

一夜干しのおい成分の解析及び抑制技術の開発

吉川修司, 古田智絵, 田中 彰, 成田正直¹, 武田忠明¹, 佐々木茂文,
五十嵐俊成²

Analysis of Semi-Dried Fish (Ichiya-Boshi) Odor and the Development of an Odor Alleviating Method

Shuji Yoshikawa, Tomoe Furuta, Akira Tanaka, Masanao Narita¹,
Tadaaki Takeda¹, Shigefumi Sasaki and Toshinari Igarashi²

The odor components of semi-dried fish (Ichiya-Boshi) were analyzed. Most of the components were derived from lipid oxidation. The influence of the freezing method, packaging method, and period of freezing on the 2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) and odor components of the semi-dried pacific mackerel (*Scomber japonicus*) and pointhead flounder (*Cleisthenes pinetorum*) were investigated. Lipid oxidation proceeded during both the processing and storage periods for the products. Liquid-freezing and vacuum-packaging are available for the reduction of lipid oxidation. The temperature for the drying process was also examined by sensory evaluation. Unpleasant odor formation was not detected after drying at high temperatures. Anti-oxidation treatment during the curing process of semi-dried fish with “yu” (a supernatant of coagulated soymilk (Tofu)) and adzuki bean broth repressed the formation of the odor components. About 60% of the consumer sensory panels evaluated that the odor of the Ichiya-boshi was reduced by anti-oxidation treatment with these materials.

KEY-WORDS : Semi-dried fish, Yu (Supernatant of Coagulated Soymilk (Tofu)), Adzuki bean broth, Fishy odor, Anti-oxidation

キーワード : 一夜干し, 「ゆ」, 小豆煮汁, 魚臭, 抗酸化

世界的に健康志向が高まり, 魚食のニーズが高まっている。しかし, 我が国では逆に魚離れが進行し, 平成18年(2006年)には, 国民一人当たりの魚介類の摂取量が肉類を下回ったことが厚生労働省の国民健康・栄養調査報告により明らかになった¹⁾。大日本水産会が実施した水産物を中心とした消費に関する調査の結果では, 消費者は味や

見た目よりも, においや食べる際の除骨や下ごしらえの手間など食べるための手間 (=調理の煩雑さと所要時間) が主な原因となって魚介料理を敬遠している²⁾。その一方で, 魚介料理自体については, 健康によい, もっと食べたい, 子どもに食べさせたいなど良好なイメージを持っている。このことから魚離れは, 魚が嫌いなのではなく,

¹ 道総研 中央水産試験場, Hokkaido Research Organization, Central Fisheries Research Institute

² 現 道総研 中央農業試験場, Hokkaido Research Organization, Central Agricultural Experiment Station

事業名: 重点研究

課題名: 魚介類の加工保存に伴う「におい」発生要因の解明と抑制技術の開発

魚介類を食べにくくしている「におい」，「食べる際の除骨や下ごしらえの手間」を軽減し，高齢化の進行や調理に時間がかけられない現在の消費者のライフスタイルに適応した魚臭が少なく，骨がないあるいは骨ごと喫食可能な食べやすい水産食品の加工技術を開発すれば，水産加工品の消費を向上させられる可能性を示している。

これまでに，当センターでは「食べやすさ」を向上させる研究として，骨まで喫食可能で，しかも身が柔らかな，簡易に喫食可能な水産食品の開発を行い³⁾，道総研中央水産試験場と共に様々な魚種への技術展開を図っている。

一方，におい低減技術については，ナチュラルチーズの副産物であるホエイを用いた魚臭の低減技術を開発し⁴⁾，既に商品化されている。しかし，ホエイは排出されるチーズ工房の数や排出数量が限られる上，その排出が不定期であり，技術を広く普及するのが困難である。

また，魚のにおいや冷凍貯蔵中のアジ塩干品の脂質酸化および焼成前後のにおい成分に関する研究はなされているが⁵⁻⁷⁾，一夜干しの製造工程中のにおい成分の変化に関する知見は少ない。

そこで，においの有無が品質に直結しやすい一夜干しを対象に，におい成分とその発生要因を検討するとともに，ホエイより入手が容易な新たな抗酸化素材を用いたにおい抑制技術の開発を試みた。

実験方法

1. 市販品のにおい成分の分析

脂質含量が多いマサバ，脂質含量は少ないが特有のにおいのあるソウハチを対象魚とし，市販の一夜干しを複数社より購入し，最もにおいの強いものを用いた。焼成前後でにおい嗅ぎGC-MSシステム（GCMS-QP2010 Ultra，島津製作所，Sniffer-9000：BRECHBÜHLER）を用いてにおい成分の同定と同時に，成分毎ににおいの質，および焼成前後のにおいの変化を確認した。

