

ビタミンCが植物に与える影響とその関係性

中村 美咲 柳澤 怜奈

1. 動機と目的

私たちが食事から摂取している栄養素の中には、人体で生成することができず、植物から得るしか方法がないものも存在する。このように植物は人類にとってなくてはならないものである。効率良く植物を栽培する方法は、食糧問題を抱える現代において有意義であると考え、本研究を行った。

以前1%のビタミンC水溶液を与えてブロッコリースプラウトを栽培したところ、蒸留水のみを用いて栽培したものよりも同じ栽培期間での発芽個数が多いことに気が付いた。【図1】はどちらも栽培開始から3日目の様子であり、種の量も同じ6gである。

本研究では、ビタミンCには植物にとって発芽を促進させる効果があるのではないかと、また発芽率を上げる効果があるのではないかと仮設立てて実験を行った。本実験ではブロッコリースプラウト、カイワレ大根、マスタードスプラウトの3種類のスプラウトを使用した。これらを使用した理由は、短い周期で効率よく実験を複数回行えるからである。スプラウトは通常、種に水を吸水させ、発芽後に暗化条件で成長させる。その後、葉に光を当てて緑化させるという過程を経て出荷される。先行研究より、植物自身に含まれるビタミンCの役割については分かっているが、外からビタミンCを与えた際に植物に与える影響についてはまだ研究がなされていないため、本研究を行った。実験I、実験IIでは各スプラウトの発芽個数をより多く、また緑化に要する時間が最も短くなるようなビタミンCの濃度について調べる。



▲【図1】栽培開始から3日目

2. 実験I：ビタミンCの濃度と発芽の関係性を調べる

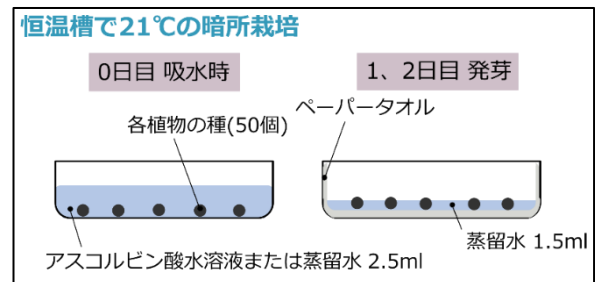
目的：吸水時に9種類の濃度のビタミンCを添加して、発芽個数が最も多いビタミンCの濃度について調べる。

〈実験材料〉

- ・ブロッコリースプラウトの種
- ・カイワレ大根の種
- ・マスタードスプラウトの種
- ・蒸留水
- ・アスコルビン酸（ビタミンC）
- ・ペーパータオル
- ・恒温槽（21℃）
- ・小シャーレ

〈実験方法〉

- ① 各スプラウトの種にアスコルビン酸水溶液を4時間吸収させる。【図2】（濃度は0・0.013・0.026・0.034・0.05・0.067・0.01・0.55・1.0%と設定し、各濃度50粒ずつ合計1,350個で実験を行った。なお、0.026%、0.05%、0.067%は、日本食品標準成分表から算出したマスタードスプラウト、カイワレ大根、ブロッコリースプラウト100gに含まれるビタミンCの質量パーセント濃度である。）
- ② シャーレに蒸留水で濡らしたペーパータオルと、アス



