

日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 3 回 助成期間：平成 18 年11月1日～平成 19 年10月31日

テーマ：水環境保全を学習するための水生生物を使った教材の開発

氏名：須藤 隆一

所属：NPO 法人 環境生態工学研究所

1. 課題の主旨

水環境をテーマにした環境教育は、教材から学習プログラムなど多くの事例がある。水環境の保全を考えるには、水環境の悪化に伴う生物への影響や環境状態を把握する指標生物(水生生物調査など)のあり方、生物を使った水質浄化、水圏ビオトープなど、生物や生態系の仕組み・機能を十分理解しておく必要がある。しかし、生物を使った既存の環境教育教材が十分活用されているとは言い難く、それを使った学習プログラムも十分ではない。

そこで、本研究では、まず水環境保全を理解するための水生生物を使った環境教育教材およびプログラムを収集・整理して、現状と課題を整理する。さらに、新たな体験型の実験教材を開発し、それを活用した学習プログラムを作成して、実施することを目的とする。

2. 準備

本研究は、既存の教材・プログラムの収集と整理、教材・プログラムの開発、それらを使った学習会の実施からなる。

1. 水生生物を使った既存の教材・学習プログラムの現状と課題の整理

水環境を学ぶ上で必要なテーマ(水の汚濁と浄化など)にそって、水生生物を使った既存の教材・学習プログラムの資料を収集して、現状と課題を整理する。

2. 水生生物を使った実験教材の開発

学習内容として、「水が汚れる影響」「水の汚れを測る」「水を浄化する」「生物(ビオトープ)の仕組みと多様な働き」を掲げ、それぞれに活用できる水生生物を使った教材とそれを使ったプログラムの開発を行なう。

3. 体験学習会の実施

2. で開発した教材・学習プログラムを使って、体験型の学習会を開催し、プログラムの妥当性を評価する。盛岡市内の公民館で児童を集めて実施する。

3. 指導方法

1. 水生生物を使った既存の教材・学習プログラムの現状と課題の整理

まずは小学校などで「水」、「水環境」がどのように扱われているか、教科ごとに内容を整理する。つぎに、水環境の保全を考える上で、「水の汚濁と浄化のしくみ」を理解することの基本となる、「水が汚れるしくみ」「微生物を使った水の浄化」「水生生物(水生植物、貝類)を使った水の浄化」「物理・化学的方法による水の浄化」に関する既存の教材・学習プログラムの資料を収集して、現状と課題を整理する。

2. 水生生物を使った実験教材の開発

学習内容として、「水を汚すもの」「水の汚れを測る方法」「微生物を使った水の浄化」「貝を使った水の浄化」を掲げ、それぞれに活用できる教材とそれを使ったプログラムの開発を行なう。「水を汚すもの」では、家庭の水利用を想

定した汚れ(人工汚水)を準備し、一般的な下水の汚れの程度にあわせて調合した。また、「微生物および貝を使った水の浄化」では、さきの人工汚水を使って、小学生でも取り組みやすい実験条件を検討した。

3. 体験学習会の実施

2. で検討した教材及びプログラムを使って、小学生(高学年)8人を対象に学習会を開催した。「家や学校の周りを探ってみよう」「家や学校の周りの水を調べてみよう」「水の汚れを考えてみよう」「植物プランクトンが増える理由を考えよう」「水がきれいになるしくみを考えてみよう」の5回に分けて実施した。

4. 実践内容

実践については、盛岡市見前地区公民館に協力をいただき、2週間に1度の頻度で5回開催した。対象は、公民館が管轄する2つの小学校で公募し、小学生(高学年)8人の参加を得た。

第1回目「家や学校の周りを探ってみよう」:ワークショップ形式で実施。該当地区の航空写真を用いて、児童に質問しながら、写真上にシールを貼り付け、参加者同士の環境情報の共有を試みた。また、次回の水質調査活動に備えて、測定方法などの練習をした。

第2回目「家や学校の周りの水を調べてみよう」:フィールド調査を実施した。「身近な水環境全国一斉調査」(全国水環境マップ実行委員会主催)に登録し、津志田小学校脇を流れる南川と、数キロ離れた北上川(都南大橋下)の2地点で水質調査及び水辺の観察活動を実施し、前回のワークショップで考えていた予想と実際とを比べてみた。

