

サツマイモの貯蔵にともなう品質変化

—調理実習での使用に向けて—

谷津 麻子¹⁾・中西 洋子¹⁾・湯川 夏子¹⁾・梁川 正¹⁾

Quality Changes of the Sweet Potato During Storage — For Use in Cooking Practice —

Asako YATSU, Yoko NAKANISHI, Natsuko YUKAWA and Tadashi YANAGAWA

抄 録：サツマイモの貯蔵にともなう品質変化（外観，水分量，糖度，糖組成など）を京都教育大学環境教育実践センター農園で栽培，収穫，貯蔵したサツマイモ（11月～3月の期間，当センター倉庫で温度調節なしで貯蔵）について検討した。その結果，外観から判断して少なくとも約3ヶ月は，本条件下でサツマイモの貯蔵が可能であることがわかった。この間，水分量の低下傾向，生イモの糖度の上昇（収穫直後6.6%，3ヶ月後13.7%），不溶性糖質の減少，水溶性非還元糖の増加が見られた。また，加熱することにより，さらなる糖度の上昇（収穫直後15.3%，3ヶ月後19.0%），不溶性糖質の減少，水溶性還元糖の増加が見られた。水溶性還元糖および非還元糖の増加はサツマイモの甘味増強に寄与していると考えられる。本研究により，11月に収穫したサツマイモは特別に温度管理しなくても1月末ごろまでは調理実習教材として利用可能であることがわかった。

キーワード：サツマイモ，貯蔵，調理実習，品質変化

I. はじめに

「サツマイモ（学名：*Ipomoea batatas* (L.) Lam.）はヒルガオ科サツマイモ属に属する作物であり，“蔓性で地下部にいもができる植物”と説明されている¹⁾。サツマイモは暗期の長さが一定期間より長くなると花芽を形成する短日植物で，わが国では開花時期に低温となるため，サツマイモの花を見ることはまれである²⁾。しかし，2010年11月，京都教育大学環境教育実践センターにおいてサツマイモの花が観察された(写真1)。2010年夏は，気温の高い日が多かったためと思われる。

サツマイモの栽培³⁾は，通常5月下旬～6月下旬にかけて苗が畑に定植され，9月下旬ごろから地上部が枯死する前までに収穫される。栽培が比較的容易なため幼稚園や小学校の栽培実習教材として広く活用されている⁴⁾。本学環境教育実践センターにおいても以前よりサツマイ

1) 京都教育大学

モの栽培が行われており、将来教師を目指す学生に栽培学習の場を提供している。

サツマイモは収穫後すぐに加熱調理して食される場合もあれば、しばらくの間貯蔵してから加熱調理する場合もある。その際、貯蔵条件が不適切であると、腐ったり食味に影響したりする。サツマイモの貯蔵適温は 13℃ 前後とされ、8℃ 以下では低温傷害が生じることが知られている^{5),6)}。また、収穫直後よりも貯蔵したサツマイモのほうが甘くなるといわれている⁶⁾。

本学環境教育実践センター農場では、収穫したサツマイモを実践センター農場倉庫（温度調節なし）に保管し、傷みが出ない比較的短期間のうちに消費している。本条件でサツマイモがどの程度の期間食用可能であるか、またどの程度甘くなるかを知ることは、サツマイモを用いた調理実習計画をたてる上で重要となる。そこで本研究では、現状の貯蔵条件において、貯蔵期間経過とともにサツマイモの外観および糖成分がどのように変化するか、加熱後のサツマイモの糖組成に貯蔵期間がどのように影響しているか、また、いつごろまで貯蔵可能か等を検討し若干の知見を得たので報告する。

(A)



(B)

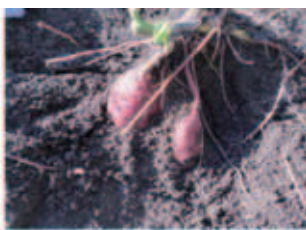


写真 1 京都教育大学環境教育実践センターで観察されたサツマイモの花 (A) と収穫したサツマイモ (B)
(2010 年 11 月 4 日撮影)

