

乳用種去勢牛における前期粗飼料多給型混合飼料中の総繊維・デンプン含量が養分摂取量，増体量および肉質に及ぼす影響

徳満 茂・平嶋善典・古賀鉄也
(畜産研究所)

乳用種去勢牛18頭を用い，前期および中期における給与混合飼料中の可消化養分総量 (TDN) 含量を71~84%，中性デタージェント繊維 (NDF) 含量を23~37%，デンプン含量を30~47%の範囲の3水準に設定し，増体量，飼料効率，養分要求量，肉質等に及ぼす影響を検討した。①給与混合飼料の養分含量および栄養成分は，前期は前期では粗飼料割合を25%とし，NDF含量を約37%と高く，デンプン含量約30%と低くし，TDN含量を71%と低エネルギーに制限し，次いで中期および後期ではTDN含量およびデンプン含量を増やし，NDF含量を減らす肥育パターンが，前期の乾物およびTDN摂取量は要求量に比べて多くなり，中期および後期の乾物摂取量およびTDN摂取量の不足量も少なく，増体量および飼料効率の向上に適している。②乾物摂取量，TDN摂取量およびNDF摂取量が増加すると19月齢時の枝肉重量，ロース芯面積およびロース芯性状は向上し，デンプン摂取量が増加すると枝肉重量は重くなる。

[キーワード：乳用種去勢牛，肥育期，TDN，デンプン，NDF，養分要求量，肉質]

Effects of Different Dietary Energy, Neutral Detergent Fiber, and Starch Levels in Early and Middle Fattening Periods on Fattening Performance of Holstein Steers. TOKUMITSU Shigeru, Yoshinori HIRASHIMA, and Tetsuya KOGA (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 19 : 89 - 93 (2000)

Eighteen Holstein steers were assigned to three dietary programs : one having high NDF levels and low starch levels, another with medium level for both NDF and starch, and a third with low NDF levels and high starch levels (HL, MM and LH, respectively) for the early and middle fattening periods. The TDN, NDF and starch levels (% of DM) of HL, MM and LH were, respectively, 71,37 and 30 ; 73,34 and 35 ; 75,31 and 41 in the early period ; and 78,30 and 40 ; 80,26 and 47 ; and 84,23 and 47 in the middle period. All steers were fed the same finishing diet with TDN, NDF and starch levels at 84, 23 and 47, respectively. These results suggest that dietary TDN, NDF, and starch levels of 71,37 and 30 for the early period with a gradual increase in dietary energy and starch level, and a decrease in the dietary NDF level towards the finishing diet would be recommendable for successfully fattening Holstein steers.

結 言

本県の肉用牛肥育経営は乳用種および交雑種が主体に飼養されており，輸入牛肉自由化にともなう国産牛肉価格急落により農家所得は大きく低減し，肉質向上と生産コストの低減が緊急の課題となっている。従来の乳用種去勢牛を19月齢で出荷する従来の短期間肥育では，濃厚飼料主体の高エネルギー飼料を肥育開始時より給与するため，脂肪が付きすぎたり，肥育後半の飼料効率や増体量が低下し，枝肉重量が軽く，枝肉格付けが悪くなる欠点がある^{1,10)}。

この原因は，現在の飼料給与設計は，飼養標準の乾物および可消化養分総量 (以下TDN)，可消化粗蛋白質 (以下DCP) の養分要求量に基づいて行なうが，飼料構成が大きく替わると栄養成分は変動し，TDNの内容，性質が変化し飼料摂取量や増体量等に影響を及ぼすためと考えられている⁹⁾。このため，給与飼料のエネルギー成分の8割以上を占める構造化炭水化物の中性デタージェント繊維 (以下NDF) および非構造化炭水化物のデンプンを指標とした栄養価評価法が開発されているが⁴⁾，各肥育期の栄養成分含量と肥育成績等の関連性に関して未解明な部分が多く，明らかにされていない。

