

フレンチフライの食感と風味に及ぼすチルドポテトの加熱条件の影響

中野敦博

Effects of Chilled Potato Heating Conditions on the Texture and Flavor of French Fries

Atsuhiko Nakano

The objective of this study was to examine the effect of chilled potato heating conditions on the texture and flavor of French fries. The results of the sensory evaluation showed that the French fries made using the chilled potatoes treated under the heating condition of 110 °C for 30 min had higher scores for texture and flavor compared with the control product (frozen). The surface observations for these French fries from scanning electron microscopy showed that the starch from the cells had eluted remarkably. This result suggested that the elution of the starch from the potato caused by heating affected the texture of the surface of the French fries after cooking. Among the chilled potatoes with the different heating conditions, the maximum load, determined by a rheometer, was higher for the chilled potatoes treated at 105 °C or higher. The analysis of the aroma components by gas chromatography showed that methional (the flavor of steamed potatoes) was produced at high levels in the French fries made from the chilled potatoes treated between 90 °C and 110 °C.

These results suggested that French fries made using chilled potatoes treated at 105 °C for 10-30 min and 110 °C for 10-30 min had better textures and flavors than those made from frozen potatoes.

KEY-WORDS : potato, chilled potato product, french fries

キーワード : ジャガイモ, チルドポテト, フレンチフライ

国内で消費されるフレンチフライ（通称；フライドポテト）は、9割以上が北米などからの冷凍品（H27：約50万吨）として輸入されている。国産品は価格面で輸入品と競争できないため、冷凍からチルド加工への転換など、鮮度・食味を重視し、品質優位性を引き出した製品開発が必要である¹⁾。

既に首都圏や欧米の外食企業では、店舗内で生イモを下茹でしてフライ調理するフレンチフライの提供が行われており、冷凍品を利用しない新しいジャガイモ加工品の

提供方法として注目されている。

一方、ジャガイモのチルド加工品に、ジャガイモを下茹でして加熱殺菌した一次加工品、いわゆるチルドポテトがある。チルドポテトは、ポテトサラダや肉じゃが、カレーなど広範な調理メニューに対応し、飲食店や調理施設等での作業の省力化や、チルド保存（0～10°C）での賞味期限が長いこと（30～90日）、皮や芽などの生ゴミの削減といった利便性が高いことで需要が伸びている²⁾。これらのことから、国産フレンチフライの需要拡大に

事業名：経常研究

課題名：国産フライドポテト向け業務用チルド加工品の製造技術の開発

向けて、冷凍からチルド加工への転換を進めるためには、フレンチフライ向けの商材にチルドポテトの活用が重要と考えられる。しかし、フレンチフライ向けチルドポテトは、冷凍品との品質の比較に関する技術情報が不足している。

そこで本研究では、国産フレンチフライの需要拡大のため、フレンチフライ向けチルドポテトの開発を検討し、フライ調理後のポテトの品質、食感および風味に及ぼすチルドポテトの加熱条件の影響を解析した。

1. 実験方法

(1) 原材料および試作方法

原材料の馬鈴しょは、北海道上川地域で生産されたホッカイコガネ（フライ加工適性品種）を用いた。

試作は、チルドポテトを製造する食品工場の製造工程をスケールダウンした手順で行った（図1 a）。原材料を洗浄、剥皮し、10mm角の網刃を付属したカッターを用いて棒状にカットし、温水ブランチング（60℃・3分→90℃・5分）した。温水ブランチングしたポテト片を、5層プラスチックフィルム（大日本印刷㈱、レトルト三方袋（PET12μm/DLM/バリアON15μm/DLM/ CPP50μm））を用いてポテト片の重量が約200gになるように真空包装した。真空包装したポテト片を、温水中で70℃・30分または90℃・30分、あるいはレトルト殺菌機（㈱日販製作所、RCS-40RTGN）を用いて高温高圧加熱殺菌処理（105～120℃・10～30分）を行い、放冷後、チルドポテト試作品とした（図1 b）。前述の試作における温水ブランチング後のポテト片を金属バットに並べ、-20℃で冷凍して試作したものを冷凍品（対照）とした。

