

## ゴマ種子の品質評価法の検討

武田 珠美・富永 万智\*・長野 沙耶\*\*

### A quality survey of sesame seeds to find a simple assessment method

Tamami TAKEDA, Machi TOMINAGA \* and Saya NAGANO \*\*

(Received September 30, 2016)

In order to find a simple assessment method for sesame seeds, we investigated the relation among the taste components and taste and shape scores of 20 types of sesame seeds. Free sugars and free amino acids were determined by HPLC and total sugars using a spectrophotometer. Sensory evaluations were carried out to examine the quality of sesame seeds roasted under the same conditions. The shape scores of these sesame seeds were calculated to measure their weight and size.

A positive correlation was observed between all sugar contents and the contents of total free sugars or free amino acids. In white sesame seeds, a particularly high correlation was observed between the contents of total free amino acids and fructose or glucose. Further, a sensory evaluation showed that the taste of sesame seeds differed according to their color; hence, we analyzed this data for each color. A positive correlation was observed between the overall evaluation scores and umami amino acids contents of black sesame seeds, as well as between the sweetness scores and all sugar contents of white sesame seeds. Positive correlations were found between the 100-grain weight, circumferential length, and long- or short-grain diameter of the seeds. Further, it was found that all sugar contents and long-grain diameter correlated very closely in white sesame seeds..

**Key words :** sesame seed, quality, taste, appearance, sensory evaluation

#### はじめに

ゴマ種子の品質とは、色、形状、加熱特性、食味等である。作物学分野<sup>1)</sup>では植物的特性が重視され、色、心皮数、蒴果数、分枝数、収量および100粒重や1000粒重が指標とされ、食味との関連は報告されていない。ゴマを扱う業界では独自の評価法で必要なゴマの品質を見極めてきたものと思われる。近年、国産ゴマの需要が増加傾向<sup>2)</sup>にあり、生産者にとっても消費者にとってもゴマの迅速な品質評価法は喫緊の要求があると考えられる。またゴマ栽培の教材化を計画しており、収穫品の品質を把握できることは、児童や生徒の客観的な評価や達成感につながるものと予想される。これまでに玄米の粒厚と食味<sup>3)</sup>、理化学特性<sup>4)</sup>に関する報告、米の粒径と食味に関する報告<sup>5)</sup>がなされている。このような形状からゴマの食味を判断することができれば、ゴマの品質評価をかなり簡便化で

きると考えた。ゴマのおいしさはその風味の関与が大きいのと考えられ、これまでに香気成分<sup>6),7)</sup>についてはかなり研究が進められ、多種類の成分の寄与が明らかにされている。一方、呈味成分については遊離アミノ酸あるいは遊離糖が主であると報告<sup>8)</sup>され、香気成分よりはかなり単純な系であると推察される。そこで本研究ではゴマの呈味成分、食味および形状との関連を基礎的に検討することを目的とした。

#### 実験方法

##### 1. 試料

富山大学圃場で2012年に収穫されたゴマ種子20系統の譲渡を受け、冷蔵保存して使用した(表1)。黒ゴマ10系統、白ゴマ10系統で、植物的特性を示したが、産地等による共通性はみあたらなかった。官能評価に際しては外国産の洗いゴマ(カタギ食品株式

\* 熊本大学大学院教育学研究科

\*\* 熊本大学教育学部卒業生

会社提供 グアテマラ産、ボリビア産、パラグアイ産混合)を基準試料とした。

## 2. 呈味成分の定量

遊離糖は高速液体クロマトグラフィー(島津製作所 Nexera X2)を用いてフルクトース、グルコースおよびスクロースを定量した。20%濃度のゴマ分散液をミキサー(Oster 16speed Blender)で30秒間攪拌し、3000 rpmで10分間遠心分離(KUBOTA, KN-70)後、さらに12000 rpm, 2分間遠心分離(日立 CF16RX II)し、0.2  $\mu$ mのシリンジフィルターを通して分析試料とした。全糖をフェノール硫酸法により490 nm(島津 UVmini-1240)において定量した。遊離アミノ酸は、ポストカラム誘導体化アミノ酸分析計(島津製作所 Nexera X2)を用い、17種を定量した。カラムはアミノ酸分析用カラム(YMC-Triart C18 75  $\times$  3.0 mmL D.S-1.9  $\mu$ m, 12 nm)を使用した。ゴマ20%の抽出液を水:アセトニトリル水溶液(1:2)で除タンパク処理し、12000 rpmで2分間遠心分離(日立 CF16RX II)して5%濃度の分析試料とした。また、遊離アミノ酸のうちアスパラギン酸、グルタミン酸は濃度が高かったため、0.5%に希釈して測定に供した。

