

酸化ストレスに対応する 新たな一次予防のための食事設計法の提案

長尾慶子*¹ 佐藤久美*¹ 武田純枝*¹ 粟津原理恵*² 遠藤伸之*³ 原田和樹*⁴

Proposal of Meal Design Method for New Primary Prophylaxis against Oxidant Stress

Keiko NAGAO, Kumi SATO, Sumie TAKEDA, Rie AWATSUHARA,
Nobuyuki ENDO, and Kazuki HARADA

1. 緒言

老化、発ガンおよび生活習慣病などの一要因は、体内で過剰生成した活性酸素種であると言われている¹⁾。活性酸素種による酸化ストレスから身体を守るためには、食品中の抗酸化成分の摂取が不可欠である。近年、抗酸化成分は五大栄養素、食物繊維に次いで「第七の栄養素」²⁾と呼ばれ注目されている。各所で一次予防が強く推進される中で、これからの管理栄養士・栄養士の技術の一つとして酸化ストレスに対応した食事設計力が要求されるであろう。

米国では食品の抗酸化能の指標として消費者にORAC値を示し、飲料やサプリメントに表示されている³⁾。我が国では、金谷ら⁴⁾がこのデータベースを食事設計に利用しORAC（抗酸化能コントロール）食を提案している。しかし、食品の抗酸化能は調理法で大きく変化するため、食事全体の抗酸化能の評価には単なる各食品のORACの加算値ではなく、実測データに基づいた考察が必要である。そこで、抗酸化能を高める食事設計法を具体的に提案することを目指し、調理法、食品選択法を変化させながら料理および食事献立単位での抗酸化能を多面的に解析し、摂食者のQOL向上にむけての献

立評価に取り組むこととした。

今年度は日本料理の基本献立を調製し、主菜の「鶏つくねだんご」では加熱操作法を、副菜の「きんぴらごぼう」ではゴボウの下処理法（非加熱操作法）を、汁物の「味噌汁」では食材をそれぞれ変化させた場合の活性酸素種ペルオキシラジカルの捕捉活性を測定し、得られた結果から一次予防に効果的な抗酸化能を高める食事設計法を具体的に提案することを試みた。得られた知見を以下に報告する。

2. 実験方法

1) 実験材料および試料調製

i) 主菜：鶏つくねだんご

都内鶏肉専門店にて購入した鶏むねひき肉60gに乾燥パン粉（フライスター(株)）3g、みじん切りにした根深ネギ6g、卵液6g、しょうが汁1.5g、こいくちしょうゆ（キッコーマン(株)）3g、本みりん（宝酒造(株)）3gをボウルに入れ、粘りが出るまで混ぜ合わせた。1個当たり40gずつ量りとり、油を塗ったセルクル（直径60mm）を用いて、高さ約10mmの円柱型に成型した。これを生試料とし下記の加熱調理操作を行った。

加熱時間は、先行文献⁵⁾を参考に予備実験により、加熱および予熱により中心温度が75℃以上で1分以上保持され、外観が料理として好ましくなるよう表1のように決定した。加熱後のこれらを測定試料とした。

*¹ 東京家政大学（Tokyo Kasei University）

*² 金沢学院短期大学（Kanazawa Gakuin College）

*³ 若狭湾エネルギー研究センター（The Wakasa Wan Energy Research Center）

*⁴ 水産大学校（National Fisheries University）

表1. 鶏つくねだんごの調製方法

加熱方法	加熱時間	加熱条件
茹で	4分30秒	18cm ステンレス鍋、水量 0.8L、弱火 [火力2]
間接焼き	5分	19cm フライパン、油 4g (材料の5%)、中火 [火力3] 30~40秒後、裏返し弱火 [火力1]、4分30秒後に再び裏返す
天火焼き (オープン)	7分	230℃ガスオープン
揚げ	1分20秒	18cm ステンレス鍋、油量 0.8L、180℃
蒸し	5分 +余熱1分	19cmパイレックス皿、 24cmアルマイト製蒸し器
電子レンジ	1分10秒	19cmパイレックス皿、ラップ使用

