

(成果情報名) <i>Mucor flavus</i> で熟成したドライエイジングビーフ							
(要約) <u>ドライエイジングビーフ</u> にナッツ香など芳醇な香りを付与する菌を <i>Mucor flavus</i> と同定した。本菌を用いて製造したドライエイジングビーフはカビを用いないで熟成した場合と比較して、歩留りが高く、 <u>アミノ酸類</u> を増加、肉を柔らかくする効果がある事が分かった。さらには、芳香成分分析の結果、特に <u>ナッツ香</u> 、 <u>焼いた肉の香り成分</u> である高級アルデヒド類が検出され、これらがドライエイジングビーフ特有の風味に関与している事が示唆された。							
(担当機関) 工業技術センター 食品・醸造班					連絡先	098-929-0111	
部会	食品・化学	専門	食品加工	対象	熟成肉	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

筆者らは4℃などの冷蔵環境下でも肉の表面に生育し、ドライエイジングビーフにナッツやフライドポテトのような芳醇な香りを付与する菌株の単離に成功した。本研究では本菌の同定、本菌を用いて製造したドライエイジングビーフの収縮ロス、トリミングロス、LCMSによるアミノ酸類の増加、レオメーターによる硬さの変化、GCMSによる芳香成分などを解析したので報告する。

[成果の内容・特徴]

- ITS-5.8S rDNA 塩基配列に基づく分子系統樹などから、本菌を *Mucor flavus* と同定した (図1)。
- 本菌を含む *Mucor* 属菌は世界中で古くから肉製品、乳製品、味噌、腐乳、野菜類などの発酵食品に用いられる安全な菌である (バイオセーフティレベルは最低値の1)。
- 本菌を用いて製造したドライエイジングビーフ (図2) はカビを用いないで熟成した場合と比較して収縮ロス、トリミングロスが減少した。
- 本菌を用いて製造したドライエイジングビーフのアミノ酸類は大きく増加、特にギャバ、ヒスチジン、アスパラギン酸、プロリンなど肉中では検出されにくいアミノ酸も増加した (図3)。
- 本菌を用いて製造したドライエイジングビーフの熟成期間が長くなるにつれ、肉が柔らかくなる (破断応力が減少する) ことが確認された。
- カビを用いないで熟成した場合と比較して、特に高級アルデヒド、2-オクテナール (ナッツ香)、2,4-ノナジエナール (ナッツ香)、2-ウンデセナール (焼いた肉の香り) などの芳香成分が検出され、これらがドライエイジングビーフ特有の風味に関与している事が示唆された。

[成果の活用面・留意点]

- 熟成はオーストラリアで放牧されたアンガス種系統の雑種ランプ部位を用い、温度2℃、湿度80%、無風の条件下で行った。
- 本菌が肉表面を覆っても一般細菌、大腸菌群などの他微生物の増殖を抑制する効果は無い事に留意する。
- そのため、ドライエイジングビーフを製造する際は、生肉を扱う時と同様に通常の衛生指標を十分に熟知し、遂行すること。
- 本菌の生育限界水分活性値は0.94であるため、本菌を肉表面に生育させるためには熟成庫内の湿度の下げすぎや熟成中の風の当てすぎに注意する。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]

