

輸入大豆の特性と味噌への加工適性評価

Evaluation of the characteristics of imported soybeans and their suitability for processing of miso

会津若松技術支援センター 醸造・食品科 鈴木英二 菊地伸広 齋藤啓太

中国産以外の輸入大豆を用いた高品質な味噌を製造するため、アメリカ産、カナダ産大豆を用いて味噌の試醸を行った。輸入大豆の違いが味噌の品質に及ぼす影響と味噌への加工適性を評価した。アメリカ産、カナダ産大豆を用いて、大豆蒸煮条件を半煮半蒸にすることにより、中国産大豆味噌よりも色調が明るく味や食感、耐塩性酵母・乳酸菌の増殖も良好な優れた味噌が製造可能であった。

Key words: 味噌、輸入大豆

1. 緒言

近年国内の大豆需要¹⁾において約8割が海外産に依存しており、県内の味噌醸造においても普及価格帯の味噌における原料は海外産輸入大豆が多く用いられている。輸入大豆は主に中国産が用いられてきたが近年中国は大豆の輸入大国に転じ、中国産大豆の入手が困難な傾向にある。中国産大豆はこれまで広く使用されてきたが、その他の外国産大豆については加工方法の技術が少なく、味噌への加工適性の評価は少ない。

これまで輸入大豆を用いた高品質な味噌を製造するため、海外産（アメリカ、カナダ、ロシア）大豆品種を用いて、味噌の品質に及ぼす影響について解析し味噌への加工適性を試験した。しかし近年情勢不安定のためロシア産大豆が入手困難となったため、味噌加工に適しているといわれるアメリカ産、カナダ産大豆について成分や組成の特性評価を行い、また同様に輸入大豆の産地の違いが味噌の品質に及ぼす影響について解析し、中国産大豆に劣らない味噌への加工方法について試験した。

2. 実験方法

2. 1. 供試材料

味噌醸造に使用した製麴用の米は2021年に福島県産「ひとめぼれ」を用い、米麴を製麴した。仕込み用原料大豆には表1に示した4種類の2020年及び2021年産の輸入大豆を用いた。食塩は並塩（㈱日本海水）を用い、仕込み時添加する微生物は種麴メーカーの味噌用耐塩性酵母 (*Zygosaccharomyces rouxii*) 及び味噌用耐塩性乳酸菌 (*Tetragenococcus halophilus*) を用いて仕込み試験を行った。

2. 2. 製麴方法

精白米を10[°C]で16時間浸漬吸水した後、無圧抜け掛け法により50分間蒸きょうした。製麴は、麴蓋法を改変し48時間で出麴とした。

表1 原料輸入大豆の種類

輸入大豆	品種	価格 円/30Kg
アメリカ産	ピントン81	6,100
カナダ産	ストライブ	5,100
カナダ産	エメラルド	5,100
中国産	中粒	6,300

表2 味噌仕込配合

仕込総量 [kg]	4.05
麴歩合 [歩]	10
目標水分 [%]	46.0
目標塩分 [%]	11.1
耐水食塩濃度	19.0
酵母	添加
乳酸菌	添加

2. 3. 原料大豆の大豆特性及び一般成分

原料大豆である輸入大豆において、加工時に影響を及ぼす100粒重、100[mL]重、健全粒率、発芽率、種皮比率を納豆試験法の大豆分析方法により、原料大豆の一般成分分析は基準みそ分析法²⁾に準じて分析した。

2. 4. 原料大豆の蒸煮特性分析

原料大豆の蒸煮特性において、浸漬後重量増加比は20[°C]、17時間水浸漬後の重量を測定し、蒸煮後重量増加比は浸漬大豆を0.75[kg/cm²]、30分間加圧蒸煮後の重量を測定し分析した。蒸煮大豆水分は、105[°C]、17時間乾燥法、色調は色差計(日本電色工業㈱, ZE2000)を用いて測定した。

