

環境学習の教材開発の視点（Ⅱ）

下野 洋*・小井土由光**

A View Point to Develop the Teaching Materials for Environmental Learning (Ⅱ)

Hiroshi Shimono* and Yoshimitsu Koido**

要 旨

新しく改正された教育基本法（2006,12）には、理科教育や環境教育と深くかかわる内容として「生命を尊び、自然を大切に、環境の保全に寄与する態度を養う」ことが明記されている。これら生命尊重、自然保護、環境保全に向けて、豊かな感性・心情の育成を図るために、自然体験活動や自分の意思決定と活動に赴くための知識・技能を育むことが求められる。本稿では、日常生活と深く関わる自然環境の科学的な理解を通して、自然を愛し、大切にすることを育む環境学習向けの教材を開発する上での視点を事例とともに示す。その視点は、「科学的素養の育成」、「学習指導要領（理科）における「地球」の基本的な概念の育成」、「環境教育の目標に基づく自然環境の見方考え方の育成」の立場から提示したものである。

キーワード：小・中学校，理科教育，環境学習，「地球」の基本概念，科学的素養，

Keywords：primary school, secondary school, science education, environmental learning, concept of earth in course of study, scientific knowledge

1. はじめに

今日の高度な科学技術・情報化社会を一層進展させていくためには、科学技術の後継者を育成するとともに、それらの重要性を理解する“シンバ”を育てることが重要である。いっぽう、21世紀は環境の時代とも言われ、そこでは地球人としての科学的リテラシー、とりわけ「地球環境」についての科学的な見方・考え方を身につけていることがますます必要とされている。環境問題の多くが「地球環境」と人類との関わり合いの中で生じており、その問題解決のためには「地球環境」の基本的事項を理解し、その科学的な視点を備えておくことが重要となる。それらは、環境問題を理解する一助となるだけでなく、科学的表現力を高め、日常生活を生き抜く力ともなる。

なお、本稿は、2010年10月2日に『ネットワーク大学コンソーシアム岐阜』の公開講座（於：アクティブG）で講演した内容に加筆したものである。

2. 地学の学習を通しての科学的素養の育成

「地球環境」の学習では、天文学、気象学、地質学、地球物理学、海洋学などの地学領域における基礎的な理解が必要であり、同時に、地学領域における次に挙げられるような特徴に基づいて学習する意義を理解させる必要もある。

* 岐阜女子大学 * Gifu Women's University

**岐阜大学教育学部 **Faculty of Education, Gifu University

(1) 日常生活の中で役立つ科学

世界的にみても、鉱物資源やエネルギー資源の開発は人類にとって重要な課題であり、それらを支えてきたのは地質学である。また、火山や地震の活動、台風や集中豪雨などから人命と財産を守る上で、地質学、地球物理学、気象学などの研究成果が大きな貢献をしている（佐藤，1996）。同時に、人類は自然からの多様な恩恵を受けており、これらを将来にわたって持続させるためには、地学領域の内容が大きな支えとなっていくはずである。

(2) 地学特有の科学的な見方・考え方

火山や地震の現象はいくつかの物理的な要素に分けられるが、これらの現象の原因や活動の予測は、単に要素に分けてみても理解できず、互いの関連を大きな空間と長い時間経過のもとで解き明かしていく必要がある。また、化学では均質な物質を取り上げることが普通であるが、地球を構成している岩石類は多様であり、それぞれの岩石が複雑系をなす。こうしたシステムを解き明かそうとする視点は地学領域に特有のものであり、野外観察に基づいて総合的で歴史的な科学的思考が求められる。フランスの前期中等教育コレージュでは、こうした見方や考え方を育成するために、地質学だけを限定して履修させていた（下野，1985）。

(3) 地球環境を理解する基礎的分野

地球環境においては、例えば、エネルギー資源の枯渇、森林の伐採、砂漠化、海洋や大気汚染、オゾン層の破壊、地球の温暖化など、地球規模でその問題解決に取り組まなければならない課題をかかえている。こうした課題は人間と自然との関わりを理解しなければ解決していかない。そのためには、身近な景観や岩石、川、大気などの地学的素材を活用して問題解決的な学習を行う必要があり、その過程で望ましい自然観や倫理観を身につけていくことが可能となる。

