

保蔵および調理によるモロヘイヤの成分含量の変化

藤原孝之・小西信幸*

自然循環・病害虫制御グループ・園芸グループ*

要 旨

モロヘイヤの成分含量は、葉身と他の可食部分（茎および葉柄）とではかなり異なった。β-カロテンおよびビタミンCの大部分は葉身に含まれ、硝酸は茎・葉柄部に、シュウ酸は葉身により多く含まれていた。

モロヘイヤを異なる温度下で保蔵した結果、5℃で外観変化が少なく、さらにβ-カロテンとビタミンCともに保持されることから、流通上最適な温度と考えられた。一方、1℃では低温障害の発生が認められた。

モロヘイヤをゆでた場合は、β-カロテンおよびシュウ酸の変化は僅かであったが、ビタミンCおよび硝酸はゆでる時間が長くなるほど減少した。

キーワード：モロヘイヤ，ビタミン，保蔵，低温障害，調理

結 言

三重県は、全国に先駆けてモロヘイヤの特産化を進め、有数の産地を形成した。モロヘイヤは調理時にぬめりを生じ、独特の食感を持つ食材として注目され、またビタミン類、ミネラルおよび食物繊維を多く含むため¹³、健康に良い野菜としても評価されている。日本食品標準成分表^{5,6}によると、モロヘイヤのβ-カロテン含量はホウレンソウの3.2倍、カルシウム含量は4.7倍、ビタミンC含量は同等である。さらに、モロヘイヤはビタミンB₁・B₂、カリウム、マグネシウムおよび食物繊維についても、これら成分を多く含む野菜に匹敵する含量を示す^{6,10}。ビタミン類において、β-カロテンおよびビタミンCは緑黄色野菜、特に葉菜類に多く含まれ、抗ガン作用や抗酸化作用など様々な機能性を持つ食材として知られ評価されている¹⁰。モロヘイヤは他の葉菜類の生産・出荷が比較的少ない夏期に収穫されるため、この時期における貴重なビタミン供給源としての価値もある。しかし、気温が高い時期は収穫後の鮮度低下が速く、保蔵が重要な問題である。一方、モロヘイヤは低温耐性の小さい植物であるとも考えられているが、低温障害が発生する温度は報告によって異なり^{14,19,21}、流通上の取り扱い最適温度も知られていない。渡邊ら²⁰は、青果物の

外観上の品質低下より早くビタミンCや糖などの変化がおこるので、鮮度の評価には栄養成分も加味することが必要であると述べている。

そこで、収穫後のモロヘイヤについて、外観品質だけでなくβ-カロテンおよびビタミンCの保持も考慮した、流通における最適温度を明らかにしようとした。

また、モロヘイヤの主な調理法のひとつは熱湯中でゆでること（以下、ゆで処理という）であるが、葉菜類のビタミン類の多くは、ゆで処理により減少しやすいとされている^{4,22}。一方、ホウレンソウでは、ゆで処理が有害成分である硝酸やシュウ酸含量を減少させる効果もある⁷。一般に葉菜類には硝酸が比較的多く含まれており^{2,12,15}、さらに、モロヘイヤは野菜の中ではシュウ酸の含量が比較的多いと報告されている¹¹。そこで、モロヘイヤについて、ゆで処理がβ-カロテン、ビタミンC、硝酸およびシュウ酸含量に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

1 植物体における部位別の成分含量

モロヘイヤの保蔵実験および調理実験に先立ち、植物体の部位別にβ-カロテン、ビタミンC、硝酸およびシュウ酸の各成分含量を明確にするための測定を行った。

農業技術センター露地ほ場で栽培したモロヘイヤ (*Corchorus olitorius* L.) を材料に用いた。ビタミンC、硝酸およびシュウ酸の測定については1996年8月26日、 β -カロテンの測定については1998年8月20日にモロヘイヤの側枝を切り採り、出荷する長さ（上位葉を伸ばした状態で葉先から20cm）に調製した。これらを葉身と茎・葉柄部とに切り分け、別々に成分測定を行った。

2 保蔵実験

農業技術センター内の無加温ビニルハウスで栽培したモロヘイヤを実験に用いた。1999年8月2日に収穫し、出荷時の長さに調製した。

同日直ちに、出荷用（JA三重経済連）二軸延伸ポリプロピレン袋（厚さ20 μ m、縦270 \times 横198mm、径6mm開口8カ所）に調製したモロヘイヤ100gを入れ、袋の口を折り、セロハンテープで中央部1カ所を閉じた。これを出荷用ダンボール箱に植物体が立つ姿勢で入れ、1、5、10、15および25 $^{\circ}$ Cに調整した定温器内で保蔵した。収穫当日および1、3、7日後に、外観調査ならびに β -カロテンおよびビタミンCの測定を行った。

