

## 乳用牛における竹の給与技術

植手俊樹<sup>1)</sup>・内山雄紀<sup>2)</sup>・松原 靖<sup>3)</sup>・福島宜彦<sup>1)</sup>・佐藤 精<sup>1)</sup>・白石 徹<sup>1)</sup>

**摘要:**本研究は乳用牛への竹の給与方法の確立を目的とした。竹の飼料としての安全性を調査するため、乾乳牛に一次又は二次破碎した竹を50%(乾物)給与した結果、脈拍低下と第三胃肥大が観察されが、第二胃壁に創傷性胃炎は観察されなかった。省力的な竹粉の保存方法として、酢粕を竹粉に20%(現物)混合、脱気して3か月間保存した。保存期間中のpHは3.8~4.0で、乳酸菌や酵母は検出されず、保存可能であった。竹が乳生産に与える影響を評価するため、泌乳中・後期牛に竹粉を5%又は10%(乾物)混合したTMRを給与したところ、乾物摂取量と乳生産量が増加したが、脈拍は低下しなかった。分娩後15週まで竹粉を8.6%(乾物)混合したTMRを給与した場合も同様の傾向であった。竹の給与は乳生産へ悪影響を及ぼさず、TMR中10%(乾物)以内で利用できると考えられた。

**キーワード:**竹、乳用牛、乳生産、保存性、食品製造副産物

## Bamboo Feed for Dairy Cows

UETE Toshiki, UCHIYAMA Yuki, MATSUBARA Yasushi, FUKUSHIMA Yasuhiko, SATO Say  
and SHIRAISHI Toru

**Abstract :** The objective of this study was to utilize bamboo as a feed ingredient for dairy cows. To evaluate the risk of the hard fiber in ingested bamboo, 50% (dry matter basis) bamboo shaved by a tree crusher was fed to dry dairy cows. During the feeding period, the heart rate of the cows fed shaved bamboo dropped. On autopsy, an enlarged omasum was observed in the cows fed bamboo, but traumatic gastritis was not observed. Bamboo shavings were mixed with 20% vinegar byproduct (wet matter basis) for long sealed storage. During storage, pH varied from 3.8 to 4.0, and lactic acid bacteria or yeasts were not detected. The mid- and late lactating dairy cows were fed a total mixed ration (TMR) containing 5% or 10% (dry matter basis) bamboo shavings to evaluate their effects on milk production. During the feeding period, DMI and milk yield increased, and the pulse rate did not decline. The same tendency was observed when dairy cows fed experimental TMR contained 8.6% (dry matter basis) bamboo shavings for 15 weeks after calving. Bamboo did not have any adverse effects on milk production. Therefore, bamboo shavings can be used in TMR feed within 10% on a dry matter basis.

**Key Words :** Bamboo, Dairy cow, Milk production, Storage, Byproduct

---

<sup>1)</sup> 畜産研究部 <sup>2)</sup> 畜産研究部(現畜産課) <sup>3)</sup> 畜産研究部(退職)

## 緒言

近年の輸入粗飼料の価格は高止まりしており<sup>1)</sup>、酪農経営においては飼料コストの低減が求められている。輸入相場の影響を受けにくい国産粗飼料として、稲WCSの生産が推進されているが、県内における作付面積は、麦や飼料用米と比べると少なく、200 ha前後で横ばい<sup>2)</sup>となっており、さらなる低コストな繊維源が求められている。この候補として、竹の利用が考えられる。

竹林は、古くは竹かご等の生活用品や造園建築資材等の原材料、食用としてのたけのこ生産等に利用されることにより維持・管理されてきたが、竹材輸入量の増加やプラスチック製品の普及、たけのこの輸入量の増加等により、次第に放置されるようになっていった<sup>3)</sup>。生育が旺盛な竹は、新たな繊維源として飼料利用できる可能性があるが、硬化した竹はそのままでは給与できないため、加工する必要がある。また、生の破碎された竹は腐敗しやすく、サイレージ化に必要な糖含量も低い<sup>4)</sup>ため、他原料との混合を検討する必要がある。

これまでに、粉碎した竹に糖蜜を添加してロールペーラーで梱包した飼料<sup>5)</sup>、膨潤処理した竹を豆腐粕及び醬油粕と混合してペレット化した飼料<sup>6)</sup>、膨潤処理した竹に焼酎と白ヌカを混合した飼料<sup>7)</sup>が検討されてきた。しかし、鍋西ら、家木ら、中西らの試験においては、加工や梱包のための機械や当該地域で入手できる他原料を利用しているため、本県においても竹の飼料利用を検討するには、近隣地域で入手可能な原料を利用し、より省力的な加工及び保存方法を開発し、牛への給与による影響を調査する必要がある。

そこで、本研究では、始めに竹の加工方法を検討するために、異なる粒度に粉碎した竹を乾乳牛に多給し、牛に与える悪影響の有無を調査した。次に、新たな竹の保存方法として、酢を醸造する際の廃棄物である液体の酢粕を添加してpHを低下させることにより長期保存が可能か調査した。酢粕を活用したのは、愛知県が醸造業の盛んな地域であり、酢の製造副産物として発生する酢粕を比較的容易に入手できるためである。次に、搾乳牛の飼料としての竹の嗜好性を調査するため、竹とスーダングラスを比較した試験と、給与割合の目安を検討するために竹を異なる水準で配合したTMRの短期給与試験を行った。また、短期給与試験で得られた給与割合の目安の範囲内で、長期給与試験を行い、竹の給与が牛の健康に悪影響を与えないか調査した。最後に、竹飼料の流通を見据え、供給価格を検討するために、竹飼料の製造試験を行い、コスト調査を行った。以上により、乳用牛への竹の給与の可能性を検討した。

