

2023年度BCOJ年次大会

要 旨 集



BCOJ

Brewery Convention of Japan

第32回年次大会

2023年度 BCOJ年次大会プログラム

開催日時 :2023年 11月 9日(木) 12:30～20:00 (会場受付時間 12:00～15:20)

11月10日(金) 9:30～16:10 (会場受付時間 9:10～11:40)

※事前に参加申請する必要があります。詳しくはビール酒造組合もしくはBCOJプログラム委員にお問い合わせください。

大会会場 :TKPガーデンシティPREMIUM京橋
(東京都中央区京橋2丁目2-1 京橋エドグラン22階)

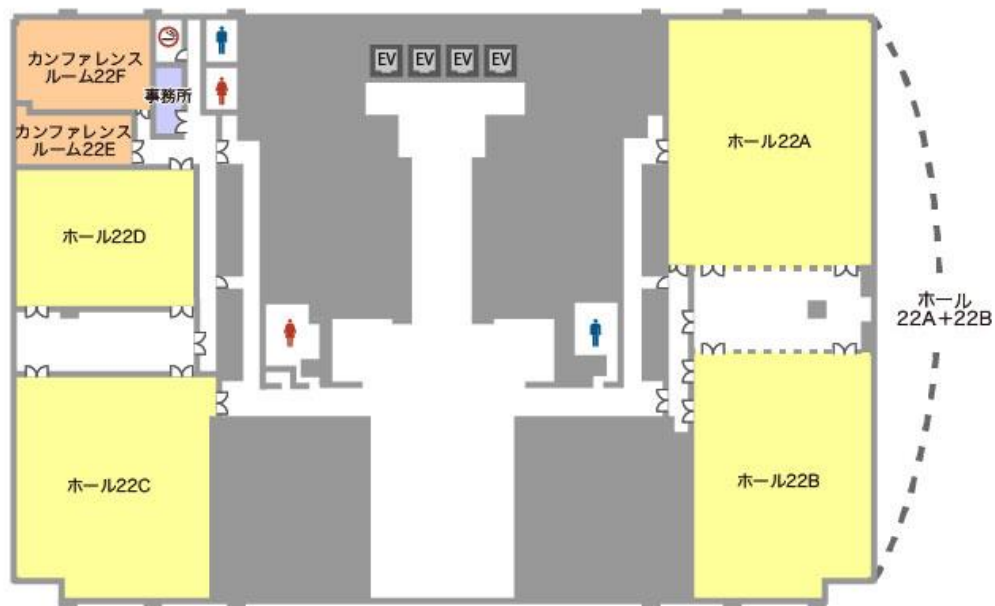
交通 :

- (1)東京メトロ銀座線 京橋駅 8番出口 直結
- (2)都営浅草線 宝町(東京都)駅 A5/A6出口 徒歩3分
- (3)JR 東京駅 八重洲南口 徒歩5分
- (4)東京メトロ丸ノ内線 東京駅 八重洲南口 徒歩5分
- (5)東京メトロ有楽町線 銀座一丁目駅 7番出口 徒歩5分



(出典：TKPガーデンシティpremium京橋 HP)

TKPガーデンシティPREMIUM京橋フロア図



(出典：TKPガーデンシティpremium京橋 HP)

注意事項：

1. 会場での参加要項に従ってご参加ください。
2. 受信映像や資料の保存（画面キャプチャを含む）、録音する行為を一切禁止します。また、無断転用・複製も一切禁止します。
3. 演者の発表後に質問を受け付けます。座長に従ってご質問ください。
4. Microsoft Formsにてアンケートを実施いたします。アンケートは、11/13（月）12時までに以下QRコードから回答をお願いいたします。



プログラム

< 1日目 ・ 11月 9日 >

12:30～12:55

◆オープニングセッション

座長：加野副委員長（キリンホールディングス（株））

◇開会の辞

中村議長（アサヒビール（株））

◇活動報告

中村議長（アサヒビール（株））

乾分析委員長（サントリー（株））

朝田プログラム委員長（サッポロビール（株））

12:55～13:55

◆ASBC議長講演

Keynote: Brewing Yeasts and the Future

Dr. Sylvie Van Zandyche

President of the ASBC

13:55～14:10

<休憩>

14:10～15:30

◆招待講演1

座長：西村委員（アサヒクオリティードイノベーションズ（株））

五感はどうつくられてきたのか—感覚で読み解く歴史と文化

久野 愛

東京大学大学院 情報学環・学際情報学府 アジア情報社会コース 准教授

15:30～15:45

<休憩>

15:45～16:15

◆招待講演2

座長：酒井委員（サントリー（株））

日本のクラフトビール業界30年

山田 司朗

ファーストブリューイング（株）代表取締役社長

16:15～16:30

◆フラッシュトーク

クラフトビール業界 5社

サプライヤー 1社

- 16:30～16:35 ◆諸連絡
- 16:35～17:00 <移動>
ホール22Cから22A,22Bへ
- 17:00～18:00 ◆ポスターセッション
海外学会再演ポスター 9題
クラフトビール業界ポスター 5題
サプライヤーポスター 3題
- 18:00～20:00 ◆懇親会

< 2日目 ・ 11月 10日 >

- 9:30～9:35 ◆諸連絡
- 9:35～ ◆オーラル発表セッション1
座長:加野副委員長(麒麟ホールディングス(株))
- 9:35～10:00 (O-1)ホップにおけるテロワール効果:栽培地域によるテオール含量の違いはビールの香りに影響を与える
古川 雄登¹、鯉江 弘一朗¹、保木 健宏²
サッポロビール(株)¹原料開発研究所 北海道原料研究グループ、²原料開発研究所
- 10:00～10:25 (O-2)ビールの冷涼感に寄与するホップ由来成分の探索～3つの香味化合物による冷涼感形成の新たなメカニズム～
大取 靖秀¹、實方 綾子¹、蛸井 潔¹、佐藤 雅英¹、潮井 徹¹
¹サッポロビール(株)価値創造フロンティア研究所
- 10:25～10:50 (O-3)酵母の遺伝子発現パターンがホップ由来アロマ成分に与える影響
大館 巧、中村 洋詩、石塚 祐輔、単 小遠、乾 隆子
サントリー (株) ビールカンパニー 生産研究本部 商品開発研究部
- 10:50～11:05 <休憩>
- 11:05～ ◆オーラル発表セッション2
座長:西村委員(アサヒクオリティードイノベーションズ(株))
- 11:05～11:30 (O-4)熟成ホップと各種フレーバー化合物の併用がビールの香りに及ぼす影響
谷川 知沙¹、大取 靖秀²、蛸井 潔²、谷川 篤史¹、清崎 俊博¹
¹サッポロビール(株)商品・技術イノベーション部、²サッポロビール(株)価値創造フロンティア研究所

