

## 原著論文

### 梢頭部汁を混合して製造した黒糖と茎汁のみで製造した黒糖の比較

前田剛希<sup>1</sup>, 下地 格<sup>1</sup>, 手登根正<sup>2</sup>, 下地浩之<sup>2</sup>, 上地克美<sup>2</sup>, 伊志嶺弘勝<sup>2</sup>,  
砂川正幸<sup>2</sup>, 知念 潤<sup>1</sup>, 出花幸之介<sup>1</sup>, 宮城克浩<sup>3</sup>, 荻 貴之<sup>4</sup>

1 沖縄県農業研究センター

2 沖縄県農業研究センター宮古島支所

3 沖縄県農林水産部農林水産総務課

4 沖縄県工業技術センター

#### 要 約

サトウキビの梢頭部は、ほとんど糖分を含まないために黒糖製造時には原料茎から取り除かれているが、ポリフェノールやミネラル等の有用成分を多く含んでいる。サトウキビ梢頭部を原料に加えることで、ポリフェノールが豊富な黒糖を製造できることが期待される。

そこで、まずサトウキビの梢頭部と茎の搾汁液（梢頭部汁と茎汁）について、ポリフェノールやカリウム等の含量を比較した結果、梢頭部汁には茎汁と比較して、カリウムは約4倍、カルシウムは約5倍、ポリフェノールは約1.6倍多く含まれていた。次いで茎汁と梢頭部汁を混合して製造した梢頭部入り黒糖と、茎汁だけを原料とした従来の黒糖を製造し、色、ミネラル含量、ポリフェノール含量及び組成、抗酸化能を比較した結果、梢頭部入り黒糖は従来の黒糖よりも黒色が強く、カリウムやカルシウム、マグネシウム、およびポリフェノールは増加し、抗酸化能も強くなった。梢頭部入り黒糖には梢頭部由来のポリフェノールであるクロロゲン酸とネオクロロゲン酸が多く含まれていた。

梢頭部汁を原料に混合することで、黒糖のポリフェノール含量を増加、抗酸化能も強くするだけでなく、色調や味も調整できる可能性が示唆された。

キーワード：ポリフェノール、ミネラル

#### 結 言

黒糖は、サトウキビ (*Saccharum spp. hybrid*) の搾汁を煮詰めた甘味原料であり、沖縄や鹿児島では伝統的な砂糖菓子としても食されている。黒糖の製造工程は単純で、概略すると次のとおりである。サトウキビの茎部の搾汁液を、石灰で pH7.5 前後に調整した後、加熱する。沸騰したら浮いてきた灰汁を除去し、搾汁液を煮詰める。搾汁液がショ糖の過飽和状態、いわゆるハイシロップの状態になるまで煮詰めた後、加熱を中止し、ハイシロップを攪拌する。金型などに流し込んで放冷すると、ショ糖の結晶化が進み、固化して黒糖ができあがる。

原料のサトウキビは、収穫時に、葉や梢頭部（第5完全展開葉の着生節部より上部を指す）を取り除き、原料茎として利用される（写真1）。サトウキビ梢頭部（以後梢頭部）は糖分をほとんど含んでいないことから（藤井ら、1982）、黒糖の原料に混入すると単位重量あたりの製糖量、すなわち製糖歩留まりを低下させる原因となるため、製糖原料から取り除く対象となっている。取り除かれた梢頭部は、そのまま畑に鋤込まれるか、苗や家畜の飼料（田中ら、2008）として利用される。一方、梢頭部にはポリフェノール等の有用成分が多く含まれており（前

田、2010）、梢頭部を活用した高付加価値黒糖や機能性素材などの商品開発の展開も期待される。しかしながら、積極的に梢頭部を黒糖原料に加える様な研究は行われていない。

そこで本研究では、まず梢頭部と茎部の搾汁液（以後、梢頭部汁と茎汁）について、ポリフェノールやカリウム等の含量を比較し、両者の成分的な違いを明らかにした。次いで茎汁と梢頭部汁を混合して製造した黒糖（以後、梢頭部入り黒糖）と、茎汁だけを原料とした黒糖（以後、従来の黒糖）を製造し、色や食味、有用成分含量（ミネラル、ポリフェノール）、抗酸化能を比較した。また、黒糖に含まれる



