

# BDF製造副生成物である粗グリセリンがウッドチップ堆肥化に与える効果について

成田 勇 (株) 西日本グリーンリサイクル) 福永 公寿 (理工学研究科環境共生系専攻)

## Additional Effects of Crude Glycerol provided as By-product of Bio Diesel Fuels to Composting of Felled Wood Tip.

Narita Isamu (Managing Director, Nishinohon Green Recycle Inc.)

Fukunaga Kimitoshi (Professor, Department of Sustainable Engineering, Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi University)

Crude glycerin as by-product of bio diesel fuels. For every 1 ton of biodiesel produced, approximately 100kg of glycerol is also created. It is unworthily waste for most small-scale producers due to the large investment in technology necessary for the refining process, although it is possible to refine crude glycerin into a marketable product. In order to reuse it efficiently, we conducted a field trial to confirm an effect of crude glycerol as an accelerator material in composting of felled wood tips. Addition of 1% and 10% of crude glycerol gave high fermentation temperature by 5 °C and 10°C than that of control for one month. As a result of fertilizer component analysis, crude glycerol treated compost has equivalent components to control. Furthermore, crude glycerol treated compost showed fertilizer efficacy as well as control in germination and growth test of carrot and Komatsu's green.

*Key Words: Bio Diesel fuels, BDF, crude glycerol, composting, accelerate additive*

### 1. 結論

バイオディーゼル燃料 (BDF) は石油代替燃料として注目を集め、世界で約500万tのBDFが製造され、ディーゼル燃料として利用されている。日本では、毎年約70万トンの大豆油、8万トンの椰子油、5万トンの綿実油、70万トンの菜種油など、各種、多量の食用油が使用されている。廃油の利用に関しては、低炭素社会への取り組みの一環として多くの地域・自治体で廃油を回収してBDFを製造・利用する試みが行われている。一方で、これらの食用油をバイオディーゼル燃料として再生する際に、約10%の粗製グリセリンが副生物として生成する。この副生グリセリンは医薬品、化粧品、石鹼、化学品へと有効活用される方法が開発されているが、通常は触媒や未変換の脂肪酸等の不純物を含むので、これを精製する必要がある。日本のように廃食油からBDFを製造する場合は製造規模が小さく、精製するにはコスト的に採算がとれないため再利用されていないのが現状である。メタン発酵の原料とすることも可

能ではあるが、近くにメタン発酵槽がある場合に限られるので、一般的な処理方法とすることはできない。そのため、現状では、ボイラ又は焼却炉の燃料助剤として焼却処理されることが多いが、一部では堆肥の発酵促進剤等としての活用が試みられている。<sup>1)</sup> 一方でグリセリン廃液処理の精製法についても様々な研究が行われている。<sup>2)</sup>

山口県の場合、廃食油を回収してBDFを製造する業者がいくつかあり、製造したBDFは宇部市などのようにバスの燃料として、あるいはトラックの燃料として使用されるなど、県内消費されている。しかし、廃グリセリンについては製造メーカー自身で処分できずに、県外の廃棄物処理業者に委託している状況であった。山口県では有機性廃棄物リサイクル市場「Food&Greenリサイクル」という生ごみ資源の再利用システムが稼働しており、本研究を実施した(株)西日本グリーンリサイクル社も再生業者として参画し、県内の有機性廃棄物を堆肥化し県内の農家に供給して、生ごみの地産・地消に貢献している。(図1)

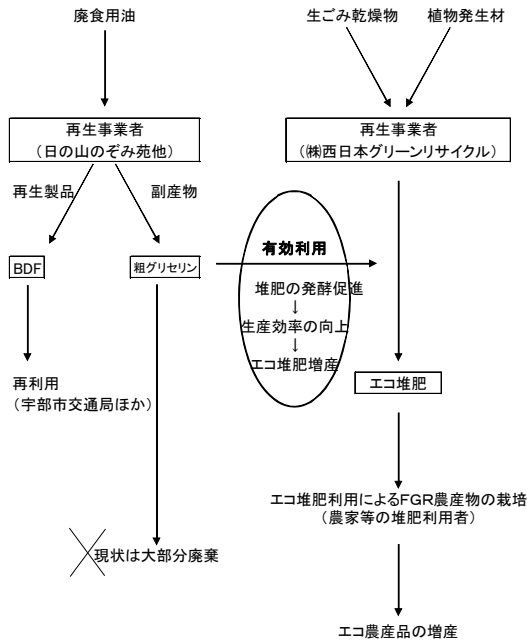


Fig. 1 Scheme of a typical BDF production system and “Food&Green recycle” system in Yamaguchi Prefecture.

