

「地学教育」の中での環境教育

— 高校地学における取り組みから* —

藤岡達也 (大阪府立勝山高等学校)

柴山元彦 (大阪教育大学付属高等学校)

Environmental Education within Earth Science Education

— Practice in the Earth Science for High School —

Tatsuya Fujioka (Katsuyama High School)

Motohiko Shibayama (Tennoji High School attached to Osaka Kyoiku University)

1. はじめに

今日ほど環境問題がクローズアップされ、環境教育の重要性が指摘されている時はない。1990年に環境教育学会が創立され、学校教育現場、社会教育現場での環境教育のありかた・進めかたが論議され始めているのは時代の要請とも言えるだろう。このような状況下において改めて環境教育の教育方法としての取り組みが問われてくる。現在、その教育方法が模索されているが、環境教育の実践はややもすると学校教育を離れたり、小学校低学年以下の児童や幼児を自然に親しませることに重点が置かれたものが多いように感じる。もちろん、そのような取り組みも重要であるが、本稿では高校生を対象とした環境教育について論じ、同時に学校の教科教育における環境教育について検討したい。さらに、本稿では、高校理科の一科目の地学で環境教育を行うことの意義、逆に地学教育を行うことが、そのまま環境教育につながることを具体例を挙げて述べたい。

2. 「高校理科・地学」で「環境教育」を行うことの意義

(1) 発達年齢の点から

環境教育を進めるにあたっては人間と自然界とのバランスという総合的な視野の育成が必要である。そのためには学習者に個々の自然に対する基本的な知識を確立させ、その上で自然の中での人間の在り方、生き方までを考えさせねばならない。

まず、自然に対する科学的な知識が自然環境を考えるにあたって基本となるが、これらの知識は少なくとも中学理科の履修を終え、現在高校で必修科目となっている理科Ⅰの地学分野レベルは必要であると考ええる。例えば最近、問題になっているフロンガスの使用についても「成層圏」「オゾン層」などの意味を知らねば理解できないが、これらは現在のカリキュラムでは高校入学以降の「地学」分野で学ぶ。また高校理科では、多くの科学的基本知識が生徒に与えられるが、この時期には記憶力以上に生徒の論理的・科学的思考力が発達することに大きな関連があると考えられる。

さらに小・中学校と高校教育の目標の違いは学校教育法第42条3項「社会について、広く深い理解と健全な批判力を養い、個性の確立に務めること」にも現れている。つまり、国民として将来、

*1990年11月3日受理

環境破壊など自然の中での人間活動について宇宙船地球号の立場から進む方向を批判していかねばならない場合も出てくるだろう。高校では、環境教育を通じてそのような健全な批判力を養うことも可能であると考えられる。

従って、高校での地学は、その学習内容のほとんどが環境を考える基礎となるばかりか、学習を通じて、総合的に人間と自然をとらえる姿勢を育成することができる教科である。そのため、無意識のうちに、環境問題に目を向け、取り組んでいくことにもつながる。

(2) 理科教育の点から

理科教育の中で環境についての認識を深めさせることの重要性は従来から言われている。昭和53年度の文部省学習指導要領の改訂において「理科Ⅰ」という総合的な内容からなる科目が設けられ、これはすべての生徒に共通に履修させる必修科目として現在に至っている。「理科Ⅰ」の目標の中から環境教育の重要性を述べた部分を一部、次に抜粋する。『「理科Ⅰ」では、自然についての総合的な見方や考え方の育成を通して、自然環境に関する科学的な認識や理解を得させるような内容が含まれている。このことは、国民的な教養としての科学的知識・理解とも関連するところであるが、ここでは、視野を広げて地球全体にかかわることや、更に自然観の基礎になることの認識や理解を得させるような内容が含まれている。

自然科学と科学技術の進歩は、人間の生活に多くの豊かさを与えてきた。しかし、人間の生産活動の急激な増加は、環境を破壊し、ある種の資源の枯渇が懸念されるようになってきた。

