

イタリアンライグラスサイレージの給与期間が 交雑種去勢肥育牛の肉質に及ぼす影響

古賀鉄也*・稲田 淳・磯崎良寛

交雑種去勢肥育牛(黒毛和種♂×ホルスタイン種♀)21頭を用いて、イタリアンライグラスホールクロップサイレージ(以下、IRWS)の給与期間が肉質に及ぼす影響を検討した。試験は、全期間稲ワラを給与した区を対照区とし、IRWSの給与期間により、生後7~14カ月齢にIRWSを給与した前期区、生後7~19カ月齢にIRWSを給与した前中区および生後7~23カ月齢にIRWSを給与した全期区の3区を設定し、生後23カ月齢に出荷と畜して枝肉検査および牛肉の理化学的性状検査等を実施した。枝肉成績において、前期区、前中区および全期区の肉色と肉締まりは対照区よりも優れる傾向にあった。IRWSを給与した3試験区は、脂肪交雑粒子の形状係数が高く、牛肉中コラーゲンの熱分解性が低い傾向にあった。胸最長筋のリン脂質中脂肪酸組成は、IRWSを給与した3試験区とも対照区に比べてリノール酸割合が低く、リノレン酸は高かった。これらの結果から、IRWSの給与は牛肉中コラーゲン性状や脂肪酸組成に影響し、生後7~14カ月齢にIRWSを給与した時の影響が出荷時まで残ることが明らかとなった。

[キーワード：交雑種去勢牛，イタリアンライグラス，肉色，肉締まり，コラーゲン，脂肪酸組成]

Effect of the Period of Feeding Italian Ryegrass Silage on the Meat Quality of Crossbred Steers(Japanese Black×Holstein). KOGA Tetsuya, Sunao INADA and Yoshihiro ISOZAKI(Fukuoka Agric.Res.Cent. Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull.Fukuoka Agric.Res.Cent.*23: 83-87(2004)

To study the effect of the feeding period of Italian ryegrass silage(IRWS) on the meat quality of crossbred steers(F1), 21 crossbred steers of 7 months old were examined. Based on the feeding period of IRWS, F1 was arranged into four groups. The feed period of IRWS for Group A was from 7-14 months old; Group B, 7-19 months old; and Group C, 7-23 months old. A control group was fed rice straw without being fed IRWS from 7 to 23 months old. The steers of each group were slaughtered and their meat inspected. When the meat quality of each examination groups(A, B and C) was compared with that of the control group, the color and firmness of the meat of the examination groups were judged superior. The form scores of the marbling particle in ribeye area of the examination groups fed IRWS was more complicated than that of the control. Moreover, the pyrolysis nature of the collagen of meat from former groups was lower. Compared to the control group there was less linoleic acid in the phospholipid of the musculus longissimus thoracis of the examination groups fed IRWS. In fact, there was few linolenic acid.

These results suggest that the feeding of IRWS influences the quality of the collagen in beef and the composition of fatty acid in F1. The effect is fully demonstrated only by the feeding of IRWS in the growth fattening period.

[Key words: Crossbred Steers, Italian Ryegrass, Collagen, Fatty Acid]

緒 言

肥育牛に給与する粗飼料については、その給与量や栄養成分の違いが皮下脂肪等の不可食脂肪の増減や増体効率等に影響することが報告されている¹²⁾。一般に肥育牛に給与する粗飼料として広く用いられているのは稲ワラであるが、質の高い粗飼料給与が肥育効率を向上させる重要な要素として認識され、稲ワラに換えてより養分含量が高いイタリアンライグラス等を用いて肥育効率を向上させる試みがなされている¹⁰⁾。しかし、それらの中で、給与粗飼料と肉質との関係を詳細に検討した例は少なく、その傾向も一定していない。また、近年牛肉市場で問題となっている肉色や肉の締まり等と生産された牛肉の構成成分との関係についての検討事例も少ない。

そこで、肥育牛に給与する粗飼料が枝肉成績や牛肉の構成成分に及ぼす影響を明らかにするために、稲ワラに替えてイタリアンライグラスホールクロップサイレージ(以下、IRWS)を粗飼料として給与した交雑種去勢肥育牛について、IRWSの給与とその給与期間が枝肉成績と牛肉の詳細な組成・性状に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

