

ドローン動画を用いた教材による森林環境教育 の事後学習効果向上に関する基礎的研究 —足尾地域における植樹活動をケーススタディとして—

池田 裕一¹・青木 達也²・羽賀 毅³

¹正会員 宇都宮大学教授 地域デザイン科学部社会基盤デザイン学科
(〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2)
E-mail: ikeda@cc.utsunomiya-u.ac.jp (Corresponding Author)

²正会員 宇都宮大学技術専門職員 地域デザイン科学部社会基盤デザイン学科
(〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2)
t-aoki@cc.utsunomiya-u.ac.jp

³国土交通省 東北地方整備局
(〒980-8602 仙台市青葉区本町 3-3-1)

日光市足尾地域では山林復旧のための植樹体験事業が行われているが、今後の緑化活動を継続するためには、植樹体験した人々をリピーターとする工夫が求められる。そこで本研究では、森林環境教育の視点から、ドローン動画により事後教育の効果を向上させる要因を検討した。ドローンを用いて植樹体験の楽しさを振り返る動画と立入禁止区域の荒廃状況を見せる動画を撮影し、10分程度の教材を作成した。これを用いて植樹体験に参加した東京都内の小学校で振り返り授業を実施し、アンケート調査結果を共分散構造モデルを用いて分析した。その結果、「今後の森林活動への意欲」向上には「自然を守りたい気持ち」の影響が最も高く、それには「社会貢献への実感」が強く関係しており、植樹体験のドローン動画視聴の影響が非常に強いことがわかった。

Key Words: Ashio area, forest environmental education, post learning, drone footage, covariance structure analysis

1. はじめに

日光市足尾地域は、栃木県の西端の渡良瀬川の源流部に位置し(図-1)、明治初期から日本の近代化を支える銅山の町として隆盛してきた¹⁾。ただしその時期には、乱伐や野火などの山林管理の不徹底と亜硫酸ガスによって山林が著しく荒廃した。渡良瀬川最上流部の松木地区(図-1)には、いまだに裸地が多く残っており、現在も治山・砂防事業が積極的に進められ、着々と緑が甦りつつある。この松木地区は、無言で環境保全の大切さを訴える「歴史の証人」であり、かつ重要な観光拠点でもある。足尾砂防堰堤の直下流には銅親水公園が整備されるとともに、松木沢右岸の約400haの荒廃地を「観測監視地区」として指定し、あえて現状のまま残して緑化を行

った地域と比較する環境学習の材料としている。

「観測監視地区」以外の松木地区においては、荒廃した山林の復旧と森林環境教育を兼ねた「体験植樹」と呼ばれる植樹体験プログラムが、地元NPO法人「足尾に緑を育てる会」、国土交通省渡良瀬川河川事務所、栃木県等の協力のもと行われ、毎年多くの人々が個人あるいは学校や会社等の活動として参加している(最近はコロナ禍のため参加人数は減少している)。しかし、荒廃した森林の完全な再生のためには、植樹活動だけでなく、下草刈りや枝打ち、山腹工の安全管理などの維持管理活動も重要であり、現在よりも多くの人々の協力が不可欠である。

その方策の一つとして、植樹体験した人々をリピーターとすることが考えられる。それには、植樹体験をきつ

かけとして、より広く学習し森林活動に関わるように、森林環境教育²⁾の視点からの工夫が必要となる。森林環境教育としては単に植樹だけで終わるのではなく、事前学習や事後学習も重要である。特に事後学習では、植樹活動に参加した楽しさを演出するために、自分たちの植樹の様子や記念撮影をすることは有効であろう。

一方、近年のドローンの発展には著しいものがあり、災害時を始め、農業、点検、運輸、観光等で幅広く活用されるようになった³⁾。容易に入手でき、これまでにない視点からの動画コンテンツの作成が可能である。森林環境教育でも動画の活用は有意義であるとされているが⁴⁾、これにドローン動画を用いることの効果、さらにそこに参加者自身が映り込んでいるものを扱っている例は見られない。

