

県産食肉ブランド強化に向けた 県産果実加工残さの栄養特性

安里直和 砂川隆治 太野垣陽一 森山高広

I 要 約

県内の食品加工施設より排出された、県産果実の加工残さであるシークワサー搾り粕、アセロラ搾り粕、パッションフルーツ搾り粕およびパイン搾り粕について、家畜飼料としての可能性を検討した。また、食肉中の脂肪酸組成の改良資材として活用できるか検討するため、加工残さの脂肪酸組成についても検討を行った。

1. シークワサー搾り粕、パイン搾り粕については、それぞれ年間 900t 及び 750t 排出されており、家畜飼料として十分に活用できる量が見込める。
2. シークワサー搾り粕、パッションフルーツ搾り粕及びパイン搾り粕については、牧草並のタンパク質を含有している。
3. パイン搾り粕については、ヘミセルロース、セルロース、ADL などの構造的炭水化物の割合がトランスパーラとほぼ同じような構成を示した。
4. シークワサー搾り粕においては、オレイン酸が 20.0%、リノール酸が 43.6%、パッションフルーツ搾り粕においては、リノール酸が 80.7%と不飽和脂肪酸の割合が高かった。

以上の結果より、県産果実の加工残さについては、CP や良質な繊維分を含む物や、有用な脂肪酸を含む物が認められ、家畜飼料や食肉の脂肪酸組成の改良資材として活用できる可能性が示唆された。

II 緒 言

飼料価格の高騰や生産コストの増加などによる肉用牛農家の経営圧迫が続く中、輸入飼料に頼らずに自給飼料を活用した食肉生産技術への取り組みが各県でなされている^{1,2)}。特に、近年においては、食品加工残さや未利用資源を活用し、単に既存飼料の代替品としてでは無く、より付加価値の高い食肉生産技術を目指す取り組みが盛んに実施されている³⁾。本県においては、シークワサーやパインなどに代表されるような熱帯果実の生産が盛んに行われており、また、それらの加工残さについては、家畜飼料として活用できる量が排出されている。

食肉の旨味については、オレイン酸含有率と関係があるとの報告がなされ、各県においてはオレイン酸含有率を高める研究が多く取り組まれている^{4,5)}。一般的に、食肉中の脂肪酸組成については、給与飼料中の脂肪酸組成の影響を大きく受けるため、いかに有用な脂肪酸を含有している飼料を給与するかが重要となる。また、脂肪酸以外にも遊離アミノ酸などが食肉の旨味に影響を与えるため、脂肪酸組成や遊離アミノ酸などを加味した食肉生産技術の開発が求められている。

そこで、本研究は、毎年、一定量排出されている県産果実の加工残さに注目し、それらの家畜飼料としての栄養価値および肉質改良資材としての可能性について検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 供試材料

供試材料は、それぞれの収穫時期に県内の食品加工施設より排出された、シークワサー搾り粕、アセロラ搾り粕、パッションフルーツ搾り粕およびパイン搾り粕を用いた。供試材料については、ジュースなどを製造する工程で物理的に圧搾処理されたものであり、熱や化学処理は加えられておらず、また、採取後は分析に供するまで -20°C で冷凍保存し、保存に伴う変性をできるだけ回避した。分析は一昼夜天日乾燥した後、乾燥機で $60^{\circ}\text{C}\cdot 2$ 時間乾燥させ、その後、粉砕器にて粉砕処理した材料を用

いた。パイン搾り粕については5日間天日乾燥、乾燥機で60℃・2時間乾燥させ粉碎処理した材料を用いた。また、比較対照として畜産研究センター圃場内で生産したトランスパーラ乾草を用いた。供試材料の年間排出量については、シークワサー搾り粕が900t、アセロラ搾り粕が4t、パッションフルーツ搾り粕が5.5t、パイン粕搾りが750tであった(表1)。

表1 加工残さ排出量

加工残さ	排出量 (t/年)	備考
シークワサー搾り粕	900	2事業所調査
アセロラ搾り粕	4	1事業所調査
パッションフルーツ搾り粕	5.5	1事業所調査
パイン搾り粕	750	2事業所調査

