

中学校における環境教育の実践事例

～酸性雨を位置づけた理科学習～

橋 渡 勝 也

南安曇郡豊科町立豊科北中学校

A Case Report on Environment Education at Junior High School

～Learning Process on Acid Rain in Science Class～

Katsuya HASHIDO

Toyoshina-Kita Junior High School, Japan. 399-82

Key words: Environment Education, Science Education, Acid Rain

環境教育, 理科教育, 酸性雨

はじめに

近年, 環境問題についての関心が急速に高まり, 環境を保全し生命を尊重する態度の育成の必要性が叫ばれている。時を同じくして, 改訂された文部省中学校学習指導要領に基づく新しい教育課程¹⁾は, 実施されて4年が経過しようとしている。確かに, 新教科書には, 酸性雨, オゾン層の破壊, 地球の温暖化など多くの環境用語が登場し, これらの扱いを重視している傾向が読み取れる²⁾。しかし, 観察・実験を通した探究的な環境学習をどのように組み立てていくかについては, 手探りの状態である。

筆者は, 筑波大学大学院教育研究科中山和彦教授の元で環境教育について学び, それを基盤にしながら, 小中学校の現場で拙いながら実践を重ねてきた³⁾⁴⁾。

本稿では, 現在の勤務校で平成8年度に行った酸性雨に関する授業事例について述べ, 成果と課題について論じようとするものである。

なお, この授業実践については, 豊科北中学校理科教科会での研究授業がもとになっており, 成果の一部は長野県中学校連合教科研究会, 信州理科教育研究会更埴大会で発表した。本稿は, 前記発表レポートの内容について信州大学医学部公衆衛生学教室の丸地信弘教授と筆者とが2回にわたってディスカッションを行い, それをもとに修正を加えたものである。

研究・実践の内容

1. 中学生の環境問題に対する意識の実態

まず, 身近な環境問題(酸性雨)についての生徒の実態を調査してみることにした。対象は, 酸性雨についてまとまった理科学習をしていない2年生と3年生の抽出学級の生徒である。方法は質問紙法を用い, 7つの質問に対して, 選択または自由記述で答えさせた(資料1参照)。この結果から, 次のような生徒の傾向が明らかになってきた。

- (1) 新聞やテレビなどのマスメディアを通して酸性雨の知識を得ている。日常生活の中で, 酸性雨のことは話題性のある事象であることがうかがえる。
- (2) ほとんどの生徒が酸性雨について何らかの記述をしており, 具体的な知識を持っている。中には正確な知識を持っている者もいるが, 多分にイメージ的な者も多い。「酸性雨→自然を害する雨, 怖い雨」という単純な図式を持っていることが予想される。
- (3) 酸性雨の存在を認めても, それが自分たちにとって身近なものであるという意識は大変に低く, どこか遠くで起こっている事柄ととらえている。そのことは, 自分の周辺に近づくに従って酸性雨の降水を認めていないところに如実に現れている。
- (4) 酸性雨の原因を, 化石燃料の燃焼を主要因としてとらえている。原因物質と大気現象とを関連づけて考えていく目は少ないように思われる。
- (5) 酸性雨の被害については, テレビや本などで, 酸性の強い雨によって樹木が枯れたり, 建築物などが腐食を受けたりする報道から情報を得ているように思われる。「自然を害する雨」というイメ

表 - 1 中学校理科における環境教育に関連する内容項目一覧

	1 学 年	2 学 年	3 学 年
物 理 的 領 域	身のまわりの科学*	電 流	運動とエネルギー
	・ 空気の重さ ◎水の状態変化 ・ 水の温度変化と熱量	・ 発電 ・ 発電機 ◎直流と交流	・ 位置エネルギーと発電 ・ いろいろなエネルギーとやり取り ◎科学技術の進歩と人間生活 ◎科学技術の課題
化 学 的 領 域	身のまわりの科学	化学変化と原子・分子	化学変化とイオン
	◎水溶液の処理 ・ 気体の発生 ・ 空気の組成	・ 物質のつくり ・ 水の合成・分解 ・ 化学変化と熱 ◎酸化と燃焼	◎廃液の処理 ◎イオンと酸性雨 ◎中和 ◎乾電池
生 物 的 領 域	植物の世界	動物の世界	生物のつながり
	◎身のまわりの生物 ◎植物の生活と日光 ◎植物の生活と水 ◎光合成と呼吸 ・ 植物のなかまわけ	・ 動物と植物の違い ・ 動物の産卵（子）数 ・ 動物のなかまわけ ・ 食物の成分 ◎腸内細菌の共生	◎生物界のつながり ◎微生物の環境浄化 ◎自然界での物質循環 ◎進化 ◎自然界のつり合いと人間生活のかかわり ◎地球環境の保全
地 学 的 領 域	地球と太陽	天気とその変化	大地の変化と地球
	◎太陽・月・地球 ・ 惑星と太陽系	◎天気の変化 ◎水の循環 ◎水や大気の汚染 ◎酸性雨の発生	・ けずられる大地 ・ 変動しつづける地球 ◎宇宙のオアシス地球 ◎人類の出現と資源

