

201033052B

厚生労働科学研究費補助金

食品の安心・安全確保推進研究事業

抗酸化物質を含有するいわゆる健康食品の  
安全性・有効性に関する研究

平成 21～22 年度 総合研究報告書

研究代表者 竹林 純

平成 23 (2011) 年 5 月

# 目 次

## I. 総合研究報告

抗酸化物質を含有するいわゆる健康食品の安全性・有効性に関する研究  
竹林 純 (独立行政法人 国立健康・栄養研究所)

----- 1

## II. 研究成果の刊行に関する一覧表

----- 18

## III. 研究成果の刊行物・別刷

----- 19

抗酸化物質を含有するいわゆる健康食品の安全性・有効性に関する研究

主任研究者 竹林 純 独立行政法人国立健康・栄養研究所 食品保健機能プログラム 研究員

【研究目的】 野菜や果実等に豊富に含まれる抗酸化物質は、健康維持及び疾病予防に寄与することが明らかになりつつある。しかし、これらの抗酸化物質を含む「いわゆる健康食品」(抗酸化サプリメント)については、その有効性及び安全性を示す科学的根拠が不足している。そこで本研究では、抗酸化サプリメントの有効性及び安全性を、野菜や果物からの抗酸化物質摂取の食経験と照らし合わせて評価するため、以下の研究を行った。

平成 21 年度

【研究方法】 1) 食品からの抗酸化物質抽出法を確立するため、野菜を検体として抽出溶媒等の検討を行った。2) 確立した抽出法を用いて、日本において良く摂取されている 23 種類の野菜について ORAC 法を用いて抗酸化能を測定し、野菜からの抗酸化物質一日摂取量を推算した。3) 野菜からの抗酸化物質摂取量の地域差について検討した。4) 野菜中の抗酸化物質の定量及び定性を行った。5) 野菜中の抗酸化物質及びその健康影響について文献調査を行った。

【結果及び考察】 1) 食品からの抗酸化物質抽出法は、メタノール/水/酢酸 = 90/9.5/0.5 を抽出溶媒とし、高速溶媒抽出装置を用いて行う方法が好適だと考えられた。2) 350 g/日の一般的な野菜を摂取した場合、抗酸化物質標準品であるトロロックスに換算して約 2,100 マイクロモルの抗酸化物質を摂取可能と推算された。3) 野菜からの抗酸化物質摂取量は、全体としては東から北にかけての地域で高い傾向が見られたものの、特徴的な地域差は認められなかった。4) 野菜の抗酸化能に含有ポリフェノールが大きく寄与していた。さらに、野菜類に含まれるポリフェノール類を網羅的に解析した結果、アグリコンとしてカフェ酸、ケルセチン等が検出された。5) 野菜中のポリフェノール含有量について文献調査を行ったが、得られた情報は限定的であった。含有抗酸化物質の健康影響については、幾つかの無作為化比較試験結果が報告されており、今後系統的レビューまたはメタ分析によりその評価を試みる。

平成 22 年度

【研究方法】 1) 日本において良く摂取されている 13 種類の果物について ORAC 法を用いて抗酸化能を測定し、果物からの抗酸化物質一日摂取量を推算した。2) 果物からの抗酸化物質摂取量の地域差について検討した。3) 日本国内で流通している 30 種類の抗酸化サプリメントを

購入し、その抗酸化能を ORAC 法で測定した。4) 抗酸化サプリメントの安全性について培養細胞等を用いて評価した。5) 抗酸化サプリメントの有効性・安全性に関する文献を調査した。6) 抗酸化サプリメントに対する消費者意識調査を実施した。

**【結果及び考察】** 1) 200 g/日の一般的な果物を摂取した場合、抗酸化物質標準品であるトロロックスに換算して約 2,500 マイクロモル相当、350 g/日の一般的な野菜と併せて約 4,600 マイクロモル相当の抗酸化物質を摂取可能と推算された (注意:これらの数値の生理学的意味は現時点では不明)。2) 抗酸化力の値が高いりんご、もも、ミカンの産地で果物からの抗酸化物質摂取量が高い傾向にあった。3) 大半の抗酸化サプリメントからの抗酸化物質摂取総量は、摂取目安量を守る限り食経験の範囲内もしくは大きく逸脱していないと考えられたが、抗酸化物質含有量が非常に高いもの (1 種) や低いもの (複数) も認められた。4) 抗酸化力が高い抗酸化サプリメントほど細胞毒性を示す傾向が認められた。5) よく利用されている抗酸化サプリメントの多くでは、有効性・危険性を強く支持する文献情報が乏しかった。一部の抗酸化サプリメントには有効性を示す報告があったが、危険性を示す報告も複数認められた。6) 抗酸化力を有する食品に対する一般消費者の高い関心が伺えたが、科学的根拠に基づかない過度な期待、大量摂取に繋がる考えを持っていることが明らかになった。

**【結論】** 現在国内流通している抗酸化サプリメントの抗酸化物質含有量は、摂取目安量を守る限り、野菜・果物からの摂取推算値と比較して概ね食経験の範囲内であると予測された。しかし、消費者には抗酸化サプリメントに対する過度な期待や誤った認識があり、大量摂取時の安全性は充分確保されているとは言えない。また、現時点で抗酸化サプリメントの有効性を示す十分な科学的根拠も得られていない。抗酸化物質摂取の有効性・安全性に関するさらなる研究が必要である。



## 研究分担者

- 松本 輝樹 独立行政法人国立健康・栄養  
研究所 食品保健機能プログラ  
ム 研究員
- 卓 興鋼 独立行政法人国立健康・栄養  
研究所 情報センター プロジ  
ェクトリーダー
- 坪田 恵 独立行政法人国立健康・栄養  
研究所 栄養疫学プログラム  
研究員
- 沖 智之 独立行政法人 農業・食品産業  
技術総合研究機構 九州沖縄  
農業研究センター 機能性利  
用研究チーム 主任研究員
- 後藤 一寿 独立行政法人 農業・食品産業  
技術総合研究機構 九州沖縄  
農業研究センター 異業種連  
携研究チーム 主任研究員

