

# 搾乳牛へのザクロ種子給与試験

玉城政信 島袋宏俊 岡野 祥 広田哲也\*  
石田修三\*

## I 要 約

牛乳中の共役リノール酸割合およびその生産量の向上を目的として、プニカ酸を乾物中に14.9%含むザクロ種子を搾乳牛に対し1日1頭当たり500g給与した。その結果、ザクロ種子給与は飼料摂取量に影響を与えることはなかった。ザクロ種子給与は牛乳脂肪中の共役リノール酸割合に影響を及ぼさないが共役リノール酸生産量は、給与1週目で1日当たり0.35g増加し、2週目で0.13g増加した。しかし、有意な差は認められなかった。

## II 結 言

国内ではあらゆる食料が豊富に供給され、求めれば簡単に手に入る状況にある。その供給により体位の向上や平均寿命の延長などをもたらすが、いっぽう肥満や生活習慣病発症の原因ともなっている<sup>1)</sup>。そこで食料は、単にエネルギーの供給だけでなく、微量ではあるが動物体内で特殊な生理作用を有する有益物質、すなわち機能性物質を含むものが求められつつある。このような状況のなか、生理機能を持つ食品成分に関する研究が行われている。

牛乳はヒトのエネルギーやタンパク質の供給源になる物質、それにビタミン類やカルシウムなどのミネラルが含まれており有益な食料であるが、Aiiら<sup>2)</sup>はヒトの栄養学の面から注目されているn-3系の脂肪酸を多く含む牛乳を生産できることを報告している。また、牛乳中の共役リノール酸(Conjugated Linoleic Acid)については抗がん作用があることが報告され、注目を浴びている脂肪酸の一つである<sup>3,4)</sup>。

そこで、共役リノール酸の前駆物質になると思われるリノレン酸の異性体であるプニカ酸(cis-9, trans-11, cis-13)<sup>5)</sup>を多く含むザクロ種子を搾乳牛へ給与することにより牛乳中の脂肪酸組成割合および生産量への影響を検討したので報告する。

## III 材料および方法

### 1. 試験期間および場所

試験は2003年12月9日から同年12月25日までの17日間とし、沖縄県畜産試験場内乳牛舎で実施した。

### 2. 供試牛

供試牛は当場で飼養しているホルスタイン種搾乳牛6頭を用いた。供試牛の乳量は $28.8 \pm 9.2$ kg/日、産次数は $1.5 \pm 1.1$ 産、分娩後日数は $253 \pm 42$ 日で泌乳最盛期を過ぎた搾乳牛である。

### 3. 試験区分および方法

試験は当場の慣行混合飼料を給与する慣行区およびザクロ種子と慣行混合飼料を給与するザクロ区に区分し、試験期間中の当初3日間は両区とも慣行混合飼料を給与する対照期間とし、その後ザクロ区には慣行混合飼料給与時に1日500gのザクロ種子をふりかけて追加給与した。

### 4. 供試混合飼料の配合割合および栄養成分

供試混合飼料の配合割合および栄養成分を表1に示した。混合飼料はギニア乾草とアルファルファ乾草の粗飼料現物割合が39.1%で、乾物当たり可消化養分総量(TDN)は70.3である。自家配合飼料は市販乳牛飼料のトウモロコシ、大豆粕、綿実、脂肪酸カルシウム等を混合したものである。

表1 混合飼料の配合割合および栄養成分

項目	自家配合飼料	ギニア乾草	AL乾草	ミネラル・ビタミン類	
配合割合 (%)	58.1	25.5	13.6	2.8	
項目	乾物率	TDN	CP	NDF	ADF
		乾物当たり%			
栄養成分	87.4	70.3	15.9	37.8	21.8

注)AL: アルファルファ, TDN: 可消化養分総量, CP: 粗タンパク質率, NDF: 中性デタージェント繊維, ADF: 酸性デタージェント繊維。

ザクロ種子の飼料成分および主な脂肪酸組成割合を表2に示した。飼料成分として粗脂肪が18.6%含まれており、その脂肪酸組成割合はリノレン酸の共役であるプニカ酸が80.3%の割合なので、プニカ酸は乾物中14.9%含まれている。

