

## 中学生の部

### 受賞者一覧

	題名	名前	学校	学年
最優秀賞 (1作品)	葉っぱの撥水	岡部 大地	桐蔭学園中等教育学校	3年
優秀賞 (3作品)	果物を公平に分ける方法の研究	桑原 玄親	横浜国立大学教育学部 附属横浜中学校	2年
	ハダニの生態学的特性とメカニズムー環境に対する行動可塑性ー	戸澤 潤	横浜国立大学教育学部 附属横浜中学校	2年
	中学生でも簡単にできる野菜 ゴミを使ったりサイクルとは	栗原 颯一	横浜国立大学教育学部 附属横浜中学校	3年
神奈川 新聞社賞 (1作品)	並木地区に流入する河川の環境と マハゼの最適釣獲条件 ～目指せ並木の釣り名人～	木村 虎徹	横浜市立富岡東中学校	1年
努力賞 (3作品)	セキセイインコの羽のヒミツ ～役割をもつ1枚1枚の羽～	上野 紗代	相模原市立谷口中学校	1年
	花の色 ～花の色はどうやってついで いるのか～	西村 六花	桐蔭学園中等教育学校	3年
	苔の成長 ～人間より早く生まれた苔の 成長とは?～	渡辺 理央	桐蔭学園中等教育学校	3年

横浜富士見丘学園 教諭 富田 丈久

今年もさまざまな生き物の生命活動のすばらしさ、神秘さの解明にチャレンジした数々の魅力的な作品に出会うことができました。いずれの作品にも、対象の生き物に対する、強い興味・関心、強い愛を感じ取ることができました。これらの強い気持ちは、中学生も科学者も変わらないことを改めて確信することができました。

今年の最優秀賞は「葉っぱの撥水」に決まりました。葉が水をはじく現象について、葉と、葉の表面についている液体の表面とがなす角度（接触角）を比較の柱にした目新しい手法が大変面白かったです。また、植物の種類も15種類と豊富で、身近な野菜どうしを比較する楽しさも感じられました。さらに、記録の取り方が丁寧で、添付されている写真も見やすく、写真だけでもまるで図鑑のような趣きがありました。このように、作品のいたるところに努力のあとを感じとることのできる点が高く評価されました。

優秀賞は、次の3作品に決まりました。「果物を公平に分ける方法の研究」は、果物の甘さに基づいて公平に切り分ける方法を解明しようとした作品です。果物内にみられる甘みの分布の偏り方を調べ、果物ごとに切り方を提案しています。甘みの分布の偏りを調べるために、果物の組織をすりつぶし、細胞を破壊し、細胞内の成分を抽出する手法をとり、これを13種類の果物について調べるという力作です。「ハダニの生態学的特性とメカニズム」は、環境（温度・湿度、植物、降水）の変化に対するハダニの適応行動について調べた作品です。とても小さな生物の動向を丹念に追いかけて、実験結果もまるで一緒に実験をしているかのように分かりやすかったです。「中学生でも簡単にできる野菜ごみを使ったりサイクルとは」は、“中学生でも簡単にできる”ことをテーマに、私たちが日ごろからその「命」をいただいている野菜について、その「命」を無駄なくすべて利用する方法を提案する作品です。

いずれの作品も、研究テーマについて試行錯誤しながら取り組み、途中過程で発生する新たな疑問を大切にしつつ、研究当初の目的を見失わずに自分なりの結論までたどり着いています。惜しくも今回は受賞に至らなかった作品についても、それぞれに試行錯誤の後を読み取ることができました。途中過程で結論付けに急がず、実験の設定条件の見直しなどに気づくことができれば、さらに質を高めることができると思います。これからも、自然界の不思議さに目を向ける気持ちを大切に、日常生活での自然との出会いを楽しんでください。期待しています。



# 葉っぱの撥水

桐蔭学園中等教育学校 3年 岡部 大地

## 葉の撥水

桐蔭学園中等教育学校 3年  
岡部 大地

1

### 1. 背景(動機)

夏休みになり、北海道の祖父の家に帰省をした。その家の前には自家栽培の野菜が育てられている畑があり、それを活かしたテーマにしようと思い、植物に関する自由研究のお題を調べてみた。すると、葉の撥水がさまざまなサイトで紹介されていて、とても人気な自由研究のお題だと分かった。しかし、それらの多くは多くても3、4種類での比較しかしていなかった。だが、祖父の家の畑にはたくさんの種類の作物が育てられているため、より多くの植物で比較することができる。それにより新たな気づきがあると思った。

### 2. 実験方法

#### I. 実験道具

葉、カメラ、スポットライト、水、水準器(今回はスマホのアプリを使用した)、平らな板、セロハンテープ

#### II. 実験手順

最初に手触りを調べ、実験Aと実験Bをやる。

#### 実験A(接触角を調べる実験)

葉をなるべく平らになるように指で引っ張る。次に、葉の上に水滴を1滴だけスポットライトで垂らし、真横からカメラで写真を撮る。その後、その写真から接触角<sup>1</sup>を調べる。

#### 実験B(水滴が流れる角度を調べる実験)

板に水準器と探ってきた葉を平らな板にセロハンテープで張り付け、葉にスポットライトで水滴を主脈<sup>2</sup>の右と左にそれぞれ1滴ずつ垂らす。その後、板の傾斜を強めていき、水滴が流れた時点での水準器の角度を確認する。

<sup>1</sup> 静止している液体の自由表面が固体の表面に接する所で、液体と固体面とのなす角度。  
<sup>2</sup> 植物の葉の最も太い葉脈。葉身中央を縦に走るものが多い。



2

### 3. 実験結果

#### I. 手触り

図1

シソ	すべすべしている
キュウリ	柔らかくもさもさしている
ナンバン	風船のようにつるつるしている
ナス	キュウリと同じような感じ
ミニトマト	ナンバンと同じような感じ
トマト	つるつるしているが少し固い
ダイズ	少しざらざらしている
モロッコ	少しつるつるしている
ゴーヤ	指が引っかかるゴムのような感じ
坊ちゃんカボチャ	少し指が引っかかる感じ
茶ブドウ	少しだけつるつるとしている
ミツバ	さらさらしている
フキ	少しもさもさとしている
ヨモギ	ゴーヤと同じような感じ
男爵イモ	フキと同じような感じ

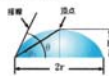
n=15

#### II. 実験A(接触角を調べる実験)の結果

CircuDyn 接触角測定ツールという接触角を測ることのできるアプリを使用した。このアプリでは $\theta/2$ 法という測定方法で測定している。 $\theta/2$ 法とは液滴の半径 $r$ と高さ $h$ を求め下式に代入して接触角を求めることである。

$$\tan \theta_1 = \frac{h}{r} \rightarrow \theta = 2 \arctan \frac{h}{r}$$

さらに、 $\theta/2$ 法は、液滴の左右端点と頂点を結ぶ直線の、固体表面に対する角度を求め、これを2倍することで接触角を求める。



滴の横断断面は円の一部分と仮定でき、幾何学的定理より  
 $\theta = 2\theta_1$  の式になります。

3

結果 単位は[°]

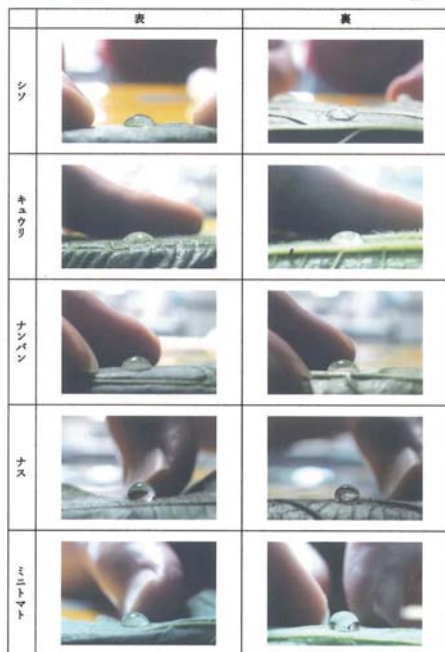
図2

	表	裏
シソ	68	72
キュウリ	56	65
ナンバン	84	71
ナス	103	110
ミニトマト	82	98
トマト	59	89
ダイズ	72	100
モロッコ	57	95
ゴーヤ	71	87
坊ちゃんカボチャ	31	70
茶ブドウ	70	108
ミツバ	52	68
フキ	70	63
ヨモギ	85	113
男爵イモ	73	87

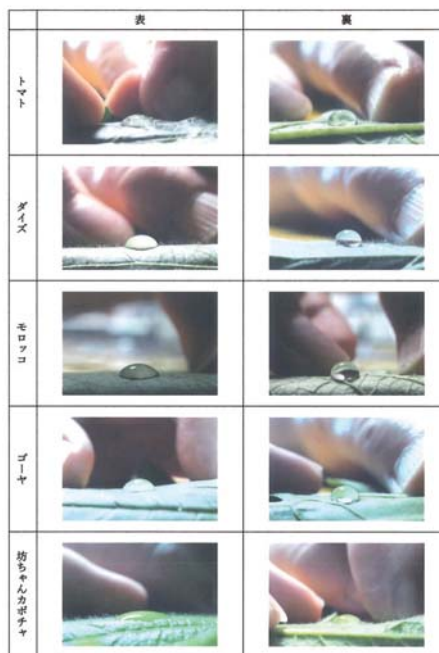
4

葉の上の水滴の画像

図3

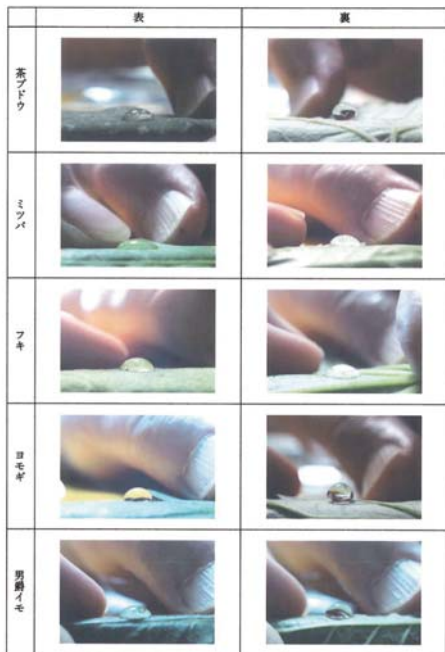


5



中学生の部

6



7

III. 実験B(水滴が流れる角度を調べる実験)の結果<sup>3</sup> 単位は[°] 図4

	面	左	右
シソ	表	21	38
	裏	66	69
キュウリ	表	29	36
	裏	57	-
ナシバ	表	-	-
	裏	-	-
ナス	表	-	-
	裏	-	80
ミニトマト	表	-	-
	裏	-	-
トマト	表	-	-
	裏	-	-
ダイズ	表	-	-
	裏	62	-
モロッコ	表	76	-
	裏	-	-
ゴーヤ	表	-	-
	裏	58	74
坊ちゃんカボチャ	表	50	53
	裏	-	-
茶ブドウ	表	-	-
	裏	28	39
ミズバ	表	57	71
	裏	67	68
フキ	表	-	-
	裏	-	-
ヨモギ	表	21	32
	裏	-	-
男爵イモ	表	-	-
	裏	52	54

