植物は音を感じるのか？

―振動と植物の生体電位の関係―

背景・問題意識

図１：農業就業人口の年齢構成と推移

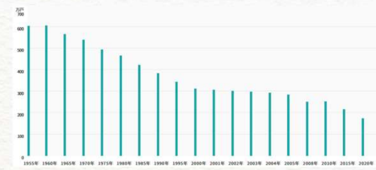


図２：総農家数の推移

農業従事者の減少と高齢化 ＋ 環境問題に伴うストレス → 非破壊的にリアルタイムで植物の健康状態を把握してくれる指標として生体電位を利用し、問題解決に繋げる

目的・目標

音響刺激が植物の生理応答に与える影響を生体電位を指標にして解明する！

→植物のストレスや病気の早期発見を可能に！

→初心者でも扱えるモニタリング技術を通して、農業への参入障壁を下げることを目指す！

独自性！

ナノシート電極

ナノシート電極により植物への負担を抑え、生体電位を健康状態や生理変化の検出に応用

研究・実験の概要（対象と方法）

実験器具

実験方法

1
- すべての音は、周波数500Hz・音圧70dB（光の強さも揃える）
- １日60分間、音を流す / 生体電位の測定をする
  - 無音
  - 1秒ごとの音（60 BPM）
  - 0.5秒ごと（120 BPM）
  - 0.25秒ごと（240 BPM）

※音は植物から等距離に設置したスピーカーから再生し、dB Meter PROで音圧70 dBを維持

2 植物の反応を評価するために、以下のパラメータを測定

生体電位波形：
- 音曝露前
- 曝露中
- 曝露後

成長と健康状態の測定：
- 葉の大きさ（cm）
- 葉の枚数の変化
- 植物の健康状態（色味やしおれなど）
- 根や茎の長さ

3 期間と1日のスケジュール

期間	条件	音曝露 ＋ 生体電位測定	成長・健康状態の観察
1～7日目	・無音 ・60 BPM	各条件に対して７日間毎日60分間	1～7日目の７日間随時観察
8～14日目	・120 BPM ・240 BPM	各条件に対して７日間毎日60分間	8～14日目の７日間随時観察

4 データ分析 （Ambientを使用）

・VIVIWARE Cellで収集した波形データをもとに、各BPM条件下での生体電位の変化を分析

・各BPM条件下での成長と健康をそれぞれ比較

スケジュール・理由

本実験では機器が1セットのため、4条件を同時に同一時間帯で測定することは困難である。また、1回の連続測定で4時間以上かかることから、光量や気温の変化による環境変動が結果に影響を与える可能性がある。そこで、1日の曝露を2条件に限定し、2週間かけて全4条件を順次測定する方式を採用する。この方法により、1日の総曝露時間を最大2時間に抑え、環境変動の影響を抑える。

予備実験

使用器具

- ポトス　（５本）
- Bitalino
- ECG ELECTRODE（導電性ジェルを含んだ小さな粘着パッチ）
- スピーカー

bitalino

実験方法

実際の実験の様子

1. bitalino に「ECG ELECTRODES」を葉に２個、茎に１個を取り付ける
2. 各苗に対して１日 15 分ずつ（朝 9:00 から 11:00 の間）に静かな音が遮断された部屋で実験を実施（100Hz、500Hz、1600Hz の音波、音波なし「無音」（対照群２本）
3. 生体電位を bitalino を使用し、波形を記録
4. 上記の手順を１週間続けて実施

予備実験結果

図３：100Hzでの生体電位（7日目）　図５：1600Hzでの生体電位（7日目）

図４：500Hzでの生体電位（7日目）　図６：音なしでの生体電位（7日目）

グラフの説明

周波数条件の相違に生体電位は依存せず、植物では同質的な波形パターンが認められた

図７：当てた音の周波数によるポトスの草丈の比較

図８：当てた音の周波数によるポトスの葉の枚数の比較

ポトスの草丈の成長率

条件	1日目	7日目	成長量	成長率(%)
100 Hz	11cm	13cm	2cm	約 18.18%
500 Hz	12cm	15cm	3cm	25.00%
1600 Hz	9cm	10cm	1cm	約 11.11%
無音1	13cm	14cm	1cm	約 7.69%
無音2	12cm	14cm	2cm	約 16.67%