一方、山口大学では廃食用油の前処理方法を開発するなど、より環境に優しく高品質なBDF製造技術の開発はもとより、廃油の回収、廃グリセリン処理を含めたより効率的なシステムの構築を目指した研究を進めている。<sup>3)</sup>そこで、本研究では、BDF製造時に副生する廃グリセリンを有機性廃棄物の一つとして捉え、県内地産・地消の実現を目指し、山口大学と共同で次のような目的で堆肥化検討を行った。

- ①廃グリセリンは、現状では廃棄物として焼却処理されていることから、堆肥製造における発酵促進剤として有効利用できるかどうかの可能性調査を行う。
- ②堆肥の生産効率をアップすることにより、「Food&Green リサイクル」事業におけるエコ堆肥の供給体制を強化する。

## 2. 材料及び方法

### 2-1. 廃グリセリン

社会福祉法人光栄会日の山のぞみ苑(山口県宇部市)より提供されたもので、廃食用油とメタノールを原料にアルカリ触媒法によって製造されたBDFの副生成物である。以下、これをグリセリン廃液と称する。試験に用いたグリセリン廃液の

性状・組成を表1に示した。

性状:	黒色でやや粘性の高い液体
	アルカリ性 pH9.3
組成	グリセリン 約50%
	水分 約40%
	メタノール 約6%
	その他 約4%

Table 1. Properties of the glycerol waste liquid used in composting field test.

### 2-2. 堆肥原料

破碎処理した植物発生材(刈り草:木チップ)と生ごみ乾燥物を混合比7:3(wt/wt)の割合で混合した。

### 2-3. 試験区

株式会社 西日本グリーンリサイクル内堆肥製造ヤードの畝①と畝②を用いて実施した。図2に示すように畝①、畝②に、幅5m、長さ20mの6試験区を設けた。試験区1、4は粗グリセリンの高濃度処理区、試験区2、5は低濃度処理区、試験区3、6は対照区とした。各試験区の容積は約80m<sup>3</sup>、40tになるように畝を形成した。畝形成は2008年10月1日に実施した。写真1は畝形成作業の様子を示した。

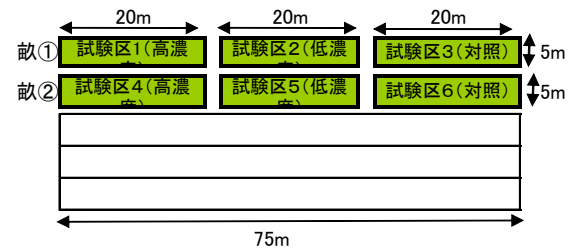


Figure 2. Design of test fields.



Photo 1. Furrowed test field.

#### 2-4. グリセリン廃液の添加

形成した畝にドラム缶に入っているグリセリンを写真2に示すようにショベルローダで加えた。グリセリン廃液の投入は2008年10月3日に1回目、10月31日に2回目を実施した。高濃度区には1回あたり600kg、低濃度区は1回あたり200kgを投入した。合計の投与量は高濃度区が畝重量の3重量%、低濃度区が1重量%とした。



Photo 2. The work scenery of adding glycerol waste liquid to test fields.

#### 2-5. 切返し・灌水作業

堆肥化は通常のエコ堆肥製造方法に準じて行った。<sup>4)</sup> 切返し作業は7日毎に1回実施し(写真3)、乾燥状態に応じて散水を行い堆肥化が継続されるようにした。



Photo 3. The work scenery of the intermixing.

#### 2-6. 篩分け作業

写真4に示すような篩い分け機を用い篩分け作業を行った。篩分け後、完成堆肥を得た。残渣は未熟品として再使用する。



Photo 4. The work scenery of the riddling by use of sieve machine.

### 3. 調査項目と分析方法

#### 3-1. 温度測定

畝の中央部の温度を専用の温度計を用いて測定した。畝表面から深さ30cm程度の地点を週5回ほど測定した。各処理区の温度を測定し、それぞれ2連の平均を各試験区の温度とした。測定期間は、2008年10月6日～11月27日。

#### 3-2. 堆肥分析

篩分け後の堆肥を香川学園宇部環境技術センターで分析した。

### 4. 栽培試験

#### 4-1. 培土の調整

写真5に示すように、真砂土とグリセリン処理堆を2:1の割合で混合し、この混合土を用い畝を形成した。対照にはグリセリン処理していない堆肥を混合した畝を用いた。



Photo 5. The soil and compost before mixing.

