

ローズマリー抽出液を活用した酒類リキュールの
色安定性向上に関する研究

Application of rosemary extract to improve
the color stability of liqueur

2022 年

東京農業大学大学院 農学研究科

環境共生学専攻 博士後期課程

松本 雄大

目 次

序論	・・・6
第1章 ローズマリー抽出液の調製と酒類リキュールの色安定性評価	・・・20
第1節 試料の調製方法	・・・20
第1項 供試試料	
第2項 ローズマリー抽出液の調製方法	
第2節 実験方法	・・・21
第1項 ロスマリン酸含量の測定方法	
第2項 総ポリフェノール含量の測定方法	
第3項 有色模擬リキュール飲料の調製方法	
第4項 有色模擬リキュール飲料の極大吸収波長の特定	
第5項 色素残存率測定方法	
第6項 統計解析方法	
第3節 結果および考察	・・・23
第1項 抽出時のエタノール濃度がロスマリン酸抽出量と 総ポリフェノール量に及ぼす影響	
第2項 ローズマリー抽出液添加による色素残存率の変化	
第4節 要約	・・・27

第2章	ローズマリー抽出液の香味特徴とオフフレーバー成分の解明	・・・30
第1節	試料の調製および実験方法	・・・30
第1項	供試試料	
第2項	ローズマリー抽出液の調製方法	
第2節	実験方法	・・・30
第1項	ロスマリン酸含量の測定方法	
第2項	総ポリフェノール含量の測定方法	
第3項	有色模擬リキュール飲料の調製方法	
第4項	有色模擬リキュール飲料の極大吸収波長の特定	
第5項	色素残存率測定方法	
第6項	ローズマリー抽出液中のオフフレーバー成分の特定	
第7項	有色模擬リキュール飲料の官能評価方法	
第8項	ローズマリー抽出液中のオフフレーバー成分の特定	
第9項	統計解析方法	
第3節	結果および考察	・・・32
第1項	ローズマリー抽出液の香気成分分析	
第2項	有色模擬リキュール飲料の官能評価に及ぼすローズマリー抽出液 添加の影響	
第4節	要約	・・・35

第3章 有色リキュールの品質向上に有用なローズマリー抽出液の

抽出方法の検討	・・・37
第1節 試料の調製方法	・・・37
第1項 供試試料	
第2項 ローズマリー抽出液の調製方法	
（1）抽出エタノール濃度の条件	
（2）抽出温度の条件	
（3）抽出時間の条件	
（4）ローズマリー抽出液の濃縮条件	
第2節 実験方法	・・・38
第1項 有色模擬リキュール飲料の調製方法	
第2項 総ポリフェノール含量の分析方法	
第3項 ロスマリン酸含量の分析方法	
第4項 ローズマリー抽出液の香気成分の分析方法	
第5項 有色模擬リキュール飲料の極大吸収波長の特定	
第6項 色素残存率測定方法	
第7項 有色模擬リキュール飲料の官能評価方法	
第8項 統計解析方法	

第3節 結果および考察	・・・ 39
-------------	--------

第1項 抽出時のエタノール濃度が抽出液中のロスマリン酸、
総ポリフェノール含量、香気成分に及ぼす影響

第2項 抽出時の抽出温度が抽出液中のロスマリン酸、総ポリフェノール含量、
香気成分に及ぼす影響

第3項 抽出時の抽出時間が抽出液中のロスマリン酸、総ポリフェノール含量、
香気成分に及ぼす影響

第4項 ローズマリー抽出液を濃縮した場合の抽出液中のロスマリン酸、
総ポリフェノール含量、香気成分に及ぼす影響

第5項 各抽出条件で得られたローズマリー抽出液のリキュール色安定性評価

第4節 要約	・・・ 46
--------	--------

第4章 オフフレーバーが最も少ない抽出条件でのリキュールへの影響と

ローズマリー抽出液の特徴	・・・ 49
--------------	--------

第1節 試料の調製	・・・ 49
-----------	--------

第1項 供試試料

第2項 ローズマリー抽出液の調製

第2節 実験方法	・・・ 49
----------	--------

第1項 有色模擬リキュール飲料の調製方法

第2項 総ポリフェノール含量の分析方法

第3項	ロスマリン酸含量の分析方法	
第4項	ローズマリー抽出液の香気成分の分析方法	
第5項	有色模擬リキュール飲料の極大吸収波長の特定方法	
第6項	色素残存率測定方法	
第7項	有色模擬リキュール飲料の官能評価方法	
第8項	ローズマリー抽出液中の後味のよい成分の特定方法	
第9項	統計解析方法	
第3節	結果および考察	・・・51
第1項	オフフレーバーが最も少ない抽出条件でのリキュールへの影響	
第2項	ローズマリー抽出液の良好さを評価する指標	
第3項	ローズマリー抽出液の特徴	
第4節	要約	・・・57
第5章	総合討論	・・・59
第1節	総合討論	・・・59
総括		・・・75
参考文献		・・・84
Summary		・・・89
謝辞		・・・92

序論

酒類リキュールの品質で大切なものは、味、香り、褪色しないこと、沈殿が生成しないことである。なかでも、見た目の美しさを価値として提供するために色素を配合して製品に仕上げているが、図1のように流通過程、保管期間の光や熱により褪色し、飲用時品質低下を招くことが大きな課題となっている。

多くの有色リキュール製品が
日本市場で販売されている。



酒類においては色は品質
上大きな魅力である。

リキュール製品の色の褪色

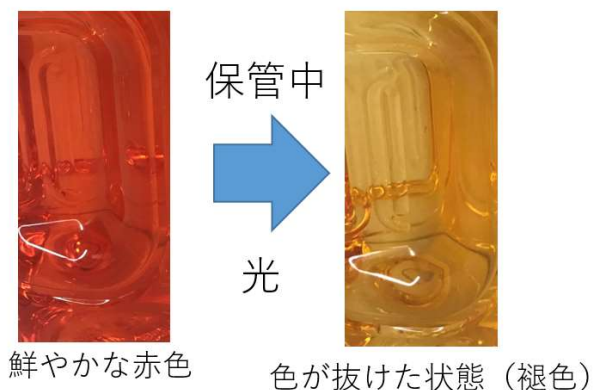


図1 リキュール製品の色の褪色

光による褪色反応は、図2のように光増感酸化により褪色が生じる。光によって励起状態になった色素は、酸素を酸化能力の高い活性酸素に変換し、この活性酸素の働きにより色素が酸化的に分解されて褪色する。

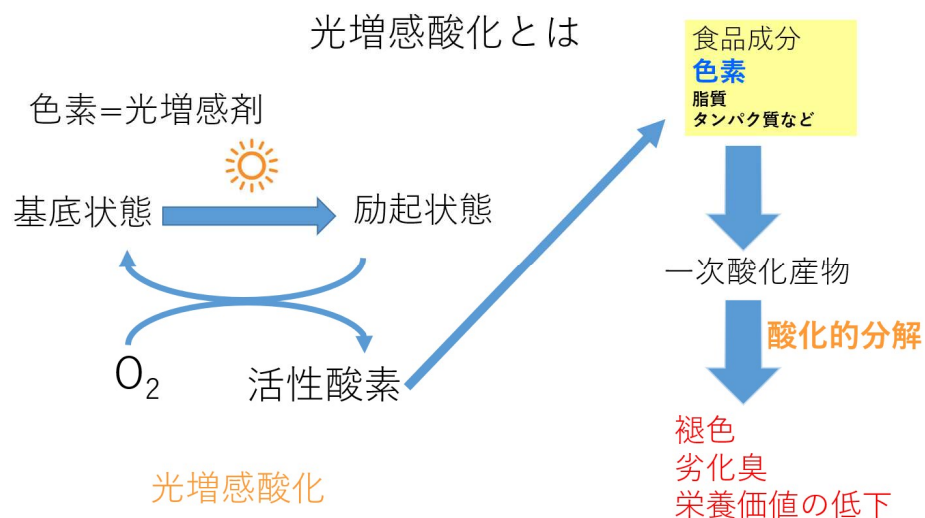


図2 リキュールの褪色反応

リキュールの着色料として使用される色素としては、図 3 のように合成色素と天然色素があり、合成色素としては赤色 102 号、赤色 40 号、黄色 4 号などのアゾ色素が含まれ、天然色素にはシソや赤葡萄に含まれるアントシアニン系色素、ベニバナのベニバナ黄色色素などが含まれている。合成色素および天然色素の色素褪色は、光による光増感酸化反応で色素の化学結合が切断され、無色化する。

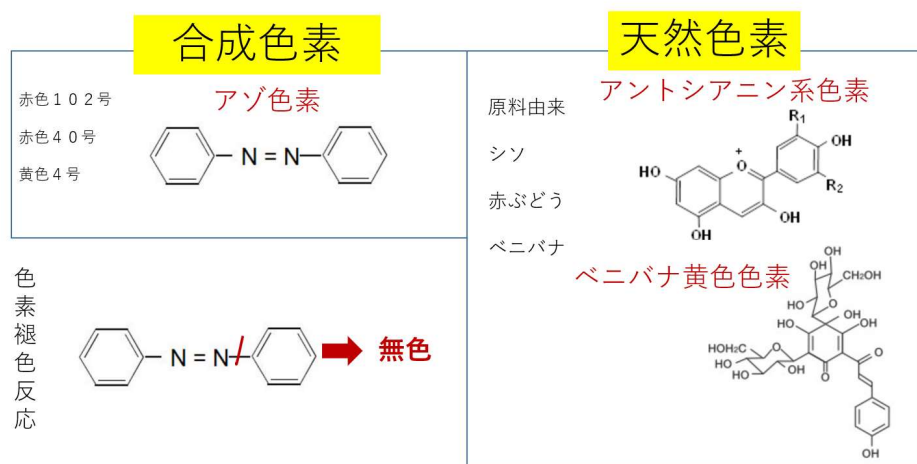


図 3 色素の種類と褪色反応

褪色に関しては、経験値として保管中に光を当てないように管理すること、商品の開栓後はできるだけ早く消費すること、また、色素の添加量を増やすことで対策が講じられてきたが、天然物由来の抽出物で色素の褪色を抑制できれば、鮮やかな色を有する状態で酒類製品を賞味期限内に維持することができ、飲用時品質向上にもつながる。賞味期限を向上させることで廃棄物を削減でき、持続可能な社会実現につながる。近年、日本では国連が定めた「Sustainable Development Goals（持続可能な開発目標）：SDGs」をもとに政府や地方自治体、企業において SDGs を達成するために様々な活動が実施されている。SDGs は、2015 年 9 月に国連で採択された 2030 年までの国際開発目標であり、17 の目標と 169 のターゲット達成により、「誰一人取り残さない」社会の実現に向け、途上国及び先進国で取り組むものである¹⁾。

日本政府は、2016 年 5 月に「SDGs 推進本部」を設置し、当該本部の下で、民間セクターや有識者、国際機関など幅広いステークホルダーで構成される「SDGs 推進円卓会議」での議論を経て、同年 12 月に今後の日本の取組の指針となる「SDGs 実施指針」を決定している¹⁾。この実施指針において、日本政府としては、日本の「SDGs のモデル」の確立に向けた取組の柱として、8 分野の優先課題をあげており、SDGs の 17 のゴールと 169 のターゲットのうち、日本として特に注力すべきものとして示

している。本優先課題に基づく具体的な政策として、「SDGs アクションプラン 2021」をとりまとめている。以下、優先課題 8 分野を説明する。

<優先課題 8 分野>

- ①あらゆる人々が活躍する社会・ジェンダー平等の実現
- ②健康長寿の達成
- ③成長市場の創出、地域活性化、科学技術イノベーション
- ④持続可能で強靱な国土と質の高いインフラの整備
- ⑤省・再生可能エネルギー、防災・気候変動対策、循環型社会
- ⑥生物多様性、森林、海洋等の環境の保全
- ⑦平和と安全・安心社会の実現

<SDGs 実施推進の体制と手段>

- ①「あらゆる人々が活躍する社会、ジェンダー平等の実現」では「働き方改革の着実な実施」・「ジェンダーの主流化」・「女性の活躍推進」・「ダイバーシティ、バリアフリーの推進」・「子供の貧困対策」・「次世代の教育振興」・「次世代の SDGs 推進プラットフォーム」・「スポーツ SDGs の推進」・「ビジネスと人権に関する我が国の行動計画」・「消費者等に関する対応」・「若者、子供、女性、障がい者に対する国際協力」等が具体的に取り組まれている。
- ②「健康長寿の達成」では、データヘルス改革の推進」・「健康経営の推進」・「医療拠点の輸出を通じた新興国の医療への貢献」・「感染症対策等医療の研究開発」・「ユニバーサル、ヘルス、カバレッジ 推進のための 国際協力」・「アジア、アフリカにおける取組（アフリカ開発会議（TICAD）を通じたものを含む）」等が具体的に取り組まれている。
- ③「成長市場の創出、地域活性化、科学技術イノベーション」では、「情報通信技術、研究開発強化、人材育成」・「未来志向の社会づくり（「Connected Industries」、 「i-Construction」 推進等）」・「STI for SDGs や、途上国の STI・産業化に関する国際協力」・「地方創生や未来志向の社会づくりを支える基盤、技術、制度等」・「地方創生 SDGs の推進」・「持続可能な観光の推進」・「農山漁村の活性化、地方等の人材育成」・「農林水産業・食品産業 のイノベーションやスマート農林水産業の推進、成長産業化」等が具体的に取り組まれている。
- ④「持続可能で強靱な国土と質の高いインフラの整備」では、「持続可能で強靱なまちづくり（「コンパクト＋ネットワーク」 推進）」・「戦略的な社会資本の整備、

文化資源の保護、活用と国際協力」・「レジリエント防災・減災の構築、災害リスクガバナンスの強化、エネルギーインフラの強靱化、食料供給の安定化」・「質の高いインフラの推進・環境インフラの国際展開」等が具体的に取り組まれている。

- ⑤「省・再生可能エネルギー、防災・気候変動対策、循環型社会」では、「再エネ・新エネの導入促進」・「徹底した省エネ・新エネの推進」・「エネルギー科学技術に関する研究開発の推進」・「気候変動対策・適応推進、災害リスク体制強化」・「循環型社会の構築（東京オリンピック・パラリンピックに向けた持続可能性等）」・「国際展開・国際協力」・「食品廃棄物の削減や活用」・「農業における環境保護」・「持続可能な消費の推進」等が具体的に取り組まれている。著者らの研究により天然物由来の抽出物でリキュールの色素の褪色を抑制できれば、鮮やかな色を有する状態で酒類製品を賞味期限内に維持することができ、飲用時品質向上につながる。賞味期限を向上させることで廃棄物を削減でき、「省・再生可能エネルギー、防災・気候変動対策、循環型社会」が実現できる。

- ⑥「生物多様性、森林、海洋等の環境の保全」では、「持続可能な農林水産業の推進や林業の成長産業化」・「世界の持続可能な森林経営の推進」・「地域循環共生圏の構築」・「生物多様性保護の国際協力」・「大気保全・化学物質規制対策」・「海洋・水産資源の持続的利用、国際的な資源管理、水産業・漁村の多面的機能の維持・促進」・「海洋ごみ対策（含む海洋プラスチックごみ）の推進」・「地球観測衛星を活用した課題解決」・「北極域の研究」等が具体的に取り組まれている。

- ⑦「平和と安全・安心社会の実現」では、「子どもの安全（性被害、虐待、事故、人権問題等への対応、児童労働の撤廃）」・「女性に対する暴力根絶」・「再犯防止対策・法務の充実」・「公益通報者保護制度の整備・運用」・「法の支配の促進に関する国際協力」・「平和のための能力構築に向けた国際協力を通じた積極的平和主義」・「人道・開発・平和の切れ目のない支援」・「中東和平への貢献」・「アフリカの平和と安定に向けた新たなアプローチ」等が具体的に取り組まれている。

- ⑧「SDGs 実施推進の体制と手段」では、「モニタリング（国連における SDGs 指標の測定協力、SDG グローバル指標の整備等）」・「広報・啓発の推進（「ジャパン SDGs アワード」の実施等）」・「2025 年万博開催を通じた SDGs の推進」・「地方自治体や地方の企業の強みを活かした国際協力の推進」・「市民社会等との連携（NGO を通じた開発協力事業の実施等）」・「適切なグローバル・

サプライチェーン構築」・「SDGs 経営イニシアティブや、ESG 投資の推進」・
「途上国における国内資金動員のための税制・税務執行支援」・「SDGs 達成の
ための革新的資金調達（リーディンググループ、有識者懇談会、休眠預金）」・
「途上国の SDGs 達成に貢献する企業の支援」・「SDGs 推進円卓会議を通じた
あらゆるステークホルダーとの連携（国連大学、フューチャー・アース等）」等
が具体的に取り組まれている。

企業としては、サステナブルな社会に向けて課題として、①気候変動対策（CO₂ 削減、地球温暖化防止、再生可能エネルギー、省エネ等）、②プラスチックの適切な利用、
③フードロス・廃棄物削減、④生物多様性・自然資源の保全（森林・海洋・水、等）、
⑤地域共創（活性化、過疎・過密対策等含む）、⑥生活の質を高める健康配慮（生活習慣病予防、適正飲酒、高齢化社会、免疫強化等）、⑦食の安心・安全・安定供給、
⑧働き方改革・ダイバーシティ（多様性）の推進、⑨社会的弱者支援（災害、新型コロナウイルス、貧困等）を取り上げ、率先して課題を解決することで消費者に理解して
いただき、企業価値向上につなげている。

企業のサステナブル取組みに対する賞（アワード）として、①地球環境大賞、②グッドデザイン賞・ロングライフデザイン賞、③省エネ大賞、④食品産業もったいない大賞、⑤ジャパン SDGs アワード、⑥企業フィランソロピー大賞、⑦日経 SDGs 経営大賞、⑧グリーン購入大賞、⑨エコプロアワード、⑩グッドライフアワード（環境大臣賞）が知られている。これらの賞は、企業が SDGs を推進するための一種のモチベーションにもなっている。

したがって、今回の「ローズマリー抽出物を活用した酒類リキュールの色安定性向上に関する研究」は、商品の賞味期限を向上させることで廃棄物ロスを削減し、サステナブル社会を実現し、SDGs につながると考えられる。

（１）リキュールとは

今回、研究対象とするリキュールは、図４のようにエタノールに果汁、浸漬酒、蒸留酒、糖類、酸類、色素、水を添加して製造される²⁾。これらのリキュールに炭酸を添加したものが一般に販売されている炭酸入アルコール RTD（Ready to drink）であり、リキュールに含まれている。

リキュールの製造には包装・瓶詰されて製品化されるまでに、大きく分けると、
1.香味抽出（原酒製造）、2.ブレンド（仕込）の工程がある。その後、熟成・濾過を経て製品化される²⁾。

○香味抽出

エッセンス法とは、エッセンス (Essence) や香料をエタノールに溶かし込み、香味液を造るものである²⁾。

果汁法とは、果汁 (Fruit Juice) をエタノールにブレンドして、香味液を造るものである²⁾。

浸漬法には冷浸漬 (Maceration) と温浸漬 (Infusion) がある。冷浸漬はベースになるエタノールに原料を浸漬し、その成分と香味を抽出する。期間は原料によって数時間から数ヶ月に渡る。一方、温浸漬は先ず原料を温水に漬け込んで、熱によって溶出する成分を抽出する。温度が低下したところでエタノールを加えて更に浸漬する。ハーブ類に採用されることが多い²⁾。

浸漬蒸溜法 (Distillation) とは、ベースのエタノールとともに原料を単式蒸溜器に入れて蒸溜し、アルコール分と一緒に植物原料の香気成分を溜出させるものである。例えば、柑橘系の乾燥果皮のマンダリン、レモン、オレンジ、薬草の種子類のアニスなどが原料の場合、成分の精油分 (エッセンシャル・オイル) を利用するので蒸溜法で抽出する。また生原料 (冷凍原料) も使用している²⁾。

○ブレンド

調合した香味液に糖類、色素、水、エタノールなどを加えて仕上げる²⁾。

○熟成

一定期間、熟成することによりリキュールの香味が安定化し、澱 (おり) が沈降し、濾過が容易になる。ただし、ブレンド後の熟成は、ウイスキーやブランデーといった酒類の長期熟成とは異なるものである。現在主流のフレッシュ&フルーティーなリキュールの場合は、タンクでごく短時間、いろんな成分を熟 (な) れさせる程度である。ごく一部においてオーク材のバット (大樽) で数ヵ月～3年間くらい熟成させるものもある。目指す風味によって熟成方法は異なる²⁾。

○濾過仕上げ

熟成の後、リキュールはフィルターで濾過し、清澄化させるの工程を経て瓶詰めされ製品となる²⁾。原料由来の色と調合時に添加される色素により、リキュールに鮮やかな色が付与される。

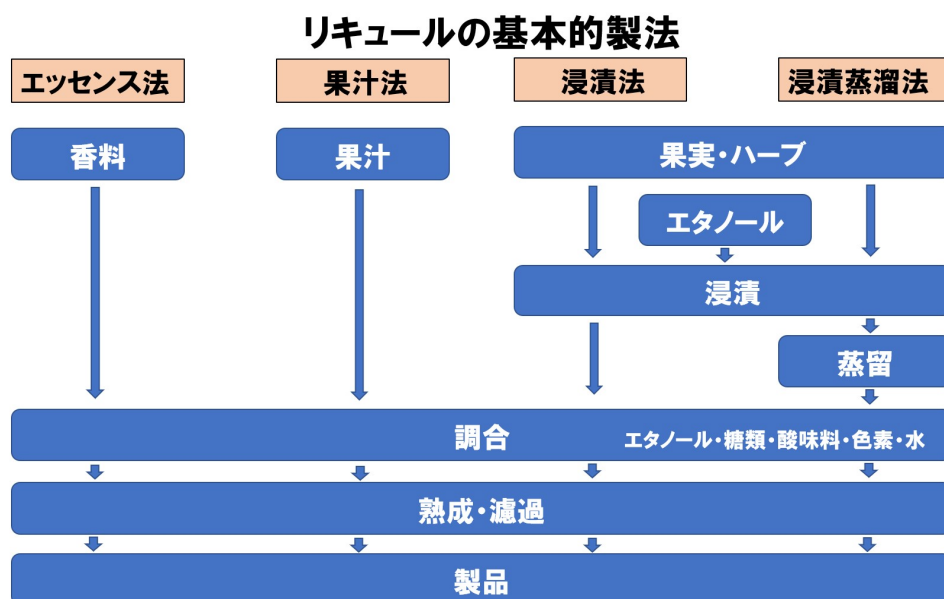


図4 Basic manufacturing method of liqueur

リキュールの歴史は図 5 のように非常に古く、リキュールの発明者は古代ギリシャの医聖ヒポクラテス（BC.460 頃～BC.375 頃）であると言われる。ヒポクラテスは薬草をワインに溶かし、水薬にしたことが起源とされている。現在のリキュール、つまりスピリッツをベースにした混成酒の創案者は、ブランデーの創始者ともいわれるスペイン生まれの医者であり錬金術師のアルノード・ヴィルヌーブ（1235～1312 頃）とその弟子のラモン・ルル（1236～1316）である。スピリッツにスパイス、ローズ、レモン、オレンジの花などの成分を抽出して造り上げたという。彼らの死後まもなくの 1346 年、ヨーロッパにペスト菌の伝染により黒死病が蔓延し、多くの人々の生命が失われた。このときスピリッツに薬草を溶かし込んだエリクシルは貴重な薬品として扱われた。一方では、同じ頃にすでに修道院でもリキュール造りが盛んに行われていた。モンクス・リキュール（Monk= 修道士）と呼ばれるもので、ラテン語の文献に精通し、錬金術（蒸溜技術）を学べる環境にあった修道士たちが薬草を原料に薬酒を造り、自分たちのためだけでなく近隣住民の滋養強壮のために分け与えたりしていた。15 世紀になるとリキュール造りが盛んだったイタリアが指導的な役割を担うようになった。イタリアはすでに 14 世紀には薬用酒を輸出していたほどだが、パドヴァの医師、ミケーレ・サボナローラがロズリオというリキュールを開発したという話が伝わっている。彼は、ある病弱な婦人に生命の水と讃えられるブランデーを薬として薦めたが、彼女は飲みたがらなかった。そこでミケーレはブランデーにバラの花の香りとモウセンゴケの味を溶かし込んだリキュールを開発し、ロズリオ（Rosolio）と名付