<sup>3</sup> 計測した数値の少数点はすべて切り捨て、「-」は傾けても流れなかったこと。

#### 4. 考察

##### I. 実験 A(接触角を調べる実験)の考察

表裏別の数値の平均 単位は[°] 図5

表	裏
66.87	86.40

上記の図5からも分かるように表よりも裏の方がよく撥水している。葉の裏には光合成をするために不可欠な二酸化炭素や呼吸にも不可欠な酸素を取り込む気孔が表よりも多く存在する。その気孔が塞がれてしまうと光合成や呼吸ができなくなってしまうため、裏の方が表よりもよく撥水すると考えられる。

野菜別の表裏の数値の平均 単位は[°] 図6

野菜	平均値
シソ	70.0
キュウリ	60.5
ナンバン	77.5
ナス	106.5
ミニトマト	90.0
トマト	74.0
ダイズ	86.0
モロッコ	76.0
ゴーヤ	79.0
坊ちゃんカボチャ	50.5
茶ブドウ	89.0
ミツバ	60
フキ	66.5
ヨモギ	99
男爵イモ	80

3ページの図2より、接触角が2番目に大きかったナス、6番目に大きかったモロッコ、8番目に大きかった男爵イモの3つには表面に肉眼で見ることができくらしいの小さな毛がたくさん生えていた。



しかし接触角が最も大きかったヨモギにおいては表面に何も生えていないように見えたが、ルーペを使って拡大してみると、とても小さな毛が生えていることが分かった。さらに表と裏を比較すると、裏の方は毛が絡み合っており、表よりも毛がたくさん生えていた。



他にもナスとキュウリは手触りではほとんど同じで毛が生えているのが分かるが、接触角の大きさはナスが2番目に大きく、キュウリは下から3番目で13番目に大きかった。ナスとキュウリでは毛の生えている密度が違うことが分かった。そしてナスもヨモギと同様に毛がとて小さく、キュウリよりも小さかった。



これらのことから毛が多く、より小さい方が接触角が大きくなる。つまり、より撥水するということが多かった。

8ページの図6より、ナスは表でもけっこ撥水するため平均では最も高い。そしてナスは表も裏もあまり接触角が変わらない。つまり、毛の生え方もあまり変わらない。



##### II. 実験 B(水滴が流れる角度を調べる実験)の考察

表裏別の左右の数値の平均 単位は[°] 図7

野菜	表	裏
シソ	29.5	67.5
キュウリ	32.5	28.5
ナンバン	-	-
ナス	-	40.0
ミニトマト	-	-
トマト	-	-
ダイズ	23.0	38.0
モロッコ	-	-
ゴーヤ	-	66.0
坊ちゃんカボチャ	51.5	-
茶ブドウ	33.5	64.0
ミツバ	67.5	-
フキ	-	-
ヨモギ	26.5	-
男爵イモ	-	53.0

10ページの図7より、平均が最も小さいのはヨモギ。よって最も撥水するのはヨモギであることがこの実験からでも分かる。赤の太字は2つ数値から平均を計算するが、数値が1つしかなくただ2で割っただけの平均となっている。

7ページの図4と10ページの図7においての流れた回数 単位は[回] 図8

	表	裏
7ページの図4(実験結果)	11	13
10ページの図7(表裏別の左右の数値の平均)	6	8

実験結果において表は11回、裏は13回流れた。平均の表においても表は5回、裏8回流れた。少しの差だが裏の方が多く流れた。つまり裏の方がより撥水していることが改めて分かった。

##### III. 実験 A(接触角を調べる実験)と実験 B(水滴が流れる角度を調べる実験)の

###### それぞれの平均の比較

実験 A の平均のランキング 図9		実験 B の平均のランキング 図10	
順位	野菜	順位	野菜
1	ナス	1	ヨモギ(表)
2	ヨモギ	2	シソ(表)
3	ミニトマト	3	キュウリ(表)
4	茶ブドウ	4	茶ブドウ(表)
5	ダイズ	5	坊ちゃんカボチャ(表)
6	男爵イモ	6	キュウリ(裏)
7	ゴーヤ	7	ダイズ(裏)
8	ナンバン	8	ミツバ(表)
9	モロッコ	9	男爵イモ(裏)
10	トマト	10	ミツバ(裏)
11	シソ	11	ゴーヤ(裏)
12	フキ	12	シソ(裏)
13	キュウリ	13	モロッコ(表)
14	ミツバ	14	ナス(裏)
15	坊ちゃんカボチャ		

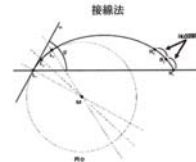
11 ページの実験 A の平均の図 9 と実験 B の平均の図 10 を比較するといくつかは似たような結果になっているため、接触角が大きい方が流れる角度は小さくなる事が分かる。しかし、実験 A ではナスは 1 位なのに実験 B ではナスは最も下にいることが分かる。原因は感想で説明。11 ページの図 10 の赤の文字は 2 つの数値から平均を計算するが、数値が 1 つしかなくだ 2 で割っただけの数値になってしまうため、元の計測した数値をそのまま記載している。※10 ページの図 7 は 2 で割っただけの平均なので少し違う。

## 5. 発展

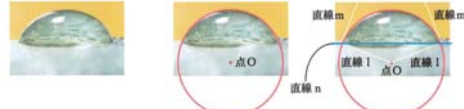
今回の実験では使用しなかったが、ハスの葉の表面に超微細な突起があるためとても撥水する。サイズは数マイクロメートル程度。1 マイクロメートルは、約 0.001 mm、人の髪の毛の太さは 0.08 mm なので、とても小さいことが分かる。この突起物がクッションとなり水滴を支え、撥水効果を生んでいる。さらに、ハスの突起物の先端には水に溶けにくいワックスがついている。突起物の凹凸とワックス、この 2 つの相乗効果で、泥水が気孔に侵入するのを防ぎ、高い撥水性を実現している。こうした撥水効果を、ハスの英語名称 (Lotus) から「ロタス効果」と呼ぶ。私たちの生活では、ロタス効果から生まれた技術がさまざまな場面で実用化されている。例えば、しゃもじは表面にお米がつかないよう加工が施されているが、この加工もロタス効果の凹凸と同じ原理。さらに、ヨーグルトがふたの内側につかない理由もロタス効果を応用したもの。

## 6. 感想

最初は  $\theta/2$  法ではなくカーブフィッティング法と接線法を組み合わせた独自の方法で接触角を測ろうと思っていた。カーブフィッティング法とは、液滴の輪郭形状が真円または楕円の一部分をなすと仮定し、指定された区間内 (フィッティング区間) のすべての観測座標を使って最小二乗法フィッティングを行う。この計算により、真円または楕円のパラメータを決定し、端点における微分係数を求めて接触角を算出する方法。接線法とは下図のように液滴端点近辺を球の一部とみなし、円弧上の点 L1、L2、L3 から円 O の中心 M を求め、点 L1 における円の接線を求めることができる。求めた円の接線と直線をなす角度が液滴左側の接触角となる。同様に円弧上の点 R1、R2、R3 から液滴右側の接触角を求めることができる方法。



独自の方法とは、水滴に沿って円を描き、その中点 O から水滴の角まで直線 l を伸ばす。次に直線 l に直交し水滴の角を通る線 m を引く。円と直線 l と直線 m の交点に真横の直線 n を引く。そして直線 m と直線 n の角度を測り、その角度の平均を求める。



この方法で水滴を 6 つほど測っていたが、専用のアプリがあることが判明し、そちらで計測をやり直すことにした。やはり専用のアプリの方が楽だった。

最初は実験 B だけでやろうと思っていたが、接触角というのを学校の化学の授業の時に先生が少しだけ話していたのを思い出し、やり方などをネットで調べて、カメラと雲を置くだけで接触角の計測を再現することができた。そのため、実験 A の実験方法や実験結果は満足している。しかし、実験 B はあまり満足していない。実験 B では接触角が大きくても流れない水滴もあり、あまり精度が高くないかもしれないので、もう少し工夫をするべきだったなと思っている。もっと試行回数を多くし平均を出してより正しい数値にすることや、もっと傾ける速度をゆっくりにするなどがあると思う。実験 A は葉脈に付くと水滴がいびつな形になってしまうため葉脈がない場所に水滴を垂らす必要があったため、実験 A は難しかったと思う。実験 B も葉脈に付かないように水滴を垂らしているが、傾けているときに付いてしまった。また、葉脈が多い、葉が小さいなど葉脈に付かないように水滴を垂らすことができることもあった。このようなことで葉脈に付いてしまうと、水滴が表面張力によってなかなか流れないこともあったので難しかった。小学生の時に自由研究というのは 1 回しかなく夏休み中に何か実験をするというのが 2 回目、その小学生の時の自由研究はとても簡単なお題にしたため、真面目に自分で実験をするというのが人生で初めてだった。それでも、実験成功といってもいいと思うほど、全体の結果としては満足している。

