

持続可能な食生活を目指した 食教育プログラムの開発 (第1報)

献立におけるライフサイクルエネルギーの算出

津田 淑江, 井元 りえ*, 木下 枝穂, 大家 千恵子**

(共立女子短期大学, * 福岡工業大学社会環境学部, ** 奈良教育大学教育学部)

原稿受付平成 17 年 1 月 15 日; 原稿受理平成 17 年 5 月 10 日

A Dietary Education Plan for Sustainable Society (I)

Analysis of Life Cycle Energy for an Ordinary Menu

Toshie TSUDA, Rie IMOTO,* Shiho KINOSHITA and Chieko OHYA**

Kyoritsu Women's Junior College, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8437

** Faculty of Social and Environmental Studies, Fukuoka Institute of Technology, Fukuoka 811-0295*

*** Faculty of Education, Nara University of Education, Nara 630-8528*

The purpose of this study is to develop an educational program for sustainable dietary life. To construct a basic concept of the program, the authors calculated the life cycle energy for an ordinary menu, which is the sum of energy required for producing, transporting, cooking and disposing of food. First, data available at the Japan Resources Institute were collected. Then, the authors worked out the amount of gas and electricity needed for cooking food. The main findings are as follows: 1. The life cycle energy was far greater than food intake energy. 2. The energy required for producing of food in-season was less than that for producing food out of season. 3. The energy spent for transporting food from the distance including importing food was naturally greater than that for transporting from local production centers. 4. The energy for cooking varied with different ways of cooking. 5. The amount of waste was decreased by devising ways of cooking. 6. Choosing food in-season, local production for local consumption, and appropriate ways of cooking can lead to sustainable dietary life friendly to environment.

(Received January 10, 2005; Accepted in revised form May 10, 2005)

Keywords: environmental impact 環境負荷, sustainable society 持続可能な社会, life cycle energy ライフサイクルエネルギー, in-season 旬, dietary education 食教育.

1. 緒 言

現代の日本の食生活は物質的に豊かになり、飽食の時代といわれている。しかし、その実態は食料自給率が約 40% (供給熱量換算) であり、世界の先進国に比べ低い水準となっている。また、日本における燃料エネルギー利用の中で、国内で消費した食料品の生産・加工・流通・消費・廃棄物処理に利用したエネルギーの比率は約 15% という推計が示されている¹⁾。このように日本の食生活は世界の多くの資源とエネルギーを消費することによって成り立っている。

ところが、高月によれば、国民一人一日当たりの食料供給量 (2,642 kcal) に対して、国民栄養調査結果

より算出の食料摂取量 (1,948 kcal) を引いた 694 kcal は捨てられている計算になる (2000 年現在、熱量換算) という²⁾。また同氏は、一般家庭の台所ゴミに占める残飯 (食べ残し) の割合は 2002 年に 38.8% であり、そのうちの約 30% は手つかず食品であったと指摘している³⁾。一方、自己申告による調査で明らかになった食品の廃棄と食べ残しの割合を示す「食品ロス率」は、2002 年の全世帯平均が 5.6% となっている⁴⁾。これらから、大量の資源とエネルギーを利用して生産、輸送あるいは輸入した食品の多くを捨ててしまっているにもかかわらず、それを国民が意識していないことが問題であると言える。

これまでの食教育において「旬産旬消」「地産地消」は栄養価の面や生産者の顔が見えることによる安全性などの面で取り上げられてきた。しかし、そのことが資源やエネルギーの無駄遣いや、環境保全の観点で意義があるということは教育されてはこなかった。そのため、旬産旬消や地産地消を数値化することによって食教育プログラムに組み込むことが環境教育として意義深いと考える。

持続可能な食生活を構築するには、食材が生産され、輸送、調理、廃棄されるまでのすべての過程における環境負荷を考えることが必要である。これは、LCA（ライフサイクルアセスメント）の概念に基づいている。LCAとは、原材料の取得から、製造段階、流通段階、消費、廃棄のあらゆる段階における環境への負荷を総合的に推定する方法である。製品の生涯にわたって評価するので、ライフサイクル評価と呼ばれる。このLCA概念に基づき生産から廃棄までに使われた資源とエネルギーの量をエネルギー量に換算して計算するのが、ライフサイクルエネルギー量であり、その量が少ないほど環境への負荷が少ないことになる⁵⁾。

これまで食生活に関する授業実践として、生産エネルギーと輸送エネルギーについて教材としてとりあげて高等学校において2度にわたって実践を行った研究がある。その結果、食品の生産および輸送エネルギーを数字として捉えることによって旬でない食品や輸入食品には多くのエネルギーが使われていることを生徒が認識したことが示された^{6)~8)}。しかし、調理エネルギーや廃棄エネルギーを含めて食材のライフサイクルエネルギー全体を切り口として授業実践をした例はこれまでにない。

そこで、本研究においては、食材の生産・流通・消費・廃棄に至るすべての過程の資源とエネルギーの消費をエネルギーに換算したライフサイクルエネルギーに着目し、有限の資源とエネルギーを採取・廃棄し続ける食生活から、持続可能な社会システムに転換し、環境保全型の食生活に構築し直すための食教育プログラムを開発することを目的とした。

2. 研究方法

本研究では、食生活の概念と食教育プログラムの枠組みを整理した上で、日常的な献立を作成し、調理し、その時の食材のライフサイクルエネルギー、すなわち a) 生産エネルギー、b) 輸送エネルギー、c) 調理エネルギー、d) 廃棄エネルギーのすべてを算出し、そ

