

二十日大根に対する銅イオンの毒性

宮城県仙台第三高等学校

16 班

銅は動植物にとって必須元素であるが過剰に摂取すると生物に対して悪影響であることが知られている。どんな悪影響が植物に対して起こるのかを確認するために安価で手に入りやすい二十日大根を硫酸銅水溶液と硝酸銅水溶液をそれぞれ用いて実験をした。その結果、硝酸銅水溶液は毒性が強すぎたため結果がよく出なかったが、硫酸銅水溶液が $1.0 \times 10^{-3}\%$ と $1.0 \times 10^{-4}\%$ の濃度の硫酸銅水溶液で育てた二十日大根の根の長さに 49.3 mm の大きな差が見られた。 $1.0 \times 10^{-4}\%$ の濃度が二十日大根の銅に対する許容量であったと考えられる。次に、銅イオンがはつか大根のどの部分に主に反応しているかを確認する実験を行った。実験の結果はつか大根の茎の部分より根の部分の減少した長さが大きかった。

1 背景

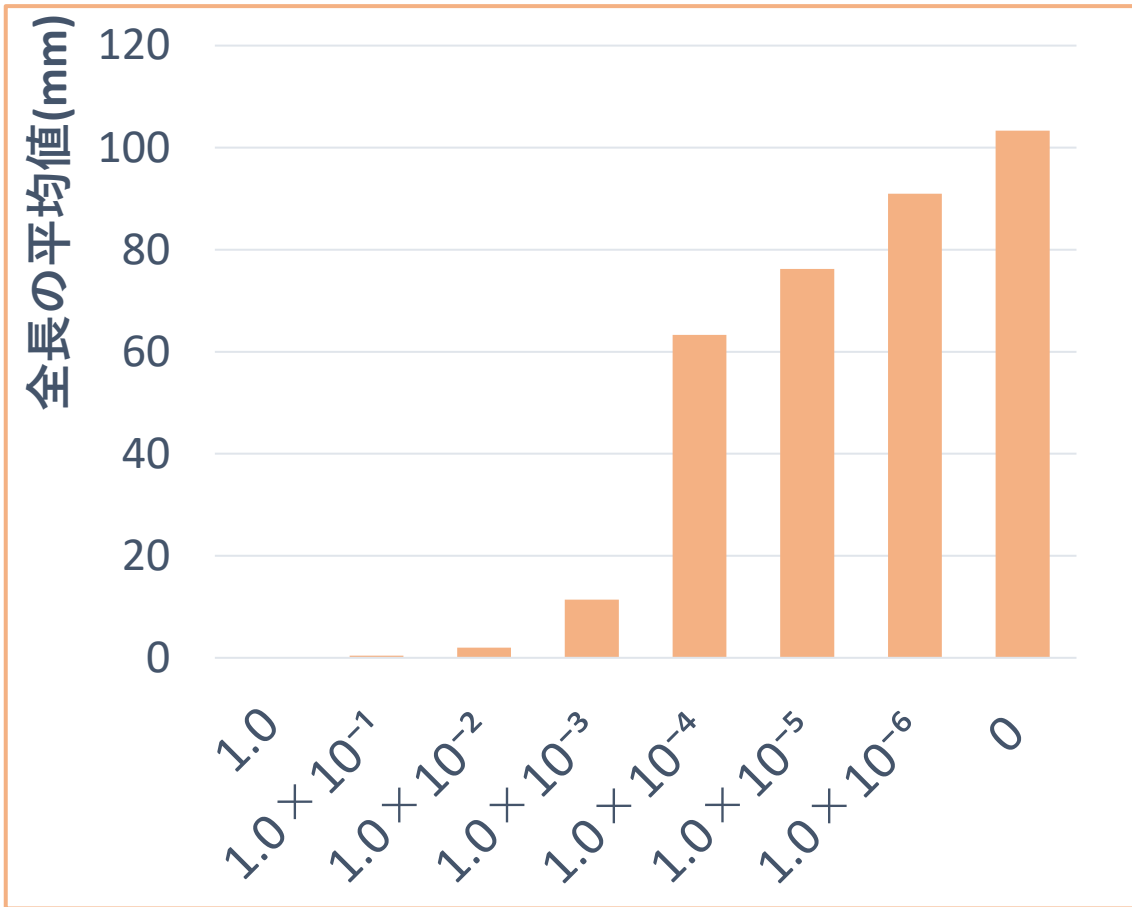
1. 土壌中には銅イオンが存在しており、植物は銅イオンを摂取して成長する。しかし、銅イオンを過剰に摂取しすぎると植物に悪影響を与え、成長を妨げる。そのことから、銅イオンは具体的にどのような影響を与えるのか調べた。安価で成長の速いはつか大根と硫酸銅水溶液を用いて実験を行った。その結果、硫酸銅水溶液の濃度が高いほどはつか大根の根の長さが短くなり、濃くなっていくほど色が黒っぽく変色した。一方、最も銅イオンが作用している部分は二十日大根のどこの部分かを実験 2 で調べた。その結果、二十日大根の茎より根の減少した長さが大きかったため最も阻害されていたのは根という結果が出た。その後、根を阻害する原因を解明するため

