

で除した「一人あたり果物購入数量」を算出した。次に、廃棄率を考慮に入れた「一人あたり一日の野菜購入数量(g/d・person)」を算出し、その値に、H-ORAC 法より測定した抗酸化力(H-ORAC 値; $\mu\text{molTE/g}$)を乗じ、「一人あたり一日の抗酸化物質摂取量」を推計した。最後に都道府県庁所在市別抗酸化力データからMAP へのプロットを行った。マップの作成には地理情報分析支援システム MANDARA for Windows 2000/XP/VISTA/7 version 9.13(谷謙二)を用いた。

C. 結果と考察

今回算出した平成 20 年度家計調査における 13 種の果物購入数量(g/day)は、家計調査における生鮮野菜購入数量全体の 91%を説明する。

図1にMAP へのプロット結果を、表1に都道府県庁所在市別抗酸化力($\mu\text{molTE/day}$)に寄与している野菜 TOP5 を示す。家計調査から算出した代表的な果物 13 種の一人あたり一日あたりの野菜摂取量は平均 54.0g/day(最大値 70.9 g/day、最小値 31.7 g/day)であり、この値は平成 20 年度国民健康・栄養調査の平均値 116.8 g/day と比べると遙かに少ない。この理由として、当該家計調査が家庭における生鮮果物購入数量をベースとしており、外食が入っていないこと、二人以上の世帯を対象としていること、が考えられる。その結果、抗酸化力の値も実際の摂取量よりは少なく見積もられた。地方別にみた一日あたりの野菜摂取量(g/day)は、北海道地方 51.8、東北地方 62.7、関東地方 55.3、中部地方 54.0、近畿地方 51.5、中国地方 53.2、四国地方 63.2、九州地方 46.5、沖縄地方 31.7であり、東北地方、四国地方といった果物が多く産出される地域[6]での消費量が高

かった。

次に一人あたり一日の抗酸化物質の摂取量($\mu\text{molTE/day}$)は、全体としては、九州地方を除く地方で抗酸化数量が多い傾向が見られた。ただし、当該抗酸化物質摂取量の開きの最小が沖縄の 364.9 から最大が福島 1099.3 であり、地方差というよりは果物産出量が多い地域に抗酸化物質摂取量が多かった。

一方、抗酸化力に寄与している野菜 TOP5 から、全国的に高酸化力が高めなりんご(195.6 $\mu\text{molTE/day}$) と、みかん(136.0 $\mu\text{molTE/day}$) が果物からの抗酸化力摂取に一番寄与しており、次いで、いちご(107.0 $\mu\text{molTE/day}$)、バナナ(94.5 $\mu\text{molTE/day}$)、もも(53.1 $\mu\text{molTE/day}$)、グレープフルーツ(26.2 $\mu\text{molTE/day}$)が続いていた。

(参考)

生鮮果物 13 種の H-ORAC 値

	H-ORAC ($\mu\text{molTE/g}$ 可食部新鮮重量)
いちご	34.3
もも	28.6
オレンジ	18.9
グレープフルーツ	17.2
りんご	16.9
みかん	13.3
バナナ	8.7
かき	7.5
キウイフルーツ	6.5
ぶどう	3.2
メロン	2.8
なし	1.9
すいか	1.8

D. 結論

本研究から、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。

本研究は家計調査における生鮮果物購入数量からの推算のため、実際摂取されていると考えられる摂取量の半分以下の果物摂取量からの推計となった。しかし、家計調査に示される 13 種の野菜は国民の購入する野菜の代表と考えることができることから、抗酸化力に寄与する果物の種類および順位は、実際の果物摂取量から推計したものとそれほど変わらないであろうと考えられた。

本研究は、日常の食事の中で摂られる抗酸化力の中では寄与の高い野菜(昨年度報告)、果物の抗酸化物質摂取量と、具体的に寄与する食品を明らかにしてきた。野菜・果物は、主として生鮮食品であるため、特に果物に関しては生産量が高い地域の影響を多大に受けていることが明らかとなった。

E. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

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. 日本公衆衛生学会総会 東京 2010.10.27-29

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

3. その他

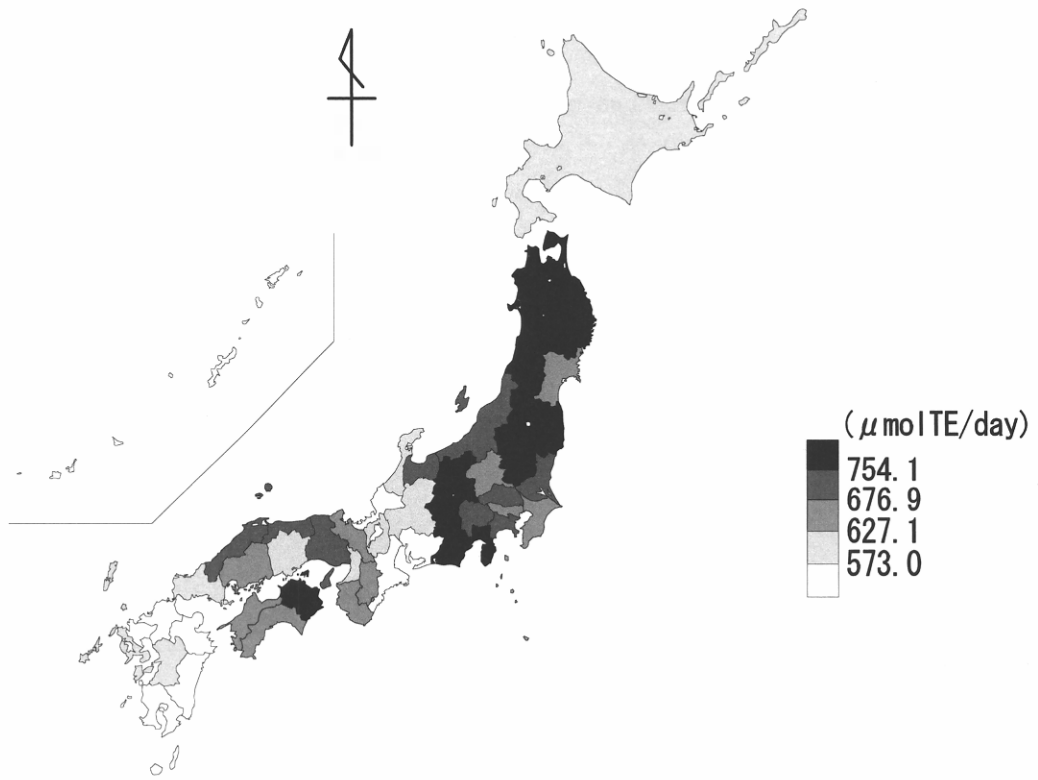
なし

G. 参考文献

- [1] Bjelakovic G, Nikolova D, Gluud LL, Simonetti RG, Gluud C. Mortality in randomized trials of antioxidant supplements for primary and secondary prevention: systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2007;297:842-857.
- [2] Bjelakovic G, Nikolova D, Gluud LL, Simonetti RG, Gluud C. Antioxidant supplements for prevention of mortality in healthy participants and patients with various diseases. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008:CD007176.
- [3] 総務省統計局. 平成 20 年度家計調査年報. Available at: <http://www.stat.go.jp/data/kakei/1.htm#1>. Accessed March, 2010.
- [4] Wu X, Beecher GR, Holden JM, Haytowitz DB, Gebhardt SE, Prior RL. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *J Agric Food Chem*. 2004;52:4026-4037.
- [5] Prior RL, Hoang H, Gu L, Wu X, Bacchiocca M, Howard L, Hampsch-Woodill M, Huang D, Ou B, Jacob R. Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORAC(FL))) of plasma and other biological and food samples. *J Agric Food Chem*. 2003;51:3273-3279.

