

ジャガイモ貯蔵技術の課題と改善方向

(独) 農研機構 北海道農業研究センター

主任研究員

研究調整役

遠藤
森

千絵
元幸

国産ジャガイモは、5月下旬から8月上旬頃までは主に九州および関東・東北産が供給され、その後8月上旬から10月中旬にかけて北海道産が収穫、これを貯蔵して翌年の5月まで供給される。このように周年供給には、北海道産のジャガイモを高品質に長期貯蔵することが重要となっている。

しかし、ジャガイモという作物（植物）側からみれば、生きているのだから貯蔵中に変化するのは当たり前で、「収穫直後と同一な品質」での生イモの貯蔵は不可能といえる。また、貯蔵中の品質に関わる因子は、貯蔵条件だけでなく、貯蔵前の気象・栽培条件や塊茎の生理状態、品種特性など多岐にわたる。従って良質な状態での貯蔵とは、貯蔵原料の状態を把握し、用途に応じた貯蔵技術を用いてできる限り減耗・品質の変化を抑え対応する技術ということになる。

本稿では、貯蔵において重要となるジャガイモの特性と、これらに対する対応技術・課題について述べる。

1. 貯蔵中の呼吸、萌芽

貯蔵中のジャガイモは呼吸をしている。つまり、外界から吸収した酸素とでん粉由来の糖を、呼吸代謝を通して最終的に二酸化炭素と水に変換することで生命維持のた

めのエネルギーを得ている。呼吸量は、塊茎の熟度・健全性などの貯蔵前の生理状態や、貯蔵条件によって、またこれらに対する品種ごとの特性によっても異なる¹⁾。一般には、未熟塊茎や打撲・傷などの障害、罹病など健全ではない塊茎では呼吸量は増加する。貯蔵温度は4-5℃付近で最も呼吸量が小さいとされている。

貯蔵後期では萌芽に伴う呼吸も加わる。ジャガイモには「萌芽に適切な温度にしても萌芽しない内生休眠期」と、その後の「適切な温度では萌芽するが低温にすることで強制的に萌芽を抑制できる外生（強制）休眠期」がある。この休眠期間の長さは品種によって異なる。また、外生休眠期終了後はたとえ低温で貯蔵していても萌芽を抑えることはできない。

従って、貯蔵が長期になるほど呼吸の結果としての乾物率の低下は大きくなる。呼吸や萌芽を抑えるという観点からは貯蔵温度を下げ休眠期間を延長する方法がよいといえる。しかし、生食用に用いられる2-4℃のような低温での貯蔵は後述するように糖の増加を招き、油加工後の製品品質を低下させる。このため、油加工用原料は生食用より高い温度での貯蔵を余儀なくされている。

2. 低温貯蔵での糖の増加

ジャガイモは約8℃よりも低温で貯蔵すると糖が増加する。この低温貯蔵での還元糖の増加は、「低温糖化（Low-temperature sweetening）」と呼ばれ、ジャガイモの生理現象としてよく知られている現象である¹⁻³⁾。収穫直後のジャガイモでは、糖分はほとんどでん粉となっており、水溶性の糖類（ジャガイモではブドウ糖、果糖、ショ糖の3種）は極めて低濃度である。これを低温で貯蔵すると、でん粉のごく一部がブドウ糖に分解される。その一部は果糖に変換され、その後ブドウ糖と果糖が結合してショ糖となり、ショ糖は液胞と呼ばれる細胞内の小器官に入って再びブドウ糖と果糖に分解される。こうして低温貯蔵中に「ブドウ糖と果糖」＝還元糖が増加していく。

生食用のイモであれば、増加した糖は良食味の付加価値として生かすことができる。北海道産の生食用ジャガイモではこの特性を積極的にアピールした商品が展開されている（本誌No.108の「雪室を利用したジャガイモ貯蔵技術の現状と課題」参照）。しかし、食品加工の観点から見ると、

ポテトチップスなど高温の油加工の際には、増加した還元糖がメイラード反応と呼ばれる現象を通して茶褐色の色素を生成、製品に苦み・焦げ色を生じさせる⁴⁾。さらに最近、このメイラード反応中に発がん性が疑われているアクリルアミドが生成されると報告され^{5,6)}、ジャガイモベースの油加工品でも検出されたとの報告もなされた⁷⁾。このため油加工用原料では低温糖化はマイナスの要因となっている^{3,8,9)}。通常、油加工業の現場では、低温貯蔵での糖の増加が低い品種を原料イモとして用いて、6-12℃の間で品種ごとに温度を設定し使用時期を使い分けるとともに¹⁰⁾、reconditioning（16-20℃ 2週間の昇温処理で糖を減少させる）処理を行うなどして対応している⁸⁾。

筆者らはこれまでに低温での糖の変動は品種によって「還元糖増加型」、「糖量低推移型」、「ショ糖増加型」に分類できることを明らかにしてきた¹¹⁾。生食用の「メイクイン」（図1）、「男爵薯」、「キタアカリ」などは低温での還元糖の増加が大きい「還元糖増加型」品種である。これに対し、ポ