## 研究協力者

- 陳 健斌 独立行政法人国立健康・栄養  
研究所 食品保健機能プログラ  
ム
- 渡辺 純 独立行政法人 農業・食品産業  
技術総合研究機構 食品総合  
研究所 食品機能研究領域  
機能性成分解析ユニット 主任  
研究員
- 佐藤 麻紀 独立行政法人 農業・食品産業  
技術総合研究機構 九州沖縄  
農業研究センター 機能性利  
用研究チーム
- 鈴木 萌夏 東京薬科大学 薬学部 漢方  
資源応用学教室
- 横須賀章人 東京薬科大学 薬学部 漢方  
資源応用学教室 講師
- 三卷 祥浩 東京薬科大学 薬学部 漢方  
資源応用学教室 教授

## 研究目的

がんを含む生活習慣病やアルツハイマー症等の種々の疾病の発症原因の一つとして生体内で過剰に発生した活性酸素の関与が示唆されており、活性酸素を消去する能力を有する抗酸化物質を含有する食品が注目されている [1]。野菜・果物類の摂取により、がんや心疾患等のリスクが低減することが数々の疫学研究で明らかになっており、野菜・果物中に含まれる抗酸化物質がその寄与因子の一つと考えられている [2]。このような背景から、現在、ビタミン C、ビタミン E 及び  $\beta$ -カロテンといった抗酸化ビタミンに加え、カテキン及びケルセチンといったポリフェノール等の天然の抗酸化物質を含有する「いわゆる健康食品」(抗酸化サプリメント) が多数流通している。しかし、これらの抗酸化サプリメントの安全性・有効性に関する信頼できる情報は極めて少ない。

食事摂取基準により摂取目安量が明らかとなっている抗酸化ビタミンを除き、抗酸化サプリメントの摂取目安量を示す科学的根拠は特に不足している。抗酸化物質を豊富に含む野菜・果物類の摂取が健康に良い影響を与えることはほぼ間違いないと言えるが [2]、それと同様の有用性を得るための抗酸化サプリメントの摂取目安量は定かではない。また、近年、Bjelakovic らは抗酸化サプリメントの健康影響に関する論文のメタ解析を行い、抗酸化サプリメントの有効性が示されなかっただけでなく、 $\beta$ -カロテン、ビタミン A 及びビタミン E の摂取では総死亡率が上昇するという解析結果を報告しており [3]、抗酸化サプリメントの過剰摂取時の安全性についても検証する必要があると考えられる。特に、一部の抗酸化サプリメントは通常の食事から摂取し得る量をはるかに超えた量の抗酸化物質を含んでいると考えられ、

その安全性は食経験から確保されているとはいえない。本研究では、日本において一般的に摂取される野菜及び果物に着目し、通常の食事からの抗酸化物質摂取量及びその健康影響の把握を行い、それとの比較を行うことで抗酸化サプリメントの有効性・安全性に関する知見を得ることを目的とする。

平成 21 年度は、食品からの抗酸化物質抽出方法及び一般的な野菜の抗酸化力に注目した研究及び野菜に含まれる抗酸化物質に関する文献調査を行った。

平成 22 年度は、一般的な果物及び国内流通している抗酸化サプリメントに関する研究を行い、さらに抗酸化サプリメントの有効性・安全性に関する文献研究及び消費者意識調査を実施した。

## A. 研究方法

### H21-1) 抗酸化物質抽出法の検討 (分担: 沖)

食品の抗酸化能を実測するためには、食品から抗酸化物質の抽出方法を確立する必要がある。一般的な野菜の凍結乾燥品を検体とし、高速溶媒抽出装置を用いて抽出液を調製する際の抽出溶媒について、米農務省が公開している食品抗酸化能データベース作成に用いられた抽出溶媒 (アセトン/水/酢酸 = 70/29.5/0.5, AWA) と、ポリフェノール類の一斉分析法に採用されている抽出溶媒 (メタノール/水/酢酸 = 90/9.5/0.5, MWA) の比較検討を行った。各溶媒による抽出液を調整し、抗酸化能 (H-ORAC 法及び DPPH 法) 及びポリフェノール含量 (フォーリン・チオカルト法) を比較した。

### H21-2) 一般的な野菜からの抗酸化物質摂取

### 量の推算 (分担:竹林)

平成 20 年家計調査で購入重量が記載されている野菜 (23 種、全生鮮野菜購入重量の 85 % をカバー) について、凍結乾燥品から、高速溶媒抽出装置を用いて MWA を抽出溶媒として、抽出液を調製し、野菜の抗酸化能を H-ORAC 法で測定した。測定結果を基に、野菜からの抗酸化物質一日摂取量の推算を行った。

### H21-3) 野菜からの抗酸化物質摂取量の地域差 (分担:坪田)

家計調査における、都道府県庁所在市別「1 世帯当たり野菜購入数量」を基に計算した「一人あたり一日の野菜購入数量(g/d・person)」及び 2) で測定した野菜の抗酸化能から、野菜からの抗酸化物質摂取量の地域差について検討した。

### H21-4) 一般的な野菜に含まれる抗酸化物質の同定及び定量 (分担:松本)

一般的な野菜中に含まれる抗酸化物質の同定を行うため、野菜の抗酸化能 (H-ORAC 法) とポリフェノール含量 (フォーリン・チオカルト法) の相関性について検討した。また、含有ポリフェノールの定性及び定量を HPLC にて行った。

### H21-5) 野菜中に含まれる抗酸化物質及びその健康影響に関する文献調査 (分担:卓)

一般的な野菜に含まれている抗酸化物質について、機能的食品因子データベース (<http://www.nihn.go.jp/FFF/index.jsp>) 及び Dr. Duke's Phytochemical and Ethnobotanical Databases (<http://www.ars-grin.gov/duke/>) にて調査した。また、含有抗酸化物質の健康影

響に関して、PubMed 文献データベースにて調査した。

### H22-1) 一般的な果物からの抗酸化物質摂取量の推算 (分担:竹林)

平成 20 年家計調査で購入重量が記載されている果物 (13 種、全生鮮果物購入重量の 88.5 % をカバー) について、凍結乾燥品を作成、高速溶媒抽出装置を用いて抽出液を調製し、抗酸化能を H-ORAC (Hydrophilic-Oxygen Radical Absorbance Capacity) 法で測定した。

