

植物の生長と生育環境

6年C組 出水明日香

指導教諭 櫻井 昭

1. 要約

植物の最適な生育環境を調べるため、植物に照射する光の波長を変化させた。また、育てる場所を土から水に変え、植物の生長の様子を比較した。土と水では土で育てた方がよく育った。また、光の波長によって、生長の度合いに大きな差がみられた。

2. 研究背景

私は以前から、品種改良等で植物自体を改良して安定した生産を目指すことよりも、栽培方法を変えることにより、よりよい植物を安定的に生産することに興味を持っていた。そこで私は、植物の栽培において水耕栽培などの、一般的な土を用いる育て方とは異なる栽培方法に目を付けた。そして、植物が発芽し、成長する環境が成長にどのような影響を及ぼすのか気になった。そのため、植物が根を張る培地を土と水で比較検討することにした。また植物は光合成によって多くの養分を得る。そこで、光合成において重要な条件である光の波長を変えることによって、植物の生育に適した光の条件を考えることとした。

3. 研究内容

3-1 植物の生長における光の波長、培地の変化の影響

3-1-1 実験目的

植物が生長する環境が、生長にどのような影響を及ぼすのかを調べる。そこで、植物の安定性と生長度合いの関係を調べるため、土培地と水培地を用意し、成長の様子を比較する。また、植物に重要な光合成

における光の波長の影響を調べるため、土培地、水培地のそれぞれを日光、蛍光灯、青色光、赤色光、緑色光、暗室下で育て、植物の生長に最も適した波長の光を探す。

3-1-2 実験仮説

土と水で比べると、土の方が根を張りやすいと思われるため、土の方がよく成長する。暗所では光を取り入れることができないため、種子が持っていた養分を使い切ったら枯れてしまう。緑色光はあまり光合成に利用されないためにほかの条件に比べてあまり生長せず、光合成に多く用いられる赤色光や青色光を照射したものは緑色光に比べてよく生長する。日光は光量が最も多いため、最も生長する。

3-1-3 実験方法

材料 ムギ

- ① 土を入れた入れ物(土培地)と水を入れた入れ物(水培地)をそれぞれ用意し、種をまいて暗所で発芽させる。
- ② 1つの入れ物につき1つの芽になるように間引きする。
- ③ 日光、蛍光灯、青色光(LED)、赤色光(LED)、緑色光(LED)、暗室光下に土培地と水培地の標本をそれぞれ2個体ずつ移動させ、育てる。

④ それぞれの標本を観察する。

3-1-4 実験結果

各個体の葉の長さを表に示す(表 1)。

また、各光における葉の長さの日ごとの変化比較を、培地別にグラフに示す(グラフ 1、2)。

	太陽光			
	土		水	
2月4日	×	4.6	7.8	6.6
2月10日	1	5.2	8.8	8.2
2月24日	7.2	7	9.9	10.1

	蛍光灯			
	土		水	
2月4日	17.2	15.6	10	11
2月10日	24.8	23.3	12.5	15.4
2月24日	35.2	35.5	22.4	22.4

	青色光			
	土		水	
2月4日	5	14.5	10.7	7.2
2月10日	16.7	16.8	10.8	12.1
2月24日	23.5	25.4	14	20.2

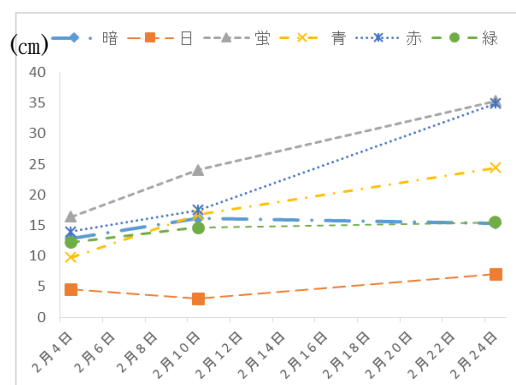
	赤色光			
	土		水	
2月4日	14	×	×	13
2月10日	17.5	×	×	19
2月24日	34.9	×	×	24

