

本格焼酎の個性を追い求める

誌名	日本醸造協会誌 = Journal of the Brewing Society of Japan
ISSN	09147314
著者	安藤, 義則
巻/号	107巻5号
掲載ページ	p. 300-305
発行年月	2012年5月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



本格焼酎の個性を追い求める

本格焼酎は日本古来の蒸留酒として、主に南九州で生産消費されてきた。1965年頃から現在に至る焼酎ブームにより全国に拡がり、日本の代表的な蒸留酒となってきた。本格焼酎は原料由来の独特な風味を持っているが、業界では消費者嗜好にあった焼酎の開発、研究が進められてきた。本格焼酎の中で、穀類焼酎は原料風味を弱く、芋焼酎・黒糖焼酎は原料の香味を強くする方向に流れになってきたが、香味成分の研究により原料の特徴の弱いあるいは強い商品など多様な商品群ができて欲しい。近年分析技術の進歩により、その原料風味の解明がなされるようになってきたので、今回は本格焼酎の香味成分の研究を紹介していただいた。

安藤 義 則

1 はじめに

本格焼酎の魅力は、なんと言っても原料に由来する個性豊かな香味である。代表的な主原料だけでも米、大麦、サツマイモ、黒糖、ソバがある。主原料にこれだけの種類があれば、それに応じて焼酎の味や香りも様々である。それだけに、原料特性を含めて品質の特徴を明らかにすることは、学術的価値だけではなく、品質管理や商品開発への応用、さらには、消費者に納得して飲んでもらうための情報源としても大変重要であると考えられる。

近年、GC/MSなどの分析機器や香气成分の濃縮システムが飛躍的に進歩した。これに伴い、焼酎の特徴香やその生成機序に関する研究が進みつつある。そこで本稿では、焼酎の個性に着目した研究の事例について紹介する。

2 芋焼酎

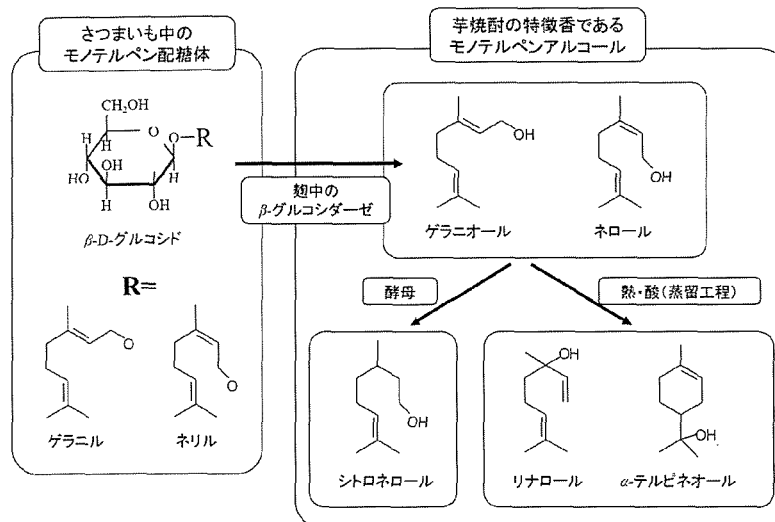
原料自体の個性が強い芋焼酎では、特徴香の探索とその生成機序に関する研究が盛んに行われている。まず、太田ら¹⁾は、芋焼酎の特徴香には、柑橘類の香り成分であるモノテルペンアルコール (MTA) が大きく寄与することを報告した。これらは配糖体として原料サツマイモに存在しており、麹菌由来の β -グルコ

シダーゼにより加水分解を受けネロールとゲラニオールが生成する。そして、この一部が酵母によりシトロネロールへ、また、蒸留工程によりリナロール、 α -テルピネオールへと変換される (第1図)。さらに最近になり、山本ら²⁾が原料サツマイモには β -グルコシド型以外のMTA配糖体が存在することを明らかにし、リナロール及び α -テルピネオールも配糖体として存在していることを確認した。

