

●最優秀賞

意欲的に課題解決に取り組む生徒の育成

—マツ枯れ現象を題材に—

群馬県渋川市立古巻中学校 すずき ゆきえ
鈴木幸枝



1. はじめに

我々人間の便利で快適な生活は様々な自然環境の破壊の上に成り立っているといても過言ではない。今まではそのことをあまり意識せず生活できたが、これからの時代は環境の様子を捉え、再生と共生を意識して生活しないと、現在の生活は保障されない状況にまで追いやられてきている。

しかし、そこで生活する多くの人々はこうした環境問題に気づかなかったり、気づいても人ごとであったりするのが実態である。環境を改善したり保全したりするには、多くの人々が環境問題に関心を持ち、その重要性に気づき、改善・保全行動をすることが大切である。こうした面から学校教育の担う役割は大きい。

そこで、生徒に、体験を通して身近な地域の環境問題やその実態に気づかせ、関心を持って見つけ、調べ、自分のこととして考えて問題解決しようとする態度を育成することが大切であると考え、本研究を進めることにした。

こうした学習活動を通して課題解決能力を養うことができ、現在の教育のねらいである「新しい課題に直面した時に自ら考え、判断して行動できる力」を育成できると考える。

2. 研究のねらい

興味関心を持って主体的に取り組む探究活動

を指導するには、自然の事象に直接ふれることで生まれる驚きや気づきが不可欠であり、これをきっかけとして発生した興味、疑問等が探究活動への原動力になる。

そこで、本研究のねらいを次の2点とした。

①自然との出会いをコーディネートすることを工夫し、発生した興味・関心等を持続させて課題解決学習に取り組めるよう工夫する。

②環境問題に関心を持ち、環境を大切にする生活や行動を起こせる心情や態度を育成する。

3. 研究の基本的な方針

地域にはあちこちの段丘崖等で松枯れ現象が見られる。専門家による調査では大気汚染、酸性雨、マツノザイセンチュウなど様々な要因が指摘されているが、ほとんどの生徒はこうした現象に気付いていない。そこで、この現象に直面させることで課題解決学習を進めることにする。現象との出会いとして、様々な要因のうちマツの陥没性の気孔に詰まる大気中の汚れの観察を通して大気の流れによって植物が弱っていることを実感させる。

中学校2分野の目標(4)に「生物とそれを取り巻く自然の事物・現象を調べる活動を行い、自然の調べ方を身に付けるとともに、これらの活動を通して自然環境を保全し、生命を尊重する態度を育て、自然を総合的に見ることができるようになる」ことが示されている。この目標は第2

分野全体を通し達成していくことが大切である。

設定した本題材は課題解決手段として顕微鏡を使用するため、1学年「植物の生活と種類」の単元での実施を考え、顕微鏡使用後の発展教材として「マツの気孔の観察」を環境学習教材として位置づけ研究を進めることにした。

4. 授業実践

(1) 導入単元と題材

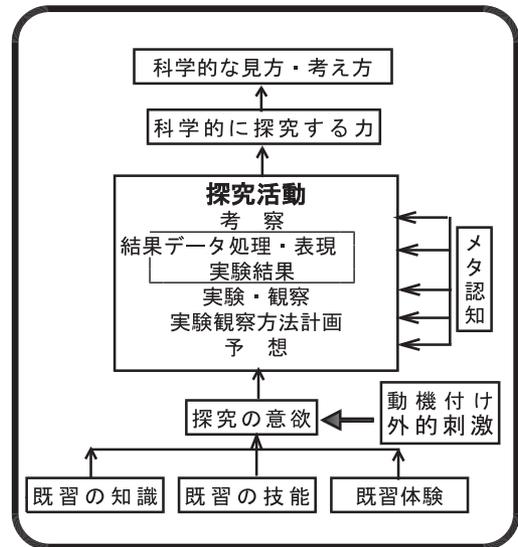
第1学年 第2分野 「植物の生活と種類」

・「マツの気孔の汚れの観察」

発展教材 3時間

(2) 課題解決学習の考え方

- ・ 既習の知識：花粉の存在、気孔のはたらき
- ・ 既習の技能：プレパラートの作成方法
- ・ 既習体験：
 - 顕微鏡の使い方、光化学スモッグ注意報
 - 身近な地域のマツ枯れ現象の観察、酸性雨
- ・ 動機付け：地域のマツ枯れ現象の観察
- ・ 探究の意欲：どの程度なのか
- ・ データ処理・表現：
 - マツの気孔の汚染率、汚染率を地図上に表す
- ・ メタ認知：自分自身の認知状態をモニタリング

