

〈第 29 回 山崎賞〉

11 アルミニウムイオンは植物に影響を与えるのか

藤枝東高等学校 自然科学部
2年 小澤 孝行 他1名

1 研究の動機

酸性雨に関する研究の参考にするため、東京農工大学を訪問し、伊豆田猛教授にお話をうかがう機会があった。聞かせていただいたお話の中で、

「酸性雨による植物への影響はほとんどなく、森林の立ち枯れなどの原因は他の物にある可能性」
「酸性雨により土壌に含まれるアルミニウムイオンが溶け出し、そのアルミニウムイオンが植物の生育に悪影響をもたらしている可能性」
を示唆していただいた。

このお話をもとにして、アルミニウムイオンが植物に影響をもたらすのか、また、どのように植物に影響するのかを調べてみようと考え、今回の研究を始めた。

2 実験方法 1

- ・カイワレダイコンの種子 30 個を、ろ紙をひいたシャーレにまく。
(カイワレダイコンを用いたのは、先輩達の研究により様々なデータがそろっていたためであり、発芽が早く、実験が行いやすいからである)
- ・ろ紙にアルミニウム溶液を浸し、48 時間で発芽がどのように起こるかを検証する。
- ・実験は、温度変化を少ない密閉箱の中で行い、48 時間連続で 5 分ごとに写真を撮影し、発芽が起こった種子の数を記録する。
- ・実験に用いたアルミニウム溶液 ; (M は mol/L を示す)
実験 I : 硫酸アルミニウム溶液(0.01M、0.02M、0.04M)
実験 II : 塩化アルミニウム溶液(0.01M、0.02M、0.04M、0.08M)

※ 予備実験として、0.01M、0.005M、0.0025M で実験したが、これらの濃度は変化がほとんど見られなかった。少しずつ濃度を上げて、最も変化が明確に出た濃度が、この濃度であった。



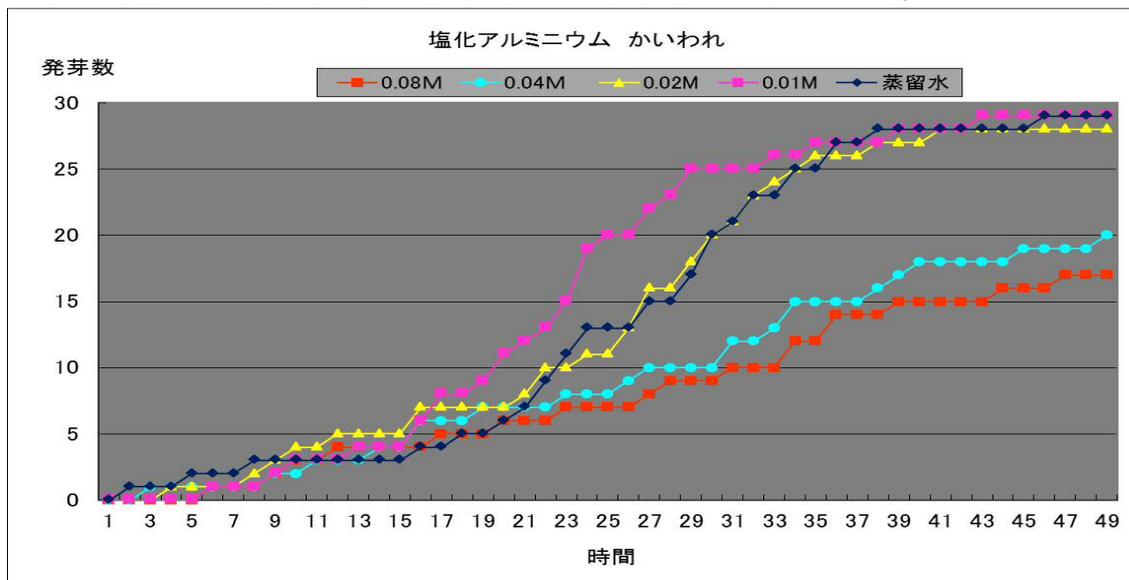
種子をまいたシャーレ



実験の様子(塩化アルミニウム)

