

A Model of Inquiry Activity in Science of  
Secondary Education for Trees in Green Space of  
School : A Case in Tenjin Forest of Shizuoka  
University Attached Hamamatsu Junior High  
School

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2020-03-10 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 小南, 陽亮, 山本, 仁 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00027109">https://doi.org/10.14945/00027109</a>

## 中等教育における緑地の樹木を対象とした探求活動のモデル

—静岡大学教育学部附属浜松中学校の「天神森」における事例—

小南陽亮・山本仁

(静岡大学大学院教育学領域)

### A Model of Inquiry Activity in Science of Secondary Education for Trees in Green Space of School

A Case in Tenjin Forest of Shizuoka University Attached Hamamatsu Junior High School

Yohsuke Kominami, Hitoshi Yamamoto

#### Abstract

The effective utilization of green space of school (school garden and school forest) is necessary for future school education such as science education. This study considers an inquiry activity for trees in green space as a model case in a practice example in Tenjin forest of Shizuoka University attached Hamamatsu Junior High School. We examined possibilities and problems of 1) the basic maintenance to widen the possibility of inquiry activities, 2) the inquiry about the carbon storage of trees, 3) the inquiry about the activity of animals, 4) the inquiry about the environment in school biotope under natural succession of vegetation. By the basic maintenance, a map of Tenjin forest which understand the distribution of all trees and a database of tree species and of tree size were arranged. The act of raising motivation of the student was a problem in the basic maintenance while the maintenance allowed various inquiries. In the inquiry about the carbon storage of trees, the student estimated the carbon storage of Tenjin forest and was able to consider a plan to increase the storage more. It is estimated that various content about the environment come to be included in the inquiry. In the inquiry about the activity of animals, the student could clarify the activity of animals in Tenjin forest using the camera trap method and the inquiry progressed for the research of field signs of animals. Although there are some problems to apply the camera trap method in the inquiry, it is considered that the method enables students to observe nocturnal mammals. In the inquiry about the environment in school biotope, the student was able to analyze an effect of the difference of the vegetation on the physical environment. There is a possibility long-term ecological research in school biotope will realize "subjective and interactive deep learning" for education. This study found various problems on using green space of school for inquiry activities and showed possibilities of effective inquiry activities. We hope that pioneer inquiry activities are developed in many schools in various parts of Japan.

キーワード：緑地 学校園 学校林 探求活動 理科教育

#### 1. 研究の背景と目的

##### 1.1 学校園と学校林

日本のほとんどの学校では、校内に樹木が植栽されており、しばしば池や花壇などと組み合わされて、緑地が設けられている。そのような学校内の緑地を活用した学習は、これまでも様々に行われてきた。学校内の緑地は明治時代から学校園と呼ばれており、1905年には法令で「自然物ノ観察研究ト品性ノ陶冶養成」(原文の表現)を目的として学校園を設置することが学校に求められている(田中 2009)。当時の学校園の活用については、農業教育の推進と理科の自然物観察という2つの視点から推進された。1923年の関東大震災後の東京では、防災上の目的で各所に公園を整備する中で、公園を学校に隣接させて、学校教育への植物教材提供の機能をもたせる取り組みも行われている(田中 2012)。このような明治・大正期における

学校園の教育利用についての考え方が近年においてどのように維持・変化したかを報告した例は少ないが、1956年頃の愛知県では60%~70%の小中学校で校内の樹木に種名等のラベルがつけられている一方で、60%の小学校と80%の中学校で学校園の面積が不十分とされていることから(岩瀬 1956)、学校園を教育に活用する考えは維持されているものの、その整備が十分に行えていない実態があったことがうかがえる。本来、学校園の設計・整備は学校の教職員が地域の在来樹種を植栽するなどして実施されてきたが、校舎建設などの工事に含まれて整備されることが多くなると、学校園設計への教職員の関与が少なくなり、施工業者による緑化・美化の視点からの設計が多くなったことも指摘されている(長島ほか 2007)。