1 試験期間および試験牛

試験期間は1999年11月17日~2001年2月25日の456日間(67週間)とし、肥育ステージは7~9カ月齢(10週間)を育成期、10~14カ月齢(20週間)を前期、15~18カ月齢(20週間)を中期、19~23カ月齢(17週間)を後期の4期とした。試験牛は黒毛和種種雄牛"鶴美"を父とする生後6カ月齢の交雑種去勢牛(黒毛和種♂×ホルスタイン種♀)21頭を用いた。各試験牛は導入後4週間の間に除角、予防接種および試験飼料への馴致等をした後、試験に供試した。

2 給与飼料および飼養条件

IRWSと稲ワラは第1表に示した養分含量のものを2~5cmに細切して使用した。試験飼料は第2表の配合割合のとおり、IRWSを混合した試験飼料(以下、IR飼料)および稲ワラを混合した試験飼料(以下、RS飼料)の2種類を飼料攪拌機で2日分ずつTMR混合飼料として調製し、試験区に応じて給与した。各試験飼料のTDN水準については、当場の既報²³⁾に基づき育成期72%、肥育前期75%、中期79%、後期80%に調製した。

また、給与飼料の乾物率による採食率の差を少なくす

*連絡責任者(家畜部)

第1表 イタリアンライグラスサイレージおよびイナワラの養分含量

飼料名	収穫日	DM	TDN	CP	CF	CA	ADF
I RWS	1999. 5. 3	87.5	53.9	5.2	32.4	8.2	(40.3)
"	2000. 5. 14	69.7	54.4	4.8	32.6	7.9	(40.3)
"	2000. 5. 30	71.3	55.5	4.0	36.5	9.3	(44.6)
イナワラ		92.1	40.0	5.1	29.6	22.4	(38.2)

注1) イタリアンライグラス (アキアオバ) は、開花期に収穫したものをラップ・サイレージとして調整使用。

2) DMは現物中、それ以外は乾物中の%を表し、DM, CP, CF, CAは定法による分析値、ADFは近赤外線分析による分析値を、TDNは日本飼料成分表(1995)の消化率を基にした計算値を記載した。

3) 表中のDMは乾物率、TDNは可消化養分総量、CPは粗蛋白、CFは粗繊維、CAは粗灰分、ADFは酸性デタージェント繊維を表す。

第2表 給与飼料配合割合および養分含量

配合割合 (乾物%)	育成期		前期		中期		後期	
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
イタリアンライグラス	20	0	20	0	15	0	13	0
稲ワラ	0	20	0	19	0	15	0	13
アルファミール	10	10	5	6	0	0	0	0
専管フスマ	11	14	11	14	11	20	11	13
一般フスマ	18	12	15	10	12	3	12	5
脱脂大豆粕	8	9	4	5	3	3	3	3
トウモロコシ	15	26	23	35	28	29	34	35
皮付き大麦	17	8	20	10	30	29	26	30
炭酸カルシウム	2	1	1	1	1	1	1	1
養分含量 (乾物%)								
TDN	72	72	75	75	79	79	80	80
CP	15	15	14	14	13	13	12	12
ADF	17	16	15	14	11	10	10	9
粗飼料の								
TDN給与割合	21	18	18	14	10	8	9	7

注) (+) はIR飼料, (-) はRS飼料を表す。

第3表 試験区分

試験頭 区分数	肥育ステージ			
	育成期	前期	中期	後期
対照区	6 (-)	(-)	(-)	(-)
前期区	5 (+)	(+)	(-)	(-)
前中区	5 (+)	(+)	(+)	(-)
全期区	5 (+)	(+)	(+)	(+)

注1) (+) はIR飼料, (-) はRS飼料の給与を表す。

2) 前中区の1頭は、試験途中から発育不良となったため、試験成績から除外した。

るために、各試験飼料の乾物率を育成期および肥育前期は75%、中期および後期は80%になるように加水し、さらに夏季における混合飼料の変敗防止対策として"75% 4-ギ酸アンモニウム塩"を6月から9月にかけて0.3%添加した。

全ての試験牛は、鉄骨スレート葺き牛舎で繋留飼育とした。試験飼料は個体別に不断給餌とし、残飼を毎日計測した。各肥育ステージ毎の試験飼料の切り替えは4週間かけて段階的に行った。