2. 分析項目および分析方法

粗タンパク質 (CP), 粗脂肪 (EE) および粗灰分 (Ash) については飼料分析法⁶⁾, 中性デタージェント繊維 (NDF), 酸性デタージェント繊維 (ADF) およびリグニン (ADL) については, 粗飼料の品質評価ガイドブックに基づき分析を行った⁷⁾。細胞内容物 (CC) および細胞壁成分 (CW) については阿部⁸⁾の報告, ヘミセルロースおよびセルロースについては, NDF と ADF 含有量の差および ADF と ADL 含有量の差より, それぞれ算出した。

中性デタージェント不溶タンパク質 (NDICP) および酸性デタージェント不溶タンパク質 (ADICP) については, それぞれのデタージェント溶液で処理した後の残さを分析に供した。可消化養分総量 (TDN), 非繊維性炭水化物 (NFC), 真の可消化 NFC (tdNFC), 粗飼料の真の可消化 CP (tdCPf), 真の可消化粗脂肪 (tdFA) および真の可消化 NDF (tdNDF), については, NRC 乳牛飼養標準の推定式より算出した⁹⁾。また, ペプシン・セルラーゼ法により乾物消化率 (IVDMD) を分析した。

ミネラル含有量については飼料分析法に基づき, リン (P) は吸光光度計法, カルシウム (Ca), 銅 (Cu), 亜鉛 (Zn), 鉄 (Fe) およびマンガン (Mn) については原子吸光法で分析した。βカロテン濃度については, アセトニトリルに抽出した後, 分光光度計を用いて, 453nm の波長で分析した。

脂肪酸組成については, Folch¹⁰⁾の方法により油分を抽出し, 脂肪酸メチル化キット (ナカライテスク) により鹼化およびメチルエステル化した後, GC/MS (Agilent, 7890GC/5975MSD) で分析した。分析に用いたカラムは DB23 (内径 0.25mm, 膜厚 0.25mm, 長さ 60mm) で, サンプル注入量 1 μl, スプリット比 20 対 1 で分析を行った。得られたピークについては, RT および MS によるライブラリ検索にて同定した。また, 分析項目は, パルミチン酸 (C16:0), ステアリン酸 (C18:0), オレイン酸 (C18:1), リノール酸 (C18:2), リノレン酸 (C18:3) で, 全脂肪酸に占めるそれぞれの脂肪酸の割合を百分率で算出した。

IV 結果

1. 一般成分分析値

表2に供試試料の分析値を示した。シークワサー搾り粕については, CP が 10.4% と高く, いっぽう, ADF, ADL の値が, それぞれ 19.9%, 3.0% と低い値を示した。アセロラ搾り粕については, CP が 5.7% と他と比較し低く, また, NDF, ADF, ADL などの構造的炭水化物の値が高かった。特に難分解性の ADL については, 34.6% と高値であった。パッションフルーツ搾り粕については, CP が 11.7% と高い値を示したが, 同時に ADL についても 24.5% と高い値であった。パイン粕については, NDF, ADF, ADL などの構造的炭水化物について, トランスパーラと似た構成値を示し, CP についても 7.4% 含有していた。

EE については, シークワサー搾り粕およびパッションフルーツ搾り粕の値が, それぞれ約 18% と高い値を示した。NFC については, シークワサー搾り粕が 40.7% と高かった。IVDMD については, シークワサー搾り粕とパイン搾り粕が, それぞれ 81.2%, 78.9% と高い値を示した。いっぽう, アセロラ搾り粕, パッションフルーツ搾り粕については, ADL の割合が高い事から, それぞれ, 30.2%, 47.2%

