

# 4 製造工程の改善による焼酎蒸留粕の軽減化(第3報)

## (大麦を原料とした液化、糖化後仕込法の検討)

食品工業部 樋田 宣 英

### 要 旨

麦焼酎の製造方法として、清酒製造において近年用いられている液化仕込法を焼酎製造へ応用することは、蒸留粕の軽減化のための1つの手法として考えられる。本報では、小仕込みを行うとともに中間規模の仕込みを行い実規模への応用の可能性について検討した。

### 1. 緒 言

麦焼酎の製造方法として、清酒製造で用いられている液化仕込の応用も蒸留粕の軽減化のための1つの手法として考えられる。粉碎大麦と全粒大麦を原料に $\alpha$ -アミラーゼ、ヘミセルラーゼ、中性プロテアーゼ系酵素による反応を組み合わせることで酵素分解による液化、糖化処理を行い麦焼酎の試醸を行った。

各試験区分を表-1に、使用酵素の詳細を表-2に示す。

表-1 液化-糖化試験の仕込配合

	粉碎麦・全粒	水	$\alpha$ -アミラーゼ	N-プロテアーゼ	G-アミラーゼ	ヘミセルラーゼ
BL	100	170	0.05	-	0.1	1.0
AL	100	170	0.05	-	0.1	1.0
AL-BL	100	170	0.05	0.5	0.1	1.0
	(g)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)

### 2. 実験方法

#### (1) 液化、糖化試験

粉碎麦、全粒麦を原料として対原料1.7倍の水を加え液化酵素として $\alpha$ -アミラーゼを掛原料あたり0.05%、糖化酵素としてグコアミラーゼを0.1%を、対照区として液化時に中性プロテアーゼを糖化時にヘミセルラーゼを添加する試験区を設定し、図-1に示す温度経過と添加内容で攪半機能を付した恒温装置で液化、糖化状態を観察した。同時にB型粘度計による粘度測定と最終糖化液のBrixを測定した。また最終試料を100mlとり8000rpmで5min遠心分離した上澄部の液量を計り液化糖化の評価指標とした。

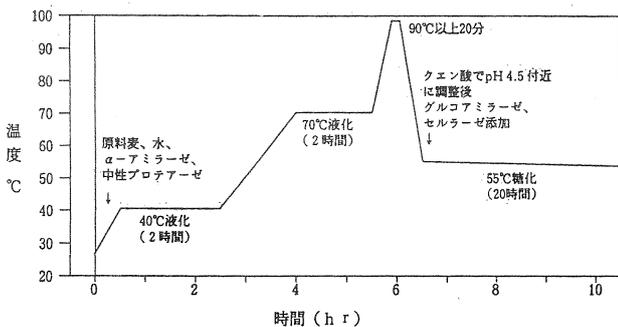


図-1 液化糖化操作

表-2 使用酵素の酵素活性

$\alpha$ -アミラーゼ	50,000 U/g
N-プロテアーゼ	100,000 U/g
G-アミラーゼ	6,000 U/g

#### (2) 小仕込試験

1次もろみは、第1報に準じ麴96gに水96mlを加え前培養した酵母を加え7日間培養した。2次もろみとして表-3の配合を(1)の処理法で液化糖化した試料と混合し25度で14日間発酵させた。発酵経過は、炭酸ガス減少量で測定し終もろみの粘度、アルコール分、固液分離率を測定した。

表-3 液化糖化後発酵仕込配合

	原料麦 (g)	水 (ml)	$\alpha$ -アミラーゼ (%)	N-プロテアーゼ (%)	グコアミラーゼ (%)	セルラーゼ (%)
粉碎麦A	220	384	0.05	-	0.1	-
粉碎麦B	220	382	0.05	-	0.1	1
粉碎麦C	220	382	0.05	0.05	0.1	1
全粒麦A	220	382	0.05	0.05	0.1	1
全粒麦B	220	380	0.05	0.05	0.1	2

※酵素の添加率は掛原料あたり  
全粒麦Bはセルラーゼを液化時、糖化時にそれぞれ1%添加

1次もろみ：麴96g、水96ml      総麦：300g  
 液化糖化汲水歩合：174.5      2次もろみ汲水歩合：160  
 2次もろみ日数：14日間      保管温度：25℃