- 11:30～11:55 **(O-5)ホップの水蒸気蒸留によりビールの新しい香味を創る**
手崎 聡¹、小泉 智洋²、丸海老 純也²、飯牟礼 隆¹、石田 文人¹
¹サッポロビール(株) 価値創造フロンティア研究所、²サッポロビール(株) 商品・技術イノベーション部
- 11:55～13:20 <休憩>
- 13:20～13:45 **◆BCOJ功績賞授賞式**
- 13:45～ **◆オーラル発表セッション3**
座長:酒井委員(サントリー(株))
- 13:45～14:05 **(O-6)持続可能な製麦へ的大麦育種からのアプローチ—低浸麦度製麦におけるN68-411の可能性—**
木原 誠¹、牧本 梨奈¹、周 天甦¹、時園 佳朗¹、金谷 良市¹、廣田 直彦¹、保木 健宏¹、須田 成志²
¹サッポロビール(株) 原料開発研究所、²サッポロビール(株) R&D 企画推進部
- 14:05～14:30 **(O-7)ビールの新規芳香化合物である2-アセチル-3,4,5,6-テトラヒドロピリジンとその互変異性体の生成条件の解明と醸造過程における制御**
岡田 啓介¹、野場 重都²、鈴木 育美²、松村 奈美¹、田淵麻衣¹、岡本高樹¹、中村勇一¹
¹アサヒビール(株) 酒類技術研究所、²アサヒクオリティードイノベーションズ(株) 醸造科学研究所
- 14:30～14:45 <休憩>
- 14:45～ **◆オーラル発表セッション4**
座長:朝田プログラム委員長(サッポロビール(株))
- 14:45～15:10 **(O-8)グルコース重合型食物繊維の香味品質に関連する化学構造研究**
影山 紀彦¹、渡辺 健宏²、島本 啓子²、山垣 亮²
¹サントリー(株)ビールカンパニー 生産研究本部 商品開発研究部、²サントリー生命科学財団
- 15:10～15:35 **(O-9)トライボロジーの測定による「マウスフィール:口当たり」の官能特性の評価**
小泉 智洋¹、蛸井 潔²、谷川 篤史¹、清崎 俊博¹
¹サッポロビール(株) 商品・技術イノベーション部、²サッポロビール(株) 価値創造フロンティア研究所

15:35～16:00 (O-10)コリアンダーシードを使ったスペシャルビールに含まれる特徴的な香りに関する研究
～産地の違いによる香り成分のプロファイリング～

蛸井 潔¹、熊丸 陽奈¹、谷川 篤史²、實方 綾子¹、佐藤 雅英¹、潮井 徹¹

¹ サッポロビール(株)価値創造フロンティア研究所、² サッポロビール(株)商品・技術イノベーション部

16:00～16:10 ◆閉会の辞

朝田プログラム委員長(サッポロビール(株))

◇ASBC議長講演

<時間:11月9日 12:55~13:55>

【演題】

Brewing Yeasts and the Future

【概要】

Brewing yeasts are traditionally defined as bottom-fermenting (lager) or top-fermenting (ale); the latter having existed for centuries and traced back to the Egyptians; whereas the former is believed to originate from a natural hybridization event dated from the 15-16th century. Those yeasts are adopted globally for beer production being excellent at using malt wort sugars such as maltose and maltotriose (for most of them). Some of those strains have become proprietary to large brewing companies and participate in giving their uniqueness to specific beers. Other strains are available in dry and liquid form through manufacturers and made available to craft breweries around the world. Those yeasts “selected from nature” come as they are - they may have evolved over time and variations of the same strain may exist - think of the Chico yeast popular for West Coast IPAs or the Weinstephan 34/70 for German lagers. Traditionally, however, No. major improvements have occurred to these well adapted strains.

This status quo in strain development is currently being changed and upended for several very important reasons. One crucial point, that may No.t be obvious to casual observers, has to do with opportunity of providing energy and production efficiencies. Brewing is an energy consuming process as well as a time dependent process that relies heavily on yeast strain performance during fermentation. As such, there is a need for more performant strains that are No.t only fermentation solutions but also production solutions. Ideally, these strains need to ferment efficiently at higher temperatures, thus saving energy and shortening production times, without producing off or undesirable flavors for each beer style.

Most of the beer produced in the world is lager and there are 2 types of lager yeast – Frohberg and Saaz; the former being the one most widely used and more resistant to temperature. A new type of lager yeast (type III) was created through the natural process of rare mating (hybridization) that allows more efficient fermentation to take place and increased resistance to temperature. The characteristics and advantages of this new yeast and how it was created will be discussed in this talk. Similarly genetic modifications (cisgenic or transgenic) are allowing us to create highly performant and/or aromatic strains – their utilization is dependent on country legislation, but the technology is certainly available for strain improvement. Examples of strains developed to produce specific aromas allowing for time, and therefore money savings, will be presented and discussed. Yeast improvements are necessary to make the brewing process more sustainable, ultimately the future is exciting for brewing yeasts, researchers, and brewers of the world.

