

水稻栽培における投入エネルギー分析の現状と問題点
- 米生産費統計資料¹⁾を利用した積上げ法とLCA²⁾について -

佐藤 寿樹

(2004年5月6日原稿受付) / (2004年5月13日原稿受理)

The Present Situation and Problems of Energy Use
Analysis on Paddy Rice Cultivation
Process analysis using statistical data of rice
production costs and LCA -

Toshiki SATOU

1 はじめに

戦後、日本の農業は、農業機械化、化学肥料、農薬などの技術導入により、生産性の著しい向上を遂げてきた。これは、日本の国際化・自由貿易化や工業化に沿う1961年の農業基本法を軸とする農政の結果として表れてきており、生物生産システムの生態系を無視した農業の工業化として表現できる。コスト競争力、土地生産性や労働効率を重視するため、農業労働力の代替として化石燃料エネルギーを多投する農法に移行していった。

このような歴史的現象の背景には、近代経済学理論（古典派経済学理論）の弱点である経済外部性が存在する。近代経済学は、労働投入と貨幣交換という条件を備え持つ商品に対して価値評価できるが、その条件に当てはまらない自然環境など近代経済学の考慮から外れている範疇に対しての価値については無視する性質を持っている。つまり、植物を代表する生産機能や微生物を代表する分解機能の根源である自然環境は無限と考え、経済理論を構築してきた歴史が存在し、現代までその思想が継続してきたゆえに、経済的評価指標は常に労働効率やコスト効率となった。現在、近代経済学のこのような特徴により利便性・経済合理性のみの価値観で化石燃料エネルギーを大量消費した結果、さまざまな歪が表面化し、無限と考えてきた自然が地球温暖化や環境破壊などの悲鳴をあげる結果として現れてきているのである。

¹⁾ 本報告で使用している米生産費統計資料とは、農林水産省発行の統計資料「米生産費調査成績」(1954～1963)、「米生産費」(1964～1970)、「米生産費統計」(1971～1972)、「米および麦類の生産費」(1973～)を示す。

²⁾ LCAは、Life Cycle Assessment (ライフサイクルアセスメント) の略である。

しかし、このような状況に警鐘を鳴らす動きが出てきた。1971年ジョージesk・レーゲンは、「エントロピー法則と経済過程」を発表し、すべてのエネルギー・物質現象は質の劣化へ常に移行するエントロピーの法則という自然現象に支配されており、経済過程は常に質の劣化を意味するエントロピー増大を引き起こすと述べた。ここに、エントロピーという概念を通して、経済と自然環境の関心の新しい価値概念がクローズアップされたのである。その後、1972年ローマクラブの「成長の限界」において、地球資源枯渇問題が取り上げられ、経済成長への警告を示した。また、1992年国連環境開発会議（地球サミット）における持続可能な発展（Sustainable Development）の基本理念が採択され、1997年には地球温暖化防止京都会議（COP3）など自然環境との共生策が検討され始めた。

このような地球環境問題に対する動向と共に、農業分野における自然環境問題・持続可能性への警鐘を鳴らす論述が見られる。まず、世界的な化石燃料エネルギー依存型農業への移行に警鐘を鳴らしたのは、1973年にピメンテルが発表した「Food Production and the Energy Crisis」³⁾であろう。この論文でピメンテルは、1945～1970年のアメリカのとうもろこし栽培における化石燃料エネルギー依存度の増加傾向を示し、近代型農業へ持続性の問題を提起した。日本の農業の化石燃料エネルギー依存度に関する論文は、1976年宇田川による「水稲栽培における投入エネルギーの推定」⁴⁾が有名である。この論文により、日本の戦後の水稲栽培近代化がいかに化石燃料エネルギーの依存度を高めてきたかが浮き彫りとなった。その後、農業への投入エネルギーに関する同様の研究が、農林水産省や久守、木村などにおいて報告されている。⁵⁾

これら日本の農業の投入エネルギー分析は、今後の農業はもとよりライフスタイルに関する価値指標形成で非常に重要と考えるが、その手法にまだまださまざまな問題点があり、整理できていないのが現状である。また、最近ではLCA（ライフサイクルアセスメント）が注目されはじめ、農業分野への導入も盛んに研究されており、LCI（ライフサイクルインベントリー）として、投入エネルギー分析の手法開発が盛んに行われている。⁶⁾

本報告は、水稲栽培に関する投入エネルギー分析の研究経緯をまとめ、その現状と問題点を明確化する。今回の報告では、主に米生産費統計資料を利用した積上げ法に関する問題点を取り上げ、考察する。また、農業におけるLCAの投入エネルギー分析手法研究の現状の取り組みについてまとめ、先行研究との整合性について提言したい。その上で、分析手法に関する方向性について考察するものである。

尚、本報告は、学位論文研究として取り組む「農業における投入エネルギーの農法論的分析」の前段階として位置付けられており、本学位論文研究で採用する分析手法を整理することが目的である。

2 農業の投入エネルギー分析手法

図1に、投入エネルギー分析の概念図を示す。図1は、例として、米生産における化学肥料の投入エネルギーの場合を示している。分析対象のエネルギーの概念には、直接エネルギーと間接エネルギーがあり、直接エネルギーはある項目の生産に投入される薪炭、石油、ガスなどの燃料

