

芋焼酎の一次もろみ酸度がもろみと酒質に与える影響

誌名	日本醸造協会誌 = Journal of the Brewing Society of Japan
ISSN	09147314
巻/号	1131
掲載ページ	p. 47-55
発行年月	2018年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



芋焼酎の一次もろみ酸度がもろみと酒質に与える影響

瀬戸口智子・神渡 巧
(大口酒造株式会社)

平成 29 年 2 月 20 日受理

The influence on sweet potato *shochu* of the first *moromi* acidity to *moromi* and quality

Tomoko SETOGUCHI, Takumi KAMIWATARI

(Okuchi Shuzo Distilling Co., Ltd. 643 Harada, Okuchi, Isa-City, Kagoshima, 895-2506, Japan.)

We studied how the difference of the first *moromi* acidity 11.2 ~ 62.6 influences *moromi*, flavor compounds and the flavor of sweet potato *shochu*. In first *moromi* of the first *moromi* acidity 11.2, the number of viable cells of yeast were little at the last day because that *moromi* had 18% alcohol. These phenomena caused slow fermentation for the initial second *moromi*. On the other hand, in *moromi* of the first *moromi* acidity and over 47.2, the first *moromi* fermented slowly, and the second *moromi* fermented speedily. Finally, all second *moromi* alcohol concentrations were not very different. These results suggest that citric acid in high acidity *moromi* suppresses the excessive alcohol fermentation at the first *moromi*. As a result, abundant lively yeasts were saved, and it fermented promptly in the second *moromi*. The concentration of linalool and β -damascenone in sweet potato *shochu* rose as the first *moromi* acidity became higher. Also, the resulting sweet potato *shochu* produced an aromatic flavor.

Key words : 芋焼酎 (sweet potato *shochu*), 一次もろみ酸度 (the first *moromi* acidity)

緒言

焼酎用の麹菌である黒麹菌 (*Aspergillus luchuensis*) と白麹菌 (*Asp. luchuensis* mut. *kawachii*) は多量のクエン酸を生成する。そのクエン酸によってもろみの pH を下げることで、有害菌の増殖は抑えられ、クエン酸耐性の強い焼酎酵母が優先的に増殖する¹⁾。そのため、焼酎製造において麹に含まれるクエン酸の生成量を示す出麹酸度は、安全醸造の重要な指標であり、もろみの腐造防止の観点から出麹酸度は経験的に 4.5 以上必要とされている²⁾。その一方で、クエン酸はデンプンから生成されるため、必要以上のクエン酸生成はデンプンの損失となり、アルコール収得量が減少することになる。

このように、出麹酸度について安全醸造とアルコー

ル収得量に関する見解はあるが、酒質に関する報告は皆無である。そこで、出麹酸度の低い低酸度麹を作製し、目標とする出麹酸度に見合う量のクエン酸を一次もろみに添加した芋焼酎の小仕込みを行い、一次もろみ酸度の違いがもろみの発酵状態や酒質に与える影響について検討した。

実験方法

1. 製麹方法

製麹は、タイ産破砕精米 5kg を浸漬、蒸煮、放冷後、種麹として白麹菌 (*Asp. luchuensis* mut. *kawachii*, 河内源一郎商店) を 5g 接種し、インキュベーター (SANYO) 内で行った。一般的な温度管理は、切返し温度を 40℃ 程度として、種付け 27 時間後の仕舞仕事以降に品温を 35℃ に下げてクエン酸の生成を促す。

岩野ら³⁾は製麹後半の温度を40℃で管理すると出麹酸度が2程度になることを報告している。そこで、出麹酸度が低い麹を作製するために、仕舞仕事以降の品温を38℃～40℃に保ち40時間を出麹とした。なお、濡れタオルをインキュベーター内に置くことで乾燥状態になることを防いだ。また、この方法で得られた麹を低酸度麹とした。

2. 小仕込みおよび蒸留

小仕込みはTable 1に示す仕込み配合とし、サツマイモ (*Ipomoea batatas*) の品種はコガネセンガンを、酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) は鹿児島5号酵母を使用した。

目標とする出麹酸度に相当する量のクエン酸を一次汲み水に溶解し、低酸度麹を用いて一次仕込みを行った。なお、出麹酸度を1.0増加させるために必要なクエン酸量は麹1kg当り3.2gである。発酵は、一次もろみ、二次もろみ共に30℃の水槽中で7日間行い、発酵経過はもろみの重量減少量から求めた。

蒸留は、小型ステンレス蒸留器 (NK6型, 南日汽缶工業株) に二次もろみ7kgを張り込み、蒸気吹き込みによる常圧蒸留を行った。蒸留時間が90分となるように蒸気圧を調整し、留出液のアルコール濃度が9%になった時点で終了した。

得られた原酒は3μmのメンブレンフィルターでろ過したのち、アルコール濃度25%となるように純水で割り水し、分析および官能評価に用いた。

Table 1 Proportion of materials for small scale brewing.

