

ホタテガイ外套膜を原料とした乾燥食品および調味料の開発

吉川修司, 武田浩郁¹, 古田智絵

Development of Dried Chips and Seasoning Made from Scallop Mantle

(*Mizuhopecten yessoensis*)

Shuji Yoshikawa, Hirofumi Takeda¹ and Tomoe Furuta

Dried crispy chips were developed from boiled scallop mantle (BSM). To enhance the flavor of the BSM, liquid seasoning was prepared by enzymatically hydrolyzing BSM. A suitable balance of flavor in the liquid seasoning was obtained with 20 Brix and a salt concentration of 10 %. Crispy BSM chips were obtained through the pulverized BSM with the liquid seasoning (without a binder such as flour or egg) via a heat press. Through the effect of salt-soluble protein in BSM, roughly pulverized BSM, mixed with the liquid seasoning, showed a binding property and fragments of the pulverized BSM stuck to each other. The ideal amount of liquid seasoning added to the BSM was 10 %. The addition of xylose gives BSM chips a pleasant roasting aroma and baked color.

KEY-WORDS : scallop mantle, seafood snack, salt soluble protein, enzymatically hydrolysate

キーワード : ホタテガイ外套膜, シーフードスナック, 調味料

ボイルホタテガイ外套膜 (BSM) は, 貝柱製品の製造工程で年間約3万トン排出されているが^{1,2)}, 生殖腺とは異なり, 季節による重量変動がないことから, 食品原料として有効な活用が期待されている。従来より, 外套膜は素干しや調味加工品 (珍味) 原料として一部が利用されているが, BSMは乾燥や加熱により組織が硬化し, 噛み切りにくいゴム様の食感となるため, 利用されていなかった。外套膜は貝柱に比べて, エキス成分が少なく, さらにボイル工程でエキス成分が流出することから, BSMを食品原料とするには風味の強化が必要である。

ここでは, これまで利用されていなかったBSMを素材としてホタテガイの風味と食感に優れた乾燥スナックを開発したので報告する。

実験方法

1. ホタテガイ外套膜チップスの調製

BSMの風味強化に用いる調味料の調製方法を図1(a)に示した。BSMに, 55℃に加温した原料の1.5倍重量の水と, 原料の0.2%重量のプロテアーゼ (アマノエンザイム) を添加して良く混合し, 55℃で5時間酵素処理を行った後, 直ちに92℃15分加熱し, 酵素反応を停止した。反応液を120メッシュの振動ふるいでろ過し, ろ過したホタテガイエキスを50℃に加温して, 減圧濃縮後に食塩を加えた。調味液に糖類等を加える場合は, 添加量を調味液の重量に対し8%重量とした。

チップス状の乾燥スナックは, 細切したBSMに約10

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

事業名: 経常研究

課題名: ホタテガイ外套膜を原料とした乾燥食品および調味料の開発

倍量の水を加えて水晒し後、ロボクーブ (R-8, FMI) で粗粉碎して調味液を添加し、電化焼き器(タイヨー製作所)を用いて170°Cで2分間圧焼して製造した(図1 (b))。

2. BSMの一般成分およびタンパク質の塩溶解度の測定

原料及び試作した乾燥食品について、一般成分と物性を測定した。一般成分(水分, 灰分, 食塩, 炭水化物)は常法により分析し, 食塩はモール法により求めた。外套膜の溶解度は試料をミンチにし, 10倍量の塩化ナトリ

ウム溶液を添加しホモジナイズした粉碎液を遠心分離後, 粉碎液のタンパク質濃度に対する上清のタンパク質濃度の割合として算出した³⁾。調味液の遊離アミノ酸組成は, エキスを蒸留水で10倍希釈したものを一部分取し, 等量の2% (w/v) スルホサリチル酸水溶液を加えてタンパク質を変性後, 孔径0.45 μmのセルロースアセテートフィルタでろ過し, アミノ酸分析計(L-8900, 日立ハイテクノロジーズ)で分析した。固形分は, エキス回収量の測定で得られた上清を, BRIX濃度計(PAL-1, ア

