

食品中のビタミンCについて

(第1報) キュウリとトマトの収穫時期および保存によるビタミンCの変動

山 沢 和 子・後 藤 真 子
加 藤 信 子・渡 辺 周 一

緒 言

食品科学技術の進歩は増大する世界人口を養う上で、大量生産、長期保存、広域流通に大きな貢献をする反面、環境汚染、発ガン性物質や食品添加物の体内蓄積などの問題を惹起している。

現在の日常食生活で、毎日摂取する栄養素の中で疾病とのからみを持つものも多く、例えば、脂肪と食物繊維、ビタミンA、ビタミンCなどの栄養的因子は、ガンとの関係のうち重要なものと考えられている¹⁾。脂肪摂取量の増大は大腸ガン、乳ガン、前立腺ガンの発生率の高くなることで知られており、特に、大腸ガンの発症には食物繊維も関与しており、食物繊維の少ないことが大腸ガンの発生を多くすることが認められている。基本的には高脂肪、低食物繊維食は大腸ガン発生を高くするといえる。さらに、一部の食物繊維については、食事の繊維含量と血清コレステロール濃度との間に逆関係のあることが知られている²⁾。ビタミンAおよびその関連物質は、これまでの多くの実験結果から発ガン性化学物質による発ガンを抑制することが認められており、特に肺ガン患者の血清ビタミンA濃度は健康人に比べて低かったことや、緑黄色野菜、カロチン、ビタミンA摂取量が高い程肺ガンの危険度の低下することが報告されている。

今回、研究課題とした野菜のビタミンCについても、胃内では食物中の硝酸塩から生成され

た亜硝酸と魚肉等からのアミンと反応して発ガン物質のニトロソアミンを生成するが、ビタミンCはこれを抑制することが実験的研究によって認められている。細谷等³⁾は、水溶性ビタミン不足は潜在的な栄養欠陥状態をおこし、これが半健康状態の一つの原因としている。特に、ビタミンCについては、野菜、果物の中には確かに含まれているが、そのビタミンCが消化吸収されて体の中に入るかどうかということになると保証の限りではない。むしろ安価に手に入るビタミンCの結晶を直接摂取してはと極言している。しかし、日常食生活の中で野菜、果物をとらないでビタミンCそのものを、というわけには当然いかない。

日本人のビタミンC摂取量は、ここ数年来の国民栄養調査結果⁴⁾では所要量を上まわっている。しかし、野菜、果物については生産されてから消費者の手に入るまで相当の日時を要し、さらに消費者のところである期間保存され、さらに調理による損失(ビタミンC、通常50%⁵⁾)を考えると細谷等が述べるごとく実際の摂取量を把握することは困難である。

以上のような管見から特に実際の家庭生活における食生活の中で“栽培—出荷—家庭内保存—調理—摂取”の間でビタミンCの損失を少しでも少なくするためには家庭での保存・保管の合理性がその焦点となるものと考え、次のような研究目標を設定した。

かって野菜には“旬”があり、供給の途絶え

る“端境期”があった。しかし、昭和30年中頃からビニールハウスによる施設栽培法が確立し、ハウス内の気象条件のコントロールが容易になり、野菜類の品種改良によって周年栽培が達成され、市場にも周年供給されるようになった。このように多種多様になった野菜類は鮮度と栄養素特にビタミンC給源として重視されている。野菜類の品種、栽培条件、施肥条件、生育過程、追熟条件等とビタミンC含量との関係についての報告は多いが^{6)~12)}、同じ畑で栽培された樹木の収穫前期から後期まで収穫時期ごとのビタミンC含量の変動を検討したものは少ない。

また、野菜類は需要と供給のバランスを図るため適切な貯蔵が重要であり、この貯蔵法に関する研究は多い^{13)~15)}。しかし、一般家庭における野菜類の取り扱い方、即ち保存状態のちがひによる成分変化についての報告は少ない。そこで著者らは、ハウス栽培技術に習熟し、生産物を農業協同組合に出荷している農家の協力を仰ぎ、収穫期間中、定期的に収穫直後のキュウリとトマトでビタミンC含量の差異を検討した。また同時に、野菜類は収穫後から消費されるまでの期間中も生活作用（呼吸・蒸散作用等）を営み、内容的には変化し続けており、その変化は一般に鮮度や品質の低下に向っている。このような野菜類の家庭での保存法の違いによるビタミンC含量の変動をキュウリとトマトについて検討したので報告する。

実験方法

1. 実験材料および方法

1) 収穫時期別試験

キュウリは岐阜市西郷、河村昊氏ビニールハウス栽培の“女神”を用いた。1985年12月下旬播種、翌年の1月上旬にカボチャの台木に接木、1月中旬に定植し、収穫期間は2月中旬から6月下旬までであった。この期間中30~35日間隔に外観上大差ない収穫適期のもの7個体を実験に供した。なお、還元型ビタミンC含量は、日内変動¹⁶⁾することが知られているので本実験では午前9時に採取し、直ちに分析した。

トマトは岐阜市黒野古市場、宮部秀雄氏ビニールハウス栽培の“おおみや163”（ファースト系）を用いた。1985年12月中旬に播種、翌年の2月上旬に定植して、収穫期間は5月下旬から7月中旬までであった。この期間中10日間隔に樹上完熟（赤色に着色した部分が全果面の90%以上）した7個体を午前8時に採取し、実験に供した。

2) 保存試験

上記期間中に、収穫適期のキュウリと樹上完熟のトマトを採取し、直ちに次の条件の下に保存して成分の変動を検討した。

キュウリは保存開始日に1個体95g程度のももの2個体を1組として24組調製し、無包装・紙袋包装・ビニール袋包装に区分した。それぞれ4組ずつを室内と冷蔵庫内に保存し、保存開始日、2日後、4日後、7日後に分析した。

トマトは保存開始日に1個体160g程度（Mサイズ）のもの2個体を1組として24組調製し、キュウリと同様に分析した。また、キュウリ、トマトの室内保存期間中の最低・最高・12時の気温および湿度は図1に示す。室内保存の実験

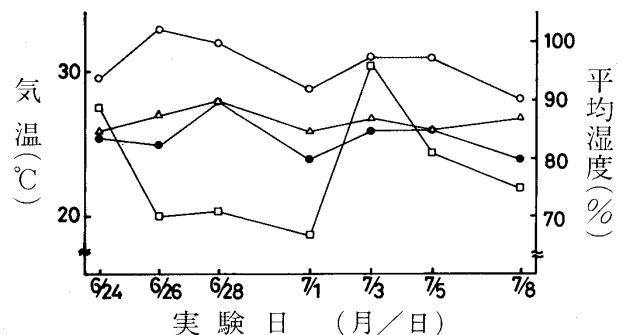


図1. 保存試験実施中の気温と湿度

○—○ 最高気温 ●—● 最低気温
△—△ 正午の気温 □—□ 平均湿度

材料は、研究室内の机上(床上70cm)の日光の当たらない風通しのよい場所に、冷蔵保存の材料はバットの中に一重に並べ4~5°Cの庫内中段に置いた。冷蔵庫は日立R-943TB型425ℓを用いた。