敷料は鋸屑を毎日交換し、飲水・鉱塩舐飼については自由とした。

3 試験区分

試験区は、第3表のとおり全期間稲ワラを給与した対照区とIRWSを配合した試験飼料の給与期間により前期区、前中区および全期区の3試験区を設定した。

4 調査項目

調査項目は体重、飼料摂取量、と畜調査、枝肉の格付成績、理化学的性状および胸最長筋断面の画像解析とした。

体重は試験開始から4週間毎に測定した。飼料摂取量は個体別に試験飼料の給与量から残飼量を差し引いて求めた。枝肉の格付成績の内、枝肉重量、ばらの厚さ、BMSNo., BCSNo., BFSNo., 肉締まり等級については(社)日本食肉格付協会による格付成績を用い、ロース芯面積については、胸最長筋断面の輪郭をトレーシングフィルムに転写したものを、プラニメーターを用いて計測した。牛肉の詳細な理化学的性状を検査するために、枝肉の第6~8肋間の背側部位を採取し、皮下脂肪および胸最長筋を分離分割して各検査の材料とした。胸最長筋の粗脂肪含量はエーテル抽出法、水分含量は105°C乾熱法により分析した。胸最長筋中のコラーゲンについては、Hillの方法⁹⁾により77°C加温後にリングル溶液可溶性と不溶性成分に分画した後、Bergmanらの方法¹⁰⁾により各分画毎にコラーゲン量を計測した。胸最長筋の脂肪交雑粒子の画像解析は、第6-7肋間の断面をデジタルカメラで撮影した画像データについて、口田ら⁵⁾の方法により、各脂肪交雑粒子の面積、周囲長、個数について解析した。枝肉脂肪の色差については、ミノルタ社製色彩色差計(CR-200)を用いて供試飼料の胸最長筋および皮下脂肪の断面における5カ所以上のLab系値を計測し、その平均値を用いた。胸最長筋の脂肪酸組成については、中性脂肪とリン脂質の各分画について、常石ら¹⁴⁾の方法により分析した。

5 統計解析

統計解析は、得られた数値についてイタリアンライグラスサイレージの給与期間を変動要因とする最小二乗分散分析により有意差の検定を行い、各試験成績の表には平均値を記載した。

結 果

1 発育成績および飼料摂取量

第4表に対照区と各試験区の試験開始時および終了時の体重、各肥育ステージにおける1日当たり増体量と試験期間中の乾物摂取量を示した。各区の乾物摂取量に差はなかったが、育成期および肥育前期における日増体量

第4表 発育成績および飼料摂取量

試験区分	体重		日増体量					乾物摂取量
	7月	23月	育成	前期	中期	後期	通算	
	kg		kg/日					kg/日
対照区	229	636	1.15	1.05	0.73	0.67	0.87	7.9
前期区	226	679	1.24	1.14	0.78	0.84	0.97	8.2
前中区	232	651	1.30	1.08	0.73	0.66	0.90	8.2
全期区	230	664	1.22	1.12	0.74	0.77	0.93	7.9

注) 体重は、生後7ヵ月齢と23ヵ月齢時の値を記載。

第5表 枝肉成績

試験区分	枝肉重量	ロース芯面積	ばらの厚さ	BMS	BCS	BFS	肉締等級
				No.	No.	No.	
	kg	cm ²	cm	No.	No.	No.	
対照区	385	46.3	5.8	3.0	4.2	3.0	2.3
前期区	411	47.0	6.2	3.0	3.8	3.0	3.0
前中区	389	48.5	6.2	3.0	3.8	3.0	2.8
全期区	394	43.5	6.2	3.0	3.8	3.0	2.8

注) BMSNo. (牛脂肪交雑基準), BCSNo. (牛肉色基準), BFSNo. (牛脂肪色基準), 肉締等級は日本食肉格付協会による

第6表 胸最長筋の理化学的性状および画像解析結果

試験区分	水分含量	粗脂肪含量	脂肪交雑粒子画像解析			コラーゲン	
			粒子数	面積割合	形状係数	総量	熱分解率
	%	%		%		mg/g	%
対照区	61.5	19.5	108.3	20.3	52.3	2.12	23.4
前期区	61.3	19.4	110.6	21.7	61.8	2.45	13.7
前中区	61.0	20.2	99.3	23.6	61.8	2.01	18.5
全期区	60.7	20.3	102.8	26.8	60.2	2.64	12.2

注1) 脂肪交雑粒子画像解析の、面積割合は胸最長筋断面面積に対する脂肪交雑粒子総面積割合、形状係数は周囲長/面積の比率を表す。

は、RS飼料を給与した対照区に比べて、IR飼料を給与した前期区、前中区、全期区が多くなる傾向にあり、通算の日増体量もIR飼料を給与した試験区が優れる傾向にあった。

