素材感のある成形フライドポテトのための生地調整方法

梅田智里

Dough preparation method for formed French fries with potato texture.

Chisato Umeda

In this study, we developed a method for producing formed French fries with textures derived from the ingredients. In particular, potato dough preparation methods and conditions were examined during the drying process. A blanching temperature range of 80-85℃ prevented the potato shreds from being mashed during dough seasoning, mixing, and extrusion molding, while maintaining the texture. Drying at 70° C for 10 to 15 minutes resulted in the products with shape retention and good texture. This method for producing French fries is expected to contribute to the development of products that showcase Hokkaido potato ingredients and promote sustainable manufacturing with high raw material utilization.

KEY-WORDS：Potato, Frozen potato product, Extrusion molding, physical property test, sensory evaluation

キーワード：ジャガイモ，ポテト加工品，押出成形，破断試験，官能評価

国内で生産されるジャガイモの生食用途の減少傾向が続く中，国内最大のジャガイモ産地である北海道は，加工食品用途の消費の維持・拡大に向けた取り組みを行う必要がある。ジャガイモ加工品の一つに冷凍コロッケ，冷凍フライドポテト，冷凍野菜などを含む冷凍ポテト加工品がある。北海道における冷凍ポテト加工品の生産量は道内冷凍食品生産量の15%を占めており[1)]，冷凍ポテト加工品は，ジャガイモの生産から加工・販売を含める道内ポテト関連産業において重要な品目の一つとなっている。

食品加工研究センターでは，これまでにゴロゴロとしたジャガイモの塊を含むコロッケ用の生地の製造方法を開発している[2)]。当該技術を用いた製品は，ジャガイモの素材感を強調した冷凍コロッケとして販売されている。同様に，ジャガイモの塊を含むジャガイモ生地を成形することにより，素材感を有し，多様な製品開発が可能な成形フライドポテトを製造できるのではないかと着想した。

従来の成形フライドポテトは，マッシュポテト（ペースト）やポテトフラワー（粉体）を原料とする滑らかな生地を成形して作られる。しかし，ジャガイモの塊を含む生地は結着性が弱く製造ライン上で崩れやすくなることが想定される。製造ライン上で形崩れしない成形フライドポテトの生地を調整するための技術開発が必要となる。つまり，素材感を有する冷凍成形フライドポテトの開発においては，結着性が強く，形崩れしにくい成形品のためのジャガイモ生地の開発が技術的課題として想定される。

永吉ら[3)]は，フライもしくは蒸し加熱をしたジャガイモを千切りし，低温乾燥したジャガイモを用いることにより千切りジャガイモのつぶれを抑制し，かつジャガイモの結着性により良好な成型性を有するハッシュポテト（円盤型あるいは小判型）の製造方法を報告している。この方法は，ジャガイモ生地に結着性を付与する方法として一定の効果があるものの，事前に行った試作においては円筒形に押出成形する成形フライドポテトに十分な

事業名：経常研究
課題名：素材感のある成形フライドポテトの製造方法の開発

結着性を付与することができなかった。

そこで本研究では，押出成形による成形フライドポテトの製造方法の開発として，成形に必要な生地の結着性と素材感を両立する生地調整条件および成形後に保形性を付与する乾燥条件を明らかにすることを目的とした。