表2 ザクロ種子の飼料成分および主な脂肪酸組成

飼料成分	乾物率	粗タンパク質	粗脂肪	粗繊維	粗灰分	可溶無窒素物
成分割合 (%)	93.2	14.2	18.6	33.0	1.6	32.6
脂肪酸組成	パルミチル酸	ステアリン酸	オレイン酸	リノール酸	プニカ酸	
割合 (%)	2.9	2.1	6.1	6.4	80.3	

注)プニカ酸 (C18:3): cis-9, trans-11, cis-13。

## 5. 飼養管理方法

試験期間中はスタンションによる繋ぎ飼いとす。飼料給与量は日本飼養標準<sup>6)</sup>のTDN必要量の105%に設定し、午前9時から1日4回に分けて給与、飲水は自由摂取とした。

## 6. 調査項目

### 1) 飼料摂取量

飼料を給与した翌日の午前9時から残飼を測定し、給与量と残飼量の差を飼料摂取量とした。試験開始3日間を開始時、7~9日目の3日間を1週間目および14~16日目を2週間目のデータとした。

### 2) 泌乳成績

試験期間中、搾乳は朝夕の2回行い、泌乳成績は試験開始から3日間を開始時、8~10日目の3日間を1週間目および15~17日目を2週間目として、乳量ミルクメータを用い、乳脂率、乳タンパク質率、無脂固形分率はミルコスキャン(113B, Foss Electric)を用い、体細胞数はフォソマチック(90, Foss Electric)を用い測定した。

### 3) 脂肪酸組成

脂肪酸組成の分析に用いた牛乳サンプルは試験開始から3日間を開始時、10日目を1週間目、17日目を2週間目とした。脂肪酸組成は粗脂肪を抽出後、ガスクロマトグラフ(HP5890 SERIES II カラム TC-70: GL Sciences Inc.)を用いた。

## 7. 統計処理

処理区間の開始時、1週間目および2週間目を Fisher の検定<sup>7)</sup>により平均値間を比較した。

## IV 結果および考察

### 1. 飼料摂取量, TDN充足率および体重

ザクロ種子給与が飼料摂取量, TDN 充足率および体重に与える影響を表3に示した。ザクロ区の開始時の乾物摂取量は19.1kgで、1週間目20.3kg, 2週間目21.1kgと増加し、慣行区は開始時20.2kgとザクロ区より1.1kg多く摂取, 1週間目, 2週間目とも多く摂取する傾向にあった。TDN 摂取量も同様にザクロ区の開始時13.4kgで、週を増すごとに増加し、慣行区で高い傾向にあった。

TDN 充足率はザクロ区の開始時で94.4%であったが、2週目以降は徐々に高まっていった。慣行区も開始時は充足率が97.4%と不足であったが2週目以降はザクロ区同様徐々に高まっていった。拘束施設に入れられる動物は馴致期間が必要で、その間にストレスが減少する<sup>9)</sup>とされており、今回の開始時での養分摂取不足は、ザクロ種子給与によるものではなく供試牛が、試験前のフリーストールでの状態から繋留へと変化したためのストレス等からの一時的な飼料摂取量の減少があったためと考えられる。

体重は、ザクロ区の開始時で672.7kgであったが、2週目では652.0kgと16.7kg減少した。慣行区でも同じく13.3kg減少した。調査項目における各区内での統計的に有意な差は認められなかった。

表3 ザクロ種子給与が飼料摂取量、TDN充足率および体重に与える影響

乾物摂取量(kg)	開始時	1週目	2週目
ザクロ区	19.1±1.8	20.3±3.1	21.1±2.4
慣行区	20.2±3.5	21.1±1.8	22.5±2.7
TDN摂取量(kg)			
ザクロ区	13.4±1.3	14.3±2.2	14.8±1.7
慣行区	14.2±2.5	15.1±1.3	15.8±1.9
TDN充足率(%)			
ザクロ区	94.4±6.3	104.0±10.7	107.2±6.3
慣行区	97.4±20.9	101.3±18.4	112.3±29.4
体重(kg)			
ザクロ区	672.7±41.9		656.0±41.6
慣行区	717.3±80.4		704.0±81.7

