

泡盛の酒質多様化に関する研究（Ⅰ）

－原料米成分と出麹成分の関係－

比嘉賢一、玉村隆子、西平守智^{*1}、照喜名重智^{*1}、村田亮^{*2}、池間洋一郎

本研究は泡盛の酒質多様化の可能性探索を目的として、原料米の成分分析、製麹試験、小仕込み試験結果をもとに原料米の原料特性および醸造適性の確認を行った。原料米 29 サンプルは、粗タンパク、ミネラル（カリウム、マグネシウム、ナトリウム）、プロテインボディ等の化学成分および吸水率等の醸造特性により 4 グループへ分類できた。また、各原料米の出麹はクラスター分析の結果 4 グループに分類可能であり、菌体量、酵素力価により特徴づけることが可能で、インディカ系原料米は麹菌体量が少なく、酵素力価が比較的高い特徴が認められた。これは全麹仕込みを特徴とする泡盛醸造において、アルコール取得量が高く香氣成分の多様性の点で有利な特徴であり、インディカ系原料米が泡盛醸造において主流となった要因の一つであると推測された。

1 はじめに

泡盛原料米として用いられているタイ米（インディカ米）は、品種ごとに醸造特性が異なり、製造される泡盛の酒質に差が現れることが明らかとなっている¹⁾。現在、泡盛原料用として輸入されているタイ米は、A1 スーパーまたは丸米であるが、輸入ロットにより性質が異なり、醸造特性の把握は現場杜氏の経験に依存している。一方、日本酒では原料米のタンパク質組成やデンプン構造など、原料成分組成が醸造適性および酒質へ影響を与えることが明らかとなっており²⁾、泡盛においても、インディカ米等の原料米特性を生かした酒質の設計が期待される。

本研究では原料米の成分分析、製麹試験、小仕込み試験結果をもとに、原料米の原料特性および醸造適性の確認を行うとともに出麹に与える原料米の影響を検討した。

2 実験方法

2-1 原料米の前処理

玄米で入手した試料（産地：県内 A）は、精米機（YANMAR,KS1503EK）で精米歩合 90%（見掛け精米歩合）に精米後、また精白米で入手した試料（産地：県内 B および国外）はそのまま以後の試験へ用いた。表 1 に原料米リストを示した。原料米の内訳は、インディカ系 9 サンプル、ジャポニカ系主食用 7 サンプル、清酒酒造好適米 4 サンプル、ジャポニカ系飼料用 4 サンプル、その他多収穫米等、特徴的な性質を持つジャポニカ系 5 サンプルであった。

原料米約 10g を手動式ローラーミル（株式会社科学研究所）にて粉碎後、ポリプロピレン容器に入れ密封保存し、水分、粗タンパク、カリウム、マグネシウムおよびナトリウムの分析に用いた。また、フェルラ酸、プロテインボディ、アミロース含有量の測定試料は粉砕器（Janke & Kunkel 社、A10S）にて粉碎後、100 メッシュの篩いで分別して測定へ用いた。

2-2 原料米の分析

2-2-1 水分、吸水率

水分、20 分の吸水率（AW20）及び 120 分の吸水率（AW120）は酒造用原料米全国統一分析法⁴⁾に準じた。

2-2-2 粗タンパク

粗タンパクはケルダール法にて分解後、ケルオートサンプラーシステム（三田村理研工業株式会社、KJEL-AUTO）にて測定を行った。

2-2-3 ミネラル

カリウムは酒造用原料米全国統一分析法⁴⁾に準じて抽出を行い、マグネシウムとナトリウムは希酸抽出法⁵⁾にて試料調製を行った。カリウムとナトリウムは原子吸光法、マグネシウムは干渉抑制剤添加—原子吸光法⁵⁾で原子吸光光度計（日本ジャーレル・アッシュ株式会社、SOLAAR M series）で測定を行った。

2-2-4 見掛けアミロース含有量

見掛けアミロース含有量（以下アミロース含有量）は Juliano の簡易ヨード比色法⁶⁾により OD620 の吸光度から求めた。なお、検量線はポテトアミロース（sigma、

*1 ヘリオス酒造株式会社

*2 瑞穂酒造株式会社

ポテトアミロース Type III) を用いて作成した。

2-2-5 フェルラ酸含有量

フェルラ酸含有量はサンプルに 0.5N 水酸化ナトリウムを添加後、60℃、90分の条件でエステル結合の加水分解を行い、遊離したフェルラ酸を酢酸エチルにて3回抽出後、抽出液を合わせて遠心エバポレータで濃縮乾固し、メタノールへ溶解して測定試料とした。分析はHPLC (Shimadzu LC10A) で行い、カラム Wakosil II 5C18(4.6i.d × 250mm)を用いて、カラム温度 40℃、流速 1.0ml/min、移動相 0.1%リン酸：アセトニトリル (93:7 v/v) をアセトニトリル溶液濃度が 25分間で 40%になるグラジエント法を行った。

