

麦味噌における二日麹の製麹条件に関する研究

食品工業部 鶴木隆文, 岩屋あまね*, 亀澤浩幸, 下野かおり

Study on the Manufacture Conditions of the Koji Cultivated for Two Days in Mugi-Miso

Takafumi UNOKI, Amane IWAYA, Hiroyuki KAMESAWA and Kaori SHIMONO

鹿児島県の二日麹味噌の品質を把握するために製麹条件による麹の品質へ及ぼす影響を調べた。甘い二日麹を造る麹菌を検索したところ、麹中の直接還元糖（以後、直糖）やグルコアミラーゼ活性に優れた麹菌が選抜された。麦の浸漬時間が長くなると、糖化が進み麹中の直糖が増加した。また浸漬が長いと - アミラーゼは高活性になるが、糖化系酵素やプロテアーゼは低活性の傾向になった。浸漬4時間の麦で麹の操作性を検討すると、高温製麹では水分が低くなって操作性が改善された。この場合デンプン分解酵素は高活性となって直糖の多い甘味のある二日麹ができた。

Keyword : 二日麹, 麦味噌, 製麹条件, 甘い

1. 緒言

鹿児島県では、「甘い」ことが「おいしい」と表現されるために甘い味付けの料理が多い。その味付けの主役は、甘口の麦味噌である。鹿児島県の麦味噌^{1)~4)}は、白色の強い淡色系で麹歩合が高い多麹型（麹歩合20~50）であり、熟成期間が数週間から三ヶ月と短い。このことは、鹿児島県の麦味噌が麦麹由来の甘さと麹香が強く残る独特の香味を持つ所以である。

現在、鹿児島県内で工業的に醸造される味噌では、三日間かけて造られる麹（以後、三日麹）が一般的である。しかし、昔ながらの自家醸造味噌や一部の企業または地域農産物を利用して県内各市町村に点在する農産加工グループが「田舎味噌」あるいは「手造り味噌」と称して販売する味噌では、二日間かけて造る麦麹（以後、二日麹）を用いている。二日麹味噌は、一般的な三日麹味噌に比べて雑菌が生成する雑臭が少ないために麹の香り（麹香）が良い。また二日麹では、甘味に関与するアミラーゼ活性を重視するために大豆タンパク質の分解が遅れ、味噌の熟成は進みにくくなって、未熟香の特徴があるといわれる。この二日麹による麹香と未熟香は、鹿児島県では「若い、香りが良い」と好まれる。

産本⁵⁾は、焙炒米の短時間製麹による味噌醸造の可能性を示しているが、麦味噌の二日麹に関する詳細な研究は少ない。松浦^{4),6)}は、南九州では二日麹多麹低塩・多糖短熟型の麦味噌が好評なことから、二日麹と三日麹の中間麹（製麹時間が28~30時間）を可能とした装置の開発を行い、この装置の導入により製麹時間の短縮が図られて製造工程等の省力化を達成し生産力が倍増したとして、中間麹味噌が

有益であることを報告している。しかし、奈良原⁷⁾は菌株を選定し35℃で製麹すれば二日麹は可能であるが、二日麹は対数増殖期に出麹することから僅かな条件変化により安定した品質の麹を得ることは難しいと述べている。

今回筆者らは、鹿児島県の嗜好（甘い、若い、麹の香りが良い）に合った多麹型の二日麹味噌を醸造するには、麹の品質による影響が大きいことから、まず麹の品質を安定して得ることが必要だと考えた。そこで本研究では、二日麹味噌の品質を把握するために製麹条件が麹の酵素活性等へ及ぼす影響を調べたので報告する。

2. 実験方法

2.1 原材料

二日麹の原料として麦は国産裸麦を、麦味噌用の種麹菌としては6社（A~F社）の市販種麹25種類（A1~F25と表記した、いずれも *Aspergillus oryzae*）を用いた。

