

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：「土に含まれるマイクロ粒子の観察から環境を学ぶ」教材の開発

氏名：宇田津 徹朗 所属：宮崎大学農学部附属農業博物館 登録番号：08189

1. 課題の主旨

現在、地球温暖化に代表される地球規模の環境問題が毎日のように報道されている。そのため、児童生徒の環境問題への関心と意識は高く、資源リサイクル等に対する学校現場での取組も盛んである。児童生徒への環境教育という視点に立った場合、こうした社会活動としての環境問題への取組は重要であるが、環境を科学的に捉える、あるいは評価する視点を涵養する科学・理科教育も、同時に進めてゆく必要があることは言うまでもない。こうした視点では、大気や水質を調査するといった取組がよく知られている。しかし、私たちの環境の基盤である身近な大地や土を教材として学ぶものはそれほど多くない。これは、観察試料の作成などに手間と時間がかかることや観察の難しさが挙げられる。

本研究は、土に含まれる植物由来の粒子や火山灰に由来する粒子などを簡単に抽出して、観察できる手法と手引きを開発し、児童生徒に、身近な土の成り立ちと生物とのつながりとその成り立ちを学ぶ教育プログラムの実践と普及を目指したものである。

この教材の活用により、土をテーマにした環境教育プログラムの実施が容易となり、博物館などの社会教育施設等が実施する地域の環境教育支援活動の充実に寄与したい。

2. 準備

本研究は、開発研究、実践研究で構成されている。

- 1) 土壌から鉱物粒子を取りだす一般的な方法である「碗がけ法」に代わる、短時間で確実に土壌中の鉱物粒子を抽出し、観察する方法を構築する。また、環境を学ぶのに適した代表的な土壌を選定し、先の手法と組み合わせて、教材化する。
- 2) 上記の教材を用いる際の手引きおよびその後の自己学習に役立つ手引き書を作成する。
- 3) 開発した1)および2)による実験プログラムを構築し、博物館等が主催するいくつかの科学講座・イベントで実施し、小学校～一般までに開発教材によるプログラムを体験してもらい、教材の評価と改善を実施する。

3. 指導方法

1) 開発研究

土壌粒子の抽出方法としては、「碗がけ法」が一般的に使われている。この方法は、原理も分かりやすく、特別な器具も必要としない点では、児童・生徒を対象とした科学講座には適した方法である。しかし、この方法では、粘土粒子が多い土壌などでは、処理に時間もかかり、低学年児童では上澄みとともに鉱物粒子を捨ててしまうといった失敗も多い。また、碗がけでは、鉱物粒子に付着している粘土粒子を完全に除去することは難しく、石英など、鉱物本来の色や輝きといったものを十分に観察することが困難であるといった問題がある。

そこで、安価な超音波洗浄器と篩い、磁石を組み合わせて、だれでも確実に短時間で良好な観察試料を作成できる方法の構築を行った。

また、抽出対象の粒子としては、以下の2つを設定した。

- ・過去の火山活動の影響を知ることができる火山ガラス・強磁性鉱物の抽出と観察
 - ・土壌に還元された植物の種類を知ることができるプラント・オパール（植物珪酸体）の抽出と観察
- 教材化するために、観察に適した火山灰、火山灰性土壌、水田土壌、草原土壌、砂浜の土などの収集も行った。また、A6版・20ページの試料作成・観察マニュアルを作成した。

2) 実践研究

1) で開発した教材の実効性・有効性について、主に以下の5点を検証するため、教材を活用した科学講座を2回実践した。この結果を受けて、教材の最終的な調整と改良を行った。

< 検証のポイント >

- ・教材を用いて、土壌からの粒子抽出を円滑かつ迅速に行うことができるか？
- ・土壌とそこから抽出した粒子との関係を、環境の成り立ちや土壌の生成と結びつけてもらえるか？
- ・どの土壌が教材としてより有効であるか？
- ・低学年児童が実験しても、危険な点はないか？
- ・マニュアルは分かり易いか？

