

研究論文

調理時におけるライフサイクルCO₂排出量の実践的定量

津田 淑江・大家 千恵子・瀬戸 美江・久保倉 寛子・稲葉 敦

Practical Determination of Life cycle CO₂ emission associated with domestic cooking in Japanese households

Toshie TSUDA, Chieko OHYA, Yoshie SETO, Hiroko KUBOKURA and Atsushi INABA

Synopsis: The study examined the volume of Life Cycle CO₂ emission from Japanese, Western and Chinese dishes that are daily consumed by the Japanese, especially it compared the volume of CO₂ emission depending upon a different cooking process. The results of the analysis revealed as follows.

1. CO₂ emission is greatly influenced by the purchase of in-season product and the use of food ingredients produced in nearby prefecture.
2. It is clear that the size of cooking pot, adjustment of cooking temperature, whether or not to use a pot cover while cooking could affect on the reduction of CO₂ emission. It is necessary to devise suitable cooking process for CO₂ emission reduction because CO₂ emission could be increased depending on certain cooking process such as boiled or steamed.

The volume of CO₂ discharged from cooking by one household is limited; however it becomes larger when taking the total number of Japanese households into account. (49,530,000 according to 2005 census) It is evident that every household should concern on CO₂ emission from cooking since it could reduce the environmental burdens.

Key Words: CO₂ emission, Dishes in Japanese households, Cooking, In-season, Ingredient

1. 目的

現代の食生活は物質的に豊かになったが、個人の食の欲求を充足させるために大量の資源とエネルギーを消費し、環境に大きな負荷を与えている。施設栽培、長距離輸送・輸入などの食材の生産・流通の過程で大量の資源とエネルギーが消費され、さらに食材を調理するために電気・ガスの消費も含め、環境に負荷を与えながら成り立っている。

女子短大生を対象にした最近の環境問題に関するアンケートを見ると、環境問題には関心はあるが、実際に実行している人は少ないことがわかった¹⁾。環境問題を解決するためには、まず、我々のライフスタイルを変えなければならないと言われている。例えば、1995年の国内の電力消費量は8700億kwhでそのうち家庭での消費は2370億kwhであり、全体の27%を占めている。また、ガスの消費量は

は全消費量に対する家庭での消費の割合は44%を示し、電力もガスの消費も家庭においては大部分が調理と入浴に利用されていた²⁾という報告がある。

したがって、環境問題の中でも地球温暖化問題への民政部門での対策として調理方法が着目され、これまでガスの火加減、鍋蓋の有無、食材のサイズや昇温時間とガス消費量の関係等が測定されてきている^{3, 4)}。筆者らは調理方法のみならず、食材の生産・流通・消費・廃棄に至る過程の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するための食教育のあり方について考察した^{5, 6)}。しかし、教育に焦点を当てたために、具体的な複数の献立についてライフサイクルでのCO₂排出量を示すには至っていない。

津田 淑江・久保倉 寛子／共立女子短期大学／〒101-8437 東京都千代田区一ツ橋2-2-1

大家 千恵子／奈良教育大学／〒630-8528 奈良県奈良市高畑町

瀬戸 美江／共立女子大学／〒101-8437 東京都千代田区一ツ橋2-2-1

稲葉 敦／産業技術総合研究所 ライフサイクルアセスメント研究センター／〒305-8569 茨城県つくば市小野川16-1

Toshie TSUDA, Hiroko KUBOKURA / Kyoritsu Women's Junior college / 2-2-1 Hitotsubashi, Chiyoda-ku, Tokyo, 101-8437

Chieko OHYA / Nara University of Education / Takabatake-cho, Nara-city, Nara, 630-8528

Yoshie SETO / Kyoritsu women's University / 2-2-1 Hitotsubashi, Chiyoda-ku, Tokyo, 101-8437

Atsushi INABA / Research Center for Life Cycle Assessment, AIST / 16-1 Onogawa, Tsukuba, 305-8569

本報告では、既往の研究を参考に、家庭において大量のエネルギーが消費される調理方法に焦点をあて、調理法の違いによるCO₂排出量を実測するとともに、食材の生産・流通・消費・廃棄のライフサイクルにおけるCO₂排出量を文献を基に算定し、環境に配慮した調理法と食材の選び方の提言を行うことを目的とした。さらにこのデータが広く学校教育の現場で活用できるようにデータを詳細に掲載した。

2. 研究方法

2.1 料理のライフサイクル CO₂ の算出

日常的な料理を選定、調理し、そのライフサイクルにおけるCO₂排出量即ち a) 食材の生産によるCO₂排出量 b) 食材の輸送によるCO₂排出量 c) 調理によるCO₂排出量 d) 廃棄によるCO₂排出量を、a)、b)、d) については文献

を基に、また c)については実測により算出した。

2.2 料理品目の選定

料理品目の選定には日常的に中学校、高等学校、大学および一般家庭で実施することを想定し、家庭科の教科書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ものを選んだ。日本料理はちらし寿司、天ぷら、茶碗蒸し、煎鶏、煮しめ、炊き赤飯、蒸し赤飯の7種類、西洋料理はコンソメスープ、シチュー、ムニエルの3種類、中国料理は搾菜肉絲湯、十景炒飯、青椒炒牛肉の3種類を用いた。食材の分量についての検討は長年教育現場で試作を繰り返し作り上げたレシピの分量を用いた。4人分の分量を廃棄量を除いた純食品量としてTable1, 2に示した。