注) TDN：可消化養分総量。

## 2. 泌乳成績

ザクロ種子給与が泌乳成績に与える影響を表4に示した。乳量はザクロ区の開始時31.0kg、1週目29.0kg、2週目29.1kgと1週目および2週目は開始時に比べて減少した。このことは今回供試した搾乳牛は分娩後少なくとも176日を経過しており、島袋ら<sup>9)</sup>の報告の泌乳最盛期を過ぎた泌乳量減少期であるためと考えられた。慣行区も同様な傾向であった。

乳脂率はザクロ区で開始時3.82%とその後3.98、4.09%と徐々に高まったが、統計的に有意な上昇ではなく、乳脂率に関するザクロ種子給与の効果はなかったと考えられた。慣行区は4.74~4.79%と高い値になった。乳脂率の変動幅は乳成分中最も大きく、粗・濃比、飼料中の酸性デタージェント繊維(ADF)率のバランスにより変化する<sup>10)</sup>が、同一の混合飼料を用いている今回の試験においては、個体差なども一因と考えられた。

乳脂肪生産量は、乳脂率と乳量を反映しザクロ区で1138~1180gで推移し、慣行区は1344~1399gの範囲であった。

無脂固形分率は、ザクロ区で9.03~9.06%、慣行区で9.36~9.41%の範囲内であった。

乳糖率はザクロ区で4.54~4.56%とその変動幅は少なかった。慣行区も4.44~4.52%と同様であった。

調査項目における各区内での統計的に有意な差は認められなかった。

表4 ザクロ種子給与が泌乳成績に与える影響

乳量(kg)	開始時	1週目	2週目
ザクロ区	31.0±3.9	29.0±4.0	29.1±3.0
慣行区	30.6±18.1	29.3±10.1	29.3±14.8
乳脂率(%)			
ザクロ区	3.82±0.76	3.98±0.64	4.09±0.35
慣行区	4.79±0.57	4.76±0.19	4.74±0.49
乳脂肪生産量(g)			
ザクロ区	1180±235	1138±82	1178±95
慣行区	1399±645	1378±414	1344±547
乳タンパク質(%)			
ザクロ区	3.50±0.20	3.47±0.24	3.51±0.24
慣行区	3.94±0.37	3.85±0.21	3.89±0.22
無脂固形分率(%)			
ザクロ区	9.06±0.23	9.03±0.25	9.06±0.24
慣行区	9.39±0.21	9.36±0.14	9.41±0.12
乳糖率(%)			
ザクロ区	4.56±0.04	4.56±0.01	4.54±0.02
慣行区	4.44±0.32	4.52±0.30	4.51±0.32

## 3. 牛乳中の脂肪酸組成

ザクロ種子給与が牛乳脂肪中の脂肪酸組成割合に与える影響を表5に示した。最も多い脂肪酸はパルミチン酸でザクロ区の開始時29.90%, 1週目30.07%, 2週目28.83%であり, 各調査時点による有意な差は認められなかった。慣行区はザクロ区より高めの値で推移した。次に多いのはオレイン酸でザクロ区は25.67~26.17%で推移し, 各調査時点での有意な差は認められなかった。なお, オレイン酸はザクロ区で高い傾向を示すものの全国54カ所のパルク乳を調べた相井<sup>3)</sup>や科学技術庁の報告<sup>11)</sup>の範囲内であった。