## 材料及び方法

供試する竹は、愛知県日進市(試験1~4)及び東浦町(試験5~6)の竹林において外観から1~5年生と推定されるモウソウチク(*Phyllostachys edulis*)を用いた。

供試牛は、当场で飼養しているホルスタイン種を用いた。

### 試験1 粒度の異なる竹給与による乳牛への影響調査

ホルスタイン種乾乳牛3頭を供試した。供試飼料を表1に示した。竹を樹木破碎機GS220G(株式会社大橋、佐賀)で1回のみ破碎した1次破碎竹を1次区、1次破碎竹をもう一度破碎した2次破碎竹を2次区とした。破碎竹に糖蜜を12%混合(現物)し、乳酸菌を添加したものを、ポリバケツの内側に設置したビニール袋に脱気封入し、屋内で3か月以上発酵調製したものを3週間給与した。

乾物摂取量を毎日、体重、体温及び脈拍を毎週記録した。なお、1次破碎または2次破碎した竹の粒度分布は図1のとおりで、1次粉碎竹では鋭利な針状の竹片が多く観察された。そのため、試験終了後、供試牛をと畜し、解剖を行い第二胃の創傷性胃炎の発生状況を調査した。

### 試験2 破碎竹の貯蔵方法の検討

竹を樹木粉碎機(試験1に同じ)で1次破碎したものを粉碎竹区、破碎竹に地域の未利用資源である液状酢粕を20%添加したものを酢竹区とした。なお、液状酢粕は、愛知県内で容易に入手でき、粘度がないため、糖蜜よりも竹への添加、混合が容易であることから用いた。

パウチ法<sup>8)</sup>により各区試料を小型ビニールバッグ内に脱気密封した後、室温条件下で静置した。0、1、2および3ヶ月後に、貯蔵品質と微生物数の分析に供した。

分析項目として、栄養成分については、水分、粗蛋白質(CP)、中性ダタージェント繊維(NDF)、リグニン、粗脂肪(EE)、非繊維性炭水化物(NFC)、可溶性炭水化物(WSC)、可消化養分総量(TDN)を、貯蔵品質については、pH、Vスコアとし、十勝農業協同組合連合会農産化学研究所に依頼して分析した。酢竹の240時間NDF消化率(in vitro)については、Cumberland Valley Analytical Servicesに依頼して分析し

表1 飼料給与量(試験1)

飼料名	乾物 kg/日)		
	1次区	2次区	対照区
発酵1次竹	5.8	-	-
発酵2次竹	-	5.8	-
スーダン乾草	2.7	2.7	5.4
配合飼料	3.1	3.1	4.4

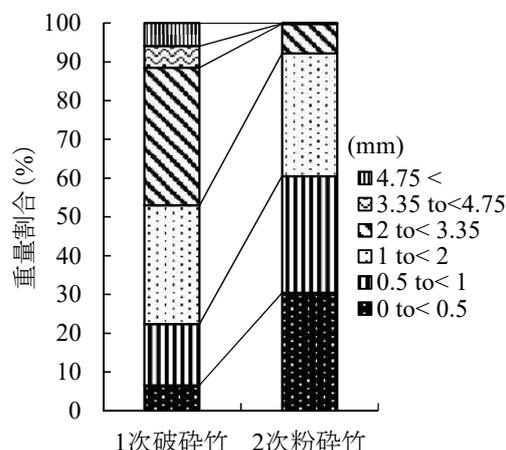


図1 加工方法の違いによる粒度分布

た。微生物数は、乳酸菌数、酵母数とし、一般財団法人食品分析開発センターSUNATECに依頼して分析した。

### 試験3 竹飼料の嗜好性の検討

ホルスタイン種搾乳牛6頭を用い、スーダン乾草と酢竹(試験2に同じ)を原物2 kgずつ選択採食させ、試験開始後20分での乾物摂取量を比較する一対比較法<sup>9)</sup>により測定した。採食比率を5点法(0~20%=-2点、20~40%=-1点、40~60%=±0点、60~80%=1点、80~100%=2点)で評価した。

### 試験4 竹飼料の粗飼料代替が泌乳中・後期牛に与える影響

ホルスタイン種泌乳中・後期牛3頭を供試した。飼料の配合比率、飼料成分は表2のとおりで、酢竹を配合していない対照区、酢竹を5%配合(乾物)した竹5%区、酢竹を10%配合(乾物)した竹10%区を設定した。供試期間は、2週間を1期(予備試験期間10日、本試験期間4日)とし、3×3ラテン方格法により実施した。

