

2. 食品香料素材の特性

1・3 食品香料の一般的製法の図-1に示したようにフレーバー素材は、天然香料素材と合成香料素材の二つに大きく分けられる。以下に主な素材の製法、使用例、特徴などを記載する。

2・1 天然香料素材

2・1・1 精油

(1) 製法

精油は、植物性原料を一般的には圧搾、水蒸気蒸留などの手段により得られる。このようにして得られた精油は、通常そのまま食品香料の素材として使用されるが、精油類は多成分（炭化水素類、アルコール類、アルデヒド類、ケトン類、アセタール類、エステル類、エーテル類、フェノール類、カルボン酸類、ラクトン類など）から構成されており、保存中にその成分が酸化、還元、異性化、分解、縮合、重合などのトラブルを発生する場合があります、そのまま使用できない場合は、変質した精油類或いは、不都合な成分を含有する精油類をあらかじめ以下のような精製手段により精製してから食品香料の調合素材として使用される（「第1部 香料一般」参照）。

① 常圧または減圧下に蒸留

上述のような精油類は、精油本来の香りを損なわないように蒸留を行う。この場合、精密蒸留の必要はなく、使用目的により単蒸留（全留出分）、あるいは前留部分および/または後留部分の適量をカットして精製される。

また、劣化した香料成分を水蒸気蒸留により除くこともしばしば行われる。これらの方法は着色した精油の脱色、重合物の除去、劣化した香気の改善に有効。

② 無機または有機の多孔性吸着剤処理

上述のような精油類は、公知の無機または有機の多孔性吸着剤など（例えば、活性炭、イオン交換樹脂など）を用いて、不都合な成分あるいは必要成分を吸着処理して精製される。着色した精油の脱色、劣化した香気の改善に有効。

③ 洗浄処理

上述のような精油類は保存中に液性が変化する場合があるので、必要により中性、アルカリ性、または酸性溶液で洗浄して、適正な液性にしてから調合素材として用いる場合がある。液性による香気の劣化防止、他の調合素材との安定性をはかることができる。

④ 濾過処理

上述のような精油類は、必要により適当な溶剤で希釈し、また必要により公知の濾過助剤を用いて、公知の濾過手段により濾過処理される。沈殿物の除去、脱色、劣化

した香気の改善に有効。

(2) 使用方法

- ① 精油類そのまま、あるいは上記の精製手段で処理した精油類は、各種タイプのフレーバー（例えば、シトラス系、フルーツ系、ミルク系、バニラ系、茶・コーヒー系、ミント系、スパイス系、ナッツ系、ミート系など）の調合素材として、その1種または2種以上が使用される。その使用量は、他の調合香料素材（例えば、合成香料、単離香料、オレオレジン、回収フレーバー、エキストラクトなど）との配合割合、嗜好性などにより任意に選択されるので一概には言えないが、一般的には調合香料の処方中約0.0001～50重量%程度の範囲で使用されるが、極端な場合は50重量%以上で使用される場合もある。
- ② また、これらの精油類は、その使用目的により、水溶性香料（エタノールのごときアルコール類、プロピレングリコール、グリセリンなどのごとき多価アルコールに溶解したもの）、油溶性香料（精製動植物油、精油類、プロピレングリコールなどの溶剤で溶解したもの）、乳化香料（アラビアガムのごとき天然ガム質、グリセリン脂肪酸エステル、ショ糖脂肪酸エステルなどの乳化剤で乳化したもの）、あるいは粉末香料（アラビアガムのごとき天然ガム質、ゼラチン、デキストリンなどの賦形剤で被覆したもの）などの形状にして調合素材として用いられる。この他にサイクロデキストリンなどの包接剤で包接した包接香料、カプセル化剤で処理したカプセル化香料としても使用される。
- ③ また、これらの精油類は他の調合素材と調合した後、上記②と同様に各種の形状にして用いられる。
- ④ このような精油類は、食品の調合素材としてその適当量で使用されるが、その主な精油の使用例を表－1に示す¹⁾。これは1使用例でありこれに限定されるものではない。

表－1 主な精油の食品への使用例

植物名	(平均最大使用量 ppm)						
	飲料	アイスクリーム、 アイス	キャンディ	焼菓子	ゼラチン プディング	チューインガム	その他
Allspice oil	18.0	15.0	66.0	48.0	—	1,700	ミート 110 ピクルス 29 シーズニング 25
Almonds bitter oil	80.0	66.0	97.0	96.0	29.0	330.0	マラスキ/チェリー 340.0 アルコール飲料 130.0

Ambrette seed oil	0.30	0.50	0.80	0.80	—	—	—
Angelica root oil	12.0	0.99	0.86	1.0	5.0	60.0	アルコール飲料 15.0
Angelica seed oil	6.3	1.4	1.9	2.2	5.0	—	アルコール飲料 32.0
Angelica stem oil	1.5	10.0	25.0	24.0	0.50	—	—
Anise oil	7.5	67.0	500.0	120.0	—	3,200	アルコール飲料 45.0 ミート 65.0
Anise star oil	12.0	400.0	360.0	270.0	—	—	スープ 500.0
Apricot kernel oil	150.0	400.0	360.0	270.0	—	—	スープ 500.0
Asafetida oil	—	—	15.0	1.0	—	—	シーストニク 10.0
Balm oil	8.5	15.0	20.0	60.0	—	—	—
Balsam fer oil	4.5	1.5	5.2	5.2	1.0	—	—
Balsam peru oil	3.2	2.2	8.4	6.6	—	—	—
Basil oil	2.0	2.7	6.2	4.2	0.01	—	シーストニク 15.0 ミート 24.0
Bay leaves west indian oil	1.5	2.3	4.4	4.6	—	—	シーストニク 27.0 ミート

							15.0
Bay sweet oil	2.0	1.8	2.6	21.0	—	2.9	ソース ^{ニク} 30.0
Bergamot oil	8.9	7.9	27.0	29.0	90.0	43.0	アイシク ^{ニク} 130.0
Birch sweet oil	48.0	44.0	310.0	110.0	0.07	4,300.0	シロップ ^{ニク} 5.0
Boisde rose oil	0.65	2.6	6.7	9.3	—	35.0	—
Buchu leaves oil	1.9	6.8	8.5	5.2	—	—	アルコール飲料 0.50 ソース ^{ニク} 7.0
Cajeput oil	2.0	1.0	13.0	11.0	—	—	—
Calamus oil	2.0	1.5	3.0	3.8	0.002	—	アルコール飲料 15.0
Cananga oil	7.0	1.0	2.0	2.0	—	—	—
Caraway oil	29.0	49.0	86.0	150.0	—	0.80	アルコール飲料 140.0 ソース ^{ニク} 38.0 ミート 34.0
Cardamon seed oil	1.9	1.3	5.8	57.0	—	2.2	アルコール飲料 10.0 ビ ^{ニク} クルス 16.0 ソース ^{ニク} 8.0 ミート 36.0
Carrot oil	3.1	5.5	5.1	4.4	0.02	—	ソース ^{ニク} 15.0

							スープ° 1.0
Cascarila bark oil	2.3	3.0	8.7	13.0	—	—	シース°ニク° 50.0
Cassia bark oil	3.0	11.0	150.0	73.0	—	1,900.0	シース°ニク° 140.0 ミート 290.0
Castor oil	140.0	540.0	410.0	210.0	—	—	—
Cedar leaf oil	0.50	1.0	12.0	20.0	—	—	アルコール飲料 16.0 ミート 15.0
Celery seed oil	11.0	13.0	13.0	12.0	—	28.0	シース°ニク° 40.0 ミート 40.0 ビ°クルス35.0 スープ° 1.0
Chamomile flower English oil	4.1	0.50	5.0	—	—	—	—
Chamomile flower Hungarian oil	2.6	6.1	3.8	6.5	—	0.80	アルコール飲料 1.0
Chamomile flower Roman oil	2.3	3.3	4.3	4.3	0.25	—	アルコール飲料 20.0
Cherry laurel oil	—	—	—	75.0	—	—	マラスキノチェリー 77.0
Cinnamon bark oil	5.5	18.0	80.0	620.0	—	620.0	シース°ニク° 25.0 ミート 50.0
Cinnamon leaf oil	6.8	3.4	32.0	54.0	0.20	520.0	シース°ニク° 78.0 ビ°クルス

							48.0 スパ°イスフルーツ 3.0
Citronella oil	17.0	36.0	25.0	31.0	—	—	—
Clary sage oil	1.8	3.9	5.3	13.0	—	—	アルコール飲料 100.0 シーズ°ニクグ° 20.0
Clove bud oil	3.1	13.0	320.0	37.0	5.0	1,800.0	アルコール飲料 300.0 ミート 75.0 シーズ°ニクグ° 55.0 スパ°イスフルーツ 830.0 ゼ°リー 7.3
Clove leaf oil	8.6	16.0	22.0	30.0	5.0	—	リンゴ°ジ°ヤム 2.0 シーズ°ニクグ° 40.0 ヒ°クルス 16.0 ミート 670.0
Clove stem oil	5.9	7.0	91.0	64.0	—	—	シーズ°ニクグ° 70.0
Cognac green oil	5.2	8.2	12.0	14.0	—	56.0	アルコール飲料 390.0 シーズ°ニクグ° 1.0
Cognac white oil	5.6	14.0	18.0	24.0	0.10	—	—
Coriander oil	3.1	4.5	8.8	9.3	—	7.4	アルコール飲料

							30.0 シーズ [®] ニク [®] 12.0 ミート 47.0
Costus oil	0.08	0.90	1.9	1.2	0.10	—	—
Cubebs oil	2.4	0.25	1.8	4.6	—	—	シーズ [®] ニク [®] 33.0 ミート 30.0
Cumin oil	0.48	0.66	7.3	10.0	—	0.20	シーズ [®] ニク [®] 230.0 ミート 100.0 ヒ [°] クルス 40.0
Curacao peel oil	33.0	20.0	43.0	100.0	—	—	—
Davana oil	3.0	6.5	8.0	11.0	—	5.0	—
Dill oil	1.6	5.8	9.9	5.0	20.0	8.0	アルコール飲料 5.0 ヒ [°] クルス 140.0 シーズ [®] ニク [®] 150.0 ミート 51.0
Elemi oil	0.71	5.0	15.0	7.5	—	—	スープ [°] 10.0
Erigeron oil	4.8	3.5	30.0	1.0	—	—	シーズ [®] ニク [®] 2.0
Estragon oil	0.79	0.70	0.85	17.0	—	—	アルコール飲料 3.0 シーズ [®] ニク [®] 26.0 ミート 40.0

Eucalyptus oil	1.7	50.0	130.0	76.0	—	—	アルコール飲料 1.0
Fennel sweet oil	3.9	0.38	22.0	19.0	10.0	—	アルコール飲料 20.0 シーズニング 2.0 ミート 100.0
Fusel Oil refined	21.0	4.1	30.0	34.0	4.0	270.0	アルコール飲料 2.5
Galangal root oil	0.27	0.40	1.5	2.3	—	—	アルコール飲料 1.0 シーズニング 2.0
Galbanum oil	0.16	0.84	1.7	1.8	—	—	—
Garlic oil	0.30	0.04	2.9	6.0	—	12.0	シーズニング 16.0
Geranium rose oil	1.6	2.8	6.9	8.1	2.0	210.0	ゼリー 5.2
Ginger oil	17.0	20.0	14.0	47.0	—	—	シーズニング 13.0
Grapefruit oil	160.0	180.0	630.0	370.0	250.0	1,500.0	トッピング 400.0
Guaiac wood oil	1.1	4.1	9.2	8.1	4.2	60.0	—
Hemlock oil (Spruce oil)	6.2	15.0	11.0	4.0	1.0	44.0	—
Hops, oil	1.7	1.7	2.5	2.9	—	2.2	シーズニング 35.0

Hyssop oil	4.7	0.25	14.0	33.0	—	—	アルコール飲料 50.0
Jasmin oil	0.63	1.6	3.0	9.3	1.0	1.4	ゼリー 0.25
Juniper oil	32.0	1.9	4.3	11.0	0.10	0.10	アルコール飲料 95.0 ミート 20.0
Labdanum oil	0.41	0.78	2.0	0.75	—	—	—
Lavandin oil	5.5	12.0	18.0	18.0	—	0.30	—
Lavender oil	2.9	7.8	5.5	8.3	—	220.0	—
Lemongrass oil	4.4	9.2	38.0	38.0	290.0	—	—
Lemon oil	230.0	380.0	1,100.0	580.0	340.0	1,900.0	朝食用インス タント食品 140.0 ミート 40.0 シーズニング [°] 80.0 シロップ [°] 65.0 アイシング [°] 600.0
Lemon oil Terpeneless	13.0	25.0	68.0	50.0	80.0	670.0	トッピング [°] 1,000.0
Lime oil	130.0	160.0	680.0	370.0	200.0	3,100.0	シーズニング [°] 20.0
Lime oil terpeneless	15.0	17.0	37.0	22.0	26.0	0.10	シロップ [°] 8.0
Linaloe wood oil	4.3	3.8	16.0	15.0	—	—	アルコール飲料 1.0

Lovage oil	1.3	0.60	0.83	2.4	—	—	シース [◇] ニク [◇] 3.7 アイシク [◇] 10.0 シロップ [°] 6.8
Mace oil	6.0	4.5	23.0	68.0	—	37.0	シース [◇] ニク [◇] 12.0 ミート 33.0
Mandarin oil	62.0	160.0	350.0	190.0	30.0	83.0	—
Marjoram sweet oil	4.2	1.0	4.0	15.0	—	—	シース [◇] ニク [◇] 8.0
Myrrh oil	3.3	8.3	13.0	13.0	—	—	—
Nutmeg oil	14.0	13.0	19.0	75.0	—	640.0	シース [◇] ニク [◇] 21.0 シロップ [°] 16.0 アイシク [◇] 30.0 ミート 150.0
Onion oil	0.50	0.50	0.50	1.9	—	—	シース [◇] ニク [◇] 3.2 ミート 10.0 ビ [°] クルス 16.0
Orange oil distilled	130.0	140.0	690.0	440.0	500.0	930.0	—
Orange oil terpeneless	10.0	17.0	38.0	25.0	230.0	160.0	シース [◇] ニク [◇] 25.0
Orange peel bitter oil	67.0	71.0	150.0	110.0	300.0	500.0	アルコール飲料 4.0
Orange peel sweet oil	210.0	330.0	1,000.0	430.0	1,300.0	4,200.0	アルコール飲料 5.0

							朝食用インスタント食品 49.0 ミート 10.0 シーズニング [°] 32.0 アイシング [°] 190.0 シロップ [°] 0.34
Orange peel sweet oil terpeneless	43.0	83.0	190.0	240.0	600.0	—	—
Origanum oil	0.50	0.50	0.50	33.0	—	—	シーズニング [°] 30.0 ミート 37.0
Orris concrete liquid oil	1.7	0.52	1.1	1.3	0.56	8.8	アイシング [°] 4.0
Palmarosa oil	4.2	1.7	12.0	13.0	—	—	—
Parsley oil	1.4	0.52	4.1	8.5	—	—	シーズニング [°] 4.9
Patchouly oil	0.88	1.1	6.3	10.0	—	220.0	—
Pennyroyal oil	5.5	3.7	14.0	24.0	—	—	—
Pepper black oil	2.7	20.0	5.3	8.5	—	—	シーズニング [°] 17.0 ミート 140.0
Peppermint oil	99.0	110.0	1,200.0	300.0	200.0	8,300.0	アルコール飲料 240.0 ミート 8.0 アイシング [°] 54.0 トッピング [°] 650.0

Pepper white oil	—	—	—	0.60	—	—	ミート 50.0
Petitgrain lemon oil	8.6	9.3	35.0	35.0	—	—	—
Petitgrain mandarin oil	4.3	4.1	4.5	11.0	0.43	—	—
Petitgrain oil	1.5	1.4	5.3	17.0	0.20	4.1	シーズ [®] ニソク [®] 15.0
Pimenta leaf oil	2.8	1.3	35.0	32.0	0.06	80.0	シーズ [®] ニソク [®] 80.0 ミート 160.0
Pine needle oil	1.5	0.62	5.2	2.7	—	—	—
Pine scotch oil	6.0	—	3.0	2.0	—	—	—
Pine tar oil	—	2.0	10.0	—	—	—	—
Rose Bulgarian true otto oil	0.51	0.68	2.6	1.2	0.50	15.0	ゼ [®] リー 0.05
Rosemary oil	3.6	4.0	7.5	6.3	—	—	シーズ [®] ニソク [®] 2.9 ミート 40.0
Rue oil	1.2	1.3	4.1	3.3	—	—	シーズ [®] ニソク [®] 1.0
Sage oil	3.7	16.0	11.0	14.0	—	30.0	シーズ [®] ニソク [®] 14.0 ミート 110.0 ビ [®] クルス 2.4
Sage spanish oil	11.0	44.0	20.0	20.0	—	—	シーズ [®] ニソク [®] 50.0 ミート 40.0

Sandalwood yellow oil	2.4	7.5	7.7	6.6	—	47.0	—
Savory summer oil	—	—	4.0	4.0	—	—	シーズ [®] ニク [®] 50.0
Savory winter oil	—	—	4.0	4.0	—	—	シーズ [®] ニク [®] 50.0
Schinus molle oil	—	—	10.0	10.0	—	—	シーズ [®] ニク [®] 3.0
Spearmint oil	100.0	81.0	830.0	270.0	75.0	6,200.0	アルコール飲料 100.0 ゼリー 1,900.0
Spike lavender oil	11.0	44.0	18.0	50.0	—	—	—
Spruce oil	6.2	15.0	11.0	4.0	1.0	44.0	—
Tagetes oil	4.1	7.4	9.0	13.0	7.0	—	シーズ [®] ニク [®] 20.0
Tangerine oil	90.0	160.0	160.0	250.0	20.0	810.0	—
Thyme oil	5.0	20.0	15.0	5.3	—	100.0	シーズ [®] ニク [®] 18.0 ミート 33.0 スープ [®] 0.13
Thyme white oil	1.0	0.01	27.0	5.4	—	—	アルコール飲料 5.0 シーズ [®] ニク [®] 8.0 ミート 15.0

Tuberose oil	0.26	0.45	1.5	1.7	—	—	—
Turpentine steam distilled	—	—	11.0	20.0	—	7.1	—
Valerian root oil	0.52	0.36	0.26	3.1	1.5	—	—
Wintergreen oil	56.0	44.0	260.0	1,500.0	—	3,900.0	—
Wormwood oil	14.0	32.0	9.0	2.0	—	—	アルコール飲料 11.0
Ylang ylang oil	0.95	1.4	2.9	1.9 —	—	25.0	アイシング 0.75