2. 5. 試醸味噌に用いる蒸煮大豆の硬さ試験

試醸味噌に用いる蒸煮大豆の硬さを約500[g]での試醸を目標に、実際に使用する蒸煮缶(0.8[kg/cm²])の蒸煮方法及び時間を設定する必要がある。そこで2種類の蒸煮方法で異なる蒸煮時間を設定しその時の蒸煮大豆の硬さを測定した。1試験区の蒸煮方法は0.8[kg/cm²]の加圧蒸煮で10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 80, 110分蒸煮した。2試験区の蒸煮方法は半煮工程100[°C]で30分又は60分煮た後すぐに半蒸工程0.8[kg/cm²]で20, 25, 30, 40, 50, 80, 110分の加圧蒸煮で蒸煮した。さらにこれらの蒸煮した大豆の硬さ、水分、色調Y(明るさ)を基準みそ分析法²⁾に準じて測定した。

2. 6. 味噌の仕込と熟成方法

輸入大豆を用いて試醸した味噌の仕込配合を表2に示す。仕込配合は、仕込総量、蒸煮大豆量、麴歩合、

目標塩分を同一にし、7試験区で試醸した。大豆は20[°C]、12時間水浸漬し蒸煮試験では0.8[kg/cm²]、60分間の加圧蒸煮法により蒸煮した。中国産大豆においては前報³⁾で蒸煮10分が最適硬さとなり、味噌の官能試験では最も良好な結果となったため、中国産大豆のみ蒸煮10分とした。半煮半蒸試験区では60分間100[°C]で煮た後(半煮)、0.8[kg/cm²]、80分間の加圧蒸煮法により蒸煮(半蒸)した。冷却後7試験区にて各原料を混合し、味噌の仕込みを行った。味噌用酵母および乳酸菌は、仕込み開始時に酵母(最終濃度1.9×10³[cfu/g])及び乳酸菌(最終濃度3.9×10⁴[cfu/g])を添加した。各仕込み味噌は温度を20[°C]から10日間で30[°C]まで上昇させ、30[°C]、80日間の発酵熟成(温醸)を行った。

2. 7. 官能評価

試醸味噌の官能評価は当所の職員11名(男性7名、女性4名)をパネラーとし、色、香り、味、組成、総合の5項目について3段階評価を行い平均評点を求めた。

2. 8. 試醸味噌の一般成分分析方法

試醸味噌の一般成分は、基準みそ分析法²⁾に準じて分析し、試醸味噌の遊離アミノ酸は基準みそ分析法に準じてアミノ酸分析計(株日立ハイテック、L-8900)により測定した。

2. 9. 試醸味噌の耐塩性微生物と水分活性分析

試醸味噌の仕込時に味噌用耐塩性酵母と味噌用耐塩性乳酸菌を添加している。これらの味噌の醸造終了時の耐塩性酵母と耐塩性乳酸菌の生菌数を改変味噌培地にて測定した。また試醸味噌の水分活性値も測定した。

2. 10. 試醸味噌のテクスチャー分析

試醸味噌の硬さを示すテクスチャー測定をクリープメータ(株山電、RE2-3305S)を用いて円形型プランジャ(φ8mm×H20mm)、荷重2[N]、歪み率(50[%])で測定した。

3. 結果と考察

3. 1. 原料大豆の大豆特性及び一般成分

3. 1. 1. 原料大豆の大豆特性

原料大豆において健全粒が少ないほど味噌にざらつきがみられ、発芽率が高いほど浸漬液に溶出する固形物量が少なくなるので良い。原料大豆の特性を示す結果を表3に示した。発芽率においてアメリカ産、カナダ産大豆では中国産大豆より発芽率が高い値であった。

