

沖縄産の黒糖シロップに関する研究

Physicochemical Properties of the Syrup from *Kokuto* Processed by Non-centrifugal Cane Sugar Factories in Okinawa

金城須美子* 仲宗根洋子** 田原美和*

(Sumiko Kinjo)

(Yoko Nakasone)

(Miwa Tahara)

A process of extracting the harshness from *kokuto* syrup by using a 2% concentrate of egg white was conducted to produce an improved quality syrup. A comparison was made between the physicochemical properties of samples of unprocessed *kokuto* syrup and those that had been subjected to the harshness extraction process. The harshness extraction process increased the *Lab* values of the *kokuto* sugar solution, resulting in syrup with good quality that was light in color. The processed syrup samples also retained minor mineral components such as Fe and Zn. In a related test, the mineral composition of the processed syrup samples was found to be similar to that of the original *kokuto*. The results of a taste test showed that the processed syrup samples, with one exception, were smooth and without any bitterness. The processed syrup samples also performed well in an overall preference test. These results indicate that the harshness extraction process using egg white was an effective method for producing good quality *kokuto* syrup.

キーワード：沖縄産黒糖 non-centrifugal cane sugar processed in Okinawa；黒糖シロップ *kokuto* syrup；アク引き harshness extraction；理化学的特性 physicochemical properties；無機成分 mineral；官能評価 sensory evaluation

黒糖は沖縄の特産物であり伝統食品としてその活用が望まれている。有用な無機成分¹⁾や抗酸化物質^{2~4)}が含まれており栄養学的にも注目されている。

黒糖の主な成分はショ糖でありエネルギー源として重要だが、黒糖は、サトウキビの搾汁に含まれる天然の栄養分がそのまま凝縮されていることから含蜜糖とも呼ばれ、特に日本人に不足しがちな鉄や亜鉛などの微量栄養成分が含まれているのが特徴である。しかし、その利用は茶請けや地漬け(越瓜, 大根, 苦瓜の黒糖漬)などの伝統的な用途および菓子類に限られており県内の消費量⁵⁾は意外に少ないので、今後は県産黒糖の消費拡大をはかる必要がある。その有効利用の一つとして黒蜜に着目したが、従来の作り方は経験や慣習による場合が多いため、科学的な解明による品質の向上が望まれる。

そこで筆者らは、沖縄産黒糖を用いて黒糖シロップの製品化を目指し研究をすすめてきた^{5,6)}。これまで県産黒糖7種類を用いて黒糖シロップの調製および成分分析の予備実験を行った結果、ショ糖以外にも成分は生産地により異なり、シロップ調製や食味特性にも影響することが分かった。また、原料黒糖をそのまま溶かして用いると、シロップが濁り沈殿物を生じるなどシロップの品質と嗜好性の低下に関わるなどの基礎資料を得た。したがって、良質のシロップ調製には、なんらかのアク引き処理が必要であるが、一方では、アク引き処理によって黒糖本来の成分特性と風味を損ねてはならず、シロップ調製には問題点も多い。

本報告では、沖縄県内の生産地別黒糖を用いて手軽で多様な活用が可能な黒糖シロップの調製を試み、その一手段として卵白を用いるアク引き処理⁷⁾の有効性について検討した。すなわちアク引きに適した糖液濃度と卵白の添加量、糖液の色調の変化、加熱濃縮温度とシロップ糖濃度との関係、シロップおよび残渣物の無機成分等の分析を行い、良質なシロップの製法を確

* 琉球大学教育学部
(Faculty of Education, University of the Ryukyus, Nishihara, Okinawa 903-0213)

** 琉球大学農学部
(Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus)

立することを目的とした。

実験方法

1. 試料

1999年1~2月に沖縄県内の7地域にある含蜜糖工場（伊平屋、粟国、多良間、西表、小浜、波照間、与那国）で製造したカチワリ状の黒糖を試料とした。以下、それぞれの含蜜糖工場から得た各試料をE, A, T, R, K, H, Yとする。試料は直接、工場から入手後、冷凍保存（-18℃）し、実験に供した。

