

国産くず大豆の給与が黒毛和種去勢肥育牛の増体および肉質に及ぼす影響

神山 洋^{*1}・児玉 英樹^{*2}・米澤 智恵美^{*3}・齋藤 久孝^{*4}・細川 泰子^{*1}

緒 言

飼料をめぐる情勢(平成 28 年 5 月)¹⁰⁾によると平成 25 年度のわが国の濃厚飼料自給率は約 12%と、大部分を海外からの輸入に依存し、購入価格は、海外での作柄や為替変動により大きな影響を受ける。この影響を緩和するためには、濃厚飼料の輸入原料を国産原料で代替することが考えられる。

濃厚飼料の原料である大豆粕は蛋白質源として利用されているが、その代替飼料として、くず大豆(大豆の選別過程で発生する残渣)が挙げられる(写真 1)。

くず大豆は、主に肥料用途に無償または安価で取引されているが、一部は飼料としても利用されている⁴⁾。このくず大豆を牛の飼料として利用できれば、飼料費の低減および飼料自給率の向上が可能となる。

そこで、黒毛和種去勢肥育牛に配合飼料の 5%をくず大豆で代替した飼料を給与し、発育および肉質に及ぼす影響を調査した。



写真1 供試したくず大豆

肥育ステージは 10~13 か月齢を前期, 14~21 か月齢を中期, 22~29 か月齢を後期と設定した。また, 表 1 および 2 に両区の給与メニューを示した。

給与した濃厚飼料は、対照区では、市販配合飼料を主体とし、大豆粕および圧ペントウモロコシを添加した。試験区では市販配合飼料の 5%をくず大豆で代替して給与し、28 か月齢以降、尿石症予防のため、圧ペントウモロコシを 0.6kg 追加し、給与飼料中の NFC と DIP との比率を 6 に調整した⁶⁾。なお、くず大豆は粉碎や加圧処理等は行わず、穀実のまま濃厚飼料に混合した。

濃厚飼料の給与量は、両区とも肥育前期では体重比 1.4%とし、肥育中期以降は飽食とした。

粗飼料は、両区とも肥育前期は輸入チモシー乾草を飽食給与し、肥育中期以降は稲わらを 2kg/日を上限として給与

材料および方法

1 供試牛と飼養管理方法

2010 年 5 月から 2014 年 4 月にかけて、黒毛和種去勢牛 11 頭を、くず大豆を用いて肥育を行う試験区 5 頭および慣行の肥育を行う対照区 6 頭に分けて試験を実施した。

表1 対照区給与メニュー

飼料	肥育前期	肥育中期	肥育後期
	10~13か月齢	14~21か月齢	22~29か月齢
市販配合飼料	体重比1.4% (5~6kg程度)	飽食 (6~9kg程度)	飽食 (8kg程度)
圧ペントウモロコシ	~1.4kg	~0.3kg	~0.2kg
大豆粕	~0.1kg	~1.4kg	~1.4kg
乾草	飽食	-	-
稲わら	-	上限2kg	上限2kg

※肥育後期はビタミンA要求量の50%を2週毎に経口投与

表2 試験区給与メニュー

飼料	肥育前期	肥育中期	肥育後期	
	10~13か月齢	14~21か月齢	22~28か月齢	28~29か月齢
市販配合飼料	体重比1.4% (4~5kg程度)	飽食 (5~10kg程度)	飽食 (9kg程度)	飽食 (9kg程度)
圧ペントウモロコシ	-	-	-	~0.6kg
くず大豆	~0.3kg	0.3~0.6kg程度	0.5kg程度	0.5kg程度
乾草	飽食	-	-	-
稲わら	-	上限2kg	上限2kg	上限2kg

※肥育後期はビタミンA要求量の50%を2週毎に経口投与

*1畜産研究所家畜育種研究室

*2家畜育種研究室(現 岩手県農林水産部畜産課)

*3家畜育種研究室(現 岩手県中央農業改良普及センター軽米普及サブセンター)

*4家畜育種研究室(現 岩手県南家畜保健衛生所)

