

第1部 地域の環境評価について

第1章 有機性資源循環利用システム評価における勘定体系の適用

林 岳

1. はじめに

近年、循環型社会への移行が求められ、国民の環境に対する意識が高まっており、農業部門においても資源の循環利用が求められている。農業部門においては古くから、家畜ふん尿のたい肥化や稲わらの家畜敷料への利用など既に資源の循環が機能的に行われている部分も一部存在する。しかしながら、このような部分について経済学的な側面から分析する際の問題点として、家畜ふん尿や稲わらが副産物として取り扱われていること、家畜ふん尿と稲わらのようにバーター取引や無償取引が行われていることなどの理由により、廃棄物や有機性資源の取引が経済指標に明示的に現れないことがある。また、市町村や地区単位などより小さな地域単位では、経済指標そのものが存在しないため、有機性資源の取引状況も明示されず、その効果も把握することができないという問題点が存在する。

そこで、本研究では以下の二点を目的とする。第1に全国単位、全国をいくつかに分割した地域単位、そして市町村単位の各段階において、勘定体系を用いて農業部門における有機性資源・廃棄物の発生・処理状況およびそこから発生する環境負荷を把握するための手法を提案し、試算を行うことである。第2に、提案した勘定体系を利用して、有機性資源循環システムを確立することによる環境負荷の低減効果を明らかにすることである。

2. 農業廃棄物勘定の提案

(1) 国単位での評価手法

ア. 勘定体系の概説

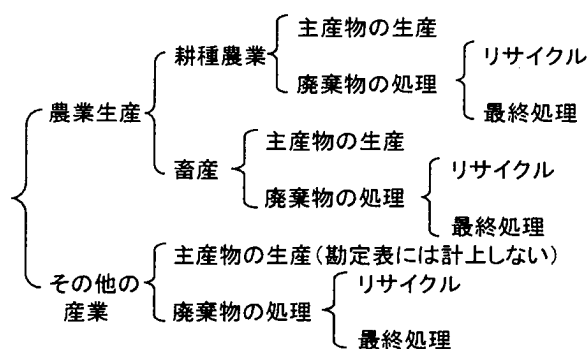
国単位で有機性資源のフローを把握するためには、廃棄物勘定を応用することができる。廃棄物勘定は、国連において提唱された環境・経済統合勘定を発展させたもので、国または地域全体の経済活動における廃棄物処理の状況を把握すること、および廃棄物のリサイクル・最終処理に伴う環境負荷の発生量を把握してマクロ経済統計を補完することなどを目的にしている。現在までに内閣府の委託を受け日本総合研究所が日本全国を対象とした試算を行っている（日本総合研究所〔6〕）。

本研究では廃棄物勘定を農業部門に限定して適用し、農業部門において発生する有機性資源・廃棄物の発生量・処理量およびリサイクル量を明らかにする。その上で廃棄物の処理・リサイクル段階および主産物の生産段階に関わる環境負荷を定量的に評価する。農業部門において廃棄物勘定を推計することの意義は、以下の三点にまとめられる。第1に、今まで経済活動と切り離されて評価されていた農業部門の資源循環活動を経済活動と同様

に明示化し評価することである。第2に、主産物の生産や廃棄物の処理と環境負荷の発生の関係をマクロ的に明示化するという点が挙げられる。さらに第3には、貨幣表を推計することによって、廃棄物の循環利用促進活動によって得られる経済的な利益の他、環境負荷を低減することの経済価値を評価し、循環利用促進活動のさまざまな側面の経済的利益を同一のフレームワークの上で評価することができる点である。

内閣府によって試算された日本における廃棄物勘定は、物量表、貨幣表、部門分割表の3つに分けられるが、本研究では物量表のみの試算とし、農業部門への適用のため廃棄物勘定物量表は内閣府が提示したものを修正し、15列×17行の行列形式とした(第1表)。

まず産業部門の設定は、耕種農業と畜産業の2部門を農業部門とし、それ以外の全部門をその他産業としてまとめて表現した。また農業部門においては、主産物の生産活動と廃棄物の最終処分・リサイクル活動を明確に区分して表現し、廃



