

## 乳牛への野菜屑サイレージ給与が乳生産性と栄養代謝に及ぼす影響

生田健太郎・設楽 修<sup>\*</sup>・小嶋 睦<sup>\*\*</sup>・高田 修<sup>\*\*\*</sup>・天橋一路<sup>\*</sup>

### 要 約

野菜屑サイレージ給与が乳生産性や栄養代謝状態等に及ぼす影響を検討するため、泌乳牛10頭(初産3頭, 2産以上7頭)を供試し, 完全混合飼料中のサイレージとして野菜屑サイレージを乾物中15%用いる試験区とデントコーン・ソルガム混播サイレージを乾物中12%用いる対照区を設け, 21日間の飼養試験を行なったところ, 以下の結果が得られた。

- (1) 体重, 乾物摂取量, 日本飼養標準養分 (ME, TDN, CP) 要求量に対する充足率, 乳量および乳成分では両区間に有意差はなかった。
- (2) 第一胃液性状から第一胃内の発酵異常を示す所見は両区とも認められなかった。飼料摂取前ではいずれの項目も両区間に有意差はなかったが, 飼料摂取後では揮発性脂肪酸中の酪酸モル比率のみ試験区が有意に低値を示した。
- (3) 血液性状から栄養代謝異常を示す所見は両区とも認められなかったが, 飼料摂取の前と後, いずれにおいてもアルブミンと尿素態窒素は試験区が有意に低値を示した。

以上より, 本試験における飼料構成割合と完全混合飼料給与方式で野菜屑サイレージを給与した場合, 乳生産性や栄養代謝等に悪影響は及ぼさないと考えられた。

### Influence of Silage Using Leftover Vegetable Feeding on the Milk Production and Nutritional Status in Dairy Cows

Kentarou IKUTA, Osamu SHIDARA, Mutumu KOKAMO, Osamu TAKATA and Kazumichi AMAHASHI

### Summary

To clarify the influence of feeding of the silage using leftover vegetables on the milk production and nutritional status, seven multiparous and three primiparous dairy cows were assigned to one of two diets which contained 15% leftover vegetables silage in dry matter (group T) or 12% corn and sorghum mixed silage in dry matter (group C).

The following results were obtained:

- (1) There was no significantly difference in body weight, dry matter intake, nutrient (ME, TDN and CP) sufficiency to Japanese Feeding Standard between the two groups.
- (2) Judging from the rumen fluid character, there was no abnormal condition in ruminal fermentation. Only molar percent of butyric acid to total volatile fatty acids were significantly lower after feeding for group T than group C, however there was no significantly difference at pre-feeding.
- (3) In the blood metabolism, there were nothing nutritional disorder, though albumin and blood urea nitrogen were significantly lower both pre and after feeding for group T than group C.

These results indicated that the milk production and nutritional status were not affected by feeding of the leftover vegetables silage in total mixed rations feeding system and dietary ingredients of this feeding trial.

キーワード：乳牛, 野菜屑サイレージ, 乳生産性, 第一胃液性状, 血液性状

2005年8月31日受理

\* 兵庫県立農林水産技術総合センター淡路農業技術センター

\*\* 兵庫県立農林水産技術総合センター畜産技術センター

\*\*\* 現洲本家畜保健衛生所

## 緒 言

「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」いわゆる食品リサイクル法(2001年5月施行)の基本方針では食品関連事業者に対し、食品循環資源の再生利用等の実施率を2006年度までに20%に向上させることを目標としている。一方、本県においても2001年度に「ひょうご食のゼロエミッション推進基本計画」を策定し、食品循環資源の再生利用等を促進するため、計画的かつ総合的な取り組みがなされている。

本研究はこのような行政的取り組みに対する技術的支援の一環として、外食産業の厨房から多量に排出、廃棄されている野菜屑をリサイクルするため、サイレージにしたものを乳牛に給与し、乳生産性および栄養代謝等への影響を検討した。

## 材料及び方法

### 1 供試牛、処理区分及び実施期間

#### (1) 供試牛

試験にはホルスタイン種雌牛10頭(初産3頭, 2産以上7頭)を供試した。これらの供試開始時点における産次, 分娩後日数, 乳量および体重を処理区分ごとに示す(表1)。

