

## 高吸収水性樹脂の添加が牛ふんの堆肥化に及ぼす影響

勝野伸吾\*・中谷 洋\*・増田達明\*・鈴木良地\*・近藤 一\*

摘要：高水分の乳牛ふんの堆肥化において、副資材に加えて高吸収水性樹脂（以下ゲル）を添加した場合の発酵特性について調査した。

乳牛ふん尿混合物に容積比で70%のオガクズを加え、さらにゲルを重量比で1区0%、2区0.4%、3区0.8%、4区0.4%（粉碎）の割合で混合した4つの試験区を設定し、4カ月間の堆肥化試験を行った。

試験の結果、ゲルの添加により発酵初期の温度上昇が早まる傾向にあった。また添加量の増加や粉碎処理により水分の吸収量を増やすことで、その効果も大きくなった。しかし効果が見られたのは試験開始時から3日目までで、その後は試験区間に差はなかった。また、ゲルの添加による理化学性への影響や発芽阻害は見られなかった。

以上のことからゲルの添加は堆肥化初期の温度上昇を早めるが、物理性を改善する効果が小さいため、堆肥化期間の短縮には影響せず、効果も短期間であった。

キーワード：高吸収水性樹脂、堆肥化、乳牛ふん

## Effects of Adding High Water-Absorption Resin on Cow Waste Composting

KATSUNO Shingo, NAKATANI Hiroshi, MASUDA Tatsuaki,  
SUZUKI Ryoji and KONDOU Hajime

Abstract: We evaluated the effects of adding high water-absorption resin (gel) on the compost of high-moisture cow waste.

Four treatments were designed. Cow waste were mixed with sawdust 70% in volume, and were supplemented with gel; 1)0%; 2)0.4%; 3)0.8%; 4)0.4% (crush) in weight. Composting was conducted for 4 months.

Addition of gel tended to hasten the initial increase of fermentation temperature. This effect was enhanced by increasing the amount of gel or crushing treatment. But after the initial 3 days, time course changes in fermentation temperature didn't differ among treatments. No difference in the chemical constituents of the final compost and no inhibitory effect for germination were observed.

These results indicated that addition of gel hastened the initial increase of fermentation temperature, but failed to keep constructive property and improve shortening of composting period, and had only a short-term effect.

Key Words: High water-absorption resin, Composting, Cow waste

## 緒言

家畜排泄物の堆肥化処理においては、好氣的発酵を促すために通気性を確保することが必要である<sup>1)</sup>。しかし、ふん尿は高水分のため、通気性が著しく劣る。このため、オガクズ、モミガラなどの副資材、あるいは戻し堆肥を加えたり、乾燥ハウス等で予備乾燥することで水分を調整して通気性を改善している。しかし、副資材として使用されるオガクズやモミガラなどは価格が高騰しており、地域によっては入手が困難な場合もあるため、十分な量の副資材を確保することが年々難しくなっている。また、戻し堆肥の多用は堆肥の塩類濃度を上げること、乾燥ハウスの確保が難しいこともあり、新たな水分調整素材が求められている。そこで、副資材の代替として高吸水性樹脂（以下ゲル）に着目した。このゲルは、元々は床ずれ予防マットや蓄冷剤などの用途に開発されたものであるが、高い水分吸収能力を持つ吸水剤としての側面もあり、その利用方法の一つとして家畜ふん尿処理への活用が注目されている。ふん尿の水分をゲルに吸収させることで通気性の改善を図り、従来よりも水分調整材の使用量を低減させることを期待したものである。さらにゲル自体が生分解性素材で作られているため堆肥中で分解され、製品の見かけ等に影響を与えないことも注目される点である。

今回使用したゲルについては、高田ら<sup>2)</sup>の堆肥化試験の他は、簡単な使用例があるのみで、その実用性に関しては未知の部分が多い。そこで、今回は発酵に支障をもたらす高水分条件の堆肥原料に対してゲルの添加が堆肥化に及ぼす影響を調査した。

