

ノ ー ト

日本酒に含まれる美肌成分「 α -EG」高含有パウダーの開発とその活用

大渡 康夫*・上野 祐美**・太田 ゆかり*・牧野 正知*・秋吉 渚月*・渡部 忍*
・小村 浩司***・森井 康隆***・寺戸 史浩***

1. 目 的

生物機能応用技術開発プロジェクトでは、鳥根県ゆかりの素材を用いた競争力・付加価値の高い美容健康関連製品の開発を目的として、生物機能、特に微生物の働きによる発酵技術を用いた新規素材および製品の開発や販路開拓の支援を進めている。鳥根県は「日本酒発祥の地」とも言われるように、古くから日本酒とゆかりのある地域である¹⁾。今般の新型コロナウイルス感染症の拡大により酒類の国内消費が減少する中、奥出雲酒造株式会社（以下、奥出雲酒造）から日本酒の新たな事業展開の相談を受け、共同で日本酒の有効活用方法を模索したなかで、日本酒に多く含まれる有効成分 α -EG（エチル- α -D-グルコシド）に注目した。

α -EGは、日本酒の醸造過程において麹菌がもつ酵素により、オリゴ糖とエタノールを基質として生成され²⁾、日本酒中には0.2~0.7%の濃度で含まれており、ビールやワインなどの他の醸造酒と比較すると非常に多い³⁻⁵⁾。最近の研究では、 α -EGを皮膚の真皮層にある線維芽細胞に与えると、細胞増殖が促進すること、また α -EGを含む日本酒や酒粕の経口摂取により、肌のコラーゲンの産生が促進することが報告されるなど、 α -EGの美肌効果が科学的にも証明されている⁶⁻⁸⁾。そのため、 α -EGの機能性に着目し、新たに α -EGを高含有した日本酒の製造法が開発され⁹⁾、消費者に美容効果をイメージさせる日本酒がすでに販売されている。味に焦点を当てると、 α -EGは口に含むと苦味と甘味の両面を持つ特徴があり、日本酒特有の苦味や濃厚味を構成する重要な因子の1つとして考えられている³⁾。 α -EGの呈味閾値は、苦味の方が甘味に比べて低い³⁾。そのため機能性を優先させ α -EGを高含有化させると、従来の日本酒との差別化はできるものの、嗜好品としての味に課題が生じる。

筆者らは、効率よく α -EGを摂取するために、日本酒に含まれる α -EGを高含有化する方法について検討し、奥出雲酒造が日本酒を蒸留して焼酎を製造する際に生じる副産物の蒸留残渣液に着目した。蒸留残渣液には揮発されな

かった成分が濃縮され、 α -EGも含まれている¹⁰⁾。しかし、蒸留残渣液にはアルコール分がほとんど含まれていないため、保存性能に欠けることが分かった。そこで蒸留残渣液をパウダー化することによって、 α -EGの保存性の改善や食品加工適性を高めつつ高含有化を試み、得られる α -EG高含有パウダーは、機能性をもつ新規素材として活用できると考えた。

本稿では、日本酒に含まれる美肌効果を有する α -EG高含有パウダーの開発およびパウダーを活用した製品開発の一連の取組みを報告する。

2. 方 法

2.1 試料

α -EG量を分析するための日本酒5点、濁酒（その他の醸造酒）1点、甘酒1点は奥出雲酒造の製品を用いた。日本酒は精米歩合が80%~40%までの純米酒、純米吟醸酒、純米大吟醸酒を分析に供した。

2.2 α -EGの定量

高速液体クロマトグラフィー（HPLC）分析装置には、UltiMate 3000 HPLCシステムおよびCorona Veo 荷電化粒子検出器（Thermo Fisher Scientific）を用いた。分析条件は表1のとおりである。

表1 α -EG分析条件

カラム	TSKgel Amide-80 HR 5 μ m (4.6 mm \times 250 mm)
移動相	0.1%ギ酸/0.1%ギ酸アセトニトリル (0-6 min, 15%/85% \rightarrow 15 min, 80%/20%)
流速	1.0 ml/min
カラム温度	60 $^{\circ}$ C
注入量	5 μ L

2.3 日本酒エキスパウダーの開発

ロータリー式エバポレーター（REN-1000, IWAKI）を用いて日本酒の濃縮・蒸留を行った。具体的には、1L容の試料フラスコに入った日本酒（精米歩合70%、アルコール度数19度、純米酒原酒）600mLを減圧下で50 $^{\circ}$ Cの恒温水槽に浸け、回転しながら約30分間蒸留した。蒸気は冷却器によって冷やされて凝縮し、受けフラスコに留液約260mL

