

石川畜試研報
Bull.Ishikawa Pref.List.
Res.Center

ISSN 1347—913 X

Bulletin
of the
Ishikawa Prefectural.Agriculture And Forestry Research Center
Livestock Experiment Station
No. 4 4
August-2013

石川県農林総合研究センター 畜産試験場研究報告

第 44 号

平成 25 年 11 月

石川県農林総合研究センター
畜産試験場

石川県羽咋郡宝達志水町坪山

Ishikawa Prefectural.Agriculture And Forestry Research Center
Livestock Experiment Station
Hodatsushimizu,Ishikawa,Japan

石川県農林総合研究センター畜産試験場研究報告

第 44 号

平成 25 年 8 月

目 次

1. 肥育期間短縮による「能登牛」低コスト生産技術の開発…………… 2
2. 乳用牛における非選別精液による雌判別体外受精卵生産技術の開発…………… 6
3. バイオディーゼル燃料製造副産物を利用した牛ふん堆肥化時の
水分調整資材削減技術…………… 12

肥育期間短縮による「能登牛」低コスト生産技術の開発

中村 勝、石田美保、表 俊雄¹、坂井良輔²

1 津幡農林事務所、2 北陸学院大学

Development of the "Noto Ushi" low cost manufacturing technique
by fattening period shortening

Masaru NAKAMURA, Miho ISHIDA, Toshio OMOTE, Ryoussuke SAKAI

キーワード：肥育期間短縮、生産費低減、肉量・肉質の補てん効果

要 約

「能登牛」の低コスト生産のため、肥育期間の短縮による影響を調査した結果、飼料費をはじめ生産費の低減がみられた。また、肥育期間短縮による肉量・肉質の損失を補うため「圧ぺん大麦」および「粉碎もみ米」を一部濃厚飼料に代替え給与した結果、「粉碎もみ米」給与は肉量の補てん効果が見られたが、BMSや牛肉中の不飽和脂肪酸割合へは損失補てん効果は見られなかった。

I 緒 論

「能登牛」の生産振興にはA5・A4割合の向上や、おいしさの指標であるオレイン酸含有割合の向上を図る必要があり、さらに低コスト化を図るため飼養期間を短くすることも経営上有効である。そこで、肥育期間の短縮に伴う肉質及び経営費等を研究調査し、適切な「能登牛」飼養管理技術を検討した。

II 材料及び方法

1. 供試牛

石川県産黒毛和種 5頭1群 計30頭

2. 試験期間

1) 第I期(平成21年~22年)

肥育期間短縮による経済効果の検討

2) 第II期(平成22年~23年)

圧ぺん大麦給与による肉量・肉質損失への補てん効果の検討

3) 第III期(平成23年~24年)

粉碎もみ米給与による肉量・肉質損失への補てん効果の検討

3. 飼料給与量および試験区設定

飼料は肥育期間を前期・中期・後期に分け、TDN換算で前期は濃厚飼料70%、粗飼料30%。中期は濃厚飼料86%、粗飼料14%。後期は濃厚飼料90%、粗飼料10%として給与した。また、第II期および第III期では後期にTDN換算で圧ぺん大麦および粉碎もみ米を5%の割合で配合飼料に代替えた。(表1)

試験区分は慣行肥育期間(28~29ヶ月)の対象区と肥育期間を1ヶ月短縮した試験区とした。

表1. 飼料給与量(第II期)

肥育期間	前期(開始~14ヶ月齢)		中期(15~20ヶ月齢)		後期(21~28ヶ月齢)		
	試験区分	対照区	試験区	対照区	試験区	対照区	試験区
飼料給与(TDN比)	濃飼70%:粗飼30%	濃飼86%:粗飼14%	濃飼90%:粗飼10%				
期待DG	0.95kg	0.85kg	0.75kg				
配合前期	70.0%	—	—				
配合後期	—	81.0%	85.0%	75.0%			
生米ぬか	—	5.0%	5.0%	5.0%			
圧ぺん大麦	—	—	—	—	10.0%		
稲わら	—	14.0%	5.0%				
乾草	30.0%	—	5.0%				

4. 飼養管理方法

供試牛は約36㎡(6m×6m)の牛房に5頭1群とし、飼料給与はドアフィーダーによる個体管理、水は水槽による自由飲水、鉱塩(尿石予防剤入り)は自由舐食、敷料はオガグズとし、2週間を目安に交換した。

5. 調査項目

1) 生産費:飼料費等の物財費および労働費

2) 飼料摂取状況:1日当摂取量・養分充足率等

3) 発育成績:体重・体尺値

4) 血液性状:血中ビタミンA濃度・生化学性状

5) 枝肉成績:格付成績・対期待値比・と体測定

6) 牛肉理化学性状:脂肪酸組成・水分・融点等

7) 遺伝情報:SCD遺伝子型

III 結果及び考察

1. 生産費調査

第I期の生産費の比較を表2に示した。物財費の内畜畜費は試験開始時の平均体重と子牛市場平均単価に基づき算出し、両区で同一とした。その他の積算根拠は表2のとおりで、大きな割合を占める飼料費は試験区で大幅に節減され、肥育期間短縮による経済効果が見られた。また、診療および医薬品は差が見られたが、これは対照区に治療対象となる個体が存在したため試験設定との関連性はないと考えられる。

表 2. 生産費調査 (第 I 期)

区分	対照区	試験区	比率(%) ^{※1}	比較 ^{※2}	積算根拠	
物財費	畜費 (円)	419,500	419,500	—	561,339	試験開始時平均体重に直近子牛市場(去勢)の平均単価を乗じたもの
	飼料費 (円)	291,724	254,943	92.2	335,141	累積より積算
	敷料費 (円)	15,548	14,592	99.1	11,815	累積より積算
	光熱水費 (円)	10,828	10,162	99.1	9,777	全体経費から比率計算
	諸材料費 (円)	4,142	3,887	99.1	411	累積より積算
	診療及び医薬品費 (円)	23,633	4,875	21.8	8,224	薬品は積算、診療費は家畜共済点数積算
	賃借料及び料金 (円)	21,936	21,853	105.2	3,656	累積より積算
	租税公課負担 (円)	0	0	—	5,004	公的機関のため対象外
	建物費 (円)	11,110	10,428	99.1	14,439	固定資産評価標準により減価償却計算
	自動車費 (円)	1,876	1,761	99.1	6,203	同上により比率計算
	農機具費 (円)	18,759	17,606	99.1	8,810	同上により比率計算
	生産管理費 (円)	0	0	—	1,966	公的機関のため対象外
	計 (円)	819,056	759,607	97.9	966,785	
労働費	家族労働費 (円)	0	0	—	68,065	公的機関のため対象外
	雇用労働費 (円)	70,991	66,628	99.1	4,686	県の重労働日当により、50頭飼養として計算
	計 (円)	70,991	66,628	99.1	72,751	
費用合計 (円)	890,047	826,235	98.0	1,039,536		
副産物価格 (円)	0	0	—	11,564	堆肥販売額を含まず	
副産物価格差引生産費 (円)	890,047	826,235	98.0	1,027,972		

※1 対照区に対する試験区の比率を肥育期間(19/18ヶ月齢)で補正した値
 ※2 2009年農業統計調査における全国平均より

2. 飼料摂取状況

飼料摂取量は肥育前・中期の給与設定が同水準であり、比較の対照は第Ⅱ期および第Ⅲ期で、両期間とも試験区間で差がなく、圧縮大麦および粉碎もみ米給与による嗜好性の低下は見られない。(表 3)
 また、養分充足率では一定の傾向は見られない。

表 3 1日当たり飼料摂取量 (第Ⅲ期)