した。

また、肥育後期はビタミン A 製剤を体重 1kg 当たり 21.2IU/日 (要求量の半量)²⁾を 2 週間おきに経口投与した。

飲水方法は、ウォーターカップを用いた自由飲水とし、冬期間 (12 月～3 月)は温水を給与した。

2 調査項目および方法

(1) 飼料成分

飼料成分分析項目は、水分、粗蛋白質 (CP)、可消化養分総量 (TDN)、粗脂肪 (EE)、 β カロテンとし、すべて十勝農業協同組合連合会農産科学研究所に分析を依頼した。乾草は近赤外分析法、それ以外の飼料は、水分は加熱乾燥法 (135°C・2 時間)、CP および蛋白分画はケルダール分析法、粗脂肪はジエチルエーテル法、 β カロテンは高速液体クロマトグラフィーにより分析した。また、TDN は NRC2001 版推定式¹²⁾を用いて推定した。

(2) 日増体量

2 週ごとに体重を測定し、各発育ステージの日増体量 (DG) は期首および期末の体重差を日数で除して算出した。

(3) 飼料摂取量

給餌は 9 時および 14 時の 1 日 2 回行い、毎朝の給餌前に残餌を測定し、採食量を求めた。

(4) 血中ビタミン A 濃度

4 週毎に頸静脈から採血し、37°C で 1 時間静置後、3,000rpm で遠心することにより血清を分離し、阿部ら¹³⁾の方法を一部改変したものにより、高速液体クロマトグラフィー (日立 L-7000 シリーズ)にて測定した。

(5) 枝肉成績

(公社)日本食肉格付協会の格付成績から、枝肉重量 (kg)、ロース芯面積 (cm²)、バラ厚 (cm)、皮下脂肪厚 (cm)、歩留基準値、BMS.No、BFS.No.、BCS.No、枝肉瑕疵を求めた。

(6) 筋間脂肪中脂肪酸組成

筋間脂肪は、枝肉左半丸の第 6～7 肋間横断面から採取した。脂肪をホモジナイズした後、Folch ら³⁾の方法により抽出し、メチルエステル化した後、ガスクロマトグラフィー (SHIMADZUGC-17)にて測定した。分析対象とした脂肪酸は、デカン酸 (C10:0)、ラウリン酸 (C12:0)、トリデカン酸 (C13:0)、ミリスチン酸 (C14:0)、ミストレイン酸 (C14:1)、ペンタデカン酸 (C15:0)、ペンタデセン酸 (C15:1)、パルミチン酸 (C16:0)、パルミトレイン酸 (C16:1)、ヘプタデカン酸 (C17:0)、ヘプタデセン酸 (C17:1)、ステアリン酸 (C18:0)、オレイン酸 (C18:1)、リノール酸 (C18:2)、リノレン酸 (C18:3)、アラキジン酸 (C20:0)、エイコセン酸 (C20:1)、エイコサジエン酸 (C20:2)、エイコサトリエン酸 (C20:3)、アラキドン酸 (C20:4)とし、これら 20 種の脂肪酸総量を 100 としてそれぞれの脂肪酸割合を

計算した。また、一価不飽和脂肪酸 (MUFA)として C14:1、C15:1、C16:1、C17:1、C18:1、C20:1 の合計値、不飽和脂肪酸 (USFA)として C14:1、C15:1、C16:1、C17:1、C18:1、C18:2、C18:3、C20:1、C20:2、C20:3、C20:4、の合計値、飽和脂肪酸 (SFA)として C10:0、C12:0、C13:0、C14:0、C15:0、C16:0、C17:0、C18:0、C20:0、の合計値、不飽和度は USFA/SFA とした。

(7) 飼料自給率

対照区では、摂取した全ての飼料のうち、稲わらを国産飼料とし、全ての飼料に対する、稲わら由来の乾物 (DM)、TDN および CP の割合を飼料自給率とした。試験区では、くず大豆および稲わらを国産飼料とし、対照区と同様に算出した。

(8) 統計処理

2 群の平均値の解析には Student't-test を用い、危険率 5% で有意と判定した。

結 果

くず大豆は、不良子実に加え、莢、茎等の夾雑物が含まれていたが、CP は大豆粕と同程度であり、EE および TDN が高かった (表 3)。

また、対照区および試験区で給与した濃厚飼料乾物中の栄養成分値は、ほぼ同等であった (表 4)。

試験開始時の体重は対照区で有意 ($p < 0.05$) に大きかったが、肥育中期・後期開始時、終了時体重および各発育ステージの DG に有意差はなかった (表 5)。