2.2 製麹方法

麹に使用した麦は、水洗後、水に所定の時間浸漬し水切りを2時間行い常圧で1時間蒸煮した。放冷後、蒸麦に対し粉末種麹は0.01 (w/w)%, 粒状種麹は0.1 (w/w)%量を接種した。これを滅菌シャーレ（90mm, 高さ20mm）に15gずつ単層になるように均一に入れて、所定温度の恒温器で培養した。二日麹の製麹時間は24時間、三日麹は40時間で出麹とした。

2.3 種麹菌の選抜

二日麹に適した麹菌を広く検索するために、鹿児島県で利用されている麦味噌用種麹やその他市販されている味噌用種麹を用いて製麹試験を行った。原料麦の浸漬時間は1時間とし、35℃で24時間製麹を行った。製麹した二日麹の直

*生活衛生課

糖や酵素活性を調べ、甘味があり酵素活性の高い種麹菌を選んだ。選んだ種麹菌については、二日麹と三日麹の品質を調べた。なお、種麹菌 A 1 の分析値を 1 として比較した。

2.4 原料麦の浸漬条件

麦の浸漬時間は一般的には 1 時間前後であるが、鹿児島で造られる二日麹では 3 時間以上と長く浸漬する所が多く見られ、一部の所では一晩浸漬する所もある。今回、原料麦の浸漬時間は製造現場での作業性を考慮に入れ、当日製麹の場合は 4 時間まで、それに一晩浸漬として 15 時間を加えて、0.5, 1, 2, 3, 4, 15 時間の条件で行った。この条件下で浸漬した麦に選抜した種麹菌を用いて 35 で 24 時間製麹を行い、二日麹の品質に及ぼす影響を調べた。なお、酵素活性については、浸漬 0.5 時間の分析値を 1 として比較した。

2.5 製麹中の温度経過

製麹中における温度経過は、30~40 の範囲で条件を設定して 24 時間製麹を行い、二日麹の品質に及ぼす影響を調べた。温度条件は、以下の 7 通りを設定した。

30, 30, 35, 35, 30, 35, 35, 40, 40, 35, 40

なお、途中で温度を変更する場合は 18 時間目に行い、酵素活性については温度経過 の分析値を 1 として比較した。

2.6 分析方法

原料麦は、浸漬して水切りした後、水分と直糖を基準みそ分析法⁹⁾に準拠して測定した。

出麹については、水分と直糖は原料麦と同じく、また各酵素活性の測定は、グルコアミラーゼと α-アミラーゼ及び中性プロテアーゼ (pH6.0) 活性は基準みそ分析法に準拠した。β-グルコナーゼ活性は測定キット (Megazyme 社製) を用いた。β-グルコシダーゼ活性と糖化力は醸造分析キット (キッコーマン (株) 製) を用いた。いずれの酵素活性も乾燥麹あたりに換算した相対酵素活性で比較した。

3. 結果及び考察

3.1 二日麹に適した種麹菌の選抜

鹿児島の味噌は甘口で多麹型であることから、甘味のある二日麹を造ることが可能な種麹菌の選抜試験を行った。

二日麹中の直糖とグルコアミラーゼ活性を比較した結果を図 1 に示す。直糖が極めて多いのは A 1 と A 2 の 2 種類、グルコアミラーゼが高活性であったのは A 1, A 2, E 19 の 3 種類であった。24 時間の短い製麹時間であっても種麹菌の間では大きな違いがあり、グルコアミラーゼ活性の差は 10 倍以上になった。直糖が多くなる麹は、グルコアミラーゼも高活性で正の相関が見られた (図 2)。

