

佐賀県産酒のブランド力向上を目指した技術体系の構築

食品コスメ部
澤田和敬

酒造好適米「さかの華」を用いた清酒に指摘を受けやすい「スモーキー」という香りの要因分析を目的とし、フェノール化合物の分析及び原料米の醸造特性に関わる評価を行った。その結果、スモーキーや燻製様などの香り成分である 4VG などのフェノール化合物は検出されず、別の成分が関与していることが示唆された。また、さかの華は山田錦よりも大粒で心白発現率が高いが、粗タンパク質含量が高いことが確認された。醪の溶解性は、製麴方法、種麴の選択、酵素剤の使用でコントロールすることが可能であることが示唆された。さらに、RVA を用いた糊化特性の分析により、さかの華の糊化開始温度は 72.85℃、山田錦は 66.35℃であり粗タンパク質含量だけでなく、さかの華は山田錦と異なるデンプン構造を有し、溶解性が異なることも明らかになった。

1. はじめに

佐賀県は、官民一体となって原産地呼称管理制度や GI 佐賀を取得し、県産清酒の需要開発やブランド構築に取り組んでいる。

佐賀県の清酒の特徴として、「濃醇甘口」「ふくよかな米の旨味」などが挙げられる。これらの味わいが消費者に評価され、佐賀県の特定名称酒比率は約 74%と全国の特定名称酒比率 35%を大きく上回っている。国内外の市場では、オリジナリティ性の高い商品や地域固有の文化等を活かした商品が求められている。

当県の技術的支援として、開発した酵母を「佐賀はがくれ酵母」として商標登録を行い、県酵母のバリエーション強化と共にブランド化に取り組んでいる¹⁾。

同一製造場で、種麴、原料米、酵母の組み合わせが異なると香味が異なることがある。これらの組み合わせが異なる製成酒の含有成分を解析することで、原料米、種麴、酵母の特性が明らかになり、県産酒のブランド化や原料米・酵母の育成に資する科学的な知見を取得することで、製造工程のブラッシュアップにつながることを期待される。

原料米について、行政、公的試験研究機関、酒造組合、JA さかの各機関が 2018 年から「酒米プロジェクト」として県産の酒造好適米の需要安定化や高品質化、新品種の育成に取り組んできた。

県産の酒造好適米は、山田錦とさかの華が主に使用されている。さかの華は 2000 年に佐賀県が開発した酒造好適米であり、大粒で心白発現率が高い反面、心白が大きく高精白に適さないため純米酒や特別純米酒に使用されている。

原料米にさかの華を使用した商品を各種鑑評会等に出品した際に、「燻製様・香辛料様」とオフフレーバーの指摘を受けることがある。「燻製様・香辛料様」といった清酒醸造でのオフフレーバーの発生要因は麴から持ち込まれる清酒醸造に関与しないバ

チルス属等の細菌の混入により、4-Vinylguaiacol (以下、4VG) が生成されることに起因することが報告されている²⁾。

多くのメーカーが 4VG 発生予防の対策を行っており、さかの華以外にそのようなオフフレーバーの指摘を受けることがなかったことから、製造工程の改善点として取り上げられなかった。

清酒で「燻製様・香辛料様」の原因物質とされる化合物が含まれていない場合、消費者に「スモーキー」と好意的に特徴を捉えられている原料米があることから、さかの華も同様に特徴香として消費者に受け入れられる可能性がある。

そこで、本研究ではさかの華の特徴香の探索を行うため、県産酒に含まれるフェノール化合物の分析及びさかの華と他の原料米の醸造適性の比較を行った。

2. 実験方法

2.1 実験材料

フェノール化合物の分析には R3 醸造年度及び R4 醸造年度の GI 出品酒を用いた。対照区として大手酒造メーカーの市販品を用いた。フェノール化合物の標準品として、4VG (富士フィルム和光純薬株式会社)、4-Ethylguaiacol (以下、4EG) (富士フィルム和光純薬株式会社)、Guaiacol (東京化成工業株式会社)を用いた。

