

植物と音の関係

2633 水島由貴 2604 梅村佑奈 2607 尾崎優菜 2629 松岡芙美

人が植物に声をかけることによって元気になるという話に興味を持った。人それぞれで声の高さが違う。つまり、周波数が違うという点に着目し、音が植物に影響を与えるのか調べたいと考えた。人の声と同じ周波数で伸長が促進されるのか確かめるため、0~2000Hz の環境下でマカラスムギを生育する実験を行った。その結果、500Hz が伸長を最も促進させることが分かった。今後は音を接触によるストレスと仮定し、ストレスに対する植物ホルモンのエチレンの量の変化を調べたい。また、計測項目を増やすことで植物の成長について多面的に評価したい。

1. はじめに

人が植物に声をかけることによって元気になるという話に興味を持った。人それぞれで声の高さが違う。つまり、周波数が違うという点に着目し、音が植物に影響を与えるのか調べたいと考えた。

モデル植物であるマカラスムギは空き地や路傍に帰化し、オーツ麦の名称でも知られており、食用、緑肥として利用されている。³⁾

植物ホルモンとは、栄養伸長や生殖伸長を調整する物質である。また、植物は環境変化に応答する仕組みを持っていることが分かっている。²⁾ またエチレンとは植物ホルモンの中でも唯一の気体であり、外部からのストレスや障害に抵抗するために他の植物ホルモンと共同して外敵に抵抗し生体防御に大きく貢献することが分かっている。^{4) 5)}

4) 5)

2. 実験 1

(1) 目的

マカラスムギ (*Avena sativa*) は、初期の芽・根の伸びが 500Hz で促進し、2000Hz は抑制され、特に 500Hz と 2000Hz で顕著な結果となることが分かっている。¹⁾ まず、音がない場合と音がある場合で植物の伸長が変化するかを周波数 500Hz の音で確かめる。

(2) 仮説

対象区と比べ、音を聴かせる植物のほうが発芽率や伸びが大きくなる。

(3) 使用器具・装置

マカラスムギ 水

2L ペットボトルプランター バーミキュライト
ハサミ カッター テープ ペン 千枚通し
定規またはメジャー 延長コード スピーカー
スマートフォン (周波数ジェネレータ)



図 1 2L ペットボトルプランター



図 2 主な実験道具

(4) 実験方法

- ① 2L ペットボトルプランターをバットの上に置き、半分ほどパーミキュライトを入れる。
- ② その上にマカラスムギの種を次の区画ごとにそれぞれ 10 粒ずつ列にして均等にまく。

区画 A : 音なし

区画 B : 音あり (500Hz)

