

水溶液の性質がカイワレダイコンの発芽・成長に及ぼす影響について

2年D組 近江 彩雪 大滝 浩太郎
佐々木 陸 佐藤 千優
佐藤 礼依 柴田 七音
三浦 瑚夏

要約

この研究は、水溶液が植物に与える影響を調べるために行った。水溶液の種類や濃度を変え、どのような成分・性質がカイワレダイコンの発芽・成長にどのような影響を与えるかを調べた。

研究動機

植物の発芽・成長には水が必要不可欠である。その液体が変わると植物の発芽・成長にどのような影響があるのか疑問に思った。今回は生育期間が6~10日と比較的に短く、観察しやすいと考えたカイワレダイコンを使用して、観察を行うことにした。

カイワレダイコンとは

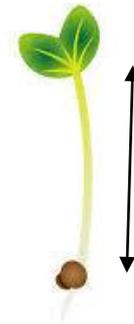
カイワレダイコンはアブラナ科ダイコン属の植物。発芽に適した温度は15℃~30℃、生育に適した温度は15℃~25℃である。そのため、室内で一年中栽培が可能である。今回は、発芽率が90%以上の種を使用した。

基本的な育て方

- ①脱脂綿を容器に敷き、脱脂綿が浸かるくらい水を入れる。
- ②重なり合わないよう10粒種をまき、3日間段ボールなどを被せて日陰にする。
- ③脱脂綿が乾かないようスポイトで水やりをして管理する。
- ④4日後に日当たりのよい場所へ移し、1週間観察する。

観察・記録方法

- ・日付、天気、気温、湿度、観察した時間
- ・発芽率(%) (10粒中発芽した割合)
- ・成長した長さ(cm) (最も長いもの、根や葉は含めない) を測定
- ・その他気づいたこと (色の変化・カビが発生など)



実験 身のまわりの水溶液を加えてみる。

方法

コーヒー、抹茶、食塩水、砂糖水、原液のソース、醤油、水、辣油、牛乳、料理酒、洗剤、ぶどうジュースを加えて一週間観察した。結果は7日目の時点での発芽率と成長した長さを表している。

結果

水溶液	発芽率 (%)	成長した長さ(cm)	水溶液	発芽率 (%)	成長した長さ(cm)
食塩水	0	0	洗剤	0	0
牛乳	0	0	醤油	0	0
コーヒー	80	0.8	辣油	0	0
砂糖水	30	1.8	ソース	0	0
水	100	9.8	料理酒	0	0
抹茶	100	2.2	ぶどうジュース	0	0

水溶液	pH	水溶液	pH
食塩水	7	洗剤	5
牛乳	8	醤油	4
コーヒー	8	辣油	4
砂糖水	7	ソース	4
水	7	料理酒	4
抹茶	6	ぶどうジュース	3

発芽しなかった水溶液の成分をパッケージの成分表で調べると、食塩またはナトリウムが含まれていることが分かった。発芽した水溶液の pH を pH 試験紙で調べると、発芽・成長したのは pH7 付近であることがわかった。

