

食品廃棄部位の栄養学的有用性の検討

西川陽子*・原田萌**

(2021年8月31日受理)

Nutritional assessment on the non-edible part of vegetables to reduce food loss at home

Yoko NISHIKAWA* and Moe HARADA**

(Accepted August 31, 2021)

はじめに

気候温暖化をはじめ頻発するゲリラ豪雨や乾燥による砂漠化及び大規模山林火災など、環境問題は喫緊の世界的課題である。2015年の国連サミットで採択され2016年～2030年の持続可能な開発目標として定められたSDGs（Sustainable Development Goals）においても、その17項目ある目標（ゴール）のうち12～15番目の項目において環境に関するものが取り上げられており（United Nations 2015）、国連加盟国193の国をはじめ世界的に様々な取り組みがなされている。SDGsの前進である2001年～2015年までの国連開発目標であったMDGs（Millennium Development Goals）では、貧困や教育、性別などの格差是正を主眼に開発途上国への支援が主だったことから、取り組み活動が国連や各国政府などに限られていたが、持続可能な社会の構築を目指して環境負荷の低減や不平等の撤廃など広い目標設定がされたSDGsでは民間企業や各個人への行動変容を求めるものとなっており（大串 2020）、その必要性から企業や各人末端への活動周知にも力が入られ、各人の環境負荷低減の必要性に関する意識も格段に高まってきている。

環境負荷の増大には食生活の変化も大きく関わっており、身近なところでは食の外部化とともに増加したパッケージやペットボトルなどの包装ゴミ、食品ロスなどが挙げられ、一方、普段の食生活ではなかなか気づきにくいものとしては食のグローバル化や外部化による食品輸送エネルギーの増大、耕作放棄地の増大などが挙げられる。SDGsでは目標12番目「つくる責任つかう責任」において食品ロスをはじめとする食に関する環境負荷低減目標が掲げられており、具体的目標（ターゲット）として目標12番目の中に「12.3 食料の廃棄や損失の削減」「12.5 廃棄物の発生削減」として明示されている。また、食品ロス低減を強く求める背景には、環境負荷だけではなく加速度的

*茨城大学教育学部 家政教育教室 食物研究室（〒310-8512 水戸市文京2-1-1；Laboratory of Food Science in course of home economics education, Department of Education, Ibaraki University, Mito 310-8512 Japan）.

**茨城大学教育学部（〒310-8512 水戸市文京2-1-1；Department of Education, Ibaraki University, Mito 310-8512 Japan）.

に進んでいる人口増加の問題も関わっている。世界人口は年々増加しており2050年には97億人に達すると予想され、現時点でも約1割の人が十分な栄養を摂取できない状況にあることから、食料不足の問題はかなり深刻な状態になるものと予想されており、食のサステナビリティが危ぶまれている。人口増に見合うだけの生産量アップが望めればよいが現実的には不可能であり、対策として食料の不足量をできるだけ最小限に抑えること、その手段として食品ロスの低減が実現可能性が高く第一に着手すべきこととして考えられ、SDGsにも取り入れられ世界的に活発に取り組みがなされている。

食品ロスの定義については判断が難しいものもあるが、本来食べられるのに廃棄されてしまうものを基本とし、肉や魚の骨、米ぬかなど食べられないものは不可食部として食品ロスにはカウントされない。この定義から食品ロスは経済的に豊かで食資源が豊富にある先進国に限った問題のように思われがちだが、先進国に限ったことではなく開発途上国等の国々でも食品ロスは先進国とは違った要因で少なからずある。すなわち先進国では販売時や賞味期限切れなどによる直接廃棄など過剰生産ロスが多いのに対し、開発途上国では生産加工時や流通時の技術的問題によるロスが多い（Gustavsson *et al.* 2011）。そのため、食品ロス低減の取り組みにおいては日本を含む先進国では直接廃棄や食べ残しなどの削減を図るために各企業や個人への注意喚起が中心となっているが、開発途上国においては各企業や個人の行動変容を求めるよりも先進諸国からのより無駄のない食品加工技術の支援などに力が入れている。

