

ノ ー ト

給食献立のビタミンCおよびポリフェノール含有量と
DPPH ラジカル消去能三 好 恵 子^{*1} 堀 内 可奈美^{*2} 大 川 友美子^{*3}
柴 田 圭 子^{*4} 安 原 安 代^{*4}Vitamin C and Polyphenol Contents and DPPH Radical-Scavenging
Activity in Meals from a Foodservice SystemKeiko MIYOSHI^{*1}, Kanami HORIUCHI^{*2}, Yumiko OKAWA^{*3},
Keiko SHIBATA^{*4} and Yasuyo YASUHARA^{*4}

Vitamin C, the total polyphenol content and the DPPH radical-scavenging activity were measured both in the raw material and in the meals, which were prepared in the menu of a foodservice. Also, the effect of cooking process on the contents in the vegetables in the model case (braised root vegetables) was studied. As a result of those studies, the following points were obtained.

- 1) The total vitamin C content in a meal was higher when larger quantities of vegetables or the serving weight were used. The retention ratio of vitamin C showed in the difference of cooking methods. When the cooking methods used wring treatment after boiling, the retention ratio was lowest.
- 2) There was correlation between the total polyphenol content and the DPPH radical-scavenging activity, it indicated that polyphenol would be an effective component to the radical-scavenging activity.
- 3) The significant correlation between the total polyphenol content and the quantity of vegetable used in a meal suggested that intake of vegetables increased the polyphenol intake to affect antioxidative activity.
- 4) In the model case study, the retention ratio of vitamin C was 80% after stir-frying for 10 min, and it was 20% after simmering for 30 min. On the other hand, the total polyphenol content and the DPPH radical-scavenging activity were not changed in the process, so that these components were mostly retained after cooking.

はじめに

健康増進法の施行により、特定給食施設における栄養管理の位置付けがより重要となった。継続して提供される給食の食事は、対象者である喫食者に適正な栄養の質と量、喫食者に受容される食事の品質が確保されていない。すなわち、健康の保持・増進を目指した給食での食事提供は、対象の特性の把握と栄養計画に始まり、献立作成と調理・供食サービスへとつながり、提供された食事を喫食者がどのように食べ、健康状態にどのように影響したかの一連の評価活動で完結する。と

ころが、給食の調理は家庭調理と異なり、大量の食品を処理することにより、下処理作業時間が長くなる、加熱調理の温度上昇が緩慢になる、蒸発率が少ない、加熱や調味の不均一が起りやすいなどの現象がみられる¹⁾。特に加熱調理では、加熱機器の性能および加熱する分量により食品の温度上昇が変動し、温度上昇速度に応じた加熱時間の設定が必要になり^{2, 3)}、料理の品質、栄養成分の変化も異なる。少量調理とは異なる調理過程の変動要因が、大量調理により提供されている料理の栄養成分の把握を困難なものとしている。大量調理により提供された料理の栄養成分を捉えることが、特定給食施設の栄

^{*1} 給食管理研究室, 女子栄養大学: Laboratory of Food Service Management, Kagawa Nutrition University.

^{*2} 株式会社メフォス: MEFOS CO., LTD.

^{*3} エームサービス株式会社: AIM SERVICES CO., LTD.

^{*4} 調理科学研究室, 女子栄養大学: Laboratory of Cookery Science, Kagawa Nutrition University.

養管理の基礎情報を得るために重要である。

健康日本21の施策では、野菜・果物の摂取を目標に掲げ、生活習慣病予防に、抗酸化成分を含有する食品の摂取が推奨されている。それらの成分の健康に対する寄与を検討するためには、食事としての摂取量を把握すべきであると考えられる。食品中の抗酸化成分の変化について日常の少量調理における報告⁴⁻⁸⁾はあるが、食生活に重要な位置を占める給食として大量調理により提供された食事について検討されたものはない。そこで、女子大生を対象とした給食献立について、抗酸化成分としてビタミンC含有量、総ポリフェノール含有量、および抗酸化性の評価として1,1-ジフェニル-2-ピクリルヒドラジル(DPPH)によりラジカル消去能の挙動を分析し、大量調理により提供された食事の評価を行った。

方 法

1. 試 料

1) 給食献立の場合

栄養士養成課程の給食管理実習として献立作成、調理・供食された料理を試料とし、平成15年5月9日～6月20日に供された5献立21料理の分析を行った。調理食数は200食である。分析は、料理単位で行い、下処理(洗浄、剥皮、切さい)を行った原材料(調味料を含む)およびできあがりの料理の各2食分を採取し試料とした。

給与栄養量の算定は、5訂日本食品標準成分表対応、エクセル栄養君 Ver.3.0(株式会社建帛社)を用いて行った。

2) 大量調理をモデル化した根菜の炒め煮の場合

給食献立の中で提供された料理の中から、抗酸化成分

の摂取が期待された根菜の炒め煮について、大量調理の調理過程をモデル化した条件下における抗酸化成分の変化について検討した。調製方法を図1に示した。使用食品はごぼう、れんこん、にんじんを各400g、合わせて1,200gとした。調味料他の材料は図中に示した。電磁調理器(KZ-PH-W 松下電器産業株式会社 1,400W)、電磁調理器専用ステンレス鍋(径24cm)を使用した。大量調理の温度履歴を再現するため、電磁調理器の出力を図1のように設定した。皮はステンレス製皮剥きで剥き、直ちに切さいした。未加熱試料を「生」、10分間炒めた試料を「炒め」、煮汁として蒸留水を加え10分間煮込んだ試料を「水煮」、調味料を加え20分間煮込んで仕上げた試料を「調味」とした。試料調製および成分分析は4回繰り返しを行った。