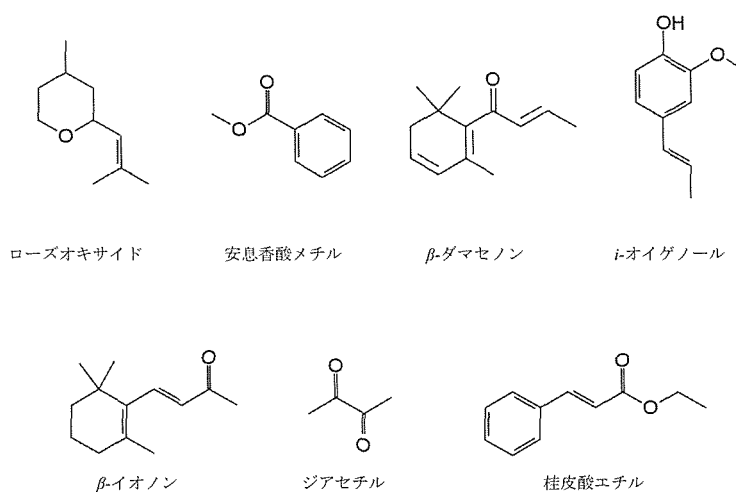
次に、栗山ら³⁾は、GC-O (Gas Chromatograph-Olfactometry) を用い、芋焼酎の原料特性を示す揮発成分としてバラ様香气の β -ダマセノン及びローズオキサイド、加熱したサツマイモ様香气の安息香酸メチル及び桂皮酸エチル、ウッディで甘い香气の*i*-オイゲノールを新たに同定した (第2図)。 β -ダマセノンの生成機序については、Yoshizakiら⁴⁾が詳細に検討している。それによると、蒸餾サツマイモには遊離の β -ダマセノンはごく低濃度しか含まれておらず、発酵中にもほとんど増加しない。大部分の遊離 β -ダマセノンは、蒸留工程の後半に生成することを明らかにした。また、ローズオキサイドの生成機序については、高峯ら⁵⁾により、もろみ中のシトロネロールが蒸留工程で酸触媒による化学的変換作用によりローズオキサイドへ変換されることが明らかにされている。

このように芋焼酎のベースとなる特徴香が多数報告

Search for Characteristic Flavor and Taste of Shochu
Yoshinori ANDO (Kagoshima Prefectural of Industrial Technology)



第1図 芋焼酎におけるモノテルペンアルコールの生成機序



第2図 芋焼酎の特徴香

されており、これらの成分が複雑に絡み合い、特徴である甘い香りのベースとなっている。芋焼酎に含まれる香気成分の量やバランスは、単純に原料サツマイモ中の含量だけでなく、発酵及び蒸留条件により変化することになる。このことが、芋焼酎において品質の多様性の一因になっていることは間違いないと考えられる。

ところで、芋焼酎に用いられるサツマイモの品種は、コガネセンガンが一般的である。このコガネセンガンは、元々デンプン原料用として昭和41年に登録され

た品種であるが、多収、高デンプン価、焼酎の香味のバランス等により、芋焼酎の代表的品種として多く使用されてきている。しかし、最近では香味の多様化から各焼酎メーカーは様々な品種を使用することも多くなってきた。神渡ら⁶⁾は、肉質の異なるサツマイモとその特徴香について詳細に検討している。肉質が紫色をした品種（例えば、ムラサキマサリ、アヤムラサキ）では、「ヨーグルト」を連想させる風味の焼酎となる。これは、ジアセチルに由来する香りであり、焼酎のジアセチル濃度と原料のアントシアニン含量には正の相

関があることを示した(第2図)。また、肉質が橙色をした品種(例えば、ハマコマチ、ベニハヤト)では、加熱した「ニンジン」風味の焼酎となる。これは、テルペノイドの一種である β -イオノンに由来する香りであり、原料の β -カロテン含量と正の相関があることを示した。これらの知見により、現在ではサツマイモの肉質の色素を指標にして、焼酎の酒質をある程度予測した上で、焼酎用原料サツマイモを育種・選抜するようになった。