	緑色光			
	土		水	
2月4日	×	12.3	9.6	6.6
2月10日	×	14.7	15	13
2月24日	×	15.5	17.2	15.6

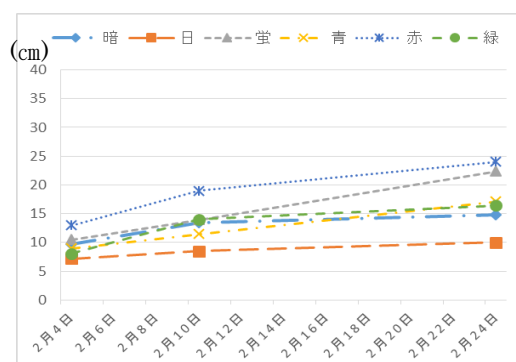
	暗所			
	土		水	
2月4日	13.2	12.4	12.8	6.7
2月10日	17	15.4	14.3	12.5
2月24日	14.8	15.8	15.7	13.9

表 1 各個体の葉の長さ

発芽した各個体における、最も長い葉の長径を計測。単位はcm。×は発芽しなかったことを示す。



グラフ 1 土培地の葉の長さ比較



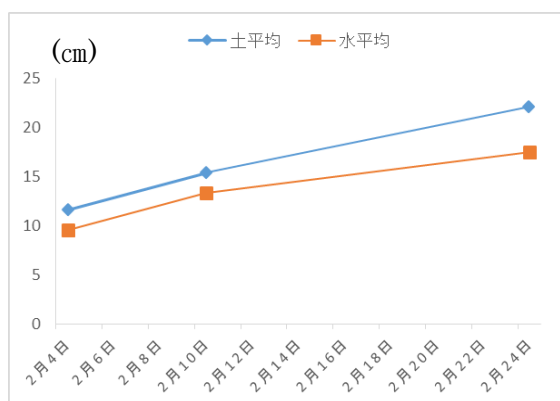
グラフ 2 水培地の葉の長

グラフ 1、2 より、どちらの培地でも蛍光灯下と赤色光下において葉の長さが長い。また日光下では葉の長さが短いといえる。

3-1-5 実験考察

グラフ 1、2 では葉が長く成長した赤色光下、暗室下で育てたムギがよく成長しているように見える。しかし、最終計測日には暗室の標本は枯れ始めていた。そのため、光合成を行わず、もともと発芽するために種子に蓄えていた養分のみで成長し、使い果たしたのではないかと思われる。また、暗室下で成長したムギは黄色がかかった色をしていたため、健康的な成長をしていなかった。また、赤色光下や緑色光下の標本も細長い茎に成長していた。また、計測値

も大きかった蛍光灯の標本、そして日光、青色光の標本は長さの伸びは少なかったものの、葉の色が濃く、しっかりした標本に成長していた。特に日光下の標本が最もしっかり育った。蛍光灯はLED下に比べて照度が大きかったのも一因であろう。また、水よりも土を使って育てた方がよく成長した(グラフ3)。



グラフ3 土と水での葉の長さ比較

この結果は、根を張った時に得られる安定感が土の方が勝っているからであると考えられるが、土に少し養分が含まれており、その養分が成長の一助となった可能性がある。次の実験では、養分を含まない土を用いるべきであると考えられる。

また、予定ではすべて発芽させてから実験を開始する予定だったが、時間の都合上発芽していなかったものも各条件下に置いた。その結果、そのまま発芽しなかった個体も多く極端に標本数が少なくなってしまった条件もあり、個体差が結果に反映されている可能性もある。