学校教育における樹木の活用では、学校林を整備・保有してきた学校も少なくない。学校園と同様に学校林の整備も明治時代に始まっており、1903年には全

国の 2093 校で植林が実施され、1938 年には初等中等学校の 14%にあたる 5619 校に学校林が設置されていた(奥山・茂田 2003)。その後、1950 年代に大規模な学校植林運動が展開されたが、学校林を設置する主な目的が財産保有と林業教育であったため、地域における森林利用の激減による財産価値の低下や林業の低迷によって目的を失った学校林は維持されなくなり(池 1987)、2001 年には学校林を保有する学校は全国の 8%程度となった(奥山・茂田 2003)。近年において環境教育が重視されるようになってからは、森林環境教育の場として学校林を整備・活用する事例もみられるようになったが(竹本・永田 2003、林田ほか 2004、高橋ほか 2014)、徒歩で利用可能な学校林を保有する学校は全国の 1%未満と推計される現状(奥山・茂田 2003)からみて、学校林を教育で広く活用することは容易ではないと考えられる。

## 1.2 緑地に求められる役割

学校園や学校林(以後、両者をまとめて緑地)を理科教育や環境教育で十分に活用できる学校が多いとは言えない現状であるが、今後の教育において緑地を活用する必要性はより高くなると予想される。2019 年 3 月に改定された中学校施設整備指針(文部科学省大臣官房文教施設企画・防災部 2019)には、学校の緑地整備に関係する内容として、次のような記述がみられる。すなわち、健康的かつ安全で豊かな施設環境の確保の観点からは、「地域の自然や文化性を生かした快適で豊かな施設環境を確保するとともに、環境負荷の低減や自然との共生等を考慮すること」、環境との共生の観点からは、「施設自体が環境教育の教材として活用されるよう、また自然と触れ合う機会が増えるよう計画すること」が重要であるとされている。また、緑地の整備においては、「自然学習環境としての役割に留意」することが重要であり、「郷土産のものを中心に、四季の変化、生態、生理等を観察することのできるような樹種を選定すること」が望ましいとされている。さらに、屋外の学習施設としては、「理科、総合的な学習の時間等の学習活動における利用内容、利用方法等に応じ、効果的に活用することのできる機能を備える」ことや「観察、実習等のための適切な植物、魚、動物等を選択し、組み合わせて計画すること」が重要であり、「敷地内に地域の自然を確保した生物の生息空間(ビオトープ)を計画すること」が有効であるとされている。高等学校施設整備指針(文部科学省大臣官房文教施設企画・防災部 2019)では、同様な記述に加えて、理科教育の充実のため施設として「高度かつ専門的な学習、自然体験活動など多様な学習形態への対応」が望ましく、「植物の長期的な自然の生態を観察できるような自然林などを計画すること」も有効とされている。これらの施設整備指針の記述から、

学校の緑地については、1) 地域の自然との共生、2) 自然と触れ合う機会、3) 自然学習環境としての役割、4) 郷土産樹種の観察、5) 観察、実習に適切な生物の選択、6) 専門的な学習や自然体験活動への対応、および、7) 長期的な生態観察を考慮して計画・整備し、理科や総合的な学習において効果的に活用することが求められているといえる。

## 1.3 研究の目的

理科等の学習における学校の緑地利用では、平成 33 年度から実施される中学校学習指導要領(文部科学省 2017)や平成 34 年度から実施される高等学校学習指導要領(文部科学省 2018)で重視されている「科学的な探求」の中で緑地の樹木を対象とすることが、その効果的な活用に結びつく可能性がある。日本の主な自然植生は森林であり、在来の生物にも、森林に生息し、食物や生活空間などの資源として樹木を利用するものが多い。そのため、日本の自然環境や生物多様性保全への理解を社会的に広める(環境省 2012)ためには、学校教育における森林や樹木を教材とした学習は欠かせないと考えられる。しかし、徒歩で移動できる範囲内に観測できる自然林がある学校は少ないため、研究者が研究目的等で観測したデータを活用して探求する方法が考案されている(小南ほか 2013、小南 2014、小南・村松 2016、小南ほか 2018、小南 2019)。そのような方法には森林を対象とした探求を短時間で実施できる利点があるが、実物の森林や樹木を生徒が自ら観測することが可能であれば、その方が実感を伴った探求としては望ましい。学校の緑地にある樹木を対象として、施設整備方針で言及されている郷土産樹種の観察や長期的な生態観察を行う探求は、地域の植生や生物多様性への理解を深める実感と伴った探求となる可能性がある。学校の緑地をそのような探求に最適なものに改変することは現実的には容易ではないため、まずは現状の緑地でも可能な探求とそれに関連する活動(以後、両者を合わせて探求活動)のモデルを考案する必要がある。

