

18. アルミニウムイオンが植物に与える影響

静岡県立藤枝東高校 自然科学部

2年 小澤聖丘 岡村優詩

1 動機

東京農工大学の教授のお話を基にして先輩が行なってきた研究を引き継ぎ、今年度は、アルミニウム以外の金属イオンが植物に与える影響について研究を行なった。

2 研究内容(以下、Mはmol/Lを示す。)

(1)

- ①実験 塩化アルミニウム溶液(濃度 0.01M、0.02M、0.04M)と硫酸アルミニウム溶液(濃度 0.01M、0.02M、0.04M、0.08M)を用いて、植物の発芽に与える影響を検証した。
- ②結果 塩化アルミニウム溶液は0.04M、硫酸アルミニウム溶液は0.02Mで発芽に影響が見られた。アルミニウムイオンの濃度が0.04M以上になると、発芽に悪影響を及ぼすと考えられる。

(2)

- ①実験 pHの違いが植物に影響を与えるのかについて検証するため、塩化アルミニウム溶液(pH3.6)と硝酸水溶液(pH3.9)で同様に発芽実験を行なった。
- ②結果 この2つの溶液はpHは殆ど同じだが、発芽の様子に著しく影響が見られた。植物に与える影響は、金属イオンの有無に関するものであることが分かった。

(3)

- ①実験 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、植物の生育に与える影響を検証した。
- 実験に使用した溶液は、発芽実験の際に用いたものと同じである。
- ②結果
ア 塩化アルミニウム溶液は0.04M以上になると、葉や茎が枯れ始めた。
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。

- イ 硫酸アルミニウム溶液は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。
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った。

これらの結果と考察を基にして、本年度の研究を行なった。

(4)

- ①仮説 アルミニウムイオン以外の金属イオンでも、濃度に応じて植物の生育に悪影響を与える。
上記を検証するため、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Na^+ 、 K^+ の金属イオンと硫酸塩を用いて実験を行った。
- ②実験 コップの底に脱脂綿を敷き、純水を用いてカイワレダイコンを発芽、生育させカイワレダイコンが十分に生長した後に溶液を与え、その後の様子を4日間観察した。
溶液の濃度は、それぞれ、0.00M(水)、0.01M、0.02M、0.04Mである。

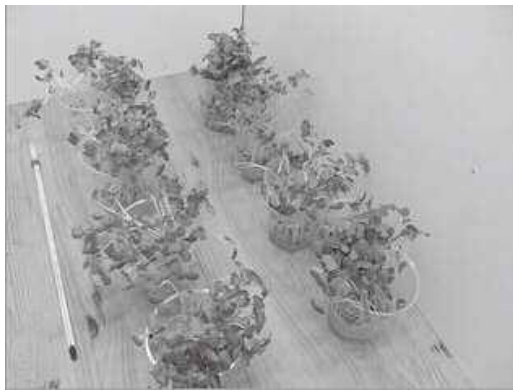


図1 (3) (4) の実験中の様子

③結果

ア アルミニウムイオン以外の金属イオンでも、アルミニウムイオンと同様に植物の成長に影響を与えることが分かった。

イ 金属イオン濃度が 0.04M 以上で、特に大きな影響を与えることが分かった。

ウ 等しいモル濃度ではカリウムイオンを除いて植物の枯れる度合いが似ていることから、仮説は正しかったと考えられる。

エ カリウムイオンは肥料として用いられることでも分かるように、同様な濃度でも生育に対する阻害効果は無く、むしろ促進しているように考えられた。

以下は、生徒理科研究発表会での未発表のデータである。

(5)

①仮説 カリウムイオンはより高濃度でも植物の生育を促進する。

異なる 2 種類の金属イオンは植物の生育に 1 種類だけのものとは異なった影響を与える。

②実験 硫酸カリウム溶液中のカリウムイオンについて、より高濃度の溶液を用いて同様の実験を行い、2 種類の金属イオンが含まれる混合溶液を用いて実験を行い、複数の金属イオンが与える影響について検証した。

