

エチレンガスがカイワレダイコンに与える影響

愛媛県立松山南高等学校 理数科 3年

代表者： 白石 輝

竹田 真宏 西浦 晴翔

1. 研究の動機と目的

エチレングスは馬鈴しょ（スノーデン）の萌芽を抑制することが分かっている（図1）（酪農学園大学, 2008～2009）。そこで、エチレングスがカイワレダイコンの種の発芽や発芽後の成長に影響を及ぼすのかを調べ、これにより、可食部を大きくまたは非可食部を小さくすることで効率よく植物を栽培することを目標とする。その中で、エチレングスを与えることで植物の成長を促すことができるのかを調べ、また、最初は、エチレングスを含むリンゴを使って、実験を行い、濃度や与える時間を変えながら、成長へ与える影響がどのように変化していくのかを調べることにした。

そして、エチレングスの主な働きは、果実の成熟（後熟）促進、器官の脱落（離層の発達）促進（落葉・落果の促進）、細胞の伸長抑制、重力屈性の消失、開花の調節の五つ（視覚でとらえるフォトサイエンス生物図録, 2000）であるとされており、今回の実験では、細胞の伸長抑制作用を使って休眠状態である種にもエチレングスの影響があるのかを調査した。

2. 定義

この研究で用いたエチレングスの濃度は、エチレン処理を行う上で十分である250～500ppmの範囲に設定している。今回の実験では有意差を調べるためにf検定とt検定を用いた。f検定とはデータのバラつきに有意差があるかどうかを判定する方法であり、バラつきが抑えられているかどうかを調べる。t検定とはデータの平均値に有意差があるかどうかを判定する方法であり、平均値に差があるかどうかを調べる。また、実験4で使用した野菜、果物のエチレングスの産出量とエチレングスに対する影響度は以下のとおりである。

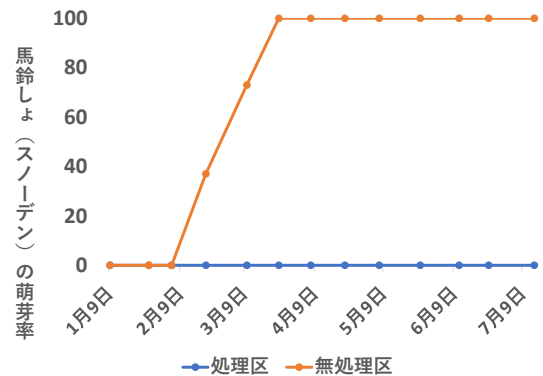


図1 エチレングス処理における馬鈴しょ（スノーデン）の萌芽率の推移（酪農学園大学,2008～2009）

表1 各作物のエチレングス産出量とエチレングスに対する影響度（nissha(2020/3/18)）

	エチレングスの産出量	エチレンに対する影響度
リンゴ	非常に高い	高い
バナナ	普通	高い
ブドウ	非常に高い	低い
トマト	普通	高い
ミカン	非常に低い	低い

普通の袋を使用すると、ガスバリア性能・気体遮断性能がないことが原因で袋の中のエチレンガスが透過で抜けていくため、ガスバリア性能・気体遮断性能を持った袋を用いて実験を行った（図2）。

また、エチレンガスを封入するとき、水を使って空気を抜いてから行った（図3）。研究では、日光を遮断するために段ボールで覆ってから実験を行った。

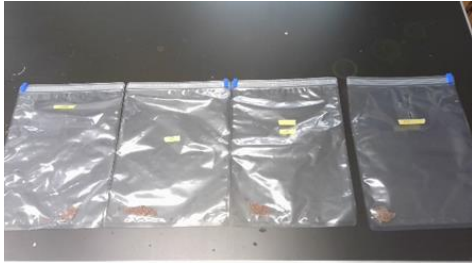


図2 ガスバリア性能・気体遮断性能をもった袋



図3 袋の中の空気を抜いている様子

3. 実験

実験1【リンゴのそば、リンゴの中に入れた種の成長の推移】

実験の目的

リンゴから出るエチレンガスの影響を受けてどのようにカイワレダイコンの成長が変化していくのかを調べる。また、傷をつけたリンゴの方がエチレンガスをよく発生させるので、リンゴのそばに種を置く場合とリンゴを切ってリンゴの中に種を入れる場合で分けて実験を行う。

