

イ) 収率等

- ・ ラベルを付しておいた4つのサンプル（40mm、100mm 各2つ）について収率等を計測した。
- ・ 収率は、40mm で約 27%、100mm では 28%、33%であった。
- ・ 精錬度は、40mm で 6~6.5 であった。100mm は使用した精錬度計で測定不能であったがほぼ同様と思われる。炭化物の性状としては、ほぼ通常の黒炭と同様と考えられる。

表 9 収率等の結果

サンプル	サンプル	炭化前	炭化後	収率	精錬度
40φ	A	91g	25g	27%	6.0
40φ	B	85g	23g	27%	6.5
100φ	C	996g	282g	28%	測定不能
100φ	D	911g	302g	33%	測定不能

注：原料はいずれもシイのオガ粉を用いた



図 33 炭化物

③ サンプルの分析

- ・ サンプルの分析結果を示す。
- ・ 本運転でサンプリングした原料は過乾燥時のものであったため水分率は低い。対応してバイオコークスも低くなっている。水分率が低すぎると設備への負荷が大きくなる等のことも懸念されるため、運転条件を調整して改善する。
- ・ 炭化物は、おおむね黒炭の規格（P21、日本燃料協会）に合致している。

表 10 サンプルの分析

		原料	バイオコークス	炭化物
工業分析	水分(%)	1.9	1.2	2.2
	灰分	0.9	0.9	0.8
	揮発分	74.44	72.74	15.36
	固定炭素	21.74	26.55	82.58
元素分析	炭素(%)	50.11	49.6	90.1
	水素(%)	5.77	6.0	2.1
	酸素(%)	43.8	44.3	4.7
	窒素(%)	0.05	0.1	0.2
	全硫黄(%)	<0.1	<0.1	<0.1
	全塩素(%)	<0.1	<0.1	<0.1
他元素	鉛(mg/kg)	2 未満	2 未満	2 未満
	カドミウム(mg/kg)	0.5 未満	0.5 未満	0.5 未満
	ヒ素(mg/kg)	0.5 未満	0.5 未満	0.5 未満
他元素	高位発熱量	4,870kcal/kg	4,700 kcal/kg	7,700 kcal/kg
	低位発熱量	4,530kcal/kg	4,360 kcal/kg	7,530 kcal/kg
炭化物	pH	—	—	9.0
	比表面積	—	—	130m ² /g
	精錬度	—	—	6.5
	硬度	—	—	1

(3) プロセス分析・評価

①コスト試算例

- ・ バイオコークス部および炭化まで行った場合の各々について、現時点で想定されるにコストを試算した。本バイオコークスは、炭化(燃料利用)用の原料のほか、鉄鋼業等での利用などが想定される。炭化物も燃料等に有効利用できる。
- ・ 下表は、本事業ベースでの継続運用時を想定したものであるが、小規模であるためやや割高となる傾向があるが、運転は兼務が可能であるなど今後の原単位の改善等によってはより低コスト化も見込める。また、地域の未利用森林資源等を十分な対価で購入できる可能性も十分あると考えられ、それにより地域のバイオマス利活用拠点として森林・林業の活性化にも貢献できる。
- ・ 今後、継続運転を通じてデータを蓄積しながら、改善・改良を図っていく。

表 11 製造コスト例 (バイオコークス製造工程)

項目	費用(千円/年)	製品重量当 (円/kg)	備考	
変動費	原料	1,555	10.8	6,000 円/t 想定
	ユーティリティ	1,800	12.5	
	(電気)	(1,800)	(12.5)	平均負荷 20kW、15 円/kWh とみた
	小計	3,355	23.3	
固定費	保守・点検	1,000	6.9	想定
	小計	1,000	6.9	
合計	4,355	30.2		

表 12 製造コスト例 (炭化まで)

項目	費用(千円/年)	製品重量当(円 /kg)	備考	
変動費	原料	1,555	43.2	6,000 円/t 想定
	ユーティリティ	1,818	50.5	
	(電気)	(1,818)	(50.5)	炭化部は 80 バッチ/年、15kWh/バッチとみた
	小計	3,373	93.7	
固定費	保守・点検	1,500	41.7	想定
	小計	1,500	41.7	
合計	4,873	135.4		