(3) 特徴

- ① 上記精油類は、多成分（アルコール類、アルデヒド類、アセタール類、ケトン類、ケタール類、エステル類、エーテル類、フェノール類、カルボン酸類、ラクトン類、炭化水素類など）から構成されており、特にテルペン系炭化水素類は物理・化学的に不安定な場合が多いので、調合香料素材として使用する場合、他の調合香料素材、あるいは食品に使用されている他の原料素材に対して、嗜好的、あるいは物理・化学的に安定な精油類の選択が必要である。
- ② また、保存する際は、必要により不活性ガス置換したり、また冷暗所などに保管して、物理・化学的変化が生じないような処置がとられる。また、他の法律に照らして使用すべきは当然のことである。

参考文献

1. Food Technology, (253) 151-197 (1965)

2・1・2 オレオレジン

(1) 目的

オレオレジン (Oleoresin) とは、植物原料を溶媒 (炭酸ガスを含む。以下溶剤と呼ぶことがある) で抽出し、不溶物を濾別した後、溶媒を除去して得られる濃縮物のことで、芳香成分と呈味成分が含まれる独特の香味を有し、フレーバーの香気強化および保留剤として、各種飲食品の調合素材に使用される。オレオレジンとしては、コーヒー、バニラ、香辛料 (以下、スパイスと呼ぶことがある) などがあるが、スパイスオレオレジンが最も一般的に使用されているので、これの一般的特性について以下に述べる (詳細については、後述の [3. 食品香料のタイプ別特性 3・7 スパイス系フレーバー] を参照)。

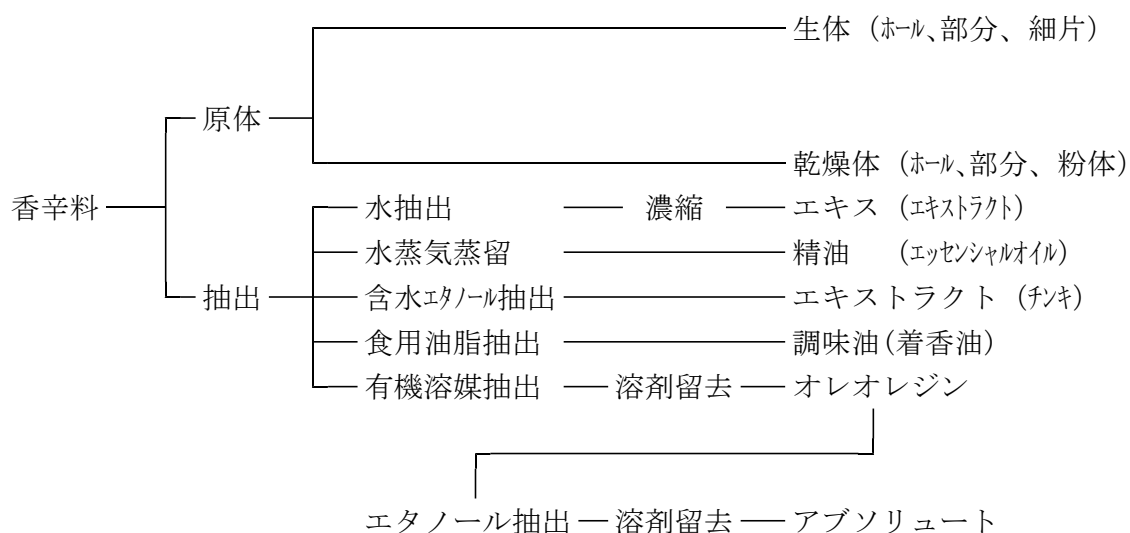
(2) 製法

① 植物体の果実、樹皮、茎、葉、種子、根、根茎などから、通常アセトン、アルコール、エーテル、プロピルアルコールなどの揮発性溶剤を用いて抽出し、溶剤を常圧もしくは減圧下に回収してオレオレジンが製造される。香辛料は、その種類により香気成分、呈味成分、その他の成分など、その構成成分がそれぞれ相違するので、抽出条件 (溶媒の種類、抽出時間、抽出温度など) は、その香辛料に適した条件が適宜に選択される。

原料は、あらかじめ抽出に適した形状にととのえる。使用部位によっては粉碎機で粗粉碎や、カッターでカットするなど抽出しやすくされるが、あまり細かくしすぎるとかえって効率を悪くする場合があるので注意が必要である。

オレオレジンとそれ以外の形態を含めて香辛料の加工形態の概略を図-1に示す。

図-1 香辛料の加工形態



◆ エキストラクトやオレオレジンは超臨界炭酸ガス又は液化炭酸ガスで抽出すること

もある。

② オレオレジンを製造する場合の抽出溶剤のもつ一般的な必要な条件としては、以下の点が挙げられる。

1. 強い溶解力をもつこと。
2. 低い沸点のものであること。
3. 水に対する溶解力の低いこと。
4. 化学的に不活性であること。
5. 純度の高いこと（残渣がのこらないこと）。

③ スパイスオレオレジンの主な原料、産地、揮発性香気成分を表－1に示した。

表－1

品名	英名	産地	主香気成分
オールスパイス	Allspice	ジャマカ、メキシコなど	オイゲノール、チモール、フェランドレン、カリオフィレン、シネオールなど
アニス	Anise	インド、パキスタン、スペインなど	アネオール、メチルチヤビコール、アニスアルテヒト、リモネンなど
バジル	Basil	フランス、インド、イタリアなど	メチルチヤビコール、リナロール、シネオール、アネオールなど
ローレル	Laurel	ギリシャ、トルコ、フランスなど	シネオール、 α -ヒネン、フェランドレン、リナロール、ボルネオール、オイゲノールなど
キャラウェイ	Caraway	オランダ、イギリス、ドイツなど	カルボネン、リモネン、カルベオールなど
カルダモン	Cardamon	インド、グアテマラ、スリランカなど	シネオール、 α -テルピニルアセテート、リモネン、サビネン、ミルセンなど
セロリ	Celery	フランス、スペイン、イギリスなど	リモネン、セリネン、セスキテルペンアルコール
シナモン	Cinnamon	スリランカ、ベトナム、中国など	シナミックアルテヒト、オイゲノール、カリオフィレン、ジヒドロシナミックアルテヒトなど
クローブ	Clove	インドネシア、サンジバルなど	オイゲノール、カリオフィレン、アセチルオイゲノールなど

コリアンダー	Coriander	モロッコ、インド、ハンガリーなど	リナロール、 α -ピネン、 β -ピネン、p-サイメンなど
クミン	Cumin	インド、オランダ、スペインなど	クミナルデヒド、フェラントレン、リモネンなど
ディール	Dill	インド、オランダ、スペインなど	カルホソ、 α -ピネン、リモネン、フェラントレンなど
フェネル	Fennel	インド、中国、エジプトなど	アネオール、リモネン、フェンコン、 α -ピネン、カンフェンなど
ガーリック	Garlic	エジプト、中国、韓国など	ジアリルジサルファイト、ジアリルトリサルファイト、アリルプロピルジサルファイトなど
ジンジャー	Ginger	ジャマイカ、インド、中国など	ジンジベレン、フェラントレン、ホルネオール、リナロール、シトラール、ショガオール、ジンゲロンなど
マジョラム	Marjoram	フランス、イギリス、ドイツなど	α -テルピネオール、テルピネン、テルピネン-4-オール、 α -ピネン、リナロール、ホルネオール、チャビコールなど
マスタード	Mustard	カナダ、中国、オランダなど	アリルイソチオシアネート、p-ヒドロキシベンジルイソチオシアネートなど
メース及びナツメッグ	Mace and Nutmeg	インドネシア、パプアニューギニア、マレーシアなど	ミスチシン、 α -ピネン、オイゲノール、ゲラニオール、リモネン、テルピネオールなど
オレガノ	Oregano	イタリア、ブルガリア、ソ連など	チモール、カルバクロール、 α -ピネンなど
ペッパー	Pepper	インド、インドネシア、マレーシアなど	カリオフィレン、 α -ピネン、フェラントレン、カンフェン、ミルセンなど
ローズマリー	Rosemary	フランス、イタリア、ギリシャなど	シネオール、ホルネオール、カンファー、テルピネオール、リナロールなど
セージ	Sage	ユーゴスラビア、トルコなど	シネオール、リナロール、カンファー、ホルネオール、 α -ピネン、ツヨンなど
タラゴン	Tarragon	フランス、スペイン、ソ連	メチルチャビコール、オシメン、ミルセン、フェラントレン、メトキ

		など	ジソナミックアルデヒド [®] など
タイム	Thyme	フランス、モロッコ、ギリシャ など	チモール、カルハクロール、リナロール、 α -ピネン、p-サイメン、ボルネオールなど

④ 図-1に示す抽出物は、さらに製剤としての加工技術によって濃度調整や配合がなされ、水溶性製剤（エタノールのごときアルコール類、プロピレングリコール、グリセリンのごとき多価アルコールに溶解したもの）、油溶性製剤（精製動植物油、精油類、中鎖脂肪酸トリグリセリド、グリセリン酢酸エステルなどに溶解したもの）、乳化製剤（アラビアガムのごとき天然ガム質、グリセリン脂肪酸エステル類、ショ糖脂肪酸エステル類などの乳化剤で乳化したもの）、粉末製剤（アラビアガムのごとき天然ガム質、ゼラチン、デキストンなどの賦形剤で被覆、あるいは硬化油などでコーティングして水に不溶化して加熱時に溶解するようにしたもの、ぶどう糖、デキストリンなどに吸着させたものなど）、マイクロカプセルなど最終利用目的に適応した形態に加工される。

（3）用途及び特徴

一般にオレオレジン（特にスパイスオレオレジン）を使用する目的として賦香作用、呈味作用がある。この他の機能として矯臭作用、抗酸化作用、抗菌・抗黴作用、薬理作用、栄養食効作用などがある。以下、賦香および呈味作用について記述する。

① 賦香作用

1. 飲食品に香りをつけ芳香性や刺激性、爽快性を与え食品の向上をはかることにある。芳香成分は、植物の組織や細胞中に存在し、単一の成分でなく多数の成分から成り立っている（表-1参照）。各成分の微妙なバランスによりそれぞれの特徴を有している。
2. スパイスオレオレジンは、単独もしくは他の天然香料素材あるいは合成香料素材と適宜に配合して、キャンディ、飲料を始めとして茶、菓子、冷菓、デザート、畜肉加工品、スープなどにその適用量が使用される。
3. スパイスオレオレジンは、必要により単独あるいは他の天然香料素材あるいは合成香料素材と配合後に、使用目的により、水溶性（エタノールのごときアルコール類、プロピレングリコール、多価アルコールに溶解したもの）、油溶性（動植物油、精油類、中鎖脂肪酸トリグリセリド、グリセリン酢酸エステル、などで溶解したもの）、乳化状（アラビアガムなどの天然ガム質、グリセリン脂肪酸エステル、ショ糖脂肪酸エステルなどの乳化剤で乳化したもの）、粉末状（アラビアガムのごとき天然ガム質、ゼラチン、デキストリンなどの賦形剤で被覆したもの）、あるいは公知のカプセル化剤で処理して得られるマイクロカプセルなどの形態にして使用される。また、公知の包接剤で包接して、スパイスオレオレジンを安定化、且つ徐放性にしてその効果を持続させる方法もしばしば用いられる。

② 呈味作用

スパイスオレオレジンにより、食品へ呈味を付与する場合の目的には辛味、苦味、甘味などがある。

1. 辛味

辛味には刺激的な辛味の唐辛子、胡椒と、鼻に抜けるような辛味のマスタード、わさび、そして痺れるような辛味の山椒など特徴的な相違がある（表－2 参照）。

表－2

品名	辛味成分	辛味系統
レッドペッパー	カプサイシン、ジヒドロカプサイシン	[酸アミド系] $\begin{array}{c} R-CO-N-R \\ \\ R \end{array}$
ペッパー	ヒペリン、シヤビシン	
サンショウ	α-サンシオール、β-サンシオール	
ジンジャヤー	ジンゲロン、ショーガオール	[カルボニル系] $R-CO-R$
タデ	タデナール	
オニオン	ジアリルサルファイト	[チオエーテル系] $R-S-R$
ガーリック	ジアリルジサルファイト	
マスタード	アリルイソチオシアネート、p-ヒドロキシベンジルイソチオシアネート	[チオシアネート系] $R-N=C=S$
ホースラディッシュ	アリルイソチオシアネート	
ワサビ	アリルチオイソシアネート	

2. 苦味

苦味を主目的として食品へ応用することは少ないが飲料や製菓に使用されることがある。表－3に苦味成分を示した。

表－3

品名	苦味成分
オールスパイス	オイゲノール

ローレル	リナロール、ホ [°] リフェノール系化合物
キャラウェイ	カルボ [°] ン
カルダ [°] モン	テルヒ [°] ネオール
シナモン	オイゲ [°] ノール、シトラール
クローブ [°]	オイゲ [°] ノール、ホ [°] リフェノール系化合物
コリアンダ [°] ー	リナロール
クミン	クミンアルデ [°] ヒド [°]
デ [°] イル	カルボ [°] ン
マシ [°] ヨラム	テルヒ [°] ネオール
ナツメク [°] 、メース	オイゲ [°] ノール
ローズ [°] マリー	ホ [°] ルネオール
セージ [°]	リナロール
Aloe	Aloin, emodin, trioxymethyl anthraquinone, gallic acid.
Hop	Lupulin(containing humulone, lupulone, lactic acid, cerotic acid)
Chicory	
Quassia	Quassi, neoquassin, smilagenin
Rhubard	Rhaponticin
Wormwood	Absinthin

3. 甘味

スパイスオレオレジンには甘い芳香感をもったものがある（表－4）。スパイスオレオレジンそのものが甘い味をものではなく甘い物質と一緒に摂取すると全体がより甘く感じられる。

例えば、シナモンを単独でなめると渋味とピリットとした辛味を感じるが、シナモンと砂糖を併用すると、この渋味と辛味は砂糖の甘さによって消されたシナモンの甘い芳香が強く感じられる。この結果甘味が複雑になり、強く感じられる。

この効果を応用したのが製菓、冷菓の分野に多くみられる。冷菓にバニラが多用されるのは砂糖の甘味が低温では弱く感じるのをバニラの芳香が補って甘味を強くさせる働きをするためである。

表－4

品名	甘味成分
アニス	アネトール
フェンネル	アネトール
スターアニス	アネトール
バジル	メチルチャビコール、アネトール
シナモン	シナミックアルテヒト [®]
バニラ	バニリン

参考文献

1. 食品と開発 24(9) 53～58 (1989)
2. 月刊フードケミカル 7(5) 66～71 (1991)
3. New Food Industry 30(2) 22～29 (1988)

2・1・3 回収フレーバー

(1) 目的

回収フレーバーは、果汁を濃縮する際に、水と共に留出する香気成分を回収装置に導き、オイルまたは濃厚水溶液として回収した芳香成分のことであり、他の方法では得られないみずみずしい典型的な果実香を有する特徴があり、食品香料の重要な天然香料素材の一つである。

この方法は、

① 精油含量の極端に少ないフルーツ系果汁（アップル、パイナップル、グレープ、ピーチ、ストロベリーなど）から芳香成分を採取する場合に、この方法が有利に採用される。

② また、オレンジ、レモン、ライムなどの柑橘系の果汁などから芳香成分を採取する場合にもこの方法が採用される。

以下に、回収フレーバーの製法、用途、特徴などについて記載する。

(2) 製法

果汁産業においては、揮発性の芳香成分を回収することは古くから行われており、種々工程の改良、特にフレーバー回収装置の改良がなされ、商業的に回収フレーバーが製造されている。

フレーバー回収のプロセスは種々あるが、フルーツ系あるいはシトラス系の果実からフレーバを回収する方法は、いずれも果汁濃縮の際に発生するフレーバーを回収するものであり、基本的には同一である。

以下にフレーバー回収の一般的なプロセスの概略を記載する。

① 果実の搾汁液をポンプで予熱機に送り、果汁は、ここで瞬間的に加熱されて、果汁の沸騰温度より僅かに高温になると揮発性芳香成分は蒸発し、次の気液分離装置に導き、ここで芳香を多く含んだ蒸気と果汁に分離される。

② 芳香含有蒸気は精留塔に導き、高濃度に精留し、コンデンサーで凝縮することによりフレーバーを回収する。通常、原果汁に対して1/100~1/150 に濃縮される。通常精留効果を高めるために塔内に充填剤が詰められる。

この際、果汁のごく軽い芳香（天然フレーバーに大切な部分）は、果汁より気化して出てくる炭酸ガス、空気及び酸素などのガス体に伴ってロスされ易いので、コンデンサーの温度を一段と下げると共に、精留塔の下から出る凝縮液の一部をガス体中に噴霧または流下させて吸収させ、再び精留塔に循環させてロスを防ぐことが行われている。

◆ フルーツ系果実から得られる回収フレーバーは、水溶性芳香成分を含んだ実質的透明な水溶液として得られる。

- ◆ シトラス系果実から得られる回収フレーバーは、水相部分（水溶性芳香成分を含んだ実質的に透明な水溶液）と油相部分の混合物として得られ、通常水相部分と油相部分に分けられる。水相部をアロマ、油相部をエッセンスオイル、またはジュースオイルと呼ぶことがある。

(3) 用途および特徴

① フルーツ系回収フレーバー

1. フルーツ系の回収フレーバーは、一般的に92～95%程度の水分と、5～8%程度のアルコール（エチルとメチル）および微量（0～50ppm）のエステル、ラクトン、酸、アルデヒド、ケトン、アセタール、炭化水素、フェノール、エーテルなどの芳香成分から構成されている。
2. 一般に回収フレーバーの揮発性成分の主体は、低級脂肪族アルコールと低級脂肪酸とのエステル類であるが、これらを配合するだけでは、フルーツ系果実の特有の香気を再現することはできず、微量のアルデヒド類、ケトン類、酸、ラクトン類などが風味に重要な役割を果たしている。
3. これらの回収フレーバーは、フレーバーの除かれた元の果汁に還元したり、あるいは回収フレーバー単独または他の天然香料素材あるいは合成香料素材と適宜に組み合わせて、例えば、アイスクリーム、シャーベット、ソフトドリンク、菓子、アルコール性飲料、たばこ、医薬品などのフレーバーとして広く使用されている。

② シトラス系回収フレーバー

1. シトラス系の回収フレーバーの芳香成分は、果皮から得られる精油とは区別され、この芳香成分は、主として酸、アルコール、アルデヒド、エステル、エーテル、ケトン及び炭化水素化合物など複雑な混合物から構成されている。
2. この回収フレーバーは、軽い油層、いわゆる油相と、水溶性の重い部分、いわゆる水相の2相に分かれる。この原因は、柑橘果実の圧搾の際、果皮油の一部が混入することと、果汁自身にも僅かに精油を含有していることによるものであり、これが濃縮の際フレーバーとして回収されることにある。
3. 油相は非常に芳香性が高く、果皮からの精油にくらべ典型的な果汁感のある芳香をもち、比較的安定である。

