正常者および柑皮症者の血中各カロテノイド濃度と 食物摂取との関係

木下 伊規子, 木村 典代, 加藤 達雄

共立女子大学家政学部栄養生理学研究室

Correlation between Dietary Carotenoid Intake and Serum Carotenoid Concentrations in Healthy Young Women and Carotenodermic Subjects

Ikiko KINOSHITA, Michiyo KIMURA and Tatsuo KATO

Department of Food Science and Nutrition, Faculty of Home Economics,
Kyoritsu Women's University, Chiyoda-ku, Tokyo 101

Nippon Eiyō Shokuryō Gakkaishi (*J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*) 48, 29~36 (1995)

We studied the correlation between dietary carotenoid intake and the serum concentrations of six carotenoids in nine healthy young women and eight carotenodermic subjects. Carotenoid intake was estimated from food diaries for seven days, and serum carotenoids were analyzed concurrently every two months for one year. The total serum carotenoid concentrations were measured spectrophotometrically, and the carotenoids were analyzed in five fractions (β -carotene, α -carotene, zeaxanthin/lutein and lycopene) by HPLC. The total serum carotenoid concentrations were higher in the eight carotenodermics than in the normal subjects, and the serum concentrations of predominant carotenoids in each person were relatively constant in each individual for a year. Among these eight subjects, four consumed a lot of foods containing carotenoids, but the other four did not. In both groups, the large relative amounts of certain carotenoids obtained from some carotenoid-containing foods reflected the high concentrations of similar carotenoids in serum.

Key Words dietary carotenoids, six serum carotenoids, carotenodermia.

(Received July 11, 1994)

カロテノイドの重要な生理機能としてプロビタミン A としての作用があるが、最近ではカロテノイド自身による活性酸素の消去能が報告され¹⁾²⁾、各種カロテノイド自身の生理作用が見直されてきている。ヒトは自らカロテノイドを生合成できず、摂取する食事由来のものと考えられている³⁾。ヒトの血中に含まれるおもなカロテノイドとしては、ゼアキサンチン(以下 ZE と略)、ルテイン(LU と略)、クリプトキサンチン(CR と略)、リコペン(LY と略)、 α -カロテン(AC と略)、 β -カロテン(BC と略)などがある⁴⁾⁵⁾。これまでに合成 BC 投与⁶⁾⁷⁾または食物の消費量から計算した BC 摂取量と血中のカロテノイドの動向を研究した報告はあるが⁸⁾⁹⁾、同一人物におけるカロテノイド摂取量と血中各カロテノイド種の濃度を年間にわたり調査、報告した例は少ない。

著者らは、先にカロテノイド体内蓄積の指標として皮

膚の黄色着色を現す柑皮症者では高カロテノイド血症を示すが、血中優位の濃度を示すカロテノイド種には個人差があり、また各カロテノイド種の比率はそれぞれ個人によって年間にわたり比較的一定に保たれることを見出した¹⁰⁾。今回は柑皮症者を対象とし、カロテノイド含有食品別摂取量と血中カロテノイド種の各濃度との関連を調べた。

実験方法

1. 対象および調査期間

本研究の主旨に同意を示した健康女子 17 例を対象とし、柑皮症を示さない正常者群(A 群)と柑皮症者群(B 群)に分けた。A 群は 9 例で平均年齢 24 歳(21~34 歳)、B 群は 8 例、平均年齢 28 歳(21~39 歳)である(表 1)。全例を通じ月経は正常であり、喫煙、飲酒の習慣のある者はなかった。なお対象者は全員都市部居住者で、全 17 例中 14 例は栄養士または同専攻の学生である。柑皮症の