### H22-2) 果物からの抗酸化物質摂取量の地域差 (分担:坪田)

家計調査における、都道府県庁所在市別「1 世帯当たり果物購入数量」を基に計算した「一人あたり一日の野菜購入数量(g/d・person)」及び 1) で測定した果物の抗酸化能から、果物からの抗酸化物質摂取量の地域差について検討した。

### H22-3) 抗酸化サプリメントの抗酸化能 (分担:沖)

日本国内で流通している 30 種類の抗酸化サプリメントを購入し、その抗酸化能を H-ORAC 法で測定した。抗酸化サプリメント 1 g あたりおよび一日摂取目安量あたりの抗酸化能を、野菜・果物と比較検討した。

### H22-4) 抗酸化サプリメントの安全性評価 (分担:松本)

抗酸化サプリメントの均質化粉末からメタノール抽出エキスを作成し、UMU 試験による短期変異原性の確認、WI-38、HL-60 及び A549 細胞を用いた細胞増殖抑制試験を、そ

れぞれ行った。

#### H22-5) 抗酸化サプリメントの有効性・安全性評価に関する文献研究 (分担:卓)

抗酸化サプリメントの有効性・安全性に関する文献等を PubMed にて調査し、エビデンスレベルが一番高いとされている「システマティックレビュー又はメタアナリシス」による解析が行われている文献を研究対象とした。1 つの文献(論文)には複数のエビデンスがあるが、それぞれの有効性・安全性について個別に評価した。また、抗酸化サプリメントに関するエビデンスの有効性・安全性評価に基づき、摂取する上で推奨の強さのグレード付けを試みた。

#### H22-6) 抗酸化サプリメントに関する意識調査 (分担:後藤)

抗酸化サプリメント及び機能性食品全般の使用状況および効果効能に対する消費者の信頼性等を明らかにするため、日本およびアメリカでの一般消費者を対象に、インターネットを用いた消費者アンケート調査を実施した。

### **B. 研究結果及び考察**

#### H21-1) 抗酸化物質抽出法の検討 (分担:沖)

23 種類の野菜について検討した結果、AWA 抽出液に対する MWA 抽出液での測定値の比は、H-ORAC 法では 0.69~1.76 (平均値:1.07)、DPPH 法では 0.34~5.26 (1.46)、フォーリン・チオカルト法では 0.37~1.98 (1.13) であった。AWA と MWA で得られた抽出液の測定値間の相関係数は、H-ORAC 法、DPPH 法及びフォーリン・チオカルト法で、それぞれ 0.945、0.870、0.820 であった。これらの結果より、抗酸化能

(DPPH 法) 及びポリフェノール含量 (フォーリン・チオカルト法) に関しては、AWA 抽出液で高い数値を示した野菜は MWA 抽出液でも高い数値を示すものの、抽出溶媒に MWA を用いた場合は、AWA に比べて測定値が大きくなる傾向が認められた。一方、H-ORAC 法にて測定した抗酸化活性は、MWA と AWA のいずれを抽出溶媒に用いても同程度であった。以上から判断して、野菜の凍結乾燥品から親水性の抗酸化物質を抽出する際、抽出効率の向上が期待されることから、MWA が好適であると考えられた。

#### H22-2) 一般的な野菜からの抗酸化物質摂取量の推算 (分担:竹林)

個々の野菜では、ごぼう、れんこん、なすに高い活性が認められたが、それぞれの摂取量を加味すると、たまねぎ、ごぼう、ばれいしょからの抗酸化物質摂取が多いと推測された。一般的な野菜摂取状況に基づいた「モデル野菜」を想定すると、その抗酸化能は抗酸化物質標準品であるトロロックスに換算して 594  $\mu\text{mol Trolox equivalent (TE)}/100\text{ g}$  であり、「健康日本 21」における野菜の一日摂取目標値である 350 g を摂取すると、2,080  $\mu\text{mol TE}$  の抗酸化物質を摂取可能推算された。また、平成 16~20 年の国民健康・栄養調査の野菜一日摂取量の平均値から計算すると、一日 1,585~1,755  $\mu\text{mol TE}$  の抗酸化物質を摂取していると推算された。

#### H21-3) 野菜からの抗酸化物質摂取量の地域差 (分担:坪田)

野菜からの抗酸化物質摂取量は、全体としては東から北にかけての地域で高い傾向が見られたものの、全国的に抗酸化力に寄与して



いる野菜は、ごぼうとたまねぎであり、次いでばれいしょ、なす、キャベツ、だいこん、にんじんであった。当該抗酸化力の摂取に際し、地域により特異的な差は認められなかった。ごぼうはグラムあたりの抗酸化力が高いことから量より質で、たまねぎは抗酸化力は中程度だが野菜としての消費量が多いため質より量で、寄与が大きいことが判明した。

#### H21-4) 一般的な野菜に含まれる抗酸化物質の同定及び定量 (分担:松本)

23 種類の野菜について、抗酸化能と含量ポリフェノール量との関連性を調べた結果、両者の間に強い相関が認められ、野菜の抗酸化能に及ぼす含有ポリフェノールの寄与が大きいことが示唆された。そこで、日本における一般的な野菜摂取状況を反映した「モデル野菜」について含有ポリフェノールの定性及び定量を行った結果、カフェ酸、ケルセチン等のポリフェノールがアグリコンとして検出された。「モデル野菜」を「健康日本 21」における野菜摂取目安量である 350 g 摂取した場合、検出されたポリフェノールアグリコンを総計として 25.3 mg (特に含量の多いカフェ酸は 12.6 mg (クロロゲン酸として 12.0 mg)、ケルセチンは 7.3 mg) 摂取すると推算された。

#### H21-5) 野菜中に含まれる抗酸化物質及びその健康影響に関する文献調査 (分担:卓)

23 種類の野菜のうち、先述した機能性因子データベースでは、19 種類の野菜のポリフェノール含有量についてのデータが得られたため、表としてまとめた。しかし、抗酸化物質含有量に関する情報は限定的で、信頼できる情報が少なかった。食品中に含まれている代表的な抗酸化物質の健康影響について、

PubMed 文献データベースで検索すると、いくつかの代表的な抗酸化物に関して無作為比較試験による評価結果が報告されていた。今後、関連論文の全文を入手し、健康影響に関するデータを抽出し、可能な場合は系統的レビューまたはメタ分析にて評価を行う予定である。

