

## 原著論文

# 真空脱気を利用して膨張させた黒糖（エアイン黒糖）の基本製造条件と特性

前田剛希<sup>1</sup>，広瀬直人<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 沖縄県農業研究センター農業システム開発班

## 要 約

真空脱気の利用を利用して膨張させた黒糖，いわゆるエアイン黒糖について，黒糖を膨張させるタイミングなどエアイン黒糖の基本的な製造条件を確認した。また，エアイン黒糖と従来法で製造した黒糖について，密度と溶解性，崩壊性を比較した。試験の結果，次の知見を得た。

黒糖製造の際，固化直前のサトウキビハイシロップ（ショ糖が過飽和状態になるまで煮詰めた蔗汁）を密閉容器内に入れ，真空ポンプで排気して容器内を減圧することで，膨張した黒糖，いわゆるエアイン黒糖が得られた。エアイン黒糖の製造では，ハイシロップの急冷固化を防ぐために，型へ移すまではハイシロップを加温しながら攪拌すること，型は冷却攪拌終了時のハイシロップ液温と同程度の90℃前後に加温しておくことが必要であった。エアイン黒糖は型崩れし易いが，離型油や離型し易いシリコン製の型あるいはシリコンコートされた型を使うことで，取り外し時の型崩れを防ぎ，様々な形状のエアイン黒糖を製造できた。

エアイン黒糖は，通常の黒糖と比較して2～3倍に膨張しており，破断荷重は小さく，溶解性と崩壊性は向上した。エアイン黒糖は噛み砕きやすく，口溶けの良い性質を有した黒糖であることが明らかになった。

キーワード：サトウキビ，食感

## 緒 言

黒糖は，サトウキビ (*Saccharum spp. hybrid*) の汁を煮詰めた砂糖菓子である。サトウキビは，沖縄県と鹿児島県に属する南西諸島全域で盛んに栽培されている。沖縄県におけるサトウキビ生産の経済波及効果は，サトウキビ生産額ベースで4.3倍である（家坂，2001）。沖縄県内にはJAや製糖会社の運営する黒糖工場が8工場あるが，いずれも所在地は離島であり，サトウキビを原料とした製糖業は，島の経済を支える重要な産業の一つになっている。

沖縄県全体では年間約8000トンの黒糖が生産されており，そのうち約9割が羊羹やかりんとうなどの菓子あるいは黒糖焼酎などの原料用として，残りの約1割が黒糖をそのまま消費する直消用として流通している。黒糖は，お茶うけの菓子としてはもちろん，料理やお菓子作りにも利用され，観光土産としての人気も高い。市場には，黒糖をアレンジした様々な商品が流通している。そのほとんどは「味」や「香り」，「形・パッケージ」に着目したものである。

黒糖は，製造工程中に生じるカラメル様物質やメイラード反応物による独特な色調，風味を呈する（中田ら，1964）黒色の砂糖菓子である。黒糖独特の風味と色は，黒糖の長所である反面，味や香り，色をアレンジしにくいという短所でもある。黒糖は，石灰を入れて灰汁取り（ライミング）した蔗汁を加熱

濃縮して作られる。石灰を使わない（ライミングをしない）で作られた黒糖は色が明るくすっきりした味になる（氏原ら，2009）。茎の汁だけでなく，梢頭部汁を原料汁に含めると，ポリフェノールが豊富で，黒い色調や苦味の強い黒糖を作ることが可能である（前田ら，2017）。いずれにしても原料がサトウキビの汁だけであることから，黒糖の味や香りをアレンジするには限界があると考えられる。

一方，黒糖以外の食品を見ると，味や香りに留まらず，「食感」に特徴を持たせた製品が数多く開発されている。例えば，チョコレートでは軟らかい生チョコや発泡させて口当たりを軽くしたエアインチョコが数多く開発されている。黒糖でも，食感に特徴を持つ製品ができれば，新しい需要が創出され，大きな経済効果をもたらすことも期待できる。

食感に特徴付けした代表的な食品の1つであるエアインチョコは，チョコレート生地を攪拌して気体を含ませながら冷却後，減圧下で生地中の気泡を膨化させる方法（牧野ら，1983），いわゆる減圧冷却法で製造されている。減圧冷却法で作られたエアインチョコの内部は，連続したチョコレートの壁が気泡を包む構造をしている。