2. 一夜干しの調製

一夜干しの原料は，2015年産の石狩産マサバ，噴火湾産ソウハチを入手し，ドレスにして真空包装後，リキッドフリーザー（S220W，テクニカン）で-40℃で凍結し，冷凍保管したものを用いた。凍結原料を5℃で一晩解凍し，3%食塩水に魚体が完全に浸かるようにして一晩浸漬し，低温除湿乾燥機（浜ちゃん，HA-5型，クールドライマシナリー）内で，18℃16時間乾燥後に真空包装を施し，-30℃で凍結した。ソウハチとマサバは，試料間で移り香が生じないよう同時に乾燥しないようにした。

3. 凍結方法，包装形態，および保存期間が，脂質酸化物量およびにおい成分に与える影響の検討

凍結方法はリキッドフリーザー，エアブラストフリーザー（RAF-C C1，サンテツ技研）で凍結したものを試験した。乾燥後の保管期間は0，1，3，6，12ヶ月とした。真空包装の影響については，脂質含量の高いマサバについて，エアブラスト凍結した原料および試作品をレトルト用ガスバリア性包材で真空包装したものとしなもので比較した。

4. 乾燥温度がにおいに与える影響の検討

試料は，冷凍のソウハチ，およびマサバを流水解凍し，3%食塩水に一晩浸漬後，20℃（低温除湿乾燥），30および40℃（熱風乾燥）で15時間乾燥して調製した。官能評価パネルは，パネル選定用基準臭（第一薬品産業）を用い，嗅覚判定士の嗅覚検査法である5-2法に基づき⁸⁾，あらかじめ，においの識別能力を確認した職員8～22名（延べ人数）で，一夜干しを業務用ガスグリル（ペット，リンナイ）で焙焼したものを皮と筋肉に分けて焼き冷ましにして実食した際のにおいを評価した。ソウハチについては，臭気の有無を確認し，臭気があるとしたパネルにはさらに臭気が不快であるかを回答してもらった。回答したパネル総数に対する不快臭があると回答したパネルの割合を不快度（%）とした。マサバについては臭気が好ましい順番を回答してもらい評価した。

5. 魚臭低減方法（抗酸化前処理）の検討

チーズ製造工程の副産物であるホエイ（町村農場），小豆あん製造時の煮汁（福居製館所，以下，小豆煮汁），豆乳から木綿豆腐を製造する際に生じる上澄液（オシキリ食品，以下，「ゆ」）を用いて，抗酸化力の確認を行った。これらを水道水で2倍，4倍希釈して3%食塩を添加したものをを用い，一夜干しを調製した。その他，食塩水に0.2%ビタミンE製剤（サンアクティブVE-720，太陽化学）を添加したもの，ソウハチについては体表面の粘性物質の除去処理として，3%食塩水に焼きミョウバン1%を溶かしたものに原料魚を浸漬後，ブラシでこすって粘性物質を除去した。処理後水洗を施し，対照区（3%食塩水処理区）と同様に処理した。官能評価は，生およびオーブンレンジ（NE-B5901，パナソニック）を用いて筋肉，皮の順に250℃で各3分間焼成したものを評価した。背肉を3g切り取り，におい分析用サンプルバッグ（2KF，島津製作所）に入れ，高純度窒素ガス（純度99.99%）を2L封入し，10分間常温で静置後，サンプルバッグのヘッドスペースの臭気を官能評価した。パネルは，4の記載と同様ににおいの識別能力を確認した職員で処理の

異なるマサバ、およびソウハチを同一個体の焼成前後で各試験1組につき4~5人で評価し、延べ各15回行った(ソウハチの「ゆ」処理区のみ延べ10回)。

6. 技術実証試験および消費者評価

小豆煮汁および「ゆ」を5℃に冷却した水道水で4倍希釈後、終濃度が3%となるよう粉碎塩を添加して溶解した。調製した前処理液を道内の一夜干し製造企業に持ち込み、同社が製品の一夜干し原料として用いている冷凍マサバおよびソウハチを冷水解凍し、魚が完全に前処理液に浸かるようにして5℃で18時間漬け込みを行った。マサバはフィレで漬け込みを行った。対照区は前処理素材の代わりに3%食塩水に浸漬したものとした。処理後に前処理液を液切りし、18℃で8時間低温除湿乾燥を行い、乾燥が終了した一夜干しは真空包装して-20℃で凍結した。

