

## 研究論文

## 愛知県産銘柄米の酒造特性に関する研究

伊藤彰敏\*<sup>1</sup>、山本晃司\*<sup>1</sup>、北本則行\*<sup>1</sup>Characterization of Aichi Bland Rice on *Sake* BrewingAkitoshi ITO\*<sup>1</sup>, Koji YAMAMOTO\*<sup>1</sup> and Noriyuki KITAMOTO\*<sup>1</sup>Food Research Center, AITEC\*<sup>1</sup>

愛知県で育種開発された銘柄米 8 品種（平成 19 年産米）の酒造特性について検討を行った。成分分析、醸造特性分析（精米、吸水、消化特性）、製麴試験、純米酒小仕込試験及び官能審査を行い、米質と酒質の関係を精査した。その結果、「淡麗・辛口」（4 品種）「端麗・甘口」（2 品種）、「濃醇・甘口」（2 品種）の 3 タイプに分類することができた。各種分析値と官能評価値の単相関分析を行った結果、白米 120 分吸水率及びアミロース含量と官能評価値の間に相関関係が認められた。

## 1. はじめに

平成 18 年の酒税法改正によるアルコール添加酒の見直しやバイオエタノール生産に伴う醸造用アルコールの急騰のため、清酒業界では原料米のアルコール転換効率を高める必要に迫られている。そのため、米 100% を原料とし、付加価値の高い純米酒製造へのシフトが急速に進んでいる。また、食の安全・安心及び地産地消の気運が高まる中、県産米を積極的に利用した地域ブランド・地域清酒製造が全国的に行われており、本県においても県産米の酒造需要が高まっている。しかし、酒造好適米以外の県産銘柄米に関する酒造情報が少なく、手探りで製品開発が行われているため、米の特徴が酒質に十分活かされていない。

本研究では、県産銘柄米 8 品種（食用米 6 品種、酒米 2 品種）について、酒米分析、製麴試験、純米酒小仕込試験及び製成酒分析を行い、各種銘柄米の酒造特性に関するデータベースの構築を試みた。

## 2. 実験方法

## 2.1 試料

愛知県で育種開発された銘柄米 8 品種（平成 19 年産）を試料とし、食用米として「あいちのかおり」、「コシヒカリ愛知 SBL」、「祭り晴」、「あさひの夢」、「ミネアサヒ」、「大地の風」の 6 品種、酒米として「若水」、「夢山水」の 2 品種を使用した。白米試料は小型精米機により精米歩合 65%（水分 13.0%）に調製したものを使用した。

## 2.2 精米試験

各種玄米試料 150g をサタケ社製テストミルを用いて、精米歩合 50% まで精米を行った。その際、精米時間 5 分

間隔で白米重量を測定し、精米歩合と精米時間の関係を検討した。

## 2.2 酒米分析

千粒重、タンパク質、カリウム、吸水特性及び消化特性は、酒造用原料米全国統一分析法<sup>1)</sup>に準拠して分析を行った。

## 2.3 プロテインボディの分析

65% 白米を VIBRATING SAMPLE MILL TI-100（イワキ工業社製）を用いて、粉碎試料を調製した。プロテインボディ（PB）の分析は、木崎らの方法<sup>2)</sup>により SDS-PAGE を用いて定量し、PBII/PBI 比を算出した。

## 2.4 アミロース含量及び糊化粘度特性の分析

65% 白米粉碎試料を使用した。アミロース含量は、AMYROSE/ AMYROPECTIN ASSAY KIT（メガザイム社製）を使用して、酵素分解法により測定した。また、ラピッドビスコアアナライザー 3CR 型（ニューポートサイエンティフィック社製）を用いて、糊化粘度特性（RVA）を評価した<sup>3)</sup>。

## 2.5 製麴試験

フラスコ中で製麴試験を行った。製麴は恒温恒湿器中（30℃、RH95%）で行い、種麴には *Aspergillus oryzae* KBN1010 を使用し、種麴接種量は蒸米に対し 0.05% に設定した。製麴時間 48 時間後に出麴し、各種酵素活性を測定し<sup>4)</sup>、評価した。