凡例：*単元名 ◎環境教育に密接に関わる内容

ージの内容を示しているが、実物に接している生徒は少ないだろう。

- (6) 約半数の生徒が、身近な降水や酸性雨について自分で調べてみたいと考えている。夏休みの自由研究で酸性雨を取り上げた生徒もあり、酸性雨に対する興味・関心は高い。しかし、自分の手を汚してまで調べなくてもよいとする生徒が少なからずいることに注目しなければならない。いろいろな側面や場面から、追究意識を高めていく手だてを講じていかななくてはならないことを痛感させられる。

2. 酸性雨学習の理科教育全体計画の中の位置

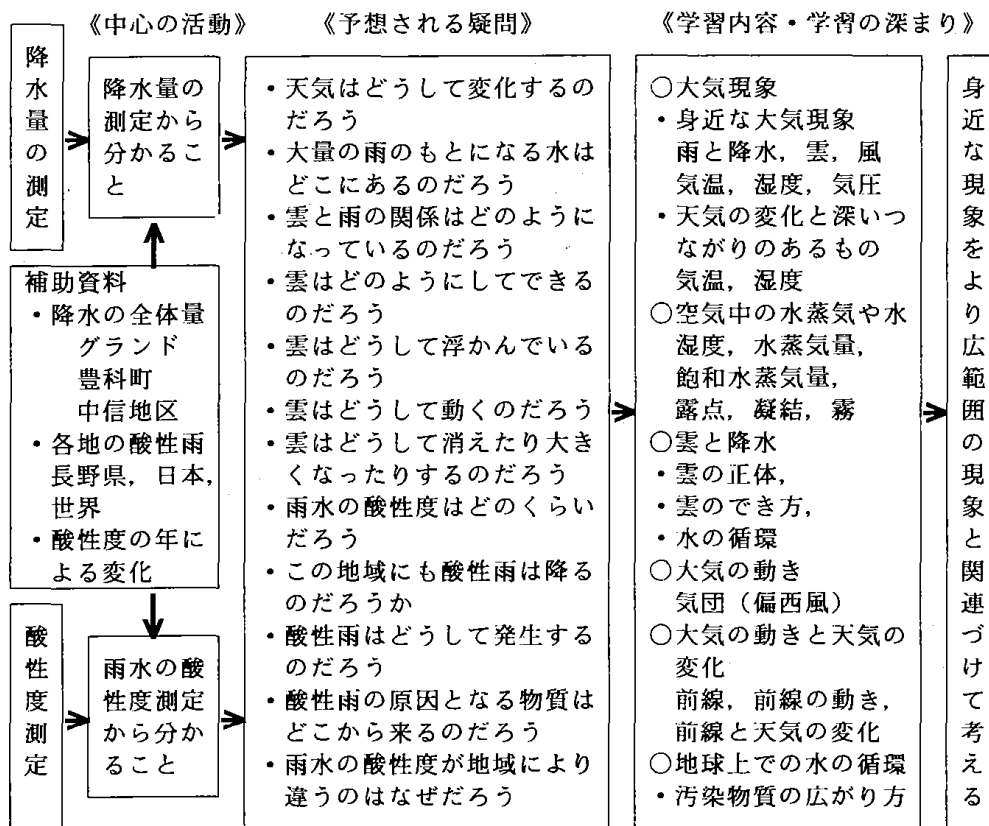
上記の実態の上に立って、酸性雨をはじめ身近な環境について認識を新たにさせ、よりよい環境の創造のために進んで行動できる生徒の育成を目標とした学習

を、どの学年のどの学習内容に位置づければよいかを検討した。

筆者は、環境教育をより充実させていくには、既存のカリキュラムの中に、1～2時間あるいは数時間のまとまった環境学習を適宜挿入することによって実践していくことがより現実的であると考えている（この学習のまとまりを筆者は「モジュール」と呼んでいる。モジュール方式の考え方は、野外観察実施の困難点を克服するために、目標・教材から指導者用手引きなどまで含めたセットを作成して、経験の少ない指導者にも使えるように提案したものである⁵⁾が、環境教育を普及していく場合にもこの方式が有効であると考えている⁶⁾）。このことを本校理科教科会に提案し、表-1のような全体計画を立てて、環境教育的内容の充実を図っている。