【略歴】

Sylvie studied biochemical engineering and fermentation in Belgium; she completed her degree in 1996. She then obtained her Ph.D. on *Saccharomyces cerevisiae* in 2000 from Oxford Brookes University in the UK and stayed for a 4-year postdoc. In 2004 she accepted a post with Lallemand and moved to Montreal, Canada as project manager for their genetic identification laboratory. In 2007 moved to the USA and became the Technical Sales Manager for Lallemand Brewing looking after dry yeast and nutrition products on a global basis. At the end of 2011 she joined DSM Food Specialties focusing on brewing enzymes for the next 5 years. Finally, she re-joined Lallemand in December 2016 as the Director of Sales and Marketing for brewer's yeast, bacteria and nutrients. She was also appointed Director of Ethics for the Siebel Institute of Technology (part of Lallemand) in 2022. Sylvie has been a member of the American Society of Brewing Chemists for 20 years and she is currently the president of the organization. She also is the 2023-2025 Pink Boots Society Chapter Leader in Las Vegas, NV; an organization focusing on the education or women and non-binary individuals interested in a career in fermented (alcoholic) beverages.

◇招待講演1

<時間:11月9日 14:10~15:30>

【演題】

五感はどうつくられてきたのか—感覚で読み解く歴史と文化

【概要】

普段、私たちは味覚や視覚、嗅覚など五感を駆使して生活しています。あまりにも当たり前で意識しないかもしれませんが、電車のホームで聞こえる音や街中において、スーパーに入った時に目に飛び込んでくる野菜や果物の色など、様々な感覚刺激を通して私たちは周辺環境を理解し、さらにはそれらが「日常」の一部であることを感じとります。ですが、こうした普段感じる感覚は、100年前の社会では当然ながら全く異なっていました。また、海外に行くと、日本とは違う独特のにおいや空気感を感じます。このように私たちの感覚体験は、時代や文化によって異なっているのです。本講演では、特に19世紀末以降に大きく変化した科学技術や経済システムなどの影響に焦点を当て、政治的・経済的・社会的変化の中で、いかに人々の感覚がつくられてきたのかお話をさせていただきます。



東京大学大学院情報学環・学際情報学府
アジア情報社会コース 准教授
久野 愛

東京大学大学院情報学環准教授。東京大学教養学部卒業、デラウエア大学歴史学研究科修了 (PhD, 歴史学)。ハーバードビジネススクールにてポスドク研究員、京都大学大学院経済学研究科にて講師を務めたのち、2021年4月より現職。専門は、感覚・感情史、ビジネスヒストリー、技術史。

『Visualizing Taste: How Business Changed the Look of What You Eat』 (ハーバード大学出版局, 2019年) でハグリー・プライズおよび日本アメリカ学会清水博賞受賞。近著に『視覚化する味覚一食を彩る資本主義』 (岩波新書、2021年) 。

オーラルセッション O-1 ~ 10
(会場：ホール22C)

講演No. O-1 (MBAA)

<時間 : 11 月 10 日 9:35~10:00>

ホップにおけるテロワール効果 : 栽培地域によるチオール含量の違いはビールの香りに影響を与える

古川 雄登¹、鯉江 弘一朗¹、保木 健宏²

サッポロビール(株)¹原料開発研究所 北海道原料研究グループ、²原料開発研究所

テロワールは、栽培地域から生じる特定の特徴と定義され、植物において非常に重要な概念である。近年では、醸造家の間でホップ (*Humulus lupulus* L.) のテロワールに対する関心が高まっている。ホップのテロワールに関する論文はいくつか発表されているが、テロワールとチオール化合物の関係についての報告はほとんどない。本研究では、国産フラノマジカル、フラノクイーン、チェコ産同品種のチオール化合物、テルペン系化合物、樹脂成分の含有量を分析した。その結果、異なる地域で栽培されたホップ球果における 4MSP と 3S4MP 含量の違いが確認できた。具体的には、チェコで収穫されたフラノクイーンの 3S4MP 含量は国産よりも 6 倍高く ($P < 0.05$)、逆に、4MSP の含量はチェコ産よりも国産の方が高い傾向にあった。次に、栽培地域がビールの香味に与える影響を比較するため、日本とチェコで収穫されたフラノマジカルとフラノクイーンを用いて醸造試験を実施した。醸造品官能評価では、両品種とも国産を使用したビールの方がチェコ産を使用したものよりもインパクトが高かった。本研究によって、チオール化合物の含量に産地間差があること、この差がビールの風味に影響を与えることがわかった。

講演 No. O-2 (ASBC)

<時間：11月10日 10:00～10:25>

ビールの冷涼感に寄与するホップ由来成分の探索
～3つの香味化合物による冷涼感形成の新たなメカニズム～

大取 靖秀、實方 綾子、蛸井 潔、佐藤 雅英、潮井 徹
サッポロビール（株）価値創造フロンティア研究所

ホップはビールの風味に貢献する重要な原料の一つである。なかでも Polaris ホップはドイツ・ハラタウ地方のホップ研究機関 Hop Center Huell が2006年に開始した育種プログラムの成果として2012年にリリースされた新鋭のホップであり、他のホップにはないミント様の香味を有するとされる。その知見をもとに当研究所で、Polaris でドライホッピングして試醸ビール（Polaris ビール）を作製したところ、口元や喉奥で感じるような特徴的な冷涼感が感じられることが分かった。また Polaris ビールを GC-O で分析したところ、この冷涼感を特徴づけられる候補成分が3成分見つかった。本調査では、冷涼感を付与したビールテイスト飲料の開発を最終目的に、Polaris を使用したビールテイスト飲料の冷涼感に寄与する候補3成分のビールへの添加試験を行ったほか、Polaris の他複数品種のペレットホップ中での含量を測定しプロファイリングしたので、その結果を報告する。

講演 No. O-3 (ASBC)