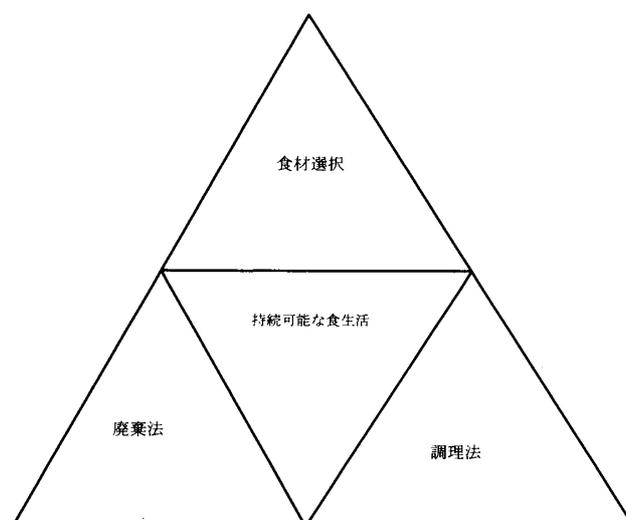


図1. 持続可能な食生活の概念図

の環境負荷について分析・検討する方法を用いた。

3. 結果および考察

(1) 研究の枠組み

持続可能な食生活の概念図（図1）に示したように、消費者が持続可能な食生活を実践するためには、食材選択、調理法、廃棄法の3つの側面で最も適切な意思決定をする必要がある。

まず、食材選択に関しては、露地栽培か施設栽培かといった生産段階の状況に対する認識や、長距離輸送や輸入などの食材の輸送過程に対する認識に基づく意思決定が必要とされる。なお、食材選択の際には、包装材の環境負荷も無視できないが、本研究では食材自体に絞って分析した。また、調理法に関しては、どのように電気やガスを使うのかという意思決定が必要とされる。さらに、廃棄法に関しては、食品ゴミをどのように廃棄するのかという意思決定が必要とされる。

(2) 食教育プログラムの枠組み

このプログラムは、小・中学校の家庭科教育を経て、栄養を考慮した献立作りができる高校生以上一般向けに開発した。持続可能な食教育プログラムのフローチャートを図2に示した。まず、受講者は現在の食生活について自己評価する。次に食材の生産・輸送エネルギーについて知っているかどうかを確認する。知らなかった場合は、データや計算演習を通じて、食材の生産・輸送エネルギーについて概念を学ぶ。さらに、食材の情報が記載されているラベルなどを用いて生産・輸送エネルギーを計算し、食材選択に生かすことができるかを確認する。次に献立を立て、必要な食材を用意す

持続可能な食生活を目指した食教育プログラムの開発 (第1報)

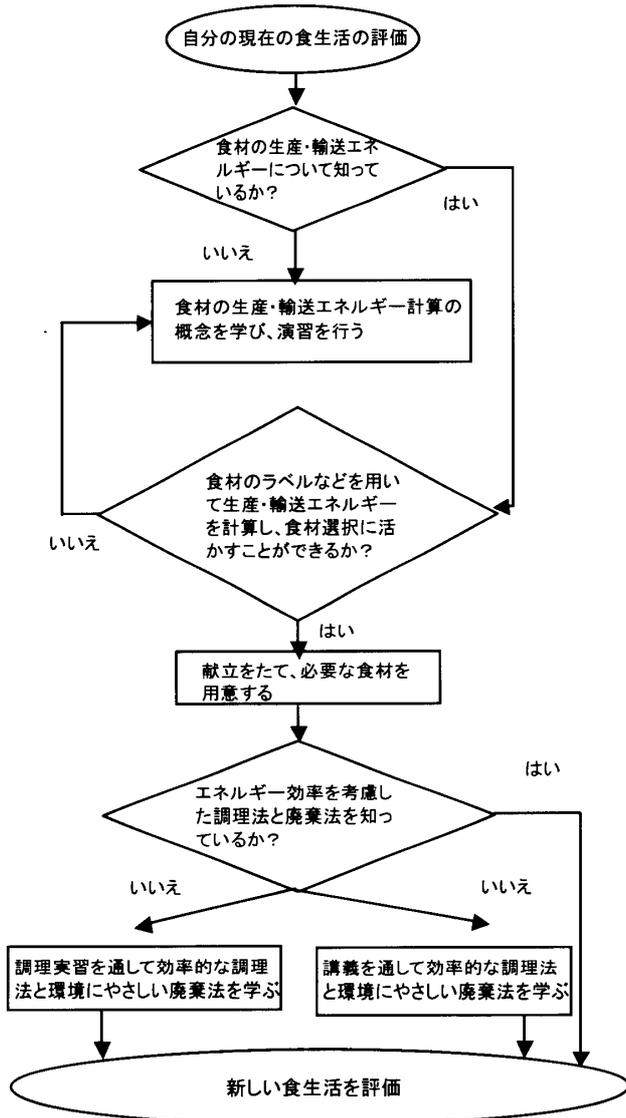


図2. 食教育プログラムのフローチャート

る。その調理に関して、エネルギー効率を考慮した調理法と廃棄法を知っているかを評価する。知らなかった場合は、調理実習を通して、あるいは講義を通して効率的な調理法と環境にやさしい廃棄法を学ぶ。そして最後に新しい食生活を評価する。

