

〈特集〉

環境食物学の事始

——環境配慮形レシピ作成の試み——

奥野長晴¹⁾, 山本晴子²⁾¹⁾滋賀県立大学名誉教授 (〒339-0007 さいたま市岩槻区諏訪2-5-8 E-mail: okunon@tcat.ne.jp)²⁾株式会社たねや 業務部 主任 (〒523-8505 滋賀県近江八幡市上田町84)

概要

生産・流通のエネルギーと調理のエネルギーとの合計（インプットエネルギー）はわれわれが摂取する栄養エネルギーの数十倍から数百倍に相当する。このインプットエネルギーが小さくなるような食材の選択が家庭から排出される温室効果ガスの低減につながる。これを達成するための方法として、食材環境ラベルを提案する。

キーワード：環境食物学，食材生産エネルギー，調理のエネルギー，食材の環境ラベル

原稿受付 2008.11.20

EICA: 13(4) 48-51

1. はじめに

京都議定書によれば、日本は2012年までに温室効果ガスの排出量を1990年におけるその6%に相当する部分を削減しなければならない。これを達成するための各種政策が提示されている。節電機器の開発、太陽光発電の採用、低燃費の車利用などがその例である。他方、一般家庭に対しては電気機器のこまめなスイッチオフが関の山で、真新しい対策は見えていない。しかしながら、生産過程で発生する温室効果ガスを含めると、食物由来のそれを無視するわけにはゆかないことが分かってきた¹⁾。ある男子学生の1日間の行動を温室効果ガス発生量に変換し、それを円グラフにして、示すと、Fig. 1のようになる。すなわち最大の発生源は車のガソリンである。しかし食材と調理のそれを合計すると、ガソリンを上回る。注目すべきは食料品の生産による温室効果ガス発生量が全体の17%に達する点である。このよう

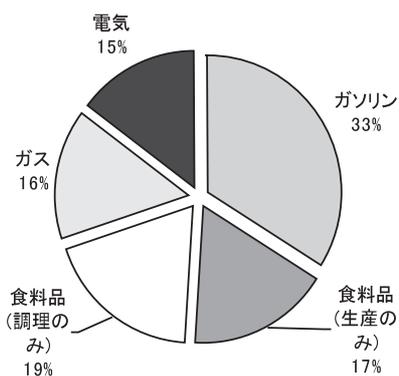
に食材と調理方法の選択が温室効果ガス発生抑制に大きくかかわりを持つ。残念ながら、このことは一般の人々に十分理解されていない。2000年度滋賀県立大学

公開講座「食物を通じて環境を見る」の講演会に参加した167名に関する意識アンケート調査結果からも、このことは明らかである。すなわち、食物グリーン購入に対してどのようなイメージを抱きますかとの問いに対して、62%が有機肥料・無農薬・無添加作物の購入、15%がラップなし購入、13%が調理のとき、ごみがでない、と答えている。このように、環境マインドが高いにもかかわらず、それをよりの確に実行するための具体策は分かっていない。したがって、家庭の主婦が環境負荷の低い食物を選択できるような方法の開発が急務である。その答えの一つが環境ラベルである。

2. 食材の選択

食物選択の第一義の目的は健康の保持である。この目的達成のため、日常摂取している食品群の中から、①穀・芋類、②魚介・肉類、③野菜類を取り出し、それぞれの環境負荷を検討する。

通常、農産物を生産するまでに、直接消費する光熱動力関連のエネルギーに加えて、種苗、肥料、農薬、農具、建物、プラスチックなどの製造（建設も含む）に関連する間接的なエネルギーが必要である。これらの合計が生産エネルギーである。これをインプットエネルギーと呼ぶ。当然のことながら、農業の規模、方法、あるいは地域ごとに、この値は異なる。この算出には膨大な計算が必要である。簡便のため、本稿では日本におけるこれに関する標準的な値に基づいて議論を進める。この標準値はデータベース化²⁾されている。Table 1に穀・芋類の中から

Fig. 1 Source of CO₂ emitted during daily life

サツマイモ, ジャガイモ, 小麦, 大豆, 米, を取り出し, それぞれを生産する過程でインプットされたエネルギーをそれぞれが持つ食物エネルギーで割った値を示す。(以下これをエネルギー比率と呼ぶ)。この **Table 1** から, さつまいもの場合のエネルギー比率は 0.27, すなわち 1 kcal の食物エネルギーを得るためにその生産過程で必要なインプットエネルギーは 0.27 キロカロリーであることが分かる。米場合この値は 0.91 である。食物エネルギー摂取という観点のみに立つと, 米よりもさつまいものほうが環境負荷の小さい食材である。**Table 2** に肉・魚介類について同様の数値を示す。エネルギー比率で比較すると, 魚介肉類の中では秋刀魚が優等生である。肉類では, 国産鶏肉が最優等生である。和牛のそれは鶏肉の 4.2 倍と際立って大きい。霜降り牛肉となるとさらに差は大きくなる。輸入牛肉のそれは 1.08 とさわめて低い。この理由はインプットエネルギーの算出方法の違いにある。すなわち, 産地から日本に至る輸送のエネルギーと輸入後市場に出荷されるまでの保管・流通に消費するエネルギーの合計を輸入牛肉のそれとしているからである。

