

ゴマ焙煎温度がゴマ油の品質におよぼす影響

Effect of Roasting Temperature of Sesame Seed on Quality of Sesame Oil

竹井よう子*
(Yoko Takei)

福田 靖子**
(Yasuko Fukuda)

The stability against oxidation, and aroma components of several sesame oils from seeds roasted at different temperatures were examined.

At a higher roasting temperature, the stability, sesamol content and brown color of sesame oil increased. Then, stability of sesame oil was observed to be dependent on sesamol and browning components derived by thermal reactions. Roasting of seeds above 200°C, gave remarkable antioxidative activity to the sesame oil.

By gas chromatographic analysis of head space volatiles from sesame oils, a sesame oil aroma and a smoky odor were stronger by roasting at a higher temperature. Roasting of sesame seeds at 180°C, brought a moderate sesame oil aroma on the sesame oil.

The above results showed the preferable roasting temperatures of sesame seeds to be 200°C for stability of sesame oil and 180°C for a sesame oil aroma.

ゴマは焙煎により、香ばしい特有香を発生し、これを搾油して得たゴマ油は香りが高く、また、劣化しにくいので、中国、韓国、日本で古来より重んじられてきた¹⁾。特に日本においては、明治の頃までの揚げ油は焙煎ゴマ油が中心であった。その製油法¹⁾は開放式煎釜を用い、160~180°Cで焙煎し、玉締めと称する搾油法で圧搾時にも熱がさほど発生せず、香りや、色はうすかったので、単独で揚げ油として使用できたと考えられる。しかし、現在では、熱風焙煎（670~760°Cの熱風）で、しかもエキスペラーにより圧搾されるため圧搾時にもかなり熱がかかる方法で製造されるので、香りはかなり強く、色も濃く、調味料的使用法が多くなっている。ゴマやゴマ油の香気成分に関する文献²⁾では、多くの成分が報告されている³⁾。また、焙煎ゴマ油の劣化しにくい要因は、トコフェロールおよび、セサモリンの分解により生じたセサモールの他に、種子焙煎時の分解生成物または成分間反応により生成した未知成分もある事が報告されている⁴⁾。

これらの事から、焙煎ゴマ油の品質は、原料ゴマの加

熱程度に大きく影響されるものと考えられる。そこで、その実態を調べ、望ましい焙煎の程度を明らかにするため、ゴマ油の品質のうち、特に重要な香りと酸化安定性について検討を行った。

実験方法

1. 実験材料

1) ゴマ油

鹿児島県産の白ゴマを精製し、直径1.2m、深さ30cmの開放式煎釜（鉄製、直火式、回転羽根付き）に20kg入れ、羽根を50回/分の速度で回転させながらガスバーナーにより焙煎した。釜の中心部に温度計を入れ、その指示がそれぞれ120、180、200°Cに達するまで弱火で40~50分間加熱し、所定の温度に達したらただちに消火し、釜より出して圧砕、蒸熱し、旧来の圧搾法（玉搾り¹⁾）により搾油し、静置後その上澄みを濾過して得られた精製ゴマ油を鹿北製油（鹿児島県伊佐郡菱刈町荒田）より入手した。また、比較のため、熱風焙煎（670~760°Cの熱風）の油として、市販の純正ゴマ油（竹本油脂製）を使用した。

* 大阪教育大学家政教育学

** 市邨学園短期大学家政科

ゴマ焙煎温度がゴマ油の品質におよぼす影響

2) 試薬・標準物質

セサモールはアルドリッチケミカル社より購入した純度98%以上の試薬を、 γ -トコフェロールはエーザイ(株)製造のd- γ -トコフェロールを使用した。香気成分の標準物質は既報³⁾と同じものである。

2. 実験方法

1) 色の測定

色相はロビボンダ法⁵⁾を用いた。褐変度は油をイソオクタンに0.25g/mlの濃度に溶解し、420nmにおける吸光値として測定した。

2) 酸化安定性の測定

オルコットの重量法⁶⁾を改良して用いた。即ち、内径60mmのふた付きガラスシャーレに試料油10 \pm 0.01gを入れ、60 \pm 1 $^{\circ}$ Cの恒温器の中段に置き、酸化を促進させ、経時的に取り出し、デシケータ中で30分間放冷後、重量を測定した。2個の試料の平均値を求めた。