熱源はIHクッキングヒーター【ビルトインコンロ (東京ガス、C3WF9PWA) を使用】

献立試料には加熱後の鶏つくね試料にたれを添加した。たれは下記のように調製した。鍋にだし汁 10g、しょうゆ 4g、みりん 4g、上白糖 0.5g を入れ、中火にかけ沸騰後、かたくり粉 0.5g を少量の水で溶き入れ、かき混ぜながら約3分間加熱してとろみをつけた。

ii) 副菜：きんぴらごぼう

都内小売店より購入した泥つきゴボウを15秒流水で洗い流した後、皮をこそげ約0.3cm×5cmの千切りにした。それらを40gずつに分け、それぞれを水 (5℃) 200g 中で浸漬し、所定の浸漬時間 (1、20、40、60分) になるまで冷蔵庫内で保管した。定時間後クッキングペーパーと万能ザルを用いて濾し、浸漬液とゴボウに分けた。浸漬なしの試料も測定対象とした。きんぴらごぼうの調製は2人分とし、IH用フライパンにごま油 (かどや製油株) 3g を入れ、強火 (火力4) で熱し、浸漬実験で用いた各ゴボウ 80g と千切りにしたニンジン 20g を加え、2回/s 攪拌しつつ4分間炒めた。加熱後一旦フライパンを火から外し、砂糖 6g しょうゆ 12g を加え、さらに1分間炒めた。

iii) 汁物：味噌汁

だし素材の使用量は一般的な使用濃度⁶⁾ とし、正味だし汁に対して鰹(花かつお:ヤマキ株)ならびに昆布 (三石昆布:株ぎょれん北光) だしは2wt%、混合だしは鰹と昆布を各1wt%、煮干し (かたくちいわし:ヤマキ株) だしは4wt%とした。鰹だしは一番だし、二番だしを調製した。加熱時間は表2に示した。加熱後の試料は、クッキングペーパーと万能ザルを用いて濾し、蒸発分を水で補い、各だし試料を得た。

次に淡色味噌(宮坂醸造株) (以下、白味噌) と、赤味噌 (仙台味噌醤油株) を加えた具なし味噌汁を調製した。味噌汁の塩分が0.8wt%となるように各だし汁 150mL に上記味噌を溶き加え、各測定試料とした。

さらに上記だし汁と味噌の組み合わせで最も抗酸化能が高かった味噌汁を採用した。味噌汁の具材には、今回立案した献立において不足が見込まれた基礎食品群である2群、4群の食材およびイモ類を補うことを考慮して、ジャガイモ 80g と根深ネギ 10g を必須材料とした味噌汁を調製し、これを「基準味噌汁」とした。

表2. だし汁の調製方法

試料	使用濃度	調製方法
鰹一番だし	2wt%	弱火 40秒後消火し2分静置
鰹二番だし	2wt% (一番だし後の鰹)	沸騰3分後消火し2分静置
昆布だし	2wt%	20分浸漬後、火にかけ沸騰直前に取り出す
混合だし	2wt% (鰹+昆布各1%)	20分浸漬後、火にかけ沸騰直前に昆布を取り出し、沸騰後鰹を入れ、弱火で40秒加熱後消火し2分静置
煮干しだし	4wt%	20分浸漬後、火にかけ沸騰後弱火5分

基準味噌汁の他に、2群のワカメ、4群のナス、エノキタケ（以後、エノキと表記）をそれぞれ加えた味噌汁も調製し、測定試料とした。

「基準味噌汁」は、だし汁に厚さ7mmのいちよう切りにしたジャガイモを加え、中火（火力3）で8分間加熱後、小口切りにしたネギを加え、1分間加熱した。一旦消火し、1wt%塩分相当量の上記味噌を溶き加えた。

「ナス添加味噌汁」は、ナス40gを厚さ7mmの半月切りにした後1分間浸漬アク抜きした。ジャガイモを加えて7分間加熱後にナスを加え、基準味噌汁と同様に加熱調理した。