<時間：11月10日 10:25～10:50>

酵母の遺伝子発現パターンがホップ由来アロマ成分に与える影響

大館 巧、中村 洋詩、石塚 祐輔、単 小遠、乾 隆子

サントリー（株）ビールカンパニー 生産研究本部 商品開発研究部

麦芽、ホップ、およびその他の原材料に由来するビールのアロマ化合物の制御は、ビールの香味づくりにおいて重要である。本研究は、醗酵時の酵母によるホップ由来アロマ成分の代謝によるビールの香味制御に着目した。Kingらは、酵母がゲラニオールを β -シトロネロールに還元することを報告した (Kingら、2000、*Yeast* 誌)。ゲラニオールと β -シトロネロールは、低濃度でビールの香味に影響すると考えられているため (Takoiら、2010、*J. Agric. Food Chem.* 誌)、ゲラニオールの代謝を理解することはビール品質にとって重要である。我々は、2つの異なるラガー酵母が異なる香りプロファイルを示すことを以前に報告した (乾、2022、*生物工学会誌*)。このことから2つの酵母の代謝パターンは異なると推測されるが、ホップの香気成分と酵母の代謝の関係は未だ直接解明されていない。そこで今回、アロマプロファイルが酵母の遺伝子発現パターンの違いによって説明できうるかを調べるため、上記2つの酵母を全く同一の麦汁に供し、同じ条件で醗酵させ、アロマプロファイルおよび遺伝子発現解析を行った。 β -シトロネロールを多く生成する酵母で醗酵させたビールは、もう一方の酵母で醗酵させたビールより多くの β -シトロネロールを含み、醗酵を通じて常にエルゴステロール生合成遺伝子 (*ERG* 遺伝子) の発現が高かった。醗酵中の *ERG* 遺伝子の発現量と β -シトロネロールの生成量は同じような変動パターンを示し、エルゴステロール生合成経路がゲラニオール代謝に関与するという過去の知見 (Vaudanoら、2004、*J. Inst. Brew.* 誌) を立証することができた。我々は、初めてホップ由来アロマ成分のプロファイルとビール中の酵母の遺伝子発現パターンとの間に関係があることを見出した。本結果は、酵母の遺伝子発現解析をすることで、望ましいビールフレーバーを得るための酵母を選択できることを示唆している。

講演 No. O-4 (ASBC)

<時間：11月10日 11:05～11:30>

熟成ホップと各種フレーバー化合物の併用がビールの香りに及ぼす影響

谷川 知沙¹、大取 靖秀²、蛸井 潔²、谷川 篤史¹、清崎 俊博¹

¹サッポロビール(株)商品・技術イノベーション部、²サッポロビール(株)価値創造フロンティア研究所

常温で長期間保存されたホップは、一般的に「熟成ホップ」と呼ばれる。熟成中に α 酸と β 酸の分解が起こり、それに伴って分岐鎖脂肪酸の濃度が著しく上昇することが報告されている。分岐鎖脂肪酸は、チーズ様や汗のような香りを持ち、「オフフレーバー」とみなされている。ホップの熟成に関する研究のほとんどは、伝統的なアロマホップ品種に焦点を当てており、近年人気が高まっているフレーバーホップ品種を調査した研究はごくわずかであった。

我々は、ホップの熟成によって濃度が上昇する分岐鎖脂肪酸が、リナロールなどのモノテルペンアルコールの風味強度を高め、そのアロマプロファイルを変化させることを報告した。本研究では、様々なフレーバーホップ品種を12ヶ月間熟成させ、分岐鎖脂肪酸と、モノテルペンアルコール、揮発性チオール、ゲラン酸などのホップ由来の特徴的なアロマ成分の挙動を比較した。さらに、醸造中のホップ由来成分の変化およびビールの官能特性を評価するため、パイロットプラントで熟成ホップ品種の醸造試験を行った。これらの試験ビールの分析プロファイルに基づき、モノテルペンアルコール(リナロール、ゲラニオール、 β -シトロネロール)に4-methyl-4-sulfanylpentan-2-one (4MSP) および分岐鎖脂肪酸を添加したモデル溶液と添加しないモデル溶液を調製した。官能評価の結果、4MSP を含まないモノテルペンアルコールと分岐鎖脂肪酸を含むモデル溶液では、熟成感とチーズ様のスコアが高かったが、4MSP を含む溶液ではフルーティーなアロマが増加する傾向があった。

講演 No. O-5 (ASBC)

<時間：11月10日 11:30～11:55>

ホップの水蒸気蒸留によりビールの新しい香味を創る

手崎 聡¹、小泉 智洋²、丸海老 純也²、飯牟礼 隆¹、石田 文人¹

¹サッポロビール（株）価値創造フロンティア研究所、²サッポロビール（株）商品・技術イノベーション部

ホップはビールの香りと苦味に大きく寄与する原料である。近年、香气成分や苦味成分を豊富に含み、ビールに特徴的な香味を付与できる「フレーバーホップ」が世界的に育種されている。苦味はビールに必要な要素だが、過剰な苦味はしばしばネガティブに捉えられる。ビールにホップの香りだけ付与するには、ホップの香气成分を苦味成分から分離する必要がある。ホップから香气成分を抽出する方法の一つに水蒸気蒸留法がある。そこで、これまでにないビールの香り・苦味のバランスを実現するために、ホップの水蒸気蒸留液を用いてビールサンプルを調製し、官能特性と香味成分を評価・分析した。本研究では、シトラとソラチエースについて、一つの蒸留法に対し初留・中留・終留の3つのフラクションを得た。さらに、これらの蒸留液を主発酵開始時または主発酵終了時に添加した。対照のドライホップを実施したサンプルに比べ、ホップ蒸留液を添加したビールは苦味が少なく、モノテルペンアルコールや揮発性チオールなどの香气成分が多かった。ホップの品種、蒸留方法、フラクション、添加時期によって、モノテルペンアルコール・揮発性チオールの組成と、蒸留液およびビールの官能特性は変化した。蒸留液を主発酵開始時に添加した場合、いくつかの揮発性チオールがビールで増加した。これは、蒸留液に含まれる化合物が発酵過程を経て変化したことを示している。ホップの蒸留方法や蒸留液の添加タイミングを変えることで、これまでにない香りと苦味のバランスを持つ新しいタイプのビールを製造できる可能性がある。

講演 No. O-6 (ASBC)

