

# 薬用植物園を活用した「理科教育法」の実践的研究 ～野外における植物観察と安全指導及び等高線立体模型の製作～

内田 隆\*

## 1. はじめに

国際教育到達度評価学会 (IEA) が、2015 年に実施した国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS2015) では、理科の平均得点が 2011 年調査よりも有意に上昇しており、参加国中の順位も過去最高位であった。その一方で「理科は楽しい」に「強くそう思う」「そう思う」と回答した中学 2 年生が 66% (国際平均値 81%) であり、理科を楽しんでいる児童生徒は、前回調査より増加したものの国際平均値より下回っている。また、「理科を勉強すると日常生活に役立つ」に「強くそう思う」「そう思う」と回答した中学 2 年生は 62% (国際平均値 85%)、また「将来、自分が望む仕事につくために、理科で良い成績をとる必要がある」に「強くそう思う」「そう思う」と回答した中学 2 年生は 51% (国際平均値 72%) であり、理科の学習に意義や有用性を感じている児童生徒は、前回調査より増加し国際平均値との差が縮まっているもののまだ下回っている (文部科学省, 2016)。

理科の楽しさを感じさせるには、観察や実験を通して驚きや感動をあたえるだけでなく、そこで生じた疑問について考え新しい発見をする活動を通して、学びの楽しさを体感させることが有効である。そして、その観察や実験を通して得た知識と、実際の生活や社会や自然との関連性を学ぶことで、理科の学習の意義や有用性を実感させることが重要である。現行の中学校学習指導要領にも「観察」「実験」「野外観察」の重要性について「観察、実験、野外観察を重視する」<sup>1)</sup>とともに、「地域の環境や学校の実態を生かし、自然の事物・現象を科学的に探究する能力の基礎と態度の育成及び基本的な概念の形成が段階的に無理なく行えるようにすること。」(文部科学省, 2008a) と示されている。

本学の生命科学部では「動物の解剖」「天然化合物の分離」「自然放射線の計測」など多岐にわたった観察・実験が、1 年次の「基礎生命科学実習 I」から 3 年次の「生命科学実習」まで 3 年間途切れることなく設定されており、各研究室に配置された後は、卒業研究に向けた研究活動が行われる。したがって、理科教育において重視されている「観察」「実験」「野外観察」の「観察」「実験」が十分に盛り込まれた教育活動が行われているとあってよい。その一方で、野外における実習が伴うものは、応用生命科学科 3 年次の「森林の毎木調査」だけであり、分子生命科学科・生命医科学科では野外における実習が行われていない。

そこで、理科教員養成を目的とする教職課程の学生の野外における活動を補完するために、「理科教育法」の授業に野外活動を積極的に関連付ける方法及び教材について実践的に研究を行った。その際、中学校学習指導要領に「地域の環境や学校の実態を生かし」と示されていることから、学外の施設に特別に出向いてイベント的に野外観察実習を実施するのではなく、本学の薬用植物園で日常的に実習を行う方法を検討した。

---

\* 東京薬科大学 生命科学部 教職課程研究室

## 2. 野外観察等を安全に行うための準備における危険因子の検討及び安全指導

### (1) 野外観察の意義

野外観察の意義を実感させるために、まず、学生に教室で実物を見ずに桜（ソメイヨシノ）の花弁を描かせ、次に、その花卉のスケッチを持って野外に出で実際の桜の花弁と比較させた。

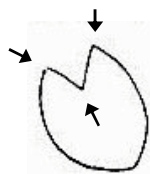


図1 学生が想像して描いた桜の花弁<sup>2)</sup>



図2 学生が観察して描いた桜の花弁



図3 桜の花弁

図1のように桜の花弁の切れ込みを深く鋭角に（矢印で示した3ヶ所）描いた学生が79%存在した。しかし、実際に野外で桜の花弁を観察することによって、花卉の切れ込みが図2、図3のように、浅く丸みを帯びていることに学生は気付く。桜の花弁を何度も見ていながら実際にはよく見ていなかったという気付きを通して、中学校学習指導要領に示されている「目的意識を持って観察、実験などを行い」（文部科学省，2008a）の重要性、および教師による問いかけの必要性を認識させることができたと考えられる。