表 13 想定した運転条件

項目	内容	備考	
原料	処理量(乾燥前)	43 kg/h	乾燥前原料(水分50%想定、なお実際の運転は昼間のみ)
	処理量(反応器前)	24 kg/h	バイオコークス投入前
	日処理量(〃)	(0.6 t/日)	(同上)
	年間処理量(〃)	(144.0 t/y)	(同上)
	(原木換算年処理量)	(259 t/日)	原木ベース(水分50%想定)
稼働	日稼働時間	24 h/日	
	年稼働日数	250 日/年	
	年稼働時間	6,000 h/年	
製品製造量	バイオコークス	24 kg/h	
	(日量)	(0.6 t/日)	
	(年間)	(144 t/y)	
(炭化物)	(炭化物)	6 kg/h	収率25%を想定(なお実際の運転はバッチ)
	(日量)	(144.0 kg/日)	
	(年間)	(36 t/y)	

②CO2 削減効果

- ・ バイオコークス製造は、製造原単位が比較的小さく、エネルギー回収率・収率、CO2 削減効果は高い。
- ・ 炭化まで行った場合、本技術は炭化工程の熱回収がむつかしいため CO2 削減効果が得られづらいが、それでも削減効果が見込める。単価の高い燃料用炭の製造を志向することになると思われるが、環境的な意義も小さくない。

表 14 CO2 削減効果等試算例（バイオコークス製造工程）

項目		(固有単位)	エネルギー	備考	
入力	原料	木質	43 kg/h	514 MJ/h	
	投入エネルギー	電力	20 kW	72 MJ/h	
		合計		72 MJ/h	
	入力計			586 MJ/h	
出力	生成エネルギー	燃料	24 kg/h	411 MJ/h	
		合計		411 MJ/h	
主指標	エネルギー収支	燃料		5.71	回収エネルギー/投入エネルギー
	エネルギー回収率	燃料		70.1%	回収エネルギー/(原料エネルギー+投入エネルギー)
	収率	燃料		79.9%	回収エネルギー/原料エネルギー
CO2削減効果	プロセス排出	(動力・電力)	20 kW	9.5 kg-CO2/h	排出係数0.475kg-CO2/kWh(関西電力,H24調整後)
	削減効果	燃料	411 MJ/h	37.3 kg-CO2/h	一般炭代替想定
		(熱の重油代替)	(411) MJ/h	(28) kg-CO2/h	(重油代替を想定した場合)
		合計		37.3 kg-CO2/h	一般炭の場合を想定
	差し引き削減				27.8 kg-CO2/h
(年間計)				167 t-CO2/年	

表 15 CO2 削減効果等試算例（炭化まで）

項目		(固有単位)	エネルギー	備考	
入力	原料	木質	43 kg/h	514 MJ/h	
	投入エネルギー	電力	22 kW	79 MJ/h	
		合計		79 MJ/h	
	入力計			593 MJ/h	
出力	生成エネルギー	燃料	6 kg/h	174 MJ/h	
		合計		174 MJ/h	
主指標	エネルギー収支	燃料		2.20	回収エネルギー/投入エネルギー
	エネルギー回収率	燃料		29.3%	回収エネルギー/(原料エネルギー+投入エネルギー)
	収率	燃料		33.8%	回収エネルギー/原料エネルギー
CO2削減効果	プロセス排出	(動力・電力)	22 kW	10.5 kg-CO2/h	排出係数0.475kg-CO2/kWh(関西電力,H24調整後)
	削減効果	燃料	174 MJ/h	15.8 kg-CO2/h	一般炭代替想定
		(熱の重油代替)	(174) MJ/h	(12) kg-CO2/h	(重油代替を想定した場合)
		合計		15.8 kg-CO2/h	一般炭の場合を想定
	差し引き削減				5.3 kg-CO2/h
(年間計)				32 t-CO2/年	

2-3. 達成度の検証

(1) 技術開発設備の整備

- ✓ 技術開発設備の整備・試運転調整（達成）

本事業期間内に全工程設備の設置、試運転調整を完了した。過乾燥等の調整点はあったものの、基本的な性能は計画通りであることが確認できた。特に、100mm のバイオコークス部については、安定的に無人連続運転できることが確認できた。

今後、運転時間の蓄積を通じた最適化や、現時点で調整が必要な点（乾燥工程の運転条件の把握、精度向上、40mm バイオコークス部の仕様調整）の改善・改良を行いつつ、製造能力向上を図っていく。