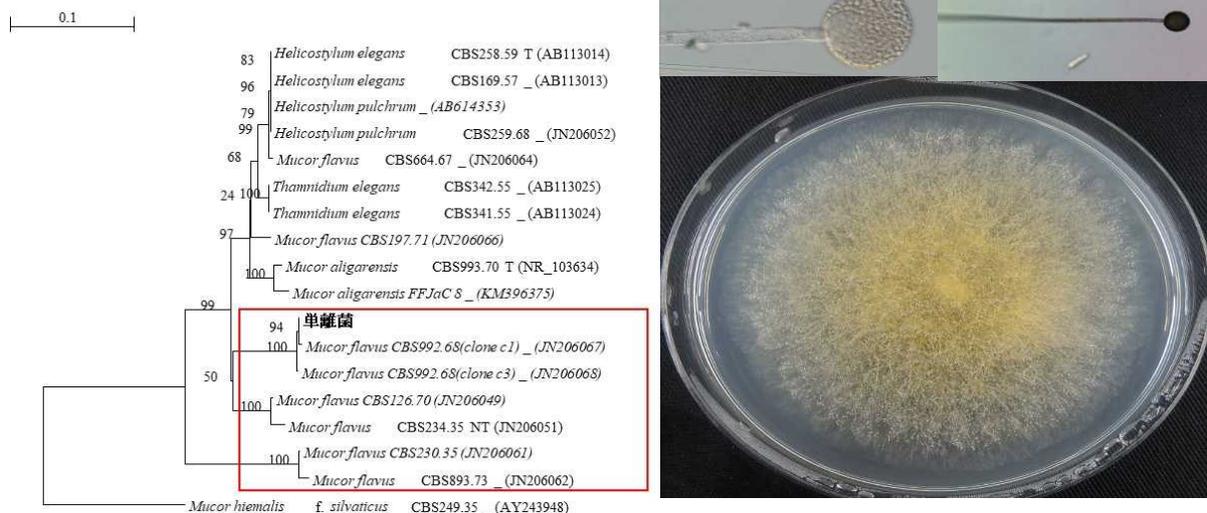


図1 本菌の ITS-5.8S rDNA 塩基配列に基づく分子系統樹と PDA 平板培地上の観察像



図2 本菌で熟成したドライエイジングビーフ（熟成2、3週間後）

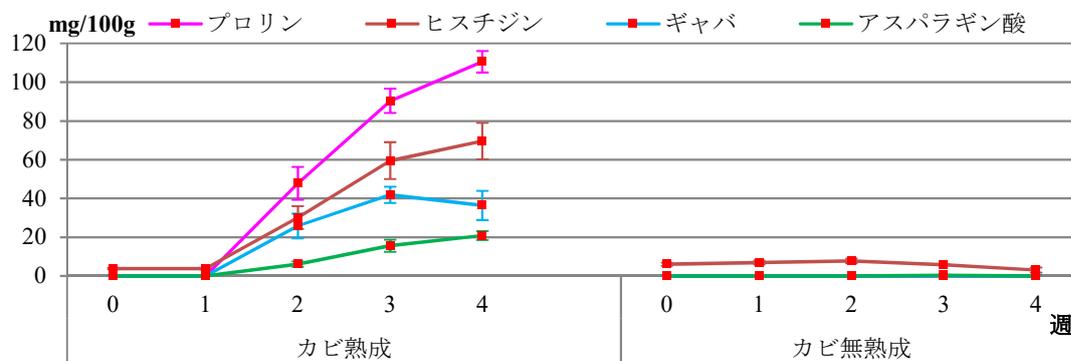


図3 カビ有無で熟成したドライエイジングビーフ中のアミノ酸含量の変化 (mean±SE, n=3)

[研究情報]

課題 ID : 2015 技 007

研究課題名 : 沖縄産経産牛を用いたドライエイジング加工技術の開発

予算区分 : 県単、沖縄県産業振興重点研究推進事業

研究期間 (事業全体の期間) : 2017 年度 (2015~2017 年度)

研究担当者 : 花ヶ崎敬資、安里直和、豊川哲也、比嘉賢一

発表論文等 : 1) 花ヶ崎敬資ら (2017) 沖縄県工技セ研報、20 号 : 40-46

2) Hanagasaki and Asato, *Journal of Animal Science and Technology* (2018) 60:19

3) Hanagasaki and Asato, *Food Research* (2022) 6(3)