*生物機能応用技術開発プロジェクトチーム、**生物機能応用技術開発プロジェクトチーム（現：食品技術科）、***奥出雲酒造株式会社

を回収し、試料フラスコに残った蒸留残渣液約340mLを分留した。この操作を3回行い(全量1.8L)、蒸留残渣液を合わせたものを「日本酒エキス」と呼ぶことにした。

続いて、日本酒エキスをパウダー化するためにスプレードライヤー(GB22B, ヤマト科学)を用いて噴霧乾燥を行った。日本酒エキス100mL(固形分7.7%)に対し、賦形剤としてデキストリン水和物(富士フィルム和光純薬)30gを加え、加温溶解させた。乾燥条件は表2のとおりである。噴霧乾燥終了後、サンプル容器に回収された日本酒エキスパウダーの重量を計量し、これを回収量とした。回収率は以下の式より算出した。

$$\text{回収率(\%)} = \frac{\text{回収量(g)}}{\left[\begin{array}{c} \text{日本酒エキスの} \\ \text{固形分重量(g)} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{賦形剤} \\ \text{添加量(g)} \end{array} \right]} \times 100$$

表2 スプレードライヤー乾燥条件

乾燥空気量	0.50 m ³ /min
入口温度	120 ℃
出口温度	74~78 ℃
試料送液量	目盛1~2 (約1~5 ml/min)
噴霧空気圧力	1.0 kgf/cm ²

2.4 日本酒エキスパウダーを使った食品試作

(1) そば、うどん

原料の粉(そば:強力粉+そば粉, うどん:中力粉)に対して10%量の日本酒エキスパウダーを加えて、ヌードルメーカー(HR2365/01, Philips)を用いて試作した。

(2) 食パン

原料の強力粉に対して10%量の日本酒エキスパウダーを加えて、ホームベーカリー(SD-BM104, Panasonic)を用いて試作した。

(3) パウンドケーキ, クッキー, シフォンケーキ

原料の薄力粉に対して、10%量の日本酒エキスパウダーを加えてオープンを用いて試作した。

3. 結果および考察

3.1 日本酒に含まれるα-EG量

日本酒は、原料や製造方法などの違いによって純米酒や純米吟醸酒、純米大吟醸酒などに分類される¹¹⁾。どのようなタイプの酒類にα-EGが多く含まれるかを確認することは非常に重要であるため、精米歩合や製法が異なる日本酒のα-EG量を分析した(図1)。α-EG含量は、精米歩合80~70%の純米酒2点が0.61%と0.71%に対し、精米歩合55~40%の純米吟醸酒1点および純米大吟醸酒2点は0.13~0.23%であった。精米歩合とα-EG量の関係から、精米歩合が高くなるほど(お米を磨いていないほど)、日本酒中のα-EG量が多くなりやすくなると推察できた。また、濁酒(精米歩合非公表)と甘酒のα-EG量は、濁酒が0.32%、甘酒からは検出されなかった。濁酒は日本酒と同じように、

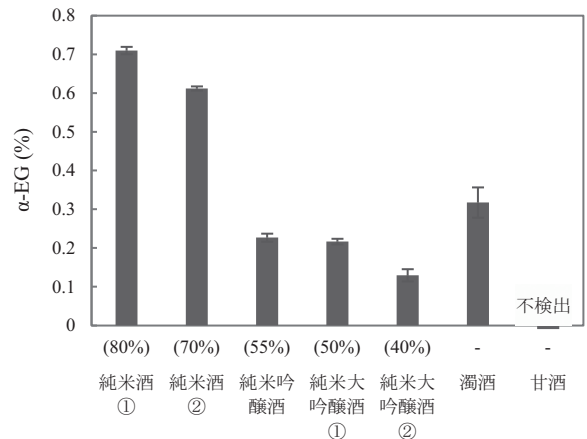


図1 日本酒, 濁酒, 甘酒のα-EG分析

カッコ内の数字は精米歩合を表す。

平均値±標準偏差 (n=2)

麹菌の酵素による澱粉の糖化反応と酵母菌によるアルコール発酵が同時に並行して進行し醸造中にα-EGが生成された一方で、甘酒は麹菌の糖化反応のみで造られ、アルコールが存在しないためα-EGは生成されなかったと考えられた。

