

令和7年度
ヤマトダマ実証事業報告書

ヴィジョナリーパワー株式会社

1. 背景と目的

本報告書は、本年度に実施した一連の実証実験の結果をもとに、甲府市におけるバイオマス作物の利用可能性および経済合理性について、「ヤマトダマ」を対象として整理したものである。

昨年度に実施した「地産」に関する実証事業に続き、本年度は、農業、市民生活、産業など多様な分野におけるヤマトダマの活用可能性を検証することを目的として、燃焼試験、ボイラーを用いた加熱実験、燃焼時に発生する灰の活用実験等を実施した。これらの実験結果を経済合理性等の観点から分析し、甲府市におけるバイオマスエネルギーの自立自走の可能性について整理するものである。

本実証では燃焼時の発生物質確認を含む、以下7つの実験を実施した。本実証のスケジュールは表1のとおりである。

	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
I. 調査・分析フェーズ	←————→									
○燃焼時の発生物質の調査のためのサンプル採取	←→									
○理化学研究所にて燃焼時の発生物質の調査		←→								
○実証結果の集計及び分析報告書の作成			←→							
II. 経済性検討フェーズ		←————→								
○実証実験（薪ストーブ（サウナ））				←→						
○実証実験（薪ストーブ（ビニールハウス））							←→			
○実証実験（燻製窯）							←→			
○実証実験（水質浄化剤）							←→			
○実証実験（土壌改良材）								←→		
○実証実験（薪窯）								←→		
III. 成果整理フェーズ								←————→		
○経済合理性の結果の集計及び報告書の作成								←————→		

表1 ヤマトダマ実証事業スケジュール

2. 各種実験

ヤマトダマの活用を検討するにあたり、農業、生活、産業など多様な用途が想定される。

本年度は、これらの用途を踏まえ、ヤマトダマの燃焼特性および燃焼後に発生する灰の活用可能性について実験を実施した。実証実験の項目は表2のとおりである。

No.	実験名	目的
1	燃焼試験分析（灰分・ガス）	燃焼時の安全性・配分量の科学的確認
2	サウナ加熱実験	薪との燃焼性能比較
3	ビニールハウス温水加温実験	夜間低温抑制効果の検証
4	燻製実験	燻製剤としての利用可能性確認
5	ピザ窯燃焼事件	高温燃焼用途への適正確認
6	水質浄化実験（燃焼灰）	燃焼灰の微生物除去効果の確認
7	土壌改良実験（燃焼灰）	燃焼灰転嫁によるpH改善効果の確認

表2 実証実験項目

3. 実験結果

(1) 【実験 No. 1】 燃焼試験分析（灰分・ガス）

①目的

ヤマトダマ燃焼時に有害ガスが発生しないことを科学的に確認するとともに、燃焼後の灰分量を定量的に把握し、バイオマスボイラー等への適合性を判断するための基礎データを得ることを目的とする。

②方法・条件

【実施日】 2025 年 8 月 8 日

【実施機関】 シナプテック株式会社

【場所】 埼玉県和光市広沢 2-1 理化学研究所

ア 検体の採取

令和 6 年度事業として甲府市内 8 カ所の栽培場所から収穫したヤマトダマの上部・下部・根部について各 3 検体、計 72 検体を採取した。うち 3 検体については葉がついていたため切り取り、葉部として別途分析した。葉部を含め合計 75 検体を試験に供した。

イ 灰化試験

全検体を乾燥機で 60℃・24 時間乾燥し水分を完全に除去した後、1g ずつ精密天秤で計量した。電気炉にて 500℃・15 分間灰化し、灰の重量を測定して検体 1g あたりの灰分 (mg) を算出した。

ウ ガス分析

灰化の際に発生したガスをシリンジで収集し、ガスクロマトグラフィー分析装置（島津製作所 GC2014、カラム:ShincarbonST50/80mesh、検出器:熱伝導度検出器)を用いて定性分析を実施した。

③結果

ア 灰分量

- ・茎・根部：検体 1g あたり 3.6～6.2mg、平均 4.97mg。
- ・葉部：検体 1g あたり 56.8～68.2mg、平均 62.7mg。

※国内木材の灰分は 1g あたり 1～100mg 程度であり、ヤマトダマの茎・根部の灰分は比較的少ない部類に属する。

イ ガス分析

- ・全体 75 検体において二酸化炭素のみ検出された。
- ・二酸化炭素以外の有害ガスは本実験を通じて検出されなかった。

④考察

ヤマトダマ燃焼時に発生するガスは二酸化炭素のみであることが確認されたことから、ヤマトダマはバイオマス燃料として一定の燃焼安全性を有する可能性が示された。また、茎・根部の灰分量は国内木材と比較して少ない部類であり、開放型の炉や窯で使用する場合においても、灰の蓄積による閉塞リスクは比較的低いと判断される。

(2) 【実験 No. 2】 サウナ加熱実験

①目的

ヤマトダマと薪（針葉樹）を同一条件下で比較し、サウナ加熱における温度上昇特性、燃焼特性および燃え残り量を評価することを目的とする。

②方法・条件

【実施日】2025年8月28日

【場所】甲府市大手1-2-21 イノベーションベース Soie（移動式サウナ設置）

【計測方法】

サウナ室内5点（空間・天井・壁背面・座面・床）の温度を15分間隔で計測。壁背面が100℃に到達するまで継続した。なお、炉扉を少し開けて空気が通りやすい状態とし、薪と同一条件で実施した。

【計測項目】温度推移、燃焼特性（煙・臭気・投入頻度）、煤及び燃え残り量



図1 炉の様子

③結果

ア 温度上昇（天井／壁背面）

【薪（針葉樹）】

実験開始から約50分で天井97℃・壁背面91℃に到達した。

【ヤマトダマ】

実験開始から45分で天井87℃、壁背面77℃にとどまり、薪と比較して温度上昇は低い傾向となった。

イ 燃焼特性

【薪】

安定的に燃焼し、温度上昇が早かった。

【ヤマトダマ】

- ・燃焼初期に煙が多く発生した（樹皮の影響と考えられる）。
- ・不完全燃焼時に野焼き臭が発生した。
- ・細い枝は効率的に燃焼するが、追加投入の頻度は薪より多かった。

