

## 栄養素の調理損耗:ビタミン類に関する検討

研究協力者 朝見祐也<sup>1</sup>、佐川敦子<sup>2</sup>、玉木有子<sup>3</sup>

研究分担者 朝倉敬子<sup>4</sup>

研究代表者 佐々木敏<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 龍谷大学農学部食品栄養学科

<sup>2</sup> 昭和女子大学食健康科学部管理栄養学科

<sup>3</sup> 大妻女子大学家政学部食物学科/大学院人間文化研究科

<sup>4</sup> 東邦大学医学部社会医学講座衛生学分野

<sup>5</sup> 東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野

### 【研究要旨】

日本食品標準成分表に調理前(生)の食品についてのみエネルギー・栄養素含有量の記載がある場合、栄養素の経口的実摂取量を推定するには調理後の食品中栄養素残存率の情報が必要である。本研究では、日本で日常的に摂取される食品について、調理後のビタミン類残存率を報告した学術論文を収集し、食品群ごと、調理法ごとに調理後残存率の代表値を算出した。ここ9年以内(2014年以降)において新しい報告は少なく、報告ごとに検討食品の種類、調理条件(調理時間、調理温度など)のばらつきは大きかった。同一栄養素・同一食品群・同一調理法で代表値を計算できるだけのデータ数があることは少なかったが、全体としては栄養素のうちではビタミンC、葉酸など、調理法では缶詰やゆで汁を捨てる形でのゆで調理でビタミン類の調理損耗の程度が大きい可能性が示唆された。

エネルギー・栄養素摂取量の健康影響を考慮する際には、それらの実摂取量の情報が必須である。日本食品標準成分表における食品中エネルギー・栄養素量の測定と並行し、各種栄養素の調理後残存率の情報も整理・公開されることが望まれる。

### A. 背景と目的

日本人の食事摂取基準(1)には適切なエネルギー・栄養素摂取量に関する各種指標値が示されているが、これは実際に経口的に摂取される量を指している。一方で、日本食品標準成分表(以下、食品成分表)(2)に含まれる食品は調理前(生)のものと調理後(ゆで、焼き、油いためなど)のものが混在している。調理前に献立に含まれる栄養素について栄養価計算を行う際、生の食品のエネルギー・栄養素含有量を使用すると、調理に伴う各種栄養素の損耗は考慮されず、献立作成時に想定したエネルギー・栄養素供給量と経口的摂取量が

異なる状況となる。日本人の食事摂取基準2020年版の総論には栄養素の調理損耗に関する記述があるが、そういった現象への注意を促す内容にとどまり、具体的な残存率についての言及はない(1)。

そこで本研究では、食品中の栄養素、特にビタミン類の調理損耗に関する文献を収集し、栄養素ごとに観察された調理損耗の程度をまとめることを目的とした。検索できた文献中のデータ数に依存するものの、可能な限り食品群別、調理法別など、条件を考慮した栄養素残存率の整理を行った。

## B. 方法

ビタミン類の調理損耗に関し網羅的に文献を収集し、各文献から得た残存率をまとめた総説論文を2報、小島らが発表している(3, 4)。これらの論文(以下、小島論文)では2014年4月1日までの文献を収集しており、日本で一般的に食用とされている食材料におけるビタミン類の調理後残存率を一覧にしている。そこで、本研究では、2014年4月以降の文献を収集し、小島論文に示されている表の残存率と合わせてビタミン類の調理後残存率の代表値を算出することとした。

### B-1. 文献検索

残存率情報収集の対象としたビタミン類はビタミンA, D, E, K、ビタミンB群(B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>)、ビタミンC、ビオチン、パントテン酸、ナイアシン、葉酸である。2014年4月以降に出版された文献を、和文文献は医中誌、CiNii、J-STAGE、メディカルオンラインを用いて、英文文献はPubMedを用いて検索した。

和文論文検索に用いた検索式は以下のとおり；(栄養素和名 OR “栄養素英文名”) AND (食品 OR 食物 OR 食品加工) AND ((安定性 OR 損失 OR 残存) OR (調理 OR 加工 OR 加熱))、もしくは(栄養素和名 OR “栄養素英文名”) AND (食品 OR 食物 OR 食品加工) AND ((安定性 OR 損失 OR 残存) AND (調理 OR 加工 OR 加熱))

英文論文検索に用いた検索式は以下のとおり；“name of nutrient” AND ( food OR “processed food”) AND (( stability OR loss OR “nutrient loss” OR “cooking loss” OR retention ) OR ( cooking OR heat OR “cooking procedure”))、もしくは“name of nutrient” AND ( food OR “processed food”) AND (( stability OR loss OR “nutrient loss” OR “cooking loss” OR retention ) AND (cooking OR heat OR “cooking procedure”))。英文論文検索の際には、必要に応じ“domestic”の語も追加した。

検索された論文はタイトルと抄録を確認し、絞り込みをおこなった。さらに、本文を精読し、日本で一般的に食用にされる食品に関し、食品名、調理法と調理条件、残存率が明記されている論文を、最終的な採用論文とした。なお、選んだ文献の引用文献のうちから適切なものがあれば追加し、最終的な採用論文数に加えた。その際には2014年4月以前の文献も、小島論文で引用されていないものについては含めた。

### B-2. データ整理、代表値の算出

小島論文、および今回検索して得られた論文から栄養素名、食品群名、食品群小分類名、調理法、検討測定数、残存率代表値を一覧とした。食品群小分類は渡邊らの論文(5, 6)にある食品群の下位分類を主に使用し、肉類についてはうし、鶏、ぶたといった種、あるいは加工肉かどうかを使用した。また、単独の食品(こめ、じゃがいもなど)でデータが十分にある場合は、それを食品群小分類として使用した。

食品群別、食品群小分類別、あるいは食品群別+調理法別などで残存率データをグループ化し、グループごとに残存率の最小値、25%値、中央値(50%値)、75%値、最大値、および平均値を算出した。ただし、グループごとに5つ以上の残存率データがある場合に上記の代表値の算出を行った。

