

貯蔵出荷管理

若林 三郎

はじめに

清酒製造業の製造工程は、大きく二つに分類できる。一つは原料米を処理して清酒を造り火入れを行って貯蔵するまでの工程、もう一つは貯蔵された清酒を調合や加水により市販酒規格に調整し瓶詰め出荷する工程である。最近の食品に対する消費者の厳しい目を考えると、後者の工程の役割が急速に高まって来ている。また、顧客からのクレームもこの工程に原因した事項に偏っている。

また、近年のろ過技術は驚くほど発展している。こうした先端技術を積極的に活用することで、酒を磨く、ことができるようになってきている。

これまで我々は、発酵の工程に技術の力点を置き過ぎていたような気がする。もう一度、貯蔵出荷工程を振り返ってみようと思いこの冊子を作成した。

1 衛生管理

清酒は、乳酸菌の一種である火落菌に侵されると危険があるので厳しい衛生管理を行う必要がある。

(1) 火落と火落菌

火落は清酒中に乳酸菌の一種である火落菌が繁殖する現象である。清酒が火落すると増殖した火落菌の菌体で混濁し、代謝物で酸度の増加、酸臭の発生などが起こり、最悪の場合、飲用に供せなくなる。もっとも最近の火落は、精米歩合が低下し細菌の栄養が不足しているためか、わずかに混濁するだけで酸も増えないと言う、軽微な火落が多い。しかし、製品にオリが生ずることは製品のイメージを損なうことに他ならないので、適切な衛生管理が求められる。

火落菌は、真正火落菌と火落性乳酸菌に大分類される。真正火落菌はアルコール耐性が高く 20%のアルコール濃度でも繁殖する。したがって貯蔵タンクで起こる火落の原因はこの菌によることが多い。火落性乳酸菌は 15%程度のアルコール濃度で増殖する。耐アルコール性は落ちるが増殖速度が速いものが多く、市販酒での火落の原因になっている。

火落菌は増殖に伴い炭酸ガスを発生させるヘテロ発酵を行うもの、ガスが発生しないホモ発酵を行うものがある。

(2) 火入れ

火落菌を殺菌するため清酒を加熱することを火入れと言う。完全に殺菌するための火入れ条件は 65 で 30 分以上保持することが必要である。一般に清酒中の夾雑物が多いと火入れ効果が低下するといわれる。完全な火入れには完全なる過が要求される。活性炭素(以下、単に炭素と表現する。)を貼り付けるから、火入れ前は多少、夾雑物が入っ

ていても良いと考えるのは間違えである。

理想的なタンク火入れは逆流防止弁を付した呑みを使用しタンク底部から熱酒を挿入する方法である。適切な呑みがない場合はタンク上部から熱酒を入れる。火入れ時は、清酒は加熱されており、その熱と輸送の高圧とで輸送用ホースが変形し、思わぬ事故が起る可能性があるので十分注意し作業を行う。

瓶詰め時の火入れは火入れの最初と最後に気をつけること。最初は品温が目標温度に達していないことが多いので品温を確認してから製品とする。最後は押水を行うのでアルコール濃度と温度の両方に留意しながら製品とする。

過去にタンク火落事故があった社の場合は火入れ温度を 70 とする。清酒の品温を上げると酒質に影響を与えるが、この程度であれば、その影響は少ない。

清酒に使用するホースは洗浄用のゴム球等を用いて内部も洗浄する。瓶詰め装置に取り付けられている固定配管は時々内部を掃除する。特に配管が急角度に曲がっている箇所は注意が必要である。