- ③ その後、上に 3 cm 土をかぶせ、発芽するまで毎日発芽率を測定する。また、7 日ごとに地上部の伸長を測定する。

※生活音は考慮せず、「音なし」とする。また、芽が目視できた日を発芽日とする。また、「初期の伸長」は 7 日目までの伸長とする。

実験期間) A 音なし : 2021/7/20~

B 500Hz : 2021/7/31

それぞれ 21 日間

(5) 結果

結果は以下の通り

表 1 区画ごとの平均気温

平均気温	
A 音なし	30.7°C
B 500Hz	30.0°C

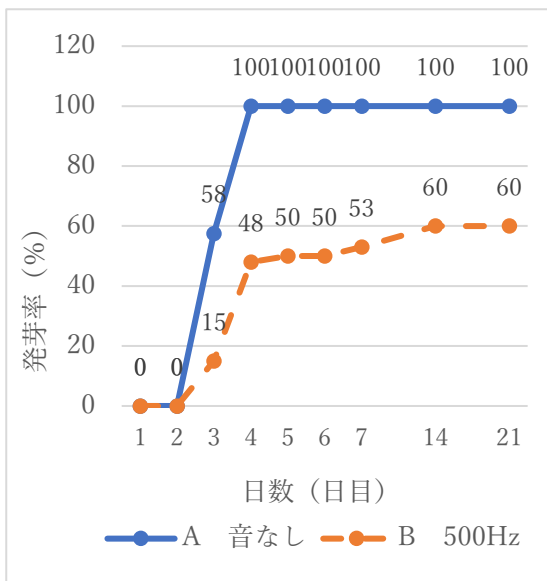


図 3 区画ごとの発芽率

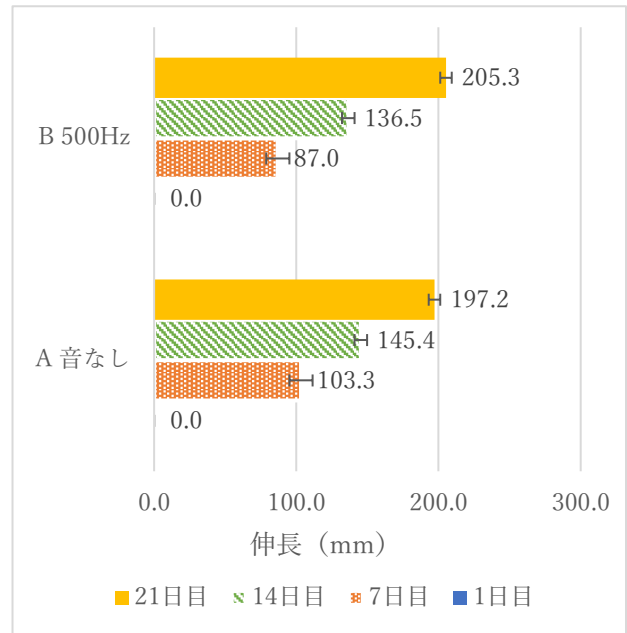


図 4 区画ごとの播種から 1 日目~21 日目の伸長の平均値

音なしと 500Hz を比べると、1 日目~7 日目は音なしのほうが個体の伸長が大きく、途中から 500Hz の個体の伸びが大きくなり、500Hz でわずかに伸長が大きくなるという結果になった。実験設備の都合上実験期間が異なり、平均気温のずれが 0.7°C となった。

(6) 考察

それぞれの平均気温や日照条件はほとんど変わらない。実験結果に影響はあまりないと考えられる。発芽率は 500Hz で 60%にとどまったが、個体差があることが考えられる。初期の植物の伸長に関して、仮説と異なり、音なしに比べてわずかに伸長が小さいという結果だった。このことから、音による初期の伸長への影響はわずかであると考えられる。また、その後の 7 日目~21 日目までの伸長に関して、500Hz は初期の伸長に比べ大きく伸び、音なしより伸長が大きくなるという結果となった。このことから、7 日目~21 日目にかけての伸長には音の影響があると考えられる。以上のことから、植物の初期の伸長への周波数の影響は小さく、7 日目~21 日目の伸長への影響は大きいと考えられる。

3. 実験2

(1) 目的

2000Hz で初期の伸長とその後の伸長が音なしに比べて変化があるのかを調べる。実験1では同じ気温の条件下で実験を行えなかったため、音なし、500Hz も含めた実験2を行った。

(2) 仮説

マカラスムギは、2000Hz で初期の伸長と7日目～21日目も抑制される。

音なしと500Hzは実験1と同じ結果になる。

(3) 使用器具・装置

マカラスムギ 水

2L ペットボトルプランター バーミキュライト
ハサミ カッター テープ ペン 千枚通し
定規またはメジャー タイムラプスカメラ
スピーカー 低周波発信機



図5 タイムラプス画像(2022 13日目 500Hz)

(4) 実験方法

試験区を3つ用意する。①500Hz ②2000Hz

③音なし

実験1と同様に、2Lペットボトルプランターをバットの上に置き、バーミキュライトを入れ、エンバクの種を試験区ごとにそれぞれ10粒ずつ列にして均等にまく。その後、3cm土をかぶせ、7日ごとに発芽率と伸長を測定する。

