酒造技術面から見た生酏物語り

酒造技術は時代の流れとともに大きな変遷をたどってきたが、その中でも酒母造りは、その意義が純粹酵母の大量培養ということから、より簡易な方向に収束してきたということがいえる。しかし、当社では時代の流行に影響されず、昔からの生酏造りをかたくなに守ってきた。

そこで、この生酏造りの意義を技術的な面から解説していただいた。

高度化する最近の嗜好に対応するには、このような話題性や物語も必要な要素と考えられる。

川 崎 恒

まえがき

私共の会社では昔から生酏系酒母によって酒を造っている。したがって生酏のことを説明せよと申されても、それは日常茶飯事の古い伝統的な酒母造りであり、その技術的方法是教科書に書いてある通りで、新たに説明することはない。また酒母が育成されてゆく途中での種々の微生物の関与とその機作についても、主な骨組は既に明らかにされている通りで、今後新しい細菌学的知見がえられるとしても、今ここで申し上げるほどの内容のものは持ち合わせていない。編集子の意図としては、近頃生酏が見直されてきたことと、昔のことは忘れ去られやすく、清酒業界全般から見て少数派の製造法に属することもあって、見直しの意味合いもあるように察せられる。私自身は不勉強で新しいことは殆んど解説できないが、解説的態度から離れて、日常の身の廻りのことで気づいた事柄を断片的に述べてゆきたいと思う。

1. 生酏系酒母の変遷等について

生酏と山おろし（卸）麴（止）酏との違いは、その名の示すように、仕込後間もなく行う山卸と称する糧入操作をするか省略するかである。山麴は嘉儀金一郎先生等が明治末に発明された生酏の省力改良法であるが、灘地区ではその後も生酏がかなり造られていた。速釀酏はやはり明治末に江田鎌次郎先生の発明になるものであるが、昭和32年の統計では、灘地方で生酏 44.3%、山麴酏 31.4%、速釀酏 24.3% で、当時の灘以外の全国の酒造場では、速釀酏が 90% 以上を占めていたことと比べ、かなり特徴的であったといえる。

この当時、同一酒造場ではほぼ同一条件で造った生酏系と速釀系の酒母からできた酒の品質の差を大阪国税局で

調べたことがあり有意差が認められたが、ほぼ同じ頃に関東信越国税局では有意差はなしとの答が出て、結局は審査員の判定基準の相違や、該当酒造場で得意とする酒母での製造技術の違い等をいい訳の答としたことを記憶している。

その後灘地方でも生酏系酒母は減少の道を辿り、昭和41 BY には 37%、昭和 57 BY には 6%（場数比）となり、その後はほぼ安定している。減少した理由としては、昔の酒造季節期間が短かった頃は、まず、全仕込分の酏を造ってから後、もろみを仕込む方式であったのが、酒造期間が長びくとそのやり方が守れなくなったこと、また酒造の省力化・合理化の波も高く、酒質に対する会社のポリシー等の関係も勘案された結果と考えられる。現在当社ではいわゆる付け酏方式、つまりもろみの仕込みに対応して酏をとっているので、酒母の枯し期間も一定し、昔のようなもろみ仕込後の経過の変動は小さく、安定した状態になっている。

2. 山 卸

生酏と山麴酏との違いは山卸作業の有無等で、この作業は蒸米を糧で搥碎するのであるが、これがなかなかの労力を必要とするもので、灘地区では糧によらず足で踏む荒踏み方式も採用されている。荒踏みは荒糧よりは労力的には楽であるが、足袋をはいているとはいえ、低温（7℃ 位）で 10 分間の作業はかなりの肉体労働である。先日雑誌「酒」に会津の末広酒造さんから白衣の女性従業員が荒踏みをしている記事があったが、丹波杜氏の流儀が伝わっているのかもしれない。秋田では早くから小玉先生等が機械的に搥碎する方法を発表しておられるし、私共でも手製の機械で搥碎しても全く同一経過の酒母ができることを確かめている。昔はこの搥碎をどの程度ま

Tsuneshi KAWASAKI

(Research Laboratories of Kiku-Masamune Sake Brewing Co., Ltd.)

