

# 交雑種去勢牛の肥育中期以降における飼料中第一胃分解性タンパク質割合および大麦とトウモロコシの配合割合が産肉性に及ぼす影響

浅岡壮平\*・浅田研一・稲田 淳・磯崎良寛

飼料中の第一胃分解性タンパク質割合および大麦とトウモロコシの配合割合が、発育性および枝肉性状に及ぼす影響を検討するために、交雑種去勢牛18頭を用い、肥育中期(14.6~19.2ヵ月齢)および肥育後期(~25.1ヵ月齢)の肥育試験を実施した。飼料中の可消化養分総量(TDN)および粗タンパク質(CP)の割合を同一とした上で、CP中の分解性タンパク質割合を61.6~66.7%とした高分解区および55.8~59.7%とした低分解区の2区と、大麦多給区とトウモロコシ多給区の2区を組み合わせるにより計4区を設定した。試験の結果、低分解区では、肥育中期、後期ともに、飼料摂取量が有意に増加した。増体は、低分解区で肥育中期に増加する傾向が見られ、体重でも、肥育後期に有意に重くなった。枝肉性状では、肉色基準値(BCS No.)に交互作用が認められ、高分解-トウモロコシ多給区が他区に比べ有意に高かった。また、胸最長筋内脂肪のオレイン酸割合でも交互作用が認められ、高分解区では大麦多給区とトウモロコシ多給区でほとんど差がないのに対し、低分解区においては大麦多給区でオレイン酸割合が低く、トウモロコシ多給区では高かった。これらのことから、肥育中期以降に粗タンパク質中の第一胃分解性タンパク質割合を56~60%程度とすることにより枝肉重量の増加が期待できること、また、分解性タンパク質割合と大麦とトウモロコシの配合割合により、枝肉の肉色および胸最長筋内のオレイン酸割合をコントロールできる可能性が示唆された。

[キーワード：第一胃分解性タンパク質、大麦、トウモロコシ、増体量、脂肪酸]

Effects of Composition Rate of Rumen Degradable Protein (RDP), Barley and Corn on the Fattening Performance and the Meat Quality of Crossbred Steers after the Middle Period. ASAOKA Sohei, Kenichi ASADA, Sunao INADA and Yoshihiro ISOZAKI (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 28:74-78(2009)

We examined the combined effects of composition rate of Rumen degradable protein (RDP), Barley and Corn in feed during the middle period (14.6-19.2 months of age) and the latter period (~25.1 months of age) on fattening performance and meat quality, using eighteen cross-bred steers. The comparative study was carried out by grouping the subject steers into four groups; four combinations of two proportions of RDP (61.6 ~ 66.7% as Higher level and 55.8 ~ 59.7% as Lower level) in Crude Protein (CP) and two different rates of Barley and Corn content (Mainly-Barley and Mainly-Corn), keeping constant the amount of Total digestible nutrition (TDN) and CP.

Feed intake increased significantly in the Lower level RDP fed groups both in the middle and the latter periods. The daily gain tended to increase in the Lower level RDP fed groups in the middle period and body weight also increased in the latter period, significantly. Concerning meat quality, interaction effects were observable, and with regard to the Beef Color Standard (BCS No.), the combination of High level RDP and Mainly-Corn fed group registered the highest number among the four groups. Furthermore, interaction effects were observed also on the rate of oleate content in total fatty acids of longissimus thoracis muscle lipid. The rate of oleate content was higher in the Mainly-Barley fed group under the condition of Lower level of RDP, while there was no difference between the Mainly-Barley fed group and the Mainly-Corn fed group under the condition, Higher level of RDP having been fed.

These results suggest that an increase in weight of the dressed carcass can be expected by feeding 56-60% of RDP in CP and that the color of meat and the rate of oleate in fatty acids of longissimus thoracis muscle lipid can be controlled by the proportion of RDP, Barley and Corn.

