

第1章 総論

1. 事業名：

先端技術等地域実用化研究促進事業（農林水産新技術実用化型）

2. 課題名：

大課題名「草地・未利用資源の有効利用、給餌方法の改善等による飼料自給力の向上技術」

中課題名「地域未利用資源と丸粒穀類を組合せた飼料給餌方法による低コスト・高品質牛肉生産技術の開発」

3. 試験期間：

平成10年 ～ 平成12年度

4. 実施機関：

（主査）千葉県畜産総合研究センター

（共同）茨城県畜産センター 肉用牛研究所

栃木県畜産試験場

群馬県畜産試験場

5. 試験研究目的：

肉用牛の肥育用粗飼料としては、従来より国産稲ワラが用いられてきたが、流通量の減少さらに価格の高騰等により、輸入稲ワラをはじめとして輸入粗飼料への依存度が高くなり、その結果として飼料自給率が低下している。しかし輸入粗飼料には防疫上の観点から不安が付きまわっており、安全で安価な国産粗飼料の開発が求められている。また、農場等から発生する農場副産物に注目してみると、モミ殻、麦ワラ、落花生殻等粗飼料資源として期待できる未利用・低利用資源が多くあるが、かなりの量が利用されずに焼却等されている。そこで、これらの粗飼料資源を有効に活用することが、飼料自給率の向上・地域における有機物質循環・生産コストの低減の観点から重要であり、利用技術の開発が求められている。

一方、平成7、8年度に飼料用丸粒トウモロコシ、丸粒大麦の流通が認可され、肉用牛の肥育農家にとって生産コストの低減化を図る環境ができた。しかし、一般に丸粒穀類は消化率が低いと考えられており、また国内には丸粒のままの給与による体系的試験成績がほとんど無く、産肉性、特に肉質への影響が明確でないことから、その利用量は少ない。

そこで、未利用・低利用粗飼料および丸粒穀類の消化特性等を調査し、利用の可能性について明らかにするとともに、それぞれの中からモミ殻と丸粒トウモロコシについて肥育牛への給与の可能性、さらにモミ殻と丸粒トウモロコシを組合せたTMR技術を開発し、低コスト・高品質牛肉の生産技術を検討した。

6. 試験研究成果の要約

1) 試験研究方法

(細目課題)	(試験期間)	(試験項目)
地域粗飼料と丸粒穀類を組合わせたTMR調整法の開発 (茨城県)		
1. 地域未利用・低利用粗飼料資源の効率的利用技術の開発 (茨城県)	(平成10年度)	地域未利用・低利用粗飼料資源の消化特性の調査 地域未利用・低利用粗飼料資源の採食・反すう行動調査
2. 丸粒穀類の利用技術の開発 (群馬県)	(平成10年度)	丸粒トウモロコシの消化特性について 丸粒大麦の消化特性について
肉質の早期・高精度判定技術の開発 (栃木県)	(平成11～12年度)	
高品質牛肉生産のための総合的飼料給与体系の確立 (群馬県)	(平成10～12年度)	丸粒トウモロコシの給与が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響 肥育前期のモミ殻給与が黒毛和種去勢牛の発育・肉質等に及ぼす影響 肥育後期の丸粒トウモロコシ給与が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響
地域肥育技術マニュアルの作成 (千葉県)	(平成12年度)	

2) 成果の概要

- (1) 稲ワラ、大麦ワラ、落花生殻、モミ殻のそれぞれ72時間後の第一胃内における消失率は、稲ワラ37.8%、大麦ワラ28.8%、落花生殻17.2%、モミ殻1.9%と飼料により異なった。また大麦ワラのアンモニア処理、モミ殻の膨軟化処理により乾物消失率は向上した。
- (2) 濃厚飼料多給時にモミ殻のみを粗飼料として用いた場合のRVI(粗飼料価指数)は、稲ワラより低く($P < 0.05$)、落花生殻も同様に低い傾向を示した。
- (3) 大麦およびトウモロコシ丸粒穀類の48時間後の乾物消失率は15~17%程度であったが、圧ペン・挽割り処理により90%程度と著しく改善された。
- (4) 現場における丸粒穀類の簡易加工処理方法として、精米機による加工処理を検討したところ、30分の処理で66~72%と乾物消失率が向上した。(大麦・トウモロコシ共)
- (5) 丸粒穀類の未処理での利用の可能性を検討したところ、肥育全期間に丸粒トウモロコシを配合飼料中30%配合した丸粒区は、圧ペンおよび挽割り処理トウモロコシ区に比較し、同等の発育成績および肉質成績を示した。

また、採食・反すう行動、胃液性状、血液性状についても差はなかった。

肉牛における丸粒穀類の排出率は、乳牛で言われているよりも低く、粗飼料の給与割合が低くなると未消化排出率も低くなる傾向を示した。以上の結果により、肥育全期間を通じ、丸粒トウモロコシを配合飼料中30%まで混合可能であると考えられた。

- (6) 肥育用粗飼料の稲ワラの代替として、未処理モミ殻利用の可能性を検討したところ、黒毛和種去勢牛の肥育前期に給与粗飼料中80%(残り20%は稲ワラ併用)まで給与しても、発育成績および採食・反すう行動に差が認められなかった。
- (7) 肥育後期における丸粒トウモロコシ給与区と、大麦圧ペン区・大麦挽割り区との比較試験の結果、日増体量は試験区間に差はなく、枝肉重量は大麦圧ペン区が高い($P < 0.05$)ものの、BMSNo等の肉質については丸粒区が有意に高かった($P < 0.01$)。

以上の試験結果により、地域未利用・低利用資源と丸粒穀類を組合せた地域肥育技術指標が策定され、低コスト・高品質牛肉生産技術が可能となった。

- (8) カラースキニングスコープを用いた枝肉形質の早期・高精度判定技術について検討したところ、経時的な変化を観察することにより、18~19ヶ月齢の比較的早い時期から判定することが可能であることが示唆された。

3) 残された問題点

- (1) モミ殻の肥育全期間の利用について、本課題では十分に検討できなかった。そこで今後、モミ殻の全肥育期間給与の検討を行う予定。
- (2) 本課題で検討した粗飼料資源(モミ殻、落花生殻、麦ワラ、稲ワラ)を組合わせた研究、さらに他の利用可能な粗飼料資源の開発について検討する必要がある。
- (3) 丸粒トウモロコシは、濃厚飼料中30%まで配合可能であることを明らかにしたが、さらなる増量の可能性の検討、さらに丸粒トウモロコシ利用時の適正な飼料給与方法および栄養水準について検討する必要がある。
- (4) 皮下脂肪厚、ロース芯面積については高い相関が得られたものの、ロース芯内粗脂肪含量との間には高い相関が得られなかった。そこで解析方法も含めて、さらなる精度の向上を図る必要がある。

7. 成果の取扱い（課題の取扱い：終了）

1) 成果の普及

- (1) 丸粒穀類の肥育現場における利用量が低かった原因として、丸粒穀類利用に関する体系的研究成果が国内になかった点、また丸粒穀類の利用に際しては粉碎機等を購入し、挽割り等にしないと利用できないので、新たな設備投資が必要であると考えられていた点が挙げられる。そこで本事業における丸粒トウモロコシの研究成果を研究成果情報（新技術）として公表するとともに、一般雑誌、インターネット（L I Nなど）等を活用して広く技術の普及を推進する。
- (2) モミ殻、落花生殻、麦ワラ等地域未利用・低利用粗飼料資源を肥育用飼料として利用する場合の、飼料特性および給与方法、さらに利用上の留意点等を成果情報として公表し、地域粗飼料資源の活用に役立てる。
- (3) 穀類の加工度（丸粒・圧ペン・挽割り）および種類（大麦・トウモロコシ）の違い、さらに粗飼料の種類（モミ殻等）の違いと肥育牛の採食・反すう行動、第一胃内発酵、血液性状と発育成績・肉質との関連についてのデータの蓄積は乏しいので、学会または研究会発表等により情報を提供して更なる研究の発展に資する。

2) 成果の発表等

- (1) 小林正和、上山憲久、井口明浩、森知夫、関正博、笠井勝美、久利生正邦、神部佳弘、櫻井由美、木村容子、浅田勉、砂原弘子、甫立京子、阿部啓之、河北由美、田辺忍：丸粒トウモロコシの給与が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響。1 消化率および採食行動について。第96回日本畜産学会大会講演要旨。37。（1999）
- (2) 笠井勝美、関正博、久利生正邦、神部佳弘、櫻井由美、木村容子、浅田勉、砂原弘子、上山憲久、井口明浩、小林正和、森知夫、甫立京子、阿部啓之、河北由美、田辺忍：丸粒トウモロコシの給与が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響。2 飼料摂取量および増体量について。第96回日本畜産学会大会講演要旨。37。（1999）
- (3) 砂原弘子、木村容子、浅田勉、関正博、笠井勝美、久利生正邦、神部佳弘、櫻井由美、上山憲久、井口明浩、小林正和、森知夫、甫立京子、阿部啓之、河北由美、田辺忍：丸粒トウモロコシの給与が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響。3 第一胃液性状および肉質について。第96回日本畜産学会大会講演要旨。37。（1999）
- (4) 神部佳弘、久利生正邦、櫻井由美、関正博、笠井勝美、木村容子、浅田勉、砂原弘子、上山憲久、井口明浩、小林正和、森知夫、甫立京子、阿部啓之、河北由美、田辺忍：丸粒トウモロコシの給与が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響。4 スキャニングスコープを用いた産肉形質の推定。第96回日本畜産学会大会講演要旨。38。（1999）
- (5) 森知夫、小林正和、山田真希夫、大久保貞裕、関正博、笠井勝美、久利生正邦、神部佳弘、櫻井由美、木村容子、砂原弘子、河北由美、阿部啓之、甫立京子、田辺忍：モミ殻給与が黒毛和種去勢牛の肥育前期における発育等に及ぼす影響。第38回肉用牛研究会兵庫大会講演要旨。30-32。（2000）
- (6) 浅田勉、木村容子、砂原弘子、関正博、笠井勝美、久利生正邦、神部佳弘、櫻井由美、上山憲久、井口明浩、小林正和、森知夫、河北由美、阿部啓之、甫立京子、田辺忍：加工形態の異なるトウモロコシ給与時の血液性状と肉質の関係について。第38回肉用牛研究会兵庫大会講演要旨。33-35。（2000）
- (7) 小林正和：稲ワラ代替飼料の開発ー肉用牛肥育におけるモミ殻の利用。平成12年度自

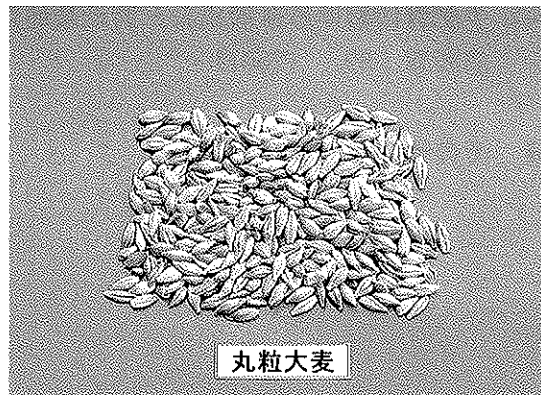
給飼料品質評価研究会資料. 39-44. 2000

- (8) 山田真希夫、小林正和、森知夫、大久保貞裕、矢口勝美、飯島知一、久利生正邦、櫻井由美、木村容子、浅田勉、河北由美、阿部啓之、甫立京子、田辺忍：黒毛和種去勢牛肥育における血液成分と胸最長筋粗脂肪含量との関係. 第98回日本畜産学会大会講演要旨. 59. (2001)

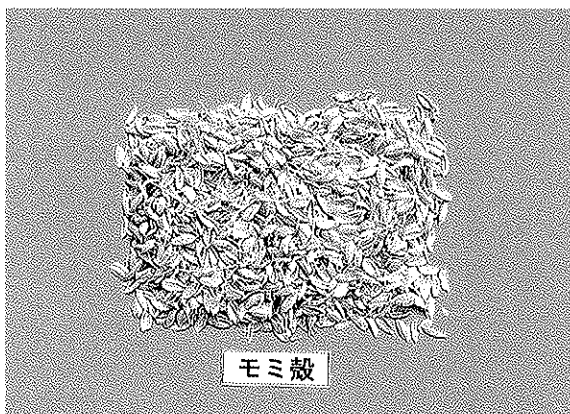
8. その他の特記事項

9. 丸粒穀類および地域粗飼料資源（写真）

1. 丸粒穀類



2. 地域粗飼料資源



第2章 試験成績

第1部 地域未利用資源と丸粒穀類を組み合わせたTMR調整法の開発

1 地域未利用・低利用資源の効率的利用技術の開発

1) 消化特性

1. 目的

地域の未利用・低利用粗飼料資源の活用をベースに、①丸粒穀類の利用技術、②地域粗飼料と丸粒穀類を組み合わせたTMR調製法の開発を総合的に組み合わせ、新しい肥育飼料給餌方法を確立するため、地域未利用・低利用粗飼料資源の効率的利用技術を開発する。今回は、各種粗飼料資源の消化特性を把握するため、第一胃(ルーメン)フィステル装着牛を用いて、ナイロンバック法による経時的な乾物消失率を測定する。

2. 材料および方法

1) 供試牛：第一胃フィステル装着した黒毛和種雌牛3頭(4~15歳)

2) 試験方法：ナイロンバック法により、供試牛の第一胃内に供試飼料を投入し、経時的な乾物(DM)消失率を調査した。

表1 供試濃厚飼料の配合割合と成分(%)

	飼料名	配合割合
濃 厚 飼 料 (原物)	圧ペントウモロコシ	10.0
	圧ペン大麦	55.0
	粉碎大麦	20.0
	一般フスマ	7.0
	大豆粕	2.0
	大豆皮	5.0
	炭カル・他	1.0
成 分 値 (乾物)	DM	88.1
	TDN	82.5
	CP	13.2
	CF	6.4
	NDF	18.9
	デンプン	50.9
	NCWFE	61.0
	Ca	0.54
	P	0.41
	RV1 (分/kgDM1)	13.0

3) 基礎飼料：試験開始3週間前より基礎飼料として、表1に示した試験用濃厚飼料(後期圧ペン区用)と切断稲ワラを75:25(原物重量比)で混合し、無加水のTMRとして給与した。飼料給与量は、DGを0.6kgに設定し、日本飼養標準の必要TDN量の105%として給与量を算出し、1日分を朝・夕の1日2回給与した。

4) 供試飼料：地域未利用・低利用粗飼料資源として次の4種類を選定し、処理の方法により各飼料とも2種類とした8試験区として供試した。

- (1) 稲ワラ： 短切(3cm)区、長切(7cm)区
- (2) 大麦ワラ： 無処理区、アンモニア処理区

(3) モミ殻： 無処理区、膨軟化処理区

(4) 落花生殻： 無処理区、粉碎区 (2 mmメッシュ)

なお、各飼料とも試験実施時期の違いによる影響をみるため、短切 (3cm 切断) 稲ワラを全期間に投入した。

5) 調査内容：各供試飼料の成分および第一胃投入後 1.5、3、6、12、24、36、48、72 時間後の乾物消失率を測定した。

6) 実施年度：平成 10 年度

3. 結果および考察

供試飼料の成分分析値を表 2 に示した。アンモニア処理大麦ワラにおいては、開封直後のサンプルのため、水分がかなり高い値を示していた。稲ワラおよび大麦については日本標準飼料成分表²⁾ とほぼ同様な分析値を示している。同様に日本標準飼料成分表には、未処理のモミ殻については記載されているものの、膨軟化処理モミ殻については記載されていない。木部ら³⁾ は、モミ殻を化学処理、物理処理した場合の飼料成分の変化を検討しているが、物理処理 (膨軟化処理) の場合一般成分や繊維性物質の分画からみても変化は認められないと報告しており、本分析結果も同様の傾向を示している。また、落花生殻については、伊藤ら¹⁾ の分析した分析値とほぼ同じ値であった。

飼料名	水分	CP	EE	NFE	CF	粗灰分	NDF	ADF
稲ワラ	14.4	4.3	1.0	42.3	24.0	14.3	51.0	31.0
モミ殻	10.3	1.8	0.3	27.7	41.4	18.5	66.5	51.0
モミ殻 (膨軟化処理)	8.5	2.1	0.3	30.5	39.8	18.8	67.1	49.6
麦ワラ	15.0	2.1	0.9	38.6	36.0	7.4	69.8	45.7
麦ワラ (アンモニア処理)	53.5	3.8	0.5	20.0	20.0	6.4	32.0	25.6
落花生殻	13.0	8.0	0.7	20.5	54.7	3.2	61.2	20.5

茨城畜セ・栃木畜試・群馬畜試・千葉畜セ協定試験

稲ワラの乾物消失率を図 1 に示した。稲ワラの第一胃における乾物消失率は、切断長を短くすることにより投入直後から向上し ($P < 0.01$)、72 時間後には短切区約 35%、長切区約 20%であり長切区が低い値で推移した。

大麦ワラにおける乾物消失率を図 2 に示した。大麦ワラにおける第一胃における乾物消失率は、アンモニア処理をすることにより有意に向上した。また、同時に投入した短切稲ワラ区と比較しても、投入後 36 時間まではアンモニア処理区が有意に高く推移した。72 時間後の消失率は、短切稲ワラ区が約 40%に対して無処理区が約 29%、アンモニア処理区においては約 55%と高い値を示した。

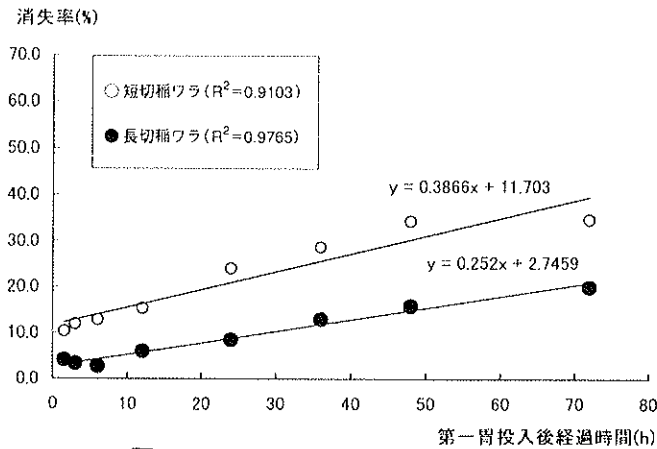


図1 稲ワラ乾物消失率

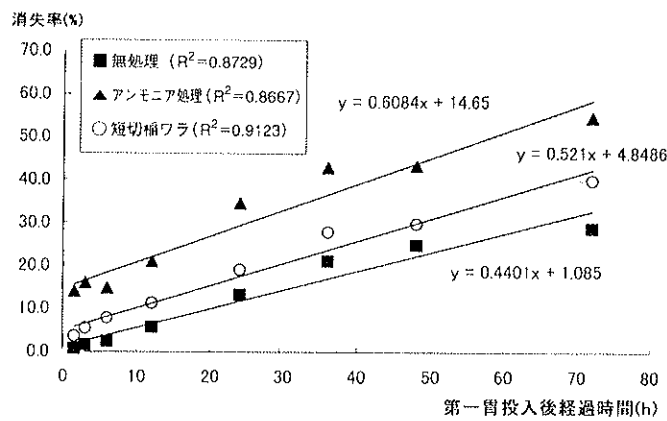


図2 大麦ワラ乾物消失率

モミ殻の乾物消失率を図3に示した。モミ殻は膨軟化処理することにより第一胃における乾物消失率は有意に向上したが、同時に投入した短切稲ワラ区と比較すると極めて低い値であった ($P < 0.01$)。72時間後の消失率では、短切稲ワラ区が37.8%に対して、無処理区1.9%、膨軟化処理区で9.0%であった。木部ら³⁾は、第一胃フィステル装着した山羊1頭を用いて、無処理モミ殻、膨軟化処理モミ殻、珪酸除去モミ殻の乾物消失率を調査したところ、48時間後の消失率は無処理モミ殻の11.1%に対して、膨軟化処理モミ殻は15.0%と本試験結果よりも全体的に高い値を示していた。しかし、未処理と膨軟化処理の消失率の推移については投入時間が延長しても両飼料共に消失率の向上はほとんど認められなかったと、本試験結果と同様の報告をしている。

落花生殻の乾物消失率を図4に示した。15時間後の無処理の乾物消失率が5.4%に対して、粉砕処理では14.5%、3時間後では無処理が6.1%、粉砕処理が15.7%と粉砕処理することにより消失率は向上した。その後、無処理および粉砕処理ともに24時間後までは消失率は上昇したが、36時間以降はその向上はほとんど認められなかった。72時間後の乾物消失率は、短切稲ワラ区が45.2%に対して無処理区は17.2%、粉砕区で20.9%であった。

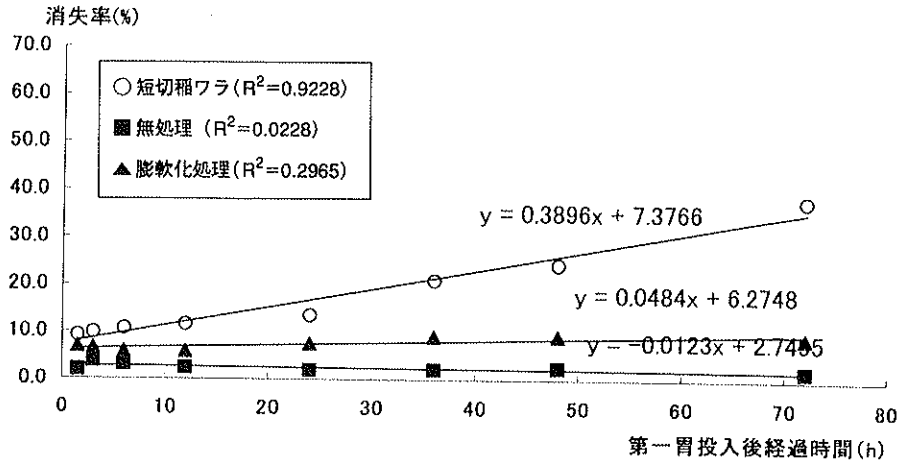


図3 モミ殻乾物消失率

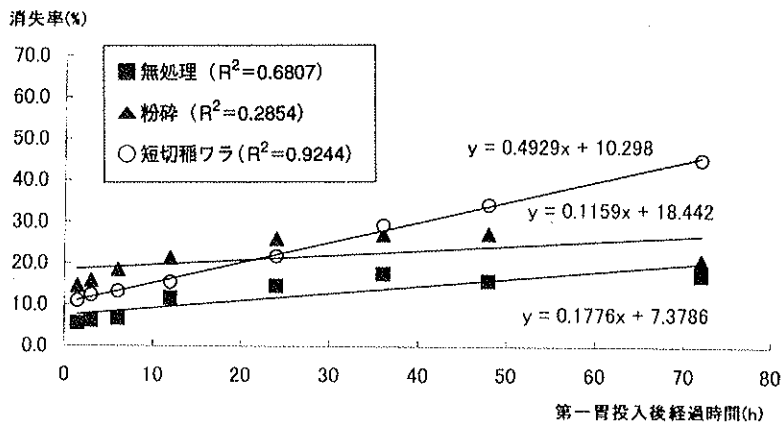


図4 落花生殻乾物消失率

引用文献

- 1) 伊藤 健ら：乳用種去勢牛肥育における粗飼料としての落花生カラ利用. 千葉県畜産センター研究報告. 第8号. 1-11. (1984)
- 2) 農林水産省農林水産技術会議事務局編 日本標準飼料成分表 1995年度版. 中央畜産会. (1995)
- 3) 木部 文夫ら：珪酸を除去したもみ殻の飼料利用に関する研究. 新潟県畜産試験場研究報告. 第9号. 75-81. (1990)

2) 採食・反すう行動

1. 目的

搾乳牛における採食・反すう行動調査は国内外を問わず比較的多く行われており、牧乾草、サイレージ等のRVI (Roughage Value Index: 粗飼料価指数) についても多く算出されている。Sudweeksら²⁾は、乳脂率3.5%の牛乳を生産するには飼料中のRVIは31.1分/kg DMI 必要であると報告しており、日本国内でも藤城らが同様な報告をしていて、飼料給与の指標としても広く用いられている。しかしながら、肥育牛におけるこれらの指標となる値はなく、岡師ら¹⁾は黒毛和種去勢牛について、小林ら⁴⁾は乳用種去勢牛における咀嚼・反すう行動について検討しているが、肥育時の飼料給与体系におけるモミ殻および落花生殻などの肥育牛への給与が、採食・反すう行動に及ぼす影響についての研究はほとんど行われていない。しかし、未利用・低利用の農場副産物を稲ワラの代替として利用するには、採食・反すう行動に及ぼす影響の検討さらにRVIの算出が必要と考えられる。

そこで、黒毛和種雌牛を3頭を用いて、肥育時の特に肥後後期の濃厚飼料多給時におけるモミ殻および落花生殻の給与が稲ワラ給与と比較して、採食・反すう行動に及ぼす影響を検討した。

2. 材料および方法

- 1) 供試牛：黒毛和種雌牛3頭（未経産1頭、2歳1頭、4歳1頭）
- 2) 試験方法：馴致期間を14日間とし、測定3日間とするラテン方格法により実施した。測定は、VTR（ビデオレコーダー）により、3日間（72時間）連続撮影し、採食時間・反すう時間・飼料摂取量（乾物）を測定し、各々の飼料のRVIを算出した。
- 3) 試験区分：試験区分としては、膨軟化処理モミ殻区、切断稲ワラ区（約3cm）、落花生殻区の3区とした。
- 4) 飼料給与：試験に用いた試験用配合飼料の配合割合および成分値を表1に、試験粗飼料の分析値を表2に示した。飼料は1日2回、表1の試験用濃厚飼料と切断稲ワラ、膨軟化処理モミ殻、落花生殻の各試験粗飼料を粗：濃比を8：92（原物比）で混合し、無加水のTMRとして給与し、試験期間中は全頭を繋ぎ飼養とした。
なお、供試牛の開始時体重および飼料給与水準については表3に示した。
- 5) 実施年度：平成10年度

表1 供試濃厚飼料の配合割合と成分 (%)

	飼料名	配合割合
濃厚飼料 (原物)	圧ペントウモロコシ	10.0
	圧ペン大麦	55.0
	粉碎大麦	20.0
	一般フスマ	7.0
	大豆粕	2.0
	大豆皮	5.0
	炭カル・他	1.0
成分 (乾物)	DM	88.1
	TDN	82.5
	CP	13.2
	CF	6.4
	NDF	18.9
	デンプン	50.9
	NCWFE	61.0
	Ca	0.54
	P	0.41
	RV I (份/kgDM)	13.0

表2 成分値 (分析値)

(原物%)

飼料名	水分	CP	EE	NFE	CF	粗灰分	NDF	ADF
稲ワラ	14.4	4.3	1.0	42.3	24.0	14.3	51.0	31.0
モミ殻 (膨軟化処理)	8.5	2.1	0.3	30.5	39.8	18.8	67.1	49.6
落花生殻	13.0	8.0	0.7	20.5	54.7	3.2	70.2	61.2

茨城畜セ・栃木畜試・群馬畜試・千葉畜セ協定試験

表3 供試牛および給与水準

供試牛No.	試験開始時体重 (kg)	給与水準 (%)	配合割合 粗：濃比
1	544	1.95	8：92
2	431	1.95	8：92
3	475	1.47	8：92

※. 給与水準 = 飼料給与量 / 体重

※. 粗：濃比 = 粗飼料：濃厚飼料の重量比 (原物)