2-2-6 プロテインボディー

粉砕白米に 2%ドデシル硫酸ナトリウム (SDS)、4M 尿素、10mM ジチオトレイトール (DTT) を含む 62.5mM、pH6.8 トリス緩衝液を加えて 60℃、2時間処理してタンパク画分を抽出した後、遠心分離を行い、上澄みを試料とした。測定はバイオアナライザー (Agilent, 2100 Bioanalyzer) で行い、タンパク測定キット (Protein80 シリーズ II) にて前処理を行い Protein チップで測定した。

2-3 製麹試験

小仕込みに用いた原料米は、水分値が 13.5%になるよう恒温恒湿機 (日立製作所社製、EC-43HHP) にて調湿後、仕込みに用いた。蒸米の調製は白米 300g を小型

表 1 原料米リスト

品種系統名	タイプ	特徴	入手形態	産地
コシヒカリ	ジャポニカ	主食用稲	玄米	県内A
ひとめぼれM	ジャポニカ	主食用稲	精白	県内B
ひとめぼれH	ジャポニカ	主食用稲	玄米	県内A
かけはし	ジャポニカ	主食用稲	玄米	県内A
つがるロマン	ジャポニカ	主食用稲	玄米	県内A
ちゅらひかり	ジャポニカ	主食用稲	精白	県内B
ふ系211号 (F211)	ジャポニカ	主食用稲	精白	県内B
五百万石	ジャポニカ	酒造好適米	玄米	県内A
トドロキワセ	ジャポニカ	酒造好適米	玄米	県内A
山田錦	ジャポニカ	酒造好適米	玄米	県内A
蔵の華	ジャポニカ	酒造好適米、低タンパク	精白	県内B
ふ系飼206号 (F206)	ジャポニカ	飼料用稲	精白	県内B
奥羽飼384号 (0384)	ジャポニカ	飼料用稲	精白	県内B
奥羽飼385号 (0385)	ジャポニカ	飼料用稲	精白	県内B
クサホナミ	ジャポニカ	飼料用多収稲	精白	県内B
奥羽348号 (0348)	ジャポニカ	全量型香り米	精白	県内B
ふくひびき	ジャポニカ	超多収量	玄米	県内A
オオチカラ	ジャポニカ	超多収量	玄米	県内A
ベニロマン	ジャポニカ	赤米、高タンパク	玄米	県内A
春陽	ジャポニカ	低グルテリン	玄米	県内A
タカナリ	インディカ	超多収量	玄米	県内A
ハバタキ	インディカ	超多収量	玄米	県内A
夢十色M	インディカ	高アミロース米、耐病耐虫性	精白	県内B
夢十色H	インディカ	高アミロース米、耐病耐虫性	玄米	県内A
IR36	インディカ	多収量	玄米	県内A
密陽23号	インディカ	多収量	玄米	県内A
サリークイーン	インディカ		玄米	県内A
タイ丸米	インディカ		精白	国外
タイ碎米	インディカ		精白	国外

蒸し器を用いて行い、蒸米水分が28~29%となるよう調製した。製麴は、石川種麴店の種麴を用い、添加孢子数は 1×10^5 (個/g-白米)を散布後、恒温恒湿機を用いて種付以降盛工程前までを38℃(18時間)、盛工程以降仕舞仕事までを36℃(8時間)、仕舞仕事以降出麴までを34℃(16時間)の条件で行った。

2-4 出麴成分の分析

2-4-1 水分、酸度および酵素活性

水分、酸度、 α -アミラーゼ (Amy)、耐酸性 α -アミラーゼ (A-Amy)、グルコアミラーゼ (Glu)、酸性プロテアーゼ (AP) および酸性カルボキシペプチダーゼ (ACP) は、国税庁所定分析法⁷⁾により測定した。

2-4-2 麴菌体量

出麴試料を約100kPaの減圧下で2時間乾燥後、粉砕器 (Janke & Kunkel社、A10S) にて粉砕後、測定に供した。麴菌体量は、藤井ら⁸⁾の方法を参考に粉砕麴を50mM、pH7.0リン酸緩衝液で3回洗浄後、Yatalase 20mgを含むリン酸緩衝液で37℃、1時間処理を行い、遠心分離し上澄みをN-アセチルグルコサミン (GluNAc) の測定試料とした。GluNAcの測定は試料にpH9.1ホウ酸緩衝液を加えて、100℃で3分間加熱し、急冷後、パラジメチルアミノベンズアルデヒド溶液を加えて、37℃で20分間加温して発色させた後585nmの吸光度を測定した。菌体量への換算⁹⁾は乾燥麴菌体1mgあたり139 μ gのGluNAcとして計算した。

