

## 肉用牛に対する食品残さの飼料化試験 食品残さ飼料の交雑種肉用牛に対する給与効果の検討

水宅清二・秋山清・折原健太郎・鈴木貢<sup>1</sup>・江口淳<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>中央カンセー株式会社、<sup>2</sup>株式会社ハクファージヤホン)

Study of Processing Food Waste as a Feed for Beef Cattle  
Effect of Feeding Food Waste Diets on Crossbred between Japanese Black Bulls and Holstein Cows

Seiji MIZUYA, Kiyoshi AKIYAMA, Kentarou ORIHARA,  
Mitsugu SUZUKI and Jun EGUCHI

植物性食品製造残さを高温乾燥処理した食品残さ飼料のみを濃厚飼料として用い、飼料中のNDF割合により高NDF区及び低NDF区の2試験区を設け、交雑種肉用牛に対する給与効果を検討した。

26ヶ月齢まで肥育した結果、発育状況、枝肉成績ともに高NDF区が低NDF区を上回る傾向が見られたが、有意な差ではなかった。試験牛肉の嗜好型官能評価においては、市販配合飼料給与による交雑種肉用牛肉と比べて同等以上の評価となった。また、血液性状及び第一胃内容液性状については両区に有意な差はなく、いずれも標準値の範囲内で推移し、健康状態に問題は見られなかった。

このことより、交雑種肉用牛に対し、肥育全期間を通して濃厚飼料として食品残さ飼料を100%給与することが可能であると確認された。

キーワード：植物性食品製造残さ、高温乾燥処理、食品残さ飼料、  
交雑種肉用牛、NDF

近年、資源リサイクルによる廃棄物の減量化及び飼料自給率向上の観点から、食品廃棄物の再利用化が全国で推進されている。

当センターにおいても、食品残さ飼料の交雑種肉用牛に対する利用の可能性を検討するため、平成13～15年度に植物性食品製造残さを高温発酵乾燥処理した飼料を用いて肥育試験を実施した。

その結果、市販飼料の25及び50%を食品残さ飼料で代替した場合に、市販飼料のみ給与の場合と遜色のない肥育成績となり、食品残さ飼料の有効性を確認した。また、肥育前期の飼料中NDF割合の違いによる発育の差が示唆された<sup>1)</sup>。

これらをふまえ、食品残さ飼料の利用率の向上を目指し、交雑種肉用牛に対して濃厚飼料をすべて食品残さ飼料で給与した場合の、肥育の可能性を検討した。

### 材 料

1. 試験牛  
交雑種肉用去勢牛8頭（黒毛和種♂×ホルスタイン種♀、種雄牛は東龍）
2. 供試飼料  
原料として安定的に入手可能なパンくず、乾燥オカラ、乾燥もやし、野菜くずの4種類を用い、表1に示す配合割合で80℃にて5時間高温乾燥処理したものを食品残さ飼料とした。

表1 食品残さ飼料の配合割合（原物重量%）

	肥育前中期	肥育後期
パンくず	40	50
乾燥オカラ	15	10
乾燥もやし	10	5
野菜くず	35	35

## 方 法

### 1. 試験区（表2）

（1）高NDF区：食品残さ飼料とスーダングラス乾草を6:4の原物重量比で給与する区

（2）低NDF区：食品残さ飼料とスーダングラス乾草を7:3の原物重量比で給与する区

試験牛は各区4頭とした。

なお、試験区は肥育前期のみ設け、肥育中期は食品残さ飼料と稲わらを10:2の割合で、肥育後期は同10:1.5の割合で混合した飼料を全試験牛に給与した。

飼料は自由摂取とし、選択採食を防止するため食品残さ飼料と粗飼料を十分に混合した。また、ミネラル補給及び尿石予防のため、鉍塩及び固形利尿剤を常置した。

### 2. 試験期間

平成16年4月～平成19年3月

肥育期間は7～26ヶ月齢とし、7～12ヶ月齢を肥育前期、14～20ヶ月齢を肥育中期、21～26ヶ月齢を肥育後期とした。13ヶ月齢は前期から中期への飼料切り替えのための馴致期間とした。

### 3. 試験調査項目

#### （1）飼料成分

食品残さ飼料は月1回サンプリングし、水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗灰分を公定法により、粗繊維、NDFをファイバーバックシステムにより、βカロテンを高速液体クロマトグラフ法（以下、HPLC法とする）により分析を実施。