3 調理実験

農業技術センターの露地ほ場で栽培したモロヘイヤを出荷する長さに調製し、収穫当日に実験を行った。 β -カロテンおよびビタミンCの検討については1999年9月13日、硝酸およびシュウ酸の検討については1997年7月31日に収穫したものを供試した。

沸騰水中でモロヘイヤを1～5分間、種々の時間ゆでて、直ちに流水中で60秒間冷却した後、余剰な水分をペーパータオルでふき取った。ゆで処理前ならびに処理後の試料について、成分測定を行った。処理前後のモロヘイヤの重量を測定し、処理後の成分は処理前の新鮮物重量当たり換算した。

4 成分測定の方法

(1) β -カロテン

東尾の方法⁹に準じ、高速液体クロマトグラフィー（カラム：Shodex C18-5B、カラム温度：25 $^{\circ}$ C）により測定した。

(2) ビタミンC

試料を5%メタリン酸とともにホモジナイズし、遠心分離した上澄み液について、ヒドラジン法¹⁰により総ビタミンCおよび酸化型ビタミンC含量を測定した。両測定値の差を還元型ビタミンC含量とした。

(3) 硝酸・シュウ酸

既報¹¹に従い、高速液体クロマトグラフィーにより硝

酸、水溶性シュウ酸および総シュウ酸含量を測定した。硝酸測定値は硝酸中に占める窒素量に換算し、硝酸態窒素として示した。総シュウ酸と水溶性シュウ酸の両測定値の差を不溶性シュウ酸含量として示した。

結果および考察

1 部位別の成分含量

図1に、モロヘイヤの葉身および茎・葉柄部の各成分の差異を示した。 β -カロテンは、葉身には多量に含まれていたが、茎・葉柄部は含量が少なく定量できなかった。ビタミンCも葉身に多く、茎・葉柄部にはごく僅かしか含まれていなかった。各部位の重量を考慮すると、可食部全体の含量は β -カロテン13mg/100g、ビタミンC 93mg/100gとなり、日本食品標準成分表の値（それぞれ10mg/100g、65mg/100g）⁶よりやや多かった。硝酸は葉身、茎・葉柄部ともに含まれていたが、茎・葉柄部の含量の方がかなり多かった。可食部全体の硝酸態窒素含量は95mg/100gであり、ホウレンソウ¹²と比較し同等またはやや多かった。シュウ酸含量は、葉身の方が多かった。可食部全体の含量は水溶性シュウ酸35mg/100g、総シュウ酸474mg/100gであり、大川の報告（それぞれ31mg/100g、368mg/100g）¹¹と比較しやや総シュウ酸が多いが、大部分が水に不溶性である点は同様の結果であった。

以上のように、モロヘイヤでは葉身と茎・葉柄部とで、成分含量に大きな差がみられた。以下の実験においては、 β -カロテンおよびビタミンCは葉身のみについて、また硝酸態窒素およびシュウ酸については葉身と茎・葉柄部をあわせて成分測定を行った。

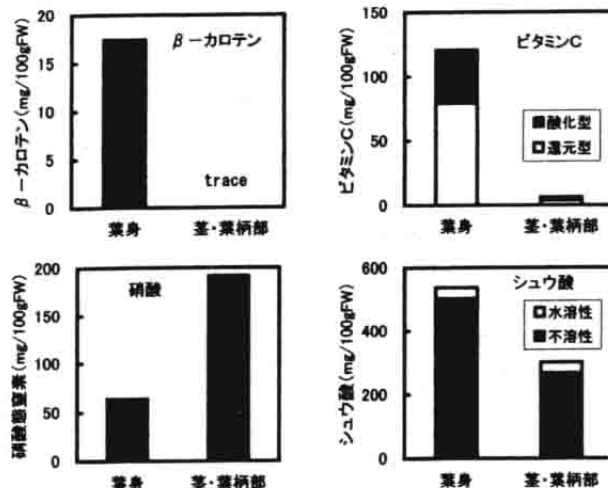


図1 モロヘイヤ収穫各部位の成分含量

trace : ピークが小さく定量不能

表1 モロヘイヤにおける収穫後の外観品質の変化

保蔵温度 (℃)	収穫後日数		
	1	3	7
1	葉先が黒変	茎がやや黒変	茎および芯が黒変、異臭、 葉の弾力なく、中央部が黄化
5	わずかなしおれ	わずかなしおれ	わずかなしおれ
10	同上	同上	葉に黒斑
15	同上	同上	下位葉が離脱、葉が黒変
25	同上	下位葉が離脱、 葉先が黒変	カビ、腐敗臭