³⁾ 本文3.1で概要を説明している。

⁴⁾ 本文3.3で概要を説明している。

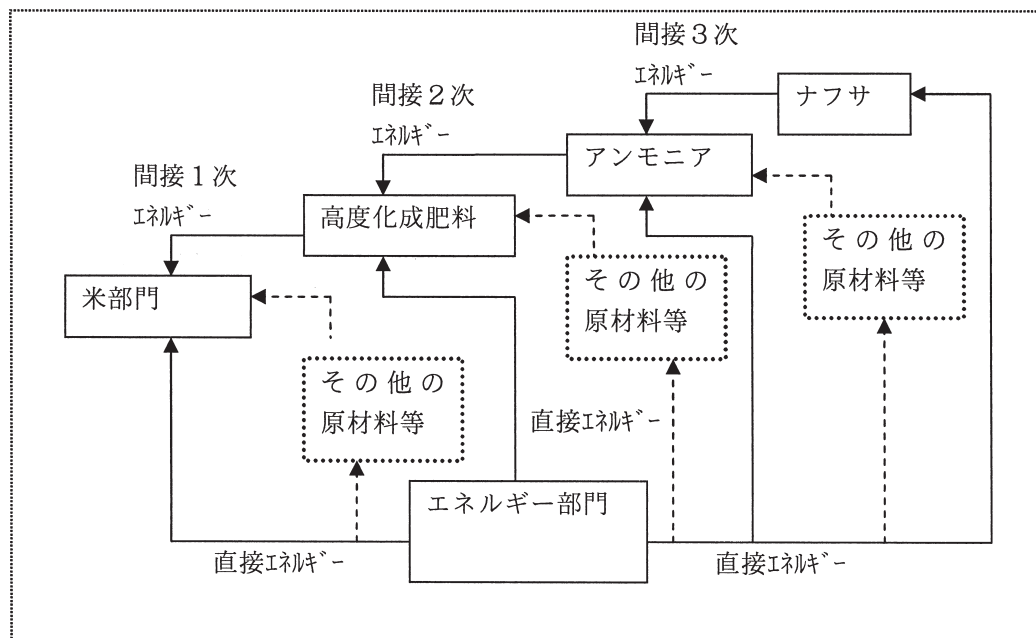
⁵⁾ 本文表2を参照。

⁶⁾ LCA,LCIについては、本文4.1で概要を説明している。

と電気をさし、間接エネルギーはある項目の生産に投入される材料を生産するのに必要なエネルギーをさす。この概念図において、前工程に遡り投入エネルギーを積算していくのであるが、その積算工程での分析にどのような資料を利用するかにより方法が変わる。

農業の投入エネルギー分析には、主に2種類の方法が採用されてきた。それらは、積上げ法、産業連関法である。積上げ法は、ある財の生産における各投入要素の生産段階、そしてさらに原材料の生産段階までさかのぼり、経営資料、調査資料や統計資料を使用して各生産工程で消費されるエネルギー量を可能な限り推計し、積算していく方法である。産業連関法は、産業連関表を使用し、産業部門別の直接燃料エネルギー係数を求め、原材料などの投入金額にエネルギー係数を乗じて1次、2次、・・・を加算したエネルギー係数を計算する方法である。積上げ法、産業連関法、それぞれに固有の長所、短所があり、分析手法として確立しているとはいえない状況が現状である。また、その使用目的や範囲により採用する方法に注意する必要があり、例えば、作物単体別や農法別などのミクロ的な投入エネルギー分析には積上げ法が、産業部門別や部門間収支などのマクロ的な投入エネルギー分析には産業連関法が適している。表1に積上げ法と産業連関法それぞれの分析方法の概略と長短所を示す。

このように、投入エネルギー分析の概念は比較的分かりやすいのであるが、分析方法の違いに加え、どこまで生産工程を遡るかということや投入材のエネルギー換算の考え方により分析結果が異なり、その分析手法の整理が困難な状況にある。



出所：農林水産省大臣官房技術審議官室『明日の農業技術』より作成。

図1 投入エネルギー分析概念図 (例：米生産における化学肥料)

表1 積み上げ法と産業連関法の概略

	積 上 げ 法	産 業 連 関 法
方法概略	・項目ごとに投入されるエネルギーの原単位を決めて掛け、各項目から出る数値を集計する。	・産業連関表により食料生産システムの工程の間接エネルギーを集計するもの。
長 所	・米や麦といった単一作物の投入エネルギーをとらえるのに適している。 ・地域条件や農法論的評価などミクロ的な分析に適している。	・マクロ的に食料システムの投入エネルギーをとらえるのに適している。 ・全産業のエネルギー消費、部門間のエネルギーフローの分析に適している。
短 所	・資料収集が至難の技	・ミクロ的分析には粗さがありすぎる。

出所：農政調査委員会『食料・エネルギー・労働力』を参考に作成。

3 分析の現状（先行研究事例から）

3.1 農業の投入エネルギー分析履歴

表2に、農業の投入エネルギーに関する主な文献・書籍を示す。ただし、日本における研究は主に水稲栽培の投入エネルギーに関する文献・書籍を抜粋した。

農業における投入エネルギー分析は、1973年ピメンテルの「Food Production and the Energy Crisis」が有名である。これは、積み上げ法を採用し、アメリカのとうもろこし栽培における投入エネルギーを分析した論文である。次に、1974年スタインハートは、「Energy Use in the U.S. Food System」で産業連関法を採用し、アメリカの食料生産システムにおける投入エネルギーの分析を行った。その後、両者の研究を基に、日本の農業における農業の投入エネルギーに関する研究が行われた。まず、1976年宇田川の「水稲栽培における投入エネルギーの推定」で積み上げ法による水稲栽培の投入エネルギーが分析され、1980年農林水産省や1984年久守により産業連関法による水稲栽培の投入エネルギーが分析された。このような分析は1994年の久守まで続くが、その後は、LCA分析に主眼が置かれる。

