

総 説

野菜の栄養とビタミンC

辻 村 卓*

Nutrition of Vegetable and Vitamin C

Masaru TSUJIMURA*

1. はじめに

野菜や果実の季節感が年々失われつつある。これは栽培技術および輸送技術が向上・発達したことに伴った変化であると思われる。ほしい食材が四季を通していつでも手に入るようになり、食卓が豊かになったことは確かだが、その栄養価はどうなっているのだろうか。健康志向の高まりの中で、今野菜が注目を集めている。出回り期の長い野菜について、この栄養価の問題を考えてみた¹⁻³⁾。

健康志向の高まりとともに、健全な食生活のために野菜を積極的に食べようという意識は強くなっている。

さまざまな野菜の持つ栄養成分や健康効果など、野菜に関する情報も格段に増え、知識も多く得られるようになった。また、品種や栽培方法の改良、輸入野菜の増加などによって、多くの野菜が年間を通じて手に入るようになっている。

好みの野菜をいつでも手軽に入手できるのはありがたいことだが、これまでの調査では、いわゆる「旬」の野菜と、「旬」以外の時期の野菜では栄養価が大きく変動することが分かっている。

「旬の野菜」推進委員会は、

●それぞれの地域で、●最も適した時期に、●無理なく作れる、●食べごろに、●新鮮で、●栄養分がいっぱいの、●安全で、●おいしい、●自然環境にやさしい、●人にやさしい

ことを「旬の野菜」の定義として提唱している。

今回は、野菜の栄養価が年間を通してどう変化していくか、大学院生、学部生とともに20年間にわたり調査・研究を重ねた。そして、主として日本ビタミン学会、ビタミンC委員会で発表した「野菜の栄養とビタミンC」について、解説した。

2. 日本で食べられてきた野菜

われわれの食べ物に対する興味は、見慣れたもの、子どもの頃に口にしたものなど、かなり限定されていて、経験したことのないものを積極的に口の中に入れてみたいとはあまり思わないのではないだろうか。かつてトマトやキャベツが受け入れられるまでに50年ほどを要したと文献にあるが、グルメの時代の今日からではとても考えられないことだ。しかし、私自身、タイ料理やインドネシア料理を現地で初めて食したときのあの口内の緊張、こわばりを思い返すと、納得できることでもある。

高宮ら⁴⁾は日本の野菜に関する研究の中で、今われわれの周りで目にする野菜のうち、日本原産のものはごくわずかしかなことを報告しており、フキ、日本原産の例として、ミツバ、ウド、セリ、ゴボウ（ヤマゴボウ）、アザミ、ワサビ、サンショウ、ミョウガなどが挙げられている。これでは、栄養不足、特にビタミンやミネラルの不足に陥ってしまい、日本原産の野菜だけではとても生きてはいけない。

ダイコンやカブは日本原産ではないがその歴史は古く、ナスやキュウリが日本に入ってきたのはこれよりも後になってからである。「古事記」や「日本書紀」にはマメ（ダイズ）、カブ、ショウガ、ダイコンなどが、「万葉集」にはサトイモ、ニラ、ハス、マクワリなどが登場している。江戸時代にはカボチャ、ニンジン、ホウレンソウ、スイカも日常の食生活の中に取り入れられていたようである。明治政府は多くの野菜をヨーロッパ、アメリカから持ち込み、日本各地で栽培させたが、その多くは当時の日本の食習慣や嗜好になじまず、一般家庭にはなかなか定着しなかったようだ。しかし、この時、試験栽培されたものの中からキャベツ、タマネギ、トマトなどが長い時間をかけて食卓に迎えられ、今日の食生活において主要な野菜の地位を獲得することになった。

* 生物有機化学研究室，女子栄養大学：Laboratory of Bio-Organic Chemistry, Kagawa Nutrition University

表1 41種類の野菜

アスパラガス	イチゴ	インゲンマメ	エダマメ	エンドウ
オクラ	カブ	カボチャ	カリフラワー	キャベツ
キュウリ	ゴボウ	コマツナ	サツマイモ	サトイモ
シイタケ	シソ	ジャガイモ	シュンギク	ショウガ
スイカ	スイートコーン	ダイコン	タマネギ	チンゲンサイ
トウガラシ	トマト	ナス	ニラ	ニンジン
ニンニク	ネギ	ハクサイ	ピーマン	ブロッコリー
ハウレンソウ	メロン	モロヘイヤ	ヤマイモ	レタス
レンコン				

