

金属イオンがイネの生育に与える影響に着目した環境教育教材の開発

上妻恵美(市来町立市来中学校)

八田明夫(鹿児島大学教育学部)

土田 理(鹿児島大学教育学部)

1 はじめに

本研究では、これまで短期間でイネの生育阻害を見るためには、銅イオンが有効であること、また、栽培が短期間で行われる際の生育阻害には吸水阻害が大きく関わっていることを明らかにしている。さらに、これを受けて、銅イオンを用いて、各陰イオンがイネの生育に与える影響について実験を行った。また、今回は実験の成果を踏まえ、環境教育のための栽培教材として、イネが持つ特徴をあげ、教材化へ向けての妥当性について検討したことを報告する。

2 実験

1) 材料と方法

材料としてイネ(*Oryza sativa* L.)の品種ヒノヒカリを用いた。それぞれ 10ppm の水溶液を作成した(いずれも元素としての数値)。使用した試薬は次の通りである。実験方法は表1に示す。

塩化銅	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	硝酸銅	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
硫酸銅	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	酢酸銅	$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

表1 実験方法

塩水選	比重 1.13 程度の食塩水にタネモミをいれ、浮いてきたタネモミは取り除き、沈んだものを用いた。
消毒	タネモミには各種病原菌がついている恐れがあるため、50%エタノールで消毒した。
発芽	シャーレに 30ml の蒸留水を入れ、約 200 粒のタネモミを均等にまく。気温 27℃ 照度 4000 ルクス(終日照射)の人工気象装置内で4日間育てた。
溶液浸水	コントロール(蒸留水)と各溶液を 30ml ずつシャーレに入れた。1cm 程度に切ったストローそれぞれにイネを1本ずつ入れ、それを 10 本束ねたものを1組として1つのシャーレに8組合計 80 個体のイネを入れた。
測定	溶液処理から3, 5, 7日目にノギスにより、草丈を測定した。

2) 結果と考察

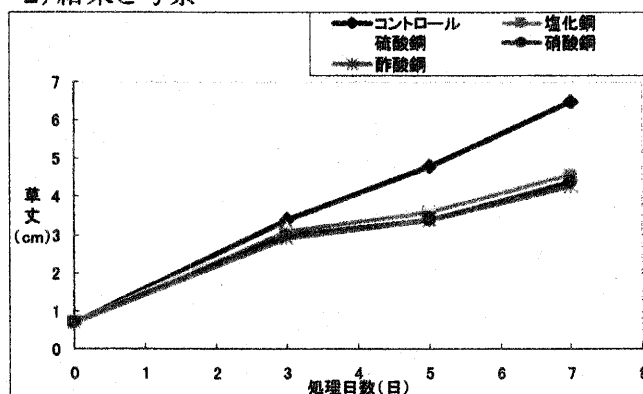


図1 草丈の中央値の推移(銅溶液)

図1はそれぞれの銅溶液処理におけるイネの草丈の中央値の推移を表したグラフである。各処理区ごとに比べてみると、硫酸銅処理区の草丈が最も高くなっており、他の処理区と有意な差が見られた(Mann-Whitney 検定)。他の銅溶液に比べて、硫酸銅処理区の草丈の中央値が大きくなったのは、硫

酸銅中の硫酸イオンが根から吸収され、硫黄として供給されたためではないかと考えられる。硫黄は必須元素として植物の生理上重要な成分であり、植物体内中の酵素の生成に直接関与している。陰イオンに違いにより、多少の生育差が見られたことから、各種金属イオンによる生育の比較を行う際は、陰イオンを統一することが望ましい。

3 教材としての試み

環境教育のための栽培教材としてイネが持つ特徴をあげ、本研究での実験の成果を踏まえ、教材化へ向けての妥当性について検討した。表2は環境教育のための栽培教材として持つ要件をまとめたものである。

表2 環境教育のための栽培教材としての要件

栽培日数	胚乳中の養分だけでまかなえる期間で実験できる。
環境制御	気温、照度、栽培場所の確保、栽培方法など、教室内の限られた空間で栽培できる。
測定	身近にある測定器具(ノギス、定規等)を用いて測定できる。
分析	データ分析に数学を用いて、データを整理し、データの傾向を知り、考察へつなげることができる。
廃液処理	生徒自身が汚染除去へ働きかけることにより、環境教育的効果が期待できる。

(1) 栽培日数

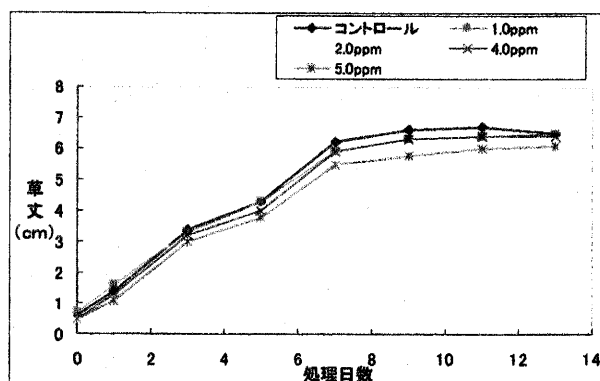


図2 イネの草丈の中央値の推移

(濃度別カドミウム処理)

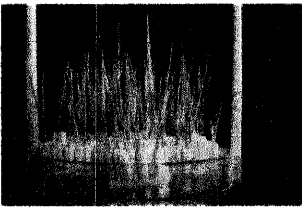
本研究では、金属イオン以外の物質の影響を避けるため、栄養物質を水溶液中に加えなかった。栄養物質を加えない場合、処理9日目以降成長は停滞した。これは、イネは第3葉が伸びきることになると、胚乳の養分をほとんど消費するためであると考えられる。金属イオンによるイネの生育に及ぼす影響を栄養物質を加えることなく実験する時には、その溶液処理期間を7日程度に設定することが適当である。