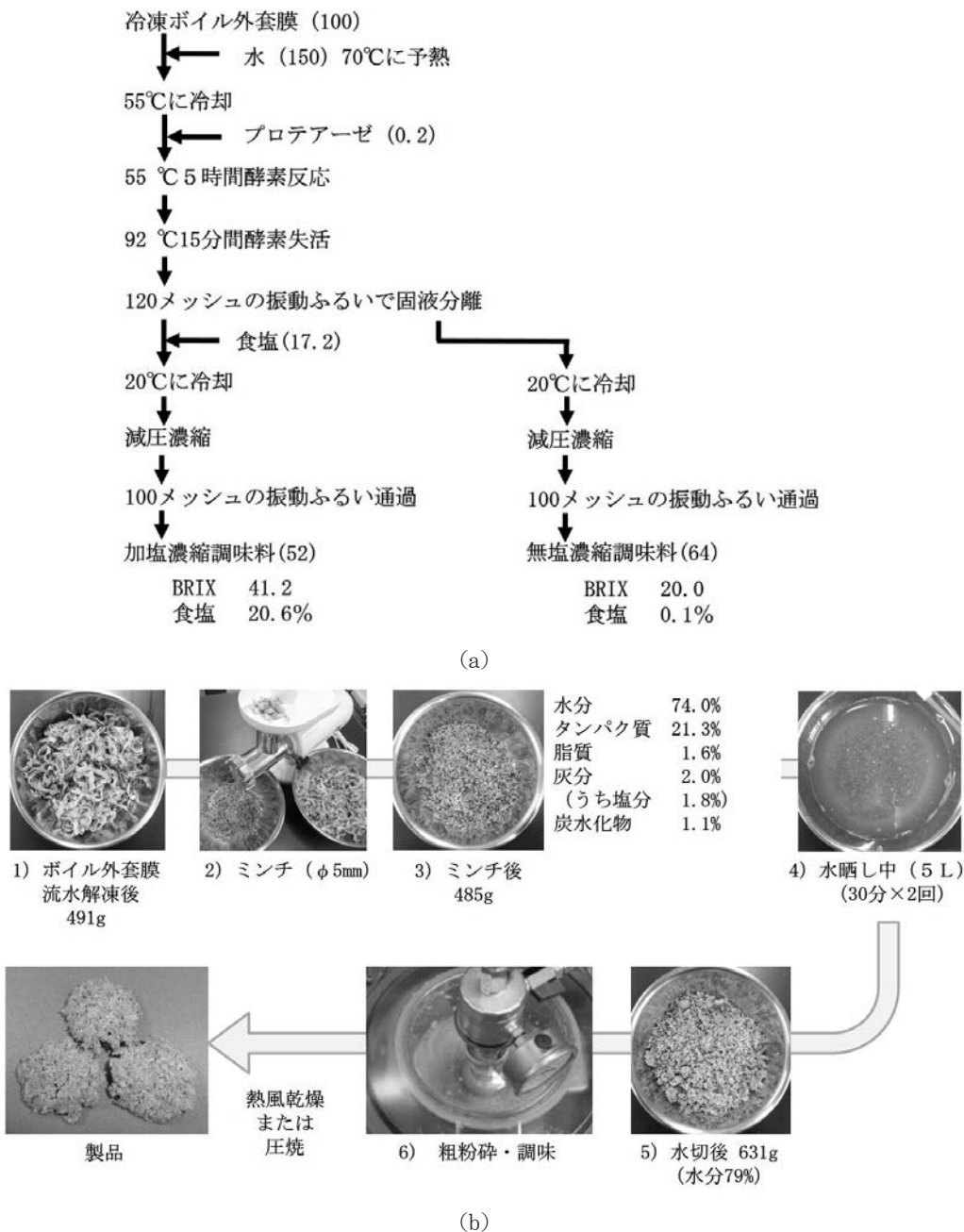


図1 BSMを原料とした濃縮調味液(a)およびチップス(b)の製造スキーム

(a)のカッコ内の単位はkg。

タゴ) を用いて5回測定した平均値を算出した。

3. ホタテ外套膜チップスの物性評価

物性は、レオメーター (RT-2002DD, レオテック) で最大荷重と折れまでの距離 (破断距離) を測定した。設定条件はテーブル速度: 5 cm/分, プランジャー: セン断応力測定用 (楔形), 最大測定荷重: 2000 g, 荷重前折れ後・測定間隔: 0.01秒とした。

4. 統計解析 (有意差検定)