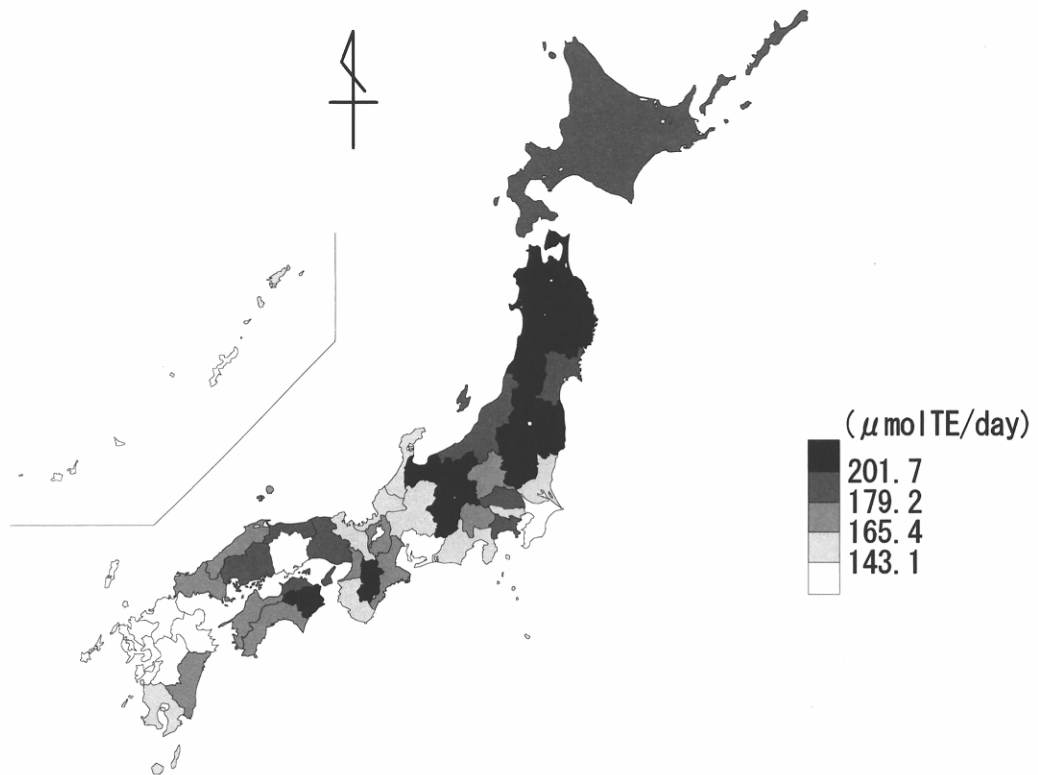
[6] 農林水産省 生産農業所得統計 平成 21
年農業産出額(都道府県別). Available at:
http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/nougyou_sansyutu/

図1 都道府県庁所在市別抗酸化力($\mu\text{molTE/day}$)



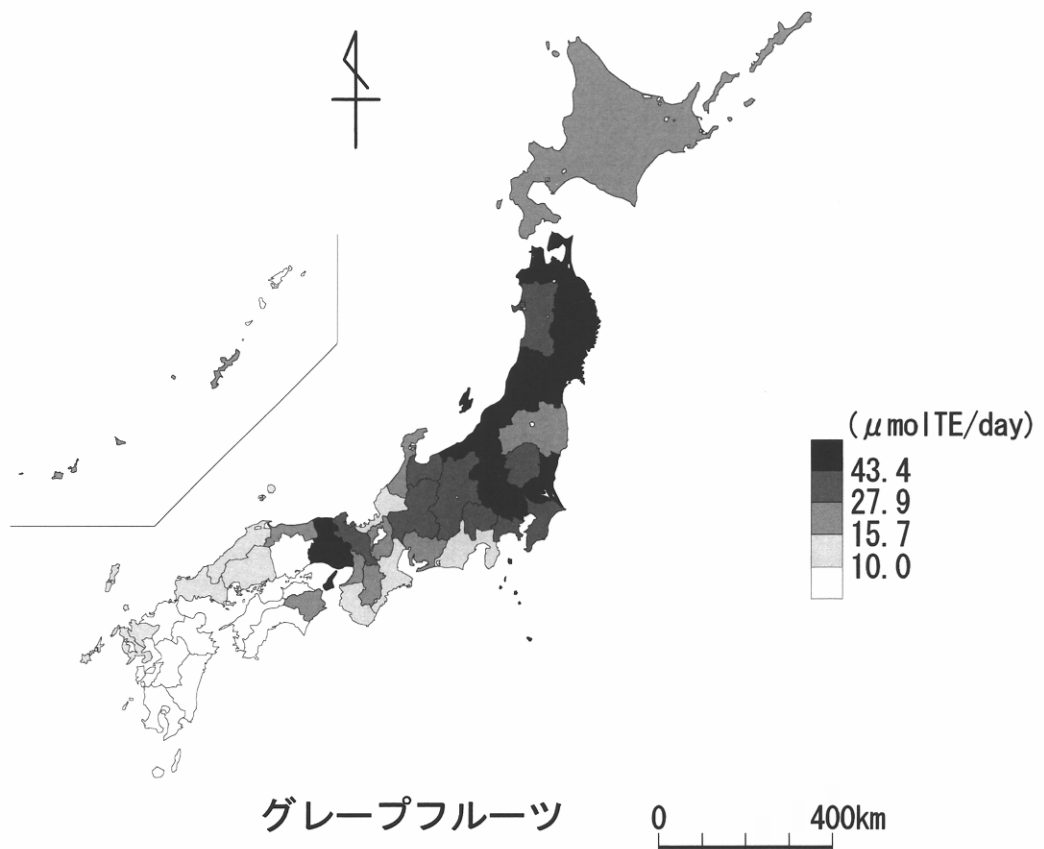
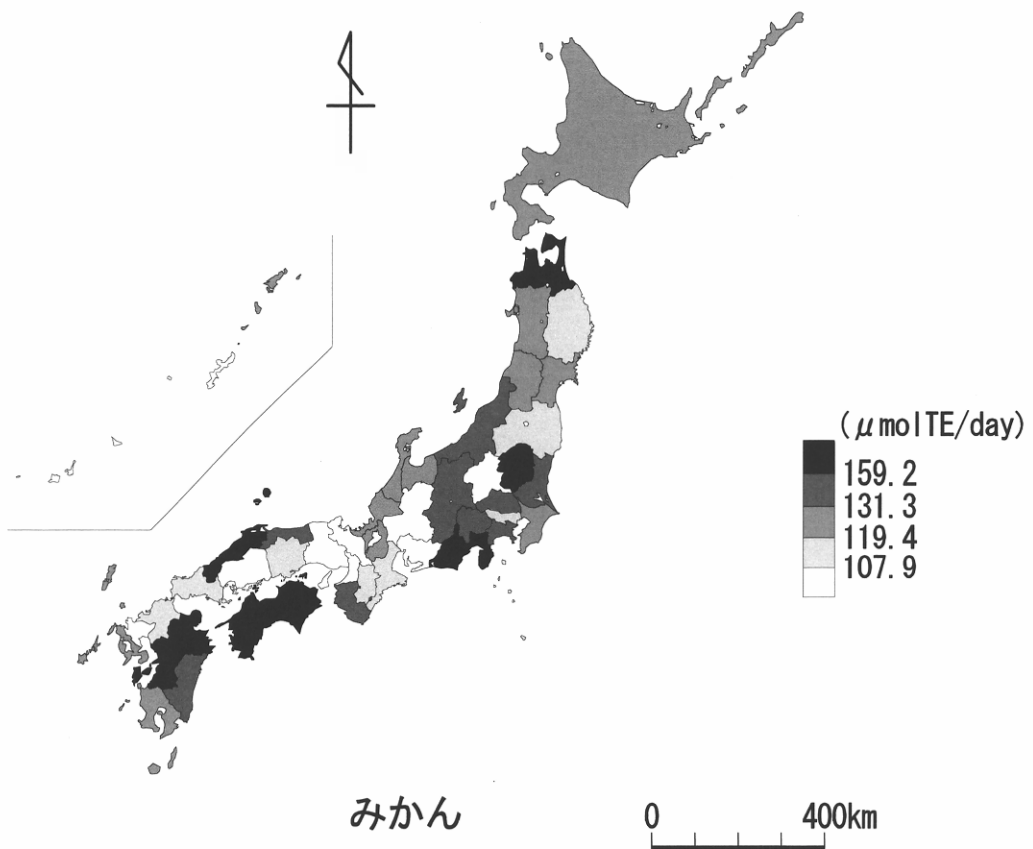
果物類計