3.2 日本酒エキスパウダーの開発

奥出雲酒造では日本酒を減圧蒸留して焼酎を製造しているが、焼酎になるのは原料の容量に対して4割程度で、残りの6割は蒸留残渣液として廃棄処分されている。しかし、この蒸留残渣液にはアルコールや香気成分以外の揮発しにくいα-EGを含む有効成分(有機酸, アミノ酸, 糖類など)が濃縮して存在する。筆者らは、この蒸留残渣液をα-EGを高含有する「日本酒エキス」として有効活用することを検討した(図2)。

ロータリー式エバポレーターを用いて日本酒を減圧蒸留し、日本酒エキスを回収した。α-EG分析の結果、原料の日本酒(0.52%)に対して、回収した日本酒エキスでは約1.7倍の0.90%に増加した(図3A中央)。しかし、日本酒エキスにはアルコールが揮発してほとんど残っておらず、カビなど雑菌が繁殖してしまうため、冷凍保存するなど保存性に欠けるという問題が生じた。そこで、さらなるα-EGの高濃度化と保存性・食品加工適性の向上を目指して、日本酒エキスを熱風中に噴霧し、瞬間的に乾燥を行うスプレードライ製法によってパウダー化することにした。産業技術センターで行ったラボスケールでのスプレードライ噴霧乾燥の回収率は73.5%であり、比較的効率よく粉体の日本酒エキスパウダーが出来上がった。日本酒エキスパウダーの性状はほぼ白色粉末で、水に溶けやすく、口を含むと日本酒の風味が感じられた。α-EG濃度は原料の日本酒に対して約6.8倍の3.56%にまで増加し、高濃度化することができた(図3A右)。また、α-EG以外の日本酒由来の有効成分である有機酸やアミノ酸も、原料の日本酒に対して4~6倍程度増加していることを確認した(デー