消費者評価の被検試料は、上記の方法で調製したマサバ、ソウハチ一夜干しを流水解凍後、マサバは頭部側を試食用試料、尾部側を予備試料として-20℃で保存した。ソウハチは頭部とヒレを切除後、頭部側から3cmまでの部分をGC分析用に-20℃で保存し、残りを肛門から背骨に直角になるよう切断した。試食用試料は、業務用ガスグリル(ペット、リンナイ)を用い、マサバは筋肉側を2.5分、皮側を0.5分、ソウハチは有眼側を4.5分、無眼側を1.5分の順に焙焼した。焙焼した試料は、速やかに焼き冷ましにした後、フリージングバックに入れ、5℃で冷蔵した。焼き冷ましした一夜干しは、翌日に湯煎で加温し、官能試験直前にパネルに配付した。パネルは、札幌消費者協会に委託して参集した一般消費者36名(40代4名、50代8名、60代14名、70代10名)とした。官能評価にあたっては、魚皮と筋肉の間に脂質が多く存在することから、魚皮もあわせて食べてもらい実施した。

7. 成分分析

脂質酸化物量は、チオバルビツール酸(TBA)法で行った⁹⁾。すなわち、一夜干し試料2gに蒸留水8mLを加え、ポリトロロン(10,000rpm, 1分間)でホモジナイズし、蒸留水で20mLにメスアップした。メスアップしたホモジネート1mLにTBA溶液を2mL加え、100℃で15分間加熱し、冷却後に遠心分離を行って上清の吸光値(532nm)を測定して、チオバルビツール酸反応生成物(TBARS)量を脂質酸化物量として算出した。

GCおよびGC-MS分析は、ミンチにした試料3gに0.3%(w/w)シクロヘキサノール水溶液100μLを内部標準として添加し、40℃で20分予備加熱後、SPME(スカイプルー(85μm Carboxen / PDMS, SUPELCO))をバイアルピンに突き刺し、ヘッドスペースに30分暴露した

(目盛りは1.0)。分析条件はカラム:DB-Wax(0.25mmi.d×30m, 膜厚0.25μm, J&W Scientific), カラム昇温条件は、35℃5分間保持, 35℃から100℃まで毎分2℃昇温, 100℃から240℃まで毎分10℃昇温, キャリヤーガス:ヘリウム, 線速度36.1mL/秒で流し, 注入口および検出器温度は250℃とし, 検出器はFIDを用い, スプリットレスモードで行った。

スニッファー分析は、GC-MSのにおいかぎユニットにGC配管を分岐させ、におい嗅ぎをするもの1名、記録者1名の計2名で実施した。記録者は、においを感じた保持時間とおいの内容を記録し、分析後GC-MSの同定データと突合した。分析用昇温プログラムは、通常のGC-MS分析と同様とした。

8. 実験計画の設定および統計処理

要因間に交互作用が想定される実験では、統計処理ソフトJMP(SAS-Japan Ver.13.1)を用いて、交互作用の確認が可能となるよう実験計画法に基づき試験区を設定した。統計処理(有意差検定)は、同ソフトにより、分散分析, t検定, Tukey-Kramer検定, あるいはDunnett検定により有意水準を原則5%に設定して行った。一夜干しの乾燥条件に関する官能評価結果は、Steel-Dwass検定により、有意水準を5%に設定して行った。

実験結果および考察

1. 市販一夜干しのにおい成分の分析

市販のマサバおよびソウハチ一夜干しの焼成前後のにおい成分をGC-MSシステムで分析した結果を表1に示した。表中に○印で示した検出された成分のうち、ソウハチとマサバに共通して検出された成分は、鮮度低下に伴って微生物の作用で生成するトリメチルアミン、3-メチルブタナールを除き、脂質酸化に由来する成分であった。よって、マサバ、ソウハチの一夜干しのにおいに関して、脂質酸化が寄与することが示唆された。

2. 凍結方法、包装形態、および保存期間が脂質酸化物量およびにおい成分に与える影響

道内一夜干し製造企業に聞き取り調査を行った結果、標準的な製造工程は、冷凍魚を解凍、洗浄、整形し、塩水浸漬、低温除湿、または温風乾燥して、包装、冷凍保管、出荷の順であった。乾燥工程は低温除湿乾燥が主体であった。以後の試験では、各工程におけるにおい成分の変動について検討することとした。

