

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 26 日現在

機関番号：14602

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300270

研究課題名(和文)食品の抗酸化力統一指標を用いた野菜の抗酸化力の評価と食事管理への活用に関する研究

研究課題名(英文) Assessment of antioxidant capacities of vegetables using the standard antioxidant capacity index of foods and their application to diet management

研究代表者

菊崎 泰枝 (KIKUZAKI, HIROE)

奈良女子大学・生活環境科学系・教授

研究者番号：60291598

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 7,200,000円、(間接経費) 2,160,000円

研究成果の概要(和文)：ポリフェノール系物質の抗酸化力の統一指標であるORAC(Oxygen Radical Absorbance Capacity)が、国民の健康に資するための栄養疫学研究のツールや日常の食事管理に活用し得るかどうかを調べた。野菜を中心とした食品30種とそれらを食材とする5種の野菜料理について抗酸化力(ORAC値、DPPHラジカル捕捉能、総ポリフェノール量)を測定し、各食品の可食部100gあたりの抗酸化力を求め、そのデータをもとに料理1食分あたりの抗酸化力を計算により予測し実測値と比較検討したところ、DPPHラジカル捕捉能よりもORACの方が抗酸化力の指標として妥当性が高いと推察された。

研究成果の概要(英文)：The work deals with the matter whether ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) which has been established as the standard index of antioxidant capacity of polyphenols is practicable as a tool of nutritional epidemiological study and for diet management to contribute to human health or not. The ORAC, DPPH radical scavenging capacity and total phenolic contents of thirty foodstuffs including mainly vegetables and five cooked dishes made from them as ingredients were measured. The antioxidant capacity and total phenolic content of a portion of each dish were calculated based on the antioxidant capacities and total phenolic content of each 100-g fresh foodstuff, and then the calculated values were compared with the measured values. The results suggested that ORAC could be a more suitable tool for diet management as the antioxidant index than DPPH radical scavenging capacity.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：抗酸化力 ORAC DPPH ポリフェノール量 野菜料理 加熱調理 食事管理

1. 研究開始当初の背景

(1)食品に含まれる抗酸化物質は、生体内に過剰に発生した生活習慣病発症の病因となる活性酸素種を捕捉することにより、生体に従来備わっている活性酸素除去能を補い、その結果、生活習慣病発症を抑制する可能性があると考えられている。

(2)食品の抗酸化力評価法が多数あり、その評価法に統一性がないため比較評価が困難な状況にあった。それを受けて食品の抗酸化力の統一指標を確立する必要性があった。

(3)日本では、食品の抗酸化力の統一指標「Antioxidant Unit」を確立しようとする動きがあり、日本人が日常的に摂取している食品について「日本食品標準成分表」に準じて食品の Antioxidant Unit のデータベース化を行い、将来的に国民に食品由来の抗酸化物質の適正な摂取を促し生活習慣病の予防に貢献することを目標に掲げている。

2. 研究の目的

上記の研究背景を鑑み、Antioxidant Unit データベースが作成されれば、生活習慣病の予防に貢献することを目的に Antioxidant Unit が食事管理の現場で活用される可能性が大きいと考えられる。本研究では、このような学術的、社会的背景を踏まえて、ポリフェノール系抗酸化物質の抗酸化力を示す統一指標である ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity: 活性酸素吸収能力) を取り上げて、食品のなかでもポリフェノール含量が高いと考えられる野菜に着目し、野菜料理をモデルとして、使用食材の ORAC および野菜料理の ORAC を測定し、使用食材の ORAC をもとに算出した野菜料理の総 ORAC 値と実測値を比較検討し、食品の ORAC を食事管理に利用することへの有用性や留意点を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1)抗酸化力評価法の改変

ORAC 測定法

ORAC 法は、蛍光物質のフルオロセインがペルオキシラジカルにより分解されて蛍光を消失する性質を利用し、試験物質がその消失をどれだけ抑制できるかを蛍光の強度の経時変化を測定することにより評価する方法である。縦軸に蛍光強度、横軸に反応時間を取って各測定時間の蛍光強度をプロットすると、その曲線下面積は試験物質のペルオキシラジカル捕捉能に比例して大きくなる。試験物質の ORAC 値は、この曲線下面積から試験物質無添加の場合の曲線下面積を差し引いた値を、既知濃度の抗酸化物質 Trolox を用いた曲線下面積の検量線に基づき Trolox 等量で表す。Watanabe らの方法^{1, 2)} に準じて測定を行った。

