

地域素材を活用した理科・環境教育資料*

竹中 康子・戎居 祐治・山根 典之

(愛媛大学教育学部学校教育教員養成課程理科教育専修4年)

金子 祐子

(愛媛大学教育学部生活健康課程生活環境コース4年)

佐野 栄

(愛媛大学教育学部理科教育講座)

(平成15年10月23日受理)

Resources for Science and Environmental Educations using Regional Teaching Materials

Yasuko TAKENAKA, Yuji EBISUI, Yuko KANEKO, Noriyuki YAMANE and Sakae SANO

はじめに

平成10年度に学習指導要領が改訂され、14年度には小・中学校全学年で、この新指導要領による教育が完全実施された。改訂の内容としては、完全学校週5日制の実施、学習内容の削減、総合的な学習の時間の導入、地域の教材や学習環境の積極的な活用による特色ある学校づくりなどが挙げられる。そのため教育現場では内容削減により、授業を行うゆとりができた反面、教師はその時間をより体験的・実践的な授業をするための教材の開発に頭を悩ませており、教師自身のゆとりがなくなっている。また、総合的な学習の時間は小学校3年から中学校3年において、それぞれ年間約100時間あまりを割り当てられている。各学校では創意工夫をし、教科等の枠を超えた横断的・総合的な学習などを展開することがせまられている。このため、学習指導要領では、教科等と並ぶ一つの章を立てて位置付けることなく、総合的な学習の時間の趣旨、ねらい、学習活動及び実施に当たっての配慮事項のみを定めており、各教科等のように何学年で何を指導するというような内容は示されていない。従って、各学校では、

* 本報告は平成14年度四大学間学生交流自主的・実践的研究プロジェクト研究成果報告書(平成15年5月発行)に掲載されたものである。従って、本報告の内容は、先の報告書と内容が重複するが、私たちの研究内容を教育学部の諸先生を始め、より多くの方々に知っていただくために教育学部紀要として再掲させていただくものである。

地域の特徴を生かした，児童の実態にあった内容の実践が求められている。しかし，その地域にあまり詳しくない教師がいたり，内容によっては専門的な知識・技術がなかったり，その地域の素材を教材化する時間的余裕がなかったりといった，さまざまな問題がある。事務や雑務に追われて，子どもたちと向き合う時間すらない教師にとって，この総合的な学習の時間の導入はたいへんな痛手となっている。

しかし，新しい学習指導要領がねらいとしている，地域に根ざした教育，体験的・実践的な教育は，子どもたちにとってみれば学習内容に興味・関心を持ちやすく，自分の生活と関連付けて考えることができるために，問題の解決や探究活動に主体的・創造的に取り組む態度を養うことができる。また，地域に対する愛着を育てるためには，地域素材を利用した教材によって学習することが効果的である。そのためにも，総合的な学習の時間の教材の開発はたいへん重要であると思われる。私たちの生活基盤である松山は，松山城の城山や子どもたちが安全に調査できる河川など「自然」や「環境」を学習する上で利用できる素材が豊富である。

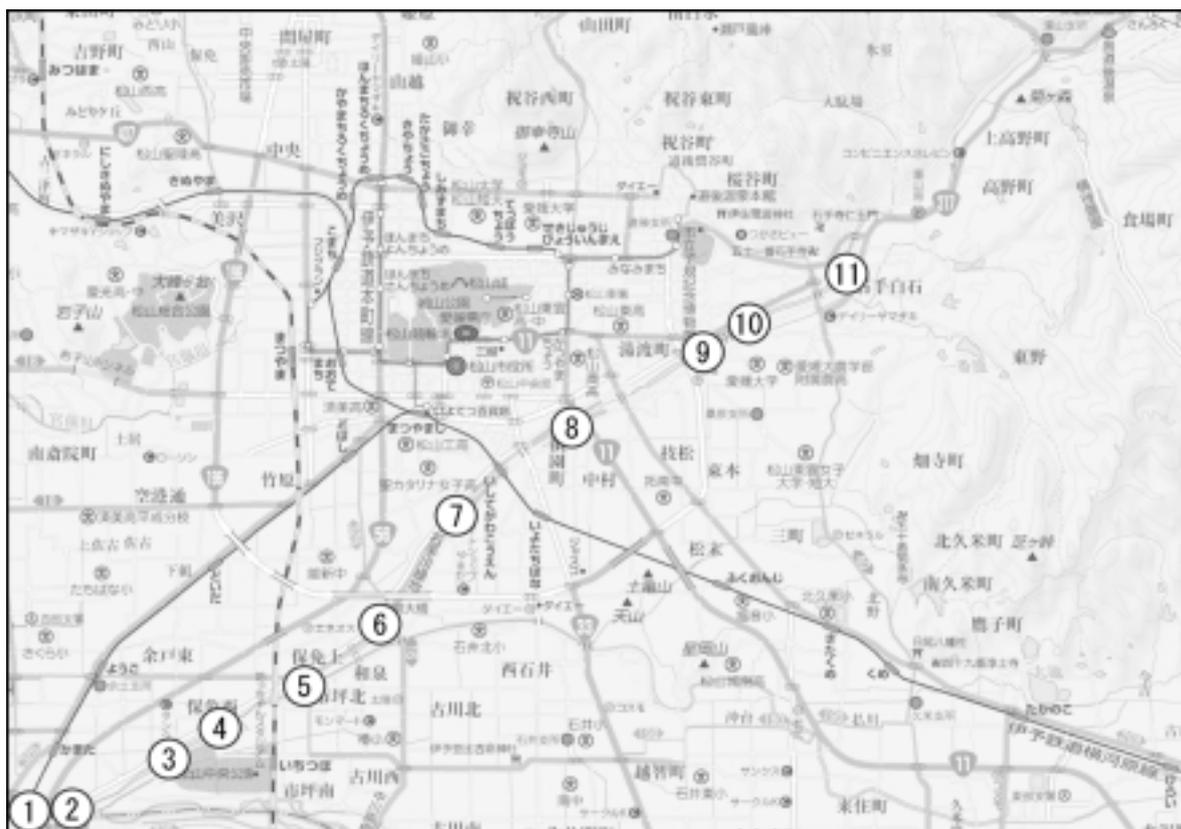
そこで本研究では，理科や総合的な学習において，有効に利用できるような地域素材を活用した教材の開発を試みた。特に松山平野を流れる重信川や石手川などの河川を題材とした教材の開発をおこなった。また，松山には市の中心部に城山が存在する。本研究では，プロジェクトの一環として，城山を題材とした教材作成についても取り組んだので，併せて報告する。