<時間：11月10日 13:45～14:05>

持続可能な製麦への大麦育種からのアプローチ
—低浸麦度製麦における N68-411 の可能性—

木原 誠¹、牧本 梨奈¹、周 天甦¹、時園 佳朗¹、金谷 良市¹、廣田 直彦¹、保木 健宏¹、須田 成志²

¹サッポロビール（株）原料開発研究所、²サッポロビール（株）R&D 企画推進部

過去の研究において、‘新田系 68 (N68)’の変異集団から、麦芽の溶けと種子休眠性のバランスに優れたオオムギ変異体系統‘N68-411’をスクリーニングしたことを報告した。また、‘N68-411’は発芽時の溶けが早く、製麦工程での発芽時間短縮の可能性が示唆された。今回、低浸麦度条件における‘N68-411’及びその交配後代系統の製麦特性を調査した結果、39.0 %以下の低浸麦度条件でも、β-グルカンの低分子化が進みやすいことが確認できた。これらの結果から、‘N68-411’の形質は、浸麦工程を短縮することができ、製麦コストと環境負荷を低減できる可能性があることが示唆された。

講演 No. O-7 (ASBC)

<時間：11月10日 14:05～14:30>

ビールの新規芳香化合物である2-アセチル-3,4,5,6-テトラヒドロピリジンとその互変異性体の生成条件の解明と醸造過程における制御

岡田 啓介¹、野場 重都²、鈴木 育美²、松村 奈美¹、田淵 麻衣¹、岡本 高樹¹、中村 勇一¹

¹アサヒビール(株)酒類技術研究所、²アサヒクオリティードイノベーションズ(株)醸造科学研究所

このプレゼンテーションでは、ビールにおける 2-アセチル-3,4,5,6-テトラヒドロピリジンとその互変異性体である 2-アセチル-1,4,5,6-テトラヒドロピリジン (まとめて ATHP と呼ばれます) の生成に関する調査結果について説明する。私たちの研究グループがビールから新たに発見した ATHP は、ポップコーンのような風味を持っている。官能パネリストは、ATHP の香りが「ビールを思い出させる」と指摘し、ATHP がビールの香り、特にシリアルのような香りの重要な化合物であることを示唆した。ATHP は醸造過程で麦汁煮沸などの加熱により増加することがわかっているが、その生成条件についてはよくわかっていない。ATHP の生成条件を調べることで、醸造方法によって ATHP のレベルを制御できるかどうかを検討した。冷水抽出を行った結果、麦芽自体には ATHP が含まれているが、非麦芽大麦からは ATHP が抽出されないことが判明した。これは、ATHP が麦芽製造プロセス中に形成された成分から生成されたことを強く示唆した。次に、麦芽製造プロセス中の各段階からサンプルが採取され、各サンプルから作られた麦汁の ATHP 含有量が測定された。結果は、麦汁中の ATHP 含有量がキルニングプロセス後に 2 倍になったが、非麦芽大麦をキルニングと同等の温度で処理した場合には ATHP が生成されないことを示した。これらの結果は、ATHP の形成には大麦の発芽とキルニングが必要であることを示しました。

講演 No. O-8 (ASBC)

<時間：11月10日 14:45～15:10>

グルコース重合型食物繊維の香味品質に関連する化学構造研究

影山 紀彦¹、渡辺 健宏²、島本 啓子²、山垣 亮²

¹サントリー（株）ビールカンパニー 生産研究本部 商品開発研究部、²サントリー生命科学財団

食物繊維は低糖質のビールテイスト飲料の原料として使用されることが多い。特に難消化性デキストリンやポリデキストロースなどのグルコース重合型の食物繊維は、製造が比較的容易で世界的に流通量が多く、低コストであるため、よく使用されている。一方で、食物繊維によっては、好ましくない苦い後味を呈するものがある。好ましくない香味がなにに由来するのか原因を探求するために、食物繊維の化学構造解析を行った。NMR を活用して解析を進めた結果、食物繊維の苦味を決定する化学構造を特定した。苦味決定基の正しさを確認するために、化学処理と分離プロセスを組み合わせ、苦味決定基を除去した食物繊維をラボレベルで作成し、香味を確認したところ、確かに苦味の低減が確認された。さらに研究を進めて、食物繊維中の苦味決定基の存在割合を分析する方法を確立した。今回の研究によって、良質な食物繊維を選択できるようになり、良好な香味をもつビールテイスト飲料を安定的に製造することが可能となった。

講演 No. O-9 (MBAA)

<時間：11月10日 15:10～15:35>

トライボロジーの測定による「マウスフィール：口当たり」の官能特性の評価

小泉 智洋¹、蛸井 潔²、谷川 篤史¹、清崎 俊博¹

¹サッポロビール（株）商品・技術イノベーション部、²サッポロビール（株）価値創造フロンティア研究所

「マウスフィール：口当たり」は消費者が飲料を評価する際の重要な官能特性の1つであり、食品や飲料と口腔内の物理的・化学的相互作用から生じる複雑な現象である。しかしながら官能特性を評価するためには十分な訓練を受けたパネルが必要で、訓練には非常に時間がかかる。そのためマウスフィールを客観的に評価できる分析系が求められる。トライボロジーとは潤滑、摩擦、摩耗など、相対的に運動する2つの表面の間で発生し互いに影響し合う現象に関する学問である。食品の表面特性は、なめらかさや滑りやすさといった官能的な要素に大きく影響すると考えられ、嚥下時の食品と口腔内の摩擦や潤滑にもトライボロジーが関係している。近年では複数の研究者が、ワイン、紅茶、ソフトドリンク、ビールなど比較的粘性の低い飲料のトライボロジーについて報告している。本研究では、マウスフィールを客観的に評価するためにトライボロジー、レオロジー（粘度）、ビールの化学的性質および官能評価との関係性を調査した。100Lスケールのパイロット醸造装置を用いて様々な条件下で試験ビールを醸造し各種分析を行った結果、アルコール度数が同程度のサンプル間では原料や醸造工程を変えてもレオロジーに大きな違いは見られなかった一方、トライボロジーには違いが確認された。これらのサンプルについてトライボロジーとマウスフィールの官能特性との関係について考察する。