▲【図2】実験装置

コルビン酸を吸収させた種（25個を2シャーレ）を置く。以下、これを植物培地と呼ぶ。【図2】

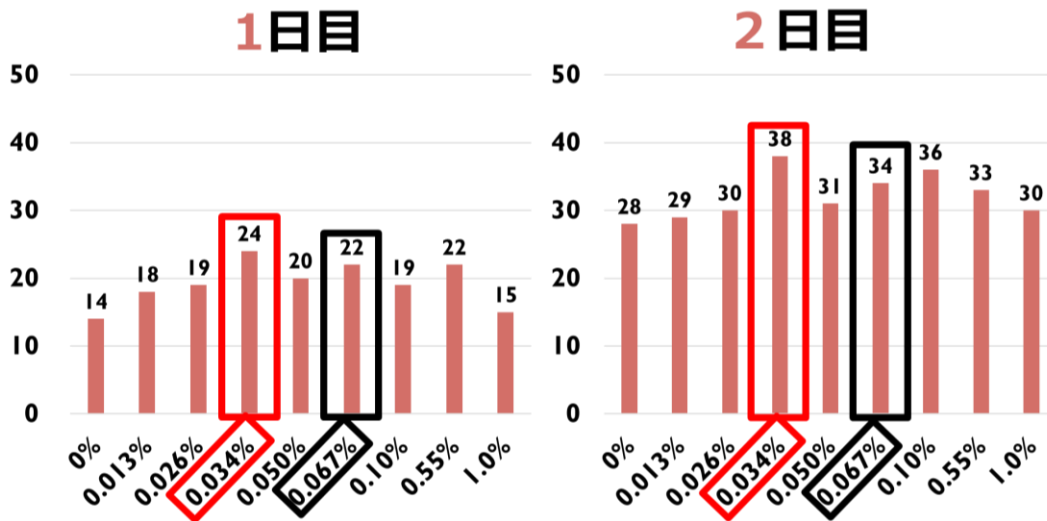
③ 恒温槽（21℃）で暗所栽培し、栽培開始から24時間ごとに発芽した種の個数を数える。実験に用いた種の合計個数は1,350個である。※根が出た状態を発芽したと判断して記録する。

3. 実験Ⅰの結果

ブロッコリースプラウト【図3】、カイワレ大根【図4】、マスタードスプラウト【図4】のそれぞれの発芽個数をまとめてグラフにした。図の黒枠はそれぞれのビタミンCの質量パーセント濃度、赤枠は最多発芽個数を示している。使用した植物培地の数は全54枚（内：ブロッコリースプラウト18枚、カイワレ大根18枚、マスタードスプラウト18枚）。

<ブロッコリースプラウト>

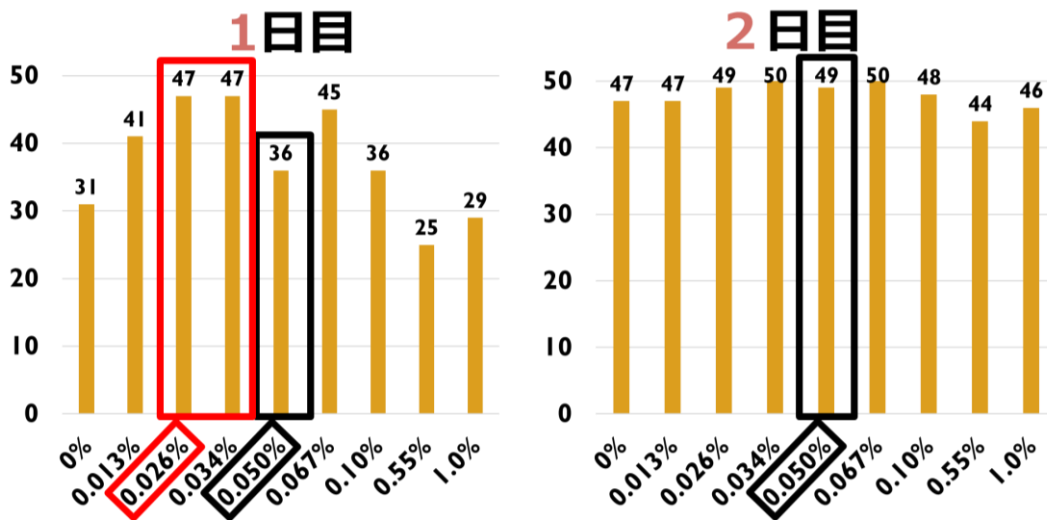
1日目の最多発芽個数は0.034%で24個、2日目の最多発芽個数は0.034%で38個だった。