取り組みの流れおよび経緯

1. 河川の水質・環境調査

松山市には東西に流れる主要河川が2つある。重信川と石手川であるが，当初，川幅が広く，水量も豊富と考えられる重信川を調査の対象に選んだ。2002年7月30日に重信川流域の出合橋から酒だる村の間の7ヶ所について水質の調査を行った。2002年の夏は湯水のため瀬切れが各所に発生していた。そのため水の流れる場所を探して調査する箇所を選定した。パックテスト（共立理化学研究所）および pH・伝導率計ウォーターチェック（HANNA 社），水銀温度計を調査に使用した。これらの道具は値段も安価で，さらに，小学生でも使用できることを前提としているため，パックテストという，特別な技術を必要としないキットを使うことにした。調査項目は，パックテストにより，COD（化学的酸素消費量），NO₂（亜硝酸），PO₄（リン酸）の3項目を，pH・伝導率計により pH，電気伝導度の2項目を調査することにした。パックテストによる調査の様子を写真1から4に示す。7月30日の結果を見ると，重信川の汚染度はそれほど高くなかった。しかしながら，石手川と重信川の合流点である市坪の石手川側で測定した結果では，COD に関して 8 ppm という他所に比較して高濃度の値が測定された。この結果は重信川よりも石手川の方が汚染の度合いが高いことを意味している。石手川は松山市の中心部を流れており，郊外を流れる重信川に比べると汚染が進行していると考えられる。そこで，本研究においては小学校・中学校での環境教育における題材として，汚染の影響がより顕著であると考えられる石手川の方が，子どもたちに，より効果的に環境問題に対する興味・関心を持たせることができると考え，以後，石手川を中心に調査を進めた。

2002年8月28日，10月30日の2回にわたり，石手川流域（出合橋～岩堰間）の11ヶ所を調査した（第1図）。前回と同様の機材・方法により水質の調査を行った。調査結果は第1表および第2表に示される。さらに，調査結果を，より分かりやすくするために第2図を作成した。



第1図 石手川の水質およびゴミ調査をおこなった地点の位置図

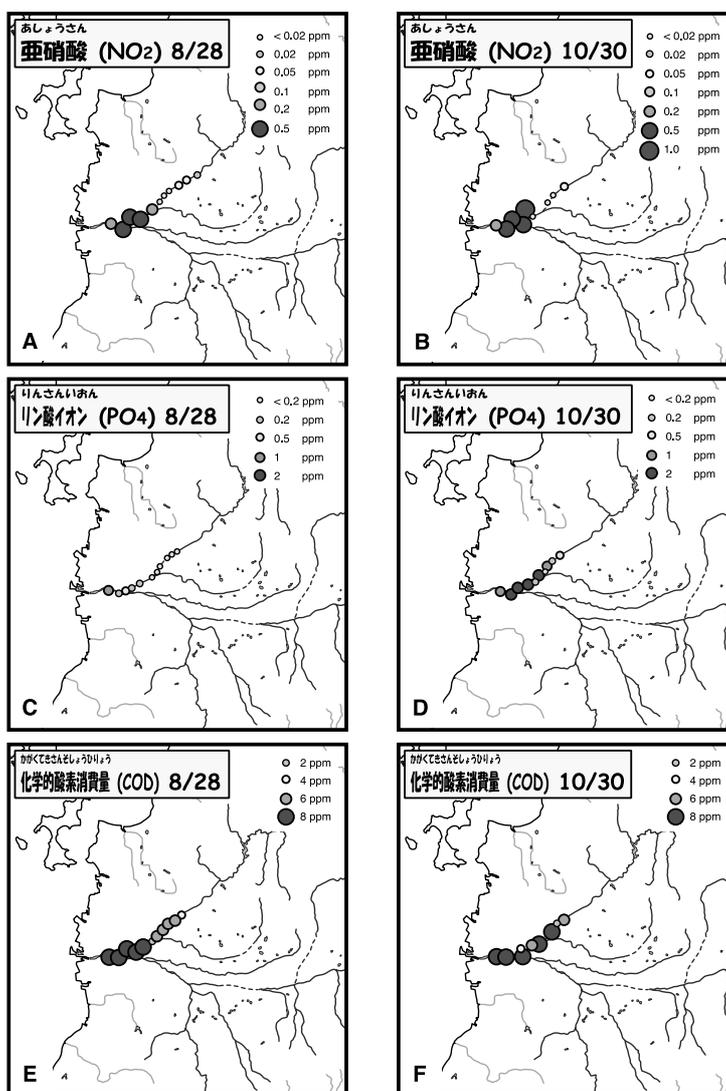
松山平野は四国山地の西部に位置し、年間雨量が少ないうえ、陸地の面積が狭く急峻な山々が連なっているため、土地の保水能力が乏しい。そのため、松山平野を流れる石手川は水量が少なく、普段から瀬切れの箇所をよく目にするが、調査にあたった時期がちょうど湧水の時期とも重なったため、さらに瀬切れ部分が多くなっていたので、水の残っている箇所を川筋に沿って探しながら調査を行った。