### (2) 野外観察等における安全指導の必要性

中学校学習指導要領の理科の指導計画の作成と内容の取り扱いに「観察、実験、野外観察の指導においては、特に事故防止に十分留意するとともに、使用薬品の管理及び廃棄についても適切な措置をとるよう配慮するものとする。」（文部科学省，2008a）と示されている。そして、中学校学習指導要領解説理科編の指導計画の作成と内容の取り扱いには、「野外観察では、観察予定の場所が崖崩れや落石などの心配のない安全な場所であることを確認するとともに、斜面や水辺での転倒や転落、虫刺されや草木によるかぶれ、交通事故などに注意して安全な観察を行うように心掛ける。事前の実地踏査は、観察場所の安全性の確認や観察場所に至るルートの確認という点で重要である。とりわけ、河川などの状況は開発等の人為的な活動や風雨などの気象現象により大きく変わるので注意する。加えて、観察当日の天気や気候にも注意して不慮の事故の発生を防ぐようにする。また、緊急事態の発生に備えて連絡先、避難場所、病院なども調べておくことが必要である。」（文部科学省，2008b）のように、野外観察を実施するにあたっての留意点が詳細に記されている。

そこで、薬用植物園での野外観察を想定した「野外観察等を安全に行うための準備、危険因子の検討及び安全指導」の授業を行った。その際、実物を通して学習するという学生からの視点だけでなく、中学生を野外観察に引率して授業を行う理科教師の視点からの学習活動になるように配慮した。

### (3) 野外観察等を安全に行うための準備、危険因子の検討及び安全指導

中学1年の理科第2分野「植物の生活と種類」では、観察を通して様々な環境の中でそれぞれ特徴のある植物が生活していることを学習する。春に開花するアブラナ、ツツジ、タンポポなどが教

材として扱われることや、春が野外観察に適した季節であることから、多くの教科書で「植物の生活と種類」が最初に扱われており、野外観察を中学入学当初の春に実施することが多い。

そこで、「中学校の理科の授業で、中学生になって最初の野外観察に、中学1年生40名を薬用植物園での植物観察に引率する」という設定で、野外観察に安全に引率するための配慮事項や危険因子等を検討させた。次に、挙げられた配慮事項や危険因子等について解説や補足を加え全体で共有した後、野外観察を安全に行うために準備しておかねばならないことを、確認表として一枚の用紙にまとめる課題を課した。以下の図4、図5に、学生が作成した野外観察引率時の確認表を示す。

<b>&lt;事前準備&gt;</b>	
<input type="checkbox"/> 下見	
( <input type="checkbox"/> 学習の理に合っているか <input type="checkbox"/> お手洗いの有無 <input type="checkbox"/> 集合スペースの有無	
<input type="checkbox"/> 所要時間 <input type="checkbox"/> 危険箇所の有無 <input type="checkbox"/> 通行ルート	
●通行ルート	
<input type="checkbox"/> 住宅街の有無 <input type="checkbox"/> 信号の有無 <input type="checkbox"/> 歩道の有無	
<input type="checkbox"/> 告知	
( <input type="checkbox"/> 校長及び教頭への連絡 <input type="checkbox"/> 生徒への連絡 <input type="checkbox"/> 保護者への連絡)	
●保護者への連絡	
<input type="checkbox"/> プリント(同意書,緊急時の連絡先)	
●生徒への連絡	
<input type="checkbox"/> ガイダンス(プリント)	
<input type="checkbox"/> 緊急時の準備	
( <input type="checkbox"/> 名簿の準備 <input type="checkbox"/> 緊急時の連絡先をまとめる <input type="checkbox"/> 最寄りの病院の確認)	
<input type="checkbox"/> 授業準備	
( <input type="checkbox"/> プリント <input type="checkbox"/> 道具 <input type="checkbox"/> 引率教員 <input type="checkbox"/> 中止時の代替え授業の準備)	
●中止時の代替え授業の準備	
<input type="checkbox"/> 校長,教頭,引率教員,生徒,保護者への通達 <input type="checkbox"/> 教材 <input type="checkbox"/> 道具	
<b>&lt;当日行うこと&gt;</b>	
<input type="checkbox"/> 開催か中止かの決定	
<input type="checkbox"/> 点呼	
<input type="checkbox"/> 貴重品管理	
<input type="checkbox"/> 生徒の指導	