## 7. 参考文献

- ・ goo 国語辞書: 主眼 (しゅみん) とは? 意味・使い方をわかりやすく解説  
<https://dictionary.goo.ne.jp/word/%E4%B8%BB%E8%84%88/>
- ・ goo 国語辞書: 接触角 (せつしよくかく) とは? 意味・使い方をわかりやすく解説  
<https://dictionary.goo.ne.jp/word/%E6%8E%A5%E8%A7%A6%E8%A7%92/>
- ・ 岡さんの「流相流は流体シミュレーション解析で勝負!」 第 3 回 自由表面流解析(2)  
<https://www.cradle.co.jp/media/column/a307>
- ・ 艶のある葉っぱイラストのフリー素材  
<https://illustimage.com/?id=6095>
- ・ 接触角 (ぬれ性) とは  
[https://www.face-kyowa.co.jp/science/theory/what\\_contact\\_angle/](https://www.face-kyowa.co.jp/science/theory/what_contact_angle/)
- ・ ハスが水を弾くのはなぜ? 日常に応用されるロタス効果を解説  
[https://jp.mitsubishichemicals.com/jp/molp/article/detail\\_20220627.htm](https://jp.mitsubishichemicals.com/jp/molp/article/detail_20220627.htm)
- ・ サボレガ, 【理系大学生】実験レポートの書き方【保存版】  
<https://saborepo.com/experiment-all-process/2185/>
- ・ サボレガ, 実験レポートの実験方法の書き方と注意点  
<https://saborepo.com/experimental-method-making/1707/>



# 果物を公平に分ける方法の研究

横浜国立大学教育学部附属横浜中学校 2年 桑原 玄親

## 着想

夏休みに入り、家族でスイカを食べることが多くなった。ある時、家族に量として均等に切り分けたものに甘さのバラつきがあり、公平に分けることができなかった。では公平にわけるとはどうしたらよいか？くだものは場所や味が変化する。それを指標に切り分けられはよいのではないかと思ったそこで、測り易さを考慮し、甘みを指標に公平に分ける方法について考えることにした。

## 目的

果物の甘さに基づいて公平に切り分ける方法を明らかにすること

## 測定方法

### 方法

果物を部位で分け(次のページ以降のシートで記述)、フルーツナイフで切り出した実をマイクロコンピュータ用ホモジナイザーで破砕してから遠心分離した。マイクロピペッターで果汁を得て、これを糖度計で糖度を計測した。

それらの結果をシートに書き、糖度の広がり方を確認し、最適な切り分け方を決定した。

### 器具

糖度計 (Portable Refractometer ATC製)、マイクロピペッター (Eppendorf製)、マイクロチューブ (Eppendorf製)、マイクロコンピュータ遠心分離機 (Model8864 WAKEN製)、マイクロホモジナイザー (住友ペーパークラフト製)、フルーツナイフ 洗浄瓶

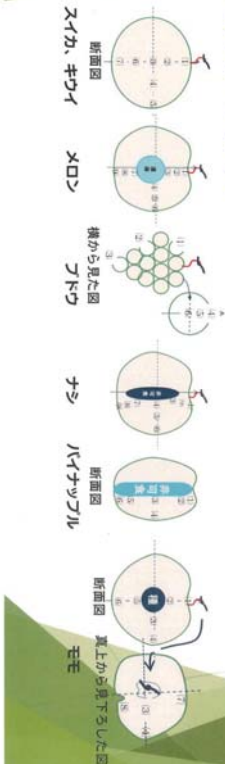
## 予想 (甘みの偏り方) > 最善の切り分け方

- 皮の内側が全て可食の果物は中心 (スイカ、キウイ：スイカ型) 皮の内側すべてが可食だが中心は液体 (メロン型) 切り分け方：全員に中心付近が均等にいきわたるように軸に沿って半月状にカットすること。
- ぶどうのように房状になっている果物は房の先端の実が甘い (ブドウ型) 切り分け方：先端とその他がそれぞれ全員おなじになるように中央に可食しない部分がありたて軸に対して胴がほぼ対称なものは、花側 (茎の反対側) が甘い。(ナシ型)
- 切り分け方：ウリ型と同様に半月状にカット。
- 軸に近いところほど甘く、茎側と葉側で甘みが違う (パイナップル) 切り分け方：中心の軸に沿って半月状にカット。
- 中央に可食できない部分があり、軸に対して胴は非対称なものは、花側 (茎の反対側) が甘く、胴回りの甘みには方向性がある (壬午型) 切り分け方：形の偏りを考慮して縦に左右半分に切った上で左右共にさらに軸に沿って半月状に分け、左右の数が偶数で揃うように分ける

## 対象の果物

クワダスイカ (新潟産)、キウイ (ニュージーランド産)、ゴールデンキウイ (ニュージーランド産)、ライデンメロン (熊本産)、藤稜 (ぶどう：横浜産)、デラウェア (山形産)、ピオーネ (山梨産)、ウインク (ぶどう：山梨産)、幸水梨 (山梨産)、豊水梨 (横浜産)、パイナップル (フィリピン産)、おどろき桃 (福島産)、川中島白桃 (長野産)、さくら白桃 (山梨産)

## 測定する部位









# ハダニの生態学的特性とメカニズム —環境に対する行動可塑性—

横浜国立大学教育学部附属横浜中学校 2年 戸澤 潤

## 1. 研究の動機

今年、小学校に入学した妹が夏休みの宿題でアサガオを育てていた際、アサガオの葉に微小な生物が繁殖しているのを偶然目にした。葉が白く変色していたため害虫なのではと調べると、これらの微小生物が「ハダニ」という0.5mm内外の微小なダニの一種が寄生していたと分かった。また、植物の葉から養分を吸い取って白く変色させるなど、植物に重要な影響を及ぼす生態学的特性と繁殖力をもつことが調べて分かった。ハダニの生態に深い興味を抱き、研究することにした。

また、ハダニは現在まであまり人間との関係が目立たず、その生態についての研究も限られているため、新たな生態の発見の可能性が高い研究対象と考えた。ハダニの生態とハダニを取り巻く環境にはどのような関係があるのだろうか？ハダニの生態を活かす方法はないのだろうか？調べることにした。

## 2. 研究の目的

ハダニの行動可塑性に焦点を当て、ハダニに取り巻く様々な環境要因の変化に対して、どのように行動を変化させるのかを実験や文献調査で明らかにする。ハダニの生態と植物への影響や、その生態学的特性や繁殖力のメカニズムを明らかにしたい。また、その生態を日常生活や農業に活かせる方法はないのかを探索する。

具体的には、次の3点を重点に置いて研究を進める。  
① ハダニの行動可塑性が、異なる温度・湿度条件に対してどのように変化するのか、そのメカニズムも明らかにする。  
—実験Ⅰ・Ⅱ

② ハダニの植物に対する影響が、異なる植物種においてどのように変化するのか、そのメカニズムも明らかにする。  
—実験Ⅲ

③ ダニの行動可塑性が、降水などの環境ストレスに対してどのように変化するのか、そのメカニズムも明らかにする。  
—実験Ⅳ



⇒これら3つの重点を踏まえたハダニの生態やそのメカニズムを、日常生活や農業に活かす方法は？

## 3. ハダニについて

### 3-1 代表的なハダニの識別方法

一口に「ハダニ」といっても、日本にはおよそ90種類以上のハダニ科が生息し、それぞれが独自の生態を持っていることが多い。そのため、今回のアサガオに寄生したハダニがハダニの中でもどの種類なのかを明らかにする必要がある。そこで、事前に代表的なハダニを見分けられるための「ハダニ簡易識別法(粘着板法)」という方法でハダニがどの種類かを明らかにした。

図1・ハダニ簡易識別法(粘着板法)の手順

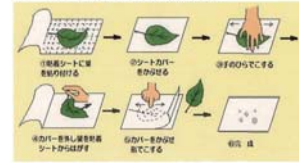


写真1 図1の結果

鳥取県病害虫防除所「ナシ・ハダニ類」(参考文献1)より

表1・粘着板に発現した虫体液の色による代表的なハダニの3種類の別

	小斑点が赤色	小斑点が緑色	小斑点が赤色と緑色
成虫大の斑点が緑色		ナミハダニ	
成虫大の斑点が赤色	クワオオハダニ	カンザワハダニ	クワオオハダニ/ カンザワハダニ
成虫大の斑点が赤色と緑色	ナミハダニ/ クワオオハダニ	ナミハダニ/ カンザワハダニ	///

表2・代表的な3種類のハダニの特徴

	クワオオハダニ	カンザワハダニ	ナミハダニ
卵	赤色	淡黄色	淡黄色
幼虫	淡赤色	ナミハダニと似る	淡黄色で両脇腹が黒色
若虫	暗赤色	第1若虫:淡黄色 第2若虫:淡赤色	同上
雌成虫	暗赤色	鮮やかな紅色	淡黄色で両脇腹に黒色部

注)ハダニ1世代 卵→幼虫→第1若虫→第2若虫→成虫 (1世代約2週間)

写真2・ハダニの事前観察



粘着板をガムテープで代用してこの方法を行ったところ、粘着板に発現した虫体液が赤褐色だった。また事前に自宅の顕微鏡で観察した結果、今回採取したハダニは卵が淡黄色、幼虫がナミハダニと似た淡黄色で、成虫が暗赤色をしていた。(写真1・2を参照)これらの結果から表1と表2より、今回採取したハダニは、代表的なハダニの一種である「カンザワハダニの仲間」であると考えられる。

表3・実験結果Ⅰ

	グループA(室温25℃)	グループB(冷水10℃)	グループC(屋外35℃)
活動の様子	成虫から幼虫まで、ほぼ全ての個体が葉の表面で活動をした。ほとんどは常に動き続けたが、毎分2mm以上動く個体は少なかった。	成虫から幼虫まで、半数程度の個体が葉の表面で活動をした。毎分5mm以上動く個体もいたが、半数近くはほとんど動かなかった。	実験開始後、成虫から幼虫までほとんどの個体が毎分1cm以上動き非常に活発に活動をした。
気温	24.0℃~25.0℃	水温10℃前後	35~38℃
湿度	50%~53%	51%~54%	35%~40%
光条件	室内のライト(約15lux)	室内のライト(約15lux)	晴天時の直射日光(約625lux)
実験の様子(写真)			

