

14 規格外サトイモ（親芋）の乳牛における嗜好性と飼料価値

畜産研究センター 家木一、畑野幹人

【緒言】

愛媛県を代表する郷土料理の「芋炊き」をはじめ様々な調理に用いられるサトイモ（学名：*Colocasia esculenta*、英名：Taro）であるが、本県は2021年度産で全国4位となる7,340トンの出荷量を誇る国内有数の産地となっている³⁾。

サトイモは、親芋を株元として子芋および孫芋が連なって成長するが、食用として流通するのは子芋と孫芋で、食味が劣る親芋は食用に供されない規格外品として扱われる。愛媛県内での親芋の産出量は推計で年間1,600トンに上り（未発表）、ほとんどが圃場にすき込まれて処分されるが、サトイモ固有の疫病菌による土壌への悪影響も懸念されることから¹²⁾、親芋の有効活用が望まれている。

畜産分野では、同じイモ類であるカンショ²⁾やバレイショ⁷⁾が牛用飼料として認知されており、サトイモについても飼料化の可能性が考えられるが、サトイモの飼料利用に関する知見は少なく、牛に給与した報告例は見当たらない。

そこで本試験では、保存性を考慮してサイレージ化した規格外サトイモ（TS）の乳牛用飼料としての利用性を検討するため、乳牛での嗜好性を探るとともに（試験1）、飼料の消化性と栄養価を調べて飼料価値を評価した（試験2）。

【材料と方法】

1. 試験飼料の調製

TSの原料には、愛媛県内のサトイモ選果場で選別されたサトイモの親芋を用いた。TSの調製は、水で洗浄したサトイモを粉砕機で約1cm角に細断した後、ビニール内装のトランスバックに無添加で袋詰めして密封し、約半年間貯蔵したものをを用いた。なお、乾乳牛による消化試験で用いたTSは、ハンドリングを考慮してフスマを原物比で30%混合してサイレージ化した。

2. 泌乳牛による嗜好性試験（試験1）

乳牛におけるTSの嗜好性を明らかにするため、ホルスタイン種泌乳牛12頭を用いて嗜好性試験を実施した。試験は、約5cmに細断したスーダン乾草をベースに、TSを乾物比で25%（TS25）、50%（TS50）、75%（TS75）および100%（TS単味）と段階的に配合率を増やして混合調製した4種の試験飼料について、乾物量1kgを配合率の低い順に1日ずつ定時（14時）に給与し、給与開始1時間後の乾物摂取量を計測して行った。TSの嗜好性は、各試験飼料の平均乾物摂取量を比較して評価した。なお、試験開始前7日間はTSを原物で1kg給与する馴致期間とし、試験飼料以外の飼料給与は、スーダン乾草、トウモロコシサイレージおよび泌乳牛用配合飼料を1日2回（6時と16時）分離給与した。水は自由摂取とした。

3. 乾乳牛による消化試験および窒素出納試験（試験2）

消化試験および窒素出納試験は、非妊娠のホルスタイン種乾乳牛3頭をタイストールで繋養し、全糞尿採取法で行った。試験処理は、表1に示すとおり、フスマ、大豆かすおよびスーダン乾草から成る粗濃比4:6の基礎飼料を給与する区（B区）と基礎飼料の乾物比10%程度をTSで代替した試験飼料を給与する区（T区）の2処理を設け、予備期10日間、本期4日間として1期目をB区、2期目をT区に割り当てた。供試飼料は、各原料を混合したものを1日2回（6

時と 16 時) に分けて給与した。飼料の給与量は、日本飼養標準・乳牛¹⁾に基づいて、体重の維持に要する可消化養分総量 (TDN) および粗タンパク質 (CP) 要求量の 105%相当量とした。この際、TS の TDN 含量は基礎飼料と同等と仮定して算出した。なお、供試牛の飼養管理は愛媛県畜産研究センターの家畜飼養管理基準に準じて行い、水および固形塩 (鉍塩 E100TZ, 日本全薬工業, 東京) を自由摂取させた。TS の成分消化率と栄養価は、各試験区の測定結果を基に、基礎飼料の原料と TS を併給しても交互作用がないと仮定して、間接法により求めた⁹⁾。TS の栄養価は、TDN と可消化粗タンパク質含量 (DCP) により評価した。飼料の TDN 含量は、消化試験で求めた可消化有機物量と可消化粗脂肪量から算出した⁹⁾。

4. 試料の採取と分析

試験 1 では残飼量を、試験 2 では糞量、尿量および残飼量を、それぞれ試験本期間において定時に測定した。試験 2 で採取した試料は、日量に応じて按分混合したものを 1 頭につき 1 点ずつ調整した。供試飼料および採材した試料の一般成分は、常法¹⁾で分析した。

