物図鑑	http://protist.i.hosei.ac.jp

9. 最後に

ビンの今は



生物たちは**シスト**になってビンの中に眠る

Thank you

my little little pets.

See you two years later!

From Mamiko Kodate

3ヶ月の観察を終えて私はビンに水を足すのを止めた。
ビンの水はだんだん少なくなり、内容物はカラカラに乾燥した。
ビンの中の生物たちはシストになったことと思う。
来年、私は別の研究に取り組みたいので、再来年、このビン
に再び水を入れ、生物たちがまた元気に生まれてくるのを確
かめようと思う。

最後に、

この研究は、未熟な点もたくさんあるにもかかわらず、たくさ
んの方がほめてくださったり、賞をいただくことにもなりました。
また、パワーポイントを使ってプレゼンをする機会もいただき
ました。その時は、パワーポイントの特徴上、あまり細かな文
書を表現することができず、考察が比較対照形では発表で
きませんでした。今回、このホームページでは、その時に伝
えることができなかった部分についても補足して書いていま
す。

また、これまで多くの方に支えてもらいました。

宮城教育大学の見上先生、同教室の武田さん、
また、科学公園をつくらんかいの河合先生、緒方先生、
ありがとうございました。

そして、姪浜中学校の先生方は、本当に暖かく見守ってくだ
さいました。

研究開始からこれまで相談にのってもらった 父母にもお
礼が言いたいです。

みなさんありがとうございました。

2004年 12月5日

古舘 麻美子