



Title	異なるコーンサイレージ給与割合での給与飼料の炭水化物組成と乳生産との関連
Author(s)	時田, 光明; TOKITA, Teruaki; 近藤, 誠司 他
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 31, 67-74
Issue Date	1999-03-29
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13444
Type	departmental bulletin paper
File Information	31_p67-74.pdf



異なるコーンサイレージ給与割合での給与飼料の 炭水化物組成と乳生産との関連

時田 光明・近藤 誠司・大久保 正彦

(北海道大学大学院農学研究科家畜生産学講座)

中辻 浩喜

(北海道大学農学部附属農場生態畜産部門)

(1999年1月29日受理)

緒 言

反芻家畜は主に飼料中の炭水化物を基質としたルーメン内発酵によって産生される揮発性脂肪酸(VFA)をエネルギー源として利用している。飼料中の炭水化物は、ルーメン内での発酵が比較的遅い繊維性(構造的)炭水化物と発酵が早い非繊維性炭水化物(NFC)に分けられる。乳牛の濃厚飼料主体飼養時では飼料中の粗飼料と濃厚飼料の比(粗濃比)や濃厚飼料の種類が乳生産に影響を及ぼすことが報告されている¹⁾²⁾。また近年ではNFCと中性デタージェント繊維(NDF)の比³⁾や粗飼料からのNDF(FNDF)とルーメン内分解性澱粉(RDS)の比⁴⁻⁶⁾によって乳量が異なることが報告されている。飼料中のNFC/NDF比の至適範囲は0.9~1.2といわれており³⁾、NFC/NDF比がこの範囲より高すぎても低すぎても、脂肪補正乳(FCM)量は低下するとされている³⁾。飼料中の濃厚飼料割合やNFC含量が高くなるとルーメン内での総VFA量に占めるプロピオン酸割合が高くなり、プロピオン酸割合の増加に伴い摂取エネルギーの体脂肪蓄積に配分される割合が高くなるため、乳量低下や乳脂率の低下を招くと考えられている⁷⁾。しかし、これらは濃厚飼料主体時の報告であり、粗飼料を主体とした飼養条件下で飼料中の炭水化物組成が乳生産に及ぼす影響を検討した報告はほとんどない。コーンサイレージは粗飼料の中でもNFC含量が高く、泌乳牛にコーンサイレージを多給した場合、粗飼料多給とはいえNFC/NDF比が高くなり、FCM量が低下する可

能性がある。

そこで、本報告では粗飼料主体下で、飼料中の炭水化物組成が乳生産に及ぼす影響を検討するため、炭水化物組成(NFC/NDF比)が異なるよう給与飼料中のコーンサイレージ割合を2水準設定し、試験を行った。

材料および方法

北海道大学農学部附属農場の搾乳牛群から泌乳中・後期牛4頭(No.987, 990, 1005, 1009; 体重663~727 kg, 乳量18.0~30.4 kg/日, 分娩後日数144~236日, 3~4産次)を選び、体重, 乳量, 分娩後日数および産次が均等になるよう2頭ずつに分けコーンサイレージの給与割合が異なる2区に割り当てた。用いた飼料は、当該産のコーンサイレージ、アルファルファサイレージおよび市販の乳牛用配合飼料(DCP 12.5%, TDN 71%, 原物中)であった。飼料の給与量は日本飼養標準(1994年版)⁸⁾に基づき、TDN要求量を満たす量とした。給与飼料中の粗飼料割合が乾物で70%, 粗飼料中のコーンサイレージ:アルファルファサイレージが80:20の区(HC)と50:50の区(LC)を設定した。飼料の給与は、コーンサイレージとアルファルファサイレージを10:30と14:30の1日2回、配合飼料を8:30, 11:30, 16:00の1日3回行った。搾乳は1日2回, 8:30と16:00に行った。

試験期間は、1995年12月11日から1996年1月31日までの52日間とした。試験開始後の10日間を予備期とし、その後の42日間を本期とした。

本期開始後 33 日目から 35 日目まで全糞全尿採取によるエネルギー出納試験を行った。また 29 日目と 40 日目に血液を、30 日目と 41 日目にルーメン内容液をそれぞれ 13:30 と 17:30 に採取した。飼料摂取量は、2 週間に 1 回 2 日間連続して測定し、給与量と残食量の差から求めた。

