

県産味噌の色調向上に関する加工方法および微生物技術の開発

Processing method for improving the color of miso and development of microbial technology

会津若松技術支援センター 醸造・食品科 鈴木英二 松本大志

冴えのある鮮やかな色調の味噌を製造するため、県内味噌製造業において原料使用頻度が高く且つ褐変が著しいカナダ産大豆品種ストライブを用いて味噌の試醸を行った。原料大豆蒸煮の違いが味噌の色調及び品質に及ぼす影響と味噌への加工適正を評価した。大豆の蒸煮条件をクエン酸水浸漬後・加圧煮にすることにより従来の加圧蒸よりも色調が明るく、味噌醸造後も冴えのある明るい色調で且つ味覚も良好な優れた味噌が製造可能であることがわかった。

Key words: 味噌、蒸煮大豆、味噌色調

1. 緒言

近年の県産味噌の消費者ニーズとして良質な味覚の味噌、尚且つ冴えのある鮮やかな明るい色調を好む傾向にある。県産味噌の利用拡大および売上向上に寄与するために、県産で醸造する味噌において鮮やかできれいな色調を保持した味噌の製造方法の確立が必要となっている。

県産味噌の明るい色調を持つ味噌の最適な製造方法を見出すために、試験用原料大豆の選択は県内味噌製造業で頻りに用いられる原料大豆から試験用試料とした。頻りに使用される大豆品種として県産品種あやこがね、ロシア産中粒、中国産中粒、アメリカ産ビントン81、カナダ産エメラルド及びストライブが挙げられ、味噌醸造後の色調が最も褐変が著しいカナダ産ストライブを選択し試験を行った。最も味噌の褐変が著しい大豆品種を用いることで味噌の明るい色調に貢献する大豆蒸煮方法の知見が得られれば、県内で使用される大豆品種に蒸煮加工方法が適用可能となるためである。

2. 実験方法

2. 1. 供試材料

2. 1. 1. 大豆

仕込み用原料大豆の選択として使用頻度が高く味噌醸造後の色調が最も褐変が著しいカナダ産ストライブを選択した。また6次化味噌醸造で使用されている県産品種あやこがねも使用した。仕込み用原料大豆にはこの2種類のカナダ産品種ストライブ、県産品種あやこがねを用いた。食塩は並塩（株式会社日本海水）を用い、仕込み時添加する微生物は無添加とした。

2. 1. 2. 麴

味噌醸造に用いた製麴用米は福島県産「ひとめぼれ」を用い米麴を製麴した。米麴は従来用いられている黄麴と、主に焼酎で用いられている白麴を製麴した。黄麴は味噌用種菌 *Aspergillus oryzae* を用い、白麴は種菌 *Aspergillus kawachii* を用いて製麴した。

精白米を 10℃で 16 時間浸漬吸水した後、無圧掛け掛け法により 50 分間蒸きょうした。製麴は、麴蓋法により黄麴で 4 8 時間、白麴で 7 2 時間後に出麴とした。

2. 2. 試醸味噌に供試する大豆適正蒸煮時間の設定

試醸味噌に用いる蒸煮大豆の硬さは約 500g での試醸が良好とされ、実際に使用する蒸煮缶 (0.8kg/cm²) の蒸煮方法及び時間を最適な条件に設定する必要がある。そこで4種類の蒸煮方法で異なる蒸煮時間を設定した。試醸味噌に用いる大豆を 12 時間水及びクエン酸水浸漬後、蒸煮大豆の蒸煮条件として表 1 に示す4種類の試験区①「加圧蒸」、②「半煮半蒸」、③「加圧煮」、④「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮」の条件で行った。①「加圧蒸」試験区の蒸煮方法は水浸漬後 0.8kg/cm² の加圧蒸煮で 10, 20, 40, 60, 80 分蒸煮した。②「半煮半蒸」試験区の蒸煮方法は水浸漬後半煮工程 100℃で 60 分煮た後すぐに半蒸工程 0.8kg/cm² の加圧蒸煮で同時間蒸煮した。③「加圧煮」の蒸煮方法は水浸漬後 0.8kg/cm² の加圧煮で同時間煮た。④「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮」の蒸煮方法は 0.5%クエン酸水浸漬後 0.8kg/cm² の加圧煮で同時間煮た。蒸煮後の蒸煮大豆の硬さ測定は蒸煮大豆を 40℃定温にしバネ秤を用いて硬さを測定し、さらに蒸煮大豆の水分、色調 Y (明るさ) を測定した。蒸煮大豆水分は、105℃・17 時間乾燥法、色調は色差計 (NDK, ZE-7700) を用いて測定した。

