

## 北海道産原料を主体としたエクストルーダによる 高タンパク膨化食品の開発

河野慎一, 清水英樹, 熊林義晃, 阿部 茂

Development of a Protein-Rich Snack Food from Hokkaido Products Using an Extruder

Shinichi Kono, Hideki Shimizu, Yoshiteru Kumabayashi and Tsutomu Abe

A protein-rich extruded snack food made from local Hokkaido marine products was developed. The greater was the marine products weight-content, the smaller was the expansion ratio. The greater was the supplemental protein content, the greater was the expansion ratio.

The moisture of raw materials affected the expansion ratio, and there was an optimum moisture at which the expansion ratio reached a maximum. The heating temperature during extrusion cooking affected the expansion ratio and the proximate composition of the snack. The snack was more macronutritionally balanced than comparable snack products in its class on the market.

現在市販されているスナック菓子は穀類、イモ類等のデンプンを主原料とした製品が多く、その一般成分は糖質と脂質に大きく偏っている。一般に、スナック菓子の製造において、タンパク質含量を高くすると膨化率が低くなり、また、食感は固くスナック菓子独特のサクサクとした食感が得られないなどの問題があった。本研究は、北海道・アルバータ州共同食品加工技術共同開発事業の事例<sup>1)</sup>を参考に、エクストルーダを用いてタンパク質含量の高いスナック菓子を製造することを目的とした。牛肉を原料として、原料配合量やエクストルーダジョッキング条件などの製造条件を変化させ、スナック菓子の物性等に与える影響を調べ、さらに水産原料への応用を試みた。

### 実験方法

#### 1. スナック菓子の製造方法

図1にスナック菓子の製造方法を示した。原料の水畜産物は、北海道産牛肉、サケ、イカ、エビ、サンマを用いた。牛肉はもも肉を使用し、脂身を除去して試験に供した。サケとサンマは頭部、脊椎骨を除去し（三枚おろ

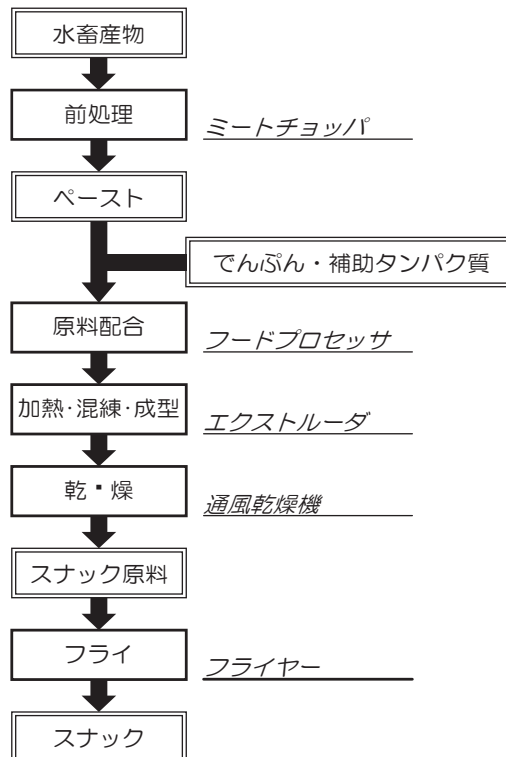


図1 スナック菓子の製造工程

し), 更にサケは皮を除去して試験に用いた。また, イカは内臓を, エビは頭部と外殻を除去したものをそれぞれ用いた。これらは各々ミートチョッパ (82mm グライNDER: (株)ヒガシモトキカイ) を用いてペースト状に加工した。ペースト状の原料には, 所定の配合となるようにでんぷん, 補助タンパク質を加え, フードプロセッサ (DLC-7 SUPER PRO: (株)クイジナートサンエイ) を用いて他の原料と混合した。