原料米の醸造特性の比較には、佐賀県農業試験研究センターで収穫した山田錦、さかの華、レイホウ、さがびより、ヒノヒカリ、夢しずくを用いた。

2.2 フェノール化合物の分析

Caboni ら³⁾の方法を一部改変し、表 1 に示した条件で UPLC による分析を実施した。

2.3 原料米の醸造特性評価

玄米の外観評価には穀粒判別機 RGQI100B (株式会社サタケ)を用いた。粗タンパク質の分析には、酒造用原料米全国統一分析法⁴⁾に準じた。粗タンパ

ク質の分析は燃焼式窒素／タンパク質分析装置 SUMIGRAPH NC-TRINITY（株式会社住化分析センター）を用いた。吸水率の分析は、20分吸水率、120分吸水率に加え、10分吸水率、15分吸水率を測定した。糊化温度の測定にはラピッドビスコアライザー RVA 4500（株式会社パーキンエルマージャパン）を用いた。

3. 実験結果及び考察

3.1 フェノール化合物の分析

図1にUPLCのクロマトグラムを示す。4VGの検知閾値は52μg/L、4EGの検知閾値は33μg/Lという報告がされており⁵⁾、本分析では両化合物の検知閾値を下回る25μg/Lまで検出が可能であった。また、同分析法を用い、GI出品酒について分析を行ったところ、4VG及び4EGは検出されなかった。

GI審査で「スモーキー」と指摘された原料米にさかの華を用いた試料も分析を行ったが、他の出品酒と同様のクロマトグラムの結果であった。これらの指摘事項には4VG及び4EG以外の化合物が関係していることが示唆された。

ワイン等に含まれる4VG及び4EG以外に「燻製様」の香気成分であるGuaiacolは、対照区で15%EtOH溶液に見られなかったピークが同じリテンションタイムに検出された。そこで、既知の濃度

表1 UPLC分析条件

装置	Waters ACQUITY UPLC H-Class
カラム	Waters ACQUITY UPLC BEH C18 (2.1×100 mm, 1.7μm)
検出器	蛍光検出 Ex 260nm / Em 305nm
移動相	A : 0.1% H ₃ PO ₄ B : MeCN
グラジエント条件	(0min)10% B → (5.67min) 90% B → (7.5min) 90% B → (8.0min)10 → (10.0min)10% B
カラム温度	30℃
注入量	5μL

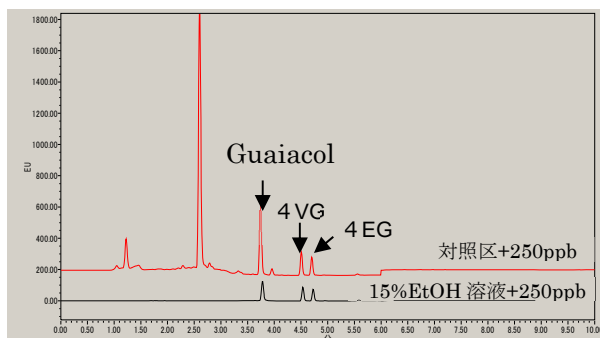


図1 フェノール化合物のクロマトグラム

を添加したものと比較したところ、Guaiacolは添加濃度以下であったことから、試料中にGuaiacolが含まれていないことが推測された。

この分析で4VG、4EG、Guaiacolが検知閾値以上の濃度を示したGI出品酒はなかったことから、GI審査での「燻製様」の指摘事項には別の化合物が関与している可能性が示唆された。

3.2 原料米の醸造特性評価

表2及び図2に穀粒判別機の分析結果を示した。

心白整粒及び無心白整粒の和より示される整粒歩合は山田錦の方が高かった。さかの華は心白発現率が山田錦の約1.8倍であり、無心白他未とその他被害粒は山田錦よりも低かったが、青未熟、砕粒、青死米、白死米は山田錦よりも高い値を示した。

