

技術科教育における環境教育に関する研究

— 栽培学習での教材開発 —

魚住 明生, 鈴木 知宏*

A Study on Environmental Education in Technology Education:
The Development of Material in Cultivation Study

Akio UOZUMI, Tomohiro SUZUKI

E-mail : uozumi@edu.u-toyama.ac.jp

要約

近年、地球温暖化やオゾン層の破壊などの環境に関わる問題が深刻化している。これらのほとんどは、人間が創出した『技術』から派生するものであり、技術科教育においても、環境について学習する教材が早急に必要とされている。本研究では、中学校技術・家庭科（技術分野）の栽培学習において環境教育に関する教材を開発することを目的としている。まず、教材として選定したスプラウトを用いた3種類の栽培実験を行い、その教材としての有効性を検討した。次に、そこで得られた知見を基にして、技術科教育の栽培学習における環境教育の学習過程を構築した。

キーワード：技術科教育, 環境教育, 栽培学習, 教材開発

Keywords : technology education, environmental education, cultivation study, development material

1. はじめに

近年、地球温暖化やオゾン層の破壊、酸性雨などの多くの環境問題が発生し、科学技術の諸活動による環境への悪影響が緊急な課題となっている。政府並びに民間レベルにおいては、地球規模での環境保全の必要性が認識され、様々な政策や活動が行われている。これにともない、文部科学省は技術科教育における環境教育の取組として、「環境破壊、資源、エネルギー不足を考慮して意思決定ができる能力を育成する学習が行われるよう配慮する必要がある。」¹⁾と提言している。学校現場における技術科教育の授業実践では、学習内容と関連して環境に関する内容を断片的に取り扱ってはいるが、体系的に技術と環境について学習する取組は行われていない。この要因の一つとして、技術科教育の環境教育における教材が十分に整備されていないことが考えられる。このことから、早急に具体的な取組を行うことが求められている。

技術科教育において環境教育への取組を考えていく際、近藤²⁾は環境教育から技術科教育を捉えるのではなく、技術科教育の内容で環境教育に直結する内容を明確にして教材開発を行うことが必要であるとしている。このことは、教科教育で教育内容を考

えていく基本理念であり、本研究においても教材開発の指針として考慮する必要がある。そこで、技術科教育において環境教育に直結する内容を検討してみると、以下に示すものが考えられる。

〈技術科教育における環境教育の内容〉

- ・生産技術と環境
- ・材料のリサイクル技術
- ・エネルギー変換技術と環境保全
- ・生物育成技術と環境
- ・技術全般における倫理と環境問題

本研究では、技術科教育における環境教育を構築していく初期段階として、まず身近な環境問題を把握することが重要であると考え、「生物育成技術と環境」に視点を当てて教材開発を行うことにする。ここで取り上げる生物育成技術は、作物の栽培に関わる技術であり、人類の食糧生産と密接に関連している。また、作物という生物を対象とすることから、環境が生物におよぼす影響をその生育を通して学習することができる。これらのことから、生物育成技術は身近な環境問題について学習するのに適していると考えられる。

中学校学習指導要領³⁾における技術・家庭科の生

物育成技術に関する内容には、「栽培に適する環境条件を知ること。」とある。この内容を基にして、作物の生育に関わる環境条件を、身近な環境問題と併せて観察や実験を通して探究できる教材を開発することができれば、技術科教育においても環境教育を行うことができると考える。

本研究では、まず技術科教育の栽培学習における教材開発の視点を、既報⁴⁾におけるアンケート調査の結果を基にして検討する。次に、そこで得られた教材開発の視点を基に、中学校技術・家庭科（技術分野）の栽培学習において環境教育を行うことができる教材を選定し、栽培実験を通してその教材の有効性を検証する。最後に、そこで得られた知見を基にして、具体的な学習過程を構築し、提案する。

2. 栽培学習での教材について

2.1 教材開発の視点

技術科教育の栽培学習において教材を開発するにあたり、既報⁴⁾における中学校技術科担当教員へのアンケート調査の結果から、栽培学習における指導上の問題点を、図1に示す。

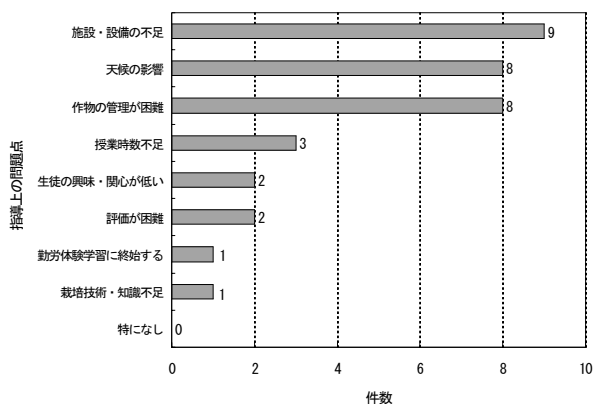


図1 栽培学習における指導上の問題点

技術科教育の栽培学習における指導上の問題点としては、「施設・設備の不足」が最も多く、次に「天候の影響」、「作物の管理が困難」であった。これらのことから、作物の栽培を行う環境を整えることが最も大きな指導上の課題であることが分かった。

これらの調査結果から得られた課題を基にして、栽培学習の教材開発における視点を以下に示す。

これらの視点から、本研究では技術科教育の栽培学習における環境教育の教材の1つとして、スプラウト栽培を選定し、教材を開発することにした。

〈教材開発の視点〉

- ・生育期間が短いこと。
- ・栽培が比較的容易であること。
- ・身近な作物であること。
- ・天候の影響を受けにくいこと。
- ・生徒が興味・関心を示す作物であること。
- ・生徒個々に栽培ができること。
- ・実験・観察に適している作物であること。
- ・基本・基本の知識・技術が習得できること。

2.2 スプラウト栽培について

本研究において環境教育における教材の作物として用いたスプラウトとは、植物の新芽の総称であり、発芽野菜のことである。その外観を、図2に示すとともに、この作物における栽培の主な特徴を、以下に示す。