これらの原料は, エクストルーダ (TCO-30: 神鋼テクノ(株)) により加熱・混練・成型を行った。本機器は3個のバレルが装着可能であり, いずれも加熱バレルを装着し, 原料供給側からの2個のバレル (バレル1, 2) を70℃とし, ダイ側のバレル (バレル3) の温度を所定温度に変化させた。スクリュはフォワードスクリュを用い, スクリュ回転数は150 (rpm/min), 原料供給量は2~3 (kg/h) とした。ダイはφ5mmの丸型1穴タイプと, 1mm×10mmのスリット型1穴タイプを使用した。成型した試料について, 丸型ダイ使用時は1mm程度に, スリット型ダイ使用時は30~40mm程度に切りそろえた。ダイは, 牛肉を用いた試験において丸型ダイを, 水産物を用いた試験においてスリット型ダイを用いた。

切りそろえた試料は, 通風乾燥機 (PS-222: 田葉井製作所(株)) を用いて乾燥し, スナック原料を製造した。乾燥温度は40℃に設定し, 風量を最小量として所定時間乾燥した。スナック原料はフライヤー (DF-505: サン(株)) にて190℃に設定したサラダ油で揚げ, スナック菓子を製造した。

## 2. スナック菓子の製造条件の検討およびスナック菓子の分析と観察

表1に示した原料配合により, スナック菓子を製造した。乾燥の際, 乾燥時間を変化させ, 水分の異なるスナ

ック原料を調整してフライに供し, 膨化率を測定した。

また, エクストルーダのバレル3の加熱温度を70℃, 80℃, 90℃, 100℃と変化させてスナック菓子を製造し, 膨化率の測定, スナック原料断面の走査形電子顕微鏡 (S-2400: (株)日立製作所) による観察を行った。膨化率の測定は, 丸型ダイ使用時は, スナック原料およびフライ後のスナック菓子についてノギスで直径を測定し, スナック菓子の断面積をスナック原料の断面積で除すことで膨化率を測定した。また, スリット型ダイ使用時は, 葉種置換法により体積を測定し, スナック菓子の体積をスナック原料の体積で除すことで算出した。

更に, 製造したスナック菓子の一般成分分析を定法に従って行い, 製造条件の影響を調べた。

## 実験結果および考察

### 1. 原料配合およびスナック原料水分がスナック菓子に与える影響

原料配合とスナック原料水分の最適条件を調べるため, 原料に牛肉を用いて試験を行った。

表1の条件で製造したスナック菓子の最大膨化率 (断面積測定) を図2に示した。なお, 試験区Cは, カナダの事例の原料配合である。Y1~Y3, R1~R2それぞれの試験区を比較すると, 牛肉添加量が増加するに伴い膨化率が下がることが確認された。また, P1~P3の結果から補助タンパク質 (カゼインナトリウム) の添加量が増加すると, 膨化率が上がることが確認された。スナック菓子のタンパク質含量を増加させる方法としては, 畜産物を増加させるだけではスナック菓子が膨らまず, 補助タンパク質を添加する必要があることがわかった。タンパク質含量を高くし, ある程度の膨化率を出させるための原料配合として試験区Cの配合, すなわち, 牛肉: 補助タンパク質: でんぷん = 35: 35: 30が良好である。

表1 各試験区の原料配合

| 試験区 | 牛肉 (%) | 補助タンパク質 (%) | でんぷん (%) | でんぷんの種類 |
|-----|--------|-------------|----------|---------|
| C   | 30     | 35          | 30       | コーンスターチ |
| Y-1 | 50     | 0           | 70       | コーン     |
| Y-2 | 70     | 0           | 50       | フラワー    |
| Y-3 | 30     | 0           | 30       |         |
| R-1 | 50     | 0           | 70       | 上新粉     |
| R-2 | 0      | 0           | 50       |         |
| P-1 | 0      | 0           | 100      | ばれい     |
| P-2 | 0      | 10          | 90       | しょ      |
| P-3 |        | 30          | 70       | でんぷん    |