人間が将来にわたって、この地球の自然環境の中で生存し、生活していくためには、地球が有限であることを認識し、自然と調和していくことに最大限の努力を払わなければならない。特に多くの人口を抱え、資源が少ない我が国では、このような認識を得させることは極めて大切なことである。』

上記の内容は環境教育にとどまらず、現在の日本の理科教育の中で非常に重要なことを示しているように思える。しかし、理科Ⅰは目標の理想か

ら遠く、多くの高等学校では「資源とエネルギー」や「自然環境」の単元は教科書で多くのページが割かれているにもかかわらず、ほとんど学習されることもなく、平成元年度の改訂ではカリキュラムから消えていくことになった。

新学習指導要領では環境を特に扱う科目として「総合理科」が新たに登場し、下のような目標が示されている。

『自然の事物・現象に関する観察、実験や自然環境についての調査などを通して、自然に対する総合的な見方や考えかたを養うとともに自然の事物・現象についての理解を図り、人間と自然とのかわりについて認識させる。』

この新科目「総合理科」創設の意義について否定する気は毛頭ないが、「理科Ⅰ」の資源や環境に関する内容は物理・化学・生物・地学教員の担当がはっきりせず、結局、充分行われなかった点や現行の「理科Ⅱ」がほとんどの学校で実施されていない点から考えると選択「総合理科」が広く採択され、この教科の中で多くの高校生が環境教育に取り組むことは期待できないのである。

そこで筆者らは地学分野の中で環境教育を行うことが新カリキュラムで最も理想であるし、効果的でもあると考えている。何より、「地学」は空間的、歴史的なスケールの大きさの中での人間活動の認識を育成すると同時に、これを身近な自然や景観から直接に学んでいくことが可能な科目である。

3. 「地学教育」における「環境教育」の実践例

筆者らが地学教育の中で身近な地域の自然環境の学習に取り組んできた内容は次のように整理される。

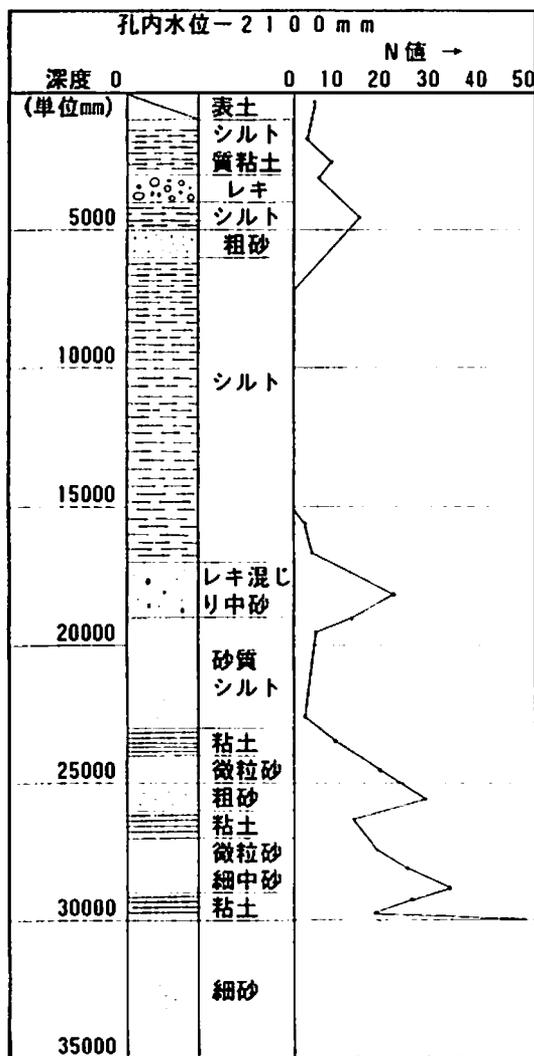
- ・都市気候、都市災害の教材化
(ヒートアイランド、クールアイランド、視程観測、地盤沈下など)
- ・自然災害の教材化
(大阪の地震、高潮、地すべり、土石流、崖崩れ、その他の斜面災害など)
- ・教室における野外教材の開発
(地域性を中心とした地層標本や岩石標本な