TMR給与はドアフィーダーを設置したフリーストール牛舎で個別に飽食となるよう行い、給与量・残飼量を計量した。本試験期間中は毎日脈拍を測定した。

搾乳は1日2回(6時、16時)、ミルクパーラーで行い、乳量を計測した。体重は毎搾乳後に計測した。本試験開始日の夕方から本試験終了日の朝まで、朝夕の生乳を採材し、分析は東海酪農組合連合会に依頼し、乳脂肪率、乳蛋白質率、無脂乳固形分率及び乳中尿素態窒素(MUN)を測定した。

本試験最終日に、血液を頸静脈からヘパリンナトリウム含有採血管で採材し、3000 rpm、10分間遠心分離した上澄を-20°Cで保管した。後日、血液成分は自動血液分析装置(富士ドライケム3000、富士フィルム株式会社、神奈川)を用いてブドウ糖、血中尿素体窒素(BUN)、アルブミン、総たんぱく質、総コレステロール、中性脂肪、 $\gamma$ -GTP、GOT、リン、カルシウムを測定した。

統計処理は処理と試験期間と供試牛を要因とした3元配置の分散分析を行い、試験区間の差の検定はTukeyの多重検定により行った。

また、飼料断片分離器(Penn State Particle Separator)<sup>10)</sup>による各TMRの粒度分布を調査した。

### 試験5 竹飼料の長期にわたる粗飼料代替が分娩後の搾乳牛に与える影響

飼料の配合比率、飼料成分は表3のとおりで、慣行区と竹区を設定した。

ホルスタイン種4頭を各処理に2頭ずつ(初産1頭、2産以上1頭)配置した。分娩後6日目から115日目までの15週間供試した。

TMR給与、搾乳、体重測定、生乳検査、血液採取は試験4に準じて実施した。なお、乳成分と脈拍は毎週測定した。ブドウ糖以外の血液性状は1,3,5,9,15週次に、株式会社帯広臨床検査センターに依頼して分析した。

1,3,5,9,15週次に飼料給与3時間後に第一胃内容液を経口カテーテルにより採材し、3重のガーゼで浮遊物を除去

後、pHを測定し、-20°Cで保管した。後日短鎖脂肪酸を既報<sup>11)</sup>と同様に分析した。

### 試験6 竹飼料の生産費調査

酢竹の供給可能な価格を把握するため、酢竹の製造工程を調査し、必要となる経費として、人件費、機材費、資材費、燃料費、諸経費を試算した。ただし、調査先の東浦自然環境学習の森では、積み置かれた竹が無償提供されるた

表2 原材料配合比率および飼料成分(試験4)

項目	(乾物中%)		
	対照区	竹5%区	竹10%区
スーダン乾草	35.3	27.3	21.5
アルファルファ乾草	3.4	3.4	3.4
酢竹 <sup>1)</sup>	-	5.6	10.8
圧ぺんトウモロコシ	29.3	29.8	29.8
大豆粕	9	9.2	9.2
特殊処理加熱大豆粕		1.2	1.8
ビール粕	3.5	3.6	3.6
ふすま	17.7	18.1	18.1
塩	0.8	0.8	0.8
ビタミンAD3E剤	0.4	0.4	0.4
炭酸カルシウム	0.6	0.6	0.6
	100	100	100
粗蛋白質	14.5	15	15.2
中性デタージェント繊維	38.3	38.4	38.9
粗脂肪	3.3	3.3	3.3
非構造性炭水化物	38.3	38.3	37.9
可消化養分総量	79.7	80.2	79.9

飼料成分はCPM-Dairyにより算出

1) 粉碎竹に酢粕を原物比20%添加

表3 原材料配合比率及び飼料成分(試験5)

項目	(乾物中%)	
	慣行区	竹区
市販配合飼料	22.1	20.7
トウモロコシサイレージ	14.0	13.1
スーダングラス乾草	18.9	11.0
酢竹 <sup>1)</sup>	-	8.6
特殊加熱大豆粕	-	1.0
アルファルファ乾草	11.8	11.1
ふすま	14.0	13.1
トウモロコシ圧扁	7.4	10.3
醤油粕	3.8	3.6
ビール粕	7.0	6.5
大豆粕	0.4	0.4
ビタミン・ミネラル	0.6	0.6
	100	100
粗蛋白質	14.8	14.8
中性デタージェント繊維	38.2	39.1
非構造性炭水化物	38.6	38.6
粗脂肪	3.9	3.8
可消化養分総量	68.8	68.3

飼料成分はCPM-Dairyにより算出

1) 粉碎竹に酢粕を原物比20%添加

め、伐採にかかる費用は生産費に算入しなかった。

竹は、東浦自然環境学習の森の竹林内で、約2 mに切り揃えられ、積み置かれたものを人力及びクローラカートHP550V(本田技研工業株式会社、東京)を用いて約200m先まで搬出した。搬出された竹は、4tダンプで約10 kmの距離にある株式会社アグメント阿久比リサイクルセンターへ運搬した。積み下ろした竹は、粉碎機オガデール(有限会社三和、愛知)で粉碎し、液状酢粕を重量比20%混合して、フレコンバッグに封入し、酢竹を製造した。酢竹は、約40 kmの距離にある愛知県農業総合試験場へ運搬した。