3-2 実験 植物の生長と光の波長の関係

3-2-1 実験目的

実験 A で得られた結果について、光種

と植物の生長の関係に絞って調べることとした。そして、実験 A では温度環境が一定ではなかったため、各条件での温度を揃えた。また、日光で植物が育つのは光の強さによるものなのか、光の波長によるものなのか調べるため、日光を減光シート(透過光率:6.6%)で制限し、LED下と正午の減光シート下の照度をおおよそ揃えた場所とLED(白色)下で育てたものを比較する。

3-2-2 実験仮説

日光下で最もよく成長する。また、減光シートを用いたものとLED下で育てたものは同じくらいの成長になる。暗室下ではすぐに枯れる。

3-2-3 実験方法

材料: チンゲンサイ

- ① 土を入れた入れ物(土培地)を用意し、種をまいて暗所で発芽させる。
- ② 1つの入れ物につき1つの芽になるように間引きする。
- ③ 日光、減光シート、LED(白色)、暗室光下に土培地と水培地の標本をそれぞれ4個体ずつ移動させ、育てる。
- ④ それぞれの標本を観察する。

計測した項目は、葉の枚数、光の明るさに加えて、図1に示す通りである。

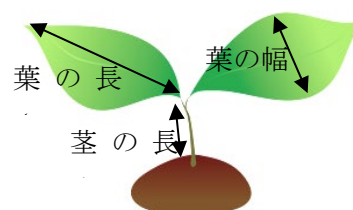
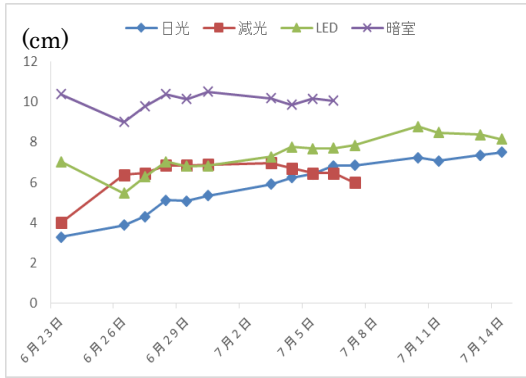


