

棚田特産香り米を用いた新種焼酎の開発

— 官能検査及び低沸点香気成分比較 —

岡本 啓湖, 高橋 義樹, 山海志穂里, 都甲 花織

【要 旨】

別府大学夢米棚田プロジェクトで香り米の栽培を行っている。本研究ではこの香り米を用いた焼酎の商品開発を目的として、官能検査及び低沸点香気成分に着目し、ヒノヒカリ米焼酎との比較を行った。各米焼酎の製造には *Aspergillus oryzae*, 協会清酒酵母901号を用い、三段仕込み製造法を用いた。仕込み水量、香り米の添加量及び発酵日数を変化させることで、低沸点香気成分パターン（イソアミルアルコール型、酢酸エチル型）変化が明らかになった。

【キーワード】

香り米, 低沸点香気成分, 官能検査, イソアミルアルコール型, 酢酸エチル型

緒 言

別府大学には大分県、大分農業文化公園と協定締結した「大分農業文化公園棚田プロジェクト」があり、学生主体の夢米棚田チームが大分農業文化公園内の棚田で作物の栽培を中心に年間を通じた活動を行っている。大分農業文化公園は標高が高く昼夜の気温差の大きい環境のため、学生達は栽培可能な珍しい水稲品種を探し、辿り着いたのが香り米（Aromatic Rice）であった。香り米は不良田であっても育成できるような吸肥力の強さに特徴があり、更に昼夜の気温差の大きい田で栽培すると香りが強くなる¹⁾ので、棚田チームにとって最適な品種であった。

ここで香り米の歴史や近年の状況についての参考文献²⁾を紹介する。わが国の香り米は、神饌米または吉凶の祭礼用あるいは来客用等として、小規模ながら各地で古くから栽培されてきた³⁾が、明治以降、近代的育種によって育成された良質多収の普通米品種の普及が進むにつれて栽培が減少し、多くの在来普通米と同様、相当数の品種が失われていき、現在では九州、紀伊半島および東北の中山間地帯において、自家用として小規模な生産が行われているに過ぎない。外国においては、香り米は南、東南アジアの諸国を中心に古くから栽培され、珍重されてきた。また、民族習慣との関連も深い。現在これらの諸国においては、香り米はパキスタンの Basmati 種を中心に高価格で取り引きされ、世界の米市場でも一種の特別な地位を占めている。香り米の育種はインド、パキスタン、アメリカ合衆国、タイ等多くの国で行われ、Basmati 385, Sabarmati, Della 等短程・多収の改良種が生まれており、さらに国際稲研究所も加わって育種の努力がなされてい

る^{4,5,6)}。わが国でも、食生活の多様化に呼応して主食である米についても、外観や食味等に多様性をもたせるべきとの認識が高まっており、農林水産省は需要拡大のための新形質水田作物の開発（スーパーライス計画）という7年間のプロジェクト研究を1989年から開始して、様々な調理法、加工法に適した特性を持つイネ新品種の開発に取り組んできた⁷⁾。このような米を取り巻く最近の情勢の中で、香り米は、混米によって米飯に風味を添えるものとして見直される傾向にあり、みやかおり、はぎのかおり、さわかおり等の日本型の香り米品種、また日印交雑に由来する長粒の香り米品種サリークイーン等が育成されるなど、わが国でも本格的な香り米育種の動きが現れており、米の用途の拡大が図られている^{6,8)}。また香り米品種の形態的特性に関する調査は、それぞれ供試品種は異なるものの、1970年代に大分県、熊本県、愛知県等の農業試験場により実施されている⁸⁾。本研究で使用した香り米は、大分県農業試験場により調査された香り米が農家に配布され、そこで育てられた農家から譲り受けた種籾を大分農業文化公園棚田プロジェクトにより栽培された経緯がある。

香り米は、炊飯すると独特の香りを漂わせるイネまたは米の総称であって、わが国では地域によって、麴香米^{じゃこうまい}、匂い米^{かばしこ}、香子^{ねずみ}、鼠米、有臭米等とも呼ばれる²⁾理由からである。故に香り米は米食用としての商品価値は低く、市場への流通量は少ないのも現状である。そこでこの香り米の新たな利用法として、焼酎麹 (*Aspergillus kawachii*) と焼酎酵母 (焼酎協会酵母 S-2) を用い、掛米に香り米及びヒノヒカリ米 (対照) を加える三段仕込みの焼酎製法による本格焼酎の研究が始められた⁹⁾。その結果、香り米焼酎の低沸点アルコール系香気成分の最大濃度を示したのは対照のヒノヒカリ米焼酎と同様、強烈で特有な香りを有するイソアミルアルコールであったが、低沸点エステル系香気成分の最大濃度はフルーティーな香りを有する酢酸エチルで、ヒノヒカリ米焼酎の1.32倍と高くなった¹⁰⁾。また17名のパネラーによる官能検査の総合評価では、第1位に白岳しろ (市販品)、次いで対照のヒノヒカリ米焼酎、最下位が香り米焼酎となった¹¹⁾。

本研究では上記香り米添加焼酎の商品化を目指し、掛米としての香り米の最適条件を見出すために、エステル系香気成分を主とする清酒醪用 (*Aspergillus oryzae*) 及び清酒用協会酵母901を用い、更に添加率を減少させることで市場に受け入れられる香り米添加本格米焼酎の製造方法を検索した。

実験方法

1. 81.82% (総仕込水／総米) 醪の製造方法

ヒノヒカリ米醪、10%香り米醪、1%香り米醪の製造には種麹に清酒醪用 (*Aspergillus oryzae*) ((株) ひぐち松之介商店)、酵母に清酒用協会酵母901号 ((公) 日本醸造協会) を用い、三段仕込み法とした。一次仕込みには共にヒノヒカリ米を使用し、二次仕込み、三次仕込みに対照にはヒノヒカリ米、試験区には1%、10%になるように香り米を添加した。ヒノヒカリ米(100g)を1時間浸漬した後、1時間蒸煮、冷却後に種麹(0.1g)を接種し、48時間製麹後、滅菌水(120ml)及び清酒用協会酵母901号(2.5ml)を加え(一次仕込み)、15℃で7日間発酵後、ヒノヒカリ米焼酎醪にはヒノヒカリ米(225g)を、1%香り米焼酎醪には香り米(2.25g)及びヒノヒカリ米(222.75g)を、10%香り米焼酎醪には香り米(22.5g)及びヒノヒカリ米(202.5g)を添加し、各醪に滅菌水(165ml)を添加した(二次仕込み)。更に翌日、二次仕込みと同様ヒノヒカリ米、香り米、滅菌水量、及びグルク SG(天野エンザイム(株)グルコアミラーゼ50.0%：二次仕込み発酵物に対して0.025%含量)を加えた(三次仕込み)後16~19日間発酵した。醪製造の仕込み配合表を表-1に、基本水分量での製造工程図を図-1に示した。