表 1. 対 象 者

	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI*
正常者 (A 群)				
A-1	21	161.0	57.5	22.2
2	22	160.0	50.0	19.5
3	28	156.0	68.0	27.9
4	24	157.0	53.0	21.5
5	21	154.0	43.0	18.1
6	21	164.0	56.0	20.8
7	34	153.0	48.0	20.5
8	21	164.0	51.0	19.0
9	22	147.0	42.0	19.4
柑皮症者 (B 群)				
B-1	32	155.0	40.0	16.7
2	24	164.0	55.0	20.5
3	32	155.0	44.0	18.3
4	21	164.0	53.0	19.7
5	29	155.0	42.0	17.5
6	39	155.0	42.0	17.5
7	21	158.0	55.0	22.0
8	25	158.0	41.0	16.4

*BMI=体重(kg)/身長(m)²。

有無の判定は医師により視診ならびに問診によって行った。調査は1992年11月～1993年12月までの1年間に実施した。採血は原則として隔月に行い、採血後ただちに血清を遠心分離して遮光し、測定まで-80℃に凍結保存した。またカロテノイド含有食品についての摂取量調査を行った。

2. カロテノイド摂取量調査

カロテノイド摂取量を調査するために簡易食事調査表を作成した。調査表は1回使用量、使用頻度を考慮し、四訂日本食品成分表より抜粋した135食品より構成されている。調査表にはカロテノイド含有食品名、使用目安量の欄を設けた。毎回の採血前1週間について、毎日のカロテノイド含有食品の摂取量を記入させた。1日ごとに記載された使用分量につき四訂日本食品成分表のカロチンの数値をもとにカロテノイド摂取量を算出した。なお初回の食事調査時にはとくにカロチン含量の多い(1,000 µg/100 g以上)食品を常食する傾向があるか否かを尋ねた。

3. 血中総カロテノイド濃度の測定

血中総カロテノイド濃度の測定は前報に示した方法¹¹⁾により行った。すなわち血清500 µlに蒸留水0.5 ml, エタノール1.0 mlを加え混和し、*n*-ヘキサン2.0 mlにて2回抽出した。ヘキサン層を合わせ分光光度計(UV-160A 島津製)にて波長300～600 nmの吸光度を測定し、次式により計算した。

$$\text{吸光度} = E_{350} - (E_{375} + E_{525})/2$$

血清試料と同様の操作を行って作成したBC(シグマ製)の検量線により、試料中のBC相当量を求め総カロテノイド濃度とした。

4. 血中カロテノイドのHPLCによる分析と各カロテノイド濃度

血中の各カロテノイド種をHPLCにより分離し、各画分のカロテノイド濃度の測定は前報に示した方法¹¹⁾により行った。すなわち血清200 µlより*n*-ヘキサンでカロテノイドを抽出後、蒸発乾固し、エタノール0.4 mlに溶解、その50 µlをHPLCにより分析した。カラムはInertsil ODS-2 (粒径5 µm, 6.0×250 mm GLサイエンス製)、移動層にはメタノール:アセトニトリル:クロロホルム=7:2:1、流速1.7 ml/minを用いた。血中カロテノイドは、ZE/LU (同一ピーク)、不明分画、CR, LY, AC, BCに分画された。各分画のピークの同定はそれぞれの標準試料(LU, LY, AC, BCはシグマ製, ZE, CRはエクストラシンテーズ製)の同じ分析条件下における保持時間との一致により行った。各ピークエリアにつきBCを用いて作成した検量線に従ってBC相当量を求めた。各分画のカロテノイド濃度の合計値と分光光度計による総カロテノイド値との間には良い相関が得られた。

5. データの解析

得られた数値は平均値±標準偏差で示し、有意差検定はStudent's *t*-検定を用いた。

結 果

1. 血中カロテノイド

正常者の血中各カロテノイド濃度の平均値は、ZE/LU, CR, BCの濃度がほぼ等しく、各分画のカロテノイド濃度の合計値(129.5±49.0 µg/dl)の約1/4を示した(表2)。柑皮症者の血中各カロテノイド濃度の合計値は正常者に比べ高値を示した。また柑皮症者の血中に最も多いカロテノイド種には個人差があるが、各カロテノイド濃度が正常者のそれに比べ危険率1%以下で有意の高値を示すものが多くみられ、とくにBC濃度は正常者平均値の約8倍、ZE/LU濃度は5倍以上の値を示す者もあった。LY濃度には被検者B-1を除いてとくに高値を示す者はなく、柑皮症者のその平均値は正常者と同じであった(表2)。

