

特色ある学校

地域資源の特長を生かした取組

1. はじめに

本校は、中国山地の南東部に位置し、緑豊かな津山市に昭和16年に岡山県立津山工業高等学校として創立された。以来、学科の増設、校名変更、学科改変等を経て現在に至る。今年度県下初のロボット電気科が誕生し、1学年6学科で新たなスタートを切った。平成27年度に岡山県のスーパーエンバイロメントハイスクール研究開発事業に指定され、持続可能な社会の実現を目指す環境教育に重点をおいて、地域の資源循環型社会の構築を図るための研究や教材の開発、環境保全啓発活動等様々な教育活動に取り組み、この3月で3年間の研究を終えた。ここでは研究の過程やその成果および課題について報告する。

2. 研究概要

日本国内に豊富にある天然資源である竹は、日用品や食用などに利用されてきた。しかし、現在では安価な石油製品によって竹材需要は減少し、高齢化や担い手不足によって放置される竹林が増加している。この地元美作でも多くの竹林が放置されている状態であり、放置竹林は山林を侵食し、時には土砂崩れを引き起こす恐れのある存在として大きな問題となっている。

本研究は「地域の廃材を利用した地域貢献～循環型資源活用の研究～」をテーマとして、地元竹林の整備により伐採された竹資源の有効活用に取り組むことにより、生徒の環境意識を高

岡山県立津山工業高等学校 指導教諭 三宅 宏

め、資源活用の知識・技能および主体的に取り組む態度を育てることを目的としている。また地域で活動し、環境を改善していく取組を通し、「おもいやりのものづくり」を学んだ生徒たちが、やがては「地域の核」となる人材育成を目指して研究が始まった。

3. 竹林整備

(1) 教員研修

竹の活用を行うにあたって、3年間の継続した取組になることを考慮し、岡山県農林水産総合センター森林研究所の協力で竹で有名な倉敷市真備町で教員が竹林の下見を兼ねて研修を行った。生徒が安全に竹林整備を実践するための装備や竹の切り方、竹の特長、竹の利用などを研修した。竹については素人であったため、ぬかるんだ足元で四苦八苦しながら取り組んだ。

(2) 生徒による竹林整備

同じく森林研究所の所員の指導で、7学科の1年生が近隣の勝央町の竹林整備を行い、放置竹林の現状を体験した。

この活動がマスコミに報道され、本校の取組を知った竹林の所有者の好意で、学校から徒歩10分の津山市内の竹林整備を継続して行うことができるようになり、竹材の確保が容易となった。整備を行った竹林は、約150年前の住居跡で、かろうじて石垣のみが残されていた。生徒たちは竹林の侵食の力を肌で感じる事ができた。



図1 竹林整備の様子 浸食された住居跡

4. 竹材の基礎的活用

(1) 竹繊維

切り出した竹を、アルカリ水溶液で煮沸後、ミキサーで攪拌し、竹繊維を取り出した。



図2 取り出した竹繊維 紙漉き

(a) 竹繊維による紙

取り出した竹繊維を漉き、竹紙を製作した。

(b) フィルター・保水材

竹繊維を土に混ぜ、土壌の保水材として機能を実験した。水をあまり与えず植物の成長具合を観察した。

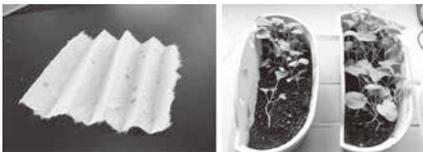


図3 竹フィルター 土 竹繊維

(2) 竹炭



図4 竹炭製造 製炭炉内の竹炭

(a) 吸着量の測定

製炭炉で製造した竹炭の酢酸の吸着量の測定を行った。他の資材との比較も行い、製造した竹炭は市販の木炭の約2倍の吸着を示したが、市販の竹炭に比べると1/6であった。

(b) 鑑賞魚水槽用水質浄化材

実験により一般的に竹炭は木炭よりも比表面

吸着量測定結果(平均値)	酢酸吸着量(g/資材g)	比/竹粉
竹炭(製炭炉で製造)	0.0138	1.0
竹炭(市販)	0.0817	5.9
木炭(市販)	0.0055	0.4
備長炭(市販)	0.0075	0.5
活性炭	0.0903	6.5