飼料および糞の一般成分分析は AOAC 法⁹⁾により行った。NDF をデタージェント法¹⁰⁾で測定した。飼料、糞および尿の総エネルギーは、自動ボンブ熱量計 (CA-3: 島津製作所製, 日本) で測定した。乳量は毎日記録し、2 週間に 1 度朝・夕のサンプルをとり、脂肪率、タンパク質率および乳糖率を赤外線牛乳分析器 (Milko-Scan S 50, Foss Electlic 社製) を用いて測定した。無脂乳固形分 (SNF) 率は、乳中の灰分含量を 1.0% として、乳タンパク質率、乳糖率の合計に 1.0 を加えたものとした。牛乳サンプルの一部は脂肪酸分析に供した。牛乳はクロロホルムで脂肪を抽出した後メチルエステル化し、ガスクロマトグラフ (GC-14 B および C-R 5 A, 島津製作所製) によって脂肪酸組成を測定した。ルーメン内容液は、経口カテーテル (ルミナー, 富士平工業製) で採取した。採取後、直ちに pH メータ (HM-30 S, 東亜電波工業製) で pH を測定した後、4 枚重ねのガーゼで濾過した。その後、その一部をとり 4,000×g で 15 分間遠沈し上清を採った。上清および内容液は分析まで -20℃ で凍結保存した。ルーメン内容液は室温で解凍後、水蒸気蒸留法¹¹⁾によりアンモニア態窒素 (NH₃-N) を測定した。ルーメン液上清は解凍後、ガスクロマトグラフにより酢酸、プロピオン

酸、酪酸、その他の VFA (イソ酪酸, イソバレリアン酸, バレリアン酸) を測定した。ガスクロマトグラフの設定条件を表 1 に示した。

表 1. ガスクロマトグラフの設定条件

使用カラム	牛乳	VFA
	HR-SS-10 ¹⁾	DB1+DB17 ²⁾
ガス圧 (KPa)		
空気	50	50
キャリアー (He)	100	300
メイクアップ (N ₂)	50	100
燃焼 (H ₂)	70	60
温度条件 (℃)		
気化室	250	250
検出器	250	250
初期温度	150	70
最終温度	220	150
昇温速度 (℃/min)	3.0	5.0
初期温度保持時間 (min)	0.0	1.0
最終温度保持時間 (min)	0.0	1.0

1) 信和化工社製

2) J&W SCIENTIFIC 社製

血液は尾正中静脈から採取し、採取後直ちに EDTA2Na を加えたポリエチレンチューブに移し、2,000×g で 15 分間遠沈して血漿を分離し、分析まで凍結保存した。血漿は室温で解凍した後、酢酸、β-ヒドロキシ酪酸、グルコース、尿素態窒素、トリグリセリド、総コレステロール、遊離脂肪酸を測定した。分析方法を表 2 に示した。

データの解析に当たり非繊維性炭水化物含量は、VAN SOEST ら¹²⁾の総説をもとに、次式によって算出した。なお、算出された値は、MERTENS の報告¹³⁾にしたがい NFC と定義した。

表 2. 血液成分の分析方法

分析方法	
酢酸	紫外部吸光度測定法
BHBA	可視部吸光度測定法
グルコース	ムタローゼ・GOD 法
尿素態窒素	ウレアーゼ・インドフェノール法
トリグリセリド	GPO-p-クロルフェノール発色法
総コレステロール	コレステロールオキシダーゼ・DAOS 法
NEFA	ACS/ACOD 法

BHBA: β-ヒドロキシ酪酸

NEFA: 遊離脂肪酸

$$NFC = 100 - (NDF + \text{protein} + \text{fat} + \text{ash})$$

乳生産のエネルギー粗効率 (GEE) は、中辻の報告¹⁴⁾に基づき算出した。

結果および考察

飼料乾物摂取量および摂取飼料の成分組成を表3に示した。飼料乾物摂取量はHCで18.7 kg, LCが18.5 kgであり、体重比でも両区とも同様であった。両区とも摂取飼料中の粗飼料割合は約70%であったが、コーンサイレージの割合はLCが48.2%とほぼ設定通りであったのに対してHCでは76.1%と設定をやや下回った。このため、NFC/NDF比はHC, LCで、それぞれ0.9, 0.7と必ずしも大きな差ではなかった。また、CP含量は12~14%とHCでやや低かったものの、処理間に大きな差はなかった。