日本でもMDGsの頃より食品ロス削減の取り組みは行われてきたがSDGsの取り組みになってからは一層強化され、2015年に646万tあった食品ロス量が2018年には600万tへと減り、減少スピードは加速しており、2030年には2000年の食品ロス量のおよそ半分に相当する273万tまで削減することを目標に掲げている（消費者庁2021）。日本での食品ロスについては事業系と家庭系に分けて統計がとられており、事業系が若干多いが両者とも近い値であり、食品ロスの半分は家庭に由来する（図1）。また、事業系食品ロスは流通における1/3ルールの見直しや廃棄内容

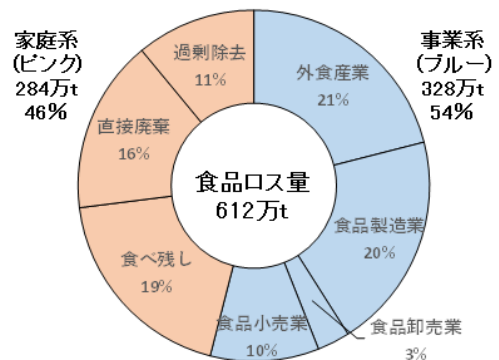


図1 日本における食品ロスの内訳
資料：農林水産省・環境省「平成29年度推計」

において単一性のものが多くリサイクルに回しやすいといったことから削減が比較的進めやすいが、家庭系食品ロスについては廃棄内容が多様であることなどから削減がやや難しいといった問題がある。家庭から出る食品ロスは、賞味期限切れなどにより手つかずに直接廃棄されるものが多く、次いで食べ残し、調理時の過剰除去の順となっており、直接廃棄では食の外部化が、食べ残しにおいては核家族化により家族規模が小さくなったことなどがその増加に影響している（浅利ら2020）。食のグローバル化や外部化等の食生活の変化は今後も続き、戻ることはない。各人が自身の食生活行動を少しずつ見直すことが家庭から出る食品ロス削減の鍵になると考えられ、そのような意識改革と行動変容を起こすには各人の環境への関心を高めると同時に行動変化を起こさせるための動機付け、すなわち行動を起こすことによる行動者側への利点を明確に示すことが有効である

と考えられる。その利点の一つとして、廃棄部位の栄養的価値の提示が考えられる。一例として、かつてダイコンの葉の部分については流通の邪魔になることからその多くが切り落とされ廃棄または食用以外に利用されていたが、ダイコン葉部のビタミンC（アスコルビン酸, AsA）量（53mg/100g）がダイコンの一般的可食部位である根茎部（11mg/100g）に比べて非常に高いことが明らかにされてからは、葉部の汁物や漬物などへの利用が増し、需要が高まり流通に乗ることが多くなったことが挙げられる。近年、各食品における栄養含有量や機能性について詳細な情報が手に入るようになり、寿命が延びてきたことと相まって、人々の食で健康を整えたいという意識が高まっている。ダイコン葉部のように野菜の本来食せる部位でありながら廃棄されている過剰除去による食品ロスの削減に向けて、栄養学的価値を提示することは有効な手段と考えられる。また、これまでに食品の廃棄部位について栄養学的評価を試みた研究は少なく、更にそれらデータはやや古く再度分析する必要があるものや（北川 1973）、植物の成長段階別各部位の栄養素の変化といった異なる視点によるもの（渡邊ら 2002）などであることから、食品廃棄部位において栄養学的見地から検討をすることは有意義であると考えられる。

本研究は、食品ロスの削減に向けて、家庭における食品ロスの主たる要因である調理時の過剰除去の低減を目指して、廃棄率の比較的高い野菜類における廃棄部位の栄養学的価値を見出すことで過剰除去による食品ロス削減に寄与することの可能性について検討することを目的とする。なお、栄養的価値の分析検討においては、野菜類から摂取可能な主たる栄養素である AsA を用いることとする。