図5 吸着実験

積が大きいことが証明された。竹炭の浄化能力の高い特性と、筒状の形状を生かすことを考え、観賞魚水槽用水質浄化材兼レイアウト材を製造した。



図6 竹炭水質浄化材とレイアウト

(3) バイオエタノール製造

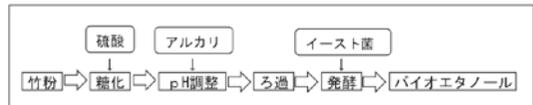


図7 バイオエタノール製造方法

竹粉より、バイオエタノールを作る取組を行った。新しい竹粉、乾燥した古い竹粉、見島湖清掃活動で生徒が刈った葦、本校でペレット原料としているおがくず、シュレッダーくずを比較した。比較実験ではアルコール発酵時に生成されるCO₂量を測定することで、エタノール発生量を比較した。平均値をまとめたものが図8のグラフである。結果より、CO₂発生量は、

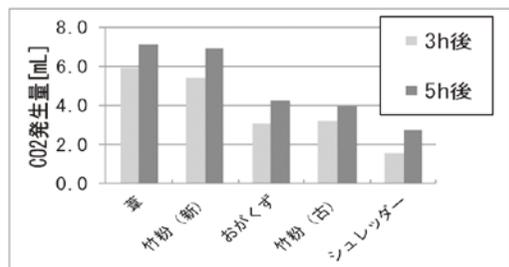


図8 エタノール発酵比較グラフ

葦>竹粉（新）>竹粉（古）>おがくず>シュレッダー屑という順番となり、新しい竹粉は、おがくずやシュレッダー屑よりも発酵が進むことがわかった。竹からバイオエタノール製造が可能であることがわかったが、実用には程遠いこともわかった。

5. 竹材の実用的活用

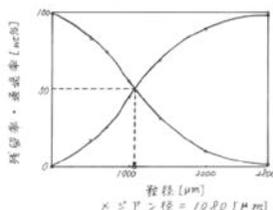
竹紙、フィルター、バイオエタノール、竹炭など活用が可能であることがわかった。しかし大切なことは可能性でなく実用的な資源の活用である。竹を微粉砕することで実用的な活用が見えてきた。

(1) 竹粉のデータ

竹をチップパーにより微粉砕して、竹粉を製造し、微粉砕した竹粉の粒度分布を調べた。

図9 粒度分布

平均粒径 D
= 1080 μ m



チップパーで可能な最小の粉砕を行い、微粉砕した竹粉をふるい振とう器でふるい分けし、データを分析した。竹粉の平均粒径は1080 μ m (1.08 mm) まで粉砕可能なことがわかった。

(2) 牛舎敷料



図10 牛舎に敷いた竹粉と新聞記事

津山市農業振興課、みらい産業課、つやま和牛振興協議会と協働で実施した。価格が高騰している敷料のおがくずの代替として竹粉とおがくずを混ぜたものを牛舎に敷き、敷料として利用できるかの検証実験を始めた。使用した牛舎の方の感覚では消臭効果が見られた。

また、役目を終えた竹粉の牛舎敷料の成分分

項目	%	分析方法
全窒素	0.74	低質調査方法Ⅱ 4.8.1.2
リン (P205)	0.44	肥料分析法(1992)4.2.3
カリウム (K20)	2.6	特殊肥料の品質表示基準別表3

図11 分析結果

析を公的な機関に依頼した。(注1)

結果では、生物由来としての遅効性土質改良剤として用いることができる目途がついた。壁は高いが、今後は公的機関で堆肥・肥料検査の成分分析を行い、肥料申請を目指したい。(注2)

(3) 竹ペレット

従来、工業化学科では建築科や北部高等技術専門校からでる廃材でおがくずペレットやヨシ刈りのヨシペレットなどを製造してきた。このペレタイザーを竹ペレットに転用し、おがくずペレットと燃焼実験を行い、データを比較した。

	接触式温度計	非接触式温度計
℃	排煙口	排煙口鉄部
竹ペレット	251.4	203.3
おがくずペレット	249.3	196.7

図12 燃焼データ (平均値)

