

スイートコーンの異なる貯蔵形態が収穫後のしなびの発生に及ぼす影響

誌名	園芸学研究
ISSN	13472658
著者名	柘植,一希 大中,創太 今井,峻平 元木,悟
発行元	園芸学会
巻/号	16巻2号
巻号補足	
掲載ページ	p. 185-195
発行年月	2017年4月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



スイートコーンの異なる貯蔵形態が収穫後の しなびの発生に及ぼす影響

柘植一希¹・大中創太²・今井峻平²・元木 悟^{2*}

¹ 明治大学大学院農学研究科 214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田

² 明治大学農学部 214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田

Kernel Shriveling of Sweet Corn During Storage in Different Forms of Ear

Kazuki Tsuge¹, Sota Onaka², Shumpei Imai² and Satoru Motoki^{2*}

¹ Graduate School of Agriculture, Meiji University, Higashimita, Tama-ku, Kawasaki, Kanagawa 214-8571

² Faculty of Agriculture, Meiji University, Higashimita, Tama-ku, Kawasaki, Kanagawa 214-8571

Abstract

Sweet corn is one of the perishable vegetables that demonstrate rapid postharvest quality losses. Shriveling causes kernel denting that generates interstices between kernels on a corn cob, raising particular concerns regarding its production and distribution. Harvested fresh ears of sweet corn can be prepared as husked or less-processed products without removing the shank or stalk. In the present study, we investigated the storage behavior of three varieties of sweet corn ears stored in different forms, with their husk leaves and other external parts being removed to different extents. Samples were stored at 10°C and 70–80% humidity, and evaluated in terms of changes in the score of shriveling, percentage weight loss, moisture content by part, and sugar content during 14 days after harvest. In all varieties examined, samples stored in the form of husked cobs (“husked cobs”) had a significantly higher score of shriveling from postharvest day 3 compared with those stored in other forms, indicating that shriveling occurs more rapidly in husked cobs. “Husked cobs” of the ‘Gold Rush’ and ‘Mirai 390’ varieties showed a significantly greater (or a trend toward a greater) percentage weight loss and a significantly lower moisture content of kernels from postharvest days 3 and 7, respectively, compared with their counterparts stored in a conventional form. Shriveling occurred in “husked cobs” within three days after harvest, irrespective of the sowing time and variety of the plant, although the weight loss and moisture content of kernels, factors that may contribute to shriveling, varied depending on the sowing time and variety. Therefore, further investigations are needed to examine longitudinal changes in the firmness, respiration rate, and carbohydrate content of kernels using more varieties to identify potential factors that influence shriveling.

Key Words : moisture content, postharvest, quality of appearance, weight loss, *Zea mays* L.

キーワード : 外観品質, 重量減少率, 収穫後の貯蔵性, 水分含量, *Zea mays* L.

緒 言

スイートコーン (*Zea mays* L.) はトウモロコシのなかの甘味種の総称で、色つやのよい子実や、みずみずしさが感じられるなどの品質のよさがあり (北条, 2014), 消費者はスイートコーンの甘味や新鮮さに対して嗜好性を持つ (尾碕・樋元, 2015). しかし、スイートコーンは子実が未熟な状態で収穫されることに加え、収穫時の夏場は気温が高いことから、品質劣化が早い (真部・大友, 1984). スイートコーンの穂は、収穫後 30°C 下に置くと、収穫翌日には糖分が 60% 減少することや (Brecht, 2004), 普通甘味種においては、18°C 下で貯蔵した場合、収穫 4 日後には甘味

を完全に失うことが報告されている (Olsen ら, 1990). それらの症状は、野菜類のなかでも非常に大きい呼吸量に伴う、呼吸熱の発生が要因であるため (石井, 1998; 太田ら, 2008), 生食用のスイートコーンを新鮮な状態で出荷および販売するには、気温の低い早朝のうちに収穫し、収穫後は速やかに 5°C 以下で予冷処理を行い、さらに販売時は少なくとも 10°C 以下の品温を維持することが必要とされる (石井, 1998).

スイートコーンは一般的に、もぎ取り後に柄の部分で切断し、収穫物の長さを揃えて、苞葉が 4~5 枚の形態 (以下、「慣行」) で出荷される (第 1 図). 消費者はスイートコーンを購入する際に、「粒ぞろい」を最も意識しているため (尾碕・樋元, 2015), 苞葉を取り除いた際に、子実に凹みや隙間が発生している状態 (以下、しなび) が見られると、購買意欲が下がり、出荷先のイメージも悪化することが懸念される. しなびは、収穫適期を過ぎた穂や、収

2016年3月4日 受付. 2016年8月2日 受理.
本報告の一部は、園芸学会平成27年春季大会で発表した.
* Corresponding author. E-mail: motoki@meiji.ac.jp



第1図 スイートコーンの異なる貯蔵形態
左から「茎付き」、「そのまま」、「慣行」および「むき」

穫後日数が経過した穂において発生するが、スイートコーンの生産現場において問題視されている品質劣化の症状のなかでも、出荷の際に留意すべき症状である（青木, 1995; 江原, 2014）。しかし、スイートコーンのしなびの発生に着目した貯蔵性に関する研究例はほとんどない（Showalter, 1967）。

販売現場では、スイートコーンの子実が見えるように、苞葉の一部をむき上げた見本を1〜2本陳列する事例や、子実が3列ほど見えるように苞葉の一部を取り除いて販売する事例などがあり、消費者が新鮮さを確認できるように調製を行っている（石井, 1998）。しかし、そのような苞葉付きの販売形態においては、品質劣化の一つである苞葉の萎縮（青木, 1995）を考慮する必要がある。それに対して、苞葉を完全に取り除いた形態（以下、「むき」、第1図）では、消費者が子実の新鮮さをすぐに確認できるとともに、苞葉の萎縮を考慮する必要がないことに加え、生産現場において収穫後に簡易な方法で調製をすることが可能である。また、消費者にとっても、苞葉などの残渣がなく扱いやすいことから、「むき」は新しい販売形態として販売現場に提案できると考える。しかし、「むき」は子実が大気中に露出しているため、水分の消耗に伴い、しなびが早期に発生する可能性が考えられることから（Showalter, 1967）、その評価基準が必要である。

ところで、子実が未熟なうちに収穫されるエダマメでは、莢のみの貯蔵形態と枝や葉付きの貯蔵形態は、24時間以上における貯蔵後の品質がやや異なる（水野ら, 2015）。スイートコーンにおいても、生産現場では貯蔵に先立ち、穂をもぎ取ったのち、柄を除去しないそのままの形態（以下、「そのまま」）や、茎葉ごと切断し、茎が付いた形態（以下、「茎付き」）などに調製することが可能である（第1図）。エダマメでは、枝付きの形態は、莢のみをフィルムやネットで包装する一般的な形態に比べて消費者の選好における効用値が高いため（星野, 2002）、茎葉を付けた形態は今後スイートコーンにおいてもマーケティングに有利となる可能性がある。しかし、Showalter (1967) は、しなびの発生は子実における水分含量の減少が原因であり、柄や止葉（苞葉の一部で、穂の先端部で分岐してい