と低い消化率となった。

表2 成分成績①

加工残さ	n	CP	NFC	NDF	ADF	ADL	EE	Ash	IVDMD
シークワサー搾り粕	5	10.4±0.2	40.7±3.1	19.1±2.5	19.9±0.4	3.0±0.3	17.6±0.4	4.6±0.0	81.2±3.4
アセロラ搾り粕	5	5.7±0.4	18.4±1.4	69.9±1.1	63.1±0.9	34.6±4.1	0.8±0.0	2.3±0.0	30.2±2.2
パッションフルーツ搾り粕	5	11.7±0.8	22.5±1.0	44.5±0.7	41.6±0.2	24.5±1.4	17.9±0.4	1.9±0.0	47.2±3.4
パイン搾り粕	5	7.4±0.8	17.3±2.5	65.7±2.6	31.4±0.3	5.3±2.5	1.0±0.1	5.2±0.5	78.9±0.9
トランスバーラ	4	8.3±2.4	12.5±5.8	66.0±1.5	34.1±2.5	6.0±1.5	1.7±0.2	6.6±1.4	54.8±4.2

注) CP：粗タンパク質, NFC：非繊維性炭水化物, NDF：中性デタージェント繊維, ADF：酸性デタージェント繊維, ADL：リグニン, EE：粗脂肪, Ash：粗灰分, IVDMD：乾物消化率

ヘミセルロースについては、シークワサー搾り粕で0.0%、アセロラ搾り粕で6.8%、パッションフルーツ搾り粕で2.9%と、トランスバーラの31.9%と比較し著しく低かった。いっぽう、パイン搾り粕については、34.3%と高い値であった。セルロースについてはアセロラ搾り粕で28.5%と高く、パイン搾り粕については、セルロースおよびヘミセルロースともトランスバーラと似た構成値であった。果実加工残さについてはパイン搾り粕を除き、トランスバーラと比較し、セルロースおよびADLなどの低消化性繊維の含有割合が総じて高かった。(図1)。

