

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 23 日現在

機関番号：34431

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300272

研究課題名(和文) エコロジー調理は食品の機能性と嗜好性にどのような影響を与えるのか？

研究課題名(英文) How does ecological cooking affect food functionality and palatability ?

研究代表者

的場 輝佳 (Matoba, Teruyoshi)

関西福祉科学大学・健康福祉学部・客員教授

研究者番号：10027196

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,300,000円、(間接経費) 4,290,000円

研究成果の概要(和文)：環境に優しい食生活を実現するため、機能性および嗜好性を維持できる、正しい「エコロジー調理」を提言することを目的として研究を遂行した。水系において、加熱調理が機能性および嗜好性に与える影響について検討するため、物性を同じ状態にした調理品を試作し、調理法の違いによるCO2排出量を算出するとともに、調理操作の違いによる機能性の差異を解析した。電子レンジを用いた場合、ガスコンロを用いた場合よりもCO2排出量が少なくなる傾向が見られ、さらに蒸らし操作を加えるとより効果的であることが認められた。調味料を加えた調理では、食塩や醤油を加えた調理で、電子レンジの使用がCO2排出量を増大させる傾向にあった。

研究成果の概要(英文)：This research was accomplished to propose the right "ecology cooking" that can maintain functionality and palatability in order to realize the eco-friendly eating habits. Foods were cooked to get the similar hardness by several cooking procedures. CO2 discharge was calculated for each procedure, and the functionality and palatability of cooked foods were determined. Microwave oven cooking tended to decrease CO2 discharge compared to gas. However, microwave cooking with salt or soy sauce tended to increase CO2 discharges compared to other seasonings.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：食生活学

キーワード：調理と機能性成分 食品物性 エネルギー 調味料 加熱調理

1. 研究開始当初の背景

環境問題に対する意識の高まる中、生活者の立場から環境に優しい食生活を目指す動きが盛んになっている。一言で環境と言っても、自然環境、地球環境、生活環境などさまざまな環境が考えられるが、環境に優しい食生活の場合、「消費エネルギーの削減」や「廃棄物の削減」が主であると考えられる。

広義の調理には、食材の購入から片付けまでが含まれる。各段階で、環境問題を考慮した場合、購入段階では、地元の食材を購入する「地産地消」(輸送エネルギーの削減)、旬の食材を購入する(生産エネルギーの削減)、不必要な食材を購入しない(廃棄物の削減)など、保存段階では、早めに消費する(冷蔵・冷凍に要するエネルギーの削減、廃棄物の削減)、調理段階では、加熱時間の短縮(熱エネルギーの削減)や廃棄物の削減、食事段階では食べ残しの削減(廃棄物の削減)、後片付け段階ではゴミの分別(廃棄物の削減、水質汚濁の低減)などを実行することが望ましいと考えられる。また、一般には加工食品の利用は環境に負荷を与えると考えられがちであるが、実際には逆で、食品の加工に要するエネルギーは調理に要するエネルギーよりも小さく、また、生産・流通・調理の段階で廃棄されてしまうような食材も有効に活用することができることが多い。

このように、環境に優しい食生活を実現するために、様々な工夫が可能である。しかし、そのためにかかるコスト(経済的コストや時間的コスト)が過大であれば、日常生活で実行することが困難である。また、食品の重要な機能である「栄養性」「嗜好性」「機能性」が損なわれるようでは意味がない。

調理の面から、環境に優しい食生活を提唱している活動として、例えば「エコ・クッキング」がある。エコ・クッキングは東京ガス(株)が提唱し、登録商標としているもので、「環境のことを考えて、買い物、料理、片付けをすること」と定義している。本研究では、特定のエネルギー源にこだわらず、また、商標法への抵触を避けるため、環境に優しい調理として、「エコロジー調理」という用語を用いることとする。

研究代表者(的場)は科学研究費補助金・萌芽研究「旬の朝採り野菜は健康増進に良いのか？」で野菜類に含まれる機能性成分の季節変動および日周変動を明らかにしたほか、基盤研究B「食べ合わせを考慮した機能性献立の設計」で「機能性献立」を設計している。一方、研究分担者(高村)は、奈良県地域結集型研究開発プログラム「古都奈良の世紀植物機能活用技術の開発」で大和野菜の機能性について研究を行っているほか、基盤研究C「魚の嗜好性と機能性を高める調理法の開発」で魚の嗜好性と機能性を高める調理法について研究を遂行している。このほか、研究代表者(的場)および研究分担者(高村・北