水性溶液や果汁に配合する場合は、一般的には直に混合することはできず、適当な溶剤例えばアルコールのごとき溶剤に溶かして、例えば飲料などに添加される。また、適当な乳化剤で乳化して、あるいは他の食品香料素材と乳化して使用することもできる。また、この回収フレーバーから、価値のないテルペン系炭化水素の過剰を蒸留、抽出などの手段により除去した芳香成分は、濃縮果汁、果汁あるいは飲料に容易に溶け、溶剤または乳化の必要はなく一様に分散する特徴を有する。

4. 水相は飲料などにおだやかな、柑橘系のジュースを思い出させる典型的な芳香を与え、主に水溶性の芳香成分からなり無制限に飲料と混合できるが、この芳香成分は不安定であるので、保存する場合は冷凍するなど適当な保存方法が必要である。

参考文献

1. ソフトドリンク技術資料 (40)62～67(1978)
2. HASEGAWA LETTER No. 5、24～29頁、1997年5月
3. 香料 (123)81～85(1978)

2・1・4 エキストラクト

(1) 目的

エキストラクトは、動植物原料に各種の溶媒(以下、溶剤ということがある)を接触させ、該原料から必要な香味成分を抽出し、これらの溶剤を必要により留去、濃縮して得られるものの総称であり、オレオレジン、コンクリート、アブソリュート、チンキなどもエキストラクトであり、原料、抽出溶媒、抽出条件など多種多様であり、現在では厳密には区別しにくくなっている。

エキストラクトは、フレーバーの天然香料素材として単独もしくは他の天然香料素材あるいは合成香料素材と適宜に組み合わせて使用されている。

フレーバーの天然香料素材として使用されるエキストラクトとしては、例えばコーヒー・茶類、野菜・果物類、香辛料類、ナッツ類、水産物類、ミート類などから得られるエキストラクトがあり、それぞれについては後述の〔3. 食品香料のタイプ別特性〕の項に記載することとし、ここではエキストラクトの一般的な特性について記載する。

(2) 方法

- ① 抽出操作には、固-固抽出、固-液抽出、液-液抽出、気-固抽出、気-液抽出、液状二酸化炭素抽出、亜臨界または超臨界流体抽出などがあり、対象となる原料素材の化学的或いは物理的性質などや生産量、求める純度などの目的により適宜に使い分けられる。
 - ② 抽出溶剤としては、不揮発性溶剤あるいは揮発性溶剤が用いられる。不揮発性溶媒としては、例えば、パーム油、菜種油、椰子油、牛脂、豚脂、硬化油などの動植物油脂類、グリセリン、プロピレングリコールなどの多価アルコール類などが通常用いられている。また、揮発性溶媒としては、例えば、メタノール、エタノール、プロピルアルコールなどのアルコール類、水、含水アルコール、アセトン、酢酸エチル、ヘキサン、ベンゼン、トルエン、エーテル類、液化プロパン、液化炭酸ガスなどが一般的に用いられる。
 - ③ これらの抽出溶剤は、目的に応じて任意の濃度で、単独あるいは任意に組み合わせて用いられ、また複数の抽出操作を用いて異なる溶剤を組み合わせて用いたり、あるいは同じ溶剤による異なった抽出操作を行う場合もある。
 - ④ 抽出効率をたかめるために原料を、粉碎、高圧・超高压処理、あるいは微生物・酵素処理などして、あらかじめ抽出に適した状態にすることが行われる。また、加熱抽出の他、遠赤外加熱抽出、超音波抽出などの方法も行われる。
- ◆ 抽出操作の具体的方法については〔第I部 香料一般〕の2・3・2 抽出・浸出の項参照。

(3) 用途及び特徴

- ① 動植物原料から必要成分を採取する方法としては、溶剤抽出以外に、例えば蒸留、吸着・脱着（コマトグラフィーを含む）、あるいは化学処理（以上、[第I部 香料一般]の2・1・3分画香料、2・3・1蒸留、2・3・3吸着・脱着の項参照）などの手段があるが、溶剤抽出で得られたエキストラクトは、蒸留法にくらべて低沸点成分の逸失や回収香気の熱変性などの問題を回避することができ、天然の芳香成分をバランスよく回収することができる。
- ② エキストラクトを製造する場合、溶剤抽出する際に上記の蒸留、吸着・脱着（コマトグラフィーを含む）、化学処理などの分離手段と適宜に組み合わせて、必要成分を効率よく採取することが行われる。
- ③ エキストラクトは、単独もしくは他の天然香料素材、合成香料素材などと適宜に配合して、食品香料の調合素材として用いられる。この場合、他の調合素材、製品に使用されている原料素材に対して、嗜好的にあるいは物理・化学的に安定なエキストラクトの選択が必要である。
- ④ エキストラクトは、そのまま、或いは例えば、エタノールのごときアルコール類、プロピレングリコール、グリセリンなどのごとき多価アルコール類に溶解した溶液状；アラビアガム、トラガントガムなどのごとき公知の天然ガム質類、グリセリン脂肪酸エステル類、ショ糖脂肪酸エステル類などの公知の乳化剤で乳化した乳化状；アラビアガムなどのごとき天然ガム質類、ゼラチン、デキストリンなどのごとき公知の賦形剤を用いて被覆させた粉末状；公知の海面活性剤、例えばアニオン界面活性剤、ノニオン海面活性剤、カチオン海面活性剤、両性界面活性剤などを用いて可溶化（分散状）；あるいは公知のカプセル化剤で処理して得られるマイクロカプセルなど、その使用目的に応じて任意の形状を選択して使用される。
また、サイクロデキストリンなどの公知の包接剤で包接し、エキストラクトを安定化且つ徐放性にして、その効果を持続させる方法もしばしば用いられる。

2・1・5 単離香料

単離香料は、本来的には混合物から一つの化合物を純粋に取り出した香料のことである。化学的に合成された香料化合物あるいは動植物原料から蒸留、抽出、クロマトグラフィー、化学手段などにより主成分あるいは特定成分などの必要成分を分画したものであり、便宜上、これらを合成香料あるいは分画香料と呼ぶ場合がある。方法についての詳細は〔第Ⅰ部 香料一般〕2・1・3 分画香料（単離香料）及び後述の〔3. 食品香料のタイプ別特性〕の項を参照。

このようにして得られた単離香料は、単独もしくは他の天然香料素材、合成香料素材などと適宜に配合して、必要とするタイプのフレーバー調合素材として使用される。

化学的に合成あるいは動植物から分画された単離香料（実質的に単一化合物）の調合素材としての使用例については、後述の〔2・2・1 合成香料〕の使用例を参照。

2・1・6 加熱調理フレーバー

(1) 目的

食品素材（畜産物、農産物、海産物など）を加熱することにより、食欲をそそる好ましいフレーバーが生成されるが、このフレーバーのことを通常加熱調理フレーバー（調理フレーバーと呼ぶこともある）とよんでいる。加熱調理による香味の変化は、食品に含まれるさまざまな成分の加熱分解、相互作用の結果である。

食品はタンパク質（ペプチド、アミノ酸）、炭水化物（糖質）、脂肪（脂質）を主体とした多成分系であり、加熱による化学変化は極めて多岐にわたる。食品にみられる加熱による主な化学変化は、自動酸化、加水分解、脱水、脱炭酸、アルデヒドならびにケトンや酸の生成、グルコシドの分解、糖のカaramel化、糖とアミノ酸とのメイラード反応、ストレッカー分解などである。これらの変化は、加熱条件、食品に含まれる成分、含量の違いにより生成するフレーバーも異なってくる。

このようにして生成されたフレーバーを再現するためには、食品素材中に存在する前駆物質を、タンク内で調理に準じた工程で作られ、例えば、ミートフレーバーやローストナッツフレーバーをはじめ各種の加熱調理フレーバーが実用化されている。これら個別のフレーバーの具体的特性については、後述する「3. 食品香料のタイプ別特性」を参照。

以下に、加熱調理フレーバーの前駆物質として代表的な脂肪、糖、アミノ酸、糖とアミノ酸の加熱により生成するフレーバー（モデル系）の一般的特性および植物性食品あるいは動物性食品を加熱した場合のフレーバーの一般的特性について記載する。

(2) 前駆物質の加熱によるフレーバー生成

① 脂質

加熱脂肪からはアルデヒド、ケトン、脂肪酸、ラクトン、芳香族化合物、フラン系化合物などが容易に発生するので脂肪は広義のフレーバー前駆物質ということもできる。特にアルデヒド類とケトン類は加熱調理フレーバーとして重要な成分である。

例えば、通気状態で3時間、160℃～170℃に加熱された豚脂から中性成分として10数種のアルデヒド類(C数5～9)、数種のケトン類、数種のアルコール類、数種の炭水化素類、 γ -ラクトン、 δ -ラクトンなどのフレーバー成分が確認されている。

また、牛脂の加熱香気成分からも同様な成分が同定されているが、不飽和化合物とアルコールが少ない点で豚脂と異なっている。

② 糖質

糖だけが単独で加熱されるケースは調理上甚だ稀であるが、糖類の焙焼香気は、焦げ臭がそれほど強くない間はカaramel様香気として特徴づけられるが、加熱温度、時間など加熱条件によって著しく変化する。

グルコースを例えば、250℃、30分間加熱した場合は、100成分以上が生成し、そのうち 4-Hydroxy-2-pentenoic acid の γ -ラクトン、3-Methylcyclopentane-1,2-dione など10数成分が同定されている。500℃加熱のグルコースからは、芳香環をもつ化合物

の生成量が増加することが確認されている。

しょ糖の熱分解では、2-ヒドロキシ-3-メチル-2-シクロペンテン-1-オン(シクロペン)など、13種の化合物が同定されている。シクロペンテンは焙ったコーヒー豆、パン、麦茶などにも検出されている。

でんぷん(タピオカ)からは160℃加熱でフレーバーが出始め、220℃でフレーバーの発生が激しくなり強い煙臭、フルフラール臭を発生し、その焙焼香気成分として数種のカルボニル化合物、オキソ酸、脂肪酸のほか有機酸、フェノール類、Maltol、Cyclotene、5-Methylcyclopent-2-ol-1-oneなどが同定されている。

③ アミノ酸

アミノ酸は加熱フレーバーの重要な前駆物質であり、アミノ酸類は、比較的高温で加熱すると、脱アミノ、脱炭酸反応を経て分解するが、その際生じる匂いは概して好ましいものではない。これは一般に脱炭酸で生成するアミン類の不快臭によるものといわれている。アミノ酸(特に含硫アミノ酸)の単独およびアミノ酸の組合せによる加熱分解生成フレーバーならびにその生成経路について、モデル実験による報告は数多くあるが、アミノ酸全体に共通する分解経路や分解生成フレーバーは存在しないといわれている。

表-1にシステイン、シスチンのアミノ酸を270~300℃に加熱した場合に生成するフレーバー成分を示した。

表-1 システイン、シスチンの熱分解生成物

化合物名	システイン	シスチン
ethylamine	+	+
2-methylthiazolidine	+	+
mercaptethylamine	+	+
hydrogen sulfide	+	+
sulfur	-	+
ammonia	+	+
ammonium carbonate	+	+
2-methylthiazoline	+	+
α-picoline	+	+
2-ethyl-5-methylpyridine	+	+
2-ethylthiazole	+	-
2-methyl-5-ethylthiazole	-	+
thiophene	+	-
2-methylthiophene	+	-
3-methyltetrahydrothiophene	+	-
2,5-dimethylthiophene	+	-
2,3-dimethylthiophene	+	-
2(or 3)-ethylthiophene	+	-

2,3-dihydro-4(or 5)-ethylthiophene	+	-
2-methyl-3(or 4)-ethylthiophene	+	-
2,3,5-trimethylthiophene	+	-
3-methyl-n-propylthiophene	+	-
2,4-dimethyl-5-ethylthiophene	+	-

+ ; 生成が認められたもの

④ 糖とアミノ酸

食品中の糖やアミノ酸はそれぞれ独立して存在してはいない。両者は常に共存しており、食品の加熱によるフレーバーの生成は糖-アミノ反応が主役であり、調理の際はさらに、醤油、グルタミン酸、砂糖のような調味料の形で食品に添加され、一緒に加熱処理される。このように糖とアミノ酸が共存した状態で加熱された場合、それぞれ単独に熱分解を起こす温度よりかなり低い温度で、褐変とフレーバーの生成を伴った熱分解反応、すなわちMaillard反応およびそれに伴うStrecker分解が起き、多くの場合、糖、アミノ酸単独加熱時には認められない好ましいフレーバーを生成する。

照焼き、蒲焼き、すき焼き、煎餅をはじめ、食品の加熱調理に認められる褐変とフレーバー生成は、主としてこの反応によると言われている。Strecker分解によってアミノ酸は、酸化的脱アミノ反応を受けて炭素数1個少ないアルデヒドを生じ、フレーバー形成の要因となる。

生成する揮発性カルボニルの種類や量は反応に関与するアミノ酸の種類やアミノ酸と糖の量比、熱分解温度などによって異なる。食品の焙焼臭の成分であるピラジン類もこの反応で生じる

さまざまなメイラード反応モデル系の加熱反応物より分離・同定された揮発性成分は、多種類の化合物（フラン類、ピラジン類、ピロール類、チオフェン類、チオゾール類、チオリジン類、環状エチルスルフィド類、イミダゾール類、ピリジン類、オキサゾール類などのヘテロ環状化合物、アルキルアルコール類、アルキルエーテル類などの含硫化合物、アルデヒド類、ジケトン類など）からなる。このような多種多様な揮発性成分が糖とアミノ酸の加熱反応により生成し、その生成パターンは、糖、アミノ酸の種類・組成比、加熱温度・時間、反応系の水分などの影響を強く受ける。含硫化合物はシステイン、シスチン、メチオニンなどの含硫アミノ酸を用いた場合に生成する。

単純な糖とアミノ酸の組み合わせによる加熱反応で生成する香りは、一般的に糖の種類よりはアミノ酸の種類の違いにより大きく異なる。各種のアミノ酸とジヒドロキシアセトンまたはグルコースを水溶液中、100℃で加熱した場合の生成香気を表-2に示した。

表-2 種々のアミノ酸と糖類の加熱(100℃)で生成する香気

アミノ酸	ジヒドロキシアセトン	グルコース
グリシン	焼いたポテト様	キャラメル様、弱いビール様
α-アラニン	弱いキャラメル様	ビール様

バリン	香気強い、酵母様 タンパク質加水分解物様	ライ麦パン様、フルーツ様芳香
ロイシン	強いチーズ様	甘いチョコレート様
イソロイシン	穏和なクラスト様	カビ様、フルーツ様芳香、
セリン	ぼやけたパン様	メープルシロップ様
スレオニン	非常に弱い	チョコレート、メープル様
メチオニン	焼いたポテト様	調理しすぎのサツマイン様、 ポテト様
システイン	メルカプタン、硫化水素様	ミート様、スフイット様
シスチン	—	ミート様、焦げた七面鳥様
プロリン	非常に強いクラッカー様、 クラスト様、トースト様	コーン様、タンパク質の焦げ臭
ヒドロキシプロリン	弱い、ぼけたタンパク質様	ポテト様
アルギニン	非常に弱い	ポップコーン様、バタースコッチ様
ヒスチジン	非常に弱い	バター様
グルタミン	—	チョコレート様
フェニルアラニン	非常に弱い、ヒアシンス様	腐臭のあるキャラメル様

(3) 食品の加熱により生成するフレーバーの一般的特性

以下に、植物性食品および動物性食品の数例を記述する。詳細については、後述する「3. 食品香料のタイプ別特性」を参照。

① 植物性食品

(穀類)

1. 米飯

米飯の香りは含硫化合物、脂肪族飽和アルデヒド (C₂、C₃、C₅、C₆)、アンモニア、メ

チルケトンなどによるとされている。古米になるとC₅、C₆アルデヒド量が、それぞれ5倍、2.5倍になり古米臭の原因になる。

2. 焙焼大麦

焙焼大麦(160°C、20分)の香りは、Furfural、2-Methylbutanal、3-Methylpropanal、2,3-Pentanedioneなどのカルボニル化合物、焦げ臭であるメチルピラジン5種、サルファイド1種、脂肪酸7種、アルコール7種、ラクトン3種などが見出されている。

3. 焙焼トウモロコシ

焙焼トウモロコシ(120°C、2時間)からは、Methanol、Ethanol、C₂~C₇の飽和アルデヒド、2-Methylpropanal、3-or2-Methylbutanal、Propanone、Butanoneなど10数種が同定されている。

4. ポップコーン

ポップコーンからは、2-Ethyl-5-methylpyrazineなどのピラジン類、2-Acetylfuranなどのフラン類、N-Furfurylpyrroleなどのピロール類、3-Methylbutanalなどのカルボニル類および4-Vinyl-2-methoxyphenolのようなフェノール類など数十種の成分が同定されている。

5. その他

小麦粉の水蒸気蒸留物からC₂、C₄、C₆~C₈飽和アルデヒド、Methyl ketone、Diacetyl、Ethyl acetateなど、米ぬかを60°Cに加熱したとき、C₁~C₆の脂肪族飽和アルコール、C₂~C₆脂肪族アルデヒド、アセトンなど数十種が同定されている。

(豆類)

1. ピーナツ

焙煎したピーナツからは Acetic acid、Isovaleric acid などの脂肪酸をはじめ、Hexanal、2,4-Decadienal、2-Nonanal、脂肪族ラクトンなどが同定されている。保蔵ピーナツの香りの悪化は、Ethanol、Ethyl acetate、Acetaldehyde の増量、特に Ethyl acetate の増量に起因するといわれている。

2. ゴマ油

ゴマ油の特徴的香り成分は、主としてカルボニル化合物であり C₅~C₉飽和アルデヒド、5-Methylfurfural などであり、この他、Guaiacolのようなフェノール類、Furfuryl alcohol、2-Acetyl-3-methylfuran などであるが、ゴマ油の香ばしい香りの本体は Acetylpyrazine であることが確認されている。

(野菜類)

1. 煮たポテト

煮たポテトの香りの含硫化合物の90%は Methyl mercaptan と Dimethyl disulfide で硫化水素もかなり含んでいる。Geraniol などのアルコール類、Phenyl acetaldehyde などのカルボニル化合物、2-Pentylfuran、Pyridine など数十種の化合物が確認されている。

