

Title	クラフトビール醸造を介した地域産業振興に関する研究・教育活動
Author	島, 純
Citation	都市と社会. 6 巻, p.108-113.
Issue Date	2022-03
ISSN	2432-7239
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher
Publisher	大阪市立大学都市研究プラザ
Description	特集 2 : 岡野浩教授退職記念論文
DOI	10.24544/ocu.20230119-005

Placed on: Osaka City University

(特集2: 岡野浩教授退職記念論文)

クラフトビール醸造を介した地域産業振興に関する研究・教育活動

島 純 (龍谷大学農学部)

[キーワード] クラフトビール/醸造/地域活性化/酵母

クラフトビールは小規模で独立した醸造所が造るビールであり、地ビールともよばれる。ユニークな風味を有するクラフトビールは、地域産業の活性化に貢献に寄与する可能性の高い製品である。地域で収穫される大麦等を原料として製品として用いた場合には、農業への効果も合わせて期待できる。また、最近の発酵ブームに伴い、発酵醸造学に興味を有する学生も増加している。学生を醸造に関与させることで、波及的に地域産業貢献への興味の喚起にもつながる。

以上の背景から、クラフトビール醸造を介した地域産業振興に関する研究・教育活動に取り組んだ。筆書の所属する大学の所在地である滋賀県から独自に酵母を分離し、ビール醸造に適する性質を有するように育種を行った。開発した酵母株を活用して、滋賀県大津市に所在する近江麦酒と共同して900本程度のビールを製造した。ビールの命名やラベルの選択なども学生主体で行った。これらの活動は、学生にとって「もの作り」に関する教育として有効であると考えられる。また、地域活性化に関する意識の醸成にも寄与するものであると考えている。本稿では、その取り組みについて報告する。

1. 背景と目的

産業振興の観点から、地域の農産物を使用したユニークな発酵醸造食品の開発が全国各地で行われている。製造業に加えて、地域で収穫される農作物を原料に用いる製品の開発は農業などへの波及効果も大きい。特に、酒類は地域に密着した製品として、地域産業活性化における重要な位置を占めている(関・大坂谷 2001)(滔滔 2020)。また、地域住民のつながりを醸成する製品としても着目されている(大森 2020)。清酒産業は伝統的に地域に根付いており、強いブランド力をもつ製品が販売されている。一方、ビールについては、現在でも大手のビール醸造メーカーがその生産の大部分をしめている(黄金井 2012)。税制の改革に伴い、比較的少量でのビール製造が可能になり、全国的にクラフトビールの醸造が広がった(黄金 2018)。ビールに含まれるアルコール度数は清酒と比べて低く、幅広い年代のユーザーから支持される傾向が大きい(徳田・本間・中西 2017)。

我が国では、発酵ブームとよばれる現象が続いている。食品や飲料はもとより、化粧品やサプリメントなどにも発酵生産物の使用がなされる場合もあり、人気を博している。発酵という用語は、健康的なイメージが強く、化成品にはない優れた特性を想起させることが要因の一つであろう。また、発酵の一形態である醸造についても同様の傾向が感じられる。さらに、大学等の高等教育において、発酵醸造学の学習に興味をもつ学生も増えている(西谷・居場・木村・船越 2020)。筆者は、龍谷大学農学部において微生物科学研究室を主宰している。基礎的な研究と応用的な研究の両者を実施しているが、研究室を希望する学生のほとんどは、発酵醸造を中心とした応用的な研究に興味を持っている。その中でも酒類醸造への興味は強い。そこで、研究室の卒業研究として、酵母を発酵食品や自然界から分離し、それらの酵母を用いたビールの商品開発に取り組んだ。本稿では、その取り組みの概要を紹介する。

2. クラフトビール醸造の現状

2-1. クラフトビールとは

クラフトビールの厳密な定義は難しい。クラフトは手作りという意味を含むように、クラフトビールは比較的小規模な醸造所で独立して製造されるビールを指す(黄金井 2012)。また、地ビールと称されることもある。使用する麦芽や副原料の割合により、ビールのカテゴリーに含まれる場合と発泡酒のカテゴリーに含まれる場合がある(黄金井 2018)。販売形態としては、飲食店を併設する Brew pub 型と飲食店併設がないか規模の小さい Beer Factory 型が知られている。