統計解析は、Excel統計 (社会情報サービス) を用い、Tukey-Kramer, またはSteel-Dwassの多重比較を行った。

実験結果および考察

BSMを素材としたチップスの試作にあたり、調味に使用する濃縮調味液を調製した。調味液は保存性を高めるため、固形分40%まで濃縮し、食塩濃度20%とした。チップス状の乾燥スナックは、図1 (a) のスキームに

従い細切したBSMをロボクープで粗粉砕して種々の量の調味液を添加後、圧焼して試作し、物性を測定した。物性は試作した乾燥食品の物性を硬さ (最大荷重) と折れまでの距離 (破断歪み) で評価した。最大荷重に及ぼす調味液添加量の影響を検討した結果、最大荷重は添加量0.1%で最大となり、添加量が増加するほど低下した。最大荷重を示した添加量0.1%区に比べ添加量10%区は破断強度が有意に低くなった (図2)。一方、しなやかさ (折れまでの距離) は、調味液添加量の影響を受けなかった。

比較対照として市販のポテトチップスの物性を同様に測定したところ、試作乾燥食品よりも最大荷重、破断距離がともに小さく、乾燥食品試作品に比べ小さな力で割れるサク味のある食感であることがわかった。今回のエキス添加量では添加量10%が最もポテトチップス様のクリスプ感のある食感となり、以後の試作では添加量を10%とした。

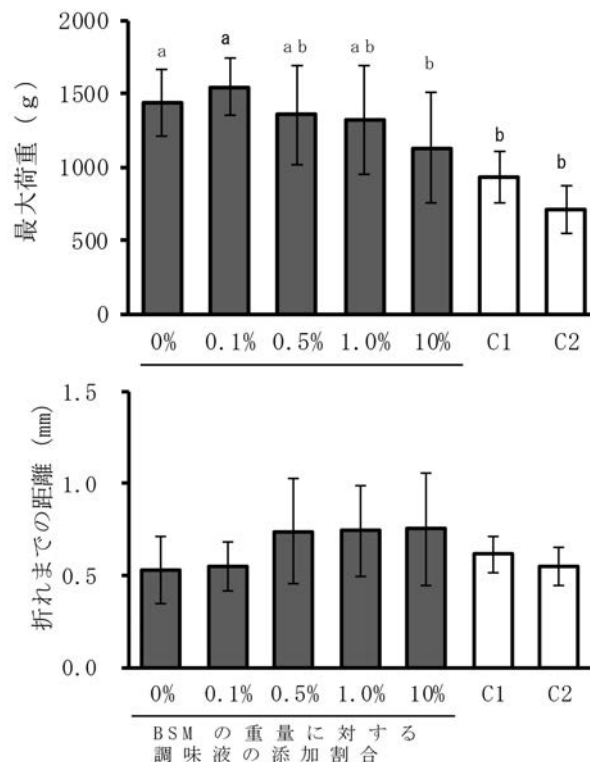


図2 BSMの重量に対する調味液の添加割合がチップスの物性に与える影響 (n=15-31)

同一の文字を含まない試験区間はTukey-Kramer検定により、調味料0.1%添加区に対し、有意水準5%で差があることを示す。C1, C2は2社の市販のポテトチップス。エラーバーは標準偏差。