数年前まで、15年間ほど海外共同研究の一環として、年に1, 2回、植物性食品図鑑の作成などのため中国雲南省、西双版纳地方あるいはタイ国北東部チェンマイ市などの食品市場に出かけていた。ここに出回る野菜の多くは日本の市場でも見られるものであり、照葉樹林地帯における食物の共通性を実感させられる。長い歴史を経て、現在私たちの周りには数多くの食用植物が存在するようになった。日本人はどのような野菜を身近なものと感じているのだろうか。大久保⁵⁾は、日本の食卓によく登場する馴染みの野菜を41種類挙げている(表1)。

3. 夏のハウレンソウの栄養価を調べてびっくり

今からおよそ30年前の7月、ある会社から依頼を受けて野菜の栄養分析を行い、その時のハウレンソウに含まれるビタミンCの数値があまりにも低いのに驚かされた。100g中に60~80mgは含まれているだろうと思っていたら、わずかに10mg、何度測り直しても同じなのだ。7月のハウレンソウは旬から遠く外れている。旬ではない季節の野菜の栄養価は、こんなにも低くなるのかと痛感した。これがきっかけで、野菜の栄養価が年間通してどう変化していくかに興味をもち、研究が始まった。

1985年から2005年までの20年間にわたり、1月から12月までの毎月、同じ種類の野菜について栄養分の含有量を調べてみた。20年で野菜はおよそ40種類、東京と東京近郊の5地域(豊島区、北区、横浜市、松戸市、坂戸市)で購入したものを使用した。食品成分表⁶⁾と同じように店頭で手に入れやすい、より新鮮なものを選んだ。

選択したのは、食品成分表⁶⁾、大久保⁵⁾の41種の野菜、辻村ら⁷⁾の報告を参考に、実験目的に合う出回り期が長い主要野菜・果実をまず12種類(ジャガイモ、カボチャ、キャベツ、サヤインゲン、セロリ、トマト、ニンジン、ピーマン、ブロッコリー、ハウレンソウ、キウイフルーツ、マンゴー)。①店頭に出回っている野菜・果実のビタミン含有量が季節によってどのように変化するか、②出回り最盛期(旬)とそれ以外の季節とで栄養成分はどのように変化するか、③測定した分析値が四訂食品成分表の成分値とはどのような関係にあり、季節により成分表値を補正する必要があるのか、などを明らかにするための実験を行った。

『四訂食品成分表』⁶⁾の解説には、成分表値の決定にあたっては、「できるだけ標準的なサンプルから得られた

分析値を基にして、既存の各種文献・資料等も参考にしに行く」「サンプリングにあたっては、原材料的な食品は動・植物の種類、生産環境等により(中略)成分値が変動するので、これらの変動要因に十分留意する」と記載されている。五訂版⁶⁾も同様である。

4. 野菜の旬、季節変動が大きいカロテン、ビタミンC

野菜の主な栄養素はビタミンとミネラルです。ビタミンはカロテン(ビタミンAに変わる)、ナイアシン(ビタミンB₃)、ビタミンC、ミネラルについてはカルシウム、リン、鉄、ナトリウム、カリウムについて調べた。

その結果、季節変動が大きかった栄養素がカロテンとビタミンCで、ミネラルはそれらに比べると変動はそう大きくはなかった。これはビタミンが光合成の影響を受けるのに対して、ミネラル類は土壌成分の影響を受けるためだろうと考えられる。

1986年から2005年(2000年に五訂食品成分表発行)まで市販野菜の栄養分析をしました。20年間の調査・研究でわかったことは、ほとんどの野菜の栄養価には1年のうちに山(栄養価が高い時期)があり、それが昔からいわれる“旬”の時期にあたるということであった。

特に私たちの身体の成長や抵抗力をつけるために必要な、カロテンとビタミンCの変動が大きいことがわかった。栽培する温度や光、肥料、土壌などが地域による栽培時期と複合的に影響しあうことが原因と考えられる。図1では、ハウレンソウ、ピーマン、ブロッコリー、カボチャのカロテンとビタミンC、ニンジンとトマトのカロテン、ジャガイモとキャベツのビタミンCについて通年の成分値を示している。