表 1 蒸煮大豆条件

試験区	大豆蒸煮条件	蒸煮方法	蒸煮時間
①	加圧蒸	12時間水浸漬後、蒸煮缶(0.8kg/cm ²)での圧力蒸し	10,20,40,60分
②	半煮半蒸	12時間水浸漬後、100℃熱水煮+蒸煮缶(0.8kg/cm ²)での圧力蒸し	10,20,40,60分
③	加圧煮	12時間水浸漬後、蒸煮缶(0.8kg/cm ²)の圧力で煮る	10,20,40,60分
④	クエン酸水浸漬後・加圧煮	0.5%クエン酸水12時間浸漬後、蒸煮缶(0.8kg/cm ²)の圧力で煮る	10,20,40,60分

事業名「知的財産支援事務費」

2. 3. 試験醸造

2. 3. 1. 醸造条件

県産品種あやこがね及びカナダ産ストライブを用いて試験した味噌の仕込配合を表2に示す。仕込配合は、麴歩合、目標塩分を同一にし仕込総量、蒸煮大豆量もほぼ同一になるように前段で設定した適正試験区で試験した。蒸煮大豆は冷却槽にて冷却後7試験区にて各原料を混合し味噌の本仕込みを行った。各仕込味噌は30℃で80日間の発酵熟成(温醸)を行った。

表2 味噌仕込配合

麴歩合	10
予定水分	47 %
予定塩分	11.1 %
対水食塩濃度	19 %

仕込配合

米麴	1.32 kg (麴歩合10)
食塩	0.51~0.52 kg
蒸煮大豆	2.5~2.7 kg
種水	0~0.3 kg (微生物無添加)
総量	4.5~4.6 kg

2. 3. 2. 試験味噌の一般成分分析方法

試験味噌の一般成分は、基準みそ分析法¹⁾に準じて分析した。蒸煮大豆及び試験味噌の色調は色差計(NDK, ZE-7700)により測定した。

試験味噌の遊離アミノ酸は基準みそ分析法に準じて抽出した浸出液を高速アミノ酸分析計(L-8900、(株)日立ハイテクサイエンス)により測定した。また味噌中の各糖量をHPLCシステム(日本分光(株))にて測定した。

2. 3. 3. 官能評価

試験味噌の官能評価は当所の職員13名(男性6名、女性7名)をパネラーとし、色、香り、味、組成、総合の5項目を設定して、3段階評価[1点(良い)~3点(悪い)]を行い平均評点を求めた。

2. 4. 海外輸出を想定した味噌色調試験

県内の味噌製造企業では味噌の船舶コンテナ輸送による海外輸出を一部行っているが、輸送時に味噌の温度上昇が免れず、色調が黒変し返品されるという問題を抱えている。そこで船舶コンテナを想定した温度付与試験を行った。コンテナ内上部は30~60℃の温度勾配を上昇下降し日数ごとに繰り返すので、試験区温度も同一に30~60℃温度を上昇下降し30日間保存の味噌色調を測定した。

3. 結果と考察

3. 1. 製麴の酵素力価

製麴した米麴である黄麴と白麴の酵素力価を表3に示した。この2種類の米麴を仕込み用麴として用いた。

表3 麴の各酵素力価

各酵素	酵素力価 (U/g Koji)	
	黄麴	白麴
α-アミラーゼ	1,792	42
グルコアミラーゼ	310	790
酸性カルボキシルペプチダーゼ	6,277	6,737

3. 2. 試験味噌に供試する蒸煮大豆の硬さ適正試験

表1の蒸煮方法での蒸煮大豆の硬さを測定した結果を図1に示した。またその時の蒸煮大豆の水分と色調Y(明るさ)を図2、図3に示した。

味噌醸造において一般的な蒸煮大豆の適正硬度は、400~600gの範囲²⁾である。300g以下の蒸煮大豆では味噌が粘り発酵不良となり、700g以上では味噌がざらつきたんぱく質の分解も不十分となる。

蒸煮大豆の適正硬度は400~600gの範囲である。蒸煮大豆適正硬度図1の結果から、試験味噌に供試する蒸煮大豆において表4に示す大豆蒸煮時間を適正蒸煮時間として選択した。

