環境とかかわりを深める理科学習

－「オレンジオイル」の実践から－

森　本　泰　史

1　はじめに

理科教育では，自然の事物や現象について興味・関心を持ち，これらについて理解することをめざしている。これに対して，環境教育では，人間の環境について関心を持ち，理解することをめざしている。つまり，自然を対象とするだけでなく，ヒトとのかかわりを考える場を設けた自然的環境を対象にしていく必要がある。また，「自ら考え，判断し，行動する」自立した子どもたちの姿が，理科学習を進めていく上でも求められているのである。

このような教育的見地からモデル化して授業を実施することが必要となる。第五学年の「もののとけ方」の単元において，オレンジオイルのリサイクルを発展的な学習として扱うことは，ヒトとのかかわりという視点を明確にしていくモデル化ではないかと考える。つまり，自然を対象とした学習を土台として，最後に発展的に扱うことで，環境に対して主体的な問題解決活動を行うことや自己の考え方や行動を改める態度を身に付けることにつながると思われる。また，日常生活の中で様々な問題に対処して力強く生きていけるようになるのではないかと期待している。

2　オレンジオイルのリサイクルについての教材化　－第５学年「もののとけ方」から－

(1)　単元構成について

理科教育は，環境教育の重要な基礎となるものであろう。環境教育の目標である環境や環境問題への関心・理解を達成するためには，その環境になる自然に関心を持ち，よく理解する必要がある。そこで，まず，もののとけ方について的確な理解できる教材となるように客観性・合理性・再現性に焦点を当て，科学的な思考が養えるように工夫した。ものが溶ける変化の規則性について，水温や水の量によるという見方を深め，目に見えない水溶液に対して科学的な見方・考え方を養っていった。ものが溶けるという目に見えにくい事象を，みんなが納得するように検証していき，誰がやっても同じか，何度やっても同じか，自分の持つ見方や考え方をより適切で妥当ものにしていくことを大切にしていった。（第一次から第四次）

次に，これまでのカリキュラムからスムーズに扱えるように，水以外の液体に溶けるものを探る段階を取り入れた。これは，溶剤によるとけ方の違いを比較させてみるねらいで行った。最後には，オレンジオイルによるリサイクルについて考える段階を設けた。オレンジオイルの特性を調べる実験だけで終わらず，実際にオレンジオイルを抽出する実験も試みた。環境への興味・関心を持たせることが，環境教育にとってかけがいのないものであり，そのもとになる自然への興味・関心を持つことができる直接自然に接するような学習が大切であると考えたからである。身近なものから取り出すことができるという体験は，感性を育むことにもなるのである。（第五次）

単元計画……………………………………………………………………全15時間

第一次　いろいろなものを溶かしてみよう。　1時間

第二次　ものの溶けた方について，学習課題づくりをしよう　1時間

第三次　ものの溶け方の秘密を探ろう　方法の見通し→検証実験→結果のふりかえり

（溶けると混ざる，溶けた食塩の行方，食塩の溶ける量，重さの変化等）　9時間

第四次　結晶を作ろう（ものづくり）　2時間

第五次　水以外の液体に溶けるものを探ろう　1時間
　　　　オレンジオイルをとりだしてみよう　1時間

(2)　リモネンによる発砲スチロールリサイクルについて

熱を用いず安全に発泡スチロールを溶かし，リサイクルを容易にする天然溶剤がリモネンである。リモネン（物質名:d-リモネン）はミカンなどの柑橘類の皮に約0.5%ほど含まれるオレンジオイルの成分であり，主に香料や食品添加物，洗浄剤などに利用されている。d-リモネンとポリスチレンが分子構造図が似ていることから，溶解することが知られている。発砲スチロールは，体積が大きく，かさばるゴミとして問題視されていたが，このリサイクル方法によると，体積は20分の1になり，また，省エネルギーで，新品同様の再生材ができる。地球温暖化の原因である炭酸ガス排出量を約30%に低減できる。