#### （2）飼料摂取量

毎日測定

#### （3）体重及び体高

2週間毎に測定

#### （4）血液性状

ビタミンAについてはHPLC法により、一般生化学検査については血液検査測定器（Vet Test、（株）アテックス製）により3ヶ月毎に測定。

#### （5）第一胃内容液性状

経口カテーテルを用いて第一胃内容液を採取し、pHについてはpHメーターにより、VFAについてはHPLC法により7、12、20、26ヶ月齢時に測定。

#### （6）枝肉成績

（社）日本食肉格付協会によると畜時の枝肉格付により評価。

#### （7）肉質評価

第6～7胸椎間の胸最長筋をサンプリングし、ミンチ状に処理したのち水分、粗脂肪及び粗蛋白質割合を公定法により測定。また、胸最長筋周囲の筋間脂肪をサンプリングして凍結後、（財）日本食品分析センターにガスクロマトグラフ法による脂肪酸組成分析を委託。

#### （8）官能評価

- ・試験試料：高NDF区の試験牛肉
- ・対照試料：試験牛と同時期に市販配合飼料給与により肥育した交雑種肉用牛肉
- ・評価部位：かたロース
- ・パネリスト：当センター職員46名及び共立女子短期大学生生活科学科の職員及びび学生30名
- ・評価法：焼き肉用にスライスした試料牛肉を用い、味付けせずにホットプレートで表裏15秒ずつ加熱後、直ちに評価。評価は嗜好型による比較とし、パネリストに試験試料、対照試料の別を知らせずに実施。

表2 試験区の構成及び給与飼料成分（乾物重量%）

	試験区	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	NDF	粗灰分	TDN	粗飼料由来NDF
肥育前期	高NDF区(6:4)	14.6	4.0	57.7	17.6	43.7	6.1	76.8	27.6
	低NDF区(7:3)	15.7	4.4	59.2	15.3	39.7	5.4	81.0	20.8
肥育中期	(10:2)	16.7	4.9	59.8	11.8	33.4	6.8	84.3	10.8
肥育後期	(10:1.5)	16.2	4.8	64.8	9.0	27.0	6.0	87.0	8.4

※（ ）内は食品残さ飼料と粗飼料の給与割合（原物重量%）

## 結 果

### 1. 飼料成分（表3）

原料の配合割合については、乾物粗蛋白質割合が市販配合飼料に近く、乾物粗脂肪割合が6%以下となるように、また飼料調製機への負荷を考慮し、原物水分割合が50%程度になるよう設計した。

飼料成分については、試験期間を通して設計値に近い値となっており、また月毎の値のばらつきも非常に小さかった。

なお、βカロテンはビタミンAに換算して1kgあたり880～960IUの含有量であった。

表3 飼料成分（乾物重量%）

食品残さ飼料		粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	NDF	粗灰分	TDN	βカロテン
前中期	設計値 <sup>1)</sup>	19.1	5.1	63.4	8.8	25.8	3.6		
	分析値 <sup>2)</sup>	19.1±0.5	5.7±0.7	63.7±1.7	8.1±0.9	27.2±2.1	3.4±0.2	90.7	2.4±1.5
後期	設計値 <sup>1)</sup>	17.6	4.7	68.6	5.7	20.8	3.4		
	分析値 <sup>2)</sup>	17.7±0.2	5.4±0.4	67.8±0.8	5.8±0.5	21.3±0.8	3.4±0.1	93.3	2.2±0.7

1) 原料の成分分析値に基づき計算した値

2) 試験期間中の月毎の成分分析値の平均±標準偏差、βカロテンのみmg/kg

## 2. 飼料摂取量（表4）

肥育前期の飼料摂取量は試験区の設定を反映し、粗飼料摂取量は高NDF区が、濃厚飼料及びTDN摂取量は低NDF区が高い値となった。逆に、肥育中期以降のTDN摂取量は高NDF区が低NDF区を上回って推移した。