写真1 収穫したサトウキビの梢頭部と茎部（右写真の矢印部分の第5完全展開葉着生節部より上部が梢頭部）

ポリフェノールを分析し、梢頭部が原料に混入することで生じる黒糖のポリフェノール組成の変化を明らかにした。さらに、アンケート調査を行い、梢頭部入り黒糖と従来の黒糖に対する消費者の嗜好性を明らかにした。

## 実験材料および方法

### 1. 梢頭部汁と茎汁の成分比較

#### 1) 材料

沖縄県農業研究センター宮古島支所（土壌：島尻マーヅ）で栽培した夏植え（2008年9月植え）のサトウキビ‘Ni21’を試験に用いた。2009年11月末に収穫したサトウキビは脱葉し、第5完全展開葉の着生節部から上部の「梢頭部」と下部の「茎部」に分けて、モーター駆動式小型圧搾機（3本ロールバナ加压式圧搾機 TM-340（B）、松尾製作所）で搾汁した。搾汁率は、茎 72.2%、梢頭部 48.9%であった。搾汁液は黒糖製造時まで -20℃で冷凍保存した。

#### 2) ミネラルの定量

搾汁液を蒸留水で 50 倍希釈し、0.45 μm メンブレンフィルター（DISMIC-13HP, ADVANTEC）で濾過後、イオンクロマトグラフ装置（ICS1500, Thermo Fisher SCIENTIFIC）でカリウムとマグネシウム、カルシウム、ナトリウムの含量を分析した。分析条件：カラム；Dionex IonPac CS12A（250 mm × 4.0 mm I.D., Thermo Fisher SCIENTIFIC）、移動相；20 mmol/L メタンスルホン酸、流量；1.0 mL/min、検出器；電気伝導度計（サブレッサ使用）。

#### 3) 糖分の定量

搾汁液に等量のエタノールを添加後、蒸留水で 5 倍希釈し、0.45 μm メンブレンフィルターで濾過、HPLC（LC-6A, 島津製作所）でショ糖とブドウ糖、果糖の含量を分析した。分析条件：カラム；Asahi-pack NH2P-50（250 mm × 4.6 mm I.D., 島津製作所）、移動相；75% アセトニトリル、流量；1.0 mL/min、カラム温度；40℃、検出器；示差屈折計。

#### 4) ポリフェノールの定量

搾汁液を蒸留水で 40 倍希釈して、フォーリン・チオカルテ法（須田ら、2005）で分析し、クロロゲン酸相当量として算出した。

#### 5) 可溶性固形分（Brix）と純糖率

Brix は Brix 計（PAL-J, ATAGO）で測定し、純糖率を次式により算出した。

純糖率（%）= 糖分 \* の合計 / Brix × 100

\* 糖分析で算出したショ糖と果糖、ブドウ糖の合計

### 2. 梢頭部入り黒糖と従来の黒糖の品質比較

#### 1) 黒糖の製造と試料溶液の調製

従来の黒糖は、茎汁（純糖率 95.2%）で製造した。梢頭部入り黒糖は、茎汁に梢頭部汁を 15%（純糖率 92.8%）、30%（純糖率 89.7%）混合した搾汁液で製造した。コールドライミング法（中田ら、1964）で清浄化したそれぞれの搾汁液 1.8 L をステンレス製深底鍋に移し、水酸化カルシウムで pH7.4 に調整後、加熱して生成した凝固物を調理用丸カス揚げで除去、清澄汁を調製した。清澄汁を常圧下で加熱濃縮し、液温が 125 ~ 130℃に達し、黒糖臭が発生した時点で加熱を止め、濃縮液（以後ハイシロップ）をステンレス製ボールに移して木製のへらで攪拌後、ステンレス製バットに流し込んで放冷固化させた。製造した黒糖を乳鉢で粉碎し、黒糖粉末 1 g を 10 mL の蒸留水に溶かしたものを試料溶液とした。

#### 2) 黒糖の品質評価

##### (1) 褐色度

松井（1987）の方法を一部改変して褐色度を測定した。試料溶液を蒸留水で 10 倍希釈して 3000rpm、15 分間遠心分離した。上清の 470 nm の吸光度を分光光度計（UV-160A, 島津製作所）で測定した。