3) 分析試料の調製

原材料および料理は、採取後、ポリエチレン製のまな板とステンレスの包丁で細切、混和後、5gの試料に対して総ビタミンCの分析用試料は5%メタリン酸溶液、酸化型ビタミンCは2%チオ尿素・5%メタリン酸溶液を30ml加え、ホモジナイザー(POLYTRON PT3100 KINEMATICA 社)で2分間磨砕・混和し、50mlに定容した。その後4℃、3,000r.p.m.、10分間遠心分離後、フィルター(Glass Microfiber Filter CF/A, 110mmφ, Whatman)でろ過した。

総ポリフェノール含有量、DPPHラジカル消去能測定用の試料は、ビタミンC分析試料と同時に採取し細切した料理を速やかに-30℃で急速凍結し、凍結乾燥後粉碎し-30℃で保存した。定量の際は、乾燥前の重量で5～10%相当量の乾燥試料に80%メタノール溶液10mlを加

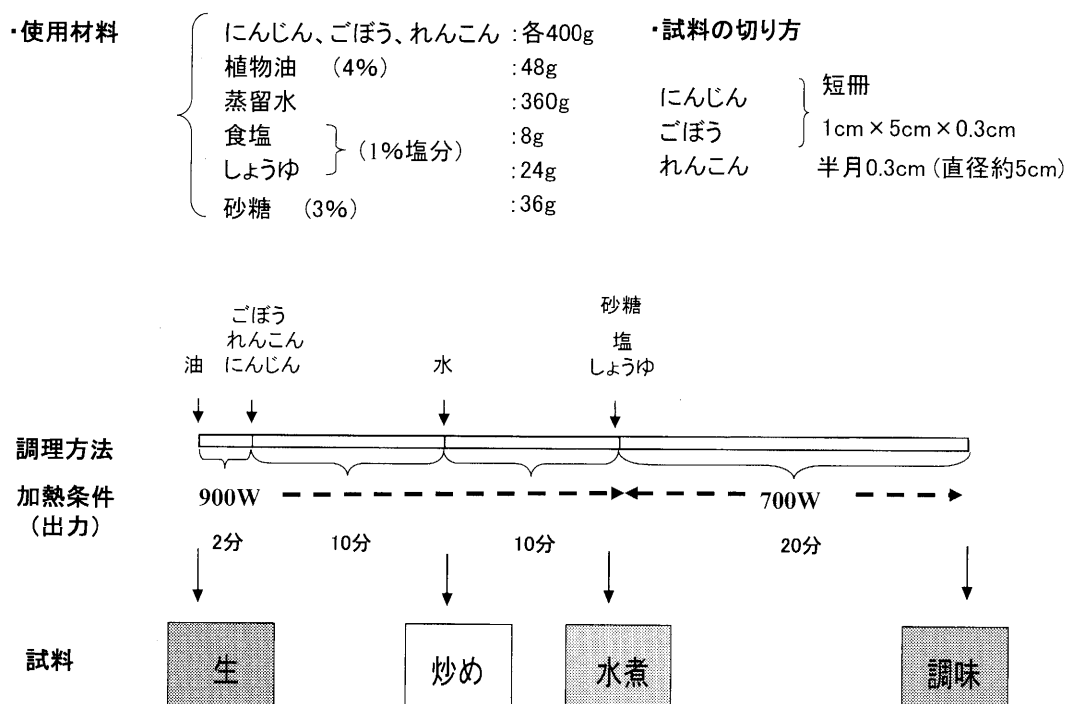


図1 根菜の炒め煮の調製

え、ホモジナイザーで2分間混和したものを4°C, 3,000 r.p.m., 10分間遠心分離後上澄を回収した。残渣に80%メタノール溶液10mlを加え、上記の方法と同様にホモジナイズ、遠心分離、上澄の回収を行った。この操作を合計3回繰り返し50mlに定容した後、メンブレンフィルター (DISMIC-25cs Cellulose Acetate, 0.45 μ m, ADVANTEC) でろ過した。

2. 分析方法

1) ビタミンC含有量

小高らの方法⁹⁾に従って2,4-ジニトロフェニルヒドラジン法により、総ビタミンC、酸化型ビタミンCの含有量をHPLC法により測定した。還元型ビタミンCは、総ビタミンCと酸化型ビタミンCの差し引きにより求めた。HPLC装置:ポンプSD-8022, 検出器UV8020 (東ソー株式会社), カラム:Nucleosil 100-3 6.0mm×150mm (株式会社ケムコ), 移動層:n-ヘキサン:酢酸:酢酸エチル (4:1:5, v/v), 波長:495nm, 温度:室温 (25°C), 流速:1.5ml/分である。標準物質はL-アスコルビン酸 (和光純薬社製 HPLC用) を使用した。

