

ミード（蜂蜜酒）醸造における酵母添加量削減方法の開発

Development of a method for reducing yeast addition in mead brewing

会津若松技術支援センター 醸造・食品科 高橋 亮 渡辺愛奈

高品質なミードの香味を維持したまま従来の発酵期間で目標アルコール濃度まで到達する発酵助剤および酵母添加量の最適化を検証した。その結果、下限値として設定した酵母添加量 1/10 条件でも発酵助剤 375[g/kL]、2 回分散添加により達成できることが確認できた。発酵助剤添加により酒質の向上や酒質制御の条件も見出すことができた。

Key words: ミード、蜂蜜酒、酵母、発酵助剤

1. 緒言

蜂蜜を発酵させたミード (mead: 蜂蜜酒) はワインやビールと同様に古代より存在し、ヨーロッパを中心に愛飲されており、ハネムーン(蜜月)の語源ともなっている。ミードは蜂蜜のみを原料として発酵させることは難しく、通常は副原料(麦芽や穀類、果汁等)を添加して発酵させるため、蜂蜜本来の香味が活かせない課題があったが、(有) 峰の雪酒造場では、平成 19 年度に当所のものづくり ORT 事業を活用して蜂蜜のみを原料とした高品質なミード製造技術を確立し¹⁾ 商品化した。さらに令和 5 年度に当所の技術開発事業を活用して瓶内 2 次発酵法による発泡性ミードの製造方法を確立し、さらなる高付加価値化に成功している²⁾。(有) 峰の雪酒造場のミードは、貴重な会津特産「栃の木蜂蜜」を原料に清酒製造技術を応用して造られ、本場ヨーロッパの製品よりも蜂蜜本来の香味が豊かな高品質な商品となっている。現在では全国のみならず国外からも蜂蜜原料持ち込みによる多数の委託醸造を受けるほど好評を得ている。

一方、蜂蜜のみを原料とした醸造は仕込み時に多量の酵母添加を必要としてコスト高が課題であった。また、当概企業では清酒製造技術を応用することで現在の製品には生じていないが、酵母多量添加のデメリットとして、酵母臭や酵母自己消化臭、雑味の原因ともなる過剰なアミノ酸増加があり、酵母添加量削減はこれらのリスク低減にも有効である。

そこで本研究では、果実酒醸造で一般的に使用されている発酵助剤を活用し、高品質なミードの香味を維持したまま従来の発酵期間で目標アルコール濃度まで到達する発酵助剤および酵母添加量の最適化を検証したので報告する。また、ミード酒質の多様化の検討のため果実酒用酵母による試験醸造も並行して実施した。

2. 研究方法

2. 1. 供試酵母菌株

酵母は(有) 峰の雪酒造場でミード製造に使用され

ている日本醸造協会酵母「協会 901 号(以下 K-901)」を用いた。K-901 は、麴汁培地 (Brix11) にて 30[°C] で 3 日間の前培養を行い使用した。果実酒用の乾燥酵母は窒素の乏しい蜂蜜を原料とするため、窒素要求性の低い菌株である LALVIN 社の OPALE2.0、DV 10、V1116 および MAUR 社の PDM、PLATINUM を用いた。

2. 2. 供試蜂蜜

原料蜂蜜は(有) 峰の雪酒造場でミード製造に使用されている会津産「栃の木蜂蜜」を用いた。

2. 3. 試験醸造

仕込み配合は(有) 峰の雪酒造場の既存配合を基準とした。試験醸造は 900[mL] 容マヨネーズ瓶を用い、蜂蜜に加水した蜂蜜溶液 300[mL] に酵母水和用助剤を用いて調整した酵母を添加して Brix25 とした(図 1)。発酵助剤は無機窒素、有機窒素、マグネシウム、チアミン、葉酸、ナイアシン、パントテン酸、不活性酵母由来成分を含み、酵母の栄養給源として働くとされ、世界中のワイナリーで使われている FERMAID K™ (Lallemand 社製) を用いた。さらに酵母水和用助剤としてエルゴステロールを含み、発酵挙動の安定と代謝促進が期待できるとされる GO-FERM™ STEROL FLASH (Lallemand 社製) を用いた。なお、乾燥酵母の加水活性方法は酵母や酵母水和用助剤の使用説明書に従った。発酵助剤の添加量は果実酒醸造での推奨添加量 250~500[g/kL] を参考に 250[g/kL] として 2 回分割添加を基準とした。添加タイミングは 1 回目を仕込み時、2 回目を対数増殖期の終わりで停止期の始まり頃となる糖消費 1/3 時点、さらに試験的に 3 回目として糖消費 2/3 時点で分割添加した。発酵温度は従来通りの 15[°C] を基準とした。目標アルコール濃度である 11[%] に到達後、遠心分離 (9000[rpm] 5[min]) にて上槽し滓引きしたものを官能評価試料とした。