けて薦めた。その婦人は気に入る薬として飲むようになったという。ロズリオとはモウセンゴケのイタリア古語ロズリに由来するが、このロズリという語も、元はラテン語で「露」を指すロス（ros=dew）と「太陽の」を意味するソリス（solis=of the sun）からきた名である³⁾。つまり「太陽のしずく」といった意味が込められたものだった。ロズリオは現在でも南イタリアで人気のあるバラの香りのリキュールである。16世紀にイタリアのリキュールをフランスに伝え、リキュールの全盛期ともいえる時代をもたらしたのはカトリーヌ・メディチである。彼女はフィレンツェの名家メディチ家からフランスの皇太子、後のアンリ2世に嫁ぐ。調理人やたくさんの侍女を引き連れての輿入れで、この中の調理人がポプロというリキュールをパリに紹介したという記録が残っている。王妃の影響で諸侯、領主、貴族の館などでリキュール造りが盛んになっていく。そして、市民の間にも新たな酒として知られるようになり、大航海時代に突入したことも手伝い、アジアや新大陸のスパイスがもたらされ、試される原料が増えたことも影響している³⁾。

17世紀後半から18世紀前半にかけてリキュールに庇護を与えたのがフランスの太陽王ルイ14世で、彼は消化促進、老化防止のためにリキュールを好んで飲み、製造を奨励した。同時に医薬的効用から美味追求の甘美さを好む傾向も生まれ、それが次第に強まりながらヨーロッパ中に広まっていった。18世紀、貴婦人たちに愛され、身につけた宝石や衣服とコーディネートしてリキュールを選ぶようになったため競って色彩の美しいものを製造した。いつしか「液体の宝石」、「飲む香水」と表現されるようになったとする記述がみられるが、色彩的洗練に達したのは19世紀半ば以降のことになる³⁾。

日本にリキュールが紹介されたのは豊臣秀吉の時代である。いわゆる利休酒といわれたのが、リキュールと推測されている。しかし、文献に最初にリキュールが登場するのは1853年の黒船来航である。「米国船サスケハナ号に浦賀奉行を迎えたペリー提督は様々な酒を出してもてなしたが、とりわけリキュールは1滴も残さず飲みほされた」という内容の記録が残っている。明治になると鹿鳴館時代にリキュールはヨーロッパ文化のシンボルとしてもてはやされ、やがて世界を旅する大型豪華客船が寄港する横浜をはじめとした港町のホテルバー、そして東京・銀座に開店したバーなどで飲みはじめられるようになった³⁾。

現在は、世界中様々なフルーツが流通するようになり、また技術的な革新も進み、リキュール事情は大きく変わってきている。もちろん古典的で重厚な香味のリキュールも愛されつづけているが、甘美さを失うことなく、低アルコールでライト、あるいは

はソフトな口当りのよいリキュールが主流となりつつある。特にトロピカル・フルーツをはじめ、果汁をたっぷり使用したフルーティー&フレッシュなタイプが続々と誕生してきている。濃縮技術の向上によって凍結濃縮という非加熱による方法が生まれたり、凍結粉碎原料の使用など工程上の様々な技術革新により果汁のフレッシュさが保持されるようになった。将来的には更にジューシーさに溢れた果実系リキュールが数多く開発されることが予想される。平成28年度における酒税の課税実績を見ると、全課税数量のおよそ25%がチューハイや新ジャンル飲料が大部分を占めるリキュール（219万KL）を占めている。

BC.460頃 ~BC.375頃	古代ギリシャの医聖ヒポクラテス 薬草をワインに溶かし、水薬に
13世紀	錬金術師のアルノード・ヴィルヌーブ スピリッツをベースにした混成酒の創案
14世紀	修道士たちが薬草を原料に薬酒をつくり、近隣住民の滋養強壮のために分け与えたりしていた。
16世紀	カトリヌ・メディチ。イタリアのリキュールをフランスに伝え、リキュールの全盛期
17世紀 後半	太陽王ルイ14世で、彼は消化促進、老化防止のためにリキュールを好んで飲み、製造を奨励した。
18世紀	貴婦人たちに愛され、身につけた宝石や衣服とコーディネートしてリキュールを選ぶようになった、そのため競って 色彩の美しいもの を製造した。
19世紀 半ば以降	色彩的洗練 に達した
現在	ジューシーさにあふれた果実系リキュール

図5 リキュールの歴史

リキュールの一種であるチューハイが缶入り商品となって誕生したのは1984年である。それから37年しか経過していないが、飲酒年齢に達した時には、すでに缶チューハイがあった60代以下の若い世代からの支持が厚く、チューハイしか飲まないという人も珍しくない。この缶チューハイは、歴史としては新しいものの、清酒や本格焼酎と同様に日本で生まれ育った固有の酒である。海外を見ても、ここまでプレミックスカクテルが普及している例はなく、日本の酒文化として根付いている。

リキュールの保存方法としては、1) 冷暗所で蓋をきっちりしめて保存する。特にフルーツ・リキュールは色、香りが変わりやすいので保存場所に気を付ける。2) 開栓後はなるべく早く飲んでしまうことが望ましい。3) 開栓して使用した後、瓶口についたリキュールは、後日、蓋が開かなくなることがあるので必ずきれいにふき取っ

てから蓋をすること。が一般的に行われている。また、賞味期限を設定するには、リキュールに対して温度や光を強制的に当て、設計の香味の維持、色の保持、沈殿が形成されない条件を設定する。

（２）ローズマリーとは

ローズマリー（*Salvia Rosmarinus* Spenn.）は、地中海沿岸地方原産でアキギリ属シソ科に属する常緑性低木でハーブ植物の一つである（図 6）⁴⁾。代表的な芳香性植物であるローズマリーの属名 *Rosmarinus* は、ラテン語の「露」の意味である「ros」と「海」の意味である「maritimus」を語源とする「海の水滴」という意味の古代ラテン名に由来する。これは、ローズマリーが海岸の崖などに多く自生しており、青紫色の花が雫のように見えることに由来する。ヨーロッパでは、古くから弔いの木とされ、会葬者は墓穴に納めた棺の上にローズマリーの小枝を投げ込んだとされている。これは、ローズマリーの芳香に消毒・消毒疾病の予防の効果を認めていたから、また、常緑という点で魂の不滅を託したためと考えられている。修道院では、ローズマリーの医薬的な性質が珍重されており、ローズマリーとセージ、ウイキョウ、マルメロ、ヘンルーダ、マジョラムを混ぜ合わせ、若さを維持する薬が作られたとされている。古代から幅広い薬効について言い伝えがあり、古代ギリシャでは、ローズマリーは記憶力を増強するとされていた。また、13 世紀もしくは 14 世紀に、ローズマリーをアルコール蒸留して得られた「ハンガリー王妃の水（ハンガリーウォーター）」には、視力回復、体力回復、神経系統の治療などの効果が謳われていた。年老いたハンガリー王国のエリザベート王妃が「ハンガリーウォーター」を使用し若返ったことから「若返りのハーブ」とも呼ばれていたことは有名である。このことから今回、リキュールの色安定性向上のための原料として評価したローズマリーは、古くから酒類原料として使用され、酒類との相性も良いことが伺える。今回の研究に色安定性向上のためリキュールにローズマリーを使用することは、商品であるリキュールの物語性にも利用することができ、商品化の際にも有用である。ローズマリーは常緑低木で樹高は 1 ～ 2 m であり、葉は針状、対生で 2 ～ 3 cm である。白、紫、ピンク、青など花色の違いや葉の色の濃さの異なる栽培品種も多い。立性のものが一般的であるが、半匍匐性、匍匐性の種類もある。甘さとほろ苦さと清涼感の強い芳香があり、食材への矯臭や賦香に最適なハーブである。日本への導入時期は、狩野常信によって写生されていることから、江戸時代もしくは江戸時代以前に渡来したと推測される。ローズマリーの和名であるマンネンロウの名を使用したのは、平賀源内といわれている。平賀源内の著書の中で乾燥ローズマリーをオランダ人が持参していると記している。当

時、大阪の園芸家が栽培していたこともが記述されているので、本格的にローズマリー栽培が始まったのは江戸中期であると考えられている。ローズマリーは1年を通して乾燥した土壌を好むので、排水の良い土に植え、乾燥気味に管理することが大切である。施肥や灌水は極力控えるように管理し、一般的に無農薬で栽培されている⁴⁾。



図6 ローズマリーの外観

現在は、主にヨーロッパで生葉もしくは乾燥葉が香辛料として利用され、図7の写真のようにラム・豚肉・青魚などクセの強い素材の匂い消し（矯臭性）、また鶏肉・白身魚・じゃがいもなど淡白な素材の香りづけ（芳香性）などの料理に用いられている^{5) 6) 7)}。

ローズマリーは、古くから食品などにおいて多く利用されている
食経験もあり、抗酸化作用を酒類褪色に活用したい。

<p>①香味の利用 香辛料として料理への利用 リキュール（ローズマリー酒）</p>	<p>②リラックス作用 アロマ ハーブティー</p>	<p>③抗酸化作用 ・優れた抗酸化作用があるので多くの貴族が活用してきたというのは有名な話。 ・昔からローズマリーは食品の保存や殺菌目的で活用。無添加食品などの保存成分として活用。 ・ローズマリーの抗酸化作用はハーブの中で最も高い。 ・含まれる精油成分には抗菌作用→嫌な臭いの消臭や空気の浄化にも役立。</p>

図7 ローズマリーの利用法

また、肉類のシェルフライフ向上にも効果があるとされている⁸⁾⁹⁾。豚のレバーパテの脂質酸化をローズマリー抽出液が抑制することが知られている。

ローズマリーは微生物に対する抗菌作用がある¹⁰⁾。ざ瘡（ニキビ）は、顔、首、胸部、あるいは背中などの表皮に炎症を引き起こす一般的な皮膚病である。ざ瘡プロピオバクテリウム（*P.acnes*）は、グラム陽性菌であり、嫌気性微生物であるが、ざ瘡の原因となる皮膚の細菌であり、多く存在することが確認されている。炎症を防止し、細菌を殺してざ瘡を治療する薬剤には、抗生物質とホルモン剤が一般的に使われてきた。しかしながら、それら薬剤の長期にわたる使用は、しばしば副作用と薬剤に対する耐性を伴うものである。これらの問題に対して、ざ瘡の代替治療に伝統的な薬草が様々な見地から研究されている。ローズマリー抽出液が *P.acnes* に対して抗菌作用があることが明らかになっている。

ヒトの健康面においては、リラックス作用、炎症抑制効果、血行改善効果、記憶力を改善する効果などが報告されている^{11) 12) 13) 14) 15)}。脳波の周波数解析を行うことにより、 δ 波帯域の振幅強弱により覚醒レベルを推定することができる。 δ 波帯域の増加は、覚醒レベルの減少すなわち眠たさの増大を示すとされている。ローズマリーの香りを嗅いだ時に δ 波振幅の持続的増加し、覚醒レベルを減少させる。随伴陰性変動

（Contingent Negative Variation : CNV）は、精神的集中力や鎮静作用を測る客観的評価方法として利用されている。CNV 評価の結果、ローズマリーにより睡眠深度が持続的に増加し、睡眠が心地よく持続することが知られている。ローズマリーの効果は、基本的に精神集中や記憶力増進など交感神経刺激作用と考えられるが、リラックス作用や睡眠促進作用のように副交感神経も促進するものと考えられる。図 8 のようにローズマリーには、ビタミンが豊富に含まれており食品に利用されている。また、抗酸化作用が高いロスマリン酸が豊富に含まれている。ロスマリン酸は、ポリフェノールの一種で、ローズマリーやレモンバーム、シソなどのシソ科ハーブ類の植物に多く含まれる成分である。ロスマリン酸の化学構造は、カテコール基を 2 つ有していることから強い抗酸化作用を発揮する。

ローズマリーには豊富な栄養素が含まれている。

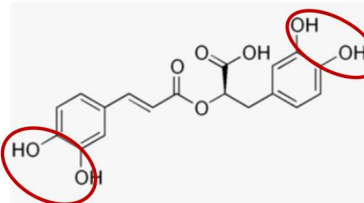
含有量 (/100g)

- (1) ビタミン A ; 146 μ g
- (2) ビタミン B₂ ; 0.2m g
- (3) ナイアシン ; 1m g
- (4) 葉酸 ; 109 μ g
- (5) カリウム ; 668m g

(6) ロスマリン酸 ; 1330m g

・ポリフェノール的一种で、ローズマリーやレモンバーム、シソなどのシソ科ハーブ類の植物に多く含まれる成分

・抗酸化作用、抗炎症作用、抗アレルギー反応、脳の機能や健康を維持する働きがある。



カテコール基があり、強い抗酸化作用。
カテコール基の作用で色素の褪色が抑えられないか？

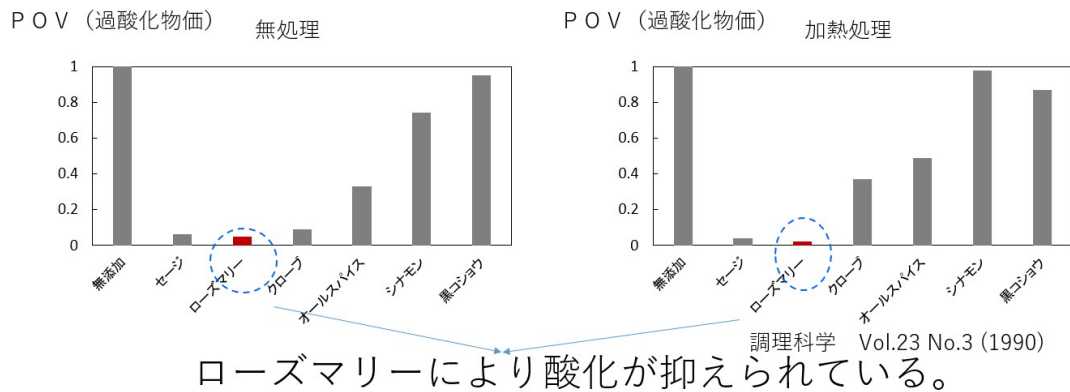
データベース : the world's healthiest foods

図 8 ローズマリーに含まれる代表的な成分

ローズマリーは料理の際の油の酸化抑制^{16) 17) 18)}がある。各種香辛料の中で特に抗酸化効果のある香辛料を見出すために、食品油脂としてラードを用い、その過酸化価 (POV) を指標として、各種香辛料粉末の抗酸化効果を比較検討されており、図 9 のようにローズマリーには高い抗酸化作用があることが報告されている。

リノール酸に対する抗酸化能で評価

文献情報からもローズマリーには抗酸化力あり。



ローズマリーにより酸化が抑えられている。

ローズマリーはハーブの中で抗酸化力が高い。

図 9 ローズマリーの抗酸化力

これらの効果の一部には、ローズマリーに含まれるポリフェノールの一つであるロスマリン酸が関与していると考えられている。そこで本研究では、様々な効果を有するローズマリーを酒類の飲用時品質として大切な色の安定性向上に活用することを試

み、ローズマリー抽出液が有色模擬リキュール飲料の色素の褪色抑制効果を示すことを明らかにした。さらに、有色模擬リキュールに対して、褪色防止効果を有しつつ、香味上好ましくない香りが低く、リキュール上、好ましい香味を有するローズマリー抽出液の製造方法を見出した¹⁹⁾²⁰⁾。

第1章 ローズマリー抽出液の調製と酒類リキュールの色安定性評価

本章の実験では料理の際の抗酸化作用が知られているローズマリーを活用してリキュールの色安定性の向上を検討した¹⁹⁾。

第1節 試料の調製方法

第1項 供試試料

モロッコ産ローズマリー（2016 収穫）を試料として入手した。天日乾燥後、粉碎機（DLC-050J；コンエアージャパン合同会社）で粉碎して、長さを 2～5mm に調製したものを-20℃の冷凍庫に保管した。

第2項 ローズマリー抽出液の調製方法

リキュールの原料酒においてエタノール浸漬は通常、60v/v%エタノール水溶液で行うことが常法であるため、ローズマリー抽出液の調製もこれに準じて行った。ローズマリー粉碎物 100g を 60v/v%エタノール水溶液 1 L に浸漬し、攪拌しながら 50℃にて 2 時間抽出した。その後、浸漬液を別の容器に移し替え、定性ろ紙（No2 ADVANTEC 社）にてろ過して、ろ液（ローズマリー抽出液）を得て、-20℃の冷凍庫に保管した（図 10）。

また、抽出時のエタノール濃度の影響を検討するため、エタノール濃度を 20v/v%、40v/v%での抽出液を調製し、60v/v%抽出液との比較を行った。

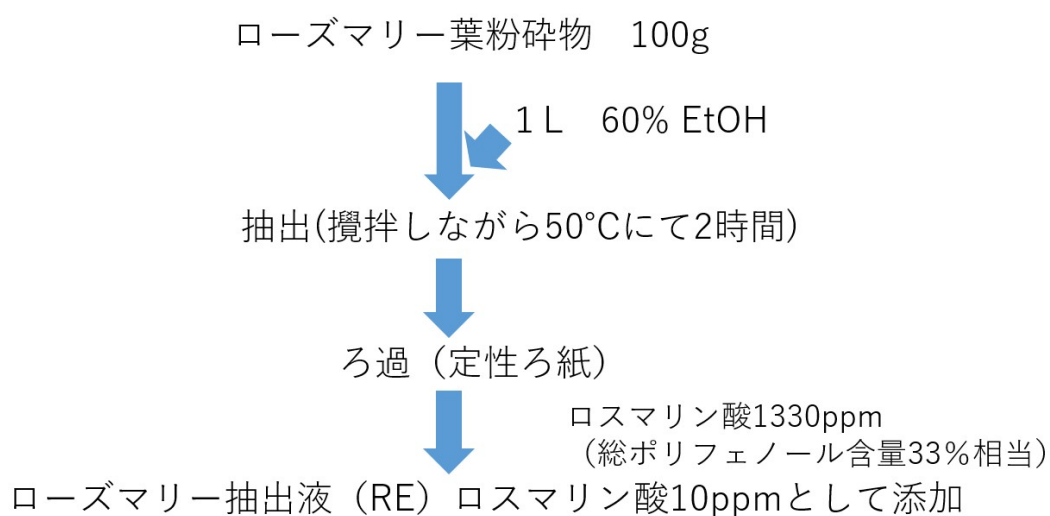


図 10 ローズマリー抽出液の調製方法

第2節 実験方法

第1項 ロスマリン酸含量の測定方法

有色模擬リキュール飲料に添加するローズマリー抽出液および光照射による褪色試験の各有色模擬リキュールのロスマリン酸の効果を評価するため HPLC でロスマリン酸を定量した。HPLC は、ポンプ：LC-20AD（SHIMADZU）、オートインジェクター：SIL-20A（SHIMADZU）、カラム恒温槽：CTO-20A（SHIMADZU）、検出器：SPD-20A（SHIMADZU）、解析ソフト LS-Solution（SHIMADZU）で構成され、280nm の吸光度を測定することでロスマリン酸濃度を定量分析した。なお、標準品ロスマリン酸は Aldrich 社製を使用した。測定は、カラム：TSKgel-ODS-80TsQAC30（I.D.Φ4.6×150mm 東ソー）を用い、水-アセトニトリル系の溶媒を用いて行った。溶離条件は、A 液を 0.05%TFA、B 液を 0.05%TFA／90%アセトニトリルとし、流速 1mL／min にて B 液 0%から 100%までの 30 分間の直線グラジエントとした。

第2項 総ポリフェノール含量の測定方法

ローズマリー抽出液に含まれる総ポリフェノール量は Folin-Denis 法で総ポリフェノール含量として測定した。標準物質は没食子酸(ナカライテスク)を用いた。

第3項 有色模擬リキュール飲料の調製方法

有色リキュールにおける色の安定性を評価するため、有色模擬リキュール飲料を以下のように作成した。市販の砂糖 20g、無水クエン酸 1 g、クエン酸三ナトリウム 50mg、塩化鉄（Ⅱ）0.1mg、色素、95v/v%エタノールと共にロスマリン酸濃度が溶液中で 10ppm になるようにローズマリー抽出液を添加し、エタノール濃度が 10v/v%、最終 100mL に純水で定容した。なお、対照はローズマリー抽出液無添加とした。また、比較としたビタミン C、ロスマリン酸試験区では、ローズマリー抽出液の代わりにビタミン C1,000ppm、ロスマリン酸 10ppm を添加した。有色模擬リキュール飲料への色素の添加量は、極大吸収波長での変化が見やすい添加量として、食用赤色 102 号は 0.05mg/100mL、食用黄色 4 号は 0.02mg/100mL、食用青色 1 号は 0.01mg/100mL、食用赤色 40 号は 0.04mg/100mL、ベニバナ黄色色素（色価 260、三栄源エフ・エフ・アイ株式会社）0.001mL/100mL、赤キャベツ赤色色素（色価 80、三栄源エフ・エフ・アイ株式会社）は 0.001mL/100mL、赤ブドウ果汁赤色色素（色価 60、三栄源エフ・エフ・アイ株式会社）は 0.002mL/100mL とした。試薬は食品添加物グレードのものを使用した。

第4項 有色模擬リキュール飲料の極大吸収波長の測定方法

各有色模擬リキュール飲料について、分光光度計（UV-1800、SHIMADZU）を用

いて、400-900nm の波長幅でスキャンし、極大吸収波長を測定したところ、食用赤色 102 号は 510nm、食用黄色 4 号は 430nm、食用青色 1 号は 630nm、食用赤色 40 号は 510nm、ベニバナ黄色色素は 405nm、赤キャベツ赤色色素は 530nm、赤ブドウ果汁赤色色素は 530nm であった。これらの結果から、以降の各色素の色素残存率の測定は、求められた極大吸収波長を使用することとした。

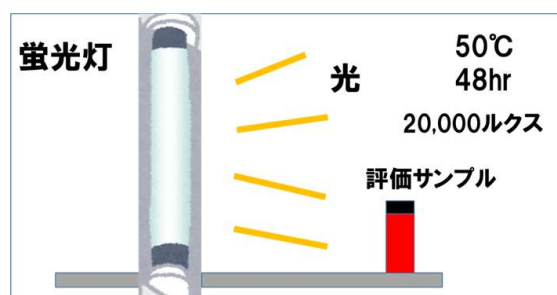
第 5 項 色素残存率の測定方法

色素残存率の測定は、まず有色模擬リキュール飲料の一部を採って官能評価した後、極大吸収波長で吸光度を測定した。残った有色模擬リキュール飲料を容量 100mL のホウケイ酸ガラス製バイアル瓶（マルエム社）に 100mL 入れ、50℃の恒温槽の中で加温しながら 20,000lux の蛍光灯を 48 時間照射した後、最大吸収波長の吸光度を測定した（図 11）。得られた測定値を下記に示した計算式に代入し、照射後の吸光度を照射前の吸光度で除して 100 を乗じ、四捨五入した値を色素残存率として、有色模擬リキュール飲料の褪色度を評価した。

$$\text{色素残存率}(\%) = \frac{\text{照射後の吸光度}}{\text{照射前の吸光度}} \times 100$$

・ **色素残存率測定**には、まず有色模擬リキュール飲料の一部を採って**極大吸収波長**で吸光度を測定し、以下式で

算出。色素残存率(%) = $\frac{\text{照射後の吸光度}}{\text{照射前の吸光度}} \times 100$



合成色素	
R102	:510nm
Y4	:430nm
B1	:630nm
R40	:510nm
天然色素	
Safflower Y	:405nm
R cabbage R	:530nm
R grape R	:530nm

図 11 色素残存率測定

第 6 項 統計解析方法

実験結果は、平均値±標準誤差で表し、市販ソフト Statcel4（オーエムエス出版）を用いて、Tukey-Kramer 法による多重比較検定にて解析し、 $p < 0.01$ または $p < 0.05$ を有意差とした。

第3節 結果および考察

第1項 抽出時のエタノール濃度がロスマリン酸抽出量と 総ポリフェノール量に及ぼす影響

ローズマリー抽出液を調製するためのエタノール濃度 20、40、60 v/v%水溶液に抽出されたロスマリン酸濃度を調べた結果を Table 1 に示した。いずれのエタノール濃度においても 1,300ppm 以上の高いロスマリン酸が含有されていた。また、各エタノール濃度で抽出された総ポリフェノール量は 4,000ppm 程度であり有意差はなく、総ポリフェノールに対するロスマリン酸濃度はおよそ 30%程度とほぼ一様であった。

Table 1 Rosmarinic acid concentration and Total polyphenol in each rosemary extract

Alcohol concentration (v/v%)	Total polyphenol (ppm)	Rosmarinic acid concentration(ppm)
20	4,021 ± 0.5	1,343 ± 1.0
40	4,020 ± 0.5	1,329 ± 0.6
60	4,022 ± 0.5	1,330 ± 0.7

Data are expressed as the mean ± standard error (n=10)

第2項 ローズマリー抽出液添加による色素残存率の変化

各有色模擬リキュール飲料への光照射による褪色試験における各色素の色素残存率の結果を Table 2 に示した。

Table 2 Effect of rosemary extract and vitamin C on the fading of pigments present in liqueur (%)

Pigment	Control (without rosemary extract)	Test (with Vitamin C)	Test (60%ethanol rosemary extract)
Red pigment 102 ^{*1}	0.7 ± 0.03 ^a	29.3 ± 0.02 ^b	81.0 ± 0.02 ^c
Yellow pigment 4 ^{*2}	1.0 ± 0.02 ^a	8.6 ± 0.03 ^b	41.3 ± 0.02 ^c
Blue pigment 1 ^{*3}	0.7 ± 0.03 ^a	0.7 ± 0.03 ^a	93.9 ± 0.02 ^b
Red pigment 40 ^{*4}	22.4 ± 0.03 ^a	62.0 ± 0.02 ^b	84.0 ± 0.03 ^c
Safflower yellow pigment ^{*5}	4.5 ± 0.02 ^a	4.5 ± 0.02 ^a	51.8 ± 0.03 ^b
Red cabbage red pigment ^{*6}	0.4 ± 0.02 ^a	13.6 ± 0.03 ^b	42.2 ± 0.03 ^c
Red grape juice red pigment ^{*7}	9.7 ± 0.02 ^a	34.6 ± 0.03 ^b	58.9 ± 0.02 ^c

Data are expressed as the mean ± standard error (n=10). Values in the same group (*1, *2, *3, *4, *5, *6 and *7) that are followed by different letters have significantly difference at $p < 0.01$.

