

日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 5 回 助成期間：平成20年11月1日～平成21年10月31日（期間1年間）
 テーマ：紫外線（UV-B）と植物細胞に学ぶ地球環境問題
 氏名：山崎 聖司 所属：福岡教育大学・教育学部 登録番号：8007

1. 課題の主旨

本プロジェクトでは、環境問題に対する生徒の興味・関心の向上と意識改革を目的として、紫外線（UV-B）が生物に及ぼす影響を体験的に学習できる環境教育教材の開発と教育実践を行う。UV-B の増加は、地球温暖化やオゾン層の破壊とともに、地球規模で進行している深刻な環境問題である。しかしながら、環境問題は地球規模かつ抽象的であるため、その重大性を肌で感じられる適当な環境教育教材がこれまで存在しなかった。そこで、植物の育成や、UV-B を照射した植物の外部形態・細胞の変化の観察を通じて、命の尊さやUV-B が生物に及ぼす影響の恐ろしさを目で見て触って実感できる、生徒の視点に立った教材を開発する。教材開発には、近年、申請者の研究室で発見したキュウリ子葉の細胞がUV-B 照射によって急激に肥大する現象を足掛かりに行うため、他に類のない、極めて独創性の高い環境教育教材を提供することができる。本プロジェクトは、環境問題に対して漠然とした意識しかもたない生徒が、日常生活の中で環境問題を意識するための動機づけとして、また、理科離れに歯止めをかけるための一助として重要な役割を果たすことが期待される。

2. 準備

本課題は、UV-B が植物に及ぼす影響を体験的に学習できる環境教育教材の開発と教育実践を行うものである。

1. 環境教育教材の開発のために、以下の準備を行った。
 - 1) キュウリ種子、園芸培土、園芸用品を準備し、子葉が展開するまで育てる。
 - 2) ペットボトルを準備し、誰でも手軽に植物の発芽・育成を行うことができる方法を考案する。
 - 3) 野外調査を行い、県内の紫外線強度のデータ収集を行う。
 - 4) 光学顕微鏡を用いた植物細胞の観察を一通り行い、授業時間内に実施するための方法を考案する。
2. 教育実践のために、以下の準備を行った。
 - 1) 実施日から逆算して、当日までに何を準備する必要があるのかを話し合い、実験手順の作成を行う。
 具体的には、実施当日にUV-B を照射したキュウリ子葉が必要であるため、何日前からキュウリ種子を吸水・発芽させる必要があるか、また、展開したキュウリ子葉に対して何日前からUV-B を照射する必要があるかを話し合い、一通り育てて、実験手順の作成を行う。
 - 2) 環境問題に関するパワーポイント作成のための資料を収集する。

3. 指導方法

1. 環境教育教材の開発のための指導方法は以下のとおりである（共同実施者に対して）。
 - 1) キュウリの種子を吸水・発芽させてから、子葉が展開するまでの日数を調べさせる。
 - 2) 子葉が展開したキュウリに対して、UV-B を何日間照射すれば、肉眼的に変化するか調べさせる。
 その際、UV-B を照射し過ぎて、枯れないように気をつける（枯れるまでの日数も把握する）。
 - 3) 子葉が展開したキュウリに対して、UV-B を何日間照射すれば、トライコーム周辺の表皮細胞が変化するか調べさせる。
 - 4) UV-B 照射がキュウリ子葉に及ぼす影響を細胞レベルで観察するための、実験手順を確かめさせる。
 具体的には、子葉の漂白、洗浄、脱気、および染色の各処理後、プレパラートの作成までの手順である。
 - 5) 4) の実験手順の確認後、全過程を授業時間内で行うための時間配分を、試行錯誤し検討する。
2. 教育実践のための指導方法は以下のとおりである（生徒に対して）。
 - 1) キュウリがどのような植物か目で見て触って理解してもらう（種子、芽生え、子葉が展開した植物体）。
 - 2) キュウリ子葉に対してUV-B を照射すると、形態・細胞レベルで、どのように変化するか理解してもらう。
 - 3) UV-B 照射がキュウリ子葉に及ぼす影響から、環境問題について考察させる（パワーポイントの使用）。

4. 実践内容

1. 環境教育教材の開発について

- 1) ペットボトルや、その他、身の回りにあるものを利用した植物育成装置の開発を行う。
- 2) UV-B 照射装置の開発と改良を行う。
蛍光灯スタンドに、蛍光灯の代わりに、紫外線ランプを取り付けることで UV-B の効果を確認する。
- 3) 植物細胞（キュウリ子葉表面に存在するトリコーム周辺の表皮細胞）の観察方法の開発と改良を行う。
- 4) 予備実験を実施して、再現性のある実験が行えることを確認した後、実験手順をまとめる。

