

低温およびフィルム包装を用いたヤマノイモの貯蔵技術

茨木俊行・池田浩暢

貯蔵温度、収穫時期および包装フィルムがヤマノイモの鮮度に及ぼす影響を調査した。

①ヤマノイモの切り口に蜜ろうを塗布すると切断面からのカビの発生を抑制できた。②貯蔵温度が低いほど（-1℃以上の温度）ヤマノイモの呼吸速度は抑制された。また、低温ほどカビの発生や減量率が抑制されたため鮮度が長く保持された。③収穫時期が遅いほど貯蔵後の品質は良かった。④ポリプロピレン（以後 OPP）フィルムでヤマノイモを包装した場合、減量を抑制でき、鮮度を長く保つことができた。密封包装した場合、フィルム内の酸素濃度は 6.7～7.8%，二酸化炭素濃度は 4.1～5.6% で平衡に達した。この結果は、同一条件下でコンピュータを用いてシミュレートした結果と良く一致した。以上から、2月に収穫したヤマノイモを OPP フィルムで包装し、0℃の低温庫中で貯蔵すると 11 月まで鮮度が保持された。貯蔵後は 20℃で 4 日間商品性を維持できた。

[キーワード：ヤマノイモ、低温貯蔵、呼吸抑制、フィルム包装]

Effects of Film Packageing and Low Temperature Storage on Quality Stability of Japanese Yam, 'YAMANOIMO'. IBARAKI Toshiyuki and Hironobu IKEDA (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 14: 99-103 (1995)

Effects of storage temperature, harvest time and film packageing on quality stability of Japanese yam 'yamanoimo' were investigated to establish a tech-nique of year-round shipping. The growth of fungi was inhibited if yam cut was coated with wax made from honey comb. Under low storage tamperature, the respiration rate of yam decreased, and the growth of fungi was inhibited under the same condition. The later the harvest time was, the higher the freshness score by sensory evaluation was. The weight loss was prevented when yams were wrapped with polypropylene (OPP) film bags, so freshness of yams could be kept for long time. The concentrations of oxygen and carbon dioxide in the completely heat-sealed OPP film bags were 6.7-7.8% and 4.1-5.6% respectively. This result was satisfactory, and it agreed with the simulation model that was adjusted at similar conditions. It is concluded that yam should be yielded in February, after harvest it should be packed with OPP film bags and stored at 0℃, so the marketable quality of yam could be kept until November.

[Key words : Japanese Yam 'YAMANOIMO', Storage, Harvest time, Film packageing, Market quality]

緒 言

野生植物であるヤマノイモは独特の粘質多糖類を多く含み、繊維分も比較的多く含むことから、健康食品として根強い人気がある¹⁾。また、この粘質多糖類は、麺類や「かるかん」製造時のつなぎとして加工食品にはなくてはならない食品素材でもある⁵⁾。福岡県では 1985 年頃から導入されたパイプ栽培により中山間地のみならず、平坦地でも多く栽培されるようになった。しかし、生産量が限られているため、生産されたヤマノイモはそのほとんどを市場を通さずに相対取引されている。福岡県内で生産されたヤマノイモの集出荷業務を行っている筑紫自然薯組合では、生協を通しての販売や、消費者への直接販売を行うとともに、レストランや料亭などの食品業者や加工業者へ出荷している。しかし、収穫が 11 月から 2 月までの一時期に集中するため、収穫したヤマノイモの大部分を貯蔵しなければならない。特に、食品業者からは青果としての周年供給が求められている。一方、ヤマノイモに関しては、加工食品素材としての研究^{1,5,11,12)}が多くなされているが、貯蔵に関する研究事例は少なく、わずかに加工用原料の貯蔵研究が行われているのみである¹⁰⁾。そこで、本報では低温およびフィルム包装を用いたヤマノイモの貯蔵技術について検討したので報告する。