3) メタノール抽出物の調製

油中に溶解しているやや極性の高い成分の含量を調べ、抗酸化成分および着色度の目安とするため、試料油を3倍量の熱メタノールで3回抽出を行い、-18 $^{\circ}$ Cのフリーザーで24時間放置後、トリグリセリドを中心とする沈澱物を除去し、可溶区分を減圧濃縮しメタノール抽出物とした。

4) γ -トコフェロールおよびセサモールの定量

液体クロマトグラフ(島津LC-6A型)を使用した。 γ -トコフェロールについては、カラムとしてデベロジルS160(内径8mm長さ25cm,野村化学製)を用い、メタノール(流速3.5ml/分)を溶媒とし、295nm(Emission)および325nm(E_x)で検出した。セサモールについては、カラムとしてデベロジルODS-10(内径8mm長さ25cm,野村化学製)を用い、メタノール:水=7:3の混合溶媒(流速3.0ml/分)で分離し、296nmで検出した。検出器は島津SPG-6A型を用いた。試料ゴマ油より得られたメタノール抽出物を分析に供した。

5) 香気成分の分析

ヘッドスペースペーパーをガスクロマトグラフ(日立263-50型)により分析した。ゴマ油よりヘッドスペースペーパーを採取する方法は炒りゴマの場合³⁾と同様であり、120 $^{\circ}$ C5分と180 $^{\circ}$ C3分の加熱を行った。分析条件も、以下に述べる他は既報³⁾と同様である。カラム;FFAPをケミカルボンディングしたヒューズドシリカ製キャピラリー、内径0.52mm長さ25m、温度60 $^{\circ}$ C(5分間保温) $\xrightarrow{5^{\circ}\text{C}/\text{分}}$ 180 $^{\circ}$ C(31分間保温)。注入口温度:180 $^{\circ}$ C。キャリアーガス;ヘリウム、流速2.4ml/分、スプリット比2:1。検出器;FID、温度

200 $^{\circ}$ C、水素圧力1.00kg/cm²、空気圧力1.00kg/cm²。分析により、似たパターンが得られた2回のデータの平均値を求めた。同定は、標準物質との比保持時間(フルフリルアルコールを1.000として算出)の一致により行ったが、炒りゴマでのデータ³⁾や、N社ゴマ油の香気濃縮物のガスクロマトグラフ直結質量分析³⁾の結果⁷⁾および、その、匂いかぎスプリッター付きガスクロマトグラフィーによる、各ピークのカラム出口の匂いかぎの結果⁷⁾も参考とした。この時のガスクロマトグラフィーの条件は前述の場合と同様であり、香気濃縮物0.6 μ lを注入した。香気濃縮物の調製は、既報³⁾の炒りゴマの場合に準じ、ゴマ油100gを180 $^{\circ}$ C10分間保温した後冷却して、窒素気流下120 $^{\circ}$ Cで3時間香気採取し、ドライアイス-アセトン冷却により捕集された成分を香気濃縮物とした。

結果および考察

1. 油の色およびメタノール可溶成分

焙煎温度と色相および420nmにおける褐変度の関係を調べ、結果を表1に示した。焙煎温度が高くなる程、ロビボンダ法によるY(黄色)とR(赤色)の値が高くなり、油の色が濃くなる事がわかった。また、420nmにおける吸光値も高くなり、褐変度が高くなっている事がわかった。熱風焙煎の市販ゴマ油の焙煎温度は正確には測定されていないが、表1の結果から、200 $^{\circ}$ Cより

Table 1. Color and Content of Methanol Extract of Oils from Roasted Seed.