2. 4. 分析方法

Brix の測定は屈折糖度計(ATAGO 社製)、アルコール濃度の分析はアルコメイト AL-2 型(理研計器株式会社

製)を用いた。

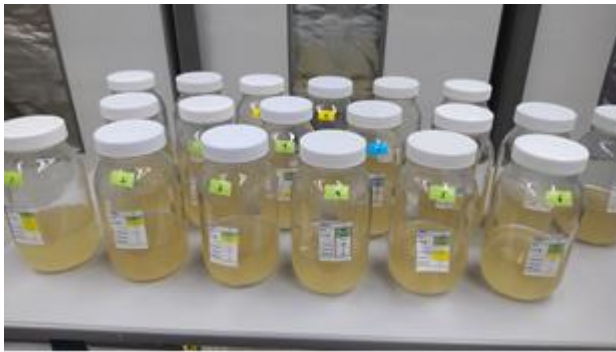


図 1 試験醸造

2. 5. 官能評価

官能評価は3点法(1:優~3:難)にて当所職員4名、(有)峰の雪酒造場担当者の計5名で平均点を算出した。

3. 結果及び考察

3. 試験結果及び考察

3. 1. 酵母添加量の検討

発酵助剂添加による酵母添加量削減を検討するため、従来の醸造方法である発酵助剂無添加、従来同等の酵母添加量を対照(試験区1)とし、発酵助剂250[g/kL]を2回に分割添加したうえ、酵母添加量を1/2、1/5、1/10(試験区2~4)とした試験醸造を行った。安全醸造の観点から従来酵母添加量1/10を下限とした。試験区の詳細と官能評価結果を表1、醪のアルコール経過を図2に示した。

表 1 試験区 1~4 詳細、官能評価結果

試験区No.	1	2	3	4
酵母	K-901	K-901	K-901	K-901
酵母添加量	従来添加量	1/2	1/5	1/10
酵母水和用助剂	×	○	○	○
発酵助剂 (g/kL)	0	250	250	250
助剂分割添加 (回)		2	2	2
発酵温度 (°C)	15	15	15	15
官能評価 (3点法)	2.0	1.4	1.8	1.2

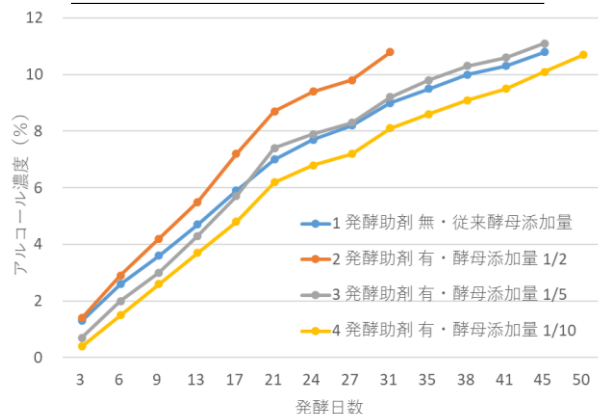


図 2 酵母添加量によるアルコール経過

果実酒醸造における発酵助剂の推奨添加量の下限値である250[g/kL]を添加することにより想定以上の顕著な発酵促進効果がみられた。目標アルコール濃度11[%]に到達する日数を対照(試験区1)と比較すると、発酵助剂添加により、酵母添加量1/10(試験区4)においても5日間、1割程度の遅延であった。酵母添加量1/5(試験区3)では醪初期では対照より発酵が緩慢だが21日目には並び、同等の期間となった。酵母添加量1/2(試験区2)では醪期間を3割以上短縮した。発酵助剂を250[g/kL]を2回に分割添加することで酵母添加量を1/5としても従来同様の発酵期間となることが確認できた。官能評価から酵母添加量の削減により評価は向上する結果となった。特に酵母添加量1/10条件(試験区4)の官能評価は良好であり、短評では味が軽快となり香味バランスの向上がみられた。

