

# 地域食品製造副産物を利用した高機能畜産物の生産技術の開発 - 地域食品製造副産物に含まれる機能性成分と飼料特性について -

栗木隆吉・黒岩力也

## Functional Components and Feed Characteristics of By-products Derived from Local Food Industry

Takayoshi KURIKI and Rikiya KUROIWA

### 要 約

給与により畜産物の品質向上が期待される食品製造副産物のうち、岡山県内で産出される7種類についてその栄養成分及び機能性成分などの特性を調べた。その結果は次のとおりであった。

- 1 いずれも水分が高く保存性に課題はあるが、総ポリフェノール量及び抗酸化力は、ウーロン茶ガラ、緑茶ガラが最も高く、次に山ブドウ酒粕が高かった。
- 2 茶ガラ中のカテキン類では、EGC gの含量が最も高く、緑茶では原物で1%程度含まれていた。また、ウーロン茶では緑茶の1/2程度の含量であった。
- 3 茶ガラには脂溶性ビタミン類が多く含まれていた。
- 4 生産物の抗酸化能を向上させる副産物として、茶ガラ及び山ブドウ酒粕の利用性が高いと考えられた。

キーワード： 食品製造副産物、一般成分、機能性成分、抗酸化

### 緒 言

食品リサイクル法の制定により、地域の食品産業では産出される製造副産物（以下、副産物）の再利用が大きな課題となっている。また、畜産においては飼料自給率の向上が求められており、副産物を家畜の飼料として利用する技術について研究が進められている。副産物の中には栄養成分に優れ、飼料としての利用価値が高いものが数多くあるが、実際には思うように利用は進んでいない。

副産物の飼料化の課題として、阿部<sup>1)</sup>は次の3点を上げている。第1に輸送及び貯蔵、ハンドリング性の改善、第2に質と量の安定的な供給、第3に飼料化コストの低減である。特に、地域の食品産業は産出する副産物について少量、多品種、季節性が特徴であり、阿部が指摘する課題はより深刻な状況にある。

これまで岡山県総合畜産センター（以下、センター）では、乳酸菌スターターの簡易調製技術とあわせた副産物のサイレージ化により、貯蔵性を改善し、家畜飼料としての利用技術を検討してきた<sup>2),3)</sup>。この成果は、簡易調製したスターターの市販やオカラの飼料化技術として利用されている。

しかし、依然として副産物利用は限られており、地域食品産業の特性を念頭に、安定供給とコストを考慮した更なる技術開発が求められている。

一方、ヒトでは特定保健用食品のように食品に含まれる成分の機能特性が注目されている。副産物中にもこうした機能性成分は多く含まれており、この特性を効果的に利用できれば生産物の付加価値が図られ、生産物の品質を改善するサプリメント的な飼料として副産物の利用価値も向上する。

ポリフェノール類は抗酸化や抗ガン、抗動脈硬化作用が期待される成分であり、食品中に広く含まれている。また、岡山県の特産である黒豆やブドウ、モモなどに多く含まれる成分でもある。そこで、ポリフェノール類を中心に抗酸化作用などの機能性成分を含み、給与により畜産物の品質向上が期待される副産物について、県内での産出状況、その飼料特性および機能特性などについて検討した。

### 材料及び方法

#### 1 副産物

機能特性が期待できる副産物として、ブドウ酒粕、茶ガラ、アン粕、色素抽出粕を対象とし、そ

れぞれについて県内企業における産出状況の聞き取り調査を実施した。

調査企業について、ブドウ酒粕は県下1カ所（H社）を対象とした。茶ガラは1カ所（C社）、アン粕は2カ所（T社、K社）、色素抽出粕は1カ所（S社）であった。

## 2 サンプルング

副産物は産出直後のものをサンプルングし、真空包装して-20℃で冷凍保存した。

## 3 分析

### (1) 一般成分

水分、粗タンパク質、粗脂肪、可溶無窒素物、粗繊維について定法<sup>4)</sup>により分析した。

### (2) 乾物消失率

乾物消失率について、ホルスタイン種のフェステル装着牛を使い *in situ* 人工消化法<sup>5)</sup> により評価した。

### (3) 機能性成分

機能性成分の分析は、抗酸化効果の期待されるポリフェノール類と脂溶性ビタミン類を対象とした。

ポリフェノール類については、カテキンを標準物質としFolin-Dennis法<sup>6)</sup>により評価した。脂溶性ビタミン類は、ビタミンE及びβ-カロチンをHPLC法により分析した。また、茶ガラ中に含まれるカテキン類についてHPLC法<sup>7)</sup>により分析した。

