

## ●▲■ はじめに

「麴造りについて」書くようにとの依頼を受けておりましたが、一昨年度から現場を離れており、新しい知見等がない状態で果たしてお引き受けしても良いものかという疑問が自身の中にあり、なかなか前向きに考えることが出来ずにおりました。

その間、当工業技術センター酒類担当の後輩たちが、現役の直面している課題や研究成果等について書かれた優れた論文が掲載されておりました。それらを読むと、尚更、筆を持つ気力が失われて行きました。

「鑑評会出品用酒の製麴」についての研究が多くなされており(数値化して記録する作業はほとんどが出品用酒の製麴作業内容になるため)、私が持つデータも基本的には同様なのですが、近年の鑑評会出品酒中のグルコース含有量の増大に貢献するような製麴工程については個人的には関心がありませんでした。また、詳細なデータを持ち合わせていないということもあり、私が詳しいのは今で言えば古い製麴作業についてということになる可能性が高いという危惧もありました。

しかしながら、「どうしても・・・」というご丁寧なご依頼に押し切れ、上記のような疑問を感じながらも、これまで取り組んできたややもすると「古い製麴作業」についてまとめる感じで書かせて頂きます。

## ●▲■ 麴の役割について

清酒業界では「一麴・二酒母・三造り」と言われ、酒質に最も大きな影響を与えると言われる麴造りの重要性が強調されてきた。しかしながら、客観的な指標等に基づく優れた製麴法についての記述というのは少なく、縦型精米機の登場による高精白米が入手できるようになり、各種計測器具が整備されるようになって初めて製麴の数値化が出来るようになったと感じている。

麴が果たす清酒製造と酒質に対する役割は以下のようなものになる。

①清酒製造時に必要なさまざまな酵素群を提供する。②麴菌体は酵母増殖の栄養源になる(菌体量;窒素量の多い少ないで酒質に与える影響が異なる)。③清酒製造方法や使用酵母と関連して清酒特有の香味を形成するなどである。

## ●▲■ 製麴工程の数値化と求める酒質とのマッチング

視覚的な観点から麴を評価する言葉に「ヌリハゼ」「総ハゼ」「突きハゼ」などの定義がある。しかしながら、その中間状態をどのように判断するかという曖昧さもあるし、そのような表現がなされた時代を考えると、少なくとも現代のような高精白米使用の製麴とは無縁のものであったと推察される。

また、昭和 40 年代前後の造れば売れる時代の清酒製造業界においては、効率の高い(酒化率の高い)醸造法にマッチする麴が評価される時代であった。高温高湿の環境で短時間製麴し、出麴使いするというような製造法も開発されていた。

私が製麴工程を科学的に捉えようと思い始めたのは、この業界に入って間もない昭和 60 年ころのことである。清酒(新酒)鑑評会で良い成績を取るためにはどのようなことが必要なのか?という疑問を解くためというのが最も大きな動機付けだった。

昭和の後半(昭和 60 年代前後)に鑑評会の成績というものが注目されるようになり、それが蔵の評価基準の一つのようになると鑑評会への感心度が急激に上昇した。

## ●▲■ 山形県における製麴工程に関する学習と

### データの蓄積について

本県では、昭和 53 年から夏期に 6 日間の清酒製造業技術者の研修を開始し(今年で 38 年目になる)、また、昭和 62 年からは県内の若手清酒製造技術者達の技術力向上と懇親を深める目的で山形県研醸会を設立し、さまざまな勉強会や研修会・きき酒会等に取り組んできた。

全国から有力な清酒製造技術者や販売店そして装置開発会社等を招聘し技術的な部分を中心に学習を重ね、国内の有名酒蔵の視察等にも積極的に取り組んだ。また、研醸会では平成 8 年から 3 つの研究班を組織し、第 1 班が清酒酵母の開発、第 2 班が原料米と麴の分析、第 3 班が市販酒の分析調査等に取り組んできた。麴に関しては平成 8 年から販売を開始した本県の統一ブランドである純米吟醸酒「DEWA33」や鑑評会出品酒の麴力価等を測定しデータとして各蔵に提供している。