4) 日本農芸化学会 2022 年度京都大会発表

(成果情報名) 県産経産牛、輸入牛を用いて製造したドライエイジングビーフ							
(要約) 県産経産牛(黒毛和種)、輸入牛(アメリカ産アンガス系統、オーストラリア産アンガス系統)を用いて製造したドライエイジングビーフは、熟成中の <u>うま味</u> 、 <u>風味</u> 、 <u>甘味</u> の増加とともに <u>ジューシーさ</u> が増し、さらには、肉が柔らかくなることも確認され、ドライエイジングを行うことによる付加価値が示された。							
(担当機関) 工業技術センター 食品・醸造班					連絡先	098-929-0111	
部会	食品・化学	専門	食品加工	対象	熟成肉	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

ドライエイジングビーフの世界的な人気の高まりとともに、県内でもドライエイジングビーフ製造に携わる企業は年々増えている。ドライエイジングによる熟成中の変化や製造したドライエイジングビーフの優位となる特徴を確認するため、県内でも比較的安価でドライエイジングの効果期待される県産経産牛(黒毛和種)、県内でも安定して入手可能で安価な輸入牛(アメリカ産アンガス系統、オーストラリア産アンガス系統)についてドライエイジングによる歩留り、アミノ酸含量、硬さなどの変化について検討した。

[成果の内容・特徴]

1. 全ての牛種(県産経産牛ソトモモ、アメリカ牛サーロイン、オーストラリア牛ランプ)において機能性アミノ酸類の増加はなく、少しの減少傾向を示したが、その他のうま味、風味・苦味、甘味アミノ酸であるタンパク質構成アミノ酸については、熟成の経過と共に増加する傾向を示した(図1)。
2. 全ての牛種において収縮ロス(水分ロス)はドライエイジングのスタートとともに発生し、その後増加した。トリミング部位はスタートからおよそ10日程度で発生しており、その後増加した。
3. 全ての牛種においてドリップロス、クッキングロスともに熟成の経過と共に減少する傾向が得られた(図2)。
4. 全ての牛種において熟成の経過と共に、破断応力、歪率ともに減少する傾向が得られた(図3)。
5. 全ての牛種において熟成の経過と共に、剪断力価、歪率ともに減少する傾向が得られた。
6. 以上のことから、全ての牛種部位において熟成が進むにつれ、うま味、風味、甘味の増加とともにジューシーさが増し、さらには、肉が柔らかくなることも確認され、ドライエイジングを行うことによる付加価値が示された。

[成果の活用面・留意点]

1. 県産経産黒毛和種ソトモモ部位(県産経産黒毛和種)、オーストラリア産アンガス系統ランプ部位(オーストラリア牛ランプ)、アメリカ産アンガス系統サーロイン部位(アメリカ牛サーロイン)を用いた。
2. 熟成は温度2℃、湿度80%、無風の冷蔵庫内で行い、特にカビ付けは行っていない。
3. ドライエイジングビーフを製造する際は、生肉を扱う時と同様に通常の衛生指標を十分に熟知し、遂行すること。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]