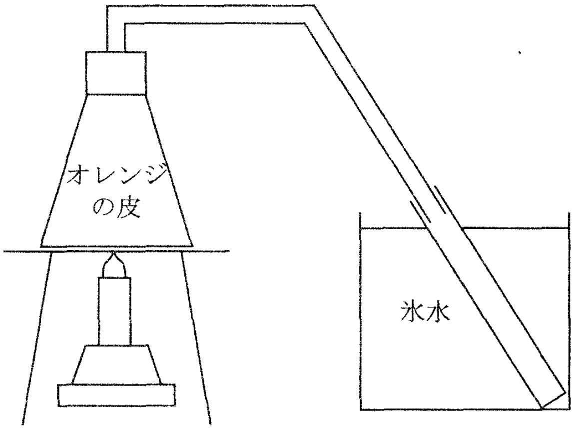
(3)　リモネンをとりだす素材について

オレンジオイルが身近に手に入る素材として，オレンジ，グレープフルーツ，ミカンを採り上げ，発砲スチロールの溶解性を比較してみた。予備実験の結果，オレンジとグレープフルーツがその効力が比較的高いことが分かった。

また，抽出するに当たって，皮の表面に細かな傷をつける，皮を細かく刻む，皮を下ろし金でおろすという3つの方法を考えた。その結果，下ろし金による方法が最も効果的であり，皮の薄いグレープフルーツよりもオレンジの方が取り出しやすいことが判明した。

(4)　オレンジオイル抽出実験について

小学生が容易に実施できる実験方法としては，蒸留してオレンジオイルを抽出することが適切であると思われる。そこで，冷却する手段であるが，本来，リービッヒ冷却器などを用いる方法が妥当であると考えられる。しかし，簡易に氷水で行う方法についも予備実験を実施した結果，両者とも大差なくオレンジオイルを抽出する事ができた。よって，下記のような簡易な冷却方法による抽出実験を行うことにした。



3　学習の実際　　第5学年「もののとけ方」　－第五次の実践から－

(1)　本時の意図

身のまわりには，様々な水溶液を見つけることができる。液体洗剤もその1つであり，台所用，風呂用など用途により使い分けられている。その中で，最近注目されているのがオレンジオイルであり，入浴剤，着香料などとしても用いられている。柑橘類の皮に含まれ，洗浄力が強く，人体や環境への影響が少ない天然素材である。オレンジオイルの主成分であるリモネンは，発砲スチロールを常温で溶かすことができるのでリサイクルにも使われている。そこで，オレンジオイルをテーマに，物質の分離や環境学習へと発展させて

いった。まず，水以外の身近な溶剤としてアルコールを取りあげ，水の場合との比較をしていった。次に，オレンジの皮からオレンジオイルが抽出できること，それから発砲スチロールを溶かすことによりリサイクルに使われることを確かめていった。このように，実物を取りあげて実験・考察していくことで，環境問題を考えていく１つの切り口になり得ると考えた。

(2) 評価の観点

自然事象への関心・意欲・態度	オレンジオイルによるリサイクルについて関心を深めることができる。
科学的な思考	環境問題について考えを持つことができる。
実験・観察の技能・表現	ものの溶け方の違いを調べたり，物質の分離を行うことができる。
自然事象についての知識・理解	溶剤の違いによって，ものの溶け方が変化することを理解することができる。