酸性雨に関する内容は、その中で、化学的領域での

表-2 小单元「天気の変化」の单元構想



燃焼（1年生）やイオン（3年生）、地学的領域での大気中の水の循環（2年生）の学習の中で扱うことが考えられる。今回は、生徒の実態から、「酸性雨の原因については考えられるが、さまざまな要因が複雑に関わっていることについての認識が不足している」ことを踏まえて、2年生の单元「天気とその変化」に位置づけてみることにした。

3. 酸性雨を位置づけた单元の構想

(1) 小单元「天気の変化」の構想

大気中に起こる様々な現象は、日常的な事象であるために当たり前としてとらえられており、疑問追究の対象となりにくい面がある。また、気象を自分たちが住む狭い範囲の現象と考えがちで、日本の周辺の気象や地球規模の大きな大気の動きと関連づけてとらえることができない傾向がある。そこで、最も身近な降水現象の継続的な観察・観測（降水量、雨水の酸性度の測定）を柱にした单元を展開し、主体的な追究力や科学的な見方・考え方を養おうとした。同時に、環境保全への意識の醸成も願って、表-2のような構想で小单元を構成した。

(2) 小单元「天気の変化」の目標

この单元を通して生徒に培おうとする学力目標は次の通りである。

- ① 自分たちが住む地域の気象現象と、より広い範囲の気象現象を結びつけて考えることができる。
- ② いろいろな気象要素に目を向け、それらを関連づけて天気の規則性に気づくことができる。
- ③ 降水が大きな水（水蒸気）の循環の中の一つの現象であることに気づき、雲の発生や大気中の水蒸気の変化、降水現象をマクロ的にとらえることができる。
- ④ 降水の起りやすさから、前線と暖気、寒気の動きを関連づけてとらえることができる。
- ⑤ テレビの気象放送や酸性雨などを扱った番組などを分析的に視聴することができる。

(3) 扱う教材とその教材観

① 降水（雨水）

雨は、いつでもだれにでも触れることができる最も身近な素材であり、気象現象の多くのことと関わりがある。したがって、单元「天気とその変化」を「水」を中心にして構成し、展開することが可能である。

② 降水量の観測と降雨量の算出

降水量はどこかの観測所でも測定しており、資料の入

手は容易ある。また、自分で、ある日のある時間の降水量の観測も可能である。この観測値を使って、校庭や自分たちの町全体に降った雨の量を計算することができる。また、その量の膨大さは、プールの水の量に換算すればより実感を伴った驚きに高めることができる。このことによって、空のどこにこれだけの水を蓄えておけるのだろうかといったことをはじめ、さまざまな疑問を喚起することができ、追究意欲を高めることができる。

③ 雨の酸性度の測定と「豊科町の酸性雨マップ」

雨の酸性度を調べる方法はいろいろある⁷⁾が、生徒一人一人が測定するには、バックテストBCG（共立理科学研究所）が便利である。生徒が、はねかえりやしずくなどの侵入がない場所で採水した雨水を持ち寄り、その日のうちに酸性度を測定して、豊科町の地図に表すことによって「豊科町の酸性雨マップ」（資料3参照）ができる。今後、発展的な学習として、パソコン通信による全国的な酸性雨調査プロジェクトに参加していくことも考えている。

④ 長野県、全国、世界の酸性雨の状況

長野県の酸性雨の状況は、『長野県環境白書』⁷⁾によって、全国の状況は環境庁の『環境白書』⁸⁾によって知ることができる。これらの資料によると、身近な場所にも酸性雨が降ること、自然が豊かな地域にも降っている現実をとらえさせることができる。また、世界の酸性雨の状況については岩波新書『酸性雨』⁹⁾など

に掲載されており、日本の隣国に状況についてもつかむことができる。

⑤ 酸性雨のモデル実験

酸性雨は原因物質が雨や霧に溶けることによって発生し、気流などによって運ばれることを実感させるために、モデル実験を考えた（図-1）。ステンレス皿の上で硫黄を燃やし、横から霧吹きで霧を吹き掛け、酸性度の強い水滴ができることを、周囲に貼りつけておいた青リトマス紙の色変化で確かめようというものである。実験開始直後に変色が起こること、狭い範囲でも酸性度が微妙に違うことが理解できる。これを、地上に置き換えて、酸性雨の起こる様子を周辺のさまざまな要素と合わせてイメージ化できるものと考えた。

(4) 1時間の授業（本時）の目標

「雨水から何が分かるかを考える場面で、身近な地域の降水量や雨水の酸性度を調べることを通して、当たり前のこととして見過ごしがちな大気現象を、日本全体や周辺地域と結びつけて広い目で調べていかなくてはいけないことに気づき、単元の見通しを持つことができる。」