[Keywords: Rumen Degradable Protein, Barley, Corn, daily gain, fatty acid]

## 緒 言

反芻動物のタンパク質の消化吸収は特異的であり、飼料中タンパク質の多くは第一胃においてアミノ酸やアンモニアに分解されることから、それらは第一胃分解性タンパク質と称される。アンモニア等の分解産物は第一胃内微生物の体構成タンパク質として再合成された後、第一胃から流出し、小腸で吸収される。その

ため、日本飼養標準肉用牛(2000)では、産肉性の向上のためには、微生物由来タンパク質合成量を最大化することが重要であるとしており、微生物体の基質となる第一胃分解性タンパク質と、微生物がタンパク質の再合成に利用するエネルギーのバランスは、肉用牛の生産性に大きく関わっている。

一方、大麦とトウモロコシは、主要なエネルギー源として肉用牛の生産現場で多く利用されているが、大麦とトウモロコシでは第一胃内の消化性が異なるため、第一胃分解性タンパク質の割合と穀物飼料の種類が生産性に影響を及ぼす可能性がある。

\* 連絡責任者

(家畜部：qp94tudi@farc.pref.fukuoka.jp)

第1表 飼料配合割合及び成分値

	肥育中期				肥育後期			
	高分解区		低分解区		高分解区		低分解区	
	大麦 多給区	トウモロコシ 多給区	大麦 多給区	トウモロコシ 多給区	大麦 多給区	トウモロコシ 多給区	大麦 多給区	トウモロコシ 多給区
配合割合(%/DM)								
稲ワラ	8.1	9.0	8.1	9.0	10.9	10.8	10.8	10.9
ブルーグラス	7.3	8.2	7.3	8.2				
圧ペントウモロコシ	21.6	36.3	22.0	36.3	30.0	42.6	30.6	44.1
圧ペン大麦	39.5	18.5	39.6	18.5	47.6	27.0	47.2	25.2
一般ふすま	14.6	18.6	16.8	21.2	6.4	14.6	7.8	16.1
脱脂大豆粕	8.4	8.9		0.9	4.5	4.4		0.8
コーングルテンミール			5.6	5.4			2.9	2.4
炭酸カルシウム	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7
栄養水準(%/DM)								
可消化養分総量(TDN)	78.3	78.4	78.2	78.2	80.8	80.9	80.8	80.9
粗タンパク質(CP)	14.9	14.8	14.9	14.9	12.5	12.6	12.5	12.6
分解性タンパク質	9.9	9.3	8.8	8.3	8.1	7.8	7.5	7.2
非分解性タンパク質	4.9	5.4	6.2	6.6	4.4	4.8	5.0	5.4
非繊維性炭水化物(NFC)	50.5	49.1	50.4	48.7	58.2	56.5	58.2	56.4
粗脂肪(EE)	3.0	3.3	3.1	3.5	3.0	3.4	3.1	3.5
CP中の割合(%)								
分解性タンパク質	66.7	63.2	58.8	55.8	64.7	61.6	59.7	57.3
非分解性タンパク質	33.3	36.8	41.2	44.2	35.3	38.4	40.3	42.7

大麦多給とトウモロコシ多給の比較に関しては、堤ら(1994)や瀧澤ら(1998)の報告があり、第一胃分解性タンパク質の割合に関しては嶋澤ら(2003)や浅田ら(2006)が報告しているが、肉用牛肥育において第一胃分解性タンパク質割合と大麦とトウモロコシの配合割合を同時に検討した報告はみあたらない。そこで、ホルスタイン種および黒毛和種の交雑種を用いて、肥育中期および後期における飼料中の第一胃分解性タンパク質割合および大麦とトウモロコシの配合割合の違いが発育および枝肉成績に与える影響を検討した。

## 材料および方法

供試牛は、父牛を同一とし、同時期に出生した14.6ヵ月齢の交雑種去勢牛(ホルスタイン種雌×黒毛和種雄)18頭を使用した。

試験期間は、平成18年3月17日から平成19年1月29日までの318日とし、肥育中期(14.6～19.2ヵ月齢、140日間)、肥育後期(～25.1ヵ月齢、178日間)の2期に分けた。