※両燃料の投入量が異なるため数値の単純比較はできないが、燃え残り量の差（35.5g に対して176.9g）は投入量の差（約1.4倍）を大きく上回っており、ヤマトダマの特性として、実際の炉条件では燃え残りが多く発生する傾向が確認された。なお、実験No.1の電気炉による完全灰化試験では灰分が少ない結果であったが、これは管理された完全燃焼条件下での値であり、実炉における燃え残りの多さは投入方法や設備構造の影響による可能性がある。

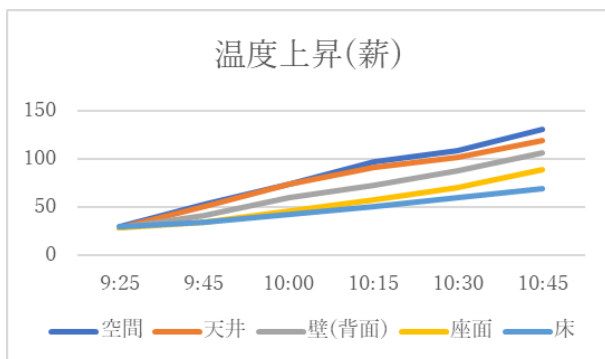


図2 温度上昇(薪)

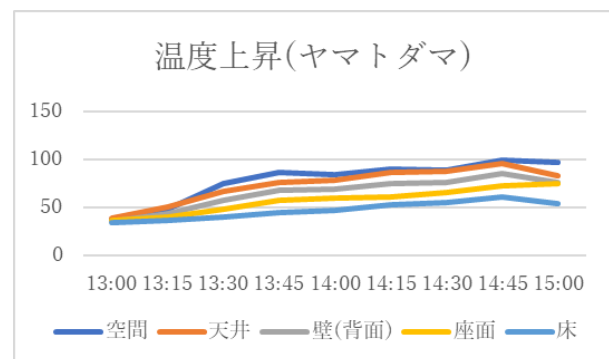


図3 温度上昇(ヤマトダマ)

燃料	投入量(kg)	煤(g)	燃え残り(g)
薪(針葉樹)	3.2	0.9	35.5
ヤマトダマ	4.42	0.7	176.9

表3 煤・燃え残り (定量)

④考察

ヤマトダマの温度上昇が薪より緩やかであった要因として、以下の点が考えられる。

- ・燃料投入回数が多いことによりサウナ扉の開閉頻度が増加し、室内の熱が外部へ逃げた可能性がある。
- ・燃焼速度が速いため、発生した熱が炉や壁に十分伝わる前に暖気が煙突から排出された可能性がある。

⑤小括

本結果から、ヤマトダマは薪と比較して温度上昇が緩やかであり燃料投入の頻度が多くなる傾向が確認されたものの、サウナの加熱燃料として一定の利用可能性を有することが示唆された。

一方で、燃焼特性や燃え残りの発生など運用面での課題も確認されたことから、燃料形状や燃焼設備の改良等を含めた検討が必要である。

(3) 【実験 No. 3】 ビニールハウス温水加温実験

①目的

バイオマスボイラーで加温した温水を蓄熱する方式が、夜間のビニールハウス内温度の低下抑制に有効であるかを検証することを目的とする。

②方法・条件

【実施日】2025年12月25日～26日(夜間連続観測)

【場所】甲府市農業センター(甲府市増坪町791-1)

【比較設定】ハウス1(温水加温あり、面積86.40 m²)、ハウス2(加温なし、面積約60 m²)

【測定方法】

ブルーボードと温度センサーを使用し、30分に1回自動で温度を計測した。

【加温方法】

ハウス1内にサウナ用小型ボイラーと煙突を設置。15:00～18:30(約3時間30分)の間にヤマトダマ4,416gを燃焼させた。30分に1度程度温水を入れ替えながら、約200L温水を蓄熱した。

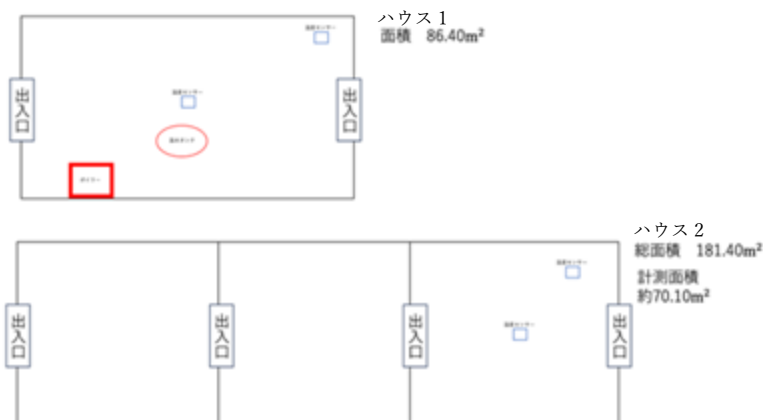


図4 ハウスの様子



図5 スクリーボード

③結果

外気温は夜間を通じて継続的に低下し、翌朝 5:30 頃に最低 3.56°C を記録した。当日は小雨が降る気象条件であり、放射冷却が起こりにくい環境であった。

【ハウス 1 (温水加温)】

外気温が低下する時間帯においても、ハウス内温度の低下は緩やかであり、夜間を通じて比較的安定した温度推移を示した。また、外気温およびハウス 2 との温度差は時間の経過とともに拡大する傾向が確認された。