にルテニウムレッドを用いてペクチンを調べたり、銅イオン存在下でも根の成長が阻害されないようにするために様々な成育環境を試した。

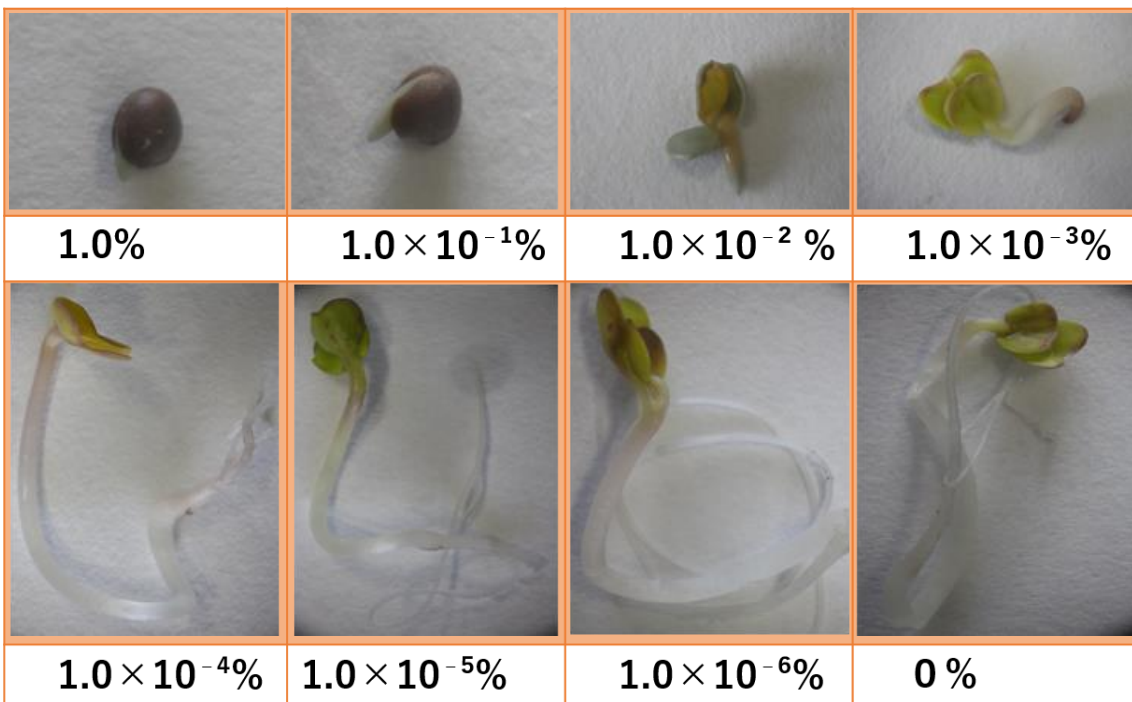
2 実験 I

- ・目的 はつか大根が銅イオンからうける影響を調べる
- ・材料 硫酸銅水溶液 (1.0% , $1.0 \times 10^{-1}\%$, $1.0 \times 10^{-2}\%$, $1.0 \times 10^{-3}\%$, $1.0 \times 10^{-4}\%$, $1.0 \times 10^{-5}\%$, $1.0 \times 10^{-6}\%$) 純水はつか大根の種子
- ・方法 はつか大根の種を六個ずつシャーレに入れ、パラフィルムを用いて密閉する。各濃度の溶液をそれぞれに入れ一週間後の種の長さの平均値をとり、種の様子を観察する。

