

タアツァイの含有成分について

— アスコルビン酸, β -カロチン, シュウ酸, 硝酸および無機塩類含有量 —

The Contents of Ascorbic acid, β -Carotene, Oxalic acid, Nitrate and Minerals in Tahtsuai

(1993年4月7日受理)

高 早苗 嶋田 義弘 吉田企世子
Sanae Ko Yoshihiro Shimada Kiyoko Yoshida

Key words: タアツァイ, アスコルビン酸, β -カロチン, 硝酸, 無機塩類

I. 研究の目的

ビタミンC, カロチンおよびカルシウム, 鉄などの無機塩類は, 食品の第1次機能とされる栄養素としての働きの他に, 近年は, 第3次機能すなわち生体調節機能を有し, 生体防御, 恒常性の維持増強, 老化および疾病予防, 疾病の回復などに効果があることが報告されている^{1) 2)}. したがって, これらの主要な供給源である緑黄色野菜の有用性は高まっているが, 平成2年国民栄養調査によれば, 1人1日当たりの緑黄色野菜の摂取量は, 目標摂取量100gに対し77.2gと少なく³⁾, より多い摂取がのぞまれるところである. 一方, 野菜に含まれ, 人体に有害な影響を及ぼす成分である硝酸は, 施肥などの栽培条件の影響を直接的に受ける成分であることから, その含有量をたえず測定し, 安全な使用への対応策を検討することは重要である.

そこで, 消費者が直接購入する市販野菜の成分の実態を把握する目的で, 中国野菜について平成2年より分析を継続してきた. タアツァイは, 中国野菜の1種であり, 昭和50年代後半よりブロッコリーなどの洋野菜とともに市場に登場し, 普及してきている緑黄色野菜である.

ここでは, タアツァイのアスコルビン酸, β -カロチン, シュウ酸, 硝酸および無機塩類の含有量について, 季節および部位による変動を検討した結果を報告する.

II. 実験方法

1. 試料

外観上新鮮な市販品を用いた. 実験当日, 岡山市南西部の同一量販店で10株を購入し, 最大, 最小の2株を除いた8株をそれぞれ4分割し, 第1分割と第3分割を合わせ試料とした. これを水道水溜め水中(250g/5ℓ)で30秒間ふり洗い後水切りし, 表面付着水をペーパータオルですばやくふき取った.

これをステンレス製包丁を用いて葉身部と葉柄部に切り分け, 秤量後細切した.

試料全体の含有量は, 葉身部と葉柄部の重量比から算出した. 以下これを「可食部」と表現する.

2. 測定時期

測定は、平成2年7月初旬から4年3月初旬の間行い、7、8月の測定分を「夏期」、11月から3月初旬の測定分を「冬期」とした。

3. 測定方法

1) 水分の定量

赤外線水分計(サンコウ電子)により測定した。細切した試料5gを蒸発皿に採取し、設定温度105℃の赤外線を30～60分間照射して水分を完全に除去した。

2) アスコルビン酸の定量

還元型アスコルビン酸、酸化型アスコルビン酸及び総アスコルビン酸の定量は、嶋田ら⁴⁾の高速液体クロマトグラフィー法により行った。

3) β -カロチンの定量

(1)試料の調整：試料5gを乳鉢にとり、ピロガロール1g、アセトン少量及び海砂を加えて磨碎した。この懸濁液を、適量のアセトンを使って、無水硫酸ナトリウムを5mm位敷いたガラスフィルターにより吸引濾過した。アセトンで100mlにメスアップした。

(2)定量法：高速液体クロマトグラフィーにより行った。装置はヤナコL-5000型にRheodyne Model 7125インジェクター(注入量20 μ l)をつけたものを使用した。カラムはFinepak SIL C18S(ステンレス管150mm \times 6mm i.d.日本分光)、移動相はクロロホルム/メタノール(10/90)、検出波長453nm、流量1.2ml/min.とした。定量は、 β -カロチンの純品をテトラヒドロフラン/エタノール(1/3)で希釈した標準液を用い、クロマトコーダー12により行った。