(5) 授業展開の概要

全体で9時間扱いの小単元展開の中で、酸性雨を位置づけた授業を第1時に実施することにした。その1時間の授業の流れ（展開）を表-3のように考えた。

4. 授業の実際と反省

授業は平成8年10月に実施された。授業の記録は資料2の通りである。使用した資料については、すべてを紹介するスペースがないので、生徒が自分の家で採取した雨水の酸性度を調べて作成した「豊科町の酸性雨マップ」（資料3）と「長野県の酸性雨調査の結果」（資料4）を掲げた。

この1時間を振り返ってみた教師側の反省（成果と課題）をまとめてみると、次のようになる。

(1) 雨を採取すれば、どのようなことが分かるかを調べる場面

① 「豊科町の酸性雨マップ」は、自分たちが住んでいる地域にも酸性雨が降ることや、狭い場所でも酸性度の異なる雨が降ることに気づかせるのに有効であった。

② 授業の前から、雨が降るたびに雨水を採取し持ち寄るように呼びかけた結果、多くの生徒が酸性度を調べてきたが、このことは、気象学習に関心を高めるのに効果的であった。

③ 前日に降った雨を使って、実際にバックテストを

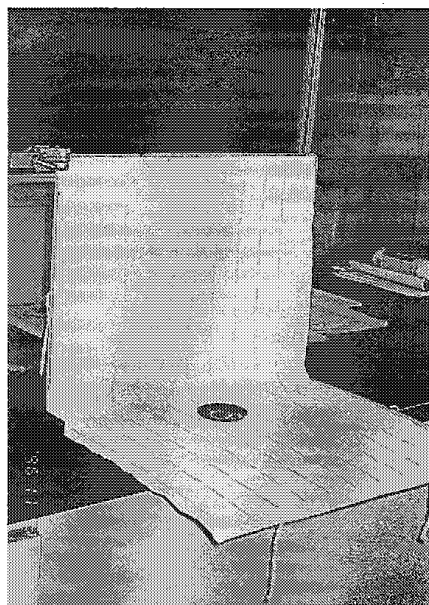


図-1 酸性雨のモデル実験

中央は燃焼する硫黄。手前から霧をふきかけると青色リトマス紙が見る見るうちに赤変していく。

表-3 酸性雨を位置づけた1時間の学習過程

段階	学 習 活 動	教 師 の 援 助	時間	備 考
事 象 を 見 返 し 疑 問 を 持 ち 追 究 す る	問題「採取した雨からどのようなことが分かるのだろうか」	○各自で持ち寄った雨水の酸性度を測定させる	15	採取した雨水
	①採取してきた雨の量と酸性度を調べる ・データを酸性雨マップに記入する ・降水量から、降水の全体の量を考える	・場所により酸性度が異なることに気づかせる ○降水の全体量を計算し、プールを升に見立てて降水の量を実感させる		バックテスト 酸性雨マップ 降水の全体量計算
	②更に欲しい資料等も考え、雨量や酸性度の測定などから分かったことや疑問に思うことを発表し合う 課題「『どうして酸性雨になるか』を知るには何を調べればよいだろうか」	○より広域の酸性雨の資料と比較させ、考える対象範囲を広げる		長野県の酸性雨 日本の酸性雨 世界の酸性雨
	③酸性雨がなぜ発生するか考えながら、酸性雨のモデル実験を行う	○酸性雨発生モデル実験を行い、酸性雨の発生がいろいろな要因に関係することに気づかせる	30	モデル実験
	④雨が酸性になる仕組みを考え、イラストで表現する ・モデル実験、資料、雲の動きから分かったことや疑問をまとめる	・資料や画像を提示し、考える範囲を広げる ・内容ごとに分類し、今後の学習に沿って整理する		天気放送のビデオ 雲の動きのシュミレーション OHP
	⑤分かったことや疑問点を自分のイラストを用いて発表する ⑥一番調べてみたいことや興味を持ったことに印をつけ、今後の学習に見通しを持つ	○降水量と雨水の酸性度の継続観測の必要性を伝え、学習意欲を高める	5	

※この学習過程は、小单元「天気の変化」の第1時である。

用いた酸性度測定を全体の前で行ったことは、調べ方の簡便さが分かり、興味をそそり、これからも継続して調べようという意欲を高めることにつながった。

- ④ 降水量の測定については、降水の膨大さに気づかせることができた。時間的な余裕を考えると、次時の気象観測の仕方のところで扱った方がよかったかもしれない。
 - ⑤ 長野県の酸性雨の状況の資料は、商工業地、山間地など地域によって差があることに気づかせる資料となった。
 - ⑥ 資料やデータにより、生徒の考える視野を広げてやりたいと考えているが、逆に固定的な狭い見方に陥りやすいことに注意しなくてはならない。例えば、白馬村の酸性度が高いデータから、都市部より山間地の方が酸性雨が降りやすいのだという短絡的な考えをしてしまった生徒がいる。
- (2) 雨がどうして酸性雨になるか分かるには、なにを調べればよいか考える場面。

