

カボスを使った水産物の高品質化に関する研究Ⅱ

鶴岡克彦・高木喜保・佐野一成・山本展久
食品産業担当

Qualitative Improvement of a Marine Product by Feeding Kabosu Juice Residue II

Katsuhiko TSURUOKA・Kiho TAKAGI・Kazunari SANO・Nobuhisa YAMAMOTO
Food Industry Section

要 旨

食品残さの有効活用の一つとして飼料化が挙げられる。大分県のブランド魚「かぼすブリ」等は、カボスの持つ抗酸化機能や香りによる付加価値を期待し、搾汁粕の乾燥パウダーやカボス果汁等が給与されている。しかし、乾燥粉末化においては、カボスのフラボノイドおよびリモネンなどの機能性成分および香り成分が減少するため、これらの成分の減少が少ないカボスパウダーの製造方法の確立が期待されている。そこで、乾燥したカボス搾汁粕の粉碎方法および乾燥方法について検討するとともに、魚肉のリモネン含量の分析についても検討を行った。

フラボノイド含量については、粉碎機、粉碎時のカボス搾汁粕の温度、および粉碎粒度の影響は認められなかった。リモネン含量は、バッチ式粉碎機で有意に多かった。遠心粉碎機では粒度を大きくすること、および粉碎時のカボス搾汁粕を冷却することでリモネン含量が有意に多くなった。水分含量の低下に伴い、カボス搾汁粕のリモネンおよびフラボノイド含量は減少する傾向があり、水分含量が10%程度以上になるように乾燥することで、リモネンおよびフラボノイド含量を高くすることが可能であると考えられた。また、フラボノイドは乾燥時間が短い形状の方が残存率が高く、リモネンの減少を抑制しつつ、短時間で乾燥できる形状を選択することで、リモネンおよびフラボノイド含量を高くすることが可能であると考えられた。

1. はじめに

大分県の特産品であるカボスの搾汁粕は、搾汁業者から年間約900tを超え排出されている。水分の高い搾汁粕は再生利用しにくく、堆肥原料として従来から利用されているものがある一方、その大半は廃棄処分されていることから、再資源化の取り組みがより重要な課題となっている。

一方、水産研究部が平成19年度から行ったカボス果汁の給与試験により、ブリの血合い肉の変色遅延効果が明らかになった。平成24年の研究では搾汁粕乾燥パウダー（以下「カボスパウダー」と記す）も同様に効果があることが確認され、県内ブリ類養殖業者による「かぼすブリ」の生産が開始された。現在では、他種の魚にも給与されている。今後も、養殖業者、生産量を増やすためには、品質の安定したカボスパウダーの確保が必要である。

これまで、搾汁粕をパウダーに乾燥させる温度と保存方法が、カボスの機能性成分である、アスコルビン酸およびポリフェノールとそのうちのフラボノイドの含有量

にどのように影響するのかを検証してきた。本研究では、粉碎および乾燥がリモネンおよびフラボノイド含量に及ぼす影響を検討するとともに、魚肉中のリモネン含量の分析方法を検討した。

2. 実験方法

2.1 分析試料

実験には、市販の未熟カボス、津久見市（大分県農林水産研究指導センター農業研究部果樹グループ）において9月に収穫した未熟カボス、および県内で搾汁された後の2種類のカボス搾汁粕を供試した（Fig. 1）。輪切りのカボス粕は、6分の1にカットして用いた（Fig. 1）。



Fig. 1 カボス搾汁粕

2.2 乾燥および貯蔵方法

乾燥は通風乾燥器を用いて、60℃または 80℃で行った。50℃以下の乾燥は、低温恒温器で行った。

2.3 粉碎方法

粉碎器は、バッチ式粉碎機として Oster Blender (コールマンジャパン株式会社) (以下, B0) および Wonder Blender WB-1 (大阪ケミカル株式会社) (以下, BW), 遠心粉碎機としてロータースピードミル(フリッチュ・ジャパン株式会社) (以下, CR) およびピンミル粉碎機 (西村機械製作所) (以下, CP), ホモジナイザーはヒストコロン, シャフトは NS-20 (株式会社マイクロテック・ニチオン) を使用した (Fig. 2)。