チョコレートと異なり，黒糖は，成分の約9割が糖質である（科学技術庁資源調査会5訂日本食品標準成分表）。ほとんど砂糖の結晶の塊である黒糖でもチョコレートと同様に，膨張して気泡を包む壁構

造が形成されたエアイン製品を作ることができるのか、また、その食感はどうなものになるかは不明である。

そこで本研究では、エアインチョコの製造法である減圧冷却法で使われている真空脱気の原理（密閉容器に材料を入れて、容器内の空気を真空ポンプで排気すると、材料に溶け込んだ空気が膨張して発泡する）を利用して、膨張した黒糖、いわゆるエアイン黒糖の製造を試みた。次にエアイン黒糖の基本的な製造条件として、真空脱気のタイミングや型の加温条件、離型油の有効性、型の素材などを検討した。また、冷却攪拌時間とエアイン黒糖の膨張程度の関係についても調べた。さらに、エアイン黒糖の特性を明らかにするために、従来法で製造した黒糖と密度や硬度、崩壊性、溶解性を比較した。

## 実験材料および方法

### 試験 1. エアイン黒糖の製造条件の検討

#### 1. 真空脱気と固化のタイミングの検討

##### 1) サトウキビシロップの調製

2013年3月に沖縄県農業研究センター内のほ場で収穫したサトウキビ‘Ni21’を、小型二軸圧搾機（松尾製作所、鹿児島）で搾汁した。石灰で pH7.5 に調整した蔗汁を、沸騰するまで加熱後、8000rpm で10分間遠心分離した。得られた上清を加熱濃縮して、Brix50% のサトウキビシロップ（以後シロップ）を調製した。シロップは黒糖の製造まで -20℃ で保存した。

##### 2) 黒糖の製造

1) で調製したシロップ 150 mL を家庭用深底鍋に入れて、ガスコンロで液温が 125℃ に達するまで加熱濃縮した。濃縮したシロップ（以後ハイシロップ）は、広瀬ら（2014）が開発した卓上型黒糖試験製造装置の直径 8 cm のステンレス製容器に移し、翼径 7.5cm タービンタイプの攪拌羽根 2 枚を取り付けた攪拌機（BL300D, As ONE 製）を用いて、速度 300rpm で攪拌しながら冷却した。攪拌羽根にかかるトルクが 0.01N・m 未満、0.01 ~ 0.02N・m、0.06N・m または 0.06N・m 超に達した時点で、ステンレス製型（1 辺 2 cm の正方形 × 16 個）にハイシロップを半分程度流し込み、0.5 cm 厚の亚克力板でフタをして約 1.5 Kg の重りを乗せた後、容積 19 L の真空デシケーターに入れて真空ポンプで 5 分間脱気（到達圧力 -0.08Pa）した。

##### 3) 固化直前のハイシロップの状態と黒糖の膨張程度

固化直前のハイシロップの状態と、製造した黒糖の膨張程度を目視で評価した。

### 2. 型の加温と黒糖の膨張程度の関係、型の素材の比較

#### 1) 黒糖の製造

2014年11月に沖縄県農業研究センター内のほ場で収穫したサトウキビ（数品種混合）の蔗汁から、1. と同様に Brix50% のシロップを調製し、従来の黒糖とエアイン黒糖を製造した。エアイン黒糖は、型の加温の有無により、下記の 2 種類を製造した。また、型加温区については、離型油スプレーを用いた時の黒糖回収率も調べた。さらに、異なる素材の型を 4 種類（シリコーンゴム、ABS 樹脂、スチール（シリコン加工、フッ素樹脂加工））用意して製造し、成型のし易さ、型崩れの状況を比較検討した。

①無加温区：攪拌停止後、ハイシロップを無加温の型（ステンレス製、横 2 cm × 縦 1.5 cm × 99 個分）に流して、放冷固化あるいは下記②のとおり真空脱気して固化した（型底面の温度：25.4 ± 0.1℃、型側面の温度：26.9 ± 1.3℃）。