Table 1 Ratio between input energy and nutrient energy of grain product

穀類	エネルギー比率
さつまいも	0.27
じゃがいも	0.32
小麦	0.62
大豆	0.84
米	0.91

Table 3 に野菜 100 グラムを生産するために必要なインプットエネルギーを示す。注目すべきは路地ものとハウス物の生産に必要なエネルギーの大差である。すなわち, ハウス栽培のトマトは路地栽培のその 10 倍近いエネルギーを必要とする。

Table 2 Energy ratio of meat and fish

肉・魚介類	エネルギー比率
輸入牛肉	1.08
さんま	0.98
さば	1.48
いわし	1.53
国産鶏肉	1.90
国産豚肉	3.33
鯛	6.67
和牛	8.05

キュウリでは, この比は約 5 倍である。「牛肉よりも鶏肉を, 鯛よりも秋刀魚を, 温室物よりも旬の野菜を」が環境配を慮型した食材選びの要諦である。

Table 3 Input energy of vegetable

野菜類	kcal/100 gram
かぶ	30
大根	30
白菜	42
ブロッコリー	109
路地物きゅうり	100
路地物トマト	118
温室きゅうり	505
温室トマト	1,195

3. 調理のための熱源

熱源の選択が調理の環境負荷に大きい関わりをもつ。**Table 4** に, ジャガイモとサツマイモを下ごしらえする場合, エネルギーの消費量が電子レンジとガスコンロとではどう違うかを示す。使用した電子レンジの容量は 500 W, ガスコンロは 3 口の家庭用の製品である。(このガスは大阪ガスの供給によるもので規格は 13 A である) ガスコンロでの加熱のために直径 18 cm のステンレス製の鍋に食材を入れ, さらに水をひたひたになるくらい入れる(この場合の水の量は約 200 cc である)。蓋をして柔らかくなるまで加熱した。ジャガイモ, サツマイモ, いずれの場合も, ガスコンロのほうが電子レンジ比較して 5-6 倍も消費エネルギーが大きい。この大差の理由は両者の加熱方法の差異にある。電子レンジでは食材の分子を振動させ, そこで発生する熱で食材だけを加熱する。一方ガスコンロでは鍋や水を加熱する必要がある。このようにガスコンロは加熱のロスが大きい。

4. 環境を考慮してレシピを変更

かつて, “粗食のすすめ”³⁾ が注目を浴びたことがある。その内容は日本の伝統食材で, しかも旬の物を中心としたレシピで構成されていた。その中でも「秋の食卓その 5」は特にエネルギー比率の低い食材で構成されている。(**Table 5** に夕食の部の部分を示す) 「秋の食卓その 5」を構成する食材のインプットエネルギーをその食材が持つ食物エネルギーで割って, エネルギー比率を求めると, その値は 1.03 となる。この数値は食物の持つエネルギー 1 単位を生産するために 1.03 単位の外部エネルギーを消費していることを意味する。無意識に食材を選ぶとこの値は 3 を越える。このことから「秋の食卓その 5」の食材選びは環境的に優等生であることがわかる。しかし問題は調理方法である。食材を調理するために消費したエネルギーを食材が持つ食物エネルギーで割ってエネルギー比率を求めると, その値は 7.14 となる。すなわち, 調理の過程で消費するエネルギーは食材が持つ栄養エネルギーの 7 倍のエネルギーを消費していることを意味する。「煮る」, あるいは「焼く」といった伝統的な調理方法の多用がこの原因である。

Table 4 Energy consumption by micro wave oven and city gas cooker

電子レンジ	食 材	ガスコンロ
時間 4 分 30 秒 熱量 0.23 Mcal	サツマイモ 300 g	時間 23 分 熱量 1.38 Mcal
時間 5 分 30 秒 熱量 0.19 Mcal		時間 17 分 1.02 Mcal

Table 5 Japanese traditional recipe

〈夜〉	〔食品名〕
ご飯(玄米)	めし・玄米
さばの干もの	さば・塩干し
切干大根の酢漬け	切干し大根 食酢・米酢 砂糖・三温
かぶの葉のごま和え	かぶ・葉・生 ごま・いり しょうゆ・こいくち 砂糖・三温
ずいきのみそ汁	生ずいき・ 米みそ・甘みそ