飼料の総摂取量に有意差は見られなかった (表 6)。

血中ビタミン A 濃度は試験期間を通じて試験区が低い傾向を示し、22 か月齢時では、対照区と比較し有意 ($p < 0.05$) に低くなった (図 1)。

枝肉成績は、両区とも出荷月齢が 29 か月齢程度、枝肉重量は 480kg 以上、BMS.No は 7.0 以上と良好な成績であった (表 7)。また、枝肉瑕疵については、筋炎 (シコリ) が対照区 1 頭、試験区 2 頭、筋肉水腫 (ズル) が試験区 1 頭で認められた。それらの肥育期間中における血中ビタミン A 濃度の最低値は 10～20IU/dl 程度であった。

筋間脂肪中脂肪酸組成は、試験区間で有意差はなかった (表 8)。

対照区および試験区の飼料費は、試験区で対照区と比較し、1 頭当たり約 3 千円低下し、CP 自給率は有意に ($p < 0.05$) 向上した (表 9, 10)。

表3 試験に用いた飼料の成分分析値 (単位: %, μg/kg)

飼料名	水分	CP	TDN	EE	βカロテン
市販配合飼料	12.5	12.3	70.9	4.8	130
		14.1	81.1	5.5	149
圧ぺんとうもろこし	16.0	7.2	72.6	3.2	39
		8.6	86.5	3.8	46
くず大豆	11.4	39.6	79.9	12.8	27
		44.7	90.2	14.4	31
大豆粕	12.4	42.8	69.6	1.1	0
		48.9	79.5	1.2	0
乾草	12.0	8.1	48.6	1.1	8,800
		9.2	55.2	1.3	10,000
稲わら	17.3	2.9	40.7	1.6	1,691
		3.5	49.2	1.9	2,044

※上段は現物中, 下段は乾物中を示す
 ※乾草のβカロテンは日本標準飼料成分表(2009)のチモシー乾草の値

表4 飼料分析値により算出した濃厚飼料乾物中の栄養成分値 (単位: %)

試験区	成分	肥育前期		肥育中期		肥育後期	
		10~13か月齢	14~21か月齢	22~29か月齢	22~28か月齢	28~29か月齢	
対照区	TDN	81.0	80.6	80.7	—	—	
	CP	15.6	18.6	18.4	—	—	
	EE	3.9	3.8	3.8	—	—	
試験区	TDN	81.6	81.6	—	81.6	81.6	
	CP	17.0	16.9	—	16.9	16.7	
	EE	4.6	4.5	—	4.5	4.5	

※濃厚飼料には, 対照区では圧ぺんとうもろこしおよび大豆粕を含み, 試験区では圧ぺんとうもろこしおよびくず大豆を含む

表5 体重および日増体量 (DG) の推移 (単位: kg, kg/日)

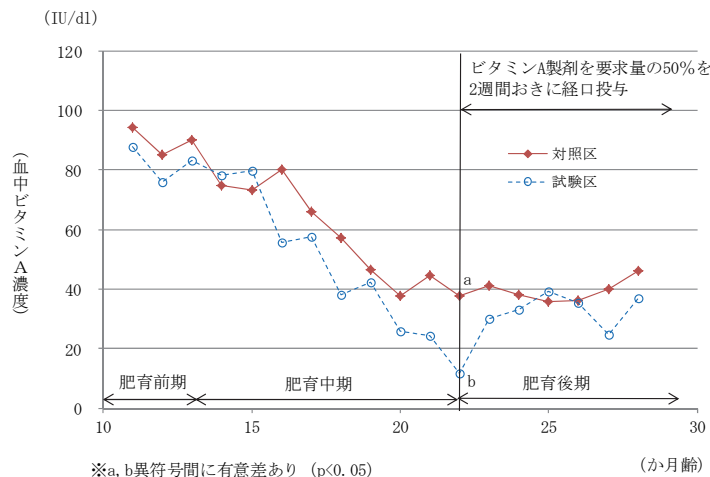
試験区	前期 (10か月齢~)		中期 (14か月齢~)		後期 (22か月齢~)		終了時 (28~29か月齢)	
	体重	前期DG	体重	中期DG	体重	後期DG	体重	通算DG
対照区 (n=6)	347.6 ^a	0.93	442.8	0.91	663.5	0.54	771.9	0.77
	31.8	0.12	31.9	0.10	53.9	0.14	56.4	0.06
試験区 (n=5)	310.3 ^b	0.90	414.6	0.82	621.6	0.66	759.6	0.78
	16.3	0.06	27.6	0.08	42.5	0.12	45.7	0.09