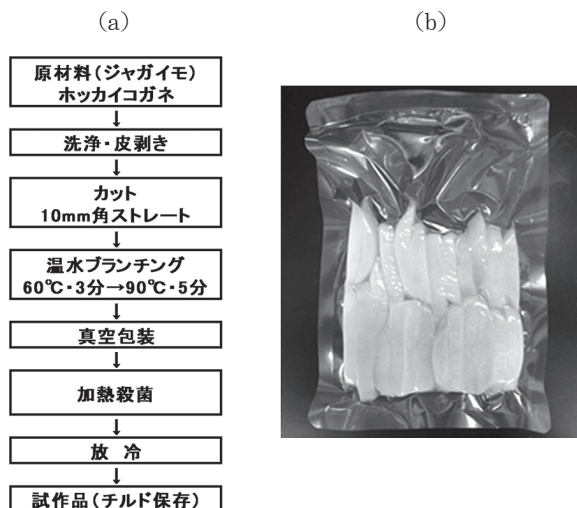


図1 試行方法 (a) および試作品の外観 (b)

官能試験や物性試験などに供した試料のフライ条件は、180℃・2分30秒とした。

(2) 官能評価

当センターの職員10名をパネルとして、フライ調理後のフレンチフライの食感や風味の好ましさについて、冷凍品を3点とし、5段階評点法（1～5点）で評価を行った。

(3) 表面観察

観察試料として、フライ後のフレンチフライを（縦5mm×横5mm×厚さ1mm）に細切り、液体窒素への浸漬処理で急速凍結した。凍結した観察試料をフレンチフライの表面を観察面としてクールステージ機構（-20℃）にのせて、走査型電子顕微鏡（日立ハイテクノロジー㈱、SU1510）を用いて、加速電圧5eVで観察面から発生した二次電子を観察した。

(4) 物性分析

フライ後のフレンチフライをそのまま分析試料とし、クリープメーター（㈱山電、RE2-33005S）を用いて、直径5mmの円柱プランジャーで圧縮速度1mm/秒、取込み速度0.1mm/秒の短軸等速圧縮試験を行い、最大応力を硬さとして分析した。

(5) ガスクロマトグラフ

ヘッドスペースガスクロマトグラフにより、フレンチフライに特徴的な香り成分を分析した。分析試料は、フライ後のフレンチフライの表面（油を吸った外側の層）を削り、中のジャガイモを取り出して調整した。分析試料1.0gを10mL容バイアルに採取し、内部標準物質として1%エタノール20μLと飽和食塩水5mLとを添加した後、セプタム付キャップでバイアルを密封した。密封したバイアル瓶を40℃で20分間加熱した後、ガスタイトシリンジを用いて200μLをFID検出器付きガスクロマトグラフ（㈱島津製作所、GC2010）に注入し、メチオナルなど香り成分を測定した。

カラムはDB-WAX（アジレント・テクノロジー・インターナショナル社、0.25μm I.D.×30m）を用いて、注入口温度を220℃、スプリット比1：8、カラム温度は35℃を10分間保持し、その後100℃まで20℃/分の条件で分析した。

2. 実験結果および考察

加熱条件の異なるチルドポテトを3種試作し（70℃・30分、90℃・30分、110℃・30分）、フライ調理後のフレンチフライの品質（色調、食感、風味）について、冷凍品と比較しながら官能評価を行った。110℃・30分で処理したチルドポテトは、冷凍品や他の処理品と比較して、

表1 フライ調理後のチルドポテトの官能評価

試作品 (加熱殺菌条件別)	70℃・30分	90℃・30分	110℃・30分
色調 (過度な焦げ色がない)	3.4	3.2	2.9
ポテト表面の食感	3.0	3.8*	4.5**
ポテト内部の食感	2.9	2.7	2.9
ポテトの風味	3.1	3.2	3.6*

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ (Steel検定, 対照との比較)

ポテト表面の食感が高評点であり, 風味の評点も高かった (表1)。官能評価のパネル意見から, 以下の実験では, ポテト表面の良食感を「サク感のある硬さ」, 良好な風味を「加熱したポテトの香気成分の付与」を指標として機器分析を行った。

チルドポテトのフライ調理後の表面について, 走査型電子顕微鏡で観察した結果, 冷凍品ではジャガイモの細胞が明瞭に観察されたことに対して, チルドポテトでは細胞からのデンプンの溶出が観察され, 特に110℃・30分で処理したチルドポテトは, 表面の細胞が観察できないほどデンプンの溶出が顕著であった (図2)。