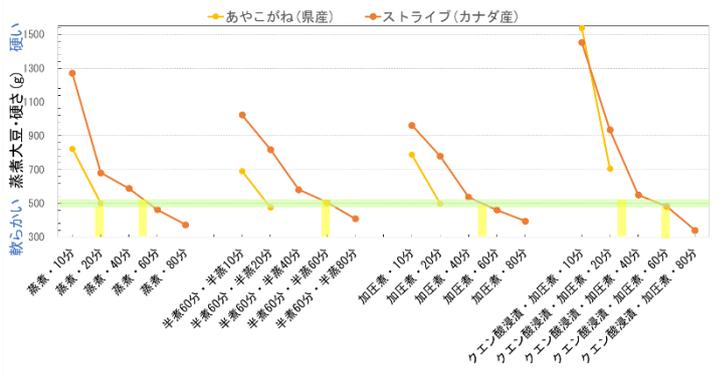


図1 4種類の蒸煮方法での蒸煮大豆の硬さ

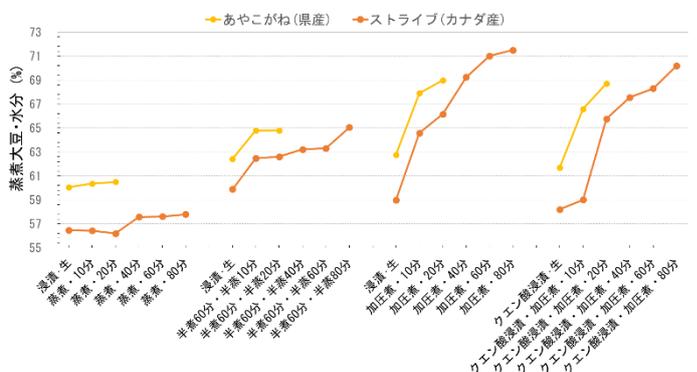


図2 4種類の蒸煮方法での蒸煮大豆の水分

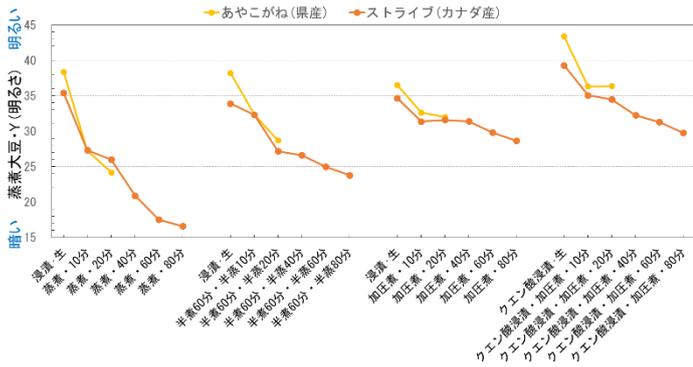


図3 4種類の蒸煮方法での蒸煮大豆の色調Y

表4 試醸味噌に供試する4試験区蒸煮大豆の適正蒸煮時間

試験区	大豆種類	蒸煮条件・時間	麴種類
A	県内産あやこがね	加圧蒸20分	黄麴(通常)
B	県内産あやこがね	クエン酸水浸漬後・加圧蒸30分	白麴
C	カナダ産ストライプ	加圧蒸50分	黄麴
D	カナダ産ストライプ	半煮60分+半蒸60分	黄麴
E	カナダ産ストライプ	加圧蒸50分	黄麴
F	カナダ産ストライプ	0.5%クエン酸水浸漬後・加圧蒸60分	黄麴
G	カナダ産ストライプ	0.5%クエン酸水浸漬後・加圧蒸60分	白麴

試醸味噌に用いた各蒸煮大豆の色調外観を図4に、水分、硬さの結果を表5に、試醸味噌蒸煮大豆の色調Y(明るさ)を図5に示した。

蒸煮大豆の硬さは適正硬度約500gの範囲内となった。蒸煮大豆の色調Y(明るさ)は4蒸煮試験区である1「加圧蒸」、2「半煮半蒸」、3「加圧蒸」、4「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧蒸」の順に明るい色調となり、水分含有量も増加した。



図4 試醸味噌に用いた各蒸煮大豆の色調外観

表5 試醸味噌に用いた各蒸煮大豆の水分、硬さ

大豆種類	蒸煮条件	時間	水分 (%)	硬さ (平均)	硬さ 変動係数
あやこがね	加圧蒸	20分	56.92	518.2	0.147
あやこがね	クエン酸加圧蒸	30分(白麴区)	70.75	507.0	0.163
ストライプ	加圧蒸	50分	57.18	513.0	0.218
ストライプ	半煮60分半蒸60分		62.53	528.0	0.129
ストライプ	加圧蒸	50分	69.01	482.0	0.178
ストライプ	クエン酸加圧蒸	60分	70.17	481.0	0.180
ストライプ	クエン酸加圧蒸	60分(白麴区)	70.05	501.0	0.146