Fig.2 粉碎機 A:Oster Blender, B: Wonder Blender, C: ロータースピードミル, D: ピンミル粉碎機

2.4 リモネンおよびフラボノイド分析方法

試料に 25ml のメタノールを加え、ホモジナイズ後に、25ml のメタノールでシャフトを洗浄し 50ml とした。3 分間超音波にかけた後、4℃で 1 昼夜抽出したものを No5A のろ紙でろ過し、0.45 μm のフィルターでろ過したものを高速液体クロマトグラフ (HPLC) で分析した¹⁾。フラボノイドは、ナリルチン, ナリンギン, ヘスペリジン, ネオヘスペリジン を測定し、その合計値で示した²⁾。

2.5 粉碎がリモネンおよびフラボノイド含量に及ぼす影響の検討

試料は、県内で搾汁された後のカボス搾汁粕を用いた。搾汁粕は輪切りのカボス搾汁粕で、6 分の 1 にカットして用いた。乾燥は 80℃で行った。まず、粉碎機によるリモネンおよびフラボノイド含量への影響を明らかにするため、4 種類の粉碎機を用いて検討した。CR は 1mm および 4mm のふるい, CP は 1 mm および 10 mm のふるいを用いた。次に、粉碎粒度および粉碎時の試料の温度の影響を明らかにするため、粉碎機 B0, CR, および CP を用いて検討した。B0 は、粉碎時間を 30 秒および 2 分とし, CR は 1 mm, CP は 1 mm および 10 mm のふるいを用いた。各粉碎機において、デシケーター内で常温に戻した試料およ

び-30℃で 1 晩貯蔵した試料を用いた。粉碎粒度は目開き 2.8mm, 1.7 mm, および 1 mm のふるいを用いて粒度の分布を測定した。CP における粉碎粒度は、すべて 1 mm 以下であった。

2.6 乾燥がリモネンおよびフラボノイド含量に及ぼす影響の検討

乾燥後の水分含量や乾燥時間がリモネンおよびフラボノイド含量に及ぼす影響を明らかにするため、果皮および県内で搾汁された後の搾汁粕を用いて検討した。乾燥は 80℃または 60℃で行い、最大で 24 時間乾燥した。次に、50℃以下の温度帯での乾燥温度の影響を検討するため、搾汁粕 (Fig.1②) を用いて 30℃, 40℃, および 50℃で 24 時間乾燥した。また、乾燥時の形状による影響を検討するため、8 分の 1 にカットしたカボスから小型固液分離機 SYK-G800-15A (株式会社三陽理化学機器製作所) を用いて搾汁粕を調製した後、フードプロセッサーにより破碎した区、カボス搾汁粕を包丁でさらに 6 分の 1 にカットした区、無処理区を配置し、乾燥後の水分が 10% 程度になるように 80℃で乾燥した。

2.7 魚肉のリモネン分析法の検討

魚肉約 20g に 50ml のエタノールを加えホモジナイズ後に、50ml のメタノールでシャフトを洗浄し 100ml とした。3 分間超音波後、4℃で 1 昼夜抽出した。遠心分離およびろ過後、ヘキサン 200ml を加え攪拌した後ヘキサン層を回収し抽出液とした。さらにヘキサン 100ml で 2 回繰り返し、先の抽出液と合わせた後、抽出液を減圧濃縮し、ガスクロマトグラム (GC) で分析した³⁾。