そこで，既報では，TDN含量を前期-中期-後期に

低-中-高と段階的に高めると乾物・養分摂取量が増加し，増体量，ロース芯面積および脂肪交雑が向上することを明らかにした⁹⁾。本試験では，乳用種去勢牛の肥育成績向上のために前期の粗飼料割合を25%と多給した場合，前期および中期におけるTDN含量，NDF含量およびデンプン含量が肥育期毎の乾物・養分摂取量および養分要求量に及ぼす影響，さらに増体量および肉質の関係を明らかにする。

材料および方法

第1表に各試験区の試験用混合飼料設計および栄養価を示した。試験牛は乳用種去勢牛18頭を用い，肥育期間は前期を7~12月齢の20週間，中期を12~16月齢の16週間，後期を16~19月齢の15週間とした。試験期間は1996年4月24日~1997年4月13日とした。

試験区の設定は，試験用混合飼料中のNDF含量を高くしデンプン含量を低くした低エネルギー混合飼料区 (高N低デ区)，NDF含量を低くしデンプン含量を高くした高エネルギー混合飼料区 (低N高デ区) および両区の間の中エネルギー混合飼料 (中N中デ区) の3区とした。各区のTDN含量，NDF含量およびデンプン含量は，前期では高N低デ区71%，37%および30%，中N中デ区73%，34%および35%，低N高デ区75%，31

第1表 試験用混合飼料設計 (%)

区分	高N低デ区		中N中デ区		低N高デ区		共通後期
	前期	中期	前期	中期	前期	中期	
ペレストロー	25.0	13.0	25.0	13.0	25.0	13.0	10.0
大麦	15.0	17.4	15.0	17.4	15.0	17.4	27.0
コーングルテン	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0
トウモロコシ	26.3	36.5	31.5	52.2	45.0	52.2	45.0
一般フスマ	18.0	13.1	11.3	6.1	5.3	6.1	6.3
大豆粕	1.5	1.7	1.5	1.7	1.5	1.7	1.8
豆皮	13.5	8.7	7.5	8.7	7.5	6.1	6.9
脂肪酸Ca	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	2.7
炭酸Ca	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9
T D N	71.3	78.1	73.2	80.3	75.1	83.5	84.2
N D F	36.8	29.7	34.4	25.8	31.1	24.3	23.2
デンプン	30.1	39.9	34.5	46.9	40.5	46.8	47.4

1) ペレストローはペレニアルライグラスストロー、トウモロコシは加熟圧べん、大麦は皮付き圧べん、脂肪酸Caは太陽油脂製サンファットを使用。

%および41%，中期では高N低デ区78%，30%および40%，中N中デ区80%，26%および47%，低N高デ区84%，24%および47%，後期では各区とも84%，23%および47%とした。各区の粗飼料割合は前期25%，中期13%および後期10%とし、各区の試験頭数は6頭とした。

試験用混合飼料は粗飼料ではペレニアルライグラスストローを長さ3cmに裁断して用い、第1表の割合で配合し、飼料攪拌機で混合して調製した。飼養管理は、鉄骨スレートぶき肉用牛舎内でつなぎ飼いとし、個体別に飽食させた。給餌回数は1日3回とし、残飼の測定は毎日の3回目の給餌時に計量した。次肥育期への移行期における試験飼料の切り替えは2週間かけておこなった。

調査項目は体重、飼料摂取量、乾物・養分摂取量、飼料効率、枝肉成績とした。養分要求量は、日本飼養標準に基づき2週間毎の発育データを用いて各肥育期の代謝体重および日増体量より求めた⁷⁾。体重は3日間連続測定した平均値とした。全脂質中の脂肪酸組成は枝肉の腎脂肪、筋間脂肪、ロース芯脂肪および皮下脂肪についてガスクロマトグラフィーを用いて分析した⁸⁾。枝肉格付けは(社)日本食肉格付協会に基づいておこなった。各試験成績の平均値および相関係数の有意差検定はTukeyの方法で多重検定した¹⁰⁾。