実験の様子は以下のURL/QRコードでそれぞれのグループの様子を放映した動画で見られます。(動画は左からグループA・B・Cの順番で表示されます)

<https://photos.app.goo.gl/pvc5e3pesW64tRPA>



### <動画の加工方法>

- ① ハダニの様子を撮影した動画をGoogleフォトにアップロードする。
- ② 容量を小さくするために一部を放映する。(10秒×120倍速=20分)
- ③ 葉の中でも活動が激しい部分に拡大する。

### 4-3 考察

まず、カンザワハダニは室温範囲であるグループA(25℃)で活動している間は、比較的活発に移動しておりほとんどが葉の表面で活動をした。また、成虫から幼虫までの個体が活動している。

次に、低温の環境であるグループB(10℃)では、カンザワハダニの活動が制限されている様子が見られる。半数程度の個体が活動し、一部の個体は速い移動をしていたが、全体的な活動量は低下している。これは、低温がカンザワハダニの活動に悪影響を与えていることを示唆している。

最後に高温の環境であるグループC(35℃)では、カンザワハダニの活動が非常に活発で、ほとんどの個体が速い移動を行っている。グループCの高温条件下での活動が増加していることから、カンザワハダニはある程度高温に適応していることが示唆される。一方、実験における湿度の違いも、カンザワハダニの活動に影響を及ぼしていることも考えられる。湿度は生物の代謝や行動に影響を与える要因で、生態系においても重要な役割を果たしている。そのため、気温だけの条件ではなく湿度の違いによる影響も調査する。(実験Ⅱ)

## 5. 実験Ⅱ(図3を参照)

複数条件の違いによるカンザワハダニの行動の変化はどのようなものかを確認するために、複数の湿度条件を設定し比較する。

### 5-1 実験手順・材料・結果の予想

#### <実験手順>

- ① 実験Ⅰと同様に採取したハダニを、グループD(湿度90%)・グループE(湿度70%)・グループF(湿度50%)の3つの湿度条件を用意する。  
—高湿度環境(グループF)を作る際に小型加湿器を使用
- ② 各グループに同じ数だけハダニを用意して図3のように、ガラス容器に撮影できるようにサラップをつけたものを飼育容器にする。
- ③ 3時間程度放置して、レゴで作成したスマホ用の台にスマートフォンを設置しタイムラプス機能で撮影してカンザワハダニがどのように行動をするのかを観察する。(行動の頻度や移動距離などの様子)



図3 実験Ⅱの模式図

注)実験Ⅰと同様にデジタル温度計を用いて、それぞれの実験グループの温度が一定に保たれているか確認し、湿度などの環境パラメータも計測する。

#### <実験材料>

実験Ⅰ+小型加湿器・タロル(湿度90%の環境を作るため)

#### <結果の予想>

ハダニは水を嫌う性質があるため高湿度の環境になるほど、活動が鈍くなると考えられる。

### 5-2 実験結果

得られた実験結果を表にまとめた。(表4)

表4・実験結果Ⅱ

	グループD(湿度50%)	グループE(湿度70%)	グループF(湿度90%)
活動の様子	成虫から幼虫まで、多くの個体が葉の表面で活動をした。半数以上が活発に移動して、グループの中で最も活動が激しかった。	およそ半数の個体が葉の表面で活動をしたが、グループDよりも活動をする個体は少なかった。幼虫は活発に動いているものがあった。	成虫・幼虫ともにほとんど活動をしなかった。特に成虫は完全に活動をしなくなった。
気温	24.5℃~26.5℃	25.0℃~27.0℃	24.0℃~26.5℃
湿度	50%~53%	69%~72%	90%~92%
光条件	室内のライト(約15lux)	室内のライト(約15lux)	室内のライト(約15lux)
実験の様子(写真)			

実験の様子は以下の URL/QR コードでそれぞれのグループの様子を放映した動画で見られます。(動画は左からグループ D・E・F の順番で表示されます)

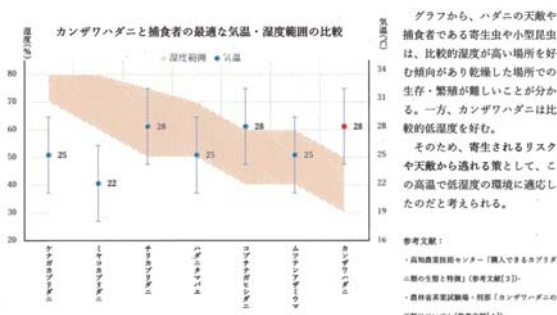
<https://photos.app.goo.gl/V4dJMa5wXpvjCrzT7>



5-3 考察

まず、グループ D では、成虫から幼虫まで多くの個体が葉の表面で活動しており特に幼虫は活発な動きを示した。活動が激しい個体が一部存在したことから、個体差や生命段階による影響も考えられる。一方、湿度が高い条件(70%および90%)では、活動の頻度が著しく低下した。これは高湿度下でのカンザワハダニの活動が抑制されることを示唆している。気温は各グループ間でわずかな差があるものの、活動の違いに直接的な影響を及ぼしたとはいえない結果で、光条件も同様に実験グループ間で一貫した違いは見られなかった。これらのことから、カンザワハダニは湿度が行動に与える影響が大きい生物であると考えられる。

実験 I と II をまとめると、カンザワハダニは高温で乾燥した気候を好む傾向があると考えられる。実際に、カンザワハダニの主な活動時期は7月～8月の高温低湿の気候の時期で爆発的に繁殖する。(参考文献[1]) グループ C で、これまでのグループの中で最も活動が激しかったのは、まさに高温低湿の環境だったからと考えられる。なぜ高温低湿の環境をカンザワハダニは好むのかを考えると、生存と繁殖においてメリットが多いからだと考えられる。次のグラフはハダニの天敵や捕食者の発生しやすい環境を示したものだ。



次に、寄生する植物種の違いによるカンザワハダニの行動を観察して、生態を明らかにする。

6. 実験III (図4を参照)

カンザワハダニはアサガオ以外の他の植物での環境に、どのように適応するかを確かめるために、複数の植物を用意する。今回は、仏壇に供える花(仏花)のあまのり4種類の花(菊・ケイトウ)を対象に実験を行った。

6-1 実験手順・材料

<実験手順>

- ① 鉢が育てているアサガオからカンザワハダニが寄生している同じくらいの大きさの葉を数枚採取して、それぞれを3つに切り分ける。
- ② 4種類の花(紫菊・黄色い菊・白菊・ケイトウ)にアサガオの葉を切り分けたものを上部・中部・下部におく。(ハダニが十分に移ったら、アサガオの葉は処分する。)
- ③ 1週間放置して、カンザワハダニが新しい植物の環境でどのように適応しているかを観察する。(植物の花・葉の様子等)

注)カンザワハダニの様子は放置する間も定期的に確認して、ハダニが菊などに移ったら、アサガオの葉を処分する。

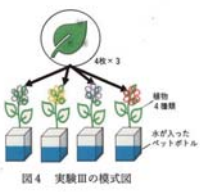


図4 実験IIIの模式図

<実験材料>

- (ア) スマートフォン: 観察記録用
- (イ) 上部を切ったペットボトル4本: 植物の容器用
- (ウ) 水: 植物が枯れないようにするため
- (エ) 品種が違う菊(3種類)
- (オ) ケイトウ
- (カ) カンザワハダニが寄生したアサガオの葉(4枚)
- (キ) ハサミ: 葉を切り分ける用



写真5 実験の様子

写真5: 実験に使用した植物・0内は品種名 参考文献[5]



ケイトウ 紫菊(精ひさな) 黄色い菊(精ことは) 白い菊(精の輪)

6-2 実験結果



写真6 菊の葉にみられた幼虫 写真7 花びらでみられた幼虫 写真8 花びらが脱色された

- ・アサガオの葉をわいた場所を中心にそれぞれの植物にカンザワハダニが移動したことを確認できた。
- ・どの種類もカンザワハダニによって葉が脱色することはなかったが、葉の裏に大量に寄生していた。(写真6)
- ・どの植物も共通して、カンザワハダニ幼虫が花びらに集まっていた。(写真7)
- ・紫菊(精ひさな)でカンザワハダニに脱色されたと思われる花びらがあった。(写真8)

6-3 考察

実験に使用したすべての植物種に移動して葉の裏や花びらに寄生したことから、カンザワハダニが広範な植物種に適応できる、高い適応能力があることが示唆される。アサガオの葉にすでに大量のカンザワハダニが寄生して脱色していたため、新たな餌となる寄生先を求めて移動することができることも分かる。また、カンザワハダニは葉の裏や、花びらに集中して集まっていた。これは、カンザワハダニは植物液を吸汁するため、植物液が吸いやすい葉の裏の葉脈(ぼんだ)部分に集まっていたからだと考えられる。このことから、カンザワハダニは寄生した植物の生育が悪化するのと異なる別の植物に寄生し、餌となる植物液が吸いやすい部分に集まると示唆される。



この行動から、カンザワハダニはアサガオのように植物液を吸汁して葉が脱色又は白い斑点が現れると考えられるが、菊もケイトウも葉は脱色していなかった。しかし、写真8のように紫菊の花びらに白い斑点が現れたことから、完全に寄生しないわけではないと考えられる。

最後に水分というハダニにとってストレスになるものを加えたときのカンザワハダニの行動の変化を調べる。

7. 実験IV (図6を参照)

環境ストレス(水分)を与えた時のカンザワハダニの行動の変化はどのようなものかを確かめる。

7-1 実験手順・材料

<実験手順>

- ① 実験 I と同様採取したカンザワハダニを、グループ A(水分を与えない)・グループ B(葉の表面のみ水分を与える)・グループ C(葉の裏のみ水分を与える)・グループ D(牛乳を与える)の4つに分ける。
- ② カンザワハダニが寄生していない葉4枚をそれぞれグループごとに違う条件で水分を与える。(水は霧吹きで、牛乳は軽くしみこませた)