## C. 結果

### C-1. 文献検索

文献検索の結果得られた論文数、および最終的に選択した論文数は表1に示す。検索でヒットしても日本では流通していない食品に関する論文であったり、特殊な調理法や工業的な大量生産に関する論文であったり、結果が図(グラフ)のみで数値としての残存率が得られなかったりといった理由で、採用できる論文数は多くなかった。書誌情報は参考文献リストに示す；ビタミンA(7-9)、ビタミンE(10)、ビタ

ミンB群(11-16)、ビタミンC(17-43)、パントテン酸(44, 45)、ナイアシン(45-47)、葉酸(14, 47-56)。

#### C-2. データ整理、代表値の算出

小島論文、および今回の文献レビューで収集した論文から得たビタミン類の調理後残存率の代表値一覧を示す(表2 脂溶性ビタミン、表3 ビタミンB群、表4 ビタミンC、表5 ビオチン・パントテン酸・ナイアシン・葉酸)。表において、(全)とついている項目は当該栄養素・当該食品群のすべての調理法における残存率を含む。(全)のついていない項目は、調理法別、あるいは食品群のうちさらに小分類別の残存率である。

論文により、加熱時間・温度の違いや食品の種類の違いなどで残存率のばらつきは大きかった。また、論文によって同じ食品を異なる条件で何度も測定している場合があり、1つの論文から得られる測定数が突出し、その論文の条件に全体が影響を受けることもあった。

#### 【脂溶性ビタミン(表2)】

残存率の中央値は概ね70-90%台の範囲にあった。50-60%台と残存率がやや低かったのは、野菜類を炒めた際のβ-カロテン、穀類・豆類・野菜類を調理した場合のビタミンEであった。

#### 【ビタミンB群(表3)】

残存率の中央値は、ビタミンB<sub>1</sub>で60-80%台、ビタミンB<sub>2</sub>で70-90%台、ビタミンB<sub>6</sub>で40-70%台、ビタミンB<sub>12</sub>で70-80%台に概ね含まれていた。ゆでてゆで汁を捨てたものや缶詰は残存率が低かった。また、魚介類、肉類でビタミンB<sub>6</sub>の残存率が低かった。

#### 【ビタミンC(表4)】

表4の残存率中央値のうち、66.0%が50-70%台の範囲にあった。同じく、残存率中央値

の平均値は69.3%であった。ゆでる、ブランチングなどの調理を行うと残存率が低く、特にゆで汁を捨てる場合は残存率が低い傾向にあった。

#### 【その他(表5)】

ナイアシンでは、残存率中央値は概ね70-90%台の範囲にあった。葉酸では中央値のばらつきが大きかったが、概ね50-80%台の範囲にあった。

#### D. 考察

ビタミンやミネラルの調理損耗は献立作成時に問題となるが、日本では網羅的には整理されていない。米国ではUSDA Table of Nutrient Retention Factors (Release 6)が公開されており(57)、約290の食品について、ビタミン、ミネラルの他アルコールやリコピン、ルテイン、ゼアキサンチンについて、様々な調理を行った際の残存率が一覧となっている。食品成分表に生の食品の栄養素含有量しか掲載されていない場合に、この係数を用いることができる。

本稿では、過去のレビュー論文に付け加える形で2014年以降の論文を検索し、栄養素残存率情報の収集を行った。最近の論文では、日本以外の国からの報告(すなわち、日本では通常摂取されることは少ない食品に関する報告)が多かったり、通常家庭では使用されない新規の調理法(例:超音波処理)に関する報告であったり、栄養強化食品に関する報告であったりする場合が多く、日常的に摂取される食品をありふれた調理法で調理した際の栄養素の調理損耗に関する論文は少なかった。学術論文として報告するには新規性に乏しいためであろう。調理条件の統一、および調理法の系統的な分類が必要である点を鑑みても、調理損耗に関するデータ測定及び栄養素残存率の一覧化は、食品成分表の整備などと合わせ組織的に実施する必要があるものと考え

られる。

今回のレビューで作成した表からは大体の残存率の傾向は推測できるが、栄養素・食品群ごとのデータ数が十分とは言えず、また論文ごとに調理時間や調理温度などの調理条件が異なるため、同じ調理法でも報告された残存率にはばらつきがみられた。概括的に残存率の傾向をまとめると、ビタミンCや葉酸などでは全体として残存率が低い可能性がうかがわれ、特に重点的な検討の必要性が示唆された。調理法では缶詰やゆで汁を捨てる形でのゆで調理における残存率が低く、これらの調理が行われる時には注意が必要と考えられた。

#### E. 結論

ビタミンの調理損耗について検討した。新しいデータは少なく、論文ごとに調理条件のばらつきも大きかった。食品成分表の整備などとともに、食品ごと、調理法ごとの各種栄養素残存率の情報収集が条件をそろえて行われる必要があると考えられる。