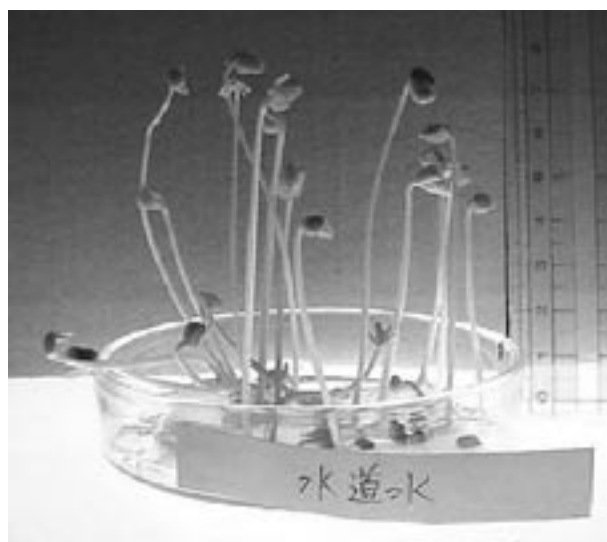


図2 スプラウトの外観

〈スプラウト栽培の特徴〉

- ①栽培期間が2週間と短く、栽培が容易で、農薬や化学肥料等を必要としない。
- ②室内での容器栽培に適している。
- ③栽培環境の設定が容易で、実験に適している。
- ④身近な作物であり、利用価値が高く、家庭分野と関連させた学習が可能である。

①に関して、スプラウトは発芽野菜であるため、成熟させる必要がなく、よって生育期間は1～2週間と短いものが多い。そのため、生育中の病害虫による被害の影響は少なく、無農薬で栽培ができる。

また、肥料や土壌準備は必要なく、種子も容易にしかも安価に入手することができる。

②に関して、スプラウトのほとんどが容器栽培に適しており、生徒は栽培容器を教室へ持ち込み、身近に置いて栽培や観察することができる。さらに、生徒個々に栽培できるとともに、露地栽培と違い天候の影響を受けることが少ない。

③に関して、スプラウトは栽培の環境条件に過敏に反応を示す。そのため、栽培に適する環境条件を学習するのに適した教材であると考えられる。

④に関して、スプラウト栽培は古くは5千年前の古代中国から行われており、英国においてはビクトリア王朝時代から、日本においては平安時代からスプラウトを食材として生活に取り入れていた。さらに、スプラウトはビタミン類とミネラルに富んでおり、栄養価値が高く、健康食品として用いられている。このことから、家庭分野との関連を図った学習も行うことができる。

以上のような特徴を有するスプラウト栽培は、技術科教育の栽培学習における環境教育の教材として適していると考えられる。

3. 研究の方法

スプラウト栽培を基にした教材が技術科教育における環境教育の教材として有効であるかを検証するために、3種類の栽培実験を実施した。1つ目の実験はスプラウト栽培が栽培学習での基礎・基本の知識・技術を学習するのに適しているかを検証するためのもの（栽培実験1）で、2つ目の実験は家庭における環境について学習するのに適しているかを検証するためのもの（栽培実験2）、3つ目の実験は身近な地域の環境について学習するのに適しているかを検証するためのもの（栽培実験3）である。

以上の3種類の栽培実験において、スプラウトの発芽状況と茎丈の伸長を測定し、得られたデータを基に考察して、教材の有効性を検討した。なお、これらの栽培実験で用いた材料及び器具は以下に示す物で、その外観を図3に示す。

栽培実験の材料及び器具の選定に関して、まずスプラウト種子の選定では、先に示した教材及び学習過程の開発における視点の「生徒が興味・関心を示す作物であること」及び「身近な作物であること」に重点をおいて、カイワレダイコンを用いることにした。カイワレダイコンを用いる主な理由として、

〈栽培実験の材料及び器具〉

- ・スプラウト種子：カイワレダイコン
- ・栽培容器：シャーレまたは500cc牛乳パック
- ・苗床：キッチンペーパー、又は家庭用スポンジ
- ・遮光箱：工作用紙で作成した物
- ・保温器：発泡スチロール箱
- ・加温器：電気あんか
- ・温度計



図3 栽培実験に用いた材料及び器具の外観

生徒の日常生活において最も多く使用されているスプラウトであり、しかも室内栽培であれば周年栽培ができることである。ただし、11月から2月の冬期においては、15～25℃の保温が必要となる。その際の保・加温装置については、学校現場における入手が容易であることを考慮して、発泡スチロール箱及び電気あんかを用いることにした。次に、栽培容器については、プラスチックパックやペットボトルの利用など様々な材料の物が考えられるが、学校現場においては牛乳パックが給食等で多く用いられており、その再利用が最も適していると考えられる。また、苗床については、衛生面から土の代わりにキッチンペーパーか家庭用スポンジを使用することにした。

4. 研究の結果と考察

4.1 栽培実験1の結果と考察

栽培実験1では、スプラウト栽培が技術科教育の栽培学習における基礎・基本の知識・技術を学習する教材として適しているかを検証することを目的に、通常栽培と温度欠損、光欠損、土欠損、空気欠損のそれぞれの環境での栽培を行い、それらの発芽状況と茎丈の伸長を観察し測定した。なお、ここで

の通常栽培とは、スプラウトに最も適した環境での栽培のことである。具体的には、15~25℃の温度に保ち、最初の1週間は遮光箱内にて栽培し、その後の1週間は箱から出し太陽光の下で行う。次に、温度欠損における栽培とは10℃以下に保たれた冷蔵庫内での栽培で、光欠損における栽培とは遮光箱内のみでの栽培、土欠損における栽培とは苗床を使用しない栽培で、空気欠損における栽培とは煮沸した水に浸水させての栽培である。なお、全ての栽培において、水が腐敗しないように毎日交換する。