2-5 統計処理

統計処理には統計処理言語R¹⁰⁾およびGUIとしてRコマンドー¹¹⁾を使用した。クラスター分析は、Rコマンドーの次元解析コマンド、主成分分析は青木のprincomp2関数¹²⁾を使用した。

3 結果および考察

3-1 原料米の粗タンパクおよびフェルラ酸含有量

図1および2に各原料米の粗タンパク含有量およびフェルラ酸含有量を示した。産地A、産地Bおよび国外の3群について、シェッフエの多重比較検定を行った結果、粗タンパクは有意水準5%、フェルラ酸は有意水準1%で産地AおよびB間に差が認められた。したがって、粗タンパクならびにフェルラ酸含有量は品種による影響は少なく、生育環境または栽培環境が異なる産地による影響が大きいことが示唆された。

一方、西澤ら¹³⁾は玄米および精白米のフェルラ酸含有量が異なり、玄米にフェルラ酸が多く含まれていること

を報告している。従って、精米歩合がフェルラ酸含有量へ影響をおよぼしていることも示唆され、今後さらに検討を要すると考えられた。

小関ら¹⁴⁾は泡盛古酒の香気成分の一つであるバニリンの生成経路を推定し、その前駆体がフェルラ酸であることを報告している。原料米によりフェルラ酸含有量が大きく異なることから泡盛の古酒造りにおいて原料米の選択が大きな要素となることが示唆された。

3-2 原料米のアミロース含有量

図3に示したように、インディカ系の5品種を除いて各原料米のアミロース含有量は20%~25%の値を示し、品種による差が大きかった。インディカ系でもタイ丸米、タイ碎米、夢十色およびIR36はアミロース含有量が高