DPPH ラジカル捕捉活性測定法

紫色の DPPH ラジカル (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical) に抗酸化物質を

用させると抗酸化物質が DPPH ラジカルに水素ラジカルを供与し紫色を消失させる。この性質を利用し、試料と DPPH ラジカルを室温で反応させ、経時的に紫色の消失度を 517nm の吸光度を測定することにより評価する方法である。既知濃度の Trolox 標準溶液で検量線を作成し、Trolox 等量で表す。一般的に含水エタノールが試料溶媒に使用されるが、本実験では溶媒に MWA (メタノール:水:酢酸 = 90:9.5:0.5v/v/v) もしくは DMSO (ジメチルスルフォキシド) を使用するため、これらの 2 種の溶媒でも測定が可能かどうか Trolox を用いて調べた。

総ポリフェノール量測定法

フェノール試薬中の金属イオンがポリフェノールのフェノール性水酸基によって還元され青色に呈色する性質を利用し、その呈色度を 756nm の吸光度を測定することにより評価する方法である。既知濃度の没食子酸標準溶液で検量線を作成し、没食子酸等量で総ポリフェノール量を表す。本測定法においても試料溶媒に MWA および DMSO が使用可能かどうかを、没食子酸を用いて調べた。

(2)抗酸化力測定試料の調製

試料の選抜

日常的に摂取している食品 30 種(野菜類: きぬさや、キャベツ、きゅうり、ごぼう、さやいんげん、スイートコーン、しょうが、大根、たけのこ、玉ねぎ、なす、にんじん、ねぎ、ブロッコリー、ほうれん草、れんこん; 果実類: りんご; いも類: こんにゃく、さつまいも、里いも、じゃがいも; きのこと類: えのき、しいたけ、しめじ; 豆類: 油揚げ、豆腐、生揚げ; その他: ごま、鶏肉、ベーコン) とそれらを食材とした 5 種の料理を計画した。料理は、調理方法として炒める、焼く、茹でる、煮る、非加熱の 5 種を選択し、きんぴら(炒める)、なすの田楽(焼く)、白和え(茹でる)、野菜スープ(煮る)、ごま酢和え(非加熱)を考案した。料理の使用食材料を表 1 に示す。

表 1 各料理の使用食材料と重量

料理名	使用食材料 (10 人分重量 g)
きんぴら	れんこん(300)、ごぼう(300)、にんじん(100)、ごま(15)、油(20)、酒(120)、みりん(90)、しょうゆ(90)
なすの田楽	なす(1000)、オリーブオイル(50)、みそ(100)、みりん(10)、砂糖(60)
白和え	ほうれん草(300)、しいたけ(50)、しめじ(50)、えのき(50)、にんじん(50)、豆腐(200)、しょうゆ(8)、みりん(6)、砂糖(16)、塩(6)
野菜スープ	玉ねぎ(150)、キャベツ(150)、にんじん(100)、コーン(100)、洋風だし(1700)、塩(5)
ごま酢和え	大根(500)、きゅうり(300)、にんじん(100)、すりごま(40)、しょうゆ(20)、砂糖(30)、酢(30)

食材試料の調製

各食品は5mm幅に薄切り(葉物は5cm幅にざく切り)し、混ぜて均一にし、非加熱用、加熱用に分けて秤量した。加熱用食材はスチームコンベクションオープンモードで5分間加熱した。加熱用食材を加熱すると同時に、非加熱用食材を液体窒素で急速に凍結し、その後凍結乾燥した。加熱用食材も同様に加熱後凍結乾燥を行った。凍結乾燥後秤量した。凍結乾燥後の試料を塩化メチレン/ヘキサン(1:1, v/v)で抽出し、減圧濃縮した抽出物を適宜、DMSOで定容した(脂溶性画分)。抽出残渣をMWAで抽出し一定量に定容した(水溶性画分)。なお、料理に使用した液状調味料は液状のまま塩化メチレン/ヘキサンで抽出し、その残渣をMWAで抽出した。

料理試料の調製

10人分の料理を表2に示した加熱条件で調製し、適宜、固形分と煮汁に分けて秤量した。液体窒素で凍結後、凍結乾燥し秤量した。食材試料と同様の操作を行い、脂溶性画分と水溶性画分を得た。