#### H22-1) 一般的な果物からの抗酸化物質摂取量の推算 (分担:竹林)

個々の果物では、いちご、もも、オレンジなどに高い活性が認められたが、それぞれの摂取量を加味すると、りんご、みかん、いちごなどからの親水性抗酸化物質摂取が多いと推測された。一般的な果物摂取状況に基づいた「モデル果物」を想定すると、その抗酸化能は抗酸化物質標準品であるトロロックスに換算して 1258.3  $\mu\text{mol Trolox equivalent (TE)}/100 \text{ g}$  であり、「食事バランスガイド」における果物の一日摂取目安量である 200 g を摂取すると、2517  $\mu\text{mol TE}$  の親水性抗酸化物質を摂取可能推算された。また、平成 16~21 年の国民健康・栄養調査の果物一日摂取量の平均値から計算すると、一日 1385~1603  $\mu\text{mol TE}$  の親水性抗酸化物質を摂取していると推算された。平成 21 年度の研究で得られた結果と今年度の結果を併せると、充分量の野菜 (350 g/日)・果物 (200 g/日) を摂取した場合、合計 4597  $\mu\text{mol TE}/日$  の親水性抗酸化物質を摂取可能であると推定された。なお、4597  $\mu\text{mol TE}/日$  の親水性抗酸化物質の摂取が健康に及ぼす影響については現時点では不明であり、さらなる研究が必要である。

#### H22-2) 果物からの抗酸化物質摂取量の地域差 (分担:坪田)

抗酸化力の値が高いりんご、ももの産地である東北地方（青森、岩手、秋田、山形、福島）で抗酸化物質摂取量が高く、次いでミカンの産地である四国地方（徳島、香川、愛媛、高知）、静岡において抗酸化物質摂取量が高かった。全国的に抗酸化力に寄与している果物は、りんごとみかんであり、次いでいちご、バナナ、グレープフルーツであった。

#### H22-3) 抗酸化サプリメントの抗酸化能 (分担:沖)

抗酸化サプリメント 1 g あたりの抗酸化力は 4.0 ~ 19419.6  $\mu\text{mol TE/g}$  であり、ラベルに記載されている一日摂取目安量あたりの抗酸化力は 6 ~ 32718  $\mu\text{mol TE/day}$  であった。一般的な野菜および果物 1 g あたりの抗酸化力は平均 5.9 および 12.6  $\mu\text{mol TE/g}$  であった。従って、多くの抗酸化サプリメントには高い濃度で抗酸化物質が含まれていると考えられた。一方、野菜・果物からの抗酸化物質一日摂取総量は、野菜 350 g および果物 200 g を摂取した場合、2080 および 2517  $\mu\text{mol TE/day}$ 、合計 4597  $\mu\text{mol TE/day}$  であると推算された。従って、1 種類のサプリメントが高値を示したものの、大半の抗酸化サプリメントからの抗酸化物質摂取総量は、摂取目安量を守る限り食経験の範囲内もしくは大きく逸脱していないと考えられたが、抗酸化物質含有量が非常に低いサプリメントも幾つか認められた。

#### H22-4) 抗酸化サプリメントの安全性評価 (分担:松本)

変異原性試験 (UMU 試験) では、これまでに報告例があるように、Quercetin 含有サプリメントにおいて陽性反応が確認された。また、

一部のサプリメントでも S9 mix 添加試験で陽性反応が確認されたが、擬陽性の可能性が示唆された。細胞増殖抑制試験では、WI-38、HL-60 及び A549 で活性発現傾向に大きな違いはなく、抗酸化能が高いものほど細胞増殖を抑制する傾向にあることが明らかとなった。本検討において、Ascorbic Acid (AsA) を含有するサプリメントで細胞増殖を強く抑制することが示唆されたが、AsA 自身による影響ではなく、代謝によってもたらされたことが示唆された。本検討結果から、抗酸化サプリメントでは、広く AsA が存在しており、本評価方法では安全性を担保できない可能性が示唆された。その一方で、抗酸化力の表示は、商品としての機能性を明らかにすると共に、間接的に身体への影響を推測できることが示唆された。

#### H22-5) 抗酸化サプリメントの有効性・安全性評価に関する文献研究 (分担:卓)

よく利用されている抗酸化サプリメントの多くには有効性・危険性を強く支持する情報がなかった。一部の抗酸化サプリメントには有効性を示す報告があったが、危険性を示す報告も複数認められた。報告により、対象者、介入に使用した抗酸化サプリメントの種類、対照群、結果の測定方法などに大きな違いがあるため、現時点で各抗酸化サプリメントの推奨の強さを評価するのは困難である。

#### H22-6) 抗酸化サプリメントに関する意識調査 (分担:後藤)

本研究によるアンケート調査の結果、以下の 4 点が明らかとなった。第 1 に、抗酸化力に対する認知や食品の持つ抗酸化力に対する知識レベルは、日米とも比較的高い事が明らかとなった。一方で、抗酸化機能性食品

の疾病治療効果に過度に期待するなど、誤った知識も混在している事が明らかとなった。第2に、抗酸化機能性食品の摂取形態ではカプセルや錠剤、加工飲料と言った手軽に摂取できるタイプを利用している消費者が多く、特定成分の濃縮が可能な形態で摂取している消費者が多い事が明らかとなった。この事実は、抗酸化物質の過剰摂取の危険性が示唆できる結果である。第3に、今後の希望摂取形態では野菜や果物そのものでの摂取や、野菜ジュースなど、より自然な形での摂取を希望する消費者が増加傾向にあり、食事を中心に適切に摂取する消費者が増加する事が示唆された。第4に、抗酸化機能性食品の過剰摂取や、複数の抗酸化機能性食品の併用による効果向上の期待など、消費者自らの誤った判断で過剰摂取になってしまう危険性が明らかとなった。

### C. 結論

日本において良く摂取されている野菜・果物については、一日 350 g の野菜を摂取した場合には、抗酸化物質標準品であるトロロックスに換算して約 2,100 マイクロモル相当、一日 200 g の果物を摂取した場合には、約 2,500 マイクロモル相当、合計一日約 4,600 マイクロモル相当の抗酸化物質を摂取すると推算された (注意: これらの数値の生理学的意味は現時点では不明)。野菜からの抗酸化物質摂取量は、全体としては東から北にかけての地域で高い傾向が見られたものの、特異的な地域差は認められなかった。果物からの抗酸化物質摂取量は、抗酸化力の値が高いりんご、もも、ミカンの産地で高い傾向にあった。