Ⅱ. 実験方法

2.1 試料および貯蔵条件

京都教育大学環境教育実践センター農場で 2010 年 11 月 4 日に収穫したサツマイモ（鳴門金時）のうち、できるだけ傷の少ないものを選んで実践センターの倉庫に貯蔵した（写真 2）。測定は 1 条件につき 3 個のサツマイモを無造作に選んで行った。貯蔵は 3 月中旬まで行った。

(A)



(B)



(C)



写真 2 収穫されたサツマイモの貯蔵の様子

(A) 収穫したサツマイモ (B) 網ケースをかぶせて貯蔵 (C) 倉庫の外観

2.2 生試料と加熱試料の調製

サツマイモ 1 本を横半分に切り、その 1 片を生試料、もう 1 片を加熱試料とする。加熱は炊飯器（ナショナル電気炊飯器・SR-W100）で行う。釜に水 300ml とサツマイモ（横 1/2 に切ったもの 3 片）を入れ、蓋をしてから炊飯器のスイッチを ON にし、切れるまで加熱調理を行う（約 40 分）（写真 3）。本加熱調理の利点は、水分がなくなり鍋底の温度が急上昇すると自動的にスイッチが切れる点である。



写真 3 サツマイモの炊飯器加熱

2.3 測定項目および測定方法

2.3.1 外観

サツマイモ貯蔵中の外観および試料断面の変化を観察し、カメラで撮影して記録する。

2.3.2 重量

実験日にサツマイモ重量を測定し、重量変化率を求める。

2.3.3 水分含有量

赤外線乾燥式電子水分計（YMC 社）（試料皿からランプまでの高さ：7 目盛り）を用いて測定する。

2.3.4 Brix 糖度

①生のサツマイモ

しぼり汁 1ml（サツマイモをプラスチック製卸し器ですりおろし、ガーゼで絞って得る）を遠心分離（14500rpm, 3 分間）し、得られた上澄み液 0.3ml を使用してポケット糖度計（アタゴ製 APAL-1）にて測定する。

②加熱後のサツマイモ

加熱調理したサツマイモの皮を除去したあと適宜切断し、切断部分から 5g を乳鉢にとって磨碎し、蒸留水 45ml を加えて希釈する。希釈液 1ml を遠心分離（14500rpm, 3 分間）し、得られた上澄み液 0.3ml を用いて①と同様に測定する。

2.3.5 糖質の測定

①測定試料液の調製

生のサツマイモ 10g を卸し器ですりおろし、60ml の蒸留水で卸し器を洗い流しながらビーカーに移し、70ml とする。均一に攪拌しながら 2ml を採取し、試験管に入れる（A1 液：生イモ総糖質量の測定用）。残りを吸引濾過し、ろ液を 100ml に定容する。100ml に定容したものをさらに濾過する（アクロディスク使用）。ろ液を生イモ抽出液とし、水溶性糖類の測定に使用する（A2 液）。

加熱したサツマイモは 10g を乳鉢にとり、乳棒でつぶしながら水 60ml を加え均一にする。均一に攪拌しながら 2ml を採取し（B1 液：加熱イモ総糖質量の測定用）、以降は生のサツマイモと同様に抽出液を調製する（B2 液：加熱イモ水溶性糖類測定用）。

②還元糖の測定

3, 5-ジニトリロサリチル酸（DNS）法⁷⁾により還元糖を定量する。すなわち、生イモも

しくは加熱イモ抽出液（A2 液もしくは B2 液）を適宜希釈したもの 1ml を試験管にとり、DNS 試薬 1ml を加えて混合後、沸騰湯浴中で 5 分間加熱する。冷却後、水 5ml を加え、よく混合した後、波長 510nm における吸光度を測定する。グルコース標準溶液（0 ～ 0.4mg / ml）で同様の操作を行って検量線を作成し、先に得た値を挿入して試料中の還元糖量をグルコース濃度（%）として求める（計算値：A2G および B2G）。

③総糖質量の測定

A1 液もしくは B1 液各 2ml に 1M-HCl 1ml を添加してよく混合し、沸騰湯浴中で 30 分間加水分解する。冷却後 1M-NaOH 1ml を添加して中和後、水で 25ml に定容する。適宜遠心分離して得られたる液を試料液として②に準じて還元糖を測定する（総糖質量）（計算値：A1T および B1T）。

