

食材の健康増進機能に対する調理の意義

的 場 輝 佳*

Teruyoshi Matoba

1. 日本型食生活

地域の食文化は、気候や風土など地域の特徴によって大きな影響を受ける。高温多湿で、広大な耕地が無く、国土のほとんどが山岳地帯である我が国は、稲作に最適な農業環境である。このような風土のなかで、米を主食とし、魚類、豆類、芋類、野菜類などを副食とした「日本型食生活」が育まれてきた（表1）。しかし、経済成長をとげた我が国は飽食の時代を迎え、1983年世界一の長寿国になったものの、食生活の欧米化と共に従来の日本型食生活が崩れ、ガンやメタボリック症候群と呼ばれる、心疾患、高血圧、糖尿病などの生活習慣病の発症が問題となっている。

政府は、「食生活指針」の中で欧米型の過食気味な食生活の弊害を是正し、日本の風土や地域性を考慮した日本型食生活の見直しを求めている。

戦前の1930年頃の供給熱量は2,000 kcal（1人1日当たり）で、その65%を米から取っていた。戦後、経済成長と共に米の消費量が減少しているのに対して、肉類、牛乳および乳製品、油脂類の消費が著しく増加している^{1,2)}。最近では、米から取っている熱量は、25%前後に過ぎない。以前は、タンパク質の摂取が不足で食塩の摂取が過剰気味であったことが栄養上の問題であったが、1980年頃、経済成長と共に炭水化物、タンパク質、脂質の摂取エネルギー比はWHOが推奨する理想レベルになり、日本は世界の長寿国になった。当時、肥満や生活習慣病が問題となっていた欧米諸国は、理想的な摂取エネルギー比にある日本型食生活に注目し、日本食のブームも起った。米食に対する関心や、鮭バーの出現、大豆食品の見直しなどがその例である。しかし、近年、我が国では献立の欧米化とともに炭水化物の摂取が減少し、逆に、脂質の摂取が増加傾向にあ

り、かつての理想的なエネルギー比が崩れ生活習慣病の増加が懸念されている。

近年、食生活を工夫すれば、医薬に頼らなくても生活習慣病を予防し得ることが指摘されて以来、健康を維持するための食事献立に高い関心が集まっている。価値があると評価されている日本型食生活は1980年代の食生活で、それ以前や現在の食生活を指すのではない。特に、日本型食生活の基になっている、「米を主食に、魚介類・野菜類・豆類などを副食とした伝統的な惣菜などの献立」は、単に理想的なエネルギーの摂取比を維持しているだけでなく、後述するように副食となるものに生活習慣病の予防など健康増進に有効な成分を含むことが、日本型食生活に世界から注目が集まっている理由である。日本料理の再考は、健康的な食生活を実現する最もトレンドな発想といえよう。

2. 食材の健康増進機能

食物の持つ機能が、一次機能（タンパク質、ビタミンなど栄養素やエネルギー源としての機能）、二次機能（料理の美しさやおいしさなど嗜好性に関連する機能）、三次機能（非栄養成分で病気の予防など生体調節に関与する機能）の3つの機能に分類されたのは、1984年文部科学省科学研究補助金による特定研究「食品機能の系統的解析と展望」（代表者・藤巻正生）のなかでのことである³⁾。最近、食生活と健康増進とに強い関心が集まっているのは、この三次機能に注目されているからである。今日では、食の機能性とは三次機能を指し、その意味するところは“健康増進機能”である。本稿でも、この趣旨に添って“三次機能”を“健康増進機能”と称することにする。中国では、昔から医食同源（薬食同源）“Medicine and food are isogenic”と称されるように、健康増進を期待した食事献立があった。我が国においても、江戸時代に刊行された『本朝食鑑』や『食用簡便』などに、食材の健康増進機能に関する記述があり、昔から、食と健康に関心があったと思われる。

しかし、食べ物の機能と健康増進に関する科学的な研究は、上記の特定研究（1984年）のプロジェクトを機に我が国が世界に先んじて展開した。その後、英国の科学雑誌（*Nature*, 1993年）⁴⁾に“Japan explores the boundary between food and medicine”なるニュースレポートが掲載されて、食品の機能に関する研究が全世界に広がったのである。ここで、今日知られている代表的な食材の機能をま

表1. 日本型食生活の食材

米（めし）	主 食
魚介類	
野菜類（根菜、葉菜）	
豆類（主に大豆）	副 食
海藻類	
その他	
お茶（緑茶）	飲 料

* 関西福祉科学大学
(Kansai University of Welfare Sciences)