国内流通している抗酸化サプリメントについては、摂取目安量を守る限り、含有されている

抗酸化物質量は野菜・果物からの食経験の範囲内もしくは大きく逸脱していないと考えられたが、抗酸化物質含有量が非常に高いもの (1 種) や低いもの (複数) が認められた。また、抗酸化力が高い抗酸化サプリメントほど細胞毒性を示す傾向が認められた。

文献研究の結果、よく利用されている抗酸化サプリメントの多くには有効性・危険性を強く支持する文献情報がなかった。一部の抗酸化サプリメントには有効性を示す報告があったが、危険性を示す報告も複数認められた。

抗酸化サプリメントに対する消費者調査の結果、抗酸化力を有する食品に対する一般消費者の高い関心が伺えたが、科学的根拠に基づかない過度な期待、大量摂取に繋がる考えを持っていることが明らかになった。

以上の結果から、現在国内流通している抗酸化サプリメントの抗酸化物質含有量は、摂取目安量を守る限り、野菜・果物からの摂取推算値と比較して概ね食経験の範囲内であると予測された。しかし、消費者には抗酸化サプリメントに対する過度な期待、誤った認識があり、大量摂取時の安全性は充分確保されているとは言えない。また、現時点で抗酸化サプリメントの有効性を示す十分な科学的根拠も得られていない。抗酸化物質摂取の有効性・安全性に関するさらなる研究が必要である。

### D. 健康危険情報

なし

### E. 研究発表

#### 1. 論文発表

Jun Takebayashi, Tomoyuki Oki, Jianbin Chen, Maki Sato, Teruki Matsumoto, Kyoko Taku, Megumi Tsubota-Utsugi, Jun

Watanabe and Yoshiko Ishimi

Estimated average daily intake of antioxidants from typical vegetables consumed in Japan: a preliminary study

*Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, **74**, 2137-2140 (2010).

## 2. 学会発表

- (1) 沖 智之、竹林 純、渡辺 純、山崎光司、佐藤麻紀、須田郁夫

「食品の統一的な抗酸化能測定法の確立  
(3)一般的な野菜に含まれる抗酸化物質抽出法の検討」

日本農芸化学会 2010 年度大会, 2010 年 3 月 30 日(東京)

- (2) 竹林 純、沖 智之、渡辺 純、山崎光司、陳 健斌、石見佳子

「食品の統一的な抗酸化能測定法の確立  
(4)一般的な野菜からの抗酸化物質摂取量の推定」

日本農芸化学会 2010 年度大会, 2010 年 3 月 30 日(東京)

- (3) 竹林 純、松本輝樹、卓 興鋼、山田和彦、石見佳子

日本において一般的に食されている野菜類からの抗酸化物質一日摂取量の推算

第 57 回日本栄養改善学会学術総会, 2010 年 9 月 11 日(坂戸)

- (4) 渡辺 純、沖 智之、竹林 純、山崎光司、石川(高野)祐子

食品の統一的な抗酸化力測定法の確立とその活用(1)親油性・親水性抗酸化物質の抽出効率

日本農芸化学会 2011 年度大会, 2011 年 3 月 27 日(京都)

- (5) 沖 智之、竹林 純、渡辺 純、山崎光司、

佐藤麻紀、須田郁夫

食品の統一的な抗酸化力測定法の確立とその活用(2)一般的な野菜と果物の親水性 ORAC

日本農芸化学会 2011 年度大会, 2011 年 3 月 27 日(京都)

- (6) 竹林 純、沖 智之、渡辺 純、山崎光司、松本輝樹、陳 健斌、石見佳子

食品の統一的な抗酸化力測定法の確立とその活用(3)野菜・果物からの親水性抗酸化物質摂取量の試算と抗酸化サプリメントとの比較

日本農芸化学会 2011 年度大会, 2011 年 3 月 27 日(京都)

- (7) 坪田 恵、竹林 純、松本輝樹、卓 興鋼  
野菜からの抗酸化力摂取量の推算と地域差の検討. 第 69 回日本公衆衛生学会総会, 2010 年 10 月 27-29 日(東京)

## F. 知的所有権の取得状況

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

## <参考文献>

- [1] Fang Y. Z., Yang S., Wu G., Free radicals, antioxidants, and nutrition. *Nutrition*, **18**, 872-879 (2002).
- [2] Van Duyn M. A., Pivonka E., Overview of the health benefits of fruit and vegetable consumption for the dietetics professional: selected literature. *J. Am. Diet Assoc.*, **100**, 1511-1521 (2000).
- [3] Bjelakovic G., Nikolova D., Gluud L. L., Simonetti R. G., Gluud C., Mortality in



randomized trials of antioxidant supplements for primary and secondary prevention: systematic review and meta-analysis. *JAMA*, 297, 842-857 (2007).



食品の安心・安全確保推進研究  
事後評価委員会 説明資料

## 抗酸化物質を含有するいわゆる健康食品の 安全性・有効性に関する研究

国立健康・栄養研究所 竹林 純 (主任)  
松本輝樹  
卓 興鋼  
坪田 恵  
九州沖縄農業研究センター 沖 智之  
後藤一寿

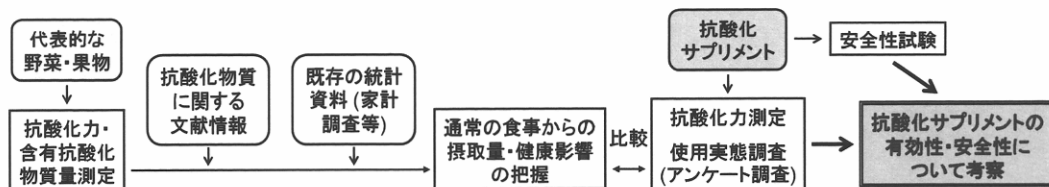
1

### 【研究目的及び概要】



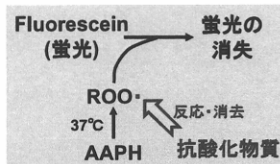
国立健康・栄養研究所

【現状の問題点】 抗酸化サプリメントの有効性・安全性に関する科学情報の不足  
【研究目的・方法】 通常の食事からの抗酸化力及び含有抗酸化物質摂取量を明らかに  
→ 抗酸化サプリメントと比較することで、その健康影響について考察