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

なし

##### 2. 学会発表

なし

#### H. 知的所有権の出願・登録状況

##### 1. 特許取得

なし

##### 2. 実用新案登録

なし

##### 3. その他

なし

#### I. 参考文献

- 1) 伊藤貞嘉,佐々木敏:日本人の食事摂取基準(2020年版)(2020)第一出版,東京
- 2) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会:日本食品標準成分表 2020年版(八訂)一文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会報告(2021) 蔦友印刷,長野
- 3) 小島彩子,尾関彩,中西朋子,他:食品中ビタミンの調理損耗に関するレビュー(その1)(脂溶性ビタミン,ビタミンB<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>),ビタミン, 91, 1-27(2017)
- 4) 小島彩子,尾関彩,中西朋子,他:食品中ビタミンの調理損耗に関するレビュー(その2)(ナイアシン,パントテン酸,ビオチン,葉酸,ビタミンC),ビタミン, 91, 87-112(2017)
- 5) 渡邊智子,鈴木亜夕帆,熊谷昌士,他:植物性食品に含まれる栄養素の調理による変化率の算定と適用,栄養学雑誌, 62, 171-182(2004)
- 6) 渡邊智子,鈴木亜夕帆,山口美穂子,他:動物性食品に含まれる栄養素の調理による変化率の算定と適用,日本調理科学会誌, 38, 6-20(2005)
- 7) 豊泉友康,山本寛人,佐々木麻衣:低温スチーマーにおける高齢者に適したニンジンの加工条件,日本食品科学工学会誌, 62, 341-348(2015)
- 8) 嶋田 義一,下園 英俊,有村 恭平,他:カボチャの減圧フライ特性と成分変化,農業食料工学会誌, 79, 494-501(2017)
- 9) 折笠 貴寛,小出 章二,澤田 みのり,他:ニンジンの最適ブランチング処理法の検討に向けた品質および物理的特性の測定,農業食料工学会誌, 79, 122-130(2017)
- 10) Zhang B, et al. Effect of domestic cooking on carotenoids, tocopherols, fatty acids, phenolics, and antioxidant activities of lentils (*Lens culinaris*). J Agric Food Chem 2014; 62: 12585-94.
- 11) 桂博美,中上奈緒:長期保存食品中ビタミンB<sub>12</sub>の保存による変化,京都女子大学食物

- 学会誌, 68, 5-10(2014)
- 12) 桂博美, 乾博, 土居幸雄:調理・加工食品中ビタミンB12の吸収効率-高齢者に適した食品の検討-,ビタミン, 88, 267-274(2014)
- 13) 桂博美, 上田麻珠子: ウズラ卵およびウズラ卵加工食品に含まれるビタミンB12量と供給源としての評価, 京都女子大学食物学会誌, 74, 11-15(2019)
- 14) Silveira CMM, et al. Effect of cooking methods on the stability of thiamin and folic acid in fortified rice. *Int J Food Sci Nutr* 2017; 68: 179-187.
- 15) Jyrwa YW, et al. Retention, stability, iron bioavailability and sensory evaluation of extruded rice fortified with iron, folic acid and vitamin B<sub>12</sub>. *Matern Child Nutr* 2020; 16 Suppl 3: e12932.
- 16) Yim S, et al. Systematic Investigation of the Reduction of Inorganic Arsenic and Bioactive Nutrients in Rice with Various Cooking Techniques. *J Food Prot* 2017; 80: 1924-1932.
- 17) 水津彩香, 小林理恵, 名倉秀子:大量調理と少量調理の比較による4種類の食品のビタミンC保持に基づく品質管理の検討, 日本給食経営管理学会誌, 15, 3-16(2021)
- 18) 丸田ひとみ, 桑田七帆, 山下広美:岡山県産パクチー‘岡パク’の栄養成分と季節変動, 日本家政学会誌, 72, 750-758(2021)
- 19) 岡村吉隆, 下井亜希, 藤田和代, 他:新調理システムの加熱工程は, 従来の調理法と比較するとビタミンCの損失が大きい, 栄養学雑誌, 76, 27-33(2018)
- 20) 菊池亮子, 吉永奈津希, 藤井俊輔, 他:大量調理機器を用いた湿式加熱が野菜類の性状に与える影響, 長崎国際大学論叢, 21, 129-138(2021)
- 21) 豊友友康, 神谷径明, 望月麻衣:低温スチーム加熱が野菜中のアスコルビン酸含量に及ぼす影響, 日本食品科学工学会誌, 63, 351-355(2016)
- 22) 中村善行, 増田亮一, 藏之内利和, 他:蒸したサツマイモ塊根の総アスコルビン酸残存率に及ぼすデンプン糊化温度の影響, 日本食品科学工学会誌, 63, 433-438(2016)
- 23) 折笠貴寛, 小出章二, 澤田みのり, 他:エンジンの最適ブランチング処理法の検討に向けた品質および物理的特性の測定, 農業食料工学会誌, 79, 122-130(2017)
- 24) 町田元気, 折笠貴寛, 今泉鉄平, 他:ブロッコリの諸成分変化に及ぼすブランチングとマイクロ波加熱の影響, 日本食品科学工学会誌, 61, 278-285(2014)
- 25) Mazzeo T, et al. Impact of the industrial freezing process on selected vegetables -Part II. Colour and bioactive compounds. *Food Res Int* 2015; 75: 89-97.
- 26) Xanthakis E, et al. Effect of microwave assisted blanching on the ascorbic acid oxidase inactivation and vitamin C degradation in frozen mangoes. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 2018; 48:248-257.
- 27) Armesto J, et al. Impact of vacuum cooking and boiling, and refrigerated storage on the quality of galega kale (*Brassica oleracea* var. *acephala* cv. *Galega*). *LWT - Food Science and Technology* 2017; 79:267-277.
- 28) Lee S, et al. Effect of different cooking methods on the content of vitamins and true retention in selected vegetables. *Food Sci Biotechnol* 2017; 27: 333-342.
- 29) Severini C, et al. Influence of different blanching methods on colour, ascorbic acid and phenolics content of broccoli. *J Food Sci Technol* 2016; 53: 501-510.
- 30) Tekgül Y, et al. Quality Properties and Headspace Volatiles of Hot Air-Dried Strawberries. *An Acad Bras Cienc* 2022; 94: e20201277
- 31) Gutiérrez-Quequezana L, et al. Improved