3. 1. 2. 原料大豆の一般成分

原料大豆の一般成分値を表4に示した。中国産大豆において窒素、たんぱく質が少なかった。

3. 2. 試醸味噌に用いる蒸煮大豆の硬さ適性試験

味噌醸造において一般的な蒸煮大豆の適性硬度は、400~600[g]の範囲⁴⁾である。300[g]以下の蒸煮大豆では味噌が粘り発酵不良となり、700[g]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。0.8[kg/cm²]加圧蒸煮(10~110分)試験区と、半煮半蒸(煮30,60分と0.8[kg/cm²]加圧蒸煮10~110分)試験区の2種類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。大豆の蒸煮方法において蒸煮のみ工程よりも半煮半蒸工程を行うことにより、大豆の硬さが柔らかくなった。

表3 原料大豆の特性試験

大豆種類	100粒重 [g]	100[m]重 [g]	健全率 [%]	発芽率 [%]	種皮比率 [%]
中国産・中粒	18.5	68.6	97	97	7.0
アメリカ産・ピントン81	19.4	71.0	97	98	6.0
カナダ産・ストライブ	25.0	71.6	96	99	5.8
カナダ産・エメラルド	21.6	71.7	99	98	6.1

表4 原料輸入大豆の一般成分値

生大豆種類	水分 [%]	総窒素 [%]	タンパク質 [%]	脂質 [%]	炭水化物 [%]	灰分 [%]	色調		
							Y[明るさ]	X[赤み]	Y[黄色み]
中国産・中粒	11.2	5.2	29.8	18.6	35.5	4.8	63.44	0.3703	0.3803
アメリカ産・ピントン81	9.5	5.8	33.0	19.4	33.3	4.8	62.57	0.3686	0.3776
カナダ産・ストライブ	11.0	6.0	34.5	18.8	30.9	4.9	63.41	0.3605	0.3707
カナダ産・エメラルド	9.7	5.9	33.4	19.0	33.2	4.7	63.79	0.3693	0.3781

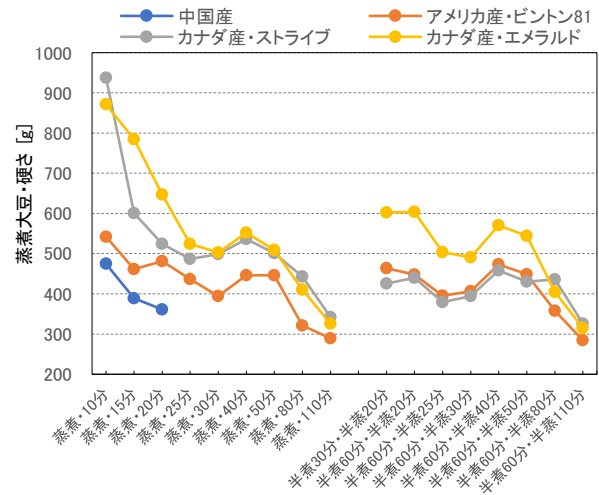


図1 加圧蒸煮と半煮半蒸による蒸煮大豆の硬さ

3. 3. 試醸味噌の蒸煮大豆分析

試醸味噌に用いた各蒸煮大豆の重量増加比、色調の結果を表5に示した。蒸煮大豆は蒸煮のみの試験区では硬く水分も低い結果となったが、半煮半蒸試験区では蒸煮大豆が適度に柔らかくなり、色調 Y(明るさ)においても明るく最適な蒸煮になった。