3. 学習指導要領（理科）における「地球」の基本的な概念の育成

地学領域の学習内容は、基本的には児童生徒の周りに存在する大地、天気、地球・月・太陽・金星、星などである。これらの事象について、それらの仕組み、変化の過程、将来の予測などを分かりやすく説明し、興味・関心を持たせながら事象の見方・考え方、調べ方などを理解させることが重要となる。2012年度から完全実施される新学習指導要領（理科）においては、小学校理科の領域構成を、児童の学び方の特性や中学校との接続を考慮して、現行の「生物とその環境」、「物質とエネルギー」、「地球と宇宙」を改め、新しく「物質・エネルギー」、「生命・地球」の2つに整理された。それらのうち「地球」にかかわる基本的概念としては以下のような項目が挙げられ、従来からの見方に加えて、システムとしてとらえる地球、地球規模での環境問題への対応、地学リテラシーの育成、総合的な自然観の育成を図る観点などに基づいて考えていく必要がある。

- ①システムの概念：水、大地、氷、大気、生物などが相互に作用しあっているシステムとして地球をとらえる（五島・下野，1996）。
- ②時間・空間概念：地球環境は46億年という長大な時間経過とともに変遷し続けており、微視的なものから巨視的なものまでさまざまな広がりをもつ。こうした理解に基づき、地球の仕組みやそこでの振舞いを認識する必要がある（全国理科センター研究協議会，1973）。
- ③循環の概念：地球上における物質の循環、太陽からのエネルギーの流れは、自然環境や社会環境を理解するために重要である。人間や生物が利用しているさまざまな物質やエネルギーは、変化する過程あるいは循環する過程で環境と密接に関わっている（東京都立教育研究所科学研究部，1994）。
- ④平衡の概念：自然界では、地球の平坦化作用、物質循環、エネルギーの流れなど、さまざまな平衡が保たれている。こうした平衡状態が、生物や人間の働きかけにより崩れることを理解しておくことが自然災害や環境問題を考えるとき重要となる。

- ⑤有限性の概念：地球上に存在する化石燃料，有用鉱物などは人間の生活にとってきわめて重要なものであるが，これらが有限であることを認識し，その有効利用を考えることが重要となる。
- ⑥閉鎖系の概念：人間は，自然界から食料，燃料などの資源を得て，不要となったものをごみとして自然界に放出している。人間は，自然界という閉鎖系の中で生活しており，そこで生じたことはその中で処理をする必要があることを認識する必要がある（東京都立教育研究所科学研究部，1994）。
- ⑦生態系の概念：生物とそれを取巻く土壌，水，大気，太陽光などの非生物的環境との間の相互関係からなる自然のシステムを「生態系」といい，それは微妙なバランスの上に成り立っている（国立教育政策研究所，2007）。
- ⑧保全の概念：自然に手を加えずに保存するのではなく，自然の状態を調べ，適切に手を加えながら管理することによって積極的に自然を保護しようとする考え方である。自然と人間が持続可能な関係を保ちつつ，生活していくことが求められる（国立教育政策研究所，2007）。

4. 環境教育の目標に基づく自然環境の見方・考え方の育成

1975年の国際環境教育会議で採択された「ベオグラード憲章」には，次の6項目の目標が示されている。

- ①関心：全環境とそれにかかわる問題に対する関心と感受性を身につけること。
- ②知識：全環境とそれにかかわる問題及び人間の環境に対する厳しい責任や使命についての基本的な理解を身につけること。
- ③態度：社会的価値や環境に対する強い感受性，環境の保護と改善に積極的に参加する意欲などを身につけること。
- ④技能：環境問題を解決するための技能を身につけること。
- ⑤評価能力：環境状況の測定や教育のプログラムを生態学的・政治的・経済的・社会的・美的・その他の教育的見地にたって評価できること。
- ⑥参加：環境問題を解決するための行動を確実にするために，環境問題に関する責任と事態の緊急性についての認識を深めること。