実験に使用した溶液は K_2SO_4 $FeSO_4+Na_2SO_4$ $K_2SO_4+Na_2SO_4$ である。

溶液の濃度と濃度比は下の写真 1 から 3 に記載する。

写真 1 K_2SO_4 溶液

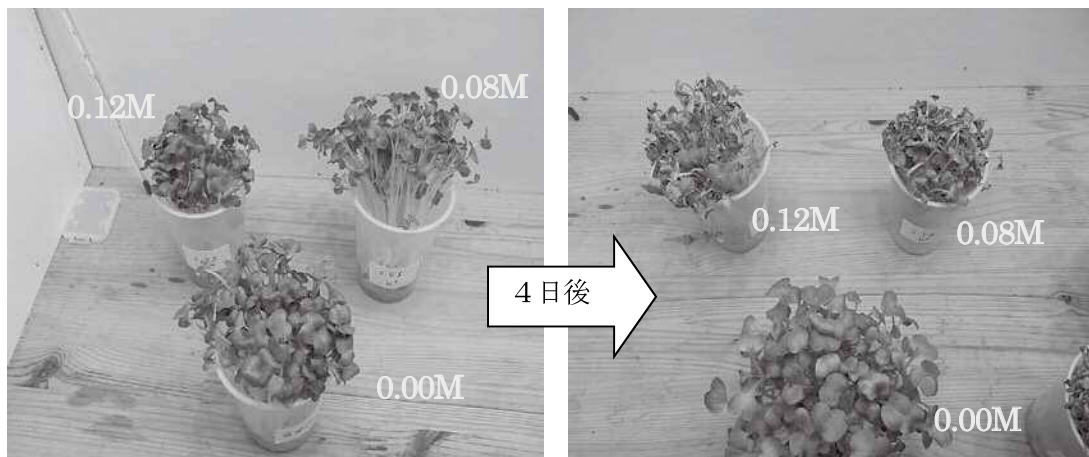


写真2 $\text{FeSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液($\text{FeSO}_4 : \text{Na}_2\text{SO}_4 = 2:1$)

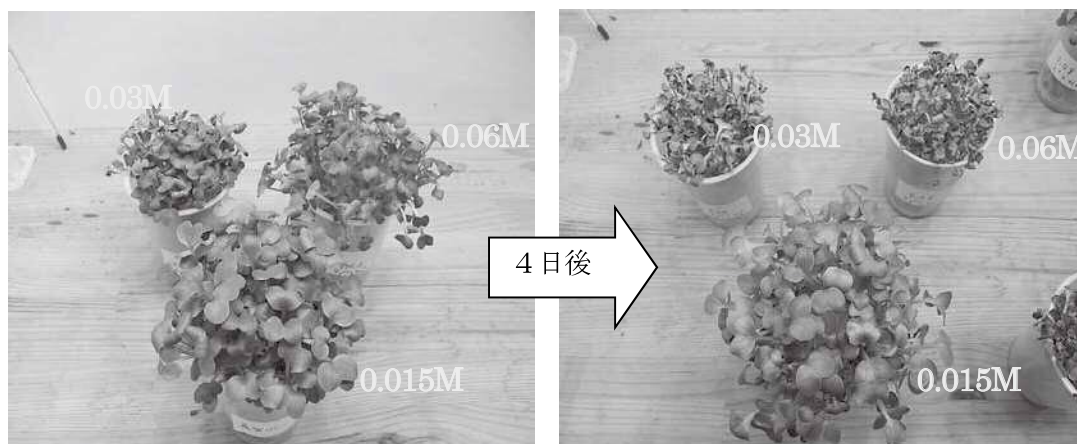
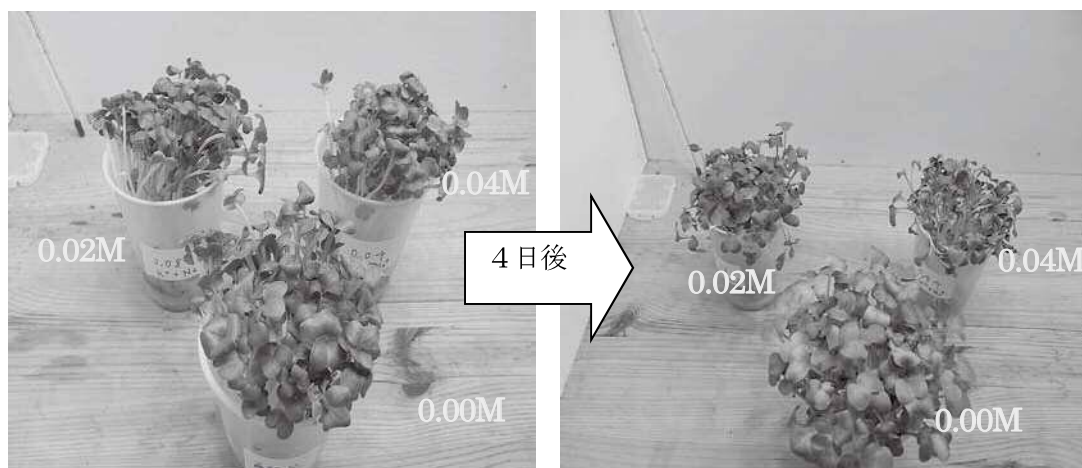


