

十勝産ゆり根の規格外品を用いた加工品の開発および品質 PR に関わる検討(R6)

公益財団法人とかち財団 ものづくり支援部

食品技術グループ 水谷香子

1 研究の背景と目的

ゆり根の国内生産量は北海道産が 99%を占めており、幕別町忠類地区では約 60 年間にわたりゆり根の栽培技術・品質の向上に力を入れている。忠類では高品質なゆり根を販売するための厳正な選別が行われており、その一方で多量の規格外品が発生する。本研究では規格外ゆり根を活用し、加工品を開発することで販路拡大を目指す。また、安定したブランド形成のために、ゆり根の品質について検証を行い、地域特産品としての PR に繋げ、十勝地域のゆり根産業振興のための技術支援を行う。

2 試験研究の方法

(1) 試験サンプル

令和 5 年度または 6 年度産の忠類産ゆり根（白銀、月光）を試験に用いた。

(2) レトルト後のゆり根の色およびテクスチャー測定

レトルト後のゆり根は、分光色差計（SA4000、日本電色工業(株)）で色を測定し、硬さはテクスチャーアナライザー（TA-XT-Plus、Microstable 社製）でプランジャー(P/2)を突き刺した場合の荷重(N)を測定した。

(3) ゆり根の外観評価

ゆり根表面の白さ(L*値)は、可食部をペースト状に破碎した後、前記の分光色差計で測定した。画像解析は、ゆり根表面を外径約 25cm のリングライト(286lm)で照射して 2 方向から撮影した画像を ImageJ（アメリカ国立衛生研究所(NIH)の画像解析ソフト）で解析し、全体に対するサビ（変色した部分）の面積の割合を算出した。

(4) でん粉および糖分析

ゆり根のでん粉含量は酵素法による比色定量により分析した。糖分析は高速液体クロマトグラフを用い、カラムは Asahipak NH2P-50 4E(4.6mmID×250mmL、Shodex 製)、検出器は示唆屈折計、移動相はアセトニトリル：蒸留水：リン酸=70：30：0.2 とし、流速 1.0ml/min、オープン温度 50℃の条件で測定した。

3 試験結果および考察

(1) 規格外ゆり根を用いた加工品の開発

規格外ゆり根を原料としたゆり根バターの製品開発について要望があり、依頼者が可能な流通や保管方法を考慮し、常温流通可能なレトルト品の開発を検討した。

i) 外観・食味を保持した加工条件の検討

レトルト殺菌による高温高圧加熱では、変色や過度な軟化が起きる可能性があることから、処理条件の検討を行った。105～130℃で F 値 6 に到達するまでレトルト処理を行うとともに、pH 調整(pH4.0)による変色抑制効果、および塩化 Ca（試薬）添加による軟化抑制効果を検証した。その結果、120℃の加熱条件で最も色の変化が少な

く、さらに pH 調整および塩化 Ca の添加により変色や過度な軟化が抑制される傾向があった（図 1）。そこで、表 1 に示す市販の品質改良剤（1%溶液）を用い、2 条件（90℃で 3 分加熱後に 1 時間浸漬および加熱無しで約 18 時間浸漬）で前処理した後レトルト処理を行い、色の変化・硬さを比較した。その結果、品質改良剤を用いた場合は変色が抑制され、特に加熱後に浸漬した場合で変色抑制効果が高かった（図 2）。色差計による色の測定では、改良剤を添加したものは添加無しに比べて白さを示す L^* 値が高く、黄色味を示す b^* 値が低くなっており、特に HF・NB で顕著であった（図 3）。テクスチャーアナライザーによる硬さの比較では、HF・NB に加熱後浸漬の場合で最大荷重が高く、官能評価でも最も歯ごたえがある仕上がりになっていた（表 2）。これらの結果より、加熱後 1 時間改良剤（HF・NB）に浸漬し、120℃でレトルト処理する条件が適していると考えられた。提案する調製フローを図 4 に示す。



