

## 1 はじめに

日本の国土の約3分の2は森林である。また国土における森林の割合（森林率）は、68.5%であり、OECD諸国では72.9%のフィンランド、68.7%のスウェーデンに次いで第3位である。このように日本は森林資源に恵まれた国であるため、森林生態系の保全について理解を深める教育は重要であると考えている。

生物基礎の「生物の多様性と生態系」という単元では、植生や遷移、バイオーム等において森林科学を中心とした内容が多くを占めている。本単元を指導する際には多くの植物が登場するが、平成24・25年度高等学校教科研究員研究報告書理科によれば、生徒はそれらの植物についての知識をあまり持っていない。またいくつかの教科書には森林生態系の保全に関する内容が盛り込まれているが、スケールの大きな内容であることからこの内容に関して実習を伴う授業を展開するのは難しいと考えられる。よってこの分野に関して効果的な授業方法が必要であろう。

その一つの解決策として野外観察実習が挙げられる。野外観察実習では、生徒がグループごとに植生調査を行ったり、また教師が生徒を連れて学校内外の動植物を解説する授業形態が一般的であると思われる。このたび注目したのは、エコツーリズム的な発想にもとづいて野外観察実習を行う点である。エコツーリズムは自然環境を大切にしながら、地域を主体として行う観光旅行であり、楽しみながら行うことが特長である。本研究では、学習指導要領で示された課題解決のための思考力・判断力・表現力および主体的に学習に取り組む態度の育成を念頭に置きながら、生徒が主体となって観察場所を決定し、学校内の自然を生徒が相互に体験的な手法で紹介する形態の野外観察実習の開発を目的とした。これにより、生徒が森林生態系への理解を深めるだけでなく、主体的に学習する態度や、表現力を身に付けることができるものと期待される。

## 2 研究方法

- (1) 森林に関する生徒の意識調査
- (2) エコツーリズムにもとづく野外観察実習の方法の開発
- (3) 教育効果の検証

## 3 研究内容

- (1) 森林に関する生徒の意識調査

### ア 意識調査の方法と結果

森林生態系の授業を実施するに当たり、事前に生徒が持っている森林や環境問題への意識、および樹木の知識を調査するためにアンケートを実施した。対象は1年生の3学級とした。アンケートの設問、回答は以下のとおりであった。

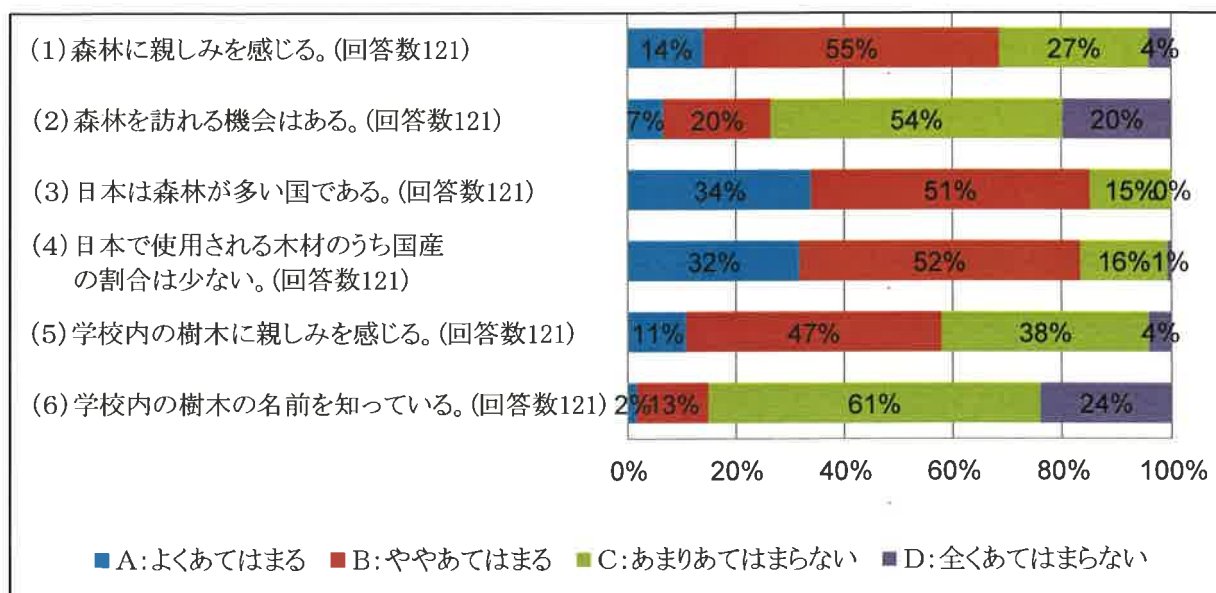


図1 事前アンケート 設問(1)～(6)の結果

設問(1)～(6)の設問と解答を図1に示した。設問(1),(2)では生徒にとって森林が身近なものであるかを調査した。その結果,(1)の回答で,AとBが多くを占めていたことから生徒は森林に対して親近感を持っていることがわかる。一方で(2)の回答ではCが最も多かったことから,森林を訪れる生徒は少なく,森林に触れる体験が不足していると考えられる。また,国内の森林や木材の利用についての知識を設問(3),(4)で調査したところ,概ねAとBの回答が多く,知識としては知っていると判断できる。さらに,設問(5),(6)で学校内の樹木について身近なものであるかを調査した。設問(5)ではBが多くを占めており,生徒は樹木に対して親しみを感じる肯定的な意識を持っていることがわかる。しかし,設問(6)の回答ではCとDが多数を占めており,校内の樹木については知識が乏しいと思われる。実際に知っている樹木の種類と数を設問(7)で調査したところ,生徒が知っている樹木の数はいずれも平均で1.9種であり,校内の樹木についてはほとんど知らないことがわかった。具体的に挙げた種名は,イチョウ,イロハモミジ,ウメ,クスノキ,サクラ,サルスベリ,スギ,スダジイ,ツツジ,ツバキ,マキ,マツ,ミカンの13種であった。中にはシダのような草本やブナなどの学校にない樹種を挙げる生徒もいた。