麴造りに関する講習会等のほとんどのテーマは「大吟醸酒(出品用)のための麴造り」であった。昭和の後半からさまざまな大吟醸酒用麴の製造法を学習する機会が増えてくると、技術者や蔵の製麴方法の差(考え方)が見えるようになってきた。

そこで当工業技術センターでは、平成元年から県内の全国新酒鑑評会に参加した全ての出品酒の製造内容(仕込配合や経過表など)や各種分析成分値を集め、比較項目を定めて解析を行い、造り始めの時期の講習会等で県内技術者を対象に勉強会等を行っている。前酒造年度の金賞受賞酒・入賞酒・予選落ちした酒と分け、その平均値や標準偏差等を比較検討するのだが、好成绩を取るためのポイントというものが徐々に増えてくる。

## ●▲■ 数値化が始まる前の吟醸造りと麴の評価

上記したように吟醸酒造りの一環として麴造りの技術的な解析が始まったのが昭和 50 年代後半からである。もっとも東北の地域では鑑評会出品酒と言えども一般米の精米歩合 50% で造るのが多かった。所謂 YK-35 の鑑評会金賞受賞の方程式が一般化するのには平成に入ってからである。(山田錦は入荷希望をしても前年の実績がないと購入できず、実績がない蔵は一般米を使用するパターンが多かった。)

平成に入り鑑評会人気が過熱すると、山田錦の普及も加速し鑑評会出品酒に占める山田錦の占有率は高くなっていった。

原料米・精米歩合・使用麴菌・使用酵母によって目指す酒質・それにマッチする製麴法が有るわけで、話を進める際の平均値や

標準偏差値がどれくらいの意味を持つかは不明なところもあるが、原料米や精米歩合等がほぼそろってきている現状においては、製麴方法を数値的に解析し比較する意味が増してきていると感じている。

●▲■ 昭和 60 年頃の製麴について

昭和 62 年頃に作られた中国・四国・東北地方（2 名）の蔵の 4 名の杜氏さんの吟醸麴のテキストを表 1 にまとめた。出展の詳細は控えるが、何れの杜氏さんも吟醸酒造りの名手として全国的に知られた方々である。

前述したとおり、YK-35 の方程式が一般化する前なので使用原料米は、山田錦 2 社、一般米 2 社で、精米歩合は 35~40%（見かけ）であった。

製麴工程を比較する場合、必要な基礎情報として原料米の種類（酒造好適米かどうか・軟質米か硬質米か・心白と粒の大きさ）、その年の蛋白質含有量（蛋白質含有量が多いか少ないか）などが有る。心白は水分調整機能があり水分の出し入れに優れ、白米の粒が小さいと重量当たりの表面積が大きくなり製麴の際の乾燥が早くなる。また、原料米の特性としての蛋白質含有量だけではなく、その年の天候や栽培方法等による蛋白質含有量も同様に麴菌の繁殖速度に影響を与える。蛋白質含有量の多い状態（精米歩合が高い・蛋白質含有量の多い原料米を使用している・登熟条件が悪い天候条件で栽培された原料米など）での突きハゼ麴の製造は、表面近くに麴菌の生育促進物質である蛋白質が多いので難しいと思われる。

この表の中で山田錦と一般米での差をみると、蒸米吸水歩合は山田錦が一般米より多めの吸水を行っている。また、一般米を使用したものは仲仕事温度が低くなっており、一般的に好適米に比べて多少蛋白質が多いと想定されることから前半の品温を抑えた製麴をしているものと考えられる。出麴の判断基準としては、栗香が出てから 2 時間くらいしたら出麴とか、茸臭が十分出たら出麴することが書かれており、確かに杜氏さん達は栗香とか茸臭とかが何時出るか？出てからどれ位で出麴をするか？などが当時大きな話題となっていた。