2. アク引き処理糖液およびシロップの調製

図1に示すように、黒糖試料250gに純水を加えて1kgとし完全溶解後、ステンレス製深型鍋に入れ、室温にて卵白を混合し、攪拌しつつ加熱を行い、沸騰直後に攪拌を止め、火力を減じて101~102℃に2分間保持した後、直ちに試験ふるい150 μ m, 32 μ mを用いて濾過し、さらにリードペーパーを用いて糖液と残渣とに分離した。ろ液の糖液は、再び鍋に入れ煮詰めて68~70%糖濃度のシロップに調製した。この糖濃度では保存性がよく、冷蔵保存によってもショ糖の結晶化が起こりにくい。なお、71%以上になると長期冷蔵保存ではショ糖の結晶が生じた。

3. 測定方法

1) 色調

測色色差計（日本電色ND-300A型）を使用し、黒糖試料は反射法、糖液およびシロップは透過法によ

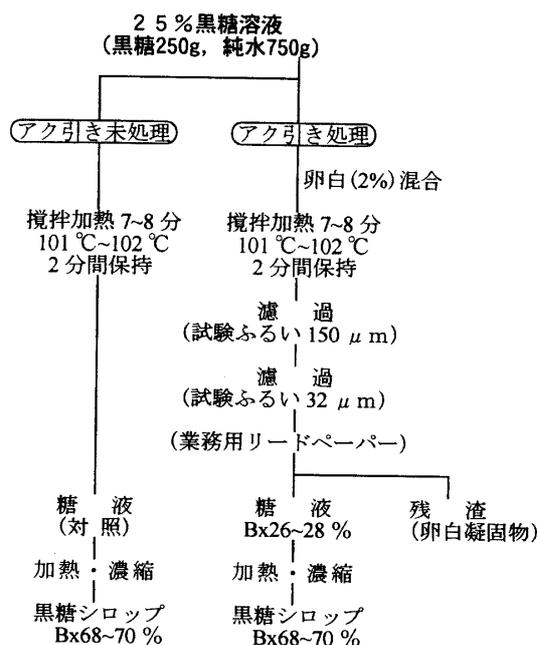


図1. 黒糖シロップの調製

て測定した。

2) 無機成分の定量

糖液または残渣を硝酸一過塩素酸による湿式灰化後、0.1規定塩酸溶液で溶解し、カリウムは島津AA-6700F型、カルシウム、マグネシウムおよび亜鉛は日立Z-6100型の原子吸光光度計によってそれぞれ定量した。鉄はオルトフェナントロリンによる比色法によって定量を行った。

3) 糖濃度 (Brix) の測定には、デジタル糖度計 (アタゴPR-101およびPR-301) を使用した。

4) シロップの粘性測定は、回転式粘度計 (東京計器BL型) およびスパイラル粘度計 (マルコムPM-2C) を使用した。

4. 官能検査

検査に供する各試料のシロップは図1に示したように調製した。アク引き未処理に対するアク引き処理シロップの二点比較法⁸⁾により官能検査を行った。評価項目は、苦みの強さ、アクの強さ、なめらかさ、香りの強さ、および総合的な好みとした。パネルは本学教育学部家政教育および生涯健康教育コースの1~3年生、22~40名である。

結果および考察

1. 黒糖試料の色調

カチワリ状の黒糖は、フードプロセッサーで粉碎しボール型こし網でふるった後、乳鉢で粉末にした。これを試料として、その表面のハンター表色のLab値を測定した(表1)。L値の高い試料R, H, Eは、ab値ともに近似して淡黄色の色相を呈し、試料T, AはL値が低く、やや赤みのある色相を示した。これらの値は、含蜜糖のLab値(L: 30~60, a: 3~8, b: 12~20)の範囲に対応している⁹⁾。このように供試試料の色調は一樣ではなく、サトウキビ原料中のミネラルや色素類が製糖工程のpHや濃度の影響を受けて生ずるために、試料(産地)によって微妙な差異を示したと思わ