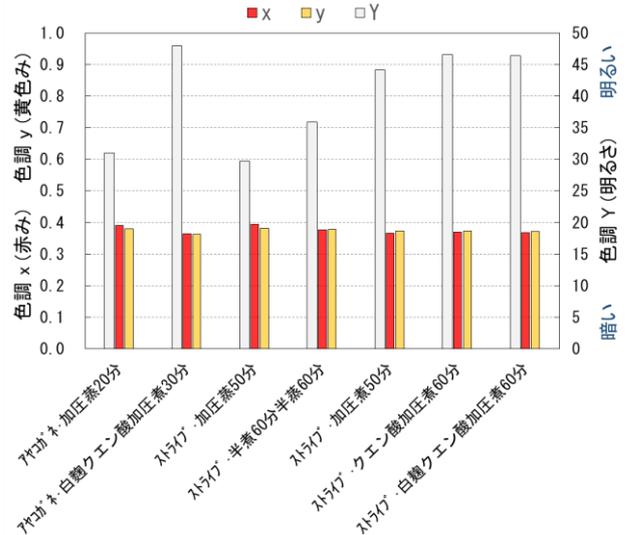


図5 試醸味噌蒸煮大豆の色調

3. 3. 試験醸造

3. 3. 1. 一般成分分析

試醸した味噌を図6に示した。また試醸味噌の一般成分を分析した結果を表6に示した。味噌中のアルコール量は耐塩性酵母等添加してないのでほぼ生産されなかった。



図6 試醸味噌

表6 試醸味噌の一般成分値

大豆種類	蒸煮時間	麴種類	水分 (%)	食塩 (%)	対水 食塩濃度 (%)	直接還元糖 (%)	アルコール (%)	脂質 (%)	炭水化合物 (%)	灰分 (%)
県内産(あやこがね)	加圧蒸20分	黄麴(通常)	38.8	11.2	22.4	19.5	0.14	4.81	33.6	12.3
県内産(あやこがね)	クエン酸水浸漬後・加圧蒸30分	白麴	46.7	11.3	19.4	18.7	0.04	4.59	30.2	11.6
カナダ産(ストライプ)	加圧蒸50分	黄麴	40.0	11.2	21.9	19.5	0.02	4.69	33.3	12.3
カナダ産(ストライプ)	半煮60分+半蒸60分	黄麴	42.2	11.4	21.2	19.4	0.03	5.73	30.8	11.8
カナダ産(ストライプ)	加圧蒸50分	黄麴	44.3	11.1	20.0	19.4	0.03	5.97	30.9	10.2
カナダ産(ストライプ)	クエン酸水浸漬後・加圧蒸60分	黄麴	45.5	11.2	19.8	18.9	0.02	5.66	28.6	11.6
カナダ産(ストライプ)	クエン酸水浸漬後・加圧蒸60分	白麴	46.1	11.3	19.7	18.2	0.12	5.37	28.7	11.6

3. 3. 2. 試醸味噌の色調分析

蒸煮条件を変えて試醸した味噌の色合いを表す色調結果を図7に示した。色調Y(明るさ)は「加圧蒸」、「半煮半蒸」、「加圧蒸」、「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧蒸」、「白麴・0.5%クエン酸水浸漬後・加圧蒸」の順に良好な明るい色調の味噌となり、特に麴に白麴を用いた「白麴・0.5%クエン酸水浸漬後・加圧蒸」では最も明るい冴えた色調となった。