表－1 81.82%（総仕込水／総米）醪の仕込み配合表

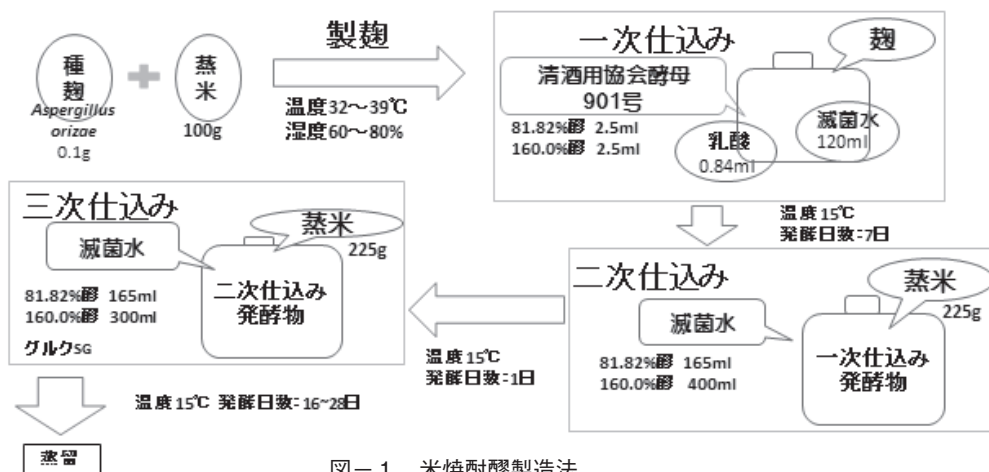
焼酎名称	仕込み名	ヒノヒカリ 麹(g)	ヒノヒカリ 掛米(g)	香り米 掛米(g)	各仕込み 総掛米(g)	各仕込み 総米(g)	総米(g)	醸造用乳酸 (90%)(ml)	仕込み水 (ml)	仕込み水 総量(ml)	総米(g)+仕込み 水総量(ml)	総仕込水の総 米に対する比率 (%)
1%香り米	一次	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	550.00	0.84	120.00	450.00	1000.00	81.82
	二次	0.00	222.75	2.25	225.00	225.00		0.00	165.00			
	三次	0.00	222.75	2.25	225.00	225.00		0.00	165.00			
10%香り米	一次	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	550.00	0.84	120.00	450.00	1000.00	81.82
	二次	0.00	202.50	22.50	225.00	225.00		0.00	165.00			
	三次	0.00	202.50	22.50	225.00	225.00		0.00	165.00			
ヒノヒカリ米	一次	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	550.00	0.84	120.00	450.00	1000.00	81.82
	二次	0.00	225.00	0.00	225.00	225.00		0.00	165.00			
	三次	0.00	225.00	0.00	225.00	225.00		0.00	165.00			

2. 160%（総仕込水／総米）醪の製造工程

ヒノヒカリ米醪，1%香り米醪，2%香り米醪，5%香り米醪の製造には81.82%（総仕込水／総米）醪の二次仕込みの滅菌水を400mlに，三次仕込みを300mlに増量し，三次仕込み後ヒノヒカリ米醪，1%香り米醪は16～19日間，1%香り米醪，2%香り米醪，5%香り米醪は19～28日間発酵し，その他は全て同一工程とした。醪製造の仕込み配合表を表－2に，工程図を図－1に示した。

表－2 160%（総仕込水／総米）醪の仕込み配合表

焼酎名称	仕込み名	ヒノヒカリ 麹(g)	ヒノヒカリ 掛米(g)	香り米 掛米(g)	各仕込み 総掛米(g)	各仕込み 総米(g)	総米(g)	醸造用乳酸 (90%)(ml)	仕込み水 (ml)	仕込み水 総量(ml)	総米(g)+仕込み 水総量(ml)	総仕込水の総 米に対する比率 (%)
ヒノヒカリ米	一次	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	550.00	0.84	120.00	880.00	1430.00	160.00
	二次	0.00	225.00	0.00	225.00	225.00		0.00	400.00			
	三次	0.00	225.00	0.00	225.00	225.00		0.00	360.00			
1%香り米	一次	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	550.00	0.84	120.00	880.00	1430.00	160.00
	二次	0.00	222.75	2.25	225.00	225.00		0.00	400.00			
	三次	0.00	222.75	2.25	225.00	225.00		0.00	360.00			
2%香り米	一次	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	550.00	0.84	120.00	880.00	1430.00	160.00
	二次	0.00	220.50	4.50	225.00	225.00		0.00	400.00			
	三次	0.00	220.50	4.50	225.00	225.00		0.00	360.00			
5%香り米	一次	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	550.00	0.84	120.00	880.00	1430.00	160.00
	二次	0.00	213.75	11.25	225.00	225.00		0.00	400.00			
	三次	0.00	213.75	11.25	225.00	225.00		0.00	360.00			



図－1 米焼酎醪製造法

3. 醪の清酒協会酵母901の生菌数測定¹²⁾

醪0.1mlを採取して、0.9%生理食塩水0.9mlに懸濁し $10^1 \sim 10^{10}$ まで段階希釈し、各々段階希釈した溶液200 μ lをYM寒天培地（酵母エキス0.3g, ペプトン0.5g, グルコース1.0g, 寒天2.0g 蒸留水100ml）に添加し、菌液を均一に広げた後、30℃で3日間培養後に菌数を測定した。

4. 生成エチルアルコール濃度算出

発酵初日より重量計により醪の重量を測定し、重量減少量から生成エチルアルコール濃度を下記式により算出した。

発酵(n+1)日のCO₂生成量(g) = 発酵(n)日の醪重量(g) - 発酵(n+1)日の醪重量(g)

発酵(n+1)日のCO₂総生成量(g) = 発酵(n+1)日のCO₂生成量(g) + 発酵(n)日のCO₂総生成量(g)

発酵(n+1)日の総CO₂量(mol) = 発酵(n+1)日のCO₂総生成量(g) / 44.01

発酵(n+1)日の総生成エタノール量(g) = 発酵(n+1)日の総CO₂量(mol) x 46.00

発酵(n+1)日の総生成エタノール濃度(%) = 発酵(n+1)日の総生成エタノール量(g) / 発酵(n+1)日の醪重量(g) x 100

5. 蒸留方法

常圧蒸留法

得られた81.82%（総仕込水／総米）ヒノヒカリ米醪，10%香り米醪，1%香り米醪はマントルヒーター（大科電器株式会社製）を用いて常圧蒸留に供し，初留を排除した後，蒸留水を加え酒精計（（株）横田計機器製作所）でアルコール25%に調整した。