4) シュウ酸、硝酸およびリンの定量

既報⁵⁾のイオンクロマトグラフィーによる硝酸の定量法により、シュウ酸、硝酸および PO_4 を同時に定量した。Pは検出した PO_4 より換算して求めた。

5) 無機塩類の定量

原子吸光法によった。すなわち、細切した試料5gをるつぽに採取し、ガスバーナー上で予備灰化後、550℃の電気炉内で48時間灰化した。冷却後3NHCl 5mlを注入し、ホットプレート上で数分間温めて溶解し、50mlにメスアップしたものを試料液とした。高濃度のCaおよびKは、これを10倍希釈したものを試料液とした。日本ジャーレル・アッシュ社製原子吸光装置AA-782型を使用し、標準液のピーク高との比例式により含有量を算出した。測定項目は、Ca, Fe, Na, K, Mg, Zn, Cu, Mnである。

Ⅲ. 結果および考察

1. 1株あたり重量、葉身部と葉柄部の割合および水分含有率

夏期、冬期の1株あたり重量の平均は81g、76g、葉身部の割合は夏期37%、冬期34%であった。重量、葉身部の割合ともに季節差はほとんど無かった(Table 1)。タアツアイの本来の栽培適地は厳寒地である⁶⁾。季節差が無いことは、周年栽培のための改良がかなり行われていることを意味するものと思われた。また、本来かなり大型の野菜で標準サイズ200～300g(Sサイズ135g)⁶⁾であるのに対し、

かなり小形化していた。

各試料の水分含有率をTable 2に示した。季節差は無く、ほぼ葉身部92%、葉柄部96%、可食部94%であった。葉身部の水分は葉柄部より約4%少なく、固形分は葉身部により多く分布していた。

Table 1 Dependence of average weight and ratio of leaf and stem on season for Tahtsuai.

	Average weight	Ratio of leaf(%)	Ratio of stem(%)
Summer	81.3 g	37.2±4.3	62.8±4.3
Winter	76.0 g	33.9±3.5	66.1±3.5

2. 総アスコルビン酸の含有量および酸化型アスコルビン酸の割合

総アスコルビン酸の含有量をTable 2に示した。可食部の含有量は、夏期62mg%、冬期51mg%であった。これらの値は、非常に多いとされるこまつなの約7割に相当し、年間をとおしてビタミンCの優れた供給源であった (Table 3)。アスコルビン酸は、植物の成育が盛んな部分に多く、その生成要因として光線や温度があげられている⁷⁾。したがって葉柄部よりも葉身部に、冬期よりも夏期に多く含有されるものと考えられる。各部位の含有量は、葉身部は夏期、冬期それぞれ101mg%、93mg%、葉柄部は38mg%、30mg%で、いずれも葉身部に多く葉柄部の約3倍量であった。しかし各部位とも、季節差は認められなかった。これは厳寒地が栽培適地であり、耐寒性がきわめて高いという性質が冬期の成分組成に影響を及ぼしているものと推察された。

総アスコルビン酸中に占める酸化型アスコルビン酸の割合は、小さいほど鮮度が良好であることを意味し、新鮮物では通常5%以下である⁸⁾。試料のそれは、夏期、冬期それぞれ葉身部21%、16%、葉柄部25%、21%、可食部23%、18%と高かった。季節差は各部位に若干認められ、夏期の方がやや高かったが、これは高温の影響と思われた。部位別では、総アスコルビン酸含有量の少ない葉柄部の方が葉身部よりも高かった。各部位とも年間を通して20%前後の高い割合を示した要因として、購入直後であっても収穫後日数がたっており、鮮度の低下が見られる場合と、アスコルビナーゼ活性が強く、その影響による場合が推察された。今回はアスコルビナーゼ活性の測定を行っていないが、今後は検討が必要と思われた。

Table 2 Dependence of some composition contents on season for Tahtsuai.

