

焼酎麴の性質におよぼす製麴条件の影響

瀬戸口真治, 山口 巖, 浜崎幸男

Influence of Cultural Conditions on Properties of Shochu-Koji

Shinji SETOGUCHI, Iwao YAMAGUCHI and Yukio HAMASAKI

製麴時の温度、湿度および炭酸ガス濃度が、麴の発育、生酸力および α -アミラーゼ、グルコアミラーゼ、酸性プロテアーゼならびに酸性カルボキシペプチダーゼなどの諸酵素力におよぼす影響について調べた。

製麴中の温度経過は、出麴時の酸度に大きく影響する。 α -アミラーゼ、酸性プロテアーゼは温度が高くなる程活性が大きくなる傾向がみられ、グルコアミラーゼ、酸性カルボキシペプチダーゼの活性は35℃が最大であった。麴中の有機酸組成ではクエン酸の変動が大きく、35℃の時に5,046mg/lと最大値となった。湿度は、仕舞手入れ時まで高く保持することで、酸度及び α -アミラーゼ、グルコアミラーゼ活性の高い麴ができることがわかった。次に、炭酸ガス濃度0.5~10%で麴をつくり、その性質を調べた結果、菌体量の増殖は3%の時最も多く、 α -アミラーゼ、グルコアミラーゼなどの活性は、炭酸ガス濃度が高くなると小さくなる傾向がみられた。

1. はじめに

焼酎白麴について、その α -アミラーゼ、総合糖化力および酸性プロテアーゼの生産と製麴条件との関係については、すでにいくつかの報告がある^{1)~3)}。また、最近岩野ら⁴⁾は、 α -アミラーゼ、グルコアミラーゼ、トランスグルコシダーゼ、酸性プロテアーゼ、酸性カルボキシペプチダーゼ、及び生澱粉分解活性の6種類の酵素について、酵素生産におよぼす製麴条件の影響について検討し報告している。一方、鹿児島県内の焼酎企業においては、一部企業を除き大部分の企業が、河内式製麴装置により麴の製造を行っている。この装置では、未だ人手による作業部分があり、この部分の省力化が望まれている。

筆者らは、製麴法の自動化をはかることを目的として、小型製麴装置を使って α -アミラーゼ、グルコアミラーゼ、酸性プロテアーゼなどの諸酵素活性などにおよぼす製麴条件の影響について検討したので、その結果を報告する。

2. 実験方法

2.1 原料

原料米は破碎精米（昭和61年産）を用い、種麴菌は河内白麴菌（河内源一郎商店製）を使用した。

2.2 製麴方法

破碎精米2kgを常法通り洗米、浸漬、水切り後60分間蒸きょうし、冷却後42℃で種麴を0.3%量撒布する。それを図1に示す製麴装置で製麴し、40.5時間後に出麴とした。

炭酸ガスインキュベーターによる製麴法では、上記の方法による種麴撒布後、約50gを径16cmの篩（目開き0.71mm）に拡げ、炭酸ガス培養器BL160（十慈科学）で35℃、相対湿度90%以上で麴をつくった。

2.3 分析方法

2.3.1 菌体量

製麴工程の各段階から試料を採取し、それに1.5倍量のアセトンで3回脱水したのち、デシケーター中で吸引乾燥したものについて、大内ら⁵⁾の核酸法により測定した。

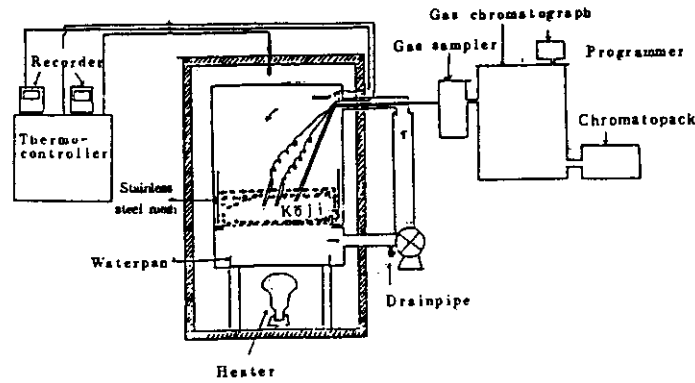


図1 製麴装置

別に $Bllg10^\circ$ の麴汁100mlに白麴菌を接種し、 30°C 、48時間静置培養し、菌体1mg当りの OD_{260} 値を求め、0.025を得た。菌体量は引込時の試料の OD_{260} 値をブランクとして差し引き、上記の値を換算値として用いて算出し、 mg/g 乾燥麴で表わした。