- analysis of anthocyanins and vitamin C in blue-purple potato cultivars. *Food Chem* 2018; 242:217-224.
- 32) Zhan X, et al. Effects of pretreatments on quality attributes of long-term deep frozen storage of vegetables: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2019; 59: 743-757.
- 33) Ng ZX, et al. Impact of optimised cooking on the antioxidant activity in edible mushrooms. *J Food Sci Technol* 2017; 54: 4100-4111.
- 34) Narwojsz A, et al. Effect of Different Methods of Thermal Treatment on Starch and Bioactive Compounds of Potato. *Plant Foods Hum Nutr* 2020; 75: 298-304.
- 35) Arjmandi M, et al. Microwave flow and conventional heating effects on the physicochemical properties, bioactive compounds and enzymatic activity of tomato puree. *J Sci Food Agric* 2017; 97: 984-990.
- 36) Piekut J, et al. Impact of heat treatment and freezing on vitamin C content in selected vegetables and fruits. *Carpathian J Food Sci Technol* 2018; 10: 136-141.
- 37) Georgé S, et al. Changes in the contents of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes. *Food Chem* 2011; 124: 1603-1611.
- 38) Klopotek Y, et al. Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins, and antioxidant capacity. *J Agric Food Chem* 2005; 53: 5640-5646.
- 39) El-Ishaq A, et al. Effect of temperature and storage on vitamin C content in fruits juice. *Int J Chem Biomol Sci* 2015; 1: 17-21.
- 40) Gamboa-Santos J, et al. Vitamin C content and sensorial properties of dehydrated carrots blanched conventionally or by ultrasound. *Food Chem*, 2013; 136:782-788.
- 41) Tinchva PA. The effect of heating on the vitamin C content of selected vegetables. *World J Adv Res Rev*, 2019; 3:27-32.
- 42) Demiray E, et al. Degradation kinetics of lycopene,  $\beta$ -carotene and ascorbic acid in tomatoes during hot air drying. *LTW Food Sci Technol* 2013; 50:172-176.
- 43) Gamboa-Santos J, et al. Impact of processing conditions on the kinetic of vitamin C degradation and 2-furoylmethyl amino acid formation in dried strawberries. *Food Chem* 2014; 153:164-170.
- 44) Yin P, et al. Hot water pretreatment-induced significant metabolite changes in the sea cucumber *Apostichopus japonicus*. *Food Chem* 2020; 314: 126211.
- 45) Rafe A, et al. Physicochemical, functional, and nutritional characteristics of stabilized rice bran form tarom cultivar. *Food Sci Nutr* 2016; 5: 407-414.
- 46) Liu S, et al. Improvement of the nutritional quality of lentil flours by infrared heating of seeds varying in size. *Food Chem* 2022; 396: 133649.
- 47) Gray PJ, et al. Cooking rice in excess water reduces both arsenic and enriched vitamins in the cooked grain. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2016; 33: 78-85.
- 48) 村上恵, 橋本幸江, 小鳥愛, 他: 葉酸たまご, アスパラガス, ほうれん草の葉酸含有量に及ぼす加熱調理操作の影響, 同志社女子大学生活科学, 55, 50-56 (2021)
- 49) 金高有里, 名倉秀子: 離乳食用食材における解凍方法の違いがテクスチャー・栄養価に及ぼす影響, 日本調理科学会誌, 51, 336-343 (2018)
- 50) Liu F, et al. Bioaccessibility of folate in faba bean, oat, rye and wheat matrices. *Food Chem* 2021; 350: 129259.

- 51) Czarnowska-Kujawska M, et al. Effect of Different Cooking Methods on Folate Content in Chicken Liver. *Foods* 2020; 9: 1431.
- 52) Liang Q, et al. Folate content and retention in wheat grains and wheat-based foods: Effects of storage, processing, and cooking methods. *Food Chem* 2020; 333: 127459.
- 53) de Paiva Azevedo EP, et al. Folic acid retention evaluation in preparations with wheat flour and corn submitted to different cooking methods by HPLC/DAD. *PLoS One* 2020; 15: e0230583.
- 54) Bureau S, et al. Are folates, carotenoids and vitamin C affected by cooking? Four domestic procedures are compared on a large diversity of frozen vegetables. *LWT - Food Sci Technol* 2015; 64: 735-741.
- 55) Della Lucia CM, et al. Folates retention in brassica vegetables consumed in Brazil after different cooking methods. *Arch Latinoam Nutr* 2014; 64: 59-68.
- 56) Wieringa FT, et al. Stability and retention of micronutrients in fortified rice prepared using different cooking methods. *Ann N Y Acad Sci* 2014; 1324: 40-47.
- 57) United States Department of Agriculture. USDA Table of Nutrient Retention Factors Release 6.  
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/80400530/pdf/retn06.pdf(2023年3月24日アクセス)

表1 文献検索結果

栄養素名	言語	検索数 (※)	採用数	引用文献番号
ビタミンA	和文	2477	3	7-9
	英文	0	0	
ビタミンD	和文	623	0	
	英文	0	0	
ビタミンE	和文	391	0	
	英文	10	1	10
ビタミンK	和文	281	0	
	英文	0	0	
ビタミンB群	和文	672	3	11-13
	英文	32	3	14-16
ビタミンC	和文	34	8	17-24
	英文	165	19	25-43
パントテン酸	和文	8	0	
	英文	13	2	44,45
ビオチン	和文	17	0	
	英文	77	0	
ナイアシン	和文	23	0	
	英文	84	3	45-47
葉酸	和文	137	2	48,49
	英文	433	9	14, 47, 50-56

※和文は複数の検索サイトでヒットした論文の累積数



表2 脂溶性ビタミンの調理後残存率代表値一覧

栄養素	食品群	食品群 小分類	調理法 ※1	検討 測定数	最小値	25% 値	中央値 ※2	75% 値	最大値	平均値	引用文献番号
レチノール	肉類	※3	焼く・ゆでる・他 (全)	8	58	63.5	<b>71.5</b>	84.3	95	73.6	3
α-カロテン	野菜類		ゆでる・蒸す・他 (全)	11	16	68	<b>70</b>	105	129	81.3 <sup>▲</sup>	3
β-カロテン	いも類		ゆでる・缶詰・他 (全)	6	69	80.5	<b>97.5</b>	104.8	121	94.5 <sup>▲</sup>	3
β-カロテン	野菜類		ゆでる・炒める・他 (全)	59	6	61	<b>86</b>	100.5	119	79.7 <sup>▲</sup>	3, 7-9
β-カロテン	野菜類		ゆでる	16	43	77.5	<b>93.5</b>	104.8	110	87.0	
β-カロテン	野菜類		炒める	8	42	50.3	<b>59</b>	67	76	58.6	
β-カロテン	野菜類		蒸す	7	80	87.5	<b>112</b>	115.5	119	102.4	
β-カロテン	野菜類		ブランチング	6	86	87.8	<b>90</b>	92.3	117	93.8	
β-カロテン	野菜類		電子レンジ	5	50	55	<b>81</b>	92	115	78.6	
β-カロテン	野菜類		揚げる・缶詰・干す・他	17	6	51	<b>77</b>	89	119	68.8	
ビタミンD	きのこ類		水戻し・オープン加熱・他 (全)	7	61	81.5	<b>94</b>	99.5	103	88.6 <sup>▲</sup>	3
ビタミンE	穀類		炊飯・ゆでる・他 (全)	9	42	55	<b>69</b>	80	101	70.1 <sup>▲</sup>	3
ビタミンE	豆類		ゆでる・加熱 (全)	5	15	33	<b>49</b>	56	299	90.4	3,10
ビタミンE	野菜類		ゆでる・揚げ焼き (全)	11	24	36.5	<b>52</b>	69.5	104	57.6 <sup>▲</sup>	3
ビタミンE	魚介類		ゆでる (全)	6	59	71.8	<b>80.5</b>	120	137	93.2 <sup>▲</sup>	3
ビタミンE	肉類		焼く・ゆでる・他 (全)	10	78	80.8	<b>84.5</b>	88.8	150	90.6 <sup>▲</sup>	3
ビタミンK	油脂類		加熱 (全)	6	85	86.3	<b>91.5</b>	94.5	98	91.0 <sup>▲</sup>	3