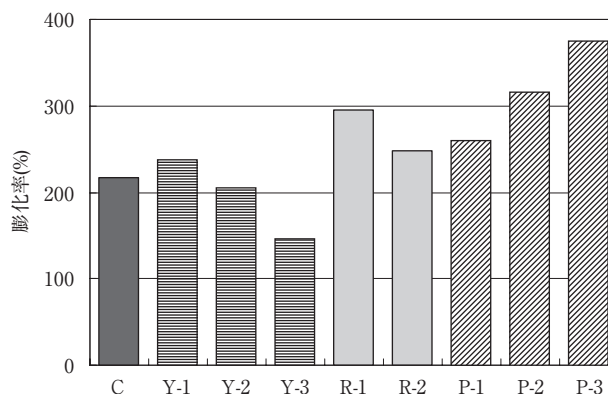


図2 各試験区のスナック菓子の最大膨化率

と判断した。

図3にスナック原料の水分と膨化率（断面積測定）の関係を示した。膨化率はスナック原料の水分により変化することが認められた。乾燥の進行に伴う水分減少により、膨化率は上昇した。しかし、水分が約10%を下回るとスナック菓子の膨化率は徐々に小さくなり、約7%を下回るとスナック菓子は膨らまず、油中より浮上せず焦げた。以上より、スナック菓子の膨化率が最大となる水分が存在することが確認され、その水分は約10%であった。

### 2. エクストルージョンクッキング中の加熱温度がスナック菓子上に与える影響

1の結果を踏まえ、原料に水産物を用いてスナック菓子を製造し、エクストルージョンクッキングにおける加熱温度の影響を調べた。原料配合は水産原料：補助タンパク質：でんぷん = 35：35：30とし、でんぷんはコーンスターチを使用した。また、スナック原料の水分は約10%に調製した。

図4に水産原料を用いた際の、エクストルージョンクッキングにおけるバレル3の加熱温度とスナック菓子の膨化率（体積測定）の関係を示した。いずれの原料においても、バレル3の加熱温度が高くなるに伴い膨化率が大きくなる傾向が示された。バレル3の加熱温度が高いスナック菓子の外観は、組織が大きな気泡で構成されており、食感はスナック菓子独特のサクサクとした食感であった。一方、加熱温度が低いスナック菓子の外観は、組織が細かい気泡で構成されており、その食感は固いものであった。

図5にエクストルージョンクッキングにおけるバレル3の加熱温度を変化させて製造したスナック原料断面の電子顕微鏡写真を示した。加熱温度が70℃、80℃の原料は、組織が不均一であるが、90℃から徐々に組織が細くなり、100℃の原料は細かい均一な組織であった。エクストルーダによる混練は高温下で行うことにより、細かい組織が形成されることが確認された。スナック原料を構成する組織の大きさが、膨化率に影響を与えたものと推測される。エクストルージョンクッキング中の加熱温度はスナック菓子の膨化率に影響を与えることが示された。