また、包み上げ温度をみると中国地方 A 社が 28.5℃と低く、いくら種麴を多く使用しているといっても当センターで 28.5℃に包み上げて 21 時間後に品温を 32℃まで上昇させることはなかなか困難であった。ただ、「温度計にも誤差等もある」などという考え方を試してみたら（実際、温度計でも蔵毎に 0.5℃くらいの誤差が有る）実現出来るようになった。

有力杜氏さん達の経過表をまねることでさえ、さまざまなハードルが有ることを知ることとなった。

製麴方法の比較では、当時は吟醸酒という市場が徐々にでき始めたという時期であり、全国的に見ても数的に多くの吟醸酒を製造するメーカーが出始めたころである。それまでは蓋麴製麴法がほと

んどであったが、麴蓋を所有していても作業効率の問題で箱や床製麴などでの吟醸麴造りが広まって行った頃である。箱や床製麴の場合、麴菌の繁殖による品温の上昇について蒸米が大きな塊となるため蓋麴製麴に比べて早く、また、乾燥もしにくい蒸米吸水や包み上がり温度を多少抑え、仲や仕舞仕事などを早めに行うことになる。四国地方 B 社にその傾向がみられる。

●▲■ 平成 10 年頃の山形県の製麴方法

全国新酒鑑評会や東北清酒鑑評会で本県が優れた成績を収めるようになった要因の一つとして、前述した県内の出品酒の全データを解析し、県内の製造関係者達に基本的な数値管理を徹底したことが挙げられる。

本県は全国新酒鑑評会において平成元年に 5 場（金賞総数 134 場）、平成 2 年に 12 場（金賞総数 190 場）、平成 3 年に 18 場（金賞総数 262 場）の金賞を受賞した。この頃は秋田県の AK-1 や長野県のアルプス酵母などの高香気生成酵母が開発された時期であり、高香気生成酵母の使用を見合わせていた本県は、その後、徐々に金賞受賞数が減少していった（当時は本県の吟醸酒のシェアは新潟・兵庫・京都に続き第 4 位になっており、市場から高香気生成酵母を使用しない市販の県産吟醸酒が求められていた）。金賞受賞数が一桁になったら何らかの対策を打つという方針を決め、平成 6 年頃から高香気性酵母と吟醸酵母をブレンドして発酵させる混合発酵の試験を始めた。酵母のブレンド比率、酵母に添加するタイミングなどを検討しながら、生成酒に及ぼす香気量の再現性について検討を加えていった。

平成 9 年に金賞受賞数 8 場となり、県内での混合発酵を推進した。徐々に金賞数は増加したが、全国平均のエステル量（香気量）も増加し劇的な金賞受賞数の回復には至らなかった。

しかしながら、高香気清酒の功罪がクローズアップされるようになり、平成 15 年に全国新酒鑑評会の審査方法が変更された。

	中国地方 A 社	四国地方 B 社	東北地方 C 社	東北地方 D 社
原料米	山田錦	地米	地米	山田錦
精米歩合	35%	35%	40%	35%
製麴方法	麴蓋法	15kg 盛り	麴蓋法	麴蓋法
汲み水歩合	29 ~ 30%	28 ~ 29%		29%
蒸時間	50 分	50 分	40 ~ 50 分	50 分
蒸米吸水歩合	41 ~ 42%	38 ~ 39%	38%	39%
種麴（酒母・添・仲・留）	70/60/60/60	80/50/30/20	?/30/20/15	60/40/30/20
包上げ温度 / 累積時間	28.5℃ / 0 h	30℃ / 0 h	30.5℃ / 0 h	30.5℃ / 0h
切り返し			30℃ / 6 h	
盛り温度 / 累積時間	32℃ / 21 h	33℃ / 24 h	30.5℃ / 19 h	31.5℃ / 24.5 h
積替温度 / 累積時間	32.5℃ / 26 h		31℃ / 24.5 h	32.5℃ / 31.5 h
仲仕事 / 累積時間	36℃ / 29 h	34.5℃ / 30 h	35℃ / 36.5 h	36℃ / 34.5 h
積替温度 / 累積時間	36.5℃ / 32 h		36℃ / 39 h	37℃ / 37.5 h
仕舞仕事 / 累積時間	38℃ / 35 h	37℃ / 36 h	38℃ / 43 h	38℃ / 40 h
積替温度 / 累積時間	40℃ / 38 h	42℃ / 42 h	40℃ / 47 h	40℃ / 43 h
積替温度 / 累積時間				40℃ / 46 h
積替温度 / 累積時間		栗味十分 / 48 h 頃	栗香十分 / 51 h 頃	41℃ / 50 h
積替温度 / 累積時間	栗香 / 出麴時			42℃ / 51.5 h
出麴温度 / 累積時間	42℃ / 40.5 h	44℃ / 50 h	40℃ / 53.5 h	42℃ / 52 h
				茸臭十分 / 出麴時