3. 結果及び考察

3.1 粉碎がリモネン及びフラボノイド含量に及ぼす影響の検討

粉碎機の比較では、リモネン含量はバッチ式の粉碎機が遠心粉碎機より有意に高かった。遠心粉碎機では、CP の 10 mm が CR の 1mm および CP の 1 mm より有意に高かった (Fig. 3)。フラボノイド含量は有意な差はなかった。カボスパウダーの粒度については、粉碎機 B0 では、粉碎時間を 2 分間とすることでカボスパウダーの粒度は小さくなり、1 mm 以下の割合は 90% 程度となった。粉碎粒度および試料温度を要因とする二元配置分散分析の結果、試料温度に有意な影響が認められた (Fig. 4, 5)。粉碎機 CP では、ふるいサイズおよび試料温度で有意な影響が認められた (Fig. 5)。粉碎機 CR では、冷却により有意にリモネン含量が高くなった (Fig. 5)。粉碎機 CR では冷却によりリモネン含量は 2.7 倍となったが、CR の 1 mm のふるいでは、1.3 倍であった (Fig. 5)。フラボノイドについては、試料温度および粉碎粒度に有意な差は

なかった(データ無)。遠心粉砕機では、遠心力による衝撃および剪断により粉砕されることから、粉砕時に熱が発生する。このことから遠心粉砕機では、バッチ式粉砕機よりリモネン含量は有意に低くなったと考えられる。一方で、バッチ式粉砕機 B0 では、粒度が小さくなくてもリモネン含量の減少はなかった(Fig4, 5)。バッチ式では試料同士の摩擦により粒度が小さくなることから、摩擦による熱の発生が少なく、リモネン含量が減少しないと考えられた。遠心粉砕機 CR および CP 間では、冷却によるリモネン含量への影響に差が見られた。粉砕機 CP は粉砕機内に試料が滞留し粉砕に時間が要するが、CR は滞留せずに瞬時に粉砕する。このことから、遠心粉砕機でも粉砕機内での滞留などによりリモネン含量への影響は異なると考えられた。

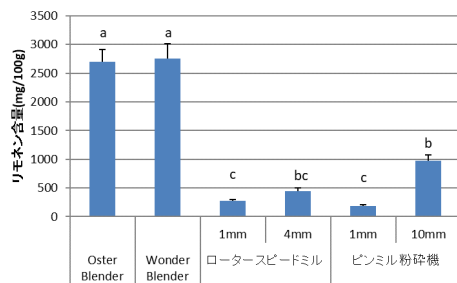


Fig. 3 粉砕機ごとのリモネン含量
異符号間に有意差あり $P < 0.05$ (tukey)

