

多様な清酒開発に向けた製麹技術基盤の構築

事業：福島県オリジナル清酒製造技術の開発(R5～R7)

会津若松技術支援センター

醸造・食品科 主任研究員
副主任研究員

○中島奈津子
松本大志

県産品加工支援センター
研究員

齋藤嵩典



福島県オリジナル清酒製造技術の開発

■ 多様な清酒開発に向けた^{せいぎく}製麴技術基盤の構築

香りや味を左右し、清酒製造の要とされる「麴」について、一般的な黄麴に加え、新たに黒麴や白麴を活用する技術を開発することにより、目指す酒質に合わせた多様な新製品開発を支援し、県内清酒の販路拡大を図る。

■ 背景・目的

✓ 嗜好の多様化・競争の激化

消費者の嗜好が多様化し、県外・国外産清酒との競争だけでなく、清酒以外の酒類との競争も激化



✓ 県産清酒イメージの固定化

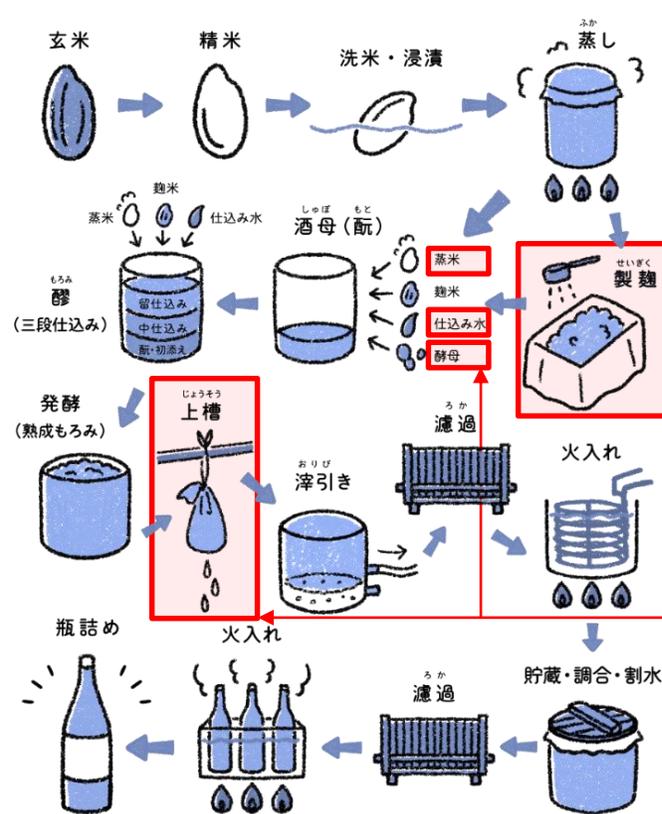
全国新酒鑑評会の高成績によるイメージアップの一方、「福島酒は〇〇」といったイメージが固定化する恐れ



多様な清酒開発による販路拡大・発展へ

「麴」の新たな活用技術の確立により、消費者の嗜好に合った多様な清酒製造を実現し、変化する市場ニーズに対応した販路拡大と、県産清酒ブランドの発展を図る。

■ 取組対象



麴の活用技術

- 「一麴、二酛、三造り」と言われ、製麴は最も重要な工程
- その特性の違いにより、香りや味が変わるため、様々な清酒を造り分けることが可能
- 一般的な黄麴に加え、新たに黒麴・白麴の活用技術に取り組む



これまでの主な対象は、酵母・米・水と発酵管理

- 酵母や酒米の特性を解析し、更なる高品質化に向けた技術確立
- 上槽時期の最適化によるオフフレーバー対策技術
- 成果を技術マニュアル化し、県内清酒製造業者に移転