##### (2) ミネラル含量

試料溶液を蒸留水で 50 倍希釈して、1 に示した方法で分析した。

##### (3) ポリフェノール含量

試料溶液を蒸留水で 40 倍希釈して、1 に示した方法で分析した。

##### (4) DPPH ラジカル消去能

マイクロプレートリーダー法（沖ら、2001）で測定し、トロロックス相当量として算出した。

##### (5) ポリフェノールの同定

ポリフェノール組成を LC/MS（HPLC：Alliance 2695, MS：Quattro micro API, 日本ウォーターズ）で分析した。分析条件：(LC 条件) カラム；ODS-AQ（150 mm × 4.6 mm I.D., YMC）、移動相；0 min 0.1% ギ酸 → 30min 50% アセトニトリル、1% ギ酸、流速；0.34 mL/min、検出波長；330nm、(MS 条件) ESI-MS、ネガティブモード、コーン電圧 40V。

### 3. 梢頭部入り黒糖の市場性

従来の黒糖と梢頭部汁を 15% 混合して製造した梢頭部入り黒糖を、アンケート調査に用いた。2010年12月18日に、沖縄県農業研究センター（沖縄県糸満市）一般公開デー来場者を対象にして、無記名アンケートを実施した。年齢と性別、黒糖の摂食頻度（よく食べる、時々食べる、めったに食べない、食べたことがない、の4段階から選択）を記入後に従来の黒糖と梢頭部入り黒糖の試食を行い、①色の好み、②香り、③甘さ、④苦さ、⑤塩辛さの5項目について多項目選択式で回答を得た。また、どちらの黒糖を好むかについて、二項目選択式で回答を得

表1 サトウキビの梢頭部汁と茎汁の成分比較

	茎汁	梢頭部汁
pH	5.6	5.2
Brix (%)	18.4	4.7
純糖率 (%) 注)	95.2	39.5
糖 (g/100 mL)		
ショ糖	17.3	0.8
ブドウ糖	0.1	0.5
果糖	0.1	0.5
ミネラル (mg/100 mL)		
Na	13.9	28.9
K	140.7	547.8
Ca	20.5	92.5
Mg	29.6	49.1
総ポリフェノール (クロロゲン酸相当量 mg/100 mL)	115.6	187.6

注) 純糖率 = 糖分の合計 / Brix × 100

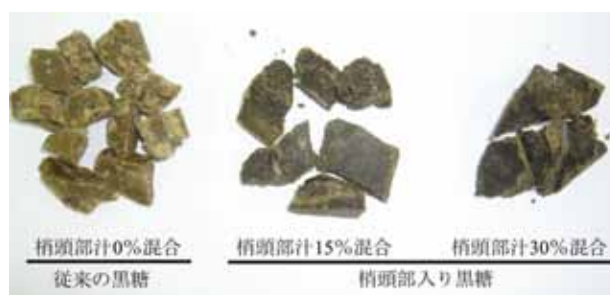


写真2 従来の黒糖と梢頭部入り黒糖の外観の比較

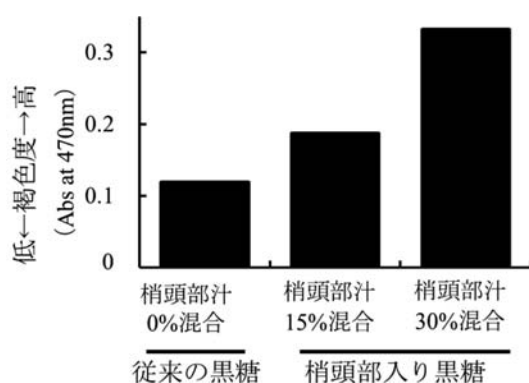


図1 従来の黒糖と梢頭部入り黒糖の褐色度の比較

ナトリウムは約2倍、ポリフェノールは約1.6倍多く含まれていた。

## 2. 梢頭部入り黒糖と従来の黒糖の品質比較

梢頭部汁を原料の蔗汁に加えることで、黒糖中の有用成分増加が期待される一方、純糖率は低下するため、黒糖製造が困難になる事が懸念された。そこでまず、梢頭部汁混合による黒糖製造への影響を確認した。2009年11月に収穫した春植えのサトウキビ8品種各12茎の梢頭部と茎部を搾汁し、梢頭部を含めた1茎あたりの蔗汁に占める両者の割合を調査した結果、梢頭部汁14.6%、茎汁85.4%であったことから、梢頭部汁を15%混合した蔗汁を調製して梢頭部入り黒糖を製造したところ、通常の黒糖と同様に製造可能であった。さらに梢頭部汁の混合率を30%に増やした黒糖も製造したが、同様に黒糖は製造可能であった(写真2)。

