

中学校理科の生物分野への出前授業と考察

石井 照久

Practical examples and discussion in junior high school biological delivery classes

Teruhisa ISHII

Faculty of Education and Human Studies, Akita University, Akita

Abstract

Practical examples of the delivery class in junior high school biological education were reported. In 2006-2012, author did 13 times of delivery class in 5 junior high schools in Akita Prefecture. The contents of the delivery classes were “Observation of animals in river”, “Marine ecology”, “Ecological problems” and “cells and DNA”. In this report, these contents were discussed in regard to new course of education in Japan. Also, better delivery class in junior high school biological education is discussed.

Key words : delivery class, junior high school biological education, animals in river, cells and DNA, marine ecology, new course of education in Japan

はじめに

過去、学習指導要領は数回にわたり改訂されてきている。そして、この数年は、まさに学習指導要領の改訂による学習内容の大幅な変更の時期でもある。

平成14年度から全面実施されてきた中学校学習指導要領では、それ以前と比べ中学校での理科の授業時間がおおよそ2割減少していた(文部省,平成10年12月告示)。しかし、義務教育における学力の低下、学習離れ、理科離れをはじめとする様々な教育問題が噴出したため、文部科学省は学習指導要領を見直し、小学校では平成23年度から新学習指導要領を全面実施し、中学校では平成24年度の中学入学生から全面実施した(文部科学省,平成20年3月告示)。ただし中学校については、新学習指導要領の一部を平成21年度から前倒して実施した。

中学校理科の第1分野において、新規に追加されたのは第1学年「力とばねの伸び、質量と重さの違い」「水圧と浮力」「プラスチック」「粒子のモデル、質量パーセント濃度」「粒子のモデル、粒子の運動」、第2学年「電力量、熱量」「電子」「交流」、第3学年「力の合成・分解」「仕事率」「力学的エネルギーの保存」「水溶液とイオン」「熱の伝わり方、エネルギー変換の効率」「放射線」「科学技術の発展」「自然環境の保全と科学技術の利用」であり、第2分野では、第1学年「種子をつくらない植物

の仲間」「火山活動と火成岩」「断層・褶曲」、第2学年「無脊椎動物の仲間」「生物の変遷と進化」「水の循環」「日本の気象」、第3学年「遺伝の規則性と遺伝子」「月の運動と見え方、日食、月食」「銀河系の存在」「地球温暖化、外来種」「自然環境の保全と科学技術の利用(第1分野と共通)」である。また第3学年の第1分野の「科学技術の発展の過程、科学技術と人間生活とのかかわり」および第2分野の「自然の恵みと災害」が、それぞれ選択から必修となった。またいくつかの項目において、履修学年の変更があった。新学習指導要領では、理科の授業時数や指導内容の充実を図るとともに、観察・実験や自然体験、科学的な体験を一層充実する方向で改善を行っている。

著者は平成18年から平成24年にかけて延べ13回、秋田県内の5つの中学校の生徒を対象に出前授業等を行ってきた。今回、これらの出前授業等の実践内容を報告・検証するとともに、新学習指導要領で追加された学習項目との関連についても考察したい。さらに大学教員がどのように中学校の理科教育に関与すればいいのか、理想的な出前授業の内容とは何なのか、についても考察してみたい。

実践例

(1) 実施校, 対象生徒 (クラス数と人数), 実施日および担当時間

理科の出前授業等を行った実績を表1に示した。

出前授業等は, 秋田東中学校分, 平成22年から24年の岩見三内中学校分および横手清陵学院中学校分を除くと, 学校・大学パートナーシップ事業 (ただし名称が実施年によって多少異なっている) によって実施した。学校・大学パートナーシップ事業は, 平成17年から秋田

県教育委員会と秋田大学教育文化学部の連携によりスタートした (秋田大学教育文化学部大学・学校パートナーシップ実施委員会, 2007)。秋田東中学校分は, 「大学コンソーシアムあきた」による平成19年度中大連携事業により実施した。平成22年から24年までの岩見三内中学校分は, 秋田市教育委員会による「学校きらめきプラン」事業により実施した。平成22年度の横手清陵学院中学校分は, 当中学校2年生80名が秋田大学を訪問した際に模擬授業として実施したため, この授業だけは出前ではなく, 秋田大学内で実施した。

表1

実施校	対象生徒	実施日	担当時間
秋田市立岩見三内中学校	1-3年生合計64名	平成18年7月21日	約2時間40分
大仙市立西仙北東中学校	2年生2クラス75名	平成18年11月20日	50分を2コマ
秋田市立岩見三内中学校	1-3年生合計56名	平成19年8月27日	約2時間40分
秋田市立秋田東中学校	3年生5クラス188名	平成19年9月26日	130分
秋田市立岩見三内中学校	3年生1クラス16名	平成19年11月28日	50分を2コマ
大仙市立仙北中学校	3年生2クラス54名	平成20年7月16日	50分を2コマ
秋田市立岩見三内中学校	1-3年生合計56名	平成20年9月8日	約2時間40分
大仙市立仙北中学校	2年生2クラス62名	平成21年7月8日	50分を2コマ
秋田市立岩見三内中学校	1-3年生合計52名 (岩見三内小学校5年生16名も 現地(川)調査のみ同行)	平成21年8月26日	約2時間40分
秋田市立岩見三内中学校	1-3年生合計50名 (岩見三内小学校5年生10名も 現地(川)調査のみ同行)	平成22年8月27日	約2時間40分
秋田県立横手清陵学院中学校	2年生2クラス合計80名	平成22年11月16日	約60分
秋田市立岩見三内中学校	1-3年生合計50名 (岩見三内小学校5年生14名, 6年生10名も参加)	平成23年8月31日	約2時間40分
秋田市立岩見三内中学校	1-3年生合計38名 (岩見三内小学校5年生12名, 6年生14名も参加)	平成24年8月29日	約2時間40分