形質	区分	対照区	試験区
濃厚飼料 (kg)	前期	6.5 ± 1.0	6.7 ± 0.9
	中期	8.7 ± 0.9	8.7 ± 1.0
	後期(～28月齢)	8.7 ± 1.1	9.2 ± 1.1
	28～29月齢	6.6 ± 1.1	—
	通算	8.3 ± 1.3	8.6 ± 1.4

3. 発育成績

第Ⅱ期および第Ⅲ期の発育成績で、DGや同一月齢時の体重・体尺値に差は見られない。(表 4)

表 4 発育成績 (第Ⅲ期)

形質	区分	対照区	試験区	比較 [※]
体重(kg)	28ヶ月齢時	766.8 ± 67.0	751.0 ± 49.3	676.3
DG(kg)	後期(～28月齢)	0.639 ± 0.082	0.637 ± 0.142	0.404
体尺値(27ヶ月齢時 単位: cm)				
体高		141.6 ± 4.0	143.3 ± 2.6	—
十字部高		139.8 ± 3.6	141.5 ± 5.3	—
胸幅		61.8 ± 3.0	59.0 ± 1.4	—
胸深		76.0 ± 2.1	76.8 ± 1.5	—
尻長		51.8 ± 6.2	53.8 ± 1.3	—
腰角幅		56.6 ± 2.7	51.8 ± 2.9	—
かん幅		51.0 ± 2.6	50.0 ± 2.9	—
座骨幅		22.2 ± 1.9	23.0 ± 1.6	—
胸囲		235.0 ± 7.1	232.8 ± 1.7	—
管囲		21.0 ± 1.4	22.3 ± 0.5	—
体長		162.4 ± 8.6	166.3 ± 4.7	—
肥育度指数		539.4 ± 38.1	526.9 ± 34.1	—

※ 日本飼養標準肉用牛(2008年版) 去勢牛平均値より

4. 血液性状

血中ビタミンA濃度は全期間を通じて肥育中期までで100IU前後と十分に制御されておらず¹⁾、特に第Ⅲ期では著しい傾向が見られる。(図 1) これは近年入荷した稲わら中のβカロテン残留に起因していると思う。その他の生化学的性状についてはいずれも正常値の範囲で推移した。



図 1 血中ビタミンA濃度の推移 (第Ⅲ期)

5. 枝肉成績

各期の格付成績を表 5 から表 7 に示した。
 枝肉重量では第Ⅰ期および第Ⅱ期では肥育期間を短縮した試験区で低いが、第Ⅲ期では試験区間で差がなく、粉碎もみ米の補てん効果が見られる。
 ロース芯面積・バラ厚・BCSは試験区分による差は見られない。
 皮下脂肪厚は第Ⅱ期および第Ⅲ期で対照区が高い。
 BMSは第Ⅰ期では試験区が高く、肥育期間短縮による低減は見られないが、第Ⅱ期および第Ⅲ期は、試験区で低く、期待された補てん効果は見られない。

表5 格付成績 (第Ⅰ期)

形質	対照区	試験区
枝肉重量 (kg)	514.0 ± 44.3	490.5 ± 57.6
ロース芯面積 (cm ²)	56.2 ± 4.7	57.0 ± 5.7
バラ厚 (cm)	7.8 ± 0.5	7.3 ± 0.6
皮下脂肪厚 (cm)	2.7 ± 0.6	3.0 ± 0.5
歩留基準値 (%)	73.0 ± 0.8	72.8 ± 1.0
BMS	4.2 ± 1.8	5.2 ± 1.8
BCS	4.0 ± 0.0	4.0 ± 0.0
歩留・肉質等級	A4:3, A3:1, B3:1	A4:2, A3, A2, B3:1

表6 格付成績 (第Ⅱ期)

形質	対照区	試験区
枝肉重量 (kg)	486.8 ± 62.9	465.0 ± 52.4
ロース芯面積 (cm ²)	57.8 ± 5.0	56.2 ± 2.6
バラ厚 (cm)	7.4 ± 0.5	7.2 ± 0.5
皮下脂肪厚 (cm)	3.0 ± 0.8	2.5 ± 0.7
歩留基準値 (%)	73.1 ± 1.1	73.4 ± 0.8
BMS	4.2 ± 1.3	3.8 ± 0.8
BCS	3.8 ± 0.4	4.0 ± 0.0
歩留・肉質等級	A4:2, A3:3	A4:1, A3:4

表7 格付成績 (第Ⅲ期)

形質	対照区	試験区
枝肉重量 (kg)	493.4 ± 34.4	495.9 ± 26.0
ロース芯面積 (cm ²)	56.8 ± 5.5	55.8 ± 4.9
バラ厚 (cm)	7.4 ± 0.4	7.5 ± 0.4
皮下脂肪厚 (cm)	3.0 ± 0.8	2.0 ± 0.3
歩留基準値 (%)	72.9 ± 1.6	73.6 ± 1.2
BMS	5.0 ± 1.2	3.8 ± 0.8
BCS	3.6 ± 0.5	4.0 ± 0.0
歩留・肉質等級	A4:2, B4:1, A3:2	A4:1, A3:3, B3:1

個体の持つ遺伝的能力や環境要因から期待枝肉成績が求められ²⁾、実測値を除いたものが対期待値比として求められ、大部分の形質は100%前後であるが、皮下脂肪厚は第Ⅱ期および第Ⅲ期で対照区が低い。

また、BMSはいずれも低く、特に試験区で著しい傾向が見られる。(表8)

表8 対期待値比 (第Ⅲ期)

形質	対照区	試験区
枝肉重量 (%)	108.5 ± 6.9	108.2 ± 3.3
ロース芯面積 (%)	107.4 ± 10.8	102.0 ± 7.5
バラ厚 (%)	101.7 ± 3.8	102.3 ± 8.4
皮下脂肪厚 (%)	79.3 ± 44.4	117.3 ± 11.6
歩留基準値 (%)	99.6 ± 2.4	100.1 ± 1.2
BMS (%)	74.8 ± 21.5	46.7 ± 13.8

6. 牛肉理化学性状

おいしさ要因に影響を与える不飽和脂肪酸と、主な構成成分であるオレイン酸の含有割合は月齢が進むにつれ増加することが報告されている。³⁾

第Ⅱ期および第Ⅲ期は、肥育期間に伴う脂肪酸組成低減の補てんを目的としたが、表9のとおり試験区で低く、期待された効果は見られない。

また、SCD (脂肪酸不飽和化酵素) 遺伝子型で、第Ⅱ期は遺伝子型の頻度が両区とも同一であったが第Ⅲ期は不飽和脂肪酸合成能力が高いAA型⁴⁾の頻度が試験区で多いにもかかわらず、成績に反映されない。

表9 筋間脂肪酸組成

部位	区分	対照区	試験区
第Ⅱ期	オレイン酸 (%)	56.4 ± 3.2	54.5 ± 3.4
	飽和脂肪酸 (%)	35.5 ± 3.1	38.6 ± 3.1 *
	一価不飽和脂肪酸 (%)	61.7 ± 3.2	58.4 ± 3.5 *
SCD遺伝子型		AA:2 AV:2 VV:1	AA:2 AV:2 VV:1
第Ⅲ期	オレイン酸 (%)	56.6 ± 2.7	54.0 ± 3.4 *
	飽和脂肪酸 (%)	35.5 ± 2.9	39.0 ± 2.4 *
	一価不飽和脂肪酸 (%)	61.6 ± 2.6	58.2 ± 2.6 **
SCD遺伝子型		AA:2 AV:3	AA:4 AV:1