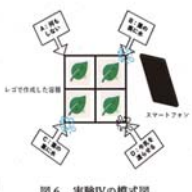


図6 実験IVの模式図

- ③ カンザワハダニをグループごとの葉に移した後、レゴで作成した4つに分けた飼育容器に移す。(写真10)
- ④ 1時間程度放置して、レゴで作成したスマホ用の台にスマートフォンを設置しタイムラプス機能で撮影してカンザワハダニがどのように行動をするかを観察する。(行動の頻度や移動距離などの様子)

注)牛乳を使用したのは、身近で表面張力が水よりも強い物として水と比較したいからだ。

<実験材料>

- (ア) スマートフォン・タイムラプス機能(120倍速): 観察記録用
- (イ) レゴで作成した飼育容器: 4つの部屋に分けられている。(写真10)
- (ウ) 簡易スマホ台: レゴで作成したスマホを固定する台
- (エ) 水・牛乳(適宜)
- (オ) カンザワハダニが寄生していない葉(アサガオ4枚)
- (カ) カンザワハダニ

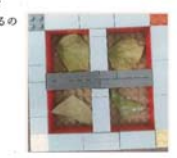


写真10 レゴで作成した飼育容器

7-2 実験結果

得られた実験結果を表にまとめた。(表5)

グループ	ハダニの行動	移動距離
グループ A (水分を与えない)	成虫も幼虫もすべての個体が葉の上で活動をした。グループの中で最も活動が激しい。	多くの個体が毎分5mm以上動いた。
グループ B (葉の表面のみ水分を与える)	グループ A と比べて活動がかなり鈍くなっている。葉の表面から裏に移動する個体のみ見られた。	半数が毎分2mm以上動いた。
グループ C (葉の裏のみ水分を与える)	グループ B よりも活動が鈍くなっている。成虫はほとんど動く様子が見られなかった。	ほとんどの個体が毎分2mm以上動かなかった。
グループ D (牛乳を与える)	ほとんどの個体があまり活動をしなかった。(死滅したとみられる)	ほとんどの個体があり活動しなかった。

実験の様子は以下の URL/QR コードでそれぞれのグループの様子を放映した動画で見られます。

<https://photos.app.goo.gl/WaV1my4BZ2fPnRZG6>



7-3 考察

水分を継ぐ性質があるハダニ類は、グループ A のように水分を与えない条件下でも最も活動が激しかったことは容易に推測できる。グループ B とグループ C の比較から、葉の表と裏に水分を与えた時の活動に違いが生じたことが分かる。葉の表面と裏面では水分の吸収量が異なることと、カンザワハダニは葉の裏に多く寄生することが原因と考えられる。グループ B で水を避けるために、表面から裏面に移動する個体もみられたことから、カンザワハダニは降水の際に生存率を上げるために裏面に寄生することが多いのだとも考えられる。

また、グループ D で牛乳を染み込ませた葉で、ほとんどの個体が活動をしなかった。牛乳は水よりも表面張力が強いので、微小なカンザワハダニは牛乳の薄い膜で窒息死する個体が多かったと考えられる。この実験から、カンザワハダニは降水などの水分に弱く、特に表面張力が強い液体に弱いこと、生存率を上げるために裏面に寄生することが多いということが考えられる。



# 中学生でも簡単にできる野菜ゴミを使ったリサイクルとは

横浜国立大学教育学部附属横浜中学校 3年 栗原 颯一

## 中学生でも簡単にできる野菜ゴミを使ったリサイクルとは

3年 栗原 颯一

### 1 研究の動機

研究を行う理由は主に2つある。一つ目はTVで野菜ゴミの再利用について紹介されていたのを見て、野菜ゴミの再利用について興味を自分でできるものを作れるのか、またどのような方法が考えられるのか研究をしたくなったから。二つ目は地球温暖化への対策につながると思っただけでなく、最近よく聞く言葉で地球温暖化や食品ロス、SDGsなど地球環境に関することがニュースや学校の授業などで取り上げられている。その中で自分は社会の授業から地球温暖化の日本の現状や世界的な問題点などの具体的な内容を知り、野菜ゴミを使ったリサイクルを行い、燃やして処理するゴミを少量だけでも少なくすることができれば地球温暖化への対策につながり環境的に良いのではないかと考えたから。

### 2 研究の目的

研究の目的は各家庭から出てくる野菜の皮や根などの野菜のゴミを中学生でも実践できるぐらい簡単なリサイクル方法を考え、新しい野菜ゴミの使い方を明らかにするという事を目的としている。

### 3 研究の方法

研究を進めさせるために文献調査と実験を複数回行い、どのような方法が一番野菜ゴミのリサイクルにつながるのかを考えていく。

#### (1) 文献調査

文献調査では、野菜ゴミのリサイクルの具体的な方法やリサイクルを行うことで作れる物の詳細や各家庭から出てくる野菜ゴミの特徴などについて調べ、それらの情報を実験の手順や具体的な根拠として考えていくために文献調査を行う。

#### (2) 実験

野菜ゴミのリサイクルについて文献調査で調べた方法をもとにして実際に実験を行う。本当に野菜ゴミを活用してリサイクルを行うことはできるのか、またリサイクルをして実際に使えるようにできるものになるのかを明らかにする。そしてどの方法が一番中学生でも簡単にできる野菜ゴミのリサイクルに適しているのかを定義のもとにして複数の方法を比較しながら実験を行う。

### 4 研究の内容

#### (1) テーマの定義について

##### ① 「中学生でもできる」の定義について

テーマにある「中学生でもできる」という定義は、中学生が一人だけで実際に実験を行い野菜ゴミを処理させることはできるのかという面を判断する。

##### ② 「簡単」という定義について

「簡単」という意味はこの実験では、実験内で使うものを中学生が手に入れ、一人で使うことができるのか、またリサイクルによって作ったものを実際に使うことができるのかという面を判断する。

##### ③ 「リサイクル」の定義について

テーマにある「リサイクル」という言葉は、辞書で調べると「日常生活において発生する不要物や産業活動に伴い副次的に得られた物品を、資源として再生利用、あるいは有価物を回収・再生して有効利用すること」と定義されていた。これを基にして、「野菜ゴミを資源として有価物(価値のある物)に変え有効活用できるようにする」という事が今回の実験中のリサイクルの定義だ。

「堆肥作りのススメ」という本から堆肥化の工程やその原理について以下のような情報を得ることができた。堆肥化を行う工程としては主に二段階あることが分かった。その二段階は、一次発酵と二次発酵の2つがありこの1つの発酵で土の中に入れたゴミの菌数が始まり土の中にいる虫や微生物たちが土の中にあるゴミを食べるなどの働きにより野菜ゴミが分解され虫や微生物から出てくる糞などの栄養が土につき肥料として使えるようになり柔らかくなる。また発酵の際に熱が出てくるのは微生物や虫などが土の中でゴミを食べることや動くことにより熱が発生するそしてこの熱が堆肥化を成功させる上で土に栄養がつけるときに必要なので大切という事も分かった。

#### ④ 考察

堆肥の工程やその工程の原理などを理解することができて文献調査①②での疑問点が解決して根拠として深まることができた。また一次発酵や二次発酵などの実験で行うことの原理を理解することができて根拠が明確になった。

#### ⑤ 発酵を行う虫や微生物について

発酵を行う虫や微生物の詳しい種類について虫ならミミズやハエやダニなどの生ごみを食べる虫たちが発酵を行う。微生物ならカビなどの糸状菌やバクテリアなどのパルチス菌が影響していることが分かった。また発酵を行う微生物の詳しい名称は、有用微生物といわれ堆肥化を促進させてくれる役割がある。

#### ⑥ 考察

発酵を行う虫や微生物について詳しく調べることで堆肥化の原理をより具体的に説明可能として使えるようになったと考えた。

#### (4) 肥料と方法の評価について

今回作る堆肥を肥料として考える基準は、第一に野菜を育てられるという事が重要だと考えた。この考えはテーマのリサイクルの基準にもつながり、ただ土ではなく有価物として実際に野菜を育てられることが大切だと考えた。そしてここで考える野菜を育てるというのは、市販で売られている肥料よりも優れた肥料を作れるというわけではなく野菜ゴミを処理して作った堆肥が野菜を育てることができるという事が大切なのではないかと考えた。二つ目においという面がある。堆肥化では野菜ゴミを発酵させるという事であり臭いが出てくる。出来るだけ臭くないほうが家庭的な面からテーマの中学生でもできるという定義の中で中学生が一人で行うことができるという考えにもつながると考えた。最後に堆肥を作る上での時間という面だ。テーマの簡単と中学生でもできるという部分に当てはまり堆肥を行う上で時間がかかるとはやい時間がかかると。手間がかかるとテーマの内容にそぐわないと考えた。この3つの面から堆肥で作った肥料と実際に実験をして出てきた事を評価してどの方法がいいのかを比較しながら考えていく。

#### ⑦ 考察

堆肥化の方法と堆肥化から作った肥料についての評価を決めることにより比較する際に根拠が明確になると考えた。

#### (5) 堆肥化に関する実験

##### ① 実験目的

実験目的は実験アイウ共通で、実験を実際に中学生の自分が一人でいど方法が一番テーマの定義に当てはまるのかまた(4)で決めた評価基準に当てはまる方法なのか判断するためだ。

##### ② 実験方法

###### A. ダンボール

1. ダンボールを縦向きにする。(なるべく高さがあるものを使う。また底部は二重にしておく)
2. ダンボールにコップとともみ殻くん炭を半々に入れ混ぜる。
3. 2で作った土に腐んだ生ごみを入れ混ぜる。
4. 1週間に1回少量の水を与える。