栽培実験1におけるスプラウトの発芽率推移を、図4に示す。なお、ここでのスプラウトの発芽率とは、発芽状況を示す数値のことであり、その算出方法は以下のようにになっている。

— <スプラウトの発芽率> —

$$\text{発芽率 (\%)} = \frac{\text{発芽数}}{\text{播種数}} \times 100$$

※ここでの播種数は、20粒である。

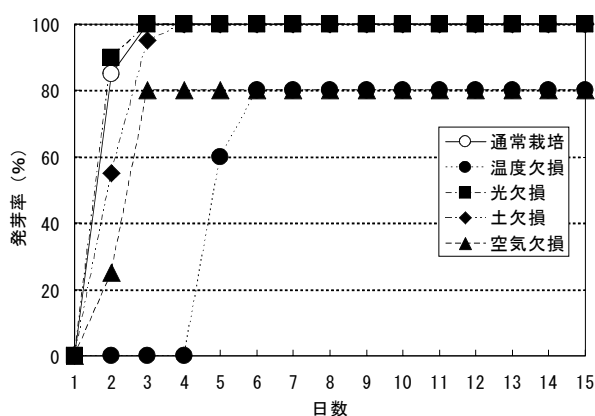


図4 栽培実験1におけるスプラウトの発芽率推移

通常栽培では、スプラウトの発芽は観察2日目に確認でき、発芽率は85%であった。観察3日目には、発芽率は100%に達した。

次に、温度欠損環境における栽培では、スプラウトの発芽は観察5日目に確認でき、発芽率は60%で通常栽培との差は有意であった ($\chi^2(1)=14.40$, $p<.01$)。観察6日目には発芽率は80%に達したが、それ以降の増加は認められなかった。これらのことから、温度による栽培環境条件がスプラウトの発芽に影響を与えることが分かった。

そして、光欠損環境における栽培では、スプラウトの発芽は観察2日目に確認でき、発芽率は90%であった。観察3日目には、発芽率は100%に達し、

通常栽培とほぼ同じ傾向が示された。これらのことから、光による栽培環境条件がスプラウトの発芽に影響を与えないことが分かった。

さらに、土欠損環境における栽培では、スプラウトの発芽は観察2日目に確認でき、発芽率は55%で通常栽培との差は有意でなかった ($\chi^2(1)=2.98$, $p>.05$)。観察4日目に発芽率は100%に達し、観察2日目の発芽率で差が生じたもののほぼ同じ傾向が示された。これらのことから、土による栽培環境条件がスプラウトの発芽に与える影響は少ないことが分かった。

最後に、空気欠損環境における栽培では、スプラウトの発芽は観察2日目に確認でき、発芽率は25%で通常栽培との差は有意であった ($\chi^2(1)=12.22$, $p<.01$)。観察3日目には発芽率は80%に達し、それ以降の増加は認められなかった。最終的には、発芽率が通常栽培と比較して約20%の差を生じた。これらのことから、空気による栽培環境条件がスプラウトの発芽に影響を与えることが分かった。なお、空気欠損環境における栽培において、水道水を用いた栽培実験も実施したが、その結果は通常栽培と同様の傾向が示された。これは、水道水に溶解している酸素がその要因であったと考えられる。

次に、栽培実験1におけるスプラウトの茎丈伸長を、図5に示す。

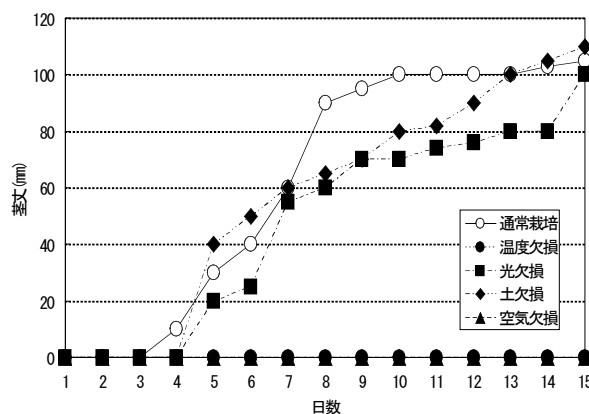


図5 栽培実験1におけるスプラウトの茎丈伸長

通常栽培では、スプラウトの茎丈は観察4日目に10mmで、観察7日目には60mmになった。遮光を中止した観察8日目に茎丈は大きく伸長し、観察15日目には105mmになった。

次に、温度欠損環境における栽培では、スプラウトの茎丈は終始0mmで、発芽は確認できたが茎の生育は認められなかった。これらのことから、温度に

よる栽培環境条件がスプラウトの発芽と同様に茎の生長にも影響を与えることが分かった。

そして、光欠損環境における栽培では、スプラウトの茎丈は観察5日目に20mmであったが、観察8日目の通常栽培での遮光中止以降はそれと35mmの差が示され、その差は有意であった ($t(19)=3.20$, $p<.01$)。観察15日目には100mmになり通常栽培とほぼ同じ測定値を示した。これらのことから、光による栽培環境条件がスプラウトの茎の生育に影響を与えることが分かった。なお、光欠損環境における栽培のスプラウトは衰弱しており、茎の径は通常栽培と比較して明らかに細くなっていた。

さらに、土欠損環境における栽培では、スプラウトの茎丈は観察5日目に40mmであったが、観察8日目の遮光中止以降は通常栽培と35mmの差が示され、その差は有意であった ($t(19)=2.67$, $p<.05$)。観察15日目には110mmになり通常栽培とほぼ同じ測定値を示した。これらのことから、土による栽培環境条件がスプラウトの茎の生育に影響を与えることが分かった。なお、土欠損環境において、観察5日目には根毛の伸長が通常栽培のそれに比べて大きくなっていることが認められた。これは、土条件が欠損しているために、茎を支えるための苗床を求めて根が伸長したものと考えられる。

最後に、空気欠損環境における栽培では、スプラウトの発芽は確認できたが、茎の生育を認められなかった。

以上の栽培実験1におけるスプラウトの発芽状況並びに茎丈伸長の結果から、スプラウト栽培が技術科教育の栽培学習における基礎・基本の知識・技術である栽培環境について学習する教材として適していることが認められた。