実験方法

発芽しやすく、栽培が容易なカイワレダイコンの種をリンゴの中とリンゴと同じ袋の中とエチレンガスなしの3つの条件で100個ずつ2週間保存する。その後、湿らせた脱脂綿の上に置き、発芽に要する日時とその時の様子や成長過程を観察する。



図4 使用した道具

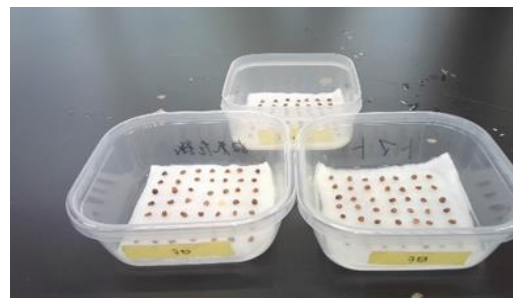


図5 発芽している様子



図6 リンゴの中



図7 リンゴのそば



図8 袋の中

実験結果

図6のように、リンゴと同じ袋の中で保存した種は、発芽した種（34個）のうち76%以上にあたる26個の種が2日目に発芽した。一方、種のみで保存したものは、発芽した種（38個）のうち、50%にあたる19個が2日目に、37%にあたる14個が3日目に発芽しており、2日目、3日目で87%が発芽した。一方、リンゴの中に保存したものは、発芽した種（14個）のうち、64%にあたる9個が3日目に発芽した。発芽した種の合計は、リンゴの中に保存したものが、14個で他の条件に比べて半分以下の発芽量になった。

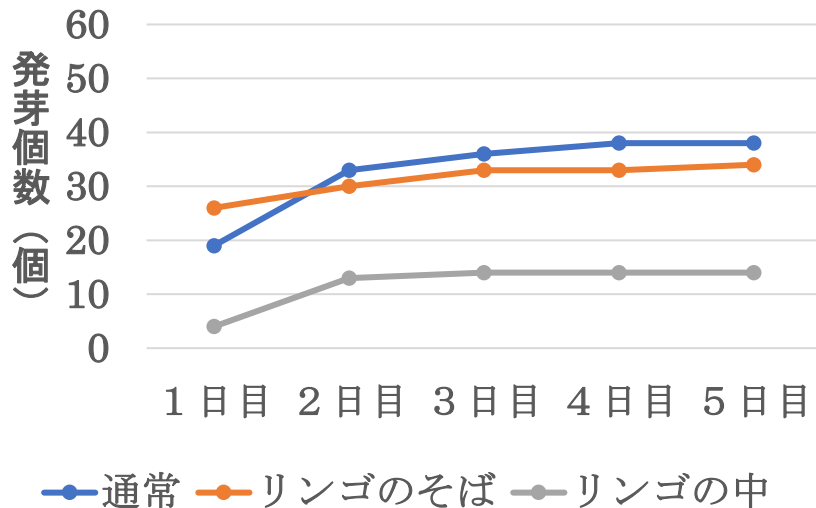


図9 実験1の発芽個数の推移

考察

今回の実験の結果から、エチレングスを与える量によって発芽時期が変わることが分かった。今回の実験は発芽に注目して行ったが、エチレングスには発芽時期を変えるような役割があるのではないのかという仮説が立った。しかし、リンゴのそばに置いた種は、条件なしの種と比べて少し湿っていたため、発芽時期に影響を与えたと言い切ることはできない。リンゴの中に入れた種は、下準備の時に掘った場所から腐食化して、種も一緒に腐ってしまったと考えられる。リンゴの水分の吸いすぎや腐敗が成長の妨げになってしまったと考えられる。