表2 農業の投入エネルギーに関する主な文献・書籍

発行年	著者名	文献・書籍名	章、項
1973年	Pimentel, D	「Food Production and the Energy Crisis」	
1974年	Steinhart, S	「Energy Use in the U.S. Food System」	
1976年	宇田川 武俊	「水稲栽培における投入エネルギーの推定」	
1978年	久守 藤男	「農業生産における補助エネルギー手段の単位熱量」	
1978年	久守 藤男	『戦後農政の再検討』	第5章2 農業近代化とエネルギー生産性の低下
1980年	農林水産省大臣官房技術審議官室	『明日の農業技術』	第2章 農業分野のエネルギー使用の実態
1981年	農政調査委員会	『食料・エネルギー・労働力』	
1984年	久守 藤男	『現代農業資源利用論』	第5章 エネルギー資源利用の現段階
1993年	木村 康二	「コメ生産における化石エネルギー消費分析」	
1993年	木村 康二	「農業生産における各投入要素のエネルギー原単位及びエネルギー集中度の推計」	
1994年	久守 藤男	「補助エネルギー推計方法」	
2000年	農林水産省農業環境技術研究所	『農業におけるライフサイクルアセスメント』	
2003年	農林水産省農業環境技術研究所	『環境影響のためのライフサイクルアセスメント手法の開発』 『LCA手法を用いた農作物栽培の環境影響評価実施マニュアル』	

注：『 』内は、書籍を示す。

3.2 水稲栽培における投入エネルギー分析の現状

これら文献・書籍で分析された結果を基に、日本の水稲栽培投入エネルギー分析の現象を見ていく。日本における水稲栽培の投入エネルギー分析結果を比較したのが、表3、図2である。これは積上げ法と産業連関法それぞれで行った1975年産の水稲栽培における10a当たりの投入エネルギーを推計者別で示している。図2は、表3の直接エネルギー（図2で「直接」と表現）と間接エネルギー（図2で「間接」と表現）、そしてそれらの合計結果（図2で「合計」と表現）を棒グラフで示しており、横軸の分析者記号は表3の分析者別に付けた記号を示している。図2が

らその分析手法および分析者の違いにより、分析結果が著しく異なっていることが分かる。また、産業連関法による分析結果は、積上げ法による分析結果に対して、比較的小さめになっている。このように、水稲栽培における投入エネルギーの分析は、分析者や方法により、取り上げる項目や計算の考え方に違いがあり、その数値が異なっているのが現状である。

表3 1975年産水稲作10a当たりの投入エネルギー分析値比較 (単位：万kcal / 10a)

分析者	宇田川	久守	農水省大臣 官房技術審 議官室	農政調 査委員 会	久守	木村	久守
分析者記号	a	b	c	d	e	f	g
参考文献、 資料番号	[2]	[3] [6]	[14]	[11]	[7]	[4] [5]	[8]
発表年次	1976年	1978年	1980年	1981年	1984年	1993年	1994年
計算方法	積上げ	積上げ	産業 連関	産業 連関	産業 連関	積上げ	産業 連関
直接	24	25	41	36	36	27	37
間接	種 苗	-	1	0	1	-	1
	肥 料	98	40	29	5	23	23
	農 薬	20	5	14	4	11	11
	資 材	21		7	37	7	7
	農業サービス	27		3	1	2	1
	修 理			3	1	4	4
	減価償却 (機械+建物)	189	29	-	-	21	31
	その他	86	13	0			
	小 計	432	87	55	48	70	79
	商業運輸	-	-	15	5	-	-
	計	443	87	69	53	70	79
合計	457	111	110	89	106	158	116