4. 実践内容

開発した教材の実効性・有効性について検証するため、教材を活用した以下の2つの科学講座を実践した。

1) 実践例（その1）

イベントタイトル：「夏休み科学実験・工作教室」

開催日：7月30日 開催場所：宮崎大学農学部附属農業博物館

対象：小学生（周知方法：地区の子供会の協力による呼びかけ） 参加者：40人

【概要と成果】



事前に地域の子供会に案内を行い、自由参加形式で実施した。参加児童生徒は、宮崎にある身近な火山灰性土壌や露頭から簡単に採取できるテフラなどを従来の椀がけではなく、超音波洗浄と篩いによる水洗篩別によって土壌を処理した後、ホットプレートで抽出粒子を乾燥して、観察試料を作製し、その後、実体顕微鏡を用いて火山ガラスをはじめとする鉱物を、生物顕微鏡を用いて植物珪酸体（プラント・オパール）を観察した。見つけた粒子については、講師および補助のアルバイト学生等がその由来と環境との関係について解説を行った。

椀がけ法に変わる方法として導入した超音波洗浄と水洗篩別は、土壌中から粒子を取り出すのに要する時間の短縮に十分な効果が確認できた。特に、実験をしくみとして十分に理解することが難しい小学校低学年

児童でも、処理の効果が素早く目で確認できるので、集中力が切れることなく、実験に取り組むことができていた。また、火山ガラスやプラント・オパールについては、その由来となる火山灰や植物標本を同時に示したため、環境とのつながりがよく理解できていたようであった。なお、観察実験の手引きについては、高校生までを視野にいれて作成したものであったので、児童と一緒に参加した保護者からは好評であったが、低学年児童には表現が難しいとの指摘があった。この点については、今後、別途、補助的な配付試料を作成するなどして対応したい。

1) 実践例(その2)

イベントタイトル:「身近な土に含まれるいろいろな粒子を観察しよう」

開催日:8月1日 開催場所:宮崎科学技術館

対 象:一般, 児童生徒(小学生・中学生・高校生)(周知方法:全体のイベント「青少年のための科学の祭典」として県内の学校へチラシ, HP にて呼びかけ)

参 加 者:160人

【概要と成果】



夏休みの大型科学イベントへの参加という形式で、開発した教材を活用した実験ブース(写真参照)を出展したものである。講座では、参加者が、超音波洗浄と篩いによる水洗篩別によって土壌を処理した後、ホットプレートで抽出粒子を乾燥して、観察試料を作製し、その後、実体顕微鏡を用いて火山ガラスをはじめとする鉱物を、生物顕微鏡を用いて植物珪酸体(プラント・オパール)を観察した。

このイベントの参加者は、小学生, 中学生, 高校生, 一般と幅広い年齢層にわたっており、また、全体で1日にのべ千人を超える参加があるため、開発した教材の内容および科学実験講座としての実用性を検証するよい機会となった。

参加者が多いイベントでの実践であったが、超音波洗浄と水洗篩別は、土壌中から粒子を取り出すのに要する時間が短く、順番待ちの参加者を長く待たせることなく、円滑に実施することができた。今回は小学校高学年や中学生・高校生さらには一般の方の参加者が多かったため、作成した観察実験の手引き(ミニブック)も好評であった。

以上のように、開発した教材については、ほぼ、予定した効果を発揮し得るものであると判断された。

5. 成果・効果

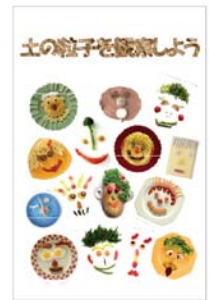
1) 開発研究

碗がけ法に代わる土壌からの粒子抽出処理の構築

従来の碗がけ法に代わり、安価で小型の超音波洗浄器と2mm, 0.5mm, 0.25mm, 0.125mmの篩を用いて、洗浄時間を含めても10分以内、あらかじめ洗浄処理を行っておけば、5分程度で土壌粒子を観察できる一連の方法を構築した。土壌の乾燥にもアルミホイルとホットプレートを用いて、周辺機材についても特別なものがなくても良好な観察試料が得られる方法となった。

②試料作成・観察マニュアルの作成

教材の活用度と効果を上げるものとして、A6版・20ページの試料作成・観察マニュアルを作成した。小学校低学年には少し難しい部分があるという反省点はあるが、それ以上の児童生徒および一般には好評であった。今後は、学校連携で実施する場合には、事前配付して参加者に事前学習をしてもらうことで、教材全体の効果を高めることも可能である。