3. 2. 発酵助剂等の検討

酵母添加量以外の検討のため酵母添加量1/10、発酵助剂250[g/kL]添加(試験区4)を対照に試験醸造をした。試験区は全て酵母添加量1/10とし、発酵助剂を3回に分割添加(試験区5)、酵母水和用助剂を無添加(試験区6)、発酵助剂を無添加(試験区7)、発酵助剂添加量を2/3(試験区8)、発酵温度を20[°C](試験区9)とした条件で行った。試験区の詳細と官能評価結果を表2、醪のアルコール経過を図3に示した。

表 2 試験区 4~9 詳細、官能評価結果

試験区No.	4	5	6	7	8	9
酵母	K-901	K-901	K-901	K-901	K-901	K-901
酵母添加量	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10
酵母水和用助剂	○	○	×	○	○	○
発酵助剂 (g/kL)	250	250	250	0	150	250
助剂分割添加 (回)	2	3	2		2	2
発酵温度 (°C)	15	15	15	15	15	20
官能評価 (3点法)	1.2	2.0	2.4	2.0	2.0	2.6

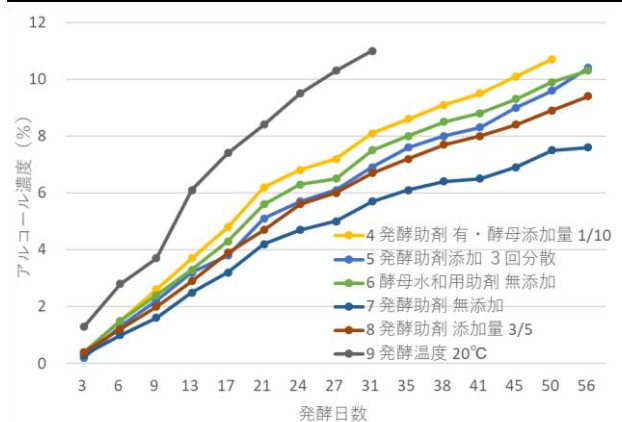


図 3 発酵助剂等の仕込み条件によるアルコール経過

目標アルコール濃度11[%]に到達する日数を対照(試験区4)と比較すると、分割添加数を3回とした

もの（試験区 5）は 1 割以上遅れる結果となった。醗後半のアルコール生成が減少する点の改善を期待したが、分割回数の増加により 1、2 回目の添加量が減少し、250[g/kL] 添加条件では醗前半で酵母に必要な栄養が不足したことが考えられる。酵母水和用助剤が無添加（試験区 6）では 1 割以上遅延した。発酵助剤添加量を 3/5（試験区 8）に減少させると発酵が大きく遅れ、発酵助剤無添加（試験区 7）では顕著に遅延してアルコールが 8%未満で発酵が停滞する結果となった。一方、ワイン醸造に準じた酵母添加量にて蜂蜜のみの発酵ではアルコール濃度 3[%]程度で発酵が停滞するが¹⁾、酵母水和用助剤の添加で 8[%]程度まで発酵が進むことが確認できた。20[°C]発酵（試験区 9）では酵母添加量 1/2（試験区 2）と同程度の高い効果があったが、香味が荒く雑になり官能評価が大きく低下した。対照（試験区 4）と比較すると他の全て条件（試験区 5～9）で官能評価が低下する結果となった。

以上の結果から酵母水和用助剤は補助的に発酵経過や香味の向上に有効であり、従来通り 15[°C]発酵が望ましく、発酵助剤の添加量は特に醗前半で 250[g/kL]より減少させると発酵が遅れ、香味も低下することが確認できた。更なる発酵助剤添加量の増加により発酵改善できることが示唆された。