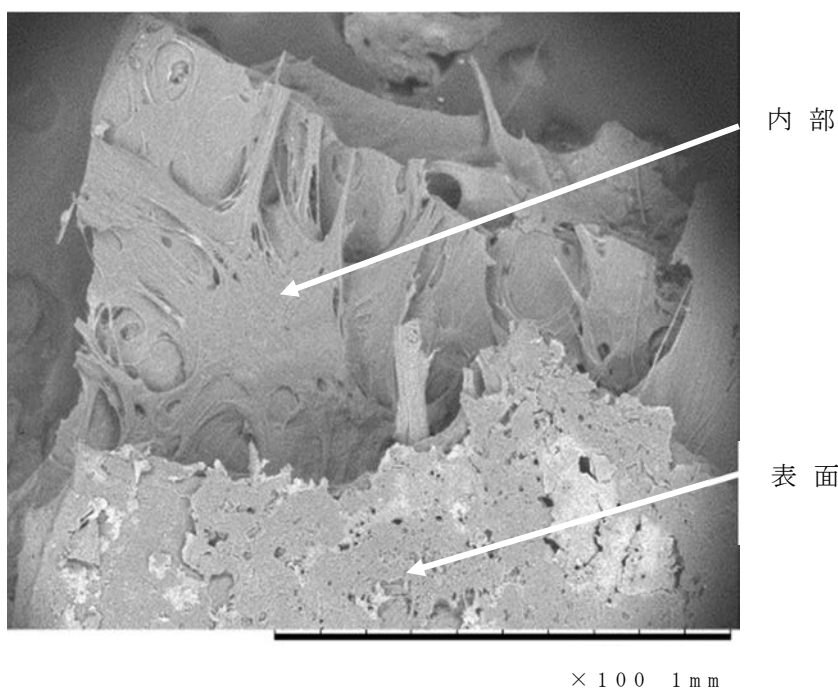


図3 BSMを原料としたチップスの表層構造

試作品の断面を電子顕微鏡で観察したところ、表面に形成された皮膜状の構造があり、内部に外套膜由来の繊維が確認された（図3）。予備試験により、BSMに加塩すると、食塩濃度が増加するにつれ、タンパク質溶解度が増加すること、調味料の添加により破断強度が増加すること、さらに調味液を加えた後のカッティング時間に依存して破断強度が増加することを確認している（データ非掲載）。よって、BSMには塩溶性タンパク質が残存しており、食塩添加後に粉碎することで溶出されて結着性を生じ、試作品表面には溶出したタンパク質がプレート状の組織を形成し、クリスピー感の発現に寄与していることが示唆された。

試作品を官能評価した結果、ホタテガイ特有のうま味は調味液により十分付与されたが、塩味が強すぎるために調整が必要との結論に達した。また、固形分40%に調整した調味液を実スケールで試作した場合、異物除去工程として100メッシュの振動ふるいを通した際に、試作したエキスの粘度が高く、振動ふるいの通過に時間を要することが課題として明らかとなった。

そこで、異物除去工程時の固形分を20%としてふるいの通過性を改善するとともに、無塩調味液に食塩を5～20%添加して調味液の最適な食塩濃度を求めることとした。（焼成前生地最終塩濃度0.5～1.8%）食塩調整試

験に用いた無塩調味液の遊離アミノ酸組成を表に示した。ホタテガイの特徴であるグリシンを含み、ホタテガイ特有の甘味を感じる風味であった。

表 ホタテガイ外套膜より調製した無塩調味液の遊離アミノ酸組成

(mg/100ml)	
アミノ酸	含有量
アスパラギン	133
アスパラギン酸	64
アラニン	147
アルギニン	541
イソロイシン	276
グリシン	173
グルタミン	101
グルタミン酸	102
シスチン	4
スレオニン	187
セリン	137
チロシン	203
トリプトファン	11
バリン	206
ヒスチジン	92
フェニルアラニン	383
プロリン	0
メチオニン	198
リジン	305
ロイシン	562
合計	4120

無塩調味液に食塩を種々の濃度で添加して、濃縮エキスに加える食塩の適性量を検討した。物性については、調味液の食塩濃度は、硬さやしなやかさに影響しなかった(図4)。

試作品を官能評価したところ、調味液への食塩添加10% (生地中の食塩0.9%) の場合に、うま味と食塩のバランスが良好であった。以後の試験では、調味液のBRIXを20, 食塩添加量を10%とすることとした。

最後に調味液にショ糖, 非還元性で矯臭効果が報告されているトレハロース, 着色しにくく, 塩味増強効果も報告されている糖アルコールであるマルチトールおよびソルビトール, メイラード反応により着色を生じやすく, それに伴う香り付与が期待できるキシロース, 水溶性食物繊維を添加し, 物性や風味の改質が可能か検討した⁴⁻⁶⁾。外観はキシロース添加区のみ顕著に焼き色が付与された他は無添加区と変わらなかった(図5)。