* P<0.05
** P<0.01

その他の牛肉の理化学性状は全期間とも試験区間で差は見られない。

表10 牛肉の理化学性状 (第Ⅲ期)

形質	対照区	試験区	比較 [*]
水分 (%)	46.6 ± 2.9	49.6 ± 5.0	59.0
伸展率 (cm ² /g)	14.8 ± 2.3	15.7 ± 1.5	22.3
保水性 (%)	95.9 ± 1.4	95.4 ± 1.3	68.6
加熱損失 (%)	21.0 ± 1.8	21.8 ± 2.5	18.6
脂肪融点 (°C)	28.9 ± 3.0	29.9 ± 1.9	25.9

※融点は松阪牛協議会HP、他は山口県畜産試験場報告(2000年)より

7. まとめ

以上の結果から肥育期間短縮により生産費の軽減は効果が見られた。しかしながら、収益性の向上には販売価格を高める必要があり、そのためには肉量・肉質を損なわない技術の確立を目指して本試験を行ったが粉砕もみ米給与による枝肉重量の確保以外に効果は見られなかった。このことから、肥育各ステージにおける養分の充足や育成段階での栄養管理の適正化を伴うことで、はじめて肥育期間の短縮が可能であると考えられる。また、このことは能登牛のセールスポイントである「おいしさ」の向上と安定化にも有効であることから今後の肥育試験に反映していきたいと思う。

IV 謝辞

本試験の脂肪酸組成分析にあたり、ご指導をいただいた北陸学院大学短期大学部 坂井良輔教授に御礼申し上げます。

V 引用文献

- 1) 山本宏・干場宏樹・織部治夫・菅野常雄 ビタミンA制御による黒毛和種の肉質向上（第1報）
石川県畜産総合センター研究報告 36:12-18
- 2) 平成23年度 石川県育種価評価結果
- 3) 野儀卓哉・大山憲二 鳥取和牛肉の脂肪酸組成割合に関する遺伝的パラメータの推定 鳥取県畜産試験場研究報告（2008）36:14-21
- 4) 小林正人 脂肪の質とオレイン酸とSCDの話 畜産技術（2012）6:15-17

VI Summary

As a result of investigating shortening of a fattening period for low cost production of the "Noto Ushi", the reduction of the production cost including a feed cost was seen. In order to consider the prevention from degradation of the mass of the meat accompanying fattening period shortening, "Rolled barley" or "Broken rice" was given. The degradation prevention effect of the quantity of meat was seen by giving "Broken rice", but to the unsaturated fatty acid rate in BMS or beef, it was ineffective.

乳用牛における非選別精液による雌判別体外受精卵生産技術の開発 ピンホール培養によるウシ割球分離胚とインタクト胚との共培養の発生に及ぼす影響

河合 愛美¹、長井 誠²、林 みち子³、堀 登¹、坂口 政信⁴、北 満夫⁴

1 畜産試験場、2 東京農工大、3 南部家畜保健衛生所、4 北部家畜保健衛生所

Development of production technique of bovine sex-sorted embryos derived from in vitro fertilization using non-sex-sorted sperm in dairy cows

Effect of co-culture with intact embryos on development of bovine separated blastomers using the Well of the Well culture system

Megumi Kawai, Makoto Nagai, Michiko Hayashi, Noboru Hori, Masanobu Sakaguchi, Mitsuo Kita

キーワード：生体卵子吸引、体外受精、割球分離、ピンホール培養、共培養

要 約

ピンホール培養を利用して割球分離胚をインタクト胚と共培養（共培養区）または非共培養（単独培養区）し、胚盤胞への発生率や胚の品質、移植成績への影響について比較検討した。その結果、共培養区が単独培養区に比べ発生率がやや高く（ $48.5 \pm 21.2\%$ vs $38.5 \pm 20.6\%$ ）、胚の総細胞数が有意に多かった（ 98.8 ± 41.0 vs 76.8 ± 37.3 、 $P < 0.05$ ）。また、移植成績では、新鮮胚の受胎率は共培養区が 50%（1/2）、単独培養区が 25%（1/4）であり、ガラス化保存胚の受胎率は共培養区が 28.6%（4/14）、単独培養区が 12.5%（1/8）であった。受胎例のうち、これまでに単独培養区の新鮮胚移植で受胎した 1 頭は流産したが、4 頭（共培養区の新鮮胚移植 1 頭、ガラス化保存胚移植 2 頭、単独培養区ガラス化保存胚移植 1 頭）が分娩し正常な産子が得られた。以上より、ピンホール培養を利用したインタクト胚との共培養は、割球分離胚の発生培養方法として優れた方法であると考えられた。

I 緒 論

酪農経営では、雌雄産み分け技術は後継牛を効率的に生産する技術として要望が高い。これまで当場では、乳用牛から体内胚を回収し、胚の一部の細胞を採取して性別を行い、雌と判定された胚（雌判別胚）を受胎牛に移植することで雌産子を生産する方法の検討を行ってきた。しかし、この方法は、当場の成績（平成 12 年度から 19 年度までの成績、未発表）では、採卵 1 回あたり約 1 個の雌判別胚しか生産できず、生産効率の向上が課題であった。そこで、より生産効率の高

い雌雄産み分け技術の確立を目指し、平成 21 年度から 24 年度まで「乳用牛における効率的な雌判別体外受精卵生産技術の開発試験」に取り組んできた。本研究は、生体卵子吸引（OPU）と体外受精（IVF）技術を用いて生産した体外胚を割球分離技術により 2 分割し、一方を性別別し一方を培養後に受胎牛に移植し、雌牛を生産する技術の確立を目指していた。近年、性別選別精液が普及し、人工授精や体内胚、IVF 等にも活用されているが、雌である確率が 100%でないことに加え、種雄牛の種類も限られており、より効率的で汎

用性の高い雌雄産み分け技術が求められている。

胚の割球分離技術は、優良な遺伝形質を有する個体の双子や三つ子といった一卵性産子を複数得るための技術としてほぼ確立されている^{1,2)}。近年、ピンホール培養 (Well of the Well culture system (WOW)) を利用することで、より簡易かつ効率的に割球分離胚を生産する技術が開発された³⁾。しかし、体外胚は割球分離後、通常の培養方法では発生率が低いことが課題となっている。

一方、ウシ胚は集合培養で発生率が向上することが知られている^{4,5,6)}。集合培養の効果としては、胚のオートクリン・パラクリン作用があげられ、胚がインスリン様成長因子 (IGF)-I や IGF-II、血小板活性化因子 (PAF) 等の成長因子を分泌し、それらにより細胞の分裂が促進されるとともにアポトーシスが抑制されると考えられている^{6,7)}。そこで、本研究では、ピンホール培養で割球分離胚をインタクト胚と共培養または非共培養 (単独培養) し、発生率や胚の品質、移植成績への影響について比較検討したので、その結果を報告する。

II 材料および方法

1. 供試胚

1) 食肉処理場由来卵巣から採取した卵子を用いた体外胚 (以下、食肉処理場由来体外胚) の作出

食肉処理場由来のウシ卵巣から吸引採取した卵丘細胞卵子複合体 (COCs) を用いて、Imai ら⁸⁾の方法に準じて体外胚を作出した。すなわち、5%子牛血清 (CS) 添加 TCM199 により成熟培養 (20~22 時間) を行った後、ハイポタウリン/ヘパリン法で1種類のホルスタイン種の精液を用いて媒精 (6 時間) し、5%CS 添加 CR1aa で発生培養を行った。

2) OPU・IVF による体外胚の作出

ホルスタイン種のべ3頭 (実頭数2頭)、黒毛和種のべ8頭 (実頭数6頭) を供試した。一部の供試牛 (ホルスタイン種1頭、黒毛和種5頭) は OPU 実施 48 時間前に FSH (アントリンR) を 10AU 投与した後 OPU を行った。OPU により採取した COCs を用いて、堀ら⁹⁾の方法により、5%CS 添加 TCM199 に FSH

