

光屈性の優位性

3507 大島快昂 3615 可知幸真 3621 幸脇有孝 3641 渡邊真伍

要旨

日常生活で見かける茎が曲がった植物に興味を持ち調べた結果、屈性という現象が起きていることがわかった。本研究では特に光による光屈性に着目し実験を行った。植物がどの光の波長に最も反応するかということ調べるためにマカラスムギ(*Avena sativa*) や遮光板、LED による実験装置を作成した。タイムラプスカメラによって屈性の様子を記録した。青色光で3回行った実験では3回とも反応は見られなかった。今後は植物の数、LED を照射する時間を増やすなどして実験回数の向上や反応の強度を高めたい。さらに青色光以外の LED でも実験していく。

1. 目的

植物の光に向かって曲がっていく現象の光屈性について光の波長に焦点を当て、反応の強度について調べる。マカラスムギ(*Avena sativa*)の幼葉鞘(イネ科の植物特有の器官で第一葉を包んでいる)に光を13h40m照射した実験では、光の当たる方向へほぼ地面と水平に屈曲した(長野敬ら2019.3.10)。また植物の健全な生育のためには赤色光と青色光がバランス良く配合されていることが大切だと考えられている。(高辻正基2007.9.5)しかし、赤色光または青色光単色での事例は確認できなかった。そこで実験の第一段階として、屈曲が確認できたマカラスムギ(*Avena sativa*)を用いた単色光での光屈性の発生を調べる。

2. 仮説

光屈性には光の色によって反応の度合いが変化する。その中でも青色光はエネルギーが大きいと考えられるため、照射されたとき最も屈性する。

○光屈性とは

成長を促進させるホルモンの一種オーキシンが植物の中を移動することで発生する現象。光が植物の全体に当たりやすくなるように屈性するため、光合成をより行いやすくなる。このオーキシンは植物の先端に存在するため、先端が大きく曲がりやすい。

○植物が反応する光

図1は波長(色)の異なる光を植物に照射したとき、植物の反応の変化を表したスペクトル図である。ただしこの図では可視光線の範囲でのみの変化であり、その他での変化は考慮しない。図では400~500nmと600~700nmの部分で大きく変化している部分があり、これはそれぞれ光の青色、赤色に対応する波長の部分である。そのため植物は青色光と赤色光を吸収していると考えた。このことから実験には青色光、赤色光、すべての光の複合色である白色光の三つを実験に用いることにした。

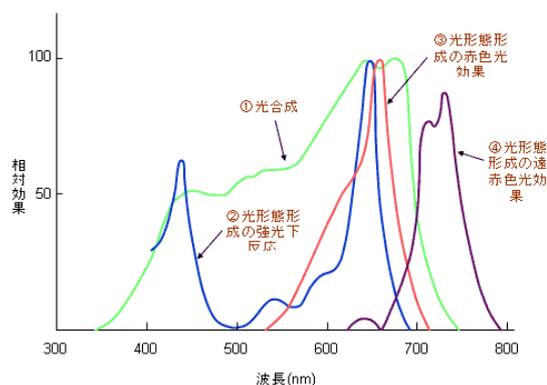


図1. 植物の光スペクトル図

(高辻正基, 2007. 9. 5)

3. 使用した器具

- ・植物…マカラスムギ (*Avena sativa*)
- ・カラーLED 豆電球 全3種類
赤、青、白の三色 (32-60 lm)
- ・LED HIGH POWER SPOTLIGHTs 800-1000 lm
- ・タイムラプスカメラ (brinno TLC200)
- ・段ボール(暗室を作るため)
- ・プランター (高さ 65mm 直径 75mm)



図2. マカラスムギ (*Avena sativa*)

○エンバク

マカラスムギ、オート麦とも。イネ科の一～二年草で、飼料作物として重要。全体にカラスムギに似るが、高さ1メートル内外に達する。茎、葉、種子を家畜の飼料とするほか、種子をオートミール、アルコールの原料とする。日本の主産地は北海道。(下中直人, 11. 25)