第1表 石手川の水調査結果（2002年8月28日）

地点	水温 ()	水素イオン濃度 (pH)	化学的酸素消費量 (COD) (ppm)	リン酸イオン (PO ₄) (ppm)	亜硝酸 (NO ₂) (ppm)	電気伝導度 (mS)
1	28.0	8.1	8	1	0.2	320
2	28.5	8.2	8	0.2	0.5	291
3	27.7	8.2	8	0.5	0.5	280
4	28.5	8.3	8	0.2	0.5	320
5	28.2	7.9	8	0.2	0.2	280
6	29.0	7.4	2	0.2	0.02	331
7	30.5	8.1	6	0.2	0.02	220
8	29.1	7.7	6	0.2	0.02	190
9	30.5	9.2	6	0.2	0.05	180
10	33.8	9.3	6	0.2	0.05	200
11	30.5	8.5	4	0.2	0.02	180

第2表 石手川の水調査結果 (2002年10月30日)

地点	水温 ()	水素イオン濃度 (pH)	化学的酸素消費量 (COD) (ppm)	リン酸イオン (PO ₄) (ppm)	亜硝酸 (NO ₂) (ppm)	電気伝導度 (mS)
1	16.7	9.0	8	1	0.2	400
2	18.2	9.5	8	2	0.5	400
3	17.0	9.5	4	2	0.5	430
4	18.3	9.4	8	2	0.5	430
5	17.0	7.9	6	2	1	260
6	17.5	9.0	8	1	0.2	400
7						
8	15.9	8.9	8	1	0.02	400
9	15.2	9.8	2	0.2	0.02	270
10	17.1	8.9	6	0.5	0.05	300
11						



第2図 石手川の水質調査結果 . A : 亜硝酸 (8 / 28), B : 亜硝酸 (10 / 30), C : リン酸 (8 / 28), D : リン酸 (10 / 30), E : COD (8 / 28), COD (10 / 30).



写真1 パックテストによる水質調査の様子
(2002年7月30日調査)



写真2 パックテストの準備をしている様子
(2002年7月30日調査)



写真3 パックテストによる水質調査の様子
(2002年7月30日調査)



写真4 パックテストの比色の様子
(2002年7月30日調査)



写真5 ゴミを集める様子
(2003年2月1日調査)

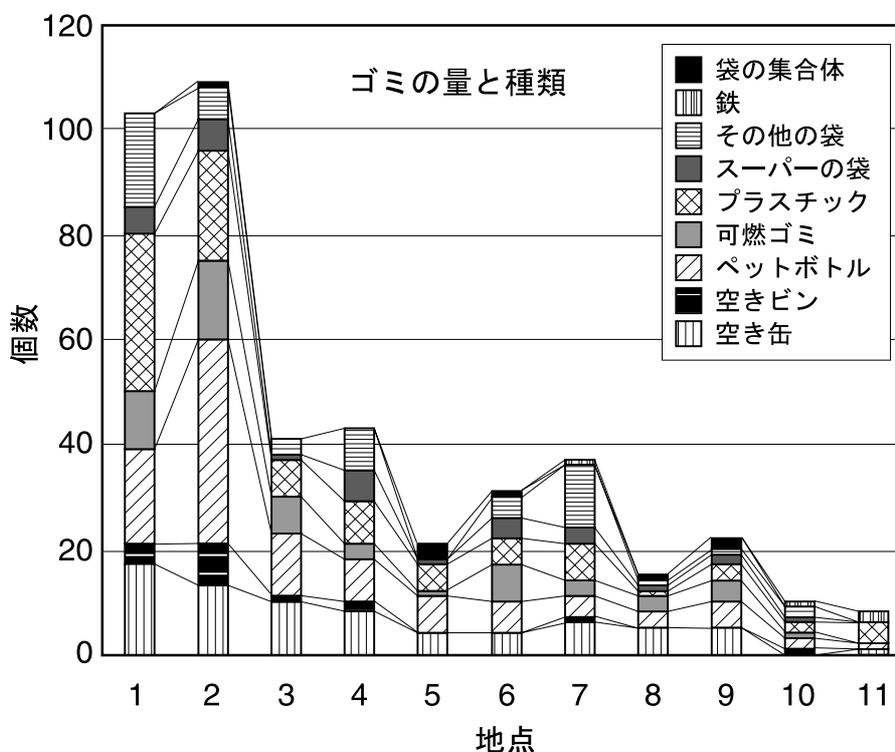


写真6 集めたゴミを種類別で並べ、内容を調べる
(2003年2月1日調査)