### 3. スナック菓子の一般成分

図6に一般成分分析の結果を示した。タンパク質含量は、現在市販されているスナック菓子が10%以下であ

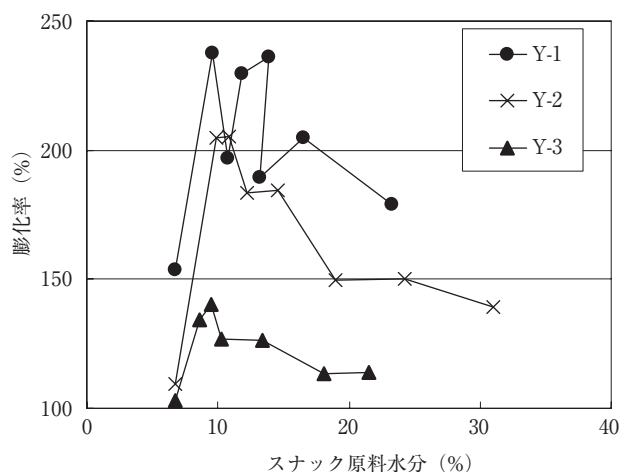


図3 スナック原料水分と膨化率

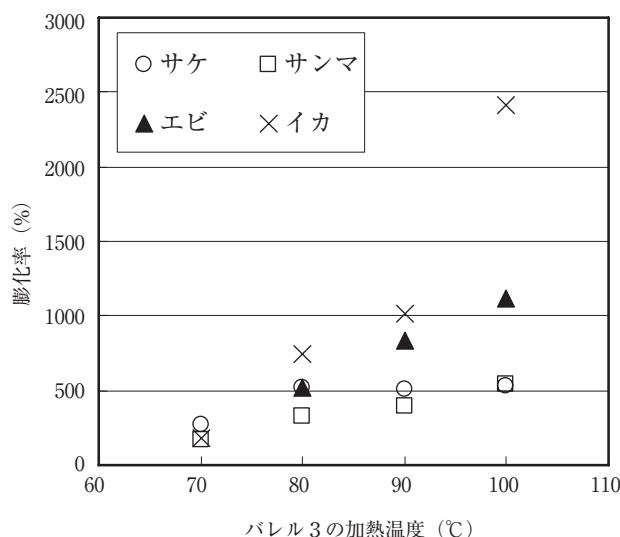


図4 エクストルージョンクッキング中のバレル3の加熱温度と水産原料を用いたスナック菓子の膨化率

るのに対し、試作品は約30～50%と市販品よりも高い含量のスナック菓子となった。脂質含量は、市販されているスナック菓子は約20～35%であったが、試作品は約15～40%とばらつき、エクストルージョンクッキングにおける加熱温度が高いほど脂質含量が高くなる傾向が示された。加熱温度が高い条件で生成した生地は前述のように膨らみやすい生地であるため、フライの際に油を吸いやすく、脂質含量が高くなったものと思われる。脂質含量は出来るだけ低く抑えることが望ましいが、油を切る工程や油の種類を検討することにより下げることが可能であると推測される。

