

連載第 26 回 清酒のにおい・かおりとその由来 (その 1)

text : 宇都宮 仁

前回は、酒類のフレーバホイールや標準見本について解説しましたが、今回から2回に分けて、清酒のフレーバホイール (図 1) のコード順に清酒のにおい・かおりに関する評価用語とその由来について紹介します。

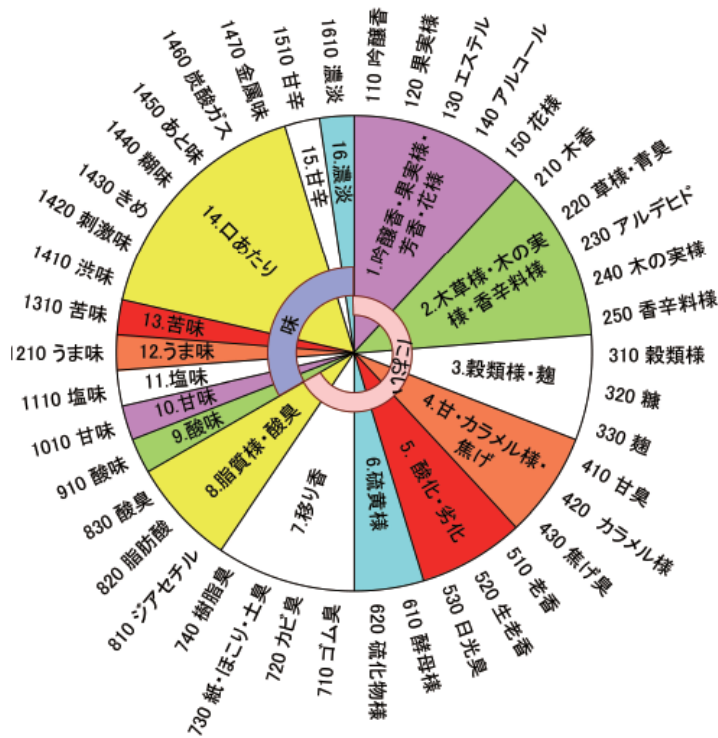


図 1 清酒のフレーバホイール

●▲■ 110 吟醸香、120 果実様、130 エステル

酢酸イソアミル (132: コード番号以下同じ) やカブロン酸エチル (133) などのエステルに由来する果実様のかおりです。これらは酵母が発酵中に生産します (図 2)。

エステルのうち、バナナ様のかおり酢酸イソアミルは、不飽和脂肪酸が多い条件では生成が抑制され、これが米を蒸す時間の長さや吟醸酒において精米歩合を低くする理由とされています。今から 25 年ほど前の吟醸香は、酢酸イソアミルが主要成分でした。その後、脂肪酸合成系を変異させたカブロン酸エチル高生産酵母が育種され、現在の吟醸香はりんごや洋なし様のかおりであるカブロン酸エチルが中心になっています。

表 1 全国新酒鑑評会上位酒の香気成分比較

酒造年度	昭和 60 年	平成 19 年
酢酸イソアミル (mg/L)	4.2	2.1
イソアミルアルコール (mg/L)	121	111
カブロン酸エチル (mg/L)	-	6.7

132 酢酸イソアミル

Isoamyl acetate, 3-methyl-1-butyl acetate
CAS 123-92-2, MW 130.1, bp 142°C

弁別閾値 (検知): 270µg/L
清酒中の含有量: 痕跡 - 15mg/L

関連する用語: 121 果実様 - バナナ、110 吟醸香

吟醸香を構成するエステル。
由来: 酵母が発酵中に生成する。不飽和脂肪酸が多い条件では生成が抑制される (蒸し時間の長さや吟醸酒の精米歩合を低くする理由の一つ)。
分析法: ガスクロマトグラフィー