Table 1. CO₂ emission from producing Japanese dishes ingredients

Dish	Ingredients	g-use (for 4persons)	Harvest season	CO ₂ - emission (kg-CO ₂ /kg-use)
Chirashizushi (ちらし寿司)	Rice	480		0.477
	Codfish	102		0.174
	Field peas	66		0.024
	Lotus root	61		0.038
	Egg	114		0.100
	Rape-seed oil	10		0.037
	Sugar	53		0.005
Tempura (てんぷら)	Shrimp	192		0.485
	Cuttlefish	495		0.857
	Egg plant	227	Winter/Spring (Green house)	0.351
			Summer/Autumn (outdoors)	0.079
	Bell pepper	62	Winter/Spring (Green house)	0.202
			Summer/Autumn (outdoors)	0.020
	Egg	60		0.037
	Wheat flour	100		0.064
	White radish	200	Summer	0.041
			Winter	0.019
Chawanmushi (茶碗蒸し)	Rape-seed oil	101		0.378
	Egg	182		0.160
	White meat	52	Domestic production	0.078
		Import	0.025	
Iridori (煎鶏)	Shrimp	183		0.463
	Chicken	154	Domestic production	0.231
			Import	0.074
	Carrot	98	Spring/Summer	0.041
			Autumn	0.031
			Winter	0.018
	Lotus root	218		0.137
	Field peas	25		0.009
	Rape-seed oil	39		0.286
Sugar	27		0.002	
Nishime (煮しめ)	Carrot	99	Spring/Summer	0.042
			Autumn	0.032
			Winter	0.018
	Lotus root	298		0.188
	Field peas	25		0.009
	Taros	318		0.141
Sugar	27		0.002	
Sekihan (Boil) (炊き赤飯)	Nonglutinous rice	320		0.318
	Glutinous rice	160		0.159
	Azuki beans	50		0.046
Sekihan (Steam) (蒸し赤飯)	Glutinous rice	320		0.318
	Azuki beans	50		0.046

食材は産地を以下の方法で選択し、東京都内のスーパーマーケット3店舗にて購入した。国産のみの場合は、最も遠方の県と最も近県。国産と外国産両方の場合は、国内産の最も遠方の県と最も近県に加えて外国1国（首都）。外国産のみの場合は、最も遠方の国（首都）と最も近国（首都）。3店舗行って産地が1箇所しかない場合は、1箇所のみとした。

2.3 食材の生産に関わる CO₂算出方法

生産に関わるCO₂排出量は、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。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)⁷⁾に示されている原単位を用い以下のように計算した。

すなわち、原単位(kcal/kg)×使用量(kg)の式にトラクター運転のための重油1 MJあたりのCO₂排出係数をかけることにより算出した。この原単位は、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両方の合計であり、その農産物の1 kg当たりの生産エネルギー量をkcalで表している。

Table 2. CO₂ emission from producing Western and Chinese dishes ingredients

Dish	Ingredients	g-use (for 4persons)	Harvest season	CO ₂ - emission (kg-CO ₂ /kg-use)
Consomme juliene	Beef (leg)	200	Domestic production	0.666
			Import	0.131
	Onion	118		0.012
	Carrot	82	Spring/Summer	0.035
			Autumn	0.026
			Winter	0.015
	Celery	83		0.015
	Egg white	37		0.033
Stewed pork	Pork	372	Domestic production	0.836
			Import	0.295
	Carrot	95	Spring/Summer	0.040
			Autumn	0.030
			Winter	0.017
	Potato	194	Summer	0.035
			Raw materials	0.015
	Onion	305		0.031
	Field peas	21		0.008
Butter	21		0.078	
Wheat flour	16		0.010	
Saumon a la meuniere sauce bechamel	Salmon	320		0.393
	Wheat flour	32		0.021
	Salad oil	26		0.097
	Butter	34		0.126
Zya zuai row su tan (搾菜肉絲湯)	Carrot	22	Spring/Summer	0.009
			Autumn	0.007
			Winter	0.004
	Cucumber	20	Winter/Spring (Green house)	0.031
			Summer/Autumn (outdoors)	0.006
	Pork	118	Domestic production	0.265
			Import	0.094
	Sesame oil	2		0.007
Shi chyin chao han (十景炒飯)	Rice	480		0.477
	Egg	72		0.063
	Leek	21	Spring/Summer	0.006
			Summer	0.012
			Autum/Winter	0.008
	Oil	30		0.112
Chin jao chyao nyu row (青椒炒牛肉)	Beef	66	Domestic production	0.220
			Import	0.043
	Egg	20		0.018
	Bell pepper	98	Winter/Spring (Green house)	0.319
			Summer/Autumn (outdoors)	0.032
	Leek	1	Spring/Summer	0.000
			Summer	0.001
			Autum/Winter	0.000
	Oil	4		0.015
	Sesame oil	4		0.015