3. 4. 試醸味噌の一般分析

輸入大豆を用いて試醸した味噌を図2に、試醸した

表5 試醸味噌に用いた各蒸煮大豆の特性分析値

大豆種類	蒸煮条件	浸漬後 重量 増加比	蒸煮後 重量 増加比	蒸煮大豆					
				水分 [%]	硬さ[g] (平均)	変動係数	色 調		
							Y [明るさ]	x [赤み]	y [黄色み]
中国産・中粒	蒸10分	2.40	2.16	58.2	636	0.18	41.16	0.391	0.384
アメリカ産・ビントン81	蒸60分	2.35	2.06	55.1	439	0.16	32.32	0.406	0.390
カナダ産・ストライブ	蒸60分	2.17	1.91	55.1	505	0.12	29.38	0.401	0.384
カナダ産・エメラルド	蒸60分	2.33	2.06	57.0	470	0.19	29.69	0.405	0.388
アメリカ産・ビントン81	半煮60分半蒸80分	2.37	2.20	63.2	349	0.14	42.39	0.382	0.381
カナダ産・ストライブ	半煮60分半蒸80分	2.19	2.08	62.9	357	0.15	37.91	0.378	0.378
カナダ産・エメラルド	半煮60分半蒸80分	2.35	2.26	64.0	369	0.15	40.45	0.380	0.379

表6 輸入大豆を用いた試醸味噌の一般成分

大豆種類 (蒸煮時間)	水分 [%]	食塩 [%]	対水 食塩濃度 [%]	直接 還元糖 [%]	アルコール [%]	pH	滴定 酸度	脂質 [%]	炭水 化物 [%]	灰分 [%]
中国産・中粒 (蒸10分)	41.2	11.2	21.4	16.8	1.03	4.80	22.3	6.07	30.9	13.1
アメリカ産・ビントン81 (蒸60分)	40.3	11.3	21.9	17.1	1.98	4.79	22.7	6.52	31.6	12.8
カナダ産・ストライブ (蒸60分)	38.7	11.3	22.6	17.0	0.88	4.81	23.6	6.72	30.5	13.0
カナダ産・エメラルド (蒸60分)	40.2	11.3	21.9	16.7	2.52	4.84	20.9	6.20	32.6	12.6
アメリカ産・ビントン81 (煮60分蒸80分)	43.8	11.2	20.3	15.6	1.63	4.84	20.7	6.41	28.7	12.1
カナダ産・ストライブ (煮60分蒸80分)	42.8	11.2	20.8	15.7	3.22	4.86	22.7	7.45	29.4	12.0
カナダ産・エメラルド (煮60分蒸80分)	44.3	11.4	20.5	15.7	1.05	4.86	21.4	7.01	26.4	12.6

表7 試醸味噌の味覚に影響する総窒素・たんぱく質分析

大豆種類 (蒸煮時間)	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 溶解率 [%]	タンパク 分解率 [%]	グルタミン 酸 [mg/100g]
中国産・中粒 (蒸10分)	1.71	9.75	0.97	0.25	57.1	14.8	332
アメリカ産・ビントン81 (蒸60分)	1.90	10.85	1.11	0.31	58.7	16.1	355
カナダ産・ストライブ (蒸60分)	2.09	11.92	1.18	0.29	56.3	14.1	360
カナダ産・エメラルド (蒸60分)	1.92	10.95	1.12	0.31	58.3	16.0	351
アメリカ産・ビントン81 (煮60分蒸80分)	1.87	10.69	1.09	0.31	58.2	16.7	359
カナダ産・ストライブ (煮60分蒸80分)	2.01	11.47	1.16	0.32	58.0	16.1	375
カナダ産・エメラルド (煮60分蒸80分)	1.89	10.79	1.15	0.32	61.0	17.0	357

味噌の一般成分を分析した結果を表6, 7に示した。半煮半蒸試験区での蒸煮条件ではホルモール態窒素濃度やたんぱく分解率は高く良質な味噌となった。



図2 輸入大豆を用いて試醸した味噌

3. 5. 試醸味噌のアミノ酸分析

うま味を示すアミノ酸としてグルタミン酸, アスパラギン酸, 甘味を示すアミノ酸としてセリン, グリシン, アラニン, プロリンがあり, これらの各アミノ酸合計量と味噌総アミノ酸量を図3に示した。うま味を示すアミノ酸量はすべての味噌において中国産味噌を上回り, 甘味を示すアミノ酸量や味噌の総アミノ酸量は半煮半蒸試験区において高い値を示した。