尾・安藤)は、食品の機能性および嗜好性に関する多くの研究を行っている。本研究では、これらの経験を踏まえ、エコロジー調理が食品の機能性と嗜好性に与える影響について解明することとした。

エコロジー調理に関する研究は、近年、盛んに行われつつある。しかし、そのほとんどはエコロジーを実現すること、すなわち、調理に要するエネルギーを削減すること自体を目的としたものである。また、研究対象としている食材も限られている。これに対し、本研究は、広い範囲の食素材についてエコロジー調理を行い、嗜好性のみならず機能性についても解析し、その有効性を明らかにする点が特徴である。

本研究の遂行により、漠然としたイメージとして「環境に優しい」程度に考えられているエコロジー調理について、エネルギー消費や廃棄量の削減のみならず、機能性および嗜好性の面からも根拠を与えることができる。また、無意味なエコロジー調理を廃することもできる。その結果、正しい「エコロジー調理」が広まることで、消費エネルギーの削減や食品廃棄物の削減による環境問題の改善と機能性を保った食事の摂取による健康の維持・増進が期待でき、環境・健康の両面から社会に大きく貢献すると考えられる。

2. 研究の目的

環境に優しい食生活を実践する上では、広義の調理、すなわち購入から後片付けまでについて考慮しなくてはならない。研究代表者および研究分担者は、これまで狭義の「調理」を中心に研究を行っているが、「購入」(地産地消・旬など)、「保存」(冷蔵・冷凍)、「食事」(食育)についても研究を行っている。しかし、これらすべてを期間中に研究することは時間的に不可能である。そこで、本研究では、「エコロジー調理」について、狭義の調理における「調理に使用するエネルギーの削減(省エネルギー調理)」に焦点を絞り、それらが機能性および嗜好性に与える影響を解析し、機能性および嗜好性を維持できる、正しい「エコロジー調理」を提言することを目的として研究を遂行した。

3. 研究の方法

(1) 調味料を用いない湿式加熱調理における調理操作が消費エネルギー量、CO₂排出量、および機能性に及ぼす影響

水を用いる調理が機能性および嗜好性に与える影響について検討するため、物性を同じ状態にした水煮調理品を試作し、調理法の違いによる消費エネルギー量を算出するとともに、調理操作の違いによる機能性の差異を解析した。試料として、ジャガイモ(メークイン)、ダイコン(青首)を用い、調味料

を用いない湿式加熱である「ゆでる」、「蒸す」操作を選定し、ガスコンロ及び電子レンジを用い、調理器具と蒸らし操作の有無を組み合わせた8種類の調理法について比較した。

使用熱源	調理器具	調理法	水使用量 (試料重量比)
ガス	15 cm鍋	煮	4倍
	圧力鍋	煮	8倍
	圧力鍋	蒸し	4倍
電子レンジ (500w)	15cm 鍋	煮+蒸らし	4倍
	スチームバッグ	煮	4倍
	スチームバッグ	煮	2倍
電子レンジ (500w) +ガス	スチームバッグ	煮+蒸らし	4倍
	電子レンジ	蒸し	4倍
電子レンジ +ガス	電子レンジ	蒸し+ガス	4倍

いずれも 3cm 角の試料を調製し、試料 4 個を 1 組として調理を行った。アルミ鍋水煮における破断応力値を基準とし、他の調理法における調理時間を決定した。物性をクリープメーターにて測定し、消費ガス量・電力量から、CO₂ 排出量及び消費一次エネルギー量を算出するとともに、抗酸化性、アスコルビン酸量、ダイコンのみグルコシノレート量をそれぞれ測定し、比較・検討した。