2.4 輸送によるCO₂排出量の算出方法

今回の研究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CO₂排出量を以下の計算式によって算出した⁸⁾。

$$\begin{aligned} & \text{輸送エネルギー (kcal)} \\ & = \text{輸送エネルギー原単位 (kcal/t/km)} \times \text{距離 (km)} \\ & \quad \times \text{使用量 (t)} \times 1.1 \end{aligned}$$

輸送エネルギーの原単位は、船が158kcal/t/km、トラックが949kcal/t/km、飛行機が5658kcal/t/kmである。1.1はロス率である。

CO₂排出量は「環境省温室効果ガス排出量算定に関する検討結果(平成14年8月)」に基づく以下の計算式によった。

$$\begin{aligned} & \text{CO}_2 \text{ 排出量 (kg/CO}_2\text{)} \\ & = \text{輸送エネルギー (MJ)} \times \text{CO}_2 \text{ 排出係数 (kg-CO}_2\text{/MJ)} \end{aligned}$$

CO₂排出係数は、船(重油) 71.6 (g-CO₂/MJ)、トラック(ディーゼル油) 68.8 (g-CO₂/MJ)、飛行機(ジェット燃料) 67.1 (g-CO₂/MJ) を用いた。

なお、外国産牛肉については、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)のデータを用いた。また、距離は地図帳によって調べた。

2.5 調理によるCO₂排出量の算出

料理を実際に調理し、そのガス消費量をシナガワ製、乾式ガスメーター DC-2型を用いて測定した。「環境省温室効果ガス排出量算定に関する検討結果(平成14年8月)」で示された都市ガスCO₂排出係数を用いて算出した。都市ガスのCO₂排出係数は全体の約92%を占める高カロリーガス(13A、12Aおよびプロパン13A)を対象として計算している。それぞれの排出係数をそれぞれの構成比で加重平均(51.28-CO₂/MJ)することにより、都市ガスとしての排出係数を求めた。都市ガスの発熱量は、標準発熱量(41.9 MJ/m³)で計算している。

$$\begin{aligned} & \text{調理中のCO}_2 \text{ 排出量 (kg-CO}_2\text{)} \\ & = \text{ガス消費量 (m}^3\text{)} \times \text{CO}_2 \text{ 排出係数 (kg-CO}_2\text{/MJ)} \\ & \quad \text{都市ガスCO}_2 \text{ 排出係数: 2.15 (kg-CO}_2\text{/MJ)} \end{aligned}$$

2.6 廃棄によるCO₂排出量の算出

都市ゴミの処理によるCO₂排出量を評価している論文⁹⁾を参考に、都市ゴミと食品残渣を同様と考え、下式でCO₂排出量を求めた。

$$\begin{aligned} & \text{廃棄によるCO}_2 \text{ 排出量 (kg-CO}_2\text{)} \\ & = \text{廃棄量 (生ゴミ) kg} \times 0.119 \text{ (kg-CO}_2\text{/kg)} \end{aligned}$$

食品残渣は湿重量で扱われている。また、食品残渣由来のCO₂は元来植物が固定したCO₂であると考え、CO₂排出量には含まれていない。食品残渣を処理するときに消費されるエネルギー起因のCO₂排出量と輸送起因の

CO₂排出量の合計量が0.119 kg-CO₂/kg-食品残渣と計算されている。

3. 結果および考察

以上で算定した日本・西洋・中国料理別のライフサイクルにおけるCO₂排出量について、以下のように検討した。

3.1 生産におけるCO₂排出量

日本料理の食材の生産によるCO₂排出量をTable 1に、西洋料理と中国料理はTable 2に示した。またFigure 1に生産にともなうてんぷらのCO₂排出量を示した。

天ぷらの場合、具に用いる茄子は旬である夏秋どりの露地の生産でのCO₂排出量は0.079 kg-CO₂であるが、冬春どりのハウス加温の生産は0.351 kg-CO₂となりハウス加温の生産では露地と比べ約4.5倍のCO₂を排出している。またピーマンでも旬の夏では0.020 kg-CO₂、冬では0.202 kg-CO₂となり、冬の生産では夏に比べ約10倍のCO₂を排出している。天ぷら全体では夏生産の食材を使うとCO₂排出量は1.962 kg-CO₂で冬生産では2.393 kg-CO₂となり、冬の生産は夏より約1.2倍CO₂排出量が多くなることがわかった。この結果より献立を考える時は旬の食材を用いることがCO₂排出量の削減に効果のあることがわかった。獣鳥肉類、魚介類、穀物、野菜の100g当たりの生産におけるCO₂排出量を見ると獣鳥肉類では牛>豚>鶏の順にCO₂排出量が多くなっていた。この原因は個体の食べる飼料の量や飼料の生産に多くのCO₂排出がある為である。魚介類では海老のCO₂排出量が他の鮭、鱈、烏賊に比べ約2倍多い。野菜類ではナス、ピーマン、トマト、きゅうりなどは大根や人参などの根菜類に比べCO₂排出量が約3倍であった。

3.2 輸送におけるCO₂排出量

各料理の輸送にともなうCO₂排出量の結果をTable 3とTable 4に示した。

ちらし寿司の鱈の輸送によるCO₂排出量はアラスカより飛行機で輸入すると1.005 kg-CO₂が排出されるが、船を使うとその値は0.029 kg-CO₂となり飛行機は船より約34倍