Roast Temp.	Color*	Absorbance (420 nm)**	Hot Meoh Ext.
120 $^{\circ}$ C	0.4R, 7.0Y	0.075	1.81%
180 $^{\circ}$ C	1.0R, 20.0Y	0.162	1.89%
200 $^{\circ}$ C	3.0R, 40.0Y	0.300	1.95%
Marketed sesame oil	11.9R, 50.0Y	0.615	2.33%

* Lovibond Method, ** 0.25 g/ml (isooctane)

もかなり高いと推測される。また、油の中のやや極性のある成分の量を、メタノール抽出物量として測定したところ、焙煎温度が高くなる程、多くなる事がわかった。これは、焙煎温度の上昇に伴い、油に不溶な種子成分の分解や成分間反応が起こりやすくなり、より極性が小さくなって油の方へ移行するようになった成分が増加するためと考えられる。この中には、脂溶性の褐色色素も含まれ、焙煎温度が高くなると褐変度が高くなる結果と一致している。

2. 油の酸化安定性

種子焙煎温度と油の酸化安定性の関係について調べ、

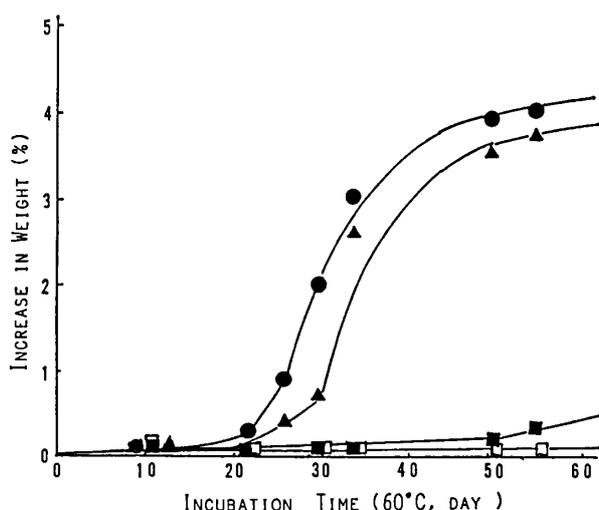


Fig. 1. Effect of Roasting Temperature on Stability of Sesame Oil.

—●— 120°C, —▲— 180°C, —■— 200°C,
—□— Marketed sesame oil.

Table 2. Content of γ -Tocopherol and Sesamol in Roasted Seed' Oils

Roast Temp.	γ -Tocopherol	Sesamol
120°C	31.7	1.2
180°C	37.4	1.7
200°C	34.1	5.1
Marketed sesame oil	25.6	12.0

(mg/100 g oil)

結果を図1に示した。過酸化物の生成による油の重量増加率は、120°C>180°C>200°C>市販ゴマ油の順であっ

た。特に、120°Cと180°C焙煎による油は、30日目からの重量増加が著しく、他の2者と大きな差が見られた。市販ゴマ油の種子焙煎温度を200°C以上と仮定すると、原料ゴマの焙煎温度が高い程、酸化安定性が良く、特に200°C以上になると非常に酸化安定性が高まる事がわかった。焙煎ゴマ油の主な抗酸化性物質である、 γ -トコフェロールとセサモールの含量を測定し、表2に示した。 γ -トコフェロール量は焙煎温度にあまり影響されないが、セサモールは、焙煎温度が高い程含量も高くなっていった。セサモールはセサモリンの熱分解により生成する事が報告されている⁴⁾。さらに、加熱温度が高い程生成量が増加する事が今回示された。しかし、図1に見られるように、200°Cになると著しく酸化安定性が高まる現象は、セサモールの生成量の増加からだけでは十分説明できない。一方、表1で見たように、焙煎温度が高くなると、褐変度と共にメタノール抽出物量も増加する傾向が見られた。脂溶性のメラノイジンの抗酸化性については報告^{8,9)}があり、焙煎ゴマ油の酸化安定性にも関与していると考えられる。従って、焙煎ゴマ油の酸化安定性は、諸言にも述べた通りトコフェロール、セサモールと、加熱により生成するメラノイジン等の未知物質の相互作用による考えられる。