そこで、本研究では、校内に小規模な学校林に匹敵する緑地がある中学校において実施された探求活動の事例を分析し、緑地の樹木を活用した探求モデルの検討を行った。

## 2. 天神森の概要

### 2.1 沿革と植生

本研究で分析する探求活動は、静岡県浜松市にある静岡大学教育学部附属浜松中学校の敷地内にある天神森と呼ばれる緑地で実施されたものである。

天神森は、1915 年に浜松師範学校が創立された際に設けられた学校林に由来し、1947 年に附属中学校



探求が実施できるようになり、2017年に天神森が蓄積する二酸化炭素量に関する探求、2016～2019年に天神森で活動する動物に関する探求、2017～2019年には、観察園における植生と物理的な環境との関係に関する探求がそれぞれ行われた。探求では、大学教員（本研究の筆者ら）の指導を受けながら、探求の目的、方法、観測、結果の分析、考察の全てを生徒が考案・実施した。

### 3. 探求活動の分析

#### 3.1 探求の可能性を広げる活動

天神森で様々な探求を実施できるようにするための測量・計測では、まず、測量機器（ポケットコンパス）、50m巻尺、測量用ポールを用い、森の外周や各樹木の位置を生徒が測量した。測量では、天神森内に境界杭を打って測量の基準点とし（図1）、その基準点から対象への方位と距離を計測することにより、対象の位置を特定した。天神森はほぼ平坦であるため、比高差は測量しなかった。樹木については、樹高が胸高（1.3m）以上の全ての樹木を対象とし、位置を測量した際に、市販の樹木用ナンバーテープを取り付けて、その番号で樹木を識別できるようにした。これらの樹木を対象とした毎木調査では、種名、胸高の直径、樹高を記録・計測した。

観察園の設置では、指導者がビオトープの考え方として目的とする生物を誘引するための人為的な改変（植栽や池の設置など）を行う場合と本来のビオトープの意味である地域の生物が自然に生息する空間として人手をあまり加えない場合があることを説明し、生徒は後者を選択して設計に取り組んだ。その結果、生徒は、多くの学校でみられる小庭園に類似する場所を

天神森内で選び、学校行事での利用に支障がない位置・面積の観察園を設計・提案した。提案は学校に承認され、観測以外では人が立ち入らないように周囲を簡易なフェンスで囲った面積106m<sup>2</sup>の観察園が設置された（図1、図2）。

これらの測量・計測・整備によって、樹木の分布を含めた天神森の正確な地図（図1）が作成され、種名やサイズを測定した樹木のデータベースが整えられた。また、活動が始まった時には年に数回、天神森の全域が下刈りされていたため、発達した草本群落はみられない状態であったが、観察園の設置によって草本層の推移が観察できるようになった。これらの作業のうち、毎木調査では毎回30人程度の生徒が5～6人のチームに別れて分担する作業を計6回行い、日程調整の難しさもあったために、完了するまでの期間が長くなった（表1）。これは天神森が学校の敷地内にある緑地としては規模が大きく、測定した樹木が多数（186本）であったためであり、より小規模な木立や並木などの緑地では作業量は少なく済むと考えられる。また、



図2 天神森に設置された観察園

表1 天神森における探求活動の概要

内容・テーマ	期間	回数*1	人数*2	方法	主な成果
森の範囲を測量して地図を作成する	2015年6月～ 2015年10月	3	8	基準点から対象地点への方位と距離を測定	活動に必要な正確な地図を作成できた
樹木についての基本的な情報を記録・測定する	2015年11月～ 2017年6月	6	30	種名、胸高直径、樹高、基準点からの位置を測定	地図に樹木の分布を追加し、森林の種構成と構造を明らかにした
観察園を設計・設置する	2016年10月～ 2017年2月	9	6	観察園を設置する目的を考え、それに適した位置・規模を設計	設計した観察園を実際に設置することができた
二酸化炭素蓄積量がどのようになっているかを探求する	2017年6月～ 2017年9月	14	9	樹高と直径から樹木毎の二酸化炭素蓄積量を計算	森全体の二酸化炭素蓄積量を推計し、種構成の違いと蓄積量の関係を解明した
どのような動物が利用しているかを探求する	2016年10月～ 2019年3月	50	10	観測点を設けて、自動撮影カメラで動物を記録	都市内の緑地として、様々な動物が利用する環境になっていることを解明した
観察園内外で環境に違いがあるかを探求する	2017年6月～ 2019年3月	46	12	観察園の内外で温度、光量、風速を計測	森林内でも下層植生の違いで環境が異なることを解明した