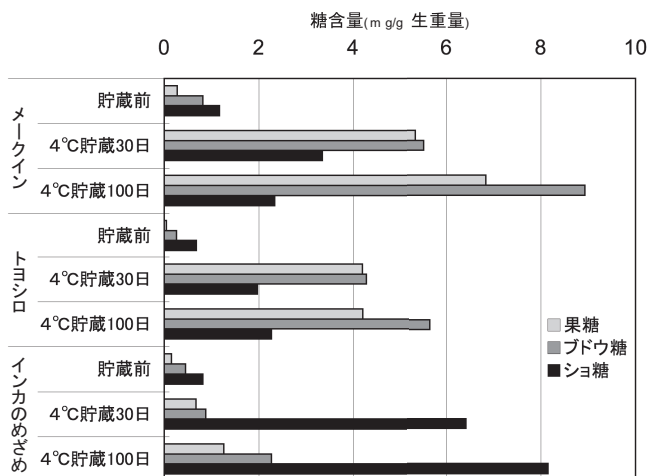


図1 低温貯蔵でのジャガイモの糖の増加（引用文献11から抜粋）

テトチップスなど、油加工専用に開発された「トヨシロ」(図1)、「スノーデン」などの品種は糖の増加程度が小さい。油加工で焦げ色のつきにくい品種育成を行ってきたからである。また、最近、良食味で注目を浴びている品種「インカのめざめ」(図1)は、低温貯蔵によって還元糖ではなくショ糖が特異的に増える特殊な「ショ糖増加型」品種である。

このように「低温糖化」に関しては、用途ごとに適した品種を用いて、糖化の特性を正確に把握し、これらに対応した貯蔵技術・ハンドリング技術を用いることが極めて重要となる。同時にこれらに対応した品種開発が重要となる。

3. 貯蔵中の蒸散による減耗、曝光による緑化

ジャガイモ塊茎からの水の蒸散は一般に貯蔵中の湿度が低い場合に大きくなる。また未熟塊茎や収穫後のキュアリングが十分でない場合、塊茎表皮のコルク化(スベリン化suberization)が不完全であり蒸散しやすい表皮となる。さらに萌芽によっても蒸散量は増える。蒸散が激しい塊茎では、塊茎重量が著しく減少(減耗)し弾力性がなくなる。この場合、貯蔵後の工程で剥皮効率が悪くなるだけでなく打撲などの物理的損傷を受けやすくなるともされている。蒸散を最小限にするためには、健全な完熟イモを十分キュアリング(15-20℃、2週間程度暗黒)してから貯蔵を開始し、貯蔵中の湿度を80-90%に保つことが重要となる¹⁾。

ジャガイモは曝光すると組織にクロロフィルが生成され緑化すると同時に、えぐ

味の原因となるグリコアルカロイド(ソラニン、チャコニン)の生成が起こる。この2つは独立した現象であるが、両者とも自然光、蛍光灯下だけでなく25 lux程度の薄暗い光でも生成し、その量は曝光の積算時間で決まるため、特に長期貯蔵では大きな品質低下につながる¹²⁾。イモを光に当てるのは収穫時も含め貯蔵出庫時やその後のハンドリング時にも必要最低限にする配慮が大変重要である。

4. 良好な品質での貯蔵技術のために

現在、食品の品質・安全性に対する消費者の目は大変厳しい状況にある。ジャガイモはおいしさだけでなく、栄養・機能性の面でも大変優れている作物で、良好な生育のもと生産されたイモは、その品種の持つ能力を十分に発揮する。しかし、これまで述べてきたように、生食用、加工用ともに高品質な状態でのジャガイモの長期貯蔵は大変難しい技術を要求される。

貯蔵に当たっては、健全な原料イモを用いて、生食用イモでは2-4℃付近の低温で貯蔵し減耗、萌芽を抑えるとともに、低温糖化の特性を十分生かすことも課題となる。加工用では、糖の増加程度、萌芽、減耗などとの兼ね合いで貯蔵条件、品種を決める必要がある。休眠期間の長い、低温でも糖の増加程度が低い品種の育成や、利用時期ごとの適正品種の策定が重要である。萌芽に関しては現在、エチレンなどを用いた萌芽抑制技術の検討が行われている。

今後とも、長期貯蔵で高品質な品種の育成、貯蔵・ハンドリング技術の開発に微力ながら努力していきたいと考えている。また一方で、ジャガイモは調理加工直前まで

生きており変化し続けているということを消費者・実需者に認識していただけるよう情報発信していくことも重要であると考えている。

引用文献

- 1) A. Rastovski et al., Storage of Potatoes, 1987
- 2) F.A. Isherwood, Phytochemistry, 12, 2579-2591, 1973
- 3) W.G. Burton, The Potato, 3rd Ed., 1989
- 4) R.S. Shallenberger et al., J. Agric. Food Chem., 7, 274-277, 1959
- 5) D.S. Mottram et al., Nature, 419, 448-44, 2002
- 6) R.H. Stadler et al. Nature, 419, 449-450, 2002
- 7) E. Tareke et al., J. Agric. Food Chem., 50, 4998-5006, 2002
- 8) R.W. Blenkinsop et al., J. Agric. Food Chem., 50, 4545-4553, 2002
- 9) Y. Chuda et al., Biosci. Biotech. Biochem., 67, 1188-1190, 2003
- 10) 津山ら、北海道談話会会報51, 2010
- 11) C. Matsuura-Endo et al., J. Plant Res., 117, 131-137, 2004
- 12) 遠藤千絵、森元幸、冷凍、74, 45-47, 1999