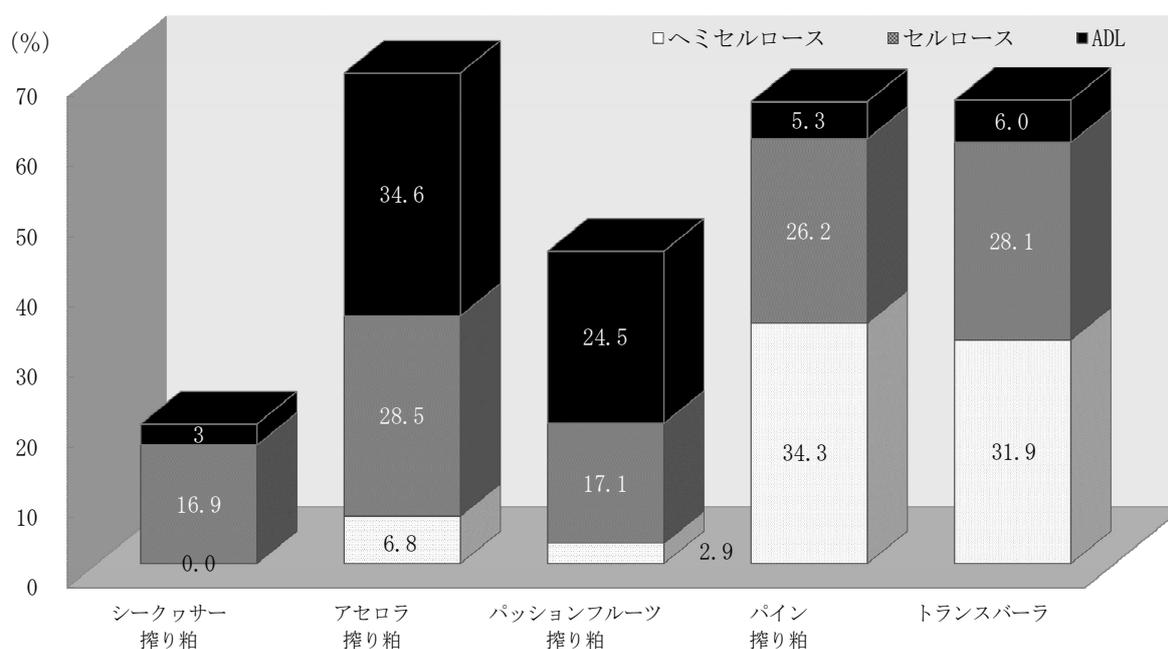


図1 ヘミセルロース、セルロース、ADL (リグニン) 含有量

CPおよびNFCについては、NDICPやADICPの含有割合より、真の可消化成分が変化する。そこで、実際に家畜の生体内で利用可能な量を明らかにするために、それぞれの試料について、難分解性のタンパク質であるNDICPおよびADICPを測定し、NRCの推定式よりtdCPf, tdNFCの値を算出した。また、tdCP, tdNFC, tdFA, tdNDFより、それぞれの試料のTDN値を推定した(表3)。

表3 成分成績②

加工残さ	n	NDICP	ADICP	tdCPf	tdNFC	tdFA	tdNDF	TDN	(%DM)
シークワサー搾り粕	5	7.7±0.3	8.0±0.3	4.1±0.2	54.9±2.8	16.6±0.4	3.8±1.5	93.1±0.5	
アセロラ搾り粕	5	2.8±0.2	4.9±0.5	2.0±0.2	23.5±1.5	0	8.8±1.8	27.3±3.1	
パッションフルーツ搾り粕	5	1.5±0.3	1.7±0.1	9.8±0.7	24.9±1.1	16.9±0.4	4.4±0.6	70.1±1.0	
パイン搾り粕	5	3.4±0.6	2.4±0.4	5.0±0.9	23.6±2.8	0	34.9±5.5	56.5±4.1	
トランスバーラ	4	4.8±1.3	4.0±0.7	4.7±1.7	21.7±3.6	0.7±0.2	32.7±2.6	53.7±3.9	

注) NDICP: 中性デタージェント不溶タンパク質, ADICP: 酸性デタージェント不溶タンパク質, tdCPf: 真の可消化タンパク質, tdNFC: 真の可消化非繊維性炭水化物, tdFA: 真の可消化粗脂肪, tdNDF: 真の可消化中性デタージェント繊維, TDN: 可消化養分総量

tdNFC は主にデンプンや糖類の分画であるが、特に、シークワサー搾り粕で 54.9% と高い値を示した。tdNDF についてはヘミセルロースと同様に、トランスバーラと比較し低く値であった。TDN については、シークワサー搾り粕が 93.1%、パッションフルーツ搾り粕が 70.1% と高かったが、アセロラ搾り粕については、27.3% と低い値であった。

NDICP および ADICP については、シークワサー搾り粕で 7.7%、8.0% と高い値を示した。CP と ADICP の割合から CP の真の消化率 (tdCPf) を算出すると、シークワサー搾り粕が 4.1%、アセロラ搾り粕が 2.0%、パッションフルーツ搾り粕が 9.8% となった。シークワサー搾り粕については、CP が 10.4% と見かけ上は、高い値であったが、CP の詳細な分画を調べると実際に家畜が利用できる可消化 CP については、見かけの半分程度しかなかった。パイン搾り粕の tdCPf については、トランスバーラに近い値であった。いっぽう、パッションフルーツ搾り粕については、NDICP および ADICP の値が低く、繊維と結合した CP の分画が少なかったため、tdCPf が 9.8% と高い値を示した (表 3, 図 2)。

