

**1. 委託事業名：** 静岡発(初)!クラフトビール製造におけるモルトカスの有効活用

**2. 委託事業者名：** 委託団体:AOI BREWING

連携大学:静岡県立大学食品栄養科学部 教授 新井 映子

連携団体:静岡県工業技術研究所

### **3. 研究成果概要：**

#### **【背景】**

日本におけるビール市場は、大手 4 社の市場占有率が 99%を超える寡占市場となっている。しかし、1994 年にビール製造の規制緩和が実施され、少量生産が可能となり新規参入するメーカーが増えていった。国内には約 300 のクラフトビールメーカーがあるが、売上上位 30 社のうち 27 社が規制緩和以降の設立である。弊社「AOI BREWING (アオイブリューイング)」も静岡市初のクラフトビールメーカーとして平成 26 年に酒造免許を取得し、製造を開始した。特徴としては、大手メーカーがラガービールを主に製造する中、弊社はエールビールの市場に着目、また、静岡の地域資源である柑橘類、いちご、わさび、緑茶などの農産品を活用したビールの製造にも着手している。こうした中で、本格生産から 3 年が経過し、生産量も安定増加してきたため、製造工程で発生する麦汁搾汁後の麦芽（以下、モルトカス）の処理方法の検討が必要となってきた。

#### **【目的】**

一般的にビール製造後に発生するモルトカスは、飼肥料としての利用や廃棄処分されてしまうため、食用としての有効活用がほとんどされていない。一方、モルトカスは現代人に不足しがちな食物繊維を豊富に含んでいることから、整腸作用等の健康機能を持った食品素材としての可能性を秘めている。そこで本研究では、未利用資源であるモルトカスを食品素材化し、これを活用した新たな食品開発・製品化することを目的とした。

#### **【研究結果及び成果】**

##### **1 モルトカスの酵素処理、乾燥・粉末化**

###### **(1) モルトカスの酵素処理**

モルトカスの固形分の約 40%は食物繊維であるため、繊維質の可溶化や機能性成分であるポリフェノールの遊離を目的として、セルラーゼによる酵素処理（酵素の種類、pH 調整の有無、50℃、15 時間反応）（表 1）を行った。また、ネガティブコントロールのサンプルには、あらかじめ沸騰浴中で 30 分加熱して失活させた酵素溶液を用いた。酵素処理液は熱風乾燥（105℃）を行い、ミルを用いて粉末化した（写真 1）。図 1 に酵素処理から粉末化までの処理工程を示した。酵素処理モルトカス粉末については、健康機能性成分である β グルカンと総ポリフェノールの含有量の分析を行った。β グルカンは、β グルカン測定キット（Megazyme 製）を用いて定量を行い、総ポリフェノール含有量は簡易測定法<sup>1)</sup>を用いて分析して、没食子酸換算量を算出した。酵素処理により β グルカンは分解され含有量が減少し（図 2）、ポリフェノールの含有量

は増加した（図 3）。また、酵素処理を行うことにより、β グルカン、セルロース等の食物繊維から還元糖が生成し、メイラード反応により褐色になり、甘みも少し感じられた。酵素の組み合わせや pH 調整の有無は今回の結果からはほとんど差が見られなかった。

これらの結果から、酵素処理によりポリフェノールの遊離が示唆されたが、還元糖の生成により食味が良くなるが、一方、β グルカンの含有量が減少してしまうという欠点も明らかとなった。このことから、モルトカスを食品素材として用いる場合、用途に応じて酵素処理の要否を検討する必要がある。以降のモルトカスをを用いた用途開発試験は、乾燥粉末の調製の煩雑さの観点から、pH 調整を行っていないものを用いて行った。

表 1 モルトカス酵素処理条件

	乾燥モルトカス (g)	反応液 (mL)	使用した酵素 <sup>(※1)</sup> (mL)
①	5	45 (イオン交換水)	—
②	5	45 (クエン酸緩衝液)	—
③	5	40 (イオン交換水)	5 (天野 (失活))
④	5	40 (イオン交換水)	5 (天野 (生))
⑤	5	40 (クエン酸緩衝液)	5 (天野 (失活))
⑥	5	40 (クエン酸緩衝液)	5 (天野 (生))
⑦	5	40 (イオン交換水)	5 (ヤクルト (失活))
⑧	5	40 (イオン交換水)	5 (ヤクルト (生))
⑨	5	40 (クエン酸緩衝液)	5 (ヤクルト (失活))
⑩	5	40 (クエン酸緩衝液)	5 (ヤクルト (生))

(※1) 天野 : セルラーゼ T「アマノ」4、セルラーゼ A「アマノ」3、ヘミセルラーゼ「アマノ」90 (各 50mg) ビスコザイム L、セルクラスト 1.5L、ペクチネックスウルトラ SP-L (各 50 μL) を混合した。  
ヤクルト : セルラーゼ Y-NC、セルラーゼ「オノズカ」3S、マセロチーム A、マセレイティングエンザイム Y (各 50mg) ビスコザイム L、セルクラスト 1.5L、ペクチネックスウルトラ SP-L (各 50 μL) を混合した。