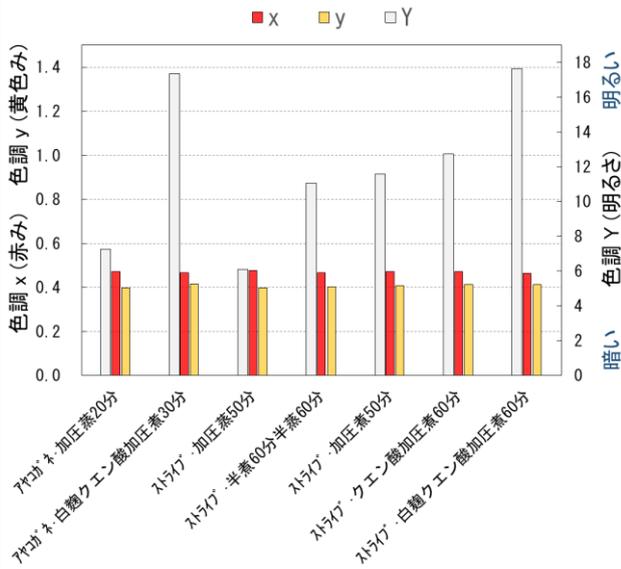


図7 試醸した味噌の色調

3. 3. 3. 試醸味噌の総窒素・タンパク質分析

試醸した味噌の味やうま味に影響する総窒素・たんぱく質の結果を表7に示した。タンパク質含量では白麹使用区の蒸煮大豆の水分が多いため低い値となった。

表7 試醸味噌の総窒素・タンパク質

大豆種類 (蒸煮時間・分間)	総窒素 (%)	タンパク質 (%)	水溶性 窒素 (%)	ホルモール 態窒素 (%)	タンパク 分解率 (%)
県内産(アヤカネ) 加圧蒸20分 黄麹(通常)	1.86	10.62	0.25	0.36	19.6
県内産(アヤカネ) クエン酸水浸漬後・加圧蒸30分 白麹	1.23	7.01	0.13	0.35	28.4
カナダ産(ストライブ) 加圧蒸50分 黄麹(通常)	1.72	9.78	0.21	0.40	23.2
カナダ産(ストライブ) 半煮60分+半蒸60分 黄麹	1.65	9.43	1.08	0.45	27.4
カナダ産(ストライブ) 加圧蒸50分 黄麹	1.52	8.65	0.74	0.47	30.9
カナダ産(ストライブ) クエン酸水浸漬後・加圧蒸60分 黄麹	1.53	8.72	1.21	0.45	29.2
カナダ産(ストライブ) クエン酸水浸漬後・加圧蒸60分 白麹	1.47	8.36	0.65	0.39	26.8

3. 3. 4. 試醸味噌の酸度

試醸味噌の酸味に影響する酸度と pH を図8に示した。

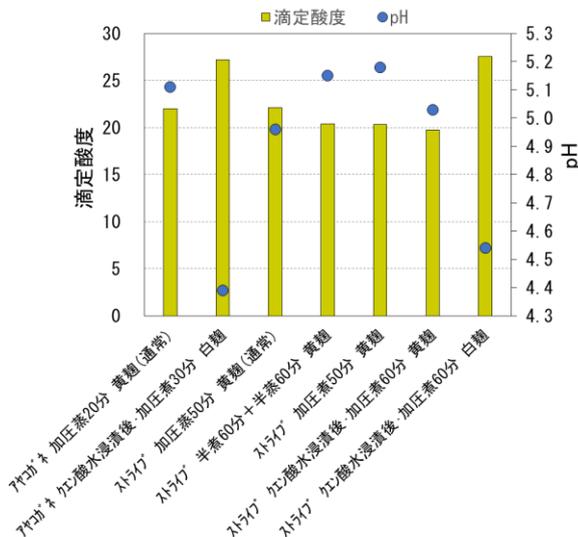


図8 試醸味噌の酸度と pH

白麹はクエン酸を多く生産する傾向にあるので白麹使用区の酸度は高かった。またこのクエン酸が味噌の色調を明るくする要因と推測された。

3. 3. 5. 試醸味噌のアミノ酸分析

輸入大豆および国産大豆を用いて試醸した味噌のアミノ酸合計量を図9に示した。

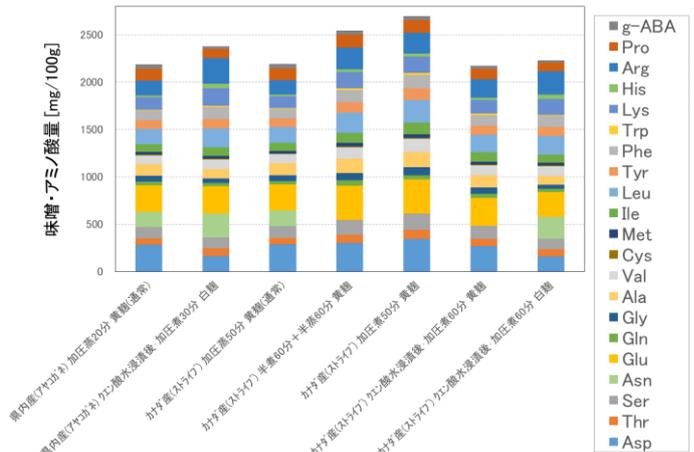


図9 試醸味噌のアミノ酸合計量

カナダ産ストライブ大豆味噌において、総アミノ酸量は大豆蒸煮方法①「加圧蒸」、②「半煮半蒸」、③「加圧蒸」の順に高い値を示した。総アミノ酸量が多いほど官能評価でも良好な評価となった。

