

2 身近な物を利用した土壌中および水中の微生物による分解のはたらき

1. 目的

身の回りには、目では見ることのできない微生物のはたらきがある。グラウンドの土の中でさえ微生物が存在している。有機物が腐敗し分解されて無くなってしまふのは分解者である微生物のはたらきによるものである。今回は写真用のネガを使用し、その表面に塗ってあるタンパク質が分解されていく様子を視覚で確認し、微生物の具体的なはたらきに焦点をおいて研究することにした。

2. 理論

写真用のフィルムの構造は、中心にプラスチックシートがあり、その回りに複数の感色層が存在する。この感色層はゼラチンを中心とした動物性タンパク質から作られている。この成分をどのように微生物が分解するかを視覚的に確認することで、微生物が行っている分解という行為を理解する。

(1) 土壌微生物について

ア. 土壌中に存在する主な微生物

硝化細菌（アンモニア酸化細菌、亜硝酸酸化細菌など）、好気性細菌、嫌気性細菌、放線菌、糸状菌、セルロース分解菌、脱窒菌など。

イ. フィルムの種類と構造

●ネガフィルム●

カメラに入れて撮影に使うためのフィルム。現像によってネガ像として情報を記録し、ポジフィルムか印画紙にプリントして、初めて被写体の正像を再現する。

●リバーサルフィルム●

撮影用のフィルムである点はネガフィルムと同じであるが、撮影後の一連の現像処理によって、一挙に被写体と明暗はもちろん、色相も同じ正像を再現するフィルム。

●ポジフィルム●

このフィルムはカメラに入れて撮影に使うためのものではなく、ネガフィルムに再現された像をプリントして、最終的にポジ像を得るために使うフィルム。

●リバーサルフィルムの構造●

基本的に無色透明なベース上（プラスチックシート）に乳剤を塗布したもの。全体の厚さ $170\mu\text{m}$ 以下、ベースが約 $150\mu\text{m}$ 、乳剤層が $20\mu\text{m}$ 前後である。カラーフィルムでは被写体の反射する色光を、3層に塗り分けたそれぞれの層で分解して捕らえる。この3層の乳剤の主成分がゼラチンである。

ウ. ゼラチンについて

ゼラチンは、動物の骨や皮に含まれるコラーゲンというたん白質から作られたものである。コラーゲンの構造をミクロにみると、らせん状の細長い分子が3本より合わさって、3つ編みのような形になっている。このコラーゲン分子に熱をかけると、3本の分子がはずれ、バラバラの状態になる。これをゼラチンと呼ぶ。ゼラチンの主成分は、コラーゲン由来のたん白質で、全体の86%以上を占めている。以下、水分（約12%）、灰分の順となる。

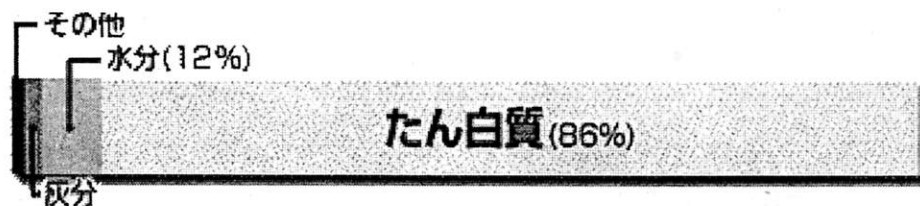


図 1

3. 使用器具・使用薬品

各種土壌（学校内グラウンド、水田、花壇）、各種水（水道、水田横の用水、蒸留水）、300mlビーカー、スライド用リバーサルフィルム（露光しないで現像したもの）、プラスチックマウント、恒温器、鍋またはフライパン、電子レンジ、ガスバーナー、三脚、ラップフィルム、輪ゴム

4. 実験方法

- ① 数種類の土壌と水を用意し、300mlビーカーに8分目ほど入れる。
- ② それぞれの土壌を10g正確に量り取り、その中の水分含有率を求める。
- ③ 使用するフィルムをプラスチックマウントにセットする。
 - *今回採取してきた土・水を下記に示す。
 - ・土・・・水田の土、花壇の土、グラウンドの土
 - ・水・・・純水、水道水、蒸留水、水田横の用水
 - *土の場合は加熱処理した場合とそのままの2通りで実験した。
- ④ フィルムを各ビーカーの土壌にフィルム面が埋まるように差込み、ビーカーにラップをかけて水分が逃げないようにし、恒温器に入れる。
 - *恒温器は、暗黒下25℃でセットしておく。
 - *対照実験として、代表的な土壌を1つ取り、ラップをかけて電子レンジで加熱処理する。その後、温度が室温並に下がったら、マウントに入ったフィルムを差込み、ラップをかけ、同じように25℃の恒温器の中に入れる。
- ⑤ フィルムの黒い部分を様々な場所から採取した土、または水に浸して、それを4日間浸したものを作った。