#### (2) 処理区分

処理区として、完全混合飼料(以下TMRと呼ぶ)に混合するサイレージに、野菜屑サイレージを用いる試験区とデントコーン・ソルガム混播サイレージを用いる対照区の2区を設定し、平行法による飼養試験を実施した。

#### (3) 実施期間

試験は2004年9月から10月にかけて実施した。試験期は馴致期7日間, 予備期12日間, 本試験期2日間の計21日間とし、本試験期には乳汁, 第一胃液および血液の採材を行った。

### 2 供試飼料

#### (1) 野菜屑サイレージ

野菜屑は県内のドライブインのセントラルキッチンから恒常的に排出されるキャベツの外葉及び芯, 白菜の外葉, 大根の皮を主体としたものであった。

サイレージの調製は、原物重量比で野菜屑67%、ヘイ

表1. 試験開始時における供試牛の状況

処理区	試験区	対照区
頭数	5	5
産次	1.8 ± 0.8	2.0 ± 0.8
分娩後日数	213 ± 61	200 ± 61
乳量(kg/日)	24.3 ± 3.9	27.2 ± 5.7
体重(kg)	600 ± 51	569 ± 35

表2. 供試サイレージの養分含量

項目	野菜屑サイレージ (試験区)	混播サイレージ <sup>1)</sup> (対照区)
乾物	38.0	30.1
粗蛋白質(CP)	19.6	6.8
粗脂肪(EE)	2.0	2.9
NFE <sup>2)</sup>	38.5	51.4
粗繊維(CF)	25.3	31.0
粗灰分(Ash)	14.4	7.9
ADF <sup>3)</sup>	18.1	38.6
NDF <sup>4)</sup>	分析せず	73.5
NFC <sup>5)</sup>	12.0	
栄養価 <sup>6)</sup>		
代謝エネルギー(ME) (Mcal/kg)	2.00	2.25
可消化養分総量(TDN) (乾物中%)	55.0	60.7

1) デントコーン:ソルガム=6:4

2) 可溶性無窒素物(NFE=100-CP-EE-CF-Ash)

3) 酸性デタージェント繊維

4) 中性デタージェント繊維

5) 非繊維性炭水化物(NFC=100-NDF-CP-EE-Ash)

6) 寺田ら<sup>13)</sup>の推定式より算出

キューブ28%, 糖蜜5%をスコップで混合し、ビニール袋に20kgずつ詰め、掃除機で脱気後、密封し、常温で保存した。毎週平均して200kg程度のサイレージを調製した。

野菜屑サイレージと対照区のデントコーン・ソルガム混播サイレージの分析値とそれらから推定<sup>13)</sup>した代謝エネルギー(以下MEと呼ぶ)と可消化養分総量(以下TDNと呼ぶ)を示す(表2)。

飼養試験には調製後6か月経過したものを供試した。

#### (2) 供試飼料の構成および成分

供試TMRの飼料構成と分析に基づく養分含量を示す(表3)。

供試TMRは混合するサイレージの成分差を他の構成飼料の混合割合を調節することにより養分含量の統一を図ったが、分析値では試験区TMRの養分含量がやや高かった。

### 3 飼養管理状況

供試牛はコンフォート型繋ぎ牛舎にて飼養した。飼料は8時30分と16時30分に給与し、搾乳は8時と16時30分からそれぞれ開始した。

各供試牛には馴致期の体重, 乳量および乳脂率より求めた日本飼養標準<sup>9)</sup>の養分要求量を充足するようにTMR給与量を決定し、その35%を朝, 65%を夕方それぞれ給与した。

表3. 供試 TMR の飼料構成と養分含量

飼料名	試験区	対照区
飼料構成 (乾物中%)		
混播サイレージ <sup>1)</sup>		12.3
野菜屑サイレージ	15.1	
ビートパルプ	7.0	7.2
圧片トウモロコシ	20.7	24.8
皮付圧片大麦	10.7	11.0
大豆粕	2.8	7.1
綿実	3.7	3.8
アルファルファ乾草	13.9	14.3
クレイングラス乾草	11.0	7.5
トールフェスク乾草	10.7	7.4
コーングルテンミール	0.7	0.8
ソイプラス <sup>2)</sup>	1.4	1.4
エナジー 120 <sup>3)</sup>	0.7	0.8
ミネラル・ビタミン <sup>4)</sup>	1.6	1.6
養分含量 <sup>5)</sup> (乾物以外は乾物中%)		
乾物	56.7	59.2
粗蛋白質 (CP)	14.8	13.8
粗脂肪 (EE)	4.4	3.8
NFE <sup>6)</sup>	49.8	51.6
粗繊維 (CF)	24.5	22.2
粗灰分 (Ash)	6.5	8.6
NDF <sup>7)</sup>	41.7	40.7
NFC <sup>8)</sup>	36.0	36.5
栄養価 <sup>9)</sup>		
代謝エネルギー (ME)		
(Mcal/kg)	2.87	2.64
可消化養分総量 (TDN)		
(乾物中%)	74.7	69.5