味噌の褐変の主な要因はメイラード反応によるものであるが、この反応は還元性糖とアミノ酸が反応し褐変する³⁾といわれる。アミノ酸の中でもメイラード反応速度定数が高い⁴⁾Lysine, Arginine, Histidin, Glycineの合計量と糖 Fructose と試醸味噌色調 Y(明るさ)との分析値を図10に示した。メイラード反応速度定数が高いアミノ酸量(Lys+Arg+His+Gly)において着色の差が見られなかったが、糖 Fructose 量の低いものは味噌の明るさ(Y)が明るい傾向となった。

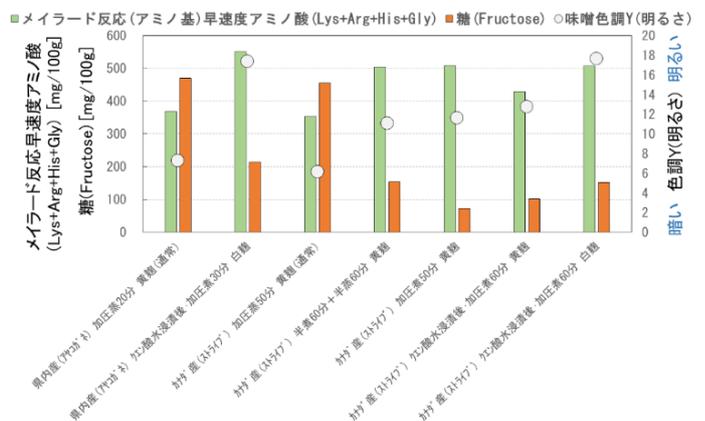


図10 アミノ酸(Lys+Arg+His+Gly)合計量と糖 Fructose と試醸味噌色調 Y(明るさ)

3. 3. 6. 試醸味噌の官能試験

試醸味噌の官能試験結果を図1 1に示した。総合評価では試験区「加圧蒸」, 「半煮半蒸」, 「加圧煮」, 「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮」の順に明るい色調となっており、且つ味覚においてもこの順に良好な味となった。「白麹・0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮」試験区では色調では最良の明るさであったが、味覚ではやや劣っていた。

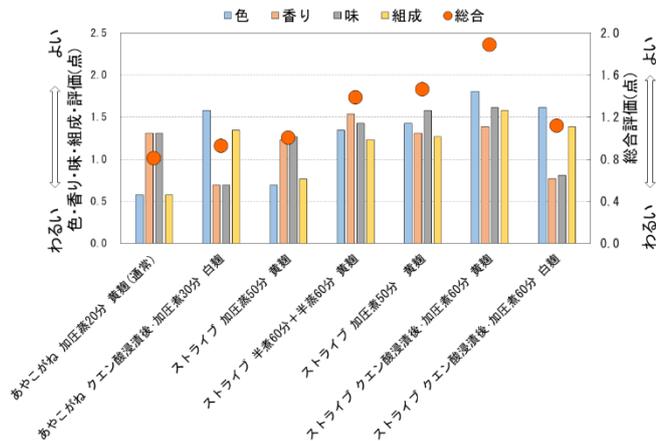


図1 1 試醸味噌の官能試験結果

3. 3. 7. 試醸味噌の購入意欲評価

試醸味噌の購入意欲を基にした官能試験結果を図1 2に示した。試醸味噌の購入意欲の傾向を評価した結果、カナダ産大豆ストライブ「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮」が良好な購入意欲評価となった。実際に味噌を購入する消費者が、色調が明るく且つ旨味がある味噌を好み、どの種類の大豆蒸煮条件を選択し好むかを確認できた。

味噌を購入するなどの味噌を購入しますか? (大豆種類条件非公開)

