

高品質酒発酵制御ソフトウェアの開発

西田淑男^{*1}、伊藤彰敏^{*2}、深谷伊和男^{*3}、遠山久男^{*4}、
安藤和司^{*4}、荒川貴信^{*4}、近藤正夫^{*5}

Development of the Software for Controlling High-Quality Sake Fermentation

Yoshio NISHIDA^{*1}, Akitoshi ITO^{*2}, Iwao FUKAYA^{*3}, Hisao TOYAMA^{*4},
Kazushi ANDOU^{*4}, Takano ARAKAWA^{*4} and Masao KONDO^{*5}

Food Research Center, AITEC^{*1, *3, *5} Sekiya Jyozo Co., Ltd. ^{*4}

(1) 国税庁所定分析法における日本酒度(メータ)とアルコール濃度からのエキス、原エキスを計算する考え方と(2) 清酒もろみ中の基質糖化溶解速度に関する研究における、基質溶解に伴う物質収支の考え方を組合せることにより、「蒸米溶解推定ソフトウェア」を開発した。センターで試験製造されたもろみを対象にして、このソフトを用いてもろみ初期から溶解率、粕歩合の推定を行った。その結果、発酵終了日の推定粕歩合と實際上槽した粕歩合に差がないことが判明した。このことから、蒸米溶解ソフトを利用すれば、もろみ初期から溶解率、粕歩合の推定が可能であり、今後このソフトは企業の清酒もろみの初期溶解の推定に十分活用可能と考えられた。

1. はじめに

吟醸酒をはじめとする高品質酒は消費者に認知されて市場に定着したが、より厳しい品質管理が求められている。しかし、現場では製造指標が少ないため、経験や助に頼った清酒製造が行われている。このため、各企業において製品の香味バランスや品質が安定しないことが問題となっている。清酒のもろみにおいて、麹、蒸米は麹の酵素によって溶解される。もろみ等の温度、米性質、糊性質によって溶解条件は異なるが、適正溶解ならば香味良好酒になるが、過剰溶解ならば香低多味酒になる。

このような状況で、もろみ初期から使用可能な蒸米溶解推定ソフトの開発、活用が求められている。そこで、そのようなソフトを開発し、小・中間規模仕込試験を通じて有用性の検証を行い、企業と共同して高品質酒の実用化試験を行うことを目的とした。

2. 実験方法

2.1 蒸米溶解推定ソフトの開発

(1) 岩野の近似式¹⁾と国税庁所定分析法²⁾を利用して、原エキスの計算を行う。

日本酒度(メータ)を N 、アルコール濃度を $E(\%)$ とすると、アルコールの比重(A)、清酒の比重(S)、エキス($ex(\%)$)、原エキス($Ex(\%)$)は以下のようになり、

原エキスは N と E から求められる。

アルコールの比重計算(岩野の近似式)

$$A = (9998.08 - 14.484 * E + 0.1373 * E^2) * 0.0001$$

清酒の比重の計算 $S = 1443 / (1443 + N)$

エキスの計算 $ex = (S - A) * 260 + 0.21$

原エキスの計算 $Ex = ex + 1.5894 * E$

(2) 永谷の計算式³⁾を利用して、もろみの溶解率及び粕歩合の計算を行う。

M : 溶解分率、 V : 液量、 V_I : 追水量、 V_0 : 仕込直後の液量、 K : 溶解に伴う液量増加率(0.612)、 V_a : 汲水量、 V_b : 白米水分(0.100)、 V_c : 蒸すことにより増加した水分とする。ここで永谷の式を改良して $V = V_0 + K * M + V_I$ とすると、これらの式から M を消去することにより、 $V = (V_0 + V_I) / (1 - K * Ex)$ と表される。ここで $V_0 = V_a + V_b + V_c$ であるので、 Ex が分かれば、既知の値 V_a 、 V_b 、 V_c 、 V_I 、 K から V が求められ、溶解率 $Y (= 100 * M)$ を求めることができる。さらに、 R_s : 白米固形分(通常 90.0%)、 D_s : 粕固形分(通常 0.45) とすると粕歩合: $D(\%)$ は、 $D = (R_s - Y) / D_s$ の計算で求められる。

