

## ポテトチップス用馬鈴薯の貯蔵と課題

カルビーポテト(株) 馬鈴薯研究所 所長 植村 弘之

### 1. はじめに

日本国内で生産される馬鈴薯は生食用、加工用、でん粉原料用及び種子用に大別される。現在、カルビーポテトでは、二十数万tの加工用馬鈴薯を取扱っている。カルビーポテトが扱っている馬鈴薯は、カルビー(株)が生産販売するポテトチップスなどのスナック菓子の原料になる。そのほかに加工馬鈴薯という分類に含まれるものには、フレンチフライ・コロッケなどの冷凍食品の原料や、お湯をかけるとポテトサラダになるマッシュポテトの原料などがある。また、カルビーポテトは北海道を中心に馬鈴薯貯蔵庫を管理している。そして、取扱量の約半分が貯蔵されたものである。北海道で収穫された馬鈴薯は、貯蔵庫に収納され、逐次工場に出荷される。ポテトチップス用馬鈴薯は最長翌年6月ころまで貯蔵されている。

### 2. ポテトチップス用馬鈴薯に求められる4つの品質

ポテトチップス用馬鈴薯に求められる品質は、次の4つがある。

- 1) ポテトチップに揚げたときの色合い(カラー)が良いこと。
- 2) 比重(デンプン含有量)が高いこと。
- 3) 塊茎のサイズが揃っていること。

- 4) 不良箇所(傷打撲、緑化、そうか病など)がある塊茎の比率が少ないこと。

この中で最も重要な品質は、1)のカラーである。ポテトチップスとは、馬鈴薯を薄くスライスし、油で揚げ、塩などで味付けする極簡単な製法の食品である。しかし、用いた馬鈴薯の中の糖含有量が高いと、油で揚げた後、黒く焦げる現象が生じる。このようなポテトチップスは見た目が悪く、酷い場合には、苦味が生じる。馬鈴薯の糖含有量は、品種や塊茎の完熟度及び生育時の環境などによって違いが発生し、その後の貯蔵温度にも大きく影響を受ける。貯蔵温度が高いと、糖含有量が低く、カラーが良いが、貯蔵温度が低いと糖含有量が高く、カラーは悪くなる(図1)。カラーはアグ

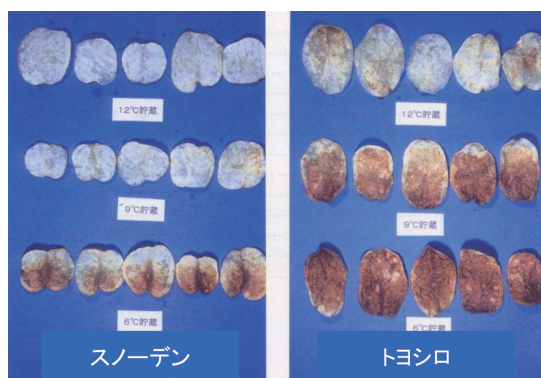


図1 2つの品種の貯蔵温度を変えた場合のポテトチップスの色合い(カラー)の違い

トロンメーターや検査員の目視で判定しており、実用上20～55の数値を付ける。貯蔵庫からポテトチップス用として工場に出荷されるには、出荷前検査でカラーの数値で40以上が求められる。

あとの3つの品質については、栽培に起因している場合が多い。

### 3. ポテトチップス用馬鈴薯の貯蔵が困難である理由

ポテトチップス用馬鈴薯に限らず、馬鈴薯の貯蔵の目的は、重量・品質の維持と発芽を最小限に抑えることである。つまり、“入庫前の馬鈴薯の重量と品質”と“出庫時の重量と品質”が同じであり、かつ、“発芽がない”という状態こそ貯蔵が成功したことと示す。しかし、実際には、特に貯蔵期間が長くなればなるほど、塊茎の呼吸や水分の損失で重量は減少し、品質は劣化し、そして、元々栄養繁殖器官である塊茎は春になると芽を伸ばし、成功とはいいい難い状態となることがある（図2）。

生食用馬鈴薯などの場合は、塊茎が凍る手前の温度（2～3℃）まで貯蔵温度を低くすることは可能であるが、ポテトチップ



図2 貯蔵中の馬鈴薯の発芽（2008年5月撮影）

ス用馬鈴薯をそこまで低下させると、商品としては相応しくない黒いポテトチップが出来上がる。ポテトチップス用馬鈴薯での貯蔵適温は、品種や貯蔵期間により違いがあるが、一般的には8℃から14℃と考えられている。これくらいの温度では、塊茎の呼吸もある程度高いため、呼吸による重量のロスが生じる。また、腐敗を引き起こす細菌などの活動も抑えることはできないため、管理の不具合により、塊茎の腐敗の進行、蔓延が生じ、多大な重量の損失が生じる危険性がある。さらに貯蔵期間の後半に発生する発芽は、芽には商業的価値的がないため加工歩留の低下を招き、かつ加工時の芽の除去に関わる経費の発生などその経済的損失は多大である。これらの問題は、貯蔵温度を低下させることにより、大幅に改善されるが、その分、カラーの維持ができない。ポテトチップス用馬鈴薯の貯蔵は、温度を低くせずに、重量の損失・品質の劣化及び発芽を抑制するという、いわば、相反することを同時に成し遂げなければならないところに大きな困難が存在する。