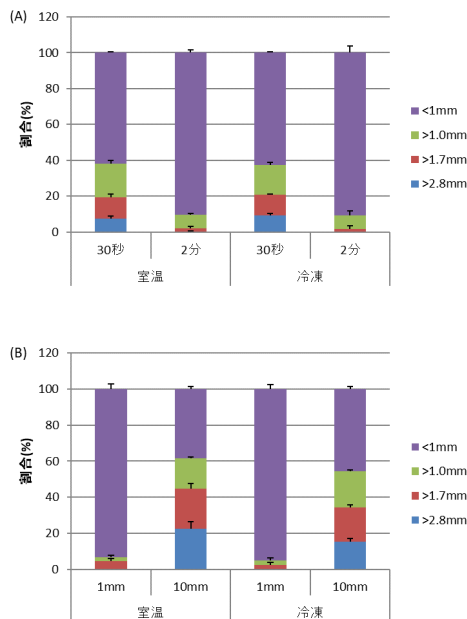


Fig. 4 粉砕機ごとの粉砕粒度の分布
A: B0, B: CP

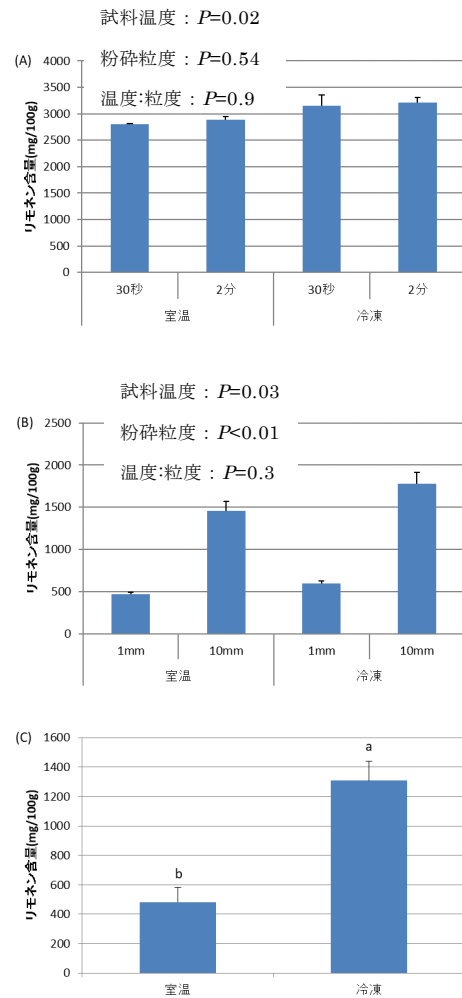


Fig. 5 異なる試料温度と粉砕粒度における
リモネン含量 A: B0, B: CP, C: CR
異符号間に有意差あり $P < 0.05$ (t 検定, C のみ)

3.2 乾燥がリモネンおよびフラボノイド含量に及ぼす影響の検討

16 分の 1 にカットした果皮を乾燥した試験においては、80℃および 60℃のいずれの乾燥でもリモネンの残存率は 80%以上であった。フラボノイドの残存率は 75%以上であり、乾燥温度による明確な差はなかった(Fig6, 7)。カボス搾汁粕では、果皮よりリモネンおよびフラボノイドの残存率の減少は大きく、水分の低下に伴い、リモネンおよびフラボノイド含量が減少する傾向があった(Fig8, 9)。昨年度、破碎したカボス果皮を乾燥させた試験では、リモネン含量は 5%程度まで減少していた。これらのことから、搾汁や破碎などの物理的な要因により、乾燥によるリモネンおよびフラボノイドの減少が大きくなることが示唆された。これらのことから、搾汁粕のリモネンおよびフラボノイド残存率を高めるに