3. 結果および考察

供試牛の個体成績について表4に、採食・反すう行動調査およびRVIについて表5に示し、結果の概要は次のとおりである。

- 1) 採食時間は、試験区間に差は認められなかった。反すう時間では、有意な差はないものの稲ワラ給与区が282.1分に対して、モミ殻給与区161.2分と約120分程度短い値であった。咀嚼時間についても同様の傾向がみられた。
- 2) 乾物摂取量では、稲ワラ区8.5kg、モミ殻区7.9kg、落花生殻8.4kgで差は認められなかった。
- 3) RVIは、稲ワラ区46.0分/kgDMIに比較して、モミ殻区32.6分/kgDMIと約13分短い値であった（ $P < 0.05$ ）。

肥育後期における濃厚飼料多量給与時の採食・反すう行動調査およびRVIの算出例は少ないが、平成7～9年度に実施した茨城、栃木、群馬、千葉の4県試験場による協定試験では、実際の肥育牛を用いた採食・反すう行動調査¹⁾を行っている。その結果では粗：濃比を13：87としたLS区のRVIが45分/kgDMI、粗：濃比を8：92としたHS区のRVIが43分/kgDMIという値であった。

稲ワラが8%という濃厚飼料多給の状態でも、そのRVIは40分/kgDMI以上の値を示していることは、稲ワラが高いRVIを有していると考えられる。本試験結果において、稲ワラ区のRVIは46分/kgDMIと協定試験結果と同様な値を示したが、膨軟化処理したモミ殻および落花生殻は稲ワラ給与区より12～14分程度低い値を示している。肥育後期における最低限のRVI値については解明されていないが、粗：濃比が8：92の給与時においても第一胃内の潰瘍や絨毛の脱落等が確認されていることから、RVIが40分/kgDMIを切るような給与飼料（TMR）については注意が必要と考えられる。

したがって、黒毛和種去勢牛をはじめとした肉牛の肥育時において膨軟化処理モミ殻および落花生殻を利用する際は、稲ワラ等を併用して給与するなどの、RVIを上げる工夫が必要である。

表4 測定結果

	混合粗飼料名	供試牛 1	供試牛 2	供試牛 3	平均値
採食時間 (分/日)	稲ワラ(細切)	49.0	109.7	75.3	78.0
	モミ殻(膨軟化)	46.0	124.7	59.7	76.8
	落花生殻(無処理)	48.0	106.7	85.3	80.0
反芻時間 (分/日)	稲ワラ(細切)	183.0	377.7	303.7	288.1
	モミ殻(膨軟化)	136.0	199.0	148.7	161.2
	落花生殻(無処理)	157.5	259.3	166.3	194.4
咀嚼時間 (分/日)	稲ワラ(細切)	232.0	487.3	379.0	366.1
	モミ殻(膨軟化)	182.0	323.7	208.3	238.0
	落花生殻(無処理)	205.5	366.0	251.7	274.4
DMI (kg/日)	稲ワラ(細切)	10.34	8.28	6.57	8.45
	モミ殻(膨軟化)	10.34	8.24	5.09	7.91
	落花生殻(無処理)	10.34	8.28	6.49	8.39
RVI (分/kgDMI)	稲ワラ(細切)	22.31	58.83	56.94	46.03
	モミ殻(膨軟化)	17.50	39.26	41.04	32.60
	落花生殻(無処理)	19.76	44.19	38.83	34.26

表5 採食・反すう行動 (分)

	稲ワラ区	モミ殻区	落花生殻区	Prob.
採食時間	78.0	76.8	80.0	0.926
反すう時間	288.1	161.2	194.4	0.053
咀しゃく時間	366.1	238.0	274.4	0.092
乾物摂取量(kg)	8.5	7.9	8.4	0.479
RVI(分/kgDMI)	46.0a	32.6b	34.3	0.043

a, b: P < 0.05

注、モミ殻区のモミ殻は膨軟化処理

引用文献

- 1) 圖師 和好ら：肥育前期における飼料中C P水準及び肥育後期におけるデンプン・NDF水準が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響。畜産試験場研究資料 第13号(1999)
- 2) E. M. Sudweeks, et al: Assessing minimum amounts and from of roughages in ruminant diets: roughage value index system. J. Anim. Sci. 53. 1406-1411. (1981)
- 3) 藤城 清司ら：乳牛における繊維・澱粉質飼料の効率的給与技術の確立に関する研究—飼料の咀しゃく時間の差異が泌乳初期乳生産に及ぼす影響。千葉県畜産センター特別研究報告. 2. 20-30. (1991)
- 4) 小林 正和ら：全粒綿実給与が乳用種去勢牛の胃液性状および咀しゃく時間に及ぼす影響。千葉県畜産センター研究報告. 20. 1-7. (1996)

2 丸粒穀類の利用技術の開発

1) 消化特性

1. 目的

丸粒トウモロコシや丸粒大麦は、低価格で畜産農家が入手可能となったが、消化率が低い等の理由により、粉砕機を導入して挽割りにしないと利用できないと考えられ、そのことがなかなか利用者が増えない要因の一つと考えられる。

しかし、丸粒のままでの給与、または精米機等での簡易処理により、肥育に利用可能となれば、加工経費分を除くことができ、その結果として飼料費の低減が可能となる。

そこで、加工処理の違いによる消化特性を明らかにするため、乾物消失率について検討した。

2. 材料および方法

試験には第一胃フィステルを装着したホルスタイン種雌牛3頭を供試し、ナイロンバック法により加工処理の異なるトウモロコシおよび大麦について、1、5、3、6、12、36、48 時間後の乾物消失率を測定した。

給与飼料は切断稲ワラと後期トウモロコシ圧ペン区濃厚飼料(第2部、1.表2参照)を25対75で混合調製したTMR飼料を用いた。給与量は、日増体量を0.6kgに設定し、日本飼養標準に準じた必要TDN量の105%とし、朝夕2回に半量ずつ給与した。

試験飼料として、トウモロコシは、丸粒、挽割り(粗挽き、中目、粉目)、加熱圧ペン、水洗い処理、発芽処理および精米機による簡易機械処理(30分処理、60分処理)の9種類について測定した。大麦については、丸粒、挽割り、粉砕、加熱圧ペン、発芽処理および精米機による簡易機械処理(30分処理)6処理について測定した。

試験は1回の測定につき3~4種類の穀類をナイロンバックに入れ第一胃に投入し、3週間かけて実施した。試験実施時期の違いによる消失率の誤差を補正するため、中目トウモロコシを全期間投入した。なお、本試験は平成10年度に実施した。

3. 結果および考察

トウモロコシの乾物消失率推移を図1に示した。48時間後における乾物消失率は、粉目95.5%、中目90.7%、圧ペン89.5%、粗挽き84.3%、機械60分処理70.6%、機械30分処理66.1%、発芽区18.4%、丸粒区17.4%および水洗い区14.5%となり、発芽区、丸粒区、水洗い区が特に低かった。

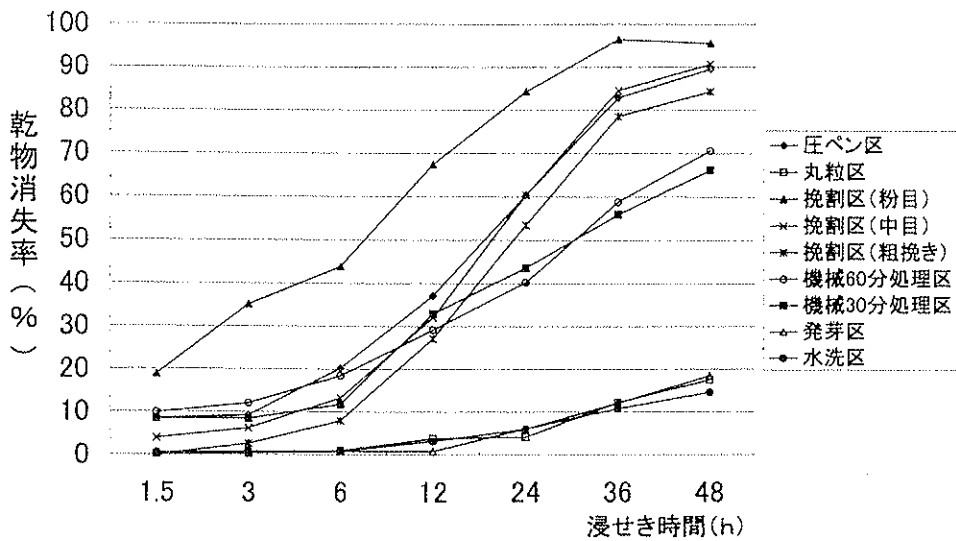


図1 トウモロコシ乾物消失率の推移

大麦の乾物消失率推移を図2に示した。48時間後における乾物消失率は、粉碎96.3%、圧ベン90.2%、挽割り87.5%、30分機械処理区72.4%、発芽区25%および丸粒区15.8%区となり、トウモロコシと同様に発芽区、丸粒区が特に低かった。

今回、精米機を用いた簡易処理方法について検討した結果、利用効率が大幅に改善されることが明らかとなり、少量の利用に当たっては使用可能であることが確認された。また、簡易処理方法の一つとして、発芽させることにより消化性の向上を期待したが、大麦では若干消化率の向上がみられたものの、トウモロコシでは丸粒トウモロコシとの差は認められなかった。さらに、この方法では発芽中にカビの発生の可能性もあり注意が必要である。

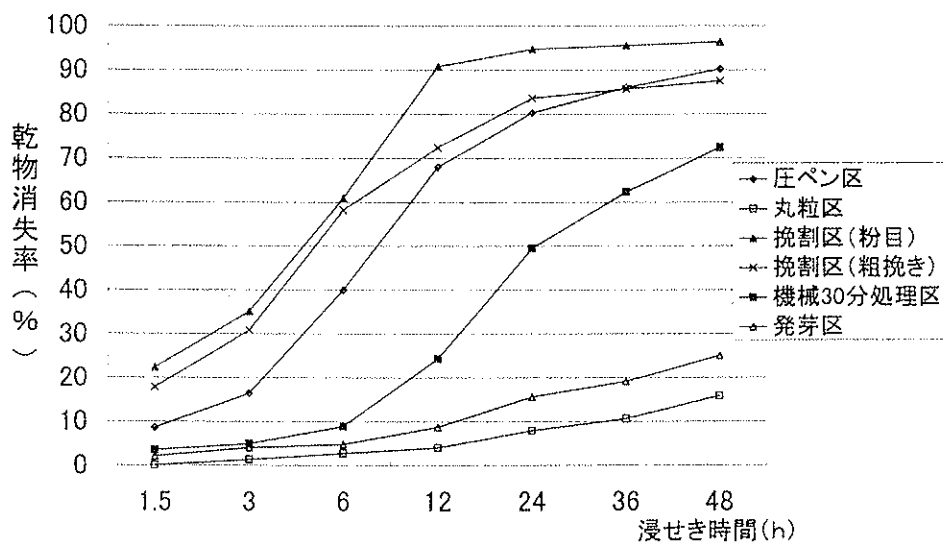


図2 大麦乾物消失率の推移

Beauchemin¹⁾らは、ナイロンバック法により全粒穀類の乾物消化率を測定した結果、96時間後においても30%以下と低かった報告しているが、本試験においても48時間後で20%以下と低い値を示した。Ewing²⁾らは、丸粒のまま第一胃に流入したトウモロコシは微細化されることはないと報告しているが、飼料として給与するときには咀嚼行動により乾物消化率の改善が期待できることから、丸粒トウモロコシ給与時の効率的な粗濃比、粗飼料の切断長および種類の違いについても今後検討する必要がある。

4. 引用文献

- 1)Beauchemin KA, et al.: Effects of mastication and digestion of whole cereal grains by cattle. J. Anim. Sci., 72, 236-246. (1994)
- 2)Ewing DL, et al.: Corn particle passage and size reduction in the rumen of beef steers. J. Anim. Sci., 63, 1509-1515. (1986)

2) 採食・反すう行動

1. 目的

丸粒トウモロコシの形状は、粗くそして硬い膜に覆われており、挽割り処理または加熱圧ペン処理したトウモロコシに比較して粗飼料的な効果が期待できると考えられるが、国内ではトウモロコシの加工形態による採食・反すう行動に及ぼす影響に関する研究はほとんど行われていない。

そこで、肥育期の濃厚多給時におけるトウモロコシ加工処理の違いが、肥育牛の採食・反すう行動に及ぼす影響を明らかにするため、肥育試験中の黒毛和種去勢牛を用いて検討した。

2. 材料および方法

試験には、肥育前期（生後 16～17 ヶ月齢）および肥育後期（生後 22～23 ヶ月齢）に群馬県および千葉県の子牛 24 頭を用いて実施した。飼料は 1 日 2 回、表 1 に示した肥育前期 TMR および肥育後期 TMR を残餌が出ない程度に制限給与し、試験期間中は全頭を繋ぎ飼養とした。

試験方法は、肥育前期および肥育後期ともに 3 日間 VTR（ビデオレコーダー）による連続撮影を行い、採食時間および反すう時間さらに乾物摂取量を測定し、RVI (Roughage Value Index) を算出した。なお、本試験は平成 9・10 年度に実施した。

統計処理は、最小二乗法を用いて試験区間・県間およびそれぞれの交互作用について解析した。

表 1 供試飼料の混合割合および成分値

飼料名		前期	後期
濃厚飼料配合割合 (%)	試験穀類	30.0	30.0
	圧ペン大麦	25.0	40.0
	粉碎大麦	5.0	15.0
	一般フスマ	19.0	7.0
	大豆粕	2.0	2.0
	大豆皮	18.0	5.0
	炭カル・他	1.0	1.0
濃厚飼料成分値	DM(乾物%)	87.8	87.8
	TDN(%)	81.0	84.1
	CP(%)	14.2	12.8
	CF(%)	10.1	5.9
	NDF(%)	25.1	17.4
	デンプン(%)	41.3	53.3
	NCWFE(%)	52.6	62.5
	Ca(%)	0.61	0.53
	P(%)	0.46	0.40
	RVI(分/kgDMI)	10.6	11.8
濃厚飼料割合 (%) ※		75	92
稲ワラ割合 (%) ※		25	8
濃厚飼料成分値	DM(乾物%)	87.8	87.8
	TDN(%)	71.4	80.8
	CP(%)	12.0	12.2
	CF(%)	15.6	8.0
	NDF(%)	34.9	21.1
	デンプン(%)	31.0	49.0
	NCWFE(%)	42.3	58.4
	Ca(%)	0.53	0.51
	P(%)	0.38	0.38
	RVI(分/kgDMI)	35.1	19.5

※成分値は設計値

3. 結果および考察

肥育前期および後期の採食・反すう行動調査結果を表2、表3に示した。

前期のDMIは7.2kg~7.7kgであり区間に差は見られなかった。採食時間、反すう時間、咀嚼時間およびRVIも区間に差は見られなかった。

後期のDMIは7.2kg~7.6kgであり、区間に差は見られなかった。その他の項目も前期と同様に差は見られなかった。

肥育前期および後期の違いを見ると、粗飼料配合割合が多い前期は採食時間と反すう時間が長くなり、濃厚飼料配合割合の多い後期では採食時間と反すう時間が短くなった。その結果、RVIは前期に比較して後期の方が小さい値になった。しかし、試験設定時のRVIは前期35.1分、後期19.5分であったのに対し、前期および後期とも2倍近く高い値を示した。木村¹⁾はホルスタイン種8頭を用いて、体重維持要求量の肉牛用ペレット状配合飼料と、その8%重量に相当する稲ワラを混合給与して咀嚼時間を測定した結果、採食時間は45分程度と一般の報告²⁾に比較して極端に短かった。これは、濃厚飼料がペレット状で、しかも給与量を維持レベルに制限したためと考察している。Faichney³⁾は、飼料摂取量が減少すると摂取量あたりの咀嚼時間が長くなると報告している。今回のRVIが乳牛での値に比較して高い値を示したことは、飼料摂取量(DMI)、飼料構成などの違いなどによる影響も考えられ、今後さらに検討する必要がある。

表2 採食・反すう行動(前期)

	庄ペン区	挽割区	丸粒区
DMI(kg)	7.2	7.7	7.5
採食時間(分)	142.6	168.5	161.2
反すう時間(分)	351.1	339.6	341.8
咀嚼時間(分)	493.9	507.3	503.3
RVI(分/kgDMI)	68.6	65.0	66.9

表3 採食・反すう行動(後期)

	庄ペン区	挽割区	丸粒区
DMI(kg)	7.2	7.5	7.6
採食時間(分)	86.5	99.1	98.8
反すう時間(分)	270.9	256.1	262.7
咀嚼時間(分)	357.2	355.3	361.6
RVI(分/kgDMI)	50.6	47.3	47.5

4. 引用文献

- 1) 木村信熙：肉用牛飼料の形態と第一胃内性状について。栄養生理研究会報，34(1)，69-85 (1990)
- 2) 藤城清司ら：給与飼料が泌乳前期の乳生産及び咀嚼時間に与える影響。栄養生理研究会報，33(2)，127-142(1989)
- 3) Faichney GJ：The kinetics of particulate matter in the rumen. in Control of Digestion and Metabolism., eds. L. P. Milligan, W. L. Grovum, 173-195, A Reston Book, New Jersey(1986)

第2部 高品質牛肉生産のための総合的飼料給与技術の開発

1 トウモロコシの加工度の違いが黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響

1. 目的

肉用牛飼料の主要な穀類であるトウモロコシおよび大麦は、食用への流用防止策として加熱圧ペン等の処理が義務づけられてきた。しかし、畜産物生産費の大きな部分を占める飼料費の低減を図り、生産コスト低減を目的として、両穀類の関税制度を見直し、丸粒で畜産農家へ供給できる措置がトウモロコシは平成7年4月、大麦については同年11月から講じられた。このことにより、畜産経営者は丸粒穀類を従来の加熱圧ペン穀類よりも安価に購入でき、生産コストの低減が可能になった。特に、肉用牛肥育においては、飼料に占める穀類給与比率が高いことから、そのメリットを最大限に生かせる状況にある。

しかしながら、丸粒穀類は圧ペン処理穀類よりも消化率が劣り、飼料としての利用価値が低く見られていることや、丸粒穀類給与による産肉性への影響が明らかにされていないこと等の理由から、丸粒穀類の利用量は少ない。

そこで、トウモロコシの加工形態（圧ペン、挽割り、丸粒）の違いが黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響を検討するため、千葉県畜産総合研究センター、茨城県畜産センター肉用牛研究所、栃木県畜産試験場および群馬県畜産試験場の4試験場で肥育試験を実施した。

2. 材料および方法

1) 肥育試験実施場所

千葉県畜産総合研究センター
茨城県畜産センター肉用牛研究所
栃木県畜産試験場
群馬県畜産試験場

2) 供試頭数・試験実施年月・供試牛の産地および血統

供試牛は、黒毛和種去勢牛で各県毎に同一種雄牛の産子を10～12頭、合計46頭を用いた。肥育試験の実施年月は平成9年5月～平成10年12月である（表1）。

表1 供試頭数・試験実施年月・供試牛の産地・血統

県名	頭数	試験実施年月	産地	供試牛の父牛
千葉県	12	H9.5~H10.11	宮崎県	隆桜
茨城県	10	H9.6~H10.12	茨城県	久菊6
栃木県	12	H9.7~H10.12	宮崎県	隆桜
群馬県	12	H9.7~H10.12	鹿児島県	神高福

3) 試験区分および供試飼料

肥育前期は35週(10~18ヶ月)、後期は39週(18~27ヶ月)とし、試験区は加熱蒸煮圧ペントウモロコシ給与区(以下圧ペン区・n=15)、挽割りトウモロコシ給与区(以下挽割り区・n=15)および丸粒トウモロコシ給与区(以下丸粒区・n=16)の3試験区を設定した。

供試飼料は4県とも同一工場において同一原料で調製された濃厚飼料と粗飼料(稲ワラ)を使用した。濃厚飼料と粗飼料の混合割合は前期75対25、後期92対8とし、混合割合および設計値を表2に示した。濃厚飼料中の試験穀類は、肥育前期および後期とも30%混合した。なお、ビタミンAおよびD₃は、1995年版「日本飼養標準:肉用牛」における養分要求量を充足する値として、ビタミンA(2,640IU/kg)、ビタミンD₃(360IU/kg)を濃厚飼料中に混合し、固形塩(尿石予防剤含む)は自由舐食させた。

表2 供試飼料の混合割合および成分値

飼料名		前期	後期
濃厚飼料配合割合(%)	試験穀類	30.0	30.0
	圧ペン大麦	25.0	40.0
	粉碎大麦	5.0	15.0
	一般フスマ	19.0	7.0
	大豆粕	2.0	2.0
	大豆皮	18.0	5.0
	炭カル・他	1.0	1.0
濃厚飼料成分値	DM(乾物%)	87.8	87.8
	TDN(%)	81.0	84.1
	CP(%)	14.2	12.8
	CF(%)	10.1	5.9
	NDF(%)	25.1	17.4
	デンプン(%)	41.3	53.3
	NCWFE(%)	52.6	62.5
	Ca(%)	0.61	0.53
	P(%)	0.46	0.40
	RVI(分/kgDMI)	10.6	11.8
濃厚飼料割合(%)※		75	92
稲ワラ割合(%)※		25	8
濃厚+ワラ成分値	DM(乾物%)	87.8	87.8
	TDN(%)	71.4	80.8
	CP(%)	12.0	12.2
	CF(%)	15.6	8.0
	NDF(%)	34.9	21.1
	デンプン(%)	31.0	49.0
	NCWFE(%)	42.3	58.4
	Ca(%)	0.53	0.51
	P(%)	0.38	0.38
	RVI(分/kgDMI)	35.1	19.5

4) 飼料給与方法および飼養管理

供試牛は群飼育で、飼料給与は自動開閉ドア（カランプロードベントドア）による個体識別給与（群馬県のみ繋ぎ）とした。飼料は1日2回無加水TMRを残飼がでる程度に給与し、毎日残飼量を秤量して飼料摂取量を算出した。敷料はオガクズを使用し、飲水はウォーターカップでの自由飲水とした。なお、前期飼料から後期飼料への切り替え時には馴致期間を設け、徐々に後期飼料へ移行させた。除角は試験開始前に実施した。

5) 調査項目

体重は2週間毎、体高は4週間毎、体長、十字部高、胸深および胸囲は試験開始時、前期終了時および後期終了時に測定した。

第一胃液と血液の採取は、試験開始時、前期開始1ヶ月後、前期中間時、前期終了時、後期開始1ヶ月後、後期中間時および試験終了時の計7回実施した。第一胃内容液は二重ガーゼで濾過した後、直ちにpHをpHメーターで測定した。プロトゾア数は第一胃内溶液1mlにMFS溶液4mlを加え、プロトゾアを固定染色後、Fuchs and Rosenthal 計算盤を用いて計数した。また、アンモニア態窒素および揮発性脂肪酸(VFA)は高速液体クロマトグラフを用いて測定した。血液は朝飼料給餌4時間後の時点で第一胃液採取前に頸静脈から採血した。採血後直ちに高速遠心法によりヘマトクリット値を測定し、遠心分離後の血漿および血清は分析に供するまで凍結保存した。試験終了後、グルタミン酸オキザロ酢酸トランスフェラーゼ(GOT)、 γ -グルタミルトランスアミノペプチターゼ(γ -GTP)、総コレステロール(T-Chol)、リン脂質(PL)、尿素窒素(BUN)、グルコース(GLU)、カルシウム(Ca)、無機リン(IP)、遊離脂肪酸(NEFA)、総蛋白質(TP)、アルブミン(ALB)、A/G比、インスリン、トリヨードサイロニン(T_3)、サイロキシニン(T_4)、グルカゴンおよびレプチンを一括測定した。インスリン、 T_3 、 T_4 、グルカゴン、レプチンは所定のキットを用いてRIA法で測定し、他の項目は、血液自動分析装置(日立7040)で測定した。

枝肉の理化学分析は、第6~7胸椎間胸最長筋における水分、粗蛋白質、粗脂肪、pH、加熱損失、剪断力価、ヘマチン含量、脂肪色および脂肪酸組成(皮下・筋間・筋肉内・腎臓周囲脂肪)について行った。水分、粗蛋白質および粗脂肪は定法¹⁾に従った。pHは、pHメーター(東亜電波工業HM-11P)を用いて測定した。加熱損失は繊維と平行に2×2×5cmの肉片に切り、ビニール袋に入れ70℃の温湯で1時間加温した後、水道水で30分冷却し、加熱前後の重量の減量から算出した。剪断力価はWaner-Bratzle剪断力価計、脂肪色は色彩色差計(ミノルタCR-2000)を用いて測定した。脂肪融点は上昇融点法、脂肪酸組成はクロロホルム・メタノールで脂質を抽出し、これをメチルエステル化してガスクロマトグラフ(島津GC-17A)で測定した。

消化試験は、肥育前期および後期に千葉県および群馬県の試験牛24頭を用いて全糞採取法で実施した。消化試験中は繋ぎ飼養とし、飼料は1日2回肥育試験飼料(TMR)を残飼がでない程度に制限給餌した。なお、千葉県は馴致4日、本試験3日とし、群馬県は馴致7日、本試験5日間とした。

統計処理は、最小二乗法を用いて試験区間・県間およびそれぞれの交互作用について解析した。

3. 結果および考察

1) 供試飼料の成分分析値

供試飼料の分析結果を表3に示した。前期CPは丸粒区11.6%、圧ペン区および挽割り区10.8%であり、いずれも設計値より低い値を示した。後期CPも丸粒区が11.9%と最も高かったが、いずれも設計値より低い値を示した。

前期TDNは圧ペン区が74.5%と最も高く、以下、丸粒区72.9%、挽割り区72.3%となり、いずれも設計値より高い値を示した。後期TDNは75%程度で、いずれも設計値より低い値を示した。

前期NDFは圧ペン区33.8%、挽割り区35.1%、丸粒区35.4%となり、圧ペン区は設計値より低く、挽割り区および丸粒区は高い値を示した。後期NDFは丸粒区については21.1%と設計値どおりであったが、他の2区は設計値より高い値を示した。

前期粗繊維含量は圧ペン区および挽割り区14.0%、丸粒区14.5%となり、いずれも設計値より低い値を示した。後期粗繊維含量も、前期同様いずれも設計値より低い値を示した。このことは、挽割りトウモロコシおよび圧ペントウモロコシが丸粒トウモロコシよりCP含量が低くなったものと考えられ、トウモロコシの加工処理によりCP含量が変化することが示唆された。

2) 飼料摂取量および養分摂取量

乾物摂取量および養分摂取量を表4に示した。

前期の濃厚飼料、稲ワラおよびTMRの乾物摂取量は、挽割り区6.2kg、2.0kg、8.2kg、丸粒区5.9kg、2.0kg、7.9kg、圧ペン区5.8kg、1.9kg、7.7kgで区間に差は見られなかった。

後期は、挽割り区7.7kg、0.7kg、8.4kg、圧ペン区7.5kg、0.6kg、8.1kg、丸粒区7.2kg、0.6kg、7.8kgとなり、稲ワラ摂取量において挽割り区が高い($P < 0.05$)値を示した。

全期間では、挽割り区7.0kg、1.3kg、8.3kg、圧ペン区6.7kg、1.2kg、7.9kg、丸粒区6.6kg、1.2kg、7.8kgで区間に差は見られなかった。

これらのことから、濃厚飼料中に30%程度の配合ではトウモロコシの加工形態の違いによって飼料摂取量に差は見られないことが確認された。

前期のCP摂取量は圧ペン区に比べ、丸粒区が高かった($P < 0.05$)。NDF摂取量は圧ペン区に比べ、丸粒区および挽割り区が高かった($P < 0.05$)。粗脂肪摂取量は圧ペン区および挽割り区に比べ、丸粒区が高い($P < 0.01$)値であった。その他の項目に差は見られなかった。

後期のNDF摂取量は圧ペン区および挽割り区に比べ、丸粒区が少なかった($P < 0.01$)。粗脂肪摂取量は、挽割り区が多かった($P < 0.01$)。その他の項目には差は見られなかった。