「ワカメ添加味噌汁」は、水戻しした乾燥ワカメ20gを適当な大きさに切り、ネギと同時に基準味噌汁に加え加熱調理した。

「エノキ添加味噌汁」は、石づきを除き半分に切ってほぐしたエノキ30gをナス添加の場合と同様に加え加熱調理した。

上記の味噌汁は一般的な使用量に準じて調製したため、それぞれ添加する食材の重量が多少異なることから抗酸化能に影響する可能性も考えられた。そこで確認として、基準味噌汁に添加するナス、ワカメおよびエノキを30gに統一した各味噌汁も調製し、調製した味噌汁をミキサーにて混合し濾した液も測定対象とした。

iv) 献立単位での検討

i) から iii) の各料理の実測結果をもとに、主食であるご飯、副々菜のホウレンソウ料理ならびに主菜の付け合わせに焼きシシトウを加え、抗酸化能の高い料理を組み合わせたモデル献立を作成した。さらに抗酸化能の低い料理を組み合わせた献立も同様に調製し、献立単位での抗酸化能を評価した。それぞれの献立試料はミキサー（大阪ケミカル㈱、アブソルートブレンダー）に入れ、20秒×3回、計1分間磨砕し、均一にした。

2) 抗酸化測定用試料の調製

上記1) で得た各試料を -80°C の冷凍庫で一晩予備凍結した。その後、凍結乾燥機（ヤマ

ト科学㈱、DC800）に2日もしくは3日かけて完全に凍結乾燥させた。終了後、直ちにミルサー（㈱東芝、MX-L20GA）にかけ各粉末試料を得た。次いでそれら試料を0.2g（鶏つくねは2g）ずつ秤量し、超純水ならびに70v/v%エタノール溶液20mLを加えて、 37°C で30分間還流冷却法により抽出し、孔径 $0.45\mu\text{m}$ のメンブレンフィルターにて濾過し、超純水による抽出液（以下、水抽出部と略記）とエタノールによる抽出液（以下、エタノール抽出部と略記）を得た。

3) ペルオキシラジカル捕捉活性の測定

上記試料を用いて、化学発光法（ケミルミネッセンス法）測定により活性酸素ペルオキシラジカルの捕捉活性を求めた。捕捉活性は IC_{50} 値として算出し、抗酸化能を評価する指標とした。測定には、ルミテスター（キッコーマン㈱C-100）を使用し既報^{7)~10)}に準じて以下のように実施した。

氷水中にある $2,2'$ -アゾピス2塩酸塩（通称AAPH）試薬（40mM AAPH/0.1Mリン酸緩衝液、pH7.0） $200\mu\text{L}$ に0.1Mリン酸緩衝液または各濃度の試料抽出液 $200\mu\text{L}$ をルミチューブに入れて攪拌後、恒温槽中にて 37°C で2分間加温処理をした。直ちにルミノール試薬 $200\mu\text{L}$ を添加し、ルミテスターで化学発光値を測定した。なお、ルミノール試薬は0.11mMルミノール溶液 $400\mu\text{L}$ に、0.1Mホウ酸緩衝液 0.9mL 、メタノール 2.6mL 、 $4\mu\text{M}$ チトクロムc溶液 $100\mu\text{L}$ を加えて調製した。

コントロールとして0.1Mリン酸緩衝液を用いた。試料は原液から順次リン酸緩衝液にて希釈し、コントロールの発光値を半分にする濃度を IC_{50} 値として求めた。 IC_{50} 値は次式により計算した。

$$\text{Log}(I_0/I) \times 100 = 30.103$$

ただし、 I_0 ：リン酸緩衝液の発光値、 I ：各濃度の試料の発光値である。この式を満たす I 値が IC_{50} 値である。 IC_{50} 値が小さいほど抗酸化能