血中の各カロテノイド濃度間の相関係数を表3に示した。正常者の51検体の測定値についてはBC濃度とZE/LU, CR, AC濃度との間に、柑皮症者の35検体の測定値についてはBC濃度とZE/LU, AC濃度との間に高い相関がみられた。とくにBC濃度とAC濃度との相関係数は正常者 $r=0.63$ 、柑皮症者 $r=0.78$ と高値を示した(表3)。

表 2. 柑皮症者における血中カロテノイド濃度の年間平均値 ($\mu\text{g}/\text{dl}$)

	ゼアキサンチン/ルテイン	不明分画	クリプトキサンチン	リコペン	α -カロテン	β -カロテン	合 計
柑皮症者							
B-1	102.8 $\pm$ 19.8**	17.2 $\pm$ 2.2**	68.6 $\pm$ 8.5**	30.4 $\pm$ 9.6**	36.6 $\pm$ 13.6**	137.6 $\pm$ 11.7**	393.3 $\pm$ 39.2**
2	29.9	13.5	56.1	3.6	19.6	95.0	217.7
3	158.7 $\pm$ 11.8**	28.2 $\pm$ 4.3**	65.6 $\pm$ 9.0**	25.1 $\pm$ 4.7	32.9 $\pm$ 0.9**	242.4 $\pm$ 6.9**	552.9 $\pm$ 21.8**
4	53.9 $\pm$ 10.6**	28.0 $\pm$ 5.0**	36.0 $\pm$ 5.4	16.0 $\pm$ 9.4	13.5 $\pm$ 5.2*	129.0 $\pm$ 38.2**	276.3 $\pm$ 53.3**
5	62.9 $\pm$ 4.2**	17.2 $\pm$ 2.9**	85.1 $\pm$ 42.8**	23.3 $\pm$ 6.1*	10.3 $\pm$ 2.7	48.4 $\pm$ 10.2*	247.1 $\pm$ 54.8**
6	45.7 $\pm$ 6.8	26.3 $\pm$ 15.1*	74.1 $\pm$ 4.6**	7.0 $\pm$ 1.8	5.8 $\pm$ 1.0	33.1 $\pm$ 5.8	191.9 $\pm$ 4.8
7	72.3 $\pm$ 11.0**	15.0 $\pm$ 3.1**	55.8 $\pm$ 10.2**	21.6 $\pm$ 7.9	11.0 $\pm$ 1.8	61.0 $\pm$ 14.4**	236.8 $\pm$ 33.6**
8	51.2 $\pm$ 7.6**	6.3 $\pm$ 1.3	79.4 $\pm$ 45.8**	24.2 $\pm$ 6.4*	5.8 $\pm$ 0.9	28.0 $\pm$ 1.4	194.8 $\pm$ 37.2**
柑皮症者平均値 (n=8)	73.1 $\pm$ 39.2*	19.0 $\pm$ 7.4**	65.1 $\pm$ 14.6**	18.9 $\pm$ 8.7	16.9 $\pm$ 11.1	96.8 $\pm$ 67.4*	285.5 $\pm$ 118.3**
正常者平均値 (n=9)	31.9 $\pm$ 13.6	8.2 $\pm$ 3.1	30.3 $\pm$ 18.4	17.1 $\pm$ 7.2	9.2 $\pm$ 4.9	32.8 $\pm$ 18.2	129.5 $\pm$ 49.0

値は平均値 $\pm$ S.D.を示す。正常者平均値との有意差を示す。* $p<0.05$, ** $p<0.01$ 。

2. 食品からのカロテノイド摂取量

正常者の1年間にわたる1日当りのカロテノイド摂取量の平均値は $2.1\pm 1.0\text{ mg}$ であった。被検者A-6, A-7では調査期間中に1回だけカロテノイドの多量摂取がみられたが、それ以外では毎回の摂取量の変動係数が $0.15\sim 0.33$ と低値であった(表4)。