る葉）が子実の水分を吸収すると報告していることから、「そのまま」のような柄付きの貯蔵形態では、しなびが発生しやすい可能性がある。Showalter (1967) の報告は、スイートコーンの鮮度保持マニュアルに適用されているが（Brecht, 2004; Kemble, 2001）、Showalter (1967) が用いた供試品種は、現在では生食用の品種としてほとんど流通していない普通甘味種であり、現在普及しているスーパースイート種やウルTRASイート種とは、甘味が2分の1以下であることや、貯蔵性が劣ることなど、品種特性が大きく異なる（松永, 2004）。また、コールドチェーンの整備が始まった1960年代後半に比べて（石谷, 2001）、現在は低温貯蔵が簡易になったことから、本研究では、現在の普及品種を用いて Showalter (1967) の結果を再確認するとともに、さらに「茎付き」を加え、しなびの発生に着目した貯蔵性を検討した。

本研究では、スイートコーンのしなびの評価を行うため、しなび評価基準を作成した。そして、スイートコーン3品種を用い、貯蔵形態による貯蔵性の違いを明らかにするため、その評価基準を用いたしなび評価、重量減少率、子実、穂軸および穂全体の水分含量の貯蔵に伴う変化を調べた。さらに、スイートコーンにはさまざまな作型が存在するが、異なる作型で栽培した収穫物の貯蔵性に関する報告は見当たらないため、播種時期が異なる収穫物の貯蔵性についても調査した。

材料および方法

1. しなび評価基準の作成（試験1）

供試材料は、2014年7月11日に神奈川県川崎市中央卸売市場北部市場で購入した、当日に収穫された、茨城県産の今朝採りスイートコーンの「ゴールドラッシュ」（株）サカタのタネ）を用いた。苞葉を完全に除去し、「むき」（第1図）に調製したのち、インキュベーター（LTI-700, 東京理化器械（株））内において温度10°Cおよび湿度70〜80%の暗黒条件下で貯蔵し、収穫日（購入日）から7日目まで毎日、同一の個体を写真撮影した。撮影終了後、子実におけるしなびの発生を基準として、しなび評価基準を作成した。

2. 品種および貯蔵形態別の比較（試験2）

2012〜2014年の3年間行い、2012年は長野県花き試験場内の露地圃場（寒冷地、表層腐植質黒ボク土、標高750 m, pH 6.5, EC 0.12 mS・cm⁻¹）、2013および2014年は明治大生田キャンパス内の露地圃場（温暖地、淡色黒ボク土、2013年：標高65 m, pH 6.2, EC 0.11 mS・cm⁻¹、2014年：標高50 m, pH 6.7, EC 0.18 mS・cm⁻¹）で栽培し、その収穫物を試験に用いた。供試品種はいずれもイエロー品種であり、試験1で供試した「ゴールドラッシュ」を2012〜2014年の3年間、「味来390」（パイオニアエコサイエンス（株））を2013および2014年の2年間用いた。供試品種のうち、「ゴールドラッシュ」は、（株）サカタのタネの主力

品種であり（サカタのタネ, 2007）、直売所や小売店において多く見受けられる。また、‘味来390’は、ウルトラスイート種に分類され、甘味が非常に強い品種として、消費者からも支持が高い（中村, 2000）。

栽培は、2012年が4月24日播種、7月23日収穫、2013年が5月24日播種、7月30日および8月2日収穫、2014年が5月25日播種、7月30日および8月3日収穫とした。供試作型は、試験地の一般的な作型である（江原, 2014; 戸沢, 1988）。スイートコーンの収穫適期は、絹糸の抽出が確認されてから20～25日後の時期とし、絹糸が黒褐色に色づき、先端部の子実が乳黄色に色づいたことから判断した（北条, 2014）。栽培管理は、長野県の栽培基準（江原, 2014）に準じた。

収穫は、午前4時から行い、収穫後はクーラーボックス（保冷剤により温度10℃前後を保持）に詰めて圃場から研究室に速やかに運搬し、それぞれ4つの貯蔵形態；①茎付き（株の茎を付けた形態、2014年は‘ゴールドラッシュ’のみ）、②そのまま（株からもぎ取ったそのままの形態、2014年は除く）、③慣行（もぎ取り後に柄を切り揃えた形態）および④むき（もぎ取り後に柄を切り揃え、苞葉を完全に除いた形態）に調製した（第1図）。なお、圃場と研究室との距離は500m程度である。調製したスイートコーンはインキュベーター（LTI-700, 東京理化器械（株））内において温度10℃および湿度70～80%の暗黒条件下で貯蔵した。収穫後0, 3, 7, 10および14日に、品種および貯蔵形態別に6本を無作為に選抜し、試験1で作成したしなび評価基準に従ってしなび評価（2014年のみ）を行ったのち、新鮮重の測定を行い、収穫後3日以降については収穫後0日の新鮮重との差から重量減少率を算出した。次に、6本のうち3本の穂をそれぞれ軸に対して垂直に3等分に切断し、両端部を子実および穂軸に分け、残りの3本の穂は切断せず、それぞれを子実、穂軸（2014年のみ）および穂全体（2012年は「慣行」、「そのまま」および「茎付き」のみ）の水分含量分析用試料とした。水分含量は、各試料の新鮮重を測定し、乾燥機（DRM620TB, (株)ADVANTEC）に入れて70℃で3日間以上十分に乾燥させたのち、乾物重を測定して、新鮮重と乾物重から算出した。

3. 播種時期が異なる収穫物の比較（試験3）

2015年に明治大学生田キャンパス内の露地圃場（温暖

地、淡色黒ボク土、標高50m, pH6.9, EC0.10mS・cm⁻¹）で栽培し、その収穫物を試験に用いた。供試品種は、試験2で供試した‘ゴールドラッシュ’および‘味来390’に加えて、‘ドルチェヘブン’（パイオニアエコサイエンス（株））を用いた。供試品種のうち、‘ドルチェヘブン’はパイカラー品種であり、糖度が‘味来390’に比べて高いことが特徴である（朝日工業, 2012）。栽培は、異なる2つの播種時期；①4月播種（4月24日播種、7月12日収穫）および②5月播種（5月23日播種、7月30日収穫）に分けて行い、栽培管理については試験2と同様に行った。

収穫および調製についても、試験2と同様の方法で行い、それぞれの播種時期に対して2つの貯蔵形態；①慣行および②むきに調製し、計4処理区を設けた。貯蔵および品質調査も試験2と同様に行ったが、調査項目はしなび評価、重量減少率および子実の水分含量とした。

結 果

1. しなび評価基準の作成（試験1）

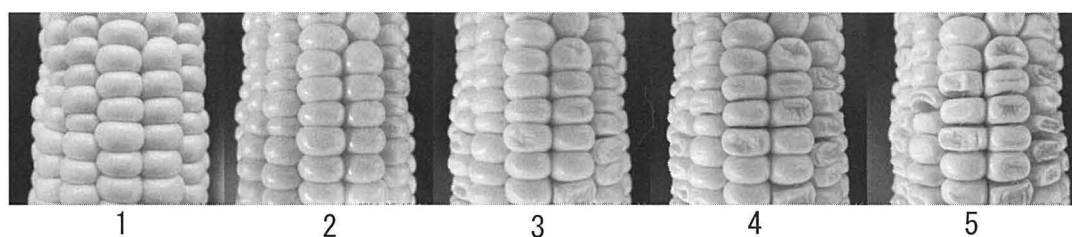
子実外観の経時変化から、しなびの発生程度を、1：収穫直後、2：しわが出現し始めた状態、3：全体の半分以上にしわが見られる状態、4：凹みおよび隙間が見られる状態および5：凹みおよび隙間が顕著に見られる状態の5段階に分類した（第2図）。