表 1 昭和 61 年頃の大吟醸酒用製麴方法の比較



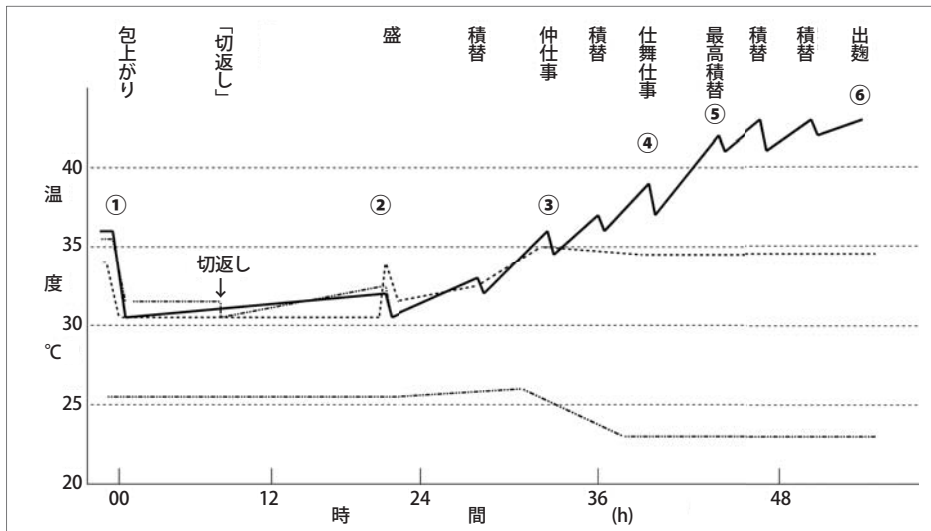


図1 製麴の温度経過モデル

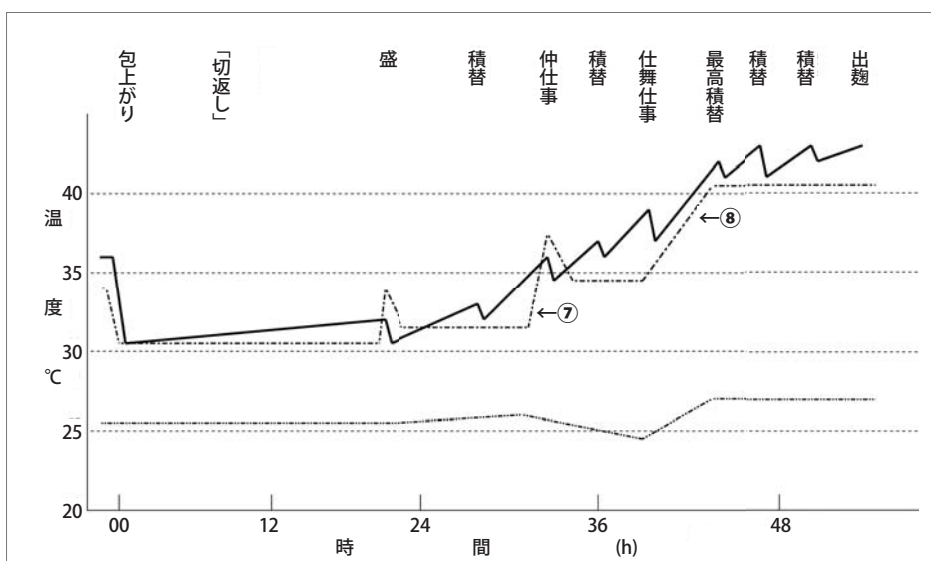


図2 製麴の温度経過モデル No.2

隣り合う審査酒の香気量に大きな差が生じないように香りのグラジエント（香りが低い方から高い方に並べき酒をすること）をかけた審査方法に変更されたのである。そこで、本県は平成15酒造年度の鑑評会で金賞受賞数24場と初めて全国のトップになることが出来た。香気量ばかりを追っては清酒本来の香味のバランスが取れないということである。

前述したように発酵方法等の検討は行っていたが、製麴の基本的なパターンは変更していない。当時使用していた経過表（留麴）やチェックポイントをまとめたものを図1、2、表2に示す。（表2中のナンバーは図1、2中のナンバーを示す。）

●▲■ 近年の製麴について

データに基づき製麴を表現しようとすると、どうしても鑑評会出品酒の製麴方法になってしまうのだが、近年は市販酒のレベルアップのために製麴方法からさまざまな工夫を凝らしている技術者も多くなっている。

近年の鑑評会のトレンドは香りと甘さの高い次元での調和という感じで捉えている。

酵母の香気生成を援護するためにグルコース濃度を上げ、高香気生成酵母が生産する苦みを抑えるため、さらに

<p><b>①蒸し</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■蒸しが重い時は室内で長くさらし、乾燥を促進させ、軽い時は早く種を切り包み上げる。包み上がり時の水分をチェックすると良い。</li> <li>■基本的には包み上がりの蒸米の水分量が麴のスタイルが決定し、本県の場合は33%前後を基準としている。種麴の振り方は孢子だけを振り菌体を振らないように、ベンベルグか絹のようなものを通して行った方がよい。当然蒸し米は出来るだけ広げて行うべきである。また、包み上がりの温度は低い方が突きハゼの誘導になる。</li> <li>■室温をコントロールして品温を誘導する考え方が必要である。切り返しを行わないときは表面が乾燥するのでビニール等で覆い乾燥を防ぐ。</li> </ul>