農産物検査法では白未熟粒、死米、胴割粒及び碎米が対象測定項目であり、農産物検査では山田錦よりも評価が下がる可能性が考えられる。しかし、栽培環境等の影響も寄与するため、今後もデータを収集する必要があると思われる。

外観の形状は、粒幅及び粒厚は同程度であり、さかの華は山田錦よりも粒長が短く、山田錦よりもやや丸みを帯びた形状であることが伺えた。白度分布が山田錦よりさかの華が高かったことは心白発現率に起因するためと推測される。

図3に各原料米の玄米と70%精米の粗タンパク質含量を、図4にさかの華と山田錦の精米歩合の変化に伴う粗タンパク質含量を示す。

玄米及び70%精米で山田錦は最も粗タンパク質含量が低く、さかの華は掛米用品種であるレイホウや食用米のさがびより、ゆめしずく、ヒノヒカリよりも粗タンパク質含量が高かった。そこで、精米歩合の変化と粗タンパク質含量の関係について検討を行った。

さかの華は70%精米時、粗タンパク質含量の対玄米%は山田錦の対玄米%よりも低く、精米によって外周部の粗タンパク質が取り除かれていることがわかった。しかし、さかの華の70%精米の粗タンパク質含量は山田錦の90%精米時の粗タンパク質含量とほぼ同等であった。

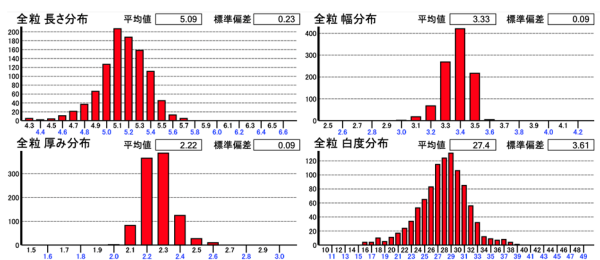
これらの結果から、山田錦とさかの華では施肥管理法が異なり、特に粗タンパク質含量に影響を与える穂揃期の施肥には留意する必要があることがわかった。近年、清酒の甘さをきれいに仕上げるため麴のグルコアミラーゼ/α-アミラーゼ比を高め、プロテアーゼの生成を抑える製麴手法が取り入れられている。粗タンパク質含量が多いさかの華では、そのような酵素力価のバランスの麴では、α-アミラーゼの無効吸着が生じ、醪の溶解性低下が懸念される。さかの華を用いた際、醪の溶解性の改善には製麴方法、種麴の選択、酵素剤の使用などが有効であることがわかった。

また、RVAを用いた糊化特性の分析では、さかの華

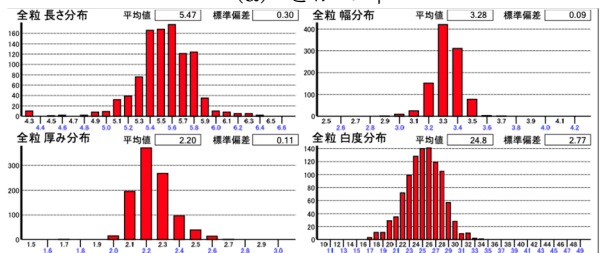
表2 穀粒判別機 分析結果

		山田錦	さかの華
整粒	心白整粒	36.0	57.7
	無心白整粒	42.5	11.2
心白率		45.9	83.8
その他被害粒	心白他未	3.6	19.3
	青未熟粒	0.0	1.2
	無心白他未	15.8	7.8
	砕粒	0.1	0.2
	その他被害粒	1.2	0.8
	青死米	0.1	0.9
	白死米	0.1	0.8
	全面着色粒	0.0	0.0
	部分着色粒	0.1	0.0
胴割粒		0.6	0.1

