

【研究論文】

【令和元年度～令和3年度 県単独試験研究】

減塩味噌の製造プロセスの検討 — 地域特産物の特性制御技術の検討 —

羽生 幸弘, 浅野 壮宏, 畑中 咲子
食品バイオ技術部

仙台味噌は赤色系辛口味噌の一つであり、宮城県の特産物としても知られているが、近年の消費者の減塩志向より、減塩表示のある味噌の需要も高まっている。本研究では、仙台味噌らしい風味を持った減塩味噌を実現するため、塩分濃度が製造過程に与える影響を香り・味等の分析により明確化し、温度や熟成期間といった管理ポイントを抽出し、製造プロセスの最適化を試みた。

目標とする塩分濃度(9%)で水分量を最適化(46%)したプロセスについて、中規模および製造規模での仕込試験を実施したところ、機器分析および官能評価において減塩味噌は仙台味噌と同程度の品質という評価を得られた。また、温度による味・香り等の品質特性の経時変化を存試験として実施したところ、保存期間4ヵ月時点で保存温度20℃では熟成が進み明度(Y%)が低下したが、保存温度15℃では大きな変化は見られず、特性が保たれていることが分かった。

キーワード: 仙台味噌, 減塩, 味香り評価, ガスクロマトグラフ質量分析装置(GCMS), ヘッドスペースガスクロマトグラフ(HSGC)

1 緒言

味噌は、大豆、塩、麴を原料として作られる日本の伝統的な調味料であり、麴の種類によって、米味噌、豆味噌、麦味噌に分類される¹⁾。仙台味噌は米味噌に分類され、大豆由来の旨味と味噌らしい深い香りが特徴である。また、赤色系辛口味噌の一つとして全国的な知名度があり、宮城県の歴史や地域文化に根ざした特産品となっている。

近年、消費者の和食離れを背景に味噌の消費量は減少傾向にあるが、一方で日本人の食塩摂取量は「平成27年国民健康・栄養調査」では11g/日²⁾となっており、日本人の食事基準(2015年版)における基準値(男性で8g/日、女性で7g/日)³⁾を上回る状況が続いている。また、基準値については、2020年に男性で7.5g、女性で6.5gとさらに引き下げが行われている⁴⁾。このことから、減塩促進のために様々な取組がなされており、その一つとして、味噌・醤油に代表される調味料は高塩分食材として使用量を減らすよう推奨されている。味噌業界ではこうした消費者の減塩志向に対応し、従来品より50%以上の減塩を達成している商品も登場している。

県内で生産される「仙台味噌」は、「統一仕込要領」⁵⁾にて米麴が大豆量に対して5割～8割、塩分濃度(wt%)が11%～13%といった基準を設けてブランド力を高め

るための方策を施してきたものの、出荷量が減少傾向にある。宮城県内でも減塩味噌を製造しているメーカーもあるが、普及している減塩味噌の製法は麴を多く用いるため、大豆の旨味と香りを特徴とする仙台味噌と異なる風味となってしまう。こういった状況から、宮城県みそ技能士会では、仙台味噌らしい味・香り等の特徴を持つ減塩味噌の製造を目指し平成29年度から試験を開始している。

本研究では、仙台味噌らしい風味を持った減塩味噌を実現するため、温度や熟成期間といった管理ポイントを抽出・最適化することによる減塩味噌製法のモデルプロセスの構築を目指し、小仕込試験(20kg)を通じ目標塩分の設定および条件最適化を実施した。その後、最適化した塩分濃度および水分量に基づき、県内の味噌製造企業の協力により中規模(80kg程度)及び製造規模(300kg)での試験仕込を実施し、さらには保存温度の違いによる味・香り・色等の品質特性の経時変化を調査した。

2 実験方法

2.1 市販減塩味噌と市販仙台味噌の比較

市販減塩味噌は市内の小売店で、また、市販仙台味

噌については、宮城県味噌醤油工業組合（以下、味噌組合）組合員より購入し、塩分相当量に関する調査および味覚センサーによる評価を行った。

2.2 味噌仕込試験

1) 小仕込試験（令和元年度）

一般的な仙台味噌の製造工程（洗浄、浸漬、蒸煮、仕込み、発酵・熟成）により仕込み重量20 kg、麴歩合8分で宮城県味噌醤油工業協同組合（以下、味噌組合）の設備を用いて仕込みを行った。大豆（宮城県産ミヤギシロメ）は洗浄後、一晚浸漬を行い、大豆蒸煮缶（株）フジワラテクノアート製、ZJ-450）で加圧蒸し（117℃、30分、75 kPa）を行った。県内味噌メーカーで製造した麴、並塩、蒸し大豆、種水（味噌用酵母含む）を混合した後、挽肉機にかけ、FRPタンクに詰め重石をした後、30℃で3ヶ月熟成し、その後15℃の環境下においた。熟成期間中、1ヶ月ごとにサンプリングと天地返しを行った。サンプリングは仕込容器の中心部から行い、サンプリングした味噌は分析まで-60℃で保存した。

