

# 日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 **5** 回 助成期間：平成 **20**年11月1日～平成 **21**年10月31日（期間 **1**年間）  
テーマ： **バイオマスエネルギー利用促進のための炭化炉の製作**  
氏名： **山田啓次** 所属： **大阪府立佐野工科高等学校** 登録番号： **08180**

## 1. 課題の主旨

昨年、本校では貴財団の環境教育助成を受け「木炭自動車」を製作しました。木炭自動車の実験に必要な木炭を手に入れるため、環境 NPO や自治体の環境課に情報提供を求めたところ、里山の手入れが思うように進んでいないことがわかった。間伐材や駆除した竹を有効利用ができていないことが問題である。

間伐材や竹の有効利用法としては木炭や竹炭にすることが望ましいと考えられる。当然、里山保全活動に取り組む団体や個人はすでに間伐材の炭化に取り組んでいた。しかしながらそれがうまくいっていない。これには2つの理由が考えられる。ひとつは炭化に時間がかかりすぎることで、もうひとつは炭材の運搬が過重労働であることである。これらを解決するため次の課題として「バイオマスエネルギー利用促進のための炭化炉の製作」に取り組む必要があると考えた。

## 2. 準備

1. 里山保全活動に従事している方々に聞き取り調査を行い、炭焼の問題点を明らかにする。
2. どのような方法で炭化をさせるのか、文献調査する。
3. 実際に小型の炭化炉を製作し実験する。
4. 木炭の利用法を考える。

## 3. 指導方法

前回の「木炭自動車の製作」に引き続き、自動車部の生徒6名で製作を行う。まず、近隣地域で里山保全活動に取り組んでいる団体を探し、生徒に直接、里山保全の現状を伝えていただいた。その後実際に里山保全活動に参加させ体験させることにより、現実味を持たせる。また、里山保全の現状を理解させ自分たちの技術によって改善させなければという使命感を持たせた。

わざと納期を設定して計画的な開発を実施する。製造業において納期を守ることの必要性を理解させ、ものづくりの概念形成に役立てる。

技術的な指導はするが、製作に関しては全て生徒自身で行わせた。ステンレスを使用し、TIG 溶接することで、材料の劣化が少なく何回でもやり直しができた。

## 4. 実践内容

里山保全活動における炭焼の問題点は次の2点である。ひとつは炭化にかかる時間である。通常、炭焼は炭化に14時間、冷却に24時間以上必要である。つまり最低でも2日間以上は必要になる。現在、大阪では職業として里山で炭焼を行う人はいない。ほとんどの場合、里山保全活動はボランティアによって実施されている。当然、ボランティアであるから平日は他に仕事を持っているため、炭焼の実施は難しい。

また、多くの里山保全団体では自前の炭焼き窯を造っているがその構造は耐火煉瓦と土でできており、一か所に固定である。間伐した材はそこまで運ばなくてはならない。多くの里山ボランティアの方々は年配の方が多い。伐採した炭材を炭窯まで運ぶのは重労働である。これが2点目の課題である。

炭化時間の問題は燃料を使って外燃式にすることにより3時間程度に短縮できる。燃料に石油を使ったのでは本末転倒であることから廃油を利用することとした。廃油は温度を上昇させることによりボイラーの燃料として利用できた。

また、炭化炉自体を軽トラックに搭載することにより移動が可能となる。しかしながら軽トラックの最大荷重は350kgである。炭化炉は鉄の塊であるから、これを350kgに収めようと思えば相当薄い鉄板を使用しなければならない。さらに、外燃式炉ではファンやヒーターの電源が必要である。これも軽トラックに搭載しなければならない。これらの課題に対し、高い技術が要求された。

まず、厚さ1.5mm～2mmという薄いステンレス板の溶接である。TIGという高度な溶接機で溶接した。生徒はほとんど溶接に関して初心者であったが、練習という工程はない。すべては製品作成のための作業である。失敗しても何度でもやり直す。TIG溶接の場合、それが可能である。

発電機は市販のディーゼル発電機を廃油用に改造した。120kgある発電機を50kgまで落とすことが課題である。

このように練習ではなく期限を設けて実際に製品を製作させた。また、製品の社会的意義や必要性を根拠に製作にあたらせた。さらに実証実験を行い、さらなる改良を課題とした。