	First moromi	Second moromi	Total
Raw rice (kg)	1.0	—	1.0
Sweet potato (kg)	—	5.0	5.0
Water (L)	1.2	2.7	3.9

3. 麹およびもろみの分析

麹については出麹酸度とα-アミラーゼ、グルコアミラーゼ、酸性プロテアーゼおよび酸性カルボキシペプチダーゼの酵素活性を、もろみについてはもろみ酸度、直接還元糖、残全糖およびアルコール濃度を国税庁所定分析法⁴⁾に従って測定した。

もろみの揮発酸度はアルコール濃度を測定した試留液50mlを用いて、フェノールフタレインを指示薬として中和に要したN/10-NaOHの滴定mlで示した⁵⁾。

酵母生菌数は、もろみを希釈してYPD寒天培地 (酵母エキス1%, ポリペプトン2%, グルコース2%, 寒天2%) に塗布し、30℃で培養後、出現したコロニー数から算出した。

もろみの乳酸とクエン酸濃度は、F-キット (ロシュ社) を用いて測定した。

4. 製品の香気成分分析

(1) 分析機器

香気成分の分析には、ガスクロマトグラフィー質量分析計 (GC-MS: Agilent 5973MSD) を使用した。

(2) 一般香気成分

一般香気成分は、製品の濃縮を行わずに検出が可能な成分とし、分析は既報⁶⁾に従った。

(3) 微量香気成分

微量香気成分は製品をPPQカラム濃縮することにより検出が可能となる成分とし、濃縮操作⁷⁾および分析条件⁸⁾はそれぞれの既報に従った。ローズオキシドの標品はシグマ社製を用いた。

5. 製品の官能評価

官能評価は、大口酒造株、鹿児島県工業技術センターおよび鹿児島大学農学部附属焼酎・発酵学教育研究センターの職員計15名のパネルで行った。

Table 2 Analytical results of the rice *koji* with low acidity.

	Acidity	Activity (units/g-dry rice <i>koji</i>)				
		AAase	GAase	APase	ACPase	
Rice <i>koji</i> with low acidity	2.4	102	195	23,808	5,115	
<i>Shochu</i> rice <i>koji</i> were collected from <i>shochu</i> makers. (n=27)*	Ave.	7.2	159	282	29,101	9,224
	Min.	3.8	95	170	20,093	6,366
	Max.	10.2	223	442	43,168	13,241

AAase: α-amylase, GAase: glucoamylase, APase: acid protease, ACPase: acid crboxypeptidase
*: Reference 9

結果及び考察

1. 低酸度麴の分析

本研究で得られた低酸度麴と、岩野ら⁹⁾の報告した焼酎製造場から集めた焼酎白麴の米麴の出麴酸度および酵素活性を Table 2 に示す。

製造場ごとの白麴の出麴酸度の分布は平均値 7.2、最小値 3.8、最大値 10.2 である。一方、今回作製した麴の出麴酸度は 2.4 であり、最小値の 6 割程度と極めて低い値であることから、本研究の製麴方法で一般の麴と比べて酸度が低い低酸度麴が作製できたと判断した。

酵素活性は、低酸度麴と製造場ごとの麴を比較すると、低酸度麴は 4 種全ての酵素活性が平均値より低い値であった。特に低酸度麴の酸性カルボキシペプチダーゼは 5,115U であり製造場における最低値 6,366U を下回ったが、最低値の 80% 以上の活性であった。岩野¹⁰⁾は、一般的な麴歩合では、Table 2 に示す酵素活性の最低値でも米焼酎製造における必要量を満たしていると報告している。芋焼酎と米焼酎の麴歩合は異なるが、デンプンに対する麴の割合は同じ程度となる¹⁾ため、低酸度麴は、芋焼酎製造において出麴酸度は大