2) 中規模仕込試験（令和2年度）

小仕込試験にて最適化した条件の検証と共に、スケールアップ時の課題抽出を行うため、80 kg程度の中規模仕込試験を実施した。試験場所については、味噌組合にて組合員の中から選定した。試験区として減塩区と対照区を設定し、減塩区は仕込条件として、塩分濃度9%、水分量46%から47%、米麴を大豆量の8割、切り返しを月1回とし、熟成温度等の条件については、通常生産する製品に合わせた。また、対照区は、各社で生産している仙台味噌を設定し、同規模で仕込んだ。熟成期間中、1ヶ月ごとにサンプリングを行った。

3) 製造規模仕込試験（令和3年度）

製造規模での味噌の品質の見極めのために、味噌組合組合員1社にて300kgの製造規模仕込試験を実施した。仕込条件については、塩分9%、水分46%、米麴を大豆の8割とした。熟成温度や切り返し等の条件については、中規模仕込試験と同様、通常生産する製品に合わせた。また、同社で対照として仙台味噌を20kgで仕込んだ。熟成期間中、1ヶ月ごとにサンプリングを行った。

2.3 官能評価

仕込試験や購入した味噌の官能評価を、「良い」、「やや良い」、「同等」、「やや悪い」、「悪い」の5段階評価で行った。評価項目としては「味」、「香り」、「色調」、「組成」、「総合」の5項目とした。

2.4 味覚センサーによる味評価

味噌に10倍量の蒸留水を加えホモジナイズし、遠心分離（1,500 rpm、10分）を行った後、上清を測定サンプルとして、味覚センサー（ α Astree, アルファ・モス株式会社）に供し7つのセンサー（AHS, PKS, CTS, NMS, CPS, ANS, SCS）の応答値を用いて主成分分析（以下、PCA）を行った。主成分分析には、同一サンプルを3回測定したデータを用いた。

PCAとは多変量解析手法であり、すべての味覚センサーデータを用いて、最も寄与した因子（第一主成分：以下、PC1）もしくは2番目に寄与した因子（第二主成分：以下、PC2）の相対寄与率因子を算出する手法⁵⁾で、基準試料との比較や官能評価との相関などの評価が可能となる。解析には付属のソフト（Alfasoft）の多変量解析機能を用いた。

2.5 香気成分分析

1) ガスクロマトグラフ質量分析装置（GCMS）による分析

ガスクロマトグラフ質量分析装置（GCMS-QP2010 Plus, 株式会社島津製作所）を用いて仕込味噌の香気成分分析を実施した。

味噌3 gをサンプル瓶に入れ、密封し測定サンプルとした。香気成分の捕集方法としては、固相マイクロ抽出法（SPME法）を用いた。測定サンプルを40℃で加温しながら、香気成分をSPMEファイバー（Divinylbenzene/Carboxen/Polydimethylsiloxane (DVB/CAR/PDMS), 膜厚50/30 μ m)に20分吸着させ、GCMSに供した。また、GCMSの分析条件は表1の通りとした。

表1 GCMS測定条件

検出器:質量分析装置
温度:40℃-4℃/min-200℃
カラム:DB-WAX(id 0.32mm×60 m, 膜厚 0.50μm)
注入口温度:200℃
フィラメント:250℃
キャリアガス:ヘリウム

2) ヘッドスペースガスクロマトグラフ (HSGC) による分析

ヘッドスペースオートサンプラー付ガスクロマトグラフ (GC2030+HS-20, 株式会社島津製作所) を用いて仕込味噌の香气成分分析を実施した。

試料前処理についてはGCMS分析と同様に実施し、香气成分の捕集方法としては、ヘッドスペース法を用いた。HSGCの分析条件は表2の通りとした。

表2 HSGC測定条件

検出器:水素炎イオン検出器 (FID)
温度:40℃5min-10℃/min-240℃5min
カラム:DB-WAX(10m, i.d.0.1mm, 膜厚0.1μm)
注入口温度:240℃
FID温度:240℃
キャリアガス:窒素(N ₂)
サンプル加熱:50℃, 20min

2.6 一般成分分析

試験に用いた味噌の水分量, 総窒素, pH, 塩分, アルコール, ホルモン窒素, 水溶性窒素, 水分活性, 色調(Yxy表色系)を測定した。測定については、味噌組合で実施した。

2.7 保存試験(令和3年度)

減塩味噌の保存温度による品質特性の変化の違いを見るため、5℃(冷蔵庫温度を想定)、15℃(仙台市の年間平均気温(12.8℃)⁸⁾を想定)、20℃(常温)で保存し、色、味や香りの経時変化を評価した。保存試験に使用した味噌は製品としての出荷・販売を想定し、1kgずつに分け、防湧(再発酵防止)のためアルコールを4%