常圧蒸気蒸留方法

得られた160%（総仕込水／総米）ヒノヒカリ米醪，1%香り米醪，2%香り米醪及び5%香り米醪はマントルヒーター（大科電器株式会社製）を用いて常圧水蒸気蒸留し，初留を排除した後，蒸留水を加え酒精計（（株）横田計機器製作所）でアルコール25%に調整した。

減圧蒸留方法

得られた160%（総仕込水／総米）1%香り米醪を減圧蒸留（江藤製作所）用タンクに移し，減圧（-0.092MPa）状態で内部温度を55℃に加熱蒸留し，蒸留水を加え酒精計（（株）横田計機器製作所）でアルコール25%に調整した。

6. 焼酎のGCによる低沸点香気成分測定方法

（独）酒類総合研究所作成方法¹³⁾の改良法より測定した。低沸点標準溶液の成分及び濃度を表-3に，内部標準液の各成分濃度（ppm）を表-4に示した。

表-3 各種標準溶液中の各成分濃度（ppm）

成分名	標準溶液名			
	標準溶液1	標準溶液2	標準溶液3	標準溶液4
酢酸エチル	37.5	75	112.5	150
n-プロパノール	25	50	75	100
イソブタノール	37.5	75	112.5	150
イソアミルアルコール	75	150	225	300
酢酸イソアミル	2.5	5	7.5	10
カプロン酸エチル	3.75	7.5	11.25	15

表-4 内部標準液の各成分濃度 (ppm)

成分名	濃度(ppm)
カブロン酸メチル	50
n-アミルアルコール	2000

ガスクロマトグラフ装置及び操作条件

装置：GC-2014 (SHIMAZU), カラム：DB-WAX ϕ 0.32mm x30m, 膜圧 0.25 μ m, カラム温度：75 $^{\circ}$ C, 注入口温度：200 $^{\circ}$ C, FID温度：250 $^{\circ}$ C, キャリアーガス：窒素, キャリアーガス流速：1.0ml/m (分析時間10分), スプリット比：10：1, ヘッドスペースガス量：2 ml, オートサンプラー：HS-20HEADSPACE SAMPLER

GC 測定試料の調整法

冷凍した新鮮な標準液 1～4 及び新鮮な内部標準は水中で解凍し、氷冷した10m 容バイアル瓶に氷冷した標準液 1～4 及び試料を各々0.9ml 量り取り、更に氷冷した内部標準0.1ml を添加し、50 $^{\circ}$ Cで30分加温した後、アルコール類はn-イソアミルアルコールを内部標準とし、エステル類はカブロン酸メチルを内部標準として各々測定した。

7. 各焼酎の官能検査方法

各焼酎をパネリストに提供し、外見、香り、味、総合評価の4項目に関して官能検査を行なった。各項目に付き、最高点を5点とし、最低点を1点とした5点満点法での評価を依頼した。

結果及び考察

81.82% (総仕込水/総米) 醪の清酒協会酵母901号の生菌数比較

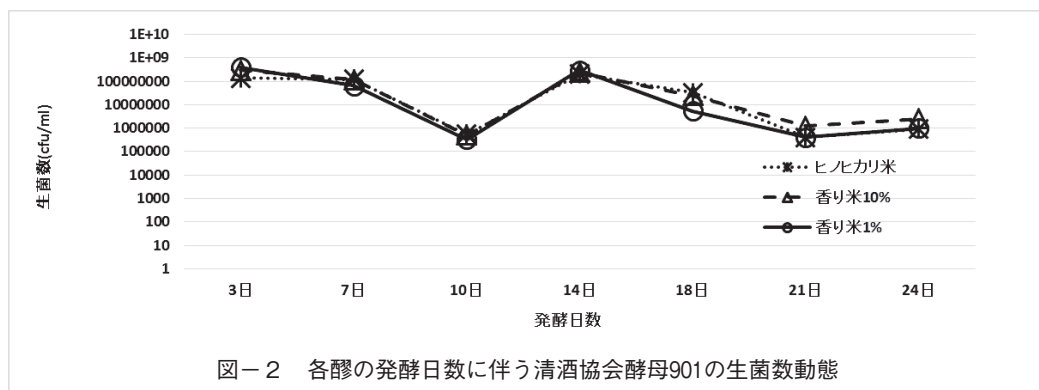
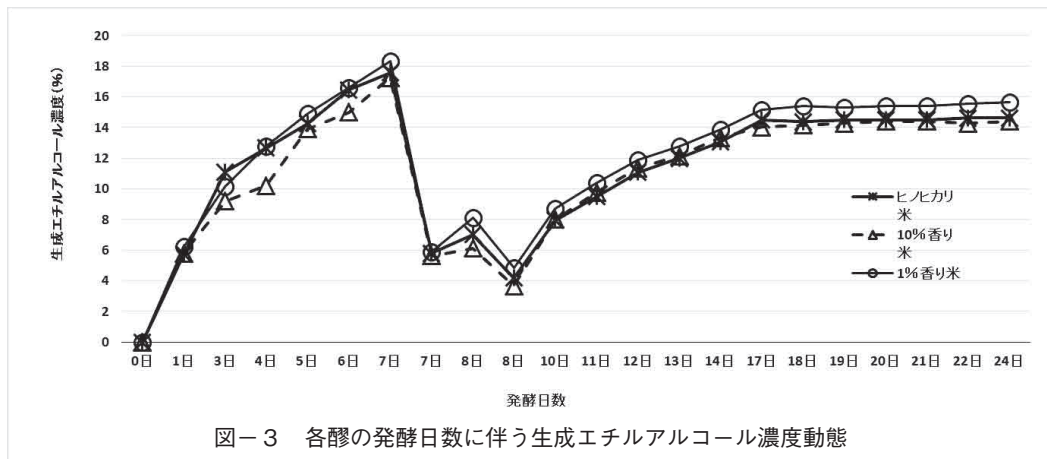


図-2 各醪の発酵日数に伴う清酒協会酵母901の生菌数動態

81.82% (総仕込水/総米) 醪の発酵日数に伴う清酒協会酵母901の生菌数動態に於いて、全醪共に発酵3日で最大値 ($2.77 \pm 0.77 \times 10^8$ cfu/ml) を近似値*で示し、二次仕込み、三次仕込みにより一旦減少し、発酵10日で最小値 ($4.61 \pm 0.65 \times 10^5$ cfu/ml) を示した。しかし発酵14日 ($2.43 \pm 0.26 \times 10^8$ cfu/ml) には発酵3日の87.7%まで回復し、その後は発酵日数に伴い再度減少し、発酵21日 ($0.68 \pm 0.28 \times 10^6$ cfu/ml)、発酵24日 ($1.46 \pm 0.50 \times 10^6$ cfu/ml) は近似値を示した。全醪とも生菌数動態で近似値を示したことから、1%及び10%香り米添加による清酒協会酵母901号への増殖抑制は見られないと判断した。