そこで本研究では、森林環境教育の視点からドローン動画を用いた素材による事後学習の効果を向上させることを目的とし、足尾地域における植樹活動をケーススタディとして、小学校高学年児童を対象とした教材の制作および事後学習効果向上の要因を検討するものとする。

2. 調査方法

(1) 現地調査

NPO 法人「足尾に緑を育てる会」の植樹活動および維持活動に参加し、会のメンバーや参加者の方々にヒアリングを実施し、活動内容および活動の指針について把握した上で、2通りの動画撮影を実施することにした。その1つは、「体験植樹」の参加者（小学校高学年）を撮影するもので、単に地上でビデオ撮影するだけでなく、ドローンを用いて上方からも撮影した。ドローンの通常にはない視点から撮影することで、参加者により楽しさを演出することを狙うものでもある。もう1つは、松木地区で裸地の様子を撮影するもので、普段立ち入ることができない場所の山の現状を伝えることで、「自然を守りたい」などの感情を生み出す効果が期待できると考えた。これらの動画を編集し、10分程度の教材を作成する。

(2) 事後学習授業の実施およびアンケート調査

「体験植樹」に参加した小学校に赴いて、参加した児童に対して事後学習のための授業を実施し、今回作成した動画教材を見せた直後に、教材の内容に関する紙媒体でのアンケートを実施する。アンケートの具体的な内容については後述する。

(3) アンケート調査の統計分析

アンケートの回答を分析するにあたっては、森林環境教育の教育的効果を「調べ学習への意欲」あるいは



図-1 足尾周辺と松木地区の位置図

表-1 教材動画のタイムテーブル

時間 (分:秒)	動画内容
00:00~02:00	水循環と水害 (河川財団の教材から引用)
02:00~03:26	はげ山と緑化した山を比較した映像
03:26~07:27	生徒たち自身が植樹をしている映像
07:27~07:55	生徒たち自身の記念撮影をしている映像
07:55~08:25	生徒たち自身が植えた木々の映像
08:25~08:39	過去に他の人に植えられて成長した木々の映像
08:39~09:22	下草刈り (維持管理作業) の映像
09:22~09:44	エンディング



図-2 「水循環と水害」の画像の例

「森林活動への意欲」の向上と定義し、それらと各設問に対する回答結果とのクロス集計を実施し、各設問との関係の有意性を確認する。さらに数量化Ⅲ類を用い各設問の類似性を検討する。それらの結果を踏まえて共分散構造分析を実施し、森林環境教育の教育的効果を向上させる要因を探る。



図-3 「はげ山」の映像の例（ドローン動画）



図-4 「植樹をしている」映像の例（ドローン動画）



図-5 「下草刈り」の映像の例（ドローン動画）



図-6 「エンディング」の映像の例（ドローン動画）

3. 調査結果および考察

(1) 現地調査

ヒアリングは、体験植樹活動の主催者の足尾に緑を育てる会ならびに参加者の宇都宮大学共同教育学部附属特別支援学校の方々にご協力いただいた。

- 足尾に緑を育てる会へのヒアリングでは、
- ・山が荒廃した様子を見てもらって、治山、治水、砂防事業の必要性を認識してもらいたい。
 - ・何十年前に来た方が、緑の風景が回復しているのを見ると、自分の実績が感じえるのではないかなど、本研究のあり方についてご意見をいただいた。

- また特別支援学校の教員の方からは、
- ・子供たちは基本的に自分が大好きなので、自分が映っていることが一番興味深くある。
 - ・恥ずかしがり屋な子どもでも、自分が映っていると心の中では喜んでいることが多いと思う。

など、教材作成のヒントを多くいただいた。ドローンによる撮影は、2021年10月4日、11月20日の2日に分けて実施した。10月4日には、主に「体験植樹」に参加した東京都町田市立鶴間小学校の6年生児童の活動の様子を撮影した。11月20日には、主に松木地区の裸地の様子を撮影した。その後、表-1のようなタイムテーブルの計9分44秒の動画教材を作成した。図-2~6は、動画教材からいくつかの映像をピックアップしたものである。このなかで「水循環と水害」は、足尾に緑を