(0.02AU/ml)、Estradiol- β (E_2 : 1 μ g/ml)、ピルビン酸 (0.2mM)、システアミン (100 μ M)、シスチン (200 μ M) および上皮成長因子 (EGF: 10ng/ml) を添加した培地で成熟培養 (20~22 時間) を行った。その後、Imai⁸⁾らの方法に準じて体外受精および発生培養を行った。

2. 割球分離

媒精後2日目 (48 時間目) に8細胞にまで発生した胚を供試した。割球分離は Tagawa ら³⁾の方法に準じて、0.25%プロナーゼ溶液を用いて透明帯を除去した後、5%CS 添加 CR1aa 中で軽くピペッティングすることにより行った。

3. 割球分離胚の培養

割球分離胚は、ピンホール培養 (WOW、Tagawa ら³⁾の方法) を用いて6日間 (媒精後3~8日目)、培養液のドロップ中に、食肉処理場由来卵巣から採取した卵子を用いて前述の方法で作出した同じ発育日齢 (媒精後日数)・ステージの体外胚 (インタクト胚) 10 個を入れて共培養 (共培養区、図1)、または割球分離胚のみで培養 (単独培養区) を行った。

4. 胚の2重蛍光染色および品質による分類

食肉処理場由来体外胚を割球分離した後、媒精後8日目に胚盤胞にまで発生した胚 (共培養区: 63 個、単独培養区: 50 個) を供試した。胚の2重蛍光染色は Sakatani ら¹⁰⁾の方法に準じて、プロピジウムイオダイド (PI) 溶液とヘキスト溶液を用いて行い、胚盤胞の細胞数 (内部細胞塊 (ICM) 数、栄養膜細胞 (TE) 数、総細胞数) を計測するとともに、総細胞数に占める ICM 数の割合 (ICM 率) を算出した。さらに、胚盤胞の総細胞数および ICM 率に基づき Grade 1~3 に分類した (図2)。

5. 割球分離胚の移植

OPU・IVF で作出した体外胚を割球分離し、媒精後7~8日目の Grade 1 および 2 (前述の分類に基づく) の割球分離胚を新鮮胚またはガラス化保存後に移植を行った。ガラス化保存はクライオトップを用いて Inaba ら¹¹⁾の方法に準じて行った。ガラス化保存胚の融解およびガラス化液の希釈は、0.2M シュークローズを添加した 20%牛胎子血清 (FBS) 添加 mPBS 液

中に胚ののったクライオトップ先端部分を浸漬し2分間保持して行った。その後、100 μ M β メルカプトエタノールを添加した20%FBS添加TCM199で培養し、生存確認後、受胎牛へ移植した。

6. 統計処理

媒精後8日目の8細胞以上胚からの胚盤胞への発生率（以下、胚盤胞への発生率）、胚盤胞の細胞数（ICM数、TE数、総細胞数）およびICM率はスチューデントのt検定により有意差検定を行い、危険率5%未満の場合を有意差ありとした。

III 結果

1. 胚盤胞への発生率

1) 食肉処理場由来体外胚の成績

胚盤胞への発生率は、共培養区が48.5 \pm 21.2%、単独培養区が38.5 \pm 20.6%であり、両区間に有意な差を認めなかった（表1）。

2) OPU・IVFで作出した体外胚の成績

胚盤胞への発生率は、共培養区が72.9 \pm 31.8%、単独培養区が44.4 \pm 29.9%であり、両区間に有意な差を認めなかった（表2）。

2. 胚盤胞の細胞数および品質による分類

食肉処理場由来体外胚を割球分離した後、媒精後8日目に胚盤胞に発生した胚の細胞数を計測した結果、ICM数、TE数および総細胞数の平均値はそれぞれ、共培養区（n=63）では28.4 \pm 17.5、70.4 \pm 28.6および98.8 \pm 41.0であり、単独培養区（n=50）では20.7 \pm 16.7、56.1 \pm 24.7および76.8 \pm 37.3であり、いずれも共培養区が単独培養区に比べ有意に多かった（表3、P<0.05）。ICM率は、共培養区で27.3 \pm 12.3%、単独培養区で24.7 \pm 12.4%であり、両区間に有意な差を認めなかった（表3）。さらに、両区の胚盤胞の品質についてGrade1～3に分類し比較したところ、両区間に有意な差を認めなかったが、Grade1の割合が単独培養区に比べ共培養区でやや高かった（図3）。

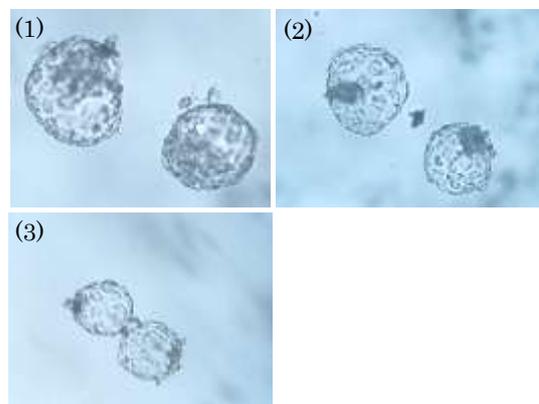
3. 割球分離胚の移植成績

新鮮胚の受胎率は、共培養区が50%（1/2）、単独培養区が25%（1/4）であった（表4）。ガラス化保存胚

の受胎率は、共培養区が28.6%（4/14）、単独培養区が12.5%（1/8）であった（表5）。受胎例のうち、これまでに単独培養区の新鮮胚移植で受胎した1頭は流産（胎齢90日）したが、4頭（共培養区の新鮮胚移植1頭、ガラス化保存胚移植2頭、単独培養区のガラス化保存胚移植1頭）からは正常な産子が産まれている（図3）。残り共培養区2頭は妊娠継続中である（表4、5）。



図1 割球分離胚とインタクト胚の共培養



(1)Grade 1：総細胞数100個以上、ICM率20～50%

(2) Grade 2：総細胞数50～100個未満、ICM率20～50%

(3)Grade 3：総細胞数50個未満、ICM率20%未満

図2 胚盤胞の品質による分類

表1 食肉処理場由来卵巣から採取した卵子を用いて作出した体外胚の割球分離後の胚盤胞への発生率

区 分	供試数	試験回数	発生率(%)	ペア胚発生(%)率※
共培養区	65(130)	8	48.5±21.2	40.0±24.1
単独培養区	65(130)	8	38.5±20.6	30.8±20.0

※ペア胚発生率：ペア胚両方が胚盤胞へ発生した割合

表2 OPU・IVFにより作出した体外胚の割球分離後の胚盤胞への発生率

区 分	供試数	試験回数	発生率(%)
共培養区	42	11	72.9±31.8
単独培養区	17	6	44.4±29.9

表3 食肉処理場由来卵巣から採取した卵子を用いて作出した体外胚の割球分離後に発生した胚盤胞の細胞数

区 分	供試数	試験回数	細胞数			ICM 率(%)
			ICM	TE	合計	
共培養区	63	8	28.4±17.5 ^a	70.4±28.6 ^a	98.8±41.0 ^a	27.3±12.3
単独培養区	50	8	20.7±16.7 ^b	56.1±24.7 ^b	76.8±37.3 ^b	24.7±12.4

同列の異符号間の数値に有意差あり a,b(P<0.05)