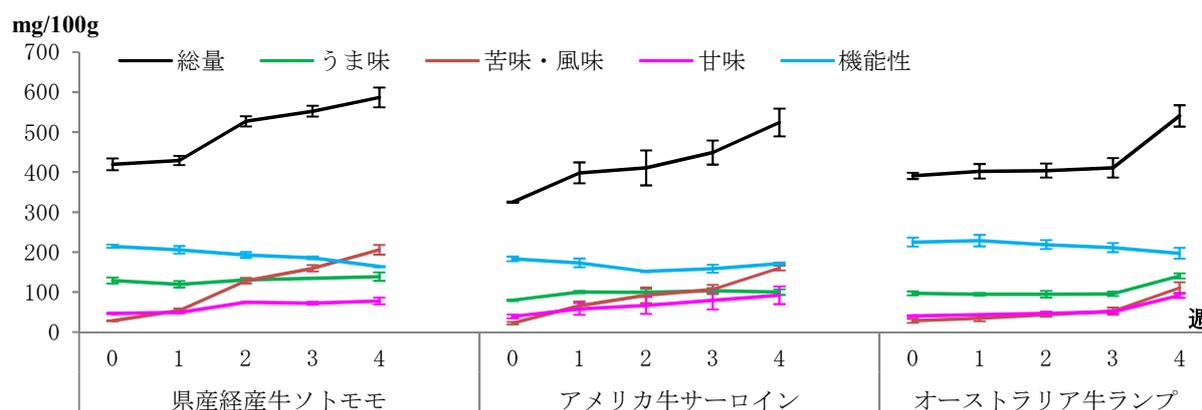


図1 ドライエイジングビーフのアミノ酸の変化 (mean±SE, n=3)

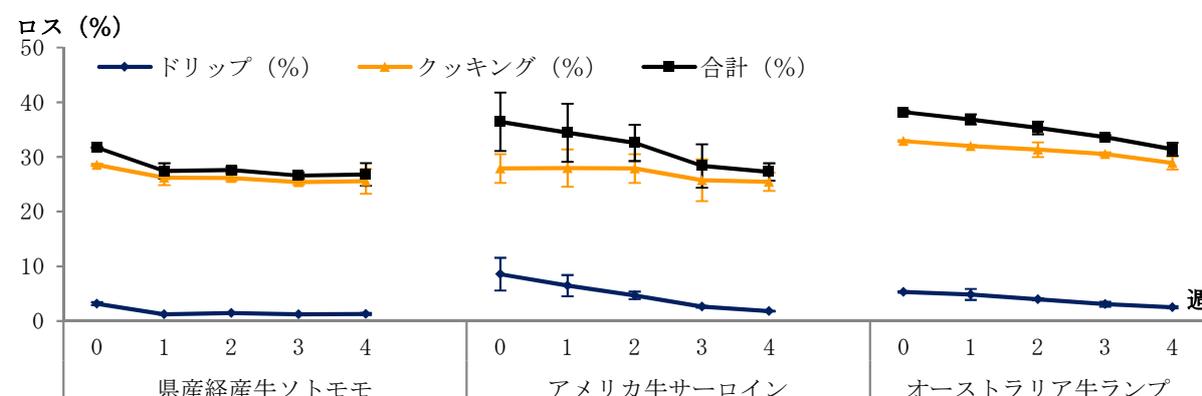


図2 ドライエイジングビーフのドリップロスとクッキングロスの変化 (mean±SE, n=3)

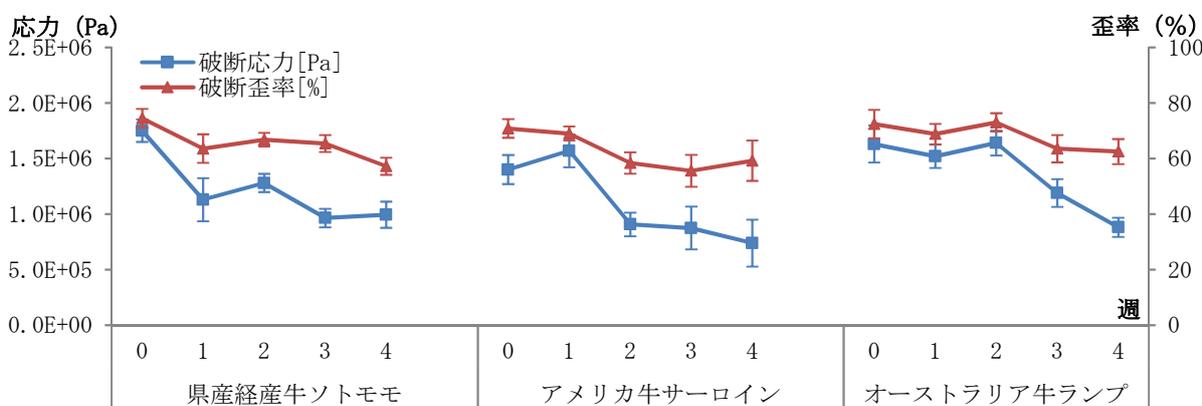


図3 ドライエイジングビーフの破断応力と歪率の変化 (mean±SE, n=3)