第1図 産業部門・経済活動の分割

棄物の発生量および各廃棄物を処理する段階で発生する環境負荷量を推計し勘定に計上している。第1図には産業部門と経済活動の分割について示した。

第1表 農業廃棄物勘定のフレームワーク

第1表 廃棄物発生・処理の概要																	輸入 (参考)
	主産物の生産		廃棄物の発生		廃棄物の処理							最終処理					
	耕種農業	畜産業	耕種農業	畜産業	リサイクル活動	リサイクル活動				最終処理							
						耕種農業	畜産業	その他 産業	耕種農業	畜産業	その他 産業						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
廃棄物の発生・処理(千トン)	1																
家畜のふん尿	2																
プラスチック	3																
動物の死体	4																
わら類等	5																
環境負荷の発生(トン)	6																
SPM(浮遊粒子状物質)	7																
NOx(窒素酸化物)	8																
SOx(硫黄酸化物)	9																
CO2(二酸化炭素)	10																
CH4(メタン)	11																
N2O(亜酸化窒素)	12																
NH3(アンモニア)	13																
T-N(窒素)	14																
T-P(リン)	15																
BOD(生物化学的酸素要求量)	16																
COD(化学的酸素要求量)	17																
概算的に存在しないセル																	

概念的に存在しないセル

イ. 全国版農業廃棄物勘定の推計

推計対象となる農業部門由来の廃棄物は、家畜ふん尿(牛・豚・鶏)、家畜の死体、稲わら類、廃プラスチックの4項目である。また、これら廃棄物の処理過程において発生する環境負荷物質は、SPM(浮遊粒子状物質)、NOx(窒素酸化物)、SOx(硫黄酸化物)、CO2(二酸化炭素)、CH4(メタン)、N2O(亜酸化窒素)、NH3(アンモニア)、T-N(窒素)、T-P(リン)、BOD(生物化学的酸素要求量)、COD(化学的酸素要求量)の11項目とし、

対象年次は 2000 年である。なお、動物の死体の処理量については、畜産業とその他産業における最終処理量の個別のデータが得られなかったため、まとめて畜産業の最終処理量に計上した。また、動物の死体の処理に伴う環境負荷発生量についても、データの制約により数値を計上していない。

本研究で想定する廃棄物発生・処理プロセスおよび環境負荷の発生は、以下のとおりである。はじめに農業部門における主産物の生産活動により廃棄物（前述 4 項目）が発生する。そして、これら廃棄物は耕種農業・畜産・その他産業のいずれかの部門においてリサイクルまたは最終処理される。廃棄物勘定では、廃棄物の発生量を項目別・発生部門別に記載し、さらに処理過程において発生する環境負荷についても発生物質・処理形態別に勘定に記載する。なお、処理過程において、環境負荷が除去される場合は、勘定にマイナス計上している。

また、各廃棄物とも廃棄物発生段階で環境負荷が生じることも想定される。例えば、家畜ふん尿に関しては、ふん尿の処理段階とは別に、ふん尿が排せつされた段階で多くの CH₄ など環境負荷が発生する。したがって、勘定で

第2表 廃棄物から発生する環境負荷

	発生段階	処理段階	
		リサイクル	最終処理
家畜のふん尿	○	○	○
家畜の死体	---	---	---
廃プラスチック	---	---	○
稲わら類	---	---	○

注) 家畜の死体についてはデータが得られなかったため、環境負荷は計上していない。

は特にふん尿について、廃棄物の発生段階で生じる環境負荷と処理段階で生じる環境負荷の双方を推計対象とした（第 2 表）。この他、廃棄物の処理とは別に農業部門において主産物を生産する際に発生する環境負荷も別途計上した。肥料の投入による農地への環境負荷、農業機械の使用による CO₂ の排出などがこれに該当する。

数値の推計方法であるが、家畜ふん尿の発生量については、家畜飼養頭羽数に一頭羽あたりのふん尿発生量を乗じて算出する。プラスチックと動物の死体の発生量は、環境省〔3〕にある数値を使用した。そして、稲わら類については、農林水産省統計情報部〔11〕より、1999 年の稲わら・もみ殻発生量および 2000 年の麦わら発生量を引用し、稲わらについては、作付面積比により 2000 年の値に修正した。