2. 教育実践について

1 で開発した環境教育教材を用いて、教育実践を行う。具体的には以下のとおりである。

- 1) 芦屋町教育委員会および遠賀郡小学校理科部会主催、科学技術振興機構（JST）支援による平成 21 年度芦屋町「子どもと大人の科学フェスタ」において、ブースを開設する。
小学校低学年から大人までを対象として、UV-B が植物に及ぼす影響を観察してもらい、環境問題についての理解を深める。展示に使用するものは、1) UV-B を当てずに生育したキュウリ個体、2) UV-B を当てて生育したキュウリ個体、3) UV-B を当てずに生育したキュウリ子葉の顕微鏡画像、4) UV-B を当てて生育したキュウリ子葉の顕微鏡画像、5) キュウリの種子と芽生え、6) 紫外線ランプと蛍光灯、7) UV-B 強度計である。
- 2) 平成 21 年度福岡教育大学オープンキャンパスにおいて、体験授業を午前と午後の 2 回実施する。
本学に興味のある福岡県および近隣の高校生を対象として、UV-B を照射せずに生育したキュウリ子葉と、UV-B を照射して生育したキュウリ子葉のプレパラート作成および光学顕微鏡による観察を行い、UV-B 照射がキュウリ子葉の表面に及ぼす影響を細胞レベルで調査する。また、1) パワーポイントを使用した環境問題に関する説明、2) UV-B 照射がキュウリ個体に及ぼす影響の形態観察、3) 屋外の UV-B 強度の測定などを行う。

5. 成果・効果

1. 環境教育教材の開発について

- 1) 身近な、ペットボトルや卵パックを使うことで、子葉が展開するまでキュウリを育てることができた。
- 2) 蛍光灯スタンドに、紫外線ランプを取り付けることで、効率的な UV-B 照射装置を開発できた。
- 3) 植物細胞（キュウリ子葉表面に存在するトリコーム周辺の表皮細胞）を授業時間内に観察する方法を開発し、実験手順をまとめた（①別途郵送のテキスト参照）。
- 4) 環境問題について説明するためのパワーポイントを作成した（②別途郵送のパワーポイント参照）。

2. 教育実践について

- 1) 平成 21 年度芦屋町「子どもと大人の科学フェスタ」（③別途郵送のチラシ参照）

開始と同時に、多くの児童・生徒が訪れ、UV-B 照射がキュウリの初期生育に及ぼす影響について、興味深く観察していた（「子どもと大人の科学フェスタ」の実施報告書の図を参照）。UV-B を照射して育成した植物体と、照射せずに育成した植物体を用いて、形態・細胞レベルの違いを、クイズ形式で見つけさせることで、児童・生徒の好奇心がより高まったようであった。中には、太陽光に含まれる UV-B 強度を調べるために、UV-B 強度計を屋外に持ち出して、実際に測定している子どもも見受けられ、環境問題への意識の高まりが感じられた。また、教育現場の教員からは、授業で子供たちに観察させたいという要望も寄せられた。大人の方からは、UV-B から身を守るための具体的な方法について知りたいという意見が多かった。

- 2) 平成 21 年度福岡教育大学オープンキャンパス（④別途郵送のチラシ参照）

予備実験を何回も実施したおかげで、午前・午後ともに、あらかじめ設定した時間内（90 分）で体験授業を行うことができた（「オープンキャンパス」の実施報告書の図を参照）。授業終了後のアンケートでは、学校の授業では使用したことのない実験器具を使って楽しかった、環境問題を身近に感じた、UV-B に対する植物の防御応答に驚いた、機会があればまた参加したい、大学の研究に興味を持った、という声が多数を占めた（⑤別途郵送のアンケート参照）。

6. 所感

「子どもと大人の科学フェスタ」では、ブース展示当日に向けて2週間前から植物体（キュウリ）を育成し、UV-B照射を行う等、綿密な実験計画が必要であった。予備実験が充分だったおかげで、当日は、子どもから大人の方まで、UV-Bがキュウリに及ぼす影響について、興味・関心をもってもらうことができた。UV-Bの影響で植物の形態や細胞が変化する環境教育教材は、これまでに無かったため、多くの児童・生徒に、UV-Bに興味を持ってもらい、また、UV-Bの恐ろしさについて知ってもらうよい機会となった。この度のイベントは、地域の人たちに環境問題を考えてもらうよいきっかけとなったと思われる。