2-2. 国内におけるクラフトビール醸造の状況

我が国では、大手ビールメーカー4者が99%を超えるシェアを有している。1994年の税制の改正にもない、日本各地でクラフトビール製造の取り組みが進められた(黄金井 2018)。クラフトビールの販売量は、年々増加の傾向にある。クラフトビールは、全国で200場を超える醸造所が存在しており(黄金井 2018)(水川 2018)、使用される原料や醸造プロセスの工夫や改良により、醸造所は、各々個性あふれるクラフトビールを生産している(水川 2018)。醸造されているビールの種類や多様性があり、多くのクラフトビール愛好者が存在している。一方で、クラフトビールの醸造所も増えており、事業継続には消費者に好まれる製品の開発が必要不可欠な状況となっている。さらには、大手ビールメーカーによるクラフトビール醸造も進められてきており、競争が激しくなっている(黄金井 2018)。

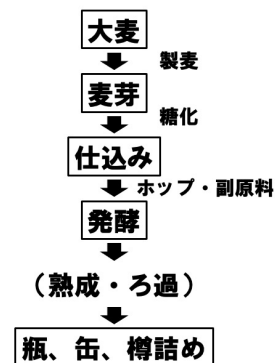
2-3. クラフトビールの材料及び醸造方法

ビールな主要な原料は、大麦、ホップ、副原料、水である(小泉 2012)。伝統的なビール醸造法を重要視するドイツなどでは、副原料の使用が禁止されている(山里・宇多川・児玉・森地 1986)。わが国では、麦芽や副原料の使用量によりビールまたは発泡酒に分類され酒税が異なる(黄金井 2018)。大規模なビール醸造とは異なり、クラフトビールの醸造においては、地域で生産された原料を使用することも多い。農産物の消費拡大とともに、地域に密着し

たクラフトビールであることをアピールする際に有効となる。

ビールの醸造方法を大きく分けると、使用される酵母に依存して上面発酵法と下面発酵法になる(小泉 2012)。下面発酵では、発酵後期に酵母が凝集して沈殿するため、酵母の再利用が可能となる。そのため、大手ビールメーカーは主に下面発酵を取り入れている。下面発酵酵母を用いて低温発酵を行うことによりラガービールが作られる。一方、小規模のクラフトビールの醸造には、上面発酵酵母が用いられることが多い。酵母をろ過せずにパッケージングするため酵母の再利用は難しいが、低温発酵を行う設備が不要になるなどのメリットがある。上面発酵で作られるビールは、一般にエールビールとよばれる。ビール醸造のプロセスを模式的に図1に示した。

図1



生物学的にみると、上面発酵酵母は *Saccharomyces cerevisiae* という種であり、製パン用、ワインや清酒の醸造に用いられる酵母と同種である(日本生物工学会 2013)。一方、下面発酵酵母は、*Saccharomyces pastrianus* という特殊ハイブリッド種であり、自然界から分離するのは困難な種である(日本生物工学会 2013)。

2-4. 地域資源としての微生物

伝統的な発酵醸造食品は、微生物の存在が知られる以前から経験的な手法に従って行われてきた。微生物の分離法が確立されたのは20世紀前半であることから、微生物の純粋培養に依存しない手法で発

酵食品が作られてきたと考えられる。すなわち、伝統的な発酵醸造食品では、微生物の存在を知らないままに地域に生息する微生物を活用してきたと考えることができるのである。それらのことから、地域独自の発酵醸造食品の風味や特徴は、地域の微生物の機能利用と極めて密接な関係にある。したがって、微生物は極めて重要な地域資源のひとつであると考えられるのである。