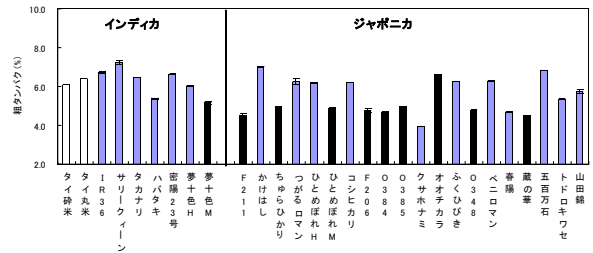


図1 原料米の粗タンパク含有量

■ 産地 A、 ■ 産地 B、 □ 国外

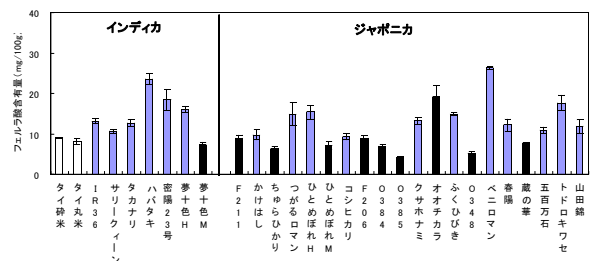


図2 原料米のフェルラ酸含有量

■ 産地 A、 ■ 産地 B、 □ 国外

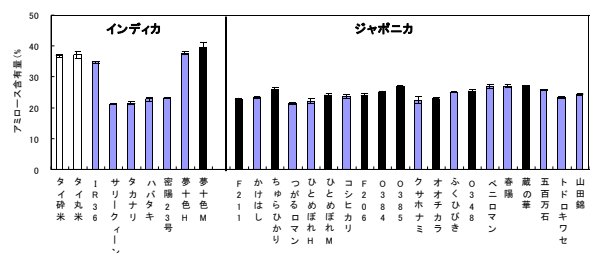


図3 原料米のアミロース含有量

■ 産地 A、 ■ 産地 B、 □ 国外

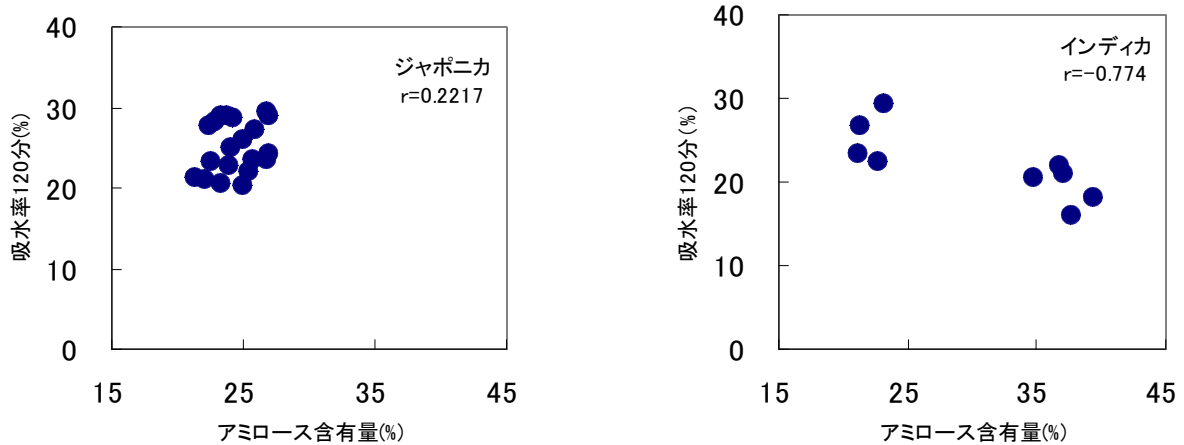


図4 品種ごとのアミロース含有量と吸水率の関係

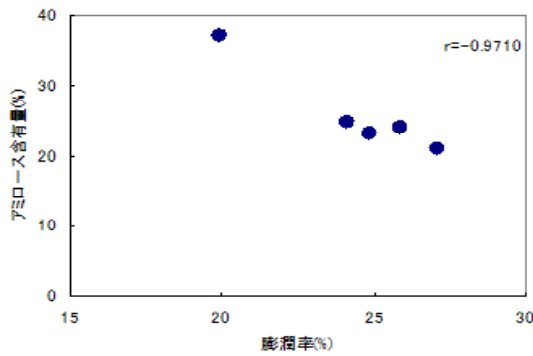


図5 アミロース含有量と膨潤率の関係

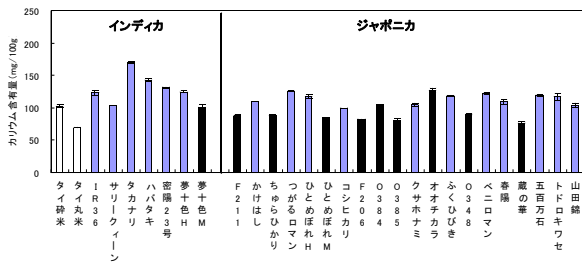


図6 原料米のカリウム含有量
 ■ 産地 A、■ 産地 B □ 国外

く、密陽 23 号（韓国のインディカ種）、また密陽系を交配種に持つタカナリ、ハバタキ、およびジャポニカ系と IR 系を交配種に持つサリクイーンのアミロース含有量はジャポニカ系の品種と同程度のアミロース含有量であり、インディカ系の品種でもアミロース含有量により、2 タイプに分類できることが確認された。

家村ら¹⁹⁾は吸水速度の影響を除くため 20 時間後の吸水率を測定しアミロース含有量と吸水量の間に高い負の相関が認められたことを報告している。今回、原料米全

体としては、吸水量を示す 120 分の吸水率とアミロース含有量との間には相関関係が認められなかったが、品種ごとに検討を行うと、図 4 に示したようにアミロース含有量の高いインディカ種では家村らと同様の結果が得られ、アミロース含有量が吸水量に影響を与えていることが確認された。

伊藤¹⁶⁾は原料米の吸水性は分子レベルの細孔に浸透する部分と亀裂等の隙間に水が保持される部分に分けられ、吸水性の変化は間隙量の変化によると報告している。そこで、吸水時に間隙量変化の少ないアルコール浸漬と大きな間隙量変化を伴う水浸漬による吸水量の差を膨潤率として定義し、一部の原料米について測定を行った。少ないデータではあるが、図 5 に示したように、アミロース含有量の高い原料米は間隙量変化が少ない傾向を示し、アミロース含有量が間隙量変化つまり原料米の組織変化の指標となるパラメーターであることが示唆された。今後更に検討を要すると考えられた。

一方、若井ら³⁾はアミロース含有量の高い品種ほど蒸米の老化が起りやすいことを報告しており、アミロース含有量の高いインディカ米は製麴工程において、蒸米の老化による麴菌生育への影響が示唆された。

3-3 原料米のミネラル含有量

図 6 に各原料米のカリウム含有量を示した。品種間の影響よりやや産地の影響が強いことが認められた。データは示さないが、マグネシウムとナトリウム含有量も同様の傾向を示した。産地 A、産地 B および国外の 3 群について、シェッフエの多重比較検定をミネラル含有量について行った結果、カリウムとマグネシウムに有意水準 1%、で差が認められ、生育環境、栽培環境により変化することが示唆された。カリウム含有量は、麴菌の生育

およびもろみ中で酵母の増殖に影響を与えることから産地選定が重要であると推測された。

3-4 原料米のプロテインボディ

原料米のタンパク質は麴酵素により分解され、もろみ中のアミノ酸の供給源となるとともに香味にも深く関係しており、その約90%が貯蔵タンパク顆粒（プロテインボディ）として存在する。またプロテインボディは、消化酵素に対する挙動の違いから、難消化性顆粒プロテインボディ I（プロラミンを主体とする、以下 PBI）と易消化性顆粒プロテインボディ II（グルテリンを主体とする、以下 PBII）に分類される。PBI と PBII 総計との比（PBII/PBI）を各原料米について図7に示した。