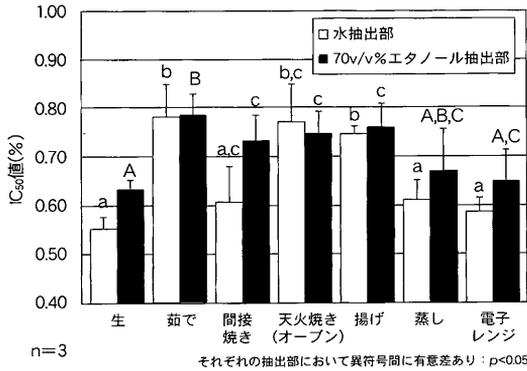


図1. 加熱操作を変えた鶏つくねだんごのペルオキシラジカル捕捉活性

が高いことを示している。

4) 統計処理

各測定データは平均値±標準偏差で表した。群間の有意差検定はF検定を行い、Studentのt検定ならびにWelchのt検定を行った。

3. 結果および考察

1) 鶏つくねだんごのペルオキシラジカル捕捉活性

献立において「主菜」は肉や魚などのたんぱく質性食品を主材料とした料理である。たんぱく質性食品に期待される抗酸化成分（動物性食品由来）の一つとして、抗酸化ペプチドであるカルノシンやアンセリン¹¹⁾があり、食肉では鶏むね肉に多く含まれている⁵⁾といわれている。今回はその鶏むね肉を使用した鶏つくねだんごを、調理操作法を変えて調製した。そのIC₅₀値の結果を図1に示す。

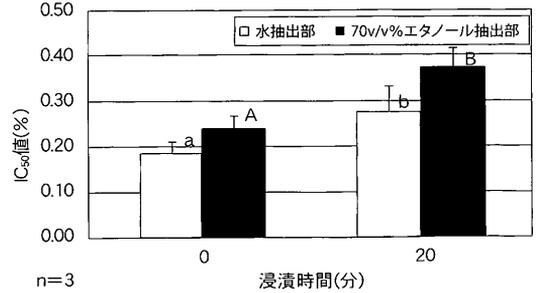


図2. 浸漬時間の異なるきんぴらごぼうのペルオキシラジカル捕捉活性

水抽出部、エタノール抽出部いずれも生試料のIC₅₀値が低く（すなわち抗酸化能が高く）、加熱することでIC₅₀値は高くなり、抗酸化能は低下した。

加熱した試料間では、茹で加熱試料の抗酸化能が低く、茹で水中へ抗酸化成分が流出していると推察された。肉類を茹でる調理法は、茹で汁に脂肪が溶け出す¹²⁾ため、低エネルギーにする効果があるとされているが、油脂類だけでなく他の有用な栄養成分も流出してしまうことも考えられ、抗酸化能を高めるといった観点からはマイナスに働くと考えられた。

各種調理操作中最短時間で仕上がる電子レンジ加熱は試料のIC₅₀値が最も低く、抗酸化能が高く保持される調理操作であることが認められた。短時間調理の効果については今後詳細な検討が必要である。

表3 浸漬時間の異なるゴボウのペルオキシラジカル捕捉活性

浸漬時間 (分)	IC ₅₀ 値 (%) (Mean±S.D.) n = 3				
	0 (浸漬なし)	1	20	40	60
水抽出部	0.31 ^a ±0.04	0.45 ^b ±0.06	0.46 ^b ±0.06	0.41 ^b ±0.02	0.45 ^b ±0.03
70v/v% エタノール抽出部	0.17 ^A ±0.01	0.23 ^B ±0.03	0.24 ^B ±0.03	0.22 ^B ±0.04	0.19 ^B ±0.01
浸漬液	—	1.54 ^a ±0.20	0.94 ^b ±0.21	0.92 ^b ±0.17	0.85 ^b ±0.13

それぞれの抽出部、浸漬液において異符号間に有意差あり：p<0.05

表4 だし汁の味噌添加におけるペルオキシラジカル捕捉活性

試料	IC ₅₀ 値 (%) (Mean±S.D.) n = 3					
	水	鰹一番だし*	鰹二番だし*	昆布*	混合*	煮干し*
だし汁	—	1.18 ^a ±0.38	6.46 ^{b,c} ±0.90	3.94 ^{a,b} ±1.85	1.95 ^a ±0.41	7.59 ^c ±0.82
赤味噌添加	0.35±0.05	0.29±0.05	0.37±0.06	0.32±0.01	0.30±0.06	0.35±0.06
白味噌添加	0.90 ^A ±0.37	0.37 ^B ±0.08	0.74 ^A ±0.19	0.58 ^{A,B} ±0.29	0.59 ^A ±0.08	0.83 ^A ±0.18