②加温区：攪拌停止後、ハイシロップを、家庭用ホットプレートで加温した型（設定温度：保温、型底面の温度：86.8 ± 10.0℃、型側面温度：86.9 ± 9.0℃）に流した後、密閉容器のステンレス製底板（底板表面温度：26.9 ± 0.6℃）の上に置き、内寸が直径 54 cm × 高さ 19 cm のステンレス製ドーム型フタをかぶせて密閉、真空ポンプで脱気、固化した（写真 1）。真空脱気は次の条件で行った。容器容量：27.5 L、排気速度：18 L/min、脱気時間：5 min。冷却攪拌停止時のハイシロップの温度：104 ± 7.4℃。シロップと型の表面温度は、赤外線放射温度計 AD-5615（（株）A&D）で測定した。

#### 2) 黒糖の膨らみの程度と型に接する部分の厚さ

製造したエアイン黒糖の外観と、内部の様子を目視で評価した。

### 3. 冷却攪拌時間とエアイン黒糖の膨張程度の関係

#### 1) 黒糖の製造とエアイン黒糖の膨らみの程度の調査

2016年4月に沖縄県農業研究センター内のほ場で収穫したサトウキビ（数品種混合）の蔗汁から、Brix50% のシロップを調製し、2. の型加温区と同様にしてエアイン黒糖を製造した。ハイシロップを冷却攪拌する際、ホットプレートスターラー RCT BS4



写真 1 黒糖製造に用いた密閉容器と真空ポンプ、型

表1 真空脱気のタイミングの違いによるハイシロップの状態と黒糖の膨張程度

減圧脱気のタイミング (攪拌停止時の攪拌羽根 にかかったトルク) <sup>注1)</sup>	ハイシロップの状態		黒糖の膨張の程度 <sup>注2)</sup>
	色	見た目の性状	
0.01 N・m未満	濃茶褐色	・水飴状。 ・容器を傾けると型に流れ落ちて、自然に広がっていく。	全く膨らまないで普通の黒糖になる。一部は飴状。
0.01～0.02 N・m	白濁	・練り歯みがきを水で溶いて軟らかくした様な状態。 ・容器を傾けると型に流れ落ちて、自然に広がっていく。	十分に膨らむ。
0.06 N・m	白濁	・練り歯みがきを水で溶いて軟らかくした様な状態。 ・容器を傾けると型に流れ落ちるが、少し堅めで、へら等で広げる必要がある。	十分に膨らむが、一部膨らむ前に固まる。
0.06 N・m超	白濁	・練ったセメント様。 ・容器から型に移す途中で液が固まり始める。	膨らみが不十分で、膨らむ前にほとんど固まる。

注1) ライミング後、Brix50%に加熱濃縮したサトウキビ搾汁液150mlを125℃に達するまでさらに加熱濃縮。得られた糖液全量を直径8cmのステンレス製容器に移して、翼径7.5cmタービンの攪拌羽根2枚を取り付けた攪拌機 (BL300D、As ONE製) で攪拌 (300rpm) し、攪拌羽根にかかるトルクを測定した。注2) 攪拌を止めた糖液を、ステンレス製金型 (1辺2cmの正方形×16個) に半分程度流し込んだ後、0.5cm厚のアクリル板でフタをし、その上に約1.5kgの重りを乗せて、真空デシケーターに入れ、真空ポンプで5分間脱気 (到達圧力・0.08Pa) した。減圧脱気後の黒糖の性状を目視で確認した。

(IKA) で容器底面を 80℃, 100℃, 120℃, 140℃ に加温して、冷却攪拌時間とエアイン黒糖の膨らみ程度との関係を調査した。

を測定した。

## 結果および考察

### 試験 2. エアイン黒糖の膨張率と硬度、溶解性、崩壊性

#### 1. 黒糖の製造

試験 1-1 で調製したシロップで、エアイン黒糖と従来法の黒糖を製造した。エアイン黒糖は試験 1-1 と同様に製造した。ハイシロップが白濁し、攪拌羽根にかかるトルクが 0.02N・m に達した時点で攪拌を止めて型に流し込み、5 分間真空脱気しながら固化させた。対照とする従来法の黒糖は、ハイシロップを流し込んだ後、自然放冷によって固化させた。