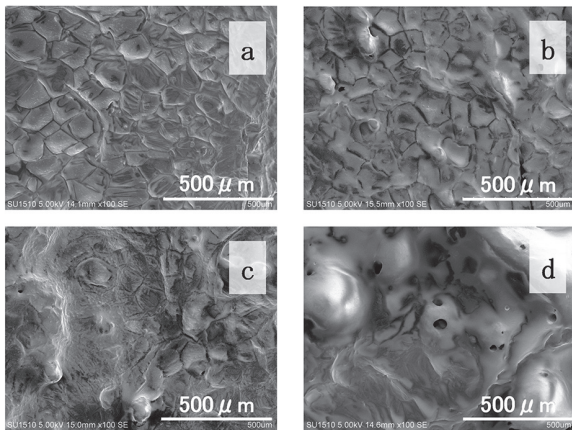


図2 フライ調理後のチルドポテトの表面観察

これまでの冷凍フレンチフライの製造技術³⁻⁵⁾は, ポテト片にデンプンやデキストリン溶液に浸漬し乾燥しやすい被膜を形成することで, サク感のある硬いフレンチフライを得る方法であった。今回110℃・30分で処理したチルドポテトは, 細胞からのデンプンの溶出が顕著であり, このデンプンが既存技術と同様に被膜を形成し, フライ調理後にサク感のある硬い食感を発現していると考えられた。

フライ調理後のフレンチフライの物性に及ぼすチルドポテトの加熱温度の影響を解析した結果, フレンチフライの最大荷重は, 加熱温度が105℃以上で高くなり, 105℃・20分および30分, 110℃・20分および30分, 115℃・30分で最も高いことが示された (図3)。加熱条件105, 110, 115℃ (それぞれ10分, 20分, 30分) 処理のチルドポテトにおけるフライ調理後の最大荷重のデータを分散分析した結果, 加熱時間に影響があり, 加熱温度と加熱時間には交互作用があることが示された (表2)。

これらのことから, フライ調理後のフレンチフライの最大荷重 (硬さ) を発現するチルドポテトの加熱温度は, 105℃以上であり, より好ましくは, 105~110℃・20~30分, または115℃・30分であることを明らかにした。

フライ調理後のフレンチフライの香気成分を分析した結果, イソブタナール (揚げたたての香り), メチオナール (蒸したポテトの香り), イソバレラルデヒド, バレ

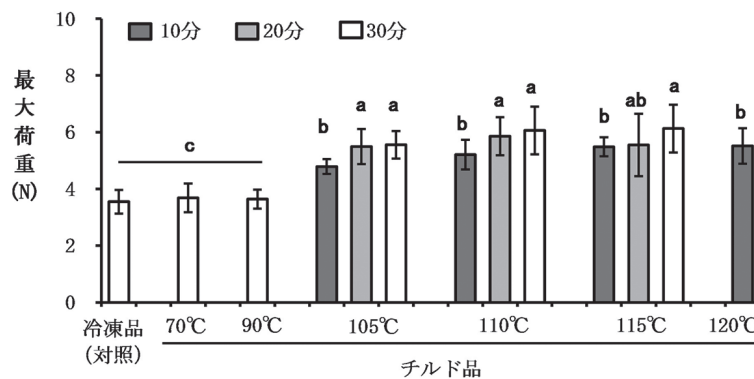


図3 フレンチフライの最大荷重

同一アルファベット間には5%水準で有意差がないことを示す (Tukey法)。

表2 最大荷重に及ぼす加熱条件の影響

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
加熱温度	2.443	2	1.221	3.047	0.054	3.124
加熱時間	4.849	2	2.425	6.048	0.004**	3.124
交互作用	4.060	4	1.015	2.532	0.048*	2.499
繰り返し誤差	28.863	72	0.401			
合計	40.215	80				

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ (分散分析)

ルアルデヒドが検出された。これらの成分の内、イソバレルアルデヒドは微小ピーク、バレルアルデヒドは変形ピークであったため解析から除外した。また、フレンチフライの特徴的な香りとして報告されているイソブタナール⁶⁾は、試作したフレンチフライに明瞭なピークで検出されたが、チルドポテトの加熱温度との関連性は認められなかった(データ不掲載)。

メチオナールも、試作したフレンチフライに明瞭なピークで検出され、加熱温度90°C~110°Cで高生成であり、加熱温度70°C、あるいは115°C、120°Cで低生成であった(図4)。既報では、緑茶飲料の香り成分の一つのメチオナールが、加熱殺菌工程において、110°Cで最大の生成量となり、その後加熱温度が高まるにしたがって減少すると

報告されており⁷⁾、本研究の実験結果におけるメチオナールが生成する加熱温度帯と一致していた。

加熱条件105, 110, 115°C(各10分, 20分, 30分)処理のチルドポテトにおけるメチオナール生成のデータの分散分析の結果、加熱温度には影響があり、加熱温度と加熱時間には交互作用があることを示した(表3)。これらのことから、フライ調理後のメチオナールを高生成にするチルドポテトの加熱温度は、90°C・30分、105~110°C・10~30分であることを明らかにした。

