

活性汚泥実験を取り入れた高等学校「生物基礎（生態分野）」 の環境教育プログラムの開発と実践

学籍番号 1016715 木戸叔裕
指導教員 市川智史

1. はじめに

高等学校「生物基礎」2単位では実習はおろか顕微鏡実験でさえ時間的に入れ難く、教科書の表面を流すだけの授業とならざるを得ない状況にある。特に生態分野の授業においては、その傾向が顕著であり、現場の教員は、結果的に軽視せざるを得ない生態分野の学習をいかに生きた形で提供できるかが問われている。生態系の学習においては、生徒は分解者の存在自体を意識しておらず、役割の重要性も理解していない場合が多いため、身近な土壌や河川の生物膜等から簡単に作成でき、どこの下水処理場でも入手できる活性汚泥を取り上げることとした。

そこで本研究では、高等学校「生物基礎」の生態分野において、少ない時間数で実践でき、どこでも使用し得る、活性汚泥実験を取り入れた環境教育プログラムを開発し、実践的に有効性を検証することを目的とする。

2. 研究方法

活性汚泥の作成および観察が実際に可能かどうか、どうすれば、より効果的な状態で生徒への教材提示ができるかを検討するため、2016年11月5日～2017年6月20日の期間内に6回の事前実験を行い、プロトタイプ・プログラムの作成および京都府立北嵯峨高校第3学年「生物」の受講生を対象にした実践可能性の検証を行った。そして、その結果をもとに、同校、1年生3クラス、計120人を対象として2017年度の「生物基礎」の授業時間に実践的検証を行った。

プログラムは2時間構成とし、第1時の直前にフィールドでの微生物試料の採取実習を行った。第1時では、採取した微生物源から、校内用・有栖川用・コントロール用の培養液を作成し、仮想汚濁として牛乳を2mLずつ入れよく攪拌し、パックテストによるCODの測定、濁りの確認を行った。その後、校内用・有栖川用は曝気して培養を開始した。コントロール用は、アルミホイルでフタをして滅菌処理後、静置した。第1～2時の間には、毎日クラスの担当者が、活性汚泥の生成状況の確認と牛乳の添加作業を行い、授業日には事前に曝気を止めておいた培養用ペットボトルと対照用試薬瓶を教室へ持って行き、上澄みの透明度と活性汚泥生成の状態確認を行った。第2時では、活性汚泥の生成状況の確認、上澄みのCOD測定と濁り（浄化作用）の確認を行い、生成した活性汚泥中の微生物の顕微鏡観察を行った。

教育的効果検証のため事前・事後調査を行った。事前・事後調査共通で知識理解と意識に関する14項目の設問、それらに加え、事前では微生物の観察経験及び実験・授業の好き嫌いに関する6項目の設問、事後では授業後の反応に関する2項目の設問と自由記述を設定した。

3. 結果と分析

1) 生徒の属性と授業後の反応

事前調査でバクテリア、原生生物、活性汚泥の観察経験があると答えた生徒は、いずれも1割に満たず、活性汚泥は4.5%と特に低かった。観察経験がほとんどない状態での実験の実施と経験とには大きな意味があると考えられる。

事後調査の「実験が楽しかったか」では85.7%が、「顕微鏡操作・微生物観察ができたか」では89.3%が肯定的な評価を示した。本実験は生徒たちの知的好奇心を満たし、学習項目の理解を深める原動力となったと評価できる。

2) 知識理解の得点分析

知識理解に関する8つの設問について正答に1点を与え、8点満点で生徒の事前・事後の得点を分析した(図1、2)。平均点は事前3.85点、事後5.39点で、事後が高かった。t検定を行ったところ、有意差が認められ、本プログラムは生徒の知識理解を高める上で有効であることが明らかとなった。

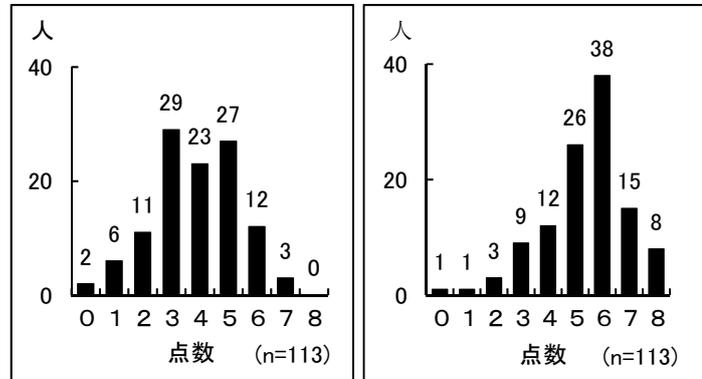


図1 事前の得点分布

図2 事後の得点分布

3) 知識理解の正答率分析

8つの設問の正答率はすべて事後の方が高かった。これらについて、有意差の有無(カイ二乗検定)に加え、正答率の差、事後の正答率の3つの観点から教育的効果を分析した。「活性汚泥の役割」、「活性汚泥とはどのようなものか」、「原生生物とはどんな生物か」、「河川食物連鎖の順」は全ての観点から教育的効果が認められた。「バクテリアとはどのような生物か」は有意差が認められ、正答率の差も大きかったが、事後の正答率が約3割と低く、教育的効果が認められたと判断するには不十分であった。「バクテリアの居所」、「バクテリアの役割」、「バクテリアと原生生物の違い」では有意差が認められなかった。

4) 意識に関する分析

環境保全への関与意思、バクテリアに対する意識に関する4つの設問すべてにおいて有意差が認められた(カイ二乗検定)。生態系の保全や環境問題の解決に関する活動に積極的に関わろうとする関与意思が促進され、バクテリアに対する嫌悪感は低減されたととらえられる。ただし、事後でも3割強の生徒は「気持ち悪い」と考えている点については、課題となった。バクテリアの大切さについては、元々多くの生徒が大切だと考えていたが、その意識が強化・促進され、9割を超える生徒が大切だと考えるようになった。

4. 考察

本プログラムは上記分析で述べたとおり多少の課題は残したものの、生徒の知識理解・意識強化の両側面において、十分な成果が得られた。実践に要する時間についても、採取実習を除けば2時間で実践可能で、「生物基礎」という実験実習の入れにくい授業内において十分実施することが可能であり、その教育的有効性も実証された。また、本プログラムは、どこの学校でも実施可能な汎用性を有しており、課題研究などへの発展的利用も可能と判断できる。生物教育・環境教育において、全生物的視野に立ち、多くの生き物たちと生存し、拒絶感を少なくすることは、喫緊の課題である。そのアプローチとしても本プログラムは有効であると考えられる。なお、本プログラムにおける採取実習の意義は大きく、フィールドでの観察時間を十分確保したい。授業前の採取実習というやり方以外で時間的制約を乗り越える手立てについては、今後の研究課題としたい。