材料及び方法

1990 年～1993 年にかけて、筑紫野市で収穫したヤマノイモを試験に供した。

実験 1 切断面の品質劣化防止試験

貯蔵用ヤマノイモには、地上部との切断面や、部分的に品質が劣化した部分を除去する際に生じる切断面がある。ヤマノイモを長期貯蔵する場合、これら切断面から腐敗やカビなどが発生し、品質低下の主な原因になることが多い。そこで切断面の品質劣化を防止するため、次の①～③の処理を行った後、厚さ 0.02mm の二軸延伸ポリプロピレンフィルム（以後 OPP）で包装（開放）し、0℃の低温庫中に保存した。以後経時的に切り口のカビの発生程度を調査した。カビの発生程度は、0：発生せず、1：カビの発生がすかに確認できる、2：明らかに確認できる、3：菌そう直径が 3 cm 未満、4：菌そう直径が 3～5 cm、5：菌そう直径が 5 cm 以上、とした。各区 10 個体を供試した。

- ①乾燥処理（温度 35℃の定温庫中に 1 日間放置し、切断面を乾燥させた。）
- ②キュアリング処理（温度 35℃、湿度 97% の定温庫中に 3 日間放置した。）
- ③蜜ろう処理（切断面に蜜ろうを塗布した。）

実験2 貯蔵温度がヤマノイモの鮮度に及ぼす影響

(1) 温度別呼吸速度の測定

重量が異なるヤマノイモ4個体を約27cmに3等分し、切断面に蜜ろうを塗布した後、円筒型アクリル製チャンパー(2.400ml容)に入れた。このチャンパーとエアープンプを閉鎖系回路に組み込み、空気を循環させた。0～15℃の低温庫中に放置後、2時間目および3時間目にチャンパー内のガス濃度をガスクロマトグラフ(島津製作所製GC8A, TCD検出器, カラム:モレキュラーシーブ+ポラパックN)を用いて測定した。単位時間当たりの二酸化炭素濃度の変化量から呼吸速度を算出した。

(2) ヤマノイモの貯蔵適温の解明

ヤマノイモの貯蔵適温を明らかにするために凍結点を測定した。温度計(KADEC-U2)の針状センサーをヤマノイモの中心部分にさし込み-15℃の冷凍庫に入れ、その温度降下を記録した。降下し続ける品温が過冷却状態を経て上昇したときの温度を凍結点とした⁶⁾。

厚さ0.02mmのOPPフィルムでヤマノイモを包装(開放)し、0℃、2℃および5℃の低温庫中で貯蔵した。各区8個体を供試した。以後経時的に減量率、腐敗、しおれ、カビの発生程度を調査し、総合鮮度を評価した。総合鮮度は概ね、4:収穫時の鮮度、3:市場出荷可能、2:小売り可能、1:食べられる、0:食べられない、に相当する。

実験3 収穫時期がヤマノイモの鮮度に及ぼす影響

1991年11月21日、12月21日および1992年3月12日に収穫したヤマノイモを、切断面に蜜ろうを塗布した後OPPフィルムで包装(開放)し、0℃の低温庫中で貯蔵した。各区8個体を供試した。実験2と同様に総合鮮度を評価した。収穫時および5月まで貯蔵した時の全糖含量と全フェノール含量を測定した。また、褐変から変質程度を判断するために、ヤマノイモを輪切りにし、その切断面の色差値から白色度 $[W = 100 - ((100 - L)^2 + a^2 + b^2)^{1/2}]$ を算出した¹⁾。

実験4 包装フィルムがヤマノイモの鮮度に及ぼす影響

1993年2月16日に収穫したヤマノイモを、厚さ0.02mmのOPPフィルムおよび厚さ0.02mmの吹き出し式ポリプロピレン(以後IPP)フィルムで包装(開放)した。また、厚さ0.01mmのポリエチレン(以後PE)フィルムおよび厚さ0.02mmのOPPフィルムにヤマノイモを入れ密封包装した。包装後のヤマノイモは0℃の低温庫中で貯蔵した。調査日ごとに各区8個体を供試した。また、調査時に4名のパネラーにより食味を評価した。また、フィルム内のガス濃度を経時的に測定するとともに、椎名ら⁹⁾の方法を参考にフィルム内の酸素濃度および二酸化炭素濃度をシミュレートした。