4.2 栽培実験2の結果と考察

栽培実験2では、スプラウト栽培が家庭生活における環境について学習する教材として適しているかを検証することを目的に、通常栽培と生活排水を使用した栽培を行い、それらの発芽状況と茎丈の伸長を観察し測定した。なお、ここで用いた生活排水とは、家庭用食器中性洗剤の適切な使用方法として示されている水1ℓに0.75mlの中性洗剤を希釈したものである。栽培実験2におけるスプラウトの発芽率推移を、図6に示す。

通常栽培では、スプラウトの発芽は観察2日目に

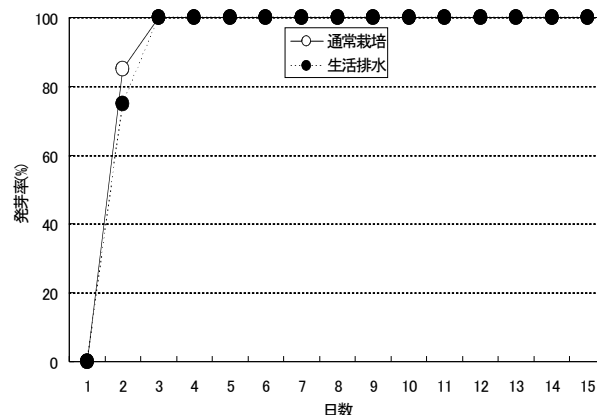


図6 栽培実験2におけるスプラウトの発芽率推移

確認でき、発芽率は85%であった。観察3日目には、発芽率は100%に達した。一方、生活排水を使用した栽培では、スプラウトの発芽は観察2日目に確認でき、発芽率は75%であった。観察3日目には発芽率は100%に達し、通常栽培とほぼ同じ傾向が示された。これらのことから、生活排水がスプラウトの発芽に影響を与えないことが分かった。

次に、栽培実験2におけるスプラウトの茎丈伸長を、図7に示す。

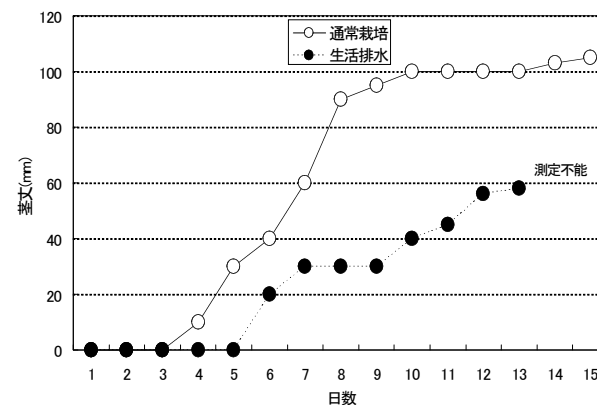


図7 栽培実験2におけるスプラウトの茎丈伸長

通常栽培では、スプラウトの茎丈は観察4日目には10mmに、観察15日目には約105mmに伸長した。一方、生活排水を使用したものは、観察6日目には20mmで、その後茎丈の伸長状況は通常栽培のものより大きく下回り、スプラウトの根毛は腐食していった。これは、中性洗剤に含まれる界面活性剤により、植物細胞内の形態変化（細胞膜などの膨潤や崩壊）によると考えられる⁵⁾。生活排水を使用した栽培においては、これ以後も生育状況が悪化する傾向にあり、7日目に通常栽培と同様に遮光を中止したが、回復の兆しは見られなかった。観察14日目以降は作物が完

全に腐敗し、茎丈の伸長を測定することは不可能となった。これらのことから、スプラウトの生育において通常栽培と中性洗剤水を使用した栽培では顕著な違いが示された。

以上の栽培実験2におけるスプラウトの発芽状況並びに茎丈伸長の結果から、スプラウト栽培を基にした教材は家庭における生活排水の環境への影響を学習するのに適していることが認められた。

4.3 栽培実験3の結果と考察

栽培実験3では、スプラウト栽培が地域の環境について学習する教材として適しているかを検証することを目的に、まず身近な地域にある河川の水と雨水を採取し水質調査を行った。次に、通常栽培と採取した水を用いてスプラウトの栽培を行い、それらの発芽状況と茎丈の伸長を観察し測定した。

4.3.1 水質検査

栽培実験3において、身近な地域にある河川の水と雨水の水質検査に用いたパックテスト⁶⁾の外観を、図8に示す。



図8 パックテストの外観

このパックテストの特徴を、以下に示す。

〈パックテストの特徴〉

- ポリエチレンチューブの中に調合された試薬が1回分封入されている。
- 分析の原理は、JISの試験方法や上水試験方法などに準拠し、化学的に確立された分析方法である。
- 安全にしかも容易に測定でき、その場で結果を知ることができる。

このような特徴を有するパックテストは、小・中

表1 COD値の評価基準

COD値	0	2~5	5~10	10~mg/ℓ
評価	きれいな水	汚染がある	汚染が多い	汚れた水

表2 硝酸イオン値の評価基準

硝酸イオン値	1以下	2~5	5~10	20~mg/ℓ
評価	きれいな水	少ない	ふつう	多い



図9 河川の水並びに雨水の採取場所

学校の環境教育における水質検査の試薬として広く使われている。ここでは、COD値(化学的酸素消費量)と硝酸イオン値について測定した。このCOD値とは、水中にある物質(主に有機物)が酸化剤によって酸化や分解される時に消費される酸素量のこと、この数値が高いと河川の場合はすぐ近くに生活排水や汚水が流れ込んでいる可能性がある。また、硝酸イオン値の数値が高いことは、以前、生活排水などが多かった可能性があることを示している。これらの測定項目の評価基準を、表1と表2に示す。