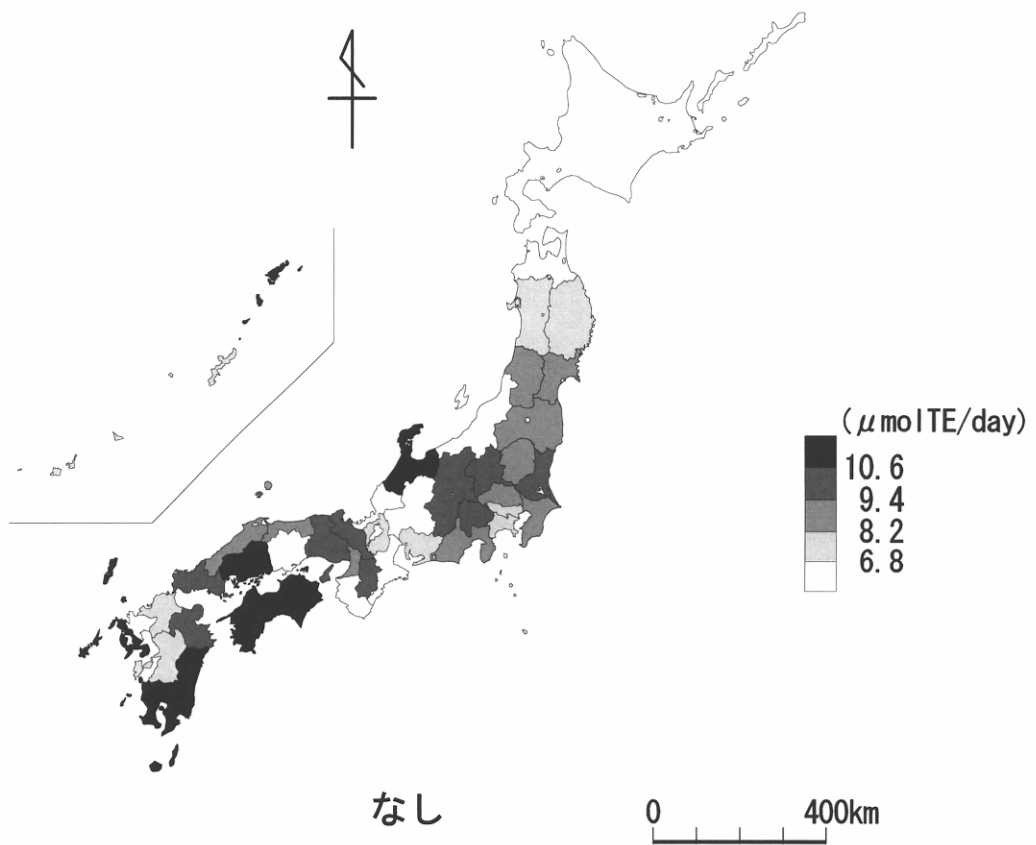
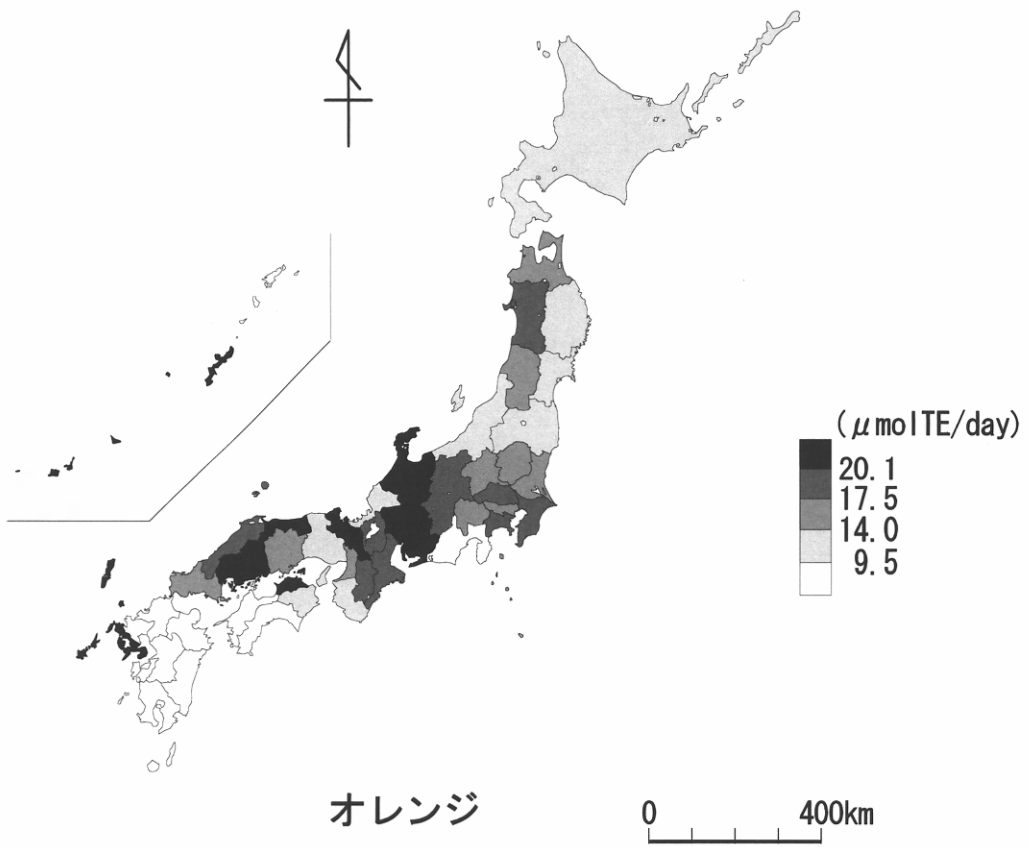
0 400km

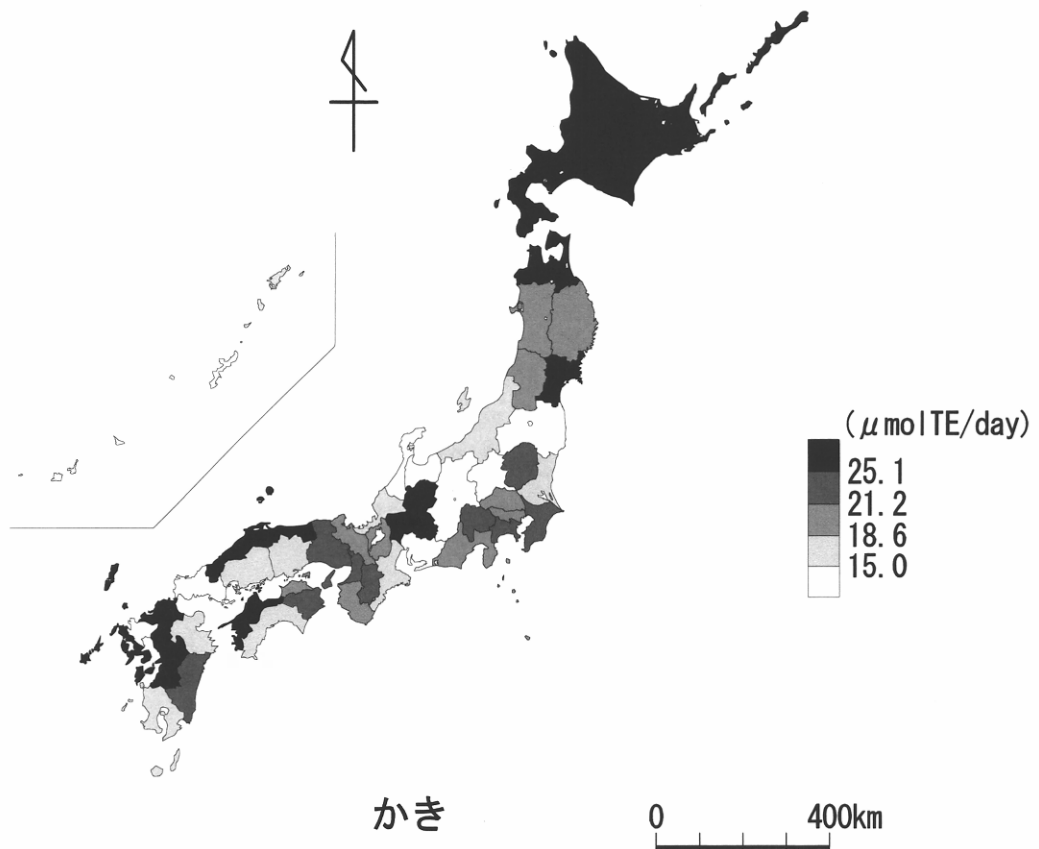
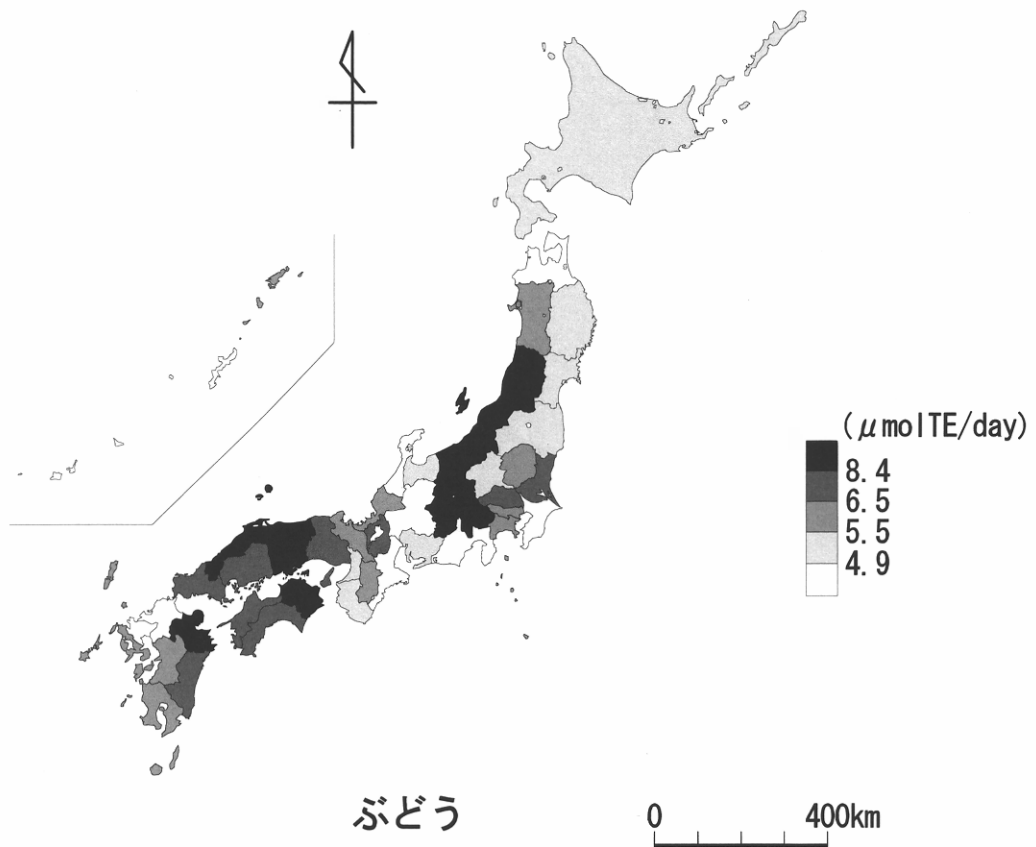