幅に低いものの酵素力価は不足しないものと判断した。

2. 一次もろみの発酵経過

出麴酸度 2.4 の低酸度麴を用いた一次もろみを作製し、さらに、低酸度麴とクエン酸を用いて出麴酸度 5 相当、10 相当および 20 相当の合計 4 種類の一次もろみを作製した。これら一次もろみにおいて、仕込み時に異なる点は一次もろみ酸度だけである。なお、Table 2 に示した製造場ごとの白麴の出麴酸度は 3.8 ~ 10.2 であり⁹⁾、通常の製麴では得られないほど高い出麴酸度として 20 相当を設定した。

Fig.1 に示す一次もろみの発酵経過は、設定した出麴酸度が高いほど緩慢であった。発酵経過は、出麴酸度 2.4 と出麴酸度 5 相当のもろみにおいて大きな違いはみられなかったが、出麴酸度 10 相当のもろみは 4 日目から、出麴酸度 20 相当のもろみは仕込み直後から遅れた。さらに、最終的な重量減少量は出麴酸度 2.4 と出麴酸度 5 相当のもろみが最大値の約 330g であり、出麴酸度 20 相当のもろみでは約 280g と最大値に対して 85% であった。

3. 一次もろみの一般分析

二次仕込み前の一次もろみの一般分析を行い、その結果を Table 3 に示す。

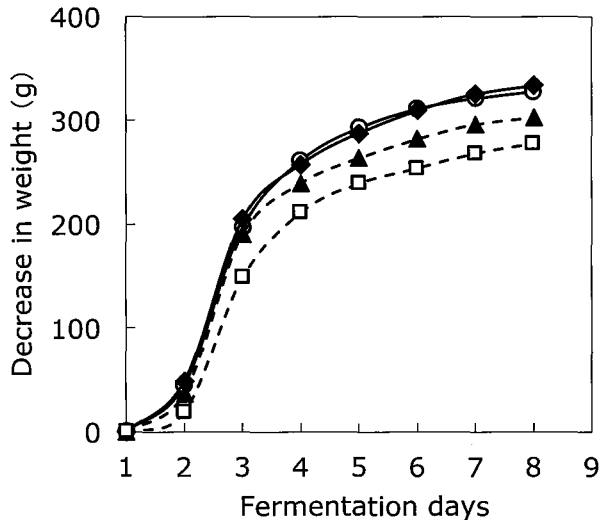


Fig. 1 Decrease in first moromi weight.

- : Koji acidity 2.4
- ◆— : Koji acidity corresponds to 5
- -▲- - : Koji acidity corresponds to 10
- -□- - : Koji acidity corresponds to 20

Table 3 Analytical results of components in the first *moromi*.

		Koji acidity			
		2.4	corresponds to		
		5	10	20	
Acidity		11.2	18.2	47.2	62.6
pH		4.12	3.80	3.26	3.03
Volatile acidity		0.7	0.9	1.1	1.3
Direct sugar	%	4.8	5.5	5.0	5.5
Total sugar	%	9.5	9.8	11.9	14.2
Alcohol	%	18.6	18.2	16.6	14.0
Viable cell count of yeast	$\times 10^8$ cells/g	0.5	0.7	1.4	1.0

設定した出麴酸度が高くなるほど、もろみ酸度は高くなり pH は低下した。これはもろみ中のクエン酸濃度の影響である。

揮発酸度は一次もろみ酸度が高くなるほど増加した。出麴酸度 2.4 のもろみの揮発酸度 0.7 と比べて出麴酸度 20 相当のもろみでは 1.3 と約 2 倍高い値になったが、正常な場合の揮発酸度は 1.5 以下⁵⁾とされており、すべて正常といえる。揮発酸度の主成分は酢酸である。瀬戸口ら¹¹⁾は、もろみ pH が下がるほど焼酎酵母の酢酸生成量は増加し、その影響は pH4.0 未満で大きいことを報告している。本研究において、一次もろみ酸度が高くなるに従い揮発酸度の値が高くなった理由は、もろみの pH が低下したため酵母が酢酸を生成したものと考えられる。

