

発芽後の植物は、

何をたよいに生長していくか



碧南市立新川中学校 2年1組

市川 良

与謝野 祐平

1. 研究の動機

小学校では、植物の種が発芽するためには「温度、空気、水」が必要だと学びました。また、発芽後の植物の生長には、「温度、空気、水」に加え、「養分」が必要だと学びました。植物は、その養分を「光合成」を行って、自分で作り出します。光合成には、「日光」が必要です。

日光を求めて植物は、生長していくと考えられますが、もやしは日光の当たらない暗いところで育てているのに上の方に育っていきます。

僕たちは、発芽後の植物にとって、何が生長の方向を決めているのかを知りたいくなり、研究を進めることにしました。

2. 研究を始める前に

今回の研究は、植物の生長の方向は何で決まるかを知ることが目的なので、発芽した植物の種子を用いることにしました。土や脱脂綿の上で発芽させてみましたが、横向きや逆さにしたときに土は崩れやすく、脱脂綿では水分が下にたれてしまいます。また、水を含んだ脱脂綿上に種を置くだけでは、発芽率もかなり低下することが分かりました。そこで、水分を保ち、土のようにぼろぼろと下に落ちない「オアシスミニベット」を用いることにしました。(右上写真) 逆さにする場合は、発泡トレー2枚ではさみ、横からピンで固定しました。(右中写真)



また、同じ条件で実験をするには、なるべく早く同品質、同種の発芽した植物を手に入れる必要があります。そこで、いくつもためした結果、「ブロッコリーの芽」(株式会社トーホク)を使用することにしました。予備実験では、3～5日間くらいで発芽し、発芽率は80%以上でした。発芽までにそれほど時間がかからず、実験を何度も繰り返すことができるため、これを用いることにしました。(右下写真)



3. 研究の目的

発芽後の植物は、何をたよりに生長していくかを調べる。

4. 研究の内容

植物は、通常上の方に発芽します。発芽時の状態のまま上に向けて栽培すれば、さらに上を向いて生長していきます。では、発芽後の植物を横向きや下向きにした場合、どのようになるのでしょうか。さまざまな向きに設定し、実験で確かめることにしました。

実験1 発芽後の植物を上・横・下に向けて育てるとどの方向に育つか。

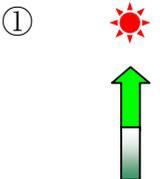
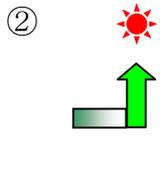
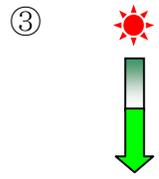
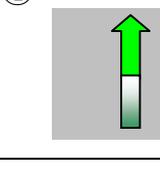
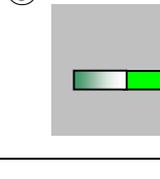
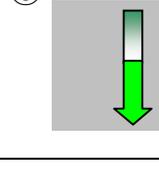
<予想>

植物は、自分で栄養分を作り出すために「光合成」をしていると理科の時間に学習しました。光合成は、葉緑体で太陽の光エネルギーを用いて営まれます。

これらのことから、植物は明るいところでは、「太陽」をめがけて生長していくと予想できます。しかし、太陽があっても下向きにおいた場合は、地球が引っ張る力=重力に負けてしまい下向きに生長すると予想しました。(予想①～③)

一方、日が当たらない暗いところでも育つ、もやしもあります。そこで、暗いところでは、太陽が見えないため、植物は置かれた方向にまっすぐに生長していくと考えました。(予想④～⑥)

予想をまとめると以下の表のようになります。

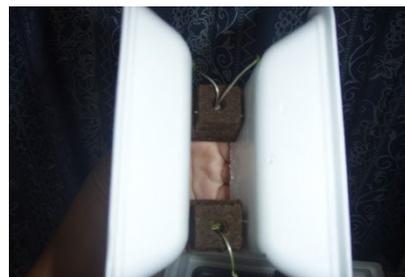
	上向きに置いた場合	横向きに置いた場合	下向きに置いた場合
明るいところ	① 	② 	③ 
暗いところ	④ 	⑤ 	⑥ 

※図中の長方形  は、植物が下から上に発芽したことを表します。

<結果>

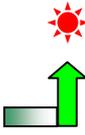
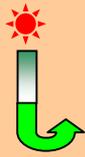
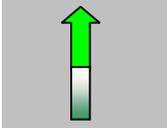
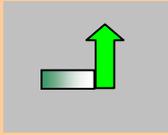
明るいところでは、発芽後の植物は、太陽のある上の方に向けて生長しました。