## 2.6 純米酒小仕込試験及び官能審査

各種銘柄米ごとに、表 1 に示した仕込配合により純米酒小仕込試験を行った。なお、掛米及び麴ともに同一銘柄米を仕込原料とし、酵母は愛知県純米酒酵母 FIA1 を使用した。20 日目のもろみを遠心分離し、得られた上澄

\*<sup>1</sup> 食品工業技術センター 発酵技術室

の成分分析、香気成分分析、アミノ酸分析及び有機酸分析を行った。愛知県杜氏 8 名により香り、甘辛、淡濃の 3 項目について 5 段階評価(-2,-1,0,1,2)により官能審査を行い評価した。

表 1 純米酒小仕込配合

		酒母	初添	留添	合計
総米	(g)	90	95	185	
掛米	(g)	70	80	150	
麴米	(g)	20	15	35	
汲水	(mL)	7	123	130	260

2.6 統計解析

酒米分析特性値と清酒製造特性値（麴及び製成酒）及び官能評価値の関係について、エクセル 2003（マイクロソフト社製）の分析ツールを使用して、単相関分析を行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 精米特性評価

図 1 に各種銘柄米の 50%精米曲線を示した。あさひの夢、大地の風及び夢山水は他の品種と比較し、50%精米までの時間が長期化した。一般に精米時間が長期化することは、精米中の割れが少ないことを意味している。若水は精米時間が最も短かかった。精米歩合 65%を超えると精米曲線が急激に下降したことから、米が著しく割れたことを意味しており、若水の精米限界値が 60-65%であることが確認された。あさひの夢、あいちのかおり、ミネアサヒ及び大地の風は夢山水に近似した精米曲線を示し、50%精米まで可能であることが判明した。高精白が可能であれば、食用米でも吟醸酒や純米吟醸酒といった付加価値の高い清酒製造が期待できる。

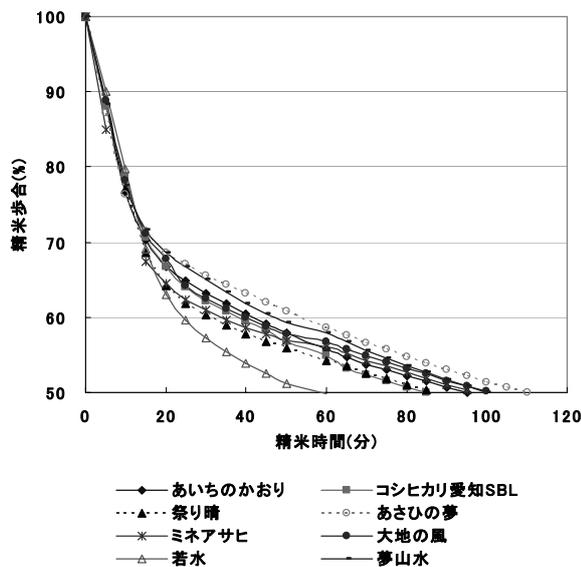


図 1 各種銘柄米の 50%精米曲線

3.2 酒米分析評価

表 2 に各種銘柄米の成分分析結果を示した。食用米は酒米と比較して千粒重が軽く、心白構造が認められなかった。玄米のタンパク質含量について、良食味米であるあいちのかおり及びミネアサヒは他の食用米及び酒米より低い値を示した。カリウム含量については、食用米と酒米の間に顕著な相違は認められなかった。

図 2 に各種銘柄米の初期吸水曲線を示した。食用米は酒米と比較し、吸水速度が遅く、最大吸水率に到達するまで 60-120 分を要した。酒米は吸水時間 10 分でほぼ最大吸水率に到達した。なお、120 分吸水率は夢山水が最も低く、コシヒカリ愛知 SBL 及びミネアサヒが高い値を示した。上記以外の食用米は夢山水と若水の間値を示した。