## 材料及び方法

### 1 供試堆肥原料

試験に用いた牛ふんは当場のフリーストール牛舎から採取した乳牛ふん尿混合物（水分87%）を用いた。ゲルはA社製を用いた。これは針葉樹由来の天然セルロースに放射線を照射して乾燥加工したものである。このゲルは粒径5mm前後で、蒸留水中では自重の約100倍（メーカー試験値）の水分吸収能力があるとされている。なお、ゲルの成分を表1に示した。また副資材としてオガクズを使用した。

### 2 試験区の構成

予備調査において、牛ふんとオガクズの混合比を容積比1:0.7とした時に水分約81%となり、堆肥化に支障をきたすとされている水分<sup>3)</sup>になった。

そこで今回の試験では高水分条件下でのゲルの作用を明らかにするために、表2のとおり牛ふんとオガクズの混合割合を1:0.7とし、ゲルを無添加、牛ふんの重量比で0.4%、及び0.8%添加した試験区を設定した。2区及び3区は粒径5mmのゲル（図1）を、4区については表面積を大きくしてふんとの接触の機会を増やし、吸水

能力を高めるために粉碎機を用いてやや粒が粗め（砂粒程度）に残る程度に粉碎したゲル（図2）を用いた。

### 3 堆肥化方法

堆肥化は容積150L（500×500×600mm）、厚さ10mmの合成樹脂製堆肥箱を用いて行った。堆肥箱の周囲は厚さ40mmの発泡スチロールで覆った。下部から連続通気（堆肥容積の5%L/min）<sup>4)</sup>を行い、通気期間は12週間とした。その後16週目までは無通気で堆積した。堆肥化期間中の切り返しは、最初の4週目までは毎週行い、8週目までは2週間おきに、その後12週目にもう一度行った。

試験実施期間は平成17年9月21日～平成18年1月10日までの16週間行った。

### 4 調査項目

調査は発酵温度、ゲルの形状、水分、pH、EC、全窒素（以下T-N）、有機物、C/N、無機成分（P、K、Ca、Mg）について実施した。また試験終了時のサンプルについては発芽試験を行った。さらに、各試験区の気相率についても調査した。

発酵温度は、堆肥の中心部において12週目まで連続測定した。ゲルの形状は開始から1週間は、表面をわずかに掘り起こして毎日観察した。1週間目以降は切り返し時に確認した。水分は105℃24時間乾燥して測定した。pH、ECはサンプル現物10gに蒸留水100mlを加え30分間振とう後、pHメーター及びECメーターで測定した。T-Nはサリチル硫酸分解法<sup>5)</sup>により測定した。有機物は灰分を測定し、乾物から灰分を減じて求めた。灰分は風乾後（65℃、2日間）粉碎した試料を550℃で4時間加熱して測定した。C/Nは風乾粉碎したものをCNコーダー（JM1000CN、ジェイ・サイエンス・ラボ）により測定した。無機成分については、風乾粉碎したものを湿式灰化し、リンについてはバナドモリブデン酸比色法を、その他無機成分については原子吸光分光光度計（Z-5310、日立製作所）を用いて測定した。発芽率測定はコマツナ種子50粒を発芽試験用シート（たねピタシート、富士平工業）に播種し、pH測定に用いた抽出液を10ml添加し、30℃で2日間保持した後、純水で栽培した対照区に対する比率として計測した<sup>6)</sup>。気相率は、堆肥化試験と同じ割合でオガクズとゲルを混合した4試験区について、それぞれ100mlの採土管に充填し、土壌三相計（DIK-1120、大起理化学工業）を用いて実容積を測定して求めた。測定は混合直後と1日後、3日後の計3回行った。

### 5 ゲルの吸水能力

蒸留水100ml中にKClを加えて、ECが1.0、1.5、2.0、2.5 dS/mになるように調整し、これにゲルを約1g加えてゲルの吸水倍率を求めた。測定は1、2、3、4、5、24時間後の計6回行った。