133 カブロン酸エチル

Ethyl caproate, Ethyl hexanoate
CAS 123-66-0, MW 144.1, bp 168°C at 760mm

弁別閾値 (検知): 120µg/L
清酒中の含有量: 痕跡 - 15mg/L

関連する用語: 122 果実様 - リンゴ、110 吟醸香

吟醸香を構成するエステル。
由来: 酵母が発酵中に生成する。また、これを多く生産するよう改変された酵母がある。
分析法: ガスクロマトグラフィー

●▲■ 140 アルコール、150 花様

イソアミルアルコール (142)、β-フェネチルアルコール (151) などの高級アルコールに由来する清酒らしい芳香です。これらは酵母が発酵中に生産します。イソアミルアルコールはロイシン、β-フェネチルアルコールはフェニルアラニンの代謝と関係します。発酵条件的には、精米歩合が高く発酵温度が高い場合に高級アルコールが多く生産されます。例えば、70% 以上の精米歩合の白米を使い発酵温度が高い純米酒には 200mg/L を超えるイソアミルアルコールが含まれますが、吟醸造りに近い条件で製造されている純米酒では 150mg/L 以下のものがあります。また、関係するアミノ酸代謝系に変異を起こし高級アルコールを多く生産する酵母が育種されています。このような酵母を使用すると吟醸造りを行っても高級アルコールが多くなります。

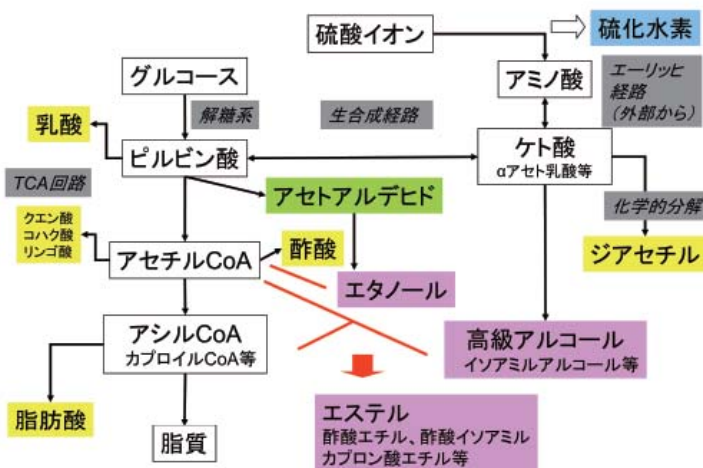
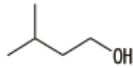


図 2 酵母の代謝と香味成分の関係

142 高級アルコール

Isoamyl alcohol, 3-methyl-1-butanol
CAS 123-51-3, MW 88.1, bp 132°C



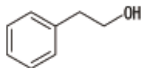
弁別閾値(検知): 68 mg/L
清酒中の含有量:
70 - 270mg/L

関連する用語: フーゼル油臭

清酒の基調香、ホワイトボードマーカーク様において。
由来: 酵母が発酵中に生成する。酵母のアミノ酸代謝
(ロイシン)と関係し、精米歩合が高く発酵温度が高い
場合に多く生産される。また、これを多く生産するよう改
変された酵母がある。
分析法: ガスクロマトグラフィー

151 パラ

2(β)-phenylethyl alcohol, 2-Phenyl ethanol
CAS 60-12-8, MW 122.16, bp 220°C at 750mm



弁別閾値(検知): 130 mg/L
清酒中の含有量:
75 - 200mg/L

関連する用語:

清酒の基調香、甘い花様のにおい。
由来: 酵母が発酵中に生成する。酵母のアミノ酸代謝
(フェニルアラニン)と関係し、精米歩合が高く発酵温度
が高い場合に多く生産される。また、これを多く生産す
るよう改変された酵母がある。
分析法: ガスクロマトグラフィー

●▲■ 210 木香

樽酒の木のにおりは、杉材から抽出されるセスキテルペン類に由来
します。最近では、その芳香とともにリラックス効果、抗菌性などの
機能が注目されています。

210 木香



標準見本: 杉樽に貯蔵した清酒

関連する用語: 杉樽香

樽酒のにおい。
由来: 杉樽に由来する。主成分はセスキテルペン及び
セスキテルペンアルコール。

分析法: ガスクロマトグラフィー

●▲■ 230 アルデヒド

アセトアルデヒド (231) は、木や草、青りんごを連想するにおりで、
木香に似ていることから木香様臭とも呼ばれています。アルコール発
酵の中間代謝物であるピルビン酸が多い時期にアルコールを添加する
と酵母の生理代謝機能が変化し、アセトアルデヒドが高くなると推定
されています。