PBII/PBI 比は、品種間の影響が強い傾向を示し、インディカ系はジャポニカ系に比べて PBII/PBI 比は低い値を示した。インディカ系とジャポニカ系の2群についてマン・ホイットニーの U 検定を行った結果、有意水準1%で有意差が認められた。木崎ら¹⁷⁾は一般米と清酒用酒造好適米について PBI、PBII 含有量について検討した結果、清酒用酒造好適米は一般米に比較して PBI が少なく、PBII/PBI は高いことを報告している。今回インディカ系の PBII/PBI 比がジャポニカ系および清酒用酒造好適米と異なり、低い値を示すことから泡盛醸造において、インディカ系の原料米から生成される香味成分に影響を与えることが示唆された。

3-5 原料米のクラスター分析

原料米成分をもとにクラスター分析を行った。距離尺度は標準化ユークリッド距離を用い、クラスタリングの方法はワード法により求めた。デンドログラムを図8に示した。ユークリッド距離10で大きく4グループに分類された。

産地による影響が原料米成分に見られたことから、品種と産地の特性を持つグループ化となった。RG1 は主食系の品種が属し、RG2 は清酒用酒米および多収穫米、RG3 は主食および飼料用品種が属し、そして RG4 には

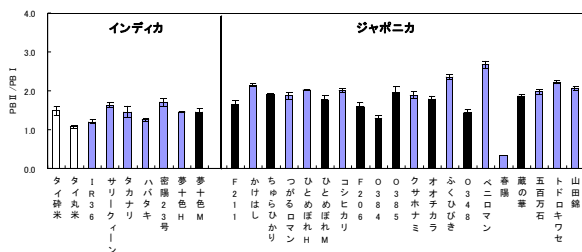


図7 原料米のプロテインボディ比 (PBII/PBI)

■ 産地 A、 ■ 産地 B、 □ 国外

インディカ系の品種、特にアミロース含有量の高い品種が属している。同じインディカ系の品種でも韓国の密陽23号と密陽系を交配種に持つタカナリ、ハバタキはRG2、ジャポニカ系を交配種に持つサリーキーンは主食系のRG1にグループ分けされた。

3-6 原料米の主成分分析

原料米の特性を確認する目的で主成分分析を行った。表3に主成分分析の因子負荷量を示すとともに図9に第1主成分と第2主成分の主成分得点散布図を示した。

表3に示したように、固有値1以上の主成分は第3主成分まで求められ、累積寄与率は77%と各測定データの分布を3主成分で説明できることが確認された。また、因子負荷量より第1主成分はフェルラ酸、ミネラル (K, Mg, Na) と強い相関を示しており、産地または原料米

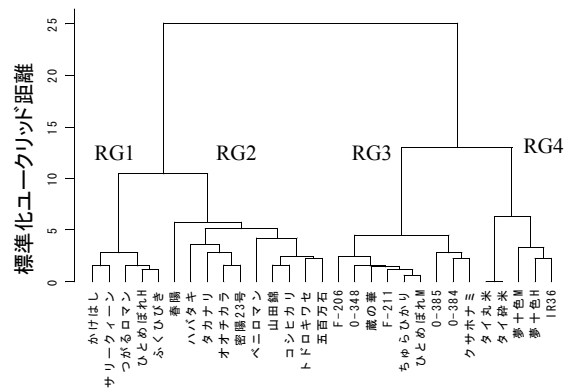


図8 原料米のデンドログラム

表3 各主成分の因子負荷量

	第1主成分	第2主成分	第3主成分
粗タンパク	-0.590	0.536	0.019
アミロース	0.453	0.554	0.446
フェルラ酸	-0.806	0.157	0.136
K	-0.781	0.269	0.273
Mg	-0.935	0.231	-0.072
Na	-0.828	0.086	-0.242
PBII/PBI	-0.404	-0.143	-0.711
吸水率 20分	-0.582	-0.434	0.561
吸水率 120分	-0.460	-0.825	0.208
固有値	4.09	1.64	1.22
寄与率(%)	45.39	18.22	13.55
累積寄与率(%)	45.39	63.61	77.16