プレートヒーターも時々分解洗浄する。

火入れ時は清酒の温度が上昇するためアルコールが飛散しやすい。そのためアルコール欠減防止のため装置も考案されている。

(3) 呑みきり

タンクに囲った清酒の出来栄えと火落していないことを確認することを目的に行う。火入れ貯蔵後、3~4ヶ月を目安に行う。

呑み切りの手順の一例を次に記述する。

イ 呑み口の蓋をはずし、呑み口を清浄な水で洗った後、アルコールを噴霧し、再び水洗する。

ロ 殺菌剤に浸けておいた呑みきり器を清浄な水で洗い、呑み先に取付ける。

ハ 殺菌した一升瓶に殺菌したロートを付け呑みの出口に置く。清酒の亡失防止のため一升瓶をタメや半切りに入れとおくのも良い。

ニ 最初の1リットルは試料としない。次の1リットルを試料とする。

ホ 試料採取が終了したら、呑みをしめ、呑みきり器をはずす。呑み先を水洗後、アルコールを噴霧して殺菌し、蓋をする。

ヘ 呑み切り器は水洗後、殺菌剤に浸漬し、その後の使用に備える。

ト 呑みきりが終了したら貯蔵所の床を水洗する。

チ きき酒は

- ・ 出来栄え
- ・ 熟成の度合い
- ・ 混濁の有無

を意識して行う。結果は記録して、秋以降の出荷及び今年の仕込みの参考にする。清酒の素性及び炭素の使用実績等の情報もあわせて記載する。

リ 採取した試料はきき酒に供すると共に火落菌検出培地に 1ml 程度加え火落菌検出試験を行う。培地がない場合は、殺菌した 3 dl 瓶を 2 本用意し、一方にはあらかじめ殺菌水 100ml を入れておき、この 2 本の瓶（検酒瓶と呼ぶ）をきき酒の残酒で満たす。2 本の瓶は光が当たらず、採取したタンクに近い温度の場所に置き、一週間に一度くらいの頻度で混濁の有無を観察する。

（４）火落が発見された場合の処理

イ 火落によりそれほど酒質が変化していない場合は、澱下げを行い、ろ過し再火入れする。この時の澱下げは難しいので澱下げ剤の使用量等はよく検討する。澱下げを行わず火入れしても酒質はそれほど悪くならないので、この方法でも良いがろ過などをするともう一度火入れをしなければならない。また、火入れ貯蔵しても火落菌は沈降しないので結局、澱下げはしなければならない。澱下げを行わないとろ過で澄明にすることは難しい。

ロ 火落した清酒と接触したタンク、ろ過機、ポンプ及びホース等は殺菌剤で消毒しておく。

ハ 火落菌検出培地で火落菌が検出された時

（イ）火入れ処理を行う。

（ロ）検酒瓶をこまめに観察することにより火落菌増殖の進行具合把握し、早期に出荷するように計画する。

（５）殺菌剤

大別すると、アルコール、酸化剤系および逆性石鹼に分類される。いずれの殺菌剤を使用するにしても、殺菌する個所をあらかじめ清浄にしておくこと、殺菌後、殺菌剤は完全に洗い流すことが求められる。一度、煮沸した水で洗浄するのが最も良いが、洗い流す場合は水道水をそのまま使用してもほとんど問題はないと考えられる。水道水は塩素殺菌が行われているので菌学的に清潔である。

イ アルコール

濃度は 70% 水溶液の殺菌力が最も強いといわれるが、希釈せずに使用してもよい。安全性は高い。

ロ 酸化剤系

これらの殺菌剤は鉄（金属）を腐食させるので使用後は、殺菌剤と接触したと推定される「鉄の部分」は必ず水洗する。また、濃度の高い場合は皮膚が影響を受けるので取扱いには十分注意する。

次亜塩素酸ナトリウム

有効塩素 12% のものを 500 倍程度に希釈して使用する。250ppm に相当する。

35% 過酸化水素

10～30 倍に希釈して使用する。（1%～3% になる。）

ハ 逆性石鹼

塩化ベンザルコニウム液及びジメチルベンジルアルキルアンモニア液がある。使用量及び使用法は説明書に従う。

2 熟度管理

清酒は、熟成によりマイルドな味に変化する反面、酸素、光及び熱により、酒質を劣化させる。通常の貯蔵条件では、清酒は熟成により秋から翌年の春先までが飲みごろであるが、新酒と古酒の切り替え時期も考慮しつつ、出荷担当者としては年間を通じて安定した酒質の供給を目指すべきである。