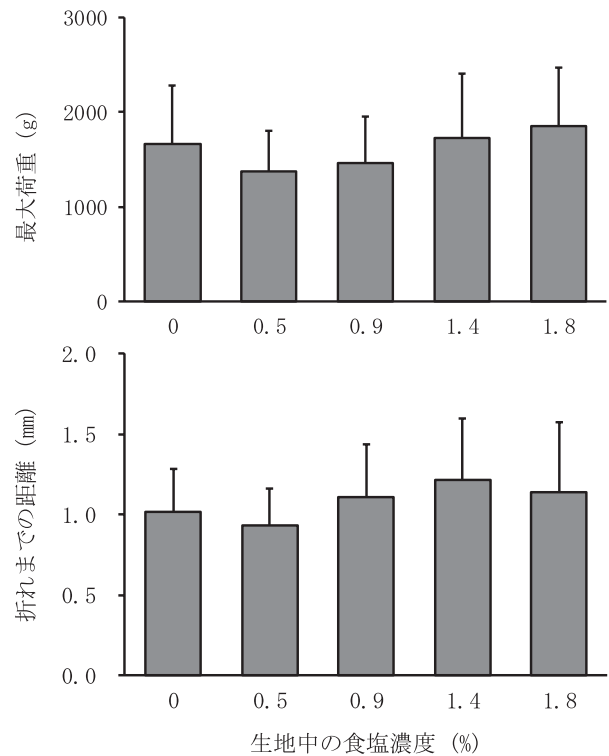


図4 調味液の食塩濃度が170℃ 2分間圧焼したBSMを素材としたチップスの物性に与える影響 (n=12-20)

チップスの生地の調整方法は図1に示したとおり。エラーバーは標準偏差を示す。Tukey-Kramer法による検定の結果, 試料間に有意差は認められなかった。

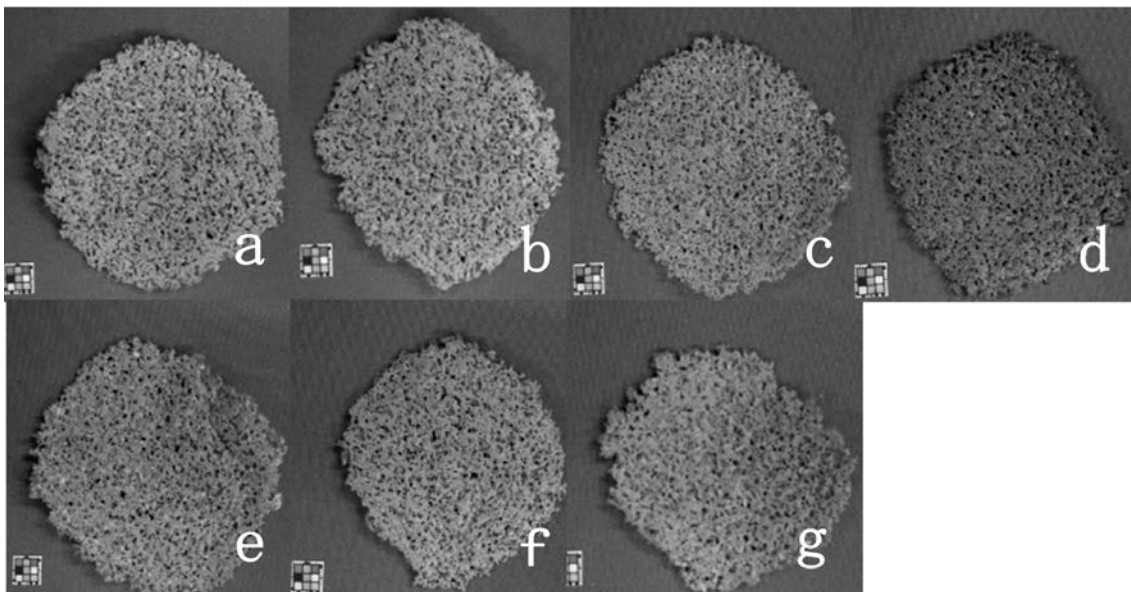


図5 糖類および水溶性食物繊維を添加した調味液で試作した乾燥食品の外観

添加した糖類および食物繊維: a: 対照 (無添加), b: トレハロース, c: マルチトール, d: キシロース, e: スクロース, f: ソルビトール, g: 水溶性食物繊維。ホタテガイ外套膜調味液の添加割合は, ボイルしたホタテガイ外套膜重量の10%重量とした。糖類または食物繊維添加割合は, ボイルしたホタテガイ外套膜重量の8%重量とした。