実験時期：2022/10/18 ～2022/11/7

(5) 結果

結果は以下の通り

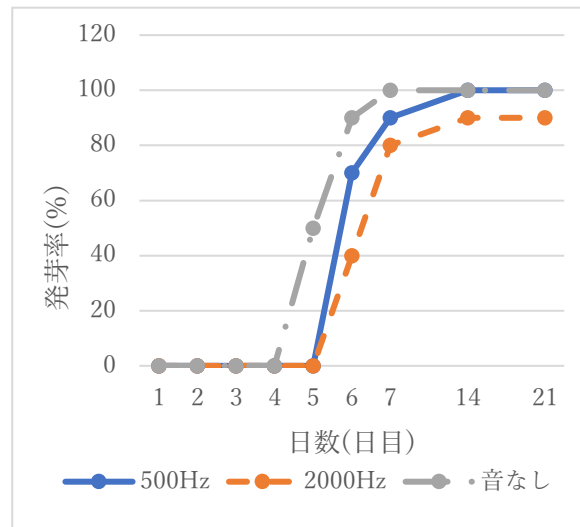


図6 試験区ごとの21日間の発芽率の変化

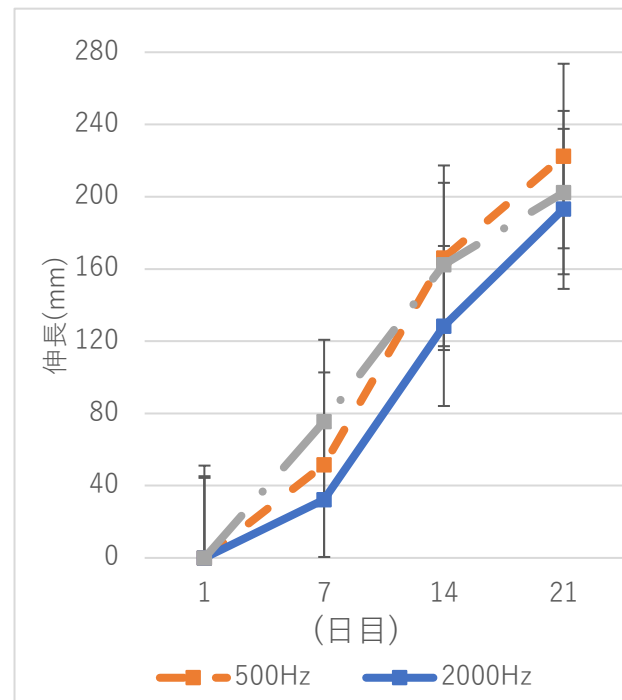


図7 試験区ごとの初期伸長の平均値

発芽日が500Hzと2000Hzのときは6日目、音なしは5日目となった。

初期の伸長は、音なし、500Hz、2000Hzの順で大きかった。その後の伸長は、21日目時点で500Hz、音なし、2000Hzの順で大きかった。

(6) 考察

音なしが500Hz、2000Hzと比べ、発芽した日が早かったことから、音ありは発芽を抑制していると考えられる。初期の芽・根の伸びが500Hz、2000Hz共に抑制に働き、その後、500Hzで大きく伸

長し、仮説と同じ結果になった。植物の伸長段階で音を与える植物への影響は異なっていると考えられる。

また、人の声帯の周波数は 100Hz～300Hz が基本周波数であることが分かっている。⁶⁾

基本周波数より少し高めの声で植物に声をかければ植物の伸長の促進につながるかもしれない。

4. 実験3

(1) 目的

500Hz と 2000Hz と音なしを比較して実験してきたが、人の声帯の周波数は 100～300Hz であるため、実際に人の声で伸長が促進されるかは不明である。人の声により近い周波数で伸長が促進されるのか確かめる。

(2) 仮説

200Hz は 500Hz より伸長が促進される。

(3) 使用器具・装置

マカラスムギ 水 バーミキュライト ハサミ 定規またはメジャースピーカー 低周波発信機 人工気象器 ポット 鉢底ネット

(4) 実験方法

試験区を2つ用意した。①500Hz ②200Hz

播種から6日目まで人工気象気外で育てる。

ポットにそれぞれに3粒ずつ合計9粒ばらまきして、播種から6日目時点で人工気象器内に入れた。その後、①～③の周波数をそれぞれ流し、7日間地上部の伸長を測定した。

※人工気象機内の温度を20℃、湿度50%とした。



図8 人工気象器内の様子 (実験3)

(5) 結果

結果は以下の通り

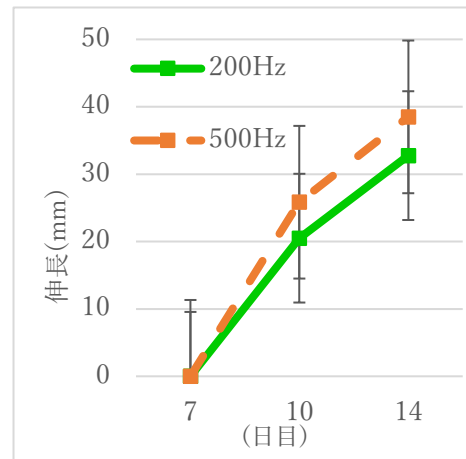


図9 試験区ごとの伸長の平均値

伸長は 500Hz, 200Hz の順に大きくなった。

(6) 考察

500Hz の伸長が大きかったことから、500Hz が実験を行ってきた中で最も伸長を促進させることが分かった。また、仮説と異なる結果となったことから人の声で伸長が促進されるとは限らないと考えられる。

5. 実験4

(1) 目的

実験を行うなかで植物はどこで音を感じ取っているのか疑問に思った。そこで、植物ホルモンを調べることで、どの器官に影響を及ぼしているのか解明できると考えた。今回は植物の伸長の抑制に働くエチレンの量を調べた。