2. ポテトチップ

ポテトチップの香りは、主として2,4-Decadienalによるもので、この他に脂肪酸、

カルボニル化合物、ピリジン、ピラジンなど数十種の化合物が確認されている。

3. 煮たキャベツ

煮たキャベツの香りは含硫化合物によるもので、これは硫化水素、Dimethyl disulfide、Dimethyl sulfide、Allyl isothiocyanateなどであり、この他にアルコール類、カルボニル化合物などが含有されている。

4. 煮熟トマト

新鮮なトマトの香りは 2-isobutylthiazole および cis-3-hexenal によるが、新鮮なトマトには存在しない硫化水素やdimethyl sulfide がトマト加工品（カンヅメ、ジュース）中に著しく多量に検出されており、これらが同時にトマト煮熟臭の主成分をなしている。これらの成分に加えて、2,3-pentanedione、methional、phenylacetaldehyde、phenylethanol、pyridine および methyl pyrazine が検出されている。

(海藻類)

1. 焼き海苔

焼き海苔の香気成分としては、炭化水素類11成分、アルコール類13成分、アルデヒド類15成分、ケトン類18成分、酸類4成分、窒素化合物類25成分、硫黄化合物類7成分、窒素および硫黄化合物類3成分、その他5成分が確認されている。

焼き海苔の香ばしい香りは、ピリジン類、ピラジン類、ピロール類などの窒素化合物とともに見出された2-Methyl-3-thiolanone、2,5-Dimethyl-3-thiolanoneが関与しているといわれている。

② 動物性食品

(ミート)

1. ビーフ

調理したビーフの香気成分としては、脂肪酸類、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドなどのアルデヒド類、硫黄化合物類（メルカプタン類、サルファイド類、チオフェン類、チアゾール類など）、フラン化合物類（2-ペンチルフラン、4-ヒドロキシ-5-メチル-3(2H)-フランなど）、ピラジン類（2-メチルピラジン、2-エチル-5-メチルピラジンなど）、ピリジン類（2-エチルピリジンなど）など240種以上が確認されている。

特に硫黄化合物類、フラン化合物類、ピラジン類、ピリジン類は、ビーフの特徴ある加熱香気成分とされている。

2. ポーク

豚肉を、例えば煮沸あるいは調理した香気成分としては、炭化水素類、アルデヒド類（アセトアルデヒド、ブチアル、デカール、2,4-デカジエナルなど）、ケトン類（アセトン、アセトイン、ジアセチルなど）、脂肪酸類、ピラジン類（2-メチルピラジン、2,5-ジメチルピラジンなど）、硫黄化合物（メチルチオール、ジエチルサルファイト、2-アセチルチアゾールなど）、フラン類（2-メチルフラン、2-アセチルフラン、フルフラールなど）など100種以上が確認されている。

3. チキン

フライドチキンの香気成分としては、炭化水素類、アルコール類、アルデヒド類、ケトン類、脂肪酸類、オキサゾール類、オキサゾリン類、チオフェン類、ピラジン類

、ピリジン類、チアゾール類、フラン類、ピロール類などが主な成分であり、100種以上が同定されている。フライ臭の特徴としては、特にピラジン類（2-メチルピラジン、2,5-ジメチルピラジン、2,5-ジメチル-3-エチルピラジンなど）、ピロール類（2-メチルピロール、2-アセチルピロールなど）、チアゾール類（2-メチルチアゾール、2-メチル-4-エチルチアゾール、2-ヘプチル-4,5-ジメチルチアゾールなど）、チオフェン類（2-メチルチオフェンなど）、チアゾリン類（2,4-ジメチル-3-チアゾリンなど）などが重要である。

4. ソーセージ

豚肉ソーセージから分離したフェノール性濃縮物は、スモーク製品の香りと良く似ており、12種のフェノール成分すなわち 4-メチルグアイコール、フェノール、4-エチルグアイコール、*m*-および*p*-クレゾール、*trans*-および*trans*-イソイグネロール、2,6-ジメトキシ-4-アシルフェノール、バニリン、アセトバニリン、シクロテンなどが同定されている。

(魚介類)

1. 煮熟魚類

煮熟したさば、かつお、あじ、くじらなどから、ギ酸、酢酸、プロピオン酸、カプロン酸などの脂肪酸類、アンモニア、ジメチルアミン、プロピルアミン、ピペリジンなどの塩基、アセトアルデヒド、プロピオンアルデヒド、カプロアルデヒド、アセトン、ブタノン、ヘキサノンなどのカルボニル化合物が確認されている。

2. 加熱エビ

エビの旨味成分はアミノ酸としてアルギニンやベタインがエビ肉中に多量含有されているためであり、これらのアミノ酸などが加熱によりピラジン類、ピリジン類、アルコール類、ケトン類、チオエーテル類、ラクトン類が生成するためである。特に焼きエビには、ピラジン類、ケトン類、含硫化合物などが塩基性区分に多くみられる。特に加熱エビの特徴香としてピラジン類が大半をしめ、他にピリジン類、ピロール、ピロリドンなどがあげられている。重要な成分としては、2,5-ジメチルピラジン、2,6-ジメチルピラジン、2,3-ジメチルピラジン、2,3,5-トリメチルピラジン、2,5-ジメチル-3-エチルピラジン、2,6-ジメチルピラジンなどが加熱エビの特徴香を形成している。

3. 鰹節

鰹節の旨味成分としては、ヒスチジンが関与しているといわれ、これが燻煙焙乾の工程を経て種々の複雑な香味を形成している。香氣成分中特に重要な成分としては、2-メチルクロトン酸- γ -ラクトン、3-メチルクロトン酸- γ -ラクトン、シクロテン、2-ウンデカノン、3-メチルシクロヘプト-2-エン-1-オン、2-メチル-1-ヘプタノール、2,3-ジメチルシクロヘプト-2-エン-1-オン、*cis*-, *cis*-1,5,8-ウンデカトリエン-3-オールなどであり、特徴的な香氣として、2,6-ジメトキシフェノール、4-メチル-2,6-ジメトキシフェノール、4-エチル-2,6-ジメトキシフェノールなどのフェノール化合物、4-メチル-1,2-ジメトキシベンゼンなどのフェノールエーテル化合物がスモーキーフレーバーとして重要な香味を作っている。

(4) 官能別フレーバ特性

食品の調理、焙焼などにより発生するフレーバーはさまざまであるが、官能別にみた化合物の1例を以下に示す。

① ナッツ様ロースト香気

化合物名	フレーバー濃度ppm	官能評価
3-Ethyl-2-methylpyrazine	3	豆様香気
2-Ethylpyrazine	10	シャープなロースト香気
2-Ethyl-3,5(6)-dimethylpyrazine	5	マイルドなロースト香気
5-Ethyl-2-methylpyrazine	5	マイルドなコーヒー感
2,3-Diethyl-5-methylpyrazine	0.1	シャープなローストナッツ様香気
Methylpyrazine	10	マイルドなローストナッツ様香気
2,5-Dimethylpyrazine	10	軽いトップノート
2,3-Dimethylpyrazine	10	幅のあるロースト感
Pyridine	1	マイルドなトップノート
3-Ethylpyridine	0.05	マイルドなトップノート

② スモーク様ロースト香気

Furfural	4	シャープなロースト香気
5-Methylfurfural	0.13	シャープなロースト香気
Furfuryl acetate	11	マイルドなロースト感
Acetylfuran	20	刺激のあるパン様ロースト
Furfuryl mercaptan	19	マイルド感
Furfuryl methyl sulfide	0.52	シャープな特徴的ロースト感
Dimethyl disulfide	1	マイルドなパン様ロースト感
5-Methylquinoxaline	10	ローストナッツ様
Benzothiazole	0.5	甘い軽い香り
Acetylpyrrole	50	濃厚感のあるトップノート

③ 甘い香り

Diacetyl	2.5	甘い焦げ臭
2,3-Pentanedione	0.6	甘い焦げ臭
3,4-Hexanedione	10	ややナッツ様
Acetoin	7.4	幅のある甘い香り
2-Hydroxy-3-methylcyclopentanone	11	甘い焦げ臭
Maltol	4.1	砂糖様
Furaneol	5	濃厚な甘い香り
γ -Butyrolactone	10	脂肪様甘い香り
Vanillin	63	粉っぽい甘さ

④ スモーク、フェノール様香気

3,4-Dimethylphenol	0.1	シャープなスモーク香気
2,6-Dimethoxyphenol	0.3	チョコレート様香気
Guaiacol	0.95	木様のスモーク感
4-Vinylguaiacol	0.25	木様のスモーク感
4-Ethylguaiacol	0.05	マイルドなスモーク感

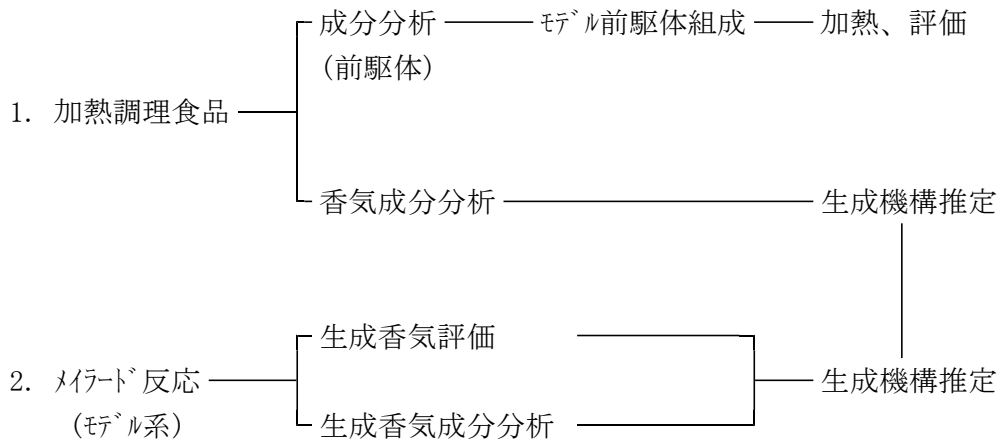
⑤ 酸様香気

Acetic acid	39	鋭い酸臭
Propionic acid	1.2	チーズ様酸臭
Butyric acid	5.5	ミルク様酸臭
Isovaleric acid	1.2	ボディ感のある酸臭

(5) 加熱調理フレーバーの調製および特徴

- ① 加熱調理フレーバーを再現するためには、その構成成分およびその含有量を基本にして行われるが、構成成分の単品香料の組み合わせだけでは必ずしも満足するものは得られない。通常、実際の調理加熱に近い素材と条件で調製された加熱調理フレーバーが使用される。
- ② メイラード反応は各種の加熱食品のフレーバー生成に寄与している基本的反応であるが、単純な糖とアミノ酸だけの加熱では加熱食品のフレーバーの再現は不可能である。各種のアミノ酸、糖類、脂質、ペプチド、ヌクレオチドなどが加熱調理に関与し、さらに生成したフレーバー類は互いに反応し、新たな化合物を生成するから、特定の調理フレーバーを調製することは容易ではない。
- ③ メイラード反応を加熱調理フレーバーに応用するには、図-1に示すようにモデル系メイラード反応および加熱調理食品で生成されるフレーバー成分、条件などを認識した上で、実際の加熱調理フレーバー調製のための原料素材の選択、組み合わせ、加熱および時間などの条件が決定される。

図-1 加熱調理フレーバー調製の概念



3. 上記 1. および 2. を参考にして、以下の素材の選択、組み合わせ、加熱、時間などの条件が決められる。

- a. 動植物原料、エキス類、油脂、糖類、HVP、HAP、酵母エキス、アミノ酸醤油など。
- b. また、必要により上記原料以外に加熱食品中に検出された単品香料あるいは他の単品香料の1種又は2種以上を上記原料に添加して使用することもある。

④ 実際の加熱調理フレーバーの調製における原料素材の組み合わせや加熱条件は目的とするフレーバーにより様々であり、加熱反応を利用した加熱調理フレーバーの製法に関する特許の例を表-3に示す。

表-3 加熱調理フレーバーの製法特許例

要 旨	出 典
マルトール + 諸種のアミノ酸	特公昭40-11346
Gly, Ala, Val, Leu, Ileu, Lys, Ser, The, Phr, Tye, Asp, Met, Arg, Try, His, Orn, CysSH, タンパク加水分解物の1または2種以上+ヒアルゲート (食品の香味改良)	特公昭45-8629
アミノ酸+糖+多価アルコール 遊離アミノ酸のなくなるまで加熱(カボカ加香料)	特公昭46-15670
アミノ酸+糖質→ 80℃以上で加熱→未反応物質、沸点100℃以下の物質を除去した高沸点部分からなる香料	特公昭46-16144
プロリン+ラムノース → 密閉状態で加熱 (甘いサツ様香味)	特公昭48-25508
2-Hydroxy-3-methyl-2-cyclopenten-1-oneなどのcyclopentenone類 4-Hydroxy-5-methyl-2H-furanone, 4-Hydroxy-5-methyl-2, 5-dimeth	特公昭50-25019

yl-2H-furan-3-oneの少なくとも一つの非含硫アミノ酸 (C ₅ ~C ₈) (焼いたパン、チョコレート)	
Val, Leu, Ileu単独またはそれらの少なくとも1種を含むアミノ酸非含硫アミノ酸+糖類→不活性気体充填加圧条件下で加熱 (チョコレートフレーバー)	特公昭55-11299
Val, Lru, Ileu単独、またはそれらの少なくとも1種を含むアミノ酸混合物+糖類→加熱→アルコール添加、熟成 (チョコレートフレーバー)	特公昭55-11300
穀類タンパク質+脂肪酸+脂肪酸成分+糖類→80℃~150℃、加熱焙焼 (ココア様)	特公昭57-27704
アミノ酸の全量の70%以上が塩基性アミノ酸+糖類 (特定比率混合)→PG, グリセリンとともに加熱 (コーヒー呈味物質)	特公昭58-11987
レチン+単糖類+(アミノ酸)+食用油脂 (卵~カステラの香味)	特公昭58-50712
Lys, Arg (または塩)+糖類+レチン (アーモンド~カステラ様香気組成物)	特公昭59-48974
油脂、または油脂含有食品+Leu, Asp, Glu (または塩)+カルボニル化合物 (ミルク様風味成分)	特公昭60-55100
アミノ酸+単糖、またはオリゴサッカライド/オリゴペプチド+単糖→動植物油脂と加熱 (ロースト油)	特開昭60-30663
Gly, Ala, Val, Ser, Thr, His, Arg, Asp, Glu, CysSH, Met, Pro, Citrから選んだアミノ酸+ペントース、ヘキソースから選んだ炭水化物+アスコルビン酸+アミン塩酸塩+濃縮柑橘ジュースまたは柑橘精油+水→約50~120℃で加熱 (柑橘類の香味改良)	特開昭61-74558
卵材料/それらのプロテアーゼ処理物+ジヒドロキシアセトン/ヒルブアルテヒド→40%濃度以上のエタノールと加熱 (焼卵様フレーバー)	特開昭61-88855
アミノ酸+糖+使用原料と相溶性がなく反応温度下で非溶解性の粉粒体→非溶液系で加熱 (焙焼香気)	特開昭61-199759

⑤ 加熱調理フレーバーは、目的により水系、水-油脂混合系で実施されるが、さらに油脂を多くした系で、各種原料素材を加熱し生成するフレーバーを油脂に移行させるという方法があり、これはシーズニングフレーバーと呼ばれ、油溶性の調理フレーバ

ー香味油ともいう) でありインスタントラーメン、冷凍食品、レトルト食品、電子レンジ食品、スナック菓子、米菓などの加工食品に使用されている。

⑥ 前記の加熱調理フレーバーは相当なフレーバー強度を有しているが、さらにフレーバー強度をあげる場合は、上記⑤で得られた加熱調理フレーバーを水蒸気蒸留、溶剤抽出してフレーバーを濃縮することが行われる。

また、加熱反応により得られた加熱調理フレーバーに加熱食品中に見出された構成成分、例えばキープレーバーを添加することもある。

⑦ また、各種の天然源可食材料およびそれらの加水分解物ないし醸造処理物を、水、動植物油脂類およびアルコール類の少なくとも1種の抽出溶媒の存在下に、加熱処理・抽出して得られた抽出溶媒相および/または抽出残渣を亜臨界または超臨界状態の二酸化炭素で抽出して得る方法も提案されている(特開平3-87160)。

(6) 用途

① 加熱調理フレーバーは、用途により水溶性、油溶性の液状タイプから粉末タイプまで種々製造されている。

② 例えば、炭火焼きの牛肉、焼き鳥、すき焼き、チャーシュー、クリスピーベーコンなどの肉料理、スモークサーモン、ゆでたカニ、フライしたエビ、ツナ缶などの魚料理、キャベツ炒め、ミックス野菜炒め、焼きとうもろこしなどの野菜料理など、各素材のボイルからローストまで様々なキャラクターを中心にしたものの他、カレー、スープ、グラタン、ピザ、お好み焼き、麻婆豆腐、酢豚など複雑な香りをもった調理フレーバーが調製されている。

参考文献

1. 調理科学 4(4) 196~203(1971)
2. 化学と生物 9(2) 85~96(1971)
3. 月刊フードケミカル (9) 36~43(1986), 9(11) 48~52(1993), 7(11) 71~80(1991)
4. 香料 (184) 77~91(1994)
5. 高砂香料時報 (129) 6~13(1998)

2・1・7 微生物・酵素フレーバー

(1) 目的

各種のフレーバー素材（調合原料）またはフレーバーの製造に、酵素あるいは微生物を直接あるいは間接的に利用しているケースは数多くあり、例えば合成香料（エステル類、アルコール類、ラクトン類、カルボン酸類など）、天然精油（イリス油、柑橘油、ゼラニウム油、アレルギ子油など）、あるいはミルク系フレーバー、フルーツ系フレーバー、フレーバー前駆物質（ミートフレーバー、シフトフレーバー、パンフレーバーなど）などの製造に利用されている。この他にフレーバー素材の香味の増強、改善などにも利用されている。具体的な利用例については、後述の 3. 食品香料のタイプ別特性 3・1 ～ 3・14 を参照。また、合成香料、天然精油については、「第 I 部 香料一般」の“2・2・1 生合成による香料”を参照。

食品を特徴づけるフレーバー成分の起源は多様であるが、食品の調理加工に伴って生成するフレーバーもその一つであり、このフレーバーのことを通常加熱調理フレーバーと呼び、これについては、“2・1・6 加熱調理フレーバー”に記載している。

一方、食品の製造過程において微生物・酵素が関与し、これによりフレーバー（香味成分）が生成されるケースがある。例えば、バター、チーズ、ヨーグルトなどの乳製品のフレーバーがその例であり、これらフレーバーを再現するために種々検討がなされ、実用化されている。