図９：ポトスの草丈の成長率

ポトスの葉の枚数の増加率

条件	1日目	7日目	成長量	増加率(%)
100 Hz	14枚	14枚	0枚	0.00%
500 Hz	10枚	11枚	1枚	10.00%
1600 Hz	15枚	16枚	1枚	約 6.67%
無音1	16枚	17枚	1枚	約 6.25%
無音2	21枚	21枚	0枚	0.00%

図10：ポトスの葉の枚数の増加率

グラフの説明

各周波数条件の中で、500Hzに曝露した植物の成長が最も顕著に表れた

わかったこと / 結論：

周波数と生体電位に相関関係はない ＋ 500Hzが植物の成長促進・健康維持に良い（先行研究と同様の結果を得た） ＋ 三輪らの先行研究では、リズムと植物の生体電位の同期現象が観察された → 音の「周波数」ではなく「リズム」が重要？

実験結果

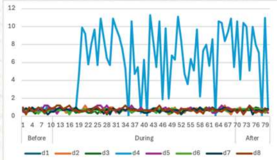


図11：60BPM音刺激の前・中・後における植物の生体電位の比較

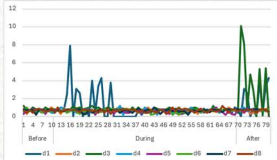


図12：120BPM音刺激の前・中・後における植物の生体電位の比較

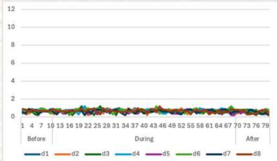


図13：240BPM音刺激の前・中・後における植物の生体電位の比較

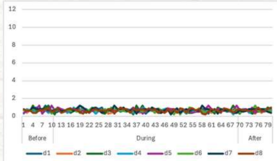


図14：無音音刺激の前・中・後における植物の生体電位の比較

予想

【成功パターン】

- 音に曝露された植物は、刺激を受けていない植物と比較して、生体電位の変化が大きくなる（植物の活発化）
- 変動周期の明確化 →変化が時間帯によって異なる（概日リズム）
- 繰り返し刺激を与えることで音に適応（記憶力）

【失敗パターン】

- 生体電位の変動がランダムで、音刺激との明確な相関が見られない

＜考えられる要因＞

測定精度の不足 / 植物の個体差 / 環境ノイズ

＜改善案＞

測定精度の向上 / 明確な反応を示す植物種 / 実験条件を安定化

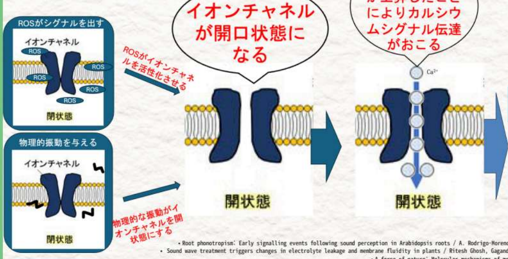
将来展望

大学で音刺激と植物の生体電位に関する研究を継続 → 「植物の声アプリ」を開発 → 自家菜園から農家まで、誰もが効率的で持続可能な栽培を可能に

植物の声アプリの機能

- 生体電位のリアルタイム波形表示 → 植物の電気的な反応をグラフで可視化
- 刺激との相関分析 → 音、光、温度と植物の電位変化を記録
- 健康状態のモニタリング → 生体電位の変化パターンから、植物をモニタリング
- 植物の気持ちを擬人化 → 「感情表現」を言語化
- 誰もが参加できる農業協力ネットワーク → 人手不足を解消