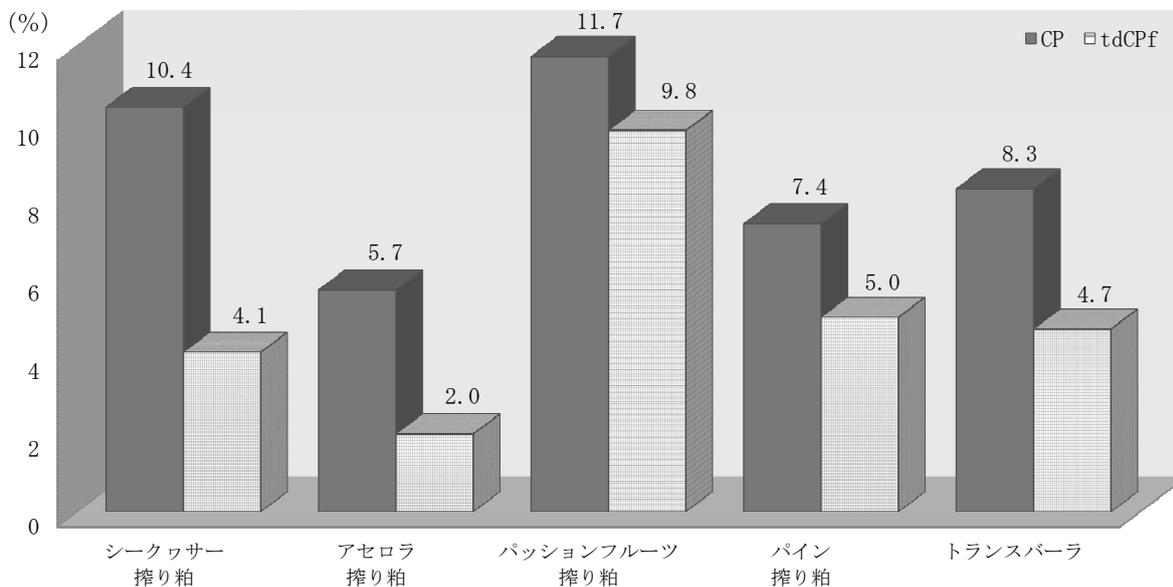
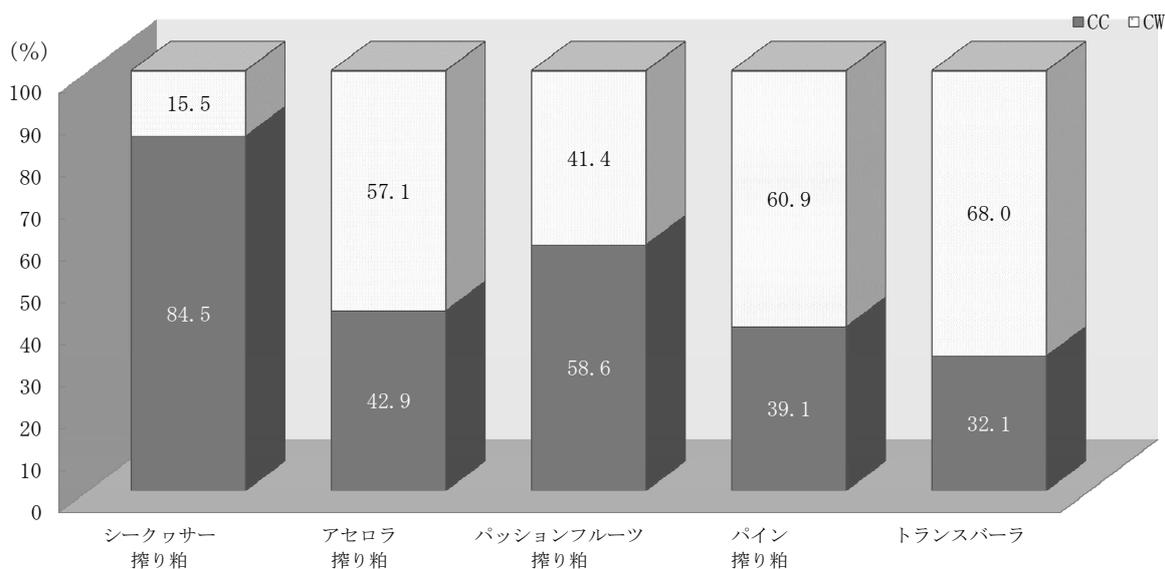