5. 結果

(1) 採取した土の水分含有率について調べる。

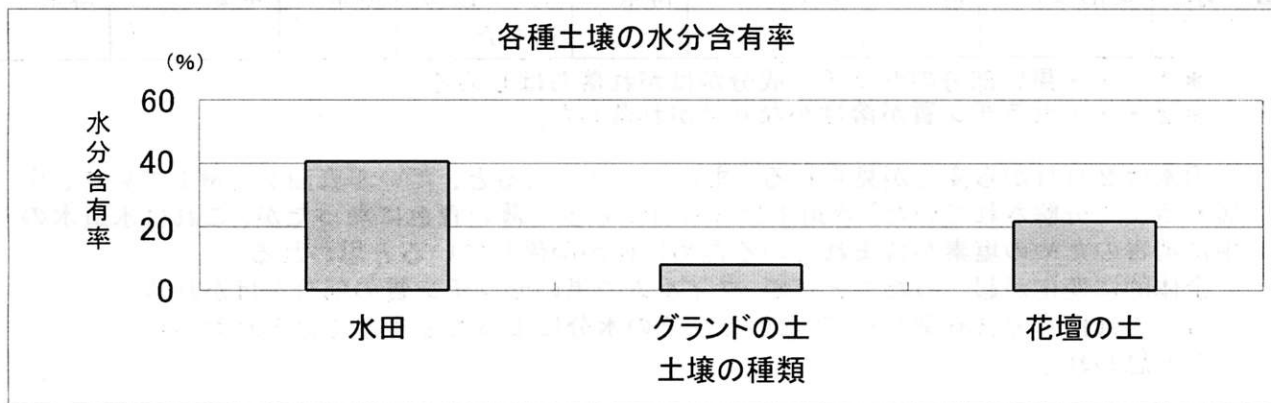


図2

水田の水分含有量は40.6%も含まれていることからかなり多くの水分が含まれている。それに比べてグラウンドの水分含有量はかなり少ないことが分かる。

(2) 土の中にフィルムを浸して変化を調べる。

表1

実験日数	1日目	2日目	3日目	4日目
水田(通常)	変化なし	変化なし	* 1	* 3
水田(加熱)	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし

グラウンドの土(通常)	変化なし	変化なし	変化なし	* 2
グラウンドの土(加熱)	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
花壇の土(通常)	変化なし	変化なし	* 2	* 4
花壇の土(加熱)	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし

- * 1・・・ネガの表面と中間層が、少しはがれた。
- * 2・・・表面が少しだけはがれた。
- * 3・・・ほぼ完璧にはがれ、透明になった。
- * 4・・・だいぶはがれているが、全部もはがれていなかった。

結果から分かるように水田の土はよく分解していて、最後(4日目)にはほぼ完璧にゼラチン質が無くなっている。次に、よく分解されていたのは、花壇の土だった。

一番、分解が悪かったのはグラウンドの土で4日目になっても分解が始まっただけで、完全な分解はほとんどされていなかった。また、加熱した場合、全部の土壌とも全く分解されず、反応すらなかった。

(3) 水の中にフィルムを入れ、4日間おいて変化を調べる。

表 2

日 数	1日目		2日目		3日目		4日目	
	フィルム	水色	フィルム	水色	フィルム	水色	フィルム	水色
水道水	変化なし	無色	変化なし	無色	変化なし	薄青	* 1	青色
蒸留水	変化なし	無色	変化なし	無色	変化なし	無色	* 1	無色
純 水	変化なし	無色	変化なし	無色	変化なし	無色	変化なし	無色
用 水	変化なし	薄茶	* 1	薄茶	更に色が落ちた	薄茶	* 2	薄茶