食材の健康増進機能に対する調理の意義

表 2. 食品成分の健康増進機能

活性酸素消去能(抗酸化性)→ガン・老化・虚血性心疾患などの予防
血清コレステロール低下能→高血圧・動脈硬化などの予防
血圧降下作用→高血圧・脳梗塞などの予防
血糖値上昇抑制作用→糖尿病の予防
血小板凝集抑制作用→血栓症・脳梗塞などの予防
腸内菌叢調整(整腸)作用→便秘改善, 大腸ガン・糖尿病などの予防
抗真菌性→虫歯の予防
抗菌(抗ウイルス)作用→腐敗防止
その他の作用→利尿, 食欲増進, 消化促進, 強壮, 解熱, 代謝亢進など

とめておく(表2)。

まず, 日本型食生活の食事献立に登場する食材の機能について述べてみたい。日本型食生活で副食となるもの(野菜類, 豆類(主に大豆), 魚類, 海藻類など)には, 健康増進機能成分が含まれている。以下に, それぞれの食材の健康増進機能の概要をまとめる^{5~8)}。

野菜類

ラジカル捕捉・活性酸素消去能(抗酸化性)を持つ成分(ビタミンC・E, カロテノイド, ポリフェノールなど)を多く含む。糖尿病や高血圧などの生活習慣病などの予防が期待されている。また, 食物繊維の主要な供給源で, 食物繊維は, 整腸, 血圧上昇抑制, コレステロール吸収抑制, 血糖上昇抑制, 大腸ガン予防などの機能がある。

豆 類 (主に大豆)

大豆タンパク質に, 血清コレステロール低下作用がある。また, 大豆中のイソフラボン類が, エストロゲン(女性ホルモン)類似作用を持ち, 乳ガンや前立腺ガンなどの予防のほか, 骨粗鬆症の予防や骨密度の向上に効果があると期待されている(1日50mg程度の摂取で有効:豆腐1丁分)。その他, 大豆オリゴ糖(水溶性食物繊維)は, 大腸内の菌叢環境を整備する働きがある。

魚 類

魚油を構成する脂肪酸(n-3系, EPAやDHA)に, 血小板凝集抑制作用と血管拡張作用(心疾患, 脳血栓予防), ある種のガンの抑制, 乳児の脳の活性化, 肥満防止(脂肪細胞の形成を抑制)などが期待されている。

海藻類

食物繊維としての効果以外に, 抗菌性, 抗ウイルス性, 抗腫瘍性, 血圧降下作用, 血清コレステロール低下作用, 抗血液凝固性などの効果が期待されている。

茶(緑茶)

緑茶のカテキン類には, ガン抑制性, 抗腫瘍性, 血小板凝集抑制作用, 血清コレステロール低下作用, 血圧降下作用, 血糖上昇抑制作用, 抗菌性, 虫歯予防作用, 口臭予防作用などが期待されている。

以上述べたように, 日本型食生活では健康増進が期待される食事献立を提供することができる。しかし, 日本料理に特有な味付けの関係で, 食塩の摂取が過剰にならないよ

う注意が必要であろう。

世界の料理にない日本料理の特徴は, 野菜料理と魚料理が極めて豊富なことである。日本料理に使う野菜や魚の種類の豊富さや, これらの食材を活かした多彩な調理方法は, 世界に類をみない。最近の傾向として欧米諸国では, 健康増進を考慮した新たな献立を創造する動きにある。近い将来, 日本料理からヒントを得た, 魚や野菜を多用した新しい献立が生み出されると思われる。

健康増進機能を持つ成分は, 食材から見出されたものである。しかし, これまでの研究は薬品や医薬様食品(サプリメントなど, いわゆる健康食品)の開発に向けられており, 残念ながら, 日常の食生活と最も関連の深い, 食材の健康増進機能と調理と関係に焦点を合わせた研究は極めて少ない。以下の項で, 著者の研究グループがこれまで検討してきたことを中心に, 食材の健康増進機能と調理操作との関係について述べてみる^{9~30)}。

3. 食材のラジカル捕捉活性と調理

1) 野菜の加熱調理

疫学調査によると, 野菜類の摂取量が多い国民は, ガンや虚血性心疾患による死亡率が低いとされている。さらに, 糖尿病, 高血圧などの生活習慣病や肥満の予防など現代人が抱えている健康上の問題解決に対して, 野菜の摂取が有効であることが知られている。これらの疾病の発症に, 生体内(細胞内)で発生するフリーラジカル・活性酸素が遺伝子, 酵素, 生体膜などに損傷を与えることが主な要因であると考えられている。野菜に含まれるポリフェノールや抗酸化性ビタミンは, 高いラジカル捕捉活性・活性酸素消去能を有することから, ガン, 老化, 生活習慣病などを予防する食事献立として, 野菜を多く使ったものに強い関心が持たれている^{31~36)}。フレンチパラドックスに関する報告³⁷⁾は, 赤ワインの人気向上のみならずポリフェノールに対する健康ブームに拍車をかけた。このような背景から, 厚生労働省は“21世紀における国民健康づくり「健康日本21」”の中で, 成人一日当たり野菜350g以上を摂取することを強く勧めている³⁸⁾。野菜には, 抗酸化成分以外に, 多種の健康増進機能成分が含まれている(表3)。

