

1. 研究の目的と概要

ナガイモは十勝の代表的な作物であり、全国 19 万 t の生産量（平成 19 年、やまのいも合計値）のうち約 5 万 t が十勝で生産されている。十勝のナガイモは品質の良さに定評があり、海外に輸出されている数少ない農産物でもある。しかし、加工品としてはほとんどがすりおろしのトロロに用いられているだけで、地域の特産品として PR するために新たな用途開発が求められている。ナガイモを用いた試験については平成 17～19 年度に「文部科学省都市エリア産学官連携促進事業（一般型）十勝エリア」でいくつかの商品化と機能性解明について成果が出ている。本試験ではナガイモの基本的性質を明確にした上で、さらに発展させてナガイモ特有の粘質物に着目し、その物理特性と機能性を明らかにすることで新たな価値を付加した様々な食品への利用可能性を検討し、用途開発につなげることを目的としたものである。

2. 試験方法および結果

(1) ナガイモの基本的性質（デンプン）

生鮮ナガイモは水分 82～87% で流通しているが乾物中の主要成分は炭水化物であり、たんぱく質も含まれている。すりおろしたナガイモを遠心分離（3000rpm、15min）にかけてとデンプンと繊維分が沈澱し、上層に粘質物が得られる。粘質物は糖たんぱく質であることがわかっており、ナガイモに含有するたんぱく質は粘質物の構成成分として存在している。これらの分画成分を粗精製して乾燥した重量比率を図 1 に示した。最も含有量の多いデンプンについて、顕微鏡で観察した形状を図 2、物理特性を表 1 に示した。ナガイモデンプンは比較的均一な粒子径であり、その平均粒子径、加熱時の粘度ともバレイショとトウモロコシデンプンの中間の数値を示した。

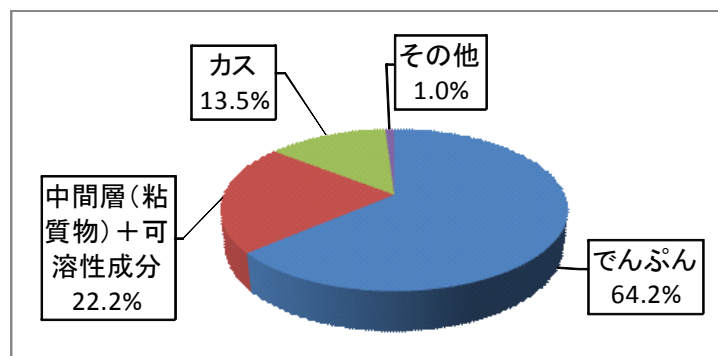


図 1. ナガイモ固形分を構成する要素

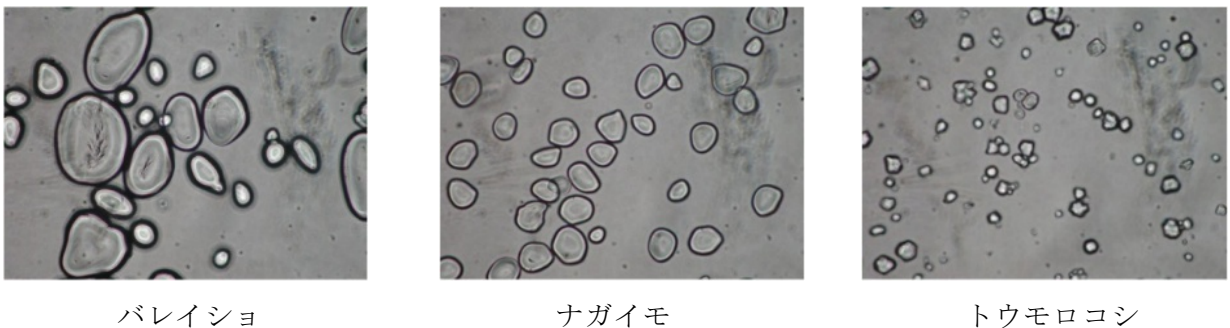


図 2. 各種デンプンの形状の比較

表 1. 各種デンプンの物理特性

	平均粒子径 (μm)	アミログラフ (4%、30°C→95°C→50°C) (8%の場合)	
		粘度上昇開始温度	最高粘度(BU)
パレイショ	55	62	1060
ナガイモ	29	81(67)	220(1780)
トウモロコシ	16	86	30

(2) ナガイモの基本的性質 (変色)