図 1 各温度でのゆり根のレトルト処理写真

表 1 市販品質改良剤と配合原材料

製品名	製造者名	原材料
HF-NB	(株)ハマダフードシステム	塩化Ca、pH調整剤
ネオキープ	赤田善(株)	乳酸Ca、pH調整剤
シャッキリーナ	ユニテックフーズ(株)	乳酸Ca、酸化防止剤(V.C)、増粘剤



図 2 品質改良剤を用いた場合のレトルト処理写真

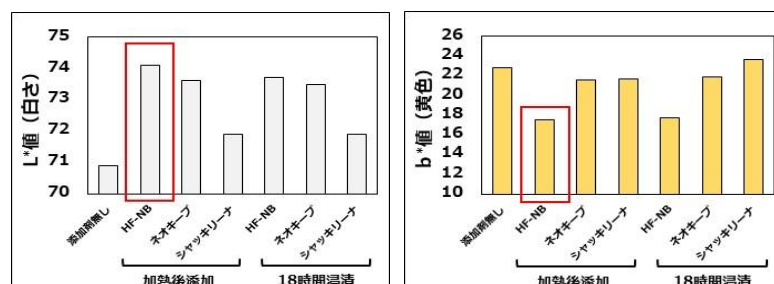


図 3 色差計による色の評価

表2 テクスチャーアナライザーによる硬さの比較

最大荷重(N)				
添加剤無し	市販品質改良剤			
	HF-NB	ネオキープ	シャッキリーナ	
30.9	加熱後浸漬	35.5	28.2	26.3
	18時間浸漬	31.5	25.5	27.3

n=2~3 平均値

n=2~3 平均値

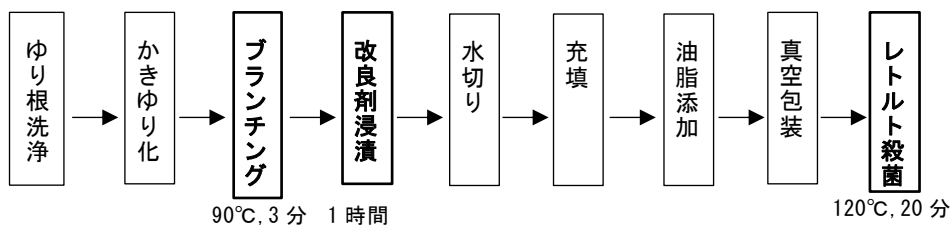


図4 ゆり根バター調製フロー

ii) ゆり根バターの試作

前項の製造フローでゆり根バターの試作を行った。添加する油脂はバターおよびマーガリン（50%バター配合）を用い、かきゆりに対して3%、5%配合した。マーガリンを配合した場合、カロテン色素と考えられる黄色い成分が部分的に分離しているのが見られたため、使用する油脂は色素無添加のものが望ましいと考えられた（図5）。配合量については、依頼者の官能試験により3~5%の添加が好ましいと考えられた。今後は本研究で得られた技術情報を委託業者に提案し、製品化を検討する。

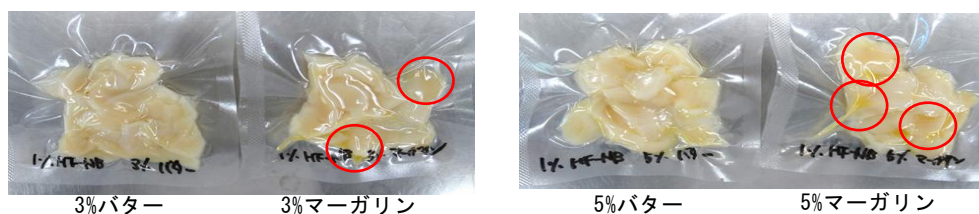


図5 ゆり根バター試作品 赤丸：色素分離部分

(2) ゆり根の品質に関わる検討

① ゆり根の品質評価の検討

忠類ではゆり根の高品質選別を目的に、各栽培農家で箱詰めされたゆり根の抜き打ちの比較評価（目合わせ）を行っている。それらの評価は表面の白さ・サビ（変色部分）の量等の見た目を中心とした目視評価で行われるが、数値化はされていない。そこでゆり根表面の色の数値化を検討し、目視評価の妥当性について検証した。