写真3 $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液($\text{K}_2\text{SO}_4 : \text{Na}_2\text{SO}_4 = 1:1$)



③結果

ア 硫酸カリウム溶液は0.08M以上で植物の生育を阻害し始めた。このことから硫酸カリウム溶液は0.04Mまでは植物の生育を促進するが、0.08Mから悪影響を与えることが分かった。単純にカリウムイオンの作用だけではなく、浸透圧そのものが植物の吸水に与える影響を考慮し、改めて実験すべきであると思われる。

イ 硫酸鉄（2価）と硫酸ナトリウムの混合液は全ての溶液で成長が阻害された。このことから、この溶液は0.02M以上で植物の生育に悪影響を与えることが分かった。

ウ 硫酸ナトリウムと硫酸カリウムの混合液は0.04M、0.08Mの両方で生育を続け、溶液の濃度が上がるにつれて葉がしおれ、色が黒ずんだ。これは、硫酸ナトリウム、あるいは溶液の濃度による植物へのストレスが原因とみられる。

④考察

この実験の結果から仮説に反して、一般に金属の種類に関わらず溶液の金属イオン濃度が植物の生育に悪影響を与えることが分かった。また、カリウムイオンについては0.08M以上で植物の生育を阻害することが判明し、仮説は濃度の条件付きで正しいと言える結果になった。

(6)

①仮説 陰イオンの種類によって、植物の受ける影響は異なる。

②実験 溶液中の SO_4^{2-} が植物の生育に影響を与えていると考え、 NO_3^- を含む溶液を用いて実験を行なった。

使用した溶液は、 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 、 $\text{FeSO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 KNO_3 である。