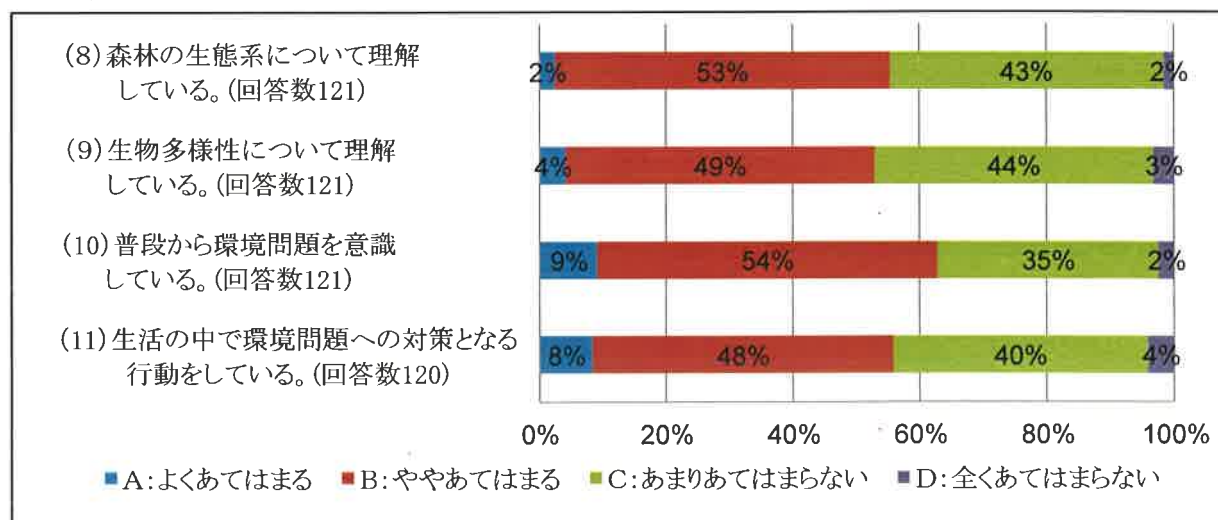


図2 事前アンケート 設問(8)～(11)の結果

次に生物の多様性や環境問題に関する設問と回答の結果を図2に示した。いずれの設問においてもBとCが多く、森林生態系や生物多様性の知識は漠然としているのではないと思われる。また環境問題についても積極的な問題意識を持っているとはいえない。

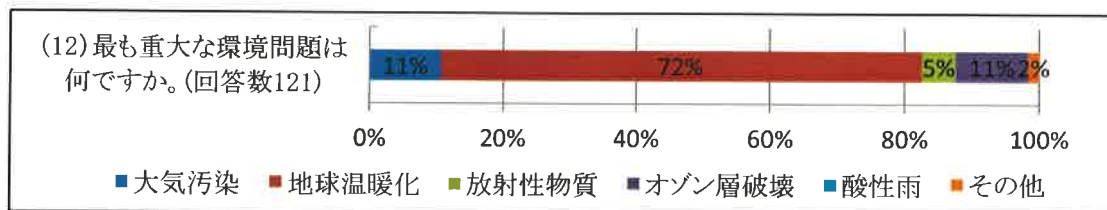


図3 事前アンケート 設問(12)の結果

環境問題のうち、最も重大と意識しているものを調査した(図3)。その結果、地球温暖化を選択した生徒が3分の2以上にのぼり、かなり意識が高いのではないかと考えられる。設問(12)に対して、設問(13)ではその環境問題の解決策を挙げてもらったところ、次のような結果となった。

設問(13) (12)で挙げた環境問題を解決する方法は何ですか。

(地球温暖化の解決策として)

- ・温室効果ガスの排出量を削減する
- ・ごみを減らす
- ・自動車の排気ガスを減らす
- ・節電する
- ・エコバッグを利用する
- ・リサイクルを推進する
- ・節水する
- ・森林破壊を防ぐ
- ・燃料電池車、ハイブリッド自動車、電気自動車、水素自動車を利用する
- ・公共交通機関を利用する
- ・エアコンを使わない
- ・火力発電所の廃止
- ・アイドリングストップ
- ・再生可能エネルギーの利用
- ・環境意識を高める
- ・排出量の多い国に規制を厳しくする
- ・植林する

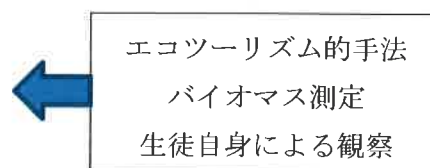
このように、地球温暖化の解決策としては概ね生徒は正しい理解をしていると思われるが、大気汚染の解決策として森林の保護を挙げた生徒もあり、環境問題全体としての正しい理解は不足しているのではないかと考えられる。

## (2) エコツアーリズムにもとづく野外観察実習の方法の開発

### ア 野外観察実習の方向性

森林に関する生徒の意識調査の結果から、野外観察実習において生徒に対して特に重点的に指導すべき点を次のように設定した。

- ・森林(樹木)に親しみを感じられること
- ・樹木の知識を増やすこと
- ・地球温暖化等の環境問題を意識させること



これらの点を重点的に指導できるような野外観察実習の方法としては、植生調査や教師の一方的な解説のようなものではなく、生徒自身が観察場所を決め、生徒同士が相互に学

校内の自然について解説と案内をし合うものが良いと考えた。これにより、生徒の主体的な学習態度や表現力を身に付けさせることができるであろう。そしてエコツアーの考えに基づき、楽しみながら体験的な学習を実施できるようにすれば、自然に親しみながら知識を身に付けさせることができると思われる。加えて樹木に対する親しみや地球温暖化に関する意識を高めるために、森林科学の要素を取り入れた樹木のバイオマスを推定する実習を行い、樹木の固定した二酸化炭素量を定量させることで森林の重要性を認識させることができるのではないかと考えた。

