

## ビタミン

### (1) 品質としてのビタミン

#### ①品質におけるビタミンの意義

ビタミンは微量で動物の栄養を支配する有機物質で、体内では一部の例外を除いて合成されないので、食物から摂取しなければならない重要な栄養素である。また、他の栄養素とは異なり、体内的物質代謝を円滑にし、生理的機能を正常に保つ働きをしている。一方、食品中においても、抗酸化剤(V.E)、還元剤(V.C)、色素(カロチン)として重要な働きをしているものもある。

このような重要な成分であるビタミン類のうち、ビタミンAの70%、ビタミンBの50%、ビタミンCではじつに90%以上を植物性食品から摂取している。植物性食品のうちでは、野菜からの摂取量が特に高くなっている。したがって、野菜・果実のビタミン含有量は品質のひとつ指標として非常に重要なものであるといえよう。現在、日本人1人当たりの年間野菜消費量は約110kgで国際的にも高い水準にあり、ビタミンに関しても比較的充分に摂取量が確保さ

れているといえよう。

ビタミンには大別して脂溶性のものと水溶性のものがある。ビタミンAは脂溶性であり、ニンジン、カボチャなどを代表とする黄橙色色素をもった野菜に含まれるカロチンがビタミンAの給源として重要である。最近では動物性の脂肪類を多量に摂取するようになってきているので、野菜からのビタミンAは従来ほどの重要性はなくなっている。しかし、野菜のカロチンは油と同時に摂取することがビタミンA源として有効であるので、調理するときには心得ておく必要があろう。

ビタミンBは、ホウレンソウ、コマツナなどの緑黄野菜に多く含まれる水溶性ビタミンである。野菜における含有量自体は、他の食品に比べて特に多いわけではないが、熱に比較的安定であり、しかも生食に比べて煮食するばあいが多いため、量を多く摂取することができる。したがって全体としては野菜から摂るビタミンB量は他の食品より多くなっている。ビタミンB群は、糖を代謝し、エネルギーを発生させる生体内酸化に関係した補酵素の役割を果たす重要なビタミンであり、野菜の品質を左右する要素である。

ビタミンCは無色で水溶性であり、水溶液は

第1表 主な野菜のビタミンA効力(新鮮物)(三訂補「日本食品標準成分表」より訂正掲載)

(大久保、1981)

A効力(IU)	野 菜 の 種 類
4,000~	シソ葉、ニンジン、パセリ、乾トウガラシ、(11,000)
3,000~3,900	ヨメナ
2,000~2,900	シソ実、トウガラシ葉、ヨウサイ、ヨモギ
1,500~1,900	コマツナ、シュンギク、ツルナ、ナバナ、ニラ、フダンソウ、ホウレンソウ
1,300~1,490	アサツキ、カラシナ、ダイコン葉
1,000~1,290	カブ葉、トウガラシ、根ミツバ
800~990	トウナ、ナズナ
500~790	キョウウナ、セリ、タカナ、サラダナ、ノザワナ、ヒロシマナ、ワケギ
300~490	サヤエンドウ、日本カボチャ、西洋カボチャ、ツクシ、タイサイ、葉ネギ、ブロッコリー、切ミツバ
200~290	メキヤベツ、サヤインゲン、ゼンマイ、トマト
100~190	アスパラガス、グリンピース、オクラ、シットウガラシ、セルリー、ピーマン、ワラビ
50~99	キュウリ、エダマメ、レタス、根深ネギ
30~49	ズイキ、ジュンサイ
10~29	サントウサイ、シロウリ、ソラマメ、スイートコーン、ナス、フキ、ミョウガ
1~9	キャベツ
0.9~	ウド、カブ、カリフラワー、クワイ、ゴボウ、ショウガ、ダイコン、タケノコ、タマネギ、トウガル、ニンニク、ハクサイ、レンコン、モヤシ、カンピョウ、ユリ、ラッキョウ、ワサビ、サツマイモ、サトイモ、ジャガイモ、シイタケ