柑皮症者8例から得られた総計35回分の食品摂取量調査結果を解析すると、1人1日当りのカロテノイド摂取量の年間平均値は $0.9\sim 8.2\text{ mg}$ と個人差が大であった。柑皮症者のうち4例(B-1~B-4)はカロテノイド摂取量が正常者の平均摂取量よりも高かったが、被検者B-5~B-8の4例は低値であった(表4)。柑皮症者を個人別にみた年間の変動係数は $0.11\sim 0.46$ であり、第2回調査時に摂取量の激減したB-1例を除き、年間のカロテノイド摂取量に大きな変動はみられなかった。

正常者9例(51検体)および柑皮症者8例(35検体)から得られた計86検体の測定値について、血中総カロテノイド濃度と1日当りのカロテノイド摂取量との相関を図1に示した。被検者全体では $y=39.0x+139.9$, $r=0.61$ ($p<0.01$)、正常者では $y=18.0x+120.5$, $r=0.37$ ($p<0.01$)、柑皮症者では $y=32.0x+256.1$, $r=0.73$ ($p<0.01$)であった。

3. 食品別カロテノイド摂取量と血中各カロテノイド濃度との関係

血中の各カロテノイド濃度と、食品より摂取された各カロテノイドとの関係を調べるために、摂取量の多かったカロテノイド含有食品を、BCとACを多く含むニンジン、BCとLUを多く含むカボチャ、緑黄色野菜(ニンジン、カボチャ、緑葉菜、トマトを除く)および緑葉菜、CRを多く含む柑橘類、LYを多く含むトマトの六つの食品群に分け、各食品群別にカロテノイド摂取量の年間平均値を表5に示した。正常者ではニンジンからのカロテノイド摂取量が多く、緑葉菜がこれに次いだ。

柑皮症者については、カロテノイド摂取量が正常者平均値より多い4例(被検者B-1~B-4)と、少ない4例(被検者B-5~B-8)とに分けて検討した。カロテノイド摂取量の多い群では正常者平均値に比べて、血中BC濃度が著明に高かったが(表2)、カボチャからのカロテノイド摂取量が多かった。また被検者B-1, B-2はニンジンから、被検者B-3, B-4は緑葉菜からのカロテノイド摂取量も正常者平均に比べ著しい高値であった。血中ZE/LU濃度が有意の高値($p<0.01$, 表2)を示した被検者B-1, B-3, B-4については、被検者B-1は緑黄色野菜、緑葉菜からの摂取量が有意ではないが多く、被検者B-3, B-4は緑葉菜からのカロテノイド摂取量が有意に高値($p<0.01$)を示した。

高カロテノイド血症にもかかわらず正常者平均値より

表 3. 血中各カロテノイド濃度間の相関係数

	ゼアキサンチン/ ルテイン	クリプトキ サンチン	リコペン	α -カロテン	β -カロテン
正常者 (51 検体)					
ゼアキサンチン/ルテイン	1	0.45**	0.22	0.29	0.50**
クリプトキサンチン		1	0.11	0.26	0.60**
リコペン			1	0.28	0.39**
α -カロテン				1	0.63**
β -カロテン					1
柑皮症者 (35 検体)					
ゼアキサンチン/ルテイン	1	0.06	0.36*	0.67**	0.72**
クリプトキサンチン		1	0.24	-0.02	-0.08
リコペン			1	0.45**	0.28
α -カロテン				1	0.78**
β -カロテン					1

相関係数の有意性：* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ 。

表 4. 1 日当りのカロテノイド摂取量 (mg)