#### ④ ①②③の考察

テーマについて定義を定めることで文献調査と実験の結果を比較する際の判断に正確性が上がり情報収集の根拠と信頼性が上がった。

#### (2) 野菜ゴミのリサイクル方法

##### ① 文献調査

###### A. 堆肥について

「誰でもできる生ごみ肥化作戦」という本から次のような知見を得た。生ごみ(この実験では野菜ゴミ)を処理するためには堆肥という方法が優れているという事が分かった。この堆肥という生ごみを腐らせた発酵させた肥料の事で、堆肥のやり方についてもコンポストを使ったやり方など色々な方法があるという事が分かった。堆肥の主な効果については植物の成長を促進させるという土や土を柔らかくするなどの効果があるという事が分かった。

###### B. 市販で売られている商品について

野菜ゴミのリサイクル方法に共通する市販で売られている商品のなかでは、野菜ゴミを素にして作っているおやさいクレヨンという商品があることが分かった。このクレヨンは、特別な米油と野菜などの使わなくなった部分を使いクレヨンを作るという商品があることが分かった。

###### C. リポベジ(再生栽培)について

リポベジとはリポベジタブルの略であり再生栽培という意味がある。野菜のヘタや根本などをもちにして専用の機械または促進剤を使い野菜を育てるという方法があることが分かった。

##### ② 考察

文献調査から野菜ゴミのリサイクルには堆肥やリポベジなどの方法がある事を知ることができた。リポベジや堆肥をもとにどのような方法がいいのかを比較する必要があると考えた。比較した中で市販で売られているおやさいクレヨンなどは企業で作っているおやさいクレヨンに適した油や接着剤を使っているから技術的にも難しいのではないかと考えた。そしてリポベジに関しても専用の機械や促進剤を使うことがテーマの簡単という事にそぐわないように考えた。一方堆肥に関しては、調べただけで3つの方法が見つかり専門的な物をリポベジやおやさいクレヨンと比較してあまり使っていないだったので、この3つの方法の中では堆肥が一番テーマに適した野菜ゴミのリサイクル方法だと考えた。

#### (2) 野菜の種類について

##### ① 文献調査

リサイクルを行う際に分かりやすく使えると考えたので野菜の種類について調べ以下のような知見を得た。野菜を種類別にするとうるま類(だいこん、にんじんなど)、葉菜類(白菜、キャベツなど)、果菜類(きゅうり、野菜チヤなど)の3つがありそれぞれの食べる部分の事(葉菜類なら葉っぱ)を言う。

##### ② 考察

野菜の種類について調べ実験を行う際の比較の材料として使えると考えた。

#### (3) 堆肥の原理について

##### ① 文献調査

「誰でもできる生ごみ堆肥化作戦」という本から次のような知見を得た。堆肥の主な手順について基本の手順は、土とゴミ(今回なら野菜ゴミ)を混ぜ発酵を行う中で菌やミミズやダニなどの虫や微生物の影響で発酵が行われその際に30~40度くらいに熱が出てくるという事が分かった。

##### ② 考察

堆肥化を行う中で虫や微生物の影響で熱が出てくるという事が分かったので、虫や微生物がどういった影響を与えるのかを調べると根拠が深まると考えた。

#### ⑤ ①②での疑問点について

#### 5. 3週間発酵させて完成。

##### イ. 密閉容器

1. 野菜ゴミの水分を絞っておく。
2. 密閉容器に野菜ゴミとばし肥を混ぜる。
3. 2で混ぜた物を1週間間の当たらない場所で寝かせる。
4. プランターに赤玉土と黒土、腐葉土を入れる。
5. 4のプランターの真ん中に1週間発酵させた②を入れて1か月発酵。

##### ウ. 土のう袋

1. 土、米ぬか、水を1:1:0.5の比率にして用意する。(野菜ゴミの量によって変わる)
2. 1で用意した量の物を土のう袋に入れて混ぜ合わせる。
3. 軽く握って固まらぐらいになった土のう袋の口をねじる。
4. 雨の当たらない場所に置き置いたら2~3日冬なら4~5日放置する。
5. 4で放置した物の中に野菜ゴミを入れる。
6. 袋を結び軽く床にたたき空気を通りやすくする。
7. 2~3日発酵させ完成。

##### ③ 実験結果

使用した野菜 葉菜類(キャベツ、白菜、レタス)、根菜類(ごぼう、ジャガイモ、だいこん)、果菜類(かぼちゃ、きゅうり、トマト、ナス)

図1 ダンボール(左から果菜類、葉菜類、根菜類)



図2 密閉容器(左上から根菜類、葉菜類、果菜類、プランターに移したもの)



図3 土のう袋(左から果菜類、葉菜類、根菜類)



#### ④ 実験アイウの考察

##### A. 実験後の堆肥の考察

実験アイウを通してすべての堆肥が発酵前よりも土が柔らかくなっている事が分かった堆肥化はされているのではないかと考えた。また実験アの葉菜類が分かりやすいが1か月近く発酵させても完全には分解されていない

事が分かる。においについては、密閉容器の実験はお餅のような臭いがしてにおいという面では、ダンボールと土のう袋はにおいがたの土であったため比較してみてにおいという面では劣っているのではないかと考えた。実験アイウに関して共通していることは、発酵による温度の上昇が不安定という面がある。まだ実際に植物を育てていないので断定はできないが、温度上昇が不安定なことや時間があまりかかっていない所から考えると不完全な堆肥なのではないかと考えた。しかし堆肥の段階での考察なので実際に育ててみて確認する必要があると現段階では考えた。

イ. 実験後の堆肥化の方法についての考察  
 実験アイウを通してすべての実験は中学生一人でも行うことができたので、テーマの「中学生でもできる」はどの実験も達成していると考えた。次に堆肥化の方法について(4)で考えた時間に関しては、密閉容器とダンボールの実験では1か月以上時間がかかっているのに対して土のう袋の実験は2週間ほどで作ることができた。その事からメリットで考えると手間がかからず簡単にダメリットで考えると完全に発酵してはいないのではないかと考えた。次にテーマの「中学生でもできる」と「簡単」の基準については、実験で使うものは中学生の自分で全て手に入れることができた。しかし密閉容器の実験で使うばし肥はホームセンターのような日常的な場所で手に入らず、植物の専門店などでしか手に入らなかった。またダンボールの実験で使ったココピートや燐炭なども同じく専門店からしか手に入ることができなかった。これらの事を考えると密閉容器とダンボールの実験はできないが土のう袋の実験も劣っていないのではないかと考えた。

⑤実験アイウで作った肥料を使い野菜を育てる  
 ア. 実験概要  
 テーマのリサイクルにつながり実験アイウで作った肥料は有価物なのかを確かめるために実際に野菜を育ててみる。今回栽培する野菜は完全に育てる期間が短いラディッシュを使って実験を行う。肥料の効果を観察するためにプランターでラディッシュを栽培する一般的な栽培方法で実験を行い自分で作成した堆肥以外の肥料を使わずに実験を行う。

イ. 結果  
 実際にラディッシュを育ててみた結果が以下の通りだ。全体的にラディッシュの芽は出ているが、実を育てられたのは土のう袋の実験だけだった。またラディッシュを育てるのに十分な期間があったのに完全に育たなかった。

図4 土のう袋(左上根菜類, 右上葉菜類, 左下果菜類, 右下中下で育てたラディッシュ)



図5 ダンボール(左から果菜類, 葉菜類, 根菜類)



図6 密閉容器(左から果菜類, 葉菜類, 根菜類)



ウ. 考察  
 結果から考えると全ての方法で芽は出てきたが、ダンボールと密閉容器の実験が芽だけで実の部分が発育できなかった。それに比べて土のう袋の実験は実の部分が発育していたがまだ成長しきっていない状態だった。そこから考えるとこの3つの実験の中で一番有価物に通している物は、土のう袋の実験で作った土なのではないかと考えた。

表1 堆肥化に関する実験方法を定義別表

	ダンボール	土のう袋	密閉容器
におい	土のにおい	土のにおい	お餅のような臭がツンとするにおい
「中学生でもできるのか」	可能	可能	可能
「簡単」	日常的の使わない物があり揃えるのが大変だが作業は簡単だ。	中学生が一人で揃えられる日常的な物を使っている。作業も簡単だ。	日常的の使わない物があり揃えるのが大変だが作業は簡単だ。
「リサイクル」	完全には育てられなかった。	育てることはできたが不完全な状態。	完全には育てられなかった。
時間	約1か月	約2週間	約1か月

⑥ 堆肥化に関する実験を踏まえて観察と結論  
 堆肥化に関する実験を踏まえて表1から考えるとテーマの「中学生でもできるのか」については3つの実験でどれも一人でできていることが分かる。次にそれぞれの課題点をもとに考えると「におい」については密閉容器だけが手順の中で土の中に入れて発酵を行っていた。この事から臭いにおいしていると考えた。また「簡単」という面では、ダンボールと密閉容器の実験では植物関係の専門的なお店に行かないと手順の中で必要な物が手に入れないので簡単という面は、土のう袋が一番優れていることが分かる。そして「時間」という面では「簡単」同様土のう袋が一番使う時間が少なく当初予想していた発酵があまりできていないのではないかと疑問もラディッシュの実の部分まで成長していたは、3つの中では土のう袋の実験だけで「時間」「簡単」などのすべての定義で土のう袋が一番優れているのではないかと考えた。現段階では中学生でも簡単にできる野菜のゴミを使ったリサイクルは土のう袋の実験だと考えた。しかし完全にラディッシュが育っていないことを考えるとさらに改良が必要である。

⑦ 文献調査について  
 ア. 文献調査

堆肥化に関する実験をより「簡単」にするために文献調査を行った。文献調査から堆肥化には、LFC コンポストという商品があることが分かった。このコンポストはバック形状になっているのが特徴でバックに土と野菜を入れるだけで3週間で堆肥化をすることができるといものがあることが分かった。

イ. 考察  
 LFC コンポストは時間という面でも土のう袋ほどではないが速く発酵することができる。またバック形状で日常でも家に置くことができるのでLFC コンポストの良さを土のう袋の実験方法に混ぜたものと考えたのではないかと考えた。