この結果、肥育全期間の飼料摂取量及びTDN摂取量は、高NDF区が低NDF区より多くなったが、有意な差ではなかった。

表4 飼料摂取量（1頭あたり、kg）

		飼料摂取量			TDN摂取量
		粗飼料	濃厚飼料	合計	
肥育前期 (7~13ヶ月齢)	高NDF区	585±30	913±48	1465±60	1131±58
	低NDF区	477±47	1080±97	1527±126	1226±112
肥育中期以降 (14~26ヶ月齢)	高NDF区	493±41	2738±227	3231±268	2712±226
	低NDF区	455±45	2528±243	2982±287	2503±240
肥育全期間 (7~26ヶ月齢)	高NDF区	1078±66	3651±251	4696±301	3843±260
	低NDF区	931±76	3608±289	4509±341	3729±297

## 3. 発育状況（表5、図1及び2）

体重及び日増体量は、14ヶ月齢までは両区ではほぼ同様であったが、その後高NDF区が低NDF区を上回って推移した。肥育終了時の26ヶ月齢で両区の体重差は42kgとなったが、有意な差ではなかった。体高については両区ほぼ同様であった。

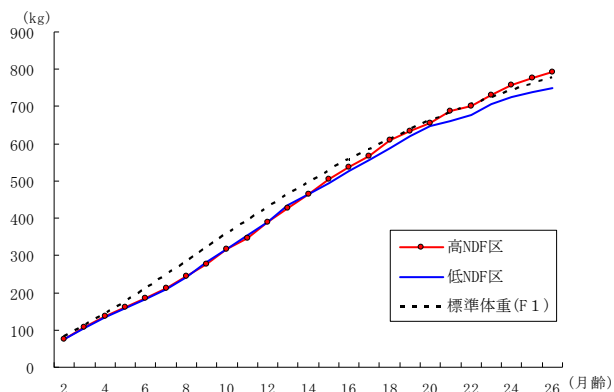


図1 体重推移

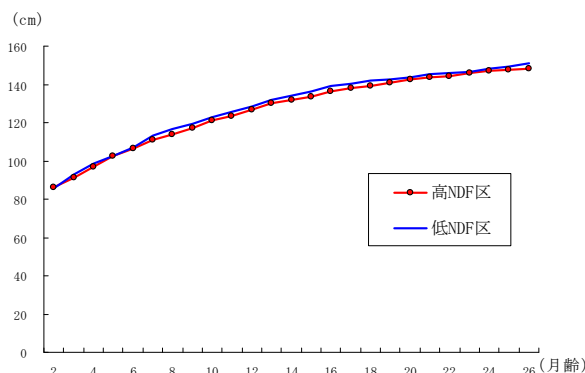


図2 体高推移

表5 体重、日増体量及び体高

		高NDF区	低NDF区
体重(kg)	7ヶ月齢	213±17	210±7
	12ヶ月齢	389±22	389±13
	20ヶ月齢	655±38	647±53
	26ヶ月齢	792±63	750±81
日増体量(kg)	7~12ヶ月齢	1.21±0.06	1.24±0.13
	14~20ヶ月齢	1.06±0.13	0.96±0.20
	21~26ヶ月齢	0.71±0.19	0.61±0.26
	0~26ヶ月齢	0.97±0.08	0.92±0.12
体高(cm)	7ヶ月齢	111±2	113±4
	12ヶ月齢	127±2	128±3
	20ヶ月齢	142±2	144±3
	26ヶ月齢	148±3	151±3

## 4. 血液性状（表6及び図3）

血中ビタミンAは両区とも同様の推移を示し、16ヶ月齢まで70~100IUで推移し、20ヶ月齢で50IU前後に下がった後再び上昇し、肥育終了時にはおよそ60IUであった。

血液生化学成分は、両区とも肥育前期においてMg及びPHOSの値が標準をやや上回ったが、肥育中期以降はすべての検査項目について標準の範囲内で推移し、両区に差は見られなかった。

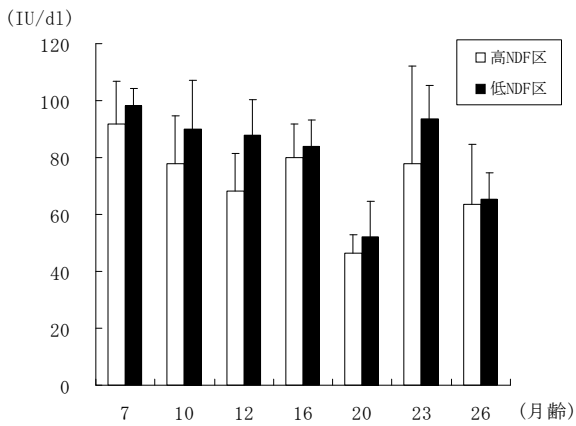


図3 血中ビタミンAの推移

5. 第一胃内容液性状 (表7)

pHについては両区とも標準値の範囲で推移し、差は見られなかった。また総VFA濃度についても差は見られなかった。

A/P比については、12ヶ月齢において高NDF区の値が2.9と、低NDF区の2.1に比べ高い傾向を示した (P=0.065)。

6. 枝肉成績及び肉質評価 (表8、9、10)