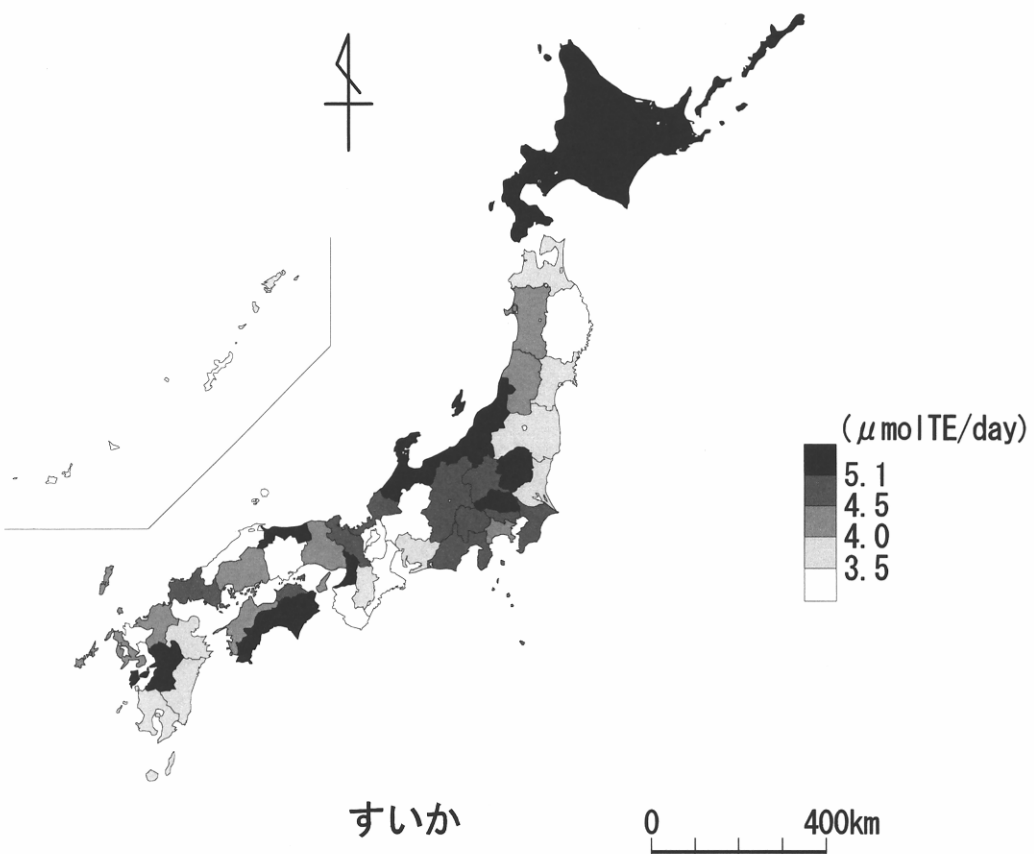
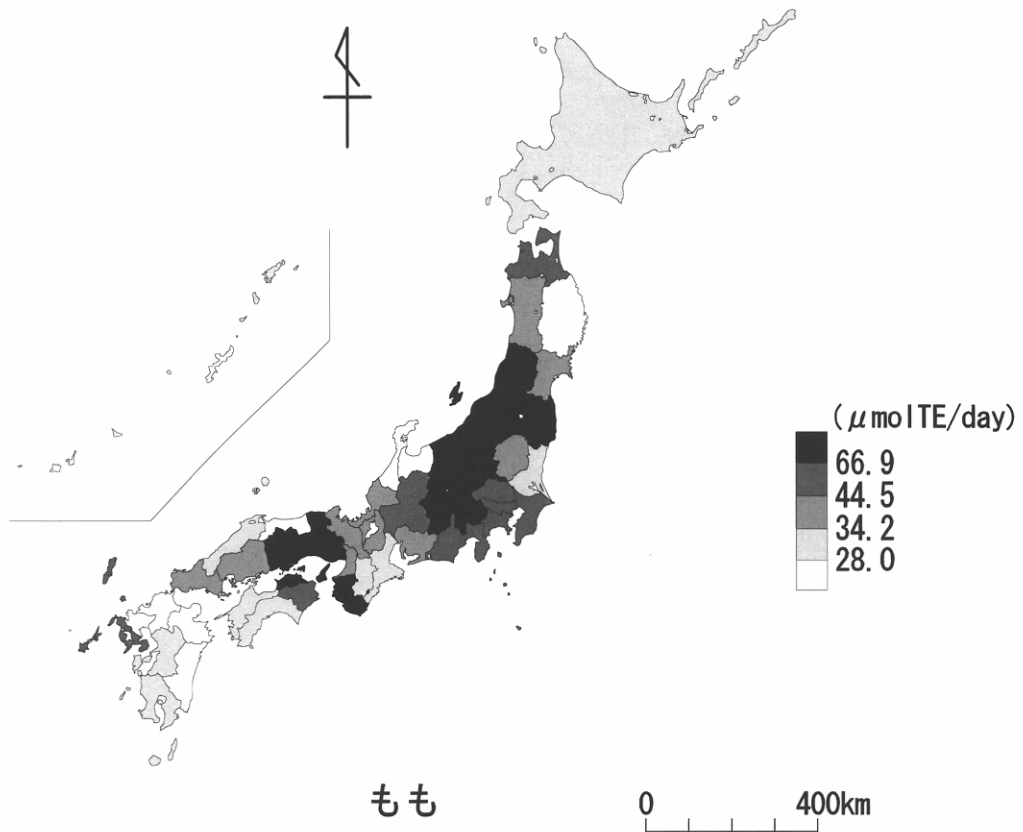
りんご

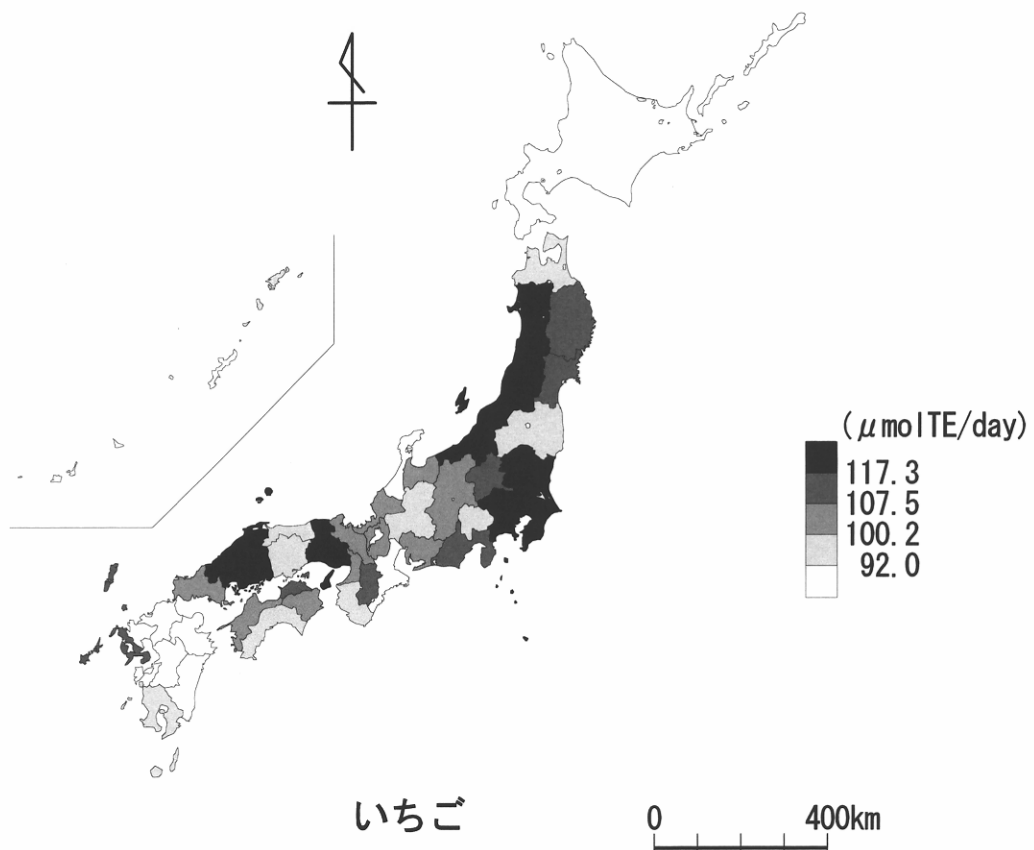
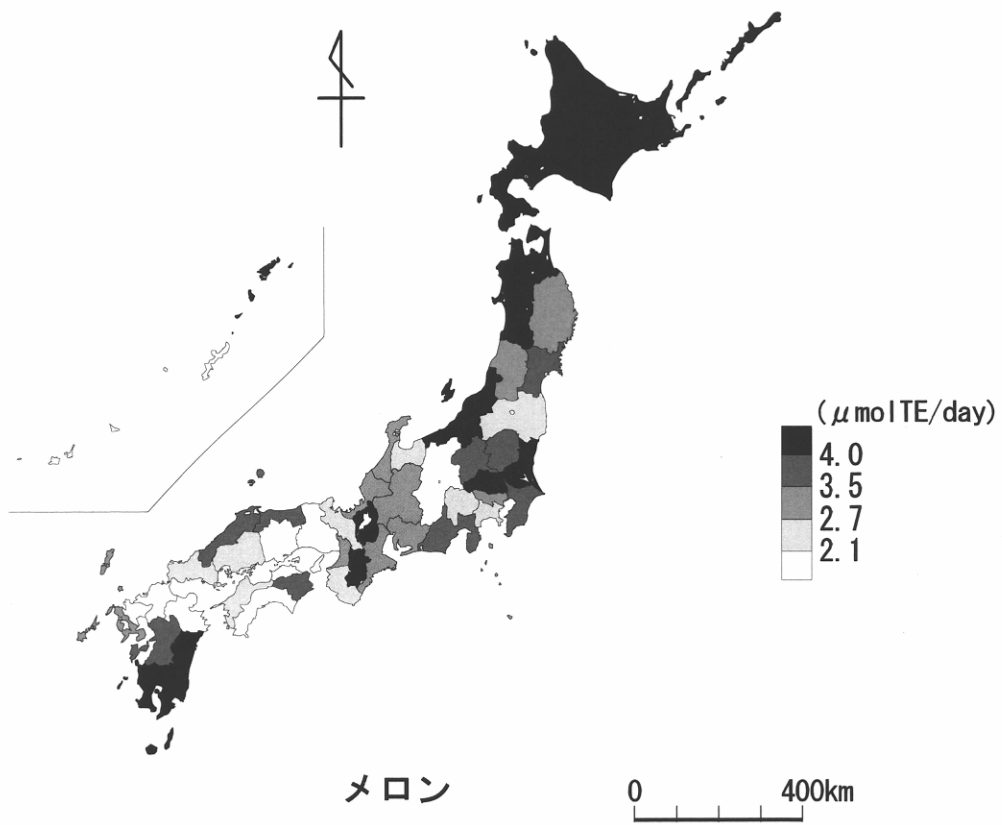
0 400km











