

酒テクニカルレポート

熟成酒は「おり」で進化する？

令和 6 年 9 月

名古屋国税局鑑定官室

はじめに

日本酒(清酒)は長期間熟成すると古酒香、熟成香と呼ばれる特徴的な香味が備わることから、熟成酒(長期貯蔵酒又は古酒とも呼ばれます)は、フレッシュな吟醸香を楽しむタイプとは異なる価値を持つ商品として古くから親しまれています。

清酒の熟成による成分の変化等については、これまで多くの研究¹⁻⁵⁾が行われていますが、長期間の熟成を研究するには多大な年数がかかり、これまでに得られた熟成酒の特性や熟成のメカニズムについての知見は多いとは言えない状況です。

清酒は、ある程度の期間熟成すると「おり」が発生することが経験上知られています。「約10年前後の熟成期間を経て、酒の味わいが飛躍的に軽くなり、品格を備えた古酒に脱皮する」として、同時期に発生する「おり」との関係の可能性を指摘する製造者もありますが⁶⁾、長期熟成に伴う「おり」の発生に関するメカニズムやそれに伴う酒質の変化については明らかになっていません。

今回、長期に熟成された吟醸酒について、「おり」の発生の有無に着目して成分分析や官能評価試験を行い、「おり」が発生した清酒の上澄み液はタンパク質含量が顕著に少ないことが確認できました。

実験方法

1. 試料

名古屋国税局では、毎年酒類鑑評会を開催しています。この会は、管内で製造された清酒の品質評価を行い、その結果に基づき優秀な酒類製造技術を有すると認められる製造者を顕彰することにより、酒類製造技術の進歩・発展を促し、管内酒類の品質向上を図ることをもって酒類業の健全な発達に資することを目的としています。毎年の鑑評会の審査や出品者が官能評価を行う研究会の残余清酒は、貯蔵に関する研究等のため長年にわたって一定条件下で保管管理しています。

今回、名古屋国税局鑑定官室酒庫(15℃設定)において、720ml 容瓶で保管している大吟醸酒を長期貯蔵清酒の研究対象としました。同試料は名古屋国税局酒類鑑評会に管内製造者から出品された出品酒の審査残酒を、調査研究の目的のため各開催年度毎にブレンド調製したものであり、平成 2 年度開催分(平成 2 醸造年度、貯蔵年数 34 年)から令和 4 年度開催分(令和 3 醸造年度、貯蔵年数 1 年)までの貯蔵酒となります。

平成 20 年度から令和 4 年度までは、酵母の生成する香気成分のタイプにより、従来のタイプのもの(伝統型)と、近年の吟醸香の主流であるカプロン酸エチルを多く生産するタイプのもの(その他)の 2 系統に区分して審査を行っていることから、平成 20 年度から令和 4 年度までの 15 年分は、2 系統の試料計 30 点を対象試料としました。平成 19 年以前(貯蔵年数 16 年以上)は酵母の区分は設けておらず、各年 1 点を対象試料としましたが、平成 12 年度及び平成 14 年度開催分については保管されていなかったため、当該開催年分を除いた平成 2 年度から平成 19 年度までの 16 年分 16 点を対象としました。これら