*近似値：同指数

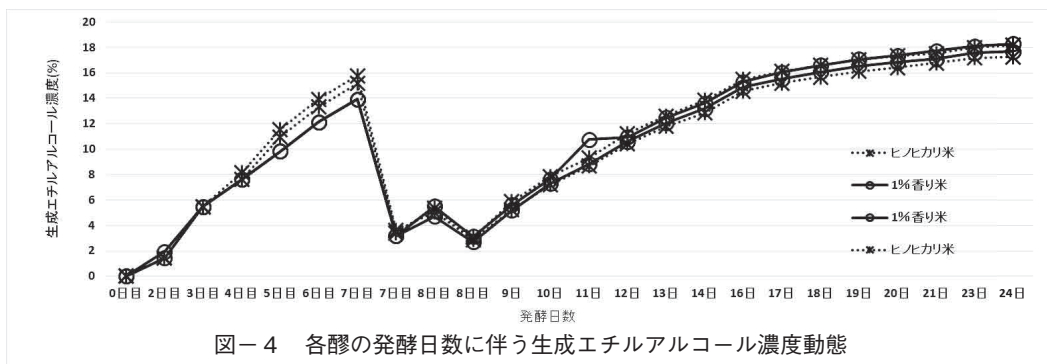
81.82%（総仕込水／総米）醪のエチルアルコール生成能比較



81.82%（総仕込水／総米）醪の生成エチルアルコール濃度動態に於いて、全醪共に発酵0日から生成エチルアルコール濃度は増加し、発酵7日で最大値を示した。この時点での各醪の最大生成エチルアルコール濃度は $17.8 \pm 0.3\%$ と近似値**を示した。二次仕込み、三次仕込みにより一旦減少するが、三次仕込み以降回復し、発酵最終日（24日）での生成エチルアルコール濃度も $14.9 \pm 0.4\%$ と近似値を示した。三次仕込み法の特徴として、発酵終了時の生成エチルアルコール濃度が三次仕込み直前（発酵7日）の濃度まで回復するのが望ましいが、各醪とも発酵7日の $84.2 \pm 0.8\%$ に留まった。全醪とも生成エチルアルコール動態での濃度が近似値を示したことから、1%及び10%香り米添加による清酒協会酵母901号の生成エチルアルコール能への抑制は見られないと判断した。

** 近似値：標準誤差／平均 < 0.05

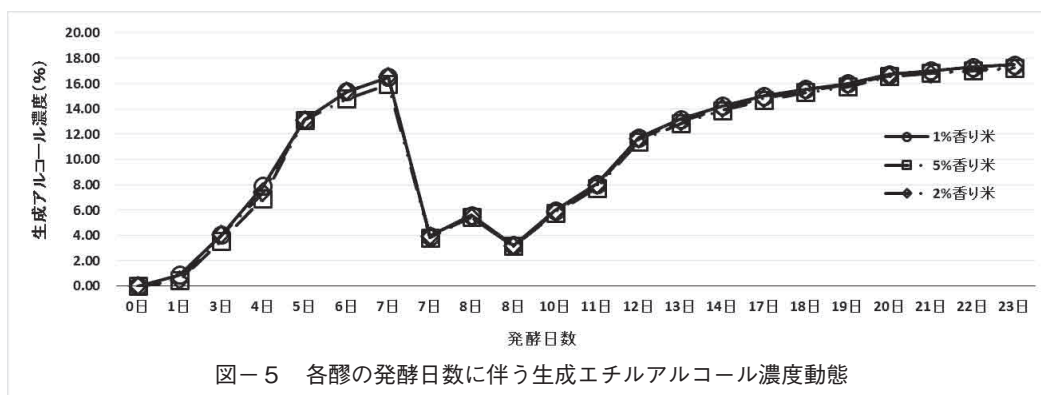
160%（総仕込水／総米）醪のエチルアルコール生成能比較



三次仕込み後発酵期間16日～19日での、160%（総仕込水／総米）醪の生成エチルアルコール濃度動態に於いて、全醪共に発酵0日から生成エチルアルコール濃度は増加し、発酵7日で $14.7 \pm 0.8\%$ を呈し、近似値を示した。二次仕込み、三次仕込みにより一旦減少するが、三次仕込み以降回復し、発酵最終日（24日）で最大生成エチルアルコール濃度（ $17.9 \pm 0.4\%$ ）を醸し出し、この濃度は全醪で近似値を示した。また発酵最終日濃度は各醪とも発酵7日の $121.5 \pm 8.3\%$ に増加し、これらの結果から160%（総仕込水／総米）醪法により全醪の高濃度でのエチルアルコール

ル生成が得られることが判明した。

160%（総仕込水／総米）醪のエチルアルコール生成能比較



三次仕込み後発酵期間26日～28日法での160%（総仕込水／総米）醪の生成エチルアルコール濃度動態に於いて、全醪共に発酵0日から生成エチルアルコール濃度は増加し、発酵7日で $16.3 \pm 0.2\%$ を呈し、近似値を示した。二次仕込み、三次仕込みにより一旦減少するが、三次仕込み以降回復し、発酵最終日（23日）で最大生成エチルアルコール濃度（ $17.3 \pm 0.1\%$ ）を醸し出し、この濃度は全醪で近似値を示した。また発酵最終日濃度は各醪とも発酵7日の $106.1 \pm 0.0\%$ に増加し、これらの結果から160%（総仕込水／総米）醪法により全醪の高濃度でのエチルアルコール生成が得られることが再検証された。

81.82%（総仕込水／総米）醪より常圧蒸留で得られた各焼酎の特性比較（三次仕込み後発酵期間16日～19日）

1. 官能検査比較

表-5 常圧蒸留で得られた各焼酎の官能検査結果

焼酎名	判定項目	外見		香り		味		総合評価		外見・香り・味・総合の総点数
	評点(点)	人数	各評価点合計	人数	各評価点合計	人数	各評価点合計	人数	各評価点合計	
ヒノヒカリ米焼酎	5	2	10	1	5	3	15	2	10	263
	4	10	40	11	44	7	28	8	32	
	3	6	18	6	18	7	21	6	18	
	2	0	0	0	0	1	2	1	2	
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
各小計		18	68	18	67	18	66	17	62	
1%香り米焼酎	5	2	10	4	20	5	25	4	20	271
	4	9	36	9	36	7	28	7	28	
	3	7	21	4	12	5	15	5	15	
	2	0	0	1	2	0	0	1	2	
	1	0	0	0	0	1	1	0	0	
各小計		18	67	18	70	18	69	17	65	
10%香り米焼酎	5	2	10	5	25	5	25	3	15	268
	4	9	36	8	32	9	36	8	32	
	3	7	21	3	9	2	6	4	12	
	2	0	0	2	4	0	0	1	2	
	1	0	0	0	0	2	2	1	1	
各小計		18	67	18	70	18	69	17	62	

