吟醸造りの諸要因と管理について (I)

吟醸造りの基本的な要素は今も昔もそれほど変わっていないという。ただ、その工程を科学的に管理できるようになったこと、香気成分高生産酵母が育種されたことなどが現在の品質を支えていると言える。

長年吟醸造りについて研究され、次々とユニークな管理法や製麹機を考案されている筆者に吟醸造りについて2回にわたって解説していただいた。

堀 江 修 二

はじめに

酒造りは人生と同じで、迷い道が多い。わかったと思っていたことが、実はそうでなく、「酒造りは毎年が1年生である」、と言っても過言ではない。

杜氏になりたては、だれでも、良い吟醸酒ができるものである。これは、安全第一を考えながら、酒造りに取り組んでいるためで、品評会などでも比較的良好な成績が取れる。この時期酒造りは、いとも簡単だと思ひこむものである。数年、いや数十年たつと、「アリ地獄」にはまるように良い酒ができなくなる。初心を忘れる怖さも人生と同じである。

感覚の優れた杜氏は、2～3年で「アリ地獄」を脱出することができる。が、多くの場合5年以上かかるものである。

しかし、不思議なもので、人間の感覚は年とともに鈍り、再び「アリ地獄」にはまるようである。かつて名人と言われた杜氏も、晩年には良い酒ができなくなった例を多く見る。

このことから、安定した吟醸酒を造るには水質、精米、製麹、もろみなどの適正な管理が必須であると思う。

筆者は、できるだけコンピュータなどを利用して、データに基づいた造りの指導を行っている。

吟醸造りの基本的な要素は10年前も、今もそう違うものではないと私は考えている。しかし、人間とかく自己中心的に陥りやすい。文章の中には独断や偏見が多見されると思うが、あらかじめお断りしておきたい。

この稿が皆さんの酒造りに役立てば幸いである。

1. 水について

清酒に占める水の割合は80%以上を占め発酵におけ

る酵素反応、化学反応などの促進に溶剤として重要な役割を果たしている。

酒造用水については、古くより主として、仕込水を中心に研究されてきた¹⁻³⁾。

筆者らは、洗米・浸漬水の水質と白米の溶解について研究を行った⁴⁾。

研究の発端は、A社の清酒が常に濃醇で香りが高く後切れの良い酒質であった。B社はこの逆で、味が薄く香りの低い後味の重い酒質であった。この原因について、B社の社長から究明の依頼があり、A社とB社の造りについて色々と調査した。その結果、B社の井水はカルシウムの含量が約1ppm前後と極めて低く、一方、A社は約15ppmと比較的高いことがわかった。

このことに着目し、カルシウムの酒質に及ぼす影響について、特にカルシウムと白米の溶解性の関係を調べて見た。

白米は洗米・浸漬によって、カルシウムを吸着するこ

第1図 浸漬時間とCaの吸着(山田錦35%)

Effect of Various Factors on Brewing of High Quality Sake "Ginjo-shu" and Control Technique of Them(I)
Shuji HORIE (Food Proessing Research Institute of Shimane Prefecture)

とが知られている^{5~8)}。

精米歩合 35% の白米の洗米・浸漬におけるカルシウムの吸着を第1図に示した。計算式から、最高吸着量がおおよそ 6.6 ppm であることが推定できる。

カルシウムを吸着した白米と、対照区の蒸留水による洗米・浸漬白米の α -アミラーゼによる溶解性の比較を行った。

第2図に示したように、カルシウムを吸着した白米の溶解性が優れていることがわかる。

仕込水についても、同様に溶解性の比較を行った結果、カルシウムを含んだ方が溶解性が優れていた。

また、洗米・浸漬水、仕込水の両方にカルシウムを含むと相乗効果によって、さらに溶解が促進されることがわかった。このことから、洗米・浸漬水の成分について

第2図 α -アミラーゼの消化性に及ぼす Ca の影響 (山田錦 35%)

A : 蒸留水処理米, A' : Ca (50 ml/l) 加工水処理米, B : pH 4.0, 0.25 mol 乳酸緩衝液+酵素,
B' : Ca (50mg/l) を含む乳酸緩衝液+酵素