添加した。

評価については、1ヶ月に1度サンプリングを行い、官能評価、一般成分分析およびHSGCによる香气成分の分析を実施した。

3 実験結果及び考察

3.1 市販減塩味噌と仙台味噌の比較

1) 市販減塩味噌の調査

減塩表示のある市販味噌9種類について、塩分カット率、塩分相当量、麴歩合の調査を実施した(表3)。食品表示法において、味噌は従来品等の対象食品に比べて塩分を15%以上低減した商品は「減塩」と表示ができ、

表3 市販減塩味噌の塩分カット率, 塩分相当量, 麴歩合

	塩分カット率(%)	塩分相当量(g/100g)	麴歩合*	製造所所在地
A	15	9.9	大豆≧米	愛知県
B	30	8.4	大豆≦米	長野県
C	25	8.4	大豆≧米	長野県
D	20	9.4	大豆≧米	長野県
E	30	8.5	15割	長野県
F	20	8.9	20割	長野県
G	25	8.1	大豆≧米	長野県
H	25	8.1	15割	長野県
I	25	8.7	10割	長野県

*麴歩合の記載の無い商品については、製品表示より判断

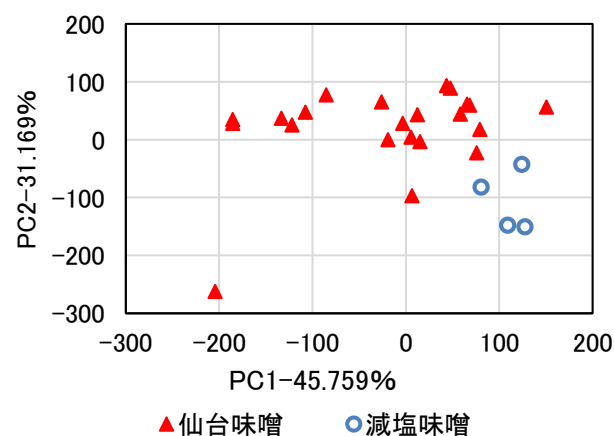


図1 市販仙台味噌と市販減塩味噌のPCA結果

表 4 段階的に塩分を低減した仕込味噌および市販減塩味噌の官能評価結果(22名による)

サンプル	色					香り					味					組成					総合				
	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い
塩分 10%	2	3	13	3	1	1	6	10	5	0	2	7	10	3	0	1	2	15	4	0	0	6	12	4	0
塩分 9%	0	5	12	4	1	2	3	10	7	0	2	3	8	8	1	0	1	13	8	0	0	4	11	7	0
塩分 8%	0	5	5	11	1	1	3	10	7	1	2	1	10	9	0	0	1	13	8	0	0	3	9	10	0
塩分 7%	0	5	5	9	3	0	4	5	12	1	0	4	8	9	1	0	2	6	12	1	1	0	9	11	1
塩分 6%	0	1	2	12	7	1	1	4	13	3	0	0	5	12	4	0	0	7	12	2	0	0	4	14	4
A	0	4	9	6	3	0	4	6	9	3	0	7	9	4	2	1	7	10	2	0	0	6	9	6	0
E	0	6	3	8	5	0	2	4	11	4	0	3	4	13	2	0	2	9	10	0	0	3	8	11	0
H	0	3	6	7	6	0	1	6	9	4	0	2	6	11	2	0	3	9	8	1	0	2	5	14	1
I	1	7	7	7	0	0	2	8	7	3	0	5	4	8	4	1	3	11	3	3	1	6	2	10	3

今回調査した商品では塩分カット率は最大で30%、塩分相当量として最も少ないのは8.1 g/100 gであった。

2)味覚センサーによる減塩味噌と仙台味噌の評価

市販減塩味噌のうち、製造所が異なり、かつおだし入りではない味噌4種および市販仙台味噌22種類について味覚センサーの応答値より得られたデータを用いてPCAを行った結果を図1に示す。PC1の寄与率は45.7%、PC2の寄与率は31.1%で、寄与率としては同程度であり、市販仙台味噌と市販減塩味噌とは重なりが見られなかったことから、両者は味のバランスが異なると推察された。

3.2 塩分濃度を段階的に減らした仕込試験

平成30年度に宮城県みそ技能士会における独自の取組みとして、塩分濃度12%を基準とし、これを10%、9%、8%、7%、6%と段階的に低減させた仕込試験を実施した。これらについて、塩分12%の味噌を基準品としみそ技能士会会員22名で官能評価を実施した(図2)。

官能評価の結果(表4)より、総合評価では塩分9%の仕込味噌までが仙台味噌と同等と考えられるが、味や香りについて改善の余地があることもわかった。特に、評価者から、「味噌が硬い」、「水分不足である」という意見があった。基準品の仕込時の水分量が47%であったのに対し、他の仕込み味噌では防腐と、対水食塩濃度も考慮し、水分量を45.5%としたため(表5)、水分不足