2. 品種および貯蔵形態別の比較（試験2）

供試材料の新鮮重は、‘ゴールドラッシュ’では、すべての貯蔵形態において2012年が最も大きく、2014年が最も小さい傾向であった（第1表）。

しなび評価は、‘ゴールドラッシュ’では、収穫3, 7, 10および14日後において「むき」が「慣行」に比べて有意に高い点数を示し（第3図A）, ‘味来390’でも、収穫3, 7および10日後において「むき」が「慣行」に比べて有意に高い点数を示した（第3図B）。また、‘ゴールドラッシュ’の「慣行」と「茎付き」の間には、いずれの収穫後日数においても有意差が認められなかった（第3図A）。

重量減少率は、‘ゴールドラッシュ’では、2014年は収穫3, 7, 10および14日後（第4図D）、2012および2013年は収穫7, 10および14日後において「むき」が「慣行」に比べて有意に高い値を示した（第4図A, B）。‘味来390’では、2013年は収穫10および14日後、2014年は収穫14



第2図 作成したスイートコーンのしなび評価基準

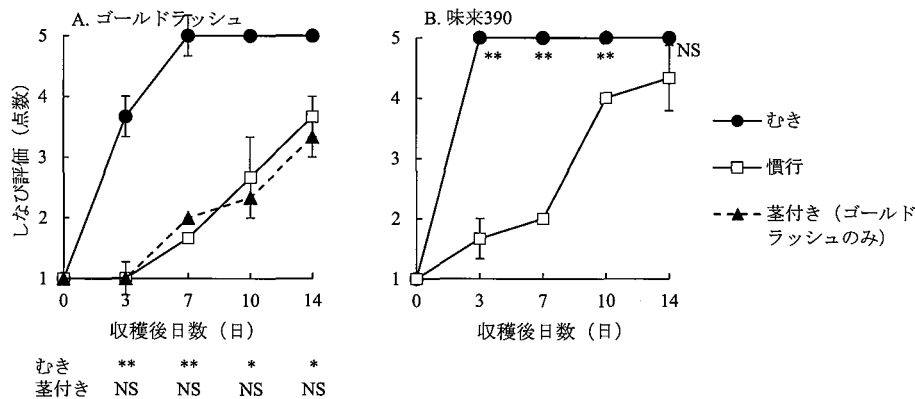
1：収穫直後、2：しわが出現し始めた状態、3：全体の半分以上にしわが見られる状態、4：凹みおよび隙間が見られる状態、5：凹みおよび隙間が顕著に見られる状態

第1表 異なる調査年、品種および貯蔵形態における収穫直後のスイートコーンの新鮮重

調査年	品種	貯蔵形態			
		むき (g)	慣行 (g)	そのまま (g)	茎付き (g)
2012	ゴールドラッシュ	257±20 ^a	416±19 a	474±19 a	530±10 a
2013	ゴールドラッシュ	242±9 a	290±12 b	353±12 b	453±20 ab
	味来390	197±11 a	310±26 ab	378±26 ab	377±17 bc
2014	ゴールドラッシュ	201±25 a	266±28 b	—	332±26 c
	味来390	239±11 a	300±4 b	—	—

^a 平均値±標準誤差 (2012年: n=3, 2013および2014年: n=6)

^b 貯蔵形態ごとに、すべての調査年および品種を対象に統計処理を行った Tukey の多重検定により、異符号間に5%水準で有意差あり



第3図 異なる品種および貯蔵形態におけるスイートコーンのしなび評価の経時変化 (2014年)

縦棒は標準誤差を示す (n=3)

各収穫後日数において統計処理を行った

A. ゴールドラッシュはDunnettの多重検定により、「慣行」との間に、*は5%、**は1%水準で有意差あり、NSは有意差なしを示す

B. 味来390はt検定を行い、記号の意味はDunnettの多重検定と同様である

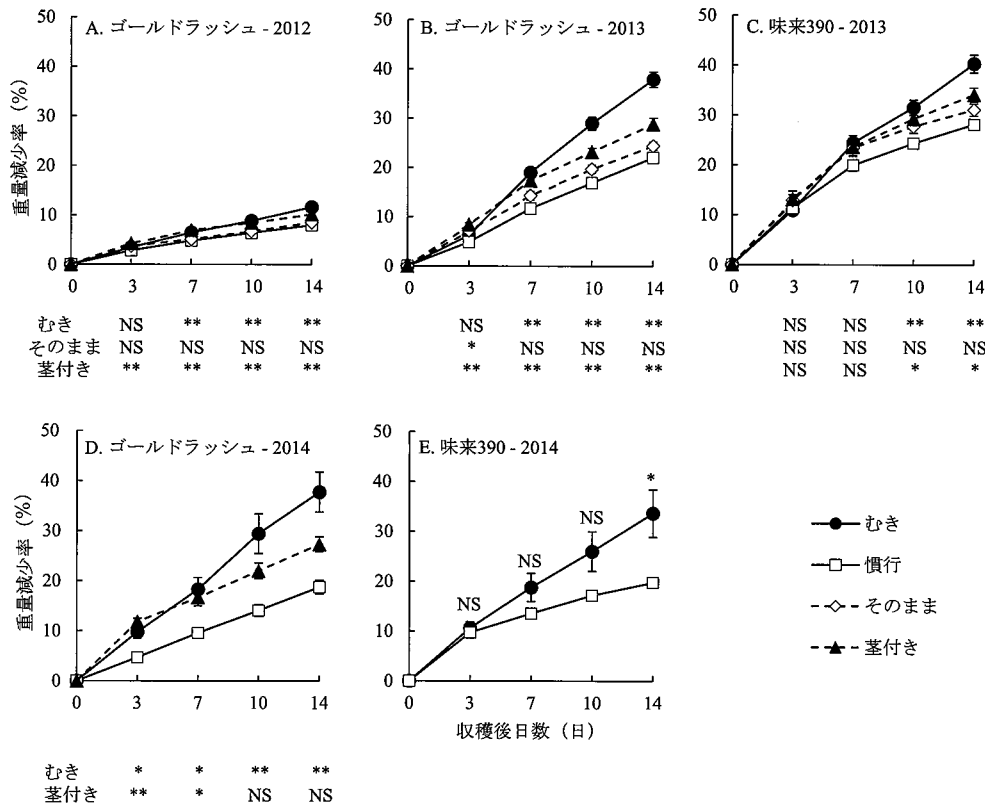
日後において「むき」が「慣行」に比べて有意に高い値を示した (第4図C, E)。「慣行」と、「そのまま」および「茎付き」の比較において、「ゴールドラッシュ」では、いずれの調査年においても、「茎付き」が「慣行」に比べて高い傾向であり (第4図A, B, D), 2013年の「味来390」の収穫10および14日後も同様であった (第4図C)。「そのまま」は、2012および2013年において、2013年の「ゴールドラッシュ」の収穫3日後を除き、いずれの収穫後日数でも「慣行」との間に有意差が認められなかった (第4図A～C)。