α-アミラーゼ活性の結果を図 3 に示す。高活性となったのは、A 1, A 2, B 3, C 8, C 9, D 12, D 13 の 7 種類

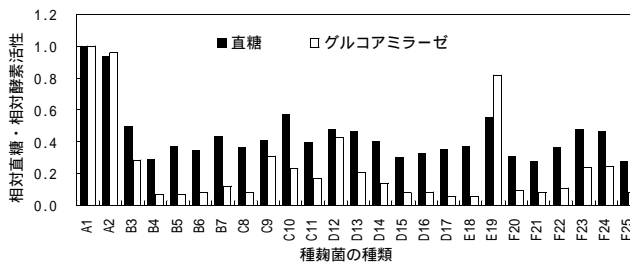


図 1 各種麹菌による二日麹の直糖とグルコアミラーゼ活性

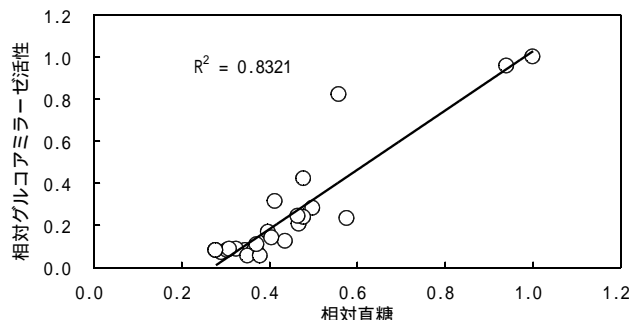


図 2 各種麹菌の直糖とグルコアミラーゼ活性の相関

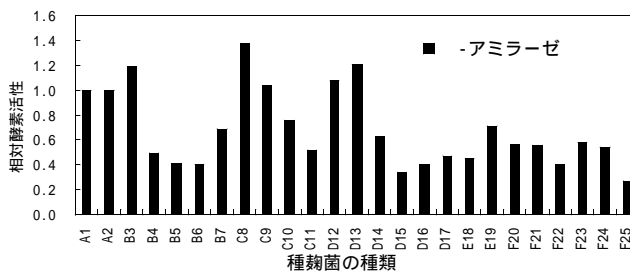


図 3 各種麹菌による二日麹の α-アミラーゼ活性

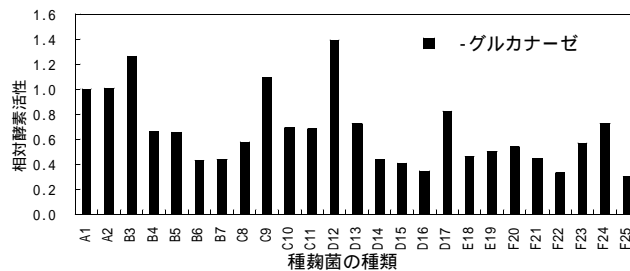


図 4 各種麹菌による二日麹の β-グルコナーゼ活性

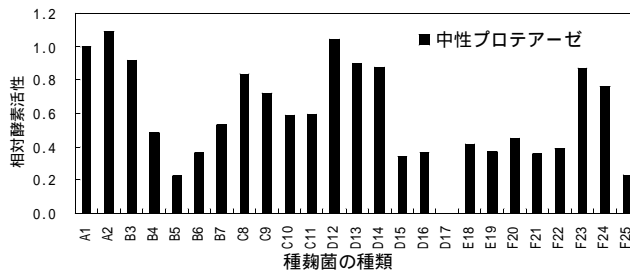


図 5 各種麹菌による二日麹の中性プロテアーゼ活性

であった。次に、 α -グルカナーゼ活性の結果を図4に示す。高活性となったのは、A1, A2, B3, C9, D12の5種類であった。最後に、中性プロテアーゼ活性の結果を図5に示す。高活性となったのは、A1, A2, B3, C8, D12, D13, D14, F23の8種類であった。いずれの酵素活性も直糖との相関は、グルコアミラーゼほど高くなかった。