肥育全期間におけるNDF摂取量は挽割り区が高い($P < 0.01$)値を示したが、その他の項目に差は見られなかった。これら養分摂取量の結果は、飼料の成分値を反映しているものと考えられる。

表3 供試飼料成分分析値

	DM中								原物中		
	DM	TDN	CP	EE	NFE	OF	NDF	ADF	粗灰分	TDN	CP
前期											
庄ペン+ワラ	87.3	74.5	10.8	2.7	65.5	14.0	33.8	19.2	7.1	65.0	9.4
挽割+ワラ	87.1	72.3	10.8	2.6	65.3	14.0	35.1	19.7	7.2	63.0	9.4
丸粒+ワラ	87.3	72.9	11.6	3.0	63.5	14.5	35.4	19.9	7.4	63.6	10.2
後期											
庄ペン+ワラ	85.9	75.9	11.1	2.4	73.8	5.4	23.9	12.2	5.2	65.2	9.6
挽割+ワラ	86.3	74.7	11.2	2.7	74.0	5.2	24.4	10.3	4.8	64.5	9.7
丸粒+ワラ	86.8	75.5	11.9	2.4	72.0	6.2	21.1	11.9	5.3	65.6	10.4

表4 乾物摂取量・養分摂取量

	乾物摂取量(DM・kg/日・頭)			養分摂取量(kg/期間・頭)							
	濃厚	ワラ	合計	TDN	CP	EE	NFE	CF	NDF	ADF	粗灰分
庄ペン区											
前期	5.8	1.9	7.7	1409	206 a	51.4 A	1242	261	633 a	359	132
後期	7.5	0.6 a	8.1	1703	249	54.0 A	1659	123	531 A	270	114
挽割区											
前期	6.2	2.0	8.2	1442	217	52.7 A	1304	276	694 b	388	142
後期	7.7	0.7 b	8.4	1730	259	61.9 B	1713	122	564 A	240	111
丸粒区											
前期	5.9	2.0	7.9	1412	225 b	58.2 B	1231	280	684 b	384	142
後期	7.2	0.6 a	7.8	1630	258	51.8 A	1557	134	452 B	255	112

A, B: P<0.01 a, b: P<0.05

3) 発育成績

体重の推移を図1および表5に示した。開始時体重、前期終了時体重および試験終了時体重は、庄ペン区 306kg、525kg、724kg、挽割り区 299kg、506kg、708kg、丸粒区 307kg、516kg、706kg で区間に差は見られなかった。前期、後期および全期間DGは、庄ペン区 0.89kg、0.72kg、0.80kg、挽割り区 0.84kg、0.73kg、0.78kg、丸粒区 0.85kg、0.68kg、0.76kg で区間に差はなく良好な発育を示した。丸粒トウモロコシを給与することによって発育の低下が予測されたが、濃厚飼料中に 30%の混合では飼料摂取量やTDN摂取量に差がなく、発育に差は見られなかったと考えられる。丸粒トウモロコシの混合割合をさらに増加させた場合、発育に及ぼす影響については今後さらに検討する必要がある。

表5 体重および増体量

	庄ペン区	挽割区	丸粒区
開始時(kg)	306	299	307
前期終了時(kg)	525	506	516
前期DG(kg/日)	0.89	0.84	0.85
試験終了時(kg)	724	708	706
後期DG(kg/日)	0.72	0.73	0.68
通算DG(kg/日)	0.80	0.78	0.76

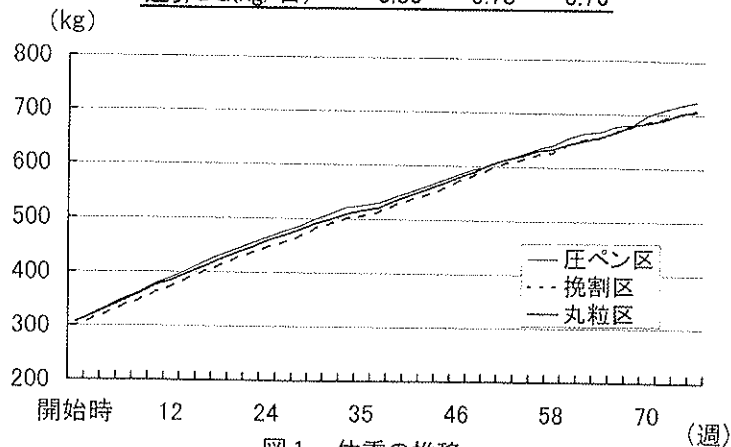


図1 体重の推移

体高、体長、十字部高、胸深および胸囲の推移を表6に示した。胸深は開始時に圧ペン区と挽割り区の違いが見られたが、それ以外については、いずれの部位も区間に差は見られなかった。

		圧ペン区	挽割り区	丸粒区
体高	開始時	116.4	116.4	116.3
	前期終了時	130.9	130.1	130.5
	試験終了時	139.2	137.7	138.7
体長	開始時	129.7	129.1	130.2
	前期終了時	151.0	148.2	148.3
	試験終了時	162.8	161.0	163.3
十字部高	開始時	119.0	118.1	119.0
	前期終了時	131.8	132.0	132.0
	試験終了時	139.0	137.4	138.2
胸深	開始時	59.8 a	57.9 b	59.0
	前期終了時	69.9	68.6	69.2
	試験終了時	77.3	76.7	77.3
胸囲	開始時	155.3	154.0	156.5
	前期終了時	194.9	191.9	194.6
	試験終了時	225.2	224.1	224.0

a, b: P<0.05

4) 枝肉成績

格付成績は表7、ロース芯（胸最長筋）の理化学分析値および脂肪酸組成を表8～12に示した。

肉質等級、枝肉重量、ロース芯面積、ばらの厚さ、皮下脂肪厚、BMSNo.等の格付成績は、いずれの項目も区間に差は見られなかった。しかし、BMSNo.は丸粒区が圧ペン区および挽割り区に比較し高い傾向を示した。

	圧ペン区	挽割り区	丸粒区
枝肉重量(kg)	440.0	435.6	434.6
ロース芯面積(cm ²)	52.1	51.1	53.1
ばらの厚さ(cm)	7.6	7.6	7.7
皮下脂肪厚(cm)	2.8	2.5	2.7
歩留基準値	73.2	73.5	73.6
脂肪交雑(BMSNo.)	4.7	4.9	5.5
肉色(BCSNo.)	4.2	4.1	4.1
締まり・きめ等級	3.1	3.1	3.3
脂肪色(BFSNo.)	2.9	2.9	2.9
肉質等級	3.1	3.1	3.3

注: 日本格付協会による格付値

理化学分析結果では、ヘマチン含量は挽割り区が高い(P<0.05)値を示した。水分、粗蛋白質、粗脂肪、pH等、その他の項目には差が見られなかった。ただし、粗脂肪含量は

脂肪酸組成では皮下脂肪、筋間脂肪、筋肉内脂肪および腎臓周囲脂肪、いずれも丸粒区でリノール酸含量が低く、筋肉内脂肪と腎臓周囲脂肪で差 ($P < 0.05$) が見られた。反すう動物では、飼料中の不飽和脂肪酸は第一胃内で水素添加されるが、飼料中の不飽和脂肪酸絶対量が多い場合には、水素添加を受けずに、蓄積脂肪に移行するといわれている²⁾。今回、丸粒区でリノール酸が低かったことは、丸粒トウモロコシは圧ペンや挽割りトウモロコシに比べ消化性が劣り、吸収されたリノール酸の量が少なかったこと、また、不飽和脂肪酸の絶対量が少なくなつて、水素添加によるオレイン酸やステアリン酸への転換割合が多かったと考えられる。脂肪融点是不飽和脂肪酸量が増加すると低くなるといわれており、今回、丸粒区の脂肪酸組成は筋間脂肪を除き不飽和脂肪酸割合が他の2区より高かったことから、皮下脂肪の融点も低くなつたと考えられる。

表8 ロース芯の理化学分析値

	圧ペン区	挽割区	丸粒区	
水分 (%)	57.9	56.5	55.5	
粗蛋白質 (%)	18.4	18.1	17.5	
粗脂肪 (%)	21.2	22.6	23.5	
pH	5.5	5.5	5.5	
脂肪融点 (°C)	24.1	24.7	23.9	
クッキングロス (%)	22.1	22.6	21.5	
シエアバリュウ (LB/cm ²)	7.6	8.5	8.3	
ヘマチン含量 (mg/100g)	29.0 a	31.2 b	28.5 a	
加圧保水性 (%)	86.5	87.2	88.3	
伸展率 (%)	26.2	27.0	27.6	
肉色	L*値	42.0	41.0	41.0
	a*値	26.0	27.0	26.0
	b*値	10.0	10.0	10.0
脂肪色	L*値	78.0	79.0	78.0
	a*値	1.0	1.1	1.4
	b*値	1.0	0.9	1.0

(注) 脂肪融点・脂肪色は皮下脂肪の値 a, b: $P < 0.05$

表9 脂肪酸組成：皮下脂肪

	(%)									
	14:0	14:1	16:0	16:1	17:0	17:1	18:0	18:1	18:2	総飽和脂肪酸
圧ペン区	2.5	1.4	25.5	5.6	0.8	1.0	7.6	52.7	2.8	36.4
挽割区	2.5	1.4	25.5	5.7	0.8	1.0	7.4	52.9	2.7	36.3
丸粒区	2.4	1.5	24.7	5.7	0.7	1.0	7.7	53.8	2.4	35.5

表10 脂肪酸組成：筋間脂肪

	(%)									
	14:0	14:1	16:0	16:1	17:0	17:1	18:0	18:1	18:2	総飽和脂肪酸
圧ペン区	2.4	1.0	24.5	4.6	0.8	0.9	10.9	52.4	2.5	38.6
挽割区	2.4	0.9	24.6	4.3	0.9	0.9	11.1	52.6	2.4	38.9
丸粒区	2.3	1.0	24.4	4.4	0.8	0.9	11.5	52.7	2.1	39.0

表11 脂肪酸組成：筋肉内脂肪

	14:0	14:1	16:0	16:1	17:0	17:1	18:0	18:1	18:2	総飽和脂肪酸 (%)
圧ペン区	2.3	0.7	27.5	3.4	0.9	0.7	13.0	49.7	2.2 a	43.5
挽割区	2.4	0.7	28.0	3.6	0.9	0.7	12.6	50.1	2.2 a	43.5
丸粒区	2.3	0.8	27.6	3.6	0.8	0.7	12.5	50.8	1.8 b	42.8

a, b:P<0.05

表12 脂肪酸組成：腎臓脂肪

	14:0	14:1	16:0	16:1	17:0	17:1	18:0	18:1	18:2	総飽和脂肪酸 (%)
圧ペン区	2.3	0.4	25.0	2.1	1.0	0.5	21.1	45.8	1.8 a	49.4
挽割区	2.4	0.5	25.3	2.2	1.0	0.5	20.5	45.8	1.9 a	49.2
丸粒区	2.3	0.5	25.0	2.2	0.9	0.5	20.8	46.4	1.6 b	48.9

a, b:P<0.05

5) 第一胃液および血液性状

第一胃液検査成績は表13に示した。pH、プロトゾア数、総VFA濃度、VFAのモル比率およびA/P比は区間に差が見られなかった。アンモニア態窒素濃度は前期において、丸粒区が高い(P<0.01)値を示した。後期は有意差はなかったが、前期同様丸粒区が高い傾向を示した。小原ら³⁾は、粗飼料多給時に比べて圧ペン大麦を含む濃厚飼料多給時では、採食後に第一胃内における総VFA濃度が著しく高まるとともに、アンモニア濃度が低下することを報告している。また、その要因として、デンプン等の易発酵性炭水化物の供給量が増加すると、第一胃内微生物の種類と数に変化し、微生物蛋白質合成へのアンモニア利用効率が向上している可能性を示唆している。さらに、荒田ら⁴⁾は、全粒穀実より圧ペン形態等の第一胃内におけるデンプン消化性の高いものを給与するとアンモニア態窒素濃度が低い値を示す傾向にあり、微生物によるアンモニア態窒素の利用性が高まると報告しており、本試験結果もこれに一致している。

表13 第1胃液検査成績(期間平均)

	圧ペン区		挽割区		丸粒区		
	前期	後期	前期	後期	前期	後期	
pH	6.99	6.79	6.95	6.89	6.93	6.75	
NH ₃ -N濃度(mg/dl)	6.41 A	3.00	6.57 A	3.00	9.38 B	4.00	
総VFA濃度(mmol/dl)	8.6	8.9	8.9	9.4	9.1	9.8	
VFAモル割合(%)	酢酸	62.6	54.7	63.6	54.2	63.8	55.3
	プロピオン酸	20.6	30.3	19.8	29.9	19.1	28.6
	その他	20.4	19.4	19.1	19.7	19.0	20.4
A/P比	3.1	1.9	3.3	2.0	3.4	2.1	
プロトゾア(×100,000)	4.17	6.44	4.05	6.86	4.22	6.59	

A, B:P<0.01

血液検査成績は図2～図18に示した。BUN(図7)は蛋白摂取量の多かった丸粒区が高い値で推移し、18週(P<0.01)および74週(P<0.05)に差が認められた。TP(図12)

は丸粒区が低い値で推移し、55週（圧ペン区・挽割りと丸粒区）および74週（圧ペン区と丸粒区）に差が認められた。アルブミン（図13）も丸粒区が低い値で推移し、55週に挽割りと丸粒区との間で差（ $P < 0.05$ ）が認められた。一般的に、繊維の摂取量が不足するとアルブミンが低下する⁵⁾といわれている。今回、NDF摂取量を見ると後期および全期間で丸粒区が最も少なくなっており、このことが丸粒区においてアルブミンが低く推移した1つの要因と考えられる。さらに、第一胃液アンモニア態窒素は丸粒区が高く推移していたことから、血中尿素窒素（図7）も丸粒区が高い値で推移し、18週時（ $P < 0.01$ ）および74週時（ $P < 0.05$ ）に有意に高い値となった。インスリン（図15）は55週時に圧ペン区120.8 $\mu\text{U/ml}$ 、丸粒区88.4 $\mu\text{U/ml}$ となり、圧ペン区が高い（ $P < 0.05$ ）値を示した。 T_4 （図17）は開始時および74週時に圧ペン区5.75 $\mu\text{g/dl}$ 、6.25 $\mu\text{g/dl}$ 、丸粒区6.5 $\mu\text{g/dl}$ 、5.72 $\mu\text{g/dl}$ と両区間に差（ $P < 0.05$ ）が見られた。レプチン（図18）は35週時に挽割区9.7 ng/ml 、丸粒区11.3 ng/ml となり、丸粒区が高い（ $P < 0.05$ ）値を示した。ヘマトクリット値、 $T\text{-Ch}$ 、 GLU 等、その他の項目に差は認められなかった。

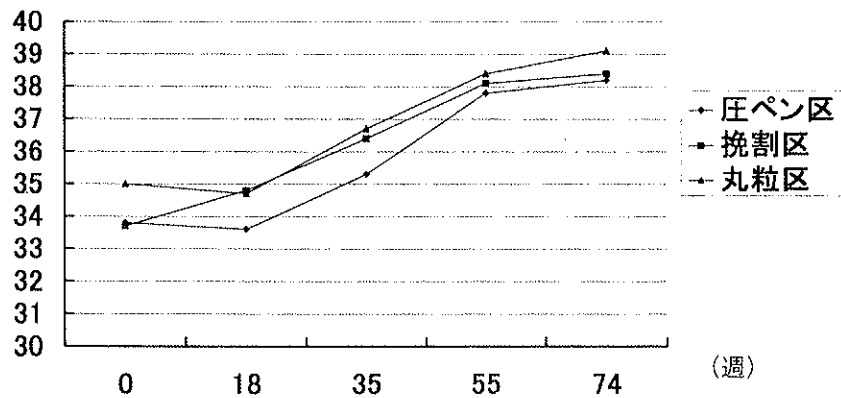


図2 Htの推移

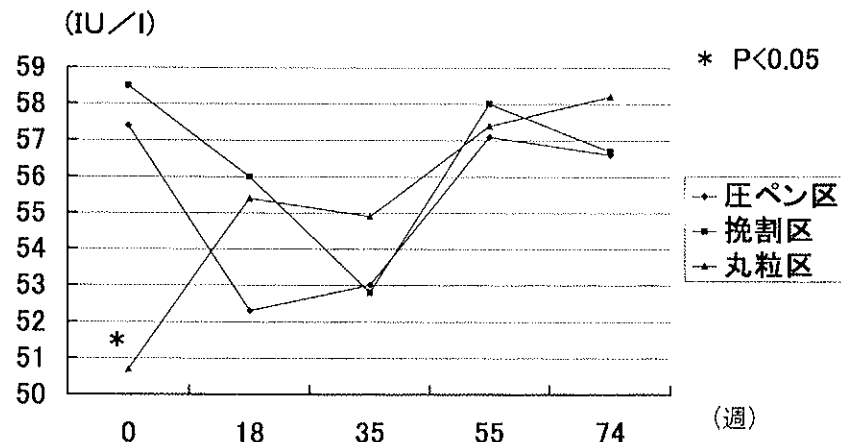


図3 GOTの推移

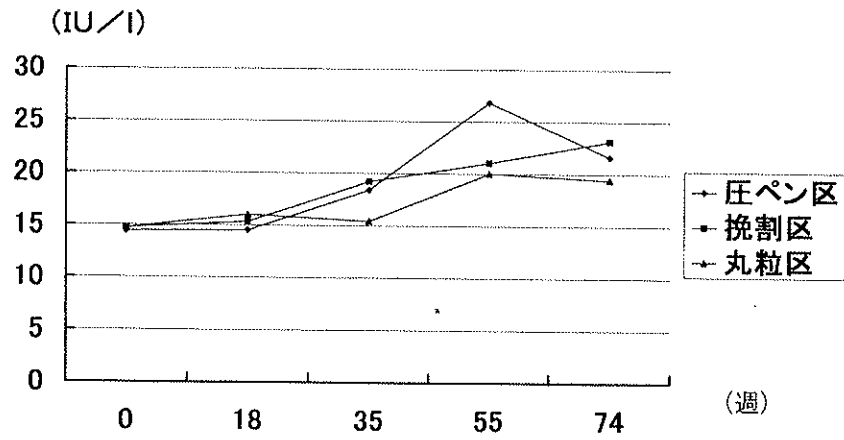


図4 γ -GOTの推移

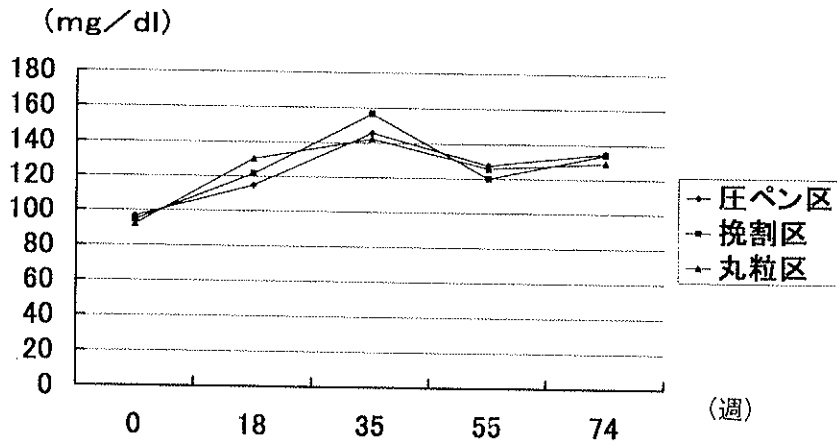


図5 総コレステロールの推移

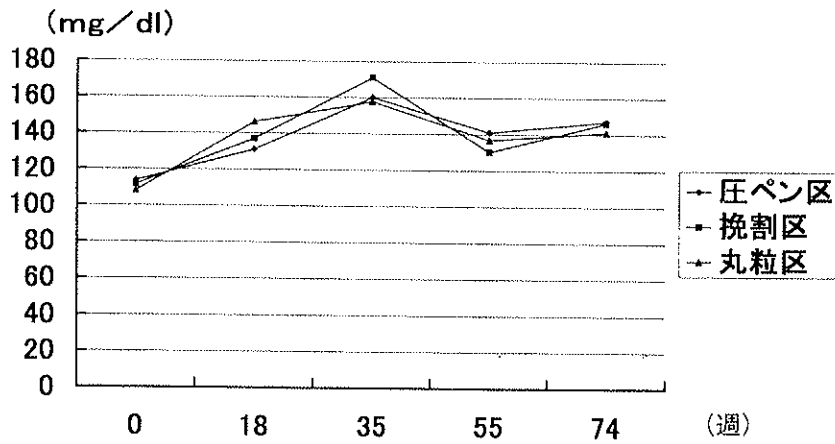


図6 リン脂質の推移

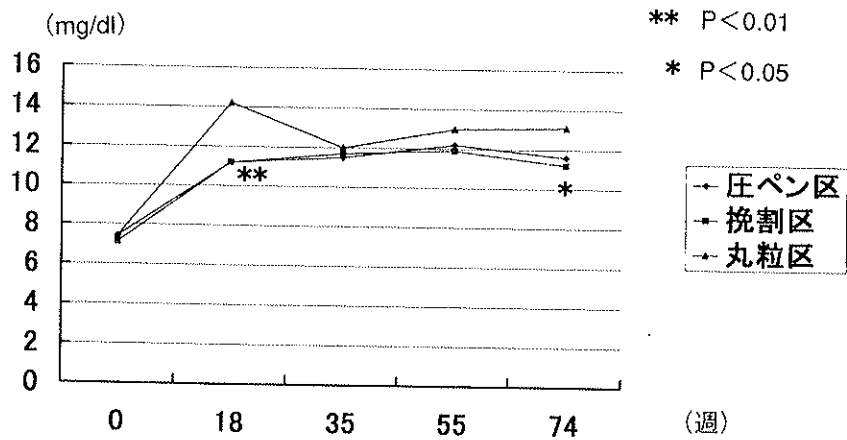


図7 血中尿素窒素の推移

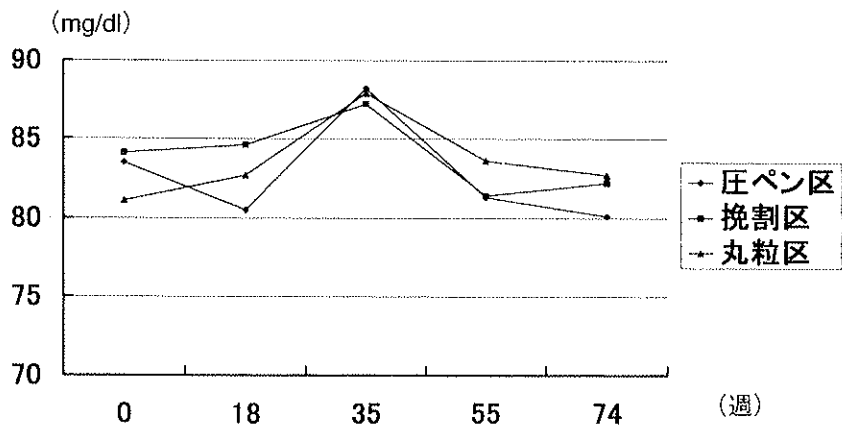


図8 グルコースの推移

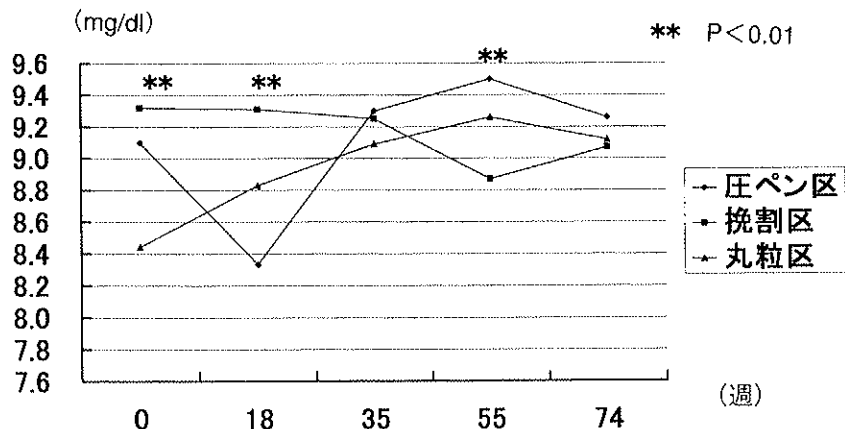
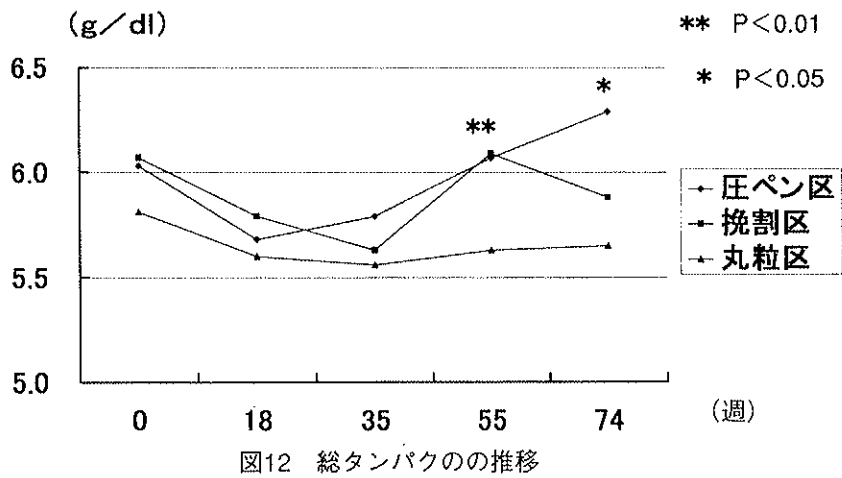
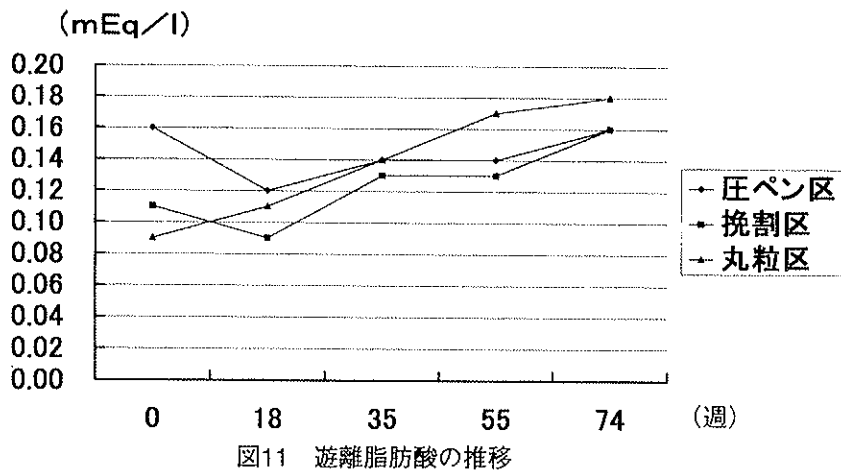
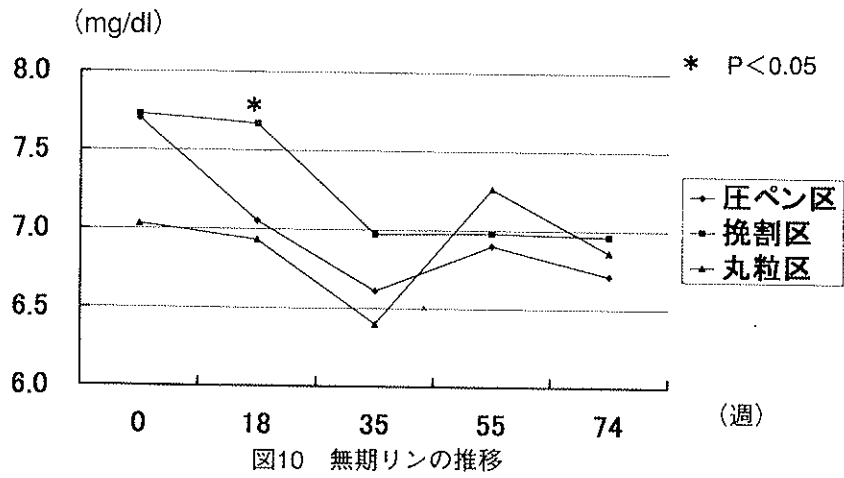