(1) 貯蔵酒（タンク貯蔵酒）

酒質を若く保ちたい場合は低温で貯蔵する。しかし、低温管理が過ぎると若いというよりも未熟であると表現すべき清酒になってしまう。会社の商品コンセプトに適した温度管理法を研究すべきである。炭素の張り付けも酒質を若く保つ手段であり、その種類と使用法が酒質に大きな影響を与えるので十分検討すべきである。

生酒は、10℃以下の低温貯蔵を行い火落の発生を防止する。

なお、過熱になる要件としては端桶貯蔵により清酒が空気酸化を受けたり、過度の品温の上昇などがある。貯蔵中の清酒が端桶にならないように新酒の火入れの段階から年間出荷計画を作成しておかねばならない。

(2) 市販酒

市販酒として酒造場から出荷されると酒質は熱と光によって劣化するだけで、良い意味での熟成は起らない。鑑定官室で行っている市販酒調査の結果から、酒造場を出てから2ヶ月以内の清酒に限ると官能評価結果は良好である。それを過ぎると欠点が目立ってくる。酒造場としては、2ヶ月以内に消費していただくような販売方法を行うこと、2ヶ月以上の流通期間に耐えるような清酒に仕上げること、が対策として考えられるが、地域密着型の販売を嗜好するならばフレッシュローテーションを心がけるべきであろう。

また、流通の方々に、清酒は酒質が劣化するものである、ことを納得していただきビールと同様の取扱いを受けられるように教育することも重要である。

3 ろ過

ろ過とは、紙、布等のろ過材にろ過助剤を張り付け、濾過層を造り、この層を通過させることにより清酒を澄明にすることである。最近、他産業で開発された優秀なるろ過技術が清酒業界でも利用できるようになってきているので、日頃から新技術に関する情報にも留意する。

(1) ろ過助剤

ろ過助剤は、ろ材の性能維持を計りスムーズなるろ過の実現のため使用される。

イ 珪藻土系

珪藻土は珪藻という単細胞植物が起源である。珪藻の細胞膜はペクチンと有機のケ

イ酸化合物からなっており、細胞の死滅によりケイ酸部分だけが残って堆積したのが珪藻土である。珪藻土層は今から数万乃至数千万年前に形成されたものと考えられている。粘土とはまったく異なっている。

珪藻土は、産地、精製方法及び加熱処理方法等により多くの商品があるが、清酒用の珪藻土は、粒子の平均直径が比較的小さい赤い珪藻土と粒子の直径がやや大きい白い珪藻土の2種類に分類できる。赤い珪藻土で1 μ 、白い珪藻土で5 μ の濾過層が形成されると言われている。珪藻土は、若干の鉄分を含有しており使用中に鉄分が溶出しないように清酒用の珪藻土は酸による洗浄が行われている。

ロ その他

その他のろ過助剤としてセルロース系、チタン系及び絹を素材とした助剤が開発されている。使用の詳細については各製造者に問い合わせる。

(2) 活性炭素

活性炭素は、清酒中の不要な成分を除去する目的で使用される。炭素には無数の微小な孔が開いており、ここに物質を閉じ込めることにより清酒中から不要物を取り除く。

イ 賦活法

(イ) 水蒸気法

鋸屑を部分燃焼させ発生する水蒸気、炭酸ガスで賦活させる。平均細孔径が小さくなり分子量の小さいものを吸着し易く、低分子の香り成分の除去に向いている。

(ロ) 塩化亜鉛法

塩化亜鉛を鋸屑と混合し 600~700 で焼き固める。平均細孔径が比較的大きく大きな分子を吸着し易く、色や雑味の除去に向いている。

ロ 粉末炭と粒状炭

炭素には通常清酒に使用されている粉末炭と、水処理等に用いられる粒状炭がある。

八 粉末炭素の粒度分布

炭素の吸着力は炭素の表面積に比例し、粒子の細かい炭素の方が、表面積が大きくなるので、粒子の荒いものより吸着性能は高い。

市販の炭は、粒度分布を大きい方に揃え沈降性を良くしたものとそのまま商品としたものがある。粒度を揃えた沈降性の高い炭は、作業性は良いが価格も高く、性能は落ちる。粒度調整を行っていない炭は微粒子の量が多いので、沈降性が悪く作業効率が落ちるがよく効いて価格は安い。