2 保蔵温度がモロヘイヤの品質に及ぼす影響

異なる温度で保蔵したモロヘイヤの外観の継時的変化を表1に示した。1℃では、3日後より茎葉が黒変する症状が現れ、7日後には植物体全体が水浸状に黒変し、品質が著しく低下した。これらの症状は、熱帯または亜熱帯原産の野菜や果物類によく見られる低温障害¹⁷⁾の様相と同類のものと考えられる。5℃では、7日後も外観品質の低下は小さく、商品性が保たれていたが、10℃では葉に黒斑が生じ、商品性は劣った。15℃および25℃で保蔵すると、それぞれ7日後、3日後より葉が茎から離脱する現象が見られ、25℃では7日後にカビが発生し品質が著しく低下した。

β-カロテン含量は、図2(A)に示したように、5℃～15℃では保蔵7日後においても、保蔵前とほぼ同等であった。1℃では7日後に収穫時の70%に減少し、低温障害の影響と思われた。なお、5℃保蔵の1日後にはβ-カロテン含量がやや増加した。山川ら²⁰⁾も低温貯蔵したモロヘイヤのβ-カロテンが一時増加することを報告しているが、作用機構は明らかではない。

総ビタミンC含量は、図2(B)にみられるように、10～25℃では保蔵期間が長くなるほど減少し、温度が高いほど急速に減少した。1℃および5℃では総ビタミンCは比較的高含量で保持された。しかし、1℃では、図2(C)に示したように、収穫直後には総ビタミンCの81%

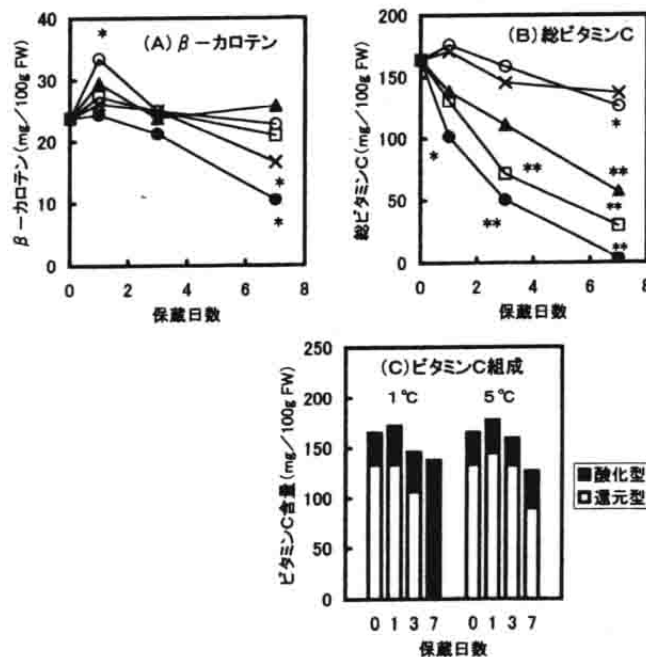


図2 異なる保蔵温度におけるモロヘイヤのβ-カロテンおよびビタミンC含量の変化

(A)および(B)における保蔵温度 ×:1℃、○:5℃、
▲:10℃、□:15℃、●:25℃

*, **: t-検定の結果、保蔵前の含量との間にそれぞれ
5%、1%水準で有意差あり

を占めた還元型ビタミンCは、7日後にほぼ0%となり、酸化型に変化した。これは、1℃貯蔵においては低温障害により、還元型ビタミンCが酸化したものと推察された。なお、通常、酸化型ビタミンC（デヒドロアスコルビン酸）の生理効果は、還元型と同等であるとみなされているが、加熱に対する安定性が欠けることや、消化・吸収過程の挙動などから効力は低いとする考え⁹もあり、さらに糖尿病や神経障害の誘発も懸念されている⁸。ビタミンCの含量および組成が最も好適な状態で保持された5℃保蔵において、7日後の含量は貯蔵前と比較して総ビタミンC77%、還元型ビタミンC67%であった。