実験方法

1．供試資料および試作工程

ジャガイモは，5℃で貯蔵した北海道産「ホッカイコガネ」を用いた。冷凍成形フライドポテトの試作工程を図1に示した。

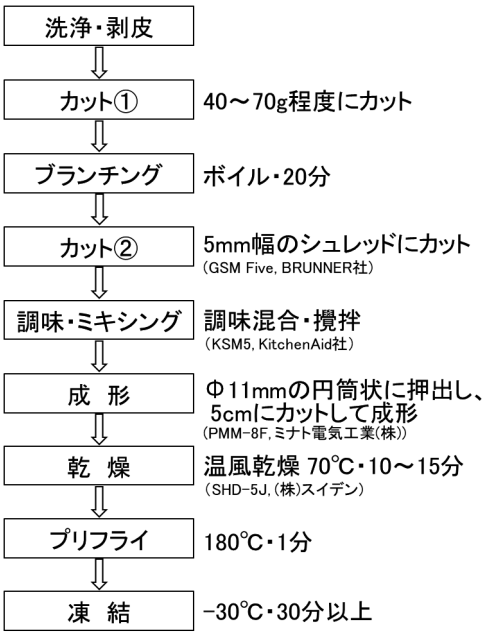

図1　成形フライドポテトの製造工程

2．ブランチング条件の検討

ジャガイモを洗浄，剥皮し，40～70ｇにカットして，70，80，85および90℃の温水中でそれぞれ前処理加熱（ブランチング）を行った。次に，回転刃を備えた野菜用カッター（GSN Five, BRUNNER社）を用いて，細切し，5 mm幅のジャガイモのシュレッドを得た。ジャガイモのシュレッドに重量比0.6%の食塩を加えてスタンドミキサー（KSM5, KitchenAid社）を用いて攪拌することによりジャガイモ生地を得た。ジャガイモ生地を押出成形装置（PMM-8F, ミナト電気工業（株））で直径11mmの円筒状に押出して，5 cm長にカットして成形品を得た。ジャガイモ生地をジャガイモ塊残存率の測定とでんぷん漏出量の測定に用いた。成形品を落下試験による結着性の評価に用いた。

3．ジャガイモ塊残存率の測定

ジャガイモ生地の素材感の指標として，生地中に細切したジャガイモが潰れずに塊の状態を保っていることを評価するために，画像解析によるジャガイモ塊残存率の評価を行った。

ジャガイモ生地をスキャナー上に置き，光を反射しない黒色布で覆いをしてスキャンすることによりデジタル画像を取得した。得られた画像を二値化し，解析対象面積に占める5 mm角面積相当である25mm^{2}以上のジャガイモ塊の面積の割合（%，面積比）を算出した。画像の二値化および塊の面積の算出に画像解析ソフトウェア（WinROOF2018（三谷商事（株））を用いた。

4．澱粉漏出量の評価

ジャガイモ生地は，攪拌・混練によりジャガイモ塊が潰れるとジャガイモ細胞から澱粉が漏出する。このことから，ジャガイモ塊が保たれていること，すなわち素材感の指標として澱粉漏出量を用いることができるかを検討するために，ジャガイモ生地の澱粉漏出量を測定した。ジャガイモ生地を10倍量の蒸留水に懸濁し，蒸留水に溶解した澱粉を可用性澱粉とし，ヨウ素呈色した後，比色定量（分光光度計UVmini-1240，島津製作所（株））により澱粉漏出量を求めた。検量線の作成には可溶性デンプン（和光純薬）を用いた。

5．成形品の落下試験

成形生地の保形性を評価するために，成形品を約40cmの高さから鉄板に落下させ，落下後の成形品の形崩れの有無を目視により判別した。成形品30ピースについて試験を行い，形崩れの無い成形品の割合を落下試験良品率とした。

6．乾燥条件の検討

成形品を温度制御機能付きの熱風機（SHD-5J,（株）スイデン）を備えた乾燥庫内で温風乾燥し，次に電気フライヤー（FL-13TB，ホシザキ電機（株））を用いて180℃で1分間油ちょう（プリフライ）して成形フライドポテトを得た。これを－30℃，30分間以上の条件で凍結して冷凍成形フライドポテトの試作品を得た。試作品を－30℃で保存して，破断試験及び官能評価に用いた。

7．プリフライ後の良品率

プリフライ後の成形品について，各40-50ピース程度を目視で判別した。形崩れやピース同士の付着を生じないピースを良品としてその割合を良品率として算出した。

8．破断試験

喫食時のクラスト層のかたさを評価するために冷凍成

形フライドポテトを180℃で90秒間油ちょうした後，クリープメーター（RE2-33005S,（株）山電）を用いる破断試験に供した。具体的には，直径1.5mmの円柱状プランジャーを用い，圧縮速度１mm/sec，取込み速度0.1mm/secの60%単軸等速貫入試験として実施した。破断点における応力荷重を破断荷重，試料の厚さに対する貫入距離を破断歪率として評価した。

9．官能評価

冷凍保存した冷凍成形フライドポテトを180℃，１分30秒間油ちょうして官能試験に供した。食感についてクラストのカリ感について１－５点（カリ感がない－とてもカリ感がある）の５段階で評価した.パネルは事前に訓練を行った20代から50代の男女食品加工研究センター職員５名とした。