### 4. ポテトチップス用馬鈴薯のほ場からのアプローチ

困難なポテトチップス用馬鈴薯の貯蔵を成功に導くには、ほ場・栽培から行動し、ポテトチップス用馬鈴薯として相応しいものを“作ってもらう”、または“選ぶ”ことが重要で、かつ必要となる。そのための行動として次の4つがある。

- 1) 品種を選ぶ。
- 2) 適正な栽培設計をする。
- 3) 栽培の段階でチェックし、ポテトチップス用として適したものを選ぶ。

4) 栽培段階と収穫物のチェックにより、馬鈴薯の品質に応じた貯蔵期間を設定する。

1) と2) については、ポテトチップス用馬鈴薯として適したものを作るという観点で非常に重要であるが、今回は説明を割愛する。3) については、1) と2) でポテトチップス用馬鈴薯として適したものを生産しているはずであるが、その年の気象条件によりほ場によっては、不適なものができる可能性もある(図3)。その場合、無理にポテトチップス用とするのではなく、糖含有量への許容範囲が比較的広い他のスナック菓子の原料に用途を変更する。これにより、ポテトチップス用として適したもののみ貯蔵することができる。4) については、さらに、ポテトチップス用として選ばれた馬鈴薯の内、ほ場での生育の状況の良し悪し、茎葉の病気の罹病、ほ場の土壌条件及び収穫前の塊茎調査から、貯蔵した場合の腐敗リスク・早期発芽のリスク・貯蔵中の糖含有量の増加リスクを評価し、

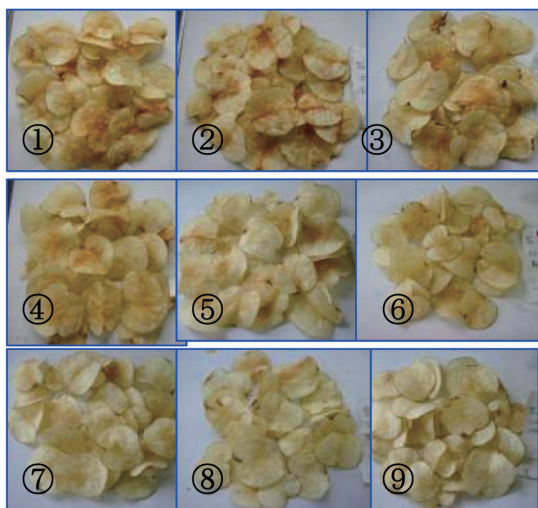


図3 ほ場が違った場合のカラーの違い(写真＝ほ場を示す)

それに応じて貯蔵期間を設定する。品質のよいものを長期の貯蔵に割り振り、そして、それなりのものはそれに応じた時期に使用する。このようなことが実際の貯蔵を成功に導くためには非常に重要な活動となる。

## 5. ポテトチップス用馬鈴薯の貯蔵庫の構造

馬鈴薯貯蔵庫は、1つの建物の中に4～10室の小部屋に分かれており、小部屋1室当たり500～1,400tの馬鈴薯が貯蔵できる。貯蔵方法にはバラ貯蔵とコンテナ貯蔵の2つのタイプがあり、バラ貯蔵は小部屋に直接いもを積み上げる方式で、4～5mの高さに馬鈴薯を積む。コンテナ貯蔵は約1.4t入る容器に塊茎を入れ、1つの小部屋でコンテナをおおよそ500器程度収納する。馬鈴薯は生きており、呼吸をするため、酸素を供給し、二酸化炭素を排出することが必要で、このため塊茎間に空気を通風させる必要がある。通風の方式は、バラ貯蔵でもコンテナ貯蔵でも考え方はほぼ一緒で、外気と庫内の空気を混ぜた空気を、送風機と呼ばれる巨大な扇風機様の機械で馬鈴薯に送り込む(図4)。このとき、外気と庫内

貯蔵庫空調機械の基本配置及び空気の流れ下図のとおり。

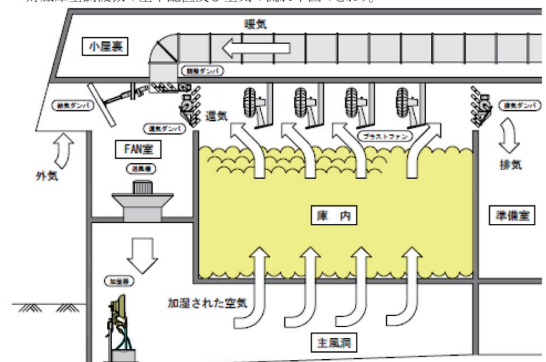


図4 馬鈴薯貯蔵庫の通風システム(バラ貯蔵庫の例)