▲【図3】ブロッコリースプラウトの発芽個数（累積）

<カイワレ大根>

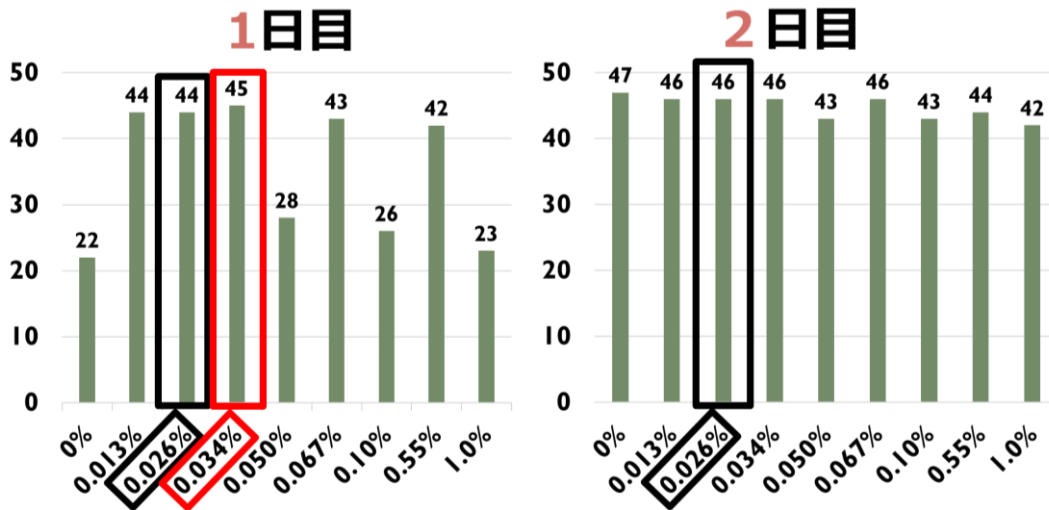
1日目の最多発芽個数は0.026%、0.034%で47個、2日目はどの濃度においてもあまり大きな差はみられなかった。



▲【図4】カイワレ大根の発芽個数（累積）

<マスタードスプラウト>

1日目の最多発芽個数は0.034%で45個、2日目はカイワレ大根と同様に、どの濃度においてもあまり大きな差はみられなかった。



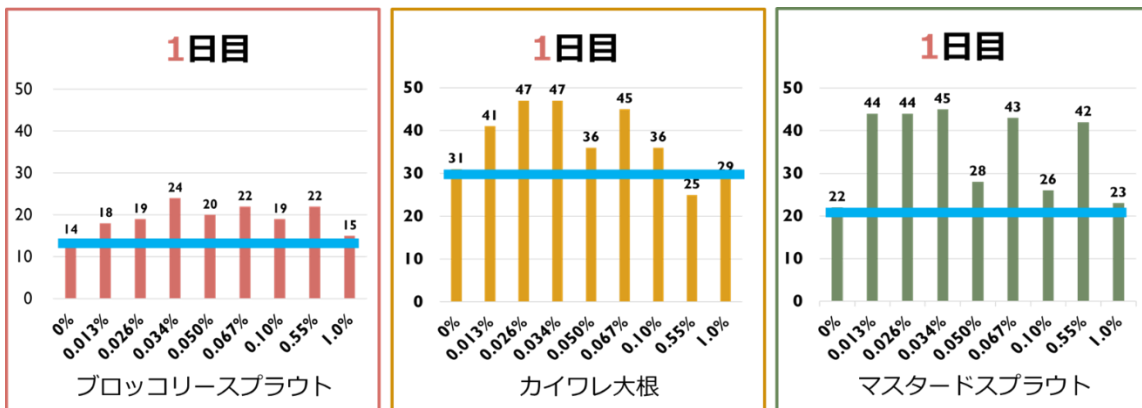
▲【図5】マスタードスプラウトの発芽個数（累積）

1日目において、各植物の最多発芽個数は0%区と比べて、ブロッコリースプラウトでは約1.7倍、カイワレ大根では約1.5倍、マスタードスプラウトでは約2.0倍発芽個数が増加した。また、マスタードスプラウトが0%との発芽個数の差が最も大きかった。