表 2 各種銘柄米の成分分析の比較

銘柄	玄米 外觀	65%白米 外觀	用途	千粒重 (g)	タンパク質 (%DRY)	カリウム (ppmDRY)
あいちのかおり			食用	23.6	6.7 (4.7)	2,016 (433)
コシヒカリ愛知SBL			食用	23.3	7.1 (4.2)	2,199 (373)
祭り晴			食用	20.3	7.3 (4.7)	2,081 (323)
あさひの夢			食用	21.7	7.5 (4.5)	2,213 (401)
ミネアサヒ			食用	19.0	6.5 (5.1)	2,029 (377)
大地の風			食用	21.8	7.1 (4.8)	1,966 (410)
若水			酒用	25.4	7.7 (4.6)	2,343 (404)
夢山水			酒用	27.0	6.8 (4.7)	1,976 (394)

( ): 65%白米分析値

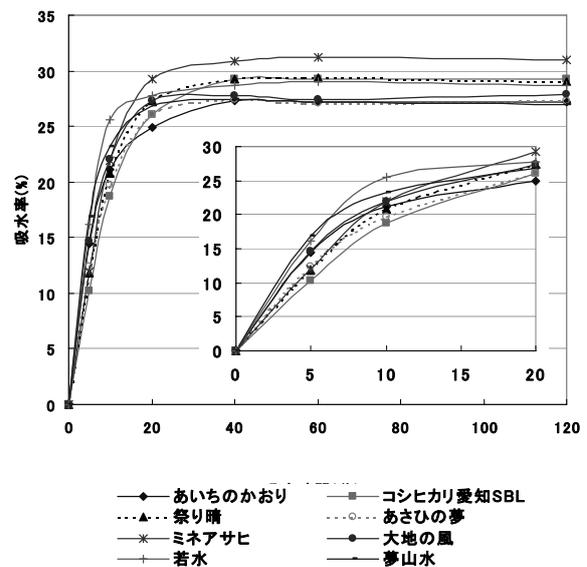


図 2 各種銘柄米の初期吸水曲線

3.3 たんぱく特性及びデンプン特性評価

表3にPBII/PBI比及びセットバック値(RVA最終粘度-RVA最低粘度)を示した。米のタンパク質は顆粒で存在し、PBI(プロラミン顆粒)とPBII(グルテリン顆粒)に分類される。PBIが難消化性であるのに対し、PBIIは麹菌のプロテアーゼにより分解されやすいタンパク質で、PBII/PBI比が大きいほど清酒の味のりが強くなることが示されている<sup>2)</sup>。食用米は酒米よりPBII/PBI比の値が低い傾向を示した。ミネアサヒと大地の風を比較した場合、タンパク質含量は大地の風が高い値を示したが、PBII/PBI比はミネアサヒのほうが高い値を示し、タンパク質含量とPBII/PBI比に相関関係が認められなかった。これまでの酒米評価では、清酒製造及び味形成において、タンパク質含量を指標値にしてきたが、タンパク質組成(PBII/PBI比)についても把握する必要があることが示唆された。

清酒もろみ中では、麴の糖類分解酵素によりデンプンが順調に分解され、アルコール発酵基質となるブドウ糖が酵母へ安定的に供給される必要がある。したがって、もろみ中での米デンプンの老化性が重要な検討事項となる。食用米は酒米よりセットバック値が低い傾向が認められた。セットバック値の低い米は耐老化性に優れていることが報告されている<sup>3)</sup>ことから、食用米は低温・長期もろみでも耐老化性が発揮されることが推定され、吟醸酒製造に利用できることが推察された。

表3 PBII/PBI比及びセットバック値の比較

銘柄	タンパク質特性		デンプン特性	
	タンパク質 (%/wDRY)	PBII/PBI	アミロース含量 (%)	セットバック (RVU)
あいちのかおり	4.23	1.91	18.7	83
コシヒカリ愛知SBL	4.66	1.83	15.6	76
祭り晴	4.70	2.20	16.5	85
あさひの夢	5.06	3.31	17.3	81
ミネアサヒ	4.48	2.67	15.3	84
大地の風	4.78	1.90	18.2	77
若水	4.65	3.96	17.3	100
夢山水	4.59	2.28	19.1	89