パネリストとして成人男女の計18名で、評価点合計は各評価点×人数とし、各小計は各項目の合計点とし、総点数は各焼酎での各小計の合計とした。「外見」は蒸留水で割水するため、全ての焼酎に於いて僅かに白濁を帯びるため、評価点は 67.3 ± 0.3 で、近似値を示した。また「香り」評価点（ 69.0 ± 1.0 ）、「味」評価点（ 68.0 ± 1.01 ）、「総合評価」点（ 63.0 ± 1.0 ）、総点数（267.3）

±2.3) の全ての項目に於いても近似値を示した。官能検査評価での1%, 10%香り米焼酎は対照であるヒノヒカリ米と同値となった。

2. 低沸点香气成分濃度パターン比較

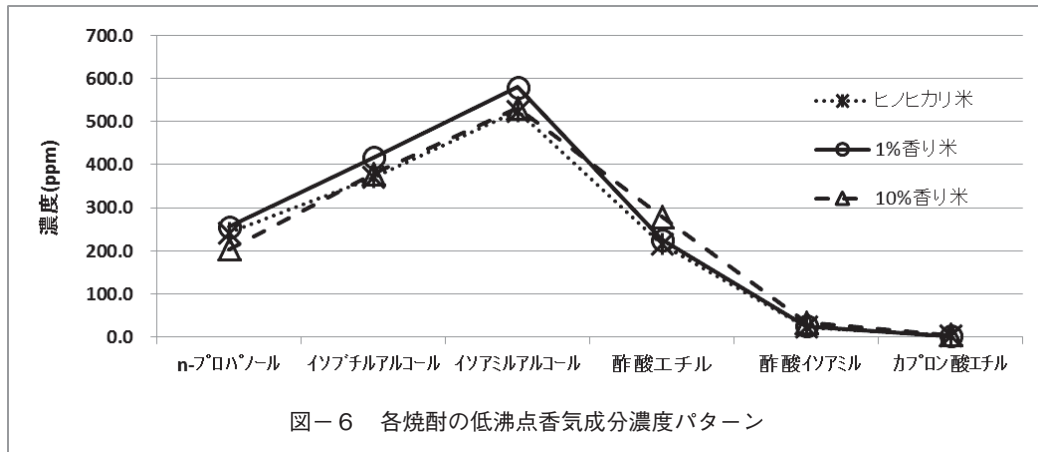


図-6 各焼酎の低沸点香气成分濃度パターン

蒸留酒である焼酎には醸造酒の清酒で測定される酸度（有機酸含有量）やアミノ酸度（アミノ酸含有量）が検出されない（データ表示無し）ため、香り、味を支配する成分として低沸点香气成分が重要と考えられる（図-6）。全焼酎のアルコール系香气成分の中で最大濃度を有するのはイソアミルアルコール、エステル系香气成分で最大濃度を有するのは酢酸エチルであった。イソアミルアルコール濃度が酢酸エチル濃度より高いパターンをイソアミルアルコール型、酢酸エチルより低いパターンを酢酸エチル型と定義した。81.82%（総仕込水／総米）醪の常圧蒸留法で得られる焼酎は全てイソアミルアルコール型を呈することが明らかになった。全焼酎のイソアミルアルコール濃度は 545.0 ± 17.6 ppmで近似値を示したが、酢酸エチル濃度では差が見られ、10%香り米焼酎（278.7 ppm）、次いで1%香り米焼酎（224.9 ppm）、第3位はヒノヒカリ米焼酎（215.0 ppm）となった。また酢酸エチル（EA）のイソアミルアルコール（IAA）に対する比率（EA/IAA）は、10%香り米焼酎0.53、ヒノヒカリ米焼酎0.41、1%香り米焼酎0.39であった。イソアミルアルコールは近似値のため、EA/IAAが高いのは酢酸エチル濃度が高いと推論される。しかし本研究で得られた相違は官能検査には反映されないことが明らかになった。

160%（総仕込水／総米）醪の常圧水蒸気蒸留法及び減圧蒸留法により得られた各焼酎の特性比較（三次仕込み後発酵期間16日～19日）

1. 官能検査比較

パネリストとして成人男女の計11名で行なった。「外見」の評価点（ 35.3 ± 1.7 ）のみ近似値を示したが、他の項目には差が見られ、最も差が大きい項目は「香り」、次いで「総合評価」、 「味」及び「総点」であった。この要因として減圧蒸留1%香り米焼酎が他の二焼酎に比べ極端に点数が低いことにある。160%（総仕込水／総米）醪の1%香り米は減圧蒸留法ではパネリストに受け入れられないことが明らかとなった。

常圧水蒸気蒸留法で得られた1%香り米焼酎の対照ヒノヒカリ米焼酎との比較に於いて、「外見」及び「味」の評価点が高く、その結果総点数が高くなった。常圧水蒸気蒸留法で得られた1%香り米焼酎は対照ヒノヒカリ米焼酎よりもパネリストに受け入れられることが明らかとなった。

表-6 常圧水蒸気蒸留法及び減圧蒸留法で得られた各焼酎の官能検査結果

種類	判定項目		外見		香り		味		総合評価		外見・香り・味・総合の総点数
	評点(点)	人数	各評価点合計	人数	各評価点合計	人数	各評価点合計	人数	各評価点合計		
常圧水蒸気蒸留 ヒノヒカリ焼酎	5	0	0	1	5	0	0	0	0	0	147
	4	1	4	6	24	5	20	6	24		
	3	8	24	4	12	3	9	5	15		
	2	2	4	0	0	3	6	0	0		
	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
各小計		11	32	11	41	11	35	11	39		
常圧水蒸気蒸留 1%香り米焼酎	5	1	5	1	5	0	0	0	0	0	154
	4	2	8	6	24	5	20	6	24		
	3	8	24	4	12	5	15	5	15		
	2	0	0	0	0	1	2	0	0		
	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
各小計		11	37	11	41	11	37	11	39		
減圧1%香り米焼酎	5	1	5	0	0	1	5	1	5	0	125
	4	2	8	1	4	0	0	0	0		
	3	8	24	5	15	5	15	4	12		
	2	0	0	5	10	5	10	6	12		
	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
各小計		11	37	11	29	11	30	11	29		