以上より、現在市販されているスナック菓子の一般成分は、糖質、脂質の占める割合が大きく、三大栄養素の

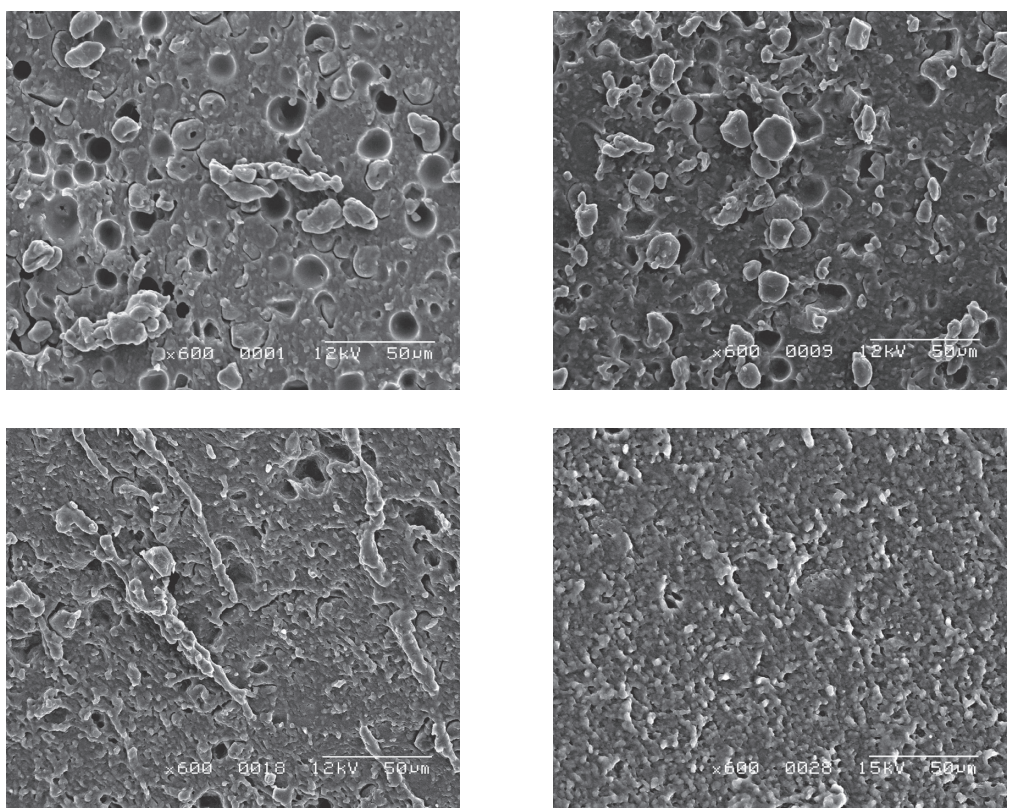


図5 エクストルージョンクッキング中のバレル3の加熱温度ごとのスナック原料断面図  
 左上：70℃，右上：80℃，左下：90℃，右下：100℃  
 水産原料：エビ

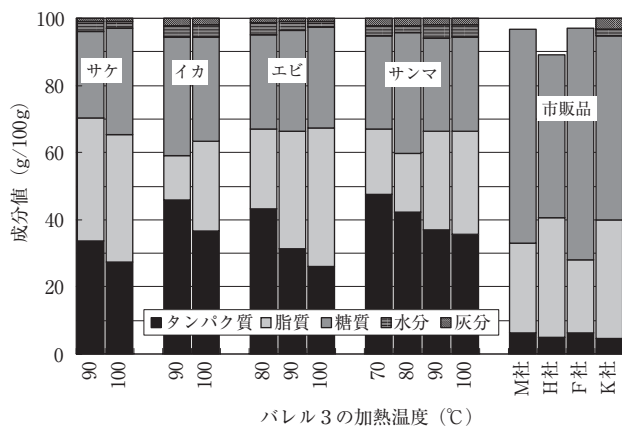


図6 スナック菓子の一般成分

バランスが偏っているのに対し、試作したスナック菓子はタンパク質が多く含まれ、栄養素のバランスが改善されたものとなった。

要 約

牛肉および水産原料を用いて高タンパク含有スナック菓子の製造を行った。その結果、以下のことが明らかと

なった。

- (1) スナック菓子の膨化率は、原料配合比率により変化した。膨化率は水畜産物添加量の増加に伴い小さくなり、補助タンパク質の添加量増加に伴い大きくなった。
- (2) スナック原料の水分は膨化率に影響を与え、膨化率が最大となる最適な水分があることが解った。
- (3) エクストルーダの加熱温度は、スナック菓子の膨化率や一般成分に影響を与えた。加熱温度を変化させることでスナック菓子の食感や脂質含量をある程度コントロールできることが示された。
- (4) 試作したスナック菓子は市販品よりも三大栄養素のバランスが改善されたものとなった。

文 献

- 1) 阿部茂, 渡邊治, 井上貞仁, 本堂正明, 保存性牛肉スナック食品の開発と健康食品市場に向けての応用, 北海道立食品加工研究センター平成13年度事業報告, 96-97 (2003).
- 2) 日本食品工業会, 中小食品企業品質管理用品質検査技術マニュアル, 日本食品工業会, 76 (1991)

- 3) 五十部誠一郎, 野口明德, 二軸エクストルーダーによる食品素材の製造, 食科工, 34, No.7, 456-461 (1987)
- 4) 磯部誠一郎, 植村邦彦, 野口明德, プナザケ身肉の組織化, 37, No.12, 956-970 (1990)
- 5) 北川雅彦, 西紘平, 水産物を原料としたエクストルージョン・クッキング 第2報 マイワシを用いた押し出し物の加工適正, 北海道立水産試験場研究報告, 31, 63-75 (1988)
- 6) 北川雅彦, 西紘平, 水産物を原料としたエクストルージョン・クッキング 第3報 プナザケ凍結粉碎肉を用いたエクストルージョン・クッキングについて, 北海道立水産試験場研究報告, 32, 19-32 (1989)