4(4)

4-2. 材料

コマツナ、およびニンジン市の市販種子を用いて実施した。

4-3. 試験方法

1月20日畝に作物種子を播種し、生育状況を観察した。コマツナ試験区には播種後、鳥害中防除ネットをかけた。生育調査日は2009年2月20日、3月16日、4月21日の3回実施した。

5. 結果

5-1. 堆肥化試験

各試験区について2個測定点の平均温度を表2、図3に示した。グリセリン廃液処理した区画の温度は全ての区間において、対照区より高かった。また、グリセリン廃液処理区では全ての期間で高濃度処理区の方が低濃度処理区より温度が高かった。堆肥化初期の1週間までにグリセリン処理区は高濃度処理区、低濃度処理区とも堆肥発酵温度は8.4℃、7.4、7℃と最高温度を記録した。以後中期、後期と時間の経過とともに温度は

徐々に低下していった。高濃度処理区では、中期の途中まで65℃以上であり、終期もほぼ60℃以上であった。低濃度処理区は、中期まで60℃以上で推移し、終期は55-60℃であった。10月31日に2回目のグリセリン廃液を投与した際には大きな温度変化は見られなかった。グリセリンの効果は初期にのみ観察された。

対照区は初期、中期は55-60℃前後で推移して、終期は55℃以下であった。グリセリン廃液高濃度処理区、低濃度処理区とも処理後1か月以上にわたり60℃以上を維持していたことから、グリセリン廃液は発酵温度を上昇させることが確認された。グリセリン廃液処理区では、グリセリンや脂肪酸類が速やかに微生物により分解された結果、温度が上昇したと考えられる。中期以降は微生物のエネルギー源が減少したため徐々に温度が低下していったものと思われる。一般的には、バイオマスの堆肥化には病原菌の殺菌には50-60℃、雑草種子の死滅は60℃以上2日以上が必要であり<sup>5)</sup>、グリセリン廃液を添加することが有効であることが示唆された。

測定日 2008年	作業	グリセリン高濃度			グリセリン低濃度			無処理		
		試験区1	試験区4	平均	試験区2	試験区5	平均	試験区4	試験区6	平均
10月1日	生ゴミ混入									
10月1日	畝形成									
10月3日	グリセリン投入									
10月6日		85	83	84.0	73	57	65.0	60	62	61.0
10月8日		79.5	78.8	79.2	70.3	79.1	74.7	57.1	60.4	58.8
10月10日	切返・灌水作業									
10月11日		73.8	73.5	73.7	68.1	66.5	67.3	55.5	59.2	57.4
10月13日		70.3	70.2	70.3	67.8	63.5	65.7	57.2	60.4	58.8
10月15日		70.7	68.2	69.5	67.7	59.3	63.5	62.9	58.1	60.5
10月17日	切返・灌水作業	69.1	68.2	68.7	67.7	57.7	62.7	62.9	55.9	59.4
10月20日		71.6	65.9	68.8	65.7	56.2	61.0	54.9	51	53.0
10月22日		68.4	61.9	65.2	67	58.9	63.0	58.7	58.3	58.5
10月24日	切返・灌水作業	68	59.2	63.6	64	53.9	59.0	56.2	51.8	54.0
10月27日		71.9	61.5	66.7	66.9	56.6	61.8	58	55.2	56.6
10月29日		69.4	61.6	65.5	67	59	63.0	58.4	54.3	56.4
10月31日	グリセリン投入 切返・灌水作業	67.9	59.8	63.9	68.7	59.6	64.2	63.5	57.1	60.3
11月3日		67	58.4	62.7	65.9	57.6	61.8	61.3	56	58.7
11月5日		65.3	60.6	63.0	63.5	56.9	60.2	59.8	55.7	57.8
11月7日	切返・灌水作業									
11月10日		61.5	59.4	60.5	58.4	51.7	55.1	51.8	52.4	52.1
11月14日	切返・灌水作業									
11月17日		58.6	62.1	60.4	62.3	54.7	58.5	57.3	53.5	55.4
11月24日	切返・灌水作業									
11月24日		55.3	57.3	56.3	57.9	53.3	55.6	55.5	49.7	52.6
11月27日	篩分け作業									

Table 2. The thermometric results in the composting field test.