(2) 使用器具・装置

マカラスムギ 水 バーミキュライト ハサミ 定規またはメジャースピーカー 低周波発信機 人工気象器 ポット 鉢底ネット ジップロック (27cm×28cm) 北川式ガス検知管 気体採取器 セット



図 10 気体採取器セット



図 11 北川式ガス検知管



図 12 人工気象器内の様子 (エチレン測定)

(3) 仮説

予備実験を行い、ガス検知管がガスを感知したときにどのように色が変化するか調べた。その結果、薄い黄色から青色に変化することが分かった。

実験 3 より、伸長抑制に働くほうがよりエチレンを生成すると考えられるので、2000Hz、音なし、500Hz の順にエチレンの量が多くなる。



図 13 検知前(左) 検知後(右)

(4) 実験方法

2つの試験区を設ける。

- ①音なし ②2000Hz

ポットにそれぞれに3粒ずつ合計9粒ばらまきして、播種から7日目時点で人工気象器内に入れた。その後、①～②の周波数をそれぞれ流し、7日間地上部の伸長を測定した。また、播種から14日目時点で、エチレンの測定を行った。

(5) 結果



図 14 音なし(左)測定前(右)の検知管比較

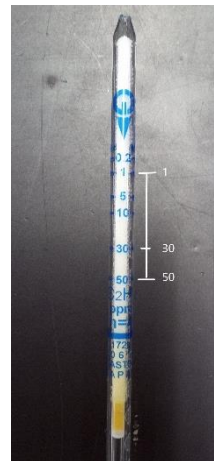


図 15 2000Hz 検知管

表 2 エチレンの測定結果

	測定値(ppm)	色の変化
音なし	30	薄い黄→白
2000Hz	50	薄い黄→白

音なしでは30ppm, 2000Hz では50ppmまで薄い黄色から白色に変化した。

(6) 考察

干渉ガス	ガス名	共存濃度	干渉	単独の場合
	アンモニア、シアン化水素、ブタジエン		+誤差	白色に変色
	一酸化炭素、水素、ブタン、ペンタン		+誤差	全層青色に変色
	塩化水素		+誤差	桃色に変色
	ブチレン、プロピレン	1/4倍以上	+誤差	青色に変色
	硫化水素		+誤差	黒色に変色

図 16 ガスの種類と検知したときの色の变化



図 17 音なし(左)2000Hz(右)の検知管比較

予測と異なり、青色に変化せず、図 18 のようにどちらも白色に変化した。図 17 より、検知管が白色に変化する場合、アンモニア、シアン化水素、ブタジエンのいずれかである。パーミキュライトを再利用していたため、パーミキュライトにたまっていた窒素がアンモニアとなり、気体として検知されたと考えられる。また、エチレンが検知されなかった原因として、ジップロックに個体を入れていた日数が短く、測定に十分な量のエチレンが集まらなかったと考えられる。これらのことから、植物の伸長に関わる植物ホルモンとしてエチレンが関与していると考えていたが、今回の実験で関与することは確認できなかった。

6. まとめ

音が植物に影響を与えていることは分かったが、植物ホルモンとの関係性は分からなかった。

7. 課題と今後の展望

伸長が伸びているとしても茎が細ければ確実に成長が促進されているとはいえない。これからの実験では茎や葉の大きさも測定する。マカラスムギでは葉の大きさや枚数の測定がしづらいため、別の植物での測定を考えたい。

実験 4 は音なし、2000Hz、500Hz で実験を行ったかったが、音なしと 2000Hz でしか実験し終わることができなかつたため、500Hz でも実験を行いたい。

また、今回実験では、エチレンを検知することができなかつたため、ジップロックに個体を入れる日数を伸ばし、エチレンを検知できるのか確かめたい。

8. 謝辞

科学部の先生方、丹羽先生に様々な助言をいただきました。ありがとうございました。

9. 参考文献

- 1) 「植物における音の影響」、佐野日本大学高等学校 佐藤優紀, 化学と生物 Vol. 51, No. 3, 2013
- 2) 図解 よくわかる 植物細胞工学 タンパク質操作で広がるバイオテクノロジー, 富永基樹, 2020
- 3) イネ科 ハンドブック, 木場英久 茨木靖 勝山輝男, 2011
- 4) 植物 奇跡の化学工場 光合成, 菌との共生から有毒物質まで, 黒柳正典, 2018
- 5) 人の暮らしを変えた植物の化学戦略 香り・味・色・薬効, 黒柳正典, 2020
- 6) よくわかる最新音響の基本と応用, 岩宮眞一郎, 2011