#### イ 野外観察実習の実施計画

実習の実施に当たっては、表1のような計画を立てた。また今回の野外観察実習をその性格から「エコツアー」と呼ぶことにした。

表1 エコツアー実施計画

| テーマ                        | 内容                                                  | 時数   |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|------|
| 校内自然観察（事前学習）               | ・学校敷地内の自然環境（樹木、野草、野鳥等）の説明                           | 1 時間 |
| 土壌生物の観察（事前学習）              | ・土壌生物の分類と観察、および森林生態系の学習                             | 1 時間 |
| 森林生態学およびエコツアーリズムについてのガイダンス | ・班分け<br>・森林生態系についての説明<br>・エコツアーリズムの考え方の説明           | 1 時間 |
| 学校内の樹木について知る               | ・エコツアーで紹介する樹木の選択<br>・樹高、胸高直径の測定<br>・周囲の観察<br>・データ処理 | 1 時間 |
| エコツアーの企画書作り                | ・バイオマスの推定（データ処理）<br>・エコツアーの企画書作り                    | 1 時間 |
| エコツアーの実施（野外観察実習）           | ・エコツアーの実施<br>・記録と評価                                 | 1 時間 |
| エコツアー報告会                   | ・学習内容をクラス内で発表                                       | 1 時間 |

#### ウ 実施上のポイント

##### （ア）森林生態学およびエコツアーリズムについてのガイダンス

エコツアーを2班合同で実施するため、1学級41名を8班に分けた。班決めでは男女混合という条件だけ提示して、生徒同士で自由に班を決めさせた。これは仲の良い生徒同士が集まることでコミュニケーションが円滑に図れ、また男女混合のため適度な緊張感を持たせることが意図である。

次に森林生態学の重要性について、四手井綱英著「森林はモリやハヤシではない 私 の森林論」の一部を生徒に読んでもらい、解説を行った。またエコツアーリズムの基本的な考え方については、環境省の「エコツアーリズム推進基本方針」を基に解説した。

##### （イ）学校内の樹木について知る

学校内の樹木を1つ選び、それについて樹高と胸高直径を測定させた。このデータを

基にしてバイオマスを計算し、樹木の固定している二酸化炭素量を求めた。バイオマスとは生物量であり、生物の乾燥重量を意味している。これを求めることにより、樹木が固定している二酸化炭素量を計算することができる。この方法については後述する。

#### (ウ) エコツアーの企画書作り

選んだ樹木について、生態的な特徴や固定されている二酸化炭素量、またその樹木の名称の由来や文化的なことがら、人との関わりも含めて紹介するような内容の企画を立てさせた。樹木の紹介をするときには、楽しみながらという部分を大切にするため、樹木探しやクイズ、葉の採集などの体験的な学習となるように工夫させた。

#### (エ) エコツアーの実施

50 分の授業の中で、2つの班（仮にA班、B班とする）がまとまって行動し、前半15分でA班がB班を案内して説明等を行った。次に後半15分でB班がA班を案内する形でエコツアーを実施した。残りの時間は、移動や記録、評価の時間にあてた。案内される班は、説明を聞いたり、メモを取ったり、質問をするなどの活動を行った。

### エ バイオマスの推定と二酸化炭素量への換算

バイオマスを推定するためには、まず立木の胸高直径、樹高を測定し、これらの値と樹種、生育地を基にして、幹材積を求める。幹材積は樹木の幹の部分の体積のことで、MS - E x c e l で計算が可能な幹材積計算プログラムを利用して計算した。

#### (ア) 胸高直径の測定

胸高直径とは地上1.2 mの立木の直径である。巻尺を樹木に巻き付け、目盛を読むだけで直径が測定できる専用の巻尺もあるが、通常の巻尺で測定する場合は測定値（周囲）を円周率で割ることで求められる。

#### (イ) 樹高の測定

三角関数を利用して樹高を計算するため、図4のような角度計を作製した。

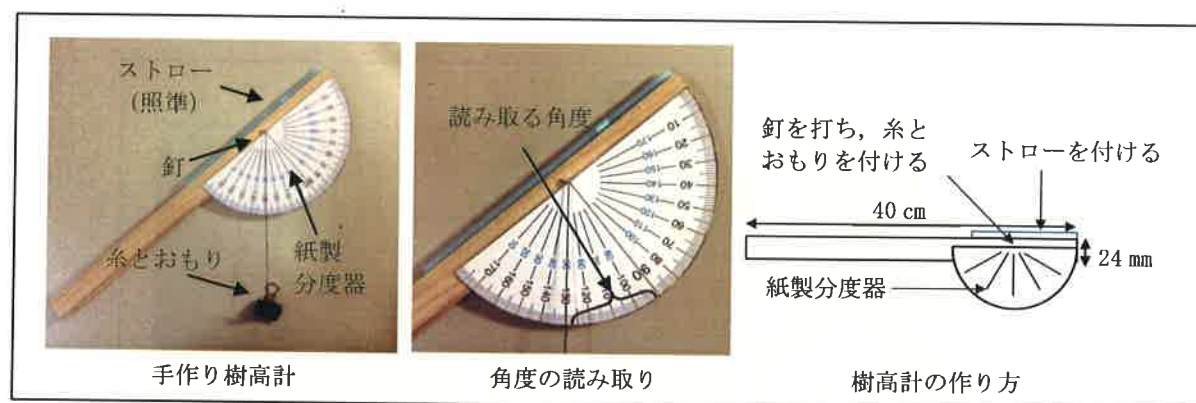


図4 手作り樹高計

#### a 手作り樹高計（角度計）の作製

- ・紙製分度器を印刷し、厚紙に貼り周囲を切り取る。
- ・角材を40 cmに切る。
- ・紙製分度器を角材の端に合わせて貼る。
- ・分度器の原点に釘を打ち、糸とおもりを付ける。
- ・ストローを付ける。