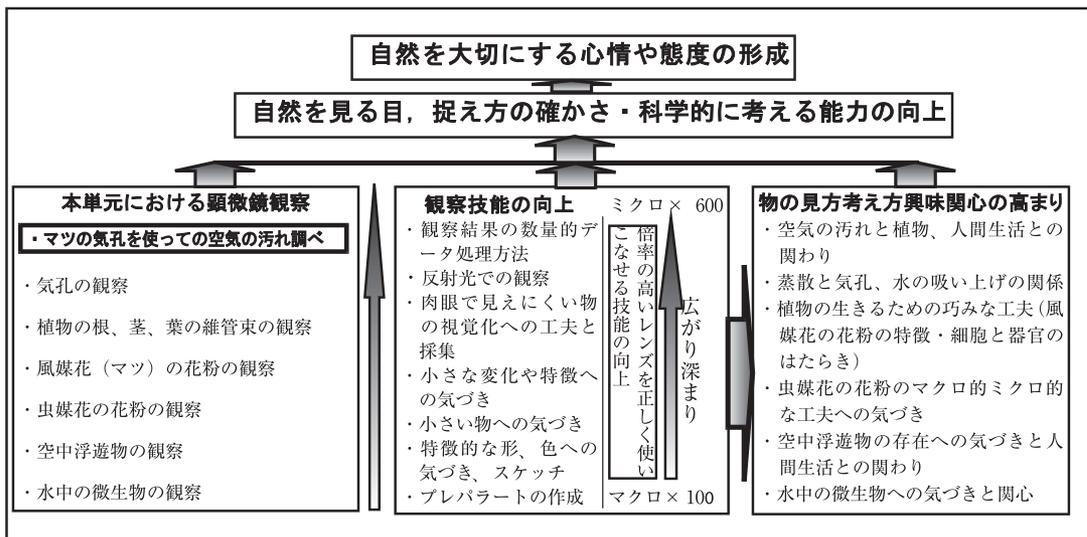


● 図1 / 課題解決学習の探求の過程

してコントロールするプロセス

- ・ 予想、探求方法、結果や考察の目的との対応性
- ・ 科学的に探究する力：実感を通して、身近な環境を探究する力を身につけるとともに環境保全への実践的な態度を育てる

(3) 本単元における自然を大切にする心情や態度の形成図



● 図2 / 本単元及び題材における自然を大切にする心情や態度の形成図

(4) 育みたい資質・能力

【関心・意欲・態度】

- ・身近な環境問題に興味を持ち、予想をもとにマツの気孔のつまり具合を観察できる。
- ・大気の流れの実態を確認することにより、環境保全の大切さに気づき、よりよい環境をつくらうとする心情や態度を持つことができる。

【科学的な思考】

- ・採集時に観察した周囲の状況と汚染率とを関連させて考察できる。
- ・大気中に含まれる汚れのもとを、自分の生活体験や既習事項をもとに予想できる。
- ・大気汚染による生物への影響を考えられる。

【観察・実験の技能・表現】

- ・採集地及び周囲の環境やマツの木や葉の様子

を記録し、採集できる。(その場所の空気中で1年生活した葉である1年葉を観察に使用する)

- ・顕微鏡で気孔の汚れ具合を調べることができる。
- ・気孔の詰まり具合を汚染率で表し、汚染率マップを作成できる。

【自然現象についての知識・理解】

- ・マツの気孔には汚れが詰まっていることを知る。
- ・気孔が詰まることで植物が衰弱することを知る。
- ・植物を調べることで大気の流れを知ることができることを理解している。