2.3.2 酵素の抽出及び酵素力価の測定

酵素の抽出は布川ら⁹⁾の方法に従い、20gの麴に0.2M酢酸緩衝液(pH5.0)を含んだ0.5%NaCl水溶液50mlを加え低温室(5°C)で1夜抽出し、更にろ液について、セルロースチューブを用いて蒸留水に対して 5°C で1夜透析した後、定容し酵素液とした。

α -アマラーゼ(AAase)、酸性プロテアーゼ(APase)は、国税庁所定分析法⁷⁾により、グルコアマラーゼ(GAase)は岩野ら⁹⁾の方法、酸性カルボキシペプチターゼ(ACPase)はZ-Glu-Tyrを基質とした中台ら⁹⁾の方法によって測定した。力価はAAase $\text{U}_{30}^{40}/\text{g}$ 乾燥麴、GAase mg glucose/hr/g乾燥麴、APase、ACPase μg tyrosine/hr/g乾燥麴で表わした。

2.3.3 有機酸

麴20gに蒸留水100mlを加え、3時間浸出後、ろ過して得たる液を試料とした。

分析は、有機酸分析計、Shodex LC DG-1(昭和電工製)で行った。標準試薬としてL-乳酸はシグマ社製、ピログルタミン酸はアルドリッチ社製、 α -ケトグルタル酸、クエン酸、L-リンゴ酸、コハク酸、ギ酸、酢酸は和光純薬製のそれぞれ

れ特級試薬を使用した。

2.3.4 麴の水分及び酸度

一定量の麴を 105°C で5時間乾燥して、減量分を水分とした。麴の酸度は、国税庁所定分析法によった。

3. 結果及び考察

3.1 製麴温度の影響

河内白麴菌で焼酎麴をつくるためには、通常図2の様な温度経過をとる。これはもろみの安全な発酵をはかるために、麴に充分な酸(クエン酸)を

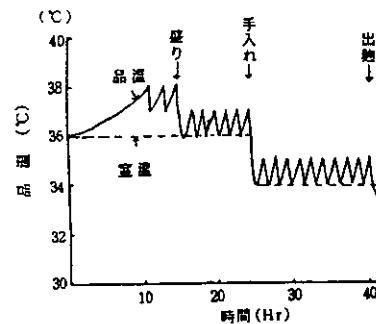


図2 製麴経過

生成させることにある。即ち、通常は引き込んでから棚盛時まで、麴の品温は最高となり(約 $37.5\sim 38.5^\circ\text{C}$)、以後棚盛りから手入まで $36\sim 37^\circ\text{C}$ 、手入れ後 $34\sim 35^\circ\text{C}$ の温度経過をとっている。

筆者らは、これを対照(C区)として、30、35、 38°C 及び 40°C の恒温経過をとった場合、棚盛時までを最高 40°C とし、以後対照区と同じ経過をとった場合(M区)、及び棚盛時までを対照区と同一と

表1 製麴温度による麴成分の変化

成分	温度	30℃	35℃	38℃	40℃	C	M	L
酸度		6.9	8.4	6.8	5.0	8.4	8.4	8.9
菌体量	mg/g	30.5	34.0	37.1	44.3	40.4	46.2	33.4
AAase	※	154	179	203	235	169	166	177
GAase	※	212	337	311	322	303	293	272
APase	※	20,427	18,648	25,538	28,718	21,513	21,941	21,992
ACPase	※	5,473	9,190	8,806	8,243	7,582	8,503	8,800

