

研究報告

古代米「紅血糯」の醸造特性と室町清酒の検証

伊藤彰敏^{*1}、銭谷理^{*2}、牧野友香^{*2}、原万由美^{*2}、三田有紀子^{*2}、續順子^{*2}、
北野英己^{*3}、加藤雅士^{*4}、伊藤信博^{*5}

Evaluation of Brewing Characteristics of *Kouketsu Mochi*, and
Verification of *Muromachi Sake*

Akitoshi ITO^{*1}, Aya ZENTANI^{*2}, Yuka MAKINO^{*2}, Mayumi HARA^{*2},
Yukiko MITA^{*2}, Junko TSUDZUKI^{*2}, Hidemi KITANO^{*3}, Masashi KATO^{*4},
and Nobuhiro ITO^{*5}

Food Research Center^{*1} Sugiyama Jogakuen University^{*2*5} Nagoya University^{*3} Meijo University^{*4}

紅血糯はアルコール発酵の基質となる炭水化物含量は低いが、吸水率及び消化性(Brix 値)が高く、RVA セットバック値が低いため、粳米と比較して老化しにくい米質であった。紅血糯は糯米であるが、適度な硬さと粘度を有することから製麴が可能で、出麴試料は清酒製造が行える酵素力価を有していた。室町型の汲水歩合で清酒小仕込試験を行った結果、順調なアルコール発酵を導けることを見出した。甘辛・濃淡度評価により、室町酒は現代酒と比較し、濃醇タイプの酒質であることを確認した。

1. はじめに

米を主原料とする清酒(日本酒)は近年、政府によるクールジャパン戦略(海外輸出戦略)の一環で、國酒(こくしゅ)として国内外に広く告知されている。その結果、無形文化遺産登録された「和食」とともに世界的なブームの兆しを見せている。

現在の清酒の製造法は、「御酒之日記」^{1),2)}などの史料により、中世、室町時代にほぼ完成したものと推察されている。本研究では、室町時代に醸された清酒の復刻を目的とし³⁾、これまで検討されてこなかった古代米、インディカ糯米品種「紅血糯」を利用した清酒製造及び酒質を精査・検証した。

2. 実験方法

2.1 試料

試料米「紅血糯」(平成 29 年産)は、名古屋大学大学院生命農学研究科生命技術科学専攻植物機能開発学講座有用農業形質保存分野で保存されている種子を利用し、名古屋大学農場(東郷町)で栽培採取されたものを使用した。対照米として、コシヒカリ 90%白米(福井県産)を使用した。試料米の外観を図 1 に示す。

2.2 栄養成分分析

玄米及び各種精白米の水分、タンパク質、脂質及び灰分を測定し、計算により炭水化物を求めた。



図 1 紅血糯の外観(左から玄米、95%白米、90%白米)

2.3 粘度特性評価⁴⁾

ラビッドビスコアナライザー 3CR 型(ニューポートサイエンティフィック社製)を用いて、米粉の粘度を測定し、RVA 特性値とした。

2.4 酒米分析

酒造用原料米全国統一分析法⁵⁾に準拠し、試料米の吸水性及び消化性試験を行った。

2.5 製麴試験

各種試料米についてタッパー中で製麴を行った⁶⁾。種麴には古流吟醸(*Aspergillus oryzae*、ビオック(株))、*Rhizopus oryzae* HUT1248 及び *Mucor hiemalis* HUT1131(広島大学大学院先端物質科学研究科 分子生命機能科学専攻微生物遺伝資源保存室より供試)を使用し、恒温恒湿器中で 35℃・90%RH の条件で 45 時間培養して、麴を調製した。出麴試料について、デンプン分解酵素及びタンパク質分解酵素活性を測定した⁷⁾。

2.6 清酒小仕込試験

御酒之日記及び多聞院日記の記述に従い、2 段仕込を

^{*1} 食品工業技術センター 発酵バイオ技術室 ^{*2} 相山女学園大学生生活科学部 ^{*3} 名古屋大学生命農学研究科

^{*4} 名城大学農学部 ^{*5} 相山女学園大学国際コミュニケーション学部

実施した⁸⁾。酵母には協会 1 号を使用した。仕込温度を 20℃に設定し、20℃で 20 日間アルコール発酵させた後、遠心分離機により固液分離した。なお、対照としてコシヒカリ 90%白米を用いて同様に仕込みを行った。