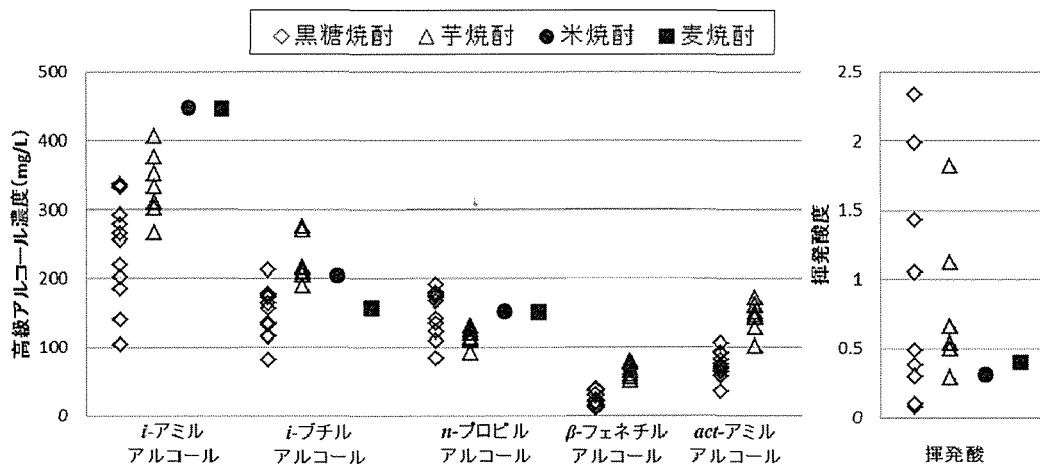
3 黒糖焼酎

黒糖焼酎は、主原料に糖質原料の黒糖を使用するといった他の焼酎にはない製造上の特徴を持っている。そこで、黒糖焼酎の品質特性とその要因について明らかにするため、市販酒11銘柄について揮発成分を調べた⁷⁾。第3図に示すように、黒糖焼酎は他の焼酎と比べ揮発酸度が高く、高級アルコール類のうち*i*-アミルアルコールや*i*-ブチルアルコール含量が低かった。焼酎用酵母における酢酸の生成要因については、瀬戸口ら⁸⁾により報告されている。もろみ中における糖濃度が高く、高温、低pHの条件では、焼酎用酵母である鹿児島2号酵母は酢酸を高生産する。黒糖焼酎の製造では、黒糖溶解液をもろみに投入するため、仕込み即下のもろみは高い糖濃度となり、このことが揮発酸度の高い要因となっていると考えられる。また、高級アルコール類の生成要因については、清酒などの研究により、もろみ中のアミノ酸濃度の影響が大きい

とされている。そこで、麴米と黒糖の割合を変えて小仕込み試験を行ったところ、黒糖焼酎の一般的な製造条件である麴米1:黒糖2の割合で最も高級アルコール生成量が低く、この時のもろみのアミノ酸濃度では、酵母の高級アルコールの生成に関わる代謝経路が働きにくいことを確認した。また、官能試験では麴米1:黒糖2の製品は高級アルコール由来の刺激が少なく、まろやかな味であった。このように、黒糖焼酎は適度な揮発酸と少なめの高級アルコールが香味の骨格をなしていると考えられる。

原料黒糖由来の香りを増強させる取り組みもある⁹⁾。通常、主原料である黒糖ブロックは少量の水を加え1時間ほど煮沸溶解させた後、放冷もしくは冷却器を用いて常温まで冷まし、翌日もろみへ投入する。この煮沸溶解工程は、黒糖ブロックが常温の水では溶けにくいことから全メーカーで行われている。しかし、黒糖ブロックの溶解工程には労力を要し、また、溶解中に黒糖特有の香りが飛散してしまうといった課題があった。そこで、黒糖を煮沸溶解せずに、もろみへ直接投入する新たな製造法を開発した(第4図)。

もろみへ直接投入した黒糖ブロック(1個約3kg)は、約30時間で完全に溶解し、もろみの糖及びアルコール濃度の消長を調べたところ、黒糖の溶解が遅れても、酵母の増殖・発酵に必要な糖は十分に供給されていることが分かった。また、アルコール取得量及び製品揮発酸度は同等であったが、新製法で製造した焼酎には強い黒糖香が認められ、味はすっきりとしてい



第3図 黒糖焼酎の品質特性

た。この新製法は、第2の製法として業界内に定着しつつあり、実際に商品化もなされている。今後、原料黒糖由来の増強された特徴香の同定が望まれているところである。

4 穀類焼酎

麦焼酎などの穀類焼酎は、蒸留後に高度な精製工程を経ることが一般的であるため、芋焼酎などに比べ揮発成分の含有量が少なく、いわゆる特徴香の探索に関する研究が困難であった。しかし、最近になり揮発成分の濃縮技術が向上したことから、数多くの興味深い取り組みがなされている。

境田ら¹⁰⁾は、米焼酎、麦焼酎及びソバ焼酎において揮発成分の同定を行い、さらにGC-Oにより香気寄与成分の検索を行った。その結果、未同定のものを含め新規の香気寄与成分は、ソバ焼酎で22種類、米焼酎で20種類、麦焼酎で23種類であった。特に、フローラル様の香気を持つ桂皮酸エチルは、これまで芋焼酎で報告されたのみであったが、ソバ焼酎と米焼酎で存在が確認された。ソバ焼酎の特徴香については、極微量ながらpHによる分別濃縮法で得られた、塩基性画分に存在する含窒素化合物である可能性が示唆された。