水質調査と並行して、河原のゴミ調査も行った(写真5および6)。これは、総合的な学習の時間の取り組みについて報告している松山市の小学校のホームページを調べたところ、子どもの興味や関心は河原へ降りた時に、そこにある川以外にも向けられるのだということが伺えたので、本研究にも加えることにした。ゴミ調査では、調査する地点は水質調査と同じとし、5分間という時間を設定して、プロジェクトのメンバー4人でどれだけのゴミが集まるかを調

第3表 石手川のごみ調査結果

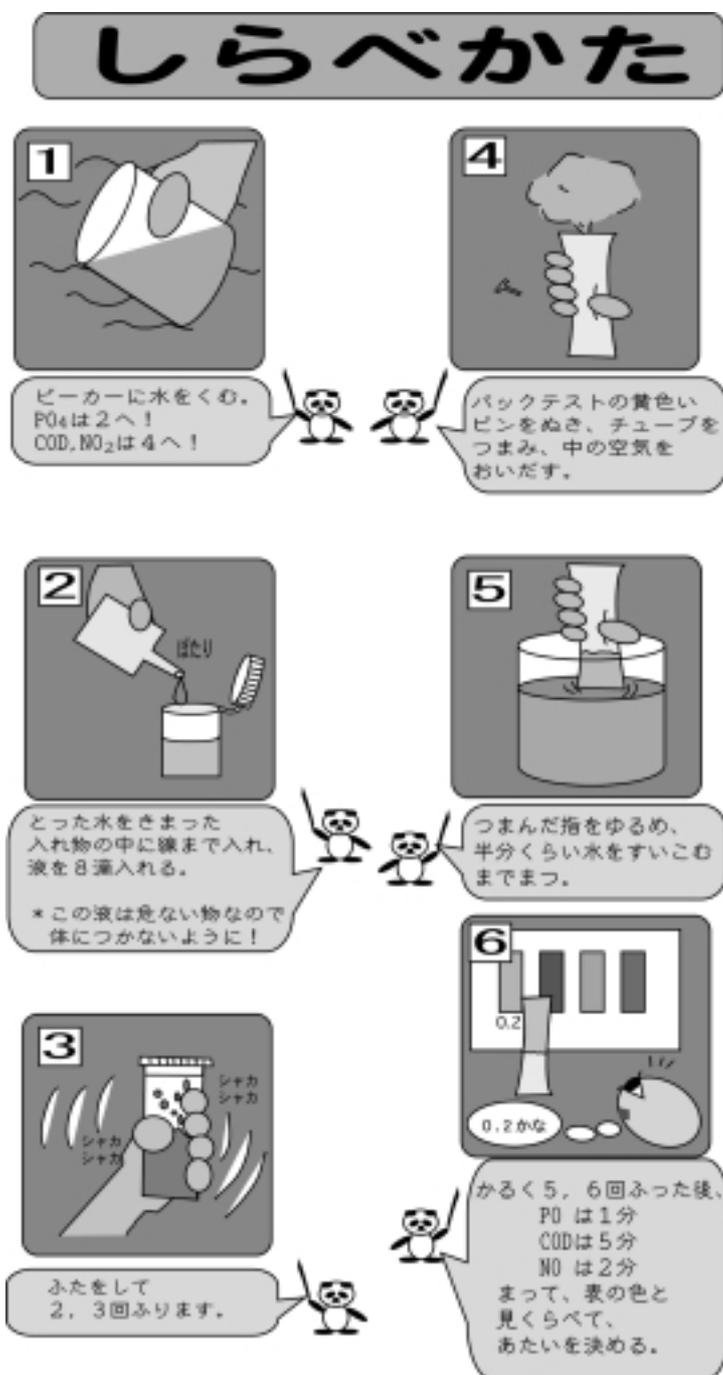
地 点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	合計
ペットボトル	18	39	12	8	7	6	4	3	5	2	1	105
プラスチック	30	21	7	8	5	5	7	1	3	2	4	93
空き缶	17	13	10	8	4	4	6	5	5	0	1	73
ビン	4	8	1	2	0	0	1	0	0	1	0	17
可燃	11	15	7	3	1	7	3	3	4	1	0	55
スーパーの袋	5	6	1	6	1	4	3	1	2	1	0	30
その他の袋	18	6	3	8	0	4	12	1	1	2	0	55
鉄	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	4
まとめてある袋	0	1	0	0	3	1	0	1	2	0	0	8
合 計	55	49	22	27	9	20	26	11	14	6	3	440