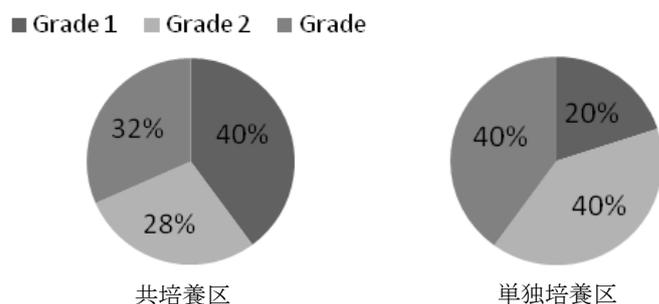


図3 胚盤胞の品質の比較

表4 割球分離胚の新鮮胚移植の成績

区 分	移植頭数	受胎頭数	受胎率(%)	産子数	備 考
共培養区	2	1	50.0	1	
単独培養区	4	1	25.0	0	流産(胎齡90日)

表5 割球分離胚のガラス化保存胚移植の成績

区 分	移植頭数	受胎頭数	受胎率(%)	産子数	備 考
共培養区	14	4	28.6	2	2頭妊娠継続中
単独培養区	8	1	12.5	1	



図3 割球分離胚の移植により誕生したホルスタイン種雌牛(15か月齢時写真)

IV まとめおよび考察

胚の割球分離技術と性判別技術を応用し、乳用牛で効率的に雌牛を生産するには、割球分離胚の発生率および品質の向上が課題であった。そこで、我々は、集合培養におけるオートクリン・パラクリン作用により胚の発生率が改善されることに着目し、割球分離胚をピンホール培養でインタクト胚と共培養、または非共培養(単独培養)した場合の胚の発生率や品質、移植成績への影響について比較検討した。

まず、割球分離胚をインタクト胚と共培養した場合と単独培養した場合の胚盤胞への発生率を比較した。その結果、食肉処理場由来体外胚を用いた場合もOPU・IVFで作出した体外胚を用いた場合も両区の間には有意な差を認めなかった。しかし、いずれの場合も、共培養区の発生率が単独培養区に比べやや高い傾向を認めたことから、割球分離胚をインタクト胚と共培養

することで発生率を改善できる可能性があると考えられる。

また、食肉処理場由来体外胚を割球分離した後、媒精後8日目に胚盤胞に発生した胚の細胞数を計測した結果、ICM数、TE数および総細胞数の平均値は、いずれも共培養区が単独培養区に比べ有意に多かった。さらに、胚盤胞の品質も、Grade1の占める割合が単独培養区に比べ共培養区がやや高かった。これらのことから、割球分離胚をインタクト胚と共培養することで胚盤胞の品質を改善できると考える。

割球分離胚の移植成績は、例数は少ないが、新鮮胚移植の受胎率は共培養区が50%(1/2)、単独培養区が25%(1/4)であり、単独培養区では1頭が流産したが、共培養区では1頭の産子が生まれた。また、ガラス化保存胚の受胎率は、共培養区が28.6%(4/14)、単独培養区が12.5%(1/8)であり、両区とも通常の体外胚(全

国平均 36% : H21 農林水産省生産局調べ) に比べると低い、これまでに共培養区で 2 頭、単独培養区で 1 頭の産子が生まれた。

以上の結果より、ピンホール培養を利用したインタクト胚との共培養は、割球分離胚の発生培養方法として優れた方法であると考えられる。

本研究を通じて、割球分離技術で正常な産子を生産したが、ガラス化保存胚の受胎率が低いことが課題として残された。今回、ガラス化保存後の割球分離胚の細胞数は計測していないが、新鮮胚に比べガラス化保存胚は凍結・融解等のダメージにより細胞数が減少し、受胎率が低下すると考えられる。今後、胚の耐凍性を高めるような培養方法やより胚へのダメージの少ない凍結（ガラス化）方法についても検討する必要があると考える。

V 謝辞

本研究の実施にあたり、卵巣の採材にご協力いただいた金沢市食肉衛生検査所および石川県金沢食肉公社の関係者の皆様に御礼申し上げます。また、OPU・IVF 技術および割球分離技術についてご指導いただいた酪農学園大学の今井敬教授、胚の 2 重蛍光染色についてご指導いただいた北海道大学の高橋昌司教授および独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業研究センターの阪谷美樹主任研究員に深謝いたします。

VI 引用文献

- 1) Willadsen SM, et al(1981), Attempts to produce monozygotic quadruplets in cattle by blastomere separation, *Veterinary Record* 108, 211-213
- 2) Johnsin WH, et al(1995), Production of four identical calves by the separation of blastomeres from an in vitro derived four-cell embryo, *Veterinary Record* 137, 15- 16
- 3) Tagawa M, et al(2008), Production of monozygotic twin calves using the blastomere separation technique and Wellof the Well culture system,

Theriogenology 69, 574-582

4) Donnay I, et al(1997), Effects of co-culture and embryo number on the in vitro development bovine embryos, *Theriogenology* 47, 1549-1561

5) Fujita T, et al(2006), Effect of group culture and embryo-culture conditioned medeium on development of bovine embryos, *Journal of reproduction and Development* 52, 137-142

6) Gopichandran N, et al(2006), The effect of paracrine/autocrine interactions on the in vitro culture of bovine preimplantation embryos, *Reproduction* 131, 269-277

7) Stokes PJ, et al(2005), Development of porcine embryos in vivo and in vitro:evidence for embryo closs talk in vitro, *Developmntal Biology* 284, 62-71

8) Imai K, et al(2006), The efficiency of embryo production by Ovum Pick-Up and in vitro fertilization in cattle, *Journal of Reproduction and Development* 52(Suppl), S19-26

9) 堀ら(2010)、成熟培地への還元剤および成長因子の添加がウシ卵子の体外成熟、受精、胚発生に及ぼす影響、石川県畜産総合センター研究報告 42, 12-16

10) Sakatani M, et al(2008), Heat shock-derived reaction oxygen species induce embryonic mortality in vitro early stage bovine embryos, *Journal of Reproduction and Development* 54, 496-501

11) Inaba Y, et al(2011), In-straw cryoprotectant dilution for bovine embryos vitrified using Cryotop, *Journal of Reproduction and Development* 57, 437-443

バイオディーゼル燃料製造副産物を利用した牛ふん堆肥化時の水分調整

資材削減技術

土屋いづみ¹・悦永秀雄²・堂岸 宏²・坂本卓馬³

¹石川県農林総合研究センター畜産試験場、²石川県農業開発公社、³石川県南部家畜保健衛生所

Reduction technology of the water adjustment material on Composting of Dairy Cattle Excrement using a Bio Diesel Fuel By-Product

キーワード：牛ふん、堆肥化、バイオディーゼル、廃グリセリン

要 約

牛ふんの堆肥製造時に必要な水分調整資材（おが屑）の使用量の削減を目的として、バイオディーゼル燃料製造副産物である廃グリセリン（廃グリ）をエネルギー源として牛ふんに添加し、牛ふん堆肥化時のおが屑の使用量と廃グリの添加割合について、小型堆肥化試験装置を用いて堆肥化試験を実施した。新鮮牛ふんにおが屑を混合し水分 72%に設定した時のおが屑使用量を基準として、25%及び 50%削減し量のおが屑を混合した新鮮牛ふんをそれぞれ対照区とした廃グリ無添加区（無添加区）、重量比で 5%及び 10%の廃グリを添加した添加区をそれぞれ廃グリ 5%添加区（5%添加区）、廃グリ 10%添加区（10%添加区）を設けた。結果、廃グリを添加することによりおが屑の使用量を減らしても 60℃以上に発酵温度が上昇することが確認できた。堆肥化による易分解性有機物の分解割合では、おが屑 25%削減では無添加区、5%添加区、10%添加区でそれぞれ 43.7%、41.4%、41.9%でわずかながら無添加区が高く、おが屑 50%削減では無添加区、5%添加区、10%添加区でそれぞれ 35.2%、43.9%、37.2%で 5%添加区が高かった。また、おが屑 50%削減の 10%添加区の製品堆肥中にグリセリンが若干残っていた。栽培試験による発芽状況及び生育状況において、おが屑 25%、50%削減ともに、廃グリ 5%添加では対照区と比べて遜色ない結果となった。以上より、おが屑の使用量が、従来の半分でも廃グリを 5%添加することにより十分な発酵温度が得られ、良好な堆肥化発酵処理が可能となることが示唆された。