その後，わが国では環境保全の意欲の増進及び環境教育の推進に関する基本的な方針の中で，「環境教育の目指す人間像」として「環境教育については，知識の取得や理解にとどまらず，自ら行動する人材をはぐくむことが大切です。環境教育を通じて，人間と環境との関わりについての正しい認識に立ち，自らの責任ある行動をもって，持続可能な社会づくりに主体的に参画できる人材を育成することを目指します。こうした人材は，家庭や地域社会の一員として責任を持って環境に配慮した生活や活動を進め，また，事業又は仕事として環境問題に積極的に取り組むことが期待されます。」と明示している（国立教育政策研究所，2007）。

こうした環境教育の目標・目的に沿って環境学習の素材を考えると，以下のようにまとめられる。

①子どもの目線に立つ（関心）

野外で実物を観察したり体験したりする際に，子どもの目線に立って，その感性に訴えやすい事象，感動を覚えるような事象，不思議さを追究したくなるような事象などを選定する必要がある。地域の自然の事象を取り上げ，その美しさや精妙さに驚き，問題意識をもって学習に取り組めるような教材化を図ることが最も基本的なことである。

②地域の自然環境や社会環境を知る（知識）

現在の理科教育の教材の多くは，自然科学の学問体系に沿った内容で構成されており，場合によっては抽象的に展開されて児童生徒には理解しにくいものになるおそれがある。学習者の発達段階にもよるが，身近な自然の事象を総合的に学習できるようにしておかないと，結果的に知識を暗記す

るだけの学習になってしまう。

③自然環境への関心を持ち、環境に対する感性を高める（態度）

児童生徒を取り巻く自然環境や社会環境への関心を喚起し、環境に対する感覚や感性を磨き、美しい自然の景観や生物の巧みなつくりを知ることにより、自然や生き物に対する思いやりをもつ心、郷土を愛する心を育てることも重要である。

④地域環境と関わる基礎的な技法を習得する（技能）

地域の環境を理解するにあたっては、その観察方法を学習し、基礎的な調査の仕方を習得し、まとめ方を身に付けることが必要となる。地域の環境と関わる内容の場合には、異年齢集団や地域の集会などで発表し、意見交流の場を持つことや多くの先人の努力・工夫によって地域の生活が成り立っていることを理解するような学習も心がける必要がある。

⑤価値観・倫理観を育成する（評価）

具体的な事象の観察や調査を通して、人間生活が自然に対してさまざまな影響を与え、人間の働きかけが自然にどのような負荷を与えているかなどを考えられるようにすることが重要である。その負荷を軽減または除去するために自分たちには何ができるかを考えながら、自然に対する価値観や倫理観を育成するようしていく必要がある。そこでは、人間と地球上の生物が共存、共生を図ることの重要性を認識していることが求められる。

⑥自然保護や環境保全についての取り組みを理解すること（参加）

環境学習は、各教科、特別活動、学校単位、異年齢集団、学校外との関わりなどの体験的活動を通して進められる必要があり、その際、環境保全や資源、エネルギー対策についてのさまざまな取り組みへの理解、行動、参加を図るようにすることが重要である。

⑦学校外施設等の利用や人材を活用すること（行動）

環境学習は、博物館などの諸施設を活用することで、子どもたちの知識理解の面だけでなく、行動や参加の場面を広げることが重要となる。また、地域のさまざまな職業の専門家や古老などの体験談あるいは職場見学を取り入れることも、行動・参加への意欲をいっそう増すことにつながる。環境学習では、先ず身近な自然を観察し、そこでの感性を身につけることから出発し、少しずつ問題の存在に気づき、その解決に向けて自分で実践していくことが求められる。