なお、先の収穫時期別試験の結果、ビタミンC含量は同一品種、同一の畑で外観上も同程度の

キュウリ・トマトであっても個体間にバラツキがあり、その変動係数は平均でキュウリは8.9%、トマトは10.4%であった。佐伯ら¹⁷⁾は、キュウリ11.4%、トマト18.8%の変動係数で3個体をもって1試料として実験に供している。従って本実験の保存試験では2個体を1試料とした。

2. 試料の調整と分析法

材料の重量を測定した後水洗し、水気をふきとり、果軸を中心に放射状に8~16等分して対角線の2片ずつをビタミンC定量用試料とした。還元型ビタミンC(AsA)は、インドフェノール滴定法¹⁸⁾により分析した。試料30gに4%メタリン酸溶液30mlを加え、乳鉢内で海砂と共に十分磨砕した後遠心分離(3000rpm, 10分)して

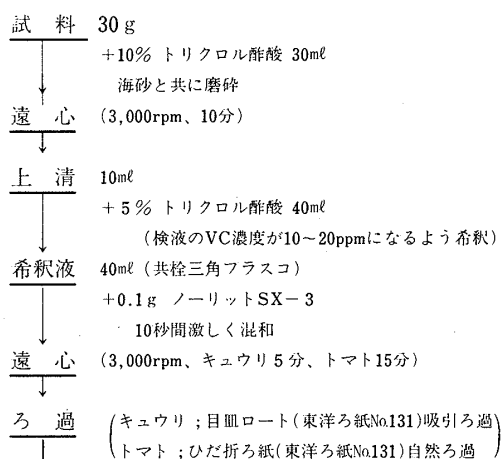
上澄液を検液とした。試薬のインドフェノール溶液は、2,6-ジクロロフェノールインドフェノールナトリウム0.3gをn-ブタノール100mlに溶解しその滲液を原液とし、この原液5mlに同容量のエタノールを加えたのち水を加えて50mlとした。この溶液は測定のとど調製し、すでにヨウ素酸カリウムで標定済みのビタミンC標準溶液を用いて力価を定めた。標定されたインドフェノール溶液1ml中に試料の検液を滴加しAsA量を求めた。総ビタミンC(総VC)測定は、 α - α' ジピリジル法(DP法)¹⁹⁾を一部改良した図2の操作手順に従った。別に標品(L-アスコルビン酸)の2.0mg, 1.5mg, 1.0mg/100ml溶液においても同様の操作を行い、この濃度の吸光度と検液の吸光度から総VC量を求めた。酸化型ビタミンC(DAsA)は総VCとAsAの差より求めた。さらに、水分(常圧加熱乾燥法)を収穫時期別の材料および保存試験の材料について測定し、また灰分(灼熱灰化法)を収穫時期別材料について測定した。

結果および考察

1. 収穫時期におけるビタミンC含量

1) キュウリ

図3に2月21日, 3月20日, 4月24日, 5月21日, 6月19日に採取した収穫適期のキュウリの総VC, AsA, DAsA含量を示した。総VC含量は、2月21日は13.7mg/100g, 3月20日には12.3mg/100gと約10%の減少を示した。4月24日には15.6mg/100gと期間中の最高値を示したがその後減少し、収穫末期の6月19日には10.9mg/100gとなり最高値の30%の減少を示した。このように総VCは収穫時期により大きな変動を示した。一方、AsA含量は、2月21日の収穫初期では11.3mg/100g, 6月19日の収穫末期には9.9mg/100gで、収穫期間中ほぼ同程度の含量を示した。DAsA含量は、2月21日に2.4mg/100g, 4月24日には総VC含量の約32%にあたる5.0mg/100g, 6月19日に1.2mg/100gを占め、総VCの変動と平行した。



	(本試験)	(空試験)
中和剤 ¹⁾	2.0ml	2.0ml
0.5%DTT ²⁾	0.2	—
検液 ³⁾	5.0	5.0
DTT NEM混液 ⁴⁾	—	0.4
(室温で10分放置)		
2%NEM ⁵⁾	0.2	—
発色剤 ⁵⁾	2.0	2.0
40℃で20分間加熱後 525nmで吸光度*を測定		

図2. DP法による総VCの抽出及び測定法

- 1) 水酸化ナトリウム34.9g、リン酸2ナトリウム26.0g、リン酸1ナトリウム・2水塩18.2gを水に溶かして1ℓとする。
- 2) ジチオスレイトール(DTT) 0.5%水溶液
- 3) 検液を添加したときpH7.2~7.4になるように中和剤を調製する。
- 4) 2% N-エチルマレイミド(NEM)水溶液1容と0.5%DTT1容をあらかじめ混和しておく。
- 5) リン酸(生化学用)2容、4%DPエタノール液2容、10%塩化第二鉄水溶液1容を混和した液

* 分光光度計ANA72型(東京光電KK)

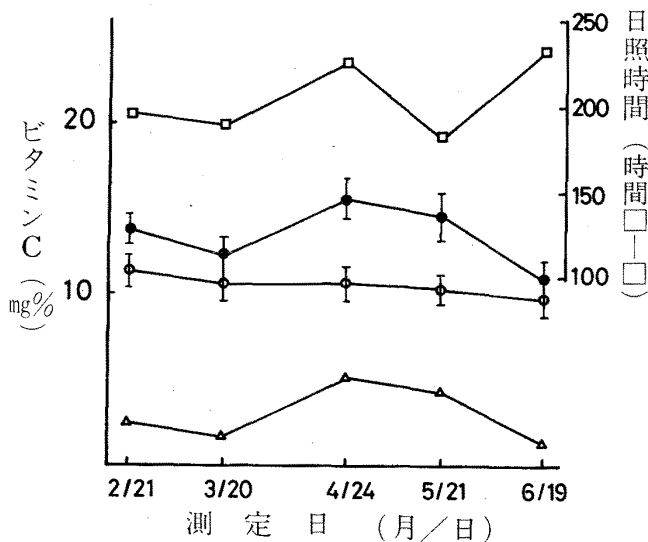


図3. 収穫時期によるキュウリのビタミンC含量の変動

●—● 総ビタミンC
○—○ 還元型ビタミンC
△—△ 酸化型ビタミンC

植物のビタミンC生成は多くの要因に左右されるが、キュウリは日照に対する反応が敏感であり、その生育には十分な光量が必要とされている。本実験中の採取日から次の採取日前まで

の約1ヶ月間の日照時間の累計を図3にプロットすると、総VC含量の変動は6月19日を除いて日照時間の変動と類似していた。佐伯ら¹⁰⁾もキュウリの収穫時期による総VC含量と日照時間の変動は類似していると報告している。また、青山ら¹¹⁾によると、キュウリの総VC含量は、被覆材料別、品種別、栽培方式別での差はごく僅かであったが、収穫時期別では冬期より夏期の方が多かったと報告している。これらのことからキュウリの総VC含量は日照時間に大きく影響されるものといえる。