ど)

- ・野外巡検の指導について
- ・その他

ここでは上記の中から具体的な教育実践について詳しく述べたい。

図1 ポーリングデータによる校内地質柱状図



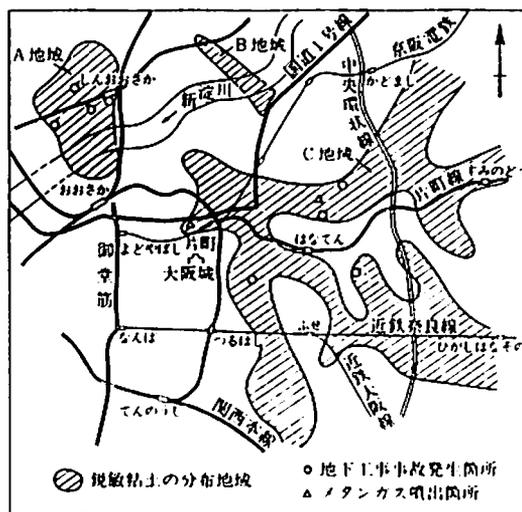
(1) 地盤沈下の教材化

筆者らは共に大阪市内の学校に勤務するが、そのうち一人の学校では、近辺の工場の地下水汲み上げのため、地盤沈下が著しい。その結果、校舎のいたるところで亀裂や抜け上がり現象が見られ

る。この地盤沈下を地学の授業で教材とした。(藤岡, 1988) 具体的には次のような展開で行った。

- 校舎内の地盤沈下の状態を生徒に調査させる。(校舎内の廊下、壁面の亀裂の状況や抜け上がり量を計測させる。) この結果を利用して校内の抜け上がり量を示したマップを作成したり、校舎に働く応力モデルを考察させた。
- 校舎内の地質柱状図や地下の地層をはぎとった「地層標本」で、どの地層に地盤沈下の原因があるのかを考えさせる。(図1)
- 地質柱状図におけるN値0の超軟弱な粘土層が大阪府全体の中でどのように分布するのか地図上で考察させ、本校の位置もその中で確認させる。(図2)

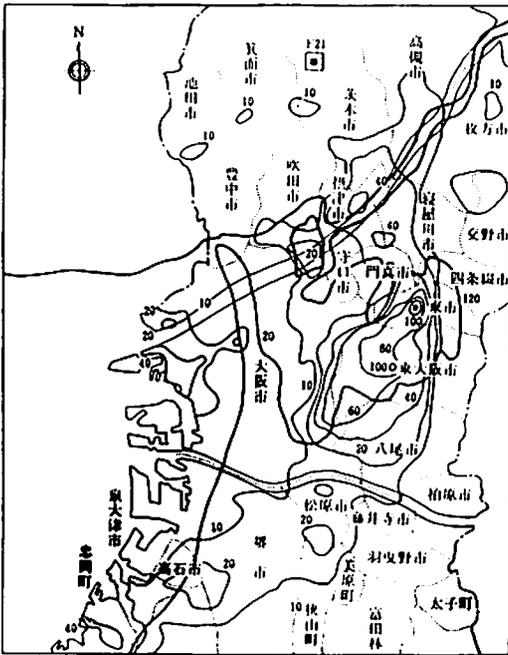
図2 大阪市域の鋭敏粘土の分布図(大阪地盤研究会)



- 大阪府下の地盤沈下の状況を鋭敏粘土層からの関係と合わせて考えさせる。
- 大阪平野の変遷を説明し、地史から粘土層の堆積や地盤沈下の成因を理解させる。(図3)