合計の 46 点を対象試料としました(表 1)。

表 1 試料一覧及び「おり」の発生有無

醸造年度		貯蔵 年数	区分		「おり」の有無※	
和暦	西暦					
R4	2022	1	吟醸酒（伝統型）	吟醸酒（その他）	-	-
R3	2021	2	吟醸酒（伝統型）	吟醸酒（その他）	-	-
R2	2020	3	吟醸酒（伝統型）	吟醸酒（その他）	-	-
H31	2019	4	吟醸酒（伝統型）	吟醸酒（その他）	-	-
H30	2018	5	吟醸酒（伝統型）	吟醸酒（その他）	-	-
H29	2017	6	吟醸酒（伝統型）	吟醸酒（その他）	-	-
H28	2016	7	吟醸酒（伝統型）	吟醸酒（その他）	-	-
H27	2015	8	吟醸酒（伝統型）	吟醸酒（その他）	-	-
H26	2014	9	吟醸酒（伝統型）	吟醸酒（その他）	-	-
H25	2013	10	吟醸酒（伝統型）	吟醸酒（その他）	-	-
H24	2012	11	吟醸酒（伝統型）	吟醸酒（その他）	-	-
H23	2011	12	吟醸酒（伝統型）	吟醸酒（その他）	-	+
H22	2010	13	吟醸酒（伝統型）	吟醸酒（その他）	-	++
H21	2009	14	吟醸酒（伝統型）	吟醸酒（その他）	-	+
H20	2008	15	吟醸酒（伝統型）	吟醸酒（その他）	-	++
H19	2007	16		吟醸酒		++
H18	2006	17		吟醸酒		+++
H17	2005	18		吟醸酒		++
H16	2004	19		吟醸酒		++
H15	2003	20		吟醸酒		+++
H13	2001	22		吟醸酒		+++
H11	1999	24		吟醸酒		+++
H10	1998	25		吟醸酒		+++
H9	1997	26		吟醸酒		+++
H8	1996	27		吟醸酒		++
H7	1995	28		吟醸酒		+++
H6	1994	29		吟醸酒		+++
H5	1993	30		吟醸酒		+++
H4	1992	31		吟醸酒		+
H3	1991	32		吟醸酒		+++
H2	1990	33		吟醸酒		+++

※ 「おり」発生無-、「おり」が確認できたものは発生量を 3 段階(+、++、+++)にて評価

2. 分析方法

味に関する成分の分析値である、酸度(酸味)、アミノ酸度(旨味、苦味)、グルコース濃度(甘味)の分析を行いました。また、無味とされていますがタンパク質についても分析を行いました。

酸度及びアミノ酸度について、酒類総合研究所標準分析法⁷⁾により測定しました。グルコース濃度について、全自動グルコース測定装置 GA06 (A&T 製) により測定しました。タンパク質について、Bradford 色素結合法に基づきウシ血清アルブミンを標準とした Bio-Rad 社製 Protein Assay により測定しました。

「おり」の発生の有無については、貯蔵瓶外部から目視で確認し、発生が確認できたものは、「おり」の発生量を定性的に 3 段階で評価しました。

3. 官能評価

「おり」の発生の有無により、酒質の差異があるかを確認する目的で官能評価を行いました。官能評価パネルは名古屋国税局鑑定官室員 3 名、名古屋国税局酒税課等職員 16 名、あいち産業科学技術総合センター食品工業技術センター職員 3 名の計 22 名で構成しました。「おり」の発生した 3 年分と「おり」のない 3 年分の長期熟成酒計 6 点の上澄み液について、ランダムに配置して酒質のなめらかさについて 5 段階評価を実施しました。官能評価は令和 5 年 7 月 4 日に実施しました。

評価結果の解析には、統計フリーソフト R(version4.2.1)を用いて行い、一般化線形混合モデル解析(GLMM)を実施するため lme4 パッケージを、多重比較検定を実施するため multcomp パッケージを活用しました。

結果及び考察

1. 「おり」の有無と成分値

「おり」の発生している貯蔵酒について、年数に応じて少しずつ連続的に「おり」が増加している様子は見られず、「おり」の発生がはっきりと確認できるものと発生が見られないものに分類されました(表 1、図 1)。

貯蔵年数	5	10	11
「おり」 無			
貯蔵年数	12	15	20
「おり」 有			

図 1 貯蔵年数による「おり」の発生状況(吟醸酒(その他))

「おり」の発生しているものは、酵母タイプの区分のない貯蔵年数 16 年以上の試料全点と、カブロン酸エチル高生成の酵母タイプ(その他)の 15～12 年貯蔵の試料の合計 20 点でした。カブロン酸エチル高生成の酵母タイプの 11 年貯蔵以下の貯蔵酒と、伝統型の酵母タイプの 15 年貯蔵以下の貯蔵酒の合計 26 点は「おり」の発生は見られませんでした。