<p><b>②盛り</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■盛りの判断が一番大切で、温度で判断する人、時間で判断する人がいるが時間での判断は、どうしてもハゼ量の少ない派手な麴になりやすい。本県の場合初心者には32℃以上（30℃位で包み上がった時）で盛るように指導している。</li> <li>■温度で管理するには包み上がりの温度は同じでないといけない。包み上がり時の温度が高いと温度経過が盛りまでの温度経過が全体的に高くなる。盛り以後従来通り室温をあまり上げない方がハゼ量が多くなるようだ。←図2の⑦</li> </ul>
<p><b>③仲仕事</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■仲仕事時は品温と室温の差があり過ぎると品温の降下が著しくなり、結果として中温帯（34～37℃…プロテアーゼ、カルボキシペプチターゼが多く生産される温度帯でもろみのアミノ酸度が上昇しやすい）に長く麴が滞在することになる。それを避けるためと乾湿差を大きくとるようになるため室温を35℃位まで上げる。</li> </ul>
<p><b>④仕舞仕事</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■仲仕事以降は徹底的に乾燥を促進させる。仕舞仕事は39℃で行う。</li> <li>■この時点で室温を40℃前後（以後継続）に上昇させ、管理する方法もある。（麴菌の菌糸が短くなり酒質が軽くなるという説もある）←図2の⑧</li> </ul>
<p><b>⑤最高品温</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■最高品温は42～44℃で種麴の種類によってはここでの品温が来にくいものもあり、麴蓋を棒積みしたりして対応する。</li> </ul>
<p><b>⑥出麴</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■出麴は、仕舞仕事後40℃を越えた時間を大きな目安とする。（香、状嗅等で判断できない人）40℃を越す時間は一般的に酒母麴は長く、添麴、仲麴、留麴の掛け麴は短い。留麴で9～14時間、酒母麴は12～20時間くらいの差がある。</li> <li>■出麴は室内で荒息を抜き30～60分後室外に出す。（出麴歩合は16～21%程度）出麴後は室温10～15℃の乾燥した部屋に置き、最低でも4%以上乾燥させるように努め、使用時の麴歩合を13～16%以下（最大10%位まで乾燥できる）にする事が大切である。</li> </ul>