- 1) デントコーン：ソルガム=6:4
- 2) 加熱大豆粕 (TDN=88.2%, CP=48.6%, CP バイパス率=61.8%)
- 3) エネルギーサプリメント (TDN=132%, CP=8.5%, CP バイパス率=42.8%)
- 4) CaCO<sub>3</sub>:CaHPO<sub>4</sub>:NaCl:NaHCO<sub>3</sub>:ビタミンプレミックス=2:2:1:1:1
- 5) 分析値
- 6) 可溶性無窒素物 (NFE = 100-CP-EE-CF-Ash)
- 7) 中性デタージェント繊維
- 8) 非繊維性炭水化物 (NFC=100-NDF-CP-EE-Ash)
- 9) 寺田ら<sup>10)</sup>の推定式より算出

#### 4 調査項目と測定方法

##### (1) 飼養成績

##### 1) 飼料摂取状況と体重

給与量と残飼量は朝夕の給与ごとに計量した。残飼は100℃ 18時間の熱風乾燥により乾物率を測定した。これらの記録と養分含量の分析値から乾物摂取量、日本飼養標準<sup>9)</sup>の養分要求量に対する充足率をME, TDN およびCPについて算出した。

体重は供試開始時と終了時に、牛衡器で計測した。

##### 2) 産乳成績

乳量はミルクメーター (TRU-TEST) で朝夕の搾乳ごとに計測・記録した。

一般乳成分は、本試験期2日間の搾乳ごとに検体を採取し、兵庫県酪農農業協同組合生乳検査所の多成分赤外

線分析装置 (SYS-4000, Foss) にて分析した。各成分率は朝夕の乳量比によって加重平均した。また、乳中尿素態窒素濃度は朝の乳汁を用い、冷却遠心 (4℃, 3000回転/分, 5分間) によって脱脂後、血液自動分析装置 (富士ドライケム, 富士写真フィルム) の血中尿素態窒素用スライド (BUN-P II) で測定した。

##### (2) 第一胃液性状

第一胃液は本試験期1日目の昼 (朝の飼料摂取から4時間後) と2日目の朝の飼料摂取前に、経口式胃汁採取器 (ルミナー: 富士平工業, 東京) を用いて採取した。採取後、直ちにガラス電極法 (pHメーター F-8 L型: 堀場製作所, 京都) にてpHを測定した。

アンモニア態窒素濃度は二重ガーゼで濾過した胃液を凍結保存し、水蒸気蒸留法にて測定した。

揮発性脂肪酸 (以下VFAと呼ぶ) は、濾過胃液2.5mlを24%メタリン酸0.5mlと混和、18時間室温放置し、冷却遠心 (4℃, 3000回転/分, 30分間) によって得られた上清液を凍結保存し、融解後、水系0.45μmのディスクフィルター (GLクロマトディスク25A: ジェルサイエンス, 東京) で濾過し、ガスクロマトグラフ (HITACHI-163型: 日立製作所, 東京) で測定した。

##### (3) 血液性状

採血は第一胃液の採取と併せて、頸静脈よりブレインおよびフック化ナトリウム加真空採血管を用いて行った。採血後、直ちにフック化ナトリウム加血液はヘマトクリット値を計測し、冷却遠心 (4℃, 3000回転/分, 5分間) により血漿を分離して、乾式血液自動分析装置 (ドライケム3030: 富士写真フィルム, 東京) にて血糖を測定した。血清分離剤加血液は37℃で10分間静置後、冷却遠心 (4℃, 3000回転/分, 15分間) により血清を分離し、総蛋白は屈折法、アルブミン、尿素態窒素、総コレステロール、カルシウム、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (以下ASTと呼ぶ) およびγグルタミルトランスペプチターゼは乾式血液自動分析装置 (ドライケム3030: 富士写真フィルム, 東京) にて当日中に測定し、遊離脂肪酸、βヒドロキシ酪酸、およびリン脂質は冷凍保存後、湿式自動分析装置 (HITACHI-7060型: 日立製作所, 東京) にて測定した。

