

エチレンを用いた加工用馬鈴しょの貯蔵技術

道総研 十勝農業試験場 研究部
地域技術グループ 研究主査

松永 浩

エチレン貯蔵技術開発の背景

北海道で生産される馬鈴しょは、秋に収穫されたものを貯蔵庫で保存し、翌春まで出荷されている。生食用では、芽が伸びないように低温で管理すればよいが、ポテトチップス用原料の場合は、別の条件が必要となる。馬鈴しょの特性として低い温度で貯蔵すると、塊茎に含まれる還元糖（ブドウ糖・果糖）含量が次第に増加して、加工工場において油で揚げの際に焦げて、製品の色が悪くなってしまう（チップカラーが低下する）。

このため、糖含量が高くないように、貯蔵温度を生食用に比べ高めに設定している。しかしこの条件では芽が伸びるのを抑制するには温度が高く、長期にわたって貯蔵する原料（3月以降の出荷）では、芽が伸びてしまう現状があった。以前は原料馬鈴しょの栽培中に散布することにより、貯蔵中の芽の伸長を抑制する効果のある薬剤が使用されていたが、この薬剤の農薬登録が2002年に失効し使えなくなった。

そこで、芽の伸長を抑制するため貯蔵温度を下げて糖含量が高くなりづらい品種（「きたひめ」「スノーデン」等）を用いることによって対応してきた。それでも、4月以降になると芽はかなりの長さになり、芽を取るために人手を要する上、歩留まり

も悪くなり、製造コストの上昇をもたらすため、芽の伸びていない原料の供給に対し強い要望があった。また北海道産原料での周年供給を考える上でも、現状の6月までである出荷の限界を延長することが望まれていた。

以上の問題を解決するために、糖分が増加しないやや高い温度でも、芽が伸びない貯蔵技術を開発するために、植物ホルモンとして芽の伸長を抑制する効果があることが知られているエチレンを用いることを検討した。海外では、芽の伸長抑制効果のあるポストハーベスト農薬が使われているが、国内では安全性に対する消費者感情などを考慮して実用化されていない。エチレンはすでにバナナ、キウイフルーツの追熟などに使用されており、リンゴ等食用とされている果実に含まれている物質であることから安全性に関しては問題のないものと考えられる。萌芽の抑制など植物に対して生理活性を持つ資材については、農薬登録を行うことが一般的であるが（麦の倒伏防止薬剤等）、エチレンについては特定農薬（農作物等、人畜及び水産動物に害を及ぼす恐れがないことが明らかなもの：食酢、重曹等がすでに指定されている）として指定された。

試験の結果

本試験では、実際の貯蔵庫での実用化を目指し、貯蔵時のエチレン濃度、貯蔵温度及びこの技術が適応できる品種について、萌芽抑制効果とチップカラーへの影響から検討を行った。エチレン濃度については、4 ppmと20ppmの比較を行った。その結果、萌芽抑制効果に大きな差が認められないことから、エチレンの消費量が少なくなくて済む、4 ppmが適当であると判断した。

貯蔵温度に関しては、6℃と8℃の比較を行った。いずれの温度でも、エチレン処理を開始するとチップカラーは無処理に比較して低下するが、8℃貯蔵では4月以降製品として使用可能なレベルに回復した。6℃貯蔵ではチップカラーの低下が大きく、製品として使用できないレベルであることから、8℃が適当であると判断した(図1)。

品種に関してはポテトチップス向けの主

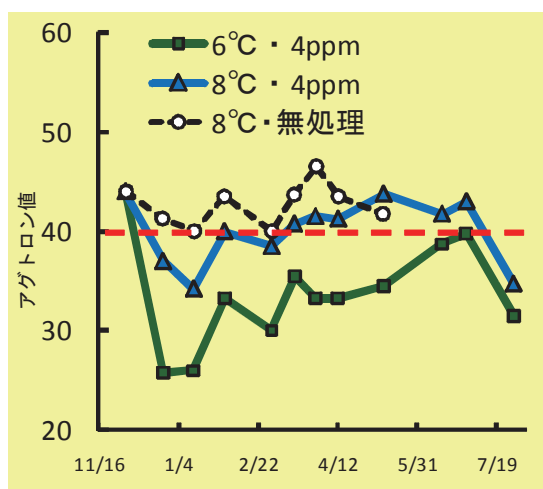


図1 エチレン処理及び貯蔵温度がチップカラーに及ぼす影響「スノーデン」

アグトロロン値：ポテトチップスの色を表す指標。値が大きい方が焦げ色の少ない明るいチップであることを示す。本試験では40以上を原料として使用可能とした。

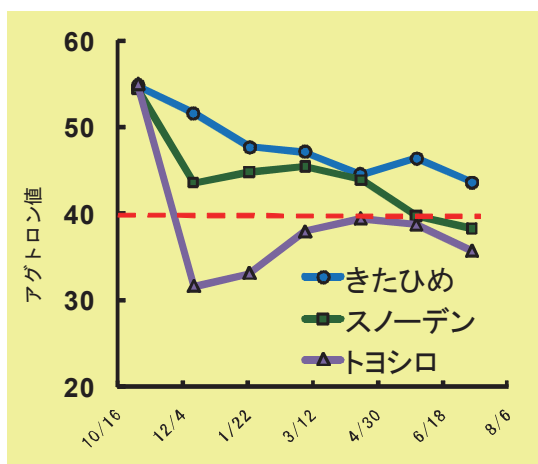


図2 エチレン貯蔵中のチップカラーの品種間差異
貯蔵条件は8℃・4 ppm「トヨシロは12℃」

要な7品種(「トヨシロ」「きたひめ」「スノーデン」「オホーツクチップ」「らんらんチップ」「アンドーバー」「農林1号」)について検討した。チップカラーに品種間差が認められ、現在長期貯蔵に用いられている。「きたひめ」「スノーデン」「アンドーバー」では、チップカラーの低下が小さくエチレン貯蔵技術が適用できることが明らかになった。ポテトチップス原料として使用量の最も多い「トヨシロ」では、チップカラーの低下が大きく、エチレン貯蔵には適さなかった(図2)。