4 ろ過機とろ過操作

かつては、どこの酒造場にもあったリーフ型のカーボンフィルターはまったく姿を消してしまった。最近、ろ紙を使用したフィルタープレス型のろ過機を多く見かける。業界を上げて石綿を使用しないろ過に移行した結果であると推測される。フィルタープレス

型のろ過に続き、仕上げろ過に膜ろ過を行い製品としている社が多い。

いずれの方法においてもろ過にはそれなりの技術が必要とされる。同じ装置を用い同量の清酒をろ過しても作業員の技量によりろ過時間や清澄度が異なる。日頃からベテランの技を吸収するように心がける。

(1) ろ紙ろ過

ろ紙のろ過も通常であれば、完全なるろ過が可能と考えられるが、以下の原因で漏れを生ずる。

イ ろ過に先立ち、ろ過助剤をろ紙などのろ材貼り付けることをプリコートと言うが、これが不均一でろ過助剤が付着していない個所から漏れる。

ロ プリコート層が剥離、亀裂を起こし、その部位から漏れる。

ハ ろ過はプリコート層やろ過された固形分でろ過ケーキを形成しているが加圧などによりこれが圧縮され、その時に漏れる。

ニ パッキンの不具合により、ろ紙とパッキンに間隙が生じそこから漏る。

これらの対策としては以下のようなことが考えられる。

イ プリコートは時間をかけてゆっくり行う。

ロ いたずらにろ過機に振動や衝撃を与えない。また、気泡の侵入を極力抑えること。

これらを実現するため、バルブの開閉は静かに、ポンプの軸受けやシールは完全なものを使用すること。

ハ できるだけ低圧でろ過する。澱の絡んだ個所を入れるなど、急激な圧力上昇を招くようなことは避ける。ろ過の途中でろ過圧の上昇を抑えるため珪藻土を投入することがあるがこれをボディフィード(ボディエード)という。最後に澱の部分でろ過しなければならぬ時などは澱の部分に珪藻土を加えろ過するとろ過圧の急激な上昇を防げる場合がある。

ニ パッキン等の不具合についてはメカニク的な問題であるから作業者の努力では完全に解決できないが、パッキンやパッキンの接触面は普段から注意して慎重に扱う、ろ紙のセットは慎重に行う、パッキンにごみなどを付着させないなどを心がける。

(3) 膜ろ過(仕上げろ過)

ろ紙を用いたろ過でも完全なるろ過は可能であるが、安全を期して膜ろ過による仕上げろ過を行うことを勧める。

イ ろ過筒(カートリッジ)タイプ

膜をひだのようにたたんでろ過筒になっている。一本のろ過筒のろ過面積は0.5 m²程度、孔径は0.4 μmのものから1 μmくらいのものである。

ロ 中空糸膜タイプ

少量なら炭素ろ過までできるものもある。逆洗もでき高価だが能力は高い。穴があいていて気が付かないことがあるので留意する。

(4) 綿ろ過

ろ過の方式としては古くから使用されているタイプで、綿を洗浄するのに手間がかかるが、ろ過圧の変動にも強く、ろ過漏れが少なく、安定したろ過ができる。

5 ポンプ

清酒業界で液体の搬送に使用されているものは、少量の移動用にモノフレックスポンプ、大型ろ過に使用されるタービンポンプ、もろみの搬送に使用されるピストンポンプなどがある。

(1) モノフレックスポンプ

柔軟な合成ゴム製の羽を持ったローターが、ケーシング内で回転し、吸入口と吐出口間に設けたカムによって屈曲して吸入作用と吐出作用を行う。呼び水を必要としない。70以上の温度やもろみには使用できない。ポンプの分類上は特殊ローターリーポンプに該当する。