試験区は、飼料中の可消化養分総量(TDN)および粗タンパク質(CP)の含量を同一とした上で、CP中の第一胃分解性タンパク質の割合が高い高分解区と、割合が低い低分解区を設定し、さらにそれぞれの区を、飼料中の配合割合を大麦多給とした大麦多給区およびトウモロコシ多給としたトウモロコシ多給区の2区に区分し、計4区を設けた。すなわち、第1表に示すように、肥育中期においては、TDN約78%、CP約15%とした上で、高分解区では第一胃分解性タンパク質の割合を63.2%～66.7%、低分解区では55.8%～58.8%とし、大麦多給区では圧ペン大麦39.5～39.6%：圧ペントウモロコシ21.6～22.0%、トウモロコシ多給区では圧ペン大麦18.5%：圧ペントウモロコシ36.3%とした。肥育後期においては、TDN約81%、CP約12.5%とした上で、高分解区では分解性タンパク質割合を61.6%～64.7%、低分解区では57.3%～59.7%とし、大麦多給区では圧ペン大麦47.2～47.6%：圧ペン

トウモロコシ30.0～30.6%、トウモロコシ多給区では圧ペン大麦25.2～27.0%：圧ペントウモロコシ42.6～44.1%とした。各区の供試頭数は、高分解-大麦多給区5頭、高分解-トウモロコシ多給区4頭、低分解-大麦多給区4頭、低分解-トウモロコシ多給区5頭とした。

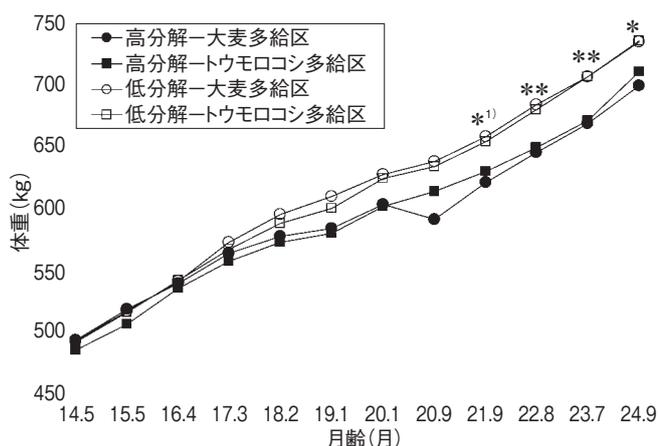
なお、第一胃分解性タンパク質割合の調整には、大豆粕とコーングルテンミールを用いた。また、成分値およびタンパク質の第一胃分解率は日本標準飼料成分表(2001)より算出した。

飼育方法はタイストールとし、飼料は肥育中期、後期共にTMR(混合飼料)を不断給餌した。

飼料摂取量は各個体ごとに毎日、給餌量と残餌量を測定し、算出した。体重は4週間毎に測定した。血液成分は試験開始時と各肥育ステージ終了時に測定した。血液は血漿を分離後、血中尿素態窒素およびグルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ(GOT)をAuto Dry Chemistry Analyzer(ARKRAY SP-4410)により測定した。

枝肉格付成績は社団法人日本食肉格付協会の格付成績を用いた。肉質分析は、第6～7胸椎間胸最長筋の水分含量、筋肉内粗脂肪含量、脂肪融点、脂肪酸組成および肉色を測定した。水分含量および筋肉内粗脂肪含量は、牛肉の品質評価のための理化学分析マニュアルVer.2(2003)の方法に従った。また、脂肪融点はエーテル抽出物を用いて、同マニュアル記載の上昇融点法により測定した。肉色は色彩色差計(CR-200, MINOLTA)を用い、胸最長筋内のL\*値(明度)、a\*値(赤色度)およびb\*値(黄色度)を測定した。脂肪酸組成は、クロロホルムで脂肪を抽出後メチルエステル化し、キャピラリーカラム(CPSil88, Chrompack社)を装着したガスクロマトグラフ(GC-2014, 島津製作所)で測定した。

統計処理は、飼料中の第一胃分解性タンパク質割合を第一因子とし、大麦とトウモロコシの配合割合を第二因子とする2元配置の分散分析を行い、下位検定と



第1図 各月齢における体重の推移

1) 高分解区-低分解区間の有意水準 (\*:  $P < 0.1$ , \*\*:  $P < 0.05$ )