調査時	第 1 回	第 2 回	第 3 回	第 4 回	第 5 回	第 6 回	第 7 回	平均値	標準偏差	c.v.*
正常者										
A-1	3.9	3.9	4.4	4.6	3.0	4.1	3.0	3.8	0.6	0.15
2	2.1	3.1	3.1	1.2				2.4	0.8	0.33
3	3.2	2.3	1.6	1.9	2.2	2.1	2.1	2.2	0.4	0.20
4	3.0	1.9	1.9	2.4	1.3	2.3	2.6	2.2	0.5	0.24
5	2.4	2.0	0.9	2.3				1.9	0.6	0.31
6	1.5	1.0	3.7	1.5	1.1	1.0	2.6	1.8	0.9	0.52
7	1.3	3.6	1.0	1.2				1.8	1.0	0.58
8	0.9	1.1	1.4	0.9	1.8	0.9	1.2	1.2	0.3	0.28
9	0.9	0.7	0.7	1.4				0.9	0.3	0.33
平均値 (51 回調査)								2.1	1.0	0.50
柑皮症者										
B-1	12.6	2.4	10.1	7.5				8.2	3.8	0.46
2	7.2							7.2		
3	6.0	7.6	6.0					6.5	0.7	0.11
4	2.4	2.5	3.4	2.2	3.7	2.4	2.5	2.7	0.5	0.19
5	2.2	2.1	1.8	1.8	1.6	1.1	2.1	1.8	0.3	0.18
6	1.2	2.2						1.7	0.5	0.27
7	2.3	1.8	1.8	0.6	1.3	1.2	0.8	1.4	0.6	0.40
8	0.9	0.9	0.7	1.1				0.9	0.1	0.16
平均値 (35 回調査)								3.1	2.8	0.91

*Coefficient of variation: 変動係数。

カロテノイド摂取量の少ない 4 例 (B-5~B-8) については、各食品ごとのカロテノイド摂取量についても高値の者はみられなかった。そこで、全体のカロテノイド摂取量を 100 として、それぞれの食品群からのカロテノイドの摂取量比率 (%) を比較検討した。B-5~B-8 の 4 例は血中カロテノイド濃度は、CR、ZE/LU 濃度が高値を示したが (表 2)、カボチャ、緑葉菜、柑橘類からのカロテノイド摂取量比が 4 例ともに高値を示した。また被検者 B-6 と B-8 ではニンジンの摂取量比が正常者平均に比べ

て少ないが、血中 BC 濃度が正常平均値またはそれ以下にとどまっていた (表 2)。

柑皮症者各個人について、カロテノイド含有食品の摂取量比の年間変動を図 2 に示した。被検者 B-1 はニンジン、カボチャ、被検者 B-3、B-4 はカボチャ、緑葉菜、被検者 B-5、B-7、B-8 は柑橘類、被検者 B-6 でカボチャ、緑葉菜、柑橘類の相対的な摂取量の比率が正常者平均に比して多く、年間を通じて各個人の食品摂取傾向は変わらないことがみられた。

図 1. 血中総カロテノイド濃度とカロテノイド摂取量の相関

---- は正常者平均値, は同標準偏差を示す

考 察

食品からのカロテノイド摂取量と血中の各カロテノイド濃度との相関を調べることはかなり困難である。その理由として、食品中にはカロテノイド各分画が重複して含まれること、正常人の血清には BC, CR, ZE/LU 濃度がほぼ等しい割合に含まれること¹⁰⁾¹²⁾、さらにカロテノイドは体内に蓄積し^{13)~15)}、その代謝回転がきわめて遅いこと⁹⁾などがあげられる。血中カロテノイド濃度には長期間にわたる摂取食品が影響すると思われることより、本研究では調査期間を 1 年間とし、原則として隔月に採血、血中カロテノイド濃度を測定するとともに、採血前の 1 週間のカロテノイド含有食品の摂取量を簡易調査表に自己記入させた。調査対象の大部分は栄養士または栄養士専攻の学生であることが、自己記入式食事調査の信頼性を高めるものと考えた。