※1 書いてある以外の調理法も含む場合、多い方から記述した上で少ないものは「他」と記述。

食品群中の小分類や調理法の違いにかかわらず、当該栄養素・当該食品群の全測定を含む場合は (全) と記述。

内数に当たる場合は、調理法名を1文字分下げて記述。

※2 10以上の測定値から中央値を算出している場合はセルに網掛した。

※3 検討測定数が少なく、食品群小分類は検討できず。

表3 ビタミンB群の調理後残存率代表値一覧

栄養素	食品群	食品群 小分類	調理法 ※1	検討 測定数	最小値	25%値	中央値	75%値	最大値	平均値	引用文献番号
							※2				
ビタミンB <sub>1</sub>	穀類		米研ぎ・炊飯・他(全)	7	46	50.5	<b>62</b>	64.5	103	63.0	3, 14, 16
ビタミンB <sub>1</sub>	いも類		揚げる・焼く・他(全)	19	61	75.5	<b>86</b>	89.5	97	83.3	3
ビタミンB <sub>1</sub>	豆類		ゆでる・加圧加熱・他(全)	14	30	47.3	<b>58</b>	84.8	98	63.9	3
ビタミンB <sub>1</sub>	野菜類		ゆでる・蒸す・他(全)	76	31	61.8	<b>82</b>	90.3	108	76.1	3
ビタミンB <sub>1</sub>	野菜類		ゆでる ゆで汁なし	24	31	46.8	<b>60.5</b>	71.0	97	60.1	
ビタミンB <sub>1</sub>	野菜類		加圧加熱	11	56	81.5	<b>82</b>	88.0	100	83.3	
ビタミンB <sub>1</sub>	野菜類		蒸す	12	61	81.8	<b>87.5</b>	89.0	100	84.8	
ビタミンB <sub>1</sub>	野菜類		電子レンジ加熱	9	37	62	<b>83</b>	98.0	105	79.2	
ビタミンB <sub>1</sub>	野菜類		冷凍後、加熱	6	46	49	<b>52</b>	78.3	96	63.5	
ビタミンB <sub>1</sub>	魚介類		煮る・焼く・他(全)	5	74	74	<b>81</b>	82.0	87	79.6	3
ビタミンB <sub>1</sub>	肉類		焼く・揚げる(全)	27	0	56.3	<b>71.5</b>	78.5	99	65.7	3
ビタミンB <sub>1</sub>	肉類	うし		10	0	49.3	<b>74.5</b>	78.5	99	60.6	
ビタミンB <sub>1</sub>	肉類	ぶた		9	50	57	<b>71</b>	77.0	87	69.0	
ビタミンB <sub>2</sub>	いも類		ゆでる・蒸す・他(全)	10	77	82.8	<b>88</b>	94	103	89.2	3
ビタミンB <sub>2</sub>	豆類		蒸す・加圧調理・他(全)	8	48	77.5	<b>87</b>	94.3	100	81.9	3
ビタミンB <sub>2</sub>	野菜類		ゆでる・蒸す・他(全)	58	34	73.3	<b>88</b>	95.0	108	83.9	3
ビタミンB <sub>2</sub>	野菜類		ゆでる ゆで汁なし	15	39	67.0	<b>77</b>	82	93	74.9	
ビタミンB <sub>2</sub>	野菜類		ゆでる ゆで汁あり	5	69	96	<b>100</b>	100	102	93.4	
ビタミンB <sub>2</sub>	野菜類		蒸す	9	72	85.0	<b>94</b>	100.0	100	90.0	
ビタミンB <sub>2</sub>	野菜類		圧力調理	7	93	93.5	<b>95</b>	99.5	107	97.3	
ビタミンB <sub>2</sub>	野菜類		電子レンジ加熱	6	69	75.3	<b>90.5</b>	94.5	104	86.7	
ビタミンB <sub>2</sub>	野菜類		炒める	6	55	64.3	<b>78</b>	84.3	93	75.0	
ビタミンB <sub>2</sub>	魚類		焼く・蒸す・他(全)	6	78	81.3	<b>83.5</b>	96.3	100	87.7	3
ビタミンB <sub>2</sub>	肉類		焼く・ゆでる・他(全)	22	48	76.8	<b>87</b>	97.5	102	84.2	3
ビタミンB <sub>2</sub>	肉類	うし		6	48	63.8	<b>70.5</b>	90.8	98	74.3	
ビタミンB <sub>2</sub>	肉類	鶏		5	82	82.0	<b>87</b>	89	101	88.2	
ビタミンB <sub>2</sub>	肉類	ぶた		5	49	72	<b>84</b>	93	102	80.0	
ビタミンB <sub>6</sub>	いも類		ゆでる・缶詰・他(全)	10	30	77.3	<b>91.5</b>	95.8	106	81.1	3
ビタミンB <sub>6</sub>	豆類		ゆでる・缶詰・他(全)	9	9	53	<b>62</b>	67	88	55.8	3
ビタミンB <sub>6</sub>	野菜類		冷凍・缶詰・他(全)	37	20	68	<b>77</b>	88	137	74.3	3
ビタミンB <sub>6</sub>	野菜類		冷凍	14	38	70	<b>79</b>	89.5	137	80.6	
ビタミンB <sub>6</sub>	野菜類		缶詰	8	20	29.5	<b>43</b>	83.5	124	57.3	
ビタミンB <sub>6</sub>	野菜類		ゆでる	5	46	68	<b>73</b>	74	77	67.6	
ビタミンB <sub>6</sub>	野菜類		電子レンジ加熱	5	84	84	<b>89</b>	90	91	87.6	
ビタミンB <sub>6</sub>	魚介類		缶詰・オープン焼き・他(全)	26	42	47.3	<b>55.5</b>	68	104	60.6	3
ビタミンB <sub>6</sub>	魚介類	魚類	缶詰	6	42	43	<b>45</b>	51.5	79	51.2	
ビタミンB <sub>6</sub>	肉類		焼く・揚げる・他(全)	28	24	52.3	<b>59.5</b>	68	166	60.5	3
ビタミンB <sub>6</sub>	肉類	うし		9	24	27	<b>40</b>	66	85	46.8	
ビタミンB <sub>6</sub>	肉類	鶏		6	44	54	<b>59.5</b>	67.3	75	60.0	
ビタミンB <sub>6</sub>	肉類	ぶた		7	57	59.5	<b>64</b>	66.4	74	63.8	
ビタミンB <sub>6</sub>	肉類	加工肉		5	54	54	<b>61</b>	79	166	82.8	
ビタミンB <sub>12</sub>	魚介類		ゆでる・蒸す・他(全)	19	40	59	<b>76</b>	93.5	110	75.6	3, 11, 12
ビタミンB <sub>12</sub>	魚介類	魚類		15	46	59	<b>81</b>	95.5	110	77.5	
ビタミンB <sub>12</sub>	肉類		ゆでる・焼く・他(全)	21	31	74	<b>78</b>	87.5	99	79.0	3, 12
ビタミンB <sub>12</sub>	肉類	うし		8	72	77.5	<b>86.8</b>	96.8	99	86.7	
ビタミンB <sub>12</sub>	肉類	鶏		5	68	71	<b>74</b>	76	97	77.2	
ビタミンB <sub>12</sub>	肉類	ぶた		5	74	78	<b>78</b>	79	96	81.0	