カロテンについては、トマトは7月が2月の約2倍、ブロッコリーは3月が8月の約4倍もの数値を示し、ビタミンCについては、ハウレンソウは12月が最も多く、最も少なかった9月の5~8倍、ブロッコリーは2月が8月の約2倍、ジャガイモは7月が4月の約5倍の数値となった。ピーマンは通年で高いビタミンC値を示した。

わかったことは、時期によって野菜は、外見は同じでも中身は違うということだ。地域によって時期は異なるものの、本来それぞれの野菜には旬があり、一般的に旬の時期は3ヵ月ほどにすぎず、例外はあるものの、旬以外の季節には、旬の時期の数分の一の栄養価しかもたな

いこともある。それだけに、野菜の旬を知ることが大事であろう。30年くらい前までは、タケノコなら春、スイカなら夏、サンマなら秋、ホウレンソウなら冬と旬がはっきりしていて、多くの日本人がよく知っていた。

旬だけでなく、旬が来る前に「誰よりも早く先に味わいたい」と粋がってちょっと早く食べる「はしり」、旬

が過ぎたところに「もう来年までは食べられない」と惜しみつつ食べる「名残」にも敏感であった。そこには豊かな文化も息づいていたと思う。

各種ビタミン⁸⁻¹⁰⁾、ミネラル¹¹⁾などの測定法を検討しつつ、1985～2005年の20年間、主要な野菜の栄養成分の測定を行い、日本ビタミン学会誌、ビタミンC研究委員