表 3. 野菜類の主な健康増進機能成分と作用

成 分	生理調節機能
フラボノイド } ビタミンC, E } カロテノイド }	発ガン抑制作用 突然変異抑制作用 活性酸素消去作用 など
イソチオシアネート } ポリスルフィド }	発ガン抑制作用
ペプチド, アミノ酸	血圧降下作用
食物繊維 } オリゴ糖 }	便秘改善, 大腸ガン予防 糖尿病予防 など

通常、野菜は加熱調理して食することが多い。加熱した方が、生のままよりも軟らかくなると共にポリフェノール（カサ）も小さくなり、多量に野菜を摂取することができる。しかも、サラダなどの生食に比べて料理の種類も多彩になるので、郷土の食文化を継承した日本料理ならではの献立を楽しむことができる。しかし、一般生活者には、「野菜を加熱調理すれば、有効成分は壊れてしまう」との懸念がある。そこで、野菜を加熱調理した場合、ラジカル捕捉活性が増加するのか減少するのかについて、多種類の市販野菜（8品目：キャベツ、タマネギ、トマト、ナス、ニンジン、ピーマン、ブロッコリー、ホウレンソウ）を用いて検討した。野菜のラジカル捕捉活性に寄与する成分は、主にポリフェノール類（フラボノイドやフェノール酸など）とアスコルビン酸である。

野菜をゆでた場合、アスコルビン酸含量が減少するにもかかわらず、ラジカル捕捉活性の増加がみられることがある^{14, 39)}。このような加熱調理による野菜類の見掛けのラジカル捕捉活性の増加は、加熱で活性成分が増加するのではなく、生のままで野菜の組織を破壊すると、ポリフェノールオキシダーゼやアスコルビン酸オキシダーゼが作用し、ポリフェノールやアスコルビン酸が酸化されて消失するが、加熱をするとこれらの酸化酵素が失活するので、ポリフェノールやアスコルビン酸が保持されることになる。つまり、加熱することにより、“活性が上がったのではなく、減らなかったのである”^{18, 21)} (図1)。調理加熱とアスコルビン酸含量の変化についての報告は、多くみられる^{40~45)}。

上記の8種の野菜について、ゆで加熱、煮込み加熱、電子レンジ加熱、炒め加熱、揚げ加熱の各調理操作におけるDPPHラジカル捕捉活性の変化を解析した。ポリフェノール含量およびアスコルビン含量も調べた。その結果、ゆで加熱および煮込み加熱で、ラジカル捕捉活性およびポリフェノール含量は減少したが、電子レンジ過熱、炒め加熱、揚げ加熱では、ほとんど減少しなかった。しかし、アスコルビン酸含量は、いずれの加熱調理操作においても減少した。ゆで加熱および煮込み加熱で、ラジカル捕捉活性が減少した要因は、ポリフェノールもアスコルビン酸も煮汁へ溶出したことによるが、それぞれの溶出程度はアスコルビ

ン酸の方がポリフェノールよりも高い。また、加熱に対する化学的安定性は、逆にポリフェノールの方がアスコルビン酸よりも高いのである。このように、ポリフェノールは、加熱調理に対してタフであるといえる^{22, 23, 30)}。以上の結果から、野菜料理からのポリフェノールを有効に摂取するためには、ゆで加熱や煮込み加熱をした場合、ゆで汁も合わせて摂取できる料理（スープ、シチュー、みそ汁、鍋物など）が奨められる。

2) 野菜の生処理

先でも述べたが、野菜を生のままで破碎（刻む、おろすなど）して放置すると、ラジカル捕捉活性は低下する。口腔内で生野菜を咀嚼している間にも活性は低下する。しかし、酢やレモンなどで酸味を加えるとpHが低くなって、酸化酵素の作用を抑えることができる。家庭で野菜ジュースを作る際には、あらかじめ野菜を加熱するか、pHを下げるなどの処理が必要である。近年、調理作業の簡便化に伴い、カット野菜の需要が伸びている。これらの商品のラジカル捕捉活性はどの程度保持されているかが気になりである。しかし、意外にも活性は保持されているのである。野菜をカットしても植物組織の形態が残っていると、野菜自体は組織が破壊されることによって引き起こされる有害な酸化ストレスから組織を保護するために、ポリフェノールやアスコルビン酸などが生合成するので、ラジカル捕捉活性が減少しないと考えられる^{26, 44~46)}。