図 2 官能評価の様子

表 5 段階的に塩分を低減させた仕込試験の仕込時の水分量と耐水食塩濃度

塩分(%)	水分量(%)	耐水食塩濃度(%)
12	47.0	20.3
10	45.5	18.0
9	45.5	16.5
8	45.5	15.0
7	45.5	13.3
6	45.5	11.7

との評価意見が出されたものと推察された。そこで、組成に影響を与えていると考えられる水分量を管理ポイントとした。

また、市販の減塩味噌4種類について同時に官能評価を行った結果、評価は基準品より低かった。特にサンプルIについては、本研究の方向性に近い、減塩でも旨味濃厚という特徴を謳っていたが、同様の結果となった。このことから、味評価装置の結果も含め、市販の減塩味

噌と仙台味噌とは異なる特徴を持っているということが示された。

3.3 小仕込み試験による管理ポイントの最適化

1) 試験区の設定

みそ技能士会の官能評価の結果より、塩分9%までが仙台味噌と同等であることがわかったことから、塩分9%の味噌の高品質化を図ることとした。管理ポイントとした水分量の最適化を図るため、水分量をやした仕込試験を実施した。試験区は、塩分9%で仕込時の水分量を段階的に増やした4区を設定し、さらに一般的な仙台味噌として塩分12%、水分量47%の対照区を設けた(表6)。

表 6 仕込試験条件

	水分量(%)	塩分(%)
試験区 1	45.5	9
試験区 2	46	9
試験区 3	47	9
試験区 4	48	9
試験区 5(対照)	47	12

2) 組成改善の確認

試験仕込にて製造した味噌について、組成が改善されているかを確認するため、試験区1(塩分9%、水分45.5%)を基準品として、試験区2から試験区4の官能評価を実施した(表7)。その結果、水分量が多くなると、組成の改善は認められるものの、その他の色、味、香り、総合評価が低くなることがわかった。

3) 市販仙台味噌との比較

試験区1から試験区4について、市販仙台味噌と比較するため、味評価装置による評価を実施した。そのPCA結果(図3)より、PC1の寄与率は66.7%、PC2の寄与率は16.5%であり、PC1方向では、試験区4は市販仙台味噌とは離れた位置にマッピングされていることから、試験区4は仙台味噌とは異なる味の特徴を持っており、その他の試験区については仙台味噌に近い味の特徴を持っていることが分かった。

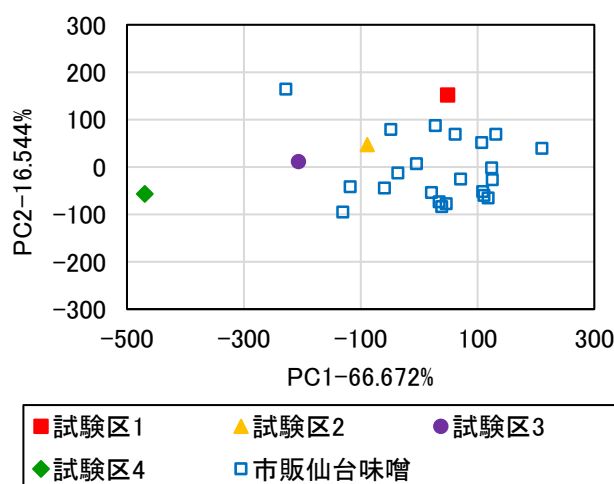


図 3 仕込味噌と市販仙台味噌の PCA 結果

また、香り評価装置の測定結果より、試験区 1 から試験区 5 までクロマトグラムに違いが見られたことから、香氣成分に違いがあると考えられたため、GCMS を用いて詳細な分析を実施した。

その結果(図 4)より、ピーク 1 およびピーク 2 に大きな差が見られ、付属のライブラリより化合物の検索を行ったところ、ピーク 1 は乳酸エチル、ピーク 2 は酢酸であると考えられた。

表 7 試験区 1 を基準品とする官能評価結果(5 名による)

サンプル	色					香り					味					組成					総合				
	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い
試験区 2	0	1	4	0	0	0	1	3	1	0	0	1	3	1	0	0	0	5	0	0	0	1	4	0	0
試験区 3	0	1	2	2	0	0	1	1	3	0	0	0	4	1	0	0	3	2	0	0	0	1	2	2	0
試験区 4	0	0	0	2	3	0	0	0	4	1	0	0	2	2	1	0	3	1	1	0	0	0	1	2	2

さらに、一般成分の分析結果から、熟成3ヶ月目のpHは試験区1で5.19、試験区2で5.01、試験区3で4.91、試験区4で4.68と水分が多いほどpHは低下し、酸敗が見られた。以上の結果から、塩分9%の味噌の仕込時の最適な水分量は46%であると考えられた。

