

## 二軸エクストルーダーによるもち米菓生地の製造

宮森清勝・三枝弘育・沼田邦雄

### Dough Preparation for "Arare" and "Okaki" (Glutinous Rice Cakes) Using a Twin-Screw Extruder

Kiyokatsu MIYAMORI, Hiroyasu SABGUSA and  
Kunio NUMATA

Extrusion cooking method was applied to prepare cooking dough for "arare" and "okaki" in order to improve the manufacturing process. The experiments were carried out on the dough preparation using glutinous rice by a twin-screw extruder, in the aspects of the effect of material state, barrel temperature, screw rotation speed and moisture of the dough. The extruder used was a co-rotating twin-screw type equipped with a cooling die. Sensory test was conducted on the baked dough before it is seasoned. Use of glutinous rice flour showed larger capacity of production with less power of the extruder. On the other hand, use of soaked whole grain glutinous rice required greater power, but the quality of the texture of baked dough was superior resulting in higher sensory evaluation scores to the former. The studies of the operational conditions of the extruder concluded as follows: Water should be further added to the soaked glutinous rice to bring the dough moisture to 39%. Heat energy should be adjusted to the temperature for the complete gelatinization of starch.

“あられ”，“おかき”といわれる米菓はもち米を原料とした焼菓子であり，製品化には多くの工程と長い時間が必要とされ，使用される加工機械の数も多い<sup>1) 2)</sup>．このため製造工程の改善が求められている．

すでにプラスチックの射出成形加工に使用されていた二軸エクストルーダーが，近年食品加工機械として新たに開発された<sup>3) 4)</sup>．この機械は従来の加工機械と異なり，1台の機械で搬送，粉碎，混合，混練，加熱，加圧，成形などの一連の工程を短時間で連続的に行える．この特徴を生かして，今まで加工利用できなかった食材を使用した食品の開発や従来の製造工程に二軸エクストルーダーを組み込むことによる製造工程の改善が行われている．

もち米菓製造においても工程の簡素化や製造時

間の短縮化など，生産性を向上させるために，二軸エクストルーダーによるもち米菓生地製造が試みられ，スクリューパーンの影響についての報告がなされている<sup>5)</sup>．本試験では供試状態，加熱温度，スクリューパーン回転数及び水添加量が機械及び生地に及ぼす影響について検討したところ，若干の知見を得たので報告する．

### 実験方法

#### 1. 試料

##### (1) 供試米

平成2年度岩手県産水稲もち玄米（品種：ヒメノモチ）を89%に精白したものを供試した．

##### (2) 供試米の調製

供試米は2つの状態でもち米菓製造に供試した．

すなわち、もち精白米を平均粒径 $400\mu\text{m}$ に粉碎したものと粉碎せずに約14時間浸漬したのち45分間水切りしたものである。以下、前者を粉碎米、後者を浸漬米と称する。

## 2. 二軸エクストルーダーによる製造条件

二軸エクストルーダーは日本製鋼所製ラボルダ(TEX-L)を使用した。図1に示したように加工部分はバレル、スクリュー、ダイから構成される。バレルはポップシリンダ、シリンダ1及び2の3部位からなり、その温度制御はポップシリンダに水道水を流し、シリンダ1及び2に油槽1及び2からのシリコンオイルを循環させることでそれぞれ独立して行える。2本のスクリューは、長さ(L)30cm、直径(D)3cm、 $L/D=10$ であり、同方向に回転する。

共通する製造条件は、水道水でポップシリンダを冷却し、油槽1温度を $80^{\circ}\text{C}$ に設定してシリンダ1を加熱した。スクリューは2条ボール状の順ネジを図1のように組み合わせた。ダイの形状は長方形( $10\text{mm} \times 2\text{mm}$ )とし、さらに開口面積( $20\text{mm}^2$ )の等しい冷却ダイ(長さ10cm)をダイ先端に装着した。冷却ダイには約 $600\text{ml}/\text{min}$ の水道水を流して生地を冷却を行った。それ以外の製造条件、材料供給量、スクリュー回転数、油槽2温度、水添加量は、検討する項目ごとに設定した。