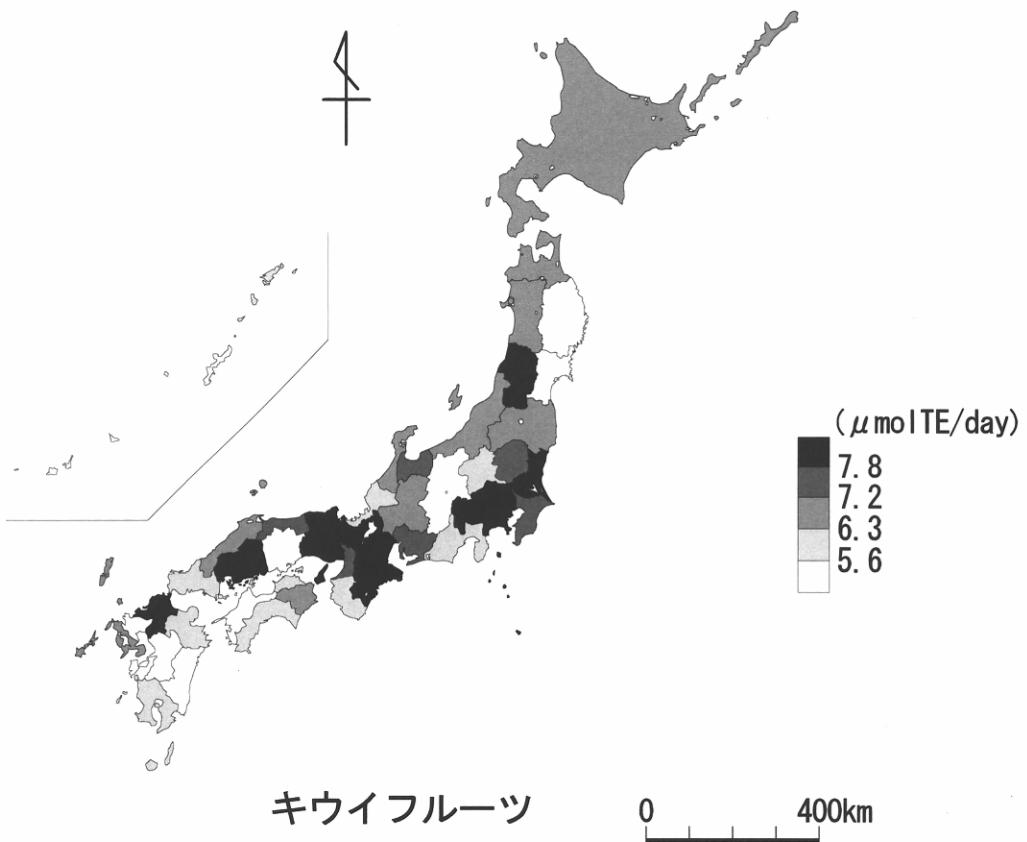
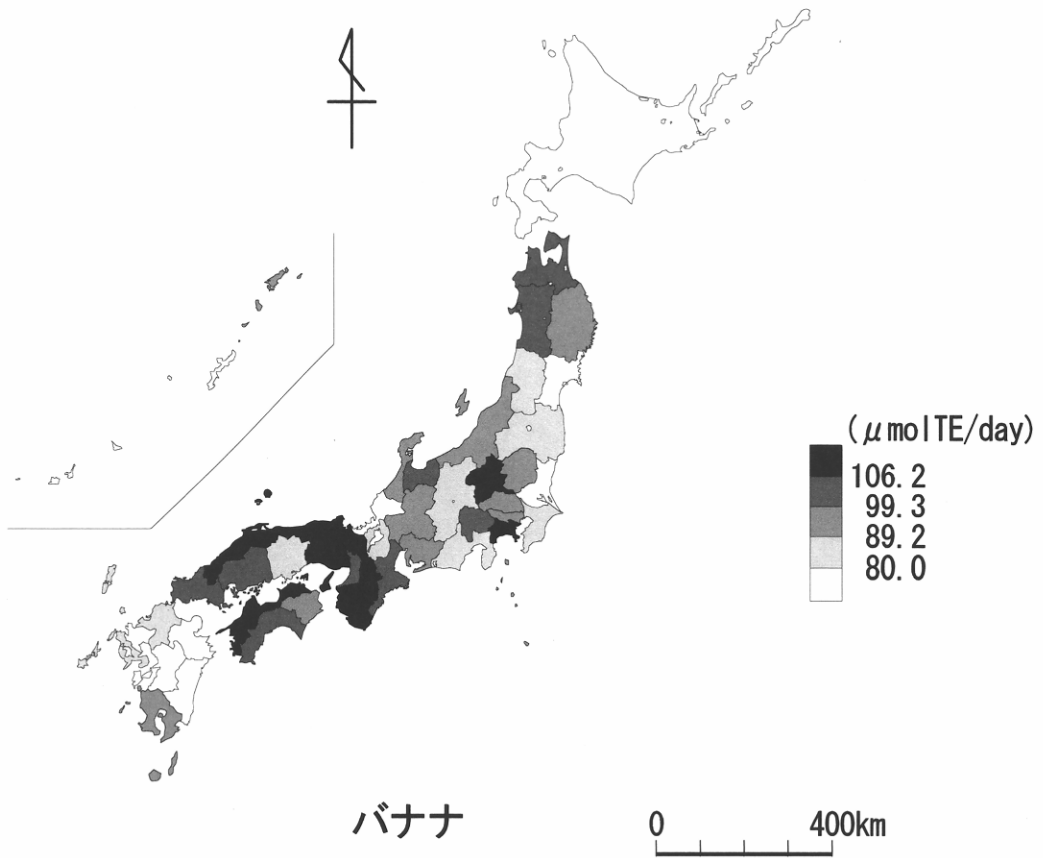


表1 都道府県庁所在地を別一あたりの果物購入数量における抗酸化力(μmolTE/day)