溶液の濃度と濃度比は下の写真4から7に記載する。

写真4 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液

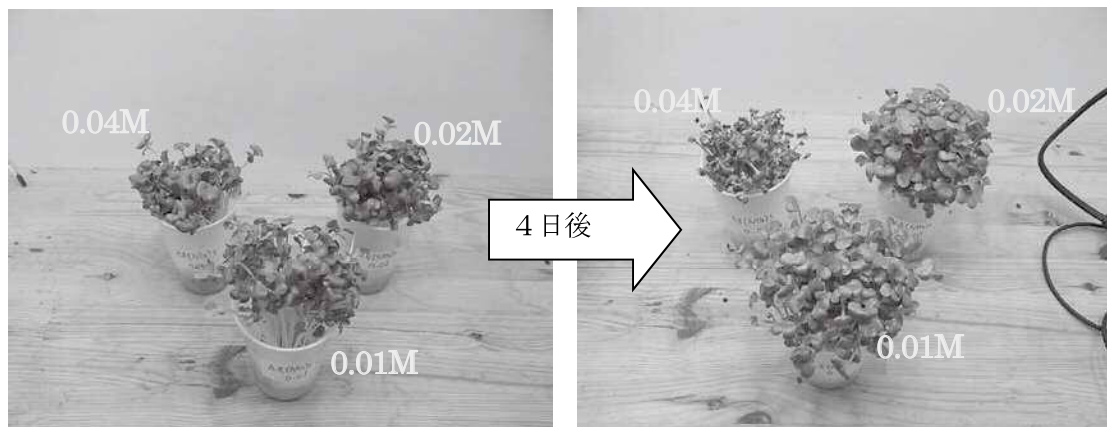


写真5 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液 { $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 : \text{Al}(\text{NO}_3)_3 = 1:1$ }