- ① 酸性雨の仕組みをイラストに描かせたことは、気象現象の諸要素につながりを持たせ、より広い範囲に目を向かせることに効果的であった。
- ② 酸性雨モデルの実験は、原因物質が水滴に溶けて酸性を示すこと、場所によって酸性の強弱に違いがあることが一目で分かる実験だった。最初に霧吹きでリトマス紙に霧をかけ、水だけではリトマス紙が変化しないことを演示したことは、その後の変化を際立たせる（湿ったリトマス紙に硫黄の気体が自然に溶け込むことと合わせて）効果があった。
- ③ 「酸性雨」は、1年「気体の性質」、2年「天気とその変化」、3年「イオン」の3単元で扱うことが可能である。それぞれの学年で扱う時の長所・短所を生かして取り入れていきたい。例えば、2年では、今回のように「大気中の水の循環」の中で位置づけられ、人間との関わりを明確にできるが、pH値の意味を水素イオンの量として定量的に理解させるには3年で扱うのがよい。すべてを一つの単元で扱うよりも3年間で内容が深まっていくように配列

することが必要であろう。

討 論

(1) 教師の意識の変化

環境についての教育を何とか充実させたいと考えている教師は多いが、なかなか実行できないでいるのが現状である。今回の酸性雨を取り上げたことは、そのきっかけにすぎないが、「生徒はどういう意識でいるのだろうか」「酸性雨をどの単元に位置づけたらよいだろう」などと議論しながら、授業改善に取り組んだことは、教師集団の環境教育に対する意識を確実に高めていったことを実感している。特に、今回、信州大学医学部公衆衛生学教室の丸地信弘先生との話し合いによって、環境教育が環境に関する知識・理解面の向上をめざしていたのだけでは不十分で、人間性を回復させ高める教育のいとなみであることを強く認識するに至った。教師の意識が高まれば、自ずと生徒も変わっていくであろうと思われる。

(2) 生徒の意識の変化

授業の終末で、生徒は学習カードに授業の感想や疑問を記す。教師は、授業を行った結果、生徒が期待した通りの変容があったかどうかを評価し、あわせて自分の指導を見返す資料としてもしている。

次に示す二人の生徒の感想は、その意味で、これまで抱いていた狭い環境観が多少なりとも広げられていることが分かる例である。

「テレビとかで酸性雨、酸性雨っていうけど、まあ、自然がいっぱいの豊科町なら、そんなのは関係ないなと思っていました。が、ほぼ全域にわたって酸性雨が降っているのを知り、酸性雨というのが身近な問題であることがわかった。さて、これをSTOPさせるにはどうすればよいのだろう。うーん、石油を使わなくするには、むだな電気、エネルギーを使わない。電気をつけっぱなしにしないとか、冷蔵庫はすぐしめるとか、なるべく車を使わず歩いたり、公共の乗り物を使うとか……、そういう細かいところをみんなで気をつければ、使われる石油とかがど〜んと減るのでは。ちりも積もれば山となる。」(女子OM生)

「豊科町は絶対酸性雨ではないと思っていたけど実際は違っていた。ほとんどの場所で酸性雨、それも、私たちが使っている石油などから……原因をつくっているのは私たちなんだ。少しずつでも努力して酸性雨にならないようにしなければいけない。」(男子TS生)

また、酸性雨の授業が終わった後も、雨が降るたび

に家で集めてきた雨を持って理科準備室を訪れる生徒が数人いる。継続して観測していこうとする意欲を大切に、結果を授業でも紹介して生かしていきたい。

さらに、生徒が、家で降った雨水を採取しようとしている姿は、その家の家族にも少なからず影響を与えたようである。参観日の折にその様子を伝えてくれる母親がいた。それによると、「容器をどこに置いたらよいかいろいろ考えていた」「風に飛ばされないように工夫していた」「雨水の酸性度について親子の話し合いがあった」など、身近な環境問題を仲立ちに親子のふれあいで高まったという嬉しい話もあった。

(3) 簡便でしかも信頼性の高い酸性度測定の手

雨水を採取してからどれくらいの時間内に測定すれば、酸性度に変化はないのか。バックテストによる雨水の酸性度測定がどれくらいの信頼性があるかなどを研究していく必要がある。より簡便でしかも信頼性の高い測定器具の開発は、環境学習を充実させていく上で欠くことのできない側面である。