2.7 製成酒の成分分析

製成酒のアルコール分、日本酒度、酸度、アミノ酸度を測定⁷⁾した。

3. 実験結果及び考察

3.1 紅血糯の栄養成分

紅血糯の精米歩合による成分変化を図 2 に示す。対照として、七訂栄養成分表の「こめ」の値を参考とした。精米することにより、タンパク質、脂質及び灰分の含量が低下し、それに伴い差引計算で求められる炭水化物の含量が増加した。紅血糯は「こめ」と比較して、タンパク質及び灰分の値が高く、炭水化物の含有量が少なかった。このことから、紅血糯はデンプン含量が低く、清酒製造上、原料利用率の低い米であることが判明した。

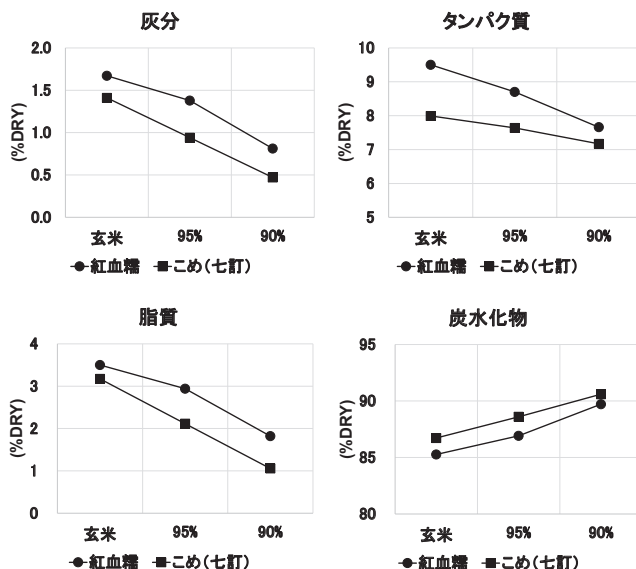


図 2 紅血糯の精米歩合による成分変化

3.2 紅血糯の粘度特性

紅血糯の RVA 特性値を表 1 に示す。紅血糯は糯米であり、 α -アミラーゼ活性が高いと推定されるため、粳米より粘度曲線が低く推移し、いずれの RVA 特性値も低い値を示した。また、ジャポニカ糯米品種である「きたゆきもち」と比較して、セットバック値は約 2 倍高い値を示した。

セットバック値は米の老化性を評価する指標であり、値が高いものほど老化しやすいことが知られている。このことから、紅血糯は糯米であるが、適度な硬さを有し、老化性が認められることから、麹菌の酵素作用により α 化デンプンが分解したベタ麹にはならず、製麹が可能であるものと判断した。

表 1 紅血糯の RVA 特性値

	糯米		粳米	
	紅血糯 インディカ	きたゆきもち ジャポニカ	占城糯 インディカ	銀坊主 ジャポニカ
最高粘度	77	13	369	156
最低粘度	65	8	247	98
最終粘度	83	16	432	195
ブレークダウン	12	5	122	57
セットバック	18	8	184	97

(RVU)

3.3 紅血糯の醸造特性評価

紅血糯の吸水特性及び消化特性を図 3 に示す。吸水性において、コシヒカリの最大吸水率が 28%であるのに対し、紅血糯の精白米は 30%以上の高い値を示し、水を吸いやすいことが分かった。消化性 Brix において、蒸米放置 5 時間で、コシヒカリが 3%の低下であるのに対し、紅血糯の精白米は変化が認められなかった。紅血糯は吸水しやすく、老化しにくいいため、仕込が容易であるが、もろみ中での過溶解による発酵停滞の危険性が推察された。よって、仕込配合による汲水歩合の調整が重要となる。