人件費は、「令和2年3月から適用する公共工事設計労務単価表」(国土交通省)から、愛知県における普通作業員の労務単価を用いた。機材費は、竹の運搬で用いたクローラカートのレンタル費用を業者に聞き取ったものを用いた。なお、4tダンプと粉碎機は酢竹の製造業者において減価償却済みであったため、機材費に算入しなかった。資材費は、竹に添加した酢粕、酢竹を封入するフレコンバッグ(内袋・外袋)の費用を用いた。燃料費は、クローラカート、4tダンプ、粉碎機に必要な燃料の費用を用いた。諸経費は、酢竹の運搬で利用する高速道路料金を用いた。

なお、製造工程は確立されていないため、製造工程の改善点を検討し、実行した場合の経費も試算した。

## 結果及び考察

### 試験1 粒度の異なる竹給与による乳牛への影響調査

供試飼料給与開始時を0週とし、給与開始から3週間の体重の推移を図2、乾物摂取量の推移を図3、体温の推移を図4、及び脈拍の推移を図5にそれぞれ示した。体重は、1次区及び対照区は0週から3週まで増加したが2次区は減少した。乾物摂取量は、2次区で給与飼料全てを摂取した。1次区は給与開始から3日間、竹発酵飼料の残飼があったが、4日目に降試験終了まで全てを摂取した。対照区は給与飼料のほぼ全てを摂取した。体温は、1次区及び対照区では概ね平温範囲内(38~39℃)で推移し、創傷性胃炎等で見られる異常な体温上昇は認められなかった。脈拍は、1次区では飼料給与後1週で低下し、2次区では1週、2週と急激に低下したが、対照区では概ね正常範囲(60~80回/分)で推移した。

給与試験終了後、と畜し、第二胃への穿刺状況を調査したところ、いずれの区においても創傷性胃炎は認められなかった(図6)。一方、1次区及び2次区の第三胃が、対照区を含めた一般的な大きさと比べ1.5倍程大きいとの所見を得た(図7)。

脈拍の低下は迷走神経性消化不良の特徴的な兆候<sup>12)</sup>であり、第三胃の肥大化は、第三胃食滞の特徴<sup>12)</sup>であるため、

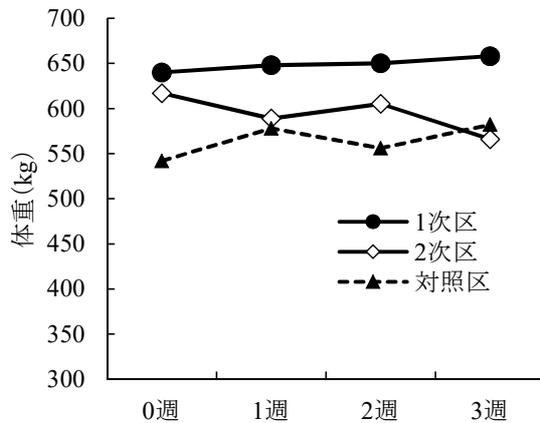


図2 体重の推移

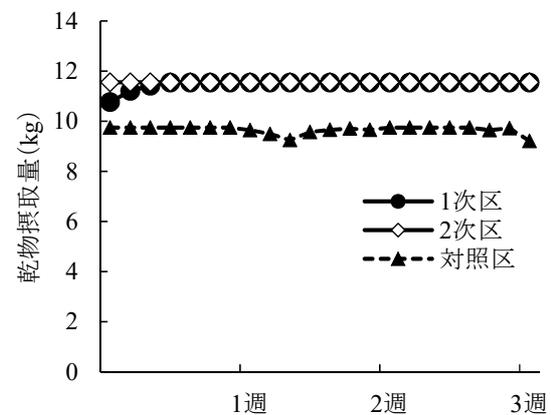


図3 乾物摂取量の推移

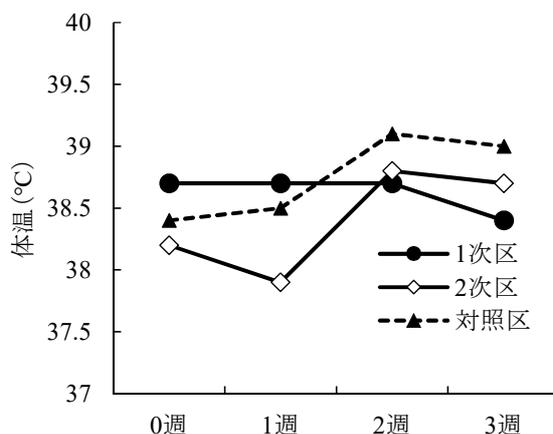


図4 体温の推移

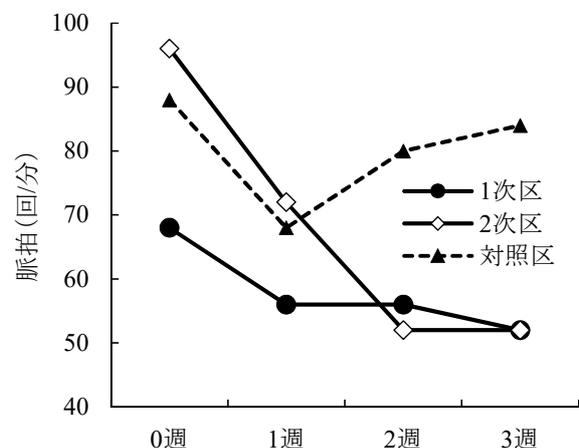


図5 脈拍の推移



図 6 供試牛の第二胃(左から 1 次区、2 次区、対照区)