直接還元糖はすべてのもろみで約 5% とほぼ同じ値であったが、残全糖は一次もろみ酸度が高くなるほど増加した。岩野ら¹²⁾は焼酎白麴の各種酵素の pH 安定性について、 α -アミラーゼは pH2.5 ~ 6.5, グルコアミラーゼは pH2.5 ~ 8.0 の範囲で残存活性が 90% 以上と安定であると報告している。pH が最も低い出麴酸度 20 相当のもろみでも pH3.03 であり、デンプン分解酵素の活性が低下したとは考えにくい。残全糖の値に大差が生じた理由については今後検討する必要がある。

アルコール濃度は Fig.1 の発酵経過と同様に、出麴酸度 2.4 のもろみが最も高い 18.6% であり、次に 5 相当のものが 18.2%、最も低いものが出麴酸度 20 相当のもろみで 14.0% であった。このように一次もろみ酸度が高くなるに従い一次もろみのアルコール濃度は低下した。

もろみ 1g 当たりの酵母の生菌数は、出麴酸度 10

相当と出麴酸度 20 相当のもろみでは 1.0×10^8 個以上だが、出麴酸度 2.4 のもろみでは 0.5×10^8 個、出麴酸度 5 相当のもろみで 0.7×10^8 個と少なかった。このことは、もろみ温度が 30℃ と高温であり、さらに出麴酸度 2.4 と出麴酸度 5 相当のもろみにおいてはアルコールが 18% を超えるほど高濃度であったため生菌数が減少したものと推察される。

これらのことから、一次もろみ酸度の違いは一次もろみの pH, 揮発酸度, 残全糖, アルコール濃度および酵母の生菌数に影響を与えることが明らかになった。

4. 二次もろみの発酵経過

二次もろみの発酵経過を Fig.2 に示す。

二次もろみ 2 日目において、重量減少量の最大値は出麴酸度 20 相当のもろみの 160g であった。しかし、出麴酸度 2.4 のもろみの重量減少量は 40g、出麴酸度 5 相当のもろみの重量減少量は 20g であり、それぞれ最大値の 25% および 13% と非常に少なかった。このように、二次もろみの初期は一次もろみとは対称的に、設定した出麴酸度が低い、すなわち一次もろみ酸度が低いもろみは発酵が遅れた。この理由として、一次もろみ酸度が低いもろみは、二次仕込み前の一次もろみのアルコール濃度が高く酵母の生菌数が少なかったためと考えられる。

しかし、4 日目には 4 種類のもろみの重量減少量は等しくなり、その後は同様の発酵経過を示した。また、一次もろみと二次もろみの全発酵期間を通じた重量減少の累計値は、出麴酸度 2.4 のもろみで 1,368g、出麴酸度 5 相当のもろみで 1,334g、出麴酸度 10 相当のもろみで 1,383g、出麴酸度 20 相当のもろみで 1,338g と 4 種類のもろみで大差がなかった。

これらのことから、一次もろみ酸度の低いもろみは

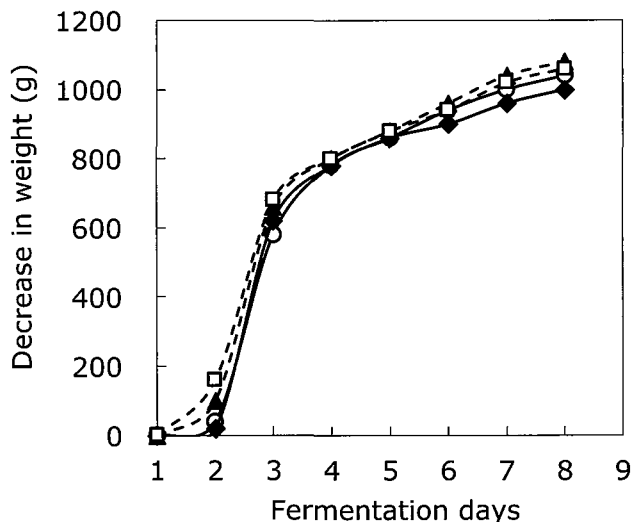


Fig. 2 Decrease in second *moromi* weight.