ナガイモは加工後に赤く変色するような現象が多く発生し、商品の品質低下となることから、変色防止を考慮した試験を行った。ナガイモは原料の状態でも保存条件により、赤く変色することがある (図 3 参照)。この変色原因となる成分は皮下の限られた層に高濃度で蓄積されていると考えられた (図 4 参照)。よって 1mm 程度の剥皮でかなり抑えられると考えられるが、通常は無色であることから判断が難しいのが現状である。



図 3. ナガイモの赤変

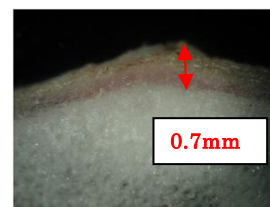


図 4. 変色したナガイモの断面

そこで、褐変に関与すると言われているポリフェノールオキシダーゼ活性を測定し、ブランチング処理による酵素失活への影響を調べた。皮付きナガイモを沸騰浴中で 7min 処理したものと未加熱のものを表層部、中層部、芯の 3 層に分けて採取し、10 倍希釈になるように 0.1M リン酸緩衝液(pH6.0)を加えて氷冷下でホモジナイズし、 $0.45\mu\text{m}$ のフィルター濾過したものを酵素原液とした。

酵素活性は以下の方法で測定した。

- ① 試薬
 - i) 基質溶液 5mM-メチルカテコール/0.1M リン酸緩衝液(pH6.0)
 - ii) TNB 溶液 5,5 ジチオビス 19mg を蒸留水 10ml に懸濁し、水酸化ホウ素ナトリウム 30mg を入れて 1 時間攪拌する。
- ② 酵素原液を適宜希釈して、酵素液とする。これを 30°C に予め温めておく。
- ③ 基質溶液 $900\mu\text{l}$ + TNB 溶液 $10\mu\text{l}$ をマイクロセルに入れて 30°C に温め、反応 0min の吸光度を 412nm で測定する。
- ④ ②の液を $90\mu\text{l}$ を加えて反応を開始し、正確に 1min 後の吸光度を測定する。
- ⑤ 1min に吸光度を 0.01 変化させる酵素量を 1unit とする。

各部位のポリフェノールオキシダーゼ活性測定結果を図 5 に示した。本試験で行ったブランチング処理でナガイモ表層部のポリフェノールオキシダーゼ活性は著しく低下した。

それらの結果を活用した例としては、ナガイモの白さを保持しつつ、生ナガイモ特有の食感を残せるようなブランチング条件を検討した商品 (長いもの漬物: 図 6、7 参照) があり、平成 20 年 12 月に帯広地方卸売市場 (株) より販売開始になった。

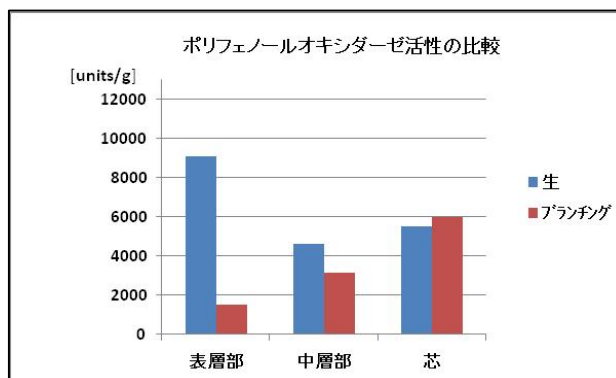


図 5. ポリフェノールオキシダーゼ活性の比較



図6. テクスチャーアナライザーを用いた物性測定



図7. 商品化例

(3) ナガイモ粘質物の性質（加熱変性）

ナガイモの代表的な特徴は粘り成分を持つことにある。その粘質物はマンナン重合体である多糖とたんぱく質の複合体であることがわかっている。たんぱく質は加熱により変性することから、粗分画して得られたナガイモ粘質物について、60、65、70、75、80℃加熱時の状態を調べた。ナガイモ粘質物 3.5%（ナガイモ含有相当量）10ml を試験管に入れ、ウォーターバスで加熱し、それぞれの品温が目的温度に到達した時点で終了とした。加熱後の状態を図8に示した（C:対照、数値：処理温度℃）。