※1 書いてある以外の調理法も含む場合、多い方から記述した上で少ないものは「他」と記述。

食品群中の小分類や調理法の違いにかかわらず、当該栄養素・当該食品群の全測定を含む場合は(全)と記述。

内数に当たる場合は、調理法名を1文字分下げて記述。

※2 10以上の測定値から中央値を算出している場合はセルに網掛した。

表4 ビタミンC群の調理後残存率代表値一覧

栄養素	食品群	食品群 小分類	調理法 ※1	検討		中央値 ※2	75% 値	最大値	平均値	引用文献番号	
				測定数	最小値						
ビタミンC	いも類		蒸す・ゆでる・他 (全)	79	0	51.4	<b>68</b>	77.4	116	62.6	4, 17, 19, 20, 21, 22, 28, 31, 34, 36, 41
ビタミンC	いも類		加熱ペースト・ミキサー食	10	17.5	36.0	<b>58.6</b>	68.5	84.5	53.4	
ビタミンC	いも類		ゆでる・煮る・他	18	30	58.2	<b>67.2</b>	72.0	91	63.2	
ビタミンC	いも類		蒸す	27	22.8	51.4	<b>69</b>	79.2	99.9	65.9	
ビタミンC	いも類		真空調理・電子レンジ	9	58	73	<b>79</b>	85.0	100.2	78.0	
ビタミンC	いも類		揚げる・炒める・他	7	39	65	<b>73</b>	78.3	87	69.4	
ビタミンC	果実類		生搾り・ミキサー・他 (全)	50	6	37.4	<b>62.2</b>	84.3	100	58.6	4, 22, 26, 30, 36, 38, 39, 43
ビタミンC	果実類		生搾り・ミキサー (非加熱)・冷凍	22	6	43	<b>70.1</b>	84.7	100	62.7	
ビタミンC	果実類		加熱殺菌 (ジュース、ピューレ、ワイン)	14	16.5	35.7	<b>55.6</b>	62.7	92.4	54.0	
ビタミンC	果実類		ゆでる	6	37.1	41.9	<b>60.6</b>	82.6	93	62.8	
ビタミンC	野菜類		ゆでる・炒める・他 (全)	531	1.3	44	<b>63</b>	82.2	125	61.7	4, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 32, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	ゆでる・フードプロセッサー・他 (葉茎菜類全)	235	4.9	42.1	<b>60</b>	79.0	119	59.4	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	冷凍	15	10	37.6	<b>70</b>	83.5	94	59.6	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	ミキサー・冷凍	12	87	89.5	<b>95.4</b>	100	110	96.1	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	加熱ペースト・ミキサー食・他	24	43.9	57.3	<b>64.2</b>	73.5	90	65.0	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	ゆでる・蒸す・他	113	11	30.5	<b>52</b>	66.5	111.2	50.6	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	蒸し・ゆでる+ゆで汁あり	45	11	38.5	<b>55.5</b>	73.3	111.2	55.4	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	ゆでる+ゆで汁なし	68	12	29	<b>47</b>	60	88.9	47.5	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	電子レンジ	19	55	77.0	<b>84</b>	89.6	112.8	83.1	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	真空調理	5	4.9	7.1	<b>7.3</b>	7.5	8.3	7.0	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	炒める・揚げる	39	27	56.5	<b>66</b>	81.5	119	69.2	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	漬物 (塩漬、酢漬)	5	16	27	<b>47</b>	65	66	44.2	
ビタミンC	野菜類	根菜類	おろす・ゆでる・他 (根菜類全)	94	1.3	50	<b>66</b>	85	99	65.0	
ビタミンC	野菜類	根菜類	もみじおろし・おろす・他	27	19	54.0	<b>80</b>	91	99	71.0	
ビタミンC	野菜類	根菜類	ゆでる・煮る・他	41	1.3	43	<b>55.3</b>	79	90	57.0	
ビタミンC	野菜類	根菜類	ゆでる・蒸す (ゆで汁あり)	12	17	66.9	<b>79</b>	84.8	90	70.0	
ビタミンC	野菜類	根菜類	ゆでる・煮る (ゆで汁なし)	29	1.3	42.9	<b>50</b>	62	85	51.6	
ビタミンC	野菜類	根菜類	炒める・揚げる	11	62	63.5	<b>69</b>	86.5	97	74.1	
ビタミンC	野菜類	根菜類	漬物 (塩漬、酢漬)	6	58	61.5	<b>72</b>	81	86	71.7	
ビタミンC	野菜類	果菜類	ミキサー・ゆでる・他 (果菜類全)	108	7.2	46	<b>74</b>	88.2	125	66.3	
ビタミンC	野菜類	果菜類	ミキサー (非加熱、水さらし含む)	25	14	39	<b>87</b>	97.9	125	72.3	
ビタミンC	野菜類	果菜類	加熱ペースト・ミキサー食・他	32	19.1	41.8	<b>49.2</b>	55.5	89.9	51.8	
ビタミンC	野菜類	果菜類	ゆでる・ブランチング・他	15	27	48.6	<b>64</b>	87.0	96	66.6	
ビタミンC	野菜類	果菜類	炒める・揚げる	7	23	65.5	<b>74</b>	86.5	92	70.4	
ビタミンC	野菜類	果菜類	漬物 (塩漬、酢漬)	14	69	75.5	<b>82.5</b>	87.8	94	82.1	
ビタミンC	野菜類	未熟豆・未熟穀類	ゆでる・炒める・他 (未熟豆・未熟穀類全)	52	6.35	48	<b>67</b>	87	100	65.0	
ビタミンC	野菜類	未熟豆・未熟穀類	冷凍・保存	10	6.35	30.3	<b>53.5</b>	86	92	53.9	
ビタミンC	野菜類	未熟豆・未熟穀類	ゆでる・ブランチング	26	31	44.3	<b>55</b>	84.3	96	61.2	
ビタミンC	野菜類	未熟豆・未熟穀類	ゆでる・ブランチング (ゆで汁あり)	9	49	50	<b>52</b>	87	96	67.6	
ビタミンC	野菜類	未熟豆・未熟穀類	ゆでる・ブランチング (ゆで汁なし)	17	31	37	<b>58</b>	70	95.2	57.8	
ビタミンC	野菜類	未熟豆・未熟穀類	炒める・揚げる	13	54	65	<b>80</b>	83	94	75.0	
ビタミンC	野菜類	山菜類	ゆでる・揚げる・他 (山菜類全)	42	21	35.3	<b>46.5</b>	65.8	91	51.2	
ビタミンC	野菜類	山菜類	ゆでる	24	28	41.3	<b>49</b>	67	83	53.4	
ビタミンC	野菜類	山菜類	揚げる・炒める	18	21	34	<b>38.5</b>	62	91	48.3	
ビタミンC	きのこ類		電子レンジ・蒸す・他 (全)	29	5	100	<b>165</b>	275	875	218.3	4, 33
ビタミンC	きのこ類		ゆでる・電子レンジ・他 (ゆで汁含む)	20	5	33	<b>100</b>	218.8	875	191.0	
ビタミンC	きのこ類		蒸す	9	100	178	<b>217</b>	300	750	279.1	

