

5 酪農経営技術の確立

(1)物質循環型酪農経営確立のための飼養管理技術の開発

ア．ブレンド堆肥投入による高品位飼料の生産技術（第 2 報）

Manufacturing Technique of the Quality Feed by Blend Manure Injection

吉田周司・高木喜代文・井上一之・渋谷清忠・平井庸夫¹⁾

要 旨

2カ年にわたり乳用牛と鶏の糞尿をブレンドした堆肥を化成肥料の代替に使用し、飼料作物（イタリアンライグラス以下 I R、トウモロコシ）の生産方法の検討を行った。さらにこの飼料作物を T M R 給与したときの血液性状及び乳量・乳質の変化について調査した。

飼料作物の現物収量は年によりバラツキがあったものの I R で 4 ~ 6 t / 10a、トウモロコシで 4 ~ 7 t / 10a であり堆肥を倍量施肥しても明確な収量の増加は認められず、特にトウモロコシについては慣行区の収量の方が堆肥区に比べ高くなった。また、堆肥を多量施肥することにより飼料中の K 含量が上昇し、I R、トウモロコシ共に慣行区に比べ 2 倍以上の数値となり、グラスタニーの危険性が示唆された。一方、これらの飼料作物を T M R 給与した際の血清生化学検査では、いずれも正常範囲内であり一定の傾向は伺えなかった。さらに、年度によりバラツキがあるものの、乳量は同等、乳成分の S N F、乳脂肪分率、乳蛋白質率等では堆肥を利用した試験区が慣行区に比べ高くなる傾向が伺われ、堆肥を利用することにより乳質は高品質になると考えられた。

（キーワード：イタリアン、グラスタニー、ブレンド堆肥）

背景及び目的

県内において、1998 年度に家畜から排出される糞尿の量は 142 万 2 千トン、窒素換算で 1 万 1 千トンと推定され、化学肥料による窒素量の 2.2 倍もの糞尿を耕地に施用していると試算されている。このため、化学肥料と共に環境に与える影響が注目されている。一方、規模拡大が進む酪農家では、堆肥の過剰施肥による飼料作物中のミネラル等のアンバランスが指摘され、産前産後の起立不能症等の疾病発生の一因となっており、ミネラルバランスの取れた

飼料作物の生育方法が模索されている。

このため乳用牛糞に鶏糞を混合したブレンド堆肥を生産し、化学肥料の代替として利用することにより化学肥料の減肥を行い、環境負荷の少ないミネラルバランスの取れた高品質飼料作物（I R、トウモロコシ）の検討を行うとともに、この飼料作物を乳牛に給与することによる乳量・乳質等の調査を実施した。

1) 玖珠九重地方振興局農業振興普及センター

試験方法

ブレンド堆肥の生産については吉田¹⁾らの方法により行い、生牛ふんに発酵鶏糞を重量比 30 % 加え、ロータリー発酵槽に投入し堆肥を生産した。なお、このブレンド堆肥の成分を右記に示した

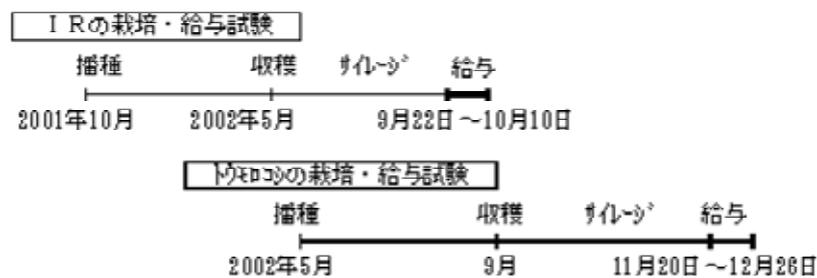
このブレンド堆肥を用い飼料作物 (I R、トウモロコシ) を栽培し、収量調査、飼料分析を実施する

と共に、サイレージとして T M R 給与し乳量、乳質、血液性状の変化を調査した。なお、試験計画の全体を図 1 に示した。

ブレンド堆肥の成分

(現物%)									
水分	pH	EC	N	P	K	CaO	MgO	C / N	
43.9	8.1	6.8	1.4	2.1	2.4	5.7	1.0	17.8	

図 1 試験の全体計画



1. I R の生育試験及び給与試験

I R 試験区の概要を表 1 に示すとともに、給与試験における供試牛の概要を表 2 に示した。ブレンド堆肥を利用した飼料作物の生育試験は、従来の施肥方法による慣行区と (堆肥 + 化成肥料を施肥) 標準