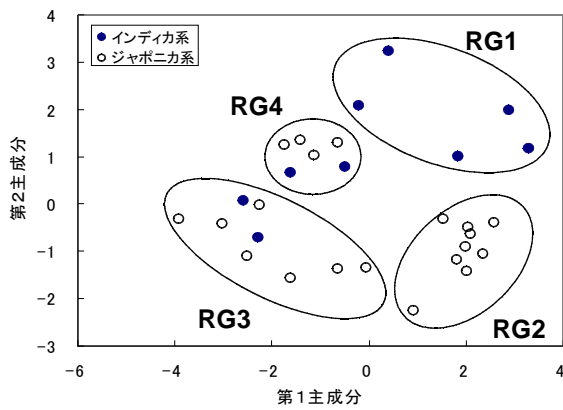


図9 主成分得点の散布図

の生育環境に関する特性と考えられた。第2主成分は120分の吸水率と強い相関を示していることから原料米の加工特性と考えられた。第3主成分はPBI/PBIと強い相関を示していることからタンパク質の溶解性を示す特性と考えられた。

図9に示した楕円のグループは原料米のクラスター分析で分類したグループである。各主成分の解釈からクラスター分析の各グループは次のように特徴づけられる。

RG2はミネラル、フェルラ酸が豊富で吸水率が高いため水分の多い蒸米、つまりベタ蒸しになりやすい原料米であり、RG3はミネラル、フェルラ酸は少ないがベタ蒸しになりやすい原料米、RG4はミネラル、フェルラ酸が少なく硬蒸しになりやすい原料米とそれぞれ特徴づけられ、RG1は3タイプの中間的な特徴を持つと分類された。

3-7 麴の各種酵素生産に及ぼす原料米成分

29種の原料米を用いて2回製麴を行い、原料米のタンパク質組成と出麴成分の相関係数を表4に示した。

岩野ら¹⁸⁾は、4品種のジャポニカ系原料米についてタンパク質組成と出麴の酵素活性について検討した結果、 α -アミラーゼとグルコアミラーゼは22-23kDa グルテリンおよび37-39kDa グルテリンとの間に高い正の相関関係があり、13-16kDa プロラミンおよび26kDa グロブリンとの間に高い負の相関関係が認められたこと、また酸性プロテアーゼは26kDa グロブリンとの間に正の相関関係、22-23kDa グロブリンと37-39kDa グルテリンとの間に高い負の相関関係が認められたことを報告している。

表4 原料米のタンパク質組成と出麴成分の相関係数

タンパク	インディカ系					ジャポニカ系				
	13-16kDa プロラミン	22-23kDa グロブリン	26kDa グロブリン	37-39kDa グリテリン	57kDa	13-16kDa プロラミン	22-23kDa グロブリン	26kDa グロブリン	37-39kDa グリテリン	57kDa
酸度	-0.4182	-0.2440	-0.0479	-0.2260	-0.2920	-0.0416	-0.7518	-0.0403	-0.7680	-0.6574
菌体量	-0.2685	-0.1094	-0.2488	-0.0624	0.0192	-0.1534	0.2830	-0.2281	0.2858	0.1524
Amy	-0.2579	-0.0927	0.1480	-0.2144	0.2147	-0.0353	0.7208	-0.0317	0.7313	0.7331
A-Amy	-0.2898	-0.1577	0.1934	-0.2838	0.1216	-0.0544	0.6862	-0.0418	0.6914	0.7037
Glu	-0.1232	-0.0779	-0.0087	-0.1326	0.1562	-0.1289	0.5821	-0.1140	0.5885	0.6423
AP	0.2403	0.2595	0.1202	0.1843	0.4063	-0.0675	0.7184	-0.0542	0.7291	0.7795
ACP	-0.1128	0.0276	0.2575	-0.0726	0.2121	-0.1756	0.2905	-0.1826	0.2753	0.1984

* Amy : α -アミラーゼ, A-Amy : 耐酸性 α -アミラーゼ, Glu : グルコアミラーゼ, AP : 酸性プロテアーゼ, ACP : 酸性カルボキシペプチダーゼ