それぞれの抽出部において異符号間に有意差あり： $p < 0.05$
 だし汁、各種味噌添加間において異符号間に有意差あり：* $p < 0.05$

2) きんぴらごぼうのペルオキシラジカル捕捉活性

強いえぐ味、渋味、苦味¹³⁾が感じられるなど、味として好ましくないものを総称して「アク」としている。ゴボウに含まれるアク成分はタンニン、クロロゲン酸、イソクロロゲン酸などのポリフェノール類である¹⁴⁾。その中でもイソクロロゲン酸は、ゴボウに含まれる酵素によって酸化され、切断後放置しておいた場合にみられる黒変の原因となる¹⁴⁾が、これらのアク成分であるポリフェノール類は高い抗酸化能を示す¹⁵⁾ことが明らかにされている。我々はまずゴボウを試料とし、下処理となるアク抜き操作の程度が抗酸化能にどのように影響するか、ゴボウの浸漬時間に伴うアク抜き操作後のゴボウとその浸漬液について検討した(表3)。

浸漬0分のごぼう(浸漬なし)では、他の浸漬後のごぼうよりもIC₅₀値が低く、有意に抗酸化能が高くなったが、浸漬1分から60分までの浸漬時間による差はみられなかった。浸漬液を測定すると、浸漬20分までは有意にIC₅₀値が低下したが、その後の浸漬時間に伴う差はみられず、浸漬20分で抗酸化成分の溶出が飽和状態になると考えられた。

そこで0分(浸漬なし)と浸漬20分のごボウを用いてきんぴらごぼうを調理したところ(図2)、ゴボウの浸漬実験と同様に浸漬なしのきんぴらごぼうのIC₅₀値が低くなり、ゴボウの下処理であるアク抜き操作は調理品の抗酸化能にも大きく影響を与えることがわかった。

ゴボウのアク抜き操作は通常調理ではえぐ味

や渋味¹³⁾などのアク成分を除去するために行われているが、官能評価において味に大差は見られなかったため、水浸漬なしのゴボウで調製したきんぴらごぼうを最適条件と決定した。

3) 味噌汁のペルオキシラジカル捕捉活性

味噌汁は、昆布、鰹節ならびに煮干しなどでだしをとり、野菜などを具とし、味噌で調味した日本料理の代表的な汁物である。味噌にはメラノイジン、イソフラボンなどの抗酸化物質¹⁶⁾が含まれ、抗酸化能の高い食材である。また各種だし汁のフェノール類をはじめ、具材となる野菜には抗酸化ビタミンといわれるビタミンCやビタミンEなどが含まれており、より高い抗酸化能を期待できる料理である。味噌汁は地域や家庭によって作り方は様々である¹⁷⁾が、これらの食材の組み合わせにより抗酸化能をさらに高める味噌汁の調製条件を検討した。

まず、調製しだし汁試料5種類を測定した結果を表4に示す。鰹一番だしが他の試料に比べIC₅₀値が低く(すなわち抗酸化能が高く)、次いで混合だし→昆布だし→鰹二番だし→煮干しだしの順に抗酸化能が低下する傾向にあった。鰹だしはフェノール類やクレアチニン^{18)~22)}を含み、高い抗酸化能が期待できるが、これら抗酸化成分は一番だしの調製時にほとんど抽出されている可能性が示唆された。

また味噌をこれらだし汁に添加すると、だし汁のみより抗酸化能は向上したが、味噌の高い抗酸化能¹⁶⁾によりだし汁間の抗酸化能の大小はみられなくなった。白味噌に比べ赤味噌添加

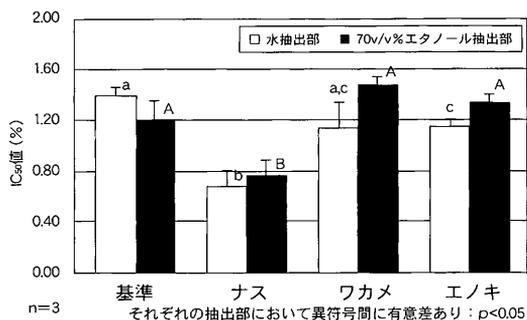


図3. 味噌汁のペルオキシラジカル捕捉活性

は、より抗酸化能が向上し、製造方法の違いと熟成期間が味噌の抗酸化能に影響している²³⁾ことが推測され、味噌汁にした際もそれらは同様であった。上記結果より本実験では鯉一番だしに赤味噌を添加する方法を、抗酸化能を高める最適条件と決定した。