図4 学生が作成した野外観察引率時の確認表1

野外観察指導を安全で効果的に行うにあたってのチェック表	
下見	
	<input type="checkbox"/> 使用する施設の安全管理体制
	<input type="checkbox"/> 施設職員との実施,中止判断基準を話し合ったか
	<input type="checkbox"/> 施設内での想定される危険の情報確保
	<input type="checkbox"/> 危険な時,場所の確認,回避策,対応策の検討
	<input type="checkbox"/> 避難経路,避難場所の確認
	<input type="checkbox"/> AEDの有無,設置箇所確認
	<input type="checkbox"/> 生徒の移動方法の安全性の確認
	<input type="checkbox"/> (交通機関を使用する場合)利用する駅などの打ち合わせ
	<input type="checkbox"/> 病院・警察・消防などの場所,電話方法の確認
事前確認事項	
	<input type="checkbox"/> 活動内容が,教育目標と合致しているか。ねらいと意義は適切であるか
	<input type="checkbox"/> 生徒にかかる心身両面の負担が適切であるか
	<input type="checkbox"/> 期日,内容に無理がないか
	<input type="checkbox"/> 雨天案など,代わりのプログラムの用意
	<input type="checkbox"/> 引率者の人数確保
	<input type="checkbox"/> 養護教員または看護士の確保
	<input type="checkbox"/> 生徒の移動方法,経路について委託業者や交通機関などとの調整
	<input type="checkbox"/> 緊急時対応を図にしたもの,携帯用マニュアルの用意
	<input type="checkbox"/> 生徒名簿の配備,管理
	<input type="checkbox"/> アレルギーなど,特別に配慮が必要な児童生徒の把握,その対処法の確認,資料作成
	<input type="checkbox"/> 使用のしおりの作成(避難経路などが記載されているか)
	<input type="checkbox"/> 保護者への説明会の実施
	<input type="checkbox"/> 利用施設の名称,所在地,電話番号の届け・報告
外的危険事項	
	<input type="checkbox"/> 危険な生物の有無
	<input type="checkbox"/> 落雷,津波からの避難場所の有無
	<input type="checkbox"/> 活動時以外に,海岸などの水辺に行かないように指導
	<input type="checkbox"/> 土砂崩れ箇所の有無,またはその可能性がある場所の確認
	<input type="checkbox"/> 道具の使用法の指導
	<input type="checkbox"/> 熱中症,体調不良,やけどなどに対する応急処置の指導

図5 学生が作成した野外観察引率時の確認表2

作成された野外観察引率時の確認表には、確認事項を野外観察の「実施前」「実施中」「実施後」や「学校内」「学校外」「対生徒」のように分類してまとめるなどの工夫が見られたことから、野外観察を安全に行うための配慮事項や注意喚起等を、学生が教師の視点から検討できた考えられる<sup>3)</sup>。

### 3. 教材教具の製作実習（薬用植物園の等高線立体模型の製作）

学生は2年次の「地学」及び「地学実習」で、地表付近で見られる地学的な事物・現象として「地層及びこれを構成する堆積岩」を学習し、等高線地図を見ながら長沼公園や平沼城址公園で野外観察実習を行っている。

そこで「地学分野の教材・教具の製作,開発実習」の授業で実際に教材を製作し、製作した教材の有効性や活用方法を、野外観察に引率する教師の視点や中学生に教授する視点から検討させた。

はじめに、学生に薬用植物園の等高線地図を配布して地形を確認させ、中学生が等高線地図から地形を読み取ることができているかを確認するためには、どの様な発問をすればよいか発問例を挙

げさせた。学生から「最も標高が高いところはどこか」「等高線の間隔は何 m か」「どこが尾根でどこが谷か」「急な上り坂はどこか」「上から垂直に切ったときの断面はどの様な形になるか」など、それぞれ適確な質問や回答例が挙げられたことから、等高線地図から薬用植物園の地形を読み取ることができていた。