(3) 献立の作成

本研究の食教育プログラムは高等学校、大学、および一般で実施することを想定しているため、家庭科の教科書⁹⁾や調理実習において取り上げられる頻度が高く、また一般的に家庭で作られていることを考慮し献立を作成した。そこで中学校で取り上げられているハンバーグを中心とした洋食の献立を以下のように作成した。

主食：ご飯

主菜：ハンバーグ 付合せ—にんじんのグラッセ、いんげんのソテー

副菜：ポテトサラダ

(4) ライフサイクルエネルギーの算出

1) 生産エネルギー

生産エネルギーは、原単位 (kcal/kg) × 使用量 (kg) の式によって算出した。この原単位は、社団法人資源協会編『家庭生活のライフサイクルエネルギー』(1994)のデータ¹⁰⁾を用いた。この原単位の算出には、「産業連関表」「農・水産物生産費調査」「農村物価賃金統計」等が用いられている。この数値は、農産物の場合、生産するためのトラクター運転や温室暖房に使用される燃料などの直接エネルギー量と、トラクター、温室、肥料、農薬などの製造に使用される間接エネルギー量の両方の合計であり、その農産物の1kg当たりの生産エネルギー量をkcalで表している。農産物の場合、ハウスや温室などで用いられる光熱動力のエネルギー量が反映されている。

生産エネルギーの算出結果は、表1の通りである(表1. 生産エネルギー)。表の左から、料理名、材料、重量 (g/4人分)、生産エネルギー原単位 (夏) kcal/kg、生産エネルギー原単位 (冬) kcal/kgを示し、右端の二列は農産物が夏どりの場合と冬どりの場合の生産エネルギー量の算出結果を示している。4人分の材料は廃棄量を含んだ重量である。

この結果、にんじんのグラッセの場合、にんじんの旬である冬の生産エネルギー量 (115.0 kcal) は夏の生産エネルギー量 (271.0 kcal) よりも約40%少ない。従って、にんじんのグラッセを、夏に作った場合は519.8 kcal、冬に作った場合は363.8 kcalの生産エネルギーがかかっていることになる。

また、ハンバーグでみると、牛肉とバターを生産エネルギー原単位は、農産物よりもはるかに大きい。これは、飼料、敷料、光熱動力、獣医師料および医薬品、建物、農機具などを含んでいるからである。このことから、野菜などの農産物よりも肉類の方が多くの生産エネルギーを必要としており、野菜の生産よりも肉類を生産する場合は環境に大きな負荷を与えていることが明らかであった。

また、ポテトサラダの場合、夏が旬のプチトマトときゅうりについては夏と冬で大きな差がみられた。プチトマトの場合、冬の生産エネルギー量 (298.7 kcal) は夏の生産エネルギー量 (29.4 kcal) の約10倍であ

表1. 生産エネルギー

料理名	材料	重量 (g/4人分)	生産エネルギー		夏どり	冬どり
			原単位 (夏) kcal/kg	原単位 (冬) kcal/kg	kcal/4人分	kcal/4人分
ご飯	米	400	3,196		1,278.4	1,278.4
ハンバーグ	牛肉	320	10,710		3,427.2	左に同じ
	たまねぎ	128	326		41.7	〃
	バター	10	12,020		120.2	〃
	卵	40	2,826		113.0	〃
	油	12	12,020		144.2	〃
	合計				3,846.4	3,846.4
にんじんの グラッセ	にんじん	200	1,355	575	271.0	115.0
	バター	20	12,020		240.4	左に同じ
	砂糖	30	281		8.4	〃
合計				519.8	363.8	
いんげんのソテー	いんげん	280	1,176		329.3	左に同じ
	バター	20	12,020		240.4	〃
	合計				569.7	569.7
ポテトサラダ	じゃがいも	300	245		73.5	左に同じ
	マヨネーズ	40	12,020		480.8	〃
	レタス	10	1,015	1,090	10.2	10.9
	プチトマト	25	1,176	11,949	29.4	298.7
	きゅうり	100	996	5,054	99.6	505.4
	にんじん	35	1,355	575	47.4	20.1
合計				740.9	1,389.4	

(注) 1. 各料理に「塩」および「こしょう」を少々用いているが、それらに関するエネルギー原単位が掲載されていなかったため、ここでは省略した。2. 「油」と「マヨネーズ」の原単位が掲載されていなかったため、ここではバターの原単位を適用した。3. 原単位の出所：社団法人 資源協会編著：家庭生活のライフサイクルエネルギー、あんほるめ (1994)

り、またきゅうりの場合、冬の生産エネルギー量 (505.4 kcal) は夏の生産エネルギー量 (99.6 kcal) の約5倍であった。レタスでは夏 (10.2 kcal) と冬 (10.9 kcal) でわずかな差がみられる程度である。にんじんは夏の生産エネルギー量 (47.4 kcal) の方が冬の生産エネルギー量 (20.1 kcal) より多い。これらを合計すると、ポテトサラダを夏に作った場合は740.9 kcal、冬に作った場合は1,389.4 kcalの生産エネルギーがかかっていることになる。このことから旬の野菜を利用の方が生産エネルギーが少ないことがわかる。すなわち、旬の野菜を利用することは、余計な生産エネルギーを使うことなく、環境への負荷を軽減することになる。