一般的な清酒製造工程
(図解引用) <https://www.sakesen.com/blog/how-to-make-sake/>



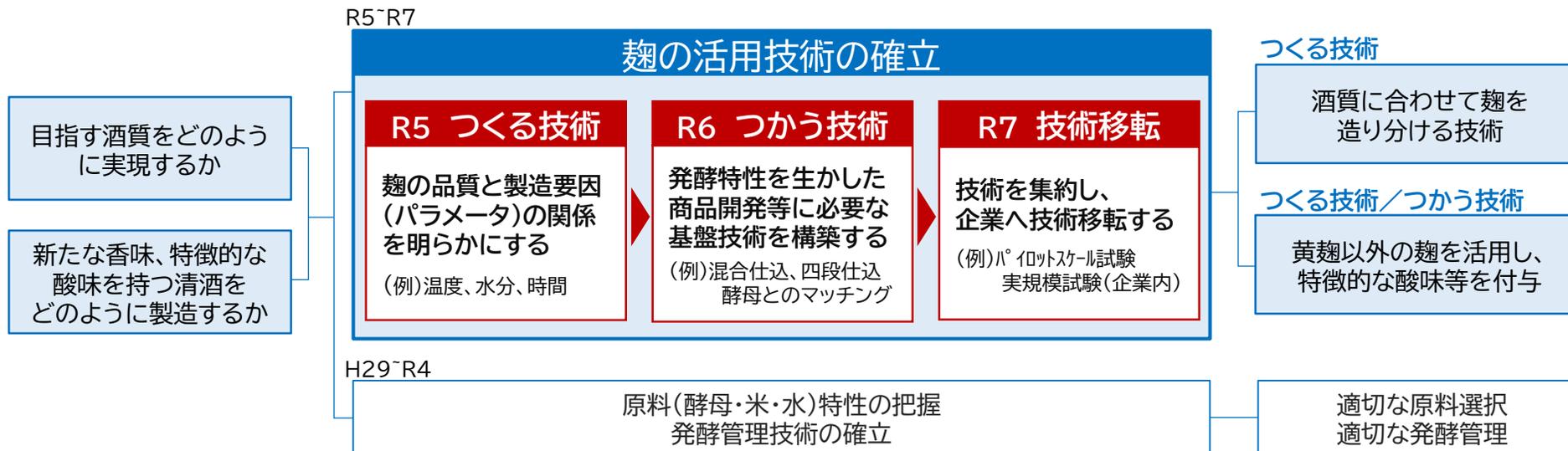
福島県オリジナル清酒製造技術の開発

取組内容

新製品開発に必要な情報

試験研究の実施

獲得する技術・情報



技術(成果)移転



期待される効果

- ✓ 消費者の嗜好に合わせた多様な新製品開発
作りたい酒やコンセプトに合わせ、麴を造り分けて甘味や香りを変化。黒麴や白麴を使用し、レモンのような爽やかな酸味も実現可能に。
- ✓ 科学的知見による製麴工程の明確化・最適化、それによる技術継承に伴う負担の減少 など



レモンのような爽やかな酸味も

県産清酒の販路拡大、県内業界の振興

R5年度実施内容

1. 原料米に対する各種酵素剤等の効果の検証

2. 県内清酒醸造場が製造した麴の酵素力価と製造要因の解析

3. 麴の品質と製造要因の関係把握

3-1. 初期水分および手入れ有無と酵素力価の関係

3-2. 仲仕事以降の過乾燥および盛込み量と酵素力価の関係

3-3. 品質工学を用いた麴品質と製造要因の評価

1. 原料米に対する各種酵素剤等の効果の検証

各種酵素剤およびカルシウム添加が原料米の溶解・発酵経過・香気成分生成等に及ぼす影響について確認した。

原料米:五百万石(令和4年産・福島県産米)

精米歩合:50%

使用酵母:うつくしま煌酵母 701-g31

水の加工: 硫酸マグネシウム 0.1g

リン酸カリウム 0.2g

仕込み配合

	添	仲	留	計
麴米(g)	100	160	140	400
掛米(g)	240	480	880	1,600
総米(g)	340	640	1,020	2,000
水(ml)	500	940	1,360	2,800

使用した麴の酵素活性(U/g koji)

GA	α AM	ACP
268	543	2970

原料処理:浸漬吸水26~27%

仕込方法:酒母省略3段仕込み

添15℃、踊15℃(1日)、仲9℃、留7℃

発酵日数:27日(最高温度10.5℃) R5.10.20-11.15

発酵管理:温度のみ空調にて一括管理、追水・櫛入れなし

試料の採取

遠心分離にて固液分離

固形部はタンクに戻し。

分析後、使用した液部と同量の水を添加(約60ml)

分析方法

- ・日本酒度、アルコール分:SDK
- ・酸度、アミノ酸度:総酸アミノ酸測定システム
- ・香気成分:HS-GC(内部標準法)
- ・グルコース:グルコースCIIテストワコー(富士フィルム和光純薬工業)
- ・酵素活性:醸造分析シリーズ(キッコーマン)



1. 原料米に対する各種酵素剤等の効果の検証

	酵素剤等の種類	添加方法	添加量	推奨使用量
1	SD	留時全量	50g/白米t	50g/白米t
2	SD	段階添加	50g/白米t	50g/白米t
3	SBG	留時全量	50g/白米t	50g/白米100kg(四段用酵素)
4	SBG	段階添加	50g/白米t	50g/白米100kg(四段用酵素)
5	吟	留時全量	50g/白米t	50~100g/白米t
6	吟	段階添加	50g/白米t	50~100g/白米t
7	セルラーゼ	留時全量	50g/白米t	50~80g/白米t
8	セルラーゼ	段階添加	50g/白米t	50~80g/白米t
9	硫酸カルシウム	留時全量	36ppm(Ca)	
10	対照(麴のみ)			

SD:グルコアミラーゼ「アマノ」SD(天野エンザイム株式会社)

SBG:グルクSBG(天野エンザイム株式会社)

吟:グルク吟(天野エンザイム株式会社)

セルラーゼ:セルラーゼ オノズカ 3S(ヤクルト薬品工業株式会社)

