

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 28 日現在

機関番号：11302

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K12271

研究課題名（和文）未利用バイオマスを活用した環境学習「火遊びプログラム」の開発と実践

研究課題名（英文）Environmental learning

研究代表者

西城 潔（SAIJO, KIYOSHI）

宮城教育大学・教育学部・教授

研究者番号：00241513

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,900,000円

研究成果の概要（和文）：利用されなくなった里山や学校・公園・個人の敷地などから発生する未利用バイオマスを環境教育に活用すべく、「火遊びプログラム」の開発を行った。初年度は、プログラム開発に関わる情報収集と実験、プログラムの暫定版作成、研究成果の発表などを行った。2年度目には、小学校におけるプログラムの試行を経てプログラムを完成し、最終的に「簡易炭焼きで学ぶ人と森のいま」という題目の動画教材（DVD）を開発した。この教材は、研究代表者の所属先のHPにおいて公開中である。

研究成果の概要（英文）：An environmental program for the purpose of utilizing useless biomass originated from unattended satoyama (secondary forests near settlements), school, park, and individual houses was developed. In first fiscal year, collecting information and some experiment for the program, making temporal program, and presentation about the research in two academic conferences were conducted. Trial of the program in an elementary school and some improvement finally resulted in accomplishment of teaching material titled "Understanding present situation between human and forests by means of easy charcoal burning" which is open on the web page of the Environmental Education Center of Miyagi University.

研究分野：環境教育

キーワード：未利用バイオマス 里山 環境教育 火 炭焼き

1. 研究開始当初の背景

現在、都市部・農村部を問わず、使い道のない未利用バイオマス（放棄林・伐採木・剪定枝など）が大量に発生しており、その処理は現代社会の課題の一つといえる。また日常的に火を使う場面のほとんどない現代生活では、火を扱う行為からの学びの機会が減少し、火に関わる文化が存続の危機に瀕しているとすらいえる状況にある。こうした未利用バイオマス問題、火に関わる文化の継承といった課題を解決に導くために、環境教育面での取り組みが重要と考えた。

2. 研究の目的

上に述べた、未利用バイオマス問題、火に関わる文化の継承といった課題を解決に導くための、環境教育的観点からの取り組みとして、バイオマス燃焼やそれに関わる諸活動を「火遊び」と位置づけ、小中学校向けの環境学習プログラム「火遊びプログラム」を開発することを研究の目的とした。

3. 研究の方法

(1) プログラム案作成

初（平成27）年度には、プログラムの素案を作成した。この内容について、研究協力者の荒谷の協力を得て、小中学校のカリキュラムの点から助言を受けた。

(2) 試行的実験

(1)で作成したプログラム素案をもとに、素材を開発すべく、いくつかの試行実験を行った。具体的には、炭の脱臭・水質浄化効果に関する実験である。

(3) 学校現場におけるプログラムの試行

開発したプログラムのうち、未利用バイオマスを活用した炭焼きについて、小学校にて試行的な活動を実施した。平成27年度には宮城県内の仙台市立泉松陵小学校と名取市立高館小学校の2校において、また平成28年度には宮城教育大学附属小学校において、未利用バイオマスを活用して、簡易炭化器による炭焼きと、花炭作りや焼き芋を行った。附属小学校においては、教材作成のための撮影も実施した。

(4) 教材作成

(1)～(3)の内容をもとに、研究協力者からの助言もふまえ、外部業者に委託して「簡易炭やきで学ぶ 人と森のいま」と題した動画教材（DVD）を作成した。

4. 研究成果

(1) プログラム案作成

プログラム素案は、研究代表者の先行研究（西城 2011, 2013, 2014）を土台に作成した。これらの先行研究は、大学の授業、市民を対象とした公開講座、小中学生の炭焼き体験活動などの実践事例をもとに未利用バイオマスを活用した簡易炭焼きの方法と意義について論じたものである。しかし、活動内容が炭焼きそのものに片寄りがちであった

ことから、炭の活用法や里山・森林の現状にも目を向け、複数の教科にまたがるような、より幅広い学習プログラムの開発を目指した。

まず素案として、小学校を想定して、次のような学年・教科・単元での素案作成を行った。

- 3年生社会「昔の道具と人の暮らし」
- ・昔の暮らしと炭について学ぶ
- ・七輪や火鉢の燃料としての炭について知る
- 5年生社会「わたしたちの生活と森林」
- ・身近にある森を見直す
- ・里山の現状を知る
- 6年生理科「物の燃え方と空気」
- ・燃焼のしくみを知る
- ・炭の焼き方を知る
- 6年生家庭科「クリーン大作戦」
- ・炭の脱臭効果を確かめる
- ・炭の水質浄化効果を確かめる