「おり」の発生の有無別に区分した成分値を表 2 に示します。「おり」の発生の有無の差による各分析値の平均値について welch 検定を行ったところ、グルコース濃度と酸度については、「おり」の発生の有無による分析値の有意差は認められませんでした($p>0.05$)が、アミノ酸度は「おり」の発生した試料が高く、タンパク質濃度は「おり」の発生した試料の方が低い差が認められました($p<0.01$)。

表 2 「おり」発生別成分値

	「おり」無し (n = 26)		「おり」有り (n = 20)		<i>p</i> 値 (Welch t-test)
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
グルコース(g/dl)	2.38	0.64	2.64	0.31	0.084
酸度	1.41	0.079	1.38	0.072	0.147
アミノ酸度	1.02	0.086	1.17	0.088	<0.001
タンパク質(mg/ml)	0.051	0.0089	0.009	0.0088	<0.001

各試料の貯蔵年数に対するグルコース濃度のプロットを図 2 に示します。

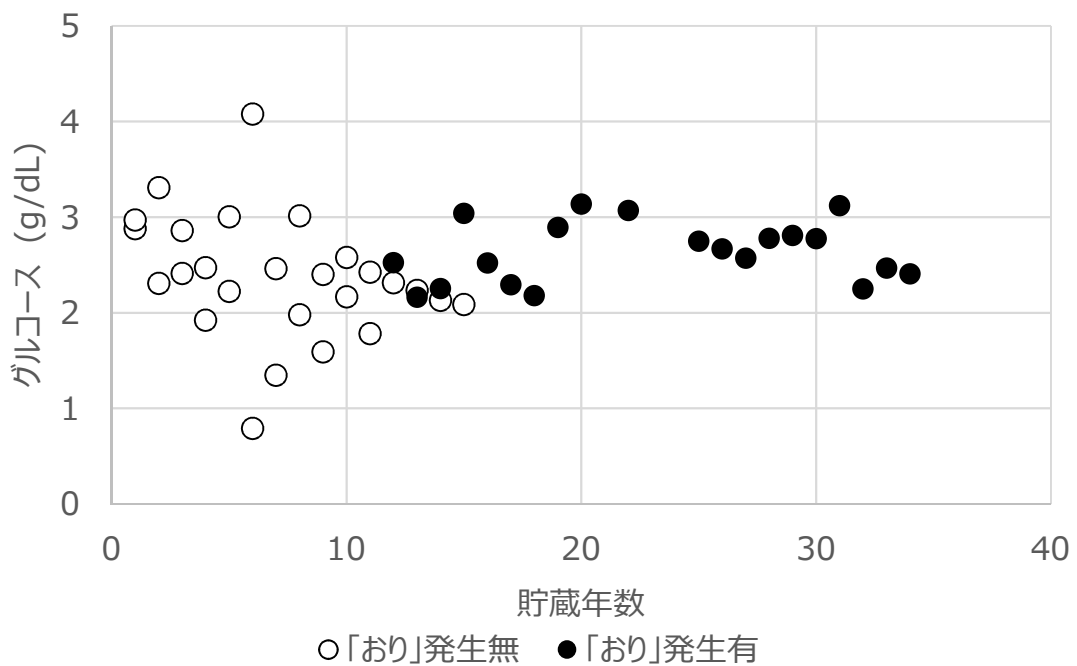


図2 貯蔵年数に対するグルコース濃度

グルコースは甘味を感じる成分であり、清酒の甘辛を決める主成分になります。「おり」の発生の有無により平均値の差異はありませんでしたが、近年の試料ではグルコース濃度のばらつきが大きい傾向がありました。グルコース濃度が高い試料については、近年、製麹に用いる種麹に高グルコアミラーゼ菌を使用する例が増えてきてグルコース濃度が高い吟醸酒が生成されていることで説明できますが、グルコース濃度が低い理由は明らかではありません。近年の温暖化傾向により原料米の高温障害によって醪での溶解性が悪い年があることが原因である可能性も考えられます。