図9 Caの推移



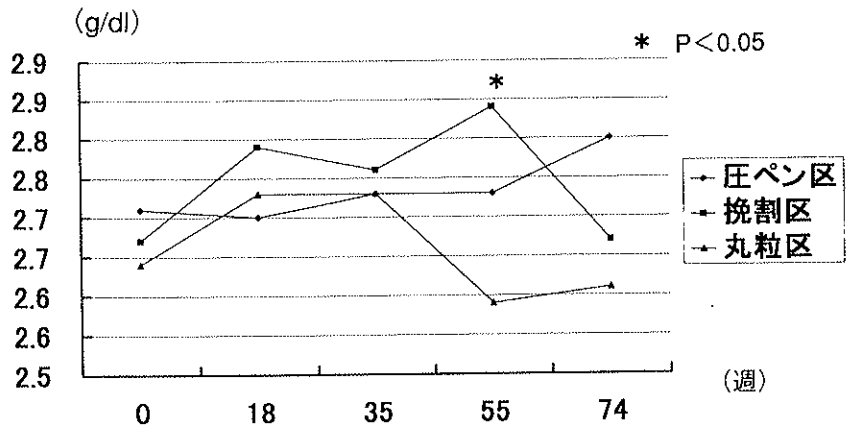


図13 アルブミンの推移

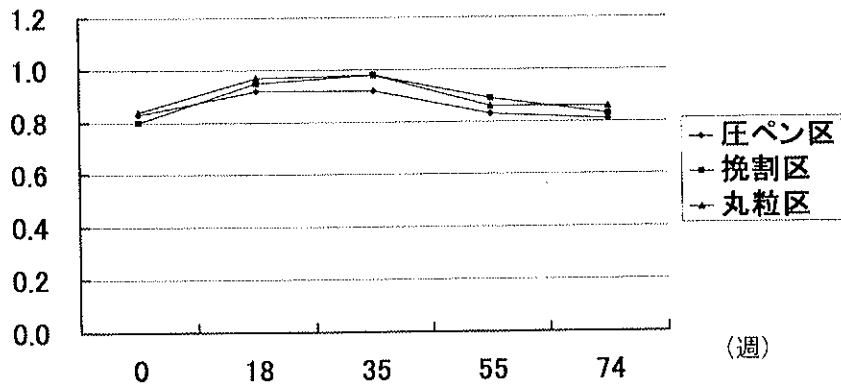


図14 A/Gの推移

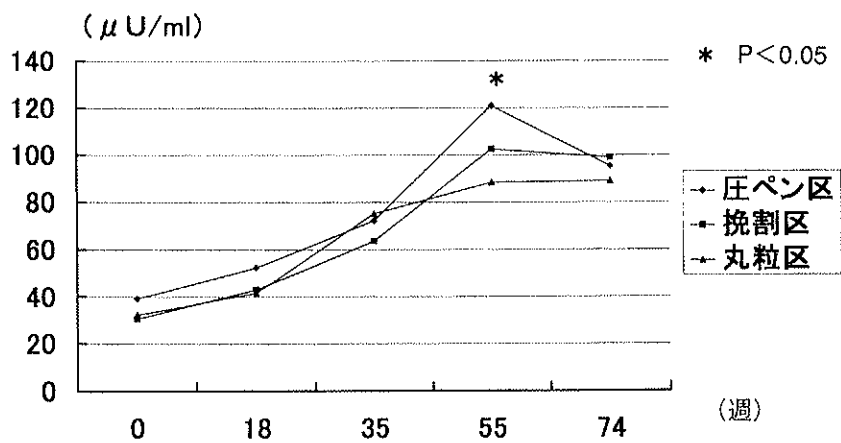


図15 インスリンの推移

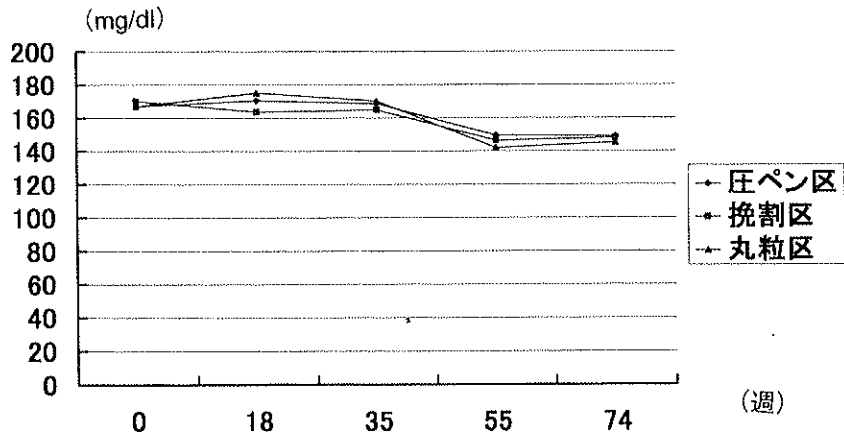


図16 T₃の推移

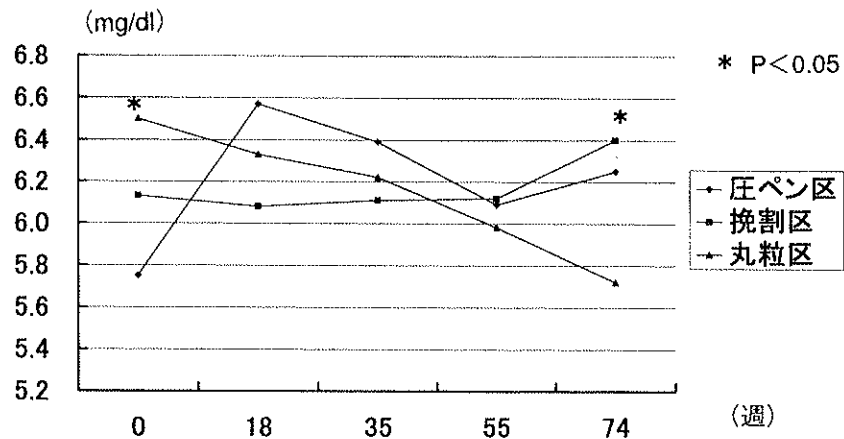


図17 T₄の推移

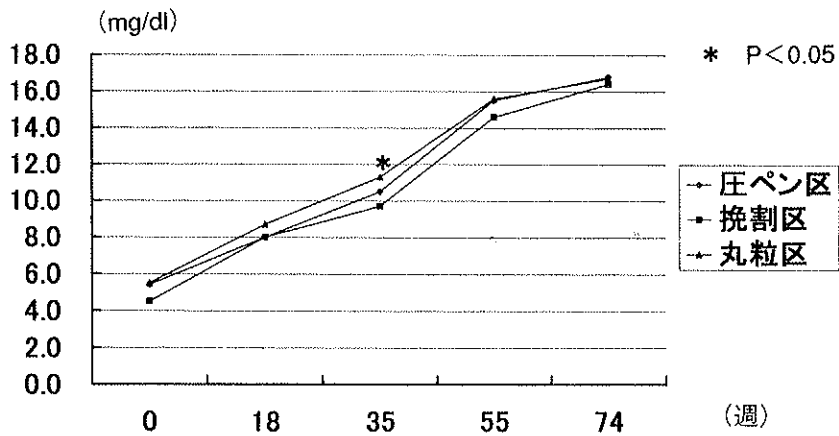


図18 レプチンの推移

6) 消化試験

肥育前期および後期の消化率とトウモロコシの未消化排出率を表14および表15に示した。なお、未消化排出率とは、摂取したトウモロコシのうち糞中に排泄された割合とした。

前期のDM消化率は圧ペン区が72.9%で最も高く、次いで挽割り区70.3%、丸粒区69.9%となり区間に有意な差が見られた。デンプン消化率も圧ペン区が98.6%で最も高く、次いで挽割り区96.1%、丸粒区89.2%となり区間に差が見られた($P < 0.01$)。未消化排出割合は圧ペン区が0.3%と最も少なく、次いで挽割り区2.6%、丸粒区19.8%で区間に差が見られた($P < 0.01$)。

後期のデンプン消化率は圧ペン区が99.3%と最も高く、次いで挽割り区97.5%、丸粒区93%となり区間に差が見られた。CF消化率はデンプン消化率とは逆の傾向を示し、丸粒区の消化率が最も高かった。未消化排出割合は圧ペン区が0.3%と最も少なく、次いで挽割り区5.2%、丸粒区11.7%となり区間に差($P < 0.01$)が認められた。

石田ら⁶⁾は全粒トウモロコシを圧ペン処理することによってTDNが14.4%向上したことを報告しているが、今回の消化試験結果では前期飼料で1.6%、後期飼料で0.4%程度の向上であった。これは本試験では分離給与ではなくTMR飼料として給与したため、トウモロコシ自体の利用性が改善されたことと、丸粒トウモロコシ使用量が少なかったことに起因していると考えられる。また、石田らは糞中に排泄された全粒トウモロコシの摂取に対する割合は、トウモロコシで19%であったと報告しており、本試験で求めた19.8%とよく一致していた。しかし、後期の未消化排出割合は11.7%とかなりの減少が見られる。これは、稲ワラの混合割合が前期では25%であったが、後期には8%に減少していることが大きな要因と考えられる。Wylieら⁷⁾は粗飼料割合の増加に伴ってトウモロコシ粒子の第一胃内平均滞留時間は指数関数的に減少すると報告しており、本試験の結果と一致した。一般的に咀嚼によって乾物消化率は大幅に改善されるといわれている⁸⁾。特に、トウモロコシは咀嚼によってかなりの損傷を受けることから、本試験程度の配合量であれば物理的加工の必要性はないと考えられる。

給与前の丸粒トウモロコシと糞中に排出された丸粒トウモロコシについて発芽試験を実施した結果、給与前のトウモロコシは大半が発芽したのに対し、排泄されたトウモロコシはほとんど発芽しなかった。このことから、給与前のトウモロコシは発芽能力を持っているが、排泄されたトウモロコシは咀嚼や消化管内を通過することにより損傷を受けて、発芽能力は消失していることが確認された。

表14 消化率およびトウモロコシ未消化排出率(前期) %

	圧ペン区	挽割り区	丸粒区
DM	72.9 A,a	70.3 b	69.9 B
CP	65.1	62.9	64.7
EE	84.8	82.7	83.6
CF	59.9	59.7	59.6
NFE	83.3	81.2	80.5
NDF	52.4	47.6 A	58.5 B
OM	75.0 a	71.7	70.3 b
デンプン	98.6 A	96.1 B	89.2 C
未消化排出	0.3 A	2.6 A	19.8 B

A,B,C:P<0.01 a,b,c:P<0.05

表15 消化率およびトウモロコシ未消化排出率(後期) %

	圧ペン区	挽割り区	丸粒区
DM	77.8	75.4	74.5
CP	63.3	66.8	64.6
EE	82.5	73.7	81.6
CF	16.5 A	29.9	39.2 B
NFE	86.1	82.8	84.7
NDF	45.2	45.7	38.2
OM	80.1	78.0	76.9
デンプン	99.3 A	97.5 a	93.0 B,b
未消化排出	0.3 A	5.2 B	11.7 C

A,B,C:P<0.01 a,b,c:P<0.05

7) 経済性

丸粒トウモロコシ利用による飼料費の試算結果は表 16 に示した。

平成 7 年度流通飼料課の調査結果を参考にして飼料費の試算を行ったところ、トウモロコシ金額で圧ペン区 31,629 円、挽割り区 32,713 円であったのに対し、丸粒区は 17,327 円で、出荷までに 1 頭当たり 14,000～15,000 円の飼料費が節減できることが明らかになった。

表16 丸粒トウモロコシ利用による飼料費の試算

	濃厚飼料 摂取量	うちトウモ ロコシ分	単価*	トウモロ コシ金額	差額**
	kg	kg	円	円	円
圧ペン区	4,055	1,216	26.0	31,629	14,301
挽割区	4,194	1,258	26.0	32,713	15,385
丸粒区	3,956	1,186	14.6	17,327	

*. 圧ペン区・挽割区はH7年度とうもろこし圧ペン工場渡価格（流通資料便覧：2002）
丸粒区は丸粒トウモロコシ利用農家着価格
**. 丸粒区との差額

4. 要 約

10ヶ月齢の黒毛和種去勢牛 46 頭を供試し、トウモロコシの加工形態（加熱蒸煮圧ペン、挽割り、丸粒）の違いが産肉性に及ぼす影響について検討した。試験期間は肥育前期 35 週（10～18ヶ月齢）、肥育後期 39 週（18～27ヶ月齢）とした。濃厚飼料中の試験穀類（圧ペン、挽割り、丸粒）は、試験期間中をとおして 30%混合し、濃厚飼料と粗飼料（稲ワラ）の割合を前期 75 対 25、後期 92 対 8 とし、無加水混合飼料（TMR）として給与した。

その結果、以下のような知見を得た。1) 乾物消化率およびデンプン消化率は前期、後期とも圧ペン区が最も高く、次いで挽割区、丸粒区の順であった。2) TMR 摂取量は差が見られなかった。3) 試験終了時体重は圧ペン区 715kg、丸粒区 702kg、挽割り区 701kg、1 日当たり増体量（DG）は圧ペン区 0.80kg、挽割り区 0.78kg、丸粒区 0.76kg であり、区間に差は見られなかった。4) 枝肉重量、ロース芯面積等の枝肉成績も差が見られなかった。5) 皮下脂肪、筋間脂肪、筋肉内脂肪および腎臓周囲脂肪の脂肪酸組成では各部位とも、丸粒区でリノール酸が低い傾向を示し、特に筋肉内および腎臓周囲脂肪では差（ $P < 0.05$ ）が見られた。肉の理化学分析結果では、ヘマチン含量は挽割区が高い（ $P < 0.05$ ）値を示したが、他の項目について差は見られなかった。6) 丸粒トウモロコシを利用すると、出荷までに 1 頭当たり 14,000 円～15,000 円の飼料費が節減できた。

以上の結果から、黒毛和種去勢牛の肥育において、TMR を前提として濃厚飼料中に丸粒トウモロコシを 30%程度まで混合給与できることが示された。

引用文献

- 1) 森本 宏：動物栄養試験法. 280-298. 養賢堂 (1971)
- 2) 三橋ら：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 第3号 71-79(1988)
- 3) OBARA Y, et al. : Diurnal changes in rumen fermentation and blood properties in Holstein steers fed a concentrate mixture for rolled barley. Anim. Sci. and Technol, Japan, 65, 217-225(1994).
- 4) 荒田直樹・栗原光規・石田武・Agung PURNOMOADI・青木稔・田中義春・河野良輝・阿部亮：全粒および蒸煮圧片処理したトウモロコシまたは大麦の給与が乳牛の第一胃内溶液の化学性状および微生物相に及ぼす影響. 畜産試験場研究報告第58号 19-30(1997)
- 5) 生産獣医医療システム 肉牛編. 183-191. 農文協(1999).
- 6) 石田武ら：全粒トウモロコシおよび全粒大麦の蒸煮圧片処理が乳牛における飼料価値及ぼす影響. 畜産試験場研究報告第58号 9-17(1997)
- 7) Wylie Mj, et al : The flow of undigested corn residues through the gastrointestinal tract of cattle. J. Anim. Sci., 68, 3843-3852(1990).
- 8) Beauchemin KA, et al : Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle : J. Anim. Sci., 72, 236-246(1994).

2 肥育後期の丸粒トウモロコシ給与が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響

1. 目的

規制緩和の一環として、平成7年度から安価で新鮮な丸粒トウモロコシを畜産農家が直接利用できるようになったものの、肉牛肥育経営での利用量は低いとされている。それは丸粒のままでは消化率が低く、粉砕機等を用いて挽き割りにしないと利用できないと考えられ、新たな設備投資が必要とされた点である。しかし海外では丸粒のまま肥育牛への給与が可能であるとの報告があり、新たな設備投資の必要なしで丸粒トウモロコシを利用できる可能性があるものの、国内には丸粒のまま利用する体系的な研究がほとんど行われていない⁵⁾⁶⁾。そこでこれらの利用技術を開発するため、平成9～10年度に実施した茨城、栃木、群馬、千葉の4県による協定試験の結果、丸粒トウモロコシは加工形態の異なる挽割りおよび圧ペントウモロコシ給与と同等の発育・枝肉成績が得られ、黒毛和種去勢牛の肥育全期間において濃厚飼料中30%まで配合可能であることを明らかにした。しかし、一般の和牛肥育では脂肪の質の改善または肉質向上を目的として、特に肥育後期には圧ペン大麦または挽割り大麦が多く用いられている。

そこで、肥育後期の丸粒トウモロコシの給与が圧ペン大麦または挽割り大麦給与と比較して、増体成績および肉質に及ぼす影響を検討するため、肥育後期の黒毛和種去勢牛42頭を用いた肥育試験を実施した。

2. 材料および方法

肥育試験の全体計画：

肥育試験計画の概要を図1に示した。

肥育試験は、肥育前期試験（生後11～19ヵ月齢：35週、245日間）および肥育後期試験（生後19～28ヵ月齢：39週、273日間）の肥育ステージを2つに分けて、それぞれ異なる試験を実施した。肥育前期試験ではモミ穀区および稲ワラ区の2試験区を設定し粗飼料に関する試験を実施した。また、肥育後期試験では供試牛を組替えて丸粒トウモロコシ区、挽割り大麦区、圧ペン大麦区の3試験区を設定し濃厚飼料に関する試験を実施した。

と畜は、肥育後期試験終了後、速やかに実施した。

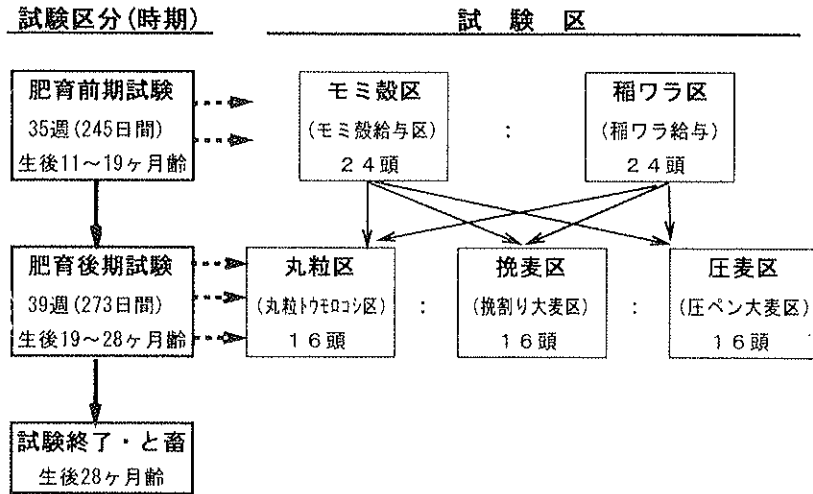


図1 肥育試験全体計画

後期肥育試験の概要：

1) 肥育試験実施場所

- 茨城県畜産センター 肉用牛研究所
- 栃木県畜産試験場
- 群馬県畜産試験場
- 千葉県畜産総合研究センター

2) 供試頭数・試験実施年月・供試牛の産地および血統

供試牛の概要および試験実施年月を表1に示した。供試牛は生後19ヵ月齢前後の黒毛和種去勢牛とし、各県毎に同一種雄牛の産子を12頭の計48頭を用いた。供試牛の血統は茨城県が美幸福、栃木県が勝美、群馬および千葉県が福桜を種雄牛とした産子である。肥育試験の実施年月は平成12年1月～平成13年1月である。

表1 供試頭数・試験実施年月・供試牛の産地・血統

県名	頭数	試験実施年月	産地	供試牛の父牛
茨城県	12	H12.3～H12.12	茨城	美幸福
栃木県	12	H12.2～H12.12	鹿児島	勝美
群馬県	12	H12.4～H13.1	宮崎	福桜
千葉県	12	H12.1～H12.11	宮崎	福桜

3) 試験区分および供試飼料

試験区分および試験牛の配置について、表2に示した。

試験区は丸粒トウモロコシ給与区（以下、丸粒区：n=16頭）、挽割り大麦給与区（以下、挽麦区：n=16頭）、圧ペン大麦給与区（以下、圧麦区：n=16頭）の3試験区を設定し、試験期間は肥育後期の39週（19～28ヵ月齢、273日間）とした。なお、試験期間中の疾病および事故等により茨城県2頭、栃木県1頭、群馬県2頭、千葉県1頭の計6頭について試験成績より除外し、実際の試験区ごとの配置頭数は、丸粒区13頭、挽麦区15頭、圧麦区14頭の合計42頭であった。

供試飼料における濃厚飼料の配合割合および、TMR成分値を表3に示した。

丸粒区の濃厚飼料中における丸粒トウモロコシの配合割合は30%（原物重量比）とし、挽麦区では挽割り大麦、圧麦区では圧ペン大麦をそれぞれ30%づつ増量し、他の飼料については同一の配合割合とした。また、試験期間中の濃厚飼料と粗飼料の給与比率は92:8（原物重量比）とし、粗飼料としては全量を切断した稲ワラを用いた。飼料の給与にあたっては濃厚飼料と粗飼料を無加水のTMRとして給与した。

なお、供試牛は肥育前期においてはモミ殻と稲ワラに関する試験に供試していた。肥育前期の飼料給与方法は濃厚飼料（丸粒トウモロコシ30%配合）と粗飼料の給与比率は75:25とし、稲ワラ区は粗飼料全量を切断稲ワラとしたのに対し、モミ殻区は25%のうち20%を未処理モミ殻、残り5%を切断稲ワラとし、濃厚飼料とのTMRとして給与した。

供試飼料は、濃厚飼料については4県共に同一原料を同一工場において調製したものを給与し、各濃厚飼料にはビタミンA（1,980 IU/kg）、ビタミンD（270 IU/kg）を添加した。また、稲ワラは国産稲ワラを2cm程度に切断したものとし、濃厚飼料と同様に同一原料を同一業者が調製したものをを用いた。また、尿石予防を目的に固形塩（尿石予防剤含む）を常設した。

表2 試験区分および試験牛配置 (頭)

	丸粒区 [丸粒トウモロコシ区]	挽麦区 [挽割り大麦]	圧麦区 [圧ペン大麦]	合計
茨城県	4(3)	4	4(3)	12(10)
栃木県	4(3)	4	4	12(11)
群馬県	4(3)	4(3)	4	12(10)
千葉県	4	4	4(3)	12(11)
合計	16(13)	16(15)	16(14)	48(42)

※ () 内の頭数は、成績除外後の試験牛頭数

表3 供試飼料の配合割合と成分 (%)

飼料名	丸粒区	挽麦区	圧麦区	
濃厚飼料	丸粒トウモロコシ	30	0	0
粗飼料	圧ペン大麦	25	25	25+30
	挽割り大麦	20	20+30	20
	圧ペントウモロコシ	10	10	10
一般飼料	一般飼料	7	7	7
原物	大豆粕	2	2	2
	大豆皮	5	5	5
その他	炭カル・他	1	1	1
濃厚飼料配合割合 (%)		92		
稲ワラ配合割合 (%)		8		
TMR成分値	DM	87.6	88.1	88.1
	TDN	80.1	79.3	79.3
	CP	12.1	12.5	12.5
	CF	7.7	8.5	8.5
	NDF	20.4	22.4	22.4
	デンプン	50.1	46.9	46.9
	NCWFE	59.1	57.1	57.1
乾物	Ca	0.51	0.52	0.52
	P	0.37	0.39	0.39
	RVI (分/頭)	22.8	20.7	20.7

4) 飼料給与方法および飼養管理

供試牛は群飼育とし、飼料給与は自動開閉ドア（カランプロードバンドドア）による個体識別給与（群馬県のみ、繋ぎ飼育）とした。飼料は1日2回給与とし、残餌が0.5～1 kg程度で量を給与し、毎日残餌量を秤量して飼料摂取量を算出した。敷料はオガクズを使用し、飲水はウォーターカップでの自由飲水とした。なお、除角は試験開始前に実施した。

5) 調査項目

(1) 体重および体格測定

体重は2週間毎に測定した。体高は4週間毎、体長・十字部高・胸深および胸囲は試験開始時および試験終了時に測定した。

(2) 飼料摂取量

毎日残餌量を秤量し、給与したTMRの摂取量を算出した。

(3) 第一胃液の採取およびpHの計測

試験開始時・1ヵ月後（4週）・中間時（17週）・終了時（35週）の計4回実施した。第一胃内容液は朝の飼料給与後4時間後に経口カテーテルを用いて採取し、二重ガーゼで濾過した後、直ちにpHメーターを用いてpHを測定した。

(4) 血液の採取と成分分析

試験開始時・1ヵ月後（4週）・中間時（17週）・終了時（35週）の計4回、朝の飼料給与後4時間後に頸静脈から採取した。採取後直ちに高速遠心法によりヘマトクリット値を測定し、遠心分離後の血漿および血清は分析に供するまで凍結保存した。

成分分析項目は、グルタミン酸オキザロ酢酸トランスフェラーゼ（GOT）、 γ -グルタミントランスペプチターゼ（ γ -GTP）、総コレステロール（T-Cho）、尿素窒素（BUN）、グルコース（GLU）、カルシウム（Ca）、マグネシウム（Mg）、無機リン（IP）であり、これらの分析は肥育試験終了後同一場所で実施した。分析方法は、自動分析装置（富士ドライケム3500V、富士フィルム）を用いて分析した。

(5) 枝肉の評価

枝肉は、日本食肉格付協会による格付を受けた。

(6) 枝肉の理化学分析

第6～7胸椎間最長筋における水分、粗蛋白質、粗脂肪、pH、クッキングロス（加熱損失）、シェアバリュー（剪断力価）、脂肪融点（皮下・腎臓）、総色素量、ヘマチン含量、肉色、脂肪色（皮下）、脂肪酸組成（筋肉内・皮下）について実施した。

水分、粗蛋白質および粗脂肪は定法¹⁾に従った。pHは、pHメーター（東亜電波工業HM-11P）を用いて測定した。加熱損失は筋繊維と平行に2×2×5cmの肉片に切り、ビニール袋に入れ70℃の温湯で1時間加温した後、水道水で30分間冷却し、加熱前後の重量の減量から算出した。剪断力価は、Waner - Bratzle剪断力価計、脂肪融点については上昇融点法²⁾、肉色および脂肪色については色彩色差計（ミノルタCR-200）を用いて測定した。脂肪酸組成はクロロホルム-メタノールで脂質を抽出し、これをメチルエステル化してガスクロマトグラフィー（島津CG-17A）で測定

した。

(7) 採食・反すう行動調査

消化試験と同様に千葉の試験牛 10 頭を用いて、3 日間 V T R による連続撮影を行い、採食時間、反すう時間および乾物摂取量を測定し、給与飼料の R V I (Roughage Value Index : 粗飼料価指数) を算出した。

(8) 統計処理

統計処理は、最小二乗法を用いて試験区間・県間およびそれぞれの交互作用について解析した。また、各表には F 値の確率 (Probability : 以下 Prob.) を記載した。