(2) 授業内容

5つの中学校で実践した内容は主に次の4つに分けられた。以下の授業内容で必要なものは, パソコン, 液晶プロジェクタ, スクリーン, 事務用の市販の海綿 (モクヨクカイメンの乾燥物), 生きたマボヤ, 市販のシラス干し, 黒画用紙, 竹串, ルーペ, シラス干しに混ざる動物の赤ちゃんのプリント, タマネギ, ブロッコリ, パナナ, 顕微鏡, スライドグラス, カバーグラス, 染色液, DNA抽出のための道具などである。

これらのうち, スクリーン, ルーペ, 顕微鏡は各実施校で準備していただき, それ以外はすべて著者が持参し

た。

① 川の生物観察会 (岩見三内中学校のみ) : まず, 川の生物の観察手順についてパソコン・液晶プロジェクタ・スクリーンを使って説明した。次に川に生息している生物と採集方法を解説した。川の生物の観察会は, 班単位で行ったが, 助っ人として同行した大学生がいる場合は, 大学生の自己紹介と担当班の紹介も行った (以上で約30分)。これらを中学校内で行った後, 採集道具・筆記用具など (採集道具は中学校側で準備) を持参し, 中学校の近く (徒歩10分以内) の岩見川, 三内川へ行った。現地では班ごとに, 著者が作成した

観察手順プリントに沿って、生物採集・観察・記録・リリースを行った(現地での活動時間はおよそ70分)。

② 海洋生態について(シラス干しを実際に観察する):

この内容は2コマに分けて行った場合と1コマで行った場合があった。2コマで行った場合、最初の1コマでは、生きたマボヤと事務用の市販の海綿(モクヨクカイメンの乾燥物)を持参し、生徒に提示し、実際に触ってもらった。(生きたマボヤを持参できた時とそうでない時があった。)そして、これらが海の生物(しかも動物)であることを話したのち、用意したパソコン内のスライドファイルで、その他の海の生物を紹介するとともに海洋生態系についても触れた。2コマ目では、市販のシラス干しが、カタクチイワシの子供をゆでて干したものであること、カタクチイワシの子供を目当てにして漁をすると、その他の動物の親や幼生が混じってとれることを解説した。そして、実際にシラス干しにどのような生物が混ざっているか、生徒自身に観察してもらった。1コマで行った場合は、事務用市販の海綿を生徒に提示し、実際に触ってもらい、その後、スライドファイルで海の生物の紹介と海洋生態系を説明した後、シラス干しを生徒自身に観察してもらった。2コマで実施する内容のうち、海の生物の紹介と海洋生態系の説明をいかにつまんで話して、なるべく生徒自身が活動する観察時間を確保するようにした。2コマで実施する場合よりも生徒の観察時間は短くなったが、30分程度の観察時間を確保できた。

③ 環境問題について(岩見三内中学校のみ):スライドで、筆者の研究室の研究から得られている、秋田県内の野生生物の異変についての紹介を行った。つぎにバイオ燃料について、地球温暖化や二酸化炭素排出の視点からみて解説した。

④ 細胞とDNAの授業:この内容は2コマ続きで行った場合と、1コマ単独で行った場合の2通りあった。まず2コマ続きで行った場合について説明をする。2コマ続きの1コマ目では、DNAや細胞について解説した。ある時は実際にバナナの細胞を生徒に観察してもらって、細胞の理解を深めた。2コマ目では、解説されたDNAを実際に自分たちの手で取り出してもらったDNA抽出体験を行った。班単位で、タマネギ、ブロッコリあるいはバナナからDNAを抽出してもらい、抽出したDNAを目で観察し、さらにマイクロチューブにつめてもらいお土産として持ちかえってもらった。1コマ単独で行った場合は、2コマ続きの場合の2コマ目の授業内容に少しDNAの解説を加えて

実施した。

(3) 各中学校での実際の実践内容

岩見三内中学校での川の生物観察会(約2時間40分)(7回実施):平成18(2006)年から平成24(2012)年まで毎年1回(合計7回)実施した。平成21年と22年の観察会では、川での現地調査の部分のみ岩見三内小学校の5年生がそれぞれ参加した。また、平成23年と24年の観察会では、岩見三内小学校の5年生と6年生が最初から参加した。これは、岩見三内小学校と岩見三内中学校が平成23年度から小中一貫校となったことにより、小学生が中学生と一緒に活動できる体制が整ったことによる。

西仙北東中学校での実践1コマ目(50分):生きたマボヤと事務用の市販の海綿(モクヨクカイメンの乾燥物)を持参して提示した。その後、海の生き物と海洋生態系の話を行った。