(5) 指導計画

マツの気孔を使っての空気の汚れ調べ(3時間予定)

時	主な学習活動	評価規準(評価方法)	指導支援の工夫(○全体への支援 ○補充的な学習のための指導 ○発展的な学習のための指導)
1	○自分の住む身近な地域においてマツがだいぶ枯れている現状に気づき、その原因追究に関して興味関心を持つ。	【関】屋上からの遠望をもとに自分の住む地域のマツがだいぶ枯れていることに気づき、実際に自分の目で調べてみようという興味関心を持っている。(発言・観察)	○屋上から地域の自然を観察したり教師自作のプレゼンテーションを視聴したりさせ、自分の住む身近な地域でもマツが枯れていることに気づかせ、学習に意欲関心を持って取り始めるよう動機付けを行う。 ○マツ枯れに気付かない生徒には気付いた生徒の話聞かせ、観察できるようにする。 ○マツの元気がない理由を予想し、記録用紙にメモしておくようアドバイスする。 日常生活の中でもマツ枯れについて気付いたことがあればメモさせたり、発表させたりする。
	○自分たちでマツの葉を採集してきて観察する方法について話し合う。	【知】採集地でのマツの葉やマツ及び周囲の環境の観察方法及び採集方法を理解している。(発言・観察・ワークシート)	○記録用紙の記入の仕方を説明し、期間監視で個別指導し、確実に採集してこられるようにする。 ○採集の際、写真撮影やスケッチ等もしておくよう促す。
時間外	・人家の密集程度や交通量など人間生活との関係から空気の汚れ具合を予想して、マツの葉を採集する場所を決め、採集したり、採集地の様子を観察して記録したりする。	【技】採集地においてマツや周囲の環境の観察をし、調べたことを記録用紙に記録し、マツの1年葉の部分を探集している。(採集したマツの葉の有無・ワークシート)	○採子植物としてのマツの生態的特徴を学習したときのことを想起させ、1年葉の部分を探集したマツ(昨年と今年)との間であることを示して説明し、間違いない1年葉を探集してこられるように指導する。 ○大気の様子や人間生活との関係を意識して観察してこられるよう指導する。
2	○採集してきたマツを、気孔の汚れ具合について調べる方法を聞き、興味関心を持って科学的に調べた。	【技】気孔の汚れの様子を調べ、汚れの程度を段階に分けて記録し、気付いたことや考察等を記入している。(観察・ワークシート)	○自分で採集してきたマツの葉を指でこすらせて汚れを調べ、気孔の汚れを観察することに意欲を持たせるようにする。 ○顕微鏡の操作が不十分で気孔が汚れている様子を確認することができない生徒には、期間監視で、観察することができるように指導する。 ○自分の採集してきたマツの観察が終了した生徒には、教師が準備しておいたマツや友達を探集してきたマツも観察させる。また、観察できなくて困っている友達の手伝いをさせる。
		【思】自分の採集したマツの汚れの程度から大気環境について考察している。(ワークシート・つぶやき)	○葉の一部の観察だけでなく全体を見て気孔の汚れをとらえるように支援する。 ○マツを採集してきた場所の環境も合わせながら考察させるようにする。
3	○マツの気孔の汚れ具合について調べた結果をグラフとして表し、地図上にプロットし汚染マップを作成し、地域の環境と人間生活を関連させて考え環境改善のため自分ができることを考え実践する態度を持つ。	【技】観察結果を集計し、汚染率を求め、結果を記入した付箋紙を地図上に貼っている。(行動観察・ワークシート)	○計算式に当てはめて計算できない生徒には期間監視を行い、説明する。 ○計算できないで困っている友達に教えるよう促す。地図の分からない友達に読みとり方や場所を教えるよう声がけする。 ○求めた汚染率を色別の付箋紙に色別のマジックで数値を記入させ地図の採集地に貼らせる。
		【思】マツの気孔の汚れから地域全体を見つめ、汚れている箇所やきれいな箇所を考え、その原因物質と発生源について考察している。 ・原因物質を減らすために自分たちの生活を見つめ直し、改善策を考えている。(発言・ワークシート・つぶやき)	○結果をじっくり見つめ赤・黄・青の付箋紙の分布から、汚れのひどい地域やきれいな地域等を考えるよう指示する。 ○赤、黄色の付箋紙の分布と、人家の密集及び交通量や地域に設置されている施設等を考えあわせながら汚れている原因、きれいな原因と併せて考察させるようにする。
		【関】よりよい環境に向けて自分たちができることをしようとする気持ちを持っている。	○自分や家族の日常生活を振り返らせ、環境に負荷を与えている現象について考えられるようにする。 ○自分や家族の生活及び地域、日本、世界全体をみつめ環境に与えている負荷について考えさせ、身近な生活の中でできる生活改善、広く多くの人たちでやらなければならない改善策などを考えさせる。