表2 各料理の加熱条件

料理名	加熱条件
きんぴら	スチームコンベクションオープン加熱 温度 170、湿度 20% : 5分間
なすの田楽	スチームコンベクションオープン加熱 温度 240、湿度 100% : 8分間 温度 230、湿度 100% : 1分間
白和え	スチームコンベクションオープン加熱 温度 100、湿度 100% : 5~8分間
野菜スープ	温度 100 : 20分間
ごま酢和え	非加熱

(3) 食材および料理の抗酸化力測定

本実験用に改変したORAC法、DPPHラジカル捕捉能測定法、総ポリフェノール量測定法を用いて、各試料の脂溶性画分および水溶性画分の抗酸化力の測定を行った。ORACおよびDPPHラジカル捕捉能は、各食品の生重量100gあたりもしくは各料理1食分のTrolox等量(μmol)に換算した。同様に総ポリフェノール量は没食子酸等量(GAE, mg)に換算した。なお、以下、水溶性画分のORACをH-ORAC、脂溶性画分のORACをL-ORACと表す。

4. 研究成果

(1) 抗酸化力評価法の改変

ORAC測定法

Watanabeらの方法に準じてORACの予備測定を行った。その結果を踏まえてH-ORAC測定では、測定時間を従来の90分間から、試料の種類によって150~180分に変更することにより良好な結果が得られることがわかった。また、L-ORAC測定では、試料の溶解にはアセトンを使用せずDMSOのみを使用することでマイクロプレートの劣化を抑制し再現性のあるデータが得られることがわかつ

た。測定時間もH-ORAC測定の場合と同様、試料の種類によって測定時間を150~180分とすることにより再現性のある結果が得られた。

DPPHラジカル捕捉活性測定法

ORAC測定では試験試料のMWA溶液もしくはDMSO溶液を測定に用いることから、DPPHラジカル捕捉活性測定でもMWA、DMSOを試料溶媒に用いた場合も良好なTrolox検量線が得られるかを検討したところ、MWA、DMSOとも測定に支障を与えることなく良好な検量線が得られることがわかった。

総ポリフェノール量測定法

没食子酸のMWA溶液およびDMSO溶液を用いて検量線を作成したところ、良好な検量線が得られたため、総ポリフェノールの測定においてもMWAおよびDMSOを試料溶媒に使用することに支障がないことがわかった。

(2) 食材の抗酸化力

食材の抗酸化力の特徴

まず、実験試料として用いた30種類の食材の抗酸化力と総ポリフェノール量を脂溶性画分と水溶性画分にわけて測定し、各画分の寄与率を求めた。その結果、ORAC測定ではしょうがの脂溶性画分の全体の抗酸化力に対する寄与率が約80%と大きく、たけのこ、ほうれん草、じゃがいもが20~40%であった。その他の食材では水溶性画分の全体の抗酸化力に対する寄与率が90%以上であったことから、今回使用した食材では食材全体の抗酸化力に対して水溶性画分の寄与率が大きいことがわかった。一方、DPPHラジカル捕捉活性測定では、しょうがの脂溶性画分の寄与率が約65%でORACと同様の結果であったが、コーン、きゅうり、たけのこ、ねぎ、ブロッコリー、豆腐、鶏肉の脂溶性画分が20~60%の寄与率を示し、ORAC測定よりも脂溶性画分の寄与率の大きい食材が認められた。総ポリフェノール量では、しょうがの脂溶性画分の寄与率が約65%であり、ORAC、DPPHラジカル捕捉能と同様の結果であった。また、たけのこ、にんじん、ほうれん草、豆腐、ごまの脂溶性画分が20~50%の寄与率を示した。3測定法間での水溶性画分、脂溶性画分の全体に対する寄与率の挙動を総合比較すると、きゅうり、コーン、鶏肉はDPPHラジカル捕捉能の結果が他の2測定と大きく異なっており、それ以外の食材については、3測定間でそれほど大きな差は認められなかった。

つぎに、各食材の水溶性画分と脂溶性画分の測定値を合計して生食材100gあたりの抗酸化力と総ポリフェノール量を算出し比較した。測定した30種類の食材のなかで、しょうがの総ORAC値が約4000 μmolTE 等量と群を抜いて大きな値を示した。ごまが約1600 μmolTE 等量と2番目に大きな値を示した。野菜、果実類では、ごぼうが約1000 μmolTE 等量で最も大きな値を示した。500~1000 μmolTE 等量のORAC値を示した食材には、なす、