単位：重量比率%



(a) さかの華



(b) 山田錦

図2 穀粒判別機 形状分析結果

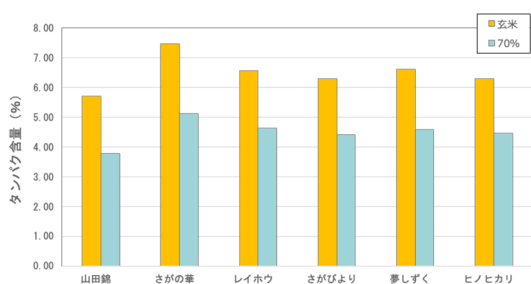


図3 各種原料米の粗タンパク質含量

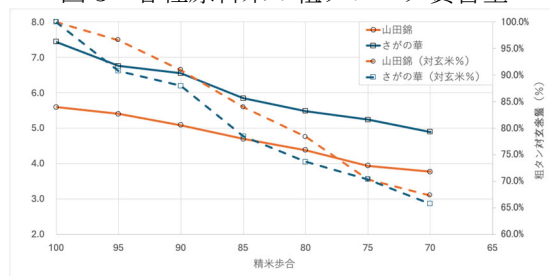


図4 精米歩合と粗タンパク質含量

の糊化開始温度は 72.85℃,山田錦は 66.35℃であった.さかの華は粗タンパク質含量だけでなく,山田錦と異なるデンプン構造を有し,溶解性が異なることも明らかになった.

4. おわりに

さかの華を用いた清酒に指摘を受けやすい「燻製様・香辛料様」の香りからフェノール化合物の分析及び原料米の醸造特性に関わる評価を行った.その結果,「燻製様・香辛料様」などの香り成分である4VGなどのフェノール化合物は検出されず,別の成分が関与していることが示唆された.

さかの華は山田錦よりも大粒で心白発現率が高いが粗タンパク質含量が高いことが確認された.醪の溶解性は,製麹方法,種麹の選択,酵素剤の使用でコントロールすることが可能であることが示唆された.また,酵素剤を使用する際は,粗タンパク質含量と山田錦とのデンプン構造の違いからα-アミラーゼやプロテアーゼ,カルボキシペプチターゼ,トランスグルコシダーゼなどの配合を考慮して使用することに留意したい.

清酒の香りには,様々な要因が関係しており,低グルテリン米など粗タンパク質含量が低く酵素消化性が悪い原料米では,酵母へのアミノ酸の供給が通常の酒造好適米に比べ少ないため,特徴的な香りを呈することがある.これは醪でのアミノ酸の供給バランスが香气成分に影響を及ぼすためと考えられている.多くの酒造好適米が低タンパク含量を指標に選抜されている中,さかの華は本研究結果より,粗タンパク質含量が高いことが明らかになった.醪中のアミノ酸供給は麹が関与するため,原料米,種麹,酵母の組み合わせでさかの華の特徴的な香りの有無や原因物質の特定ができると考えられる.

今後は,酵母のアミノ酸取り込み能や原料米,種麹,酵母の様々な組み合わせの製成酒の分析を行い,これらの原材料が製成酒質に与える影響について検討を行う予定である.

最後に本研究を進めるにあたり,分析試料をご提供いただきました佐賀県農業試験研究センターに感謝いたします.なお,本研究を実施するにあたり使用したUPLC, 燃焼式窒素/タンパク質分析装置, ラピッドビスコアアナライザーは, 電源立地地域対策交付金で導入した.

参考文献

- 1) 澤田和敬. "新" 佐賀酵母" の育種とその醸造適性評価 (第6報) 交雑育種株の実地における醸造特性評価." 佐賀県工業技術センター研究報告書 2022, 31: 35-38.
- 2) 金桶光起. "清酒中の4-ビニルグアイアコール生成要因." (2014): 320-326
- 3) Caboni, Pierluigi, et al. "Determination of 4-et

hyphenol and 4-ethylguaiacol in wines by LC-MS-MS and HPLC-DAD-fluorescence." *Journal of agricultural and food chemistry* 55.18 (2007): 7288-7293.

4) 酒造用原料米全国統一分析法

<http://www.sakamai.jp/pdf/bunseki.pdf>

5) 向井伸彦, et al. "清酒のフェノール化合物とフェノール臭." 日本醸造協会誌/日本醸造協会, 日本醸造学会 [編] 116.9 (2021): 662-669