GC-MS分析でマサバおよびソウハチの一夜干し原料および試作品から97種の成分を検出し、そのうち魚臭成分として既知の成分は、トリメチルアミン、プロパナール、

表1 においの強い市販品の焼成前後のにおい成分

検出された香気成分	においの分類	マサバ		ソウハチ	
		生	焼成	生	焼成
n-ヘキサナール	魚臭（脂肪酸化臭）	○	○	○	○
(5Z)-オクタ-1,5-ジエン-3-オール	魚臭（脂肪酸化臭）		○	○	○
トリメチルアミン	鮮度低下臭	○	○	○	○
(4Z)-4-ヘプテナール	鮮度低下臭	○	○	○	
1-オクテン-3-オール	魚臭（脂肪酸化臭）	○	○		○
3-メチル-ブタナール	鮮度低下臭, 焼成香	○	○	○	
(2Z)-2-ペンテン-1-オール	魚臭（脂肪酸化臭）	○			○
n-オクタナール			○	○	
3-メチル-酪酸					○
n-ペンタナール					○
2,6-ジメチルピラジン					○
2-メチル-プロパナール	焼成香				○
2-メチルブタナール	焼成香				○
ジメチルスルフィド					○
2,3,5-トリメチルピラジン					○
3,5-オクタジエン-2-オン					○
3-オクテン-2-オール					○
イソ酪酸			○		
ベンズアルデヒド			○		
2-エチル-酪酸			○		
シクロペンタノール				○	
3-メチル-1-ブタノール		○			
二硫化炭素					○
3,6-ノナジエン-1-オール	新鮮魚臭（酸化臭）				○
3-ペンタノン			○		
2,3-ペンタンジオン			○		
2-ノナノン			○		
n-ノナナール		○			

○はにおい嗅ぎGC-MSシステムでにおいが感じられた成分を示す。

ブタナール, 3-メチルブタナールジメチルスルフィド, エタノール, ペンタナール, ヘキサナール, 1-ペンテン-3-オール, ヘプテナール, 3-ヘキセン-1-オール, 1-オクテン-3-オール, (5Z)-オクタ-1, 5-ジエン-3-オールの14種類であった(表2)。

マサバの原料と一夜干し(製品)のにおい成分の比較では, 3-メチルブタナール, エタノール, プロパナールが0.1%, トリメチルアミン, ヘキサナールが1%, ブタナール, ジメチルスルフィドが5%水準で有意差が認められた(分散分析による)。これらの成分は, ジメチルスルフィドを除き, 一夜干しで多かった。ソウハチでは, ブタナールが0.1%, プロパナール, 3-ヘキセン-1-オールが1%, 1-ペンテン-3-オール, 3-メチルブタナール, 4-ヘプテナールが5%水準で有意差が認められた(分散分析)。これらの成分は一夜干しに多かった。

測定部位(筋肉, 皮)による比較では, マサバはにおい成分に有意差がなく, ソウハチは3-メチルブタナールが5%水準で有意差が認められ(分散分析), 皮に多かった。凍結方法によるにおい成分の差は, 認められなかった。

保存期間による比較では, マサバで1-ペンテン-3-オール, 3-メチルブタナール, プロパナールが0.1%, トリメチルアミンが1%, 二硫化炭素が5%水準で有意差が認められた(分散分析)。ソウハチでは1-ペンテン-3-オールが0.1%, 1-オクテン-3-オールおよびエタノールが1%, ブタナール, 二硫化炭素およびヘキサナールが5%水準で有意差が認められた(分散分析)。

包装形態による比較では, マサバで1-ペンテン-3-オールが, 5%水準で有意差が認められた(分散分析)。ソウハチにはにおい成分の有意差が認められず, この差はマサバとソウハチの脂質含量の違いによるものと推定された。これら有意差が認められる成分の多くは, 脂質酸化に由来する成分であった。

マサバのTBARSは, 原料を一夜干しに加工すると高くなる傾向があり, 製造工程で脂質酸化が進行することが示唆された(表3)。皮の有無では, 皮のある方のTBARSが高い値を示した。筋肉と皮の間は, 魚類の脂肪が多く含まれる部位のひとつであり, 脂質含量がTBARSの値に反映されたと考えられる。凍結方法では, リキッド凍結

表2 におい成分に及ぼす干物製造工程の影響

成分名	マサバ		ソウハチ		
	原料・製品	測定部位	凍結方法	保存期間(月)	包装形態
(5Z)-Octa-1,5-dien-3-ol	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
1-Octen-3-ol	-	-	-	-	-
1-Penten-3-ol	n.s.	n.s.	n.s.	***	*
3-Hexen-1-ol	-	-	-	-	-
3-Methyl-butanal	***	n.s.	n.s.	***	n.s.
4-Heptenal	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Butanal	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Carbon disulfide	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
Dimethyl sulfide	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Ethanol	***	n.s.	n.s.	***	n.s.
n-Hexanal	**	n.s.	n.s.	***	n.s.
Pentanal	-	-	-	-	-
Propanal	***	n.s.	n.s.	***	n.s.
Trimethylamine	**	n.s.	n.s.	**	n.s.