今回は発芽した水溶液の中から砂糖の主成分であるスクロースを選択し、観察を行った。

実験①-1 方法

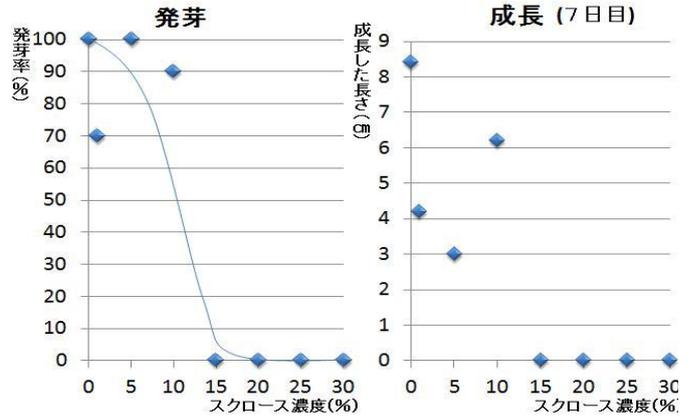
1%~30%までの5%間隔でスクロース溶液の濃度を変えて観察する。

結果

15%以上は発芽・成長しなかった。しかし、観察5日目からカビが発生してしまったため、成長のグラフに正確性はない。

考察

15%以上で発芽しなかったのは浸透圧によるものと考えられる。よって、10%~15%までの発芽から、発芽の限界を調べてみることにした。



実験①-2 方法

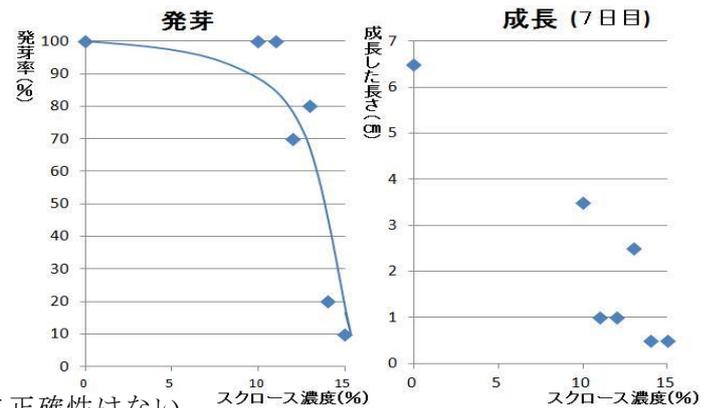
10%~15%まで1%間隔でスクロース溶液の濃度を変えて観察する。

結果

11%までは100%発芽した。12%以上は濃度が高くなるに従い、発芽率が下がっていった。実験①-1では発芽しなかったスクロース溶液15%は、10%発芽した。観察5日目からカビが発生してしまったため、成長のグラフに正確性はない。

考察

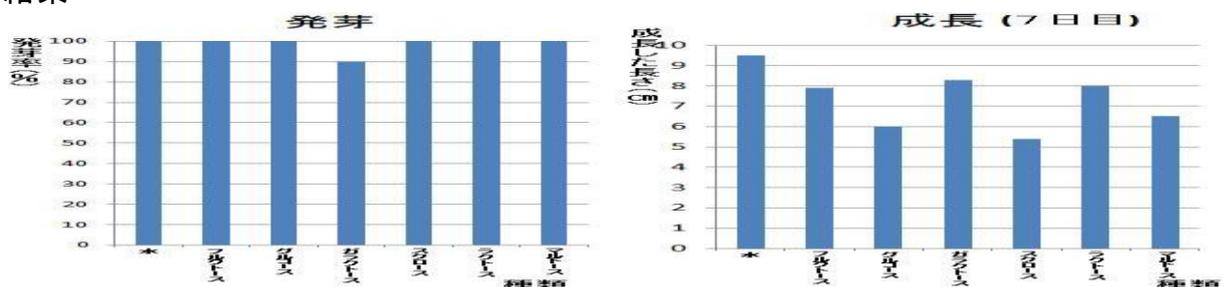
スクロース溶液は濃度12%以上では、発芽が抑制される。よって濃度15%付近が、発芽の限界であると考えられる。



実験①-3 方法

糖の種類による発芽・成長の違いを調べるために、単糖類のフルクトース、グルコース、ガラクトース、二糖類のスクロース、ラクトース、マルトースの6種類の糖を与えた。100%発芽したスクロース溶液11%は0.32 mol/Lであり、発芽・成長に影響が少ないと考えられる0.1 mol/Lに揃えて観察した。