しかし、薬用植物園の散策路をその等高線地図を持って歩き、地図上に散策ルートを記入するように指示したところ、ほとんどの学生が歩いたルートを正確に記入することができなかった。以下の図 6、図 7 では同じ散策路を歩いているにも関わらず、学生間で散策ルートが異なっている。また、図 6 では頂上から温室とは反対側の斜面を降りていることや（実際は降りていない）、図 7 では下の畑に降りてから再び上に登るように記入されていることなどから、等高線地図から薬用植物園の地形を読み取ることができていても、自分の位置は把握できていないことが明らかになった。

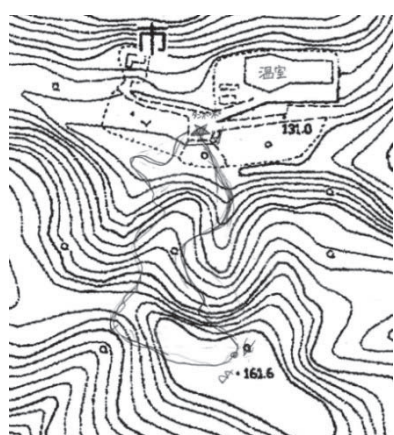


図 6 学生が散策路を記入した  
薬用植物園の等高線地図 1

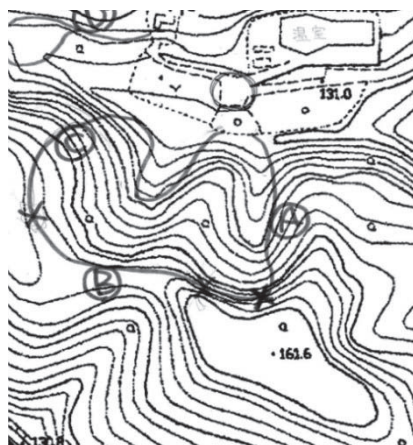


図 7 学生が散策路を記入した  
薬用植物園の等高線地図 2

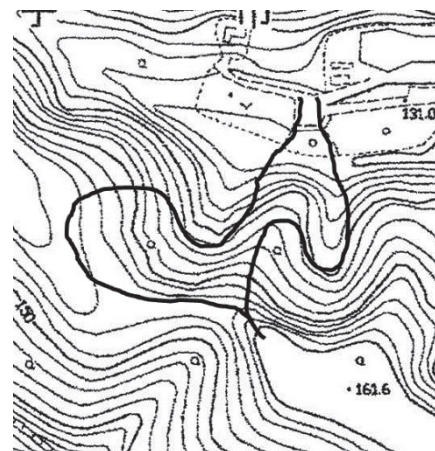


図 8 薬用植物園の等高線地図  
及び散策路

そこで、等高線地図をより立体的に認識できるようにするための教材として、使い捨て弁当パックのフタを利用した等高線立体模型を紹介した<sup>4)</sup>。まず、弁当パックのフタに標高が同じ等高線だけを記入したものを各等高線ごとに9枚作成し、標高が低い方からフタを順に重ねることによって等高線地図が立体的に見える模型を学生に製作させた。次に、製作した等高線立体模型を持って、もう一度薬用植物園の散策路を歩きながら等高線地図上に散策ルートを記入させた。その結果、多くの学生が地図上に散策ルートをほぼ正確に記入することができたことから、学生は製作した立体模型の教材としての有効性を確認することができた。

立体模型の製作には30～40分程度の時間がかかるため、中学校の授業のほぼすべての時間が製作に費やされてしまう。実際の授業では薬用植物園の立体地図をプロジェクター等で投影することや、作成しておいた模型を見せる等の方法もあることを伝え、どの方法が効果的かを学生に検討させたところ、ほとんどの学生が実際に等高線を1本ずつ引いて製作した等高線立体模型の方がイメージしやすく、中学生に模型を製作させる方がよいと回答した。時間をかけて実際に模型を製作しながらイメージを膨らませることによって、等高線地図と地形と位置を関連付けて認識できるようになった経験から、学生は立体地図の投影等では表面的な認識しかできないと判断した。学習者の理解を支援するための適切な教材を検討する意義や重要性についての認識が深まったと考えられる。