図13

燃焼ガス成分

北川式ガス検知

管により測定

	おがくず	竹
CO2 (%)	8	6.8
NOx (ppm)	120	135
SO2 (%)	検出されず	検出されず
H2O (mg/L)	5	6.5
CO (%)	0.2	0.3

実験によって、竹ペレットの燃焼温度が高いことがわかったが、大きな差異はなかった。

(4) 脱臭剤

竹粉の消臭効果は牛舎敷料で、実証済みである。しかし、あくまで主観的なものであり、科学的な裏付けが必要なため、臭いセンサーを用いて、検証を行った。機器を用いた相対的な脱臭の比較ではペット用猫砂がアンモニア原液の28.8%の臭いを吸収するのに対して竹ペレットは83.2%と数値的には2.9倍の脱臭効果があり、他の資材に比べてもかなり高い効果があった。

また、乾燥竹ペレットは自重の57%の水分を吸収した。

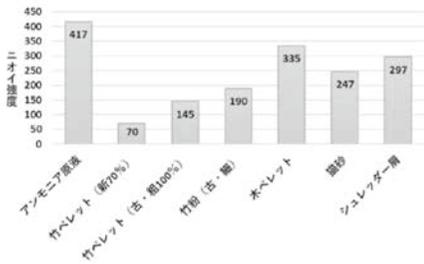


図 14 ニオイ強度の比較

平均値	吸水前	吸水後	水分吸収率(%)
竹ペレット	7.33	11.54	57.4

図 15 水分吸収率(平均値)

6. 地域貢献としての竹林整備

地元の竹林で活動を始めて約2年が経過した。

図 16 活動実績

整備活動回数	20回
参加者数(延べ)	330人
伐採本数	779本



図 17 整備前



整備後



図 18 整備前



整備後

生徒たちの継続した活動によって、やがて光の差し込む竹林となった。

7. 成果と課題

- (1) 竹を微粉碎することによって、高騰したおがくずの代替として、牛舎敷料とすることができ、役目を終えた敷料が窒素、リン、カリウムを含み遅効性の土質改良剤として見込め、循環型資源活用の目途がついた。また笹も丸ごと粉碎するため、竹を全て使いきることができた。
- (2) 竹ペレットの脱臭効果が予想以上で、吸水力に課題はあるが、猫砂としての活用が見込め、ほとんどのモニターから市販の猫砂より消臭効

果があった、という回答が得られた。

(3) 吸着、密度測定、アルコール発酵、粉碎、ふるい分析など生徒が学んだ実習の多くの手法を用いて科学的なデータの裏付けができた。

(4) 竹資源を分析する過程において生徒たちは、インターネットなどから得た「確からしい情報」ではなく、主体的・協働的な実験によって測定したデータを「確かな情報」としてまとめ、分析した。生きた学びが実現でき、科学的探究心を育成する上でとても重要であった。

(5) データは、教科書に示された実験方法で、再現性があるかどうか、地道に繰り返すことによってその信頼性が高まる。生徒たちは将来の技術者として必要な取り組み姿勢や真値を追求する大切さを知ることができた。

(6) 竹林整備を通して竹林が変容していく過程を体験し、協力してやればできるという達成感を得ることができた。

(7) 竹林の現状を見て、自分たちは地域で何ができるのかという課題を考え、立場の違う地域の方と協働することによって、自分たちの役割を認識するきっかけとなった。

(8) 1年生は3年生から森林の役割について事前指導を受け、竹林伐採を行っている。先輩から後輩へ引き継がれる教育活動として定着した。

(9) 土質改良剤としての実用的な活用の目途はついたが、植物への障害の成分は無いか、品質を一定に保てるか、検査項目を増やすなどやるべき課題は多い。(注2)

8. おわりに

生徒たちの整備活動によって密集した竹林は光が差し込む竹林へと再生された。しかしどれだけの人数や労力をかけた結果であるかは一目瞭然で、この活動がさらに広まるかどうか、生徒たちの今後の活動に期待したい。

(注1) 計量証明事業岡山県知事登録第63号公益財団法人岡山県健康づくり財団

(注2) 肥料取締法による