

酒造米および有色素米の栽培と利用に関する研究（第3報）

長沼 孝多・小嶋 匡人・木村 英生・上野 直也*¹・石井 利幸*¹

Cultivation Characteristics and Food Processing Properties of Rice Cultivars used for Sake Brewing and Colored-kernel Rice in Yamanashi Prefecture (3rd Report)

Kota NAGANUMA, Masato KOJIMA, Hideo KIMURA, Naoya UENO*¹ and Toshiyuki ISHII*¹

要 約

山梨県で栽培された酒造米について、試験管レベルおよび実用レベルでの試験醸造を実施した。試験管レベル試験醸造では、「玉栄」のもろみ日数が長くなる傾向であった。実用レベル試験醸造は、醸造経過において問題は見られず、また生成酒の官能評価は良好であった。さらに、昨年度の「吟のさと」試験醸造酒は、4℃で11ヶ月熟成したものは問題を指摘されず、20℃あるいは30℃では5ヶ月が適当な熟成期間と考えられた。山梨県産酒造米の酒造適性を探るため、出穂後30日間の平均気温と酒造米の蒸米酵素消化性との関連を検討したところ、負の相関が確認できた。

1. 緒 言

我々は、既報^{1,2)}において山梨県の間用地用品種として「夢山水」が、平坦地用品種として「吟のさと」が有望であることを、栽培的および理化学的に明らかにした。本研究では、「吟のさと」および「夢山水」をはじめとする酒造米品種について、より実用に近い試験での酒造適性を確認するため、試験管および実用レベルでの試験醸造を実施した。さらに、熟成による酒質の変化を確認するため、既報²⁾により試験醸造した平成22年度産の「吟のさと」清酒について熟成後の官能評価を実施した。

また、酒造米の清酒醸造における諸性状は栽培時の気象条件に左右されることが知られているが、栽培時の気温と消化性との関連については、出穂後30日間の平均気温と、もろみに近い条件での蒸米酵素消化性（デンプン消化性）が負の相関にあることが示されており、それはアミロペクチンの側鎖構造に由来することも明らかになっている³⁾。酒造米の消化性は、生成酒の酒質のみならず、粕歩合などの原料利用効率にも影響するため、あらかじめ消化性の予測を行うことで、清酒製造計画を効率的に運用することができる。そこで、本県において栽培された酒造米について出穂後30日間の平均気温と蒸米酵素消化性との関連を探った。

2. 実験方法

2-1 平成22年度産酒造米による試験管レベル試験醸造

2-1-1 原料

酒造米は、総合農業技術センター本所（甲斐市、標高315m、灰色低地土、前作：水稻）で平成22年度に栽培されたものを使用した。品種は、平坦地用として「吟のさと」「改良雄町」「山田錦」および「玉栄」を、間用地用として「夢山水」を対象とし、各品種4移植時期の20試験区とした。各酒造米は、テストミル（株式会社サタケ、TM-05C）で見かけ精米歩合60%まで精米した。

酵母は清酒酵母きょうかい701号を使用し、YM培地で継代培養（25℃、静置培養）後、使用前に麴エキスで培養した。麴は、市販の乾燥麴（徳島精工株式会社、65%精白）を使用した。仕込水は、蒸留水に硫酸マグネシウムを10mg/L添加し、水加工した。

2-1-2 仕込配合

既報⁴⁾にしたがい、三段仕込により、総米300gのスケールで実施した。仕込配合を表1に示した。

*1 山梨県総合農業技術センター

表 1 仕込配合

	水麴	初添	仲添	留添	計
総米(g)	15	38	97	150	300
蒸米(g)		38	82	120	240
麴米(g)	15		15	30	60
汲水(ml)	83		112	195	390
水温(°C)	15	15	9	7	

初添, 仲添, 留添の3回に分けて行う一般的な三段仕込みで行った. なお, 初添と仲添のあいだに一日, 踊り(休み)をとった.

2-1-3 もろみ管理

既報⁴⁾にしたがい, インキュベーターを使用して温度を制御した. 発酵容器の重量を測定し, 重量減少量が90gに達したときに発酵終了とした. 上槽は, 遠心分離器により行い, 得られた上清を生成酒とした. 生成酒は, 分析まで-40°Cで凍結保存した.