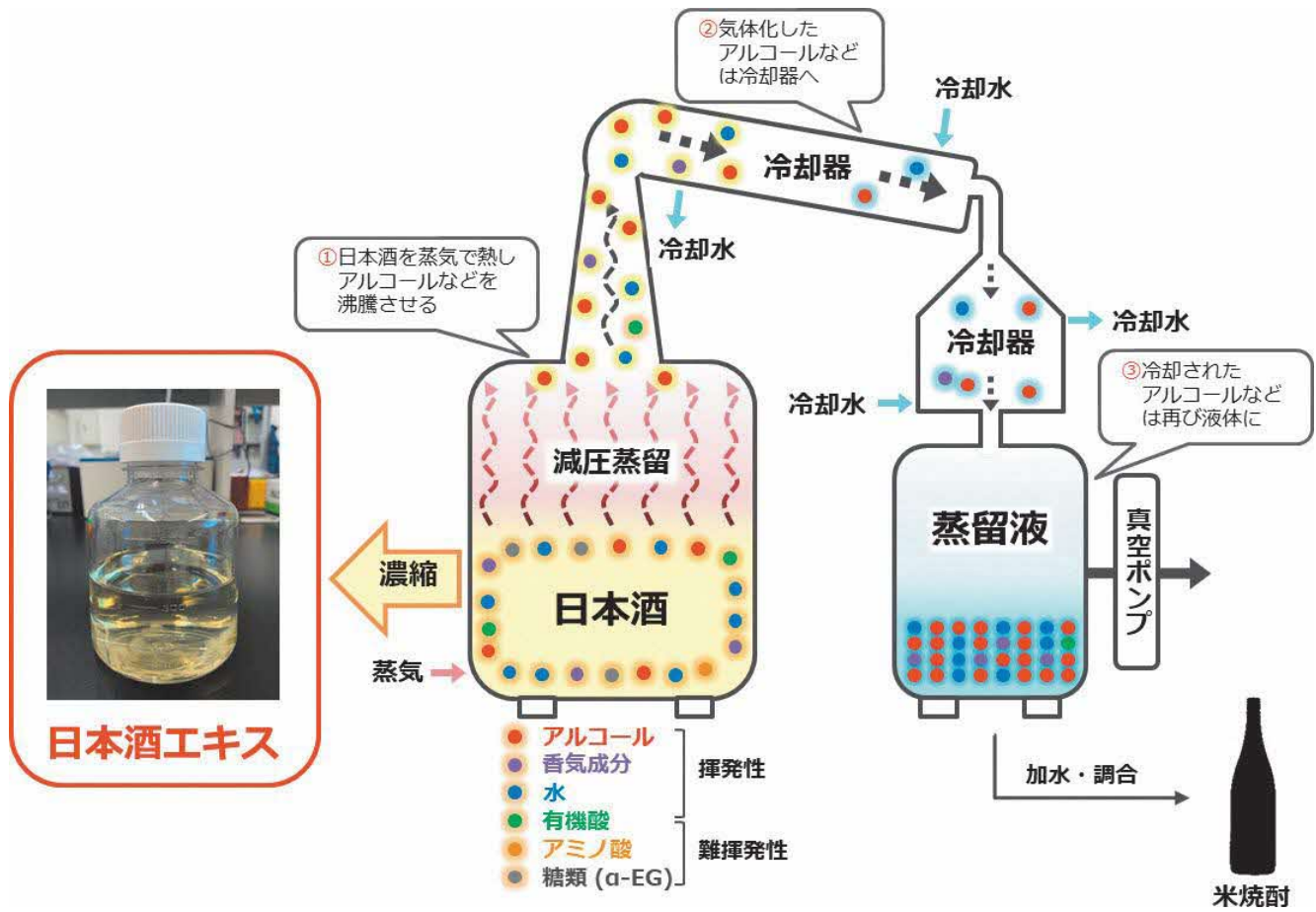


図2 焼酎製造工程における蒸留残渣液（日本酒エキス）の有効活用

タ非掲載). 有機酸やアミノ酸は、天然保湿因子natural moisturizing factors (NMF) として皮膚の表面にある角層の保湿機能に大きく関与することが報告されている¹²⁾. パウダー化することでこれら日本酒由来の有効成分も高濃度化することが可能であることが分かった.

ラボスケールの結果をもとに、パイロットスケールでの日本酒エキスパウダー生産試験を行った。奥出雲酒造で生産した総量100Lの日本酒エキスを原料に、ヤマノ株式会社（島根県安来市）にて大型のスプレードライヤーによる噴霧乾燥を実施した。出来上がった日本酒エキスパウダーの外観と性質について図3Bと表3に示す。 α -EG濃度はラボスケールテストと同等以上の3.9%含まれていた。水分活性値0.185（AquaLab 4 TE, メータージャパン）は、カビ予防が可能な低値であり、一般生菌数と大腸菌群も食品衛生上問題がなかった。パウダーの状態は、粒子径がほぼ均一に揃っておりサラサラとした触感があり、賦形剤のデキストリンの添加量を減らしても良好なパウダーが得られる可能性があったため、今回以上の α -EG高濃度化が可能と考えられた。