※1 書いてある以外の調理法も含む場合、多い方から記述した上で少ないものは「他」と記述。

食品群中の小分類や調理法の違いにかかわらず、当該栄養素・当該食品群の全測定を含む場合は (全) と記述。

内数に当たる場合は、調理法名を1文字分下げて記述。

※2 10以上の測定値から中央値を算出している場合はセルに網掛した。

表5 ビオチン・パントテン酸・ナイアシン・葉酸の調理後残存率代表値一覧

栄養素	食品群	食品群 小分類	調理法 ※1	検討 測定数	最小値	25% 値	中央値 ※2	75% 値	最大値	平均値	引用文献番号
ビオチン	肉類		焼く・蒸す (全)	13	38	50	<b>61</b>	69.0	375	86.1	4
ビオチン	野菜類		蒸す・ゆでる (全)	8	79	89.8	<b>103</b>	112.3	117	100.8	4
パントテン酸	豆・豆製品		缶詰・冷凍・他 (全)	8	15	25.3	<b>28.5</b>	41.3	74	35.3	4
パントテン酸	野菜類		冷凍・缶詰・他 (全)	33	18	43	<b>66</b>	81.0	117	63.5	4
パントテン酸	野菜類		冷凍	13	37	43	<b>59</b>	78.0	83	60.7	
パントテン酸	野菜類		缶詰	10	18	35.3	<b>43</b>	61.8	71	45.3	
パントテン酸	野菜類		蒸す	6	63	77.5	<b>95.5</b>	99.3	117	90.5	
パントテン酸	野菜類	根菜類		7	46	61	<b>67</b>	79.5	93	69.6	
パントテン酸	野菜類	未熟豆・未熟穀類		5	39	41	<b>55</b>	71	81	57.4	
パントテン酸	野菜類	葉茎菜類		14	18	39.3	<b>62</b>	76.5	100	58.9	
パントテン酸	魚介類		缶詰・冷凍・他 (全)	16	42	61	<b>73.5</b>	97.0	288	88.8	4, 44
パントテン酸	肉類		焼く・缶詰・他 (全)	15	30	65.5	<b>86</b>	91.5	111	77.7	4
ナイアシン	穀類		炊飯・製パン・他 (全)	27	4	48.5	<b>88</b>	107	390	89.0	4, 45, 47
ナイアシン	穀類	日本のこめ	炊飯	8	20	48	<b>90</b>	105.5	390	111.8	
ナイアシン	穀類	こむぎ		6	105	106.8	<b>118.5</b>	133.3	172	125.8	
ナイアシン	いも類		ゆでる・焼く・他 (全)	20	67	89.3	<b>94</b>	98	104	91.8	4
ナイアシン	いも類		ゆでる	12	67	85.8	<b>91</b>	98.3	100	89.9	
ナイアシン	いも類		ゆでる (ゆで汁あり)	5	87	90	<b>92</b>	98	99	93.2	
ナイアシン	いも類	じゃがいも		15	77	90	<b>97</b>	98	104	93.0	
ナイアシン	豆類		蒸す・ゆでる・他 (全)	29	4	73	<b>92</b>	97	109	81.0	4, 46
ナイアシン	野菜類		ゆでる・蒸す・他 (全)	44	27	63.5	<b>71.5</b>	92	114	74.4	4
ナイアシン	野菜類		ゆでる	31	27	60	<b>71</b>	92	114	73.1	
ナイアシン	野菜類		ゆでる (ゆで汁記載なし)	17	27	50	<b>65</b>	69	88	60.7	
ナイアシン	野菜類		ゆでる (ゆで汁あり)	14	58	81.3	<b>92.5</b>	95.8	114	88.2	
ナイアシン	野菜類		蒸す	6	67	70.5	<b>87.5</b>	98.5	100	84.8	
ナイアシン	野菜類	葉茎菜類		15	49	64.5	<b>82</b>	92	114	79.3	
ナイアシン	野菜類	根菜類		16	44	60	<b>67</b>	81.8	100	71.3	
ナイアシン	きのこ類		ゆでる・炒める・他 (全)	5	57	110	<b>183</b>	246	382	195.6	4
ナイアシン	魚介類		焼く・ゆでる・他 (全)	20	46	78.5	<b>90.5</b>	103.5	409	111.9	4
