

# 琉球大学学術リポジトリ

## 含蜜糖(黒糖)の品質および成分(農芸化学科)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 仲宗根, 洋子, 志茂, 守孝, 玉城, 典子, 細山田, 義行, Nakasone, Yoko, Simo, Moritaka, Tamashiro, Noriko, Hosoyamada, YoshiYuki メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/3877">http://hdl.handle.net/20.500.12000/3877</a>

## 含蜜糖（黒糖）の品質および成分

仲宗根洋子\*・志茂守孝\*・玉城典子\*・細山田義行\*

Yoko NAKASONE, Moritaka SIMO, Noriko TAMASHIRO and Yoshiyuki  
HOSOYAMADA : Relationships between the quality and constituents of  
non-centrifugal sugar (Kokuto) processed by mills in Okinawa

### Summary

Thirty one samples of Kokuto, a non-centrifugal sugar consisting of sucrose and molasses, were collected from the Kokuto mills in Okinawa and their chemical and physical properties were examined in relation to the quality of the product.

It was found that minerals such as potassium, calcium, magnesium, and phosphorus were contained in Kokuto in the decreasing order of content, independent of the processing method and the grade of quality. The average of each constituent was as follows: K:  $12776 \pm 2502$ , Ca:  $2055 \pm 347$ , Mg  $1279 \pm 222$ , Na:  $204 \pm 81$ , P:  $149 \pm 77$ , Fe:  $77 \pm 40$ , Mn:  $13.02 \pm 6.9$ , Zn:  $10.17 \pm 8.2$ , sucrose:  $87 \pm 3.5$ , reducing sugar:  $3.04 \pm 1.1$ , ash:  $4.2 \pm 0.7$ , color value:  $47 \pm 21$ .

The quality was found to be affected by the content of iron, sucrose, reducing sugar, and magnesium, where their path coefficients were  $-0.48$ ,  $0.48$ ,  $0.17$ , and  $-0.13$ , respectively. The determination coefficient of the quality with model in Fig. 1 was  $0.71$ . From the path coefficients of the constituents shown in Fig. 1, outstanding effects as follow were obtained: the effects of color value ( $0.63$ ), Mn ( $0.39$ ) and Mg ( $-0.39$ ) on sucrose; those of Mn ( $0.52$ ), Ca ( $0.47$ ) and Fe ( $-0.40$ ) on color value; and those of Mg ( $0.60$ ) and Ca ( $0.37$ ) on reducing sugar.

These results indicate that each constituent or property mentioned above can be important parameter for evaluating sugar quality, sucrose content, color value, and reducing sugar content as follows: the content of iron and sucrose for quality evaluation, color value and the content of Mn and Mg for sucrose content, the content of Mn, Ca, and Fe for color value, and the content of Mg and Ca for reducing sugar content.

### 緒 言

黒糖の製造には旧式と新式の二種類の方法がある<sup>1)</sup>。旧式は清浄および濃縮工程が開放型で、かつ直火による製糖法であり、一方の新式は、清浄、濃縮の一連の工程が分蜜糖工場と類似の大型機械化設備

\*琉球大学農学部農芸化学科

で、蒸気使用による製糖法である。

黒糖は栄養的側面から評価を受け、近年その品質についての関心が高まってきている。黒糖の品質査定は、硬さ、結晶、色、甘味、光沢など、主として長い年月によって培った感覚的評価によって行なわれており、客観的分析法による評価は現在行なわれていない。私達は、黒糖の品質保持、品質改善あるいは食品素材としての利用の観点から、その客観的分析法の確立を必要としている。