3) 調味料の加熱

日本料理の味付けに欠かせない醤油や味噌にも、ラジカル捕捉活性を持つ成分が含まれている。これらの調味料に褐色の色調と香りを付与しているアミノカルボニル（メイラード）反応生成物が、その主な活性成分である^{15, 47, 48)}。煮物を調味する際に、醤油とみりんを加えて加熱すると、醤油のアミノ酸とみりんの還元糖の間でアミノカルボニル反応が起こり、ラジカル捕捉活性が増加する。現在のところ、このような活性成分が健康増進にどの程度有効なのかは不明である。しかし、このようなアミノカルボニル反応が食品成分（油脂など）の過酸化反応を抑え、風味など品質劣化を防止する可能性に期待がかけられ、加熱調理に対する利点を示している²⁷⁾。

4) スパイスの加熱

スパイスには、食欲増進をもたらす辛味作用、肉や魚の臭みを消す矯臭作用、香りを賦与する腑香作用、特有の色素による着色作用などがあり、世界各国の料理で広く活用されている。近年、我が国においても、イタリア料理やエスニック料理など諸外国の料理が好まれるようになって、スパイスやハーブに対する関心が高まっている。

従来から、スパイスには抗酸化作用（ラジカル捕捉活性）があることが知られており、スパイスの健康増進機能に期待がかかる⁴⁹⁾。種々のスパイス（クローブ、オールスパイス、シナモン、ナツメグ、マスタード、クミン、ジンジ

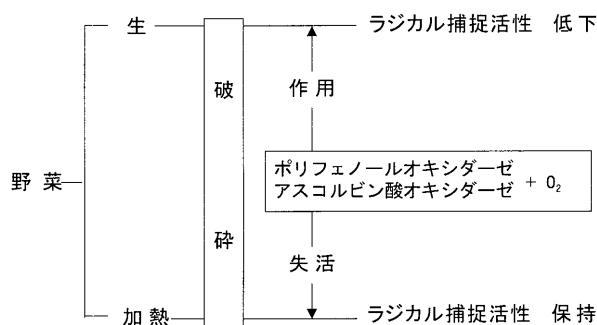


図1. 野菜の調理過程におけるラジカル捕捉活性の変化

食材の健康増進機能に対する調理の意義

ヤー、フェネル、フェネグリーク、黒コショウ、白コショウ、トウガラシ、メース、コリアンダー、ターメリック、カルダモン) には、いずれもラジカル捕捉活性があり、特にクローブの活性が高く、オールスパイスとシナモンがそれに続いた。これらの活性成分の主なものはポリフェノールであると思われる。また、これらのスパイスを加熱調理すると、スパイスの硬い外皮がほぐれて活性成分が溶出しやすくなる。その結果、ラジカル捕捉活性が増加する現象がみられ、加熱調理をすることの利点を示している²⁹⁾。

ハーブについても、加熱調理とラジカル捕捉活性を解析した報告がある。そのなかで、スパイスの場合と同様、加熱することで活性が増加することが示されている^{50,51)}。

次に、スパイス、野菜、肉類を使って家庭風カレーライスを調理し、“カレーの調製”および“具の煮込み”の過程におけるラジカル捕捉活性の変化を解析した。その結果、加熱過程でトータルの活性に大きな変化はなく、カレーライス1食分に占める活性の55%は具(野菜と肉:主に野菜に由来)によるもので、45%はルー(主にスパイスに由来)によることを示した¹²⁾。

4. 生体におけるポリフェノールの有効性

食物から摂取したポリフェノール類が、健康増進にどの程度寄与するかについて、大変気になるところである。そこで、ポリフェノール類の腸管吸収と生体(細胞)内における有効性に関する最近の情報をまとめてみた。まず、ポリフェノールを化学構造で分類して整理しておく(表4)。ポリフェノールとは、フェノール性水酸基を2ヶ以上持った化合物の総称で、フラボノイドと非フラボノイドに大別される。

1) 吸収と代謝

野菜に含まれるポリフェノールの多くは、配糖体として存在している。口から摂取後、小腸で配糖体のまま吸収された後β-グルコシダーゼで加水分解されてアグリコンとなるケースと、腸管細胞刷子縁状でラクトース加水分解酵素で加水分解された後、アグリコンとして吸収されるケー