※ 切り返しは包み上がり時の温度、吸水歩合の調整等がうまく行われなかった時に行う。

表2 製麴時の各ポイントにおける注意事項

平成 26 BY		留 麴										生成酒成分	
		種麴使用 g/100kg	留麴蒸米 吸水率 %	包～盛 時間	盛前 ℃	盛 - 仲 時間	最高品温 ℃	40℃以上 時間	製麴 時間	出麴 歩合 %	使用時 歩合 %	カブエチ ppm	グルコース %
金賞 15場	平均値	24.00	142.25	22.04	32.85	8.83	43.53	14.71	52.94	119.25	114.75	9.07	2.25
	標準偏差	7.12	2.83	1.74	1.27	2.54	0.79	2.06	1.53	1.76	2.35	1.92	0.36
入賞 9場	平均値	32.88	143.26	21.88	32.88	8.64	43.50	13.31	51.31	120.68	117.60	7.54	2.15
	標準偏差	15.23	2.22	0.95	1.06	1.35	1.25	2.71	3.85	3.03	2.22	1.41	0.29
予選落 16場	平均値	31.20	142.79	21.40	33.10	8.40	43.29	13.50	51.33	120.12	115.83	6.65	1.66
	標準偏差	21.89	2.27	1.24	0.80	1.41	0.73	2.41	4.19	2.34	2.60	2.23	0.48

表3 平成 26 酒造年度 鑑評会出品用酒の製麴と生成酒

グルコース濃度を上げるといふ循環になっている。この 10 年間で全国新酒鑑評会出品酒の全体のグルコース平均は、平成 16 年が 1.5%、平成 26 年が 2.2%と約 1.5 倍になった（本県は平成 16 年が 1.1%、平成 26 年が 2.0%と約 1.8 倍）。

鑑定官室の資料によると、平成 26 酒造年度の全国新酒鑑評会出品酒のグルコース濃度平均は仙台局 2.54%で局別では 2 番目に高い。また、成績上位酒のグルコース濃度の平均値は全国平均が 2.43%で札幌・仙台局は 2.47%で局別で 2 位タイと高くなっている。成績上位酒のグルコース濃度の最大値は、関信・高松局の 3.4%を最高に札幌・仙台局 3.3%、大阪局 3.2%、金沢局 3.1%と 3% 台が続く。

3 年間のブランクがある私がこの数字をみると仰天してしまうのだが、平成 25 酒造年度の平均値は平成 26 酒造年度のものより高い数字のものが多く、多少抑制が効いてきたとみてよいのだろうか？

本県の技術者達は、全国的に見てもグルコース濃度の平均値が高い仙台局の中で競う鑑評会等での成績が徐々に振るわなくなり、少しずつグルコース量を増やす技術を導入していった。具体的には、種麴にグルコアミラーゼ高生産菌を部分的に使用するか、酵素剤を使用することである。

