

## 環境学習における科学的表現力の育成に関する研究

下野 洋\*・小井土由光\*\*

### A Study on Development of Scientific Expressive Power in Environmental Learning

Hiroshi Shimono\* and Yoshimitsu Koido\*\*

#### 要 旨

新学習指導要領では、言語活動と体験活動の融合が求められており、とりわけ言語活動の充実が各教科を貫く重要な改善事項の一つである。この言語活動は、豊かな感受性や論理的思考力の基礎を形成する自然体験活動を通して養われることが期待され、ここでは、中学校で実施した野外での環境学習の結果をもとに、科学的表現力を育成する観点からの検討を行った。

**キーワード**：中学校，環境学習，野外学習，科学的表現，理科教育

**Keywords**：secondary school, environmental learning, field work, scientific expressing, science education,

#### はじめに

科学的リテラシーの論述式問題における国際比較（2006年調査）によると、日本の生徒の正答率は多くの問題で50%以上であり、OECD平均より上位にある。しかし、同じ問題の無答率の占める割合についてみると、ほとんどの問題で他の国と比べて高くなっており、問題によってはそれが30～40%を占めている（国立教育政策研究所，2007）。このような無答率の高さは、課題を読み取る力が足りないことに加えて、科学的な知識や技能を組み合わせる考えた結果を表現する力を十分に備えていないことを示しているといえよう（下野・小井土，2012）。

このような状況を反映して、平成23年度から順次実施に移されている新学習指導要領では、教育内容の改善事項として各教科等を通して言語活動を充実させることが求められている。ここでは、実物に触れる自然体験活動を通して課題意識をもって事象を正確に観察し、考えた結果を表現させる習慣を身につけさせる学習指導

として、中学生が長良川流域で行った環境学習を例に科学的表現力の視点から実態の検討を試みる。

#### 環境学習の実践

##### 1. 学習のねらい

取り上げる環境学習は、科学技術振興機構からの補助金を得て、岐阜女子大学と岐阜県博物館が連携して関市立武芸川中学校で実施した「長良川の自然」の野外学習（平成23年度実施）である。この野外学習では、地域を代表する長良川を題材に、その景観、流れる水の働き、水生昆虫の観察など、身近な自然を体験的、探究的な学習活動を通して理解させることを目指している。また、岐阜県博物館における調べ活動により長良川の全体像や野外学習での課題解決をするための情報を得ることで、新学習指導要領で求められている科学的な思考力、表現力を育成する課題にも取り組んでいる。対象生徒数は53名である。

\* 岐阜女子大学

\* Gifu Women's University

\*\* 岐阜大学教育学部

\*\* Faculty of Education, Gifu University

## 2. 学習の概要

学習活動の全体の内容は以下の通りである。

### ① 事前学習（6月23日（木）；校内教室）

「川の働き～長良川の自然～」の授業予定を説明

### ② 第1回授業（6月29日（水）；関市側島（そばじま）地内の長良川河川敷）

川の景観、水の温度と流れの速さ、流路と河川敷の配列、河川敷における砂礫の分布の規則性、洪水の痕跡、洪水から集落を守る工夫などを観察し、ワークシートに沿って項目ごとに観察や測定の説明を行い、補助員の協力を得てデータ収集を行う。

### ③ 第2回授業（7月13日（水）；県博物館）

博物館の常設展示「郷土の長良川」を用いて、上・中・下流域での川の様子と各流域での流水の働きの調べ活動

### ④ 第3回授業：（9月15日（木）；校内教室）

博物館において調べたことをもとに側島のでき方の話し合い

### ⑤ 第4回授業：（9月27日（火）；郡上市高鷲町正が洞地内の長良川河床・蛭ヶ野高原）

「野外学習のしおり」に基づいて、河川敷の観察（中流部との比較・観察）、甌穴の観察（流水の働き）、カワゲラ・ウォッチング（水質）、火山岩の観察（火山の活動）、分水嶺の見学（河川の流れ方）、湿原と泥炭の観察（地層の堆積と湿原植物）を行ない、それらの中で友達に伝えたい事項を新聞形式でまとめる。