試験 2 では、供試牛の血液性状を調べた。血液は、本期 4 日目朝の飼料給与 3 時間後に、尾根部静脈よりヘパリンナトリウム入り試験管に採取した後、速やかに 3000rpm で 10 分間遠心分離して得られた血漿について、グルコース、尿素態窒素、総コレステロール、グルタミン酸-オキサロ酢酸転移酵素 (GOT)、アルブミンおよびカルシウムの各濃度を自動血液生化学分析装置 (DRI-CHEM4000sV, 富士フィルム, 東京) により分析した。

5. 統計処理

試験で得られたデータは、統計解析ソフト Statcel2 ((有) オーエムエス出版, 所沢市) を用い、試験 1 では Tukey の多重比較検定により、また試験 2 では対応のある t 検定により、それぞれ処理間の有意差の有無を解析した。

【結果と考察】

1. TS の化学組成

本試験で供した規格外サトイモの化学組成を表 1 に示す。サトイモは、原料由来の水分に加え、表面に付着した土を水洗して除去する必要があり、その水分含量は 92.5%に上った。高水分の原料は変敗しやすいため、サトイモの飼料利用には保存性を高める調製が求められる。

一方、体組織を構成する主要成分の粗タンパク質 (CP) と消化性の高い非構造性炭水化物 (NFC) をみると、規格外サトイモの乾物中含量は CP が 15.3%、NFC が 55.9%であり、県内で流通するエコフィードのケールジュース粕 (CP : 18.4%、NFC : 30.4%)⁵⁾やミカンジュース粕 (CP : 7.6%、NFC : 75.6%)²⁾と比較してバランスよく含まれていることが明らかになった。

表1 供試飼料の構成と化学組成(試験2)

項目	処理区 ¹⁾	
	B区	T区
配合割合(%DM)		
TS	—	9.6
フスマ ²⁾	51.7	46.7
大豆かす	3.6	3.3
スーダン乾草	44.7	40.4
化学組成(%DM)		
CP	14.6	14.7
粗繊維	18.9	20.2
粗脂肪	3.1	3.0

¹⁾ B区: 基礎飼料給与, T区: TS10%給与.

²⁾ T区ではサトイモと混合サイレージ化.

TS: サトイモサイレージ, DM: 乾物, CP: 粗タンパク質

表2 規格外サトイモの化学組成

項目	規格外サトイモ	ケールジュース粕 ¹⁾	ミカンジュース粕 ²⁾
水分(%)	92.5	80.3	81.5
有機物(%DM)	90.6	88.0	97.3
CP(%DM)	15.3	18.4	7.6
粗脂肪(%DM)	1.3	2.7	1.1
NDFom(%DM)	18.1	36.5	13.0
NFC(%DM)	55.9	30.4	75.6

¹⁾ 家木ら(2007)⁵⁾

²⁾ 日本標準飼料成分表(2001)²⁾

DM: 乾物, CP: 粗タンパク質, NDFom: 中性デタージェント繊維, NFC: 非構造性炭水化物.

2. 泌乳牛での嗜好性（試験1）

嗜好性試験で測定した各試験飼料の給与後1時間での平均乾物摂取量（図1）は、TS75とTS単味がTS25とTS50に比べて有意に低かった（ $P < 0.05$ ）。また、乾物採食率が80%以上の個体割合で比較すると（図2）、TS25とTS50では8割を超えたが、TS75とTS単味ではそれぞれ58.3%と50.0%で大きく低下し、TS自体の嗜好性の低さが伺えた。これらの結果から、乳牛へのTSの給与は、嗜好性の面で乾物比50%を上限とする他飼料との混合調製が必要であることが示された。