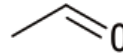
イソバレルアルデヒド (232) は、生酒においてはイソアミルアル
コールの酵素的酸化、また火入れ後はロイシンのストレッカー分解*
により生じます。生酒を貯蔵した際に生じる刺激的なにおいの主成分
であり、長期熟成酒における木の实様 (240) のにおいにも寄与してい
ると考えられています。

*ストレッカー分解

α-アミノ酸が、メイラード反応で生じる 3-DG などのジケ
トン (α-ジカルボニル化合物) と反応して、もとのアミノ酸
に比べて炭素が 1 個少ないアルデヒドを与える分解反応。
ロイシン→イソバレルアルデヒド、メチオニン→メチオナー
ル、フェニルアラニン→フェニルアセトアルデヒドが生じる

231 アセトアルデヒド

Acetaldehyde, Ethanal
CAS 75-07-0, MW 44.0, bp 20°C



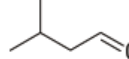
弁別閾値(検知): 11 mg/L
清酒中の含有量:
痕跡 - 110mg/L

関連する用語: 木香様臭

木や草、青りんごを連想する軽いにおい。
由来: アルコール発酵の中間代謝物であるピルビン酸
が多い時期にアルコールを添加すると、アセトアルデヒ
ドが増加する。
分析法: 酵素法、ガスクロマトグラフィー

232 イソバレルアルデヒド

Isovaleraldehyde, 3-methyl-1-butanol
3-methylbutyraldehyde
CAS 590-86-3, MW 86.13, bp 93°C



弁別閾値(検知): 120 µg/L
清酒中の含有量:
100 - 4100µg/L

関連する用語: 521ムレ香、520生老香

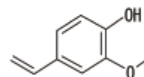
生酒を常温で貯蔵した場合に生じる刺激的なにおい。
また老香の構成成分。
由来: 生酒においては、イソアミルアルコールの酵素的
酸化により生じる。長期貯蔵酒においてはロイシンのス
トレッカー分解により生じる。
分析法: ガスクロマトグラフィー

●▲■ 250 香辛料様

4-ビニルグアイアコール (251) は、高濃度では燻製様ですが低濃
度ではスパイスや穀類を連想するにおりがします。ヴァイツエンビー
ルの特徴香でもあり、清酒でも多いものでは 350µg/L 程度含まれ
ています。この化合物は、米の細胞壁にあるキシランから麴由来の酵
素によってフェルラ酸が遊離し、醸造工程中に脱炭酸して生じます。
脱炭酸には麴の酵素の他、野生酵母や乳酸菌などの細菌が関与します。

251 4-ビニルグアイアコール

4(p)-vinylguaiacol, 2-methoxy-4-vinylphenol
CAS 7786-61-0, MW 150.18, bp 224°C



弁別閾値(検知): 52µg/L
清酒中の含有量:
0 - 350µg/L


関連する用語:

純米酒等でみられる燻製や香辛料を連想するにおい。
由来: 米の細胞壁構造に含まれるフェルラ酸を、麴菌
の酵素が変換して生じる、または野生酵母や乳酸菌な
どが変換して生じる。
分析法: 液体クロマトグラフィー

●▲■ 310 穀類様

純米酒などでみられる白米や餅など穀類を連想するかおりです。

310 穀類様



標準見本: 白米粉(そのままにおいをかぐ)

関連する用語: 白米臭、餅臭

穀類を連想するにおい。
由来: 不明、なお、米のおいとしては、2-アセチル-1-ピロリン、ヘキサナール、4-ビニルグアイアコール(251)などの存在が報告されている。

●▲■ 330 麴

麴そのもののかおりは、製麴後半にリノール酸からリノール酸ヒドロキシペルオキシドを経て生成するキノコ様のかおり 1-オクテン-3-オール及び 1-オクテン-3-オンの寄与が大きく、また、じゃがいも様のかおりメチオナールや甘い花様のかおりフェニルアセトアルデヒドなども関係しています。一方、清酒中では、生酒では感じますが通常火入れしてしばらくすると感じなくなります。まれに、瓶火入れ後、急冷・冷蔵保存した製品の中には麴のかおりを感じるものがあります。