5. 素材の教材化

ここでは、前述の3点にわたる育成を図る観点から、素材の教材化を行う事例を提示する。

(1) 川面に発生した霧

犬山市と各務原市鷯沼町の間を流れる木曾川において発生した川霧を例に挙げる。5月初旬に温暖前線が通過中に川面に発生した霧は、30分ほどの間に発生と消滅を数回繰り返していた（図1、図2）。

①課題設定：川面に霧が発生する理由を考えてみる。

霧は空気中の水蒸気が凝結してできたものである。図1から霧は川面だけに発生しており、その厚さは4～5m程度で、霧は画面左（南）から右（北）に向かって移動している。5月上旬であるから、木曾川上流からは雪解け水が供給されており、川面を渡る温暖前線の暖気が冷たい河川水に触れたことで霧となったと考えられる。霧の消長が繰り返されるのは、暖気の断続的な供給が原因と思われる。

②教材開発の視点：科学的素養の育成、時間・空間の概念、システムとしてのとらえ方、環境への関心、環境問題との関わりなど

子どもたちが認識できる時間や空間の概念は、その発達段階や経験の度合いによってさまざまであるが、この事例程度の規模は中学生であれば十分認識できるはずである。さらには、静止画像を動画にできれば、霧の消長をもっと理解しやすいものにするであろう。このような事例を契

機として日ごろ似たような現象に関心をもち、身近に見る機会の多い霧がどのように発生しているかを考えてみるとよい。酸性雨とともに酸性霧も環境問題の一つであり、霧の発生を環境問題とのかかわりで学習することも考えられる。



図1 木曾川の川面に発生した霧



図2 図1の霧が消えた情景

（2）川の上流の景観

川の上流を示す例として、長良川の源流近くにある「夫婦滝」の景観とその200mほど下流の景観をそれぞれ図3と図4に示す。

①課題設定：河川上流の景観の特徴を把握する。

図3では滝がかかるような急な崖が存在し、図4では大きな礫があり、水量は少なく、水は澄んできれいであることなどが分かる。

②教材開発の視点：地域の自然環境への関心、美しさや偉大さなどの感性、上流の景観からの問題意識、水循環の概念の習得、時間・空間概念の習得、中学生であれば風化・浸食作用など自然界の平衡概念の探究

小学校理科では、川の上・中・下流の景観やそれぞれの流域での川の働きなどを学習する。教科書では典型的な景観が写真で示され、川の働きの原則的な記述がなされているが、流域ごとの詳しい情報までは掲載されていない。ここでは、地域の川の実際に触れることにより、その川の自然環境に関心をもつことをねらいとする。それは、流域ごとにさまざまな美しい景観があり、教科書では読み取ることができなかった多様な自然環境の様子があることを知り、実際に体験し調べてみたいという意欲を持たせることに貢献できると思われる。この写真のほかに、現地の海拔高度や周囲の植生、季節ごとの気温や水温などの情報を付け加えることでも、自分たちの居住地の状況と比較して上流部の自然環境の特徴をとらえることができよう。小学校高学年であれば、下流部でみられる礫と同じものを上流部で見いだすことで、地形図などの情報を与えれば、それらの運搬経路とその旅路での変化の様子を考えさせることができよう。



図3 長良川源流近くの「夫婦滝」の景観



図4 図3のすぐ下流付近の景観

(3) 自然環境の保全

自然環境の保全という課題の例として、高山市荘川町の山中峠（海拔1375m）にある湿原において雪解けとともに咲きそろったミズバショウの群生地と開花したミズバショウをそれぞれ図5と図6に示す。

①課題の設定：ミズバショウ群生地における自然環境の保全について考える。

ミズバショウはきれいな湧水の湿地に生育し、山中峠では春の連休ごろに開花し、岐阜県の天然記念物に指定され、手厚く保護されている。

②教材開発の視点：地域の自然環境への関心・理解，ミズバショウの生育環境，システムとしてのとらえ方，価値観・倫理観の育成，自然環境保全への取組みの理解，博物館など学校外施設の活用