成分名	マサバ		ソウハチ		
	原料・製品	測定部位	凍結方法	保存期間(月)	包装形態
(5Z)-Octa-1,5-dien-3-ol	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
1-Octen-3-ol	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.
1-Penten-3-ol	*	n.s.	n.s.	***	n.s.
3-Hexen-1-ol	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
3-Methyl-butanal	*	*	n.s.	n.s.	n.s.
4-Heptenal	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Butanal	***	n.s.	n.s.	*	n.s.
Carbon disulfide	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
Dimethyl sulfide	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Ethanol	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.
n-Hexanal	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
Pentanal	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Propanal	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Trimethylamine	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

*, **および***は、それぞれ5%、1%および0.1%で有意であり、n.s.は5%水準で有意でないことを示す。

表3 脂質酸化物 (TBARS) に及ぼす要因の解析

要因	水準	マサバ			ソウハチ		
		TBARS	標準偏差		TBARS	標準偏差	
サンプル	原料	0.553	± 0.520	b	0.052	± 0.018	b
	一夜干し	0.807	± 0.477	a	0.092	± 0.047	a
皮の有無	あり	0.686	± 0.516	a			
	なし	0.174	± 0.083	b	0.077	± 0.043	
包装形態	含気	0.974	± 0.600	a	0.064	± 0.007	a
	真空	0.529	± 0.402	b	0.077	± 0.044	a
凍結方法	エアブラスト	0.795	± 0.559	a	0.081	± 0.038	a
	リキッド	0.445	± 0.340	b	0.081	± 0.051	a
	未凍結	0.477	± 0.345	b	0.047	± 0.015	b
保存期間 (月)	0	0.494	± 0.311	bc	0.060	± 0.021	bc
	1	0.404	± 0.257	c	0.086	± 0.026	ab
	3	0.759	± 0.376	ab	0.048	± 0.029	c
	6	0.846	± 0.555	a	0.078	± 0.035	b
	12	0.636	± 0.658	abc	0.110	± 0.064	a
分散分析							
要因		p 値(Prob>F)			p 値(Prob>F)		
サンプル		***			***		
皮の有無		n.s.			.		
凍結方法		**			n.s.		
包装形態		***			n.s.		
保存期間 (月)		***			***		

アルファベットに重なるの無い水準間には5%水準で有意差がある。

が未凍結とTBARSに差がないのに対し、エアブラスト凍結は、未凍結およびリキッド凍結に比べてTBARSは高い値を示した。リキッド凍結は真空包装が前提となるので、真空包装による影響もあると考えられた。保存期間では保存6ヶ月区が保存0および1ヶ月区より有意に高い値となった。保存期間が経過すると、脂質酸化が進行することが示唆された。TBARSは脂質の酸化による中間産物であるマロンジアルデヒドとチオバルビツール酸(TBA)の反応物であるが、酸化が進むとTBAと分解産物の反応性が低下する¹⁰⁾。有意差はないが、6ヶ月目より12ヶ月目のTBARSが低い値となっているのはこの現象を反映している可能性がある。包装形態は真空包装よりも含気包装で有意に高い値を示した。

ソウハチのTBARSは、原料を一夜干しに加工すると増加し、マサバと同様の傾向がみられたことから、原料魚種によらず一夜干しの製造工程で脂質酸化が進行することが示唆された(表3, 有意水準5%, Tukey-HSD検定)。保存期間については、保存12ヶ月区が保存0, 3, 6ヶ月区より有意に高い値となったが、各区の平均値の差は小さく、事実上影響はないと考えられた。凍結方法では、未凍結区と比べ凍結区は有意差が認められたものの、凍結方法、および包装形態による差は認められなかった。凍結方法と包装形態でマサバとソウハチにより有意差の有無が分かれ

たのは、原料の脂質含量の差による可能性が考えられた。

以上から、脂質酸化が、一夜干しの製造工程で進んでいることが示唆された。

乾燥温度がにおいに与える影響について検討した。ソウハチに関しては、不快感は筋肉より皮、焙焼後より乾燥後で高い傾向を示した(表4)。乾燥温度による不快感については筋肉の乾燥後では温度による差が認められず、焙煎後は30℃乾燥のものが他区より有意水準5%で低かった。皮は乾燥後、焙焼後ともに乾燥温度による差は認められなかった。マサバに関しては、40℃乾燥区が乾燥後、焙焼前ともに他区より好ましいとの評価であった(図1)。