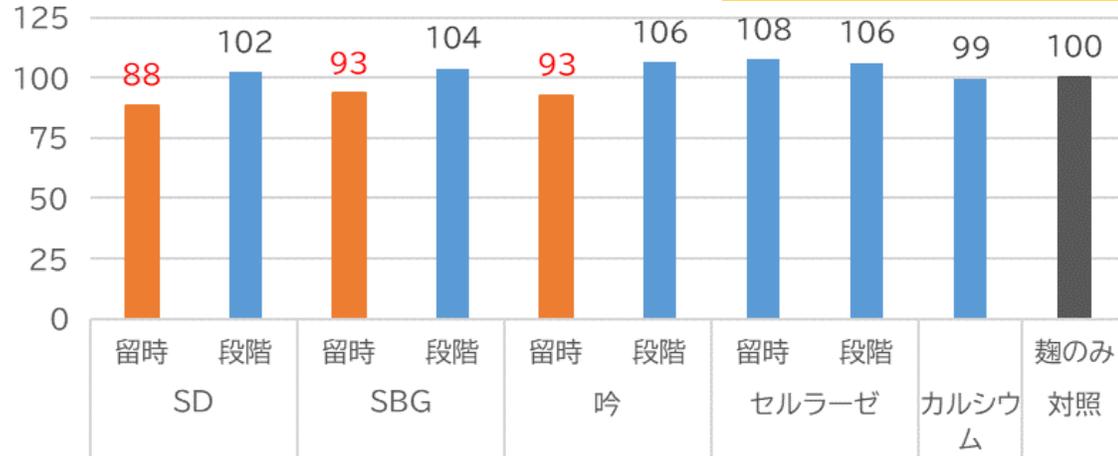
【添加方法】



1. 原料米に対する各種酵素剤等の効果の検証(結果抜粋)