(2) 調味料を用いた湿式加熱調理における調理操作が消費エネルギー量、CO₂ 排出量、機能性に及ぼす影響

調味料を用いる調理が機能性および嗜好性に与える影響について検討するため、物性を同じ状態にした調理品を試作し、調理法の違いによる消費エネルギー量を算出するとともに、調理操作の違いによる機能性の差異を解析した。試料として、ジャガイモ(メークイン)を用い、調味料として食塩、ショ糖、醤油、みりんを用いた湿式調理である「煮る」操作を選定し、ガスコンロおよび電子レンジを用い、調理器具と蒸らし操作の有無を組み合わせた8種類(醤油、みりんについては圧力釜を除いた5種類)の調理法について比較した。

使用熱源	調理器具	調理法	水使用量 (試料重量比)
ガス	15 cm鍋	煮	4倍
	圧力鍋	煮	8倍
	15cm 鍋	煮+蒸らし	4倍
電子レンジ (500w)	スチームバッグ	煮	4倍
	レンジ圧力鍋	煮	4倍
	レンジ圧力鍋	煮	8倍
電子レンジ (500w) +ガス	スチームバッグ	煮+蒸らし	4倍
	電子レンジ	蒸し	4倍
電子レンジ +ガス	電子レンジ	蒸し+ガス	4倍

3cm 角の試料を調製し、試料 4 個を 1 組として調理を行った。アルミ鍋水煮における破断応力値を基準とし、他の調理法における調理時間を決定した。物性をクリープメーターにて測定し、消費ガス量・電力量から、二酸化炭素排出量及び消費一次エネルギー量を算出するとともに、抗酸化性、アスコルビン酸量をそれぞれ測定し、比較・検討した。

4. 研究成果

(1) 調味料を用いない湿式加熱調理における調理操作が消費エネルギー量、CO₂ 排出量、および機能性に及ぼす影響

ジャガイモ、ダイコン共に、8 種類の調理法で破断応力がほぼ同様の試料を得た。同程度の破断応力、すなわち同程度の煮え具合を得るために必要な消費一次エネルギー量および CO₂ 排出量は、電子レンジを用いた場合、ガスコンロを用いた場合よりも少なくなる傾向が見られ、さらに蒸らし操作を加えるとより効果的であることが認められた。

種々の調理法の違いによる消費エネルギー量および CO₂ 排出量

使用熱源	器具	ジャガイモ		ダイコン	
		エネルギー (MJ)	CO ₂ (g)	エネルギー (MJ)	CO ₂ (g)
ガス		0.97	49.5	0.92	46.6
		1.36	69.0	1.18	59.8
		1.14	58.2	0.91	46.5
電子レンジ (500w)		0.77	38.9	0.83	42.3
		0.52	40.5	0.45	34.8
		0.48	37.8	0.28	21.6
電子レンジ +ガス		0.42	33.0	0.37	28.5
		0.70	39.1	0.82	44.0

ジャガイモ調理における CO₂ 排出量および可食部に残存する抗酸化活性およびアスコルビン酸量から見た各調理法の評価

使用熱源	器具	標準調理に対する比較		
		CO ₂ 排出	抗酸化	AsA
ガス		x	-	x
		x	-	-
電子レンジ (500w)		-	-	-
		-	-	-
電子レンジ +ガス		-	-	-
		-	-	-

: CO₂ 排出量減少、抗酸化・AsA 残存率上昇、x : CO₂ 排出量増加、抗酸化・AsA 残存率低下

しかし、蒸らし操作は調理時間の増加により、機能性成分の可食部から煮汁への溶出が増加することから、煮汁ごと摂取する調理に用いることが有効と考えられる。また、調理に用いる水を削減しても機能性への影響は小さかったことから、適量の水を用いること

が機能性を可食部に保持したまま CO₂ 排出量を削減することにつながると考えられる。

ダイコン調理における CO₂ 排出量および可食部に残存する抗酸化活性およびアスコルビン酸量から見た各調理法の評価

使用熱源	器具	CO ₂ 排出	標準調理に対する比較		
			抗酸化	AsA	グルコシノレート
ガス		x			
		-			
		-	-	x	
電子レンジ (500w)					-
電子レンジ +ガス					