子実の水分含量は、「ゴールドラッシュ」では、2013, 2014年ともに、収穫3, 7, 10および14日後において「むき」が「慣行」に比べて有意に低い値を示した (第5図B, D)。2012年は収穫14日後において有意差が認められた (第5図A)。「味来390」では、2013年は収穫7, 10および14日後、2014年は収穫10および14日後において、「むき」が「慣行」に比べて有意に低い値を示した (第5図C, E)。また、子実の水分含量は、いずれの調査年および品種においても、「慣行」と、「そのまま」および「茎付き」の間に

有意差は認められなかった (第5図A～D)。

穂軸の水分含量は、2014年のみ調査を行い、「ゴールドラッシュ」の収穫14日後を除き、いずれの品種においても貯蔵形態の間に有意差は認められなかった (データ略)。

穂全体の水分含量は、「ゴールドラッシュ」の2013年において、「むき」は収穫3日後が最も高く、収穫10および14日後に有意に減少し、「慣行」は収穫直後が最も高く、収穫7および10日後に有意に減少した (第2表)。2014年は、両貯蔵形態とも収穫後日数間に有意差は認められなかった。「味来390」の2013年においては、両貯蔵形態とも収穫直後が最も高く、収穫7および14日後に有意に減少した。2014年は、両貯蔵形態とも収穫直後が最も高く、「むき」は収穫14日後に有意に減少したが、「慣行」ではいずれの収穫後日数間にも有意差は認められなかった。一方、「茎付き」および「そのまま」は収穫直後が最も高く、その後減少する傾向が見られたものの、有意に減少した収穫後日数が、両貯蔵形態とも調査年および品種ごとに異なった (データ略)。



第4図 異なる調査年、品種および貯蔵形態におけるスイートコーンの重量減少率の経時変化

縦棒は標準誤差を示す (B, D, E: n=3, A: n=4, C: n=6)

逆正弦変換後、各収穫後日数において統計処理を行った

A~DはDunnettの多重検定により、「慣行」との間に、*は5%、**は1%水準で有意差あり、NSは有意差なしを示す
Eはt検定を行い、記号の意味はDunnettの多重検定と同様である

3. 播種時期が異なる収穫物の比較 (試験3)

収穫直後の新鮮重は、「味来390」の「むき」では、4月播種が5月播種に比べて有意に小さかったが、ほかの品種および貯蔵形態では播種時期による違いはなかった (第3表)。

しなび評価は、いずれの播種時期および品種においても、収穫3, 7, 10および14日後に「むき」が「慣行」に比べて有意に高い点数を示した (第6図)。しかし、播種時期間で比較すると、「ゴールドラッシュ」および「味来390」の「むき」は、4月播種が5月播種に比べて低い傾向であった。

重量減少率は、「ゴールドラッシュ」および「ドルチェヘブン」の4月播種において、「むき」が「慣行」に比べて高い傾向であり、「ゴールドラッシュ」は収穫7および10日後、「ドルチェヘブン」は収穫10および14日後に有意差が認められた (第7図A, C)。一方、「味来390」の4月播種においては「慣行」が「むき」に比べて高い傾向であった (第7図B)。5月播種においては、「ゴールドラッシュ」は収穫3, 7, 10および14日後、「味来390」および「ドルチェヘブン」は収穫10および14日後に「むき」が「慣行」に比べて有意に高い値を示した (第7図D~F)。

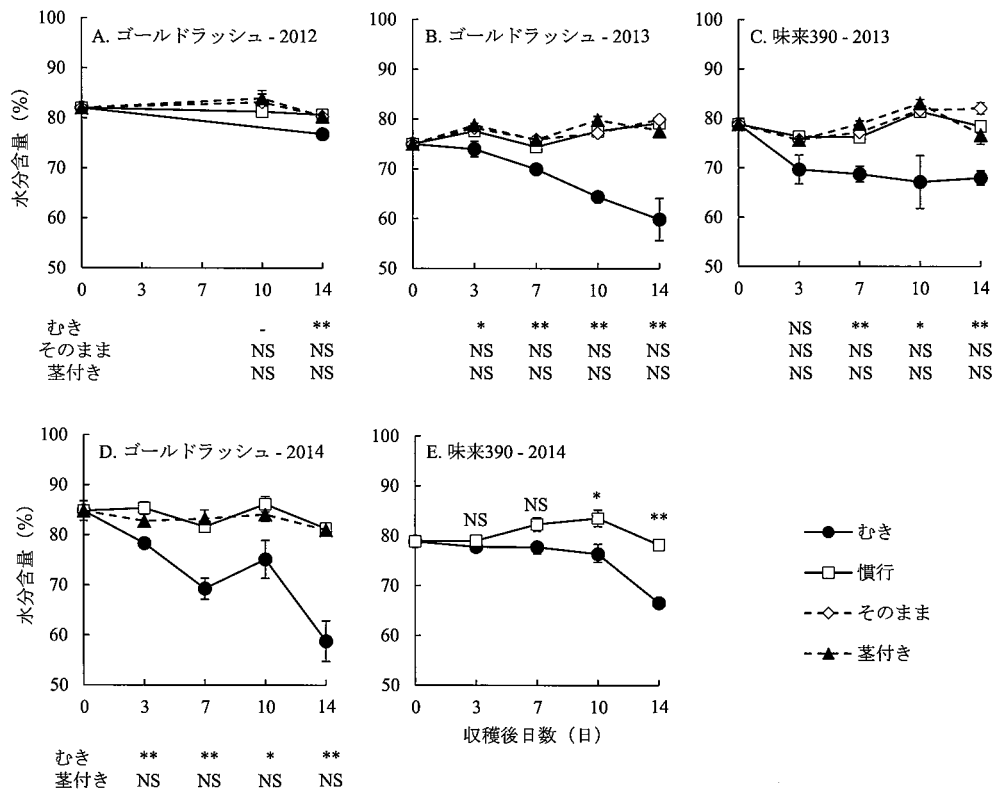
子実の水分含量は、4月播種において、「味来390」では

いずれの収穫後日数においても有意差が認められなかったが (第8図B)、「ゴールドラッシュ」では収穫14日後、「ドルチェヘブン」では収穫10および14日後に「むき」が「慣行」に比べて有意に低い値を示した (第8図A, C)。5月播種において、「ゴールドラッシュ」および「味来390」では収穫7, 10および14日後、「ドルチェヘブン」では収穫14日後に「むき」が「慣行」に比べて有意に低い値を示した (第8図D~F)。

考 察

1. しなび評価基準の作成 (試験1)

本研究では、生産現場で問題視されているスイートコーンのしなびの発生に着目した貯蔵後のしなび評価を行うため、しなび評価基準の作成を試みた結果、しなびの発生程度を5段階に分類できた (第2図)。既報 (Shao・Li, 2011; Vigneaultら, 2007) でも、貯蔵後の子実の外観について5段階評価を行っているが、いずれの報告においても、冷却処理や低温障害などの品質劣化による褐変に着目して子実の外観評価基準を作成している。そのため、本研究で作成したしなび評価基準は、しなびの発生程度に着目しており、生産および流通現場で問題視されているしなびの評価を行ううえで有効な評価基準であると考えられる。



第5図 異なる調査年、品種および貯蔵形態におけるスイートコーンの子実の水分含量の経時変化

逆正弦変換後、各収穫後日数において統計処理を行った

A～DはDunnettの多重検定により、「慣行」との間に、*は5%、**は1%水準で有意差あり、NSは有意差なしを示す
Eはt検定を行い、記号の意味はDunnettの多重検定と同様である