### ⑥ 事後学習：（10月18日（火）；校内教室）

各自が作成した「新聞記事」をもとにした観察内容の発表

### 学習結果の分析

生徒が作成した新聞記事から、「甌穴」と「水生昆虫」の2つのテーマについて、そこで使用された用語、情意的側面に関わる表現、体験学習・環境学習のねらいと行動目標の3つの観点から分析を試みた。

#### 1. 甌穴の観察

「野外学習のしおり」の中で次のような課題と資料が与えられた。

**課題1**：長良川の中流域にあたるこの川原では、

河床で地層が観察できます。いろいろな形の岩石が見えますが、その中に穴のあいた岩石（おう穴）が観察できます。これが「お姫井戸」といわれる岩です（図1）。この穴はどのようにしてできたのでしょうか。流れる水の働きとあわせて考えてみよう。

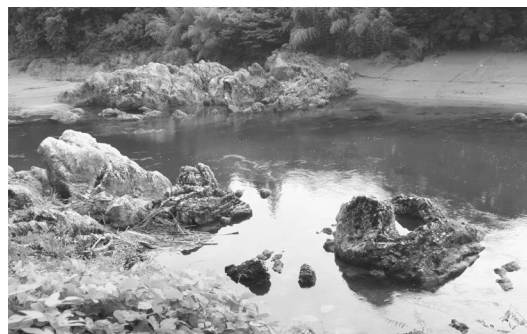


図1 お姫井戸

**課題2**：「あべまきの川原」でも穴があいている岩（おう穴）があります（図2）。「お姫井戸」も合わせてこの穴のでき方を考えてみよう。



図2 「あべまき川原」の甌穴

**資料**：おう穴（ポットホール）の説明（図3）

川底や川岸が硬い岩盤できている場合、表面に割れ目などの弱い部分があるとそこが水流

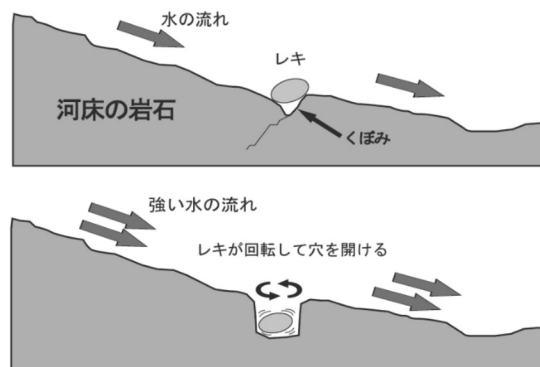


図3 甌穴のでき方

によってくぼみになりやすくなります。このくぼみの中にレキが入り込むと、うず流が発生し、レキが回転しながらくぼみに丸みを帯びた穴に拡大していきます。その後、川底が浸食の影響で下がり、おう穴のできた場所は水面より高くなると、おう穴が地表に見られるようになります。また、河床の地層の向きによってもおう穴のできやすさは変わります。（岐阜県博物館、2005）

### （１）用語についての分析

甌穴を取り上げた生徒は46名であり、それを記述した文章の中で、資料や図中に示してある用語と同じ用語を用いた延べ数を表1に示す。それに対して、生徒が独自に使用した用語の例を表2に示す。これらから、資料や図中に示してある用語を用いて表現している傾向が極めて強いことが読み取れる。

### （２）情意的側面に関わる表現

ここでは、岡本（2009）による自然体験や野外

表1 資料や図中の表記と同じ用語の使用数  
(延べ数)

| 用 語    | 使用数 |
|--------|-----|
| 穴      | 173 |
| レキ     | 82  |
| くぼみ    | 44  |
| 水の流れ   | 31  |
| レキが回転  | 16  |
| 強い水の流れ | 12  |
| おう穴    | 10  |
| 川底     | 10  |
| 河床の岩石  | 6   |

表2 生徒が独自に使用した用語 (延べ数)

| 用 語   | 使用数 |
|-------|-----|
| 穴が開いて | 22  |
| 川の流れ  | 20  |
| 洪水    | 10  |
| 丸い石   | 10  |
| 発生    | 7   |
| 自然    | 6   |
| 台風    | 4   |
| 石の真中  | 3   |
| ドリル   | 2   |