赤色 102 号、黄色 4 号、青色 1 号、赤色 40 号、ベニバナ黄色色素、赤キャベツ赤色素、赤ぶどう果汁赤色色素の色素残存率は、ローズマリー抽出液添加の場合、無添

加に対していずれも有意に($p < 0.01$)色素残存率が上昇した。これらの中でも青色 1 号に対しては約 94%、赤色 40 号に対しては約 84%、赤色 102 号に対しては約 81%と著しく高い褪色抑制効果が認められた。なお、図 12 には赤号 102 号での結果を示した。

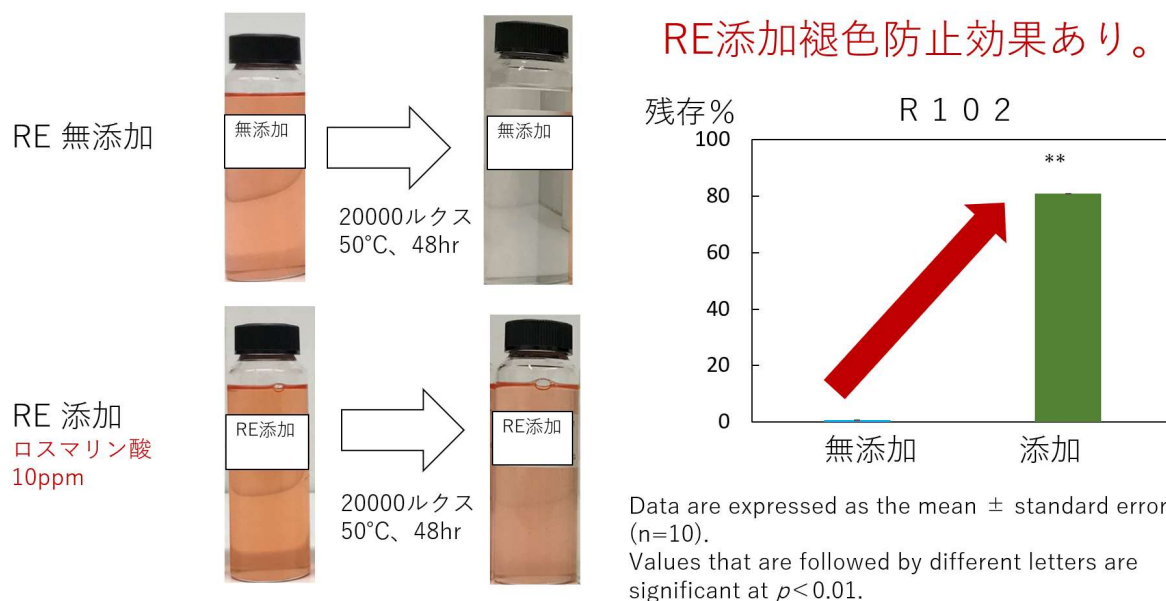


図 12 ローズマリー抽出液の褪色防止効果

これらの結果は、ローズマリー抽出液に含まれるロスマリン酸が有色模擬リキュール飲料中の色素の褪色抑制に強く作用したことを示唆した。一方、リキュールの褪色防止に通常使用されている 1,000ppm ビタミン C 添加の場合、青色 1 号とベニバナ黄色色素に対しては、無添加の場合と有意な差がなく、褪色抑制効果は認められなかった。また、その他の色素に対しても約 9~60%の褪色抑制効果にとどまった。ローズマリー抽出液添加とビタミン C 添加を比較すると、図 13 のように赤色 102 号では 2.8 倍程度、黄色 4 号では 5 倍程度、青色 1 号では 100 倍程度、赤色 40 号では 1.4 倍程度、ベニバナ黄色色素では 12 倍程度、赤キャベツ赤色色素では 3 倍程度、赤ぶどう果汁赤色色素では 1.7 倍程度の褪色防止効果があり、いずれもローズマリー抽出液添加が高い効果を示した。これは、有色模擬リキュール飲料中の色素の褪色抑制に対してビタミン C 添加量の 1/100 の低濃度でロスマリン酸が効果を発揮することを示すものである。Koşar らはトルコ原産のシソ科植物であるロスマリン酸を多く含む *Salvia halophia* Hedge 抽出液の抗酸化能を調べ、ビタミン C に比べてメタノール、50%メタノール、水抽出液が DPPH 法、 β -カロテン/リノール酸法において有意に高い抗酸化性があることを報告している²¹⁾。このことから、今回の我々の結果は、ローズマリー

に豊富に含有されるロスマリン酸が有する抗酸化力が褪色防止効果に寄与していると考えており、彼らの結果を十分に反映しているものと考えられる。一方で、ローズマリー抽出液の各種色素に対する褪色抑制効果は、対象とする色素により異なることが判明し、これは各色素の構造上の違いに起因していると考えられた。また、ビタミン C の添加はこれらの色素の褪色抑制に効果を示すと報告されているが²²⁾、黄色 4 号や青色 1 号、ベニバナ黄色色素のように効果を示さないものがあることが確認され、ビタミン C に比べるとローズマリー抽出液はリキュール中の幅広い色素の褪色抑制に効果的であることが明らかとなった。リキュールには、使用する果汁や工程使用材として使用する珪藻土に起因する金属イオンが含まれている。色素褪色には、ごく微量の金属イオンが影響し、色素の褪色防止としてキレート剤としての EDTA の添加が効果を有することが知られている²³⁾。このため、ローズマリー抽出液の添加はロスマリン酸の抗酸化作用による色素の酸化防止のメカニズムの他に、ロスマリン酸のカテコール構造によるキレート形成により褪色防止作用を発揮する可能性も一部考えられる。

ローズマリー抽出時のエタノール濃度が有色模擬リキュール飲料の色素残存率に及ぼす影響について試験に供した 7 種類の色素について調べた結果を図 14 に示した。抽出するエタノール濃度は褪色防止効果に影響を及ぼさず、いずれの色素についても 60%エタノール抽出液と同等の効果であった。また、Table 3 に示すようにローズマリー抽出液に含まれる 10ppm のロスマリン酸と同濃度のロスマリン酸標準品 10ppm 溶液を添加した場合の影響を評価した場合にも、各色素の色素残存率は概ね差異がないことから、ローズマリー抽出液の褪色防止効果については、他のポリフェノール類の影響を除外することはできないにしても、主たる要因がロスマリン酸に由来することが示唆された。

Table 3 Effect of the same amount of rosmarinic acid as rosemary extract with different ethanol concentration on the fading of pigment present in liqueur

Pigment	60% ethanol	40% ethanol	20% ethanol	RA 10ppm
Red pigment 102 ^{*1}	81.0 ± 0.02 ^a	80.0 ± 0.03 ^b	81.0 ± 0.03 ^c	81.2 ± 0.02 ^d
Yellow pigment 4 ^{*2}	41.3 ± 0.02 ^a	41.0 ± 0.02 ^b	40.0 ± 0.02 ^c	41.5 ± 0.03 ^d
Blue pigment 1 ^{*3}	93.9 ± 0.02 ^a	94.0 ± 0.03 ^b	93.8 ± 0.02 ^a	94.3 ± 0.03 ^c
Red pigment 40 ^{*4}	84.0 ± 0.03 ^a	84.0 ± 0.02 ^a	84.5 ± 0.02 ^b	84.5 ± 0.02 ^b
Safflower yellow pigment ^{*5}	51.8 ± 0.03 ^a	51.5 ± 0.03 ^b	51.9 ± 0.03 ^a	51.9 ± 0.02 ^a
Red cabbage red pigment ^{*6}	42.2 ± 0.03 ^a	42.0 ± 0.02 ^b	41.5 ± 0.02 ^c	42.3 ± 0.02 ^a
Red grape juice red pigment ^{*7}	58.9 ± 0.02 ^a	58.5 ± 0.03 ^b	59.3 ± 0.03 ^c	59.3 ± 0.03 ^d

Data are expressed as the mean ± standard error (n=10). Values in the same group (*1, *2, *3, *4, *5, *6 and *7) that are followed by different letters have significantly difference at $p < 0.01$.

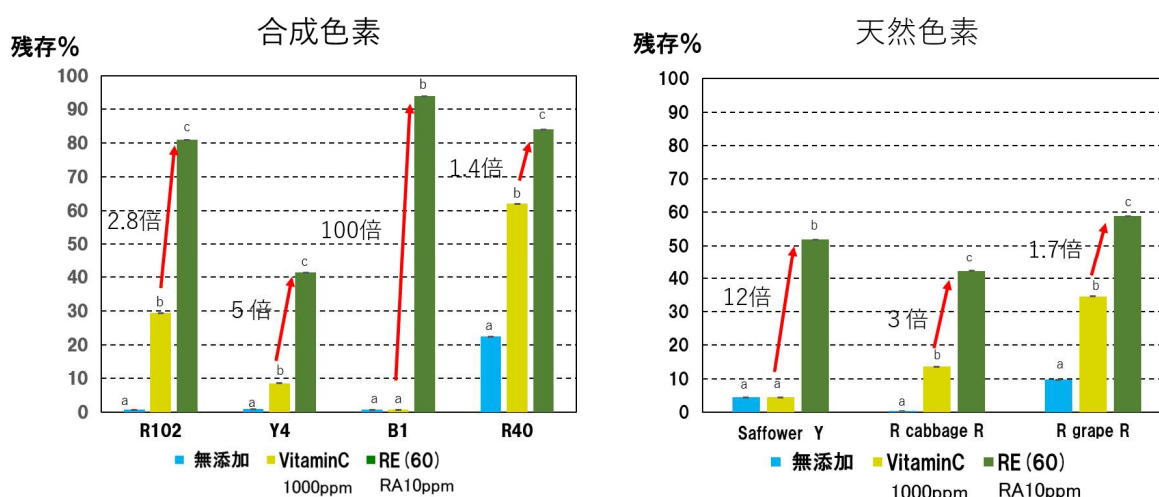


図 13 ローズマリー抽出液添加による色素残存率の変化

Data are expressed as the mean ± standard error (n=10). Values in the same group that are followed by different letters have significantly difference at $p < 0.01$.

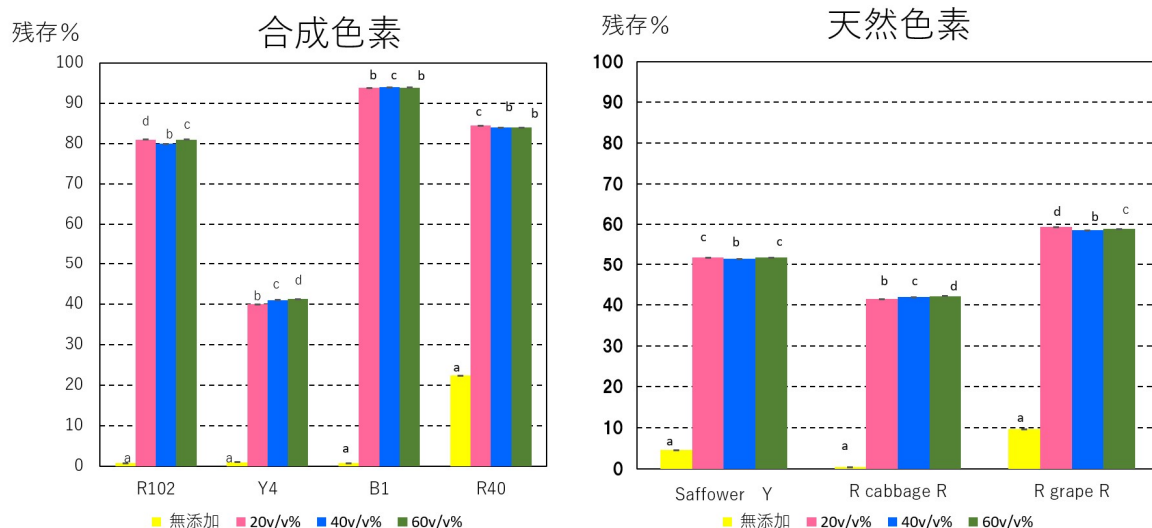


図 14 抽出エタノール濃度と酒類褪色防止効果の関係

Data are expressed as the mean \pm standard error (n=10). Values with different letters have significantly difference at $p < 0.01$.

第 4 節 要約

ローズマリーを活用して有色模擬リキュール飲料の色安定性向上を検証した。有色模擬リキュール飲料の色安定性評価法の検討を行い、色素の極大吸収波長変化により評価する方法を確立した。ローズマリーのエタノール抽出液は、有色模擬リキュール飲料に添加することで褪色抑制効果を示した。ローズマリー抽出液に含まれるロスマリン酸が有色模擬リキュール飲料中の色素の褪色抑制に強く作用したことが示唆された。その効果は、ビタミン C を添加した場合よりも低濃度で強く発揮された。また、ローズマリー抽出液は、ビタミン C に比べて幅広い色素に対して褪色防止効果を示すことが明らかとなった。赤色 102 号、黄色 4 号、青色 1 号、赤色 40 号、ベニバナ黄色色素、赤キャベツ赤色色素、赤ぶどう果汁赤色色素の色素残存率は、ローズマリー抽出液添加の場合、無添加に対していずれも有意に ($p < 0.01$) 色素残存率が上昇した。これらの中でも、青色 1 号に対しては約 94%、赤色 40 号に対しては約 84%、赤色 102 号に対しては約 81%と著しく高い褪色抑制効果が認められた。これらの結果は、ローズマリー抽出液に含まれるロスマリン酸が有色模擬リキュール飲料中の色素の褪色抑制に強く作用したことを示唆した。一方、リキュールの褪色防止に通常使用されている 1,000ppm ビタミン C 添加の場合、青色 1 号とベニバナ黄色色素に対しては、無添加の場合と有意な差がなく、褪色抑制効果は認められなかった。また、その他の色素に対しても約 9~60%の褪色抑制効果にとどまった。ローズマリー抽出液添加と

ビタミン C 添加を比較すると、赤色 102 号では 2.8 倍程度、黄色 4 号では 5 倍程度、青色 1 号では 100 倍程度、赤色 40 号では 1.4 倍程度、ベニバナ黄色色素では 12 倍程度、赤キャベツ赤色色素では 3 倍程度、赤ぶどう果汁赤色色素では 1.7 倍程度の褪色防止効果があり、いずれもローズマリー抽出液添加が高い効果を示した。これは、有色模擬リキュール飲料中の色素の褪色抑制に対してビタミン C 添加量の 1/100 の低濃度でロスマリン酸が効果を発揮することを示すものである。一方で、ローズマリー抽出液の各種色素に対する褪色抑制効果は、対象とする色素により異なることが判明し、これは各色素の構造上の違いに起因していると考えられた。また、ビタミン C の添加はこれらの色素の褪色抑制に効果を示すと報告されているが²²⁾、黄色 4 号や青色 1 号、ベニバナ黄色色素のように効果を示さないものがあることが確認され、ビタミン C に比べるとローズマリー抽出液はリキュール中の幅広い色素の褪色抑制に効果的であることが明らかとなった。リキュールには、使用する果汁や工程使用材として使用する珪藻土に起因する金属イオンが含まれている。色素褪色には、ごく微量の金属イオンが影響し、色素の褪色防止としてキレート剤としての EDTA の添加が効果を有することが知られている²³⁾。このため、ローズマリー抽出液の添加はロスマリン酸の抗酸化作用による色素の酸化防止のメカニズムの他にロスマリン酸によるキレート形成による褪色防止作用の可能性も一部考えられる。なお、ローズマリー抽出時のエタノール濃度が有色模擬リキュール飲料の色素残存率に及ぼす影響について試験に供した 7 種類の色素について調べた結果、抽出するエタノール濃度は褪色防止効果に影響を及ぼさなかった。また、ローズマリー抽出液に含まれる 10ppm のロスマリン酸と同濃度のロスマリン酸標準品 10ppm 溶液を添加した場合の影響を評価した場合にも、各色素の色素残存率は概ね差異がないことから、図 15 のようにローズマリー抽出液の褪色防止効果については、他のポリフェノール類の影響を除外することはできないにしても主たる要因がロスマリン酸に由来することが示唆された。

褪色メカニズム(仮説)とローズマリー抽出液

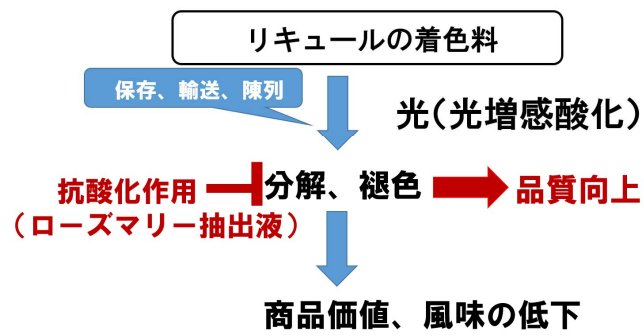


図 15 ローズマリー抽出液によるリキュール褪色防止メカニズム

第2章 ローズマリー抽出液の香味特徴とオフフレーバー成分の解明

ローズマリー抽出液は、有色模擬リキュール飲料に添加することで褪色抑制効果を示したが、ローズマリー抽出液を使用するにあたって、リキュールとしての品質において香味に及ぼす影響を把握する必要がある。そこで、本章の実験では、ローズマリー抽出液のリキュールへの使用時の香味に及ぼす影響を調べ、香味上好ましくない成分を明らかにし、抽出時のエタノール濃度が成分にもたらす変化を明らかにした¹⁹⁾。

第1節 試料の調製方法

第1項 供試試料

第1章 第1節 第1項と同じ試料を用いた。

第2項 ローズマリー抽出液の調製方法

第1章 第1節 第2項に準じた。

第2節 実験方法

第1項 ロスマリン酸含量の測定方法

第1章 第2節 第1項に準じた。

第2項 総ポリフェノール含量の測定方法

第1章 第2節 第2項に準じた。

第3項 有色模擬リキュール飲料の調製方法

第1章 第2節 第3項に準じた。

第4項 有色模擬リキュール飲料の極大吸収波長の特定

第1章 第2節 第4項に準じた。

第5項 色素残存率の測定方法

第1章 第2節 第5項に準じた。

第6項 ローズマリー抽出液の香気成分の分析方法

香気成分の含量は、GC-MS (Agilent 社 5975C) を用いて分析した。以下に分析条

件を示す。カラムに Agilent 122-7063 (DB-WAX 60m×250µm×0.5µm) を用い、移動相はヘリウム（流速：1.0mL／分 定流量）で、スプリット注入（スプリット比：15：1）にて注入した。オープン初期温度は 40℃ で 3 分間保持後、昇温設定温度 230℃に向けて、昇温速度 4℃／分で昇温した。ポストラン温度は 250℃とした。イオン源温度は 230℃であり、四重極温度：150℃とした。

第7項 有色模擬リキュール飲料の官能評価

(1) パネルの選定：本研究では、官能評価を行うにあたり、以下の3つの基準を全て満たしていることを条件にパネル10名を選定した。①リキュール飲料の基礎的な知識（生産国、生産地域、原料の品種、原料の栽培、抽出、蒸留、浸漬など）を有している者。②リキュール飲料の飲用歴が5年以上あり、リキュールの特徴香や味を2点識別法で有意に再現性よく把握できる者。③評点法の使用方法を熟知し、日科技連の官能評価研修を受けた者、もしくはそれに準ずるスキルを持つ者。

(2) 官能評価：官能評価は、JIS Z8144 の規定にある評点法に準じて、臭い(香りの良さ)、後味、酒のおいしさ、酒としての総合評価の4項目について行った(Table 4)。なお、ここでの酒としての総合評価とは、アルコール飲料を飲んだ時に感じる酒類特有の甘味、苦味、複雑味、重量感および刺激感などによって構成される複合的な味わいの観点からの総合的な香りや味わいと定義した。

官能評価は、(1) で選定した10名のパネラーによる0～5点までの評点法で行い、10名の評価結果を集計して平均値にて評価した。なお、官能評価については、筆者が所属するサントリーホールディングス株式会社においてリキュールの官能評価は倫理委員会の対象外になっているため、社内規定による官能評価試験法に準じて実施した。

Table 4 ローズマリーを添加した有色模擬リキュールの官能評価項目

評価項目	評価の尺度	特徴
臭い（香りの良さ）	5	特有の好ましくない臭いが全く感じられない
	4	特有の好ましくない臭いが感じられない
	3	特有の好ましくない臭いがあまり感じられない
	2	特有の好ましくない臭いを感じる
	1	特有の好ましくない臭いを非常に強く感じる
	0	香りが全くよくない
後味	5	後味の悪さが全く感じられない
	4	後味の悪さが感じられない
	3	後味の悪さがあまり感じられない
	2	後味の悪さを感じる
	1	後味の悪さを非常に強く感じる
	0	後味が全く良くない
酒のおいしさ	5	とても良い
	4	良い
	3	やや良い
	2	わずかに良い
	1	良くない
	0	全くよくない
酒としての総合評価	5	とても良い
	4	良い
	3	やや良い
	2	わずかに良い
	1	良くない
	0	全く良くない

第8項 ローズマリー抽出液中のオフフレーバー成分の特定

ローズマリー抽出液中のオフフレーバー成分の特定するため、検出された 12 成分（ゲラニオール、ベルベノン、ボルネオール、 α -テルペニオール、カリオフィレン、テルピネン-4-オール、カンファー、リナロール、シネオール、リモネン、カンフェン、 α -ピネン）を一つずつ有色模擬リキュール飲料へ添加し、官能評価を行い、オフフレーバーを特定した。

第9項 統計解析方法

第1章 第2節 第6項に準じた。

第3節 結果および考察

第1項 ローズマリー抽出液の香気成分分析

ローズマリー抽出液の香味成分を調べるために、GC-MS分析を行った。ローズマリー精油中に存在する香気成分の分析に関しては、多数の先行研究論文が存在するが²⁴⁾、今回行った 60v/v%エタノールで抽出したローズマリー抽出液には、Table5 の

ように 12 種類のモノテルペン類の存在が明らかとなった。ローズマリー抽出液中に存在した香気成分としては、ゲラニオール、ベルベノン、ボルネオール、 α -テルペニオール、カリオフィレン、テルピネン-4-オール、カンファー、リナロール、シネオール、リモネン、カンフェン、 α -ピネンであった。これらの検出された香気成分中ではカンファーが 142ppm、シネオールが 314ppm と高濃度に含まれていた。40v/v% エタノールを用いたローズマリー抽出液には 10 種類のモノテルペン類が検出され、カリオフィレンとカンフェンは検出されなかった。また、20v/v%エタノールでのローズマリー抽出液には、9 種類のモノテルペン類が検出され、40v/v%エタノールで検出されなかったカリオフィレンとカンフェンに加え、 α -ピネンが検出されなかった。また、20v/v%エタノールで抽出したローズマリー抽出液には、60v/v%エタノール濃度で高かったカンファーは約 50%、シネオールは約 40%程度に低下した。カリオフィレンとカンファー、シネオール、カンフェン、 α -ピネンは、水に対する溶解性が低いために、ローズマリーから抽出する際のエタノール濃度を低下させることでエタノール抽出液中のこれらの物質の濃度が低下したと考えられた。

Table 5 Aroma component of rosemary extract

Aroma component	Compound concentration(ppm)		
	60% ethanol	40% ethanol	20% ethanol
geraniol ^{*1}	1.23 \pm 0.004 ^a	1.05 \pm 0.003 ^b	0.99 \pm 0.003 ^c
verbenone ^{*2}	1.87 \pm 0.004 ^a	1.44 \pm 0.003 ^b	0.94 \pm 0.003 ^c
borneol ^{*3}	31.09 \pm 0.004 ^a	28.48 \pm 0.003 ^b	16.55 \pm 0.004 ^c
α -terpineol ^{*4}	32.65 \pm 0.004 ^a	29.31 \pm 0.004 ^b	18.58 \pm 0.004 ^c
caryophyllene ^{*5}	4.20 \pm 0.003 ^a	0.00 \pm 0.00 ^b	0.00 \pm 0.00 ^b
terpinen-4-ol ^{*6}	4.52 \pm 0.003 ^a	4.05 \pm 0.004 ^b	1.87 \pm 0.003 ^c
camphor ^{*7}	142.31 \pm 0.004 ^a	124.93 \pm 0.003 ^b	77.89 \pm 0.003 ^c
linalool ^{*8}	2.56 \pm 0.004 ^a	2.57 \pm 0.004 ^a	1.33 \pm 0.003 ^b
cineole ^{*9}	313.88 \pm 0.005 ^a	264.47 \pm 0.004 ^b	136.99 \pm 0.004 ^c
limonene ^{*10}	19.48 \pm 0.004 ^a	8.80 \pm 0.004 ^b	12.55 \pm 0.003 ^c
camphene ^{*11}	11.25 \pm 0.004 ^a	0.00 \pm 0.00 ^b	0.00 \pm 0.00 ^b
α -pinene ^{*12}	69.26 \pm 0.004 ^a	2.17 \pm 0.003 ^b	0.00 \pm 0.00 ^c

Data are expressed as the mean \pm standard error (n=10). Values in the same group(*1, *2, *3, *4, *5, *6, *7, *8, *9, *10, *11 and *12) that are followed by different letters have significantly difference at $p < 0.01$.