おわりに

酸性雨について、言葉としては知っていても他人ごとのような認識をもっていた生徒が、実際に自分で調べたり、観測資料をもとにして考えたりしていくことで、学習に対しての意欲が高まり、理解も深まっていく。同時に、環境について正しい認識と、改善に向けての積極的な態度が育っていくことを実感できた。今後も、環境教育の充実をめざした授業の改善や工夫に前向きに取り組んでいきたいと考えている。

終わりに、この小論に対して、環境教育はもとより、関連する諸領域の専門研究者の皆様よりご批評をいただければ幸いです。

謝 辞

信州大学医学部公衆衛生学教室・丸地信弘教授には、信州大学環境科学研究会への入会を勧めていただき、本稿へのご助言ならびに校閲を賜った。勤務校の同僚である豊科北中学校理科担当教諭唐木博夫・西沢泰啓両氏には、酸性雨の授業構想について議論を共にし、授業を通して研究を深めていただいた。心より感謝いたします。

文 献

- 1) 文部省：中学校指導書理科編，1989.
- 2) 東京書籍：新しい科学，1993.
- 3) 橋渡勝也：校庭の雑草ミチヤナギの生活を調べる，

- 中学校理科教育実践講座，第6巻 植物の種類と生活，P37-42，ニチブン，1995.
- 4) 橋渡勝也：微生物と環境浄化，「新しい私」を育てる教育，P90-103，信州大学教育学部附属松本中学校編，明治図書，1994.
- 5) 橋渡勝也・中山和彦：野外観察教材のモジュール化とその意義，日本科学教育学会年会論文集，1981.
- 6) 橋渡勝也：地域素材を生かした中学校理科における環境教育の実践，日本科学教育学会，研究会研究報告，Vol.7, No.5, P25-28, 1993.
- 7) 長野県生活環境部公害課：新たな環境の時代へ英知と行動を一平成8年版環境白書，1996.
- 8) 環境庁：環境白書（平成8年版），1996.
- 9) 石弘之：酸性雨，岩波新書230，岩波書店，p.2, 1992.
- (受付 1997年1月29日)

資料1 酸性雨を位置づけた1時間の授業の実際(記録)

○調査時期：平成8年10月 ○調査対象：2年生75名、3年生92名 ○調査方法：質問紙法
凡例：(2年生/3年生)

(1)「酸性雨」という言葉を聞いたことがありますか。

あ る	な い
100/100%	0/0%

(2) (1)で「ある」と答えた人は、どこで知りましたか。(重複回答)

新 聞	テ レ ビ	本	教科の学習	その他
5/20%	75/54%	21/28%	8/17%	0/13%

(3)「酸性雨」とはどんな雨ですか。(抽出学級 39名 回答は重複している)

- ・(強い)酸性の雨(12)
- ・物をとがす(10)
- ・人体に害がある(5)
- ・森林が減っていく
- ・魚が死ぬ
- ・汚染物質を含んだ雨
- ・黒い雨
- ・詳しく分からない(3)
- ・植物(森林)を枯らしてしまう(13)
- ・工場の煙が雲になり雨になったもの(6)
- ・車の排ガス、工場の煙が混ざって雨と一緒に降ってくる(5)
- ・よく分からないが有害である
- ・危険な雨
- ・主にドイツ、ヨーロッパに多い
- ・頭にかぶるとはげたりする雨
- ・記入なし(3)

(4)「酸性雨」は実際に降っているでしょうか。

	あ る と 思 う	な い と 思 う	分 か ら な い
①世界には降っている地域がある	92/95%	0/1%	8/4%
②日本には降っている地域がある	65/64	3/15	32/21
③長野県では降ることがある	33/38	8/20	59/42
④豊科町では降ることがある	25/33	23/23	52/45

(5)「酸性雨」に関係するものを○をつけてください。(重複回答)

- | | | | |
|-----------|-------|--------|-------|
| ①火山等の自然現象 | 8/18% | ⑦霧 | 4/4% |
| ②自動車の排気ガス | 87/83 | ⑧雪 | 5/3 |
| ③近くの工場の煙 | 75/67 | ⑨石油の消費 | 36/49 |
| ④ボイラーの燃焼 | 37/49 | ⑩石炭の消費 | 20/30 |
| ⑤隣の国の工場の煙 | 57/65 | ⑪水蒸気 | 8/9 |
| ⑥風 | 8/7 | ⑫雲 | 32/11 |

(6)「酸性雨」の影響として考えられるものに○をつけてください。(重複回答)

- | | | | |
|---------------|--------|--------------|--------|
| ①植物が枯れる | 91/87% | ⑤土の中の金属を溶かす | 11/21% |
| ②川や湖の魚が弱る | 64/63 | ⑥銅像が傷む | 61/63 |
| ③植物の根を傷める | 37/26 | ⑦健康を害することがある | 61/42 |
| ④石造りの建物や彫刻が傷む | 61/54 | | |