2) 総ポリフェノール含有量

鈴木らの方法¹⁰⁾に従ってFolin-Denis法により総ポリフェノール含有量を測定した。分光光度計 (HITACHI

200-20型) を用いて760nmで吸光値を測定した。標準物質に没食子酸 (和光純薬社製) を用いた。

3) DPPHラジカル消去能

山口らの方法¹¹⁾に従って、DPPHラジカル消去能をHPLC法により測定し、Trolox (和光純薬社製) を比較標準に用いた。測定条件は、HPLC装置:ポンプSD-8022, 検出器UV8020 (東ソー株式会社), カラム:TSKgel Octyl-80Ts 4.6mm×150mm (東ソー株式会社), 移動層:メタノール:水 (70:30, v/v), 波長:517nm, 温度:室温 (25°C), 流速:1ml/分である。

4) 1食あたりの含有量および保持率の算定

調味料を含む原材料および出来上がりの料理の測定値から求めた単位重量当りの各成分の含有量をもとに、調理前の料理は原材料の総使用重量を、調理後の料理は一人分の平均盛り付け重量を乗じて1食分の含有量とした。保持率は1食として算出した含有量について、調理前 (Before) に対する調理後 (After) の割合を算出した。

結果および考察

1. 給食献立の各成分の分析

1) 給食献立植物性の食品の使用量および給与栄養量

献立を構成する料理名、植物性の食品の使用量を表1に示した。1食の献立としての野菜の使用量は、緑黄色

表1 給食献立の料理の組み合わせ・植物性食品の使用量および給与栄養量

献立 番号	料 理 名	植物性食品分類別使用量 (g)				給与栄養量 ^{b)}			
		緑黄色野菜	淡色野菜	その他植物性 食品 ^{a)}	合 計	エネルギー (kcal)	たんぱく質 (g)	脂 質 (g)	ビタミンC (mg)
1	ご飯 (胚芽飯)								
	夏野菜カレー	102	153	41	296	688	22.5	22.8	42.0
	ひじきともやしのサラダ								
	グレープフルーツ								
2	ご飯 (胚芽飯)								
	豆腐ハンバーグおろしポン酢かけ								
	付け合わせ (アスパラガス, トマト)	114	140	65	319	580	23.3	14.7	49.1
	こまつなのおひたし さやえんどうと油揚げの味噌汁								
3	ご飯 (胚芽飯)								
	さわらの甘酢あんかけ								
	大豆もやしのナムル	32	196	40	268	755	27.6	28.0	48.9
	キャベツと干しえびのスープ メロン								
4	ご飯 (胚芽飯)								
	かれいのおろしあんかけ								
	付け合わせ (なすの素揚げ)	51	105	115	271	695	25.4	20.1	40.9
	根菜の炒め煮 こまつなと油揚げの味噌汁 すいか								
5	ご飯 (胚芽飯)								
	青椒肉絲								
	トマトときくらげの酢の物	90	95	25	210	633	21.8	15.4	53.9
	さやえんどうと春雨のスープ 奶乳豆腐								
平 均 値		78	138	57	273	670	24.1	20.2	47.0
標 準 偏 差		35	41	36	41	68	2.4	5.6	5.4

^{a)}: いも類, 果物類, 大豆製品の合計

^{b)}: 5訂日本食品標準成分表を用いた計算値

野菜類：平均78g、淡色野菜類：平均138g、野菜類の合計は200g以上になる。いも類、果物、豆製品など穀物を除く植物性食品の合計は210g～319gとなり、平均約270gであった。野菜類の給与量の平均は、成人の1日の野菜の推奨量350gに対して1/2以上の給与量となっており、抗酸化成分等の摂取が期待できると思われる。

献立作成の目標は第六次改訂日本人の栄養所要量の18～29歳女子（生活活動強度Ⅲ）の約1/3を充足するように計画している。5訂日本食品標準成分表（以下食品成分表とする）により算定した平均給与栄養量は、プランニング値に対してエネルギーが基準の範囲内、たんぱく質量および脂質エネルギー比はやや高くなっている。ビタミンC含有量は、未加熱の原材料の計算値では平均47mgと充足しており、本学での献立作成の姿勢として野菜および植物性食品の使用量の多いことによるものである。

2) 総ビタミンC含有量の変化

表2に料理別供食重量、植物性の食品の使用量および調理前後の総ビタミンC含有量を示した。料理区分別として主菜に付け合わされる料理は副菜と分類した。分析を行わなかったご飯は表から割愛した。

料理区分別の総ビタミンC含有量は、主菜で高く、野菜の使用量、供食重量の多いことが影響している。料理別では、緑黄色野菜、淡色野菜のいずれの使用量とも関連性は見られず、使用食品のビタミンC含有量の差が影響しているものと考えられた。調理前後の総ビタミンC含有量の保持率は、調理法による違いがみられた。サラダのように加熱をしない調理法において高かった。こまつなのおひたし、大豆もやしのナムル、こまつなと油揚げの味噌汁の具のように加熱操作後にしぼり操作の加わる調理法において低い傾向であった。かれいのおろしあんは、おろし操作による溶出と大根おろしを加熱してい

るため著しく低い保持率になった。一方、調理後の含有量が100%を大きく超えた料理はさわらの甘酢あんかけであった。この一因として盛りつけのバラツキが考えられる。給食では一定の短い時間内で多数の食事を盛りつけるため、予定の供食重量、給与栄養量を提供するための精度管理が大きな課題¹²⁾であると認識した。試料採取は盛り付け予定量を出来るだけ正確に盛り付けたが、食品に対して煮汁の多い料理の特徴として、栄養量の差の大きい食品切片の大きさや分散状態が不均一であったため、調理後の総ビタミンC含有量のバラツキが生じたものと考えられた。またさやえんどうを使った料理は盛りつけを枚数で行ったため調理前後の1人あたりの配食量に差が出たことも数値に影響したと考えられた。