以上の実験の結果、5℃ではモロヘイヤの外観変化が小さく、β-カロテンさらにビタミンCの双方を保持できることが明らかになり、流通上、取り扱う時の最適な温度と考えられる。特にビタミンCは、夏期の室温下で急速に減少することになるので、収穫後は迅速な出荷または予冷を行うことが必要である。さらに、輸送や市場においても適切な温度管理を行い、収穫後から消費まで一貫して低温に保つ、いわゆるコールド・チェーンの確立が望まれる。また、1℃付近では低温障害による急激な品質低下が懸念されるので、温度の下げすぎにも注意する必要がある。

3 ゆで処理がモロヘイヤの品質に及ぼす影響

沸騰水中で、ゆで処理を種々の時間行った結果を図3にまとめた。β-カロテンは、1分間のゆで処理により

21%減少した。しかし、3分間および5分間処理でも、β-カロテン含量の減少率は1分間処理と変わらなかった。

総ビタミンC含量は、ゆで時間が長いほど減少し、1、3、5分間処理によりそれぞれ51%、79%、90%と減少割合は増大した。なお、1分間の煮沸で還元型ビタミンCと酸化型ビタミンCはほぼ同量が減少し、処理前の含量に対する減少率は酸化型の方が著しく高かった。これは、酸化型ビタミンCは加熱処理条件下で分解されやすいという従来の説⁹を支持する結果であった。

モロヘイヤの硝酸もゆで処理により減少し、減少率は1、2、4分間処理でそれぞれ31%、41%、55%であった。

水溶性シュウ酸の含量は少なかった（35mg/100g）が、煮沸処理によりさらに減少し、30秒後で12mg/100gであった。一方、不溶性シュウ酸含量はほとんど変化しなかった。モロヘイヤのシュウ酸は、大部分が水に不溶性であり、煮沸処理によるモロヘイヤのシュウ酸除去効果は低いと考えられた。

以上の結果から、ゆで処理によるβ-カロテン含量の減少は少なく、20%程度であるが、ビタミンCは著しく減少することが明らかとなった。しかし、ゆで処理には硝酸除去の目的もあるとともに、モロヘイヤの食感を良好にし、食べやすくするという効果もあるので、せいぜい2~3分間の煮沸にとどめ、多少のビタミンCの減少はやむを得ないとしなければならないであろう。