これまでに、黒糖成分の科学的分析値と等級付けによる品質評価との関係についての報告はきわめて少ない<sup>2)</sup>。

黒糖は、単にショ糖だけでなく、原料甘蔗中のショ糖以外の成分や工程中の生成物から成る多くの化学物質を含む、加工品である。

従って、黒糖の品質は、その成分の種類や含量の影響を大いに受けるであろうから、含有する成分を分析し、品質への影響因子(成分)を把握することが重要となる。本報では、黒糖のショ糖、色価および無機成分等を分析し、主として品質に対して、因果関係のある成分を明らかにし、かつ、その影響力の大きさを成分相互の相関関係による多変量解析により解明しようと試みた。

## 実験方法

材料：実験材料には1983年から1988年の、沖縄県7含蜜糖工場で製造した、黒糖を用いた。品質は等級により表示し、特等は12種、1等は8種、2等は8種および3等は3種の、計31種の試料を分析に供した。試料は2mm以下に粉碎したのち、四分法で分別調整し以下の実験に用いた。

測定法：1)ショ糖の測定はシマヅLC-5AのHPLC(RID-2A検出器、SCR-101Nカラム)により行なった。2)還元糖はソモギーネルソン法によった。3)色価は、糖液を予めpH7.0に調整して560nmを測定<sup>3)</sup>し、その吸光値を百倍した値を色価として表した。4)灰分量は、硫酸による炭化後、550℃で5時間灰化して求めた。5)無機成分の測定には試料を硝酸一過塩素酸による湿式分解<sup>4)</sup>を行ない、分解液の無機成分を原子吸光光度計(日立508)によって、リン(P)をバナドモリブデン酸法(470nm)により定量を行なった。

## 実験結果および考察

### 1. 黒糖の成分

Table 1には、黒糖の成分分析値を等級別に示した。Table 1によると、黒糖の無機成分は製糖法および等級(品質)を問わず、最も含量の多いのがカリウム(K)であり、次いでカルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、ナトリウム(Na)、Pおよび鉄(Fe)、の順位に減少していることである。黒糖におけるこの順位は蔗汁<sup>5)</sup>および原料糖<sup>6)</sup>のそれとほぼ同じ傾向にあった。

品質のよい黒糖ほど、高濃度のショ糖含量を示していたが、色価は、ショ糖含量とは逆に、低い値を示した。分析に供した31試料の水分含量は $3.12 \pm 1.43\%$ で、pHは $5.74 \pm 0.52$ であった。なお、旧式製法の黒糖は新式製法のそれよりも、Fe, ZnおよびP含量が多く、色価は小さく、およびK含量の少ない傾向にあるのが、その成分上の特徴といえよう(Table 1)。従来、良質の黒糖では、ショ糖含量は高く、灰分含量が少ないものであるとみなされているが、黒糖の品質は、ショ糖とは高い相関( $r=0.620^{***}$ )を示したが灰分とはほとんど関係がなかった。

### 2. 化学成分、色価および品質間相互の関係

31試料中、欠測値のある試料を除いた24試料を用いて、個々の成分間の相関係数を求めた(Table 2)。例えば品質(h)に対して、最も高い相関のある成分はFe(e)とショ糖(f)であり、次いでMn(a)とMg(b)である。eとf, aとb, はそれぞれ同じ程度の相関を示しておりeとfあるいはaとbとの間のいずれが、より

Table 1. Contents of minerals, sugars and ash; and color value of non-centrifugal sugar (Kokuto) processed by the mills