献立1食の調理後の総ビタミンC含有量は、表には示さなかったが、献立番号順に22.1mg、21.7mg、42.2mg、14.7mg、37.9mg、平均27.7mgとなり、表1に示した食品成分表による献立1食のビタミンC含有量の計算値47.0mgに比べかなりの低値（58.9%）となった。これは調理による減少ばかりでなく、原材料の総ビタミンC含有量が低かったことも影響していると考えられた。実際のビタミンC分析値が成分表の値と同値であるはずはないが、下処理（洗浄・剥皮・切さい）前の個々の原材料の総ビタミンC含有量を分析していないために、この差が原材料の違いによるものなのか、搬送を含めた下処理に至るまでの鮮度の低下に由来するか、大量調理の下処理の影響であるかは不明である。今回の献立では、野菜・果物を多く使用した献立であるが、それらの食品の使用量を確保するばかりでなく、食品の種類の選択、新鮮な食品の購入、調理法等の検討が必要なが示唆された。調理においては、大量調理の標準化が栄養管理上の要であることは言うまでもない。

表2 献立および料理区分別供食重量とビタミンC含有量

献立番号		1食あたりの 供食重量 (g)	ビタミンC含有量 計算値 (mg) ^a	総ビタミンC含有量 (mg/1食)		保持率 (%) ^b
				Before	After	
1		607.2	42.0	25.3	22.1	87.2
2		670.3	49.1	46.7	21.7	46.4
3		679.7	48.9	36.1	42.2	116.9
4		714.2	40.9	32.1	14.7	45.7
5		722.8	53.9	42.4	37.9	89.4
平均値		678.8	47	36.5	27.7	77.1
標準偏差		45.8	5.4	8.4	11.8	30.7

料理区分	n	1食あたりの 供食重量 (g)	ビタミンC含有量 計算値 (mg) ^a	総ビタミンC含有量 (mg/1食)		保持率 (%) ^b
				Before	After	
主食	5	199±2.8 ^c	—	—	—	—
主菜	5	193±51.5	16.7±10.5	15.6±10.1	12.9±11.4	87.8±57.3
副菜	7	68±20.1	8.8±6.9	6.6±8.3	4.0±3.2	79.4±25.3
汁	4	167±23.4	11.8±4.8	7.9±5.3	4.7±4.1	70.6±49.8

^a: 5訂日本食品標準成分表により算定

^b: 保持率 (%) = $\frac{\text{After (調理後の料理または献立1食の含有量)}}{\text{Before (調理前の料理または献立1食の含有量)}} \times 100$