\*1 期間中の活動回数の合計。1回の活動時間は、90分(15:00～16:30)

\*2 1回の参加人数の平均

樹高については10mの樹高計を用いて計測したが、中学生には扱いが難しかったことも時間を要した原因のひとつであった。樹高については、例えば3段階（高木、小高木、低木）などの簡易な目測にすると作業量を減らせるはずである。

天神森で作成されたような地図には、探求活動の選択肢を大きく広げる効果がある。学校の緑地で効果的な学習を実践している例でも、正確な緑地の地図を作成しているケースがみられる（田 1999、長島ほか 2007、永田・渡邊 2012）。天神森での探求でも、実物の観察に加えて、地図を使えたことで、同じ課題に取り組む生徒のグループが探求の方法を図上で協議する様子がみられ、方法の考案がスムーズに進んだことから、地図がもつ効果は大きいと考えられる。

以上の活動は同じような測量や計測を根気よく繰り返す作業であり、何らかの結論を得る探求ではないため、生徒の意欲をどのように維持するかが課題となる。天神森での活動では、科学技術で成果を得るためには多くの場合、地道な作業の積み重ねが必要なことを事前に説明した。その結果、同じ作業の繰り返しに飽きる生徒がみられる一方で、作業の度に地図が出来てゆく様子に意欲を示す生徒も少なくなかった。また、測量や計測の方法に関心を示す生徒もあり、地域の科学館（浜松科学館）の行事において、測量で地図を作成する方法を生徒が小学生に解説する活動も行われた。このような作業を教職員が行うこともできるが、例えば科学部などの活動のひとつとして生徒が取り組むことができれば、科学技術において根気よく取り組むことの必要性を認識する体験となりうる。

### 3.2 二酸化炭素蓄積量に関する探求

天神森が二酸化炭素をどの程度蓄積し、樹木の構成が異なる場所で蓄積量がどのように異なるかを明らかにする探求が、毎木調査によるデータベースを活用して行われた（表1）。この探求では、研究目的で観測したデータを活用した探求のモデルを示した先行研究（小南ほか 2013、2018）が用いた方法を参考に指導した。すなわち、毎木調査で計測した胸高直径と樹高の値から算出した幹材積（樹木の幹部分の体積）に、樹種に応じた拡大係数（枝・葉・根を含む材積への換算値）、容積密度（材積に対する乾重量の比）、炭素含有率（乾重量に対する炭素の比）、炭素量から二酸化炭素量への換算値（44/12）をそれぞれ乗じて、樹木ごとの二酸化炭素蓄積量に求めた。ただし、上記の先行研究では、幹材積の算出において森林の調査・研究で用いられる材積推定式（林野庁計画課 1970）を使用しており、その式が対数を使うため、中学生による天神森での探求では、林業技術センター普及班（2007）が示すより簡易な次式で幹材積を算出した。

$$\text{幹材積} = \text{胸高直径} \times \text{樹高} \times \text{係数} \quad (0.35 \sim 0.40)$$

（胸高直径と樹高の単位はメートル）

係数については、天神森のデータでは材積推定式による計算値との差が最小となる値が0.35であることを指導者があらかじめ調べておき、生徒にはその値を用いるように指導した。このように計算を簡易にした結果、二酸化炭素蓄積量に関する計算が四則演算のみで可能となり（割り算は面積当りの値で使用）、生徒は電卓のみで取り組むことができた。天神森の樹木186本を対象とした計算では、平均9人の生徒が分担して計算する作業（1回90分程度）を、方法の説明も含めて5回要した（表1、残りの9回は結果の考察、とりまとめ、発表準備など）。