講演 No. O-10 (MBAA)

<時間：11月10日 15:35～16:00>

コリアンダーシードを使ったスペシャルビールに含まれる特徴的な香りに関する研究
～産地の違いによる香り成分のプロファイリング～

蛸井 潔¹、熊丸 陽奈¹、谷川 篤史²、實方 綾子¹、佐藤 雅英¹、潮井 徹¹

¹サッポロビール（株）価値創造フロンティア研究所、²サッポロビール（株）商品・技術イノベーション部

ベルジャンホワイトなどのスペシャルビールにはホップ以外にコリアンダーシード、オレンジピールが使われてきた。コリアンダーシードは世界各地で生産されているが、産地によって種子の大きさ、色あい、香味に違いがあることから、その産地による香り成分プロファイルの違いを比較したところ、ブルガリア産のコリアンダーシードに他の産地（カナダ、モロッコ、インド）と比べて特異的に含まれる成分を見出した。これらの成分はそのコリアンダーシードで醸造したビールにも移行しており、モデル官能検査では、ビールに含まれる低い濃度でもリナロールとの相互作用でビールの香気に影響していると推察された。

ポスターセッション P-1~9
(会場：ホール 22A)

講演 No. P-1 (ASBC)

第三世代のナノポアシーケンシング法による微生物検査方法のアプリケーションについて

ヨハネス ノヴィ クルニアワン¹、篠原 雄治²、鈴木 康司³、宮本 靖久¹

¹アサヒクオリティードイノベーションズ(株)解析科学研究所、²アサヒクオリティードイノベーションズ(株)コアテクノロジー研究所、³アサヒクオリティードイノベーションズ(株)

ビールはアルコールを含むこと、栄養成分が少ないこと、pHが低いこと、酸素をほとんど含まない嫌気状態であることなどの理由から、微生物による変敗を受けにくい飲料である。そのため、ビール中で生育し、ビールを変敗させる微生物種は限られていた。しかしながら、近年では既知の種に属さない新たなビール混濁性乳酸菌種の出現が続々と報告されている。また、健康志向の高まりによって低アルコールビール、ノンアルコールビール(NAB)などは市場が拡大している一方、これらは伝統的なビールよりも微生物による変敗を受けやすいという問題がある。これらのトレンドによって、今後は微生物事故が急増していく可能性が考えられる。従って、ビール混濁性を示す微生物を迅速に検出かつ同定することは、製品の品質保証を行う上できわめて重要である。現在はPCRやリアルタイムPCRを活用した菌種同定法が広く採用されている。これらの検査法の適用は既知の菌種に限定されているため、新菌種・未知菌種を含めた網羅的微生物検査法が切望されていた。本レビューでは、ナノポア技術を活用したDNAシーケンサーMinIONシステムによる検査技術開発、およびビール工場への微生物検査の適用について紹介する。MinIONシステムは、重量約90g、手のひらサイズの超小型DNAシーケンサーで持ち運び可能なことが特長で、ホップ耐性遺伝子*horA*および*horC*の検出、および細菌・酵母の菌種同定法を開発した。以上より、MinIONシステムは新菌種・未知菌種に対応することができ、同定精度、迅速性、簡易性の面でも優れた検査法のため、ビール工場へ実用展開可能な水準になった。

講演 No. P-2 (ASBC)

低苦味ビールの芽胞菌増殖抑制に必要なイソ α 酸濃度の検討

稲田 幹雄、下川 正貴、岡本 高樹、中村 勇一
アサヒビール（株）酒類技術研究所

近年、嗜好の多様化が進んでおり、低苦味ビールの需要が高まると予想される。ビールの苦味が低下すると、抗菌作用を持つイソ α 酸含有量も低下し、グラム陽性の微生物の増殖リスクが高まる。本研究では、熱殺菌による低苦味ビール製造を想定し、熱殺菌後も生存する芽胞菌の増殖抑制に必要なイソ α 酸量の検討を行った。初めに、芽胞菌 6 菌属、56 菌種を対象に、培地を用いて生育条件を調査した。その結果、pH4.6 かつ嫌気の条件で生育可能な芽胞菌は *Clostridium* 属 2 菌種、*Sporolactobacillus* 属 4 菌種に絞られた。この 6 菌種が低苦味ビールにおいて増殖する可能性がある芽胞菌と考え、抑制条件についてさらに検討した。次に、実際にイソ α 酸濃度 0.6 ppm、Alc.6.0%のビールに先ほど選定した 6 菌種を接種し、増殖性を調査した。その結果、増殖が認められたのは、*Clostridium* 属 1 菌種、*Sporolactobacillus* 属 2 菌種の 3 菌種のみであった。これら 3 菌種の芽胞菌の増殖抑制にはイソ α 酸が必要と考え、必要なイソ α 酸濃度を検討することとした。調査は、pH4.6、Alc.2.5%に調整した培地を用いて行った。その結果、イソ α 酸濃度が 3.0 ppm 程度になるようホップエキスを添加することで、各菌の至適生育温度においても全ての菌の増殖を 12 週間にわたって抑制することができた。このことから、pH4.6 以下であれば、低苦味ビールであってもイソ α 酸が 3.0 ppm 程度以上存在すれば、芽胞菌の増殖リスクは制御できると考えられた。さらに、イソ α 酸の苦味の閾値濃度を調査したところ、3.0 ppm 程度であることが分かった。以上の結果から、イソ α 酸濃度を 3.0 ppm にすることで、苦味をほとんど感じさせることなく、低苦味ビールにおける芽胞菌の増殖を制御できると考えられた。

講演 No. P-3 (ASBC)

