

## 国産小麦の減圧水蒸気蒸留法による香気分析

### Analysis of Aroma Compounds Produced under Reduced Pressure Steam Distillation of Japanese Wheat

食物学科 高橋 京子  
Dept. of Food and Nutrition Kyoko Takahashi

**抄 録** 国産小麦から製粉された小麦粉（小麦粉 B）および、製粉後1年が経過した小麦粉（小麦粉 A）とふすまを原料とし、減圧水蒸気蒸留法により得た香気濃縮物について、成分の同定、成分組成比、および GC-Sniffing による AEDA 法を用いての香気寄与成分の検索をおこなった。香気成分として、計 21 成分を同定した。寄与度の大きかった香気は、小麦粉 B では「コーン菓子様」、「青臭い芝生様（Hexanal）」、小麦粉 A では「香ばしい小麦粉様（Decanal）」「油が酸化したにおい（2,4-Decadienal）」、ふすまでは「キュウリ様」等であった。長期室温保管により、脂質の酸化による香気成分が生成し、香気に影響を与えたと考えられる。

**キーワード**：小麦，小麦粉，ふすま，香気，AEDA 法

**Abstract** The aroma compounds produced under reduced pressure steam distillation of Japanese wheat flour and bran were analyzed by GC and GC-Sniffing. 21 Aroma compounds were identified. Key aroma compounds were different from freshly prepared wheat flour and wheat flour and bran stored at room temperature for one year. Storage at room temperature for long time changed the aroma of wheat flour through the process of lipids oxidation.

**Keywords:** Wheat, Flour, Bran, Aroma, AEDA

#### 1. 緒言

小麦は、主食として米とともに食生活上きわめて重要な役割を果たしており、その用途はパン、麺、菓子など多岐にわたり、それぞれの用途に適した小麦粉が用いられている<sup>1)</sup>。

小麦粉の香気に関する研究では、パンのフレーバーについて古くから研究<sup>2,3)</sup>等が進められており、それぞれの工程で原料に由来して生成するため、原料小麦粉の香気成分が、加工後の食品香気に影響を与えていると考えられる。

日本で市販されている小麦粉の大部分は、アメリカ、カナダ、オーストラリアなどから輸入した小麦を、国内でブレンドして製粉したものであり、数種の小麦が含まれていると考えられる。

本研究では国産小麦の香気の実行することにし

た。

香気の実行方法としては、減圧水蒸気蒸留法で行うこととした。香気寄与成分の検索としては、香気成分を抽出した試料を段階的に希釈して GC-Sniffing を行う Aroma extract dilution analysis (AEDA) 法が有効であるが、高濃度試料が必要であり、減圧水蒸気蒸留法が適している。また、減圧水蒸気蒸留法は市販小麦粉の実行においても、適用可能であった。<sup>4)</sup>

本研究では国産小麦を試料として、小麦粉本来の香気の実行を行うことにした。さらに、室温で1年間保管後の小麦粉とふすまについても香気を実行し、長期保管による香気の実行についても調べることにした。

## 2. 実験方法

### 2.1 材料

茨城県つくば市で収穫された国内産小麦バンドウワセについて、収穫から約3か月後に製粉された小麦粉およびふすまを試料とした。製粉後約1か月後に分析に用いた小麦粉を「小麦粉 B」、室温のデシケータ内で約1年間保管して分析に用いた小麦粉およびふすまを、「小麦粉 A」、「大ふすま」、「小ふすま」とした。この試料の比較歩合は小麦粉で63.4%、大ふすまで24.6%、小ふすまで12.0%である。

### 2.2 一般成分の分析方法

水分および脂質の分析は、「分析実務者が書いた五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説」<sup>5)</sup>の方法により、水分については、常圧加熱乾燥法、脂質については酸分解法のとおりに行った。たんぱく質の分析は、「新・食品分析法」<sup>6)</sup>に記載の二酸化チタン-硫酸銅触媒によるセミ・マイクロ改良ケルダール分解法で行った。炭水化物の100g中含量は、水分、たんぱく質、脂質および灰分の100g中含量の合計を100gから差し引いた値として示した。灰分の分析は、「新・食品分析法」<sup>6)</sup>による酢酸マグネシウム添加灰化法のとおりに行った。