10．統計解析

一元配置分散分析および，Tukey-Kramer法による多重比較を行った（Excel統計，Bell Curve社）。

実験結果および考察

(1) ブランチング条件の検討

ブランチング温度がジャガイモ生地の素材感と成形生地の結着性に及ぼす影響について評価した結果を表１に示した。

ジャガイモ生地の性状について，素材感の指標としてジャガイモ塊の残存率画像解析により評価した結果，ブランチング温度70℃で64.28±3.31%，80℃で62.68±6.60%，85℃で55.5±9.39%であり，85℃以下の条件において，ジャガイモ塊の残存率が高いことから，細切したジャガイモが潰れることなく残存することが確認された。このことから，当該条件によりジャガイモ生地の素材感を保つ事が示唆された。

表１　ブランチング温度がジャガイモ生地に及ぼす影響

ブランチング温度（℃）	ジャガイモ生地の性状		成形生地の結着性
	塊の残存率（%，面積比）	澱粉漏出量（mg/g）	落下試験良品率（%）
70	64.28±3.31[a]	0.34±0.11	84.4
80	62.68±6.60[a]	0.23±0.07	98.9
85	55.15±9.39[a]	0.24±0.08	100
90	21.35±1.88[b]	0.17±0.05	100

値は平均値±標準偏差．異符号間に有意差あり（Tukey-kramer, $p<0.05$, n=3）．n.s. は有意差が無いことを示す.

ジャガイモ生地の澱粉漏出量は，ブランチング温度が低いほど澱粉漏出量が高くなる傾向が示された。生地の捏練によるジャガイモ塊の潰れやすさと，細胞からの澱粉の漏出が一致しないことから，澱粉漏出量はジャガイモ生地の素材感の指標としては不適であった。しかしながら，澱粉漏出量の低い試験区では，その後の成形生地表面のべたつきが小さく作業性が良好であったことから，より詳細な検討によって，生地の結着性あるいは作業性の指標として活用できる可能性がある。

成形生地の結着性を評価するため,落下試験を行った。その結果，ブランチング温度70℃では良品率が84.4%と低かったものの，80℃以上の条件においては98.9%以上の良品率となり，生地の結着性が良好であることが示された。冷凍成形フライドポテトは大量生産を想定した製品であり，製造ラインでは工程間の搬送にベルトコンベアを用いる。工場のレイアウトによっては成形品などの仕掛品が落下衝撃を受けることが想定されることから,成形生地の結着性はライン適性として求められる重要な特性である。

また，試作した成形品をプリフライしたところ，ブランチング温度90℃の試験区において成形品が破裂する事例が多数見受けられた。

以上から，ブランチング温度は，ジャガイモ生地の素材感，成形生地の結着性およびフライ適性に影響する重要な品質制御要因であり，適する温度帯は80～85℃であることが明らかになった。

(2) 乾燥条件の検討

押出成形した成形品をプリフライのために油ちょうすると，油中で崩れるケースが確認された。これを防ぐためにプリフライ工程の前に乾燥工程を取り入れることとし,成形品の乾燥条件を検討した。結果を表２に示した。

プリフライ後の良品率を比較した。その結果，50℃・15～20分，70℃・10～20分および90℃・10～20分の条件において良品率が80～100%となり，概ね良好であることが示された。このことから，乾燥温度が低く，時間が短い，すなわち乾燥が弱い場合にプリフライ後の形状不良を生じることが示唆された。実製造において良品率80%は十分な値とは言い難いものの，ジャガイモ生地への副原料の添加および成形条件など他工程の工夫により改善が見込めるものと考える。また，官能評価において評点2.5以上，食感が良好になる条件は，50℃・５～10分および20分，70℃・５～20分および90℃・５～10分であった。乾燥温度が高く，時間が長い，すなわちより強く乾燥を行った場合に，カリ感がなく噛み切りにく