ですがかなり重要視されていたようで、作業後の試料を担当技師に提出して、「よろしい」とか「後何分間踏め」とかの指示をもらっていたとかで、いろいろ面白い逸話が残っている。

そこで、では何故搥砕するかであるが、これは後に述べるように、硝酸還元菌や乳酸菌等の種々の微生物を手慣れた方法で予定通り働かせるために必要なのではないと思われる。秋田式生酏では高温仕込みなので、特に搥砕効果を重視している。ここで搥砕作業と関係があると思われる蒸米の老化について述べておかなければならないが、生酏の掛米は必ず埋飯をするとかして長時間放置する。この際当然蒸米のでんぷんは老化し、酵素消化はされ難くなる。 4°C で6時間程置くと、酵素消化性は約70%弱まで低下する。それから何故蒸米の老化が必要なのかであるが、それは種々の微生物群の消長が予定通り行われ、目的とする酒母が造られる方法として、経験的に体得されたもつとも安全で確実な手段としか今のところ説明のしようがない。また熟成酏の残留蒸米の芯の存在によって、生酏の蒸米の老化現象を感じることができる。秋田式生酏の説明で、小玉先生は生酏仕込みでは中性であるために、搥砕攪拌操作で酵素による溶解糖化が促進されることと、乳酸菌の生育にも好都合な環境になっている点を上げておられる。搥砕は昔は主として腐造の恐れがある酒母の早湧防止のために行われたものと思われるが、現在では生酏と名乗るための必要操作であり、昔から継続してきた手慣れた方法として採用されているわけである。

余談になるが、早湧しそうな酏の救済手段として、潜水艦とか航空母艦とか俗称される方法が昔蔵内で秘密裡に行われていたが、これは熱湯を使う方法で、その具体的操作は御想像にまかせるとしよう。

3. 暖 気 操 作

特に生酏系酒母では暖気樽を使い鋸歯状に品温の上下経過をとつてゆくことによつて、米の溶解と種々の微生物の生育をはかる方法が一つの技術として確立されている。

山廃酏では汲掛けをする等して生酏よりも早期に液化が行われるから、暖気樽の代りに行火による方法も実施されている。またジャケットによる加温・冷却によって酒母を育成することも可能であるし、熱伝導の悪い物料の混合が保障されれば、仕込量の拡大も可能である。要は加温と冷却がきちんとできれば、必ずしも暖気樽は必要とはしない。暖気樽は温度の伝導がゆるやかである利点があるが、殺菌を充分に行わないと微生物管理上不都合を引き起こす可能性がある。また肉体労働上で熟練と

労力を要し、かつ未熟練者には危険を伴う。熟練した季節従業員の獲保が困難となりつつある現状において、何等かの見直しが将来は必要になることと思われる。

4. 生酏系酒母の微生物（その1）

清酒醸造に必要な微生物は麹菌と酵母で、場合によっては必要な酵素の力を借りても代替は可能である。しかし、開放系で酒を造る場合には、有害微生物による汚染の危険に常にさらされている。そのために冬期に醸造したり、酒母の pH を酸性に保つこと等が経験的にそして意識的に行われてきた。

さて生酏系酒母の微生物群の消長とその見事な役割分担については、他の多くの動植物界の自然現象と同様に全く感嘆せざるをえない。それは比較的最近に明らかとなった人間の腸内菌群の消長と人体に及ぼす影響等と対比しても、造化の妙に畏怖感をさへ覚える。

生酏中の微生物についての研究や知見は1910年頃から始められた。それ以前には微生物の存在すら知られていなかったわけだから、どうしてこのような製造体系ができ上がったのか奇異の感じがするが、恐らく多年にわたる先人達の試行錯誤の積み重ねの結晶なのであろう。酒母中の微生物に関する多くの報文の中で、1963年芦沢長氏の解説論文がよくまとめられている。