### (4) 抗酸化能

抗酸化能は、Troloxを標準物質としてDPPH法<sup>8)</sup>により分析した。

## 結果及び考察

### 1 各副産物の産出状況

#### (1) ブドウ酒粕

県下にはブドウ酒の製造所が4カ所あり、調査したH社は、原料に同地域の特産となっている山ブドウを使用している。山ブドウのポリフェノール含量は他の栽培種と比べて高いといわれており、抗酸化能も高いと推察される。H社では、ブドウ酒の他に果汁なども製造している。しかし、製造粕の産出は8月下旬から9月の1ヶ月間に限定されおり、産出量もブドウ酒と果汁を合わせても年間40t程度であった。

#### (2) 茶ガラ

K社では、年間120t程度の茶ガラが産出される。その種類は緑茶だけでなく、ウーロン茶、麦茶、ジャスミン茶など多種にわたっている。また、製品の在庫状況により製造計画が立てられるため、産出は不定期的である。

#### (3) アン粕

県下2カ所の製アン工場を調査した。色素成分の残存が期待される小豆アン粕（赤アン粕）は、T社では毎日産出するが、量的には年間で30t程度と少量であった。アン粕は最終的に布袋に入れプレスして脱水される。また、K社では日量50kg、年間で15t程度と少ない。

#### (4) 色素抽出粕

S社では天然色素を製造しており、調査した工場ではポリフェノール系の色素抽出粕としてレッドキャベツ及び紅花由来のものが産出される。レッドキャベツについては夏期の2ヶ月間を除き通年で、年間6,500tあまりが産出される。また、紅花については、年間50t程度が通年で産出される。

### 2 一般成分

今回調査した副産物の一般成分を表1に示した。この中で、日本標準飼料成分表<sup>9)</sup>に数値が記載されているものは、ブドウ酒粕及び赤アン粕、白アン粕である。

ブドウ酒粕の比較では成分表は、水分が67.4%であるのに対して、山ブドウのそれは49.8%と低くなっている。これは山ブドウの果実では実が小さく種子が大きいこと、果肉部分が少ないことによるものと考えられる。その他の成分では山ブドウではいずれの成分値も高くなっており、特に粗脂肪は2倍以上の含量であった。

アン粕についても、同様に今回の分析値は成分表の数値に比べて水分含量が低く、そのため他の成分値が高い結果となった。しかし、乾物では両者は類似しており、前述したように今回のサンプルはいずれも脱水工程があり、処理の方法が成分値に影響したと考える。

緑茶ガラについては、一般成分としてはアルファルファ、一番草、開花前の値に類似して水分の

割に粗タンパク含量が高い。また、ウーロン茶ガラについては緑茶ガラと比較して水分が少なかった。その他の一般成分は乾物当たりでは類似していた。K社では緑茶とウーロン茶は同様の製造工程であり、茶ガラの水分の違いは茶葉の形状の違いに起因すると思われる。すなわち、緑茶は茶葉が細かいのに対しウーロン茶葉は大きく硬かった。

色素抽出粕はいずれも水分含量が著しく高かった。また、紅花粕は乾物当たりの粗脂肪含量が約11%あり高かった。レッドキャベツ粕は今回調査した副産物の中では最も水分含量が高く、他の成分も少ない結果であった。

表1 副産物の成分

	水分	粗タンパク質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維
	%	%	%	%	%
山ブドウ酒粕	49.8	6.3	7.7	20.3	13.2
緑茶ガラ	82.3	5.5	1.0	8.6	2.0
ウーロン茶ガラ	73.7	6.1	0.9	14.6	3.7
小豆アン粕	68.1	3.9	0.1	14.6	12.7
白アン粕	61.5	2.5	0.1	15.5	19.5
紅花粕	89.1	1.5	1.2	6.5	1.2
レッドキャベツ粕	94.1	0.8	0.1	3.8	1.1

図1に、フェステルを装着したホルスタイン種の反芻胃内での各副産物の乾物消失特性を示した。

24時間時点の消失率では、緑茶ガラが最も高く88.4%で、次にレッドキャベツ粕、山ブドウ酒粕の順であった。また、消失の様相には各副産物で特徴があり、赤アン粕、白アン粕及びレッドキャベツ粕は徐々に消失率が高くなり、72時間後にはほぼ100%が消失した。それに比べ山ブドウ酒粕、紅花粕及び緑茶ガラでは24時間以後消失率は変化せず、特に、紅花粕では72時間後の消失率は48.7%と低かった。

*in situ*での乾物消失率は反芻家畜における粗飼料の自由採食量に影響することが知られており<sup>5)</sup>、紅花粕など消失率の悪い副産物をウシに給与する場合は採食量を抑えることが懸念され注意が必要である。