330 麴



標準見本: 米麴(そのままにおいをかぐ)

関連する用語: 麴ばな

麴を連想するにおい。
由来: 製麴後半に、リノール酸が麹菌の酵素により酸化的分解を受けてキノコ様の1-オクテン-3-オール、さらに1-オクテン-3-オンが生じる。また、アミノ酸代謝に関係すると考えられるメチオナール、フェニルアセトアルデヒドも麴のおいりに寄与している。

●▲■ 420 カラメル様

火入れ後長期間熟成した清酒からは、カラメル様の甘く焦げたかおりを感じます。このかおりの中心的役割を果たすものはソトロン(3-ヒドロキシ-4,5-ジメチル-2(5H)-フランオン)です。ソトロンの清酒中での検知閾値は 2.3 µg/L と大変低く、長期熟成したシェリー酒やポートワインにも含まれています。また、蜂蜜(421)、糖蜜(423)、ブルーンなどのドライフルーツ(422)やフェネグリークシード(スパイスの一種)のかおり成分でもあります。ソトロンの生成は、トレオニンの分解により生じる α-ケト酪酸とアセトアルデヒドの縮合により生じる経路や、メイラード反応による経路が報告されています。

長期熟成酒のかおりは醤油(424)のようだとはいわれますが、醤油のかおりの主要成分はソトロンと非常に構造が似ている 4-ヒドロキシ-2(5)-エチル-5(2)-メチル-3(2H)-フランオン(HEMF)という強い甘いかおりの化合物です(図3)。HEMFは熟成中ではなくD-キシロース-5-リン酸などを前駆物質として醤油酵母によって生合成されます。

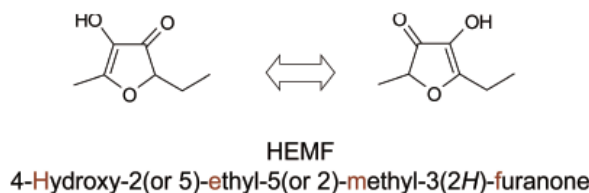
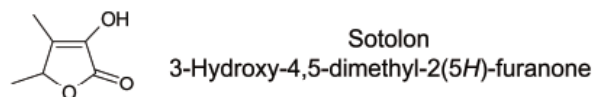


図3 ソトロンとHEMF

420 カラメル様

Sotolon, 4,5-dimethyl-3-hydroxy-2(5H)-furanone
CAS 28664-35-9, MW 128.13, bp 184°C
at 760mm



弁別閾値(検知): 2.3µg/L
清酒中の含有量:
0 - 140µg/L

関連する用語: 421蜂蜜、422ドライフルーツ、423糖蜜、424醤油

清酒を貯蔵すると生じる甘いにおい。老香の構成成分。
由来: スレオニンの分解で生じるα-ケト酪酸とアセトアルデヒドの縮合、またはメイラード反応による。

分析法: ガスクロマトグラフィー

424 醤油



標準見本: 醤油を1mL/100mL添加する

関連する用語:

醤油を連想するにおい。なお、醤油の主要な香気成分は、ソトロンと類似した構造で甘い香りを有するHEMFである。
由来: アミノ酸と糖によるメイラード反応物など共通の成分を含むためと考えられる。

(以下次号) (Text. H.Utsunomiya)

宇都宮仁 (うつのみやひとし)

独立行政法人酒類総合研究所情報技術支援部門 部門長
(プロフィール)

1983年 京都府立大学大学院農学研究科 修士
国税庁入庁

以後 広島、高松、東京及び福岡国税局に勤務

2001年 独立行政法人酒類総合研究所 分析評価研究室主任研究員

2006年 同 情報技術支援部門 主任研究員

2007年 同 情報技術支援部門 副部門長

2010年 同 情報技術支援部門 部門長

QA? 本稿に関するご質問・ご意見等は、きた産業 (info@kitasangyo.com) にご連絡ください。筆者に転送いたします。