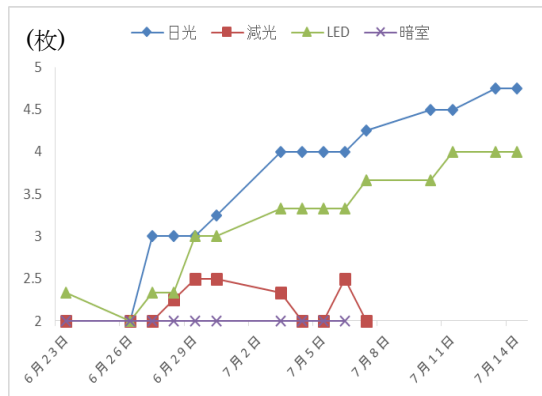
図1 植物の計測場所

3-2-4 実験結果

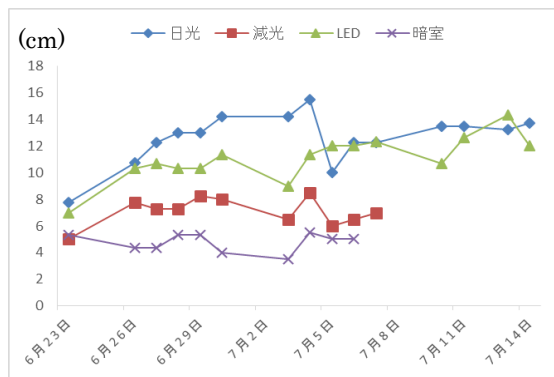
光種による、各計測場所の計測結果をグラフに示す。



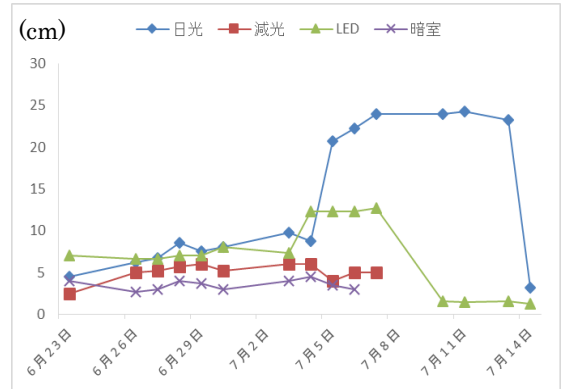
グラフ 4 茎の長さ比較



グラフ 5 葉の枚数比較



グラフ 6 葉の長さ比較



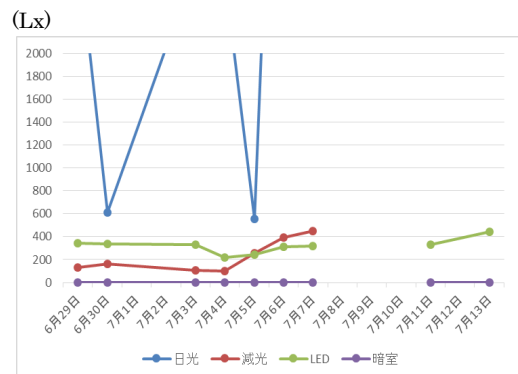
グラフ 7 葉の幅比較

日光で7月13日頃、LEDで7月10日頃に葉の幅が急激に短くなっているのは、子葉が枯れて落ち、本葉の幅を計測し始めたからである。なお、今回計測したチンゲンサイの子葉については、葉の長さよりも葉の幅の方が長い。

日光下で育てた標本が最も大きい値をとっていた(グラフ5, 6, 7)。また目視でも、最もしっかりと成長しているように見えた。茎の長さにおいては、暗室が最も長かった(グラフ4)。

3-2-5 実験考察

仮説通り、光量が圧倒的に大きい値をとる(グラフ8)日光下の標本が、計測値、また目視より最もよく育ったといえる。



グラフ 8 各光種における照度変化

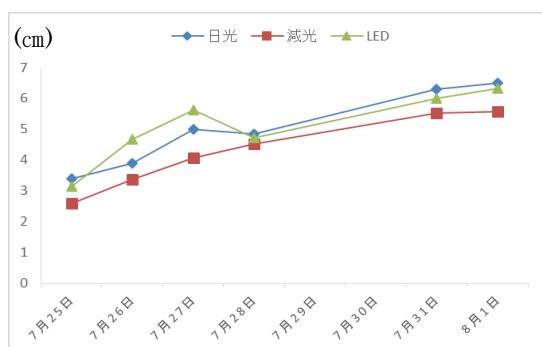
日光の値は他の標本の値に比べてはるかに大きいため、グラフの最大値を超えている。

晴天時の減光シート下の照度が LED 下の照度とおおよそ同じになるように減光シートを用意したが、実験時期が梅雨だったため、LED 下の照度が減光シート下の照度を上回る日が大きかった(グラフ 8)。LED 下の標本が減光シート下の標本よりも各計測値は大きくなっているが、光量によるものであるのか、波長によるものであるかは断定できない。

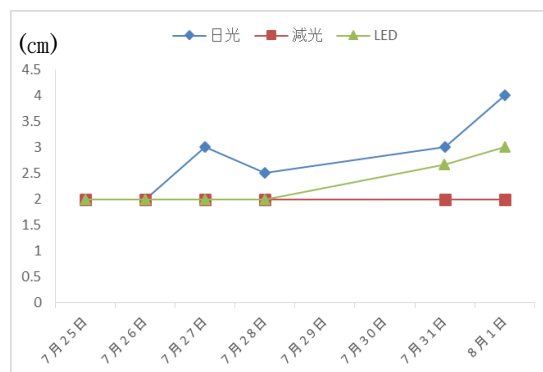
< 追実験 >

晴天時を予測して減光シートを用意したが、実験時期が梅雨であったため、減光シート下の明るさが予想よりも暗くなってしまった。そのため、LED と減光シート下での違いを明確に調べるため、梅雨が明けてからもう一度実験を行った。標本は減光シート下と LED 下、また対照実験として日光下で生育させた。実験方法等は同じなので省略する。