表4に飼料のエネルギー消化率および代謝率を示した。消化率は約60%, 代謝率は約50%であり、NFC/NDF比に関わらず、両区ともほぼ同様

であった。

これは、この程度のNFC/NDF比の違いでは消化率や代謝率に差がでないものと考えられる。

ルーメン内性状では、pHは両区ともほぼ同様であった。アンモニア態窒素(NH₃-N)濃度は、LCがHCに比べやや高い値を示した。HCではNFC/NDF比がLCに比べ高かったにもかかわらず、プロピオン酸濃度およびそのモル比率は必ずしも高くはならなかった。このため酢酸：プロピオン酸比も両区とも同程度の値であった。その他の項目も含め、ルーメン内性状はNFC/NDF比に関わらずHC, LCともほぼ同様であった(表5)。濃厚飼料多給時では濃厚飼料、すなわちNFC含量が高い飼料の割合が高くなると、第一胃内のpHの低下、VFAのうち酢酸の比率の低下、プロピオン酸の比率の増加が起こるといわれている¹⁵⁾。しかし、本試験ではそのような傾向はみられなかった。粗飼料主体の飼養方式では、ルーメンに対する飼料の物理的刺激による反芻の促進

表3. 飼料乾物摂取量および摂取飼料の成分

	HC			LC		
	987	1005	平均	990	1009	平均
飼料乾物摂取量						
コーンサイレージ (kg/d)	11.2	8.6	9.9	6.2	6.2	6.2
アルファルファサイレージ (kg/d)	3.6	2.6	3.1	6.9	6.4	6.7
配合飼料 (kg/d)	6.6	4.8	5.7	5.8	5.4	5.6
合計 (kg/d)	21.4	16.0	18.7	18.9	18.0	18.5
体重比 (%)	3.0	2.4	2.7	2.8	2.5	2.7
粗飼料割合 (%)	68.9	69.9	69.4	69.2	70.1	69.7
うちコーンサイレージの割合 (%)	75.6	76.6	76.1	47.2	49.1	48.2
摂取飼料の成分						
CP (%)	12.2	12.0	12.1	13.9	13.7	13.8
NDF (%)	40.9	41.2	41.1	43.0	43.2	43.1
NFC (%)	36.6	36.5	36.6	32.2	32.2	32.2
NFC/NDF	0.9	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7

CP：粗タンパク質
 NDF：中性デタージェント繊維
 NFC：非繊維性炭水化物

表4. 飼料のエネルギー消化率および代謝率

	HC			LC		
	987	1005	平均	990	1009	平均
消化率 (%)	60.8	58.7	59.8	63.1	60.2	61.7
代謝率 (%)	51.1	48.7	49.9	53.3	49.5	51.4

表 5. ルーメン内容液の性状

	HC			LC		
	987	1005	平均	990	1009	平均
pH	6.7	6.6	6.6	6.8	6.8	6.8
NH ₃ -N (mg/dl)	18.6	19.3	19.0	25.3	22.2	23.8
酢酸 (mM/dl)	5.3	5.1	5.2	5.6	5.5	5.5
プロピオン酸 (mM/dl)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
酪酸 (mM/dl)	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.8
その他 (mM/dl)	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.4
総 VFA 濃度 (mM/dl)	7.6	7.5	7.6	8.0	7.9	8.0
モル比率 (%)						
酢酸	72.1	71.3	71.7	72.1	72.3	72.2
プロピオン酸	17.4	17.4	17.4	16.5	17.5	17.0
酪酸	10.5	11.3	10.9	11.3	10.2	10.8
A/P 比	4.1	4.1	4.1	4.4	4.1	4.2

その他：イソ酪酸、イソバレリアン酸、バレリアン酸
A/P 比：酢酸/プロピオン酸比

や唾液の流入によって、ルーメン内の緩衝能が高まることが考えられる。このため、本試験程度での NFC/NDF 比の違いでは、VFA 組成などのルーメン内性状に大きな影響を及ぼさなかったと考えられた。