主産物の生産に伴う環境負荷の発生量は、産業連関表における耕種農業および畜産業の粗生産額に、南齋他〔5〕から生産額あたり環境負荷（SPM, NO_x, SO_x, CO₂）の発生量を乗じて求めた。水田からの CH₄ と畑地からの N₂O については、環境省〔1〕より面積あたりの CH₄ 発生量および投入肥料 1 トンあたり N₂O 排出量を引用し、それぞれ水田総面積、農林統計協会〔14〕の窒素肥料の需要量を乗じた。また、廃棄物の処理に伴う環境負荷の発生および低減量については、基本的に（廃棄物処理量）×（処理量あたり環境負荷発生量）という推計方法を用いた。推計した全国版農業廃棄物勘定は第 3 表に示す。

第3表 2000年全国版農業廃棄物勘定

		主産物の生産		廃棄物の発生		廃棄物の処理				最終処理				輸入 (参考)		
		耕種農業	畜産業	耕種農業	畜産業	リサイクル活動		畜産業	その他 産業	耕種農業	畜産業	その他 産業				
						耕種農業	畜産業									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
廃棄物の発生・処理(千トン)	1															
家畜のふん尿	2					90,618.5		0.0	40,934.6	8,421.0	0.0	39,660.8	1,602.1			
プラスチック	3				132.2	0.0		0.0	0.0	46.3	0.0	0.0	85.9			
動物の死体	4					172.1		0.0	0.0	148.2	0.0	—	23.9			
わら類等	5				12,048.6			9,149.2	2,188.2	159.7	551.5	0.0	0.0			-271.0
環境負荷の発生(トン)	6															
SPM(浮遊粒子状物質)	7		7,444.2	37.2	—	—	—	—	—	—	—	4,251.7	—	—	—	—
NOx(窒素酸化物)	8		17,023.8	534.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SOx(硫黄酸化物)	9		9,443.0	84.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CO2(二酸化炭素)	10		3,659,276.6	105,166.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61,879.4
CH4(メタン)	11		425,088.6	—	—	8,157.4	0.0	27,737.9	980.1	3,000.5	19,482.9	684.0	—	—	—	—
N2O(亜酸化窒素)	12		7,790.7	—	—	4,524.9	0.0	34,591.6	11,393.5	102.4	9,657.0	1,047.0	—	—	—	—
NH3(アンモニア)	13		—	—	—	83,523.4	0.0	21,904.3	6,251.1	0.0	202.6	0.0	—	—	—	—
T-N(窒素)	14		—	—	—	1,425,960.9	0.0	-709,168.9	-158,655.2	0.0	-520,224.2	-15,184.9	—	—	—	—
T-P(リン)	15		—	—	—	629,511.7	0.0	-312,539.3	-72,250.9	0.0	-174,066.2	-7,704.1	—	—	—	—
BOD(生物化学的酸素要求量)	16		—	—	—	4,549,168.1	0.0	-2,464,178.6	-446,405.0	0.0	-1,161,894.6	-21,973.2	—	—	—	—
COD(化学的酸素要求量)	17		—	—	—	2,560,640.7	0.0	-1,309,331.1	-250,638.0	0.0	-726,233.6	-18,374.0	—	—	—	—

--- データが得られないため、値を計上しないセル

--- データが得られないため、統合した値を左側のセルに計上するセル

--- 概念的に存在しないセル

空白のセルには他のセルの合計値が計上される

(2)地域単位での評価手法

ア. 勘定体系の解説

(1)の農業廃棄物勘定表は、わが国全体を対象としているため、地域ごとの農業廃棄物の発生状況やそれに伴う環境負荷の発生状況などは考慮することができない。しかしながら、農業地域、都市地域などの違いや地域における稲作の盛んな地域や畜産業の盛んな地域といった農業生産の特質の差異を考えると、地域ごとに農業廃棄物の発生状況が大きく異なる。農業廃棄物勘定も地域を区分した形に修正を加えることで、これら地域の特徴を反映したものにすることが可能である。

農業廃棄物勘定の地域分割版を推計することの意義は、以下の2点を挙げることができる。第1に、廃棄物の発生状況およびその処理状況、さらには主産物の生産、廃棄物の処理による環境負荷の発生状況が地域ごとに把握できる点である。第2に、地域間の廃棄物の発生状況の差異を考慮した資源循環利用の影響評価が可能になる点である。このように地域版では、全国版では得られない地域ごとの細かな情報が得られるようになり、地域における資源循環活動に対して一定の示唆を与えるものとする。