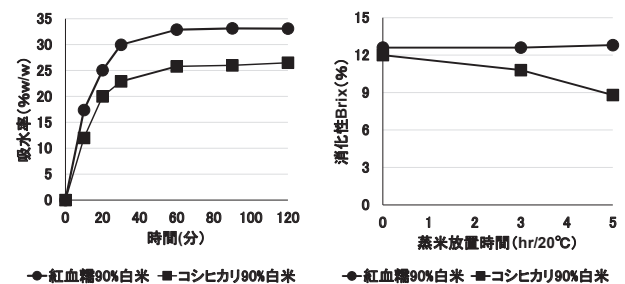
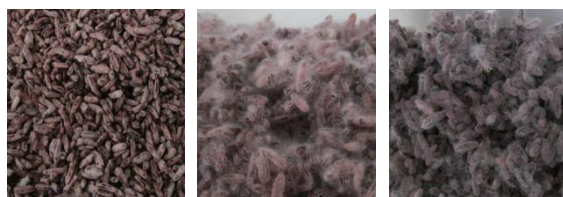


図 3 紅血糯の吸水特性及び消化特性

3.4 紅血糯の製麹特性

各種カビを種麹に使用した紅血糯麹の外観を図 4 に、酵素活性値を表 2 に示す。*Aspergillus* 麹は粒状に、*Rhizopus* 及び *Mucor* 麹は毛羽立ち、塊のような状ぼうを示した。

デンプン分解酵素及びタンパク質分解酵素解活性がともに高く、酵素バランスが優れているのは *Aspergillus* 麹であった。また、*Aspergillus oryzae* を用いた紅血糯麹は清酒醸造を行うのに十分な糖質分解酵素を有することが確認できた。*Aspergillus* 属は他のカビと比較し、胞子が大きく、回収しやすいため、スターターの保存及び接種の観点から、優れている。よって、清酒製造の基礎的技術が確立した室町時代において、麹菌株として *Aspergillus* 属が用いられていたものと推察し、以下の試験では *Aspergillus* 属を用いた麹を使用した。



Aspergillus 麹 Rhizopus 麹 Mucor 麹

図4 紅血糯麹(90%白米)の外観

表2 紅血糯麹の酵素活性値

Aspergillus oryzae (黒判古流)						
	水分(%)	AAase	GAase	G/A	APase	ACPase
玄米	30.0	180	21	0.12	1901	3381
95%	35.7	247	22	0.09	2427	2236
90%	35.7	287	40	0.14	2575	4245
コシヒカリ90%	30.5	1759	178	0.10	1929	6954
(U/g麹)						
Rhizopus oryzae HUT1248						
	水分(%)	AAase	GAase	G/A	APase	ACPase
玄米	29.2	13	11	0.80	4539	27
95%	39.7	8	22	2.77	4447	50
90%	38.2	1	21	15.32	4326	N.D.
(U/g麹)						
Mucor hiemalis HUT1131						
	水分(%)	AAase	GAase	G/A	APase	ACPase
玄米	26.5	2	1	0.64	1512	30
95%	33.9	2	8	3.83	4245	140
90%	33.1	2	6	2.97	4395	125
(U/g麹)						

AAase: α-アミラーゼ, GAase: グルコアミラーゼ, G/A: グルコアミラーゼ/α-アミラーゼ, APase: 酸性プロテアーゼ, ACPase: 酸性カルボキシペプチダーゼ

3.5 紅血糯の清酒小仕込試験

江戸時代に確立された、現代の仕込法である「諸白」仕込が、室町時代に導入されたとの記述が各種文献に記されている。それまでは、麴米には玄米が使用される「片白仕込」が行われていた。本研究では、「諸白」仕込を採用し、掛米及び麴米ともに 90%白米を使用することとした。

室町時代の文献である御酒之日記(「天野酒」)及び多門院日記(「夏酒」及び「正月酒」)に記されている仕込配合を参考にして、Aspergillus 麹を使用した仕込試験を実施し、発酵性及び酒質評価を行った。本試験に用いた仕込配合を表3に示す。