Grads	Sample No.	K	Ca	Mg	Na (ppm)	P	Fe	Mn	Zn	Sucrose (%)	Reducing sugar(%)	Ash (%)	Color value
A	1	12490	2051	1165	268	131.0	37.4	3.45	10.70	88.3	1.75	3.71	45.0
	2	14618	1838	863	203	133.4	33.3	3.71	7.20	87.8	1.80	4.03	23.0
	3	8537	1718	930	205	109.0	46.1	8.57	10.10	89.3	2.11	2.70	30.0
	4	10828	1854	1224	154	120.7	49.5	9.56	5.47	90.7	3.03	3.67	45.0
	5	9154	2150	1322	129	82.3	67.1	21.01	4.25	91.3	3.90	3.82	56.6
	6	9886	2073	1324	137	86.8	60.0	15.80	3.49	90.2	4.04	3.74	29.7
	7	15661	1672	1310	192	139.3	48.2	7.37	4.75	88.9	2.97	3.73	43.0
	8	15069	1736	1233	473	100.7	34.0	6.01	3.91	87.5	2.43	4.82	33.8
	9	15798	1677	1314	161	137.7	43.5	11.68	5.60	87.9	2.72	4.78	29.3
	10	—	1571	1172	—	116.4	92.9	17.10	—	92.8	2.19	—	38.0
	11	—	2133	916	—	93.2	48.8	4.52	—	89.2	2.76	—	38.0
	12	—	2186	1012	—	118.7	49.6	5.62	—	90.0	2.66	—	32.0
B	13	10668	1668	1056	252	110.3	32.0	4.03	7.70	87.0	2.31	3.01	39.0
	14	14459	1927	1637	178	125.9	82.7	15.39	6.42	86.9	4.33	4.93	36.0
	*15	10142	2634	1571	116	439.6	105.8	14.41	21.88	87.6	5.57	4.22	27.2
	16	15050	1481	1277	123	112.2	53.6	18.79	5.00	87.8	2.21	4.54	31.9
	17	12913	1679	1271	114	86.7	44.0	8.67	4.29	86.0	1.89	4.01	41.0
	18	14456	2281	1180	178	129.0	64.7	5.85	5.14	79.5	3.29	4.97	54.3
	19	—	3014	1126	—	85.9	79.7	12.80	—	90.0	2.62	—	57.4
	20	—	2314	1135	—	141.6	78.4	7.47	—	87.0	3.24	—	57.3
C	21	14838	2570	1319	252	196.5	87.7	21.73	3.90	85.0	1.66	4.76	59.0
	22	13459	2059	1258	180	131.2	45.2	5.77	10.30	85.2	3.78	4.14	59.0
	*23	7004	2397	1822	211	312.8	84.2	15.39	34.90	80.9	5.55	3.09	37.0
	24	15515	2140	1341	184	132.0	64.6	16.40	9.04	87.6	2.94	4.81	53.5
	25	13322	2268	1661	255	122.1	85.9	25.31	4.86	77.3	2.95	5.26	102.5
	26	14716	2293	1528	276	131.1	196.1	20.24	27.54	88.3	2.68	5.26	45.2
	*27	11814	1806	1429	152	260.7	119.0	14.01	17.35	86.8	1.54	4.10	25.8
	*28	12203	1769	1410	162	273.1	111.2	13.96	17.35	87.7	1.50	4.08	21.6
D	29	14016	2240	1465	341	199.7	151.2	22.79	12.90	79.7	4.52	4.60	70.0
	30	—	2236	1288	—	133.6	140.0	28.00	—	84.0	5.05	—	113.0
	31	—	2302	1084	—	135.2	149.0	18.10	—	87.0	4.26	—	81.7

Grade A, B, C, and D denote special, first, second and third grade, respectively.

\* : Samples obtained by traditional processing method.

ppm, % : On the basis of dry matter. Values are means of three replicates. Minerals were determined by atomic absorption spectrophotometers after samples were ashed with the wet method using nitric acid and perchloric acid. Sucrose and reducing sugar were determined by HPLC and Somogyi-Nelson method, respectively. Ash content was determined by ashing the sample at 550°C for 5 hours after their carbonation with sulfuric acid. Color value was defined as the one hundred times value of  $A_{560}$  minus  $A_{660}$ .