2) 輸送エネルギー

輸送エネルギーと環境問題との関連を指摘する運動は、イギリスにおいて1994年にフードマイルズ運動という形で始まった。食料の輸送に伴う汚染を少なくして、なるべく身近なものを食べることにより、地域農業も支え、農村景観も維持していこうという運動である。身近な食材を利用する価値を計量化するこの試みは、日本にも紹介されつつある¹¹⁾¹²⁾。

本研究では、輸送エネルギーについて、今回の調理で用いた食材のパッケージに表示されていた産地から東京まで輸送する場合のエネルギーを以下の計算式によって算出した¹³⁾。また、比較対象として近県産 (20 km) の場合についても算出した。

輸送エネルギー (kcal) = 輸送エネルギー原単

持続可能な食生活を目指した食教育プログラムの開発 (第1報)

表2. 輸送エネルギー

料理名	材料	重量 (g/4人分)	産地	距離 (km)	輸送エネルギー (kcal/4人分)	料理ごとの輸送 エネルギー合計 (kcal/4人分)
ご飯	米	400	新潟	360	150.3	150.3
ハンバーグ	牛肉	320	米国・豪州平均		673.6	輸入肉の場合
	〃	320	秋田	650	217.1	677.8
	たまねぎ	128	淡路島	600	80.2	国産肉の場合
	〃	128	近県	20	2.7	221.3
	バター	10	北海道	40	0.4	(注) 近県産の
	卵	40	近県	20	0.8	たまねぎを用い
	油	12	近県	20	0.3	た場合
にんじんの グラッセ	にんじん	200	近県	20	4.2	
	バター	20	北海道	40	0.8	
	砂糖	30	近県	20	0.6	5.6
いんげんのソテー	いんげん	280	青森	730	213.4	青森産の場合
	〃	280	近県	20	5.8	214.2
	バター	20	北海道	40	0.8	近県産の場合
						6.6
ポテトサラダ	じゃがいも	300	北海道	1,140	357.0	
	〃	300	近県	20	6.3	じゃがいもが北
	マヨネーズ	40	近県	20	0.8	海道産の場合
	レタス	10	長野	230	2.4	363.5
	プチトマト	25	近県	20	0.5	近県産の場合
	きゅうり	100	近県	20	2.1	12.8
	にんじん	35	近県	20	0.7	

(注) 1. 国内産の食材の輸送エネルギーは、トラック輸送のエネルギー原単位 949(kcal/t·km)を用い、以下の式によって算出した。輸送エネルギー(kcal) = 輸送エネルギー原単位(kcal/t·km) × 距離(km) × 使用量(g) × 1.1 ÷ 1,000,000 [出所: ラブ・アース実行委員会: 地球にダイエツト・エコ・ダイエツト教え方・学び方ガイドブック, p. 3 (1998)]. 2. 外国産牛肉の輸送エネルギーは、アメリカとオーストラリアから輸入した場合の平均値, 2,105 kcal/kgを用いて以下の式によって算出した。輸送エネルギー(kcal) = 210.5 kcal × 使用量(g) [出所: (社)資源協会編『家庭生活のライフサイクルエネルギー』(1994)]. 3. 北海道産のバターについては、企業に輸送方法を問い合わせたところ、最寄り駅までトラックで運び、東京までコンテナによって鉄道で輸送されることがわかった。鉄道輸送の原単位は不明であるので、北海道の工場から駅までを 20 km, 東京の駅から小売店までを 20 km と仮定し、合計 40 km のトラックの輸送エネルギーのみを算出した。

位 (kcal/t·km) × 距離 (km) × 使用量 (g) × 1.1 ÷ 1,000,000

なお、輸送エネルギー原単位は、トラック輸送の場合 949 kcal である¹³⁾。1.1 はロス率である。

なお、外国産牛肉の輸送エネルギー量は、前述の社団法人資源協会編『家庭生活のライフサイクルエネルギー』(1994)においてアメリカとオーストラリアから輸入した場合の平均値が示されていたのでそのデータ (2,105 kcal/kg)¹⁴⁾を用いて以下の式で算出した。

輸送エネルギー (kcal) = 2,105 kcal × 使用量 (kg)

また、距離は地図帳によって調べた¹⁵⁾。その輸送エネルギーの算出結果は表2に示す通りである(表2. 輸送エネルギー)。

米は新潟産で輸送エネルギーは 150.3 kcal であった。ハンバーグについては、牛肉が輸入の場合は 673.6 kcal, 国産(秋田産)の場合は 217.1 kcal となり、輸入品は3倍以上の輸送エネルギーを使っていることがわかった。たまねぎは、淡路島産の場合が 80.2 kcal,

表3. 二酸化炭素(CO₂)排出量

(単位: g)

	使用量 (g)	外国産 (船)	国産 (トラック)	近県 (トラック)
ハンバーグ				
牛肉	320	201.8 (米国・豪州平均)	62.5 (秋田)	
たまねぎ	128		23.1 (淡路島)	0.8
にんじん	200			1.2
いんげん	280		61.4 (青森)	1.7
ポテトサラダ				
じゃがいも	300		102.8 (北海道)	1.8
にんじん	35			0.2
きゅうり	100			0.6
レタス	10		0.7 (長野)	
プチトマト	25		5.5 (青森)	0.2

近県産の場合が2.7 kcalであった。その他のバター、卵、油を加えたハンバーグ全体の輸送エネルギーを算出すると、近県産のたまねぎを用いた場合、輸入肉のハンバーグには677.8 kcalが、国産肉のハンバーグには221.3 kcalが費やされていることになる。