2-1-4 生成酒の諸成分分析

生成酒は, アルコール度を高速液体クロマトグラフにより, 日本酒度を振動式密度比重計(京都電子工業㈱, DA-505)により測定した. 酸度, アミノ酸度は定法により, 遊離アミノ酸含有量は全自動アミノ酸分析機(日本電子㈱, JLC-500/V2)により測定した.

2-2 平成 23 年度産「吟のさと」および「夢山水」による実用レベル試験醸造

実用レベルでの試験醸造は県酒造組合に委託し, 「吟のさと」2社, 「夢山水」1社で実施した(以後, 試験酒「吟のさと①」, 同「吟のさと②」および同「夢山水」と称す). 供試米は各社において本県産のものを調達し, 麴米, 掛米ともにそれぞれの供試米を用いた. 詳細を表2に示した.

各試験酒は, アルコール度, 日本酒度および酸度を定法により, 遊離アミノ酸含有量を全自動アミノ酸分析機により測定した. 官能評価は, 後述の方法で行った.

表 2 試験醸造における酒造米および各仕込配合

	A社	B社	C社
酒造米	吟のさと	吟のさと	夢山水
種別	純米酒	純米酒	純米吟醸酒
総米(kg)	150	540	600
精米歩合(%)	60	60	55
酵母	901号	901号	1801号

2-3 平成 22 年度産「吟のさと」を使用した試験酒の熟成評価

既報²⁾により試験醸造した試験酒(平成22年度産「吟のさと」使用, 平成23年3月上槽)について, 上槽後ただちに65°C, 3分(中心温度)の瓶火入処理を行った後, -40°C, 4°C, 20°C, 30°Cの環境で保存し, 熟成させた.

保存開始から11ヶ月(平成24年2月)に, ①-40°C, 11ヶ月冷凍品 ②4°C, 11ヶ月熟成品 ③20°C, 5ヶ月熟成品 ④20°C, 11ヶ月熟成品 ⑤30°C, 5ヶ月熟成品 ⑥30°C, 11ヶ月熟成品 について官能評価を行った.

2-4 官能評価

試験酒の官能評価は, 県酒造組合員, 当センター研究員など10名による絶対評価で行った. 評価は, 香りおよび味の評価を「良好」「やや良好」「標準」「やや難」「難」の5段階で, 総合評価を「良好」「標準」「難」の3段階で行った. また, 味および香りに特徴がある場合は指摘してもらった.

2-5 酒造米の消化性評価

2-5-1 供試試料

総合農業技術センター本所および岳麓試験地(富士吉田市, 標高820m, 黒ボク土, 前作: 水稻)で栽培された酒造米を使用した. 品種は, 平坦地用として「吟のさと」「山田錦」および「玉栄」を, 中間地用として「夢山水」を対象とし, 平成22年度産17試験区および平成23年度産22試験区の合計39試験区を供試試料とした.

2-5-2 供試試料の調製

供試試料は, 既報⁵⁾にしたがい水分含有量を13.8%に調整したのち, 150gをテストミルを用いて見かけ精米歩合60%まで精米した. テストミルの装てんロールは#60, 回転速度は750rpmとした. 精米後, 精白米から碎米を除いたものを整粒とし, 整粒の水分含有量を13.5%に調製したものを蒸米酵素消化性試験用試料として使用した.

2-5-3 蒸米酵素消化性試験

蒸米酵素消化性試験は既報^{3,5,6)}にしたがい, 蒸米酵素消化性試験用試料を蒸後24時間15°Cで放置した後に酵素消化を行ったものについて測定した.