⑧ ⑥で考えたことをもとに考えた実験  
 堆肥化に関する実験をもとに土のう袋を中心とした実験方法を考えた中で前回の実験の反省点もあった。発酵時の温度が不安定という問題を解決する事と文献調査で調べた LFC コンポストの形状などを混ぜて考えれば、有価物として完全に堆肥化でき解決するのではないかと考えた。

ア. 実験の目標  
 自分で実験方法を考えてみて温度については湯たんぽで堆肥に適した 40 度～50 度の温度の環境を作るとい事を目指した。湯たんぽ、保温材、保温バックを使っている。使う土としては前回の土のう袋の実験で作ったタネと呼ばれる土を作り、使っている。

イ. 実験方法  
 ①保温バックの端に湯たんぽを張り付け保温材を敷き詰める。  
 ②前回の土のう袋の実験で使ったタネ(水:土:米ぬかを1:1:0.5で土のう袋の中に入れて混ぜるそしてそのまま夏場なら2日～3日冬なら4日～5日発酵させて作るもの)を作る。  
 ③2で作ったタネをバックの中に入れて1週間分の野菜ゴミを混ぜる。2:1の割合で入れ20日から30日発酵させる。

ウ. 結果  
 3日目と25日目(左が3日目, 右が25日目)



エ. 考察  
 湯たんぽの影響もあり温度計でみると 42～44 度を維持しており前回は出てこなかった微生物が働いている裏づけ(白くモヤモヤしたもの)になる物が3日目から出てきた。また15日目で発酵を止めたが、土の中を見てみると野菜ゴミが完全になくなっており完全に堆肥化できているのではないかと考えた。また臭いにおいは特にしていなかったので定義にも沿っていると考えた。

⑨ ⑧の実験で作った肥料をもとに植物を育てる。  
 ア. 実験方法  
 前回と同様に今回育てるのはラディッシュで育てる期間も前回と同じで20日の期間を使って一般的な方法をもとに育てていく。

イ. 結果

二十日開栽培したもの収穫したラディッシュ(左が収穫前, 右が収穫後)



ウ. 考察  
 自分の考えた実験で堆肥化を行い土のう袋の実験ではまだ完全に育ちきってなかったラディッシュも自分で考えた実験なら完全に育ちきっているのが分かる。また3つの実験の反省点でもあった完全に発酵していないから育っていないという反省もこの実験では堆肥化の際に発生する熱やラディッシュが完全に成長していることから改善されると考えた。また考えた5つの定義も他の実験と比べ中学生が一人で実行した事や臭いにおいがなかった事、有価物として実際に野菜を育てられた事など定義に沿っていることから中学生でも簡単にできる野菜のゴミを使ったリサイクルはこの実験方法だと考えた。

5. 研究の成果と課題  
 本研究を通して次の知見が得られた。中学生でも簡単にできる野菜のゴミを使ったリサイクルは、堆肥化であるという事が分かった。堆肥化のメリットとしてたくさん方法があるという事が本実験で分かった。本研究では土のう袋、密閉容器、ダンボール、LFC コンポストの4つの方法で実験を行い実際に中学生一人だけで実験を行っても肥料を作ることができた。またその肥料を使い実際に野菜を育てることができた。自分で作った肥料に対して自分で考えた定義に沿って評価する事ができた。次に研究の課題としては、堆肥化を実際に行ってもらうまでが大変という事だ。堆肥化の魅力を理解してもらえないかもしれない事や外で堆肥化を行っている虫が出てくるのでそれに抵抗を感じる人もいられないかもしれないという事だ。これがあるので堆肥を実際に行ってもらうまでが大変なのではないかと感じた。一回必要な道具をそろえたら何回でも野菜ゴミに合わせて堆肥化できる必要なものを集めたり堆肥化をする前までが難しいという所がある。また、堆肥化を何も知らない人に実践してもらうのは時間をかけてしまう事や初見での理解の難しさなどから他人に実験を行ってもらうことができなかった。他人に実験をしてもらうという面ができていなかった。

6. 参考文献  
 堆肥化推進協会(2010)。「だれでもできる生ゴミ堆肥化大作戦」合同出版p24～p30  
 堆肥化推進協会(2010)。「これでわかる生ゴミ堆肥化Q&A知っておきたい88の理論と実践」合同出版p68～70  
 循環生活研究所(2017)。「堆肥づくりのスヌーモコンポストのある生活」循環生活研究所 p13～18  
 汚泥肥料に関する基礎知識(一般向け)：農林水産省(maff.go.jp),1月4日14時5分  
 モグク堆肥 | 株式会社モグク(maruta-mogura.co.jp),12月20日12時35分  
 おやさいクレヨン - お米と野菜から作られた安心安全なクレヨン(guyasai-crayon.com),1月20日13時30分



# 並木地区に流入する河川の環境とマハゼの最適釣獲条件～目指せ並木の釣り名人～

横浜市立富岡東中学校 1年 木村 虎徹

## <目的>

単刀直入に言うと、僕は釣りが下手だ。年に数回しか釣りをしないため、経験不足ということもある。そこで、経験不足をデータで補うこととした。釣り好きの父を見ていると、釣りは場所がとても大切だと、とても感じさせられる。そこで、僕の住む並木地区を流れる富岡川でポイントごとに水質や底質を分析し、最もマハゼが釣れる場所や条件を検討した。さらに検討した条件と一致する並木地区の河川で再現性を確認することを目的とした。

## 試験① マハゼが最も釣れる条件の特定

### <試験①ー方法>

同程度の潮位となるように、2日連続で15～19時に行うとし、試験は富岡川で8月18日～8月19日に行った。紐付きのバケツで川の水面から採水し、水温および塩分を測定した。測定には母が味噌汁用に使用する塩分計を借用した。また、底生魚であるマハゼの生息環境をより詳細に分析するために、下層を採水する装置も考案した。下層の採水は灯油ポンプの先に3mのホースを接続し、空気が漏れないようにビニールテープで複数回巻いた。ホースの先にはおもりを取り付け、浮かび上がらないようにした。採水後、各ポイントで30分間、竿を出し、釣りによる生物採集を行った。また、釣りは天秤仕掛けを使用し、仕掛けを着底させてアタリを待った。釣り上げた魚は魚種を同定し、尾数および全長を計測した。この時、根掛かりの状況と後日干潮時の目視調査を行い、底質を確認した。各ポイントの環境と釣れた魚の尾数などを比較し、最も釣れる条件を考察した。

## <試験①ーポイント紹介>

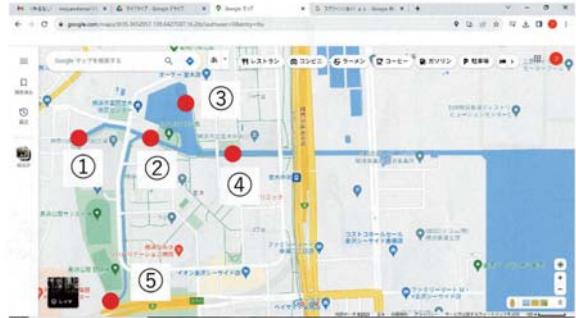


図1 富岡川のポイントマップ

### ①本流最上流部



今回調査したポイントの中で最も最上に位置する。暗渠部の開口部があり、開口部には満潮時でも1m程度の段差がある(写真4)。海から遡上する魚の魚止めとなっている。

### ②支流合流点



今回調査したポイントの中で唯一の合流地点である。富岡川の本流(写真5右)と支流(写真5左)との合流地点となっている。支流名については国土地理院などの地図にも記載がなく不明である。

## <試験①ー結果>

表1 河川環境と釣れた魚の関係(富岡川)

ポイント名	試験日	開始時間	終了時間	表層水温(°C)	表層塩分濃度(%)	底質	尾数(尾)				平均全長(cm)	
							マハゼ	キビレ	マハゼ	キビレ	マハゼ	キビレ
①本流最上流	8/18	16:00	16:30	29.0	0.06	砂	4	1	9.8	13.3		
②合流点	8/18	16:50	17:20	31.4	0.10	牡蠣殻or砂	1	-	8.8	-		
③ふなだまり	8/18	17:50	18:20	33.5	0.30	砂	6	-	9.2	-		
④下流(プリン公園橋)	8/19	16:20	16:50	32.5	0.30	牡蠣殻or砂	-	-	-	-		
⑤支流最上流	8/19	17:20	17:50	29.8	0.20	砂	-	-	-	-		

まず、下層採水装置で採水することができなかった。都市型河川は護岸が高く、揚程が長過ぎた。

次に河川環境と釣れた魚の関係(富岡川)を表1に示した。表層水温は暗渠部から淡水が流入している本流および支流の最上流部のみが30°C以下であった。最高水温(33.5°C)を記録したふなだまりで最もマハゼ(写真10)が釣れ、次いで最低水温(29.0°C)を記録した本流最上流で良く釣れた。釣れたマハゼの平均全長が最も大きかったのは水温が最も低い本流最上流で、次いで水温が最も高いふなだまりだった。

塩分濃度は0.06～0.3%であった。最高塩分(0.3%)を記録したふなだまりで最もマハゼが釣れ、次いで最低塩分(0.06%)で良く釣れた。釣れたマハゼの平均全長が最も大きかったのは最も塩分濃度が低い本流最上流で、次いで塩分濃度が最も高いふなだまりだった。

## <試験①ー釣れた魚>

### ・マハゼ

分類;スズキ目ハゼ科ハゼ属

全長;20～25cm

分布;日本をはじめ亜熱帯から温帯域の東アジア。

特徴;左右の腹ビレが一体化し吸盤状になっている。

生息環境;淡水～汽水



写真10

### ・キビレ

分類;スズキ目タイ科

全長;45cm前後。

分布;千葉県以南の太平洋側および兵庫県以南の日本海側。

特徴;クロダイと似ているが、ヒレが黄色い。

生息環境;海水～汽水、内湾。



写真11



# セキセイインコの羽のヒミツ ～役割をもつ1枚1枚の羽～

相模原市立谷口中学校 1年 上野 紗代

中学生の部

## ▽結果

	水中	取り出した後
頭	すぐに縮んだ	先の方がボサボサしている
顔	細長くなった	緑がボサボサしている
腹	ボサボサした感じ	匂け目かできてボサボサした感じ
背	丸まった(反る)感じ	緑がボサボサしている
尾脂腺付近	細長くなった	内側に反って細くなっている
風切羽	目立たず変化なし	おびただしくない。水を弾いていた
セパル尾羽	目立たず変化なし	緑が内側に反っている。水を弾く
尾羽	少し細くなった	緑が内側に反っている。水を弾く