硬度と崩壊性、溶解性を測定するための黒糖はステンレス製型 (1 辺 2 cm の正方形×16 個) で、膨張率測定用の黒糖はアクリル製の型 (縦 1.5 cm × 横 1.5 cm × 高さ 17 cm) でそれぞれ製造した。

#### 2. 膨張率と硬度、崩壊性と溶解性の測定

膨張率は、真空脱気前後の黒糖の高さを測定し、真空脱気前の高さを 100% として算出した。

硬度は、1 片 2 cm 角の黒糖を試料に用いて、島津小型卓上試験機 EZ-S 500N (島津製作所) で、破断荷重 (N) を測定した。試験治具は歯形押し棒 B を用い、ストローク 1 cm/ 分で測定した。

崩壊性と溶解性は、次のとおりに測定した。1 片 2 cm 角の黒糖を 37℃ の温湯中に入れて、スターラーが直接黒糖に触れないように温湯を 100 rpm の速度で攪拌した。黒糖の形が崩れるまでの時間 (崩壊時間) と、水に完全に溶けるまでの時間 (溶解時間)

### 試験 1. エアイン黒糖の製造条件の検討

#### 1. 真空脱気と固化のタイミングの検討

冷却攪拌時に攪拌羽根にかかるトルクが 0.01N・m 未満のハイシロップは、水飴様であり、容器を傾けると型に流れ落ちて、自然に広がる程度の粘性を有していた。この状態のハイシロップを真空脱気すると膨らまずに固まり、一部は飴状になった。(表 1, 写真 2)。攪拌羽根にかかるトルクが 0.01 ~ 0.02N・m に達したハイシロップは、白濁して練り歯みがき粉を水に溶いて軟らかくした様な状態であり、容器を傾けると型に流れ落ちて自然に広がる程度の粘性を保っていた。この状態のハイシロップを真空脱気すると、膨らんで、中に空隙を含むエアイン黒糖が得られた。トルクが 0.06N・m のものも同様であったが、0.01 ~ 0.02N・m で攪拌を停止したハイシロップよりはやや固めであり、型に流す時には、へら等で広げ



写真2 真空脱気のタイミングの違いによる黒糖の膨張程度 (左から攪拌羽根にかかるトルクが 0.01 N・m 未満, 0.01 ~ 0.02N・m, 0.06 N・m のタイミングで攪拌を止めて真空脱気した)

表2 型の加温と黒糖の状態の関係

	通常の黒糖	エアイン黒糖		
		型無加温区	型加温区	
冷却攪拌終了時の液温	105.4 ± 5.3	98.7 ± 9.1	108.0 ± 6.4	
型横面の温度(°C)	26.9 ± 0.6	26.9 ± 1.3	86.8 ± 10.0	
型底面の温度(°C)	26.8 ± 0.1	25.4 ± 0.1	86.9 ± 9.0	
密閉容器底面の温度(°C)	—	27.4 ± 2.8	26.9 ± 0.6	
黒糖の状態	固まり具合	しっかり固まった。	しっかり固まった。	しっかり固まった。
	膨らみ具合	膨らんでいない。	一部膨らんだ。	全体が膨らんだ。
	中のつまり具合	詰まっている。	一部に空隙。	全体的に空隙。
	型枠からの取り外し具合	きれいに取れた。	きれいに取れた。	取れたが崩れ易い。
型からの回収率(%)	100	88.5	67.5 (96%: 離型油スプレーを用いた場合)	

る必要があった(表1, 写真2)。トルクが0.06N・mを超えるまで攪拌を続けると、ハイシロップは練ったセメント様になり、容器から型に移す途中で液が固まり始め、膨らみも不十分であった(表1, 写真2)。

以上の結果から、冷却攪拌時の攪拌羽根にかかるトルクが0.01～0.06N・m未満であり、ハイシロップの状態が、水で溶いた練り歯みがき粉様で容器を傾けると流れ落ちて自然に広がる程度になった頃に、真空脱気しながら煮詰めたハイシロップを固化することで、十分な膨らみのエアイン黒糖を得ることができると推察された。

## 2. 型の加温と黒糖の膨張程度の関係

型無加温区のエアイン黒糖は、型に接触する面が



写真3 型の加温と黒糖の膨張程度の関係  
(左から従来法の黒糖, エアイン黒糖(型無加温区), エアイン黒糖(型加温区))