I 緒 論

地球温暖化対策や資源循環型社会の形成に向けて、廃食油を原材料とするバイオディーゼル燃料（BDF）を製造するという取組みが注目されており、県内でも廃食油から BDF を製造する業者がある。BDF 製造時には、グリセリンを約 40%程度含む粘性

のある液体の副産物（以下「廃グリセリン」）が発生し、これは、活用されることなく廃棄されている。

一方、畜産農家では、家畜ふんの堆肥化において水分調整資材が必要であるが、その資材として一般的に使用されているおが屑が不足しており、

その確保が課題となっている。

また、家畜ふんの中でも乳牛ふんは含水率が高く、また、たい肥化の過程で分解される易分解性成分の含量が少なく発酵熱が得られにくいことが知られているが、牛ふんに廃食油を5%添加することにより発酵が促進されること（高橋 2002）や冬季の堆肥発酵促進剤として、全体重量あたり5%以上の廃食油の添加が有効であること（日野ら 2009）が報告されている。また、酪農家において、食用油の精製過程で発生する廃白土（珪藻土をろ過材として使用したもので、油脂等が混ざったもので油分が約30%程度含まれている）を発酵促進剤として利用した堆肥化が行われており、密閉縦型堆肥化施設での糞尿に混合することで発熱と水分蒸散の促進が可能となると報告（神奈川県 1995）されており、近年では密閉縦型堆肥化装置での堆肥化においてこの「廃白土」を利用して発酵を促進している事例が見られている（長田 2011）。また、石崎ら（2006）及び菅原ら（2009）は、BDF 副生成物は牛ふんの堆肥化時に添加することで堆肥化を促進し、できた堆肥化物は通常の牛ふん堆肥と同様に圃場に利用できることが明らかとなったと報告している。

そこで、本試験では廃グリセリン（廃グリ）をエネルギー源として牛ふんに添加することにより牛ふんの堆肥製造時に必要な水分調整資材（おが屑）の使用量の削減ができないか、牛ふんの堆肥化発酵および堆肥性状に及ぼす影響や、製造された堆肥の植物の成長に及ぼす影響について調査し、牛ふん堆肥化時のおが屑の削減割合と廃グリの添加割合について検討した。

II 材料および方法

1. 試験期間

平成23年6月28日～12月26日

2. 供試材料

新鮮牛ふん : 当該搾乳牛舎で排泄された牛糞

おが屑 : 県内製材所で発生したものを当

場が敷料用に購入したもの

廃グリセリン：株式会社環境日本海サービス公社（石川県七尾市）において廃食油を原料にアルカリ触媒法によってBDFを製造した際に発生したもので、同社から提供されたものを用いた。

3. 試験区

新鮮牛ふんにおが屑を混合し水分72%に設定（畜産環境整備機構 2004）した時のおが屑使用量を基準として、25%及び50%削減した量のおが屑を混合した新鮮牛ふんをそれぞれ対照区とし、重量比で5%、10%の廃グリを添加した添加区をそれぞれ設定した。（廃グリの添加割合については、事前に純グリで添加割合を変えた堆肥化試験を行い、廃グリの添加割合を設定した。）

4. 堆肥化方法

堆肥化試験は、小型堆肥化試験装置を用いた。試験装置に堆肥化原料を詰込、堆肥原料1m³当たり50l/minの通気量を設定した。詰込後1週間ごとに切返しを実施し、約4～5週間の堆肥化を行った。堆肥化原料の詰込量については、表1に示した。

表1 堆肥化原料の詰込量(g)

	廃グリ 添加割合	牛ふん	おが屑	廃グリ	詰込量※
おが屑 25%削減	無添加	3478	522	-	3880.8
	5%	3595	605	210	4281.8
	10%	3595	605	420	4480.1
おが屑 50%削減	無添加	3597	403	-	3898.8
	5%	3779	421	210	4262.5
	10%	3779	421	429	4480.1

※牛ふん、おが屑、廃グリを混合したものから分析用に約100gを量り取った。

5. 調査項目および分析方法

1) 成分分析

堆肥化原料、堆肥化過程の切返し時および堆肥化終了時の重量変化と水分及び有機物、堆肥化原料と製品堆肥の酸性デタージェント繊維(ADF)、グリセリン含量および粗脂肪含量、製品堆肥の成分(T-N、ミネラル成分(P₂O₅、K₂O))を調べた。

重量は、切返し時に分析用サンプルとして採取した量 (100g) を補正した量とした。分析方法は、水分は熱乾燥法 (100℃, 16 時間)、有機物は採取したサンプルを粉碎し灰分 (600℃, 2 時間) を測定して算出し、ADF は酸性デタージェント法 (阿部 1988、日本草地畜産種子協会 2001)、グリセリンは、過ヨウ素酸化法 (日本分析化学会 1971)、粗脂肪はエーテル抽出法 (阿部 2001)、T-N はケルダール法 (阿部 2001)、ミネラル成分は原子吸光法 (日本土壌協会 2000) で測定した。

また、堆肥化処理開始時から切返し時および堆肥化終了時の重量、水分および灰分含量から乾物、有機物、ADF の分解率を推定した。さらに、有機物から ADF を差し引いたものを易分解性有機物とし、分解率も推定した。

2) 堆積物の発酵温度

堆積物の温度は、温度センサー (RTH3026 エスペック (株)) を堆積物の中央に設置し、60 分毎に測定した (THERMO RECORDER MINI WIRELESS RTW-30S エスペック (株))。

3) 発芽試験

発芽試験は、S59.4.18 農林水産省農蚕園芸局長通知「植物に対する害に関する栽培試験の方法」によりコマツナで実施し、発芽状況及び生育状況 (収量、生体重指数) を調査した。

III 結果

1. 水分含量の変化

堆肥化過程における水分含量の変化を図 1 に、堆肥化前後の水分含量を表 2 に示した。おが屑を 25% 削減した場合、無添加では堆肥化発酵スタート時の水分含量は 75.0% で、これに廃グリを重量比で 5%、10% 添加すると水分は、それぞれおよそ 72%、70% になった。堆肥化が進むに従い、無添加、廃グリ 5% 添加はいずれも水分がゆっくり減少し、製品時には 60% 前後であったのに対して、廃グリ 10% 添加では水分の減少が著しく、製品時

には、水分約 29% と過乾燥の状態となった。また、おが屑を 50% 削減した場合、無添加の堆肥化発酵スタート時の水分含量は 78.0% で、これに廃グリを重量比で 5%、10% 添加すると水分は、それぞれおよそ 75%、72% になった。堆肥化が進むに従い、無添加、廃グリ 5% 添加はいずれも水分がゆっくり減少し、製品時には 60% 前後であったのに対して、廃グリ 10% 添加では水分の減少が著しく、製品時には、水分約 38% と乾燥した状態となった。