(7)最近降った雨が酸性雨かどうか、自分で調べてみたいと思いますか。

- | | |
|-------------|-------|
| ①ぜひ調べてみたい | 8/11% |
| ②調べてみたい | 37/34 |
| ③調べなくてもよい | 8/8 |
| ④結果だけ分かればよい | 23/27 |
| ⑤どちらでもない | 24/20 |

資料2 酸性雨を位置づけた1時間の授業の実際（記録）

○日 時：平成8年10月29日（火）第3校時 ○授業学級：豊科北中学校2年3組（40名）

○授業者：唐木博夫教諭

凡例：T－教師の発問・指導助言，P－生徒の反応

【場面1】雨を採取すれば、どのようなことが分かるかを調べる場面

T1: 12日には6ミリの雨が降りました。そのときには、何人かの人が雨を採取して、酸性度の調査をしてくださいました。（12日の「豊科町酸性雨マップ」を配布。pH、pHの数値の意味、酸性雨の基準、パックテストの方法を説明する。実際に雨のパックテストを行い、生徒に比色表で測定させる）この雨の酸性度はいくつとみることができるだろう。

P1: B T Bの色と似ている。

P2: （発色したサンプルを比色表と比べて）5.4です。

T2: 降った雨の量についても考えてみよう。降った雨は降水量といって、mm単位で表します。降水量について、次のような考え方もできます。（パソコンの表計算ソフトを用いて降水の全体量を計算しながら、数字をテレビ画面に映す）

	面 積	降水の量	プール何杯分か
グランド全体	12,960 m ²	78 m ³	0.15杯
豊科町全体	39.11 km ²	234,660 m ³	460.12杯
松本盆地全体	2,387.27 km ²	14,323,620 m ³	28,058.53杯

ここまで雨水の酸性度や降水の量について考えてきたが、長野県の酸性雨の資料と合わせて、自分なりに分かったことや疑問に思ったことをまとめてみよう。

P3: 年々酸性の度合いが高くなっている。

P4: こんなにも酸性の雨が降っているとは知らなかった。狭い範囲の中で違いがあるのは不思議だ。

P5: 松本の方が度合いが大きいと思ったが、白馬の方が大きい。

P6: 山の方が自然が多くあるのに、大口沢や白馬が酸性が高いのは意外だった。

P7: アルカリ性雨というのはあるのだろうか。

【場面2】雨がどうして酸性雨になるかを知るには、なにを調べればよいか考える場面

T3: いろいろな疑問ができましたが、普通の雨がどうして酸性の雨になるのか、モデル実験を使って考えてみよう。（実験法を説明し、男女2班に分かれて実験する）

P 女子: おー、（リトマス紙の色が）変わったよ。くさーい。すごい、すごい。

P 男子: もう赤くなっている。どんどん赤くなっていく。

【場面3】雨が酸性雨になる仕組みを予想してイラストに表現する場面

T4: 雨が酸性雨になる仕組みを考えてイラストで表してみてください。その前にひまわりの画像で雲の動きをみておこう。（テレビ画面に気象衛星の連続画像を投影する）

P: （雲の動きを見て）雲が左から右に動いている。

T5: イラストを描いて、その後に今までに分かったことや、疑問点を書いてください。（しばらく後）発表してください。（発表者の学習カードをOHPシートにコピーする。）