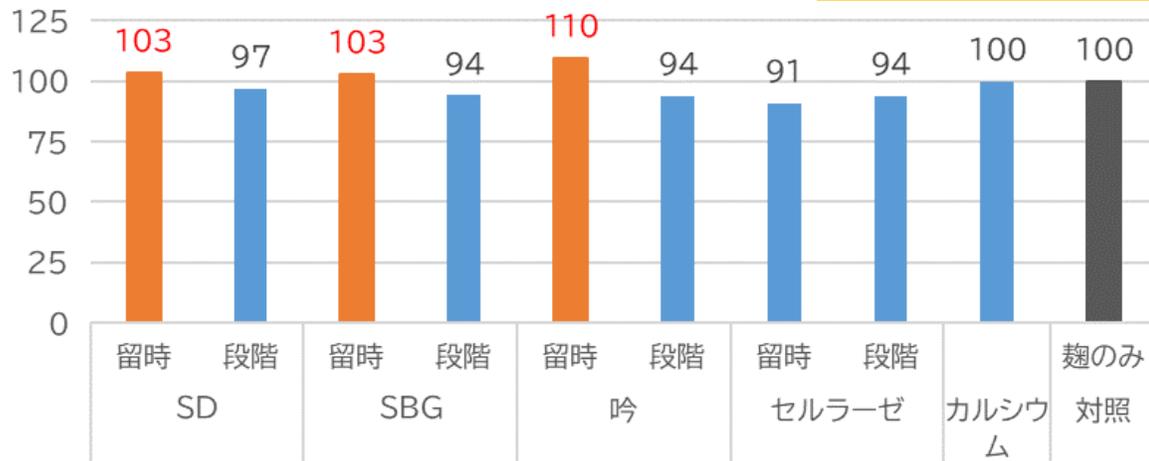
粕歩合の比較

対照区(麴のみ)を100とした相対値で示しています



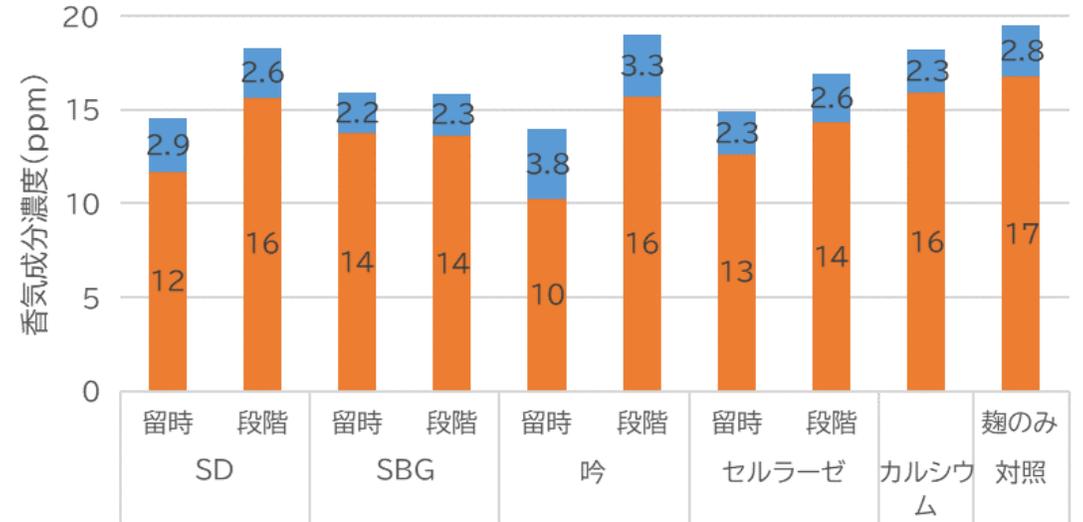
アルコール収得の比較

対照区(麴のみ)を100とした相対値で示しています



製成酒の香気成分比率

■酢酸イソアミル
■カプロン酸エチル



POINT

酵素剤の使用は粕歩合、Alc.収得に効果あり
香り高い試験区の共通点は【8日目のBMD48以下】

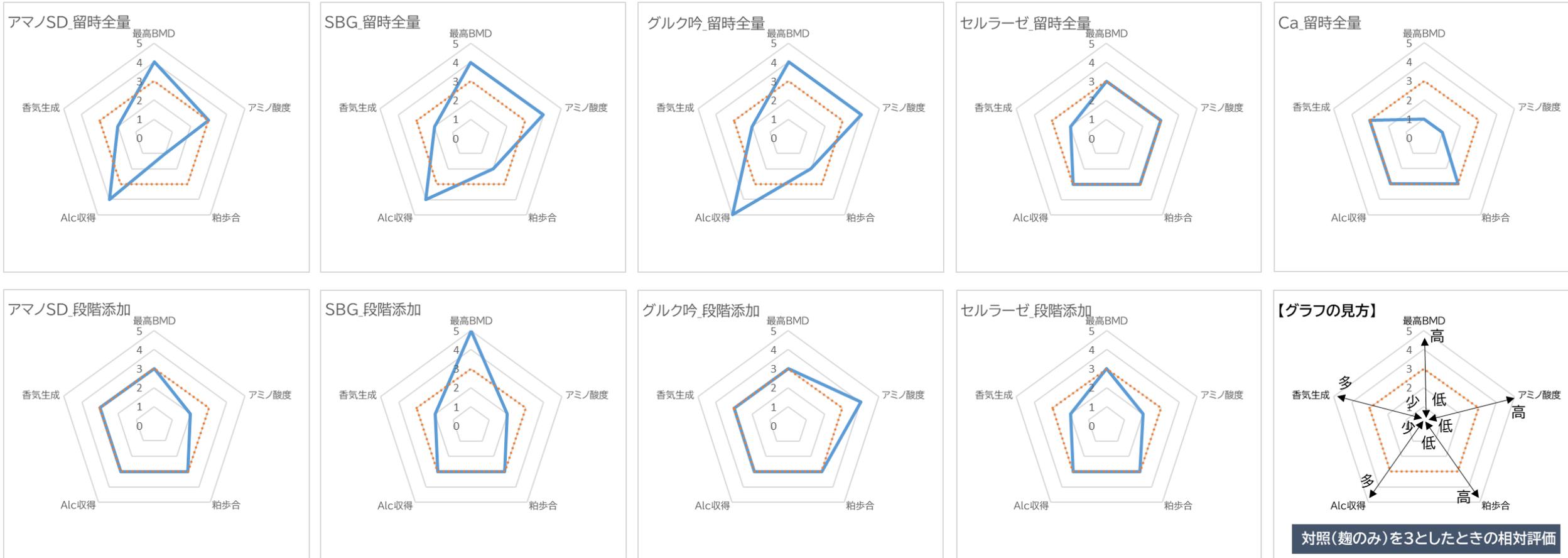
粕を抜きたい・Alc.収得を上げたい⇒酵素剤を留時に全量添加

香りを高くしたい⇒8日目のBMD48以下が目安

酵素剤+BMD管理⇒粕歩合・Alc.収得・香気成分
コンプリートできるかも!?

1. 原料米に対する各種酵素剤等の効果の検証(結果抜粋)

各種パラメーターへの各種酵素剤等種類、添加方法の違いによる影響



※ここまでの内容を県内酒造場に情報提供(12/9酒造講習会)

2. 県内清酒醸造場が製造した麴の酵素力価と製造要因の解析

解析対象

- ◆ 令和元～5酒造年度、種麴に白夜を使用したもの。
- ◆ 原料米、精米歩合、使用種麴量が明らかなもの。

	R5BY	R4BY	R3BY	R2BY	R1BY	計
総試料数	133	43	481	226	187	1070
山田錦	52	14	141	65	76	348
夢の香	34	10	119	68	29	260
福乃香	9	0	16	16	12	53
五百万石	14	11	77	43	45	190
その他酒造用	13	3	92	26	18	152
一般米	11	5	36	8	7	67