その中で述べておられるように、生酏中にどのような微生物が存在するかは重要ではなく、その微生物が存在する環境でどのような反応をするかといったとらえ方が重要である。例えば硝酸還元菌群は $10^5/\text{g}$ 以上にならないと亜硝酸を生成しないし、乳酸菌群は $10^6/\text{g}$ 以上にならないと乳酸を造らない。また硝酸還元菌群では、 $10^8/\text{g}$ にも達すると急激に亜硝酸が消失してしまうが、このように生菌数のレベルがある水準以上にならないとその反応があらわれてこない。一方、腸内細菌の場合でもそうであるように、二種類以上の微生物の共棲の問題、すなわち栄養分のとり合い、あるいは他微生物育成促進因子の生産といった現象等が起こる。生酏は混合系微生物の世界であるだけに、まだまだ未知の分野が多く存在しているように思われる。

5. 生酏系酒母の微生物（その2）

硝酸還元菌群

硝酸還元菌によって酒母中の硝酸塩が還元されて一時的に亜硝酸が生成し、野生酵母が死滅して酒母の早湧きが防止される構図は衆知の事実であるが、これは1920年に醸造試験所の善田猶臈氏が醸造協会誌に発表されているように、もともとは暖国高知において、酒母の早湧防止に硝酸塩の応用を始められた川島南海城氏の創案に

よるものである。たまたま酒母仕込水に硝酸塩を用いたところ効果を認めたところ通り、このような発明・発見は理論的に詰めるのではなく、かなり偶発的であることが多いのがわかる。

最近では酒造工場内の微生物管理が行き届いてきた結果、検査場所によっては微生物の検出数がかなり減少している。麴はさておいて仕込水は紫外線殺菌され、酒母育成道具類等は十分に殺菌消毒される結果、昔のように自然にまかせていると、硝酸還元菌が一定のレベルまで増殖してこないという現象が起こることもある。

硝酸還元作用をもつ細菌は種々存在するが、生酏の初期のような低温で増殖できるものには限りがあり、芦沢氏は *Pseudomonas* 属の *fluorescent* グループを上げておられる。その他には *Enterobacter cloacae* 等もある。芦沢氏によれば冬の井戸水の中には *Pseudomonas* が割合多いが、夏場では菌叢が変わるとのことである。

また前章で述べた硝酸還元菌群の増殖しすぎに対する防禦機構として、この菌は低糖濃度の時の方がよく増殖する性質をもっているため、打瀬期間を過ぎて酏中の糖分が蓄積されてくると自然に増殖が抑制されるようになっている。

次にこれらの硝酸還元菌の自然増殖を待っている、上述のような低レベル細菌数環境下ではなかなか定常的な硝酸還元菌の増殖が望めないため、あらかじめ培養した既知種菌を添加することによって、安定した酒母経過を辿らせるように管理している。最近、山本奈美氏が *Pseudomonas* 菌の凍結乾燥品を使用する方法を報告されているが、現在生酏系酒母を製造している酒造場で、固有の硝酸還元菌を培養して使用している蔵も増えつつあるのではないだろうかと思われる。

6. 生酏系酒母の微生物（その3）

乳酸菌群

乳酸菌については多くの研究・報告があるが、北原覚雄先生の業績をまず上げなければならない。それによると、米麴に由来する乳酸菌群は一般に亜硝酸による抑制は受け難いが、酒母仕込後の打瀬期間のような低温で生育可能な乳酸菌は少ない。まず *Leuconostoc mesenteroides* が増殖し、それが造った酸による酸性環境で麴菌の酸性プロテアーゼが働き、次の主役となる *Lactobacillus sake* の生育因子であるペプチドやアミノ酸が造られる。*Leuconostoc* の生酸限度は 0.5% 内外であるから、*Lactobacillus* の増殖につれて *Leuconostoc* は死滅し、主役の座を交替する。*Lactobacillus sake* は生酏造りの特殊な環境でしか増殖せず、他から発見されていない。

第1図 山麴配育成中の微生物の遷移（秋山）

このような仕組みによって酏の pH が下り、硝酸還元反応による亜硝酸との相乗作用で、米麴由来の野生酵母や *Micrococcus* 等の不用有害微生物を死滅させてしまう。また硝酸還元菌は酸度 1.0 以上 (pH 4.5 以下) では死滅し、乳酸菌が 10^8 /g 位まで繁殖すると殆んどが乳酸菌群で占められ、以後主役の酵母を添加してこれが増殖して熟成酏となると、これらの乳酸菌群も酵母によって生成されたアルコールと温度の上昇によって、うまい具合に死滅してしまう。これらの関係をわかりやすく図示したのが第1図である。