次に、実験に供した採取日別の7個体の平均重量および水分、灰分含量を表1に示した。市場出荷に最も好まれる大きさを収穫適期のサイズとした結果、平均重量は80~100gであった。また、7個体の変動係数は、2, 3, 6月は約9%、4月13.7%、5月3.5%であった。水分含量は約96g/100gで収穫時期による差はみられなかったが、灰分含量は、2月21日には0.53g/100g、6月19日には0.36g/100gで漸次減少の傾向を示した。

表1. 収穫期によるキュウリの重量および水分・灰分含量

採 取 日	平均重量 (g)	水 分 (g)*	灰 分 (g)*
2 月 21 日	95.0 ± 8.6	95.9 ± 0.2	0.53 ± 0.03
3 月 20 日	93.4 ± 8.2	96.3 ± 0.2	0.48 ± 0.05
4 月 24 日	89.3 ± 12.2	95.9 ± 0.2	0.45 ± 0.03
5 月 21 日	80.3 ± 2.8	95.9 ± 0.3	0.46 ± 0.07
6 月 19 日	99.1 ± 9.1	96.2 ± 0.2	0.36 ± 0.05

* 新鮮物 100g に対する g

2) トマト

図4に5月29日、6月7日、17日、28日のおよそ10日間隔に採取した樹上完熟トマトの総VC、AsA、DAsA含量を示した。総VC含量は、収穫初期の5月29日には13.5mg/100gで、その後6月7日には初日の約10%増、6月17日には約49%増、収穫末期の6月28日には64%増を示

した。AsA含量は、収穫初期の5月29日には11.0mg/100gで、その後は総VC含量と全く同じ傾向で増加し、収穫末期の6月28日には初日の約86%増を示した。また、この期間中のDAsA含量の変動は、2.4~1.8mg/100gで僅かであった。即ち、樹上完熟トマトの総VC、AsA含量は共に収穫初期より中期、末期になるに従って増

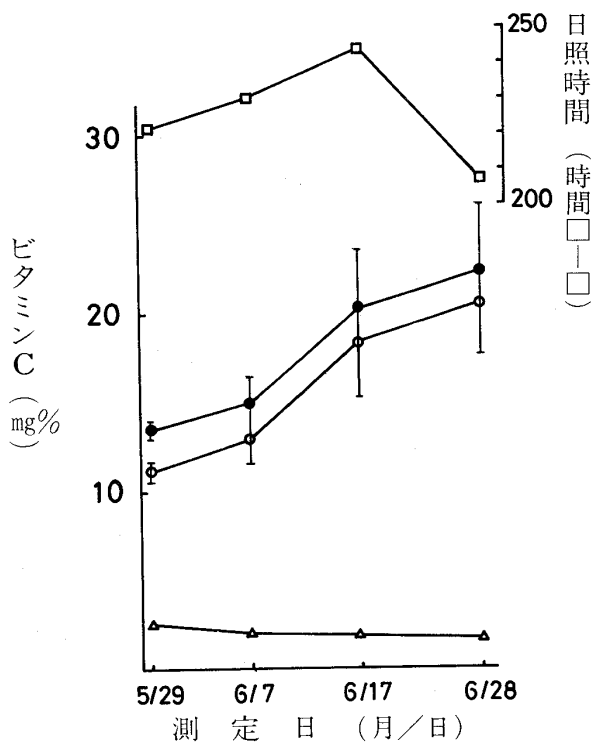


図4. 収穫時期によるトマトのビタミンC含量の変動

- 総ビタミンC
- 還元型ビタミンC
- △—△ 酸化型ビタミンC

加するという結果を得た。石川ら²⁰⁾は露地トマ

トの最盛期である7月から9月にかけての50日間の総VC、AsA含量の変化をみているがその30日目までの変動と本実験結果の増加傾向とは非常によく類似していた。さらに、30日以後の測定では、総VC、AsA含量共に35日目頃に最高値を示し、その7日後には初日の含量までに減少したことを報告している。このことから、今回の6月28日の測定値はほぼ最高値にまで達していると推定できる。また、総VCおよびAsA含量の変動は、図4に示すように日照時間と何らかの関係があると思われる。

次に、実験に供した採取時期別の7個体の平均重量および水分・灰分含量を表2に示した。5月29日の初収穫日はまだ完熟果が少なくサイズも不ぞろいで個体間の重量の変動係数も大きく13%であったが、最盛期に入ったと考えられる6月17~28日にかけては、個体間の重量差も小さくなり変動係数も3~4%であった。水分含量は95~96 g/100 g、灰分含量は0.27~0.33 g/100 gで採取日による差はみられなかった。

以上の結果、樹上完熟トマトのビタミンC含量は個体の重量に関係なく収穫時期による影響が大きいと考えられる。

表2. 収穫時期によるトマトの重量と水分・灰分含量

採取日	平均重量 (g)	水分 (g)*	灰分 (g)*
5月29日	141.5 ± 18.3	95.7 ± 0.2	0.28 ± 0.04
6月7日	132.2 ± 11.8	95.7 ± 0.4	0.27 ± 0.06
6月17日	162.3 ± 4.2	95.1 ± 0.5	0.28 ± 0.02
6月28日	184.5 ± 7.6	95.0 ± 0.3	0.33 ± 0.04

*新鮮物 100 g に対する g

2. 保存法の相違によるビタミンC含量の変動

1) キュウリ

(A) ビニール袋包装

〈室内保存〉 図5(a)に示したように、総VC含量は保存初日の9.8mg/100 gから4日後には11.9mg/100 gとなったがその後は変動を示さ

なかった。AsAは初日9.3mg/100 g含有し、保存期間中ほとんど変化しなかった。また、保存中の水分量は、初日96.2%、7日後96.0%とほとんど変化なく、7日後でも新鮮物と同じような外観を呈し十分生食できる状態であった。

〈冷蔵保存〉 図5(b)に示したように、総

VC含量は保存中に増減するものの7日後でも、10.5mg/100gで初日の9.8mg/100gとほぼ同じ含量を示した。AsA含量は4日後まで減少を示したがその後変動はなく、7日後でも5.9mg/100gであった。また、保存中の水分蒸散量は7日後で1.4%であったが、外観は室内保存のものと同じような状態であった。

次に、保存中の水分蒸散量を考慮し、無水物に換算したビタミンC残存率について図5(c)に示した。総VC含量は、室内・冷蔵保存とも7

日後でも初日の約80%の残存率を示した。一方、AsA含量は、冷蔵保存では2日後から4日後にかけ著しく減少し、7日後には初日の47.3%の残存率であった。室内保存では保存中の変動は非常に少なく、7日後でも初日の94.9%の残存率を示した。