### 2.3 減圧水蒸気蒸留による香気濃縮物の調製

1回の蒸留につき試料約100gを400mlの水に懸濁し、ナスフラスコに入れ27mmHg(27℃)で減圧水蒸気蒸留をおこなった。

水蒸気とともに揮発した揮発性物質を冷却管により冷却し、留出液をナスフラスコに氷冷(0℃)捕集し、さらに液体窒素(-196℃)により捕集管2本に捕集し、捕集液を合わせた。捕集液をジクロロメタンにより抽出した。抽出液を無水硫酸ナトリウムにより乾燥し濾過した。ウォーターバスを40℃~50℃に保ち常圧濃縮し、香気濃縮物を得た。

### 2.4 香気濃縮物の分析方法

#### (1) ガスクロマトグラフィー(GC)による分析

水素炎イオン化型検出器(FID)を備えた島津14型ガスクロマトグラフィー(GC)にて2種類のカラム(a, b)を用いて以下の条件で昇温分析を行った。

- ・ キャピラリーカラム a : J&W Scientific DB-1 (60m × 0.25mm i.d., 膜厚 0.25 μm)

- ・ キャピラリーカラム b : J&W Scientific DB-WAX, (30m × 0.25mm i.d., 膜厚 0.25 μm)
- ・ オープン温度 : 50℃ ~ 220℃ (2℃/min), 220℃ 35min
- ・ キャリアガス : 窒素ガス スプリットレス 3分間 (カラム流量 1.00ml/min, 窒素流量 35.5ml/min, スプリット比 1:35)
- ・ 注入口温度 : 220℃
- ・ 検出器 : 水素炎イオン化検出器(FID)
- ・ ガスクロマトグラムの記録装置 : 島津 C-R6A CHROMATOPAC 記録装置

#### (2) ガスクロマトグラフィー質量分析計(GC-MS)による分析

以下の装置および条件でガスクロマトグラフィー質量分析計(GC-MS)により成分の同定を行った。イオン化は電子衝撃法(EI法)とした。GCのカラムとしてカラム(cとd)を用いた。

- ・ GC : HEWLETT PACKARD 5890 SERIES II
- ・ MASS SPECTROMETER : JEOL-JMS-AX500W
- ・ データ処理 : JMS-600W(Msroute Ver.1.8.00)データ処理システム
- ・ キャピラリーカラム c : J&W Scientific DB-1 MS, (60m × 0.25mm i.d., 膜厚 0.25 μm)
- ・ キャピラリーカラム d : J&W Scientific DB-WAX ETR, (30m × 0.25mm i.d., 膜厚 0.25 μm)
- ・ GC オープン温度 : 40℃ ~ 200℃ (2℃/min), 200℃ 40min
- ・ キャリアガス : ヘリウムガス スプリットレス 3分間(カラム流量 1.00ml/min, ヘリウム流量 33.90 ml/min, スプリット比 34:1)
- ・ GC 注入口温度 : 220℃
- ・ MS イオン化電圧 : 70eV

#### (3) GC-Sniffing 法

GCのキャピラリーカラムの出口をアウトレットスプリッターシステム(ジーエルサイエンス(株)製)におい嗅ぎアダプター(ODO-1)により、一方を検出器(FID)に他方をSniffing用に分岐した。

Sniffing用に分岐したカラムの先端には、においの拡散を防ぐため、鼻あて用ロートを取り付けた。分析は以下の条件として、試料を注入しキャピラリーカラム出口からにおいを嗅いだ。