この時、授業に用いた教材は地盤沈下を示した一連のスライド、すぐ近くの学校で地下工事があったときに得た地下8mの「地層標本」などである。また、a～eまでの授業展開にはワークシートを用いた。

図3 大阪府の地盤沈下等量線図(単位cm, 太線は2000年前の海岸線)



〈生徒の反応〉

授業で、校舎内の地盤沈下の状況を実際に測定、調査させたり、担当教員自身が作成したスライドを使用した。スライドの題材が、ふだん何げなく見ている校舎を扱ったものであり、手作りであったため、予想以上に生徒は興味を持ったようである。学期ごとにどの実験やビデオ・スライドが印象に残ったかをアンケート的に書かせているが、これによると「休み時間すぐに、その場所へ行って地盤沈下の状況を確認した。」とか「地盤沈下の激しい非常階段付近は部活動の補強運動でよく利用するので、そのとき、後輩達に教えてやった。」など校舎の地盤沈下に関する反響は大きかった。こちらにとっても生徒は身近な教材によって、いかに問題意識を生じたり関心を持つかわかった。

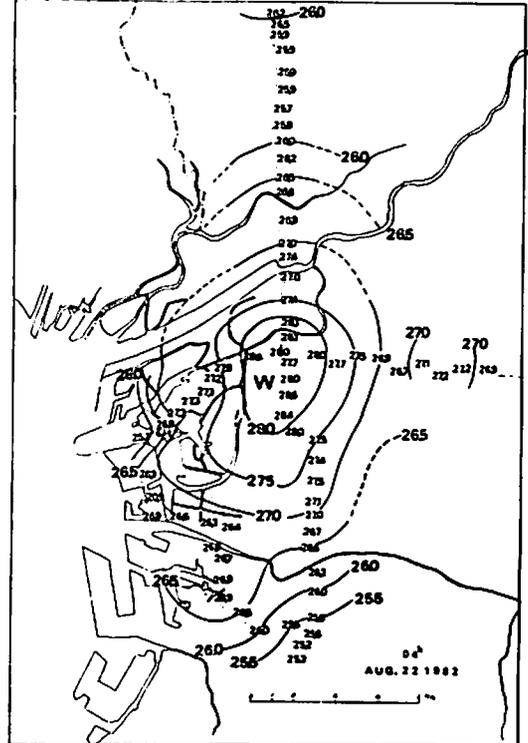
(2) 都市気候(大阪のヒートアイランド)

多くの都市では、近年気温が上昇の傾向にあり、これは都市気候あるいはヒートアイランドと呼ばれている。特に夏季に、真夏日、熱帯夜など

とマスコミによって報じられることから、都会で生活する生徒にとって感覚的にも経験的にも、身近な気温環境として興味が持ちやすく、教材としても効果的な面がある。(柴山・山本, 1983)

そこで、大阪市を対象として気温調査を実施した。測定は自動車による移動観測法で、観測点はあらかじめ設定しておいたルート上で、500mごとに定め、77測定地点を設けた。所要時間は約2時間である。