2. 低沸点香气成分濃度パターン比較

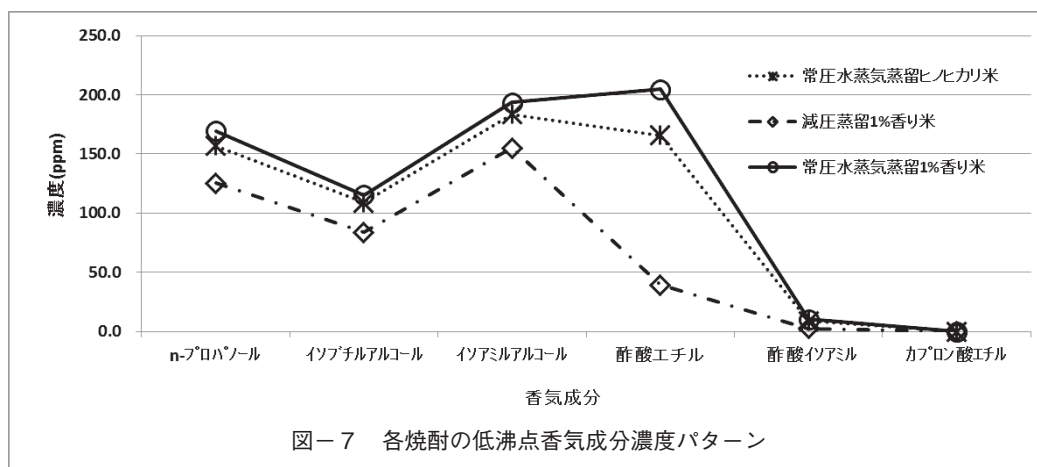


図-7 各焼酎の低沸点香气成分濃度パターン

三次仕込み後発酵期間16日～19日法の160.0%（総仕込水／総米）醪の常圧水蒸留法及び減圧蒸留法で得られる焼酎は酢酸エチル型を呈した常圧水蒸留1%香り米を除き、他はイソアミルアルコール型を呈した。全焼酎のイソアミルアルコール濃度は184.2±5.1ppmで近似値を示したが、酢酸エチル濃度では差が見られ、最大値は常圧水蒸気蒸留1%香り米焼酎（204.8ppm）、次いでヒノヒカリ米焼酎（165.7ppm）、減圧蒸留1%香り米焼酎（44.5ppm）となった。ヒノヒカリ米に1%香り米を添加することで、酢酸エチルが1.2倍に増加し、その結果イソアミルアルコール型ヒノヒカリ米焼酎が、酢酸エチル型に変化すると考えられる。また酢酸エチルのイソアミルアルコールに対する比率（EA/IAA）は、常圧水蒸気蒸留1%香り米焼酎で1.06、常圧水蒸気蒸留ヒノヒカリ米焼酎で0.90、減圧蒸留1%香り米焼酎で0.25となった。イソアミルアルコールは近似値のため、EA/IAAが高いのは酢酸エチル濃度が高いと再検証された。また対照のヒノヒカリ米焼酎は仕込み水量増加（1.96倍）及び水蒸気蒸留によりEA/IAAの上昇に繋がると考えられる。1%香り米醪の蒸留法を変えることで低沸点香气成分濃度が変化した。減圧蒸留法ではアルコール系成分が常圧水蒸気蒸留法の85.9±2.6%に減少し、エステル系成分に於いてはアルコール系成分より減少率が大きく、酢酸エチルでは21.7%、酢酸イソアミルでは26.3%まで減

少することが明らかになった。本研究で得られた相違は官能検査にも反映され、官能検査の順位（常圧水蒸気蒸留1%香り米焼酎、次いでヒノヒカリ米焼酎、最下位減圧蒸留1%香り米焼酎）はEA/IAAの順位と一致した。パネリストの評価に関係する成分として酢酸エチルが示唆された。また本研究により減圧蒸留1%香り米焼酎の評価点が少ない理由も明らかになった。

160%（総仕込水／総米）醪の常圧水蒸気蒸留法により得られた各焼酎の特性比較（三次仕込み後発酵期間26日～28日）

1. 官能検査比較

表－7 常圧水蒸気蒸留法で得られた各焼酎の官能検査結果（パネリスト：男性15名，女性19名の計34名）

種類	判定項目		外見		香り		味		総合評価		外見・香り・味・総合の総点数
	評点(点)	人数	各評価点合計	人数	各評価点合計	人数	各評価点合計	人数	各評価点合計		
1%香り米焼酎	5	8	40	1	5	0	0	0	0	433	
	4	15	60	5	20	4	16	7	28		
	3	11	33	24	72	18	54	24	72		
	2	0	0	4	8	7	14	3	6		
	1	0	0	0	0	5	5	0	0		
各小計		34	133	34	105	34	89	34	106		
2%香り米焼酎	5	6	30	0	0	0	0	0	0	458	
	4	10	40	18	72	11	44	18	72		
	3	18	54	12	36	14	42	13	39		
	2	0	0	3	6	8	16	2	4		
	1	0	0	1	1	1	1	1	1		
各小計		34	124	34	115	34	103	34	116		
5%香り米焼酎	5	3	15	1	5	3	15	1	5	449	
	4	13	52	11	44	12	48	12	48		
	3	17	51	18	54	9	27	17	51		
	2	1	2	3	6	7	14	4	8		
	1	0	0	1	1	3	3	0	0		
各小計		34	120	34	110	34	107	34	112		

パネリストは20～21歳の男性15名，女性19名の計34名で行なった。各評価点では「外見」(125.7±3.8)，「香り」(100.9±2.9)，「総合評価」(111.3±2.9)，「総点」(446.7±7.3)に於いて近似値を示した。「味」のみに差が見られ，5%香り米焼酎，次いで2%香り米焼酎，第3位が1%香り米焼酎となった。

表－8 常圧水蒸気蒸留法で得られた各焼酎の官能検査結果（パネリスト：女性19名）

種類	判定項目		外見		香り		味		総合評価		外見・香り・味・総合の総点数
	評点(点)	人数	各評価点合計	人数	各評価点合計	人数	各評価点合計	人数	各評価点合計		
1%香り米焼酎	5	7	35	0	0	0	0	0	0	248	
	4	9	36	3	12	3	12	4	16		
	3	3	9	14	42	9	27	15	45		
	2	0	0	2	4	3	6	0	0		
	1	0	0	0	0	4	4	0	0		
各小計		19	80	19	58	19	49	19	61		
2%香り米焼酎	5	5	25	0	0	0	0	0	0	263	
	4	6	24	11	44	4	16	12	48		
	3	8	24	7	21	10	30	5	15		
	2	0	0	1	2	5	10	2	4		
	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
各小計		19	73	19	67	19	56	19	67		
5%香り米焼酎	5	2	10	0	0	2	10	1	5	246	
	4	9	36	6	24	6	24	5	20		
	3	7	21	11	33	3	9	10	30		
	2	1	2	1	2	5	10	3	6		
	1	0	0	1	1	3	3	0	0		
各小計		19	69	19	60	19	56	19	61		