甘味のある二日麹を造るために直糖とグルコアミラーゼ活性を重視して麹菌を選ぶとA1とA2であった。A1とA2は測定した他の酵素においても高活性であった。E19はグルコアミラーゼ活性以外の酵素が低活性であったために選ばなかった。その他ではB3とD12は直糖とグルコアミラーゼ活性がやや低いものの、それ以外の酵素活性が高いので比較のために選んだ。

これらA1, A2, B3, D12の4種類について、二日麹と三日麹の品質をA1二日麹の分析値を1として比較した(図6)。同じ麹菌では、二日麹に比べて三日麹の方が直糖や酵素活性が高い。とくに麹菌A1とA2の二日麹は、B3とD12の三日麹と比べて直糖は高含量であり、グルコアミラーゼ活性はB3より高くD12よりやや低い程度であった。この製麹試験から4種類の麹菌の中でもA1とA2は糖化が進んだ甘味のある二日麹になったので、甘口の二日麹味噌を醸造するには最も適した麹菌と考えられた。なお、この麹菌A1とA2の製造元であるA社は、県内企業であり農産加工グループでよく利用されている。あらためて鹿児島気候風土に合った麹菌と確認できた。

3.2 麦の浸漬条件による二日麹への影響

麹菌A1を用いて麦の浸漬時間の違いによる二日麹の品質への影響を調べた。浸漬時間が長くなるほど蒸麦水分は高くなり直糖含量も増加した(図7)。浸漬4時間目以降になると麦の吸水や直糖への影響は少なくなる傾向であるが、浸漬0.5時間と15時間では、水分が10%以上、直糖が4%以上の大きな差があった。また糖化系酵素(糖化力、グルコアミラーゼ、 α -グルコシダーゼ)の活性は、浸漬時間が長くなるに従って低くなる傾向にあった(図8)。この傾向は浸漬時間が長くなると直糖含量が増加する場合と正反対である。これは麹菌の加水分解酵素の生成がグルコース濃度によって影響を受ける⁹⁾ことから、長時間の浸漬だと麹中の水分含量が高くなるため、製麹中の糖化が進みやすくなって直糖含量が多い状態になり、グルコース生成に關与する糖化系酵素の生成が低く抑えられていると考えられる。

次に、 α -アミラーゼ活性、 α -グルカナーゼ活性及び中性プロテアーゼ活性の浸漬時間による影響を図9に示す。 α -アミラーゼは浸漬時間が長くなるにつれて高活性になる傾向にあったが、 α -グルカナーゼは3時間目が最

