

銅の殺菌作用と毒性

宮城県仙台第三高等学校

10 班

19 世紀後半に銅の化合物を原因とする足尾銅山鉍毒事件が発生した。足尾銅山鉍毒事件では、銅の化合物が原因で稲の立ち枯れ、人体に悪影響を及ぼすなど大きな被害を与えた。しかし、昔から 10 円玉を靴の中に入れて防臭効果があるなど、銅には殺菌作用があることが知られている。よって銅の殺菌作用と毒性についてどの状態の銅に殺菌作用があるか先行研究を調べた。その結果、ある先行研究では銅の単体に殺菌効果があると書かれていたが、他の先行研究では銅イオンに殺菌効果があると書かれており先行研究内で矛盾が生じてしまった。そこで自分たちでもどの状態の銅に殺菌効果があるのかを調べた。その結果、銅イオンに殺菌効果があることが分かった。また銅の植物に対する毒性について調べたところ、銅イオンを与えられた植物の成長が大きく阻害された。このことから、銅イオンは植物にたいして毒性をもつことが明らかになった。また植物に与えた銅イオンを含む水溶液の濃度の違いがどのようにして植物に影響を与えるか調べたが、与えた水溶液の濃度が低すぎたせいか実験の結果には大きな違いは見られなかった。現在はある特定の菌を使った場合にも銅は殺菌効果があるのか、また今回実験で使っていない植物にたいしても銅イオンを含む水溶液は毒性があるのか、また植物にとってどの濃度から銅イオンを含む水溶液が毒性になるのかを現在調べている。

1 背景

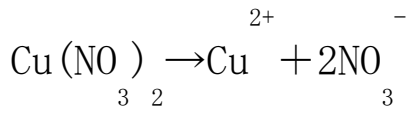
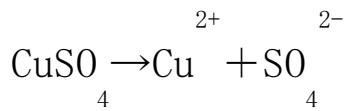
19 世紀後半に、日本で初めての公害問題となった、足尾銅山鉍毒事件が発生した。足尾銅山は一時期、日本で一番の銅山であったが、銅を精錬する過程で生ずる銅化合物が処理しきれず、流れ出たことが原因で、1885 年、渡良瀬川の鮎が大量死し、事件は表面化していった。直後、渡良瀬川から取水していた上流部の田畑が、鉍毒の影響で数年間収穫不能に陥る事態に見舞われることになった。最も被害が激しかった地域では、死亡者も数多く出た。⁽¹⁾しかし、昔から金属には殺菌作用があることが知られている。今では、消臭スプレーに銀イオンを、たわしに銅繊維を使用したりなど、この作用は、身近なところで幅広く活用されている。そして、金属の殺菌作用について先行研究を調べてみると、ある文献では、銅単体の状態で殺菌作用がある、一方では、銅イオンの状態で効果が見られた、と矛盾が生じていた。そ

こで、まず、どの状態で銅に殺菌作用があるのか明確にすること、そして、銅が植物に与える影響を調べることを目的として、実験を進めていくことにした。

2 材料と方法

まず、実験 1 として、銅の殺菌作用について調べる。材料は、純粋(H_2O)、硫酸銅五水和物水溶液($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)、硝酸銅三水和物水溶液($\{Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O\}$)、銅板(Cu)、銅箔(Cu 、 CuO 、 Cu_2O)である。シャーレにろ紙をのせる。ろ紙に純水、硫酸銅五水和物水溶液、硝酸銅三水和物水溶液、それぞれを染み込ませ、カビ(今回は餅の白カビ)をのせたものと、ろ紙に純水を浸し、銅板、銅箔、それぞれの付近にカビを置いたものを準備した。乾燥しないよう、ラップをかけた状態で、一週間経過を観察する。また、硫酸銅水溶液、硝酸銅水溶液については、それぞれ、次のように

電離している。



硫酸イオン、硝酸イオンが殺菌作用に影響を与えている可能性を確かめるため、硝酸(HNO₃)、硫酸(H₂SO₄)も同様にろ紙に染み込ませ、カビの繁殖の経過を観察する。

また、実験2では、銅の植物に与える影響について調べる。純水、硫酸銅五水和物水溶液(1.0%、0.1%、0.01%、0.001%)と硝酸銅三水和物水溶液(1.0%、0.1%、0.01%、0.001%)、先ほどの実験1と同様に、硝酸、硫酸を用意する。硫酸と硝酸はそれぞれpH3に調整する。これらの材料をそれぞれ、毎朝、一定量、植物(今回は二十日大根)に与え、土を用いて育て、経過を観察する。

3 結果と考察

実験1の結果は表1の通りである。

表1

材料	カビ
純水	×
硫酸銅五水和物水溶液	○
硝酸銅三水和物水溶液	○
銅板	×
銅箔 (Cu)	×
銅箔 (CuO)	×
銅箔 (Cu ₂ O)	×
硫酸	×
硝酸	×

○…カビが繁殖しなかったもの

×…カビが繁殖したもの

純水が最もカビが繁殖していった。硫酸銅五水和物水溶液と硝酸銅三水和物水溶液ではカビが繁殖しなかった。他の材料ではカビが繁殖したが、それぞれに差が見られなかった。銅付近に置いた、銅板、銅箔は避けてカビが繁殖していくこともなく、完全に覆い被さるような形で繁殖していった。銅単体には、殺菌作用がないことが考えられる。また、硫酸と硝酸で、カビの繁殖が観察されたことから、硫酸イオン、硝酸イオンは殺菌に影響はなく、銅イオンの状態で殺菌作用があると考えられる。