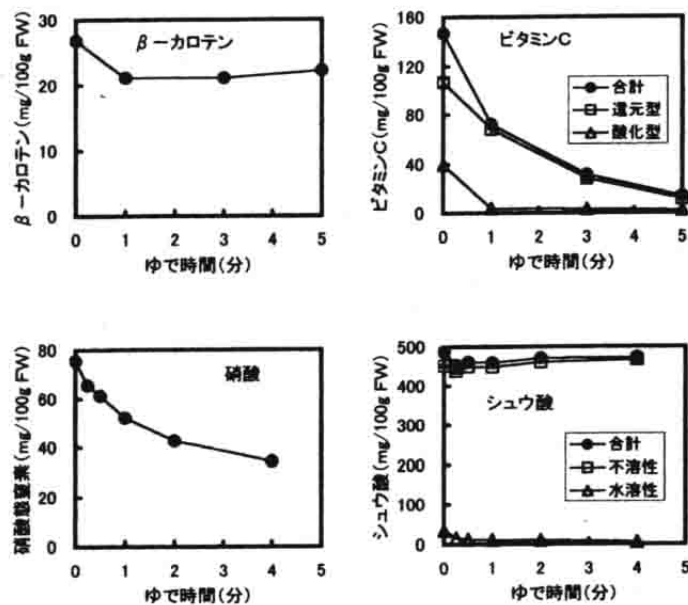


図3 ゆで処理によるモロヘイヤの成分の変化

引用文献

- 1) 藤原孝之・坂倉 元・吉川重彦・安田典夫 (1999) : 有機質肥料および堆肥の連用がホウレンソウの品質に及ぼす影響, 食科工, 46(12), 815-820.
- 2) 畑 明美 (1979) : 園芸食品の硝酸・亜硝酸塩に関する研究, 日食工誌, 26(9), 403-415.
- 3) 東尾久雄 (1999) : HPLCによる野菜のカロテノイド分析法, 1-2, 食品の機能性評価マニュアル集, 農林水産省農林水産技術会議事務局・農林水産省食品総合研究所.
- 4) 東尾久雄・一法師克成・伊藤秀和・東 敬子 (1999) : ホウレンソウの調理・加工時における加熱条件について, 園学雑, 68 (別2), 158.
- 5) 科学技術庁資源調査会編集 (1982) : 四訂日本食品標準成分表, 東京, 大蔵省印刷局, 222-223.
- 6) 科学技術庁資源調査会編集 (1997) : 五訂日本食品標準成分表—新規食品編—, 東京, 大蔵省印刷局, 66-67.
- 7) 香川 彰 (1997) : 高品質ホウレンソウの栽培生理, 89-92, 東京, いしずえ.
- 8) 川村正純・浦部貴美子 (1995) : 低温保存における野菜, 果物中アスコルビン酸含量の変動, 滋賀県立短期大学学術雑誌, 48, 79-82.
- 9) 倉田忠男 (1996) : ビタミンCの化学構造と生理効果, 356-363, 日本ビタミン学会編, ビタミンの辞典, 東京, 朝倉書店.
- 10) 倉田忠男・大塚 恵 (1997) : ビタミンC定量法, 444-447, (社) 日本食品科学工学会および新・食品分析法編集委員会編, 新・食品分析法, 東京, 光琳.
- 11) 大川博徳 (1992) : ガスクロマトグラフィーによる食品中のシュウ酸の定量, 3. 野菜に含まれるシュウ酸量(II), 三重大学教育学部研究紀要, 自然科学, 43, 47-51.
- 12) 王子善清・高 祖明・脇内成昭・岡本三郎・河本正彦 (1984) : 野菜中での硝酸塩および亜硝酸塩の集積と亜硝酸塩の毒性, 神大農研報, 16, 291-296.
- 13) 奥崎政美・佐々木弘子・山口文芳・菅原龍幸 (1992) : 新野菜2種, モロヘイヤとオカノリの食品成分の事例的分析について, 女子栄養大紀要, 23, 155-158.
- 14) 於勢貴美子・山中博之・茶珍和雄・羽矢知世 (1995) : 包装方法の違いによるモロヘイヤとホウレンソウの鮮度保持, 園学雑, 64 (別2), 70-71.
- 15) 孫 尚穆・米山忠克 (1996) : 野菜の硝酸・作物体の硝酸の生理, 集積, 人の摂取, 農業および園芸, 71(11), 1179-1182.
- 16) 高宮和彦 (1993) : 野菜の成分と疾病, 117-126, 野菜の科学, 東京, 朝倉書店.
- 17) 樽谷隆之・北川博敏 (1982) : 園芸食品の流通・貯蔵・加工, 138-144, 東京, 養賢堂.
- 18) 辻 啓介 (1994) : 野菜に含まれる栄養成分, 1-12, 野菜と健康の科学, 東京, 養賢堂.
- 19) トゥリオ アルテミオ Z. ジュニア・於勢貴美子・上田悦範・茶珍和雄 (1999) : 異なる温度に貯蔵したモロヘイヤ(*Corchorus olitorius* Linn.)の品質変化について, 園学雑, 68 (別2), 164.
- 20) 渡邊好昭・佐藤和憲・石谷孝佑 (1992) : 青果物流通技術の現状と問題点, 研究ジャーナル, 15(4), 3-9.
- 21) 山川彩絵・水野雅史・寺井弘文・土田廣信 (1996) : モロヘイヤ貯蔵中における β -カロテンおよびクロロフィル含量の変動, 園学雑, 65 (別1), 554-555.
- 22) 吉田企世子 (1994) : 野菜の調理加工方法による栄養成分の変動, 53-66, 野菜と健康の科学, 東京, 養賢堂.

Changes in Contents of Several Substances in Edible Plant-Parts of Jew's marrow (*Corchorus olerius* L.) During Preservation and Cooking

Takayuki FUJIWARA and Nobuyuki KONISHI

Abstract

1. Jew's marrow plants harvested varied considerably in the amounts of several substances with their edible parts, i.e., leaf blades, stems and petioles. Ascorbic acid and β -carotene were chiefly contained in the leaf blades. Both nitric and oxalic acids were found in every part of plant, but their amounts contained in the leaf blades were greater in oxalic acid and smaller in nitric acid, compared with those of stems and petioles.
2. Freshness retention of Jew's marrow leaves was compared when preserved for seven days at five different temperatures. The preservation at 5°C had a retentive appearance, without showing a visible difference between before and after preserving, and was conducive to prevent the decrease in contents of β -carotene and ascorbic acid, being far effective for the preservation at any other temperatures. A chilling injury did occur when preserved at 1°C.
3. When Jew's marrow leaves were immersed in boiling water, almost no change in the content of β -carotene and oxalic acid was found, whereas those of ascorbic acid and nitric acid greatly decreased with boiling time.

Key words: Jew's marrow, vitamin, preserve, chilling injury, boiling