3. 結果および考察

1) 供試飼料の成分値

供試飼料の分析値を表 4 に示した。試験区間の TMR 成分値では、丸粒区では E E、デンプンがやや高く、N D F がやや低い傾向がみられた。これは試験穀類として用いた丸粒トウモロコシと大麦の成分の差が表れたものと考えられる。また設計値との比較では、C P、C F、N D F がほぼ設計値と同じであったが、デンプンでは丸粒区の分析値は 3% ほど高く、挽麦区および圧麦区についてはほぼ設計値どおりであった。

飼料名	DM	CP	EE	NFE	CF	NDF	ADF	デンプン	粗灰分
TMR 成分値 :									
丸粒区 TMR	89.8	12.0	3.3	56.1	7.6	20.3	9.1	53.0	14.5
挽麦区 TMR	90.3	12.4	2.4	55.6	8.2	25.4	10.4	48.1	15.5
圧麦区 TMR	89.6	12.6	2.7	54.0	8.8	22.7	10.8	47.7	15.4
飼料成分値 :									
丸粒区濃厚	89.8	12.6	3.5	58.0	5.9	17.3	7.1	57.4	13.8
挽麦区濃厚	90.3	13.1	2.5	57.5	6.4	22.8	8.5	52.1	14.9
圧麦区濃厚	89.6	13.3	2.8	55.7	7.2	19.8	8.9	51.7	14.7
稲 ウ ラ	89.9	4.0	1.4	33.5	27.9	55.8	32.1	1.7	23.0

※各区 TMR は、濃厚飼料 92% + 稲ウラ 8% (原物重量比) の計算値

2) 飼料摂取量

試験期間中の平均飼料摂取量を表 5 に、また 4 週ごとの飼料摂取量の推移を図 2 に示した。各試験区の 1 日あたりの平均飼料摂取量では、丸粒区 9.7 kg、挽麦区 8.7 kg、圧麦区 9.1 kg であり、丸粒区は挽麦区に比較して濃厚飼料および粗飼料、さらに合計についても高い値を示した ($P < 0.01$)。また、圧麦区はほぼその中間の値であった。

試験期間中の 4 週間ごとの飼料摂取量について区間の比較してみると、試験開始時から丸粒区は有意に高い値を示し、次いで圧麦区、挽麦区の順で試験終了時まで推移した。一般に丸粒トウモロコシの嗜好性については高い⁸⁾とされているが、平成 9~10 年度に実施したトウモロコシの加工度に関する試験結果では、丸粒トウモロコシ給与区は、圧ペントウモロコシおよび挽割りトウモロコシ給与区と比較して採食量には有意な差は

認められなかった。堤ら¹⁾は黒毛和種去勢牛 15 頭を用いて、肥育後期に大麦多給区（濃厚飼料配合割合：圧ペン大麦 67%）と圧ペントウモロコシ多給区（圧ペントウモロコシ 60%）、粉碎トウモロコシ多給区（粉碎トウモロコシ 60%）の 3 試験区で肥育試験を実施したところ、飼料摂取量では粉碎トウモロコシ多給区が最も高く、大麦多給区が最も低い値でありトウモロコシが大麦よりも嗜好性が良好であったと報告しており、本試験と同様な結果を示している。本試験において丸粒区の摂取量が有意に高かったのは、トウモロコシと大麦の嗜好性の違いによる影響が大きな要因の一つであると考えられる。また、挽麦区および圧麦区の両区は大麦配合割合が 75% と非常に高く、そのことも嗜好性に影響をおよぼした可能性がある。

	丸粒区 (n=13)	挽麦区 (n=15)	圧麦区 (n=14)	Prob.
濃厚飼料	8.9 A	8.0 B	8.4	0.01
粗飼料	0.8 A	0.7 B	0.7	0.01
合計	9.7 A	8.7 B	9.1	0.01

異符号間に有意差あり（大文字：P<0.01）

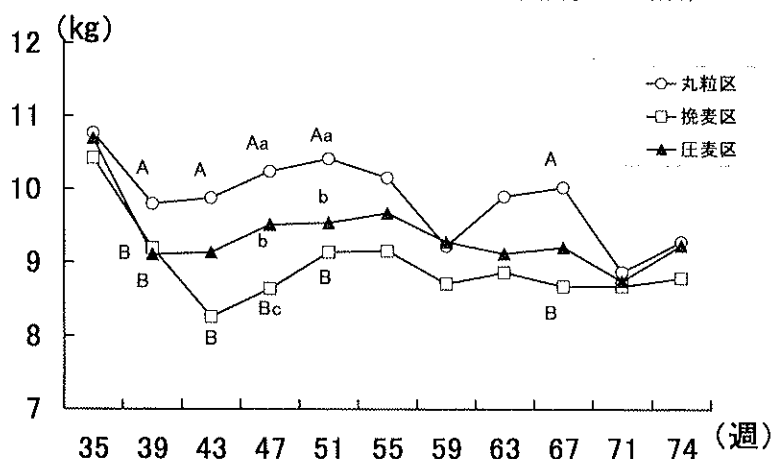


図2 飼料摂取量の推移 異符号間に有意差あり（大文字：P<0.01）
〃（小文字：P<0.05）

3) 増体成績

体重および1日あたり増体量（以下、DG）を表6、試験期間中の体重の推移を図3に示した。

開始時体重では、丸粒区 526 kg、挽麦区 529 kg、圧麦区 536 kg と有意な差はないものの圧麦区がやや高い値を示した。本試験の開始時においては、各試験区とも体重等が平均になるように配置したが、試験期間中の事故および疾病等により該当牛を成績除外した結果このような値となった。中間時体重では、丸粒区 628 kg、挽麦区 621 kg、圧麦区 639 kg と有意差はないものの圧麦区が高い傾向を示し、終了時体重でも同様の傾向を示した。また、2週間ごとの体重の推移では、58週時には圧麦区と丸粒区・挽麦区の間、64週、68週、70週時には圧麦区と挽麦区の間には差が認められた（P<0.05）。

試験期間中のDGでは、丸粒区 0.74 kg、挽麦区 0.71 kg、圧麦区 0.77 kg と試験区間

に有意な差はないものの圧麦区がやや高い傾向を示した。

飼料摂取量では丸粒区が他試験区より有意に高い摂取量であったが、体重およびDGでは試験区間に差が認められないのは、丸粒トウモロコシの消化率の低さが影響していると考えられる。しかし、丸粒トウモロコシを給与しても増体成績には差がないことから、挽割り大麦または圧ペン大麦と丸粒トウモロコシの価格差が飼料摂取量の増加分の飼料費より上回れば、経営的には有利になるものと考えられる。

	丸粒区 (n=13)	挽麦区 (n=15)	圧麦区 (n=14)	Prob.
体 重 :				
開始時(19ヶ齢)	526	529	537	0.39
中間時(24ヶ齢)	628	621	639	0.14
終了時(28ヶ齢)	723	716	743	0.07
D G :				
開始時～中間時	0.82	0.82	0.85	0.31
全期間(19～28)	0.74	0.71	0.77	0.20

注：開始時は35週、中間時は54週、終了時は74週

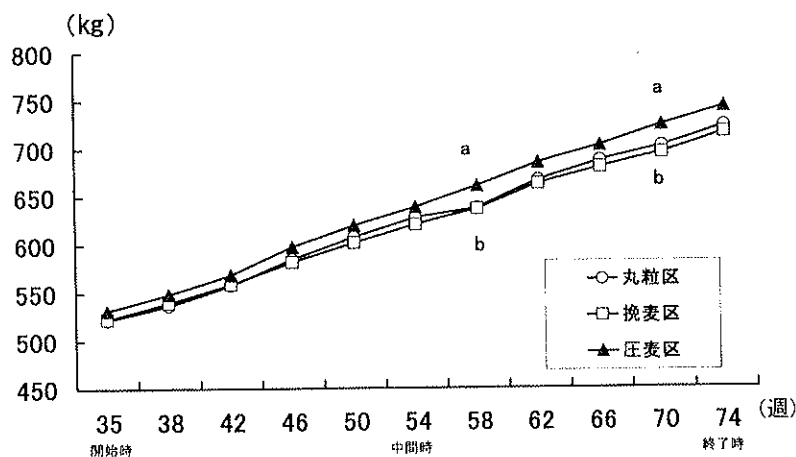


図3 体重の推移 異符号間に有意差あり(a, b: P<0.05)

4) 第一胃内容液 pH および血液性状

試験期間中の第一胃内容液 pH の推移について表7に、さらに血液性状について表8に示した。

試験開始1ヵ月後、終了時における第一胃内容液 pH では、試験区間に有意な差は認められなかった。穀類はその種類、加工度により第一胃内での分解が影響されるが、特にトウモロコシデンプンに比較して大麦デンプンは分解速度が速いといわれており、さらにMurphyら¹³⁾は、丸粒トウモロコシと圧ペントウモロコシの第一胃内 pH を経時的に調査したところ、丸粒トウモロコシを給与した子牛の方が高かったと報告している。

今回の試験において、試験区間に差が生じなかった原因については不明であるが、今後さらに採材方法も含めて検討する必要がある。

血液性状についても第一胃内容液 pH と同様に、試験区間の差は認められなかった。

表7 第一胃内溶液pH

	丸粒区 (n=13)	挽麦区 (n=15)	圧麦区 (n=14)	Prob.
1ヶ月後	6.4	6.3	6.3	0.33
終了時	6.6	6.7	6.5	0.27
平均値	6.5	6.5	6.4	0.68

表8 血液性状(成分値)

	丸粒区 (n=13)	挽麦区 (n=15)	圧麦区 (n=14)	Prob.
ヘマトクリット (%)	37.0	37.2	37.0	0.92
GOT (IU/L)	50.1	55.4	56.2	0.96
γ-GTP (IU/L)	19.6	22.5	25.0	0.64
T-CHO (mg/dl)	129.8	128.0	120.3	0.60
BUN (mg/dl)	13.6	14.3	14.0	0.64
GLU (mg/dl)	74.6	74.6	73.5	0.91
Ca (mg/dl)	9.8	9.7	9.8	0.68
Mg (mg/dl)	2.5	2.4	2.4	0.55
IP (mg/dl)	6.7	6.5	6.3	0.38

5) 枝肉成績

日本食肉格付協会による格付結果を、表9に示した。

枝肉重量では、丸粒区が448.9 kg、挽麦区442.9 kg、圧麦区463.8 kgと圧麦区が他試験区より高い値を示し ($P < 0.05$)、皮下脂肪の厚さについても同様に圧麦区2.8 cmと他試験区に比較して高い値を示した ($P < 0.05$)。しかし、ロース芯面積およびバラの厚さについては差は認められなかった。

BMS_{No}では、丸粒区が7.9で、挽麦区6.3、圧麦区5.4であり丸粒区が他区に対して高い値を示した ($P < 0.01$)。瀧澤ら¹⁰⁾は、交雑種去勢牛12頭を用いてトウモロコシ多給区(濃厚飼料の配合割合:前期30%、中期40%、後期50%)と大麦多給区(濃厚飼料の配合割合:トウモロコシ区と同じ)が産肉性および肉質に及ぼす影響を検討した結果、大麦多給区のBMS_{No}が有意に高い値を示したと報告しており、その原因として12~14か月齢時における第一胃内非分解グルコースがトウモロコシ多給区に比較して大麦多給区で増加したことによると考えている。また、堤ら¹¹⁾らは肥育後期の黒毛和種去勢牛を用いた大麦多給区とトウモロコシ多給区ではBMS_{No}に差はないと報告している。本試験結果において丸粒区が他試験区に比較して有意に高い値を示したが、その原因については不明な点も多く、今後さらに検討が必要と考える。

また、BCS_{No}においては有意な差はないが、丸粒区がやや低い傾向を示し、肉の光沢および肉の色沢等級では丸粒区が有意に高い値を示した。橋端ら⁴⁾は、給与飼料中の糖・デンプン・有機酸類(NCWE)水準とBCS_{No}との関係を調べたところ、NCWE水準が50%以上の場合は50%以下に比較してBCS_{No}が高くなると報告している。今回、丸粒区の飼料成分値のNCWEは、59.1%であるが、丸粒トウモロコシの消化率は、挽麦区および圧麦区より低くなっていると考えられ、それらがBCS_{No}に影響を及ぼしたとも考えられる。また、縮まり・きめ等級においては丸粒区が高い値を示

し ($P < 0.01$)、その結果肉質等級では丸粒区が 4.2、挽麦区 3.7、圧麦区 3.2 と丸粒区が高い値となった ($P < 0.01$)。

表 9 枝肉成績

	丸粒区 (n=13)	挽麦区 (n=15)	圧麦区 (n=14)	Prob.
枝肉重量(kg)	448.9b	442.9b	463.8a	0.05
0-3芯面積(cm ²)	51.8	51.5	52.5	0.98
15の厚さ(cm)	7.9	7.6	7.9	0.36
皮下脂肪厚(cm)	2.3b	2.2B	2.8Aa	0.02
歩留基準値(%)	73.7	73.7	73.2	0.46
BMS No.	7.9Aa	6.3b	5.4B	0.01
脂肪交雑等級	4.6Aa	4.0b	3.6B	0.00
BCS No.	3.9	4.0	4.3	0.33
光沢	4.3Aa	3.7b	3.3B	0.01
肉の色沢等級	4.3Aa	3.7b	3.3B	0.01
締まり	4.3Aa	3.7b	3.2B	0.01
きめ	4.5a	3.7b	3.6b	0.02
締まり・きめ等級	4.3Aa	3.7b	3.2B	0.01
BFS No.	3.0	3.0	3.0	1.00
光沢と質	4.8	4.7	4.7	0.54
脂肪の色沢と質等級	4.8	4.7	4.7	0.54
肉質等級	4.2Aa	3.7b	3.2B	0.01

異符号間に有意差あり (大文字: $P < 0.01$)
 / (小文字: $P < 0.05$)

注: 日本格付協会による格付

6) 肉質分析

肉質分析結果を表 10 に、さらに脂肪酸分析結果を表 11 に示した。

胸最長筋における粗脂肪含量では、丸粒区が 33.0% と最も高く、次いで挽麦区が 30.1%、圧麦区が 29.4% の順で BMS No. と同様な傾向を示したが、統計的には有意な差はなかった。腎臓脂肪における脂肪融点では、圧麦区が他試験区に比較して低い値を示したが ($P < 0.01$)、皮下脂肪の融点については圧麦区がやや高い傾向がみられるものの有意な差は認められなかった。一般に脂肪融点は、品種、月齢および飼料給与内容によって変動する。それは飽和・不飽和脂肪酸の割合によって左右されると考えられている。三橋ら¹²⁾は、給与飼料が蓄積脂肪の脂肪酸組成および融点に及ぼす影響を調査するため、圧ペン大麦主体の濃厚飼料と圧ペントウモロコシ主体濃厚飼料との比較を実施したところ、大麦区が $40.1 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 、トウモロコシ区 $37.6 \pm 0.5^\circ\text{C}$ でトウモロコシ区が低い値を示したと報告しており、本試験の皮下脂肪融点と同様な結果である。また、三橋ら¹²⁾はトウモロコシ区の脂肪の色調は大麦区に比較して、a 値 (赤色度)、b 値 (黄色度) が高くなったと報告しているが本試験結果では差は認められなかった。また、クッキングロス、シュアバリュー、総色素量では有意な差はなかったが、総色素量においては丸粒区、挽麦区、圧麦区の順で高くなる傾向であった。

脂肪酸については、皮下脂肪の 14:1 (ミリストレイン酸)、16:1 (パルミトレイン酸) について圧麦区が低い値を示し ($P < 0.01$)、18:0 (ステアリン酸) においては逆に高い値であった ($P < 0.05$)。その結果、総飽和脂肪酸割合は有意な差はなかったが圧麦区がやや高い傾向を示し、それが皮下脂肪融点へ影響したものと考えられる。なお、筋肉内脂肪については試験区間に差はなかった。

表10 肉質分析

	丸粒区 (n=13)	挽麦区 (n=15)	圧麦区 (n=14)	Prob.
水分(%)	50.7	51.8	53.1	0.27
粗蛋白(%)	15.3	15.9	16.3	0.19
粗脂肪(%)	33.0	30.1	29.4	0.24
ケッキングロス(%)	19.6	20.3	20.9	0.24
シュパツリウ-(LB/cm ²)	5.3	5.3	6.2	0.51
脂肪融点(°C):				
皮下脂肪	19.8	20.3	21.2	0.10
腎臓脂肪	41.2A	41.3A	39.1B	0.00
pH	5.9	5.9	5.9	0.76
総色素量(mg)	310.0	343.6	361.2	0.11
肉色(胸最長筋):				
L*値	49.1	49.2	48.0	0.56
a*値	26.4	26.8	27.4	0.57
b*値	15.5	15.6	15.9	0.43
脂肪色(皮下脂肪):				
L*値	81.3	81.2	81.7	0.51
a*値	3.6	3.7	4.0	0.67
b*値	6.3	6.4	6.4	0.93

異符号間に有意差あり(大文字:P<0.01)

表11 肉質分析(脂肪酸組織)

	丸粒区 (n=13)	挽麦区 (n=15)	圧麦区 (n=14)	Prob.
皮下脂肪:				
14:0	2.5	2.6	2.3	0.20
14:1	1.9A	2.0A	1.4B	0.00
16:0	25.7	25.4	25.8	0.54
16:1	7.3A	7.8A	3.2B	0.00
18:0	7.1a	7.3a	8.1b	0.05
18:1	53.5	53.1	54.3	0.49
18:2	1.9	1.9	2.0	0.84
総飽和	35.4	35.3	36.1	0.29
総不飽和	64.6	64.7	63.9	0.29
筋肉内脂肪:				
14:0	2.4	2.2	2.3	0.24
14:1	0.7	0.7	0.7	0.62
16:0	28.0	27.0	27.3	0.16
16:1	4.0	4.1	4.1	0.68
18:0	12.5	12.4	12.4	0.95
18:1	50.9	52.1	51.6	0.15
18:2	1.6	1.5	1.5	0.44
総飽和	42.8	41.6	42.0	0.17
総不飽和	57.2	58.4	58.0	0.17

異符号間に有意差あり(大文字:P<0.01)

" (小文字:P<0.05)

7) 疾病・事故等の発生状況

試験期間中における疾病および事故等

の発生状況を、表12に示した。試験期間中の疾病の発生状況は、尿石症、鼓脹症、下痢、食欲不振ともに多くみられたものの、試験区間による差はなかった。

8) と畜時における内臓所見

千葉県で供試した試験牛11頭について、試験終了後、内臓全量について異常の有無を調査した結果を表13に示した。

第一胃+第二胃における絨毛の脱落および充血・出血痕について、丸粒区が他区に比較して少ない傾向がみられた。これは、胃液pHの部分でも触れたが、丸粒トウモロコシはその形状により、圧ペンおよび挽割りトウモロコシに比較して胃液pHの急激な低下を抑える効果が期待でき、その結果としてルーメンアシドーシスを抑え、さらに潰瘍やパラケラトシスの減少させる効果も期待できると考えられる。

表12 病気・事故等の発生状況 (頭)

病名等	丸粒区 (n=16)	挽麦区 (n=16)	圧麦区 (n=16)	計
尿石症	7	6	4	17
鼓脹症	1	2	1	4
下痢	4	9	9	22
食欲不振	4	3	4	11
四肢の腫脹		4	2	6
第四胃変位※			1	1
事故	1			1
計	17	24	21	62

※ 症状により区分を行なった。

表13 屠畜時における内臓所見 (頭)

疾病名等	丸粒区 (n=4)	挽麦区 (n=4)	圧麦区 (n=3)
肝臓:			
肝蛭			1
富脈斑	1	1	
第一胃+第二胃:			
潰瘍痕(部分的)		1	
充血・出血痕	1	2	2
絨毛の脱落	1	4	3
絨毛の淡色	1	4	2
第三胃:			
潰瘍痕(部分的)	1	1	
充血・出血痕	2	1	2
第四胃:			
潰瘍(部分的)		1	1
充血・出血痕			
十二指腸:			
潰瘍痕			
充血・出血痕	1		2
小腸:			
充血	2	2	1
大腸:			
充血		2	
脂肪壊死	1		
盲腸:			
充血	1	1	
膀胱:			
尿石	1	2	2

※ 千葉県で実施した11頭分

9) 採食・反すう行動

千葉で実施した採食・反すう行動調査の結果を表14に示した。

反すう時間では挽麦区が試験区に対してやや長い傾向があったが、採食時間および咀嚼時間、乾物摂取量ともに有意な差はなかった。また、採食・反すう行動調査より算出したRVIについては、丸粒区、挽麦区、圧麦区の順で低くなる傾向があり、丸粒トウモロコシには粗飼料的な物理的な効果が期待できると考えられたが個体間のばらつきが大きく統計的には有意な差はなかった。また、給与飼料の設計値RVIは20分/DM・kg程度であったが、実際の計測値では2倍程度のRVIであり、これは圖師ら³⁾の報告と同じような傾向を示している。

	丸粒区 (n=3)	挽麦区 (n=4)	圧麦区 (n=3)	Prob.
採食時間	94.8	79.5	85.4	0.71
反すう時間	188.3	205.3a	152.2b	0.04
咀嚼時間	283.2	284.8	237.7	0.26
乾物摂取量(kg)	6.6	7.2	6.7	0.60
RVI(分/kgDM1)	43.2	39.6	35.5	0.37

※異符号間に有意差あり (P<0.05)

4. 要 約

供試牛は、19ヵ月齢の黒毛和種去勢牛で、各県がそれぞれ同一種雄牛の産子を10~11頭、計42頭を供試した。試験期間は39週(19~28ヵ月齢)とし、試験区は丸粒トウモロコシ給与区(丸粒区:n=13)、挽割り大麦給与区(挽麦区:n=15)、圧ペン大麦給与区(圧麦区:n=14)の3試験区を設定した。丸粒区の濃厚飼料中における丸粒トウモロコシの配合割合は30%とし、挽麦区では挽割り大麦、圧麦区では圧ペン大麦をそれぞれ30%ずつ配合し、他の飼料については同一の配合割合とした濃厚飼料を用いた。また濃厚飼料と粗飼料(切断稲ワラ)の給与比率は92:8とした無加水の混合飼料(TMR)とし、自由摂取として給与した。

- 濃厚飼料および粗飼料摂取量では、丸粒区の摂取量が挽麦区のそれに対して有意に高かった。また、圧麦区はその中間であった。
- 中間時および終了時体重は圧麦区がやや高い傾向を示したが、区間に有意差は認められなかった。日増体量についても区間に有意差は認められなかったものの、全期間では圧麦区が最も高く、次いで丸粒区、挽麦区の順であった。
- 枝肉成績では、BMS₆、締まり・きめ等級、肉質等級は丸粒区の値が最も高く、挽麦区および圧麦区との間に有意差が認められた。枝肉重量および皮下脂肪の厚さは圧麦区の値が有意に高かった。肉質分析では、有意差はないものの丸粒区の胸最長筋の粗脂肪含量が高く、総色素量および脂肪融点(皮下脂肪)でやや低い傾向が認められた。腎臓脂肪の脂肪融点では圧麦区が有意に低い値を示した。
- 第一胃の内臓所見では、丸粒区は他試験区に比較して絨毛等の異常が少ない傾向が認

められた。

以上の結果、丸粒トウモロコシを濃厚飼料中 30%まで混合給与しても圧ペン大麦・挽割り大麦給与時と同等以上の産肉性が得られることが明らかになった。さらに丸粒トウモロコシは価格が安価であり、肥育飼料として利用することは経済的に有利であると考えられた。

引用文献

- 1) 森本 宏：動物栄養試験法. 280-298. 養賢堂(1971)
- 2) 社団法人畜産技術協会：肉用牛高度肥育技術確立推進事業マニュアル 10-1. 牛肉の品質評価のための理化学分析マニュアル. 22-23(1999)
- 3) 圖師 和好ら：肥育前期における飼料中 C P 水準及び肥育後期におけるデンプン・N D F 水準が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響. 畜産試験場研究資料 第 13 号 (1999)
- 4) 橋端 堅次郎ら：種々の飼料給与条件が黒毛和種牛の飼料摂取量、第 1 胃内発酵、血液性状、増体成績、と畜解体成績および経済性に及ぼす影響. 畜産試験場研究資料 第 8 号(1995)
- 5) 石田 武ら：全粒トウモロコシおよび全粒大麦の蒸煮圧片処理が乳牛における飼料価値に及ぼす影響. 畜産試験場研究報告. 58. 9-17 (1997)
- 6) 荒田 直樹ら：全粒および蒸煮圧片処理したトウモロコシおよび大麦の給与が乳牛の第一胃内溶液の化学性状および微生物相に及ぼす影響. 畜産試験場研究報告. 58. 19-29 (1997)
- 7) 平成 8 年度 丸粒流通飼料合理化促進事業報告書. 科学飼料協会. (1997)
- 8) 大成 清：全粒トウモロコシの肉牛用的価値 (1). 畜産の研究. 53. 6. 21-23 (1999)
- 9) 大成 清：全粒トウモロコシの肉牛用的価値 (2). 畜産の研究. 53. 7. 15-20 (1999)
- 10) 瀧澤秀明ら：トウモロコシと大麦が交雑種去勢牛の産肉性及び肉質に及ぼす影響. 愛知濃総試研報. 30. 289-293 (1998)
- 11) 堤 知子ら：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および形状が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響. 鹿児島畜試研報. 27. 10-23. (1994)
- 12) 三橋 忠由ら：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. 中国農業試験場研究報告. 3. 71-79. (1988)
- 13) Murphy T A et al : The influence of intake level and corn processing on digestibility and ruminal metabolism in steers fed all-concentrate diets. J. Animal Sci., 72, 1608-1615 (1994) .