図4 昭和57年8月の等温線

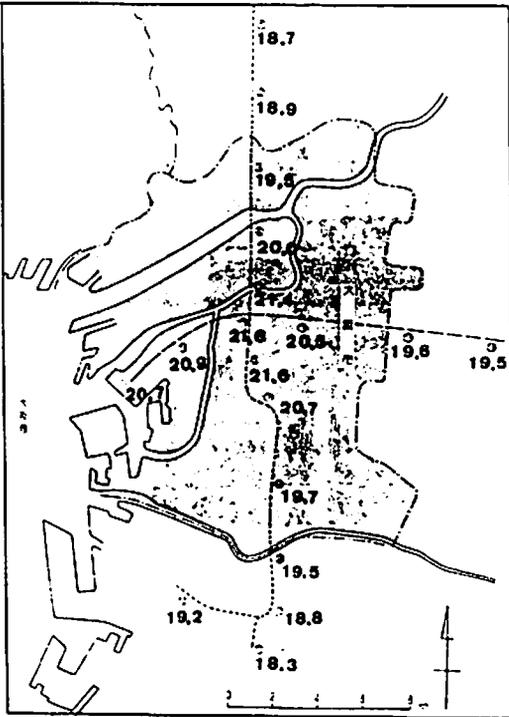


その結果、図4のように、大阪市域では気温が高く、北は新淀川、南は大和川付近を境にし気温が低くなっている。これは日常経験でもある程度は感じていたことではあるが、測定してみると2~3℃の気温差があり、大阪市がヒートアイランドになっていることが、はっきりした。四季それぞれに測定したが、風の弱い日であれば、いずれの季節でもヒートアイランドが形成されていることが分かった。(山本・柴山, 1980)

〈教材としての利用〉

測定地点を図4の値から一つおきに取り、時間補正もしたデータを図の中に書き入れておき(図5)、その数値をもとに等温線を引く作業を行わせる。さらにその等温線を見て考察をさせる。即ち、大阪市中心部と周辺の地域とでは温度差がいくらあるか。あるいは、気温の南北断面図を書かせて、北ではどの付近で急に気温が上がっているか。また、南ではどうか、を問い、最後にこのようなヒートアイランドが起きる原因をできるだけ多く書かせている。

図5 大阪市の気温の測定データ(実習用)



〈生徒の反応〉

まず、生徒が驚くのは、大阪市内だけが、こんなに気温が高いことである。次に自分の体験との一致による満足感のようなものが生じることが上げられる。大阪市内に住んでいる生徒は、その暑さを数値で示されて理解し、大阪市外に住み、電車で通学している生徒は、大阪市内に入ってくると暑く感じていたことと一致して理解するなど、日ごろの体感が定量化されて改めて納得したりしていた。また、その原因についても、いろいろな

答えが出ていたが、これを解消するにはどのようにすればよいか、までは考え及んでいなかった。その答えの一つが次に示したものである。

(3) 都市公園の気温(大阪市内の天王寺公園での気温の測定-生徒による観測-)

図6 天王寺公園の測定ルートと測定地点(斜線内が天王寺公園)



観測場所は大阪市内の天王寺公園である。図6のような175地点で気温の測定を行った。ABC、3ルートとⅠⅡⅢの3ルートの移動観測で約30分で測定を終了した。公園の中央では定点観測を行い、時間差による補正を行うためのデータとした。これを10数回いろいろな時間帯や季節に測定した。そして、それらの値を平均して、各地点の偏差を求めた。(柴山、1984)

その結果、図7のような等偏差図が得られた。これからも分かるように公園の部分の周囲より2~3℃低い。

〈教材としての利用〉

このような大きな公園でなくて都会の学校の中心や、学校近くの小さな公園で測定しても周囲より少し、気温が低いことが分かるので、都市気候の実習教材になる。

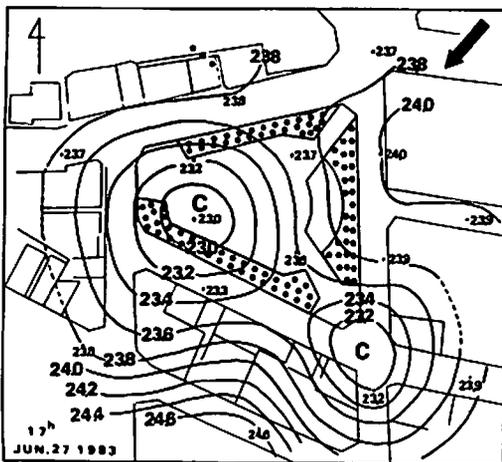
このような低温域を作り出しているのは樹木の多い公園である。このことは逆にヒートアイラン