#### 5 統計処理

各調査項目ごとに試験区と対照区の平均値と標準偏差を求め、両区間における平均値の差の有意性を対応のないt検定を用いて検定した。

## 結 果

## 1 飼養成績

体重、乾物摂取量、日本飼養標準<sup>6)</sup> 養分 (ME, TDN, CP) 要求量に対する充足率、乳量および乳成分を示す (表4)。いずれの項目においても両区間に有意差はなかった。

試験区の1頭のみキャベツの芯を選択的に食べ残す個体があったが、全体的には嗜好性に問題はなかった。

## 2 第一胃液性状

飼料摂取前と飼料摂取から4時間後の第一胃液性状を示す (表5, 表6)。

第一胃液性状から第一胃内の発酵異常を示唆する所見は両区とも認められなかった。

飼料摂取前ではいずれの項目も両区間に有意差はなかった。一方、飼料摂取後では酪酸モル比率においてのみ試験区が対照区に比べ有意に低値を示したが、その他の項目ではいずれも両区間に有意差はなかった。

## 3 血液性状

飼料摂取前と飼料摂取から4時間後の血液性状を示す (表7, 表8)。

血液性状から栄養代謝異常を示唆する所見は両区とも認められなかった。

飼料摂取の前と後いずれにおいても、アルブミンと尿素態窒素 (以下 BUN と呼ぶ) の2項目において、試験区が対照区に比べ有意に低値を示したが、その他の項目ではいずれも両区間に有意差はなかった。

## 考 察

これまでに生産現場や流通過程で排出する野菜屑を活用して飼料コストを下げる事例はいくつか報告されている<sup>4,7,10)</sup> が、本報告のように外食産業から排出する野菜屑をリサイクル目的で乳牛へ給与した事例は見あたらない。

飼養成績をみると乳量が試験区で約4kg少なかったが、試験開始時点でも同様の差があり、供試牛の処理区への配置上生じた偏りによるものである。このため、試験区は対照区よりも乾物摂取量が低く、充足率が高い傾向となったと考えられた。しかし、いずれの項目も両区間に有意差は認められなかったことから、本試験における調製法でサイレージにした野菜屑を TMR 中乾物で約15%混合して給与した場合、乳生産性への悪影響はないものと考えられた。

第一胃液性状では飼料摂取後の酪酸モル比率のみ試験区が有意に低かった。第一胃液中の VFA 構成比率は発酵パターンとも呼ばれ、以前から飼養条件等との関連性が指摘されている<sup>1)</sup>が、酪酸に関しては採食量調節における

表4. 飼養成績

項 目	試験区	対照区	有意差 <sup>1)</sup>
終了時体重 (kg)	671±38	675±37	NS
乾物摂取量 (kg/日)	18.0±2.9	19.3±3.2	NS
ME 充足率 (%)	105.3±7.0	98.8±4.6	NS
TDN 充足率 (%)	98.9±6.6	94.1±4.4	NS
CP 充足率 (%)	103.2±6.7	96.4±4.2	NS
乳量 (kg/日)	21.9±5.3	26.2±6.7	NS
4%脂肪補正乳量(kg/日)	23.8±5.6	25.5±6.2	NS
乳脂率 (%)	4.76±0.6	4.07±0.4	NS
乳蛋白質率 (%)	3.47±0.2	3.34±0.2	NS
無脂固形分率 (%)	8.83±0.3	8.72±0.2	NS
乳糖率 (%)	4.36±0.1	4.38±0.5	NS
体細胞数(万个/ml)	3.6±2.5	7.1±5.0	NS
乳中尿素態窒素(mg/dl)	13.6±1.1	13.2±2.2	NS

1) NS: 有意差なし

表5. 飼料摂取前の第一胃液性状

項 目	試験区	対照区	有意差 <sup>1)</sup>
pH	6.83±0.18	6.69 ± 0.13	NS
アンモニア態窒素 (mg/dl)	11.1±2.04	13.2 ± 3.79	NS
総 VFA 濃度 <sup>2)</sup> (mmol/dl)	8.49±1.15	9.60 ± 0.66	NS
VFA モル比率			
酢酸 (%)	68.2±1.09	67.7 ± 1.46	NS
プロピオン酸 (%)	16.7±0.92	17.1 ± 1.51	NS
酪酸 (%)	12.4±0.70	12.3 ± 0.88	NS
A P 比 <sup>3)</sup>	4.10±0.28	3.98 ± 0.38	NS