栽培実験3での河川の水並びに雨水の採取場所を、図9に示す。

また、栽培実験3において河川の水を採取した場所は、三大公害病の一つであるイタイイタイ病が発生した富山県のほぼ中央を流れる神通川の上流・中流・下流である。このイタイイタイ病とは、神岡鉱山から流出したカドミウムに汚染された河川の水で栽培された作物を摂取した地域住民に発症した病気で、骨がもろくなり大変な苦痛を伴うことから命名

表3 水質検査の結果

試料	測定項目	pH	COD値 (mg/l)	硝酸イオン値 (mg/l)
水道水		7.0	2	1以下
神通川上流		7.7	6	1以下
神通川中流		7.0	5	1以下
神通川下流		7.5	10	4
雨水		5.1	5	1以下

された公害病である。また、雨水を採取した場所は、富山県の幹線道路である国道8号線と北陸自動車道には含まれた比較的交通量の多い、富山大学構内で行った。以上の河川の水並びに雨水のパックテストを用いた水質検査の結果を、表3に示す。

水質検査の結果から、河川の水については、神通川下流でのCOD値が10mg/ml、硝酸イオン値が4 mg/mlであり、他の3種類の水と比べて顕著な差が示されている。このことから、神通川下流の水は、生活排水が入り込み、他の3種類の水と比べて汚れていると考えられる。また、神通川上流と中流においてCOD値が比較的大きいのは、生活排水などの流れ込まない山中のきれいな川でも、樹木、水草の分解などでCOD値が1～5 mg/ml程度を示すことがあることから、得られたと考えられる。

雨水については、採取した雨のpHが5.1であることから、採取した雨は酸性雨であることが認められた。また、COD値が5 mg/mlであることから、採取した雨は水道水と比べて、汚れていることが分かった。

4.3.2 河川の水を使用したスプラウトの栽培実験

栽培実験3における河川の水を使用したスプラウトの発芽率推移を、図10に示す。

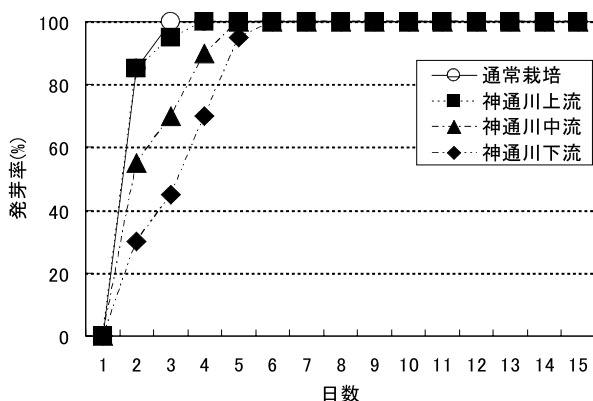


図10 栽培実験3における河川の水を使用したスプラウトの発芽率推移

スプラウトの発芽は、観察2日目において、神通川上流、中流、下流それぞれの水を使用した物において確認できた。しかし、発芽率は顕著な較差を示し、上流と下流では55%の有意な差が認められた ($\chi^2(1)=8.44, p<.01$)。観察3日目においても同様の較差が示され、観察4日目に上流の水を使用した物が100%に達し、観察5日目に中流の水を使用した物が、そして観察6日目に下流の水を使用した物が達した。これらのことから、河川の水質汚染がスプラウトの発芽に悪影響を与えることが分かった。

次に、栽培実験3における河川の水を使用したスプラウトの茎丈伸長を、図11に示す。

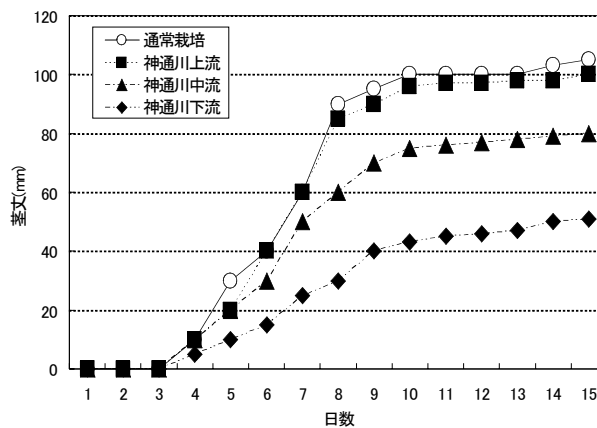


図11 栽培実験3における河川の水を使用したスプラウトの茎丈伸長

スプラウトの茎丈は、観察日数が経過するにつれて、神通川上流、中流、下流において顕著な較差が示された。特に、観察8日目において、上流と下流では茎丈の差が55mmに拡大し、その差は有意であった ($t(19)=5.87, p<.01$)。これらのことから、河川の水質汚染がスプラウトの茎丈の生育に悪影響を与えることが分かった。

以上の栽培実験3における河川の水を使用した栽培でのスプラウトの発芽状況並びに茎丈伸長の結果から、スプラウト栽培を基にした教材は、身近な地域にある河川の汚染が環境へ与える影響を学習するのに適していることが認められた。

4.3.3 雨水を使用したスプラウトの栽培実験

栽培実験3における雨水を使用したスプラウトの

発芽率推移を、図12に示す。

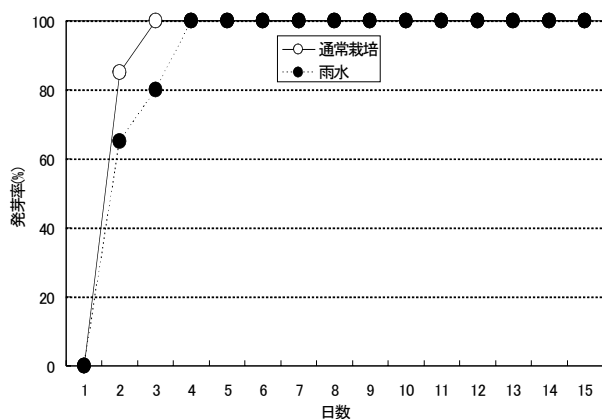


図12 栽培実験3における雨水を使用したスプラウトの発芽率推移

雨水を使用した栽培では、スプラウトの発芽は観察2日目に確認でき、発芽率は65%で通常栽培と20%の較差が示された。観察3日目に発芽率は80%となり同様の較差が示されたが、その差は有意でなかった ($\chi^2(1)=2.50, p>.10$)。これらのことから、酸性雨はスプラウトの発芽にあまり影響を与えないと思われる。

