

冬期間のバイオマスボイラーを利用したバイオコークス系燃料の燃焼試験及び バイオマスボイラーを利用した暖房熱利用（冬期間野菜栽培）に関する試験

田中尚道, 富田義弘

(近畿大学バイオコークス研究所)

福永庸明, 高橋寛

(イオンアグリ創造株式会社)

【研究の概要】

【廃棄される衣類から固形燃料の製造に関する実験】

実験目的：イオン(株)の展示会で使用した衣類のサンプルは現在廃棄物として処分されているが、その廃棄される衣類から固形燃料を作り、イオンアグリ創造株式会社のビニールハウスにおける冬期間の暖房の燃料として利用できないかという新たな循環の可能性を明らかにするために、本実験を行なった。

実験要領：展示会で使用した衣類（コート、背広、シャツ、アンダーウエア等）、衣類の主な原料は、綿、羊毛、レーヨン、ナイロン、ポリエステルであった。約 200kg の衣類から固形燃料を製造するための前処理として破砕機による破砕処理を行なった。破砕後、固形燃料製造装置(写真1～写真5)にて燃料化を行い、固形燃料化ができることが明らかになった。

要約：衣類からの固形燃料化は、水分を含まないため破砕、燃料製造が極めて効率的で、200kg の破砕



写真1 支持投入ホッパー



写真2 打ち出し式固形燃料製造装置



写真3 ホッパーから投入された原料

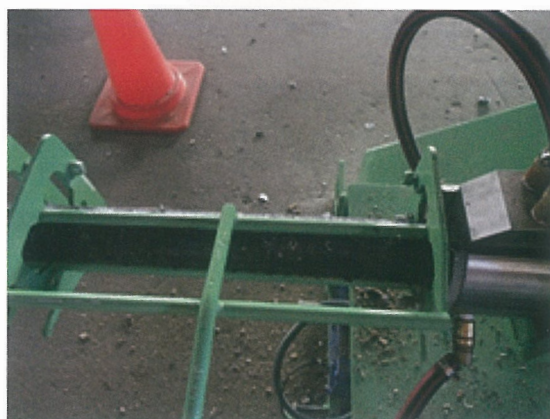


写真4 製造装置から押し出された燃料



写真5 製造された固形燃料

に20分、燃料製造に30分という短時間で固形燃料が製造できることが明らかとなった。ただし、破碎においてベッドカバーや、カーテンのような長いものは、破碎機に絡みつき上手く破碎できなかつたため、あらかじめ切断する必要があると思われた。

また、衣類の全てを混ぜて固形燃料化することは、可能であるが、混ぜて作ったものはRPFと同様に廃棄物固形燃料に分類されるため、バイオマス系燃料を製造するためには、天然素材と化繊に分別する必要があると思われた。

【衣類を原料としたバイオマス燃料の燃焼実験】

実験目的：衣類から製造された固形燃料の燃焼試験を、バイオマスボイラーガシファイヤー(アーク社製(図1))

を用いて行なった。

実験結果：燃焼試験は、表1に示したように木材、衣類固形燃料、バイオコークスの順に燃料を投入し、燃料投入時の排気温、水温、燃焼時間等について調査した。

燃焼試験の結果から、衣類固形燃料の燃焼時間は約1時間30分であり、その間に水温は58℃から68℃に上昇した。5,500ℓの水槽の水を10℃上昇させたことから、衣類固形燃料の熱量は約4,000~4,500kcal/kgであることが、推測された。一方、バイオコークスでは、1時間30分後に58℃~68℃に水温は10℃上昇したことから、熱量は衣類固形燃料と同様に約4,000~4,500kcal/kgであったと推測された。今回の衣類固形燃料は、綿や羊毛の他ビニールやナイロン、レーヨンが含まれていたため、熱量は高かったものと思われるが、その混合割



写真6 衣類から製造された固形燃料



図1 ガシファイヤーの概要

表1 燃焼実験における諸条件及び排気温、水温の推移

時刻	燃料の種類	投入量(kg)	排気温(℃)	水温(℃)
9:25	木材	30	166	36
10:00	-	-	230	44
11:25	衣類固形燃料	15	251	48
12:55	バイオコークス	15	217	58
13:50	-	-	207	68
14:50	-	-	156	77



写真7 投入の様子



写真8 燃焼開始 20分後



写真9 燃焼開始 40分後



写真10 燃焼開始 80分後

合は低かったので固形燃料化することで、熱量は高くなるものとする。

要約：衣類固形燃料の燃焼は、木材およびバイオコークスと比較しても、何ら遜色のないものであった。また、燃焼後の灰も少なく、熱量も高く新たなリサイクル燃料として利用できる可能性が示唆された。