## b 樹高の測定方法

樹木から 10 m 離れた位置で樹高計を持ち、照準であるストローで樹木の梢端をのぞく。その時、角度計の糸が示す角度（図 5 の  $\theta$ ）を測定する。この角度  $\theta$  と B C の長さ 10 m 用いて  $H_1$  を求めるには  $B C \tan \theta$  を計算すればよい。また  $H_1$  に測定者の高さである  $H_2$  を足すと樹高  $H$  [m] となる。

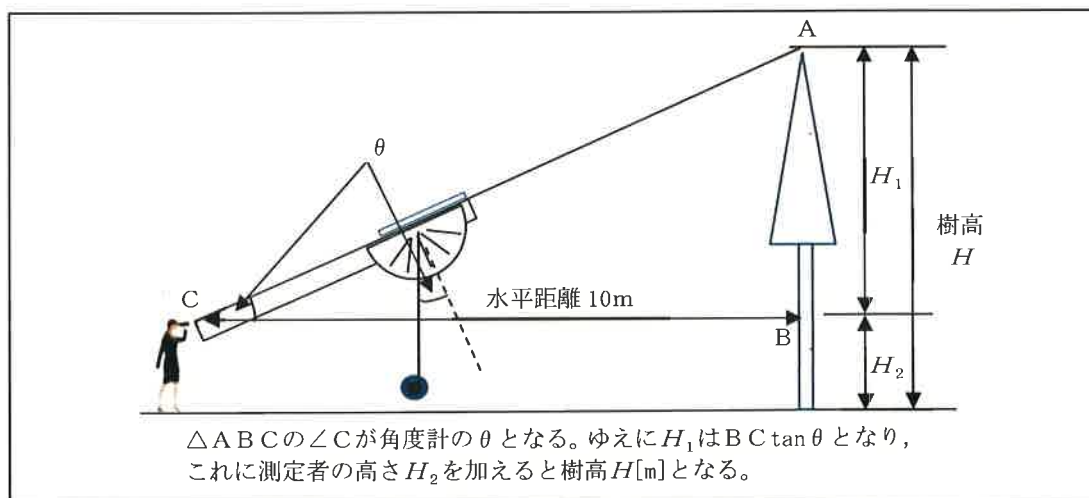


図 5 樹高測定の原理（角度計）

## (ウ) 幹材積の計算

図 6 に示したクスノキとヒノキをモデルとして樹高および胸高直径を測定し、幹材積計算プログラムにより、幹材積を求めた結果を表 2 に示す。幹材積の計算には胸高直径、樹高の他に樹種とその生育地のデータが必要となる。これは生育地の気候条件により樹木の生育が異なるため、地域ごとに幹材積を参照する表を変える必要があるからである。この表は幹材積計算プログラムで決定することができ、千葉県のカスノキは東京広葉樹、千葉県のヒノキは東京ヒノキの幹材積表を用いる。



図 6 測定したクスノキ（左）とヒノキ（右）

表2 幹材積計算プログラムで求めた幹材積

| 樹種   | 幹材積表  | 胸高直径<br>[cm] | 樹高<br>[m] | 幹材積<br>[m <sup>3</sup> ] |
|------|-------|--------------|-----------|--------------------------|
| クスノキ | 東京広葉樹 | 116          | 15.5      | 5.60                     |
| ヒノキ  | 東京ヒノキ | 50.0         | 14.2      | 1.07                     |

## (エ) バイオマスの推定

バイオマスは次の式により幹材積，拡大係数，地下部・地上部比，容積密度から求めることができる。

$$\text{バイオマス}[\text{t}] = \text{幹材積}[\text{m}^3] \times \text{拡大係数} \times (1 + \text{地下部・地上部比}) \times \text{容積密度}[\text{t}/\text{m}^3]$$

拡大係数は幹材積に乗ずると枝葉を含む体積を求めることができ，地下部・地上部比に1を足した値をさらに乗ずると樹木全体の体積を求めることができる。この値に樹木の密度である容積密度を乗ずると乾燥重量を求めることができる。ただし，拡大係数や地下部・地上部比，容積密度は樹種や生育地，林齢（樹齢）によって固有の値を用いる。

今回用いた値はクスノキについて拡大係数が1.37，地下部・地上部比が0.26，容積密度が0.469 t/m<sup>3</sup>，ヒノキについて拡大係数が1.24，地下部・地上部比が0.26，容積密度が0.407 t/m<sup>3</sup>である。バイオマスから炭素分の重量を求める係数は0.5を用いた。これにより求めたバイオマスと炭素分の重量，および二酸化炭素換算量を表3に示す。

表3 幹材積から求めた樹木のバイオマス

| 樹種   | 幹材積<br>[m <sup>3</sup> ] | バイオマス<br>[ t ] | 炭素分<br>[ t ] | 二酸化炭素換算<br>[ t ] |
|------|--------------------------|----------------|--------------|------------------|
| クスノキ | 5.60                     | 4.54           | 2.27         | 8.31             |
| ヒノキ  | 1.07                     | 0.681          | 0.341        | 1.25             |

## オ エコツアーの実施

エコツアーを実施するため，ウ（ウ）のとおり事前に企画書を作成させた（図7左）。企画書にはテーマや時間配分のほかに，事前に調査をしたバイオマスや樹木に固定された二酸化炭素量，樹木の紹介が記されており，エコツアーの計画をまとめている。エコツアーをする生徒の様子（図8）を観察していたところ，あまり気負って説明する様子もなく，むしろ楽しみながら，終始会話がはずむような雰囲気の中で樹木の解説が行われていた。樹木の固定した二酸化炭素量を身近なもの置き換えて想像しやすいように説明を行い，また樹木の名前の由来や特徴などをクイズ形式で紹介していた。また説明担当の生徒が発問をしたり，聞き手の生徒も質問をしながら，樹木に関して理解を深めていた。発表後は図7右のような評価用紙に相手の班と自分の班の評価をつけるようにした。