図 7 供試牛の胃全体(左から 1 次区、2 次区、対照区、矢印が第三胃)

竹の消化性が悪く、第三胃食滞を起こしていた可能性がある。

以上の結果から、竹は、最も省力的な1次破碎でも胃壁を傷つけることなく飼料として利用可能であるが、給与量の半量を置き換えるような極端な代替は、牛の健康を害する可能性があると考えられた。また、脈拍の低下は、難消化性飼料を給与する際のモニタリング指標になり得ると考えられた。

### 試験2 破碎竹の貯蔵方法の検討

各区の貯蔵前の栄養成分を表4に示した。粉碎竹に液状酢粕を添加すると、NDF、リグニンが下がりNFC、TDNが上がった。WSCはいずれも乳酸発酵に必要な6~8%を下回った。スーダン乾草と比較すると、NDF、リグニンが高く、TDNはやや下回るが、酢竹の栄養成分は、スーダン乾草に近いことが分かった。一方で、240時間NDF消化率(in vitro)は14.2%であった。より供試時間の短い48時間 NDF消化率(in vitro)で、トウモロコシサイレージは47.4%、アルファルファは36.3%、ライグラスは38.6%との報告<sup>13)</sup>もあり、酢竹のNDF消化率は他の牧草と比べて低いと考えられた。そのため、酢竹は乾草の大部分ではなく一部のみを代替して利用することが効果的であると考えられた。

各区の貯蔵品質の経時的変化を表5に示した。酢竹はサイレージとしては品質が良好と判断されるpH4以下、Vスコア80点以上となった。粉碎竹は、乳酸菌数が増加しないことから、乳酸発酵が進行せず、酵母数が増減したことから好気発酵がやや進行したと考えられた。

この結果から、粉碎竹はWSC含量が少なく、単体で乳酸発酵させることはできないが、液状酢粕を20%添加し、酢竹とすることによって、pHを低下させることが、長期保存をする際に適当であると考えられた。

### 試験3 竹飼料の嗜好性の検討

表 4 飼料の栄養成分

	(水分以外、乾物%)		
	粉碎竹区	酢竹区	スーダン <sup>1)</sup>
水分	49.4	68.2	13.1
粗蛋白質	4.7	4.9	6.6
中性デタージェント繊維	80.8	77.1	70.7
240 時間 NDF 消化率	-	14.2 <sup>3)</sup>	-
リグニン	13.4	12.9	9.2 <sup>2)</sup>
粗脂肪	0.5	0.5	1.5
非繊維性炭水化物	9.7	12.8	-
可溶性炭水化物	0.5	1.1	-
可消化養分総量	42.0	44.0	46.1

1) 日本標準飼料成分表(2009)Sudangrass Hay(CF $\geq$ 35%)

2) CPM-dairy

3) CVAS による分析

嗜好性評点の結果を表6に示した。嗜好性評点はスーダン乾草が酢竹より高くなったことから、酢竹は分離給与ではなく、TMRで給与する必要があると考えられた。なお、試験1では糖蜜と混合した竹を、スーダン乾草や配合飼料と分離給与しても摂取したことを踏まえると、糖蜜により嗜好性を改善すれば竹の分離給与もできる可能性はある。

### 試験4 竹飼料の粗飼料代替が泌乳中・後期牛に与える影響

表7に供試TMRの粒度分布を示した。竹5%と竹10%では、対照区と比べて19 mmより大きい粒度の割合が少なくなり、8 mmより小さい粒度の割合が多くなった。

表8に体重、脈拍、飼料摂取量、乳量、乳成分を示した。体重は区間で差がなかった。脈拍は竹5%区で有意( $P<0.05$ )に高くなったが、いずれも正常値範囲内であった。飼料の乾物摂取量は竹10%区が他の2区よりも有意( $P<0.01$ )に多く、竹5%区は対照区よりも有意( $P<0.01$ )に多かった。TMRの粒度が細くなることで、乾物摂取量の増加

に寄与する<sup>14)</sup>ため、本試験でも竹の混合によりTMRの粒度が細かくなったことが乾物摂取量の増加に影響したと考えられる。

乳量、4%脂肪補正乳量は対照区と比べて竹5%区、竹10%区で有意( $P<0.01$ )に多くなった。乳脂率は各区で有意な差は認められなかった。乳蛋白質率及び無脂固形分率は竹10%区が他の2区よりも有意( $P<0.01$ )に高く、竹5%区は対照区よりも有意( $P<0.01$ )に高くなった。MUNは対照区に比べて竹5%区、竹10%区で有意( $P<0.01$ )に高くなった。