膨らむ前に固化し、膨らみも不十分だった(写真3上, 表2)。一方、型加温区のエアイン黒糖は、全体的に発泡しており、内部は空隙が均一に広がっていた(写真3下, 表2)。いずれのエアイン黒糖も、崩れやすいために、従来法で製造した黒糖と比較すると、型からの回収率が低下した(表2)。特に、型加温区のエアイン黒糖は、型との接触面まで空隙があるので取り外しの際に型崩れし易く、成形した黒糖を70%弱しか回収できなかった(表2)。黒糖の型崩れは、予め型に離型油をスプレーしておくことで防止でき、成形したエアイン黒糖を100%近く回収できた(写真4)。また、シリコーンゴム製の型やシリコン加工・フッ素樹脂加工した型を用いれば、離型油スプレーを使わなくても、型からの取り外しは比較的容易であり、成型したエアイン黒糖を回収することができた(写真5)。

## 3. 冷却攪拌時間とエアイン黒糖の膨張程度の関係

エアイン黒糖は、冷却攪拌時のハイシロップ加熱



写真4 型から取り外した際のエアイン黒糖の型崩れの様子(左: 離型油スプレー不使用, 右: 離型油スプレー使用)





写真5 素材の異なる型で成型したエアイン黒糖  
(左からスチール・フッ素樹脂加工, スチール・シリコン加工, シリコンゴム, ABS樹脂. 上段は黒糖の上の部分, 下段は黒糖が型に接触していた面)

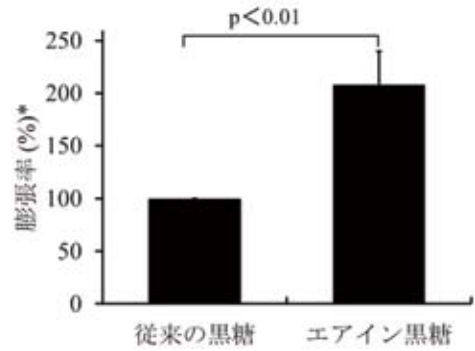


図3 従来法の黒糖とエアイン黒糖の膨張率

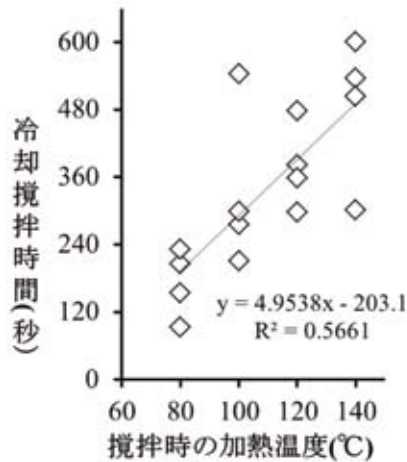


図1 冷却撹拌時のハイシロップ加熱温度と冷却撹拌時間<sup>注)</sup>の関係

注) 冷却撹拌時間: 直径8cmのステンレス製容器に移したハイシロップを, 翼径7.5cmタービンタイプの撹拌羽根2枚を取り付けた撹拌機(BL300D, AsONE製)を用いて速度300rpmで撹拌し, 撹拌羽根にかかるトルクが0.01N・mに達するまでに要した時間。

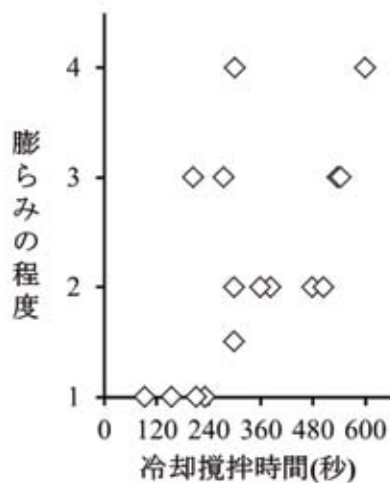


図2 冷却撹拌時間と膨らみの程度の関係



写真6 硬度測定用に製造したエアイン黒糖

温度が高いほど, 冷却撹拌時間は長くなり (図1), 冷却撹拌時間が長いほど安定して膨れる傾向を示した (図2)。一方, エアイン黒糖は膨れすぎると崩れやすくなるため, 型からの取り出しが難しくなる状況も観察された。エアイン黒糖の製造においては, 黒糖の膨らみを安定させることが最も重要である。さらに, 型からの取り外しを確実にすることも製品化の際に必要な不可欠な要素である。エアイン黒糖の型からの取り外しを容易にするためには, 型の素材の選択はもちろん, 撹拌程度の微妙な調整も必要と推察される。