3. 結果

3-1 試験管レベル試験醸造におけるもろみ日数および生成酒の評価

試験管レベル試験醸造におけるもろみ日数および生成酒の諸成分を表3に示した。もろみ日数は21～33日であったが、「玉栄」5月20日移植区および6月4日移植区の2試験区は、もろみ重量の減少が90gに到達せず33日で醸造を打ち切った。また、「吟のさと」6月4日移植区、「改良雄町」6月4日移植区、「山田錦」5月20日移植区、「玉栄」6月18日移植区の4試験区は、醸造開始当初から発酵が過剰な傾向にあり、生成酒においても他と比較して日本酒度が大きく異なったことから、何らかの不備があったものと推察した。

諸成分においては、アルコール度に大きな違いは見られなかった。日本酒度は、前述のとおり4試験区で低かったが、他は同等であった。アミノ酸度は、「吟のさと」が平均1.5でもっとも低く、「玉栄」が平均2.1で高かった。遊離アミノ酸は、アミノ酸度と同様の傾向を示した(図1)。

表3 もろみ日数と生成酒の諸成分

区分	試験区	品種	移植日等	醸造経過		生成酒諸成分			
				もろみ日数(日)	アルコール度	日本酒度	酸度	アミノ酸度	
平坦地用	吟のさと		4月30日	22	18.6	11.0	2.9	1.4	
			5月20日	24	17.4	12.3	3.2	1.3	
			6月4日	21	18.2	6.0	3.3	1.5	
			6月18日	28	17.9	14.2	3.4	1.8	
	改良雄町		4月30日	28	18.1	14.0	3.0	1.7	
			5月20日	30	18.6	14.7	3.0	2.1	
			6月4日	21	17.4	8.9	3.4	1.6	
			6月18日	27	17.9	13.7	3.5	1.9	
	山田錦		4月30日	32	18.7	14.7	2.9	2.0	
			5月20日	21	18.8	8.4	3.4	1.4	
			6月4日	30	18.5	14.3	3.1	2.0	
			6月18日	27	18.2	14.2	3.2	1.8	
玉栄		4月30日	32	17.9	14.9	3.1	1.9		
		5月20日	33(切上)	17.5	14.4	3.0	2.3		
		6月4日	33(切上)	18.5	14.9	2.9	2.7		
		6月18日	21	19.0	7.3	3.2	1.6		
中間地用	夢山水	早穂	22	18.8	10.5	3.2	1.5		
		標準	24	18.0	14.2	3.1	1.7		
		標準(再)	32	18.7	14.9	3.0	2.1		
		晩穂	27	18.5	14.5	3.5	1.8		

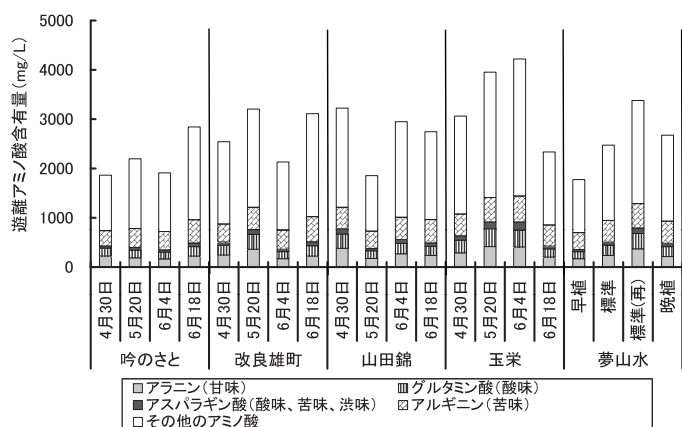


図1 生成酒の遊離アミノ酸

3-2 実用レベル試験醸造における試験酒の諸成分およびアミノ酸組成

試験酒のもろみ日数、粕歩合、アルコール度、日本酒度および酸度について表4に示した。試験酒は、いずれも生原酒で、アルコール度は18度付近、日本酒度はプラス方向で辛口を示した。

また、試験酒の遊離アミノ酸含有量を図2に示した。遊離アミノ酸含有量は各社において異なったが、「吟のさと」を使用した2社においても差が見られた。

表4 試験酒の諸成分

試験酒名	吟のさと①	吟のさと②	夢山水
製造者	A社	B社	C社
酒造米	吟のさと	吟のさと	夢山水
もろみ日数(日)	27	20	20
粕歩合(%)	30%台前半	30%台前半	30%台後半
アルコール度(度)	17.8	18.0	17.8
日本酒度(度)	+4.6	+7.0	+4.0
酸度(度)	2.3	2.0	1.5