ドの原因やその解消を考える一つの方法にもなると言える。

図7 天王寺公園における気温偏差図（斜線内が天王寺公園）



図8 小公園で、棒状温度計で定点、同時観測した資料による等温線図



（図中Cは冷域を、黒丸は樹木の植え込みをあらわす。右上の矢印は風向き）

〈生徒の反応〉

学校近くの小公園（60m四方）でも実習を行ったが、結果を整理すると公園の中に低温域が現れ（図8）、いかに公園が都市の中で気候を和らげ

るという重要な一面を持っているかを改めて認識したようだ。

（4）野外巡検活動

地学は野外観察や調査が重要な自然科学であるため、従来から野外実習が大切な教科内容として扱われてきている。そのため、地学教員は様々な工夫をして生徒を野外に出すことを実施してきた。

例えば、筆者らが所属する大阪府高等学校地学教育研究会では野外教材開発委員会を設けて、野外見学ルートの開発をつねに行ってきた。現在、約20ルートが完成している。これらのルートでは、岩石や地層、地質構造などを実際に観察し、それらをもとにその地域の自然環境の生い立ちを考えさせるものである。

筆者の一人の学校でも1年生全員に野外実習が行われている。1日に2クラスずつ実施し、10人を1班にして野外見学ルートを回るものである。

このような野外に出る機会は、現在の高校生は非常に少ない。特に都会の生徒はハイキングすら行かないので、ますます自然環境に接することがない。野外でのいろいろな体験の一つとして地学の野外実習はこれからより必要となるだろう。

（5）自然災害の教材化

人間が自然環境にはたらきかけてきた結果、いろいろな形で人間に返ってきた。その一つに自然災害をあげることができるだろう。また、自然のスケールの大きさ、人間の力を越えた恐さを直接知るのには、自然災害が発生したときとも言える。しかし、この自然災害に対する基本的な知識や理解は学校教育において充分行われているとは思えない。そこで、このような教材の開発を試みた。この教材の中でも大阪の地域性に重点を置いている。

a 大阪の地震

地震に関する知識は中学校の理科や高校の地学分野でも必ず取り上げられ、また、国民的関心も高い内容であると言える。しかし、大阪に注目した地震教材は意外と少なく、大阪の地震災害や今後の危険性については充分説明されないで学習が終わってしまう場合が多い。

表1 大阪近辺の地震災害史

| | |
|-------|---|
| 416年 | 大和に日本最初の歴史に現れた「地震」が発生 |
| 734年 | 近畿地方一帯から太平洋側にかけて大きな被害 |
| 887年 | 近畿を中心にかなり大きな地震が発生 特に摂津で津波による多数の溺死者 |
| 1099年 | 摂津天王寺で被害 |
| 1361年 | 畿内・四国西部とかなりの被害 摂津四天王寺の金堂が転倒圧死5名 1510年 摂津河内の諸寺で被害、大阪でも潰死者 余震が70日以上も続く |
| 1579年 | 四天王寺の烏居が倒れ、余震が3日続く |
| 1596年 | 慶長の大地震 京都・大阪・神戸・奈良で多数の死者 |
| 1662年 | 近畿地方一帯から中部地方にいたるまでの大地震が発生 |
| 1707年 | 有名な宝永大地震 |
| 1854年 | 安政の南海地震 加太で約1mの沈下 津波の発生 |
| 1899年 | 近畿地方南部で地震発生 大阪では煉瓦煙突の破損が多数 |
| 1927年 | 北丹後地震 大阪にも被害が及ぶ |
| 1936年 | 大阪・奈良を中心に「河内大和地震」が発生 |

表2 高1生アンケート結果より (()内は%)

1. 次のことばの意味を知っていますか

| | 知っている | 知らない |
|------|-----------|-----------|
| 地盤沈下 | 118(84.9) | 21(15.1) |
| 地震 | 136(98.6) | 2(1.4) |
| 地すべり | 58(41.1) | 83(58.9) |
| 土石流 | 26(18.7) | 113(81.3) |
| 崖崩れ | 109(79.0) | 29(21.0) |