先行研究①



カルシウムシグナル伝達によりストレス応答遺伝子が活性化する

環境ストレス	例
乾燥	気孔を閉じる（ABAホルモンの合成や応答遺伝子が活性化）
病原菌	ROS生成や防御タンパク質（PRタンパク質）を合成

• Root phonotropism: Early signalling events following sound perception in Arabidopsis roots / A. Rodrigo-Moreno, N. Bazihizina, E. Azzarello, E. Masi, D. Tran / 2017年 / Plant Science / 17060014
• Sound wave treatment triggers changes in electrolyte leakage and membrane fluidity in plants / Ritesh Ghosh, Gagandeep Singh, Renu C. Mishra, Hanhong Bae / 2017年 / Plant Physiology and Biochemistry
• A force of nature: Molecular mechanisms of mechanoperception in plants / G. B. Monshausen, E. S. Haswell / 2013年 / BMC Biology

先行研究②

音を当てる

オーキシン関連遺伝子＝増加
エチレン生合成関連遺伝子＝減少

成長促進

• Sound Waves Promote Arabidopsis thaliana Root Growth by Regulating Root Phytohormone Content / Tae Hoon Kim, Ji Hye Kang, Min Kyoung Kim, Seonghoe Song / 2021年5月28日 / International Journal of Molecular Sciences / 22115739