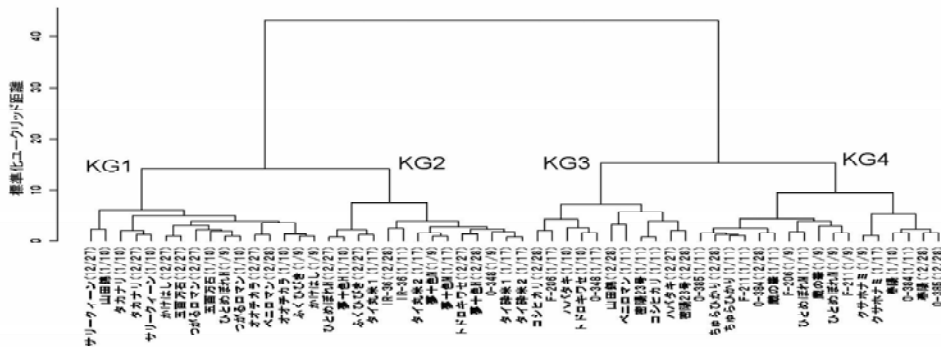


図10 出麴成分によるクラスター分析

今回全原料米を対象として相関係数を求めた結果、タンパク質組成と酵素活性には相関関係が認められず、岩野らの報告と異なる結果が得られた。しかし表4に示したように原料米をインディカ系とジャポニカ系に分類後、相関係数を求めるとジャポニカ系に関して、 α -アミラーゼと耐酸性の α -アミラーゼは22-23kDaグルテリンおよび37-39kDaグルテリンとの間に高い正の相関関係が認められ、グルコアミラーゼはこれらタンパクとは弱い相関関係が認められた。また酸性プロテアーゼは、岩野らの報告とは異なり22-23kDaグロブリンと37-39kDaグルテリンとの間に高い正の相関関係が認められ、黄麹菌と黒麹菌の菌種の違いに由来すると推測された。

インディカ系の原料米において、原料米のタンパク質組成と麹菌の酵素生産に明確な相関関係が認められないことは、インディカ系原料米の特徴の一つであり、麹菌の生育において、ジャポニカ系の原料米とは異なる生育状況が示唆され、興味深い結果と考えられる。

3-8 出麴成分のクラスター分析

出麴成分をもとにクラスター分析を行った。距離尺度は標準化ユークリッド距離を用い、クラスタリングの方法はウォード法により求めた。デンドログラムを図10に示した。原料米名の後に続く数値は仕込みの日付である。ユークリッド距離15で4グループに分類された。各グループとも同一原料米品種は同じグループに分類されており、原料米が出麴品質に影響を与えていることが推測された。

3-9 出麴成分の主成分分析

出麴成分に対して主成分分析を行った。各主成分の因子負荷量を表5に示し、第1主成分と第2主成分得点の散布図を図11に示した。表5に示したように、固有値1以上の主成分は第2主成分まで求められ、累積寄与率は73%と各測定データの分布を2主成分で説明できることが確認された。因子負荷量より第1主成分は各酵素活性および酸度と高い相関を示したことから、出麴品質の指標と考えられた。また第2主成分は麹菌体量と高い相関を示したことから麴のハゼまわりを示す指標と考えられた。

図11に示した主成分得点散布図の楕円で示したグループは出麴成分のクラスター分析で分類したグループである。各主成分の解釈からクラスター分析の各グループは次のように特徴づけられる。KG1は酵素活性が高く酸度は低くハゼまわりは中程度、KG2は酵素活性および酸度は中程度であるがハゼまわりが少ない麴である。KG3は酵素活性について中程度であるが、ハゼまわり

が高い麴。KG4は酸度が高く、酵素活性の低い麴グループと考えられた。原料米のクラスター分析でベタ蒸しになりやすい原料に分類されたRG2とRG3のグループは、KG3とKG4に分類されており、麴の品質としては悪いグループへ分類された。製麴における現場の経験則ではベタ蒸しの場合、製麴温度経過は低温経過を取らなければ酵素活性が低くなることが知られており、これを支持するデータと考えられた。また今回製麴の品温経過は統一された条件で行われておりRG2、RG3に属しているグループは製麴温度を調整することにより異なる結果が得られると推測された。

原料米クラスター分析でRG4グループに分類されたタイ碎米、タイ丸米、夢十色H、夢十色MおよびIR36のインディカ系は出麴のグループではKG2に属している。これはインディカ系の原料米、特にアミロース含有量の高い品種は麹菌体量が少なく、酵素力価が比較的高

表5 各成分の因子負荷量

	第1主成分	第2主成分
出麴水分	-0.5805	-0.5504
酸度	-0.7657	-0.3493
菌体量	-0.1538	-0.7740
α -アミラーゼ	0.9563	-0.0987
耐酸性 α -アミラーゼ	0.9429	-0.0750
グルコアミラーゼ	0.6917	-0.5579
酸性プロテアーゼ	0.8991	-0.0805
酸性カルボキシペプチダーゼ	0.4968	-0.4576
固有値	4.28	-1.56
寄与率(%)	53.55	19.58
累積寄与率(%)	53.55	73.13

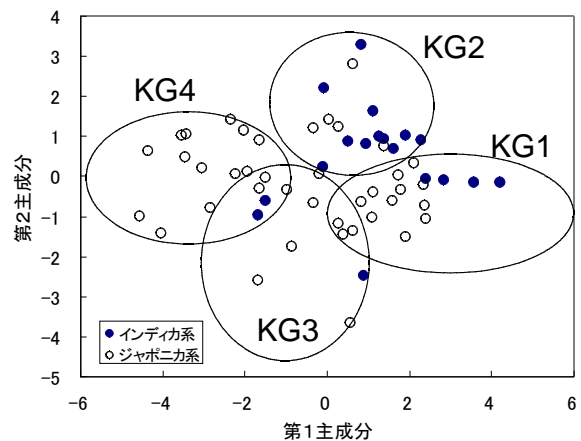


図11 主成分得点の散布図

いことを示している。つまり麹菌の生育に伴い消費されるデンプン量は少ない（原料利用効率が高い）が、発酵に必要な酵素の生産は高いことを示している。この性質は全麹仕込みを特徴とする泡盛醸造においてアルコール取得量が高く香気成分の多様性の点で有利な特徴であり、インディカ系原料米が泡盛醸造において主流となった要因の一つであると推測された。