研究方法

(1) 試料

家庭での調理操作において、特に過剰除去による廃棄率が高く、食品ロスに大きく影響している野菜を主たる観点として分析試料について検討し、ピーマン、ゴーヤ、カボチャを分析対象試料とした。食品成分表におけるこれら試料の廃棄率はピーマンとゴーヤが 15%、カボチャが 10% と高く（文部科学省 2021）、これら廃棄部位の種・ワタ部位は食用可能（ゴーヤ、カボチャはワタ部位のみ）であり、先行研究においてこれら試料の廃棄部位の栄養学的評価検討はなされておらず、分析検討する意義があると考えられた。試料のピーマン、ゴーヤ、カボチャは、いずれも茨城県内のスーパーにてそれぞれ表 1 に示した条件をもとに購入し分析試料とした。

表 1 試料野菜の品種及び基準

試料野菜	品種	生産地	試料とする外観等の基準
ピーマン	京鈴	茨城県	果肉にハリがあり濃い緑色のもの。約 30g/個。割った際に、種ワタの詰まりがよいもの。
ゴーヤ	島風	沖縄県	表皮の凹凸に丸みがあり、濃い緑色のもの。大きさは 200g ~ 300g/個。割った時に種が酸化して赤みのあるものは除外。
カボチャ	えびす	北海道	表皮が濃い緑色をしており、中の果肉のオレンジ色が濃いもの。大きさ 1.2 ~ 1.5kg/個。

(2) AsAの測定

試料野菜を一般的な可食部（果肉）と廃棄部のうち可食可能性のある部位（ピーマン：種＋ワタ，ゴーヤ・カボチャ：種は除きワタのみ）について，AsA量及び酸化型AsA（デヒドロアスコルビン酸（DHA））量を高速液体クロマトグラフィー（HPLC）を用いて文献記載の方法（Nishikawa and Kurata 2000, Nishikawa *et al.* 2001）により測定した。DHA量は，還元型AsA量とジチオトレイトール（DTT）によって還元した還元試料から測定される総AsA量を用いて，「総AsA量－還元型AsA量」により算出し，総AsA量に占めるDHA量の割合をDHA率として算出した。AsA測定においては試薬は全て富士フィルム和光純薬株式会社のもを使用し，以下のHPLC分析条件にて分析した。

< HPLC 分析条件 >

システム　：コントローラ（SCL-10Avp, SHIMADZU）分析処理（CLASS-VP, SHIMADZU）
カラム　　：ODS-2（Inertsil, 4.6mm × 150mm），25℃
溶離液　　：リン酸バッファー（0.05M, pH2.3），0.7ml/min.
検出　　　：UV 245nm（SPD-10AVvp, SHIMADZU）

結果および考察

家庭内における食品ロスの主たる要因の一つが食品の調理加工時における過剰除去であり，各人が調理動作を見直し過剰除去廃棄を抑制することができれば，家庭由来の食品ロスは大きく削減されると期待できる。一般的に食品，特に野菜の廃棄部位においては食感が悪かったり，アクが強く調理の下処理に手間を要するなど廃棄せざる得ないものも多いが，一方で食用可能でありながら慣習的な所作により廃棄されているものも多いと考えられる。また，食用可能であるにもかかわらず慣習的に廃棄されている部位の見直しは食品ロス削減に大きく寄与可能であり，そのような廃棄部位の食用化への意識改革と行動変容を各人に促すには，廃棄部位において高い栄養価を有するなどの付加価値の情報提供が有効であると考えられる。そこで，調理加工における廃棄率が比較的高い野菜類において，一般的廃棄部位における可食部位との栄養学的比較検討をAsAを指標として行った。

はじめに分析試料対象としたのは，茨城県が全国生産量1位のピーマンである。ピーマンは一般調理では中心のヘタ，種・ワタ部位が廃棄されるが，種・ワタ部位においてはアクはなく硬くもなく，これらの部位も果肉部と共に調理され食用とされるレシピも稀に見られ，食用可能である。また，ピーマンはナス科トウガラシ属に属し，一般にトウガラシ属はAsA含有量が高く，ピーマンのAsA含有量も食品成分表において100g当たり76mgと非常に高い。そのため，廃棄部位のAsA含有量が果肉部に比べて非常に少なかった場合にも可食部との比較分析が可能であると推察し，廃棄部位の栄養評価の対象試料とした。一般的な可食部位の果肉と廃棄部位である種・ワタのAsA含有量の分析結果を表2，図2に示した。可食部である果肉部位のAsA含有量は食品成分表値より若干高かったが旬の夏季のものを試料としたことによるものと推察され，食品成分表値と近い値であり，分析精度が確かであることを示唆する結果であると考えられた。同じ分析条件で測

