

# 家畜糞由来堆肥を利用したバイオコークスの形成とその特性

岸 昌 生

(附属農場生石農場)

井 田 民 男

(バイオコークス研究所)

## 【緒 言】

附属農場生石農場では家畜糞由来堆肥の有効活用として、バイオコークスの作製を試みたので、下記の通り報告する。

試験期間：平成 21 年 12 月～平成 24 年 3 月

実務担当：技術員 大碓靖之，岩森明彦

## 1) バイオコークス作製手順の検討

当農場で家畜糞（牛糞，豚糞，鴨糞混合）を用いたバイオコークスを作製するため、まず第一に、作製手順の詳細について検討した。とくに、コークス作製時の圧

力，シリンダー内のシリコン蓋の設置場所について検討した。

## (材料および方法)

熟成した混合糞由来堆肥（Table 1）をビニルハウス内で均一に広げて1から10日間天日干しを行い，乾燥堆肥を作製した。ついで，①乾燥堆肥を粉末にし，水分量を測定した，②シリンダーにシリコン蓋（1または2枚）を上部または下部に設置して堆肥を充填した，③シリンダーに圧力をかけ，155℃に加熱した（15分間），④扇風機でシリンダーを35℃まで冷却した。作製したコークスの形状（堅さ，色等）を観察した。



Photo. 1 バイオコークス作製に用いる機材

Table 1 生石農場の家畜糞由来堆肥の成分 # 大阪府立環境農林水産総合研究所測定

成分	濃度 (%)*		成分	濃度 (%)*	
	混合糞	牛糞		項目	混合糞
粗蛋白質	**	**	ADF (酸性デタージェント繊維)	73.36	60.46
粗脂肪	0.85	0.87	粗灰分	13.89	8.50
粗繊維	56.30	53.66	ヘミセルロース (NDF-ADF)	1.77	17.41
有機物	86.11	91.50	セルロース (ADF-リグニン)	41.29	37.70
NDF (中性デタージェント繊維)	75.13	77.87	リグニン	32.08	22.75

\*濃度は乾物に対する % を示した。当農場の熟成堆肥の水分量は通常，約 70 % である。

\*\*粗蛋白質：10% (牛糞のみ測定)

**(結果および考察)**

各条件で作製したコークスの形状は Table 2 の通りであった。試作 No.3 が全体に黒色で最も良好なバイオコークスであった。本試験の結果より、圧力 4t、温度 155℃、加熱時間 15 分、シリコン 1 または 2 枚をシリンダーの下部に設置することによって、良好なコークスを作製できると思われた。コークスが黄土色から茶色に変色した理由としては、シリンダー内の錆の影響と考えられた。さらに、牛糞のみを用いても上記と同様な条件で良好なコークスを作製できることが分かった (データ非表示)。

**2) 堆肥の水分量がコークス作製に及ぼす影響について**

素材に含まれる水分量はコークスの作製工程や形状に影響することから、本試験では、堆肥に含まれる水分量を調製し、コークスの試作を行った。

**(材料および方法)**

堆肥の水分量を天日干しによって乾燥し、12.9~42.2% に調製後、1) と同様にコークスを作製した。

**(結果および考察)**

乾燥堆肥水分量が 12.9% から 18.6% では、多少の色合いの違いは見られるが、ほぼ同じようにコークスを作製できた (Table 3)。堆肥水分量が 42.1% の場合はひびが入り、5 日後にカビが発生した。堆肥水分量が 25.6% では底面に水分が残った。以上の結果より、当農場の堆肥を使用した場合、堆肥水分量は 20% 以下が作製に適していると推測された。

**3) 堆肥とカカオを用いたバイオコークスの作製について**

カカオ皮 (産業廃棄物扱い) の有効利用として、大阪

Table 2 乾燥堆肥を用いたバイオコークスの形状

試作 No.	堆肥水分量 (%)	シリコン設置場所	圧力 (t)	備考
1	15.6	上部	4	上部は黒く、中央部と下部は黄土色であった。
2	15.5	上部	4	上部は黒く、中央部と下部は黄土色。下部より熱が逃げているようだった。
3	13.4	下部	4	シリコンを下部に設置したため熱が逃げにくくなり全体的に黒くなった (写真参照)。
4	13.3	下部	4	上部は、黒くなく、やや濃い茶色であった。中央部と下部は茶色であった。
5	14.5	下部	4	上部と中央部までむらがあるが黒くなり、下部は黄土色であった。
6	15.8	下部	4	上部から中央部までむらがあるが黒くなった。下部は茶色であった。
7	14.1	下部	5	圧力 5 トンに上げたためか下部近くまで黒くなった。下部は黄土色であった。
8	13.7	下部	6	全体的に茶色であった。