(3) 全粒液化中間仕込試験

焼酎蒸留装置の蒸留釜（ケミカルプラント製ジャケット攪拌装置付き）を反応槽として水20Lを投入し、加温槽より温水を循環攪拌させ52℃に保持した。安定化として食塩を0.06%、炭酸カルシウムを0.1%濃度となるよう添加溶解した。

次に大麦10Kgを投入しα-アミラーゼを0.15%（対大麦）、中性プロテアーゼを0.5%（対大麦）添加し、52℃で60分攪拌反応後72℃に昇温100分攪拌させ中性プロテアーゼを作用させた。反応終了後、殺菌、酵素失活のため間接蒸気加熱（92℃以上5分保持）を行った。以下40℃に冷却した段階でヘミセルラーゼ系酵素を1%（対大麦）添加し液化原料とした。

上記により調整した大麦液化液26.8Kgに対して予め調整した酒母（7日目）7.18Kgを加え室温で14日発酵させ最終もろみの成分分析を行った。

3. 実験結果及び考察

(1) 液化、糖化試験

穀類の液化、糖化の考え方として中性域の高温で耐熱性α-アミラーゼによる液化、90℃での殺菌工程を経てクエン酸でPH調整後、グルコアミラーゼによる糖化を行うことが一般的な考え方である。大麦の場合タンパクや多糖類の影響で液化、糖化が難しいことから液化時に中性プロテアーゼを40℃で作用させ、糖化時にヘミセルラーゼを添加する方法を検討した。

粉碎麦の最終液化-糖化液の性状を表-4に操作時の粘度経過を図-2に示す。対照に比べヘミセルラーゼ添加区の粘度は110mpa・sで1/3となり完全に液化した。Brixは、各試験区とも差がないが遠心後の上澄量は、中性プロテアーゼとヘミセルラーゼ併用区が80mlで分離性が向上し粘度経過も低値で推移した。グルコアミラーゼの添加は粘度低下を促進した。

表-4 粉碎麦糖化液の性状

	上澄量 (ml/100ml)	PH	B r i x (%)	粘度 (mPa・s)
A	63	4.32	32.2	317.6
B	67	4.30	34.5	116.2
C	80	4.28	32.8	111.5

粘度計攪拌ローター No.2 60rpm

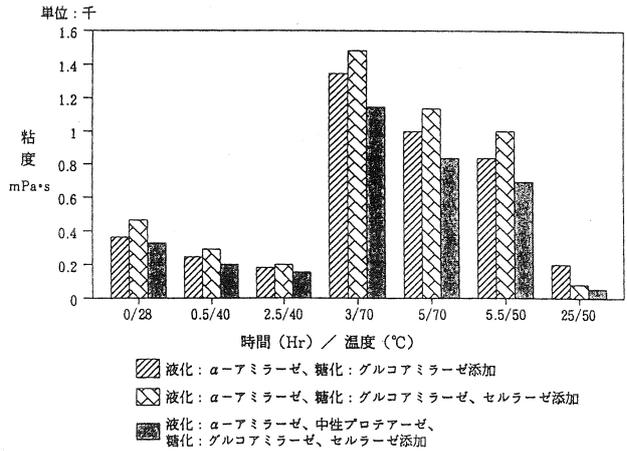


図-2 粉碎麦液化糖化操作時の粘度変化

全粒麦についても粉碎麦と同一条件で処理を行った。表-5に結果を示す。全粒処理では液化工程で麦の吸水とデンプンのα化のため70℃を越えた段階で攪拌が困難となる。中性プロテアーゼ、ヘミセルラーゼを添加したものは糖化工程で完全に液状化した。粉碎麦と比較すると約7倍粘度が高い。全粒処理においては、加熱勾配、麦の内、外部の温度差、攪拌、などの要因が処理に影響するものと考えられる。また大麦投入後のPHが5.8程度になった。全粒処理については、粉碎麦と同一条件では処理が困難であった。以上のことより全粒麦による液化糖化処理においては、α-アミラーゼの反応至適PHの維持や中性プロテアーゼ活性の安定化を図るために炭酸カルシウム等の添加や攪拌装置の検討が必要と考えられた。