出所：久守 藤男「補助エネルギー推計方法」より作成。

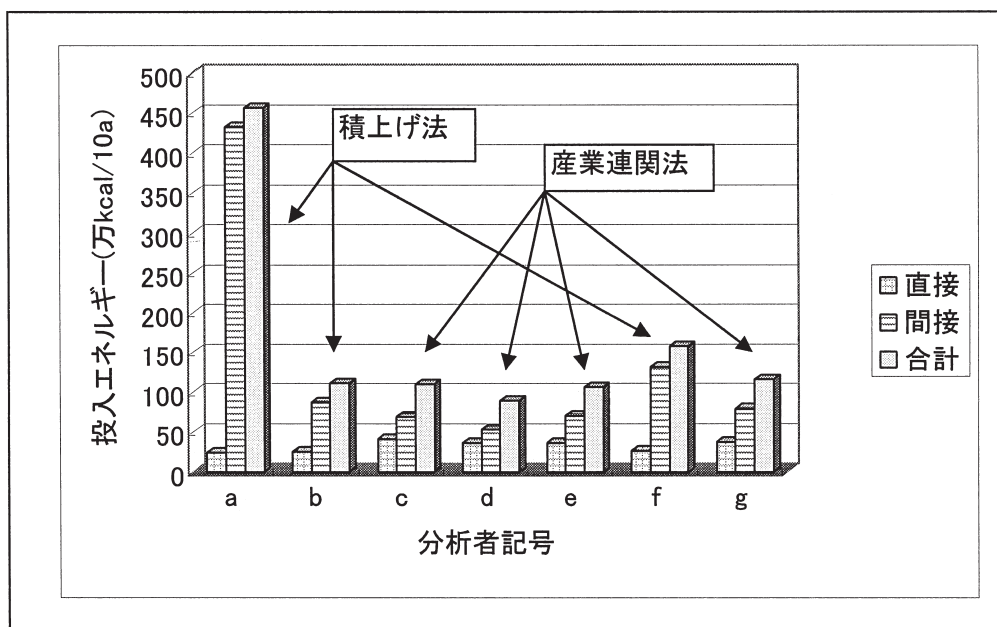


図2 分析者別投入エネルギー分析結果

3.3 積上げ法による水稲栽培投入エネルギー分析の現状と問題点

ここで、今回、積上げ法による分析結果を検討する。

積上げ法による水稲栽培の投入エネルギーに関する研究は、1976年宇田川⁷⁾、1978年久守⁸⁾、1993年木村⁹⁾が代表的に挙げられる。三者共に、米生産費統計資料を基に、投入エネルギーを分析している。図3～8にそれぞれの分析者による分析結果を示す。図3は、全投入エネルギーを示し、図4～8は、各要素別で投入エネルギー分析結果を比較している。図4～8では、全投入エネルギー中割合の大きな5つの要素である機械、化学肥料、農薬、燃料、電力を比較した。図3では、それぞれに、1950年代からの投入エネルギーの増加傾向という性質は一致するが、その値にずれが生じていることが分かる。宇田川の分析結果が著しく大きくなっており、久守と木村の分析結果は比較的同程度の値を示している。しかし、図4～7の各要素で投入エネルギー量を比較すると、それぞれに相違が顕著に見られる。この違いは、各分析者の分析時における考え方やエネルギー換算時の使用データの違いによるが、この相違の詳細分析は次報告の課題としたい。

ここで、分析者3人それぞれの研究経緯を示す。まず、宇田川は、農林水産省の米生産費統計資料のデータをもとに、水田10a当たりの要素投入量や投入金額に各資料から求めたエネルギー換算係数を掛け合わせ、各投入要素のエネルギー量を求めている。この結果から宇田川は、1950年から1974年の約24年間で、玄米収量から換算した産出エネルギー量を投入エネルギー量で除し

⁷⁾ 宇田川 武俊「水稲栽培における投入エネルギーの推定」

⁸⁾ 柏 祐賢、坂本 慶一「戦後農政の再検討」

⁹⁾ 木村 康二「コメ生産における化石燃料エネルギー消費分析」

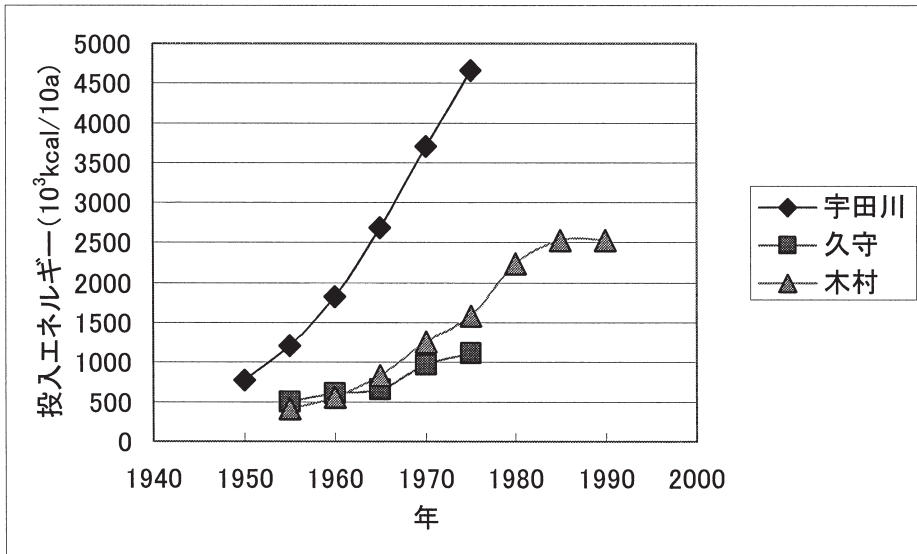
た比（算出投入比）が1.2から0.4へ低下したことを示し、非常に粗い分析結果を認めつつ、水稻栽培のエネルギー多消費型への転換とエネルギー非効率性を示した。次に、久守は宇田川の分析結果の問題点を「宇田川氏らの計算で問題になるのは、無機的原材料の製造過程での単位熱量をこの20年間一定とする点である。」と指摘し、年次別の単位熱量を考慮に入れて分析している。主に農業機械化に伴う投入エネルギー量の増加を指摘し、エネルギー生産性の向上条件を示した。次に、木村は、宇田川の分析結果について、「エネルギー換算係数を求める際の出所資料が不明確、推計時の仮定の置き方に問題がある」と指摘し、仮定をできる限り減らした形での投入エネルギー換算を試みた。木村においても、投入エネルギーに占める農業機械の寄与率の大きさに言及し、耕作規模と機械利用率の観点から投入エネルギー効率の分析を行った。

このように、各分析者が工夫を重ね、水稻栽培の投入エネルギー分析を行ってきたが、その議論は1994年に久守¹⁰⁾が木村論文の分析の考え方に対して行った問題点指摘に終わり、細かい手法の整理まで至っていないのが現状である。その久守が指摘する木村論文の問題点には、次の項目が指摘されている。