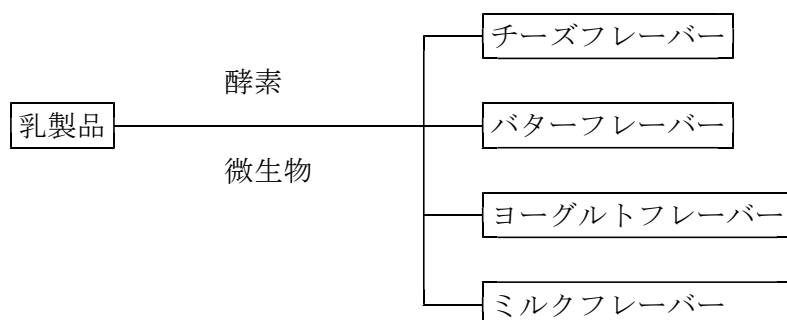
ここでは、乳、脂質、タンパク質及び糖質を基質とした微生物、酵素を利用して生成する、微生物・酵素フレーバー（主に乳製品フレーバー）の概略について記載する。

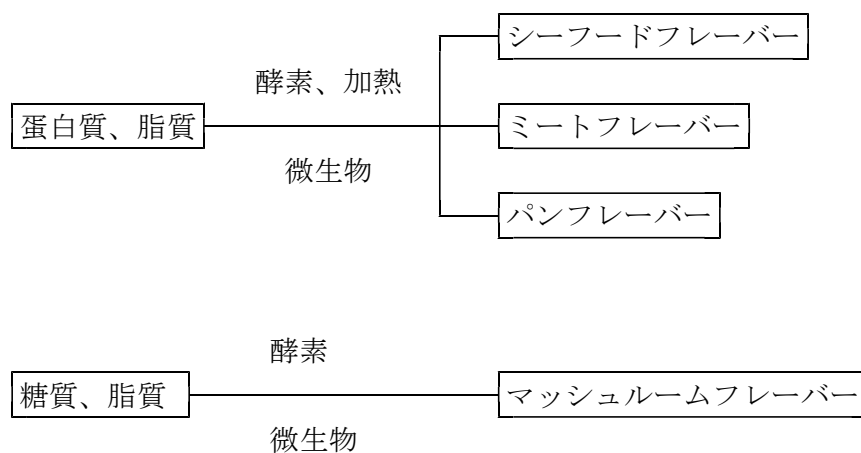
(2) 微生物・酵素によるフレーバーの生成

乳原料、脂質、タンパク質、糖質などを基質とした生化学反応によるフレーバー生成の概念図を図-1に示した。

この概念図から分かるように食品製造過程で生成するフレーバーにおける生化学反応の役割は、いわゆる発酵フレーバーの開発とミート系フレーバーなどのメイラード反応の基質の開発にあるということができる。

図-1 生合成によるフレーバーの生成



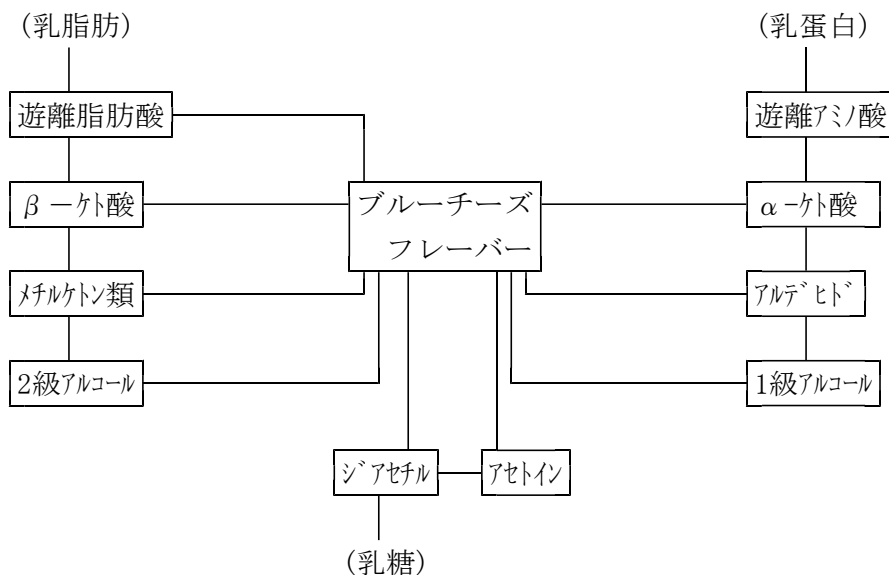


① 乳原料を基質としたフレーバーの開発

乳を主原料とした乳製品には、チーズ、バター、ヨーグルト、ミルクなどがあり、加工によりそれぞれ特徴的なフレーバーが生成される。中でもチーズは形態も香りも多様である。特にカビづけしたチーズ（ブルーチーズなど）は複雑な香気を有する。

図-2に示すようにブルーチーズの香気は、(乳脂肪)、(乳蛋白)、(乳糖)を香気前駆体として種々の生化学反応によって生成していることが分かる。

図-2 ブルーチーズフレーバーの生成機構



他の乳製品のフレーバーもバランスの違いはあるが、ブルーチーズと同様の組成のフレーバーが生成される。

乳原料中には、これら香気前駆体が豊富に存在し、ミルク系のフレーバーの生成が

可能になる。

ミルク系フレーバーの重要な香気成分である脂肪酸類は、乳脂肪をリパーゼで処理することにより得られ、フレーバーの素材として利用される。このリパーゼの供給源として、動物起源や植物起源の各種酵素が利用されている。これらリパーゼの種類により酵素作用が異なるので、リパーゼを選択し、各種の基質と反応させることにより、それぞれ官能的に特徴あるフレーバーを生成させることができる（表－1 参照）。

表－1 リパーゼの基質特異性

酵素の種類	基質特異性
Pregastric esterases	
Kid goat	短鎖脂肪酸、sn-1, sn-3
Calf	短鎖脂肪酸 sn-1, sn-3
Lamb	短鎖脂肪酸 sn-1, sn-3
動物起源リパーゼ	
Clude milk lipase (cow)	sn-1, sn-3, sn-1>sn-3
Porsine Pancreatic	短鎖脂肪酸, sn-1, sn-3
微生物起源リパーゼ	
Rhizopus arrhizus	中鎖脂肪酸 (C8, C10), sn-1, sn-3
Penicillium roquefortii	短鎖脂肪酸
Candida rugosa	特異性なし

・ sn; 脂肪酸のグリセリンへの結合位置を示す。

以下に乳原料を基質としたバターフレーバー、チーズフレーバー、ミルクフレーバー、およびヨーグルトフレーバーの特性について記載する。

1. バターフレーバー

バターの香気成分として知られている化合物は、低級脂肪酸、アルデヒド、ケトン類であり、またラクトン類も認められているが、これらは乳脂肪中のオキシ酸から作られたものである。アセトイン、ジアセチルも重要な香気成分とされているが、いずれも糖やクエン酸からアセト乳酸を経て生合成されたものである。バターフレーバーには、特に C_{10,12}の脂肪酸が有効であることが確認されている。

例えば、バターを原料に用いてCandida rugosaの生産するリパーゼを用いてバター中の脂肪の66.6%を加水分解すると、約53%の遊離脂肪酸が生成され、これは未処理のバターの150～200倍であり、これを加工食品に0.2～0.5%添加することによりバター様フレーバーを付与できることが確認されている。

上述のように、バターを原料にしてバターフレーバーの特徴をさらに強化したり、また、乳脂肪、乳タンパクあるいは乳糖を基質として、特定の条件下に生化学反応させて、バターフレーバーの特有成分を有利に生成させ、必要により濃縮、あるいは特定成分を採取（蒸留、水蒸気蒸留、溶媒抽出などによる）して、各種飲食品のバターフレーバーの素材として利用される。

2. チーズフレーバー

チーズフレーバーは、乳酸菌、カビなどの微生物が関与しており、フレーバーの生成に重要な働きをしている。チーズの種類は数多くあるが、そのなかに、*Penicillium roqueforti* が製造に関与し、メチルケトン類の強い刺激的な香味を特徴とするブルーチーズがある。この特徴的な香味成分であるメチルケトン類は、乳脂肪よりリパーゼによって分解生成された遊離脂肪酸からこのカビにより転換生成される。

この基礎的知見に基づいて、乳脂肪などを原料として、リパーゼと*P. roqueforti*を用い、液体培養法によって、短時間に高濃度のメチルケトン類を含有し、官能的にもブルーチーズのフレーバーに類似している製品を作る方法が開発されている。

この他に脂肪酸、ラクトン、メチルケトン、アルコール、エステルなどもチーズフレーバーに関与しているが、低級脂肪酸特に酪酸はチーズフレーバーの特徴を与えることが確認されている。

3. ミルクフレーバー

純正の牛乳の香りは、低分子のアルデヒド、ケトン、低級の脂肪酸類、特に酪酸などと共に、ジメチルサルファイドなどが特有の香気成分として考えられているが、ミルク特有の香気は極めて弱い。

牛乳の香気は搾乳時、加工時に酵素、微生物、酸素、光、熱などで変化しやすく、また、乳牛の搾乳時における生理状態、季節、飼料などにも影響を受ける。乳は外界に出た直後から変化がはじまり、しぼり立ての牛乳の香気を知ることは困難である。通常、食する牛乳は、加熱処理などの処理を施したもので、これが牛乳のフレーバーとして一般に認識されている。

牛乳の主要な香気成分としては、各種脂肪酸、エステル類、含硫化合物、ラクトン類、ケトン類、アルデヒド類、フラン類、ジケトン類、塩基性化合物などである。

ミルクフレーバーは、以下のような基礎的知見に基づいて、乳脂肪、乳蛋白あるいは牛乳などを原料として、よりミルク的特徴を有するフレーバーが生合成される。

a. 脂肪酸

C_{4,6,8,10}の脂肪酸は乳の香味に関与し、強い刺激臭を有している。乳脂肪をリパーゼによって分解させると C₄~C₁₀ までのフレーバーに富んだ遊離脂肪酸が生成されるので、優れたリパーゼをえらんで乳脂肪を分解し安定したフレーバーの開発が行われている。例えば、子牛、子山羊などのオーラルリパーゼは、短鎖脂肪酸の生産力にすぐれ、乳脂肪の分解にすぐれているのが特色で、酪酸臭の強いフレーバーリッチな香気が発現する。このリパーゼは、植物性脂肪に対しては分解能を有しない。

b. 含硫化合物

微量の乳成分として数種の含硫化合物が寄与していることが知られている。牛乳の加熱により乳蛋白中のアミノ酸のSH基が加水分解により硫化水素を発生し、加熱臭の一部と考えられており、牛乳の匂いの構成成分として重要な役割を果たしていると考えられている。

c. ピラジン類

アミノ酸のストレッカー分解、アミノカルボニル反応による生成物で、牛乳の加熱

調理されたときに発現する。

d. ケトン類

ジアセチル、アセチルプロピオニルなどが主要素材であるが、牛乳中にも見出されている。練乳、粉乳などでは加熱加工時にアミノカルボニル反応により生成すると考えられている。これらは香気に拡がりをもつ素材であり、その濃度や他の香気成分とのバランスによって発酵様～フレッシュミルク様～練乳様特徴という具合に香気特性が生かされる。

e. アルデヒド類

C₅以下のアルデヒド類は、主にアミノ酸のストレッカー分解により生成する。例えば、イソロイシンから3-メチルブタナール、バリンから2-メチルプロパナールが生成する。これらは牛乳の加熱臭の一要素として知られる。

f. マルトール、フラン類

これらは乳中の乳糖がメイラード反応をおこし、分解、脱水する過程で生成する。練乳香気は、これらの香気特性が大きな比重を占め、カラメル臭や香ばしさの主因となっている。

4. ヨーグルトフレーバー

ヨーグルト菌は、発酵により乳酸と少量の副産物を生ずる。これらの産物がヨーグルトのフレーバーの形成に関与する。乳酸はヨーグルトの酸味や清涼感の源である。乳酸含量が0.85～0.95%のヨーグルトはマイルドな風味であるが、0.95%以上になると酸っぱくなる。副産物の中では炭化水素類、アルコール類、カルボニル類、酸類、エステル類、ラクトン類、硫黄化合物、フラン類がヨーグルトフレーバーに関与しているが、特にカルボニル化合物と揮発性脂肪酸がフレーバーの形成に関与していると考えられている。

a. カルボニル化合物ではアセトアルデヒドが最も重要であり、次いでジアセチルである。Str. thermophilus によっても少量作られるが、圧倒的に多くの量が L. bulgaricus によって作られ、ヨーグルト中では 10ppm 以上に達することがある。

また、L. bulgaricus は Str. thermophilus と併用したときに、より多くのアセトアルデヒドを生成することが確認されている。

乳酸菌の働きによって生ずるアセトアルデヒドは一部はアミノ酸に由来するが、大部分は Embden-Meyerhof-Parnas 系路で生成したピルビン酸が脱炭酸されたものである。

b. ヨーグルト中のジアセチル含量は 0.9ppm 以下であるが、芳香のバランスと強化に重要であるとされている。ジアセチルは、サワークリーム、発酵バター、サワーミルクなどではアセトアルデヒド以上に香気物質として重要視されている。ヨーグルト中のジアセチルは、Str. thermophilus によって、乳糖やクエン酸から生成した α -アセト乳酸からつくられる。

c. アセトン、ブタノン-2、アルコールも原料の熱処理、発酵工程により少量生成するが、これらはフレーバー形成の隠し部分として働く程度であるといわれている。

d. ヨーグルト中では、酢酸、蟻酸、カプロン酸、カプリル酸、酪酸、プロピオン酸、

イソバレリアン酸が増加する。これらは、アセトアルデヒドやジアセチルより揮発性が低いので、芳香より、むしろ風味の調和に寄与していると考えられている。

- e. 上述のような基礎的知見に基づいて、牛乳、乳脂肪あるいは乳蛋白などを原料として特定のヨーグルト菌、発酵条件により処理し、必要により濃縮、あるいは特定成分を採取（蒸留、水蒸気蒸留、溶媒抽出などによる）して、よりヨーグルトフレーバー特徴を有し、且つ香気バランスのとれたフレーバーの開発が行われている。

② 脂質を基質としたフレーバーの開発

脂質の酵素分解系には、グリーンノート生成で知られるリポキシゲナーゼ系と上述のブルーチーズのメチルケトン生成に代表される β -酸化系があるが、ここでは前者について記載する。リポキシゲナーゼによるアルデヒドの生成機構を図-3に示す。

図-3 リポキシゲナーゼによるアルデヒドの生成

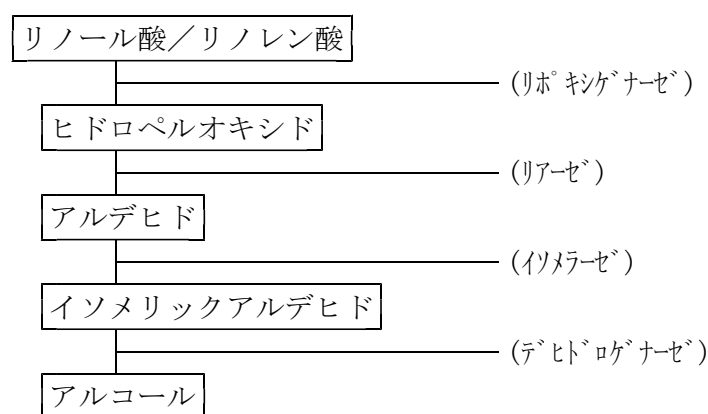


図-3からも分かるようにリポキシゲナーゼは、1,4-ペンタジエン構造を有するカルボン酸にヒドロペルオキシドを導入する。リポキシゲナーゼは位置特異性を有し、リノール酸、リノレン酸を基質とした場合ヒドロペルオキシド基を9,10,13位のうちの一カ所に特異的に導入する。その位置はそのリポキシゲナーゼの起源となった食品（野菜、果実、穀類、キノコなど）で決まっているため、生じる香気はその起源特有なものとなる。

1. 9位特異性を有するリポキシゲナーゼの系では炭素数9の香気成分を生成する。メロン、キュウリなどに特異的である。
2. 10位特異性を有する系では、炭素数8の香気成分を生成する。キノコ類に特有なものである。
3. 13位特異性を有する系では、炭素数6の香気成分、いわゆるグリーンノートを有する化合物を生成する。大豆、リンゴなどに特異的である。グリーンノートは、新鮮なフルーツフレーバーに特に有効である。大豆のリポキシゲナーゼシステムを用いたグリーンノートの実用的な製造方法が検討されている。同様の方法はマッシュルームフ

レーバーに应用可能であると考えられている。

4. 基質をリノール酸とし、酵素系をマッシュルームのもので変換を行うと、キノコ類のキャラクターインパクト化合物であるマツタケオールを効率良く生成させることができる。このようにして得られたマツタケオールは、光学活性体；R(-)体であり、キノコより抽出したものに一致する。このことからキノコ類のリポキシゲナーゼは位置特異性だけでなく、立体特異性も有していることが分かる。光学活性マツタケオールは合成香料化学の面からも注目されている。

5. 他の食品香気成分の中でも両鏡像体間に官能上の大きな違いのあることも判明してきており、種々検討されている（第I部 香料一般 2・2・1 生合成による香料参照）。

6. 果実類のエステル類は、質的にも量的にも重要なフレーバー成分である。これらのエステルは無傷の果実組織中に生成されたものであって、その生成には必ずしも組織の破壊を必要とはしない。多量のエステルが生成されるのは、細胞構造がゆるんで代謝調節がルーズになるポストクライマティック期であるといわれている。

a. 果実のエステル生合成は、アミノ酸と脂肪酸から生成されるが、エステル生合成反応は、アルコールアシルトランスフェラーゼによって触媒されると考えられているが、果実にこの酵素が存在するという証拠は得られていない。

b. バナナやメロンの果実にアルコールや有機酸あるいはそれらの前駆物質としての α -ケト酸やアミノ酸を添加すると、エステルフレーバーが強くなることが確認されている。

これらの果実では、エステル生合成系は成立しているが、基質供給量が律速になっていると考えられ、果実をすりつぶしてもエステルフレーバーは強くない。

c. リンゴ果実では剥皮しておくともエステル合成が亢進する。とくに剥皮部は、室温に1~2日放置するとエステル含量が30倍に増加することが確認されている。

加熱果汁（リンゴ、メロン、パイナップル、モモ、ブドウ）には粗酵素を添加すると良いと考えられている。

③ タンパク質を基質としたフレーバーの開発

ステーキの食欲をさそう香ばしい香りは、メイラード反応と呼ばれるアミノ酸およびその相当物と還元糖およびその相当物との加熱反応によって生じる。

タンパク質を基質としたフレーバーの開発とは、このメイラード反応のアミノ酸に相当する部分、すなわち不揮発性の香気前駆体を開発することに他ならない。この香気前駆物質の生化学的手法による生産で重要なことは、この生化学反応の基質および酵素の選択にある。