育てる会のご意見を取り入れて、河川財団の動画教材を許可を得て活用させていただいたものである。

(2) アンケート調査の実施

足尾での「体験植樹」に参加した東京都町田市立鶴間小学校の6学年の生徒計104名に対して、12月21日に紙媒体でのアンケート調査を行った。生徒らが実際に植樹をしている様子をドローンで撮影した映像や雨水の移動の仕方に関する動画教材等を生徒に見せ、主にその映像内容に関するアンケートに回答してもらった。

アンケートの設問は図-7に示すパス図を参考に作成した。図中、四角い枠は観測変数であり、アンケートで質問する内容である。角が丸い四角枠は潜在変数で、今回の事後学習で得られる教育効果を表している。

本研究では、事後学習の教育効果は調べ学習や森林活動への意欲として発現すると考えている。その教育効果の具体的内容としては、Priest²⁶⁾の「野外教育の木」を参考に、「社会貢献したという実感」（以下《社会》と略す）、「自然を守りたいという感情」（以下《自然》と略す）、「事後学習での深い理解」（以下《理解》と略す）の3者とした。図中の赤い枠で囲まれた観測変数は、動画教材の構成要素に「足尾の歴史」を加えたものである。また今回の植樹活動については、宇都宮大学地域デザイン科学部長表彰制度により表彰状が授与されており、その効果も観測することとした。これらの観測変数と潜在変数との関係性を図-7のように設定し、ア

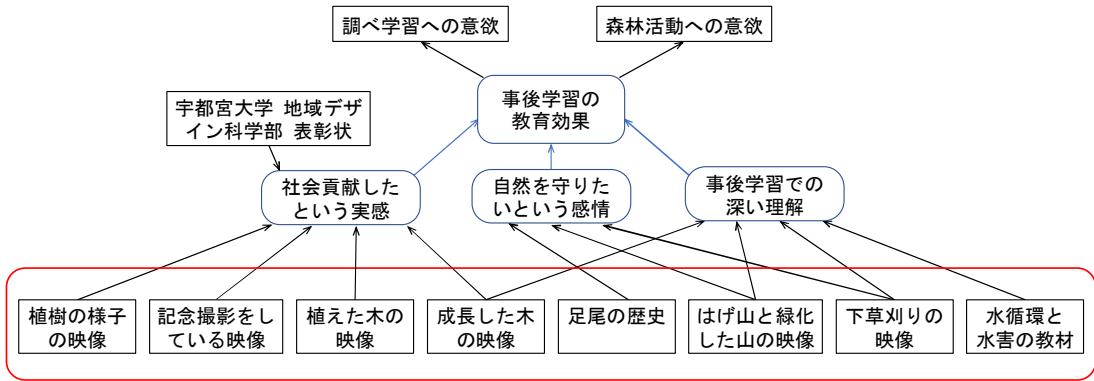


図-7 事後学習の教育効果のパス図（アンケート調査用）

表-2 アンケートの質問と潜在変数の関係性

質問 No.	質問の略称	潜在変数			ドローン 動画
		社会	自然	理解	
Q1	水循環と水害			○	
Q2	はげ山と緑化 1			○	○
Q3	はげ山と緑化 2		○		○
Q4	植樹の様子	○			○
Q5	記念撮影	○			
Q6	植えた木	○			
Q7	成長した木 1			○	
Q8	成長した木 2	○			
Q9	下草刈り 1			○	○
Q10	下草刈り 2		○		○
Q11	表彰	○			
Q12	足尾の歴史		○		
Q13	調べ学習への意欲	今後の意欲について質問			
Q14	森林活動への意欲				