著者らは、先に正常者および柑皮症者の血中カロテノイド濃度を調べ、柑皮症者においては皮膚の着色度に従って血中総カロテノイド濃度が高値を示すこと、血中の優位のカロテノイド種には個人差のあること、さらに各個人においては年間を通じて、血中各カロテノイド種が、それぞれの特徴的なパターンを維持することをみた¹⁰⁾。そこで、食物摂取と血中各カロテノイド種との相関をみるためには、とくに柑皮症者を対象として、その血中の優位な濃度を示すカロテノイド種と摂取食品との関係を調べることに有利であると考えた。

血中カロテノイド種間の相関については、Cantilena ら¹⁰⁾の成績と同様に、本研究でも正常者、柑皮症者とも

に ZE/LU, AC, BC 濃度との間にそれぞれ高い正の相関が得られた (表 3)。正常者、柑皮症者ともに BC 濃度と AC 濃度との相関係数が最も高いのは、ニンジンからのカロテノイド摂取量が最も多いことによるものであろう (表 5)。また、BC 濃度と ZE/LU 濃度との相関係数が正常者 ($r=0.50$) よりも柑皮症者 ($r=0.72$) で高いことは、柑皮症者では正常者に比べ ZE/LU, BC の多いカボチャを多量に摂取していることによると思われる (表 5)。Cantilena ら¹⁰⁾の報告に比べ、著者らの成績では血中 LY 濃度の総カロテノイド値に対する比率が少なく、また他の血中カロテノイド種との相関も低かった。これは LY がトマトのみに含まれ、しかもトマトには他のカロテノイド種が少ないこと、またトマトの摂取量の少ないことによるものであろう。柑皮症者ではとくに血中 CR 濃度が他のカロテノイド種濃度との相関が低かったのは (表 3)、各個人により血中の優位なカロテノイド種が異なるためであり、柑皮症者については個別的な検討が必要であると思われた。

作成した簡易調査表から算出した 1 人 1 日当りのカロテノイド摂取量は正常者 9 例につき得られた、計 51 回の調査結果の平均値は 2.1 ± 1.0 mg であり、各個人別では年間を通じてその摂取量にあまり変動がみられなかった (表 4)。この値は、平成 5 年版国民栄養の現状の食品群別摂取量の全国平均値をもとに、四訂日本食品成分表のカロチンの数値から算出した合計値約 2.5 mg とほぼ等しい値であった。

調査対象全般では摂取カロテノイド量と血中総カロテノイド濃度との間には正の相関がみられた (図 1)。柑皮症者については血中カロテノイド濃度は高値を示しても、1 日当りのカロテノイド摂取量には個人差が著しく、8 例中 4 例は正常者平均値以下であった。しかし、各個人別にみると、その変動係数は正常者の平均よりも低値であり、1 日当りのカロテノイド摂取量は年間を通じて変動が少なかった (表 4)。

柑皮症者 8 例のうちカロテノイド摂取量が正常者平均値と比較して高値の 4 例は、血中にみられる優位なカロテノイド種を多く含む食品の摂取量が、正常者の摂取量に比べ有意に多かったのに対し、カロテノイド摂取量が低値の 4 例では、各食品からのカロテノイド摂取量についても一部を除き正常者に比較して低値であった。しかし各食品からのカロテノイド摂取量を 100 分比でみると、相対的に摂取量の多い食品に含まれるおもなカロテノイド種が血中にも優位であった (表 2, 5)。すなわち食品から摂取した各カロテノイド種の絶対量は少ないが、それらの相対的な比率は血中の各カロテノイド濃度に反映されることが知られた。