結果および考察

実験1 切断面の品質劣化防止試験

ヤマノイモを乾燥処理した場合、処理期間中の減量率が高く、処理後1日で5.8%、2日で9.8%、3日では14.2%にも達した。切断面は処理後1日ですでに乾燥が認められた。減量率と乾燥程度を考慮して、貯蔵試験には1日処理を行ったものを用いた。ヤマノイモをキュアリング処理した場合、処理中の減量は乾燥処理した場合より少ないもの

の、処理3日後で4.8%減少した。しかし、一部の調査個体でカビの発生が認められた。

切断面に各処理を行い、0℃で貯蔵した場合、乾燥処理区で貯蔵後1カ月で切断面にカビが発生し、2カ月後には切断面全体に広がった(第1表)。その後カビは切断面から他の部分へ広がった。キュアリング処理した場合、貯蔵後1カ月からカビの発生がかすかに認められた。以後菌そうは広がったが、乾燥処理した場合に比べカビの発生程度は低く推移した。一方、蜜ろう処理した場合、貯蔵後3カ月に果皮にわずかにカビの発生が認められたが切断面での発生はなく、貯蔵後4カ月を過ぎても鮮度が高かった。レタスでは切り口にワックス処理すると、酸素の供給が絶たれ、腐敗する現象が現れたが(データ未発表)、ヤマノイモでは切断面に蜜ろうを塗布してもこうした現象は認められなかった。これは、ヤマノイモの呼吸速度が極めて遅いことと、貯蔵温度が低いことによると考えられる。

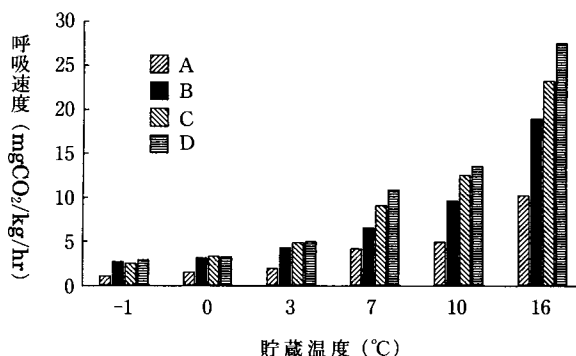
実験2 貯蔵温度に関する試験

一般に青果物を長期に貯蔵する場合、呼吸作用を抑えることにより養分の損耗を抑制することが重要になる。そこで、ヤマノイモの貯蔵温度別呼吸速度を測定した(第1図)。貯蔵温度が低いほど呼吸速度は遅かった。また、重量が大きいヤマノイモは小さいヤマノイモに比べ呼吸速度は遅かった。0℃における呼吸速度は10℃の場合の1/3～1/4、3℃の場合の2/3～3/4であった。貯蔵温度やヤマノイモの重量と呼吸商との間に一定の関係は認められず、呼吸商は平均で0.86(標準偏差0.11)であった。このことは、呼吸基質として分子内に酸素原子を比較的多く含む有機酸などの成分より、分子内に酸素原子が比較的少ない成

第1表 切り口処理方法の違いがヤマノイモのカビの発生程度¹⁾に及ぼす影響

	貯蔵後の月数(月)				
	0	1	2	3	4
密ろう処理	0.0	0.0	0.0	0.7	0.9
キュアリング処理	0.0	0.9	1.3	3.2	3.2
乾燥処理	0.0	1.7	2.7	4.0	4.2

1) カビの発生程度は、0:発生せず、1:カビの発生がかすかに確認できる、2:明らかに確認できる、3:菌そう直径が3cm未満、4:菌そう直径が3～5cm、5:病斑直径が5cm以上、とした。



第1図 貯蔵温度がヤマノイモの呼吸速度に及ぼす影響
ヤマノイモの重量は、A:727g、B:532g、C:332g、D:281g

第2表 貯蔵温度がヤマノイモの総合鮮度¹⁾に及ぼす影響

貯蔵温度	調 査 時 期 ²⁾						
	1月下旬	2月下旬	3月下旬	4月下旬	6月下旬	8月下旬	9月下旬
0℃	3.0±0.0	3.0±0.0	2.9±0.2	2.7±0.4	2.2±0.4	2.1±0.4	1.7±0.6
2℃	3.0±0.0	3.0±0.0	2.8±0.4	2.3±0.8	2.2±0.8	1.9±0.2	1.5±0.0
5℃	2.9±0.2	2.8±0.4	2.7±0.4	2.4±0.6	1.9±1.1	1.6±0.9	1.0±0.6