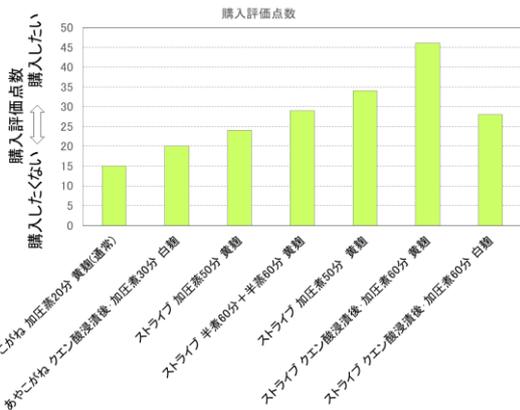


図1 2 味噌の購入意欲を基にした官能試験結果

3. 4. 海外輸出・船舶コンテナ輸送を想定した味噌色調試験

県内味噌製造企業でも味噌の海外輸出販売を行っている事業者が増加しつつある。しかし海外輸出に向けて味噌を船舶コンテナ輸送を行っているが、海外小売店舗での味噌色調はかなり褐変しており、褐変した味

噌は一括返品となってしまふ。褐変が輸送時の味噌の海外輸出における問題となっている。そこで大豆の蒸煮条件を変えた試醸味噌の色調が、輸送時の環境にどの程度耐えられるかを試験した結果を示す。30~60℃温度を上昇下降し30日間保存の温度データと、温度勾配を付加した試醸味噌の外観色調を図1 3に示した。また5日ごとの色調結果 Y(明度・明るさ), x(赤み), y(黄色み)を図1 4に示した。日数経過ごとに褐変は進んだが、試験区「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮」と「白麹・0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮」の30日目の色調 Y(明度・明るさ)は、試験区「加圧蒸」の初発(0日目)の明るさと同等となり、若干褐変が抑制される蒸煮条件であることが分かった。

大豆品種 大豆加熱条件 麹種類

- A 県内産(アヤコガネ) 加圧蒸20分 黄麹(通常)
- B 国内産(アヤコガネ) クエン酸水浸漬後・加圧蒸30分 白麹
- C 加ガ'産(ストライブ) 加圧蒸50分 黄麹(通常)
- D 加ガ'産(ストライブ) 半煮60分+半蒸60分 黄麹
- E 加ガ'産(ストライブ) 加圧蒸50分 黄麹
- F 加ガ'産(ストライブ) クエン酸水浸漬後・加圧蒸60分 黄麹
- G 加ガ'産(ストライブ) クエン酸水浸漬後・加圧蒸60分 白麹

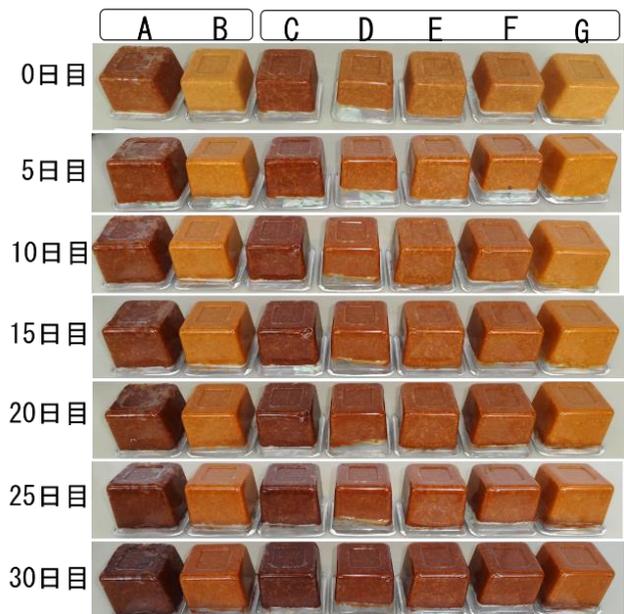
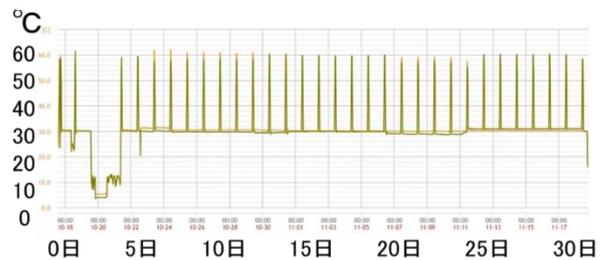