表－7のパネリストから女性のみ19名の官能検査を集計した（表－8）。各評価点では「外見」(74.0±3.2)，「香り」(61.7±2.7)，「味」(53.7±2.3)，「総合評価」(63.0±2.0)，「総点」(252.3±5.4)に於いて全て近似値を示した。女性のパネリストでは1%，2%，5%香り米焼酎での相違は無いと判断される。

表-9 常圧水蒸気蒸留法で得られた各焼酎の官能検査結果 (パネリスト: 男性15名)

種類	判定項目		外見		香り		味		総合評価		外見・香り・味・総合の総点数
	評点(点)	人数	各評価点合計	人数	各評価点合計	人数	各評価点合計	人数	各評価点合計		
1%香り米焼酎	5	1	5	1	5	0	0	0	0	184	
	4	6	24	2	8	2	8	2	8		
	3	8	24	10	30	8	24	9	27		
	2	0	0	2	4	4	8	4	8		
	1	0	0	0	0	1	1	0	0		
各小計		15	53	15	47	15	41	15	43		
2%香り米焼酎	5	1	5	0	0	0	0	0	0	192	
	4	3	12	7	28	7	28	6	24		
	3	11	33	5	15	3	9	7	21		
	2	0	0	2	4	4	8	1	2		
	1	0	0	1	1	1	1	1	1		
各小計		15	50	15	48	15	46	15	48		
5%香り米焼酎	5	1	5	2	10	1	5	1	5	204	
	4	4	16	4	16	6	24	5	20		
	3	10	30	7	21	6	18	8	24		
	2	0	0	2	4	2	4	1	2		
	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
各小計		15	51	15	51	15	51	15	51		

表-7のパネリストから男性のみ15名の官能検査を集計した(表-9)。各評価点では「外見」(51.9±0.3), 「香り」(48.7±1.2), 「総合評価」(47.3±2.3), 「総点」(193.3±5.)に於いて近似値を示したが、「味」のみ僅かに差が見られた。「味」の評価順位は5%香り米焼酎, 次いで2%香り米焼酎, 第3位が1%香り米焼酎となった。

2. 低沸点香氣成分濃度パターン比較

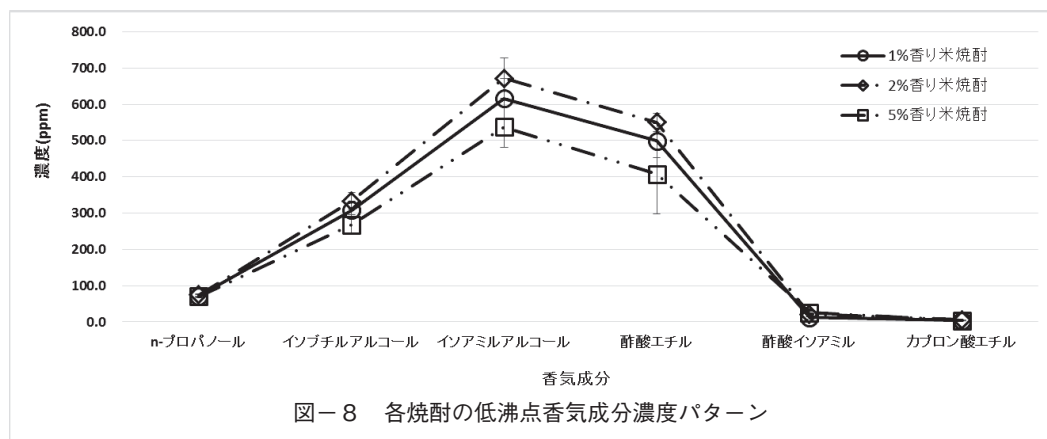


図-8 各焼酎の低沸点香氣成分濃度パターン

表-10 1%香り米焼酎に対する各焼酎の低沸点香氣成分濃度比率 (n-プロパノールを除く)

香氣成分	1%香り米焼酎	2%香り米焼酎	5%香り米焼酎
イソブチルアルコール	1.000	1.080	0.870
イソアミルアルコール	1.000	1.091	0.872
酢酸エチル	1.000	1.103	0.817
酢酸イソアミル	1.000	1.707	1.995
カプロン酸エチル	1.000	1.346	0.982

三次仕込み後発酵期間26日~28日法の160.0% (総仕込水/総米) 醪の常圧水蒸留法で得られる焼酎は全てイソアミルアルコール型を呈し, 全焼酎で近似値を示したのはn-プロパノール(71.7±1.3ppm)のみであった(図-8)。他の成分には差が見られることから, 各焼酎の1%

香り米焼酎の各低沸点香气成分濃度比率（*n*-プロパノールを除く）を調べた（表-10）。その結果、2%香り米焼酎のアルコール系成分は1%香り米焼酎と近似値を示したが、エステル系成分は 1.39 ± 0.18 倍に増加した。これらエステル系香气成分は清酒酵母により生成される¹⁴⁾ことから、2%では添加香り米の増加が清酒酵母のエステル系成分、特にカブロン酸エチル（リンゴ様の香り）、酢酸イソアミル（バナナ様の香り）¹⁴⁾の生合成を促進に繋がることと考えられる。しかし5%香り米焼酎では酢酸イソアミルを除く他の成分は $88.5 \pm 6.0\%$ に減少に転じた。各醪での生菌数動態は近似値を示したことから¹⁵⁾、5%では酢酸イソアミル以外は酵母による生合成経路に阻害が生じたと考えられる。酢酸エチルのイソアミルアルコールに対する比率(EA/IAA)は、全焼酎で 0.80 ± 0.021 と近似値を示した。EA/IAAは1、2、5%の香り米の添加率には影響されないと考えられる。更に本研究での三次仕込み後発酵期間26日~28日法の1%香り米焼酎はEA/IAAが0.81のイソアミルアルコール型を呈したが、同16日~19日法の1%香り米焼酎はEA/IAAが1.06の酢酸エチル型を示した。これら両者の製造上の相違は三次仕込み後の発酵日数の相違（10日間）のみである。このことから三次仕込み後から蒸留までの発酵日数の長短により、酢酸エチル濃度が変更すると考えられる。この現象は蒸留後の保存中にも見られるとのことである。既に商品化された本格焼酎夢香米は蒸留から販売まで5ヶ月程熟成させた後に瓶詰めする。開封直後の夢香米のEA/IAAも0.81であった。本研究で得られた相違は官能検査に於いて男性パネリストに反映され、官能検査の順位（5%香り米焼酎、次いで、2%香り米焼酎、1%香り米焼酎）は「味」の評価順位と一致した。