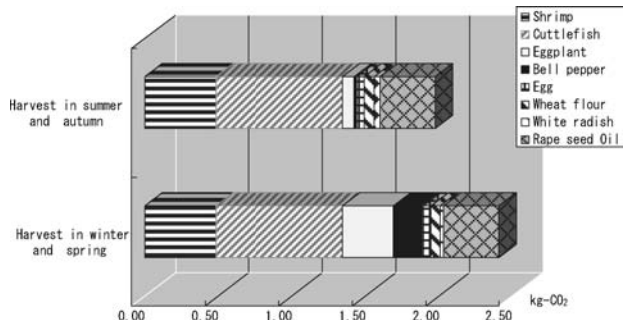


Figure 1. CO₂ emission from producing food (Tempura ingredients)

Table 3. CO₂ emission from transporting Japanese dishes ingredients

Dish	Ingredients	g-use (for 4persons)	Growing district	CO ₂ - emission (kg -CO ₂ /kg-use)		
				Air plane	Truck	Ship
Chirashizushi (ちらし寿司)	Rice	480	Akita prefecture	0.361	0.068	
			Fukushima prefecture	0.155	0.025	
	Codfish	102	Arasuka	1.005		0.029
			Russia	0.183		0.005
	Field peas	66	Aomori prefecture	0.064	0.012	
Tempura (てんぷら)	Lotus root	61	Ibaragi prefecture		0.002	
	Shrimp	192	Chiba prefecture		0.001	
			Indiana	2.064		0.100
			Indonesia	1.720		0.050
	Cuttlefish	495	Chiba prefecture		0.008	
			Okinawa prefecture	1.295		
			Peru	13.746		0.399
	Egg plant	227	Hokkaido	0.317	0.059	
			Fukushima prefecture	0.073	0.012	
	Sweet pepper	62	Hokaidou	0.087	0.016	
			Iwate prefecture	0.044	0.009	
	White flour	100	Nearly prefecture		0.001	
	White radish	200	Hokkaido	0.280	0.052	
			Gunma prefecture		0.007	
Rape-seed oil	101	Nearly prefecture		0.001		
Chawanmushi (茶碗蒸し)	Egg	182	Nearly prefecture		0.001	
	White meat	52	Iwate prefecture		0.008	
	Shrimp	183	Indiana	1.967		0.095
			Indonesia	1.639		0.048
Iridori (煎鶏)	Chicken	154	Iwate prefecture	0.110	0.023	
	Carrot	98	Hokkaido	0.139	0.026	
			Chiba prefecture		0.002	
	Lotus root	218	Ibaragi prefecture		0.008	
	Field peas	25	Aomori prefecture	0.024	0.005	
Nishime (煮しめ)	Carrot	99	Hokkaido	0.139	0.026	
			Chiba prefecture		0.002	
	Lotus root	298	Ibaragi prefecture		0.010	
	Field peas	25	Aomori prefecture	0.024	0.005	
	Taros	318	Kagoshima prefecture	0.581	0.093	
Sekihan (Boil) (炊き赤飯)	Nonglutinous rice	320	Akita prefecture	0.241	0.045	
			Fukushima prefecture	0.103	0.016	
	Glutinous rice	160	Akita prefecture	0.120	0.023	
			Fukushima prefecture	0.052	0.008	
Sekihan (Steam) (蒸し赤飯)	Azuki beans	50	Hokkaido		0.017	
	Glutinous rice	320	Akita prefecture	0.241	0.045	
		Fukushima prefecture	0.103	0.016		
	Azuki beans	50	Hokkaido		0.017	

Table 4. CO₂ emission from transporting Western and Chinese dishes ingredients

Dish	Ingredients	g-use (for 4persons)	Growing district	CO ₂ - emission (kg -CO ₂ /kg-use)		
				Air plane	Truck	Ship
Consomme juliene	Beef (leg)	200	Ooita prefecture	0.272	0.048	
			Gunma prefecture		0.007	
			Austraria	2.867		0.083
	Onion	118	Saga prefecture	0.190	0.033	
			Wakayama prefecture	0.085	0.016	
	Carrot	82	Hokkaido	0.115	0.022	
			Chiba prefecture		0.001	
Stewed pork	Celery	83	Nagano prefecture]		0.002	
	Pork	372	Kagoshima prefecture	0.680	0.109	
			Gunma prefecture		0.013	
	Carrot	95	Hokkaido	0.133	0.025	
			Chiba prefecture		0.002	
	Potato	194	Hokkaido	0.271	0.051	
			Shizuoka prefecture		0.008	
Saumon a la meuniere sauce bechamel	Onion	305	Saga prefecture	0.492	0.085	
			Wakayama prefecture	0.219	0.042	
	Field peas	21	Aomori prefecture	0.020	0.004	
	Salmon	320	Hokkaido	0.637	0.109	
			Miyagi prefecture		0.030	
Zya zuai row su tan (搾菜肉絲湯)			Chili	9.505		0.283
	Carrot	22	Hokkaido	0.031	0.006	
			Chiba prefecture		0.000	
	Cucumber	20	Hokkaido	0.028	0.005	
			Fukushima prefecture		0.001	
Shi chyin chao han (十景炒飯)	Pork	118	Kagoshima prefecture	0.216	0.035	
			Gunma prefecture		0.004	
	Rice	480	Akita prefecture		0.068	
			Fukushima prefecture		0.024	
	Egg	72	Nearly prefecture		0.001	
Chin j ao chyao nyu row (青椒炒牛肉)	Leek	21	Aomori prefecture	0.020	0.004	
			Chiba prefecture		0.000	
	Beef	66	Ooita prefecture	0.090	0.016	
			Gunma prefecture		0.002	
			Austraria	0.946		0.028
	Bell pepper	98	Hokkaido	0.137	0.014	
		Iwate prefecture		0.000		
	Leek	1	Aomori prefecture	0.001	0.000	
			Chiba prefecture		0.000	