は、水分含量が 10%以上になるように乾燥時間を調整することが必要である示唆された。

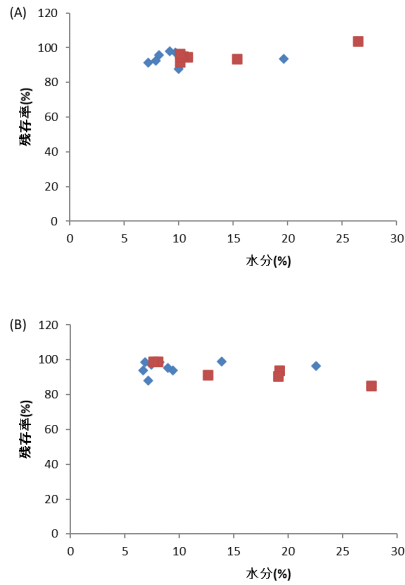


Fig. 6 乾燥カボス果皮の水分含量とリモネン残存率 (A)市販カボス, (B)収穫カボス

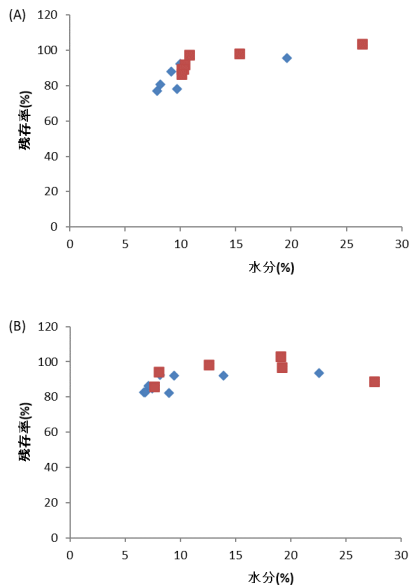


Fig. 7 乾燥カボス果皮の水分含量とフラボノイド残存率 (A)市販カボス, (B)収穫カボス

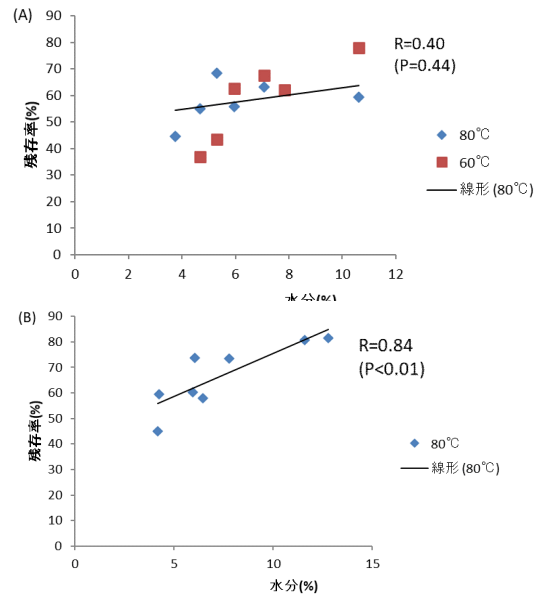
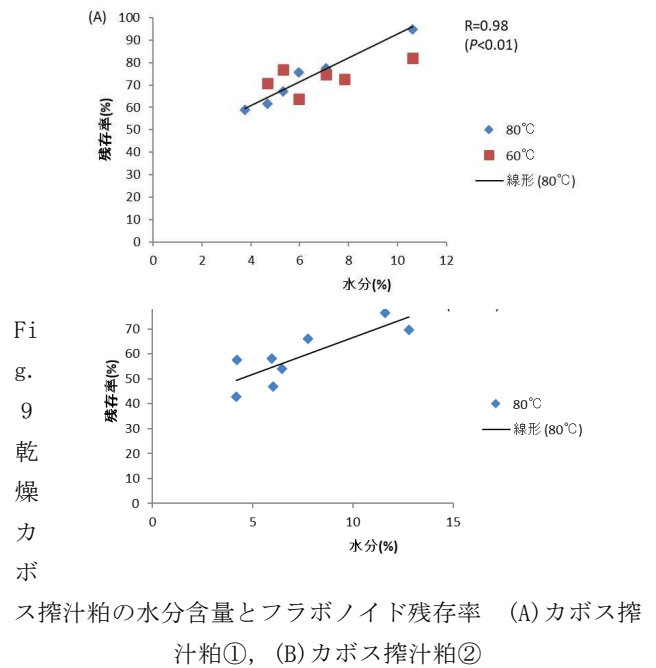


Fig. 8 乾燥カボス搾汁粕の水分含量とリモネン残存率 (A)カボス搾汁粕①, (B)カボス搾汁粕②



Fi
g.
9
乾
燥
カ
ボ
ス

搾汁粕の水分含量とフラボノイド残存率 (A)カボス搾汁粕①, (B)カボス搾汁粕②

30℃～50℃の乾燥温度においては、フラボノイド含量に有意な差が認められた (Fig. 10). 乾燥温度ごとに水分含量も異なり、乾燥温度または水分含量の影響が考えられるが、同じ原料を用いた図 8 (B) のグラフにプロットすると、80℃の水分含量の変化におけるフラボノイド含量と同様の傾向を示した (Fig. 11). このことから、同一原料であれば、フラボノイド含量は水分含量の影響が大きいことが示唆された。リモネン含量には有意な差はなく、50℃以上の温度帯で乾燥することが良いと考えられた。

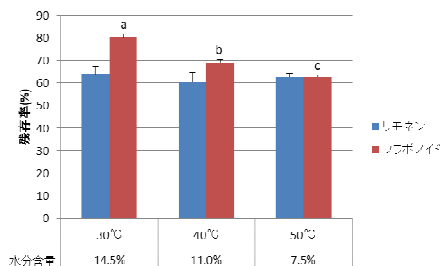


Fig. 10 乾燥温度の影響

異符号間に有意差あり $P < 0.05$ (tukey)