- : Koji acidity 2.4
- ◆ : Koji acidity corresponds to 5
- ▲ : Koji acidity corresponds to 10
- : Koji acidity corresponds to 20

二次もろみの立ち上がりが遅れたが、その間、アルコール濃度が高いために雑菌汚染を免れていたと考えられる。このことは、二次もろみの雑菌汚染を防止するためには、二次仕込み前の酵母の生菌数およびアルコール濃度が重要であることを示唆している。

5. 二次もろみの一般分析

発酵終了後の二次もろみの一般分析を行い、その結果を Table 4 に示す。

一次もろみ酸度が高くなるに従い二次もろみ酸度とクエン酸濃度は高くなった。今回の実験では既定の出

麹酸度に相当する量のクエン酸を一次もろみに添加したことから、二次もろみのクエン酸濃度の違いは発酵中に生成されたものではなく、添加したクエン酸によるものである。二次もろみ酸度について、出麹酸度 20 相当のもろみは出麹酸度 2.4 のもろみの約 3 倍の値であった。一次もろみでは約 6 倍の差があり、この差が縮まった原因は不明である。また、pH は 4.10 ~ 4.30 であり、一次もろみに比べてもろみ間の差が小さくなった。

揮発酸度は一次もろみにおいてももろみ酸度の影響を

Table 4 Analytical results of components in the second *moromi*.

	Koji acidity			
	2.4	corresponds to		
		5	10	20
Acidity of first <i>moromi</i>	11.2	18.2	47.2	62.6
Acidity	4.4	5.9	8.7	13.8
pH	4.30	4.20	4.27	4.10
Volatile acidity	0.5	0.5	0.5	0.4
Direct sugar	% 0.3	0.3	0.2	0.2
Total sugar	% 2.0	1.9	2.0	2.4
Alcohol	% 13.2	13.1	13.0	12.8
Lactic acid	mg/L 346	373	359	277
Citric acid	mg/L 2,496	3,626	5,419	8,826

受けたが、二次もろみではもろみ酸度の影響は見られず0.4～0.5とほぼ同じ値になった。これは、二次仕込みとして一次もろみに汲み水と蒸したサツマイモを加えることで一次もろみが希釈されて、二次もろみのpHが酵母の酢酸生成に影響しない程度に高まったためと考えられる。

一次もろみにおいて、もろみ酸度による影響が認められた残全糖は、二次もろみでは4種類とも同程度であり、また、直接還元糖は全てのもろみで0.3%以下であった。さらに、アルコール濃度は一次もろみにおいて最高値と最低値の差が4.6ポイントと大きかったが、二次もろみではその差が0.4ポイントに縮まっていた。これらのことから、一次もろみ酸度の違いが二次もろみのアルコール生成に与える影響は認められないことがわかった。

乳酸濃度は、出麴酸度2.4、出麴酸度5相当および出麴酸度10相当のもろみでは大差がなく、出麴酸度20相当のもろみではその他と比べて2割低かった。竹下ら¹³⁾は芋焼酎と麦焼酎および米焼酎の二次もろみから乳酸菌を検出し、もろみ酸度が10を下回るもろみでは乳酸菌が多く検出されたことを報告している。また、松田ら¹⁴⁾は、クエン酸は乳酸菌の一部に対して発育阻止作用を示すと報告している。このことから、出麴酸度20相当の二次もろみは、他のもろみと比べてクエン酸濃度が高いために乳酸菌の発育が抑制されて、乳酸濃度が他よりも低くなったと推察される。

このように、揮発酸度、アルコール濃度および乳酸濃度の値から4種すべてのもろみにおいて腐造はなかったものと考えられる。低酸度麴をそのまま用いた出麴酸度2.4のもろみでは、腐造する可能性があったが、今回の仕込みは衛生状態の良い実験室で行ったため腐造に至らなかったと考えられる。

もろみの分析結果と発酵経過から、出麴酸度10相当と20相当の一次もろみでは、もろみの腐敗防止以外にクエン酸の新たな役割が考えられる。すなわち、アルコールの過剰な生成を抑制することで、間接的に酵母数を維持する役割である。清酒では、生酏系酒母が長期の枯らしに耐える理由として生酏にはアミノ酸や酸が多いため発酵が抑えられて、酵母がアルコールによる損傷を受けにくいことが報告¹⁵⁾されており、焼酎の一次もろみ中のクエン酸濃度が非常に高い場合は、クエン酸が生酏系酒母のアミノ酸などと同じ役割

を担い、酵母の生菌数維持に関与すると考えられる。

6. 製品の一般香気成分

一次もろみ酸度が、一次もろみのpH、揮発酸度、残全糖、アルコール濃度および酵母の生菌数、さらに二次もろみの酸度に対して影響を与えていたため、一次もろみ酸度が異なる4種の製品の一般香気成分を分析し、その結果をTable 5に示す。