④水溶性総糖質量の測定

A2 液もしくは B2 液各 2ml について③と同様の操作を行い、水溶性総糖質量を測定する。（計算値：A2W および B2W）。

⑤水溶性非還元糖量

生イモ水溶性非還元糖量（%）＝（A2W － A2G）

加熱イモ水溶性非還元糖量（%）＝（B2W － B2G）

但し、ショ糖当りに換算する場合は得られた値に 0.95 を乗じて求める。

⑥不溶性糖質量

生イモ不溶性糖質量（%）＝（A1T － A2W）

加熱イモ不溶性糖質量（%）＝（B1T － B2W）

但し、デンプンに換算する場合は得られた値に 0.9 を乗じて求める⁸⁾。

Ⅲ．実験結果および考察

3.1 貯蔵サツマイモの外観および加熱調理後の断面

貯蔵 0 日目、28 日目、70 日目、84 日目のサツマイモの外観および加熱調理（炊飯器加熱）後の断面を写真 4 に示す。0 日目は全体的に表面が綺麗である。虫に食われていたり、傷が多少あるものの、食べるのに支障はなかった。28 日目、70 日目になると、傷や虫に食われた部分から黒っぽく傷み、劣化してきた。しかし、84 日目に使用したサツマイモは比較的表面が綺麗であった。傷さえなければ十分食べれる状態であった。サツマイモを貯蔵する場合、なるべく傷がなく、虫に食われていないサツマイモを選ぶ必要のあることがわかった。加熱調理後の断面は、0 日目サツマイモでは全体が黄色で、周辺部と中心部の境がなかった。28 日目、70 日目、84 日貯蔵サツマイモでは中心部は白く、中心部と周辺部の境がはっきりしていた。

今回の研究では最長 126 日（約 4 ケ月間）貯蔵した（写真 5）。126 日の時点で残っていた 21 ケのイモのうち、食用可能と思われるものはわずか 3 本であった。今回の貯蔵条件では約 3

ヶ月が貯蔵限界かと思われる。

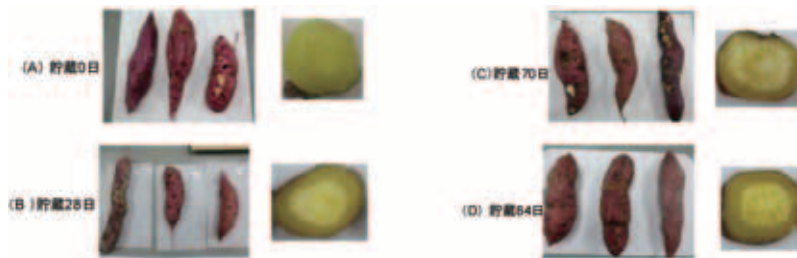


写真4 貯蔵中のサツマイモおよび加熱調理後の断面



写真5 貯蔵126日目のサツマイモ

3.2 サツマイモ貯蔵中の水分量の変化

サツマイモの貯蔵中の水分量の変化を図1に示す。収穫直後は70.5%であったが、貯蔵28日目にかけて約10%の減少が見られた。以後貯蔵84日まで60%～70%で推移した。保存状態のよいサツマイモは水分減少が少ないようであった。126日貯蔵では水分56%まで低下した。

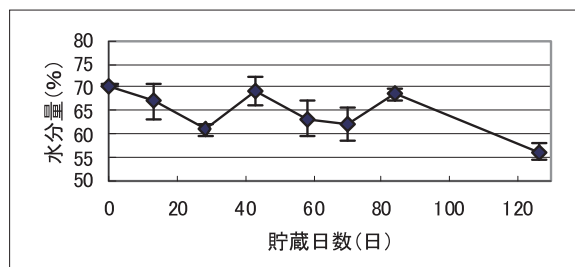


図1 水分量の変化

3.3 サツマイモ貯蔵中の重量変化

個体差を考慮して重量減少率を求め、図2に示した。貯蔵日数を重ねるとともに重量の減少することがわかった。重量減少には水分量の減少以外に呼吸作用による糖質等の分解が反映していることが考えられる⁹⁾。しかし、貯蔵84日では減少率が貯蔵13日と同レベルとなった。84日のサツマイモは傷が少なく、品質が良い状態で貯蔵されたために、重量減少も少なく成分分解も抑えられたのではないかと考えられる。