図9 弁当のフタ1枚につき1種の等高線を記入したもの(9枚)



図10 弁当のフタを利用した等高線立体模型(9枚重ねたところ)

#### 4. シダ植物の観察

現在の大学生は中等教育を、現行の学習指導要領下で過ごした学生と、旧学習指導要領下で過ごした学生が混在している。現行の学習指導要領では、理科第2分野「植物の生活と種類」の単元でシダ植物やコケ植物について学習するが、旧学習指導要領ではシダ植物やコケ植物は扱われていない。そこで、薬用植物園でシダ植物に焦点をあてた植物観察の実習を行った。

はじめに、シダ植物についての基本的な講義を行い、次に、孢子を見たことがない学生が大半であったことから、携帯型の顕微鏡を使用して教室で孢子・孢子囊・孢子囊群の観察を行った<sup>5)</sup>。



図11 イヌワラビ



図12 イヌワラビの孢子(図11のイヌワラビを30分後に移動して撮影)

教室で孢子を観察した後、薬用植物園に移動してシダ植物の野外観察を行った。その際、1回羽状複葉(ヤブソテツ等)、2回羽状複葉(イヌワラビ、ベニシダ等)、3回羽状複葉(リョウメンシダ等)のシダを探させることによってシダ植物の多様性を、また、それぞれについて孢子囊や孢子囊群を観察させることによってシダ植物の共通性を確認させた。シダ植物についての学習と野外観察を終えた後に、花を咲かせることなく孢子で増えるスギナ(孢子茎はツクシ)を、シダ植物の一種であると推察できたことなどから、種子をつくらぬ植物であるシダ植物についての認識を深めることができたと考えられる。

## 5. 定点観測

中学校学習指導要領の理科の指導計画の作成と内容の取り扱いには、指導計画作成上の配慮事項が6点挙げられており、その(4)には「継続的な観察や季節を変えての定点観測を、各内容の特質に応じて適宜行うようにすること」(文部科学省, 2008a)のように、継続的な定点観測の必要性が示されている。また、中学校学習指導要領解説理科編には「継続的な観察や季節を変えての定点観測を行う際には、生徒の意欲を持続させるために、事前に興味・関心を十分喚起し、目的を明確にして取り組ませることが重要である。また、記録の際には、変化の様子が分かるように視聴覚機器を活用して記録させる」(文部科学省, 2008b)のように、観察記録を取る重要性や視聴覚機器を活用した記録の工夫について示されている。

そこで、デジタルカメラ(スマートフォン等を含む)で、春夏秋冬に各1回の計4回、薬用植物園の同じ場所を撮影して季節ごとの変化を記録する、定点観測実習を行った。春は野外観察時の安全指導の授業のときに、夏はシダ植物の観察の授業のときに、冬はまとめの授業のときにそれぞれ撮影し、秋は講義外に自主的に撮影に行くように促した。以下の図13に、学生が薬用植物園内で撮影した写真の例を示す。



図13 学生が撮影した薬用植物園の画像(左から順に春, 夏, 秋, 冬)

また、薬用植物園だけでなく、自宅や通学路等についても1ヶ所定点観測を行わせた。以下の図14に学生が撮影した写真を示す。



図14 学生が撮影した自宅近くの田んぼの画像(左から順に春, 夏, 秋, 冬)

同じ場所の写真を季節毎に4回撮影することによって、生育している植物の季節ごとの状態やそ

の場所の植生の変化などを観察することができた。学生の感想には「薬草園の小川は、春は背の低い植物が川縁を覆っていたが、夏は背の高い植物が生い茂り、秋になると葉の色も変わり始めて、冬にはほとんど緑は見られなくなった」「改めてしっかりと観察してみると、植物の葉の量の変化、景色の色など生物学的な変化を観察することが出来た」など、季節ごとの写真撮影による定点観測を課せられなければ見落としがちな変化に、学生の目を向けさせることができている、本実践に一定の効果があつたといえる。