酵母の生成する高級アルコールやそのエステルのうち、イソブチルアルコール、イソアミルアルコールおよび*n*-プロピルアルコールは一次もろみ酸度が高くなると高濃度になる傾向にあった。このことから、一次もろみ酸度が酵母における高級アルコールの代謝系の一部に影響することがわかった。

こげ臭の指標となるフルフラールやその他の揮発成分は4種類の製品で同程度の濃度であったため、今回設定した範囲での一次もろみ酸度の違いは、イソブチルアルコール、イソアミルアルコールおよび*n*-プロピルアルコールを除いて一般香気成分にはほとんど影響を与えないことがわかった。

Table 5 Concentration of general flavor compounds in sweet potato *shochu*. (mg/L)

	<i>Koji</i> acidity			
	24	corresponds to		
		5	10	20
Acidity of first <i>moromi</i>	11.2	18.2	47.2	62.6
Isobutyl alcohol	245	277	300	307
Isoamyl alcohol	283	283	311	310
active-Amyl alcohol	150	145	142	141
β -Phenetyl alcohol	82	80	79	79
<i>n</i> -Propyl alcohol	101	104	135	123
<i>n</i> -Butyl alcohol	3	3	3	3
Isoamyl acetate	5	5	5	4
β -Phenetyl acetate	5	4	4	3
Furfural	1	1	1	2
Acetal	8	8	12	8
Acetic acid	10	21	23	12
Acetoin	1	1	1	1
Diacetyl	1	1	1	0
3-Ethoxy-1-propanol	4	5	7	6
2,3-Butanediol	19	19	22	26
Methionol	1	1	1	1
Ethyl lactate	2	2	2	3
Ethyl acetate	33	31	34	30
Ethyl caproate	0	0	0	0
Ethyl caprylate	1	2	2	2
Ethyl caprate	2	2	2	2
Ethyl laurate	0	0	0	0

7. 製品の微量香気成分

芋焼酎の微量香気成分は、原料であるサツマイモ由来の成分が多く、芋焼酎の酒質に影響を与えることが知られている。Table 6 に製品の微量香気成分濃度を示す。

一次もろみ酸度が高くなるほど高濃度となった成分は、リナロール、 α -テルピネオールおよび β -ダマセノンであった。

リナロール¹⁶⁾は「花様」、「柑橘的」と表現される成分で、出麴酸度 20 相当の製品では 108 $\mu\text{g/L}$ と、出麴酸度 2.4 の製品 (41 $\mu\text{g/L}$) や閾値 (40 $\mu\text{g/L}$) の約 2.5 倍高濃度となった。また、 α -テルピネオールの最高濃度は閾値 (1,000 $\mu\text{g/L}$)¹⁶⁾ を大きく下回るものの最低濃度の約 2.5 倍高い値であった。これら 2 成分は蒸留中の酸性下で加熱によって生じる¹⁷⁾ため、一次もろみ酸度が高いもろみほど蒸留時に生成が促進されたものと考えられる。

β -ダマセノンは芋焼酎の甘い香りに関与する成分⁶⁾であり、Yoshizaki, etc.¹⁸⁾は芋焼酎に含まれる β -ダマセノンの大部分は蒸留時に酸性下の加熱により配糖体から遊離して生じること、また加熱時の pH が低くなるほど β -ダマセノン濃度が高まること、このことから麴のクエン酸濃度が焼酎の β -ダマセノン濃度の決定要因の一つであると報告している。今回の実験では二次もろみの pH は 4.10 ~ 4.30 と大差はなかったが、一次もろみ酸度が高くなるほど β -ダマセノンは高濃度になり、出麴酸度 20 相当の製品 (37 $\mu\text{g/L}$) は出麴酸度 2.4 の製品 (16 $\mu\text{g/L}$) の 2.3 倍、閾値 (5

$\mu\text{g/L}$)⁶⁾の約 8 倍の値を示した。

シトロネロール、ネロールおよび *trans*-ローズオキサイドは、出麴酸度 2.4、出麴酸度 5 相当および出麴酸度 10 相当の製品では差がなく、また、それらと比べて出麴酸度 20 相当の製品は低い濃度であった。