2 枝肉成績

第5表に対照区と各試験区における枝肉成績を示した。枝肉重量とロース芯面積に一定の傾向は認められなかったが、ばらの厚さはIR飼料を給与した前期区、前中区、全期区が対照区に比べて厚くなる傾向にあった。肉質については、BMSNo.とBFSNo.は各区間に差がなかったが、BCSNo.は対照区が4.2に対して前期区、前中区、全期区ともに3.8となり、肉締まり等級は対照区が2.3に対して前期区3.0、前中区2.8、全期区2.8と、IR飼料を給与した試験区が優れる傾向にあった。

3 胸最長筋の理化学的性状および画像解析

第6表に胸最長筋(ロース芯)の理化学的性状と画像解析による分析値を示した。水分および粗脂肪含量については各試験区の間には差はなかった。脂肪交雑粒子の画像解析において、粒子数は一定の傾向が認められなかったが、脂肪交雑粒子の面積割合は対照区の20.3%、前期区21.7%に対して前中区23.6%、全期区26.8%と若干大きくなる傾向にあった。また、脂肪交雑粒子の形の複雑さを表す形状係数は、対照区が52.3であるのに対して前期区61.8、前中区61.8、全期区60.2と、IR飼料を給与した3つの試験区で大きくなる傾向にあった。

コラーゲンにおいては、総量に一定の傾向は認められなかったが、77℃熱分解率は対照区が23.4%であるのに対して、前期区13.7%、前中区18.5%、全期区12.2%とIR

飼料を給与した3つの区で低くなる傾向を示した。

4 枝肉の色差色調

第7表に胸最長筋および皮下脂肪の色差に関する分析値を示した。胸最長筋のL*(明度)は対照区43.8、前期区43.9に対して前中区46.6、全期区47.3であった。a*(赤色度)は対照区の21.7に対して前期区20.4、前中区19.3、全期区19.8とIRWSを給与した3つの区で低くなる傾向にあった。皮下脂肪のL*、a*に一定の傾向は認められなかったが、b*(黄色度)については、対照区6.2、前期区5.6に対して前中区8.0、全期区8.3とIR飼料を肥育中期以降まで給与した区が有意に高くなった。

5 胸最長筋の脂肪酸組成

第8表に胸最長筋中の中性脂肪とリン脂質の各々について総不飽和脂肪酸、リノール酸およびリノレン酸の割合を示した。中性脂肪においては各脂肪酸の割合に試験区間の差はなく、一定の傾向も認められなかった。リン脂質中のリノール酸については、対照区27.4%、前期区22.5%、前中区24.0%、全期区23.1%と、対照区に対してIR飼料を給与した3つの区で少なかった。逆にリノレン酸は、対照区1.0%、前期区1.3%、前中区1.6%、全期区1.6%とIR飼料を給与した3つの区において高かった。

考 察

今回、枝肉の格付成績において、BMSNo.とBFSNo.にはIRWS給与の影響は認められなかったが、BCSNo.と肉締まり等級はIR飼料を給与した3つの試験区で優れる傾向にあった。

三橋ら⁷⁾はカロテン等の色素を含有する飼料を黒毛和

第7表 枝肉の色差色調

試験 区分	胸最長筋			皮下脂肪		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
対 照	43.8	21.7	10.7	79.4	2.8	6.2 ^a
前期区	43.9	20.4	9.8	78.6	2.9	5.6 ^a
前中区	46.6	19.3	10.0	78.7	1.9	8.0 ^b
全期区	47.3	19.8	10.1	78.4	2.6	8.3 ^b

注1) 縦列異符号はP<0.05で有意差有り。

2) L*は明度, a*は赤色度, b*は黄色度。

種去勢牛に給与すると枝肉の肉色および脂肪色が濃くなる傾向にあると報告しているが、本試験では稲ワラを給与した対照区よりもIRWSを給与した試験区において肉色の濃さを表すBCSNo.は小さくなる傾向にあり、三橋らの報告とは異なった結果となった。対照区と各試験区のa*とb*に大きな差はないことから筋肉の色自体へのカロテン等の影響はなかったと考えられるが、IR飼料を給与した3試験区は、画像解析における脂肪交雑粒子の形状係数が大きくなっており、脂肪粒子が筋肉の間にモザイク状に細かく入っていたことを示していた。このため、IR飼料を給与した試験区の肉色は相対的に薄く判定され、BCSNo.が小さくなったと考えられる。一方で、皮下脂肪の黄色度は肥育中期以降もIR飼料を給与した前中区および全期区で有意に高かった。この結果は三橋ら⁷⁾のカロテンによる脂肪色の濃色化に関する報告と一致している。カロテン等の色素は筋肉よりも脂肪組織への影響が大きく、肥育中期以降までIRWSを給与しなければ、脂肪中にIRWS由来の色素が沈着し、皮下脂肪が黄色化することはないものと考えられた。