次に、栽培実験3における雨水を使用したスプラウトの茎丈伸長を、図13に示す。

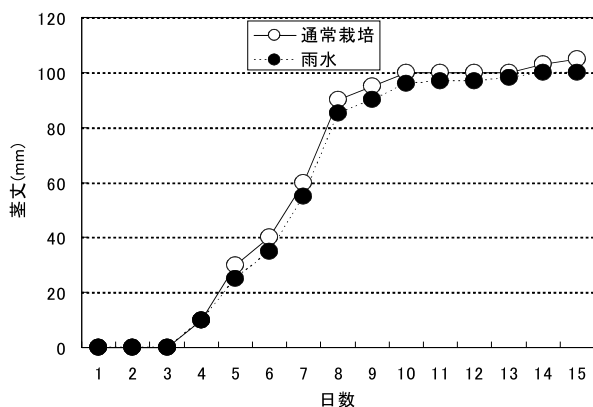


図13 栽培実験3における雨水を使用したスプラウトの茎丈伸長

雨水を使用した栽培では、スプラウトの茎丈は観察4日目に10mmとなり、その後は通常栽培とほぼ同じ傾向で生育した。このことから、スプラウトにおける茎丈の生育は酸性雨の影響をあまり受けないことが分かった。

以上の栽培実験3における雨水を使用した栽培でのスプラウトの発芽率並びに茎丈伸長の結果から、スプラウト栽培は地域における雨水の酸性雨化が環

表4 スプラウト栽培を基にした環境教育の指導計画 (全10時間)

時間	学習項目と学習内容	主な学習活動
1	○ 栽培の学習について知ろう	・これから学習する栽培のねらい、内容について知る。
2	1. 作物が育つ環境について調べよう (1) 作物の生育環境 (仮説) (2) 栽培実験の準備 (3) 栽培実験 (4) 作物の生育環境 (検証)	・作物が生育する条件を考え(仮説)、栽培実験で検証する。
2	2. 作物の生育と家庭生活の関わりについて調べよう (1) 作物の栽培と水環境 (2) 生活排水の作物への影響	・家庭から出される生活排水の影響について栽培実験を基にして検証し、その影響について知る。
4	3. 作物の生育と身近な環境の関わりについて調べよう (1) 作物の栽培と身近な水環境 (2) 水質調査 (3) 水質汚染の作物への影響	・身近な地域の水環境を調査し、水質汚染の状況を検証し、その影響について知る。
1	4. 栽培と私たちの環境の関わりについて考えよう	・地球環境の現状について知り、これからの栽培について考える。

境へ与える影響を学習する教材として適していることが認められた。

5. 構築した学習過程

スプラウト栽培を基にした3種類の栽培実験における結果と考察を基にして構築した技術科教育の栽培学習における環境教育の指導計画を、表4に示す。

この指導計画では、栽培実験1を基にして「1. 作物が育つ環境を調べよう」を構築し、栽培実験2を基にして「2. 作物の生育と家庭生活の関わりについて調べよう」を、栽培実験3を基にして「3. 作物の生育と身近な環境の関わりについて調べよう」と「4. 栽培と私たちの環境の関わりについて考えよう」を構築している。

授業時間数については、現行の学習指導要領ではその時間が大幅に削減されていることから、学校現場で無理なく実施できるとともに、全ての学年において取り組むことができることを考慮して、全10時間で構築した。また、この指導計画の1～3の小単元は、それぞれ自己完結しており、独立した単元として取り扱うことができる。よって、授業時間数が不足している学校では、小単元を減らして再編成したり、1小単元を取り上げて実施することも可能である。この中から、ここでは栽培実験3の成果を基にして構築した指導計画における小単元の「3. 作物の生育と身近な環境の関わりについて調べよう」の第1時から第4時と、「4. 栽培と私たちの環境の関わりについて考えよう」の第1時における学習

表5 「3. 作物の生育と身近な環境の関わりについて調べよう」の学習指導案：第1時

主な学習活動及び学習内容	指導上の留意点と支援
<p>1. 「水」のはたらきについて考えよう</p> <p>(1) 水がどのような役割を担っているかを再認識する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・飲料水に使用されている。 ・農業用水に用いられている。 ・工業用水に使用されている。 <p>(2) 自然界での水循環を知る。</p> <p>・海の水→雲、雨雲→雨→川の水→飲料水→川の水→海の水</p>	<p>○「水」の役割を生徒に再認識させるため、水の使われ方について発問する。</p> <p>○水が人間の生活に欠かすことのできないものであることや、重要な役割を担っていることを明確にする。</p> <p>○自然界における水のサイクルを生徒の発言をもとにして、黒板にまとめる。</p>
<p>2. 身のまわりの水について考えよう</p> <p>(1) 水道水、洗剤水、酸性雨、河川水(上流、中流、下流)の6種類の水を、色やにおいから判別する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・これは色が汚いから下流の水だな。 ・洗剤においがするから洗剤水かな。 ・水道水か上流の水だな。 など <p>(2) 何を基準に判断したか発表する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・濁った色をしていたから、河川の水だと思った。 ・金属においがしたから、水道水だと思った。 ・雨においがしたから、酸性雨だと思った。 など 	<p>○クイズ形式で行い、生徒たちの学習意欲を高めるようにする。</p> <p>○決して飲まないように注意する。</p> <p>○どのような違いから判断したのかを発問する。</p> <p>○水は採取した場所などにより、色やにおいの違いがあることを認識させる。</p>
<p>3. 作物の栽培と水の関わりについて考えよう</p> <p>(1) 水の汚染に関わる環境問題について、どのような原因で起きているかを検討する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・赤潮が発生している。 ・川、湖水が汚れている。 ・酸性雨が降っている。 など <p>(2) 水と作物が密接に関連していることに気づき、汚染した水が作物にどのような影響を与えているのかを検討する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水田は水の貯水の役目を担っているのではないか。 ・汚染した水で栽培された作物を食べると人体に悪影響がでるのではないか。 	<p>○酸性雨についてまとめる。</p> <p>○イタイイタイ病を例にとり、河川の汚染についてまとめる。</p> <p>○作物の場合、水の汚染との関係はどのようになるか発問する。</p> <p>○酸性雨などでの被害を受けている地域の写真を提示して見せることにより、意見を促進する。</p>