製造した黒糖の褐色度は、梢頭部汁の混合量に依存して高くなり、色調は黒くなった(図1, 写真2)。カリウムやカルシウム、マグネシウムとポリフェノールは増加し、DPPHラジカル消去能も強くなった(表2)。

ポリフェノール組成をLC/MSで分析した結果、梢頭部汁入り黒糖には、従来の黒糖からは検出されない2種類の特徴的なピークが検出され、混合した梢頭部汁の量に依存してピーク強度も高くなった。

## 結 果

### 1. 梢頭部汁と茎汁の成分比較

梢頭部汁は茎汁と比較してBrixが顕著に低だけでなく、純糖率も低い値を示した(表1)。梢頭部汁には茎汁の約1/22しかショ糖が含まれていなかったが、カリウムは約4倍、カルシウムは約5倍、

表2 従来の黒糖と梢頭部入り黒糖のミネラルとポリフェノール含量、DPPHラジカル消去能

	梢頭部汁の混合率	ミネラル (mg/g)				ポリフェノール (mg/g)	DPPHラジカル消去能 (μmol-trolox eq./g)
		Na	K	Mg	Ca		
従来の黒糖	0%	1.1	7.9	1.0	1.7	7.6	7.7
梢頭部入り黒糖	15%	0.9	11.9	1.3	2.7	8.7	8.6
	30%	1.3	16.6	1.7	4.0	10.4	14.3

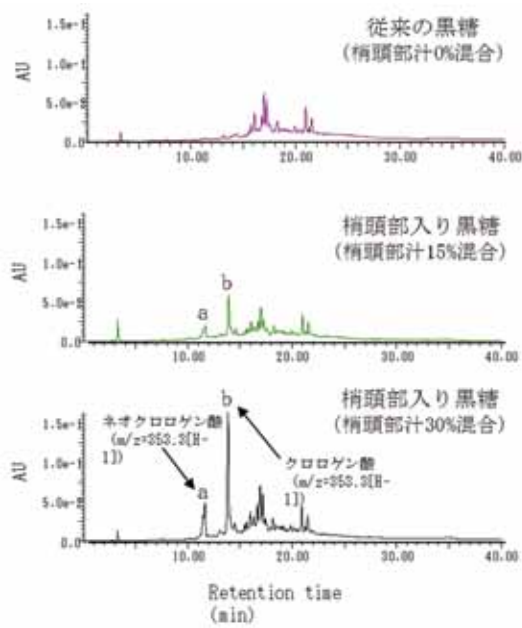


図2 梢頭部入り黒糖のHPLCクロマトグラム (UV at 330nm)

標品と、溶出時間及びUVスペクトル、MSスペクトルを比較した結果、ピークaはネオクロロゲン酸 ( $m/z=353.3 [M-H]^-$ )、ピークbはクロロゲン酸 ( $m/z=353.3 [M-H]^-$ ) と同定した (図2)。

### 3. 梢頭部入り黒糖の市場性

アンケート対象者のうち、梢頭部入り黒糖を好む人は54%、従来の黒糖を好む人は46%であり、両黒糖の好みに有意差は無かった (図3)。男女別でも黒糖に対する好みに明確な差は認められなかった。減多に黒糖を食べないと回答した人については、梢頭部入り黒糖を好む人の割合が多かった (図4)。香りの強さや甘さについては従来の黒糖と梢頭部入り黒糖に顕著な差は見られなかったが、苦さと塩辛さについては、梢頭部入り黒糖の方が強く感じると回答する人が有意に多かった (2点識別法の直接法、有意水準 0.001) (表3)。両黒糖の苦さや塩辛さを異なると認識した人では、両黒糖の好みはほぼ半数に