ブロッコリー、れんこん、りんご、さつまいも、さといも、生揚げ、鶏肉が挙げられ、その他の食材の総 ORAC 値は 500 $\mu\text{mol TE}$ 等量以下であった。DPPH ラジカル捕捉能は、ごまが約 600 $\mu\text{mol TE}$ 等量と最も大きな値を示し、ごぼう、ほうれん草、れんこん、油揚げ、ベーコン、なす、しょうが、じゃがいも、生揚げがこれに次ぐ 200 ~ 400 $\mu\text{mol TE}$ 等量の DPPH ラジカル捕捉能を示した。総ポリフェノール量は、しょうが、ごぼうが約 80mgGAE 等量と最も大きな値を示し、きぬさや、なす、りんご、ごまが 40 mgGAE 等量と比較的高値を示した。20 ~ 40 mgGAE 等量のポリフェノール含有値を示した食材として、えのき、さつまいも、れんこん、ブロッコリー、コーンが挙げられる。

つぎに、非加熱試料と加熱試料の測定値を比較すると、キャベツ、しょうが、ブロッコリー、れんこん、油揚げの ORAC 値が加熱後減少し、ほうれん草が加熱後上昇したが、その他の食材は加熱の前後で ORAC 値に変化は認められなかった。DPPH ラジカル捕捉能はすべての食材に加熱前後に変化は認められなかった。総ポリフェノール量については、ほうれん草ときゅうりが加熱後のポリフェノール値が非加熱のものより高値を示したが、その他の食材では顕著な差は認められなかった。総合的にみて、今回用いた食材に関しては、抗酸化力、総ポリフェノール量に対する加熱の影響はほとんどないと考えられる。ほうれん草については、ORAC 値と総ポリフェノール量が加熱後に上昇したが、DPPH ラジカル捕捉能は顕著な上昇が認められておらず、再現性試験が必要である。

ORAC、DPPH ラジカル捕捉能、総ポリフェノール量の相関

「食材の抗酸化力の特徴」で述べたように、各食材について抗酸化力と総ポリフェノール量を比較検討すると、3 測定間で類似の挙動を示さなかった食材がいくつかあったが、食材 30 種類すべてを対象に各測定間に相関性が認められるかどうか、スピアマンの順位相関係数の検定により調べた。表 3 に非加熱食材および加熱食材の各抗酸化力と総ポリフェノール量との間の相関係数をまとめた。3 測定法のいずれの 2 測定法間においても、非加熱食材、加熱食材とも有意に正の相関が認められ、総括的にみると、ORAC 法を食品の抗酸化力の指標として用いることに問題はないと考えられる。

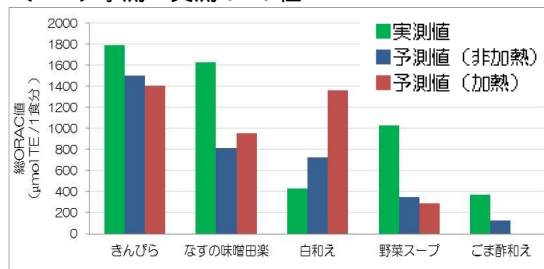
表 3 非加熱および加熱食材における 3 測定法の相関係数と検定結果

	非加熱食材	加熱食材
総 ORAC 値 - DPPH ラジカル捕捉能間	0.59 ($p < 0.01$)	0.58 ($p < 0.01$)
総 ORAC 値 - 総ポリフェノール量間	0.53 ($p < 0.01$)	0.50 ($p < 0.01$)
DPPH ラジカル捕捉能 - 総ポリフェノール量間	0.54 ($p < 0.01$)	0.50 ($p < 0.01$)

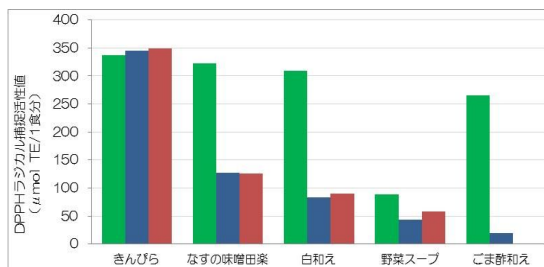
(3) 料理 1 食分の抗酸化力の実測値と計算値の比較検討

非加熱および加熱食材の総 ORAC 値、総 DPPH ラジカル捕捉能、総ポリフェノール量のデータ(可食部生重量 100 g 相当量) および料理 5 種の 1 食分に使用された各食材の重量をもとに、料理 1 食分の総 ORAC 値、総 DPPH ラジカル捕捉能、総ポリフェノール量を算出し、これを予測値とした。一方、調製した料理の総 ORAC 値、総 DPPH ラジカル捕捉能、総ポリフェノール量を測定して 1 食分相当に換算し、これを実測値とした。その結果を図 1 に示した。ORAC 法では、非加熱食材と加熱食材のデータから算出した予測値は白和え以外で近い値を示した。白和えの加熱食材の予測値が非加熱食材の予測値を大きく上回ったのは、加熱ほうれん草の ORAC 値が非加熱のものに比べて約 3 倍の値を示したことに起因する。