1. 例えば、ミート類の香気分析やモデル実験から、含硫化合物がミートの重要なフレーバー成分の一つであることが確認されており、それが含硫アミノ酸由来であることが明らかにされている。基質との選択にあたっては含硫アミノ酸、チアミン含量の多い原料の選択が必要である。

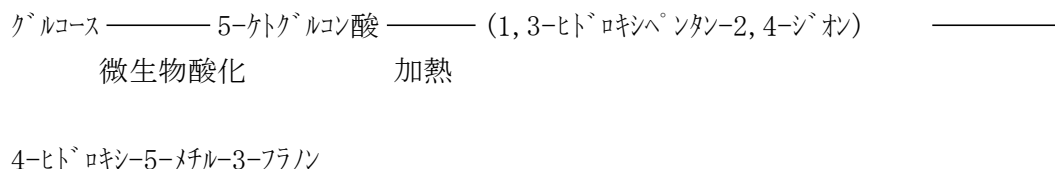
2. ミートエキスは良い素材であるが、価格、供給安定性の問題から酵母エキスが注目されている。酵母エキスは食用酵母の自己消化物から得られるが、この自己消化エキスを原料として各種プロテアーゼで処理することにより、さらに異なったタイプのエキスを得ることが試みられている。
3. タンパク質原料以外にもう一つの要素としてプロテアーゼがあるが、リパーゼ同様多くの異なった起源（植物、微生物）のプロテアーゼがあるので、選択にあたっては、エンド、エクソタイプの違い、基質特異性などを考慮して目的にあった酵素の選択が必要である。

④ 糖質を基質としたフレーバーの開発

この目的はタンパク質の場合と同様にメイラード反応基質の開発である。しかし香料生産において生化学反応でグルコースを製造することは本来の目的ではない。

例えば、メイラード反応基質としてフラノン類（2,5-ジメチル-4-ヒドロキシ-3-フラン、4-ヒドロキシ-5-メチル-3-フラン）は、含硫アミノ酸との加熱反応で質のよいミート様香気を生じることが確認されている。

上記の両フラノンともに生化学的に作ることはできない（研究レベルでは、生成されるという報告もある）。この前駆体を生化学的に作ることは可能である。前者の前駆体であるラムノースはナリンジンをナリンジナーゼで処理することにより得られる。また、後者の前駆体は5-ケトグルコン酸であり、これはグルコースの微生物酸化により得ることができる（下記工程図参照）。



⑤ その他

上記に乳、脂質、タンパク質、糖質を基質とした生化学反応による微生物・酵素フレーバー、特に乳製品フレーバーを中心に記載したが、これ以外にニンニク、タマネギ、シイタケ、ワサビなどの野菜における酵素作用についてその特性を以下に触れる。

1. ネギ属のフレーバー（C-S系リナーゼ）

ネギ属（タネギ、ニンニク、ラッキョウ、ニラ、ネギなど）の鱗茎や葉を切りきざんだり押しつぶしたりすると、ネギ属に特有のフレーバーが発生してくる。このようにして生じたフレーバーの主体は揮発性硫黄化合物であることが確認されている。

- a. ニンニク鱗茎のメタノール抽出液から得られるS-アリルシステインルホキシド（アリイン）を、ニンニク磨砕液からpH 4で沈殿するタンパク質画分をアリイナーゼで処理すると、抗菌

性物質アリシンの生成に伴って特異なフレーバーが発生する。

アリインが酵素作用をうけているとジアリル スルフィドを生じるが、同じネギ属でも種によっても含まれるフレーバー前駆体の種類と量が異なっており、酵素作用によって生じる揮発性含硫化合物の比率にも種による明瞭な差異が認められている。

- b. タマネギに最も多く含まれるシステイン硫キチドは、トランス(+)-S-プロパニル硫キチド誘導体である。S-プロパニルシステイン硫キチドからは、酵素反応により催涙性のS-プロパニルスルフェン酸またはチオプロパニル-S-チキチドを生じる。この不安定な中間体はタマネギの収斂味の本体ともいわれている。

S-プロパニルシステイン硫キチドの大半はアリイナーゼの作用をうけないγ-グルタミルプロピドの形で存在する。普通食用とされている休眠中のタマネギは、γ-グルタミン結合の切断に関与する酵素の活性はほとんど見出されない。それ故、乾燥タマネギの水戻しに際してγ-グルタミン結合加水分解酵素を作用させればフレーバーの増強が可能になるといわれている。

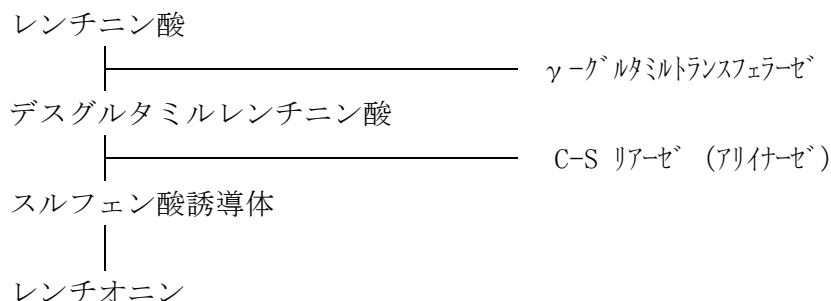
なお、市販乾燥タマネギのフレーバー生成能が低いのは、アリイナーゼの失活よりも、乾燥中の酵素反応進行による基質量の減少に主な原因がある。一方、放射線照射したタマネギでは、酵素が失活するためにフレーバー生成能が低いことが確認されている。

2. シイタケフレーバー (C-S系リアーゼ)

干しシイタケを水戻ししたときに発生するフレーバーの本体は、1, 2, 3, 5, 6-ペンタヒンパノ(レンチニン)である。レンチオニンはシイタケの子実中には存在せず、シイタケの組織を破壊したときに始めて発生してくるものである。

これはニンニクやタマネギを破砕したときにみられる現象と同じであり、不揮発性前駆物質に酵素作用が働いている。フレーバー前駆物質レンチニン酸 [2-(γ-グルタミルアミノ)-4, 6, 8, 10, 10-ペンタヒンパノ-4, 6, 8, 10-テトラヒンパノ酸] からのレンチオニンの酵素的生成に際して、反応液中にピルビン酸やホルムアルデヒドの蓄積がみられる。

以下にシイタケフレーバーの生成経路の概略を示した。



両酵素とも、天然の基質レンチニン酸に対して高い親和性を有するが、シイタケ C-S リアーゼはニンニクやタマネギ由来のアリイナーゼによっても置き換えられることが確認されている。

3. アブラナ科植物のフレーバー (α-グルコシダーゼ系)

a. カラシ、ワサビのフレーバー

カラシやワサビの香辛味成分、新鮮アブラナ野菜のフレーバーの本体は、グルコシレート (含硫配糖体の酵素反応生成物) である。組織が損傷を受けると、細胞内の小胞体中に隔離されていた酵素と基質が接触し、グルコシレートからグルコースと硫酸イオンを遊離すると同時にアグリコン部分で分子内転移が起こってイソチオシアネートを生じ、またアグリコン部分で分子内転移が起こらない場合、しばしばニトリルを生じる。

この反応に関与する酵素は、チオグルコシダーゼであるが、グルコシレートの R 部分がメチル、アリル、3-ブテニル、4-ペンテニル、3-メチルチオプロピル、2-フェニルエチル、ベンジル、あるいは m-メトキシベンジル基の場合、酵素によって生じるイソチオシアネートは辛味を有する。

b. キャベツのフレーバー

新鮮なキャベツから得られる揮発性イソチオシアネートには、アリル、2-チオプロピル、3-ブテニル誘導体が多い。フレーバーを失った乾燥キャベツに、キャベツから調製した粗酵素を加えて水戻しすると、これらのイソチオシアネートが生じ、新鮮キャベツに近いフレーバーが得られることが確認されている。

4.アーモンドフレーバー (β-グルコシダーゼ系)

苦扁桃から得られる青酸配糖体アミグダリンに扁桃、モモ、アンズ、ビワなどの種子から調製した粗酵素エムルシンを作用させると、扁桃特有のフレーバーを呈するベンズアルデヒドが生じる。現在まで26種の青酸配糖体が見出されている。

5. その他のフレーバー

グルコシダーゼの関与するその他のフレーバーとしては、バニラフレーバーがある。これは、バニラ豆の産地、種類、熟成方法により微妙に異なっている。熟成が進むにつれて、それまで無臭に近いバニラ豆からバニリンが発生してくる。この反応にβ-グルコシダーゼの関与は不可欠である。フェノラーゼやその他の酸化還元酵素の関与もバニラエキスのフレーバー生成に重要である。

ラズベリー果実のフレーバー成分の4-(p-ヒドロキシフェニル)-2-ブタノンは、グリコシド形態の前駆物質から膜結合性グルコシダーゼと、ある種の金属酵素の一連の反応によって生成すると考えられている。

種々の植物から分離したβ-グルコシダーゼは、アグリコン部分の違いによって反応性を著しく異にすることが知られている。従って、β-グルコシダーゼをフレーバー酵素として利用する場合、その触媒能を最大限発揮させるためには、酵素源の選択が極めて重要であると考えられている。

(3) 用途・特徴

- ① 微生物・酵素反応で得られるフレーバーとしては、乳製品フレーバー (チーズフレ

ーバー、バターフレーバー、ヨーグルトフレーバー、ミルクフレーバー) が主なものであり、食品の各分野に対し広い応用範囲をもっている。例えば、バターミルク、チーズ、チーズ菓子、クリームセンター、サラダドレッシング、ミルクチョコレートなどのフレーバーとして利用されており、さらにマーガリン、アイスクリーム、シャーベット、ビスケット、キャンディ、ミルク飲料、発酵乳などに広く利用されている。

② 酵素によるフレーバーの改善

1. フレーバー酵素とオフフレーバー酵素

ある種の食品にとって好ましいフレーバーが、過度に存在すると悪臭として捉えられ、また他の食品では異臭として判定されることがある。このようなオフフレーバーは、非酵素的に生成されるが、酵素的に生成されることも多い。

従って、ある種の食品にとってのフレーバー酵素は、別の食品ではオフフレーバーになることがある。

酵素的オフフレーバーの発生を防止するのに有効な手段としては、ブランチングによって酵素を熱失活させる方法がある。ブランチングによってフレーバーは揮発し、フレーバー酵素は失活し、貯蔵性が高まる。

2. 酵素によるオフフレーバーの除去

フレーバー改善に酵素を利用する場合、フレーバー酵素や基質を添加して好ましいフレーバーを増強する方法があるが、この他にオフフレーバー成分を酵素的に除去したり、その生成を酵素的に抑制する方法が考えられている。表-2にその例を示した。

多くの場合、オフフレーバーは脂質の酸化によって生じるので、酸素の除去・不活性化、脂肪酸の除去・転換・脂肪酸ヒドロペルオキシドの分解、オフフレーバー成分の捕集、などが有効な手段であることが提案されている。

表-2 貯蔵、加工食品におけるオフフレーバー生成の防止もしくは除去に利用できると目されている酵素利用の例⁶⁾

Enzyme	Food	Function
Glucose oxidase	General	Remove oxygen
Superoxide dismutase	Herring oil	Prevent rancidity, oxidative off-flavor
Phospholipase C	Milk	Inhibit oxidative off-flavor
Phospholipase D	Milk	Prevent oxidized flavor
Sulfhydryl oxidase	Dairy	Prevent oxidized flavor
Linoleate isomerase	Fat-containing	Remove substrate for lipoxygenase
Gultathione peroxidase	Poultry	Decompose fatty acid hydroperoxide
Acetoin dehydrogenase	Beer, wine, frozen orange juice	Remove diacetyl, an off-flavor
Butanediol dehydrogenase	As above	As above

Aldehyde oxidase	Soybean protein	Remove objectional odor bearing aldehydes
Alcohol dehydrogenase	Apple juice	Adjust alcohol/aldehyde ratio for optimum flavor

参考文献

1. 月刊フーズケミカル 12(3) 29~33 (1996)
2. 香りの本 (153) 37~47 (1987)
3. 香料 (158) 49~56 (1988)
4. ジャパンフーズサイエンス 19(7) 40~46 (1980)
5. 月刊フーズケミカル 9(11)29~34 (1993)
6. 日本食品工業学会誌 32(12)920~930(1985)

2・2 合成香料素材

2・2・1 合成香料

一般的に合成香料は、天然精油の成分を分析して、その化学構造を明らかにしてこれと全く同一の化合物を化学的に合成したもの、あるいは天然精油の成分中には見いだされていなかったが、香気が非常に類似している化合物および全く新しい香気物質を合成したものである。詳しくは〔第Ⅰ部 香料一般〕“2・2 合成香料”及び“2・2・1 生合成による香料”を参照。

ここでは、食品香料素材として使用される個々の合成香料の使用例を表－1に示す。

表－1 合成香料の食品への使用例¹⁾

(平均最大使用量 ppm)

化合物名	飲料	アイスクリーム アイス	キャンデー	焼菓子	ゼラチン プディング	チューインガム	その他
acetaldehyde diethyl acetal	7.3	52	39	120	－	－	－
acetaldehyde	3.9	25	22	12	6.8	270	－
acetaldehyde phenethylpropyl acetal	－	－	2.5	2.5	－	－	－
p-acetylanisole	2.3	2.5	4.6	5.8	－	－	－
acetic acid	39	32	52	38	15	60	condiments 5,900
triacetin	190	2,000	560	1,000	4,100	－	－
acetoin	7.4	3.3	18	32	21	－	cottage cheese 7.0 margarine 50.0 shortening 8.0
acetophenone	0.98	2.8	3.6	5.6	7.0	20	－
aconitic acid (citridic acid)	2.0	0.60	30.0	15.0	－	28.0	alcoholic beverages 20.0

adipic acid	40.0	-	-	-	5,000	-	-
allyl anthranilate	1.1	0.67	2.0	1.0	2.0	-	-
allyl butyrate	1.2	1.5	1.3	3.0	1.0	-	-
allyl cinnamate	1.0	1.4	1.8	2.6	-	-	-
allyl cyclohexane acetate	1.1	1.6	3.5	4.0	-	-	-
allyl cyclohexane butyrate	1.0	1.4	3.3	3.8	-	-	-
allyl cyclohexane hexanoate	1.4	3.3	8.0	8.5	-	-	-
allyl cyclohexane propionate	3.7	3.1	13.0	7.1	7.7	30.0	icings 0.20
allyl cyclohexane valerate	1.2	3.3	4.4	4.8	-	-	-
allyl disulfide (diallyl disulfide)	-	-	-	-	-	-	condiments 6.5 meats 7.0
allyl 2-ethylbutyrate	1.0	-	2.0	-	1.0	-	-
allyl 2-furoate	0.53	2.0	1.6	2.0	1.0	-	-
allyl heptanoate	1.3	2.7	6.4	6.4	2.9	86.0	-
allyl hexanoate	7.0	11.0	32.0	25.0	22.0	210.0	-
allyl- α -ionone	0.50	1.4	2.6	3.1	1.0	-	toppings 2.0
allyl isothiocyana	0.50	0.50	0.50	5.2	-	-	condiments

te								52.0
								meats 87.0
								pickles
								88.0
allyl mercaptan	-	0.50	-	0.50	-	-		condiments
								3.0
								meats 0.5
allyl nonanoate	0.70	3.0	5.0	5.0	-	-		-
allyl octanoate	1.7	3.3	5.1	4.0	0.10	-		-
allyl phenoxyacetate	0.82	0.4	2.3	1.0	3.0	-		-
allyl phenylacetate	3.0	8.0	14.0	40.0	-	-		-
allyl propionate	3.0	16.0	6.5	10.0	-	-		-
allyl sorbate	0.86	0.5	5.0	1.0	2.0	-		-
allyl sulfide (diallyl sulfide)	0.04	0.06	0.07	0.05	-	-		condiments
								13.0
								meats 3.7
allyl tiglate	0.28	0.50	3.0	3.0	-	-		-
allyl 10-undecenoate	1.0	0.50	0.50	0.50	-	-		-
allyl isovalerate	8.6	18.0	22.0	48.0	1.0	-		-
isoamyl acetate	28.0	56.0	190.0	120.0	100.0	2,700		-
amyl alcohol	18.0	15.0	35.0	24.0	50.0	340.0		-
isoamyl alcohol	17.0	7.6	52.0	24.0	46.0	300.0		alcoholic beverage
								100.0
isoamyl benzoate	3.0	2.5	3.5	7.4	4.6	200.0		-

amyl butyrate	19.0	32.0	76.0	43.0	1.4	760.0	syrups58.0
isoamyl butyrate	13.0	34.0	79.0	51.0	60.0	570.0	-
α -amylcinnamaldehyde	1.3	1.5	4.0	4.5	0.05	15.0	-
α -amylcinnamaldehyde dimethyl acetal	-	-	1.50	-	-	-	-
isoamyl cinnamate	3.1	4.2	13.0	13.0	-	-	-
α -amylcinnamyl acetate	0.92	3.5	3.5	3.0	-	3.0	-
α -amylcinnamyl alcohol	0.47	1.5	1.6	1.5	-	2.0	-
α -amylcinnamyl formate	0.17	0.93	1.5	1.5	-	1.0	-
α -amylcinnamyl isovalerate	0.36	1.2	1.3	1.7	-	1.0	-
amyl formate	13.0	11.0	31.0	8.0	-	17.0	-
isoamyl formate	8.4	14.0	22.0	16.0	28.0	250.0	-
isoamyl 2-furanbutyrate	0.03	-	-	0.50	-	-	-
isoamyl 2-furanpropionate	0.33	0.65	3.6	3.6	-	-	-
amyl 2-furoate	5.0	-	6.0	1.0	-	-	condiments 10.0
amyl heptanoate	7.0	3.8	7.5	3.0	3.5	53.0	-