酸化安定性が良く、色調の明るいゴマ油を得るには、200°Cに達する焙煎が好ましいと考えられた。

3. 香気

ヘッドスペースペーパーの分析結果を表3に示した。焙煎ゴマ油が本来持っている香りを分析するため、最も低い焙煎温度120°Cに合わせて加熱し³⁾、揮発性成分

Table 3. Aroma Components from Sesame Oils

Peak No.	RRT*	Component	Peak area (%)						Identification methods
			120°C 5 min keep			180°C 3 min keep			
			120°C	180°C	200°C	120°C	180°C	200°C	
1	0.058		1.63	0.49	0.37	1.39	1.12	0.44	
2	0.075	Acetaldehyde ^{a)}					1.26	1.35	
3	0.084	Ethyl formate ^{a)}	0.15	4.98	5.54	5.21	11.13	6.19	MS, RT
4	0.108	Ethyl acetate	2.08	24.68	18.96		15.10	5.98	"
5	0.152	Ethanol	1.20			1.46	5.08	1.74	"
6	0.170	3-Methylbutanal	87.81	46.05	20.01	65.61	8.81	5.73	"
7	0.232	Propanol ^{a)}	0.10	3.37	4.80	8.73	12.07	13.19	
8	0.245				0.07		4.56	14.67	
9	0.256	n-Hexanal					0.10	0.70	MS, RT
Total peak area (%) of peak No. 1~9			92.97	79.57	49.75	82.40	59.23	49.99	
10	0.379					0.21	0.42	0.53	
11	0.415	α -Terpinene	0.10	0.17		0.23	0.52	0.15	MS, RT
12	0.435	3-Methylbutanol	0.15	0.17	0.64	0.57	0.93	1.45	"
13	0.478	2-Pentylfuran	0.59	0.51	1.80	1.35	2.58	2.39	MS
14	0.513	2-Methylpyrazine		2.10	7.18	0.09	1.80	3.79	MS, RT
15	0.550	n-Octanal			0.16	0.50	0.85	1.05	"
16	0.587	2,5-Dimethylpyrazine	0.20	0.27	0.65	5.31	4.90	9.90	"
17	0.595	2,6-Dimethylpyrazine		2.43	4.57	0.27	3.14	4.39	"

ゴマ焙煎温度がゴマ油の品質におよぼす影響

Table 3. (continued)