スとがある。また、小腸から吸収されなかった配糖体は、消化管下部へ移行し腸内細菌で分解されアグリコンとして大腸から吸収される。このようにして細胞内に吸収された疎水性のアグリコンは、親水性のグルクロン酸や硫酸抱合体となって血中を移動する。現在、血中に存在するこれらの化合物の代謝と有効性に関する研究が活発に展開されているが、全貌が明らかになっている訳ではない^{52,53)}。しかし、少なくともポリフェノールは、体内に吸収されること、体内で代謝を受けてその代謝産物にも健康増進効果があることは確かなようである^{54~56)}。また、ポリフェノールの種類によっても異なるが、腸管からの吸収率はビタミン類のように高くなく(おそらく10%前後以下)、血漿中における濃度も一定のレベル(10^{-8} ~ 10^{-6} mol/Lのオーダー)を超えないと考えられている⁵⁷⁾。

2) 腸管における抗酸化(ラジカル補足)作用

ポリフェノールの腸管からの吸収率が必ずしも高くはないため、ポリフェノールは消化管内に長時間留まることになる。消化管粘膜は、食物に由来する酸化促進物質や脂質過氧化物などに曝され、その結果、酸化ストレスを受け炎症などを発症することがある。これらに対して、食物中のポリフェノールなどラジカル捕捉活性成分は、これらの発症を抑えるとの報告がある⁵⁸⁾。このことは、加熱調理して生成するアミノカルボニル反応産物など、体内への吸収が期待できない活性成分についても健康増進効果が期待できることになる。

ラジカル捕捉活性と直接関係はないが、ポリフェノールについての興味深い話題を紹介する。ポリフェノールは膵臓リパーゼを阻害し油脂(トリアシルグリセロール)の吸収を抑制する効果があるので、肥満防止効果に期待がかかる⁵⁹⁾。また、アミラーゼに対する阻害作用もあり、腸管におけるデンプンなどの加水分解の抑制は、糖類の腸管吸収を抑え、血糖値を下げる効果にも期待がかかる⁶⁰⁾。

5. これからの課題

これまで、食材の健康増進機能に関する研究成果は、食

表4. ポリフェノールの分類*

大分類	小分類	含有する主な食材	代表的化合物
フラボノイド	フラボン	バセリ、ピーマン	アピゲニン、ルテオリン
	フラボノール	タマネギ、ソバ	ケルセチン、ルチン
	フラバノン	柑橘類	ナリンゲニン、ヘスペリジン
	フラバノール	緑茶、ワイン、ココア	カテキン、エピカテキン
	アントシアニン	ブドウ、ブルーベリー、ナス、黒豆	シアニン、デルフィニン
	イソフラボン	大豆	ダイジン、ゲニステイン
非フラボノイド	タンニン	紅茶、ウーロン茶、渋柿	テアフラビン、テアルビジン
	フェノール酸	コーヒー、ジャガイモ、ゴボウ	カフェ酸、クロロゲン酸
	リグナン	ゴマ	セサミン、セサミノール
	クルクミン	ターメリック(ウコン)、カレー粉、生姜	クルクミン、ショウガオール

* ポリフェノールはフラボノイドと非フラボノイドに大別される。

材から分離した活性成分の同定と生体内の作用機構の解明を中心に展開されている。その成果は、特定保健用食品をはじめ、いわゆる健康食品の開発として生かされている。一般生活者は健康食品の多くをサプリメントと受け止めている。サプリメントの使用に意味がないわけではない。しかし、適正な摂取をしないと、普通の食事では起こらない特定成分を過剰に摂取しまうこと、また、その効果を過信して栄養バランスの悪い食生活になることなどの懸念があり、サプリメントへの依存には問題点もある。

健全な食生活の原則は、多彩な食材を多様に調理した変化に富んだ献立を食することにある。将来、実際の食事献立に含まれる健康増進機能成分の含量が、食品成分表の一項目として記載されれば、生活習慣病や老化を予防する食事献立の設計を容易にすることができると考えられる。これを実現するために、機能成分のヒトに対する健康増進効果とその所要量が提示される必要がある。また、食材の調理過程における種々の健康増進機能成分の変化について、あらゆる料理献立を想定した解明が強く求められる。これまで、調理操作とラジカル捕捉活性に関する検討例は多くみられる。しかし、最近、新規な報告もみられるものの⁶¹⁾、他の健康増進機能に関する報告は極めて少なく、精力的な検討が必要であろう。著者が見落としている報告もあるかと思われる。これを機に、調理と健康増進機能に関する情報を蓄積できればと考えている。

本稿で取り上げた研究は、高村仁知先生と山口知子先生との共同研究（奈良女子大）によるものである。また、ポリノールの生体における有効性については、寺尾純二先生（徳島大学大学院）から有益なご助言をいただいた。これらの先生方に深謝したい。