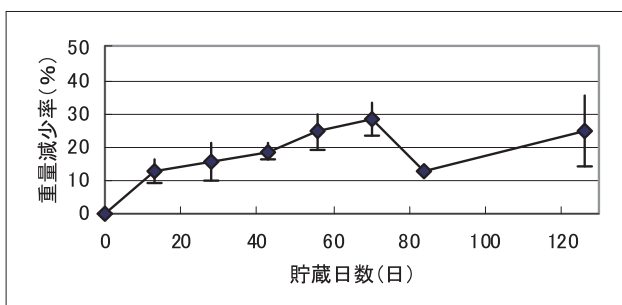


図2 サツマイモ貯蔵中の重量

3.4 サツマイモ貯蔵中の Brix 糖度の変化

生イモ貯蔵中および加熱後の糖度変化を図3に示す。

生イモ収穫直後の糖度（しほり汁）は6.6%であったが，貯蔵期間中徐々に増加し，貯蔵最終日の126日目（約4ヶ月）には17%に達していた。この間水分含量（しほり汁）が70.3%から56.3%に減少しているのので，実質的な糖の生成量は生イモ100g 当り約5gと計算できる。

一方，各期間貯蔵したサツマイモを炊飯器で加熱調理すると糖度の上昇が見られた。加熱による糖度の上昇は貯蔵初期で大きく，貯蔵日数を重ねると低下した。貯蔵126日目（約4ヶ月）ではわずか1.7%しか上昇しなかった。貯蔵期間中最も高い糖度を示したのは貯蔵70日目のイモであった。

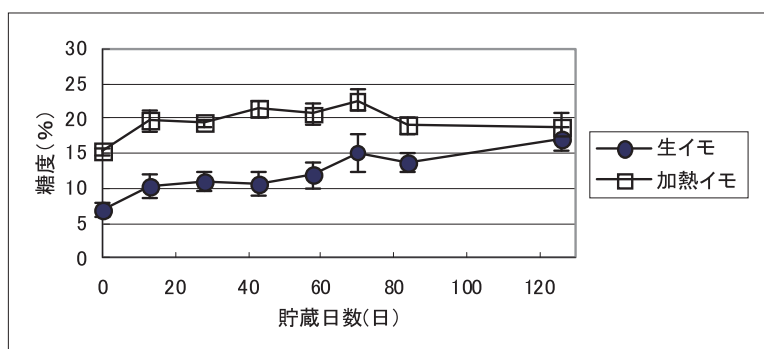


図3 生サツマイモ貯蔵中および加熱後の糖度変化

3.5 貯蔵中および加熱による糖質量・糖質組成の変化

サツマイモの貯蔵中および加熱により水溶性糖類が上昇することは Brix 糖度の測定から明らかである。

ここでは水溶性糖質，不溶性糖質，さらに水溶性糖質は還元糖，非還元糖に分別定量し，貯蔵および加熱により糖組成がどのように変化するか明らかにした。なお，測定に用いた DNS 法⁷⁾は還元糖の還元基の量を測定することになるので基準とする糖により値は異なる。今回特に断らない場合は，グルコースを基準とした。

3.5.1 生イモ貯蔵中の変化

生イモ貯蔵中の糖質組成の変化を図4に示す。総糖質量は28日をピークとし以後わずかに減少し、貯蔵126日までほぼ一定値を保った。水溶性非還元糖は貯蔵日数が長くなるにつれ増加傾向を示した。水溶性還元糖は含まれる量はわずかであり、貯蔵中減少傾向を示した。不溶性糖質類は貯蔵28日をピークとし、以後減少した。宮崎⁸⁾は、サツマイモを13℃で貯蔵中、スクロース含量の増加を認め、この増加は低温でさらに顕著であるとしている。本実験でのサツマイモの貯蔵温度はほぼ外気温度(低温)と一緒にあったので、おそらく本研究でもスクロース(非還元糖質量)が増加したと考えられる。