第3図 麴の消化性に及ぼす井水中の Ca の影響 (山田錦 35%)

第4図 麴の消化性に及ぼす井水中の総金属イオン (Ca, Mg, Na, K) の影響 (山田錦 35%)

も、蒸米の溶解に重要であることがわかる。

カルシウムを吸着した蒸米の表面を、電子顕微鏡で観察した結果、蒸留水で処理した白米に比較して米粒表面へのデンプンの析出が多いことがわかった。このことが、溶解を促進する原因ではないかと推察され、今後、検討してみたいと考えている。

次に、井水について、麴を用いて溶解性を検討した。その結果、第3図に示したようにモデル水と同様に、洗米・浸漬水や仕込水中のカルシウム含有量の多いものが溶解性が大きかった。

また、井水中の総金属イオン量と溶解性について検討した結果、第4図に示したように総金属イオン量と溶解性は、カルシウム以上に直線的な関係が見られた。

従来、クロールイオンが溶解糖化に関係すると言われてきたが、第5図に示すようにクロールイオンと溶解には、関係が見い出せないことがわかった。

クロールイオンが多い水は金属イオンの含有量が多く、これが溶解を促進していたものと考えられる。

現在、金属イオンによる蒸米の溶解と、もろみの香味成分の変化について検討している。

以上の実験結果から、A社とB社の酒質の違いは、水質が原因ではないかと推察している。因にB社の洗米・浸漬水、及び仕込水を硬度の高い水に変えた結果、A社に匹敵するような酒質の酒ができるようになった。

2. 精米について

杜氏がいくら最高の技術を持っていても、精米が不適当だと絶対と言っていいほど良い酒はできない。第6図に良い精米と悪い精米の、真性精米歩合の分布図を示した。精米には絶えず注目し、精米歩合の分布図を作り、管理することが重要である。

第5図 麴の消化性に及ぼす井水中のクロールイオンの影響

最近ではコンピュータ制御による精米機が開発され、性能が飛躍的に上がった。しかし、データの入力が不適当だとせっかくの性能を発揮することができない。

3. 白米の吸水率と蒸しについて

(1) 吸水率について

吟醸造りで、最も大切な要素の一つとして、麴米の吸水率をあげることができる。多くの杜氏たちが迷う、一つの大きなポイントである。

麴米の適正吸水率は、淡麗な酒質、濃醇な酒質など、目的とする酒質によって変わる。適正吸水率は、その年の米質、米の品種、精米歩合、洗米・浸漬水の水質、蒸きょう中の吸水率、室の容積、引き込み量、室の乾燥の難易などによって決定される。

筆者は、麴米の適正吸水率を、麴の消化法¹⁰⁾の分析値

第6図 精米分布図

によって決定している。しかし、掛け米の適正吸水率については、まだ、決定的な評価法を持っていない。これについては、今後の研究課題としている。

(2) 蒸きょうについて

蒸きょうの目的は、デンプンのアルファ化のほかに、蛋白の熱変性などが考えられる。十分時間をかけて蒸すことが大切で、蒸気が抜けてから、少なくとも 50 分から 60 分間蒸すように指導している。

最近、若干の蒸米機について、蒸米のデンプンのアルファ化度を調査した。その結果、機種によってかなりの差があり、アルファ化度が低いもので 95% 前後、高いもので 99% 以上であった。これらのことが吟醸造りによどのような影響をあたえるか、今後の研究課題である。

筆者が考案した高級清酒専用の蒸米機の二重蒸気槽は、和釜の原理を再現したもので、はじめは湿り蒸気が発生し、時間とともに乾燥蒸気になるように設計している。

蒸気は加熱コイルによって間接的に発生するシステムになっており、ボイラーに使用する清缶剤の混入の心配

がない。また、和釜と同様に単位容積当たりの水蒸気が多く、デンプンのアルファ化度がほぼ 100% に近い。

4. 製麴について

(1) 吟醸麴の考え方

最近の吟醸酒の消費傾向は、従来のように全国新酒鑑評会入賞酒一辺倒ではなく、食を中心とした酒質、値ごろ感など、ニーズが多様化している。これらを踏まえた吟醸酒の設計が、これからの大きな課題であると思われる。