乳生産成績 (表 6) では、実乳量、FCM 量、乳生産のエネルギー粗効率 (GEE) とも HC が高い値であった。乳成分では、脂肪率が HC で LC に比べかなり高かったが、SNF 率、タンパク質率、乳

糖率に大きな違いはなかった。両区の試験開始時の実乳量は同程度であったが、脂肪率が異なっていたため、FCM 量では違いがあった。そこで、試験期間中の FCM 量の減少率を求めると、HC、LC でそれぞれ 9.8、14.3% であり、NFC/NDF 比の高かった HC で小さな値を示した。これらのことから、本試験の範囲では NFC/NDF 比の高かった HC が乳量、乳成分、乳量の持続性および乳生産効率などの面で有利であったと考えられる。

表 6. 乳生産成績および体重変化

	HC			LC		
	987	1005	平均	990	1009	平均
乳量 (kg/d)	27.5	18.7	23.1	22.0	19.2	20.6
FCM (kg/d)	30.5	21.4	26.0	22.1	18.7	20.4
乳成分 (%)						
脂肪	4.7	4.9	4.8	4.0	3.8	3.9
SNF	9.0	9.1	9.1	9.1	9.3	9.2
タンパク質	3.3	3.4	3.4	3.4	3.6	3.5
乳糖	4.7	4.7	4.7	4.7	4.6	4.7
FCM 量						
開始時 (kg/d)	32.5	23.0	27.8	25.2	18.1	21.7
終了時 (kg/d)	29.1	20.9	25.0	20.4	16.3	18.4
減少率 (%)	10.5	9.1	9.8	18.9	9.7	14.3
体重						
開始時 (kg)	684	663	674	659	727	693
終了時 (kg)	694	687	691	651	722	687
増体量 (kg)	10	24	17	-8	-5	-6
GEE (%)	46.2	45.1	45.7	37.2	36.8	37.0

表7に血液性状を示した。全体として、NFC/NDF比に関わらず、血液性状に大きな違いはみられなかった。しかし、LCのNEFAがHCに比べやや高く、LCでは体脂肪の動員が盛んであった可能性が示唆された。HCでは試験期間中に体重が増加していたのに対して、LCでは体重がやや減少する傾向にあり、血液性状の結果を裏付けるものだった(表6)。

乳脂肪の脂肪酸組成のうち、C₁₆以下の比較的短い脂肪酸は第一胃内で産生される酢酸および酪酸から合成され、C_{16:1}以上の脂肪酸はおもに血液中の中性脂肪に由来する長鎖脂肪酸がそのまま材料として使われる¹⁵⁾。LCでは体重が減少し、体脂肪が動員されていた可能性を反映して、HCに比べC₁₆以下の割合が低く、逆にC_{16:1}以上の脂肪酸の割合が高い傾向にあった(表8)。また、他の

報告^{16,17)}と比較すると、HC、LCともC₁₆の割合が高くC_{18:1}の割合が低かった。

以上の結果から、乳生産の面からみると、LCに比べNFC/NDF比が高かったHCが有利であった。濃厚飼料主体時でのNFC/NDF比の至適範囲は0.9~1.2であるといわれている³⁾が、本試験のNFC/NDF比はHC、LCでそれぞれ0.9および0.7であった。LCでは、NFC/NDF比が至適範囲を下回っていたため、乳生産が低下したと考えられた。LCではHCに比べ血液中のNFFA濃度が高く、体重が減少しており、体脂肪が動員されていた可能性があり、HCとLCでは体脂肪蓄積と乳生産とに対するエネルギーの分配が異なる可能性が示唆された。今後は、NFC/NDF比とエネルギー分配との関係についても検討する必要がある。

表7. 血液の性状

	HC			LC		
	987	1005	平均	990	1009	平均
酢酸(mg/dl)	14.7	15.1	14.9	12.9	14.4	13.6
BHBA(mg/dl)	9.1	14.1	11.6	13.9	10.0	11.9
グリコース(mg/dl)	49.7	55.5	52.6	55.5	55.6	55.2
尿素態窒素(mg/dl)	11.5	8.8	10.1	12.1	13.7	12.9
トリグリセリド(mg/dl)	15.6	13.2	14.1	10.5	12.0	11.2
総コレステロール(mg/dl)	162.0	153.9	157.9	139.1	162.5	150.8
NEEA(μ Eq/l)	57.0	53.0	55.0	93.0	61.0	77.0