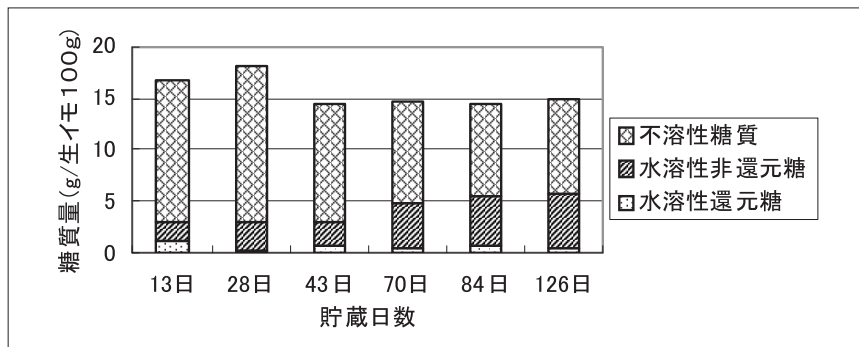


図4 貯蔵にともなう糖質の変化(生サツマイモ)

3.5.2 加熱による変化

貯蔵期間の異なるサツマイモの加熱による糖質組成の変化を図5に示す。加熱により不溶性糖質が大きく減少し、水溶性糖類が上昇した。水溶性糖類のうち還元糖は28日目の7.2gをピークとし、以後徐々に減少した。非還元糖は13日目3.5gで以後上昇し、70日目6.6gとなり以後貯蔵126日まで同レベルを維持した。不溶性糖質量は13日目では6.6gであり貯蔵中の大きな変化は見られなかった。

3.5.3 糖質組成の変化

貯蔵13日と84日の生サツマイモおよびそれらを炊飯器加熱したときの糖質組成を図6に示す。

生イモでは不溶性糖質の割合が高く、貯蔵初期の13日目では82%を占めていた。しかし、貯蔵84日目では61%に低下した。それに対し水溶性非還元糖の割合は13日目の11%から84日目の33%へと3倍に増加した。水溶性還元糖の割合は貯蔵13日で7%、84日で6%とほとんど変化がみられなかった。

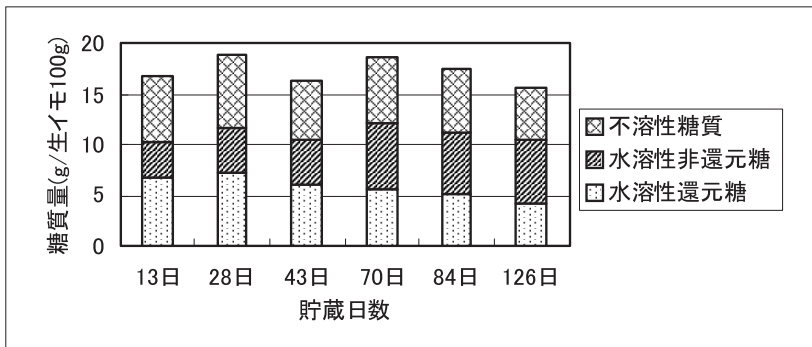


図 5 加熱にともなう糖質変化

加熱イモでは不溶性糖質が半減し、その分水溶性還元糖が激増した（貯蔵 13 日で約 6 倍）。しかし貯蔵 84 日では、水溶性還元糖の割合は若干減少した。その分水溶性非還元糖の割合が増加した。水溶性非還元糖は貯蔵 13 日では加熱により約 2 倍に増加したが、貯蔵 84 日では生イモですでに 33% を占めており、さらに加熱しても 35% に上昇するのみであった。

サツマイモの甘味は、生イモにもともと含まれている甘味物質である単糖類（グルコースなど）やオリゴ糖（スクロース、マルトースなど）およびそれ自身は甘味を持たないがアミラーゼなどにより分解して単糖類やオリゴ糖を生成するデンプンなどに起因する。加熱調理により甘みが増すのは、サツマイモに含まれている β -アミラーゼが熱によって失活するまでの間（75℃ くらいまで持ちこたえる）デンプンに作用してマルトースを生成するためであると説明されている¹⁰⁾。しかしながら今回の貯蔵実験では加熱により水溶性還元糖（マルトースなど）は大きく増加したが、貯蔵期間の影響は認められなかった。一方、水溶性非還元糖（スクロース）は貯蔵によって増え、また加熱調理によっても若干ではあるが増加した。スクロースの甘味度を 100 とすると、マルトースは 40 である¹¹⁾。「サツマイモを貯蔵すると甘くなる」というのは水分の減少とともに、甘味度の高いスクロースの増加が一因と考えられる。