Peak No.	RRT*	Component	Peak area (%)						Identification methods
			120°C 5 min keep			180°C 3 min keep			
			120°C	180°C	200°C	120°C	180°C	200°C	
18	0.603	2-Ethylpyrazine		0.81	1.34		0.14	0.24	MS
19	0.624	2,3-Dimethylpyrazine	0.56	0.27	0.30	0.46	1.03	0.75	MS, RT
20	0.629	1-Hexanol		0.27	0.30		0.01	0.24	"
21	0.673	2-Methyl-6-ethylpyrazine	0.19	0.34	0.74	0.92	1.18	1.92	MS
22	0.685	2-Methyl-5-ethylpyrazine		0.34	0.69		1.17	0.75	"
23	0.703	Trimethylpyrazine		0.84	0.91	0.08	1.16	0.79	MS, RT
24	0.724	Acetic acid			0.18	0.89	0.81	0.79	"
25	0.743	3,6-Dimethyl-2-ethylpyrazine		0.08	0.28	1.73	1.39	1.27	MS
26	0.751	1-Acetoxy-2-propanone		0.50	0.44		1.37	0.49	"
27	0.758	Furfural	0.64	3.71	13.09	0.23	2.63	3.65	MS, RT
28	0.772	3,5-Dimethyl-2-ethylpyrazine		0.27	2.47	0.13	0.70	1.48	MS
29	0.793			0.01	trace		0.03	trace	
30	0.808			0.17	0.16	0.15	0.29	0.36	
31	0.825	2-Acetylfuran	0.05	0.10	0.38	0.09	0.12	0.20	MS, RT
32	0.833						0.03	0.26	
33	0.848	Benzaldehyde	0.13	0.20	0.16	0.13	0.51	0.34	MS, RT
34	0.862	Propionic acid		0.20	0.89	0.08	0.45	0.60	"
35	0.876				0.11	0.09	0.07	0.19	
36	0.894	2-Methylpropionic acid		0.12	0.18	0.19	0.61	0.23	MS, RT
37	0.908	5-Methylfurfural		0.13	1.07	0.50	0.91	0.84	"
38	0.920			0.05	0.16		0.11	0.11	
39	0.941		0.10	0.18	0.31	0.07	0.23	0.16	
40	0.962		0.06				0.13	0.27	
41	0.973				0.59	0.16	0.20	0.27	
42	0.980	γ -Butyrolactone	0.05	0.51	1.08	0.03	1.16	0.41	MS, RT
43	1.000	Furfuryl alcohol	0.65	0.44	2.51	0.07	0.88	1.20	"
44	1.012	3-Methylbutyric acid		0.05	0.10		0.16	0.15	"
45	1.030			0.02	0.05	trace	0.12	0.16	
46	1.043	Pentanoic acid	0.25		0.17	0.05	0.15	0.24	MS, RT
47	1.057						0.08	0.04	
48	1.078		0.06	0.08	0.23	0.05	0.24	0.23	
49	1.087		0.04	0.07	0.11	0.05	0.15	0.11	
50	1.103	2,4-Nonadienal ^{a)}		0.07	0.11	0.15	0.27	0.19	
51	1.112			0.02	0.19		0.07	0.07	
52	1.133	2-Buten-4-olide					0.10	0.04	MS
53	1.143		0.08				0.06		
54	1.151	2,4-Decadienal			0.25	0.34	1.16	0.76	MS
55	1.184	Hexanoic acid	0.59	0.69	0.94	0.47	1.37	1.13	MS, RT
56	1.203	Guaiacol		0.27	0.66		0.28	0.48	"
57	1.256		0.02	0.20	0.08	0.10	0.08	0.02	
58	1.277		0.17				0.08	0.08	
59	1.286		0.23	0.40	0.34	0.16	0.09	0.17	
60	1.323	2-Acetylpyrrole	0.06	0.05	0.17		0.19	0.35	MS, RT
61	1.330	Benzothiazole					0.05	0.12	"
62	1.350		0.02			0.10	0.11	0.13	
63	1.387	2-Formylpyrrole	0.10	0.05	0.18	0.09	0.07	0.15	MS, RT
64	1.395			0.05	0.13		0.14	0.10	
65	1.408	Octanoic acid	0.15	0.27	0.18	0.09	0.07	0.15	MS, RT
66	1.437			0.54	0.90		0.91	1.45	
67	1.448		0.53	0.51	0.22	0.21	0.98	0.10	
68	1.487				0.10		trace	0.20	
69	1.545		0.17	0.10	0.35	0.29	0.47	0.22	
70	1.559		0.47	0.78	0.64	0.19	0.28	0.20	
71	1.626			0.05	0.32	0.14	0.75	0.57	
72	1.766		0.15	0.27	0.10	0.10	0.13	0.23	
73	1.801		0.01	0.15	0.02	trace	0.05	0.05	
74	1.850		0.11	0.15	0.07	0.05	0.13	0.05	
75	2.107		0.16		0.05		0.10	0.23	
76	2.263		0.01	0.15	0.15	0.10	0.10	0.05	
77	2.403		0.18	0.25	0.15	0.43	0.15	0.29	
Total peak area (mm ²)			2601	2464	3285	5578	5569	7172	

* Relative retention time calculated by the retention time of furfuryl alcohol=1.000

a) Tentatively identified on GC data of authentic compounds or MS data.

120°C 5 min keep, 180°C 3 min keep; Keeping conditions of sesame oils to collect the head space volatiles.
120°C, 180°C, 200°C; Roasting temperatures of sesame seeds.