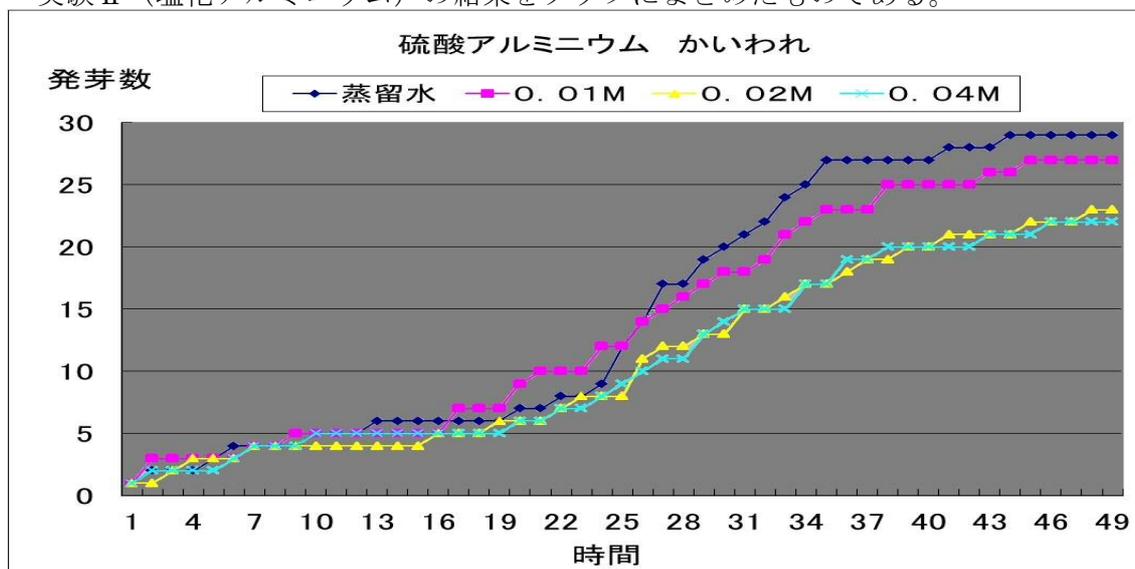
実験結果 1

実験 I (硫酸アルミニウム) の結果をグラフにまとめたものである。



硫酸アルミニウム濃度で、0.02M以上から、蒸留水や 0.01M に比べて発芽数が大きく減少しており、0.02M の濃度から発芽に影響が出ると思われる。

実験 II (塩化アルミニウム) の結果をグラフにまとめたものである。



グラフより、塩化アルミニウム濃度が 0.02M までの濃度では蒸留水ほど大きな違いは見られないが、0.04M から大きく減少していることが見てわかる。

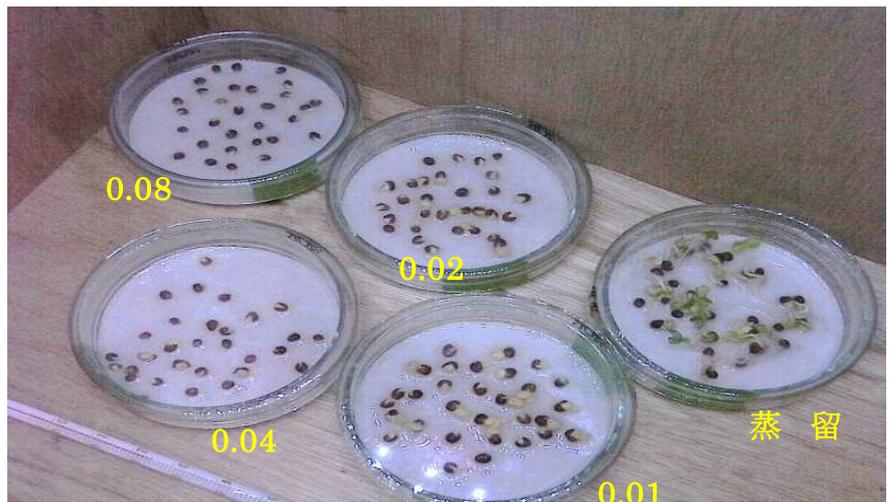
考察 1

硫酸アルミニウム溶液 $Al_2(SO_4)_3$ は 0.02M、塩化アルミニウム溶液 $AlCl_3$ は 0.04M で発芽に影響が出たが、この濃度をアルミニウムイオンとしての濃度に置き換えると、共に 0.04M となる。そのため、アルミニウムイオンの濃度が 0.04M 以上になると、発芽に影響を及ぼしていると考えられることができる。