にんじんのグラッセの輸送エネルギーは5.6 kcalであった。いんげんのソテーについては、いんげんが青森産の場合213.4 kcal、近県産の場合6.6 kcalであった。ポテトサラダについては、じゃがいもが北海道産の場合363.5 kcal、近県産の場合が12.8 kcalであった。

以上のことから、輸入食材には多くの輸送エネルギーを要していることが明らかとなった。しかし国内でもトラックで遠距離を輸送する場合には多くの輸送エネルギーがかかっていることが明らかとなり、地産地消のメリットが確認できた。

この輸送によって排出される二酸化炭素の量をハンバーグとポテトサラダの食材に関して算出したものが表3である(表3. 二酸化炭素(CO₂)排出量)。算出方法は、環境省温室効果ガス排出量算定に関する検討結果(平14年8月)に基づく以下の計算式によった。

輸送中のCO₂排出量 (g) = 輸送エネルギー (kcal)

×二酸化炭素排出係数 (g CO₂/MJ) ÷ 239

CO₂排出係数は、船(重油使用): 71.6、トラック(ガソリン使用): 68.8を用いた。

牛肉の場合、米国・豪州では201.8 g、秋田では62.5 gのCO₂が排出されたことがわかる。

このように食品の輸送によって多くのCO₂が排出され環境負荷を与えていることが明らかとなり、地産地消の場合が最も輸送エネルギーが少なく、環境負荷が少ないことが示された。

3) 調理エネルギー

調理エネルギーは、献立を実際に調理して計測した。炊飯は「ナショナル IH式電気炊飯器(消費電力量213 Wh)」を用いた。ガスによる加熱調理に関しては、そのガス消費量を「シナガワ製、乾式ガスメータDC-2型」を用いて測定した。各調理に要したガス量を測定し、方法の違いによりガス消費量を算出した。測定値はリットルで表示されるが、生産・輸送エネルギーと単位を合わせるために、その値を以下の計算式によってkcalに換算した。

ガス調理エネルギー (kcal) = ガス消費量 (l) × 都市ガス発熱量 10 kcal/l

また、電子レンジは「ナショナル NE-1011型1,000 W」を用いた。1,000 Wの場合1時間当たり2,255

持続可能な食生活を目指した食教育プログラムの開発 (第1報)

kcal を消費するため、調理時間を乗じて電気消費量を算出した。生食調理においても食材を洗うための水を用いるが、今回は計測可能なガスと電気のエネルギー量のみを算出することとした。

調理エネルギーの算出結果を表4に示した(表4. 調理エネルギー)。なお、プレテストを行った結果再現性が認められたので測定は一回とした。

調理エネルギー(ガス・電気消費エネルギー)の算出の結果は以下のようであった。

① ご飯

ご飯は米400gに対し水600gを加え、電気炊飯器で調理した。炊飯時間は48分であった。消費電力量は213Wであったので、調理エネルギーは以下の式によって算出した。

$1 \text{ kcal} = 1.163 \text{ W}$ であるから $213 \div 1.163 = 183 \text{ kcal}$

② ハンバーグ

②-1 たまねぎを炒める

たまねぎを炒める調理について、「強火で炒める」、「中火で炒める」、「弱火で炒める」、「電子レンジ」を比較した。ガスの場合、「中火」のガス消費が2番目に少なく(152 kcal)、たまねぎの甘味(糖度)も比較的高く(15.0)、最も適切な調理法と考えられた。ガス消費量では強火が最も少なかった(135 kcal)が、糖度が低く(10.8)、水気が飛んでしまい、適切ではなかった。糖度は弱火が最も高い値を示した(21.0)が食感において水っぽさがあり、ガス消費量も最も高かった(189 kcal)。「電子レンジ」が最もエネルギー消費が少なかった(75 kcal)が、糖度は低かった(8.6)。エネルギー消費量と甘みの両面から評価するとガス中火による調理が最も適切であると考えられた。

②-2 ハンバーグを焼く

ハンバーグをフライパン内径24cmで「蓋あり」「蓋なし」で焼いた場合、「蓋あり」(122 kcal)、「蓋なし」(159 kcal)の結果であった。「蓋をする」方法の方がエネルギー消費量が少なかった。

③ にんじんのグラッセ

にんじんのグラッセを内径15cmの鍋で「蓋あり」と、「蓋なし」で作ったところ「蓋あり」(259 kcal)、「蓋なし」(348 kcal)の結果となり、同じ鍋でも「蓋あり」の方がエネルギー消費量が少なかった。

④ いんげんのソテー

いんげんを内径20cmの鍋で「蓋あり」と「蓋なし」、「電子レンジ」の方法で茹で加熱した場合は、

「蓋あり」(195 kcal)、「蓋なし」(202 kcal)、「電子レンジ」(81 kcal)となり、「電子レンジ」を使った場合が最もエネルギー消費が少なかった。ガスのみを使う場合、「蓋あり」の方がエネルギー消費が少なかった。なお、蓋は湯が沸騰するまでとした。茹でた後のソテー時の熱量(33 kcal)は同じとした。