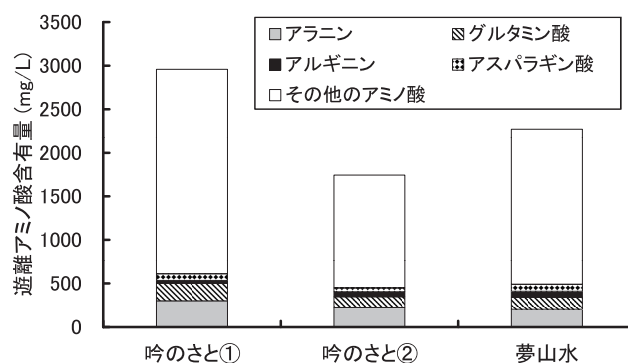


図2 試験酒のアミノ酸含有量

3-3 平成23年度試験酒の官能評価

試験酒の官能評価結果を表5に示した。いずれの試験酒においても、香り、味の評価は高いものであった。個別評価においては、いずれの試験酒でも、香りに「さわやか」あるいは「上品」が、味に「軽快」あるいは「きれい」との評価があった。

3-4 平成22年度試験酒の官能評価

平成22年度「吟のさと」を使用した試験酒の熟成に関して、官能評価を行った。-40℃、11ヶ月冷凍品、4℃、11ヶ月熟成品については欠点となる指摘はなかった。一方、20℃および30℃で熟成したものについては、5ヶ月からやや過剰な熟成を示す刺激臭(老香)が指摘されたが、味は「まろやか」「コクあり」の評価となった。20℃および30℃では5ヶ月程度が適当な熟成期間と考えられた。

表5 試醸酒の官能評価結果

	香りの評価				
	良好	やや良好	標準	やや難	難
試醸酒「吟のさと①」	2	5	3	0	0
試醸酒「吟のさと②」	2	5	2	1	0
試醸酒「夢山水」	3	5	1	1	0
	(人)				

	味の評価				
	良好	やや良好	標準	やや難	難
試醸酒「吟のさと①」	4	3	3	0	0
試醸酒「吟のさと②」	2	5	3	0	0
試醸酒「夢山水」	3	6	1	0	0
	(人)				

	総合評価		
	良好	標準	難
試醸酒「吟のさと①」	5	5	0
試醸酒「吟のさと②」	7	3	0
試醸酒「夢山水」	8	2	0
	(人)		

※数字は、その評価を行った評価員数(総人数10名)である。

3-5 酒造米の蒸米酵素消化性と出穂後 30 日間の平均気温との関連

出穂後 30 日間の平均気温について、酒造米の蒸米酵素消化性との関係を図 3 に示した。

出穂後 30 日間の平均気温は、既報³⁾と同様に気温が高くなるほど酒造米の蒸米酵素消化性が低下する負の相関関係 ($r = 0.72$) が見られた。また、これらの相関には、酒造米の品種および年次による違いは見られなかった。

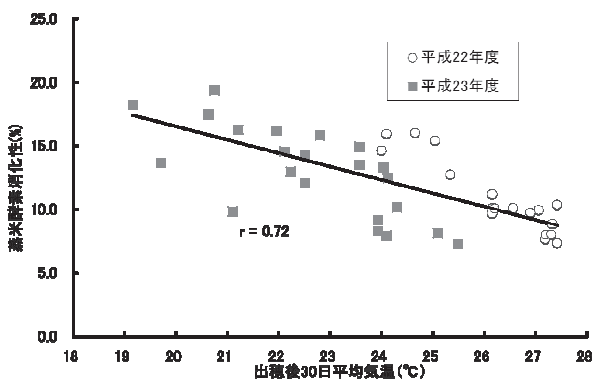


図3 出穂後 30 日間の平均気温と酒造米の蒸米酵素消化性との関係

4. 考 察

平成 22 年度産の酒造米を使用して、試験管レベルの試験醸造を実施した。試験醸造では、いずれの酒造米試験区においても問題なく生成酒が得られることを確認した。一方、もろみ日数は「玉栄」において長くなる傾向にあり、うち 2 試験区では重量減少が規定に達しなかった。この原因として、まず「玉栄」の吸水性が他品種と比較して低い²⁾ことが考えられた。また「玉栄」は、他の平坦地用品種と比較して熟期が早く²⁾、図 3 に示したような出穂後 30 日間の平均気温も高くなる傾向に