各試料の貯蔵年数に対する酸度のプロットを図3に示します。

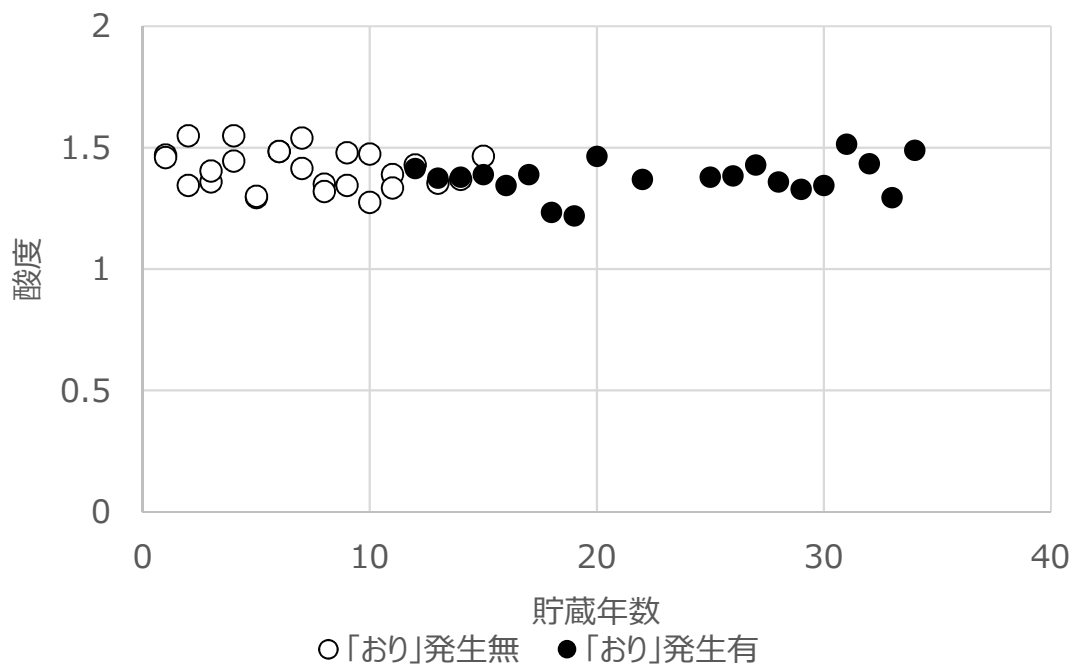


図3 貯蔵年数に対する酸度

酸度は清酒中に含まれる酸の量を表し、酸度が高いほど酸味が増します。また酸は、グルコース量が同じであれば酸が多いほど辛口に感じる呈味成分です。酸度は貯蔵年数に関わらずほぼ一定であり、吟醸酒として生成した時から貯蔵による変化がほとんどないことが推測されます。