65%白米

3.4 麴活性値評価

表4に麴酵素活性値の比較を示した。酵素活性値について、酒米と食用米の間に特異的な相違は認められなかった。ミネアサヒは他の品種と比較して、全体的に低い活性値を示した。グルコアミラーゼ活性はアルコール発酵基質であるブドウ糖を生産する酵素で、酒化率の観点から重要である。また、G/A比( $\alpha$ -アミラーゼ活性に対するグルコアミラーゼ活性の比)は、良質な麴ほど高い数値を示す。食用米において、コシヒカリ愛知SBL麴、あさひの夢麴及び大地の風麴はグルコアミラーゼ活性及びG/A比が高く、酒造麴として十分利用できることが判明した。

表4 麴酵素活性値の比較

銘柄	AAase (U/g・麴)	GAase (U/g・麴)	G/A比	APase (U/g・麴)	ACPase (U/g・麴)
あいちのかおり	391	72	0.19	1374	1789
コシヒカリ愛知SBL	345	77	0.22	1384	2141
祭り晴	371	72	0.19	1389	2020
あさひの夢	414	85	0.21	1266	2095
ミネアサヒ	339	55	0.16	1209	1214
大地の風	323	76	0.24	1317	1945
若水	345	78	0.23	1369	1872
夢山水	384	69	0.18	1632	2370

AAase:  $\alpha$ -アミラーゼ(A), GAase: グルコアミラーゼ(G)

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 製成酒質の評価

表5に各種銘柄米の製成酒成分結果を示した。ミネアサヒ酒はボーメが高く、アルコール度数の低い清酒であった。あさひの夢酒はボーメが低く、アルコール度数の高い清酒であった。夢山水酒はグルコース濃度が最も低い値を示し、淡麗辛口の清酒製造に向けた米質であることが推察された。純米酒に特異的なアミノ酸として、アラニン(甘味)、プロリン(甘味)、グルタミン酸(酸味、苦味)、ヒスチジン(苦味)の4つのアミノ酸が指摘さ

表5 製成酒の成分比較

	あいちのかおり	コシヒカリ愛知SBL	祭り晴	あさひの夢	ミネアサヒ	大地の風	若水	夢山水
ボーメ	3.6	3.8	3.4	2.7	4.2	3.4	3.7	3.4
アルコール (%v/v)	13.4	13.2	13.4	14.4	11.8	13.6	13.4	13.6
酸度 (mL)	2.8	2.2	2.9	2.7	2.8	2.7	3.0	2.8
アミノ酸度 (mL)	2.9	3.1	2.9	2.8	3.0	3.1	3.2	3.0
グルコース (mg/ml)	5.4	8.4	5.2	6.3	4.2	5.8	6.7	2.4
全糖 (mg/ml)	100.8	103.0	92.7	81.6	125.5	95.5	102.2	86.1
ビルビン酸 (ppm)	38.5	41.1	44.4	33.9	39.8	32.9	41.1	36.8
アラニン (mg/100mL)	51.7	50.1	51.7	47.0	55.1	49.9	53.1	46.8
プロリン (mg/100mL)	41.1	38.6	42.0	36.2	45.3	40.8	39.4	37.6
グルタミン酸 (mg/100mL)	20.0	17.6	19.2	17.7	20.7	19.0	18.2	17.9
リジン (mg/100mL)	30.3	27.1	28.3	25.7	30.1	26.6	29.0	26.0
ヒスチジン (mg/100mL)	11.4	9.5	11.1	8.5	11.1	9.5	10.2	10.1
クエン酸 (mg/100mL)	12.2	12.3	11.8	11.5	12.5	11.3	12.2	9.0
リンゴ酸 (mg/100mL)	21.9	24.2	19.3	22.8	20.2	21.8	19.8	21.8
コハク酸 (mg/100mL)	47.2	51.2	48.8	46.1	43.5	49.3	54.6	45.3
乳酸 (mg/100mL)	37.6	36.1	35.0	38.3	31.9	34.9	32.5	32.7
イソamilアルコール (ppm)	147.9	140.6	121.3	134.4	129.9	147.4	120.9	130.6
酢酸イソamil (ppm)	3.9	3.3	5.4	6.1	2.6	3.7	5.9	5.6
カプロン酸エチル (ppm)	1.2	1.2	1.9	2.0	1.0	1.2	1.4	1.0