その一方でこの定点観測では、植物が芽吹いてから開花・結実し枯れるまでの形態変化を記録するといった具体的な観察の視点を与えていないこと、また、季節や時間による薬用植物園の気温・湿度・日射量等や滞水池（たにしヶ池）の水量や水温等の観測データの収集比較も行っていないことなどから、学生の関心が、変化の大きい場所を撮影して出来映えのよい写真を撮影できたかどうかに向いてしまう傾向が見られるなどの課題もあつた。しかし、学生の感想に「変化が大きいと写真としては面白いけれど、理科としては細かい部分（ただ綺麗とかではなく、数値などを絡めて）を意識することが大切」「写真を決まった場所で撮るだけでは単調になってしまいます。そのため、自分で選択した1つの植物に関して、1つの枝に対する葉の枚数や葉の大きさ、厚さ、背丈などどれか1つの項目について測って欲しいと考えます」などがあり、理科における観察では、教師が目的を明確にしたうえで視点を供与するなどして「目的意識を持って観察・実験を行う」ことが重要であること、また、具体的なデータをもとに科学的に観測することの必要性を再確認することができたといつてよいだろう。

## 6. まとめ

理科教員養成を目的とする教職課程の「理科教育法」で、薬用植物園を活用した授業として「桜の花弁の観察を通して行った野外観察の意義の授業」「野外観察等を安全に行うための準備における危険因子の検討及び安全指導の授業」「薬用植物園の等高線立体模型製作を通して行った地学分野の教材・教具の製作・開発実習」「シダ植物の基本知識の習得と植物観察の指導法の授業」を行うことができた。また季節ごとの「定点観測」も4回実施することができた。薬用植物園を活用することで、野外における学習活動が少ない生命科学部の学生に野外活動を補完することができた。

これまでに述べてきたように「理科教育法」の授業に野外活動を積極的に関連付ける授業は、その内容や教材を工夫することで十分に可能であり、多様な方法で授業を実施することができた。また、野外における実習を通して、学生に野外観察等の意義や有用性を実感させることができただけでなく、授業を理科教師の視点から検討する態度を養うこともできた。野外における実習を積極的に取り入れた「理科教育法」の授業を、教材や方法の検討を加えながら今後も継続していきたい。

## 謝辞

「理科教育法」の授業における野外実習の実施にあたっては、薬用植物園 三宅克典助教、(株)グリーンハート大谷航氏、福留正明氏に多大なご協力をいただきました。大勢の学生を連れて、薬用植物園に何度も訪問させていただきただけでなく、授業前後にも、様々なご協力や貴重なご助言をいただきました。ここに改めて感謝の意を表します。

## 注

- 1) 下線は強調のために筆者が付したものである。
- 2) 図中の矢印は筆者が付したものである。
- 3) なお、ここで作成した確認表は「理科教育法」の「評価規準の作成と評価方法」の講義の時間に、学生相互によるルーブリック評価を行った。
- 4) 以下の実践例を参考にした。

群馬大学教育学部早川由起夫研究室 弁当パックで立体模型

<http://www.hayakawayukio.jp/project/kazan3D/bento/index.html> (最終アクセス: 2017年1月10日)

- 5) 20倍から120倍程度まで拡大できる携帯型顕微鏡が、LEDの普及に伴って、千円から三千円程度で比較的安価に購入できる。児童生徒が実験室に移動して光学顕微鏡を使用しなくても、携帯型顕微鏡を使用することで教室や野外において観察ができることを、他の活用例も含め紹介した。

## 主な参考文献

北川淑子 (2007) 「シダハンドブック」, 文一総合出版

国立研究開発法人森林総合研究所多摩森林科学園 (2016) 「シダ特別観察会配布資料」

文部科学省 (2008a) 「中学校学習指導要領」, 東山書房

文部科学省 (2008b) 「中学校学習指導要領解説理科編」, 大日本図書

文部科学省 (2016) 「国際教育到達度評価学会 (IEA) 国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS2015) のポイント」, [http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2016/11/29/1379931\\_1\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2016/11/29/1379931_1_1.pdf) (最終アクセス: 2017年1月10日)

村田威夫・谷城勝弘 (2006) 「野外観察ハンドブック シダ植物」, 全国農村教育協会