また、竹を給与すると乳量、4%脂肪補正乳量、乳蛋白質率が高くなったことから、乾物摂取量が多くなったことでエネ

ルギー摂取量が増加したと考えられた。MUNはTMR中の粗蛋白質割合の違いが影響したと考えられた。

なお、3期目の竹5%区の供試牛が何らかの中毒症状を示し、食欲が減退したため試験から除外した。

表9に血液性状を示した。BUNは対照区に比べて竹5%区、竹10%区で有意( $P<0.01$ )に高くなったが、その他の項目は区間で有意な差は認められなかった。

竹の給与は乳生産への悪影響を及ぼさず、TMRの原料として10%以内であれば利用できると考えられた。

竹を豆腐粕及び醤油粕と混合してペレット化した飼料をアルファルファヘイキューブに代替した試験<sup>6)</sup>では、乾物摂

表5 飼料の貯蔵品質の経時的変化

月	粉碎竹区				酢竹区			
	0	1	2	3	0	1	2	3
pH	6.7	5.4	5.3	5.1	4.0	3.8	4.0	3.9
Vスコア(点)	-	47	46	47	-	84	80	81
乳酸菌数( $10^8/g$ )	1.5	8.0	0.7	0.5	0	0	0	0
酵母数( $10^7/g$ )	4.1	0	0.6	0	0	0	0	0

表6 嗜好性評点の結果

試料名	酢竹	スーダン	合計
酢竹	-	-12	-12
スーダン	+12	-	+12

表7 供試 TMR の粒度分布 (%)

階層 (mm)	Upper 19>	Middle 19~8	Lower <sup>1)</sup> 8~2	Bottom 2~0
対照区	21	21	45	14
竹5%区	10	20	56	14
竹10%区	9	19	62	11

1) 2 mm メッシュの篩いを用いて測定

表8 体重、脈拍、乾物摂取量及び産乳成績

項目	対照区	竹5%区	竹10%
体重	kg 595.3 ± 7.1	590.4 ± 4.6	603.0 ± 5.2
脈拍	回/分 77.5 <sup>b</sup> ± 1.2	82.3 <sup>a</sup> ± 1.3	77.0 <sup>b</sup> ± 1.1
乾物摂取量	kg/日 22.5 <sup>c</sup> ± 0.5	24.9 <sup>b</sup> ± 1.1	28.8 <sup>a</sup> ± 0.7
乳量	kg/日 29.7 <sup>b</sup> ± 1.4	32.0 <sup>a</sup> ± 2.1	32.5 <sup>a</sup> ± 1.4
4%脂肪補正乳量	kg/日 30.9 <sup>b</sup> ± 1.4	33.5 <sup>a</sup> ± 2.3	33.2 <sup>a</sup> ± 1.4
乳脂率	% 4.24 ± 0.11	4.28 ± 0.03	4.20 ± 0.12
乳蛋白質率	% 3.35 <sup>c</sup> ± 0.04	3.46 <sup>b</sup> ± 0.02	3.51 <sup>a</sup> ± 0.03
無脂固形分率	% 8.89 <sup>c</sup> ± 0.06	8.96 <sup>b</sup> ± 0.07	9.09 <sup>a</sup> ± 0.04
MUN	mg/dl 12.77 <sup>b</sup> ± 0.25	15.84 <sup>a</sup> ± 0.43	15.95 <sup>a</sup> ± 0.34

平均値±標準誤差 異符号間に有意差あり(大文字: $P<0.01$  小文字: $P<0.05$ )

表9 血液性状

項目	対照	竹5%区	竹10%
ブドウ糖	mg/dL 74.3 ± 4.8	73.5 ± 0.5	76.7 ± 0.7
BUN	mg/dL 15.26 <sup>b</sup> ± 0.46	19.15 <sup>a</sup> ± 1.85	18.87 <sup>a</sup> ± 0.78
アルブミン	g/dL 4.50 ± 0.10	4.55 ± 0.05	4.10 ± 0.10
総たんぱく質	g/dL 7.53 ± 0.32	7.85 ± 1.15	7.50 ± 0.50
総コレステロール	mg/dL 330.0 ± 60.6	426.5 ± 23.5	361.3 ± 18.4
中性脂肪	mg/dL 9.0 ± 3.1	12.5 ± 0.5	4.5 ± 0.8
γ-GTP	U/L 30.3 ± 3.8	33.5 ± 2.5	29.3 ± 4.7
GOT	U/L 80.3 ± 9.7	119.9 ± 32.9	64.3 ± 7.3
リン	mg/dL 8.90 ± 1.44	8.40 ± 0.80	8.70 ± 0.98
カルシウム	mg/dL 8.40 ± 0.12	9.15 ± 1.15	8.33 ± 0.34

平均値±標準誤差 異符号間に有意差あり( $P<0.01$ )

取量や乳量、血液性状での有意差は認められなかったが、乳蛋白質率は、試験4と同様に竹を給与した区で有意 ( $P<0.05$ ) に高くなったと報告されている。本研究ではペレット化された飼料ではなく、粒度の細かい竹を使用したことが、乾物摂取量や乳量にも有意差が認められる要因になったと考えられる。

#### 試験5 竹飼料の長期にわたる粗飼料代替が搾乳牛に与える影響

個体毎の体重の推移を図8、乾物摂取量の推移を図9、乳量の推移を図10に示した。試験4と同じく、乾物摂取量や乳量が竹区の方が多かったが、体重差や個体差の影響があると考えられた。その他の脈拍や乳成分、血液性状、第一胃内容液性状については、概ね正常な範囲の推移であった。なお、解砕処理竹に焼酎粕と白ヌカを混合した飼料を給与した試験<sup>15)</sup>でも、第一胃内容液性状は、対照区と試験区で有意差が認められなかったと報告されており、竹は第一内容液性状に悪影響を及ぼさないと考えられた。