## ストレス耐性、品質と作物栄養

第2表 数種の野菜におけるビタミンA含有量  
の品種間変異

品 目	ビタミンA (β-カロチン: mg/100g)
ニンジン	4.0~9.6
スイートコーン	0.06~0.44
サツマイモ	0~18
スイカ	0.04~0.60
トマト	9.21~0.80
キャベツ	0.01~4.60

M.A STEVENS(1974年), 野菜園芸大事典(1977)などによる

還元力があり、体内のいたるところで重要な働きをしている。パセリ、ブロッコリー、ピーマン、イチゴなどに多く含まれており、人の体内では合成できないため、野菜・果実からほどんどを摂らなければならない。ビタミンCが熱に弱いことを知っている人のなかには、野菜からビタミンCを摂るために生食しなければなら

ないと考えている人が多いが、煮食でもその野菜の含有ビタミンCの約50%は利用できると考えれば、総量としては大量に摂取でき、短時間強火で炒めることは分解酵素を不活性化してかえってビタミンCの減少を防ぐ効果もある。

このように、わが国のばあい、野菜や果実は重要なビタミン源なのである。

### ②ビタミンと他の品質要素

一般に、品質を問題にするとき、これまで生産物の外観および味が重要視され、含有成分であるビタミン、ミネラル、繊維などはあまり問題にされてこなかった。しかしながら、これらの成分は人間の健康上欠くべからざるものであり、現在ますます重要視されてきている。しかし、ビタミンと他の品質要素との関係についてはいまだに不明な点が多く、研究の進展が望まれている。ビタミンCに関しては、後述する

第3表 各食品群別のビタミンB<sub>2</sub>複合体の含量 (単位: μg/g)

(岩尾, 1980)

食品群	ビタミンB <sub>2</sub>	ニコチン酸	ビタミンB <sub>6</sub>	パンテン酸	葉酸
肉類(ウシ、ブタ、ニワトリ)	0.8~1.6	20~50	2~7	6~15	0.03~0.14
卵(ニワトリ、アヒル)	3~4	1	0.2~0.5	13~50	0.03~0.08
牛乳	1.5~1.8	1~2	0.5~1	3	0~0.1
魚貝類	0.8~2	2~100	3~10	3~20	
白米	0.3	16	3	4	0.1
小麦粉	0.4~0.7	10~20	1~2.5	3~9	0.3~0.5
いも類(サツマイモ、ジャガイモ)	0.3~0.4	8~12	1.3~3	4~9	0.04~0.2
豆類(ダイズ、エンドウ、ラッカセイ、インゲンマメ)	1~3	20~45	1.6~5	18~25	0.1~0.5
根菜類(ダイコン、カブ、ニンジン)	0.2~0.5	2~8	1.1~1.2	7~10	0.07~0.15
果菜類(トマト、ナス、キュウリ、カボチャ)	0.2~0.4	3~8	0.4~1.5	3~4	0.02~0.15
葉茎菜類(ホウレンソウ、ネギ、ダイコン葉)	0.3~4	2~10	1~3	2~20	0.1~1.2
果実(カキ、モモ、リンゴ、ミカン)	0.3~0.4	1~8	0.2~2	0.6~3.4	0.04~0.4

第4表 食品群別にみたビタミンB<sub>2</sub>摂取量

食 品 群	摂 取 量 (g)	ビタミンB <sub>2</sub> 含有量	全ビタミンB <sub>2</sub> 摂取量に対する割合(%)
穀類	340.0	0.08	8.33
いも類	60.9	0.01	1.04
豆類	70.0	0.05	5.21
果実類	193.5	0.04	4.16
緑黄色野菜類	48.2	0.08	8.33
その他の野菜類	189.9	0.11	11.49
魚貝類	94.0	0.12	12.50
肉類	64.2	0.01	1.04
卵類	41.5	0.12	12.50
乳類	103.6	0.18	18.75

第5表 主な野菜のビタミンC含量(新鮮物)(三訂補「日本食品標準成分表」より訂正掲載)