定した種・ワタ部位のAsA含有量は、果肉部位ほど高くはなかったが果肉部位の18.65%に相当するおよそ15mg/100g

を有しており、キュウリ、アスパラガス、トマトなどのAsA含有量に相当し、AsA供給源として十分寄与可能な量を有していることが明らかになった。また、これらの結果について先行研究（北川1973）と比べると、今回の結果は種・ワタ部位のAsA含有量及び果肉AsA含有量に対する種・ワタ部位のAsA含有量比率とともに先行研究結果（31.3mg/100g, 34.5%）よりもかなり低い値であったが、今回の分

析結果は先行研究よりも精度の高い分析手法によるものであり、より信頼度は高いものと推察された。また、種・ワタ部位の重量比率においてはピーマン全体重量の約10%と、ヘタ部位を除いているため食品成分表における廃棄率（15%）よりも低い値であったが、その重量比率は十分高く、これらが食用化されることによる食品ロスの削減は期待できるものと推察された。これら廃棄部位における栄養評価及び廃棄率の結果は、廃棄部位の食用化の推進に活用可能な情報であると考えられた。

次に廃棄部位の栄養評価試料として選んだのはゴーヤである。ゴーヤは以前は沖縄や九州南部などの亜熱帯地域における

利用に限られていたが、近年は全国にその生産と需要が広まり、非常に身近な野菜となっている。ゴーヤの需要が急速に高まった要因の一つにAsAをはじめとする高い栄養価が挙げられる。分析対象試料として選んだ理由は、ピーマンと同じくAsAの含有量が高いことから分析検討がしやすいこと、この野菜の急速な需要拡大の後押しをした豊富に含まれる栄養素の中でも特にAsA

表2 ピーマンの部位別重量比とAsA含有量

測定部位	重量比 (%)	総AsA量 (mg/100g)	DHA率 (%)
果肉	88.01 ± 2.89	80.31 ± 14.68	22.66 ± 6.28
種+ワタ	10.03 ± 3.71	14.98 ± 3.19	34.09 ± 10.23

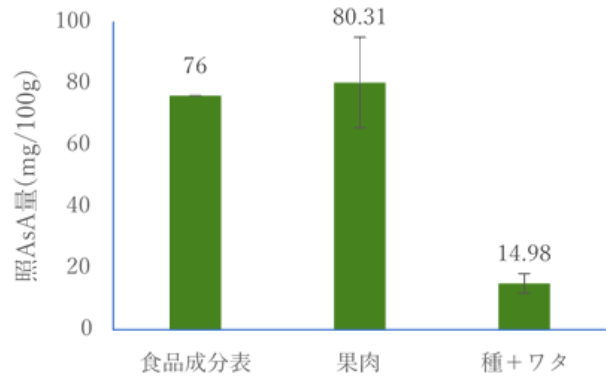


図2 ピーマンの部位別AsA量

表3 ゴーヤの部位別重量比とAsA含有量

測定部位	重量比 (%)	総AsA量 (mg/100g)	DHA率 (%)
表皮	92.22 ± 3.62	72.09 ± 26.23	24.74 ± 10.44
果肉		117.30 ± 20.66	22.17 ± 7.66
ワタ	6.15 ± 2.67	214.10 ± 39.57	72.22 ± 8.45