表-3 今後の意欲と各質問とのクロス集計の p 値

質問 No.	質問の略称	今後の意欲		ドローン 動画
		調べ学習	森林活動	
Q1	水循環と水害	0.025	0.068	
Q2	はげ山と緑化 1	0.558	0.021	○
Q3	はげ山と緑化 2	0.000	0.000	○
Q4	植樹の様子	0.000	0.000	○
Q5	記念撮影	0.000	0.000	
Q6	植えた木	0.000	0.000	
Q7	成長した木 1	0.031	0.751	
Q8	成長した木 2	0.000	0.000	
Q9	下草刈り 1	0.649	0.385	○
Q10	下草刈り 2	0.000	0.000	○
Q11	表彰	0.000	0.000	
Q12	足尾の歴史	0.000	0.000	

※「0.000」は 0.001 未満の値を示す。

アンケートの各設問を表-2 に示すように作成した。例えば「Q3」は、「動画のはげ山と緑化した山の映像を見て、自然を守りたいと思いましたか」という問いに対して、その度合いを5段階で回答してもらうようにした。

(2) アンケートの分析結果

表-3 は、「調べ学習への意欲」および「森林活動への意欲」の度合いに関する設問への回答と Q1～Q12 の各種要因に関する設問への回答とのクロス集計を実施した際の χ^2 乗検定の p 値を示したものである。一般に、p 値が 0.05 以下であれば、各種要因と意欲との相関性が認められる。この表より、「調べ学習の意欲」に至る構造モデルには、「はげ山と緑化 1」と「下草刈り 1」の 2 つは考慮しないこととした。また「森林活動の意欲」に関しては、「水循環と水害」は p 値が 0.05 に近いので考慮することにして、「成長した木 1」と「下草刈り 1」の 2 つは除外することとした。

図-8 は、各設問の回答結果を数量化Ⅲ類⁷⁾で分析したカテゴリースコアの第 1 軸を横軸に第 2 軸を縦軸として

プロットしたものである。プロットの状況を見ると、横軸は教育効果が外的活動に向かうのか（プラス）、内的理解に向かうのか（マイナス）示しており、縦軸は自然環境に関するものか（プラス）、人間社会に関するものか（マイナス）示していると考えられる。

またこの図を見ると、「《自然》」に関係するとしていた 3 設問（緑色のプロット）が大きく散らばっているのがわかる。むしろ「足尾の歴史」は《社会》の 5 つの要因（オレンジ色のプロット）に近く、「はげ山と緑化 2」は《理解》に近いといえる。一方で《自然》の 3 設問を囲むラインの中には《社会》に関係する「植えた木」が含まれており、この設問が《自然》にも関係するとも考えてもよいだろう。同様に、「足尾の歴史」は《社会》にも関係しているともいえる。《理解》の 4 設問（赤色のプロット）は《社会》と《自然》からは離れているが、《自然》の「はげ山と緑化 2」は比較的近い。少し遠くはなるが、《社会》に関する中で《理解》にも関係するものを選ぶならば「植えた木」がよいだろう。