文 献

- 健康・栄養情報研究会編（2006）『国民栄養の現状—平成15年国民栄養調査結果』第一出版、東京
- <http://www.kanbou.maff.go.jp/www/fbs/fbs-top.htm>（農林水産省ホームページ、農林水産省大臣館傍観調査課編（2006）『食料需給表 平成16年度版』）
- Arai, S., Osawa, T., Ohigashi, H., Yoshikawa, M., Kamino-gawa, S., Watanabe, M., Ogawa, T., Okubo, K., Watanabe, S., Nishino, H., Shinohara, K., Esashi, T. and Hirahara, T. (2001), A Mainstay of Functional Food Science in Japan—History, Present Status, and Future Outlook, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **65**, 1-13
- Swinbanks, D. and O'Brien (1993), J., Japan explores the boundary between food and medicine, *Nature*, **364**, 180
- 飯野久栄, 堀井正治編（1999）, 「医食同源の最新科学—食べものがからだをまもる（社）農村漁村文化協会, 東京
- 寺尾純二, 山西倫太郎, 高村仁知（2003）, 「食品機能学」, 光生館, 東京
- 久保田紀久枝, 森光康次郎（2003）, 「食品学—食品成分と機能性—」, 東京化学同人, 東京
- 中谷延二, 清水 誠, 小城勝相編著（2006）, 「食と健康—食品の機能—」, （財）放送大学教育振興会, 東京
- Yamaguchi, T., Takamura, H., Matoba, T. and Terao, J. (1998), HPLC Method for Evaluation of Free Radical-Scavenging Activity of Foods by Using 1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl, *Biosci. Biotech. Biochem.*, **62**, 1201-1204
- Khanum, M. N., Yamaguchi, T., Hiroishi, S., Muraoka, F., Takamura, H. and Matoba, T. (1999), Radical-Scavenging Activities of Fish and Fishery Products, *Food Sci. Technol. Res.*, **5**, 193-199
- 山口智子, 村上恵, 石渡仁子, 高村仁知, 荒川彰彦, 大谷博実, 寺尾純二, 的場輝佳（1999）, 有機質肥料と化学肥料で栽培したキャベツおよびハクサイのラジカル捕捉活性, 日食工誌, **46**, 604-608
- 高村仁知, 山口智子, 林恵里奈, 藤本さつき, 的場輝佳（1999）, 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
- 北尾悟, 寺本円佳, 的場輝佳（2001）, ブドウ種子抽出物のラジカル捕捉能に及ぼす熱および pH の影響と蒟蒻の製造, 日食工誌, **48**, 591-597
- Yamaguchi, T., Mizobuchi, T., Kajikawa, R., Kawashima, H., Miyabe, F., Terao, J., Kanazawa, K., Takamura, H. and Matoba, T. (2001), Radical-Scavenging Activity of Vegetables and the Effect of Cooking on Their Activity, *Food Sci. Technol. Res.*, **7**, 250-257
- Murakami, M., Shigeeda, A., Danjo, K., Yamaguchi, T., Takamura, H. and Matoba, T. (2002), Radical-Scavenging Activity and Brightly Colored Pigments in the Early Stage of the Maillard Reaction, *J. Food Sci.*, **67**, 93-96
- Murakami, M., Yamaguchi, T., Takamura, H. and Matoba, T. (2002), A Comparative Study on the Various In Vitro Assays of Active Oxygen Scavenging Activity in Foods, *J. Food Sci.*, **67**, 539-541
- Takamura, H., Yamaguchi, T., Terao, J. and Matoba, T. (2002), Change in Radical-scavenging Activity of Spices and Vegetables during Cooking, "Effects of Processing on Bioactive Compounds in Foods" ed. by T-C. Lee and C-T. Ho, American Chemical Society, Washington, DC, pp. 34-43
- Yamaguchi, T., Katsuda, M., Oda, Y., Terao, J., Kanazawa, K., Oshima, S., Inakuma, T., Ishiguro, Y., Takamura, H. and Matoba, T. (2003), Influence of Polyphenol and Ascorbate Oxidases during Cooking Process on the Radical-Scavenging Activity of Vegetables, *Food Sci. Technol. Res.*, **9**, 79-83
- Murakami, M., Yamaguchi, T., Takamura, H. and Matoba, T. (2003), Effects of Ascorbic Acid and α -Tocopherol on Antioxidant Activity of Polyphenolic Compounds, *J. Food Sci.*, **68**, 1622-1625
- 石渡仁子, 高村仁知, 的場輝佳（2003）, 干柿の製造過程におけるラジカル捕捉活性の変化, 家政誌, **54**, 449-456
- 的場輝佳（2003）, 野菜を加熱調理するとラジカル捕捉活性は増加するのではなく減少しない, 日調科誌, **36**, 85-86
- Murakami, M., Yamaguchi, T., Takamura, H. and Matoba, T. (2004), Effects of Thermal Treatment on Radical-scavenging Activity of Single and Mixed Polyphenolic Compounds, *J. Food Sci.*, **69**, 7-10
- Murakami, M., Yamaguchi, T., Takamura, H. and Matoba, T. (2004), Change in the Radical-scavenging Activity of Quercetin and Epigallocatechin Gallate during Heat Treatment, *J. Home Econ. Jpn.*, **55**, 213-217
- Ishiwata, K., Yamaguchi, T., Takamura, H. and Matoba, T.