結果



ほぼ全ての糖が 100% 近く発芽した。しかし、観察 6 日目からカビが発生してしまい、成長のグラフに正確性がなくなってしまった。

考察

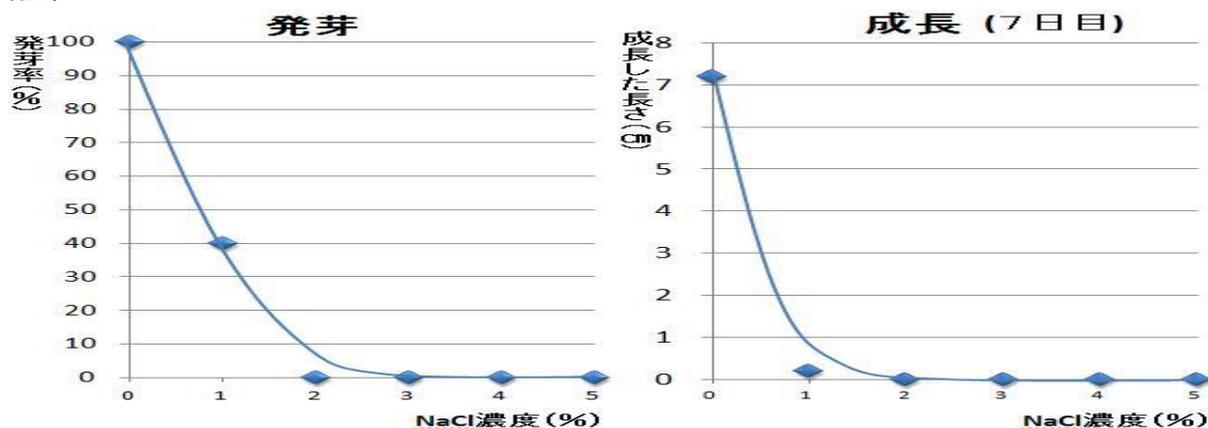
このことから、糖の種類は発芽に対してあまり関係ないと考えられる。

仮説② NaCl、Na⁺が含まれていると発芽しないのではないか。

実験②-1 方法

濃度 1%、2%、3%、4%、5% の NaCl 溶液をカイワレダイコンに与えて観察する。

結果



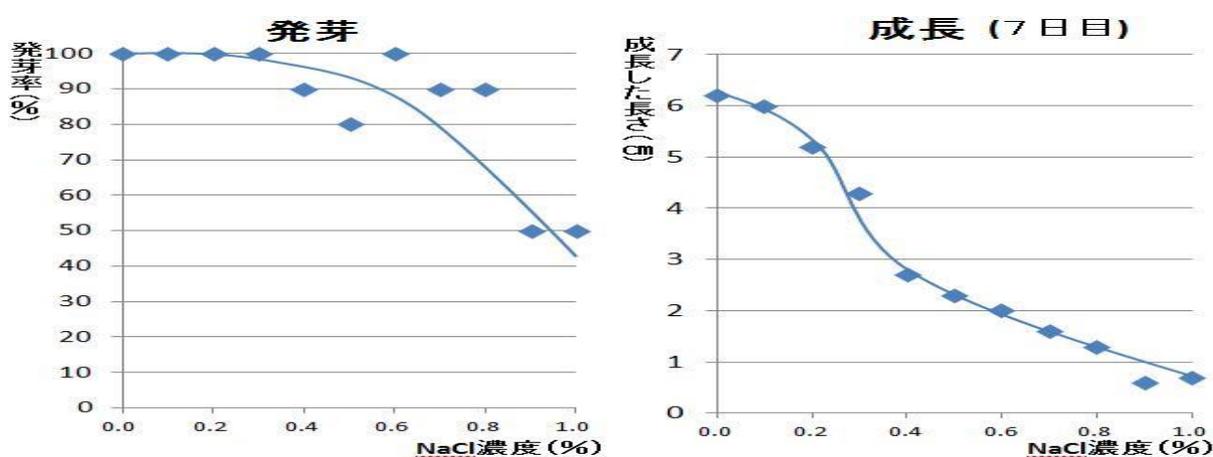
考察

NaCl 溶液 1% のみが発芽したことから、1% が発芽の限界濃度であると考えられる。これは実験①と同様、浸透圧によるものと考えられる。スクロース溶液 15% は 0.43 mol/L、40% 発芽した NaCl 溶液 1% は 0.17 mol/L であり、電離した場合の粒子の濃度は 0.34 mol/L である。このことから、発芽に関する浸透圧の限界は粒子濃度にして 0.34~0.43 mol/L 相当と考えられる。また、NaCl 溶液 1% は発芽したものの、成長が大きく抑制されており、1% より低濃度にするとう芽や成長にどのような影響があるかを調べることにした。