※上段は平均値, 下段は標準偏差を示す ※a, b異符号間に有意差あり (p<0.05)

表6 飼料摂取量 (単位: kg, mg)

試験区	総摂取量 (現物)		総摂取量				
	濃厚飼料	粗飼料	DM	TDN	CP	βカロテン	
対照区	前期	497	327	719	507	82	2,476
		156	99	220	158	27	391
	中期	2,131	298	2,129	1,640	359	776
		130	123	154	106	24	220
	後期	1,639	235	1,643	1,263	273	601
試験区	前期	579	436	889	627	112	3,670
		109	117	194	134	21	940
	中期	2,029	231	1,983	1,557	315	661
		287	29	235	205	63	42
	後期	1,760	193	1,713	1,345	271	555
通算	前期	4,268	860	4,491	3,410	716	3,853
		183	210	307	195	44	758
	中期	2,029	231	1,983	1,557	315	661
		287	29	235	205	63	42
	後期	1,760	193	1,713	1,345	271	555
通算	前期	4,368	861	4,584	3,529	696	4,886
		388	115	431	345	100	946

※上段は平均値, 下段は標準偏差を示す



※a, b異符号間に有意差あり (p<0.05)

図1 血中ビタミンA濃度の推移

表7 枝肉成績

(単位: か月齢, kg, cm², cm)

試験区	月齢	等級	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	歩留基準値	BMS.No	BCS.No	BFS.No.	瑕疵
対照区	28.8	A5:3頭, A3:1頭,	482.0	56.3	8.9	3.1	73.9	7.0	3.7	2.8	シコリ1頭
	0.7	B4:2頭	33.5	9.2	0.8	1.0	2.1	2.6	0.5	0.4	アタリ1頭
試験区	29.1	A5:3頭, A4:2頭	487.2	61.4	9.4	3.1	74.9	8.2	3.8	3.0	シミ・ズル1頭
	1.1		31.8	5.3	0.9	0.5	0.6	2.2	0.4	0.0	シコリ2頭

※上段は平均値, 下段は標準偏差を示す

表8 筋間脂肪中脂肪酸組成

(単位: %)

試験区	オレイン酸	飽和脂肪酸	一価不飽和脂肪酸	不飽和脂肪酸	不飽和度
	C18:1	SFA	MUFA	USFA	USFA/SFA
対照区	54.0	35.0	62.3	65.0	1.9
	3.9	5.3	5.5	5.3	0.4
試験区	50.5	38.1	58.4	61.9	1.6
	2.6	3.6	3.2	3.6	0.2

※上段は平均値, 下段は標準偏差を示す

表9 飼料費

(単位: kg, 円/kg, 円)

飼料	総摂取量 (現物)		単価	飼料費	
	対照区	試験区		対照区	試験区
市販配合飼料	3,792	4,141	67	254,064	277,447
圧ぺんとうモロコシ	111	13	53	5,883	689
大豆粕	365		103	37,595	
くず大豆		215	59		12,685
乾草	259	407	76	19,684	30,932
稲わら	601	454	54	32,454	24,516
			合計	349,680	346,269

※飼料単価は現物1kgあたり税込, H26.11価格

表10 飼料自給率

(単位: %)

試験区	飼料自給率		
	DM	TDN	CP
対照区	11.2	7.4	2.6 ^b
	4.3	3.0	1.0
試験区	12.5	10.3	14.4 ^a
	1.1	0.9	1.5

※上段は平均値, 下段は標準偏差を示す

※a,b異符号間に有意差あり(p<0.05)

考 察

2010年度の岩手県中央農業改良普及センターの調査によると、県内大豆主産地(奥州市)の大豆調製施設(2か所)における大豆荷受数量に占めるくず大豆の発生割合は最大で30%にも及んでいた。