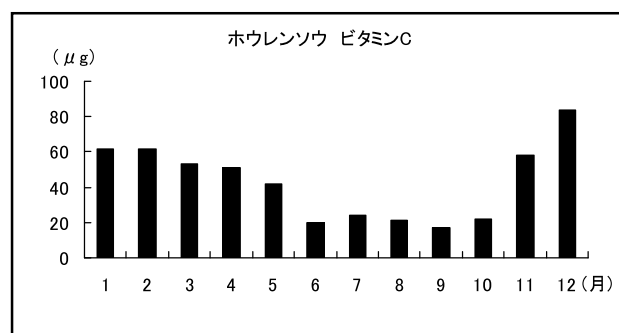
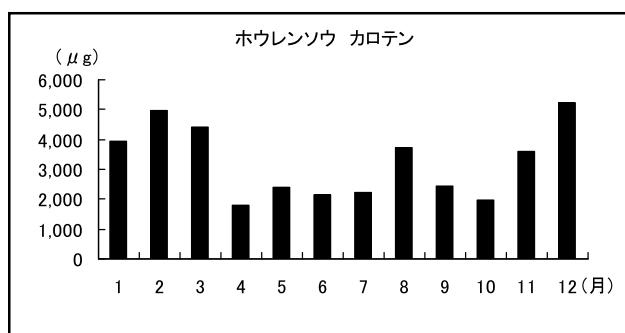
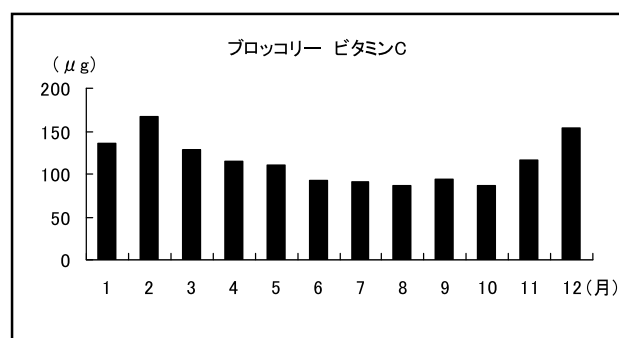
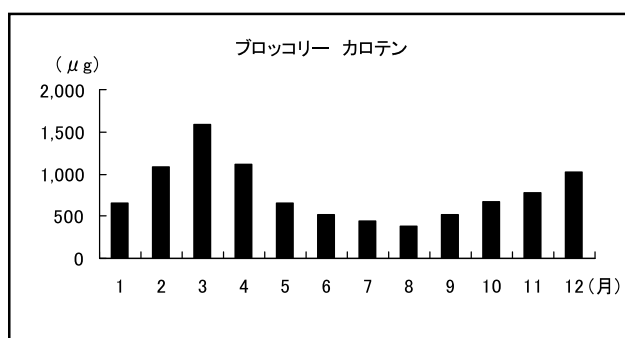
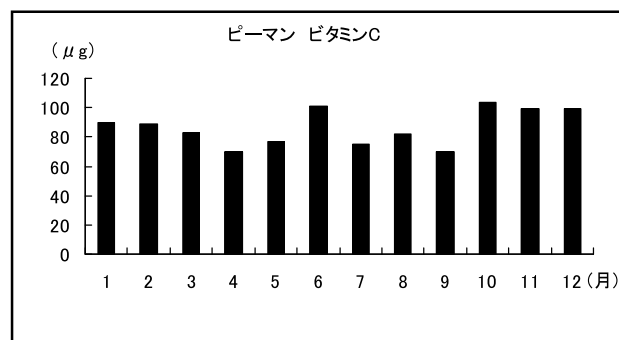
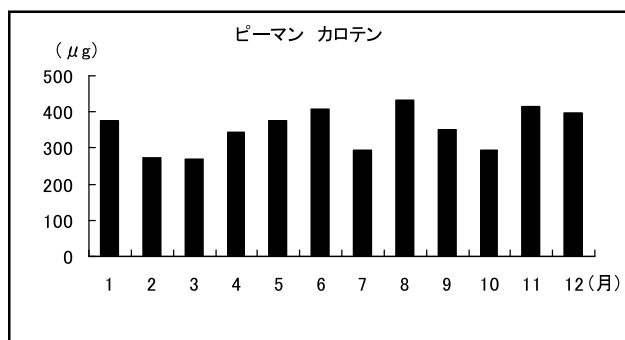
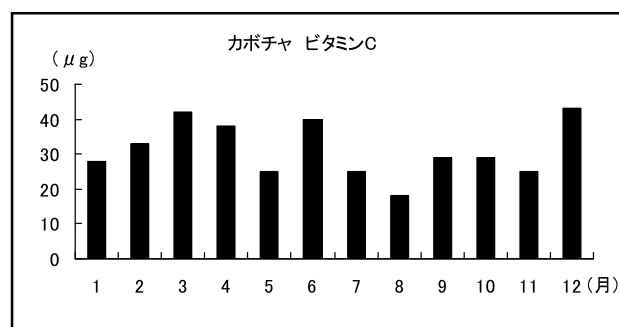
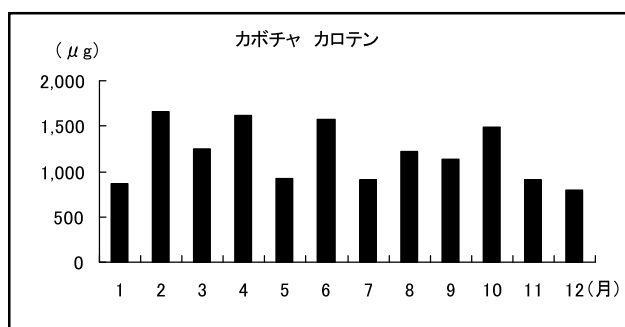