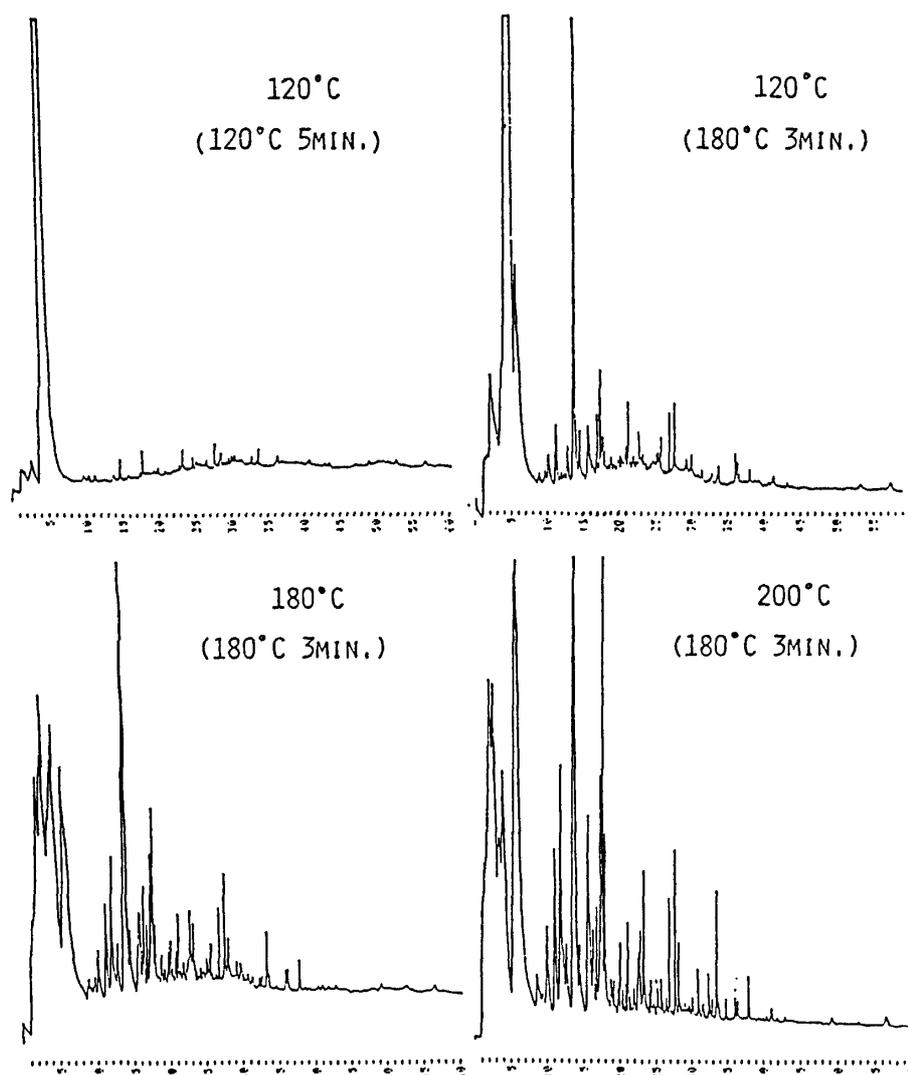


Fig 2. Gas Chromatograms of Head Space Volatiles from Sesame Oils. 120°C, 180°C, 200°C; Roasting temperature of Sesame seeds. 120°C 5 min, 180°C 3 min; Keeping conditions of sesame oils to collect volatiles. Model; Hitachi 263-50. Column; a fused silica chemical bonded WCOT capillary, FFAP, 0.52 mm i. d. × 25 m, 60°C (5 min hold) → 180°C (5°C/min). Helium carrier flow; 2.4 ml/min. Split ratio; 2 : 1. Injection temp.; 180°C. Detector; FID, 200°C. Sample size; 3.0 ml.

の蒸発をうながし、ゴマ油試料のヘッドスペースペーパーを採取した³⁾。また、揚げ油などに使用されている最中の香り立ちを比較するため、平均的揚げ温度である180°Cに加熱して蒸発してきた、同一のゴマ油試料のヘッドスペースペーパーも分析した。各ピークのピーク面積割合を同定または推定された物質名と共に示した。

120°C焙煎ゴマ油の場合、120°C加熱と180°C加熱の間に、大差が見られた。120°C加熱では、3-メチルブタナールが大部分を占め、こうばしいピラジン類の種類も含量も少く、全体的にピークが見られない様子を示した。ところが、180°Cの加熱では、全体的にピークが多数見られるようになり、ピラジン類も増加した(図2)。120°C焙煎では、ほとんどゴマ油香が感じられないが、これを揚げ物などで高温に加熱すると、いくぶんゴマ油らしさが生じてくるものと考えられる。180°C焙煎や