⑤ ポテトサラダのじゃがいも

じゃがいもを以下の6種類の 방법으로調理した。鍋は、茹でる際には内径15cmの鍋を、蒸す際には内径24cmの角型鍋を用いた。調理法は、「丸ごと茹でる(蓋なし)」、「丸ごと茹でる(蓋あり)」、「丸ごと蒸す」、「皮をむいて四つ切にして茹でる(蓋あり)」、「皮をむいて四つ切にして茹でる(蓋なし)」、「電子レンジ」の6種類である。その結果、調理エネルギーの多い順から、「蒸す」(744 kcal) > 「丸ごと茹でる(蓋なし)」(739 kcal) > 「皮むき四つ切(蓋なし)」(403 kcal) > 「丸ごと茹でる(蓋あり)」(335 kcal) > 「皮むき四つ切茹でる(蓋あり)」(301 kcal) > 「電子レンジ」(94 kcal)となり、「電子レンジ」が最もエネルギー消費が少なかった。しかし電子レンジの場合、調理時間は食材の重量に大きく影響される。ガスのみ使う場合、「皮をむいて四つ切にして茹でる(蓋あり)」が最もエネルギー消費が少なかった。

このなかで主な3つの調理方法を比較したものが図3である(図3. 茹で調理におけるじゃがいもの内部温度変化)。皮むき四つ切の調理方法は最もエネルギー消費量が少なかったが、旨みが抜けてしまった。丸ごと茹でる(蓋あり)は、丸ごと茹でる(蓋なし)の半分以下のエネルギー消費量であることがわかった。蓋を適切に用いることによって、環境にやさしい調理ができることが示された。

4) 廃棄エネルギー

食品くずの廃棄に関わるエネルギーは、ゴミ1g当たりのライフサイクルエネルギー量0.337 kcalという資源協会によるデータ¹⁶⁾を基に算出し、表5に示すようになった。

廃棄されたものは、じゃがいもは丸ごと茹でてからむいた皮の部分、いんげんのすじ、きゅうりの両端部分、にんじんの両端部分、レタスの根元、プチトマトの葉、たまねぎの皮、卵の殻であった。にんじんは、グラッセを作る過程で残った部分を細かく刻んでポテトサラダに用いるなどエコクッキングに努めた。このように、なるべくゴミを出さないことがゴミ処理のエネルギーを減らすことにつながるという視点も食教育

表4. 調理エネルギー

(都市ガス)

料理名	食材	調理方法	水の量(l)	使用量(g)	出来上がり重量(g)	鍋直径(cm)	蓋	火加減	時間	内部温度(°C)	備考	ガス消費量(kcal)	糖度	
ハンバーグ	たまねぎ	強火で炒める	玉ねぎ微塵 バター	128/4人分 10	83.6	フライパン 24		強火 強火 強火	18秒 24秒 2分47秒	36.0 99.0	フライパンを温める バターを溶かす 炒める	135	10.8	
		中火で炒める			64.6			中火 中火 中火	23秒 37秒 9分	36.0	フライパンを温める バターを溶かす 炒める	152	15.0	
		弱火で炒める			46.4			弱火 弱火 弱火	70秒 40秒 36分	36.0	フライパンを温める バターを溶かす 炒める	189	21.0	
	ハンバーグ	蓋なしで焼く			100	77.2	フライパン 24	なし	強火 強火 強火 強火 弱火	18秒 42秒 1分 30秒 14分56秒	65.0	フライパンを温める 油を入れる 肉を入れる 裏返す 蓋をして焼く	159	
		蓋ありで焼く			100	81.4	フライパン 24	あり	強火 強火 強火 強火 弱火	18秒 42秒 1分 30秒 5分28秒	65.0	フライパンを温める 油を入れる 肉を入れる 裏返す 蓋をして焼く	122	
	にんじんのグラッセ	にんじん	グラッセ		0.16	160		15	なし	強火 中火	2分50秒 17分10秒	沸騰まで 体積14.42cm ³ (直径3.5cm 厚さ1.5cm)3個 1人404人分作る	348	
グラッセ				0.1	160		15	あり	強火 中火 中火	2分30秒 13分30秒 30秒		沸騰まで アルミの落し蓋 蓋を取る	259	
いんげんのソテー	いんげん	蓋ありで茹でる		0.5	120		20	あり	強火 強火	3分6秒 2分	沸騰まで いんげんを入れて茹でる	195		
		茹でた後炒める				フライパン 24		強火 中火 中火	18秒 24秒 1分		フライパンを温める バターを溶かす 炒める	33		
		蓋なしで茹でる		0.5	120		20	なし	強火 強火	3分18秒 2分		沸騰まで いんげんを入れて茹でる	202	
		茹でた後炒める				フライパン 24		強火 中火 中火	18秒 24秒 1分		フライパンを温める バターを溶かす 炒める	33		
											合計	228		
												合計	235	
ポテトサラダ	じゃがいも	丸ごと茹でる		1	116		15	あり	強火 弱火 弱火	6分10秒 12分3秒 10分	沸騰まで 90.0 98.1	335		
		丸ごと茹でる		1	113		15	なし	強火 中火 中火	6分12秒 25分32秒 10分	22.9 90.0 92.5	沸騰まで	739	
		丸ごと蒸す		1.6	148		角型 24	あり	強火 中火弱	6分45秒 35分			744	
		皮むき四つ切で茹でる		1	135		15	あり	強火 弱火 弱火	6分10秒 5分20秒 5分	62.3 90.0 96.7		301	
		皮むき四つ切で茹でる		1	132		15	なし	強火 中火 中火	6分45秒 5分45秒 5分	60.0 90.0 99.7		403	
		にんじん	茹でる		1	46		15	あり	強火 弱火	6分10秒 14分50秒		303	
	にんじん	茹でる		1	48		15	なし	強火 中火	6分45秒 14分21秒		462		