ここが標高1400mほどの高地にあり、集落から遠く離れ、澄んだ空気と絶えずきれいな湧き水が供給される湿地であることが、ミズバショウの生育にとって最良の環境となっている。こうした条件が整っていれば、ミズバショウは今後もその種を保持できるはずであるから、天然記念物に指定されて手厚く保護されている背景を考えさせることが大切となる。その生育環境が汚染されていない自然環境の指標でもあることに気づかせることも重要となる。同時に、この場所にはすぐ近くまで自動車が入れるため、排気ガス、見学者の持ち込むゴミ、群生地周辺への立ち入りなどの問題があり、環境改変などの影響も心配されており、自然環境の価値とそれを保護していく際の倫理観を考えていく事例にもなる。岐阜県といった地域性のある事象に関しては、その地域の博物館等であれば展示物、収蔵物あるいはその情報をもっているはずであるから、そうした施設を利用すれば的確な事前学習が可能であろう。



図5 高山市荘川町の山中峠のミズバショウ群生地



図6 開花したミズバショウ

(4) 科学技術と人間及び人間と自然

科学技術と人間のかかわりを示す事例として、わが国の多くの鉄道でこれまでに使われてきた軌道と現在の東海道新幹線で使われている軌道をそれぞれ図7と図8に示す。

①課題の設定：二つの軌道を比較し、科学技術と人間及び自然と人間との関わり方を考える。

最近では、新幹線以外の鉄道においても、新幹線の軌道と同じような材料を使用した軌道が増えている。

②教材開発の視点：日常生活における地学の有用性，有限性の概念，地球環境の理解，自然環境の保護，博物館など学校外施設の活用

二つの軌道で使われている材料を比較すると、枕木が木製からコンクリート製に替わっており、敷石が川原で見られる丸い礫から角のある黒色の礫に替わっている。その変化が科学技術及び自然環境（資源）という観点とどのように関わっているかを考えておく必要がある。コンクリート製の枕木や黒色の角のある礫は高速の列車における安全性と快適性の保持に役立っているはずで

ある。さらに、木製の枕木に適した材料を国内で多量に供給することができなくなり、川原から採取していた丸い礫は川の機能を損なうおそれがあるなどの理由から採取できなくなり、固い岩石で構成されている山からの碎石を利用せざるを得なくなっていることが挙げられる。このように、木材、岩石とも資源の不足と環境の保護という観点、安全性と利便性の確保という観点からこのような事態に変わってきたことになる。また、礫は海岸にも存在するが、それらが建築材料として利用されてこなかった理由を考へてみることも自然の見方や考え方を広げる上で意味のあることであろう。いっぽう、山の岩石が使われるようになったが、それらは美濃帯堆積岩類の砂岩や石灰岩、手取層群の砂岩、濃飛流紋岩などであり、いずれも硬くてほぼ均質なものであり、建築材料としては優れたものである。このような資源を利用するにあつては地学の知識とそれに基づいて開発された技術が世の中の役に立っていることが分かる。



図7 東海道線（在来線）の軌道



図8 東海道新幹線の軌道

（5）身近な自然環境調査

身近な自然環境の調査の例として、小学生が学校近くを流れる川で水生昆虫を採集し、その観察をしている様子と長良川の川原で小・中学校の教師が川原の礫を分類する活動をしている様子をそれぞれ図9と図10に示す。

①課題の設定：水生昆虫を採集する活動を通して、その形態的特徴をもとに仲間分けを行い、その生活環境について考える。また、川原の礫を分類するにあたり、子どもの目線に立った活動を工夫し、分類の基準になるものを探し出す。