表1. 産地別黒糖の色調

試料	L	a	b	ΔE
白糖	99.42	-0.81	2.03	0.00
R	53.29	2.55	17.13	48.65
K	48.17	3.78	16.36	53.42
H	53.77	2.59	17.12	48.20
Y	51.18	2.75	16.51	50.50
T	38.43	4.26	14.59	62.47
E	53.69	2.66	17.15	48.29
A	38.04	4.60	14.11	62.79

沖縄産の黒糖シロップに関する研究

れる。

2. アク引き処理における糖液と卵白濃度

1) 糖液濃度と卵白添加量

予備実験によってアク引きに適切な糖液濃度および卵白の添加量について検討した。糖液濃度を45%、30%、25%に設定し、アク引き処理を行ったが25%以上では濾過ができないため以後の糖液調製は25%とした。また、卵白の添加量(糖液に対する割合)を1%、2%、3%で試みたが、卵白1%では柔らかな凝固で濾過に時間を要し、糖液との分別が困難であった。これはシヨ糖濃度が高いときには卵白が柔らかな弱いゲル¹⁰⁾になるためと思われる。卵白2%および3%の添加では、凝固の状態に差はなく糖液の濾過は容易であった。

2) 卵白添加濃度による糖液の色調の変化

25% 黒糖溶液のアク引き処理および未処理の糖液を図1に準じて調製し、各試料について卵白0%、1%、2%、3%添加による糖液の明度(L値)の変化を検討した結果(図2)、アク引き未処理(0%)の糖液では、明度は3~20の範囲にあって、試料(産地)によってかなり差がみられた。特に試料AのL値が低いのは、黒糖の製法が他の試料と異なり直火型製糖法であることによるかと思われる。アク引き処理糖液の明度は、卵白1%の添加でもL値が著しく高くなりその効果が示唆された。ただし試料Rは例外的である。卵白2%と3%添加のL値の変化をみると、試料H、R、Y、

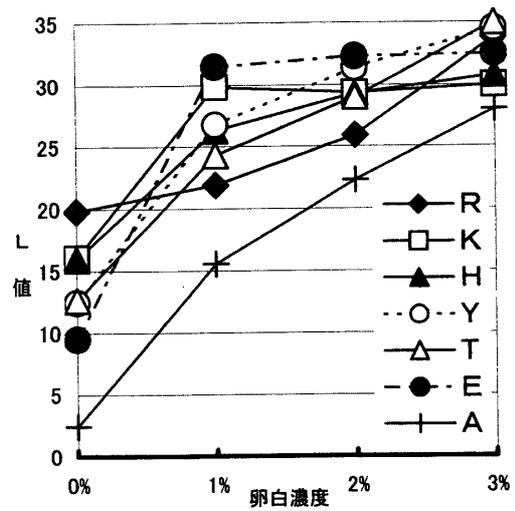


図2. アク引き処理による糖液の明度(L値)の変化

T、Aでは卵白添加濃度が増すにつれL値が高くなったが、試料K、Eでは2%と3%の差はみられなかった。最もL値の低かった試料Aは卵白濃度が増すにつれ明度が高くなった。これらの現象は試料中の夾雑物やアク成分が卵白に吸着され残渣物として除去されたことによるものと考えられ、少量の卵白添加で透明度が増しアク引きの効果が認められた。

3. アク引き処理による無機成分の挙動

アク引き処理によって、黒糖の微量栄養成分がどの程度卵白に吸着されアクとして除去されるのか、糖液

表2. 無機成分の卵白への吸着

試料	黒糖溶液*に対する卵白の割合(%)	残渣(g)	無機成分(mg)				
			Fe	Ca	Mg	K	Zn
R	2%	24.6	1.50	32.00	11.30	85.40	0.18
	3%	38.1	1.46	32.00	11.30	43.50	0.18
K	2%	32.9	1.22	27.20	9.80	100.70	0.15
	3%	36.1	2.76	35.70	9.60	61.50	0.10
H	2%	27.4	0.74	22.30	6.30	60.10	0.05
	3%	37.4	0.78	19.90	9.20	68.80	0.06
Y	2%	28.4	3.76	52.60	12.50	116.00	0.15
	3%	44.2	3.34	62.30	16.30	202.00	0.15
T	2%	27.2	0.72	29.60	6.40	70.10	0.05
	3%	37.2	1.22	41.70	9.80	58.10	0.10
E	2%	24.2	0.01	11.40	1.50	123.00	0.02
	3%	28.9	0.28	18.70	3.50	143.00	0.04
A	2%	68.0	23.00	429.00	61.00	37.50	4.60
	3%	63.0	25.40	441.00	59.00	34.90	4.70