CO₂排出量が多いことがわかる。また天ぷらで使用する烏賊では近県の千葉からトラックによる輸送のCO₂排出量は0.008 kg-CO₂、沖縄から空輸すると1.295 kg-CO₂、ペルーからの空輸は13.746 kg-CO₂となり、飛行機による輸送では多くのCO₂が排出されている。その他の料理も同じであるが、食材を選ぶ時は地元の産物を選び、輸送距離の短いことが、数値としてはっきりCO₂排出量が少ないことがわかる。いわゆる地産地消の勧めである。輸入食材には輸送によるCO₂排出量が多いことが示された。

3.3 調理によるCO₂排出量

調理におけるCO₂排出量の結果をTable 5とTable 6に示した。

省エネルギーの調理には蓋の使用が効果的であるといわれている。そこで鮭のムニエルを焼くときの蓋ありと蓋なしのCO₂排出量の違いをみた。蓋ありでは0.093 kg-CO₂、蓋

なしでは0.113 kg-CO₂となり、蓋ありは蓋なしに比べCO₂排出量が81.9%と少ないことがわかった。ここでは4人分の数値で測定しているが、日本の全世界帯で蓋を使うと使わないとでは多くのCO₂排出量を削減できることは明らかである。

また、ガスを使って水の沸騰時における強火、中火、弱火の各温度ごとのCO₂排出量をFigure 2に示した。測定条件はφ15cmの片手鍋（アルマイト製）を使用し、水（水温20℃）を1ℓ入れ、鍋の蓋ありとなしで測定した。沸騰100℃のCO₂排出量は強火の場合、蓋ありが0.059 kg-CO₂、蓋なしが0.064 kg-CO₂となり、蓋ありは蓋なしに比べ約8%、中火の場合、蓋ありが0.051kg-CO₂、蓋なしが0.057kg-CO₂で蓋ありが10%CO₂排出量が抑えられた。弱火の場合は100℃までなかなか上がらず測定不能であった。また同じ蓋ありでも中火の場合は強火の86.5%であった。この結果からガスを使用するときは鍋底の熱効率の良い中火で蓋を使用することが、CO₂排出量を削減できることがわかった。

Table 5. CO₂ emission from cooking Japanese dishes

Dish	Cooking process	Cooking flame	Cooking time	CO ₂ -emission (kg-CO ₂ /kg-use)
Chirashizushi (ちらし寿司)	Roast minced fish meat	High	2min50s	0.141
		Moderate	45s	
		Low	15min5s	
	Boil field peas	High	1min05s	0.014
	Cook eggs for later cutting into thread	High	38s	0.012
		Low	42s	
	Cook lotus root	Moderate-Low	2min00s	0.016
Cook shiitake mushroom	Moderate-Low	4min40s	0.036	
Cook rice (480g)	Electric cooker	48min06s	0.083	
Total				0.302
Tempura (てんぷら)	Heat oil	High	4min30s	0.155
	Deep fry vegetable and fish	Moderate	11min51s	
	Cook tempura dipping sauce	High	1min20s	0.031
Total				0.185
Chawanmushi (茶碗蒸し)	Boil ginkgo nut	High	3min10s	0.050
	Soup	High	3min55s	0.028
	Steam mix ingredients	High	6min31s	0.212
		Moderate	11min17s	
Total				0.291
Iridori (煎鶏)	Boil vegetables	High	10min10s	0.133
	Boil devil's tongue	High	4min00s	0.053
	Boil field peas	High	2min00s	0.024
	Grill chicken	High	2min05s	0.027
	Soup	High	21s	0.005
	Mix prepared ingredients and bring to boil again	High	1min20s	0.096
		Moderate	11min10s	
Total				0.337
Nishime (煮しめ)	Soup	High	1min51s	0.024
	Boil vegetables with soy sauce	High	7min30s	0.151
		Moderate	5min18s	
Total				0.176
Sekihan (Boil) (炊き赤飯)	Boil azuki beans and drain	High	1min45s	0.023
	Boil azuki beans again	High	1min45s	0.078
		Low	12min8s	
	Boil rice with azuki beans	High	4min06s	0.123
		Low	15min24s	
Total				0.224
Sekihan (Steam) (蒸し赤飯)	Boil azuki beans and drain	High	1min45s	0.023
	Boil azuki beans again	High	1min45s	0.078
		Low	13min53s	
	Steam rice with azuki beans	High	46min42s	0.593
Total				0.694