指導案を、表5～表9に示す。

「3. 作物の生育と身近な環境の関わりについて調べよう」の第1時では、学習目標を「作物の栽培と水との関わりについて知ろう」と設定し、まず水への関心を高めるために、身のまわりにある水について考える。ここでは、生徒たちの学習意欲を高めるためにクイズ形式で学習を行う。その後、イタイイタイ病を例にあげ、この公害病がどのようなもので、なぜ起こり、その影響はどのようなものであったのかについて理解するとともに、水は作物の生育に多大な影響を与えることを学習する。

第2時では、学習目標を「水質汚染の作物への影響について調べよう」として、実際に身近な水の水質調査をバックテストで行い、調査記録をまとめ発表し、今後の生活を見直す視点をもつことを主な学

表6 「3. 作物の生育と身近な環境の関わりについて調べよう」の学習指導案：第2時

主な学習活動及び学習内容	指導上の留意点と支援
<p>1. バックテストについて知ろう</p> <p>(1) バックテストとはどのようなものなのかを知る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポリエチレンチューブの中に調合された試薬が1回分封入されている。 ・色々な水のpHなどを調べられる。 ・結果がその場ですぐわかる。 <p>(2) バックテストの使用法を知る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・チューブの中に試料を入れる。 ・既定時間待つ。 ・表と照らし合わせて値を読み取る。 	<p>○実物を提示して説明する。</p> <p>○pH、COD値(化学的酸素消費量)、硝酸イオン値について説明する。</p> <p>○色々なものを検査できるバックテストがあることを示す。</p> <p>○実演しながら説明する。</p> <p>○バックテストの中の試薬を絶対にチューブから出さないよう注意する。</p> <p>○絶対に試薬を目に入れないように注意を喚起する。</p>
<p>2. 色々な水の水質調査を行おう</p> <p>(1) 水道水、酸性雨、河川の水のpH、COD値、硝酸イオン値を水質調査の専門家になったつもりで調べることを確認し、結果を予測する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・やはり下流の水が一番汚いだろう。 ・いや、酸性雨だよ。 ・水道水ってどんな感じなの。 など <p>(2) バックテストで水質を調べる。</p>	<p>○きちんと目的をもって調査できるように支援する。</p> <p>○酸性雨と河川水は、あらかじめ用意しておく。</p> <p>○机間指導をしながら、正しい測定が行えているかに注目し、支援する。</p>
<p>3. 水質調査の結果を確認しよう</p> <p>(1) 調査結果を班ごとにまとめ、発表する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・酸性雨のpHに驚いた。 ・下流の水COD値が○で、汚いよ。 ・水道水はなかなかきれいだね。 など <p>(2) 水道水、酸性雨、河川の水の実態を知りまとめ、今後の対策を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・いつも降っていた雨は、酸性雨だったんだ。 ・同じ河川の水でも場所によって汚れ具合が違うんだ。 ・これからは川にごみを捨てないようにしよう。 など 	<p>○水道水、酸性雨、河川水の大体の値を知らせる。</p> <p>○調査結果を黒板にまとめる。</p> <p>○地域の水質状況をまとめながら、生徒ひとり一人が今後どのような生活を送っていけばよいのかをしっかりと考えられるように助言する。</p>

表7 「3. 作物の生育と身近な環境の関わりについて調べよう」の学習指導案：第3時

主な学習活動及び学習内容	指導上の留意点と支援
<p>1. カイワレダイコンの栽培実験について知ろう</p>	<p>○立派なカイワレダイコン生産者を目指すことを告げ、色々な水を使用して栽培を行うとどのような結果が得られるのかを実験することを知らせる。</p>
<p>2. 栽培実験の内容と方法を知ろう</p> <p>(1) 水道水、酸性雨、河川水を用いてカイワレダイコンの栽培実験を行うことを知る。</p> <p>(2) スプラウト栽培のやり方を知る。</p>	<p>○前回のバックテストの結果に触れ、栽培実験を行う意義を説明する。</p> <p>○スプラウト栽培のやり方を実際の栽培器具を用いて説明する。</p>
<p>3. 栽培実験の結果を予想しよう</p> <p>(1) 茎丈の伸長、発芽率がどのようになるか検討する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・やはりきれいな水が一番いいよ。 ・いや、汚い方が栄養分があつていいんじゃない。 ・もしかしたら全て同じかも。 など 	<p>○発言内容をまとめながら、それを仮説と設定して栽培実験を行うように指示する。</p>
<p>4. 栽培実験の準備をしよう</p> <p>(1) 発芽率の算出方法を知る。</p> <p>(2) 観察記録表の記入の仕方を知り、記入する。</p>	<p>○発芽率の算出方法を板書する。</p> <p>○観察記録表の記入の仕方を示したプリントを配布して説明する。</p> <p>○栽培実験の準備を支援する。</p> <p>○酸性雨、河川水を用意しておく。</p>