2コマ目(50分):シラス干しに混ざってとれる海洋生物の観察会を行った。

秋田東中学校での実践の1コマ目(約60分):事務用の市販の海綿(モクヨクカイメンの乾燥物)を持参して提示した。その後、海の生き物と海洋生態系の話を行った。

2コマ目(約60分):シラス干しに混ざってとれる海洋生物の観察会を行った。これに先立ち、どのような生物がシラス干しに混ざってとれるか、中学生には、班ごとに仮説をたてて発表してもらった。観察会では、その仮説を検証するためにどのように観察をしたらいいかを考えながら観察を行ってもらい、観察会后、班ごとに仮説を検証してもらい発表してもらった。

岩見三内中学校での環境問題の授業(50分):スライドにより、県内の生物の異変についてとバイオ燃料について解説した。

2コマ目(50分)は、DNAの抽出体験実験:ブロッコリからDNAを生徒自身に抽出してもらい、抽出したDNAを観察した。この際、DNAについても簡単に解説をした。さらにマイクロチューブに入れてDNAを持ち帰ってもらった。

平成20(2008)年の仙北中学校での実践の1コマ目(50分):DNAや細胞について、詳しい解説を行った。遺伝子組み換え食品についても触れた。

2コマ目(50分):ブロッコリかタマネギからDNAを

抽出してもらった。班ごとにどちらかの材料を用いて抽出体験を行った。抽出できたDNAを観察した後、各自マイクロチューブにDNAをつめて持ち帰ってもらった。

平成21(2009)年の仙北中学校での実践の1コマ目(50分)：DNAや細胞について、簡単に解説を行った後、班ごとにバナナの細胞を観察してもらった。著者が現地で生徒の目の前で作成したバナナのプレパレートそのまま観察するのと、酢酸カーミンという染色液で核(DNAのある部分)を染めて観察する、という2通りを行った。この時、班ごとに顕微鏡を学校側に用意してもらった。
2コマ目(50分)：班ごとにバナナからのDNA抽出体験を行った。抽出できたバナナDNAを観察した後、各自マイクロチューブにDNAをつめて持ち帰ってもらった。

横手清陵学院中学校への模擬授業(60分)：市販の海綿(モクヨクカイメンの乾燥物)を提示した。その後、海の生き物と海洋生態系の話を行った。そして、シラス干しに混ざってとれる海洋生物の観察会を行った。

実践結果

各内容における生徒の反応など

岩見三内中学校での川の生物観察会：平成18(2006)年に学校・大学パートナーシップ事業で初めて川の生物観察会の依頼があった。依頼校の先生に問い合わせた結果、学校のすぐ裏に、岩見川と三内川という、清流があり、前年度から川の生物を調査している、とのことであった。さらに18年度は岩見川と三内川を生物相から詳しく比較調査したい、とのことであった。川の生物観察会は、中学校をあげて取り組んでいて、日程は夏休みに入る前か、夏休み明けであった。過去7回実施のうち、雨などにより当初予定の日程から4回が実施日の変更をよぎなくされたが、変更後も夏休み明けであったため、生徒たちは活発に取り組んでくれた。実際に川に行く前に行った解説も熱心に聞いてくれた。また現地での採集は、実施日の天候のよさ(曇りの年もあったが)と川の水温のちょうどよい温かさ(冷たくて気持ちよい)のため、多くの生徒が膝くらいまで川に浸かって夢中に採集をしていた。また現地での活動時間の終了が近づいても、もっとやりたい、という声が多かった。生徒たちは、この例年の夏休み前後の川の生物観察会をととても楽しみにしているようであった。岩見川、三内川、ともに学校近くを流れる川で、たとえば簡単に川で見つからないヘビトン

ボの幼虫なども容易に見られる清流である。

西仙北東中学校での実践1コマ目(50分)：生きたマボヤを生徒に提示して、じかに触ってもらうと、最初はためらって消極的であったが、次第に慣れて触っていた。また事務用の市販の海綿(モクヨクカイメンの乾燥物)も触ってもらった。これらのものが、動物で、しかも海に生息していることを説明すると、皆、驚いた様子だった。その後、海の生き物を、用意したスライド画像で提示すると、提示した生物に見入っていた生徒が多かった。この時、動物門の概念も説明した。

2コマ目(50分)：シラス干しに混ざってとれる海洋生物の観察会では、シラス干しを各自観察してもらい、混じっているものを探し出していた。観察中に、わっといった歓声があがったり、これ何ですかの質問があたり、と積極的に観察を行っていた。

秋田東中学校での実践の1コマ目(約60分)：中学校3年生全クラスを体育館に集めて実施した。全5クラス総計188名で実施した。まず事務用の市販の海綿(モクヨクカイメンの乾燥物)を触ってもらった。そしてこれが何なのか、生き物なのかそうでないのか、考えてもらった。その後、これが動物の乾いたもので、スポンジの原型で、海に生息していることを説明すると、皆、驚いた様子だった。その後、海の生き物を、用意したスライド画像で提示すると、ほとんどの生徒が一生懸命見てくれた。さらに海洋生態系について説明を行うと、さすがに3年生の9月の時点であるのか、皆、よく理解してくれた。また動物門の概念の説明も行った。