以上の分析・考察を踏まえて図-7 のパス図を試行錯誤

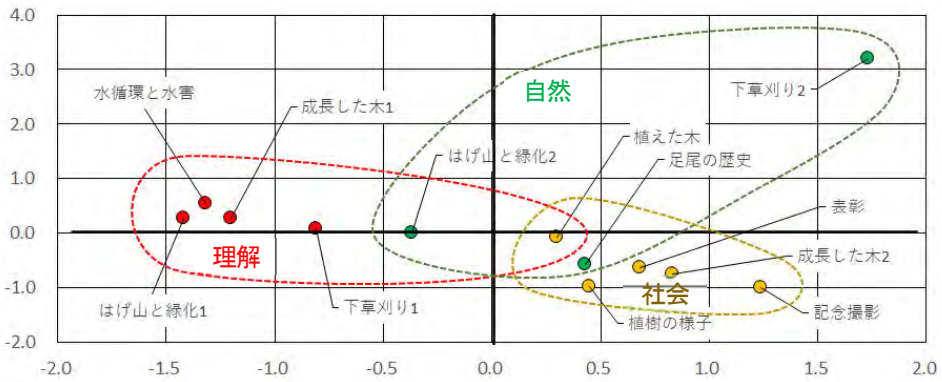


図-8 数量化Ⅲ類による各質問のカテゴリースコアの散布図

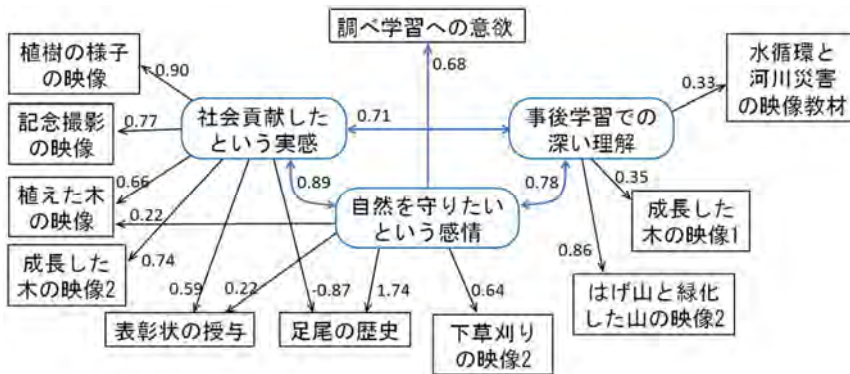


図-9 調べ学習への意欲を目的変数とする構造モデル

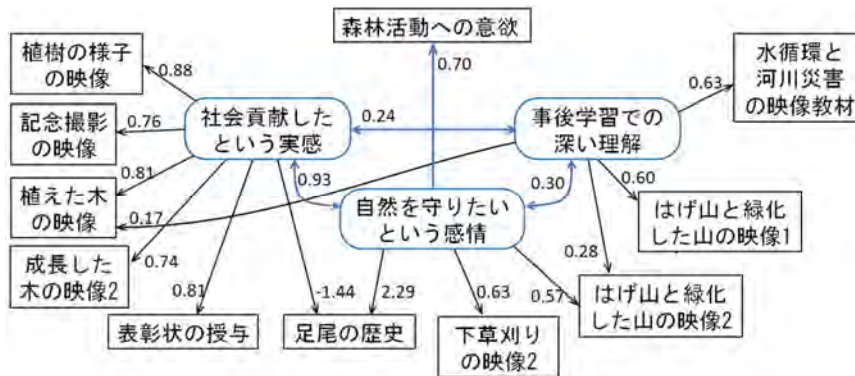


図-10 森林活動への意欲を目的変数とする構造モデル

誤的に組み直し、「調べ学習への意欲」と「森林活動への意欲」それぞれを目的変数として共分散構造解析を実施した。解析にはIBM社のSPSS Amosを用いた⁹⁾。

図-9,10は、それぞれ「調べ学習への意欲」および「森林活動への意欲」を目的変数とした構造モデルである。適合度は前者がGFI=0.931, AGFI=0.880, RMSEA=0.045, CFI=0.987, 後者がGFI=0.934, AGFI=0.886, RMSEA=0.032, CFI=0.993となり、十分な適合を示した。

両図ともに《社会》と《理解》から目的変数へのパスを削除した場合の適合度が最大となった。これらと《自

然》とはお互いに独立でなく、深く結びついており、《社会》と《理解》の影響は《自然》を通して今後の意欲向上につながっていることがわかる。3者間の標準化推定値を見ると、調べ学習については3者ともお互いに強い関係性が見られるのに対して、森林活動については《理解》との関係性が低くなっている。これより事後学習で何を期待するかによって、扱う素材を変える必要があることがわかる。

また潜在変数と観測変数との関係性をみると、調べ学習については、ドローン動画を視聴することが3つの潜

在変数すべてに大きな影響を与えていることがわかる。一方、森林活動については《理解》に関するドローン動画の影響は小さく、《理解》そのものが与える影響も小さい。活動的な目的には、生徒自身が映っている映像を見せることで教育効果の向上を図ることが重要といえる。