- ・ キャピラリーカラム : J&W Scientific DB-1, (60m

- ×0.25mm i.d., 膜厚 0.25 μm)
- ・ オープン温度：50℃～220℃ (2℃/min), 220℃ 35min
- ・ キャリアガス：窒素ガス スプリットレス 3分間, (カラム流量 1.00ml/min, 窒素流量 35.5ml/min, スプリット比 1:35)
- ・ 注入口温度：220℃
- ・ 検出器：水素炎イオン化検出器(FID)
- ・ アウトレットスプリッター用メイクアップ窒素ガス流量：5.13ml/min

#### (4) AEDA 法(Aroma Extract Dilution Analysis)

香気濃縮物の希釈度(FD:Flavor Dilution Factor 試料の希釈倍数を示す)の条件を 2<sup>n</sup> 倍とし希釈倍率の低いものから GC-Sniffing を行った。GC への注入量は、一定の 1μl とした。GC-sniffing はにおいの感じとれなくなるまで希釈度を高めて繰り返した。

### 3 結果と考察

#### 3.1 国産小麦の一般成分組成

製粉後の小麦粉と小ふすま・大ふすまについて一般成分の分析を行った結果を表 1 に示した。

これらの結果より、たんぱく質と灰分の含有量は、小麦粉<小ふすま<大ふすま の順であり、小麦粒中心部から周辺部にいくほど多かった。脂質についても小麦粒中心部から周辺部にいくほど含有量が多くなる<sup>1)</sup>と言われている。本研究においても、脂質の含有量は粉よりもふすまの方が多かった。

#### 3.2 香気成分の組成比と成分同定

香気濃縮物の成分同定は DB-1 および DB-WAX カラムを用いた GC-MS 分析、標準物質との GC 分析による KI 値の一致により行った。同定の際は、DB-1 カラムによる GC-MS 分析でピーク分離不十分の成分については、DB-WAX カラムによる GC-MS 分析により同定した。

小麦粉香気濃縮物からは 3-Methyl-1-butanol, Pentanol, Hexanal, 1-Hexanol, Heptanal, 2-Butoxyethanol, Benzaldehyde, 1-Heptanol, 1-Octen-3-ol, 2-Ethyl-1-hexanol, 1-Octanol, Nonanal, 4-Ketoisophorone, 2-Nonenal, 1-Nonanol, Decanal, Benzothiazole, 2,4-Decadienal, γ-Nonalactone の 19 成分を同定した。ふすま類の香気濃縮物においては、さらに、Phenylethyl alcohol, 3-Nonen-1-ol, の 2 成分についても同定し、計 21 成分を同定した。

香気成分組成比については、DB-1 カラムによる GC 分析をおこない、同定された成分と GC ピークが比較的大きかった成分を合わせて、合計 97 個の GC ピークについて面積比を算出し、成分組成比とみなした。

小麦粉 A, 大ふすま, 小ふすまについて、香気成分組成比を求め、KI 値, 同定成分名と共に、表 2 に示した。同一の KI 値に 2 成分記載したものは、DB-1 カラムでの分析ではピーク分離不十分の成分で合計の組成比である。

大ふすまと小ふすまに比べて小麦粉 A の成分組成比が大きかった成分は、Pentanol, 1-Hexanol, 2-Ethyl-1-hexanol, Benzaldehyde であり、いずれも KI 値が 1013 以下で比較的小さい KI 値の成分で、アルコールが多かった。

小麦粉 A に比べて大ふすまと小ふすまの成分組成比が大きかった成分としては、2,4-Decadienal, γ-Nonalactone および分離不十分であるが 2-Nonenal, 3-Nonen-1-ol があげられ、KI 値が 1136 以上で比較的大きい KI 値の成分であった。表 1 に示したとおり小麦粉に比べてふすまは脂質含有量が多く、室温 1 年間保管中に、2,4-Decadienal, 2-Nonenal のような脂質酸化物が生成したと推測される。