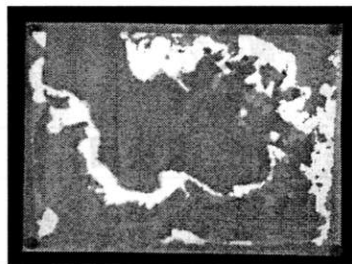
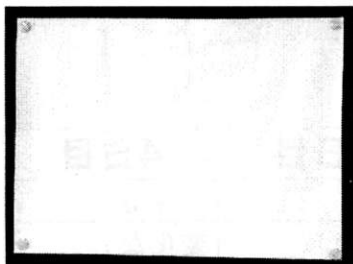
- * 1・・・黒い部分のゼラチン成分がはがれ落ちはじめる。
- * 2・・・ゼラチン質が溶けかなりはがれ落ちた。

用水は2日目から変化が見られる。また4日目になると、だいぶ表面が分解していて、中層の所まで分解されていた。水道水は3日目から色が薄い青色になったが、これは水道水の中に消毒のための塩素が含まれているために何か関係していると思われる。

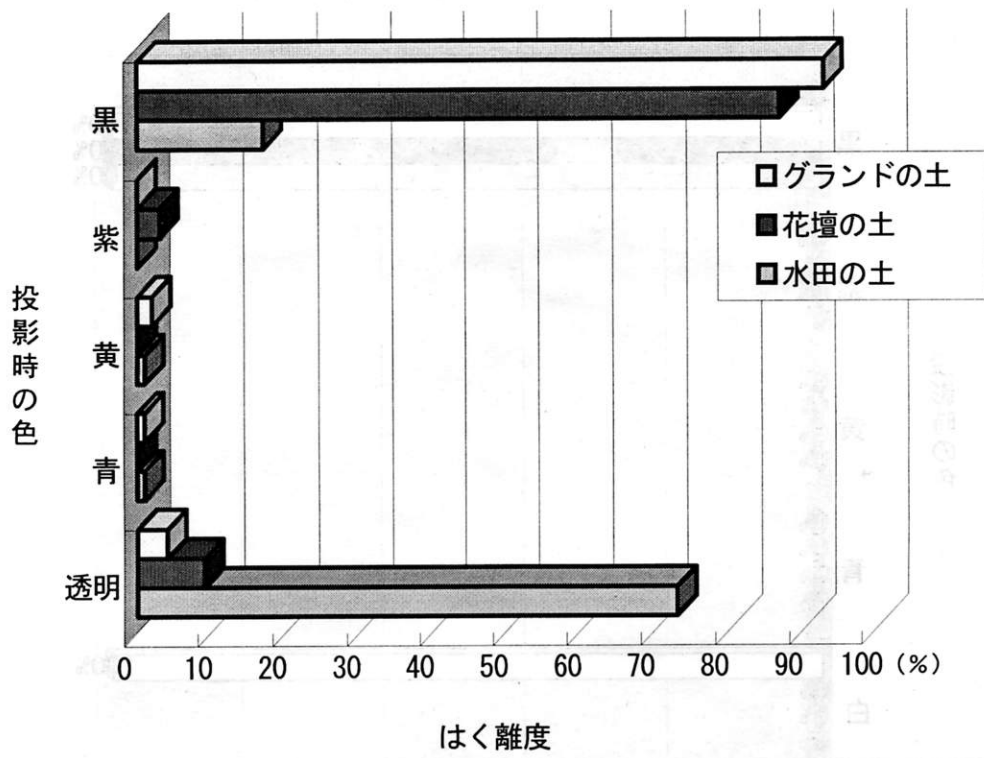
全体的に変化が起こったことだが、フィルムの黒いゼラチン質の部分がはがれ落ちかけている。これは水分含有量が100%なので、その水分によってふやけてはがれおちかけてきたのだと思われる。

(4) はく離度の比較

今回の実験で使われたフィルムのはく離度(どのくらいゼラチン質がはがれたか)をスライド投影機で黒板に貼った罫線入り模造紙に投影し、色ごとにその割合を算出し、まとめて比較してみた結果は次の図と表のようになった。