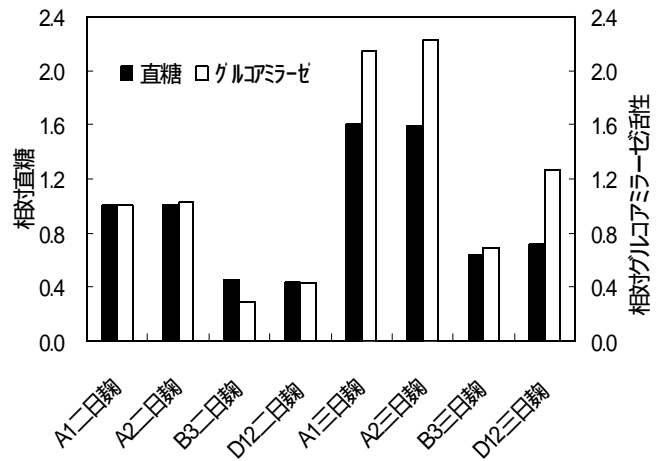


図6 二日麹と三日麹の直糖とグルコアミラーゼ活性の比較

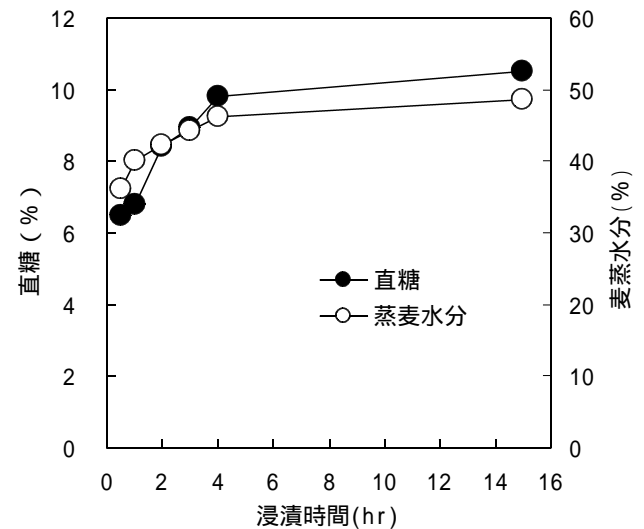


図7 麦の浸漬時間による蒸麦水分と二日麹の直糖含量

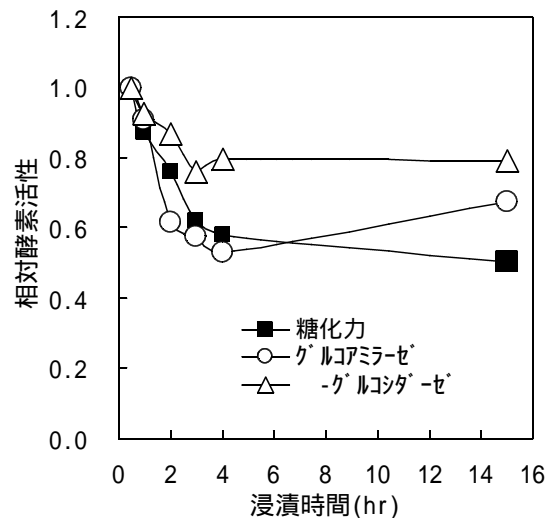


図8 麦の浸漬時間による二日麹の糖化系酵素への影響

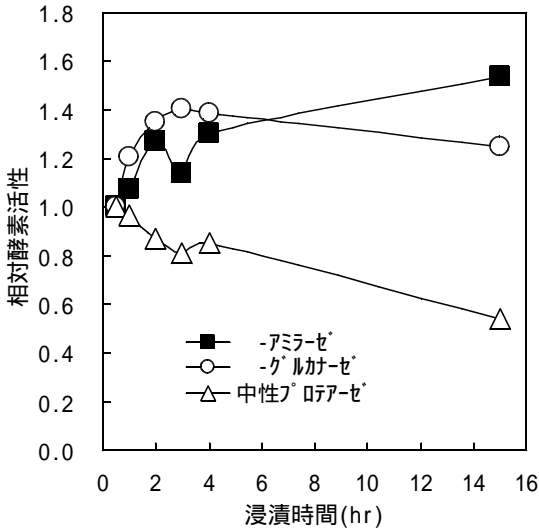


図9 麦の浸漬時間による二日麹の酵素活性への影響

も高活性であった。しかし、中性プロテアーゼ活性は浸漬時間が長くなるにしたがって低くなる傾向にあった。以上のことから、麹菌A1を用いて浸漬時間が長い麦で製麹すれば、麦が糖化され直糖含量が多い甘味のある二日麹ができることがわかった。作業性を考慮に入れると、当日製麹が可能な浸漬4時間の場合が甘味のある二日麹を造るのに適していると考えられた。しかし、浸漬が4時間以上になると、蒸麦水分が高い状態で製麹を行っているために麦の内部に麹の菌糸が入る破精込みが悪く、軟らかく、さばけの悪い、取り扱いにくい状態の麹となっていた。

3.3 製麹中の温度経過による二日麹への影響

麦の浸漬を4時間にすると甘味のある二日麹を造れるが、麹の作業性に問題があった。そのために製麹中の温度経過を検討することにより麹の作業性が改善できないか麹の品質を調べた。