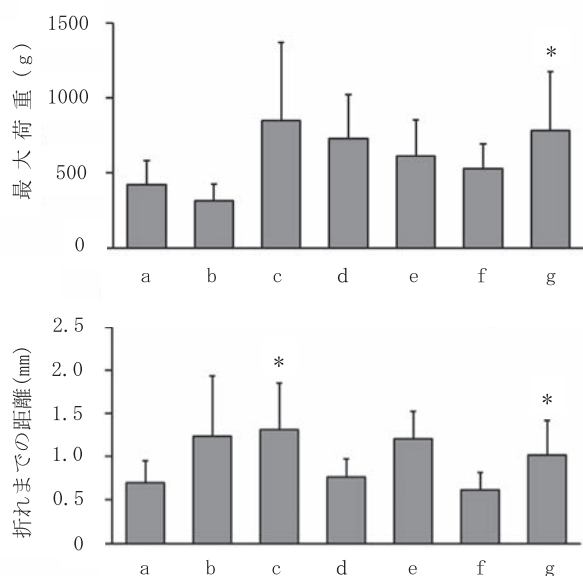


図6 糖類および水溶性食物繊維を添加した調味液が乾燥食品の物性に与える影響 ($n=10-13$)

添加した糖類および食物繊維：a：対照（無添加），b：トレハロース，c：マルチトール，d：キシロース，e：スクロース，f：ソルビトール，g：水溶性食物繊維。ホタテガイ外套膜調味液の添加割合は，ポイルしたホタテガイ外套膜重量の10%重量とした。糖類または食物繊維添加割合は，ポイルしたホタテガイ外套膜重量の8%重量とした。*はSteel-Dwass検定により，(a)に対し，有意水準5%で差があることを示す。エラーバーは標準偏差。

エキスへの糖類添加による乾燥食品の硬さ(最大荷重)への影響はなかったが，水溶性食物繊維添加により，無添加に比べて硬さが有意に増加した。しなやかさ(折れまでの距離)はマルチトールと食物繊維の添加により，無添加に比べて硬さが有意に増加した(図6)。

試作品を官能評価したところ，糖類添加による甘味付与効果は認められなかった。キシロース添加区は，焼き色が顕著に着くことと，それに伴う香ばしい香味が付与された点は好評であった。食感への影響は，物性値に有意差が認められた区も含め，無添加区と官能的にはほぼ変わらず，トレハロース添加によるフレーバーの変化はわずかに無添加区よりも生臭さが弱いと評価される程度のマスキング効果であった。

以上より，調味液はBSMに，55℃に加温した原料の1.5倍重量の水と，原料の0.2%重量のプロテアーゼ（アミノエンザイム）を添加して良く混合し，55℃で5時間酵素処理を行った後，直ちに92℃15分加熱し，酵素反応を停止後，反応液を120メッシュの振動ふるいでろ過し，ろ過したホタテガイエキスに50℃に加温して，食塩10%加えて減圧濃縮後にBrixを20に調整するのが適切であった。チップスは細切したBSMに約10倍量の水を加えて水晒し後に粗粉碎し，キシロースを重量の8%添加した調味液をBSMの10%添加した後，170℃で2分間圧焼すると，クリスピー感と良好な焼き色が得られた。

要 約

ポイルホタテガイ外套膜には，塩溶性タンパク質が残存し，加塩後に粉碎することで結着性を示し，チップス状の食感を有するスナックの原料として利用できることを示した。ポイルホタテガイ外套膜をプロテアーゼで処理後，上清を濃縮した調味液で味付けしたホタテガイ外套膜スナックの物性について破断強度と破断歪みの距離を測定するとともに，市販のポテトチップスとの比較を行った。その結果，ホタテガイ外套膜スナックの物性は，調味液を対BSM重量の10%添加した際に最も食感がポテトチップスに近いものとなった。調味液にキシロースを添加することにより，ポイル外套膜に食塩を加えて圧焼したスナックに焼き色と香ばしさを付与することが可能であった。以上より，BSMを素材とし，クリスピー感のあるスナックを製造する方法を確立した。

文 献

- 1) 北海道水産林務部(2019), 北海道水産現勢概報
- 2) 網走水産試験場(2015), 平成27年度事業報告, 46-47
- 3) 船津保浩ら(1994), 坐りに伴うスケトウダラ肉糊中のタンパク質の塩溶解性と成分組成の変化, 日本水産学会誌, vol.65, 653-660
- 4) (独) 農畜産業振興機構(2007), 砂糖類情報
- 5) 食品と開発編集部(2017), 糖アルコールの塩味増強効果と調味料への応用
- 6) 木村 進ら編(1995) 食品変色の化学, 415pp, 光琳