以上の素案について、研究協力者の荒谷から、カリキュラム面での助言を受けた結果、児童の発達段階や学校現場の設備・環境等も考慮し、を中心に学習プログラムの開発を進めていくことになった。

(2) 試行的実験の成果

以上の検討の経緯をふまえ、研究協力者の荒谷・古市と移川（研究補助業務者）を中心に、学習プログラム開発の基礎データとなる試行実験を実施した。具体的には、炭の脱臭および水質浄化の効果を確かめる実験である。

脱臭実験

1) 五感による脱臭効果の検証

2つの蓋付きプラスチック容器それぞれに20mlのエタノールを入れ、一方には、さらに炭（竹炭）5gを加えた。蓋をして密閉状態のまま一定時間放置し、鼻で嗅いで臭いの変化を調べた。その結果を表1に示す。

表1 炭を加えた場合と加えない場合のエタノールの臭いの変化

経過時間	エタノールのみ	エタノール+炭
5分	強い	強い
30分	強い	やや弱い
1時間	強い	やや弱い
24時間	強い	弱い
72時間	強い	きわめて弱い

エタノールのみを入れた容器の場合は、72時間（3日間）経過後も、引き続き強い臭いを感じられたのに対し、炭を加えた方の容器では、時間経過とともに臭いは弱まっていくという結果が得られた。臭いの程度は、鼻で嗅いで感覚（主観）にもとづいて判断したため、データの客観性には課題が残るものの、少なくとも24時間経過以降の結果については、脱臭効果が確認できたと判断した。

## 2) 気体検知管によるアンモニアの脱臭効果の検証

丸めたティッシュを入れたチャック付きビニール袋を2つ用意し、どちらにも約0.5%のアンモニア水 10ml を投入し、ティッシュに染み込ませた。一方のビニール袋には竹炭を入れ、30分後に気体検知管によりアンモニア濃度を測定したところ、炭を入れていないビニール袋は > 500ppm の濃度を示したのに対し、竹炭を入れたビニール袋内の濃度は 280ppm を示した。

ただし、同様の実験を複数回試みたにも関わらず、より長い時間が経過した後の方が高い測定値が出たり、実験装置のセットの仕方を少し変えただけで測定値が大きく変動したりといった場合もあり、実験結果に必ずしも再現性を認めることはできなかった。つまり炭の脱臭効果を客観的に裏付ける結果は得られなかった。本研究では確認しきれなかったが、脱臭効果の有無を証明するには、より実験条件を吟味していく必要がある。

### 水の濁り吸着実験

炭が水の濁りに対して、どの程度の吸着効果をもつかを検証するため、次の実験を行った。

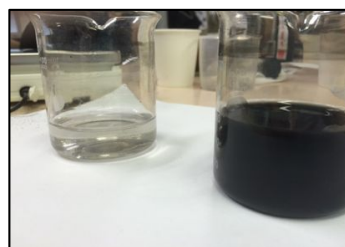
2つのビーカーのそれぞれに水道水 90ml を入れ、墨汁を2-3滴加えた。また粉末状に粉碎した竹炭 10g を入れたペーパーフィルターを用意した。2つのビーカーのうち、一方の墨汁水を竹炭入りペーパーフィルターで繰り返し濾過した。その結果、1回の濾過では色にほとんど変化はみられなかったものの、2回目の濾過でやや色が薄くなり、3回目の濾過後には墨汁水はほぼ透明になることが確かめられた。濾過を繰り返すうちに、墨汁中の微粒子が、竹炭の中の微細な孔隙に吸着されたためと考えられる。



1回目の濾過後



2回目の濾過後



3回目の濾過後

図1 竹炭フィルターでの濾過による墨汁水の変化。いずれも左側のビーカーが濾過した墨汁水、右側は比較のために設定した無濾過の墨汁水である。

### (3) 学校現場におけるプログラムの試行

「火遊びプログラム」の基本と位置付けている、未利用バイオマスを用いた簡易炭焼きを、3つの小学校において、出前授業形式で実施した。以下、小学校ごとに活動の概要を報告する。

#### 仙台市立泉松陵小学校

平成27年10月29日に、5年生児童約70名を対象に、出前炭焼きの授業を行った。最初に20分程度の説明を行った後、校庭に移動して、まず構内にある通称「けやき山」にて炭材を収集した。続いて、校庭に設置した簡易炭化器による炭焼きと焼芋を行った。炭焼きでは、ドングリ・マツボックリ等を材料とした花炭作りも試みた。