*: 黒糖 250g に純水 750g を加え溶解したもの

中に残る無機成分の割合について検討した。

1) 無機成分の卵白への吸着量

図1の調製法に従って25%黒糖溶液に2%および3%の卵白を混入・加熱し、濾過した後の卵白凝固物(残渣)の無機成分について分析した結果(表2), アク引き処理による残渣の重量は, A試料を除く6試料では2%より3%の方がやや多いものの25~38gの範囲でその差は小さかった。しかし試料Aは他の2倍量の残渣を生じた。また, 残渣物の無機成分含量を比較すると, 試料によってばらつきがあるが, 鉄, カルシウム, 亜鉛は2%よりも3%添加の方が, やや高い値を示し卵白への吸着量が多いことが分かった。

したがって鉄や亜鉛などの微量成分を糖液に保持するためには, アク引き処理は卵白濃度2%添加が適当であろうと判断し, 以後アク引き処理は2%で行った。

2) 糖液中の無機成分

卵白2%添加によるアク引き処理後の糖液の無機成

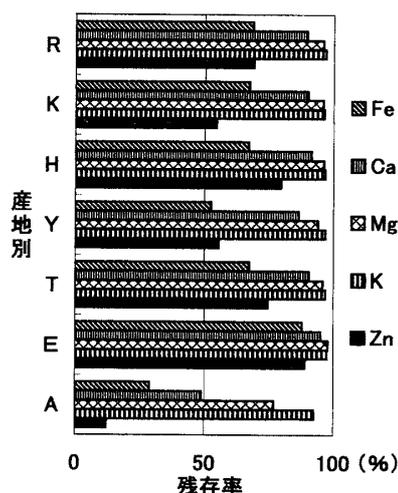


図3. 糖液中の無機成分の残存率

分について分析し, その残存率を図3に示した。試料Aを除く6試料では, カリウム, マグネシウム, カルシウムは, ほぼ90%以上が糖液に残存している。鉄, 亜鉛の挙動は試料によって異なるが残存率は50~80%の範囲にあった。一方, 試料Aでは, カリウムの残存率は90%, マグネシウム75%, カルシウム50%, 鉄25%, 亜鉛12%となり, カルシウム, 鉄, 亜鉛の残存率は低く残渣へ移行した割合が高い。

これらの無機成分の挙動から, 卵白2%のアク引き処理は原料黒糖中の夾雑物を取り除き糖液には微量栄養成分を保持することがわかった。したがって黒糖シロップの製造におけるアク引き処理の有効性がほぼ確認された。

4. 黒糖シロップの理化学的特性

アク引き処理をした黒糖シロップの糖度 (Brix), pH, 粘度について測定した結果を表3に示した。糖度は67.6~70.7%の範囲にあり, pHは5.6~6.0と近似値でやや酸性を示す。シロップの粘度はBL型粘度計およびスパイラル粘度計による測定値も同じ傾向を示すが, いずれも試料によってばらつきが大きい。糖度70%以上の試料R, E, Tは, みかけの粘度が約350cP以上で糖度68.5%以下の試料に比べて高いが, 糖度67.6~68.5%の試料KとA, HとYの間では糖度との関連性はみられない。試料は全て回転速度(ずり速度)を変えると粘性も変化し非ニュートン流体挙動を示し, ずり速度を増加するとみかけの粘度が減少する。黒糖シロップは, ずり速度依存性があり粘度のばらつきは, 原料のサトウキビに由来する微量のタンパク質, 糖質, ワックスなどの高分子を含む糖溶液であることが要因かと思われる。