RTD における柑橘オイル添加による微生物リスク低減効果

松倉 秀典、下川 正貴、岡本 高樹、中村 勇一
アサヒビール（株）酒類技術研究所

RTD はビールと違い果汁などの栄養源を含むため、加熱殺菌を必要とする。日本では RTD の殺菌条件に決まりはないが、pH4.0 未満の清涼飲料の 65°C、10 分以上という条件が目安となっている。殺菌により微生物による変敗は防げるものの、加熱による香味劣化、環境負荷が課題となる。今回、我々は柑橘の果皮などから得られる柑橘オイルに着目した。柑橘オイルには、柑橘本来の香りを付与するだけでなく、エッセンシャルオイルのように微生物リスクを低減する効果を期待した。本研究では、柑橘オイルの *Saccharomyces cerevisiae* 酵母子嚢胞子に対する殺菌への効果を中心に、RTD の危害となる微生物への作用を調査することとした。

まず、Alc.濃度を 5%とした pH7.0 のリン酸バッファーを用いて 0.3 g/L レモンオイルの殺菌上昇効果を評価した。59°C、10 分間の条件で殺菌を行ったところ、殺菌価は、オイルを添加した試験区で 6.4D、オイル未添加の試験区で 3.3D と、オイルの有無により 3.1D の差となった。以上のことから、柑橘オイルを添加することで、RTD の殺菌温度の低減が可能であると考えられた。本知見を活用して、我々は実際に柑橘オイルを添加した RTD を低温で殺菌して製造することに成功した。また、殺菌への効果だけでなく、柑橘オイルの酵母増殖抑制効果についても検討を行っており、ライムオイルに *Brettanomyces naardenensis* や *S. cerevisiae* の増殖を抑制する効果があることを発見している。今回は、本試験結果も含め、実際の RTD 製品への応用事例、その他オイルの効果についての詳細を報告する。

講演 No. P-4 (ASBC)

ビール中のメイラード反応産物指標と香味との関係

望月 マユラ、谷垣 翔太、堀江 暁、太田 麗子、越村 裕子、加藤 優
キリンホールディングス（株）飲料未来研究所

ビール製造には、製麦中のキルンや、麦汁仕込中のマッシングや煮沸といった加熱工程がある。それによってメイラード反応が起こり、ビールの味や香り、色調に寄与していると言われていいる。メイラード反応は、糖とアミノ化合物による化学反応である。メイラード反応産物(MRPs)には様々な成分があり、ビールに含まれるMRPsもいくつか報告例がある。遊離アミノ酸と反応したものか、ペプチドやタンパク質中のアミノ酸残基と反応したものかで分けられ、前者を遊離型MRPs、後者を結合型MRPsとして区別している。遊離型MRPsは直接測定可能で、能見らによる標準添加法を用いたLC-MS/MSでの定量法などの報告がある。結合型MRPsは直接測定ができないため、Michaelらによる酵素加水分解法のような前処理が必要である。これまでに、ビールを含めた食品中の遊離型MRPs量のみ、もしくは遊離型と結合型を測定、比較した報告は存在している。また、ビール製造中の加熱強度によって味や香りに影響があることは経験的にわかっているが、ビール中のMRPs量と官能評価との関係を示す報告はなく、ビール製造との関連など詳細はわかっていなかった。今回、世界の異なるタイプのビールについて、既存の手法を参考にして遊離型、結合型MRPsを分析し、コクについて官能評価し、それら関係について考察を行ったので報告する。

講演 No. P-5 (ASBC)

新規な穀物香気成分 2-アセチル-3,4,5,6-テトラヒドロピリジン (ATHP) によるビール香気的追求

野場 重都¹、鈴木 育美¹、岡田 啓介²、田淵 麻衣²、小林 稔¹、曲淵 哲朗¹

¹アサヒクオリティードイノベーションズ(株)醸造科学研究所、²アサヒビール(株)酒類技術研究所

ヒトが食べ物の香りを感じる際、オルソネーザルアロマとレトロネーザルアロマの2種類の経路が存在している。今回我々は、ノンアルコールビールの美味しさ向上のため、ビール(pH=4程度)と唾液(pH=7程度)のpHの差に着目し、新規ビール香気成分の探索を行った。ビールを塩基性下で溶媒抽出し、匂い嗅ぎGCを実施したところ未知の穀物様香気を見出した。GC/MS分析の結果、該当する香気画分に、アセチルテトラヒドロピリジン(ATHP)を検出した。本成分はポップコーン様の香りを有し、pHによって構造が変化する特殊な香気成分である。ヘッドスペース-GC/MS分析の結果、pH4とpH7の溶液中のATHPの揮発量は20倍以上上昇していた。同様に、ヘッドスペース香気の官能評価により、pH7の溶液で有意に香気が強いことがわかった。これらの結果から、口の中でビールのpHが上昇するとATHPがレトロネーザルアロマとして香ることが示唆された。また消費者調査の結果、ATHPを添加したノンアルコールビールではビールらしさが向上した。ATHPは麦汁煮沸時に増え、発酵、パッケージングまで徐々に低下、その後1か月で半減した。これらの結果から、ATHPはビールの出来たての香りの一つと考えられる。

講演 No. P-6 (ASBC)