### エコツアー計画ワークシート

クラス・組 ( ) 年 ( A ) 組 ( 6 ) 組  
 班員氏名 ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )  
 「エコツアー」とは？  
 エコツアーの理念は「自然環境や歴史文化を対象とし、それらを体験し、学ぶとともに、対象となる地域の自然環境や歴史文化の保全に責任を持つ観光のありかた」となっています。生物の授業で実施するエコツアーでは、主に自然環境を対象として体験的に学習することによって自然の保全や環境問題などに関心を高めることを目的とします。  
 なお実施の際は、「楽しみながら」「自然を大切にしながら」「地域に貢献した」ものを意識してください。

実施予定日 ( ) 月 ( 16 ) 日 ( 木 ) 曜日 ( ) 時間  
 エコツアーのテーマ  
 アフリカを年ろう？

実施計画 (15分ずつ計画してください)

| 時間 (分) | 場所              | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.3分   | 森の前             | 今の森を見てどこがアフリカの森がイメージできる                                                                                                                                                                                                                                           |
| 10分程度  | 森の中<br>（森の奥の山間） | ① 木の高さ 6m<br>② 葉の形など<br>大きく、手のひら状に3つに分けられている。<br>③ 果実<br>厚い緑色の葉の裏に白い花がまじり咲く。<br>果実は、種が1つに包まれているが、解き放つには<br>力が必要。<br>④ 樹幹に固定されたCO <sub>2</sub> 量 0.260 (Mol/L)<br>(オオムシ10個、10分、呼吸で消費したCO <sub>2</sub> 量、10分、呼吸で消費したCO <sub>2</sub> 量、10分、呼吸で消費したCO <sub>2</sub> 量) |

### エコツアー 記録・評価用紙

( ) 年 ( D ) 組 ( ) 番 氏名 ( ) 自分たちの組 ( 7 ) 組  
 相手のエコツアー内容を記録してください

相手の班 ( 8 ) 組

アフリカ、森、  
 森の中の山間、中国の森、  
 内閣に分布 (オオムシ) 観察

① 森の奥 ② 森の奥 ③ 森の奥 ④ 森の奥  
 おおむし、森の奥、森の奥、森の奥  
 おおむし、森の奥、森の奥、森の奥

(相手の班の評価) 評価表に○をつけてください

① 説明が理解できたか (A) よく理解できた (B) 理解できた (C) わからなかった  
 ② 楽しむことができたか (A) とても楽しかった (B) 楽しかった (C) 楽しめなかった  
 ③ 声は聞き取りやすかったか (A) とても聞き取りやすい (B) 聞きとれた (C) 聞き取れなかった  
 ④ 説明は工夫されていたか (A) 工夫されていた (B) 少し工夫されていた (C) 工夫がなかった  
 ⑤ 説明は協力できていたか (A) よく協力していた (B) 協力していた (C) 協力できていなかった  
 ⑥ 良かった点、改善を要する点をそれぞれ書いてください

① 説明がわかり、とてもわかりやすかった。アフリカを年ろう！  
 ② 森の奥にアフリカの森がイメージできる。

(自分の班の評価) 評価表に○をつけてください

① 説明が理解できたか (A) よくできた (B) できた (C) できなかった  
 ② 楽しむことができたか (A) よく楽しかった (B) 楽しかった (C) 楽しめなかった  
 ③ 声は聞き取りやすかったか (A) よく聞き取りやすい (B) 聞きとれた (C) 聞き取れなかった  
 ④ 説明は工夫されていたか (A) 工夫されていた (B) 少し工夫されていた (C) 工夫がなかった  
 ⑤ 説明は協力できていたか (A) よく協力していた (B) 協力していた (C) 協力できていなかった  
 ⑥ 良かった点、改善を要する点をそれぞれ書いてください

① 森の奥にアフリカの森がイメージできる。  
 ② 森の奥にアフリカの森がイメージできる。

4月 7日 (土) までに生物課長室にお返しください

図7 エコツアー計画ワークシート (左) とエコツアー 記録・評価用紙 (右)



図8 エコツアーに参加する生徒

## カ エコツアー報告会

エコツアーを実施した後に、表1の計画に従って報告会を実施した。各班約2分程度で、紹介した樹種とその説明内容について発表してもらい、他の生徒は記録を取りながら聞くようにした。生徒は実際のエコツアーでは相手の1班分しか説明を聞いていないため、できる限りエコツアーの内容を共有することが報告会の目的である。

報告会を実施した後、事後アンケートを実施したが、生徒はエコツアーを体験したことに加えて報告会での発表を聞いて、樹木についてさらに興味を持つようになったとの感想を抱いたようである。よって報告会での情報の共有は、大変有益なものと捉えている。

## (3) 教育効果の検証

### ア 事前アンケートと事後アンケートの比較

エコツアー報告会の後、最初に行った森林に関するアンケートを再度実施した。設問(1)