また、粗タンパク質の消失特性も同時に調べたが、乾物とほぼ同様の傾向であった。

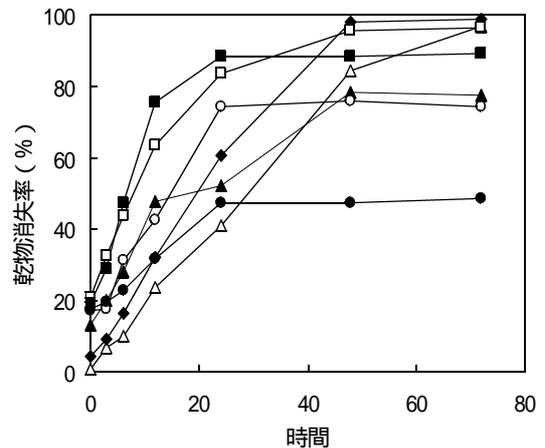


図1 各副産物のルーメン内における乾物消失率の経時的変化

△赤アン粕    ◆白アン粕    ▲ウーロン茶粕  
○山ブドウ酒粕    ●紅花粕    □レッドキャベツ粕  
■緑茶粕

### 3 機能性成分と抗酸化力

ポリフェノール類は、山ブドウやレッドキャベツ、小豆はアントシアニン系、茶はカテキン系、紅花はカルコン系など同じポリフェノールの仲間であっても分類の異なるものが含まれる。そこで、各副産物のポリフェノール含量をカテキンを標準物質とした総ポリフェノール量として求め、その抗酸化力との関係を調べた(表2)。調査した7種類の副産物の中で最も総ポリフェノール量の高かったのはウーロン茶ガラや緑茶ガラで、原物100g当たり約1.3gも含まれていた。続いて山ブドウ酒粕が高く、総ポリフェノール量の高いものほど抗酸化力も高かった。

茶ガラのポリフェノール類はカテキン類であり、この点についてさらに調べた結果を表3に示した。茶ガラ中に最も多いカテキン類はエピガロカテキンガーレート(EGCg)であり、緑茶ガラでは約1g/100g原物含まれていた。しかし、ウーロン茶ガラでは2分の1程度しか含まれておらず、表2の総ポリフェノール量の結果と異なった。緑茶に含まれるカテキン類のEGCgやエピガロカテキン(EGC)などはフラバン-3-オール類であり、緑茶中ではポリフェノール含有量の80~95%含まれる。ウーロン茶や紅茶などの発酵茶では、製造中にフラバン-3-オール類が2量体のプロトアントシアニンなどに酸化されるため<sup>10)</sup>、総ポリフェノール量は同程度であったにもかかわらず、EGCgなどの含有量が少ない結果であった。また、抗酸化力は緑茶の方が高いことより、2量体の増加により抗酸化力は低下すると推察される。

茶葉には脂溶性ビタミンとして抗酸化作用のあるビタミンEやβ-カロテンが含まれており、茶ガラ中の残存率も高いことが知られている<sup>11)</sup>。

今回の調査では、緑茶ガラではビタミンEと、β-カロチンはそれぞれ原物100g中約15mgと9mg含まれていた。ビタミンEの給与が食肉などの品質改善に効果があることはよく知られており<sup>17)</sup>、我々<sup>18)</sup>もジャージー種経産牛に60日間程度、酢酸β-トコフェロールを1000mg/日給与することにより、食肉の保存中の変色を抑えられることを報告した。今回の緑茶ガラのビタミンE含量から日量、原物7kg程度の給与で効果が期待でき、畜産物の品質改善において利用性の高い副産物といえる。なお、副産物に含まれる脂溶性ビタミン類の詳細については別報にまとめた<sup>16)</sup>。

これまで、茶葉や茶ガラ、緑茶抽出物を家畜に給与し、乳脂率の向上や肉用鶏の腹空内脂肪の低減、鶏肉の鮮度保持の向上、生産物へのビタミンの蓄積などの効果が報告<sup>12), 13), 14)</sup>されており、茶に含まれる多面的な生理活性を考えれば、さらに様々な品質改善効果が期待される。しかし、一方では過剰給与により産卵率や卵殻質の低下も報告<sup>11)</sup>されており、給与する茶葉の特性を把握し、適正な給与技術を検討する必要がある。

加えて、茶ガラは産出時の水分含量が高く

夏場のサンプリングでは堆積された茶ガラは容易に発熱し、品質の劣化が懸念された。産出が不定期であることも考えると、保存技術の検討が不可欠である。特に、β-カロチンなどの抗酸化成分は乾燥などの処理により減少することが知られており、より効果的な利用技術を確認するためには、処理による機能性成分の特性を把握するとともに、機能特性を減少させない調製、保存技術の検討が必要である。蔡ら<sup>15)</sup>は、茶飲料残渣に*Lactobacillus plantarum*の乳酸菌剤を添加してサイレージ化することで長期に保存でき、カテキン類や脂溶性ビタミン類も豊富に含まれることを報告している。しかし、示されたカテキン類の値は我々が今回得た茶ガラの値より少なく、またカテキン類の組成割合も異なるなど、処理による機能性成分の特性変化が推察される。