各試料の貯蔵年数に対するアミノ酸度のプロットを図4に示します。

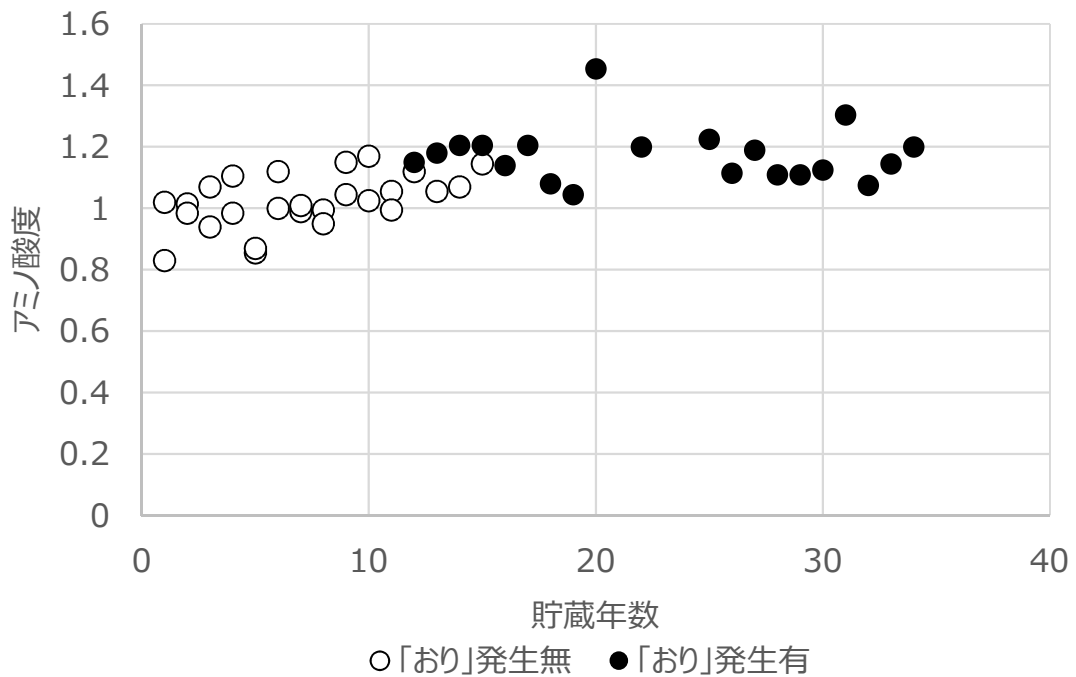


図4 貯蔵年数に対するアミノ酸度

アミノ酸度は清酒中に含まれる各種アミノ酸の総量を表し、清酒中に適量存在すると旨味や味の幅が増しますが、含有量が多いと苦味やエグ味など味がくどく感じられる呈味成分です。吟醸造りではアミノ酸度が高ならないような原料処理や麹造りが行われています。アミノ酸度は貯蔵年数が長いほど高い傾向が見られ、「おり」の発生の有無に関わらず年数に従ってゆるやかに連続的に変化している分布を示しました。

「おり」の発生したものは貯蔵年数が長く、発生していないものは貯蔵年数が短いため、「おり」の発生有無で区分した際に平均値の差異として検出されましたが、「おり」の発生有無の境界年数の前後での顕著な変化が見られないことから、「おり」の発生それ自体がアミノ酸度の増減に及ぼす影響はないものと推測されます。

独立行政法人酒類総合研究所が開催する全国新酒鑑評会出品酒のアミノ酸度は、昭和 19 年度に最大値 3.1 を記録し、以降低下し、平成元年以降は 0.9～1.0 の値で推移しているとの報告⁸⁾があり、日本酒百年貯蔵プロジェクトの 10 年目の分析値からは、貯蔵によりアミノ酸は主に減少するが、増加する場合もあるとの報告⁵⁾があります。このことから、長年の造りの変化により、新酒の段階のアミノ酸度が年々徐々に下がってきたことが貯蔵酒の分析値に反映されたものと考えられます。