## 5. 成果・効果

今回製作した移動式炭化炉はTVメディアで放送されたことによって様々な反響を得た。環境イベントをはじめ、実演依頼も6件あった。これにより製作した生徒達のセルフエスティーム(自尊感情)は高まり、さらに積極性を増した。

その手軽さと焼成時間の早さは、実際に里山保全活動を展開している方々にも大変評価された。さらに移動式炭化炉で製造した竹炭は、従来の炭窯で焼いた炭と比較して非常に品質がよい。炭化度合いが高く表面抵抗は50( $\Omega$ /cm)以下である。本校で実施した水質浄化実験でもその効果の高さが証明された。

今回は主に竹炭を生産した。これは木炭を焼くより竹炭を焼くほうが既存の炭焼方法との差が顕著に表れるからである。また、竹炭は需要も多い。生徒は展示・説明をする中で様々な質問を受け、それに対して答えを検討するなど、自主性が高まったといえる。

移動式炭化炉は単に教材としてだけでなく、その実用性も評価され企業や学校から製作方法に関する問い合わせがあった。今後、各地で製作され普及すれば里山保全が活性化される。



## 6. 所 感

今回の実践は、学校だけでなく社会とのかかわりの中でのものづくりであり、製作するものが社会的意義を持っていることが生徒のモチベーションを高めた。特に里山保全活動の現場にいき、自分たちの親世代より年齢の高い人達が熱心に活動しているのを目の当たりにして、何とか役に立ちたいという思いが製作の動機づけとなった。結果、そこで期日を約束し製作活動に入った。初めての作業なので思うように進まず、毎日、夜遅くまで学校で作業が続いた。期日が近づいてくると夜9時を超えるようになり、最終日は午前2時まで作業することとなった。このような経験は生徒達にとって初めての経験である。

お披露目は里山での実演であった。現地で竹を切りだし炭化炉に詰めて焼き始めた。途中、製作の疲れと完成の安心感で全員が居眠りをしてしまった。燃料の送油のトラブルで火が消えていたことに気付いたのは何十分かしてからである。炉内の温度は下がり、予定時間内に完全炭化ができなかった。それでも里山保全の人達からは、炭化炉の完成度と生徒の取り組みに大変高い評価をいただいた。

実演は一部失敗に終わったもののそれも含めて大変良い経験になった。また、この後何度か実験を重ねるうちに耐久性の弱さが問題となり、現在も改良は続いている。

## 7. 今後の課題や発展性について

今後の課題は、耐久性の向上とコストの低減である。今回製作した炭化炉は2重構造になっている。使用しているうちに内炉に隙間が生じ、炉気が外に漏れそれに引火して危険である。移動式である以上、軽量化は省くことができない。このため構造から検討する必要がある。また、煙の処理も問題である。里山といっても民家に近いところも少なくない。炭化による煙は燃やす時よりも多く出る。この煙を少なくすることが炭化炉を普及させる一つのポイントである。

また、コスト面である。今回は貴財団の助成を受けることにより製作が実現した。原材料だけでコストを試算すると少なくとも77万円必要になる。これを企業で製作するとすると人件費や設備使用料を加えると168万という試算が出た。テレビ放映後、里山保全活動に利用したいということで1台発注がありこちらで設計したものを地元企業に依頼した。発注先の予算の都合で何とか100万円以内に合わせていただいたが、今後さらなる発展を目指すには低価格を実現しなければならない。

また、本校生徒がどうかかわっていくかということであるが、本校ではさらなる開発を進めたい。前述の消煙装置をはじめ、炭化炉自体の安全性の向上などである。また、炭の性状検査と有効な利用法について研究を進めるとともに移動式炭化炉のユーザーサポートと普及活動を展開したい。

## 8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

TBS「夢の扉」21年5月10日全国放送(平成21年2月～4月取材)

炭化炉の製作過程や実験の様子を取材2ヶ月間にわたり密着取材が行われた。放送後は全国から問合せや励ましのお言葉をいただき、生徒のモチベーションが上がるとともに新たな課題も明らかになった。