地方	都道府県	県庁所在地	果物購入数量 (g/d)	都道府県庁所在地を別一あたりの果物購入数量における抗酸化力(μmolTE/day)					TOP5 抗酸化力の累計						
				1	2	3	4	5							
北海道地方	北海道	札幌市	51.8	598.5	181.3	みかん	124.3	いちご	81.4	バナナ	78.3	もも	31.7	497.0	
	青森県	青森市	70.9	975.8	454.1	みかん	159.2	バナナ	99.5	いちご	92.9	もも	58.7	864.3	
	岩手県	盛岡市	67.5	932.4	487.6	みかん	118.6	いちご	110.7	バナナ	90.9	グレープ	46.5	854.2	
	宮城県	仙台市	50.8	656.2	188.8	みかん	120.7	いちご	114.5	バナナ	74.6	グレープ	53.0	551.7	
	秋田県	秋田市	59.4	759.2	272.4	みかん	119.4	いちご	117.3	バナナ	100.3	もも	40.0	649.3	
	山形県	山形市	58.7	775.4	262.6	いちご	120.9	みかん	119.8	バナナ	81.3	もも	76.3	660.9	
	福島県	福島市	68.7	1099.3	390.0	もも	333.2	みかん	110.8	いちご	99.2	バナナ	89.0	1022.2	
	関東地方	茨城県	水戸市	55.5	714.3	178.6	みかん	157.7	りんご	157.4	バナナ	74.1	グレープ	49.9	617.6
		栃木県	宇都宮市	66.2	855.5	264.1	みかん	208.5	いちご	145.9	バナナ	92.4	グレープ	38.6	749.5
		群馬県	前橋市	52.4	676.3	174.6	バナナ	108.6	いちご	107.7	みかん	98.4	もも	83.6	572.9
埼玉県		さいたま市	57.6	709.1	182.9	みかん	143.6	いちご	117.3	バナナ	92.5	グレープ	52.2	588.5	
千葉県		千葉市	49.5	635.0	150.4	みかん	129.3	りんご	125.1	バナナ	88.3	もも	44.5	537.6	
東京都		東京都港区	49.6	627.1	143.1	いちご	115.4	みかん	115.4	バナナ	90.3	もも	50.2	518.7	
神奈川県		横浜市中区	56.5	741.2	181.6	みかん	144.4	いちご	140.4	バナナ	106.5	もも	60.4	633.4	
中部地方		新潟県	新潟市	56.4	734.5	179.2	みかん	136.9	いちご	123.5	バナナ	97.7	もも	82.7	620.0
		富山県	富山市	55.2	676.9	208.1	みかん	129.3	いちご	104.1	バナナ	100.8	グレープ	36.2	578.4
		石川県	金沢市	49.3	573.0	150.5	みかん	127.6	バナナ	89.2	いちご	86.0	もも	26.6	480.0
	福井県	福井市	44.1	547.4	147.6	みかん	119.4	いちご	101.4	バナナ	76.5	もも	35.8	480.7	
	長野県	長野市	59.2	703.1	175.0	みかん	141.2	バナナ	100.5	いちご	70.4	もも	70.4	586.6	
	山梨県	甲府市	69.5	966.1	456.0	みかん	149.6	いちご	102.8	もも	88.7	バナナ	80.5	877.5	
	岐阜県	岐阜市	46.7	592.7	151.6	みかん	99.6	いちご	97.2	バナナ	93.7	もも	46.2	488.4	
	静岡県	静岡市	62.2	786.4	304.6	りんご	158.9	いちご	108.4	バナナ	88.9	もも	58.5	719.3	
	愛知県	名古屋市中区	43.4	542.1	124.5	いちご	102.4	みかん	101.2	バナナ	90.5	もも	34.5	453.2	
	近畿地方	三重県	津市	45.4	562.4	165.4	みかん	109.9	バナナ	99.3	いちご	89.4	もも	29.6	493.5
滋賀県		大津市	50.9	623.8	169.5	みかん	130.0	いちご	100.2	バナナ	85.8	もも	41.5	527.1	
京都府		京都市	52.4	633.1	158.1	バナナ	115.1	みかん	106.5	いちご	100.4	もも	41.9	521.9	
大阪府		大阪市	50.4	609.2	172.4	いちご	104.9	みかん	102.5	バナナ	100.5	もも	42.6	523.0	
兵庫県		神戸市	55.8	711.0	181.7	いちご	118.2	バナナ	118.2	みかん	95.6	グレープ	73.3	575.0	
奈良県		奈良市	56.5	674.8	201.7	バナナ	116.8	みかん	113.6	いちご	108.3	もも	33.0	573.3	
和歌山県		和歌山市	49.0	630.8	154.4	みかん	132.6	みかん	107.3	いちご	99.8	もも	69.6	563.7	
中国地方		鳥取県	鳥取市	59.3	683.0	189.2	みかん	137.8	バナナ	118.7	いちご	92.4	かき	35.3	573.5
		島根県	松江市	57.7	707.8	177.0	みかん	174.9	いちご	124.2	バナナ	115.0	もも	29.0	620.2
		岡山県	岡山市	47.7	620.6	140.0	もも	122.4	みかん	115.9	いちご	92.0	バナナ	80.0	550.3
	広島県	広島市	52.0	641.2	189.8	いちご	117.3	バナナ	103.4	みかん	100.4	もも	42.4	553.3	
	山口県	山口市	49.4	600.3	176.8	みかん	107.9	いちご	101.6	バナナ	100.7	もも	43.7	530.6	
	四国地方	徳島県	徳島市	64.4	754.1	240.1	みかん	168.6	いちご	106.4	バナナ	96.9	もも	49.4	661.4
		香川県	高松市	61.3	764.3	196.8	みかん	191.1	バナナ	124.4	いちご	107.5	もも	74.5	682.4
		愛媛県	松山市	61.4	668.0	166.8	みかん	166.2	バナナ	124.2	いちご	103.2	もも	31.3	591.6
		高知県	高知市	65.7	659.2	177.4	みかん	169.7	バナナ	105.2	いちご	95.5	なし	32.8	580.7
		九州地方	福岡県	福岡市	42.2	489.5	122.4	みかん	109.6	いちご	89.0	バナナ	87.2	かき	25.4
佐賀県			佐賀市	35.2	431.4	118.6	みかん	101.3	バナナ	76.1	いちご	75.8	もも	15.7	387.5
長崎県			長崎市	49.3	596.0	135.4	みかん	125.5	いちご	115.5	バナナ	82.6	もも	44.7	503.7
熊本県			熊本市	49.4	581.0	169.8	みかん	142.9	いちご	89.3	バナナ	78.5	もも	29.1	509.7
大分県			大分市	48.6	567.3	182.2	りんご	140.1	いちご	83.0	バナナ	76.8	もも	25.1	497.3
宮崎県			宮崎市	50.5	558.5	168.9	みかん	131.3	いちご	87.3	バナナ	78.6	もも	27.2	493.3
鹿児島県	鹿児島市		50.5	567.8	152.9	みかん	130.1	いちご	97.3	バナナ	95.8	もも	29.4	505.4	
沖縄県	沖縄県		31.7	364.9	94.4	みかん	83.0	バナナ	69.8	いちご	46.7	オレング	20.8	314.8	

*家計調査における果物購入数量は平成20年平均値を利用

日本国内で流通している抗酸化物質を含有するいわゆる健康食品の抗酸化力
に関する研究

分担研究者 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

研究協力者 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
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

【目的】野菜・果実など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が、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・安全性を示す科学的根拠が不足している。本研究では、国内流通している抗酸化サプリメントの抗酸化力を測定し、サプリメントからの抗酸化物質摂取総量を、通常の食事における野菜・果物からの摂取総量と比較した。

【方法】大手インターネット通信販売サイトを利用して、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、その抗酸化力を H-ORAC (Hydrophilic-Oxygen Radical Absorbance Capacity) 法で測定した。

【結果及び考察】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。

A. 研究目的

生体内で発生する活性酸素が、がんを始めとする生活習慣病の発症原因の一つとして注目を集めるに従い、活性酸素を消去する食品中の抗酸化物質に大きな関心が寄せられてい

る。現在、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が、その安全性・有効性を示す科学的根拠は充分とはいえない。

我々は野菜や果物などの多くの食品から抗

酸化物質を摂取している。食品中に含まれている抗酸化物質は、ビタミン C および E、 β -カロテンやポリフェノール類など多岐に渡るが、総量としてどの程度の量の抗酸化物質を日常的に摂取しているかに関する研究は限られる。そのため、抗酸化サプリメントに含まれている抗酸化物質量が通常の食品からの摂取レベルと比較してどの程度か分からず、食経験から抗酸化サプリメントの安全性・有効性について考察することができなかった。

そこで平成 21 年度の研究では、通常の食事において抗酸化物質の主たる供給源であると考えられる主な野菜類に着目し、含有されている抗酸化物質総量を H-ORAC (Hydrophilic-Oxygen Radical Absorbance Capacity) 法を用いて測定した [1]。また、今年度の研究では、主な果物類に着目し、含有抗酸化物質総量の測定を行った (「日本において一般的に食されている果物類からの抗酸化物質一日摂取量の推定 (分担:竹林)」。これらのデータを基に、通常の食事における野菜・果物からの抗酸化物質摂取総量を推計した。

本分担研究では 30 種類の市販の抗酸化サプリメントを購入し、含有されている抗酸化物質摂取総量を H-ORAC 法を用いて測定した。そして、市販抗酸化サプリメントからの抗酸化物質摂取総量を、通常の食事における野菜・果物からの摂取総量と比較し、その安全性・有効性について考察した。