【1-A】予測・実測 ORAC 値



【1-B】予測・実測 DPPH ラジカル捕捉能



【1-C】予測・実測総ポリフェノール量

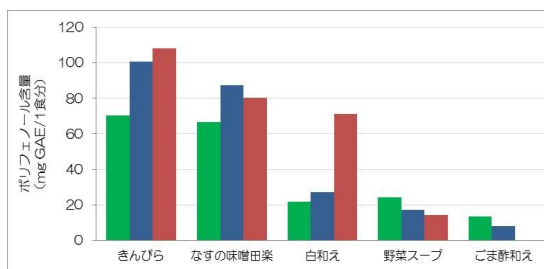


図 1 5 種の料理 1 食分の抗酸化力の予測値と実測値の比較

なすの味噌田楽、野菜スープでは予測値よりも実測値の方が大きな値を示した。また、きんぴらとごま酢和えもやや実測値が予測値よりも上回る結果が得られた。一方、白和えでは、実測値が非加熱食材の予測値をやや下回り、加熱食材の予測値より大きく下回った。

DPPH ラジカル捕捉能の場合は非加熱食材と加熱食材の予測値にはほとんど差はなかった。きんぴらと野菜スープは予測値と実測値が近い値を示し、一方、なすの味噌田楽、白和え、ごま酢和えでは実測値が予測値を大きく上回る結果となった。総ポリフェノール量は、白和え以外は非加熱食材と加熱食材の予測値に大きな相違はなく、白和えは加熱ほうれん草の総ポリフェノール量が非加熱ほうれん草の約4倍の値を示したことに起因し加熱食材の予測値が非加熱食材の予測値の約2.5倍の値を示す結果となった。総ポリフェノール量はきんぴらとなすの味噌田楽で予測値より実測値がやや下回り、野菜スープとごま酢和えは予測値より実測値が若干上回ったが顕著な差はなかった。白和えは非加熱食材のデータからの予測値と実測値を比べると実測値の方が予測値をやや下回る傾向にあったが、ほとんど差はなかった。

各食材およびその食材を使用して調製した料理の抗酸化力と総ポリフェノール量の比較検討実験は1回実施しただけであり、今後まず反復実験により再現性が得られるかどうかを確かめる必要があると考えている。その上で再現性が得られるようであれば、以下の点について今後検証が必要であると考えている。

今回の実験では、全般的に非加熱食材と加熱食材の抗酸化力と総ポリフェノール量に大きな差が認められなかった。このことから、予測値を算出する場合に非加熱食材のデータのみを使用するだけで十分と考えられる。しかしながら、今回用いた加熱条件はスチームコンベクションオープンのスチームモード(100℃)で5分間の加熱であった。この条件で各食材は可食状態となっていたが、実際の調理では5分以上の加熱を行うことも多いため、加熱時間を今回よりも長く設定した場合でも加熱による抗酸化力、総ポリフェノール量に大差がないかを検証する。

きんぴらやなすの味噌田楽のように比較的高温で調理する場合、アミノカルボニル反応物質が生成する可能性が想定される。2種の料理では、ORAC値とDPPHラジカル捕捉能の実測値が予測値を上回る傾向にあり、一方ポリフェノール量の実測値が予測値を下回る傾向にあった。この現象が3測定法におけるアミノカルボニル反応生成物に対する反応性に起因するのかがどうかを明らかにし、高温調理における抗酸化力の変化がアミノカルボニル反応で説明し得るのかがどうかを検証する。

加熱調理操作によるビタミンCの減少がどの程度抗酸化力に影響するのかが検証する。L-アスコルビン酸のORAC値を測定したところ、1mgあたり11 μ molTE等量であった。きんぴらを例にとると、食品成分表から算出したビタミンC量が1食分あたり16mgであり、ビタミンC由来のORAC値は176 μ molTE等量となる。きんぴら1食分のORAC予測値は1503