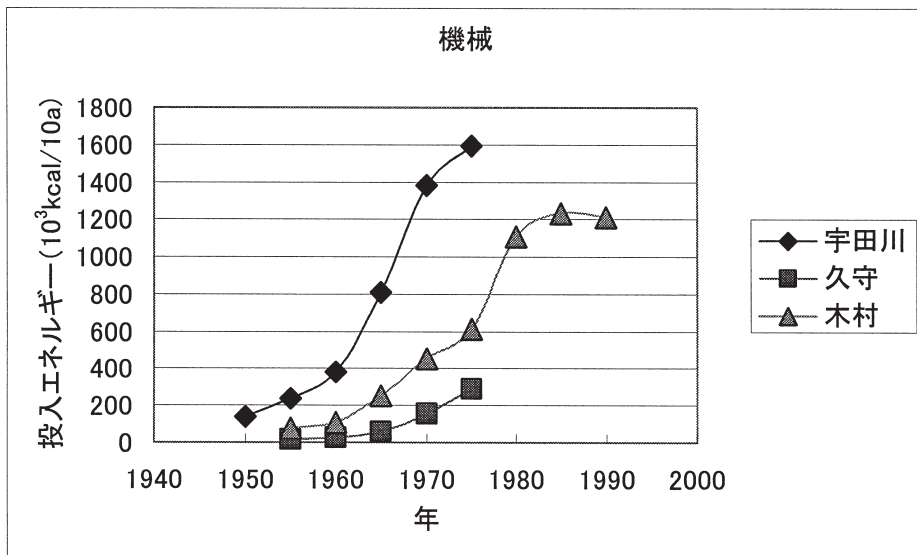
- 1) 資料データの限界の問題。
- 2) 米生産費統計資料と各種産業統計資料の価格基準の問題。
- 3) 固定設備（減価償却）の投入エネルギー換算の考え方問題。
- 4) 農業のための金融、保険、運輸、卸・小売業などの投入エネルギー換算不可の問題。
- 5) 海外から輸入した原材料および輸送などの投入エネルギー換算の問題。

これら久守が指摘する問題点は、米生産費統計資料など経営資料を使用する積上げ法を採用する上で、整理しなければならない課題である。特に、3) 固定設備（減価償却）の問題は、全投入エネルギーに占める割合が最も大きい項目だけに、重要な点と考える。今後の詳細分析において整理・議論していく必要がある。

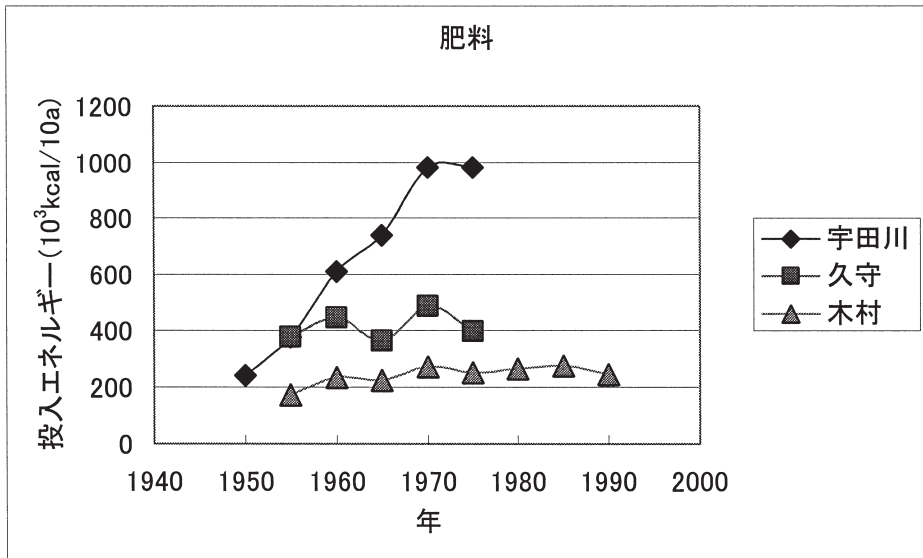
¹⁰⁾ 久守 藤男「補助エネルギー推計方法 - 積み上げ方式と産業関連方式 -」



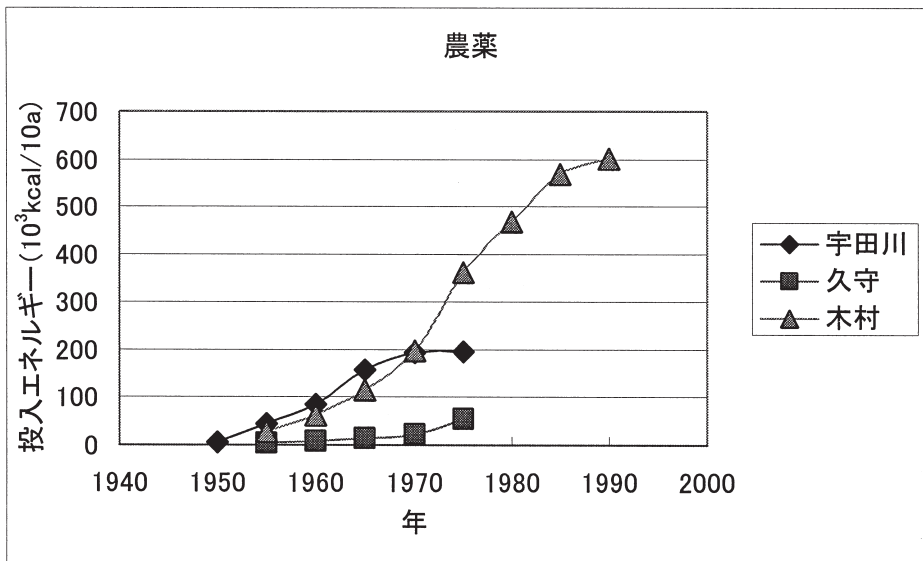
出所：宇田川 武俊「水稲栽培における投入エネルギーの推定」
 柏 祐賢、坂本 慶一『戦後農政の再検討』
 木村 康二「コメ生産における化石燃料エネルギー消費分析」より作成。
 図3 積上げ法による水稲栽培の投入エネルギー分析比較