【ハウス 2 (加温なし)】

外気温の低下に連動してハウス内温度も継続的に低下した。夜間を通じて温度の回復傾向は見られず、外気温に強く追従する挙動が確認された。

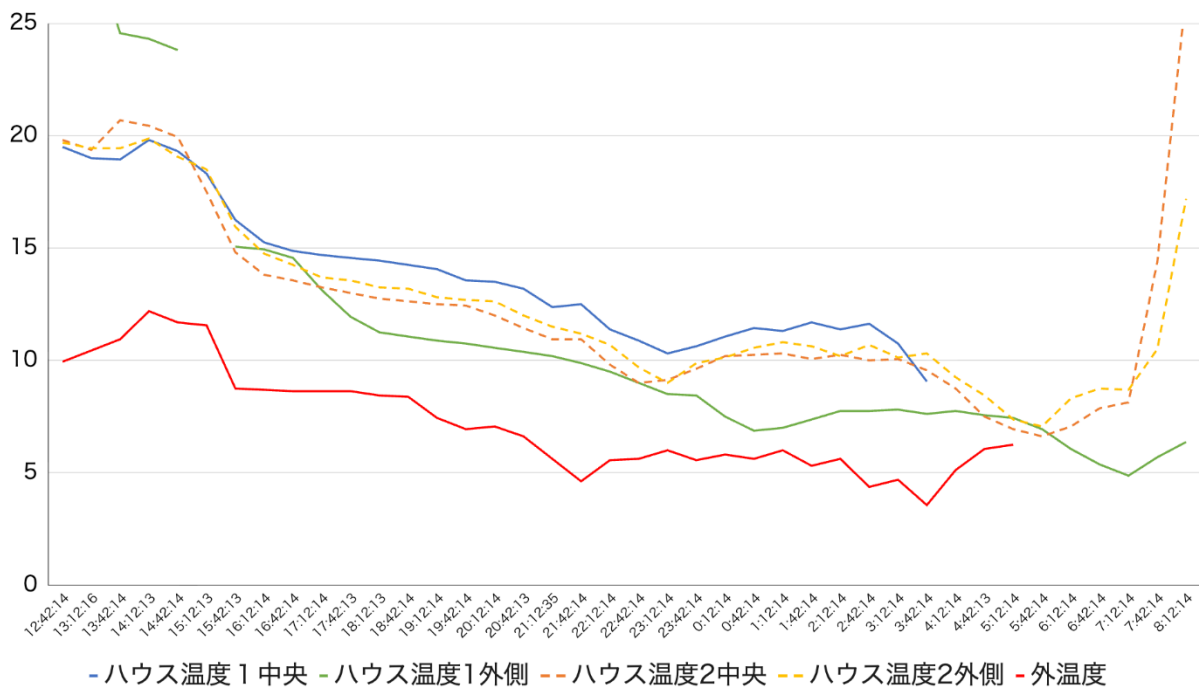


図 6 各所温度比較

④考察

温水蓄熱による加温は、夜間のビニールハウス内温度の急激な低下を抑制する効果を有することが確認された。水は空気と比較して放熱が緩やかであることから、ボイラー停止後も保温効果が持続したものと考えられる。夜間の温度変動が緩やかであることは、作物への低温ストレス軽減の観点から農業用途として一定の実用性を示す結果といえる。

一方で、本実証では約 3 時間 30 分にわたり継続して燃料を投入する必要があり、他の農作業と並行して実施することは困難であることが確認された。また、ヤマトダマは燃焼速度が速く灰の発生量も多いため、炉に大量投入した場合、空気穴が塞がれ温度上昇が鈍くなる問題が確認された。

⑤小括

本結果は、ヤマトダマを燃料とした小型バイオマスボイラーによる温水蓄熱方式が、農業用途における温度管理手法の一つとして活用可能であることが確認された。

(4) 【実験 No. 4】 燻製実験

①目的

ヤマトダマの切削加工時に発生する木屑を燻煙剤として使用した場合に、燻製用途に必要な煙が発生するかを確認することを目的とする。なお、本実験は食品の嗜好性評価や安全性評価を目的とするものではなく、燻煙発生剤としての利用可能性の確認を目的として実施した。

②方法・条件

【実施日】 2025年12月25日

【場所】 甲府市農業センター（甲府市増坪町791-1）

【使用材料】 ヤマトダマ（自然乾燥、切削による木屑状）

【燻製対象物】 チーズ、ナッツ、菓子類（燻煙付着確認用）

【使用機材】 簡易燻製機（フライパンおよびボウル）、アルミホイル、金網

【手順】

1. フライパン底部にアルミホイルを敷き、木屑を投入した。
 2. 木屑に着火し、燻煙が発生する状態を確認した。
 3. 金網を設置し、その上に燻製対象物を配置した。
 4. 蓋をして燻煙を内部に充満させた。
 5. 煙の発生状況及び持続時間を目視により確認した。
 6. 燻製終了後、燻製対象物及び蓋内部の状態を確認した。
- ※温度及び燻煙時間の厳密な管理・測定は本実験の対象外とした。

③結果

- ・着火後、速やかに白色～淡灰色の燻煙の発生を確認した。
- ・チーズおよびナッツ類の表面に燻煙の付着を確認した。
- ・燻製器の蓋内部に燻煙成分（油分および着色）の付着を確認した。

④考察

ヤマトダマの木屑は、燻煙発生剤として基礎的な利用可能性を有することが確認された。

なお、実験 No. 1 のガス分析において燃焼時の有害ガスは検出されていないものの、食品調理用途として使用する場合には、燻煙成分の食味への影響について別途評価が必要である。