これらの結果から、ビニール袋に包装したキュウリの保存は、ビタミンCの残存率の高い室内保存の方が望ましいといえる。

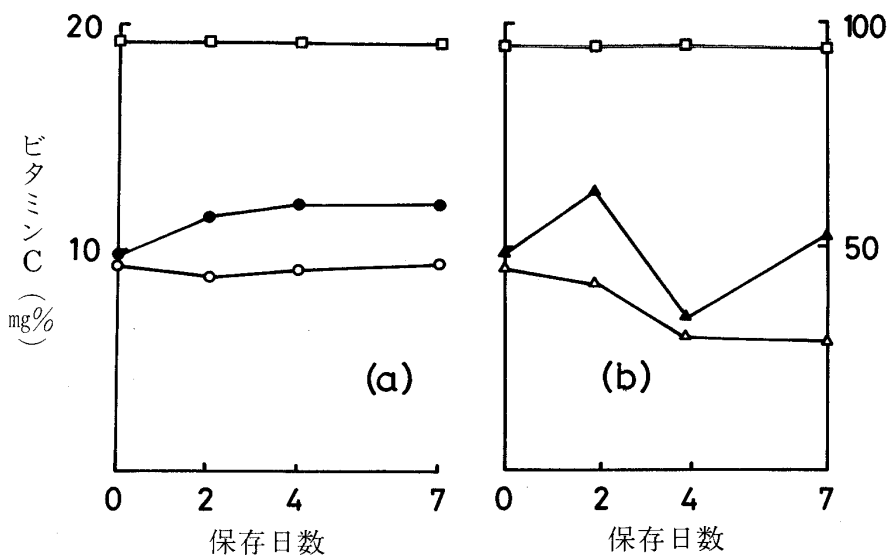


図5. キュウリのビタミンCと水分の変動

(a) ビニール袋包装：室内保存 (b) ビニール袋包装：冷蔵保存

- 総ビタミンC (室内保存)
- 還元型ビタミンC (室内保存)
- ▲—▲ 総ビタミンC (冷蔵保存)
- △—△ 還元型ビタミンC (冷蔵保存)
- 水分

(B) 紙装包装

〈室内保存〉 図6(a)に示したように、総VC含量は初日の9.8mg/100gから7日後には、17.1mg/100gに変動した。AsAは初日9.3mg/100g含有し、2日後まで多少減少したがその後は総VCの変動と同様の傾向を示し、7日後には13.1mg/100gとなった。また、保存中の水分量は4日後まで直線的に減少して77.6%となりその後の蒸散は僅かであった。

〈冷蔵保存〉 図6(b)に示したように、総VCおよびAsA含量は保存日数の経過とともに減少し、7日後には総VC 5.5mg/100g, AsA 3.5

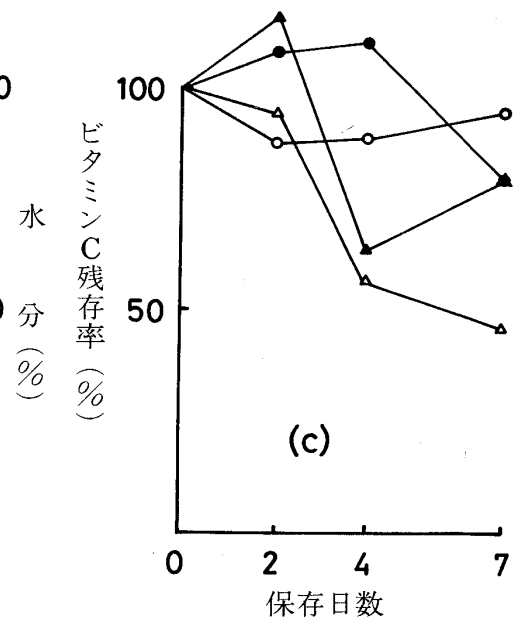


図5(c). キュウリ(無水物)のビタミンCの変動 (ビニール袋包装)

- 総ビタミンC (室内保存)
- 還元型ビタミンC (室内保存)
- ▲—▲ 総ビタミンC (冷蔵保存)
- △—△ 還元型ビタミンC (冷蔵保存)

mg/100gと初日の含量の56.2%, 37.4%にまで減少した。保存中の水分量は室内保存の場合の変動より多少緩慢ではあったが、7日後には75.9%となり室内保存の場合とほぼ同じであった。

次に、前述同様無水物状態でのビタミンC残存率の比較を図6(c)に示した。室内・冷蔵保存とも総VC、AsA含量とも2日後で初日の約1/3まで減少し、その後の減少はゆるやかであった。また、すでに2日後で室内・冷蔵保存とも表面のつやがなくなり、脱水して萎び弓のように曲げることができる状態であった。果

菜類の品質、特に鮮度の指標の一つである水分の蒸散量について、樽谷²³は収穫時の重量の5%減までとしている。本実験ではすでに2日後に8~9%の重量減を示し、新鮮な生野菜としての価値も失われていた。

このように、前述のビニール袋包装による保存と比較して、紙袋包装による保存は外観およびビタミンCの損失も大きく、保存法としては好ましくない。

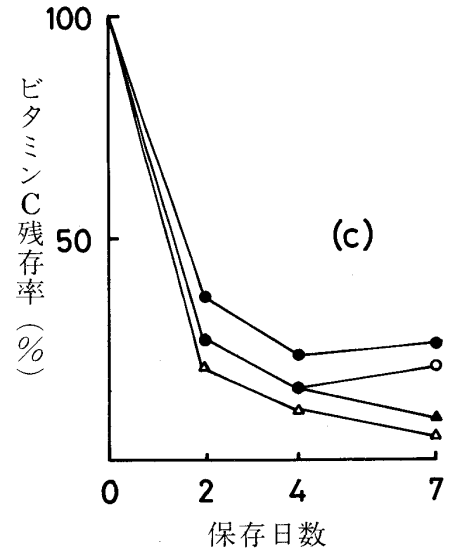
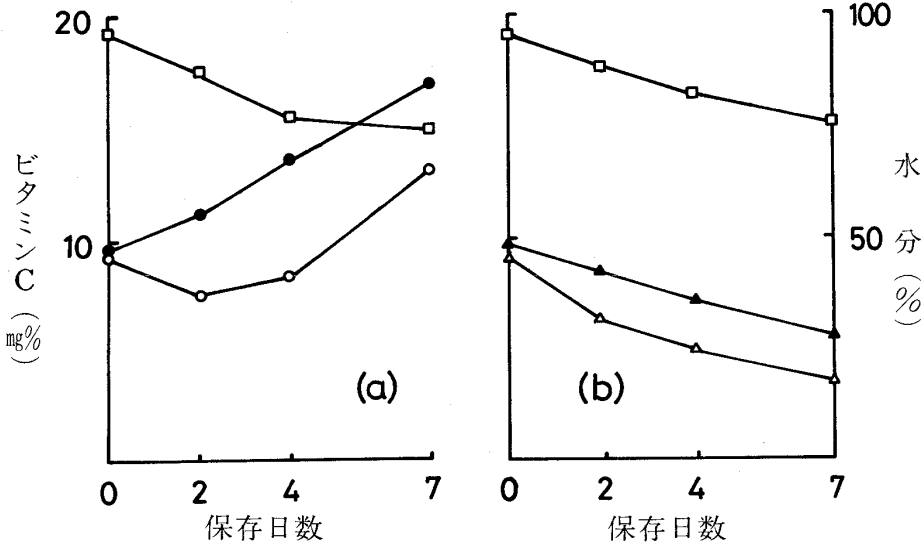