区 (慣行区化成肥料の窒素を堆肥で代替施肥)、2 倍区 (標準区の代替堆肥を 2 倍量施肥) の 3 試験区とした。次の給与試験では収穫した I R をサイレージとして標準区、2 倍区の各区 5 頭、計 10 頭とし 19 日間 T M R 給与した。なお、試験飼料を給与する直前を慣行区として採材した。

表 1 イタリアンライグラス試験区の概要

生育試験	栽培面積		各区 1.5ha		
	試験区設定		慣行区	標準区	2倍区
施用量 (元肥)	堆肥※		3t/10a	3t/10a	3t/10a
	化成肥料※※ 代替堆肥※	71.4kg/10a	-	1.8t/10a	3.6t/10a
給与頭数	各区 5 頭 (表 2)				
給与期間	19 日間				
給与試験 (TMR 給与)	イタリアンライグラス (出穂期)				
	牧 乾 草				
	ビートパルプ				
	乳用牛配合飼料				
	大 豆 粕				
	ハイキューブ ビール粕 トウモロコシ圧パン				
T D N 充足率	115.6~127.2%				
C P 充足率	114.5~128.3%				
1 頭当たり サイレージ給与量	19kg/日				

※ブレンド堆肥 (N:1.38%、窒素肥効率を 0.45 とする)

※※ B B 化成 4-6-4

表 2 供試牛の概要 (I R)

区分	No	生年月日	産歴	試験開始時 分娩後日数
標準区	1	2000. 5.28	1産	141
	2	1996. 11.18	3産	277
	3	1999. 12. 4	1産	195
	4	1999. 5. 2	2産	116
	5	1995. 10. 9	4産	248
2倍区	6	1998. 11. 11	2産	218
	7	2000. 5. 12	1産	117
	8	1998. 3. 19	3産	211
	9	1999. 12. 16	1産	173
	10	2000. 8. 14	1産	74

2. トウモロコシの栽培試験及び給与試験

トウモロコシ試験区の概要を表 3 に示すとともに、給与試験における供試牛の概要を表 4 に示した。試験区の設定は I R 試験区と同様に 3 区設定

し、それぞれ試験区は I R 試験区と同一のほ場を使用して栽培、収穫を行いサイレージ化した後、37 日間の T M R 給与を行った。

また、調査項目を表 5 に示した。

表 3 トウモロコシ試験区の概要

生育試験	栽培面積		各区 1.5ha		
	試験区設定		慣行区	標準区	2倍区
給与試験	施肥量 (元肥)	堆肥※ 化成肥料※※ 代替堆肥※	3t/10a 107kg/10a -	3t/10a - 2.7t/10a	3t/10a - 5.4t/10a
	給与頭数	各区 5頭(表 4)			
	給与期間	37日間			
	給与飼料 (T M R 給与)	トウモロコシ(熟期) 牧草 ビートパルプ 乳用牛配合飼料 大豆粕 ハイキューブ ビール粕 トウモロコシ圧パン フスマ 綿実			
	TDN充足率	115.3~126.4%			
	CP充足率	114.2~127.4%			
	1頭当たり イロシ給与量	22kg/日			

※ブレンド堆肥(N:1.38%、窒素肥効率を0.45とする)
※※BB化成4-6-4

表 4 供試牛の概要 (トウモロコシ)

区分	No	生年月日	産歴	試験開始時 分娩後日数
標準区	1	2000. 5.28	1	141
	2	1999. 10.19	2	118
	3	1994. 11.21	5	90
	4	1989. 12. 4	1	254
	5	2000. 9.25	1	56
2倍区	6	1999. 10.23	2	77
	7	1998. 6.25	3	77
	8	1995. 6.10	5	74
	9	1998. 11. 1	2	55
	10	1999. 2.10	2	85

表 5 調査項目

試験項目	調査項目	内 容
栽培試験	収量	
	飼料成分分析	水分、粗蛋白質、粗脂肪、NFE、粗繊維 粗灰分、DCP、TDN
	無機物含量	K、Ca、Mg
飼料給与試験	乳量	
	乳質	乳脂肪分率、乳蛋白質率、乳糖率 SNF、全固形分率、体細胞数
	血液	K、Na、Mg、Ca、Cl、GOT、CRT BUN、TG、TCHO、TP、ALB

結果及び考察

1. I R の栽培試験及び給与試験

I R の収量及び飼料分析結果を表 6 に示した。収量は現物で 4t ~ 5t / 10a であり、ブレンド堆肥を投入することにより化成肥料を利用した慣行区と同等の収量が確保できた。しかし、ブレンド堆肥を 2 倍量施肥しても増収は得られなかった。また、I R の一般成分と栄養価については、各区で特徴的な差異は認められなかったが、K 含量は、標準区、2 倍