発酵醸造に関わる微生物として代表的なものは、麹菌、酵母そして乳酸菌である。麹菌は、清酒、醤油、味噌の製造に主に寄与する。酵母は、酒類醸造や製パンに関わる。乳酸菌は、発酵乳、チーズ、漬物など幅広い発酵食品製造に関与する。現在では、これらの微生物の優良な株は、スターター（発酵用の種）として販売されている。大規模な発酵醸造においては、スターターが利用される場合が多い。これらのスターターは、便利であり発酵醸造を速やかに進めることができるが、生産される製品の特徴が画一化する傾向は否めない。

現代のクラフトビール醸造においても、産業用のビール酵母を乾燥したもの（ドライイースト）を使用するケースが多い。今回の取り組みでは、地域から取得された酵母をドライイーストに調製せずに使用した。醸造プロセスの管理が難しいと言わざるを得ないが、特徴的なビール製造には適すと考えている。

3. 醸造学教育とビール醸造の実践

3-1. 大学の地域貢献活動

龍谷大学では、そのミッションのひとつとして社会貢献が掲げられている。龍谷大学農学部は、2015年4月に設立された比較的若い学部である。教育、基盤的な研究に加えて、社会貢献活動に積極的に取り組んでいる。企業との連携による製品の開発プロジェクトも積極的にすすめている。教育と研究や社会貢献は互いに相乗効果が期待できるとともに、学生にとっては製品コンセプトの創造に関するアクティブラーニングとなる。筆者は研究活動の延長線上に地域貢献を位置づけることにしている。単にアクティブラーニングにとどまらず、専門的な知識を用いて地域に貢献するという考え方である。

3-3. 酵母の探索および育種

筆者の研究室では、滋賀県下で入手できる発酵食品、果実・野菜などを分離源として、*S. cerevisiae* 株の収集を行った。*S. cerevisiae* は、発酵食品製造を担う主要な酵母であるため、応用可能性が大きいと考えたからである。すなわち、上面発酵によるビール醸造に加えて、ワインや清酒の醸造、製パンなどへの利用が期待できる。また、一方で、*S. cerevisiae* は、真核微生物のモデル生物としても重要である。筆者が基盤的研究として行っている環境ストレス耐性機構に関する研究を行う場合にも貴重な実験試料となる。本稿では、微生物の分離等に関わる技術手法については割愛するが、興味をもたれた読者は参考文献を参照されたい (Sanchez・Wendland 2012)。

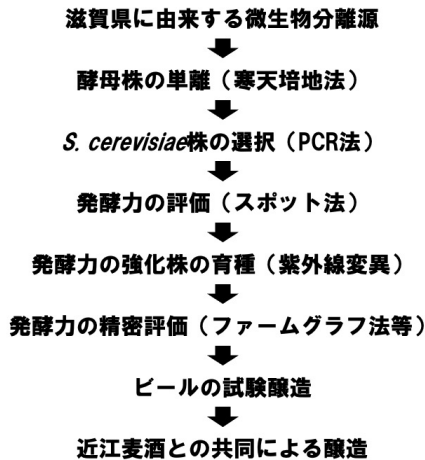
発酵食品や自然界から分離した *S. cerevisiae* 株では、有用特性が十分ではないため、そのまま醸造等へ活用することができない場合が多い。ビール醸造における *S. cerevisiae* の重要な特性は、マルトース（麦芽糖）をエタノールに変換する能力である。ビールの原料である麦芽に含まれる糖がマルトースであるためである。*S. cerevisiae* に属する酵母株の中には、高いマルトース発酵力を有する株と低い株が混在している。

筆者の研究室で分離した *S. cerevisiae* 株のほとんどは、高いマルトース発酵力を有していなかった。そのため、マルトース発酵力を強める育種（有用特性を所有させる工程）を行う必要が示唆された。*S. cerevisiae* に適用で可能な様々な育種手法が知られている（トレネンバーク 2014）。筆者らのグループでは、分子生物学的手法は導入せずに、紫外線等を用いたランダム変異による育種を行った。分子生物学的手法の全てが、「遺伝子組換え」に相当するわけではないが、消費者心理を配慮に入れたためである。

3-4. 酵母の評価及びビールの試作

分離や育種で得られた酵母株は、試験管を用いた簡易分析法であるダーラム管法や発生する二酸化炭素を測定する機器を用いたファーモグラフ法により評価を行った。ここまでの実験は、実験用試薬