第2項 有色模擬リキュール飲料の官能評価に及ぼすローズマリー抽出液 添加の影響

今回行ったエタノール 60v/v%で抽出したローズマリー抽出液を有色模擬リキュール飲料に添加して官能評価を行ったところ、Table 6 に示すようにローズマリー抽出液を添加すると後味の良さや酒のおいしさがあるものの、青臭い香味があり、総合評価を低下させたことから、香りの面で課題があることが明らかになった。ローズマリー抽出時のエタノール濃度を 20 および 40 v/v%に低減させた場合のローズマリー抽出液を添加した有色模擬リキュール飲料の官能評価をしたところ、香りの良さや後味、酒のおいしさの得点が高くなり、酒としての総合評価も高くなることが示された。ローズマリー抽出時のエタノール濃度 40 および 60 v/v%の香りの良さと酒の総合評価間以外の水準において、統計的にも各水準間の香りの良さ・酒のおいしさ・後味・酒の総合評価は、エタノール濃度が低減すると有意に ($p < 0.01$) 評価点が上昇した。ローズマリー抽出液無添加の場合の各評価項目の得点は 3 点である。

Table6 Effect of rosemary extract addition on the sensory evaluation of colored pseudo-liqueur beverage.

	60% ethanol	40% ethanol	20% ethanol
Flavor goodness ^{*1}	1.0 ± 0.02 ^a	1.0 ± 0.02 ^a	1.5 ± 0.02 ^b
Deliciousness of liqueur ^{*2}	2.8 ± 0.03 ^a	3.0 ± 0.02 ^b	3.8 ± 0.02 ^c
Aftertaste ^{*3}	3.3 ± 0.10 ^a	3.5 ± 0.07 ^b	4.2 ± 0.07 ^c
Comprehensive evaluation ^{*4}	1.0 ± 0.01 ^a	1.0 ± 0.01 ^a	2.5 ± 0.01 ^b

Data are expressed as the mean ± standard error (n=10). Values in the same group(*1, *2, *3, and *4) that are followed by different letters have significantly difference at $p < 0.01$.

そこで、ローズマリー抽出液中のオフフレーバー成分の特定するため、検出された 12 成分を有色模擬リキュール飲料へ一つずつ添加して官能評価を行った。その結果、Table 7 のようにオフフレーバーの成分は濃度の高かったカンファーとシネオールであると特定された。カンファーは葉草様のツンとするオフフレーバーをリキュール飲料に付与した。また、シネオールは樟脳に似た刺激を有するオフフレーバーをリキュール飲料に付与した。前述のようにシネオールやカンファーは水に対する溶解性が低いために、ローズマリーから抽出する際のエタノール濃度を低下させることでエタノー

ル抽出液中のこれらの物質の濃度が低下したと考えられた。その結果として、有色模擬リキュール飲料中の青臭さが解消され官能評価の結果の向上につながったものと推察される。

Table 7 Presence or absence of off-flavour of each aroma component

Aroma component	Presence or absence of off-flavor
geraniol	—
verbenone	—
borneol	—
α -terpineol	—
caryophyllene	—
terpinen-4-ol	—
camphor	+
linalool	—
cineole	+
limonene	—
camphene	—
α -pinene	—

— : Absence of off-flavour

+ : Presence of off-flavour

以上のことから、ローズマリーのエタノール抽出液は、有色模擬リキュール飲料に添加することで褪色抑制効果を示し、その効果はビタミン C を添加した場合よりも低濃度で強く発揮することが明らかとなった。また、エタノールにより抽出されるオフフレーバーの原因物質はモノテルペン類であるカンファーとシネオールであり、エタノール濃度を 20v/v%程度にまで低減することで、これらの物質の抽出量が抑制され、有色模擬リキュール飲料の品質が向上した。

第4節 要約

今回行ったエタノール 60v/v%で抽出したローズマリー抽出液を有色模擬リキュール飲料に添加して官能評価を行ったところ、後味の良さや酒のおいしさがあるものの、青臭い香味があり、総合評価を低下させたことから、香りの面で課題があることが明らかになった。ローズマリー抽出時のエタノール濃度を 20 および 40 v/v%に低減させた場合のローズマリー抽出液を添加した有色模擬リキュール飲料の官能評価をしたところ、香りの良さや後味、酒のおいしさの得点が高くなり、お酒としての総合評価も高くなることが示された。エタノールにより抽出されるオフフレーバーの原因物質は

モノテルペン類であるカンファーとシネオールであり、エタノール濃度を 20v/v%程度にまで低減することで、これらの物質の抽出量が抑制され、有色模擬リキュール飲料の品質が向上することが明らかとなった。

第3章 有色リキュールの品質向上に有用なローズマリー抽出液の 抽出方法に関する研究

第1章において酒類リキュールの原酒製造に通常よく用いられる 60 v/v%エタノールで調製したローズマリー抽出液を添加するとリキュールの飲用時品質として大切な色の安定性向上に活用できることを明らかにした¹⁹⁾。しかし、第2章のようにローズマリー抽出液を使用すると青臭いオフフレーバーをリキュールに付与してしまう問題があった。これは、ローズマリーを 60 v/v%エタノールで抽出すると、オフフレーバーの原因物質となるモノテルペン類であるカンファーとシネオールが抽出されることによるものであり、エタノール濃度を 20 v/v%程度にまで低減することで、これらの物質の抽出量が低減されることを明らかにした。この抽出液においても褪色抑制効果は 60 v/v%エタノールと同等であったが、リキュール全体としての品質については官能評価の結果は不十分であった¹⁹⁾。酒類や食品においては、原料由来のオフフレーバーを低減する多くの研究がなされ、最適なバランスを見つける取り組みがなされている²⁵⁾²⁶⁾²⁷⁾。そこで本章の実験では、ローズマリー抽出液の製造条件として、抽出時のエタノール濃度、抽出温度、抽出時間、抽出後の減圧濃縮効果を検討することで色素褪色効果を維持しつつ、ローズマリー抽出液特有の好ましくない臭い、または後味を抑制した酒類有色リキュール飲料の製造条件を確立することを目的とした²⁰⁾。

第1節 試料の調製方法

第1項 供試試料

第1章 第1節 第1項に準じた。

第2項 ローズマリー抽出液の調製方法

(1) 抽出エタノール濃度の条件検討

リキュールの原料酒ではエタノール浸漬は、60v/v%水溶液で行うが、今回は抽出時のエタノール濃度を 0、5、10、20、40、60v/v%で調製し、抽出される成分のエタノール濃度の影響を検討した。ローズマリー粉砕物 100g を各エタノール濃度の水溶液 1L に浸漬し、攪拌しながら 50℃にて 2 時間抽出した。その後、浸漬液を別の容器に移し替え、定性ろ紙 (No2 ADVANTEC 社) にてろ過して、ろ液 (ローズマリー抽出液) を得て、-20℃の冷凍庫に保管した。

(2) 抽出温度の条件検討

抽出エタノール濃度を 0v/v%、抽出時間を 3 時間とし、抽出温度を 5℃、20℃、37℃、50℃、60℃、70℃、95℃とし、抽出される成分の抽出温度の影響を検討した。

(3) 抽出時間の条件検討

抽出エタノール濃度を 0v/v%、抽出温度を 50℃とし、抽出時間を 0.5hr、1hr、2hr、3hr とし、抽出される成分の抽出時間の影響を検討した。

(4) ローズマリー抽出液の濃縮

抽出エタノール濃度を 0v/v%、抽出時間を 2 時間とし、抽出温度を 50℃で、ローズマリー抽出液を抽出した。その後、ロータリーエバポレーターを用いて、減圧濃縮を行い、抽出される成分の濃縮による影響を検討した。減圧濃縮の条件は、昇温温度 0～78℃であり、減圧度は 0.1atm とした。この減圧操作によりローズマリー抽出液を 14 倍濃縮液、23 倍濃縮液とし、未濃縮液との比較を行った。

第 2 節 実験方法

第 1 項 有色模擬リキュール飲料の調製方法

第 1 章 第 2 節 第 3 項に準じた。

第 2 項 総ポリフェノール含量の分析方法

第 1 章 第 2 節 第 2 項に準じた。

第 3 項 ロスマリン酸含量の分析方法

第 1 章 第 2 節 第 1 項に準じた。

第4項 ローズマリー抽出液の香気成分の分析

第2章 第2節 第6項に準じた。

第5項 有色模擬リキュール飲料の極大吸収波長の測定

第1章 第2節 第4項に準じた。

第6項 色素残存率の測定方法

第1章 第2節 第5項に準じた。

第7項 有色模擬リキュール飲料の官能評価

第2章 第2節 第7項に準じた。

第8項 統計解析方法

第1章 第2節 第6項に準じた。

第3節 結果および考察

第1項 抽出時のエタノール濃度が抽出液中のロスマリン酸、

総ポリフェノール含量、香気成分に及ぼす影響

抽出時のエタノール濃度がローズマリー抽出液中のロスマリン酸、総ポリフェノール、シネオールおよびカンファールの各含有量に及ぼす影響について調べた結果を図16に示した。ロスマリン酸の含有量は抽出時のエタノール濃度に影響を受けず、0～60v/v%で1,330～1,359ppmの範囲と大きな差は見られなかった。また、総ポリフェノール含有量も抽出時のエタノール濃度に影響を受けず、0～60v/v%でほぼ4,020ppmと大きな差は見られなかった。総ポリフェノール含量に対するロスマリン酸濃度は、第1章の研究結果と同様に30%程度とほぼ一定であった。一方、青臭いオフフレーバ

一成分であるシネオールは、抽出エタノール濃度が低減するにつれて減少し、エタノール濃度が 60v/v% の 330ppm に比べて、0v/v% では 68ppm となり 79% 減少した。また、同様にカンファーもエタノール濃度 60v/v% では 153ppm であったのに対して、0v/v% では 45ppm と 71% に減少した。この結果は、第 2 章の実験結果を反映するものであるが、前章での 20v/v% エタノール抽出液に比べて、0v/v% の方がより青臭いオフフレーバー成分の抽出が抑制され、抽出液のフレーバーが改善されたことを示している。結論として、シネオールとカンファーは抽出エタノール濃度 0v/v% と 5v/v% では大きな差はなく、抽出エタノール濃度としては 5v/v% 以下が望ましいと判断された。

スダチ搾汁残渣を利用した柑橘精油の研究では、精油回収量に及ぼす抽出時エタノール濃度の影響が調べられており、エタノール 0v/v% では回収量が減少することが知られている²⁸⁾。スダチ精油の研究は香料分野での研究であるが、本研究では酒類リキュールでも水に対する溶解性の低いシネオール、カンファーを抽出時のエタノール濃度を低減することで制御する点では挙動が一致するものである。

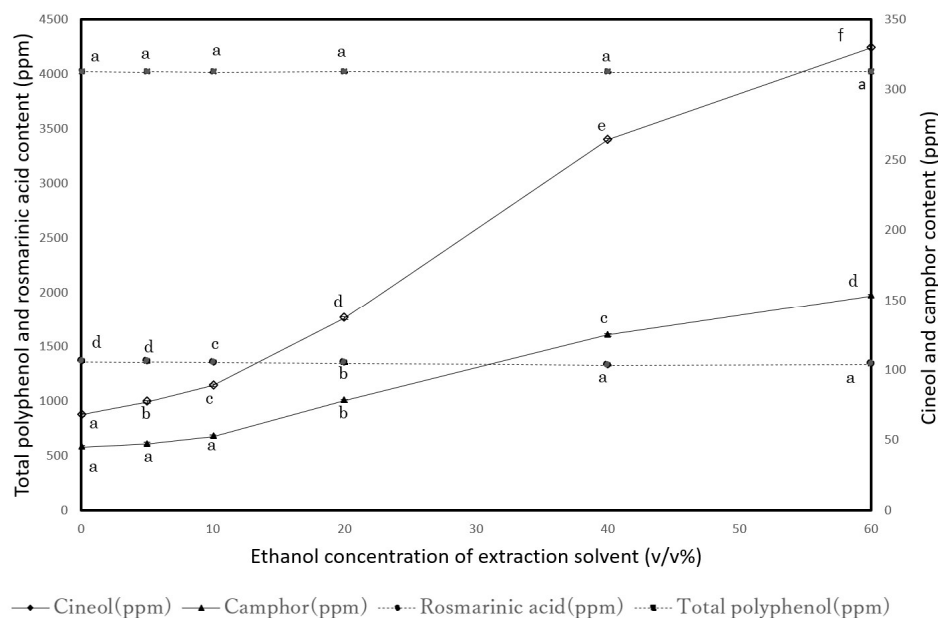


図 16 Effect of ethanol concentration on rosmarinic acid, total polyphenol, cineol and camphor content on rosemary extracts. Error bars represent mean \pm standard error (n=10). Significant differences in the same line are indicated by different letters ($p < 0.01$).

第2項 抽出時の抽出温度が抽出液中のロスマリン酸、総ポリフェノール含量、 香気成分に及ぼす影響

ローズマリー抽出時の抽出温度を 5～95℃とした際のロスマリン酸、総ポリフェノール、シネオールおよびカンファーの各抽出量に及ぼす温度の影響を調べた結果を図17に示した。ロスマリン酸の抽出量は抽出温度に影響を受け、抽出温度が高くなるにつれてロスマリン酸濃度が緩やかであるが有意に増加した。抽出温度が低い 5℃ではロスマリン酸濃度がもっとも低かった。青臭いオフフレーバー成分であるシネオールの抽出量は、抽出温度が 5～60℃までは緩やかに上昇したが、70℃以上になると濃度は著しく上昇した。また、カンファーは、温度に依存して直線的に濃度が上昇し、抽出温度 5～50℃ではシネオールよりも濃度は低かったが、60℃以上ではシネオールとの差異がなく増加した。以上の結果より、ロスマリン酸濃度とオフフレーバー成分であるシネオール、カンファーの濃度の挙動から抽出温度としては、20℃～60℃が望ましいと判断された。

柑橘製油の抽出温度の研究では、抽出温度に応じて成分が変化する傾向が見られ、抽出温度が高くなると高沸点の成分が抽出され、官能的にグリーンでスパイシーな製油となり、成分としてグリーンが香味を有する α -フェネルセンが増大することが知られている²⁹⁾。今回の場合には、抽出温度が高くなると高沸点のシネオールとカンファーが増加しており、同じメカニズムである考えられる。柑橘製油のケースは香料の分野での知見であるが、今回のローズマリー抽出液の結果と合致するものである。

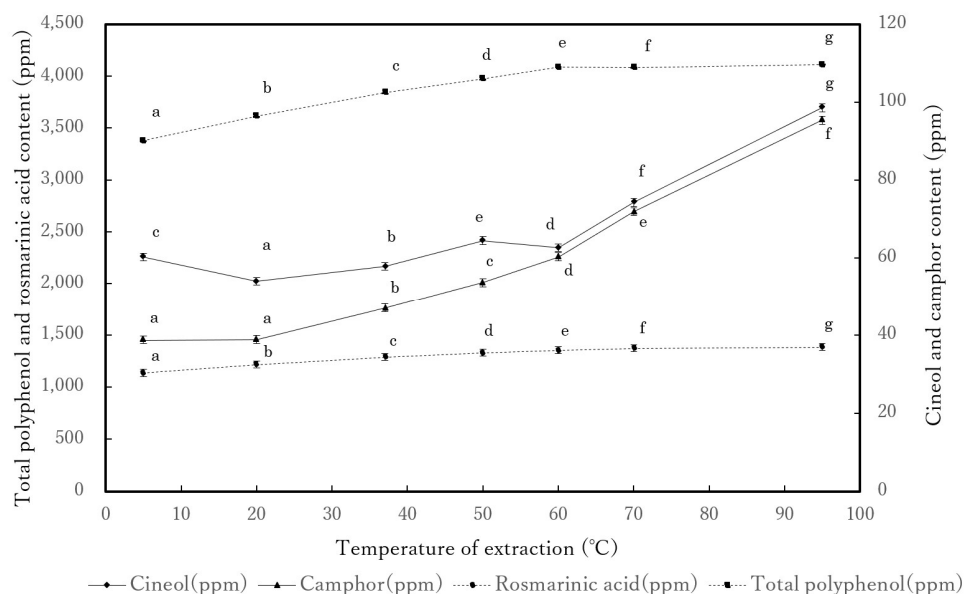


図 17 Effect of extraction temperature on rosmarinic acid, total polyphenol, cineol and camphor content on rosemary extracts. Error bars represent mean \pm standard error ($n = 10$). Significant differences in the same line are indicated by different letters ($p < 0.01$).

第 3 項 抽出時の抽出時間が抽出液中のロスマリン酸、総ポリフェノール含量、香気成分に及ぼす影響

ローズマリー抽出時の抽出温度を 0.5、1、2、3 時間と変化させ、抽出時間がローズマリー抽出液中のロスマリン酸、総ポリフェノール、シネオールおよびカンファー濃度に及ぼす影響について調べた結果を図 18 に示した。ロスマリン酸の抽出量は、抽出時間に影響を受け、0.5 時間ではロスマリン酸含量が 1,315ppm、総ポリフェノール含量も 3,893ppm とともに低かったことから、抽出時間は 1 時間以上が望ましいことが判った。青臭いオフフレーバー成分であるシネオールは、抽出時間が長くなるにつれて増加するが、抽出時間 2 時間でほぼ一定となった。また、カンファーは 3 時間まで増加したことから、総合的に考えると抽出時間は 2 時間が望ましいと考えられた。ポリフェノール含有リキュール の開発に関する先行研究において、焼酎にピーナッツ種皮を浸漬させる時間は、2 時間がポリフェノール量と官能評価より最適であることが報告されている³⁰⁾。今回の研究は、ほぼ一致する結果であり、リキュール製造に一般的に考えられている抽出時間内で製造できると考えられた。

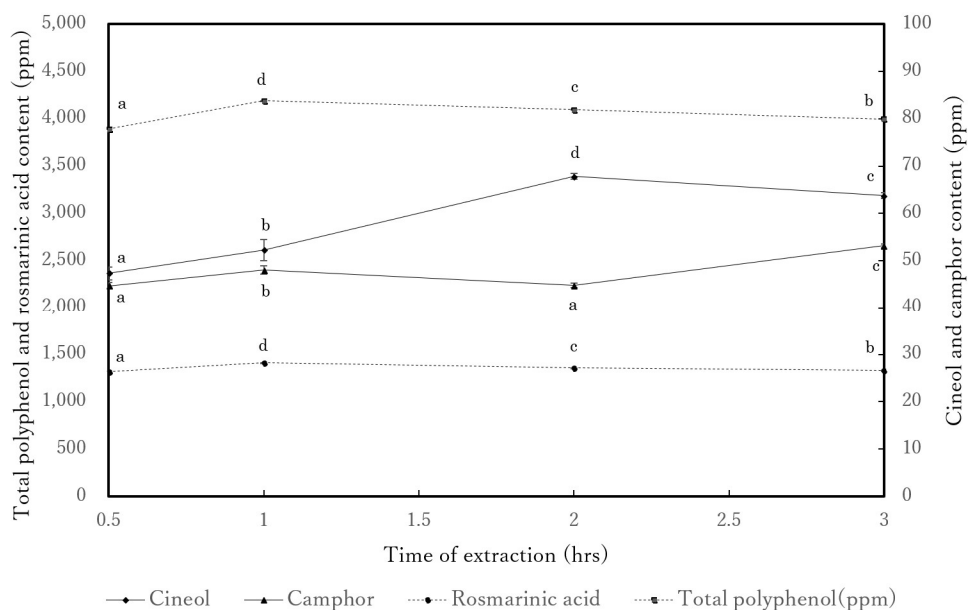


図 18 Effect of extraction time on rosmarinic acid, total polyphenol, cineol, and camphor content on rosemary extracts. Error bars represent mean \pm standard error ($n = 10$). Significant differences in the same line are indicated by different letters ($p < 0.01$).

第 4 項 ローズマリー抽出液を濃縮した場合の抽出液中のロスマリン酸、 総ポリフェノール含量、香気成分に及ぼす影響

ローズマリー抽出液に対する減圧濃縮操作が抽出成分に及ぼす影響について未濃縮液、14 倍濃縮液、23 倍濃縮液を用いてロスマリン酸、総ポリフェノール、シネオールおよびカンファーそれぞれの濃度を調べた。エタノール 0v/v%抽出液を濃縮した結果を図 19A、エタノール 5v/v%抽出液を濃縮した結果を図 19B に示した。エタノール 0v/v%抽出液を濃縮した場合には、ロスマリン酸、総ポリフェノール濃度ともに濃縮倍率に比例して上昇した。これは、ロスマリン酸やポリフェノールが不揮発性であるために濃縮液中に残存したことで濃縮倍率に比例したと考えられる。シネオール、カンファー濃度の変化については、減圧濃縮によりカンファー、シネオールともに濃度が著しく低下し、14 倍濃縮液、23 倍濃縮液では未検出となった。これは、シネオールやカンファーは揮発性が高いために濃縮過程での揮発により減少したものと推察された。一方、エタノール 5v/v%抽出液を濃縮した場合には、エタノール 0v/v%抽出液と同様にロスマリン酸とポリフェノールは濃縮され、図 19B のように濃縮倍率に比例

して濃縮されたが、シネオールおよびカンファーの挙動は異なり、濃縮過程で一部は除去されるものの、23 倍濃縮液では 17 倍に濃縮されて高濃度で残存することが判った。これは、濃縮過程においてエタノールが溶液中に残存することで親油成分であるシネオール、カンファーの揮発が妨げられたことによるものではないかと考えられた。

以上の結果より、ローズマリー抽出液を濃縮する条件として、エタノール 0v/v%で抽出後、減圧濃縮を行うとローズマリーに含まれるロスマリン酸が濃縮できるだけでなく、特有の青臭い臭気も低減できることが明らかとなった。

減圧濃縮は香味上必要のない成分を除く方法として報告されており、もろみ酢の製造で味に寄与する水溶性成分のみ濃縮液に残し、発酵由来のオフフレーバーである揮発性の成分は蒸留液に移行させ、蒸留残渣を製品とすることで、もろみ酢の品質が向上することが知られている³¹⁾。今回の場合には、水溶性の成分であるロスマリン酸は濃縮液中に残り、揮発性のシネオールとカンファーは蒸留液側に移行した。もろみ酢のケースは、調味料の分野での知見であるが、今回のローズマリー抽出液の結果と合致するものである。

ローズマリー抽出液を減圧濃縮するとエキスを **Brix** として 60%に高めることが可能であり、工業的に輸送経費を削減できると共に微生物による変敗リスクも低減できる利点がある。輸送費の削減は脱炭素社会実現にも貢献が期待できる。

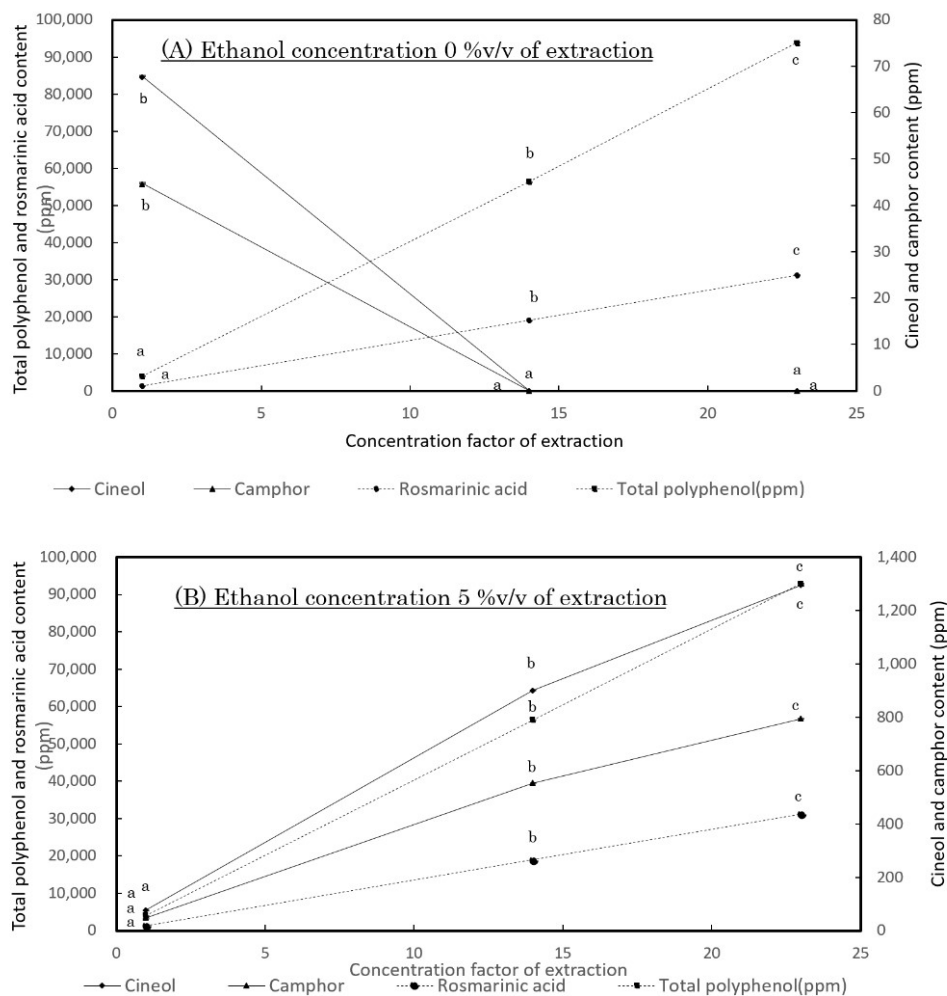


図 19 Effect of concentration factor on rosmarinic acid, total polyphenol, cineol, and camphor content on rosemary extraction. Ethanol concentration (A) 0%v/v and (B) 5%v/v of extraction. Error bars represent mean \pm standard error (n=10). Significant differences in the same line are indicated by different letters ($p < 0.01$).