学習において表現される自然事象の情意的な側面にかかわる区分を利用して分析した。

生徒の記述のうち、「穴に石が入っている」、「すごい時間がかかった」などの“巧みさ”に関わる表記が12例あり、「水の流れを利用して穴をあけて」などの“力強さ”に関わる表記が13例見られた。甌穴の形成と関わって自然の巧みさや自然のエネルギーの大きさについて約半数の生徒がその素晴らしさを感じ取っている。

### （３）自然体験学習・環境学習のねらいの視点

ここでは、坂上・下野（2008）による「自然体験学習・環境学習のねらいと行動目標」（表3）に基づき分析を試みた。

#### ① 環境に対する感受性

自然の力強さ、巧みさ、偉大さなどの情意的な側面を記述しているものが25名おり、甌穴の中にレキが存在すること、レキと流水の働きで岩体が削られるという自然の力の大きさ、そこには長い年月の経過があったことなどを知って感動している。

例：「岩のところどころに穴があり、それは石が岩を削ってできることが分かりとてもびっくりした。すごい時間がかかっている穴だったのですごいと思った。おうけつは川の流れによって石がぐるぐる回り回りがけずられてできることを知って、自然はすごいと思った。」

#### ② 基本的な理解と観察結果の科学的整理

甌穴の存在自体に関心をもち、そのでき方を川の働きと関連付けながら文章を記述できているものが約半数の25名おり、資料の解説を参考にしているが、自分なりの記述ができている生徒が3割ほどいる。

例1：「ちょっとしたくぼみに引っかかったレキが強い水の流れて回転して、周りの岩を削り穴が開く。それが広がって大きな井戸のような穴を作る。長い日をかけて水の流れとレキだけであんなに大きな穴を作るなんてすごいと思ったしびっくりした。」

例2：「お姫井戸では岩に穴が開いていて、その穴は人や機械で掘ったのではなく川の流れの速さでけずられるということが分かった。石のくぼみに石が入って川の流れが速いほど石が回転してけずるのが速くなる。こうしてお

表3 自然体験学習・環境学習のねらいと行動目標（坂上・下野，2008を一部改変）

|   | ねらい                                  | 中学校 行動目標   |
|---|--------------------------------------|--|
| ① | 環境や環境問題に対する感受性を豊かにする                 | 自然体験等を通して自然の偉大さ、畏敬の念を感じ取ること                              |
| ② | 自然や環境に対する基本的な理解とその観察結果などを科学的に整理し表現する | 自然を「パターン」で捉えるなどして、自然事象のつくりや営み及びその変化を認識できるとともに科学的表現が高まること |
| ③ | 環境の保護・改善への意欲をもつ                      | 自然景観や文化遺産などに関心を持ち、その保護や改善への意欲をもつこと                       |
| ④ | 環境問題解決への技能を備える                       | 自然環境を調べる活動を通して因果関係・相互関係の把握、問題解決の方法の習得を図ること               |
| ⑤ | 環境の測定や評価に関心をもつ                       | 地域の自然環境の変化に気付きその変化が好ましいものかどうかを判断する拠り所をもつこと               |
| ⑥ | 環境問題解決への参加・行動ができる。                   | 当面の環境問題のおよその性質が理解でき、科学的な判断に基づき意思決定ができること                 |

姫井戸ができた。その穴に小さな石や川の水が入っていた。今はなめらかな川の流れでした。」

### ③ 環境の保護・改善への意欲

「お姫井戸」と周囲の自然景観に関心をもったものが19名いた。

例1：「あべまきには大きな岩に穴が開いている岩が多くあった。」

例2：「長良川の中流域に当たる河原では河床で地層が観察でき、いろいろな形の岩石が見られる。その中に穴の開いた岩石が見られる。これがお姫井戸と呼ばれる。お姫井戸は昔姫が入ったといわれる。」

### ④ 環境問題解決への技能

甌穴の形成に岩床、レキ、流水の働きがどのように関わっているかを説明できているものが32名おり、約6割の生徒が自然環境を調べる活動を通して、因果関係・相互関係の把握し、問題解決の方法の習得ができている。

例1：「石は川の流れで回転して穴をあける。たくさん岩に多くの穴が開いていた。川の流れのスピードや石の大きさ、形によって穴の大きさや形が変わってくると思った。」

例2：「穴が開いている岩（おう穴）がたくさんあり中に水がたくさんあった。そのおう穴の中には大きな丸い石が入っていた。このことから増水などによりくぼみか何かに石が入り石が回って岩を削っていったと考えられる。」