i) ゆり根の外観評価についての検証

ゆり根の外観評価法について、ゆり根可食部をペースト化して色差計で白さ（L*値）を評価する方法と、画像解析によりゆり根表面のサビの割合を数値化する方法（図6）で比較した。サビの少ない流通品とサビの多い規格外品を用いて比較した場合、色差計による白さの評価では、ゆり根の大きさで数値が影響され、顕著な差が得られなかったが、画像解析では表面のサビの割合を計測でき、数値化することが可能であった（図7）。画像解析では表面のサビを非破壊で数値化できることから、外観評価の有効な手法の一つであると考えられた。

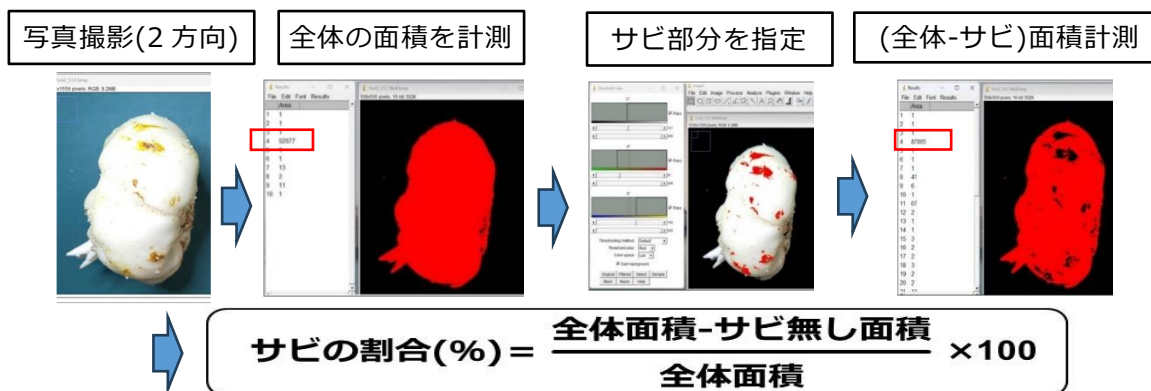


図 6 画像解析によるサビの割合解析（操作概要）

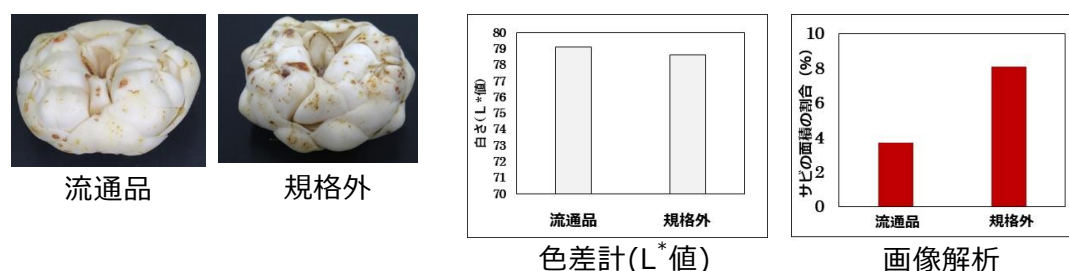


図 7 出荷前ゆり根の色差計および画像解析による評価

ii) 目合わせ（目視での評価）による外観評価の妥当性

目合わせ会議において、栽培農家 7 軒（A～G）がそれぞれ無作為に選んだ箱詰め
のゆり根を持ち寄り、目視による外観評価を行った（図 8）。各生産者のゆり根を他
のゆり根全体と比較して 5 段階（非常に良い：5 点、良い：4 点、同等：3 点、あま
り良くない：2 点、だいぶ悪い：1 点）で評価し、平均を評価点とした（図 9 左）。
また、各箱から無作為に 2 個ずつサンプリングし、各 2 方向から撮影した画像を解
析してサビの面積を計測し、サビの割合を算出した（図 9 右）。その結果、殆どの
ゆり根は評価点が中央値の 3 点を超えており、サビ面積も少なかった。しかし、評価
点が中央値よりも低いものがあり、規格外よりは少ないもののサビ面積の割合が全体
と比較すると多い傾向だった。これらの結果より、目視評価とサビ面積の割合には関
連性があり、目合わせによる評価が妥当であることが確認できた。これに関し、忠類
産のゆり根は管外産などの他地域に比べ、根切り量（根の除去量）を多くしており、
外側のサビの多い部分が剥がれて歩留まりは悪くなるものの、表面の白さを確保する
ことができていると考えられた（図 10）。さらに、定期的な目合わせ評価により厳
しい選別を行うことにより、高品質なゆり根の流通が維持されていると考えられた。