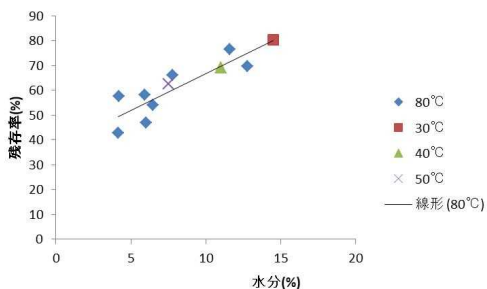


Fig. 11 80°Cにおけるフラボノイド残存率と30°C, 40°C, および50°Cにおけるフラボノイド残存率の関連

搾汁粕の形状の違いを検討した結果、フラボノイド含量は、乾燥時間が短いほうが高く、乾燥時間の短い形状にすることで、フラボノイドの減少を抑制できることが示唆された (Fig. 12). 一方で、リモネン含量に有意な差はなく、形状および乾燥時間など複数の要因が影響していることが示唆された (Fig. 12). リモネンおよびフラボノイド含量の両方を高く維持するためには、包丁でカットした形状のようにリモネンの減少を抑制しつつ、短時間で乾燥できる形状を選択することが良いと考えられた。

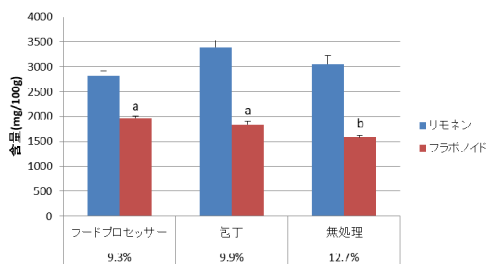


Fig. 12 カボス搾汁粕の形状の影響

異符号間に有意差あり $P < 0.05$ (tukey)

3.3 魚肉のリモネン含量の分析法の検討

GCにより魚肉中のリモネン含量を分析した結果、民間分析機関 (分析方法:GC-MS) の分析結果と同等の分析結果が得られた (データ無).

4. まとめ

バッチ式粉碎機と遠心粉碎機を比較すると、バッチ式粉碎機でリモネン含量は有意に多くなった。また、バッチ式粉碎機では、カボスパウダーの粉碎粒度を小さくしてもリモネン含量に変化はなかった。一方で、遠心粉碎機では、カボスパウダーの粉碎粒度を大きくすることでリモネン含量は有意に多くなった。いずれの粉碎機でも試料の冷却効果は認められた。遠心粉碎機では、粉碎機の種類によって冷却効果は異なることが示唆された。フラボノイドについては、粉碎による影響は認められなかった。

カボス搾汁粕では水分含量の低下に伴い、リモネンおよびフラボノイド含量が低下する傾向があり、水分含量が10%程度以上になるように乾燥することによりリモネンおよびフラボノイド含量を高めることができると考えられた。フラボノイドの乾燥による残存率は、乾燥温度に関わらず、水分含量に影響されることが示唆された。フラボノイドは、乾燥時間が短い方が残存率は高く、リモネンの減少を抑制しつつ、短時間で乾燥できる形状を選択することで、リモネンおよびフラボノイド含量を高めることができると考えられた。

謝辞

資材を提供していただいた各搾汁工場、ならびに本研究に多大なる支援を頂いた農林水産研究指導センター水産研究部に心より御礼申し上げます。

参考文献

- 石原朗子, 牛川務, 吉田節也, 土佐政二, 中澤裕之, 富松利明, Citrus 属に含まれる精油成分に関する研究 (第1報) 高速液体クロマトグラフィーによる陳皮の limonene の分析, 生薬学雑誌 (1992), 46 (2), 125-130.
- 廣瀬正純, 香嶋章子, カボス搾汁残さの有効利用, 大分県産業科学技術センター研究報告書 (2005)
- 深田陽久, 橋口智美, 柏木丈広, 妹尾歩美, 高桑史明, 森岡克司, 沢村正義, 益本俊郎. ユズ果汁添加飼料を給与したブリにおける血合筋の褐変抑制と筋肉中からのユズ香気成分の検出. 日本水産学会誌 (2010), 76 (4), 678-685.