

ばらを使用した地産地消の備蓄モデル

近畿大学附属広島高等学校福山校 織田彩加 角倉来実
指導教員 岡崎暢寿

Abstract

Our city is vulnerable to disasters such as earthquakes, tsunamis, and floods. This study explores the feasibility of a locally produced, carbon-neutral emergency stockpiling system using biocoke made from discarded rose waste, a city symbol. Combustion and inundation experiments revealed challenges in securing corporate cooperation and funding for production and transportation.

研究背景

研究テーマは「地産地消の備蓄モデルの実現可能性の検討」である。我々の住む福山市は南海トラフ巨大地震等による被災が予想される^{[1][2][3]}。備蓄に関して、「電気やガス等のライフラインは災害発生後2~3日で復旧することが多いため、燃料を備蓄する必要性は現在のところ低い」とされており熱源及び電源の備蓄はない^[4]。しかし復旧が遅れる可能性は否定できず、その場合には復旧までの避難所生活は困難なものになると判断した。

また、福山市は100万本のばらのまちとして知られており^[5]、毎年ばらの剪定枝が廃棄物として発生する。この剪定枝は大量かつ棘があり、処理には大変な労力が必要である。

そこで、これらの備蓄とばらの剪定枝の処理という問題を解決する「地産地消の備蓄モデル」を提案したい。ばらの剪定枝をはじめとした福山市内で発生する作物残渣等をバイオコークスにリサイクルし被災時に備え備蓄、加えて公民館では市民へ配布し、日常的にコークスを使用する企業では使用するコークスの一部をバイオコークスに置き換えて使用するなど、サステナブルなまちづくりを目指す。

【バイオコークスについて】

「バイオコークス」とはバイオマスを粉碎したのち調湿し、加圧しながら加熱して固めたものである。このバイオコークスには以下のような性質があり、ばらの剪定枝や作物残渣等を使用した備蓄に適していると判断した。

- ・植物資源のみで製造が可能であり化石燃料を代替することで実質的な地球温暖化ガスの削減が可能になる
- ・廃棄される植物資源を有効活用できる
- ・半永久的に経年劣化しない
- ・同一形状であり扱いやすい
- ・体積あたりの熱量が大きい^[6]

ばらバイオコークスの作成には近畿大学バイオコークス研究所の富田義弘講師にご協力いただいた。

バイオコークスの製造過程

バイオコークス（直径48mm） バイオコークス（燃焼時）



研究方法

① 発電・発熱実験

バイオコークスを電源、熱源としての評価を行った。本実験にはキャンプ用品として市販されている「キャンブストーブ 2 PLUS」を用いた。この装置は「たき火で発生した熱を電気に変換」「煙の少ないクリーンなたき火を楽しみながら、アウトドアや災害時に必要になる電気を蓄えることができる」^[7]と紹介されている。本実験ではこの装置にばらのバイオコークスを投入し使用した。

i 発電実験

iPad miniをUSBポートを使用して充電し、充電0%の状態から起動（2%）までの時間を計測した。比較対象として家庭用コンセントでの充電を行った。

ii 発熱実験

本装置で500mlの水を入れた鍋を加熱する。比較対象として同条件の水をカセットコンロの強火と中火で加熱した。

① i 発電実験



① ii 発熱実験



② 浸水実験

洪水などが発生し真水により浸水した場合を想定し、バイオコークスが完全に浸る程度の量の水道水に24時間浸し、浸していないものと質量を比較した。

③ 鍛造実験・コークスを使用する福山市内の企業への訪問

i 株式会社三暁での鍛造実験

福山市内のコークスを使用する企業の一つである株式会社三暁においてばらバイオコークスを用いた鍛造作業の実用性と課題を検証した。実験においては通常のコークスのみでの鍛造から、ばらバイオコークスの混合量を徐々に増やし、フライパン一枚を鍛造する時間と燃焼温度を計測し比較した。

ii JFEスチール株式会社への訪問

同様にコークスを使用する企業であるJFEスチール株式会社へ訪問し、バイオコークスを工業分野の代替エネルギーとして活用できる可能性についてお話を聞きに伺った。

② 浸水実験



③ i 株式会社三暁での鍛造実験



研究結果・考察

結果は以下の通りとなった。

① 発電・発熱実験

i 発電実験

必要な電力量は家庭用コンセントを用いたときと等しいと考え、 $P_B \times t_B = P_k \times t_k$
 $P_B \times 1805[s] = 5.0[W] \times 1422[s]$ （電力5.0Wの充電器を用いた）