(電子レンジ)

料理名	食材	使用量(g)	出来上がり重量(g)	時間	備考	電気消費量(kcal)	糖度
ハンバーグ	玉ねぎ	128	107	2分		75	8.6
いんげんのソテー	いんげん	120		2分10秒		81	
ポテトサラダ	じゃがいも	169		2分30秒	皮むき四つ切	94	
	にんじん	37		1分10秒		44	

(炊飯器)

料理名	食材	使用量(g)	水の量(g)	時間	電気消費量(kcal)
ご飯	米	400	600	48分	183

プログラムの中に入れることが必要であると考えられる。

(5) 献立のライフサイクルエネルギーと摂取エネルギーの比較

洋食の献立(ご飯, ハンバーグ, にんじんのグラッ

セ, いんげんのソテー, ポテトサラダ)における生産, 輸送, 調理, および廃棄エネルギーの算出結果を合計し, 献立のライフサイクルエネルギーを算出し, 摂取エネルギーと比較したものが表6である。

持続可能な食生活を目指した食教育プログラムの開発（第1報）

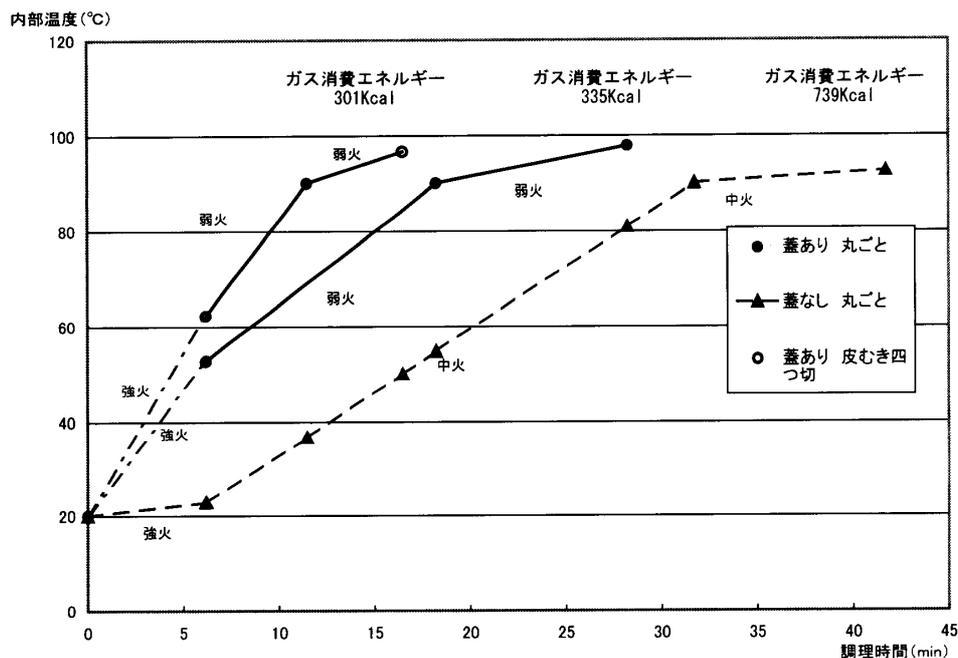


図3. 茹で調理におけるじゃがいもの内部温度変化

表5. 廃棄エネルギー

料理名	食材名	廃棄量 (g)	廃棄エネルギー (kcal/4人分)	料理ごとの廃棄エネルギー合計 (kcal/4人分)
ハンバーグ	たまねぎ	6.3	2.1	4.1
	卵	6.0	2.0	
にんじんのグラッセ	にんじん	5.0	1.7	1.7
いんげんのソテー	いんげん	2.3	0.8	0.8
ポテトサラダ	じゃがいも	10.3	3.5	4.5
	きゅうり	2.0	0.7	
	レタス	0.2	0.1	
	プチトマト	0.5	0.2	

各料理に関して、産地および収穫時期の違いによるいくつかのパターンでライフサイクルエネルギーを算出した。調理エネルギーに関しては、エネルギー消費量および味を考慮し、最も適した調理方法を行った場合を採用した。ハンバーグについては、たまねぎは中火で炒め、ハンバーグは蓋ありで焼いた場合とした。にんじんのグラッセについては、蓋ありで調理した場合とした。いんげんのソテーについては、蓋ありで茹でた後炒めた場合とした。ポテトサラダのじゃがいもは蓋ありで丸ごと茹でた場合、にんじんは蓋ありで茹でた場合とした。

ハンバーグについては、国産牛（秋田産）の場合（4,345.8 kcal）よりも、輸入牛の場合（4,802.3 kcal）の方が、輸入における輸送エネルギーを反映して高い数値となった。にんじんのグラッセについては、収穫時期の違いが反映されて夏（786.1 kcal）の方が冬（630.1 kcal）よりも高くなった。いんげんのソテーについては、輸送エネルギーの多い青森産（1,011.9 kcal）の方が近県産（805.1 kcal）よりも高くなった。ポテトサラダについては、産地と収穫時期によって4つのパターンについて算出した。近県産のじゃがいもで夏に作るポテトサラダのライフサイクルエネルギー