2コマ目(約60分)：シラス干しに混ざってとれる海洋生物の観察会では、まずシラス干しにいろいろな動物が混じっていることを説明した。そしてどのような生物がシラス干しに混ざってとれるか、などについて中学生には班ごとに仮説をたてて発表してもらった。中学生からは、「産地が違くとプランクトンの種類が違う」「産地によって2番目に多い生物は違う」「2番目に多いのは節足動物門である」といった仮説が挙げられた。観察会では、その仮説を検証するためにどのように観察をしたらいいかを考えながら観察を行ってもらった。活動は、班ごとに協力して行うスタイルをとったが、各自一生懸命観察していた。またある班では、シラス干しを食べつくしていた。鮮度がよく食べても大丈夫なものを提供していて衛生面での心配はないので、食べたい生徒には食べてもよい、と話していたのである。ただし、解析に必要なものは食べないように、と念を押しておいた。西仙北東中学校での実践同様、これ何ですかの質問があたり、歓声があがったりと積極的に観察を行っていた(お

いしい、もっと下さいの発言もあった)。観察会后、班ごとに仮説を検証してもらった。そして筆者が最後に科学的に検証することは容易でないことを解説して終了した。西仙北東中学校では、50分2コマであったことによる時間的制約と出前授業の依頼内容から、仮説をたてて検証する、というスタイルは実施しなかった。逆に、秋田東中では、仮説をたてて検証する、がメインの授業目的であったため、このように実施した。科学的実験や観察における仮説の重要性については考察で述べたい。

岩見三内中学校での環境問題の授業 (50分) : スライドによる県内の生物の異変についてと、バイオ燃料についての解説を真剣に聞いてくれていた。バイオ燃料については、使用した場合の二酸化炭素排出の細かい試算についても話したが、中学生は、飽きることなく聞いてくれた。著者としては、やや難しい内容なので、中学3年生が飽きてしまうか、心配したが、そうではなかった。担当の先生に後でうかがったところ、生徒は前もって環境問題についてかなり自主的に学習を重ねていて、著者が説明した「CO₂ニュートラル」などの言葉はすでに理解している、とのことであった。

2コマ目 (50分) : DNAの抽出体験実験：DNAが我々の体の設計図であること、すべての生物がDNAを持っているので、今日はブロッコリからDNAを生徒自身に抽出してもらうことを説明した後、持参したプリントに基づき、生徒に実際にDNAを抽出してもらった。班ごとに実施したが、全班で抽出に成功した。生徒は全班成功に喜んでいて。さらに、体験したとても簡単な方法でDNAが抽出できることにやや驚いていた。

平成20(2008)年の仙北中学校での実践の1コマ目 (50分) : DNAや細胞についての解説では、まず人間がどのくらいの数の細胞でできているかを生徒に尋ねた。指名された生徒は、あれこれ考えながら回答してくれた。そして地球の人口の1万倍くらいの数の細胞で一人の人間ができていて話を話すと皆、驚きと関心を持って聞いてくれた。

2コマ目 (50分) : 班によってブロッコリあるいはタマネギを材料にDNAを抽出してもらったところ、全班、抽出に成功した。ただ、タマネギではややDNA収量が少なかった。これは筆者のタマネギと抽出液の分量のちょっとしたミスによるものである。しかし全班抽出に成功し、生徒たちは満足とともに、簡単に理科実験室でDNAが抽出できることに驚いていた。実際の2コマの出前授業後の感想が寄せられているので、3名分紹介したい。

○ぼくたちのグループは失敗しそうになりましたが、

DNAを抽出することができてよかったです。DNAのことについてたくさんの事を学ばせていただきました。DNAは人には46本あることや生物にはDNAの本数が決まっていることも知ることができました。とても楽しかったです。ありがとうございました。

○DNA抽出体験を行って、あんなに簡単に抽出できるとは思ってなかったので、ビックリしたし、楽しかったです。この学習をするまでDNAについては全然興味もなく今まで過ごしてきました。でも実際に目の前で見てみて、もっと別の物のDNAも見てみたいと思うようになりました。これからの人生の中でDNAを抽出することはないと思うので、今回の体験は貴重なものになったとともに、思い出になりました。今回はお忙しい中、貴重な体験ありがとうございました。

○DNAは目に見えない物と思っていたので実際見た時びっくりしました。最初ブロッコリをつぶしていた時、こんなので本当にDNAが見れるのか、と不安でした。でもしっかりと見えて私たちの班が一番多く出たのが嬉しかったです。たくさんの細胞でできている体の細かい所まで細胞の数がはっきりしているのは、すごいと思いました。遺伝子組換でできた植物は害虫などに強いと思いますが、私たちの生活がどうなっていくのか心配になりました。

平成21(2009)年の仙北中学校での実践の1コマ目 (50分) : 前年の同中学校での実践では、1コマ目にDNAや細胞について解説を行っただけだった。しかし、生物が細胞からできていて、その細胞のなかに核があり、その核の中にDNAが収納されていることを理解してもらうために、この年の実践では、1コマ目にバナナの細胞を顕微鏡で実際に観察してもらった。バナナが本当に細胞でできていることを目の当たりにして、生徒たちは喜んで観察していた。また細胞のなかに核があり、染色液で染まる部分がDNAだと理解できるようになっていった。

2コマ目 (50分) : 全班がバナナからのDNA抽出に成功した。抽出できたバナナDNAを観察した後、各自、自由にマイクロチューブにDNAをつめてよい、と指示したところ、時間を忘れて夢中になってチューブにDNAをつめていた。そのため、授業時間終了後、すこし時間を延長して片づけを行ってもらった。実際の2コマの出前授業後の感想が寄せられているので、3名分紹介したい。