(大久保, 1981)

含量範囲mg%	野 菜 の 種 類
200~	バセリ
150~199	ブロッコリー, メキャベツ
100~149	ナバナ
80~99	シシトウガラシ, トウガラシ(葉), ピーマン
50~79	アサツキ, サヤエンドウ, カブ(葉), カラシナ, カリフラワー, コマツナ, シソ(葉), ダイコン(葉), レンコン, ホウレンソウ, ワサビ, トウナ, ノザワナ, ヨメナ
30~49	ネギ, ワケギ, サツマイモ, トウガル, 西洋カボチャ, キャベツ, キョウナ, エダマメ, ナズナ
20~29	グリーンピース, サントウサイ, シソ(実), シュンギク, トマト, ニラ, ハクサイ, 根ミツバ, ジャガイモ, ヨモギ
15~19	ダイコン, ニンニク, 緑豆モヤシ, オクラ, カブ(根), 日本カボチャ, セリ, ソラマメ
10~14	根深ネギ, ラッキョウ, ワラビ, ヨウサイ, ミツバ, キュウリ, シロウリ, タケノコ, サラダナ, スィートコーン
5~9	サヤインゲン, セルリー, レタス, ナス, ニンジン, フダンソウ, ミョウガ, 大豆モヤシ, タマネギ, サトイモ, ヤマノイモ
1~4	ウド, ゴボウ, ショウガ, フキ
1~	ジュンサイ, カンピョウ, エノキダケ

ように、その前駆物質である糖との関係が強く、また、葉内にあっては光合成における働きも明らかにされつつある。

### ③ビタミン含量のちがいの実態

野菜のビタミンA含量について、種類のちがいによる含量の差を示したものが第1表である。含量の高いニンジン、シソ葉などが4,000 IUちがい値となっているのに対し、色の淡い野菜や軟白したものでは、1 IU以下と、著しい差があることがわかる。また、数種の野菜類におけるビタミンA含量の品種間差異について第2表に示したが、品種間にも相当な差異があることを示している。

ビタミンB複合体の含量については第3表に食品に含まれる範囲を示し、第4表にはビタミンB<sub>2</sub>の摂取のされ方を食品群別に比較した。ビタミンBについては、ビタミンA、Cのような極端な含量の差はみられない。最近緑黄色野菜の代表格ともいべきホウレンソウやシュンギク、コマツナなどの夏場の需要が増加しているが、ビタミンB群を年間を通じて平均的に摂取するという観点からして好ましいことである。

ビタミンC含量に関して、高い野菜から低いものまであげたのが第5表である。ビタミンAまではいかないが、1mg%以下のものから200mg%ちがいバセリまで非常に大きな含量の

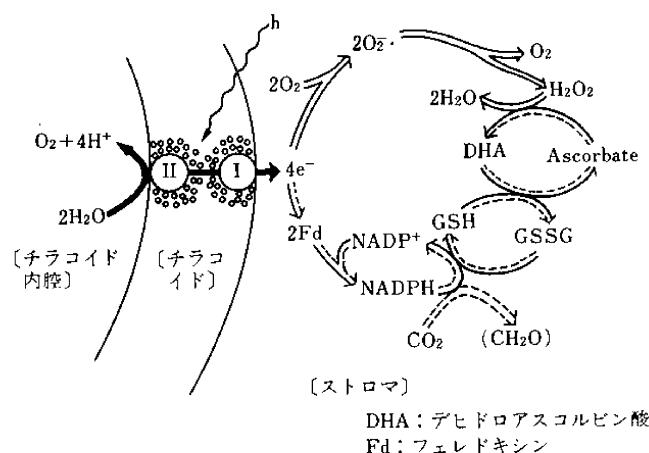
第6表 トマトにおけるビタミンC含有量の種間、品種間変異

	項 目	ビタミンC (アスコルビン酸: mg/100g)
栽培品種	一般品種	10.4~44.6
	高色素品種	19.4~46.1
	黄色品種	17.0~40.5
	β突然変異品種	
近縁野生種	<i>L. pimpinellifolium</i>	16.3~86.5
	<i>L. hirsutum</i>	10.1~14.5
	<i>L. peruvianum</i>	20.6~119.4
	<i>L. cheesmanii</i>	32.4(平均)
	<i>L. chmielewskii</i>	24.6~25.9
	<i>L. pennelli</i>	25.9~32.4