図 1 モルトカス処理工程案



写真 1 酵素処理モルトカス乾燥粉末

(左 : 酵素処理 無し 右 : 酵素処理 有り)

## 2 モルトカスを使用した食品開発

### (1) モルトカス置換食パン

強力粉の 10% および 15% をモルトカスで置換し、食パンを調製した（図 4）。15% 置換する

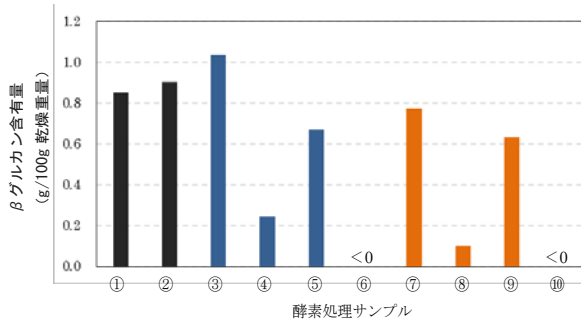


図2 βグルカン含有量

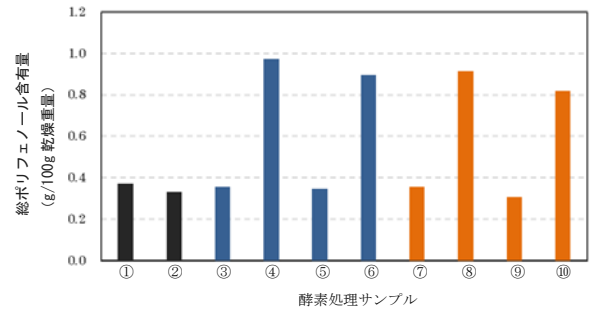


図3 総ポリフェノール含有量

と、パンの膨化性は無添加よりも大きく低下したため、置換率は10%が限度であると思われた。無処理と酵素処理のモルトカスでは、置換による膨化性への影響に顕著な差は認められなかった。酵素処理したモルトカスで置換すると、還元糖の増加でアミノ・カルボニル反応が促進し、クラストは着色した。10%モルトカス置換パン1枚には、無処理のモルトカス置換で1.9 g、酵素処理のモルトカス置換で1.5 gの食物繊維が含まれる。従って、10%モルトカス置換パンを1日に2~3枚摂取することで、食物繊維の不足を補うことが可能となる。











	無添加	10%置換		15%置換	
		無処理	酵素処理	無処理	酵素処理
側面					
内相					
重量 (g)	390	400	398	405	403
高さ (cm)	16.5	15.0	15.0	12.3	12.5
食物繊維量 (g/6枚切1枚)	—	1.9	1.5	2.8	2.3

図4 モルトカス置換食パン

## (2) モルトカス置換クッキー

薄力粉の10%および20%をモルトカスで置換したクッキーを調製した(図5)。10%置換クッキーは、無添加よりもサクサクとした食感となった。15%置換クッキーは、10%置換クッキーよりもさらにサクサク感が増したため、口腔内でまとまりにくく、食塊形成がしにくかった。

従って、クッキーへの置換は10%が限度と思われた。無処理と酵素処理で、食感に顕著な差は認められなかった。酵素処理のモルトカスで置換すると、パンと同様の理由により、クッキーの着色が促進した。10%モルトカス置換クッキーを1食当たり2枚食べると、無処理のモルトカス置換で0.46g、酵素処理のモルトカス置換では0.37gの食物繊維が摂取できるため、食物繊維不足を補う一助になると考える。






	無添加	10%置換		20%置換	
		無処理	酵素処理	無処理	酵素処理
上面					
食物繊維量 (g/2枚)	—	0.46	0.37	0.93	0.74

図5 モルトカス置換クッキー

### (3) モルトカス添加ポテトチップスシーズニング

シーズニングベース100に対してモルトカス10を添加してポテトチップスシーズニングを調製し、ポテトチップス100に対してモルトカス添加シーズニングを10混合することで、良好な食味を有するポテトチップスを調製することができた。



写真2 モルトカス添加ポテトチップス

### 【まとめ】

モルトカスをパウダー化し、様々な食品に添加できる事がわかった。食パンにおいては色目もよく、食パンだけでなくハンバーガーのバンズとしても利用できるので、関連会社である㈱BECKが運営する飲食店で食パンはサンドイッチに、バンズはバーガーとして提供していく事に決定した。

クッキーに関しては今回の試作後もさらに研究と試作を重ね、静岡市唯一のクラフトビール醸造所のビアクッキーとしてお土産物として広く販売していく事に決定した。

ポテトチップスは非常に完成度も高く、今後試作を依頼した松浦食品㈱でOEM生産し、静岡市のオリジナルご当地ポテトチップスとして販売していく予定である。

#### (参考文献)

- 1) 沖 智之 (2009) 機能性成分の分析技術 1) 総ポリフェノールの定量法 食品機能性評価マニュアル集第III集 pp. 1-7 食品機能性評価支援センター技術普及資料等検討委員会