2) 実践研究

開発した教材の実効性・有効性を検証するため、教材を活用した科学講座を2回実践した。その結果、教材の評価については、以下のようにまとめられる。

- ・小学校低学年児童でも、土壌からの粒子抽出を円滑かつ迅速に行うことができる。
- ・火山ガラスなどについては、ほとんどすべての年齢層の参加者が、土壌とそこから抽出した粒子との関係を、環境の成り立ちや土壌の生成と結びつけて理解してもらうことができた。
- ・ホットプレートによる試料の乾燥以外は、低学年児童が実験しても、危険はないことが確認できた。
- ・マニュアルは、小学校低学年児童以外であれば、学習効果を高める上で十分な効果があった。

なお、今後の実施においては、参加児童に身の回りの特徴のある土を持参してきてもらい、それに含まれる粒子を観察して、その由来を考える部分を取り入れると、参加者の意識がより高まると考えられる。

6. 所感

これまで、碗がけ法を使った講座を実施した際に、参加者から、観察される石英や火山ガラスなどが「図鑑等に記載されているようにきれいではない」といった感想を聞き、顕微鏡で観察した際に「図鑑とそっくり」といった感動と感想をもってもらえるような粒子抽出の必要性を感じてきていた。今回、助成をいただき、短時間で良好な観察試料を作製して土壌中の粒子を観察できる方法と材料確保およびマニュアル作成を行うことができた。

財団関係者各位に深く感謝申し上げたい。今後は、この教材を十分に活用して、環境学習としては事例の少ない「土」をテーマにした環境学習の講座を展開してゆきたい。

7. 今後の課題や発展性について

実践研究の結果、小学校の高学年以上（中学生・高校生・一般）は、地層や土壌についての一定の知識があるため、今回、開発した教材で十分な学習効果が期待できる。しかし、小学校低学年児童については、予備知識がないので、さらに補助的な教材（資料）の準備や教材とする土壌の絞り込みといった改善が必要である。また、高校生以上については、逆に知的好奇心に応えるよう土壌の追加を検討したい。

今回の教材開発によって、土壌中の粒子の観察が短時間で実施できるようになった。今後の発展性としては、環境学習としては、「水と土」といったように関係する他の環境要因と組み合わせた複合的・総合的な学習プログラムの構築と実施も試みてゆきたい。

8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

平成22年度の博物科学会での口頭発表を予定している。

【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

ここでは，開発した教材の中核をなす土壌粒子の抽出方法と観察試料作成の流れを示す。

【Step 1：超音波洗浄器による土壌の洗浄】



土壌を5g程度とり，水をはったビーカーに溶かす。

ビーカーごと超音波洗浄器に入れて，土壌によるが5分～10分程度洗浄処理を行う。

材料となる土壌は，乾燥器などで事前乾燥しない方が洗浄効果が高い。特に，粘土が多い土壌については，あらかじめ吸水させておくとよい。

【Step 2：篩（ふるい）による水洗篩別】



篩の目の大きさが2mm，0.5mm，0.25mm，0.125mm程度の4つの篩を左のように組み合わせ，一番上（目の大きい）篩に洗浄した土壌をビーカーの水ごと入れる。

流しに篩を持ってゆき，上から水を流しながら，各篩の土壌を洗った水が濁らなくなるまで洗う。

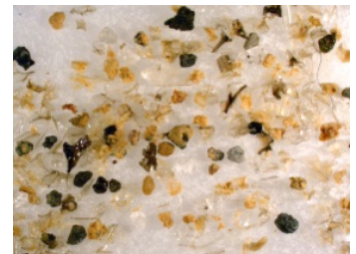
プラント・オパールなどの粒子を見る場合には，一番下の篩の下に30ミクロン程度の篩を加える。



【Step 3：粒子を乾燥する】

各篩に残った粒子およびビーカーにとった粒子をそれぞれアルミホイルの上にのせる。アルミホイルごと，ホットプレートの上にのせて乾燥させる右のようにきれいな観察試料を得ることができる。

この際，ホットプレートの温度は保温など最低温度にしておく。高温になっていると粒子がはじけたり，水が沸騰したりして危険である。



【Step 4：粒子を観察する】

試料が乾燥したら，小さなシャーレや四隅を谷折りにした5cm四方の画用紙に乾燥した粒子を広げて，実体顕微鏡で観察する。透明な粒子が多い場合には黒い紙，黒っぽい粒子が多い場合には白い紙を使うと良い。大きな粒子は虫眼鏡でも可。火山起源の粒子であれば，鉄を多く含むものがあるので，磁石を近づけたりして観察するのもよい。



粒子の写真，左から，強磁性鉱物，火山ガラス，イネのプラント・オパール（倍率は異なる）