直糖含量は35 付近が最も多く、グルコアミラーゼは高温経過(35 40 , 40 35 , 40)の方が高活性になる傾向にあった(図10)。またグルコアミラーゼと同様に他のデンプン分解酵素(α-アミラーゼ, 糖化力)も、35 以上の高温経過の方が高活性になる傾向にあった(図11)。この場合35 以上の高温経過(~)にすると、出麹水分は45%以下と低くなって麹の操作性は 35 と比較して良好になった。次に、中性プロテアーゼと α-グルカナーゼの温度経過による影響を図12に示す。どちらの酵素も30 が一番高い活性であった。特に中性プロテアーゼの生成は25~30 に最適温度がある¹⁰⁾のためにこのような結果になったと考えられた。

以上のことから、麦の浸漬を4時間にして35 一定で製麹すると蒸麦水分が高いために製麹中の操作性は取り扱いが困難であったが、35 以上の高温経過(~)にする

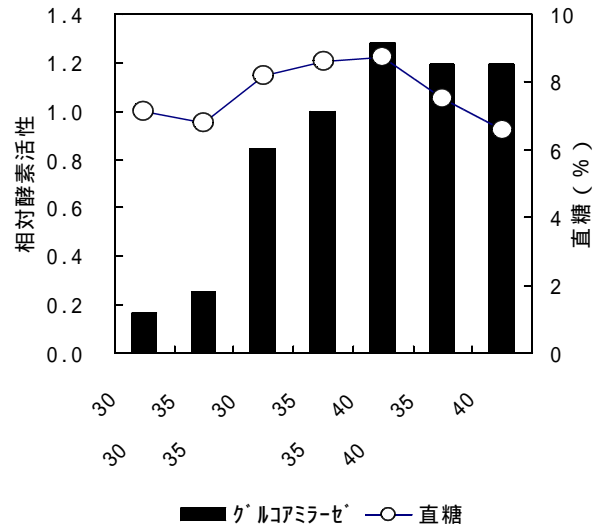


図10 製麹中の温度経過による二日麹の直糖含量とグルコアミラーゼ活性への影響

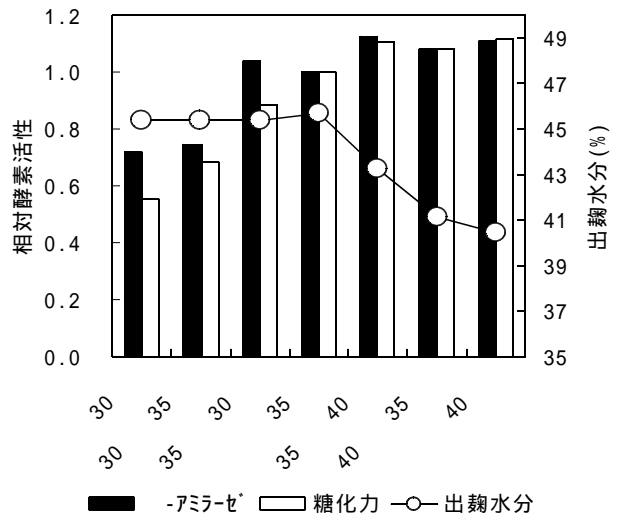


図11 製麹中の温度経過による二日麹の出麹水分とデンプン分解酵素活性への影響

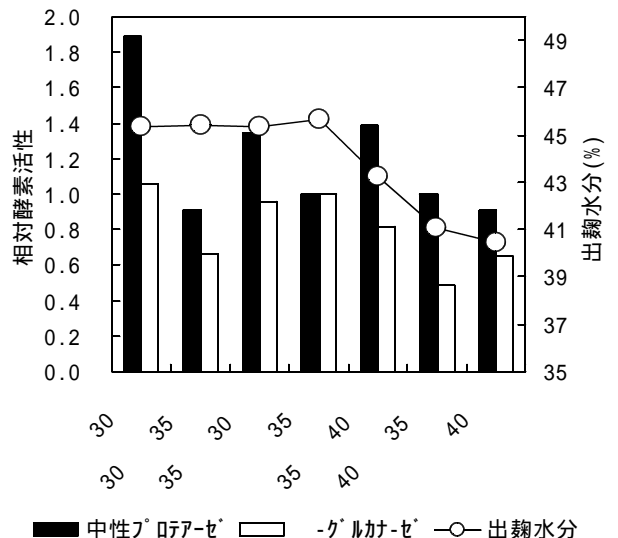


図12 製麹中の温度経過による二日麹の出麹水分と中性プロテアーゼ活性と α-グルカナーゼ活性への影響

と製麹中に水分が低くなって二日麹の操作性は改善された。また高温経過にするとデンプン分解酵素が高活性となって、製麹中に麦が糖化され直糖含量が多く甘味のある二日麹ができた。ただし中性プロテアーゼと α -グルコナーゼは、高温ではなく30℃の方が高活性にあった。中性プロテアーゼは、大豆タンパク質を分解しアミノ酸生成に關与する酵素であるが35℃以上の高温経過になると低い活性となってしまった。しかし、鹿児島の日二麹味噌は多麹型であるために麹の割合が多いことから、中性プロテアーゼ活性の総量は大きくなっていると考えられる。

4. 結 言