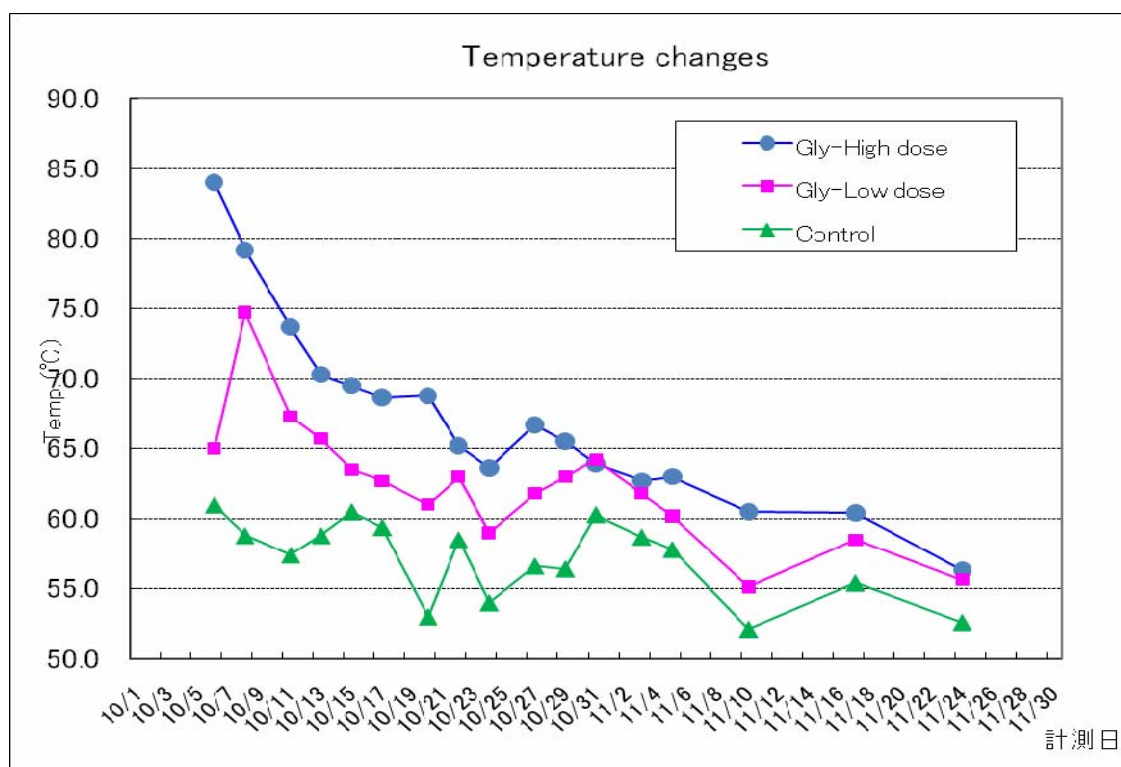


Figure 3. Temperature changes in the composting field test.

分析項目	高濃度		低濃度		対照		分析方法
	試験区1	試験区4	試験区2	試験区5	試験区3	試験区6	
水分含有量 (%)	44	47	47	51	51	48	堆肥等有機物分析法 II.1.(1)
窒素全量(N) (%)	0.7	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5	堆肥等有機物分析法 II.3.(2)
りん酸全量(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (%)	0.15	0.12	0.16	0.09	0.11	0.18	堆肥等有機物分析法 II.1.(6)
加里全量(K <sub>2</sub> O) (%)	1.2	1.1	1.3	1.0	0.89	1.3	堆肥等有機物分析法 II.1.(7)
有機物(強熱減量法) (%)	21	15	19	17	17	16	下水汚泥分析法(1998)5.1
有機炭素(C) (%)	11	8.7	9.1	9.4	7.6	7.7	堆肥等有機物分析法 II.3.(1)
炭素窒素比(C/N比)	16	17	15	19	19	15	計算による
陽イオン交換量 (meq/100g)	41	38	43	28	35	46	堆肥等有機物分析法 II.1.(10)
電気伝導度 (ds/m)	1.0	0.79	1.0	0.72	0.58	0.73	堆肥等有機物分析法 II.1.(3)
水素イオン濃度(pH) (水温°C)	8.4 (20°C)	7.8 (19°C)	8.3 (19°C)	8.0 (20°C)	8.3 (19°C)	8.2 (20°C)	堆肥等有機物分析法 II.1.(2)

Table 3. The results of compost analysis.