BHBA: β -ヒドロキシ酪酸
NEFA: 遊離脂肪酸

表8. 乳脂肪中の脂肪酸組成(%)

	HC			LC		
	987	1005	平均	990	1009	平均
C ₄	5.8	4.8	5.3	5.8	4.5	5.2
C ₆	1.6	1.8	1.7	2.0	1.9	2.0
C ₈	0.9	1.1	1.0	1.1	1.2	1.2
C ₁₀	2.2	2.7	2.5	2.7	2.8	2.8
C ₁₂	2.8	3.5	3.1	3.4	3.4	3.4
C ₁₄	12.0	13.8	12.9	13.5	13.2	13.4
C ₁₆	38.9	40.5	39.7	36.8	32.2	34.5
C _{16:1}	1.9	1.1	1.5	1.1	1.2	1.1
C ₁₈	9.2	10.2	9.7	9.9	11.4	10.6
C _{18:1} (Trans)	7.8	8.1	7.9	8.8	10.1	9.4
C _{18:1} (Cis)	14.6	11.8	13.2	14.4	17.8	15.7
C _{18:2}	—	—	—	—	—	—
C _{18:3}	2.2	0.8	1.5	0.7	0.9	0.8

摘 要

粗飼料主体下における飼料の炭水化物組成が乳生産に及ぼす影響を検討するため、炭水化物組成(NFC/NDF比)が異なるよう給与飼料中のコーンサイレージの割合を2水準設定し、泌乳牛4頭を用い、試験を行った。給与飼料は、乾物で粗飼料割合が70%、粗飼料中のコーンサイレージ:アルファルファサイレージ比を80:20(HC)および50:50(LC)とした。

飼料乾物摂取量はHC、LCで同様であった。NFC/NDF比は、HC、LCでそれぞれ0.9、0.7とHCが高かった。飼料のエネルギー消化率および代謝率は、HCでそれぞれ、59.8、49.9%、LCで61.7、51.4%と両区ともほぼ同様であった。

ルーメン内容液のプロピオン酸濃度およびそのモル比率は両区間に差はみられなかった。必ずしも高くはならなかった。

FCM量は、HC、LCでそれぞれ26.0、20.4kgとHCがやや高く、試験期間中の減少率もHCが9.8%、LCが14.3%とHCで低かった。血液性状はNEFA濃度がLCでやや高かったのを除いて両区間で大きな差はなかった。HCでは試験期間中に体重が増加、LCではやや減少し、乳脂肪の脂肪酸組成のうちLCではHCに比べC₁₆以下の脂肪酸の割合が低く、C_{16:1}以上の脂肪酸が高い傾向にあった。

以上のことから、粗飼料主体下で行った本試験の範囲ではNFC/NDF比が高い方が乳生産に有利であった。

謝 辞

本報告を遂行するにあたり、北海道大学農学部附属農場 岩倉隆技官、新海秀史技官および高橋太郎技官には、日常の飼養管理の面で多大なるご協力をいただいた。ここに記して謝意を表する。

引用文献

1. BROSTER, W. H., J. D. SUTTON, and J. A. BINES : Concentrate:forage ratios for high-yielding dairy

cows. In HARESIGN, W and D. LEWIS(eds.) Recent advances in animal nutrition-1978. Butterworths, London, UK. 99-126. 1979.