ローズオキサイドはバラ様の香気で芋焼酎特有の成分¹⁹⁾であり、その前駆体はシトロネロールである。ローズオキサイドの標品はシス体とトランス体が混合されているが、GC カラムや GC の昇温速度などについて我々と同じ条件で分析した高峯ら²⁰⁾の報告から、検出時間が早いものがシス体、後に検出されるものがトランス体であると判断した。今回は 4 つの製品においてトランス体のみが検出され、出麴酸度 2.4、出麴酸度 5 相当および出麴酸度 10 相当の製品において閾値 (0.35 $\mu\text{g/L}$)²⁰⁾を超える濃度であった。モデルもろみを pH3.5 以下にするとシトロネロールからローズオキサイドへの変換が促進される²⁰⁾が、本研究における二次もろみの pH は 4.10 以上であったため、二次もろみの pH と製品のローズオキサイド濃度に関連は見られなかった。出麴酸度 20 相当の製品の *trans*-ローズオキサイドが他の 3 製品に比べて約 1/2 の低濃度であったが、これは、前駆体であるシトロネロールが出麴酸度 20 相当の製品で低濃度であったことと関連すると考えられる。

また、ゲラニオールは、出麴酸度 10 相当の製品がその他の製品に比べて約 1.2 倍高かったが閾値 (80 $\mu\text{g/L}$)¹⁶⁾には及ばなかった。

Table 6 Concentration of small amount flavor compounds in sweet potato *shochu*. ($\mu\text{g/L}$)

	Koji acidity				Threshold in 25% ethanol
	2.4	corresponds to			
Acidity of first <i>moromi</i>	11.2	5	10	20	
Linalool	41	18.2	47.2	62.6	40 ^{*1}
α -Terpineol	55	61	83	136	1,000 ^{*1}
β -Damascenone	16	17	26	37	5 ^{*2}
Citronellol	51	51	54	41	150 ^{*1}
Nerol	37	34	36	25	800 ^{*1}
<i>trans</i> -Rose oxide	0.6	0.6	0.5	0.3	0.35 ^{*3}
Geraniol	59	63	73	60	80 ^{*1}

*1) Reference 16

*2) Reference 6

*3) Reference 20, mixture of *cis*- and *trans*-.

8. 官能評価

一次もろみ酸度が異なる4種類の製品について官能評価を行い、その結果をTable 7に示す。

香りは、一次もろみ酸度の低い製品は「重い」、「素朴で香ばしい甘さ」、「ナッツ様」、「やわらかい」、一次もろみ酸度の高い製品で「軽快」、「テルペン香」、「華やか」、「洗練された香り」といったコメントが挙げられ、総じて一次もろみ酸度が低いと「重く」、一次もろみ酸度が高いと「軽い」酒質となることがわかった。

この傾向は、Table 6に示す一次もろみ酸度の高い製品で爽やかな柑橘香が特徴であるリナロール等が高濃度となった分析結果から予想される酒質と一致した。なお、出麴酸度20相当の製品では、出麴酸度が低い製品の「素朴な甘い香り」とは異なる「果実的な甘い香り」が認められたが、これはβ-ダマセノンの影響と考えられる。