amyl hexanoate	5.3	16.0	22.0	8.3	3.7	110.0	-
isoamyl hexanoate	7.8	14.0	17.0	15.0	3.7	-	-
2-amyl-5or6-keto-1,4-dioxane	-	5.0	5.0	5.0	-	-	shortening 5.0
isoamyl laurate	0.04	0.16	0.50	0.50	-	-	-
isoamyl nonanoate	1.5	3.3	3.0	4.0	-	-	-
amyl octanoate	5.0	3.5	6.0	3.5	2.1	-	-
isoamyl octanoate	6.6	5.1	7.4	3.5	2.1	-	-
isoamyl phenylacetate	5.0	16.0	12.0	14.0	3.4	-	toppings 0.80
isoamyl propionate	3.8	13.0	38.0	6.1	3.7	750.0	
isoamyl pyruvate	4.7	8.1	9.2	12.0	-	-	-
isoamyl salicylate	1.4	2.9	3.0	3.0	-	-	-
isoamyl isovalerate	8.5	14.0	33.0	41.0	61.0	390.0	jelies
anethole	11.0	26.0	340.0	150.0	-	1,500	alcoholic beverages 1,400
anisyl acetate	6.3	8.0	15.0	12.0	11.0	30.0	-
anisyl alcohol	7.4	8.0	11.0	12.0	1.9	-	-
anisyl butyrate	3.1	5.7	10.0	13.0	-	-	-
anisyl formate	3.2	3.9	7.9	14.0	0.20	-	-
anisyl propionate	5.6	6.1	16.0	20.0	0.25	-	-

benzaldehyde	36.0	42.0	120.0	110.0	160.0	840.0	alcoholic beverages 60.0
benzaldehyde dimethyl acetal	26.0	22.0	56.0	45.0	50.0	-	alcoholic beverages 60.0
benzaldehyde glyceryl acetal	21.0	24.0	110.0	73.0	100.0	840.0	-
benzaldehyde propylene glycol acetal	34.0	27.0	110.0	96.0	50.0	-	-
benzoic acid	7.5	4.8	8.9	40.0	-	32.0	icings 250
benzoin	4.5	0.54	2.0	1.4	0.10	-	-
benzophenone	0.50	0.61	1.7	2.4	-	-	-
benzyl acetate	7.8	14.0	34.0	22.0	23.0	760.0	-
benzyl acetoacetate	2.7	6.6	13.0	13.0	10.0	50.0	-
benzyl alcohol	15.0	160.0	47.0	220.0	45.0	1,200	-
benzyl benzoate	4.5	12.0	39.0	33.0	-	280.0	-
benzyl butyl ether	2.0	3.5	8.0	8.0	2.0	-	-
benzyl butyrate	4.5	6.9	7.7	9.9	3.0	310.0	-
benzyl isobutyrate	5.2	12.0	12.0	25.0	-	-	-
benzyl cinnamate	1.4	2.5	6.7	6.6	5.0	120.0	-
benzyl 2,3-dimethyl crotonate	0.75	2.8	1.8	1.5	-	-	-
benzyl ethyl ether	1.0	2.5	7.5	7.5	-	-	-

benzyl formate	2.4	8.0	12.0	8.6	-	3.2	-
3-benzyl-4-heptanone	1.2	4.6	11.0	11.0	-	-	-
benzyl mercaptan	0.25	0.50	0.75	0.75	-	-	-
acetaldehyde benzyl β -methoxyethyl acetal	0.50	1.0	1.0	1.0	-	-	-
benzyl phenylacetate	1.3	2.6	6.6	4.3	-	-	toppings 5.0
benzyl propionate	4.1	5.8	19.0	17.0	-	150.0	icings 40
benzyl salicylate	1.4	0.89	1.8	2.2	-	-	-
benzyl isovalerate	2.2	3.4	16.0	9.4	56.0	200.0	-
borneol	1.4	1.4	3.7	5.1	-	0.30	syrups 0.30
isoborneol	6.2	23.0	11.0	8.3	-	0.80	-
bornyl acetate	1.1	1.8	1.9	1.4	70.0	0.30	-
isobornyl acetate	9.6	12.0	3.9	9.5	70.0	-	-
bornyl formate	3.7	3.0	2.0	2.0	-	-	syrup 0.04
isobornyl formate	1.0	1.0	0.74	0.80	-	-	-
isobornyl propionate	1.0	1.0	1.2	1.8	-	-	-
bornyl valerate	1.0	0.30	2.0	0.08	-	-	-
bornyl isovalerate	1.0	1.0	2.0	2.0	-	-	-
isobornyl isovalerate	1.0	1.0	0.90	2.0	-	-	-

ate								
2-butanone	7.0	270.0	100.0	100.0	-	-	-	
butyl acetate	11.0	16.0	32.0	13.0	-	-	-	
isobutyl acetate	11.0	16.0	36.0	35.0	170.0	860.0	icings	5.5
butyl acetoacetate	4.2	7.3	26.0	26.0	-	-	-	
isobutyl acetoacetate	4.0	7.0	25.0	25.0	-	-	-	
butyl alcohol	12.0	7.0	34.0	32.0	-	-	alcoholic beverage	1.0
							cream	4.0
isobutyl alcohol	17.0	7.0	30.0	24.0	-	-	-	
isobutyl angelate	1.5	1.5	5.0	-	-	-	icing	100.0
butyl anthranilate	1.3	2.6	9.0	6.7	-	-	-	
isobutyl anthranilate	2.0	4.0	12.0	12.0	-	1,700		
isobutyl benzoate	9.0	7.9	12.0	23.0	-	-	-	
butyl butyrate	8.6	22.0	24.0	22.0	14.0	1,500	-	
butyl isobutyrate	8.7	5.0	19.0	39.0	-	2,000	-	
isobutyl butyrate	8.3	16.0	25.0	24.0	14.0	2,000	alcoholic beverages	2.0
isobutyl isobutyrate	7.5	7.4	16.0	17.0	10.0	-	alcoholic beverages	2.0
butyl butyryllactate	13.0	9.0	44.0	58.0	-	-	-	

α -butylcinnamaldehyde	1.0	2.8	8.0	8.0	-	-	alcoholic beverages 2.0
butyl cinnamate	0.083	2.6	15.0	15.0	-	-	alcoholic beverages 2.0
isobutyl cinnamate	1.3	3.4	5.4	5.4	-	-	alcoholic beverages 2.0
butyl 2-decenoate	8.0	-	32.0	30.0	-	2,000	-
butyl ethyl malonate	3.0	-	0.13	-	-	-	-
butyl formate	2.9	3.2	11.0	9.1	5.0	-	-
isobutyl formate	2.2	7.4	19.0	8.2	5.0	-	-
isobutyl furylpropionate	8.1	14.0	17.0	21.0	3.0	12.0	icings 20
butyl heptanoate	1.0	10.0	25.0	25.0	-	-	-
isobutyl heptanoate	1.5	10.0	25.0	25.0	-	-	-
butyl hexanoate	1.7	3.9	7.6	10.0	-	-	-
isobutyl hexanoate	5.4	3.9	8.1	8.3	-	2.0	-
butyl p-hydroxybenzoate	1,000	-	-	10.0	-	-	-
2-butyl-5or6-keto-1,4-dioxane	-	5.0	5.0	5.0	-	-	shortening 5.0
butyl lactate	0.66	2.8	6.5	7.7	-	-	-
butyl laurate	3.0	0.60	17.0	40.0	-	-	-

butyl levulinate	1.0	2.1	4.6	4.6	-	-	-
4-methyl-1-phenyl-2-pentanol	10.0	38.0	54.0	50.0	-	-	alcoholic beverages 50.0
butyl phenylacetate	0.50	2.1	4.5	4.6	5.0	-	-
isobutyl phenylacetate	2.8	2.8	5.5	5.0	5.0	-	maraschino cherries 3
butyl propionate	4.0	5.2	25.0	27.0	-	-	-
isobutyl propionate	5.4	4.2	25.0	35.0	-	-	-
isobutyl salicylate	3.5	1.8	2.6	5.0	-	-	-
butyl stearate	1.0	2.0	190.0	340.0	-	330.0	alcoholic beverages 5.0
butyl sulfide (dibutyl sulfide)	1.0	1.0	1.0	1.0	-	-	alcoholic beverages 5.0 icings 5.0
butyl valerate	3.0	2.6	8.0	6.8	-	-	-
butyl isovalerate	4.6	12.0	13.0	15.0	50.0	-	-
butyl aldehyde	0.71	4.8	2.9	5.4	-	-	alcoholic beverages 0.50 icings 0.25
isobutyl aldehyde	0.30	0.50	0.67	1.0	-	-	alcoholic beverages 5.0
butyric acid	5.5	6.5	82.0	32.0	45.0	270.0	margarine 18.0

isobutyric acid	4.1	12.0	41.0	38.0	-	470.0	margarine 30.0
glyceryl tributyrate	0.10	0.04	1,000	290.0	0.36	-	margarine 50.0
camphene	90.0	20.0	160.0	27.0	-	-	-
d-camphor	-	0.10	25.0	11.0	-	-	condiments 20.0
carvacrol	26.0	34.0	92.0	120.0	-	-	condiments 37.0
ethyl carvacrol	13.0	10.0	21.0	39.0	-	-	-
carveol	13.0	3.0	39.0	5.0	-	-	-
1-p-menthen-4-ol	21.0	84.0	63.0	7.0	-	-	-
carvone	850.0	120.0	180.0	110.0	-	-	alcoholic beverages 130.0
carvyl acetate	11.0	44.0	20.0	20.0	-	-	-
carvyl propionate	1.0	2.0	24.0	24.0	-	-	-
β -caryophyllene	14.0	2.0	34.0	27.0	-	200.0	condiments 50.0
cinnamaldehyde	6.0	7.7	700.0	180.0	-	4,900	condiments 20.0 meats 60.0
cinnamaldehyde ethyleneglycolacetal	-	-	2.0	2.0	-	-	condiments 5.0
cinnamic acid	31.0	40.0	30.0	36.0	-	10.0	-
cinnamyl acetate	2.7	6.5	16.0	11.0	-	8.7	condiments 2.0
cinnamyl alcohol	8.8	8.7	17.0	33.0	22.0	720.0	alcoholic beverages 5.0

cinnamyl anthranilate	6.8	1.7	4.3	5.3	28.0	730.0	-
cinnamyl butyrate	1.6	8.5	7.6	11.0	1.2	-	-
cinnamyl isobutyrate	1.5	5.0	7.7	8.5	1.2	140.0	toppings 1.0
cinnamyl cinnamate	0.81	1.5	10.0	7.0	-	-	-
cinnamyl formate	1.30	9.1	6.9	8.0	-	0.60	-
cinnamyl phenylacetate	2.7	2.0	7.3	-	-	-	-
cinnamyl propionate	1.0	4.3	7.5	8.8	4.0	53.0	-
cinnamyl isovalerate	2.2	2.6	4.1	3.6	11.0	30.0	-
citral	9.2	23.0	41.0	43.0	-	1700.0	-
citral diethyl acetal	0.03	-	0.13	-	-	-	condiments 110.0
citral dimethyl acetal	6.3	11.0	60.0	60.0	-	15.0	-
citric acid	2,500	1,600	4,300	1,200	-	3,600	-
citronellal	4.0	1.3	4.5	4.7	0.60	0.30	-
citronelloxyacetaldehyde	1.0	1.4	4.1	4.3	-	-	-
citronellyl acetate	3.4	4.2	7.5	9.7	3.7	600.0	-
citronellyl butyrate	3.8	11.0	13.0	11.0	4.2	2.3	-

te								
citronellylformate	14.0	13.0	19.0	32.0	-	100.0	-	
citronellyl phenyl acetate	1.3	0.95	2.4	17.0	-	-	-	
citronellyl valerate	1.0	2.5	3.0	7.7	-	-	-	
p-cresol	0.67	1.0	2.0	2.0	-	-	-	
cuminaldehyde	3.1	3.2	4.0	4.0	-	0.05	condiments 3.0	
cyclohexaneacetic acid	1.0	2.0	2.0	2.0	-	-	-	
cyclohexaneacetate	2.0	3.0	6.0	20.0	-	-	-	
cyclohexyl acetate	20.0	15.0	100.0	110.0	-	-	-	
cyclohexyl anthranilate	10.0	3.7	3.7	10.0	1.0	-	-	
cyclohexyl butyrate	3.9	5.7	9.2	28.0	0.54	-	-	
cyclohexyl cinnamate	2.0	5.0	10.0	20.0	-	-	-	
cyclohexyl isovalerate	13.0	25.0	9.3	60.0	-	-	-	
p-cymene	3.3	5.3	10.0	7.0	-	250.0	condiments 130.0	
γ -decalactone	2.0	4.5	5.7	7.1	8.0	-	-	
δ -decalactone	5.0	10.0	5.0	8.0	-	-	toppings 5.0	
decanal	2.3	4.1	5.7	6.6	3.0	0.60	-	

decanal dimethyl acetal	2.0	2.0	8.0	8.0	3.0	-	alcoholic beverages 8.0
decanoic acid	9.9	3.1	4.5	7.8	3.0	-	shortening 5.0
1-decanol	2.1	4.6	5.2	5.2	-	3.0	-
2-decenal	3.4	6.0	9.0	9.0	-	-	-
decyl acetate	3.4	2.7	6.1	10.0	1.2	12.0	-
diacetyl	2.5	5.9	21.0	44.0	19.0	35.0	shortening 11.0
dibenzyl ether	8.3	5.6	23.0	25.0	-	160.0	-
4,4-dibutyl- γ -butyrolactone	-	3.5	15.0	15.0	-	-	-
dibutyl sebacate	5.0	5.0	15.0	-	-	-	-
diethyl malonate	5.6	17.0	20.0	19.0	20.0	-	-
diethyl succinate	7.3	11.0	38.0	45.0	-	-	-
diethyl tartrate	50.0	200.0	200.0	200.0	-	-	-
dihydrocarveol	84.0	300.0	250.0	250.0	-	-	alcoholic beverages 500.0
dihydrocoumarin	7.8	21.0	44.0	28.0	10.0	78.0	-
p-dimethoxybenzene	8.1	5.0	4.7	5.8	-	-	-
2,4-dimethylacetophenone	0.78	0.77	3.9	2.7	-	-	alcoholic beverages 1.0
2,6-dimethyl-5-heptenal	2.8	1.7	8.4	19.0	10.0	0.80	-
2,6-dimethyloctanal	0.44	3.2	1.9	1.9	-	-	-

dimethyl benzyl carb binol	3.3	3.2	4.0	4.9	0.01	100.0	jellies 3.2
dibenzyl ketone	1.7	4.5	9.5	13.0	-	-	-
γ -dodecalactone	3.3	4.3	13.0	11.0	0.15	-	jellies 0.01
δ -dodecalactone	-	-	0.06	0.06	-	-	toppings 10.0
2-dodecenal	2.9	3.1	2.8	2.8	-	-	-
ethyl acetate	67.0	99.0	170.0	170.0	200.0	1,400	alcoholic beverages 65.0
ethyl acetoacetate	17.0	24.0	110.0	120.0	93.0	530.0	-
ethyl acrylate	0.26	1.0	1.1	1.1	-	0.1	-
ethyl p-anisate	2.6	0.96	8.8	7.2	-	-	-
ethyl anthranilate	5.9	7.6	19.0	23.0	14.0	79.0	-
ethyl benzoate	2.8	2.8	9.0	10.0	0.06	59.0	alcoholic beverages 0.05
ethyl cinnamate	4.1	8.8	9.5	12.0	2.4	40.0	-
ethyl decanoate	2.1	4.5	8.3	23.0	5.3	-	alcoholic beverages 10.0
4-ethylguaiacol	0.05	1.1	-	-	0.23	-	-
2-ethyl-2-heptenal	0.04	-	2.0	-	-	-	-
ethyl lactate	5.4	17.0	28.0	71.0	8.3	3,100	alcoholic beverages 1,000
ethyl levulinate	5.8	11.0	12.0	12.0	-	-	-

ethyl 2-methylbutyrate	0.50	3.0	5.0	-	-	-	-
ethyl myristate	6.7	8.0	10.0	14.0	-	-	alcoholic beverages 30.0
ethyl nitrite	3.0	4.5	8.0	0.10	-	3.9	syrups 52.0
ethyl palmitate	-	20.0	40.0	20.0	-	-	-
ethyl 3-phenylglycidate	4.6	12.0	18.0	20.0	70.0	-	-
ethyl pyruvate	50.0	150.0	35.0	40.0	-	-	-
ethyl salicylate	2.8	11.0	10.0	16.0	0.04	16.0	-
ethyl 10-undecenoate	1.7	8.7	10.0	11.0	-	-	alcoholic beverages 5.0
ethyl vanillin	20.0	47.0	65.0	63.0	74.0	110.0	alcoholic beverages 100.0 chocolate 250.0 icings 140 toppings 200.0
eugenol	1.4	3.1	32.0	33.0	0.60	500.0	imitation vanilla extract 2,800 condiments 100.0 meats 2,000
isoeugenol	3.7	3.8	5.0	11.0	-	1,000	condiments 1.0
eugenyl acetate	0.43	3.3	20.0	10.0	-	100.0	condiments 2.0
eugenyl benzoate	0.13	2.0	10.0	10.0	-	-	-
isoeugenyl methyl ether	4.0	7.7	13.0	18.0	0.10	110.0	-

farnesol	0.76	0.40	1.4	1.7	0.10	-	alcoholic beverages 5.0
fenchyl alcohol	1.8	0.25	4.7	0.25	-	-	-
formic acid	1.0	5.0	18.0	6.1	-	-	-
furfural	4.0	13.0	12.0	17.0	0.80	45.0	alcoholic beverages 10.0 syrups 30
furfuryl acetate	11.0	17.0	37.0	40.0	-	500.0	-
furfuryl alcohol	19.0	88.0	59.0	110.0	-	-	alcoholic beverages 10.0
furfuryl mercaptan	0.52	0.78	2.0	2.1	0.10	-	icings 0.50
furfuryl acetone	4.2	4.8	33.0	46.0	1.6	-	-
furylacetone	-	5.0	20.0	20.0	-	-	-
geraniol	2.1	3.3	10.0	11.0	2.0	2.9	toppings 1.0
geranyl acetate	1.6	6.5	15.0	17.0	7.5	1.2	syrups 1.0
geranyl benzoate	0.13	0.25	0.50	0.50	-	-	-
geranyl phenylacetate	1.1	3.1	6.7	4.7	-	11.0	-
glyceryl monostearate	-	2,000	100.0	1,100	-	1,600	-
guaiacol	0.95	0.52	0.96	0.75	-	-	-
guaiacyl phenylacetate	0.38	1.0	2.2	3.2	-	-	toppings 1.0
γ -heptalactone	18.0	40.0	28.0	26.0	-	-	-

heptanal	4.9	1.2	2.0	2.6	-	-	alcoholic beverages 4.0
heptanal glyceryl acetal	5.0	10.0	10.0	10.0	-	-	condiments 100.0
2,3-heptanedione	0.96	3.1	8.2	7.9	-	1.7	-
2-heptanone	2.7	6.0	6.4	13.0	-	-	condiments 25.0
heptyl acetate	4.1	3.3	4.9	4.8	-	-	-
heptyl butyrate	0.66	0.74	2.7	2.4	-	-	-
heptyl cinnamate	3.3	2.0	6.0	1.0	-	-	-
1-hexadecanol	-	12.0	2.0	-	-	-	-
6-hexadecenolide (ambrettolide)	0.23	0.18	0.16	0.007	0.70	-	-
γ -hexalactone	7.0	84.0	21.0	21.0	-	-	-
hexanal	1.3	2.8	3.6	4.2	2.5	3.0	-
2,3-hexanedione	6.6	4.8	7.3	6.6	-	-	-
2-hexenal	3.1	0.70	15.0	16.0	-	-	-
cis-3-hexenal	0.20	5.0	5.0	-	-	-	-
2-hexen-1-ol	1.0	0.63	3.8	4.1	-	-	-
3-hexen-1-ol	1.0	3.7	5.0	5.0	-	-	-
2-hexenyl acetate	0.28	0.40	1.7	1.7	-	-	-
2-hexyl-4-acetoxy tetrahydrofuran	1.0	3.0	3.0	3.0	-	-	-

hexyl alcohol	6.6	26.0	21.0	18.0	0.28	-	-
α -hexylcinnamaldehyde	0.80	2.6	6.5	2.4	0.05	-	-
2-hexylidene cyclopentanone	1.0	5.0	10.0	-	-	-	-
2-hexyl-5or6-keto-1,4-dioxane	-	5.0	5.0	5.0	-	-	margarine 5.0
hexyl octanoate	1.0	-	-	-	0.70	-	-
hexyl propionate	5.7	23.0	21.0	22.0	-	-	alcoholic beverage 70.0 condiments 65.0
hydroxycitronellal	3.5	13.0	9.4	10.0	0.30	16.0	-
hydroxycitronellal diethyl acetal	2.7	1.0	7.3	2.2	-	-	-
hydroxycitronellol	2.0	1.6	3.6	3.5	0.30	0.30	-
p-hydroxybenzylacetone	16.0	34.0	44.0	54.0	50.0	320.0	-
indole	0.26	0.28	0.50	0.58	0.40	-	-
α -ionone	2.5	3.6	12.0	6.7	3.6	39.0	icings 50
β -ionone	1.6	3.4	7.6	5.2	5.8	89.0	maraschino cherries 10.0
α -irone	1.2	2.3	4.1	5.4	-	1.4	-
lactic acid	34.0	66.0	130.0	89.0	25.0	610.0	pickles olives 2,400 toppings