[研究情報]

課題 ID : 2015 技 007

研究課題名 : 沖縄産経産牛を用いたドライエイジング加工技術の開発

予算区分 : 県単、沖縄県産業振興重点研究推進事業

研究期間 (事業全体の期間) : 2017 年度 (2015~2017 年度)

研究担当者 : 花ヶ崎敬資、安里直和、比嘉賢一

発表論文等 : 1) 花ヶ崎敬資、安里直和 (2017) 沖縄県工技セ研報、20 号 : 32-39

2) Hanagasaki and Asato, *Journal of Animal Science and Technology* (2018) 60:32

(成果情報名) ドライエイジングビーフ製造における危害分析及び重要管理項目 (HACCP) の設定							
(要約) ドライエイジングビーフ製造工程において、 <u>HACCP</u> の手順に従いドライエイジングビーフ各製造工程中の <u>危害要因</u> をリストアップしたところ、重要な危害要因に該当する項目として「①輸入チルド肉受入」と「⑥熟成庫でのドライエイジング熟成」の二つが挙げられた。しかし、ドライエイジングビーフは加熱調理を前提とした販売提供であり、加熱工程による殺菌管理が可能のため、 <u>CCP (重要管理点)</u> の設定は特にされなかった。							
(担当機関) 工業技術センター 食品・醸造班					連絡先	098-929-0111	
部会	食品・化学	専門	食品加工	対象	熟成肉	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

ドライエイジングビーフは具体的な製造法の定義はなく、ルール化もされていない。雑菌の繁殖を防ぎ食中毒による事故を未然に防止することは必須であるが、HACCP システムによる製造工程の管理はこのような事故の防止に大きく寄与すると考えられる。そこで、HACCP の手順に従い、原料受入れから商品化までの製造工程の確認、一般的衛生管理プログラムなどをもとに危害分析及び想定される重要管理項目の設定を行った。

[成果の内容・特徴]

1. ドライエイジング製造工程として、①輸入チルド肉受入、②冷蔵保管（ドライエイジング熟成まで）、③段ボール箱から包装肉取出、運搬、搬入、④包装資材カット、輸入チルド肉取出、⑤輸入チルド肉の熟成庫への運搬、搬入、配置、⑥熟成庫でのドライエイジング熟成、⑦熟成後肉の熟成庫からの搬出、⑧カッティング、袋詰め、冷凍室への運搬、⑨冷凍保管を挙げた。
2. ③以外のそれぞれの工程で混入、増大する又はコントロールすべき潜在的な危害要因として、化学的、物理的要因はないが、生物的要因として病原菌の存在、増殖、汚染が挙げられる（③は危害要因なし）。
3. 重要な潜在的な危害要因は、①、⑥が想定され、他は SSOP（保管場所の維持管理、作業場所の衛生、従業員の衛生）で管理できていると想定した。
4. ①では、「と畜から配達されるまでの工程で病原菌の汚染、増殖が起こる。」と想定した。
5. ⑥では、「保管中の温度、湿度によっては、病原菌が増殖することがある。」と想定した。
6. ①では、「加工場内での生菌検査、または、輸入代行業者などからの規格書、検査成績書などによる生菌検査。」が管理手段となりうる。
7. ⑥では、「定期的な熟成庫の温度、湿度の記録付。扇風機動作確認。定期的な生菌検査。」が管理手段となりうる。
8. ①と⑥について、ドライエイジングビーフは加熱調理を前提とした販売提供であり、加熱工程による殺菌管理が可能のため、CCP（重要管理点）の設定は特になしとした。