表1. ゴマ試料

原産・富山大学改良	心皮	蒴果	表面		種皮色
			性状	模様	
ミャンマー産	2	1	滑面	弱	黒
ミャンマー産改良	2	1	滑面	弱	黒
ベトナム産	2	3	中間	強	黒
中国江西省産	2	3	滑面	弱	黒
秋田県産改良	4	1	中間	弱	黒
岩手県二戸産	2	1	中間	弱	黒
岩手県滝沢産	2	1	中間	弱	黒
富山大学育成・改良	2	3	粗面	強	黒
富山大学育成・改良	2	3	中間	弱	黒
富山大学育成・改良	2	1	中間	弱	黒
ベネゼエラ産改良	2	3	滑面	弱	白
ベネゼエラ産	2	3	滑面	無	白
中国・豫芝9号改良	2	1	滑面	弱	白
中国産	2	3	滑面	弱	白
山口県下関産改良	2	1	滑面	弱	白
茨城県在来種			中間	弱	白
富山大学育成・改良			中間	弱	白
富山大学育成・改良	2	1	中間	弱	白
富山大学育成	2	1	滑面	弱	白
富山大学育成・改良			中間	弱	白

## 3. 食味の評価

ゴマの食味は7段階評価法の官能評価によった。「ゴマの甘味」の強さ、「ゴマの旨味」の強さおよび「総合評価」を項目とした。ゴマ10gを電気オーブン(National, NE-AB80)で200℃5分30秒間加熱し、0.1gをプラスチックスプーン(HEIKO, 10 cm)に計り、

基準ゴマとともに提供した。水を試料が変わるごとに飲むように指示した。パネルは熊本大学教育学部の学生10名程度とした。データはエクセル統計2015を用いて一元配置の分散分析を行い、Tukeyの多重比較により有意差検定した。

## 4. 形状特性の測定

### 4-1 100粒重

目視によって規格等が著しく異なる種子を除き、100粒重の測定を3回行い、平均を求めた。

### 4-2 粒厚

クリープメータ(山電, RE2-33005B)のサンプル厚さ計を用い、破断強度解析ソフト(Windows Ver.1.3 BAS-3305)によった。プランジャーは円柱型16 mm  $\phi$ , 測定速度1 mm/sの条件で、ゴマ種子20粒の平均値を算出した。

### 4-3 周長・粒径

実体顕微鏡(オリンパス SZ-PT)によるゴマ種子の全体画像(20倍)を画像解析ソフト(Motic Images Plus 2.3S)に取り込んで、周長、長粒径および短粒径を測定した。ゴマ種子10粒の平均値を算出した。画像の解像度を1024  $\times$  798, サイズは768  $\times$  568としてファイルに保存した(図1)。

## 結果および考察

### 1. 呈味成分

ゴマ種子中の遊離糖および全糖の定量結果を表2に示した。遊離糖はいずれのゴマ系統もスクロースが最も多く含まれ、白ゴマは黒ゴマよりも多い傾向であったが、系統によって含有量には差があった。全糖量は各遊離糖量とは相関がみられず、遊離糖量の合計値と正の相関( $p < 0.05$ )がみられた。グルコースが検出できなかった系統があった。

遊離アミノ酸は、いずれのゴマ系統にもアスパラギン酸、グルタミン酸が多く含まれていたが、本研究では呈味別<sup>9)</sup>にアミノ酸を分類して示した(表3)。甘味を呈するアミノ酸としてセリン、アラニン、トレオニン、グリシン、プロリン、旨味アミノ酸としてアスパラギン酸、グルタミン酸、メチオニンにセリン、アラニンも重複してカウントした。苦味を呈するアミノ酸はアルギニン、ヒスチジン、システイン、バリン、メチオニン、フェニルアラニン、イソロイシン、ロイシン、リシン、プロリン、チロシンとした。各食味を呈する遊離アミノ酸量間に正の相関がみられた。また白ゴマの方が甘味アミノ酸以外は多く含まれており、黒ゴマより基本味に関する呈味性は高いといえた。