※ U/g乾燥麴

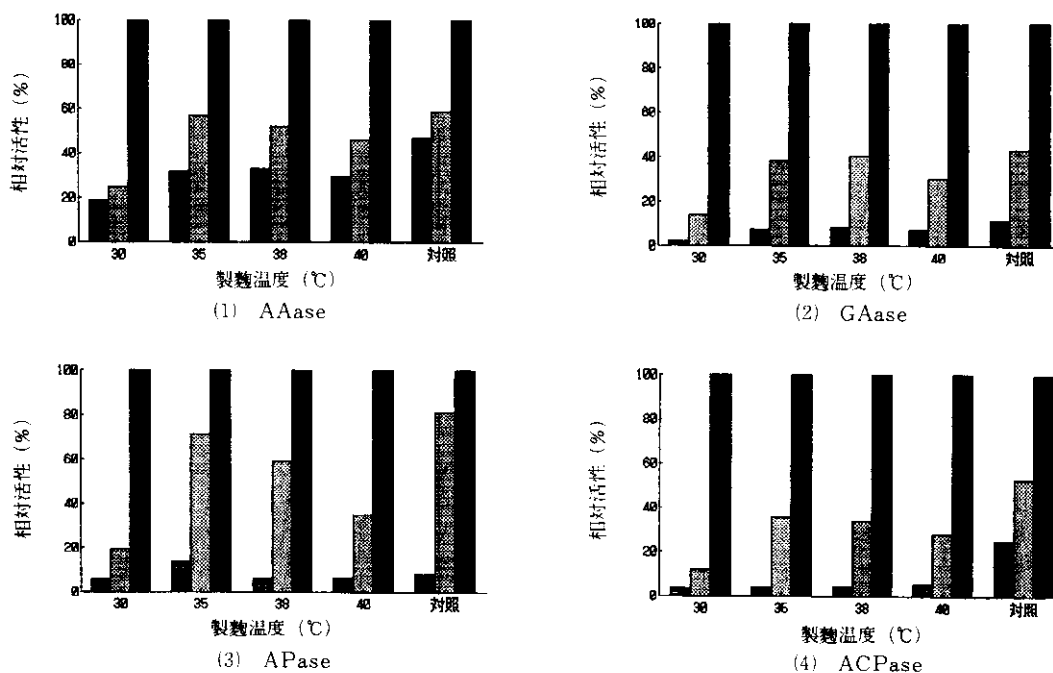


図3 各種酵素活性の経時変化

■ 盛り ▨ 手入れ ■ 出麴

し、以後35℃恒温とし、手入れを行わない場合 (L区) などの製麴法が、麴におよぼす影響を調べた。表1にその結果を示した。

まず酸度であるが、もろみの安全な発酵をはかるために、通常出麴の酸度は5.0以上が望ましい。

表1でみると、35℃で酸の生成が大きく、38℃、40℃と高くなるにつれて小さくなる。また、40℃区とM区とを比較した場合、酸度はM区では対照区と同様に高く、40℃では低い。このことから、現在の製麴における温度管理即ち前高後低型の品温管理の正しさが裏づけられる。

次に各種酵素の生産をみると、AAaseは製麴温度が高くなる程、また、GAase、APaseも高い方が酵素生産は大きい傾向にあった。一方、ACPaseは35℃で生産が最大であった。岩野ら⁴⁾は、白麹菌のAAase、GAase、APase、ACPase、transglucosidase (TGase) 及び生澱粉分解力 (RSD) の生産と製麴温度の関係について調べ、AAase、GAase、及びRSDは製麴温度が高い程酵素生産が大であり、APase、ACPaseは、製麴温度の影響は少ないとし、更に菌体量と各種酵素生産との間には、極めて高い正の相関関係があると述べて

いる。

表1に菌体量の測定結果を示しているが、菌体量は、製麴温度が高くなるに従って増加した。しかし、C、M、Lの各区では、この傾向は認められないが、その原因については不明である。また、AAase、APaseなどの生産においては、岩野ら⁴⁾と同様な傾向は見られるが、GAase、ACPaseでは明確でない。菌体量と酸度の間には、相関関係はみられない。これらの結果を総合すると、製麴の自動化を図る場合には、麴の品温を35℃に保持できる様な工夫が必要であると考えられる。