○私は「DNA」という言葉は知っていたけれど、実際はどんなものなのかはあまり知りませんでした。今回、バナナのDNAを見たり、取り出したりして見て、とても身近に感じるすることができました。実験では、普段

あまりやれない、とても貴重な体験ができ、楽しかったです。初めは上手にできるか心配だったけれどDNAを取り出すことができ、うれしかったです。本当にありがとうございました。

○DNAを食べていた事は、しりませんでした。バナナにDNAが入っている事にもおどろきました。DNAは、意外に小さくて、白くて、あわがでていました。まさか、DNAを取り出せるとちょっとおどろきでしたが、自分たちでも、そのDNAを取り出せてよかったです。ほかの、フルーツでもDNAを取りさせればおもしろいと思います。今回は、とてもためになる話をありがとうございました。

○先日のDNAの抽出実験では、バナナのDNAの採取ということで少し意味がわからないまま授業を受けました。思ったより簡単にDNAをとることが出来たし、不思議な光景も見ることができました。DNAを日本語に訳すと「デオキシリボ」「核」「酸」などは初めて知ったからとても勉強になりました。理科のこの実験でとても興味がわきました。ありがとうございました。

横手清陵学院中学校への模擬授業 (60分) : 秋田大学教育文化学部を訪問した、2年生2クラス合計80名を対象に行った。最初に事務用の市販の海綿(モクヨクカイメンの乾燥物)を触ってもらった。これを触ったことのある生徒は皆無だったが、生徒の中から「スポンジ?」という発言があった(海綿は本家「スポンジ」である)。これらのものが、動物で、しかも海に生息していることを説明すると、皆、驚き感心していた。その後、海の生き物を、用意したスライド画像で提示すると、提示した生物に真剣にみてくれていた。この時、動物門の概念も説明した。続いてシラス干しに混ざってとれる海洋生物の観察会を行った。シラス干しを各自観察してもらい、混じっているものを探し出していた。80名一斉に大学の講義室で観察を行ったため、必要な道具はすべてこちらで用意した(普通だと中学校に用意してもらうルーペもこちらで用意したためルーペは2名で1つとなった)。また実験室でなく講義室で実施したため、生徒はやりづらさもあったかもしれないが、各自が懸命に観察をしてくれていた。観察時間は30分程度であったが、著者が巡回している間に沢山の「これ何ですか」の質問を受けた。また「白ご飯はないですか?」の質問もあった。鮮度のよいシラス干しを用意したので、「食べていいよ」と授業で話していたためであった。授業後は、かなりの生徒が海洋生物に触れたこと、自ら観察したことに満足して大学を後にした。

考察

著者は、平成18年から24年まで延べ13回の出前授業等を5つの中学校の生徒を対象に行ってきた。ちょうどこの時期は、新学習指導要領(文部科学省、平成20年3月告示)の一部が先行実施(平成21年から平成23年まで)された過渡期にあっている。出前授業等の内容は、秋田東中学校での実践と横手清陵学院中学校の模擬授業を除き、すべてが依頼先の中学校からの要望であった。たとえば川の観察会を行いたい、とか、海洋の生物の話をしてほしい、とか、DNAの話をしてほしい、とかであった。新学習指導要領では、中学校の理科第二分野の生物分野において、いくつか学習項目を増やしている。その増えた学習項目の中に「無脊椎動物の仲間」「遺伝の規則性と遺伝子(DNAを含む)」および「地球温暖化、外来種」がある。今回実践した「川の生物観察会」で観察できた多くの生き物はまさに無脊椎動物である。また、海洋生物の話をするのに無脊椎動物は欠かせないので、著者は出前授業で無脊椎動物の解説を行っている。DNAに関する出前授業については、まさに「遺伝の規則性と遺伝子(DNAを含む)」の学習内容そのものである。また、バイオ燃料に関する出前授業は「地球温暖化、外来種」の内容である。これらの出前授業内容依頼は、すでに新学習指導要領の内容の先取りであり、現場の先生達の先見性をかいまみるものとなった。

平成14年度から全面実施されてきた学習指導要領(平成10年12月告示)により、理科において内容と授業時間数が減少した。いわゆる「ゆとり学習」である。この学習スタイルは、学問の楽しさを教えるところまで時間的・内容的に到達できないため、生徒の学習意欲・知識欲を奪っていった。そして現場の教師は内容的にうすべらな教科書を教えることになってしまった。もしかしたら、出前授業の依頼はその欲求不満の表れなのかもしれない。今回の著者が行った一連の出前授業について考察したこと、さらに大学教員がどのように中学校の理科教育に関与すればいいのか、理想的な出前授業の内容とは何なのか、について以下に述べていきたい。

現場の先生の多忙さと教材研究の場の減少

現場の先生が忙しいことは容易に想像される。日々の授業の準備とあと片付け、生徒に課した課題の採点と評価、学期末試験の作成と採点と評価、学級運営と生徒指導、保護者への対応、学校行事への対応、学校内雑務、部活動指導、などなどやらなければいけないことが沢山ある。中学校の現場の先生は、教科およびその内容を教えるのみならず、思春期にある生徒という人間自身に向き合っている。現場の先生が多忙なのにも関わらず、秋