また、煙の量や持続時間は木屑の粒径、含水率、通気条件等により変動することから、実用化に向けてはこれらの条件の最適化が今後の課題である。

⑤小括

本実験により、ヤマトダマの切削加工時に発生する木屑は、燻煙発生剤として基礎的な利用が可能であることが確認された。

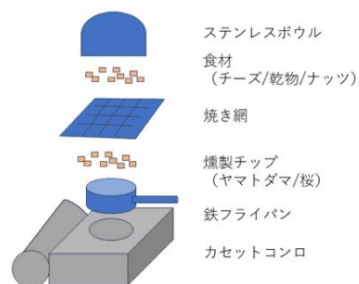


図7 簡易燻製器



図8 着火直後の様子



図9 チーズ・ナッツ類の表面 図10 燻製器の蓋内

(5) 【実験 No. 5】ピザ窯燃焼実験

①目的

ヤマトダマをピザ窯の燃料として利用し、窯内温度がピザ焼成に必要なとされる約 400℃以上に到達可能であることを確認することを目的とする。なお、本実証では調理は行わず、燃焼特性および昇温性能の評価に限定して実施した。

②方法・条件

【実施日】2026年1月30日

【場所】甲府市大手1-2-21 イノベーションベース Soie

【使用燃料】ヤマトダマ 11.66kg（自然乾燥状態）

【使用設備】耐火煉瓦手作り薪式ピザ窯

（正面開口部から煙が排出される構造）

【評価項目】着火性、燃焼持続性、窯内温度上昇、煙・臭気の状態
空気穴開放状態で実施。炎が小さくなったタイミングで適宜燃料を追加した。

③結果

【着火】

新聞紙および細枝材を用いて着火を行い、比較的短時間で着火すること、送風を行うことで炎が安定し燃焼が広がることが確認された。一方で、空気供給が不十分な場合には不完全燃焼となり白煙が発生する傾向が見られた。

【窯内温度】

燃焼開始後、窯内温度は段階的に上昇し、ピザ焼成に適した 400℃以上に到達することを確認した。

【煙・臭気】

火勢が弱まった状態で一度に多量の燃料を投入した場合、不完全燃焼により煙の発生量が増加する傾向が確認された。なお、過度な火花の発生は確認されなかった。

④考察

ヤマトダマは着火性および加熱性能の観点から、ピザ窯用燃料として一定の適性を有する可能性が示された。実験 No. 1 のガス分析では有害ガスは検出されていないものの、実際の炉において不完全燃焼が生じた場合には煙や臭気が発生することが確認されており、強い臭気の食味への影響については別途評価が必要である。また、1本あたりの燃焼時間が比較的小さいため、継続的な燃料投入が必要となる。このため、実用化に向けては直径約 2cm 程度の小径材を多く生産するなど、燃料形状の工夫が課題となる。

⑤小括

本実験により、ヤマトダマはピザ窯において 400℃以上の高温を得ることが可能であり、加熱用燃料としての利用可能性を有することが確認された。

(6) 【実験 No. 6】水質浄化実験

①目的

ヤマトダマの燃焼灰をグラスファンネルに充填し、用水路の水を濾過することで、微生物（菌類）の除去効果の有無を確認することを目的とする。

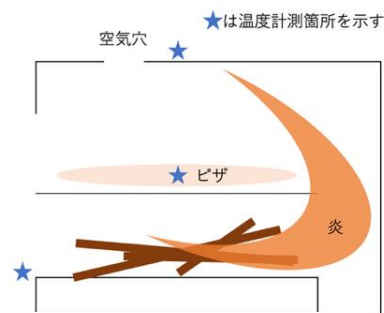


図 11 ピザ窯の構造



図 12 ピザ窯について

②方法・条件

【実施日】2026年2月13日～20日

【場所】ヴィジョナリーパワー株式会社

【試料】

用水路から採取した水（採取日：2025年12月25日）

【使用材料】

ヤマトダマ燃焼灰、グラスファンネル、フィルター紙、培地、培地容器

【手順】

燃焼灰を充填したグラスファンネルで用水路水を濾過した。濾過前後の水をそれぞれ培地に添加し、一定期間培養した後、形成されたコロニーの有無及び数を目視で比較した。



図 13 グラスファンネル

③結果

- ・濾過前の水を培養した培地：多数の菌類コロニーの発生を確認した。
- ・燃焼灰で濾過した水を培養した培地：菌類の発生はほとんど確認されなかった。

④考察

燃焼灰による濾過により、水中の微生物の一部が除去される可能性が示唆された。

その要因として、以下の点が考えられる。

- ・燃焼灰の多孔質構造による物理的捕捉。
- ・燃焼灰に含まれる無機成分による吸着作用。
- ・燃焼灰のアルカリ性による微生物増殖の抑制。

ただし、本実験は簡易的な観察に基づくものであり、菌種の同定や定量的な菌数測定は実施していない。また飲料水としての利用可能性については、本結果のみで評価することはできない。



図 14 濾過後の様子

⑤小括

本実験により、ヤマトダマ燃焼灰は簡易的な水質浄化材として利用できる可能性を有することが示唆された。

(7) 【実験 No. 7】 土壌改良実験

①目的

ヤマトダマ燃焼灰をピートモスに混合した場合の pH 変化を確認し、酸性土壌改良材としての基礎的な適性を評価することを目的とする。

②方法・条件

【実施日】2月27日（金）

【実施場所】ヴィジョナリーパワー株式会社

【試験区設定】

【A（対照区）】ピートモス 20g、灰 0g、水 100g

【B】ピートモス 20g、灰 2g、水 100g

【C】ピートモス 20g、灰 6g、水 100g

各容器を十分に混合した後、1時間静置し、水溶液部分の pH を pH 測定器により測定した。



図 15 ABC の比

③結果

対照区 (A) は pH4.11 を示し、強い酸性状態であった。灰を添加した B および C では、灰の添加量が増加するにつれて pH が上昇する傾向が確認された。特に、灰 6g を添加した C では、対照区と比較して酸性が明確に緩和された。また、灰の添加量が増えるにつれて溶液の色が濃くなる傾向が見られた。これは、灰中の微細な炭粒子の分散およびアルカリ性による有機物の溶出が影響している可能性がある。

試験区	灰添加量	pH測定値
A (対照区)	0g	4.11
B	2g	7.5
C	6g	8.67

表 4 pH の結果

④考察

ヤマトダマ燃焼灰をピートモスに混合することで、pH が上昇することが確認された。これは燃焼灰に含まれるカルシウムやカリウム等のアルカリ性成分が影響しているものと考えられる。