5. 黒糖シロップの無機成分

産地別黒糖から調製した黒糖シロップの重量と無機

表3. 黒糖シロップ*の理化学的特性

測定項目 試料	Bx (%)	pH	粘 度	
			BL型粘度計 アダプター No. 2, rpm 60	スパイラル粘度計 PM-2 C, rpm 60
R	70.0	6.0	432 cP	359 mPa·s
K	68.5	5.8	245	227
H	67.6	5.9	168	147
Y	67.8	5.6	235	180
T	70.7	5.8	348	313
E	70.3	5.6	398	348
A	68.3	5.8	163	148

Bx, pH, および粘度の測定温度: 20~23°C

*: アク引き処理は2%卵白による

沖縄産の黒糖シロップに関する研究

表4. 黒糖シロップの無機成分

試料	シロップの重量 (g)	Fe	Ca	Mg	K	Zn
R*	356	5.7	349	217	3,453	0.50
R**	320	4.5	384	198	3,200	0.48
K**	330	5.9	323	257	2,970	0.26
H**	350	4.2	351	200	3,861	0.34
Y**	327	5.5	392	213	3,924	0.19
T*	340	6.8	442	235	3,332	0.44
T**	300	4.5	420	216	3,300	0.39
E**	351	5.3	421	168	4,563	0.35
A*	360	26.3	900	295	2,988	5.40
A**	322	4.5	450	232	2,673	0.55

無機成分の数値: mg/シロップ重量

*: アク引き未処理 ** : アク引き処理

成分を表4に示した。黒糖250gから得られたシロップの重量は300~360gである。シロップ中の無機成分は、いずれもカリウム含量が最も多く、次いでカルシウム、マグネシウム、鉄、亜鉛の順であった。これは黒糖自体に含まれる成分の順位と一致している¹⁾。

試料R, T, Aについてアク引き処理前後の無機成分含量を比較すると、試料RおよびTは鉄を除く無機成分の含有量に殆ど差がなくアク引き処理によってもシロップに大部分(90%以上)保持された。試料Aの場合はアク引き処理により鉄、亜鉛、カルシウムが著しく減少しており卵白への吸着が顕著であったが、これは未処理シロップの含有量が他の試料に比べて極端に多いことと関係するようである。しかし、アク引き処理後は他試料と同程度の含量になっていることから、多量の鉄や亜鉛が取り除かれたとしてもアク引き処理シロップには微量成分が適度に保持されており、官能評価にも影響するものと思われる。

6. 黒糖シロップの官能評価

アク引き処理と未処理シロップについて「苦みの強

さ」「アクの強さ」「香りの強さ」「舌ざわりのなめらかさ」の項目について二点識別試験、「総合的好ましき」については二点嗜好試験による官能評価を行い、その結果を表5に示した。試料H, Y, Eについては、アク引き未処理はアク引き処理に比べて有意に苦み、アク、香りが強く、舌ざわりは、アク引き処理が有意になめらかと評価された。試料R, Tでは香りのみ、アク引き未処理の方が有意に強いと評価された。なお、試料Aは予備実験の段階で、アク引き処理をすることによってアクの強さや舌ざわりが明らかに改善されたので、官能評価の対象からはずした。

アク引き処理後のシロップが未処理に比べて苦みやアクが弱くなり、舌ざわりがなめらかになったと評価された試料は、無機成分を含む夾雑物が卵白に吸着され除去されたことによると推察した。香りが弱くなったのは夾雑物と共に脂質や鉄成分が取り除かれ減少したことによると思われるが、要因についての研究は今後の課題としたい。

二点嗜好試験法による「総合的な好ましき」については試料H, E, T, Aはアク引き処理シロップを有意に好ましいと評価している。試料Yは有意差はないが好ましいとしたパネルの数は多いので総体的に見てアク引き処理の効果があると判断した。