## 試験2. エアイン黒糖の膨張率と硬度, 溶解性, 崩壊性

真空脱気しながら固化すると, 従来法の黒糖の2倍に膨張したエアイン黒糖が得られた。密度が低く, 内部に空隙があるこの黒糖は, サクサクした軽い食感を有した (図3, 写真6)。そこで, 型で立方体に成型したエアイン黒糖 (密度: 従来法で製造した黒糖の約67.8%) と, 同じ形状・大きさの従来法で製造した黒糖について, 破断荷重と水に入れた時の溶解時間, 崩壊時間を比較した。エアイン黒糖の破断荷重は従来法の黒糖の1/6であり, 従来法の黒糖と比べ

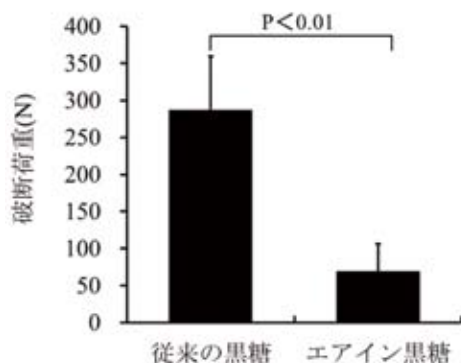


図4 従来法の黒糖とエアイン黒糖の破断荷重

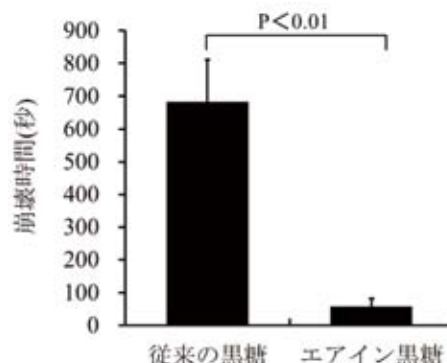


図5 従来法の黒糖とエアイン黒糖の崩壊性

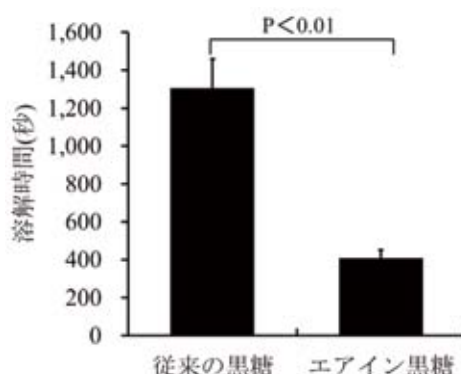


図6 従来法の黒糖とエアイン黒糖の溶解性

て、弱い力で噛み砕けることが明らかになった (図4)。また、エアイン黒糖は、水中で形が崩壊するまでの時間が従来の黒糖の約 1/10 (図5)、完全に水に溶けるまでの時間は約 1/3 であった (図6)。エアイン黒糖は、従来の黒糖と比べて、水を含むと顕著に崩れやすく、水に溶けやすい性質を有していることから、口溶けも良い黒糖であることが明らかになった。

チョコレートと同様に、真空脱気することで黒糖でも内部に気泡を含むエアイン製品を製造できることが明らかになったが、チョコレートについては、本報で黒糖の膨張に応用した減圧冷却法だけでなく、常温あるいは加圧下で生地をホイップして気泡を抱き込ませる方法 (土井ら, 1985) を始め、食感を変えるために様々な研究が行われている。エアインチョコの製造では、真空度や添加する油脂の種類、含気するガス等の条件を変えることによって、気泡の大きさも変わる (Haedelt J., et.al., 2005, 2007)。著者らの研究でも、エアイン黒糖の製造条件を検討していく過程で、原料蔗汁によって膨らみの程度や内部の気泡の大きさが異なるという事例が度々生じた。黒糖においても、細かい製造条件の変更や蔗汁の状態を調整することで、様々な食感のエアイン黒糖を製造できると予想される。今後の課題としたい。