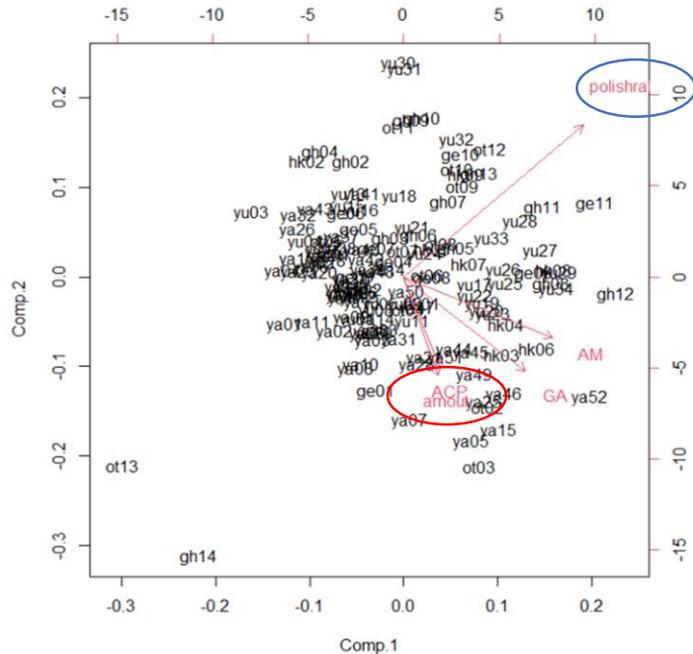
解析方法

- ◆ 統計解析用フリーソフト「R」 ver.
- ◆ 関数: prcomp(主成分分析)、biplot(描画)

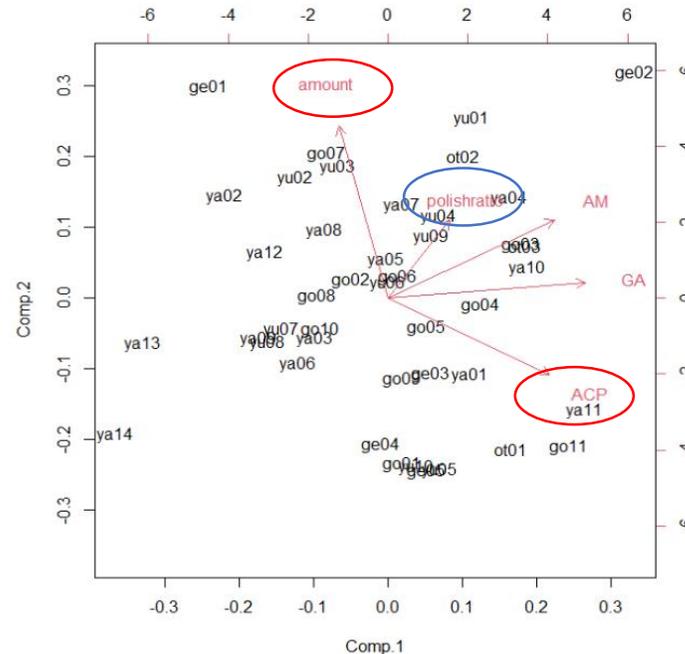
2. 県内清酒醸造場が製造した麴の酵素力価と製造要因の解析

解析結果(一部抜粋)

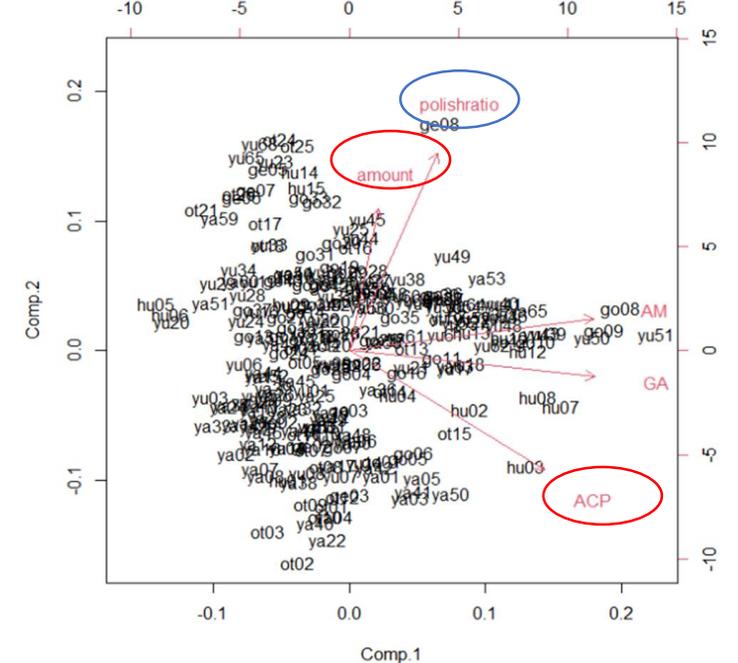
R5BY



R4BY



R2BY



- 種麴使用量(amount)とペプチダーゼ(ACP)に正の相関
- 精米歩合(polishratio)と酵素力価の相関弱い

- 種麴使用量(amount)とペプチダーゼ(ACP)に負の相関

R5BYはこれまでと米麴の品質の挙動が異なる
(※種麴使用量を増やすとACPの増加につながる)