このような方法により、生徒は、天神森全体が蓄積している二酸化炭素量を算出し、さらに森林内の樹木の構成が異なる場所の間で、面積当りの二酸化炭素蓄積量を比較した。その結果、天神森は全体で百トンあまりの二酸化炭素を蓄積していると推計し、面積当りの蓄積量は樹木の構成によって大きく異なることを見出すことができた。また、それらの結果から、天神森の二酸化炭素蓄積量をさらに多くするためには、どのような森林にすればよいかを考察することができた。

天神森で行なった二酸化炭素蓄積量に関する探求は、樹木1本単位で実施することが可能であり、より小規模な緑地や学校のシンボルツリーになっている樹木などを対象とすることもできる。ただし、樹高については、先に言及した3段階の目測などではなく、正確に計測する必要があるため、生徒による計測が難しい場合には、樹高のみ指導者が計測する選択肢もある。

緑地や樹木を対象とした二酸化炭素蓄積量の探求では、天神森の探求で得られた結論以外にも、さまざま内容を目的とすることができる。例えば、ブナ林や照葉樹林などの日本の代表的な自然林、スギ林などの人工林、東南アジアの熱帯雨林やタイガの針葉樹林などの世界の主な森林における面積当りの二酸化炭素蓄積量と比較すれば、それらの森林における蓄積量が身近な緑地と比べていかに大きいかを認識する探求となりうる。樹木1本での算出では、一般家庭がエネルギー使用によって排出する二酸化炭素量と比べることによって、日常生活での二酸化炭素排出を減らす必要性を実感できる可能性がある。このように、二酸化炭素蓄積量の探求は、環境と結びつけて、様々な内容に広げることができると考えられる。

### 3.3 動物の活動に関する探求

天神森で活動する動物に関する探求では、赤外線に反応する自動撮影カメラによるカメラトラップ法を用いた。カメラトラップ法は、対象とする動物の生息地

に自動撮影カメラを設置し、動物の行動等を記録する方法であり、特定の環境における動物相の調査など、近年、動物の研究で幅広く用いられている手法である（前迫 2010）。天神森の探求では 4 万円程度の自動撮影カメラを使用した。1 万円台の機種も市販されており、学校教育でも活用が可能になってきた。

附属浜松中学校の周囲は広範囲に住宅地となっており、天神森は市街地の中で孤立した緑地となっている。このような市街地の緑地は、都市に生息する野生生物が利用する重要な環境となっていると報告されていること（長光・金子 2017）を紹介し、カメラトラップ法についても説明したところ、生徒は天神の森をどのような動物が利用しているのかを明らかにする目的で探求を開始した。

探求では、天神森内で動物の通り道になっている場所を植物の踏み跡などから予想し、4 箇所を観察地点として自動撮影カメラを樹木に取り付けた（観察園の設置後は観察園内外の 2 箇所に変更）。撮影された画像を保存しているメモリーカードは 2 週間に 1 回程度の頻度で交換し、画像を学校内のパソコンに保管した。撮影された動物の同定はできるだけ生徒が行なったが、難しいケースでは指導者が助言した。

カメラ設置後の野外での活動はメモリーとバッテリーの交換のみであるため生徒にも容易であったが、撮影された画像をチェック・整理してデータ化する作業では、生徒が苦勞する場面がしばしばみられた。この探求で使用した機種でも動物が通り過ぎた後の撮影や日中の散乱光による誤作動が頻繁にあったため、それらの画像をチェックして除く必要があった。その上で撮影された動物を同定・記録する作業には時間がかかり（表 1）、探求への意欲をやや低下させる生徒もあった。動物が鮮明に写っている画像を集めて天神森の動物図鑑となるようなデータベースを作成することで同定が容易になり、データが増えることで動物の活動に関する傾向がみえるようになってからは、生徒の意欲も高まるようになった。このように結果がみえるようになるまでの根気を要する画像整理において生徒の意欲をどのように維持するかが、この手法を探求に活用する上での課題のひとつといえる。

天神森での探求を 2 年にわたって継続した生徒は、日中はムクドリやハシボソガラスなどの鳥類、夜間はホンダタヌキやハクビシンなどの哺乳類が天神森を頻繁に利用している様子を明らかにすることができた。しかし、観測した地点数が少なかったために、天神森を動物がどのような目的で利用しているかをカメラトラップ法だけで把握することができなかった。カメラトラップ法の結果から天神森を利用する動物への関心を高めた生徒は、動物のフィールドサイン（足跡や食べ跡など）を調べることで動物が天神森を利用する目的を解明する探求を始め、樹木の果実が採食されてい