200°C焙煎についても、120°Cと180°Cの2種の加熱法について分析結果を比較すると、各成分の割合に変化が見られた。匂いの強さの目安として、総ピーク面積合計³⁾を求めたところ、180°C加熱は120°C加熱の場合の約2倍となって、香り立ちの良い事が判った。しかし、すべての成分が多くなっていれば、その割合は変化しないので、匂いが強くなると共に匂いの質も変化している事が判った。180°C加熱では、120°C加熱に比べ、ピラジン類、煙くさいピロール類、ヘキサン酸が増加し、こうばしさと焦げ臭が強くなっていた。揚げ物を長く続けていると、ゴマ油の香りが変化してゆくものと推測される。これは、汙過以外の精製が行われていない油を使用したため、香気成分前駆体が油の中に残されている事と、香気成分間の反応が要因と考えられる。特に120°C焙煎ゴマ油が180°C加熱によってこうばしくなったのは、

ゴマ焙煎温度がゴマ油の品質におよぼす影響

前者の要因と考えられた。

3種の原料ゴマ焙煎温度を、120°Cと180°Cの2種の加熱方法共に比較すると、焙煎温度が高くなるほど、ピラジン類、ピロール類、甘い焦げ臭のフラン類、酸臭の酸類、薬くさいグアヤコールが多くなる傾向が見られ、弱い匂いや好ましくない匂いを有する低沸点成分が減少した。低沸点成分量の目安として、ピーク No. 9 までのピーク面積合計を算出し、表3に示した。

N社のゴマ油から香氣濃縮物を調製し³⁾、ガスクロマトグラフィーにより分離した各成分を、匂いかぎスプリッターを用いてカラム出口の匂いかぎを行ったところ、ピーク No. 45, 64, 68 に相当する成分にゴマ油香が、ピーク No. 68 には煙臭も感じられた⁷⁾。焙煎温度が高くなると、この3つのピーク的面積合計が増加し、特に200°C焙煎で、ピーク No. 68 が増加した。

以上の事から、焙煎温度が高くなると、こうばしさやゴマ油らしさは強まるが、同時に、煙臭、焦げ臭、酸臭も強まる事が判った。また、120°C焙煎では低沸点成分が著しく多く、それだけゴマ油香に寄与する成分が少く、他の焙煎温度に比べゴマ油香が非常に弱いと判断された。180°C焙煎でおだやかなゴマ油香を有している事から、ゴマ油特有の香りを望むなら180°C以上の焙煎が必要であると考えられる。200°Cではややくどいゴマ油香を有しており、揚げ物等の使用でさらに酸臭や煙臭が強まる事を考えると、180°C焙煎よりは好ましくなくなると推測される。

比較的香りが良く、酸化安定性の良い油を得るためのゴマ焙煎温度は、今回は200°Cという結果となったが、よりおだやかな香りを望むのであれば180°C以上200°C以下での酸化安定性を検討する必要がある。

要 約

ゴマの焙煎温度がゴマ油の酸化安定性や香りにおよぼ

す影響を検討した。高温で焙煎するほど酸化安定性が高まり、セサモール含量が多くなり、色が濃くなる事が判った。ゴマ油の酸化安定性には、セサモールと、着色に関与する加熱反応物質の作用が大きいと考えられた。香りについては、高温で焙煎するほど、こうばしくゴマ油らしい香りとなるが、同時に煙臭などが強まりくどくなった。満足できる酸化安定性を得るには200°C、おだやかなゴマ油香を得るには180°Cの焙煎が必要であると考えられた。

なお、試料を提供いただきました鹿北製油(有)および竹本油脂(株)の各社に深謝致します。

文 献

- 1) 福田靖子, 竹井よう子: 食生活研究, 8, No. 6, 10, (1987)
- 2) 並木満夫, 小林貞作編: ゴマの科学, 143~155頁, 朝倉書店(東京), 1989年。
- 3) 竹井よう子: 家政誌, 39, 803, (1988)
- 4) 福田靖子, 大澤俊彦, 並木満夫: 日食工誌, 28, 461, (1981)。
- 5) 日本油化学協会編: 基準油脂分析試験法, 2・3・1-1-b.71, 日本油化学協会(東京), 1986年。
- 6) Olcott, H. S., Einset, E.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 35, 161, (1958)。
- 7) 竹井よう子: 未発表データ。
- 8) 加藤博通, 堀江敏子, 藤巻正生: 栄養と食糧, 29, 179, (1976)。
- 9) Kawashima, K., Itoh, H., Chibata, I.: *J. Agric. Food Chem.*, 25, 202, (1977)。

(平成2年6月6日 受理)