田県では小中学校の学力が全国トップクラスであることは、特筆すべきことであり、これについてフォーラムも実施されている（フォーラムの報告書は、秋田大学「あきたの学力と教員養成に関する調査プロジェクト」により2009年に発行されている）。

これまで秋田県では、正規採用から10年を経験すると、大学での選択研修が実施されてきた。しかし教員免許状更新制度にともない10年経験者の大学での選択研修は平成21年度から廃止された。教員免許状更新講習のなかでも教材を研究する講座は存在するのだろうが、10年経験者研修のように教材をじっくり研究し、資料を得る、というチャンスは激減していると予想される。秋田県での教員免許状更新講習の初年度（平成21年度）、次年度（平成22年度）および平成23年度実施の報告書が秋田大学教員免許状更新講習推進センターより出ているので詳細はそちらをご覧ください（秋田大学教員免許状更新講習推進センター、2010、2011、2012）。免許を更新するためには、必ず評価を伴う。さらに10年経験者選択研修では発生しなかった受講料が教員免許状更新講習では課せられた。受講料を払うことにより、意欲面・積極性向上のメリットと、消極性（しかたなく更新のために受講する）及びやっつけ仕事のようになってきた（受かりやすい・楽な講習を選ぶ）というデメリット、さらに料金を払って落とされたら困る、という危機感が生じた。このような受講料が発生する講習の場では、じっくり教材研究をする心理的余裕はないと思われる。また更新講習の授業担当者の立場からすれば（著者は平成21年度から教員免許状更新講習の18時間分の講座をこれまでに8回担当している）、受講料に見合う知識と思考力の獲得の場を提供し、さらには、それを受講者がきちんと身に付けてくれることに気を配っている。そのため、10年経験者選択研修におけるような（著者は平成16年から平成20年まで5年にわたり選択研修の講座を担当した）、ゆったりとした授業の流れはなくなったと感じている。すなわち、10年経験者選択研修で可能だった教材研究の場が一つ失われたと感じている。

こういった現場の多忙さと教材研究の場の減少という状況下では、秋田大学教育文化学部わかる理科教育推進ワーキンググループ（2008）の報告にあるように、小学校では、理科においては特に実験についての出前の要求が高い、というのがとても理解できる。これは、小学校の先生が理科の実験分野が苦手であることよりも（多少苦手傾向はあるらしいが）、実験の準備・教材研究・片付けにかかる時間的余裕がないことに大いによっている。また安全面での心配もつきもので、理科の実験を敬遠してしまいがちである。安全面の問題は、中学校では火器を使う場合は、さらに切実である。ガスバーナーを

生徒が使って火傷をしたり、髪の毛を燃やしてしまったり、したら大変なのである。そこで、著者は、大いに現場の先生に、小中学校ともに出前授業を活用してもらいたいと考えている。理科支援員等派遣事業は、まさに小学校での出前授業の活用例であった（秋田県教育庁義務教育課；2008、2009、2010、科学技術振興機構、2010）。また石井（2011）は小学校での生物分野の出前授業についての実践を報告している。これらの出前授業はもっともっと活発になることが望ましいが、理科支援員等派遣事業は平成21年で終了してしまった（そこで、平成22年度と平成23年度は秋田大学教育文化学部独自に小学校への出前授業事業を行った）。

大学での教材開発

著者はこれまでいくつかの教材開発に関わってきた。たとえば小学生向けの水生生物観察ソフトの開発（三浦、2002）、中学生向けの簡易エコボール教材の開発（石井・篠木、2009）などである。その他にも報告が出ていないものがいくつかある。また石井・菅原（2010）が指摘するように、学校が所属する市町村のシンボル生物や学校指定の生物（学校園の植物）などに着目して、一つ一つの学校にあった教材を開発するのも有意義かもしれない。現場の先生は多忙なので、大学が現場と連携をとりながら開発・実践し、さらに改良していくのがよいと考えられる。そして学校の現場に、大学で開発した教材が供給されるシステムが構築できるとよいと考えている。

大学での教材開発例ではないが、石井ら（2012）は、中学校理科の生物分野と高校生物において、教師達がどんな項目で中学生・高校生に指導する上で難しさを感じているのかを取り上げて考察している。この報告は、秋田大学の教育学研究科、すなわち大学院の授業における成果でもある。石井ら（2012）の報告は、現職中学校教員2名、現職高校教員1名および大学院担当教員の合計4名によって行われた授業における活動を主軸としている。石井ら（2012）の報告は、現職教員の参与する大学院等の授業を活用して教育研究を行ったものであるが、大学院の授業で教材研究をするのも有効と思われる。

著者は、出前授業のために、大学の授業では使わない教材を準備している。同じ分野の出前授業では、一度作った教材が再度利用できるのも、無駄ではないし、さらに中学生対象に作った教材も、よくよくみても大学生に使える場合があり、大学での授業を再点検することにつながっている。同じ分野の出前授業では、一度作った教材を改良し、よりよいものへと変更している。つまり著者も出前授業をすればするほど、教材研究が深まり、よりよい教材を生徒に提示できるようになっているのである。たとえば、細胞を観察するのにバナナを使い、

DNAを抽出するためにバナナを使うようになったのは、より現場で簡易に観察・実験を行えるようにと、著者なりに改良した結果である。それまでは、細胞観察という便利なのがタマネギであったので、時間が許せばタマネギで細胞を観察し、その後、タマネギからDNAを抽出する、という発想があった（実際このスタイルで、ある高校で出前授業を行ったことがある）。しかし、教材研究を深めていくと、タマネギをバナナに変更することがよいとわかった。