タンパク質に着目した WP トウルーブ形成改善による麦汁欠減削減

四方 純、中村 洋詩、林 輝彦

サントリー（株）ビールカンパニー 京都ビール工場

近年日本市場では、健康志向の高まりの中、糖質オフやプリン体オフなどの機能系ビールを含む低麦芽比率ビール類の需要が増している。一方で、このような低麦芽比率ビール類では、麦汁清澄化工程における麦汁のトウルーブ形成が悪化する傾向にあり、トウルーブの発酵タンクへの移行を防止するため、仕込欠減増加につながっている。本活動においては、トウルーブ形成の改善による欠減削減に取り組んだ。トウルーブ形成に関連する反応としては、まずタンパク質の熱変性が生じ、熱変性したタンパク質の一部のジスルフィド結合の破壊およびチオール結合末端の生成が起き、熱変性したタンパク質とそのほかの物質（ポリフェノールやタンパク質）がチオール結合を介して凝集沈降し、トウルーブを形成する。我々は低麦芽比率ビールにおいて発酵に必要なアミノ酸確保のために仕込工程でタンパク質分解を促進する工程に着目し、タンパク質分解の促進により煮沸開始時にタンパク質が低分子化していると、タンパク質当たりチオール結合末端が煮沸～WP 静置にかけて少なくなるため、大きなタンパク凝集物を形成できず、トウルーブ形成が悪化すると仮説を立てた。この仮説に基づき、パイロットスケールにて煮沸開始時のタンパク質組成を変えた実験を行った。その結果、トウルーブ形成に関与するタンパク質群を見出し、このタンパク質群の濃度が下がるほど、トウルーブが緩くなりその崩れが生じることが分かった。さらにCP スケールにて煮沸時の当該タンパク質群濃度を向上させ、WP での麦汁欠減量の大幅な削減に成功した。今後は、タンパク質以外の制御因子を明らかとし、さらなる良好なトウルーブ形成を目指す。

講演 No. P-7 (MBAA)

機械学習による貯酒分析値予測モデルの構築

海老澤 和毅、今堀 莉子、山本 佳奈、大和 幸昌、大勝 信秀
キリンホールディングス（株）飲料未来研究所

ビール醸造の品質管理は、醸造学に裏付けされた知識や醸造技術者の経験に基づいて行われている。ビール醸造工程は化学や生物学的な複雑な要因が関与しており、十分な経験を持った醸造技術者でさえ全てのレシピの相関を理解するのは不可能である。そこで我々は、機械学習を用いて過去データを解析し、醸造分野に活用する手法の検討を開始した。機械学習はアルゴリズムおよび統計モデルの科学研究であり、近年ではヘルスケアや金融業界などでも活用されているが、醸造分野での前例は少ない。そのため、本取り組みは、醸造分野に新たなテクノロジーを活用した大きな挑戦と考えている。2020年WBCで我々は、麦汁の分析値であるFA(最終発酵度)、色度、pH、BUの分析値を高い精度で予測するモデルの開発に成功したことを報告した。しかし、醸造所の品質保証においてより重要な貯酒の分析値については、予測ができていなかった。そこで本研究では、機械学習を用いて貯酒のAE、色度、pH、BUの分析値を予測するモデルを構築できるか試みた。過去5年間の3000データセット、300の特徴量を含むデータを用いて、“直接予測モデル”と“二段階予測モデル(麦汁分析を予測後に貯酒分析値を予測)”の2パターンでの予測モデルを構築し、予測精度を評価した。その結果、いずれのモデリングパターンにおいても、醸造所の品質管理を向上させるのに十分に高い精度をもつ貯酒予測モデルが開発できたことを確認した。本研究は、新たなテクノロジーをビール醸造分野に活用することで、ビール醸造プロセスに新たな変革をもたらす重要な手法となる可能性があると考えられる。

講演 No. P-8 (ASBC)

低アルコール・ノンアルコールビールのボディに糖組成が与える影響

山本 あかね¹、岡田 啓介¹、中山 航²、岡本 高樹¹、中村 勇一¹

¹アサヒビール（株）酒類技術研究所、²アサヒビール（株）酒類開発研究所

アルコールはビールのボディに影響を与えるため、ノンアルコールビール（NAB）や低アルコールビール（LAB）では顧客が物足りなさを感じる懸念がある。炭水化物は重合度に応じて甘味が異なるため、同濃度のエキスを含むビールでも糖組成が違えば味が異なる場合がある。それにもかかわらず、ビールのボディに対する糖組成の影響に関する報告は少ない。本研究では、外因性酵素で糖組成を変更することにより、エキス濃度は同じだが甘味度が異なる Alc.3%のビールを調製し、訓練されたパネリストによる官能評価を実施した。その結果、製品糖組成から算出したビールの甘味度とボディ評点が相関することが示された ($R^2=0.9$)。しかし、Alc.5%のフルストレングスビールでは、甘味はボディ評点と相関関係を示さなかった。以上より、LABのボディ強化には甘味を高めることが有効であること、および、ビールの味と風味のバランスに対する糖組成と甘味の影響は、フルストレングスビールよりも LABの方がより顕著であることが示唆された。

講演 No. P-9 (MBAA)

ホップ由来香気成分がビールの飲みごたえに与える影響

加野 智慎、川崎 由美子、杉村 哲

¹ キリンホールディングス（株）飲料未来研究所

ホップ溶解液を冷却麦汁へ添加する前にエアレーション処理を行う新たなホップ使用技術を開発した。この技術は揮発性の高いホップ香気成分を除去しつつ、揮発性の低い香気成分や樹脂成分、ポリフェノール等をビールに付与することができる。我々の過去の研究にて、この技術にはビールの「飲みごたえ」を上昇させる効果があることを確認している。ポリフェノール等には飲みごたえ増強効果があることが広く知られているが、揮発性の低い香気成分による飲みごたえ増強効果は明らかにされていなかった。そこで本研究では、揮発性の低い香気成分による飲みごたえへ与える影響の特徴評価を行った。ホップをお湯に溶解させ、75℃で保持して通気処理を90分行い、揮発性の高い香気成分の除去を行った。その後、通気処理したホップ液を更に100℃10分で蒸留し、2つの画分に分けた。主に揮発性の低い香気成分が含まれている蒸留画分と、主にホップ樹脂やポリフェノールが含まれる残留画分である。これら2つの画分をオリジナルエキスが低いビールへ添加し、タイムインテンシティー法による経時的な香味強度の官能評価を実施した。その結果、残留画分は香味の最大強度と、香味の持続時間がともに増加した。つまり、ビールの味全体のボリュームが増加した。一方で、蒸留画分は香味の最大強度は増加したが、香味の持続時間に変化はなかった。つまり、後味に影響はなかった。この結果は非常に興味深く、ホップ由来の揮発性の低い香気成分によって、後味に影響を及ぼすことなく、中盤の味の強さのみを増強できる可能性が示唆された。この技術は、醸造家の思い描く通りにビールの飲みごたえを制御できる可能性を秘めている。