大きな影響を品質に与えているかは判断しがたい。またシヨ糖(f)との相関をみると、高い相関を示すのは色価(g)の $-0.624$ で次いでMg(b)の $-0.427$ とCa(c)の $-0.416$ である。この相関係数だけでは、多変量ある中での成分間相互の影響を知ることができない。そこで、成分間相互の影響力の大きさを表すパス係数<sup>7)</sup>を、Table 2の相関係数より求め、それをFig. 1のパスダイアグラムに示した。矢印上のパス係数をみると、品質(h)に至るパス係数の最大のそれは、Fe(e)→品質(h)の $-0.48$ 、シヨ糖(f)→品質(h)の $0.48$ で、次いでMg(b)の $-0.13$ 、還元糖(i)の $0.17$ となる。これに対しK(d)→h, および色価(g)→hはパス係数ゼロ、Mn(a)→hは $-0.06$ ときわめて低い。つまり、品質に対して最も影響力の大きいのはシヨ糖とFeの成分であり、両者はMgや還元糖よりも約3倍もの圧倒的に強い影響力をもつことになる。そしてMn, Ca, Kおよび色価の各成分は品質に対してほとんど影響を及ぼさなかった。Fig. 1のダイアグラムにおいて、この系の8因子(成分)が品質の大部分を決定していることがわかった(決定係数 $0.71$ )。シヨ糖、色価、あるいは還元糖に対するパス係数は、因果関係としてではなく、同レベルにある成分相互の影響力を予測するためにこの解析モデル(Fig. 1)をつくった。それによると、シヨ糖が高濃度ほど低い値を示す色価(g)のパス係数 $-0.63$ は、Mn(a)の $0.39$ やMg(b)の $-0.39$ の約1.6倍、Fe(e)の5倍もの強い影響力を、シヨ糖(f)に対して持っており、シヨ糖(f)はCa( $0.08$ ), K( $-0.05$ ), および還元糖の( $0.03$ )にほとんど左右されないことになる。色価に対しては、Mn( $0.52$ ), Ca( $0.47$ )およびFe( $-0.40$ )が影響を及ぼすことを意味している。この系(Fig. 1)のシヨ糖、色価および還元糖の決定係数(シヨ糖： $0.52$ , 色価： $0.41$ , 還元糖： $0.55$ )が $41\sim 55\%$ と比較的小さいのは、ここに示した因子(成分)以外の因子があることを示しており、ここに示されていない影響因子について今後検討を要する。

## 要 約

黒糖成分の、等級によって表示される品質への影響を明らかにすることを目的として、工場から直接得た黒糖を実験材料に用いて、その成分を分析すると共に、多変量解析の一つのパス解析によって9変数(成分)間相互の因果関係を調べた。その結果、黒糖成分は次のような平均的含量を示した。: K:  $12776 \pm 2502$ , Ca;  $2055 \pm 347$ , Mg;  $1279 \pm 222$ , Na;  $204 \pm 81$ , P;  $149 \pm 77$ , Fe;  $77 \pm 40$ , Mn;  $13.02 \pm 6.9$ , Zn;  $10.17 \pm 8.2$ , シヨ糖;  $87 \pm 3.5$ , 還元糖;  $3.04 \pm 1.1$ , 灰分;  $4.2 \pm 0.7$ , 色価;  $47 \pm 21$ 。黒糖成分間相互の因果関係をパス係数によって調べた結果、品質については、その70%がFig. 1に示した8因子(成分)によって決定されていることがわかった。更に、シヨ糖および鉄は品質に対して強い影響力をもっており、それぞれの影響力は還元糖やMgの3倍に及んだ。Mn, Ca, Kおよび色価は品質に何ら影響力を有しなかった。シヨ糖に対しては色価, MnおよびMgが、また色価に対してはMn, CaおよびFeが、大きな影響力をもつ成分であった。

終りに、黒糖試料を快く提供下さいました伊平屋、粟国、多良間、小浜、西表、波照間および与那国の各含蜜糖工場の皆様に対し心から感謝の意を表します。統計処理法に関して貴重な御助言を賜りました畜産学科、及川卓朗博士に対し厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