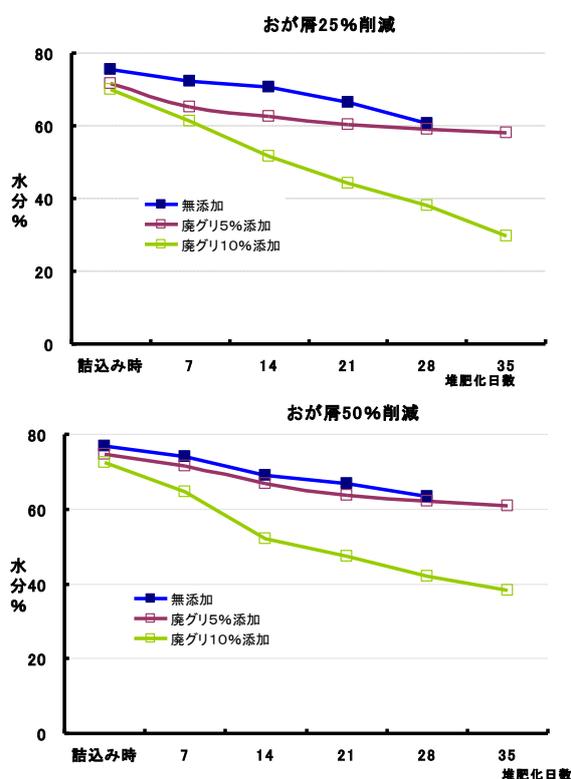
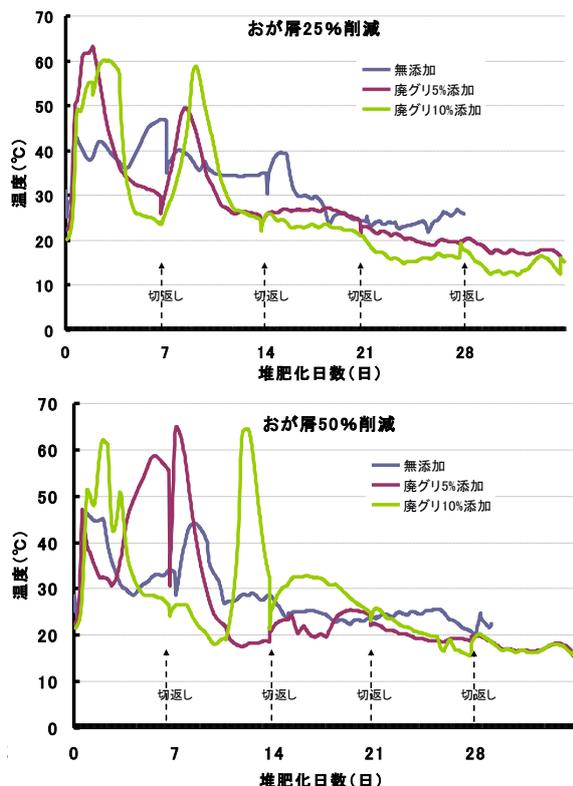


図1 廃グリセリン添加による堆肥の水分含量の変化

2. 発酵温度の変化

図 2 に堆肥化過程における発酵温度の変化について示した。おが屑を 25% 削減した時の廃グリ添加による発酵温度の変化をみると、無添加は 40~50℃ をピークにして発酵温度は下がっていった。廃グリ 5% 添加と 10% 添加は、堆肥化スタート時から急激に分解が始まり、60℃ を超える温度でピークとなり、1 回目の切返し後また温度が上がり、その後は切返しをしても温度はあがらず、発酵温

度は下がっていった。おが屑を 50%削減した時の廃グリ添加による発酵温度の変化をみると、無添加は 40~50℃をピークにして発酵温度は下がっていった。廃グリ 5%添加は堆肥化スタート時直後、40~50℃の温度になり、その後一旦下がって再度分解が始まり、60℃を超える温度でピークとなり、その後は切返しをしても温度はあがらず、発酵温度は下がっていった。廃グリ 10%添加は、堆肥化スタート時から急激に分解が始まり、60℃を超える温度でピークとなり、1回目の切返し後また温度が上がり、その後は切返しをしても温度はあがらず、発酵温度は下がっていった。おが屑を削減したものは、いずれも無添加は発酵温度のピークは 40~50℃であったが、廃グリ 5%添加と 10%添加は、病原菌や寄生虫、また雑草の種子が死滅すると言われている 60℃以上に発酵温度が上昇することが確認できた。



堆肥化前後の比重変化と有機物の分解割合を表2に示した。廃グリセリン添加による堆肥の発酵温度の変化をみると、有機物の分解割合をみると、おが屑 25%削減では、無添加区、5%添加区、10%添加

区でそれぞれ 27%、21%、21%で無添加区が添加区より高かった。おが屑 50%削減では無添加区、5%添加区、10%添加区のいずれも 25%であった。また、易分解性の有機物が完全に分解されていない堆肥を施肥すると、土壤中で有機物の分解が起こり酸素障害が作物の根や土壤生態系に大きな打撃を与える可能性があると言われている。そこで、易分解性の有機物の分解割合をみてみた。堆肥化による易分解性有機物の分解率は、おが屑 25%削減では無添加区、5%添加区、10%添加区でそれぞれ 43.7%、41.4%、41.9%でわずかながら無添加区が高く廃グリ添加の効果は認められなかった。おが屑 50%削減では無添加区、5%添加区、10%添加区でそれぞれ 35.2%、43.9%、37.2%で廃グリ 5%添加区が高い傾向にあった。

また、廃グリを添加した堆肥の堆肥化前後のグリセリンと粗脂肪の含量の変化について表3に示した。廃グリ中のグリセリンは、おが屑 50%削減の 10%添加区の製品堆肥中に 30%程度残存していたが、おが屑 25%削減 5%添加区、10%添加区及びおが屑 50%削減 5%添加区ではグリセリンは未検出であった。また、粗脂肪については、おが屑 25%削減では、5%添加区、10%添加区いずれも 85%分解されており、おが屑 50%削減では 5%添加区は 87%、10%添加区は 89%の分解されていた。

4. 堆肥の成分

堆肥の成分について表4に示した。廃グリ添加区でカリウムが高い傾向にあった。これは、BDF製造時に触媒として水酸化カリウムを使用することによると考えられる。また、他の成分については、廃グリ添加区でNとリンが若干低下する傾向にあった。

5. 発芽試験の結果

発芽試験におけるコマツナの生育状況を表5と図3に示した。コマツナによる発芽試験では、廃グリ無添加区、添加区いずれも発芽率が 100%で

発芽に障害は確認されなかった。コマツナの収穫量は、おが屑 25%削減、50%ともに廃グリ 10%添加区で生体重指数が 80 程度と生育が良くなかった。しかし、おが屑 25%、50%削減ともに、廃グリ 5%添加ではそれぞれ 122、133 と市販されている牛ふん堆肥（対照区）の 140 と比べて遜色ない結果となった。

IV 考察

廃グリ添加区では、無添加区に比べて発酵温度の上昇が早く、また、廃グリ添加により水分の蒸発が促進されたが、添加割合が 10%では水分の蒸発が著しく水分が 40%以下となり、乾燥が進み過ぎると考えられた。

堆肥化前後のグリセリンの残量を見ると、おが屑 25%削減の廃グリ 5%、10%添加およびおが屑 50%削減の廃グリ 5%添加区した堆肥中に、グリセリンが確認されなかったことから添加した廃グリのグリセリンは分解され、さらに堆肥化原料中の有機物も分解されていると推測されたが、おが屑 50%削減で廃グリ 10%添加したものでは、グリセリンが残存していたことから、廃グリの分解のみで堆肥化原料の有機物の分解はしていないと考えられた。これは、添加割合が高いと、廃グリの分解が先行し、乾燥が進んで発酵に必要な水分が不足して堆肥の発酵を停滞したことから、堆肥の有機物の分解が進まなかったと考えられた。