4 まとめ

本研究では原料米の原料特性および醸造適性の確認を行うとともに、原料特性のマップを作成し、泡盛酒質多様化の可能性探索を目的として行い以下のことが明らかとなった。

1) 29品種の原料米成分のクラスター分析により4グループに分類され、主成分分析とリンクすることにより、各グループの特徴が関連づけられた。ミネラル、フェルラ酸が少なく硬蒸しになりやすい原料米、ミネラル、フェルラ酸が少なくベタ蒸しになりやすい原料米、ミネラル、フェルラ酸が豊富でベタ蒸しになりやすい原料米、そして中間的なタイプの原料米とそれぞれ特徴づけられた。

2) 出麹成分のクラスター分析により4グループに分類され、主成分分析とリンクすることにより、各グループの特徴が関連づけられた。グループの特徴からタイ砕米、タイ丸米、夢十色 H、夢十色 M 及び IR36 等のアミロース含有量の高いインディカ系は、麹菌の生育に伴い消費されるデンプン量は少ない（原料利用効率が高い）が、発酵に必要な酵素の生産が高いグループであった。この性質は全麹仕込みを特徴とする泡盛醸造において有利な特徴であり、インディカ系原料米が泡盛醸造において主流となった要因の一つであると推測された。

謝辞

本研究は、平成19年度沖縄イノベーション創出事業において、財団法人亜熱帯総合研究所を管理法人として実施された。

本研究にあたって、終始ご指導下さいました国立大学法人琉球大学農学部教授 本村恵二先生、農学部助教 仲村一郎先生に深謝致します。

参考文献

- 1) 照屋比呂子, 照屋輝一 県産インディカ米および香り米による泡盛の試験醸造 沖縄県工業試験場報告 11号 pp121-132 (1983)
- 2) 若井芳則, 水間智哉, 宮崎紀子, 長野知子, 柳原敏靖 清酒

醸造における原料米の酒造適性 生物工学会 pp99-109 (1997)

3) 若井芳則, 水間智哉, 宮崎紀子, 長野知子, 柳原敏靖 酒造適性への原料米諸性質の関与 生物工学会 pp99-109 (1997)

4) 酒米研究会 酒造用原料全国統一分析法 1996

5) 科学技術庁資源調査会食品成分部会編 五訂日本食品標準成分表マニュアル pp44-54 (1997)

6) 日本食品科学工学会・新食品分析法編集委員会編 新食品分析法 pp564-566 (1996)

7) 注解編集委員会 第四回改正国税庁所定分析法注解 pp211-228 日本醸造協会 (1993)

8) 藤井史子, 尾関健二, 神田晃敬, 浜地正昭, 布川弥太郎 市販酵素剤を利用した麹菌体量簡易測定法 醸造協会 pp757-759 (1992)

9) 五味勝也, 岡崎直人, 田中利雄, 熊谷知栄子, 井上博, 飯村穰, 原昌道 細胞壁溶解酵素を用いた米麹中の菌体量の測定 醸造協会 pp130-133 (1987)

10) <http://www.r-project.org>

11) <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Misc/Rcmdr/>

12) <http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/R/index.html>

13) 西澤知恵子, 太田剛雄, 江頭祐嘉夫, 真田宏夫 穀類のフェルラ酸含量 日本食品科学工学会 pp499-503 (1998)

14) 小関卓也, 岩野君夫 泡盛中のバニリンの意義と生成機構, 醸造協会 pp510-517 (1998)

15) 家村芳次, 影山由香里, 松永恒司, 原昌道 アミロース含量、心白および腹白が白米の吸水性に及ぼす影響 醸造協会 pp515-520 (1996)

16) 伊藤清 酒米の微細構造と消化性 醸造協会 pp497-502 (1992)

17) 木崎康造, 井上康裕, 岡崎直人, 小林信也 酒造原料米中のプロテインボディの分離・定量 醸造協会 pp293-298 (1991)

18) 岩野君夫, 中沢伸重, 伊藤俊彦, 高橋仁, 上原泰樹, 松永隆司 清酒麹の酵素活性に及ぼす原料米タンパク質組成の影響 醸造協会 pp857-862 (2001)

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。