図2 CP (粗タンパク質) と tdCPf (真の可消化タンパク質) の比較

栄養成分の構成を大別するために CC および CW の含有割合を分析した (図 3)。シークワサー搾り粕において CC の割合が 84.5% と高く、成分の 8 割以上が可溶性の細胞内容物で構成されていた。また同様に、パッションフルーツ搾り粕についても、CW の値が 58.6% と CW の値より高かった、いっぽう、アセロラ搾り粕については、CW の値が 57.1% と、他の試料とは異なり CW の含有割合が高い結果となった。パイン搾り粕については、トランスバーラと似た構成値であった。



注) CC (細胞内容物) : 有機物, 可消化炭水化物, デンプン, CP, EE など
CW (細胞壁物質) : ヘミセルロース, セルロース, ADL など

図3 CCとCWの含有割合

2. ミネラル分析値

表4にミネラルおよびβカロテンの分析結果を示す。Caについては、シークワサー搾り粕およびアセロラ搾り粕がトランスパーラと比較し高かった。いっぽう、Cu, Zn, Fe, Mnなどの微量元素については、パイン搾り粕において高い値であった。βカロテンについては、シークワサー搾り粕およびパイン搾り粕で低い値となった。

表4 ミネラル及びβカロテン分析値

加工残さ	n	Ca (%DM)	P (%DM)	Cu (ppmDM)	Zn (ppmDM)	Fe (ppmDM)	Mn (ppmDM)	βカロテン (ppmDM)
シークワサー搾り粕	5	0.77±0.02	0.17±0.00	5.9±0.1	17.7±3.9	4.9±0.3	54.4±2.7	3.8±1.1
アセロラ搾り粕	5	0.42±0.01	0.06±0.00	5.8±0.2	14.2±0.3	1.4±0.1	18.0±1.0	13.9±1.0
パッションフルーツ搾り粕	5	0.03±0.00	0.28±0.00	6.3±0.2	32.0±1.6	4.5±0.4	42.5±2.2	16.9±1.0
パイン搾り粕	5	0.16±0.00	0.17±0.01	7.5±0.6	90.6±3.7	85.0±2.9	122.1±3.3	3.0±0.2
トランスパーラ	4	0.39±0.06	0.26±0.06	7.4±2.2	26.3±4.9	54.8±40.8	256.0±92.8	18.5±13.1

注) Ca : カルシウム, P : リン, Cu : 銅, Zn : 亜鉛, Fe : 鉄, Mn : マンガン

3. 脂肪酸組成分析値

表5にEEの含有量が高かった、シークワサー搾り粕およびパッションフルーツ搾り粕の脂肪酸組成値を示す。

表5 脂肪酸組成分析値

加工残さ	n	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	飽和脂肪酸 (%)	不飽和脂肪酸 (%)
シークワサー搾り粕	5	26.6±3.3	4.5±0.8	20.0±4.0	43.6±4.1	5.2±0.9	31.2±3.5	68.8±3.5
パッションフルーツ搾り粕	5	11.7±2.7	1.2±0.5	6.3±2.8	80.7±5.0	-	12.9±2.3	87.1±2.3

注) C16:0 : パルミチン酸, C18:0 : ステアリン酸, C18:1 : オレイン酸, C18:2 : リノール酸,
C18:3 : リノレン酸

いずれの加工残さにおいても、全脂肪酸に占める不飽和脂肪酸の含有割合が高かった。シークワサー

搾り粕の不飽和脂肪酸については、リノール酸の含有量が43.6%と最も高く、次いでオレイン酸が20.0%、リノレン酸が5.2%であった。また、飽和脂肪酸については、パルミチン酸が26.6%と高い値を示した。パッションフルーツ搾り粕については、リノール酸の含有割合が80.7%を占め、全脂肪酸に占める不飽和脂肪酸の割合が87.1%と高かった。

V 考察

食品加工施設などから排出される加工残さを活用した食肉生産技術への取り組みは各県で行なわれており、肉用牛への豆腐粕などの給与¹¹⁾、乳牛へのミカン粕¹²⁾、また、本研究センターにおいても、乳牛へのゴーヤ種子¹³⁾などについて取り組みがなされている。