3. 麴の品質と製造要因の関係把握

小スケール製麴

○製麴準備

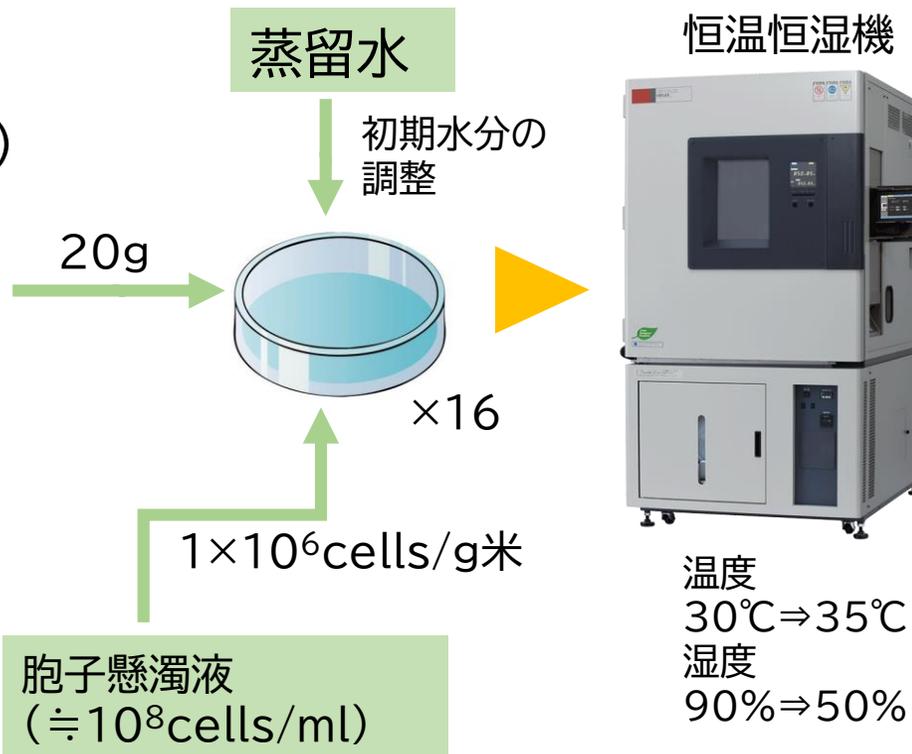
α化米の製造(4品種中1品種のみ実施)



麴菌孢子懸濁液の調製



○製麴



出麴の様子



品質評価項目の分析

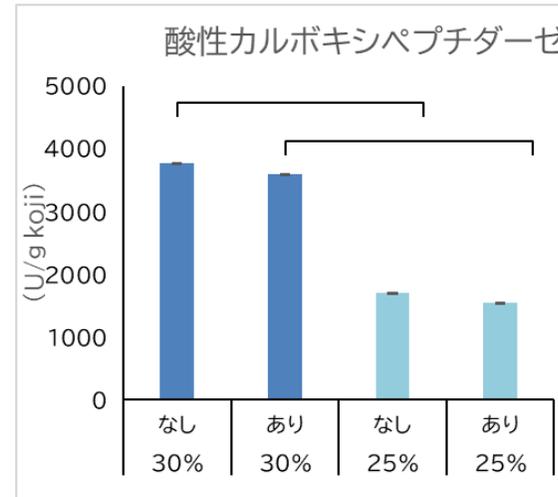
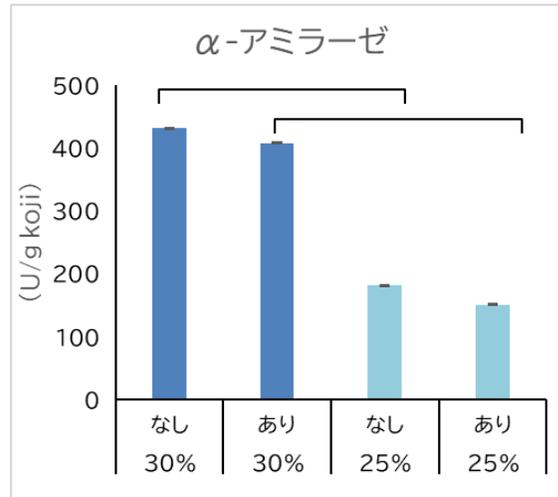
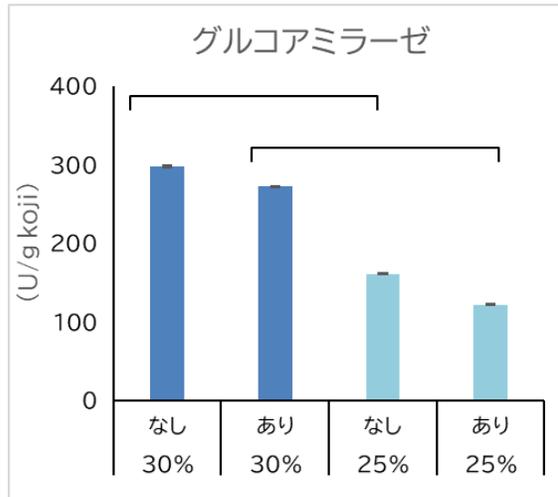
3. 麴の品質と製造要因の関係把握