第2表 肥育成績

区	体 重				飼料摂取量				枝肉重量	バラ厚	皮下脂厚	ロース芯面積	脂肪交雑	肉色	しまり
	前期	中期	後期	終了	乾物	TDN	NDF	デンプン							
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	cm	cm	cm ²	BMSNo	BMSNo	等級
高N低デ区	294	477	605	716	3,338 ^a	2,602 ^a	995 ^a	1,310 ^a	394	6.1	2.2	40	3.0	3.8	2.3
中N中デ区	293	462	588	694	3,176 ^{ab}	2,520 ^{ab}	879 ^a	1,368 ^{ab}	371	5.8	2.1	36	3.0	3.5	2.3
低N高デ区	293	449	572	668	3,061 ^b	2,482 ^b	798 ^b	1,378 ^b	371	5.3	1.6	36	2.7	4.2	3.2

1) 調査部位は第6と第7胸椎の間から第8胸椎境界面までをロースとバラの境界で切断した部位。
2) 縦列の異符号に有意差あり (p<0.05)。

第3表 肥育期別養分摂取量 (kg/日)

区	高N低デ	中N中デ	低N高デ
乾物			
前期	9.25(100) ^a	8.70(94.1) ^b	8.21(88.8) ^b
中期	9.84(100) ^a	9.45(96.0) ^{ab}	9.11(92.5) ^b
後期	9.11(100) ^a	8.72(95.7) ^a	8.61(94.5) ^a
全期間	9.40(100) ^a	8.95(95.2) ^{ab}	8.62(91.7) ^b
N D F			
前期	3.37(100) ^a	2.95(87.5) ^{ab}	2.52(74.8) ^b
中期	2.88(100) ^a	2.42(84.0) ^{ab}	2.21(76.7) ^b
後期	2.12(100) ^a	2.02(95.3) ^a	2.00(94.3) ^a
全期間	2.80(100) ^a	2.48(88.5) ^b	2.25(80.4) ^b
デンプン			
前期	2.84(100) ^a	3.07(108.1) ^{ab}	3.36(118.3) ^b
中期	3.97(100) ^a	4.44(111.8) ^a	4.27(107.6) ^a
後期	4.33(100) ^a	4.13(95.4) ^a	4.08(94.2) ^a
全期間	3.69(100) ^a	3.85(104.3) ^{ab}	3.88(105.1) ^b

1) () は高N低デを100としたときの比率。
2) 横列の異符号間に有意差あり。(p<0.05)

結果および考察

1 肥育成績

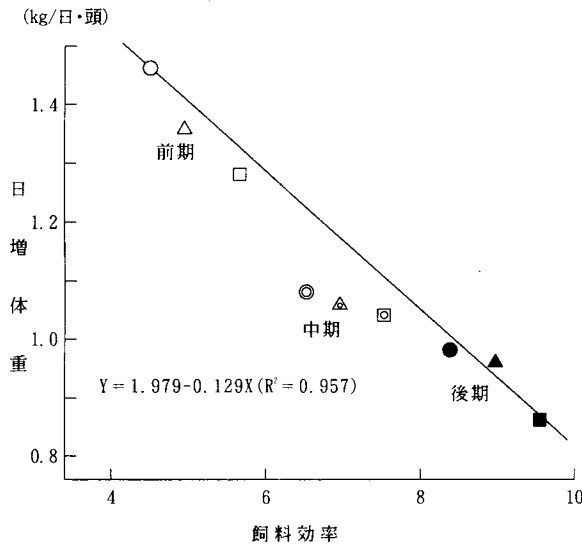
第2表に肥育成績を示した。体重は前期開始時は各区とも約293kgで、各肥育期とも高N低デ区が重かった。肥育終了時体重は高N低デ区716kg > 中N中デ区694kg > 低N高デ区668kgとなり、高N低デ区は低N高デ区に比べて約50kg重かった。

1頭当たりの乾物摂取量はTDN含量の低い高N低デ区が3,338kgと最も多く、TDN摂取量およびNDF摂取量も同様な傾向を示した。デンプン摂取量は高N低デ区が中N中デ区および低N高デ区に比べて少なかった。