全糖量と遊離アミノ酸総量には黒ゴマ、白ゴマともに正の相関 ( $p<0.05$ ) がみられた。フルクトースやグルコースの還元糖量との相関がとくに白ゴマで高く、遺伝子学的な特徴とも考えられる。ゴマに多く含まれるスクロース量と遊離アミノ酸量間には相関は全くみられなかったが、単糖が多い場合、アミノ酸とのアミノカルボニル反応が進行し、炒りゴマの風味等に大きく影響することが推察された。

表 2. 遊離糖および全糖

(g/100g)

原産・富山大学改良	フルクトース	グルコース	スクロース	全糖
ミャンマー産	0.486	0.466	0.649	2.473
ミャンマー産改良	0.109	—	0.488	0.758
ベトナム産	0.314	0.299	0.735	1.528
中国江西省産	0.184	0.347	1.421	2.510
秋田県産改良	0.356	0.335	1.563	1.645
岩手県二戸産	0.109	—	1.666	1.479
岩手県滝沢産	0.295	0.331	0.833	1.428
富山大学育成・改良	0.606	0.482	1.028	2.191
富山大学育成・改良	0.175	0.235	0.808	1.784
富山大学育成・改良	0.532	0.359	0.594	1.670
黒ゴマ平均	0.317	0.357	0.979	1.747
ベネゼエラ産改良	0.497	0.706	1.271	2.147
ベネゼエラ産	0.151	0.355	1.421	1.784
中国・豫芝9号改良	0.603	0.778	1.227	2.400
中国産	0.506	0.823	1.569	2.436
山口県下関産改良	0.329	0.401	1.294	1.935
茨城県在来種	0.220	0.252	0.813	1.551
富山大学育成・改良	0.313	0.321	1.159	1.105
富山大学育成・改良	0.211	0.277	0.965	2.009
富山大学育成	0.253	0.358	1.138	2.597
富山大学育成・改良	0.295	0.416	1.119	2.296
白ゴマ平均	0.338	0.469	1.198	2.026
基準	0.107	—	1.785	2.674

表 3. 遊離アミノ酸

(g/100g)

原産・富山大学改良	総量	甘味	旨味	苦味
ミャンマー産	0.163	0.031	0.094	0.060
ミャンマー産改良	0.054	0.080	0.034	0.018
ベトナム産	0.145	0.023	0.089	0.048
中国江西省産	0.166	0.023	0.096	0.060
秋田県産改良	0.174	0.026	0.112	0.053
岩手県二戸産	0.125	0.013	0.083	0.034
岩手県滝沢産	0.172	0.023	0.102	0.059
富山大学育成・改良	0.194	0.035	0.106	0.078
富山大学育成・改良	0.147	0.024	0.093	0.048
富山大学育成・改良	0.162	0.022	0.092	0.064
黒ゴマ平均	0.150	0.030	0.090	0.052
ベネゼエラ産改良	0.223	0.045	0.121	0.087
ベネゼエラ産	0.122	0.017	0.079	0.038
中国・豫芝9号改良	0.234	0.050	0.117	0.100
中国産	0.241	0.045	0.125	0.104
山口県下関産改良	0.182	0.029	0.109	0.065
茨城県在来種	0.148	0.021	0.088	0.054
富山大学育成・改良	0.138	0.027	0.077	0.053
富山大学育成・改良	0.147	0.017	0.097	0.047
富山大学育成	0.180	0.024	0.104	0.070
富山大学育成・改良	0.209	0.031	0.115	0.085
白ゴマ平均	0.182	0.031	0.103	0.070
基準	0.161	0.036	0.079	0.071

## 2. 食味

ゴマを一定条件で加熱した、炒りゴマを試料とした官能評価の結果を表4に示した。甘味は種皮色による差はみられなかったが、旨味および総合評価は白ゴマの評価が高かった。しかし、基準ゴマの評価値と同等あるいはより低かったことは、加熱条件を基準ゴマに最適な条件としたため、種皮厚等の影響で加熱に過不足が生じて評価が下がったこと、また粒状で供させたために咀嚼による個人差が生じてしまったことが原因として考えられる。これを踏まえても白ゴマと黒ゴマの食味には違いがあることがわかったので、以後は種皮色別に分析することにした。