		Leaf	Stem	Edible portion
Water (%)	Summer	91.7± 0.5	95.7± 1.1	94.2± 0.9
	Winter	92.3± 0.6	95.7± 0.5	94.5± 0.7
Total ascorbic acid (mg/100g)	Summer	100.81± 18.93	37.73± 9.17	61.78± 15.45
	Winter	93.37± 23.70	29.72± 7.13	51.14± 23.67
β-carotene (μg/100g)	Summer	8703.97±1160.60	355.73± 86.03	3427.14± 301.92
	Winter	9490.05± 755.14	335.42± 83.35	3457.31± 83.35
Nitrate (mg/100g)	Summer	297.57±102.58	783.28±122.81	604.95±127.06
	Winter	159.02± 81.69	608.53±116.20	456.59±111.31
Oxalic acid (mg/100g)	Summer	1.50± 1.42	0.92± 0.93	1.12± 0.99
	Winter	1.50± 0.76	0.31± 0.35	0.73± 0.52

Values are expressed as mean±SD (n=4 in summer, 6 in winter).

Significantly different at the level of *:p<0.05.

Table 3 Standard table of some composition contents in Komatsuna (per 100g edible portion).

Water	carotene	V.C	Ca	P	Fe	Na	K	Mg	Zn	Cu
%	μg	mg					μg			
91.9	3300	75	290	55	3.0	32	420	16	320	75

Data are quoted from STANDARD TABLES OF FOOD COMPOSITION IN JAPAN.

3. β -カロチンの含有量

β -カロチン含有量をTable 2に示した。可食部の含有量，夏期3427 $\mu\text{g}\%$ ，冬期3457 $\mu\text{g}\%$ は，こまつなとほぼ同量であり，優れた緑黄色野菜であった (Table 3)。 β -カロチンは，葉緑体中に葉緑素と共存して光合成に関与することから⁹⁾，アスコルビン酸と同じく葉柄部よりも葉身部に，冬期よりも夏期に多く含有されると考えられる。各部位の含有量は，葉身部は夏期，冬期それぞれ8704 $\mu\text{g}\%$ ，9490 $\mu\text{g}\%$ ，葉柄部は356 $\mu\text{g}\%$ ，335 $\mu\text{g}\%$ であった。部位差は非常に大きく，葉身部は葉柄部の30倍近く含有していたが，季節差は無く，アスコルビン酸と同様の傾向を示した。ほうれんそうなどでは，ビタミンC含有量とカロチン含有量に有意な正相関が認められているが¹⁰⁾，今回の場合は相関は認められなかった ($r = -0.017$)。

4. シュウ酸および硝酸含有量

シュウ酸および硝酸含有量をTable 2に示した。シュウ酸は，食味に悪影響を及ぼす因子として，また，無機塩類の吸収阻害や腎臓結石の原因物質として，その存在は好ましくないとされているが¹¹⁾，含有量は誤差範囲にとどまり，極めて少量であった。これは，アブラナ科の野菜にはシュウ酸は少ないとの報告と一致した¹¹⁾。

硝酸は，人体への悪影響が心配される成分であるが¹²⁾，可食部の含有量は，夏期605mg%，冬期457mg%であった。ほうれんそうは，硝酸含有量の多い食品であるが，目黒らは，ほうれんそう栽培の指標値として硝酸は300mg%以下としている¹⁰⁾。結果はこれを大きく上回り，タアツアイは，硝酸含有量の非常に多い食品であった。植物体の硝酸蓄積に強い影響を及ぼす要因として，遺伝的要因の他に窒素肥料の過剰使用，密植による過度の遮光があげられている¹³⁾。今回の試料は市販品のため，施肥量などの栽培条件を特定することはできなかったが，大量の硝酸含有は，施肥の過剰を強く示唆しており，栽培条件の明らかな試料による硝酸含有量の検討は，今後の重要な課題と考える。部位別の含有量は，葉身部は夏期，冬期それぞれ298mg%，159mg%，葉柄部は783mg%，609mg%であった。硝酸は葉柄部にもっとも多く含有される成分であるが¹³⁾，葉柄部には葉身部のそれぞれ2.6倍，3.8倍分布していた。また，葉身部と葉柄部に季節差が認められ，いずれも冬期に少なかったが，固体間のばらつきが大きく，可食部には季節差は認められなかった。根からの養分吸収は低温下で低下することから，これが冬期における減少傾向の一要因と思われた。