また、アルミニウムイオンの濃度を濃くした時、発芽の早さ、成長の仕方にも大きな差が見られた。

右の写真を見ると、アルミニウムイオン濃度が高くなるにつれて植物の発芽後の成長が抑制されていることが分かる。

このことから、アルミニウムイオンが植物の成長にも影響を与えていると考えられたため、そのことについて調べることにした。



3 実験方法 2

市販の成長済みのカイワレダイコンを用いて、アルミニウムイオンを含む溶液を与え、その後の変化を観察した。

実験に用いた溶液は発芽実験を行なった際に用いたものと同じである。



←
実験中の様子

実験結果 2

右の写真は塩化アルミニウム溶液で実験を行なった時の結果である。



それぞれの濃度での成長の様子から 0.04M以上になると、葉や茎が枯れ始めるということが分かった。このことから、塩化アルミニウム濃度が 0.02M以上になると、植物の成長に影響を与えることが分かった。

右の写真は塩化アルミニウム溶液で実験を行なった時の結果である。

それぞれの濃度での成長の様子から 0.02M以上になると、葉や茎が枯れ始め、0.04Mではほとんどしおれてしまった。このことから、硫酸アルミニウム濃度が 0.02M以上になると、植物の成長に影響を与えることが分かる。



考察 2

硫酸アルミニウム溶液は 0.02M、塩化アルミニウム溶液(AlCl_3)は 0.04Mで成長に顕著に影響が出たため、この濃度をアルミニウムイオンの濃度に置き換えると、共に 0.04Mとなる。そのため、アルミニウムイオンの濃度が 0.04M以上になると、植物の成長に悪影響を及ぼしていると考えられることができる。

ここで、pHの違いによって、発芽にこのような影響が出ているのではないか、ということも考えられたため、そのことについても検証することにした。

下の2つの写真は、pHがほとんど同じ2種類の溶液で、同様の発芽実験を行なった時の結果である。

下の写真は、塩化アルミニウム溶液(pH3.6)と、硝酸水溶液(pH3.9)で発芽実験を行なった時の発芽の様子である。

二つの溶液はpHはほとんど同じだが、発芽の様子に著しく影響が出ていることが分かる。このことから、これらの植物への影響は、金属イオンの有無に関するものであるということがわかる。



AlCl_3 (pH3.6)



HNO_3 (pH3.9)

これまでの実験で、アルミニウムイオンが植物に影響を及ぼしていることがわかった。

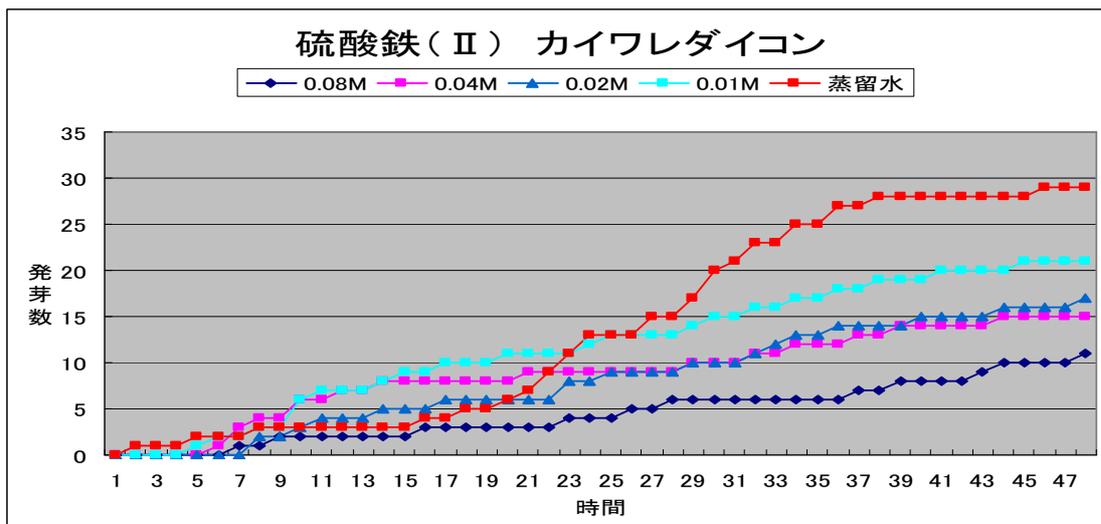
それでは他の金属イオンを含む溶液ではどうだろうか、という疑問が生まれたため、他の金属イオンを含む溶液でも同様の発芽実験を行なった。以下の未発表のデータである。