ただし試料Rの場合は、苦みの強さ、総合的な好ましきについて他の試料と異なる評価を示した。試料Rは、糖液のアク引き処理前後のL値の差が小さく、夾雑物や沈澱物の少ない黒糖であることからアク引きの効果を得られなかったのではないかと推察した。したがって嗜好に関するアク引きの有効性については試料毎に、即ち産地によって異なるので適切なシロップ調製の方法を検討する必要がある。

表5. 黒糖シロップの官能評価

項目	試料 R		試料 H		試料 Y		試料 E		試料 T		試料 A	
	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有
1. 苦みが強い	17	23	29***	8	29***	8	28**	10	24	16	14	8
2. アクが強い	21	19	30***	7	28**	9	31***	7	21	19	—	—
3. 舌ざわりがなめらか	18	22	8	29***	7	30***	10	28**	15	25	—	—
4. 香りが強い	29**	11	29***	8	24*	13	28**	10	30**	10	—	—
5. 総合的な好ましき	24	16	11	26*	14	23	9	29**	10	30**	5	17*

*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001

パネル数: 22~40名

無: アク引き未処理の試料 有: アク引き処理の試料

項目1~4: 二点識別法, 5: 二点嗜好法による

要 約

沖縄産黒糖の良質な黒糖シロップ製法の確立を目的として産地別黒糖のシロップ調製を試み、夾雑物やアクを取り除く手段として卵白によるアク引き処理を適用し、その有効性について検討した。

- 1) アク引き処理に適正な糖液濃度は25%、卵白の添加量は2%が適量であった。
- 2) アク引き処理によって糖液の夾雑物や濁りが除去され透明度が増した。
- 3) アク引き処理後の糖液および卵白凝固物(残渣)の無機成分を分析した結果、卵白への吸着量は試料によって異なり、鉄や亜鉛の吸着量は比較的多いが微量栄養成分は適度に糖液に残存した。
- 4) アク引き処理黒糖シロップの無機成分含量は、産地別試料間に大差なく、有用微量成分が保持された。
- 5) 官能検査の結果、アク引き処理によって苦味やアクが少ない、なめらかな舌触りになるなど、総合的にみて好ましいとする評価を得たが、試料の一部にはその効果が認められないものもあった。
- 6) 以上のことから、アク引き処理は良質な黒糖シロップを製造するのに有効な方法の一つと考える。

本研究の概要は日本調理科学会平成12年度大会(鹿児島)で発表した。

文 献

- 1) 仲宗根洋子, 志茂守孝, 玉城典子, 細山田善行(1989), 含蜜糖(黒糖)の品質および成分, 琉球大学農学部学術報告, **36**, 67-72
- 2) Y. Nakasone, K. Takara, K. Wada, J. Tanaka, S. Yogi, N. Nakatani (1996), Antioxidative compounds isolated from Kokuto, non-centrifugal cane sugar. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **60**, 1714-1716
- 3) 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成分, 日農化誌, **74**, 885-890
- 4) 仲宗根洋子, 和田浩二, 高良健作, 仲里優子, 金城聡子, 北野仁海(1999), 含蜜糖工場の黒糖および市販黒糖の抗酸化活性, 琉球大学農学部学術報告, **46**, 155-160
- 5) 日本調理科学会(1999), 砂糖の調理科学的調査研究事業平成10年度研究結果報告, (社)糖業協会, 33-39
- 6) 日本調理科学会(2000), 砂糖の調理科学的調査研究事業平成11年度研究結果報告, (社)糖業協会, 39-46
- 7) 下田吉人, 松元文子, 元山正, 福場博保(1972), 肉・卵の調理, 新調理科学講座3, 朝倉書店, 東京, 96-99
- 8) 日科技連官能検査委員会編(1978), 新版官能検査ハンドブック, 日科技連出版社, 東京, 249-252
- 9) 仲宗根洋子, 和田浩二, 高良健作, 上原しのぶ(2000), 含蜜糖および再生加工糖の化学成分と色差分析, 琉球大学農学部学術報告, **47**, 123-127
- 10) 佐藤泰(1980), 食卵の科学と利用, 地球社, 東京, 208-209

(2002年10月28日受理)