2日目においては、どの植物においてもビタミンCの濃度による0%区との発芽個数の差はほとんど見られなかった。

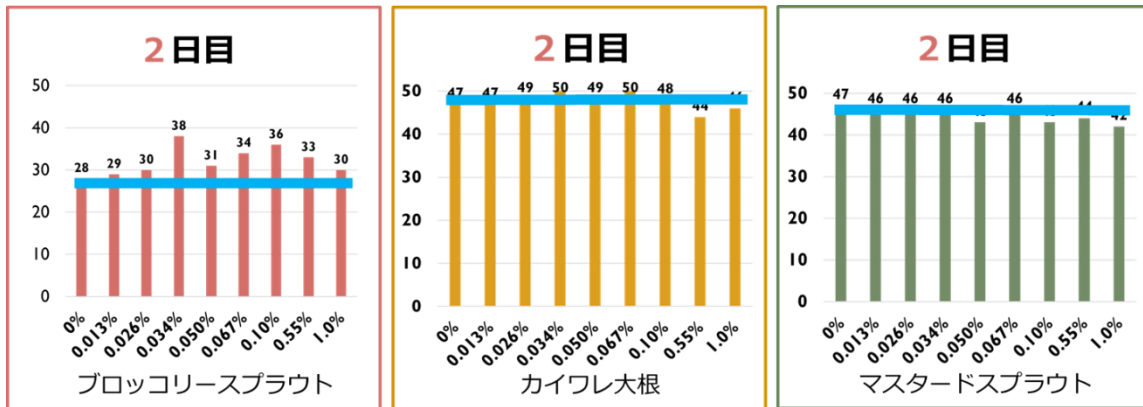
4. 実験Iの考察

1日目の結果より、ビタミンCには濃度によっては発芽促進効果があるのではないかと考えた。また、0%との発芽個数の差が最も大きかったことから、その効果が最も大きく表れたのがマスタードスプラウトであることも分かる。【図6】



▲【図6】0%との発芽個数の差（1日目）

2日目の結果より、いずれの濃度においても発芽個数に大きな差が見られなかったことから、ビタミンCには濃度によっては発芽促進効果があるものの、最終的な発芽率を上げる効果はないと考える。【図7】



▲【図7】0%との発芽個数の差（2日目）

1日目に、0%との発芽個数の差が最も大きかったマスタードスプラウトにおいて、このような結果になったのは、もともと種子に含まれているビタミンCの量が少ないため、微量のビタミンCでも影響が強く現れやすいのではないかと考えた。つまり、マスタードスプラウトは3つのスプラウトのうち、最もビタミンCの感受性が高いのではないかと考えた。

5. 実験Ⅱ：ビタミンCの濃度と緑化の関係性を調べる

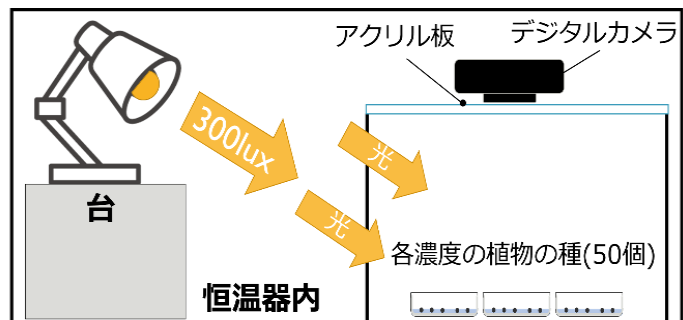
目的：3種類のビタミンC水溶液を吸水時に添加して、緑化終了までの日数が最も短くなるビタミンCの濃度について調べる。

〈実験材料〉

- ・ブロッコリースプラウトの種
- ・カイワレ大根の種
- ・マスタードスプラウトの種
- ・蒸留水
- ・アスコルビン酸（ビタミンC）
- ・ペーパータオル
- ・恒温器
- ・小シャーレ
- ・LEDライト（300lux）
- ・デジタルカメラ