以上の結果から酵母添加量 1/10 条件における発酵助剤添加量を検討した。従来と同等の発酵期間となった酵母添加量 1/5、発酵助剤 250[g/kL]添加を対照（試験区 10）として、酵母添加量 1/10 条件で発酵助剤添加量を 375、500、625、750[g/kL]（試験区 11～14）として試験醸造を行った。試験区の詳細と官能評価結果を表 3、醗のアルコール経過を図 4 に示した。

表 3 試験区 10～14 詳細、官能評価結果

試験区No,	10	11	12	13	14
酵母	K-901	K-901	K-901	K-901	K-901
酵母添加量	1/5	1/10	1/10	1/10	1/10
発酵助剤 (g/kL)	250	375	500	625	750
助剤分割添加 (回)	2	2	2	2	2
発酵温度 (°C)	15	15	15	15	15
官能評価 (3 点法)	2.2	2.0	2.0	1.6	1.6

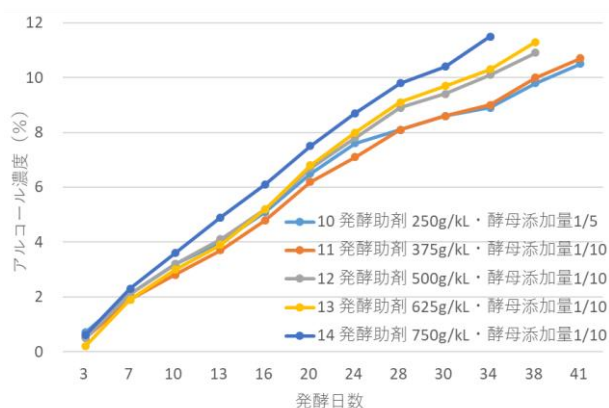


図 4 発酵助剤添加量によるアルコール経過

発酵助剤添加量の増加により、発酵促進効果がみられた。酵母添加量 1/10 条件であっても発酵助剤 375[g/kL] 添加（試験区 11）により従来発酵期間で目標アルコール濃度まで到達した。なお、375[g/kL] 添加は、果実酒醸造の推奨添加量 250～500[g/kL] の範囲内である。発酵助剤添加量の増加に伴い、酵母の健全な発酵が促されたためか官能評価が向上する結果となり、短評では添加量が多いほど香り華やかで味が軽快という評価となった。

次に発酵助剤添加量が多い条件（試験区 12、14）における分割添加回数の増加（試験区 15、16）の影響について検討するため、分割 3 回添加について試験醸造を行った。試験区の詳細と官能評価結果を表 4、醗のアルコール経過を図 5 に示した。

表 4 試験区 12、14～16 詳細、官能評価結果

試験区No,	12	14	15	16
酵母	K-901	K-901	K-901	K-901
酵母添加量	1/10	1/10	1/10	1/10
発酵助剤 (g/kL)	500	750	500	750
助剤分割添加 (回)	2	2	3	3
発酵温度 (°C)	15	15	15	15
官能評価 (3 点法)	2.0	1.6	1.6	1.4

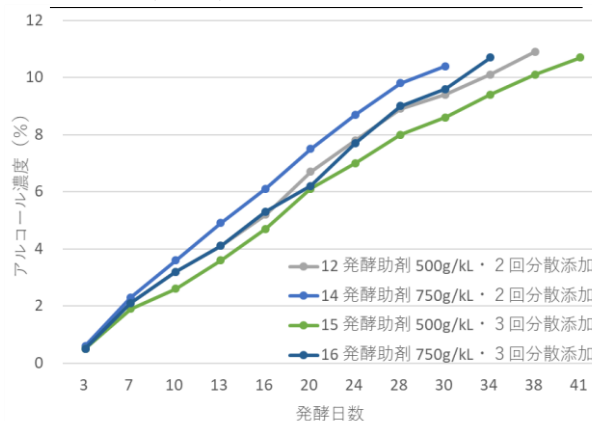


図 5 発酵助剤添加量によるアルコール経過

発酵助剤添加量は変えずに分割添加数を増やし 3 回としたもの（試験区 15、16）はいずれも目標アルコール濃度 11[%]に到達する日数が 1 割程度遅れる結果となり、250[g/kL] 添加にて分散回数を変化させた条件と（試験区 4、5）とほぼ同様の結果となった。一方、官能評価では 3 回分割添加の方が高評価となり、短評ではやや苦渋は感じるが、味がより軽くなり後味のキレが良いとの評価が得られた。現場では、なめらかで味幅がある甘口タイプと軽快で後味キレの良い辛口タイプなど商品コンセプトにより造り分けている。辛口タイプ製造時は分割添加を 3 回とするなど、発酵助剤添加タイミングを工夫することで酒質をある程度制御できることが示唆された。