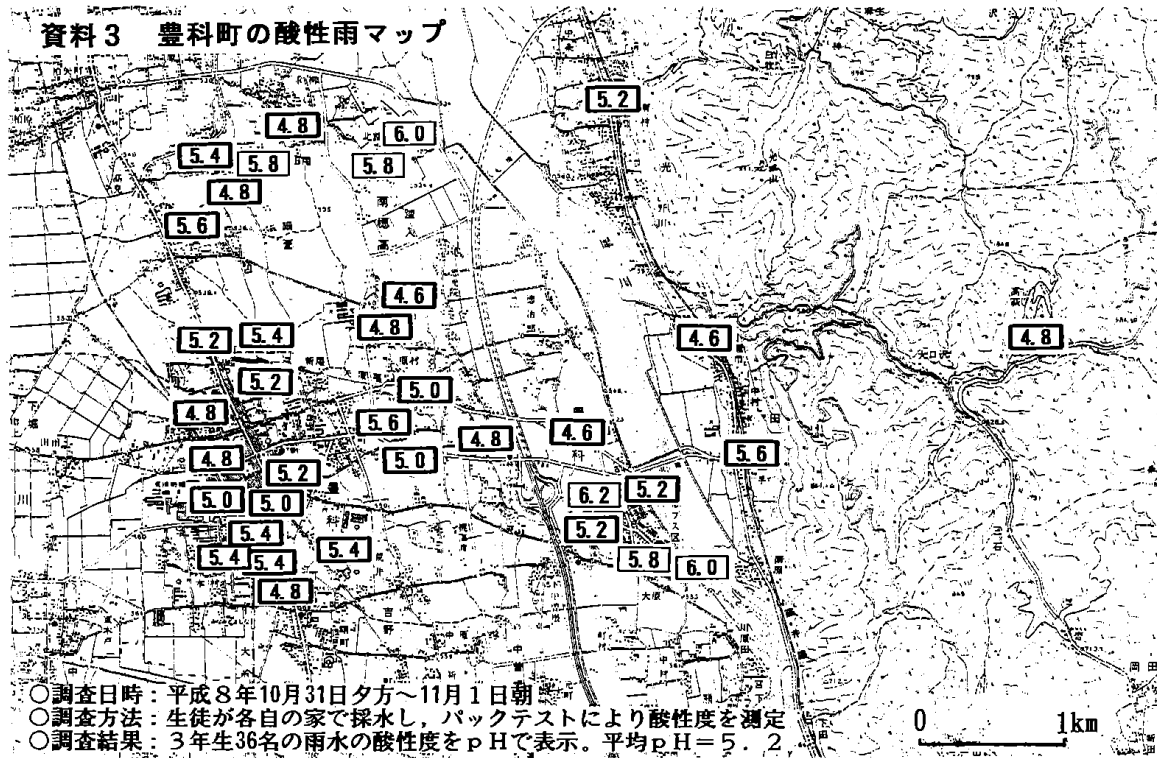
P8: これが海、これが陸、そこから水蒸気が出て、雲になる。そして、工場とか車の排気ガスが雨にあたって落ちる。今の状況ではダメで、これからどうするか考えてみたい。

P9: まず山で（酸性雨が）多いのは、波滯などで雲が酸性になる。雲が我が家の方まで動いてきて、銅像も溶けて木も枯れる。追究してみたいことは、どういう仕組みなのか調べてみたい。

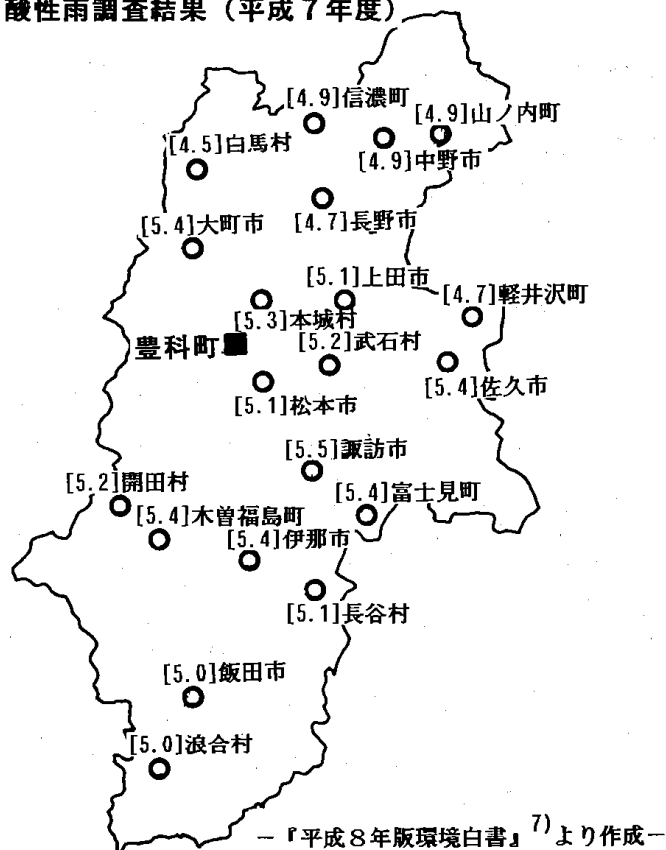
P10: 海からの水蒸気が雲になる。その雲に煙が溶けて酸性雨になり、それが降る。疑問に思うのは、山に多いのはなぜかということだけど、雲が西から東に動いていることにも関係するかもしれない。

P11: 水蒸気が雲になる。煙と雲が合わさり変なものになり、酸性雨が降る。

T6: みんな、雨が酸性雨になる仕組みをいろいろと考えてくれましたが、これから、雨や風、雲、気温、湿度、天気などいろいろな大気現象との関連を調べていきましょう。これからは、降水量と酸性雨の測定は続けていきましょう。



資料4 長野県の酸性雨調査結果（平成7年度）



註) pH5.6以下の雨を「酸性雨」と定義している。大気中の二酸化炭素0.035% (350ppm) が純粋な水に溶け安定したとき pH5.6を示すことから、pH5.6以下を国際的に酸性雨とよんでいる（『環境教育指導事典』より）。