: CO₂ 排出量減少、抗酸化・AsA・グルコシノレート残存率上昇、x : CO₂ 排出量増加、抗酸化・AsA・グルコシノレート残存率低下

(2) 調味料を用いた湿式加熱調理における調理操作が消費エネルギー量、CO₂ 排出量および機能性に及ぼす影響

8 種類の調理法で破断応力がほぼ同様の試料を得た。同程度の破断応力、すなわち同程度の煮え具合を得るために必要な消費一次エネルギー量および CO₂ 排出量は、食塩や醤油を用いた場合、電子レンジを用いた調理で増加する傾向にあった。また、蒸らし操作や電子レンジ予備加熱は CO₂ 排出量の削減に効果的であった。

ジャガイモ調理における各調理法の CO₂ 排出量(g)と食塩の影響

使用熱源	器具	食塩濃度		
		0%	2%	4%
ガス		43.7	44.0	45.6
		70.5	68.5	68.7
		37.1	40.0	35.8
電子レンジ (500w)		53.6	102.3	109.3
		45.9	65.1	69.9
		77.9	104.6	106.0
電子レンジ +ガス		45.8	85.6	97.5
		42.9	41.1	42.2

ジャガイモ調理における各調理法の CO₂ 排出量(g)とシヨ糖の影響

使用熱源	器具	シヨ糖濃度		
		0%	4%	8%
ガス		43.7	45.7	45.3
		70.5	69.3	65.4
		37.1	39.2	37.3
電子レンジ (500w)		53.6	45.9	45.9
		45.9	51.2	45.7
		77.9	83.1	77.0
電子レンジ +ガス		45.8	47.0	39.1
		42.9	43.8	40.3

ジャガイモ調理における各調理法の CO₂ 排出量(g)と醤油の影響

使用熱源	器具	醤油濃度		
		0%	10%	20%
ガス		58.3	55.1	58.9
		46.3	46.0	47.7
電子レンジ (500w)		65.8	110.0	117.6
		52.1	84.2	103.8
電子レンジ +ガス		49.7	52.6	52.5

ジャガイモ調理における各調理法の CO₂ 排出量(g)とみりんの影響

使用熱源	器具	みりん濃度		
		0%	20%	40%
ガス		58.3	57.0	57.9
		46.3	51.5	49.4
電子レンジ (500w)		65.8	68.3	66.8
		52.1	50.9	51.9
電子レンジ +ガス		49.7	50.2	50.4

抗酸化活性およびアスコルビン酸は、食塩を添加した場合、圧力鍋を用いた調理、電子レンジを併用した調理で残存率が増加する傾向にあり、二酸化炭素排出量を考慮すると、電子レンジを併用した調理が望ましいと考えられる。シヨ糖を添加した場合、アスコルビン酸の残存率が低下する傾向にあったが、電子レンジ内でスチームバッグを用いて加熱した後、蒸らす調理が望ましいと考えられる。醤油添加の場合、10%では抗酸化活性が減少し、アスコルビン酸も減少する傾向にあったが、20%ではおおむね増加する傾向にあった。みりん添加では、電子レンジとガスの組合せで減少する傾向にあったが、他の調理法では、40%添加時のアスコルビン酸を除き、溶出が抑えられた。

ジャガイモ調理における可食部に残存する抗酸化活性およびアスコルビン酸量から見た各調理法の評価と食塩の影響

使用熱源	器具	食塩 2%		食塩 4%	
		抗酸化	AsA	抗酸化	AsA
ガス					
		x			
電子レンジ (500w)					
		x			
電子レンジ +ガス					

: 残存率上昇、 : 残存率やや低下、 x : 残存率低下

ジャガイモ調理における可食部に残存する抗酸化活性およびアスコルビン酸量から見た各調理法の評価とシヨ糖の影響

使用熱源	器具	シヨ糖 4%		シヨ糖 8%	
		抗酸化	AsA	抗酸化	AsA
ガス					
					x
電子レンジ (500w)			x		
電子レンジ +ガス					

: 残存率上昇、 : 残存率やや低下、 x : 残存率低下

ジャガイモ調理における可食部に残存する抗酸化活性およびアスコルビン酸量から見た各調理法の評価と醤油の影響

使用熱源	器具	醤油 10%		醤油 20%	
		抗酸化	AsA	抗酸化	AsA
ガス					
		x		x	
電子レンジ (500w)		x			
		x			
電子レンジ +ガス		x			