実験②-2 方法

濃度 0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1.0% の NaCl 溶液を与えて観察する。

結果



NaCl 溶液 1.0% と比べると、濃度が低いものの方がより発芽・成長した。

考察

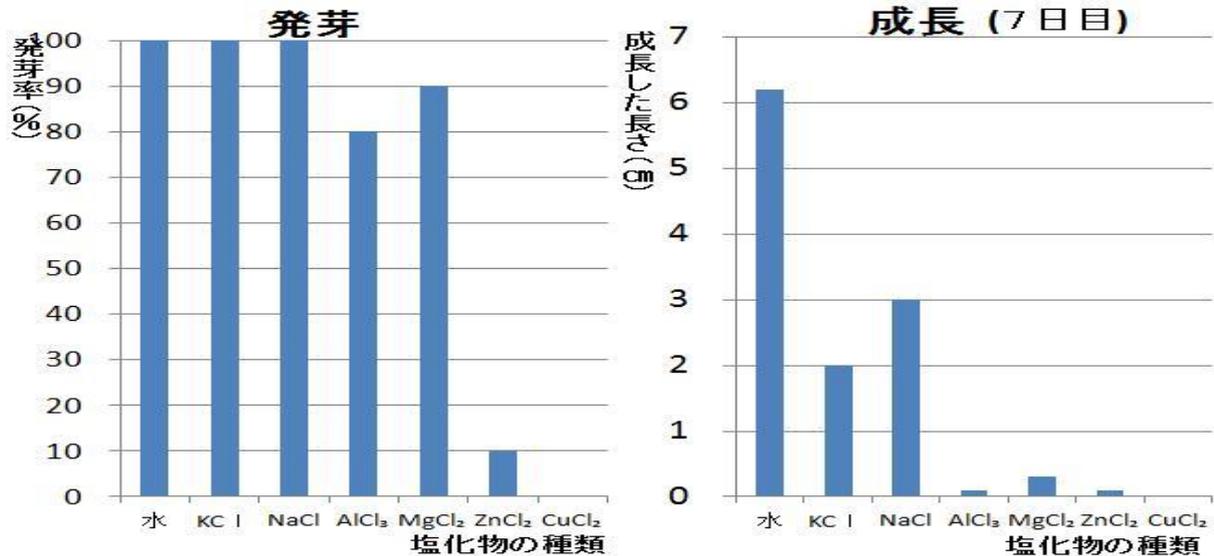
NaCl 溶液の濃度が高くなるにつれて発芽・成長が抑制されることが分かった。

仮説③ Na⁺以外の金属の影響はどうだろうか

実験③-1 方法

Na⁺以外にも水に溶けやすい代表的な金属を含む塩化物、KCl、NaCl、AlCl₃、MgCl₂、ZnCl₂、CuCl₂の水溶液を作成した。濃度は実験①、②より発芽の限界はスクロース溶液 0.43 mol/L 付近、NaCl 溶液は 0.34 mol/L 以下であったため、発芽に影響の少ない濃度と考えられる 0.1 mol/L にした。なお、スクロース溶液 0.1 mol/L は 3.4%、NaCl 溶液 0.1 mol/L は 0.59% である。