[成果の活用面・留意点]

1. 各加工場内の設備や状況に合わせた設定が適宜必要であるため、参考情報としたい。
2. 輸送期間が長い輸入牛では、国内産に比べ生菌数が高いことに留意する。
3. 加熱調理を前提としない生肉での提供の場合、一般細菌や大腸菌群をより低い生菌数に設定するなど厳しい基準が必要となる。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]

表1 危害分析ワークシート

【1】	【2】	【3】	【4】	【5】	【6】
原材料/工程	この工程で混入、増大する又はコントロールすべき潜在的な危害要因を列挙	その潜在的な危害要因は重要か？ イエス/ノー	第3欄の決定の根拠	重要な危害要因の管理手段	この工程はCCPか？ イエス/ノー
①輸入チルド肉受入	生物的病原菌の存在、増殖	イエス	と畜から配達されるまでの工程で病原菌の汚染、増殖が起こる。	加工場内での生菌検査、または、輸入代行業者などからの規格書、検査成績書などによる生菌検査。	ノー
②冷蔵保管（ドライエイジング熟成まで）	生物的病原菌の増殖	ノー	SSOP（保管場所の維持管理）で管理できている。		
③段ボール箱から包装肉取出、運搬、搬入	なし				
④包装資材カット、輸入チルド肉取出	生物的病原菌の汚染	ノー	SSOP（作業場所の衛生、従業員の衛生）で管理できている。		
⑤輸入チルド肉の熟成庫への運搬、搬入、配置	生物的病原菌の汚染	ノー	SSOP（作業場所の衛生、従業員の衛生）で管理できている。		
⑥熟成庫でのドライエイジング熟成	生物的病原菌の増殖	イエス	保管中の温度、湿度によっては、病原菌が増殖することがある。	定期的な熟成庫の温度、湿度の記録付。扇風機動作確認。定期的な生菌検査。 (①と同様)	ノー
⑦熟成後肉の熟成庫からの搬出	生物的病原菌の汚染	ノー	SSOP（作業場所の衛生、従業員の衛生）で管理できている。		
⑧カット、袋詰め、冷凍室への運搬	生物的病原菌の汚染	ノー	SSOP（食肉カット工程の衛生）で管理できている。		
⑨冷凍保管	生物的病原菌の増殖	ノー	凍結されているので病原菌の増殖はない。		

[研究情報]

課題 ID : 2015 技 007

研究課題名 : 沖縄産経産牛を用いたドライエイジング加工技術の開発

予算区分 : 県単、沖縄県産業振興重点研究推進事業

研究期間（事業全体の期間） : 2017 年度（2015～2017 年度）

研究担当者 : 花ヶ崎敬資、比嘉賢一

発表論文等 : 1) 花ヶ崎敬資（2017）沖縄県工技セ研報、20 号 : 59-62

(成果情報名) シークワーサーを主原料としたシードルの製造方法							
(要約) シークワーサー果汁は、搾汁後しばらく静置すると、ワックス成分や苦み成分などを多く含む上層パルプが分離する。このような上層パルプ除去などの前処理と栄養源の補填を行った10月～12月果汁と選抜したワイン酵母を用いることで、8～10%程度のアルコール発酵が可能となる。							
(担当機関) 工業技術センター 食品・醸造班					連絡先	098-929-0111	
部会	食品・化学	専門	醸造	対象	シークワーサー	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

オッチサイダリー（株）では、シークワーサーの用途開発として、アルコール飲料の製造に取り組んだところ、発酵がうまくいかず苦慮していた。シークワーサーは低pHであること、果皮や種子に様々な機能性成分を含有すること、など様々な原因が考えられる。そこで、シークワーサー果汁に適した酵母の選定や発酵条件を検討し、シークワーサー果汁を主原料としたアルコール飲料を開発することを目的とした。