2. SUTTON, J. D., J. D. OLDHAM, and I. C. HART : Products of digestion, hormones and energy utilization in milking cows given concentrates containing varying proportion of barley or maize. In MOUNT, L. E.(ed.) Energy metabolism. Butterworth, London, UK. 303-306. 1980.
3. NOCEK, J. E., and J. B. RUSSELL : Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Sci.*, **71**: 2070-2107.1988.
4. POORE, M. H., J. A. MOORE, R. S. SWINGLE, T. P. ECK, and W. H. BROWN : Wheat straw or alfalfa hay in diets with 30% neutral detergent fiber for lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, **74**: 3152-3159. 1991.
5. POORE, M. H., J. A. MOORE, R. S. SWINGLE, T. P. ECK, and W. H. BROWN : Response of lactating Holstein cows to diet varying in fiber source and ruminal starch degradability. *J. Dairy Sci.*, **76**: 2235-2243. 1993.
6. POORE, M. H., J. A. MOORE, T. P. ECK, R. S. SWINGLE, and C. B. THEURER: Effect of fiber source and ruminal starch degradability on site and extent of digestion in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **76**: 2244-2253. 1993.
7. 柴田章夫: 肥育. 津田恒之 監修・柴田章夫 編, 新乳牛の科学, 農山漁村文化協会, 東京. 317-322. 1987.
8. 農林水産省農林水産技術会議事務局編: 日本飼養標準乳牛(1994年版). 中央畜産会, 東京. 1994.
9. Association of Official Analytical Chemists : Official Methods of Analysis. 11th ed. AOAC, Washington, DC. 1970.
10. GOERING, H. K., and P. J. VAN SOEST: Forage fiber analyses(Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications). *Agric. Handbook No.379. AR-SUSDA, Washington, DC. 1970.*
11. 浜田龍夫: アンモニア態窒素の定量. 森本宏監修, 動物栄養試験法, 養賢堂, 東京. 430-431. 1971.
12. VAN SOEST, P. J., J. B.ROBERTSON, and B. A. LEWIS : Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysacc arides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, **74**: 3583-3597. 1991.
13. MERTENS, D. R. : Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **80**: 1463-1481. 80.
14. 中辻浩喜: 泌乳牛の粗飼料多給飼養下における飼料エ

エネルギーの利用効率に関する研究. 北海道大学博士論文, 1998.

15. 安保佳一：低脂肪乳. 津田恒之 監修・柴田章夫 編, 新 乳牛の科学, 農山漁村文化協会, 東京, 390-397, 1987.
16. SCHINGOETHE, D. J., M. J. BROUK, K.D. LIGHTFIELD, and J. BAER : Lactational responses of dairy cows fed unsaturated fat from extruded soybeans or sunflower seeds. *J. Dairy Sci.*, **79** : 1244-1249.1996.
17. CHOUINARD, P. Y., V. GIRARD, and G. J. BRISSON : Fatty acid profile and physical properties of milk fat from cows fed calcium salts of fatty acids with varying unsaturation. *J. Dairy Sci.*, **81** : 471-481. 1998.

Relationship between Carbohydrate Component in Diet and Milk Production of Dairy Cows Fed Different Proportion of Corn Silage

Teruaki TOKITA, Seiji KONDO, Masahiko OKUBO

(Research Group of Animal Production, Graduate School of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo 060-8589, Japan)

Hiroki NAKATSUJI

(Laboratory of Ecological Animal Agriculture, Experiment Farms, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo 060-0811, Japan)

(Received January 29, 1999)

Summary

To evaluate effect of carbohydrate component on milk production, four Holstein cows in mid or late lactation were fed diets containing 70 % roughage from corn silage and alfalfa silage in proportion of 80 : 20(HC) and 50 : 50(LC) in 53-d trial. Dry matter intakes were not different between HC and LC. A ratio of Non fiber carbohydrate(NFC)/NDF were higher in HC than that in LC(0.9 vs 0.7). Digestibility and metabolizability were 59.8, 49.9 % in HC, and 61.7, 51.4 % in LC, respectively. A proportion of propionic acid to total VFA in the rumen was not higher in HC than in LC. FCM yields were 26.0kg/d in HC and 20.4kg/d in LC. Decreasing rates of FCM during the experimental period were lower in HC than LC(9.8 vs 14.3 %). A blood composition did not differ between HC and LC except NEFA. The concentration of NEFA was higher in LC than in HC. Body weight in HC increased, but decreased in LC. The Proportion of long chain fatty acids in milk fat of C_{16:1} and more fatty acids in milk fat was higher in LC than that in HC, while chain fatty acids in milk fat of C₁₆ and less was lower in LC than in HC. It was concluded that higher NFC/NDF under even high roughage feeding system would have certain advantage on milk production.