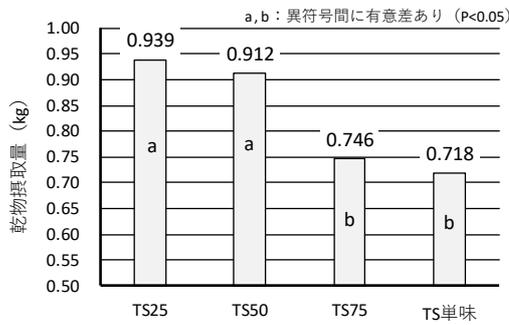


図1 試験飼料の乾物摂取量（試験1）

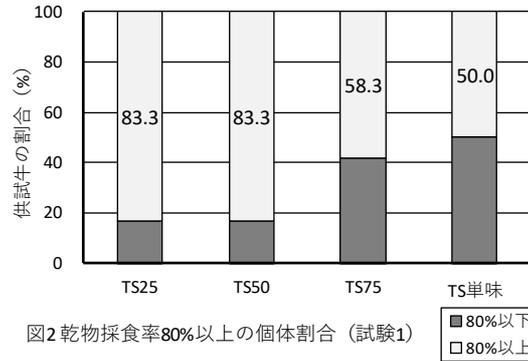


図2 乾物採食率80%以上の個体割合（試験1）

3. TSの成分消化率と栄養価（試験2）

供試飼料の成分消化率は（図3）、表1に示すとおり給与飼料の化学組成が等しかったことを反映して、いずれの成分も処理による差がなかった。この測定結果を基に間接法で求めたTSの成分消化率は（図4）、乾物74.5%、有機物73.9%、CP64.9%、粗脂肪73.9%であり、愛媛県内で流通するケールジュース粕飼料の消化率⁶⁾と比べて、CPでは7.5ポイント低いものの、それ以外の成分では同等であった。

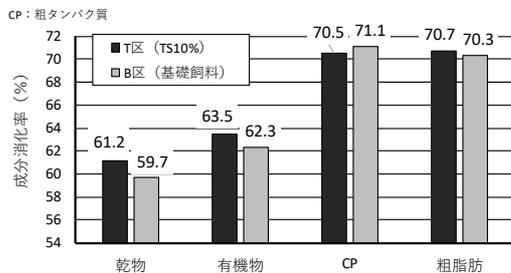


図3 供試飼料の成分消化率（試験2）

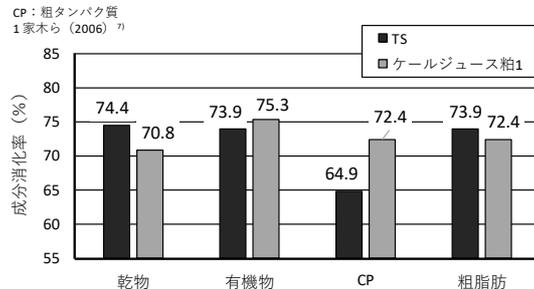


図4 間接法で求めたTSの成分消化率（試験2）

成分消化率から求めたTSの栄養価（乾物中）は、TDNが68.1%、DCPが9.9%と算出された。TSの栄養価を他飼料と比較すると、TDNは黄熟期のトウモロコシサイレージ²⁾よりも高くケールジュース粕⁶⁾と同等で（図5）、DCPは穀類大麦や小麦²⁾に近い値であり（図6）、TSは乳牛において利用性の高い飼料価値を有することが明らかになった。

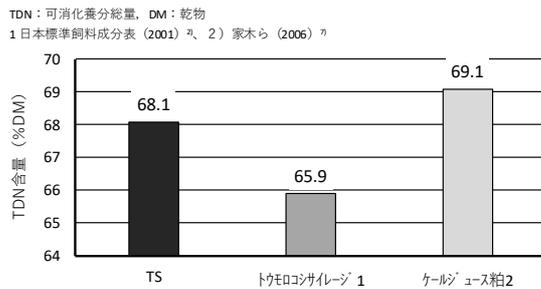


図5 TSのTDN含量（試験2）

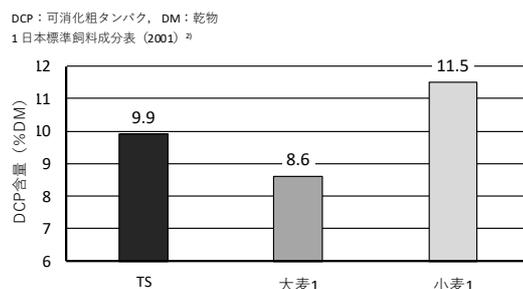


図6 TSのDCP含量（試験2）

4. TS 給与による窒素出納と血液成分への影響 (試験 2)

窒素出納試験の結果を図 7 に示す。摂取窒素量に対する糞と尿への排泄および牛体への蓄積の分配率は、いずれも処理による差がなく、数値も同等であり、本試験において窒素利用性に及ぼす影響は確認されなかった。反芻家畜の窒素利用は、ルーメン内での炭水化物とタンパク質分解の同調によるルーメン内微生物のタンパク質合成に制限される⁴⁾。本試験の飼料構成では TS 給与による窒素利用への影響はないと判断されたが、ルーメン内分解が異なる飼料との組み合わせによっては窒素出納に影響が生じる可能性がある。窒素利用の面から TS の効果的な給与方法を示すには、TS のルーメン内分解特性を明らかにする必要がある。

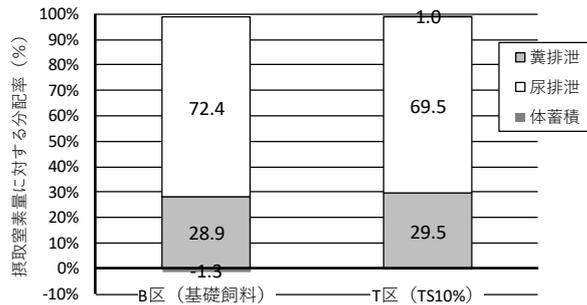


図7 窒素出納 (試験2)