枝肉成績のバラ厚、皮下脂肪厚およびロース芯面積は、乾物・養分摂取量の多かった高N低デ区が優れる傾向を示した。また脂肪交雑(BMSNo)は高N低デ区および中N中デ区が3.0と優れた。

2 飼料摂取量と飼料効率

第3表に1日1頭当たりの乾物摂取量の内容を栄養成分別に示した。前期は高N低デ区の乾物摂取量およびNDF摂取量が最も多く、デンプン摂取量が少なかった。中期および後期は前期と同様な傾向を示した。後期は高N低デ区の乾物摂取量、NDF摂取量およびデンプン摂



第1図 飼料効率と日増体重

注) 高N低デ区は前期○, 中期◎, 後期●,
中N中デ区は前期△, 中期△, 後期▲,
低N高デ区は前期□, 中期◎, 後期■。

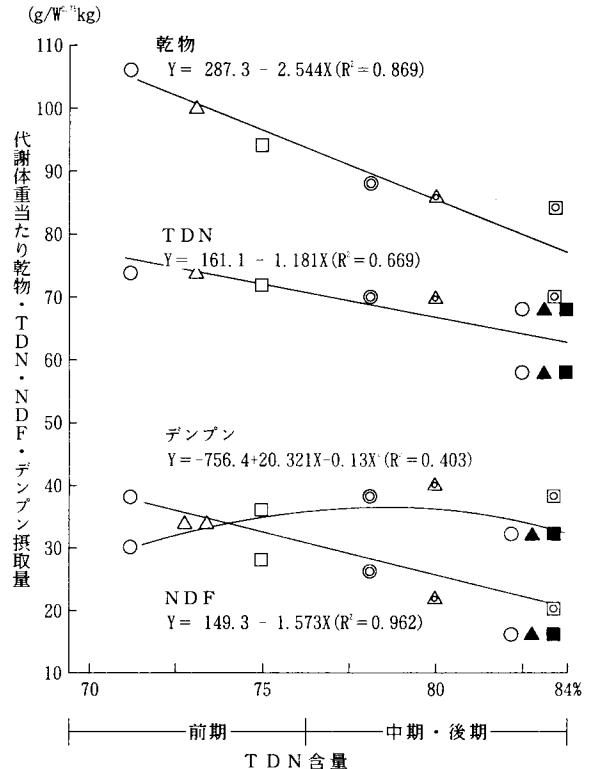
取量が他区に比べて多くっており、全期間では高N低デ区の乾物およびNDF摂取量が多く、デンプン摂取量が少ない傾向が認められた。

第1図に飼料効率と日増体量の関係を示した。飼料効率が高くなるにつれて日増体量は前期では高N低デ区 > 中N中デ区 > 低N高デ区の順に優れ、中期も同様の傾向が認められた。同一飼料を給与した後期は低N高デ区がわずかに劣る傾向を示した。

一般に、養分含量が低くなると飼料効率は高くなる。また、デンプンの代謝エネルギーと利用効率はNDFに比べて高いため、混合飼料の飼料効率はNDF含量を低くし、デンプン含量を高くすると優れるはずである²⁾。しかし、本試験の結果では混合飼料中のNDF含量を高く、デンプン含量を低く制御し、前期のTDN含量を71%の低エネルギーに栄養管理すると、後期の飼料摂取量の低下が少なく、主要エネルギー給源としてのデンプン摂取量も増加する効果が認められ、乾物摂取量は約5~10%増加し、TDN摂取量も多くなり飼料効率は向上する。

このように、肥育期毎の飼料効率はNDF摂取量とデンプン摂取量の影響を受けており、特に前期にデンプン含量が過剰な高エネルギー飼料を給与すると乾物・養分摂取量が低下し飼料効率等が劣り日増体量は低下すると考えられる。