3 未処理のモミ殻の給与が肥育前期の黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響

1. 目的

肉牛の肥育に用いる粗飼料としては、従来より稲ワラが主に用いられていたが、飼養規模の拡大に伴い自家収集による入手が困難となり、さらに価格の高騰等により輸入粗飼料に依存しているのが現状である。しかしながら、輸入粗飼料には防疫上の観点で不安が付きまどっており、稲ワラに代わる国産の代替粗飼料の開発への要望が近年高まっている。

その中で、古くから注目されていたのがモミ殻である。稲作の副産物であるモミ殻は、稲ワラとともに比較的豊富に得られる粗飼料資源といえるが、稲ワラに比べ粗蛋白質・粗脂肪は低く、粗繊維・粗灰分が高い。また粗灰分の大部分が珪酸であり、リグニンを多く含み、栄養価および嗜好性についても低いと考えられ、家畜の飼料としてはあまり利用されていないのが現状であり、そのかなりの部分が焼却等、廃棄されている。

近年、肉牛肥育においても飼料給与方法として混合飼料（TMR）により給与を行う経営が見られるようになった。TMR給与方式は、ルーメンの恒常性を維持することから、飼料摂取量の増加、さらにその利用効率を高める効果がある。粗飼料として栄養面・嗜好性については問題のあるモミ殻であるが、モミ殻の持つ物理性、さらに増量材的效果がTMR材料として利用出来るのであれば、未利用・低利用資源の有効利用として稲ワラに代わる代替粗飼料となり、さらに飼料費の低減を図ることが可能となる。

そこで、未処理のモミ殻が稲ワラの代替粗飼料として可能であるかを検討するため、茨城県畜産センター肉用牛研究所、栃木県畜産試験場、群馬県畜産試験場および千葉県畜産総合研究センターにおいて肥育前期の黒毛和種去勢牛 48 頭を用いた肥育試験を行ない、さらに群馬県および千葉県においては肥育試験牛を用いた消化試験および採食・反すう行動調査を実施した。

2. 材料および方法

肥育試験の全体計画：

肥育試験計画の概要を図 1 に示した。

肥育試験は、肥育前期試験（生後 11～19 ヶ月齢：35 週、245 日間）および肥育後期試験（生後 19～28 ヶ月齢：39 週、273 日間）の肥育ステージを 2 つに分けてそれぞれ異なる試験を実施した。肥育前期試験ではモミ殻区および稲ワラ区の 2 区を設定し、粗飼料に関する試験を実施し、肥育後期試験では丸粒トウモロコシ区、挽割り大麦区、圧ペン大麦区の 3 区を設定した濃厚飼料に関する試験を実施した。と畜は、肥育後期試験終了後速やかに実施した。

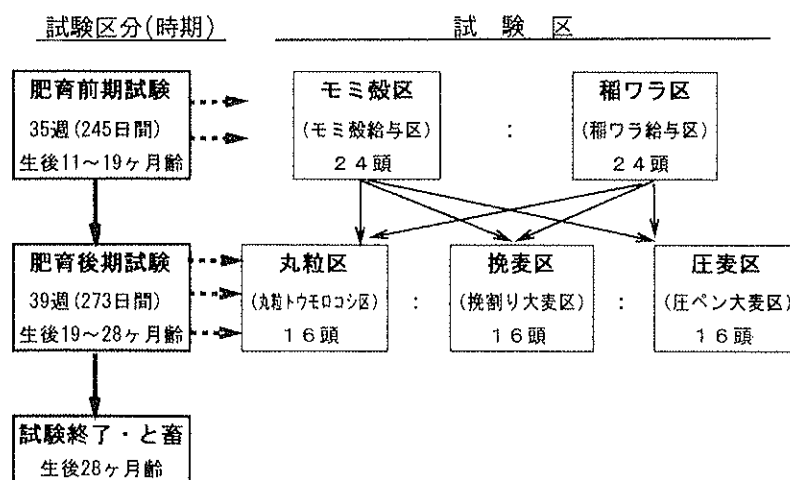


図1 肥育試験全体計画

前期肥育試験成績：

1) 肥育試験実施場所

- 茨城県畜産センター肉用牛研究所
- 栃木県畜産試験場
- 群馬県畜産試験場
- 千葉県畜産総合研究センター

2) 供試頭数・試験実施年月・供試牛の産地および血統

供試牛の概要および試験実施年月を表1に示した。供試牛は生後11ヶ月齢前後の黒毛和種去勢牛とし、各県毎に同一種雄牛の産子を12頭の計48頭を用いた。供試牛の血統は茨城県が美幸福、栃木県が勝美、群馬および千葉県が福桜を種雄牛とした産子である。肥育試験の実施年月は平成11年5月～平成12年4月である。

表1 供試頭数・試験実施年月・供試牛の産地・血統

県名	頭数	試験実施年月	産地	供試牛の父牛
茨城県	12	H11.7～H12.3	茨城	美幸福
栃木県	12	H11.6～H12.2	鹿児島	勝美
群馬県	12	H11.8～H12.4	宮崎	福桜
千葉県	12	H11.5～H12.1	宮崎	福桜

3) 試験区分および供試飼料

試験区分および供試飼料の概要について、表2、表3に示した。試験区はモミ殻給与区(以下、モミ殻区:n=24)、稲ワラ給与区(以下、稲ワラ区:n=24)の2試験区を設定し、試験期間は肥育前期(生後11～19ヶ月齢)の35週(245日)間とした。

試験期間中の濃厚飼料(丸粒トウモロコシ30%配合)と粗飼料の給与比率は75:25とし、稲ワラ区は粗飼料全量を切断稲ワラとしたのに対し、モミ殻区は25%のうち

20%を未処理モミ殻、残り 5%を切断稲ワラとし、濃厚飼料との無加水混合飼料（以下、TMR）として給与した。肥育後期は、穀類に関する肥育試験に組み替えをおこない、粗飼料は稲ワラのみとし、濃厚飼料と粗飼料の比率を 92 : 8 とし、28 ヶ月齢でと畜し、内臓および枝肉について調査した。

供試飼料は、濃厚飼料については 4 県共に同一原料を同一工場において調製したものを給与した。モミ殻区は未処理モミ殻とし、稲ワラは国産稲ワラを 2cm 程度に切断したものをを用いたが、濃厚飼料と同様に同一原料を同一業者が調製したものをを用いた。

なお、試験期間中に使用した濃厚飼料にはビタミン A 等は添加しなかったが、試験終了後の肥育後期に用いた濃厚飼料には、ビタミン A (1,980 IU/kg)、ビタミン D (270 IU/kg) を添加した。また、尿石予防を目的に固形塩（尿石予防剤含む）を常設した。

表 2 試験区分および試験牛配置 (頭)

	モミ殻区	稲ワラ区	合 計
	[モミ殻給料区]	[稲ワラ給料区]	
茨城県	6	6	12
栃木県	6	6	12
群馬県	6	6	12
千葉県	6	6	12
合 計	24	24	48

表 3 供試飼料の配合割合と成分 (%)

飼料名	モミ殻区	稲ワラ区
丸粒トモコシ	30.0	30.0
濃 庄ベン大麦	25.0	25.0
厚 粉碎大麦	5.0	5.0
飼 一般フスマ	19.0	19.0
料 大豆粕	2.0	2.0
(原物) 大豆皮	18.0	18.0
炭カル・他	1.0	1.0
濃厚飼料混合割合 (%)	7.5	7.5
モミ殻混合割合 (%)	2.0	0
稲ワラ混合割合 (%)	5	2.5
DM	88.4	87.8
TMR TDN	64.5	70.3
成 CP	11.4	12.0
CF	18.0	15.6
分 NDF	37.7	34.6
デンプン	31.0	31.0
値 NCWFE	41.2	42.3
(乾物) Ca	0.49	0.53
P	0.37	0.38
RVI(分/kgDM)	28.5	38.3

※TMR成分値は設計値

4) 飼料給与方法および飼養管理

供試牛は群飼育とし、飼料給与は自動開閉ドア（カランブロードバンドドア）による個体識別給与（群馬県のみ繋ぎ飼育）とした。飼料は 1 日 2 回、0.5~1.0 kg 残餌がでる程度に給与し、毎日残餌量を秤量して飼料摂取量を算出した。敷料はオガクズを使用し、飲水はウォーターカップでの自由飲水とした。なお、除角は試験開始前に実施した。

5) 調査項目

(1) 体重および体格測定

体重は 2 週間毎に測定した。体高は 4 週間毎、体長・十字部高・胸深および胸囲は試験開始時および試験終了時に測定した。

(2) 飼料摂取量

毎日残餌量を秤量し、給与した TMR の摂取量を算出した。

(3) 第一胃液の採取および pH の計測

試験開始時・1 ヶ月後 (4 週)・中間時 (17 週)・終了時 (35 週) の計 4 回実施した。第一胃内溶液は朝の飼料給与後 4 時間後に経口カテーテルを用いて採取し、二重ガーゼで濾過した後、直ちに pH メーターを用いて pH を測定した。

(4) 血液の採取と成分分析

試験開始時・1 ヶ月後 (4 週)・中間時 (17 週)・終了時 (35 週) の計 4 回、朝の飼料給与後 4 時間後に頸静脈から採取した。採取後直ちに高速遠心法によりヘマトクリット値を測定し、遠心分離後の血漿および血清は分析に供するまで凍結保存した。

成分分析項目は、グルタミン酸オキザロ酢酸トランスフェラーゼ (GOT)、 γ -グルタミントランスペプチターゼ (γ -GTP)、総コレステロール (T-Cho)、尿素窒素 (BUN)、グルコース (GLU)、カルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg)、無機リン (IP) であり、これらの分析は肥育試験終了後同一場所で行った。分析方法は、自動分析装置 (富士ドライケム 3500V、富士フィルム) を用いて分析した。

(5) 枝肉の評価

枝肉は、日本食肉格付協会による格付を受けた。

(6) 枝肉の理化学分析

第 6~7 胸椎間最長筋における水分、粗蛋白質、粗脂肪、pH、クッキングロス (加熱損失)、シュアーバリュー (剪断力価)、脂肪融点 (皮下・腎臓)、総色素量、ヘマチン含量、肉色、脂肪色 (皮下)、脂肪酸組成 (筋肉内・皮下) について実施した。

水分、粗蛋白質および粗脂肪は定法¹⁾に従った。pH は、pH メーター (東亜電波工業 HM-11P) を用いて測定した。加熱損失は筋繊維と平行に 2×2×5cm の肉片に切り、ビニール袋に入れ 70℃ の温湯で 1 時間加温した後、水道水で 30 分間冷却し、加熱前後の重量の減量から算出した。剪断力価は、Waner - Bratzle 剪断力価計、脂肪融点については上昇融点法²⁾、肉色および脂肪色については色彩色差計 (ミノルタ CR-200) を用いて測定した。脂肪酸組成はクロロホルム-メタノールで脂質を抽出し、これをメチルエステル化してガスクロマトグラフィー (島津 CG-17A) で測定した。

(7) 消化試験

群馬および千葉の試験牛 24 頭を用いて全糞採取法による消化試験を実施した。消化試験中は繋ぎ飼育とし、飼料は千葉は 1 日 2 回、群馬は 1 日 1 回の給与とし、肥育試験飼料 (TMR) を残餌が出ない程度に制限給与とした。千葉は馴致 4 日・本試

験 3 日とし、群馬は馴致 7 日・本試験 5 日間とし、同時に丸粒トウモロコシの排出率についても調査した。

(8) 採食・反すう行動調査

消化試験と同様に群馬および千葉の試験牛 24 頭を用いて、3 日間 VTR による連続撮影を行い、採食時間および反すう時間を測定し、RVI (Roughage Value Index: 粗飼料価指数) を算出した。

(9) 統計処理

統計処理は、最小二乗法を用いて試験区間・県間およびそれぞれの交互作用について解析した。また、各表には F 値の確率 (Probability: 以下 Prob.) を記載した。

3. 結果および考察

1) 供試飼料の成分値

供試飼料の分析値を表 4 に示した。試験区間では、CP、EE、デンプンで差はほとんど認められないものの、NFE で 3% 程度モミ殻区が低く、逆に CF、ADF で稲ワラ区が低い値を示した。これはモミ殻と稲ワラの成分の差と考えられる。また設計値との比較では、粗灰分が設計値に比べ 10% 程度高く、NFE、デンプン、NDF が低い値となった。

表 4 供試飼料成分分析値 (乾物中) (%)

	DM	CP	EE	NFE	CF	NDF	ADF	デンプン	粗灰分
モミ殻区	89.6	9.1	2.5	43.7	16.0	31.6	20.0	25.6	17.8
稲ワラ区	89.8	9.5	2.7	46.6	14.1	30.0	17.6	25.7	16.6
濃厚飼料	89.9	11.3	3.1	51.5	9.7	21.4	12.5	34.0	13.9
モミ殻	88.3	2.0	0.6	17.2	36.7	64.0	45.0	0.4	30.5
稲ワラ	89.5	4.1	1.5	31.8	27.5	55.8	32.8	0.7	24.6

※モミ殻区は濃厚飼料75%+モミ殻20%+稲ワラ5%、稲ワラ区は濃厚飼料75%+稲ワラ25%

2) 飼料摂取量

試験期間中の平均飼料摂取量を表 5 に、試験開始後 4 週間ごとの飼料摂取量の推移を図 2 に示した。濃厚飼料および粗飼料、さらに合計については試験区間に有意な差は認められなかった。しかし、試験期間中の 4 週間ごとの飼料摂取量について比較してみると、試験開始から 8 週まではモミ殻区が稲ワラ区より高い摂取量を示し、特に開始時～4 週時ではモミ殻区が 9.93 kg に対して、稲ワラ区 8.91 kg と 1 kg 程度高くなり、区間に差が認められた ($P < 0.01$)。8 週時においても有意な差はないものの同様な傾向を示していたが、12 週以降は試験区間に差はなくなり、同じような摂取量で推移した。

浅野ら¹⁾は、膨軟化処理モミ殻あるいは稲ワラを粗飼料とする TMR を黒毛和種去勢牛それぞれ 6 頭に給与した肥育試験の結果、膨軟化処理モミ殻区の飼料摂取量は稲ワラ区に比較して少なかったと報告している。一方、岐阜県種畜場では、1975～1978 年にわたり実施した黒毛和種去勢牛を用いた 4 回の肥育試験^{7)～10)}の結果、粗飼料としてモミ

穀のみを給与するTMRよりも、稲ワラを併用したTMRの方が採食量が増加した報告をしている。一般にモミ穀の嗜好性については、稲ワラに比較して低いと考えられていたが、本試験と同様に稲ワラを少量併用し、さらに濃厚飼料と混合するTMRとして給与することにより、稲ワラのための給与方法と同等の摂取量にさせることが可能であることが示唆された。また、開始時～4週時間の飼料摂取量差については、嗜好性の差というよりは給与されたTMRのかさ（容積）の影響ではないかと考えられる。同じ重量のTMRの場合、稲ワラ区よりもモミ穀区のかさの方が小さくみえる。これは、モミ穀を濃厚飼料と混合するとよく混ざりそれほど容積が増えないのに対して、同様に3cm程度に切断した稲ワラと濃厚飼料を混合しても混ざらないため容積はモミ穀区よりも増えてしまい、このかさの違いが肥育初期の飼料摂取量に影響を及ぼしたものではないかと考えられるが、この点については今後さらに検討したい。

	モミ穀区 (n=24)	稲ワラ区 (n=24)	Prob.
試験期間中：			
濃厚飼料	1588	1554	0.24
粗飼料	529	518	0.24
合計	2117	2072	0.24
1日当り：			
濃厚飼料	6.5	6.3	0.24
粗飼料	2.2	2.1	0.24
合計	8.7	8.5	0.24

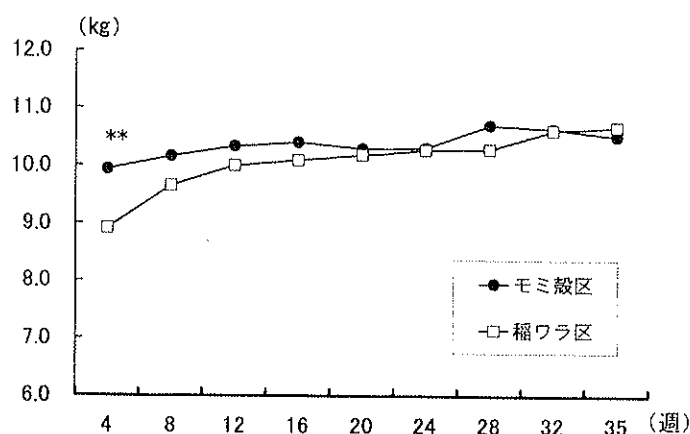


図2 飼料摂取量の推移

**：P<0.01

3) 増体成績

体重および1日あたり増体量（以下、DG）を表6に、また体重の推移については図3に示した。

開始時体重はモミ穀区 317 kg、稲ワラ区 313 kgであり、終了時体重はモミ穀区 524 kg、稲ワラ区 526 kgで、試験区間に有意差はなかった。また、試験期間中のDGでは、モミ穀区 0.85 kg、稲ワラ区 0.87 kgであり終了時体重と同様に試験区間の差は認められなかった。しかし、開始時から10週時までのDGでは、モミ穀区が1.14 kgと稲ワラ区の1.08 kgより有意差はないものの高い値を示した。さらに試験開始時から4週間のDGでは、モミ穀区1.29 kg、稲ワラ区1.11 kgでモミ穀区が高かった（P<0.04）。これはモミ穀区が試験開始から8週目にかけて飼料摂取量が高く、それらがこの期間の増体量に影響を及ぼしたものと考えられる。

4) 体格測定値

体高、体長、十字部高、胸深、胸囲の開始時および終了時の体格測定値を表7に示した。

各項目とも試験区間に有意な差はなかった。

表6 増体成績 (kg)

	モミ穀区 (n=24)	稲ワラ区 (n=24)	Prob.
体重:			
開始時	317	313	0.43
10週時	397	388	0.17
20週時	451	450	0.90
終了時	524	526	0.88
D G:			
開始時~10週時	1.14	1.08	0.07
開始時~20週時	0.96	0.98	0.67
全期間	0.85	0.87	0.44

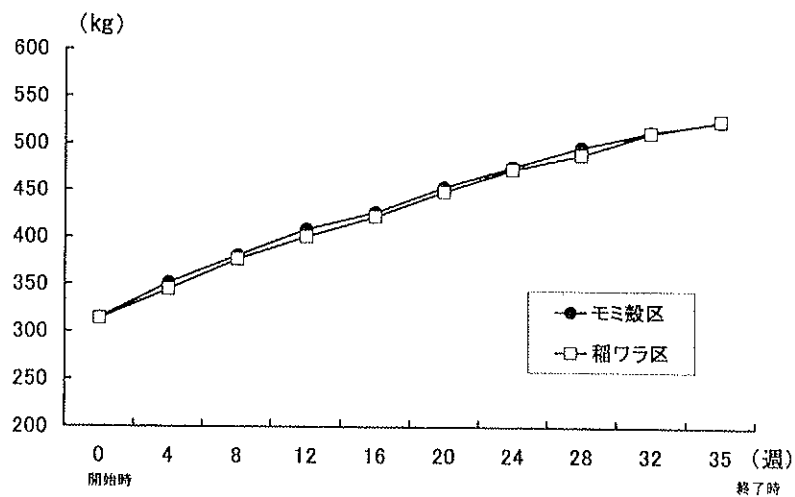


図3 体重の推移

表7 体格測定値 (cm)

	モミ穀区 (n=24)	稲ワラ区 (n=24)	Prob.
体高:			
開始時	119.2	119.3	0.92
終了時	132.4	132.7	0.62
体長:			
開始時	131.9	131.1	0.43
終了時	145.7	147.2	0.83
十字部高:			
開始時	120.6	121.2	0.57
終了時	133.1	133.1	0.97
胸深:			
開始時	59.3	59.6	0.45
終了時	70.7	71.2	0.38
胸囲:			
開始時	157.8	157.3	0.63
終了時	195.7	198.0	0.31

5) 第一胃内容液 pH および血液性状

第一胃内容液 pH の推移について表 8 に、血液性状について表 9 に示した。

pH については開始時および 1 ヶ月後については差が認められないが、中間時 ($P < 0.01$) および終了時 ($P < 0.05$) にモミ穀区が有意に低くなり、平均値についても低い値 ($P < 0.01$) を示した。原因としては、中間時および終了時においては飼料摂取量には試験区間に差はなかったが、モミ穀区の飼料の R V I がやや低い傾向を示しており、これらの影響が第一胃内容液 pH の低下の要因の一つと推察された。

血液性状については、Mg において試験区間に有意な差があった。しかし、他の成分については差は認められなかった。

	モミ穀区 (n=12)	稲ワラ区 (n=12)	Prob.
開始時	6.3	6.4	0.25
1 ヵ月後	6.4	6.5	0.31
中間時	6.6A	6.8B	0.00
終了時	6.6a	6.8b	0.05
平均値	6.6A	6.7B	0.01

異符号間に有意差あり (大文字: $P < 0.01$)
* (小文字: $P < 0.05$)

	モミ穀区 (n=20)	稲ワラ区 (n=22)	Prob.
ヘマトクリット (%)	35.5	36.2	0.67
GOT(IU/L)	49.4	53.7	0.12
γ -GTP(IU/L)	19.3	17.1	0.79
T-CHO(mg/dl)	117.3	122.3	0.52
BUN(mg/dl)	13.6	14.4	0.37
GLU(mg/dl)	74.6	77.4	0.27
Ca(mg/dl)	9.2	9.4	0.26
Mg(mg/dl)	2.3a	2.5b	0.04
Ig(mg/dl)	6.8	7.3	0.06

異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

6) 枝肉成績

日本食肉格付協会による格付結果を、表 10 に示した。

枝肉重量では、モミ穀区 445.2 kg、モミ穀区 458.3 kg で有意差はなかったが稲ワラ区がやや高い傾向を示した。ロース芯面積およびバラの厚さには試験区間の差はなかったが、皮下脂肪の厚さには稲ワラ区が有意に厚い値を示した ($P < 0.05$)。また、肉色について稲ワラ区が濃い傾向を示したが ($P < 0.05$)、脂肪交雑、縮まり・きめ等級および脂肪色等級には差はなく、その結果肉質等級には差は認められなかった。

7) 肉質分析

肉質分析結果を表 11 に、脂肪酸分析結果を表 12 に示した。

肉色では、モミ穀区の L* 値 (明度) が高い値を示したものの ($P < 0.05$)、他の項目については差はなかった。

脂肪酸組成については、皮下脂肪においては 18:2 (リノール酸) が、筋肉内脂肪については 16:0 (パルミチン酸) において有意差があったが ($P < 0.05$)、総飽和および総不飽和の割合については皮下脂肪、筋肉内脂肪ともに有意差はなかった。

表10 枝肉成績

	モミ殻区 (n=20)	稲ワラ区 (n=22)	Prob.
枝肉重量(kg)	445.2	458.3	0.27
ロース芯面積(cm ²)	52.3	51.5	0.72
バラの厚さ(cm)	7.9	7.7	0.23
皮下脂肪厚(cm)	2.3a	2.6b	0.03
歩留基準値	73.9	73.2	0.08
BMSNo	6.7	6.3	0.61
B C S No	3.9a	4.2b	0.05
軀・きめ等級	3.8	3.6	0.65
B F S No	3.0	3.0	1.00
肉質等級	3.8	3.6	0.83

異符号間に有意差あり (P<0.05)
注: 日本格付協会による格付

表11 肉質分析

	モミ殻区 (n=20)	稲ワラ区 (n=22)	Prob.
水分(%)	51.6	52.1	0.67
粗蛋白(%)	15.7	16.0	0.46
粗脂肪(%)	31.8	29.8	0.31
クッキングロス(%)	19.8	20.8	0.27
シュア肌力(Lb/cm ²)	5.2	5.9	0.18
脂肪融点(°C)			
皮下	20.6	20.3	0.37
腎臓	40.8	40.3	0.79
pH	5.9	5.9	0.12
総色素量(mg)	335.1	342.7	0.39
肉色(鰯鱈)			
L*値	49.9a	47.7b	0.02
a*値	26.5	27.2	0.32
b*値	15.5	15.8	0.44
脂肪色(鰯鱈)			
L*値	81.5	81.3	0.68
a*値	3.6	3.9	0.73
b*値	6.3	6.4	0.71

異符号間に有意差あり (P<0.05)

表12 肉質分析(脂肪酸組織) (%)

	モミ殻区 (n=20)	稲ワラ区 (n=22)	Prob.
皮下脂肪:			
14:0	2.5	2.5	0.60
14:1	1.8	1.7	0.29
16:0	25.4	25.8	0.48
16:1	7.4	6.8	0.08
18:0	7.4	7.6	0.26
18:1	53.7	53.6	0.79
18:2	1.8a	2.0b	0.05
総飽和	35.2	35.9	0.31
総不飽和	64.8	64.1	0.31
筋肉内脂肪(鰯鱈):			
14:0	2.3	2.3	0.10
14:1	0.7	0.7	0.48
16:0	27.7a	27.1b	0.05
16:1	4.0	4.1	0.65
18:0	12.3	12.5	0.38
18:1	51.3	51.7	0.14
18:2	1.6	1.5	0.77
総飽和	42.3	42.0	0.16
総不飽和	57.7	58.0	0.16

異符号間に有意差あり (P<0.05)

8) 疾病等の発生状況

試験期間中における疾病および事故等の発生状況を表13に示した。

モミ殻を粗飼料として給与する場合、鼓脹症および尿石症の発生¹²⁾が指摘されている。岐阜県種畜場で行われた4回の肥育試験^{7)~10)}では、粗飼料としてモミ殻のみ給与(ビートパルプ10~15%併用)では鼓脹症および尿石症が発生したが、稲ワラとモミ殻を併用したところ鼓脹症の発生はなかったが尿石症はみられたと報告している。今回の試験では、尿石症に関しては両試験区とも発生しており差は認められなかったが、鼓脹症(慢性)に関してはモミ殻区のみ1頭発生した。本試験では岐阜県種畜場と同様に稲ワラとの併用したにもかかわらず発生したことは、モミ殻給与時には個体観察の徹底が必要であり、適正な給与方法を含めてさらに検討が必要である。

9) 内臓所見

千葉県で供試した試験牛11頭について、試験終了後、内臓全量について異常の有無を調査した結果を表14に示した。

モミの先端には、芒(ぼう、のぎ)とよばれる硬い針状の突起があるが¹³⁾、これが牛への給与により反すう胃をはじめとした消化管を傷つけることを懸念したが、今回の調査では特に異常は認められなかった。しかし、今回のモミ殻の給与は肥育期間の前期のみの給与であり、今後は肥育全期間の給与における調査が必要である。

表13 病気・事故等の発生状況 (頭)

疾病名	モミ殻区 (n=24)	稲ワラ区 (n=24)	計
尿石症	4	4	8
鼓脹症	1		1
下痢	1	2	3
食欲不振	3	2	5
跛行	1		1
風邪	1	4	5
盲目		1	1
計	11	13	24

表14 と畜時における内臓所見〔千葉県分〕(頭)

疾病名等	モミ殻区	稲ワラ区
供試頭数	5	6
肝臓:		
肝蛭		1
富脈斑	2	
第一胃+第二胃:		
潰瘍痕(部分的)		1
充血・出血痕	3	2
絨毛の脱落	4	4
絨毛の淡色	3	4
第三胃:		
潰瘍痕(部分的)	1	1
充血・出血痕	2	4
第四胃:		
潰瘍(部分的)	1	2
充血・出血痕		
十二指腸:		
潰瘍痕		
充血・出血痕		3
小腸:		
充血	2	3
大腸:		
充血	1	1
脂肪壊死	1	
盲腸:		
充血	1	1
膀胱:		
尿石	1	4

1 0) 消化率およびトウモロコシ排出率

千葉および群馬県で実施した消化試験の結果を表 1 5 に示した。DM および NDF では稲ワラ区が高い値を示し ($P < 0.01$)、逆に CP ではモミ殻区が高い値を示した ($P < 0.05$)。デンプンでも有意差は認められないものの同様の傾向を示した。また、今回調査したトウモロコシ排出率の測定結果では、未消化で糞中に排出された丸粒トウモロコシの割合はモミ殻区が稲ワラ区に対して低い排出率であったが ($P < 0.01$)、このことがデンプンの消化率に差が出た要因であると考えられる。

浅野ら⁴⁾は、膨軟化処理モミ殻あるいは稲ワラを粗飼料とする混合飼料を黒毛和種去勢牛それぞれ 6 頭に給与して 500 日間の肥育試験を実施した結果、モミ殻区は飼料摂取量が少なかったにもかかわらず (モミ殻区 7.6 vs 稲ワラ区 8.2 kg/日)、1 日増体量では差は認められずともに 0.66 kg であった。その理由として、モミ殻には濃厚飼料の消化管通過速度を低減させる効果を持っており、そのため濃厚飼料の消化率が向上するような作用があったのではと考えている。豊川ら^{5) 6)}は、めん羊を用いて膨軟化処理モミ殻の反すう胃内滞留とその滞留が他飼料の採食量を抑制する程度について検討した結果、モミ殻の摂取割合が 15% 以上になると同時に給与した他飼料の反すう胃内の滞留時間が延長したと報告している。本試験では未処理のモミ殻を用いた結果であるが、浅野らと同様の傾向を示しており、モミ殻の給与が反すう胃内の滞留時間に影響を及ぼし、その結果として飼料の消化率、さらに丸粒トウモロコシの利用性に影響を及ぼすことを示唆している。しかし、不明な点も多く今後さらに消化管通過速度等を検討する必要がある。

表 15 消化率およびトウモロコシ排出率 (%)

	(n)	モミ殻区	稲ワラ区	Prob.
DM	(24)	61.4A	65.1B	0.00
CP	(12)	70.4a	67.2b	0.04
デンプン	(12)	89.6	87.1	0.09
NDF	(12)	40.8A	54.6B	0.00
トウモロコシ排出率	(24)	12.2A	17.4B	0.00 ※

異符号間に有意差あり (大文字: $P < 0.01$)