(3) 蒸米溶解推定ソフトウェア

ここで、 Ex として(1)で求めた値を適用すると、(2)で示した溶解率、粕歩合が求められる。以上のように、既知の値 N 、 E 、 V_a 、 V_b 、 V_c 、 V_I 、 K 、 R_s 、 D_s を入力する

*1 食品工業技術センター 発酵技術室(現食品工業技術センター 保蔵技術室) *2 食品工業技術センター 発酵技術室 *3 食品工業技術センター長 *4 関谷醸造株式会社 *5 食品工業技術センター 発酵技術室(現統括研究員)

ことにより溶解率及び粕歩合の推定できるプログラムを開発し、これを「蒸米溶解推定ソフト」とした。

当センターで愛知県産酒造好適米「夢山水」50%白米を使用して表1に示した仕込配合で試験製造されたもろみにおいて、このソフトを用いてもろみ初期から溶解率、粕歩合の推定を行った。

表1 センターで試験製造した清酒の仕込配合

区分	酒母	初添	仲添	留添	追水	アル添	計
総米	(kg)	2.5	14.5	29	54		100
掛米	(kg)	0.0	12.0	22	45		79
麹米	(kg)	2.5	2.5	7	9		21
汲水	(L)	7.5	11.5	39	80	16	154
36%アルコール	(L)					32	32

3. 実験結果及び考察

ソフトの検証を何度か行った結果、Vcは仕込の際に測定する白米歩合からの計算と蒸米・麹水分からの計算の平均値を使用した場合、推定粕歩合が実際の値に近づいたため、この値を用いることとした。「夢山水」を使用して当センターで試験製造されたもろみの場合以下のようになった。

白米歩合から求めた蒸米水分

白米歩合 91(%) - 白米水分 10(%) - 固形分相当液量 90(%) × 0.612 = 27.9(%)

蒸米・麹水分から求めた蒸米水分

(a) 蒸米水分

蒸米直後の温度を 80、仕込時を 15 とすると、白米 1kg 当たり (80 - 15) × 1000 = 65,000kcal の熱が水の蒸発潜熱 (540kcal/kg) として失われるため、その間の米 100g 当たりの蒸発水分は 65,000 ÷ 540 × 100/1000 = 12.04g となる。夢山水の蒸米直後の水分は、36.6(%) であったので、仕込時蒸米水分は 36.6 - 12.04 = 24.56(%) となる。

(b) 麹水分

麹仕込時水分は 17.0(%) であった。

蒸米・麹平均水分は仕込配合の米比率から以下のように計算される。24.56 × 0.79 + 17.0 × 0.21 = 22.97(%)

と から求めた蒸米水分の平均値から Vc = (27.9 + 22.97) ÷ 2 = 25.4(%) になった。

この値と蒸米溶解ソフトを利用して計算した溶解率、粕歩合の推定結果の推移を表2に示した。

このことから、Vcとして仕込の際に測定する白米歩合からの計算と蒸米・麹水分からの計算の平均値を使用した場合、もろみ初期から蒸米溶解ソフトを利用して溶解率、粕歩合の推定が可能であった。また、今回データでは示さなかったが、このソフトを用いて県内企業の清酒もろみの初期溶解の推定を行った結果、十分活用可能と考えられた。

4. 結び

Vcとして仕込の際に測定する白米歩合からの計算と蒸米・麹水分からの計算の平均値を使用した場合、もろみ初期から蒸米溶解ソフトを利用して溶解率、粕歩合の推定が可能であることが判明した。今後このソフトは企業の清酒もろみの初期溶解の推定に十分活用可能と考えられ、良質清酒の製造に貢献することが期待できる。