#### 3.3 小麦粉 B, 小麦粉 A, 大ふすまの AEDA 法による香気寄与成分の検索

小麦粉 B, 小麦粉 A, 大ふすまについて、香気濃縮物を段階的に希釈して、GC-Sniffing をおこない

表 1 小麦試料の一般成分分析

	水分(%)	たんぱく質(%)	脂質(%)	炭水化物(%)	灰分(%)
小麦粉	12.4±0.1	11.6±0.4	1.47±0.04	74.1	0.45±0.01
小ふすま	11.5±0.3	17.4±0.3	4.34±0.03	64.1	2.64±0.08
大ふすま	12.7±0.1	18.9±0.2	2.57±0.29	60.8	4.99±0.03

表2 小麦香気の成分組成

	KI <sup>a)</sup>	成分組成比 (%)			成分名		KI <sup>a)</sup>	成分組成比 (%)			成分名
		小麦粉A	大ふすま	小ふすま				小麦粉A	大ふすま	小ふすま	
1	— <sup>b)</sup>	0.00	0.34	0.20		50	1200	0.00	10.15	1.20	
2	715	0.70	0.38	0.18	3-Methyl-1-butanol	51	1205	0.00	0.32	0.25	
3	718	0.41	0.18	0.00		52	1211	0.11	0.30	0.30	
4	724	1.39	0.33	0.16		53	1223	0.00	0.93	0.43	
5	743	8.50	2.81	3.78	Pentanol	54	1238	0.11	0.35	0.29	
6	773	3.25	0.71	3.13	Hexanal	55	1249	0.89	0.84	0.48	
7	781	3.07	1.04	1.04		56	1255	0.00	0.30	0.15	
8	848	32.83	10.17	20.73	Hexanol	57	1262	0.00	0.44	0.16	
9	853	0.00	0.26	0.14		58	1269	3.96	7.41	6.16	
10	856	0.00	0.28	0.00		59	1278	0.00	0.28	0.12	
11	860	0.24	0.28	0.00		60	1283	0.00	0.30	0.00	
12	864	0.34	0.24	0.26		61	1289	3.88	8.10	7.31	2,4-Decadienal
13	875	0.26	0.35	0.07	Heptanal	62	1296	0.41	1.19	3.60	
14	879	0.00	0.19	0.08		63	1300	0.00	1.33	0.66	
15	883	0.22	0.55	— <sup>e)</sup>	2-Butoxy-ethanol	64	1303	0.00	0.35	0.37	
16	899	0.28	0.37	0.18		65	1311	0.22	0.82	0.42	
17	904	0.00	0.23	0.00		66	1314	0.00	0.18	0.40	
18	928	1.79	0.31	0.73	Benzaldehyde	67	1317	0.37	2.63	2.46	$\gamma$ -Nonalactone
19	951	0.78	0.43	0.51	1-Heptanol	68	1322	0.44	0.65	1.07	
20	955	0.45	0.41	0.38		69	1337	1.14	1.06	0.62	
21	961	2.14	0.69	2.27	1-Octen-3-ol	70	1340	0.23	0.26	0.23	
22	967	0.50	0.20	0.32		71	1345	0.26	0.35	0.21	
23	974	0.60	0.21	0.00		72	1348	0.14	0.20	0.15	
24	980	0.54	0.19	0.30		73	1350	0.17	0.36	0.30	
25	997	0.25	0.32	0.00		74	1355	0.88	1.10	0.52	
26	1004	0.56	1.67	1.29		75	1363	0.00	0.18	0.00	
27	1007	0.39	0.00	0.49		76	1367	0.00	0.45	0.00	
28	1013	3.31	2.12	1.02	2-Ethyl-1-hexanol	77	1429	0.22	0.22	0.29	
29	1019	0.43	0.00	0.15		78	1449	0.54	0.71	1.35	
30	1029	0.33	0.43	1.05		79	1455	2.46	2.75	3.60	
31	1031	0.61	0.88	0.86		80	1465	0.35	0.55	0.76	
32	1049	0.73	0.37	0.46		81	1482	0.00	0.53	0.27	
33	1053	0.91	0.64	0.57	1-Octanol	82	1486	0.00	0.21	0.34	
34	1058	0.00	0.24	0.00		83	1489	0.29	0.48	0.66	
35	1064	1.18	0.00	0.54		84	1492	0.00	0.30	0.00	
36	1069	0.00	0.21	0.00		85	1524	0.00	0.29	0.00	
37	1082	0.68	0.93	0.73	Nonanal, Phenylethyl alcohol <sup>c)</sup>	86	1527	0.00	0.25	0.37	
38	1105	0.18	0.39	0.16	4-Ketoisophorone	87	1541	0.92	0.84	0.00	
39	1119	0.00	0.24	0.24		88	1552	0.00	0.30	0.00	
40	1121	0.14	0.26	0.17		89	1559	0.00	0.25	0.00	
41	1125	0.00	0.46	0.40		90	1565	1.17	1.57	1.71	
42	1136	0.71	9.38	5.03	2-Nonenal, 3-Nonen-1-ol <sup>d)</sup>	91	1574	0.00	0.23	0.00	
43	1150	0.40	1.80	1.47		92	1582	5.00	1.54	8.51	
44	1154	0.62	0.87	0.36	1-Nonanol	93	1590	0.00	0.44	0.00	
45	1158	0.16	0.41	0.00		94	1594	0.00	0.18	0.00	
46	1161	0.00	0.50	0.34		95	1600	0.62	0.53	0.72	
47	1173	0.00	0.22	0.10		96	1608	0.00	0.21	0.00	
48	1185	0.54	0.35	0.48	Decanal	97	1618	0.66	0.44	0.14	
49	1190	4.12	2.55	3.07	Benzothiazole						
							計(%)	100.00	100.00	100.00	