M.A. STEVENS(1974), G. SORESSI(1969), 菅野ら(1982), 望月ら(1984)などによる

差異があることがうかがえる。また、トマトについて種間、品種間の変異を示したものが第6表である。同じ作物でも品種によってかなりの変動があることを示している。

以上ビタミン含量のちがいについて述べてきたが、ビタミンA、Cについては作物、品種によって含量に大きな差異がある。このことは、積極的な育種による品質の改善の可能性が大きいことを示しているといえよう。また KELLY(1975)が述べているように、大量に消費される品目はビタミン含有量が数%増加しただけでもその効果が大きいこと、しかし高ビタミンを



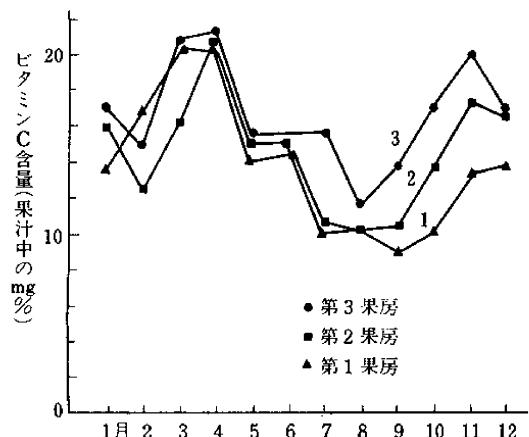
第1図 ホウレンソウ葉緑体でのスーパー・オキシド( $O_2^-$ )、過酸化水素( $H_2O_2$ )の形成とその消去 (中野ら)

追求しすぎると食品としてくせが出て消費量は減少するおそれもあること、などは育種上注意すべき点もある。

## (2) 野菜のビタミンC含量と栄養生理

### ①ビタミンCのつくられる支配要因

ビタミンCの前駆物質は糖である。葉菜類のように食用部位が光合成器官の葉であるばあいは、光合成との密接な関係がみられる。中野ら(1981)は、光合成代謝過程におけるビタミンCの役割の重要性を明らかにし、第1図の経路を発表した。クロロプラストに光が当たると有害な活性酸素を含む $H_2O_2$ が発生してくる。こ