Table 3 異なる堆肥水分量で作製したバイオコークスの形状

試作 No.	水分量 (%)	バイオコークスの形状 (色, 堅さ, 問題点等) について
1	42.1	すぐに圧力が 5.5t まで上がり 4t に下げる作業を 5 回おこなった。全体的には黒くなったが、水分量が高いためか、ひびが入った (5 日後カビ発生)
2	25.6	水分量が高いためか、圧力が 4t から 5t にすぐに上がってきた。全体的には黒くなっていたが底面に水分が残った。
3	18.6	上部から下部近くまで黒く出来上がった。底面は黄土色であった。
4	15.9	(上記同様)
5	15.9	(上記同様)
6	15.6	(上記同様)
7	14.2	(上記同様)
8	13.6	(上記同様)
9	13.5	(上記同様)
10	12.9	(上記同様)



家畜混合糞由来堆肥で作製したバイオコークス (Table 2, 試作 No.3)

Table 4 カカオと牛糞を用いて作製したバイオコークスの形状

試作No.	カカオ (%)	水分量 (%)			備 考
		牛糞	カカオ	平均値	
1	100	-	9.2	-	黒色, 下部にヒビ, 圧力上昇, 油多
2	50	28.5	9.8	19.3	黒色, 4 個に割れる, 圧力上昇
3	50	27.7	11.3	18.2	黒色, 2 個に割れる, 圧力上昇
4	50	13.2	12.2	12.9	黒色, 下部にヒビ, 圧力上昇なし
5	50	7.8	9.7	8.9	黒色, 良好, 圧力上昇なし
6	50	8.7	9.3	9.2	黒色, 良好, 圧力上昇なし
7	50	8.4	7.9	8.4	黒色, 良好, 圧力上昇なし
8	20	7.9	9.5	8.4	上部黒色, 下部薄茶, 圧力上昇なし
9	20	8.3	9.3	8.6	上部黒色, 下部薄茶, 圧力上昇なし
10	20	8.3	9.3	8.6	上部黒色, 下部薄茶, 圧力上昇なし
11	20	7.9	7.9	7.9	上部黒色, 下部薄茶, 圧力上昇なし
12	0	14.2	-	-	下部茶色, 圧力上昇なし
13	0	15.6	-	-	同上

府環境農林水産総合研究所の牛糞とカカオ皮を混合してバイオコークスを作製した。

### (材料および方法)

カカオ皮を粉碎後に牛糞と混合して、当農場の条件(圧力4t, 温度155℃, 加熱時間15分間)でバイオコークスを作製した。堆肥とカカオを混合比率はTable 4の通りにした。さらに、堆肥, カカオおよび混合した素材の水分量を測定し、水分の影響についても調べた。

### (結果および考察)

カカオ皮と牛糞を混合して作製したコークスの形状はTable 4の通りであった。カカオの比率が100%ではコークスの下部にヒビが入り、多量の油が発生した(試作No.1)。カカオ比率が50%では、水分量が約13%以上で圧力が上昇し、割れやヒビが発生した(試作No.2~4)。しかし、水分量が10%より低くなると圧力の上昇は無くなりヒビ割れの発生なかった(試作No.5~7)。また、カカオの比率が20%以下では下部が茶色に変色した(No.8~13)。

今回の結果より、カカオを20から50%で牛糞に混合して水分量10%以下にすれば、良質のバイオコークスを製造することが出来ると思われた。割れやヒビの原因は、カカオ油と水分が多く含まれると、それらが高温で膨張して圧力が上昇するために発生したと考えられる。変色についてはシリンダーの錆が影響したと思われる。また、カカオを混合して良好に作製できたコークスは、1~2ヶ月後にカビが発生した(室温保存, データ非表