^c: 平均値±標準偏差

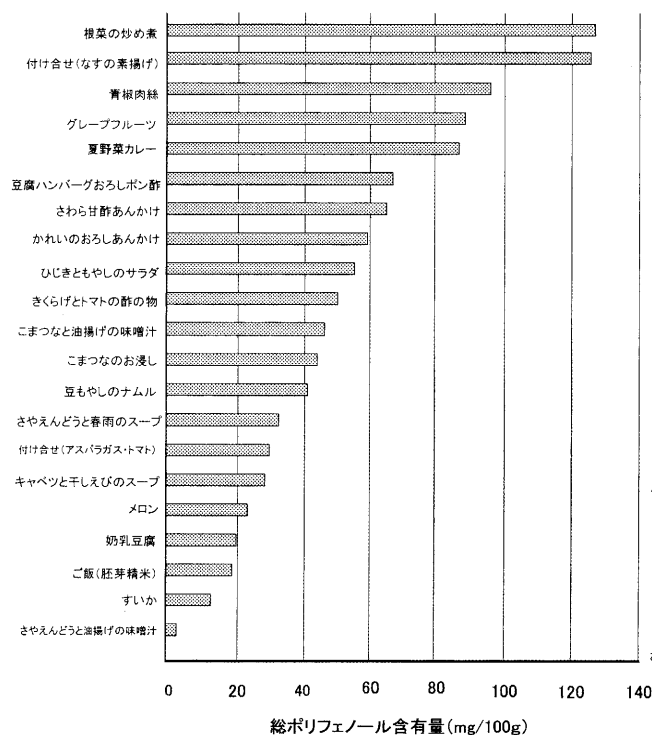


図 2-1 料理の総ポリフェノール含有量

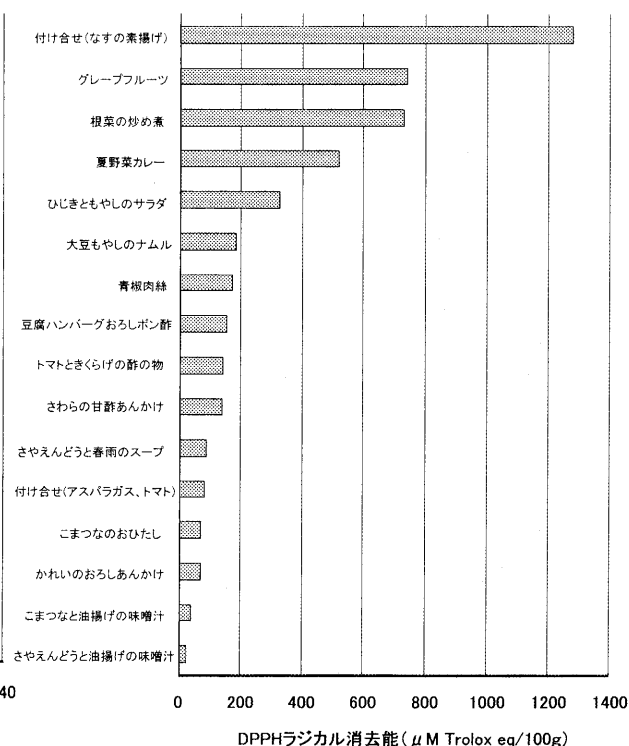


図 2-2 料理のDPPHラジカル消去能

3) 総ポリフェノール含有量・DPPHラジカル消去能の変化

図2に出来上りの料理100gあたりの総ポリフェノール含有量, DPPHラジカル消去能を高い順に示した。総ポリフェノール含有量の高かったのは, 根菜の炒め煮, なすの素揚げ, 青椒肉絲, グレープフルーツ, 夏野菜カレーの順であった。これらの料理は機能性成分含有量の高い食品が使用されていた。津志田ら¹³⁾が抗酸化性を検討した43種の野菜のなかで, れんこん(ポリフェノール含有量約170mg/100g), ごぼう, ピーマン(共にポリフェノール含有量約90mg/100g)は抗酸化性の高い食品として報告している。今回の根菜の炒め煮にはれんこん, ごぼうを使用しており, 総ポリフェノール含有量の分析値120mg/100gは, 津志田ら¹³⁾の報告と近似していた。

DPPHラジカル消去能は, なすの素揚げ, グレープフルーツ, 根菜の炒め煮, 夏野菜カレーの順に高かった。山口ら⁶⁾が18種の野菜のDPPHラジカル消去能を検討したなか, 消去能の高い食品として報告しているごぼう(1076μM Trolox eq./100g), ピーマン(632μM Trolox eq./100g), なす(577μM Trolox eq./100g)を使用している料理で高い傾向であった。

出来上りの料理100gあたりの総ポリフェノール含有量とDPPHラジカル消去能の順位は異なるが, 共通する料理が上位に挙げられ, 相関があるように見受けられた。出来上りの料理100gあたりの総ポリフェノール含有量とDPPHラジカル消去能の関係を図3に示した。両者の間に相関関係($r=0.832$)が認められた。抗酸化

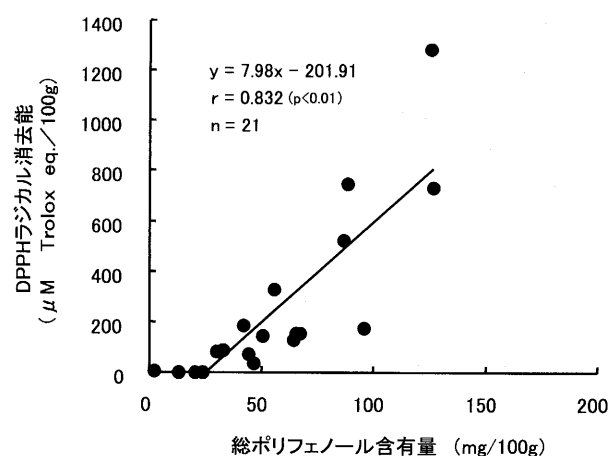


図3 総ポリフェノール含有量とDPPHラジカル消去能の関係

性の評価方法が異なるものの, 津志田ら¹³⁾は野菜のポリフェノール含有量と抗酸化性に相関関係を認めたと報告している。また, 藤江ら¹⁴⁾がハーブのDPPHラジカル消去能とビタミンCおよびポリフェノール量を検討した結果, ハーブのDPPHラジカル消去能は含有量の高いビタミンC含有量とは相関がみられず, ポリフェノール量と高い相関関係を得ている。

表3に料理別および料理区分別の1食あたりの総ポリフェノール含有量, DPPHラジカル消去能を示した。料理1食あたりの総ポリフェノール含有量は, 主菜が高く調理後ではすべての料理で100mg/1食以上であった。主菜では素材のポリフェノール含有量が高かつ供食重量が多いことが影響していると考えられた。調理後の保