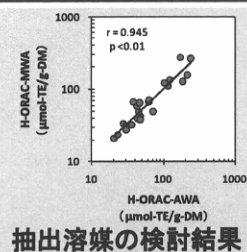


#### ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) 法

- ・サンプルに含まれる抗酸化物質の総量を反映する指標
- ・食品の抗酸化力の指標としてORAC値を記載した加工食品が国内外で流通



食品サンプル  
↓  
凍結乾燥  
↓  
自動抽出装置  
↓  
ORAC 測定



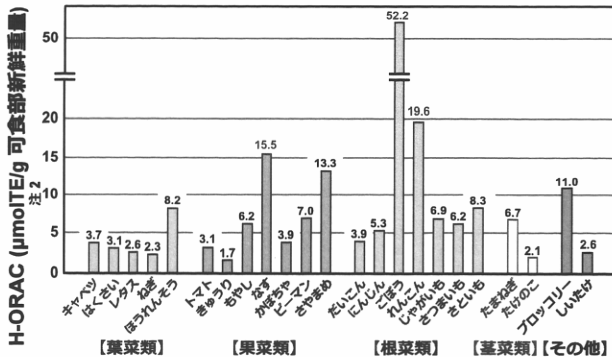
2

## 一般的な野菜・果物の ORAC 値

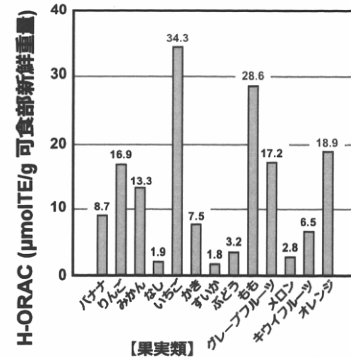


日本において一般的に食されている野菜・果物として、家計調査に購入重量が明記されている 23 種の野菜及び 13 種の果物の ORAC 値を測定

23 種類の野菜の H-ORAC 値<sup>注1</sup>



13 種類の果物の H-ORAC 値



野菜ではごぼう、れんこん、なす、果物ではいちご、もも、オレンジ等が高活性を示した ORAC 値はポリフェノール含量と高い相関を示した (野菜:  $r = 0.886$ ; 果物:  $r = 0.945$ )

[注 1] H-ORAC 値: 親水性 (Hydrophilic) 抗酸化物質による ORAC 値、野菜・果物の ORAC 活性の大部分は親水性抗酸化物質に起因する  
[注 2] μmol TE: ORAC 活性は、同等の活性を示すトロロックス (抗酸化物質標準品) のモル数に換算して表す (μmol Trolox Equivalent)

3

## 野菜・果物からの ORAC 一日摂取量の推算

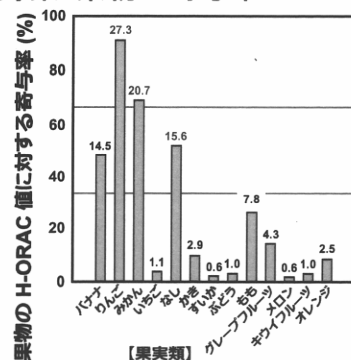
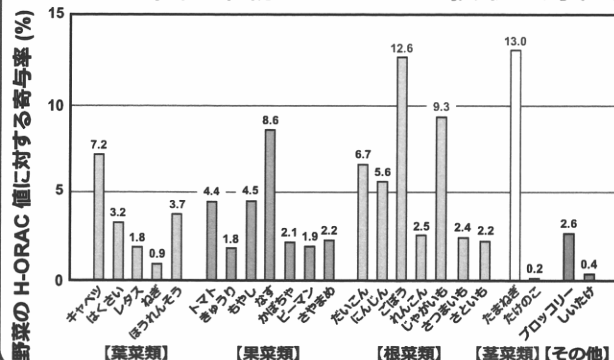
各野菜・果物の ORAC 値を摂取量 (購入重量から推算) に従い加重平均

野菜の ORAC 活性の平均値 =  $5.94 \mu\text{mol TE/g} \Rightarrow 2,080 \mu\text{mol TE}/350 \text{g}$

果物の ORAC 活性の平均値 =  $12.58 \mu\text{mol TE/g} \Rightarrow 2,517 \mu\text{mol TE}/200 \text{g}$

野菜一日 350 g (健康日本 21)・果物一日 200 g (食事バランスガイド) から摂取する抗酸化物質の総量はトロロックスに換算して 4,597 μmol 相当

野菜・果物の H-ORAC 摂取に対する各野菜・果物の寄与率



4

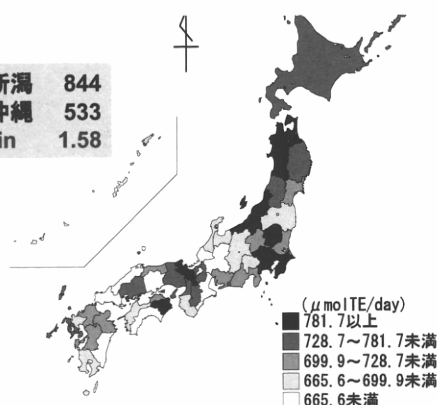
## 野菜・果物からの一日 ORAC 摂取量の地域差



各野菜・果物の ORAC 値と 2008 年家計調査における購入重量を元に地域差を推計

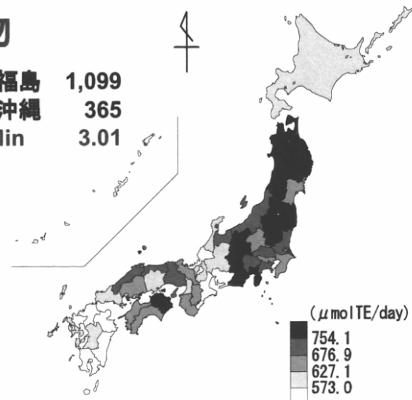
### 野菜

Max 新潟 844  
Min 沖縄 533  
Max/Min 1.58



### 果物

Max 福島 1,099  
Min 沖縄 365  
Max/Min 3.01



野菜: 全体としては東から北にかけての地域で野菜からの ORAC 摂取量が多い傾向が見られたものの、特異的な地域差は認められなかった  
果物: ORAC 値が高いリンゴ、ももの産地である東北地域 (青森、岩手、秋田、山形)、福島地区において ORAC 摂取量が高かった