(2) 技術開発設備の試験運転

① 予備試験等

- ✓ 試験用のバイオコークス試料調製（達成）
- ✓ 温度等の条件を変えたバイオコークスの炭化調製試験実施（達成）
- ✓ バイオコークス炭化サンプル回収、分析（達成）

炭化試験用のバイオコークスを調製し、異なる炭化条件での試験運転を行いサンプルを回収・分析を行った。バイオコークス（密度約 1.2、水分約 10%）を原料とすることで、炭化法によらず概ね収率 25%前後で原料性状が安定していることから炭化もしやすいと考えられた。

② 実証試験

- ✓ 整備設備によるバイオコークス・炭化試験（達成）
- ✓ バイオコークス製造運転 昼間連続運転 8 時間以上（達成）
- ✓ バイオコークス製造運転 150kg/日以上（達成）
- ✓ 原料、バイオコークス、バイオコークス炭化物の分析データ取得（達成）

実証設備を運転して全体一貫した試験運転を行った。また、サンプルを回収、分析を行った。バイオコークスの製造能力については、計画段階から協議等を重ねて十分な能力を持つ仕様を構築し、その性能がほぼ検証できた。40mm 部については、稼働が安定しない点もあったため、次年度以降改善・改良を行っていく。炭化部は、想定していた運用（1m³ カゴで搬入、バッチの窯型炭化炉と似たスケジュール運転）で炭化物が得られることが確認できた。今後は、さらに運転時間を継続し、製造能力の向上を図る。

③プロセス分析・評価

- ✓ エネルギー収支・物質収支の把握（達成）
- ✓ 製造コスト試算（達成）
- ✓ CO2 削減効果試算（達成）

整備した設備仕様や実証試験運転データに基づき、エネルギー収支や物質収支、製造コスト等の試算を行った。バイオコークスは投入エネルギーが比較的少なく済む（エネルギー収支が良い）、エネルギー回収率・収率が高いことが把握できた。本実証設備は、現時点では製造能力は大きくないためスケールメリットは期待しづらいが、今後も改善・改良を図ることで継続運用が可能な目処が得られた。

炭化についても、高密度の成型物とすることで炭化条件の安定化や収率向上の効果が得られるといった特徴を生かすことで新商品・新製品開発につながると期待できる。

3. 今後の展望

横型のバイオコークス製造システムにより製造能力の向上、製造コストの低減が見込め、小規模でもコンパクトな事業が構成できる目処が得られた。また、安定した炭化調製が可能で、高い収率が得られ、炭化物の製造原価も比較的抑えられるなど、バイオコークスと炭化を組み合わせることにより、燃料や資材用等としての幅広い市場に対するアプローチが可能になることが明らかにできた。

次年度以降は、バイオコークス部については、より運転時間を蓄積し、連続運転特性の把握や低コスト化・製造能力向上に向けた改善・改良等に取り組むことで、自立的なシステムの構築が期待できる。また、炭化部についても、より多くの条件下で運転を行い、様々な特徴を持つ製品の開発等に取り組んでいく。固形燃料としての利用（ボイラー燃料等）や資材利用、製造能力の向上等を検証することで商用化が期待できる。

本事業で整備した諸設備の運用を継続しつつ、バイオコークスの石油代替燃料やコークス代替としての利用、およびバイオコークス・炭化物の燃料や資材利用や炭化条件の最適化による備長炭代替などの展開が開ける成果が得られたと言える。本事業終了後以降（本事業は平成 25～27 年度予定、本事業後は平成 28 年度以降を想定）、和歌山県の未利用木質バイオマス資源を用いた新ビジネス・新商品生産事業として展開できるよう取り組んでいきたい。

【本年度の成果】

- ・技術開発設備の整備、試験運転、分析等を通じ、バイオコークスと炭化技術の組み合わせによる未利用森林資源活用技術開発の基盤を構築

【今後の展望(次年度以降)】

- ・横型バイオコークス製造システムにより製造能力向上、製造コスト低減
- ・炭化調製により備長炭代替や石炭コークス代替、資材用等としての利用へと展開
- ・次年度以降は、整備設備の継続的な運用を通じて、設備の最適化とバイオコークス化・炭化技術、製品品質の向上を図り商用の目処を得る
- ・バイオコークスの固形燃料としての利用（ボイラー燃料等）や資材利用など、さらなる発展展開を図る。

**和歌山県の未利用木質バイオマス資源を用いた
新商品・新ビジネスの創出を目指す！**