5. 無機塩類含有量

無機塩類の含有量をTable 4に示した。それぞれの夏期および冬期の可食部含有量は，Ca126mg%，120mg%，P27mg%，20mg%，Fe1.33mg%，1.49mg%，Na66mg%，70mg%，K198mg%，368mg%，Mg26mg%，19mg%，Zn0.62mg%，0.43mg%，Cu0.11mg%，0.10mg%，Mn0.84mg%，0.36mg%であった。栄養素と

して重要なCaとFeは野菜の中では多い部類に属し、これらの含有量が極めて多いこまつなの約1/2量であった。Mg, Zn, Cuの含有量を一昨年公表された日本無機質成分表値¹⁴⁾ (Mg13mg%, Zn0.25mg%, Cu0.055mg%)と比較したところ、いずれも分析値の方が約2倍多く、これはこまつなのほぼ1.4倍量に相当していた (Table 4)。季節差が認められたのはK, P, Mgであり、Kは冬期に多く、P, Mgは夏期に多かった。Zn, Mnは夏期に多い傾向が見られたが、固体間のばらつきが大きく有意差は認められなかった。季節差が見られなかったのは、Ca, Fe, Na, Cuであった。このように各無機質によって季節差の傾向が異なるのは、栽培土壌の影響の他に、根から吸収される無機塩類の挙動が、気温に左右されることが影響しているものと推察された。部位別の分類では、葉身部に多いのはP, Fe, Mg, Cu, Zn, Mnであり、葉柄部に多いのはNaであった。CaとKは差がなかった。これら塩類の内、Na以外はすべて植物体や補酵素の構成物質として、あるいは酵素の活性化などに重要な働きをする¹⁵⁾ことから、光合成や代謝の中心となる葉身部により多く分布する傾向があるものと推察された。

Table 4 Dependence of minerals contents on season for Tahtsuai (mg/100 g).

		Leaf	Stem	Edible portion
Ca	Summer	116.95 ± 31.34	129.42 ± 40.98	126.33 ± 17.75
	Winter	104.54 ± 15.78	126.61 ± 69.53	119.67 ± 49.02
P	Summer	39.82 ± 5.01	19.42 ± 3.10	27.08 ± 4.62
	Winter	28.48 ± 5.25	16.36 ± 2.21	20.21 ± 2.56
Fe	Summer	1.85 ± 0.36	1.04 ± 0.21	1.33 ± 0.24
	Winter	2.03 ± 0.45	1.22 ± 1.00	1.49 ± 0.65
Na	Summer	40.24 ± 17.96	81.40 ± 16.90	65.65 ± 15.83
	Winter	47.17 ± 11.96	81.79 ± 27.75	69.72 ± 20.37
K	Summer	181.38 ± 102.33	209.24 ± 98.89	198.43 ± 89.97
	Winter	344.00 ± 60.53	382.87 ± 69.55	368.35 ± 62.31
Mg	Summer	39.55 ± 6.70	16.97 ± 3.25	25.57 ± 4.53
	Winter	27.02 ± 3.75	14.69 ± 2.19	18.78 ± 2.48
Zn	Summer	0.82 ± 0.16	0.49 ± 0.21	0.62 ± 0.16
	Winter	0.65 ± 0.24	0.31 ± 0.12	0.43 ± 0.15
Cu	Summer	0.17 ± 0.04	0.07 ± 0.01	0.11 ± 0.01
	Winter	0.15 ± 0.03	0.07 ± 0.03	0.10 ± 0.03
Mn	Summer	1.46 ± 1.26	0.50 ± 0.58	0.84 ± 0.82
	Winter	0.78 ± 0.42	0.14 ± 0.08	0.36 ± 0.18

Values are expressed as mean ± SD (n=4 in summer, 6 in winter).