## 試験結果

### 1 発酵温度

試験開始から4週目までの発酵温度の推移を図3に示した。立ち上がりの温度上昇が最も早かったのは3区で

表1 ゲルの成分(乾物中)

水分*	pH**	EC	有機物	T-N	T-C	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	Cu	Zn
(%)		(dS/m)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)
14.0	7.0	-	74.0	0.00	30.2	0.00	0.01	0.00	0.00	22.9	16	8

\*現物中。 \*\*現物:水 = 1:10。

表2 試験区の構成

	牛ふん	オガクズ (容積比)	ゲル (重量比)
1区	100	70	0
2区	100	70	0.4
3区	100	70	0.8
4区	100	70	0.4(粉碎)



図1 水分吸収ゲル



図2 水分吸収ゲル(粉碎)

あった。しかし最高温度(70.1)の到達までに要した時間は他の区よりも長く、また到達後は他の区よりも若干低めに推移した。2区と4区は、1日目までは同様に推移し、その後の数日間は4区の温度上昇が高くなったが、期間を通しては同程度に推移した。一方、無添加である1区は立ち上がりの温度上昇は最も遅かったが、その後は徐々に上昇をし、4日目に最高温度が71.6 と他の区を上回った。またその後は他の区より若干高い温度推移を示した。3週目以降では各試験区間の温度推移に違いは見られなくなった。

2 ゲルの形状変化

ゲルの状態は、添加直後はゼリー状に膨らみ、その形状を判別することが可能であったが、試験開始4日目には表面に近い部分を除いてゲルの形状を堆肥中で確認することはできなかった。代わりに粘性のある液体状のも

のが観察できた。しかし、この液体状のゲルも1週目の切り返し以降にはほとんど見られなくなった。

3 堆肥の成分及び発芽率

試験開始時と終了時(16週目)の堆肥の成分及び発芽率を表3、表4に示した。成分については各試験区間に目立った特徴は見られなかった。

発芽率については、各試験区ともほぼ100%に近い値となり、発芽の阻害は見られなかった。

4 気相率

気相率の推移を図4に示した。気相率は、添加直後の1区と比べて2区と3区は同じか、やや増加していた。一方、4区は1区に比べて低下していた。また、気相率は時間の経過とともに減少する傾向にあった。