⑤小括

本実験により、ヤマトダマ燃焼灰は酸性土壌の pH を緩和する効果を有し、土壌改良材として利用できる可能性が示された。

4. 実証結果から得られた知見

一連の実証実験を通じ、ヤマトダマには以下の特性が確認された。

(1)強みとなる特性

- ・燃焼時に発生するガスは二酸化炭素のみであり、有害ガスは全 75 検体・全栽培場所を通じて検出されなかった。(実験 No. 1)
- ・着火性が高く、細い枝状の部分は効率的に燃焼する (実験 No. 2、5)。
- ・短時間で高火力を発揮し、ピザ窯において約 400℃まで到達することを確認した (実験 No. 5)。
- ・温水蓄熱と組み合わせることで、夜間のビニールハウスの保温に寄与する可能性が確認された (実験 No. 3)。
- ・燃焼後の灰について、水質浄化材および土壌改良材として利用できる基礎的可能性が示された (実験 No. 6、7)。
- ・木屑状に加工した場合、燻製材として利用可能であることが確認された (実験 No. 4)。

(2)制約・留意事項

- ・燃焼速度が速いため、持続燃焼には頻繁な燃料投入が必要となる (実験 No. 2、3、5)。
- ・実際の炉での燃え残りの発生量は、薪と比較して多い結果となった (薪 35.5g に対し、ヤマトダマ 176.9g : 実験 No. 2)。これは実炉での燃焼条件による影響と考えられ、電気炉による完全灰化試験では灰分は少ない結果であった (実験 No. 1)。燃料投入方法や設備構造の改善により低減できる可能性がある。
- ・炉に大量投入した場合、灰が空気穴を塞ぎ、燃焼効率が低下する可能性がある (実験 No. 3)。
- ・燃焼初期に煙および臭気が発生することが確認されており、食品調理用途への適用については別途評価が必要である (実験 No. 2、4、5)。
- ・持続加熱を目的とする用途では、薪と比較して温度到達性能が劣る傾向が確認された (実験 No. 2)。