Table 6 Improved recipe of Japanese food

〈朝〉	〔食品名〕
小豆おかゆ	めし・精白米 あずき・乾 食塩
油揚げのおろし和え 大根葉入り	油揚げ だいこん・根・生 だいこん・葉・生 しょうゆ・こいくち
梅干し	うめ・梅干し
じゃが芋とわかめの みそ汁	じゃがいも・生 生わかめ 米みそ・甘みそ

〈昼〉	〔食品名〕
具沢山卵の花入り みそ雑炊	めし・精白米 だいこん・根・生 にんじん・生 おから 米みそ・甘みそ
簡単栗きんとん	さつまいも・生 くり・甘露煮 砂糖・三温

〈夜〉	〔食品名〕
ごはん	めし・精白米
さばのみそ煮	さば・生 米みそ・赤色辛みそ 砂糖・三温 清酒・2級 しょうが・生
にんじんの皮と えのきだけの酢浸し	にんじん・生 食酢・米酢 砂糖・三温 えのきたけ・生
ほうれん草の白和え	ほうれんそう・生 ごま・いり しょうゆ・こいくち 砂糖・三温 ごま油 豆腐・木綿
すいとん入り 玉ねぎのみそ汁	たまねぎ・生 米みそ・甘みそ 薄力粉・1等

すすめ」のそれと比較すると、約 1/4 である。栄養バランスを崩すことなくエネルギー比率をここで得た 2.26 以下になるようなレシピづくりはほぼ不可能と考えている。

もっと言えば、この献立に従えば、1 カロリーの食物エネルギーを摂取することは 8.17 カロリーの外部エネルギーを消費することになる。この外部エネルギーを低下することを以下に試行する。

その要諦は栄養バランスを保ちながら、生産エネルギーの低い食材を選び、ガスコンロの使用時間を少なく(あるいは短く)することにある。

こうして作成した献立を Table 6 に示す。朝食の小豆粥は前夜、カップ半量の白米をとき、沸騰した湯、小豆、米を魔法瓶に入れ朝まで放置して作る。それ以外の加熱は電子レンジ用いている。この献立では食材の生産段階におけるエネルギー比率は 0.91、調理段階のそれは 1.35 である。合計は 2.26 である。この値は「粗食の

Table 7 Comparison of input energy between recipes

	粗食のすすめ	改善献立
エネルギー比率	8.44	2.26
インプットエネルギー (kcal)	14.8×10^{11}	4.5×10^{11}
軽油換算 (リットル)	147,000,000	39,000,000

(軽油 1 リットル = 11,436 kcal)

5. レシピ改善の環境的意義

日本人一人当たり一日あたり、必要とする栄養熱量を 2000 kcal、人口を 1 億人とすれば、日本全体で 1 日当たり必要とする食物エネルギーは 2×10^{11} kcal である。この値にエネルギー比率を乗じると、1 億人分の食物エネルギーを供給するために必要なインプットエネルギー(外部エネルギー)を計算することができる。前節において改善した献立と粗食のそれとを Table 7 に示す。

「粗食のすすめ」の献立にしたがって、食事をすれば 1 日当たり必要なエネルギーは 14.8×10^{11} kcal、軽油に換算するとその体積は 147,000,000 リットルとなる。これを前節で提案した献立に代替すると、軽油換算で 39,000,000 リットルとなり、その差は 108,000,000 リットルである。レシピを改善することによって、節約できる軽油はドラム缶 570,000 本に相当する。炭酸ガスで見ると、実に 285,120 トンの削減となる。これがレシピ改善の環境学的意義である。つぎの課題は、調理を担当する主婦にこのことをどのようにして周知するか、である。その一つが食材に環境ラベルをつけることであると考えている。

6. 食材の栄養ラベルと環境ラベル

2002 年度の滋賀県水口高校 PTA 総会に参加した 157 名に対するアンケート調査から、「主婦の日常の買い物を通じての環境負荷低減意識はきわめて大」が分かった。すなわち「もし食材に環境に関するラベルが付いていたら、あなたは環境にやさしい食材を選びますか？」との問いに対して、「はい」と答えた人は 78%、「どちらともいえない」が 22% であった。食材に環境ラベルをつけることは環境問題解決にきわめて有効である。一方 ISO には環境ラベルについて I から III まで、3 段階の規格がある。タイプ III では、消費者が環境配慮形製品かどうかを判断ができるよう製品に LCA 情報を盛り込むことを定めている。タイプ III に対応するよう、著者の研究室は岐阜県関市のスーパーマーケットで販売されている 50 種類の食材を対象として環境ラベルを作成した¹⁾。