(6) 指導の工夫

- ①教師自作による身近な地域のマツ枯れのプレゼンテーションを視聴させ、マツ枯れは身近に見られることを知らせる。
- ②屋上から見える自然の様子を観察させることにより、自分の住む地域のマツ枯れに気づかせ、環境に興味を持ち、身近な問題として捉えられるようにする。
- ③マツの葉は、その場所の空气中で1年間生活し空気の状態をよりよく反映している1年葉を使用して観察させる。
- ④採集時にはその場所の交通量やマツの木や葉の様子を記録させたり、スケッチや写真撮影などを行わせ、観察地の様子を詳しく調べさせ、考察に使用する。
- ⑤顕微鏡は一人一台を準備し、意欲的に取り組めるようにする。
- ⑥マツの葉は、気孔数の多い葉の裏側を自然光（または、顕微鏡光源装置）の反射光で観察させる。
- ⑦マツの葉の裏側は半円形で、気孔は気孔列をなして分布する。そのため気孔列ごとにピントを合わせ気孔の汚れを詳しく観察するよう指導する。
- ⑧葉全体をみて、平均的な汚れの場所を決め、150倍の倍率で観察させ、その1視野に見られる気孔数を数える。
- ⑨気孔の汚れは、気孔の詰まり具合に着目し、1視野中にみられる気孔一つ一つにつき、汚れをA段階○「きれい」、B段階●「少し汚れている」、C段階●「汚れている」の3段階に識別する。
- ⑩B+Cの合計を1視野中の気孔総数(A+B+C)で割り、100を乗じて汚染率とする。
- ⑪求めた汚染率は色別付箋紙(A:青、B:黄、C:赤)に数値を書き、地図上の採集場所に貼り、全員のデータをあわせて考察する。
- ⑫気孔の詰まり具合から、自分の住む地域の空気の汚れに気づかせ、マツ枯れ現象とともに考察させ、環境保全について考えさせる。

- ⑬地域の環境を改善・保全するための活動をしている人やその方法を紹介し(教師自作プレゼンテーションにより)、植物を元気にさせる方法があることを知らせ、保全活動に興味を持たせる。

(7) 学習活動

マツの気孔の汚れを調べよう【3時間予定】

第1時 導入段階**マツ枯れの観察(事象との出会い)**

地域のマツ枯れの様子を遠景から近景へと見られるプレゼンテーションを自作し、導入時に視聴させる。それを基に地域のマツ枯れの様子を屋上から観察させ、マツ枯れが身近に見られる現象であることを実感させ、学習への動機付けとする。

【指導の工夫①②】

プレゼンテーションを視聴中、生徒からは「あそこそこに茶色く枯れているのがあるよ。」「あそこにもあったよ。」「すごいね。」「本当に枯れているんだね。」等の声が聞こえた。立ち枯れの写真を見て、「病気で根が腐ったのではないか」「空気の汚れが原因かな。」等の予想が出された。

この学習をするまではマツ枯れに気付いていた生徒は数人であったので、非常に驚いた様子であった。枯れる原因は様々あるが、酸性雨、気孔の詰まりなどで徐々に弱っていき、幹の材質が弱まった時、マツノマダラカミキリ等の昆虫類及びマツノザイセンチュウなどにとどめを刺されることが多いことを説明した。また、マツの葉は1年以上落葉しないため、大気中の汚染物質も気孔から吸い込み、汚れを蓄積させる。その様子を調べることで、空気の汚れの程度を知ることができることを説明した。生徒は「自分の家の近くの汚れはどうだろうか。」とマツの葉を調べることに意欲を示した。