昔から、一麴、二もと、三造りと言われるように、麴は極めて重要である。麴の役割は、使用する酵母の性質を最大限に引き出すことや、酒質の濃淡などの設計にある。味の軽快度、濃醇度、芳香の強弱、全国新酒鑑評会入賞等、目的によって、それぞれ製麴方法は異なる。

筆者は、全国新酒鑑評会に入賞する技術をマスターすることによって、初めて消費者の好む清酒を自由に設計することができると考えている。

「島根の吟醸酒造り」⁹⁾の中で、良い吟醸麴の定義として、①色が純白であること、②破精部分と破精ない部

第1表 H4BY, H5BY 島根の吟醸麴の製麴経過

H4BY	飯掛け前重 (%)	蒸し取り 即時重量 (%)	出麴重量 (%)	揉み上げ 温度 (°C)	床揉み～ 盛りまで 時間 (hr)	盛り温度 (°C)	仲			仕 舞			
							盛～仲 時間 (hr)	仕事温度 (°C)	盛～仲 温度差	盛～仕 時間 (hr)	仲～仕 時間 (hr)	仕事温度 (°C)	仲～仕 温度差
平均	130.1	141.0	119.3	30.7	22.6	32.6	8.7	35.8	3.2	13.3	4.7	38.6	2.8
最大値	134.0	145.9	128.2	32.0	25.5	34.5	16.3	36.5	6.0	19.8	6.5	40.0	5.0
最小値	117.4	130.0	114.5	29.5	19.8	30.0	4.3	34.5	1.0	10.5	2.0	38.0	1.5

最 高 温 度				出 麴				積 算 温 度
盛～最高時間 (hr)	仕舞～最高時間 (hr)	最高温度 (°C)	仕舞～最高 温度差	盛～出麴時間 (hr)	最高～出麴 時間 (hr)	床揉み～出 麴時間 (hr)	出麴温度 (°C)	
19.2	5.9	43.2	4.6	24.7	5.5	47.3	43.2	1,664.10
27.5	14.5	45.0	6.0	29.6	10.0	52.0	45.0	1,842.80
13.0	2.5	42.0	3.0	19.5	1.0	43.5	42.0	1,487.70

H5BY	飯掛け前重 (%)	蒸し取り 即時重量 (%)	出麴重量 (%)	揉み上げ 温度 (°C)	床揉み～ 盛りまで 時間 (hr)	盛り温度 (°C)	仲			仕 舞			
							盛～仲 時間 (hr)	仕事温度 (°C)	盛～仲 温度差	盛～仕 時間 (hr)	仲～仕 時間 (hr)	仕事温度 (°C)	仲～仕 温度差
平均		142.2	117.9	30.3	23.4	32.0	7.1	35.6	3.5	12.6	5.4	38.8	3.2
最大値		148.0	125.0	32.0	27.0	34.0	10.5	36.5	6.5	15.0	10.5	40.0	6.0
最小値		138.0	110.0	28.0	20.0	29.5	4.0	34.0	1.0	9.0	3.0	37.0	2.0

最 高 温 度				出 麴				積 算 温 度
盛～最高時間 (hr)	仕舞～最高時間 (hr)	最高温度 (°C)	仕舞～最高 温度差	盛～出麴時間 (hr)	最高～出麴 時間 (hr)	床揉み～出 麴時間 (hr)	出麴温度 (°C)	
17.6	5.0	42.9	4.1	24.4	6.8	47.8	43.3	1,672.00
26.0	12.7	45.4	7.3	29.5	11.5	53.0	45.0	1,846.00
12.0	1.5	40.0	0.5	19.0	0.0	42.0	41.0	1,472.10

名 称

麴水分	23.56
溶解液量	71.50
溶解液ホーメ	9.20
溶解液アミノ酸度	1.48
真の消化性	66.78
真の糖化性	12.01
真のアミノ酸度	1.91
総合力価	803.71
糖化性比	1.50
アミノ酸比	0.24