次に調理法の違いによるCO₂排出量の結果をFigure 3に示した。CO₂排出量が最も少ない調理は、青椒炒牛肉(0.059 kg-CO₂)、次に十景炒飯(0.145 kg-CO₂)で炒める調理法であった。それに対し蒸し赤飯(0.694 kg-CO₂)、シチュー(0.627kg-CO₂)となり、蒸す、煮込む調理法はCO₂排出量が多かった。特に蒸し時間の長い(46分)蒸し赤飯は青椒炒牛肉に比べ、約11.8倍のCO₂排出量であった。しかし蒸し料理でも蒸し時間が約17分の茶碗蒸しでは、CO₂排出量が0.291 kg-CO₂であり、蒸す時間により差が見られた。同じ赤飯でも炊き赤飯は0.224 kg-CO₂であり、蒸し赤飯は炊き赤飯の約3.1倍のCO₂排出量があった。天ぷらは0.184 kg-CO₂となり、高温短時間の揚げる調理ではCO₂排出量が炊く、焼く、煮込む、蒸すなどの調理法より少ない結果であった。

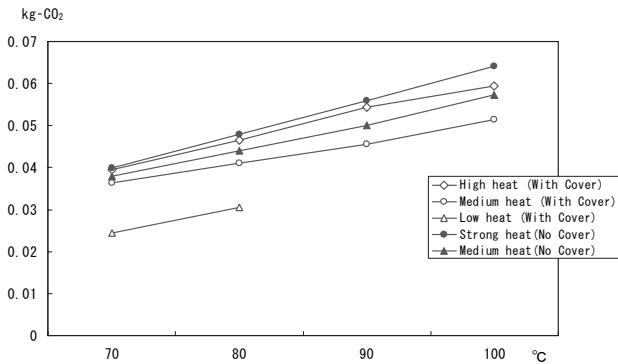


Figure 2. CO₂ emission from boiling water at different cooking temperature

3.4 廃棄によるCO₂排出量

廃棄によるCO₂排出量の結果をTable 7とTable 8に示した。

廃棄された食材は烏賊の内臓や皮、里芋の皮、牛蒡の皮、人参の皮、蓮根の皮、じゃがいもの皮、玉葱の皮、卵の殻などであった。その中で廃棄量の多かった烏賊では内臓は塩辛に、皮つきにして利用するなどの工夫が必要である。しかし、今回は調理くずのみの廃棄によるCO₂排出量を示したので、廃棄によるCO₂排出量の値が少ない結果となったが、一般家庭の台所ごみに占める調理くずの割合は2002年に55.5%であり、さらに食べ残しが38.8%であった¹⁰⁾との報告もある。台所ごみにおける内容についての検討も必要と思われた。学生の指導においては、廃棄によりCO₂が排出されるという事実を理解させることが望まれる。

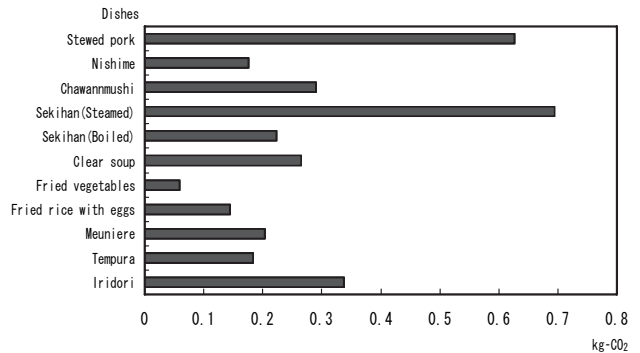


Figure 3. CO₂ emission from dishes by different cooking process (Different environmental burdens)

Table 6. CO₂ emission from cooking Western and Chinese dishes

Dish	Cooking process	Cooking flame	Cooking time	CO ₂ emission (kg-CO ₂ /kg-use)
Consomme juliene	Boil to bring the stock out	High	4min32s	0.060
	Cook soup	High	6min05s	0.205
		Low	33min55s	
Total				0.265
Stewed pork	Boil to bring the tomato sauce	Low	5min10s	0.232
		Moderate-Low	27min55s	
	Roast pork	High	3min40s	0.047
	Mix prepared ingredients and bring to boil again	High	9min15s	0.348
		Low	50min45s	
Total				0.627
Saumon a la meuniere sauce bechamel	Boil to bring the bechamel sauce	High	1min45s	0.111
		Low	18min15s	
	Grill Salmon (With cover)(twice)	Moderate-Low	4min25s	0.093
		Low	2min42s	
	Grill Saumon (No cover)(twice)	Moderate-Low	4min34s	0.113
		Low	3min10s	
Total (With Cover)				0.203
Total (No cover)				0.224
Zya zuai row su tan (搾菜肉絲湯)	Boil ingredients with seasoning	High	3min55s	0.088
		Moderate	3min31s	
Total				0.088
Shi chyin chao han (十景炒飯)	Stir-fry ingredients	High	1min40s (twice)	0.043
	Fry ingredients with seasoning agin	High	3min04s (twice)	0.079
	Cook rice(480g)	Electric cooker	48min06s	0.082
Total				0.205
Chin j ao chiao nyu row (青椒炒牛肉)	Stir-fry ingredients	High	2min00s	0.026
	Fry ingredients with seasoning agin	High	2min30s	0.033
Total				0.059