5 ゲルの吸水能力

ECの違いによるゲルの吸水倍率を表5に示した。5時

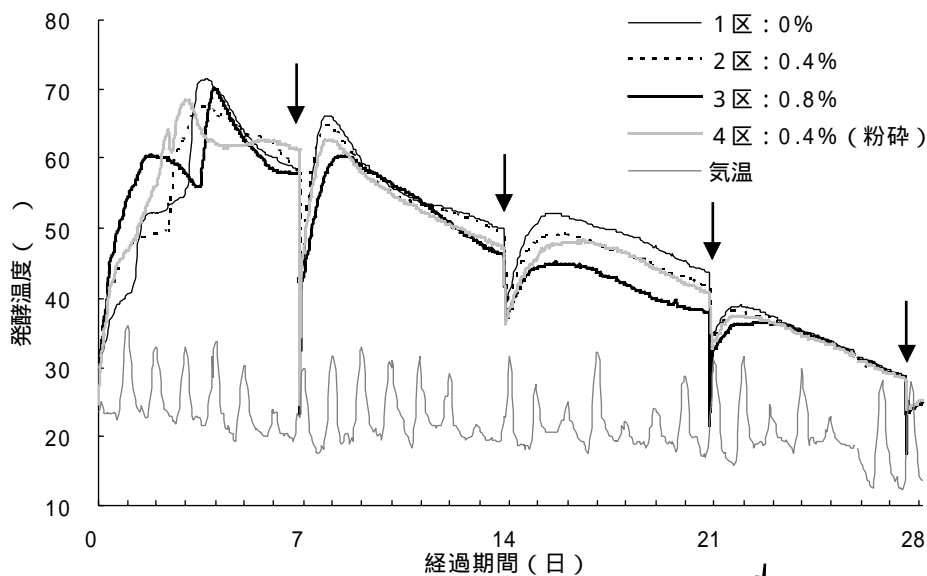


図3 発酵温度の推移

↓ は切り返し

表3 試験開始時の堆肥成分（乾物中）

	水分*	pH**	EC**	有機物	T - N	C / N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	(%)		(dS/m)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)
1区	80.1	8.6	2.0	89.7	1.3	37.3	1.58	2.68	1.15	0.62
2区	79.6	8.6	2.1	90.0	1.3	39.0	1.27	2.60	0.98	0.56
3区	79.6	8.6	2.1	89.8	1.3	40.4	1.15	2.58	0.84	0.54
4区	79.8	8.6	2.1	89.6	1.5	40.0	1.34	2.73	1.04	0.59

\*現物中。 \*\*現物:水 = 1:10。

表4 試験終了時（16週目）の堆肥成分（乾物中）

	水分*	pH**	EC**	有機物	T - N	C / N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	発芽率
	(%)		(dS/m)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1区	74.4	10.1	1.9	86.8	1.3	39.2	1.63	3.15	1.32	0.74	100
2区	72.7	10.2	2.0	86.8	1.2	39.0	1.52	3.07	1.64	0.75	100
3区	74.6	10.2	2.0	86.4	1.2	40.1	1.50	2.97	1.39	0.71	98
4区	74.0	10.1	2.1	86.6	1.3	38.3	1.58	3.08	1.46	0.75	100

\*現物中。 \*\*現物:水 = 1:10。

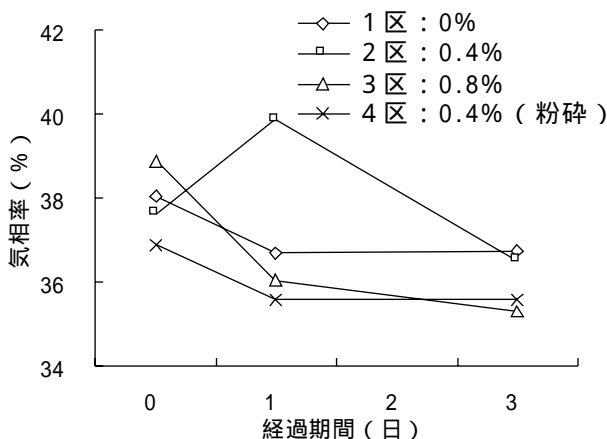


図4 気相率の推移

間後にはゲルは約50倍の水を吸水し、それ以降はほとんど吸収しなかった。各EC間での吸水能力への影響は特に見られなかった。

### 考 察

牛ふんの堆肥化では発酵に適した水分は水分調整材としてオガクズを利用した場合、72%程度とされている<sup>7)</sup>。今回の試験では、オガクズの量を減らし、高水分時におけるゲルの添加の影響を調査することが目的であったため、開始時の水分を約80%とし、好氣的発酵をする上では支障のある水分含量となるように設定した。しかし、ゲルを一切添加していない対照区でも3～4日後には70%に達し、ゲルの添加の効果が明確に確認できなかったが、ゲルを添加した場合に発酵初期の温度上昇が対照区よりやや早い傾向にあった。またゲルを添加した試験区間では添加量の多い3区が、2区よりも温度上昇が早まり、ゲルの粉碎を行った4区は粉碎をしない2区よりも

表5 ECの違いによるゲルの吸水倍率

EC (dS/m)	時間					
	1	2	3	4	5	24
1.0	19.2	34.4	47.9	52.1	53.6	53.8
1.5	21.1	35.9	50.2	53.5	54.2	53.3
2.0	23.3	37.9	46.2	51.2	53.2	53.0
2.5	22.4	36.4	43.7	48.6	52.6	54.7