1) NS: 有意差なし

2) VFA: 揮発性脂肪酸

3) 酢酸/プロピオン酸比

表6. 飼料摂取から4時間後の第一胃液性状

項 目	試験区	対照区	有意差 <sup>1)</sup>
pH	6.63±0.21	6.66 ± 0.21	NS
アンモニア態窒素 (mg/dl)	4.35±0.68	5.93 ± 1.90	NS
総 VFA 濃度 <sup>2)</sup> (mmol/dl)	9.81±1.41	10.2 ± 0.57	NS
VFA モル比率			
酢酸 (%)	70.8±1.43	68.7 ± 1.57	NS
プロピオン酸 (%)	16.3±0.81	17.0 ± 1.61	NS
酪酸 (%)	10.9±0.63	11.8 ± 0.42	P<0.05
A P 比 <sup>3)</sup>	4.36±0.30	4.09 ± 0.45	NS

1) NS: 有意差なし

2) VFA: 揮発性脂肪酸

3) 酢酸/プロピオン酸比

役割も重要でないとしてされており<sup>9)</sup>、構成比率も約10%と少ないことから、本試験で認められた有意差は栄養学的に意味のあるものとは考えにくい。

血液性状では飼料摂取の前と後いずれにおいても、アルブミンと BUN が試験区で有意に低かった。アルブミンは肝臓で合成され、半減期が約2週間と長いこと、長期的な蛋白質代謝の指標とされる<sup>9)</sup>。CP 充足率をみると有意差はないものの試験区の方が高く、しかも100%以上であることから、アルブミンの低値が長期的な蛋白質不足によるものとは考えにくい。むしろ、肝機能の指標である AST が試験区でやや高いことから、試験区の一部の個体

表7. 飼料摂取前の血液性状

項目	試験区	対照区	有意差 <sup>1)</sup>
エネルギー代謝関連			
血糖(mg/dl)	65.6 ± 4.4	63.4 ± 5.1	NS
総コレステロール(mg/dl)	258 ± 20	301 ± 38	NS
遊離脂肪酸(μEq/l)	123 ± 57	118 ± 83	NS
βヒドロキシ酪酸(μmol/l)	839 ± 139	674 ± 216	NS
リン脂質(mg/dl)	218 ± 13	251 ± 30	NS
蛋白質代謝関連			
ヘマトクリット(%)	29.0 ± 1.6	9.0 ± 2.4	NS
総蛋白(g/dl)	7.28 ± 0.47	7.52 ± 0.54	NS
アルブミン(g/dl)	3.72 ± 0.25	4.00 ± 0.19	P<0.01
尿素態窒素(mg/dl)	10.3 ± 1.7	13.3 ± 1.5	P<0.01
その他			
カルシウム(mg/dl)	9.82 ± 0.48	10.0 ± 0.63	NS
AST(IU)	80 ± 41	67 ± 8	NS
GGT(IU)	28 ± 6	28 ± 5	NS

1) NS: 有意差なし

表8. 飼料摂取から4時間後の血液性状

項目	試験区	対照区	有意差 <sup>1)</sup>
エネルギー代謝関連			
血糖(mg/dl)	60.8 ± 2.5	59.8 ± 5.4	NS
総コレステロール(mg/dl)	247 ± 17	292 ± 41	NS
遊離脂肪酸(μEq/l)	55 ± 12	65 ± 11	NS
βヒドロキシ酪酸(μmol/l)	839 ± 139	674 ± 216	NS
リン脂質(mg/dl)	218 ± 13	251 ± 30	NS
蛋白質代謝関連			
ヘマトクリット(%)	28.2 ± 0.8	28.2 ± 2.5	NS
総蛋白(g/dl)	7.08 ± 0.47	7.44 ± 0.48	NS
アルブミン(g/dl)	3.56 ± 0.23	3.96 ± 0.09	P<0.01
尿素態窒素(mg/dl)	12.6 ± 1.9	17.7 ± 1.7	P<0.01
その他			
カルシウム(mg/dl)	9.60 ± 0.51	9.86 ± 0.39	NS
AST(IU)	80 ± 39	66 ± 6	NS
GGT(IU)	28 ± 3	25 ± 7	NS