### ⑤ 環境の測定や評価への関心

地域の自然環境の変化に気づき、その変化が好ましいものかどうかを判断するよりどころをもつことと関わった記述はなかった。

### ⑥ 環境問題解決への参加・行動

当面の環境問題についておおよその性質が理解でき、科学的な判断に基づき意思決定ができることと関わった記述はなかった。

## 2. 水生昆虫の観察

「あべまきの川原」で採集した水生昆虫の種類や川の水質との関係を考えるという課題で、実際に水生昆虫の採集をして、岐阜県博物館が用意した「代表的な水生昆虫などとその水質指標図表」（表4）を見ながら観察を行った。

### （1）用語についての分析

水生昆虫を取り上げた生徒は47名であり、それらを記述した文章の中で、資料や図中に示してあるのと同じ用語を用いた延べ数を表5に示す。それに対して、生徒が独自に使用した用語の例を表6に示す。用語というよりは「きれい」という水質を示す表現が目立つものの、この課題においても資料や図中に示してある用語を用いて表現している傾向が極めて強いことが読み取れる。

### （2）情意的側面に関わる表現

岡本（2009）による情意面にかかわる区分に従うと、“巧みさ”と“美しさ”が10例，“不思議さ”が3例であり、水生昆虫が特定の環境と



表4 代表的な水生昆虫などとその水質指標  
(岐阜県博物館2007年発行を改変)

| 水 質    | 水生昆虫など    |
|--------|-----------|
| とてもきれい | ヒラタカゲロウ   |
|        | カワゲラ      |
|        | ヘビトンボ     |
|        | ナガレトビケラ   |
|        | ヤマトビケラ    |
|        | サワガニ      |
| きれい    | シマドジョウ    |
|        | コオニヤンマ    |
|        | オオシマトビケラ  |
|        | コガタシマトビケラ |
|        | ヒラタドロムシ   |
| きたない   | ゲンジボタル    |
|        | ヒ ル       |
| 大変きたない | アメリカザリガニ  |

表5 資料や図中の表記と同じ用語の使用数  
(延べ数)

| 用 語       | 使用数 |
|-----------|-----|
| きれい       | 113 |
| きれいな川 (水) | 63  |
| 水生昆虫      | 44  |
| 長良川       | 6   |
| 採集        | 5   |
| 種類        | 3   |
| 水質        | 3   |
| 水生昆虫の個別名  | 多数  |

表6 生徒が独自に使用した用語 (延べ数)

| 用 語         | 使用数 |
|-------------|-----|
| 虫           | 59  |
| 生き物 (生物)    | 34  |
| カワゲラ・ウォッチング | 27  |
| きたない        | 24  |

関わって生きていること、それを指標として水の汚れ具合が分かることに半数近くの生徒が感動している。

### (3) 自然体験学習・環境学習のねらいの視点

坂上・下野 (2008) に基づいて分析を行うと、以下のようなものである。

#### ① 環境に対する感受性

自然の美しさ、力強さ、巧みさ、偉大さなどの情意的側面を記述しているものが15例であり、

水生昆虫が住む環境を自らが選んでいること、採集した水生昆虫の多くがきれいな川に生息していることに驚きを感じている。

例1:「虫が自分で住むところを選んでいるなんてびっくりした。」

例2:「水生昆虫で、何がいるかによってその場所がどんな状態かわかるのですごいと思った。」

例3:「見つけた水生昆虫はどれもきれいな川に住む昆虫だったのでびっくりしたし、すごいと思った。」

#### ② 基本的な理解と観察結果の科学的整理

カワゲラ・ウォッチングに関心を持ち、水生昆虫と川の水質とを関連付けながら説明できているものが38例あり、約6割の生徒が環境によって生息する種類が異なることを理解し、実際に採集したものを指標としてその川の水質を判定するという一連の科学的作業をうまくこなしている。

例1:「あべまきの川原でカワゲラウォッチングをして、シマドジョウなどきれいな所にいる生物がいた。あべまきの川原はきれいだということが分かる。」

例2:「水生昆虫は、きれいな水に住むもの、汚い水に住むものがある。あべまきの川原少し汚い水に住むヒラタドロムシいたけど、それよりきれいな水に住むカワゲラがたくさんいたのでほとんどきれいな水だということが分かった。」