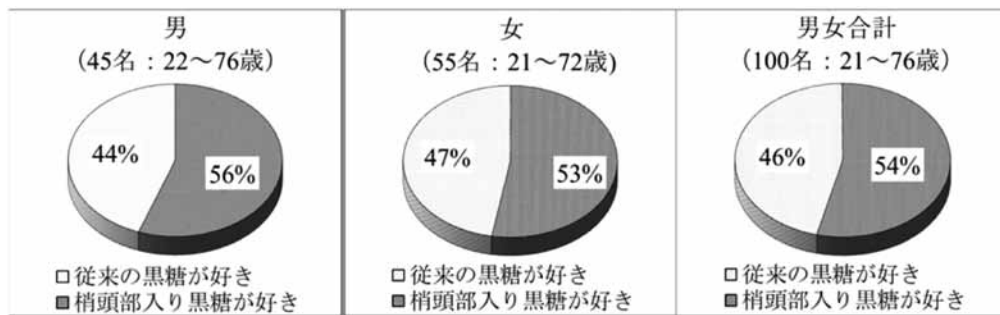


図3 従来の黒糖と梢頭部入り黒糖に対する好み (性別による分類)

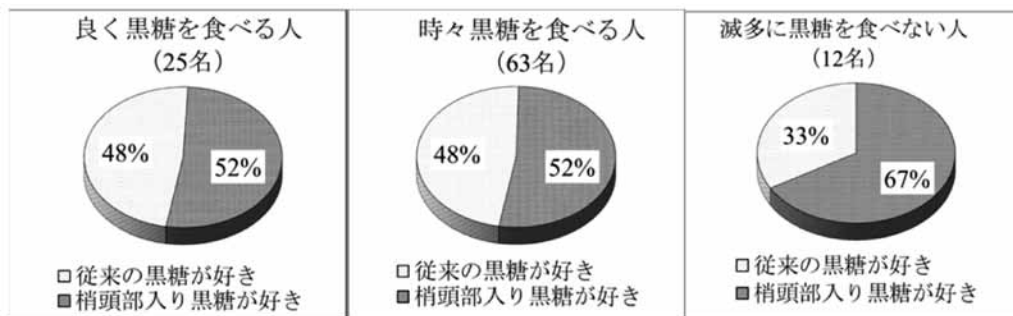


図4 従来の黒糖と梢頭部入り黒糖に対する好み (黒糖の摂食頻度による分類)

表3 従来の黒糖と梢頭部入り黒糖の香りの強さ、味、色の好みの比較

	回答者の割合(%)			両者の差を認識した人の割合 (%)
	従来の黒糖が強い (良い)	どちらも同じ	梢頭部入り黒糖が強い (良い)	
香り	39	20	41	80
甘さ	38	12	50	88
苦さ	21	26	53	74
塩辛さ	11	47	42	53
色の好み	41	6	53	94

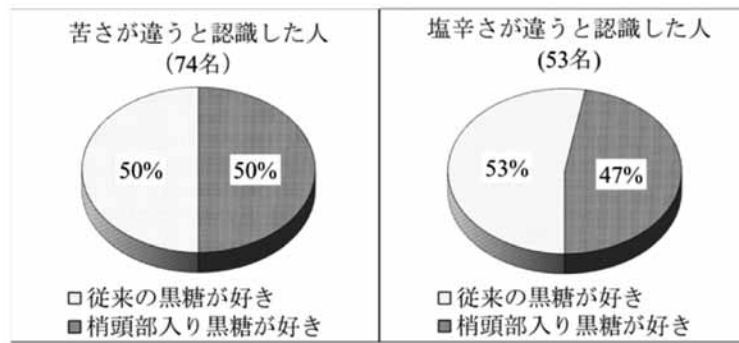


図5 従来黒糖と梢頭部入り黒糖に対する好み  
(苦さや塩辛さを異なると認識した人による分類)

分かれた (図5)。また、梢頭部入り黒糖の方が従来の黒糖と比べて色は黒いが、黒糖の色の好みについても意見がほぼ2分した (表3)。

## 考 察

梢頭部は糖分が少ないために、製糖原料として扱われることは無い。しかしながら、梢頭部汁にはポリフェノールやカリウム等の有用成分が茎汁の数倍含まれていたことから、機能性素材としては有望と考えられた。梢頭部の成長点付近には、100gあたりに茎内部の22倍、表皮の36倍に相当する高濃度のポリフェノールが含まれている (前田ら, 2010)。梢頭部汁のポリフェノールは、成長点付近由来のポリフェノールであることが推察された。