科学的に調べ比較して考えるためには採集や検鏡を同一の条件で行うことが大切である。そこで、マツの特徴を考え、「1年葉」を採集する



●写真1 / 山のマツ枯れ



●写真2 / 屋上からの観察

ことを説明した。1年葉を使用して調べる理由は、「その葉はその空気の中で1年生活していたので、最近1年間の空気の汚れを調べることができる。」ことを考えられた。マツの葉は、自分で考えて汚れに関する予想を立てて採集するようにした。記録用紙には、木の周りの様子・木の様子(例：交通量が多い、人家の多さ、幹や葉の様子、当年葉のついている枝の長さ、葉の色、枯れ始めているなど)、を記入する。また、できれば写真を撮影することとした。当年葉のついている枝の長さを測定するのは、マツの樹勢が

衰えていると伸びが悪いのでそれとの関連を考察させるためである。

第2時 探究段階

顕微鏡によるマツの気孔の観察

マツの葉の様子を観察した後、気孔に詰まった汚れの観察を行い、汚染率を求める。

【指導の工夫③～⑩】

第2時では、各自が持参した葉を観察した。まず、葉を指で挟んでこすらせ指につく黒い汚れを観察させた。また同時に葉の様子、幹の様子なども観察させた。すると「黒い」「こんなに汚れている」等の声があがり、まだ調べていない生徒も夢中になって調べ始めた。持参したマツすべてにこの汚れが観察された。特に真っ黒に汚れたのは大きな工場の横や交通量の多い幹線道路の横で採集してきたものであった。生徒は大変意欲的に取り組んだ。

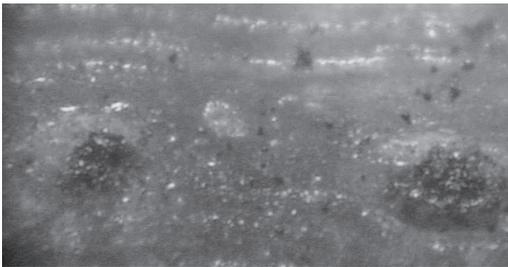
次に、顕微鏡 150 倍の視野で気孔の観察を行った。汚染の程度は A・B・C の3段階とし、×150 の視野での気孔総数中の B + C の割合で汚染率を求める。計算した値を各自付箋紙(汚染率 青:0～30 黄:31～80 赤:81～100)に書いて採集地に貼り、校区全体の汚染率マップを作製した。