また、今永ら¹¹⁾は、麦焼酎にアルキルフラン（メチルフラン、エチルフラン、ペンチルフラン）が多く含有しており、そのうち最も含有量の多いペンチル

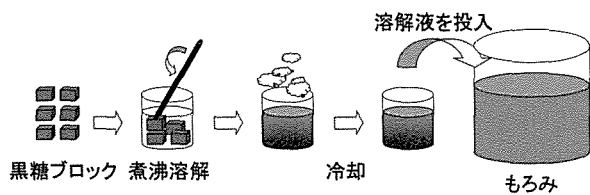
ランを市販酒に適量添加したところ、香味にまろやかさと濃厚さが付与されることを示した（第5図）。

さらに、水谷ら¹²⁾は、ソバ焼酎の独特の苦味がフェノール化合物などによるものではなく、*i*-アミルアルコールが多く、*n*-プロピルアルコールが少ないことに起因することを明らかにした。これは、ソバ種子中の水溶性タンパク質が酵母のアミノ酸代謝に影響を及ぼし、酵母による*i*-アミルアルコール生産の増大と*n*-プロピルアルコール減少の状況を生み出していることを確認した。改善策として、原料ソバに酸性プロテアーゼを作用させた後に、酵素を加熱失活し発酵させることで、*i*-アミルアルコールが低減し、苦味が減少することも示している。

5 麴へのアプローチ

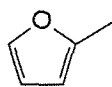
前述したように、様々な主原料がある一方で、麴用原料に関しては米と大麦のほぼ2種類のみが用いられている。米や大麦は、蒸して適度な水分を持たせることで麴菌にとって良い培地となるが、それら以外の原料で麴菌を健全に繁殖させるには様々な困難があるためである。しかし、最近になって製品の多様化の観点から、サツマイモとソバを麴用原料に用いる取り組みも行われている。

サツマイモを麴用原料とする際の最大のネックは、60%以上もある高い水分量にある。そのまま麴用原料として用いるには腐敗しやすく作業性も悪い。そこで、

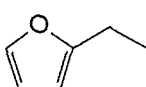


新製法（黒糖ブロックを直接投入する）

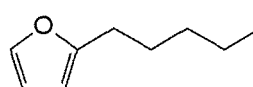
第4図 黒糖焼酎の新製法



2-メチルフラン



2-エチルフラン



2-ペンチルフラン

第5図 麦焼酎に検出されたアルキルフラン

適度な水分量に調整し麴を繁殖させる試みが様々なされてきた。一つは、サツマイモを5mm程度のダイス状に細断し、生米に相当する水分10%程度にまで通風乾燥させる手法である¹³⁾。こうすることで、乾燥サツマイモダイスの保管・流通が容易となると共に、米とほぼ同様の設備と作業工程で芋麴を製造することができる。酵素活性は米麴と比べ低いものの、醸造には問題のないレベルとなる。もう一つは、サツマイモを5mm程度のダイス状に細断し、230℃の焙炒乾燥または過熱水蒸気処理により、デンプンを α 化すると共に製麴に適した水分に調整する手法である¹⁴⁾¹⁵⁾。

これらの手法を用いることで、「さつまいも、さつまいも麴」の芋100%焼酎を製造することが可能となる。この芋100%焼酎のMTA濃度は通常の「さつまいも、米麴」の芋焼酎より高かった。これは、サツマイモの使用割合が増えることでMTA配糖体の持ち込み量が増えたことに起因していると思われる。しかし、その酒質は意外にも「芋らしく甘い」というわけではない。個性的な香りであるが「すっきり」とした味わいとなる。このことは、通常の芋焼酎では、米麴が「芋焼酎らしさ」に寄与していることを意味する。

一方、荒井らによりソバ麴の開発もなされている¹⁶⁾¹⁷⁾。ソバ種皮の表面構造は、麴菌が内部に食い込めるような隙間はなく、また麴菌が生産する酵素では溶解されない。そこで、ソバを製粉・配合したソバ粉をエクストルーダでデンプンを糊化させ、形状安定性に優れ、製麴に適したソバ粉造粒体を製造し、これに麴菌を繁殖させソバ麴とすることに成功している。また、成分の異なるソバ粉を配合することで、タンパク質含量の異なる造粒体を得られ、これを麴原料として用いることで、異なる酵素活性を持つソバ麴を得ることができることを示している。