梢頭部汁を原料の蔗汁に15～30%の割合で混合しても、黒糖は製造可能であった。梢頭部汁を加えることで蔗汁の純糖率は低下するが、Brix5%未満の梢頭部汁を茎汁に30%の割合で混合しても、純糖率は約5%低下しただけで、純糖率は90%近い値を維持していたために、黒糖の製造にはほとんど影響しなかったと推察された。黒糖は蔗汁の純糖率が85%あれば製造可能であり (前田ら, 2015)、登熟期の純糖率が90%近いサトウキビを原料に用いれば、梢頭部入り黒糖は製造可能と推察された。

黒糖には、抗酸化作用を有するフェノール性化合物が多く含まれている (高良ら, 2000, Takara et al., 2002, 荻ら, 2008)。梢頭部汁が原料に加わることで、黒糖のポリフェノール含量は更に増加し、茎汁のみで製造される従来の黒糖からは、ほとんど検出されないクロロゲン酸とネオクロロゲン酸が多く検出された。クロロゲン酸は、コーヒーなどに多く含まれ、抗酸化能 (村山ら, 1998) や抗炎症作用 (Hwang SJ et al., 2014) 等が報告されているポリフェノールである。著者らは、梢頭部の成長点付近にクロロゲン酸とネオクロロゲン酸が豊富に含まれていることを

明らかにしている (前田ら, 2010)。梢頭部入り黒糖中のクロロゲン酸とネオクロロゲン酸のピーク強度は、原料に混合した梢頭部汁の割合に依存して高くなった。従って、原料に梢頭部を加えることで、梢頭部に含まれるクロロゲン酸類が黒糖中に移行し、DPPHラジカル消去能も増加したものと推察された。

原料汁に梢頭部汁を混合すると、黒糖のポリフェノール含量が増加するだけでなく、黒糖の色が黒くなることも明らかになった。梢頭部汁を30%混合した梢頭部入り黒糖では、コーヒー様の黒色を呈した。コーヒーの褐色色素の一部は、コーヒー豆の焙煎中に、ショ糖の熱分解中間物とクロロゲン酸を前駆体とする非酵素的褐変反応によって生成され (中林ら, 1975, 1984)、クロロゲン酸を多く含むゴボウ、ヨモギの根でも、コーヒー豆同様に焙煎することで褐変色素が生成される (中林ら, 1977)。コーヒー豆の焙煎は200℃付近で行われ、褐色色素の生成は200℃以上で活発になる (中林, 1975)。黒糖製造では、蔗汁を130℃前後に加熱濃縮するが、加熱容器と熱源が接触する部分では局所的に200℃近い高温になっていることが予想される。梢頭部入り黒糖でも、製造時に加熱容器内の局所的に高温になっている部分でクロロゲン酸とショ糖が反応して褐色色素が生成され、クロロゲン酸が少ない従来の黒糖と比較して黒くなった可能性が示唆された。

梢頭部入り黒糖の味について、従来の黒糖よりも苦さと塩辛さを強く感じると回答する人が有意に多かった。梢頭部汁を原料汁に混合しても、黒糖中のナトリウムの含量に大きな増加は認められないことから、塩辛く感じる原因はナトリウムによるものではないと推察される。一方、梢頭部入り黒糖では従来の黒糖と比較して、カリウムやマグネシウム、カルシウムの顕著な増加が認められた。食塩代替品として知られる塩化カリウムは塩辛味と同時に特有の強い苦みを有し、同じカリウム塩でもクエン酸二カリウムは塩辛味が弱く酸味は強い等、カリウムは塩



の種類によって味が異なる(芳賀ら, 1984)。また, 秋永ら(1996)は黒糖中の磷酸とカルシウムが増えると, 黒糖はおいしくなくなり, 辛くなり, マグネシウムが増えるとおいしくなる, と報告している。カリウムやカルシウム, マグネシウムの増加によって, 梢頭部入り黒糖では, 従来の黒糖よりも複雑な味を呈するようになっていることが示唆された。また, 梢頭部入り黒糖では, ミネラルだけでなくポリフェノール含量も増加した。チョコレートでは, ポリフェノールの量と苦味, 酸味, 渋味が相関を示すことが報告されている(葛西ら, 2007)。梢頭部に多く含まれるクロロゲン酸類は, ナスなどの渋味の原因物質でもあることから(黒澤, 1986), 梢頭部入り黒糖の苦みの一部は, 梢頭部汁由来のポリフェノール, 特にクロロゲン酸の寄与によるものであることが推察された。

