

輸入食料・飼料の環境負荷を考慮した産業連関表によるCO₂排出原単位の作成

Estimation of embodied CO₂ intensities by sectors using I-O analysis:
considering environmental loads of imported foods and feeds

○ 吉川直樹^{*1)}、天野耕二¹⁾、島田幸司¹⁾

Naoki YOSHIKAWA, Koji AMANO, Koji SHIMADA

1) 立命館大学

^{*}ec081018@se.ritsumei.ac.jp

1. はじめに

食料・農業分野において、産業連関表による環境負荷排出原単位は、産業レベルでのマクロ分析や積み上げ法とのハイブリッドLCAなどに用いられている。食料自給率の低い日本においては、輸入品と国産品との環境負荷の差異や、国内外の価格差の存在により、環境負荷排出原単位が実態と大きく乖離している可能性がある。

産業連関表による環境負荷排出原単位に関する既往の研究では、化石燃料や天然資源について、海外の生産活動の実態を反映した排出原単位の推計¹⁾や、食品について国内外の価格差の補正のための提案²⁾が行われている。しかし、海外での食料・飼料生産における環境負荷を推計した上で、食料関連の産業部門における環境負荷原単位の包括的な比較検討は行われていない。

そこで、本研究では、食料関連部門における環境負荷の分析における、より実態に近いデータを担保することを目指し、主要な輸入食料・飼料について、ハイブリッド法によるLCAを行った上で、輸入品の環境負荷を考慮した産業連関法による部門別のCO₂排出原単位を作成した。

2. 概要

本研究では、2000年の産業連関表とそれに基づく産業部門別CO₂排出量データ³⁾を利用した。加えて、主要な輸入食料・飼料について、生産・加工・輸入における環境負荷を推計し、それらのデータを用いて産業部門別のCO₂排出原単位を作成した。対象とする品目は、主要な食料・飼料のうち、輸入割合の高い穀類3品目（小麦、大豆、とうもろこし）および肉類3品目（牛肉、豚肉、鶏肉）の6品目とした。

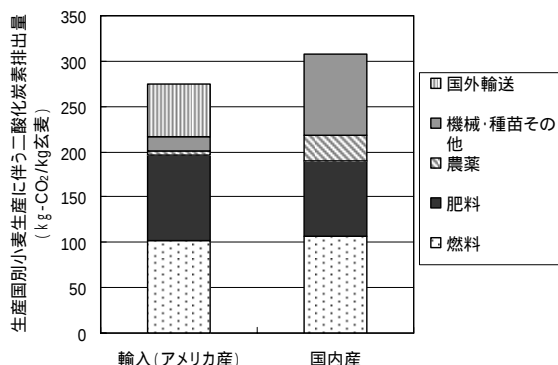


図1 小麦生産に伴う重量あたりCO₂排出量の比較

環境負荷の推計にあたっては、2000年においてこれらの品目すべての輸入量において比較的高い割合を占めるアメリカ産を仮定した。また、産業連関表をもとにした推計である国内産の環境負荷データとの手法の整合性を保つため、アメリカにおける産業連関表による環境負荷原単位⁴⁾を用いたハイブリッド法を中心としたインベントリ分析を行った。

3. 輸入食料・飼料のライフサイクルインベントリ分析

アメリカにおける穀物生産における環境負荷の産出にあたっては、用いた原単位⁴⁾が1997年の産業連関表を基にしているため、1997年における生産費データを用いた。具体的には、各費目（燃料費、農薬費、肥料費、作業委託費、機械費、固定資本費）に該当する産業部門の購入者価格ベースの原単位を乗じて算出した。輸送段階には、各作物における日本への主要な輸出港（小麦についてはポートランド港、とうもろこし・大豆についてはニューオリンズ港）から東京港までの距離にばら積み船輸送におけるCO₂排出原単位を乗じて算出した。

肉類生産費については、牛肉・鶏肉に関しては、環境負荷原単位⁴⁾の当該部門に価格を乗じて算出した。豚肉に関しては、羊・山羊生産と同一の部門に分類されているため、1997年の生産費を利用して穀類と同様に算出した。肉類は主に部分肉の形態で輸入されているため、推計においては部分肉重量あたりの環境負荷を算出した。図1・図2に、小麦と豚肉についての国内産の推計値との比較を示す。国内産の環境負荷の推計には、アメリカ産の手法に準じ、生産費と3EID³⁾のハイブリッド法を用いた。小麦生産においては農薬散布や農業機械等の効率性