区で慣行区の 2 倍前後の含有量を示した。

今回の分析値をケンプの式¹⁾ $K / (Ca + Mg)$ の当量比に当てはめると慣行区、標準区、2 倍区の順に、それぞれ 1.02、2.06、2.24 となった。この数値が 2.2 以上になるとグラスタニー発生の危険が出てくる¹⁾とされているが、今回の給与時にグラスタニー様の症状は確認されなかった。これは、T M R 給与による K 濃度の低下が一因として考えられたが、乾乳牛等に単味給与する場合には注意が必

要と考えられた。

次に I R 給与時の血清生化学検査結果を表 7 に示した。この中で、K に慣行区と 2 倍区の間に有意差が認められたが、Mg や Ca には差が認められなかった。血清 Mg 値の正常値は 1.8 ~ 3.2mg / dl であり、いずれの区もこの範囲内であった。生草中の高 K 含量が、Mg の吸収阻害を引き起こすと言われていたが、今回の試験では確認できなかった。

また、I R 給与時の乳量・乳質を表 8 に示した。各区で著名な変化は認められなかったものの、SNF で有意差が認められ、慣行区に比べ標準区で数値が高くなる傾向であった。これらのことより、I R において化成肥料分の窒素を堆肥で代替しても遜色のない乳量、乳質が得られるものの、K の蓄積に注意する必要があると考えられた。

表 6 イタリアンライグラスの収量及び飼料分析結果

試験区分	収量(kg/10a)	乾物%、()内は現物中%										
		水分	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	DCP	TDN	K	Ca	Mg
慣行区	776.9 (5,078) (84.7)		9.5	3.5	44.4	32.8	9.9	7	66.9	0.94	0.1	0.22
標準区	720.5 (4,094) (82.4)		6.7	2.8	60.3	21.5	8.7	5	67.6	1.85	0.09	0.22
2倍区	818.8 (4,624) (82.4)		7.2	2.8	58.8	22.7	9	5.8	67.5	1.95	0.08	0.22

表 7 イタリアンライグラス給与時の血液性状

	慣行区	標準区	2倍区
K (mEq)	4.8 ± 0.2 A	4.5 ± 0.2	4.3 ± 0.3 B
Na (mEq)	141.3 ± 2.2	140 ± 4.1	138.3 ± 1.7
Mg (mg/dl)	2.4 ± 0.2	2.5 ± 0.2	2.2 ± 0.2
Ca (mg/dl)	10.7 ± 1.1 a	11.8 ± 0.2 b	11.3 ± 9.7
P (mg/dl)	8.2 ± 0.8	8.7 ± 1.2	7.7 ± 1.4
Cl (mEq)	100.3 ± 3.4	99.8 ± 1.7	97.5 ± 1.7
GOT (u/l)	59.5 ± 12.9	66.3 ± 6.8	61.3 ± 7.4
CRT (mg/dl)	0.9 ± 0.05	1.1 ± 0.1	0.95 ± 0.06
BUN (mg/dl)	17.4 ± 2.1 A	16.3 ± 3.8	13.6 ± 1.6 B
TG (mg/dl)	10.8 ± 2.1	12 ± 2.2	15.4 ± 5.8
TCHO (mg/dl)	184.5 ± 37.1	180.8 ± 51.2	186.3 ± 41.7
TP (g/l)	7.7 ± 0.7	6.8 ± 0.3	7.5 ± 0.8
ALB (g/l)	3.7 ± 0.2	3.6 ± 0	3.8 ± 0.06

注) 数値は平均値 ± 標準偏差を表す。
同列異符号間に有意差有り: a - b (P < 0.05)
: A - B (P < 0.01)

表 8 イタリアンライグラス給与時の乳量・乳質

区分	慣行区	標準区	2倍区
乳量 (kg)	25.8 ± 3.3	28.1 ± 2.6	25.8 ± 6.8
乳脂肪分率 (%)	3.2 ± 0.6	3.1 ± 0.6	3.1 ± 0.4
乳蛋白質率 (%)	3.1 ± 0.1	3.3 ± 0.2	3.2 ± 0.2
乳糖率 (%)	4.6 ± 0.2	4.5 ± 0.1	4.4 ± 0.2
SNF (%)	8.4 ± 0.3 a	8.8 ± 0.2 b	8.6 ± 0.2
全固形分率 (%)	11.8 ± 0.6	11.9 ± 0.7	11.8 ± 0.6
体細胞数 (万個/ml)	17.7 ± 28.8	25.9 ± 50.8	8.9 ± 8.2