図2



も用いた分析実験である。これらの実験により、ビール製造に適する可能性のある酵母株の醸造プロセスにそった評価が可能になる。次のステップであるビールの試験醸造においては、ビールが生成する。龍谷大学農学部では、試験用の醸造免許を受けているが、そのルールに厳密に従った実験を行う必要がある。そのため、ビールの試験醸造では、それまでの実験で精密に選択した少数の株について行うこととした。また、この段階では、酵母以外の成分に変化がないように気をつけねばならないことから、市販のモルトを購入して資材とした。

ぬか床から分離した *S. cerevisiae* 株から紫外線照射により得た変異株を用いてビールの試作を行った。本株は、ビール産業用ビール酵母と比較すると発酵速度は及ばないものの、アルコール濃度は製品化可能なレベルにあることがわかった。そこで、本酵母株を用いて、産学連携研究に発展させることとした。

大阪市立大学の岡野浩先生の指導により、産業レベルでの酒類製造免許を有する近江麦酒と共同でビール醸造の取り組みをさらに進めた。岡野先生や近江麦酒との研究打ち合わせにおいても、酵母の育種を行った学生を同席させて、可能な限り学生の意向を取り入れることとした。最終的に、税法上有利になることからビールではなく発泡酒として製品化する方向で進めることとした。発泡酒とする場合

には、一定量以上の副原料の添加が必要である。龍谷大学農学部に近い滋賀県大津市上田上地区では、菜の花を塩漬けにした菜の花漬けが名産であることから、菜の花漬を副産物として利用することにした。90 リットルのタンク 2 つを用いた委託醸造により発泡酒を製造した。*S. cerevisiae* 株の開発及びビール醸造に向けた取り組み工程を図 2 に示す。

3-5. ビールの命名と製品のパッケージング

ビールの命名においても、酵母育種を担当した学生の意向をできるだけ尊重する方向で検討を行った。酵母育種を経験してきたことから、酵母を前面に出したビール名の案が主に提案された。しかし、必ずしも酵母ばかりでの消費者へのアピールは効果は十分ではないと考えられた。副原料である菜の花、あるいは上面発酵でつくられることからエールという用語も検討された。また、大学の所在する瀬田という地名の重要性も検討された。これらの意見を総合し、「Seta Sour Ale」という名称とした。地名、副原料からくる酸っぱさを合わせたものであった(図 3)。

また、パッケージングのデザインについても検討を行い、菜の花のイメージも含めることとした。

図3



4. 本取り組みの教育的効果

ビール醸造を題材とした取り組みの教育に対する効果についてまとめたい。筆者の研究室は微生物を題材として、基礎科学的研究と応用科学的な研究を実施している。両面からの研究を行うことにより、科学的な考え方を習得するとともに、現代の産業技術や産業構造に関する知識が身につくと考えられる。一人の学生に対しては、ひとつの研究テーマ割り振るようにしているが、研究室のセミナーなどを介して知識は共有されていくため、学生は両方の知識を身につけることが可能になる。

実際にもの作りを行う経験は、授業や実習では体得できない面がある。今回の取り組みの中で、もの作りの全体像やその際に生じるハードルなどを体感することにも大きな意味があったと考えられる。

今回の取り組みでは、後述のように大規模な販売は行わなかったことから、直接的に地域社会の活性化に寄与するところまでは至っていない。しかし、本稿で述べたような経験を有する学生を社会に輩出することも大学の使命であり、今後の活躍が期待できる。

5. 今後の展望

本稿で紹介したビール醸造の取り組みにおいては、製造したビールの販売は行わなかった。製品の全てを農学部教員の懇親組織で購入することとした。コロナ感染拡大の影響で、卒業後の懇親会が難しい現状を考慮に入れ、卒業生へ1本ずつプレゼントすることとした。また、菜の花漬けを提供してもらった地域の方々にも少ない本数ではあったがお届けした。