★フワフワしている羽(上4段)は乾くのが速い。  
しかりしている羽(下4段)は乾くのが遅い。



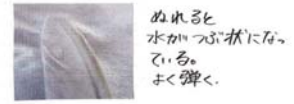
フワフワしている羽。  
左から頭、顔、腹、背



ぬれるとボサボサした感じに。乾くのが速く。フワフワに戻る。



しかりしている羽。  
左から風切、尾脂腺付近、尾羽、尾羽



ぬれると水がこぼれなくなる。乾くのが速く。

## ▽考察

フワフワした羽は水を弾きにくい。乾くのは遅い。一方でしかりした羽は水をよく弾く。全体がしかり乾くのは速い。この結果から、弾き方と乾き方は羽の種類によって異なることが分かった。そして私は、弾き方や乾き方の違いは、それぞれの羽の意味や役割が異なるからだと考えた。

## 羽の種類と役割

### ▽目的

羽の種類とはたらきを調べ、水の弾き方と乾き方との関係を明らかにする。

### ▽調べ方

色や形、大きさなどの見目で分け、行動と関係をつけて考え、はたらきを調べる。正式な名前はいんターネットや本を使う。

### ▽3種類の羽

明らかに違いのある羽が3種類あった。



＜綿羽＞(ダウンヒモ)  
ふわふわしている。体の外側から見るとふわふわしている。発情のフェーズに入ると、ふんふんで大きく見せたりカラフルな色で、メス(雌性)へのアピールの役割がありそう。体をとおしている羽には、水をよく弾かない。一方、乾くのは速い。速く乾かないと、全身が冷たくなり、体温を奪われてしまうからだろう。保温効果もありそう。



＜体羽＞(正羽の一種)  
下の方(羽根の)はふわふわしている。全身体羽におおわれている。発情のフェーズに入ると、ふんふんで大きく見せたりカラフルな色で、メス(雌性)へのアピールの役割がありそう。体をとおしている羽には、水をよく弾かない。一方、乾くのは速い。速く乾かないと、全身が冷たくなり、体温を奪われてしまうからだろう。保温効果もありそう。



＜正羽＞(正羽の一種)  
羽軸を含めてしかりした羽。風切羽は翼に、尾羽は尾に生えていて、飛ぶと広がる。そのため、飛ぶ役割がありそう。水をよく弾くのは、飛ぶのにぬれると重くなり、うまく飛べなくなってしまうからだと考えられる。他の羽に比べて細長く、シャツしている。

## ▽考察

羽の役割は保温と飛ぶための2つだと考えた。また、保温の役割があると考えた羽は水の弾きやすさや乾きやすさを優先し、飛ぶための役割があると考えた羽は乾きやすさや弾きやすさを優先し、それぞれの役割をより発揮できるようにできていると考えた。このことから、羽の役割と水の弾き方は関係があるといえるだろう。

## 羽はたかく翼のつくり

### ▽目的

鳥の最大の特徴である「飛ぶ」こと。(飛べない鳥であるが)飛ぶのに必要な翼はどのように羽が生えているのか調べる。

### ▽今までの行動

翼を大きく広げて飛ぶ。たくさん羽が生えていた。風切羽がもっとも大きくて、

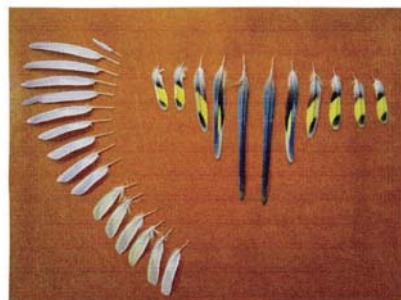
### ▽調べる方法

羽標本をつくる!! (並べてみる!)

### ▽準備するもの

抜いた羽。

### ▽簡単に並べてみた





# 花の色～花の色はどうやってついているのか～

桐蔭学園中等教育学校 3年 西村 六花

## 7 結果

・茎  
茎を切って観察してみたが色水が通った形跡はなく緑色であった

## ・色素

	ベンジン	アンモニア
キバナコスモス オレンジ	黄	赤
オシロイバナ 紫(濃)	黄	緑
テッポウユリ白	黄(薄い)	黄
サルビア 赤	変化なし	青(紫)→黄
ジニア 黄	黄	赤(オレンジ)
アルペンアスター 紫	変化なし	緑、水色
ブルーサルビア 青	緑	青の部分→緑 白の部分→黄



ベンジン



アンモニア水



キバナコスモス



ベンジン



アンモニア水

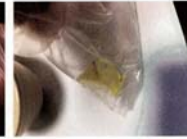


オシロイバナ

5



ベンジン



アンモニア水



テッポウユリ



ベンジン



アンモニア水



サルビア



ベンジン



アンモニア水



ジニア



ベンジン

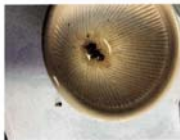


アンモニア水



アルペンアスター

6



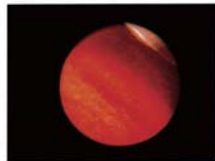
ベンジン



アンモニア水



ブルーサルビア



オレンジ色の花びら

## 8 考察

結果からそれぞれの色素が含まれているかが分かる。

キバナコスモス オレンジ	① (赤が出たのでわからない部分がある)
オシロイバナ 紫(濃)	①×②×③
テッポウユリ白	①×②
サルビア 赤	③
ジニア 黄	① (赤が出たのでわからない部分がある)
アルペンアスター 紫	②×③
ブルーサルビア 青	②×③ (緑が出たのでわからない部分がある)

これらのことから花びらには色素があり、それぞれ3大グループに分けるこ

とができた。また、花の中にはいろんな種類の色素が混じっているものもあることが分かった。特に薄い色は①のカロテンが多く含まれている。逆に濃い色は②のフラボノ類、③のアントシアノ類が多く含まれている。しかし、事前調べで

7

はなかった赤色に変色したりするのは不思議である。かなり強く反応してしまったのではないかと私は考えた。

茎の中をみてみたが篩管と道管それぞれ色がついている様子がなかったので水によって花に色がついているわけではないと考えられる。

花びらを観察してみたところ、ところどころ薄くなっている部分があった。もしかしたら光の反射も関係するのかもしれない。

## 9 感想

今回、様々な色の花びらを摘み取ってそれぞれの色素が含まれるかを実験してみて楽しかった。いつも何とも思わず綺麗だなと思って通り過ぎる花だが、よく近くで観察してみると不思議な能力を持った生物だと実感することができた。今度はその色素が植物の中でどうやって作られるのかを実験してみたい。種子の中には花の色と同じ色が付いているわけではない。ものすごく私はこれについて知りたいと思っている。今後も今までごく自然で当たり前だったことに目を向けて、メカニズムがどうなっているのかという疑問を持ち続けようと思う。

## 10 参考文献

- 改訂版 花の色の謎

発行日:1986年9月10日 発行所:東海大学出版会

著者:安田 寮

- Googleの画像検索

8



# 苔の成長～人間より早く生まれた苔の成長とは?～

桐蔭学園中等教育学校 3年 渡辺 理央

## 1.研究の目的

私は夏休みに、鎌倉で苔テラリウム体験を行いました。苔テラリウムとは苔を瓶に植えて、育てることです。苔は意外にも植えるのは難しく、苔の性質をいかした場所に植えてあげることが重要です。また、苔で有名な妙本寺にも行って苔を見ました。妙本寺にはたくさんの苔が生えていて、苔ってこんなにたくさんの種類があるのだと思いました。毎日気にしていなくても、実は地球にやさしい「苔」。苔は自然に委ねるだけで成長する偉大な生命力を持った植物です。本研究の目的は苔がどのような条件で成長するのかを調べることです。そして、他の植物と比べたらどうかを実験しました。この実験をすることで、苔について知ることができると思ったからです。

## 2.苔について

### (1)苔の種類

ホンモンジゴケ  
(妙本寺)



### (2)苔の能力

#### ① 貯水能力

乾燥時は0.5～0.6kg<sup>m</sup>だが、降雨時は6.4～10.3kg<sup>m</sup>  
この貯水力がヒートアイランド現象緩和につながる

#### ② 屋上緑化

苔で建物を緑化させると室温の変化を抑制できる

#### ③ 偉大な生命力

### ハツカダイコンの種

Soil for MOSS-Terrarium (苔むすび)

花と野菜の土 (肥料は含まれていない)

ペットボトル下半分 × 10

自所のスポンジ

水道水

### (2)方法

まず初めに5つの容器に土を入れ、日の当たる室内でハツカダイコンの種一つの容器に4つずつまき、発芽させた。5日目には5つの容器のハツカダイコンの発芽を確認し、以下の様な5つ条件に分けて、ハツカダイコンの成長を観察した。⑤の容器は、ハツカダイコンの土をはらい、水を入れたペットボトルに浮かべ動かないように周りをスポンジで固定した。

### 条件

- ① 室温 光○ 水やり○
- ② 室温 光○ 水やり×
- ③ 室温 光× 水やり○
- ④ 冷蔵庫 光× 水やり○
- ⑤ 水中 光○ 水やり○

5日目に5つの容器に4つは苔用の土を入れ、1つの容器に4本のヒノキゴケを植えた。

5日目はスポンジに穴をあけて、4本のヒノキゴケを入れ、水に浮かべた。ハツカダイコンと同じく①から⑤の5つの条件に分けて成長を観察した。

1日に1回ハツカダイコンとヒノキゴケの長さを測定し、観察を行い、比較した。

## 4.実験予想

ハツカダイコンとヒノキゴケはいずれも室温、水、光が必要なのではないかと考え、①が一番育つのではないかと予想した。

## 5.実験結果