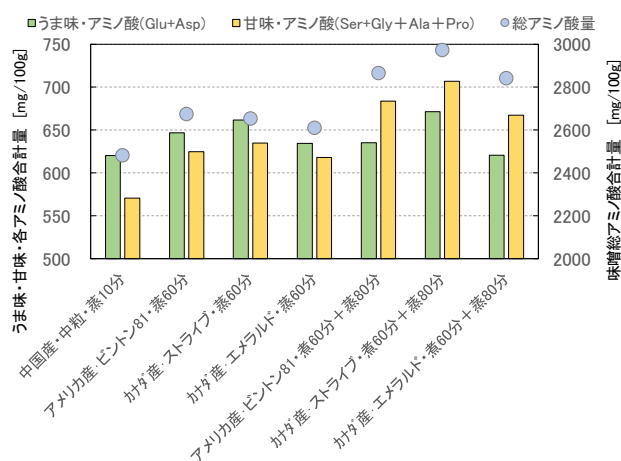


図3 うま味・甘味を呈する各アミノ酸合計量

3. 6. 試醸味噌の耐塩性微生物と水分活性分析

試醸味噌の仕込時に初発として味噌用耐塩性酵母 1.9×10^3 [cfu/g] と味噌用耐塩性乳酸菌 3.9×10^4 [cfu/g] となるように添加した。仕込直後の生菌数はいずれも

300 [cfu/g] 以下であった。味噌仕込時の塩分は不均一であり、塩分濃度勾配浸透圧により死滅し低い生菌数となった。これらの味噌醸造終了時の耐塩性酵母と耐塩性乳酸菌の生菌数と水分活性値を測定した結果を図4に示した。蒸煮のみの試験区では耐塩性微生物は $10^1 \sim 10^2$ [cfu/g] の生菌数となったが、半煮半蒸試験区では $10^3 \sim 10^4$ [cfu/g] と高い生菌数となった。味噌の水分活性値からも分かるように半煮半蒸試験区では耐塩性微生物が増殖しやすい環境であった。さらに耐塩性乳酸菌はメイラード反応の基質となるペントースを資化し、味噌の着色抑制に貢献している⁴⁾といわれ、半煮半蒸試験区の耐塩性乳酸菌生菌数は多く、半煮半蒸の味噌が明るい色調となる要因の一部と推測された。

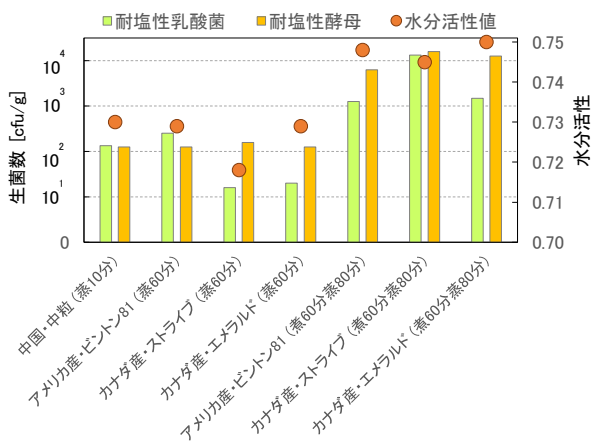


図4 味噌の耐塩性微生物生菌数と味噌水分活性値

3. 7. 試醸味噌の官能試験

輸入大豆を用いて試醸した味噌の官能試験結果を図5に示した。総合評価では半煮半蒸試験区のアメリカ産大豆(ビントン 81)及びカナダ産大豆(ストライブ)、(エメラルド)の味噌は、中国産大豆味噌より優良な評価となった。同大豆品種でも大豆蒸煮条件を半煮半蒸にすることにより良質な味噌が醸造可能であった。