第 5 項 各抽出条件で得られたローズマリー抽出液のリキュール色安定性評価

各抽出アルコール度数、抽出温度、抽出時間、濃縮で得られたローズマリー抽出液の食用赤色 102 号と食用黄色 4 号に対する色素残存率を評価したところ、図 20 のようにいずれの条件においても色素残存率は変化せず、高い褪色防止効果を維持していた。各ローズマリー抽出液の食用赤色 102 号に対する色素残存率はおよそ 80%、食用黄色 4 号色素に対する色素残存率はおよそ 40%と高い残存率を有していた。

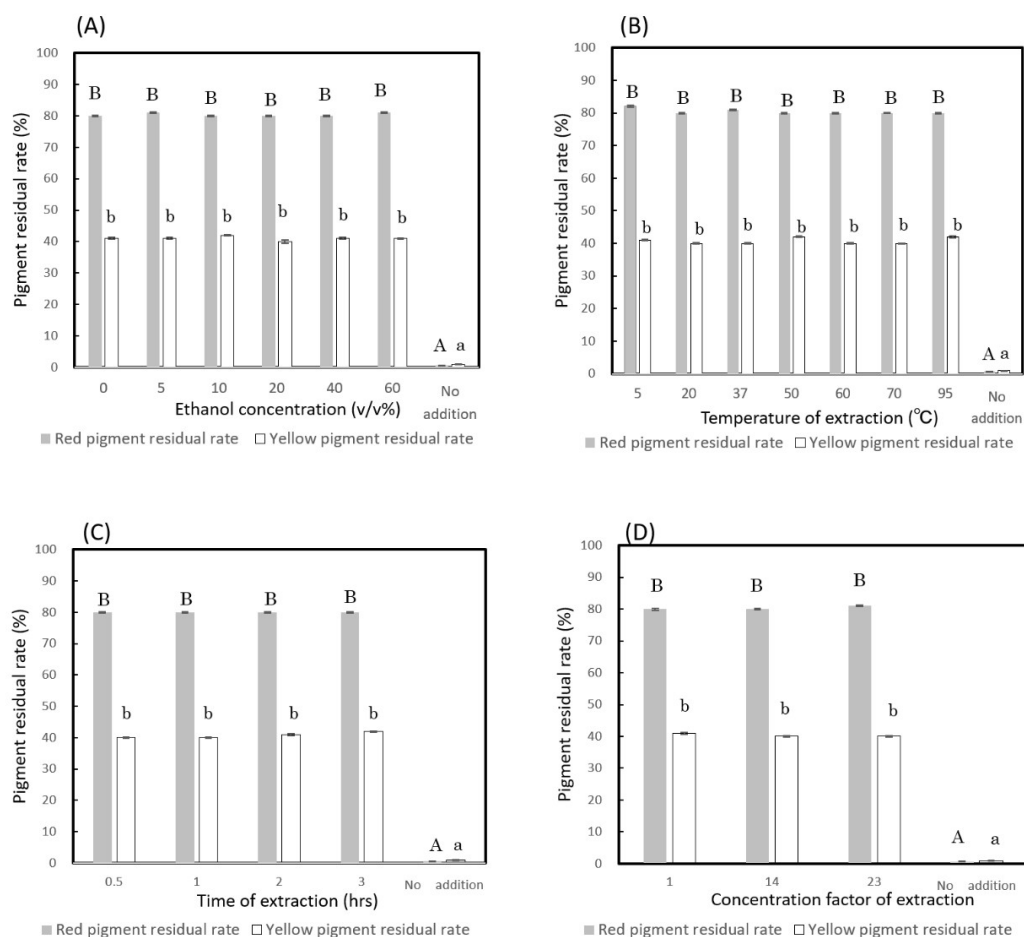


図 20 Effect of extraction conditions on pigment residual rate in a pseudo-liqueur beverage. Effect of (A) ethanol concentration, (B) extraction temperature, (C) extraction time, and (D) concentration ratio. Error bars represent mean \pm standard error ($n=10$). Significant differences in the same colored bars are indicated by different letters ($p < 0.01$).

第4節 要約

ローズマリー抽出液には有色模擬リキュール飲料に添加すると、褪色防止効果が有ることを明らかにできた。しかしながら、青臭い香味があり、その香味特徴を低減したローズマリー抽出液の調製条件の検討が必要であった。そこで、有色模擬リキュール飲料に対して、褪色防止効果を有しつつ、オフフレーバーが低く、リキュール上好みの香味を有する条件を検討し、その条件を明らかにすることができた。青臭いオフフレーバー成分であるシネオールは、抽出エタノール濃度が低減するにつれて減少し、エタノール濃度が 60v/v% の 330ppm に比べて、0v/v% では 68ppm となり、78%

減少した。また、同様にカンファーもエタノール濃度 60v/v%では 153ppm であったのに対して、0v/v%では 45ppm と 71%に減少した。その結果、抽出工程における抽出溶液はエタノールを含まない水がもっとも適していた。ローズマリー抽出時の抽出温度を 5～95℃とした際のロスマリン酸、総ポリフェノール、シネオールおよびカンファーの各抽出量に及ぼす温度の影響を調べた。ロスマリン酸の抽出量は抽出温度に影響を受け、抽出温度が高くなるにつれてロスマリン酸濃度が緩やかであるが有意に増加した。抽出温度が低い 5℃ではロスマリン酸濃度がもっとも低かった。青臭いオフフレーバー成分であるシネオールの抽出量は、抽出温度が 5～60℃までは緩やかに上昇したが、70℃以上になると濃度が著しく上昇した。また、カンファーは、温度に依存して直線的に濃度が上昇し、抽出温度 5～50℃ではシネオールよりも濃度は低かったが、60℃以上ではシネオールとの差異がなく増加した。ロスマリン酸、シネオール、カンファーの濃度の挙動から抽出温度としては、20℃～60℃が望ましいと判断された。ローズマリー抽出時の抽出温度を 0.5、1、2、3 時間と変化させ、抽出時間がローズマリー抽出液中のロスマリン酸、総ポリフェノール、シネオールおよびカンファー濃度に及ぼす影響について調べた。ロスマリン酸の抽出量は抽出時間に影響を受け、0.5 時間ではロスマリン酸含量が 1,315ppm、総ポリフェノール含量も 3,893ppm ともっとも低かったことから、抽出時間は 1 時間以上が望ましいことが判った。青臭いオフフレーバー成分であるシネオールは、抽出時間が長くなるにつれて増加するが、抽出時間 2 時間でほぼ一定となった。また、カンファーは 3 時間まで増加したことから、総合的に考えると抽出時間は 2 時間が望ましいと考えられた。ローズマリー抽出液に対する減圧濃縮操作が抽出成分に及ぼす影響について未濃縮液、14 倍濃縮液、23 倍濃縮液を用いてロスマリン酸、総ポリフェノール、シネオールおよびカンファーそれぞれの濃度を調べた。エタノール 0v/v%抽出液を濃縮した場合とエタノール 5v/v%抽出液を濃縮した場合を比較した。エタノール 0v/v%抽出液を濃縮した場合には、ロスマリン酸、総ポリフェノール濃度ともに濃縮倍率に比例して上昇した。これは、ロスマリン酸やポリフェノールが不揮発性であるために濃縮液中に残存したことで濃縮倍率に比例したと考えられる。シネオール、カンファー濃度の変化については、減圧濃縮によりカンファー、シネオールともに濃度が著しく低下し、14 倍濃縮液、23 倍濃縮液では

未検出となった。これは、シネオールやカンファーは揮発性が高いために濃縮過程で揮発したことにより減少したものと推察された。一方、エタノール 5v/v%抽出液を濃縮した場合には、エタノール 0v/v%抽出液と同様にロスマリン酸とポリフェノールは濃縮され、濃縮倍率に比例して濃縮されたが、シネオールおよびカンファーの挙動は異なり、濃縮過程で一部は除去されるものの、23 倍濃縮液で 17 倍に濃縮されて高濃度で残存することが判った。これは、濃縮過程においてエタノールが溶液中に残存することで親油成分であるシネオール、カンファーの揮発が妨げられたことによるものではないかと考えられる。以上の結果より、ローズマリー抽出液を濃縮する条件として、エタノール 0v/v%で抽出後、減圧濃縮を行うことでローズマリーに含まれるロスマリン酸が濃縮できるだけでなく、特有の青臭い臭気が低減できることが明らかとなった。各抽出アルコール度数、抽出温度、抽出時間、濃縮で得られたローズマリー抽出液の食用赤色 102 号と食用黄色 4 号に対する色素残存率を評価したところ、各条件により変化せず、高い褪色防止効果を有していた。各ローズマリー抽出液の食用赤色 102 号に対する色素残存率はおおよそ 80%、食用黄色 4 号に対する色素残存率はおおよそ 40%と高い残存率を有していた。

第4章 オフフレーバーが最も少ない抽出条件でのリキュールへの影響と

ローズマリー抽出液の特徴

本章の実験では、第3章で検討したオフフレーバーが最も少ないローズマリー抽出条件を組み合わせた場合のリキュールへの香味影響や褪色防止効果を調べた。また、ローズマリー抽出液の特徴とその原因に関して考察した²⁰⁾。

第1節 試料の調製方法

第1項 供試試料

第1章 第1節 第1項と同じ試料を使用した。

第2項ローズマリー抽出液の調製方法

抽出溶媒は水、抽出時間を2時間、抽出温度50℃でローズマリー抽出液を調製した。その後、ロータリーエバポレーターを用いて減圧濃縮を行い、抽出される成分の濃縮による影響を検討した。減圧濃縮の条件は、昇温温度0～78℃であり、減圧度は0.1atmとした。この減圧操作によりローズマリー抽出液を23倍に濃縮し、未濃縮液との比較を行った。

第2節 実験方法

第1項 有色模擬リキュール飲料の調製方法

第1章 第2節 第3項に準じた。

第2項 総ポリフェノール含量の分析方法

第1章 第2節 第2項に準じた。

第3項 ロスマリン酸含量の分析方法

第1章 第2節 第1項に準じた。

第4項 ローズマリー抽出液の香気分析の分析

第2章 第2節 第6項に準じた。

第5項 有色模擬リキュール飲料の極大吸収波長の測定

第1章 第2節 第4項に準じた。

第6項 色素残存率の測定方法

第1章 第2節 第5項に準じた。

第7項 有色模擬リキュール飲料の官能評価

第2章 第2節 第7項に準じた。

第8項 ローズマリー抽出液中の後味のよい成分の特定

GC-MS の分析結果からローズマリー抽出液中の良後味成分として特定されたグラニオール単品を有色模擬リキュール飲料に添加して官能評価を行い、後味改善の有無を検討した。

第9項 統計解析方法

実験結果は、第1章 第2節 第6項に準じて統計解析を行った。また、相関係数の検定は、Statcel4 のピアソン相関係数検定にて解析し、 $p<0.01$ または $p<0.05$ を有意差とした。

第3節 結果および考察

第1項 オフフレーバーが最も少ない抽出条件でのリキュールへの影響

ローズマリー抽出液の抽出条件として最良の条件である抽出溶媒が水、抽出温度 50℃、抽出時間 2 時間、23 倍濃縮で調製した抽出液を用いた場合のリキュールへの香味品質への影響と褪色防止効果を調べた。その結果、Table8 のように香りの良さが、改良前の抽出条件（エタノール濃度 60v/v%、抽出温度 50℃、抽出時間 2 時間、濃縮なし）に比べて、改良前で 1 であったものが、最良の条件では 4.6 と向上し、総合評価も 1 から 5 に向上した。また、色素残存率についても改良した抽出液は、食用赤色 102 号に対する色素残存率はおおよそ 80%、食用黄色 4 号に対する色素残存率はおおよそ 40%と高い残存率を維持しており、高い褪色防止効果を有していた。

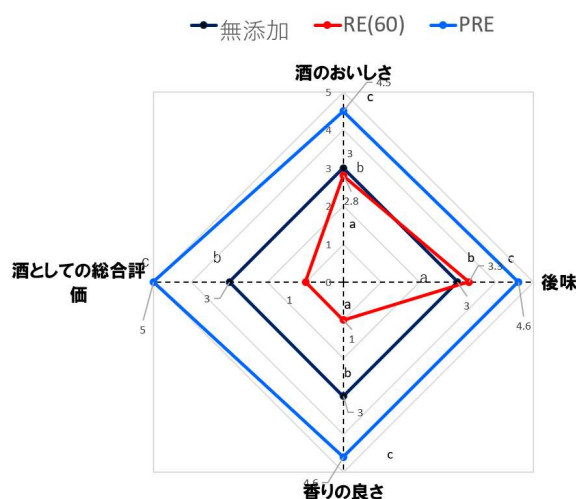
Table 8 Flavor and color stability of colored pseudo-liqueur beverages

Extraction conditions of rosemary				Colored pseudo-liqueur beverages					
Concentration factor	Ethanol (v/v%)	Time (h)	Temp (°C)	Sensory evaluation				Color stability	
				Flavor goodness*1	Deliciousness of liquor*2	Aftertaste*3	Comprehensive evaluation*4	Red pigment residual rate(%)*5	Yellow pigment residual rate(%)*6
1	60	2	50.0	1.0 ± 0.02 ^a	2.8 ± 0.03 ^a	3.3 ± 0.03 ^b	1.0 ± 0.01 ^a	81.0 ± 0.2 ^b	41.0 ± 0.2 ^c
23	0	2	50.0	4.6 ± 0.02 ^c	4.5 ± 0.03 ^c	4.6 ± 0.02 ^c	5.0 ± 0.02 ^c	81.0 ± 0.2 ^b	40.0 ± 0.1 ^b
No addition				3.0 ± 0.02 ^b	3.0 ± 0.02 ^b	3.0 ± 0.02 ^a	3.0 ± 0.02 ^b	0.7 ± 0.03 ^a	1.0 ± 0.02 ^a

Data are expressed as mean ± standard error (n=10). Values in the same group (*1, *2, *3, *4, *5 and *6) that are followed by different letters have significantly difference at $p < 0.01$.

今回の研究で得られた好ましくない臭い又は後味を抑制したローズマリー抽出液のことを Premium Rosemary Extract:PRE とする。その官能特徴、色素残存率の評価結果を図 21 にまとめた。

Premium Rosemary Extract (PRE) の官能評価



色素残存率評価

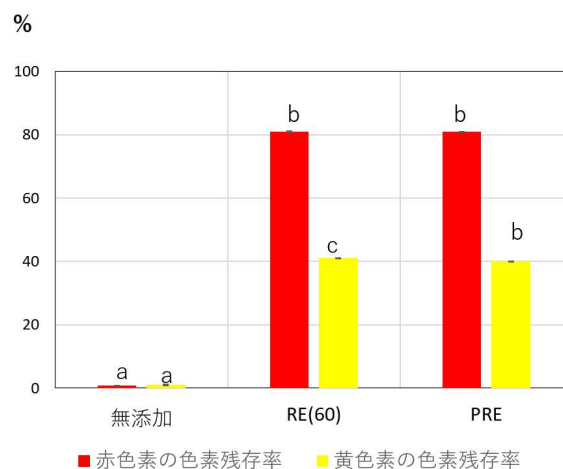


図 21 PRE の官能評価や褪色防止効果

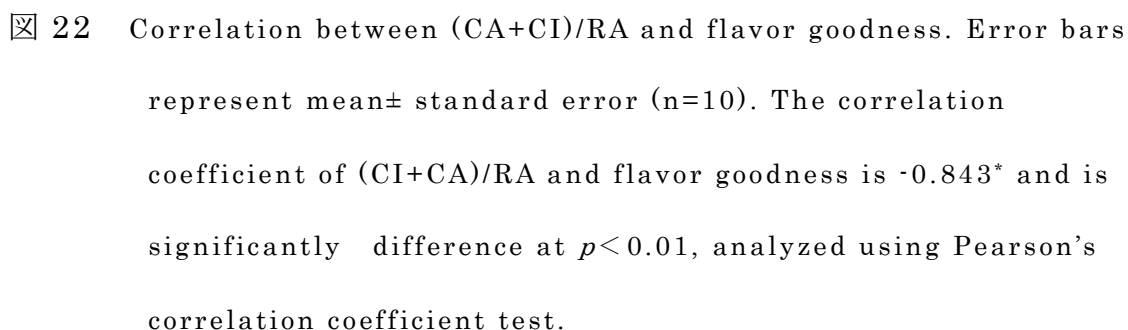
Values with different letters have significantly difference at $p < 0.01$.

第 2 項 ローズマリー抽出液の良好さを評価する指標

今回検討した最良の条件でのローズマリー抽出液を用いた場合のリキュールへの香味品質が著しく向上した理由を理論的に考察するために、ローズマリー抽出液の香味バランスの指標化を検討し、ロスマリン酸、シネオール、カンファー濃度から（シネオール：CI+カンファー：CA）/ロスマリン酸：RA の濃度比を算出することを考案した。

抽出条件としてエタノール濃度、抽出温度、抽出時間、減圧濃縮倍率を変化させた場合のロスマリン酸、シネオール、カンファー濃度を測定し、各抽出条件における（CI+CA）/RA と香りの良さをまとめ、（CI+CA）/RA 濃度比と官能評価の相関関係（ $n=37$ ）を調べたところ、図 22 のように相関係数 $r=-0.843$ で負の相関があり、決定係数は $r^2=0.711$ であった。ピアソンの相関関係検定で検定を行ったところ $p<0.01$ で有意差が認められた。得られた相関性から推定すると、官能評価の「香りの良さ」が目標値である 3 以上となるのは、（CI

ローズマリー抽出液の利用においては、理化学分析の結果からの成分指標を用いることで有色リキュール飲料の品質を事前に予測することが可能であり、この方法はローズマリー以外にも応用できるものと考えられる。今回の研究で新たに求められた判定式により、今後、抽出液中の成分値により褪色防止効果とおいしさを確保できることになり、工業的に非常に有益と考えている。



第3項 ローズマリー抽出液の特徴

改良されたローズマリー抽出液は、Table8 の官能評価の結果から後味の良さが向上していることが判り、リキュールへの使用時のメリットと考えられる。そこで、ローズマリー抽出液中の後味成分を特定するため、抽出液から GC-MS 検出された成分のひとつであるゲラニオールについて有色模擬リキュール飲料への添加試験を実施して官能評価を行った。その結果、Table9 のように良後味成分であると評価された。ゲラニオールは、イソプレン単位が二つの直鎖状モノテルペンアルコールの一種でバラ様の華やかな芳香を持ち、モモ、ラズベリー、柑橘類にも含まれることから、ローズマリー抽出液をリキュール飲料に添加したことでマイルドな後味、おいしさをリキュール飲料に付与したと考えられる。抽出時のエタノール濃度、抽出温度、抽出時間のゲラニオール抽出量の変化を調べたところ、ゲラニオールは、図 23 のように抽出条件により変化した。抽出時のエタノール濃度が 0 から 40v/v%ではゲラニオール濃度はほぼ変化しないが、60v/v%では有意に増加した。抽出温度が 5~60℃ではゲラニオール濃度はほぼ変化しないが、70℃および 95℃では有意な増加が認められた。抽出時間が 0.5~2 時間ではゲラニオール濃度は増加する傾向にあるが、2 時間と 3 時間の間では有意差はなく、その後はほぼ一定であった。エタノール濃度 0v/v%抽出液を減圧濃縮した場合には、ゲラニオールは濃縮され有意に増加した。減圧濃縮操作でゲラニオールの挙動と未検出となったシネオールとカンファーの挙動とが異なるのは、エタノール濃度 0v/v%抽出液でゲラニオールは、シネオール、カンファーに比べて水に対する溶解性が低いため（ゲラニオール 0.1mg/ml at 25℃、シネオール 3.5mg/ml at 21℃、カンファー 1.2mg/ml at 25℃）ゲラニオールの濃度はシネオールとカンファーに比べて低くなるが、減圧濃縮下では各成分の有する沸点の違い（シネオール沸点 176-177℃、カンファー沸点 204℃、ゲラニオール沸点 229℃）に由来し、ゲラニオールはシネオールとカンファーに比べて沸点が高く、減圧濃縮操作で残存し

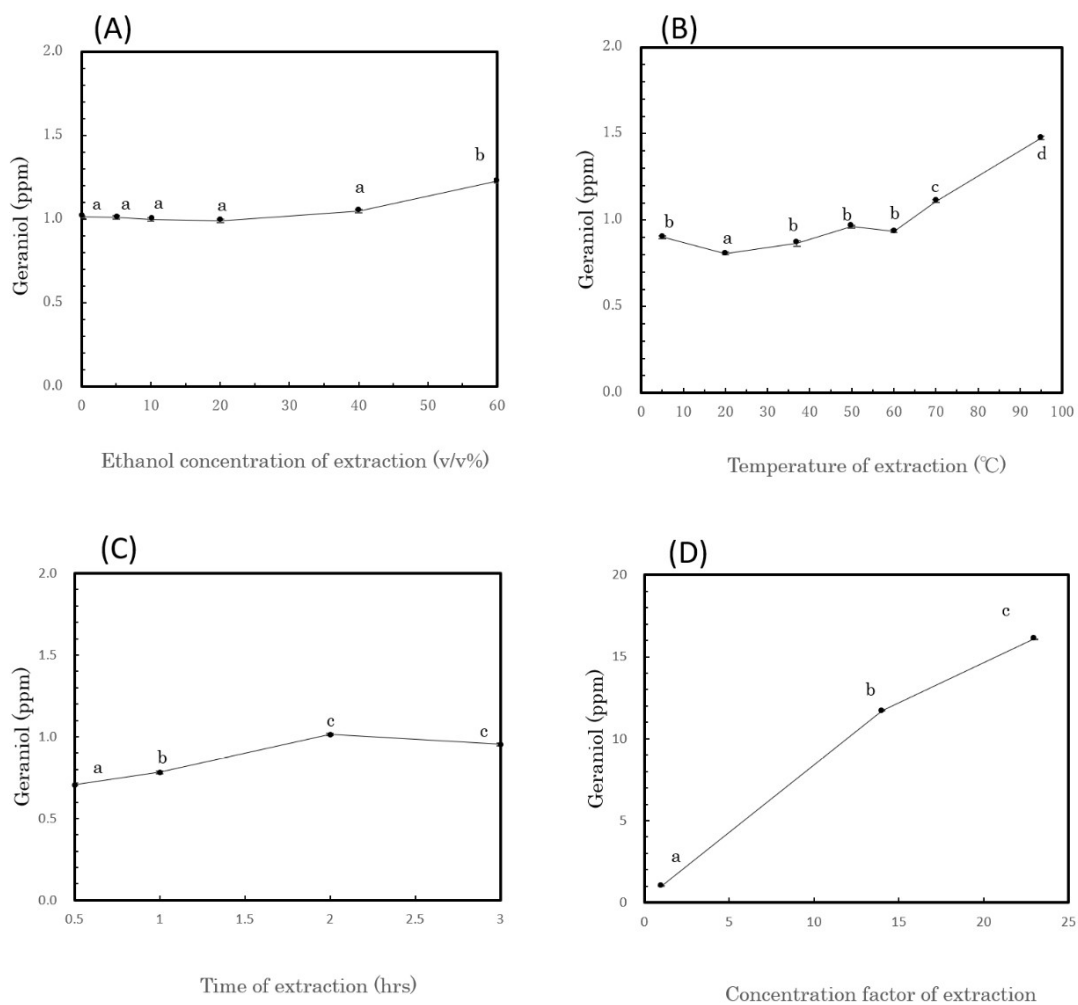
たものと考えられる。今回の試作した有色模擬リキュール飲料では、抽出液を
ロスマリン酸 10ppm になるようにリキュールに添加しており、リキュール中
のゲラニール濃度は 0.005~0.01ppm 程度残存する。ゲラニオール単体の添加
試験では濃度 0.01ppm であったため、十分な良後味が確認できたものと思わ
れる。天然物であるローズマリーにはいくつものフレーバーを含んでいること
から抽出条件によっては好ましい抽出製品になると考えられる。天然物を用い
た褪色防止剤の利点と言える。

Table 9 Presence or absence of aftertaste goodness by geraniol

Aroma component	Presence or absence of aftertaste goodness
Geraniol	+
no addition	—

— : Absence of aftertaste goodness

+: Presence of aftertaste goodness



☒ 23 Effect of extraction conditions on geraniol concentration in each rosemary extract. Effect of (A) ethanol concentration, (B) extraction temperature, (C) extraction time, and (D) concentration ratio. Error bars represent mean \pm standard error ($n=10$). Significant differences in the same line are indicated by different letters ($p<0.01$).