等級については、高NDF区が低NDF区を上回った。また歩留基準値についても、高NDF区の値が低NDF区を上回る傾向が見られた (P=0.07)。

枝肉単価及び販売金額についても高NDF区が低NDF区を上回っており、食肉市場における枝肉の評価は高NDF区の方が高い傾向を示した。

表6 血液生化学成分

	7ヶ月齢	10ヶ月齢	12ヶ月齢	16ヶ月齢	20ヶ月齢	23ヶ月齢	26ヶ月齢
高NDF区							
TP (g/dl)	6.9	7.0	7.5	7.3	7.6	7.4	7.6
GLU (mg/dl)	97	91	93	89	73	76	90
BUN (mg/dl)	5	12	14	14	14	13	12
CHOL (mg/dl)	99	143	186	208	197	209	214
AST (U/L)	70	74	56	84	84	72	86
GGT (U/L)	23	30	36	41	39	41	40
Ca (mg/dl)	10.4	10.7	10.5	10.2	9.4	10.0	9.9
Mg (mg/dl)	2.42	2.25	2.55	2.23	2.17	2.14	2.21
PHOS (mg/dl)	9.3	8.1	9.3	7.5	7.3	7.5	6.5
低NDF区							
TP (g/dl)	6.7	7.4	7.1	7.5	7.8	7.5	7.4
GLU (mg/dl)	102	90	92	88	75	75	83
BUN (mg/dl)	4	11	13	13	14	14	13
CHOL (mg/dl)	94	169	218	238	187	151	173
AST (U/L)	71	80	57	69	82	93	91
GGT (U/L)	21	40	33	38	40	36	38
Ca (mg/dl)	10.5	10.6	10.2	10.2	10.2	9.9	9.9
Mg (mg/dl)	2.46	2.68	2.55	2.33	2.26	2.12	2.05
PHOS (mg/dl)	8.6	8.9	8.1	7.1	7.6	7.7	7.2

表7 第一胃内容液性状

	pH	総VFA濃度 (mmol/dl)	モル比率 (%)			A/P比	
			酢酸	プロピオン酸	その他		
7ヶ月齢	高NDF区	6.84	8.12	70.3	19.8	9.9	3.6
	低NDF区	6.72	7.81	70.7	17.9	11.4	4.0
12ヶ月齢	高NDF区	7.20	7.77	66.7	22.9	10.4	2.9
	低NDF区	7.05	7.12	60.8	29.4	9.8	2.1
20ヶ月齢	高NDF区	6.43	7.29	53.8	38.2	8.1	1.4
	低NDF区	6.39	8.21	56.2	36.5	7.3	1.6
26ヶ月齢	高NDF区	7.01	5.47	51.6	35.0	13.4	1.5
	低NDF区	6.65	7.38	49.5	33.1	17.4	1.5

表 8 枝肉成績

試験区	等級	枝肉重量 (kg)	歩留基準値 (%)	ロース芯面積 (cm <sup>2</sup> )	バラ厚 (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	BMS No.	BCS No.	縮まりきめ等級	枝肉単価 (円)	販売金額 (千円)
高NDF区	B3、B3、B3、B2	491±41	69.8±0.5	49±6	7.1±0.7	2.8±0.5	3.8±0.5	4.0	2.8	1,438	731
低NDF区	B3、B3、C3、C2	464±53	68.8±0.7	44±6	6.3±0.7	3.0±0.6	3.3±1.0	4.0	2.8	1,285	615

肉の成分組成については、水分割合は低NDF区が高NDF区より高い傾向が見られ (P=0.09)、逆に粗脂肪割合は高NDF区が低NDF区より高い傾向が見られた (P=0.12)。この傾向は、等級の等しい供試牛 (3等級) を両区で比較した場合にも見られた。なお、粗蛋白質割合は両区間で差は見られなかった。