2. 大阪での災害を知っていますか

| | 知っている | 聞いた事はある | 知らない |
|------|----------|----------|-----------|
| 地盤沈下 | 36(25.5) | 40(28.4) | 65(46.1) |
| 地震 | 64(47.0) | 36(26.5) | 36(26.5) |
| 地すべり | 2(1.5) | 30(21.7) | 106(76.8) |
| 土石流 | 2(1.5) | 7(5.1) | 128(93.4) |
| 崖崩れ | 16(11.4) | 19(13.6) | 105(75.0) |

しかし、大阪近辺の活断層と過去の直下型地震の位置関係、大阪近辺での地震データなど実習作業から大阪の地震を生徒に理解させる教材の開発は可能である。

さらに、大阪は古代から奈良・京都と日本文化の中心地に隣接していたため、多くの史料や文献に地震災害が登場している(表1)。これらの関係遺物や遺跡をスライド教材にして扱ったり、災害史を歴史に結びつけると自然と人との関わりがいっそう明確にされ、生徒も興味を持ちやすい。

例1 慶長の大地震(「地震加藤」として特に戦国時代小説の中で有名。いくつかの歴史小説や文献から抜粋する。)

例2 安政の南海地震(「供養塔」が現存、当時の記録が石碑に残っている。)

このように自然科学の科目においても歴史的な立場からの見方が環境教育には必要であると思える。

b 大阪の土石流

土石流は山がちな日本列島において昔から「山津波」「山しお」などと呼ばれ、一瞬にして多くの死者を出したり、人家や施設に壊滅的な被害を与えるので恐れられてきた。三方が山に囲まれた大阪でも例外ではなかった。しかし、その割りには

・阪神大水害の描写(谷崎潤一郎の『細雪』)や「土石流」の被害にあって生き残った人の手記を読ませ、実感として与える。

・突発的に生じ、発生割合に比べ死者・行方不明者が多くなる「土石流」の一般的特徴の説明とその分析を考察させる。

・大阪府の土石流の最近の被害と砂防ダムなどの対策や大阪府の取り組みの状況を考えさせる。

c 大阪の地すべり

表2から多くの生徒は名前だけは知っているが、具体的には理解していないと考えられる。大阪の地すべりに関しては次のような授業を行った。

・全国的にも有名な「亀の瀬地すべり」の教材化(地形図から特色の読み取らせ 地質断面図からの岩層の理解と地学的な考察 災害史とその対策について)

これらはスライドを用いたり、色塗り作業によって立体的にとらえさせた。(図9)

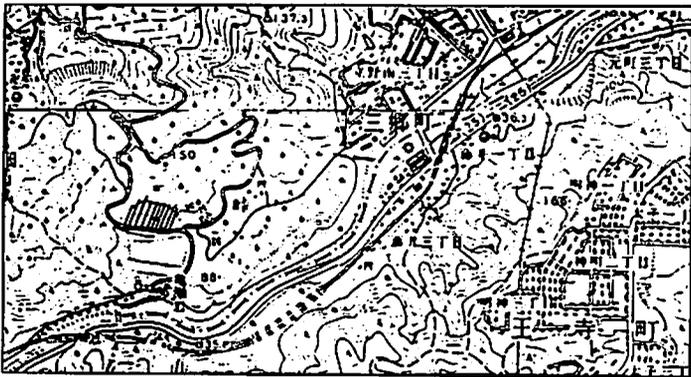
・大阪府下の地すべりについての現況とその大阪府や国の対策、最近の新たな問題点について

・山がちな日本列島における地すべり災害の特色とその対策

d 大阪の斜面災害と環境開発

上の「土石流」「地すべり」や「崖くずれ」など

図9 亀の瀬付近の地形図(斜線が地すべり地域)



高校生にもほとんど知られていない。「土石流」という言葉すら知られていないのが現状である。(表2)