実験2【エチレングスとリンゴを一日与えた時の発芽個数の変化】

実験の目的

エチレングスとリンゴがカイワレダイコンの発芽に与える影響について調べた。実験1より、リンゴの中に入れて実験を行うと種が腐ってしまうので、種をリンゴの中に入れずに高い濃度のエチレングスを用いるため、純度99.9%のエチレングス缶を使って実験を行った。

実験方法

リンゴ、エチレングス、何も与えないものをそれぞれカイワレダイコン50個と同じ袋に入れ、1日放置したのち、湿らせた脱脂綿の上で発芽させ、発芽個数を5日間計測した（図7）。

実験結果

1日目に注目するとエチレングスとリンゴの発芽個数に28%、エチレングスと通常では12%の差がみられた。しかし、実験最終日の発芽個数には大きな変化は見られなかった。このことから、エチレングスは発芽を促進させるが、最終的な発芽個数には影響がないことが分かった。逆に、リンゴは発芽を促進させていることがわかった。

考察

実験2ではエチレングスを与えていたカイワレダイコンの種の発芽個数が1, 2日目では一番多く、リンゴと同じ袋に入れていたカイワレダイコンの種は、1, 2日目の発芽個数が一番少なかったことから、エチレングスはカイワレダイコンの種の発芽を促進し、リンゴは発芽を抑制すると考えた。

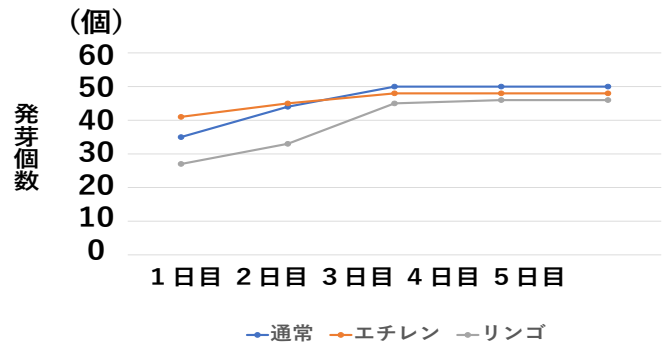


図10 実験2の発芽個数の推移

実験3【リンゴの水分による発芽抑制作用の調査】

実験の目的

実験2の結果がリンゴから出た水分による発芽抑制作用か調べる。

実験方法

濡れた紙とカイワレダイコンの種49個を同じ袋に入れ、1日放置したのち、湿らせた脱脂綿の上で発芽させ、発芽個数を5日間計測し、最終日の茎の長さも計測した。

実験結果 1日目に注目したところ、濡れた紙と同じ袋に入れていた種の発芽個数は何も与えていないものよりも多くなった(図8)。また、検定の結果、有意差は見られなかった。

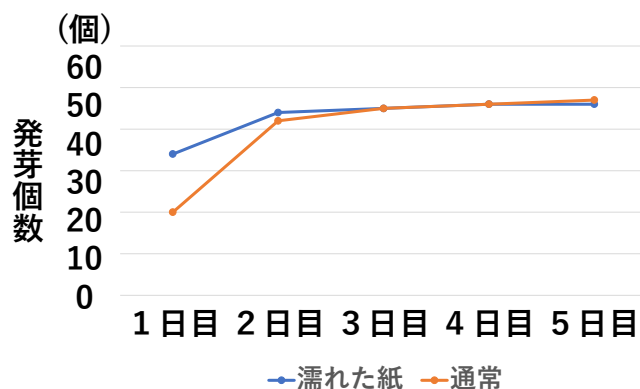


図11 実験3の発芽個数の推移

表2 実験3の茎の長さの平均(cm)

通常	濡れた紙
3.99	4.31

表3 実験3の検定の結果

	濡れた紙
f 検定	0.202
t 検定	0.148

考察

実験3で、実験2の発芽抑制作用がリンゴから出た水分によるものか調べるため、濡れた紙と一緒にカイワレダイコンの種を入れて実験を行ったところ、発芽が一番早かったため、実験2の結果は個体差である可能性が高いと考えられる。