4 実験 3 : 硫酸鉄(II)溶液 (0.08M、0.04M、0.02M、0.01M)

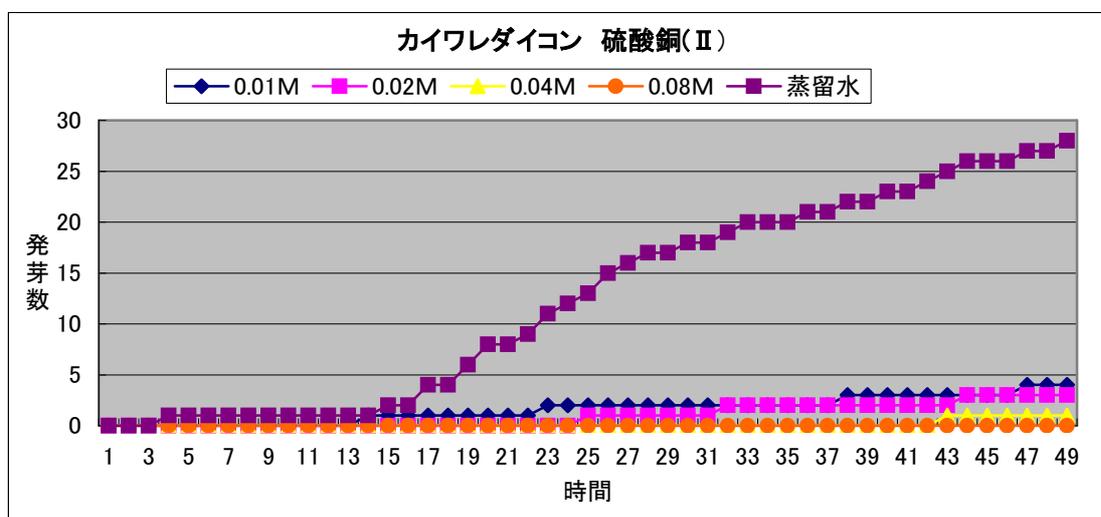
5 実験 4 : 硫酸銅(II)溶液 (0.08M、0.04M、0.02M、0.01M)

以下のグラフは、実験の結果をまとめたものである。

結果 3



結果 4



このグラフより、アルミニウムイオンを含む溶液で実験をおこなったときよりも発芽数が減少したという結果が見られた。このことから、アルミニウムイオン以上に大きな影響を与える金属イオンがあるのではないか、と推測した。

6 今後の研究

今後の課題として、カイワレダイコン以外の種子（クローバー、アサガオ、コスモス等）でも同様の方法で実験を行い、結果を確かめてみようと考えている。

また、ドングリなどの種子を発芽させたものをアルミニウムイオンを含む溶液で成長させ、樹木の成長への影響が現れるかどうか調べてみるつもりである。

土壌にさまざまな濃度の酸を通し、土壌中の金属がどの程度溶け出してくるのかなどを調べることで、実際に酸性雨によって金属イオンによる問題が生じているのかを調べてみようと考えている。

硫酸鉄(II)、および、硫酸銅(II)でも発芽実験を行ったところ、アルミニウムイオンを含む溶液よりも発芽に大きな影響が出てしまった。そのため、そのほかの金属イオンを含む溶液でも同様の発芽実験を行い、結果を確かめてみる予定である。

7 参考文献

- ・酸性雨 ～「酸」性が問題なのか～ 2011年 藤枝東高校自然科学部