鹿児島の日二麹味噌は甘口で麹香が強く残る独特の香味を持っている。今回、二日麹の品質を安定的に製造するために、製麹条件が二日麹の品質へ及ぼす影響を調べた結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 甘口の日二麹味噌を醸造するために、麹中の直糖含量が多くグルコアミラーゼ活性が高い麹菌を検索したところ、同じ会社の2種類の麹菌が選抜された。この2種類を用いると甘い二日麹が造れるので、甘口の日二麹味噌を醸造するには最も適した麹菌と考えられた。
- (2) 24時間の短い製麹時間であっても、種麹菌によって麹の品質が異なった。また麹中の直糖含量とグルコアミラーゼ活性には正の相関があった。
- (3) 麦の浸漬時間が長くなると蒸麦水分が高くなって、麦の糖化が進み二日麹中の直糖含量も増加した。また α -アミラーゼ活性は徐々に高くなる傾向になるが、糖化系酵素や中性プロテアーゼの活性は低くなる傾向になった。しかし、麦の浸漬が4時間以上になると高水分で製

麹を行うために破精込みが悪く、取り扱いにくい状態の麹となった。

- (4) 浸漬4時間の麦で麹の操作性を検討したところ、35℃以上の高温で製麹すると、製麹中に水分が低くなって二日麹の操作性は改善された。また高温経過にするとデンプン分解酵素が高活性となって、製麹中に麦が糖化され直糖含量が多く甘味のある二日麹ができた。ただし中性プロテアーゼは高温だと低い活性となった。

謝 辞

今回、研究を進める上で農産加工グループの味噌醸造に關して分析や情報収集をして下さった鹿児島県農産物加工研究指導センター石堂陽子生活改良技師（現 指宿農業改良普及センター）に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1)水元弘二，南園博幸，盛敏，東邦雄：鹿児島県工業試験場年報，24，55（1978）
- 2)蟹江松雄，藤本滋生，水元弘二：“鹿児島島の伝統製法食品”春苑堂出版（2001）p.44
- 3)岩屋あまね：日本醸造協会誌，97，760（2002）
- 4)松浦昇：日本醸造協会誌，91，695（1996）
- 5)産本弘之：岡山県工業技術センター報告，19，45（1993）
- 6)松浦昇：日本醸造協会誌，81，374（1986）
- 7)奈良原英樹：味噌の科学と技術，47，13（1999）
- 8)全国味噌技術会：“みそ技術ハンドブック 付 基準みそ分析法”（1995）
- 9)森本輝彦，照井堯造：醗酵工學雑誌，39，200（1961）
- 10)奈良原英樹：味噌の科学と技術，46，432（1998）