// (小文字: $P < 0.05$)

※県間との間に交互作用あり

1 1) 採食・反すう行動調査

千葉で肥育試験牛を用いて実施した採食・反すう行動調査の結果を表 1 6 に示した。採食時間ではモミ殻区がやや短い傾向がみられたが、反すう時間、咀嚼時間、乾物摂取量ともに有意な差はなかった。採食・反すう行動調査より算出した RVI については、ややモミ殻区が低い傾向があったが有意な差は認められなかった。稲ワラの RVI は 108.7 分/kg・DMI、モミ殻は 60.0 分/kg・DMI と言われており、モミ殻給与では RVI が低くなるのが当初懸念されたが、稲ワラを 20% 程度 (全粗飼料中の割合: 原物重量比) 併用することにより、稲ワラ区と同等の RVI が確保できることが示された。

表16 採食・反すう行動 (分)

	モミ穀区 (n=12)	稲ワラ区 (n=12)	Prob.
採食時間	132.3	153.8	0.12
反すう時間	314.8	312.7	0.89
咀嚼時間	447.2	466.6	0.41
乾物摂取量 (kg)	7.4	7.1	0.11
RVI (分/kgDMI)	61.4	66.7	0.12

4. 要 約

供試牛は、11 ヶ月齢の黒毛和種去勢牛で、各県が各々同一種雄牛の産子を 12 頭、計 48 頭を供試した。試験期間は肥育前期 35 週 (11~19 ヶ月齢) とし、試験区はモミ穀給与区 (以下:モミ穀区)、稲ワラ給与区 (以下:稲ワラ区) の 2 試験区を設定した。試験期間中の濃厚飼料 (丸粒トウモロコシ 30% 配合) と粗飼料の給与比率は 75:25 とし、稲ワラ区は粗飼料全量を切断稲ワラとしたのに対し、モミ穀区は粗飼料割合 25% のうち 20% を未処理モミ穀、残り 5% を切断稲ワラとし、濃厚飼料との混合飼料 (以下、TMR) として給与した。肥育後期は、粗飼料は切断稲ワラのみ用いて濃厚飼料と粗飼料の比率を 92:8 とし、28 ヶ月齢で to 畜した。

1. 試験期間中の飼料摂取量では、モミ穀区が 8.7 kg、稲ワラ区が 8.5 kg であり有意差は認められなかった。しかし、試験開始時から 4 週時間の飼料摂取量では、モミ穀区は稲ワラ区に比較して高い値を示していた ($P < 0.01$)。
2. 体重では有意な差は認められなかったものの、開始後 10 週間の 1 日増体量ではモミ穀区が高い傾向を示した。
3. 枝肉成績では、枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さについては試験区間に差は認められなかったが、皮下脂肪の厚さについてはモミ穀区が 2.3 cm と有意に薄かった ($P < 0.05$)。肉色についてモミ穀区が低い値を示したものの ($P < 0.05$)、他の肉質項目については差は認められなかった。
4. 疾病の発生状況では、モミ穀区に鼓脹症の発生が認められた。内臓所見では試験区間に差は認められなかった。
5. CP の消化率ではモミ穀区で高い値を示し ($P < 0.05$)、デンプンにおいても有意差はないものの同様な傾向が認められた。また、未消化で丸粒のまま排出されたトウモロコシの割合は、モミ穀区が低い値であった ($P < 0.01$)。

以上の結果、黒毛和種去勢牛の肥育前期において、TMR 給与を前提として未処理モミ穀は稲ワラの 80% (原物重量比) まで代替が可能であることが示された。

引用文献

- 1) 森本 宏：動物栄養試験法. 280-298. 養賢堂(1971)
- 2) 社団法人畜産技術協会：肉用牛高度肥育技術確立推進事業マニュアル 10 - 1. 牛肉の品質評価のための理化学分析マニュアル. 22 - 23(1999)
- 3) 園師 和好ら：肥育前期における飼料中C P水準及び肥育後期におけるデンプン・N D F水準が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響. 畜産試験場研究資料 第13号(1999)
- 4) 浅野 元生ら：粗飼料として膨軟化モミガラ・膨軟化養蚕廃条を与えた黒毛和種の肥育. 畜産の研究. 37. 767 - 770(1983)
- 5) 豊川 好司ら：磨砕もみ殻の反芻胃内滞留と飼料摂食抑制について. 日本畜産学会報. 60. 151 - 157 (1989)
- 6) 豊川 好司ら：稲モミ殻の反芻胃内滞留と飼料摂食抑制について. 日本畜産学会報. 60. 1122 - 1127 (1989)
- 7) 滝原 光弥ら：和牛去勢牛の若令肥育に関する研究—とくに粗飼料の代替としてのモミガラ利用による肥育の可能性. 岐阜県種畜場成績. 17. 17-31 (1975)
- 8) 小川 正幸ら：和牛去勢牛の若令肥育に関する研究—とくに粗飼料の代替としてのモミガラ利用による肥育の可能性. 岐阜県種畜場成績. 18. 2-15 (1976)
- 9) 森井 良三ら：和牛去勢牛の若令肥育に関する研究—とくに粗飼料の代替としてのモミガラ利用による肥育の可能性. 岐阜県種畜場成績. 19. 2-16 (1977)
- 10) 森井 良三ら：和牛去勢牛の若令肥育に関する研究—とくに粗飼料の代替としてのモミガラ利用による肥育の可能性. 岐阜県種畜場成績. 20. 2-14 (1978)
- 11) 大野 佳美ら：黒毛和種去勢牛へのモミガラ給与が産肉性に及ぼす影響. 岡山県総合畜産センター研究報告. 11. 31-36 (2000)
- 12) 上田 宏一郎：もみ殻の肉用牛飼料への利用—とくに黒毛和種牛の肥育における稲ワラとの代替の可能性—. 畜産の研究. 52. 2. 6-12 (1998)
- 13) 阿部 亮ら：未利用有機資源の飼料利用ハンドブック. サイエンスフォーラム. 52-55 (2000)

第3部 肉質の早期・高精度判定技術の開発

1 スキャニングスコープを用いた枝肉形質の推定

1. 目的

肥育牛の適期出荷の判断指標を得るため、超音波肉質等計測装置を活用した肉質の早期・高精度判定技術を開発する。

2. 材料および方法

供試牛は、黒毛和種去勢牛46頭で、生後11ヵ月齢時から肥育試験を開始し、28ヵ月齢時でと畜するまでの間、約3ヵ月間隔で7回の測定を実施した。測定装置は超音波肉質等計測装置カラスキャニングスコープSR200およびSR300を用いた。測定部位は、第6-7胸椎部で、測定項目は皮下脂肪厚、ロース芯面積及びロース芯面積内の脂肪割合について推定を行った。ロース芯内の脂肪割合の推定は小堤らの回帰式を用いた。枝肉の実測値として用いた数値は、皮下脂肪厚とロース芯面積は(社)日本食肉格付協会の格付け値、ロース芯内の脂肪割合は枝肉ロース芯のサンプルを定法⁹⁾に従って分析した。

なお、本試験は平成11・12年度に実施した。

3. 結果および考察

1) 肥育成績

供試牛の46頭の肥育試験開始時(10ヵ月齢)の体重は平均で304kg、肥育試験終了(27ヵ月齢)の体重は712kg、1日あたり増体量(以下、DG)は、肥育前期DGが0.86kg/日、肥育後期DGが0.71kg/日、全期間DGは0.78kg/日であった。

2) 枝肉格付け成績

供試牛の格付け成績は表1に示したとおりである。

枝肉重量は327kgから518kgの範囲で平均438kgであった。

歩留等級Aが43頭93.5%と良好な成績が得られた。ロース芯面積は平均値52.1cm²、

最大のものが 65.0cm²、最小が 41.0cm² で、皮下脂肪の厚さは平均値 2.7 cm 最大 4.6 cm、最小 1.2 cmであった。

BMS.No は、平均が「5.1」で、最も脂肪交雑の高かったものが「10」、最も低いものが「2」となった。

表1 枝肉格付成績

n=46

	枝肉 重量 (kg)	肉質 等級	歩留 基準値	バラの 厚さ (cm)	皮下 脂肪厚 (cm)	コース 芯面積 (cm ²)	脂肪 交雑 BMS	肉色 BCS	きめ 締め
平均	438.0	3.1	73.4	7.6	2.7	52.1	5.1	4.1	3.1
最大	518.0	5.0	75.9	9.5	4.6	65.0	10.0	5.0	5.0
最小	327.0	2.0	71.0	6.2	1.2	41.0	2.0	3.0	2.0
標準偏差	35.8	0.8	1.1	0.8	0.7	6.1	2.1	0.7	0.9

注：日本格付協会による格付

3) スキャニングスコープ推定値

(1) と畜時のスキャニングスコープ推定値と枝肉実測値との関係

28ヵ月齢と畜時の枝肉の実測値と、と畜直前に測定したスキャニングスコープ推定値との相関関係を表2に示した。

スキャニングスコープ推定値の①上段に示した数値は1人の測定者が各試験場に機械を持ち回って同一測定機で測定したデータを分析した値、②下段の数値は1台の測定機を用いて各試験場の担当者が測定した値である。

表2 枝肉実測値とスキャニングスコープ推定値 (27ヵ月齢)

n=36

		皮下 脂肪厚 (cm)	コース 芯面積 (cm ²)	脂肪割合 (%)	
				推定式(1)	推定式(2)
枝肉実測値		2.7±1.1	52.1±0.8	22.4±6.2	
スキャン 推定値	同一測定者	2.6±0.6	51.0±5.0	15.8±2.3	22.8±2.0
	各県担当者	2.6±0.6	50.8±5.1	17.4±3.0	20.3±3.9
相関 係数	同一測定者	0.51 **	0.83 **	-0.34	0.31 *
	各県担当者	0.55 **	0.81 **	-0.16	0.20

* : p<0.05 ** : p<0.01

推定式(1) : 小堤方式 $y=0.373(X1)+1.912(X2)-0.803(X3)+5.055$ ¹⁾

X1:blue dot1(%) X2:blue dot2(%) X3:blue dot3(%)

推定式(2) : 浅田方式 $y=0.46X-19.58$ ²⁾

X=No.1~15dot 合計

a 皮下脂肪厚のスキヤニングスコープ推定値

皮下脂肪の厚さは、枝肉の実測値 2.7 ± 1.1 cm に対して、スキヤニングスコープによる推定値はいずれも 2.6 ± 0.6 cm で、相関係数は①の方法では 0.51、②では 0.55 と大きな差はなく、1%水準で有意な相関が認められた。

b ロース芯面積のスキヤニングスコープ推定値

ロース芯面積は枝肉実測値が 52.1 ± 0.8 cm²、スキヤニングスコープ推定値が① 51.0 ± 5.0 cm² ② 50.8 ± 5.1 cm² と両方のデータに大きな違いはなく、両方とも枝肉実測値に対する相関係数が 0.8 以上の高い相関が得られた。

c ロース芯内脂肪割合とスキヤニングスコープ推定値

ロース芯内の粗脂肪含量をエーテル抽出によって分析した値と、スキヤニングスコープの画像から回帰式によって求めた脂肪含量との相関は、測定者が 1 人で測定したデータを浅田方式による回帰式を用いて推定した場合において 5%水準の有意な相関が認められた。

(2) スキヤニングスコープ推定値の経時的変化と枝肉実測値との関係

a 皮下脂肪厚のスキヤニングスコープ推定値

図 1 は皮下脂肪の厚さ（推定）を経時的に表したものである。棒グラフが皮下脂肪の厚さ、丸印が枝肉の皮下脂肪厚とスキヤニングスコープで推定した値との相関関係を示している。

皮下脂肪の厚さは生後 15 から 17 ヶ月齢時に一度厚くなり、22 から 23 ヶ月齢時にもう一度厚くなり、この時点で枝肉の皮下脂肪厚の 85% 以上になることが推測された。枝肉の皮下脂肪の厚さとスキヤニングスコープで推定した皮下脂肪厚との間には早い時期から相関関係が認められ、12 から 13 ヶ月齢時点で 0.62 と高い相関を示した。

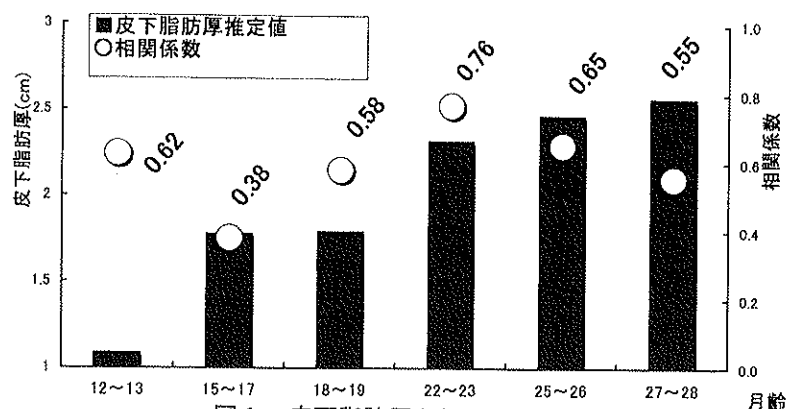


図 1 皮下脂肪厚と相関係数

b ロース芯面積とスキヤニングスコープ推定値

枝肉のロース芯面積とスキヤニングスコープ推定値の相関は、推定したどの月齢においても1%水準の相関関係が認められた。22ヵ月齢以降は0.78と高い相関が認められた。22ヵ月齢でのスキヤニングスコープでのロース芯面積の平均値は推定41.0cm²で、枝肉実測値の約80%の大きさになっていることが推測された(図2)。

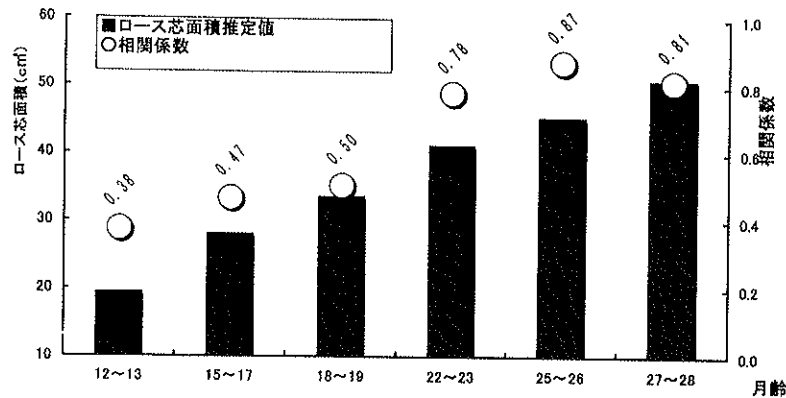


図2 ロース芯面積推定値と相関係数

c ロース芯内のスキヤニングスコープ超音波反射量の推移

まず、BMSNo. と粗脂肪含量との関係を図3に示した。枝肉のBMSNo. と粗脂肪含量とは相関係数0.90の高い相関関係が示された。特に、BMSNo. 2と、No.10の部分はエーテル抽出による粗脂肪含量の値とBMSNo. は良く一致していることが認められた。

図4は、スキャナー画像の超音波反射の強度変化を示した。超音波の最も強く反射する部分が「15」の赤い色で示され、最も弱い反射は「0」の青色で示される。測定月齢ごとの各色の変化を見ると、青色系は12から13ヵ月齢に多いが、18から19ヵ月齢や22から23ヵ月齢に減少した。そこで、脂肪交雑が27ヵ月齢頃まで増加して行くと仮定すると、この青色系の割合で脂肪割合を推定することは困難であると考えられた。15ヵ月齢以降、常に増加し続けている色は、「6、7、8」の3つの色であることが認められた。

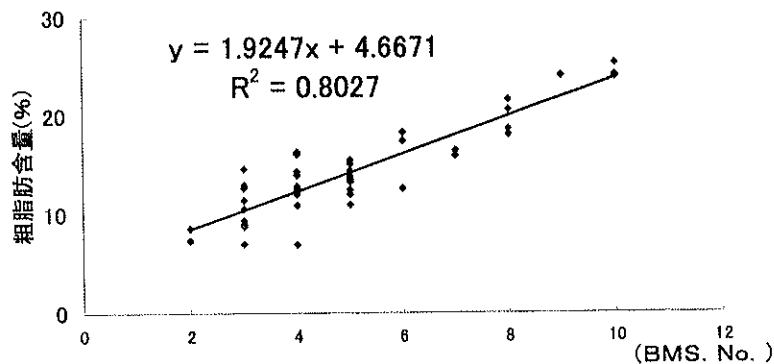
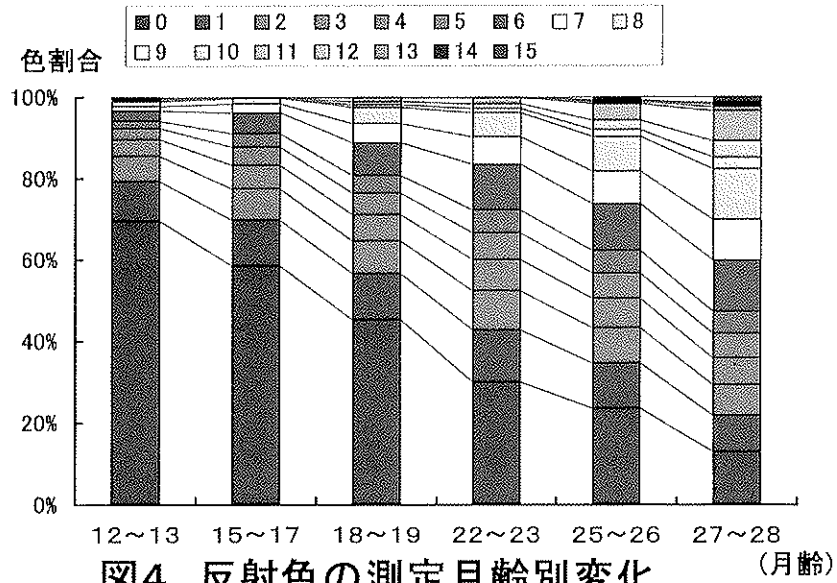


図3 エーテル抽出粗脂肪含量とBMSNo.との相関



d 6. 7. 8の割合の変化量とロース芯面積及び体重の変化

枝肉のBMSNo. が平均値より標準偏差分低い牛及び高い牛について、「6、7、8」番の色を推移を分析した。分析に用いたのは、BMS.No が平均値より低い群にBMSNo. 3以下の7頭、高い群にBMSNo. 7以上の7頭である。

枝肉BMSNo. が低かった牛は、月齢18~19ヵ月齢までの時期の体重増加量が低い傾向を示した。ロース芯面積（推定）の推移は、BMSNo. 3以下の群とBMSNo. 7以上の群に差は認められなかった（図5、図6）。

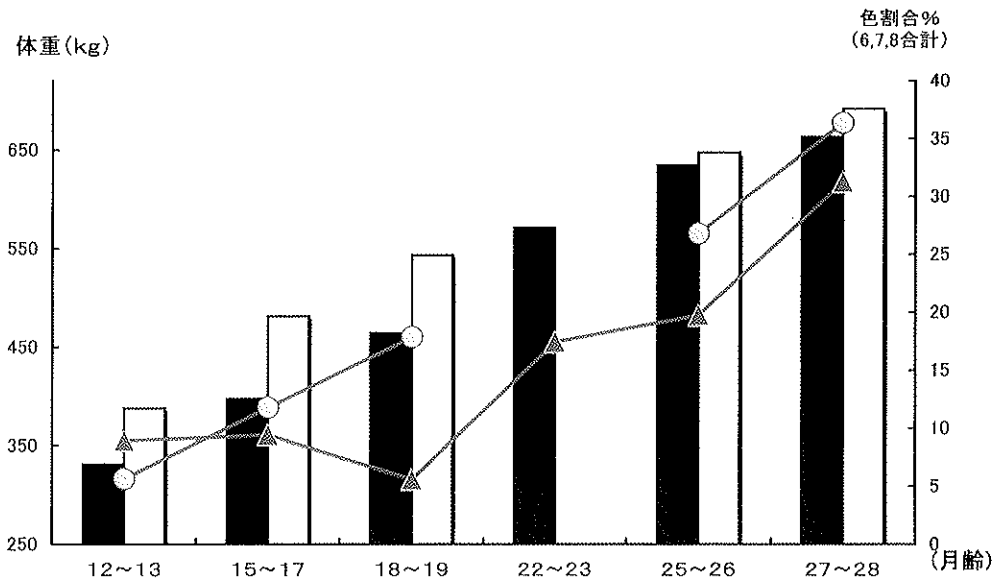
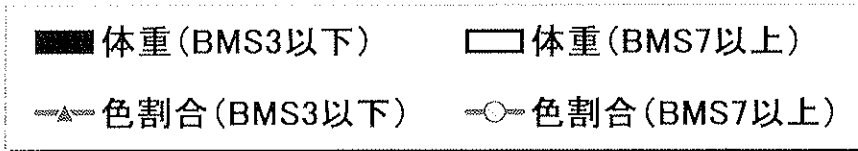


図5 体重と色割合の推移

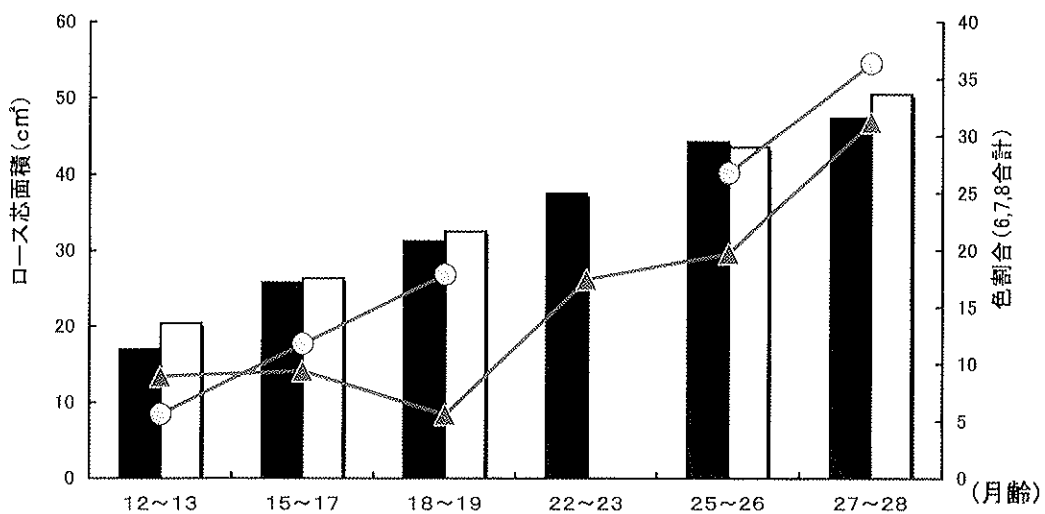
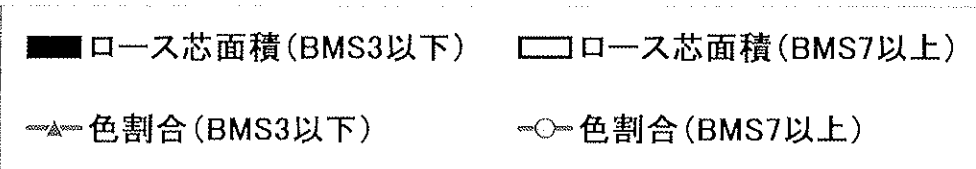


図6 ロース芯面積と色割合の推移

「6、7、8」の色の割合の変化は体重の増加と同様の傾向が認められ、BMSNo. 7以上の群では「6、7、8」の色の割合は月齢が進むにつれ直線的に増加していったのに対して、BMSNo.3以下の群では、18～19ヵ月齢時のところで低下した。また、「6、7、8」の色の割合は各時期ともBMSNo. 7以上の群がBMSNo.3以下の群よりも高い値で推移した。

以上のことから、スキャニングスコープ画像による肉質推定は、経時的な変化を観察し、18～19ヵ月齢時の比較的早い時期からある程度判断することが可能であることが示唆された。

4) スキャニングスコープ SR300 を用いた枝肉形質の推定

(1) 材料と方法

超音波肉質等計測装置カラー・スキャニングスコープ SR300 を用い、生後 10 ヶ月齢時から肥育試験を開始し、27 ヶ月齢時でと畜した黒毛和種去勢牛 48 頭について、と畜直前の測定値と枝肉実測値を分析した。カラー・スキャニングスコープの測定は、第 6-7 胸椎部において実施した。

(2) 枝肉格付とカラー・スキャニングスコープ測定値

a 枝肉格付と粗脂肪含量

枝肉重量は平均 451 kg (391.0～525.5kg) であり、ロース芯面積は平均 51.9cm²、最大で 65.0cm²、最小が 39.0cm²、皮下脂肪の厚さは平均 2.5 cmであった。

BMSNo. は、平均が「6.5」で、最も脂肪交雑の高かったものが「11」、最も低いものが「3」となり、エーテル抽出法により定量した粗脂肪含量は、平均 30.8%であった。

(表 3) 表 3 枝肉成績 n=42

	枝肉重量 (kg)	肉質等級	歩留基準値	バラの厚さ (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	ロース芯面積 (cm ²)	脂肪交雑 BMS
平均	451.2	3.7	73.5	7.8	2.5	51.9	6.5
最大	525.5	5.0	75.9	9.0	4.0	65.0	11.0
最小	391.0	2.0	71.1	6.4	1.3	39.0	3.0
標準偏差	31.1	0.8	1.1	0.6	0.6	6.7	2.5

注：日本格付協会による格付

b カラースキニングスコープによるロース芯面積及び脂肪含量の推定

ロース芯面積及び脂肪含量について、枝肉の実測値とスキニングスコープによる推定値との相関を求めたところ、ロース芯面積において相関係数 0.88 の高い相関が得られた。

しかしながら、粗脂肪含量との間には高い相関を得ることができなかった。(表 4) 超音波の性質上、測定の設定条件により画像に変動が認められることが報告^{4,5)}されているが、測定機種の違いの要因をも含めて、肉質判定技術の精度を向上させることが今後の課題である。

表 4 枝肉実測値とスキニングスコープ推定値 (27ヵ月齢) n=31

	ロース芯面積 (cm ²)	脂肪割合 (%)	
		推定式 (1)	推定式 (2)
枝肉実測値	51.9±6.7	30.8±5.6	
スキニングスコープ推定値	49.6±6.3	19.2±1.7	13.1±2.6
相関係数	0.88	0.06	-0.24

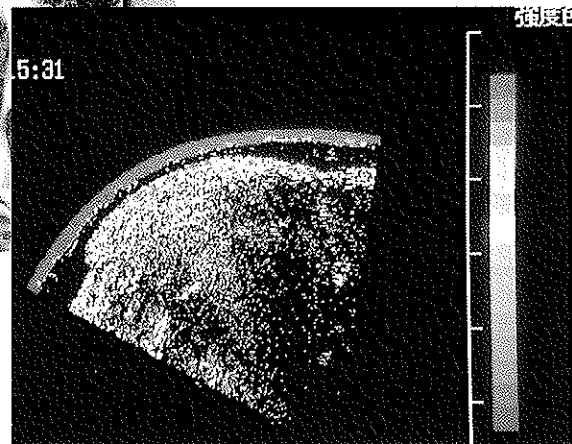
参考文献

- 1) 小堤恭平ら：カラースキニングスコープ SR200 型による生体牛の肉質測定. 日本畜産学会第 88 回大会講演要旨. 258. (1994)
- 2) 小堤恭平ら：牛肉質の非破壊的測定法の現状. 畜産の研究. 48. 1015-1021. (1994)
- 3) 浅田勉ら：交雑種去勢牛の肥育成績およびカラースキニングスコープ SR200 による肉質測定. 日本畜産学会第 90 回大会講演要旨. 195. (1995)
- 4) Hiroshi H et al.: Early prediction on carcass traits of beef bulls. Anim. Sci. Technol., 56. 250-256. (1985) .
- 5) 渡辺彰ら：アーク機械走査式超音波カラースキニングスコープによる牛のロース芯面積の推定. 日本畜産学会報. 57. 813-817. (1986)
- 6) 森本宏：動物栄養試験法. 280-298. 養賢堂 (1971)

S R-300による測定画像



出荷時測定画像

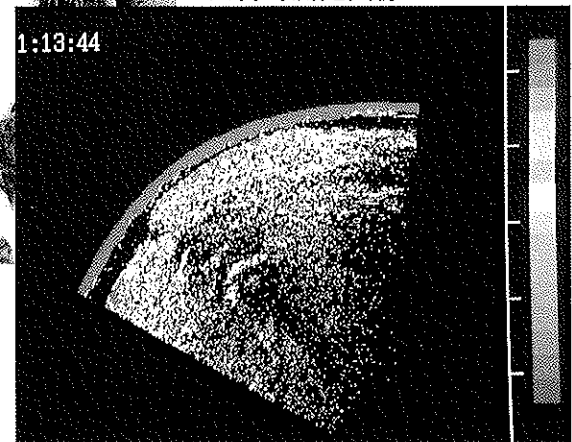


写真A : 7号

ロース面積 : 49cm²
BMSNo. : 11
皮下脂肪厚 : 2.8cm



出荷時測定画像



写真A : 11号

ロース面積 : 50cm²
BMSNo. : 8
皮下脂肪厚 : 2.3cm

第3章 参考資料

1 試験概要（プレゼンテーション）

1.