: 残存率上昇、 : 残存率やや低下、 x : 残存率低下

ジャガイモ調理における可食部に残存する抗酸化活性およびアスコルビン酸量から見た各調理法の評価とみりんの影響

使用熱源	器具	みりん 20%		みりん 40%	
		抗酸化	AsA	抗酸化	AsA
ガス					
電子レンジ (500w)					
電子レンジ +ガス		x			x

: 残存率上昇、 : 残存率やや低下、 x : 残存率低下

以上の結果を総合すると、食塩やシヨ糖を用いた調理では、電子レンジとガスを組み合わせた調理が、CO₂排出量および機能性保持の観点から望ましいと考えられる。醤油やみりんを用いた調理では、濃度によっても結果が異なり、両方の観点から好ましい調理をあげることが難しかった。

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9件)

(1) ○安藤真美、北尾悟、高村仁知、的場輝佳：エコロジー調理に適した調理法の検討～醤油またはみりんを用いた場合の消費一次エネルギー消費量および CO₂ 排出量～、日本

調理科学会平成 26 年度大会、2014 年 8 月 30 日、広島

(2) ○H. Takamura, K. Yagi, S. Kitao, M. Ando, T. Matoba: Effects of Seasoning During Ecological Cooking on Food Functionality, 2014 Annual Meeting of Institute of Food Technologists (IFT14), 2014 年 6 月 24 日、New Orleans, LA, USA

(3) ○高村仁知、八木京子、安藤真美、北尾悟、的場輝佳：エコロジー調理に適した調理法の検討 - 調味料が機能性と CO₂ 排出量に及ぼす影響 -、日本家政学会第 66 回大会、2014 年 5 月 25 日、北九州

(4) ○八木京子、藪崎友歌、南風原千夏、安藤真美、北尾悟、的場輝佳、高村仁知：エコロジー調理に適した調理法の検討と調味料の影響、日本調理科学会近畿支部第 40 回研究発表会、2013 年 12 月 7 日、大阪

(5) ○H. TAKAMURA, M. UDAGAWA, A. FUKATSU, S. KITAO, M. ANDO, T. MATOBA: Effects of Ecological Cooking Procedures on Food Functionality, 2013 Annual Meeting of Institute of Food Technologists (IFT13), 2013 年 7 月 15 日、Chicago, IL, USA

(6) ○安藤真美、松本真由子、長谷川朋子、北尾悟、高村仁知、的場輝佳：エコロジー調理に適した調理法の検討 - 調味料を用いた場合の消費一次エネルギー量および CO₂ 排出量 -、日本家政学会第 65 回大会、2013 年 5 月 19 日、東京

(7) ○高村仁知、八木京子、藪崎友歌、安藤真美、北尾悟、的場輝佳：エコロジー調理に適した調理法の検討 - 調味料を用いた場合に調理法が機能性に及ぼす影響、日本家政学会第 65 回大会、2013 年 5 月 18 日、東京

(8) ○高村仁知、宇田川みすず、深津歩美、北尾悟、安藤真美、的場輝佳：エコロジー調理に適した調理法の検討 (2) 調理操作の違いが機能性に及ぼす影響、日本調理科学会平成 24 年度大会、2012 年 8 月 25 日、秋田

(9) ○松本真由子、長谷川朋子、北尾悟、安藤真美、高村仁知、的場輝佳：エコロジー調理に適した調理法の検討 (1) 同一物性を得るために必要なエネルギー消費量の測定、日本調理科学会平成 24 年度大会、2012 年 8 月 25 日、秋田

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.food.nara-wu.ac.jp/foodcook/eco/>

6．研究組織

(1)研究代表者

的場 輝佳 (MATOBA TERUYOSHI)

関西福祉科学大学・健康福祉学部・客員教授

研究者番号：10027196

(2)研究分担者

北尾 悟 (KITAO SATOSHI)

大阪樟蔭女子大学・学芸学部・教授

研究者番号：40150081

安藤 真美 (ANDO MAMI)

大阪樟蔭女子大学・学芸学部・准教授

研究者番号：50234183

高村 仁知 (TAKAMURA HITOSHI)

奈良女子大学・研究院生活環境科学系・准教授

研究者番号：70202158