以上より、乳用種去勢牛の前期粗飼料多給型の給与パターンは、肥育期を前期、中期および後期に3区分し、前期の栄養成分は、NDF含量が高くデンプン含量が低い低エネルギー混合飼料を給与すると乾物・養分摂取量は向上する。中期および後期は従来の濃厚飼料多給型肥育とし、NDF含量が低くデンプン含量が高い高エネルギー混合飼料を給与することにより飼料効率と日増体量の向上が可能となると考える。



第2図 TDN含量と代謝体重当たり飼料摂取量

注) 高N低デ区は前期○, 中期◎, 後期●,
中N中デ区は前期△, 中期△, 後期▲,
低N高デ区は前期□, 中期◎, 後期■。

3 TDN含量と代謝体重当たり飼料摂取量の関係

第2図に代謝体重当たり乾物・養分摂取量を示した。代謝体重当たりTDN摂取量は高N低デ区75.5g, 中N中デ区74.5g, 低N高デ区72.5gとほぼ同じであるが、代謝体重当たり乾物摂取量およびNDF摂取量は高N低デ区105.2gおよび38.3g > 中N中デ区101.3gおよび34.4g > 低N高デ区95.8gおよび29.4gの順に多く、デンプン摂取量は高N低デ区32.2g < 中N中デ区35.7g < 低N高デ区39.2gの順に少なく、中期でも同様の傾向を示した。

本試験飼料のTDN含量の範囲は71~84%であり、前期を71~75%, 中期を78~84%, 後期を84%に区分している。肥育牛の乾物・養分摂取量は体重の0.75乗(以下代謝体重)に比例するため、NDF摂取量とデンプン摂取量が異なっても、体脂肪蓄積と生体重が同じであれば、代謝体重当たりの乾物・養分摂取量は同じとなる^{5,9,11)}。本試験結果では、高N低デ区の増体量および体脂肪の蓄積状況が中N中デ区および低N高デ区に比べて良好であったことからRussellら²⁾と同様に、混合飼料の場合はNDF含量を高めることにより乾物摂取量が増加することは明らかであり、増体量と肉質を向上できる可能性を解明できたと思われる。

4 養分要求量

第4表に維持に要するTDN要求量(DEM)および成長・肥育に要するTDN要求量(DEG), 両要求量の比(DEM:DEG)を示した。なお、DEM:DEGは、摂取

第4表 養分要求量 (kg)

区	高N低デ	中N中デ	低N高デ
TDN摂取量			
前期	6.64	6.41	6.21
中期	7.72	7.62	7.61
後期	7.70	7.35	7.25
全期間	7.33	7.10	6.99
TDN総要求量 (DERC)			
前期	6.63	6.26	5.99
中期	7.55	7.36	7.14
後期	7.88	7.71	7.67
全期間	7.33	7.08	6.90
維持に要するTDN要求量 (DEM)			
前期	3.12	3.05	3.03
中期	3.98	3.89	3.80
後期	4.46	4.53	4.43
全期間	3.83	3.80	3.73
成長・肥育に要するTDN要求量 (DEG)			
前期	3.51	3.21	2.96
中期	3.57	3.47	3.34
後期	3.42	3.18	3.24
全期間	3.50	3.28	3.17
DEM : DEG			
前期	47:53	49:51	51:49
中期	53:47	53:47	53:47
後期	57:43	59:41	58:42
全期間	52:48	54:46	54:46
TDN摂取量 - DERC			
前期	0.00	0.15	0.22
中期	0.17	0.26	0.47
後期	-0.18	-0.36	-0.42
全期間	0.00	0.02	0.08

TDNが枝肉生産のためにいかに効率的に利用されたかをみる指標である。TDN摂取量の過不足量 (TDN摂取量 - DERC) は肥育牛が体維持および成長・肥育に必要なTDNを過不足無く摂取し効率的に摂取TDNを利用しているかをみる指標である。TDN総要求量のDERCはDEGとDEMの合計である。

DEMは各区とも前期約3kg, 中期約4kg, 後期約4.5kgとほぼ同じであった。DEGは前期では日増体量が多い高N低デ区が低N高デ区に比べて約0.6kg多い3.51kgとなり, 中期および後期も同様に多く, 全期間では高N低デ区が最も多かった。