平成 26 酒造年度の本県分の全国新酒鑑評会出品酒の製麴（留麴）と生成酒の成分データを表 3 に示す。金賞受賞酒、入賞酒、予選落ち酒ごとに分けて平均値と標準偏差値を示すが、各区分での差はほとんどなくなってきている。表中に種麴と酵素剤使用の記載がないが、金賞の 65%（酵素剤使用 0 場）と入賞の 78%（酵素剤使用 1 場）、予選落ち酒の 44%（酵素剤使用 4 場）は一部か全ての種麴に高グルコアミラーゼ生産菌を使用するか酵素剤（グルコアミラーゼ）を添加していた。各区分別のカブロン酸エチルとグルコース濃度の平均値をみると、生成酒の香気量とグルコース量に比例して成績が良いことが分かり、これらは前述した「近年の鑑評会のトレンドは香りと甘さの高い次元での調和」という言葉を裏付けている。

酒質に対する麴造りの重要さは変わらないのだが、鑑評会となると使用する酵母や麴菌等の優れた組み合わせが、良い成績を取るための必要条件となっているようである。

先日、高級酒を扱う飲食店で数点の大吟醸酒を飲み比べたのだが、飲むにはカブロン酸エチルが 5ppm 前後、グルコース濃度が 1% 程度ものは後切れが良く、大変美味しく頂くことが出来た。しかしながら、金賞受賞酒レベルの香りとグルコース濃度があるお酒は相当冷やして飲まないで後切れが悪く甘みが浮いて感じられた。

食中酒という区分の中で甘口のものが主力となるアルコール飲料は果たして多くのファンを掴むことが出来るのだろうか？

●▲■ まとめ

製麴における最大のポイントは現在 3 点であると考えている。

1 点目はどれくらいの蒸米吸水率で目的温度に包み上げることが出来るか。2 点目は盛りと仲仕事のタイミングをどう取るか。3 点目は出麴歩合から使用時歩合までどの程度乾燥させるかである。

原料米の品種・精米歩合・粒の大きさ・蛋白含有率などで適正な蒸米吸水と包み上がり温度が決まる。製麴はじっくり時間をかけて行うことが最も優れた製麴法であるが、一般的には時間の制約等が生じる盛りまでの時間をどれくらいとれるかでハゼ込みの強さが決まり、仲仕事を 35℃より上で行うか下で行うかで表面のハゼ量が決まる。蒸米吸水率が 18% 程度までは菌糸は増殖するとされるが、一般的な出麴歩合は 120% 前後になる。そこからどの程度の水分を減少させるかで麴米の溶け具合が異なり生成酒の酒質に影響を与える。

ハゼが多いと味に雑味が出やすいと言われるが、使用時までの水分を多く減少させると麴米そのものの溶解が悪くなりハゼ量が多くてもあっさりとした酒質に仕上がる。先に述べたように出麴使いをするのであれば、麴の溶解が進み酵素が働きやすくなるので粕歩合を減らす大きな要因となる。つまりその間のどのポイントで麴を使用するかという目安として使用時歩合が有ると考えている。

先人たちは確かに凄い！いくら求められる酒質や清酒製造の周辺技術が進歩しても、「一麴・二酒母・三造り」の基本原則は変わらないというのが麴を学んできての私の感想である。

酒造りの使用する原料米や微生物等の種類なども変化し、道具・装置も近代化・高度化してきたが「不易流行」不易の部分がどこなのかを改めて感じさせられている。  
(Text. T.Koseki)

小関 敏彦 (こせき としひこ)  
山形県工業技術センター 所長

(プロフィール)

- 1956 年 3 月 9 日 山形県川西町生まれ
- 1978 年 3 月 新潟大学農学部農芸化学科卒業  
2 年間民間会社勤務
- 1980 年 4 月 山形県工業技術センター勤務
- 2005 年 4 月 酒類研究科長
- 2013 年 4 月 商工労働観光部 工業戦略技術振興課 技術主幹
- 2015 年 4 月 山形県工業技術センター 所長

現在に至る

QA? 本稿に関するご質問・ご意見等は、きた産業 (info@kitasangyo.com) にご連絡ください。筆者に転送いたします。