第 4 節 要約

本研究ではオフフレーバーが最も少ない抽出条件でのリキュールへの影響とローズマリー抽出液の特徴を調べた。ローズマリー抽出液の抽出条件としてもっとも最良の抽出溶媒が水、抽出温度 50℃、抽出時間 2 時間、23 倍濃縮の抽出液を用いた場合のリキュールへの香味品質への影響と褪色防止効果を調べた。その結果、香りの良さが、改良前の抽出条件（エタノール濃度 60v/v%、抽出温度 50℃、抽出時間 2 時間、濃縮 1 倍）に比べて、香りの良さが改良前で 1 であったものが、今回の最良の条件では 4.6 と向上し、総合評価も 1 から 5 に向上することを明らかにすることができた。また、今回の改良した抽出液も食用赤色 102 号に対する色素残存率はおおよそ 80%、食用黄色 4 号に対する色素残存率はおおよそ 40%と高い残存率を有しており、高い褪色防止効果を維持していた。今回の研究で好ましくない臭い又は後味を抑制したローズマリー抽出の製造条件を見出すことができた。一方、褪色抑制効果を示すロスマリン酸の含有量は、これらの処理条件の影響を受けることなく、ほぼ一定であった。このことから、 $(\text{シネオール} + \text{カンファー}) / \text{ロスマリン酸}$ の式を作成して濃度比を求めて指標値とすると、官能評価とよく相関し、指標値 0.1 以下であれば官能評価の値は良好な値となることが明らかとなった。

改良されたローズマリー抽出液は、官能評価の結果から後味の良さが向上していることが判り、リキュールへの使用時のメリットと考えられる。そこで、ローズマリー抽出液中の後味成分を特定するため、GC-MS 検出された抽出液中の成分のひとつであるゲラニオールについて有色模擬リキュール飲料への添加試験を実施して官能評価を行った。その結果、ゲラニオールが良後味成分であると特定された。ゲラニオールは、バラ様の華やかな芳香を持ち、モモ、ラズベリー、柑橘類にも含まれることから、ローズマリー抽出液を有色模擬リキュール飲料に添加したことでマイルドな後味、おいしさを付加したと考えられる。抽出時のエタノール濃度、抽出温度、抽出時間のゲラニオール濃度の変化

を調べたところ、抽出条件により変化し、抽出時のエタノール濃度が 0 から 40v/v%ではゲラニオール抽出量はほぼ変化しないが、60v/v%では有意に増加した。抽出温度が 5～60℃ではゲラニオール抽出量はほぼ変化しないが、70℃および 95℃は有意な抽出量の増加が認められた。抽出時間が 0.5～2 時間ではゲラニオール抽出量は増加する傾向にあるが、2 時間と 3 時間の間では有意差はなかった。エタノール濃度 0v/v%抽出液を減圧濃縮した場合には、ゲラニオールは濃縮され有意に増加した。減圧濃縮操作でゲラニオールの挙動と未検出となったシネオールとカンファーの挙動とが異なるのは、ゲラニオールはシネオールとカンファーに比べて沸点が高く、減圧濃縮操作で残存したものと考えられる。今回の試作した有色模擬リキュール飲料では、抽出液をロスマリン酸 10ppm になるようにリキュールに添加しており、リキュール中のゲラニール濃度は 0.005～0.01ppm 程度残存する。ゲラニオール単体の添加試験では濃度 0.01ppm であったため、十分な良後味が確認できたものと思われる。天然物であるローズマリーにはいくつものフレーバーを含んでいることから抽出条件によっては好ましい抽出製品になると考えられる。天然物を用いた褪色防止剤の利点と言える。

第5章 総合討論

第1節 総合討論

食品ロスは世界で深刻な問題となっており、日本国内でも「まだ食べられる食品」の廃棄が非常に多く発生している。食品ロス解決のため社会では賞味期限延長の動きが起きている。この問題にアプローチするために、年月日表示を行うのが通例だった賞味期限表示を年月表記に切り替えるなどの対策が注目されている。最近、国内で活発化する賞味期限延長の動きおよび食品ロス解決のための重要な考え方を考察する。販売店で購入した食品には、安全に美味しく食べられる期間があり、袋や容器に「消費期限」か「賞味期限」のどちらかが表示されている。意味は少し異なるが、食品を安全に、おいしく食べられる期限を表している。その違いを知って、健康を守るとともに、買い物をした時や家の冷蔵庫の中にある食品の表示をよく見て、いつまで食べられるか確かめるようにすれば、食べ物を無駄にすることはない。食品を無駄にしないことは、地球の環境を守ることになる。キーワードは「もったいない」である。全ての加工食品には賞味期限・消費期限のいずれかの期限の表示が義務化されている。賞味期限は「おいしく食べることができる期限」であり、消費期限は「期限を過ぎたら食べない方がよい年月日」である。賞味期限の定義は、袋や容器を開けないままで、書かれた保存方法を守って保存していた場合に、この「年月日」まで、「品質が変わらずにおいしく食べられる期限」のことである。ペットボトル飲料、かんづめ、スナック菓子、カップめん、チーズなど、消費期限に比べ、劣化しにくい食品に表示されている。製造後3ヶ月以上でも味が損なわれないものは「年月」で表示することもある。この期限を過ぎても、すぐに食べられなくなるわけではない。色や匂い、味などをチェックして異常がなければ、まだ食べることができる。もし、賞味期限が過ぎた食品があっても、状態を見て、喫食に適するか判断すべきである。食品は表示されている保存方法を守って保存しておくことが大切である。ただし、一度開けて

しまった食品は、期限に関係なく早めに食べた方がよい。消費期限の定義は、袋や容器を開けないままで、書かれた保存方法を守って保存していた場合に、この「年月日」まで、「安全に食べられる期限」のことである。おにぎり、サンドイッチ、お弁当、生めん、ケーキなど、いたみやすい食品に表示されている。その食品によっても異なるが、概ね 5 日以内である。表示をよく確認して、この期限を過ぎたら食べないようにするべきである。大手食品メーカーは、近年、SDGs の観点から少しずつ、つくり手の責任を自覚し、食品ロスの削減や廃棄物の削減を推進している。

1. SDGs の重要トピックである「食」の問題

「持続可能な開発目標」を表す SDGs の中でも、「食」は特に重要な役割を担っている。そこで、SDGs の基本的な考え方と、SDGs の重要トピックである「食」の問題について考察する。

「食」は SDGs の中核目標であり、SDGs 達成のために「食」は重要な要素のひとつである。SDGs の 17 個の目標には「1.貧困をなくそう」、「2.飢餓をゼロに」といった貧困に関わる目標が掲げられており、この 2 つの目標は世界の食料問題の解決なくしては達成できない。また、「3.すべての人に健康と福祉を」を達成するためには、誰もが健康的な食生活を送れる環境を整備する必要がある¹⁾。ほかにも「8.働きがいも経済成長も」については農業分野の成長が貧困に苦しむ層を減らすことにつながるなど、「食」に密接に関係しているものが多い。

2. 賞味期限延長と食品ロスとの関係性

近年、各企業で賞味期限を延長する動きが広がってきている。政府も推進する賞味期限延長は、食品ロスとも深く関連している。食品ロスとは、一言でいうと「まだ食べられるのに廃棄されてしまう食品」のことである。日本では年間 2,842 万トン（平成 27 年度の推計値）もの食品の廃棄が発生しており、なかでもまだ食べられる状態で廃棄されている「食品ロス」は 646 万トン（平成 27 年度の推計値）あるといわれている³³⁾。年間 1 人当たりの食品ロス量は 51kg（平成 27 年度の推計値）である³⁴⁾。食品ロスは

貴重な食料を無駄にするだけでなく、燃料など廃棄に要するコストもかかる。また、ゴミ処理費用に加えて CO₂ 発生量も増加することで、環境への悪影響を及ぼす可能性も考えられる。世界では貧困が原因で飢餓に苦しむ人も多くいる中、食品ロスを発生させない仕組みづくりは最重要課題と言える。

3. 賞味期限表記を「年月日」表記から「年月」表記への変更

従来、賞味期限表記は「年月日」表記が一般的であり賞味期限を1日単位で管理しなければならない。しかし、最近では多くの企業で「年月日」表記から「年月」表記へと変更する動きが活発化している。例えば、従来は「2021.04.01」と表記していたところを「2021.04」のように日付を表記しない管理方法に変更することで期限切れによる廃棄を削減し、食品ロスを減らす効果が期待される³⁵⁾。農林水産省主導で年月表記への変更が推奨されており、メリットを企業に伝えるセミナーなども開催されている。国の規定では、賞味期限が3ヶ月以内の食品については「年月日表示」をする必要があるが、3ヶ月を超えているものについては「年月表記」でも構わないとされている。しかし、商慣習の問題で「年月日表示」を採用している企業が多いのが現状で、これを「年月」表記に積極的に変更していこうという試みが行われている。

4. 賞味期限表記変更によるメリット

賞味期限表記変更により、物流面での手間やコストの削減が期待できる。これまでは、賞味期限を1日単位で管理しなければならなかったため、倉庫内の商品管理は非常に厳格なものとなっていた。小売店に対して商品を納品する際は、前回の納品分と同じ、もしくはそれ以降の賞味期限でなければ認められず、倉庫に古い商品が残っていたとしても納品できないという商慣習がある。そのため、納品できなくなった商品は廃棄せざるを得ないケースも少なくなかったといえる。しかし、賞味期限表記変更によって年月表記に変更になれば、同じ月か翌月以降の賞味期限の商品であれば納品が可能になる³⁶⁾。

他にも、もし倉庫 A に余っている在庫を倉庫 B に送りたい状況が発生したとしても、原則は先入れ先出しなので、オペレーションが煩雑になり、

在庫管理の負担が増える。年月表記に変更することで、このような廃棄ロスも大幅に削減できる。

このように、「賞味期限が 1 日過ぎているために納品できない」という問題がなくなり、倉庫の保管スペースの管理やピッキング作業もこれまでより簡単になる。また、小売店側にとっても、納品された商品を賞味期限の古いものから順番に並べる手間を減らせるため、スムーズに品出しを完了できるというメリットがある。こまめな先入れ先出しによる工数の増加防止は、店舗全体の業務を効率化につながる。

5. 包装技術の発達による賞味期限延長

商品は賞味期限を過ぎると基本的に廃棄となり、直ちに食品ロスへとつながる。賞味期限切れの商品は「食べられない状態になる」のではなく「おいしく食べられる期限を過ぎている」状態になるだけだが、それでもほとんど廃棄されてしまうのが現状である。しかし、近年では包装技術が著しく発達しており、技術革新によって以前よりも食品の賞味期限は延びている³⁷⁾。商品の種類によっては数ヶ月単位で賞味期限を延ばすことに成功しているものもあり、これによって大幅な食品ロスの削減につながっているといえる。各メーカーの企業努力による賞味期限の延長は、食品ロスの削減にも大きく貢献している。ここまで賞味期限延長と食品ロスの関係について述べたが、世界でも重要視される SDGs の観点から食品ロスについて考察する。

キューピーは、キューピーハーフに対してマヨネーズ容器の酸素バリア層の間に酸素吸収層を挟み込んだ多層構造を採用し、外部から透過してきたわずかな酸素も吸収する高い酸素バリア性を持つ多層構造容器「酸素吸収ボトル」を採用するとともに、製造工程の見直しや配合変更により、できる限り酸素を排除し、賞味期限を 7 ヶ月から 12 ヶ月に延長した³⁸⁾。

ミツカンでは、納豆「金のつぶ®梅風味黒酢たれ」のトレイ容器のヒンジ部（折り返し）の隙間とフタの穴をなくすことにより密閉性を向上させ、通常よ

り高めの温度で発酵する新製法「高温保持発酵法」を採用することで賞味期限を従来の 10 日前後から 15 日間に延長することができた³⁸⁾。

佐藤食品工業（株）では、切り餅・まる餅の個包装に酸素を吸収し、水分蒸散を抑えるハイバリアフィルムを採用し、個包装内の酸素をフィルムが吸収しつつ、外部からの酸素の進入を防止するとともに、餅の水分を保持し、酸化を防ぎ、水分を保持することで、つきたて食感を長く保ち、賞味期限を 15 カ月から 24 カ月に延長させた³⁸⁾。

越後製菓では、越後生一番切り餅に対して個包装を酸素バリア性の高い素材にし、脱酸素剤を貼りつけることで、より早く酸素を吸収し、製造直後から製品の酸化を抑制し、製造工程の見直しなどと併せて、賞味期限を 12 ヶ月から 24 ヶ月に延長させた。「日本のごはん」では、従来の無菌包装米飯の包材の構成（トレー＋上ぶたフィルム）を見直し、保存性を向上させながら単一素材の薄肉フィルム包装を採用。脱酸素剤により、酸化を抑制し、無菌包装米飯としては、1 年間の賞味期限を実現している。「越後のごはん」では、米飯容器、フィルム（フタ）に酸素バリア性能の高い素材を採用し、賞味期限を 210 日から 300 日に延長できている。「ふんわり名人 甘酒仕立て」では、外包装と内包装に従来よりも酸素バリア性の高いアルミ蒸着フィルムを使用することにより、酸素と光を遮断し、通常製品の賞味期限は一般的な米菓と同様に 120 日であるところを 180 日に延長した。「輸出用 ふんわり名人きなこ餅、チーズもち」は、外装フィルムのバリア層に酸素バリア性の高い包材を採用し、商品の酸化を防止し、賞味期限を国内向けの商品の 120 日と比べ、300 日と大幅に延長している³⁸⁾。

三井化学東セロの開発した「品質保持フィルム V バリア®」で、ハイレベルな防湿性、酸素バリア性を有した包装フィルムで高温度下でも酸素バリア性が低下しない特色であり、米菓、クッキー等の乾燥食品のしけり防止、生菓子等の比較的水分含有量の高い食品のみずみずしさの維持、酸化防止の効果を長期

間保持できる³⁹⁾。

山崎製パンでは、「里見の郷」、「月餅」、「チョコまん」、「桃山」、「栗まん」に対して密封度の高いガスバリア包材と脱酸素剤を採用し、賞味期限を 10 日から 45 日に延長している。「5 個入り焼き菓子パック」では、従来は外装のパックに品質保持のためアルコール蒸散剤を入れていたが、個包装の密封度を高め、脱酸素剤を封入し、賞味期限を 30 日から 45 日に延長している³⁸⁾。

六甲バターでは、スティックチーズ（PB 品）のケーシングに使用するフィルムの変質を変更し、酸素に対するガスバリア性の向上により、賞味期限を 6 ヶ月から 9 ヶ月に延長させている³⁹⁾。

森永乳業では、カフェラテ 240ml カップの中間層の間に酸素バリア層を使用し、カップの酸素透過を阻止して内容物の酸化劣化を抑制することで風味を維持している。無菌充填を採用したことにより、一般的なチルド飲料の賞味期限（1～2 週間）に対し、70 日間の賞味期限を実現している³⁸⁾。

明治では「明治メイバランス Mini カップシリーズ」の容器を紙パックからプラスチックカップに変更し、容器の物理的強度の向上により、流通、保管段階での変形や破損などを軽減し、賞味期限を 9 ヶ月から 12 ヶ月従来品に延長している³⁸⁾。

凸版印刷では、スマデリバッグ®という改善した容器包装を開発し、電子レンジ対応可能な透明バリアフィルムで高度なバリア値を有し、従来品と比べ、賞味期限の延長を可能とした³⁸⁾。

大日本印刷では、DNP チルドレディミール包装システム Micvac という改善した容器包装を開発し、脱気包装が可能となり、チルドで 1 ヶ月以上（47 日）の賞味期限を設定可能にした（日配惣菜は、1～2 日）とした。また、DNP インモールドラベル容器ビューベル スクエアタイプという包材を開発し、食品容器に酸素バリア層と酸素吸収層を含む多層シートを射出成形により一体化した成形品を採用し、賞味期限の延長を可能とした。シート成形品の酸素バリア機能及び酸素吸収機能を合わせ 3 年の保存期間を確保できた³⁸⁾。

昭和電工パッケージングでは、アルミック缶®という新規の包材を開発し、アルミック缶は、アルミ箔とフィルムを複合したラミネート材を使用した容器

である。酸素濃度を極めて低く抑えるとともに、食品を充填後にボイル殺菌、レトルト殺菌処理が可能であり、賞味期限の大幅な延長により食品ロスが削減できる³⁸⁾。

森永乳業では、森永絹ごし豆腐の包材を改善し、一般的な豆腐はプラスチック製容器に入れているが、バリア性を高めるため、酸素や光を遮断できるアルミ箔を貼り合わせた紙製容器を採用した。一般的な豆腐の賞味期限（1週間程度）に対し、賞味期限 10 か月を実現できた³⁸⁾。

日本テトラパックでは、テトラ・リカルトという包材を開発し、紙製容器でありながら、紙にアルミ箔とポリプロピレン層を重ねることによりガラスびん・缶・レトルトパウチなどと同様の食品向けの容器として使用することができ、高温加熱・加圧（レトルト）処理が可能であり、食品向け紙製容器で常温保存可能であり、約 2 年間程度が保存できる³⁸⁾。

「餃子のみまつ」では食品ロス削減に向けて、賞味期限延長の取り組みを実施している。主力商品である「皇帝シリーズ」は、2018 年 9 月より製造工程や包装工程を見直し、賞味期限を 7 日間から 15 日間に延長することを可能にした³⁸⁾。

紀文グループは、持続可能でよりよい社会の実現を目指す目標である SDGs の達成に貢献するよう、できることを一つひとつ丁寧に取り組んでいる。フードロスが社会的な問題になっている中、2020 年からさつま揚げ類の主力商品である「野菜てんぷら」、「シャキッと玉ねぎ天」に MAP 包装と呼ばれる包装方法を採用し、賞味期限の延長を実現している³⁸⁾。

以上のように包材の構造を改善し、バリア性を高め、酸素や光を遮断し、賞味期限を延長する様々な取り組みがなされている。

6. 食の保管方法、製造工程を変えるだけで実現できる食品ロス活動

私たち一人ひとりが取り組んでいく必要のある食品ロス問題であるが、物流の観点からも食品ロスの削減にアプローチできる。ここでは、物流における問題点と食品ロス削減のためにできることを考察する。現状の物流においては、食品ロスを生んでしまういくつかの問題を抱えている。例えば商品の過剰

生産や、前述のように、納品時の賞味期限に関わる商習慣によって一部の商品の納品が困難になってしまう問題がある³⁹⁾。また、もう1点食品ロスの原因となる商習慣に「1/3ルール」というものがあり、「賞味期限を迎える1/3までに小売店に納品しなければならない」というルールが大きな食品ロスを生んでいる。この1/3ルールが物流の大きな妨げとなっており、本来は食べられるはずの食品を大量に廃棄するという食品ロスを招いている。現在はこの1/3ルールを1/2ルールに緩和するよう推進されているが、販売期限が短くなることを懸念している小売店もあり、浸透にはまだ時間がかかりそうなのが現状である³⁹⁾。食品ロス削減のために、物流の側面からアプローチできることはたくさんある。現状では、前述のように賞味期限の年月日表示や納品時の1/3ルールの存在によって食品ロスが生じている。しかし、日本国内でもこれらの問題を改善していこうとする動きが少しずつ広まってきており、各メーカーの包装技術革新や賞味期限の年月表記への変更、納品ルールの緩和などにより、物流から食品ロスを削減していこうとする機運は高まっている。

食品ロスを削減するためにも、物流の観点から様々なアプローチを行うことは大切である。賞味期限の延長による課題解決だけでなく、自社倉庫のほかにフレキシブルに使える「シェアリング倉庫」を物流運用の選択肢に加えることで、食品ロスの削減や生産性の向上につなげる方法もある。シェアリング倉庫サービスの WareX という方法で、倉庫を必要とする場面で必要な空きスペースを手配することができる⁴⁰⁾。賞味期限の短い商品は自社物流で管理し、日持ちのする商品はシェアリング倉庫を利用するなど、用途に応じて倉庫を使い分けることによって、物流を効率化し、自社だけでなく業界全体の生産性向上が期待できる。昨今の食品ロス削減の社会的な要請に応えるため、永谷園では全商品を対象に賞味期限延長の可能性を検討した。その結果、2017年5月生産分から市販用商品75アイテムの賞味期限を延長している⁴¹⁾。延長期間は商

品によって異なるが、約3ヶ月～12ヶ月である。賞味期限は、食品の期限設定に関する法律やガイドラインなどを基に、商品開発部門と品質管理部門が官能検査（味、におい、色、食感）、微生物検査、理化学検査（水分、pH、水分活性など）を行い、設定している。それぞれの商品特性を踏まえて、全商品を対象に賞味期限延長が可能かを検討し、延長しても問題ないと判断した商品を賞味期限延長している。永谷園では今後も社会的な要請や行政が進める商習慣の見直しをかんがみ、賞味期限延長を含めた食品ロス削減等の対応に努めている。

味の素冷凍食品(FFA)は冷凍食品事業でのASV(Ajinomoto Group Shared Value)として、簡便・時短やフードロス削減などの「冷食の基本価値」を、味の素グループならではの付加価値を提供していくことで実現していく理念のもと、事業展開している。「フードロス削減」。製造時のロス削減の取り組みとして、餃子工場にキャベツの自動カット機を導入した。また出来るだけ連続生産を行うことで、製造品目の切り替えによるロス削減を図る。製造後のロス対策として、2020年の新製品から賞味期限延長を開始した。米飯を中心に合計14品、12カ月から18カ月に延長した⁴²⁾。順次品目を拡大していく方針で活動している。

相模屋では食品としてのリサイクルも行っている。「おから」をリサイクルし、食品としての使い勝手を高めた商品「おとうふ屋さんのおからパウダー」に生まれ変わらせた。「おから」を細かいパウダー状に仕立て、調理の使い勝手を向上させた上、従来の「おから」と比べ物にならないほど長い賞味期限1年を実現。廃棄される「おから」の利用+賞味期限の延長により食品ロス削減にも貢献している⁴³⁾。

江崎グリコでは製造管理、品質管理を徹底し、商品グループごとに賞味期限を設定している。賞味期限が長い商品については、品質劣化のスピードが遅く、消費段階で日付管理をする意味が乏しいと考えられるため、日付で表示してきた賞味期限を年月表示に切り替えるよう取り組んでいる⁴⁴⁾。

でん六では、一貫してお菓子の「鮮度販売」に取り組んでいる。1963 年に製造年月日を全商品に明記したこともそのひとつである（現在は賞味期限を記載、半生商品の甘納豆のみ製造年月日も併記）。製造年月日の記載は、当時まだ大手水産会社の魚肉ソーセージとでん六だけしか事例がなく、菓子業界では初めて導入した。賞味期限・使用期限を延長するべく品質保持の方法や商品形態などを常に改善することで、食品ロスの抑制に努めている⁴⁵⁾。保存サンプルを科学的に分析し、賞味期限の延長可能なものがないか見直しを進めてきている。また、年末年始など長期休業時の在庫管理などにおいても無駄が出ないようにお得意先と事前の綿密な交渉を実施し、サプライチェーン全体で食品ロスの抑制に努めている。