注) 数値は平均値 ± 標準偏差を表す。
同列異符号間に有意差有り: a - b (P < 0.05)

2. トウモロコシの栽培試験及び給与試験

トウモロコシの収量及び飼料分析結果を表 9 に示した。収量は慣行区が 4.8t / 10a と最も高くなり、次いで標準区、2 倍区の順となった。また、K 含量は 2 倍区で高く、ケンプの式によると 2 倍区が 2.31、標準区が 2.17 となった。このことは、トウモロコシにおいてもグラスステタニーの発生する可能性があることを示しており、トウモロコシの堆肥利用も施用量に考慮する必要があると考えられた。

次にトウモロコシ給与時の血液性状を表 10 に示

した。このうち BUN で慣行区と標準区に有意差が認められ、TCHO で慣行区と 2 倍区に有意差が認められたものの、いずれも正常値範囲内であった。また、トウモロコシ給与時の乳量・乳質を表 11 に示した。各区で著名な変化は認められなかったものの、乳脂肪分率で有意差が認められ、慣行区に比べ 2 倍区 (P < 0.05)、標準区 (P < 0.01) で高くなった。これらのことより、トウモロコシにおいて化成肥料分の窒素を堆肥で代替しても遜色のない乳量、乳質が得られると考えられた。

表 9 トウモロコシの収量及び飼料分析結果

	収量(kg/10a)	水分	乾物%, () 内は現物									
			粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	DCP	TDN	K	Ca	Mg
慣行区	2,154.5 (4,870)	(68.4)	3.7	3.9	69.2	19.4	3.8	2.2	70.5	0.97	0.10	0.22
標準区	1,948.9 (4,180)	(66.8)	7.8	3.5	67.9	17.1	4.2	4.3	69.8	1.95	0.09	0.22
2倍区	1,875.0 (4,080)	(69.1)	8.2	3.1	66.1	18.3	4.2	4.8	69.4	2.05	0.09	0.22

表 10 トウモロコシ給与時の血液性状

	慣行区	標準区	2倍区
K (mEq)	5 ± 0.4	5.2 ± 0.5	5.2 ± 0.3
Na (mEq)	132.4 ± 4.3	132.3 ± 4.3	132.6 ± 2.3
Mg (mg/dl)	2.7 ± 0.1	2.8 ± 0.2	2.5 ± 0.2
Ca (mg/dl)	11.4 ± 0.4	10.7 ± 0.6	11.3 ± 0.2
P (mg/dl)	8 ± 0.4	7.4 ± 1.7	8.5 ± 0.7
Cl (mEq)	94.2 ± 2.9	93 ± 2.5	94.4 ± 1.4
GOT (u/l)	71.8 ± 5.8	64.8 ± 8.8	61.4 ± 24.1
CRT (mg/dl)	0.9 ± 0.04	1.1 ± 0.1	0.86 ± 0.07
BUN (mg/dl)	15.9 ± 1.2 A	21.9 ± 1.7 B	18.3 ± 1.3
TG (mg/dl)	11.2 ± 1.04	10 ± 1.5	11.8 ± 1.8
TCHO (mg/dl)	215 ± 20.8 A	220.8 ± 40.8	231.8 ± 20.1 B
TP (g/l)	7.6 ± 0.3	7.2 ± 0.2	7.4 ± 0.3
ALB (g/l)	3.7 ± 0.2	3.8 ± 0.04	3.6 ± 0.2

注) 数値は平均値 ± 標準偏差を表す。
同列異符号間に有意差有り: A - B (P < 0.01)

表 11 トウモロコシ給与時の乳量・乳質

区分	慣行区	標準区	2倍区
乳量 (kg)	30.9 ± 3.4	28.3 ± 9	34.8 ± 1.6
乳脂肪分率 (%)	3 ± 0.4 A, a	3.7 ± 0.2 B	3.5 ± 0.5 b
乳蛋白質率 (%)	3.3 ± 0.2	3.4 ± 0.1	3.4 ± 0.2
乳糖率 (%)	4.6 ± 0.2	4.7 ± 0.02	4.6 ± 0.2
SNF (%)	8.9 ± 0.4	9.1 ± 0.1	9 ± 0.4
全固形分率 (%)	12.3 ± 0.4	12.8 ± 0.09	13.7 ± 2.4
体細胞数 (万個/ml)	2.3 ± 1.4	5.4 ± 7.6	9.28 ± 11.3