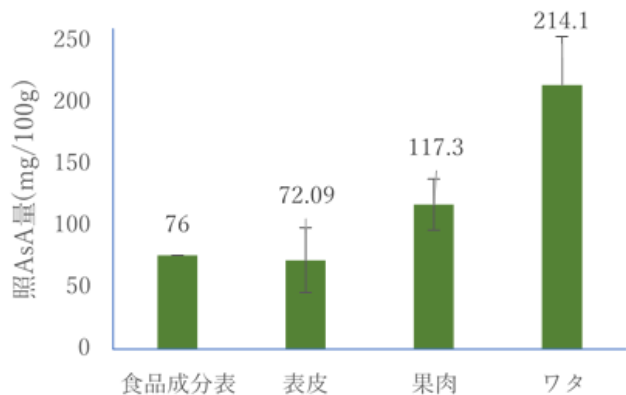


図3 ゴーヤの部位別総AsA量

摂取源としての注目度が高いこと、更に一般に調理で廃棄される中心の種・ワタ部位の容積比率が非常に高いことなどによる。種・ワタ部位が除去される理由は、種においては硬さ、ワタは非常に苦味が強いことが要因であるが、近年の品種においてはワタ部位の苦味は弱く、この部位も食用として利用したレシピがいくつか見られる。種は硬く食用不可能と考えられたため種は除きワタのみを分析対象として、ゴーヤの各部位における AsA 含有量について分析した（図3、表3）。食品成分表値に比べて可食部である表皮はほぼ同等の値であったが、果肉部位は食品成分表値のおよそ1.5倍の高い値であり、可食部の表皮、果肉を合わせた場合でも食品成分表の値を大きく上回る結果であった。この結果については、旬の時期のもので更に茨城県産の非常に新鮮な状態の試料であったことが要因として考えられた。部位別の AsA 含有量においては、中心部にいくほど AsA 含有量は高くなる傾向があり、ワタ部位においては可食部である果肉の約1.83倍の非常に高い AsA 量を有していることが確認され、ワタの廃棄は栄養学的見地から大きな損失であり、食用化促進に向けて有効な情報になりうるものと推察された。また、ワタ部位のゴーヤ全体に対して占める容積は非常に大きいもののその比重はかなり軽く、種を除くと食品成分表の廃棄率15%よりもかなり低く、その重量比はゴーヤ全体の約6%であり、ワタ部位の食用化による食品ロス削減効果は重量的には外観ほど大きくはないものと推察された。

次に廃棄部位における栄養学的評価対象試料としたのはカボチャである。一般的廃棄部位である種・ワタ部位の容積比

率が高く、ゴーヤと同じウリ科であるため、ゴーヤのように一般に廃棄されるワタ部位の栄養価が高いことが期待され、ゴーヤの比較検討材料にもなることから栄養学的評価対象試料とした。なお、廃棄部位のタネは硬く一般調理での食用は難しいが、ワタについては料理への利用例もあり利用促進が可能と考えられることから、廃棄部位としてはワタのみを分析対象とした。

カボチャの部位別 AsA 量の分析結果

を図4、表4に示した。可食部である果肉の AsA 含有量は食品成分表値より少し高い値であったが、試料の鮮度の良さによるものと考えられた。廃棄部位のワタの AsA 量はゴーヤのような果肉部よりも非常に高い値ではなかったものの、ピーマンとは異なり果肉部とほぼ同程度の高い AsA 量を有していることが明らかになった。また、ワタ部位の全体重量に占める割合はおよそ1割であり、1.5kg/個程度の平均的な大きさのカボチャであれば約150gの少なくない廃棄量となり、これらの食用化は食品ロス削減に寄与するものと推察された。これらカボチャのワタ部位における栄養評価結果と重量比率の結果は、食用化促進に向けて有効な情報になり得るものと考えられた。

表4 カボチャの部位別重量比とAsA含有量

測定部位	重量比 (%)	総AsA量 (mg/100g)	DHA率 (%)
果肉	88.30 ± 2.68	56.50 ± 4.87	13.97 ± 10.43
ワタ	9.73 ± 3.60	51.74 ± 6.48	47.02 ± 15.89