本県においては、他県とは異なる温暖な気候および地理的条件を生かして熱帯果樹の生産が盛んに行なわれており、今回に試験に供した、シークワサー、アセロラ、パッションフルーツおよびパインについては、それぞれ、2432t/年、28t/年、132t/年、8780t/年生産されている¹⁴⁾。また、これらの果樹の一部については、ジュースなどの飲料用に加工され、毎年一定量の加工残さが排出されている。特にシークワサー搾り粕とパイン搾り粕については、家畜飼料として十分に活用できる量が排出されていることが明らかとなった。

食品加工残さなどの未利用資源について家畜飼料として活用する際、どの程度の飼料価値を有するか、すなわち、家畜の生体内で実際に利用できる可消化の栄養成分をどの程度、有しているかが重要となる。

シークワサー搾り粕については、CPが10.4%と高い値であったが、ADICPが8.0%とCPの殆どが難分解性の繊維と結合した構成となっていたため、実際に利用できる可消化のタンパク質含量は低くなった。しかしながら、トランスバーラと同程度の含有量を有していることから、牧草並のCPの供給源としては期待できる結果であった。また、CCの含有割合が84.5%と他の試料に比較し突出して高く、CWに分類される繊維系の成分含量が低いことから、結果としてIVDMDが80%を超えTDNも高い値であった。

シークワサー搾り粕およびパッションフルーツ搾り粕についてはEEの値が17%を超え高い値であった。食肉中の脂肪酸組成については、給与飼料中の脂肪酸組成の影響を大きく受けるため、いかに有用な脂肪酸を含有している飼料を給与するかが重要となる。特に旨味との関係が報告されているオレイン酸については、近年、各県において含有量の向上に向けた取り組みがなされている^{4,5)}。シークワサー搾り粕については、オレイン酸およびリノール酸の値が、それぞれ20.0%、43.6%と高く、不飽和脂肪酸を利用した食肉の脂肪酸組成の改良資材として十分活用できる可能性が示唆された。反芻動物においては、第一胃内において微生物の作用により不飽和脂肪酸が水素添加を受けて、飽和化が進むことが知られている^{15,16)}。特にC18系の不飽和脂肪酸については、その大部分が第一胃内において水素添加を受けるとの報告も有り、リノール酸などの多価不飽和脂肪酸割合が高いシークワサー搾り粕およびパッションフルーツ搾り粕については、その効果が十分に期待できる結果であった。

アセロラ搾り粕については、ヘミセルロース、セルロースおよびADLなどの構造的炭水化物の割合が高く、特にADLについては34.6%と非常に高い値であった。ADLについては、家畜の生体内で利用できない不消化の成分であるため、IVDMDおよびTDNが供試材料中、最も低い値となった。また、CPおよびEEなどの値も低く、家畜飼料および肉質の改良資材としての利用価値は低い結果であった。

パッションフルーツ搾り粕については難分解性のADLの割合が高かったが、繊維と結合したCPの分画であるADICPの値が低かった為、tdCPfについては9.8%とトランスバーラの2倍以上の高い値を示した。パッションフルーツ搾り粕については、前述のとおり脂肪酸組成についても良好な結果が得られており、肉質改良資材及びCPの供給源として十分活用できる結果であった。また、有機物や可消化炭水化物などを含むCCの割合が50%以上を占め高い値を示した。パッションフルーツ搾り粕については、サイレージ発酵についても十分対応できる糖度を有していると考えられ、同じくCCの割合が高かったシークワサー搾り粕と共に、今後はサイレージ発酵飼料の調整についても検討する予定である。

パイン搾り粕については他の果実加工残さの成分値と異なり、ヘミセルロース、セルロース、ADLなどの構造的炭水化物の割合やCPなど成分値が、牧草であるトランスバーラとほぼ同様の値を示した。また、ヘミセルロースについては他の供試材料と比較し非常に高く、トランスバーラよりも高い値を示した。本県の乳牛農家においては、ビートパルプの代替品としてパイン粕を活用している事例があるが、本試験