図 1-1 主要野菜のカロテンおよびビタミンC含有量の通年変化

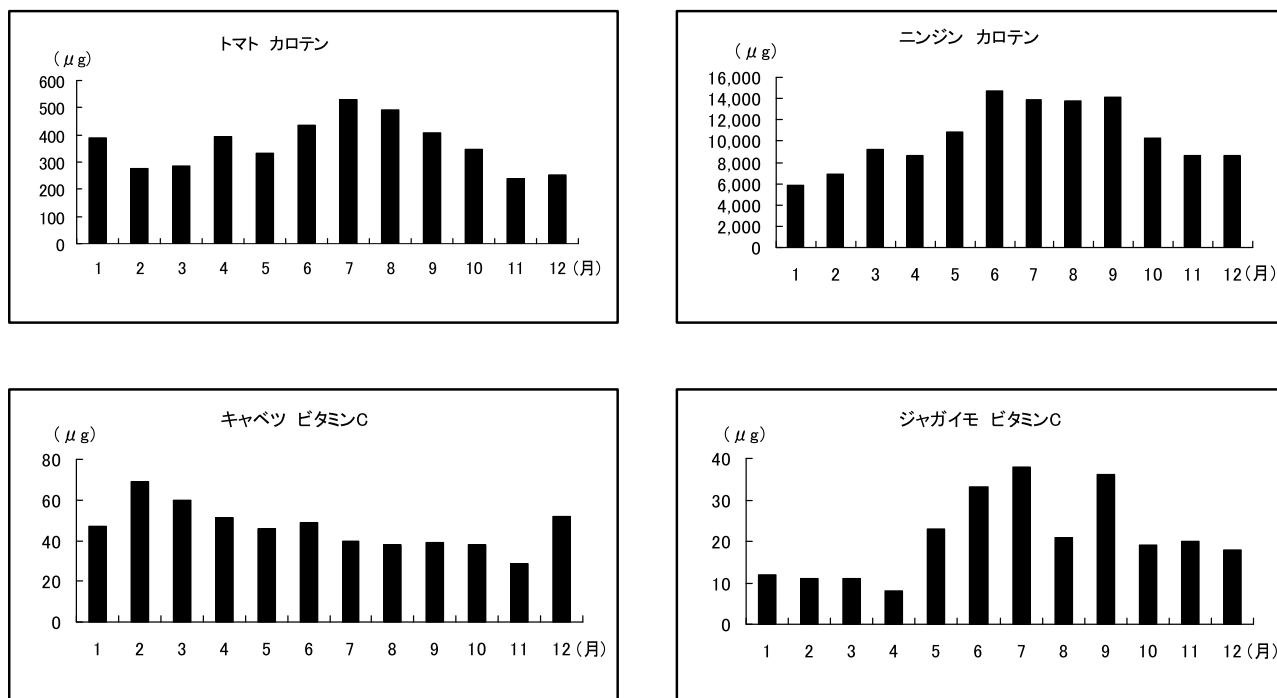


図 1-2 主要野菜のカロテンおよびビタミン C 含有量の通年変化

会などへ報告してきた。

5. 食品成分表 四訂と五訂の標準成分値の違い

四訂と五訂の日本食品標準成分表（表 2）に記載されている標準成分値を比較するため、野菜とその分析値（成分値）を示す（表 3）。

日本で栽培している、いないにかかわらず、輸送手段の発達などで、遠くから、海外から輸入される野菜や果物も数多くなっている。一方では野菜の地産地消、直売活動が叫ばれている。日本に従来からあった野菜は、旬とは無関係にいつでも店頭で購入できるようになった。

野菜では 1 食品 2 成分値のものはないが、五訂食品成分表では、ホウレンソウに関してはビタミン C についてのみ、夏どりの場合と冬どりの場合の数値が備考欄に記載されている。四訂食品成分表の作成当時、ホウレンソウは通年流通ではなかったもので、旬の時季の栄養成分値を標準値として示していた。したがって年間平均値を採用している五訂版値は、四訂版値のほぼ 2 分の 1 である。ホウレンソウの栄養成分が減ったためではない。

6. トマトが甘くなった理由

トマトはビタミン C だけ比較すると、“昔のもの”の方が優れていたかもしれない。優れた品質のものが、なぜ姿を消したのだろう。消費者のニーズがトマトを変えた。

トマトの嗜好を決める成分は、ビタミン C ではないかと思っていた。しかし、実際は食べるときの甘味（糖度）の方が大きく関係するようだ。この事がトマトの生産を

表 2 日本食品標準成分表の沿革

名 称	年	食品数
○日本食品標準成分表*	1950	538
○改定日本食品標準成分表**	1954	695
○三訂日本食品標準成分表	1963	878
・日本食品アミノ酸組成表	1966	157
○四訂日本食品標準成分表	1982	1,621
○四訂フォローアップ		
・日本食品脂溶性成分表	1989	518
・日本食品無機質成分表	1991	436
・日本食品食物繊維成分表	1992	227
・日本食品ビタミン D 成分表	1993	179
・日本食品ビタミン K, B ₆ , B ₁₂ , D 成分表	1995	393
○五訂日本食品標準成分表（新規食品編）	1997	213
○五訂日本食品標準成分表	2000	1,882
・五訂増補日本食品標準成分表	2005	2,005

*経済安定本部

**総理府資源調査会まとめ

「糖度の高いもの」に変える力となった。

消費者は、ビタミン C が 100 g 当たり約 40 mg という酸味の強いトマトより、ビタミン C はほぼ 2 分の 1（15～20 mg）でも糖度の高い甘いトマトを選択した。間違いなく、日本国民の 9 割以上が酸味の強いトマトではなく、甘いトマトを選んだ。型くずれしにくいという調理をする側の要求も重なって、今日の店頭に並ぶ甘いトマトが、短期間のうちに全国で受け入れられるようになった。