示)。この原因は不明だが、カカオを含まないコークスではカビが発生していないことから、カカオ成分がカビの繁殖に影響していると推察される。

### 【まとめ】

1. 当農場の家畜糞由来堆肥(混合糞, 牛糞ともに)を用いて、圧力4t, 温度155℃, 加熱時間15分間, シリコン(1または2枚)をシリンダーの下部に設置することによってバイオコークスを作製することができた。とくに、堆肥の水分量を20%以下にすると良質なコークスを作製できることが示唆された。
2. 粉碎したカカオ皮を20から50%, 牛糞に混合して水分量10%以下にすれば、良質のバイオコークスを作製できることが分かった。さらに、カカオの油分が多く含まれるとコークスの形状に悪影響を及ぼすと推察された。

### 【謝 辞】

本試験を実施するに当たり、ご指導とご教示頂きました近畿大学バイオコークス研究所水野助教に深く感謝の意を表します。また、堆肥成分の測定、カカオ皮と牛糞を試験材料として賜りました大阪府立環境農林水産総合研究所様に深謝致します。

### 【補 足】

冷間圧縮試験および熱間圧縮試験の結果は下表の通りであった。

## 冷間圧縮試験

No.	試料	圧縮強度 (MPa)	成形条件		重さ (g)	高さ (mm)	比重 (-)
			含水率 (%)	温度 (℃)			
1	乾燥堆肥	73.23	13.38	155	97.33	39.27	1.370
2	乾燥堆肥	63.53	15.82	155	96.17	40.57	1.310
5	牛糞 50 : カカオ 50	26.65	8.94	155	99.68	39.99	1.377
6	牛糞 80 : カカオ 20	30.27	8.42	155	101.45	41.13	1.363
No.3 (2013)	牛糞乾燥堆肥 (生石農場)	55.88	10.28	155	98.39	42.94	1.266
No.4 (2013)	牛糞乾燥堆肥 (生石農場)	57.03	10.30	155	98.20	42.57	1.275
No.6 (2013)	牛糞乾燥堆肥 (生石農場)	62.81	12.85	155	97.38	40.20	1.339

## 熱間圧縮試験

No.	試料	圧縮強度 (MPa)	成形条件		重さ (g)	高さ (mm)	比重 (-)	絶乾比重 (-)
			含水率 (%)	温度 (℃)				
1 6-2	牛堆肥 80 : カカオ 20	1.24	8.62	155	100.98	39.60	1.409	1.288
1 6-3	牛堆肥 80 : カカオ 20	1.54	8.62	155	101.23	40.43	1.384	1.264
2 6-4	牛堆肥 80 : カカオ 20	1.74	7.86	155	102.34	39.19	1.443	1.330
2 6-5	牛堆肥 80 : カカオ 20	1.67	7.86	155	102.48	38.68	1.464	1.349
2 5-4	牛堆肥 50 : カカオ 50	0.84	9.23	155	100.48	39.35	1.411	1.281
1 5-5	牛堆肥 50 : カカオ 50	0.64	8.41	155	99.90	39.37	1.402	1.284
1 5-6	牛堆肥 50 : カカオ 50	0.63	8.41	155	100.08	39.68	1.394	1.277
3 12	牛乾燥堆肥 (大阪)	3.22	15.58	155	100.92	37.13	1.502	1.268
4 12-2	牛乾燥堆肥 (大阪)	2.50	14.21	155	100.25	37.38	1.482	1.271
4 12-3	牛乾燥堆肥 (大阪)	2.66	14.21	155	100.40	37.11	1.495	1.283
2	乾燥堆肥 (生石農場)	1.75	12.95	155	97.27	40.10	1.340	1.167
No.1	乾燥堆肥 (生石農場)	2.71	13.53	155	99.68	40.20	1.370	1.185
No.4	乾燥堆肥 (生石農場)	1.57	13.61	155	98.60	40.88	1.333	1.151
3	乾燥堆肥 (生石農場)	1.54	15.55	155	98.70	40.23	1.356	1.145
No.2	乾燥堆肥 (生石農場)	1.53	15.98	155	98.35	39.88	1.363	1.145
No.3	乾燥堆肥 (生石農場)	1.33	15.88	155	98.79	40.06	1.363	1.146
No.1 (2013)	牛糞乾燥堆肥 (生石農場)	1.75	8.92	155	98.77	45.10	1.210	1.102
No.2 (2013)	牛糞乾燥堆肥 (生石農場)	2.43	10.28	155	98.32	43.18	1.258	1.129
No.5 (2013)	牛糞乾燥堆肥 (生石農場)	2.89	13.02	155	96.75	40.67	1.315	1.143