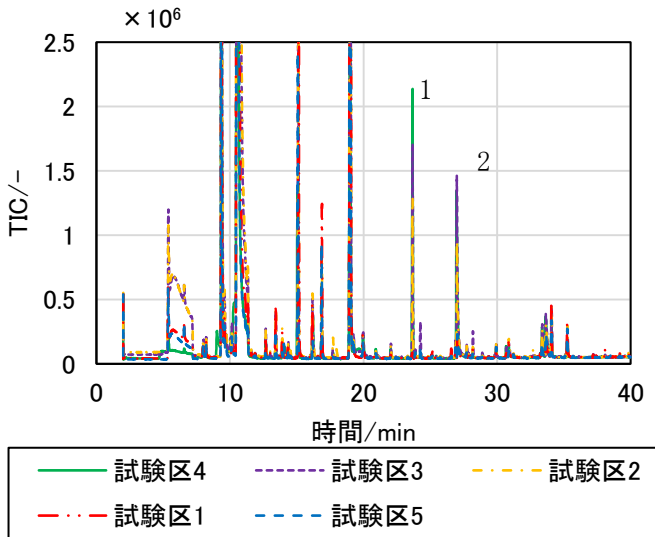


図4 仕込味噌のGCMS結果(TIC)

3.4 中規模仕込試験

中規模仕込試験については、県内味噌製造企業6社の協力が得られ、そのうち1社については、仕込み時期が他社と異なったため、今後の検討は残りの5社の味噌で実施した。その5社の仕込時及び熟成3ヶ月目の塩分濃度、水分量は表8の通りであり、概ね設定した塩分濃度および水分量となっていることが分かった。

表8 各社の仕込時及び熟成3ヶ月目の仕込味噌の塩分濃度および水分量

	区分	塩分(%)		水分量(g/100g)	
		仕込時	3ヶ月	仕込時	3ヶ月
A社	対照	12.6	13.0	46.3	46.7
	減塩	9.1	9.3	43.9	45.8
B社	対照	11.7	12.1	47.5	49.6
	減塩	9.2	9.3	49.6	47.3
C社	対照	11.9	11.5	46.3	46.5
	減塩	9.4	9.1	44.7	46.6
D社	対照	12.5	12.6	49.9	52.4
	減塩	8.9	9.2	47.8	51.6
E社	対照	12.6	12.6	45.5	47.8
	減塩	8.8	8.9	43.9	46.3

1) 減塩味噌の官能評価

各社の減塩区について、対照区との比較により官能評価を行った結果を表9に示す。

これより、A社、B社にて「やや悪い」という評価が多かったが、C社、D社、E社では対照区、いわゆる仙台味噌と同等との評価が多く得られた。

2) 味覚センサーによる評価

各社の減塩区及び対照区の味覚センサーの応答値より得られたデータを用いてPCAを行った結果を図5に示す。

表9 各社の減塩区の官能評価結果(各社の対照区との比較)

	色					香り					味					組成					総合				
	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い
A社	0	5	3	38	15	1	10	14	35	1	0	10	24	24	3	0	1	10	46	4	0	2	10	48	1
B社	2	9	28	19	3	0	1	26	24	10	1	2	21	23	14	1	4	44	11	1	0	4	23	29	5
C社	1	11	33	15	1	0	3	47	10	1	2	10	36	13	0	0	2	43	16	0	0	11	38	12	0
D社	2	7	33	19	0	2	4	39	15	1	2	15	34	9	1	2	12	29	17	1	2	11	37	10	1
E社	3	26	11	21	0	0	11	34	14	2	4	17	30	10	0	0	11	46	4	0	2	16	31	12	0

官能評価で味が「同等」と評価されたC社、D社はほぼ同じ位置にプロットされ、「やや悪い」の評価が多かったB社では離れた位置にプロットされた。A社、E社は官能評価の傾向とは異なったが、これについては、今後詳細な検討が必要と思われた。

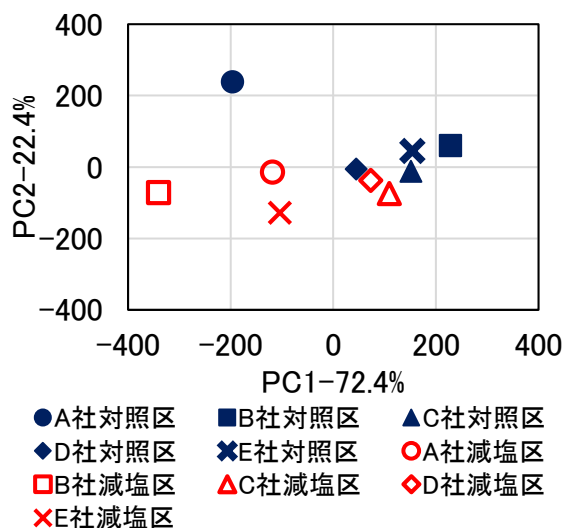


図5 各社対照区、減塩区のPCA結果

3) 香気成分分析

各社の減塩区および対照区のHSGC測定結果を図6に示す。得られたピークは図中の①から⑳までであり、各サンプルで認められたピークの数に違いが見られなかったことから、減塩区および対照区では香りに関与する成分に大きな違いは見られないことが分かった。