第3回目「水の汚れを考えてみよう」:実験学習を実施した。家での水の使い方、汚れ方をワークシートに答えながら整理した。つぎに、人工汚水を調合し、それを水質分析した。また、微生物による浄化の実験を進めるために、4つのグループ「人工汚水のみ」「人工汚水+空気」「人工汚水+微生物」「人工汚水+微生物+空気」の実験装置(ペットボトル、エアーポンプなど)を準備し、各児童が家で観察できるようにした。

第4回目「植物プランクトンが増える理由を考えよう」:実験学習を実施した。まず、前回(2週間経過)家に持ち帰った実験装置の汚水の状態を五感(臭気、にごり、色)と試薬(COD、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、リン酸態リンの測定)を使って水質分析をし、条件の違いによる浄化の程度を確認した。つぎに、富栄養化問題の理科を促すために、汚れの一因である窒素とリンを使って植物プランクトンの培養実験の準備をした。植物プランクトンと混ぜる4つの条件「水道水」「水道水とリン」「水道水と窒素とリン」「水道水と3倍窒素と3倍リン」についてペットボトルで準備して、各児童が家で観察できるようにした。

第5回目「水がきれいになるしくみを考えてみよう」:実験学習を実施した。まず、前回(2週間経過)家に持ち帰った培養装置を見比べ、水質分析をして、植物プランクトンの増え方と栄養(窒素、リン)、有機物(COD)の変化(すなわち水域の汚濁)を観察した。つぎに、水の浄化について、汚れの種類に見合った浄化方法の選択についてワークシートで学習し、にごり(泥)のろ過実験(物理的浄化)、着色水の吸着実験(化学的浄化)、シジミ貝によるにごり(有機物、植物プランクトン)のろ過実験(生物学的浄化)を実施した。学習会の終了にあたり、実験の感想や家で使った水をきれいにするための工夫について考えをまとめさせた。

5. 成果・効果

1. 水生生物を使った既存の教材・学習プログラムの現状と課題の整理

小学校社会科において、「水の汚れと生活」、「微生物を使った水の浄化(下水処理)」、「物理・化学的方法による水の浄化(浄水処理)」、「富栄養化問題」、理科において、「植物の成長(栄養)」、「食物連鎖」が扱われている。しかし、富栄養化問題を扱う体験教材がないこと、生物を使いながらも比較的短い時間で結果を観察できる教材・

プログラムがあまりないことがわかった。また、「水が汚れるしくみ」で利用できる模擬的な(人工)汚水も様々で、学習上の制約を感じた。

2. 水生生物を使った実験教材の開発

- ・人工汚水の作成:生活に即した汚水の材料を混合し、一般的な生活排水の汚濁度に近いものであることを水質分析で確認した。
- ・微生物を使った水の浄化実験の方法:家庭から流れでる汚水が下水処理場や河川でどのように分解されるかを模擬的に知ることができる実験方法を考案した。1週間以内で結果がでるので、翌週同時間の授業で確認作業ができる。
- ・貝類を使った水の浄化実験の方法:入手しやすいシジミを使って、濁水がシジミによってろ過されるようすを観察する実験方法を考案した。数時間以内に結果がでるので、その日の内に確認作業ができる。
- ・学習プログラムの提案:上記の教材を使った学習プログラムを作成した。

3. 体験学習会の実施

2. で作成した教材及びプログラムを使って、小学生(高学年)8人を対象に学習会を開催した。「家や学校の周りを探ってみよう」、「家や学校の周りの水を調べてみよう」、「水の汚れを考えてみよう」、「植物プランクトンが増える理由を考えよう」、「水がきれいになるしくみを考えてみよう」の5回に分けて実施した。それぞれワークシートと体験実習(調査、実験)を通して学習を試み、教材・プログラムの妥当性が検討できた。

6. 所感

小学校で学んでいる水の利用や汚れの問題、生物と環境との関わりなどを、「水の汚れと浄化」というテーマに照らして総合化する学習内容である。小学生にとって短い時間の中で多くの用語やしくみの理解、実験実習は大きな負担であったに違いない。児童の一部は、学校で学んだ環境問題の用語を思い出しながら、今回の学習テーマの理解が進んだようであった。なお、実施にあたっては、ティーチングアシスタントによる実験やワークシート作業の支援が欠かせなかった。各回2時間の学習の間、児童の集中力をおおよそ維持できたと考える。