- (2004), DPPH Radical-Scavenging Activity and Polyphenol Content in Dried Fruits, *Food Sci. Technol. Res.*, **10**, 152-156
- 25) Bhadra, A., Yamaguchi, T., Takamura, H., and Matoba, T. (2004), Radical-scavenging activity, Role of antioxidative vitamins in some fish species, *Food Sci. Technol. Res.*, **10**, 264-267
- 26) Myojin, C., Yamaguchi, T., Takamura, H. and Matoba, T. (2004), Changes in the Radical-scavenging Activity of Sliced Red and Green Cabbages during Storage, *BioFactors*, **21**, 297-299
- 27) 石田丈博, 福井裕, 松田秀喜, 的場輝佳 (2005), 魚の加熱調理における本みりんの脂質酸化抑制効果, *日調科誌*, **38**, 480-485
- 28) Jiang, L., Yamaguchi, T., Takamura, H. and Matoba, T. (2005), Characteristics of ShodoIsland Olive Oils in Japan, Fatty Acid Composition and Antioxidative Compounds, *Food Sci. Technol. Res.*, **11**, 254-260
- 29) Khatun, M., Eguchi, S., Yamaguchi, T., Takamura, H. and Matoba, T. (2006), Effect of Thermal Treatment on Radical-scavenging Activity of Some Spices, *Food Sci. Technol. Res.*, **12**, 178-185
- 30) Yamaguchi, T., Oda, Y., Katsuda, M., Inakuma, T., Ishigura, Y., Kanazawa, K., Takamura, H. and Matoba, T. (2007), Changes in Radical-scavenging Activity of Vegetables during Different Thermal Cooking Processes, *J. Cook. Sci. Jpn.*, 印刷中
- 31) Ames, B. N., Shigenaga, M. K. and Hagen, T. M. (1993), Oxidants, Antioxidant, and the Degenerative Diseases of Aging, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **90**, 7915-7922
- 32) Huang, M. T., Ferraro, T. and Ho, C. T. (1994), Cancer Chemoprevention by Phytochemicals in Fruits and Vegetables, An Overview, "Food Phytochemicals for Cancer Prevention I", Huang, M. T., Osawa, T., Ho, C. T. and Rosen, R. T., Ed., ACS Symposium Series 546.
- 33) Shahidi, F. and Naczki, M. (1995), Phenolic Compounds in Fruits and Vegetables, "Food Phenolics, Sources, Chemistry, Effects, Applications", Shahidi, F. and Naczki, M., Ed., Technomic Publishing Co. Inc., Lancaster, pp. 75-107
- 34) Joshipura, K. J., Ascherio, A., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Rimm, E. B., Speizer, F. E., Hennekens, C. H., Spiegelman, D. and Willett, W. C. (1999), Fruit and Vegetable Intake in Relation to Risk of Ischemic Stroke, *J. Am. Med. Assoc.*, **282**, 1233-1239
- 35) Art, I. C. W. and Hollman, P. C. H. (2005), Polyphenols and Disease Risk in Epidemiologic Studies, *Am. J. Clin. Nutr.*, **81**, 317 S-325 S
- 36) 福田靖子 (2001), 調理と食品の抗酸化性, *日調科誌*, **34**, 321-328
- 37) Renaud, S. and de Lorgeril, M., (1992), Wine, Alcohol, Platelet and French Paradox for Coronary Heart Disease, *Lancet*, **339**, 1523-1526
- 38) http://www.kenkounippon21.gr.jp/kenkounippon21/about/intro/index_menu1.html (厚生労働省ホームページ, 21世紀における国民健康づくり (健康日本21))
- 39) Maeda, H., Katsuki, T., Akaike, T. and Yasutake, R. (1992), High Correlation between Lipid Peroxide Radical and Tumor Promoter Effect, Suppression of Tumor Promotion in the Epstein-Barr Virus/ B-lymphocyte System and Scavenging of Alkyl Peroxide Radicals by Various Vegetable Extracts, *Jpn. J. Cancer Res.*, **83**, 923-928