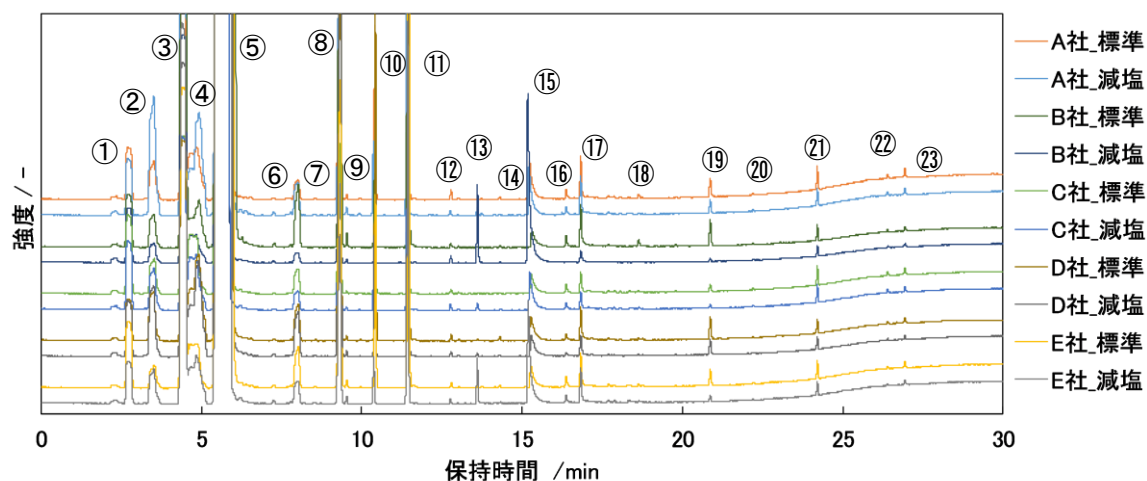


図6 各社の減塩区および対照区のHSGC結果

また、各ピークの強度を見ると、No4、No9、No15、No18、No19の強度が減塩区で大きく、GCMSでの定性結果と合わせると、それぞれ、No4(イソバレラルデヒド)、No9(2-メチル2-ブテナール)、No15(酢酸)、No18(フェニルアセトアルデヒド)、No19(フェネチルアルコール)であると推定された。これらの成分の香りの性質をデータベース(AroChemBase、アルファ・モス株式会社)で検索すると、No4、No9、No18、No19はそれぞれアーモンド様、フルーティー、ハチミツ様、バラ様の香り、一方No15は刺激臭であり、表に示す官能評価の結果と比較すると、前者を重視した評価者は「良い」、「やや良い」を、後者を重視した評価者は「悪い」、「やや悪い」という評価を与えたものと考えられた。

3.5 製造規模仕込試験

1) 鑑評会審査員による官能評価

製造した減塩味噌について、仙台味噌を対照として官能評価を実施した。評価者は第68回本場仙台味噌・醤油鑑評会 味噌の部に参加した鑑評会審査員13名とした。表10に官能評価の結果を示す。多数の評価者が同等以上の評価をしており、「減塩でもしっかり塩味を感じた」、「減塩であるにも係わらず、旨みがある」、「減塩を感じさせない味」といった意見もあった。試験区

及び対照区の熟成3ヶ月目の一般成分分析結果(表12)においても、各項目において特に大きな違いが見られなかったことから、製造規模でも仙台味噌と遜色ない味噌が製造できると判断できた。

表 10 本場仙台味噌・醤油鑑評会審査員による官能評価結果

評価者	色					香り					味					組成					総合				
	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い
A		○						○					○						○				○		
B			○					○					○					○					○		
C		○						○					○					○					○		
D			○					○					○					○					○		
E		○						○					○					○					○		
F	○						○						○			○						○			
G		○							○				○					○					○		
H		○							○				○					○					○		
I		○						○					○					○					○		
J	○							○				○						○					○		
K		○						○					○					○					○		
L		○							○					○					○					○	
M		○						○					○					○					○		