Aはサンプル数が不足したため、収穫3および7日後はデータなし

2. 品種および貯蔵形態別の比較 (試験2)

1) 収穫直後の新鮮重と貯蔵温度の設定について

本研究で用いた供試材料は、調査年ごとに収穫直後の新鮮重が異なった (第1表)。2012年は寒冷地で4月に播種し、収穫までの日数が91日であったが、2013および2014年は温暖地で5月に播種し、収穫までの日数が66～71日と、2012年の寒冷地に比べて20日以上短かったため、作型および生育日数の違いが新鮮重に影響を及ぼしたものと考えられる。

ところで、スイートコーンの最適貯蔵温度は0℃とされるが (石井, 1998), 本研究では貯蔵温度を10℃に設定した。その理由は、スイートコーンの国内生産量が最も多い北海道産 (農林水産省, 2015) を国内最大の消費地である首都圏まで輸送する場合、送付先に収穫物が届くまでの期間において、貯蔵温度が10℃を上回ることが多いと報告されているためである (鈴木・中澤, 2013)。また、輸送温度は、施設の設定や冷却のコスト面などから、青果物の品質劣化の速度と輸送時間を考慮して決められるため (北村, 1997), 生産および流通現場では、スイートコーンが消費者の手に届くまでに最適貯蔵温度を維持している事例は少ないものと考えられる。石井 (1998) は、販売時の上限温度を10℃と報告していることから、本研究では貯蔵

温度を10℃に設定した。

2) 「慣行」と「むき」の比較

しなびは、「むき」が「慣行」に比べて早期に発生することが明らかになった (第3図)。実際に、「むき」におけるほとんどの調査個体は、しなびが収穫1日後の子実で発生していたため、「むき」はしなびが収穫後3日以内に急速に発生するものと考えられる。

重量減少率は、青果物の鮮度保持試験において、品質劣化を分析するうえで基本的な調査項目であり、重量減少率と外観上の品質劣化には関係があるとされている (西條, 1989)。「ゴールドラッシュ」では、貯蔵形態間の差が収穫3もしくは7日後から確認され (第4図A, B, D), しなび評価 (第3図A) と類似した傾向であり、重量減少率がしなびの発生に影響しているものと考えられた。しかし、「味来390」では、貯蔵形態間の差が収穫10もしくは14日後から確認され (第4図C, E), しなび評価 (第3図B) と異なる傾向が見られたことから、重量減少率がしなびの発生に及ぼす影響は、「ゴールドラッシュ」に比べて小さいものと考えられる。「味来390」は果皮が軟らかいなどの特徴があり (中村, 2000), その品種特性がしなびの発生に影響した可能性がある。西條 (1989) は、5%の重量減少率が青果物の外観上における鮮度低下に影響を与えると報告し

第2表 異なる調査年、品種および貯蔵形態におけるスイートコーンの穂全体の水分含量および減少率の経時変化

調査年	品種	収穫後 日数 (日)	貯蔵形態			
			むき		慣行	
			水分含量 (%)	減少率 ^z (%)	水分含量 (%)	減少率 (%)
2013	ゴールドラッシュ	0	74.4±0.2 ^y ab ^x	0.0	78.4±0.5 a	0.0
		3	76.2±1.6 a	-2.4	77.2±0.8 ab	1.5
		7	70.2±1.1 abc	5.7	75.0±0.5 bc	4.2
		10	68.3±0.6 bc	8.2	74.1±0.2 c	5.4
		14	64.8±2.3 c	12.9	75.9±0.6 abc	3.2
	味来 390	0	81.6±1.5 a	0.0	82.6±2.2 a	0.0
		3	73.6±0.6 ab	9.8	79.1±1.9 ab	4.2
		7	70.4±3.2 b	13.8	72.8±1.2 b	11.8
		10	73.4±2.4 ab	10.1	75.4±1.5 ab	8.7
		14	70.6±1.0 b	13.5	74.0±0.6 b	10.4
2014	ゴールドラッシュ	0	78.4±2.8 a	0.0	79.5±2.2 a	0.0
		3	77.7±1.2 a	0.8	81.0±2.2 a	-1.9
		7	74.2±2.2 a	5.4	76.7±2.7 a	3.4
		10	71.7±3.5 a	8.5	78.1±0.9 a	1.8
		14	69.8±4.5 a	10.9	77.4±0.2 a	2.6
	味来 390	0	76.4±0.7 a	0.0	77.2±0.5 a	0.0
		3	76.1±1.3 a	0.4	76.1±0.7 a	1.4
		7	73.1±0.9 ab	4.4	75.1±0.6 a	2.7
		10	73.9±0.8 ab	3.4	76.9±1.4 a	0.3
		14	70.1±1.4 b	8.3	74.0±0.7 a	4.2

^z 減少率 = (貯蔵前の水分含量 - 貯蔵後の水分含量) / 貯蔵前の水分含量 × 100^y 平均値 ± 標準誤差 (n=3)^x 各調査年の品種および貯蔵形態ごとに統計処理を行った
Tukey の多重検定により、異符号間に 5%水準で有意差あり

第3表 異なる播種時期、品種および貯蔵形態における収穫直後のスイートコーンの新鮮重

播種 時期	品種	貯蔵形態	
		むき (g)	慣行 (g)
4月	ゴールドラッシュ	233±13 ^z a ^y	296±13 a
	味来 390	186±6 b	270±9 ab
	ドルチェヘブン	210±6 ab	279±10 ab
5月	ゴールドラッシュ	225±4 a	295±5 a
	味来 390	213±6 a	276±7 ab
	ドルチェヘブン	190±5 b	256±4 b