茶ガラほどではないが、山ブドウ酒粕にも高い抗酸化力があり利用が期待される。図1で示したように山ブドウの一胃での乾物消失率は低いが、これは種子が含まれることによると考えられる。山ブドウの種子は通常のブドウより大きく、そのため消化も悪いと考えられ、種子を挽き割るなど消化率をあげる工夫が必要である。

## 謝 辞

本試験の実施に当たり、独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 畜産草地研究所 飼料評価研究室の永西修主任研究官に甚大なご助力を賜りました。文末ながら記してお礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 阿部亮(2000)：飼料利用の形態と課題．未利用有機物資源の飼料利用ハンドブック．サイエンスフォーラム，65-66．
- 2) 谷田重遠・難波博一・関哲生・森尚之・山下政道・行森美枝・早瀬文繁(1998)：微生物等による食品副資源の有効利用技術の開発．岡山総合畜産研報，9，21-30．
- 3) 吉元和明・秋山俊彦・塚本章夫・河原宏一・原田護・森尚之・河原貴裕・山内章江・辻誠之・白石誠・脇本進行・馬場彩・古川陽一(1999)：生物等による食品副資源の有効利用技術の開発．岡山総合畜産研報，10，11-32．
- 4) 飼料分析基準研究会編(1998)：飼料分析基準注解（第3版）．（社）日本化学飼料協会
- 5) 自給飼料品質評価研究会編(2001)：改訂粗飼料の品質評価ハンドブック．（社）日本草地畜産種子協会

表2 副産物に含まれる総ポリフェノール量及び抗酸化力

	総ポリフェノール量*	抗酸化力*
	mg	mM
山ブドウ酒粕	312	1.73
緑茶ガラ	1,296	16.28
ウーロン茶ガラ	1,369	12.44
小豆アン粕	3	0.09
白アン粕	4	0.02
紅花粕	75	0.55
レッドキャベツ粕	10	0.03

\* 総ポリフェノール量及び抗酸化力は、それぞれ原物100g当たりのカテキン及びtrolox相当量

表3 茶ガラ中のカテキン類含量

	緑茶	ウーロン茶
	EGC	270
EC	120	40
EGCg	1,090	540
ECg	270	160

単位は、mg/100g原物

EGC:エピガロカテキン、EC:エピカテキン、

EGCg:エピガロカテキンガレート、ECg:エピカテキンガレート

- 6)津志田藤二郎(2000)：ポリフェノールの分析法．食品機能研究法，光琳，318-322．
- 7)後藤哲久(2000)：緑茶中の機能性成分（カテキン類およびカフェイン）の定量法．食品機能研究法，光琳，328-331．
- 8)須田郁夫(2000)：光学的抗酸化機能評価．食品機能研究法，光琳，218-223．
- 9)独立行政法人農業技術研究機構(2001)：日本標準飼料成分表（2001年版）．（社）中央畜産会
- 10)西岡五夫(1991)：茶のポリフェノール．茶の科学，朝倉書店，115-123．
- 11)池谷守司・鳥井幸男・佐野満昭・小泉豊(1995)：鶏に対する茶葉の添加が生産性と卵質及び肉質に及ぼす影響．静岡中小試研報，8，19-23．
- 12)鈴木秀歌・土屋聖子・加藤雅通(2002)：酪農分野における茶の有効利用法について（第2報）．静岡畜試研報，12-19．
- 13)Md.Abdul Hai Biswas, Masaaki Wakita (2001)：Effect of Dietary Japanese Green Tea Powder Supplementation on Feed Utilization and Carcass Profiles in Broilers. Journal of Poultry Science, 38, 50-57．
- 14)石原則幸・間宮聡一・山出太陽・中西運悦・大久保勉・赤地重光・石垣正一(1998)：緑茶熱水抽出物給与による分娩乳牛の腸内細菌改善ならびに生産性に及ぼす影響．畜産の研究，52，7，63-67．
- 15)蔡義民・増田信義・藤田泰仁・河本英憲・安藤貞(2001)：茶飲料残渣の飼料調製・貯蔵技術の開発．日畜会報，72，10，J536-J541．
- 16)田辺裕司・秋山俊彦・栗木隆吉・谷田重遠(2004)：地域食品製造副産物を利用した高機能畜産物の生産技術の開発 - 緑茶ガラによるジャージー牛乳黄色度の改善 - ．岡山総畜セ研報，15，11-16．
- 17)三津本充(1996)：ビタミンEとビタミンCによる牛肉品質の改善と保持．日畜会報，67，12，1110-1126．
- 18)栗木隆吉・泉本勝利・宮本拓(2000)：ジャージー種雌牛へのビタミンEの給与が肉色安定性に及ぼす影響．日畜会報，71，8，J264-J269．