習活動とする。ここでは、生徒全員が実際に水質調査を行うことで、生徒の学習意欲を高める。

第3時では、第2時のバックテストによる水質検査で得られた値を確認して、それらの水を使用したスプラウト栽培の栽培実験を行う。ここでは、観察

表8 「3. 作物の生育と身近な環境の関わりについて調べよう」の学習指導案：第4時

主な学習活動及び学習内容	指導上の留意点と支援
1. 栽培実験の結果をまとめて、発表しよう (1) 各班において記録をまとめ、発表内容や方法を定める。 (2) 各班ごとに観察記録や分かったことなどを発表する。 (3) 聴衆側はメモを取り、発表の評価と質疑を行う。	○観察記録発表会であることを知らせ、各班で観察記録をまとめ、発表内容や方法を定めるよう指示する。 ○実物投影器やOHPなどの視覚機器を活用して発表できるように支援する。 ○発表の順序を決定し、発表会の司会進行を行う。 ○聴衆する生徒へ聞く態度等を指示する。 ○視覚機器の操作を支援する。 ○各班の発表内容を黒板にまとめる。 ○発表内容や黒板のまとめた内容から、どのようなことが考えられるのかを質問する。
2. 栽培実験の結果を確認しよう (1) 各班の観察記録の結果から、水の違いによる茎丈の伸長、発芽率の差に気付く。 (2) 栽培における水の影響についてまとめ、理解する。	○水が作物の茎丈の伸長や発芽率にどのような影響しているかを、生徒の発言を基にしてまとめる。
3. 身のまわりの環境について考えよう (1) 自宅、地域の現在の環境状態について発表する。 ・自宅の裏の川がくさいよ。 ・道路にたくさんごみが落ちていた。 ・木がたくさん枯れていたよ。 など (2) 今後の生活設計について考える。	○発表内容をまとめ、自宅や地域の現在の環境状態がどのようなものかを認識させる。 ○地域の汚れている場所の写真や映像を見せ、しっかりと現状を認識させる。 ○今までの生活を振り返り、今後はどうのような対策をとればよいかを質問する。 ○次回、自分が考えた環境改善案を発表することを知らせる。

表9 「4. 栽培と私たちの環境の関わりについて考えよう」の学習指導案：第1時

主な学習活動及び学習内容	指導上の留意点と支援
1. 環境改善案についてまとめよう (1) 各班内で自分が考えたことを発表する。 (2) 各班ごとに発表内容をまとめ、発表方法を定める。	○これまでの生活と、今後の生活について自分が考えたことを各班内で発表し合うよう指示する。 ○環境改善案発表会であることを知らせ、各班で発表内容をまとめ発表内容や方法を定めるように指示する。 ○実物投影器やOHPなどの視覚機器を活用して発表できるように支援する。
2. 環境改善案発表会を行う (1) 各班ごとに環境改善案の内容や気付いたことなどを発表する。 (2) 聴衆側はメモをとることや発表の評価、質疑を行う。 (3) 発表終了後に、どの班の案がどのように良かったかを発表する。	○発表の順序を決定し、発表会の司会進行を行う。 ○聴衆する生徒へ聞く態度等を指示する。 ○視覚機器の操作支援をする。 ○各班の発表内容を黒板にまとめる。
3. 食の安全と環境についてまとめよう (1) 作物と水の関係について考え、まとめる。 (2) これからの、食の安全と環境について考え、まとめる。	○これまでの活動を振り返りながら、感想や成果について意見をまとめ、作物と水の関係、これからの食の安全と環境について簡潔にまとめるよう指示する。

記録表の記入が具体的なものになるよう支援していく。なお、河川の水と雨水は、なるべく新しいものを用意する。

第4時では、栽培実験の観察記録発表を行い、作物の栽培と水の関係をまとめる。その後、身のまわりの環境について学習し、今までとこれからの生活について考える。ここでは、発表の仕方についても指導する。具体的には、どのように発表すれば聴衆側に分かりやすいかなどを指導する。

「4. 栽培と私たちの環境の関わりについて考えよう」の第1時では、自分が考えたことをグループ内で出し合い、意見をまとめ、発表する。その後、作物と水の関係を考えながら、今後の食の安全と環境についてまとめる。ここでも、前時同様、発表の仕方について指導する。最後に、食の安全と環境について、これまでの学習を基にして活動のまとめを行う。

6. おわりに

技術科教育における環境教育に関する研究として、栽培学習での教材を開発することを目的に、スプラウトを基にした数余の栽培実験を行った。この結果から以下に示す知見を得ることができた。

- スプラウト栽培を基にした教材は、技術科教育の栽培学習において、作物の栽培環境を学習するのに適している。
- スプラウト栽培を基にした教材は、技術科教育の栽培学習において、家庭における生活排水の環境への影響を学習するのに適している。
- スプラウト栽培を基にした教材は、技術科教育の栽培学習において、身近な地域における河川の汚染並びに酸性雨の環境への影響を学習するのに適している。
- スプラウト栽培を基にした教材を用いることで、技術科教育の栽培学習における環境教育の学習過程を構築することができる。

本論文では、開発した教材並びに学習過程を実際に授業に用い、その有効性を検証するまでには至ってはいない。今後、これらの有効性を授業実践において検証することにより、教材並びに学習過程をより良いものにしていく必要がある。

付記

本論文は、平成16年度富山大学教育学部特別研究で鈴木知宏が取り組んだ研究を基に、魚住明生がま

とめ直したものである。

引用・参考文献

- 1) 文部省：環境教育指導資料－中学校・高校編－
(1994)
- 2) 近藤義美：技術科教育における環境教育，日本
産業技術教育学会第36回全国大会要旨集，p. 36
(1993)
- 3) 文部省：中学校学習指導要領，財務省印刷局
(1998)
- 4) 谷保成洋・魚住明生：技術科教育における栽培
学習に関する基礎的研究－新学習指導要領におけ
る中学校へのアンケート調査を基にしての－考察
－，富山大学教育学部附属教育実践総合センター
紀要第4号通巻20号，pp. 35-44 (2003)
- 5) 合成洗剤研究会：洗剤の事典，合同出版，
pp. 31-32 (1991)
- 6) 岡内完治：【新版】だれでもできるパッケステ
トで環境しらべ，合同出版 (2002)

(2006年5月22日受付)

(2006年6月28日受理)