7. 今後の課題や発展性について

時間が確保されるなら、まず、自由に実験の組み立てと観察をさせた上で、成功と失敗の理由を考え、検証できる作業も欲しい。生物を使った実験学習は時間の経過が必要なため、興味を持続させられるような変化や楽しみをプログラムの中に折り込んでいくことが必要であろう。また、環境教育の目標は、環境改善に向けて行動できる人材を育成することでもある。そこで、地域に具体的な水の汚れで問題となるところがあれば、地域の環境活動に展開することが可能である。しかし、現状では問題解決型の学習展開は様々な制約も考えられる。地域での実際的な環境活動がなくても、つねに水環境保全を意識し、生活の中で節水や適切な水の利用を心がけられるような継続的なプログラムの提供と意識啓発のための情報提供が求められる。

8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

<口頭発表>

- ・山田一裕・須藤隆一:汚れる水の仕組みと水生生物を使った浄化に関わる教材の開発、第10回日本水環境学会シンポジウム講演集、pp.80~81、2007年

【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

1. 人工汚水の作成

生活に即した汚水の材料を混合し、一般的な生活排水の汚濁度に近いものを作成した。ただし、シジミを使った実験時には、米のとぎ汁のみで作成する。

表 人工汚水の調合(水道水1リットル用)

排出源	素材	分量	水質	備考
台所	米のとぎ汁	50ml	pH 6.9	水道水2リットルで3合の米をとぐ程度
	油	2滴(0.1ml程度)	濁度 85度	多いと取り扱いにくいので、実演用
	青のり	ひとつまみ	BOD 240mg/l	野菜くずの見立て、実演用
浴室・洗濯	石けん水	25ml	COD 64mg/l	0.5g/lの水溶液
トイレ	植物用栄養剤	4滴(0.2ml程度)	NH ₄ -N 6.5mg/l NO ₃ -N 2.9mg/l PO ₄ -P 10.4mg/l	HYPONeX原液タイプを使うと1滴/lで窒素2mg/l程度、リン濃度も同程度

2. 「にごり」を観察できる透視度の計測

通常、透視度計や濁度計といった専用機器が必要であるが、ランドルト環列(視力)を透視度に見立て、児童が簡単に扱える透視度計測を考案した。

人工汚水の米とぎ汁だけで作成した試料の場合
(容器幅 8cm)

	視力	濁度
10 倍希釈	: 0.1 以下	85
20 倍	: 0.3	42
40 倍	: 2.0 以上	19
80 倍	: 2.0 以上	8

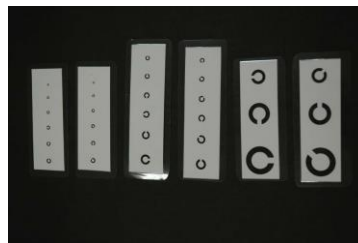


写真 自作の透視度表(視力表)



写真 容器裏に透視度表をあてて観察

3. 微生物を使った水の浄化実験の方法

人工汚水と微生物(事前に培養しておいた活性汚泥)を用いて、1週間程度で結果がだせる方法を提案した。児童も使える簡易水質検査試薬を使って変化を確認できる他、「汚水+微生物」系の腐敗臭、「汚水のみ」系や「汚水+空気」系での乳酸発酵臭を感じとれ、五感を使っても条件の違いが認知できる結果を得た。



汚水のみ 汚水+空気 汚水+微生物 汚水+微生物+空気
COD 47 mg/l 23 mg/l 20 mg/l 8 mg/l

写真 浄化実験(8日後)の結果



写真 児童が製作した浄化装置

4. 貝類を使った水の浄化実験の方法

実験条件として、20℃前後の水温(室温)で、人工汚水(米のとぎ汁のみ)を20倍希釈したものを400ml用意し、8個のシジミ(淡水、買って来たばかりのものでよい)の有無で3時間静置した後、水質測定をする。

表 水質測定の結果

	透視度	COD	COD パックテスト	NH ₄ -N
シジミ あり	2 以上	21 mg/l	13	0.5 mg/l
シジミ なし	0.3	56 mg/l	20	0.1 mg/l

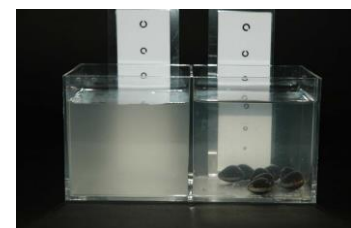


写真 シジミによる水の浄化の様子