製成酒の各種成分の比較を表4に示す。紅血糯麹の酵素活性が低いため、紅血糯仕込においてはコシヒカリ仕込のような濃糖による発酵停滞は認めらず、順調なアルコール発酵が行われた。また、紅血糯仕込は、室町型仕込(汲水歩合 74.2-88.2%)でも現代型仕込(130%)と同程度のアルコール分を生成させることが可能であった。ジャポニカ米ではなく、インディカ米を原料に使用し、室町型の仕込配合で清酒製造を行うことにより、もろみ中の米の過溶解は制御され、順調な並行複発酵のもと、アルコール分の高い清酒製造が可能となることが分かった。よって、原料米の選択により、室町時代にも高アルコールの清酒が製造、飲酒されていたことが推察された。

表3 仕込配合

	御酒之日記 天野酒			
	酒母	添	留	合計
総米	16	16	36	68
掛米	10	10	30	50
麴米	6	6	6	18
汲水	10	20	30	60

麴歩合(麴米×100/総米): 26.5%(現代20%)

汲水歩合(汲水×100/総米): 88.2%(現代130%)

	多門院日記 夏酒(2-3月仕込)			
	酒母	添	留	合計
総米	45	45	45	135
掛米	30	30	30	90
麴米	15	15	15	45
汲水	43	32	33	108

麴歩合(麴米×100/総米): 33.3%(現代20%)

汲水歩合(汲水×100/総米): 80.0%(現代130%)

	多門院日記 正月酒(9-10月仕込)			
	酒母	添	留	合計
総米	11.25	56.25	56.25	123.75
掛米	7.5	37.5	37.5	82.5
麴米	3.75	18.75	18.75	41.25
汲水	10.8	40.5	40.5	91.8

麴歩合(麴米×100/総米): 33.3%(現代20%)

汲水歩合(汲水×100/総米): 74.2%(現代130%)



表4 製成酒の各種成分比較

	御酒之日記	紅血糯		コシヒカリ	
		天野酒	多門院日記	御酒之日記(天野酒)	
麴歩合	(%w/w)	26.5	33.3	33.3	33.3
汲水歩合	(%w/w)	88.2	80.0	74.2	88.2
固形分率	(%w/w)	24.0	28.3	28.1	65.4
アルコール	(%v/v)	18.7	18.3	17.8	12.7
日本酒度		-23.0	-42.4	-46.9	-118
酸度	(mL)	4.2	5.9	5.7	4.4
アミノ酸度	(mL)	5.4	9.2	9.3	5.9

多門院日記仕込酒は天野酒より歩留まりが悪く、固形分率が高かった。麴歩合が高いことにより、麴米が老化して残存し、固形分が多くなることが推察された。

天野酒仕込は、多門院日記仕込より汲水歩合が高いため、アルコール分が高く、残糖分の低い製成酒が得られた。日本酒度について、多門院日記仕込酒は天野酒仕込酒よりマイナス側にシフトした。麴歩合が高く、酵素の供給量が多いため、デンプンの分解が促進したものと推察された。酸度について、多門院日記仕込酒は天野酒仕込酒より高い値を示した。濃糖により、酵母の酸代謝が活性化したものと推察された。アミノ酸度について、多門院日記仕込酒は天野酒仕込酒より高い値を示した。麴歩合が高いことから酸性カルボキシペプチダーゼによるアミノ酸の生成が促進されたこと、また、アルコール生成が高いため、酵母の死滅によるアミノ酸の上昇も考えられた。

官能評価では、紅血糯の糠由来の苦味や香りを感じたが、酸甘味の調和がとれており、飲用として何ら問題のない酒質であった。成分値が示す通り、多門院日記仕込酒は天野酒仕込酒より甘口であった。また室町酒は総体

的に酸度やアミノ酸度の値が高いため、濃醇でかなり味の多い酒質を呈することから、爛酒に適している。

3.6 室町酒の酒質評価

国税庁による全国市販酒類調査結果(平成 29 年度)⁸⁾をもとに、普通酒(302)、本醸造酒(249)、純米酒(277)、吟醸酒(286)、それぞれの酸度及び日本酒度の平均値から導かれる酒質位置をプロットし、室町酒(紅血糯使用)との比較を行った。室町酒と現代の市販酒との酒質比較を図 5 に示す。