製造時には機械から出力されるスクリュートルク、シリンダ1及び2の内部温度、(ダイ)先端温度と(ダイ)先端圧力を記録し、能力を測定した。

## 3. 乾燥及び焼上げ

二軸エクストルーダーにて製造した生地は段階的な乾燥によって水分を18%に調整したのち、ノリタケ製の遠赤外線コンベア炉による焼上げを行い、素焼き品とした。焼上げは種々の条件を検討したのち、上下ヒーター間隔 $30\text{cm}$ ・雰囲気温度 $175^{\circ}\text{C}$ ・焼上げ時間7分の条件で行った。

## 4. 糊化度の測定

製造直後の生地は無水エタノールにて脱水処理したのちに、 $\beta$ -アミラーゼ・プルラナーゼ法(BAP法)<sup>9)</sup>より糊化度を求めた。使用した酵素は次のとおりである。

$\beta$ -アミラーゼ：ナガセ生化学工業(株)製、大豆起源、crude 5 IU/mg。

プルラナーゼ：(株)林原生物化学研究所製、*Aerobacter aerogenes* 起源、crude 2 IU/mg。

## 5. 膨化率の測定

植物種子置換法<sup>7)</sup>に準じ、二軸エクストルーダーにより製造した生地の容積を測定したのち、それを基準容積で除して膨化率を求めた。ここでいう基準容積とはダイ開口面から突出した方向の生地の長さ(ダイ開口面積を乗じて求めた値)である。

## 6. 素焼き品の官能評価

素焼き品の官能はセンター職員によるオープン・パネル法にて行い、“良い”に5点、“やや良い”に4点、“普通”に3点、“やや悪い”に2点、“悪い”に1点と官能を数量化して評価した。