3-1. 初期水分および手入れ有無と酵素力価の関係

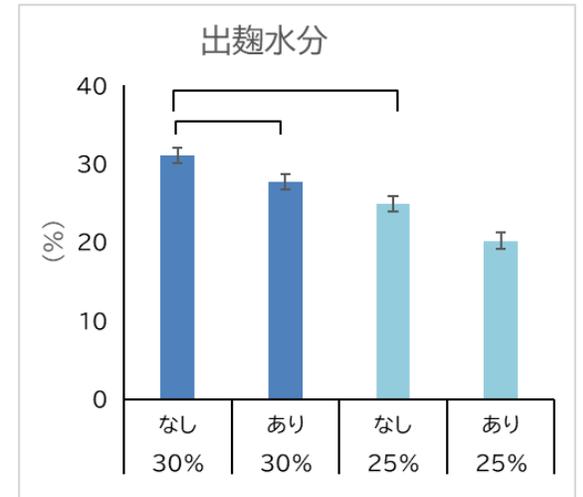
条件	項目	
初期水分	30%	25%
手入れ	あり	なし

N=4

結果: 酵素力価



参考: 出麴水分



初期水分: 酵素力価に影響あり (p<0.05)
手入れの有無: 酵素力価に影響なし

製麴工程での「初期水分」のミスは影響大
手入れは省略しても良い

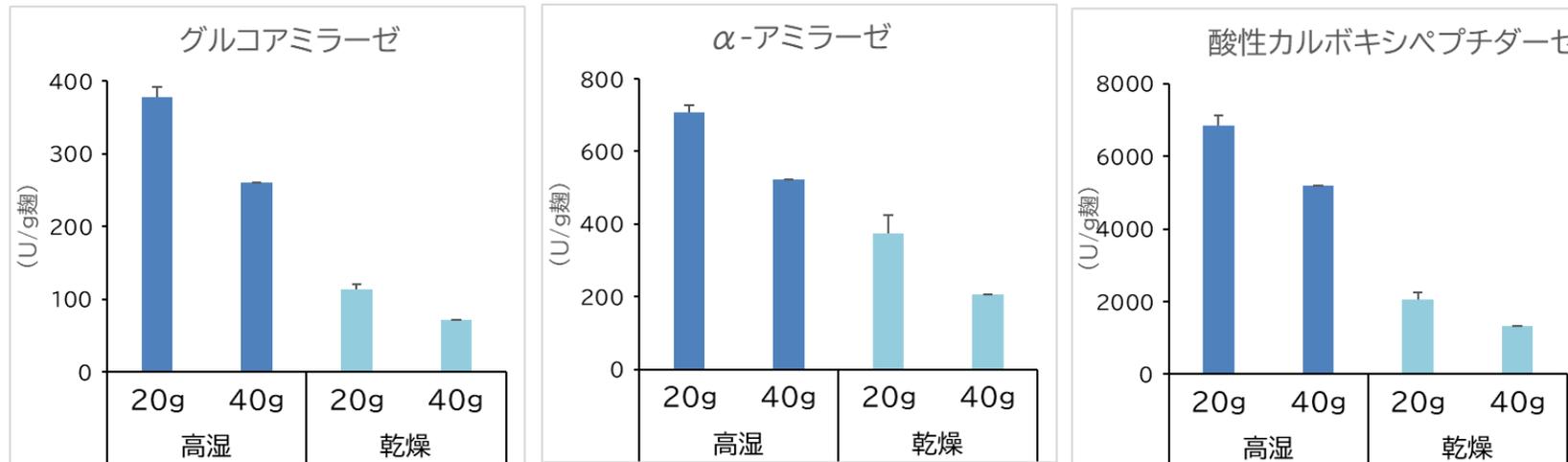
3. 麴の品質と製造要因の関係把握

3-2. 仲仕事以降の過乾燥および盛込み量と酵素力価の関係

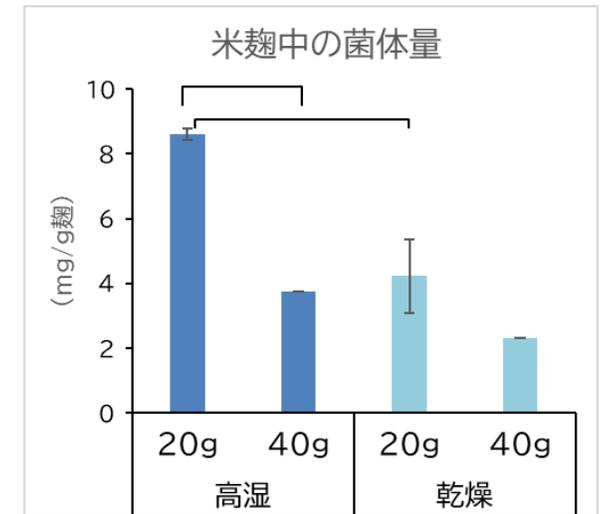
条件	項目		N=4
乾燥	あり	なし	
盛込み量	20g	40g	

麴菌細胞壁の構成成分(キチン)をN-アセチルグルコサミンに分解し、アミノベンズアルデヒドにより酸性下で呈色。比色法で定量、菌体量に換算して算出。

結果: 酵素力価



菌体量



盛込み量が菌体量に影響する
盛り込み量が多いと菌体少なく、力価も低い

盛込み量(または厚さ)が力価が出ない原因のひとつ？
盛込みを減らすことで菌体増・力価upにつながる

3. 麴の品質と製造要因の関係把握

3-3. 品質工学を用いた麴品質と製造要因の評価

L8直交表を用いた実験計画

	種麴	水分	手入れ	種麴量	出麴時間
実験1	黄麴	30	あり	通常(6乗)	通常
実験2	黄麴	30	あり	少ない(4乗)	早い