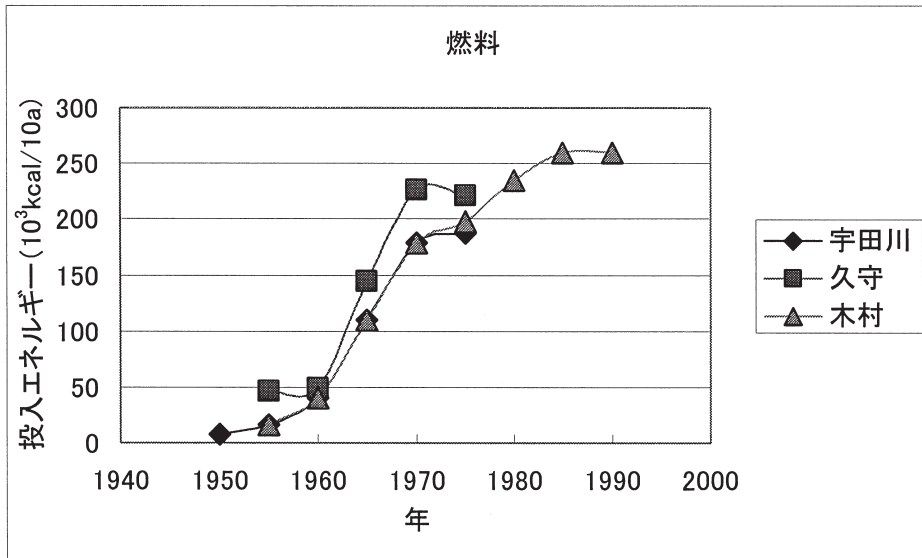
出所：宇田川 武俊「水稲栽培における投入エネルギーの推定」
 柏 祐賢、坂本 慶一『戦後農政の再検討』
 木村 康二「コメ生産における化石燃料エネルギー消費分析」より作成。
 図4 積上げ法による水稲栽培の投入エネルギー分析比較 (機械)



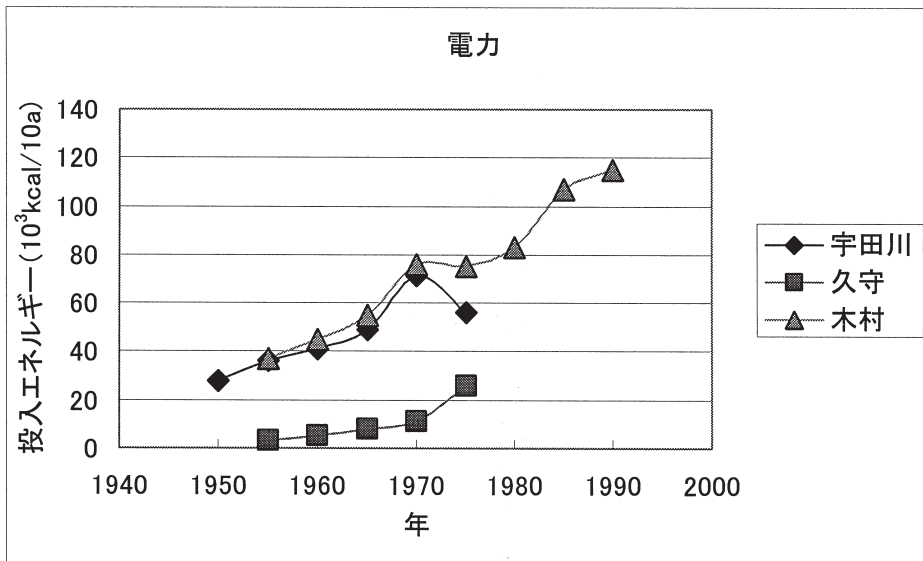
出所：宇田川 武俊「水稻栽培における投入エネルギーの推定」
 柏 祐賢、坂本 慶一『戦後農政の再検討』
 木村 康二「コメ生産における化石燃料エネルギー消費分析」より作成。
 図5 積上げ法による水稻栽培の投入エネルギー分析比較（肥料）



出所：宇田川 武俊「水稻栽培における投入エネルギーの推定」
 柏 祐賢、坂本 慶一『戦後農政の再検討』
 木村 康二「コメ生産における化石燃料エネルギー消費分析」より作成。
 図6 積上げ法による水稻栽培の投入エネルギー分析比較（農薬）



出所：宇田川 武俊「水稲栽培における投入エネルギーの推定」
 柏 祐賢、坂本 慶一『戦後農政の再検討』
 木村 康二「コメ生産における化石燃料エネルギー消費分析」より作成。
 図7 積上げ法による水稲栽培の投入エネルギー分析比較 (燃料)



出所：宇田川 武俊「水稲栽培における投入エネルギーの推定」
 柏 祐賢、坂本 慶一『戦後農政の再検討』
 木村 康二「コメ生産における化石燃料エネルギー消費分析」より作成。
 図8 積上げ法による水稲栽培の投入エネルギー分析比較 (電力)

4 農業におけるLCA (ライフサイクルアセスメント)