【衣類を原料としたバイオマス燃料の排ガスに関する分析】

実験目的：本実験は燃焼装置が小型温水発生装置であり、ボイラーに当たらないため排ガス規制を受けない（北海道庁、恵庭市に確認済み）が、排ガス規制に準じた項目について測定を行った。また、レーヨン、ナイロン、ポリエステル等を原料に含むため、ダイオキシニンに

表2 衣類から製造した固形燃料から発生する排気ガス分析

測定施設	近畿大学バイオコークス研究所 ガシファイアー炉				
測定位置	屋外煙突				
測定日時	平成27年2月28日 10:50～14:42				
焼却物測定結果	木材	衣類固形燃料	衣類固形燃料 +バイオコークス	バイオコークス	バイオコークス
ばいじん (mg/m ³ N)	0.05	0.11	0.04	0.06	JIS Z8808 8.3
窒素酸化物 (ppm)	32	122	193	81	JIS K0104 5.4
硫黄酸化物 (ppm)	4	8	4	1	JIS K0103 6.2
塩化水素 (mg/m ³ N)	5	32	13	3	JIS K0107 6.3
一酸化炭素 (ppm)	1388	1502	31	4477	JIS B7951 8.4.1
酸素 (%)	10.2	10.5	8.8	15.2	JIS B7983 4.2
ダイオキシニン類		1.65 未満		156	JIS K 0311



写真 11 サンプルング場所

ついても測定を行った。測定場所は、写真 11 の煙突の下段部分よりサンプルングを行った。測定結果を表 2 に示した。

実験結果：表 2 に示したように、ばいじんは、木材燃料が最も少なく、衣類固形燃料が最も多かったが、衣類固形燃料は他の燃料に比べて比重が軽かったことに起因するものであると推察された。大型ボイラーの基準値 $0.1\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$ と比較しても問題になるような値ではなかった。

窒素酸化物は木材が最も低く、次にバイオコークス、衣類固形燃料の順であった。これは、衣類固形燃料の中に羊毛製品が含まれていたことに起因するものと推察された。

硫黄酸化物は、バイオコークスが最も低く、ついで木材、衣類固形燃料の順であった。これも、衣類固形燃料の中に羊毛が含まれていることに起因するものと推察された。

塩化水素は、バイオコークスが最も低く、次に木材、衣類固形燃料の順に高かった。これは、衣類がビニールの袋に放送されたまま、破碎を行ったので、このビニールが含まれることに起因するものと思われた。

一酸化炭素は、燃焼の度合いを示すもので、バイオコークスに比べ木材および衣類固形燃料は完全燃焼していたことを示している。

酸素も一酸化炭素と同様に、完全燃焼の度合いを示

数値で、一般的なボイラーで乗り装置は 12% が最適値といわれているが、ほとんどのボイラーで 5~7% の値である。本実験では、木材 10.2%、衣類固形燃料が 10.5% と理想に近い燃焼をしていることが示唆された。

ダイオキシン類は、衣類固形燃料では極僅かに $1.6\text{ng-TEQ}/\text{m}^3\text{N}$ 発生し、あえて燃焼床面積 0.5m^2 または焼却能力が $50\text{Kg}/\text{h}$ 以上の廃棄物焼却炉の新施設 5 をあてはめても基準値の $1/3$ 以下の値であることから大幅にクリアしていることが明らかになった。よって、衣類固形燃料はバイオマス燃料として新エネルギーとなりうる可能性が示唆された。

要約：排ガス規制のない小型温水発生装置（ガンファイヤー）による燃焼後の排ガス分析では、基準値が定められていないが、特に大気汚染防止法に定められている値を上回るものは見られなかった。また、今回製造した衣類固形燃料は、素材が混ざっており、特に包装のビニールも混合して製造したが、大きな問題は見られなかった。

以前、靴下を原料としたバイオコークスにて同様の実験を行なったが、繊維系の燃料はカロリーも高く、ダイオキシンも発生しなかったことから、有望な固形燃料となりうると思える。

また、リサイクル燃料を製造する場合、コストを以下にかけずに製造できるかという問題が常に発生する。今後の課題として、いかに経費をかけず、衣類を回収し、

分別する方法を確立すれば、これまで廃棄されていた衣類を農業用暖房の燃料として用いる、新たな循環型社会が構築できるものと思われた。

また、衣類を素材別に分別することによりさらに良質な固形燃料となりうる可能性が示唆された。さらに、バイオコークスの定義は、化学製品が30%未満であればバイオコークスであると定義されているので、衣類固形燃料も化繊が30%未満の物はバイオマス固形燃料と定

義することは可能であると思われる。

謝 辞：本実験を行うにあたって、衣類のご提供を頂きましたイオントップバリュー株式会社様、衣類の粉碎および固形燃料の製造にご尽力頂きました札幌市熱源公社様、札幌市様、極東開発工業株式会社様、また、燃焼試験のためにガシファイヤーをご提供して頂きました株式会社アーク様に対し、心より御礼申し上げます。