～（６）の実施前と実施後の比較を以下の図９に示す。

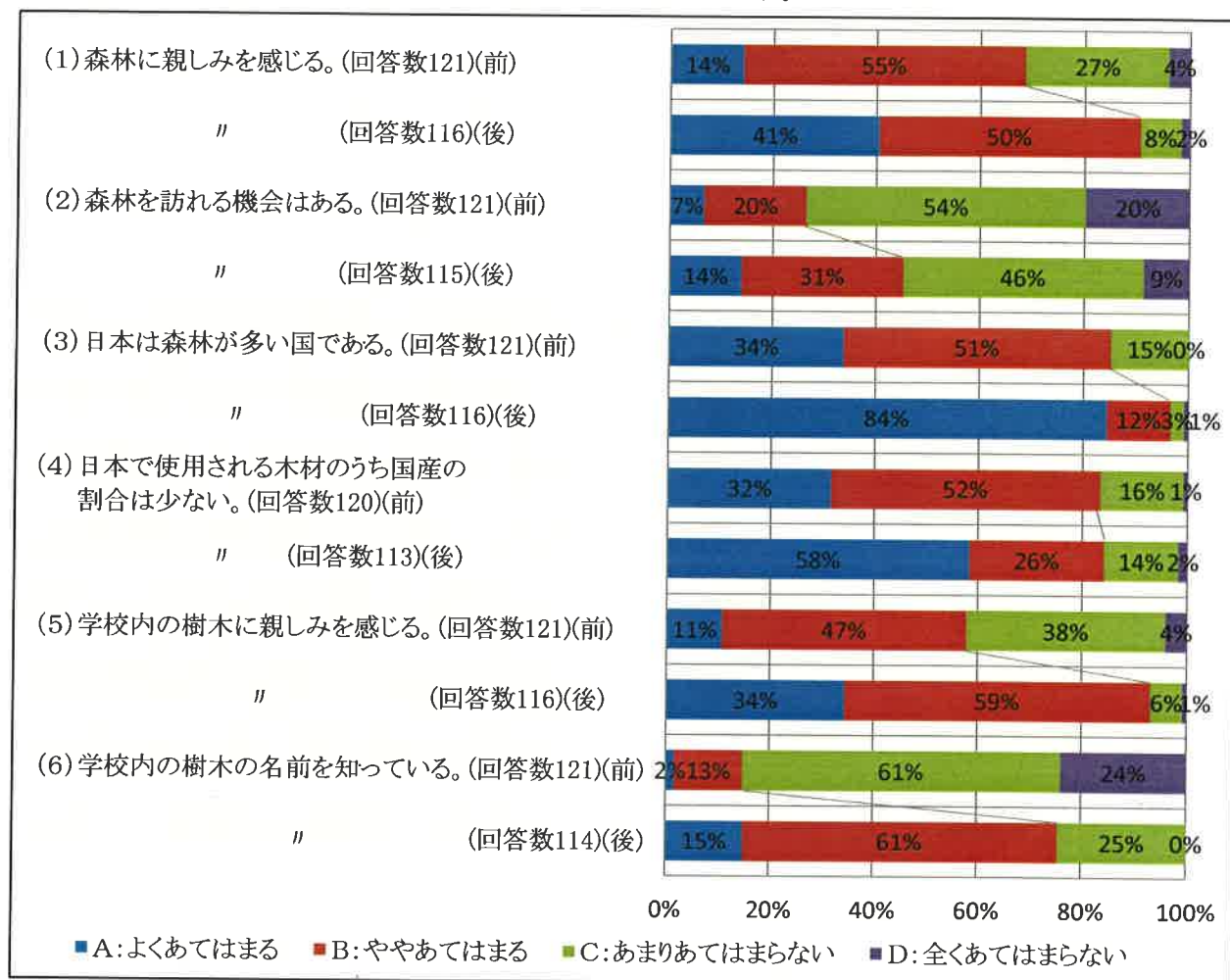


図９ エコツアー実施前後の設問（１）～（６）の回答の比較

設問（１）においては、Ａと回答した生徒の割合が１４％から４１％に増加し、エコツアー実施後に森林や樹木が身近に感じられ、親しみが強くなったと思われる。設問（３）と（４）では実施後にＡの回答が伸びているが、これはエコツアーのガイダンスによる効果と思われる。設問（５）と（６）では肯定的なＡとＢを回答した生徒が増加しており、エコツアーにおいて実際に学校内の樹木を観察したり、報告会で情報を共有した効果ではないかと思われる。

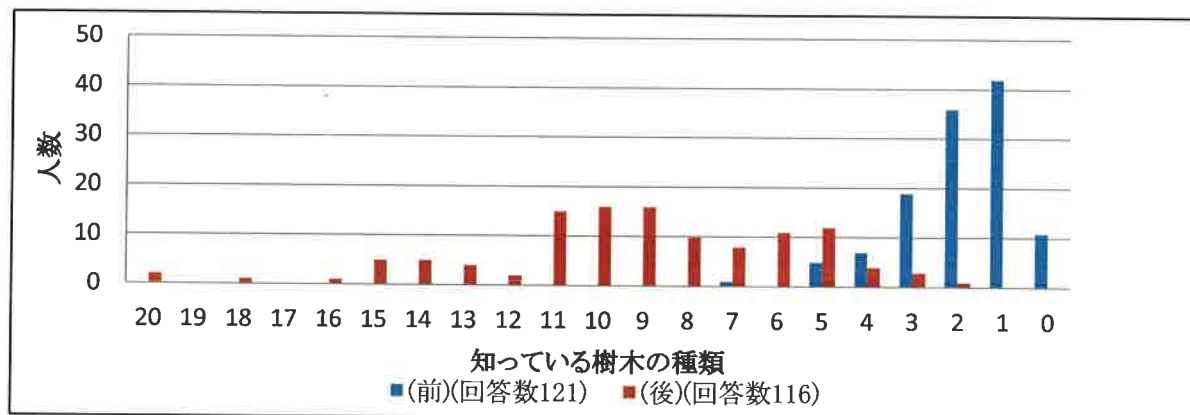


図１０ エコツアー実施前後の設問（７）の回答の比較

また、知っている樹木の種数についても大きな変化が見られた（図 10）。事前の回答では 1，2 種類に多く分布していたが、事後では分布が左側にシフトし、知っている樹木の種数の平均値は、実施前の 1.9 種から 9.1 種に増加した。生徒が挙げた樹種は 2 ページに示したものの他に、アオキ、アオギリ、アカマツ、イヌマキ、オニグルミ、カキノキ、カナメモチ、キンモクセイ、クロマツ、ゲッケイジュ、ザクロ、サワラ、タイサンボク、タブノキ、ハナミズキ、ヒノキ、ビワ、マユミ、モッコク、ヤツデ、ユズリハ、ラカンマキとなり、合わせて 33 種に上った。