また、くず大豆の用途は色彩選別されたものを除き、ほとんどが肥料および緑肥として利用されていた。

今回、我々は、国産未利用資源であるくず大豆を飼料として活用し、黒毛和種去勢肥育牛に給与した際の発育および肉質に及ぼす影響について調査を行った。

その結果、両区の増体、試験終了時体重および飼料摂取量に有意差はなかった。肉用牛においては、飼料への脂肪の添加によりルーメン内での微生物の増殖は抑制され、蛋白質分解能が低下すると同時に、炭水化物消化率も低下するため⁹⁾、脂肪含量の高い飼料を利用する場合には、飼料乾物中粗脂肪含量が6%を超えないように留意する必要がある

あるとされている²⁾。本試験では、利用したくず大豆の粗脂肪含量は12.8%と大豆粕に比べ、著しく高かったが、濃厚飼料の5%をくず大豆で代替したところ、濃厚飼料乾物中粗脂肪含量は6%以内に収まっており、DGも各區で差がなかったことから、蛋白分解能および炭水化物消化率への大きな影響はなかったものと推察された。

血中ビタミンA濃度は試験区で肥育中期以降、ビタミンA欠乏症の発症危険域とされる30IU/dlを下回った。ビタミンAは動物の成長、正常な視覚に必須の物質で、上皮組織を正常に保ち、健全な免疫機能を維持する脂溶性ビタミンであり、植物性飼料に存在するカロテン類(主にβカロテン)から合成される²⁾。一般に、肥育中期の飼養管理下では、脂肪交雑の向上を目的として、ビタミンAをコントロールするため、βカロテンを多量に含む牧草等を給与しない。血中ビタミンA濃度は、増体²⁾や、肥育前期で給与した乾草中のβカロテン含量により動態が異なるものの、本試験では、肥育中期の摂取βカロテンが試験区で対照区よりも1割程度少なかったことから、肥育中期の血中ビタミンA濃度が低下したものと推察された。

さらに、枝肉格付時に試験区で1頭がズル、対照区で1頭、試験区で2頭がシコリと判定された。ズルは肥育前期および中期における過度なビタミンAコントロールによって発症し、筋繊維が変性壊死したものである。さらに、変性部位に代償性結合組織が進入してシコリとなると推察されており⁸⁾、本試験においては、肥育中期の血中ビタミンA濃度の低

摘 要

下が一因として考えられた。そのため、くず大豆を利用する場合は、肥育中期でのビタミン A のモニタリングを行い、低下した場合は適宜補給することが必要であると考えられた。

また、枝肉成績において、両区とも出荷月齢 29 か月齢程度で、枝肉重量 480kg 以上、BMS. No は 7.0 以上と良好であり、濃厚飼料の 5% をくず大豆で代替しても、慣行と同等の肉質を確保できることが明らかとなった。

筋間脂肪中脂肪酸組成は、両区で有意差はなかった。中性脂肪の基本構造は、1 分子のグリセロールに 3 分子の脂肪酸がエステル結合したものである。脂肪酸は飽和脂肪酸 (SFA) と不飽和脂肪酸 (USFA) に大別され、不飽和脂肪酸は炭素分子鎖に二重結合が 1 個存在する一価不飽和脂肪酸 (MUFA) および二重結合が 2 個以上存在する多価不飽和脂肪酸 (PUFA) に区別される。SFA は融点が高く、SFA を多く含む脂肪は硬くなる。一方、USFA は融点が低く、USFA を多く含む脂肪は軟らかくなる。そのためオレイン酸等の MUFA 割合が多いと風味が良いと言われている¹²⁾。脂肪酸組成には様々な要因が関連し、品種、性、給与飼料、肥育期間、脂肪酸不飽和化遺伝子 (SCD 遺伝子) などにより異なると言われている¹¹⁾。また、反芻動物では、飼料中の不飽和脂肪酸はルーメン内の細菌やプロトゾアの作用によって水素添加されて飽和脂肪酸に変えられるため、飼料に含まれる脂肪の脂肪酸組成と蓄積脂肪の脂肪酸組成とは直接的な関係はないと考えられる¹⁾。一方、浅田らは¹⁾、同一種雄牛産子の黒毛和種去勢牛を供試し、肥育全期間 (11~28 か月) に粗脂肪含量の高い米ぬかを現物あたり 8% 添加した配合飼料を給与することにより、皮下脂肪のオレイン酸割合、胸最長筋中不飽和脂肪酸割合が増加したと報告している。