表3 料理別総ポリフェノール含有量とDPPH ラジカル消去能

区 分	料 理 名	総ポリフェノール含有量 (mg/1 食)			DPPH ラジカル消去能 (μ M Trolox eq./1 食)		
		Before	After	保持率 (%) ^a	Before	After	保持率 (%) ^a
主 食	ご飯:胚芽精米	51.1	38.0	74.5	ND	ND	—
主 菜	夏野菜カレー	189.6	237.6	125.4	510.2	1421.8	278.7
	豆腐ハンバーグおろしポン酢かけ	129.7	123.5	95.2	185.6	285.2	153.7
	さわらの甘酢あんかけ	133.1	135.2	101.6	173.1	268.1	154.9
	かれいのおろしあんかけ	73.1	100.3	137.2	181.3	232.4	128.2
	青椒肉絲	108.9	141.6	130.1	274.7	255.2	92.9
	平均値±標準偏差	126.9±42.4	147.7±52.7	117.9±18.4	265.0±143.1	492.6±519.8	161.7±70.1
副 菜	ひじきともやしのサラダ	25.6	53.4	208.0	133.3	312.4	234.4
	付け合わせ(アスパラガス, トマト)	21.8	20.5	93.8	38.7	55.7	143.9
	こまつなのおひたし	86.7	37.6	43.4	309.4	59.3	19.2
	大豆もやしのナムル	49.8	22.8	45.8	172.9	100.1	57.9
	付け合わせ(なすの素揚げ)	19.7	41.8	212.4	147.6	426.7	289.2
	根菜の炒め煮	80.1	85.7	107.0	635.2	494.8	77.9
	トマトときくらげの酢の物	29.0	36.4	125.5	78.9	101.6	128.7
	平均値±標準偏差	44.7±28.2	42.6±22.1	119.9±69.7	216.6±203.3	221.5±186.2	135.9±96.9
汁	さやえんどうと油揚げの味噌汁	55.1	38.7	70.2	139.5	30.0	21.5
	キャベツと干しエビのスープ	24.7	52.5	212.2	ND	ND	—
	こまつなと油揚げの味噌汁	67.7	79.3	117.1	85.5	64.0	74.8
	さやえんどうと春雨のスープ	23.2	61.3	264.9	70.9	159.4	224.8
	平均値±標準偏差	42.7±22.2	57.9±17.0	166.1±88.5	98.6	84.5	107.1
デザート	グレープフルーツ	—	33.6	—	—	281.8	—
	メロン	—	10.0	—	—	ND	—
	すいか	—	12.1	—	—	ND	—
	奶乳豆腐	—	24.8	—	—	ND	—
	平均値±標準偏差		20.1±11.1				

^a: 保持率 (%) = $\frac{\text{After (調理後の料理 1 食の含有量)}}{\text{Before (調理前の料理 1 食の含有量)}} \times 100$

ND: 検出感度以下

—: 測定せず

表4 献立別総ポリフェノール含有量とDPPH ラジカル消去能

献立番号	総ポリフェノール含有量 (mg/1 食)			DPPH ラジカル消去能 (μ M Trolox eq./1 食)		
	Before	After	保持率 (%) ^a	Before	After	保持率 (%) ^a
1	299.8	362.6	120.9	925.2	2016.0	217.9
2	344.3	258.9	75.2	673.1	430.2	63.9
3	268.8	257.9	95.9	346.5	368.3	106.3
4	265.1	357.4	134.8	1049.6	1218.0	116.0
5	236.9	302.3	127.6	424.5	516.3	121.6
平 均 値	283.0	307.8	114.8	683.8	909.7	125.1
標準偏差	40.9	50.9	28.1	305.5	706.5	56.5

^b: 保持率 (%) = $\frac{\text{After (調理後の献立 1 食の含有量)}}{\text{Before (調理前の献立 1 食の含有量)}} \times 100$

持率は、大量の湯でゆでた後しぼる操作のあるこまつなのおひたし、大豆もやしのナムルで50%以下であったのに対して、100%以上であった料理が多く、200%を超えたものもみられた。調理前と調理後の抽出方法は同じように行っているの、組織の軟化が成分を抽出し易くしたものと推察された。

料理別および料理区分別、調理前のDPPH ラジカル消去能は、主菜、副菜で高く、汁は低かった。夏野菜カレーは、ポリフェノール含有量も高かったが、DPPH ラジカ

ル消去能が他に比べ高かった。たまねぎ、トマト、なす、いんげんなど種々のタイプの抗酸化性を持った野菜を多く使用している料理であり、さらに使用量は少なくとも香辛料¹⁵⁾を使用していることも影響しているものと考えられた。調理後のDPPH ラジカル消去能の保持率は主菜で著しく高くなった。この理由としてペクチンの可溶化¹⁴⁾、ポリフェノールオキシダーゼの失活¹⁶⁾、カレーの炒め操作による寄与⁵⁾、生成されたメラノイジンの効果¹⁷⁾が考えられ、これらは加熱により組織の軟化と酵

素失活等より野菜由来の抗酸化能が高まったことに起因するものと考えられる。

このように本実験結果では総ポリフェノール含有量の変化だけでDPPHラジカル消去能の変化を説明できなかった。今回は献立単位、料理単位の分析で概要の把握を試みたが、今後は食品と調理プロセスの関係について個別的に解析を行う必要性を確認した。個々の料理での変動が多い中、献立としてみることに難がある。しかし給食として供された1食の概要をつかむことは当初の目的であり、検討を試みた。表4のように献立としての総ポリフェノール含有量の平均は約300mg/1食、DPPHラジカル消去能の平均は900 μ M Trolox eq./1食であった。総ポリフェノール含有量、DPPHラジカル消去能の保持率は、主菜および加熱調理を行った副菜の保持率に近い値となった。