#### ③ 環境の保護・改善への意欲

水生昆虫と川の水質に関心を持ち、自然を守ることへの意欲を示したものが5例あった。

例1:「あべまきの川原や正が洞の川原は、両方もカワゲラやきれいな所にしか住まない生き物がいたのですごいし、川をきれいに、大切にしたいと思いました。」

例2:「あべまきの川原には、カワゲラ、ヘビトンボ、サワガニがいた。さらに、とてもきれいな川にしか住まない魚がいた。この川はきれいだということが分かった。僕はこのきれいな長良川をきたなくしないように二酸化炭素をあまり出さないように努力したいです。」

#### ④ 環境問題解決への技能

カワゲラ・ウォッチングにより川の水質を判

断する際、具体的な指標生物を挙げて説明することができているものが38例あり、甌穴の場合と同様に、約6割の生徒が問題解決の方法を習得しており、約半数の生徒が2ヶ所（中流と上流）のデータを比較しながら、いずれにおいて指標生物により「きれい」という結果を分かりやすく表記している。

例1：「ヒラタカゲロウは7匹いました。カワゲラは2匹、ナガトビケラは1匹でした。この紹介した生物は全部きれいな水にしかない生き物です。だから、2つの川両方ともきれいということが分かります。」

例2：「あべまきの川原で観察した水生昆虫は、カワゲラ、ヘビトンボ、サワガニ、ヤゴ、ヒラタドROMシなどの水生昆虫がいて、きれいな所にはカワゲラ、ヘビトンボ、サワガニなどの水生昆虫、きたない所にはヒラタドROMシなどの水生昆虫がいることが分かった。」

#### ⑤ 環境の測定や評価への関心

甌穴の場合と同様に、該当する記述はなかった。

#### ⑥ 環境問題解決への参加・行動

甌穴の場合と同様に、該当する記述はなかった。

### 考 察

上述の分析結果をもとに若干の考察を行う。

多くの生徒は、資料や図の用語を用いて文章を作成したと思われ、そのことは正しい用語を用いて学習するという面から大切なことである。それらの具体的な表記においては、資料等の文章を丸写ししているものはまれで、多くの生徒は実際の対象物を観察し、実物と対応させながら適切な用語を用いて記述している。このことは、体験による実感として甌穴のでき方を流水の働きと岩石との関わりにおいて理解していること、水生昆虫の実物に触れ、手作業をとまなう実体験を通じて自然に対する興味・関心が広がっていることに表れていると思われる。自然体験を取り入れた環境学習では、本物に触れることで情意面の刺激があり、それにより探究意欲が向上するだけでなく、具体的に調べたこと、分かったことなどが明確で、そのことが確かな

表現力につながるものと考えられる。また、実際に体験したことや感じたことを現地で記述することで、それらが後で記述する上で活用されている。さらに、「学習のしおり」を用意することにより、学習の手順が示されるだけでなく、分かりやすい資料・解説を付すことにより、それをモデルとして表現力を高めることにつながっていると思われる。すなわち、環境学習では、学習のねらいや目標をよく吟味し、学習内容を精選することが表現力を育成する上でも大切なことになる。

### 文 献

- 岐阜県博物館（2005）岐阜県博物館特別図録「名水・温泉・名勝—水と大地のハーモニー—」。
- 国立教育政策研究所（2007）生きるための知識と技能3. OECD生徒の学習到達度調査（PISA）2006年調査国際結果報告書，ぎょうせい，34-171。
- 岡本弥彦（2009）理科における「豊かな心」の育成。『理科の教育』，58巻，686号，10-13。
- 坂上寛一・下野 洋（2008）初等・中等教育における自然学習・環境学習の必要性—パターン把握による科学的自然理解と科学的表現力の向上—。星槎大学紀要『共生科学研究』，8号，38-53。
- 下野 洋・小井土由光（2012）理科における「調べる能力」を育成する視点。岐阜大学教育学部研究報告（自然科学），36巻，109-116。
- 下野 洋・松本香奈・西谷 徹・船戸 智・久保貴志・前島直明・高木 健（2012）大学・博物館・学校との連携学習—岐阜県博物館と連携した野外学習—。岐阜女子大学，『初等教育学研究報告』，1巻，13-28。