[成果の内容・特徴]

- 10月～12月収穫したシークワーサーで、ベルトプレス、遠心分離のいずれかの搾汁方式により得た果汁を原料とした。静置により分離した上層パルプを除去後、ろ過による前処理を行うことで、希釈することなくアルコール発酵が進むことを確認した（表1）。
- 果汁からアルコール発酵能を持つ酵母様の微生物株を分離した。
- 良好な風味の得られる市販酵母を選抜し、分離株とともにアルコール発酵することを確認した（図1）。18℃または25℃、14日間の発酵条件で8～10%程度の発酵果汁が得られる（表2、3）
- 発酵果汁の風味としては、市販酵母ではフローラル香とともに、シークワーサーの爽やかさあるドライな味わい、分離株は、果実香と重い味わいが特徴的だった。

[成果の活用面・留意点]

- 甘味を残したり、炭酸ガスを吹き込むなど、様々なバリエーションが可能である。
- 搾汁方式や収穫年、果実系統により、シークワーサー香が変化する可能性がある。

[残された問題点]

- 製造規模での発酵を確認する必要がある。
- 長期保存による品質の変化を検討する必要がある。

[具体的データ]

表1. 搾汁方式、ろ過の有無および収穫時期の異なる発酵果汁のアルコール濃度

搾汁方式	ろ過の有無	収穫時期	アルコール濃度(%)
ベルトプレス	なし	10月	0.11
		11月	1.09
		12月	1.67
	あり	10月	4.48
		11月	6.73
		12月	8.46
遠心分離	なし	10月	9.67
		11月	10.9
		12月	11.7
	あり	10月	11.4
		11月	7.2
		12月	9.79

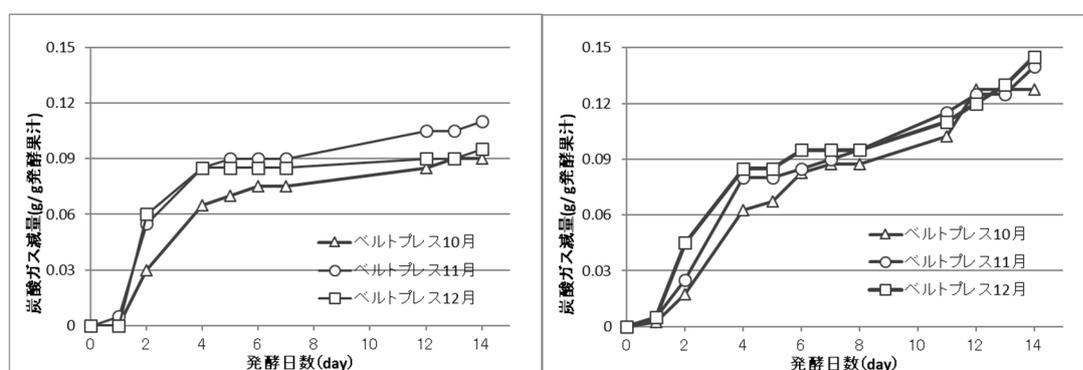


図1. ベルトプレス果汁における炭酸ガス減量の経過(左:市販酵母、右:分離株)

炭酸ガスの発生は、アルコール発酵が進行していることを表す。

表2. 25°C発酵におけるアルコール濃度

供試菌株	果汁	アルコール濃度(%)
市販酵母	ベルトプレス10月	8.27
	ベルトプレス11月	8.50
	ベルトプレス12月	9.36
分離株	ベルトプレス10月	9.07
	ベルトプレス11月	9.42
	ベルトプレス12月	7.93

表3. 18°C発酵におけるアルコール濃度

供試菌株	果汁	アルコール濃度(%)
市販酵母	11月(A工場)	10.3
	11月(B工場)	9.92
分離株	11月(A工場)	9.88
	11月(B工場)	9.55

[研究情報]