右写真は、③の実験後、下側から撮影したものです。植物がオアシスミニベッドをまわって上のほうに生長していく様子が分かります。



一方、暗い所では全体的に育つのが遅く、葉の色が薄くなりますが、どれも上向きに育ちました。

結果をまとめると、以下のようになります。

	上向きに置いた場合	横向きに置いた場合	下向きに置いた場合
明るいところ	① 	② 	③ 
暗いところ	④ 	⑤ 	⑥ 

※ ■ 部分は、予想と違っていたところ です。

< 考 察 >

明るいところで発芽後の植物が、上を向いて生長していくのは、僕たちの予想通り、光合成をよりできるように葉を上の方に向けていたいからだと説明できます。

暗いところに置いて、同じように上を向いて生長していくことが今回分かりました。しかし、理由が説明できません。暗いところだと植物が生長の目標とする、太陽の方向が分からないはずですが。

暗いところでは、育つスピードが遅く、葉の色が薄くなるため、間違いなく光合成をしなければ、植物は丈夫に育ちません。太陽の方向が分からないのに植物は生長の方向を「上」と決めているのです。太陽以外に何をたよりに生長していくのでしょうか。

調べ学習 植物はどの方向に生長していくのか。

考えに行き詰ったので、インターネットで調べることにしました。すると、次のようなことが分かってきました。

無重力状態の宇宙で植物を育てると、植物は茎をどの方向に伸ばせばよいのかわからなくなってしまう。

無重力状態の宇宙空間でも、光があれば植物は光合成をするためにその方向に生長していくことは想像できます。しかし、暗いところでは全くその方向性が定まらないようです。僕たちがやった実験とは結果が違います。

僕たちは、この違いの原因を地球上にあって、宇宙空間にないものだと考え

ました。それは、地球が物体をひきつけようとする力＝「重力」です。

そこで、次のような仮説を考えました。

【仮 説】

発芽後の植物は、「重力」を感じるため、横に置かれても下に向けられても重力と反対の方向＝「上」方向に生長していこう。

地球上にいれば、必ず「重力」がかかります。重力なしの状態は、遊園地のフリーフォールなどがそうですが、「重力なし」の状態をずっと保つことは難しいし、僕たちの力では再現できません。

そこで、植物が感じている「重力」以上の力がかかれば、植物はそれを感じ、その方向に逆らう方向に育つのではないかと考えました。

物体に力をかけ続ける方法として、遠心力に着目し、さまざまな方法を考えました。

遠心力を得る方法	採用・不採用
①バケツにひもをつけぐるぐる回す。	何日も連続で回し続けることができないため不採用。
②回転装置をつくる。	ギア比を考えて、回転速度も変えられるが、重いオアシスミニベッドを回転し続ける力がないため不採用。
③電動ろくろを用いる。	新川中学校は陶芸をやっていて陶芸室に電動ろくろがあるが、発熱・発火の恐れがあると美術の先生に断られてしまったので不採用。
④レコードプレーヤーを用いる。	理科の先生に相談したところ、今はほとんど使わないレコードプレーヤーが新川中学校にあることが分かりました。しかも、持ち運びのできるポータブルであるため借りることにしました。(採用！)

レコードプレーヤーには中央に突起があるため、それを避けるためにおわんを伏せて台を作りました。(下左写真) また、その上にトレーを乗せて、遠心力でオアシスミニベッドが外側に飛ばされないように工夫しました。(下右写真) これにより、一度に数個のオアシスミニベッドを乗せることができ、同条件で実験を行うことが可能になりました。



実験 2-1 レコードプレーヤーで「33回転」の遠心力をかけながら植物を育てるとどのように育つか。

今回のレコードプレーヤーは、ビクター製で回転数が33、45、78回転の切り替えがついています。まずは、回転数を33回転で行うことにしました。

条件として、次の3つの向きに植物の向きを設定しました。

- ① 回転面に対して上向き
- ② 回転方向に横向き
- ③ 回転と逆方向に横向き
- ④ 回転の中心に向かって内向き

<予 想>

遠心力のかかる外側と反対の中心に向かって植物は、生長するだろう。

植物の設置した向き	予 想
①回転面に対して上向き	(横から見た図)
②回転方向に横向き	(上から見た図)
③回転と逆方向に横向き	(上から見た図)
④回転の中心に向かって内向き	(上から見た図)

<結 果>

すべて予想と異なり、①~④すべての植物が上を向いて、生長しました。

<考 察>

すべてが上を向いてしまったのは、遠心力が弱かったため、いつもの通り重力と反対の方向に向いてしまったと考えました。つまり、今回用いた「33回転」の遠心力が植物にとって「重力」に勝るものではなかったためだと考えました。

そこで、レコードプレーヤーの回転数を一気に最高の「78回転」に設定することにしました。

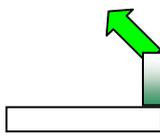
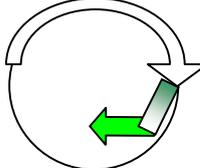
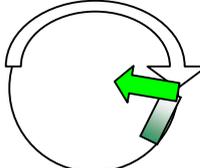
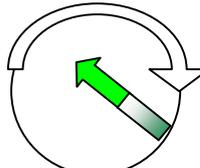
実験2-2 レコードプレーヤーで「78回転」の遠心力をかけながら植物を育てるとどのように育つか。