結果



CuCl₂は全く発芽・成長しなかった。ZnCl₂は発芽率が低かった。全体的に成長せず、中でも ZnCl₂、AlCl₃、MgCl₂が成長の数値が特に低い。

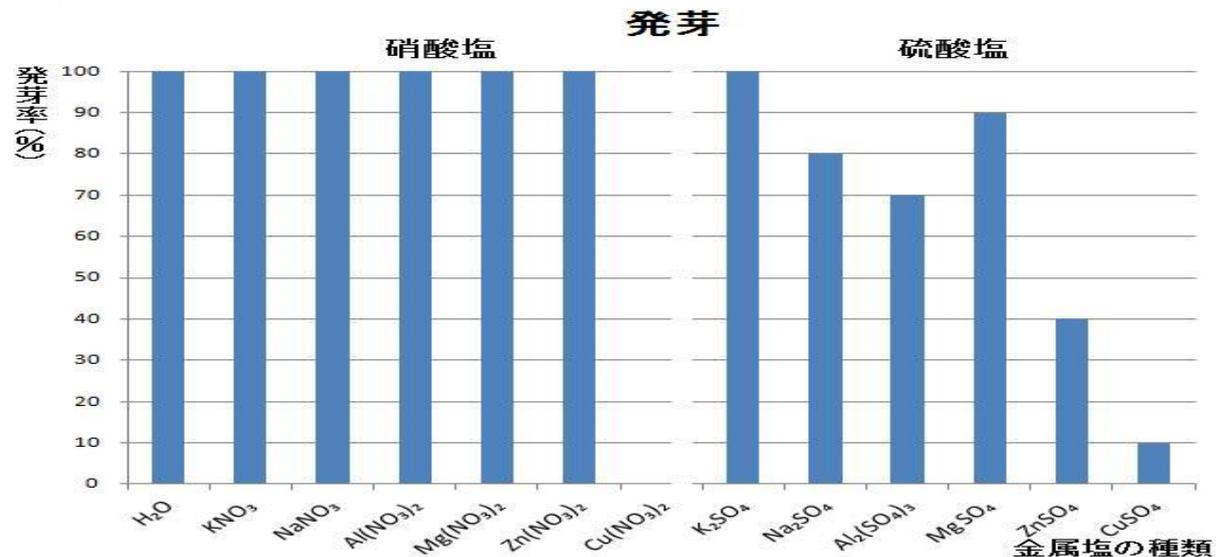
考察

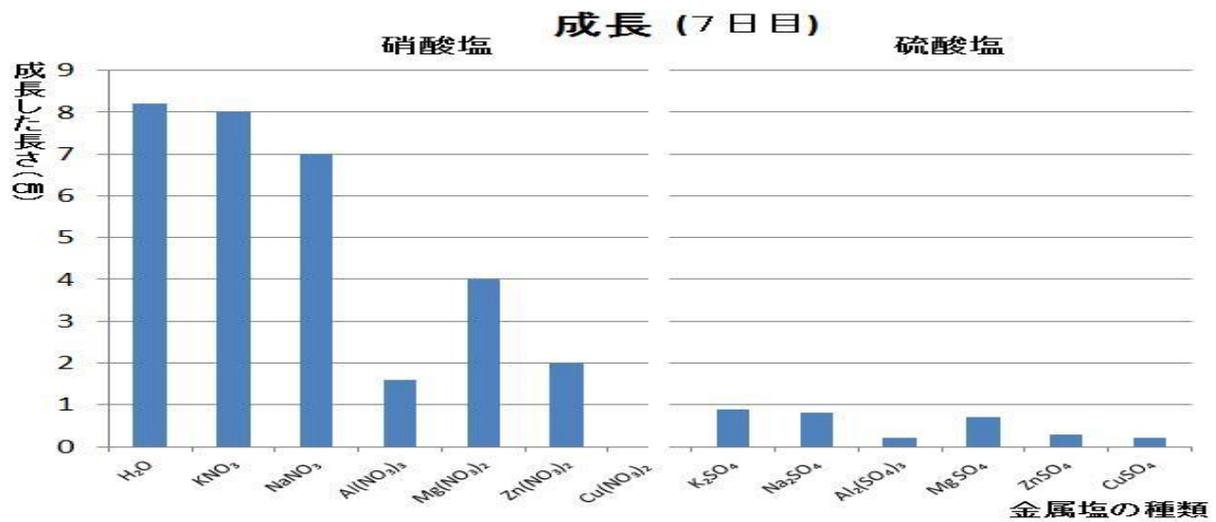
グラフより Zn²⁺、Cu²⁺が成長・発芽を抑制し、Al³⁺、Mg²⁺は成長を抑制することがわかった。硝酸塩・硫酸塩ではどうだろうか。