(2) タービンポンプ

渦巻状のケーシング内をインペラが回転し、その遠心作用により液体を吸入口から吸い上げ吐出口から押し出す。清酒製造業で一般的に用いられているポンプである。呼び水が必要である。熱酒でも送れるが、もろみは送れない。

(3) ピストンポンプ

ピストンの往復運動によって間歇的に吸入及び吐出を行う。もろみの輸送用に使用される。呼び水を必要とせず、空気の加圧輸送もできる。

6 澱下げ

清酒は熟成により、その成分が縮合し不溶性物質に変化することがある。不溶性物質が目に見えるようになると白ボケと呼ばれる。白ボケが起ると商品価値が低下すると同時にろ過性能が著しく低下し、ろ過が難しくなる。新酒では簡単にろ過できたものが古酒になるとろ過し難くなるのはこのような不溶性物質が増加するためである。そのため澱下げが必要になる。澱下げは酵素法以外は、清酒中にフロックを形成させ、これが沈降する時に澱も同時に降下させることにより行う。

白ボケの主たる成分は麴由来の蛋白質と言われている。近年は精米歩合が低下し、蛋白質の含有量が低下しているため、白ボケは発生し難くなっている。出荷時のろ過が困難でなければあえて澱下げを行う理由は見当たらないように思える。

代表的な澱下げ方法を以下に示す。

(1) 柿渋とゼラチン

柿渋のポリフェノールとゼラチンの蛋白質とでフロックを形成する方法である。柿渋とゼラチンを適切な比率で使用しなければならない。澱下げを行う前に少量試験を実施すべきである。比率をあやまり柿渋が残存すると柿渋のポリフェノールが重合して赤い色素を作るので、「赤い酒」となることがある。

ゼラチンの代わりに色々な商品が発売されている。

(2) シリカゾル(二酸化珪素)

二酸化珪素と蛋白質が結合することを利用している。ゼラチンと併用することもある。容易にフロックを形成し澱の沈降も早いので作業性は良い。ゼラチンを併用する場合は、少量試験を行った方が良い。

(3) アルギン酸

アルギン酸ナトリウムが清酒中でフロックを形成することを利用している。

確実に澱下げを行うことができるが、水を多く使用することから、澱が多量に出ることと処理した清酒が若干薄まる欠点がある。澱下げと同時に加水を行なう時には有効である。

(4) 酵素法

清酒に微量のプロテアーゼを作用させ、白ボケ成分の一部を分解する。分解された箇所は活性になり分解されたもの同士吸着を繰り返し巨大分子に生長して不溶性になり澱となって沈降する。

澱下げに時間がかかること、他の方法で澱下げをした清酒と混和すると再び白ボケを起こす、などの欠点がある。

7 調合と加水

調合や加水を行い、社内規格を満たす商品を作成しなければならないが、複数の清酒の混和と加水には個数計算が必要になる。個数計算を行う場合、水の日本酒度は+1として計算した方が良い。

アルコール及び日本酒度の個数計算の例

(1) アルコールの個数計算の例、18%の清酒400ℓと17%の清酒600ℓを混和した場合のアルコール度数を計算する。

$$\text{アルコール個数は、} 18 \times 400 + 17 \times 600 = 17400$$

$$\text{混和後の容量は} \quad 400 + 600 = 1000$$

$$\text{混和後のアルコール度数は} \quad 17400 \div 1000 = 17.4\%$$

(2) 日本酒度の個数計算の例、+4の清酒300リットルと-1の清酒200ℓを混和した場合の日本酒度を計算する。

$$\text{日本酒度の個数は、} +4 \times 300 + (-1) \times 200 = +1000$$

$$\text{混和後の容量は、} \quad 300 + 200 = 500$$

$$\text{混和後の日本酒度は} \quad +1000 \div 500 = +2$$

8 酒税法への対応

清酒を別のタンクに移動したり、加水した場合は、記帳義務が発生するので適切に処理されたい。