食品中の抗酸化性に寄与する成分は、ビタミンC、ビタミンE、カロテノイド、メラノイジン、セサミノール

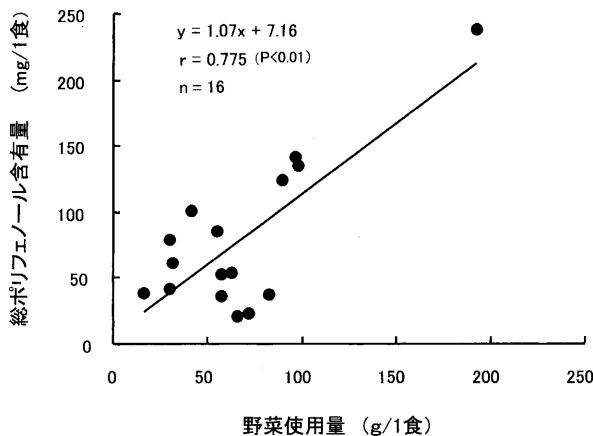


図4 料理1食の野菜使用量とポリフェノール含有量

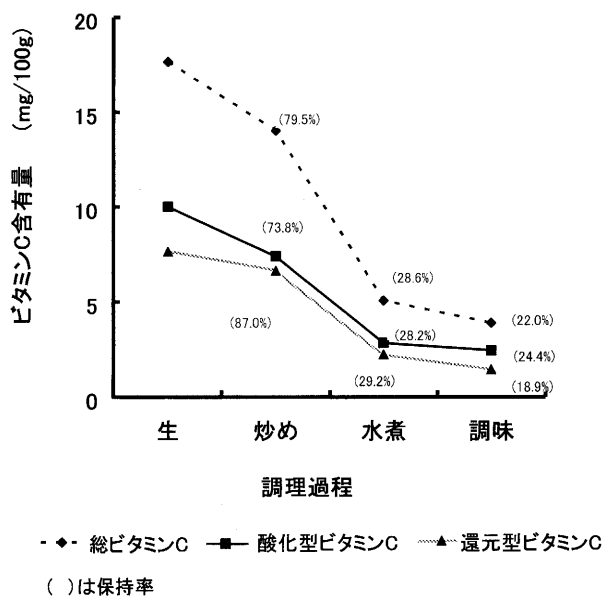


図5 根菜の炒め煮のビタミンC含有量の変化

等多種あり、供食される料理や食事における寄与率を検討することが有意義であると考えられる。本研究では、これらの抗酸化成分の影響を十分には明らかにできなかったが、野菜を多く使用した総ポリフェノール含有量の高い料理が、健康に対する寄与を期待できる抗酸化性の高い料理であることを示唆した（図4参照）。食事としてポリフェノールの摂取量を確保するためには、野菜を積極的に取り入れることが効果的であると言える。

2. 大量調理をモデル化した根菜の炒め煮の成分変化

1) ビタミンC含有量

炒め煮の調理過程におけるビタミンC含有量の変化を図5に示した。総ビタミンC、酸化型ビタミンC、還元型ビタミンCのいずれもが、炒め操作で減少し、さらに煮込み操作により著しく減少した。調理過程における総ビタミンCの生に対する保持率は、炒め後約80%、水煮後約30%、調理後約20%であった。

2) 総ポリフェノール含有量・DPPHラジカル消去能

図6-1, 2に根菜の炒め煮の総ポリフェノール含有量、DPPHラジカル消去能の調理過程の変化を示した。いずれも「炒め」で減少傾向がみられ、水煮・調味後においてわずかに増加する傾向が見られたが、炒め、煮る調理操作による変化に有意差は認められなかった。根菜の炒め煮のモデル実験においても炒め操作、水煮操作、調味料添加後の煮熟操作のいずれにおいても総ポリフェノール含有量、DPPHラジカル消去能は明らかな変化がみられず、煮汁がほとんど煮含められる炒め煮においてポリ

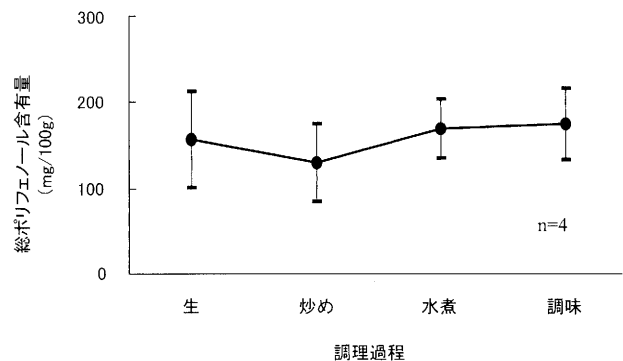


図6-1 根菜の炒め煮の総ポリフェノール含有量の変化

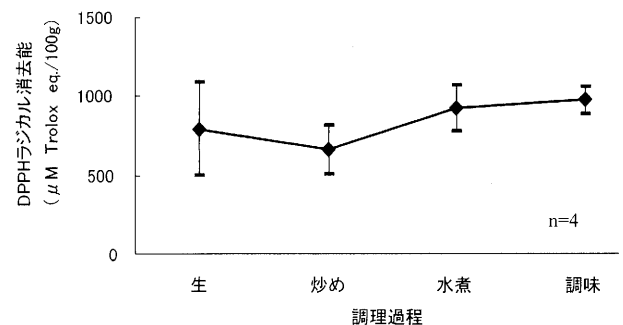


図6-2 根菜の炒め煮のDPPHラジカル消去能の変化

フェノール類, 抗酸化性が保持される傾向がみられた。

大量調理での栄養成分の減少は, 少量調理に比べて大きいと報告¹⁸⁾されているが, 給食として対象者に適合する給与栄養量を確保するために, 下処理から調理・盛り付け供食に至るまでの調理作業の標準化が必要である。多くの日本人が利用している給食および外食の大量調理の条件と抗酸化成分の挙動を把握し, 栄養成分は勿論のこと機能性成分も効果的に摂取できるような給食システム構築を今後の課題と捉えている。

要 約

生理活性が期待できる抗酸化成分として, ビタミンC含有量, 総ポリフェノール含有量, および抗酸化性の評価としてDPPHラジカル消去能について, 給食で提供している料理, 献立1食の評価および大量調理をモデル化した根菜の炒め煮の調理過程の変化を検討した。結果は以下の通りである。