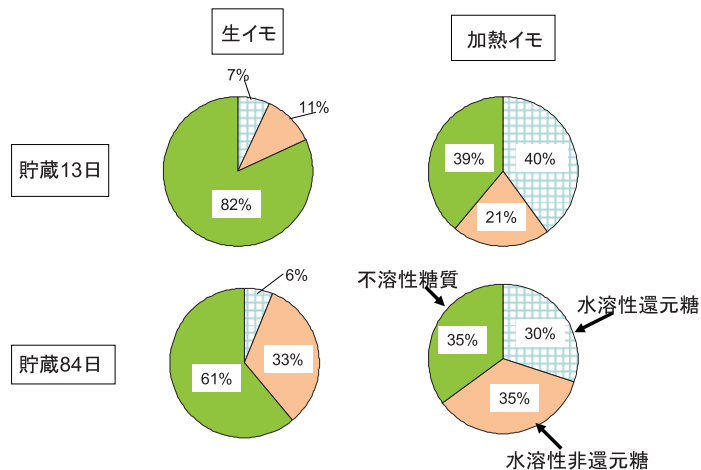


図 6 糖質組成の比較

IV. おわりに

本研究は、「持続可能な環境と社会のために貢献できる教員の育成－地域社会と連携した‘食の循環とエネルギーの循環’教育の推進」プロジェクトにより実施したものである。現代社会においては、野菜などの食材を自ら栽培・収穫し、調理して食べるという一連の実践をするのは極めてむづかしい。家庭科で実施する調理実習でも多くの場合、食材は小売店より購入している。したがって自分が食べているものがどのようにして作られたものか理解できていないことが多い。小学校教員、家庭科教員を目指すものにとって食物の栽培・収穫・調理を経験しておくことは重要である。今回、本プロジェクトの「食の循環」教育の一環としてセンターで収穫したサツマイモの一部を家庭領域専攻専門科目である「食生活論」（湯川担当）で教材開発を目的に使用した（収穫後1カ月目）。これと平行してサツマイモの貯蔵条件に関する研究（卒論：谷津）を進め、特に温度管理をしなくても京都市伏見区であれば約3ヶ月は貯蔵が可能であること、すなわち、11月に収穫したサツマイモは1月末ごろまでは調理実習教材として利用可能であることを示した。この間、置いておくだけでも糖度の上昇が見られ、加熱することにより、さらに糖度が上昇し甘味が増すことがわかった。また、サツマイモを長持ちさせるには、栽培時および収穫時にできるだけ傷をつけないことが肝要であることもわかった。今後、栽培・収穫・調理といった一連の実習が可能な作物（食材）の検討を進めて行きたい。

参考文献

- 1) 財団法人いも類振興会, 2010, サツマイモ事典, 全国農村教育協会, p. 30.
- 2) 財団法人いも類振興会, 2010, サツマイモ事典, 全国農村教育協会, p. 68.
- 3) 平宏和監修, 2006, 食品図鑑, 女子栄養大学出版部, pp.52-53.
- 4) 教材への切り口サツマイモ, 2003, 食農教育, 農文協, No. 29, pp.73-95.
- 5) Ohashi, H. and Uritani, I., 1972, The mechanism of chilling injury in sweet potato IX. The relation of chilling to changes in mitochondrial respiratory activities. *Plant Cell Physiol.* 13, 1065-1073.
- 6) 増田大祐・福岡重之・後藤秀幸・加藤恭卓, 2007, 収穫後のサツマイモへの低温処理ならびに糖含量ならびに貯蔵性に及ぼす影響, *園学研*, 6, 597-601.
- 7) 村上俊男編著, 1998, 基礎からの食品・栄養学実験, 建帛社, pp.58-59.
- 8) 宮崎丈史, 1990, サツマイモの成分変化に及ぼすキュアリング処理と貯蔵条件および加熱処理の影響, *園学雑*, 59, 649-656.
- 9) 財団法人いも類振興会, 2010, サツマイモ事典, 全国農村教育協会, pp.72-73.
- 10) 桐潤壽子・久保田紀久枝, 1976, 甘藷の加熱調理に関する研究（第1報）生成糖と β -アミラーゼ活性, *家政誌*, 27, 418-422.
- 11) 伏木亨, 2003, 食品と味, 光琳, p.24.