IR飼料を給与した前期区、前中区、全期区における胸最長筋中コラーゲンの熱分解率は対照区よりも低く、肉締まり等級とは逆の傾向を示した。筋肉中のコラーゲンは筋繊維と脂肪組織を支える網状の指示構造物であり、豚肉や鶏肉ではコラーゲンの熱分解性は筋肉の固さと関連について検討されており、牛肉においても肉の締まりや固さとの関係が注目されている。Listrat⁸⁾は、牛肉の可溶性コラーゲンは、乾草よりもサイレージを給与した牛で低くなり、熱分解性が低下することを報告している。本試験においても、サイレージの給与によりコラーゲンの熱分解性が低下したものと考えられるが、サイレージ給与とコラーゲンの熱分解性および牛肉の肉締まりとの関係は未だ明らかではない。しかし、コラーゲンの熱分解性が低い試験区において肉締まり等級が高い傾向にあり、それらが肥育前期までIR飼料を給与した試験区全てで認められたことは、肥育前期における給与粗飼料によって、牛肉中のコラーゲン性状や肉の締まりが変化する可能性があることを示唆している。

胸最長筋中脂肪の脂肪酸組成においては、リノール酸含有量はRS飼料を給与した試験区に比べてIR飼料を給与した試験区で少なくなり、リノレン酸含有量はIRWS給与期間が長くなると多くなる傾向が認められた。常石ら^{13,15)}は、肥育牛に給与される高度不飽和脂肪酸が、牛

第8表 胸最長筋の脂肪酸組成

試験 区分	中性脂肪			リン脂質		
	tUFA	リノール酸	リノレン酸	tUFA	リノール酸	リノレン酸
	%	%	%	%	%	%
対 照	54.9	1.3	0.1	64.3	27.4 ^a	1.0 ^a
前期区	55.1	1.3	0.2	63.3	22.5 ^b	1.3 ^b
前中区	56.1	1.5	0.2	67.7	24.0 ^{ab}	1.6 ^c
全期区	52.3	1.3	0.2	63.4	23.1 ^b	1.6 ^c

注1) 縦列異符号(a, b, c)間には有意差(P<0.05)有り。

2) tUFA総不飽和脂肪酸を表す。

肉中の脂肪酸組成に大きく影響することを報告している。一般にリノール酸やリノレン酸のような必須脂肪酸は飼料が唯一の供給源であり、リノール酸はトウモロコシ等の穀類に、リノレン酸は牧草類に多く含まれる^{9,13)}。今回、試験飼料のTDNを統一するために、IR飼料はRS飼料よりもトウモロコシの混合割合が少なくなった。このため、RS飼料に比べてIR飼料中のリノール酸は少なく、リノレン酸は多くなり、IR飼料を給与した前期区、前中区および全期区の脂肪酸組成も対照区に比べてリノール酸は少なく、リノレン酸は多くなったものと推察される。

一方で中性脂肪の脂肪酸割合には試験区間による差は認められなかった。一般に生体内における中性脂肪の役割はエネルギー源の貯蔵であり代謝率も高いといわれており、その脂肪酸組成にも肥育前期よりも後期における給与飼料の影響が強くなると考えられる。また、岡ら¹⁴⁾は肥育後期の粗飼料によるTDN給与割合が15%以下の場合、牛肉脂肪中の脂肪酸組成に影響はないことを報告している。本試験において各試験区の後期給与飼料の粗飼料によるTDN給与割合は10%未満になっていた。このため、中性脂肪の脂肪酸組成には試験区間の差が認められなかったものと考えられる。これに対してリン脂質は細胞膜等の主要な構成成分であり、代謝率は低いといわれている。このため、リン脂質中には育成期や肥育前期に摂取した飼料の脂肪酸組成が出荷時まで残ったものと考えられる。