ることや動物が森を通り抜けていることを把握した。天神森のような面積の緑地で動物の利用や動物相を把握するためには多数のカメラで観測する必要があるため、学校教育で実施するのは難しい。そのため、天神森の探求でみられたように、カメラトラップ法をきっかけとして、フィールドサインの調査など他の方法に誘導できれば、探求を深めることができると考えられる。あるいは、特定の樹木を利用する動物に絞った探求であれば、少数のカメラでも十分なデータを得られと予想され、より実行しやすい可能性がある。

カメラトラップ法を用いた探求では、指導者は学校の周辺と同じような環境（天神森の場合は市街地）における動物の行動・生態や人との関わりについて、書籍や論文などで広く知っておくことが望ましい。移動することがない植物を対象とした探求では、指導者が事前に結果を予想し、指導内容を計画することができる。しかし、動物を対象とした探求では指導者にも結果を予測し難いことを天神森での探求は示しており、観察された結果（記録された動物）に応じて生徒に対する指導を柔軟に行える力量が指導者に必要であると考えられた。

このようにカメラトラップ法を探求に活用するためには解決すべき課題がいくつかあるが、これまで学校教育では夜行性の哺乳類を観察することはかなり困難であり、観察の対象が植物と昆虫に著しく偏っていたこと（小南ほか 2015）を踏まえると、生物の観察や探求の幅を広げる手法として向上させる価値が高いといえる。

### 3.4 観察園の環境に関する探求

人手を加えないビオトープとして生徒が設計し、2017 年 10 月に設置された天神森の観察園（図 2）では、翌年の夏には植生高が 1m 近くになり、2019 年 5 月には、120cm 高の草本もみられるようになった。観察園の外側は、森林内で生徒が安全に活動できるように下刈りが行われており、大型の草本はみられない状態が保たれている。生徒は、観察園内外での植生の違いが物理的な環境とどのように関係するかを解明する探求を次のように行なった。まず、観察園内に 2 箇所、観察園外に 2 箇所の観測点を設けた。これらの観測点において、月 1 回の頻度で、光量、温度、風速の 3 つを測定した。光量の測定では光合成有効光量子束密度を測定できる光量子計（7 万円程度）、風速の測定では、手持ちで測定できるデジタル風速計（6 千円程度）を用いた。温度の測定では、地上から 0.5m、1.0m、1.5m の高さに黒色に塗った木製の板をとりつけ、その板の表面温度を放射温度計（5 千円程度）で測定した。これらの測定は、生徒が分担して各観測点で同時に行うようにした。近年は、環境を計測する機器にも学校教育で活用できるものが多くなり、この探

求で用いられたデジタル風速計や放射温度計には低価格の機種が多く市販されている。ただし、光量子計には安価なものがみられない。植物にとっての光環境を測定する場合は照度計ではなく光量子計を用いるのが望ましく、安価な機種が市販されることが期待される。

生徒は、このようにして観測したデータを分析して、観察園外と比べて園内の光量は植生の発達によって減少し、風量は草本が成長する夏季に園内で弱くなる一方で、温度には観測期間中に大きな違いが生じなかったことをまとめた。生徒が見出したこれらの傾向は、今後、植生の発達に伴ってさらに変化すると予想される。このような環境の観測では、長期的に継続することで最初はわからなかった傾向がみえてくる可能性がある。この探求を始めた当初は、探求の目的を十分把握できず、意欲を高められない生徒があったが、他の探求と同様に、データが蓄積されて傾向が具体的にみえるようになると意欲が高まる様子がみられた。これらのことから、このような探求では、観測を長期的に継続し、植生の変化と環境との関係がより明瞭になるデータを蓄積することが、生徒の意欲を高め、探求を深めることにも結びつくと考えられる。高等学校施設整備指針でも長期的な生態観察に言及されており、天神森の観察園での探求と同様なことを実施する場合には、観測を始める際の意欲を高めることと、生徒が代わっても観測が長期的に継続されるようにすることが課題となる。前者については、生物は環境に影響される一方で生物が環境を形成する場面があることを他の環境の例を用いて事前に解説しておく、探求の目的を生徒が理解しやすくなる可能性がある。後者については、気候変動などを例にして、環境の観測では長期的な継続が大切であることを生徒が理解しておく必要があると考えられる。その上で、例えば科学部の活動として実施されるなど、学年間で引き継がれてゆくことが必要であり、そのような長期にわたるチームワークを育成する効果もこのような探求に期待したい。