以上の結果より、エアイン黒糖について次の知見を得た。

- 1) 黒糖製造の際、固化直前の煮詰めたハイシロップを密閉容器内に入れて、真空ポンプで排気、容器内を減圧することで、膨張したエアイン黒糖を得ることが必要であった。
- 2) 十分に膨らんだエアイン黒糖を安定的に製造するためには、型に移すまで加温しながら十分に攪拌すること、型も十分に加温しておく事が必要であった。
- 3) シリコン製の型やシリコンコートされた型を使うことで、様々な形状のエアイン黒糖を作ることが可能であった。
- 4) エアイン黒糖は通常の黒糖と比較して2～3倍に膨張、密度は1/2～1/3になっていた。溶解性と崩壊性も顕著に向上していることから、サクサクした軽い食感で噛み砕きやすく、かつ口溶けの良い黒糖であることが明らかになった。

## 謝 辞

本研究は、新たな時代を見据えた糖業の高度化事業 (沖縄振興特別推進交付金) で実施した。本研究の遂行にあたり、型の製作にご協力いただいた沖縄県農業研究センターの宮平守邦農林水産技能員とサトウキビの蔗汁を提供していただいた作物班の皆様には心より感謝いたします。

## 引用文献

- 家坂正光 (2001), 沖縄の農業労働力問題とサトウキビ生産構造 (推移と展望, 日本分蜜糖工業会, 沖縄甘蔗糖年報, 第32号, 21-28).
- Haedelt J., Pyle D.L., Beckett S.T., Niranjana K., 2005. Vacuum induced bubble formation into liquid tempered chocolate, *J Food Sci*,

- 70(2): 159-64.
- Haedelt J., Beckett S.T., and Niranjan K., 2007, Bubble-Included Chocolate: Relating Structure with Sensory Response, *J Food Sci*, 72(3):138-142.
- 広瀬直人 (2014), 再現性の高い試験用黒糖の製造方法の開発, 沖縄県農業研究センター研究報告, 8, 40 ~ 44.
- 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 (2017), 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, 沖縄県農業研究センター研究報告, 投稿中. 牧野正義, 塚田尚義, 膨化成型菓子及びその製造方法, 1983, 特開昭 58-107136.
- 牧野正義, 塚田尚義, 膨化成型菓子及びその製造方法, 1983, 特開昭 58-107136.
- 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.
- 土井明, 松浪秀信, 松尾英明, 気泡性を有するチョコレート類の製造方法, 1985, 特開昭 60-58037.
- 氏原邦博・吉元誠・和田浩二・永井竜児・広瀬直人・照屋亮 (2009), 黒砂糖の色調と品質に及ぼすサトウキビ搾汁機ローラーの材質とライミング処理の影響, 食科工, 56, 343 ~ 349.

## **Characteristic features and manufacturing conditions of unrefined brown sugar (Air in unrefined brown sugar; Air in Kokuto) expanded using the principle of vacuum degassing**

Goki MAEDA, Naoto HIROSE

Okinawa Prefectural Agricultural Research Center, Regional Agricultural System Section,

### **Abstract**

We tried making inflated Kokuto (Air in unrefined brown sugar; Air in Kokuto) using vacuum degassing. We compared the density, solubility and disintegration of Kokuto produced by the conventional method with those of Air in Kokuto. We also clarified the basic manufacturing conditions for Air in Kokuto such as timing to inflate Kokuto.

We found that expanded Kokuto can be obtained by putting the sugar cane high syrup in a sealed container immediately before solidification and evacuating it with a vacuum pump to depressurize the inside of the container. In order to make Air in Kokuto, it was necessary to stir the high syrup while heating until transferring to the mold. In addition, the mold had to be heated to around 90°C, which is approximately the same as the liquid temperature of the high syrup at the end of cooling and stirring. Air in Kokuto easily collapses when detached from the mold, but this can be prevented by using mold release oil, a silicone mold or a silicone-coated mold.

Air in Kokuto expanded 2- to 3-times more than conventional Kokuto, markedly decreasing the breaking load and improving the solubility and disintegration properties.

Keywords: Sugar cane, texture