今回の結果から、IRWSの給与は交雑種去勢肥育牛における枝肉の肉色、肉の締まり、筋肉中のコラーゲン性状および脂肪酸組成に影響を及ぼし、その効果はIRWSを肥育前期まで給与するだけで出荷時まで保たれることが示唆された。このことは、効率的な牛肉生産における飼養管理の重要性をあらためて認識させるものである。また、本試験の結果から、従来から餌の影響を受けにくいと考えられてきた牛肉脂肪についても、飼養管理方法を見直すことで、必須脂肪酸の様な生理的機能成分を増強させた、付加価値が高い、新しい牛肉の開発も可能性が認められる。しかしながら、牛肉の構成成分に飼料中の栄養成分が影響する機構や相互関係は不明確なままである。今後は、IRWS等の粗飼料やそれらと組み合わせる濃厚飼料中のデンプンや脂質等が牛肉の成分および性状等に及ぼす影響については、更に詳細な検討が必要である。

謝 辞

本試験の実施にあたり、枝肉の脂肪酸分析を実施していただいた独立行政法人九州沖縄農業研究センター畜産飼料作研究部栄養生理研究室、枝肉の格付成績を提供いただいた(社)日本食肉格付協会、枝肉の検査材料採取等に協力いただいた福岡食肉市場株式会社ならびに福岡市食肉衛生検査所に深謝する。

研究補助

小能見金善, 森章一郎, 上瀧英治, 小河淳史, 力丸直

引用文献

- 1) Bergman, I. and R. Loxley. (1963) Two improved and simplified methods for the spectrophotometric determination on hydroxyproline. *Anal. Chem.*, 1961-1965.
- 2) 後藤 治・中島啓介・福田憲和(1993)交雑種去勢牛(BD)に対する肥育前期飼料のエネルギー水準. 福岡農総試研報 C-12 : 9-12.
- 3) 後藤 治・中島啓介・福田憲和(1995)交雑種去勢牛(BD)の肥育後期飼料の TDN 水準及び濃厚飼料中の糟糠類と穀類の割合が良質牛肉生産に及ぼす影響. 福岡農総試研報 14 : 177-180.
- 4) Hill, F. (1966) The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various Ages. *J. Food Sci.*, 31:161-165.
- 5) 口田圭吾・栗原晃子・鈴木三義・三好俊三(1997)画像解析によるロース芯断面内脂肪交雑粒子に関する客観的評価法. 日畜会報, 68 (9) : 878-882.
- 6) Listrat, A., N. Rakadjiyski, C. Jurie, B. Picard, C. Touraille and Y. Geay. (1999) Effect of Type of Diet on Muscle Characteristics and Meat Palatability of Growing
Salers Bulls. *Meat Sci.*, 53:115-124.
- 7) 三橋忠由・北村豊・三津本充・山下良弘・小沢忍(1988)黒毛和種去勢牛の脂肪組織における脂肪酸組成並びに色調に及ぼす給与飼料の影響. 中国農試研報, 3:71-79.
- 8) 農林水産技術会議編, 日本標準飼料成分表(1995)中央畜産会.
- 9) 農林水産技術会議編, 日本標準飼料成分表(2001)中央畜産会.
- 10) 大石登志雄・竹原 誠・藤島直樹・柿原孝彦(1988)粗飼料多給による乳用種去勢牛の肥育技術. 福岡農総試研報 C-7;7-12.
- 11) 岡 章生・岩本史之・道後泰治(2001)肥育中期以降の粗飼料給与レベルが但馬牛去勢牛の増体と肉質に及ぼす影響. 兵庫農技研報, 37:14-19.
- 12) 常石英作・佐藤 博・渡辺 彰(1993)肉用牛の肥育前期における高繊維質粗飼料の給与が肥育後期の増体に及ぼす影響. 日畜会報, 64(4):386-394.
- 13) TSUNEISHI Eisaku, Masatoshi MATSUZAKI, Nobuya SHIBA and Shinichirou HARA (1999) Conjugated Linoleic Acid Concentrations in Adipose Tissues of Japanese Black Fattening Steers. *Anim. Sci. J.*, 70(6): 547-550.
- 14) 常石英作・柴伸弥・松崎正敏(2001)ガズクロマトグラフィでのカラム温度変更による牛肉中微量脂肪酸の同定方法. 西日本畜産学会報, 44:107-110.
- 15) 常石英作・柴伸弥・松崎正敏(2002)肥育牛に対するアマニ油脂脂肪酸カルシウム給与が筋肉中脂肪酸組織に及ぼす影響. 九州農業研究, 65:113.