表 11 特性保存試験における官能評価結果

サンプル		色					香り					味					組成					総合				
保存温度	保存期間	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い	良い	やや良い	同等	やや悪い	悪い
15℃	1ヶ月	1	2	4	0	0	1	4	2	0	0	1	5	1	0	0	1	0	6	0	0	1	4	2	0	0
	2ヶ月	0	5	1	0	0	1	2	3	0	0	0	4	2	0	0	0	3	3	0	0	0	5	1	0	0
	3ヶ月	1	3	1	0	0	0	4	1	0	0	1	2	2	0	0	0	2	3	0	0	1	3	1	0	0
	4ヶ月	1	3	2	0	0	0	4	2	0	0	0	4	2	0	0	1	1	4	0	0	1	4	1	0	0
20℃	1ヶ月	1	3	3	0	0	2	4	1	0	0	4	2	1	0	0	1	0	6	0	0	2	4	1	0	0
	2ヶ月	4	2	0	0	0	3	3	0	0	0	2	2	2	0	0	1	2	3	0	0	3	3	0	0	0
	3ヶ月	4	1	0	0	0	1	4	0	0	0	1	2	2	0	0	1	2	2	0	0	3	2	0	0	0
	4ヶ月	0	2	0	4	0	1	4	1	0	0	2	4	0	0	0	1	2	3	0	0	1	5	0	0	0

表 12 熟成 3ヶ月目の対照区、試験区の一般成分分析結果(製造規模仕込試験)

	水分	総窒素	塩分	pH	アルコール	ホルモール窒素	水溶性窒素	水分活性	色調		
	(g/100g)	(g/100g)	(g/100g)		(g/100g)	(g/100g)	(g/100g)		Y%	x	y
対照区	50.39	1.854	12.42	5.05	1.268	0.351	1.067	0.795	14.4	0.462	0.395
試験区	47.13	2.076	9.27	5.08	1.255	0.406	1.166	0.819	13.7	0.468	0.396

2) 香気成分分析

試験区及び対照区の熟成3ヶ月目の味噌のHSGC結果を図7に示す。これより、ピークの大きさに違いは見られるものの、ピークの数や位置はほぼ一致することから、対照区と試験区の味噌は香りの質が類似していることが考えられた。

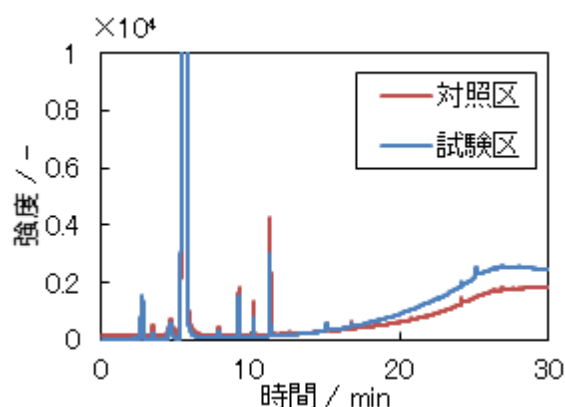


図7 製造規模仕込試験味噌(3ヵ月目)のHSGC結果

3) 味評価装置による評価

試験区及び対照区の熟成3ヶ月目の味噌について味評価装置で評価し、得られたデータのPCA結果を図8に示す。

第一主成分(PC1)では対照区と試験で重なりが見られ、かつ寄与率が89.8%であることから、試験区と対照区の味のバランスが類似していることが分かった。

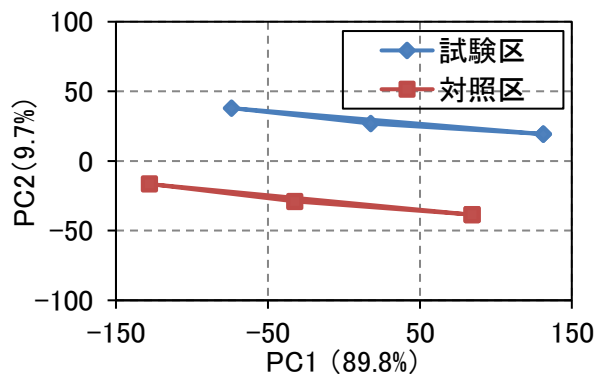


図8 製造規模仕込試験味噌(3ヵ月目)のPCA結果

3.6 保存試験

味噌組合では平成20年度に保存温度5℃、20℃、30℃での品質保存試験を実施しており、その結果、保存温度5℃では一般成分、色に大きな変化は認められていないと報告している⁸⁾ことから、本試験では保存温度5℃の味噌を対照として比較を実施した。

1) 官能評価

保存期間4ヶ月目までの官能評価結果を表11に示す。3ヶ月目までは、各項目での評価は同等以上となっているものの、保存温度20℃では4ヶ月目に色の項目において「やや悪い」という評価が最も多くなった。一般成分分析の結果(表13)、保存温度20℃で期間が長くなるほどY%(明度)の低下が見られ、これが官能評価の結果につながったものと考えられた。一方で、その他の成分については特に大きな変動は見られなかった。