以上のことから、フレンチフライ向けチルドポテトの特長は、冷凍品と比較して、フライ調理後の表面が硬く、蒸したポテトの風味が強いことを明らかにした。食感と風味の良いチルドポテトの加熱条件は、最大荷重とメチ

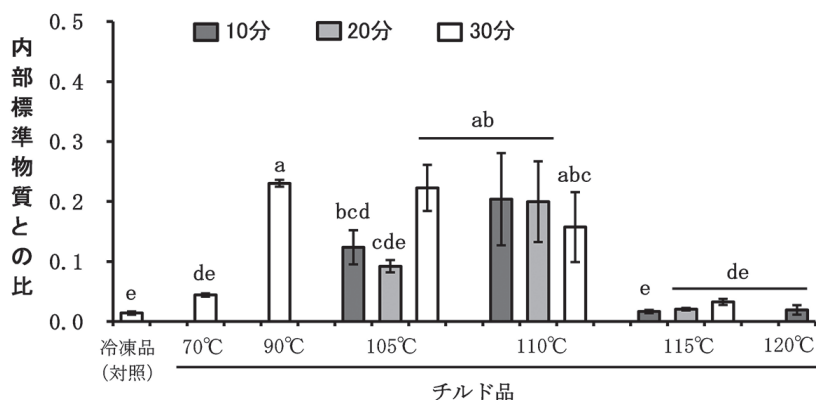


図4 フレンチフライのメチオナール

同一アルファベット間には5%水準で有意差がないことを示す(Tukey法)。

表3 メチオナール生成に及ぼす加熱条件の影響

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
加熱温度	0.130	2	0.065	36.976	0.000	3.555
加熱時間	0.005	2	0.003	1.491	0.252**	3.555
交互作用	0.027	4	0.007	3.844	0.020*	2.928
繰り返し誤差	0.032	18	0.002			
合計	0.194	26				

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ (分散分析)

表4 フライ調理後の食感と風味に及ぼすチルドポテトの加熱条件の影響

チルドポテトの 殺菌条件	(°C)	70			90			105			110			115			120
		30	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30		
フライ調理後の食感		← 最大荷重が高い (硬い) →															
フライ調理後の風味		← メチオナルが高生成 →															
フレンチフライに適した チルドポテトの加熱殺菌条件		← 食感と風味の特長の発現 →															

オナル生成を考慮した結果、105°C・10～30分および110°C・10～30分であると考えられた（表4）。

3. 要約

フライ調理後のフレンチフライを官能評価した結果、加熱条件110°C・30分で処理したチルドポテトは、冷凍処理の対照品と比較して、ポテト表面の食感と風味の評点が高かった。また、フライ調理後のフレンチフライの表面を走査型電子顕微鏡で観察した結果、細胞からのデンプンの溶出が顕著であり、加熱によるデンプンの溶出がフレンチフライの表面の食感に影響を与えていると考えられた。加熱条件の異なるチルドポテトを試作し、フライ調理後のフレンチフライの物性を測定した結果、加熱温度105°C以上で処理したチルドポテトで硬さが高かった。また、香気成分の分析により、メチオナルは、90°C～110°Cで処理したチルドポテトで高生成であった。

以上のことから、フレンチフライ向けチルドポテトの特長は、冷凍品と比較して、フライ調理後の表面が硬質で、また蒸したポテトの風味が強いことであり、それらの特長のための最適な加熱条件は、105°C・10～30分および110°C・10～30分であることを明らかにした。

文 献

- 1) 農林水産省生産局 (2009), 国産原材料による加工・業務用需要への対応指針, 37-37.
- 2) 梅田智里, 中野敦博, 小宮山誠一 (2015), 「スノーマーチ」のチルドポテト加工適性評価と製品化, 戦略研究報告書 北海道の総合力を活かした付加価値向上による食産業活性化の推進, 35-40.
- 3) セレストール・ホルディング・ベー・ファウ (1999), ポテト製品用クリアーコート調合物, 特開平11-221012, 8月17日.
- 4) ザ・プロクター・アンド・ギャンブル・カンパニー (2002), 長い保持時間を有するオープンベークドフレンチフライ, 特表2002-522052, 7月23日.
- 5) 江崎グリコ株式会社 (2004), から揚げ粉やまぶし粉及びフライ食品の製造方法, 特開2004-65180, 3月4日.
- 6) 矢野詩子, 中原一晃, 馬野克己 (2012), フライドポテトの香りの変化に関わる香気成分について, 日本食品科学工学会第59回大会講演集, 196.
- 7) 熊沢賢二, 増田秀樹 (2005), 茶飲料の香気に及ぼす加熱条件の影響, 日本食品科学工学会誌, Vol.52, 34-40.