酸度及び日本酒度から計算により導かれる甘辛度 $(193593/(1443+\text{日本酒度})-1.16\times\text{酸度}-132.57)$ 及び濃淡度 $(94545/(1443+\text{日本酒度})+1.88\times\text{酸度}-68.54)$ は、実際の官能評価値との相関性が高い⁹⁾。甘辛度及び濃淡度による味指標について、2 次元プロットを行った結果、現代の市販清酒がカテゴリーに関係なくほぼ同一レベルの甘辛・濃淡を呈するのに対し、室町酒はかなり濃醇なエリアにプロットされた。また、天野酒と多門院日記仕込酒では濃淡度、多門院日記の夏酒と正月酒では甘辛度が異なり、室町時代において、現代以上に酒質の異なるバラエティーに富んだ清酒が醸されていたことが推測された。

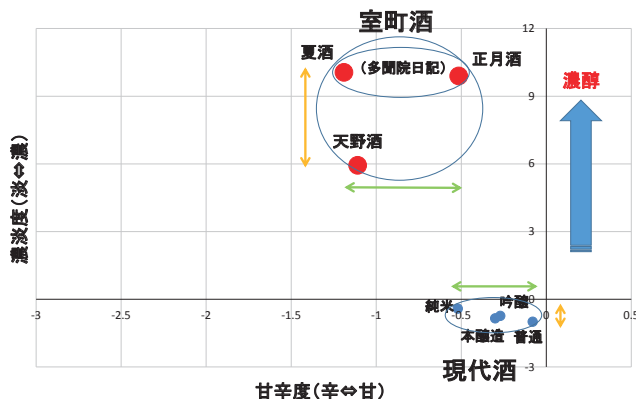


図 5 室町酒と現代市販清酒との酒質比較

4. 結び

- (1) 紅血糯はアルコール発酵基質となる炭水化物含量は低い、吸水率及び消化性(Brix 値)が高く、RVA セットバック値が低い、粳米と比較して老化しにくい米質であることが判明した。
- (2) 紅血糯は糯米であるが、適度な硬さと粘度を有する

ことから製麹が可能で、出麹試料は清酒製造が行える酵素力価を有していた。

- (3) 紅血糯を用いて室町型の汲水歩合で清酒仕込を行った結果、コシヒカリ仕込のような濃糖状況を呈さず、順調なアルコール発酵を導くことができた。
- (4) 室町酒は、現代の市販酒と比較して、極めて濃醇な清酒であることが分かった。室町時代には、現代以上に酒質の異なるバラエティーに富んだ清酒が醸されていたことが分かった。

付記

独立行政法人日本学術振興会による課題設定による先導的人文学・社会科学研究推進事業「失われた飲食文化の復活と現代に問かけるその意義」(平成 29 年・令和 2 年)の一環で研究を行った。

文献

- 1) 伊藤信博編：酔いの文化史儀礼から病まで，148-170(2020) 勉誠出版
- 2) 松本武一郎：日本醸造協会誌，74(11)，748(1979)
- 3) 伊藤博信：江戸初期の酒造法について，名古屋大学講演資料(2014)
- 4) 豊島英親，岡留博司，大坪研一，須藤充，堀末登，稲津脩，成塚彰久，相崎万裕美，大川俊彦，井ノ内直良，不破英次：日本食品科学工学誌，44(8)，579(1997)
- 5) 酒米研究会編：全国酒米統一分析方法，<http://www.sakamai.jp/bunseki.html> (2021/9/23)
- 6) 岩野君夫，中沢伸重，伊藤俊彦：日本醸造協会誌，97(7)，865(2002)
- 7) 独立行政法人酒類総合研究所編：酒類総合研究所標準分析法(2021/8/10)
- 8) 堀江修二：日本酒の来た道—歴史から見た日本酒製造法の変遷江戸初期の酒造法について，166-208(2012)，今井出版
- 9) 財務省：全国市販酒類調査結果，<https://www.nta.go.jp/taxes/sake/shiori-gaikyo/seibun/2018/pdf/001.pdf>(2021/8/10)
- 10) 佐藤信，川島宏，丸山良光：日本醸造協会雑誌，69(11)，774(1974)