4. おわりに

「調べ学習への意欲」と「森林活動への意欲」を高めるためには、「自然を守りたいという感情」を抱かせることを意識する必要があるということがわかった。加えて社会に貢献したという実感やより深く理解できたという満足感が、この感情をより大きく醸成させるものと推測される。

また、自分たちが植樹をしている様子をドローンで撮影した映像が教育的効果を向上させる大きな要因であることも定量的に明らかにできた。一方、同じドローン動画でも自分たちが直接関わっていない映像による効果向上はあまり見られなかった。そのような部分は、学校教育の別の機会に積極的に触れさせることで、興味・関心を持たせることが重要である。

謝辞：本研究を進めるにあたり、NPO 法人「足尾に緑

を育てる会」、古河機械金属株式会社、国土交通省渡良瀬川河川事務所、河川財団、東京都町田市立鶴間小学校、宇都宮大学共同教育学部附属特別支援学校には多大なるご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

REFERENCES

- 1) 青木達也, 永井護: 足尾銅山における山林荒廃とその対策に関する歴史の変遷 - 松木地区の保存・復旧・活用に関する考察 -, 土木学会論文集 D, Vol.66(2), p.197-216, 2010.
- 2) 国土緑化推進機構: 森林環境教育・森林 ESD, <https://www.green.or.jp/educational/kan-kyouiku/> (2022年8月15日参照).
- 3) 渡辺尚, 小松舜: 教育における無人航空機使用の有用性, 宮城教育大学紀要, Vol.52, pp.155-170, 2017.
- 4) 中村和彦ら: 森林体験活動を教室内学習へ持続的に反映させる方法論の検討 - 小学校第 5 学年の調べ学習単元における振り返り映像の視聴を事例として -, 日本森林学会誌, 102, pp.77-82, 2020.
- 5) Priest, S. : Redefining Outdoor Education: A matter of Relationships, The journal of Environmental education, Vol.17(3), pp15, 1986.
- 6) 岡村泰斗ら: キャンプにおける環境教育・冒険教育プログラムが参加者の自然に対する態度に及ぼす効果の比較研究, 野外教育研究, Vol.3(2), pp.1-12, 2000.
- 7) 菅 民郎: 多変量解析の実践<下>, 現代数学社, 1993.
- 8) 豊田秀樹: 共分散構造解析[Amos 編], 東京都書, 2007.

(Received June 24, 2022)

BASIC STUDY ON EFFECTIVE POST LEARNING FOR FOREST ENVIRONMENTAL EDUCATION WITH USING DRONE FOOTAGE — CASE STUDY OF TREE PLANTING IN ASHIO AREA —

Hirokazu IKEDA, Tatsuya AOKI and Tsuyoshi HAGA

The Nikko-Ashio area is located at the headwaters of the Watarase River, and a tree-planting experience project for the restoration of forests devastated by the activities due to the Ashio Copper Mine is being carried out mainly by a local NPO. However, more cooperation is needed to continue the entire greening activity including maintenance work after tree planting, and it is necessary to devise ways to make people who have experienced tree planting repeaters. From the viewpoint of forest environmental education, we intend to improve post-learning effect with using drone footage. Therefore, in this study, we produced teaching materials for upper elementary school children and examined the factors for improving the effect of post-learning lessons after tree-planting experience.

Two types of drone footage were carried out. One is to take pictures of the participants in the tree-planting experience and aim for the effect of increasing the enjoyment of the experience by using a video from an unusual perspective as a memorial to the activity. The other is to take pictures of the devastated areas that are normally inaccessible and to report the current situation, which is expected to have the effect of raising the feelings of nature conservation. Using these videos, we created teaching materials of about 10 minutes, conducted a post-learning lesson at an elementary school in Tokyo that participated in the tree-planting experience, and conducted a questionnaire survey of 104 sixth graders.

Analysis of the responses to the questionnaire using a covariance structure model showed that "motivation for future forest activities" is most influenced by "feelings to protect nature" which is also influenced by "realization of social contribution" each other. In addition, it was clarified the drone footage can improve the educational effect of the post-learning lesson after a tree-planting experience.