各試料の貯蔵年数に対するタンパク質濃度のプロットを図 5 に示します。

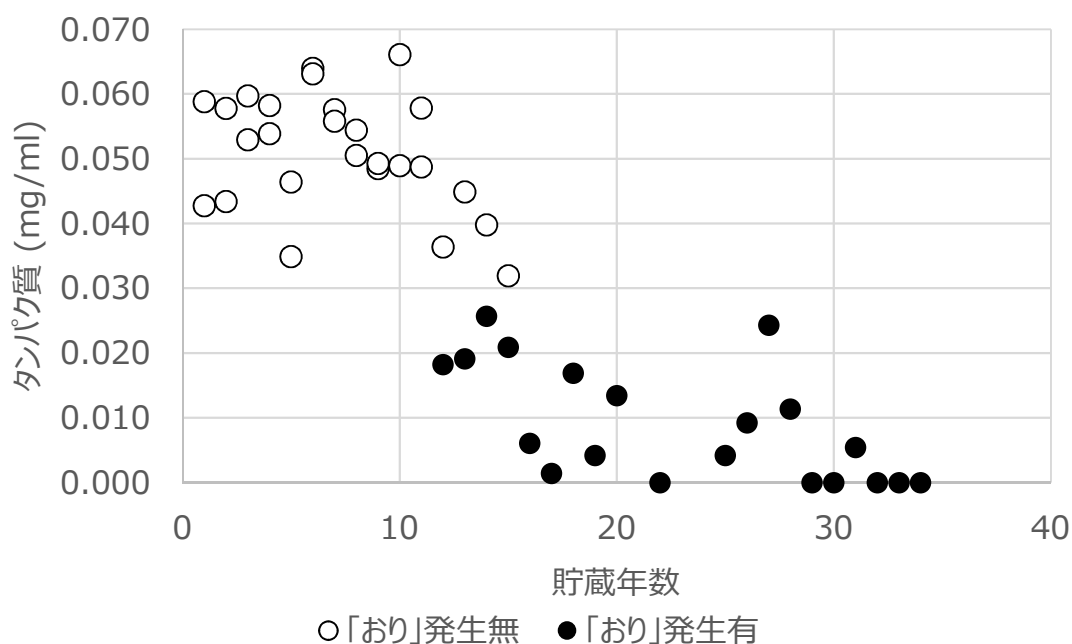


図 5 貯蔵年数に対するタンパク質濃度

清酒中に含まれるタンパク質は、米に含まれるタンパク質や米麴に含まれる酵素などに由来しており、味への影響はほぼ無いと言われています。「おり」の発生している試料の上澄み

液のタンパク質濃度は、発生していない試料に比べて顕著に低く、経年変化により連続して減少しているのではなく、「おり」の発生により大幅に減少したと考えられます。「おり」が発生していた平成 15 年試料について「おり」混濁部のタンパク質濃度を分析したところ、0.176mg/ml と「おり」の発生していない試料の約 3 倍程度と高い濃度が測定されたことから、清酒中に含まれていたタンパク質が「おり」の発生に伴い「おり」に移行して、上澄み液のタンパク質濃度が大幅に減少したと推測されます。

また、今回対象とした鑑評会出品酒の吟醸酒は、精米歩合 30～40%程度まで米を磨き、麴の生育量を抑えて、低温発酵により蒸米の溶解を抑えて長期間発酵させるなどの吟醸造りを行っていることから、通常の造りの清酒と比べて、酸度やアミノ酸度が低い傾向があります。タンパク質についても原料米の溶けが少ないことなどから生成時の濃度も比較的低いことが推測されます。このことから、様々な造りの清酒の中では吟醸酒は「おり」の生成が遅く、発生量も少ないと考えられ、吟醸造り以外のタンパク質含量が高い清酒では 10 年以内に貯蔵による「おり」が発生する可能性が高いと考えられます。実際に長期貯蔵用に原料米の溶解を進める造りをしている製造者では、製成後 1 年以内に「おり」が発生して、除去して製品化しているとのことでした。

2. 官能評価

「おり」の発生した試料の混濁部については、赤褐色を呈しており、苦味やエグ味、収斂

味が強く感じられました(図 6)。清酒中に溶けていたタンパク質が貯蔵中の変化により析出した際に、熟成により生成した呈味成分も含めて沈殿していると考えられます。主に新酒のタンパク混濁を防ぐために残存酵素を除去する「おり下げ」という処理を行うと、酵素だけでなく高分子物質も除去するので酒質が軽くなる傾向がありますが、同様に上澄み液については、これら呈味成分が取り除かれ、なめらかさや味のきれいさが向上していることが想定されます。