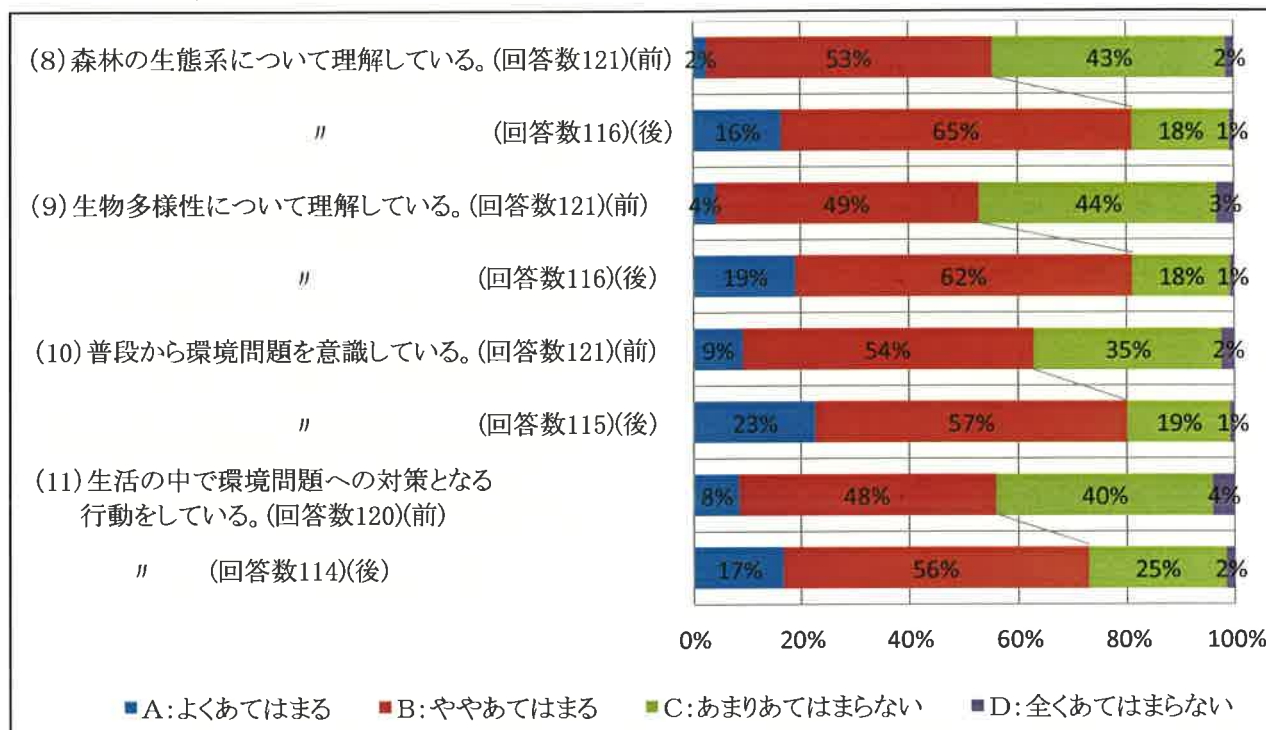


図 11 エコツアー実施前後の設問（8）～（11）の回答の比較

エコツアーでは樹木のバイオマスや固定した二酸化炭素量を必ず話題に含めるようにした。図 11 に示すように、環境問題に対する意識や行動についてはエコツアーの後で肯定的な回答が増加しており、環境教育として一定の効果がみられたと考えられる。また設問(12)では、重大と思われる環境問題を挙げてもらったが、図 12 に示すように地球温暖化が回答全体の 77%を占め、実施前後で若干増加していた。

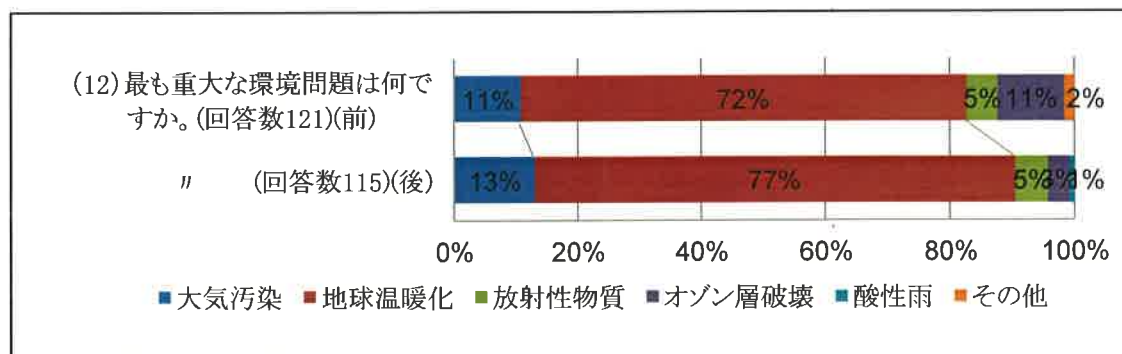


図 12 エコツアー実施前後の設問（12）の回答の比較

## イ 事後アンケートの自由記述と生徒の変容

以下に生徒の事後アンケートの「エコツアーの企画、準備、実施、体験をとおしてあなたはどのようなことを学びましたか？」に対する回答を生徒の原文のまま記載する。

### 興味や関心の変容が見られた回答

- ・木は全て木というくくりにくくってしまっていたが、エコツアーを通じてそれぞれの木によって人間に与える恩恵や木の役割、表情が違うことを学び、庭にある木等の名前も気にするようになった。
- ・よく名前の知られている有名な樹木であっても意外と知らないことが多くあったと思いました。木の香りや葉・樹皮の様子もよくよく注意してみると、とても興味深い発見が多く、その木の名前の由来について調べてみるのも面白いのだと感じた。エコツアーを通して僕の木に対する印象がガラッと変わりました。