官能評価スコア (表4) と呈味成分量 (表2, 表3) との相関を調べたところ、黒ゴマの総合評価と旨味アミノ酸量間 ( $p<0.05$ )、白ゴマの甘味と全糖量間 ( $p<0.01$ ) に正の相関が認められた。黒ゴマは独特の雑味を有するために呈味の判断が困難であることが考えられた。この雑味を含めたおいしさの評価法を開発する必要があると思われる。全糖量と遊離アミノ酸総量には正の相関が認められていることから、白ゴマにおいては甘味成分が評価指標として有効であることが示唆された。

表 4 食味 (官能評価)

原産・富山大学改良	甘味	旨味	総合評価
ミャンマー産	1.7	2.0	1.3
ミャンマー産改良	1.4	2.0	1.9
ベトナム産	1.1	1.3	0.9
中国江西省産	1.8	1.5	1.6
秋田県産改良	1.6	2.0	1.7
岩手県二戸産	0.7	0.9	1.3
岩手県滝沢産	1.8	2.4	2.6
富山大学育成・改良	1.0	2.1	1.5
富山大学育成・改良	1.4	1.0	1.4
富山大学育成・改良	1.0	0.8	0.9
黒ゴマ平均	1.3±0.4	1.6±0.6	1.5±0.5 <sup>a</sup>
ベネゼエラ産改良	1.3	1.8	1.9
ベネゼエラ産	1.4	2.1	2.0
中国・豫芝9号改良	1.9	1.6	1.8
中国産	2.0	2.2	1.8
山口県下関産改良	1.6	1.7	1.9
茨城県在来種	1.6	2.0	2.1
富山大学育成・改良	1.2	2.0	1.7
富山大学育成・改良	1.7	2.3	2.3
富山大学育成	2.0	2.1	2.3
富山大学育成・改良	1.7	2.0	2.0
白ゴマ平均	1.6±0.3	2.0±0.1	2.0±0.2 <sup>b</sup>
基準	2.0	2.0	2.0

表中の異なるアルファベットは有意差あり ( $p<0.05$ )

## 3. 形状特性

今回のゴマ系統試料では、いずれの形状においても黒ゴマが白ゴマを上回った (表5)。黒ゴマ、白ゴマともに周長と両粒径 ( $p<0.001$ )、長粒径と短粒径



( $p<0.05$ ) に正の相関があり、類似の形であることが確認された。黒ゴマは他の形状特性値間に相関はみられず、白ゴマには 100 粒重と周長、長粒径あるいは短粒径間にそれぞれ正の相関 ( $p<0.01$ ) が認められた。種皮色に由来する違いかどうかはさらに検体を増やして確認する必要があると考えられる。粒厚は黒ゴマ  $0.67 \pm 0.07$  mm, 白ゴマ  $0.63 \pm 0.11$  mm で、個体差が少ないためか、いずれの形状特性値間とも相関が認められなかった。

今回の呈味成分量 (表 2, 表 3) と食味の官能評価 (表 4) の結果より、黒ゴマの食味は複雑であり、評価指標が見当たらなかったため、白ゴマの全糖量 (表 2) と形状特性値 (表 5) との相関関係を調べた (表 6)。全糖量は長粒径 (図 1) と最も相関 ( $p<0.01$ ) が高く、周長や 100 粒重間にも正の相関 ( $p<0.05$ ) がみられた。白ゴマの長粒径  $2.89 \pm 0.11$  mm 程度の差を迅速に計測し、検証する実用的技術を解決できるかの問題は残されている。現時点では教材として応用することは可能ではないかと考えられる。