製造本数が限定的であったこともあり、官能評価試験などは実施できなかった。主観的なコメントではあるが、「飲みやすい」、「やわらか感じ」といった感想がよせられた。また、大手メーカーの製造するラガービールは飲めないが、このようなソフトな風味であれば飲むことができる、といった有り難いコメントも受け取った。

これらの取り組みを踏まえ、現在、*S. cerevisiae*株のさらなる育種を行い、クラフトビールの製品化をめざしている。教育の側面からは、育種方法とし

て新たな技術を取り入れ、以前の学生とは異なるアプローチで取り組ませている。また、近江麦酒が中心となり実施しているオール滋賀県産ビール製造の企画の一部を担っている。すなわち、大麦、ホップ、水、ビール酵母の全てを滋賀県産のものを使うというコンセプトである。そのため、滋賀県の漬物や果実・野菜等から分離した *S. cerevisiae* 株を探索するとともに、その育種を行っている。育種については、試験管内進化法と紫外線を用いたランダム変異法を併用して行っている。*S. cerevisiae* 株の性能も上昇してきており、アルコール生成能としては、産業用のビール酵母に近づいてきている。

6. おわりに

本稿では、微生物の探索からビール醸造までのプロセスの実施を介した地域産業振興に関する研究・教育活動を紹介した。現段階では、直接的な地域社会の活性化への貢献には至っていない。しかし、一連の活動の中で、問題意識を有する学生の成長がみられた。このような活動を継続的に行うことにより、将来的に、地域の特産品を用いたクラフトビール醸造を行うことにより、地域活性化に貢献していきたいと考えている。

謝辞 本研究を行うにあたり、ご指導賜りました大阪市立大学の岡野浩先生に深謝いたします。ビール醸造にあたりお世話になった近江醸造の山下友大様及び龍谷大学農学部の山崎英恵先生に厚くお礼を申し上げます。本研究に携わった龍谷大学農学部の中野友美さん、井上咲希さんに感謝の意を表します。本研究は、龍谷大学発酵醸造微生物リソース研究センター事業の一環として行いました。

【参考文献】

大森寛文 (2020) 「地域ブランド・コミュニティ構築と地域住民のつながり醸成」 『明星大学経営学研究紀要』 15 巻、121-142 頁

- 小泉武夫 (2012) 『発酵食品学』 講談社
- 黄金井康巳 (2012) 「地ビール業界の現状と展望」 『日本醸造協会誌』 107 巻、11-18 頁
- 黄金井康巳 (2018) 「地ビールの将来展望」 『日本醸造協会誌』 113 巻、202-211 頁
- 関竜也, 大坂谷吉行 (2001) 「北海道における地ビールと都市の活性化に関する考察」 『日本建築学会技術報告集』 13 巻、217-222 頁
- 滔滔 畢 (2020) 「日本の地ビールメーカーの地域的分布と設立母体組織の特徴」 『Japan Marketing Academy Conference Proceedings』 9 巻、189-197 頁
- 徳田宏晴, 本間裕人, 中西載慶 (2017) 「中高年層消費者における各種ビールの嗜好およびその満足度」 『日本食品穂増科学会誌』 38 巻、229-236 頁
- 西矢芳昭, 居場嘉教, 木村朋紀, 船越英資 (2020) 「発酵工学を基盤とした地域連携の試みと教育への活用」 『摂南大学地域総合研究所報(Web)』 2020.3 号、2-14 頁
- 日本生物工学会 (2013) 『生物工学よもやま話』 学進出版
- 水川侑 (2018) 「地ビール業発展小史とその現況」 『専修大学社会科学研究所月報』 658 巻、1-35 頁
- 山里一英, 宇田川俊一, 児玉徹, 森地俊樹 (1986) 『微生物の分離法』 R & D プランニング
- ラインハート・トレネンバーク (2014) 『バイオテクノロジーの教科書 上』 講談社
- Garcia Sanchez R, Solodovnikova N, Wendland J. (2012) "Breeding of lager yeast with *Saccharomyces cerevisiae* improves stress resistance and fermentation performance" *Yeast* 29(8), 343-355.