次にジャガイモとネギを加えた「基準味噌汁」を調製し、そこに副材料（ナス、ワカメ、エノキ）を加えた味噌汁を調製し比較した。調製後の味噌汁を各々凍結乾燥し測定した結果（図3）、いずれの抽出方法でも、ナス添加とその他味噌汁との間に有意な差が認められ、ナス添加により「基準味噌汁」の2倍程度抗酸化能が増強した。ナスは高い抗酸化能があるとされるアントシアニン（デルフィニジン）やクロロゲン酸^{24), 25)}が含まれていることから抗酸化能が高まったと推測されたが、使用している具材重量が大である順（ナス→エノキ→ワカメ）と、これら結果が同じ傾向を示した。そこで具材重量を統一した味噌汁を調製し測定したところ、IC₅₀値（%）は、ナス（0.10±0.01）、エノキ（0.13±0.03）、ワカメ（0.16±0.02）となり、ナスの高い抗酸化

表5 モデル献立と抗酸化能の低い献立

抗酸化能の高い献立 (モデル献立)	抗酸化能の低い献立
玄米ごはん	白ごはん
鶏つくね（電子レンジ）	鶏つくね（茹で）
焼きししとう （付け合わせ）	焼きししとう （付け合わせ）
きんぴらごぼう （浸漬なし）	きんぴらごぼう （浸漬 20分）
ハウレンソウの白和え	ハウレンソウのおひたし
ナス添加味噌汁	基準味噌汁

力が裏付けられる結果となった。

4) モデル献立のペルオキシラジカル捕捉活性

これまでの料理毎の結果より、抗酸化能の高い料理の組み合わせ献立を「モデル献立」と名付け、低い条件を選択した献立と共に表5に示した。抗酸化能の高いモデル献立における主食のごはんと副々菜のハウレンソウ料理には、それぞれ水抽出液を用いた予備実験から高い抗酸化能を示した玄米ごはん（IC₅₀ = 3.08%）と豆腐の合え衣を用いた白和え（IC₅₀ = 0.68%）を選択した。それぞれ1汁3菜の一食分の献立のエネルギーおよび栄養素を比較すると（表6）、抗酸化能の高いモデル献立の方が減塩となり、カルシウム、ビタミンE、ビタミンB₁、食物繊維ならびに鉄などの栄養素量が多いことがわかった。白米よりも玄米には鉄や食物繊維が多く含まれていることや、味噌汁にナスが添加されていること、ハウレンソウの白和えに豆腐が使用されることにより、微量栄養素の多い献立となっていることがわかった。

献立単位で上記モデル献立と抗酸化能の低い

表6 モデル献立と抗酸化能の低い献立の栄養価

	E*	P*	F*	C*	Ca	Fe	VA	VE	VB ₁	VB ₂	VC	食物繊維	食塩
	kcal	g	g	g	mg	mg	μg	mg	mg	mg	mg	g	g
モデル献立	601	27.5	12.4	94.4	139	5.7	352	3.2	0.62	0.44	48	9.4	4.0
低い献立	570	25.5	9.3	92.5	100	4.3	351	2.4	0.31	0.41	47	6.7	4.4

*E：エネルギー、P：たんぱく質、F：脂質、C：炭水化物

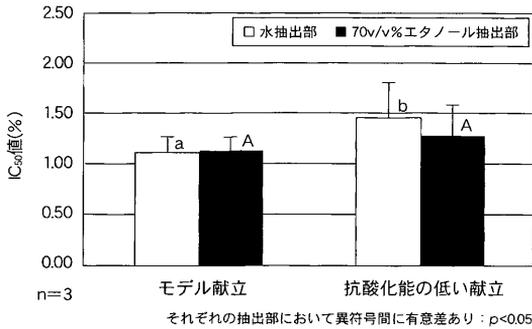


図4. 献立のペルオキシラジカル捕捉活性

献立のペルオキシラジカル捕捉活性を測定し比較したところ、水抽出部ではモデル献立の IC₅₀ 値が有意に低く（すなわち抗酸化能が高く）、抗酸化能が高い料理を組み合わせることで献立全体の抗酸化能向上に効果がみられることがわかった。その要因として、高い抗酸化能を有する水溶性のビタミンC量が献立間にほとんど差がないことから、フラボノイドなどのポリフェノール類の効果が高いと推測された。