アンケートの結果では, 梢頭部入り黒糖と従来の黒糖の両者の味の違いを認識した上で, 梢頭部入り黒糖を好む人が半数いた。黒糖の食経験が少ない人では梢頭部入り黒糖を好むと回答する人が過半数いた。また, 黒糖の色の好みについても, 意見がほぼ二分した。梢頭部入り黒糖は, 従来の黒糖と比較して苦さや塩辛さを強く感じるなど複雑な味を呈し, 色も黒いという特徴は有している。これらの特性は, 従来の黒糖と同様に消費者に受け入れられるものと考えられる。食品の色・味に対する好みは人によって様々であり, 梢頭部を原料に混合することで, 黒糖の色や味のバリエーションを広げることも可能であろう。香りの強さについては, 従来の黒糖と梢頭部入り黒糖に差異は見られなかったが, 香りの質については詳細に検討する必要がある。

以上の結果より, 梢頭部汁が原料に含まれていても, 黒糖製造は可能であることが明らかになった。梢頭部入り黒糖は, 従来の黒糖よりもカリウムやカルシウム, マグネシウム, ポリフェノールが多く, 抗酸化能も強い事が明らかになった。また, 梢頭部入り黒糖には梢頭部由来のクロロゲン酸, ネオクロロゲン酸が多く含まれていることが明らかになった。梢頭部汁を原料に混合することで, 黒糖の色調と味が変化したことから, 黒糖の機能性付加だけでなく, 品質の調整も可能であることが示唆された。

## 謝 辞

本研究は, 独立行政法人科学技術振興機構(JST)の2009年度地域イノベーション創出総合支援事業地域ニーズ即応型「梢頭部を活用した新しい黒糖の開発および原料サトウキビの周年収穫技術の開発」

で実施した。本研究の遂行にあたり, 沖縄県農業研究センターの農業システム開発班と宮古島支所作物園芸班の皆様, 元財団法人日本食品分析センターの山口昭弘氏(現酪農学園大学)と里山俊哉氏(現株式会社久原本家)には甚大なご協力とご助言を頂きました。心より感謝いたします。

## 引用文献

- 秋永孝義, 野瀬昭博, 岡留博司, 國府田佳弘(1996), 黒糖の品質に関する基礎的研究(第2報) 黒糖の品質と無機成分の関係, 農業機械学会誌, 58, 11~17.
- 藤井聡, 岸原士郎, 山口禎, 河本正彦(1982), サトウキビ梢頭部の成分, 熱帯農業, 25, 157~159.
- 芳賀文子, 小峰洋美, 近藤栄昭, 鍛野信子(1984), 官能テストによるカリウム塩の調味効果の検討, 栄養学雑誌, 42, 225~234.
- Hwang SJ, Kim YW, Park Y, Lee HJ(2014), Anti-inflammatory effects of chlorogenic acid in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 cells, *Inflamm Res.*, 63(1), 81~90.
- 葛西真知子・石川由花・酒巻旦子・奥山知子・芦屋浩明・上脇達也・飯田文子(2007), カカオ豆産地とチョコレートのおいしさとの関係, 食科工, 54, 332~338.
- 黒澤祝子(1986), ナスの渋味におよぼす食用油の影響, 調理科学, 119~124.
- 前田剛希・広瀬直人・津志田藤二郎(2010), サトウキビの抗酸化能および抗酸化成分の同定, 沖縄県農業研究センター研究報告, 4, 52~57.
- 前田剛希・下地格・手登根正・下地浩之・上地克美・伊志嶺弘勝・砂川正幸・知念潤・出花幸之介・宮城克浩・荻貴之(2015), 黒糖の周年製造に向けたサトウキビ収穫時期と蔗汁品質からみた黒糖固化条件の検討, 沖縄県農業研究センター研究報告, 9, 26~33.
- 松井年行(1987), 和三盆糖のモデル系における褐変の統計的解析, 日本農芸化学誌, 61, 29~35.
- 村山徹・小堀真珠子・新本洋士・津志田藤二郎(1998), 食用ギクの抗酸化性の評価及びその成分の同定, 園芸学会誌, 67別2, p158.
- 中林敏郎, コーヒーの品質に関する化学的研究(第1報) 焙煎による褐色色素の生成と変化(1975), 日食工誌, 22, 507~512.
- 中林敏郎, コーヒーの品質に関する化学的研究(第3報) 焙煎中のクロロゲン酸類の質的および量的変化(1975), 日食工誌, 22, 549~553.
- 中林敏郎, 渡辺千賀子(1975), コーヒーの品質に関する化学的研究(第4報) 焙煎によるクロロゲン酸より褐色色素の形成, 日食工誌, 24, 124~129.
- 中林敏郎(1984), 改良モデル焙煎法によるコーヒー褐色色素形成の初期段階の検討, 日食工誌, 31, 421~