以上より、ソウハチでは、乾燥温度はにおいの不快感に対し影響がなく、マサバについては乾燥温度を40℃とすることで、香りが好ましくなった。

一夜干しの魚臭は、魚原料に含まれる脂質が酸化して生じるものと鮮度低下によって生じる含硫成分、酸化により生じるアルコールおよびアルデヒド類が知られている⁵⁾。これらは一夜干しの製造中に増加することが明らかになった。ヒトの嗅覚は、個人の学習や経験に加えて遺伝的な要因によっても左右され、それが飲食物の嗜好性に影響を及ぼすことが知られており¹¹⁾、不快なにおい成分に対する感度も個人差が大きいと考えられる。よって、市販品調査および工程毎のにおい成分の分析結果から、

表4 乾燥温度と焙焼の有無がソウハチ一夜干しの筋肉(a)および皮(b)においに与える影響

乾燥温度	乾燥後 焙焼後		乾燥温度	乾燥後 焙焼後	
	不快感(%)			不快感(%)	
20℃	22.2 ^a	2.4 ^a	20℃	46.7 ^a	11.9 ^c
30℃	8.9 ^a	0.0 ^b	30℃	26.7 ^{ab}	2.2 ^c
40℃	14.3 ^a	2.6 ^a	40℃	26.2 ^{ab}	15.4 ^{bc}

(a)

(b)

アルファベットに重なるの無い水準間にはSteel-Dwass検定により5%水準で有意差があることを示す。

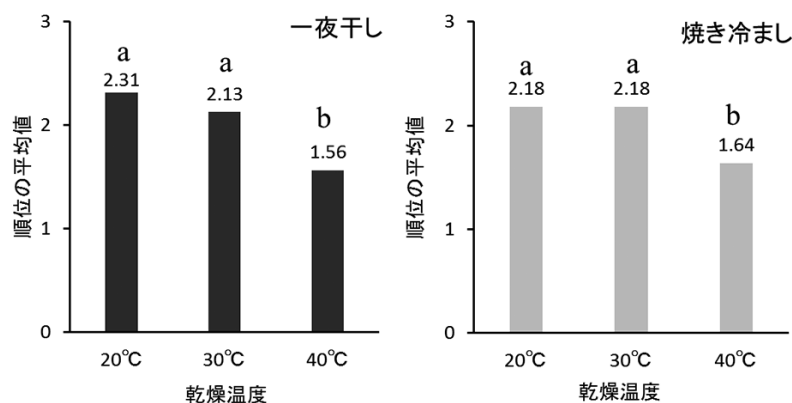


図1 乾燥温度がマサバー一夜干し臭気的好ましさの順位に与える影響

アルファベットに重なるの無い水準間にはSteel-Dwass検定により5%水準で有意差があることを示す。

消費者が感じる不快臭を低減するには、原料および製造中の品質管理を徹底し、魚臭成分、特に酸化臭全般の低減が必要であると示唆された。

3. におい低減方法の検討（抗酸化処理素材の検討）

これまでの試験結果より、一夜干しのにおい発生の主要因は、脂質酸化であり、製品の真空包装が有効であることが示唆された。しかし、真空包装は製品の脂質酸化の進行を抑制することはできるが、製品自体の酸化度合いを抑えることはできない。標準的な製造工程を考慮すると、乾燥前の塩水処理の段階で抗酸化処理を行うことが有望であると考えられた。既存の成果において、ホエイには抗酸化作用があり、一夜干しのにおい抑制に有効であるとの知見が得られている³⁾。しかし、現在、道内企業で利用されている液体のホエイは、排出する中小規模のチーズ製造企業数が限られるため、においを抑えた一夜干しの製造技術をさらに広く普及するには、ホエイ以外の

新たな抗酸化素材の検索が必要である。

そこで、新たな抗酸化素材の検索を行った。小豆煮汁および「ゆ」は、製館企業、および豆腐製造企業より排出される副産物であり、フラボノイドなどの抗酸化成分を含むことが知られている^{12, 13)}。これらはホエイよりも発生頻度が高く、入手も容易である。そこで、これらを新たな抗酸化素材の候補としてホエイを対照に試験を進めた。