^z 平均値 ± 標準誤差 (4月: n=9, 5月: n=30)^y 貯蔵形態ごとに、すべての播種時期および品種を対象に統計処理を行った

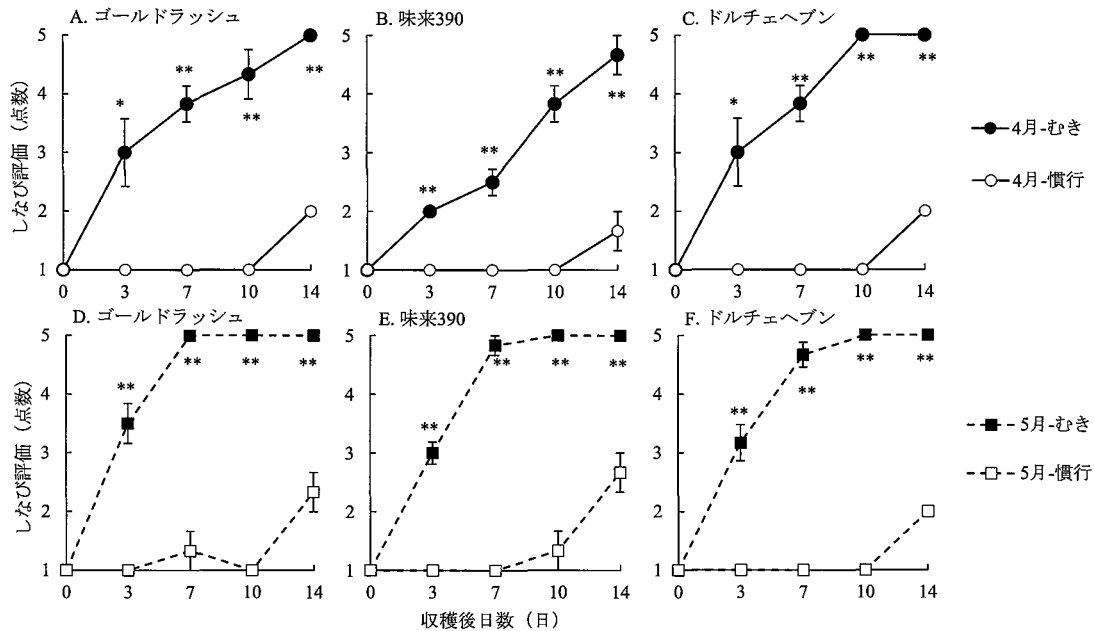
Tukey の多重検定により、異符号間に 5%水準で有意差あり

ているが、本研究では、収穫3日後に半分以上の試験区が、収穫7日後にすべての試験区が5%以上の重量減少率を示し(第4図)、「むき」ではしなびが発生し(第3図)、「慣行」では苞葉の萎縮が確認された(達観調査)。しかし、「むき」におけるしなびの発生程度は、「慣行」に比べて明ら

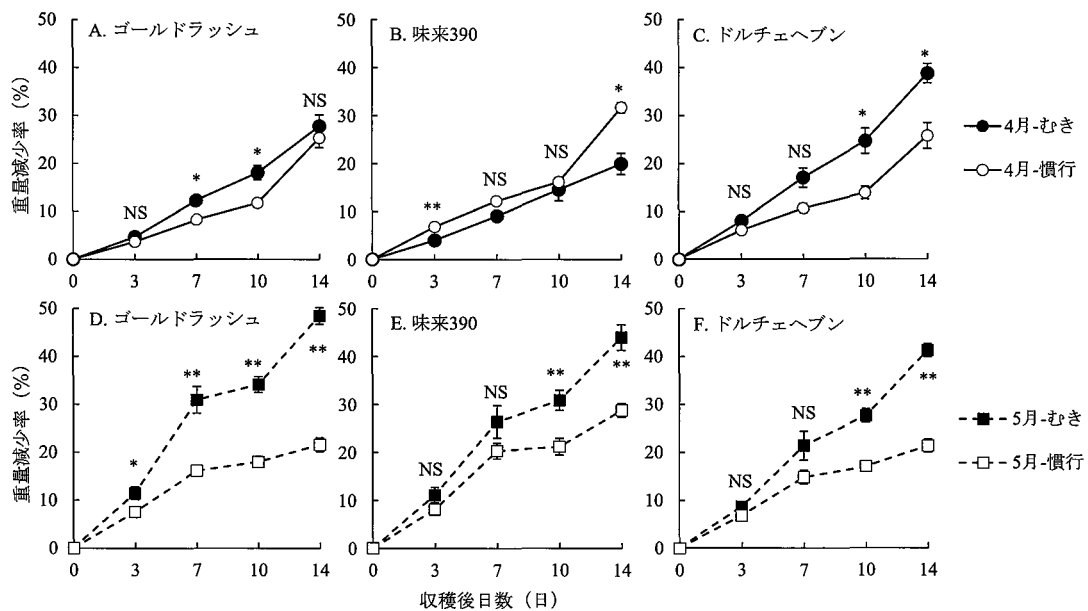
かに高かったため(第3図)、水分含量を調査することにより、しなびの発生程度が異なった要因を検討した。

スイートコーンの品質を評価するうえで、子実の水分含量は重要な要因であり(Rumpfら, 1972)、重量減少率に直接影響を与える要因である(西條, 1989)。子実の水分含量は、「ゴールドラッシュ」では貯蔵形態間の差が収穫3日後から確認され(第5図B, D)、しなび評価(第3図A)および重量減少率(第4図B, D)と類似した傾向であったことから、しなびの発生には重量減少率だけでなく、子実の水分含量も影響し、「むき」では苞葉を取り除くことにより、子実から水分が著しく消耗するものと考えられる。しかし、「味来 390」では、貯蔵形態間の差が収穫7もしくは10日後に確認され(第5図C, E)、しなび評価(第3図B)とは異なる傾向であったため、重量減少率と同様、子実の水分含量がしなびの発生に及ぼす影響は、「味来 390」が「ゴールドラッシュ」に比べて小さいものと考えられる。

穂全体における収穫後の水分減少は、品種ごとにやや異なる傾向であったものの、水分含量が有意に減少した収穫後日数は、「むき」、「慣行」とともに類似した傾向であった



第6図 異なる播種時期、品種および貯蔵形態におけるスイートコーンのしなび評価の経時変化
縦棒は標準誤差を示す (n=3~6)
t検定により、各収穫後日数において、*は5%、**は1%水準で有意差あり

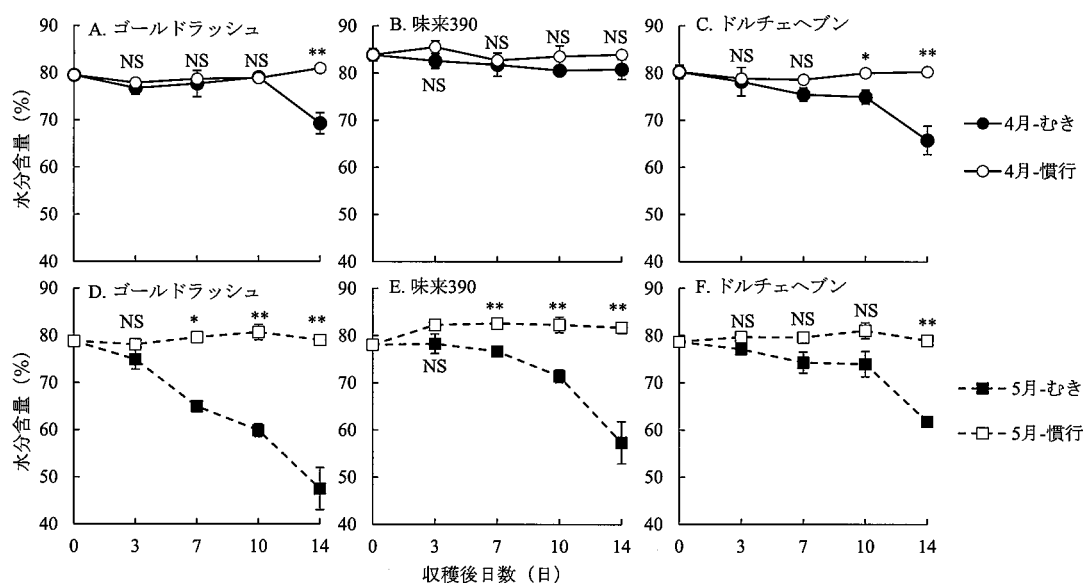


第7図 異なる播種時期、品種および貯蔵形態におけるスイートコーンの重量減少率の経時変化
縦棒は標準誤差を示す (n=3~6)
逆正弦変換後、t検定により、各収穫後日数において、*は5%、**は1%水準で有意差あり、NSは有意差なし