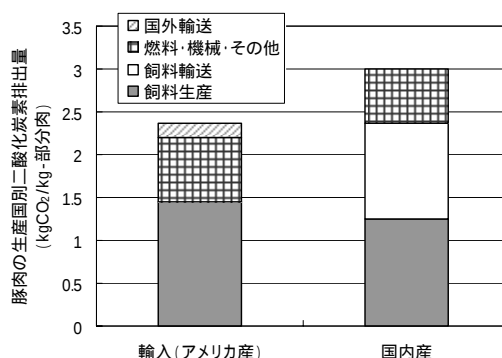


図2 豚肉生産に伴う重量あたりCO₂排出量の比較

において、豚肉生産では、飼料の自給によりアメリカ産のほうが重量あたり環境負荷は低い。

4. CO₂排出原単位の作成

産業連関表に基づくCO₂排出原単位の推計にあたっては、既存研究¹⁾と同様の方法を用いた。本研究で輸入による差異を考慮する6品目以外の品目については、すべて国内産とする仮定をおき、以下の式により誘発されるCO₂排出係数を推計した。

$$\varepsilon = e^T (I - (A_d + A_m''))^{-1} + \varepsilon_m^T A_m' (I - (A_d + A_m''))^{-1}$$

ここで、 ε は輸入財を考慮したCO₂排出原単位、 e は産業部門別の生産額あたりCO₂排出原単位、 ε_m は輸入6品目のCO₂排出原単位、 A_d は国産材の投入係数、 A_m' は輸入6品目の投入係数、 A_m'' は6品目を除く、国産を仮定する品目の投入係数である。また、 I は単位行列を示す添字であり、 d と m はそれぞれ国産品・輸入品を示す。なお、輸入6品目のCO₂排出原単位の算出においては、3で算出した重量あたりの環境負荷を2000年の平均輸入価格(CIF価格)で除した値を用いた。

算出に用いた産業連関表は、2000年の産業連関表を正方向行列とするために399部門とし、さらに枝肉生産部門のCO₂排出原単位を畜産種別に表示するために、と畜部門を牛肉(枝肉)、豚肉(枝肉)、鶏肉、その他の畜産物の4部門に分割した402部門の表を用いた。

なお、屑・副産物の取引は除外し、これにかかる環境負荷の波及効果はないものとして原単位を算出した。

食料関連産業の部門別CO₂排出原単位を表1に示す。3EIDと国産仮定型とでは屑・副産物の扱いが異なるが、肉類を除きその差は小さい。国産仮定型と、アメリカでの生産実態を考慮した実態考慮型を比較すると、穀類・畜産品について加工度の低い部門を中心にその差は大きく、3EIDとの誤差を上回る。また、調理食品や外食産業

など中食・外食部門においても、国産仮定型との比は1.03~1.10となった。このように、輸入品の環境負荷や価格差を考慮することによる、食品関連産業における部門別CO₂排出原単位への影響は小さくないと考えられる。

また、畜産品について今回分割した4品目についても、推計した原単位の間で差が確認され、食料に関する分析への利用において部門分割の意義はあるといえる。

5. まとめ

本研究では、主要な輸入食料・飼料について、ハイブリッド法によるLCAを行ったうえで、輸入品の環境負荷や価格差を考慮した産業連関法による部門別のCO₂排出原単位を作成し、輸入先の生産実態を考慮することによる環境負荷原単位への影響を比較検討した。これにより、畜産業・食品加工業における環境負荷原単位は、海外での生産実態を考慮しない場合よりも増加することを示した。今後は、より多くの品目について輸入品の影響を考慮し、食品関連産業における環境負荷評価において、より実態を反映したマクロ的分析に発展させたい。

6. 参考文献

- 1) 本藤祐樹・森泉良恵・外岡豊：1995年産業連関表を用いたエネルギーおよび温室効果ガス原単位の推計—海外の生産活動の実態を反映したインベントリデータ—，電力中央研究所報告，2002
- 2) 佐藤 邦光・辻本 進：食用大豆油と大豆ミールのLC-CO₂，第2回日本LCA学会研究発表会講演要旨集，2006
- 3) 南齋規介，森口祐一，東野達：産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID)-LCAのインベントリデータとして-，国立環境研究所地球環境センター，2002
- 4) Carnegie Mellon University Green Design Institute：Economic Input-Output Life Cycle Assessment (EIO-LCA)，<<http://www.eiolca.net>>，(参照2008-12-28)