3. 3. 果実酒用酵母の検討

研究課題の目的とは異なるが、ミード酒質の多様化を検討するため果実酒用酵母による試験醸造も並行して行った。発酵助剤は 500[g/kL]を分散 2 回添加して 20[°C]にて行った。試験区の詳細と官能評価結果を表 5、醪のアルコール経過を図 6 に示した。

表 5 試験区 17～21 詳細、官能評価結果

試験区No,	17	18	19	20	21
酵母	OPALE2.0	DV 10	V 1116	PDM	PLATINUM
乾燥酵母添加量 (g/kL)	250	250	250	250	250
発酵助剤 (g/kL)	500	500	500	500	500
助剤分割添加 (回)	2	2	2	2	2
発酵温度	20	20	20	20	20
官能評価 (3 点法)	2.4	1.8	1.2	1.6	1.8

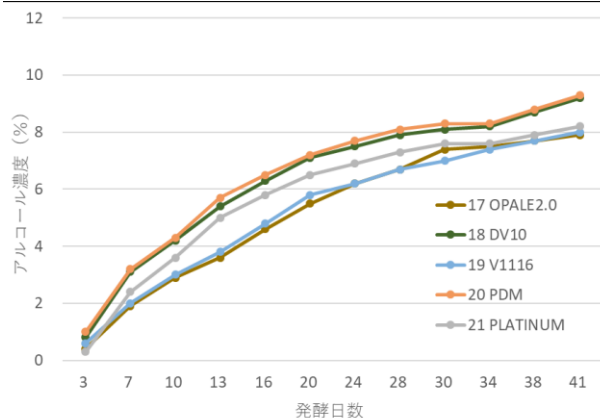


図 6 果実酒用酵母種類によるアルコール経過

K-901 と比較して全ての菌株で発酵経過は遅く K-901 が目標アルコール濃度である 11[%]に達する日数ではアルコール濃度 8~9[%]程度となった。一方、官能評価に優れる株もあった。エステル高生産酵母である V1116 は発酵がやや緩慢だが、白ワイン様のフレッシュな特徴香が加わり、甘味と酸味のバランスが良いとの短評が得られた。汎用性が高く世界的にも採用実績の多い PDM は発酵力が強めであり、やや苦渋味あるも輪郭がクリアで軽快、香味調和との短評が得られた。蜂蜜と酵母には相性があるため、今回は会津特産「栃の木蜂蜜」を原料とした場合の発酵経過や官能評価の結果となるが、ミードの多様性拡大には果実酒用酵母の選択も有効であることが確認できた。

4. 結言

- ・果実酒醸造で一般的に使用されている発酵助剤を活用し、高品質なミードの香味を維持したまま従来の発酵期間で目標アルコール濃度まで到達する発酵助剤および酵母添加量の最適化を検証した。
- ・下限値に設定した酵母添加量 1/10 条件においても発

酵助剤 375[g/kL]の 2 回分散添加により達成できることが確認できた。

- ・発酵助剤添加により酒質が向上する条件も見出すことができ、さらに添加量やタイミングを工夫することで酒質をある程度制御できることが示唆された。
- ・ミードの多様性拡大には果実酒用酵母の選択も有効であることが確認できた。

確立した酵母添加量削減方法にて実規模試験醸造を実施中である。再現性等を確認しながら製品化まで引き続き技術支援を行う。

参考文献

- 1) 高橋亮 他. 蜂蜜酒「ミード」における製造管理技術の確立. 平成 19 年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告, 2007.
- 2) 高橋亮 他. 瓶内 2 次発酵による発泡性ミード(蜂蜜酒)の開発. 令和 5 年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告, 2024.