							300.0
lauric aldehyde	0.93	1.5	2.4	2.8	0.10	110.0	-
lauryl acetate	2.3	1.7	4.6	5.6	-	-	-
d-limonene	31.0	68.0	49.0	120.0	400.0	2,300	-
linalool	2.0	3.6	8.4	9.6	2.3	90.0	meats 40.0
linalyl acetate	1.9	3.8	11.0	8.9	3.8	13.0	-
linalyl anthranilate	1.8	0.72	4.7	8.0	-	-	-
linalyl benzoate	0.13	0.42	1.2	1.6	0.28	-	-
linalyl cinnamate	0.57	0.59	2.0	2.1	-	-	-
linalyl hexanoate	3.2	6.0	11.0	15.0	-	-	-
maltol	4.1	8.7	31.0	30.0	7.5	90.0	jellies 15.0
p-mentha-1,8-diene-7-ol (perillyl alcohol)	1.0	1.0	20.0	50.0	-	-	-
menthol	35.0	68.0	400.0	130.0	-	1,100	-
menthone	7.7	33.0	71.0	52.0	-	8.7	-
menthyl acetate	5.5	4.0	26.0	24.0	-	5.2	-
p-methoxybenzaldehyde (anisaldehyde)	6.3	5.6	14.0	16.0	30.0	76.0	-
4-methylguaiacol	21.0	0.05	0.77	1.0	-	-	alcoholic beverage 0.02
4-(p-methoxyphenyl)-2-butanone (anisyl acetone)	12.0	12.0	28.0	26.0	25.0	-	-

methyl anisate	2.7	3.0	8.0	6.2	-	-	-
p-methyl anisole	2.7	2.7	4.8	7.6	4.0	-	condiments 2.0 syrups 8.0
methyl benzoate	2.2	4.5	8.4	9.9	-	61.0	-
α -methylcinnamaldehyde	11.0	15.0	26.0	27.0	-	430.0	-
methyl cinnamate	1.9	3.8	8.7	13.0	14.0	40.0	condiments 0.40
6-methylcoumarin	5.2	4.8	21.0	24.0	39.0	15.0	-
4-(3,4-methylenedioxyphenyl)-2-butanone (piperonylacetone)	8.2	45.0	40.0	40.0	-	-	-
methyl- α -ionone	1.7	2.4	6.6	6.5	-	0.60	jelies 0.21
methyl- β -ionone	2.0	2.2	7.5	5.9	-	-	-
methyl mercaptan	0.56	1.0	1.0	1.0	-	-	-
methyl myristate	0.56	0.56	2.4	2.0	0.24	-	-
methyl β -naphthyl ketone	0.50	0.75	5.3	2.0	3.0	700.0	-
methyl phenylacetate	3.9	2.5	13.0	12.0	0.10	11.0	syrups 37.0
2-methyl-3-(p-isopropylphenyl)propanal (cyclamenaldehyde)	0.30	0.45	0.99	1.2	-	-	-

methyl salicylate	59.0	27.0	840.0	54.0	-	8,400	syrups 200
methyl sulfide (dimethyl sulfide)	1.1	0.30	1.4	1.6	0.13	-	syrups 0.50
2-methylthiopropio naldehyde (methiona l)	0.35	1.0	1.0	0.66	-	-	condiments 0.62 meats 1.9
2-methylundecanal	0.31	0.11	0.94	1.3	2.5	0.02	jellies 0.33
myrcene	4.4	6.4	13.0	4.9	-	-	-
β -naphthyl anthra nilate	2.3	1.1	16.0	19.0	-	-	-
β -naphthyl ethyl ether	0.65	0.74	2.8	3.6	0.12	-	-
nerol	1.4	3.9	16.0	19.0	1.3	0.8	-
nerolidol	0.91	0.92	3.5	8.0	-	-	-
neryl acetate	1.3	1.6	5.1	15.0	-	-	-
2,6-nonadien-1-ol	0.01	0.05	0.50	0.01	-	-	alcoholic beverage 0.01
γ -nonalactone	11.0	14.0	33.0	55.0	28.0	15.0	icings 25
nonanal	1.3	1.3	4.1	2.3	6.0	38.0	-
1,3-nonanediol ace tate	1.0	1.0	6.0	4.0	-	-	-
2-nonanone	0.55	1.0	4.0	4.0	-	-	-
3-nonanone-1-yl-ac etate	0.30	0.30	5.0	1.0	-	-	condiments 10.0

nonyl acetate	0.91	0.81	1.9	3.1	-	-	-
nonyl isovalerate	1.0	0.50	2.0	1.4	-	-	-
γ -octalactone	4.8	16.0	16.0	17.0	15.0	-	syrups 57.0
octanal	1.4	1.6	3.4	4.4	6.1	0.1	-
octanal dimethyl acetal	0.74	0.78	2.8	2.8	-	-	alcoholic beverages 3.0
octanol	2.9	0.91	2.8	1.5	57.0	-	-
2-octanone	1.0	1.0	4.0	-	-	-	-
3-octanon-1-ol	0.2	0.3	0.8	0.8	-	-	condiments 1.0
1-octen-3-ol	0.2	1.0	2.0	6.0	-	-	condiments 6.0 soups 6.0
octyl acetate	1.6	0.87	4.7	6.0	-	-	-
octyl phenylacetate	1.3	1.0	4.0	4.0	-	-	-
oleic acid	0.4	30.0	3.5	25.0	-	-	condiments 0.02
pentadecanolide	0.27	0.68	1.4	1.5	0.1	-	alcoholic beverages 0.5
2,3-pentanedione	0.6	3.3	5.9	5.9	0.28	-	toppings 0.3
2-pentanone	13.0	34.0	32.0	32.0	-	-	-
4-pentenoic acid	1.0	2.0	5.0	5.0	-	-	margarine 2.0
phenethyl acetate	1.4	2.2	4.2	5.6	-	-	-
phenethyl alcohol	1.5	8.3	12.0	16.0	0.15	80.0	-

phenethyl anthranilate	1.4	1.9	6.2	5.8	-	-	-
phenethyl benzoate	1.0	1.0	2.0	4.0	-	3.8	-
phenethyl butyrate	3.2	8.9	13.0	13.0	-	-	-
phenethylcinnamate	1.7	0.8	3.2	3.1	0.1	-	-
phenethyl phenylacetate	2.3	4.2	4.8	5.3	-	-	-
phenethyl salicylate	0.57	0.67	1.5	2.0	-	-	-
phenethyl senecioate	-	5.0	5.0	-	-	-	alcoholic beverages 5.0
phenethyl tiglate	0.90	4.3	10.0	10.0	-	-	-
phenethyl isovalerate	1.3	1.3	2.5	6.1	-	45.0	-
phenoxyacetic acid	0.37	1.0	2.2	2.2	-	-	-
phenylacetaldehyde	0.68	0.75	1.6	2.0	-	87.0	-
phenylacetaldehyde dimethyl acetal	0.40	0.78	1.4	8.8	-	1.0	-
phenylacetaldehyde glyceryl acetal	5.0	20.0	20.0	-	-	-	-
phenylacetic acid	1.8	5.3	5.9	12.0	27.0	11.0	alcoholic beverages 0.10 syrups 0.1
4-phenyl-2-butanol	0.9	6.0	15.0	15.0	-	-	-
4-phenyl-3-buten-2-ol	2.0	20.0	20.0	20.0	-	-	-

4-phenyl-3-buten-2-one	0.82	0.84	3.7	4.5	2.1	-	shortening 0.2
4-phenyl-2-butyl acetate	3.0	3.0	3.0	3.0	-	-	-
1-phenyl-3-methyl-3-pentanol	0.16	-	0.16	-	0.60	-	-
1-phenyl-1-propanol	0.50	0.50	1.5	1.5	-	-	-
2-phenylpropionaldehyde	0.61	0.30	0.85	0.85	-	-	-
2-phenylpropionaldehyde dimethyl acetal	0.26	0.51	1.5	3.1	-	5.0	condiments 5.0
3-phenylpropionic acid	1.0	1.0	4.0	17.0	1.2	2.0	dairy products 2.0 toppings 1.0
3-phenylpropyl acetate	3.2	4.8	4.6	6.3	10.0	0.1	condiments 0.1
3-phenylpropyl cinamate	3.4	4.1	4.3	5.3	-	-	-
3-phenylpropyl hexanoate	0.67	1.3	3.3	3.7	-	-	-
2-(3-phenylpropyl)-tetrahydrofuran	0.50	2.0	2.0	-	2.0	2.3	-
α -pinene	54.0	64.0	48.0	160.0	-	-	condiments 150.0
β -pinene	16.0	64.0	600.0	-	-	-	-
piperidine	3.0	-	5.0	5.0	-	-	condiments

								0.05
								meats 0.05
								soups 0.05
d-piperitone	11.0	18.0	18.0	18.0	-	-	-	-
piperonal	6.0	7.0	7.4	18.0	5.8	36.0	-	-
piperonyl acetate	50.0	110.0	80.0	80.0	-	-	-	-
propenylguaethol	5.9	6.3	20.0	20.0	2.5	-	-	-
propanal	3.9	12.0	11.0	13.0	-	-	-	-
propionic acid	5.8	6.0	14.0	20.0	-	-	cheese	600.0
propyl acetate	4.0	16.0	12.0	14.0	-	-	-	-
p-propylanisole	4.3	9.9	64.0	67.0	-	-	-	-
propyl benzoate	11.0	44.0	33.0	33.0	-	-	-	-
p-isopropylbenzyl alcohol	11.0	0.47	33.0	35.0	-	-	-	-
propyl isobutyrate	25.0	25.0	100.0	100.0	-	-	-	-
propyl cinnamate	2.6	2.9	4.9	4.3	0.07	-	-	-
propyl 2-furoate	-	-	0.03	0.03	-	-	condiments	0.02
propyl gallate	0.08	0.05	0.16	0.97	0.03	-	-	-
propyl hexanoate	2.2	3.0	8.0	-	-	-	-	-
propyl p-hydroxybenzoate	32.0	130.0	96.0	96.0	-	-	-	-
α -propylphenethyl alcohol	1.0	5.0	5.0	-	5.0	-	-	-
isopropyl phenylac	0.50	1.8	8.0	8.0	-	-	-	-

etate								
isopropyl propionate	9.7	50.0	50.0	50.0	-	-	-	
propyl iso-valerate	5.0	16.0	17.0	20.0	-	-	-	
iso-pulegol	7.4	29.0	23.0	23.0	-	-	-	
iso-pulegyl acetate	5.8	22.0	19.0	19.0	-	-	-	
pyridine	1.0	0.12	0.40	0.40	-	-	-	
pyruvaldehyde	1.0	1.0	5.0	5.0	-	-	-	
pyruvic acid	0.25	20.0	27.0	30.0	-	110.0	-	
iso-quinoline	0.25	0.25	1.0	1.0	-	-	-	
rhodinol(3,7-dimethyl-7-octen-1-ol)	2.0	2.1	7.6	8.1	2.9	31.0	jellies 0.92	
rhodinyll acetate	2.8	1.4	9.4	18.0	-	-	-	
rhodinyll isobutyrate	1.1	1.8	3.3	4.5	0.01	-	-	
rhodinyll isovalerate	2.0	2.3	7.2	7.2	-	-	-	
salicylaldehyde	0.55	1.1	1.8	6.3	-	18.0	alcoholic beverages 5.0 condiments 2.0	
santalol	2.0	2.0	10.0	8.0	-	0.20	-	
santalyll acetate	0.53	0.78	2.0	2.0	-	2.3	-	
santalyll phenylace	1.0	0.95	2.0	2.0	-	-	-	

tate								
skatole	0.75	1.0	0.78	0.80	0.01	0.01	-	
α -terpineol	5.4	16.0	14.0	19.0	16.0	40.0	condiments	38.0
terpinolene	16.0	64.0	48.0	49.0	-	-	-	
terpinyl acetate	3.5	3.2	9.9	15.0	-	260.0	condiments	15.0
terpinyl anthranilate	1.1	2.6	6.3	6.0	-	-	meats	40.0
terpinyl isobutyrate	2.4	5.0	15.0	15.0	-	-	-	
terpinyl cinnamate	0.05	2.6	6.0	6.0	-	-	alcoholic beverages	1.0
terpinyl isovalerate	5.0	5.0	10.0	10.0	-	-	-	
tetrahydrofurfuryl acetate	2.0	8.0	20.0	20.0	-	-	-	
tetrahydrofurfuryl alcohol	14.0	0.03	18.0	0.04	-	-	-	
tetrahydrofurfuryl butyrate	0.90	6.0	15.0	15.0	-	-	-	
tetrahydropseudo-ionone	0.05	2.4	14.0	14.0	-	-	-	
tetrahydrolinalool	1.3	2.7	5.6	5.6	-	-	-	
2-thienyl mercaptan	-	-	0.10	0.10	-	-	-	
thymol	11.0	44.0	9.4	6.5	-	100.0	-	

p-tolualdehyde glyceryl acetal	6.0	8.0	15.0	15.0	-	-	-
tolualdehyde	11.0	16.0	25.0	28.0	8.3	430.0	marashino chrries 100.0
p-tolylacetoaldehyde	-	2.0	2.0	2.0	-	-	-
p-tolyl acetate	2.8	2.6	11.0	10.0	1.0	220.0	-
4-(p-tolyl)-2-butanone	1.0	1.5	6.0	6.0	-	-	-
p-tolyl isobutyrate	4.0	0.05	6.0	7.0	-	-	-
2-tridecenal	0.30	6.0	6.0	7.0	-	0.10	-
2,3-undecanedione	1.5	3.0	3.0	3.0	-	-	-
γ -undecalactone	4.4	3.0	11.0	7.1	7.5	90.0	-
undecanal	0.95	3.1	2.0	2.4	-	56.0	-
2-undecanone	2.8	0.54	2.6	3.1	5.0	-	-
9-undecenal	4.8	4.2	4.5	4.6	-	-	-
10-undecenal	1.0	0.20	0.20	-	-	-	-
10-undecenyl acetate	3.7	15.0	12.0	12.0	-	-	-
valeraldehyde	1.3	5.0	4.2	5.4	-	-	-
valeric acid	1.2	1.8	2.5	8.0	-	-	-
isovaleric acid	1.2	14.0	12.0	5.5	-	-	cheese 2.4

γ -valerolactone	4.0	20.0	50.0	50.0	-	-	-
vanillin acetate	11.0	11.0	28.0	28.0	-	-	-
veratraldehyde	9.0	9.2	32.0	30.0	15.0	-	-

(1) 用途・特徴

- ① 合成香料の飲食品への使用の代表例を表-1に示したが、他の例については項末記の引用文献を参照。また、使用量、使用例についてもその1例であり、これらに限定されることなく任意に変更して使用される。
- ② 食品の香味の再現は、食品中のフレーバー成分の構成および含有量を基本にして行われるので、その構成成分の全てが合成の対象になる。
- ③ 合成香料は、単独もしくは他の天然香料素材（精油、エキス、レジン、回収フレーバー、単離香料など）と適宜に配合して、食品香料の調合素材として用いられる。
この場合、他の調合素材、製品に使用されている原料素材に対して、嗜好的にあるいは物理・化学的に安定な合成香料の選択が必要である。
- ④ 合成香料の使用量は、調合素材（フレーバー素材）の使用目的により相違するが、一般的には香料の処方中約0.0001～50重量%程度の範囲で使用される。極端な場合は50重量%以上で使用されることもある。
- ⑤ 合成香料を食品に使用する場合、合成香料そのまま、あるいは通常香料の溶剤として用いられるエタノールのごときアルコール類、プロピレングリコール、グリセリンのごとき多価アルコール類、動植物油などを用いて溶解した溶液状；また、アラビアガム、トラガントガムのごとき公知の天然ガム質類、グリセリン脂肪酸エステル類、ショ糖脂肪酸エステル類などで乳化した乳化状；またアラビアガムのごとき公知の被覆剤を用いて被覆させた粉末状；また、必要により公知の界面活性剤、例えばアニオン界面活性剤、ノニオン界面活性剤、カチオン界面活性剤、両性界面活性剤などを用いて可溶化または分散状；あるいは公知のカプセル化剤で処理して得られるマイクロカプセル、サイクロデキストリンのごとき包接剤で包接した包接香料など、その目的に応じて任意の形状のものを選択して用いられる。

引用文献

1. Food Technology February 1965 151～197p