- 40) Erman, J. W. Jr and Klein, B. P. (1982), Harvesting, Processing and Cooking Influence on Vitamin C in Foods, "Ascorbic Acid, Chemistry, Metabolism and Uses", Seib, P. A. and Tolbert, B. M., Ed., American Chemical Society, Washington, D. C., pp. 499-532
- 41) 桐淵壽子, 川嶋かほる (1987), 調理時におけるアスコルビン酸の変化, *家政誌*, **38**, 877-887
- 42) 酒匂史代, 森悦子, 勝田啓子 (1996), 市販中国野菜のビタミンCおよびクロロフィルの加熱調理による変化, *日調科誌*, **29**, 39-44
- 43) Ioku, K., Aoyama, Y., Tokuno, A., Terao, J., Nakatani, N. and Takei, Y. (2001), Various Cooking Methods and the Flavonoid Content in Onion, *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **47**, 78-83
- 44) 山本淳子, 大羽和子 (1999), カット野菜のビタミンC量およびその合成・酸化に関する酵素の活性, *家政誌*, **50**, 1015-1020
- 45) 大羽和子 (2002), 食品成分の変化に関する酵素学的・調理科学的研究, *家政誌*, **9**, 869-876
- 46) Hisaminato, H., Murata, M. and Homma, S. (2001) Relationship between the Enzymatic Browning and Phenylalanine Ammonia-lyase Activity of Cut Lettuce, and the Prevention of Browning by Inhibitors of Polyphenol Biosynthesis, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **65**, 1061-1021
- 47) Hayase, F., Hirashima, S., Okamoto, G. and Kato, H. (1989), Scavenging of Active Oxygens by Melanoidins, *Agric. Biol. Chem.*, **53**, 3383-3385
- 48) Hayase, F., Takahashi, Y., Tominaga, S., Murata, M., Gomyo, T. and Kato, H., (1999), Identification of Blue Pigment Formed in a D-xylose-glycine Reaction System, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **63**, 1512-1514
- 49) 中谷延二 (1989), 香辛料の抗酸化性, 抗菌性, 「香辛料成分の食品機能」, 光生館, 東京, pp. 69-96
- 50) 山本由喜子, 宮本悌次郎 (1990), 食品の加熱調理による市販香辛料の抗酸化効果の変化, **23**, 81-845
- 51) 藤江歩巳, 久保田真紀, 梅村芳樹, 大羽和子 (2001), 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, *日調科誌*, **34**, 380-389
- 52) 寺尾純二 (2005), ケルセチン配糖体の吸収代謝と活性発現機構, *ビタミン*, **79**, 3-11
- 53) 寺尾純二, 芦田均 (2006), 機能性ポリフェノール, *化学と生物*, **44**, 688-698
- 54) Walle, T. (2004), Absorption and Metabolism of Flavonoids, *Free Rad. Biol. Med.*, **36**, 829-837
- 55) Day, A. J., Bao, Y., Mogan, M. R.A. and Williams, G. (2000), Conjugation Position of Quercetin Glucuronides and Effect on Biological Activity, *Free Rad. Biol. Med.*, **29**, 1234-1243
- 56) Scalbert, A. and Williamson, G. (2000), Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols, *J. Nutr.*, **130**, 207 S-208 S
- 57) Manach, C., Williamson, G., Morand, C., Scalbert, A., and Remesy, C. (2005) Bioavailability and Bioefficacy of Polyphenol in Humans. I. Review of 97 Bioavailability Studies, *Am. J. Clin. Nutr.*, **81**, 230 S-242 S
- 58) Halliwell, B., Rafter, J., and Jenner, A. (2005), Health Promotion by Flavonoids, Tocopherols, Tocotrienols, and Oth-

-
- er Phenols, Direct or Indirect Effects ? Antioxidant or not ?,
Am. J. Clin. Nutr., **81**, 268 S-276 S
- 59) Nakai, M., Fukui, Y., Asami, S., Toyoda-Ono, Y., Iwashita, T., Shibata, H., Mitsunaga, T., Hashimoto, F., and Kiso, Y. (2005), Inhibitory Effects of Oolong Tea Polyphenols on Pancreatic Lipase in Vitro, *J. Agric. Food Chem.*, **53**, 4593-4598
- 60) McDougall, G. J. and Stewart, D. (2006), The Inhibitory Effects of Berry Polyphenols on Digestive Enzymes, *Biofactors*, **23**, 189-195
- 61) 真部真里子 (2003), 調理操作が青首ダイコンの免疫調節機能に及ぼす影響, *日調科誌*, **36**, 249-254