第2表 増体量, 飼料摂取量と飼料要求率

	高分解区		低分解区		差の検定
	大麦多給区	トウモロコシ多給区	大麦多給区	トウモロコシ多給区	
増体量(kg/日)					
肥育中期	0.65	0.68	0.83	0.77	* <sup>1)</sup>
肥育後期	0.66	0.74	0.71	0.77	NS <sup>2)</sup>
飼料摂取量					
TDN摂取量(kg/H)					
肥育中期	6.37	6.30	6.67	6.77	*
肥育後期	6.44	6.42	6.54	6.89	*
CP摂取量(kg/日)					
肥育中期	1.21	1.19	1.28	1.29	**
肥育後期	1.01	1.01	1.03	1.09	**
飼料要求率					
TDN要求率(kg/DGkg)					
肥育中期	10.23	9.59	8.03	9.04	NS
肥育後期	10.12	8.67	9.61	9.04	NS
CP要求率(kg/DGkg)					
肥育中期	1.95	1.82	1.54	1.73	NS
肥育後期	1.59	1.37	1.52	1.43	NS

1) 高分解区-低分解区間の有意水準 (\*:  $P < 0.1$ , \*\*:  $P < 0.05$ )

2) NS: 有意差なし

第3表 各肥育期終了時の血液成分

	高分解区		低分解区		差の検定
	大麦多給区	トウモロコシ多給区	大麦多給区	トウモロコシ多給区	
血中尿素態窒素(mg/dL)					
試験開始時	14.4	13.5	14.3	14.8	NS <sup>1)</sup>
中期終了時	14.0	15.0	14.5	13.4	NS
後期終了時	12.8	13.3	11.5	11.4	NS
GOT(IU/L)					
試験開始時	50.6	46.0	58.8	66.2	NS
中期終了時	67.4	43.0	50.3	57.6	NS
後期終了時	44.4	40.8	42.0	63.6	NS

1) NS: 有意差なし

して単純主効果分析を行った。

## 結果および考察

### 1 発育性

試験期間の体重の推移を第1図に示した。体重は、試験開始12週間後(17.3ヵ月齢)から、低分解区が高分解区に比べ増加し始め、肥育後期の22.8ヵ月齢、23.7ヵ月齢では低分解区で有意に重くなり( $P < 0.05$ )、21.9ヵ月齢および出荷直前の24.9ヵ月齢でも、低分解区で重い傾向が見られた( $P < 0.1$ )。24.9ヵ月齢では、大麦多給区においては低分解区と高分解区の間35.5kgの体重差が見られ、トウモロコシ多給区でも24.6kgの差が見られた。なお、高分解-大麦多給区の20.9ヵ月齢に、著しい体重の減少が見られたが、これは、高分解-大麦多給区5頭中3頭において、体調不良による一時的な採食量の低下があったためと考えられた。

1日1頭あたりの増体量、飼料摂取量および飼料要求率を第2表に示した。増体量は、肥育中期に低分解区が高分解区に比べ優れる傾向があった( $P < 0.1$ )。TDN摂取量は、肥育中期、後期とも低分解区が高分解区に比べ多い傾向があり( $P < 0.1$ )、CP摂取量でも同様に低分解区が有意に多かった( $P < 0.05$ )。一方、TDN要求率とCP要求率では肥育中期、後期共に試験区間に差が認められなかったため、低分解区での増体量の増加は、飼料摂取量の増加に起因するものと思われる。牛の採食量の調節機構には、飼料の体積、消化性、第一胃内の揮発性脂肪酸濃度等が関わっているとされている(左1987)。しかし、本試験では粗飼料の配合割合は高分解区と低分解区間で差はないため、飼料の体積はほぼ同一と思われる。分解性タンパク質の量の違いにより、飼料の消化速度や揮発性脂肪酸の生成速度に差があったとも考えられるが、今後さらに検討する必要がある。