このため, DEM : DEGは, 前期では高N低デ区47 : 53, 中N中デ区49 : 51, 低N高デ区51 : 49となり, 高N低デ区と低N高デ区の間約4%の差が認められ高N低デ区では成長・肥育のために摂取TDNが効率的に利用されることが明らかとなった。中期では各区とも約53 : 47, 後期では約58 : 42となり, 肥育が進むにつれてDEGの割合が減少する傾向が認められる。さらに, TDN摂取量の過不足量 (TDN摂取量 - DERC) は全期間では各区ともほぼ0kgであり, TDN摂取量とTDN総要求量はほぼ同じである。肥育期別のTDN摂取量の過

不足量は, 前期では高N低デ区0kg < 中N中デ区0.15kg < 低N高デ区0.22kgの順に過剰であり, この傾向は中期も同様である。後期では高N低デ区 - 0.18kg > 中N中デ区 - 0.36kg > 低N高デ区 - 0.42kgの順となり, 特に低N高デ区の不足量が他区に比べて多い。

このように, 前期はデンプン含量の高い高エネルギー飼料を給与すると摂取エネルギーが増体・肥育に利用される割合が各肥育期を通して低下し, Russellらと同様に増体・肥育の要求量が相対的に減少したことが示唆される²⁾。また, 逆にNDF含量が高くデンプン含量が少ない低エネルギー混合飼料, 中期および後期はデンプン含量を相対的に高くした高エネルギー混合飼料を給与すると成長・肥育のために摂取TDNが効率的に利用されると思われる。肥育牛は以上の肥育栄養管理を行うことにより, 各肥育期のTDN要求量とTDN摂取量のバランスがとれ, 肥育に必要なTDNを肥育全期間を通してほぼ過不足なく安定的に摂取できると考えられる。

5 乾物・養分摂取量と肉質

第5表に各区を合わせた全個体の通算乾物・養分摂取量と全個体の枝肉形質の相関係数を示した。乾物摂取量, TDN摂取量およびNDF摂取量と枝肉重量, ロース芯面積, ロース芯脂肪含量の間に正の相関関係, デンプン摂取量と枝肉重量の間に正の相関関係, 乾物摂取量と肉色の間には負の相関関係が認められた。

また, 混合飼料中の栄養成分が枝肉の各形質に及ぼす影響は栄養成分の種類および摂取量により異なっており, 特に乾物摂取量およびNDF含量が多いとロース芯脂肪等が向上する傾向が認められ, 高N低デ区のように前期のNDF含量を高くし, 全期間のNDF摂取量およびTDN摂取量を相対的に増加させることは肉質の改善に有効と考えられる。

第6表に各部位の全脂質中の脂肪酸組成を示した。全脂質中の飽和脂肪酸は部位別では腎>筋間脂肪>ロース芯脂肪>皮下脂肪の順に高かったが区間差はわずかであった。一価および多価の飽和脂肪酸は飽和脂肪酸と逆の傾向を示した。この原因について, 採取部位との関係で比較すると, 体表面に位置する皮下脂肪の不飽和脂肪酸が多くなる傾向が認められるがこの原因は不明である。また, 給与混合飼料との関係では, 後期の給与飼料を各区とも同一としたことから, 混合飼料中のNDF含量およびデンプン含量が脂肪の質に及ぼす影響は小さいと思われる¹³⁾。

以上のとおり, 乳用種去勢牛の肥育において, 高増体と高肉質を同時に両立させるために, 前期はNDF含量が高くデンプン含量の低いTDN71%の低エネルギー混合飼料を飽食させ, 中期および後期は濃厚飼料を多給して粗飼料割合10~13%としNDF含量を漸次低くしデンプン含量を高くしたTDN78~84%の高エネルギー混合飼料を飽食させる新しい飼料給与技術を確立し, NDFとデンプンを肥育栄養管理指標に加えた新しい飼料給与技術による増体量と肉質向上効果を明らかにした。