対照区と比較してグリセリン廃液処理区は5-1 10°C発酵温度が高く堆肥化速度も速いと推察されるが、今回の試験では発酵途中の堆肥分析を行っていないため、堆肥化速度を測定できていない。これまでの堆肥製造実績から冬場の堆肥製造期間は温暖期より長く、グリセリン廃液添加で堆肥製造期間の短縮化が期待できる。

#### 5-2. 堆肥分析

堆肥分析結果を表2に示した。各項目についてグリセリン廃液処理堆肥、通常堆肥とも分析値に有意な差は見られなかった。また、グリセリン廃液濃度による差もみられなかった。グリ

セリン廃液はアルカリ性であるが、本実験で用いたグリセリン廃液の濃度内であれば、生成した堆肥への影響は無いと判断できる。これらの分析結果からグリセリン廃液を処理して製造した堆肥は、通常堆肥と同等と評価できる。

### 5-3. 栽培試験

発芽時から生育期にかけて3回の調査を行った。グリセリン廃液処理堆肥区はコマツ菜、ニンジンとも通常堆肥区と同等の発芽および生育状態であった。写真6に4月21日に調査したときのニンジンの生育状態を示した。上から通常堆肥区、グリセリン廃液処理試験区である。グリセリン廃液処理堆肥は通常堆肥とも良い生育状態であった。以上の結果から堆肥試験結果通り、通常堆肥と同等であることが示された。

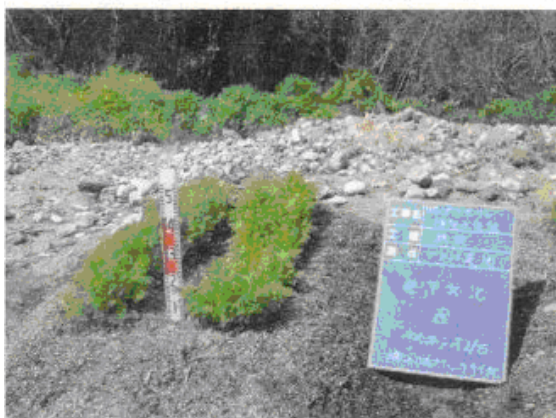
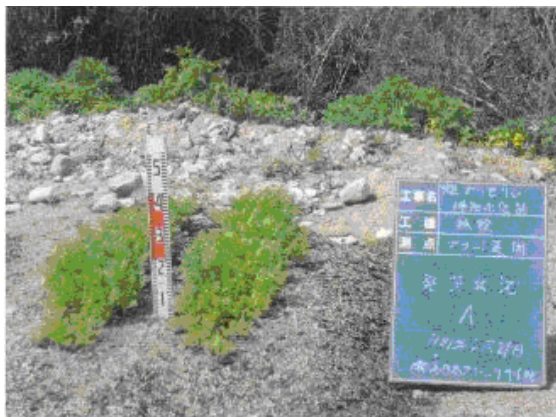


Photo 6. The results of observation study for growth of carrot at Apr. 21th..

## 6. まとめ

- 1) グリセリン廃液を添加することで、堆肥発酵温度は1カ月以上60℃以上で、病原菌や草種子の死滅に必要な60℃以上2日間を十分に満たすものであった。発酵温度はグリセリン廃液の濃度に依存した。
- 2) 完成した堆肥の分析結果では、粗グリセリンの添加量にかかわらず、無処理区と比較して組成上大きな変化は見られなかった。
- 3) 試作した堆肥を用いた作物栽培試験では、作物の生育は通常堆肥と比較して同等であった。
- 4) 以上の結果から、堆肥原料として粗グリセリンを添加した場合、通常と同等の堆肥を得られることが確認できた。また、発酵温度が上昇したことから冬場の堆肥発酵期間の短縮化が図れることが期待される。

## 謝辞

本研究は「平成20年度やまぐちエコ市場プロジェクト調査費補助金事業」として実施された。事業資金を提供して頂いた山口県に対し深く感謝する。また、実験を進めるにあたり適切なアドバイスをいただいた宇部興産(株)研究開発本部有機化学研究所の福田昌平博士に感謝致します。

## 参考文献

- 1) 石崎重信、岡崎好子、「バイオディーゼル燃料製造時の副生成物（粗製グリセリン）の添加が牛糞の堆肥化に及ぼす影響」、千葉県畜産総合研究センター研究報告第6号、45-54（2006）
- 2) K. Suehara, Y. Kawamoto, E. Fujii, J. Kohda, Y. Nakano, T. Yano, J. Biosci. Bioeng., **100**, 437-442（2005）
- 3) 福永公寿, 岑 友里恵, 山浦伸一, 内田太一, 「油脂トリグリセリド中の遊離脂肪酸のBDF化法の開発」化学工学会米沢大会, SB205, (2009)
- 4) 食品リサイクル法, 食品リサイクル肥料認証制度実施要綱
- 5) 中央畜産会(2001)堆肥化設計マニュアル, 15(2001)

(平成21年9月30日受理)