1) 総合鮮度の指標は、4；収穫時の鮮度，3；市場出荷可能な鮮度，2；小売り可能な鮮度，1；食べられる，0；食べられない，の5段階評点法とした。

2) 数値は，平均±標準偏差。

分が呼吸基質として用いられていることを示唆した。
ヤマノイモの凍結点は-1.37℃（標準偏差0.11）で，温度別呼吸速度およびヤマノイモの凍結点から，貯蔵温度は-1℃が適当であるものと考えられる。しかし，実際の貯蔵にあたっては，低温庫内の温度を-1℃に設定した場合，庫内の温度ムラや，温度制御（用いた貯蔵庫は設定温度±1.5℃）を考慮すると，ヤマノイモが凍結する可能性がある。

第3表 切り口処理方法の違いがヤマノイモのカビの発生程度に及ぼす影響

分析項目	分析時期	収穫時期	測 定 部 位 ¹⁾		
			首 部	中央部	尻 部
全糖 (%)	収穫時	11月	0.8±0.2	0.7±0.2	0.6±0.2
		12月	0.6±0.2	0.5±0.1	0.7±0.5
		3月	0.6±0.3	0.4±0.2	0.5±0.2
	5月	11月	2.3±0.5	2.1±0.5	2.0±0.8
		12月	2.6±0.3	2.5±0.4	2.5±0.2
		3月	2.1±0.3	1.7±0.3	1.7±0.2
全フェノール類 (mg%)	収穫時	11月	8.9±8.7	4.1±0.8	4.4±1.4
		12月	5.3±3.2	3.8±2.2	3.4±0.7
		3月	4.9±1.3	4.3±0.7	4.3±1.0
	5月	11月	16.6±5.1	16.1±3.4	16.0±2.6
		12月	16.8±1.2	20.0±6.3	17.8±3.5
		3月	11.0±1.4	10.5±0.9	11.5±2.4
白 色 度	収穫時	11月	78.6±0.2	81.6±0.2	81.7±0.2
		12月	75.2±0.2	78.7±0.1	79.8±0.5
		3月	77.7±0.3	78.6±0.2	77.8±0.2
	5月	11月	79.0±0.5	78.2±0.5	78.0±0.8
		12月	73.1±0.3	72.7±0.4	72.2±0.2
		3月	77.8±0.3	79.1±0.3	79.3±0.2

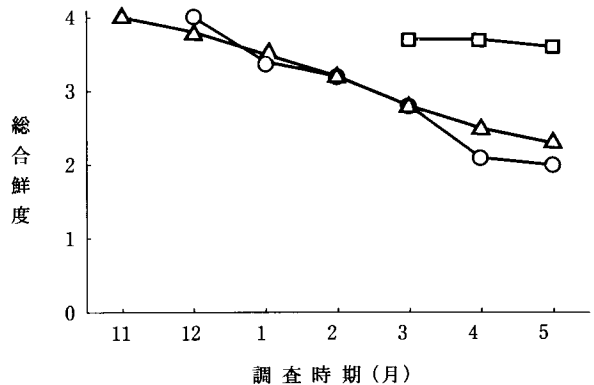
1) 数値は，平均±標準偏差。

る。したがってヤマノイモの貯蔵には，安全を見越して0℃以上が良いものと考えられる。この結果を受けて，貯蔵温度がヤマノイモの鮮度に及ぼす影響を検討した。貯蔵温度が高いほど減量率は高く推移したが，5℃で貯蔵した場合でも1%を超えたのは，貯蔵後5カ月であった。また，貯蔵温度が高いほど腐敗も多く発生した。12月下旬に収穫したヤマノイモの場合，商品性の限界は0℃で貯蔵したときで貯蔵後7カ月，2℃では5カ月，5℃では4カ月であった（第2表）。