図 8 目合わせ会議における評価の様子

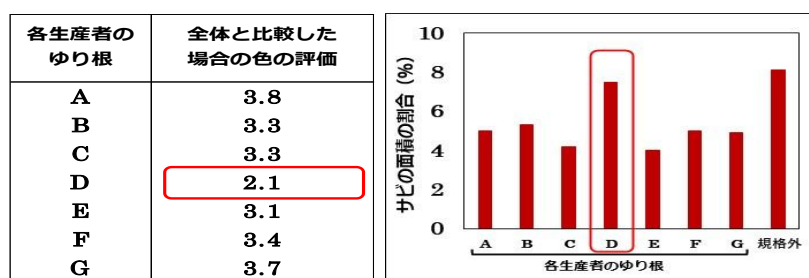


図9 目視による評価とサビの割合の比較

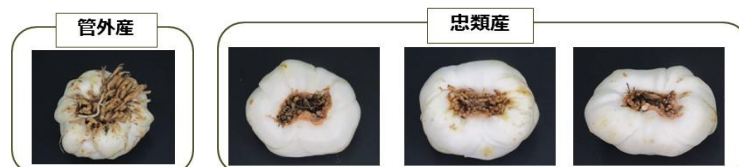


図10 ゆり根の根切り部分の画像

②貯蔵中のゆり根の外観および成分の変動における調査

8～11月に収穫されたゆり根は、需要の最盛期（12～1月頃）後まで貯蔵される。その間、徐々にサビ部分の増加が見られ、その一方で甘味が増すとされている。しかし貯蔵条件によるそれらの変化については報告が殆ど見られない。そこでゆり根の貯蔵条件における外観と成分の変動について検討した。

i) ゆり根の貯蔵条件別外観変化の評価

ゆり根の主な栽培品種である白銀と月光を用い、JA倉庫内（約0～4℃、平均2.6℃）、-1℃、4℃および10℃で貯蔵し、経時的に表面のサビ面積を解析した。保存開始時のサビの割合は両品種とも2%前後であった。-1℃、JA倉庫、4℃の保存では、両品種とも4か月までに3～5%の間でサビ面積が増加していたが、規格外品（サビ面積約8%）や流通不可の不良品（サビ面積約15%）と比較すると十分低い数値であった。一方、10℃保存では4か月には約15%までサビ面積が増加し、著しく劣化した（図11）。これらの結果から、サビの増加抑制には4℃以下の貯蔵が適しており、少なくとも4か月までは著しい増加が抑えられると考えられた。