6.1 栄養情報

食物は人体の健康に直接の関連をもつので、食材選択の第一義的基準は栄養バランスである。環境負荷の小さい食材を選択したとしても、実際の献立が栄養バランスを欠くとすれば、そのラベルの意味がない。したがって、ラベルには環境情報に加え栄養情報が必要である。栄養バランスを確保するための、基準として、12種類の食品群毎の摂取量が定められている。この情報をラベルに取り込むこととした。

6.2 環境情報

環境情報は食材生産のエネルギーと輸送のエネルギーとした。前者は“家庭生活のライフサイクルエネルギー”²⁾に掲載されている値を用いた。輸送エネルギーは713 kcal/ton-kmを生産地から消費地までの距離に乗じて算出した。

Table 8 Green label of beef

品名	牛肉	
原産地	県内(飛騨)	
重さ	250 g	
	kcal/100 g	kcal/250 g
生産E	1012	2529
輸送E	7	16
合計E	1019	2545
包装	トレー：ポリスチレン ラップ：ポリエチレン	
この食品は「魚貝肉類」に含まれます。 1パックで必要量の約1.9倍です。 1パックの栄養kcalは820kcalです。 必要所要量(成人男性1人1日当り)		
魚貝肉類	130 g	
卵類	50 g	
牛乳・乳製品	200 g	
豆・豆製品	100 g	
穀物	300 g	
いも類	100 g	
油脂類	30 g	
砂糖	30 g	
緑黄色野菜	100 g	
その他野菜	200 g	
海藻	2 g	
果実類	100 g	

6.3 環境ラベルの実例

環境ラベルの1例としてTable 8に牛肉に関する環境ラベルを示す。品名、原産地、重量、100gあたりのインプットエネルギー、1パック当りのインプットエネルギーなどを上半分に表示している。下半分は栄養ラベルとも言うべきもので、その食材の栄養学的分類、1日あたりの所要量、1パック当りの所要量に対する比率、を表示してある。

Table 9に鶏肉に関する環境ラベルの上半分をしめす。インプットエネルギーは540 kcalと表示されている。栄養学的に見ると、鶏肉は牛肉と同様の魚肉類に分類され、その所要量も牛肉と同一で、1日当り成人1人当り130gである。したがって、栄養学的には牛肉の代替と

Table 9 Green label of chicken

	鶏肉	
原産地	佐賀県	
重さ	165 g	
	kcal/100 g	kcal/165 g
生産E	483	797
輸送E	57	94
合計E	540	891
包装	トレー：ポリスチレン ラップ：ポリエチレン	

してなんら問題なく、こちらを選べば、130g当り622.7 kcalのエネルギーを節約したことになる。

7. 考 察

もし1億人が牛肉の代わりに鶏肉を選んだとすれば、1日あたり622.7×10⁸ kcalのエネルギーを節約したことになり、軽油に換算すると6.77×10⁶ リットルとなる。炭酸ガスに換算すると17.86×10⁶ キログラムとなる。1年間では6.52メガトンとなる。家庭から発生する炭酸ガスは166メガトンと試算されているので、牛肉の代わりに鶏肉の選択をすれば、炭酸ガス負荷は約4%低下する。もちろん日本人全員が毎日牛肉を食べるわけではなく、牛肉を鶏肉に代替することも現実にはありえない。しかしながら、このことは「環境ラベルが温室効果ガス削減のための有効な手段であること」をシンボリックに表している。

残念ながら、環境ラベルの作成は簡単ではない。本研究では、食材生産のためのインプットエネルギーを既存のデータベースの値、いわば日本の平均的な値を用いた。実際、ケースバイケースでこの値は大きく異なる。米づくりを例にすると、不起耕栽培では環境負荷が標準のそれより40%小さくなるという⁴⁾。

さらに輸入食材のインプットエネルギーは輸送と流通だけに限定という現在のカウントの方法にも疑問が残る。環境ラベルの標準化、ひいてはデータ集積のためにさらなる研究を必要とする。

従来、食品学や栄養学は健康被害の防止や健康増進を目的として体系化された。この体系下では、環境負荷という概念が抜けている。一方、家庭から排出する温室効果ガス削減の切り札はレシピにある。それにもかかわらず、この方面の研究は手薄である。これを充足するために新しい学の体系が必要である。それは「環境食物学と呼ぶべきもの」と考えている。

参考文献

- 1) 恩田佐知：食物グリーン購入を目的とした環境ラベルの開発、滋賀県立大学環境科学部環境社会計画専攻卒業論文(2002)
- 2) 資源協議会：家庭生活のライフサイクルエネルギー、pp. 402-405 (1994)
- 3) 幕内秀夫：粗食のすすめ、秋のレシピ、東洋経社(2008)
- 4) 朝日新聞、2008年10月20日(関東第3版)、p. 12