「けやき山」とは、泉松陵小学校の構内にある雑木林であり、普段から児童の遊び場となっている。この出前炭焼き授業は、「けやき山」の整備も兼ねて実施したが、児童の感想の中には、「けやき山がきれいになった」(6名)、「要らない枝を炭にできるのがすごい」(5名)、「自然を利用して炭にする」(5名)といった声もあったことから、一部の児童は、この活動の背景にある未利用バイオマス問題への気づきを得ていたことがわかる。

#### 名取市立高館小学校

平成27年12月15日に、5・6年生の児童約40名を対象に、出前炭焼きの授業を行った。泉松陵小学校の場合と同様、最初に20分程度の説明を行い、続いて校庭で簡易炭化器による炭焼きを行った。

高館小学校の場合は、構内の樹木から発生する落葉について近隣住民から苦情が寄せられ、一部の樹木を伐採せざるを得なかった。しかし、児童の中には木が伐られたことを残念に思う子もあり、伐採した木を何かに活用したいという状況の中で、出前炭焼き授業を行うことになった。いわば学校内で発生した未利用バイオマス問題を活用した事例といえるであろう。

#### 宮城教育大学附属小学校

平成28年11月24日に、3年生の児童約80名を対象に、出前炭焼きの授業を行った。この出前授業は、以下に述べる教材作成のための取材も兼ねて実施した。上記2校の場合

同様、簡単な説明の後、校庭に設置した簡易炭化器で炭焼きを行った。また教材作成のため、その様子について動画での撮影を行った。

附属小学校の場合、炭材は、各児童があらかじめ集めておいた枝や端材であった。泉松陵小や高館小のように、構内で発生した落枝や伐採木ではないが、建材や木工材料由来の端材という、生活の中で発生する未利用バイオマスを活用した活動事例といえる。

なお当初は、小中学校向けの学習プログラムの開発を目指していたが、中学校におけるプログラムの試行は行えなかった。

#### (4) 教材作成

平成 28 年度 10 月以降、研究協力者の深澤・古市の助言のもと、外部業者に委託して動画教材 (DVD) の作成を行った。当初は、炭焼きのみならず、炭の活用法や炭焼き以外のバイオマス活用法も含めた教材の作成を意図していた。しかしカリキュラム面の検討や試行実験の結果、さらに教材としてのメッセージ性が曖昧化する可能性等を考慮し、表題を「簡易炭焼きで学ぶ 人と森のいま」とし、簡易炭焼きの方法と、それを通して見えてくる人と森との関りに関する今日的課題に絞った構成とした。具体的には、里山の現状 (とくに未利用バイオマスの発生)、伝統的炭焼き法、附属小学校での出前授業の様子を紹介し、未利用バイオマスを活用した炭焼きについて、森・人それぞれにとっての意義という点から解説する内容とした。

試行実験等の結果を反映させることができなかつたのは反省点ともいえるが、未利用バイオマス問題と環境教育的観点からの課題解決の方向性、炭焼きの文化的意義を明確に示すことができたことは、本研究の大きな成果と考えている。なお以下に示す通り、作成した教材は、また結果的に、カリキュラムに則らない形で教材化を行ったため、小中学校のみならず大人でも使用可能なプログラムになったといえる。

なお、本研究で開発した動画教材は、宮城教育大学教員キャリア研究機構環境教育・情報システム研究領域の HP において公開中である。

#### < 引用文献 >

西城 潔、伐採木を活用した炭焼きの試み - 現代的課題科目「環境教育」における実践事例 -、宮城教育大学環境教育研究紀要、13、2011、39-45

西城 潔、リフレッシュ教育システム「炭やき広場」の概要と利用事例、宮城教育大学環境教育研究紀要、15、2013、25-29

西城 潔、2013 年における「炭やき広場」の利用事例と今後の課題、宮城教育大学環

境教育研究紀要、16、2014、13-15

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

西城 潔、放置竹林を活用した環境教育の取組み - 2015 年度小専生活での実践例 -、宮城教育大学環境教育研究紀要、査読無、2017、19 巻、5-10

[学会発表](計 3 件)

西城 潔、放置竹林を活用した教員養成大学での環境教育の試み、第 27 回日本環境教育学会、2016 年 8 月 7 日、学習院大学 (東京都豊島区)

[その他]

ホームページ等

<http://www.eec.miyakyo-u.ac.jp/blog/>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

西城 潔 (SAIJO Kiyoshi)

宮城教育大学・教育学部・教授

研究者番号：00241513

##### (2) 研究分担者 なし

##### (3) 連携研究者 なし

##### (4) 研究協力者

深澤 義則 (FUKASAWA Yoshinori)

荒谷 拓実 (ARAYA Takumi)

古市 剛久 (FURUICHI Takehisa)