第7図 消化法による麴分析解析の例

分の境界がはっきりしていて、破精込みが良いこと、③栗香が高く、爽やかな旨味と上品な甘味を有すること、④乾燥突破精型で、良く破精込んだ麴は、破精の量に比例して香りが高く、幅のある後切れの良い酒質になること、⑤製麴時間は蒸米の水分含有量、積算温度などによって決定されるが、若い麴より、ある程度老した麴が良いこと、⑥水分の少ない蒸米の麴は、思い切って製麴時

間を長くとることなどを書いた。今でも、この基本的な考えは変わっていない。

参考までに、第1表に島根県のH4BY, H5BYの吟醸麴の製麴経過を示した。

(2) 麴の品質評価について

酒質の設計にあたって、麴の品質評価は極めて重要である。

筆者は麴の品質評価を消化法¹⁰⁾に従って行っている。

この分析法は、麴の評価を「真の消化性」、「真の糖化性」、「総合力価」、「真のアミノ酸度」などの数値で表現している。これらの数値は主成分分析の結果、麴の性質を表現するのに、有効であると言われている¹¹⁾。

また、これらの数値からレーダーチャートによって蒸米の硬軟、米質の特徴、麴の良否などを推定することができる。

最近、筆者は森已醸造の森千博氏の協力を得て、麴の消化分析法の解析ソフトを開発した。

このソフトは、消化法の分析法の解説や、データの処理を行うことができる。

第7図に示すように、生データを入力することによって自動的に計算し、レーダーチャートを描く。

また、もろみ1本当たりの総合力価の自動計算。麴の品温・湿度経過のグラフ化。製麴時間と総合力価の関係をグラフ上にプロットするなど、麴の性質や蒸米の硬軟、使用種麴量の多寡などを推定することができる便利なソフトである。

(3) ニュウロソフトによる麴の分析法

この分析法は現在、三菱農業機械(株)と共同で研究中のもので第8図に示したように消化法による分析値を、蒸米の水分、製麴温度、環境湿度のデータから、ニュウ

第8図 ニュウロソフトによる解析図

第2表 消化法の分析値とニュウロソフトによる演算解析値の比較

床 盛				総合力価 (TR)	消 化 性 (SS)		糖 化 性 (ST)		アミノ酸度 (SA)	
蒸米水分	1 次 の 環境湿度	2 次 の 環境湿度	室 温 (℃)		分 析 値	分 析 値	解 析 値	分 析 値	解 析 値	分 析 値
低	80	80	32.0	512.1	51.14	51.49	10.01	10.33	2.21	2.22
高	80	80	32.0	745.0	62.87	65.61	11.85	11.74	2.89	2.82
低	50	50	32.0	154.4	27.82	28.35	5.55	5.60	1.15	1.19
高	50	50	32.0	305.0	36.75	37.56	8.30	8.54	1.75	1.77
低	90	50	32.0	527.2	47.09	47.94	11.20	11.17	1.94	1.92
高	90	50	32.0	760.5	64.81	63.69	11.73	11.82	2.64	2.68
低	50	90	32.0	542.9	51.89	51.28	10.46	10.24	2.20	2.21
高	50	90	32.0	732.4	69.04	67.80	10.61	10.64	2.91	2.90

蒸米の水分は、蒸し取り重量 (%) で、高が 147~149(%), 低が 136~138(%)

第9図 蒸米の吸水率と種麴使用量と総合力価の関係

■ : 蒸米吸水率 137.3 種麴使用量 150g/100 kg
□ : 蒸米吸水率 137.3 種麴使用量 50g/100 kg
● : 蒸米吸水率 148.2 種麴使用量 150g/100 kg
○ : 蒸米吸水率 148.2 種麴使用量 50g/100 kg

第10図 蒸米の吸水率と種麴使用量と真のアミノ酸度の関係

■ : 蒸米吸水率 137.3 種麴使用量 150g/100 kg
□ : 蒸米吸水率 137.3 種麴使用量 50g/100 kg
● : 蒸米吸水率 148.2 種麴使用量 150g/100 kg
○ : 蒸米吸水率 148.2 種麴使用量 50g/100 kg