図6 キュウリのビタミンCと水分の変動

(a) 紙袋包装：室内保存 (b) 紙袋包装：冷蔵保存
 ●—● 総ビタミンC (室内保存)
 ○—○ 還元型ビタミンC (室内保存)
 ▲—▲ 総ビタミンC (冷蔵保存)
 △—△ 還元型ビタミンC (冷蔵保存)
 □—□ 水分

図6(c). キュウリ(無水物)のビタミンCの変動 (紙袋包装)

●—● 総ビタミンC (室内保存)
 ○—○ 還元型ビタミンC (室内保存)
 ▲—▲ 総ビタミンC (冷蔵保存)
 △—△ 還元型ビタミンC (冷蔵保存)

(C) 無包装

〈室内保存〉 図7(a)に示したように、総VC含量は4日後までは紙袋包装のもの(図6(a))と同じような傾向を示したがその後は変動しなかった。AsA含量はビニール袋包装のもの(図5(a))と同じような傾向を示し、7日後でも初日と同程度の含量であった。保存中の水分減少は紙袋包装で室内保存(図6(a))したときの変動と類似していた。

〈冷蔵保存〉 図7(b)のように、総VCおよびAsA含量は紙袋包装で冷蔵保存したもの(図6(b))の変動と類似しており、7日後に総VC 4.4mg/100g, AsA 2.9mg/100gと初日の44.7%, 31.5%にまで減少した。水分量も保存日数の経過にともない減少し、7日後には66.8%になった。

次に無水物の状態でのビタミンC残存率を比較すると、図7(c)に示したように紙袋包装

で保存した場合(図6(c))と非常によく類似していた。また、外観も紙袋包装で保存した場合と同様であった。

以上の結果から、低温耐性の弱いキュウリのビタミンC含量の変動を最少に止め、しかも生野菜としての価値を保つには、ビニール袋に入れ20℃前後の室内に置くのが最も好ましい状態といえる。この結果は泉ら²³や山本²⁴の報告とも非常によく一致していた。

2) トマト

(A) ビニール袋包装

〈室内保存〉 図8(a)に示すように、総VC含量は2日後までに初日(27.8mg/100g)の約22%が減少し、その後多少の変動を示しながらも7日後には20.4mg/100gと初日の26.5%の減少を示した。AsA含量においては、4日後までは総VCと同じ傾向を示し、その後の変動は少なく7日後で20.7mg/100gと初日(25.7mg/100g)

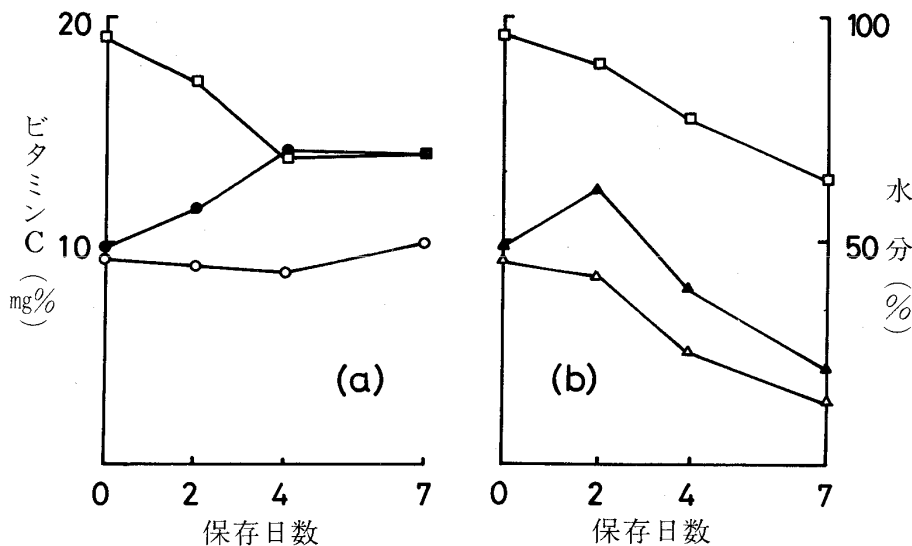


図7. キュウリのビタミンCと水分の変動

(a) 無包装：室内保存 (b) 無包装：冷蔵保存
 ●—● 総ビタミンC (室内保存)
 ○—○ 還元型ビタミンC (室内保存)
 ▲—▲ 総ビタミンC (冷蔵保存)
 △—△ 還元型ビタミンC (冷蔵保存)
 □—□ 水分

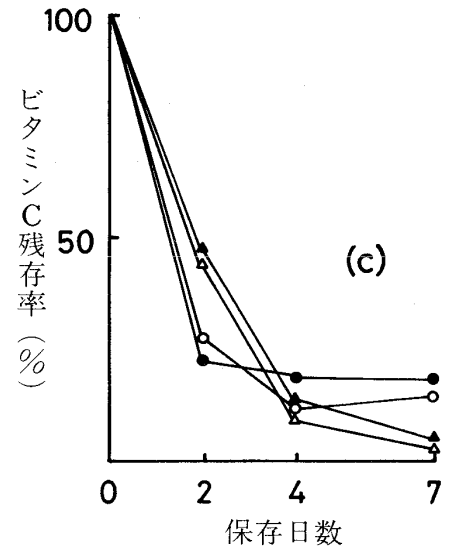


図7(c). キュウリ(無水物)のビタミンCの変動 (無包装)

●—● 総ビタミンC (室内保存)
 ○—○ 還元型ビタミンC (室内保存)
 ▲—▲ 総ビタミンC (冷蔵保存)
 △—△ 還元型ビタミンC (冷蔵保存)

の15.7%の減少を示した。また、保存中の水分の蒸散はほとんどなく、7日後でも新鮮物と同程度の水分含量であった。外観上は4日後からへた部分の黄色化、果肉の赤色化および軟化が認められた。

〈冷蔵保存〉 図8(b)に示したように、総VCおよびAsA含量は直線的に減少し、7日後に

は総VC 19.3mg/100g, AsA 17.7mg/100gと初日の30.6%, 30.9%の減少を示した。しかし、斉藤ら²⁵のように、保存中総VCおよびAsA含量の変動はほとんどなかったとしている報告もある。水分の蒸散は、室内保存の場合と同様であった。さらに、外観上の変化は保存中認められず、7日後も新鮮物と同じ状態で果肉の赤色化