今回、粗脂肪含量の高いくず大豆を給与しても筋間脂肪中オレイン酸および不飽和脂肪酸割合には有意差は見られなかった。中武らは⁷⁾、黒毛和種去勢肥育牛を用いて、肥育後期に湿熱加熱大豆を肥育用配合飼料の 5% 添加しても、筋間脂肪中オレイン酸割合に有意差はなかったと報告している。本試験では、くず大豆を粉碎、加工等の処理を行わず給与しており、また、試験牛の血統や SCD 遺伝子型を考慮していないため、今後くず大豆の処理方法とともに血統や SCD 遺伝子型を考慮して調査を行い、くず大豆給与が脂肪酸組成に及ぼす影響について、更なる検討が必要であると考えられる。

飼料費および CP 自給率では、試験区で 1 頭当たり飼料費が約 3 千円低下し、CP 自給率が約 12% 向上した。平成 26 年度肉用牛生産費⁹⁾によると、黒毛和種去勢若齢肥育経営において、生産費の約 4 割を飼料費が占めている。国産くず大豆は、飼料コストを低減させる手段の一つと考えられた。

飼料自給率の向上を目的として、黒毛和種去勢肥育牛の配合飼料の 5% をくず大豆で代替した際の増体および肉質に及ぼす影響を調査した。

黒毛和種去勢牛 11 頭を対照区 6 頭、試験区 5 頭に配分して 10~29 か月齢まで肥育し増体および飼料摂取量を調査するとともに、定期的に血液を採取し血中ビタミン A 分析を行った。

その結果、試験区間で増体、飼料摂取量、枝肉成績、筋間脂肪中脂肪酸組成に有意差は見られなかったが、試験区で、22 か月齢での血中ビタミン A 濃度は有意に低下した。また、試験区で、1 頭あたりの飼料費は約 3 千円低下し、CP 自給率は約 12% 向上した。

以上のことから、黒毛和種去勢肥育牛において、配合飼料の 5% をくず大豆で代替して給与しても、定期的な血中ビタミン A 濃度のモニタリングは必要であるものの、発育および肉質は慣行区と差はなく、飼料費を低減させるとともに飼料自給率を向上させることができた。

引用文献

- 1) 浅田 勉・黒沢 功・南雲 忠(2007). 米ぬか添加が黒毛和種去勢牛の産肉性および枝肉脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響. 群馬畜試研報第 14 号:9-20
- 2) 独立行政法人 農業・食品技術総合研究機構編(2009). 日本飼養標準・肉用牛(2008 年版). p27・28・106・119
- 3) Folch J・Lees M・Slome Stanley Gh(1956). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. 226(1):497-509
- 4) 河本 英憲・増田 隆晴(2013). くず大豆の飼料成分と発酵特性, タンパク質画分. 東北農研報 115:63-69.
- 5) 小橋 有里・村松 克久・小柳 涉(2011). 新潟県内に存在する低・未利用資源有効活用のための飼料成分値の評価. 新潟畜研七報 No1:19-29
- 6) 児玉 英樹・神山 洋・米澤 智恵美・鈴木 強史・齋藤 久孝・細川 泰子(2016). 黒毛和種去勢肥育牛における給与飼料中の NFC/DIP 比と尿石症発症リスクの関連性. 岩手農研七報告 15:47-54
- 7) 中武 好美・鍋倉 弘良(2013). 生米ぬかと湿熱加熱大豆給与が黒毛和種肥育牛に及ぼす影響. 宮崎県畜産試験場研究報告第 25 号:13-16
- 8) 西 博巴・坂下 邦仁・別府 成・田原 則雄(2004). 枝肉のシコリの発生状況および発生牛の血液性状から見た発生要因. 鹿児島県畜産試験場研究報告第 38 号:30-34

- 9) 農林水産省(2015). 畜産物生産費統計 農業経営統計調査 平成 26 年度肉用牛生産費
- 10) 農林水産省(2016). 飼料をめぐる情勢. p1
- 11) 岡 章生・岩木 史之・道後 泰治・太田垣 進(2002). 但馬牛の胸最長筋内脂肪の脂肪酸組成. 兵庫農技研報 38:17-23
- 12) 社団法人日本草地種子協会(2009). 三訂版 粗飼料の品質評価ガイドブック. p90-91
- 13) 東京化学同人(1983). ビタミン学実験法 I . p23-25