(3) 学習の展開

学習活動	教師の働きかけ
1　学習課題を確認する。 ・酒（アルコール） ・様々な油	1　溶かすものは，水以外にもあることを想起できるようにする。 ・身近なものから作られることにふれる。
水以外の液体に溶ける物の特徴を調べよう	
2　アルコール・オレンジオイルを用いて溶ける現象を調べる。 ・食塩 ・油性マジック ・発砲スチロール	2　アルコール・オレンジオイルはどんなものを溶かすか結果を予想しながら実験を行う。 ・水の場合と比較しながら，特徴を整理できるようにワークシートを活用する。 ・学習の見通しがもてるように実験の視点を明確にして板書を整理しやすくしておく。
オレンジオイルをとりだしてみよう	
3　オレンジの皮からオレンジオイルを取り出す。 ・オレンジの皮をおろす ・蒸留してオレンジオイルを抽出する ・取り出したオレンジオイルで発砲スチロールを溶かしてみる。	3　実際にオレンジからオレンジオイルを分離し，発砲スチロールが溶けることを体験できるようにする。 ・実験装置をみて，どのようにして取りだすことができるか考える場を設けてから，実験を行うようにする。 ・安全面を再確認しながら，実験の準備を行う。 ・火を使う実験を行う時の注意する点を確認する。
4　オレンジオイルによるリサイクルについて話し合い，環境問題について考えをまとめる。	4　ポリスチレン系樹脂のオレンジオイルによるリサイクルのよさについて考える。 ・体積が小さくなること，常温で溶けることなどのよさにもふれる。 ・ワークシートを活用しながら，リサイクルの大切さや苦労していること　などについて自分の考えをふりかえる。

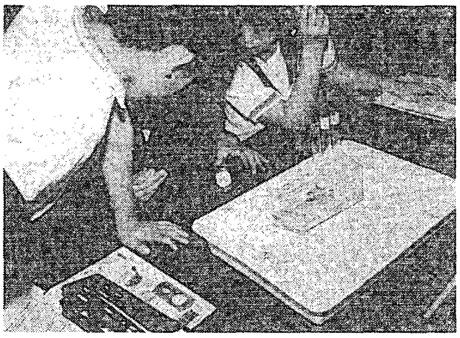
4　実践のふりかえり

この単元計画を立てる時点においてオレンジオイルを扱うためには，溶剤の違いによるとけ方の比較を行うことが不可欠であると考えた。しかし，この学年の子どもたちにとって，溶剤とはどのようなものなのかイメージ化しにくいのではないかと考えた。具体的なものを提示しながら，科学的概念の理解を図ることが大切であり，小学校の段階では教師側から提示していくことが必要である。

オレンジオイルについて，子どもたちの反応は，テレビのCMなどによって，とても親しみのあるものと捉えていた。約半数の子どもが，オレンジクリーナーやオレンジオイルを使った製品などを通じて，おぼろげではあるがその存在に気づいており，皮から汁が出ることもよく知っていた。今後，さらに身近な素材になっていくものと考えられる。

オレンジオイルの抽出実験については，実際に行う必要があったのか，検証されなくてはならない。簡易な方法による抽出実験ではあるが，発展的な学習として妥当であったであろうか。まず，実際に身近なものから取り出すことができるかどうか確かめるために実験を行っていくことは，直接事象にふれることで，感性を研ぎ澄す効果がある。現実的には，精製されたオレンジオイルを用いても，リサイクルについての学習は行えるけれど，直接抽出実験を行うことによって驚いたり，気づいたりすることは理科学習上大変意義のあることである。次に，実際に実験装置を組立て，抽出する方法を理解していくことは，実験技能を培うだけでなく，科学的に考える能力や態度，判断力を高めることにつながる。条件設定はもちろん，器具を正確に扱うこと，また，結果を正しく分析することも必要である。実際に取り出したオレンジオイルは，精製されたものと比べればもちろん純度は低いものの，オレンジオイルが得られる体験は，科学的活動を深く理解することに繋がるのではないかと思われる。

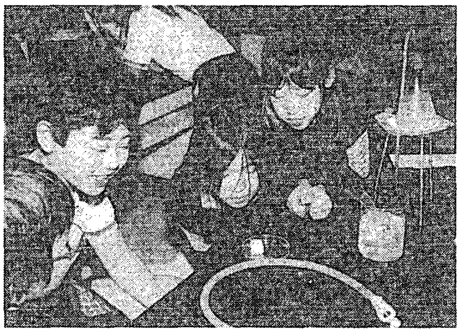
子どもたちが書き込んだワークシートのふりかえりの感想を見てみると，「オレンジオイルのすばらさがよくわかった。」と記述している子が多く，「ゴミが再利用できるので家でもやってみたい。」「とても楽しかったので，もう一度実験したい。」などという子も含めると，大多数にのぼった。「洗剤を使わくていい。」「環境にとてもやさしい。」「自然はすばらしい。」「燃料を節約できる。」「地球や人の害など考え