〈実験方法〉

- ① 実験Ⅰの栽培条件下で各植物を0%, 0.034%, 0.050%の濃度のビタミンC水溶液を吸水させたのち、5日間恒温槽内で暗所栽培する。（0.034%は実験Ⅰで発芽個数が多かった濃度、0.050%は逆に発芽個数が少なかった濃度である。）
- ② 恒温槽内でLEDライトを用いて300luxの光を当てながら、緑化の様子を10分に1回48時間写真を撮り続ける。【図8】
- ③ 各植物から3つの葉を抽出し、葉の色のRGB値を調べる。
- ④ そのRGB値の平均を経過時間あたりの葉のRGB値として、グラフにする。



▲【図8】緑化時の実験装置

〔RGB値とは〕

求めたい色に含まれている赤・緑・青の割合を数値化して表す色の表現方法である。今回の実験では、パソコンのペイント機能のスポイトを使って求めた。RGB値を使用した理由は、目視のみの色の判断は定性的であり、数値化することで、より信憑性の高いデータが得られると考えたからである。

〈実験Ⅱでの定義〉

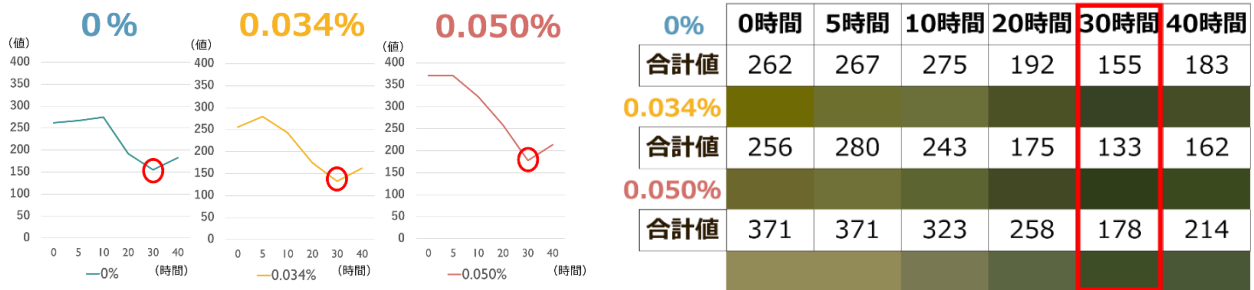
緑化が進むにつれてR値・G値・B値ともに低下することが分かっている。よって、RGB値の合計値を緑化の進行度として利用する。また、緑化の終了点をRGB値の合計値がほぼ一定、または合計値が最も低い点とする。

6. 実験Ⅱの結果

それぞれの植物の葉のRGB値を計測したものを合計してグラフと表にまとめた【図9～11】。グラフの赤丸は緑化が終了したと判断した点である。緑化の初期段階では5時間おき、10時間以降は10時間おきにRGB値を計測した。経過時間とRGB値をもとに算出した色が表の合計値の下の色である。マスタードスプラウトの0.034%においては、10時間以降は値の変化があまりみられなかったため、緑化開始から10時間後を緑化の終了点とした。