天神森の観察園での探求からは、中学校施設整備指針では効果的であるとされている学校ビオトープについても示唆が得られた。学校ビオトープについては、ビオトープが継続的に手入れされて人工的な環境になっている例が多いが、できるだけ人手を加えずに自然の推移にまかせている例もみられる（大越・熊谷 2001、水口・安藤 2007）。天神森の観察園は自然の推移を観察・観測する目的のビオトープに相当し、誘引をめざす生物は想定されていない。ビオトープに出現する生物は学校周辺の環境に影響されるため（上浦木・梶原 2000）、市街地に囲まれていて近隣に自然植生がみられない天神森では、自然の推移にまかせた観察園における植生、動物、物理的な環境の今後の変化を予測することは難しい。そのため、生徒による観察園での探求は試行錯誤の繰り返しになると予想され

る。自ら課題を見出して解決策を考える「主体的・対話的で深い学び」が求められる中（文部科学省 2017、2018）、長期的に学年間で引き継がれ、試行錯誤を繰り返しながら協力して取り組まれる探求は、「主体的・対話的で深い学び」を実現する活動になると期待される。さらに、天神森の観察園では、草本が高密度に生育する状態がしばらく続くと予想される。水口・安藤（2007）は、そのような「雑草ばかりで汚い場所」と誤解されるビオトープの意義を学校関係者が理解することが重要と指摘しており、天神森でもその点が課題となる。加えて、市街地にあるために植物・動物ともに外来生物が高い確率で含まれ（天神森では特定外来生物に指定されているクリハラリスもみられる）、そのような外来生物の取り扱いも今後の課題となる。これらの課題の解決は容易ではないが、生徒がそのような困難な課題に取り組むことができれば、探求の場として観察園を維持する意義はさらに高まるといえる。

#### 4 探究の可能性と今後の課題

本研究では、探求の可能性を広げる活動、樹木の二酸化炭素蓄積量を環境に結びつける探求、市街地の緑地がもつ野生動物に対する役割の探求、植生を自然に推移させる観察園（ビオトープ）における環境変化に取り組む探求のそれぞれについて、天神森における探求活動をモデルケースとして、それらの実現可能性や課題を検討した。

学校における緑地の管理において、自然環境を意図した管理よりも緑化・美化を意図した管理が多い現状（大越・熊谷 2001）では、ここで検討した以外にも様々な課題を解決する必要がある。例えば、中学校でも学校内の植物種を同定できない教員が少なくないことから（藤吉ほか 2008）、指導者の生物を同定する能力の不足は大きな課題である。身近な生物に関する多様な図鑑が刊行されていることから、教員にも学校の緑地にみられる主な生物種を識別できるようになってほしいが、教員が多忙になっている現状では、地域のサポートできる専門家と連携する必要性も指摘されている（林田ほか 2004、藤吉ほか 2008）。

このように学校の緑地を学習において効果的に利用するためには様々な課題が残っているが、まずは、校内に多様な樹木がみられる学校、まとまった面積の学校園や徒歩で利用可能な学校林を保有する学校などで、先導的に探求が展開されることを期待したい。

#### 謝辞

本研究が対象とした附属浜松中学校における探求活動では、静岡大学教育学部の山岸由承さんと金子健太さんに協力をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。この探求活動は、静岡大学の「浜松トッ

プガン教育システム」の構築を通じた才能教育モデルプログラムと推進体制モデルの確立と発信：「得意を伸ばす」産学官協働の取り組みによる地域貢献戦略」によって実施されたものです。また、探求活動を考案する基礎的な研究段階では、JSPS 科研費 18K02956 の助成を受けました。