第3図 ゴミ調査の結果。下流の地点1と2で特にゴミの量が増加することがわかる。種類別にみるとプラスチックやペットボトル等の分解しにくいゴミが目立つ。

べた。そして、その地点の相対的なゴミの量を計測し、それを種類別に統計処理した。調査結果を第3表および第3図に示す。

これらの調査結果を踏まえ、水質調査では調査の際に使用したパックテストの使用方法や留意点、各地点の結果を、イラストを交えて分かりやすく説明した教育資料を作成した(第5図および6図)。また、調査項目であるCOD(化学的酸素消費量)、NO₂(亜硝酸)、PO₄(リン酸)等の用語説明をまとめた。ゴミ調査では統計結果を水質調査と照らし合わせて参照できるようにまとめ、それぞれの調査で児童・生徒自身が調査する際に使用できるワークシートを作成した(第4図)。さらに、それらをホームページにまとめた。作成したホームページの構成を第7図に示す。



第5図 パックテストの使用法に関する資料・小・中学生でもわかりやすいようイラストを用いた使用法を作成した。

CODって何？
 CODとは水のよごれの度合いのことです。みなさんはごはんを食べますね？その時に出る食べ物の残りがすや、お皿に付いたソースやマヨネーズなど、そしてお皿を洗う時に使う洗剤がCODの量を増やす原因になるのです！CODの量が多いほど、水はよごれていて魚たちも住みにくくなります。

PO₄ (リン^{さん}酸)って何？
 水の中にリン酸が多くありすぎると、水の中に住む生き物が苦しむ物質がたくさん発生します。それらが発生すると海の生き物が死んでしまいます。リン酸はボディソープなどの石けんやCODと同じように台所用の洗剤、農薬に多く含まれています。そして、なんと動物のおしっこにも含まれています！

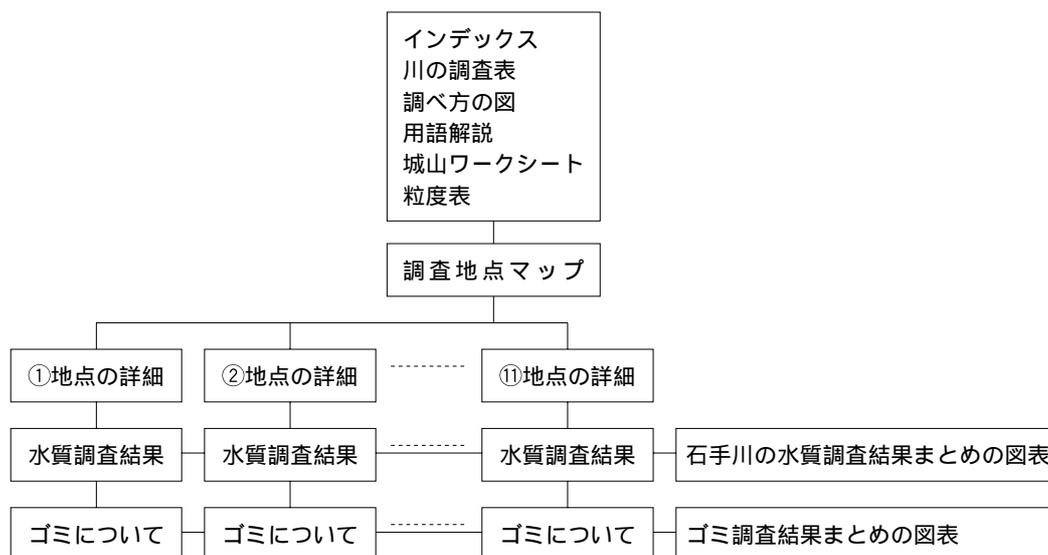
NO₂ (亜^{あし}硝酸)って何？
 亜硝酸はとても恐ろしい物質です。亜硝酸はよごれた水に多く含まれています。なぜ恐ろしいのかというと、水の中の酸素をたくさんうばってしまうのです！川に住む生き物は水の中の空気をすって生きていますね？だから魚などは、亜硝酸がたくさんあると息ができなくなって死んでしまいます。



第6図 COD, PO₄, NO₂ の用語説明の資料。小・中学生でもわかりやすく解説した。

2. 重信川の河原の石を題材にした理科教育資料

上述のように、重信川は松山平野を東西に流れる一級河川である。重信川は松山市北東部の高縄半島の山地や南東部の石鎚山系を水源とする。松山市周辺の地質分布（第8図）をみると、平野の南部を東西に中央構造線が走り、その南北で異なった地質や岩石が分布することに気づく。中央構造線の北部地域には、北から領家帯のカコウ岩を主体とする岩石と和泉層群の



第7図 作成したホームページの構成



写真7 重信川河口の様子



写真8 重信川河口で採取した石で作成したオリジナルの標本箱

砂岩・泥岩などの碎屑岩を主体とする岩石が分布する。一方，中央構造線の南側には，三波川変成帯の結晶片岩と石鎚山を形成した火山岩類が分布する。このように，重信川流域の大地を構成する岩石は多様である。河川はその流れる水の働きによって，流域の岩石を上流から下流に運搬する。従って，重信川の河口では上流に分布するほぼ全ての岩石種を観察することが可能である。本研究では，重信川の河口において，様々な種類の岩石を採集し，その種類を調べた。さらに，理科教材としての可能性について考察をおこなった。