今から 30 年以上も前のことであるが、生酏系熟成酒母で生き残った腐造性乳酸菌が原因で酸敗したもろみを見たことがある。これは酒母仕込初期の温度管理が高温で杜撰であったためと思われる。このように生酏系酒母造りは常に菌学的に危険にさらされているが、常法通りにやっておれば安全で、かつ添加酵母がほぼ純粋に育成される。この仕組みは理屈抜きで試行錯誤的に確立された方法であるが、誠に見事といわざるをえない。これらの乳酸菌はアルコールの存在と酒母の温度上昇（温みとり操作）によって死滅してしまうところが腐造性乳酸菌と異なっている。

次に芦沢氏は酸性条件下の亜硝酸的作用によって野生酵母群の淘汰効果を認め、必ずしも乳酸ではなくとも pH の低下があればよいと述べておられるが、乳酸菌の効果は pH の低下のみではないと思われる。最近、乳酸菌の死滅菌体の溶出成分中に酵母の増殖促進と発酵抑制作用をもつ物質があるのではないかとということが溝口らの研究でわかってきた。また蓼沼らはアミノ酸及び有機酸はアルコールの存在下で発酵の抑制作用があることを認め、生酏系酒母の枯しが速酏系酒母よりも長続きする理由として、アルコールによる酵母の損傷が少ないことを上げている。

以上のようなオーソドックスな方法に対し、高温糖化した物料に既知乳酸菌を培養して乳酸を生産させた後、

酵母を増殖させる酒母造りがかなり以前から行われていると聞いている。どの程度普及しているのかは知らないが、菌学的取扱いさえきちんとしておれば配造りは可能である。なお余談になるが、自然界の不思議な現象の一つとして酒母の pH は 3.5 で雑菌の混入を防いでいる。人間の女性の腔内の pH は 3.5~4.0 でよく一致している。また胃液の pH は 3.0 以下で塩酸が pH 低下効果をもたらす主成分であり、われわれ人間の体液は中性であるにもかかわらず、よく雑菌污染から防禦されるようになっていることにも感嘆せざるをえない。

お わ り に

酒造りに関わる微生物の作用が明らかにされ、速醸配や酵母仕込みも完成された現在、なぜ面倒な生配造りをするのかと問われることがあるが、それに対しては清酒は嗜好品であるからと答えることにしている。そこには、もちろん会社のポリシーがからんでくる。

次に生配仕込みにしたため酒質に影響を与える要因としては、次のような事柄が考えられる。最初冒頭に述べた生配系と速醸系の酒の差について調べた時の内容を引用してみよう。清酒成分中の例えば酸度について見てみると、配からもろみへの希釈効果で生配系は速醸系よりも 0.09 高く、これは清酒または合成清酒をベースとした人間の酸度識別閾値とされる 0.11~0.21 より若干低

く、したがって酸度の差として識別されているとは考え難い。しかし総体に生配系の方は微生物によるいろいろな生産物が多く、もろみでは 10 倍以上に希釈されているものの、これらが総合されて複雑な味として、微妙な味覚上の違いが生じているのではないかということは十分に想像される。また味覚としてよりも嗅覚としての特徴を上げる人もある。昔、山田正一先生が灘酒の特徴として「灘香」という官能用語が使われ、これは生配系酒母からくる揮発酸臭であり、当時の灘の技術者は良い香りとしてとらえ、山田先生等は悪い香りとしてとらえられていた。純粹さを志向すれば、当然この種の香りはあってはならないものであるが、純粹なものほど美味しいかどうかは別問題で、むしろ不純性が適度に交った方が美味しいこともあるのではないだろうか。また、それらの不純物質の濃度によって人間感覚の良否が入れ替えることは、カブロン酸系等の吟醸香然り、ソトロン然りである。人間の嗜好は微妙なところまで掘り下げれば千差万別であり、それを一把一からげにまとめてしまえないところに嗜好品の難しさがあると感じずにはおられない。

私共は以上のような考えで、敢えて生配にこだわって酒造りを続けているわけであり、ただイメージだけに頼っているのではないことを申し上げて擲筆する。

＜菊正宗酒造(株)研究所＞