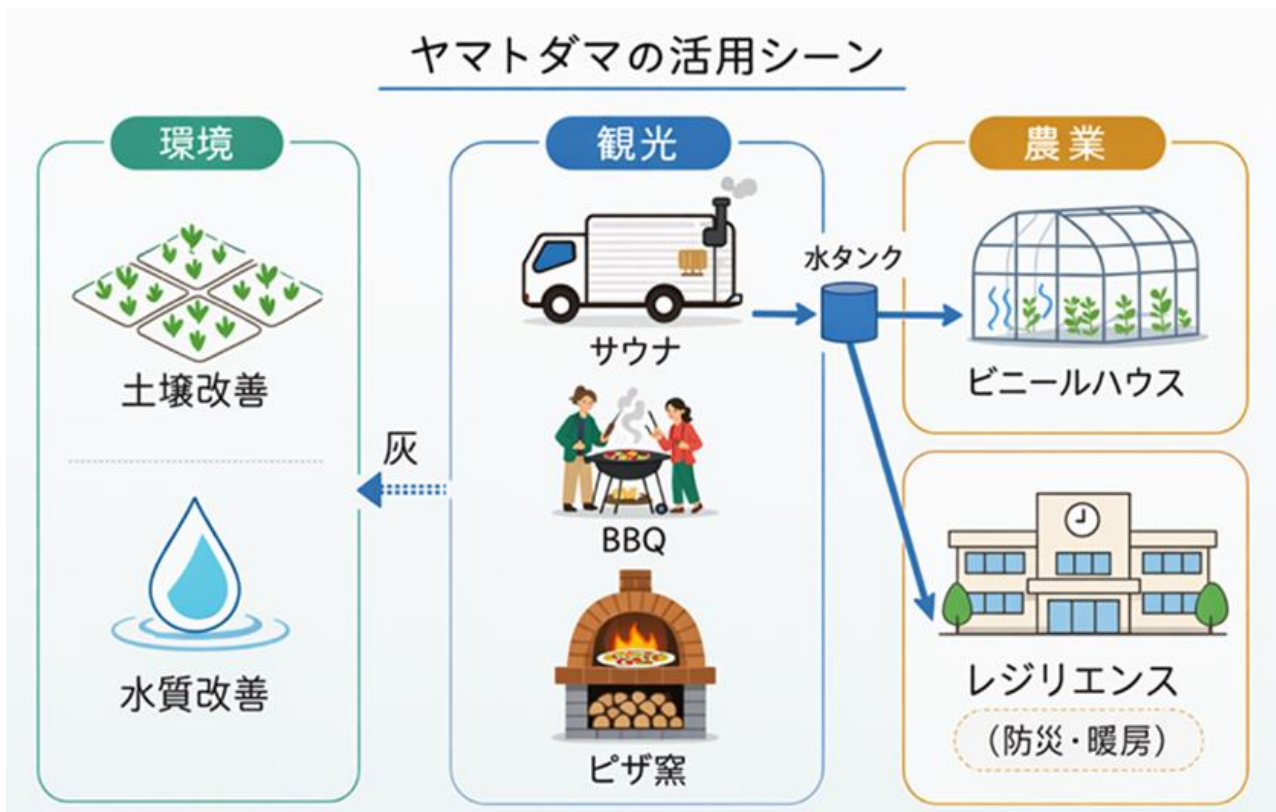


図 16 ヤマトダマの活用シーン

5. 活用可能性の整理

実証結果から得られた知見に基づき、農業・生活・産業の3分野における活用可能性を図 19 のとおり整理した。

	利用シーン	期待される効果	課題・制約
農業分野	<ul style="list-style-type: none"> ・ビニールハウス夜間加温 (温水蓄熱方式；実験③) ・酸性土壌の改良 (燃焼灰によるpH改善；実験⑦) 	<ul style="list-style-type: none"> ・夜間の温度低下を抑制し、作物への低温ストレスを軽減する ・石灰等のアルカリ資材の一部を燃焼灰で代替できる可能性がある ・遊休農地でヤマトダイズを栽培することで農地の有効活用が図れる 	<ul style="list-style-type: none"> ・今回の実証では3時間30分におたり継続的な燃料投入が必要であり、他の農作業との並行は困難である ・実用化には自動燃料投入や燃焼制御を組み合わせた設備改善が必要となる ・土壌改良については長期的な効果・影響の評価が未実施である
生活分野	<ul style="list-style-type: none"> ・災害時避難所での温水蓄熱暖房 (実験③の応用) 	<ul style="list-style-type: none"> ・電源不要、無音の輻射熱暖房として、災害時のエネルギー自立に寄与する ・200Lの温水タンクにより、20m²程度の室内を3～4時間程度保温できると推定される 	<ul style="list-style-type: none"> ・利用者が燃料投入を行う運用モデルを前提とする場合、安全管理体制の整備が必要となる。
産業分野	<ul style="list-style-type: none"> ・移動式サウナの熱源 (実験②) ・ピザ窯、薪窯など高温燃焼を要する飲食店・体験施設での熱源医療 (実験⑤) ・燻製食品の製造における燻煙材 (切削加工副産物の木屑を利用；実験④) ・用水路、農業用水の簡易水質調整 (実験⑥) 	<ul style="list-style-type: none"> ・燃焼安全性が科学的に確認された地域バイオマス資源を活用した体験型サービスの提供が可能となる (実験①) ・機能安全性の科学的根拠 (実験①) を背景に、「甲府市で栽培したバイオマス作物を使って焼くピザ」というストーリー性による付加価値の創出が期待される ・木屑 (加工副産物) 及び灰 (燃焼副産物) を全量活用する商業物ゼロモデルの構築が可能となる ・燻煙材は加工副産物の転用であるため追加燃料コストが発生しない 	<ul style="list-style-type: none"> ・サウナ用途では薪と比較して温度上昇が遅く、加熱性能の差が顧客体験に影響する (実験②) ・ピザ窯、燻煙用途では、有害ガスは確認されていないものの (実験①)、不完全燃焼時の臭気や食品風味に与える影響を評価する試験が必要である (実験④⑤) ・水質浄化の効果は簡易実験にとどまり、農業用水や飲料水としての安全性は現時点では評価不可である

表 5 利用シーンの整理

6. 経済合理性の分析

経済合理性の評価は①初期投資②運用コスト（燃料費・人件費・メンテナンス）③付加価値の3要素に基づき、既存の代替手段との比較を行ったうえで整理する。

(1) サウナ用途

① 比較対象

市販薪（広葉樹）

② 初期投資

移動式サウナ設備の導入費用は約220万円であり、購入のほか、レンタル（1日30,000円、1週間70,000円、1か月200,000円）による導入も可能である。既存施設へ設置する場合、煙突の設置や設置スペースの確保等に対応可能であり、大規模な施設改修は基本的に必要としない。

③ 運用コスト

燃料使用量は1回あたり約4～5kgである。ヤマトダマを自己調達できる場合、市販の広葉樹薪（1束〔約7～10kg〕700円～1,000円程度）と比較して燃料費を削減できる可能性がある。ただし、現時点ではヤマトダマの市場流通が確立されておらず、外部調達コストは未確定である。また、利用者自身が燃料投入を行う運用モデルとする場合、追加の人件費は基本的に発生しない。メンテナンスは、燃焼後の灰処理および煙突清掃（シーズン1回程度）が主な作業となる。

④ 付加価値

燃焼安全性が科学的に確認された（実験No.1）地域バイオマス資源を活用した体験型サウナとして、観光コンテンツとしてのブランド価値や差別化効果が期待される。

⑤ 回収試算

初期投資220万円、1組あたり追加料金8,000円、人件費1,000円と仮定した場合、粗利は7,000円/組となる。

この条件では、初期投資の回収には約315組の利用が必要となる。週2組の利用を想定した場合、約36か月で投資回収が可能となる。一方、既存の薪を利用する場合、1回のサウナで約3.2～4kgの薪が必要となる。（実験No.2）薪を1.5t=10万円程度で購入する場合、同様の条件では初期投資回収には約329組の利用が必要となる。

この比較から、ヤマトダマの流通コストが約67円/kgを下回る場合には、薪よりも燃料コスト面で優位となる可能性がある。

⑥ 小括

サウナ用途については、燃料コストが約67円/kgで確保できる場合には一定の経済合理性を有する可能性がある。特に、観光資源としての付加価値や地域資源活用によるブランド性を付与できる点を踏まえると、単なる燃料代替にとどまらず、体験型観光コンテンツとして成立する場合において経済合理性が高まると考えられる。

(2) 農業ハウス暖房用途

① 比較対象

重油ボイラー（一般的なビニールハウスの暖房方式）

② 初期投資

サウナ用途で使用したストーブを転用する場合、追加設備として必要となるのは架台、排気煙突の延

長、遮熱板等の安全対策であり、新たな大規模設備の導入は不要である。このため、導入コストは比較的小規模に抑えられる。

③運用コスト

一般的なビニールハウスでは、重油ボイラーによる加温が行われている。

重油単価は概ね 90～100 円/L 程度（地域・時期により変動）であり、冬季シーズン全体では年間約 15 万円程度の燃料費が想定される。

熱量換算による比較（放射熱係数 5.0、被覆面積 150 m²、温度上昇 1℃を想定）

必要熱量 $Q=5.0 \times 150 \times 1=750 \text{ kcal/h}$

重油換算消費量 $750 \div (9,000 \times 0.8) = \text{約 } 0.104 \text{ L/h}$

温水蓄熱による熱量

温水 200L を 60℃から 15℃まで放熱した場合

$200 \times (60-15) = 9,000 \text{ kcal}$

重油換算

$9,000 \div (9,000 \times 0.8) = \text{約 } 1.25 \text{ L}$

これは約 120 円相当の燃料削減効果に相当する。

しかしながら、ヤマトダマ燃焼による加温では、燃料投入作業が必要となる。本実験では、燃料投入および管理に 1 回あたり約 3 時間 30 分の作業時間を要しており、この作業に対する人件費が追加的に発生する。