B. 研究方法

【サンプル】

抗酸化サプリメントは、大手インターネット通信販売サイトの健康食品カテゴリー内で、「抗酸化」「抗老化」「抗加齢」「(抗酸化物質名)」

「野菜」「果物」をキーワードに検索を行った。検体の保存安定性を考え、粉末、錠剤、カプセル形状のサプリメントを選択し、30 品目を購入した。錠剤、カプセル剤については、粉碎機 (IFM-700G MILLSER、Iwatani) で粉末にした。各検体を保存容器に移し、 -20°C で保管した。

【抗酸化物質の抽出および抗酸化力の測定】

各検体からの抗酸化物質の抽出は、Wu らの方法 [2] に準じた方法 [3] で行った。また各抽出溶液の H-ORAC 活性は、Prior らの方法 [4] に準じた方法で測定した。詳細については「日本において一般的に食されている果物類からの抗酸化物質一日摂取量の推定 (分担:竹林)」参照。

C. 結果および考察

大手インターネット通信販売サイトを利用して、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、その抗酸化力を H-ORAC 法で測定した (表 1)。抗酸化サプリメント 1 g あたりの抗酸化力は $4.0 \sim 19419.6 \mu\text{mol TE/g}$ と商品により大きな差が認められ、最も数が多いのは $100 \sim 1000 \mu\text{mol TE/g}$ のサプリメントであった (図 1-A)。一般的な野菜の抗酸化力は平均 $5.9 \mu\text{mol TE/g}$ であり [1]、果物は平均 $12.6 \mu\text{mol TE/g}$ であるという結果が得られている (分担:竹林)。従って、多くの抗酸化サプリメント 1 g あたりに含まれる抗酸化物質含有量は、一般的な野菜・果物より極めて高いと考えられた。果物の平均 H-ORAC 値 ($12.6 \mu\text{mol TE/g}$) 以上の抗酸化力を示したサプリメントは 30 個中 28 個であった。

1 g あたりの抗酸化力が最も高いサプレメン

トはケルセチンを主たる原材料とするサプリメントであり(表 1 の 1 番)、アメリカからの輸入品であった。また、コエンザイム Q 10 (25 番) および α -リポ酸 (27 番) のサプリメントは抗酸化力が低いが、今回用いた H-ORAC 法は親水性抗酸化物質の抗酸化力評価法であるため、親水性の低いこれらの抗酸化物質の活性を充分評価できていない可能性がある。7 ~ 11 番のサプリメントは野菜・果物末のサプリメントであるが、商品により 100 倍以上の抗酸化力の差が認められた。

抗酸化サプリメント 1 g あたりの抗酸化力は野菜・果物と比較してはるかに高いが、抗酸化サプリメントと野菜・果物では一日摂取量が大きく異なる。野菜の摂取量は 350 g (「健康日本 21」摂取目標量)、果物は 200 g (「食事バランスガイド」目安量) であるのに対し、抗酸化サプリメントのラベルに記載されている摂取目安量は 0.5 ~ 75 g であった(表 1)。抗酸化サプリメント 1 g の抗酸化力に一日摂取目安量を乗じて一日 H-ORAC 摂取量を算出すると、6 ~ 32718 $\mu\text{mol TE/day}$ となり(表 1)、最も数が多いのは 1000 ~ 10000 $\mu\text{mol TE/day}$ のサプリメントであった(図 1-B)。350 g の野菜からの抗酸化物質一日摂取量は 2080 $\mu\text{mol TE/day}$ 、200 g の果物からは 2517 $\mu\text{mol TE/day}$ と推算される。従って充分量の野菜・果物の摂取により 4597 $\mu\text{mol TE/day}$ の抗酸化物質が摂取可能だと推算されるが、一日 H-ORAC 摂取量がこれ以上だったサプリメントは 30 個中 5 個であった。なお、健康を維持・増進するために必要な抗酸化物質に関する科学的根拠は現時点で不十分である。上述の 4597 $\mu\text{mol TE/day}$ という数字も食経験のレベルを示しているだけであり、その意義については今後さらなる研究が必要であることに

留意する必要がある。

一日 H-ORAC 摂取量が最も高いと考えられるサプリメントは上述のケルセチンのサプリメントであり(表 1 の 1 番)、野菜・果物からの推算値の 7 倍程度であった。それ以外のサプリメントからの一日 H-ORAC 摂取量は、野菜・果物からの推算値の 136 % 以下であった。従って現在国内流通している多くの抗酸化サプリメントに含まれる抗酸化物質量は、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。ただし、野菜・果物末のサプリメント(7 ~ 11 番)を始め、一日 H-ORAC 摂取量が野菜・果物からの推計値の 1/10 以下のサプリメントが 30 個中 10 個あり、これらのサプリメントに含まれている抗酸化物質が生理的に意味を持つ量であるかは疑問である。

抗酸化サプリメントに含まれる抗酸化物質含有量が商品間で大きく異なることは、アメリカにおける先行研究においても示されている [5]。アメリカでは ORAC 値を記載することで抗酸化物質含量を示した食品が多数流通しており、我が国でも ORAC 値を表示した食品が既に流通し始めている。抗酸化力の表示は「抗酸化力の高い商品を選択したい」という消費者のニーズに答えるものである。しかし、現時点では抗酸化物質の一日摂取目安量を示す科学的根拠が乏しく、抗酸化力の高さのみを追求した食品が氾濫する可能性がある。

今回の研究の結果、現在国内流通している大半の抗酸化サプリメントは、ラベル記載の摂取目安量を守る限り、食経験の範囲内の抗酸化物質含有量であると考えられる。しかし、1 g あたりの抗酸化物質含有量は通常の商品と比較して極めて高いため、摂取目安量を無視した場合、容易に大量摂取が可能である。近年、Bjelakovic らが行った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によると、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、 β -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が得られている [6]。抗酸化物質大量摂取時の安全性についてさらなる調査・研究が必要であると考えられる。

D. 結論

国内流通している抗酸化サプリメントを 30 種類購入し、その抗酸化力を H-ORAC 法にて評価した。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、100 ~ 1000 $\mu\text{mol TE/g}$ のサプリメントの数が最も多かった (13 種類)。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 $\mu\text{mol TE/g}$ であるため、多くの抗酸化サプリメントは高濃度の抗酸化物質を含有していると考えられた。一方、抗酸化サプリメントのラベルに記載されている一日摂取目安量に従うと、6 ~ 32718 $\mu\text{mol TE/day}$ の抗酸化物質を摂取すると考えられ、1000 ~ 10000 $\mu\text{mol TE/day}$ のサプリメントの数が最も多かった (13 種類)。一日野菜 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 $\mu\text{mol TE/day}$ の抗酸化物質を摂取可能だと推算される。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低いサプリメントも幾つか認められた。しかし、抗酸化サプリメント 1 g あたりの抗酸化物質含有量は非常に高く、摂取目安量を見越した場合、大量摂取は容易であると考えられる。そのため、安全性についてさ

らなる検討が必要であると考えられる。

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

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)

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)

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)

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] 竹林 純, 沖 智之, 陳 健斌, 日本において一般的に食されている果物類からの抗酸化物質一日摂取量の推定, 平成 21 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安心・安全確保推進事業「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」総括・分担研究報告書, 15-21 (2010).
- [2] Wu X., Beecher G. R., Holden J. M., Haytowitz D. B., Gebhardt S. E., Prior R. L., Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *J. Agric. Food Chem.*, **52**, 4026-4037 (2004).
- [3] 沖 智之, 佐藤麻紀, 渡辺純, 一般的な野菜に含まれる抗酸化物質抽出法の検討, 平成 21 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安心・安全確保推進事業「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」総括・分担研究報告書, 7-14 (2010).
- [4] Prior R. L., Hoang H., Gu L., Wu X., Bacchiocca M., Howard L., Hampsch-Woodill M., Huang D., Ou B., Jacob R., Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORAC_{FL})) of plasma and other biological and food samples. *J. Agric. Food Chem.*, **51**, 3273-3279 (2003).
- [5] Prior R. L., Cao G., Variability in dietary antioxidant related natural product supplements: the need for methods of standardization. *J. Am. Nutraceut. Assoc.*, **2**, 46-56 (1999).
- [6] 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).