リノレン酸はザクロ区および慣行区とも0.27~0.30%の範囲で, ほぼ同じ値であった。

共役リノール酸はザクロ区の1週目で0.67%とわずかに高い値を示したが開始時0.60%および2週目の0.57%とは有意な差は認めなかった。

表5 ザクロ種子給与が牛乳脂肪中の主要脂肪酸組成割合に与える影響

脂肪酸組成	区分	開始時(%)	1週目(%)	2週目(%)
ラウリン酸 (C12:0)	ザクロ区	3.27±0.65	3.03±0.65	3.20±0.60
	慣行区	3.40±0.10	3.27±0.25	3.40±0.36
ミリスチン酸 (C14:0)	ザクロ区	10.63±0.59	10.60±0.50	10.20±0.56
	慣行区	11.47±0.31	11.57±0.42	11.67±0.85
パルミチン酸 (C16:0)	ザクロ区	29.90±0.78	30.07±1.27	28.83±0.61
	慣行区	32.90±4.53	30.70±1.71	30.57±2.04
ステアリン酸 (C18:0)	ザクロ区	9.30±1.74	10.00±0.95	11.33±1.00
	慣行区	9.20±2.81	10.77±1.62	11.43±1.59
オレイン酸 (C18:1)	ザクロ区	26.17±2.75	25.70±2.12	25.67±1.15
	慣行区	21.87±2.57	22.20±2.38	22.37±1.36
リノール酸 (C18:2 n-6)	ザクロ区	2.37±0.06	2.37±0.12	2.40±0.10
	慣行区	2.00±0.10	1.93±0.15	2.07±0.12
リノレン酸 (C18:3 n-3)	ザクロ区	0.30±0.00	0.30±0.00	0.30±0.00
	慣行区	0.27±0.06	0.30±0.00	0.30±0.00
共役リノール酸 (CLA)	ザクロ区	0.60±0.00	0.67±0.06	0.57±0.06
	慣行区	0.47±0.06	0.47±0.06	0.40±0.00

ザクロ種子は共役リノール酸の前駆物質になると思われるプニカ酸を多く含み、そのプニカ酸はリノレン酸の異性体である。

ザクロ種子給与が牛乳脂肪中の共役リノール酸生産量に与える影響を表6に示した。ザクロ区の開始時で1日6.37gの共役リノール酸が牛乳中に生産されて、1週目で6.72gとなり開始時より0.35g増加し、2週目でも6.50gと開始時より0.13g増加した。ザクロ種子給与により牛乳脂肪中の共役リノール酸生産量が増加する傾向はあるものの統計的に有意な差は認められなかった。

表6 ザクロ種子給与が牛乳脂肪中の共役リノール酸生産量に与える影響

区分	開始時 (g)	1週目 (g)	2週目 (g)
ザクロ区	6.37±1.27	6.72±0.53	6.50±1.10
慣行区	5.66±1.83	5.72±2.36	5.16±2.56

## 謝 辞

本研究において牛乳成分分析に多大なご協力をして頂きました沖縄県酪農農業協同組合・香村直氏および試験設計指導をして頂いた鯉淵学園・相井孝允博士に感謝申し上げます。

## VI 引用文献

- 1) 科学技術庁資源調査会, 2000, 新編食品成分表, 214-230, 一橋出版
- 2) Aii T., M.Tamaki, H.Simabukuro, S.Kiyosue, M.Nakano, H.Hayasawa, T.Shimizu and S.Ishida 1998, The production of milk rich in  $\alpha$ -linolenic acid by feeding a large amount linseed to cows, *Anim Sci. j.* **69**, 841-853
- 3) 相井孝允, 2002, 生産獣医医療システム 5 乳牛編 3, 社団法人全国家畜畜産物衛生指導協会, 298-302
- 4) 山崎信, 2001, 「共役リノール酸」, 畜産技術, 社) 畜産技術協会, 4, 38
- 5) Iwabuchi M., J.Murase and J.Imamura 2003, Delta 12-oleate desaturase-related enzymes associated with formation of conjugated trans-delta 11,cis-delta 13 double bonds, *J.Biol.Chem.* **278**,4603-4610
- 6) 農林水産省農林水産技術会議事務局, 1999, 日本飼養標準 乳用牛 (1999年版), 23-29, 中央畜産会
- 7) 新城明久, 1996, 新版生物統計学入門—計算マニュアル—, 46-55, 朝倉書店
- 8) Irvin T.Omtvedt 北海道農業試験場訳, 1988, Guide for the care and use of agricultural animals in agricultural research and teaching, 28-31, 社団法人畜産技術協会
- 9) 島袋宏俊・玉城政信・知念雅昭, 1999, 沖縄県におけるホルスタイン種乳用牛の産乳性(3)乳量階層別泌乳曲線, 沖縄畜試研報, **37**, 9-15
- 10) 農林水産省農林水産技術会議事務局, 1994, 日本飼養標準 乳用牛 (1994年版), 63-64, 中央畜産会
- 11) 五明紀春・長谷川恭子, 1993, アミノ酸&脂肪酸組成表, 210-211, 女子栄養大学出版部