

お酒造りの小さな主役 ー清酒酵母の話ー

Part 3 清酒酵母のアルコール発酵（その1）

プロローグ

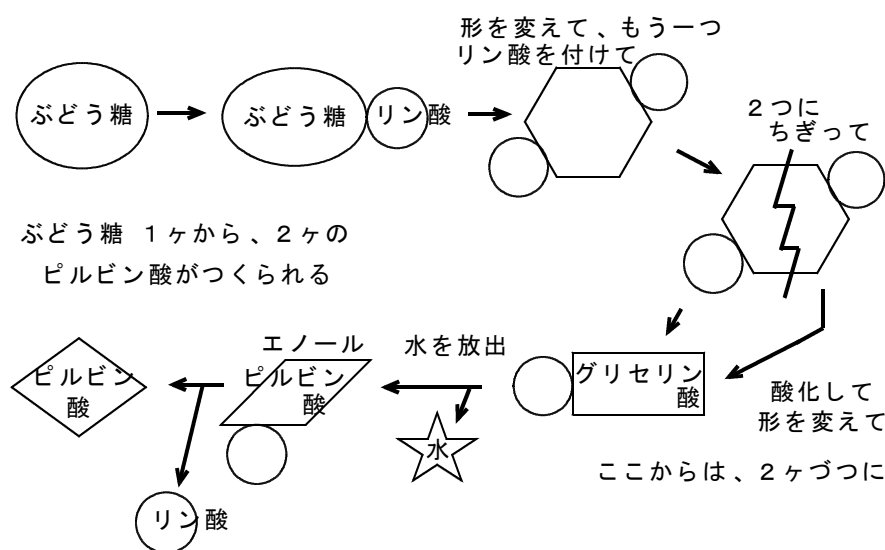
お酒造りで、酵母の最も大切な仕事はアルコール（エチルアルコール）をつくることです。前回までの Part 1, 2 に引き続き、今回から 2～3 回にわたって、清酒酵母のアルコール発酵のお話しをします。前回までに、清酒酵母は鶏の卵を 1/5,000 ～ 1/10,000 に縮めたような姿の微生物だというお話をしました。このような清酒酵母がわずか 1 cc(ml) のもろみの中に $1 \sim 2 \times 10^8$ 個もいて、一生懸命アルコールをつくり続けてくれます。

清酒酵母に限らず、酵母の多くはぶどう糖からアルコールをつくる性質をもっていますが、酵母がつくるアルコールの原料になるのは、お米のデンプン、直接はお米のデンプンが麹の働きで変化した糖、ぶどう糖（グルコースともいいます）です。

ぶどう糖からアルコールへの道＝解糖系＝

酵母の細胞の中でぶどう糖は複雑な化学変化を受けてアルコールに変わりますが、驚かないでください、その途中までの道筋は私たちの筋肉などでも全く同じです。私たちのみならず、ほとんどの生物が持つ共通の道筋です。

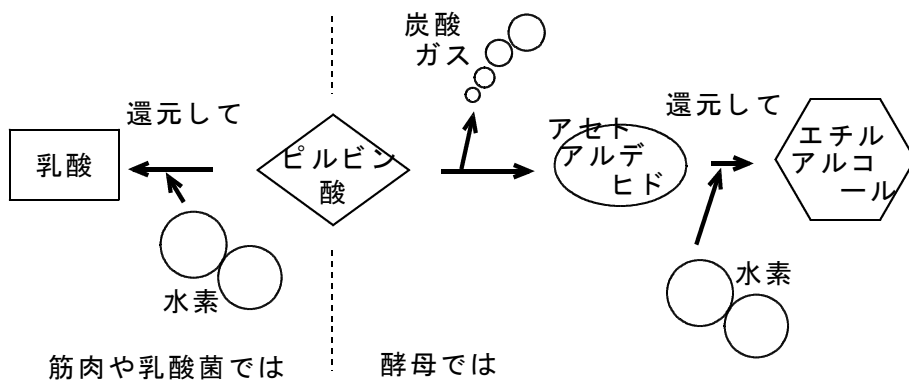
ぶどう糖は、図－1 の道に沿って、10 の反応によってピルビン酸へ変化しますが、ここまでの道筋はほとんどの生物にとって共通のものです。ピルビン酸から先は図－2 を見てください。筋肉や一部の乳酸菌と酵母とでは大きく道筋が変わります。私たちが激しい



運動をした後、筋肉に痛みを感じる原因の一つは、酸素の供給不足により筋肉に乳酸が蓄積するためとされています。

ここでもう一つ話しを複雑にしますが、実は、図－2 の道筋は酸素がかなり不足したときの道です。酸素が充分にあるときには、酵母や筋肉では、

図－1 解糖系の模式図



ピルビン酸は第3の道を通って炭酸ガスと水とに完全に酸化分解されます。乳酸菌の場合は、これともまた話しは異なりますが、ここでは省略します。では、酸素が充分ならお酒（アルコール）

図-2 酵母や筋肉、乳酸菌で異なるピルビン酸からの道のり

ができないのでは?? そのお話しは次回にまわします。

酵母では、ピルビン酸から炭酸が放出され、アセトアルデヒドになり、更に還元されてエチルアルコールができます。ぶどう糖からアルコールへの道を化学式で表すと、



となり、理論的にぶどう糖 100g からおおよそ 51g のアルコールが生成し、49g の炭酸ガスが発生します。炭酸ガスはほとんどが揮散してしましますが、ビールやシャンパンではこれを封じ込めて発泡性をもたせるわけです。清酒でも最近では発泡性をもたせた、いわゆるガス入り清酒などもあります。

お酒のもろみでは、白米1トンからおおよそ 250 ~ 330kg、容積にすると 315 ~ 420 リットルのアルコールを得ています。アルコール分 15 度の純米酒ですと、1 升びんでおおよそ 1150 ~ 1550 本ということになります。今回はここまで…。

【数学フアンのための答え】 最初に N_0 個あった酵母が n 回出芽増殖すると、 $N_0 \times 2^n$ ケになります。ここで、1 回の出芽増殖に要する時間を T とすると、 t 時間後の n は $n = t/T$ となります。つまり、最初に N_0 ケあった酵母は、 t 時間後には $N_0 \times 2^{t/T}$ ケになり、 t 時間後の酵母数 N は、 $N = N_0 \times 2^{t/T}$ という式で計算されます。

したがって、 $N = 200,000,000$ 、 $N_0 = 1,000$ 、 $T = 2$ として t を計算しますが、式 $N/N_0 = 2^{t/T}$ は $\log N/N_0 = t/T \times \log 2$ となります。数値を代入して $\log(2 \times 10^8 / 10^3) = \log(2 \times 10^5) = t/2 \log 2$: $5 + \log 2 = t/2 \times \log 2$ 、ここで $\log 2 = 0.3$ として、 $5/0.3 + 1 = t/2$: $16.7 + 1 = t/2$: $t = 35.4$ 、すなわち、約 35.4 時間後となります。