注) 数値は平均値 ± 標準偏差を表す。
同列異符号間に有意差有り: a - b (P < 0.05)、A - B (P < 0.01)

まとめ

2 力年にわたり他畜種の糞尿をブレンドした堆肥を化学肥料の代替として飼料作物 (I R、トウモロコシ) の生産方法の検討を行うとともに、この飼料作物を乳牛に給与することによる乳量・乳質等の調査を実施²⁾した。飼料作物の現物収量は年によりバラツキがあったものの I R で 4 ~ 6t / 10a、トウモロコシで 4 ~ 7t / 10a であり堆肥を倍量施肥しても明確な収量の増加は認められず、特にトウモロコシについては慣行区の収量の方が堆肥区に比べ高くなった。これはトウモロコシが I R に比べ窒素要求性が高く、ブレンド堆肥の窒素肥効率が当初想定した数値³⁾より実際は更に低かったのではないかと推察された。また、堆肥を多量施肥することにより飼料中の K 含量が上昇し、I R、トウモロコシ共に慣行区に比べ 2 倍以上の数値となり、グラスステニーの危険性が示唆された。一方、これらの飼料作物を T M R 給与した際の血液性状は、いずれも正常範囲内であり一定の傾向は伺えなかった。さらに、年度によりバラツキがあるものの、乳量は同等、乳成分の S N F、乳脂肪分率、乳蛋白質率等では堆肥を利用した試験区が慣行区に比べ高くなる傾向が伺われ、堆肥を利用することにより乳質は高品質になる

と考えられた。

今回の試験は 2 力年で行ったものであるが、堆肥を化成肥料の代替に使用し多量施用しても増収は期待できず、乳量・乳質には悪影響を認めなかったものの K の蓄積が伺われ、グラスステニーの発生危険率が増加すると推察された。

そこで、K の蓄積を防ぐためにブレンド堆肥を使用する際の化学肥料の減肥試算を表 1 2 で行った。牛糞堆肥を用いた慣行法では 10a 当たり、堆肥 3t、化学肥料で N、P、K をそれぞれイタリアンでは 10kg、15kg、15kg、トウモロコシではそれぞれ 15kg、20kg、10kg 施肥するが、ブレンド堆肥を使用すると K 濃度が 2.4 % と高いためイタリアンでは 10a 当たり 2.45t、トウモロコシでは 2.2t 散布すると慣行法の K と同量になる。この時の化学肥料で賄う N、P はイタリアンで 6.9kg、11.1kg、トウモロコシではそれぞれ 9.6kg、19.3kg となり、この量は慣行法の 64 ~ 97 % の施肥量になると考えられる。

ブレンドすることによる成分含量の上昇は K を基準とした施肥設計を行い、不足する N、P を化学肥料で補うことによりバランスのとれた施肥設計になると考えられ、それ以上の堆肥については経営外流通を行う必要があると考えられた。

表 1 2 ブレンド堆肥を使用したときの化学肥料の減肥試算

ブレンド堆肥使用時				牛糞堆肥使用の慣行法				
	N	P	K	N	P	K		
イ タ リ ア ン	ブレンド堆肥成分値 (%)	1.4	2.1	2.4	牛糞堆肥成分値 (%)	0.8	1.5	1.4
	肥効率	0.3	0.6	0.9	肥効率	0.3	0.6	0.9
	堆肥 2.45t 中、成分量 (kg)	10.29	30.9	52.92	堆肥 3t 中、成分量 (kg)	7.2	27	37.8
	化学肥料施肥量 (kg)	6.9	11.1	0	化学肥料施肥量 (kg)	10	15	15
	計	17.19	42	52.92	計	17.2	42	52.8
ト ウ モ ロ コ シ	ブレンド堆肥成分値 (%)	1.4	2.1	2.4	牛糞堆肥成分値 (%)	0.8	1.5	1.4
	肥効率	0.3	0.8	0.9	肥効率	0.3	0.8	0.9
	堆肥 2.2t 中、成分量 (kg)	9.24	27.7	47.52	堆肥 3t 中、成分量 (kg)	7.2	27	37.8
	化学肥料施肥量 (kg)	9.6	19.3	0	化学肥料施肥量 (kg)	15	20	10
	計	18.84	47	47.52	計	22.2	47	47.8

参考文献

- 1) 吉田周司：平成 13 年度大分県畜産試験場試験成績報告書、26 ~ 29 (2002)
- 2) 財団法人畜産環境整備機構：家畜ふん尿処理・利用の手引き 228
- 3) 吉田周司：平成 13 年度大分県畜産試験場試験成績報告書、128 ~ 133 (2002)