## 引用文献

田明男. 地域の素材を生かした学校ビオトープの保全活動について. 環境システム研究 27. 1999. 499-506

藤吉正明・赤根弘美・栗原耕介・隈本純・堀真奈美. 神奈川県内の小・中学校における学校内及びその近隣植物の教育利用に関するアンケート調査. 環境教育 18. 2008. 41-47

林田光祐・志賀三奈子・丸山三恵子. 環境教育の場としての学校林の生態管理. 東北森林科学会誌 9. 2004. 21-29

池俊介. 森林における自然観察学習の展開. 新地理 35. 1987. 1-9

岩瀬倉二. 愛知県下における小中学校の学校園の実態. 造園雑誌 20. 1956. 8-10

上甫木昭春・梶原優美. トンボとチョウの出現からみた学校ビオトープのランドスケープデザインに関する研究. ランドスケープ研究 64. 2000. 621-626

環境省. 生物多様性国家戦略 2012-2020. 生物多様性センター. 2012

小南陽亮・平賀大地・加藤理絵・瀬戸賀代. 生物多様性教育における教材としての里山の利用：樹木センサスによる種多様性と調節的サービスの学習. 教科開発学論集 1. 2013. 173-182

小南陽亮. 里山二次林において生物多様性に対する第2の危機を学習する方法と内容. 教科開発学論集 2. 2014. 75-83

小南陽亮・青木啓一郎. 校庭において秋冬の果実木を訪れる鳥類を観察する方法と観察による学習内容. 教科開発学論集 3. 2015. 101-112

小南陽亮・村松悠矢. 樹木センサスデータを活用した生物多様性教育の方法 - 森林模型制作による探究テーマの発見 -. 教科開発学論集 4. 2016. 81-88

小南陽亮・村松悠矢・宮崎静里奈・森島彩衣・藤本潔. 里山二次林におけるナラ枯れを教材とする学習内容の提案. 教科開発学論集 6. 2018. 105-115

小南陽亮. 里山二次林と人との関わりを探る学習教材の提案. 教科開発学論集 7. 2019. 64-70

前迫ゆり. カメラトラップ法による春日山照葉樹林の哺乳類と鳥類. 大阪産業大学人間環境論集 9. 2010. 79-96

水口達也・安藤秀俊. 福岡市内の小学校における学校ビオトープの調査. 日本科学教育学会研究会研究報

告 22. 2007. 111-116

文部科学省. 中学校学習指導要領. 2017

文部科学省. 高等学校学習指導要領. 2018

文部科学省大臣官房文教施設企画・防災部. 中学校施設整備指針. 2019

文部科学省大臣官房文教施設企画・防災部. 高等学校施設整備指針. 2019

長光郁実・金子弥生. 東京都府中市の微小緑地における食肉目動物の生息状況. 哺乳類科学 57. 2017. 85-89

長島康雄・川下一明・平吹善彦. 学校緑化に対する環境教育からのアプローチ. 2. 仙台市立上野山小学校の学校園づくりを事例とした生物多様性緑化マスタープランの構築. 宮城教育大学環境教育研究紀要 10. 2007. 73-82

永田昌大・渡邊重義. 校庭の樹木を活用した探求学習のための教材化. 日本科学教育学会研究会研究報告 27. 2012. 33-38

奥山洋次郎・茂田和彦. 学校林の歴史と現況. 森林科学 37. 2003. 4-9

大越美香・熊谷洋一. 学校ビオトープと緑地の自然環境教育的利用に関する研究. ランドスケープ研究 65. 2001. 743-746

林業センター普及班. 森の測り方 (基礎編) 林業普及【経営の豆知識 その3】. 岩手の林業 599. 2007. 10

林野庁計画課. 立木幹材積表東日本編. 日本林業調査会. 1970

高橋文・大築和彦・林田光祐. 選択的刈り払いによる森林整備の効果と森林学習の実施による検証 - 山形県銀金山町立明安小学校林を事例として -. 東北森林科学会誌 19. 2014. 59-62

竹本太郎・永田信. 森林環境教育に向けた学校林づくり. 森林科学 37. 2003. 39-45

田中千賀子. 学校園概念の成立 - 1905 年学校園施設通牒をめぐって -. 日本の教育史学 52. 2009. 4-16

田中千賀子. 東京市の公立小学校における学校園の展開. 日本の教育史学 55. 2012. 32-44