5

## 抗酸化サプリメントの ORAC 値

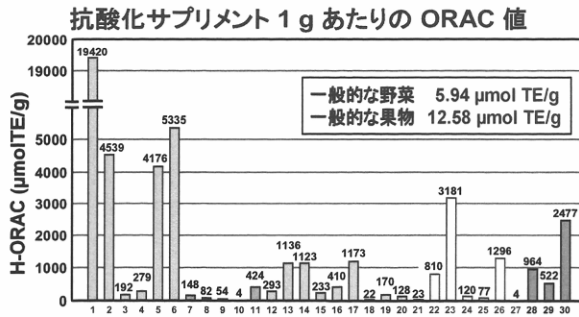


国内大手ネット通販サイトの健康食品カテゴリ内で、「抗酸化」または「(抗酸化物質名)」をキーワードに検索し、ヒットした商品を中心に購入

6

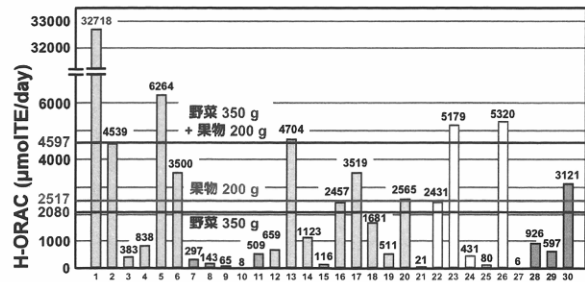


# 抗酸化サプリメントの ORAC 値



- 01: ケルセチン 【ポリフェノール】
- 02: ブドウ種子ポリフェノール (含量明記)
- 03: カシスポリフェノール
- 04: フェルラ酸 (米ぬか由来)
- 05: カテキン (茶由来)
- 06: 糖転移ヘスペレチン
- 07: 野菜末 【野菜・果物末】
- 08: 野菜末
- 09: 野菜末
- 10: 野菜および果物末
- 11: 野菜および果物末
- 12: たまねぎ・メロンエキス 【エキス・加工品】
- 13: 青みかんエキス
- 14: ウーロン茶エキス
- 15: ココアエキス
- 16: アサイー凍結乾燥品
- 17: たまねぎの皮
- 18: 羅漢果乾燥品
- 19: ブルーベリーエキス
- 20: 黒ウコン加工品
- 21: 各種抗酸化物質 【抗酸化物質】
- 22: プロシアニジン
- 23: ヒドロキシチロソール、L-システイン
- 24: ルチン、アスコルビン酸誘導体
- 25: コエンザイム Q10 他
- 26: 各種抗酸化物質
- 27: α-リポ酸
- 28: マルチビタミン 【ビタミン・ミネラル】
- 29: マルチビタミン・ミネラル
- 30: ビタミン C 他

抗酸化サプリメント一日摂取目安量あたりの ORAC 値

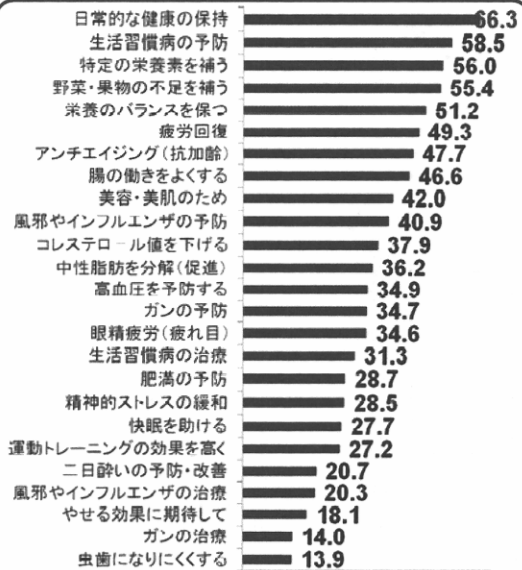
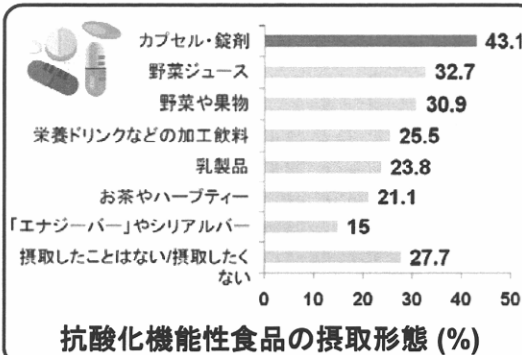