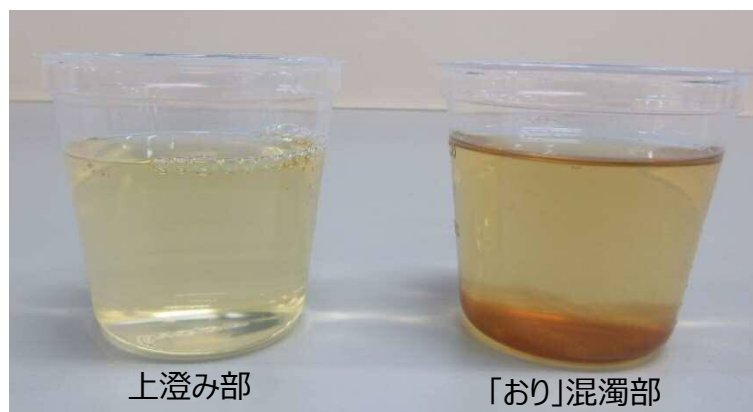


図 6 「おり」発生試料における上澄み部と「おり」混濁部

味のなめらかさについて実施した官能評価結果について、一般化線形混合モデル (GLMM)により、なめらかさの得点を目的変数、「おり」の発生有無と評価試料を固定効果、パネルをランダム効果として尤度比検定を行ったところ、評価試料間の有意差は見られましたが、「おり」の発生の有無による差は見いだせませんでした。なめらかさの評価の各試料の得点について、Tukey の多重比較を行った結果を図 7 に示します。

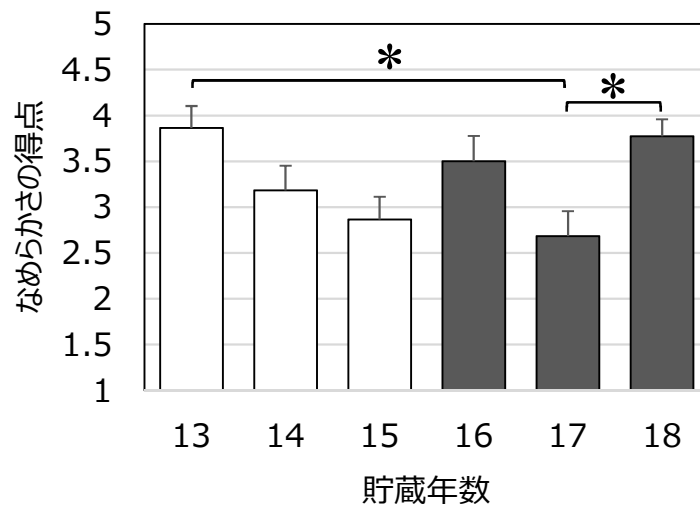


図7 なめらかさの官能評価結果の平均値
 黒棒グラフは「おり」の発生した試料を示し、*は統計的有意差($p<0.05$)があることを示します

今回評価に供した 6 年分の試料では、醸造年の違いによる酒質差(いわゆるヴィンテージの概念)の方が「おり」の発生に伴う酒質変化よりも大きかったと推測されます。

同一試料の「おり」発生による酒質変化について、「おり」発生前後の試料を同時に比較評価することは困難であり、「おり」の発生による酒質への影響を検証するには、より多くの醸造年の試料による評価を行う必要があると考えられます。

まとめ

長期熟成酒について、熟成年数毎に「おり」の発生の確認、成分分析及び酒質のなめらかさの官能評価を行いました。貯蔵年数が 10～15 年より長い試料では「おり」の発生が確認され、上澄み液の成分値においてタンパク質が減少していました。「おり」は赤みを帯びて苦味、収斂味などを呈しており、長期熟成によりタンパク質を含む成分が凝集沈殿すること

により酒質の変化が生じていることが示唆されます。ただし、酒質変化の程度については、醸造年の違いを上回るほど劇的な変化は見られませんでした。

謝辞

長期熟成酒のなめらかさの官能評価にあたっては、あいち産業科学技術総合センター食品工業技術センター発酵バイオ技術室の先生方にパネルとしてご協力をいただきました。御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 佐藤信ら：日本醸造協会誌, **69**, 595-598 (1974)
- 2) 大場俊輝ら：日本醸造協会誌, **76**, 487-490 (1981)
- 3) 吉沢淑ら：日本醸造協会誌, **89**, 481-488 (1994)
- 4) 磯谷敦子：日本醸造協会誌, **104**, 847-857 (2009)
- 5) 磯谷敦子ら：日本醸造協会誌, **117**, 181-194 (2022)
- 6) 白木善次：日本醸造協会誌, **93**, 82-86 (1998)
- 7) 標準分析法注解編集委員編, 酒類総合研究所標準分析法注解(公益財団法人日本醸造協会, 東京), 24-31
- 8) 後藤邦康：日本醸造協会誌, **107**, 149-159 (2012)