脂肪酸組成については、各脂肪酸及び飽和脂肪酸、一価及び二価不飽和脂肪酸のいずれについても両区で差は見られなかった。

表 9 肉質成分 (%)

	高NDF区	低NDF区
水分	50.4±4.1	55.7±3.4
	48.4±1.6 <sup>a</sup>	54.2±1.5 <sup>b</sup>
粗脂肪	32.7±5.3	25.7±5.4
	35.2±2.1 <sup>a</sup>	28.3±1.8 <sup>b</sup>
粗蛋白質	16.3±1.1	17.8±2.0
	16.0±1.0	16.8±0.4

※上段は全供試牛 (n=4)、下段は3等級 (n=3)

※胃符号間に有意差あり (P<0.05)

表10 脂肪酸組成 (%)

脂肪酸組成	高NDF区	低NDF区
ミスチン酸 (14:0)	3.3	3.0
ミストレン酸 (14:1)	1.1	1.0
パルミチン酸 (16:0)	25.1	23.7
パルミトレイン酸 (16:1)	3.8	3.9
ステアリン酸 (18:0)	11.9	11.7
オレイン酸 (18:1)	40.0	42.3
リノール酸 (18:2, n-6)	3.8	3.8
α-リルン酸 (18:3, n-3)	0.5	0.5
未同定	7.4	7.3
飽和脂肪酸	42.2	40.0
不飽和脂肪酸	50.4	52.7
一価不飽和脂肪酸	46.1	48.4
多価不飽和脂肪酸	4.4	4.3

### 7. 官能評価 (図4～7)

対照試料の牛肉を基準として試験試料の牛肉の優劣を嗜好型により評価した結果、食感、風味、うまみ、脂の質など、ほぼすべての項目において試験試料が対照試料を上回った。

なお、牛肉の外観及び好みについては、両試料ほぼ同等の評価であった。

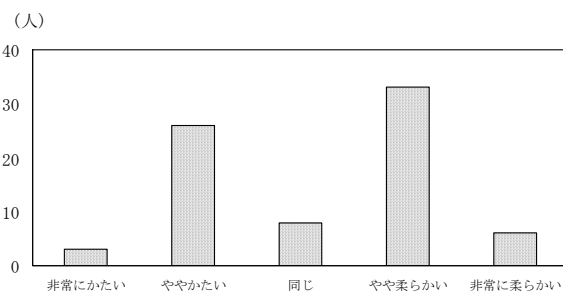


図 4 食感の評価

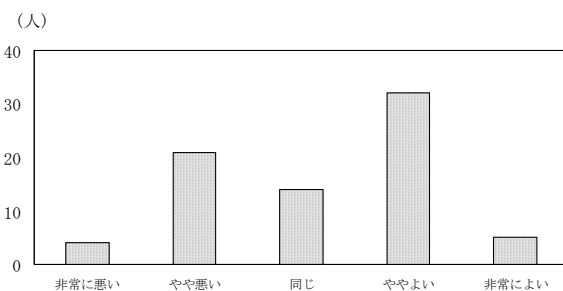


図 5 風味の評価

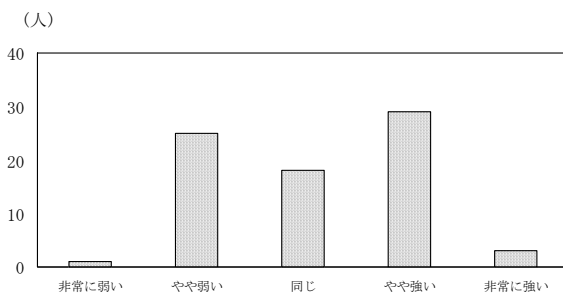


図 6 うまみの評価

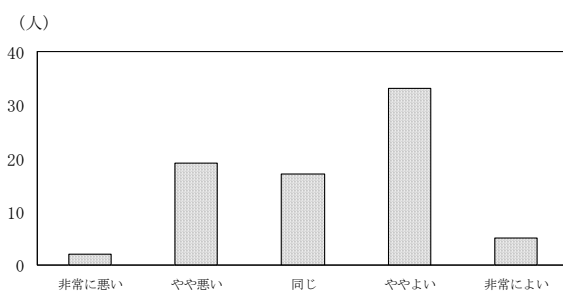


図 7 脂のなめらかさの評価

## 考 察

本試験は、植物性食品製造残さのみを原料として飼料を調製し、食品残さ飼料のみを濃厚飼料として交雑種肉用牛に給与した場合の肥育の可能性を検討したものである。

今回使用した食品残さ飼料は、本給与試験に先立ち調製した配合割合の異なる5種類の食品残さ飼料のうち、最も嗜好性の高かったものである。

まず飼料成分であるが、極めて設計値に近く、試験期間を通して安定した値であった。これは、原料の調達及び調製において、原料分別や飼料調製が高い精度で行われたためと考えられる。