実験4【リンゴの成分による発芽抑制作用の調査】

実験の目的

実験2の発芽抑制作用がリンゴから出た成分によるものかを調べるために、リンゴ、ブドウ、バナナ、ミカン、トマト、エチレングス、何も与えないものをそれぞれカイワレ大根の種49個と同じ袋に入れ、1日放置したのち、湿らせた脱脂綿の上で発芽させ、発芽個数を5日間計測し、最終日の茎の長さも計測した。

実験結果

リンゴ以外の複数の果物を使ったところ、検定をかけた結果、値が0, 05より大きくなったため、どの条件下でも有意差は見られなかった。よって、実験を通していても相関関係がみられなかったと言える。

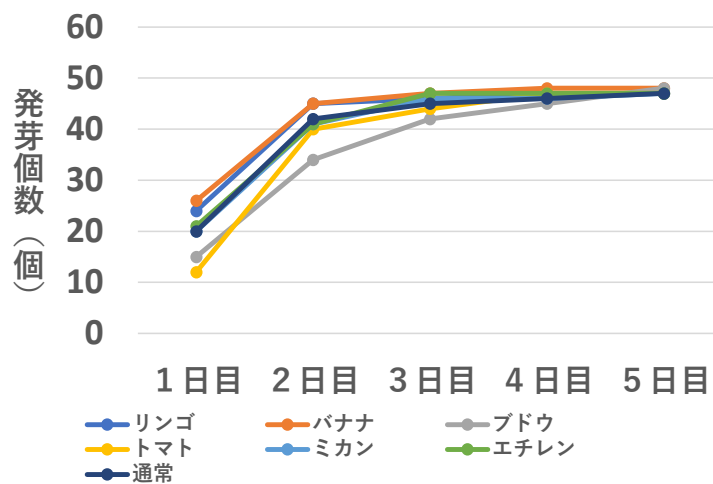


図1.2 実験4の発芽個数の推移

表4 実験4の茎の長さの平均

通常	リンゴ	エチレンガス	ブドウ	バナナ	ミカン
3.99	4.02	3.65	3.84	3.76	3.76

表5 実験4の検定の結果

	リンゴ	エチレンガス	ブドウ	バナナ	ミカン
f 検定	0.508	0.351	0.519	0.643	0.651
t 検定	0.854	0.059	0.498	0.225	0.266

考察

果物、野菜から出るエチレンガスによってカイワレダイコンの発芽にどのような変化が出るのか調べるために複数の果物、野菜を使って行ったところ、エチレンの産出量がほかの果物より比較的多いトマトと一緒に入っていた種の発芽数が一番少なかった。エチレン産出量が多いほど発芽促進の影響がよくでると考えていたが、予想と反した結果になったため、エチレン産出量は発芽促進に関係しない、または放置する時間をより長くすることで効果の変化が見えてくると考えた。

また、茎の長さの平均に注目すると、リンゴ以外の果物やエチレンガスを与えたものでは、エチレンガスを与えていないものと比べて短くなっていた。これはエチレンガスの伸長抑制作用であると考えられるが、検定をかけた結果、有意差は見られなかった。

実験5【エチレンガスを一週間与えたときの発芽個数の変化】

実験の目的

エチレンガスを与える時間を伸ばすことによってカイワレダイコンの発芽に影響を及ぼすのか調べる。

実験方法

エチレンガスと何も与えないものをそれぞれカイワレダイコンの種49個と同じ袋に入れ、1週間放置したのち、脱脂綿の上で発芽させ、発芽個数を5日間計測した。

実験結果

1日目、2日目に注目すると、1日目ではエチレンガスを与えたものと与えていないものの発芽個数に約33%、2日目では約31%の差がみられた。しかし実験2と同様に最終的な発芽個数には影響は与えないことがわかった。