時間配分について

出前授業を引き受けるとき、いつも頭を悩ませるのが時間配分である。なんせ中学生に日々接しているわけではないので、どういった反応がくるか、この作業や観察にはどれくらいの時間がかかるか、この教材にすぐ飽きはしないだろうか、などいつも手探り状態だからである。そのため、授業時間がすこし延びてしまったことがあった。ある出前授業では、中学生が意欲的かつ熱心に活動してくれたため、片付けの時間が授業内にとれず、片付けはこちらでやることにして授業を終えたこともあった。著者は大学生時代に教育実習に行った時「授業時間厳守」「時間が延びる授業はよくない授業」と担当の先生に言われていた。その事は大学で授業をするとき、いつも頭の片隅にあるのだが今でも守れないことがある。出前授業でも「授業時間厳守」は最低限のルールだと思うので、きちんと守りたいのだが、こちらの予想をよい方に裏切って生徒が夢中になって観察や実験をしてくれると、つい時間を忘れがちであったことを反省している。中学生相手の出前授業では、あと片付けくらいは教育効果も考慮して中学生に実施してもらうのがよいのかもしれない。しかし、著者はつい、片付けに時間を割くより、少しでも長く実験・観察をさせたい、と考えてしまう。

実物・実験の威力

中学校での出前授業に持参した実物の生物教材は、生きたマボヤ、モクヨクカイメン（事務用品）、シラス干し、ブロッコリ、タマネギ、バナナ、であった。実物の威力については、石井（2011）が述べているように、中学生相手の授業でもその教育効果は高い。中学校の現場の先生が、提示できないような実物は大いに授業を活用してもらい、先生が提示できるものは（出前授業を参観して真似できるものは）、どんどん真似して提示してもらいたいと思っている。

川の生物観察会は、実物と観察の両方の要素があるため、また、野外での活動でもあるため、生徒は積極的・意欲的に取り組んでいた。また、ちょっとした観察や実験である「シラス干しの観察」や「DNA抽出実験」に

おいても生徒は活発に取り組んでくれ、また、楽しんでくれた。こういった出前授業の実践からみて、難しい実験でなくても、実験・観察を少しでも取り入れると学習意欲が高まり、教育効果の向上が期待できると考えられる。

小学校での学習内容との関係

「海洋生態系について」の出前授業や「DNAを抽出する実験」は、中学生だけでなく小学生にも適する学習内容である（実は高校生にも大学生にも使える）。海洋生態系について解説し、その後、シラス干しを観察することは、石井（2011）にあるように、小学生にも十分通用する内容である。またDNAの抽出実験は小学生でも容易に実験できた（秋田大学教育文化学部わかる理科教育推進ワーキンググループ（2008）の報告書の第二部出前授業報告1）。ただし、これらの教材の扱い方には注意が必要である。海洋生態系を小学生に説明する場合、あまり難しいことは説明しない（動物門の概念まで踏み込まないで、シラス干しに混じっている動物探しをメインにする）。また、DNAについても構造や存在場所、役割などについては、小学生には説明しないで、よく耳にするようになったDNAをみてみよう、と抽出実験自体をメインにする。つまり、同じ教材でも、学習段階とその学習意欲に応じて、どこまで説明するのか、どこを考慮してもらうのか、どの活動をメインにするのか、などを区別することによって、1つの教材が幅広い学習層に有効となるのである。シラス干しを観察することは、小学生、中学生、高校生のみならず大学生でも有効な教材である。大学生は、プランクトン観察をしたことがあってもシラス干しに混じってくるシャコやイセエビの幼生はめったにみたことがないので、シラス干しを観察することはとても有意義なのである。また中学生以上なら、シラス干しを観察してもらう前に、「仮説」をたててもらうことで教育効果が高まる。山岡（2008）が指摘するように、科学的考察においては、予想（仮説）をたて、それを確かめる（検証する）ことは、非常に重要な作業である。そのため、中学生くらいから、その科学的考察作業を体験させることで、学習意欲も考察力も高まるのである。DNAの抽出実験も、小学生、中学生、高校生、大学生、いずれを対象にしても使える教材である。DNAの理解度に応じて話す内容を変えることによって、とても教育効果のあがる教材である。著者は実際に、シラス干しの観察とDNA抽出を小学生、中学生、高校生、大学生、さらには一般の社会人を対象に行った経験があるが、いずれにおいても教育効果をあげていたと実感している。

すぐれた教材は、その使い方によってどの学習層にも対応できるし、効果が望める。また、ちょっと難しいの

では、というくらいの教材は、より学習意欲をそそのかすと思われる。もっと知りたい、もう少しやってみたい、と思わせることが重要なのである。

刺激をうける楽しい出前授業

出前授業を実施した後、大学に戻りいつも感じるの、その充実感である。大学生すべてがそうというわけではないが、大学生はあまり学習に積極的ではないか、積極的ではないように見えてしまう。それに対して中学生は目を輝かせて、一生懸命に授業を聞いてくれる。ふと思えば今の大学生は、「ゆとり教育」を受けて育った世代である。まだまだ学問の面白い部分に到達できない可能性がある。これは大学人としての著者の責任でもある。それはさておき、中学生と接するとその知識吸収の積極さと柔軟な発問に驚かされるし、活気をもらえたりする。中学生は、水をどんどん吸収する強力なスポンジのように、どんどん知識を吸収するのである。また、こんな話をすると、とても興味を持ってくれるのか、とか、こんな風に疑問に思うのか、など著者を刺激してくれる。出前授業は、著者にとって、小学生対象でも中学生対象でも楽しい（有意義）なのである。たぶん、これはほかの大学人にもあてはまると考えている。