通常土中におけるフィルムの土壌別はく離度



	透明	青	黄	紫	黒
□グラウンドの土	4%	1%	2%	0%	93%
■花壇の土	9%	0%	0%	3%	87%
□水田の土	73%	1%	1%	0%	17%

図 3

乾燥土壌におけるフィルムのゼラチン層はく離度

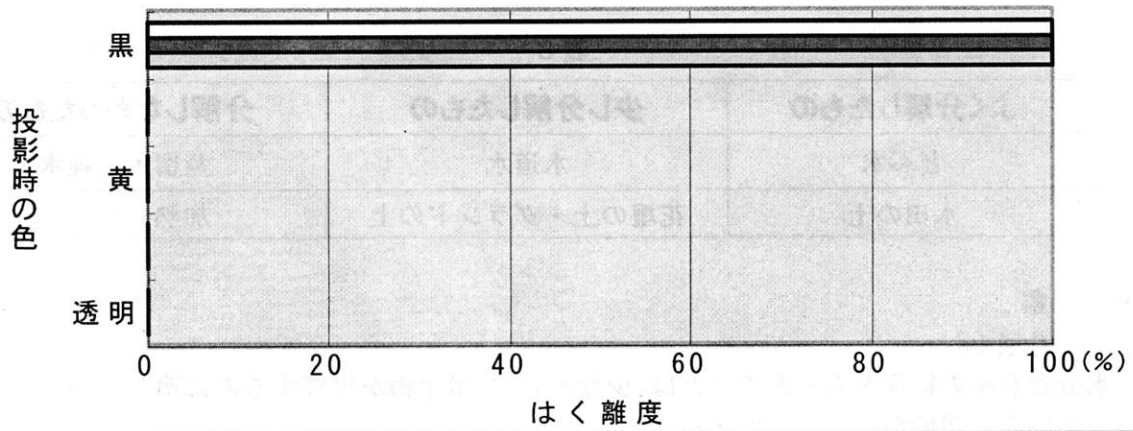
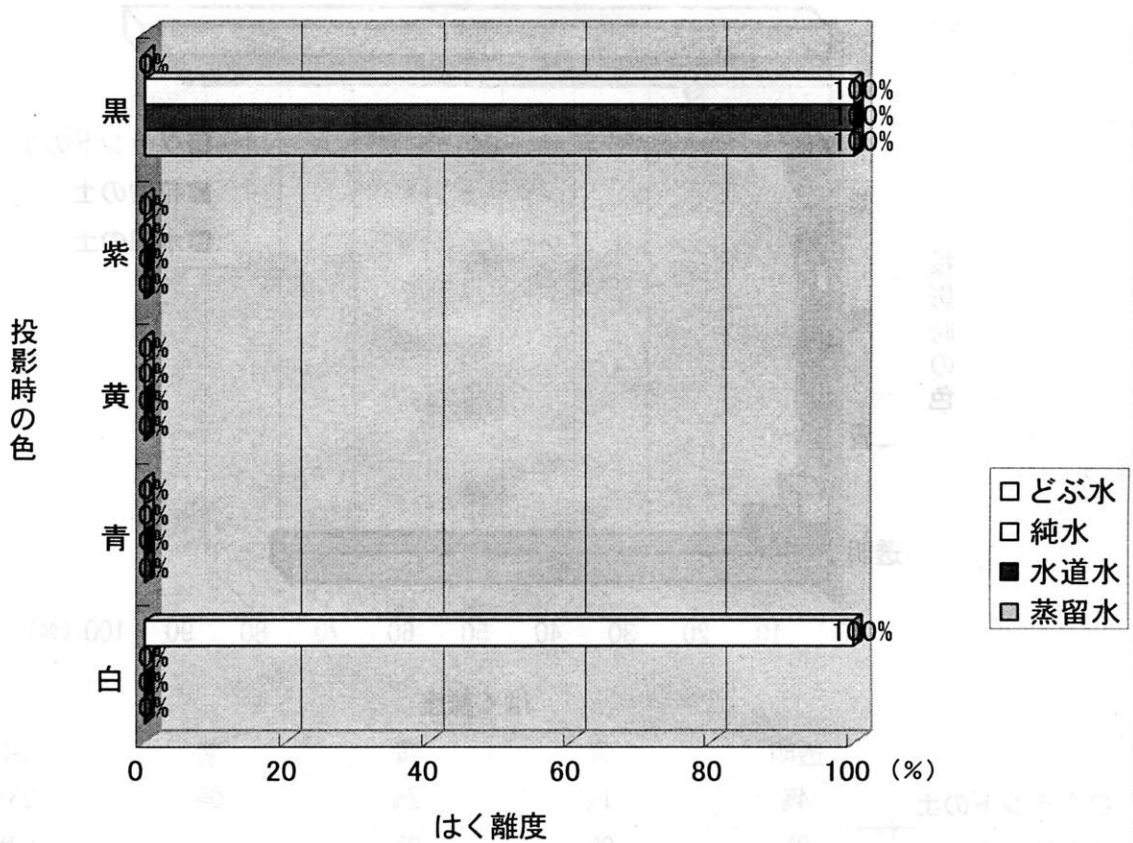