μ molTE等量であり、ビタミンCの寄与率は12%程度と見積もられる。実際にビタミンCの影響はその程度のものであるかどうかを実測により検証する。

白和え、ごま酢和えでは調理工程中に絞り操作があるため成分の損失が予想された。白和えの場合、ORAC値と総ポリフェノール量は実測値が予想値を下回る傾向にあったが、DPPHラジカル捕捉能は反対に実測値が予測値をはるかに上回った。ごま酢和えの場合は3測定法とも実測値が予測値を上回る傾向を示し、とくにDPPHラジカル捕捉能は実測値が予測値を大きく上回った。これまでも加熱調理後にDPPHラジカル捕捉能が上昇するという報告³⁾があり、その理由として加熱により食材からの成分の抽出効率が上昇したためではないかと考察されている。今回の実験では、同じ試料溶液を使用して3測定を行っているため、DPPHラジカル捕捉能のみ加熱後に顕著な上昇が認められた原因として抽出効率の相違とは一概には言えない。また、今回の実験における加熱条件では、個々の食材における加熱前後のDPPHラジカル捕捉能の変化はほとんど認められなかった。このことから、抽出効率以外の要因があるものと推定される。調理後の料理は複数の食材の混合物であるため、計算による予測値だけではなく、非加熱食材においても混合状態で抗酸化力、総ポリフェノール量を測定し、本現象の要因を明らかにする必要がある。

以上述べたように、反復実験による結果の確認やその結果の要因の検証を行わなければ結論付けることはできないが、今回の実験結果から、食事管理という視点からは、抗酸化力の指標としてDPPHラジカル捕捉能よりもORACの妥当性が高いものと推察される。これまでも食品のORACに関する多くの報告があるが、調理過程を考慮した食事管理との関連した報告はなく、本研究で食事管理にORACを利用することの可能性を明らかにできたと考えている。今後は料理の件数を増やして各調理操作によるORAC値の変動を実測し、調理操作によるORAC値の増減係数を求めていきたい。

冒頭に述べたように、食品に含まれる抗酸化物質は、生体内に過剰に発生した活性酸素種を捕捉することにより、生活習慣病発症を抑制する可能性があると考えられてきた。それを前提として、ORACを食品の抗酸化力指標の1つとして位置づけようとしていた当初は、野菜の種類によって抗酸化力が異なるので、「野菜の1日摂取目標を400gとする」と単純に重量で設定するだけでなく、生活習慣病予防の観点から、「野菜からの1日摂取目標をORAC値とする」というような抗酸化力に基づく設定が考えられ、それを生活習慣病予防に役立てようとしていた。それから数年を経た現在では、食品からの抗酸化物質の摂取量と生活習慣病予防にそもそも関連性があるのかがどうかという、すなわち最初の前提

が正しいのか否かという根本的問題を解明する必要性があるというのが主流の考え方となってきた。それを明らかにするには疫学研究が必須であるが、そのためには研究対象者が1日どれくらいのORAC値の食物を摂取しているかというデータが必要となる。このことはORACが疫学研究のツールとしての役割を果たさなければならないことを意味している。このことを踏まえ、今後もORACが疫学研究においてより正確な情報を与えるツールとなり得るよう研究を重ねる必要があると考えている。

引用文献

- 1) J. Watanabe, T. Oki, J. Takebayashi, K. Yamasaki, Y. Takano-Kshikawa, A. Hino and A. Yasui, *Analytical Sciences*, **28**, 159-165 (2012)
- 2) J. Watanabe, T. Oki, J. Takebayashi, K. Yamasaki, Y. Takano-Kshikawa, A. Hino and A. Yasui, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **77**, 857-859 (2013)
- 3) 高村仁知、山口智子、林恵里菜、藤本さつき、的場輝佳、日本家政学会誌、**50**, 1127-1132 (1999)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計1件)

湯川梨紗、中屋麻衣、小林慧子、菊崎泰枝、ORACを指標とした野菜および野菜料理の抗酸化力の評価、日本調理科学会平成25年度大会、2013年8月23日、奈良女子大学

〔図書〕(計1件)

菊崎泰枝、シーエムシー出版、抗酸化素材の開発と市場、2014年、p47 - 62

6. 研究組織

(1) 研究代表者

菊崎 泰枝 (KIKUZAKI, Hiroe)

奈良女子大学・生活環境科学系・教授

研究者番号：60291598

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

小林 慧子 (KOBAYASHI, Keiko)

奈良女子大学・生活環境科学系・助教

研究者番号：50611117