先端技術等地域実用化研究促進事業

地域未利用資源と丸粒穀類を組合わせた飼料給餌方法による低コスト・高品質牛肉生産技術の開発

— 茨城・栃木・群馬・千葉協定研究成果 —

2.

今、関東の肉牛肥育農家では……！

- ・牛肉の自由化以降、牛肉価格の低迷により……
 - ①低コスト生産。（飼料費の削減技術）
 - ②高品質牛肉生産。
 - ③国産粗飼料による安全性の高い牛肉生産。

を可能にする、技術開発が強く求められています。

そこで、

- 丸粒トウモロコシの利用技術
- 稲ワラ代替粗飼料の開発

目標は、県産肉牛の
安全かつ低コスト・高品質生産技術

3.

低コスト生産の切り札！……『丸粒トウモロコシ』

H7年度より利用可能となる

肥育農家での利用は少ない

消化率が低い

使い方がわからない

安価で新鮮な丸粒トウモロコシを、そのまま利用する技術を開発する事により、低コスト・高品質牛肉生産が可能になる！

4.

1. 丸粒トウモロコシの利用技術の開発

- ・丸粒トウモロコシをそのまま利用する技術を開発するため、次の肥育試験を実施しました。

①丸粒のままエサとして利用可能か？……試験1

②丸粒トウモロコシで高品質牛肉はできるの？……試験2

丸粒はうまい！

5.

試験1……丸粒トウモロコシ試験①

試験方法

丸粒トウモロコシ区 (18頭)

挽割トウモロコシ区 (16頭)

庄ペントウモロコシ区 (15頭)

結果

- ・発育成績に差がなかった。
- ・枝肉成績、肉質についても同等だった。

結論

丸粒トウモロコシはそのまま30%まで給与可能

6.

試験2……丸粒トウモロコシ試験②

試験方法

丸粒トウモロコシ区 (13頭)

庄ペン大麦区 (14頭)

挽割り大麦区 (18頭)

19～28ヶ月齢

結果

- ・肉質では、丸粒トウモロコシ区が同等以上の成績。

結論

丸粒トウモロコシで高品質牛肉は可能！

丸粒でも大丈夫！

7.

2. 稲ワラの代替として、モミ殻給与の開発！

• そこで、農場残渣として豊富なモミ殻が、粗飼料として利用可能かどうか、検討してみた。

利用技術開発

8.

試験3.....モミ殻試験①

試験方法

1. モミ殻区(未処理モミ殻)
モミ殻30% 稲ワラ5% 濃厚飼料75%

2. 稲ワラ区
稲ワラ25% 濃厚飼料75%

11~19ヶ月齢

丸粒 24頭

結果

•モミ殻は、稲ワラと同等の发育、飼料摂取量であった。

結論

モミ殻は、稲ワラの80%まで代替できる。

9.

本研究の成果

• 丸粒トウモロコシの利用技術

- ①丸粒のまま濃厚飼料中に30%まで混合可能
- ②大麦と比較しても、同等以上の肉質が可能

• モミ殻の利用技術の開発

- ①肥育前期に稲ワラの80%まで代替可能。未処理モミ殻でも利用可能。

丸粒トウモロコシとモミ殻は肥育に利用可能！

10.

丸粒トウモロコシとモミ殻を組合わせた低コスト生産

黒毛和種去勢牛 肥育全期間の試算

24%の削減
飼料代が3/4に！

• 一連の試験結果を基にし、丸粒トウモロコシとモミ殻を組合わせた飼料代の試算の結果、24%程度の削減が可能となった。

丸粒トウモロコシとモミ殻で低コスト生産が可能！

11.

“本技術の利用による期待される効果”

• 増体および肉質は変わりません。

• 低コスト生産が可能です。

• 新たな設備投資(粉砕機等)なしに、利用可能。

• 農場副産物の利用による資源循環型肉牛生産が可能になります。

• 飼料自給率の向上(農場副産物の利用により)。

12.

技術の活用方法

普及地域：関東全域(和牛去勢肥育農家)

1. 丸粒トウモロコシの利用方法
全肥育期間、濃厚飼料中30%を上限として配合可能。粉砕等加工処理は不要です。
2. モミ殻の利用方法
稲ワラ等の代替として、肥育前期80%、肥育後期で50%の代替が可能。残りは、稲ワラ等を併用して給与する。
3. 粗飼料、濃厚飼料は混合給与(TMR)
4. 飼料の切り替えは、慎重に！

ここをチェックしてね！！

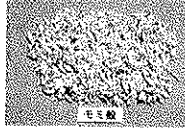
13.

今後の協定研究の推進方向について

丸粒穀類の利用技術



農場残液の粗飼料化



- 丸粒トウモロコシ給与時の適正テンプレ(NCWFE)水準の検討
- モミ殻の肥育全期間の利用技術の開発
- 丸粒トウモロコシとモミ殻を組み合わせた低コスト肥育技術の確立

2 事後研究成果概要

先端技術等地域実用化研究促進事業（農林水産新技術実用化型）事後研究成果概要

大課題名	地域未利用資源と丸粒穀類を組合せた飼料給餌方法による低コスト・高品質牛肉生産技術の開発	研究期間
都道府県名	○千葉県、茨城県、栃木県、群馬県	10～12年度

1. 研究目的・研究内容等

(1) 研究目的

- ・ 輸入粗飼料、稲ワラに代わる国産代替粗飼料およびその利用技術が求められている。
 - ・ 丸粒穀類の肥育牛における丸粒のままでの利用技術が求められている。
- 1) 地域未利用・低利用粗飼料資源の飼料特性を明らかにし、肥育牛用混合飼料（以下、TMRと略す）としての栄養評価を行う。
 - 2) 丸粒穀類の飼料特性を明らかにし、肥育牛用TMRとしての栄養評価を行う。
 - 3) 地域未利用資源と丸粒穀類を組合せたTMRの効率的給与技術を確立する。

(2) 研究内容および研究体制

- 1) 地域未利用資源である大麦ワラ・モミ殻・落花生殻・稲ワラについて、フィステル装着牛を用いてルーメン内の分解特性（乾物消失率）を調査する。（茨城）
- 2) 小麦ワラ・モミ殻・落花生殻・稲ワラの採食・反すう行動を調査し、地域未利用各飼料の持つ咀嚼しやく反すう効果を明らかにする。（栃木・群馬）
- 3) 丸粒穀類のルーメン内の分解特性（乾物消失率）を明らかにするとともに、精米機等用いた現場における簡易加工処理方法の可能性について検討する。（千葉）
- 4) 未処理での利用の可能性を検討するため、トウモロコシの加工度（丸粒・圧ペン・挽割）の違いによる肥育試験を、黒毛和種去勢牛46頭を用いて実施する。（4県）
- 5) 地域未利用粗飼料の一つであるモミ殻について、稲ワラとの代替の可能性を検討するため、肥育前期の黒毛和種去勢牛48頭を用いた肥育試験を実施する。（4県）
- 6) 丸粒トウモロコシの肥育後期における利用が発育性、肉質に及ぼす影響を検討するため、大麦給与2区（圧ペン区、挽割区）との比較肥育試験を実施する。（4県）
- 7) 地域未利用・低利用粗飼料資源と丸粒穀類を組合せた、飼料給与基準を策定するとともに、これらの利用による経済性について検討する。（4県）

(3) 最終的な研究目標

農場残渣等の未利用・低利用資源の肥育用粗飼料としての利用と、安価である丸粒穀類との組み合わせによる、粗飼料の自給率向上および地域資源活用を考慮した低コスト・高品質牛肉生産技術を示す。

2. 研究成果の概要

- 1) 72時間後の消失率は、稲ワラ37.8%、大麦ワラ28.8%、落花生殻17.2%、モミ殻1.9%と飼料により異なった。またアンモニア・膨軟化処理により消失率は向上した。
- 2) モミ殻のみを粗飼料として濃厚飼料多給時に用いた場合のRVI（粗飼料価指数）は、稲ワラより有意に低く（ $P < 0.05$ ）、落花生殻も同様の傾向を示した。

- 3) 大麦およびトウモロコシ丸粒穀類の48時間後の乾物消失率は15~17%程度であったが、圧ペン・挽割処理により90%程度と著しく改善された。
- 4) 現場における丸粒穀類の簡易加工処理方法として、精米機による加工処理を検討したところ、30分の処理で66~72%の消失率に向上した。(大麦・トウモロコシ共)
- 5) 丸粒トウモロコシは丸粒のまままで利用可能か、検討したところ、肥育全期間に配合飼料中30%配合した丸粒区は、圧ペンおよび挽割処理トウモロコシ区に比較し、同等の発育成績、肉質成績を示した。また、採食・反すう行動、胃液性状、血液性状についても差はなかった。肉牛における丸粒穀類の排出率(未消化で糞中に排出された割合)は、粗飼料の質(稲ワラとモミ殻)と割合により影響を受け、粗飼料の給与割合が低くなると未消化排出率も低くなる傾向を示した。以上の結果により、肥育全期間を通じ、丸粒トウモロコシを配合飼料中30%まで混合可能であると考えられた。
- 6) 肥育用粗飼料の稲ワラの代替として、未処理籾ガラの可能性を検討したところ、黒毛和種去勢牛の肥育前期に給与粗飼料中80%(残り20%は稲ワラ併用)まで給与しても、発育成績および採食・反すう行動に差が認められなかった。
- 7) 肥育後期における丸粒トウモロコシ給与区と、大麦圧ペン区・大麦挽割区との比較試験の結果、増体日量には試験区に差はなく、枝肉重量は大麦圧ペン区が高いものの、BMSNo等肉質については丸粒区が有意に高かった。
- 8) 以上の試験結果により、地域未利用・低利用資源と丸粒穀類を組合せた地域肥育技術指標が策定され、飼料費低減による低コスト・高品質牛肉生産技術が可能となった。

3. 研究成果の活用(普及)方策

- 1) 丸粒穀類の肥育現場における利用量が低かった原因として、丸粒穀類利用に関する体系的研究成果が国内になかった点、また丸粒穀類の利用に際しては粉碎機等を購入し、挽割り等にしないと利用できないとされ、新たな設備投資が必要であると考えられていた点である。そこで本事業における丸粒トウモロコシの研究成果を研究成果情報(新技術)として公表するとともに、一般雑誌、インターネット(LINなど)等活用して広く技術の普及を推進する。
- 2) モミ殻、落花生殻、麦ワラ等地域未利用・低利用粗飼料資源を肥育用飼料として利用する場合の、飼料特性および給与方法、さらに利用上の留意点等を成果情報として公表し、地域粗飼料資源の活用役に役立てる。
- 3) 穀類の加工度(丸粒・圧ペン・挽割)および種類(大麦・トウモロコシ)の違い、さらに粗飼料の質(モミ殻等)の違いと肥育牛の採食・反すう行動、第一胃内発酵、血液性状と発育成績・肉質との関連についてのデータの蓄積は乏しいので、学会または研究会発表等により情報を提供して更なる研究の発展に資する。

4. 残された問題点および今後の対応

- 1) モミ殻をはじめ未利用・低利用資源の肥育全期間の利用について、本課題では十分に検討できなかった。そこで今後、モミ殻の全肥育期間給与の検討を行う予定。
- 2) 本課題粗飼料(落花生殻、モミ殻、麦ワラ)を組合わせた研究、さらに他の利用可能な粗飼料資源の開発についてさらに検討する必要がある。
- 3) 丸粒トウモロコシの給与量は30%まで可能であるが、さらに割合を上げた場合の産肉性に及ぼす影響、さらに丸粒穀類の利用性を高める方法を検討する必要がある。

3 成果情報

[成果情報名] 黒毛和種去勢牛の肥育におけるモミ殻給与技術

[要約] 肥育に用いる稲ワラの代替として、モミ殻が利用可能か検討するため、黒毛和種去勢牛48頭を用いた肥育試験を実施した。その結果、混合飼料給与を前提として肥育前期に稲ワラ80%まで代替できることを明らかにした。

[キーワード] モミ殻、黒毛和種去勢牛、肥育

[担当] 千葉畜総研・生産技術部・肉牛研究室、茨城畜セ・肉用牛研究所・飼養技術研究室、栃木畜試・畜産技術部・肉牛研究室、群馬畜試・大家畜部・酪農肉牛課

[連絡先] 043-445-4511 (千葉畜総研)

[区分] 関東北陸農業・畜産草地

[分類] 技術・普及

[背景・ねらい]

和牛肥育においては、粗飼料として一般に稲ワラが利用されているが、流通量の減少さらに価格の高騰等により、稲ワラ代替粗飼料の開発が強く求められている。そこで、農場副産物など未利用・低利用資源の中からモミ殻に着目し、稲ワラの代替の可能性、さらに利用技術について検討するため、茨城、栃木、群馬、千葉の4試験場による協定試験を実施した。

[成果の内容・特徴]

供試牛は、11ヶ月齢の黒毛和種去勢牛で、各県が各々同一種雄牛の産子を12頭、計48頭を供試した。試験期間は肥育前期35週(11~19ヶ月齢)とし、試験区はモミ殻給与区(以下:モミ殻区)、稲ワラ給与区(以下:稲ワラ区)の2試験区を設定した。試験期間中の濃厚飼料(丸粒トウモロコシ30%配合)と粗飼料の給与比率は75:25とし、稲ワラ区は粗飼料全量を切断稲ワラとしたのに対し、モミ殻区は粗飼料割合25%のうち20%を未処理モミ殻、残り5%を切断稲ワラとし、濃厚飼料との混合飼料(以下、TMR)として給与した(表1)。肥育後期は、粗飼料は切断稲ワラのみとし濃厚飼料と粗飼料の比率を92:8とし、28ヶ月齢で屠畜した。

1. 試験期間中の飼料摂取量では、モミ殻区が8.7kg、稲ワラ区が8.5kgであり有意差は認められなかった。しかし、試験開始後4週時の飼料摂取量では、モミ殻区は稲ワラ区に比較して有意に高い値を示していた。

CP、澱粉の消化率ではモミ殻区で高い傾向を示し、CPの消化率では有意な差が認められた。また、未消化で丸粒のまま排出されたトウモロコシの割合は、モミ殻区が有意に低い値を示した(表2)。

2. 体重では有意な差は認められなかったものの、開始後4週間の1日増体量ではモミ殻区が有意に高い値を示した(表3)。

3. 枝肉成績では、枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さについては試験区間に差は認められなかったものの、皮下脂肪の厚さについてはモミ殻区が2.3cmと有意に薄かった($P < 0.05$)。肉色についてモミ殻区がやや低い傾向が認められたものの、他の肉質項目については差は認められなかった(表4)。

以上の結果、黒毛和種去勢牛の肥育前期において、未処理モミ殻は稲ワラの代替として80%(原物重量比)まで代替が可能である。

[成果の活用面・留意点]

1. 稲ワラの不足している地域においては稲ワラの代替として利用価値がある。またモミ殻利用により飼料費のコスト低減が期待できる。

2. モミ殻の利用にあたっては、本試験と同様に代替率を80%程度とし、残り20%は稲ワラを併用する。また、飼料の給与方法は濃厚飼料と混合したTMR給与とする。

3. モミ殻給与にあたっては馴致期間を十分とり、個体観察をしっかりと実施する。

表1 供試飼料の配合割合と成分 (%)

飼料名	モミ穀区	稲ワラ区
丸粒トウモロコシ	30.0	30.0
濃厚圧搾大麦	25.0	25.0
厚粉砕大麦	5.0	5.0
飼一般フスマ	19.0	19.0
料大豆粕	2.0	2.0
(原物)大豆皮	18.0	18.0
炭カル・他	1.0	1.0
濃厚飼料混合割合 (%)	7.5	7.5
モミ穀混合割合 (%)	2.0	0
稲ワラ混合割合 (%)	5	2.5
DM	88.4	87.8
TMR TDN	64.5	70.3
成 CP	11.4	12.0
CF	18.0	15.6
分 NDF	37.7	34.6
テンプルン	31.0	31.0
値 NCWFE	41.2	42.3
(乾物) Ca	0.49	0.53
P	0.37	0.38
RVI(分/kgDM)	28.5	38.3

表2 飼料摂取量・消化率 (肥育前期)

	モミ穀区 (n=24)	稲ワラ区 (n=24)	Prob.
飼料摂取量 (kg/頭・日)			
濃厚飼料 (kg)	6.5	6.3	0.24
粗飼料 (kg)	2.2	2.1	0.24
合計 (kg)	8.7	8.5	0.24
消化率 (%)			
CP (n=12)	70.4a	67.2b	0.04
デンプン(n=12)	89.6	87.1	0.09
トウモロコシ排出率	12.2A	17.4B	0.00

※ トウモロコシ排出率は未消化で排出された割合

表3 増体成績 (kg)

	モミ穀区 (n=24)	稲ワラ区 (n=24)	Prob.
体重:			
開始時(11ヶ月齢)	317	313	0.43
中間時(15ヶ月齢)	445	438	0.59
終了時(19ヶ月齢)	524	526	0.88
1日増体量:			
開始時(11ヶ月齢)	1.29a	1.11b	0.04
中間時(15ヶ月齢)	0.96	0.98	0.88
終了時(19ヶ月齢)	0.57	0.65	0.44
全期間(11~19)	0.86	0.87	0.61

表4 枝肉成績 (日格協)

	モミ穀区 (n=20)	稲ワラ区 (n=22)	Prob.
枝肉重量 (kg)	445.2	458.3	0.27
ロース芯面積 (cm ²)	52.3	51.5	0.72
バラの厚さ (cm)	7.9	7.7	0.23
皮下脂肪厚 (cm)	2.3 a	2.6 b	0.03
歩留基準値	73.9	73.2	0.08
脂肪交雑 (BMSNo)	6.7	6.3	0.61
肉色 (BCSNo)	3.9	4.2	0.05
肉質等級	3.8	3.6	0.83

[その他]

研究課題名：地域未利用資源と丸粒穀類を組み合わせた飼料給餌方法による低コスト・高品質牛肉生産技術の開発

予算区分：国補

研究期間：1998~2000年度

研究担当者：大久保貞裕、井口明浩、山田真希夫、小林正和、森知夫（千葉畜セ）、関正博、矢口勝美、笠井勝美、飯島知一（茨城畜セ肉研）、久利生正邦、神辺佳弘、櫻井由美（栃木畜試）、木村容子、浅田勉、砂原弘子（群馬畜試）

発表論文等：森 知夫ら（2001） 肉用牛研究会

4 成果情報

[成果情報名] 黒毛和種去勢牛の肥育後期における丸粒トウモロコシ給与技術

[要約] 肥育後期の丸粒トウモロコシ給与が、黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響を大麦給与と比較して検討した結果、丸粒トウモロコシ給与は圧ペン大麦・挽割り大麦と同等の肉質が得られることを明らかにした。

[キーワード] 丸粒トウモロコシ、黒毛和種去勢牛、肥育

[担当] 千葉畜総研・生産技術部・肉牛研究室、茨城畜セ・肉用牛研究所・飼養技術研究室、栃木畜試・畜産技術部・肉牛研究室、群馬畜試・大家畜部・酪農肉牛課

[連絡先] 043-445-4511 (千葉畜総研)

[区分] 関東北陸農業・畜産草地

[分類] 技術・普及

[背景・ねらい]

平成9～10年度に実施した4県による協定試験の結果、丸粒トウモロコシは加工度の異なる挽割りおよび圧ペントウモロコシ給与と同等の発育・枝肉成績が得られ、黒毛和種去勢牛の肥育全期間において濃厚飼料中30%まで配合可能であることが明らかになった。しかし、一般の和牛肥育では肉質向上のため、肥育後期には大麦が多く用いられている。そこで、丸粒トウモロコシ給与で大麦と同等の産肉性が得られるかを検討するため、茨城、栃木、群馬、千葉の4試験場による協定試験を実施した。

[成果の内容・特徴]

供試牛は、19ヶ月齢の黒毛和種去勢牛で、各県がそれぞれ同一種雄牛の産子を10～11頭、計42頭を供試した。試験期間は39週(19～28ヶ月齢)とし、試験区は丸粒トウモロコシ給与区(以下:丸粒区n=13)、挽割り大麦給与区(以下:挽麦区n=15)、圧ペン大麦給与区(以下:圧麦区n=14)の3試験区を設定した。丸粒区の濃厚飼料中における丸粒トウモロコシの配合割合は30%とし、挽麦区では挽割り大麦、圧麦区では圧ペン大麦をそれぞれ30%ずつ増量し、他の飼料については同一の配合割合とした。また濃厚飼料と粗飼料(稲ワラ)の給与比率は92:8とした(表1)。

1. 濃厚飼料および粗飼料摂取量では、丸粒区の値が挽麦区のそれに対して有意に高かった。また、圧麦区はその中間であった(表2)。
2. 中間時および終了時体重は圧麦区がやや高い傾向を示したが、区間に有意差は認められなかった。1日増体量においても中間時以降に圧麦区が高くなり、全期間では圧麦区が最も高く、次いで丸粒区、挽麦区の順であったが有意差は認められなかった(表3)。
3. 枝肉成績では、BMSNo、縮まり・きめ等級、肉質等級は丸粒区の値が最も高く、挽麦区および圧麦区との間に有意差が認められた。枝肉重量および皮下脂肪の厚さは圧麦区の値が有意に高かった。肉質分析の結果では、丸粒区が粗脂肪含量が高く、総色素量および脂肪融点(皮下脂肪)でやや低い傾向が認められた(表4)。

以上の結果、丸粒トウモロコシ給与によって圧ペン大麦・挽割り大麦給与時と同等以上の産肉性が得られることが明らかになった。さらに丸粒トウモロコシは価格が安価であり、肥育後期飼料として利用することは経済的に有利である。

[成果の活用面・留意点]

1. 黒毛和種去勢牛の肥育後期では、肉質向上を目的に大麦が広く用いられているが、丸粒トウモロコシでも同等の産肉性が得られ、さらに飼料費コストの削減が期待できる。
2. 丸粒トウモロコシの利用に際しては給与方法をTMRとし、濃厚飼料中の混合割合を30%以内とする。

表1 供試飼料の配合割合と成分 (%)

飼料名	丸粒区	挽麦区	圧麦区	
濃厚飼料	丸粒トウモロコシ	30	0	0
厚飼料	圧べん大麦	25	25	25+30
飼料	挽割り大麦	20	20+30	20
料	圧トウモロコシ	10	10	10
(一般)	フスマ	7	7	7
原物	大豆粕	2	2	2
	大豆皮	5	5	5
(他)	炭カル	1	1	1
濃厚飼料混合割合 (%)		9		
粗飼料混合割合 (%)		8		
	DM	87.6	88.1	88.1
	TDN	80.1	79.3	79.3
TMR	CP	12.1	12.5	12.5
成分	CF	7.7	8.5	8.5
値	NDF	20.4	22.4	22.4
(原物)	デンプン	50.1	46.9	46.9
	NCWFE	59.1	57.1	57.1
	Ca	0.51	0.52	0.52
	P	0.37	0.39	0.39
	RVI(分/kgDMI)	22.8	20.7	20.7

表2 飼料摂取量 (原物/頭・日) (kg)

	丸粒区 (n=13)	挽麦区 (n=15)	圧麦区 (n=14)
濃厚飼料	8.9 A	8.0 B	8.4
粗飼料	0.8 A	0.7 B	0.7
合計	9.7 A	8.7 B	9.1

※ A,B:P<0.01

[その他]

研究課題名：地域未利用資源と丸粒穀類を組み合わせた飼料給餌方法による低コスト・高品質牛肉生産技術の開発

予算区分：国庫補助

研究期間：1998～2000年度

研究担当者：大久保貞裕、井口明浩、山田真希夫、小林正和、森知夫（千葉畜セ）、関正博、矢口勝美、笠井勝美、飯島知一（茨城畜セ肉研）、久利生正邦、神辺佳弘、櫻井由美（栃木畜試）、木村容子、浅田勉、砂原弘子（群馬畜試）

発表論文等：

表3 増体成績 (kg)

	丸粒区 (n=13)	挽麦区 (n=15)	圧麦区 (n=14)
体重			
開始時(19ヶ月齢)	526	529	537
中間時(24ヶ月齢)	634	633	661
終了時(28ヶ月齢)	723	716	743
1日増体量：			
開始時(19ヶ月齢)	0.77	0.77	0.83
中間時(24ヶ月齢)	0.73	0.68	0.70
終了時(28ヶ月齢)	0.74	0.76	0.68
全期間(19～28)	0.74	0.71	0.77

表4 枝肉成績および肉質分析

	丸粒区 (n=13)	挽麦区 (n=15)	圧麦区 (n=14)
枝肉成績：			
枝肉重量(kg)	448.9a	442.9a	463.8b
ロース芯面積(cm ²)	51.8	51.5	52.5
バラの厚さ(cm)	7.9	7.6	7.9
皮下脂肪厚(cm)	2.3a	2.2A	2.8Bb
歩留基準値	73.7	73.7	73.2
脂肪交雑(%)	7.9Aa	6.3b	5.4B
肉色(BCSNa)	3.9	4.0	4.3
織り・きめ等級	4.3Aa	3.7b	3.2B
脂肪色(BFSNa)	3.0	3.0	3.0
肉質等級	4.2Aa	3.7b	3.2B
肉質分析：			
水分(%)	50.7	51.8	53.1
粗蛋白(%)	15.3	15.9	16.3
粗脂肪(%)	33.0	30.1	29.4
pH	5.9	5.9	5.9
総色素量(mg)	310.0	343.6	361.2
L値	49.1	49.2	48.0
a値	26.4	26.8	27.4
b値	15.5	15.6	15.9
脂肪融点(°C)	19.8	20.3	21.2

※ A,B:P<0.01、a,b:P<0.05

謝 辞

本研究の企画当初より試験の設計、成績検討および取りまとめまで多大なるご指導、ご助言をいただきました独立行政法人 畜産草地研究所の田辺忍栄養部長（旧畜産試験場）、福川昭一郎飼養環境部長、小堤恭平品質開発部長、生理栄養部栄養素配分調節研究室甫立京子室長、阿部啓之主任研究官、東山由美研究官ならびに企画調整部の関係者の方々さらに、試験飼料の調達、調製にご尽力をいただいた全酪連東京支所および米澤商店の皆様に深甚の謝意を申し上げます。

本研究の成果は、関係各位の協力とご支援なしには達成できなかったものであり、心から敬意を表します。