(第2表). その要因として、「慣行」では、水分含量が苞葉の萎縮(達観調査)とともに著しく減少し、「むき」と同様の減少傾向になったものと推察される。しかし、穂全体の水分含量の減少率は、いずれの調査年および品種においても収穫7、10および14日後に「むき」が「慣行」に比べて高い傾向であったことから(第2表)、「むき」は「慣行」に比べて穂全体の水分が消耗するものと考えられる。

3) 「慣行」と、「そのまま」および「茎付き」の比較

しなびは、「ゴールドラッシュ」の「慣行」と「茎付き」の間に有意差が認められず(第3図A), しなびの発生程度は、「茎付き」、「慣行」ともに同等であるものと考えられた。重量減少率は、いずれの調査年においても、「茎付き」が「慣行」に比べて高い傾向であり、「そのまま」は「慣行」と「茎付き」の間を推移した(第4図A~C)。「慣行」と「茎付き」の新鮮重の差(67~163g)は茎および柄の



第8図 異なる播種時期、品種および貯蔵形態におけるスイートコーンの子実の水分含量の経時変化
縦棒は標準誤差を示す (n=3)

逆正弦変換後、t検定により、各収穫後日数において、*は5%、**は1%水準で有意差あり、NSは有意差なし

重量に当たり、「慣行」の新鮮重 (266~416 g) に対して 25~40%の比率を示した (第1表)。そのため、茎および柄の重量の減少が、全体の重量減少率に影響を及ぼしたものと考える。一方、子実の水分含量は、「慣行」と、「そのまま」および「茎付き」の間に有意差は認められなかった (第5図A~D)。Showalter (1967) は、柄を切断した区と無処理区を設け、50°F (10°C) 下に貯蔵し、水分含量の経時変化を調べたところ、子実の水分含量は、収穫2~6日後において、無処理区が切断区に比べて0.7~7.2%低くなり、柄が子実の水分を吸収したと報告した。しかし、本研究では、子実の水分含量は、「慣行」と、「そのまま」および「茎付き」との間に有意差は認められず、既報 (Showalter, 1967) のような柄の有無による水分減少の違いは確認されなかった。そのため、近年の生食用の品種では、品種改良により、Showalter (1967) が用いた当時の普通甘味種に比べて、貯蔵時における茎や柄の水分吸収による子実の水分減少が発生しにくい可能性が考えられる。しかし、新たな販売形態としてそれらの形態を普及させる場合、貯蔵温度や柄の切断長、止葉の除去などを考慮した検証を行う必要がある。

以上から、異なる貯蔵形態においてしなびの発生程度が異なることが明らかになった。しかし、寒冷地の4月播種で栽培した2012年は、重量減少率および子実の水分含量における変化が、2013および2014年に比べて明らかに小さく (第4図A, 第5図A), 収穫直後の新鮮重や部位別の水分含量は、調査年ごとに異なる傾向であったため、栽培地や播種時期が異なることにより、収穫物の品質が変化し、貯蔵性も異なる可能性が考えられる。しかし、異なる作型で栽培した収穫物の貯蔵性に関する報告は見当たらない

ため、次の試験では、同じ栽培地において播種時期が異なる収穫物の比較を行った。

3. 播種時期が異なる収穫物の比較 (試験3)

しなびは、同一圃場で試験を行った2014年の結果 (第3図)と同様、「むき」が「慣行」に比べて早期に発生した (第6図)。しかし、播種時期間の比較では、「ゴールドラッシュ」、「味来390」ともに、「むき」におけるしなびの発生程度は、4月播種が5月播種に比べて低い傾向であり、しなびの発生が作型によって異なる可能性が示唆された。

重量減少率の貯蔵形態間の比較において、各収穫後日数における差は、4月播種では「ゴールドラッシュ」が収穫7および10日後でしなび評価と類似した傾向であったが、「味来390」はしなび評価と異なる傾向であり (第6図A, B, 第7図A, B), 5月播種では「ゴールドラッシュ」が収穫3, 7, 10および14日後、「味来390」が収穫10および14日後で類似した傾向であった (第6図D, E, 第7図D, E)。「ドルチェヘブン」では、4, 5月播種ともに、貯蔵形態間の差は収穫10および14日後においてしなび評価と類似した傾向であったため (第6図C, F, 第7図C, F), 重量減少率が「むき」のしなびの発生に及ぼす影響は、5月播種が4月播種に比べて大きく、「ドルチェヘブン」では、いずれの播種時期においても、「むき」のしなびの発生に及ぼす影響は変わらないものと考えられた。

子実の水分含量の貯蔵形態間の比較において、各収穫後日数における差は、「ゴールドラッシュ」、「味来390」ともに、重量減少率 (第7図)と同様、4月播種ではしなび評価と大きく異なる傾向であったが (第6図A, B, 第8図A, B), 5月播種では収穫7, 10および14日後で類似した傾向であった (第6図D, E, 第8図D, E)。そのため、重量減

少率と同様、子実の水分含量が「むき」のしなびの発生に及ぼす影響は、5月播種が4月播種に比べて大きいものと考えられる。一方、「ドルチェヘブン」では、いずれの播種時期においても傾向が変わらず、重量減少率（第7図C）およびしなび評価（第6図C）と類似した傾向であった。

以上から、いずれの播種時期および品種においても、「むき」はしなびが収穫3日後以内に発生したが、その要因と考える重量減少率および子実の水分含量の影響は、播種時期および品種によって異なることが明らかになった。「ゴールドラッシュ」および「味来390」の4月播種では、収穫14日後までに20%前後の重量減少率が確認されたものの（第7図A, B）、子実の水分含量（第8図A, B）および子実中の糖度（データ略）に顕著な減少は確認されなかった。さらに、「ドルチェヘブン」は、「ゴールドラッシュ」および「味来390」に比べて播種時期の差が小さく、貯蔵性に関わる品種特性がほかの品種と異なる可能性がある。そのため、今後はさらに品種数を増やし、播種時期が異なるスイートコーンの貯蔵性における品種間差異を調査する必要がある。また、しなびのおもな要因は貯蔵中の水分の消耗であると考えられるが、それに直接影響する子実の保水性は、デンプン、フィトグリコーゲンおよび貯蔵タンパク質含量が影響するとされる（増田ら, 1997）。それに加え、松田・松本（1984）は、予冷方法に着目した試験において、子実中の糖含量の減少に伴い、しなびが発生したことを確認した。本研究の生育期間は、4月播種が5月播種に比べて10日程度長かったことから、収穫物においてしなびの要因の可能性が考えられる呼吸量（Riad, 2004; 西條, 1989）や炭水化物含量の減少（Olsen ら, 1990）、子実の硬さ（Shao・Li, 2011）などが播種時期で異なった可能性がある。そのため、播種期間で傾向が異なった根拠を明らかにするには、今後はそれらの項目についても詳しく検討する必要がある。

スイートコーンの栽培では多くの作型が存在し、その栽培地域は北海道、東北、関東から近畿以西にも拡大しており（戸沢, 1988）、それらの地域から首都圏への長距離輸送が行われている（広瀬・前田, 2008; 鈴木・中澤, 2013）。今後は、MA包装資材（Riad, 2004）などを併用することにより、しなびの抑制効果を検討するとともに、しなびの発生要因を品種特性および作型の観点からさらに詳しく検討していきたい。