1) NS: 有意差なし

における肝機能低下が影響したのではないかと考えられた。一方、BUNの大部分は第一胃内で生じた余剰アンモニア態窒素からなるため、短期的な蛋白代謝の指標とされている<sup>9)</sup>。両区の飼料成分を比較すると、試験区はCP含量が高く、NFC含量がわずかに低い。このような養分バランスでは、通常、BUNは試験区の方が高くなると予測される<sup>2)</sup>が、結果は逆であった。これは試験区の野菜屑サイレージに第一胃内発酵の著しく速い糖蜜が含まれていることが影響した可能性が考えられる。すなわち、試験区では第一胃微生物がアンモニア態窒素を取り込むための発酵エネルギーの供給が対照区に比べて速かったため、余剰アンモニア量が少なくなった<sup>3)</sup>のではないかと考えられた。

本試験より、乳牛への野菜屑給与は飼養技術的に可能であることは示唆された。しかし、実際に酪農家で実施するには、まず、量の確保が問題になる。野菜屑は外食

産業から恒常的に排出されるとは言え、乳牛に給与するために十分な量を安定的に確保するには、数か所から効率よく収集し、サイレージ調製する体制づくりが不可欠である。そのためには、食品業者と酪農家を結びつける行政的な支援が必要と考えられる。さらに、そのシステムに係る経費が業者側と酪農家側双方で納得できるものでなければ運用は困難であろう。自給飼料の生産コストは都府県の場合、62円/ TDNkgとなっている<sup>9)</sup>。これに基づいて目標コストを計算すると、今回供試した野菜屑サイレージは乾物率38%で乾物中TDNが55%であったので、原物中TDNは0.38 × 0.55=0.209kgとなり、62 × 0.209 ≒ 13円/原物kgと算定される。一方、実際の生産コストを野菜屑と混合したヘイキューブ(43.3円/kg)、糖蜜(114.6円/kg)およびビニル袋(2円/枚)から試算すると1袋20kg入りで約359円(約18円/原物kg)となる。これに輸送コストを加えた目標コストとの差額については、従来の廃棄処分費の一部を食品リサイクル推進に充当するとの考えに立って、食品業者と行政側で負担の方法を協議すべきであると考えられる。今後、行政との関係を密にし、乳牛飼料用途としての食品リサイクル体制の確立に現地実証を通じて協力していきたい。

引用文献

- 1) 日野常男(1985):ルーメンの世界(農山漁村文化協会) 531-533
- 2) 生田健太郎・小鴨 陸・篠倉和己・函城悦司(2000):乳中尿素態窒素と乳蛋白率による泌乳牛の栄養診断:日獣会誌 53, 289-292
- 3) Ikuta K, K. Sasakura, K. Nishimori, C. Hankanga, K. Okada and J. Yasuda(2005): Effects of supplement feeding order on lactation, diurnal variation of ruminal ammonia and urea in the blood and milk of dairy cows: Anim. Sci. J. 76, 29-36
- 4) 河室清風(1988):低コスト生産をめざした酪農経営:養牛の友 143, 59-65
- 5) 日本草地畜産種子協会(2002):飼料自給率向上促進マニュアルの手引き 4-5
- 6) 農林水産省農林水産技術会議事務局編(1999):日本飼養標準 乳牛(中央畜産会)
- 7) 名久井 忠(1997):屑野菜屑穀物等 新しい飼料調製技術とその飼料特性:畜産コンサルタント 33(3), 24-29
- 8) 岡田啓司(2001):生産獣医療システム 乳牛編3(農山漁村文化協会) 25-29

- (9) 左 久 (1987) : 乳牛の科学 (農山漁村文化協会)  
195-197
- (10) 高野信雄・由川利美 (1984) : 都市近郊酪農の経営  
戦略 : Dairy Japan 29(2), 26-27
- (11) 寺田文典・芹沢駿治・田野良衛・岩崎和雄・阿部  
亮 (1988) : 化学成分組成あるいは可消化成分含量に  
よる牛用飼料の代謝エネルギー含量の推定式につい  
て : 日畜会報 59, 490 ~ 495