表 1. 国内流通している抗酸化サプリメントの抗酸化力

種別 ^a	一日摂取 目安量 (g) ^b	H-ORAC	
		重量あたり ($\mu\text{mol TE/g}$)	一日あたり ($\mu\text{mol TE/日}$)
[ポリフェノール (含量明記)]			
1 ケルセチン	1.68	19419.6	32718
2 ブドウ種子ポリフェノール	1.00	4539.5	4539
3 カシスポリフェノール	2.00	191.6	383
4 フェルラ酸 (米ぬか由来)	3.00	279.4	838
5 カテキン (茶由来)	1.50	4175.7	6264
6 糖転移ヘスペリジン	0.66	5334.6	3500
[野菜・果物末]			
7 野菜末	2.00	148.5	297
8 野菜末	1.75	81.9	143
9 野菜末	1.20	53.8	65
10 野菜および果物末	2.00	4.0	8
11 野菜および果物末	1.20	424.4	509
[エキス・加工食品]			
12 たまねぎ・メロンエキス	2.25	293.2	660
13 青みかんエキス	4.14	1136.3	4704
14 ウーロン茶エキス	1.00	1123.1	1123
15 ココアエキス	0.50	232.8	116
16 アサイー凍結乾燥品	6.00	409.6	2457
17 たまねぎの皮	3.00	1173.1	3519
18 羅漢果乾燥品	75.00	22.4	1681
19 ブルーベリーエキス	3.00	170.2	511
20 黒ウコン加工品	20.01	128.2	2565
[抗酸化物質]			
21 各種抗酸化物質混合	0.93	22.7	21
22 プロシアニジン	3.00	810.2	2430
23 ヒドロキシチロソール、L-シスチン	1.63	3180.9	5179
24 ルチン、アスコルビン酸誘導体	3.60	119.7	431
25 コエンザイム Q10 他	1.05	76.6	80
26 各種抗酸化物質混合	4.10	1296.3	5320
27 α -リポ酸	1.50	4.1	6
[ビタミン・ミネラル]			
28 マルチビタミン	0.96	964.3	926
29 マルチビタミン・ミネラル	1.14	521.9	597
30 ビタミン C 他	1.26	2477.2	3121
[参考]			
一般的な野菜	350.00 ^c	5.9 ^e	2080 ^e
一般的な果物	200.00 ^d	12.6 ^e	2517 ^e

^a 商品紹介にて重点的に説明されていた成分等

^b 摂取目安量が幅で記載されているものについては最大量

^c 「健康日本21」における野菜一日摂取目標量

^d 「食事バランスガイド」における果物一日摂取目安量

^e 一地域、一季節の検体から推定した参考値

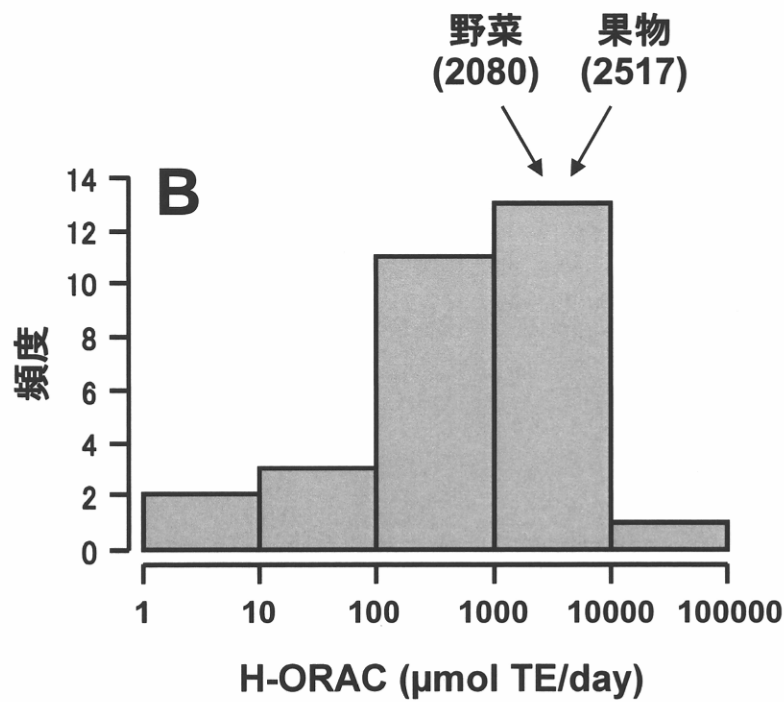
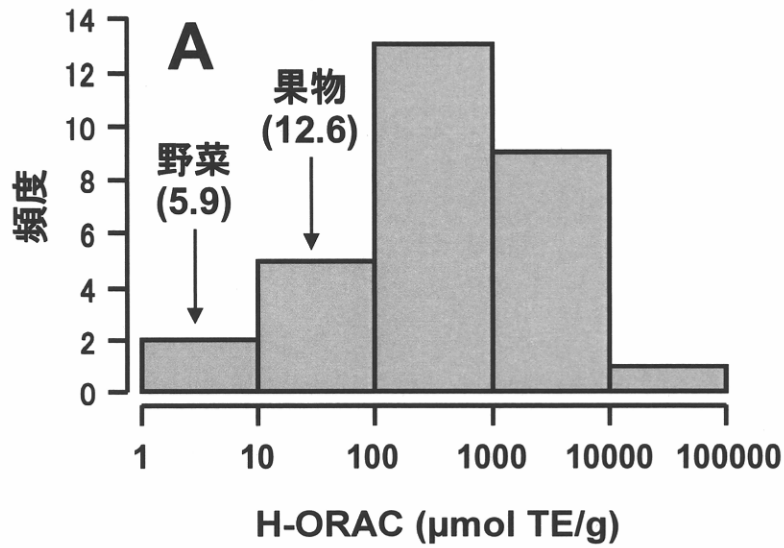


図 1. 国内流通している抗酸化サプリメントの抗酸化力のヒストグラム
(A: 1 グラムあたり; B: 一日摂取目安量あたり)

抗酸化物質を含むいわゆる健康食品の安全性評価について

分担研究者 松本 輝樹 国立健康・栄養研究所 食品保健機能研究部
研究協力者 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
三巻 祥浩 東京薬科大学 薬学部 漢方資源応用学教室 教授

【目的】 野菜や果実等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安全性に着目し、市場流通品に関する評価・検討を行った。

【方法】 抗酸化サプリメントの均質化粉末から MeOH 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。

【結果及び考察】 変異原性試験では、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。

A. 研究目的

これまで食品の安全性については、長年にわたる食経験に基づいて担保されていた。しかし、近年急速に普及している加工食品はまだ歴史も浅く、必ずしも安全性が担保されているとは言えない。

食品の安全性は、食品衛生法 [1] 第 3 条において、食品等製造者の責務として確保するよう規定されている。また、同法第 7 条では、

食経験のないものに関して暫定的に販売を禁止している。食品安全基本法 [2] 第 8 条において、食品関連事業者は、自らが食品の安全性の確保について第一義的責任を有していることを認識して、必要な措置を適切に講ずる責務を有する旨が定められている。平成 17 年に通知された、「錠剤、カプセル状等食品の適正な製造に係る基本的考え方について」 [3] では、自主点検ガイドラインが示され、事業者の

自主的な取り組みを推進している。中でも自主点検フローチャートでは、基原原料の安全性・毒性情報を文献検索などで収集すること、及び食経験に基づいて安全性が担保できない際には、基原材料あるいは原材料を用いての毒性試験を実施するよう記載されている。また、その結果は学術論文やホームページ等に公表・開示するよう記載されている。

これらの法及び通知により、食品の安全性は担保されているが、実際に市販されている商品の安全性に関して、消費者に対して明示されているものは少なく、自主点検の実施も推奨されるのみで義務ではない。よって、その利用は有効性も安全性も含めて消費者の判断に委ねられているのが現状である。

そこで、本研究では近年食品の有する機能として注目されている、抗酸化を標榜した市販サプリメントを検体とし、安全性の評価に関する研究を行った。自主点検フローチャート [3] では、反復経口投与毒性試験 (90 日以上)、*in vitro* 遺伝毒性試験などを行い、影響が判断できない際は長期毒性試験や *in vivo* 遺伝毒性試験を行うよう記載されている。しかし、評価手法としては、どれも負担が大きく、時間が掛かる。安全性に係る用量－反応関係、毒性所見等の幅広い情報を得ることは、ヒトにおける影響をある程度まで推察することが可能となることから、本研究では、*in vitro* での遺伝毒性試験及び細胞増殖抑制試験を指標に、製品としての安全性評価を行った。

B. 研究方法

【抗酸化サプリメント】

以下の基準に基づいて、30 種を選択した。
・形態は前処理が不要のタブレットまたは粉末とし、生鮮物、油カプセル及び液体飲料は

除外。

・摂取目安量が明記されているものを優先。
・商品はなるべく内容物が重複しないように選択。

○ ポリフェノール類のサプリメント (N101~106)

「ポリフェノール」または個々のポリフェノール名でキーワード検索したのから、ポリフェノール含量が明記されているもの。

○ 野菜・果物末のサプリメント (N201~205)

「野菜」または「果物」でキーワード検索したのもの。

○ 野菜・果物等のエキス等を濃縮したサプリメント (N301~308)

「抗酸化」でキーワード検索したのから、説明文で抗酸化作用が強調されているもので (ビタミン C 及び E に関する機能説明文は除く)、抗酸化成分ではなく食品を中心に説明されているもの。

○ その他抗酸化サプリメント (N401~407)

「抗酸化」でキーワード検索したのから、説明文で抗酸化作用が強調されているもので (ビタミン C 及び E に関する機能説明文は除く)、食品ではなく抗酸化成分を中心に説明されているもの。

○ ビタミン剤 (N501~503)

「マルチビタミン」または「ビタミン C」で検索し、タブレットタイプのもの。

【抽出エキスの作成】

本研究では、均質化した粉末約 2 g を遮光容器に正確に秤量し、MeOH 15 mL を加え 10 分間超音波抽出を行った後、遠心分離 (3000 rpm, 10 min) し、上澄みを回収した。この操作を 3 回繰り返した後、上澄み液を減圧下濃縮し、残渣を検体とした。