図1 3 温度勾配を付加した試醸味噌の30日間の外観色調

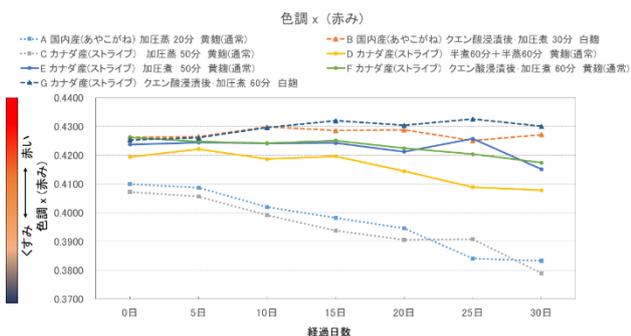
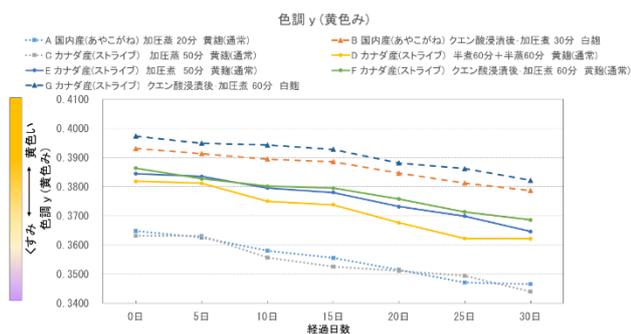
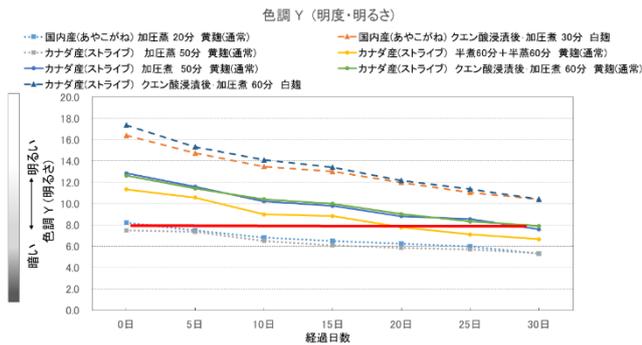


図14 試醸味噌の30日間の色調結果 Y(明度・明るさ), x(赤み), y(黄色み)

4. 結言

県産味噌の明るい色調を持つ味噌の最適な製造方法を見出すために、味噌製造現場で使用頻度が高く且つ味噌における褐変が著しいカナダ産大豆品種ストライブを用いて、味噌色調に影響する大豆の適正な蒸煮条件を試験し、更に味噌を試醸し味噌色調や味覚評価を行った。

大豆品種カナダ産ストライブを原料として、大豆蒸煮方法は4種類の試験区①「加圧蒸」、②「半煮半蒸」、③「加圧煮」、④「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮」で行った。味噌醸造後の色調 Y(明度・明るさ)は①「加圧蒸」、②「半煮半蒸」、③「加圧煮」、④「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮」の順で良好な冴えのある明るい色調の味噌となった。味覚の官能試験でも同順で

④「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮」が最も評価が高く、「旨味のある香高く上品な味噌」と評価された。

明るい鮮やかな色調の味噌を製造する方法として、原料大豆の蒸煮方法は「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮」とし、この加圧煮時間は蒸煮大豆硬さを約500gとなる加圧煮時間を用いる。これにより味噌は明るく冴えのある色調となり更に味覚においても旨味を感じる優良な味噌醸造が可能となった。

味噌の海外輸出における問題点として、船舶コンテナ輸送時の30~60℃, 20~30日間の連続温度勾配による味噌の著しい褐変が問題となっている。そこで大豆の蒸煮条件を変えた試醸味噌の色調が、輸送時の環境にどの程度耐えられるかを試験した。日数経過ごとに褐変は進んだが、試験区「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮・黄麹」の30日目の色調 Y(明度・明るさ)は、試験区「加圧蒸」の初発(0日目)の明度と同等の明るさに抑えられており、この大豆蒸煮条件が若干褐変を抑制することが分かった。更に試験区「白麹・0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮」では白麹のクエン酸生産により30日経過後も最も褐変が抑制されていた。

参考文献

- 1) 基準みそ分析法. 全国味噌技術会. 1995, p. 2-35.
- 2) 新・みそ技術ハンドブック. 全国味噌技術会, 2007, p. 37.
- 3) 花田明美 他. みそ熟成中の香氣成分の変化. 東京家政学院大学紀要. 2004, 第44号, p. 1-3.
- 4) 富田季里呼 他. メイラード反応におけるアミノ酸置換基の影響. 茨城県立水戸第一高等学校 Student chemistry, 2019, p. 39-44.