- 1) 料理1食の総ビタミンCは, 野菜の使用量, 供食重量の多い主菜で高かった。調理後の保持率は調理法による特徴がみられ, 加熱操作にしぼり操作が加わる調理法において保持率が低くなった。
- 2) 料理100gあたりの総ポリフェノール含有量, DPPHラジカル消去能は, それらの高い食品の使用量の多い料理が高い傾向が見られた。また総ポリフェノール含有量, DPPHラジカル消去能の間に相関関係 ($r=0.832$) が認められ, 料理の抗酸化能に総ポリフェノールが貢献していることを確認した。
- 3) 献立1食としての総ポリフェノール含有量は約300 mg/1食, DPPHラジカル消去能は約900 μ M Trolox eq./1食であった。
- 4) 野菜の使用量と総ポリフェノール含有量の間に相関関係 ($r=0.775$) が認められ, 野菜の摂取が総ポリフェノールの摂取を高め, 食事の抗酸化性を高めることが期待できる。
- 5) 大量調理をモデル化した根菜の炒め煮の総ビタミンCの生に対する保持率は, 10分間の炒め操作で80%, 30分の煮熟操作で, 20%となった。総ポリフェノール含有量, およびDPPHラジカル消去能の加熱による変化はみられなかった。

以上の結果より, 総ポリフェノール含有量, DPPHラジカル消去能の面から野菜類を多く含む大量調理の献立は, 健康の保持・増進の一翼を担うものと評価できる。

文 献

- 1) 殿塚婦美子: 改定大量調理. 品質管理と調理の実際, p2, 学建書院, 東京 (2002)
- 2) 殿塚婦美子: 調理過程の入力条件と品質との関係及び品質

制御. 調理科学会誌, **28**, 129-135 (1995)

- 3) 三好恵子, 谷 武子, 伊藤至乃, 堤ちはる 他: 大量調理におけるブラウnlルーの標準化について. 調理科学, **25**, 127-133 (1992)
- 4) 黒澤祝子: 食用油調理におけるナスの全ポリフェノールとクロロゲン酸について. 調理科学, **21**, 133-136 (1988)
- 5) 高村仁知, 山口智子, 林恵里奈, 藤本さつき, 的場輝佳: カレーの調理過程におけるラジカル捕捉活性の変化. 家政誌, **50**, 1127-1132 (1999)
- 6) Yamaguchi, T., Mizobuchi, T., Kajikawa, R., Kawashima, H. *et al.*: Radical-scavenging activity of vegetables and the effect of cooking on their activity. *Food Sci. Technol. Res.*, **7**, 250-257 (2001)
- 7) Dimitris P. Makris, John T. Rossiter: Domestic processing of onion bulbs (*allium cepa*) and asparagus spears (*asparagus officinalis*): Effect on flavonol content and antioxidant status. *J. Agr. Food Chem.*, **49**, 3216-3222 (2001)
- 8) Murakami M., Yamaguchi T., Takamura H., Matoba T.: Change in radical-scavenging activity of quercetin and epigallocatechin gallate during heat treatment. *J. Home Econ. Jpn.*, **55**, 213-217 (2004)
- 9) 小高 要, 稲垣節子, 氏家 隆, 上野順士, 須田浩行: 高速液体クロマトグラフィーによる食品中の総ビタミンCの定量. ビタミン, **59**, 451-455 (1985)
- 10) 鈴木 誠, 渡辺敏郎, 三浦麻子, 原島恵美子, 中川靖枝, 辻啓介: Foin-Denis 法による総ポリフェノール量測定のための抽出溶媒の検討. 日食工誌, **49**, 507-511 (2002)
- 11) Yamaguchi T., Takamura T., Matoba T., Terao J.: HPLC method for evaluation of the free radical-scavenging activity of foods by using 1, 1diphenyl-2picrylhydrazyl. *Biosci. Biotech. Bioch.*, **62**, 1201-1204 (1998)
- 12) 向笠由美, 高橋ひろ子, 鈴木久乃: 集団給食の食事精度管理, 盛り付け量の変動について. 第30回栄養改善学会講演集, 512-513 (1983)
- 13) 津志田藤二郎, 鈴木雅博, 黒木柁吉: 各種野菜類の抗酸化性の評価および数種の抗酸化成分の同定. 日食工誌, **41**, 611-618 (1994)
- 14) 藤江歩巳, 久保田真紀, 梅村芳樹, 大羽和子: 新鮮ハーブのビタミンC量, DPPHラジカル捕捉活性およびポリフェノール量. 調理科学, **34**, 380-389 (2001)
- 15) 藤江歩巳, 大羽知子: カレーの機能性. 調理科学, **37**, 320-324 (2004)
- 16) Yamaguchi T., Katsuda M., Oda Y., Terao, J. *et al.*: Influence of polyphenol and ascorbate oxidases during cooking process on the radical-scavenging activity of vegetables. *Food Sci. Technol. Res.*, **9**, 79-83 (2003)
- 17) 加藤博通, 石川久隆, 檜尾 一, 土田広信, 藤巻正生: メラノイジの酸化分解および還元生成物の抗酸化性について. 農化, **49**, 179-183 (1975)
- 18) 石橋源次, 武藤慶子, 山之内裕子, 滝沢知子, 石松成子: 栄養素の損失に及ぼす大量調理, 少量調理の影響. 臨床栄養, **70**, 509-513 (1987)