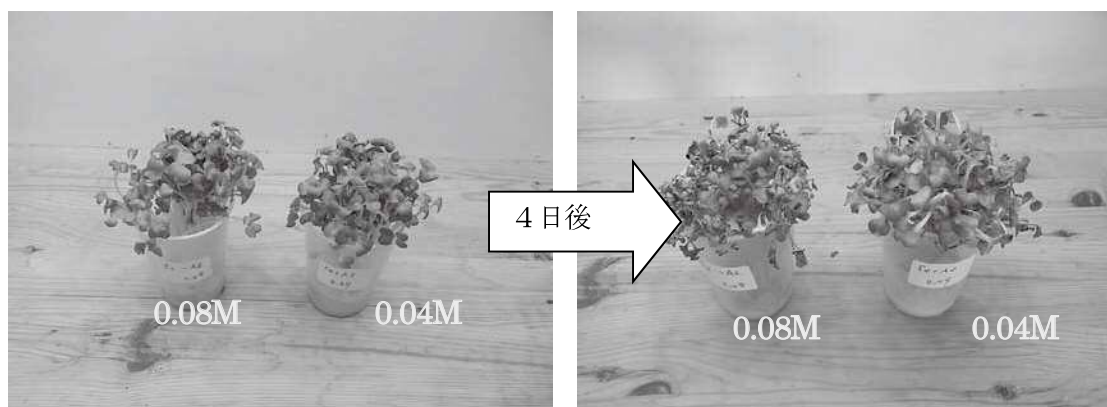


写真6 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液

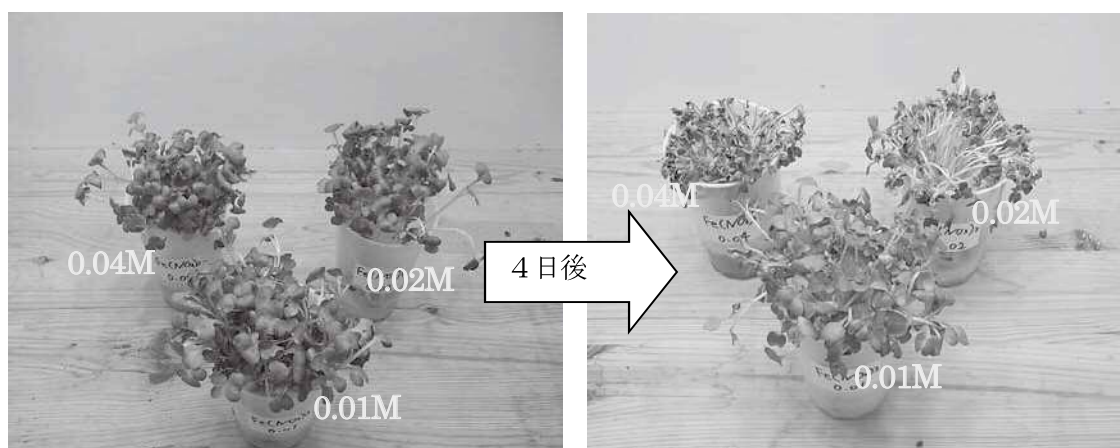
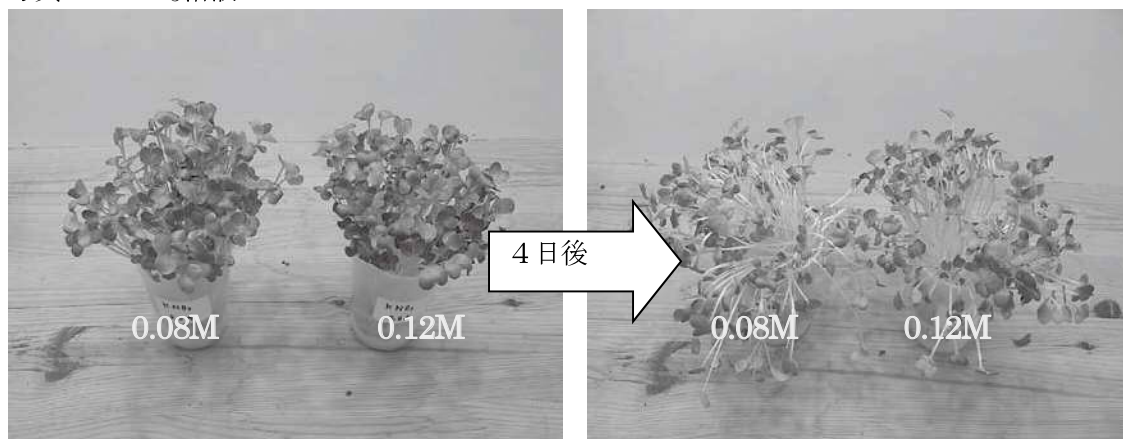


写真7 KNO_3 溶液



③結果

- ア 硝酸アルミニウム溶液は 0.04M で全体が萎れてしまった。このことから、硝酸アルミニウム溶液は 0.04M から植物の生育に悪影響を与えることが分かる。
- イ 硝酸鉄(Ⅲ) 溶液は 0.02M から全体がしおれ始め、 0.04M では一部が枯死した。このことから、硝酸鉄(Ⅲ) 溶液は 0.02M から植物の生育に悪影響を与えることが分かる。
- ウ 硝酸鉄(Ⅱ) と硝酸アルミニウムの混合溶液は全体的に植物の生育を阻害した。このことから、硝酸鉄(Ⅱ) と硝酸アルミニウムの混合溶液は 0.04M から植物の生育に悪影響を与えることが分かる。
- エ 硝酸カリウム溶液は全体的に植物の生育を促進した。写真から実験直後と比較すると、実験後はかなりカイワレダイコンが生育していることが分かる。

④考察

これらの結果から、硝酸塩を用いた実験では硫酸塩を用いた実験と結果に殆ど違いは見られなかった。このことから仮説は誤りであり、今回の2種の陰イオンについて大差は得られないという結果が出た。しかし、硝酸カリウム溶液では硫酸カリウム溶液よりも植物の成長が著しく、実験直後と実験後で大きな差が見られた。

3 今後の研究

- ① これまでの実験では培養液を用いた実験を行っていたが、より自然下で酸性雨が植物に与える影響を検証するために、酸性雨のモデルを使用して土壌(バーミキュライト、砂、粘土、腐葉土)を用いた実験を行なおうと考えている。
- ② 実際の土壌に様々な種類の酸を通し、土壌中の金属イオンがどの程度溶け出すのかを検証することで、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る予定である。