表 3 四訂食品成分表と五訂食品成分表との比較

食 品 名 Food and description		エネルギー		水分	蛋白質	脂質	炭水化物		無 機 質								ビタミン				食物繊維					
		Kcal	g				糖 質	纖 維	灰 分	ナ トリ ウム	カ リ ウ ム	カル シ ウム	マグ ネ シ ウム	リン	鉄	亜 鉛	銅	カロ テ ン	E	B ₁	B ₂	ナイ ア シ ン	C	水 溶 性	不 溶 性	総 量
ブロッコリー	花らい・生	四訂	43	84.9	5.9	0.1	6.7	1.1	1.3	6	530	49	30	120	1.9	1.1	0.11	720	1.8	0.12	0.27	1.2	160	1.0	3.8	4.8
	花序・生	五訂	33	89.0	4.3	0.5	5.2		1.0	20	360	38	26	89	1.0	0.7	0.08	810	2.5	0.14	0.20	0.8	120	0.7	3.7	4.4
ほうれんそう	葉・生	四訂	25	90.4	3.3	0.2	3.6	0.8	1.7	21	740	55	70	60	3.7	0.77	0.18	5,200	2.5	0.13	0.23	0.6	65	0.8	2.7	3.5
	葉・生	五訂	20	92.4	2.2	0.4	3.1		1.7	16	690	49	69	47	2.0	0.7	0.11	4,200	2.1	0.11	0.20	0.6	*35	0.7	2.1	2.8
キャベツ	結球葉・生	四訂	24	92.4	1.4	0.1	4.9	0.6	0.6	6	210	43	14	27	0.4	0.16	0.022	18	0.1	0.05	0.05	0.2	44	0.1	1.8	1.9
	結球葉・生	五訂	23	92.7	1.3	0.2	5.2		0.5	5	200	43	14	27	0.3	0.2	0.02	49	0.1	0.04	0.03	0.2	41	0.4	1.4	1.8
にんじん	根・生	四訂	32	90.4	1.2	0.2	6.1	1.0	1.1	26	400	39	9	36	0.8	0.14	0.055	7,300	0.4	0.07	0.05	0.9	6	0.5	1.9	2.4
	根・皮つき・生	五訂	37	89.5	0.6	0.1	9.1		0.7	24	280	28	10	25	0.2	0.2	0.04	9,100	0.5	0.05	0.04	0.7	4	0.7	2.0	2.7
トマト	果実・生	四訂	16	95.0	0.7	0.1	3.3	0.4	0.5	2	230	9	8	18	0.3	0.13	0.047	390	0.8	0.05	0.03	0.5	20	0.1	0.6	0.7
	果実・生	五訂	19	94.0	0.7	0.1	4.7		0.5	3	210	7	9	26	0.2	0.1	0.04	540	0.9	0.05	0.02	0.7	15	0.3	0.7	1.0
きゅうり	果実・生	四訂	11	96.2	1.0	0.2	1.6	0.4	0.6	2	210	24	13	37	0.4	0.23	0.05	150	0.4	0.04	0.04	0.2	13	0.2	0.6	0.8
	果実・生	五訂	14	95.4	1.0	0.1	3.0		0.5	1	200	26	15	36	0.3	0.2	0.11	330	0.3	0.03	0.03	0.2	14	0.2	0.9	1.1
じゃがいも	塊茎・生	四訂	77	79.5	2.0	0.2	16.8	0.4	1.1	2	450	5	19	55	0.5	0.23	0.075	φ	0.1	0.11	0.03	1.8	23	0.1	1.0	1.1
	塊茎・生	五訂	76	79.8	1.6	0.1	17.6		0.9	1	410	3	20	40	0.4	0.2	0.1	Tr	Tr	0.09	0.03	1.3	35	0.6	0.7	1.3