要 約

本研究は、別府大学夢米棚田プロジェクトで栽培された香り米を用いた焼酎の商品開発を目的とし、官能検査及び低沸点香气成分に於いてヒノヒカリ米焼酎（対照）との比較、香り米の添加量相違による比較を行った。醪製造には掛米としての香り米の最適条件を見出すために、エステル系香气成分を主とする清酒用麹 *Aspergillus oryzae* 及び清酒用協会酵母901号を用いた。添加香り米の協会酵母901号に対する増殖影響を調べた結果、ヒノヒカリ米との比較で1%、10%の香り米添加による清酒協会酵母901号への増殖能及びエチルアルコール生成能への抑制は見られなかった。総仕込水の総米に対する比率（総仕込水/総米）が醪の生成エチルアルコール濃度に与える影響を調べた結果、81.82%醪では、各醪の最大生成エチルアルコール濃度は発酵7日（ $17.8 \pm 0.3\%$ ）、160%醪では発酵最終日（ $17.9 \pm 0.4\%$ 、 $17.3 \pm 0.1\%$ ）となった。発酵終了時に生成エチルアルコール濃度が最大値に達するのが望ましいことから、総仕込水の総米に対する比率は160%が推奨される。

81.82%醪を常圧蒸留法で得られた1%、10%香り米焼酎の官能検査に於いて、対照であるヒノヒカリ米各焼酎と比較で、「香り」、「味」、「総合評価」、総点数の全ての項目に於いて近似値を示し、低沸点香气成分濃度パターンに於いても全てイソアミルアルコール型を呈した。酢酸エチル(EA)のイソアミルアルコール(IAA)に対する比率(EA/IAA)に於いて見られる相違点（10%香り米焼酎0.53、ヒノヒカリ米焼酎0.41、1%香り米焼酎0.39）は官能検査に反映されなかった。

160%醪（三次仕込み後発酵期間16日~19日）を常圧水蒸気蒸留法で得られた1%香り米焼酎の対照ヒノヒカリ米焼酎との比較に於いて、「外見」及び「味」の評価点が高く、その結果総点数が高くなった。減圧蒸留法で得られた1%香り米焼酎は「外見」以外全ての項目で対照ヒノヒカリ米焼酎を下回った。低沸点香气成分濃度パターンに於いても相違が見られ、常圧水蒸気蒸留

1%香り米焼酎は酢酸エチル型、減圧蒸留法1%香り米焼酎及び対照ヒノヒカリ米焼酎はイソアミルアルコール型を呈した。またEA/IAAでも相違が見られ(常圧水蒸気蒸留1%香り米焼酎1.06, 常圧水蒸気蒸留ヒノヒカリ米焼酎0.90, 減圧蒸留1%香り米焼酎0.25), この順位が官能検査の順位と一致した。

160%醪(三次仕込み後発酵期間26日~28日)の常圧水蒸気蒸留法により得られた1%, 2%, 5%香り米焼酎の官能検査に於いて、「味」のみに差が見られた(5%香り米焼酎>2%香り米焼酎>1%香り米焼酎)。1%香り米焼酎との比較で, 2%香り米焼酎のエステル系成分は 1.39 ± 0.18 倍に増加し, 5%香り米焼酎では酢酸イソアミルを除く他の成分は $88.5 \pm 6.0\%$ に減少に転じた。これら相違が官能検査に反映された。

謝 辞

事業テーマ「特異な香りを有する香り米の焼酎としての商品化技術」と題して, 平成27年度別府大学特別強化事業助成金(研究支援事業)に継続採択され, また「発酵王国大分が育む地域農水産物を活用した新規加工・発酵醸造食品の高次開発・分析技術基盤の構築」と題して, 文部科学省高等教育局 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業助成金 平成27年度(分担者として「醸造食品分野での新規解析法の確立」)に採択され, これら助成金により本研究を行いました。本研究でのGCによる低沸点香気成分の分析条件を確立してくれました発酵食品学科の永松一馬氏, 後藤祐輔氏, 池見俊亮氏に感謝致します。また本研究により開発しました1%香り米焼酎(99%ヒノヒカリ米)は学校法人別府大学により酒類販売業免許の取得をして頂き, 別府大学大分香りの博物館での販売(製造元: 藤居酒造株式会社)となりました。関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 猪谷富雄 赤米・紫黒米・香り米:「古代米」の品種・栽培・加工・利用 農山漁村文化協会, 47-48 2000
- 2) 猪谷富雄 日本産および外国産香り米品種の形態的特性 68-75 日本作物学会紀事第71巻 2002
- 3) 近藤日出男 まぼろしの稲を訪ねて 日本図書刊行会 東京 5-8, 1987
- 4) Efferson J.N. Rice quality in world markets In IRRI ed. Rice Grain Quality and Marketing IRRI Manila. 1-13 1985
- 5) 佐々本武彦 香り米・有色米の育種(新稲育種講座9) 農業技術 44 374-378 1989
- 6) 猪谷富雄 赤米・紫黒米・香り米—「古代米」の品種・栽培・加工・利用 農文協東京 1-160 2000
- 7) 横尾政雄 新しいコメをつくる—スーパーライス計画— 食の科学 148 30-36 1990
- 8) 猪谷富雄 香り米の来歴と栽培, 育種の現状. 広島県大紀要5 267-281 1993
- 9) 都甲花織著 卒業論文「香り米の有効利用法~焼酎製造に於けるひのひかり焼酎との比較~」別府大学 2-9 2014
- 10) 都甲花織著 卒業論文「香り米の有効利用法~焼酎製造に於けるひのひかり焼酎との比較~」別府大学 51-55 2014
- 11) 都甲花織著 卒業論文「香り米の有効利用法~焼酎製造に於けるひのひかり焼酎との比較~」別府大学 56 2014
- 12) 日本薬学会編 衛生試験法注解 金原出版株式会社 51-53 2000
- 13) 須藤成俊 磯谷敦子 藤田晃子 平松順一 平成21酒造年度全国新酒鑑評会出品酒の分析について(独)酒類総合研究所報告 第183号 1-15 2011
- 14) 堤浩子 清酒酵母の香気生成の研究 日本生物工学会誌 第89巻 第12号 717-719 2011
- 15) 小野浩輝 山海志穂里 岡本啓湖 棚田特産香り米添加焼酎の製造方法に於ける香気成分の相違 第23回日本生物工学会九州支部飯塚大会講演要旨集 35 2016