図 4

各種水におけるはく離度



	白	青	黄	紫	黒
<input type="checkbox"/> どぶ水	100%	0%	0%	0%	0%
<input type="checkbox"/> 純水	0%	0%	0%	0%	100%
<input checked="" type="checkbox"/> 水道水	0%	0%	0%	0%	100%
<input type="checkbox"/> 蒸留水	0%	0%	0%	0%	100%

図 5

表 3

	よく分解したもの	少し分解したもの	分解しなかったもの
水	どぶ水	水道水	蒸留水・純水
土	水田の土	花壇の土・グラウンドの土	加熱したもの

6. 考 察

(1) [考察1]

水分含有率の結果から分かることは、少なからず、微生物が生育するのに適している環境と、適していない環境があることである。

主に、水田・どぶ水は微生物が生きるために必要な養分が豊富にあると考えられる。どぶ水のように富栄養の水は、よく「赤潮」や「アオコ」などが発生することで問題となる。

グラウンドや蒸留水のように含まれている養分が比較的少ないと思われる場所は、あまり分解が進んでいない。つまり微生物が少なく、繁殖しにくい環境であると考えられる。

従って、栄養分が豊富な環境ほど、微生物は多く存在するのでゼラチンの分解が激しく、少ない栄養分の環境ほど分解率が低い。

(2) [考察2]

結果から分かるように土壌の場合は、水田・花壇の土・グラウンドの土の順でよく分解が行われている。このような差が出たのは、まず水分含有量の差であると考えられる。また、土壌を乾燥した場合には全く変化が見られなかったが、これは水分含有量の違いだけでなく、単に熱によって土壌中の微生物が死滅してしまったからだと思われる。また、水に浸した実験（実験③）から予測すると、実験③の場合、水分含有量は問題ではないと考えられる。そして実験③からの結果から考えると、どぶ水のようにほぼ完璧に分解しているものがある。つまり、実験①、②、③から考えられることは、水分は微生物の分解、すなわち生きるために必要な物質であり、水分含有量が少ないほど微生物の分解能力が低下、含有率が0%では微生物が死滅、または活動を停止してしまうと考えられる。

(3) [考察3] 【はく離度の実験より】

はく離度の差から考えられることは、フィルムのゼラチン質の分解、すなわちタンパク質の分解が盛んに行われているのか、いないのかということである。表から分かることは、水田の土ではきれいに分解されており透明な部分が100%であることから、土壌中の微生物がフィルムのゼラチン質を分解していたことが分かる。さらに水田の土壌は花壇の土やグラウンドの土よりも分解の差が大きくでているが、これは水田土壌中が他の土壌中と比較したら微生物の生息する環境に合うためと思われる。特にグラウンドの土は水はけをよくするため、サラサラした砂の使用率が高く、有機物が土壌中に蓄積されやすい環境ではないし、乾燥しやすいため生息環境には不向きと思われる。このことは土壌別水分含有率から見ても明確である。また、ゼラチン層がはく離した後、スライドでの投影時に色に変化（分解の度合い）が現れたのは、微生物の活動の活発さによるものであるか、または存在している分解微生物の違いであると考えられる。ゼラチン層には3色あるが、その色によって微生物にも好き嫌いがあるものと思われる。

7. 課 題

今回の実験、並びに結果・考察は、平成13年度の本学校理科2年生が行った課題研究をほぼそのまま掲載した。従って、実験内容の詰めや結果・考察の浅さが目立つ。もう少し改良して行きたい点が多く存在する。今後の課題にしたい。

8. 参考文献

高橋良監修『フィルム技術』、日本放送出版協会

土壌微生物研究会編『新・土の微生物（1）耕地・草地・林地の微生物』、博友社

大阪府高等学校生物教育研究会編『新しい生物実験の開発Ⅱ』、1993年

「新田ゼラチン株式会社HP」、<http://www.nitta-gelatin.co.jp>