各ステージ終了時の血液成分を第3表に示した。飼料中の過剰な第一胃分解性タンパク質は第一胃内アンモニア濃度の上昇を招くことが知られている(日本飼養標準肉用牛2000)が、血中尿素態窒素およびGOTの値は試験区間に差は認められず正常域であった。このことから、全試験区において、分解性タンパク質の過剰な給与はなかったと考えられた。

### 2 枝肉性状

枝肉の格付成績および胸最長筋の理化学的性状をそれぞれ第4表および第

5表に示した。枝肉重量は、体重と同様に低分解区で重くなる傾向が見られた ( $P < 0.1$ ) が、歩留基準値、肉質等級、胸最長筋面積、バラ厚、皮下脂肪厚、脂肪交雑基準値 (BMS No.)、肉の光沢、縮まり、脂肪色基準値 (BFS No.) および脂肪の光沢と質では、試験区間に差は見られなかった。嶋澤ら (2003) は、黒毛和種雌牛の肥育後期において第一胃分解性タンパク質割合を約56%とした区が、分解性タンパク質割合を約45%とした区と比べて BMS No. が優れる傾向があったと報告している。一方、浅田ら (2006) は、黒毛和種去勢牛肥育後期において、第一胃分解性タンパク質割合を約58%とした区が、約69%とした区よりも皮下脂肪が薄くなったと報告している。發育性の項で述べたように、第一胃分解性タンパク質の割合は飼料摂取量および増体量に影響すると考えられるため、脂肪の蓄積にも間接的に影響を及ぼすと思われるが、本試験では、嶋澤ら (2003) や浅田ら (2006) の報告のように皮下脂肪厚および BMS No. に差は見られなかった。堤ら (1994) は、黒毛和種去勢牛において、肥育後期にトウモロコシを多給すると (現物中トウモロコシ割合60%)、大麦多給 (現物中大麦割合67%) に比べ飼料摂取量が増し、バラ厚や皮下脂肪が厚くなったと報告している。しかし、本試験では、同時に分解性タンパク質割合を調整したため、肥育後期の大麦多給区で乾物中大麦割合が47%程度、トウモロコシ多給区で乾物中トウモロコシ割合が43~44%と、堤ら (1994) の報告による配合割合より低く、大麦多給区とトウモロコシ多給区間で飼料摂取量に差が出なかったため、バラ厚や皮下脂肪に影響しなかったと考えられた。

キメは、大麦多給区がトウモロコシ多給区より優れる傾向があった ( $P < 0.1$ )。しかし、キメは脂肪交雑と高い相関関係が認められており、脂肪交雑が入るほど細くなるものの、肥育方法や飼料の質に直接的な関連はないとされており (矢野 1996)、堤ら (1994) や瀧澤ら (1998) の報告でも、キメと大麦およびトウモロコシ給与との関連は認められておらず、本試験におけるキメの改善傾向の原因は不明であった。肉色基準値 (BCS No.) は、分解性タンパク質割合と大麦とトウモロコシの配合割合の間に交互作用が認められ、単純主効果分析による下位検定では高分解トウモロコシ多給区が他区に比べ有意に高くなった

第4表 枝肉格付成績

	高分解区		低分解区		差の検定
	大麦多給区	トウモロコシ多給区	大麦多給区	トウモロコシ多給区	
枝肉重量(kg)	405.1	411.5	422.9	430.7	* <sup>1)</sup>
歩留基準値	69.0	68.8	68.6	69.3	NS <sup>2)</sup>
肉質等級	3.0	2.5	3.0	3.0	NS
胸最長筋面積(cm <sup>2</sup> )	42.0	43.0	45.0	46.2	NS
バラ厚(cm)	5.7	5.6	5.7	6.1	NS
皮下脂肪厚(cm)	3.0	3.2	3.6	3.1	NS
脂肪交雑基準値(BMS No.)	3.8	3.3	3.8	4.0	NS
縮まり	3.4	2.8	3.3	3.2	NS
キメ	3.8	3.3	4.0	3.6	+ <sup>3)</sup>
肉色基準値(BCS No.)	3.8	4.5	4.0	3.8	## <sup>4)</sup>
肉の光沢	3.6	3.0	3.8	3.6	NS
脂肪色基準値(BFS No.)	3.0	3.0	3.0	3.0	NS
脂肪の光沢と質	4.4	4.8	5.0	4.8	NS