また鶏つくねだんご試料は他の試料と異なり、実験効率を考慮し抽出条件を 2g/20mL と 10 倍濃度に設定している。予備実験により 0.2g/20mL では実験結果の IC₅₀ 値は約 10 分の 1 の値を示すことを確認しており、他の料理や献立との同条件下では鶏つくねだんごは他の料理に比べ抗酸化能が低い。献立 2 種の総重量に対する各料理の重量割合を算出したところ、モデル献立では、ごはん 28%、鶏つくね 14%、焼きししとう 1%、きんぴらごぼう 7%、白和え 20%、味噌汁 30% であり、抗酸化能の低い献立では、ごはん 32%、鶏つくね 15%、焼きししとう 1%、きんぴらごぼう 8%、おひたし 14%、味噌汁 30% であった。よって、料理間の抗酸化能の高低の差が大であったきんぴらごぼうの献立内の重量比は小さく、また味噌汁のほとんどは水分であり具材の重量比は小さい。献立の重量比の大である料理で抗酸化能を高める食材や調理法を選択することで、より抗酸化能の高い理想的な献立が提案できることも示唆

された。

以上、[主菜] の鶏つくねでは各種加熱調理法を、[副菜] のきんぴらごぼうでは食材の下の処理のアク抜き条件を、[汁物] の味噌汁ではだし汁と具材の組み合わせを、それぞれ変化させて抗酸化能を高める料理としての最適条件を検討した。その結果、鶏つくねでは電子レンジ加熱法が、きんぴらごぼうでは水浸漬なしのゴボウを用いる方法が、味噌汁では鰹一番だしと赤味噌の「基準味噌汁」に抗酸化能の高いナスを添加する方法が、それぞれ抗酸化能を高める料理と決定した。それらに[主食]の玄米飯と[副々菜]のホウレンソウの白和えを組み合わせた 1 汁 3 菜のモデル献立にすると、他の組み合わせ献立に比べ抗酸化能が有意に高くなった。以上より、抗酸化能の高い料理を工夫し組み合わせることで、酸化ストレスに対応する理想的な和食献立として提案できることが明らかとなった。

4. 要約

抗酸化能の高い献立を作成提案することを目的とし、調理法ならびに食品選択を変えた料理を作り、料理毎および献立単位でのペルオキシラジカル捕捉活性を測定し、抗酸化能の評価を行った。得られた知見を以下にまとめた。

- (1) [主菜] の鶏つくねでは短時間加熱である電子レンジ加熱にすると、生試料よりは抗酸化能は低下するが、他の加熱調理操作に比べ最も高い抗酸化能を示した。
- (2) [副菜] のきんぴらごぼうでは水浸漬なしのゴボウを用いることで抗酸化能が最も高くなった。
- (3) [汁物] の味噌汁では鰹一番だしと赤味噌の組み合わせにナスを添加する方法が抗酸化能を高くした。
- (4) 食材や調理操作を工夫し抗酸化能を高くした料理を組み合わせた食事は、酸化ストレスに対応する理想的な和食献立として提案できることが示唆された。

本研究を遂行に際し協力いただいた、東京家政大学平成22年度卒論生の木村彩さん、黒瀬麻美さん、山田みなみさん、同じく金沢学院短期大学の専攻科学生の高橋薫さん、小泉舞依さんに深甚の謝意を表します。