ナイアシン	魚介類	魚類		9	53	85	<b>94</b>	103	131	93.0	
ナイアシン	肉類		焼く・揚げる・他 (全)	36	36	75.5	<b>90</b>	100	117	86.2	4
ナイアシン	肉類		焼く	10	63	81.8	<b>89</b>	95.8	115	89.5	
ナイアシン	肉類		揚げる	8	74	85.8	<b>96</b>	98	117	93.3	
ナイアシン	肉類		ゆでる	6	36	47	<b>79.5</b>	98.5	111	74.5	
ナイアシン	肉類		電子レンジ加熱	5	68	73	<b>85</b>	91	109	85.2	
ナイアシン	肉類	ぶた		8	41	71.3	<b>81</b>	94.3	103	79.0	
ナイアシン	肉類	うし		17	36	84	<b>93</b>	100	117	90.2	

(次ページに続く)

栄養素	食品群	食品群 小分類	調理法 ※1	検討 測定数	最小値	25% 値	中央値 ※2	75% 値	最大値	平均値	引用文献番号
葉酸	穀類		ゆでる・蒸す・他 (全)	40	4	48.8	<b>71.5</b>	84	141	65.1	4, 14, 47, 50, 52, 53, 56
葉酸	穀類	こめ、強化米		21	4	22	<b>61</b>	76	108	51.7	
葉酸	穀類	小麦粉など		13	57	73	<b>84</b>	97	141	87.5	
葉酸	いも類		ゆでる・オープン焼き・他 (全)	11	6	55	<b>63</b>	84.5	96	61.6	4
葉酸	豆類		ゆでる・蒸す・他 (全)	20	9	39.3	<b>65.5</b>	82.3	154	63.9	4, 50
葉酸	豆類		ゆでる	15	13	38.5	<b>53</b>	75	86	54.9	
葉酸	野菜類		ゆでる・蒸す・他 (全)	80	3	48.8	<b>68.5</b>	89.3	159	66.8	4, 48, 49, 54, 55
葉酸	野菜類		ゆでる	47	5	47.5	<b>68</b>	85	159	66.0	
葉酸	野菜類		ゆでる (ゆで汁あり)	11	10	84.5	<b>105</b>	109	159	90.9	
葉酸	野菜類		ゆでる (ゆで汁記載なし)	36	5	44.5	<b>62</b>	76	116	58.4	
葉酸	野菜類		蒸す	17	3	26	<b>67</b>	100	125	61.6	
葉酸	野菜類	根菜類		14	3	10.3	<b>22.5</b>	33.5	81	29.1	
葉酸	野菜類	花菜類		19	22	56.5	<b>73</b>	98.5	159	78.4	
葉酸	野菜類	未熟豆・未熟穀類		10	64	89.3	<b>91.5</b>	104	121	95.1	
葉酸	野菜類	葉茎菜類		35	6	53.5	<b>68</b>	85	126	68.5	
葉酸	魚介類		揚げる・焼く・他 (全)	7	26	40.5	<b>54</b>	73.0	87	56.3	4
葉酸	魚介類	魚類		6	26	39.3	<b>48.5</b>	66	76	51.2	
葉酸	肉類		焼き、グリル・他 (全)	27	4	48.8	<b>74.5</b>	84	141	66.0	4, 51
葉酸	肉類		フライパン焼き	8	9	18.3	<b>34.5</b>	42.8	93	36.1	
葉酸	肉類		オープン焼き・グリル	9	12	58	<b>78</b>	92	100	66.2	
葉酸	肉類	うし		8	14	21	<b>38</b>	82.5	93	49.6	
葉酸	卵類		ゆでる・揚げる・他 (全)	14	35	65.3	<b>83.5</b>	94	106	78.9	
葉酸	卵類	鶏卵		7	35	66.5	<b>83</b>	92	100	76.4	4, 48

※1 書いてある以外の調理法も含む場合、多い方から記述した上で少ないものは「他」と記述。

食品群中の小分類や調理法の違いにかかわらず、当該栄養素・当該食品群の全測定を含む場合は (全) と記述。

内数に当たる場合は、調理法名を1文字分下げて記述。

※2 10以上の測定値から中央値を算出している場合はセルに網掛した。