### 発表の方法や準備の大切さに気付いた回答

- ・エコツアーをやる前よりも樹木について知ることができた。実際に発表することはできなかったが「イヌマキ」についてみんなにわかりやすく伝えられるように工夫して考えた。どの班もわかりやすくて、工夫して説明することは大事だと改めてわかった。

(※エコツアー当日に欠席し、報告会には参加した生徒の感想)

- ・相手が理解できるようにわかりやすく発表すること、楽しくすることが大切だと思った。
- ・自分で調べて終わり、ではなくて人に伝えることで、より理解が深まったなと思いました。他の班のエコツアーも聞いてみたかったです。エコツアーの企画をする前とした後で、知っている樹木の種類が大幅に増えていたのでびっくりしました！
- ・たくさんあるなと思っていただけの木が、想像以上に種類があり、身近なところにあったということです。また、クイズをやったり、他の班が調べたことを聞くことで自分でずっと調べるよりも、もっと大きな関心を植物や木に対して持つことができました。
- ・樹木の種類や特徴、名前の由来について知ることができました。樹木は思っていた以上に身近で使われていたので少しびっくりしました。実際に木の幹を触ってみたり、葉の形を観察すると、教科書などの資料を見るよりも頭に入ってきました。
- ・ツアーの企画は、とても計画性の必要なものだわかった。

### 環境問題や樹木の特性に気付いた回答

- ・高校生物で木について学ぶまでは本当に興味がなくて、名前とかもあまり知らなくて見分けもつかなかったのですが、エコツアーをやって、木には炭素がためこまれていたことがわかったり、実際にそれを自分ではかったりしているうちに親しみがわきました。授業で習った木を見るとこれはこういう使われ方をするんだと想像したりするようになりました。また木に対して人間の排出するCO<sub>2</sub>の多さを数字として実感できて、あらためて考えるきっかけにもなりました。
- ・貯炭量は今まで全く知らず、「t」の単位で表されて本当にすごいと思った。普段、小中とずっと見てきたイチョウであったけど、地球の環境面といういつもとは違う方向から見るとまだまだ自分には知らないことがたくさんあり、しかも紅葉の秘密と理由は実はとても奥深いものだと思う。そして、環境問題について理解がとても深まりました。
- ・家では冬、薪ストーブを使っています。木の種類によって燃えやすいのも全く火のつかないものもあります。それと同じで、木の模様や利用のされ方など、色々な特徴があることがわかりました。班で発表するという事で、それに向けてたくさん情報を集めて知識を増やすことができて良かったです。

生徒の感想に示されているように、エコツアーの実施により、今まで無関心であった生徒の樹木への関心を高めることができた。特に樹木の生態や人間の生活との関わりを知ることが、生徒の樹木への興味を深めていた。また樹木のバイオマスや貯炭量を測定することで、二酸化炭素の量との関係をイメージさせ、森林の重要性や環境問題への意識を高めることができた。さらにエコツアーという発表の形から、伝え方を工夫することの大切さに気付いた生徒や、伝えること自体が理解を深めることに気付いた生徒もいた。このようにエコツアーは、相手にわかりやすく伝えるための表現を考える機会を与え、また楽しみながら学ぶスタイルが、学ぶ生徒と教える生徒の双方に良い刺激となっている。

以上のようにエコツアーをとおして、生徒の森林生態系への理解が深まり、また主体的に学習する態度や表現力についても高めることができたのではないかと考えている。

#### 4 おわりに

野外観察実習を「楽しみながら」行うエコツアーは、楽しむだけで終わってしまうのではないか、という不安が常にあった。しかしながら、実際に行ってみると生徒は生き生きと説明を始め、体験的・主体的な学習を展開していた。また報告会で他の班の発表を聞いた後は、生徒の眼差しも真剣になっていた。授業としては大変手応えを感じているが、反省点も多々ある。今回、夏休み前にエコツアーの準備をしていたにもかかわらず、悪天候が続き実際にエコツアーを実施したのは夏休み後となった。生徒にとっては期間があいた上での発表であったため、準備不足の班もあった。やはりフィールドを活用した実習は天候をふまえ、実施時期をいつに設定するかは重要であった。またエコツアーの企画内容や評価など、まだ改善する余地が残っている。本研究の目的をさらに高いレベルで達成させるためにも、今後もエコツアーを継続していきたいと考えている。

最後に、本研究を進めるに当たり、御指導・御助言をいただいた教育庁教育振興部指導課の佐藤晴光主席指導主事、中村孝幸指導主事、前指導課主席指導主事の豊城勲先生、教科指導員の菅原大介先生、林広幸先生、前教科指導員の秋本行治先生、ならびに教科研究員の諸先生方に心よりお礼申し上げます。

#### 参考文献等

- 「平成25年度 森林及び林業の動向（森林・林業白書）」 林野庁，2014年
- 「高等学校教科研究員研究報告書 理科」 千葉県教育庁教育振興部指導課，2014年
- 「生物基礎」 啓林館，2013年
- 「生物基礎」 実教出版，2012年
- 「エコツーリズム推進基本方針」 環境省，2009年
- 「森林はモリやハヤシではない 私の森林論」 四手井綱英，2006年
- 「幹材積計算プログラム」 森林総合研究所，2012年
- 「木1本に固定されている炭素の量」 森林総合研究所，2010年
- <<http://www.ffpri.affrc.go.jp/research/dept/22climate/kyuushuuryou/documents/page1-2-per-a-tree.pdf>>
- 「日本国温室効果ガスインベントリ報告書2015年4月」 国立環境研究所，2015年