「オープンキャンパス」では、授業後のアンケートの結果、ほぼ全員が、このような体験授業にはまた参加したい、体験授業を通じて植物や環境問題に対する興味・関心が増加した、と答えており、体験授業の目的はほぼ達成できたものと考えられる（⑤別途郵送のアンケート参照）。高校生が普段の授業では体験できないような実験を大学の施設・設備を利用して行うことは、科学に対する好奇心を養成し、進路を考える上でも役立つものと考えられる。

7. 今後の課題や発展性について

1. 環境教育教材の開発について

キュウリの子葉を使うことで、UV-B照射の影響を観察できるこれまでに無い環境教育教材を開発することができた。今後は、キュウリの子葉以外にも、様々な植物を用いてUV-B照射に対する影響を調べ、環境教育教材に取り入れていくことが課題である。

2. 教育実践について

我々の開発した環境教育教材を用いて、「子どもと大人の科学フェスタ」ではブース展示形式で、また、「オープンキャンパス」では体験授業形式で、教育実践を行った。ブース展示形式には、多くの子供たちに一度に展示物を見てもらえる利点があり、一方で、体験授業形式には、参加した子供たちと親密にコミュニケーションをとりながら実験を進めることができるため、一人一人の理解度・満足度が高まる利点がある。今後は、このような機会を増やしていくことはもちろんのこと、学校現場に直接向いて授業の中で実施する出前授業の形式も検討する必要がある。しかし、そのためには、いくつかの課題がある。具体的には、児童・生徒の人数分の実験道具一式を持って行くこと、教育現場に性能のよい光学顕微鏡があること、教育現場と継続的に連携をとること、などである。特に、「所感」にも記述したが、植物材料の育成には2週間程度必要である。教育現場で植物の育成から実施する場合、植物の生育状況を把握するため、ほぼ毎日大学から通う必要があるため、時間の都合上、難しい可能性がある。この点や、普段の授業の中では体験できない実験を行うことのインパクトを考慮すると、児童・生徒を大学に招いて実施する体験授業形式が、最も現実的な方法だと考えられる。

3. この度は、ブース展示形式と体験授業形式で実施できる環境教育教材を開発することができた。特に、大学の授業時間内（90分）で実施できる環境教育教材を開発できたことは、体験授業や講座を実施する上で、大きな意義がある。今後は、児童・生徒向けの体験授業だけでなく、一般市民向けの体験講座などを開設していくことで、環境教育を、教育現場だけでなく、地域社会に浸透させ、一人一人の意識を改革していくことが望まれる。

8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

Yamasaki, S., E., Shimada, T. Kuwano, T. Kawano and N. Noguchi. Continuous UV-B irradiation induces endreduplication and peroxidase activity in epidermal cells surrounding trichomes on cucumber cotyledons. Journal of Radiation Research. (印刷中)

【教材制作方法】

- ・実施内容が教材開発の場合、ここから1～2ページ使って、教材の制作方法を記載願います
- ・実施内容が教材開発でない場合、このページ以降を削除願います

<実施当日に必要なもののリスト>

- 1) キュウリ種子 (0日)
- 2) 吸水・発芽させたキュウリの芽生え (2日)
 - ・シャーレにろ紙をしき、キュウリ種子を入れ吸水させる。
 - ・シャーレをアルミホイルで包み、26°Cで発芽させる。
- 3) 子葉が展開したキュウリの植物体 (5日)
 - ・UV-B照射実験開始前の状態。
 - ・ビニールポット、園芸培土を使用し、26°Cで育てる。
- 4) UV-Bを照射したキュウリ子葉と、照射していない子葉 (8日)
 - ・UV-Bを3日間、24時間連続照射する。
 - ・葉が白くなる程度が望ましい。枯れないように気をつける。
 - ・生徒が目で見えて触って、UV-B照射の影響が観察できる状態にする。
- 5) 蛍光灯スタンド2台 (UV-Bランプと白色光) (0日)
- 6) 紫外線 (UV-B) 強度計 (0日)

<UV-B照射がトライコーム周辺の表皮細胞に及ぼす影響の観察の実験手順>

- 1) 子葉のサンプリング。
- 2) 子葉を30%エタノールに入れる。
- 3) 子葉を蒸留水に移しかえる。
- 4) 子葉を50%漂白剤に入れ、65°Cのウオーターバスに15分間浸して漂白する (換気に注意)。
- 5) 50%漂白剤を捨てて、子葉を水道水でよく洗う。
- 6) 子葉を蒸留水に入れて、エバポレーターで25分間脱気する。
- 7) 子葉を染色液に入れて、30分間染色する。
- 8) 子葉のプレパラートを作成し、光学顕微鏡を使って、子葉表面の細胞の観察を行う。

* 待ち時間を利用して、授業の目的の説明、形態観察、紫外線の説明、紫外線の測定などを行う。