「ゆ」、ホエイおよび小豆煮汁を様々な濃度で希釈して抗酸化処理を行ったマサバ、ソウハチの一夜干しの官能評価を行った（表5）。官能評価の結果は、魚種による有意差はなく、「ゆ」（原液、2倍および4倍希釈）、ホエイおよび小豆煮汁（原液、および4倍希釈）およびビタミンEが有効であった（「ゆ」原液は有意水準5%、他は有意水準0.1%）。「ゆ」を使用したマサバ一夜干しでは、塩水の場合に比べ、脂質酸化等に由来する魚臭成分が減少した（図2）。

表5 抗酸化素材処理が一夜干しの官能評価に与える影響

抗酸化素材	希釈率または濃度	Abs(Dif)-LSD ※	p 値	有意差
基準(塩水のみ)		-2.1E-01	1.0E+00	n.s.
小豆煮汁	原液	1.9E-01	3.9E-05	***
	2倍希釈	-8.9E-04	5.1E-02	n.s.
	4倍希釈	2.1E-01	1.7E-05	***
ゆ	原液	1.4E-04	5.0E-02	*
	2倍希釈	1.6E-01	2.9E-05	***
	4倍希釈	1.6E-01	2.9E-05	***
ホエイ	原液	1.2E-01	8.9E-04	***
	2倍希釈	-8.9E-04	5.1E-02	n.s.
	4倍希釈	1.4E-01	3.7E-04	***
ビタミンE	0.2%	1.2E-01	8.9E-04	***
ミョウバン	3.0%	-1.8E-01	7.4E-01	n.s.

Dunnett検定により、*は5%水準、***は0.1%水準で基準に対し有意差があることを示す。2群の平均値の差の絶対値-LSD（最小有意差）。魚種間に有意差が認められないことから、LSDは試料全体に対する値を用いた。

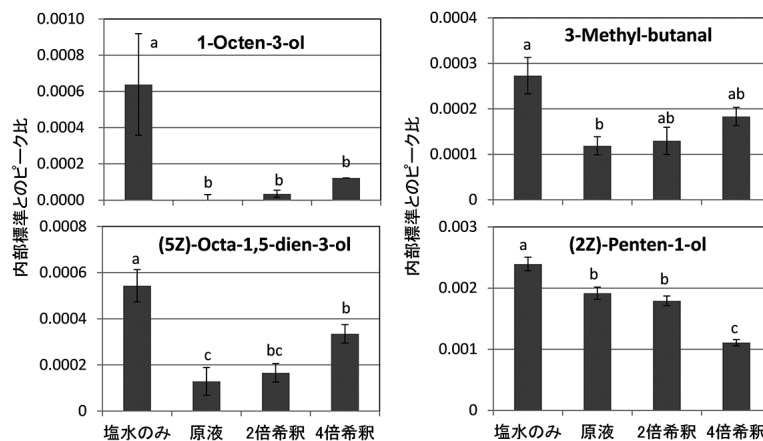


図2 大豆ホエイによる抗酸化前処理がマサバ一夜干しの魚臭成分に与える影響

Tukey-KramerのHSD検定により、アルファベットに重なるの無い水準間には有意水準1%で有意差があることを示す。

4. 技術実証試験および消費者試験

小豆煮汁および「ゆ」を用いたマサバおよびソウハチの一夜干し試作実証試験を水産加工企業の設備を用いて行ない、技術導入の際の課題の有無を確認した。試作品の乾燥工程は、協力企業の通常製品と同じ設備で同時並行して行ったが、通常品と試作品間のおい移りなどは認められず、新たな設備投資や工程の変更を要せずに試験が終了し、技術導入はスムーズに行うことができると考えられた。

上記の技術実証試験の試作品を用いて、一般消費者36名をパネルとして官能評価を実施した。その結果、ヘッドスペースのおい（実食前）による官能評価は、実食時の評価を下回った。ヒトが感じるにおいは、鼻孔から直接嗅ぐヘッドスペースのおい（上立ち香）の他に、咀嚼中および咀嚼後に飲み込んだ際に食道を逆流して感じる咀嚼香の影響を受けることが知られており、その現象を反映していると考えられた¹⁴⁾。

実食時のにおいで約60%が「ゆ」、小豆煮汁処理により、基準品に比べてにおいが低減したと回答し、においの低減効果が確認できた（表6）。

本技術により、魚離れの主要原因のひとつであるにおいを低減することができた。本技術と並行して、魚離れのもう一つの原因となっている喫食の手間を低減することが可能な、レトルト処理技術を組み合わせることにより、現在のライフスタイルに適応した製品開発が可能となると考えられる。