②教材開発の視点：地域環境への関心、自然環境の調べ方の修得、生態系や物質循環、平衡概念の理解

身近な自然の調査に当たっては、例えば次のような手順が考えられる。

1) 調査・観察・実験の計画



図9 学校周辺の川における水生昆虫の観察



図10 教師による川原の礫の分類

- ア 野外での調査・活動を基本とする
 - イ 環境の質だけでなく時系列変化を調査できる配慮をする
 - ウ 空中写真や衛星画像などを用いる
 - エ 環境を判断するためには数量化（個数，面積など）を図る
- 2) 情報収集と処理
- ア 手作業を主とし，情報の処理には図表の工夫をする
 - イ 環境を把握するためには，スケッチや地図化が有効である
 - ウ コンピュータを用いてデータの集積，図表を作成することも効果的である
 - エ 野帳（スケッチブック・方眼入り），色鉛筆などを携帯する
- 3) 科学的な考察
- ア 環境の特性を把握するためには他との比較をすることが有効である
 - イ 観察・調査の結果（図・表など）から仮説を立ててみる
 - ウ 事実と推論を区別する
- 4) コミュニケーション
- ア 調査の経過や結果について互いに意見の交流を行う
 - イ その際，図表やスケッチなども利用すると効果的である
- 5) まとめ方
- ア できるだけ箇条書きでまとめる
 - イ 調査・研究は完結しなくても探究の経過こそが大切なことである
 - ウ 調査・研究活動に成就感がもてるようにする
- 6) 発表
- ア 調査・研究の内容を第三者に分かりやすく伝える
 - イ ポスターなど発表の工夫ができる
 - ウ 簡単な視聴覚機器を使用することができる

6. おわりに

本稿では，理科における環境学習の教材化を図るにあたって，その理論的背景として「科学的素養の育成」，「学習指導要領（理科）の「地球」の基本的な概念の育成」，「環境教育の目標に基づく自然環境の見方」について内容を解説し，それらを教材開発の視点としていくつかの事例を挙げて説明した。環境学習で取り上げる事例は，子どもたちに身近な地域の自然環境を題材とし，その意欲的な取り組みを通して地域の環境を理解し，そこから周辺や地球規模まで広げていくことが望ましいと考えられる。環境学習では，「教え込む」ことより「考えさせる」ことを軸にした展開が期待される。

参考文献

- 中央教育審議会教育課程部会（2007）教育課程部会におけるこれまでの審議のまとめ，1-146.
- 国立教育政策研究所（2007）環境教育指導資料（小学校編），3-26.
- 五島政一・下野 洋（1996）アースシステム教育と野外学習，1996年日本科学教育学科20周年記念論文集，157-164.
- 佐藤 正（1996）地学を考える—学術会議地質学研連での討議から—，地学雑誌，105(6)，677.，
- 下野 洋（1985）教科書に見るフランス前期中等教育理科における地学的内容の特色（I），地学教育，38(5)，145-149.
- 下野 洋（1995）環境教育についての一つの提案，地学教育，48(3)，23-24.
- 下野 洋（1999）新教育課程における地学教育の課題，地学教育，52(3)，29.

環境学習の教材開発の視点（Ⅱ）

- 下野 洋（2000）地学の大切さと今後の地学教育の展開. 日本地学教育学会シンポジウム予稿集, 4-7.
- 下野 洋（2002）これから期待される地学内容の構成の視点. 理科ハンドブック I 「これからの理科授業実践への提案」日本理科教育学会編, 196-199, 東洋館出版社.
- 下野 洋（2004）地学教育における自然体験の取り上げ方—自然体験から問題解決的学習へ—. 地学教育, 57(4), 103-110.
- 下野 洋（2007）野外学習指導改善の一つの視点. 岐阜大学教育学部研究報告（自然科学）, 31巻, 71-80.
- 下野 洋（2008）地球環境の科学的理解を促すために. 『理科の教育』, 57(12), 11-14, 東洋館出版社.
- 下野 洋（2009）環境学習のあり方についての研究. 岐阜大学教育学部研究報告（自然科学）, 33巻, 65-75.
- 下野 洋・小井土由光（2010）環境学習の教材開発の視点. 岐阜大学教育学部研究報告（自然科学）, 34巻, 33-42.
- 東京都立教育研究所科学研究部（1994）理科における環境教育の基礎的研究 中学校編. 7-11.
- 全国理科センター研究協議会編（1973）地学教材の研究. 8-9, 東京書籍.