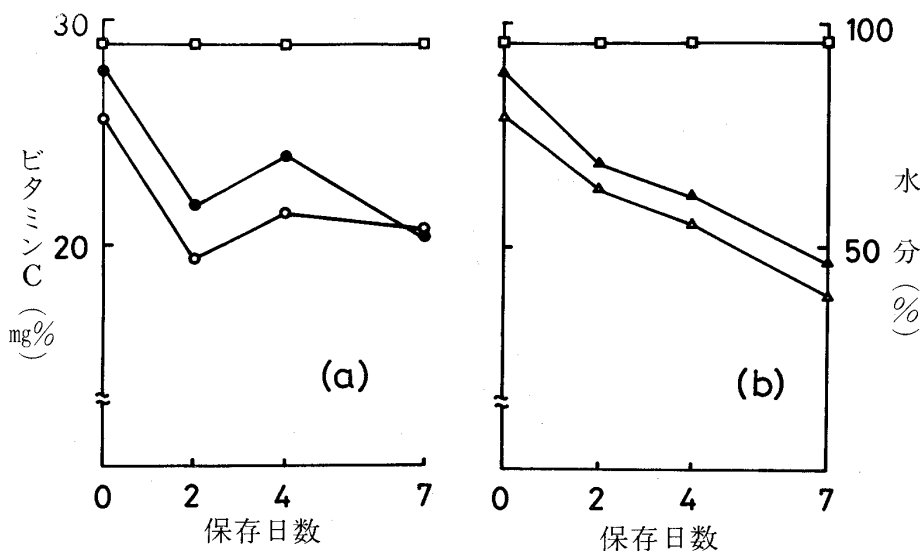


図8. トマトのビタミンCと水分の変動

(a) ビニール包装：室内保存 (b) ビニール包装：冷蔵保存
 ●—● 総ビタミンC (室内保存)
 ○—○ 還元型ビタミンC (室内保存)
 ▲—▲ 総ビタミンC (冷蔵保存)
 △—△ 還元型ビタミンC (冷蔵保存)
 □—□ 水分

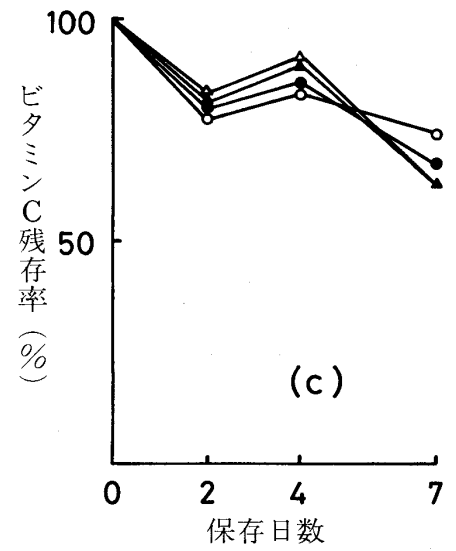


図8(c). トマト(無水物)のビタミンCの変動 (ビニール袋包装)

●—● 総ビタミンC (室内保存)
 ○—○ 還元型ビタミンC (室内保存)
 ▲—▲ 総ビタミンC (冷蔵保存)
 △—△ 還元型ビタミンC (冷蔵保存)

および軟化などは認められなかった。

次に、キュウリの場合と同様、無水物状態でのビタミンC残存率を図8(c)に示した。水分蒸散が保存中ほとんどなかったため、ビタミンC含量は含水状態の傾向とほぼ類似し、7日後でも室内・冷蔵保存とも約70%の残存率であった。

このように、トマトをビニール袋包装で保存した場合は、保存温度によるビタミンC含量への影響は認められなかったが、生野菜としての価値は冷蔵保存の方が著しく優れていた。

(B) 紙袋包装

〈室内保存〉 図9(a)のように、総VCおよびAsAの変動は同じ傾向であった。2日後に総VCは初日の21.3%、AsAは25.8%、7日後に総VCは18.7%、AsAは21.1%の減少を示した。水分の蒸散はやはり少なく、7日後に4.2%の減少であった。外観はビニール袋包装で室内保存したものと同じであった。

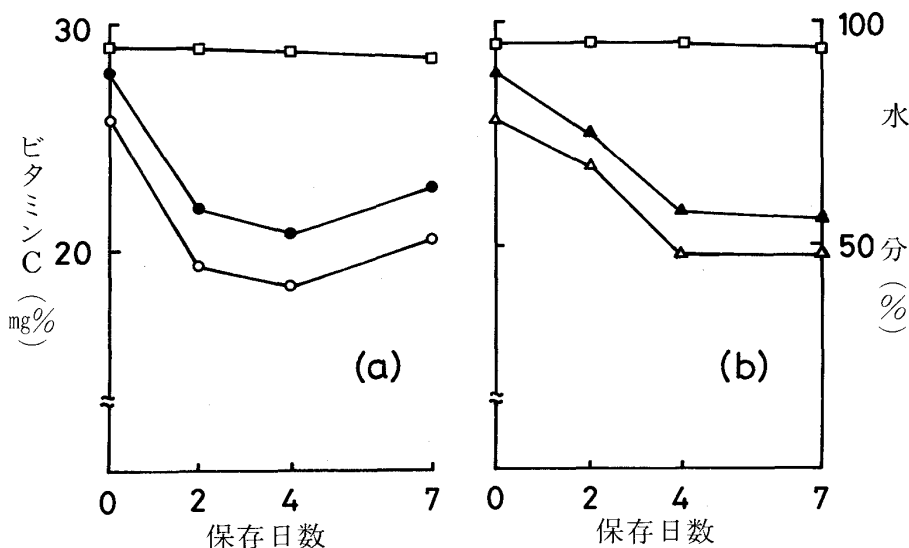


図9. トマトのビタミンCと水分の変動

(a) 紙袋包装：室内保存 (b) 紙袋包装：冷蔵保存

- 総ビタミンC (室内保存)
- 還元型ビタミンC (室内保存)
- ▲—▲ 総ビタミンC (冷蔵保存)
- △—△ 還元型ビタミンC (冷蔵保存)
- 水分

(C) 無包装

〈室内保存〉 図10(a)に示したように、総VCおよびAsA含量は、保存中変動を示したものの7日後には総VC、AsAとも初日の約33%の

〈冷蔵保存〉 図9(b)のように、総VCおよびAsA含量の変動は同じ傾向であった。4日後までに総VCは初日の22.9%、AsAは23.7%の減少を示したが、その後はほとんど変動せず、7日後には総VC、AsA含量とも初日の24.1%の減少であった。水分蒸散は室内保存より少なく、7日後で1.2%の減少であった。外観はビニール袋包装の冷蔵保存したものと同じであった。

次に、無水物状態でのビタミンC残存率の変動を図9(c)に示した。室内保存では総VCおよびAsA含量とも2日後に初日の約60%、7日後に約43%の残存率を示した。冷蔵保存では、7日後には総VC、AsAとも初日の約61%の残存率を示した。すなわち、冷蔵保存のビタミンC残存率はビニール袋包装(図8(c))の場合とほぼ同じであった。