表6. 献立のライフサイクルエネルギーと摂取エネルギーの比較 (4人分)

(単位: kcal)

料理名	パターン	産地	収穫時期	ライフサイクルエネルギー					摂取エネルギー
				生産	輸送	調理	廃棄	合計	
ご飯		新潟		1,278.4	150.3	183.0	0	1,611.7	1,424
ハンバーグ	1	秋田		3,846.4	221.3	274.0	4.1	4,345.8	872
	2	輸入		3,846.4	677.8	274.0	4.1	4,802.3	〃
にんじんのグラッセ	1	近県	夏	519.8	5.6	259.0	1.7	786.1	340
	2	近県	冬	363.8	5.6	259.0	1.7	630.1	〃
いんげんのソテー	1	青森		569.7	213.4	228.0	0.8	1,011.9	212
	2	近県		569.7	6.6	228.0	0.8	805.1	〃
ポテトサラダ	1	北海道	夏	740.9	363.5	638.0	4.5	1,746.9	532
	2	近県	夏	740.9	12.8	638.0	4.5	1,396.2	〃
	3	北海道	冬	1,389.4	363.5	638.0	4.5	2,395.4	〃
	4	近県	冬	1,389.4	12.8	638.0	4.5	2,044.7	〃

が最も少ない結果となった。

以上の結果から、生産エネルギーは「旬産旬消」、輸送エネルギーは「地産地消」が省エネルギー・環境保全につながることははっきり数値化された。

また、どのパターンのライフサイクルエネルギー量も、摂取エネルギーよりも多く、現代の食生活は大量のエネルギー消費の上に成り立っていることが明らかになった。

4. 要 約

献立のライフサイクルエネルギー、すなわち生産、輸送、調理、廃棄エネルギーについて検討した。そして、献立のライフサイクルエネルギーと摂取エネルギーを比較検討した結果、以下のことが明らかとなった。

1. 献立のライフサイクルエネルギーは摂取エネルギーよりも多い。現代の食生活は多くのエネルギー消費の上に成り立っていることが明らかになった。

2. 旬の食材は施設栽培食材より生産エネルギーが少ない。旬産旬消の良さが確認された。

3. 輸入の食材や国産の長距離輸送の食材は、近県産に比べ輸送エネルギーが大きい。地産地消、旬産旬消の良さが確認された。

4. 調理においては、蓋の有無や火加減調節による適切な調理方法を行うことが環境保全につながる事が明らかとなった。

5. 廃棄においては、エコクッキングに努めゴミをなるべく出さない工夫が環境保全につながる事が示

された。

6. 旬産旬消、地産地消、適切な調理方法や廃棄方法を選択することが環境保全、持続可能な食生活の実践につながる事が示唆された。

本研究は、「平成14・15年度日本調理科学会特別研究『環境と調理科学』」の一研究として行い、日本調理科学会平成15年度大会において発表した内容にさらに分析・考察を加えたものである。

引用文献

- 1) 久守藤男：飽食システムのエネルギー分析—LCA視点による—、日本エネルギー学会誌、82(1)、31-35(2003)
- 2) 高月 紘：『ごみ問題とライフスタイル』、日本評論社、95(2004)
- 3) 高月 紘：『ごみ問題とライフスタイル』、日本評論社、91(2004)
- 4) 農林水産省統計部：『平成15年食品ロス統計調査報告』、7(2004)
- 5) (社)資源協会(編著)：『家庭生活のライフサイクルエネルギー』、あんほるめ、1(1994)
- 6) 井元りえ、妹尾理子、武田清美、伏木久始：13食材からみた環境問題、『「資源・エネルギー・環境」学習の基礎基本—21世紀に向けた環境教育』(佐島群巳、高山博之、山下宏文編)、国土社、248-259(2000)
- 7) 妹尾理子、井元りえ、内野紀子、高等学校家庭科における「消費生活と環境」の授業開発(第1報)：授業づくりの基本的枠組みと構造、家教誌、47(1)、17-25(2004)

持続可能な食生活を目指した食教育プログラムの開発（第1報）

- 8) 井元りえ, 妹尾理子, 内野紀子, 高等学校家庭科における「消費生活と環境」の授業開発（第2報）：授業実践およびその検討, 家教誌, **47** (1), 26-37 (2004)
- 9) 『中学校教科書 新しい技術・家庭 家庭分野』, 東京書籍, 38-40 (2002); 『高等学校教科書 家庭総合』, 開隆堂 (2003)
- 10) (社)資源協会(編著):『家庭生活のライフサイクルエネルギー』, あんほるめ, 127, 129, 134, 137, 195, 198 (1994)
- 11) 篠原 孝: フードマイレージからみた地産地消の環境的役割, 食生活, **97** (5), 86-90 (2003)
- 12) 中田哲也: 「フードマイレージ」の試算について, 農林水産政策研究所レビュー, **2**, 44-50 (2001)
- 13) ラブ・アース実行委員会: 『地球にダイエットーエコ・ダイエット教え方・学び方ガイドブック』, ラブ・アース実行委員会, 3 (1998)
- 14) (社)資源協会(編著):『家庭生活のライフサイクルエネルギー』, あんほるめ, 195 (1994)
- 15) 昭文社: 『全日本道路地図』, 2-3 (1996)
- 16) (社)資源協会(編著):『家庭生活のライフサイクルエネルギー』, あんほるめ, 366 (1994)