麴自体の揮発成分に着目した研究もある。Yoshizakiら¹⁸⁾は、焼酎用白麴と黒麴、清酒用黄麴及び蒸米の揮発成分を比較した。その結果、ブタナール、ヘキサナール、ジメチルトリスルフィド、シクロヘキシルイソチオシアネートの4成分が蒸米にのみ検出された。また、*n*-ブチルアルデヒド、*n*-バレルアルデヒド、1-オクテン-3-オール、フェニルアセトアルデヒドの4成分が黄麴に多く検出された。これに対し、2,5-ジメチルフラン、プロピルベンゼン、1,8-シネオールの3成分は、焼酎用白・黒麴にのみに検出された。黄麴を

用いた本格焼酎は一つの商品ジャンルとして定着しつつあることから、これら揮発成分の香味への寄与について明らかになることが期待される。

6 おわりに

本稿では、本格焼酎の魅力である原料特性を追求したこれまでの研究について紹介した。分析機器の進歩により、香味成分について膨大なデータを簡単に得ることができるようになったが、本格焼酎の原料特性について全てが明らかになったわけではない。特に、味については研究の緒に就いたばかりであり、今後の研究の進展が待たれる。

空前の焼酎ブームが去り、消費者は数ある酒類の中から、自分にとってうまい酒を冷静に選ぶ時代となった。我々研究者は、得られた本格焼酎の個性に関する情報を一般の消費者向けにわかりやすく発信し、本格焼酎の魅力を伝えることが、停滞感のある業界全体を再度浮揚させる鍵になるのではと考える。今後も、本格焼酎の個性の探究と、飲み手の「酒の肴」となるような情報発信を、業界全体として取り組んでいくことに期待したい。

〈鹿児島県工業技術センター〉

参考文献

- 1) 太田剛雄：醸協，86，250-254（1991）。
- 2) 山本優，高峯和則，吉崎由美子，玉置尚徳，鮫島吉廣：日本生物工学会九州支部大会（2010）
- 3) 栗山謙一，長友正弘，中山寿城，吉浜義雄，渡辺酉造：醸協，100，817-823（2005）
- 4) Y. Yoshizaki, K. Takamine, S. Shimada, K. Uchihori, K. Okutsu, H. Tamaki, K. Ito and Y. Sameshima：J. Inst. Brew, 117, 217-223（2011）
- 5) 高峯和則，吉崎由美子，鳥田翔吾，高屋総一郎，玉置尚徳，伊藤清，鮫島吉廣：醸協，106，50-57（2011）。
- 6) 神渡巧，瀬戸口眞治，上田次郎，瀬戸口智子，緒方新一郎：醸協，101，437-445（2006）。
- 7) 安藤義則，下野かおり，亀澤浩幸，瀬戸口眞治，吉崎由美子，鮫島吉廣，高峯和則：醸協，106，711（2011）
- 8) 瀬戸口ら：鹿児島県工業技術センター成果発表会（2000）
- 9) 安藤義則，瀬戸口眞治，亀澤浩幸，下野かお

- り：鹿児島県工業技術センター，21, 15-18 (2007).
- 10) 境田博至，中原徳昭，渡司菜穂子，甲斐孝憲，中島美幸，榊原陽一，西山和夫，福田亘博，水光正仁：食科工，50, 555-562 (2003)
 - 11) 今永宏樹，大石雅志，梶原康博，岩田太輔，高下秀春，岡崎直人，大森俊郎：醸協，101, 810 (2006)
 - 12) 水谷政美，日高照利，工藤哲三，岡崎益己，柏田雅徳：醸協，97, 461-467 (2002)
 - 13) 瀬戸口眞治，亀澤浩幸，米元俊一，宿口修一，池田浩二，児玉剛，原健二郎：鹿児島県工業技術センター，23, 13-18 (2009).
 - 14) 岩崎功，藤田聡，長友正弘，垂水彰二，高橋康次郎：醸協，98, 367-375 (2003).
 - 15) 内山貴由，岩井謙一，後藤修一，小野正：特開2008-228620
 - 16) 荒井真哉，岡園文恵，中原徳昭，甲斐孝憲，水谷政美，工藤哲三，小川喜八郎：醸協，102, 553-562 (2007).
 - 17) 荒井真哉，岡園文恵，中原徳昭，甲斐孝憲，水谷政美，工藤哲三，小川喜八郎：醸協，102, 631-639 (2007).
 - 18) Y. Yoshizaki, H. Yamato, K. Takamine, H. Tamaki, K. Ito and Y. Sameshima : J. Inst. Brew, 116, 49-55 (2010)
-