表1 主要輸入食料・飼料の環境負荷を考慮した部門別CO₂排出原単位

	購入者価格		生産者価格		(参考)3EID 生産者価格 (国産仮定)
	実態考慮型	実態考慮型	実態考慮型	国産仮定型	
いも類	1.77	1.82	1.81	1.83	
豆類	1.17	1.12	1.11	1.13	
野菜	2.27	2.84	2.83	2.84	
果実	1.32	1.35	1.34	1.35	
その他の食用耕種作物	1.55	1.54	1.52	1.54	
種苗	1.27	1.27	1.26	1.28	
花き・花木類	3.10	5.49	5.49	5.49	
鶏卵	2.44	2.99	2.20	2.23	
特用林産物(含狩猟業)	3.85	5.44	5.40	5.40	
海面漁業	4.82	7.49	7.49	7.49	
海面養殖業	2.66	3.99	3.94	3.94	
内水面漁業	2.53	3.46	3.32	3.33	
牛肉(枝肉)	2.30	2.18	1.70	2.03	
豚肉(枝肉)	2.82	3.02	2.29	2.03	
鶏肉	2.80	2.76	2.18	2.03	
その他の畜産物	2.18	2.59	2.00	2.03	
肉加工品	2.22	2.76	2.10	2.01	
畜産びん・かん詰	2.32	3.17	2.91	2.93	
酪農品	2.24	2.84	2.70	2.71	
冷凍魚介類	3.04	4.45	4.45	4.45	
塩・干・くん製品	2.36	3.24	3.24	3.24	
水産びん・かん詰	2.69	3.78	3.75	3.75	
ねり製品	2.28	2.83	2.79	2.80	
その他の水産食品	2.39	3.12	3.10	3.10	
精穀	1.66	1.83	1.78	1.80	
製粉	3.36	4.45	2.48	2.49	

	購入者価格		生産者価格		(参考)3EID 生産者価格 (国産仮定)
	実態考慮型	実態考慮型	実態考慮型	国産仮定型	
めん類	2.63	3.25	2.82	2.83	
パン類	2.02	2.48	2.05	2.06	
菓子類	1.94	2.42	2.25	2.26	
農産びん・かん詰	2.22	3.02	2.95	2.94	
農産保存食料品	1.74	2.19	2.18	2.18	
砂糖	3.69	5.62	5.61	5.64	
でん粉	5.22	6.39	4.61	4.62	
ぶどう糖・水あめ・異性化糖	5.75	7.41	6.70	6.73	
植物油	4.00	5.52	3.26	3.27	
動物油脂	4.75	5.86	5.66	5.67	
冷凍調理食品	2.39	2.94	2.71	2.71	
レトルト食品	2.35	3.01	2.81	2.85	
そう菜・すし・弁当	2.01	2.42	2.26	2.27	
学校給食(国公立)	1.98	1.98	1.87	1.87	
学校給食(私立)	1.80	1.80	1.69	1.69	
その他の食料品	2.45	3.13	2.84	2.85	
清酒	1.44	1.51	1.50	1.52	
ビール	1.33	1.33	1.32	1.38	
ウィスキー類	1.43	1.49	1.49	1.49	
その他の酒類	1.68	1.91	1.90	1.92	
茶・コーヒー	1.84	2.17	2.17	2.17	
清涼飲料	2.00	2.35	2.33	2.33	
塩	12.11	20.32	20.31	20.34	
一般飲食店(除喫茶店)	1.97	1.97	1.88	1.89	
喫茶店	1.98	1.98	1.92	1.92	
遊樂飲食店	1.60	1.60	1.54	1.55	

注1: *印のある品目は、実態考慮型と国産仮定型との比が1.05以上の品目である。

注2: 牛肉(枝肉)からその他の畜産物までの4部門の実態考慮型原単位においては、生産者価格ベースは国内産のみ、購入者価格ベースは輸入品を含む原単位。

豆類、その他の食用耕種作物(とうもろこしを含む部門)の原単位は、いずれも国内産の原単位。