図8. ナガイモ粘質物の加熱後の状態

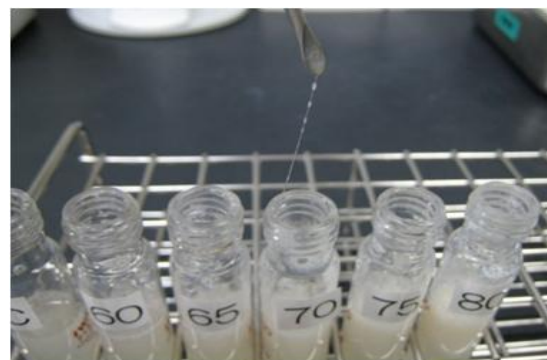


図9. ナガイモ粘質物の糸引きの状態

その結果、たんぱく質の特性どおり高温処理になるほど白色の沈澱が生じ、それに伴いナガイモ特有の糸引き性も失われた。対照と60℃処理ではほとんど変化がなかったが65℃で変化が始め、70℃以上で極端に糸引きが弱くなった（図9）。これらの結果からトロロ特有の粘りが必要な加工には65℃の加熱が限界であると考えられた。

(4) ナガイモ粘質物の性質（デンプンの老化防止）

ナガイモ粘質物を食品加工に活用できる可能性の一つとして、デンプンに対する老化防止効果を調べた。10%バレイショデンプンを沸騰させた後に5℃で一晩冷却すると、デンプン溶液は老化して弾力のある固形物となる。そこで、デンプン加熱時にナガイモ粉末を加えることにより、老化後の固化軽減を比較した。具体的には10%バレイショデンプン100mlに①加熱ナガイモ粉末1.5g、②生ナガイモ粉末1.5g、ナガイモ粘質物粉末0.35g（各重量はナガイモ10gに相当）を加えて混合加熱し、冷却後の固形物についてテクスチャーアナライザーを用いて物性測定を行った。その結果を図10に示した。いずれのナガイモ粉末もデンプン老化防止効果が見られたが、加熱したナガイモよりも生ナガイモの方がその効果は大きく、粘質物はその効果に大きな役割を果たしていることが考えられた。

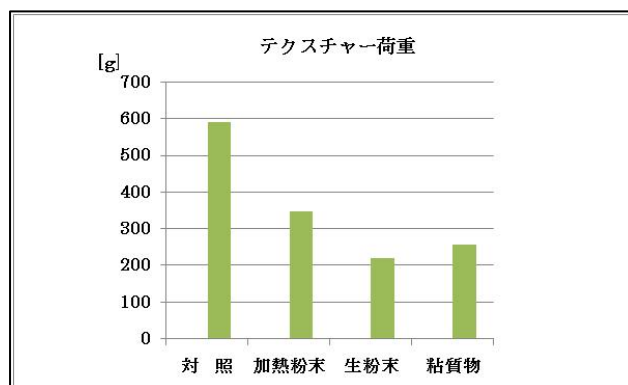


図10. ナガイモ粉末のデンプン老化防止効果

この効果を加工品についても調べるために、市販のナガイモ入りパンの評価を行った。A社で販売しているナガイモが入った食パンと入っていない食パンについて25℃で保存試験を行い、水分および物性の比較を行った。両者とも製造後1日目から4日目に経過する間に内相から表皮に水分移行が見られたが、その数値はほとんど差異はなかった。しかし、内相の物性を測定したところ、製造後1日目では違いが見られなかったが4日目で対照区が固くなっている傾向があり、加工品においてもナガイモ添加で老化防止効果が期待されると考えられた。

表2. ナガイモ入りパンの保存後の水分、物性比較

	製造後1日経過			製造後4日経過		
	水分(%)		テクスチャー荷重(g)	水分(%)		テクスチャー荷重(g)
	表皮	内相		表皮	内相	
対 照	25.8	43.2	19.6	31.7	42.7	34.2
ナガイモ入り	26.1	44.6	20.3	31.2	43.8	20.7

(5) ナガイモ粘質物の性質 (その他)

ナガイモの粘質物は起泡効果が知られており、菓子類への活用も期待される。メレンゲに適量ナガイモを加えると菓子生地気泡保持が認められた。試作品の例を図11、12に示した。



図11. ナガイモ入りマッシュマロ



図12. ナガイモ入りマカロン

機能性試験においては、帯広畜産大学との共同試験においてナガイモ粘質物が大腸腺腫抑制に重要な役割を果たしていることが示唆されており、今後の報告を待つところである。

3. まとめ

十勝の代表的な作物であるナガイモについて基本的な性質を明らかにし、食品加工に活用できるいくつかの知見を得た。特にナガイモ粘質物のデンプン老化防止効果は幅広い食品への応用が期待できると考えられる。ナガイモに含まれる成分としてはデンプンが最も多いが、その加熱時の粘度はバレイショデンプンよりもかなり低く、ナガイモ全体を使用した場合でもその効果は十分活用が可能である。その他に得られた機能性試験のデータをもとに、ナガイモに新しい価値を付加した食品を開発するための試験を行い、今後も情報提供を行っていく予定である。