3．松山城城山を題材とした理科教育資料

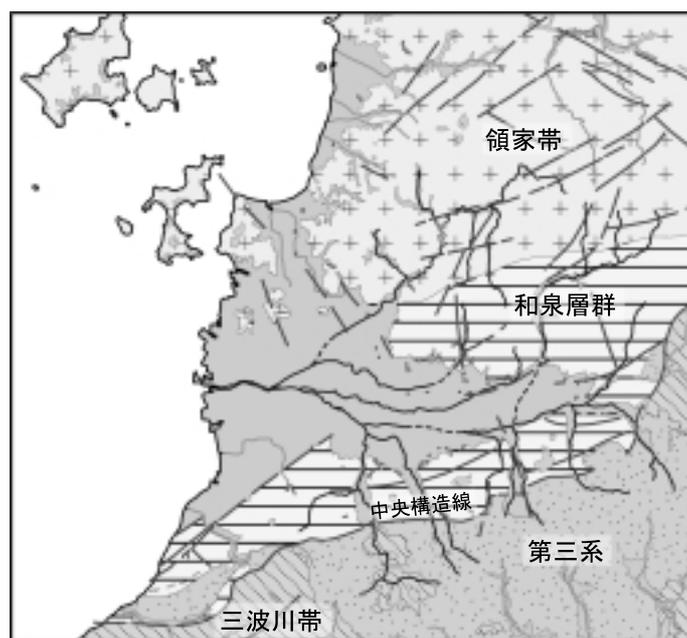
私たちがこのプロジェクトを始めるきっかけとして，附属小学校の先生から，6年生の野外実習の手伝いをしてほしい旨の要請があった。昨年度，附属小学校では，改訂された指導要領に従い，地域素材を生かした理科の野外実習の場として市の中心部に位置する松山城城山を設定した。2002年6月下旬，城山を造る大地を題材におこなわれたが，私たちは，その準備のため，城山のルートマップを中心としたワークシートと野外実習時に小学生が容易に使用できるような砂・泥の粒度表を作成した。野外実習当日は，私たち3年生（当時）のメンバーは皆授業があり，実習に参加できなかったため4年生の先輩の皆さんに子どもたちへの現地での実習補助を協力していただいた。



写真9 附属小学校6年生の城山での野外実習の様子（全体説明）



写真10 附属小学校6年生の城山での野外実習の様子（露頭の前で）



第8図 愛媛県中予地域の地質図。松山平野を流れる重信川流域には様々な地層や岩石が分布する。

結果と考察

1 - A . 河川の水質・環境調査

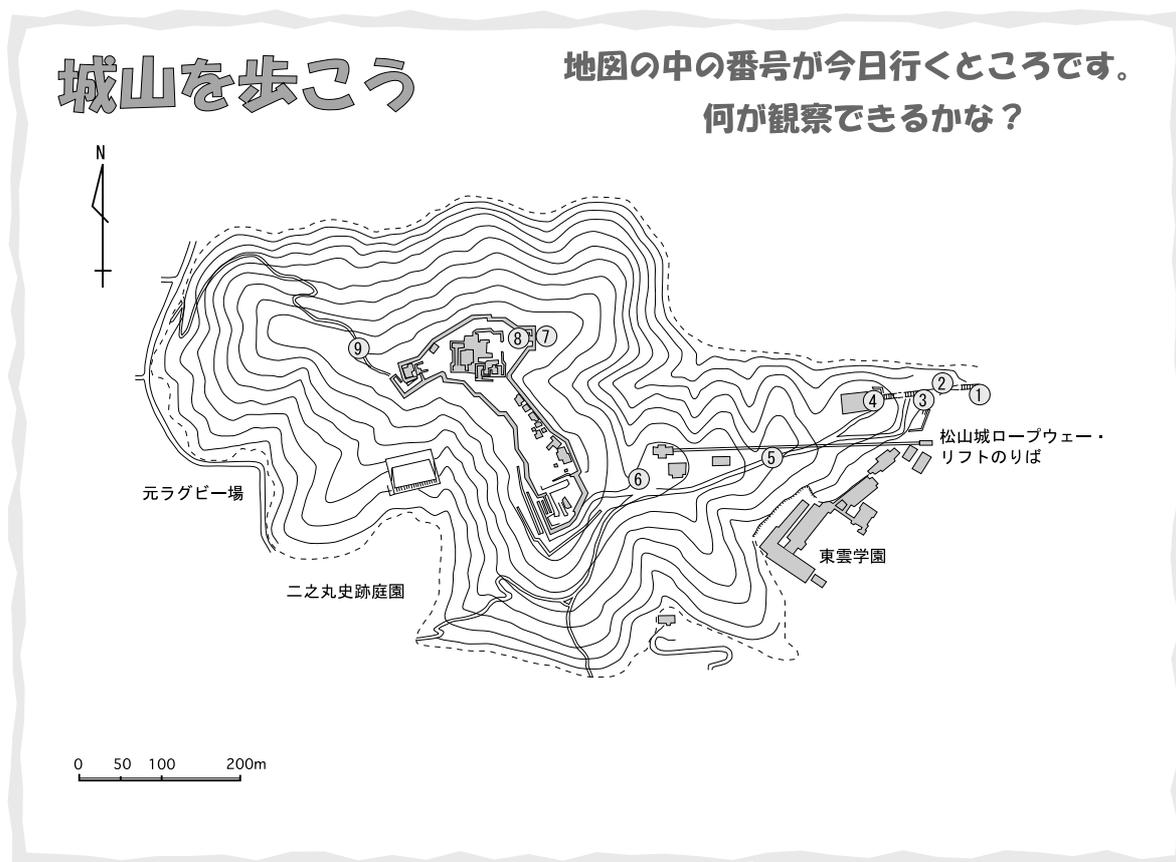
石手川の水質調査をおこなった場所を第1図に、さらに調査結果を第1および2表に示す。8月28日および10月30日の石手川の下流（地点番号1）から上流（地点番号11）に向けての地点別調査結果をみると、上流よりも下流の方がCOD、NO₂、PO₄共に高い値が検出された（第2図）。また、8月23日と10月30日で比較すると、NO₂以外は10月30日の方が高い値が検出された。