農業における投入エネルギーを考える上で、先述の先行研究とは別に、農業におけるLCAの取り組みの現状動向を見ていく必要がある。よって、ここで農業におけるLCAの現状を整理する。

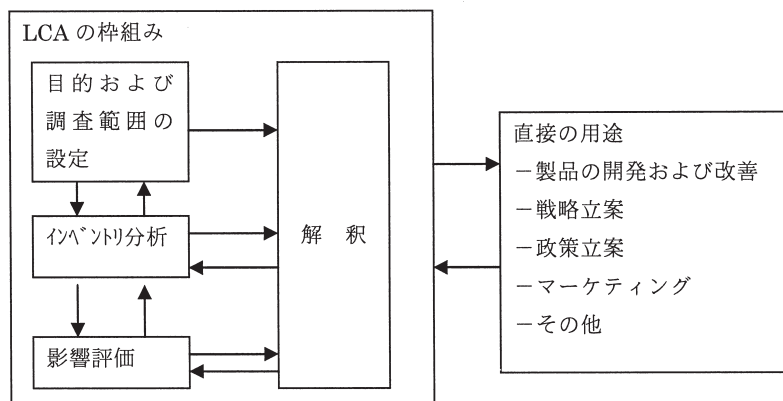
4.1 LCAとは

まず、LCAについて簡単に説明する。LCAは、製品やサービスの生産から廃棄まで(ライフサイクル)の物質とエネルギーの流れを一貫して計量し(インベントリ分析: LCI¹¹⁾)、環境への影響を評価する(影響評価)手法である。

LCAの「原則および枠組み」が1997年6月に国際標準規格(ISO-14040)として発行され、11月に日本工業規格となった(JIS-Q-14040)。

図9にLCAの枠組み図を示す。LCAの枠組みは、目的および調査範囲の設定、インベントリ分析、影響評価、解釈の4つのステップで構成されており、この枠組みに従い各ステップの規格が決められている。

そもそも、このLCAは、1969年コカコーラ社の委託によりMRI(Midwest Research Institute、現フランクリン研究所)が飲料容器(リサイクル可能なガラス瓶と使い捨てのペットボトルとの比較)を対象に環境影響評価を行ったのが始まりと言われている。その後、アメリカのSETAC(Society Environmental Toxicology and Chemistry:環境毒物・化学学会)、欧州ではオランダのライデン大学やスイスの生協ミグロスにおいてLCA研究が行われてきた。また、日本においては、1991年プラスチック処理促進協会から廃プラ製品の処理・資源化に関する環境影響評価の中でLCA手法が研究され、わが国のLCA研究の第一号と言える。その後、1993年科学技術省主導でエコマテリアル研究会が設立され、エコバランス国際会議などの開催を契機に、研究が盛んに行われている。



出所：農林水産省農業環境技術研究所「農業におけるライフサイクルアセスメント」より抜粋。

図9 LCAの枠組み

¹¹⁾ LCIは、LCA実施の目的に合致するように設定された調査の範囲(製品システム)への入力/出力を計量するステップである。

このように、LCA手法は工業製品の環境影響評価手法として開発されてきた経緯がある。

4.2 農業におけるLCA

国内における農業へのLCA適用は、農林水産省が平成8年からの2年間に「農林水産業に関するLCA適用方策の検討調査」に取り組み、農業におけるLCAの調査研究が開始された。さらに、平成10年度から、「環境影響評価のためのライフサイクルアセスメント手法の開発」が、農業環境技術研究所¹²⁾などによって実施されている。この研究は「持続的農業推進のための革新的技術開発に関する総合研究」の大課題の1つである。この研究では、LCA枠組み中インベントリ分析法の開発に重点が置かれている。その主な内容は、

産業連関法によるマクロ分析手法の開発

積上げ法によるLCA手法の開発

農業生産の現場に適應するためのLCA評価方法とマニュアル化

である。

まず、産業連関法によるマクロ分析手法の開発では、農業分野全体を対象として開発し、環境負荷・浄化物質の収支計算およびLCAのための基礎フレームの策定を行う。次に、積上げ法によるLCA手法の開発では、研究の対象範囲を水稲作と野菜作(トマト)に絞り手法確立の研究を実施する。比較する体系は、水稲においては移植栽培と直播栽培であり、トマトでは露地栽培と施設栽培である。ここでやっている積上げ法によるLCA手法は最終的な目的が環境へのインパクト評価である。よって、そのためのインベントリ分析データを構築する必要があり、現状細かいデータ採取に主眼を置いた研究がなされている。例えば、農業機械の作業条件や機械規模による燃料消費データ収集の研究報告¹²⁾がある。

5 農業における投入エネルギー分析の方向性について

本報告では、最初に水稲栽培における投入エネルギー分析の現状と問題点について先行文献を基に概観し、分析手法がまだ確立されていない現状を見てきた。主に、米生産費統計資料を利用した積上げ法による分析の3つの先行研究について比較し、その手法の確立途中の現状を示した。次に、農業における最近のLCA手法開発の取り組みを見てきた。ここで、各分析手法の今後の方向性について、提言する。

各分析手法開発において、課題と考えられることは、農業における投入エネルギーに関する産業連関法や積上げ法などの先行研究と今後研究が活発となるLCAとの分析手法の整合性があげられる。例えば、水稲栽培における投入エネルギー分析は、今後LCAの一部(LCI)として位置付けられていくと考えられるが、その際に、先行研究で行ってきた産業連関表や米生産統計資料をLCAとしてどのように意味づけていくかが問題である。特に、現状の積上げ法による水稲栽培のLCA分析は、先行研究のような米生産費統計資料を利用する手法とは別路線で研究が進行している様相がある。この問題は、LCAの枠組みにおける「目的および調査範囲の設定」により大きく異なり、この目的設定や方向性の設定が重要である。この点から目的の相違を考えると、先行研究がエネルギー枯渇問題として農業の持続性を検討しようとしているのに対して、現状の農業LCA分析は工業製品から発展してきた環境へのインパクト手法の延長として考えている点が挙げ