実験③-2 方法

KNO₃、NaNO₃、Al(NO₃)₃、Mg(NO₃)₂、Zn(NO₃)₂、Cu(NO₃)₂、K₂SO₄、Na₂SO₄、Al(SO₄)₃、MgSO₄、ZnSO₄、CuSO₄の水溶液 0.1 mol/L を作成して与えて観察した。

結果





硝酸塩と硫酸塩を比較すると発芽・成長ともに硫酸塩の数値の方が低い。また、Al³⁺、Zn²⁺の成長の数値が低い。CuSO₄は発芽・成長をしたが数値が低く、Cu(NO₃)₂は全く発芽しなかった。

考察

実験③-1と同様、Cu²⁺は発芽・成長を抑制すると考えられる。また、硫酸塩は全体的に成長を抑制することがわかった。硫酸塩や塩化物と比較して硝酸塩の成長の数値が高いのは、NO₃⁻が発芽・成長の際、肥料として使用されている可能性も考えられる。

仮説④ pH7 付近のものが発芽・成長するのではないか

実験④ 方法

緩衝液を用いて pH の値を変えた水溶液を作成した。緩衝液とは、弱酸とその弱酸の塩、または弱塩基とその弱塩基の塩の混合溶液のことである。緩衝液に酸や塩基の水溶液をわずかに混合しても pH の値をほぼ一定に保つことができる安定した溶液である。pH3.19~6.22 の酸性領域を酢酸と酢酸ナトリウムから、pH8.00~11.00 の塩基性領域をアンモニア水と塩化アンモニウムから作成した。濃度は実験③と同様、0.1 mol/L に統一した。