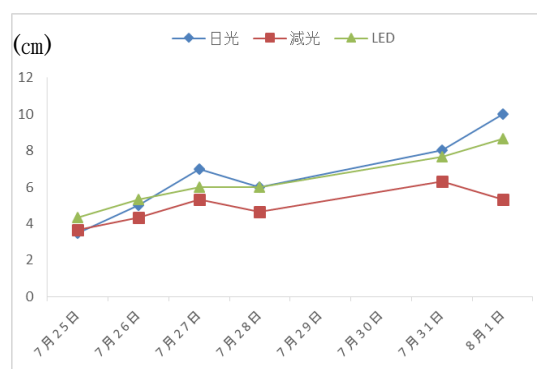
< 対実験結果 >



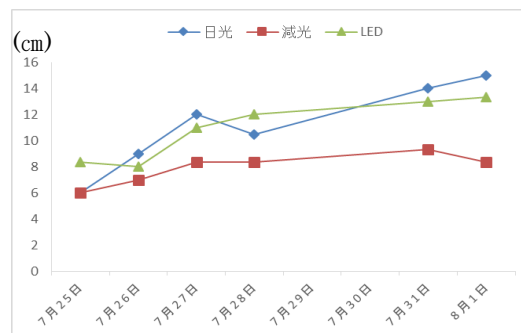
グラフ 9 茎の長さの比



グラフ 10 葉の枚数比較



グラフ 11 葉の長さ比較



グラフ 12 葉の幅比

< 追実験考察 >

仮説通り日光が最もよく成長した。また、グラフ 9~12、また目視からも、LED 下が減光シート下よりもよく成長している。しかし、これは LED が 24 時間照射していたのに対し、日光は日の出から日の入りまでの限られた時間のみ射すためである可能性が高い。だがこの結果より、日光下で生育した植物がよく育つのは光の成分が

はるかに優れているからではなく、受け取った光量の多さによるものであるということが推測できる。

4. 考察

白色光 LED は、青色光 LED と蛍光体を組み合わせることによって白に見せているため、青色光を含んでいる[1]。また、白色 LED のスペクトルより、青色の波長が他の波長に比べて非常に多いことが知られている[2]。それに比べ、日光のスペクトルをみると青色の波長が最も多いものの、全体的にどの波長も多く含まれており大差はない。実験 A のグラフ 1,2 より、LED の中では青色光が最も光合成に有効であるということがわかった。よって、実験 B で白色 LED 下でよく育ったのは、青色光が多く含まれているからではないかと考えられる。日光のスペクトルでは、日光と白色 LED で、照度と照射時間も揃えても、青色光が多く含まれる白色 LED の方が健康的によく育つのではないかと考える。

5. 今後の展望

現在植物工場では、青色 LED よりも赤色 LED の方が安価であることから赤色 LED を用いてレタスを栽培している。今回の実験結果では、ムギを赤色光のみで生育することは不可能である。なぜそのような結果になってしまったのかを考えたい。

6. 参考文献

- [1] 『LED の発光原理』, パナソニックホームページ
- [2] 『蛍光灯と LED 灯は何が違うかー子

どもの健康面からの考察ー』, 山城 眞(株式会社ベストエコロジー),

<http://www.suikou-saibai.net/blog/2017/01/12/398>

<http://homeguides.sfgate.com/difference-between-natural-artificial-light-85488.html>

<http://hortsci.ashsp+6ublications.org/content/43/7/1951.full>

7. 謝辞

研究の際、相談に乗って下さり、丁寧な指導をしてくださった櫻井昭先生に感謝の意を表します。