以上の結果から、竹の給与により搾乳牛の乳生産や健全性を損ねることはないと考えられた。

#### 試験6 竹飼料の生産費調査

竹は作業員4名が、3時間で、酢竹1100 kgの製造に必要な竹(約917 kg)を搬出した。竹の粉碎は作業員2名で1時間、酢粕との混合は作業員1名で1時間で完了した。

調査時の作業により試算された各工程の費用を、酢竹1 tあたりに換算した経費は表10のとおり。酢竹の製造単価は、62964円/tとなった。製造した酢竹の乾物率は43.0%だったため、146428円/乾物1 tとなった。

製造工程を検証した結果、竹の搬出は、通路幅やクローラートのサイズから、3名で作業可能と考えられた。また、クローラートへの1回あたりの積込量を減らすことで、搬出時間を短縮できれば、3時間で酢竹1283 kgの製造に必要な竹(約1069 kg)が搬出可能と考えられた。

また、竹の粉碎及び酢粕との混合では、フレコンバッグの半量まで竹を入れたのちに手作業で酢粕を混合して完成品としたが、竹の搬出口で直接酢粕を添加すれば、フレコンバッグ1袋の容積の限界まで酢竹を入れられると考えられた。

以上の改善点を反映した場合、試算される各工程の費用を、酢竹1 tあたりに換算した経費は表11のとおりであった。なお、酢竹の配送では、近隣地域の農家への流通を想定していることから、近隣への配送を想定した金額で試算した。その結果、酢竹の製造単価は、41938円/tとなった。製造した酢竹の乾物率を43.0%とすると、97530円/乾物1 tとなった。

竹を豆腐粕と醤油粕と混合してペレット化した飼料の事例<sup>16)</sup>では、加工に係るコストは、年間800~1000 tの製造規模で30円台後半/t(乾物)、竹の調達コストを踏まえると70円台後半/t(乾物)になると試算されており、生産された牛乳に付加価値をつけることで経済的なメリットが得られるとされている。酢竹は、水分含量が高いことから、乾物換算では割高な飼料となるため、試験4で得られたような乳量の増加による経済的メリットを求める必要があると考えられた。

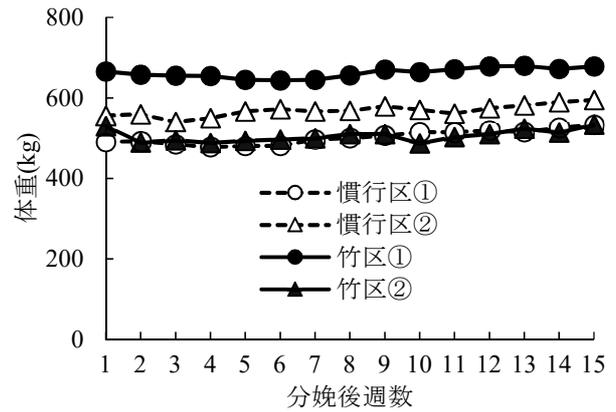


図8 体重の推移

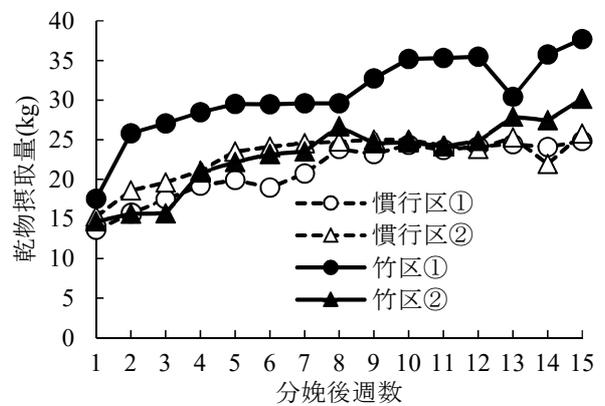


図9 乾物摂取量の推移

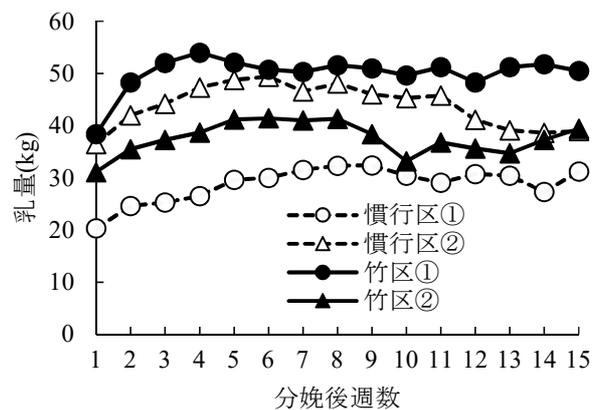


図10 乳量の推移

また、酢竹の製造では、搬出に係る経費が大きいことが明らかになったことから、竹林から発生する竹の処理先を探している業者など、竹を持ち込んでもらえる体系を確立できれば、製造コストを大幅に下げることができると考えられた。

以上の結果から、竹は一次破碎した後、酢粕を原物比20%添加して保存することで、乳用牛のTMR原料として10%以内(乾物)で使用可能であることが明らかとなった。

表 10 調査時における酢竹の製造単価 (円)