・結果 実験1ではこのような結果となった。



↓ 図2



また、根の先端の様子を見ると変色し、明らかに大きなダメージを受けていることから、銅イオンが主に作用するのは根なのではないかと思い実験2を行った。

○実験2

<材料>

- ・硫酸銅水溶液（質量パーセント濃度 $1.0^{-2}\%$ 、 $1.0^{-3}\%$ ）
- ・純水
- ・はつか大根の種子
- ・シャーレ
- ・パラフィルム
- ・アルミホイル
- ・インキュベーター

<方法>

- 1, それぞれのシャーレに6個のはつか大根の種子と純水15ml入れる。
- 2, そのシャーレをパラフィルムで密閉し、アルミホイルで巻く。
- 3, インキュベーターを使い5日間、はつか大根の種子を成長させ、様子を観察する。
- 4, はつか大根の根の長さを計測する。



図6 実験2の濃度別の根の様子

実験2では、実験1と同様に硫酸銅水溶液濃度が高くなるほど全長の長さが小さ

5, 純水を硫酸銅水溶液または純水15mlに入れ替える。

6, そのシャーレをパラフィルムで密閉し、アルミホイルで巻く。

7, インキュベーターを使い2日間、はつか大根の種子を成長させ、様子を観察する。

8, はつか大根の根の長さを計測する。

○実験2

0% ↓ 0%	0% ↓ $1.0 \cdot 10^{-3}\%$	0% ↓ $1.0 \cdot 10^{-2}\%$
33.59 mm	7.01 mm	3.25 mm

図5 実験2の濃度別の根の長さ

←硫酸銅水溶液濃度 $1.0^{-3}\%$

←純水

くなった。しかし、純水と硫酸銅水溶液濃度 $1.0^{-3}\%$ と $1.0^{-4}\%$ で育てたはつか大根の根の長さを比べると、茎の長さはほ

とんど変わらず、根の長さは純水の方が長かった。このように、硫酸銅水溶液濃度別の根と茎の長さに違いが見られた。このことから、銅イオンは主に根に作用していると考えられる。

4. 考察

実験1の結果より硫酸銅水溶液の濃度が大きくなるほど二十日大根の成長の阻害度が大きくなることが確認された。硫酸銅水溶液 $1.0 \times 10^{-6}\%$ でも二十日大根の成長に影響を与えたことから、極微量の銅イオンでも二十日大根に対して影響があることがわかった。また、 $1.0 \times 10^{-4}\%$ と $1.0 \times 10^{-3}\%$ の間で急激に全長が小さくなったことから、二十日大根の硫酸銅水溶液に対する許容量は $1.0 \times 10^{-4}\%$ 付近であると考えられる。さらに、根の先端が変色したことから、硫酸銅水溶液は二十日大根の根に作用して成長を阻害しているのではないかと考え、実験2を行った。その結果、純水と硫酸銅水溶液 $1.0 \times 10^{-2}\%$ で育てた二十日大根の比較より、茎が成長した長さはほとんど変わらないが、根が成長した長さは純水の方が極端に長いことから、硫酸銅水溶液は主に根に作用し、成長を阻害することが明らかになった。また、硫酸銅水溶液は発芽前の二十日大根の種子に影響を与え、その後の成長に左右するのではないかとという仮説があったが、発芽後の成長の段階にも影響を与えることがわかった。これらの結果から根に着目したところ、植物はペクチンを主成分の一つとする細胞壁を合成しながら成長することがわかった[2]。そこで、ペクチンは粘着物質である[3]ことから、二十日大根が成長する過程において、分泌されたペクチンに銅イオンが付着して細胞壁が硬化し、根の成長が阻害されると

いう仮説を立てた。そこで、今後はペクチン染色液であるルテニウムレッドを用いて、ペクチンの量を可視化し、根の成長の阻害のメカニズムを解析したいと考えている。

5. 参考文献

- [1]三晶株式会社 ペクチン
<http://sansho.co.jp/find/polthknr/pectin/>
- [2]銅の殺菌作用と毒性 仙台第三高等学校 黒川朝陽 他著