1. 西村正栄 1985 黒糖を見直そう P83 沖縄国際大学南島文化研究所
2. 山根嶽雄 1960 原料糖製造法, P8, 丸善; 1966 甘味料, P22, 光琳全書
3. 製糖技術研究会(編) 1962 製糖便覧, P8, 朝倉書店
4. 小原哲二郎, 鈴木隆雄, 岩尾裕之 1982 食品分析ハンドブック, P264, 建帛社
5. Sang S.L., Chang W.C., Shiue H.I. and Cheng H.T. 1975 Direct Determination of trace

Table 2. Simple correlation coefficient between each of the grade, color value, sucrose, reducing sugar and minerals of Kokuto processed by the mills

	b	c	d	e	f	g	h	i
a	0.6579	0.455	-0.0066	0.6531	-0.2745	0.458	-0.5404	0.2782
b		0.498	-0.1109	0.5992	-0.4127	0.5844	-0.5555	0.5844
c			-0.1884	0.4881	-0.4162	0.4344	-0.4346	0.5396
d				0.0259	-0.1179	0.1722	-0.1108	-0.362
e					-0.2575	0.1679	-0.6803	0.217
f						-0.624	0.6321	-0.2485
g							-0.417	0.1573
h								-0.1497

Alphabets represent as follows: a:Mn, b:Mg, c:Ca, d:K, e:Fe, f:sucrose, g:color value, h:grade, i:reducing sugar. Simple correlation coefficient was calculated on the data of 24 samples that these constituents were fully analyzed as shown in Table 1.

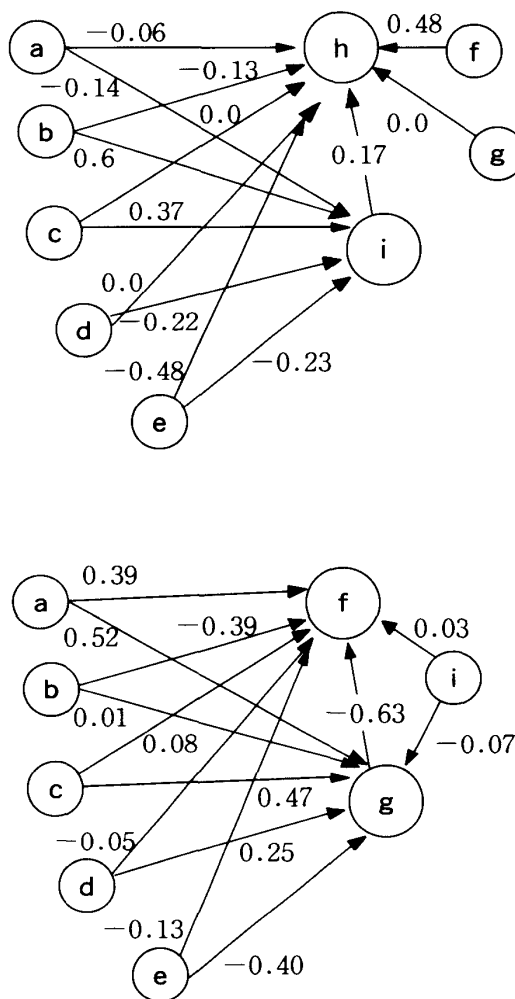


Fig. 1. Path coefficients in the path diagrams of chemical components, color value, and the grade of Kokuto processed by the mills

Alphabets in the figure show the same as these in Table 2. The path coefficient in the figure was calculated based on the correlation coefficient in Table 2.

metals in cane juice, Sugar and molasses by atomic absorption spectrophotometry, Intern. Sugar J., 77 : 71~75

6. 友部勝美, 長坂忠良 1978 原子吸光光度法による原料糖中の無機非糖分の定量について、製糖技術研究会誌, 28 : 1~8
7. 大西正和 1982 需要と予測とコンピュータプログラム, P166~180. 日刊工業新聞社. Wright S. 1923 The theory of path coefficients—a reply to Niles' criticism, Genetics 8 : 239~255