また、味は一次もろみ酸度が低いほど「濃厚」で「余韻が残り」、一次もろみ酸度が高くなるほど「辛く」、「キレが良く」なる傾向であった。

要 約

低酸度麴にクエン酸を添加することで、出麴酸度2.4～20に相当する芋焼酎もろみを造り、そのもろみと製品の特性を調べ、以下の知見を得た。

1. 一次もろみにおいて、一次もろみ酸度の低いもろみではアルコール濃度が18%と非常に高かったた

め酵母の生菌数が少なかった。一方、一次もろみ酸度の高いもろみでは、添加したクエン酸の影響で発酵が遅れた。

2. 二次もろみでは、一次もろみ酸度が低いもろみの立ち上がりが遅れたが、最終的にすべてのもろみの揮発酸度、直接還元糖、残全糖およびアルコール濃度に大差がなく、出麴酸度20相当のもろみでもアルコール発酵が健全に進行することがわかった。
3. 出麴酸度10相当および出麴酸度20相当の一次もろみにおいて、クエン酸がアルコール発酵の過度な進行を抑えている可能性が示唆された。その働きにより酵母の生菌数が維持され、二次もろみが速やかに立ち上がったと考えられる。
4. 製品において、イソブチルアルコール、イソアミルアルコールおよび*n*-プロピルアルコールは一次もろみ酸度が高くなると高濃度になる傾向にあった。このことから、一次もろみ酸度が酵母における高級アルコールの代謝系の一部に影響することがわかった。
5. 製品において、柑橘香がするリナロールと甘い香りのβ-ダマセノンは一次もろみ酸度が高くなるほど高濃度となった。これは蒸留時のもろみ酸度が影響していると推察された。
6. 一次もろみ酸度が低い製品は濃厚で香ばしく甘い香りがあり、一次もろみ酸度が高い製品は軽快、華やかでキレがよくなる傾向にあり、一次もろみ酸度の高さが酒質に影響を与えていた。

Table 7 Sensory evaluation of sweet potato *shochu*.

	Koji acidity				
	2.4	corresponds to			
Acidity of first <i>moromi</i>	11.2	5	10	20	
Heavy	++	+	-	-	
Odor	Light	-	-	+	++
Comments	Classic, Sweet, Nutty, Soft		Terpeney, Elegant, Fresh, Sophisticated		
Taste	Richness, Rounded	++	+	-	-
	Sharp	-	-	+	++

++ : applies strongly
+ : applies
- : not applicable

7. 一次もろみ酸度には麴のクエン酸含量が大きく影響することから、出麴酸度が10を大きく超える麴菌の育種・利用が芋焼酎の酒質のさらなる多様化につながると考えられる。

参考文献

- 1) 本格焼酎製造技術（日本醸造協会，東京），114, 133（2004）
- 2) 岩野君夫：醸協，**86**，（3），208（1991）
- 3) 岩野君夫，三上重明，福田清治，能勢晶，椎木敏：醸協，**82**，（3），200-204（1987）
- 4) 注解編集委員会編，第4回改正国税庁所定分析法注解（日本醸造協会，東京）（2003）
- 5) しょうちゅう醸造技術（日本醸造協会，東京），66（1983）
- 6) 神渡巧，瀬戸口眞治，上田次郎，瀬戸口智子，緒方新一郎：醸協，**101**，（6），437-445（2006）
- 7) 神渡巧，瀬戸口眞治，緒方新一郎，間世田春作：醸協，**98**，（10），729-736（2003）
- 8) 瀬戸口智子，神渡巧：醸協，**111**，（5），345-353（2016）
- 9) 岩野君夫，三上重明，福田清治，椎木敏，島田豊明，小幡孝之，木崎康造，新里修一，荒巻功，佐伯宏：醸協，**81**，（7），495-498（1986）
- 10) 岩野君夫，三上重明，福田清治，椎木敏，島田豊明：醸協，**81**，（8），554-557（1986）
- 11) 瀬戸口眞治，亀澤浩幸，神渡巧，四元貴教，大園栄作：平成10年度 本格焼酎技術開発事業研究成果報告書，24-27（1999）
- 12) 岩野君夫，三上重明，福田清治，椎木敏，島田豊明：醸協，**81**，（7），490-494（1986）
- 13) 竹下淳子，工藤哲三，山本英樹，水谷政美，柏田雅徳：宮崎県工業技術センター・宮崎県食品開発センター研究報告，**49**，127-131（2004）
- 14) 松田敏生，矢野俊博，丸山昌弘，熊谷英彦：日食工誌，**41**，（10），687-702（1994）
- 15) 佐藤俊一：醸協，**85**，（3），148-154（1990）
- 16) 神渡巧，瀬戸口眞治，高峯和則，緒方新一郎：醸協，**100**，（7），520-524（2005）
- 17) 太田剛雄：醸協，**86**，（4），250-254（1991）
- 18) Yumiko Yoshizaki, Kazunori Takamine, Shogo Shimada, Kaya Uchibori, Kayu Okutsu, Hisanori Tamaki, Kiyoshi Ito, Yoshihiro Sameshima：J.Inst.Brew., **117**，（2），217-223，（2011）
- 19) 栗山謙一，長友正弘，山中寿城，吉浜義雄，渡辺酉造：醸協，**100**，（11），817-823（2005）
- 20) 高峯和則，吉崎由美子，島田翔吾，高屋総一郎，玉置尚徳，伊藤清，鮫島吉廣：醸協，**106**，（1），50-57（2011）