図3. 使用する LED 豆電球

一つの豆電球だけでは光が弱く、十分な実験データが得られないと考え、同色のものを束ねることとした。



図4. タイムラプスカメラ (brinnoTLC200)

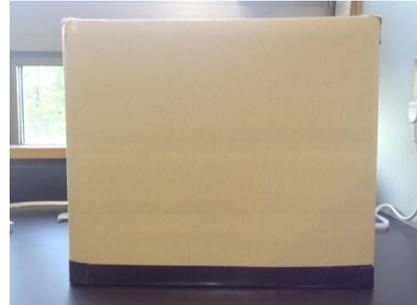


図5. 暗室を作るためのダンボール

今回の実験の中で、青色光の実験以外は、段ボールは反射する光や外から入ってくる光の影響を可能な限り排除するため墨で塗装した。



図6. プランター

4. 実験方法

○実験1

- ・植物、タイムラプスカメラ、ライトの三つを配置する。(図7)
- ・段ボールで覆い暗室にする。
- ・ライトは同色の豆電球を三つ束ねたものを用いる。
- ・屈折する様子をタイムラプスカメラで撮影し観察を行う。
- ・気温と湿度は自然条件下を想定し、9月～12月の室温 20℃程度とした。
- ・実験開始から 13h 後の結果をデータとする。

※生物資料の実験に近づけるために「13h」とした
(長野敬 2019. 3. 10)。



図 7. 配置図

・測定方法

5°ごとに区切った目盛を設置し植物の後ろに貼り、90°の線に植物の先端が重なるように植物の位置を調整した。

13h後に先端から一番近い線を測定結果とした。

・実験結果

表 1. 青色光の実験結果

日付	変化量(度)	実験前の長さ(mm)	平均気温(°C)
10月4日	0度	110.5	20.9
10月6日	0度	107.2	21.8
10月18日	0度	72.6	17.8

表 2. 白色光の実験結果

日付	変化量(度)	実験前の長さ(mm)	平均気温(°C)
10月27日	データ破損	66.8	16.6
10月28日	データ破損	73.3	16
10月31日	データ破損	120.2	14.9

表 3. 赤色光の実験結果

日付	変化量(度)	実験前の長さ(mm)	平均気温(°C)
11月1日	-5	125.4	16
11月4日	-5	98.1	16
11月11日	-5	98.8	15.8

※光のある方角を正とする

- ・青色光は反応がなかった。
- ・白色光はデータの破損により確認することができなかった。後日、同条件で実験予定。

- ・赤色光を用いた実験では光と反対の方向へと屈折した。

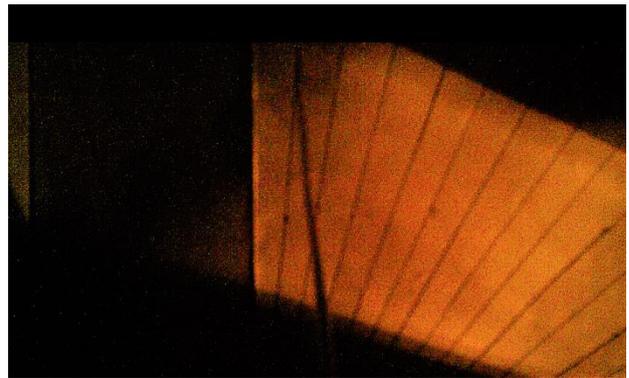


図 8. 実験の様子

・考察

今回の実験では、青色光による反応は見られなかった。高辻正基(2007. 9. 5)は「植物の健全な生育にはこの赤色光と青色光がバランスよく配合されていることが大切で、後に述べる光量子束密度の単位でR/B比(赤と青の比率)が10:1あるいは5:1が適切なようである。」(原文引用)と述べているため、青色の単色光では植物が成長せず、光屈性が大きく見られないと考えた。または、実験時の段ボールの塗装の仕方では不十分で、青色光が段ボールの側面に反射してしまうことで一方向からの照射にならず、屈折しなかったのではないかと考えられる。