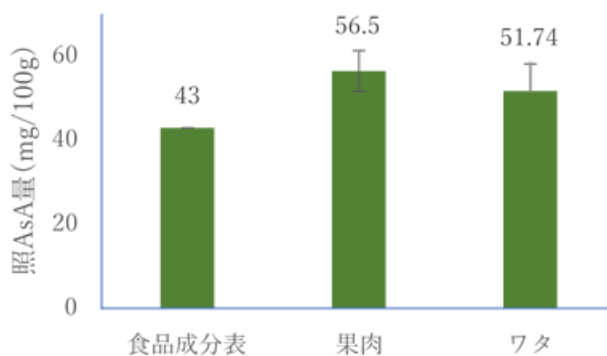


図4 カボチャの部位別総AsA量

まとめ

本研究により以下のことが明らかになった。

- ・比較的廃棄率の高い野菜類であるピーマン、ゴーヤ、カボチャについて、廃棄部位（ピーマン：種＋ワタ，ゴーヤ・カボチャ：ワタのみ）の AsA 含有量は、いずれも AsA 供給源として評価できる値であり、特にゴーヤ、カボチャにおいては可食部位である果肉と同等またはそれ以上の AsA 含有量であることが明らかになった。
- ・一般的に廃棄されているピーマンの種・ワタ部位，ゴーヤとカボチャのワタ部位はそれぞれ食用可能であり，これらの食用化に向けて各人の意識改革と行動変容を促す手段として，本研究で明らかになった栄養学的評価や重量比率等の結果が活用可能であると考えられた。

農業技術が現在のように進んでいなかったかつては，思うような食料生産が得られず，生きていくために生産できたものを十二分に活用する必要があり，切り干しダイコンなどのように皮部も余すところなく利用する工夫がされ，結果として食品ロスが抑えられていた。しかし，食料不足を実感しにくい現在の日本の食生活では，食品ロス削減のためにダイコンの皮を干して乾燥させ保存食とするような手間を各人に求めることには無理がある。調理時の過剰除去による食品ロスの削減においては，一人一人の負担にならない程度の努力の集積による結果に求めたほうが現実的である。無理のない努力ということに照らせば可食部位の認識を改めることは有効な手段であり，それにより各人の行動変容が促されれば一定の成果は期待できる。そのような各人の意識改革と行動変容の原動力になるものとして廃棄部位の栄養学的価値を提示することは有効であると考えられる。本研究結果により，廃棄率の高いピーマン，ゴーヤ，カボチャにおいて，食用可能な種ワタ部位の AsA 含有量は栄養学的見地から AsA 供給源として十分評価可能であることが明らかにされ，意識改革と行動変容の原動力になりうる廃棄部位の付加価値が示されたものと考えられる。また，本研究結果を食品ロス削減に生かすことが可能か否かについては，これら結果の情報提供による行動変容試験など，今後更なる検討が必要であると考えられる。

謝 辞

本研究の一部は日本学術振興会学術研究助成基金助成金基盤研究（C）（課題番号：19K02313，研究代表者：西川陽子）の助成を受けて行われた。

引用文献

- 浅利美鈴・矢野順也・酒井伸一・長谷川一樹・小泉春洋・高月紘・中村一夫. 2020. 「京都市ごみ細組成調査における食品ロス等の発生実態把握—40年間の変化および最新動向—」『廃棄物資源循環学会誌』31(4), 273-284.
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U. 2011. Global Food losses and Food Waste. (The Swedish Institute for Food and Biotechnology Save Food Congress).

- 北川雪恵. 1973. 「果菜類の生育とビタミンCの分布（Ⅱ）—トマト, ピーマン, イチゴ—」『栄養と食糧』26(2), 139-143.
- 文部科学省. 2021. 『日本食品標準成分表 2020年版（八訂）』（葦友印刷/全国官報販売協同組合）64-107.
- Nishikawa, Y., Kurata, T. 2000. Chemical characteristics of dehydro-L-ascorbic acid. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 64, 1651-1655.
- Nishikawa, Y., Toyoshima, Y., Kurata, T. 2001. Identification of 3,4-dihydroxy-2-oxo-butanal (L-threosone) as an intermediate compound in oxidative degradation of dehydro-L-ascorbic acid and 2,3-diketo-L-gulonic acid in a deuterium oxide phosphate buffer. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 65, 1707-1712.
- 大串徹太郎. 2020. 「国連ミレニアム宣言およびMDGsから2030アジェンダへの移行」『環境教育』30(1), 51-55.
- 消費者庁(2021)「食品ロス削減関係参考資料」(https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_policy/information/food_loss/efforts/assets/efforts_210614_0001.pdf) (2021年7月15日閲覧).
- United Nations. 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.
- 渡邊智子・土橋昇・進藤久美子・鈴木東子・安井明美. 2002. 「山形みどりな, タカナ（山形青菜）およびハクサイの部位別ビタミン含有量」『日本食品保蔵科学会誌』28(6), 337-340.