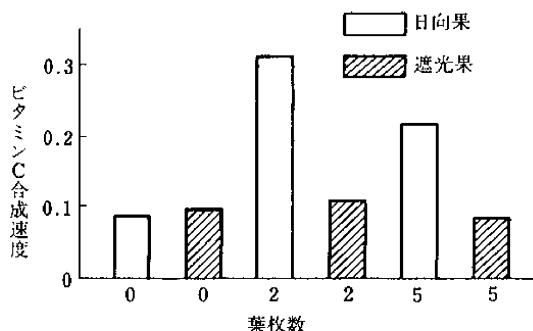


第2図 毎月20日に播種したトマト果実のビタミンC含量の変化  
品種：大型瑞光、各播種とも3段どり

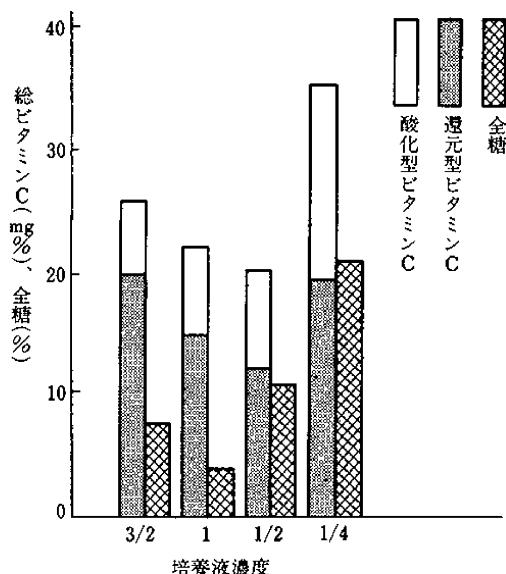
の $H_2O_2$ は無毒化しないと光化学系Iの過程がすすまない。ビタミンCは、この $H_2O_2$ 除去のため葉緑体ストロマ内で電子伝達のドナーとして働いている。つまり、光合成が順調にすすめられるためには多量のビタミンCが必要であることを示したものである。事実、葉菜類ではビタミンC含量に日変化がみられ、日中は増加し、夜間は低レベルとなる。

一方、果菜類では、同化産物が果実に転流して肥大成熟するので、葉菜類のように単純ではない。しかしながら、光の影響は顕著であり、トマトの例では第2図のように明らかに季節変動を示した。これは毎月20日に播種し、3段どり栽培を行なって、各果房のビタミンC含量を1年間にわたり分析したものである。果実肥大期が高日射量となる作型では、高い含量となっている。また、時期により程度のちがいはあるが、一貫して日射条件のよい第3果房で含量が高いことがわかる。

別の実験で、果実を遮光処理して果実内のビタミンCの合成される速度を測定したところ、第3図に示すように、果実が遮光されたことによってビタミンC合成速度は明らかに抑えられていた。また葉が1枚もついていない株の果実では、いくら果実に光が当たっていてもビタミンC合成は抑えられ、葉が2枚でもついていれば合成は順調に行われることが明らかになった。



第3図 トマト果実中のビタミンC合成速度  
果実は1段果房だけとし、葉数は0、2、5枚に整理し、果実の半数は黒色寒冷紗で遮光した

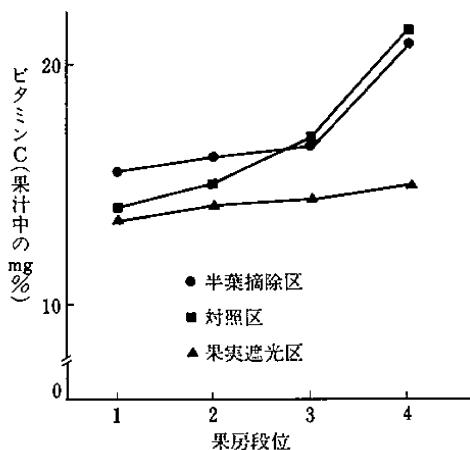


第4図 培養液濃度がサラダナのビタミンC、糖含量に及ぼす影響

## ②栄養生理状態とビタミンC含量

植物体内的ビタミンC含量には、光条件が強く影響を与えることを述べたが、栄養生理状態との関係もみられる。

葉菜類については、水耕試験により5大肥料要素の影響を調べたところ、少Mg区で含量が減少し、標準区に尿素葉面散布した区で顕著に



第6図 半葉摘除および果実遮光による果実のビタミンC含量の変化

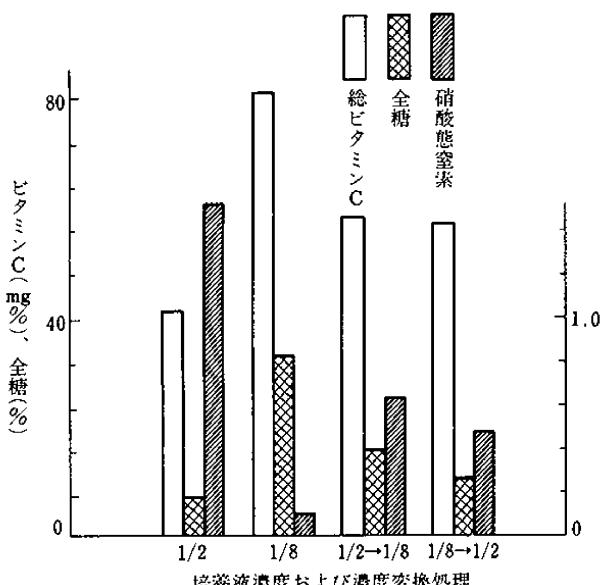
含量は増加した。培養液の濃度の影響も調べ、第4図に示した。標準の1/4濃度という薄い培養液で育てたサラダナでは、ビタミンC、糖含量が著しく高かった。光合成によってつくられた有機酸、糖がタンパク合成などの窒素同化で代謝されないために葉中に蓄積したものと思われた。