(2) 環境制御

1) 栽培方法

栽培教材を考えると、様々な環境制御ができ、観察しやすい栽培方法の確立が必要となる。様々な栽培方法を検討した結果、表3に示す方法を考案した。この栽培方法は、イネの生育を観察しやすく、場所もとらないため、実験室レベルでの栽培が可能となる。直径 90mm のシャーレであれば、1つのシャーレでストローの束 10 個(合計 100 個体)は栽培することができる。

表3 栽培方法

ストローを用いた方法	長所
	<ul style="list-style-type: none"> ・イネがまっすぐ生育するため、測定しやすい。 ・10本ごとにまとまっているので溶液に容易につけられる。 ・1つのシャーレ内にたくさんのイネを育てられる。
	短所
	<ul style="list-style-type: none"> ・1つ1つのストローにイネを入れる作業に時間がかかる。

2) 気温・照度

本実験では、人工気象装置内で気温 27℃、照度 4000 ルクスに保ってイネの栽培を行った。イネの最適温度は 30～34℃である。夏は教室でも日中の気温は人工気象装置と変わらないくらいになるので、十分栽培可能である。冬は教室内の気温は、最適温度とされる 30℃前後まで上がらない。また、冬の教室でも日光のあたるところとあたらないところなど、気温差がある。イネの発芽の最低気温は 10～13℃なので、冬でも比較的気温が高くなる教室内の場所を確保できれば、多少生育に遅延は見られるものの、十分栽培は可能である。

照度については、イネの生育に大きな影響は与えない。照度が全くない状態でも十分発芽する。しかし、芽の色に違いが見られ、暗所で発芽したものは、ある程度の光がある場所で発芽したもの比べて明らかに白い。人工気象装置のような終日照射の必要はなく、ある程度の照度があれば十分栽培可能である。

3) 金属イオン

本実験で用いた金属イオンの中で外見的な影響が大きく、阻害を受けている状況がわかりやすいのは、銅イオンであった。目に見える現象を提示することで、興味・関心を持たせる効果が十分期待できる。また、生育が抑制される現象は理解しやすく、金属イオンの影響を明確に認識することができる。以上より外見的な影響を重視する場合は、銅を用いることが教材化に適していると考えられる。

(3) 分析

本教材では、草丈の測定により、数値的なデータを得た。この得られたデータを適切に整理する方法を習得させ、傾向を的確にとらえることができるようにすることが重要である。事象を客観的、論理的にとらえ、数量的に分析する数理能力の育成は科学的な見方や考え方を養う上でも重要である。実験を行う中で、実例を通し、統計的な手法を学び、科学的な見方や考え方を養うことが期待できる。

(4) 廃液処理

本研究では、廃液処理法の1つであるフェライト法を用いた。実験の中に廃液処理の過程も取り入れることで環境教育的効果は大きいものと思われる。金属を含んだ溶液がどのような影響を与えるかということを探した後、実験後の廃液をそのまま流そうとする姿が見られるようでは、環境に対する考えが構築されたとは言えない。実験後の廃液をいかに処理するかという考えが喚起され、汚染してしまったものを元に戻すことの大変さを実感させるためには廃液処理の過程の

提示は重要である。また、汚染に対しても自分たち自身で汚染除去へと働きかえることの喜びや誇りを実感させることができるものとする。

4 まとめ

本研究では、金属が植物に与える影響に着目し、その教材化について検討してきた。栽培教材を考える時、様々な環境制御ができ、観察しやすい栽培方法の確立が必要である。本研究では、実験室レベルで栽培可能な栽培方法を考案した。

本教材を通して、金属の持つ有益な面と有害な面の二面性をとらえていくことが期待できる。また、廃液処理を通して、廃棄物としての金属が持つ環境問題の把握と解決方法を考えていくこともできる。また、金属イオンがイネの生育に与える影響を観察する中で、生物が周囲の環境要因と深い関連を持って生存しているということをとらえることができるものとする。さらに、本研究ではデータを収集し、統計的手法を用いて分析したが、データを客観的にとらえるためには数学的に考察する力も必要である。これらを踏まえると、本教材は化学・生物・数学を融合した環境教育教材であると言える。これらの相互の連携を図り、総合的な学習に取り組んでいくことができるものとする。

また、今後、施肥面の問題や根への酸素供給の工夫を考慮した栽培方法を確立し、長期に渡る観察について検討することや、授業実践を通して、教材の有効性を探っていくことを課題とし、本研究を深めていく必要がある。

文献

- ・石村貞夫(1989)統計のはなし, 東京書籍
- ・生井兵治, 相馬暁(1991)農業の基礎 農学基礎セミナー, 社団法人農村漁村文化協会
- ・黒河伸二(1986)廃液処理施設を利用した環境化学教育の試みー中学校教員養成課程の化学実験としての重金属処理ー, 佐賀大学教育学部研究紀要 34(1)17-29
- ・上妻恵美, 八田明夫, 土田理(2004)重金属がイネの生育に与える影響, 日本理科教育学会九州支部研究紀要第 31 号
- ・上妻恵美(2005)金属イオンがイネの生育に与える影響に着目した環境教育教材の開発, 鹿児島大学大学院教育学研究科修士論文抄録集第 10 巻 73-76
- ・鈴木和孝(1989)重金属イオンを含む廃液の処理, 理科の教育 38(11)48-51
- ・高井康雄, 早瀬達郎, 熊沢喜久雄(1976)植物栄養土壌肥料大辞典, 養賢堂
- ・文部省(1991)環境教育資料(中・高等学校編)