¹²⁾ 農業環境技術研究所「環境影響評価のためのライフサイクルアセスメント手法の開発」

られる。このような相違から、農業のLCA手法の開発には、非常に詳細な要素データ収集を研究する現状があると思われる。

今後、水稻栽培を含めた農業の評価として、地域条件・農法論的评价が必要と考える。よって、その分析には、普遍的・長期的比較データが必要であり、米生産費統計資料などの農業経営費統計データを基に積上げ法で評価する手法が必要と考える。よって、先行研究・LCAを考慮に入れた手法の目的・方向性の区分整理がまず必要である。その区分を各手法が意識しつつ、開発に取り掛かる点が必要であろう。その枠組みを表4のように考える。つまり、マクロ的评价（産業連関法）とミクロ的评价（個別データ調査による積上げ法）の中間的评价としてセミミクロ的评价（米生産費統計資料データによる積上げ法）手法¹³⁾の確立が必要と考える。

表4 分析手法開発の方向性

先行研究 (投入エネルギー分析)	農業におけるLCA現状 (環境インパクト分析)	今後の開発 観点区分	目的・方向性区分
産業連関法	産業連関法	マクロ的评价	産業構造評価
積上げ法 (米生産費統計資料を基に)	?	セミミクロ的 評価	地域・集落・個別 農家構造評価（規 模・農法別評価）
-	積上げ法 (個別詳細データ収集)	ミクロ的评价	集落・個別農家構 造評価（環境イン パクト評価）

6 ま と め

今回、水稻栽培における投入エネルギー分析について、先行研究の経緯と現状の問題点についてまとめ、先行研究に対する現状のLCA分析動向との整合性を問題提起した。また、米生産費統計資料を使用した積上げ法による投入エネルギー分析の観点区分を提案し、その存続意義の考え方を述べた。

今回分かったことは、米生産費統計資料のような経営費データを使用する投入エネルギー分析について、その目的や意義がまだ明確になっていない現状が存在するということである。今後、投入エネルギーの農法論的比較や時系列的比較を考えると、統計資料をベースに考える分析手法は必要となるであろう。

今後は、水稻栽培における投入エネルギー分析の先行研究を詳細に分析し、今回示した相違点を明確化することが課題となる。これらを明確化することにより、米生産費統計資料を使用する積上げ法の投入エネルギー分析手法がより改善されていくものとする。この分析をベースに、個別経営費データによる農法論的评价や耕地規模的评价などセミミクロ的な比較評価への研究の道が開けると考える。

¹³⁾ セミミクロ的评价手法とは、本報告での造語である。米生産費統計資料など経営費統計資料を基に分析する意味で使用しているが、報告者の学位論文の研究手法として検討していく予定である。

引用文献

- [1] 足立 芳寛 (1998年) 『エントロピーアセスメント入門』: オーム社。
- [2] 宇田川 武俊 (1976年) 「水稲栽培における投入エネルギーの推定」 『環境情報科学』 5-2、pp.3-79。
- [3] 柏 祐賢・坂本 慶一 (1978年) 『戦後農政の再検討』: ミネルヴァ書房。
- [4] 木村 康二 (1993年) 「コメ生産における化石燃料エネルギー消費分析」 『農業経済研究』 第65巻、第1号、pp.46-54。
- [5] 木村 康二 (1993年) 「農業生産における各投入要素のエネルギー原単位及びエネルギー集中度の推計」、 『千葉大学園芸学部学術報告』 第47号、pp.247-254。
- [6] 久守 藤男 (1978年) 「農業生産における補助エネルギー手段の単位熱量」 『愛媛大学総合農学研究彙報』 第21号、pp.51-61。
- [7] 久守 藤男 (1984年) 『現代農業資源利用論』: 明文書房。
- [8] 久守 藤男 (1994年) 「補助エネルギー推計方法 - 積み上げ方式と産業連関方式 - 」 『農林業問題研究』 第114号、pp.32-37。
- [9] 清水 良平 (1978年) 「食糧を支える直接・間接投入エネルギーの部門別計測」 『食糧システムの投入労働力とエネルギー計測に関する研究』: 農政調査委員会、pp.35-54。
- [10] David Pimentel et al., 1973. "Food Production and the Energy Crisis," SCIENCE, Vol.182, pp. 443-449。
- [11] 農政調査委員会 (1981年) 『食料・エネルギー・労働力』: 東洋経済新報社。
- [12] 農業環境技術研究所 (2003年) 『環境影響評価のためのライフサイクルアセスメント手法の開発』: 農業環境技術研究所。
- [13] 農業環境技術研究所 (2003年) 『L C A手法を用いた農作物栽培の環境影響評価実施マニュアル』: 農業環境技術研究所。
- [14] 農林水産省大臣官房技術審議官室 (1980年) 『明日の農業技術』: 地球社。
- [15] 農林水産省農業環境技術研究所 (2000年) 『農業におけるライフサイクルアセスメント』: 養賢堂。
- [16] John S. Steinhart and Carol E. Steinhart, 1974. "Energy Use in the U. S. Food System," SCIENCE, Vol.18, pp.307-316。