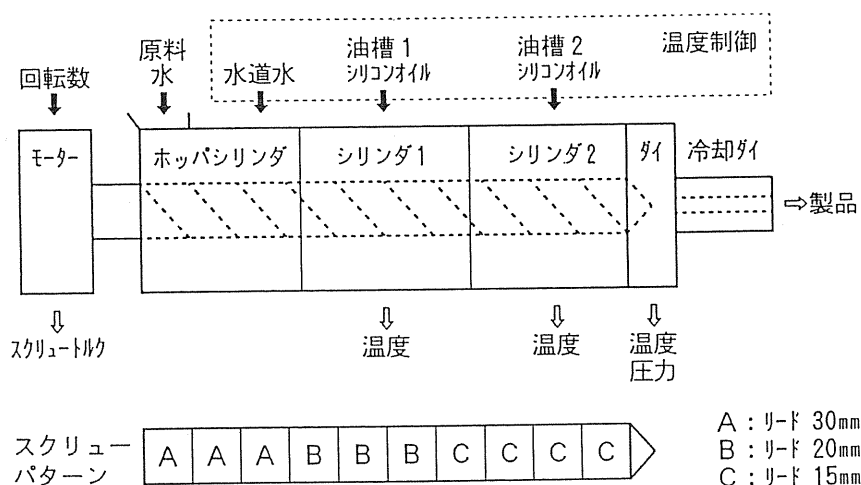


図1 二軸エクストルーダーの構造とスクリューパターン

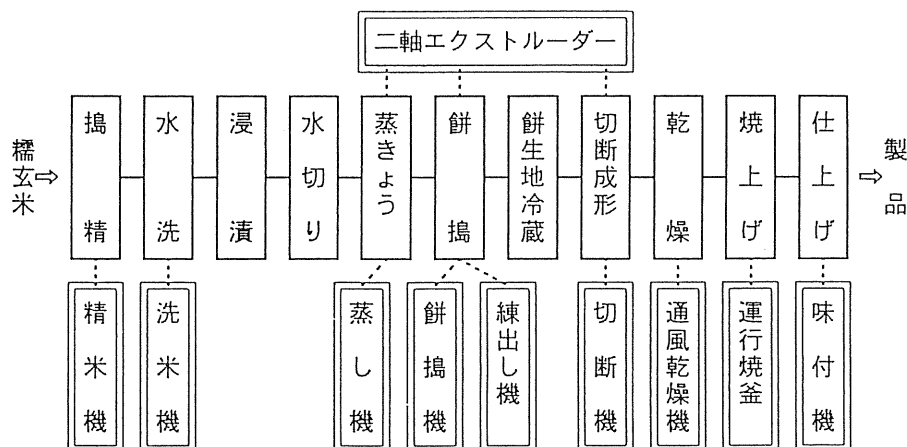


図2 もち米菓の製造工程と加工機械

## 結果及び考察

もち米菓は図2に示したように多くの工程を経て製造され、製造に使用される加工機械の種類も多い。その中で蒸きょうから切断成形までの工程を従来の加工機械に代えて二軸エクストルーダーを使用する方法を、粉碎米法及び浸漬米法と称する二つについて検討した。

粉碎米法ではもち米を粉碎したのち、浸漬と水切りの工程を省き、蒸きょう、餅搗、切断成形の工程を二軸エクストルーダー1台で行った。また、浸漬米法では水切り工程までを従来の製造方法と同様に、以下の工程を粉碎米法と同様に行った。二軸エクストルーダーではダイにて生地成形が可能であることから、切断成形のために餅生地を冷蔵する必要がなく、製造日数の短縮が可能となった。

### 1. 加熱温度の検討

米菓製造工程の蒸きょうは加熱によってもち米の澱粉を糊化させる工程であるので、加熱温度について検討した。

スクリー回転数を100rpmとし、油槽2温度を80から150℃まで段階的に変化させた。浸漬米法では水を加えずに浸漬米だけを供給して、33g/minの能力で生地を製造した。このときの製造した生地の水分は37%であった。一方の粉碎米法では生地水分が浸漬米と同等になるように材料供給量及び水添加量を調整し、47g/minの能力で製造した。

その結果を図4に示した。スクリートルク及び先端圧力は80℃で大きな値を示し、加熱温度を高くするにしたがって125℃までは緩やかに減少し、125℃と150℃との間に差異は認められなかった。これらの現象は生地の糊化度の相違によるものと考えられるため、BAP法にて糊化度を測定し、図3に各加熱温度における乾燥前の浸漬米生地の糊化度を示した。温度を上げるにしたがって糊化度は高くなり、125℃では完全に糊化していた。このことから、加熱の差にて生じた生地糊化度の違いがスクリートルク及び先端圧力に影響を及ぼすしたと考えられる。