の結果、パイン搾り粕のヘミセルロース含量は34.3%とビートパルプの24.1%¹⁷⁾より高い値であった。ヘミセルロースについては、反芻動物の第一胃内における酢酸発酵の基質として重要な成分であり、パイン搾り粕については、良質な粗飼料供給源として十分活用できる可能性が示唆された。

以上の結果より、県産果実の加工残さについては、CPや良質な繊維分を含む物や、有用な脂肪酸を含む物が認められ、家畜飼料や食肉の脂肪酸組成の改良資材として活用できる可能性が示唆された。

VI 引用文献

- 1) 関誠・木本容子・砂長伸司・室井章一・古賀照章・石崎重信・斉藤公一・清水景子・加藤泰之・内田哲二・寺田文典 (2001) 製造副産物等を利用した TMR の給与が泌乳初期乳生産に及ぼす影響, 栄養生理研究会報, **44** (2), 141-154
- 2) 竹之内慎一・河原聡・アーメドアブドラティフ・森弘・垂水啓二郎・石黒浩二・吉元誠・六車三治男 (2008) 肉用牛の産肉性および肉質に及ぼすカンショ茎葉添加飼料給与の影響, 宮大農学部研報, **57**, 77-84
- 3) 脇屋裕一郎・安田みどり・坂井隆宏・大曲秀明・河原弘文・宮崎秀雄・下平秀丸 (2009) 二番茶製茶加工残さ給与が肥育豚の枝肉および肉質に与える効果, 日本暖地畜産学会報, **52**, 51-56
- 4) 浅田勉・黒沢功・南雲忠 (2007) 米ぬか添加が黒毛和種去勢牛の産肉性および枝肉脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響, 群馬県畜試研報, **14**, 9-20
- 5) 吉川克郎・柏木敏孝・福原順子・中本和弘・赤木知裕・尾崎嘉彦・山西妃早子・木村美和子・池本重明 (2010) 梅副産物を用いた高品質牛肉生産技術の確立, 和歌山県農林水技セ研報, **11**, 67-77
- 6) 社団法人日本科学飼料協会 (2009) 飼料分析法・解説, 28-57
- 7) 社団法人日本草地畜産種子協会 (2001) 改訂粗飼料の品質評価ガイドブック, 11-13
- 8) 阿部亮 (1988) 炭水化物成分を中心とした飼料分析法とその飼料栄養評価への応用, 農林水産省畜産試験場研究資料, **2**, 16-28
- 9) NRC 乳牛飼養標準 (2001) デーリィ・ジャパン, 第7版, 14-15
- 10) Folch, J., M. Lees and G. H. Sloane Stanley (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues, *J. Biol. Chem.*, **226**, 497-509
- 11) 石崎重信・山田真希夫 (2007) 食品製造副産物を主体とする発酵飼料を用いた黒毛和種去勢牛の低コスト肥育, 千葉県畜産総合研セ研報, **7**, 1-7
- 12) 東原信幸・伊藤雄一・白山勝彦・横山勇 (1981) みかんジュース粕の乳牛への給与に関する研究, 三重県農業技術セ研報, **9**, 75-84
- 13) 荷川取秀樹・棚原武毅・新田宗博 (2010) 畜産物のブランド化に向けた県産未利用資源の活用による家畜飼養管理技術の開発 (1) ゴーヤ種子給与が乳牛および乳中共役りノール酸産生に及ぼす影響, 沖縄畜研研報, **48**, 25-28
- 14) 沖縄県農林水産部 (2012) 沖縄県の園芸・流通
- 15) Montgomery, S. P., J. S. Drouillard, T. G. Nagaraja, E. C. Tigemeyer and J. J. Sindt (2008) Effects of supplemental fat source on nutrient digestion and ruminal fermentation in steers, *J. Anim. Sci.*, **86**, 640-650
- 16) 田中桂一・林英夫 (1971) 反芻動物における不飽和脂肪酸の消化および吸収に関する研究 II. 人工ルーメン内における脂質の加水分解と水素添加, *Jap. J. Zootech. Sci.* **43** (1), 20-25
- 17) 中央畜産会 (2009) 日本標準飼料成分表, 92