世界では、9 人に 1 人にあたる約 7 億 9,500 万人の人々が十分な栄養をとれない一方⁴⁸⁾、食品として生産されたものの 3 分の 1 に相当する年間 13 億トン⁴⁹⁾が廃棄されている。こうした状況のなか、国連の 2030 年に向けた「持続可能な開発目標（SDGs）」では、小売・消費レベルにおける世界全体の一人当たりの食料の廃棄を半減させるという目標を明示している。日本国内では、食料自給率が 4 割を切るなか、2,775 万トンが廃棄されており⁵⁰⁾、問題解決が喫緊の課題となっている。イオングループは、これまでも 3 R（Reuse・Reduce・Recycle）の手法により、廃棄物ゼロを目指して取り組んでおり、具体的な数値目標を策定することで、取り組みをより加速している。食品廃棄物については、SDGs で掲げる 2030 年目標を 5 年早く達成すべく、2025 年までに半減させる。目標達成に向けては、店舗ごとに廃棄物の状況の見える化を通じて発生抑制を図るとともに、グループ企業横断の推進組織を地域ごとに立ち上げ、ベストプラクティスを共有、実践している。商品においては、賞味期限が 1 年以上の「トップバリュ」の加工食品について、小売業としてはじめて賞味期限の表記を“年月日”から“年月”に変更している³⁷⁾。2018 年 4 月を目途に一部商品で切り替え、順次対応している。また、品質の劣化が早い食品に表示されてい

る消費期限と違い、「おいしく食べられる期限」を示した賞味期限の意味をお客さまに知っていただく活動もあわせて実施している。また、廃棄物を単に廃棄するのではなく資源として活用する機会を増やすべく、「食品資源循環モデル」を2020年までに全国10カ所以上（対象1,000店舗易上）で構築している。店舗や「トップバリュ」商品の製造過程で排出した食品廃棄物を堆肥としてリサイクルし、イオンの直営農場で農産物を育て、店舗で販売するというサイクルをまわすイオン完結型「クローズド・リサイクル・ループ」に加え、全国各地のパートナー企業との連携のもと、それぞれの地域特性に合わせた「食品資源循環モデル」を構築している。イオングループは、「お客さまを原点に平和を追求し、人間を尊重し、地域社会に貢献する」という基本理念のもと、2011年には「イオンサステナビリティ基本方針」を策定、2014年には企業成長と社会の発展を両立させる「サステナブル経営」をさらに前進させるべく、「ビッグチャレンジ2020」を掲げてさまざまな活動に取り組んでいる。イオンはこれからもさまざまな事業活動を通じて社会課題の解決に貢献している。

カルビーは2019年10月から、一部を除いたポテトチップス商品の賞味期限を、従来に比べ2カ月長い6カ月間に変更した。酸化しにくいよう油の配合を改良し、原料の保管方法や製造工程を見直した結果、味と品質を落とさず賞味期限を延ばすことに成功した⁵¹⁾。店頭での廃棄抑制を狙い、賞味期限から日付を削除して年月までの記載に変えている。同社は1973年、スナック業界で初めて、品質保持のため商品に製造年月日を印刷したことで知られる。近年、世界の穀物需要がひっ迫する中で「フードロス削減は世界的な課題」と認識し、数年前から社内で賞味期限延長の検討を進めており、その一環として賞味期限から日付を削除することも決めている。

7. 食品ロスを低減するガス技術

第一開明では、「環境や社会課題の解決」に配慮したサービスや製品の提案を積極的に行っている。そのひとつが、グループ会社の大陽日酸が開発したガ

スアプリケーション技術「Bistranza®（ビストランサ）」である。主に食品分野に活用されるこの技術は、凍結・ガス封入・溶存酸素除去・養殖など多岐にわたり用いられている。例えば、ガス封入技術は、食品添加物であるガスをお菓子やカット野菜などのパッケージに封入することで、食品の酸化を防ぎ、賞味期限の延長が可能にする⁵²⁾。食品ロスによる廃棄物の削減や計画的な生産管理の実現でコスト削減に繋がる。

8. サントリーにおける SDGs 活動

サントリーグループでは、企業理念に掲げる「人と自然と響きあう」の実現を目指し、グローバルにサステナビリティ経営を推進し、水のサステナビリティや気候変動対策などに取り組んでいる⁵³⁾。容器包装の分野では、商品設計から輸送、消費後のリサイクルまで、商品のライフサイクル全体での環境配慮を実践し、循環経済の実現に努めている。同社が使用する容器包装のプラスチック使用量削減、100%植物由来ペットボトル実現に向けた取り組み、および生活者向け啓発活動など、多様なステークホルダーと様々な取組を推進している。サントリーグループは、商品の源泉である自然の恵みに感謝し、多様な生命が輝き響きあう世界の実現にむけて、循環型かつ脱炭素社会への変革を強力に先導しようとしている。プラスチックはその有用性により、われわれの生活に様々な恩恵をもたらしている。

同社が使用するプラスチック製容器包装が有用な機能を保持しつつも、地球環境へネガティブな影響を与えないよう、「プラスチック基本方針」を掲げ、多様なステークホルダーと、問題解決に向けた取り組みを推進している。また、問題解決に向けサントリーグループ社員の一人ひとりが責任ある行動に努め、持続可能な社会を率先して実現している。その活動には、①Recycle & Renewable、②Reduce & Replacement、③Innovation、④New Behaviorの4つの活動が含まれている。①Recycle & Renewableでは、2030年までにグローバルで使用するすべてのペットボトルの素材をリサイクル素材と植物由

来素材に 100%切り替え、化石由来原料の新規使用ゼロの実現を目指しており、すべての事業展開国において、各国の国情に応じた効率的なリサイクルシステム構築のために必要な施策を政府機関や業界、環境 NGO、NPO などとともに積極的に取り組んでいる。②Reduce & Replacement では、資源の有効活用のために、容器包装のデザイン変更等により、プラスチック使用量の削減を推進するとともに、環境にネガティブな影響を与えない代替となる容器包装の導入の検討をすすめている。③Innovation では、リサイクル率向上、環境影響を最小限におさえる素材領域等におけるイノベーションに積極投資している。④New Behavior では、人々の行動変容を促す啓発活動を実施するとともに、サントリーグループ社員一人ひとりが、ライフスタイルの変革に努め、分別収集の促進、河川、海岸の清掃活動などの社会貢献活動にも積極的に参加している。

9. 食品中味成分安定化による賞味期限向上

清涼飲料を製造する際に、加熱殺菌工程がない場合には微生物腐敗を防ぐために保存料として安息香酸ナトリウムやベルコリン（化学名：二炭酸ジメチル）を添加して、賞味期限が向上を図っている。また、色の褪色防止や香味劣化を防止するためにビタミン C（L-アスコルビン酸）が、賞味期限向上のために使用されている。先の項で例示したように現在、賞味期限を向上させるために包材の酸素透過性を低減させて食品の酸化を防止し、賞味期限を向上させる活動が主体となっている。安息香酸ナトリウム、ベリコリン、ビタミン C を使用する場合には、添加物としてラベルに表示する必要があり、合成化合物である添加物の使用は消費者にとっては、消費者の天然物志向から負の評価になり、望ましくない。「持続可能な開発目標」を表す SDGs の中でも、「食」は特に重要な役割を担っている。図 24 のように食品ロス是世界で深刻な問題となっており、日本国内でも「まだ食べられる食品」の廃棄が非常に多く発生している⁵⁴⁾。食品ロス解決のため社会では賞味期限延長の動きが起きている。

酒類の賞味期限の延長により食品ロスを防げれば、SDGsに貢献できる。

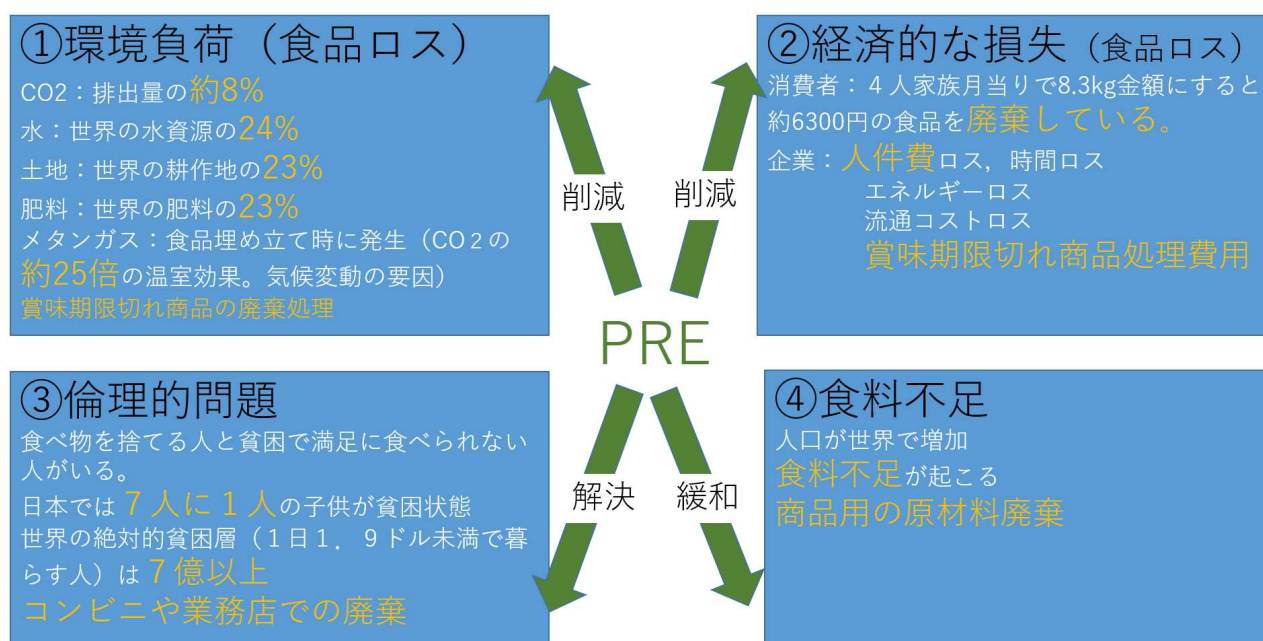


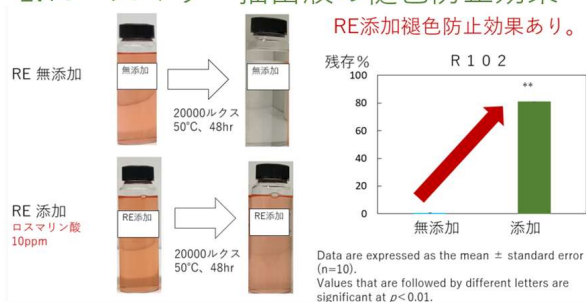
図 24 食品ロスと PRE と SDGs

今回の研究では、酒類リキュールの色安定性を、天然物由来の抽出液を添加することにより向上させることを検討し、植物であるローズマリーの抽出液を使用することでリキュールの褪色防止することを明らかにできた。これまで、酒類リキュールの褪色防止方法としては、保管方法を指定したり、色素添加量を増やすことで対応してきたが、天然抽出液で褪色防止効果ができることになり、リキュールの色素使用量を減らすことができ、賞味期限向上につなげることができる。食経験のある天然物であるため、消費者に安心感を与える効果もある。今回、酒類リキュールの色安定性向上にローズマリー抽出液に効果があったが、清涼飲料水や菓子や肉類の色の褪色防止効果応用範囲も広いことが予想される。また、リキュールにおける色安定向上効果は、今回の研究で初めて明らかになり、その効果は既存の褪色防止効果のある添加物であるビタミンCよりも高い効果があることを明らかにできた点に新規性が見出される。本研究では、ローズマリー抽出液の製造条件として、抽出時のエタノール濃度、抽出温度、抽出時間、抽出後の減圧濃縮効果を検討することで色素褪色効果を維持しつつ、

ローズマリー抽出液特有の好ましくない臭い、または後味を抑制した有色模擬リキュール飲料の製造条件を確立することを目的とした。ローズマリー抽出液のような天然物由来の抗酸化性成分の有効利用は、食品産業における賞味期限延長技術として有効であるだけでなく農業としてのローズマリーの栽培が開発途上国における持続可能な開発目標（SDGs）にもつながる。

本研究の新規性は、図 25 のように以下 4 点である。1 点目は、ローズマリー抽出液にリキュールにリキュールの褪色防止効果があることを初めて明らかにすることができたことである。今後、酒類での褪色抑制、賞味期限延長に大きな方策をもたらすことができる。2 点目は、色素褪色抑制効果を維持しつつ、ローズマリー抽出液特有の好ましくない臭い、または後味を抑制した酒類有色模擬リキュール飲料の製造条件を確立できたことである。特に、減圧濃縮は効果が高いことを明らかにできた。減圧濃縮装置は酒類製造設備として通常保有しており、新たな設備投資を行うことなく、ローズマリー抽出液を安価に製造できる。また、濃縮することにより安定性を向上させることができるとともに物流コストも削減し、CO₂削減にも貢献でき、工業的に有用である。3 点目は、ローズマリー抽出液の香味バランスの指標化を検討し、最終製品の官能評価の「香りの良さ」が目標値である 3 以上となるのは、指標値（CI+CA）/RA が 0.1 以下であることを明らかにできたことである。ローズマリー抽出液の成分値から最終製品であるリキュールの品質を推定できることも工業上、有用である。4 点目は、ローズマリー抽出液中オフフレーバー成分と香味上よい成分を特定できたことである。合成添加物ではなく、天然物としてのエキスを製品に使用することの良さを明らかにできたので、消費者に安全・安心をお届けする面でも今後、日本の食品産業に大きな貢献が予想される。

1. ローズマリー抽出液の褪色防止効果



2. ローズマリー抽出液の製造条件

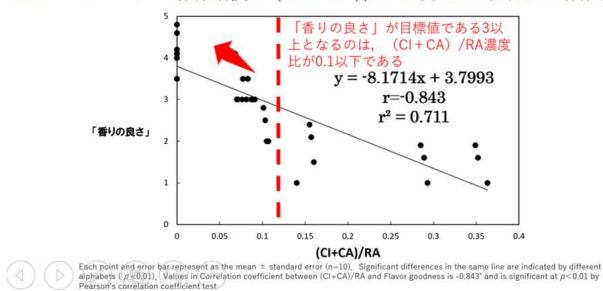


エタノール0%

減圧濃縮

最も効果あり

3. ローズマリー抽出液の(CI+CA)/Rと香りの良さの相関関係



4. ローズマリー抽出液のオフフレーバー成分と良後味成分

オフフレーバー成分

良後味成分

シネオール

カンファール

ゲラニオール

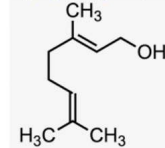
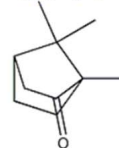


図 25 本研究の成果

総括

序論

「持続可能な開発目標」を表す SDGs のなかでも、「食」は特に重要な役割を担っている。食品ロスは世界で深刻な問題となっており、食品ロス解決のため社会では賞味期限延長の動きが起きている。酒類の賞味期限の延長により食品ロスを防げれば、SDGs に貢献できる。酒類リキュールの品質で大切なものは、味、香り、褪色しないこと、沈殿が生成しないことである。なかでも、見た目の美しさを価値として提供するために、色素を配合して製品に仕上げているが、流通過程、保管期間の光や熱により褪色し、飲用時品質低下を招くことになる。褪色に関しては、経験値として保管中に光を当てないように管理すること、商品の開栓後にできるだけ早く消費すること、また色素の添加量を増やすことで対策が講じられてき、天然物由来の抽出物で色素の褪色を抑制できれば、鮮やかな色を有する状態で酒類製品を賞味期限内に維持することができ、飲用時品質向上につながる。賞味期限を向上させることで廃棄物を削減でき、持続可能な社会実現につながる。今回研究対象とするリキュールは、エタノールに果汁、浸漬酒、蒸留酒、糖類、酸類、色素、水を添加して製造される。これらのリキュールに炭酸を添加したものが一般で販売されている炭酸入アルコール RTD (Ready to drink) であり、リキュールに含まれている。ローズマリー (*Salvia rosmarinus*) は、地中海沿岸地方原産でアキギリ属シソ科に属する常緑性低木でハーブ植物の一つとして知られている。現在は、主にヨーロッパで生葉もしくは乾燥葉が香辛料として利用され、料理に用いられている。また、肉類のシェルフライフ向上にも効果があるとされている。ローズマリーは微生物に対する抗菌作用がある。また、リラックス作用・炎症抑制効果・血行改善効果・記憶力を改善する効果などが報告されている。ローズマリーは料理の際の油の酸化抑制がある。これらの効果の一部には、ローズマリーに含まれるポリフェノールの一つであるロスマリン酸が関与していることが知られている。そこで本研究では、様々な効果を有するローズマリーを酒類の飲用時品質として大切な色の安定性向上に活用することを目的とした。ローズマリー抽出液を有色模擬リキュール飲料に添加することでの色素の褪色抑制効果を明らかにしたので報告する。さらに、有色リキュールに対して、褪色防止効果を有

しつつ、オフフレーバーが低く、リキュール上望ましい香味を有するローズマリー抽出液の抽出方法を報告する。

第 1 章 ローズマリー抽出液の調製と酒類リキュールの色安定性評価

目的：酒類リキュールの品質で大切なものは、味、香り、褪色しないこと、沈殿が生成しないことである。なかでも、酒類リキュールには見た目の美しさは、リキュールの価値としては非常に大切である。しかしながら、色は流通過程、保管期間の光や熱により褪色し、飲用時品質低下を招く。そこで本研究では料理の際の酸化抑制効果が知られているローズマリーを活用してリキュールの色安定性向上の可能性を明らかにすることを目的とした。

方法：リキュールの原料酒ではエタノール浸漬は通常、60v/v%エタノール水溶液で行うため、まず、60v/v%エタノール水溶液でのローズマリー抽出液の調製を行った。また、抽出時のエタノール濃度の影響を検討するため、エタノール濃度を下げて 20v/v%、40v/v%の抽出液を 60v/v%エタノール水溶液の方法に準じて調製し、60v/v%抽出液との比較を行った。有色模擬リキュール飲料中に添加するローズマリー抽出液および光照射による褪色試験の各有色模擬リキュール飲料中のロスマリン酸濃度を評価するため HPLC でロスマリン酸を定量した。ローズマリー抽出液に含まれる総ポリフェノール量は Folin-Denis 法で総ポリフェノール含量を測定した。酒類であるリキュールにおける色の安定性を評価するため、50℃、20,000lux の蛍光灯を 48 時間照射した前後の有色模擬リキュール飲料の極大吸収波長変化で評価した。

結果：ローズマリー抽出液を調製するためのエタノール濃度 60、40、20 v/v% 水溶液に抽出されたロスマリン酸濃度を調べた結果、いずれのエタノール濃度においても 1,300ppm 以上の高いロスマリン酸濃度を有していることが明らかとなった。また、各エタノール濃度で抽出された総ポリフェノール量は 4,000ppm 程度であり有意差はなく、総ポリフェノールに対するロスマリン酸濃度はおよそ 30%程度とほぼ一様であった。各有色模擬リキュール飲料への光照射による褪色試験における各色素の色素残存率を調べた。赤色 102 号、黄色 4 号、青色 1 号、赤色 40 号、ベニバナ黄色色素、赤キャベツ赤色色素、赤ぶどう果汁赤色色素の色素残存率は、ローズマリー抽出液添加の場合、無添加に対

していずれも有意に($p < 0.01$)色素残存率が上昇した。これらの中でも、青色 1 号に対しては約 94%、赤色 40 号に対しては約 84%、赤色 102 号に対しては約 81%と著しく高い褪色抑制効果が認められた。一方、リキュールの褪色防止に通常使用されている 1,000ppm ビタミン C 添加の場合、青色 1 号とベニバナ黄色色素に対しては、無添加の場合と有意な差がなく、褪色抑制効果は認められなかった。また、その他の色素に対しても約 9~60%の褪色抑制効果にとどまった。ローズマリー抽出液添加とビタミン C 添加を比較すると、赤色 102 号では 2.8 倍程度、黄色 4 号では 5 倍程度、青色 1 号では 100 倍程度、赤色 40 号では 1.4 倍程度、ベニバナ黄色色素では 12 倍程度、赤キャベツ赤色色素では 3 倍程度、赤ぶどう果汁赤色色素では 1.7 倍程度の褪色防止効果があり、いずれもローズマリー抽出液添加が高い効果を示した。これは、有色模擬リキュール飲料中の色素の褪色抑制に対してビタミン C 添加量の 1/100 の低濃度でロスマリン酸が効果を発揮することを示すものである。

結論：ローズマリー抽出液添加の場合、無添加に対していずれも有意に($p < 0.01$)色素残存率が上昇した。これらの結果は、ローズマリー抽出液に含まれるロスマリン酸が有色模擬リキュール飲料中の色素の褪色抑制に強く作用したことを示唆した。ローズマリーのエタノール抽出液は、有色模擬リキュール飲料に添加することで褪色抑制効果を示し、その効果はビタミン C を添加した場合よりも低濃度で強く発揮することが明らかとなった。ローズマリー抽出液に含まれる 10ppm のロスマリン酸と同濃度のロスマリン酸標準品 10ppm 溶液を添加した場合の影響を評価した場合にも、各色素の色素残存率は概ね差異がないことから、ローズマリー抽出液の褪色防止効果については、他のポリフェノール類の影響を除外することはできないにしても主たる要因がロスマリン酸に由来することが示唆された。

第 2 章 ローズマリー抽出液の香味特徴とオフフレーバー成分の解明

目的：ローズマリー抽出液には、有色模擬リキュール飲料に添加することで褪色抑制効果を示したが、リキュールにローズマリー抽出液を使用するにあたって、リキュール品質に香味上に及ぼす影響を把握する必要がある。ローズマリー抽出液のリキュール使用時の香味影響を調べ、香味上望ましくない成分を明

らかにし、エタノール抽出時のエタノール濃度変化時の成分変化を明らかにすることを目的とした。

方法：香気成分の含量は、GC-MS を用いて分析した。本研究では、官能評価を行うにあたり、社内基準を全て満たしていることを条件にパネル 10 名を選定した。なお、官能評価については、筆者が所属するサントリーホールディングス株式会社においてリキュールの官能評価は倫理委員会の対象外になっているため、社内規定による官能評価試験法に準じて実施した。

結果：ローズマリー抽出液の香味特徴の由来を調べるために、GC-MS 分析を行い、香気成分分析を行った。ローズマリー精油中に存在する香気成分分析に関しては、多数の先行研究論文が存在するが、今回行った 60v/v%エタノールで抽出したローズマリー抽出液には、12 種類のモノテルペン類の存在が明らかとなった。ローズマリー抽出液中に存在した香気成分としては、ゲラニオール、ベルベノン、ボルネオール、 α -テルペニオール、カリオフィレン、テルピネン-4-オール、カンファー、リナロール、シネオール、リモネン、カンフェン、 α -ピネンであった。これらの検出された香気成分中ではカンファーが 142ppm、シネオールが 314ppm と高濃度に含まれていた。40v/v%エタノールを用いたローズマリー抽出液には 10 種類のモノテルペン類が検出され、カリオフィレンとカンフェンは検出されなかった。また、20v/v%エタノールでのローズマリー抽出液には、9 種類のモノテルペン類が検出され、40v/v%エタノールで検出されなかったカリオフィレンとカンフェンに加え、 α -ピネンが検出されなかった。また、20v/v%エタノールで抽出したローズマリー抽出液には 60v/v%エタノール濃度で高かったカンファーは約 50%、シネオールは約 40%程度に低下した。今回行ったエタノール 60v/v%で抽出したローズマリー抽出液を有色模擬リキュール飲料に添加して官能評価を行ったところ、ローズマリー抽出液を添加すると後味の良さや酒のおいしさがあるものの、青臭い香味があり、総合評価を低下させたことから、香りの面で課題があることが明らかになった。ローズマリー抽出時のエタノール濃度を 40 および 20 v/v%に低減させた場合のローズマリー抽出液を添加した有色模擬リキュール飲料の官能評価をしたところ、香りの良さや後味、酒のおいしさの得点が高くなり、酒としての総合評価も高くなることが示された。ローズマリー抽出時のエタノール

濃度 40 および 60 v/v%の香りの良さと酒の総合評価間以外の水準において、統計的にも各水準間の香りの良さ・酒のおいしさ・後味・酒の総合評価は、エタノール濃度が低減すると有意に ($p < 0.01$) 評価点が上昇している。ローズマリー抽出液無添加の場合の各評価項目の得点は 3 点である。