果菜類については、多K区での含量増加が顕著であった。カリウムの増施によって有機酸含量、食味が向上することは知られており、ビタ

ミンCも同時に増加したものと推察される。なお、リン酸の増施によって果実中のビタミンCは顕著に減少したが、これは植物体の生育が過繁茂になり果実が遮光されてビタミンC含量が減少するためで、リン酸の直接的な影響ではないことが明かとなった。

## ③ビタミンC含量増加のための技術的課題

葉菜類では、すでに述べたように光合成を順調に行なわせることが重要であるが、栄養生理的な方法も考えられる。水耕で栽培されたサラダナにおいて、収穫直前までは生育のよい標準濃度の培養液で育て、収穫直前の2日間だけ1/8濃度というごく薄い培養液に変換したところ、ビタミンC、糖含量が高く、硝酸態窒素の低い収穫物が得られた(第5図)。



第5図 培養液濃度変換がサラダナのビタミンC、糖および硝酸態窒素含量に及ぼす影響  
濃度変換後2日目に分析

## ストレス耐性、品質と作物栄養

葉菜類では、このほか微量元素（特にFe, Mnなど）との関係、葉面散布など実用可能な改善技術が考えられる。

果菜類については、冬期弱光下では果実に光を充分に当てることが重要である。トマトのばい、果実の肥大が終わった緑熟期のころに周囲の葉を摘んでやると下位果房でも高ビタミンC含量の果実を収穫することができた（第6図）。ほぼ同様な効果を、イチゴ、ピーマンなどについても認めている。

今後さらに広範な野菜について、ビタミンC含量増加のための技術の改善についての研究が望まれる。

執筆 篠原 溫（筑波大学）

### 文 献

- 岩尾裕之. 1980. 野菜は薬だ. 農文協.  
KELLY, J. F. 1975. Improving Food Values of Vegetables. Hortsci. 10 (6), 568—569.  
望月龍也・上村昭二. 1985. 日本人のビタミンAおよびC摂取量からみた野菜類品目別の評価. 農及園. 60 (7), 867—872.

NAKANO, Y. and K. ASADA. 1981. Hydrogen peroxide scavenged by ascorbate specific peroxide in spinach chloroplasts. Plant Cell Physiol. 22, 867—880.

大久保増太郎編著. 1982. 野菜の鮮度保持. 養賢堂.  
崎山亮三. 1967. トマト果実の酸含量に及ぼす窒素、

リン酸、カリの影響. 園学雑. 36, 399—405.

清水茂監修. 1977. 野菜園芸大事典. 養賢堂.

篠原 溫. 1977. 施設野菜の施肥条件とビタミンC等の含有量. 農及園. 52 (10), 1267—1271.

篠原 溫. 1978. レタス、シュンギクにおける施肥条件とアスコルビン酸含量について. 園学雑. 47 (1), 63—70.

篠原 溫. 1980. トマト・ピーマンにおける施肥条件とアスコルビン酸含量について. 園学雑. 49 (1), 85—92.

SHINOHARA, Y. et al. 1981. Effect of light and nutritional conditions on the ascorbic acid content of lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 50(2), 239—246.

篠原 溫. 1982. 施設トマトの栽培法、栽培時期及び品種と果実のアスコルビン酸含量. 園学雑. 51 (3), 338—343.

篠原 溫. 1986. 養液栽培野菜の品質と栽培技術による改善. 農及園. 61 (1), 219—222.