a) KI値は、炭化水素を基準として、DB1カラム分析により求めた。

b) KI値700以下。KI値未測定。

c) 大ふすまおよび小ふすまのみPhenylethyl alcoholが同定された。Nonanalとピーク分離不十分。

d) 大ふすまおよび小ふすまのみ3-Nonen-1-olが同定された。ピーク分離不十分であるが、小ふすまでは2-Nonenal約2.88%、3-Nonen-1-ol約2.15%。

e) ピークは存在していたがピーク面積不明。

国産小麦の減圧水蒸気蒸留法による香気分析

表3 小麦の香気寄与成分

	KI値 <sup>a)</sup>	香気	FDファクター <sup>b)</sup> (2 <sup>n</sup> )			成分名
			小麦粉B	小麦粉A	大ふすま	
1	— <sup>c)</sup>	コーン菓子様	10	0	0	
2	— <sup>c)</sup>	コーン菓子様		2	2	
3	715	蒸れたにおい		3		3-Methyl-1-butanol
4	718	さわやかな新緑の香り	2			
5	724	ドリアンのおい		1		
6	748	ペンキのおい		2		
7	773	青臭い芝生様 松やに 草をすりつぶしたにおい	10	3	4	Hexanal
8	797	フローラル様		5		
9	825	コムが焼けたにおい		2		
10	837	炒り豆様		6		
11	848	さわやかな植物様		3		Hexanol
12	853	枝豆様 コーン菓子様		2	4	
13	868	フライドポテト様		4	5	
14	873	草をすりつぶしたにおい			3	
15	883	腐敗臭		1	1	2-Butoxy-ethanol
16	899	豆菓子様 とうもろこし菓子		1	1	
17	928	蒸しすぎたにおい		0		Benzaldehyde
18	932	薬品臭		1		
19	938	スーッとするにおい	6			
20	945	フローラル様			4	
21	951	植物様 よい木の香り	0	3	4	1-Heptanol
22	955	きのご様		0	1	
23	967	青臭い			1	
24	974	すえたにおい		5	1	
25	1007	青臭いコム	2		3	
26	1019	豆を蒸したにおい		2		
27	1022	コムが焼けたにおい		0		
28	1031	薬品臭		4	3	
29	1035	小麦粉を焼いたにおい	4		2	
30	1049	クレヨン様		2	3	
31	1058	さわやかなにおい		4	3	
32	1064	廃油のにおい スイカのようにおい		2	7	
33	1075	焼き菓子様		3	0	
34	1089	日本酒様			6	Nonanal, Phenylethyl alcohol
35	1102	すえたにおい			4	
36	1105	ほごりのにおい 粉薬様	0	1	6	4-Ketoisophorone
37	1119	枝豆		0		
38	1125	かんぎつのおい		4		
39	1136	キュウリ様 クレヨン様 カメムシ様	2	6	8	2-Nonenal, (3-Nonen-1-ol) <sup>d)</sup>
40	1145	かんぎつのおい 甘い植物		1	6	