比較実験の様子

オレンジの皮をおろす様子

オレンジオイルの抽出の様子

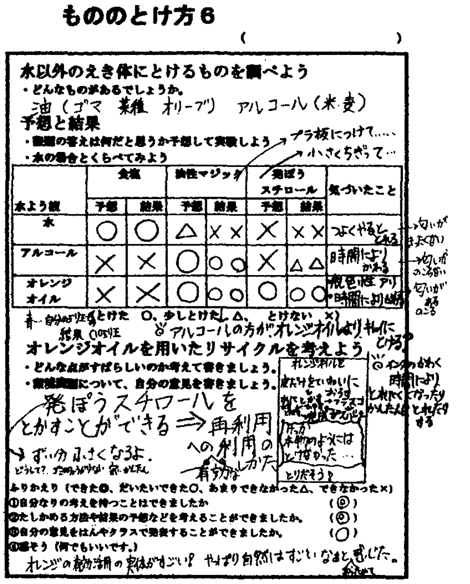


発砲スチロールの溶解の様子

ていかないといけない。」「一人一人が気をつけていかないといけない。」など，環境問題に対して自分なりの意見を持つきっかけにもなった。自己評価は次の通りであった。

『自分なりの考えを持つことができましたか』

○　できた　69%
○　だいたいできた　28%
○　あまりできなかった　3%
○　できなかった　0%



このように，オレンジオイルを通じて環境問題を考える機会となり，自分なりに考えを持つことができたと子どもは捉えていた。見通しをもって実験に取り組むことについては次の通りであった。

『たしかめる方法や結果の予想など考えることができましたか』

○　できた　52%
○　だいたいできた　38%
○　あまりできなかった　10%
○　できなかった　0%

このように，子どもは見通しを持ちながら実験を行っていたと答えている。油性マジックが溶けるかどうかの調べる方法について，「マジックの先をそれぞれの試験管につけてみる。」「マジックで書いてあるプラスチックの板を試験管にいれてみる。」など，様々な方法を考えていた。しかし，実験に対するイメージが結びにくい子どもたちもいることも明らかになった。発展的な学習で取り入れた溶剤が未履修のものであったことなどが要因として考えられる。

今後は，子どもの考えの変容の様子を明らかにしていくことで，子どもが何をきっかけに自分の問題として考えをもっていくのかということについて探っていきたい。

さらに，オレンジオイルの教材化は，第6学年の「ヒトと自然」の単元や総合的な学習，さらには，社会科や図画工作科，家庭科とのクロスカリキュラムなど適用できる可能性を多分に含んでいる。様々な関連を図っていく必要があるであろう。

5　おわりに

子どもの発言から，オレンジオイルの持つ香料や洗浄剤などの性質については，既に日常生活を通して気づいていることが多いように思われる。また，発砲スチロールがオレンジオイルに溶けるのを見て驚き，関心が高いことが伺えた。また，自己評価の高い肯定的な数字や感想文でもって，授業による子どもの変容を肯定的に評価したい。今後，個々の子どものイメージマップやインタビューなどを通して，子どもの変容をより精緻に把握する必要がある。

引用参考文献

1）野口勉「オレンジオイルを用いた発泡スチロールリサイクルシステム」『子どもの科学』Vol. 61，No. 7，1998，p. 34f.

2）文部省『環境教育指導資料（小学校編）』大蔵省印刷局，1992.

3）水島裕「オレンジオイルの教材化」『理科の教育』Vol. 51，No. 12，2002，pp. 42-45.

4）柴一実　山崎敬人　秋山哲　西井章司　森本泰史「小学校理科における学び文化の創造(3)－環境学習教材としてのリモネンを中心として－『学部附属共同研究紀要』広島大学学部・附属学校共同研究機構（投稿中）