このように、トマトを紙袋包装で保存する場合はビニール袋包装の保存結果と同様冷蔵保存が望ましいと考えられた。

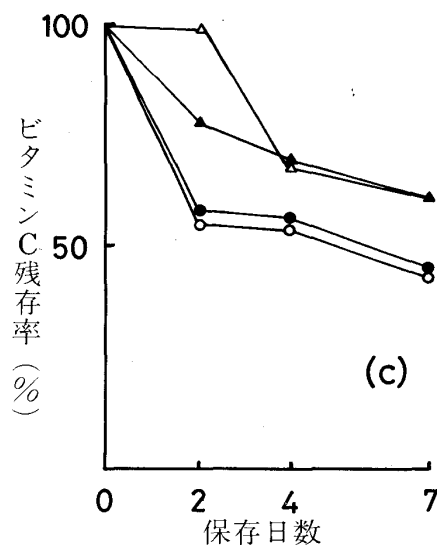


図9(c). トマト(無水物)のビタミンCの変動 (紙袋包装)

- 総ビタミンC (室内保存)
- 還元型ビタミンC (室内保存)
- ▲—▲ 総ビタミンC (冷蔵保存)
- △—△ 還元型ビタミンC (冷蔵保存)

減少を示した。水分の蒸散は、紙袋包装で室内保存したもの(図9(a))の変動と類似しており、7日後で4.0%の減少であった。外観はビニール袋および紙袋包装で室内保存したものと

類似していた。

〈冷蔵保存〉 図10(b)のように、総VCおよびAsA含量とも紙袋で室内保存したもの(図9(a))と同じような変動を示した。水分蒸散量は、7日後に1.9%で紙袋包装で冷蔵保存したもの(図9(b))と類似していた。さらに、外観はビニール袋や紙袋包装で冷蔵保存したものと同様であった。

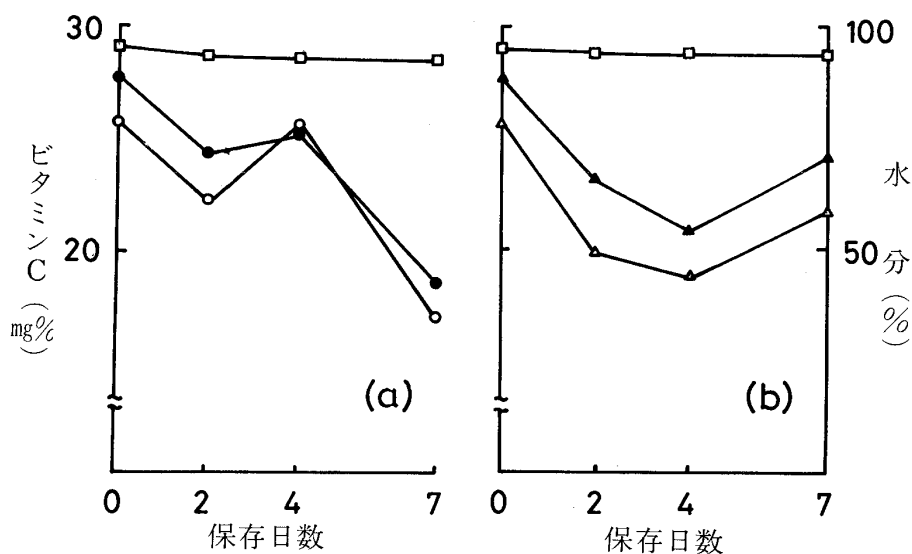


図10. トマトのビタミンCと水分の変動

(a) 無包装：室内保存 (b) 無包装：冷蔵保存

- 総ビタミンC (室内保存)
- 還元型ビタミンC (室内保存)
- ▲—▲ 総ビタミンC (冷蔵保存)
- △—△ 還元型ビタミンC (冷蔵保存)
- 水分

小倉ら²⁶⁾は、トマトを室内で1ヶ月保存しても水分の蒸散量は10%程度で、この蒸散量ではシワや脱水感などの外観上の変化はみられなかったと報告している。本実験においても保存中水分の蒸散量は多くて4%程度であり、1週間程度の保存では水分の蒸散による外観上の変化は、どの保存条件においても認められなかった。このように、トマトがキュウリに比べ水分蒸散量が少ないのは、その表皮のちがいによるものと推察される。果菜類の蒸散作用は呼吸時の生理的な水分の放出や表皮などからの物理的な水分の散逸による²⁷⁾。この呼吸は、トマトでは“ヘタ”部分で、キュウリでは果皮全体で行なわれている²⁸⁾。そこで、それぞれの果皮を顕微鏡観察した結果、キュウリ果皮にはこの呼吸をつかさど

無水物状態でのビタミンC残存率の変動を図10(c)に示した。総VC、AsA含量とも保存温度に関係なく、2日後には初日の約60%、7日後には室内保存で37.0%、冷蔵保存で62.0%の残存を示した。

このように、トマトを無包装で保存する場合は、ビニール袋や紙袋包装の保存結果と同様冷蔵保存が望ましいと考えられた。

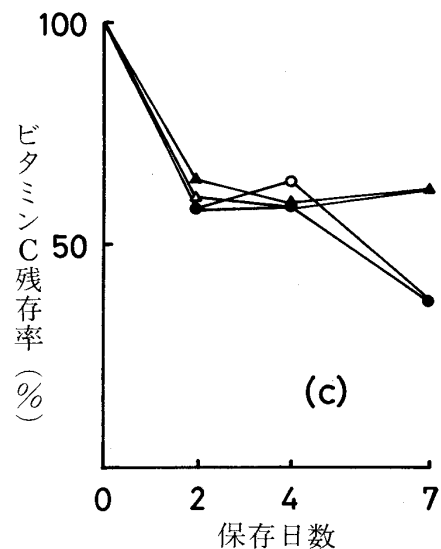


図10(c). トマト(無水物)のビタミンCの変動 (無包装)

- 総ビタミンC (室内保存)
- 還元型ビタミンC (室内保存)
- △—△ 還元型ビタミンC (冷蔵保存)
- ▲—▲ 総ビタミンC (冷蔵保存)

るとみられる部分が1mm²当り14個存在したが、トマトでは観察されなかった。また、果菜類の呼吸量は種類や収穫時の熟成度などの状態により差があるが、緒方(1952)はキュウリとトマトの呼吸量(CO₂量)をキュウリ 128.1mg/kg/h, トマト 48.0mg/kg/h と示しており、キュウリの呼吸作用がトマトより旺盛であり、それと同時に水分の蒸散量も多いことを示唆している。

トマトもキュウリと同様低温耐性の弱い野菜であるが、本実験の結果では4~5℃で1週間程度保存しても低温による障害やビタミンCの急激な減少は認められなかった。逆に、25℃前後の室内に保存すると追熟現象が進み、生野菜としての価値を損じる結果を得た。