今後, 各種飼料・栄養成分から増体と肥育成績を通して予測できる栄養価評価システムと栄養管理指標を組合

第5表 乾物・養分摂取量と枝肉形質の相関関係

項目	乾物	TDN	NDF	デンプン
【量的形質】				
枝肉重量	0.78	0.76	0.74	0.61
バラ厚	0.48	ns	0.56	ns
皮下脂肪厚	0.50	ns	0.58	ns
ロース芯面積	0.52	0.48	0.55	ns
【質的形質】				
ロース芯脂肪含量	0.53	0.50	0.53	ns
肉色	-0.46	ns	ns	ns
枝肉価格	0.68	0.68	0.68	0.62

1) 相関係数が0.45以上は有意差あり (p < 0.05)。nsは有意差なし。

わせた肥育栄養管理技術の体系化と飼料給与基準等の検討が必要であると考えられる。

謝 辞

本試験の実施にあたり、協力いただいた福岡食肉市場株式会社、福岡市食肉検査衛生所ならびに太陽油脂株式会社へ深謝する。

引用文献

- 1) 伊藤 良・有原圭三・近藤 洋・樽見和幸・宮下裕・池田 登(1990)ホルスタイン去勢牛枝肉の牛肉色基準に関する諸要因の解析. 日畜会報 61: 520~526.
- 2) J. B. RUSSELL・J. D. O'CONNOR・D. G. FOX・P. J. VAN SOEST, and C. J. SNIFFEN (1992): A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets I. Ruminant fermentation. J. Anim. Sci; 70:3551~3561.
- 3) 棟加登きみ子・今村弘子・深江義忠(1998)肥育牛におけるルーメン液性状の違いが牛用飼料のインビトロ消化率に及ぼす影響. 福岡農総試研報 17: 171~174.
- 4) 棟加登きみ子・藤吉弘子(2000)肉牛用飼料中のデンプンおよび中性デタージェント繊維を用いた可消化養分総量の推定. 福岡農総試研報 19: 115~118.

第6表 全脂質中の脂肪酸組成

部位	区	飽和	不飽和		合計
			一価	多価	
腎	高N低デ	56.8	34.3	2.2 ^a	36.5
	中N中デ	57.2	34.5	2.2 ^a	36.7
	低N高デ	58.6	32.9	2.7 ^a	35.6
筋間	高N低デ	50.5	40.3	2.3 ^a	42.6
	中N中デ	49.7	41.8	2.3 ^a	44.1
	低N高デ	49.9	41.2	2.8 ^a	44.0
ロース ス芯	高N低デ	47.4	44.8	2.1 ^a	46.9
	中N中デ	47.9	44.4	2.2 ^a	46.6
	低N高デ	48.7	41.2	4.0 ^b	45.2
皮下	高N低デ	40.5	50.0	2.0 ^a	52.0
	中N中デ	41.1	49.6	2.0 ^a	51.6
	低N高デ	41.9	48.3	2.0 ^a	50.9

1) 縦列異符号間に有意差あり。(p < 0.05)

- 5) NEIMAN, SORENSEN. A・Matching the animal and the feed. The future of beef production in the European community, J. C. Bowman and P. Sumel, Martinus Nijhoff, 446~460. 1979
- 6) 日本生化学会編(1976)脂質の化学, 東京化学同人, 東京, 197~207.
- 7) 農林水産技術会議(1995)日本飼養標準(1995年版), 中央畜産会, 東京.
- 8) 徳満茂・中島啓介(1997)乳用種去勢牛の良質肉安定生産技術(第3報)肥育中期の可消化養分総量水準および仕上げ月齢が産肉性に及ぼす影響. 福岡農総試研報 16: 96~99.
- 9) TOMAS, P. C. Feeding Evaluation - Energy, World Animal Science, 51~80 Elsevier.
- 10) 吉田実(1987)畜産を中心とする実験計画法, 養賢堂, 東京.
- 11) 善林明治(1993)ビーフプロダクション, 養賢堂, 東京.