結論：ローズマリー抽出時のエタノール濃度を 40 および 20 v/v%に低減させた場合のローズマリー抽出液を添加した有色模擬リキュール飲料の官能評価をしたところ、香りの良さや後味、酒のおいしさの得点が高くなり、酒としての総合評価も高くなることが示された。ローズマリー抽出液中のオフフレーバー成分の特定するため、検出された 12 成分をそれぞれ有色模擬リキュール飲料に添加して官能評価を行った。その結果、オフフレーバーの成分は濃度の高かったカンファーとシネオールであると特定された。シネオールやカンファーは水に対する溶解性が低いために、ローズマリーから抽出する際のエタノール濃度を低下させることでエタノール抽出液中のこれらの物質の濃度が低下したと考えられる。その結果として、有色模擬リキュール飲料中の青臭さが解消され官能評価の結果の向上につながったものと推察される。また、エタノールにより抽出されるオフフレーバーの原因物質はモノテルペン類であるカンファーとシネオールであり、エタノール濃度を 20v/v%程度にまで低減することで、これらの物質の抽出量が抑制され、有色模擬リキュール飲料の品質が向上した。

第 3 章 有色リキュールの品質向上に有用なローズマリー抽出液の抽出方法に関する研究

目的：第 1 章の研究において 60 v/v%エタノールで調製したローズマリー抽出液を添加すると酒類リキュールの飲用時品質として大切な色の安定性向上に活用できることを明らかにした。しかし、第 2 章のようにこの抽出液を使用すると青臭いオフフレーバーをリキュールに付与してしまう問題があった。これは、ローズマリーを 60 v/v%エタノールで抽出すると、オフフレーバーの原因物質となるモノテルペン類であるカンファーとシネオールが抽出されることによるものであり、エタノール濃度を 20 v/v%程度にまで低減することで、これらの物質の抽出量が低減されることを明らかにした。この抽出液においても褪色抑制効果は 60 v/v%エタノールと同等であったが、リキュール全体としての品質

については官能評価の結果は不十分であった。酒類や食品においては、原料由来のオフフレーバーを低減する多くの研究がなされ、最適なバランスを見つける取り組みがなされている。そこで本研究では、ローズマリー抽出液の製造条件として、抽出時のエタノール濃度、抽出温度、抽出時間、抽出後の減圧濃縮効果を検討することで色素褪色効果を維持しつつ、ローズマリー抽出液特有の好ましくない臭い、または後味を抑制した酒類有色模擬リキュール飲料の製造条件を確立することを目的とした。

方法：リキュールの原料酒ではエタノール浸漬は、60v/v%水溶液で行うが、今回は抽出時のエタノール濃度を 0、5、10、20、40、60v/v%エタノール水溶液で調製し、抽出される成分のエタノール濃度の影響を検討した。抽出エタノール濃度を 0v/v%、抽出時間を 3 時間とし、抽出温度を 5℃、20℃、37℃、50℃、60℃、70℃、95℃とし、抽出される成分の抽出温度の影響を検討した。抽出エタノール濃度を 0v/v%、抽出温度を 50℃とし、抽出時間を 0.5hr、1hr、2hr、3hr とし、抽出される成分の抽出時間の影響を検討した。抽出エタノール濃度を 0v/v%、抽出時間を 2 時間とし、抽出温度を 50℃で、ローズマリー抽出液を抽出した。その後、ロータリーエバポレーターを用いて減圧濃縮を行い、抽出される成分の濃縮による影響を検討した。減圧濃縮の条件は、昇温温度 0～78℃であり、減圧度は 0.1atm とした。この減圧操作によりローズマリー抽出液を 14 倍および 23 倍に濃縮して未濃縮液との比較を行った。リキュールの色安定性評価、総ポリフェノール量分析、ロスマリン酸濃度分析、香気成分分析、官能評価の方法は第 2 章の方法に従った。

結果：抽出時のエタノール濃度、抽出温度、抽出時間、抽出液に対する減圧濃縮操作がローズマリー抽出液中のロスマリン酸、総ポリフェノール、シネオールおよびカンファールの各含有量に及ぼす影響について調べた。ロスマリン酸の含有量は抽出時のエタノール濃度に影響を受けず、0～60v/v%で大きな差は見られなかった。また、総ポリフェノール含有量も抽出時のエタノール濃度に影響を受けず、大きな差は見られなかった。総ポリフェノール含量に対するロスマリン酸濃度は、第 1 章の研究結果と変わらずおよそ 30%程度とほぼ一定であった。一方、青臭いオフフレーバー成分であるシネオール、カンファールは、抽出エタノール濃度が低減するにつれて減少した。第 2 章の 20v/v%エタノール抽

出液に比べて、0v/v %の方がより青臭いオフフレーバー成分の抽出が抑制され、抽出液のフレーバーが改善されたことを示した。オフフレーバー成分の抑制する条件として、抽出エタノール濃度 5v/v%以下、抽出温度 20℃～60℃、抽出時間 2 時間、エタノール 0v/v%抽出液の濃縮操作に効果があることを明らかにできた。各抽出アルコール濃度、抽出温度、抽出時間、濃縮で得られたローズマリー抽出液の食用赤色 102 号と食用黄色 4 号に対する色素残存率を評価したところ、各条件により変化せず、高い褪色防止効果を維持していた。各ローズマリー抽出液の食用赤色 102 号に対する色素残存率はおおよそ 80%、食用黄色 4 号に対する色素残存率はおおよそ 40%と高い残存率を有していた。

結論：褪色防止効果を有しつつ、オフフレーバーが低く、リキュール上望ましい香味を有するローズマリー抽出液の抽出条件（抽出エタノール濃度、抽出温度、抽出時間、減圧常圧の効果）を決定できた。

第 4 章 オフフレーバーが最も少ない抽出条件でのリキュールへの影響と ローズマリー抽出液の特徴

目的：第 3 章で検討したオフフレーバーが最も少ないローズマリー抽出条件を組み合わせた場合のリキュールへの香味影響や褪色防止効果を明らかにすることを目的とした。また、ローズマリー抽出液の特徴とその原因に関して考察することを目的とした。

方法：抽出エタノール濃度を 0v/v%、抽出時間を 2 時間とし、抽出温度を 50℃でローズマリー抽出液を抽出した。その後、ロータリーエバポレーターを用いて減圧濃縮を行い、抽出される成分の濃縮による影響を検討した。減圧濃縮の条件は、昇温温度 0～78℃、減圧度は 0.1atm とした。この減圧操作によりローズマリー抽出液を 23 倍に濃縮し、未濃縮液との比較を行った。リキュールの色安定性評価、総ポリフェノール量分析、ロスマリン酸濃度分析、香氣成分分析、官能評価の方法は第 1 章の方法に従った。GC-MS の分析結果からローズマリー抽出液中の良後味成分として特定されたゲラニオールを有色模擬リキュール飲料に添加して官能評価を行い、後味改善の有無を検討した。

結果：ローズマリー抽出液の抽出条件としてもっとも効果があり、かつオフフ

レーバーが少ない抽出条件であるエタノール濃度 0v/v%、抽出温度 50℃、抽出時間 2 時間、濃縮 23 倍の抽出液を用いた場合のリキュールへの香味品質への影響と褪色防止効果を調べた。その結果、香りの良さが、改良前の抽出条件（エタノール濃度 60v/v%、抽出温度 50℃、抽出時間 2 時間、濃縮なし）に比べて、香りの良さが改良前で 1 であったものが、今回の最良の条件では 4.6 と向上し、総合評価も 1 から 5 に向上することを明らかにすることができた。また、今回の改良した抽出液も食用赤色 102 号に対する色素残存率はおおよそ 80%、食用黄色 4 号に対する色素残存率はおおよそ 40%と高い残存率を維持しており、高い褪色防止効果を有していた。今回の研究により、好ましくない臭い、または後味を抑制したローズマリー抽出の製造条件を見出すことができた。

結論：ローズマリー抽出液の抽出条件としてもっとも効果があり、かつオフフレーバーが少ない抽出条件であるエタノール濃度 0v/v%、抽出温度 50℃、抽出時間 2 時間、濃縮率 23 倍の抽出液を用いた場合のリキュールへの香味品質が著しく向上した理由を理論的に考察するために、ローズマリー抽出液の香味バランスの指標化を検討し、ロスマリン酸、シネオール、カンファー濃度から（シネオール：CI+カンファー：CA）/ロスマリン酸：RA の濃度比を算出することを考案した。抽出条件としてエタノール濃度、抽出温度、抽出時間、減圧濃縮倍率を変化させた場合のロスマリン酸、シネオール、カンファー濃度を測定し、各抽出条件における（CI+CA）/RA と香りの良さをまとめ、（CI+CA）/RA 濃度比と官能評価の相関関係（ $n=37$ ）を調べたところ、相関係数 $r=-0.843$ で負の相関があり、決定係数 $r^2=0.711$ であり、ピアソンの相関関係検定で検定を行ったところ $p<0.01$ で有意差が認められた。得られた相関性から推定すると、官能評価の「香りの良さ」が目標値である 3 以上となるのは、（CI+CA）/RA 濃度比が 0.1 以下であることが示唆された。

ローズマリー抽出液の利用においては、理化学分析の結果からの成分指標を

用いることで有色模擬リキュール飲料の品質を事前に予測することが可能であり、この方法は、ローズマリー以外にも応用できると考えられる。今回の研究で新たに求められた判定式により、今後、抽出液中の成分値により褪色防止効果とおいしさを確保できることになり、工業的に非常に有益と考えている。改良されたローズマリー抽出液は、官能評価の結果から後味の良さが向上していることが判り、リキュールへの使用時のメリットと考えられる。そこで、ローズマリー抽出液中の後味成分を特定するため、抽出液から GC-MS 検出された成分のひとつであるグラニオールについて有色模擬リキュール飲料への添加試験を実施して官能評価を行った。その結果、良後味成分であると評価された。グラニオールは、バラ様の華やかな芳香を持ち、モモ、ラズベリー、柑橘類にも含まれることから、ローズマリー抽出液をリキュール飲料に添加したことでマイルドな後味、おいしさをリキュール飲料に付加したと考えられる。天然物であるローズマリーにはいくつものフレーバーを含んでいることから抽出条件によっては好ましい抽出製品になると考えられる。天然物を用いた褪色防止剤の利点と言える。

第 5 章 総合討論

食品ロス是世界で深刻な問題となっており、日本国内でも「まだ食べられる食品」の廃棄が非常に多く発生している。食品ロス解決のため社会では賞味期限延長の動きが起きている。今回の研究では、酒類リキュールの色安定性を、天然物由来の抽出液を添加することにより向上することを検討し、植物であるローズマリーの抽出液を使用することでリキュールの褪色防止することを明らかにできた。これまで、酒類リキュールの褪色防止方法としては、保管方法を指定したり、色素添加量を増やすことで対応してきたが、天然抽出液で褪色防止効果ができることになり、賞味期限向上につなげることができ、SDGs に貢献できる。

参考文献

- 1) 外務省 HP「JAPAN SDGs action Platform」
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/about/index.html>(最終
検索日：2021.12.28)
- 2) PETER A.HALLGARTEN:Spirits and Liqueurs, Faber and Faber
Limited, 93～124 (1979)
- 3) 福西英三, リキュールブック (1997)
- 4) 渡辺 均: ローズマリーの植物学, *aromatopia*, 92, 2～5 (2009)
- 5) 中谷延二: スパイス・ハーブの歴史・食文化と機能性, *functional food*,
11,131～141 (2017)
- 6) 塚本有子: アロマクッキングローズマリーを使ったレシピ, *aromatopia*, 92,
37 (2009)
- 7) エリザベス アトラン: 中性ヨーロッパにおけるローズマリーの利用法,
aromatopia, 92, 16～17 (2009)
- 8) Demewez Moges Haile : A comparative study on the effect of
rosemary extract and sodium ascorbate on lipid and pigment
oxidation stability of liver pate, *J Food Sci Technol*, 52, 992～999
(2015)
- 9) Ko-euh Hwang, Hyun-Wook Kim, Dong-Heon Song, Yong-Jae Kim,
Youn-Kyung Ham, Yun-Sang Choi, Mi-Ai Lee, Cheon-Jei Kim : Effect
of mugwort and rosemary either singly, or combination with ascorbic
acid on shelf stability of pork patties, *Journal of Food Processing
and Preservation*, 41, 1～9 (2017)
- 10) 付 玉潔: 原子顕微鏡を使用したざ瘻（ニキビ）プロピオニバクテリウムに
対するローズマリー精油の抗菌作用実験, *aromatopia*, 92, 34～36 (2009)
- 11) 一ノ瀬充行, 梅木 創, 小笠原秀, 田村 藍, 菅原 健, 東海林 温, 廣海洋平:
ローズマリーの中樞神経系と自立神経系に及ぼす作用の生理学的解析,
aromatopia, 92, 10～15 (2009)
- 12) 外崎肇一: ローズマリーの香りの精神性疲労への効果, 外崎肇一,
aromatopia, 92, 18～20 (2009)

- 13) 山本順一郎, 苗村亜紀, 山下 勉 : ローズマリーの抗血栓作用, *aromatopia*, 92, 21~25 (2009)
- 14) 丸山哲弘 : ヒトにおけるローズマリーの中樞神経作用に関する研究 , *aromatopia*, 92, 26~31 (2009)
- 15) 小坂邦男 : ローズマリーエキスは未来の万能薬! ?, *aromatopia*, 92, 32~33 (2009)
- 16) 斉藤 浩, 木村雄吉, 坂本知紀 : POV よりみた各種香辛料粉末の抗酸化性, *栄養と食糧*, 29, 404~406 (1976)
- 17) 山本由喜子, 宮本悌次郎 : 食品の加熱調理による市販香辛料の抗酸化効果の変化, *調理科学*, 23, 307~310 (1990)
- 18) Stavros Lalas, Vassilis Dourtoglou : Use of Rosemary Extract in Preventing Oxidation During Deep-Fat Frying of Potato Chips, *JAACS*, 80, 579~583 (2003)
- 19) 松本雄大, 谷岡由梨, 小暮更紗, 山内 淳, 古庄 律 : ローズマリー抽出液の酒類リキュールの色安定性向上への応用, *日本食品保蔵科学会誌*, 48, 3~10 (2022)
- 20) 松本雄大, 谷岡由梨, 小暮更紗, 山内 淳, 古庄 律 : 有色リキュールの品質向上に有用なローズマリー抽出液の抽出方法に関する研究, *日本食品保蔵科学会誌*, 48 (2021)
- 21) Müberra Koşar, Fatih Göger, K. Hüsnü Can Başer : In vitro antioxidant properties and phenolic composition of *Salvia halophila* Hedge from Turkey, *Food Chemistry*, 129, 374-379 (2011)
- 22) 林健樹 : アスコルビン酸の化学と食品への利用, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 33, 456-462 (1986)
- 23) 岡村一弘, 西田 豊, 伊村祈年子, 八島貞子 : 食用タール色素の褪色に関する研究, *生活衛生*, 7, 66~69 (1963)
- 24) Jia Xiao, Peter Venality, Anita Uglier and Xiaoqing Yang : A review on rosemary as a natural antioxidation solution, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 119, 1600439 (2017)
- 25) 蛸井潔 : ビールをはじめとする酒類の香り研究について—近年の成果と

- トレンドー, 醸協, 110, 479～488 (2015)
- 26) 恩田匠：国産ワインにおけるフェノール系オフフレーバー「フェノレ」について, 醸協, 108, 881～889 (2013)
- 27) 西村弘行：植物フレーバー成分の化学ならびに生物活性に関する研究, Nippon Nogeikagaku Kaishi, 60, 19～29 (1986)
- 28) 市川亮一, 深津鉄夫, 八木祥子：スタチ搾汁残渣を利用した食品素材の開発, 徳島県立工業技術センター研究報告, 19, 33～35 (2010)
- 29) 高橋克嘉, 永山志穂, 山田和史：抽出温度によるヘベス精油組成の変化, 宮崎県工業技術センター・宮崎県食品開発センター研究報告, 61, 57～60 (2016)
- 30) 穂坂 賢, 村 清司, 数岡孝幸, 中田久保：ポリフェノール含有リキュールの開発, 日健医誌, 15, 41- 45 (2006)
- 31) 内閣府沖縄総合事務局 平成 26 年度戦略的基盤技術高度化支援事業
「発酵食品等の特異的風味成分の選択的分離精製システムの確立」成果報告書 (2015)
- 32) 川合信行, 浜下一正, 畑本二美, 中島一郎：多変量解析による市販ミネラルウォーターの味の解析, Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 41, 810～29 (1994)
- 33) 食品ロス削減関係参考資料 消費者庁消費政策課 (平成 30 年 6 月 21 日版)
- 34) 「賞味期限の年月表示化」資料, 2019 年 4 月 16 日に行われた「効率的な食品流通に資する賞味期限の年月表示化に関するセミナー」の農林水産省資料
- 35) 食品ロス削減に向けた賞味期限表示の大括り化事例, 食品ロス削減のための商慣習検討ワーキングチーム事務局 公益財団法人流通経済研究所, 令和 2 年10月
- 36) 食品ロス削減関係参考資料 消費者庁消費政策課, 平成 30 年 6 月 21 日版
- 37) 食品ロスの削減に資する容器包装の高機能化事例集第二版, 農林水産省食料産業局バイオマス循環資源課食品産業環境対策室, <https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/youki/> (最終検索日：2021.12.28)
- 38) 食品流通の合理化に向けた取り組みについて (第 1 次中間取りまとめ),

農林水産省・経済産業省・国土交通省,令和2年4月

- 39) 食品ロス削減に向けて～NO-FOODLOSS PROJECTの推進～, 農林水産省食料産業局 バイオマス循環資源課 食品産業環境対策室,平成26年12月
- 40) シェアリング倉庫サービス <https://warex.ai/> (最終検索日: 2021.12.28)
- 41) 永谷園 環境・社会報告書 2021, <https://www.nagatanien.co.jp/csr-report/waste.html>, (最終検索日: 2021.12.28)
- 42) 味の素グループ統合報告書 2020, https://www.ajinomoto.co.jp/Company/jp/ir/library/annual/main/08/teaseItems1/00/linkList/0/link/Inerated%20Report202020_J_A4.pdf#page=46, (最終検索日: 2021.12.28)
- 43) 相模屋 CSV(Creating Shared Value: 共有価値の創造) 活動について, <https://sagamiya-kk.co.jp/spirit/csv.html>, (最終検索日: 2021.12.28)
- 44) 江崎グリコ 食品ロス削減に向けて, <https://www.glico.com/jp/csr/about/environment/foodloss/>, (最終検索日: 2021.12.28)
- 45) でん六, <http://www.denroku.co.jp/sdgs/materiality/part3/>, (最終検索日: 2021.12.28)
- 46) イオングループ食品廃棄物削減目標, <https://www.aeon.info/sustainability/haikibutsu/>, (最終検索日: 2021.12.28)
- 47) 食品リサイクル法に基づく定期報告について,農林水産省食料産業局, [seido_gaiyo-10.pdf \(maff.go.jp\)](https://www.aff.go.jp/seido_gaiyo-10.pdf), (最終検索日: 2021.12.28)
- 48) 国際連合食糧農業機関 (FAO), 国連世界食糧計画 (WFP) および国際農業開発基金 (IFAD) 「世界の食料不安の現状」(2015)
- 49) 国際連合食料農業機関 (FAO) 「世界の食料ロスと食料廃棄」に関する研究報告書(2011)
- 50) 環境省及び農林水産省 食品ロスを含む食品廃棄物等の利用状況等 (平成27年度推計)
- 51) カルビー 地球環境・コミュニティーへの貢献, <https://www.calbee.co.jp/sustainability/environment/>,

(最終検索日：2021.12.28)

52) 第一開明 SDGs の取り組み, <http://www.dkaimei.jp/sdgs/>,

(最終検索日：2021.12.28)

53) サントリー プラスチック基本方針

<https://www.suntory.co.jp/company/csr/activity/environment/reduce/plastic/> [外部リンク] (最終検索日：2021.12.28)

54) 世界食料農業白書 2019 年報告 英語版

The State of Food and Agriculture 2019 (fao.org),

(最終検索日：2022.2.23)

Among the SDGs that represent the "Sustainable Development Goals," "food" plays a particularly important role. Food loss has become a serious problem in the world, and even in Japan, "food that can still be eaten" is being discarded in large numbers. In order to solve food loss, there is a movement to extend the expiration date in society. If food loss can be prevented by extending the expiration date of alcoholic beverages, it can contribute to the SDGs.

The key to the quality of liquor liqueur is its taste, aroma, non-fading, and absence of precipitation. Above all, the appearance of liquor liqueur is very important as it contributes to its value. However, color fades due to light and heat during the distribution process and storage period, resulting in quality deterioration with respect to consumption. Therefore, in this study, we investigated improvement in the color stability of liqueur by utilizing rosemary, which is known to have an antioxidant effect during cooking. Thus, the extract obtained by extracting rosemary with 60 v/v% ethanol was added to the colored simulated liqueur beverage, and after the residual ratio of the pigment was compared, the rosemary extract was added at 10% liquor liqueur. The results confirmed that color fading could be prevented by rosemary addition. Further, this effect was more pronounced than that of vitamin C used in liquor liqueur, and differed depending on the pigment. When rosemary extract is used in the liquor industry, it is difficult to put it to practical use unless its greenish flavor is improved.

In this study, we found that rosemary extract has a fading-preventing effect on colored liqueur, but has a low off-flavor, which is desirable for liqueurs. We examined the flavor and optimized the desired conditions. Cineol and camphor were identified as the off-flavor components; the changes in these off-flavor components with different extraction conditions were then analyzed. The results

indicated that the ethanol concentration of the aqueous solution used in the rosemary extract extraction step was preferably 0 v/v% or more and 5 v/v% or less, but preferably 0 v/v%. The extraction temperature is preferably 20–60 °C and the extraction time is preferably 1–3 h, preferably 2 h. Concentrating the rosemary extract under reduced pressure improves the flavor, and the concentration ratio is preferably 14 times or higher. A high concentration ratio, especially by concentrating the extract extracted with ethanol 0 v/v% under reduced pressure is beneficial. The anti-fading effect attributed to rosmarinic acid does not change with these conditions, and a high anti-fading effect is retained. Rosemary extract also has a good flavor index as the camphor content, the value obtained by dividing the rosmarinic acid content from the cineole and camphor content, and the (camphor + cineole) / rosmarinic acid concentration ratio were found to be 0.1 or less. Based on the above studies, production conditions that can suppress the extraction of off-flavor components and improve the quality of colored liqueur beverages were determined. In addition, these rosemary extracts had a good aftertaste derived from natural products, attributed to geraniol, clarifying the advantages of natural products over synthetic chemical additives.

Easy production of rosemary extract, with a good flavor and an anti-fading effect is considered beneficial for the liquor manufacturing industry, and can be obtained by combining an extraction device and a vacuum distillation device, which are generally used in liquor production. As rosemary, a natural product, contains various flavors, it is considered a preferable extraction product depending on the extraction conditions, indicating the advantage of using an anti-fading agent derived from natural products. Effective utilization of natural antioxidants such as rosemary extracts for liqueur production, has made rosemary cultivation a sustainable development goal (SDG) in

the food industry as well as in agriculture in developing countries. The key to the quality of liquor liqueur is the taste, aroma, non-fading and no precipitation. Above all, the beauty of the appearance of liquor liqueur is very important as the value of liqueur. However, the color fades due to the light and heat during the distribution process and storage period, resulting in deterioration of quality during drinking. In this study, we investigated the conditions for producing rosemary extract, which has a fading-preventing effect on colored liqueur, low off-flavour, and a desirable flavor for liqueur, and clarified the conditions. It is thought that it is possible to establish a liqueur fading prevention technology using rosemary extract, which leads to an improvement in the expiration date and contributes to the SDGs.

本研究の遂行ならびに本論文の作製にあたり、終始御懇篤なる御指導御鞭撻を賜りました東京農業大学大学院農学研究科環境共生学専攻 古庄 律 教授に心より御礼申し上げます。

本研究の遂行ならびに本論文の作製にあたり、御校閲と御助言を賜りました東京農業大学 国際食料情報学部 国際食農科学科 山内 淳教授、谷岡由梨准教授、東京農業大学大学院農学研究科環境共生学専攻 田中尚人教授に深く感謝いたします。

本研究の遂行にあたり、御助言を賜りました同大学大学院 環境共生学専攻の先生方に御礼申し上げます。

多大なご協力を頂いた、同大学 国際食料情報学部 国際食農科学科 食環境科学研究室の大学院生ならびに学部生の皆さんに深く感謝いたします。

勤務会社のサントリースピリッツ株式会社 商品開発研究部の村上悦郎部長、宮島哲史前部長には社会人博士課程進学にあたりいろいろとご支援いただき、御礼申し上げます。

最後に、妻と三人の子供たちには、調査、研究やまとめ、論文執筆等のため、家事や家庭生活で負担をかけたことにお詫びするとともに、最後まで温かく支援してくれたことに感謝致します。この場を借りまして、御礼申し上げます。大学院への進学、企業での30年間にわたる研究生活を長きにわたり支えて頂いた妻に心より感謝いたします。ありがとうございました。