文献

- 1) 未発表
- 2) 日本醸造協会：第4回改正 国税庁所定分析法注解, 24 (1990)
- 3) 永谷正治, 水谷行夫, 難波康之祐: 酵工, 51, 178 (1973)

表2 センターで試験製造したもろみでの推定結果

日数	メータ N	アルコール E (%)	エキス ex (%)	原エキス Ex (%)	汲水量 Va (L/kg)	白米水分 Vb (L/kg)	蒸米水分 Vc (L/kg)	仕込水分 V0 (L/kg)	追水 V1 (L/kg)	溶解実績 K (L/kg)	液量 V (L/kg)	溶解分率 M (kg/kg)	溶解率 Y (%)	白米固 形分 (%) Rs	粕固形 分 (%) Ds	粕歩合 (%) D
2	-42	1.8	8.72	11.58	1.380	0.100	0.254	1.734	0.000	0.612	1.866	0.2161	21.61	90.0	0.45	152.0
3	-42	2.6	9.01	13.14	1.380	0.100	0.254	1.734	0.000	0.612	1.886	0.2477	24.77	90.0	0.45	144.9
4	-46	3.3	10.02	15.27	1.380	0.100	0.254	1.734	0.000	0.612	1.913	0.2920	29.20	90.0	0.45	135.1
5	-50	4.2	11.11	17.78	1.380	0.100	0.254	1.734	0.000	0.612	1.946	0.3460	34.60	90.0	0.45	123.1
6	-44	5.7	10.47	19.52	1.380	0.100	0.254	1.734	0.000	0.612	1.969	0.3844	38.44	90.0	0.45	114.6
7	-40	6.5	9.97	20.29	1.380	0.100	0.254	1.734	0.000	0.612	1.980	0.4017	40.17	90.0	0.45	110.7
8	-37	7.5	9.73	21.64	1.380	0.100	0.254	1.734	0.000	0.612	1.999	0.4324	43.24	90.0	0.45	103.9
9	-34	8.6	9.51	23.17	1.380	0.100	0.254	1.734	0.000	0.612	2.020	0.4680	46.80	90.0	0.45	96.0
10	-32	9.8	9.50	25.07	1.380	0.100	0.254	1.734	0.000	0.612	2.048	0.5134	51.34	90.0	0.45	85.9
12	-28	11.2	9.17	26.96	1.380	0.100	0.254	1.734	0.000	0.612	2.077	0.5599	55.99	90.0	0.45	75.6
14	-24	12.3	8.75	28.28	1.380	0.100	0.254	1.734	0.040	0.612	2.145	0.6067	60.67	90.0	0.45	65.2
16	-15	13.4	7.40	28.68	1.380	0.100	0.254	1.734	0.040	0.612	2.152	0.6170	61.70	90.0	0.45	62.9
18	-10	14.1	6.67	29.07	1.380	0.100	0.254	1.734	0.040	0.612	2.158	0.6272	62.72	90.0	0.45	60.6
20	-7	14.5	6.24	29.26	1.380	0.100	0.254	1.734	0.040	0.612	2.161	0.6324	63.24	90.0	0.45	59.5
22	-5	14.7	5.93	29.27	1.380	0.100	0.254	1.734	0.080	0.612	2.210	0.6469	64.69	90.0	0.45	56.2
24	-4	14.8	5.77	29.28	1.380	0.100	0.254	1.734	0.120	0.612	2.259	0.6613	66.13	90.0	0.45	53.1
26	-2	14.9	5.44	29.10	1.380	0.100	0.254	1.734	0.160	0.612	2.304	0.6706	67.06	90.0	0.45	51.0
28	-1	15.0	5.29	29.11	1.380	0.100	0.254	1.734	0.160	0.612	2.304	0.6707	67.07	90.0	0.45	50.9