空気との混合比率を制御し、送り込む空気の温度を制御する。また、すべての貯蔵庫には加湿機（強大な霧吹器）が装備されており、送り込む空気の湿度を制御する。馬鈴薯に送り込む空気の温度・湿度と送り込む量（送風機の運転時間）により、貯蔵の管理項目である馬鈴薯の温度、庫内の湿度及び二酸化炭素の濃度を制御している。また、新しいタイプの貯蔵庫では、冷凍機や暖房機を装備しており、通風空気の温度制御を補助している。

## 6. ポテトチップス用馬鈴薯の管理

前述したとおりポテトチップス用馬鈴薯の貯蔵は、“相反することの実現”が求められる。しかし、現実にはそれを完璧に行うことは不可能であり、結果として、貯蔵中に重量の損失や品質の劣化が起こる。いかにそれらが低く抑えることができるかが貯蔵の成否の決め手となる。

実際に貯蔵管理をするうえで大事な考えかたは、「貯蔵期間」や「貯蔵工程」毎に管理項目の優先順位を付け、スムーズにそれを成し遂げ、めりはりをつけた管理を行うことである。

貯蔵工程とは、①入庫中：馬鈴薯が貯蔵庫に入り始め（入庫日）から入庫が完了した日（満庫日）までの期間、②ドライニング：塊茎表面を乾かす工程、③キュアリング：収穫や入庫作業で負った塊茎表面の傷を治癒させる工程。④クールダウン：塊茎の温度を貯蔵温度（ホールディング温度）まで少しずつ下げる工程、⑤ホールディング：貯蔵温度を維持する工程の5つを指す。各工程がもつ目的がそれぞれ違うため、優先される“設定”に相違がある。例えば、

ドライニング工程では塊茎を乾かし、塊茎の腐敗の進行・蔓延を抑制することが必要なため、湿度の設定は低くする。次のキュアリング工程では、塊茎の自然治癒を促すため湿度は高く設定する。ここで、ドライニングの日数が長すぎると塊茎は過度に乾燥し、水分の損失が多くなるが、不完全な場合は、次のキュアリング工程で腐敗の進行を招く危険性が生じる。クールダウンの工程においては、日々少しずつ温度を下げる事が重要で、最終の温度が同じでも、不用意に低下させたもののカラーは徐々に下げたものより悪くなる場合がほとんどである。

貯蔵期間には、慣例的に、短期、中期、長期の3つの期間を設けている。貯蔵期間が長いものほど、貯蔵温度（ホールディング温度）を可能な限り低く、つまり、カラーの許容値の下限に対応する温度まで低下させる必要がある。合わせて、重量の損失を抑制するため、貯蔵期間を通じ、精度の高い湿度管理と送風機の運転時間の厳密な管理が求められる。一方、短期の貯蔵では、重量の損失や発芽のリスクが低いため、貯蔵温度は高めに設定し、高いカラーの実現を目指した管理や、湿度を低くし、かつ送風時間を長くして腐敗進行の防止を優先させた管理が可能となる。

貯蔵期間や貯蔵工程の目的に合わせて、メリハリをつけて精度よく管理することで、腐敗の蔓延の防止、重量の損失の抑制、温度低下による糖含有量の上昇の抑制及び発芽の発生を最小限に抑制することが可能となる。

## 7. 最後に

欧米では、塊茎の発芽を抑制する萌芽抑制剤が使用されており、発芽に対する懸念は少ない。一方、日本では2002年以降使用可能な萌芽抑制剤がなく、「カラーの維持」と「発芽の抑制」の相反する2つのことを実現することが要求されてきた。これについては、低糖性の品種の選択、ほ場段階での生育状況等による層別及び貯蔵工程での精度の高い管理を実施し、この問題に対応してきた。しかし、実際には、萌芽抑制剤なしでの貯蔵には限界があり、毎年、春になると、芽の処理に多大な労力とロスの発生が続いてきた。そのような状況中で登場したエチレン貯蔵の技術は我々にとって、非常に大きな利益を齎すことが期待される(図5)。エチレンはカラーに悪い影響を与えることから欧米ではポテトチップス用の貯蔵で使用するの否定的であった。しかし、日本では、先の品種選択・ほ場管理と層別・精度のよい貯蔵管理の取組で得た成果とエチレン貯蔵とがうまく組み合わせ



図5 エチレン貯蔵時の馬鈴薯 (2010年5月撮影)

れ、実用レベルでも十分エチレンが使用可能であることが分かってきた。エチレン貯蔵が普及することにより、現在、抱えているポテトチップス用馬鈴薯の貯蔵における問題は大きく改善されると考える。まだ効果・影響の品種間差・年次間差やほ場の状況との関連など分からない点があるが、関係者の皆さんの努力により解明、克服され、エチレン貯蔵が標準化されることをおおいに期待する。