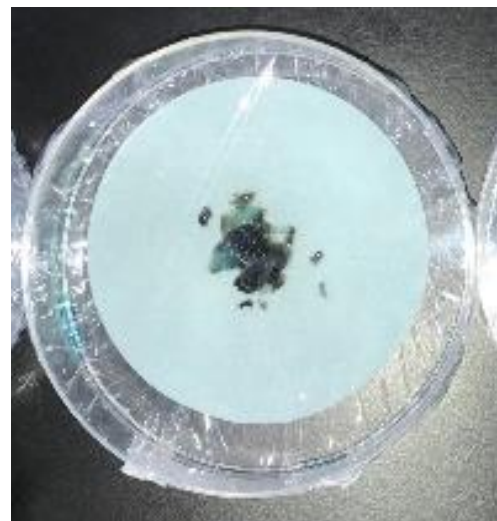


図1 カビが繁殖しなかったものの例

図1において、中央に見られる、黒い物体が、今回用いた餅のカビである。

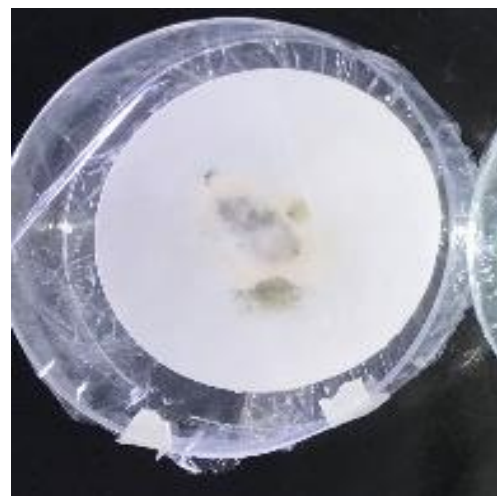


図2 カビが繁殖したものの例

図2に見られる白い綿のようなものが観察できた場合に、カビが繁殖したと判断する。

そして実験2の結果は表2の通りである。

表2

材料	植物
純水	◎
硫酸銅五水和物水溶液(1.0%)	△
硫酸銅五水和物水溶液(0.1%)	△
硫酸銅五水和物水溶液(0.01%)	◎
硫酸銅五水和物水溶液(0.001%)	◎
硝酸銅三水和物水溶液(1.0%)	△
硝酸銅三水和物水溶液(0.1%)	△
硝酸銅三水和物水溶液(0.01%)	◎
硝酸銅三水和物水溶液(0.001%)	◎
硫酸	○
硝酸	○

◎…植物がよく育ったもの

○…育ったもの

△…発芽したがその後枯れたもの

硫酸銅五水和物水溶液(1.0%、0.1%)、硝酸銅三水和物水溶液(1.0%、0.1%)では、成長具合に違いを観ることはできなかった。種の状態では外からの影響に強いため発芽するが、発芽後、すぐ枯れ、育たなかった。次の図4をみてわかるように、ほんのわずかに芽を出しただけであった。



図3 育ったと判断したものの例

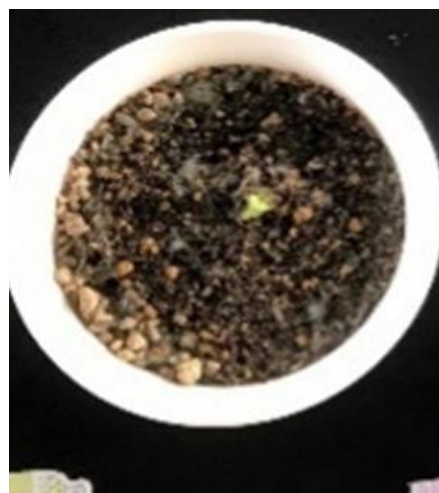


図4 発芽後育たなかったものの例

硫酸、硝酸は発芽後もそのまま育ったことから、明らかに銅イオンが成長を阻害しているということがわかる。また、人間も植物も銅が必須元素であることから、極微量なら純水より成長するという仮説を新たに立てたが、硫酸銅五水和物水溶液(0.01%、0.001%)、硝酸銅三水和物水溶液(0.01%、0.001%)では、結果は純水と同じ成長具合となってしまった。

4 結論

実験1の結果から、銅はイオンの状態で殺菌作用があることがわかった。また、実験2の結果から、銅イオンは植物の成長を明らかに阻害し、毒性があることがわかった。

5 今後の展望

一つ目として、実験1での菌の具体化がある。今回は、私たちの生活に最も身近であるカビを用いて実験を行った。しかし、菌には、好気性細菌と嫌気性細菌の二種類があり、構造は全く異なっている。他の菌を用いた実験を行うことで、構造による殺菌作用の違いを調べたいと考えている。二つ目は、実験2における濃度の試行錯誤である。どの濃度を境に、毒性が認められ、純水よりも成長するのか調べたい。三つ目は、他の植物を用いた実験である。今回は成長速度の早い二十日大根を用いた。植物によって特性は様々なので色々な植物を用いて、どのような結果が得られるのか実験したい。また、土を使用することで種の深さなど、完全に条件を一致させることができないため、水耕栽培できる植物を使い、水溶液で直接育てたいと考えている。

6 参考文献

- 1) 辛酸-田中正造と足尾鉍毒事件 城山三郎 著
- 2) 日本銅センター 銅の殺菌性
- 3) Wikipedia 足尾銅山鉍毒事件
- 4) 金属の殺菌・抗菌効果 仙台第三高等学校 藤原蓮 他著