れている<sup>5)</sup>。食用米の中で、あいちのかおり酒、コシヒカリ愛知 SBL 酒及びミネアサヒ酒は上記 4 種のアミノ酸の数値が高かった。酒米では、若水酒のほうが夢山水酒より高い数値を示した。

一般に良質な純米酒は酸味が低い傾向を示す。祭り晴酒は酸味を感じるリンゴ酸、乳酸の数値が低いのに対し、コハク酸の数値がやや高い値を示し、純米酒の呈味として優れていた。酒米では、夢山水酒のコハク酸量はやや低く、旨味に欠けるが、淡麗な酒質を目標とする吟醸系の清酒製造には適していると考えられる。あさひの夢酒、祭り晴酒、若水酒及び夢山水酒は酢酸イソアミル及びカプロン酸エチルの値が高く、香りの高い清酒であることが確認された。

3.6 純米製成酒の官能審査

表 6 に各種銘柄米の推定清酒タイプを示した。清酒成分値及び官能試験の結果から、祭り晴、あさひの夢、大地の風及び夢山水は淡麗・辛口型、あいちのかおり及び

表 6 各種銘柄米の推定清酒タイプ

清酒タイプ	銘柄	用途	香り	甘辛	濃淡
淡麗・辛口	祭り晴	食用	0.182	0.091	-0.091
	あさひの夢	食用	0.091	0.273	-0.545
	大地の風	食用	-0.091	0.182	-0.091
	夢山水	酒用	0.182	0.000	-0.273
淡麗・甘口	あいちのかおり	食用	0.182	-0.182	-0.455
	ミネアサヒ	食用	-0.273	-0.545	0.000
濃醇・甘口	コシヒカリ愛知SBL	食用	-0.182	-0.091	0.364
	若水	酒用	-0.182	-0.818	0.273

評点は平均値で示した(n=8)。  
 香り: 良2、やや良1、普通0、やや悪-1、悪-2  
 甘辛: 辛2、やや辛1、普通0、やや甘-1、甘-2  
 濃淡: 濃2、やや濃1、普通0、やや淡-1、淡-2