石手川の水質調査地点では、同時にゴミ調査を行った。第3図に示されるように上流から下流へゴミが増えていった。すなわち、地点番号1～2では、上流地点に比較して10倍程度のゴミが回収された。また、ゴミの種類を分類してみると、ペットボトルやプラスチック等の難分解性のゴミが過半数を占めていることが明らかである。写真5、6に、私たちが回収したゴミの一例を掲載した。

1 - B . ホームページ・教育資料の作成

作成したホームページは、現場の教師が授業を構想する際、ヒントやガイドブックとして利用することができるし、ワークシートなどをそのまま活用することもできる。児童・生徒であれば自分たちの調査だけでは不足している情報を参考として得ることができ、川の全体像を把握することによって、より詳しく川の調査の学習を深めることができる。

中学校の理科の授業で、私たちが作成した教育資料やホームページを使用した授業をするならば、新しい科学2分野下「単元7 自然と人間 終章 自然と人間生活」の授業で活用できる。この章の学習の目的は、「微生物の働きや自然環境を調べ、自然界における生物相互の関



第9図 附属小6年生の城山での野外実習に用いたワークシートの一頁

係や自然界のつり合いについて理解し、自然と人間のかかわり方について総合的に見たり考えたりすることができるようにする。(中学校学習指導要領より引用)」である。そしてここでの主なねらいは、「微生物の働きや自然環境を調べることを基に資料も用いながら自然界における生物のつり合いや自然環境の変化の様子を理解し、自然と人間とのかかわりについて多面的、総合的に考察させること(中学校学習指導要領より引用)」である。

この単元では、教科書に「地域の自然を調べよう」という題目で、身近な自然の恵みや自然災害について調べさせ、学習をさせる内容がある。「自然」や「環境」を学習するには、地域の自然環境を活用して、野外活動を授業に取り込み、実際に体験することによって生徒に興味を持たせ、学習をするのが良いと考えられる。しかし、中学校の理科の授業数との関係もあり、野外活動にのみ時間をかけるのは難しい。そこで、理科の授業では授業時間内に調査できる程度のいくつかの地点をピックアップして調査をおこない、授業内では調査できなかった地点の状態は、調査結果をもとにホームページの資料を参考にしながら考えていくことでその地点の状態について補う事ができる。そして、その作業を通して資料活用能力を養うことができる。

中学校の総合的な学習の授業でも、このホームページを参考にした授業をおこなうことができる。総合的な学習の時間の趣旨は、「各学校は、地域や学校、生徒の実態等に応じて、横断的・総合的な学習や生徒の興味・関心等に基づく学習など創意工夫を生かした教育活動を行うものとする。そして、総合的な学習の時間は、答申において、①各学校が創意工夫を生かした

特色ある教育活動を一層展開できるようにするための時間を確保する必要があること、②また、自ら学び自ら考える力などの〔生きる力〕をはぐくむために、既存の教科等の枠を超えた横断的・総合的な学習を実施できるような時間を確保する必要もある（中学校指導要領より引用）」である。そして、総合的な学習の時間のねらいは、「その時間で取り上げられる個々の課題について何らかの知識を身に付けることが目的ではなく、また、課題を具体的に解決することそのものに主たる目的があるのではない。この時間は、横断的・総合的な学習や生徒の興味・関心等に基づく学習などの過程を通じて、自ら課題を見つけ、自ら学び自ら考え、問題を解決する力などの〔生きる力〕を育てること、また、情報の集め方、調べ方、まとめ方、報告や発表・討論の仕方などの学び方やものの考え方を身につけ問題解決に向けての主体的、創造的な態度を育成すること（中学校指導要領より引用）」である。調査内容は理科の授業でおこなうことと同じだが、理科の授業より多く時間をかけることができるので、多くの地点で調査をすることができ、より詳しく川の状態を知ることができる。