1) 高分解区-低分解区間の有意水準 (\* :  $P < 0.1$ )

2) NS: 有意差なし

3) 大麦多給区-トウモロコシ多給区間の有意水準 (+ :  $P < 0.1$ )

4) 交互作用の有意水準 (## :  $P < 0.05$ )

第5表 胸最長筋の理化学的性状

	高分解区		低分解区		差の検定
	大麦多給区	トウモロコシ多給区	大麦多給区	トウモロコシ多給区	
一般性状					
水分含量(%)	54.6	54.5	53.4	52.6	NS <sup>1)</sup>
筋肉内粗脂肪含量(%)	27.8	28.5	29.6	30.8	NS
筋肉内脂肪融点(°C)	36.2	34.3	35.0	34.4	+ <sup>2)</sup>
脂肪酸組成					
ミリスチン酸(C14:0)	3.5	3.9	4.1	3.8	NS
パルミチン酸(C16:0)	29.4	29.9	30.6	28.9	NS
パルミトレイン酸(C16:1)	4.4	4.6	5.0	3.4	NS
ステアリン酸(C18:0)	12.1	11.5	11.3	11.5	NS
オレイン酸(C18:1)	45.2	44.5	43.5	46.1	### <sup>3)</sup>
リノール酸(C18:2)	1.8	2.0	2.0	2.3	NS
総不飽和脂肪酸	53.3	53.1	52.6	54.0	NS
色差					
L*(明度)	44.70	40.44	42.74	43.64	##
a*(赤色度)	18.12	18.04	17.95	17.13	NS
b*(黄色度)	4.98	4.01	4.49	4.46	#

1) NS: 有意差なし

2) 大麦多給区-トウモロコシ多給区間の有意水準 (+ :  $P < 0.1$ )

3) 交互作用の有意水準 (## :  $P < 0.1$ , ### :  $P < 0.05$ )

( $P < 0.05$ )。胸最長筋の色差でも、L\*値 (明度) では交互作用が認められ、下位検定では他区に比べ、高分解トウモロコシ多給区で有意に低くなった ( $P < 0.05$ )。b\*値 (黄色度) でも交互作用の傾向がみられ、下位検定では、高分解区において、トウモロコシ多給区と大麦多給区間に差が認められた ( $P < 0.1$ )。すなわち、低分解区では大麦多給区とトウモロコシ多給区でほとんど差がないのに対し、高分解区においては大麦多給区でb\*値が高く、トウモロコシ多給区では低かった。と畜後にグリコーゲンから生成される乳酸による肉の酸性化が十分でない、肉色が暗赤色となると言われている (日本飼養標準肉用牛 2000) が、第一胃内のアンモニアは血中へと移行し乳酸を中和するため、第一胃内のアンモニア濃度は肉色へ影響を及

ぼすと考えられる。また、第一胃に易発酵性炭水化物を添加すると、第一胃内微生物の合成速度が上昇し、第一胃内アンモニア濃度が低下したとの報告があり(小原 2006)、アンモニア濃度は飼料中炭水化物の発酵性にも影響を受けると思われる。高分解区では、低分解区より第一胃内のアンモニア生成量が多いと推察されるが、トウモロコシのデンプンは大麦よりも分解が遅いため(板橋 2006)、高分解-トウモロコシ多給区では第一胃内アンモニア濃度が高まり、BCS No. および色差に影響を及ぼしたものと思われた。

このように、胸最長筋のBCS No. や色差に試験区で差が認められたものの、BCS No. は全頭3~5の範囲にあった。これは肉の色沢等級の5等級に該当するため、本試験における肉色の差は枝肉格付の肉質等級には特に影響を及ぼさなかったものと思われた。