表 7 醸造特性値と官能評価値の単相関分析

	たんばく特性		デンプン特性		吸水性		消化性				
	たんばく質	PB II / PB I	アミロース	セットバック	吸水20分	吸水120分	蒸米吸水率	Brix	アミノ酸度		
製麹特性値	麹水分	-0.099	-0.467	-0.485	0.373	0.616	0.740	0.475	0.314	-0.710	
	麹菌量	0.015	0.296	0.511	0.605	-0.097	-0.533	-0.179	0.394	-0.013	
	AAase	-0.206	0.130	0.383	0.048	-0.604	-0.614	-0.595	-0.497	0.353	
	GAase	-0.109	0.612	0.304	-0.068	-0.612	-0.628	-0.420	0.035	0.320	
	G/A	0.072	0.488	0.069	-0.104	-0.189	-0.212	-0.008	0.413	0.063	
	酵素活性値	APase	0.232	-0.184	0.594	0.304	-0.298	-0.533	-0.162	0.388	-0.149
	ACPase	0.185	0.410	0.489	-0.024	-0.561	-0.708	-0.202	0.188	0.191	
成分値	ホーメ	-0.222	-0.701	-0.451	0.085	0.478	0.736	0.342	0.091	-0.728	
	アルコール	-0.074	0.581	0.575	-0.028	-0.638	-0.847	-0.469	0.070	0.529	
	酸度	-0.557	-0.166	0.295	0.721	0.348	-0.077	-0.163	0.395	0.433	
	アミノ酸度	-0.065	-0.181	-0.117	0.354	0.340	0.302	0.291	0.608	-0.663	
	グルコース	0.059	0.284	-0.444	-0.284	-0.296	0.171	-0.095	-0.211	-0.227	
	全糖	0.020	-0.554	-0.606	0.008	0.563	0.844	0.351	-0.103	-0.579	
小仕込清酒	ビルビン酸	-0.015	-0.364	-0.525	0.334	0.195	0.542	0.159	-0.001	-0.301	
	アラニン	0.172	0.521	0.284	-0.410	-0.593	-0.609	-0.198	-0.402	0.446	
	プロリン	0.037	0.777	0.066	-0.444	-0.470	-0.452	-0.106	-0.329	0.645	
	遊離アミノ酸	グルタミン酸	-0.033	0.817	-0.254	-0.548	-0.324	-0.156	0.140	-0.393	0.394
	リジン	0.198	0.476	-0.011	-0.410	-0.574	-0.366	-0.070	-0.461	0.106	
	ヒスチジン	0.017	0.558	-0.115	-0.125	-0.475	-0.273	-0.066	-0.184	0.209	
有機酸	クエン酸	-0.065	-0.166	-0.668	-0.141	0.095	0.602	-0.041	-0.353	-0.228	
	リンゴ酸	0.431	0.190	0.086	-0.650	-0.646	-0.345	-0.221	-0.484	-0.305	
	コハク酸	-0.094	0.128	-0.055	0.336	-0.108	-0.014	-0.097	0.505	-0.217	
	乳酸	0.297	0.233	0.154	-0.571	-0.829	-0.497	-0.622	-0.627	0.276	
香気成分	イソamilアルコール	0.687	-0.208	0.322	-0.717	-0.557	-0.348	-0.417	-0.319	-0.179	
	酢酸イソamil	-0.575	0.499	0.423	0.567	-0.198	-0.579	-0.253	0.300	0.524	
	カプロン酸エチル	-0.379	0.637	-0.075	0.047	-0.232	-0.236	-0.192	-0.169	0.727	
	E/A	-0.639	0.465	0.299	0.663	-0.053	-0.424	-0.137	0.358	0.485	
官能評価	香り	0.196	-0.029	0.650	0.018	-0.597	-0.747	-0.572	-0.113	0.502	
	辛—甘	0.455	0.484	0.288	-0.667	-0.468	-0.520	-0.089	-0.291	0.609	
	淡—濃	0.025	-0.057	-0.576	0.156	0.425	0.639	0.538	0.364	-0.568	
	総合評価	0.556	0.253	0.644	-0.351	-0.454	-0.704	-0.167	0.260	0.396	

ミネアサヒは淡麗・甘口型、コシヒカリ愛知 SBL 及び若水は濃醇・甘口型と推定された。食用米でも銘柄により酒質が異なることが実証された。

3.7 醸造特性値と官能評価値の単相関分析結果

表 7 に酒米分析特性値と清酒製造特性値(麴及び製成酒)及び官能評価値の単相関分析結果を示す。白米 120 分吸水率は、麴酵素活性値及び官能評価値との相関性が認められた。また、消化性アミノ酸度及びアミロース含量は官能評価値との相関性が認められた。

4. 結び

県産銘柄米の酒造特性評価を行い、清酒製造指針の基礎となるデータベースを作成した。また、純米酒小仕込試験の結果、製成酒の官能評価により県産銘柄米の酒質を 3 タイプに分類することができた。

文献

- 1) 酒米研究会編：酒造用原料米全国統一分析法 (1996)
- 2) 木崎康造ら：日本醸造協会誌, 86, 4 (1991)
- 3) 豊島秀親ら：日本食品科学工学会誌, 44, 8 (1997)
- 4) 醸造協会編：第 4 回改正国税庁所定分析法注解 (1990), 醸造協会
- 5) 岩野君男ら：日本醸造協会誌, 99, 7 (2004)