41	1154	キュウリ様 白玉粉様		5	1	1-Nonanol
42	1158	甘い植物様			3	
43	1161	乾いた粉様	2		0	
44	1169	うがい薬			0	
45	1173	植物様		3	4	
46	1177	かんぎつのおい		1	2	
47	1180	スーッとするにおい		4	2	
48	1183	甘いにおい			0	
49	1185	香ばしい小麦粉 生のうどん様 餅様	0	7	6	Decanal
50	1190	油くさい		3	3	Benzothiazole
51	1200	スーッとするにおい			6	
52	1203	抹茶様			4	
53	1208	甘いにおい			4	
54	1211	ミントのにおい		5	3	
55	1232	チョコレートのにおい			2	
56	1240	かんぎつのおい			3	
57	1249	薬品臭		1	3	
58	1252	コムくさい			4	
59	1255	うどん粉様 バン生地様		4	8	
60	1264	消毒薬のようにおい			2	
61	1274	キュウリ様			3	
62	1289	油が酸化したにおい		7	7	2,4-Decadienal
63	1300	甘い豆のにおい		1	5	
64	1303	コムくさい		1	6	
65	1312	コムくさい			5	
66	1317	ココナッツオイル様		3	7	γ-Nonanolactone
67	1337	甘く香ばしいにおい 油っほいにおい		0	2	
68	1340	すえたにおい		0	2	
69	1350	大福の粉様		3	6	
70	1366	甘いにおい			2	
71	1379	コーンスターチ様			3	
72	1389	シナモン様			2	
73	1399	クレヨン様		1	3	
74	1409	雑巾のにおい			3	
75	1429	甘い植物様		1	4	
76	1471	フローラル様			2	
77	1489	フローラル様		1		
78	1504	セロリ様			2	
79	1542	甘い粉のにおい			0	
80	1618	花 香水のような甘い(フローラル様)		1		

a) KI値は、炭化水素を基準として、DB-1カラム分析により求めた。  
 b) 異なる試料間では試料濃度が異なるため、FDファクターの数値が同じでも強度は異なる。  
 c) KI値700以下、KI値未測定。  
 d) 大ふすま試料のみ3-Nonen-1-olを含む。

香気寄与成分を検索した。さらに、香気寄与成分の KI 値から成分を推定した。表 3 に各試料で香気を感じられた成分について、KI 値 (DB-1)、香気の特徴、FD ファクターを示し、推定成分名を記載した。今回は 2 倍ずつ段階的に希釈し、においを感じられた最大希釈度を 2<sup>n</sup> とし、FD ファクターとして「n」の値を記載した。試料ごとに濃度が異なるので、試料間での FD ファクターの数値の比較はできないが、各試料で寄与度の高い成分について、比較した。

小麦粉 B で最も香気寄与度の大きかった香気は、「コーン菓子様」、「青臭い芝生様 (KI : 773)」の 2 種であった。「青臭い芝生様 (KI : 773)」は、Hexanal と推定される。これらの KI 値 (DB1) はいずれも 800 以下であった。