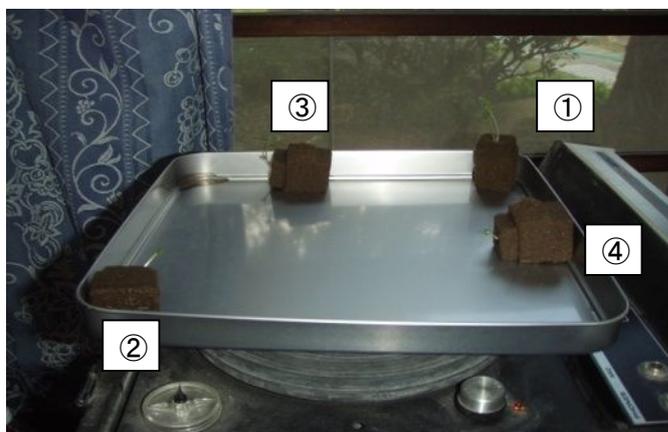
今回は、**実験2-1**で行った33回転の回転数を78回転に変えただけで、他の条件はすべて同じにしました。

<予想>

実験2-1での予想と同じように考えました。

<結果>

植物の設置した向き	結果
①回転面に対して上向き	 <p>真横ではないが、中心に向かって生長した。</p>
②回転方向に横向き	 <p>中心に向かって少し傾いた。斜め上にも生長した。</p>
③回転と逆方向に横向き	 <p>中心に向かって傾いた。斜め上にも生長した。</p>
④回転の中心に向かって内向き	 <p>上から見ると中心を向いているが、斜め上に生長している。</p>



<考 察>

実験 2-1 の「33 回転の遠心力」のもとでは、植物は「重力」を優先して、遠心力の影響を受けずに生長したと考えられます。しかし、実験 2-2 の「78 回転の遠心力」のもとでは、植物は重力よりも「遠心力」を優先して生長していくと考えられます。

植物が、「重力」よりも「遠心力」を感じるようになるのは「33 回転」と「78 回転」の間と予想しました。そこで、「45 回転」の場合はどうなるかを実験してみることにしました。

実験 2-3 レコードプレーヤーで「33 回転」と「78 回転」の間の「45 回転」の遠心力をかけながら植物を育てるとどのように育つか。

<予 想>

実験 2-2 より影響を受けることが少ないが、実験 2-1 のように全く影響を受けないことはないと思います。

<結 果>

「①回転面に対して上向き」と「④回転の中心に向かって内向き」の場合が、やや中心を向きましたが、他の 2 つは、影響が認められませんでした。

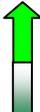
<考 察>

45 回転では、33 回転よりも遠心力が生じるため、植物へ多少の影響は認められました。しかし、78 回転ほどの影響力はなく、このあたりの回転数から植物が重力よりも遠心力を感じてくると考えられます。

5. 研究のまとめ

発芽後の植物は、回転円盤上に乗せ遠心力をかけて育てると遠心力の反対側すなわち中心の方向を向いて生長していきます。

今回分かったことをまとめると以下ようになります。

生長する条件	力のかかり具合	生長する方向（左が中心）
通常の重力下	重力のみ	
小さい遠心力下	遠心力 < 重力	
大きい遠心力下	遠心力 > 重力	

このことから、植物は通常「重力」を感じ、それと逆の方向＝上向きに生長していると考えられます。つまり、植物は太陽をたよりに生長しているのではなく、「重力」をたよりに生長していることが分かりました。

しかし、今回の実験では、回転の中心に向かって生長したことに加え、やや上向きに生長していることも認められるため、さらに強い遠心力のかかるところで栽培すれば、完全に内側を向いて生長させることができると考えられます。これができれば、僕たちの考えた仮説が完全に証明できると思います。

6. おわりに

今回の実験で分かったことを地球上の植物に当てはめると、植物は、「重力」のかかる方向の反対側に「太陽」があることを知っていたことになります。植物は地球上にいる限り、生命の源である「太陽」を求めているのです。誰にも教えられたわけでもないのに太古の昔から伝えられてきていると考えると生命の奥深さを感じました。

今年、宇宙飛行士の若田光一さんが長期間にわたって宇宙ステーションで滞在しました。僕たちの住んでいる地球は、人口増加や大気汚染などが心配されています。もしかすると、地球では十分な農作物が作れなくなる可能性だってあります。そうなると、無重力の宇宙空間で農作物を作らないといけない時代が来るかもしれません。

重力のない宇宙空間で、植物を育てるときは、遠心力を利用して、植物に生長していく方向を知らせるのです。そうすることによって、自分たちの食べる米や野菜などをうまく栽培し、宇宙空間でも収穫できるようになると思います。

近い将来、人類が宇宙に住む時代が来ると思います。そのとき僕たちが行った今回の実験が少しは役に立つのではないかと思っています。