表 5. 形状特性

原産・富山大学改良	100粒重 (mg)	粒厚 (mm)	周長 (mm)	長粒径 (mm)	短粒径 (mm)
ミャンマー産	349.1	0.64	8.80	3.17	1.90
ミャンマー産改良	291.3	0.78	8.00	2.91	1.70
ベトナム産	298.6	0.64	9.22	3.38	1.99
中国江西省産	275.6	0.75	8.38	2.97	1.78
秋田県産改良	238.8	0.58	8.09	2.96	1.70
岩手県二戸産	244.8	0.60	8.10	2.86	1.76
岩手県滝沢産	266.0	0.73	8.40	2.88	1.89
富山大学育成・改良	286.2	0.66	8.54	3.04	1.95
富山大学育成・改良	247.1	0.62	8.54	3.04	1.83
富山大学育成・改良	237.2	0.67	8.67	3.14	1.82
黒ゴマ平均	273.5	0.67	8.47	3.04	1.83
ベネゼエラ産改良	258.7	0.76	7.96	2.90	1.75
ベネゼエラ産	266.6	0.69	8.30	2.97	1.81
中国・豫芝9号改良	256.9	0.55	8.05	2.93	1.76
中国産	283.7	0.48	8.34	3.06	1.80
山口県下関産改良	291.9	0.78	8.11	2.84	1.86
茨城県在来種	240.9	0.63	7.90	2.82	1.74
富山大学育成・改良	221.5	0.56	7.43	2.67	1.61
富山大学育成・改良	237.8	0.47	7.92	2.84	1.73
富山大学育成	275.8	0.74	8.18	2.95	1.76
富山大学育成・改良	269.7	0.64	8.21	2.93	1.82
白ゴマ平均	260.4	0.63	8.04	2.89	1.76
基準	320.1	1.00	8.95	3.25	1.97

表 6. 全糖量と形状特性値  
(相関係数)

	全糖量
100粒重	0.674*
粒厚	0.063
周長	0.746*
長粒径	0.816**
短粒径	0.570

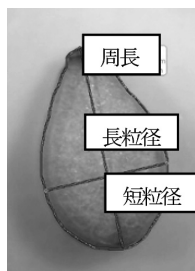
\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ 

図 1. ゴマ形状の測定項目

## おわりに

本研究ではゴマの品質評価法のための基礎的知見を得た。黒ゴマは今回の測定項目に適切な評価指標は見い出せなかった。白ゴマは呈味成分量間に相関があり、食味も比較的シンプルであるため、甘味成分が評価指標として有効であることが示唆された。甘味成分として全糖量と形状特性の長粒径間に相関が認められた。ゴマ種子の迅速な品質評価法は社会的なニーズに留まらず、ゴマの栽培を教材化した際に、収穫できたゴマの品質評価が簡単に的確にできると生徒の満足度も高まり、意欲向上に結びつくものと期待される。さらにゴマ系統数を増やしてデータを集めていきたい。

## 謝辞

貴重なゴマ試料を提供くださった元富山大学理学部教授増田恭次郎氏および呈味成分の分析に多大にご協力いただいた元熊本県産業技術センター食品加工技術室研究参事山戸陸也氏に感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 並木満夫編 (1998) 『ゴマその科学と機能性』, 丸善ブラネット, 222-243.
- 2) 白澤繁清 (2016) 鹿児島県におけるゴマ栽培の現状, Sesame Newsletter31, 17-21.
- 3) 松江勇次・比良松道一・小田原孝治・橋詰文男 (1994) 玄米の粒厚別食味評価, 日本作物学会九州支部会報 60, 20-22.
- 4) 松江勇次・佐藤大和・内村要介 (1999) 玄米粒厚別の食味と理化学的特性, 日本作物学会紀事 68, 240-241.
- 5) 深井洋一・大熊桂樹・鷲尾勝雄・北川和弘・芳澤豊久・宮西秀貴 (2006) 米の粒径別の理化学特性, 日本食品科学工学会誌 53, 143-150.
- 6) 浅井由賀・竹井よう子 (1996) 種皮の色の異なるゴマの品質, 日本調理科学会誌 22, 292-297.
- 7) 竹井よう子 (1988) 炒りごまと炒り皮むきごまの香気, 日本家政学会誌 39, 803-815.
- 8) 武田珠美・青野寛子・福田靖子・畑江敬子・島田淳子 (2000) ゴマ種子の性状に焙煎条件が及ぼす影響, 日本家政学会誌 51, 1115-1125.
- 9) 二宮 恒彦 (1968) アミノ酸の呈味に関する研究, 日本調理科学会誌 1, 185-197.