Costantino ら¹⁷⁾、Nierenberg ら¹⁸⁾は血中 BC 濃度と

図2. カロテノイド含有食品摂取量 100 分比の年間変動

□, トマト; 田, 柑橘類; 罫, 緑葉菜; 斜線, 緑黄色野菜(ニンジン, カボチャ, 緑葉菜, トマトを除く); 点線, カボチャ; 横線, ニンジン。

BMI (体重 (kg)/身長 (m)²) との逆相関を報告している。また BC を投与した成績でも体容積の小さいものに血中濃度上昇が大であったとの報告がある¹⁹⁾。本研究においても正常者の BMI は 21.0 ± 2.72 であったが、高カロテノイド血症者の BMI は 18.6 ± 1.85 で、正常者のそれに比べ有意 ($p < 0.1$) の低値を示した。とくにカロテノイドの少量摂取にもかかわらず、柑皮症を示した B-5~B-8 の 4 例中 B-7 を除く 3 例は、日本肥満学会のやせの基準である BMI 18.0 以下であった (表 1)。

前述のごとく、正常者、柑皮症者ともに血中各カロテノイド種の比率は 1 年間にわたり一定の傾向にあった。柑皮症者の各個人が摂取したカロテノイド含有食品についても、年間を通じて血中での優位な濃度を示すカロテ

ノイド種に応じた食品を多く取る傾向がみられた。すなわち、各個人では摂取食品の種類は比較的一定に保たれており、それが血中の各カロテノイド種の濃度に反映されるものと思われる。本研究の対象者は都市部の居住者であり、入手しうる食品の季節による変化が比較的少ないこともその一因と考えられよう。

要 約

カロテノイド摂取量と血中カロテノイドとの相関を調べるために、正常者および高カロテノイド血症者を対象として、1 年間にわたり調査を行った。

1) 高カロテノイド血症者の各血中カロテノイド濃度は年間を通じて一定の傾向がみられたが、カロテノイド

表 5. 各食品別 1 日当りのカロテノイド摂取量の年間平均値 (mg)

	ニンジン	カボチャ	緑黄色野菜*	緑葉菜	柑橘類	トマト
柑皮症者						
B-1	5.11±2.59** (70.9)	0.82±0.27** (11.4)	0.07±0.03 (1.0)	0.89±1.19 (12.4)	0.02±0.01 (0.3)	0.29±0.26* (4.1)
2	4.28 (70.3)	0.82 (13.5)	0.14 (2.3)	0.46 (7.6)	0.27 (4.4)	0.11 (1.9)
3	1.01±0.41 (18.5)	0.57±0.00** (10.4)	0.03±0.03 (0.5)	3.51±0.79** (64.4)	0.24±0.24** (4.4)	0.10±0.12 (1.8)
4	0.72±0.44 (30.7)	0.23±0.13* (9.9)	0.03±0.03 (1.3)	1.12±0.59** (47.4)	0.02±0.01 (0.7)	0.24±0.28 (10.0)
5	0.71±0.25 (53.7)	0.07±0.10 (5.5)	0.04±0.05 (2.9)	0.41±0.30 (31.4)	0.05±0.02 (4.0)	0.03±0.03 (2.5)
6	0.13±0.08 (13.0)	0.14±0.02** (14.0)	0.01±0.00 (1.0)	0.65±0.22 (65.0)	0.06±0.01 (6.0)	0.01±0.00 (1.0)
7	0.51±0.33 (45.8)	0.03±0.05 (2.5)	0.04±0.03 (3.2)	0.40±0.31 (36.2)	0.03±0.02 (2.8)	0.10±0.01 (9.5)
8	0.13±0.17 (29.6)	0.04±0.05 (9.6)	0.01±0.01 (3.0)	0.17±0.11 (37.8)	0.05±0.04 (10.9)	0.04±0.03 (9.1)
柑皮症者平均値 (n=8)	1.58±1.83 (50.5)	0.34±0.32* (10.9)	0.05±0.04 (1.6)	0.95±1.01 (30.4)	0.09±0.10 (2.9)	0.12±0.19 (3.8)
正常者平均値 (n=9)	1.10±0.81 (61.4)	0.03±0.05 (1.7)	0.04±0.05 (2.2)	0.50±0.43 (27.9)	0.03±0.03 (1.7)	0.09±0.11 (5.0)