食生活と自然環境が密接であることから、調理段階での配慮、買い物の際の心がけ、台所での気配りなどが必要であると考えられた。

3.5 日本・西洋・中国料理のライフサイクル CO₂排出量

本研究で取り上げた日本・西洋・中国料理の中から、天ぷらと赤飯に焦点を当て、そのライフサイクルCO₂排出量(以下LC-CO₂と示す)をFigure 4とFigure 5に示した。天ぷらのLC-CO₂排出量をみると、調理時のCO₂排出量は0.184kg-CO₂であった。

Figure 4(A) に示すように、エビ(インド)や烏賊(ペ

ルー)などを飛行機で輸入しさらに遠隔地からのトラック輸送の場合では、調理における排出量の割合は0.99%にすぎない。85.3%は輸送によるCO₂排出量(15.938kg-CO₂)であった。それに対し国産の食材を使用した場合は、調理における排出量の割合は8.28%とその割合は増加するが、LC-CO₂は2.220kg-CO₂と全体のCO₂排出量は少なかった(Figure 4-B)。

赤飯を調理した場合、炊き赤飯ではFigure 5-A、Figure 5-Bに示すように調理によるCO₂排出量はLC-CO₂の27~29%(0.224kg-CO₂)であり、蒸し赤飯ではFigure 5-C、Figure 5-Dに示すように62~64%(0.694kg-CO₂)であった。

Table 7. CO₂ emission from garbage waste (Japanese dishes)

Dish	Ingredients	Garbage waste (kg)	CO ₂ - emission (kg-CO ₂ /kg-use)
Chirashizushi (ちらし寿司)	Egg	0.016	0.031
	Field peas	0.004	0.001
	Lotus root	0.003	0.000
	Dried Shiitake	0.006	0.001
	Codfish	0.001	0.001
Tempura (てんぷら)	Shrimp	0.041	0.005
	Cuttlefish	0.357	0.043
	Egg plant	0.031	0.004
	Bell pepper	0.020	0.002
	Ginger	0.013	0.002
	Egg	0.008	0.001
Chawanmushi (茶碗蒸し)	Ginkgo nut	0.007	0.001
	Egg	0.025	0.003
	Shiitake	0.009	0.001
	Shrimp	0.037	0.004
Iridori (煎鶏)	Burdock	0.056	0.007
	Carrot	0.030	0.004
	Lotus root	0.017	0.002
	Field peas	0.001	0.000
	Ginkgo nut	0.007	0.001
Nishime (煮しめ)	Field peas	0.001	0.000
	Carrot	0.015	0.002
	Lotus root	0.044	0.005
	Burdock	0.031	0.004
	Shiitake	0.027	0.003
	Taros	0.050	0.006

Table 8. CO₂ emission from garbage waste (Western and Chinese dishes)

Dish	Ingredients	Garbage waste (kg)	CO ₂ - emission (kg-CO ₂ /kg-use)
Consomme julienne	Onion	0.017	0.002
	Carrot	0.013	0.002
	Celery	0.024	0.003
	Egg	0.026	0.003
Stewed Pork	Field peas	0.002	0.000
	onion	0.046	0.006
	Potato	0.054	0.006
	Carrot	0.047	0.006
	Dried Shiitake	0.001	0.000
Zya zuai row su tan (搾菜肉絲湯)	Zhathuai	0.010	0.001
	Carrot	0.001	0.000
Shi chyin chao han (十景炒飯)	Egg	0.009	0.001
	Leek	0.001	0.000
	Ginger	0.002	0.000
	Dried Shiitake	0.002	0.000
Chin j ao chyaoy nyu row (青椒炒牛肉)	Bell Pepper	0.027	0.003
	Ginger	0.000	0.000
	Egg	0.038	0.005