課題 ID : 2018 技 023

研究課題名 : シークワサーを用いたアルコール飲料の開発

予算区分 : 県単、企業連携共同研究開発支援事業

研究期間 (事業全体の期間) : 2018 年度

研究担当者 : 望月智代、玉村隆子、豊川哲也

発表論文等 : 1) 望月ら (2021) 令和3年度九州・沖縄産業技術オープンイノベーションデー合同成果発表会

2) 望月 (2021) 会報「食品の試験と研究」第56号掲載予定 (令和4年2月)

(成果情報名) 沖縄海塩における不純物混入防止技術の研究開発							
(要約) 海塩の原料である海水をろ過処理するため、各工場の規模、工程に対応したフィルターシステムについて評価を行い、海水中の不純物が海塩に混入しないようにする技術を検討した。また、海塩中の不純物の有無を明らかにするとともに、海塩中の不純物混入防止法について考察した。							
(担当機関) 工業技術センター 環境・資源班					連絡先	098-929-0111	
部会	食品・化学	専門	環境化学	対象	製塩業	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

本県の海塩は高品質なイメージで展開していることから、海塩に不純物が混入しないよう適切な処理を行う必要がある。そこで、生産工程に組み入れることが可能な不純物除去のフィルターシステムを検討し、不純物混入防止技術についての考察を行った。また、現在生産している海塩の生産工程から不純物混入の状況を評価するとともに、国内の分析受託機関へ委託して、県産海塩の品質を確認した。

[成果の内容・特徴]

1. 県内の製塩企業へ実験用フィルターシステムを設置し、半年経過後フィルターを回収して顕微鏡観察を行った。その結果、粗ろ過、中ろ過、最終ろ過の組み合わせで、最終ろ過のフィルター表面はしっかり機能しており、大きな不純物は存在していなかったため、このフィルターシステムを製塩用海水のろ過に適用することが可能である。
2. 粗ろ過では想定していた大きさの不純物を完全に捕集できずに、中ろ過に不純物を素通りさせていた。このため、フィルターに規格値以上（8 L/min）の流速で海水が流れたのか、原因を明らかにする必要がある。
3. 最終ろ過は、安価なフィルターで十分なる過機能が得られているが、今後より厳しい対応が必要な場合は、より高価で高性能なフィルターの検討が必要となる。
4. 沖縄海塩中の不純物を測定する手法を整備したことから、海塩の品質管理に利用することが可能となる。

[成果の活用面・留意点]

1. フィルターを機能させるように、ろ過速度等のろ過条件をきちんと求める必要がある。
2. フィルターは利用することで劣化や目詰まりを生じるので、定期的なメンテナンスおよびフィルター交換が必要である。
3. このフィルターシステムは小規模な製塩企業向けであり、大規模な製塩設備では砂ろ過等の海水を大量処理可能な設備を用いるほうが効果的である。
4. 海塩中の不純物については、品質管理として定期的な確認を行った方が良い。

[残された問題点]

フィルターのメンテナンス、交換頻度に関するデータ蓄積。

県内製塩企業へ異物除去フィルターシステムの情報発信および利用啓発を行う必要がある。

[具体的データ]



図1 回収したフィルター外観（上:粗ろ過、中:中ろ過、下:最終ろ過）



図2 回収したフィルター拡大写真（左:粗ろ過、中:中ろ過、右:最終ろ過）
不純物をきちんろ過しており、異物のない海水に処理可能である。

[研究情報]

課題 ID : 2019 技 018、2020 技 006

研究課題名 : 沖縄海塩における不純物混入防止技術の研究開発

予算区分 : 2019 年度 : 受託（産学官連携推進ネットワーク形成事業）

2020 年度 : 県単、企業連携共同研究開発支援事業

研究期間（事業全体の期間） : 2019～2020 年度

研究担当者 : 中村英二郎、平良直秀

発表論文等 : なし