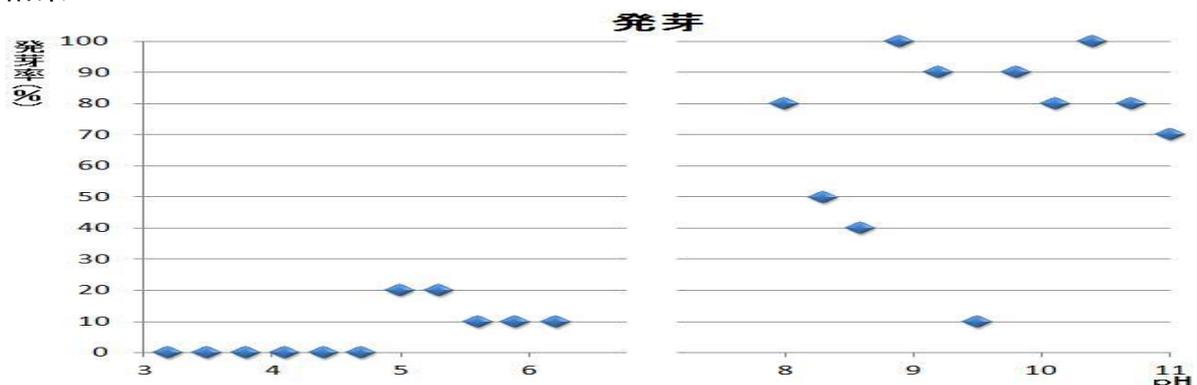
【酸性】 酢酸、酢酸ナトリウム緩衝溶液

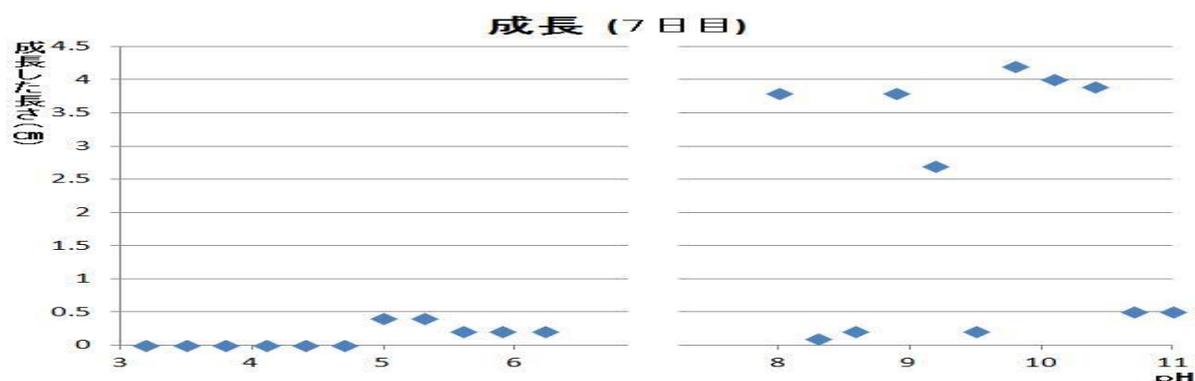
0.1 mol/L 酢酸[cm]	32	16	8	4	2	1	1	1	1	1	1
0.1 mol/L 酢酸ナトリウム[cm]	1	1	1	1	1	1	2	4	8	16	32
pH	3.19	3.5	3.8	4.1	4.4	4.7	5	5.3	5.6	5.9	6.22

【塩基性】 アンモニア水、塩化アンモニウム緩衝溶液

0.1 mol/L アンモニア水[cm]	1	1	1	1	1	1	2	4	8	16	32
0.1 mol/L 塩化アンモニウム[cm]	32	16	8	4	2	1	1	1	1	1	1
pH	8	8.3	8.58	8.89	9.19	9.5	9.8	10.1	10.4	10.7	11

結果





酸性の領域では発芽・成長共に数値が低い。塩基性領域では発芽・成長の数値に規則性が見られないが、酸性と比較すると全体的に数値が高い。pH8.3、8.58、9.5 に関しては再実験を行ったが、どれも発芽・成長の数値が低かった。

考察

カイワレダイコンに酸性の水溶液を与えた場合、発芽率・成長が少ないため、酸性の水溶液は発芽・成長には適していないと考えられる。塩基性の水溶液を与えた場合、酸性の水溶液に比べて発芽・成長はするが、規則性がないが明確な抑制作用はない。これは、緩衝液に使用したアンモニア水の成分が発芽・成長に影響を与えた可能性も考えられる。

まとめ

仮説①の「水溶液濃度が高いと発芽・成長しないのでは」に対しては、スクロース濃度 12% 以上で発芽が抑制されることが分かった。また、発芽には糖の種類による影響はないことが分かりました。糖仮説②の「NaCl、Na⁺が入っているものは発芽・成長しないのでは」に対しては、NaCl 溶液の濃度が高いほど発芽・成長が抑制されることが分かった。仮説③の「Na⁺以外の金属の影響はどうか」に関しては、Cu²⁺が発芽を抑制し、Al³⁺、Mg²⁺、Zn²⁺、Cu²⁺は成長を抑制することが分かった。また、硫酸塩と塩化物は全体的に成長を抑制するが、硝酸塩の場合、NO₃⁻が養分になっている可能性があると考えられる。仮説④の「pH が 7 付近のものが発芽・成長するのでは」に関しては、酸性の場合は、発芽・成長が抑制され、塩基性では抑制作用が明確に見られなかった。

課題

実験①でカビが発生してしまったため、成長の結果に正確性がなくなってしまった。今後はカビが発生しない方法を調べて、観察・記録を取りたい。また、今回は種を 10 粒にして観察した。しかし、もともとの種の発芽率が 90% であったり、10 粒では少しの変化が結果を大きく変えてしまったりするので、種を 100 粒にするなど試料の数を増やし、再現性を高めたい。実験④では、塩基性においてアンモニア水以外の緩衝液を使用して発芽・成長への影響を調べていきたい。

謝辞

実験に協力してくださった先生方ありがとうございました。

参考・引用文献

- ・実教出版株式会社 サイエンスビュー「化学総合資料」
- ・第一学習社 スクエア「最新図説生物」
- ・一般社団法人 日本植物生理学会「みんなのひろば」<https://jspp.org/Hiroba/>