参考文献

1. Pothosの育て方とインテリア実例 / ELLE DECOR Japan / 2024年 / https://www.elle.com/jp/decor/decor-interior-design/g63270368/pothos-plant-car1/
2. 農業構造の変化と農業就業人口 / 農林水産省 / 令和3年 / https://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/r3/r3_h/trend/part1/chap1/c1_1_01.html
3. 農業人口の推移 / 株式会社クボタ / 年不明 / https://www.kubota.co.jp/kubotatanbo/data/population.html
4. 食の未来とライフスタイル / GOETHE（ゲーテ） / 2025年7月19日 / https://goetheweb.jp/gentosha-plus/lifestyle/more/20250719-27514-food
5. コメ不足の背景とその影響 / Spaceship Earth / 2025年 / https://spaceshipearth.jp/2025-komebusoku/
6. 世界的な複数作物の同時不作 / GIGAZINE / 2023年7月6日 / https://gigazine.net/news/20230706-simultaneous-crop-failures-worldwide/
7. 植物の電気信号の可視化 / Yumenavi / https://yumenavi.info/vue/lecture.html?gnkcd=g009497
8. 植物生体電位の応用 / Protopedia / https://protopedia.net/prototype/3470
9. 日本農業の現状と課題 / マイナビ農業 / 2018年9月29日 / https://agri.mynavi.jp/2018_09_29_41447/
10. Root phonotropism: Early signalling events following sound perception in Arabidopsis roots / A. Rodrigo-Moreno, N. Bazihizina, E. Azzarello, E. Masi, D. Tran / 2017年 / Plant Science / 17060014
11. Sound wave treatment triggers changes in electrolyte leakage and membrane fluidity in plants / Ritesh Ghosh, Gagandeep Singh, Renu C. Mishra, Hanhong Bae / 2017年 / Plant Physiology and Biochemistry
12. A force of nature: Molecular mechanisms of mechanoperception in plants / G. B. Monshausen, E. S. Haswell / 2013年 / BMC Biology
13. 理科用語集：刺激応答と電気信号 / 浜島書店 / https://www.hamajima.co.jp/rika-binran/term/?/term/13225
14. Sound Waves Promote Arabidopsis thaliana Root Growth by Regulating Root Phytohormone Content / Tae Hoon Kim, Ji Hye Kang, Min Kyoung Kim, Seonghoe Song / 2021年5月28日 / International Journal of Molecular Sciences / 22115739
15. 植物と音環境の関係についての解説記事 / prrr.jp / https://prrr.jp/note/green/2449
16. 植物の健康と音の関係 / andplants / 年不明 / https://andplants.jp/blogs/magazine/plants-health
17. 音刺激下における植物の葉表面電位変化挙動について / 三輪隆之・柳橋康弘・笹川正幸 / 1998年 / 電子情報通信学会技術報告 / 信学技報, Vol. 98, No. 321
18. Exposure to Sound Vibrations Lead to Transcriptomic, Proteomic and Hormonal Changes in Arabidopsis / Ritesh Ghosh et al. / 2017年 / Scientific Reports / 7:4338
19. 農家の数は減っていますか。こども相談・農林水産省 / 農林水産省 / 2025年 / 農林水産省ウェブサイト
20. Plant Electrophysiology: Theory and Methods / Alexander G. Volkov / 2006年 / Springer / 9783540
21. Exposure to sound vibrations lead to transcriptomic, proteomic and hormonal changes in Arabidopsis / Ritesh Ghosh, Renu C. Mishra, Byoung-Kwan Choi, Young-Soo Kwon, Dong-Woog Bae, Se-Chul Park, Myung-Joong Jeong, Hanhong Bae / 2016年9月23日 / Scientific Reports / 33370
22. 音刺激下における植物の葉表面電位変化挙動について / 三輪 敬之, 柳橋 康博, 笹川 雅之 / 1992年 / 生物環境調節
23. The Electrome of a Parasitic Plant in a Putative State of Attention / A. C. S. Chagas, et al. / 2023年 / Frontiers in Physiology / 10224360
24. Cellular transduction of mechanical oscillations in plants by mechanosensitive ion channels / Daniel Tran, Markus Kopischke, Thomas Reinhardt, Elizabeth S. Haswell / 2021年1月5日 / PNAS / 19402118
25. Root phonotropism: Early signalling events following sound perception in Arabidopsis roots / A. Rodrigo-Moreno, N. Bazihizina, E. Azzarello, E. Masi, D. Tran / 2017年 / Plant Science / 17060014
26. Sound wave treatment triggers changes in electrolyte leakage and membrane fluidity in plants / Ritesh Ghosh, Gagandeep Singh, Renu C. Mishra, Hanhong Bae / 2017年 / Plant Physiology and Biochemistry
27. A force of nature: Molecular mechanisms of mechanoperception in plants / G. B. Monshausen, E. S. Haswell / 2013年 / BMC Biology
28. Sound Waves Promote Arabidopsis thaliana Root Growth by Regulating Root Phytohormone Content / Tae Hoon Kim, Ji Hye Kang, Min Kyoung Kim, Seonghoe Song / 2021年5月28日 / International Journal of Molecular Sciences / 22115739
29. Expression Analysis of Sound Vibration-Regulated Genes by Touch Treatment in Arabidopsis / Ritesh Ghosh, Mahesh Aditya Gururani, L. N. Ponpandian, Renu C. Mishra, Se-Chul Park, Myung-Joong Jeong, Hanhong Bae / 2017年2月6日 / Frontiers in Plant Science / 00100
30. Exposure to Sound Vibrations Lead to Transcriptomic, Proteomic and Hormonal Changes in Arabidopsis / Ritesh Ghosh, Renu C. Mishra, Byoung-Kwan Choi, Young-Soo Kwon, Dong-Woog Bae, Se-Chul Park, Myung-Joong Jeong, Hanhong Bae / 2016年9月23日 / Scientific Reports / 33370
31. 31. 騒音障害防止のためのガイドライン / 厚生労働省労働基準局安全衛生部 / 2020年6月 / 厚生労働省
32. Plant electrical signals: A multidisciplinary challenge / Jin-Hai Li, Fan L. F., Zhao D. J., Zhou Q., Yao J. P., Wang Z. Y., et al. / 2021年 / Journal of Plant Physiology / 153418

謝辞

本研究を進めるにあたり、東京科学大学の濵 美都子様および藤枝 俊宣先生には、貴重なご助言とともに実験器具のご提供を賜り、深く感謝申し上げます。
また、早稲田大学高等学院 理科生物科 教諭 秋山 和広先生には、本研究の内容に関して有益なアドバイスをいただきましたことに、心より御礼申し上げます。
さらに、ご助言をいただいた東京大学の星野 敬太さんに深く感謝申し上げます。
ここに、本研究にご協力いただいたすべての方々に深く感謝の意を表します。