ある。これら吸水性と消化性の特性が、もろみ日数の長さにつながったと推察された。

一方、平成 23 年度の「吟のさと」および「夢山水」を使用して、実用レベルでの試験醸造を実施したところ、試醸酒「吟のさと①」は、試醸酒「吟のさと②」と比較してもろみ日数が長い傾向となったが、これは A 社の試験醸造を開始する時期、立地、使用したタンクの関係などから、もろみが寒冷な気温の影響を受けたためと推察された。もろみ日数が長いことは発酵不良を示す場合もあるが、試醸酒「吟のさと①」は、アルコール度、日本酒度ともに十分な発酵が行われたことを示した。

今回、「吟のさと」は 2 社で試験醸造を行ったが、2 社とも同程度の精米歩合で、同じ酵母を使用しているにもかかわらず、生成酒の日本酒度や遊離アミノ酸含有量、官能評価で得られた評価も異なるものであった。一方で、味は「きれい」あるいは「軽快」と評価されており、「吟のさと」を使用した清酒は、各清酒製造業者の個性を反映するものの、低タンパク質で高級酒に向くという既報²⁾の傾向を有するものと考えられた。

また、平成 22 年度の「吟のさと」試醸酒の熟成について官能評価を行った結果から、「吟のさと」を使用した清酒は、冷蔵条件であれば 11 ヶ月は充分品質が保持されるものと考えられた。20℃および 30℃では熟成が進み、5 ヶ月で香りに熟成が負に感じられる(老香)との指摘があったが、味はまるやかとの評価になり、また老香は、その刺激が少ない範囲では熟成香と評価されるものであることから、適切に熟成を行うことで清酒としての品質は保たれるものと推察された。

酒造米の蒸米酵素消化性は、清酒製造時のもろみ日数や原料利用効率(粕歩合)に影響するが、一般に暑い年の清酒製造では酒造米が溶けず味が足りなくなると言われている^{3,7)}とおり、清酒の酒質にも大いに影響を与える。今回、既報³⁾にしたがい酒造米の蒸米酵素消化性と出穂後 30 日間の平均気温との関係を調べたが、相関係数は 0.72 となり、既報³⁾の 0.86 より低い相関となった。この原因については不明であるが、既報³⁾は全国の試料を対象に試験を行っていることから本県の酒造米の性質とは考えにくく、蒸米酵素消化性測定に至るまでのいずれかにある誤差が影響したものと推察した。

5. 結 言

酒造米品種「吟のさと」および「夢山水」は、実用レベルでの試験醸造において問題は見られず、官能評価は良好であった。本県で栽培された「吟のさと」および「夢山水」は十分な酒造適性があることが明らかになった。

謝 辞

試験醸造および官能評価に御協力いただいた，県酒造組合に御礼申し上げます。また，本研究に御指導いただいた，飯村穰客員研究員に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 上野直也，長沼孝多，石井利幸，木村英生，小嶋匡人，外川高雄：山梨県における酒造米の品種選定ならびに「夢山水」の栽培特性の酒造適性に及ぼす窒素施肥量の影響，山梨県総合理工学研究機構研究報告書，5，85-90（2010）
- 2) 上野直也，長沼孝多，石井利幸，木村英生，小嶋匡人：山梨県の平坦地に適した酒造米品種の選定，山梨県総合理工学研究機構研究報告書，6，33-39（2011）
- 3) 奥田将生，橋爪克己，沼田美子代，上用みどり，後藤奈美，三上重明：気象データと原料米の酒造適性との関係，日本醸造協会誌，104，699-711（2009）
- 4) 恩田匠，長沼孝多，辻政雄，渡辺正平，飯村穰：地域特性を有する県産清酒の開発，山梨県工業技術センター研究報告，19，45-47（2005）
- 5) 酒造用原料米全国統一分析法：酒米研究会（1996）
- 6) 国税庁所定分析法
- 7) 広田雄二，多々良泉，徳田眞二：登熟温度が水稻もち品種・系統のもち質に及ぼす影響，日本作物学会九州支部会報，73，5-8（2007）