表 2　乾燥条件がプリフライ後の良品率と食感に及ぼす影響

乾燥条件		プリフライ後	喫食フライ後		
		良品率（%）	破断荷重（N）	破断歪率（%）	官能評価
50℃	5 分	48.8 ± 14.8	0.8 ± 0.1^{c}	46.8 ± 6.0^{bc}	3.8 ± 0.8^{ab}
	10分	72.2 ± 17.8	0.8 ± 0.1^{bc}	42.8 ± 7.5^{abc}	4.4 ± 0.9^{ab}
	15分	88.6 ± 8.8	1.0 ± 0.1^{abc}	52.2 ± 7.1^{b}	2.2 ± 0.4^{bc}
	20分	98.6 ± 2.4	1.1 ± 0.3^{abc}	53.2 ± 5.7^{b}	2.6 ± 0.5^{abc}
70℃	5 分	52.5 ± 12.7	0.9 ± 0.2^{abc}	39.5 ± 4.0^{abc}	3.0 ± 1.2^{abc}
	10分	90.5 ± 9.8	1.0 ± 0.1^{abc}	46.4 ± 2.7^{abc}	2.6 ± 1.3^{abc}
	15分	98.6 ± 2.4	1.2 ± 0.1^{abc}	52.0 ± 6.1^{abc}	2.6 ± 0.9^{abc}
	20分	100.0 ± 0.0	1.3 ± 0.1^{ab}	56.6 ± 5.6^{ab}	2.0 ± 1.0^{bc}
90℃	5 分	65.5 ± 8.9	1.0 ± 0.1^{abc}	48.3 ± 5.7^{abc}	2.8 ± 1.1^{abc}
	10分	93.7 ± 5.7	1.3 ± 0.3^{a}	56.4 ± 2.1^{ab}	2.6 ± 0.5^{abc}
	15分	94.1 ± 2.8	1.3 ± 0.1^{a}	55.7 ± 4.7^{ab}	2.4 ± 0.9^{bc}
	20分	98.6 ± 2.5	1.8 ± 0.2^{a}	62.4 ± 2.5^{a}	1.8 ± 0.4^{c}

値は平均値±標準偏差。喫食フライ後の異符号間に有意差あり（Tukey-kramer, p<0.05, 破断試験n=10, 官能評価n=5）。

い食感であった。破断試験の結果は，乾燥温度が高く時間が長い場合に，破断荷重および破断歪率ともに値が大きくなる傾向があり，官能評価を裏付ける結果だった。

これらのことから，乾燥条件は50℃・20分，70℃・10分，70℃・15分および90℃・10分が総合的に良好だった。なお，実際の製造時には乾燥庫内に生じるバラツキが想定されることから，時間設定として10 ～ 15分の幅で近しい品質を得られ，品質の安定性を期待できる70℃・10 ～ 15分の条件がより適すると考えられた。

以上から，素材感のある成形フライドポテトのための生地調整条件としてブランチング温度80 ～ 85℃が適することを見出した。この条件でブランチングすることにより，生地調整時のジャガイモ塊の潰れが小さく素材感を保った成形品の製造が可能になる。また，成形品に保形性と良好な食感を与えるための乾燥条件は70℃ 10 ～ 15分が望ましいことを見出した。

本研究で開発したシュレッドを成形する成形フライドポテトの製造方法は，ジャガイモの塊茎の大きさを選ばないことや他製品の破材などの活用も見込めることから，原料利用効率の高いものづくりへの活用が期待できる。

要　約

ジャガイモを細切したシュレッドを押出成形して製造する素材感のある成形フライドポテトの製造方法を開発するために，生地調整条件および成形品の乾燥条件を検討した。生地の調味混合工程および押出成形工程においてジャガイモのシュレッドが潰れずに素材感を保つブランチング温度は80 ～ 85℃だった。また，成形品に保形性を付与し，良好な食感を付与する乾燥条件は，70℃・10 ～ 15分であることを見出した。本研究で開発した成形フライドポテトの製造方法は，北海道産のジャガイモの素材感を活かした原料の利用効率の高い製品開発への活用が期待できる。

文　献

1）日本食糧新聞（2019）.「北海道冷凍食品特集」, 11870号，05面.
2）中野敦博（2022）. 大きなイモの塊を残したコロッケの製品化. 食品加工研究センター成果事例集2018 ～ 2019，p.5.
3）旭化成工業株式会社（1986）「ハッシュポテトの製造方法」，特開昭61-249359，11月 6 日.