摘 要

スイートコーンは、野菜類のなかでも収穫後の品質劣化が早い品目である。品質劣化のうち、子実に凹みや隙間が発生するしなびは、生産から販売までの各現場で問題となっている。また、スイートコーンは、収穫後に苞葉を取り除いた形態や、柄や茎を付けた形態に調製することが可能である。本研究では、スイートコーンのしなびの発生に着目し、しなび評価基準を作成するとともに、3品種を用

い、貯蔵形態が貯蔵性に及ぼす影響を明らかにするため、しなび評価、重量減少率および部位別の水分含量の貯蔵形態別の経時変化を温度10°Cおよび湿度70~80%の暗黒条件下で貯蔵し、収穫14日後まで調査した。しなび評価は、いずれの品種も、「むき」が収穫3日後からほかの貯蔵形態に比べて有意に高い点数を示し、「むき」のしなびは、ほかの貯蔵形態に比べて早期に発生することが明らかになった。「むき」の重量減少率は、「ゴールドラッシュ」では収穫3日後から、「味来390」では収穫10日後から「慣行」に比べて有意に高い値または傾向を示した。「むき」の子実の水分含量は、いずれの品種も重量減少率とほぼ同じ収穫後日数から、「慣行」に比べて有意に低い値を示した。「むき」の穂全体の水分含量の減少率は、いずれの品種も、「慣行」に比べて高い傾向であったことから、苞葉を取り除くことにより、穂全体の水分が著しく消耗するものと考えられた。播種時期による比較では、いずれの播種時期および品種においても、「むき」はしなびが収穫3日後以内に発生したが、その要因と考える重量減少率および子実の水分含量の影響は、播種時期および品種によって異なった。以上の結果、しなびのおもな要因は、子実からの水分の消耗と考えられるが、今後はさらに品種数を増やし、子実の硬さや呼吸量、炭水化物含量の消長などを調査することにより、しなびの発生に影響を及ぼす要因をさらに詳しく検討する必要がある。

引用文献

- 青木宏史. 1995. (9) スイートコーン. p.50-52. (社)日本施設園芸協会編. 野菜・果実・花きの高品質ハンドブック. 養賢堂. 東京.
- 朝日工業. 2012. ドルチェヘブン 85日タイプの中早生バイカラー品種. <https://www.asahi-kg.co.jp/products/agriculture/seed/pdf/paionia_002.pdf>.
- Brecht, J. K. 2004. Sweet Corn. In: Gross, K., C. Y. Wang and M. Saltveit (eds.). The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist & Nursery Crops. USDA-ARS. Washington, D. C. USA. <<http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/sweetCorn.pdf>>.
- 江原靖博. 2014. スイートコーン. p. 308-322. 野菜栽培指標. 長野県・全国農業協同組合連合会長野県本部. 長野.
- 広瀬直人・前田剛希. 2008. 沖縄県産農産物の低温輸送および鮮度保持技術の開発. (第一報) スイートコーンの低温輸送技術. 沖縄農研セ研報. 1: 2-5.
- 北条雅章. 2014. 果菜類の特性と栽培. p. 161-163. 篠原温編著. 野菜園芸学の基礎. 農文協. 東京.
- 星野康人. 2002. 消費者ニーズに応えるエダマメの商品開発. 新潟農総研報. 5: 1-10.
- 石井 勝. 1998. スイートコーン. p. 115-117. 酒寄直樹編著. 野菜の鮮度保持マニュアル. (株)流通システ

- ム研究センター. 東京.
- 石谷孝佑. 2001. 食品加工の現代的意義と展開手法. 食品加工の歴史・地域性と農村加工. p.23–28. 食品加工総覧 第1巻. 農文協. 東京.
- Kemble, J. M. 2001. Commercial sweet corn handling. ANR-584. Alabama cooperative extension system. <<http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0584/ANR-0584.pdf>>.
- 北村利夫. 1997. 青果物の生理的特徴と品質保持技術. 石川農短大研報. 27: 136–140.
- 真部孝明・大友譲二. 1984. スイートコーンの収穫時間および収穫後の貯蔵条件の違いが品質に及ぼす影響. 食品と低温. 10: 113–117.
- 増田亮一・山下市二・金子勝芳. 1997. スイートコーンの糖類, 有機酸, 遊離アミノ酸含量解析. 食科工誌. 44: 23–30.
- 松田弘毅・松本通夫. 1984. スイートコーンの予冷試験. 鳥取食品加工研報. 28: 43–47.
- 松永秀毅. 2004. 最近のスーパースイーツの甘さのひみつ. 現代農業. 2004年2月号: 113–115.
- 水野寛士・田中仁奈・橋本早紀・山本達也・中野龍平・牛島幸一郎・久保康隆. 2015. 収穫後の貯蔵温度, 形態がエダマメ‘ふくら’と‘湯あがり娘’の品質に及ぼす影響. 園学研. 14: 297–304.
- 中村敏行. 2000. 超人気スイーツコーン「味来390」をつくりこなす. 現代農業. 2000年5月号: 228–229.
- 農林水産省. 2015. 平成26年産 野菜生産出荷統計 スイートコーン. <<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001141603>>.
- Olsen, J. K., J. E. Giles and R. A. Jordan. 1990. Post-harvest carbohydrate changes and sensory quality of three sweet corn cultivars. Sci. Hortic. 44: 179–189.
- 太田浩一・太田万理・鈴木鐵也. 2008. 収穫後包皮付きスイートコーンの弱光LED低温照射による品質保持および旨み成分増強効果. 植物環境工学. 20: 31–36.
- 尾崎 亨・樋元淳一. 2015. 青果物の使用価値に関する実証的研究—スイートコーンを事例として—. 酪農学園大紀要. 人文・社会科学編. 39: 35–46.
- Riad, G. 2004. Atmosphere modification to control quality deterioration during storage of fresh sweetcorn cobs and fresh-cut kernels. Ph. D. Thesis. Florida Univ. Florida.
- Rumpf, G., J. Mawson and H. Hansen. 1972. Gas chromatographic analysis of the soluble substances of sweet corn kernels as a method indicating the degree of maturity attained and change in quality during storage. J. Sci. Food Agr. 23: 193–197.
- 西條了康. 1989. 収穫後の生理と鮮度保持の原理 (栽培・収穫条件と収穫後の品質変化). p.77–84. 農業技術大系野菜編12. 農文協. 東京.
- サカタのタネ. 2007. 地元とれたて野菜の目玉! 店先で蒸し焼きにしたいコーン ゴールドラッシュ. 現代農業. 2007年2月号: 94.
- Shao, X. and Y. Li. 2011. Quality control of fresh sweet corn in controlled freezing-point storage. Afr. J. Biotechnol. 10: 14534–14542.
- Showalter, R. K. 1967. Sweet corn shelf life as affected by trimming and packaging. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91: 881–884.
- 鈴木忠敏・中澤正博. 2013. 低温流通での品温管理の現状. p.172 (2)–172 (16). 食品加工総覧 第2巻. 農文協. 東京.
- 戸沢英男. 1988. 生食用トウモロコシ. p.301–328. 農業技術大系野菜編11. 農文協. 東京.
- Vigneault, C., B. Goyette, Y. Gariépy, P. Cortbaoui, M. T. Charles and V. G. S. Raghavan. 2007. Effect of ear orientations on hydrocooling performance and quality of sweet corn. Postharvest Biol. Technol. 43: 351–357.