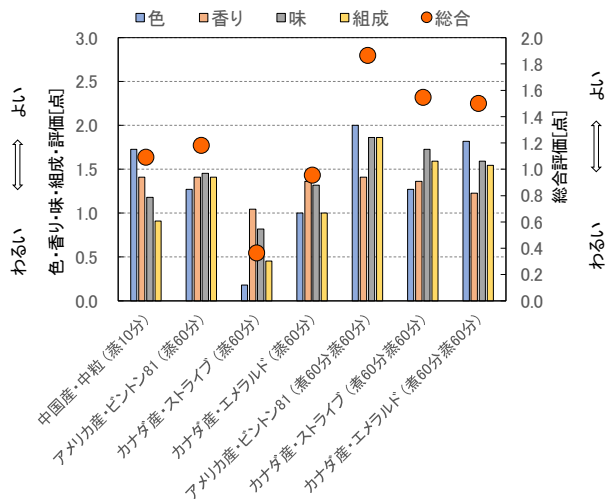


図5 試醸味噌の官能試験結果

3. 8. 試醸味噌のテクスチャー分析

大豆産地や蒸煮時間の相違で、試醸味噌の硬さなどのテクスチャーにどのような影響を与えるかを測定し、その中でも付着性(くっつきやすさ)と官能試験(味)の評価を図6に示した。味噌においてくっつきやすい味噌は味の評価が良好で、味噌のテクスチャーの付着性は、官能評価・味に影響を及ぼすことが推測された。

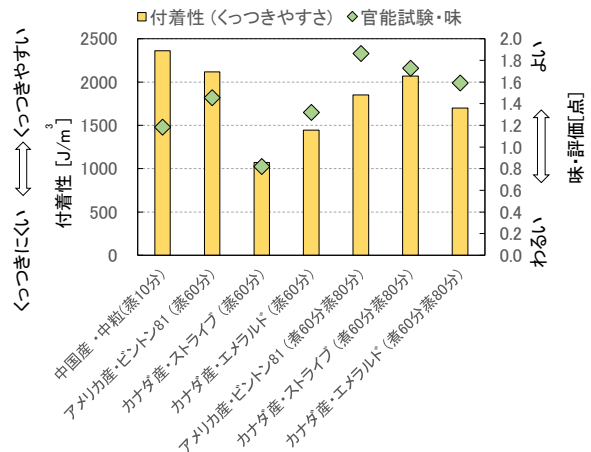


図6 付着性と官能評価・味

4. 結言

中国産(中粒)、アメリカ産(ビントン 81)、カナダ産(ストライブ、エメラルド)の輸入大豆を用いて味噌を試醸した。味噌においてアメリカ産、カナダ産大豆の蒸煮条件を蒸煮のみから半煮半蒸にすることにより味噌のホルモール態窒素濃度やたんぱく分解率は高い味噌となり、かつ味噌色調は明るく良好な結果となった。更に味噌の総アミノ酸量において、半煮半蒸工程が蒸煮のみ工程よりタンパク分解が進み高い値を示した。味噌の耐塩性酵母・乳酸菌でも、蒸煮のみ工程より半煮半蒸工程が味に影響する耐塩性微生物がより多く増殖した。更には官能試験においても半煮半蒸工程の味噌が良質で優れた味覚評価となった。

中国産大豆以外のアメリカ産大豆、カナダ産大豆において大豆蒸煮条件を半煮半蒸工程にすることにより、中国産大豆味噌よりも良質で、味覚的にも優良な味噌が製造可能であった。

参考文献

- 1) 大豆の需給・価格の動向. 大豆情報委員会. 農林水産省. (2020)
- 2) 基準みそ分析法. 全国味噌技術会. p. 2-35, (1995)
- 3) 鈴木英二 他. 輸入大豆の特性と味噌への加工適性評価(第一報). 福島県ハイテクプラザ試験研究報告書. 令和3年度版(2021)
- 4) 新・みそ技術ハンドブック. 全国味噌技術会. p. 37 p. 155 (2007)