【表1】① i 発電実験

充電方法	起動までの時間 t [s]	電力 P [W]
バイオコークス (P_B, t_B)	1805	3.9
家庭用コンセント (P_k, t_k)	1422	5.0

ii 発熱実験

本計算では水（500g）が100℃に達するまでを完全沸騰とし、蒸発に必要な熱量は考慮していない。また、加熱前の水の温度は25℃とする。

$$Q = mc\Delta T = 500[g] \times 4.2[J/(g \cdot K)] \times 75[K] = 1.57 \times 10^5 [J]$$

また、加熱時間266[s]よりバイオコークスを用いた出力は、

$$P = Q/t = 1.57 \times 10^5 [J] / 266[s] = 5.9 \times 10^2 [W]$$

カセットコンロ（中火・強火）も同様に求めた。

【表2】① ii 発熱実験

加熱方法	加熱時間 t [s]	電力 P [W]
バイオコークス	266	5.9×10^2
カセットコンロ 中火	286	5.5×10^2
カセットコンロ 強火	172	9.1×10^2

これらの結果から、熱源としてはガスコンロに遜色ない活躍が期待でき、電源としてはコンセントに劣るものの十分な電力が得られると考えられる。

② 浸水実験

浸水前、浸水直後、乾燥後の質量は以下の通りである。また、手で割れる程度に柔らかくなっていた。使用には問題なく、バイオコークスは浸水の影響をほぼ受けないものと思われる。

【表3】② 浸水実験

状態	質量 (g)
浸水前	97
浸水後	112
浸水・乾燥後	99

③ 鍛造実験・コークスを使用する福山市内の企業への訪問

i 株式会社三暁での鍛造実験

実験により、ばらバイオコークスのみでは鍛造に必要な温度である約1000℃まで安定して上昇、維持することは困難であることが明らかになった。最高温度は800℃~900℃に留まり、鍛造実験には充分ではない。一方で、コークスとの併用によって、燃焼使用量の一部を代替できる可能性が確認された。

【表4】③ 株式会社三暁での鍛造実験

コークス [%]	ばらバイオコークス [%]	フライパン1枚を製造する時間 [min.]	温度 [℃]
100	0	19	約1000
90	10	22	900-約1000
50	50	30	800-約1000
0	100	55	700-900

ii JFEスチール株式会社への訪問

結果、バイオコークスは通常のコークスや石炭より揮発分を多く含むため、燃焼効率の低下や品質の不安定性について指摘を頂いた。特に製鉄等高温で安定した熱源が求められる場面では燃焼効率や品質の均一化といった技術面での課題があるとわかった。

結論・展望

以上より、バイオコークスは備蓄品として十分な可能性を持つことが分かった。しかし、『地産地消の備蓄モデル』の運用を達成する上では未だ以下のような課題が挙げられる。

① 日常的に使用でき、備蓄していただける地元企業の確保

② 企業で使用するための技術的な課題の解決

③ バイオコークスの製造費、輸送費等の財源の確保

これらの問題を解決し、福山市でこの備蓄モデルが成功した際には、『地産地消の備蓄モデル』を近隣都市や都道府県、いずれは全国に新たな形の備蓄を全国に広めていきたい。「地産地消の備蓄モデル」の実現には、これらの解決方法を考えていくことが必要だ。

引用文献

- [1] 福山市. "福山市地域防災計画 (地震・津波防災対策編)". p14. 2025年度 (令和7年度) 修正. <https://www.city.fukuyama.hiroshima.jp/uploaded/attachment/315260.pdf>. (参照:2026年2月2日)
- [2] 福山市危機管理防災課. "福山市水害 (洪水・土砂災害) ハザードマップを作成しました". 福山市. 2025年6月13日更新. <https://www.city.fukuyama.hiroshima.jp/soshiki/kikikanri/289611.html>. (参照:2026年2月2日)
- [3] 福山市危機管理防災課. "津波ハザードマップ". 福山市. 2014年1月15日更新. <https://www.city.fukuyama.hiroshima.jp/site/bosai/10792.html>. (参照:2026年2月2日)
- [4] 福山市. "福山市災害備蓄方針". 6p. 2023年 (令和5年) 3月. <https://www.city.fukuyama.hiroshima.jp/uploaded/attachment/245314.pdf>. (参照:2026年2月2日)
- [5] 福山市. "ばらのまち福山の歴史". 人の想いをつなぐ ROSE MIND ばらのまち福山. <https://www.city.fukuyama.hiroshima.jp/site/rosetownfukuyama/22314.html>. (参照:2026年2月2日)
- [6] "近畿大学バイオコークス研究所パンフレット"p5-6. 2023年7月. (参照:2026年2月2日)
- [7] "キャンブストーブ2 PLUS".BioLite. <https://www.bioliteenergy.jp/menu44/contents606>. (参照:2026年2月2日)