3.3 日本酒エキスパウダーを使った食品試作

日本酒エキスパウダーは、水溶性でアルコールを含まないことから汎用性が高く、各種食品への配合が可能である。

表3 日本酒エキスパウダーの性質

α -EG 濃度	3.9 %
水分活性	0.185
一般生菌数	300未満 cfu/g
大腸菌群	陰性

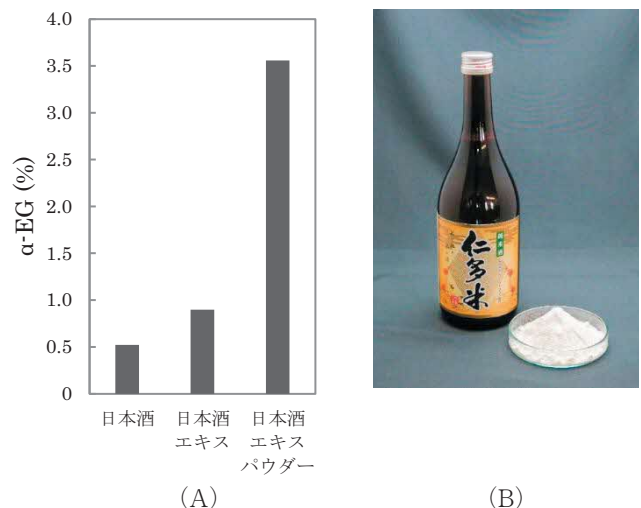


図3 日本酒エキスパウダーの α -EG量および外観

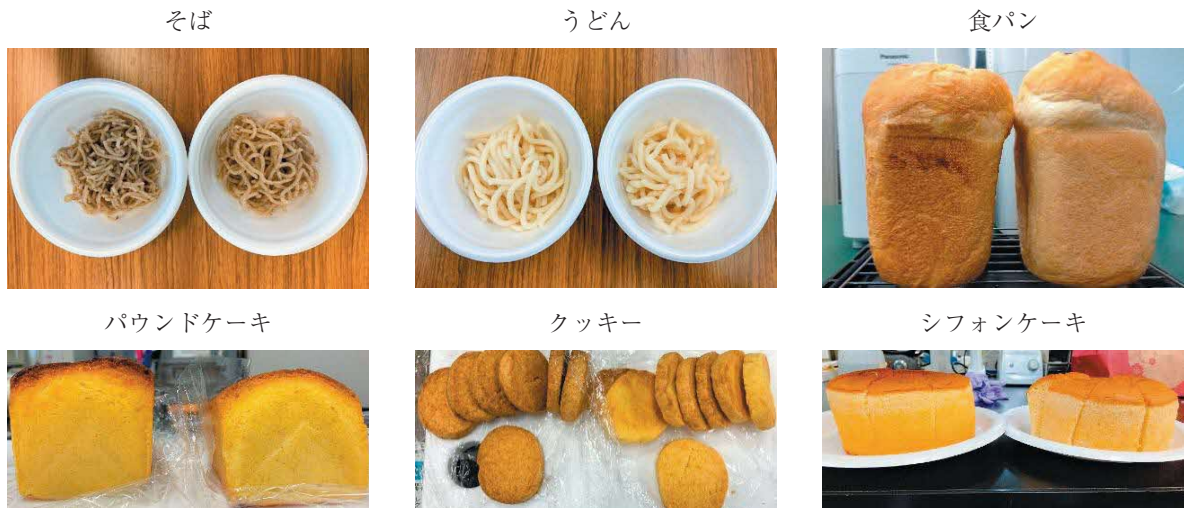


図4 日本酒エキスパウダーを使った食品試作
(すべて左側がパウダー入り)

また α -EGは熱および酸に対する安定性が高く全く分解しないため¹³⁾、加熱やpH調整などを伴う食品加工に対しても問題なく使うことができる。そのため、様々な食品に対して美肌効果を有する新規素材として活用できると考えられた。

そこで、日本酒エキスパウダーを使った食品の試作を行った(図4)。島根県の特産品である出雲そばへの添加を期待したそばに加え、うどんを試作した。センターの職員7名で試食した際の評価は「見た目や食感についてはほとんど影響しない」、「香りはわずかに日本酒の香りを感じたが、つゆと一緒に食べると感じない程度」、「味はほとんど影響しないが、わずかに甘味やコクを感じる」という意見があった。その他に、食パンやお菓子でケーキやクッキーなども試作した。これらは粉の重量に対して日本酒エキスパウダーを10%量加えており、出来上がりの外観は、わずかに焼き色が付きやすい印象があり、これはエキスに含まれるグルコースなどの糖類が影響したと考えられた。また味については、ほのかに日本酒の甘味や旨味のような風味が感じられた以外は、ほとんど素材の味を邪魔することは

なかった。 α -EGの食品に及ぼす調理効果として、素材の風味(臭い、味)を改善し、旨味を引き立てる効果があることが報告されている¹⁴⁾。今回の日本酒エキスパウダーを添加した食品試作の結果でも、外観や食感などへの影響は少なく、甘味や旨味、コクなどの付与効果を発揮すると考えられた。

3.4 日本酒エキスパウダーを活用した商品開発

「美肌」をキーワードに、 α -EGを高含有する日本酒エキスパウダーを活用した商品開発の支援を行った。有限会社井山屋製菓(島根県出雲市)より、日本酒エキスパウダーを活用した第1弾商品として「やわ肌白いロールケーキ」が商品化された(図5左)。生地にパウダーを練り込み、美肌のイメージに合わせてふんわりと柔らかく真っ白なロールケーキに仕上げている。産業技術センターで分析を行い、 α -EGを想定量含むことを確認した。消費期限の制約があり、現在は店頭販売のみだが、急速冷凍によりネット販売も計画されている。さらに、同じく日本酒エキスパウダーを使い焼き上げた「やわ肌フィナンシェ」も同社から商品化されている(図5右)。こちらは常温で日持



図5 日本酒エキスパウダー入り商品「やわ肌白いロールケーキ」と「やわ肌フィナンシェ」
(写真：公益社団法人 島根県観光連盟より提供¹⁶⁾)

ちもするため、お土産品としても喜ばれる商品になっている。この日本酒エキスパウダー関連商品のPRの場として、2021年11月30日に鳥根県庁で記者発表を行った¹⁵⁾。発表後、新聞やニュースなど各方面で取り上げられ、製パン業、製麺業、水産練り製品業など県内のみならず県外の事業所からも問い合わせを受けており、現在様々な美肌商品の開発が企画されている。