図3には、出麴時を100とした相対的な各種酵素生産の経時変化を示した。棚盛り時は、引込んでから約17時間前後で、白麴菌の米粒表面での生育は部分的にしかみられず、従って、均一な麴試料の採取は難しい。そこで、仕舞手入れの時点で酵素生産をみると、AAaseの場合、製麴温度30℃では生産は小さいが、35℃及び対照区では約60%が生産される。同じくGAaseは約40%、APaseは幾分高く約70~80%、ACPaseでは約40~50%が、仕舞手入れ時までに生産されることがわかる。

なお、表2に酸組成を示した。

表2 麴中の有機酸組成

成分	温度(℃)			
	30	35	38	40
α-ケトグルタル酸	—	12	19	29
クエン酸	4,169	5,046	4,707	3,285
リンゴ酸	13	16	17	18
コハク酸	7	10	9	9
乳酸	—	5	4	5
ギ酸	7	11	9	6
酢酸	—	8	8	8
ピログルタミン酸	13	20	14	10

3.2 製麴時における温度経過

製麴器中のWater panを取り除くことにより、器中の湿度を加減し製麴した。製麴の温度経過は標準法に従って行った。器中の湿度は、乾湿計の差を読みとり、その差から換算表より求めた。引

き込んでから約7時間後、棚盛り直前(引き込みより17時間)、棚盛り3時間(同じく20時間)後、仕舞手入前(同25.5時間)、及び出麴時(同40.5時間)の湿度を求め、製麴時におけるそれぞれの湿度の推移を表3に示した。即ち、Water panを除去する時期により、4通りの試験を行った。

麴米は常法に従って処理したが、水切り後、蒸し後及び出麴水分を示すと表4の通りであった。

No.3はNo.4と比較して、器中の湿度の低下が著しい。引き込んでから棚盛りまでの間にNo.3ではNo.4より麴菌の生育が良く、米粒表面へのハゼ回りがすすみ、それが、以後の米粒からの水分の発散を抑える方向に働いたためと思われる。棚盛り

表3 製麴時における湿度経過 (%)

No	7	17	20	25.5	40.5
1	86	85	92	92	90
2	86	89	92	90	77
3	86	89	70	70	68
4	76	75	—	78	78

注 No.1 Waterpan 出麴まで有り
No.2 “ 仕舞手入時に除去
No.3 “ 棚盛り時に除去
No.4 “ 引き込み時に除去

表4 原料米処理後の水分 (%)

No	水切後*	蒸し後*	出麴
1	33.5	34.8	25.29
2	32.8	34.0	22.74
3	33.3	35.0	21.94
4	34.0	34.5	20.05

* Kett 分析計による

までにNo.3では、品温制御ファンが4回駆動しているが、No.4では僅かに1回のみであった。

次に、出麴の酸度及び菌体量を測定した結果を表5に示した。

No.4の様に引き込みの時から乾燥気味の経過をとる時は、麴の発育も悪く、酸度も少い傾向にな

るが、表5から、過湿 (No.1) になるのも悪いことがわかる。やはり、仕舞手入れ時までは、湿度を充分与えて麹菌の生育を促進して、総ハゼとなる様にし、その後乾燥傾向にして、米粒内部へのハゼ込みを図ることが必要であろう。

表5 出麹の酸度及び菌体量

No	菌体量 (mg/g)	酸 度
1	32.6	6.9
2	48.0	7.7
3	37.2	7.0
4	28.6	5.7

表6 麹の諸酵素活性 (U/g乾燥麹)

No	AAase	GAase	APase	ACPase
1	118	212	18,797	5,447
2	180	300	20,617	7,013
3	174	284	18,929	6,712
4	110	191	15,951	4,096

麹の諸酵素活性について調べた結果を表6に示した。

この表より、各酵素の生産はNo.2が最も大きいことがわかる。表5で明らかな様に、No.2は他よりも麹菌の生育が良く、そのことがこの様な、結果になったと考えられる。