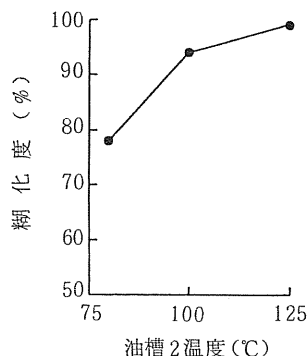


図3 加熱温度と糊化度

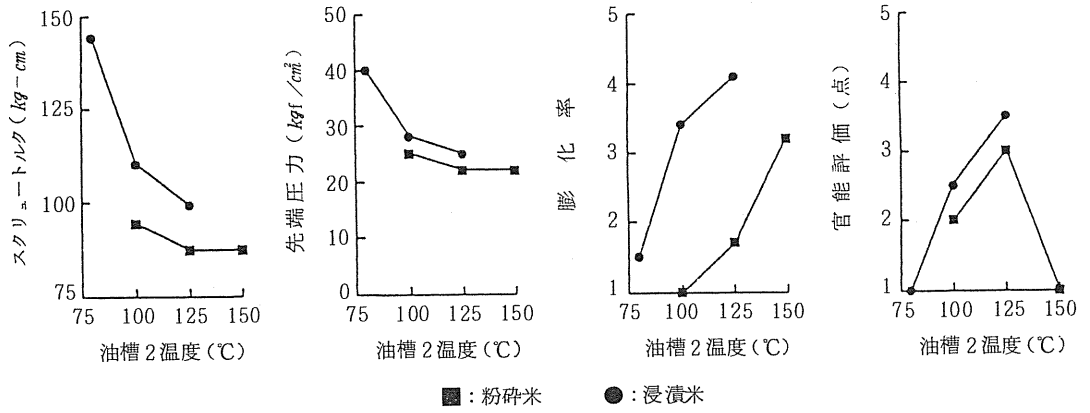


図 4 加熱温度がスクリートルク・先端圧力・膨化率・官能評価に及ぼす影響

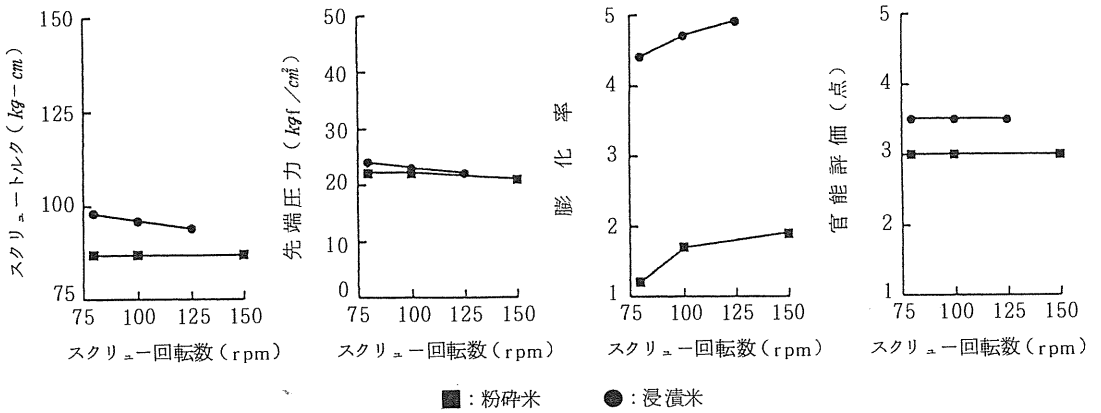


図 5 スクリュー回転数がスクリートルク・先端圧力・膨化率・官能評価に及ぼす影響

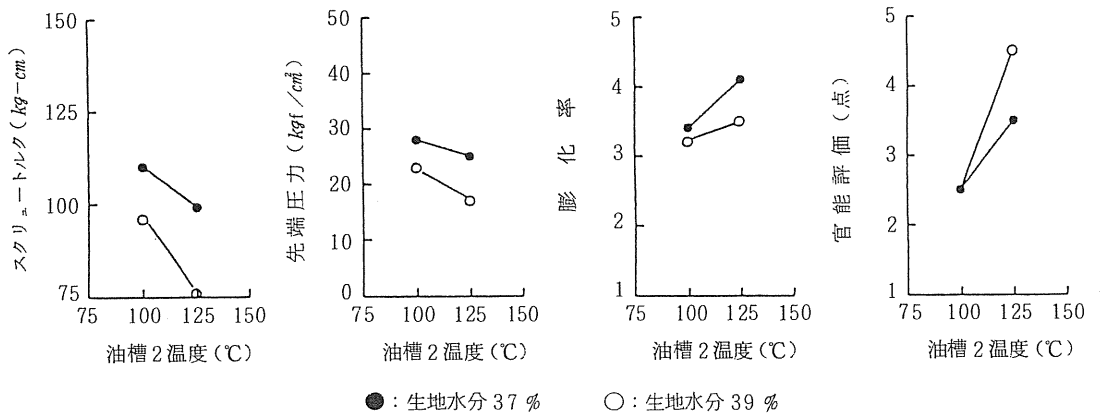


図 6 水添加量がスクリートルク・先端圧力・膨化率・官能評価に及ぼす影響

製造された生地は加熱温度を高くするにしたがって白色から次第に透明に変化し、膨化率が増加した。150℃では冷却ダイによる冷却が十分に行われずに生地の品温が約90℃と高くなり、その内部に気泡が生じたため、膨化率が高くなったと思われる。

## 2. スクリュー回転数の検討

蒸きょうで糊化したもち米は餅搗で生地となり、練出しで均一にされる。この混練の程度が製品の品質に影響することから、混練に影響を及ぼすスクリーン回転数について検討した。

油槽2温度を澱粉が完全に糊化した温度125℃に設定し、スクリーン回転数を80から150rpmまで段階的に変化させ、材料供給量及び水添加量については加熱温度の検討と同様に行った。