早く温度上昇していた。このことから、ゲルが多く水分を吸水するほど通気性が高まり、発酵温度の上昇が早まると推測された。しかし、その効果は3日目までで、堆肥化全体で見ると発酵温度や堆肥化期間の点から、各試験区の成績はほとんど変わらなかった。

このようになった原因として考えられるのは、一つは牛ふん中でのゲルの吸水能力が非常に低かったことが挙げられる。予備調査として測定した蒸留水中でのゲルの吸水能力は60倍程度であり、メーカー側の試験値より低く、ECにも影響を受けるため、さらに吸水能力は低下する。それでもゲルが50倍吸水できるとすると、ゲルの吸水した水分を差し引いて牛ふんとオガクズ混合物の水分含量を計算した場合、水分含量は2区で75%、3区では67%となり、大きく通気性が改善されたと考えられたが、実際の発酵温度の差は小さかった。つまり、牛ふん中でのゲルの吸水能力は通常よりもさらに低下し、通気性の改善効果も小さくなったと考えられた。もう一つは、発酵開始わずか4日程度でゲルの形状が崩壊し、液状に近い形状となったため、ゲルの無添加区とあまり変わらない水分状態と通気性になったことが全体の結果を同程度にしたと考えられた。通気性の実験結果でも、採土管への詰め方で多少の誤差は生じるものの、一時的には通気性が高まる可能性があり、それが初期の温度上昇をもたらしたが、この効果は持続せず元の通気性に戻ると考えられた。

堆肥の成分への影響については、ゲルの添加により変化する成分はほとんどなかった。ゲルはT-Cを約30%含み、無機成分も多少は含有しているが、全体量から考えると少量のためである。また試験終了時の堆肥の水分が高く、有機物等の成分も堆肥化により減少した量が少ないため、堆肥化が進んでいない可能性がある。

前述したゲルの吸水能力の低下については、本試験で副資材として使用したオガクズにはある程度の吸水性があり、ゲルの吸水能力が十分に発揮できなかったことも考えられた。一方、吸水性は劣るが、構造的な改善効果のあるモミガラを組み合わせることで、ゲルが液状となった場合でも双方の弱点を補い合い、良好な結果を得られる可能性もある。

現在のところゲルの価格は2000円/kgと高価で他の副資材と併用する場合には、副資材単独よりも高くなる。例えば今回の試験での添加割合に必要なゲル等の費用と、オガクズのみを使用する場合に必要な費用とでは、条件にも左右されるが2倍前後の価格差がある。ゲルの量産化が可能となれば価格も現在の半分程度にはなるようである。

今回の試験では、ゲルの添加により発酵初期の温度上昇は確認できたが、すぐにゲルの崩壊が始まり、物理性の改善効果も小さいため、堆肥化期間などに変化がなく、

ゲルの効果は小さいものと考えられた。

## 引用文献

1. 岡田光弘, 栗原勇, 遠藤篤, 大泉長治, 中村丹美, 萩田恒男. オガクズ等の水分調整材を用いないで堆肥化処理する場合の家畜ふんの水分と通気抵抗との関係について. 千葉畜セ研報. 7, 55-61(1983)
2. 高田修. 新素材を用いた乳牛ふんの堆肥処理量の減量化. 畜産技術ひょうご. 80, 12-13(2006)
3. 押田敏雄, 柿市徳英, 羽賀清典. 畜産環境保全論. 養賢堂. p.58(1998)
4. 加藤博美, 早川岩夫, 井戸豊, 沢田守男, 山川芳男, 森健治郎. 家畜ふん尿のコンポストに関する研究(第10報) 蓄ふん堆肥化に対する強制通気の効果. 愛知県農総試研報. 16, 376-382(1984)
5. 堆肥等有機物分析法. 財団法人日本土壌協会. 東京. p.1-217(2000)
6. 家畜ふん堆肥の品質評価・利用マニュアル. 農林水産技術会議事務局. p.22-24(2004)
7. 財団法人 畜産環境整備機構. 畜産環境アドバイザー養成研修会資料 堆肥化施設の設計審査技術研修. p.70(2002)