要 約

一夜干しのにおいを低減するため、試作試験を行い、

工程毎におい成分の解析を行った。一夜干しの魚臭成分は、多くが脂質酸化に由来し、製造工程中および製品保存中に酸化が進行していた。そこで、一夜干しの製造工程および保存中の酸化を抑制するため、製造初期の塩漬工程において抗酸化性を有する食品副産物である「ゆ」、および小豆煮汁を用いて抗酸化処理を行った結果、におい成分が低減するとともに、官能評価においてもにおいが低減することを確認した。さらに一夜干し製造企業で試作実証試験を行い、実生産での有用性を確認し、試作品を消費者パネルによる官能評価に供したところ、パネルの約60%の消費者が抗酸化処理によりにおいが低減したと評価した。

本研究を行うにあたり、「ゆ」を提供いただいたオシキリ食品株式会社、小豆煮汁を提供いただいた株式会社福居製館所、試作実証試験にご協力いただいたエース食品株式会社、えりも食品株式会社、ならびに有限会社マルワ北匠をはじめ、多くの御協力を賜った関係各位に深謝いたします。

文 献

- 1) 厚生労働省、平成22年 国民健康・栄養調査報告。
- 2) 大日本水産会（2008）、平成19年度水産物消費嗜好動向調査。
- 3) 佐々木茂文、東 孝憲（2015）、簡易調理で喫食できる水産加工技術の開発。平成27年度 食品加工研究センター事業報告、8-9。
- 4) 田中 彰、佐々木茂文（2015）、ホエイを活用した魚臭低減水産製品の開発。FOOMA JAPAN 2015

表6 消費者試験における抗酸化前処理を施した一夜干しの官能評価結果

抗酸化素材	魚種	水準※	ヘッドスペースの有意区分		実食時の有意区分	
			度数	割合	度数	割合
小豆煮汁	マサバ	基準よりにおいが強い	12	33%	7	20%
		基準よりにおいが弱い	16	44%	22	63%
		差が無い	8	22%	6	17%
	ソウハチ	基準よりにおいが強い	8	22%	5	14%
		基準よりにおいが弱い	23	64%	21	58%
		差が無い	5	14%	10	28%
ゆ	マサバ	基準よりにおいが強い	9	25%	7	20%
		基準よりにおいが弱い	18	50%	21	60%
		差が無い	9	25%	7	20%
	ソウハチ	基準よりにおいが強い	10	28%	5	14%
		基準よりにおいが弱い	20	56%	23	64%
		差が無い	6	17%	8	22%

無処理を対照とし、Dunnett検定により最小有意差（LSD）を求め、 \pm LSDの範囲は差が無いとし、これより値が大きい区分を基準よりにおいが強い、小さい区分を基準より弱いとした。魚種間に有意差が認められないことから、LSDは試料全体に対する値を用いた。

- アカデミックプラザ研究発表要旨集, **22**, 215-218.
- 5) 榎原永公, 林 和夫 (1983). 魚臭の分析, 油化学, **38**(10), 848-855.
- 6) 滝口明秀, 川崎憲一編 (2014), 干物の機能と科学脂質, 朝倉書店, pp.49-56.
- 7) 笠原賀代子, 大澤智恵子 (2000), マアジー夜干しの焼臭成分, 日水誌, **66**(1), 110-117.
- 8) 環境省, 簡易嗅覚測定法マニュアルの参考資料, 5-8.
- 9) R.E.McDonald and H.O. Hultin (1987). Some Characteristics of the Enzymatic Lipid Peroxidation System in the Microsomal Fraction of Flounder Skeletal Muscle. *J. Food Sci.* **52**, 15-21.
- 10) S.sasaki et.al. Antioxidant Activity of Water-Soluble Fractions of Salmon Spermary Tissue. *J. Agr. Food Chem.* **44**(7), 1682-1686.
- 11) 平澤佑啓, 東原和成 (2017). 嗅覚と化学: 匂いという感性. 化学と教育, **65**(10), 524-525.
- 12) 堀ら (2009). アズキ熱水抽出物 (アズキ煮汁) の成分とその抗酸化能. 日本栄養・食糧学会誌, **62**(1), 3-11.
- 13) 岡崎由佳子, 片山徹之 (2004). 大豆ホエーおよびその分画物の抗酸化作用. 日本家政学会誌, **55**(12), 957-965.
- 14) 小竹佐知子 (2008). 食品咀嚼中の香気フレーバリーリリース研究の基礎とその測定実例の紹介. 日本調理学会誌, **41**(2), 84-92.