ロソフトによって求めることができる。従来のように化学分析機器や試薬を一切用いない、極めて簡便な方法である。

第2表にニュウロソフトによって演算解析した真の消

化性、真の糖化性、真のアミノ酸度の数値と従来法の比較を示した。この表でわかるように、極めて近似の解析値が得られている。

今後、このソフトを製麴機に組み込めば、リアルタイムに麴の分析値が得られ、麴造りに極めて有効であると考えられる。

(4) 麴の総合力価と真のアミノ酸度の決定要因について

麴の力価の指標となる総合力価と真のアミノ酸度の高低は、酒質に極めて大きな影響を与える。

力価の高低の要因について、蒸米の吸水率と種麴使用量から検討した。その結果を、第9図、第10図に示した。

この図から、総合力価は吸水率と種麴の使用量が多いものが最も高く、次に、吸水率が多く、種麴の少ないものが高い。蒸米の吸水率の低いものは、種麴の多寡に関わらず吸水率の高い蒸米に比較して低い値を示した。

このことから、総合力価は蒸米の吸水率の影響が強く、種麴の使用量によって力価をコントロールすることができることを示唆している。また、吸水率の低い蒸米

第3表 H2BY から H5BY の島根の吟醸麴の平均分析値

測定項目	H2BY (n=131)	H3BY (n=142)	H4BY (n=147)	H5BY (n=193)
水分 (%)	25.32	24.83	25.77	24.87
液量 (ml)	64.16	66.22	63.99	62.93
ボーメ度	8.57	9.01	8.76	9.01
アミノ酸度	1.56	1.56	1.52	1.67
真の消化性	59.60	61.59	59.38	62.93
真の糖化性	11.47	11.99	11.81	11.99
真のアミノ酸度	2.10	2.08	2.05	2.22
総合力価	686.32	740.54	703.03	755.78
グルコース比 (%)	0.53	0.54	0.51	0.56

がわかる。真のアミノ酸度も総合力価と同様のことが言える。種麴量を多くしても力価の向上は期待できないこと

以上、麴の力価をコントロールするには、蒸米の吸水率と種麴の量のほか、製麴時間が大きな要素になっていることがわかる。

第11図 麴の品質分布と金賞入賞の関係

(5) 金賞受賞酒の麴の品質について

第 11 図に、麴の品質分布と金賞入賞の関係を示した。図は、x 軸に総合力価、y 軸に真のアミノ酸度をとった。

プロットした数値は、酒母、添、仲、留の各麴の使用量から、もろみ一仕込み当たりの値を示したものである。白いプロットは金賞受賞酒、黒いプロットは受賞からはずれた酒を示す。

この図から、金賞受賞酒は総合力価が 700 から 800 前後、アミノ酸度が 1.8 から 2.4 前後で、総合力価が強く真のアミノ酸度の高い麴が良いことがわかる。

筆者は近年、酒母麴、添麴、仲麴、留麴と区別することなく、すべての麴を目標とした総合力価や真のアミノ酸度になるようにコントロールしている。このことが、受賞に対して有効であると考えている。

参考までに、第 3 表に H2BY から H5BY の島根の吟醸麴の分析値の平均値を示した。

(6) 吟醸用製麴機「杜氏さん」について

この装置は、筆者ら島根県工業技術センターと三菱農業機械(株)及び島根大学の産学官共同研究によって完成したものである。

設計思想は、できるだけ従来の麴蓋麴に近い、手づくり風にした。また、麴蓋も高級杉材を使用し、杜氏の製麴ノウハウをできるだけ正確に再現できるシステムとした。特長として、