Significantly different at the levels of *: p < 0.05, **: p < 0.01.

IV. 要 約

消費者が直接購入する市販野菜の成分の実態を把握する目的で、タアツァイのアスコルビン酸、β-カロチン、シュウ酸、硝酸および無機塩類の含有量について、季節および部位による変動を検討し、

次の結果を得た。

1. 1株当たり重量，葉身部，葉柄部の割合，水分含有量に季節差は無かった。
2. アスコルビン酸の可食部の含有量，夏期62mg%，冬期51mg%は多く，ビタミンCの優れた供給源であった。葉身部の含有量は，葉柄部の約3倍量であった。季節差は認められなかった。
3. β -カロチンの可食部の含有量，夏期3427 μ g%，冬期3457 μ g%は極めて多く，優れた緑黄色野菜であった。葉身部の含有量は葉柄部の約30倍に達し，部位差の大きい成分であった。季節差はなかった。
4. シュウ酸の含有量は，誤差範囲にとどまり極めて少量であった。硝酸は，可食部の含有量が夏期605mg%，冬期457mg%と非常に多く問題であった。葉身部よりも葉柄部に多く，夏期よりも冬期に多かった。
5. 無機塩類は，栄養上重要なCaとFeの含有量は比較的多いほうであった。Mg, Zn, Cuの含有量は日本無機質成分表値よりも約2倍多かった。Kは冬期に多く，P, Mg, Zn, Mnは夏期に多かった。葉身部に多いのはP, Fe, Mg, Cu, Zn, Mnであり，葉柄部に多いのはNaであった。

この一部は第46回日本栄養・食糧学会総会において発表した。

文 献

- 1) 荒井綜一・大谷八峯：機能的食品の最新の知見。栄養日本，32，7-11，1989。
- 2) 篠原和毅：野菜の生理的な機能的。食の科学，151，8-12，1990。
- 3) 厚生省保健医療局健康増進栄養課：平成4年版国民栄養の現状。37-39，1992。
- 4) 嶋田義弘，高早苗，緒方正名：高速液体クロマトグラフィーによる中国野菜中のアスコルビン酸および総アスコルビン酸の定量。岡山医学界雑誌，103，899-903，1991。
- 5) 嶋田義弘，高早苗，吉田企世子：調理操作による中国野菜中の硝酸及びビタミンC含有量の変化について。中国短期大学紀要，23，p.56，1992。
- 6) 池谷保緒：タアサイ，栽培の基礎。野菜園芸大百科，377-385，農村漁村文化協会，1989。
- 7) 齊藤 進：栄養と品質，ビタミン類。植物栄養土壤肥料大事典，p.206，養賢堂発行，1976。
- 8) 林 宏子：食品中のビタミンCの安定性に関する基礎的検討。調理科学，26，1，12-26，1993。
- 9) 田口亮平：光合成器官としての葉。植物生理学大要—基礎と応用—，155-157，養賢堂発行，1964。
- 10) 日黒孝司，吉田企世子，山田次良，下野勝昭：夏どりホウレンソウの内部品質指標。日本土壤肥料学雑誌，62，4，435-438，1991。
- 11) 山中英明，久能昌朗，塩見一雄，菊池武昭：酵素法による食品中のシュウ酸の定量。食衛誌，24，5，454-458，1983。
- 12) 細貝佑太郎：野菜の中の有害成分。食の科学，46，78-86，1979。
- 13) 宮崎 昭：食品中の硝酸塩についての諸問題。食品衛生研究，27，7，49-53，1977。
- 14) 科学技術庁資源調査会：日本食品無機質成分表。176-177，1991。
- 15) 9)と同じ，植物の無機養分。134-140。