このため、人件費を含めた総合的な運用コストでは、現時点では重油方式を下回るとは言えない。

④付加価値

- ・化石燃料使用量の削減。
- ・地域資源の循環利用。
- ・小規模農業における燃料調達手段の多様化。

といった環境面および地域資源活用の観点からの効果が期待される。

⑤小括

農業ハウス暖房用途については、初期投資は比較的抑えられるものの、燃料投入作業に伴う人件費を含めた運用コストでは、現時点では重油暖房方式を下回る経済合理性は確認されなかった。

(3)災害時避難所暖房用途

①比較対象

大型灯油ストーブ、業務用エアコン、家庭用ファンヒーター

②初期投資

温水蓄熱タンク（ドラム缶等）、保温材、簡易熱交換装置の設置を想定する。配管による循環を行わず、温水タンクからの自然放熱を利用する方式とすることで、設備構造を簡易化することが可能である。

③運用コスト

サウナ運転と併用して温水を加熱する場合、追加の燃料投入は必須ではない。ただし、給水や温度管理などの簡易的な管理作業は必要となる。実験 No. 3 では、約 6kg のヤマトダマを燃焼させた。これを広葉樹薪（1 束〔約 7～10kg〕700 円～1,000 円程度）で代替した場合、燃料コストのみで比較すると、既存の暖房器具の方が安価となる。

④暖房効果の試算

200Lの温水タンク（約9,000kcal相当）による暖房効果を、一般的な暖房機器と比較すると次のとおりである。

- ・大型灯油ストーブ（5,000kcal/h）
約1.8時間分に相当（灯油約1.3L、約160円相当）
- ・業務用エアコン（8.0kW＝約6,880kcal/h）
約1.3時間分に相当（電気代約120円相当）
- ・家庭用ファンヒーター（3,000kcal/h）
約3.0時間分に相当（灯油約1.3L、約160円相当）

⑤付加価値

本方式は

- ・電源を必要としない。
- ・無音で運転可能。
- ・輻射熱による穏やかな暖房。

といった特徴を有しており、災害時におけるエネルギー自立性（レジリエンス向上）の観点から意義を有する。

⑥小括

災害時避難所暖房用途については、燃料コストのみで比較した場合、既存の灯油暖房機器や電気暖房機器と比べて経済合理性は高いとは言えない。しかしながら、電源を必要としない暖房手段として利用できる点や、地域資源を活用したエネルギー自立性の確保という観点から、災害時の補助的な暖房手段として一定の活用可能性を有する。

(4)ピザ窯用途

①比較対象

市販広葉樹薪

②初期投資

既存の薪窯またはピザ窯を使用する場合、新たな設備投資は不要である。新たに設備を導入する場合でも、簡易型の薪窯であれば数万円から十数万円程度で導入が可能であり、初期投資は比較的小規模である。

③運用コスト

広葉樹薪の一般的な燃料使用量は、

- ・予熱段階：約10～15kg（約3,000円相当）
- ・調理中：約3～5kg/h（約1,000円/h相当）

とされている。

ヤマトダマを着火材や予熱補助燃料として薪と併用することで、燃料費の一部削減が期待される。一方、ヤマトダマを燃料として完全に代替利用する場合には、燃焼時間が比較的に短いため、燃料投入回数が増加し、作業負担が増える可能性がある。

④付加価値

「甲府市で栽培されたバイオマス作物ヤマトダマで焼くピザ」というストーリー性を付与することにより、体験型観光や環境教育との連携による付加価値の創出が期待される。

⑤小括

ピザ窯用途については、既存設備を活用できる場合には初期投資がほとんど不要であり、ヤマトダマを補助燃料として利用することで燃料費削減の可能性はある。

一方で、燃料として完全に代替利用する場合には作業負担が増加するため、現時点では薪との併用利用が現実的な活用方法であると考えられる。

(5) 燻煙剤

①比較対象

市販燻製チップ（サクラ等、500g袋で500～1,000円程度）

②初期投資

燻煙材として使用する場合、既存の燻製器やスモーカーを使用できるため、新たな設備投資は基本的に不要である。

③運用コスト

ヤマトダマの木屑は、加工工程で発生する副産物（廃材）を活用するものである。そのため、原材料コストは実質的に発生せず、市販燻製チップ（500g袋で500～1,000円程度）と比較した場合、燻煙材の購入費を削減できる可能性がある。

④付加価値

地域で生産されたバイオマス資源を活用した燻煙材として、地域産品との組み合わせによる商品化や体験型観光との連携など、付加価値の創出が期待される。

⑤小括

燻煙剤用途については、加工副産物を活用できることから原材料コストがほとんど発生せず、既存設備の活用も可能であるため、比較的高い経済合理性を有する用途であると考えられる。しかし、ヤマトダマ特有の風味が強いため、食品への燻煙利用にあたっては風味の適性評価が別途必要である。

(6) 水質浄化・土壌改良

①比較対象

消石灰、苦土石灰等の市販石灰資材（10kgあたり300～600円程度）

②初期投資

燃焼灰を利用するため、特別な設備投資は基本的に不要である。

水質浄化用途では簡易ろ過装置、土壌改良用途では散布作業のみで利用が可能である。

③運用コスト

燃焼副産物である灰を活用するため、追加の燃料コストは発生しない。

灰を土壌改良材として利用できる場合、市販の石灰資材（消石灰、苦土石灰等）の一部代替が可能となり、資材費削減につながる可能性がある。一方で、灰の成分組成や品質のばらつき、効果の定量性については現時点では十分な検証が行われていない。