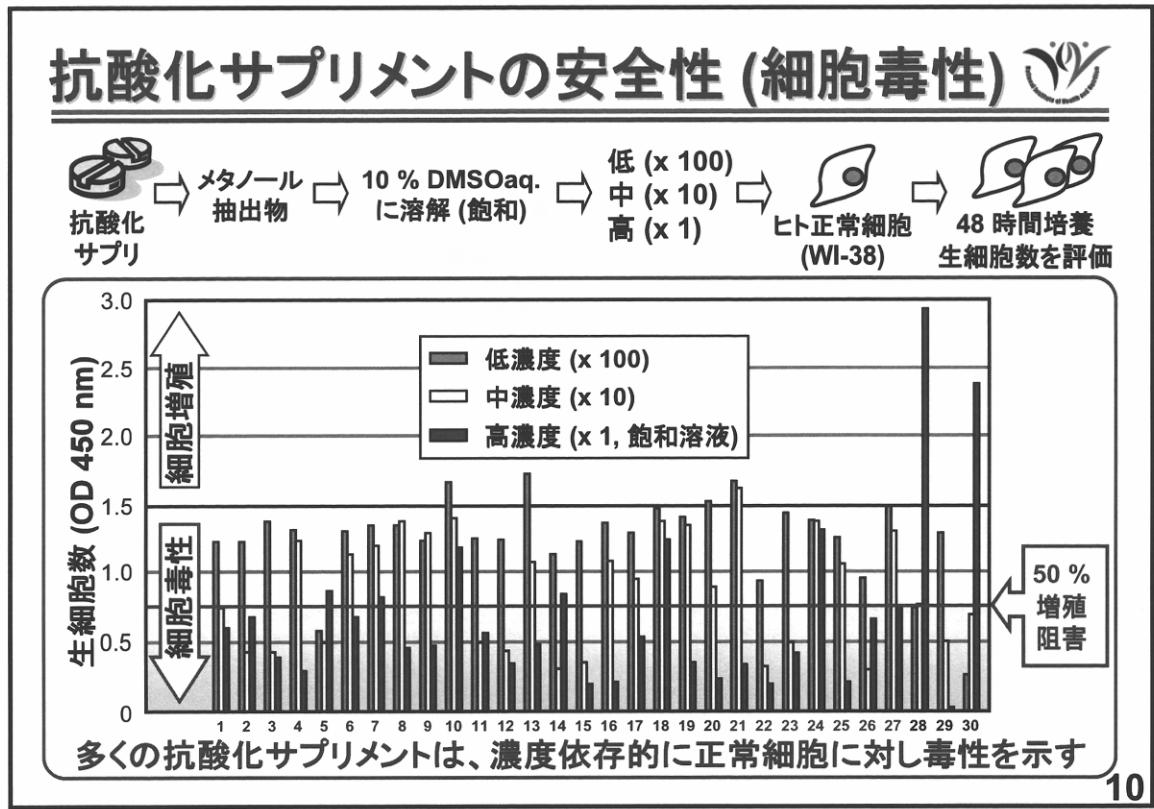
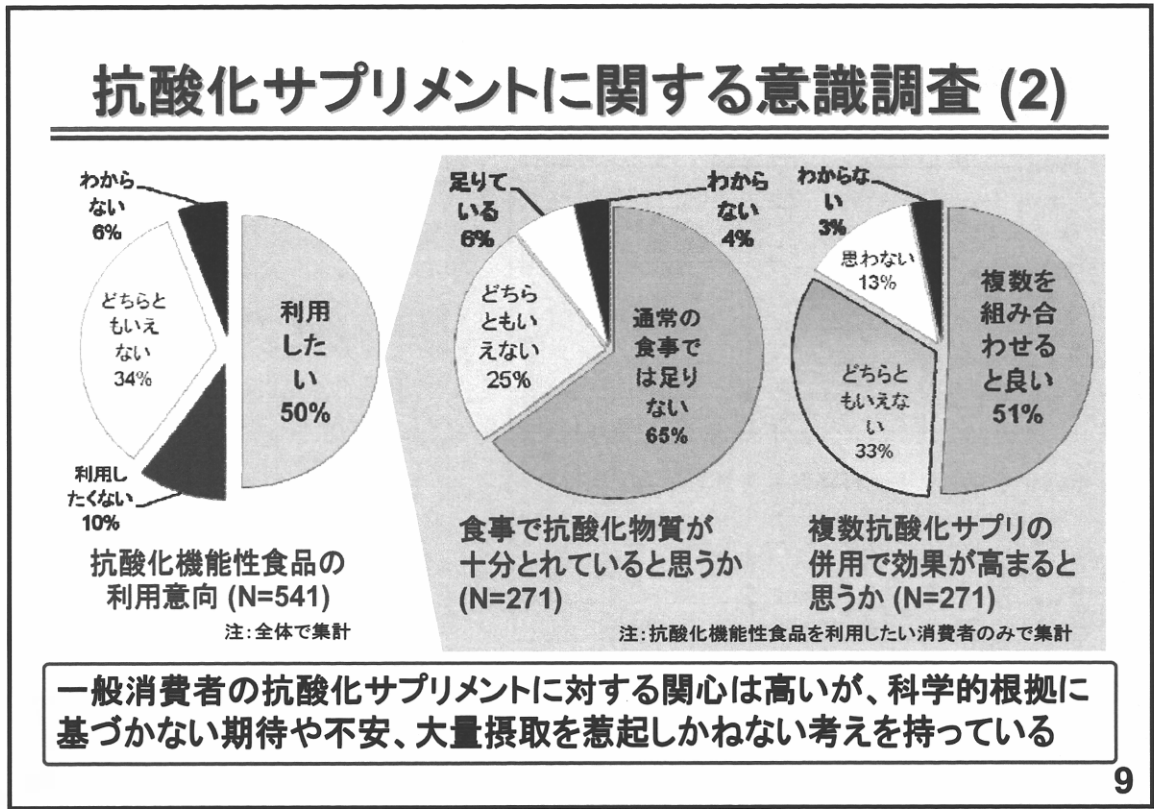
# 抗酸化サプリメントに関する意識調査 (1)

インターネット消費者調査を実施  
スクリーニング: 10,428 人(全国 6 都市)

機能性食品の摂取経験のある人 (83.6%)

本調査: 541 人(全国 6 都市)





## 【研究総括：抗酸化サプリの有効性・安全性】

### 【抗酸化サプリメントに含まれる抗酸化物質総量を ORAC 法で評価】

重量あたりだと、野菜・果物の 10 ~ 1,000 倍の抗酸化物質を含有  
一日摂取目安量あたりだと、1 つのサプリを除き概ね食経験の範囲内だが、  
逆に幾つかのサプリは野菜・果物からの摂取量と比較して非常に少量の  
抗酸化物質しか含有していない

### 【抗酸化サプリメントの安全性をヒト正常細胞を用いて評価】

多数のサプリメントが高濃度では細胞毒性を示す

### 【抗酸化サプリメントを取り巻く現状】

抗酸化力表示による、抗酸化物質高含有食品の増加が考えられる  
抗酸化サプリに対する過剰な期待、複数サプリの併用による過剰摂取の危険性



一般食品及びサプリメントの抗酸化力と健康影響に関するさらなる研究が必要  
食品の抗酸化力に関する正しい情報発信が必要

【原著論文】一般的な野菜からの抗酸化物質摂取量の推算に関する研究成果

Jun Takebayashi, et al., *Biosci., Biotech. Biochem.*, 74 (10), 2137-40 (2010).

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
なし							

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Jun Takebayashi, Tomoyuki Oki, Jianbin Chen, Maki Sato, Teruki Matsumoto, Kyoko Taku, Megumi Tsubota-Utsugi Jun Watanabe Yoshiko Ishimi	Estimated average daily intake of antioxidants from typical vegetables consumed in Japan: a preliminary study	<i>Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry</i>	74	2137-2140	2010