コマツナの発芽試験では、おが屑 25%、50%削

減とともに、廃グリ 5%添加ではそれぞれ 122、133 と市販されている牛ふん堆肥（対照区）の 140 と比べて遜色ない結果となったが、廃グリを添加した堆肥は、カリウム含量が 1.5~3.0 倍と高くなる傾向があり、長期の連用は土壌のアルカリ化が懸念され、特に、施設栽培では塩類集積に注意する必要があると考えられる。

おが屑 50%削減、廃グリセリン 5%添加区では、発酵温度が 60℃以上になり、家畜ふん中の病原菌の殺菌については 50~60℃、雑草種子の死滅については 60℃ 2 日以上が必要である（中央畜産会 2001）ことから、病原菌や雑草種子を死滅させるという点でも効果があったこと、堆肥の水分が約 60%で、未分解の易分解性有機物割合が最も少ないという結果が得られた。堆肥の品質と条件は、水分が適度（概ね 40~60%）であること、病原菌や寄生虫、雑草の種子を含まないこと、未分解の易分解性の有機物が多くないことなどがあげられる（中央畜産会 2001）が、これら条件を十分にクリアできると考えられた。このことから、牛ふんの堆肥化において牛ふんの水分を約 72%に調整するのが一般的だが、水分調整資材のおが屑を量を減らして水分 78%と高めに調整しても、廃グリを重量比で 5%添加することにより十分な発酵熱が得られ、良好な堆肥化発酵処理が可能と考えられた。

表2 堆肥化前後の水分含量と有機物の重量変化と分解割合

	廃グリ 添加割合	水分(%)		有機物(DMg)			易分解性有機物(DMg)		
		原料	堆肥	原料	堆肥	分解率	原料	堆肥	分解率
おが屑 25%削減	無添加	74.50	60.69	941.8	683.5	27%	396.8	223.5	44%
	5%	71.58	57.93	1102.3	874.2	21%	557.8	327.1	41%
	10%	70.03	28.61	1215.0	959.7	21%	653.0	379.3	42%
おが屑 50%削減	無添加	76.99	63.25	815.4	609.4	25%	381.5	247.1	35%
	5%	74.79	60.94	958.7	723.0	25%	548.6	307.6	44%
	10%	72.33	38.29	1105.0	830.5	25%	661.9	415.6	37%

※易分解性有機物=有機物-ADF

表3 廃グリ添加堆肥の堆肥化前後の成分含量の変化(DM%)

	廃グリ 添加割合	グリセリン		粗脂肪	
		原料	堆肥	原料	堆肥
おが屑	5%	1.61	ND	4.64	0.71
25%削減	10%	4.02	ND	12.63	2.05
おが屑	5%	1.71	ND	6.23	0.81
50%削減	10%	4.24	1.20	13.98	1.55

表4 廃グリセリン添加堆肥の成分

□	廃グリ 添加割合	pH	水分%	乾物中%		
				N	P2O5	K2O
おが屑 25%削減	無添加	7.48	60.69	1.53	1.79	0.90
	5%添加	7.28	57.93	1.59	1.56	1.42
	10%添加	7.45	28.61	1.32	1.37	1.99
おが屑 50%削減	無添加	7.14	63.25	1.88	2.11	0.59
	5%添加	7.69	60.94	1.79	1.79	1.64
	10%添加	7.91	38.29	1.64	1.65	2.16

表5 コマツナの生育状況

		発芽率	生体重指数※
対照区(牛ふん堆肥)		100%	140
おが屑	廃グリ 5%添加	100%	122
25%削減	廃グリ10%添加	100%	80
おが屑	廃グリ 5%添加	100%	133
50%削減	廃グリ10%添加	100%	78

※標準区(化学肥料のみ施用)の収穫時の生体重gを100とした。□



図3 コマツナの生育状況

V 引用文献

- 阿部 亮、1988. 炭水化物成分を中心とした飼料分析法とその飼料栄養価評価法への応用. 畜産試験場研究資料 2, 1-34.
- 阿部 亮、2001. 一般成分 (6 成分) . 新編 動物栄養試験法 (石橋 晃監修) . 第 1 版. pp. 455-466. 養賢堂, 東京.
- 石川県、2002. 牛糞堆肥の有機物分解率を低下させない廃食用油添加技術. 研究成果情報
- 石崎重信、岡崎好子. 2006. 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, 46-54.
- 長田 隆、2011. 密閉縦型堆肥化装置による堆肥化. 続マニュアル・マネージメント (羽賀清典監修). pp. 50-52. デーリイマン社. 北海道.
- 神奈川県、1995. 低水分、高エネルギー源添加による乳牛糞の連続発酵堆肥化処理. 研究成果情報
- 菅原賢一、日野義彦. 2009. バイオディーゼル燃料製造副産物 (グリセリン) の堆肥発酵促進剤としての活用の検討. 宮城県畜産試験場, 146-149.
- 畜産環境整備機構、2004. 家畜ふん尿処理施設的设计・審査技術. 財団法人畜産環境整備機構, 東京.
- 中央畜産会、2001. 堆肥化施設設計マニュアル. 社団法人中央畜産会, 東京.
- 日本草地畜産種子協会、2001. 粗飼料の品質評価ガイドブック (自給飼料品質評価研究会編). 改訂 11-12. 社団法人日本草地畜産種子協会, 東京.
- 日本土壌協会、2000. 堆肥等有機物分析法. P18~22、P146~154. 財団法人日本土壌協会, 東京.
- 日本分析化学会、1971. 分析化学便覧 (日本分析学会編). 改訂二版 P351~352. 社団法人日本分析化学会, 東京.
- 日野義彦、菅原賢一. 2009. バイオディーゼル燃料製造副産物 (グリセリン) の堆肥発酵促進剤としての活用の検討. 宮城県畜産試験場, 134-136.

VI Summary

I added abolished glycerin which was a biodiesel fuel production by-product in cow dung as an energy source for the purpose of reduction of the consumption of necessary water adjustment material (Small piece of wood) at the time of compost production of the cow dung and carried out a composting examination using a small size composting examination device about consumption of the waste and the addition ratio of abolished glee

at cow dung composting. I established an abolished glee 5% addition ward (5% addition ward), the abolished glee 10% addition ward (10% addition ward) each in the addition ward that I mixed a small piece of wood with fresh cow dung, and added the abolished glee of 5% and 10% in 72% of water by a contrast ward and an abolished glee nothing addition ward (additive-free ward) that I did, the weight ratio in the virginity cow dung which I reduced small piece of wood consumption when I set it 25% and 50% as a standard, and mixed a small piece of wood of the quantity each. I was able to confirm that fermentation temperature rose than 60 degrees Celsius even if I reduced the consumption of the small piece of wood by adding a result, abolished glycerin. About a water content of the product compost, it was 63.3%, 60.9%, 38.4% by the small piece of wood 50% reduction in 60.7%, 57.9%, 28.6% by 25% of small piece of wood reduction each each in an additive-free ward, 5% addition ward, 10% addition ward in an additive-free ward, a 5% addition ward, a 10% addition ward. In addition, some glycerin stayed in the product compost of the 10% addition ward of 50% of small piece of wood reduction. In the germination situation by the cultivation examination and the growth situation, it turned out 25% of small pieces of wood, 50% reduction were 5% of abolished glycerin addition together, and do not have inferiority than a contrast ward. The consumption of the small piece of wood was conventional half than the above, but enough fermentation temperature was provided by adding 5% of abolished glycerin, and it was suggested that good composting fermentation processing was enabled.