資料：科学技術庁資源調査会『四訂日本食品標準成分表』『五訂日本食品標準成分表』

φ・Tr 微量

資料：科学技術庁資源調査会『四訂日本食品標準成分表』『五訂日本食品標準成分表』

ほうれんそう

備考

*夏採りの場合 20mg

冬採りの場合 60mg

φ・Tr 微量

7. 通年流通の野菜の増加が成分含有量低下へ

本来、それぞれの野菜には旬というものがあり、ふつう旬の時期はわずか3～4ヵ月ほどである。野菜は旬の時期に、充実した栄養価をもつ。それ以外の季節は、旬の時期に比べると数分の1の栄養価しかもっていない。つまり、旬の野菜の栄養価（野菜から期待できるビタミンCやカロテン）は高いが、それ以外の季節に収穫した野菜の栄養価は低いということだ。

以前は、野菜はそれぞれの旬の時期にしか生産できなかった。今日では生産技術が向上して、それに伴って、1年を通して生産、供給が可能になっている。消費者と生産者のニーズだろうか。しかし、このような生産は燃料を必要とする。

今の旬の時期の野菜を昔の野菜と比べると、いろいろな面（味、におい、酸味など）で現代人の食に対する欲求を満たしている。表3に示した一部野菜の四訂、五訂の含有量の違いは土壌が弱ってきたからでも、生産し続けたからだけではなく、専ら生産した野菜の栄養平均値を示しているからなのだ。四訂時代は、野菜生産がほぼ旬の時期だけであった。一方、今日の五訂の時代、主要野菜はほぼ通年栽培。したがってその栄養平均値は、当然四訂値よりは五訂値のほうが低くなる。

旬の季節にしか生産できなかった四訂版以前の食品成分値と、年間を通した通年平均値を成分表値とする五訂版とでは、成分値の意味が違う。四訂版に比べて五訂版が低値になる理由がここにある。旬の季節の野菜の高栄養は、今も昔も変わっていない。けれども、野菜の栄養価が通年で大きく変動することは、病院や学校、ホームなどで食事の栄養計算を担当する栄養士にとって我慢できないことなのではないだろうか。生きるために栄養分を必要とする人には、栄養計算に近い内容の食事が提供されなければならない。

トマト、ニンジンなど、においの強い種類の野菜は消費者（特に子どものいる家庭）が好まなくなり、主流の座をにおいの少ない、子どもでも食することができる野菜に明け渡した。今は、においの少ない野菜が家庭では受け入れられている。しかし今日、日本の各地方で野菜好きの方々（生産者、調理人、愛好家など）が伝統野菜の復活にがんばっているのは心強いことである。

野菜を一年通して同じものを食べるのに比べ、旬の時期だけを待って食べることで野菜への思いも季節感も深くなる。

8. 旬の野菜を楽しもう

これから、秋から冬にかけてが旬の、栄養豊富な野菜の出番になる。ハクサイ、ニンジン、カボチャ、ホウレンソウ、シュンギク、ミツバなど。ハクサイ（ビタミンC）、ニンジン（カロテン）以外はビタミンCもカロテンも充実している。家族で食卓を囲んで、食材を語るのも楽しいことだ。旬を知り、野菜直売所を利用し、豊か

表4 栄養価の最大月でみる野菜の旬

月	ビタミンC	カロテン
1	グリーンアスパラガス	
2	ブロッコリー、ハクサイ、キャベツ	
3		ブロッコリー、キャベツ
4		サヤインゲン
5		グリーンアスパラガス
6	シソ、レタス、サヤインゲン	ニンジン、シシトウ
7	トマト、キュウリ、チンゲンサイ、ジャガイモ	トマト
8	ピーマン	ピーマン、キュウリ、レタス、チンゲンサイ
9	シシトウ	シソ、ハクサイ
10	ニンジン	カボチャ
11		
12	ホウレンソウ、シュンギク、カボチャ、ミツバ、ダイコン	ホウレンソウ、シュンギク、ミツバ

（注）いずれも女子栄養大学生物有機化学研究室調べ

な食卓をつくりあげていき、そして、栄養豊富な野菜の美味しさを味わってほしいと思う（表4）。

9. 最近の研究

1) 有機野菜と慣行野菜の比較

4年間ほどレタス、コマツナ、ホウレンソウを使って11、12、1月に栄養成分の分析¹²⁾と官能検査¹³⁾を実施した。有機野菜と慣行野菜のどちらかの栽培法が強い優位性を示すという結果ではなかった。環境、農作業等に対する影響について、今回は検討していない。