●写真3 / マツの葉の汚れの観察



●写真4 / 顕微鏡観察の様子



●写真5 / 汚れた気孔のようす

第3時 思考段階

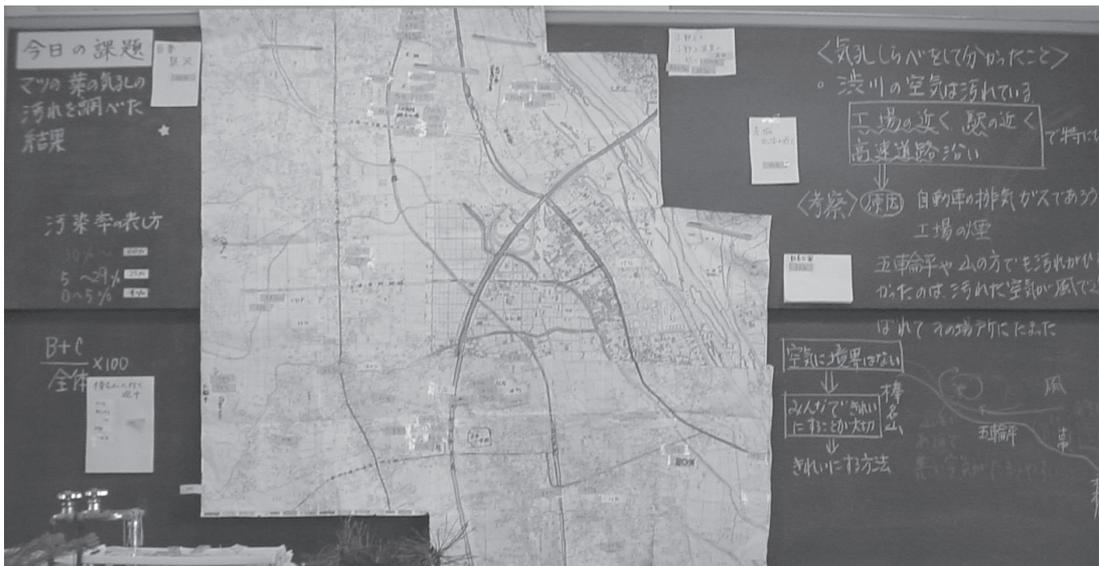
結果発表と考察

マップの考察とまとめ

【指導の工夫⑪～⑬】

大きな工場の近くや交通量の多いところでは汚染率100%の値が多く見られ、驚きの声があがっていた。また、自然豊かで空気がきれいだと思っていた山の方でも赤い付箋紙が貼られたのを見て、また、驚きの声があがった。これに対しては「山がまるでお盆の縁のような役割をして町の方で発生した排気ガスなどの汚れを集めて風が吹き付けてそこにたまって汚れたのだろう。」という考察が出された。実際、この地方ではこうした段丘崖の部分で多くのマツ枯れ現象が見られる。

生徒の考察は「自分の住んでいるこの地方は今まできれいだと思っていたのに、こんなに空気が汚れていたのだ。」「こんなにマツの気孔に汚れが詰まってあふれるほどになっていたら、息苦しくなって栄養も作れなくて枯れていくしかない。」「マツだけじゃなく、人間や他の動植物だって、この汚れた空気の中に住んでいるんだよ。」「だから、喘息とかアレルギーとかの病気



●写真6 / 考察・まとめの板書き

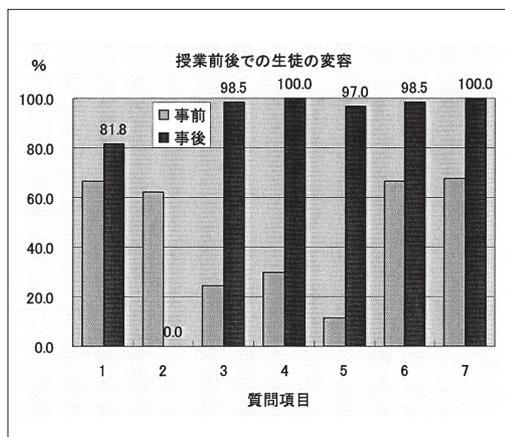
になりやすいんだ。」等の考えが出された。そして「このまま放っておいていいの?」という教師の発問に対して「だめだよ。」「大変なことになるよ。」「空気に境はないんだもの。」「山の方だって汚れていたもの。」「木は空気が悪かったら逃げ出せないし、病気になってしまうよ。かわいそうだよ。」と反応が起こった。空気を少しでもきれいにするために自分たちができることを考えようと話し合いになった。結果、「歩いていけるところは車に乗らない」「ゴミはできるだけ出さないようにする」「リサイクルを心がける」「授業で勉強した結果を家族にも知らせて協力してもらい、みんなで空気を汚さないようにする」等が出された。実際授業後、家族で話し合いをした生徒が多く、保護者からも多数感想をいただいた。

5 成果と課題

授業前後に行ったアンケート結果や教師による観察及びワークシートの分析から、本学習により、生徒には以下のような変容が見られた。

(1) 成果

- ①授業前は半数以上の生徒が自分の住んでいる地域の空気はきれいであると考えていたり、松枯れも気付いている生徒は少ない状況であったが、授業後は全員の生徒が空気の汚れを実感したり、松枯れに気づき関心を持って見つめることができるようになった。
- ②マツの枝の採集はほとんどの生徒が実施でき、一人で数本採集したり、学区外からも採集してくる意欲的な姿を見ることができた。
- ③プレパラートの作成、顕微鏡操作などは小学校から経験はしているが、なかなか習熟が図り切れていないのが実態であった。しかし、一人一台顕微鏡を与え、各自が出したデータはみんなで考えていく重要なものであると意識したとき、責任を持って観察を行った。こうした活動を通して、「自信を持って使用することができる」という実感を伴った技能の向上が見られた。
- ④身近な自然現象に環境が悪化していることを