4. 最後 に

今回の取り組みにおいて、液体である日本酒をパウダー化することによって、これまで混合することが難しかった乾燥原料との組み合わせも可能となり、汎用性が広がった。また、日本酒エキスパウダーはノンアルコールであり子供や妊娠中の方も安心して食べることができる。これまで日本酒と縁がなかった方にも日本酒の美肌効果を楽しんでもらえる良いきっかけづくりに日本酒エキスパウダーは使えると期待している。

現在、産業技術センターでは日本酒エキスパウダーを活用した商品開発の支援とともに、その商品を生かした観光との連携についても模索しており、「美肌県しまね」の観光コンテンツ造成の一つにつなげていきたいと考えている。

謝 辞

日本酒エキスパウダーの製造にご協力頂いたヤマノ株式会社代表取締役社長の富田哲兵氏およびパウダーを活用した新商品の開発・販売に取り組んで頂いた有限会社井山屋製菓代表取締役社長の坂根 俊氏に対して、ここに深謝の意を表す。また、やわ肌白いロールケーキとやわ肌フィナンシェの画像使用について協力頂いた公益社団法人 鳥根県観光連盟の石橋亜紀子氏に対して感謝の意を表す。

文 献

1) 鳥根県酒造組合. しまねは日本酒発祥の地. <https://shimane-sake.or.jp/birthplace> (参照：2022年8月)

- 2) 岡 智, 岩野君夫, 布川弥太郎. 清酒醸造過程におけるエチル α -D-グルコシドの生成. 日本農芸化学会誌. 1976, vol. 50, no. 10, p.463-468.
- 3) 岡 智, 佐藤 信. 清酒の風味構成に対するエチル α -D-グルコシドの寄与. 日本農芸化学会誌. 1976, vol. 50, no. 10, p.455-461.
- 4) 岡 智. 清酒中のエチル α -D-グルコシド. 日本醸造協会雑誌. 1977, vol. 72, no. 9, p.631-635.
- 5) 佐藤 信, 大場俊輝, 小林 健. 酒類中のエチル α -D-グルコシドの定量. 日本醸造協会雑誌. 1982, vol. 77, no. 6, p.393-397.
- 6) Bogaki, T.; Mitani, K.; Oura, Y.; Ozeki K. Effects of ethyl- α -d-glucoside on human dermal fibroblasts. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 2017, vol. 81, no. 9, p.1706-1711.
- 7) Mitsui, M.; Tokuda, K.; Machida, M.; Ozeki K. The effect of ingestion of an ethyl α -D-glucoside, a fermented product on human skin. *Journal of Biological Macromolecules*. 2021, vol. 21, no. 2, p.75-87.
- 8) 坊垣隆之, 尾関健二. エチル- α -D-グルコシド高含有酒類の開発とその保湿機能. 日本醸造協会誌. 2018, vol. 113, no. 6, p.336-345.
- 9) 坊垣隆之, 相良純一, 尾関健二. α -エチル-D-グルコシド高含有清酒の製造法の開発とその保湿効果. *食品・臨床栄養*. 2015, e2015, p.10-16.
- 10) Bogaki, T.; Ozeki K. High-yield production of ethyl alpha-D-glucoside in shochu brewing and evaluation of its functionality. *Journal of Biological Macromolecules*. 2015, vol. 15, no. 1, p.41-50.
- 11) 国税庁. 「清酒の製法品質表示基準 (平成元年国税庁告示第8号)」平成元年11月22日.
- 12) 平尾哲二. 皮膚の保湿メカニズム. *日本化粧品学会誌*. 2013, vol. 37, no. 2, p.95-100.
- 13) 広常正人. 清酒に含まれる α -エチルグルコシドの新たな機能性. *日本醸造協会誌*. 2004, vol. 99, no. 12, p.836-841.
- 14) 芳川憲司, 池田潔昭, 谷川弘晃, 山本一也, 宮本博文, 岡田茂孝. エチル- α -グルコシドの大量生産方法と食品への応用. *日本食品工業学会誌*. 1994, vol. 41, no. 12, p.878-885.
- 15) 鳥根県報道発表資料. 日本酒の美肌成分を用いた洋菓子が完成! . <http://www3.pref.shimane.jp/houdou/articles/155622> (参照：2022年8月)
- 16) 鳥根県観光連盟. やわ肌白いロールケーキ. <https://www.kankou-shimane.com/bihadaken-uruoi/report/souvenir/643/> (参照：2022年8月)