引用文献

- 1) 吉川敏一、河野雅弘、野原一子 (2000)、活性酸素・フリーラジカルのすべてー健康から環境汚染までー、丸善株式会社、pp. 39-76
- 2) 食品と開発 (1999)、第7の栄養“ポリフェノール”植物ポリフェノールの機能性・開発動向を探る、食品と開発、34、21-29
- 3) 渡辺純 (2010)、食品の抗酸化機能の評価法食品の抗酸化能の統一的評価法の確立を目指して、食品工業、53、63-68
- 4) 金谷節子、山かおり、石野智子、橋爪さな枝、三浦綾子、古橋啓子、越智宏倫 (2002)、デザインした高ORAC食によるDNA損傷酸化ストレスマーカー尿8-OHdGの減少、第56回日本栄養・食糧学会総会講演要旨集、56、p. 187
- 5) 小出あつみ、山内知子、大羽和子 (2007)、鶏肉貯蔵・加熱調理に伴うヒスチジン含有ジペプチド (アンセリン・カルノシン) およびDPPHラジカル捕捉活性の変化、日本調理科学会誌、40、397-404
- 6) 河村フジ子 (2007)、系統的調理学ー食事計画から食卓までー、家政教育社、p.29
- 7) Harada,K., Ando,M.,Kitao,S., Sakamoto,Y., Kobayashi,M. and Tamura,Y. (2002), Measurement of antioxidative capacity of fish sauce using chemiluminescence method. *Fish Sci.*,68 (Suppl. 2),1437-1440
- 8) Harada,K., Okano,C.,Kadoguchi,H., Okubo,Y., Ando,M.,Kitao,S. and Tamura,Y. (2003), Peroxyl radical scavenging capability of fish sauces measured by the chemiluminescence method. *Int.J.Mol.Med.*,12,621-625
- 9) Nagatsuka,N.,Sato,K.,Harada,K., and Nagao,K. (2007),Radical scavenging activity of 'Nikogori' gelatin gel food made from head, bone, skin, tail and scales of fishes measured using the chemiluminescence method.,*Int. J. Mol. Med.*,20,843-847
- 10) Awatsuhara, R.,Harada,K.,Maeda,T.,Nomura,T.,and Nagao,K. (2010),Antioxidative activity of the buckwheat polyphenol rutin in combination with ovalbumin,*Mol. Med. Rep.*,3,121-125
- 11) 西村敏英 (2008)、食肉・食肉製品のもつ生体調節機能、日本調理科学会誌、41、221-226
- 12) 田名部祥子、今井悦子 (2007)、新版食材をいかす調理学ー機能性をさぐるー、アイ・ケイコーポレーション、p.79
- 13) 山崎清子、島田キミエ、渋川祥子、下村道子 (2003)、新版調理と理論、株式会社同文書院、p.425
- 14) 有田政信、石井裕子、宇高京子、小川嘉、北村陽子、松本憲一、渡辺雄二、中島久男、石渡健一 (1999)、レクチャー食品学各論第2版、建帛社、p.49
- 15) 寺尾純二 (2001)、食品大百科事典、朝倉書店、pp.479-482
- 16) 山本 泰、田中秀夫 (2009)、味噌・醤油入門 (改訂4版)、日本食糧新聞社、p.76
- 17) 平野雅章 (1985)、料理つう百科第8巻 味噌醤油、東京書房社、pp.72-84
- 18) 鈴木敏博、本杉正義 (1996)、かつお節香氣成分ならびに付着フェノール類による抗酸化力の焙乾工程中の変化、日本食品科学会誌、43、29-35
- 19) 山田 潤、赤堀雄介、松田秀喜 (2009)、鰹だしのPorapak Q非吸着画分中の抗酸化活性成分の同定、日本食品科学工学会誌、56、223-228
- 20) 山田 潤、五十嵐圭里、松田秀喜 (2008)、荒節だしと枯節だしのラジカル消去活性に関する検証、日本調理科学会誌、41、134-137
- 21) 山田 潤、赤堀雄介、松田秀喜、長谷川喜

- 朗、前田俊道、原田和樹（2010）、鰹だしの活性酸素に関する研究、日本調理科学会誌、43、24-30
- 22) 山田 潤、赤堀雄介、松田秀喜、長谷川喜朗、前田俊道、原田和樹（2010）、鰹だし及び各種だしにおける DPPH ラジカル消去活性と ORAC 値の相関性の検討、日本調理科学会誌、43、201-205
- 23) 亀形恵美、中津川研一（2009）、味噌の種類による抗酸化性の比較、学苑・生活科学紀要、No.830、27-29
- 24) 青柳康夫、伊藤輝子、小泉典子、田所忠弘、土居幸雄、丸井正樹（2005）、食品学 I [第 2 版]、建帛社、p.168
- 25) 初谷誠一（2005）、インフォメディア・シリーズ No.29 食品の機能性分析－野菜・果実・きのこの成分と生理機能研究の現状－、流通システム研究センター、pp. 94-96