実験3	黄麴	25	なし	通常(6乗)	通常
実験4	黄麴	25	なし	少ない(4乗)	早い
実験5	白麴	30	なし	通常(6乗)	早い
実験6	白麴	30	なし	少ない(4乗)	通常
実験7	白麴	25	あり	通常(6乗)	早い
実験8	白麴	25	あり	少ない(4乗)	通常

分析項目

①酵素力価(GA,AM,ACP)、②菌体量、③画像解析(菌糸の長さ、菌体が米を覆う面積の算出)

3. 麴の品質と製造要因の関係把握

3-3. 品質工学を用いた麴品質と製造要因の評価

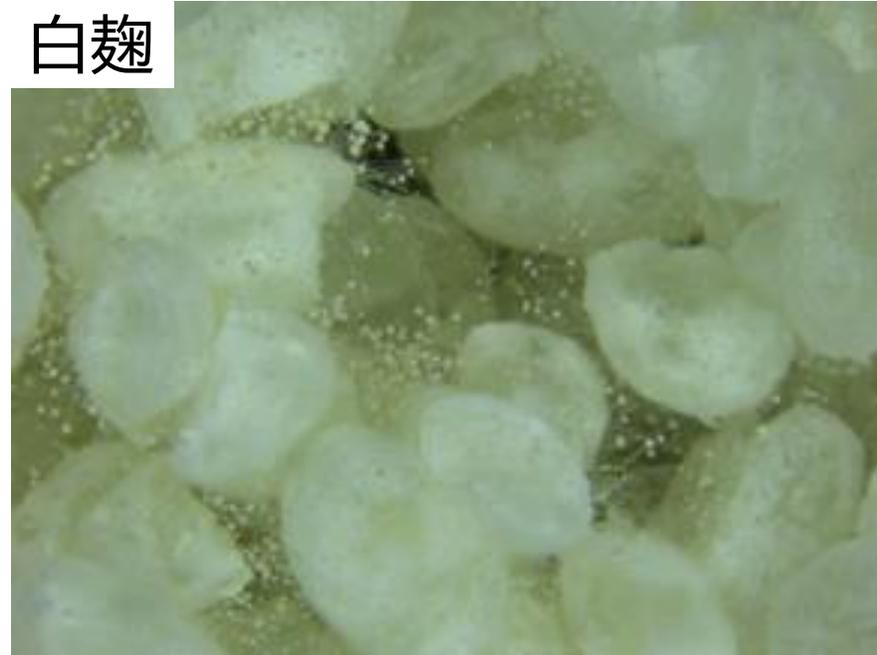
Z軸合成による深度合成写真

黄麴



5.2mg/g麴
GA 292U/g麴

白麴



2.0mg/g麴
GA 258U/g麴



比較解析実施中

1. 原料米に対する各種酵素剤等の効果の検証

粕歩合を減らす効果と酒質への影響が明らかになった。

2. 県内清酒醸造場が製造した麴の酵素力価と製造要因の解析

年度により力価と製造要因の関係が異なることが明らかになった。

3. 麴の品質と製造要因の関係把握

3-1. 初期水分および手入れ有無と酵素力価の関係

初期水分は力価に影響する一方、手入れは省略しても力価に影響しないことが明らかになった。

3-2. 仲仕事以降の過乾燥および盛込み量と酵素力価の関係

酵素力価を上げるには盛込み量の調整が有効である可能性が示唆された。

3-3. 品質工学を用いた麴品質と製造要因の評価

黄麴-白麴について、解析中