値は平均値±S.D.を示す。* ニンジン, カボチャ, 緑葉菜, トマトを除いた緑黄色野菜を示す。正常者平均値との有意差を示す。* $p<0.05$, ** $p<0.01$ 。() は各食品群から摂取したカロテノイドの合計値に対する比率を示す。

含有食品の摂取総量, および摂取量の多い各食品の相対的比率についても年間を通じて変化が少なかった。

2) 高カロテノイド血症者のうち, 半数は正常者平均値に比べカロテノイド摂取量が多く, 半数はカロテノイド摂取量が少なかった。

3) 高カロテノイド血症者のうち, カロテノイド摂取量が多い 4 例は, 血中で優位な濃度を示すカロテノイド種を多く含む食品からのカロテノイド摂取量が高値であった。

4) 高カロテノイド血症にもかかわらずカロテノイド摂取量が少ない 4 例は, 血中で優位な濃度を示すカロテノイド種を含む食品の相対的摂取量比が高値であった。

5) カロテノイド摂取量の少ないにもかかわらず高カロテノイド血症を示した者 4 例のうち 3 例の BMI は, 日本肥満学会の基準によるやせの領域にあった。

本稿の一部は第 48 回日本栄養・食糧学会において発表した。

文 献

- 1) Dimascio, P., Kaiser, S. and Sies, H.: *Arch. Biochem. Biophys.*, **274**, 532 (1989)
- 2) 二木鋭雄: 栄養誌, **51**, 115 (1993)
- 3) 松野隆男, 幹 渉: 化学と生物, **28**, 219 (1990)
- 4) Parker, R.S.: *J. Nutr.*, **119**, 101 (1989)
- 5) Zeng, S., Furr, H.C. and Olson, J.A.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **56**, 433 (1992)
- 6) Dimitrov, N.V., Meyer, C., Ullrey, D.E., Chenoweth, W., Michelakis, A., Malone, W., Boone, C. and Fink, G.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **48**, 298 (1988)
- 7) Mathews-Roth, M.M.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **52**, 500 (1990)
- 8) Micozzi, M.S., Brown, E.D., Taylor, P.R. and Wolfe, E.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **48**, 1061 (1988)
- 9) Micozzi, M.S., Brown, E.D., Edwards, B.K., Bieri, J.G., Taylor, P.R., Kachik, F., Beecher, G.R. and Smith, J.C.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **55**, 1120 (1992)
- 10) 加藤達雄, 木下伊規子, 木村典代, 金井幸子: 日臨栄養誌, **17** (1995) 印刷中
- 11) 木下伊規子, 木村典代, 加藤達雄: 臨床検査, **38**, 1087 (1994)
- 12) 伊藤宣則, 嶋 芳成, 大谷元彦, 佐々木隆一郎, 鈴木貞夫, 浜島信之, 小川 浩, 青木國雄: 日衛誌, **46**, 882 (1991)
- 13) Parker, R.S.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **47**, 33 (1988)
- 14) Parker, R.S.: *J. Nutr.*, **119**, 101 (1989)
- 15) Kaplan, L.A., Lau, J.M. and Stein, E.A.: *Clin. Physiol. Biochem.*, **8**, 1 (1990)

- 16) Cantilena, L.R., Stukel, T.A., Greenberg, E.B., Nann, S. and Nierenberg, D.W. : *Am. J. Clin. Nutr.*, **55**, 659 (1992)
- 17) Costantino, J.P., Kuller, L.H., Begg, L., Redmond, C.K. and Bates, M.W. : *Am. J. Clin. Nutr.*, **48**, 1277 (1988)
- 18) Nierenberg, D.W., Stukel, T.A., Baron, J.A., Davin, B.J., Greenberg, E.R. and The Skin Cancer Prevention Study Group : *Am. J. Clin. Nutr.*, **53**, 1443 (1991)
- 19) Rock, C.L. and Swendseid, M.E. : *Methods Enzymol.*, **214**, 116 (1993)

(1994 年 7 月 11 日受理)