次に給与試験であるが、飼料摂取量及び発育状況については、有意な差ではなかったものの高NDF区が低NDF区を上回る傾向が見られた。両試験区における飼料中NDF割合を比較すると、高NDF区の43.7%に対し低NDF区は39.7%であるが、粗飼料由来NDFについては同27.6%に対し20.8%であり、6.8%の大きな差となっている。肉用牛の給与飼料中NDF水準に関しては明確な推奨値は示されていないが、黒毛和種に関する研究で、給与飼料中のNDF割合が38%程度の場合が同28%や33%に比べ出荷時体重、枝肉重量、ロース芯面積において優れた肥育結果が得られたという報告がある<sup>2)</sup>。

今回の試験のように、パンくずやオカラなど第一胃内での分解性が高い原料を多く含む食品残さ飼料を給与する場合、肥育前期に物理性の高い粗飼料由来のNDFを通常より多く給与することが、肥育中期以降の飼料摂取量の向上や体重増加に対して効果があることが示唆された。

血中ビタミンAについては、これまでの研究報告から、15ヶ月齢で100~120IU、20ヶ月齢で40~50IU、以降27ヶ月齢まで50IUに維持することが適正制御として推奨されている<sup>3)</sup>。本試験では飼料によるビタミンA制御は実施していない。しかし、食品残さ飼料に含まれるβカロテンにより、肥育前期にはビタミンAに換算して1日1頭あたり7,000IU程度、後期には5,000IU程度を給与することとなり、結果的に適正なビタミンA制御が行われたと考えられる。

血液生化学成分及び第一胃内容液性状については特に異常は見られず、健康状態に問題は見られなかった。

なお、A/P比について肥育前期終了時の12ヶ月齢時に両区で差が見られたが、これは高NDF区において肥育前期の粗飼料摂取量が多かったため、VFAの酢酸モル比率が高くなり、その結果A/P比が低NDF区より高くなったと考えられる。

肉の成分組成については、高NDF区が低NDF区

に比べ粗脂肪割合が高く水分割合が低い結果となった。

枝肉成績についても、等級や歩留基準値において高NDF区が低NDF区を上回っており、その他の項目についても有意な差ではなかったものの高NDF区が低NDF区を上回る傾向が見られた。

また嗜好型の官能評価については、ほぼすべての項目において高NDF区の牛肉が一般的な交雑種肉用牛肉を上回る結果となり、食品残さ飼料を給与した牛肉は食肉としても高い評価が得られた。

以上の結果より、粗蛋白質やTDN等の栄養成分を市販の肉用配合飼料に近い割合で配合し、嗜好性も考慮して設計した食品残さ飼料は、肥育全期間を通して濃厚飼料として100%給与することが可能であると確認された。

## 謝 辞

本試験の実施にあたりご指導・ご協力を頂いた日本大学生物資源科学部 動物資源科学科 動物栄養科学研究室 阿部亮教授ならびに神奈川県肉牛経営者協議会 青木義賢氏、官能評価の実施にあたりご指導・ご協力を頂いた共立女子短期大学生活科学科 津田淑江教授ならびに調理科学研究所の皆様、肉質分析のための胸最長筋採取に際しご協力を頂いた横浜食肉市場株式会社の皆様に深く感謝の意を表します。

## 引用文献

- 1) 水宅清二・平原敏史・折原健太郎・秋山清・丹波義彰・鈴木貢・西村勝志. 肉用牛に対する食品残さの飼料化試験 食品残さ飼料の交雑種肉用牛給与試験. 神奈川県畜産研究所研究報告, 90: 72-76. 2005.
- 2) 三谷克之輔・阿部亮ほか. F<sub>1</sub>生産の理論と実践. 肉牛新報社. 189-190. 1999.
- 3) 大分県畜産試験場ほか. ビタミンAの適正制御による高品質牛肉生産技術の開発. 九州地域重要新技術研究成果, No.33: 80-96. 1999.