- 422.
- 中田栄太郎・前田直彦・谷口修・酒井一幸 (1964), 黒糖製造法, シュガーハンドブック (浜口栄二郎・桜井芳人監修), 朝倉書店, p.106 ~ 118.
- 荻貴之・前田剛希 (2008), 沖縄産黒糖におけるフラボン配糖体, 沖縄県工技セ研究報告, 第 10 号, 7 ~ 11.
- 沖智之・増田真美・古田収・西場洋一・須田郁夫 (2001), 紫サツマイモを原材料としたチップスのラジカル消去活性, 食科工, 48, 926 ~ 932.
- 須田郁夫, 沖智之・西場洋一・増田真美・小林美緒・永井沙樹・比屋根理恵・宮重俊一 (2005), 沖縄県産果実類・野菜類のポリフェノール含量とラジカル消去活性, 食科工, 52, 462 ~ 471.
- 高良健作, 金城聡子, 松井大吾, 和田浩二, 仲宗根洋子, 与儀誠一 (2000), 黒糖の非ショ糖画分におけるフェノール性抗酸化物, 日本農芸化学誌, 74, 885 ~ 890.
- Takara, K., Matsui, D., Wada, K., Ichiba, T. and Nakasone, Y., (2002), New antioxidative phenolic glycosides isolated from Kokuto non-centrifuged cane sugar, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 66, 29 ~ 35.
- 田中正仁・鈴木知之・神谷充・服部育男・神谷祐子・塩谷繁 (2008), さとうきび梢頭部の飼料化技術の確立, 九州沖縄農業研究センター研究資料, 第 93 号, 81 ~ 84.

## Comparison between non-centrifugal brown sugar (*Kokuto*) manufactured using cane juice alone and that manufactured using cane juice with cane top juice.

Goki MAEDA<sup>1</sup>, Itaru SHIMOJI<sup>1</sup>, Tadashi TEDOKON<sup>2</sup>, Hiroyuki SHIMOJI<sup>2</sup>,  
 Katsumi UECHI<sup>2</sup>, Hirokatsu ISHIMINE<sup>2</sup>, Masayuki SUNAGAWA<sup>2</sup>, Jun CHINEN<sup>1</sup>,  
 Konosuke DEGI<sup>1</sup>, Katsuhiko MIYAGI<sup>3</sup> and Takayuki OGI<sup>4</sup>

1 Okinawa Prefectural Agricultural Research Center

2 Okinawa Prefectural Agricultural Research Center Miyakojima Branch

3 Okinawa Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Department, Agriculture,  
 Forestry and Fisheries General Affairs Section

4 Okinawa Industrial Technology Center

### Abstract

The green leafy top region of sugarcane contains polyphenols and minerals. However, this region is not commonly used in sugar manufacturing because of its low sugar content. In this study, we aimed to develop non-centrifugal brown sugar (*Kokuto*) prepared using a mixed juice of the top and stem regions of sugarcane.

We compared the polyphenol, potassium, and sugar levels in the sugarcane top juice and stem juice. We prepared *Kokuto* using a mixture of the top juice and stem juice, and using stem juice alone. Next, we compared the color, mineral and polyphenol content, and antioxidant capacity of the two types of brown sugar.

*Kokuto* containing the sugarcane top juice had a deeper black color than that prepared using sugarcane stem juice alone. In addition, the *Kokuto* containing the sugarcane top juice had higher potassium and polyphenol levels, and stronger antioxidant ability than that prepared using sugarcane stem juice alone. *Kokuto* prepared by mixing sugarcane top juice also contained a large amount of chlorogenic acid and neochlorogenic acid, which are polyphenols derived from cane tops. These findings suggest that sugarcane top juice acts as a good source of minerals and polyphenols for the preparation of *Kokuto*.

Keywords: Polyphenol, mineral