その結果を図5に示した。スクリーン回転数を上げるにしたがって浸漬米のスクリーントルク及び先端圧力は若干、減少を示し、一方の粉碎米は変化が認められなかった。膨化率は両者ともに増加した。スクリーン回転数による影響は加熱温度を変化させた場合に比べて少なかった。

## 3. 素焼き品の官能評価

加熱温度及びスクリーン回転数の検討時に製造した生地は水分18%まで乾燥させたのち、遠赤外線コンベア炉を用いて焼上げ、素焼き品として官能評価した。

加熱温度を変化させた場合の官能評価は、図4に示したように125℃で製造した生地の素焼き品が良い結果を示した。スクリーン回転数を変化させた場合には、図5に示したように官能評価に差異は生じなかった。粉碎米法と浸漬米法とを比較すると全体的に粉碎米法の素焼き品は表面の食感が堅く、浸漬米法の素焼き品が良い評価を得た。

## 4. 水添加量の検討

先の結果から製造方法は浸漬米法を選択し、油槽2温度を100℃及び125℃、スクリーン回転数を100rpmとして水添加量について検討した。水添加量を徐々に多くした結果、生地水分で39%を越えたころから、スクリーンによる原料の搬送ができなくなり、それ以上の水添加は行えなかった。図6に示したように、生地水分39%のスクリーントルク、先端圧力及び膨化率はともに生地水分37%のときと比べて低い値を示した。

水分39%の生地は18%まで乾燥させたのち、素

焼き品とした。その官能評価は生地水分37%のものに比べて、油槽2温度100℃では変化なく、125℃では向上した。食感は従来製法の素焼き品と少し異なり、膨化菓子に近いものであった。

以上の結果から、粉碎米法では少ない動力で大きな製造能力を引き出せる利点があったが、生地の品質は浸漬米法に比べて劣った。一方、浸漬米法は動力を必要とするが、官能的に好ましい生地が得られた。良好な生地は浸漬米にさらに加水しながら、澱粉が完全に糊化するに必要な温度で加熱する製造条件で得られた。

## 要 約

米菓製造工程の改善を目的として、二軸エクストルーダーによるもち米菓生地製造の可能性を粉碎米法及び浸漬米法の二つについて検討し、以下の結果を得た。

(1) 加熱温度を高くするにしたがいスクリーントルク及び先端圧力は減少し、膨化率は増加した。各加熱温度時の糊化度をBAP法にて測定した結果、油槽2温度が125℃のとき澱粉は完全に糊化していた。素焼き品の官能評価は油槽2温度が125℃のとき良好であった。

(2) スクリュー回転数を変化させた場合、スクリーントルクと先端圧力にほとんど変化はなく、膨化率は回転数を上げるとわずかに増加した。また、スクリーン回転数による影響を素焼き品の官能評価で検討したが明かな差は認められなかった。

(3) 生地水分39%の製造では生地水分37%と比べて、スクリーントルク、先端圧力及び膨化率が減少し、官能評価の結果は向上した。

(4) 二軸エクストルーダーによるもち米菓生地製造の本検討における最適条件は以下のものであった。①浸漬米を供試する。②澱粉が完全に糊化するに必要な温度で加熱する。③加水を行い、生地水分を39%に調整する。

## 文 献

- 1) 斎藤昭三：製菓辞典，渡辺長男・鈴木繁男・岩尾裕之・小原哲二郎編（朝倉書店，東京），p. 390（1981）。
- 2) 倉澤文夫：米とその加工（建帛社，東京），p. 209（1982）。
- 3) 野口明德：臨時情報 食品と技術，No.11，3（1985）。
- 4) 土井悦二郎：食品工業における科学・技術の進歩，(社)日本食品工業学会編（光琳，東京），p. 81（1986）。
- 5) 小野章夫・小林有一・岡本竹巳・高橋順子：栃木県食品工業指導所研究報告，3，18（1989）。
- 6) 貝沼圭三・松永暁子・板川正秀・小林昭一：澱粉科学，28，235（1981）。
- 7) 柳瀬 肇・遠藤 勲・奥野元子：食総研報，42，1（1983）。