授業での内容は次のようなことがあげられる。

の斜面災害は環境開発と大きな関連がある。それは、近年、開発が平野部から丘陵地、山間部にすすむにつれて、被害が増えてきていること、大阪府は急傾斜地崩壊危険区域の指定を行うなどの対

策をたてているが、開発のペースが上回っているため、対策が追い付かないことなどがあげられる。これらを生徒に理解させることが自然災害を扱った環境教材の大きな目的とも言えるだろう。

(6) 教室における野外教材の開発

自然環境の教育に取り組むにあたって生徒を野外につれだすことを考えない教員はいない。しかし、実際の授業では地理的・時間的に制約があるため、生徒に自然の中で教えることもない場合も多い。そこで筆者らは身近に存在する岩石や地層を教室に持ち込む方法を検討し、教材も開発してきた。

(地層標本) 薬品を用いて自然の地層表面を2mm～5mmほど、はぎとり「地層標本」を作成した。これを数グループ分用意し、はぎとった地層標本を用いて授業展開する。この標本では堆積構造を観察し、その当時の古環境を復元する実習を行った。さらに、どんな都会でも校舎の地下には自然の露頭が存在する。地下の工事現場で標本を作成し、地層の形成過程を考察させた。(藤岡・柴山他, 1990)

(岩石標本) 大阪府は面積の割には多くの岩石が存在する。そこで、大阪の地域性を生かした岩石標本を作成し、合わせて学校周辺の自然石が使用されている場所をスライドとした。生徒は岩石が大阪にもたくさん存在することを知って驚き、身近なところにいろいろな岩石が利用されていることに興味を示した。(藤岡・柴山他, 1989)

4. まとめと今後の課題

高校地学の基本概念は時間空間の中での歴史性と環境教育であることは従来から言われてきた。特に地球環境問題を学ぶ場合の知識概念は多くが、「高校地学」の中で学習されている。筆者らはそれらの知識を生かし、地味な観測の積み重ねの中から生徒達の周りでおきている様々な環境問題にまで発展させた授業に取り組んできた。これからも、身近な環境をテーマとした教材の開発を考えていきたい。さらに、生徒達に環境問題を認識させるには正常な自然環境も学ばせねばならないことを付記しておく。

5. 最後に

現在、高校への進学率は大阪府の場合約94%に達するが、大学・短大への進学率はそのうち約25%にすぎない。それにもかかわらず、高校のカリキュラムは旧態依然の大学受験を中心にして考えられているように思える。従来、高校の理科教育の必要性は大学へ進学するいわゆる理科系に重きが置かれ、文科系へ進学する生徒、就職する生徒には軽んじられていた感がある。さらに本論で述べたように「環境教育」と最も密接な「地学」は理科の中でも物理・化学・生物に比べると履修の割合は低く、学校によっては地学を専門とする理科教員がいないことも珍しくない。

環境教育は国民的課題と言っても過言ではない。一部の理科系に進む生徒だけでなく、全高校生に必要であると考え。高校教育が義務教育化されている今日、高校でどのように取り組むべきか、さらに論議されるべきであろう。筆者らは、現在の高校の置かれた状況を考えた場合、「環境教育」としての「地学教育」が今後、ますます重要となってくると確信する。

《引用文献》

- 山本達夫・柴山元彦(1980) 「大阪の気温について」 気象学会関西支部年会講演予稿集
柴山元彦・山本達夫(1983) 「身近な気象教材—都会の場合—」 大阪の地学教育 5
柴山元彦(1984) 「都市公園の気温」 大阪教育大学紀要 第32巻
藤岡達也(1988) 「身近な地域の教材化」 地学教育と科学運動 17
藤岡達也・柴山元彦他(1989) 「標本『大阪の岩石』の製作とその授業への展開」 地学教育 第42巻 第5号
藤岡達也・柴山元彦他(1990) 「はぎとりによる『地層標本』の教材化」 地学教育 第43巻 第4号