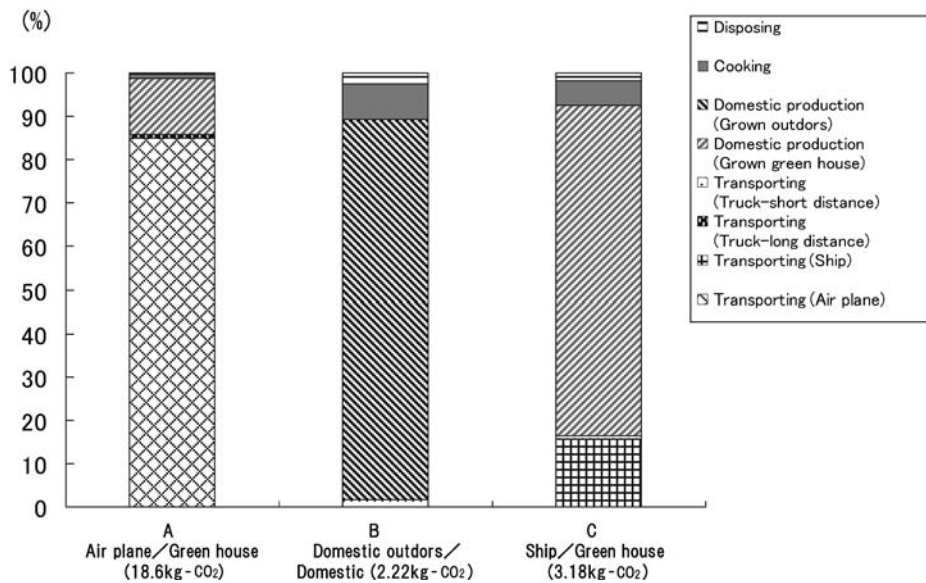


Figure 4. Ratio of life cycle CO₂ for tempura

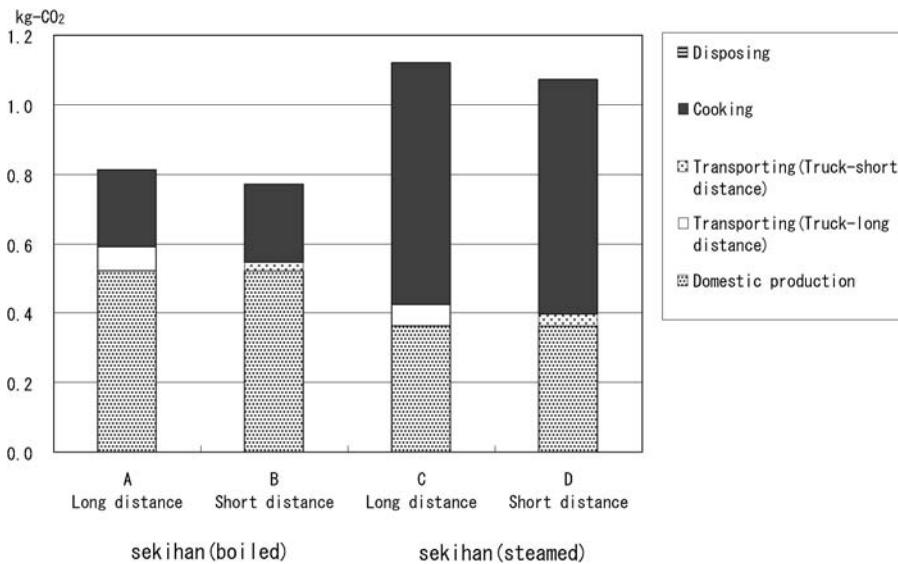


Figure 5. Life cycle CO₂ for sekihan

以上の結果、CO₂排出量の削減を目指した食教育のためには、献立とそれに伴う料理法によりLC-CO₂が異なることを伝える必要があると考えた。私たちの食生活は栄養として摂取するエネルギー量より、食材が生産、輸送、調理、廃棄され、それが食卓にのぼるまでにかかる多くのエネルギーやCO₂排出量の上に成り立っていることがわかる。熱量自給率わずか40%、穀物自給率は27%と、食料低資源国の我が国で、食生活における環境負荷低減策の実現を目指し、実践する力を育てる食教育が必要であると考え。それと同時に無駄をしない、省エネルギーなど環境保全を考えた食生活を送らなければならないであろう。

4. 要約

日本人が日常食している日本料理、西洋料理、中国料理

のライフサイクルによるCO₂排出量について特に調理法の違いによるCO₂排出量を検討した。その結果、以下のことが明らかになった。

1. 食材の購入の際、旬のものを購入すること、近隣の食材を使用することがCO₂排出量の削減に大きな影響を与えることが数値で示された。
2. 調理において、鍋の大きさ、火加減、蓋の使用有無によってCO₂排出量の削減の効果が有ることを数値によって明らかにした。また、煮込む、蒸すなどの調理法によってはCO₂排出量が大きくなることから、環境保全の面から調理方法を工夫する必要があることが明らかとなった。

各家庭の調理によるCO₂排出量はわずかであるように思われ易いが、日本の世帯数(4953万世帯、2005年国勢調

査報告)を考慮すると大きなCO₂排出量となる。全世帯が調理におけるCO₂排出量を意識することによって、地球温暖化対策として大きく貢献できるものと思われる。

謝辞

本研究は社団法人農山漁村文化協会の食育実践研究助成をいただき行いました。ここに感謝します。

引用文献

- 1) 大家千恵子, 高崎房子, 梅国智子: 東京文化短期大学紀要, 19, (2002), pp.7-12
- 2) 高月紘: 自分の暮らしがわかるエコロジー・テスト (講談社), (1998), pp.15-21
- 3) 水野千恵, 四谷美和子, 北山英子, 山田克子, 荻野正子, 山本由美, 内田真理子, 梶尾武俊, 安藤孝雄, 生野世方子, 芥田暁栄, 山下英代, 山野澄子, 川内由美, 奥田展子: 日本調理科学会誌, 35, (2002), pp.275-280
- 4) 香西みどり, 長尾慶子, 松裏容子, 平野悦子, 島田淳子: 家政学会誌, 37, (1986), pp.533-539
- 5) 津田淑江, 井元りえ, 木下枝穂, 大家千恵子: 家政学会誌, 56, (2005), pp.541-551
- 6) 井元りえ, 大家千恵子, 津田淑江: 家政学会誌, 56, (2005), pp.633-641
- 7) (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、(1994)
- 8) ラブ・アース実行委員会: 「地球にダイエッターエコ・ダイエッター教え方・学び方ガイドブック」、ラブ・アース実行委員会, (1998), p.3
- 9) 田原聖隆, 稲葉敦, 坂根優, 小島紀徳: 廃棄物学会, 15, (2004), pp.276-282
- 10) 高月紘: ごみ問題とライフスタイル (日本評論社), (2004), p.91