小麦粉 A で最も香気寄与度の大きかった香気は、「香ばしい小麦粉様 (KI : 1185)」「油が酸化したにおい (KI : 1289)」の 2 種で、それぞれ Decanal, 2,4-Decadienal と推定した。次が「キュウリ様 (KI : 1136)」で、分離不十分ピークの 2-Nonenal と 3-Nonen-1-ol のいずれかであると推測した。KI 値 (DB1) はいずれも 1100 以上であった。小麦粉 A で寄与度の高かった成分のうち、2-Nonenal, Decanal, 2,4-Decadienal は、脂質の酸化により生成された可能性が考えられ、長期室温保管により、脂質の酸化による香気成分が生成し、香気に影響を与えたと考えられる。

製粉後分析までの日が短い小麦粉 B の場合には、KI 値の小さい成分の香気が寄与していたが、1 年間室温でデシケーターに保管した小麦粉 A では、KI 値の小さい成分は減少し、KI 値の大きい成分の寄与度が高まっており、においの質が変化したと考えられる。

市販小麦粉の GC-Sniffing による香気分析においても GC-保持時間の早い成分は少なく<sup>4)</sup>、今回分析した保管 1 年間後の小麦粉である小麦粉 A が製粉後短時間で分析をおこなった小麦粉 B に比べて GC-KI 値の小さい成分が少なかったことから、製粉後短時間での小麦粉の利用は小麦粉 B の「コーン菓子様香気」のような独特の香気をもたらす可能性があると思われる。

大ふすまでは、香気寄与度の最も高かった成分は、「キュウリ様 (KI : 1136)」と「うどん粉用 (KI :

1255)」で、「キュウリ様 (KI : 1136)」は分離不十分ピークの 2-Nonenal と 3-Nonen-1-ol のいずれかであると推測された。次に寄与度が高かった香気は 3 種で、「廃油のにおい (KI : 1064)」、2,4-Decadienal と推測される「油が酸化したにおい (KI:1289)」、 $\gamma$ -Nonalactone と推測される「ココナッツオイル様 (KI:1317)」であった。大ふすまでは、小麦粉 A と同様に 2-Nonenal や 2,4-Decadienal のような脂質酸化による生成物に由来するにおいの寄与度が高かった。一方、大ふすまは、小麦粉 A,B に比べて、 $\gamma$ -Nonalactone と推測される「ココナッツオイル様 (KI:1317)」の香気寄与度が高かった。ふすまの甘く油っぽい独特の香気を特徴付ける成分のひとつと推察された。

小麦はふすまを除いた小麦粉での利用が最も多いが、食物繊維源としてふすまの利用も注目されており<sup>7)</sup>、全粒粉の利用や小麦粉に混ぜて使用する等の用途でふすまを用いることも増えてきている。本研究により、小麦粉に比べて脂質含有量の多いふすまの香気は、酸化による生成物の影響が大きいことが推察されたことから、保存には酸化を防ぐ工夫が重要であると考えられる。

本研究をおこなうにあたり、実験にご協力いただいた高川理紗氏、若山祐美子氏に感謝いたします。

#### 4. 引用文献

- 1) 長尾精一：小麦の科学，朝倉書店（1995）
- 2) A. Hansen and B. Hansen : *Journal of Cereal Science*, **19**, 185~190 (1994)
- 3) Chun-Yen Chang, Larry M.Seitz, and Edger Chambers IV : *Cereal Chem.*, **72**, 237~242 (1995)
- 4) 高橋京子：日女大紀要（家政），**59**, 21~25 (2012)
- 5) 財団法人日本食品分析センター編：分析実務者が書いた五訂日本食品標準成分表 分析マニュアルの解説，中央法規，10~12, 46~49, (2001)
- 6) 日本食品科学工学会 新・食品分析法編集委員会編：新・食品分析法，光琳，40~43, 104~105 (1996)
- 7) 長尾精一：小麦粉利用ハンドブック，幸書房，223 (2011)