- ①品温経過(積算品温を含む)、湿度経過、仕事時間をあらかじめコンピュータにインプットすることで目的とする品温、湿度をファジィ制御によって自動的に正確に追従する。
- ②仕事設定時間がくれば、熟練を要する仲仕事、仕舞仕事も自動的にスムーズに行う。
- ③盛量は、一蓋当たり、白米量で 1.5 kg と、従来の麴蓋と大差がない。
- ④積み替えも、ローテーションによって、自動的に行うので、箱一つ一つの温度差が生じない。
- ⑤蓋が杉材のため製麴中に麴から発生する水分を吸収することができ、蓋と麴の接触面の結露が全くない。そのため、精米歩合が 35% と低いものでも製麴が可能である。
- ⑥一度インプットしたデータは、フロッピーデスクに保存ができ、製麴ノウハウの蓄積が可能である。

以上、従来の製麴機に比較して温度、湿度、仕事が正確にできるので、蔵元が要求する酒質の麴をシビアに造ることができる。

第 12 図に品温、湿度経過のモニター画面と製麴機の写真を示した。

第 12 図 「杜氏さん」品温、湿度のモニター画面及び製麴機内部

現在販売されているのは、盛り以後の 2 次装置だけであるが、引き続き、引き込みから盛りまでの 1 次装置の開発を進めている。

5. 酒母について

酒母の使用量は、仕込み総米の約 6% 前後になるので、上槽清酒の綺麗さ、押し味などに影響を与える。

酒母の資質は、仕込方法、麴の力価、酵母の種類、乳酸の使用量などの影響を受ける。

熟成酒母は幅のある、味の綺麗な、しっかりしたものであること。

以下酒母について、若干述べてみたい。

(1) 酒母の種類

島根県では、主として普通速醸酒母、高温速醸酒母、高温糖化酒母の 3 種類が使用されている。

普通速醸酒母は、幅があって押し味の強い酒質になる。高温糖化酒母は淡麗型のすっきりした酒質になり、高温速醸酒母は、この中間の酒質になる傾向がある。

酒母の選択については、洗米、浸漬、仕込水の性質、杜氏の手癖などによって決定するように指導している。

(2) 酵母の種類

酵母の選択が金賞入賞に、強く影響を与えることを秋田県の花酵母の開発で証明された。

それ以来、各県で、優秀な酵母の開発が行われている。

しかし、いくら酵母が優秀でも、その酵母の性質をフルに引き出さなくては意味がない。酵母の性質を引き出すには、やはり、麴の力によるところが大きいことを忘れてはならない。

島根県では、協会9号系から分離した数種類の酵母を使用している。

(3) 乳酸の使用量

酒母の乳酸の使用量は、もろみに少なからず影響を与えていると考えている。

使用量の多寡が、熟成酒母の酸度に影響し初添での酒母使用量に影響を与える。

一般に汲水の少ない普通速醸酒母で、汲水 100 当たり 600 ml 前後、汲水の多い高温糖化酒母で 550 ml 前後使用している。

(4) 酒母の使用量

使用量は熟成酒母の酸度によって決定している。酸度の高いものは少なく、低いものは多く使用している。

平均的な使用量は、仕込み総米 1,000 kg に対して、90 l から 100 l 位である。

酒母の使用量の多寡は、もろみ初期の糖化と発酵のバランスに影響を与え、もろみ日数の長短にも影響を与える。

使用時の Bé は6前後で、あまり若い酒母は使用しないように指導している。

(つづく)

＜島根県しまねの味開発センター＞

文 献

- 1) 山田正一、久野耕作：醸協，50，761 (1955)
- 2) 吉沢 淑：醸協，51，56 (1956)
- 3) 加納成三：農化，35，1304 (1961)
- 4) 堀江修二、土佐典照、進藤 齊、角田潔和、小泉武夫：醸協，90，(1) 51 (1995)
- 5) 野白喜久夫、青木光夫：醸協，52，(12) 1011 (1957)
- 6) 嘉納成三：農化，36，350 (1962)
- 7) 武藤 浩、高橋昭二：醸協，52，(6) 470 (1957)
- 8) 堀江修二、川上英男、永島民夫：醸協，60，(12) 1120 (1965)
- 9) 堀江修二：醸協，85，(9) 603 (1990)
- 10) 堀江修二、土佐典照、細谷達夫：醸協，87，(1) 57 (1992)
- 11) 徳村治彦：麴研究会報，No. 17，9 (1981)