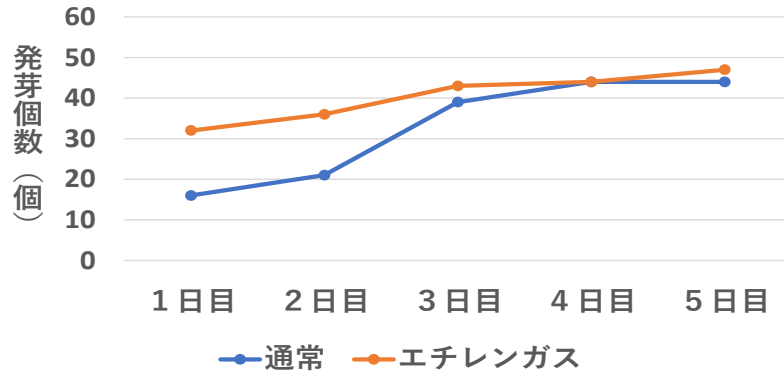


図 1.3 実験 5 の発芽個数の推移

表 6 実験 5 の発芽個数の差

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目
エチレングス	32	36	43	44	47
通常	16	21	39	44	44
発芽個数の差	16	15	4	0	0

考察

エチレングスを与える時間を1週間で行い、1日目、2日目で発芽個数に顕著な差がみられた。ここから、エチレングスを与える時間が長いほど、より発芽促進作用が大きくなると考えられる。また、エチレングスを与えているものと与えていないものの発芽個数の増減が実験ごとに異なっていたので、エチレングスは最終的な発芽個数には影響を与えないと考えられる。

実験 6 【エチレングスを与える時間による茎の伸長の変化】

実験の目的

エチレングスを与える時間による茎の伸長の変化を数値化する。

実験の方法

エチレングスと何も与えないものをそれぞれカイワレダイコンの種 150 個と同じ袋に入れ、それぞれ 1 日、3 日、1 週間放置したのち、脱脂綿の上で発芽させ、5 日後茎の長さを計測し、平均値を調べた。

実験結果

結果は以下のようになった (表 7)。エチレングスを与える時間を延ばすほど茎の平均の長さが短くなった。

表7 実験6の茎の長さの平均

1週間	3日	1日
7.11	7.58	7.65

考察

種の状態での植物ホルモンであるエチレンガスの影響を調べたところ、1日が一番大きく、1週間が一番小さいことから、エチレンガスの効果の一つである細胞伸長の抑制であると考えられ、種の状態でもエチレンガスの影響を受けていると言える。

4. まとめ

実験2, 4はエチレンガスを与える時間が1日だったため、エチレンガスを与えたものと与えていないもの間での発芽個数の変化は少なく、カイワレダイコンの個体値によるものであり、エチレンガスによる影響ではないと考えられた。実験5ではエチレンガスを与える時間を1週間で行い、1日目、2日目で発芽個数に顕著な差がみられた。ここから、エチレンガスを与える時間が長いほど、より発芽促進作用が大きくなると考えられる。また、エチレンガスを与えているものと与えていないものの発芽個数の増減が実験ごとに異なっていたので、エチレンガスは最終的な発芽個数には影響を与えないと考えられる。

実験6からエチレンガスを与えたカイワレダイコンの種は、茎の伸長抑制作用が見られ、また与える時間を延ばせば延ばすほど効果が強まっていることから、休眠状態である種へエチレンガスを与えても植物ホルモンとしての効果が現れ、その後の成長にも影響を与えていることが分かった。

このことから、エチレンガスを発生させる果物や野菜とカイワレダイコンの種を長時間同じ空間で保存することで発芽を促進することができるが、茎の長さに促進作用は見られず、逆に、茎の伸長抑制作用が見られて、最終的な茎の長さが短くなると考えられる。

5. 参考文献

- ・酪農学園大学(平成20年秋～21年夏)エチレンガスによる馬齢しよ萌芽抑制効果に関する試験
- ・nissha(2020/3/18)エチレンガスとは何か? 青果物の成長や鮮度への影響も解説
- ・ORDiY(オルディ株式会社)
- ・鈴木孝仁(2000)視覚でとらえるフォトサイエンス生物図録: 数研出版