同様に、小学校の総合的な学習の時間でも上記と同じ調査方法でこのホームページの教材を使用した学習ができ、地域の自然や環境について学ぶことができる。

2. 重信川の河原の石を題材にした理科教育資料

重信川河口に形成された砂嘴の部分には、波によって表面がきれいに洗われた石が多く堆積している（写真7）。採集した石の種類は、礫岩、砂岩、泥岩などの堆積岩と、カコウ岩を主体とする。その他、安山岩などの火山岩が認められた。さらに、片麻岩やホルンフェルス、結晶片岩などの変成岩も観察できた。これらの多様な岩石のうち、3種類の堆積岩（礫岩、砂岩、泥岩）と2種類の火成岩（カコウ岩と安山岩）は、中学校理科第2分野の「大地のつくりと変化」の単元で扱うべき岩石として指導要領で取り上げられているものである。このように、重信川河口では、中学校理科で扱うすべての岩石を採集できる。通常、このような岩石標本は、市販されている岩石標本を利用するケースが多い。しかしながら、私たちが住む地域で、子どもたちが野外実習で自らの手で採集した岩石を標本（写真8）として作製できたならば、その教育効果は、おしきせの市販標本に較べて計り知れないものであることは容易に想像できる。

理科の野外実習場所を設定する場合、安全性は重要な要因となる。地質現象を扱う野外実習は、岩石や地層が観察できる露頭を利用することが理想的である。しかし、露頭は、落石などの危険を伴うことが多く、中学生レベルの野外実習を安全に行う場所を見つけることは非常に困難な場合が多い。その点、河原という場合は露頭に較べ、安全である。確かに、河原の石は上



第10図 附属小6年生の城山での野外実習に用いた教材・堆積物の粒度表。この図のような紙型を厚紙に張り、所定の場所に様々な粒度の砂や泥をボンドで貼り付けて作成した。

流から流れてきた転石という点で学術的価値は低い。しかしながら、多様な岩石標本が採集できるという利便性、安全性を考慮するならば、河原における理科の野外実習の活用は、教育的に非常に価値の高いものであるといえよう。

3. 松山城城山を題材とした理科教育資料

2002年6月下旬に行われた附属小学校6年生の野外実習で作成された、堆積物の粒度表とワークシートを第9図と第10図に示す。また、野外実習当日の観察風景を写真9, 10に掲げる。実習には、附属小学校の6年生全クラス(約120名)の生徒が参加した。引率の先生その他、愛媛大学教育学部からは、8名の学部生と大学院生が参加した。野外実習に先立って、あらかじめ観察する場所を事前調査し、選定した。観察場所には、先輩のみなさんがそれぞれ分担して待機し、班に分かれた児童が順番に観察地点を回る方式の実習形態で行われた。

まとめ：地域素材を活用することの教育効果について

昨年度から実施されている新学習指導要領では、地域の特色を生かし、地域や学校の実態及び、児童の実態に応じた授業作りが求められている。子どもたちは今まで、自分の生活する身近な地域とはかけ離れた世界を学習してきた。それは、広く日本各地に共通していることなので、どのパターンにも当てはまるという面から見ると、とても有効であると考えられていた。例えば、北海道で学んでいた子どもが沖縄へ転校しても、すぐに対応できるということだった。しかし、その学習内容の中に子どもたち自身が位置付けられていないという、学習内容の空洞化という問題が囁かれるようになった。学校で学習したことが生活に反映されない、机上の学習では問題が解けるのに、自分の問題になると解決する糸口を見つけることができない、などの問題が指摘されるようになった。そのような経緯から、新しい学習指導要領は特に地域性を強調している。子どもたちが普段、生活している社会や接している自然を教材として利用することで、子どもたちは、より学習内容に興味や関心を寄せることであろう。そして、自分自身をその中へ位置付けて、自分が生活している世の中のサイクルや自分が直接的・間接的に影響を与えている自然環境について、より深く学習することができる。そして、最も重要と考えられている、これからの自分はどうかあるべきなのかということを考える機会にもなるであろう。

また、私たちは今回、ホームページに水質やゴミの調査結果を、イラストを交えて載せたが、子どもたちが、それをただ探してまとめるというのではなく、それを参考にして、実際に体験・活動をしてほしい。「ゴミを拾った人間は二度とゴミを捨てない」という言葉があるが、実践してこそ、子どもたちのその後の考え方や生き方は育つと考えられる。

今回のプロジェクトで達成できていないことは、この教材を使っただけの実践ができていないということである。私たち学生が考えた教材を現場の教師はどのように考えればいいのか。また、実際に、子どもたちがホームページを見て、どのような反応をするのか。もっと詳しく学びたいという気持ちが芽生えるのか。

このプロジェクトとは別に、松山市の公立の小学校や中学校の教師と話しをする機会があった。その時に伺ったのは、現場の教師は大学のサポートを求めているということである。総合的な学習の時間で、専門的な内容を子供たちに分かりやすく話しをしたり、グループ活動の

際、各グループに一人ずつ、学生がサポートに付いたりするなどして欲しいとのことだった。また、大学関係者がいるだけで、子どもたちの学習態度や意欲が、見違えるほど変わるそうである。そういう面から見ても、私たち学生が教育現場に支援できることはいくらかでもあると考えられる。以上のような事から、教育現場と大学側の連携をどのように行っていけば良いのかのいう事が今後の課題である。

謝 辞

本報告は、平成14年度四大学（島根・山口・愛媛・高知）間学生交流自主的・実践的研究プロジェクトで発表した内容をまとめたものである。研究を進めるうえで、理科教育講座の高橋治郎先生、渡邊重義先生には大変お世話になった。ここに謝意を表します。