胸最長筋内脂肪の脂肪酸組成は、オレイン酸(C18:1)割合で分解性タンパク質割合と大麦とトウモロコシの配合割合の間に交互作用が認められ、単純主効果分析による下位検定では、低分解区において、トウモロコシ多給区と大麦多給区間に有意差が認められた( $P < 0.05$ )。すなわち、高分解区では大麦多給区とトウモロコシ多給区でほとんど差がないのに対し、低分解区においては大麦多給区でオレイン酸割合が低く、トウモロコシ多給区では高かった。飼料中の窒素含量が低いと脂質の加水分解速度が遅くなり、第一胃内容物内の不飽和脂肪酸比率が高まると報告されていることから(田中 2004)、低分解区では高分解区に比べ、飼料由来不飽和脂肪酸の下部消化管への流入量が多いと思われる。三橋ら(1988)は、不飽和脂肪酸の多いトウモロコシを多給すると、大麦多給に比べ蓄積脂肪中のリノール酸およびオレイン酸割合が高まると報告しており、今回の試験においても、飼料中の不飽和脂肪酸量の違いが、特に低分解区において顕著に現れたと思われた。

脂肪融点は、大麦多給区に比べトウモロコシ多給区で低くなる傾向が認められた( $P < 0.1$ )。脂肪融点は不飽和脂肪酸の量に関連しており、牛の主要な不飽和脂肪酸であるオレイン酸の割合は脂肪融点に対する影響が大きい(矢野 1996)、リノール酸等の多価不飽和脂肪酸はオレイン酸等の一価不飽和脂肪酸よりも融点が高いため、その脂肪融点に対する影響は無視できないと思われる。本試験では有意ではないものの、トウモロコシ多給区においてリノール酸割合が高かったため、これが胸最長筋内脂肪融点を押し下げたものと思われた。

以上のことから、肥育中期以降に粗タンパク質中の第一胃分解性タンパク質割合を低分解区の水準である

56~60%程度とすることにより枝肉重量の増加が期待でき、また、第一胃分解性タンパク質割合と大麦とトウモロコシの配合割合により、枝肉の肉色および胸最長筋内のオレイン酸割合をコントロールできる可能性が示唆された。

## 引用文献

- 浅田 勉・藤井香織・金井福次(2006)蛋白質の第一胃内分解性の違いが黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響. 群馬県畜産試験場研究報告 13:13-28.
- 独立行政法人農業技術研究機構編(2001)日本標準飼料成分表.(2001年版)東京:中央畜産会, 245p.
- 左 久(1987)第3章第2節 消化管性調節. 新乳牛の科学(津田恒之監修), 東京:農山漁村文化協会, 458p.
- 板橋久雄(2006)第1章第2節 ルーメンにおける栄養素の代謝. ルミノロジーの基礎と応用(小原嘉昭編), 東京:農山漁村文化協会, 301p.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局編(2000)日本飼養標準肉用牛.(2000年版)東京:中央畜産会, 221p.
- 小原嘉昭(2006)第3章第3節 窒素代謝と炭水化物代謝の関連性. ルミノロジーの基礎と応用(小原嘉昭編), 東京:農山漁村文化協会, 301p.
- 嶋澤光一・橋本大介・中山昭義(2003)分解性蛋白質(CPd)が黒毛和種雌肥育牛に及ぼす影響. 長崎県畜産試験場研究報告 11:18-22.
- 瀧澤秀明・大橋秀一・森田 宏・長瀬正和・成瀬満佐子(1998)トウモロコシと大麦が交雑種去勢牛の産肉性に及ぼす影響. 愛知県農業総合試験場研究報告 30:289-293.
- 田中桂一(2004)第3章4. 脂質の代謝と栄養生理. 新ルーメンの世界(小野寺良次監修), 東京:農山漁村文化協会, 605p.
- 畜産技術協会編(2003)牛肉の品質評価のための理化学分析マニュアル Ver. 2, 畜産技術協会
- 堤 知子・大田 均・溝下和則・窪田 力・加治佐修・横山貴世志(1994)高品質牛肉の低コスト肥育技術に関する研究(1)後期濃厚飼料中の大麦とトウモロコシの構成割合及び形状が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響. 鹿児島県畜産試験場研究報告 27:10-23.
- 矢野秀雄(1996)各論I. 9. C. 肥育に必要な栄養素. 新編畜産大事典(田崎威和夫監修), 東京:養賢堂, 1859p.