以上のことから、完熟トマトのビタミンC含

量の変動を最少に止め、しかも生野菜としての価値を保つ保存法は、包装条件に関係なく冷蔵保存することが好ましい状態といえた。

生野菜は栄養成分特にビタミンC含量、外観上の新鮮さ等の観点から収穫後直ちに食卓に供することが望ましい。生産者により収穫された野菜が小売店の店頭で並ぶまでには、現在の流通機構では普通収穫後3～4日必要とされる。この間の品質の低下を防ぐために、輸送時には低温流通、店頭では低温ショーケースで保管するなどの配慮がなされている。しかし、今回の実験結果のように、冷蔵保存の場合のビタミンC含量は、収穫4日後でキュウリでは20～30%、トマトでは20～25%減少した。私達、消費者は、このように小売店ですでにビタミンC含量の減少している野菜を購入し、さらに家庭で保存してから食する場合が多い。農水省の「食料品の消費モニター第三回アンケート結果」によると、野菜の購入回数は週3回との回答が多かった。しかし、昨今のように勤労婦人が増加してきたことからの時間的制約等を考慮すると、野菜の購入は4～5日に1回というケースも多いと推定される²⁹。このように、購入した野菜が実際に食卓に供せられるまでには収穫後3～9日も経ることになるので、消費者が野菜を購入した後の家庭での保存の仕方がビタミンC含量や鮮度保持の面から重要となる。某女子大学生対象のアンケートによると、家庭での野菜の保存場所は、冷蔵庫内が80%という結果を得ている²⁹ように、一般的に、野菜類については冷蔵すれば品質や鮮度は保持できると考えがちである。しかし、本実験のキュウリの場合のように、4～5℃の低温ではかえってビタミンC含量の減少が著しい野菜もあるので、野菜類の特性を十分に理解し、適切な状態で保存することが重要である。

要 約

周年供給野菜の代表であるキュウリとトマトについて収穫時期および保存方法の違いによるビタミンC、水分、灰分含量の変動および外観

の変化を検討した。

1. 市場出荷に最も好まれるサイズである80～100gのキュウリを2月から6月までの4ヶ月間、約1ヶ月間隔で収穫し、ビタミンC、水分、灰分含量を測定した。還元型ビタミンCの変動は少なく、9.8～11.3mg/100gの含量であったが、総ビタミンCは12.3～15.6mg/100gと収穫日ごとに変動した。この変動傾向は、2月から5月までの3ヶ月間は採取日までの日照時間の変動と一致した。また、水分量は収穫時期による差は認められず96g/100gであり、灰分量は2月の0.53g/100gから6月の0.36g/100gと収穫末期になるに従い減少した。

2. 樹上完熟トマト(約160g)を5月末から6月末までの1ヶ月間、10日間隔で収穫し、ビタミンC、水分、灰分含量を測定した。還元型ビタミンCは収穫初期の11.0mg/100gから収穫末期の20.4mg/100gに、総ビタミンCは収穫初期の13.5mg/100gから収穫末期の22.2mg/100gに直線的に増加した。また、水分含量は95～96g/100g、灰分量は0.27～0.33g/100gで収穫時期による差はなかった。

3. 室内(20～25℃)と冷蔵庫内(4～5℃)にキュウリと完熟トマトを無包装・紙袋包装・ビニール袋包装の三形態で1週間保存したときのビタミンCおよび水分含量の変動と外観の変化を調べた。

○キュウリをビニール袋包装で室内に保存したときの総ビタミンC・還元型ビタミンC・水分含量の変動は少なく、1週間後でもビタミンC含量および外観とも新鮮物と同様であった。冷蔵庫内に保存したときは、特に還元型ビタミンCの減少が大きく1週間後に約36%減少した。無水物換算したビタミンC残存率は、紙袋包装、無包装とも保存2日後に45～20%になり、水分の蒸散量も多く、外観に新鮮さが失なわれていた。

○トマトのビタミンC含量は包装形態や保存温度の違いに関係なく、1週間後に総ビタミンCは20～30%、還元型ビタミンCは15～30%の減少を示した。水分蒸散量はどの保存区分

のものも変動は少なかった。また、室内保存区分のものは、どの包装形態のものも保存4日後ごろから追熟が著しく進んだ。

従って、ビタミンC含量の変動を最少に止め、しかも生野菜としての価値を保つ保存法として、キュウリはビニール袋に入れ室内に、完熟トマトは包装条件とは関係なく冷蔵庫内におくことが好ましい状態といえた。

本研究を行うにあたりトマト・キュウリの提供に御協力いただいた岐阜市農業協同組合 内藤邦雄氏、生産農家の河村昊氏および宮部秀雄氏に深謝し、ご支援を賜りました本学理事長神谷一三先生、学長神谷みゑ子先生に謝意を表します。

文 献

- 1) 高橋徹三他：公衆栄養学，建帛社，p.80 (1986)
- 2) 菅野道廣他：栄養学総論，朝倉書店KK，p.20 (1983)
- 3) 細谷憲政，中村丁次：食生活，4，5月 (1984)
- 4) 国民衛生の動向、財団法人厚生統計協会、33、91 (1986)
- 5) 大磯敏雄：栄養学要論(四訂版)，第一出版KK p.154 (1973)
- 6) 吉田企世子，森 敏，長谷川和久，西沢直子，熊沢喜久雄：栄食誌，37，123 (1984)
- 7) 高間総子，齋藤民江，陶山陽子，齋藤進：栄養と食糧，28，87 (1975)
- 8) 鯨幸夫，石黒弘三：栄養誌，37，239 (1984)
- 9) 東野哲三，藤田修二：日食工誌，32，105 (1985)
- 10) 青山文雄，野村久雄：栄養と食糧，25，105 (1972)
- 11) 本間清一，鄭泰泳，阿部啓子，倉田忠男，加藤博通，藤巻正生：栄養と食品，35，417 (1982)
- 12) 北川雪恵：栄養と食糧，25，437 (1972)
- 13) 田主澄三，山本正子：栄養と食糧，34，579 (1981)
- 14) 田主澄三：栄養と食糧，35，147 (1982)
- 15) 齊藤良枝，高沢俊彦：東横学園女子短期大学紀要，12，12 (1974)
- 16) 緒方邦安，山内直樹，南出隆久：園学雑，44，197 (1975)
- 17) 佐伯清子，熊谷洋：栄養と食糧，32，243 (1979)
- 18) 神立誠：最新食品分析法，同文書院，p.171(1986)
- 19) 岡村正人：栄養と食糧，35，223 (1982)
- 20) 青山文雄，野村久雄，石黒実：栄養と食糧，31，355 (1978)
- 21) 石川博美，松田みどり，下田忠次郎：立正女子大紀要，第8集，35 (1974)
- 22) 樽谷隆之：日食工誌，10，24 (1963)
- 23) 泉秀実，辰巳保夫，邨田卓夫：日食工誌，31，47 (1984)
- 24) 山本利子，有本邦太郎：神奈川栄短紀要，4，11 (1972)
- 25) 齊藤良枝，高沢俊彦：東横学園女子短期大学紀要，12，12 (1974)
- 26) 小倉長雄，中川弘毅，竹花秀太郎：農化，49，189 (1975)
- 27) 大久保増太郎：野菜の鮮度保持，養賢堂，p.28 (1986)
- 28) 粕川照男：野菜の科学，研究社，p.88 (1982)
- 29) 齊藤進：野菜と果実のビタミンC入門，誠文堂新光社，p.89，93 (1985)

(家政学科 食物栄養)