3.3 炭酸ガスの影響

炭酸ガスの麹菌の生育に対する影響については、YANAGITA¹⁰⁾はAsp. nigerについて、その発芽が0.1%の炭酸ガス濃度で促進されると報告している。また、岡崎ら¹¹⁾もAsp. oryzaeについて検討した結果、0.1~1.0%の範囲で発芽の誘導期間を短縮する効果があることを認め、さらに1%以上存在すると増殖を幾分阻害し、それに伴って酵素生産も低下することを報告した。

一方、NARAHARAら¹²⁾は2~5%の炭酸ガス濃度下で、酸性プロテアーゼの生産が最大になることを報告している。

筆者らの小型製麹装置による常法通りの製麹試験で、麹の表面下約1cmのところでの炭酸ガス濃度を測定した結果では、仕舞手入れ後に最高2.6%の濃度を記録した。もちろんこの場合、麹の品温が設定温度に達すれば、ファン冷却が自動的に行われ、下限温度設定になるまで3~4分間継続

表7 炭酸ガス濃度による麹成分の変化

成分	CO ₂ 濃度(%)				
	0.5	1.0	3.0	5.0	10.0
水分 (%)	23.3	21.0	20.9	23.2	25.9
菌体量 (mg/g)	21.8	15.3	19.4	26.8	25.9
酸 度	6.7	4.0	6.7	7.8	6.3

表8 麹の諸酵素活性 (U/g乾燥麹)

CO ₂ 濃度(%)	AAase	GAase	APase	ACPase
0.5	100	262	19,378	6,805
1.0	150	213	16,966	4,024
3.0	128	268	16,280	5,017
5.0	130	240	9,113	5,513
10.0	113	203	11,593	6,307

される。この間、麹層内に蓄積された炭酸ガスは層外に逸散する。今回の実験では、麹層を薄くして炭酸ガスの層内蓄積を防ぎ、培養器内の炭酸ガス濃度を0.5、1.0、3.0、5.0及び10.0%に調整し、製麹した。表7及び表8にその結果を示した。

炭酸ガス濃度が10%位になると、AAase, GAase, APaseの生産は減少する傾向がみられるが、生酸力などは明らかでない。

実験方法を含めて、さらに検討する必要がある。

4. おわりに

製麹法の自動化を図ることを目的として、製麹時の温度、湿度、炭酸ガス濃度が、麹の発育、生酸力、及び諸酵素力におよぼす影響について調べた。

製麹時の温度は、35℃の恒温経過が、生酸力、酵素力など総合的によかった。湿度は、仕舞手入れまで高く保持することで、酸度及びα-アミラー

ゼ、グルコアミラーゼなどの活性が高い麴が得られた。

参 考 文 献

- 1) 島田豊明, 志垣邦夫, 塚田定清, 戸塚昭: 醸協, **59**, 74 (1964)
- 2) 志垣邦夫, 西谷尚道, 椎木敏, 山川浩一郎, 鈴木昭紀: 醸協, **63**, 1098 (1968)
- 3) 椎木敏, 西谷尚道, 志垣邦雄, 山川浩一郎, 鈴木昭紀: 醸協, **64**, 717 (1969)
- 4) 岩野君夫, 三上重明, 福田清治, 能勢晶, 椎木敏: 醸協, **82**, 200 (1987)
- 5) 大内弘造, 石戸輝雄, 菅間誠之助, 野白喜久雄: 醸協, **62**, 1029 (1967)
- 6) 布川弥太郎, 岩野君夫, 椎木敏: 醸協, **76**, 354 (1981)
- 7) 日本醸造協会: 国税方所定分析法注解 (1974)
- 8) 岩野君夫, 風間敬夫, 布川弥太郎: 醸協, **71**, 383 (1976)
- 9) 中台忠信, 那須野精一, 井口信義: 調味科学 **18**, 435 (1967)
- 10) T. YANAGITA, J. Gen. Appl. Microbiol., **9**, 343 (1963)
- 11) 岡崎直人, 松光申, 田中利雄: 醸協, **79**, 133 (1984)
- 12) H. NARAHARA, Y. KOYAMA, T. YOSHIDA, S. PICHANGKUEA, R. UEDA, H. TAGUCHI: J. Ferment. Technol., **60**, 311 (1982)