両処理区の血液成分を表 3 に示す。本試験ではいずれの血液成分も処理間で有意差は認められず、この理由としては供試飼料の化学組成や摂取量が処理間で同等であったためと考えられた。特に、乾物中含量 3%以上で乳牛でのカルシウム利用を低下させるカリウム¹¹⁾が、サトイモでは 4%を超えることが報告されており⁸⁾、TS 給与による血中カルシウム濃度の低下が懸念されたが、本試験の給与レベルではそのリスクは小さいことが示された。先述の飼料消化や窒素出納の結果と併せると、本試験で給与した粗濃比 4:6 の飼料での乾物比 10%程度の TS による代替は乳牛の飼料利用性に影響しないものと考えられた。

表3 血液成分(試験2)

項目	B区(基礎飼料)	T区(TS10%)
グルコース(mg/dL)	77.7	77.5
尿素態窒素(mg/dL)	11.0	11.2
総コレステロール(mg/dL)	164.7	157.7
GOT(U/L)	72.0	68.7
アルブミン(g/dL)	4.0	4.0
カルシウム(mg/dL)	9.8	9.8

GOT: グルタミン酸-オキサロ酢酸転移酵素

【結論】

本試験の結果から、規格外サトイモ(親芋)は乳牛用飼料として有用であると評価した。これまで廃棄処分されていたサトイモが新たな飼料資源として定着すれば、わが国の飼料自給率向上に大きく貢献することが期待される。規格外サトイモの飼料化に向けては、泌乳成績や産肉成など畜産物生産への影響の検討とともに、効率的な原料収集並びに飼料調製の体系構築が今後の重要な課題となる。

なお、反芻家畜において過剰摂取で中毒症状を誘発するとされる硝酸態窒素⁹⁾について、TS の原料としたサトイモの乾物中濃度を分析したところ 0.86%の高値を示したが、サイレージ化した TS では 0.31%まで低下した。一般に、サイレージでは貯蔵中に硝酸態窒素が酸化窒素として放出されるため硝酸態窒素濃度は低下するとされており¹⁰⁾、供試した TS でもこれと同様の現象が起きたものと考えられる。また、カルシウムとの結晶化による腎尿細管の閉塞障害を誘発するシュウ酸⁹⁾についても、サトイモには多く含まれている⁸⁾。家畜へのサトイモの給与にあたっては、これら有毒物質の含量に留意した上で給与飼料の設計を施す必要がある。

【謝辞】

供試した規格外サトイモの収集にご協力いただいた JA 全農えひめ愛媛さといも広域選果場並びに愛媛県農林水産研究所農業研究部に深謝いたします。

【引用文献】

- 1) 阿部亮：新編動物栄養試験法， 455～466， 東京， 養賢堂（2001）
- 2) 独立行政法人農業技術研究機構編：日本標準飼料成分表（2001年版）， 40～52・66～70・74～82， 東京， 中央畜産会（2001）
- 3) 独立行政法人農畜産業振興機構. 2021. 月報野菜情報 [homepage on the internet]. 独立行政法人農畜産業振興機構, [Cited 4 January 2023] Available from URL: https://vegetable.alic.go.jp/yasaijoho/yasai/2101_yasai.html
- 4) Herrera-Saldana, R., Gomez-Alarcon, R., Torabi, M., Huber, J. T., : Journal of Dairy Science 73, 142～148 (1990)
- 5) 家木一：栄養生理研究会報, 51, 51～65 (2007)
- 6) 家木一, 永西修, 中島一喜, 村上恭彦, 佐伯真魚, 川島知之：日本畜産学会報, 77, 215～224 (2006)
- 7) 井上哲郎, 谷山敦, 大串正明：長崎県農林技術センター研究報告, 4, 101～106 (2013)
- 8) 岩田玲佳, 佐竹康明：愛媛県畜産研究センター研究報告, 6, 22～26 (2021)
- 9) 自給飼料品質評価研究会編：改定粗飼料の品質評価ガイドブック, 49～52・77～83・138～155, 東京, 社団法人日本草地種子協定 (2001)
- 10) 増子孝義：サイレージ科学の進歩 (内田仙二編), 116～126, 東京, デーリイジャパン (1999)
- 11) 農業・食品産業技術総合研究機構編：日本飼養標準・乳牛 (2017年版), 4～30・200～208, 東京, 中央畜産会 (2017)
- 12) サトイモ産地を救う研究開発コンソーシアム編：サトイモ疫病対策 (2020年版), 1～13, 松山市, 愛媛県農林水産研究所 (2020)