1	大気汚染という言葉を知っていますか。
2	あなたの住んでいる地方の空気はきれいだと思いますか。
3	あなたは自分でプレパラートを作れますか。
4	あなたは顕微鏡を1人で正しく使うことができますか。
5	あなたの住む地方で、マツが枯れているのを見たことがありますか。
6	あなたの地方では環境を保全する必要性はあると思いますか。
7	今後環境を保全する活動に参加したいと思いますか。

●グラフ1/アンケート結果

マツ枯れを見て思うこと

事前	水をあげたい (3%)	酸性雨が降らない方法を考える (3%)	空気をきれいにする (2%)
	元気がない (2%)	もう枯れる時期 (2%)	無回答 (89%)
事後	空気が汚れている (31%)	自分ができることをしたい (21%)	空気をきれいにする (12%)
	かわいそう (8%)	人間が原因 (8%)	元気がない (8%)
	どんなにか苦しいだろう (3%)	車に乗る回数を減らす (3%)	空気が汚れると生物が生きられなくなる (1.5%)
	気孔が大変詰まっている (1.5%)	気孔がどのくらい詰まっているか見てみたい (1.5%)	助けたいけれど助けられない (1.5%)

●表1/アンケートより 心情面の変容

- 感じることで、現象を自らの問題として捉えることができるようになり、自然保護活動への参加意欲も向上させることができた。
- ⑤マツが苦しんでいる実態を知り、「かわいそう。」「自分たち人間のせいだよ。何とかしなきゃ。」といった保護への心情面を向上させることができた。

生徒の感想

初めは「渋川の空気はきれいだから安心だ!」と思っていました。

しかし、この授業を通し渋川の空気はとても汚れていることが分かりました。調べてみるとマツの気孔には真っ黒い物が詰まっていた。そのときはとてもびっくりしました。マツの葉はとてもかわいそうだと思います。人間なら病気になるば病院に行ってなおしてもらえるが、マツはそうはいかず、そのまま放っておけば元気がなくなりついには枯れてしまいます自分たちにはできることはないのか。ゴミを減らしたり、近いところは歩いていく。というようなことをすればだんだん空気はよくなり、渋川市の空気が思いっきり吸えると思う。これからは環境を良くするため、色々心がけたい。

ることができることに気づき、保全や保護に対する意欲と勇気を醸成することができ、環境保護活動への参加意欲を高めることができた。このように、身近な自然の事象から学ぶことが強く生徒の心を動かし、態度化につながるのだということが分かった。

- ⑥ 身近な自然事象に直面させることは、課題解決学習のスタートとして、強い動機付けを行うことができた。その興味・関心に支えられ、課題解決学習全体を通して意欲的に活動することができた。

(2) 課題

マツは樹高が高く、枝も高い位置についていること。山まで行かないと採集することができない生徒もいること等から、安全面の確保や保護者の協力が重要になる。今回は、保護者への依頼文を作成しなかったが、こうした面での配慮も重要である。

6 まとめ

課題解決学習の題材として身近な地域に見られる松枯れ現象を取り上げた。事前に教師自身が自然を見つめ学習材を集めることで、生徒に自然現象との効果的な出会いを設定できた。今回はプレゼンテーションと屋上からの観察を仕組んだが、生徒は課題意識を持って一連の探究活動に意欲的に取り組んだ。この活動を通して、観察技能を向上させ、正確なデータを得ることができ、みんなで出したデータを汚染率マップという形で視覚化することで、採取時のマツの観察や地域の状態と合わせて総合的に考察することができた。また、班やクラス全体で考察することで、他の良い考えに触れ、自己の思考も向上させることができた。

地域の人々の環境保全活動から、植物が元気になっていく様子を知ると、環境破壊はくい止め