④付加価値

燃焼副産物を資材として再利用することで、廃棄物の発生抑制および資源循環の促進といった環境的価値が期待される。

⑤小括

水質浄化および土壌改良用途については、燃焼副産物である灰を活用できることから追加コストが

ほとんど発生せず、石灰資材の一部代替が可能となる場合には経済合理性を有する可能性がある。ただし、灰の品質安定性や効果の定量的評価が十分に確認されていないことから、実用化に向けては今後の検証が必要である。

7. 経済合理性の結論

各用途の経済合理性は以下のとおりである。

用途	結論	根拠
サウナ（観光・体験）	○ ある	付加価値による責任転嫁が前提。投資回収に315組・約36ヶ月を要し、集客が安定して確保できる場合に限り成立する。
農業ハウス暖房	× 現時点ではない	燃料投入作業（3.5時間/回）の人件費を含めると重油方式を下回らない。自動化設備等の導入を前提としない限り経済合理性は成立しない。
避難所暖房	△ 限定的にある	金銭的削減効果は小さいが、電源不要・レジリエンス価値という観点から防災用途としての意義はある。
ピザ窯（着火・予熱補助）	△ 限定的にある	薪との併用による補助剤としての活用に限り燃料費削減効果がある。薪の完全代替としては困難である。
燻製（木屑の副産物活用）	△ 経済合理性はあるが、現実性がない	加工副産物の転用であり、追加コストはゼロ。燃料安全性は実験①にて確認済みであるが、独特の風味が強く食用には向いていない。
水質浄化・土壌改良（灰の副産物利用）	△ 限定的にある	燃焼副産物の転用でありコストはゼロだが、効果の定量的裏付けが不足しており現時点では補助的用途にとどまる。

表 6 経済合理性の結論

8. 課題

本実証を通じ、ヤマトダマの実用化に向けて以下の課題が整理された。

(1) ヤマトダマの生産量

昨年度の実証では、収穫量 353.97kg（含水率約 70%）は、乾燥後に約 124.93kg（含水率約 15%）となり、さらに葉の脱落等を考慮すると、燃料として使用可能な量は約 87.5kg 程度となる。

サウナ用途において 1 回あたり約 5kg を使用する場合、315 回の運用には乾燥燃料約 1,575kg が必要となる。これは、概ね約 1,200 株（栽培面積約 2,700 m²）の栽培規模に相当する。

このことから、現時点の栽培規模では事業用途としての安定供給に必要な生産量には達していないことが明らかとなった。

(2) 燃焼および運用上の課題

ヤマトダマの燃焼特性および燃焼試験の結果から、次の点が課題として整理された。

- ・燃焼速度が速く燃料消費が早いため、持続的な加熱用途では燃料投入頻度が高くなり、人手による管理が必要となる。
- ・実際の炉による燃焼試験では、燃え残りが比較的多く発生することが確認された（実験 No. 2）。煙突設計や燃料形状など、燃焼条件の最適化については十分な検証が行われていない。一方で、電気炉による完全灰化試験では灰分量は少ない結果となっており（実験 No. 1）、設備構造や運用方法の改善により燃焼効率が向上する可能性が示唆された。
- ・葉部の灰分量は平均 62.7mg/g であり、茎・根部（平均 4.97mg/g）と比較して約 12 倍である。このため、燃料として利用する際には、葉部を除去するなどの前処理を行うことが望ましい。

9. 結論

(1)事業としての成立可能性

本実証を通じ、ヤマトダマは、燃焼時の安全性（有害ガスが検出されないこと）、短時間で高い発熱を得られる特性、さらに副産物（灰・木質残渣）の多用途活用の可能性を有することが確認された。

一方で、事業として成立させるためには、以下の課題を解決する必要がある。

①栽培規模の拡大

昨年度の実証では、収穫量 353.97kg（含水率約 70%）の作物が、乾燥後には約 124.93kg（含水率約 15%）となり、さらに葉の脱落等を考慮すると、燃料として使用可能な量は約 87.5kg 程度となる。

サウナ用途において1回あたり 5kg の燃料を使用する場合、年間 315 回の運用には乾燥燃料約 1,575kg が必要となり、これは約 1,200 株（栽培面積約 2,700 m²）の栽培規模に相当する。

しかし、現時点での栽培規模では、事業用途として求められる安定供給には対応できない。

②燃焼・運用方法の改善

ヤマトダマは燃焼速度が速く、燃料投入頻度が高い特性を有する。

このため、農業用ハウス暖房などの持続的な加熱用途においては、自動燃料投入装置の導入等、設備および運用方法の改善が必要となる。

③種子の供給体制

先述の通り、令和 7 年度中に種子供給元である株式会社オウルテスが、種子の供給対象を希望者全体から大口事業者に限定する方針へ変更したことにより、現在、市場において自由に購入・調達できる流通ルートは存在していない。

このため、現時点では農家が独自にヤマトダマを継続的に生産・普及させることは困難な状況にある。以上のことから、現時点において直ちに事業化が可能な段階には至っていないものの、これらの課題が解決された場合には、地域資源を活用した新たな熱利用としての可能性を有することが確認された。

(2)今後の展望

本実証により、特定の燃料や設備の導入そのものを目的とするものではなく、遊休農地等を活用して生産されたバイオマス資源を、甲府市域において環境負荷低減および資源循環の観点から活用していく可能性を有することが確認された。

ヤマトダマを熱源として活用する取り組みは、平常時にはサウナや農業用ハウス等の日常的な活動への利用が想定されるほか、災害時には避難所の加温など生活環境の維持に資する活用も期待される。

本報告書で整理した、遊休農地で栽培したバイオマスをエネルギーとして活用するための知見は、脱炭素社会の推進および甲府市の地域特性を踏まえた資源循環のあり方を検討する上での基礎資料として位置付けられるものである。

今後は、本実証で得られた知見を踏まえ、甲府市に適したバイオマス資源の活用可能性について調査研究を継続していくことが望まれる。