実験3 収穫時期がヤマノイモの鮮度に及ぼす影響

収穫時期別の全糖含量，全フェノール含量および白色度を第3表に示した。いずれの測定値とも標準偏差が比較的大きかった。収穫時の全糖含量は収穫時期や部位にかかわらず0.4～0.8%と低い値を示したが，5月まで貯蔵すると全糖含量は増加した。

収穫時の全フェノール含量は個体による含量のばらつきが大きいのものの収穫時期にかかわらず首部でやや高い値を示した。5月まで貯蔵したときの全フェノール含量は収穫時期や部位にかかわらず様に増加したが，3月に収穫し



第2図 収穫時期がヤマノイモの総合鮮度に及ぼす影響

凡例は△；11月収穫，○；12月収穫，□；3月収穫
総合鮮度の指標は第2表に準ずる。

第4表 包装フィルムがヤマノイモの総合鮮度¹⁾に及ぼす影響

包装様式	調 査 時 期 ²⁾						
	収穫時	3月下旬	4月下旬	5月下旬	8月上旬	9月上旬	11月上旬
OPPハンカチ包装	4.0±0.0	3.0±0.0	3.0±0.0	2.5±0.5	2.2±0.5	2.1±0.6	2.0±0.7
OPP密 封包装	4.0±0.0	3.0±0.0	3.0±0.0	2.8±0.2	2.5±0.6	2.2±0.7	2.2±0.8
IPPハンカチ包装	4.0±0.0	3.0±0.0	2.9±0.2	2.6±0.5	2.4±0.5	2.3±0.4	2.1±0.5
PE 密 封包装	4.0±0.0	2.8±0.4	2.5±0.4	2.0±0.2	1.7±0.4	1.1±0.4	1.0±0.0

1) 総合鮮度は第2表に準ずる。

2) 数値は，平均±標準偏差

ノイモを OPP フィルムで密封包装し、0℃で貯蔵した場合、フィルム内の酸素濃度は2%以上になることが予測されるため、嫌気呼吸による食味の劣化や異臭は発生しないものと考えられる。

引用文献

- 1) 浅見逸夫・田中喜久(1992)凍結乾燥によるジネンジョの有効利用に関する研究. 愛知農総試研報 24 : 173-181.
- 2) 茶珍和雄(1991)呼吸作用. 青果物・花き鮮度管理ハンドブック, 東京:サイエンスフォーラム, pp. 25-28.
- 3) 平田孝(1992)MA包装の設計と鮮度予測技術の開発. 野菜の高鮮度流通システム, 農業研究センター, pp.36-55.
- 4) 茨木俊行・池田浩暢(1994)フィルム包装および出荷容器が葉ネギの鮮度に及ぼす影響. 日本食低保学会誌(印刷中)
- 5) 石谷孝佑(1973)食品の凍結乾燥に関する研究IX. 山芋の凍結乾燥と“カルカン”への利用. 食総研報告 28 : 88-93.
- 6) 松本通夫・山下昭道・安藤一嘉・松田弘毅・山根昭美(1983)野菜・果実の氷温貯蔵に関する研究Ⅲ. ニホンナシの氷温貯蔵. 鳥取食加研研報 26 : 1-6.
- 7) 大久保増太郎(1991)青果物の包装と鮮度保持剤. 青果物・花き鮮度管理ハンドブック, 東京:サイエンスフォーラム, pp.181-192.
- 8) 大日方洋(1991)そば粉に含まれる水溶性粘質物の特性について. 日食工誌 38 : 391-397.
- 9) 椎名武夫・河野澄夫・岩元睦夫(1988)シミュレーションモデルによるカット野菜包装における内部ガス組成の解析. 園学雑 56(4): 486-492.
- 10) 下田俊彦(1991)ヤマノイモの剥皮および鮮度保持技術の確立. 食品試験研究成績・計画概要集, 食品総合研究所, pp.235-236.
- 11) 田之上隼雄・下関英俊(1991)種の異なるヤマノイモ粘質多糖の化学的性質と粘性挙動. 日食工誌 35 : 595-603.
- 12) 田之上隼雄(1988)ゲルろ過法によるヤマノイモ粘質多糖の定量およびその測定値と「トロロ」物性との関係. 日食工誌 35 : 595-603.