表-5 全粒麦糖化液の性状

	上澄量 (ml/100ml)	PH	B r i x (%)	粘度 (mPa・s)
A	37	4.26	25.2	-
B	51	4.26	29.0	7300
C	57	4.29	30.2	712

粘度計ローターは No.3 30rpm

(2) 小仕込試験

粉碎麦の試験区では、ヘミセルラーゼ系酵素の添加の有無が発酵経過に影響し酵素無添加のものは発酵の遅延が認められた。終もろみの粘度は、ヘミセルラーゼ添加系が試験区Aに対し1/3程度の値で固液分離率も無蒸煮仕込と通常の仕込の中間の値を示した。

一方全粒麦の試験区では、初期の発酵が抑制されるものの14日経過後は、粉碎B、Cの試験区並の値を示した。もろみのアルコール度数と粘度を表-6に、発酵経過を図-3に、固液分離を図-4に示す。

表-6 もろみのアルコール度と粘度

	Et-OH (%)	粘度 (mPa·s)
粉碎麦A	17.5	30.6
粉碎麦B	17.9	17.0
粉碎麦C	17.8	13.8
全粒麦A	17.6	35.0
全粒麦B	17.7	34.2

粘度計攪拌ローター No 2 60rpm

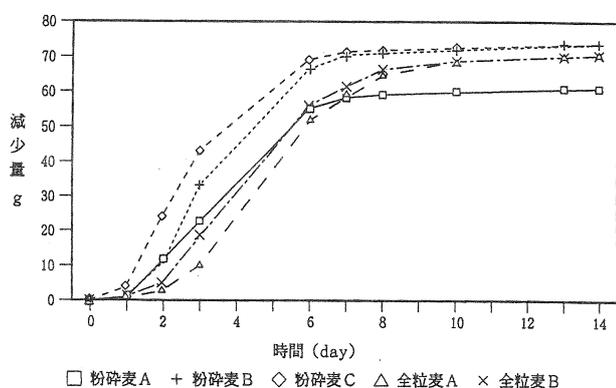


図-3 液化糖化仕込の発酵状況

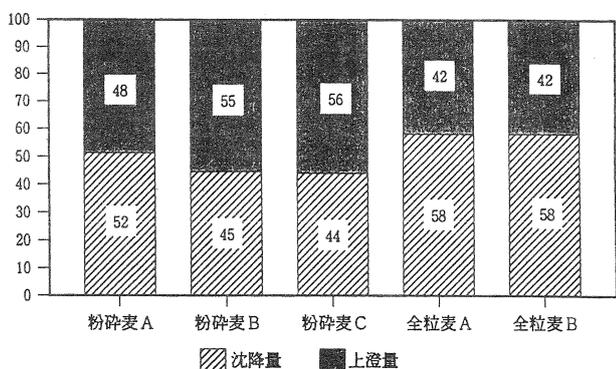


図-4 液化糖化仕込のもろみの固液分離

(3) 全粒中間仕込試験

安定剤の添加により大麦の溶解が進み大麦の形状は残存するものの液状になった。最終モロミの酸度は5.4、アルコール度数18.2%となり残糖分(グルコース)は、還元糖0.03%、全糖0.39%で発酵も順調に推移したことが推定された。固液分離率は、全粒無蒸煮発酵と通常仕込みの中間の値を示した。

4. まとめ

製造方法の改善による麦焼酎蒸留粕の軽減化の1手法として粉碎大麦、全粒大麦を用いた液化、糖化仕込法を試み下記の結果を得た。

- (1) 粉碎大麦では、 $\alpha$ -アミラーゼ、中性プロテアーゼ、ヘミセルラーゼの組合せにより液化が完全に行えた。全粒大麦では、粘度上昇が認められたが糖化反応終了後には、粒は完全に溶解した。
- (2) 液化糖化处理した原料を用いた焼酎試醸の結果、終もろみ、粕の粘度、固液分離は、蒸煮仕込と無蒸煮仕込の中間の性質を示した。
- (3) 炭酸カルシウム、食塩の添加により全粒麦の液化が進み、中間規模の試醸が可能となった。