望ましい出前授業

著者が行ってきた出前授業は生物分野に限るが、学校現場の多忙さをうまく補うには、さまざまな分野で出前授業の活用が望まれる。大学人は知的財産であるし、大学は学校の現場で準備できないものを保有していたりする。それらを学校現場に有効に提供することが期待される。

まとめ

中学校理科分野における出前授業の実践例を紹介し、それについて考察を試みた。著者は、平成18年より平成24年までに秋田県内の5つの中学校の生徒を対象に延べ13回の理科分野の出前授業等を行った。出前授業等の内容は「川の生物観察会」「海洋生態について」「環境問題について」「細胞とDNAの授業」であった。これらの出前授業等は、新学習指導要領の前倒し実施がスタートした平成21年度をまたぐ形で実施してきた。出前授業等の各内容は追加された学習項目と密接にかかわっていたので、先行して授業をした観があり、中学校現場の学習項目を見通す先見性が伺われた。出前授業の実践形態そのものを検証するとともに中学校理科第2分野の内容について考察した。

キーワード

出前授業、中学校理科第2分野、総合学習、川の生物、細胞、DNA、海洋生態、シラス干し、新学習指導要領

謝辞

出前授業を実施させていただきました。秋田市立岩見三内中学校、大仙市立西仙北東中学校、秋田市立秋田東中学校、大仙市立仙北中学校、秋田県立横手清陵学院中学校の各中学校の校長先生および教職員の方々に深く感謝いたします。また秋田市立秋田東中学校への出前授業は、出前授業実施当時の大学コンソーシアムあきた・カレッジプラザの事務局の藤井和明さん、佐藤昭さんのお二人による企画立案と授業準備により実現したものです。またお二人には実際の出前授業においても実地指導の補助をしていただきました。ここに厚く御礼申し上げます。さらに秋田市立秋田東中学校への出前授業では、当時の教育文化学部の3・4年生11名（自然環境選修所属）にも補助していただきましたことに御礼申し上げます。秋田市立岩見三内中学校での平成18年、平成19年、平成20年のそれぞれの川の生物観察会の出前授業にも、当時の教育文化学部の3・4年生延べ33名（すべて石井ゼミ所属）に補助していただきましたことに御礼申し上げます。

文献

- 秋田県教育庁義務教育課（2008）；平成19年度理科支援員等派遣事業実施報告書
- 秋田県教育庁義務教育課（2009）；平成20年度理科支援員等派遣事業実施報告書
- 秋田県教育庁義務教育課（2010）；平成21年度理科支援員等派遣事業実施報告書
- 秋田大学「あきたの学力と教員養成に関する調査プロジェクト」（2009）；秋田大学教育フォーラム『秋田の学力と教員養成を考える』報告書
- 秋田大学教育文化学部 大学・学校パートナーシップ実施委員会（2007）；学校ボランティアによる学びの広がり 学校と大学の新しい連携のカタチ 学校・大学パートナーシップ事業 報告書
- 秋田大学教育文化学部わかる理科教育推進ワーキンググループ（2008）；平成18・19年度秋田大学大学戦略研究 わかる授業の実現をめざす 小学校教員の理科系教科指導力向上プロジェクト報告書
- 秋田大学教員免許状更新講習推進センター（2010）；平成21年度教員免許状更新講習
- 秋田大学教員免許状更新講習推進センター（2011）；平成22年度教員免許状更新講習 特集 教員免許状更新講習フォーラム in 秋田大学
- 秋田大学教員免許状更新講習推進センター（2012）；平成23年

度教員免許状更新講習

- 石井照久 (2011); 小学校理科単元「動物の誕生」における実践例と考察. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要 33: 155-165.
- 石井照久・篠木碧 (2009); 中学校理科教材の開発研究-簡易エコボール教材の開発と実践-. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要 31: 119-141.
- 石井照久・菅原麻有 (2010); 秋田県における市町村のシンボル生物の変遷とその教育利用. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要 32: 125-133.
- 石井照久・保坂学・佐藤宏紀・三浦益子 (2012); 中学校理科の生物分野と高校生物で指導上難しさを感じる事項と改善方法に関する考察. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要

34: 145-156.

- 科学技術振興機構 (2010); 理科支援員等配置事業 卓越した理科特別講師. (独) 科学技術振興機構 東京
- 三浦 基 (2002); 小学生を対象とした水生動物観察教材ソフトの開発. 平成 14 年度秋田大学教育文化学部科学教育研究室 研究生報告書
- 文部科学省 (2008); 中学校学習指導要領 (平成 20 年 3 月告示). 東山書房 京都市中京区
- 文部省 (1998); 中学校学習指導要領 (平成 10 年 12 月告示). 国立印刷局 東京
- 山岡剛 (2008); 理科実験において予想をもつことの意義について-小学校第 4 学年の「空気のかさと温度」の授業を例として-. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要 30: 1-12.