○実験 2

・目的

実験 1 では温度や実験時間の関係で実験結果が安定して出ず、変化も大きくは見られなかったと考えた。そのため LED 豆電球からより光量の大きい光源を用いて、加えてより長時間行うことでより詳細な結果を得る狙いがある。

・主な変更点

・光源として用いるものを LED 豆電球から LED HIGH POWER SPOTLIGHTs に変更。

・実験時間の延長のため、実験時間を 13 時間から 24 時間に変更した。

・段ボールの角の継ぎ目から外部の光が入ってき

てしまうのを防ぐため、段ボールの外側から黒いガムテープで全体を覆った。

・計測方法はついでには、事前に 2mm 間隔の方眼紙を植物の後ろに貼っておき、プランターの口を基に地面と平行な直線を引き基準とし(なおプランターの口は地面と平行であると考え)、この直線と植物の接点を点 A。実験終了後の植物の先端を点 B。点 B から先の直線に垂直に下した垂線との交点を点 C。角 BAC を θ とすることで、 $(90^\circ - \theta)$ の値を実験における変化量とした。

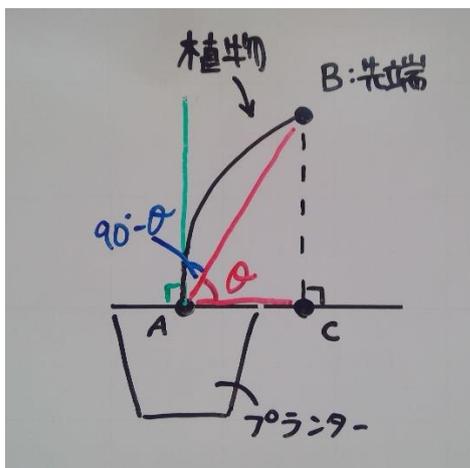


図 9. 測定方法の図式

・結果

※実験中

5. 展望

実験中である実験 2 の結果から考察し、今後の実験方法を考える。また、今回調べた色以外でも同様の実験を行い色による変化を調べる。より多くのデータを得るために実験を繰り返し、実験結果を正確なものへと近づける。

6. 参考文献

- ・長谷川宏司・迫田理子 (1989) 高等植物における茎の光屈性と植物ホルモン 化学と生物 1989 年 27 巻 8 号 p. 500-507
- ・酒井達也・芳賀健 (2012) 光屈性におけるオーキシン輸送制御 植物の生長調節 2012 年 47 巻 2 号 p. 85-92

・酒井達也・槌田 (間山) 智子・永島明知・上原由紀子 (2009) 光屈性における光センシングのクロストーク 日本植物生理学会年会およびシンポジウム講演要旨集—第 50 回日本植物生理学会年会講演要旨集

・高辻正基 (2007. 9. 5) 文部科学省一第 2 章 豊かなくらしに寄与する光 植物の光反応

・辻貴之・関善範・星岳彦 (1995) 可視発光ダイオードによる植物栽培実験 植物工場学会誌 1995 年 7 巻 3 号 p. 163-165

・長野敬ら (2019. 3. 10) サイエンスビュー—生物総合資料 四訂版 実教出版

・下中直人 草花もの知り事典 株式会社平凡社 2003 年 11 月 25 日発行

・福田直也 植物の成長を光で操る 筑波フォーラム 80 号 学内の眼：私のプロジェクトと夢

・モーリー・ライト (2011. 9) LED 光源で植物の成長を促進、赤色光／青色光の波長が鍵に LEDs Magazine Japan

・稲田勝美 (1927) 光と植物生育：光選択利用の基礎と応用 養賢堂 1984 年 1 月