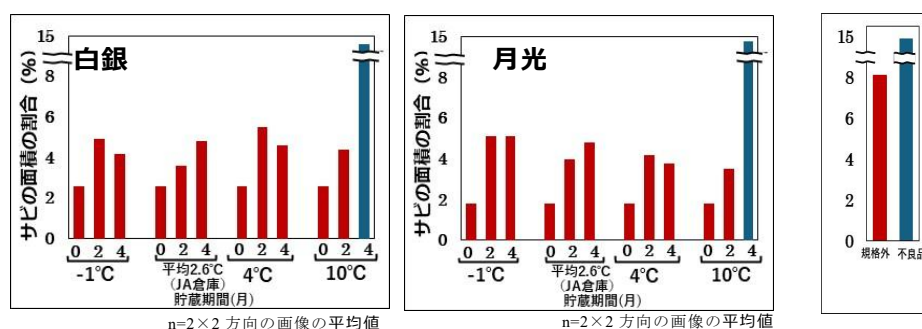


図11 各貯蔵条件でのゆり根のサビ面積の経時的変化

ii) ゆり根の貯蔵条件別成分変化の評価

前項と同様に貯蔵したゆり根のでん粉、Brix(%)、糖含量の経時変化を検証した。貯蔵開始時のでん粉含量は白銀で約18%、月光で約20%であったが、2か月目以降に

両品種とも 15%以下に減少した（図 12 上図）。糖含量および Brix(%)は-1℃および JA 倉庫内の貯蔵で 2 か月目から増加し、特に JA 倉庫内での保管では白銀で 2 か月目、月光で 2~4 か月目に顕著な増加が見られた（図 12 下図）。-1℃および JA 倉庫内の貯蔵では、糖含量や Brix(%)が増加していたことから、貯蔵中にでん粉が糖化して増加したものと考えられる。一方、4℃以上の保存では糖含量の増加は殆ど見られなかった。これは、糖化によって生じた糖が生体の生長に関わる代謝等で消費されているためと考えられる。以上の結果より、ゆり根中の糖含量を効率よく蓄積させて甘みを増加させるためには、4℃未満の温度での貯蔵が望ましいと考えられた。貯蔵試験の開始は 10 月であり、2~4 か月後の 12~2 月に糖含量が顕著に増加していたことから、JA 倉庫内で保管されたゆり根は、需要が高い時期に最も糖化が進んで甘みが増したものが流通されていると考えられる。

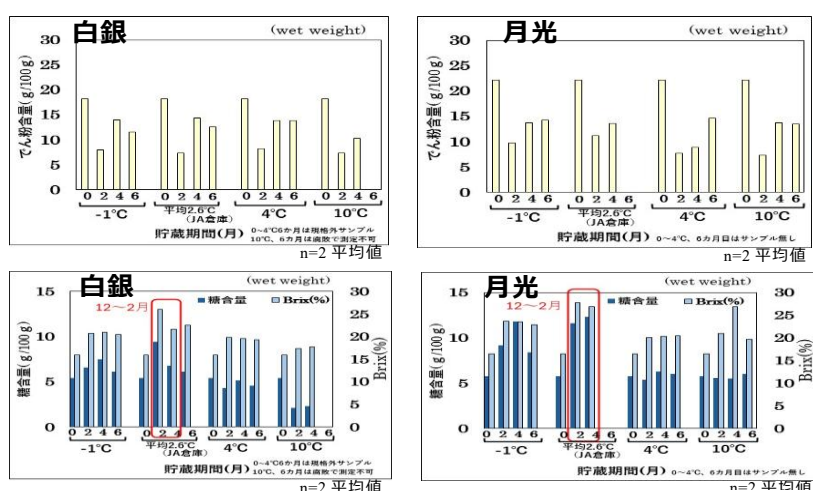


図 12 各貯蔵条件でのでん粉含量および糖含量と Brix(%) の経時的変化

4 まとめ

- ・ ゆり根バターの開発では、過度な変色と軟化が抑制できる条件を見出し、製造委託先等に技術移転する。また、その他のゆり根製品についてもいくつか検討を行っており、今後はそれらの製品化に向けた支援を継続する。
- ・ 目合わせ評価の妥当性検討では、画像解析による表面のサビの割合の数値化を検討し、目視評価とサビ面積の割合には関連性があることを確認した。そのため、目合わせ評価は妥当性のある評価であり、評価に基づいた適切な選別により、高品質なゆり根の流通が維持されているものと考えられた。
- ・ 貯蔵中の外観および成分の変動調査では、ゆり根の変色を抑制し、甘味となる糖含量を蓄積させるには 4℃未満の温度での貯蔵が望ましいと考えられ、約 0~4℃に管理された JA 倉庫内で保管されたゆり根は、甘みの蓄積に適した環境で保管されていると考えられる。
- ・ 本試験での取り組み結果を忠類ゆり根の品質 PR 等に有効にご活用頂けるよう、今後も支援を行う予定である。