2) ビタミンC排泄と酵素遺伝子¹⁴⁻¹⁶⁾

ビタミンC負荷試験をして、尿中へのビタミンC排泄を経時的に測定すると、個人差が大きく現われた。ここで分かったことは、どんなに厳密に条件をそろえても、ビタミンC代謝には大きな個人差があるということだった¹⁴⁾。このような研究において、条件を同じに整えても個人差が大きく現われる場合には、遺伝子の多型が関係すると考えられる。事実、ビタミンC代謝の個人差も、グルタチオンS移転酵素P1と呼ばれる酵素の多型によって一部を説明することができた。テーラーメイド栄養学（個人個人を対象とした栄養学のこと＝Tailor Made）において大きな進歩といえよう。

参考文献

- 辻村 卓, 小松原晴美, 荒井京子, 福田知子: 出回り期が長い食用植物のビタミンおよびミネラル含有量の通年成分変化 [1]. ビタミン, **71**, 67-74 (1997)
- 辻村 卓, 日笠志津, 荒井京子: 出回り期が長い食用植物のビタミンおよびミネラル含有量の通年成分変化 [2]. ビタミン, **72**, 613-617 (1998)
- 辻村 卓, 青木和彦, 佐藤達夫: 野菜のビタミンとミネラ

- ル. 女子栄養大学出版部, 東京 (2003)
- 4) 高宮和彦 編: 野菜の科学. 朝倉書店, 東京 (1993)
 - 5) 大久保増太郎: 中公新書 日本の野菜. 中央公論社, 東京 (1995)
 - 6) 香川 綾: 四訂食品成分表. 女子栄養大学出版部, 東京 (1985); 香川芳子, 五訂食品成分表. 女子栄養大学出版部, 東京 (2000)
 - 7) 辻村 卓, 福田知子, 小松原晴美: 食用植物におけるアスコルビン酸の酸化及び組織中ビタミンCの加熱残存量. ビタミン, **64**, 27-35 (1990)
 - 8) 辻村 卓, 日笠志津, 笠井孝正: 2,4-ジニトロフェニルヒドラジンを用いた高速液体クロマトグラフィーによる食品中ビタミンCの定量. ビタミン, **70**, 241-248 (1996)
 - 9) 辻村 卓, 日笠志津, 福田知子, 菅原龍幸: 食品中のナイアシンのHPLC定量法—微生物法との比較検討—. ビタミン, **71**, 567-573 (1997)
 - 10) 辻村 卓, 荒井京子, 小松原晴美, 笠井孝正: 冷凍あるいは凍結乾燥処理した野菜・果実中のビタミン含有量に及ぼす通年貯蔵の影響. 日本食品低温保蔵学会誌, **23**, 35-40 (1997)
 - 11) 辻村 卓, 小松原晴美: 誘導結合プラズマ発光分光分析計の定量精度について. 女子栄養大学紀要, **20**, 147-154 (1989)
 - 12) 辻村 卓, 日笠志津, 根岸由紀子, 奥崎政美, 竹内 周, 成田国寛: 栽培条件 (有機栽培と慣行栽培) の違いによる野菜栄養成分の比較 [I]. ビタミン, **79**, 497-502 (2005)
 - 13) 日笠志津, 根岸由紀子, 奥崎政美, 竹内 周, 成田国寛, 辻村 卓: 栽培条件 (有機栽培と慣行栽培) の違いによるレタス, コマツナ, ホウレンソウの官能特性の比較. 日本食生活学会, **19**, 18-27 (2008)
 - 14) 辻村 卓, 日笠志津: ヒトにおけるデヒドロアスコルビン酸のビタミンC効力 [II]: 経口負荷後の経時的ビタミンC血中濃度および尿中排泄. ビタミン, **81**, 489-496 (2007)
 - 15) S. Higasa., M. Tsujimura., M. Hiraoka., K. Nakayama., Y. Yanagisawa., S. Iwamoto., Y. Kagawa.: Polymorphism of glutathione S-transferase P1 gene affects human vitamin C metabolism. *BBRC*, **364**, 708-713 (2007)
 - 16) M. Tsujimura., S. Higasa., K. Nakayama., Y. Yanagisawa., S. Iwamoto., Y. Kagawa.: Vitamin C Activity of Dehydroascorbic Acid in Humans—Association between Changes in the Blood Vitamin C Concentration or Urinary Excretion after Oral Loading—. *J Nutr Sci Vitaminol*, **54**, 315-320 (2008)