表13 特性保存試験における、各保存温度の味噌の一般成分分析結果

	開始時	5℃				15℃				20℃			
		1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月
水分(g/100g)	48.21	47.91	48.03	46.46	47.70	48.30	48.18	46.89	48.08	48.42	48.30	47.67	48.48
pH	5.17	5.17	5.09	5.14	5.12	5.15	5.07	5.09	5.07	5.14	5.01	4.99	4.96
アルコール(g)	4.134	3.758	3.428	3.962	3.588	3.370	3.355	4.171	3.764	3.027	3.542	3.671	3.740
アミノ態窒素(g/100g)	0.411	0.404	0.416	0.407	0.399	0.412	0.419	0.415	0.403	0.410	0.419	0.404	0.402
水溶性窒素(g/100g)	1.163	1.168	1.179	1.170	1.206	1.174	1.174	1.184	1.224	1.174	1.187	1.192	1.238
水分活性	0.823	0.822	0.822	0.824	0.824	0.822	0.820	0.826	0.824	0.818	0.810	0.826	0.825
Y%	15.0	15.6	14.3	12.8	14.1	14.3	13.3	12.1	11.9	14.1	11.0	8.3	7.4



図9 保存期間4ヵ月目の味噌の外観

一般的にY%は熟成が進むほど低下する傾向があり、保存期間4ヵ月目における各保存温度の味噌の外観(図9)を見ると、20°Cの味噌では実際に熟成が進んでいることが確認できた。

2) 香気成分分析

保存試験における、5°C1ヵ月目および各温度の4ヵ月目の味噌のHSGC結果を図10に示す。5°C1ヵ月目と比較し、ピークの数や位置に違いは見られないが、ピークの高さについては、保存温度が高い味噌において大きくなっていった。このことから、保存温度20°Cにおいては保存中に熟成が進んでおり、保存温度15°Cでは品質特性が保たれ、品質が維持されていることが分かった。

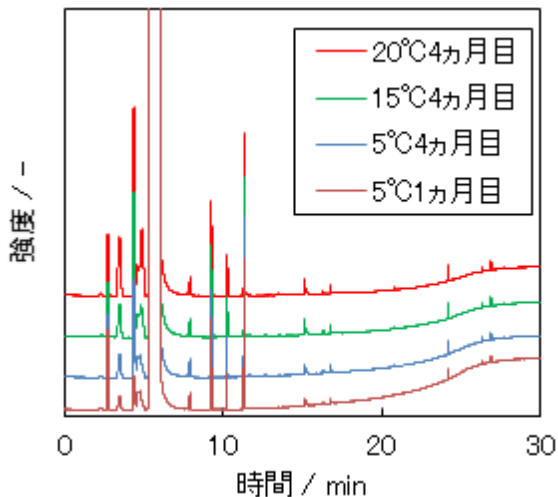


図10 特性保存試験におけるHSGC結果

4. 結言

本研究では、仙台味噌の減塩化に向けプロセスの最適化を行い、以下の様な結果を得た。

(1) 目標塩分を9%としたところ、水分不足により、組成の評価が低かったことから、水分量の最適化を実施し、最適な水分量は46%であった。

(2) 宮城県味噌醤油工業協同組合の組合員6社にて、最適化した塩分濃度および水分量で中規模仕込試験を実施し、官能評価および機器分析の結果から、仙台味噌と同等という評価が得られた。

(3) 宮城県味噌醤油工業協同組合の組合員1社にて製造規模仕込試験を実施し、官能評価および機器分析の結果から、仙台味噌と同等という評価が得られ、製造規模でも問題なく製造が可能であることが分かった。

(4) 賞味期限6ヶ月を想定し、保存温度を変えた保存試験を実施したところ、保存期間4ヵ月時点で保存温度20°Cでは保存中に熟成が進んだが、15°Cでは特に大きな変化は見られず6ヵ月までは品質特性が変化しないことが見込まれた。

謝辞

本研究を進めるにあたり、宮城県味噌醤油工業協同組合の高橋清部長を始めとする技術部の皆様、および宮城県みそ技能士会の会員の皆様には味噌試験仕込や官能評価、そしてご助言を頂くなど多大なるご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) みそ健康づくり委員会, みそ文化誌, 全国味噌工業協同組合連合会, 2001, p.374
- 2) 厚生労働省, 平成27年国民健康・栄養調査の概要, 2016
- 3) 菱田明, 佐々木敏, 日本人の食事基準, 2015年版, 第一出版, 2014
- 4) 伊藤貞嘉, 佐々木敏, 日本人の食事摂取基準, 2020年版, 第一出版, 2020
- 5) 宮城県味噌醤油工業協同組合, 本場仙台味噌統一仕込要領, 2008
- 6) 井上裕, 武藤智葉, 嶋崎広典, 村田勇, 木村昌行, 金本郁男, 日病薬誌, 2012, 48(3), p.351-355.
- 7) 羽生幸弘, 畑中咲子, 減塩味噌の製造プロセスの検討, 令和元年度宮城県産業技術総合センター研究報告, 2020, No.17, p.67-71.
- 8) 宮城県味噌醤油工業協同組合技術部, 平成20年度技術指導報告書, p.1-7