いずれの試験でもエチレン処理により貯蔵後の芽の長さは、ほぼ20mm以下に抑制され、ポテトチップス製造に当たって、問題のないレベルであった。エチレンにより伸長が抑制された芽の形、芽の脱落のしやすさには品種間差が認められ、「きたひめ」では、容易に芽が脱落することが確認された。

実用化に向けて

以上の条件で、実際のポテトチップス用

原料を貯蔵している貯蔵庫（貯蔵容量約700t 17×20×7.5（高さ）m）で問題無く貯蔵できるかについて実証試験を実施した。エチレンはガス状の物質で、これを貯蔵庫内に導入して所定の濃度にコントロールする。庫内のエチレン濃度を、均一にコントロールできるかについて検討した。エチレンガスの比重は空気に近いことから、拡散が容易で比較的簡単な装置（写真1）で、庫内の濃度が均一になることが確認された。試験では、実際に馬鈴しょを貯蔵する大型コンテナ（写真2）を用いて貯蔵を行い、その結果出庫時まで芽の伸長が十分に抑制され、チップカラーについても製品



写真1 エチレン濃度制御装置
上部の配管よりエチレンガスが貯蔵庫内に供給される。



写真2 実規模貯蔵庫でのエチレン処理実証試験



写真3 エチレン貯蔵後の萌芽状況とチップカラー「スノーデン」
上：無処理 下：エチレン4 ppm処理 貯蔵温度8℃

として問題の無いことが確認された（写真3）。

エチレンの制御装置は既存の倉庫に後から追加可能なので、新しい倉庫を建設する必要はない。また、供給するエチレンガスのコストは馬鈴しょ1t当たり年間75円と試算され、原料の減耗や芽を取り除く作業の軽減効果として4,000～5,000円（原料1t当たり）のコスト減が見込めることから、設備の設置費用を含めても、経済的な優位性は高いものと考えられる。

前述したようにエチレン処理開始後にチップカラーが一時低下するが、その後徐々に回復し、ポテトチップス原料として十分に使用できるレベルに回復するのが4月頃となることから、エチレン処理は4月以降に出荷予定の原料に対して実施するのが適当である。3月中の出荷については、貯蔵温度を高くする等その方法について現在検討を行っている。

現状と期待される効果

エチレン貯蔵を行うことにより、芽取り作業の必要がない良質な原料の出荷可能期間が拡大できる。すでに北海道内では11箇

所の馬鈴しょ貯蔵庫でエチレン処理の設備が設置され、合計6万tほどの原料が貯蔵されている。これらの貯蔵庫より4月から最長で7月中旬まで原料の出荷が行われている。近年原料の供給が不安定な春から夏の時期に海外から生馬鈴しょの輸入が行われるようになってきているが、計画的にエチレン貯蔵を行うことにより、輸入量を減らすことにもつながると考えられる。このように本技術が普及することにより、北海道産ばれいしょの原料供給量が拡大し、それに伴い馬鈴しょの栽培面積が確保され、畑作農家の適切な輪作のバランスが維持されることにより、農家の安定生産に貢献できるものと期待される。

今後の取り組み

エチレン貯蔵技術が普及するに伴い解決すべき問題点も見えてきている。年次によりまた同じ年次でも栽培される環境により原料となる馬鈴しょの品質に差が見られるため、チップカラーの低下の度合いが大きい原料が見られる場合がある。またエチレン貯蔵で広く使用されている「スノーデン」という品種では、5月以降製品の中央部が褐変する場合がある。原料として使用可能な範囲ではあるが、エチレン処理ではカラーを低下させる傾向にあるため、チップカラーの維持に関しては貯蔵担当者が苦労しているところである。また、アクリルアミドの問題（チップカラーが高いほどアクリルアミド含量は低いといわれている）から、チップカラーに対しての要求が高く

なっている。このような問題に対して、貯蔵温度の検討など貯蔵技術に対する検討や、エチレン貯蔵を行ってもチップカラーが安定して高い品種の検討などが行われている。

品種については2013年に品種登録出願公表された「リラチップ」（道総研北見農試育成）は、エチレン貯蔵時において、チップカラーが長期にわたり、安定して高いことが確認されており、長期貯蔵用の品種として期待されている。またポテトチップス原料用の新品種の育成に当たっては、エチレン貯蔵適性がある（萌芽抑制効果が高くチップカラーへの影響が小さい）ことが望ましいので、品種育成の過程で、実際にエチレン貯蔵を行い適性を確認している。

また、加工用の貯蔵のみではなく生食用の馬鈴しょの貯蔵にも使えないかという検討も行われ、3℃で貯蔵することにより、塊茎から萌芽しない状態（芽長1mm以下）でより長い期間貯蔵できることが明らかになっている。この場合、塊茎中の糖含量は高くなるが、生食用の場合は食べたときに甘味が感じられることから、食味が向上すると判断される場合もあり大きな問題にはならない。

なお、本研究は、農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」（酪農学園大学、北海道農業研究センター、十勝農業試験場、中央農業試験場、三菱冷熱プラント（株）、カルビーポテト（株）が参画）および馬鈴しょ協議会からの受託試験により実施したものである。