	搬出	内訳
人件費	30450	普通作業員 4 名×3 時間
機材費	6000	クローラカートレンタル料
資材費	-	
燃料費	2497	クローラカート、4t ダンプ燃料
諸経費	-	
小計	38947	
	粉砕	内訳
人件費	7613	普通作業員 3 名×1 時間
機材費	-	
資材費	14458	フレコン(外・中袋)5 枚、酢粕
燃料費	1053	粉砕機の消費電力
諸経費	-	
小計	23124	
	配送	内訳
人件費	3383	普通作業員 1 名×80 分
機材費	-	
資材費	-	
燃料費	2306	4t ダンプ燃料
諸経費	1500	有料道路料金
小計	7189	
酢竹製造量(kg)	1100	
酢竹単価(円/t)	62964	

表 11 改善点を反映した酢竹の製造単価 (円)

	搬出	内訳
人件費	22838	普通作業員 3 名×3 時間
機材費	6000	クローラカートレンタル料
資材費	-	
燃料費	2497	クローラカート、4t ダンプ燃料
諸経費	-	
小計	31335	
	粉砕	内訳
人件費	7613	普通作業員 3 名×1 時間
機材費	-	
資材費	10961	フレコン(外・中袋)3 枚、酢粕
燃料費	1053	粉砕機の消費電力
諸経費	-	
小計	19627	
	配送	内訳
人件費	1692	普通作業員 1 名×40 分
機材費	-	
資材費	-	
燃料費	1153	4t ダンプ燃料
諸経費	-	
小計	2845	
酢竹製造量(kg)	1283	
酢竹単価(円/t)	41938	

## 引用文献

1. 独立行政法人農畜産業振興機構. 国内統計資料. 飼料関係. 輸入価格  
[https://www.alic.go.jp/joho-c/joho05\\_000073.html](https://www.alic.go.jp/joho-c/joho05_000073.html)
2. 農林水産省. 経営所得安定対策. 加入申請状況. [https://www.maff.go.jp/j/seisaku\\_tokatu/antei/keiei\\_antei.html](https://www.maff.go.jp/j/seisaku_tokatu/antei/keiei_antei.html)
3. 林野庁. 竹の利活用推進に向けて. p.2-6(2018)
4. 大谷利之, 岩澤敏幸. モウソウチクサイレージの調製とその発酵品質. 静岡県中小家畜試験場研究報告. 17, 53-57(2007)
5. 鍋西久, 西村慶子, 中武好美. 地域未利用資源“竹葉(笹)”の飼料化に関する調査研究. 宮崎県畜産試験場試験研究報告. 25, 96-111(2013)
6. 家木一, 小池正充, 藤岡一彦. モウソウチク (*Phyllostachys pubescens*) とトウフ粕および醤油粕混合ペレットの飼料特性と乳牛への給与. 日本草地学会誌. 56(1), 34-38(2010)
7. 中西良孝, 東めぐみ, 高山耕二, 伊村嘉美. 解砕処理竹材のサイレージ化とその発酵品質. 日本暖地畜産学会報. 52(1), 27-32(2009)
8. 田中治, 大桃定洋. プラスチックフィルムを用いた小規模サイレージ発酵試験法(パウチ法)の開発. *Glassland Science*. 41(1), 55-59(1995)
9. 渡辺晴彦, 芹沢弘, 湯沢勝. 大豆煮汁吸着飼料を用いた肉用牛肥育用配合飼料の嗜好性試験法の検討. 長野県畜産試験場研究報告. 21, 7-13(1987)
10. J. Heinrichs and P. Kononoff. Evaluating particle size of forage and TMRs using the new Penn State Forage Particle Separator. *Dairy Anim. Sci.* 2-42(2002)
11. 佐藤精, 中山博文, 榊原隆夫. 栄養水準の異なるTMRおよび自動給餌配合飼料量が乳牛の乳生産に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 40, 167-171(2008)
12. 高桑一雄. 乳牛の各種胃腸疾患と徐脈の関係. 日本獣医師会雑誌. 39(1), 23-26(1986)
13. M. Soufizadeh, R. Pirmohammadi, Y. Alijoo and H. K. Behroozyar. Technical note: Precision and accuracy of in vitro digestion of neutral detergent fiber and predicted net energy of lactation content of fibrous feeds. *Journal of Dairy Science*. 93, 4855-4859(2010)
14. A. Haselmann, K. Zehetgruber, B. Fuerst-Waltl, W. Zollitsch, W. Knaus and Q. Zebeli. Feeding forages with reduced particle size in a total mixed ration improves feed intake, total-tract digestibility, and performance of organic dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 102, 8839-8849(2018)
15. 中西良孝, 東めぐみ, 西田理恵, 高山耕二, 伊村嘉美. 解砕処理竹材サイレージ給与が山羊の採食性、第一胃内容液性状ならびに血液性状に及ぼす影響. 日本暖地畜産学会会報. 52(1), 39-44(2009)
16. 家木一. ペレットに加工したモウソウチクの泌乳牛用飼料としての利用性に関する研究. 愛媛県農林水産研究所畜産研究センター研究報告. 1, 1-10(2011)