<ブロッコリースプラウト>

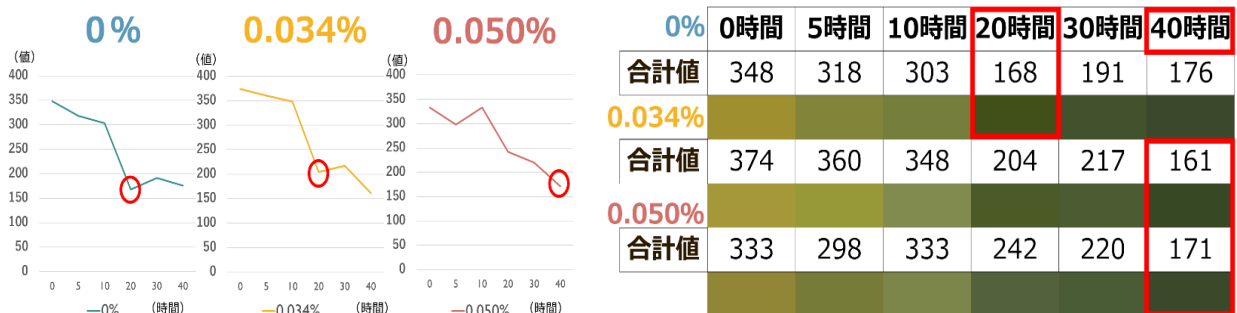
いずれの濃度においても、30時間で緑化が終了したと判断した。【図9】



▲【図9】

<カイワレ大根>

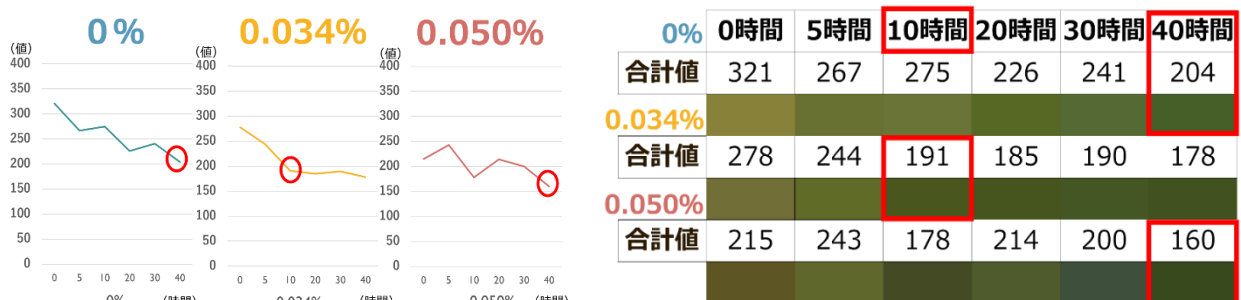
0%では10時間後、0.034%と0.05%では40時間後に緑化が終了したと判断した。【図10】



▲【図10】

<マスタードスプラウト>

0.034%では10時間後、0%と0.05%では40時間後に緑化が終了したと判断した。【図11】



▲【図11】

7. 実験Ⅱの考察

ブロッコリースプラウトとカイワレ大根では、ビタミンCが緑化に与える影響は見られない。一方、マスタードスプラウトにおいて、最も早い10時間で緑化が終了したことから、0.034%のビタミンC水溶液には緑化促進効果があると考えられる。これらのことから、植物の緑化を促進させるのに効果的なビタミンCの濃度は植物によって異なることがわかる。

8. 結論

ブロッコリースプラウトとカイワレ大根、マスタードスプラウトにおいて、0.034%のビタミンC水溶液には発芽促進効果がみられた。

マスタードスプラウトにおいては、0.034%のビタミンC水溶液には発芽促進・緑化促進効果があることから、マスタードスプラウトに0.034%のビタミンC水溶液を吸水させて育てると、短期間かつ低コストでのスプラウト栽培が可能となるのではないかと考える。

9. 今後の展望

本実験では短期間で実験を行うためにスプラウトを使用したが、発芽までに2週間ほどかかる種子やアブラナ科以外の植物についても研究をしたい。また、発芽促進の効果はビタミンCが酸性であることによって起こっている可能性も考えられるため、pHについても研究を進めたい。

10. 参考文献

- ・スプラウトの栄養成分表
https://www.murakamifarm.com/assets/pdf/nutritional_information.pdf
- ・野菜スプラウトの機能性の最近の進展
https://www.jstage.jst.go.jp/article/sst/9/2/9_103/_pdf/-char/ja
- ・アスコルビン酸（ビタミンC）輸送体の同定
<https://www.kaya.rib.oma-u.ac.jp/researchactivity/20150508-2/>
- ・大豆もやし発芽中のビタミンCの変動
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhej1951/31/1/31_1_55/_pdf

11. 謝辞

今まで本研究をご指導してくださった担当の鶴木先生、担任の先生、その他理数系の先生方に深く感謝申し上げます。特に担当の鶴木先生には、普段の実験や研究発表の練習、論文作成などあらゆる場面でのご指導をいただきました。心から感謝いたします。