まず、地域分割版で用いた地域区分は、産業連関表で用いられている全国9地域区分である。これは将来貨幣表を推計する際、推計の基礎資料となる産業連関表に合わせた形にすることによる利点が多いためである。農業統計の区分は関東、中部、近畿地域の区分が産業連関表のそれと異なっているため、数値の推計に際して農業関係の統計データを利用する場合には数値を修正して産業連関表の地域区分に合わせている。地域区分には都道府県別などより細かなものを適用することも可能であり、その場合にはさらに細かな地域での影響も把握できるようになる。

イ. 廃棄物勘定地域分割版の推計

次に、地域分割版に計上する数値の推計方法を解説する。家畜ふん尿については、各地域の家畜飼養頭羽数に1頭羽あたりのふん尿発生量を乗じて算出する。プラスチックについては、農林水産省統計情報部〔10〕にある各地域の施設（ハウス）面積を用い、その割

合によって全国値を按分した。動物の死体については、環境省〔3〕にある各都道府県データを用いた。そして、稲わら類については、農林水産省〔12〕より、稲作付面積および4麦作付面積を引用し、各地域の比率を用いて全国値を按分した。主産物の生産に伴う環境負荷の発生量は、各地域の耕種農業および畜産業の粗生産額に、南齋他〔5〕から生産額あたり環境負荷（SPM，NO_x，SO_x，CO₂）の発生量を乗じて求めた。水田からのメタンについては、各地域の水田総面積を、畑地からのT-Nについては、各地域における窒素肥料の出荷量により全国版の数値を按分した。最後に、廃棄物の処理に伴う環境負荷の発生および低減量については、基本的に（処理量）×（処理量あたり環境負荷発生量）という、全国版と同じ推計方法を用いた。

このように推計を行った結果、比率によって按分を行った数値については、全国値＝地域分割版の集計値となっているが、一部の数値で全国版と定義の異なる活動指標量を用いたため、地域分割版における環境負荷の発生量の合計値が全国版の数値と一致しないものがある。たとえば、主産物の生産に伴う環境負荷を求める際に利用した耕種農業および畜産業の粗生産額については、全国版は産業連関表の生産額を用いたが、地域ごとの耕種農業および畜産業の粗生産額が掲載されていないため、地域分割版では農林水産省の統計による粗生産額を用いた。そのため、主産物の生産に伴う環境負荷の発生量については、全国値と全地域の合計値が一致しない。その他、四捨五入の関係などの理由により、全国値と地域分割版の集計値が一致しないものもある。推計した廃棄物勘定物量表は第4表に掲げる。

(3) 廃棄物勘定による環境負荷低減効果の試算

ア. 全国版による試算

第3表の全国版農業廃棄物勘定より、例えば耕種農業部門では稲わら類の廃棄物が1,205万トン発生しており、これが鋤込みなど耕種農業部門内で915万トン、敷料やたい肥原料として畜産部門で219万トン、民芸品の原料などその他産業で16万トンがリサイクルされていることがわかる。また、耕種農業部門内では、55万トンの稲わら類が最終処分として焼却されており、焼却により、SPMが4,252トン、CH₄が3,001トン、N₂Oが102トン発生している。その一方で、稲わらの輸入が27万トンあり、畜産部門で飼料や敷料などに利用されている。

ここで、仮に有機性資源循環システムを構築し、敷料用の輸入稲わら27万トンを焼却処分される国産稲わら類により代替させたとして試算すると、畜産部門での稲わら類のリサイクル量が219

万トンから246万
トンに増加し、リ
サイクル総量が
1,150万トンから

第5表 輸入稲わらを代替した場合の環境負荷変化量

	稲わらリサ イクル総量 (千トン)	稲わら最 終処分量 (千トン)	SPM 発生量 (トン)	CH ₄ 発生量 (トン)	N ₂ O 発生量 (トン)
稲わら輸入なし	11,497.1	551.5	4,251.7	3,000.5	102.4
稲わら輸入あり	11,768.1	280.5	2,162.7	1,429.0	77.2
変化量	271.0	-271.0	-2,089.0	-1,571.5	-25.3
生産額あたり(kg/10億円)	—	—	-632.0	-475.4	-4.9

1,177 万トンへと増加する一方、耕種農業部門での最終処分量が 28 万トンに減少することが示された。また、最終処分量の減少に伴い、SPM が 2,089 トン、CH₄ が 1,572 トン、N₂O が 25 トン減少することが明らかになった（第 5 表）。農業粗生産額 10 億円あたりで見ると、SPM は 632kg、CH₄ が 475kg、N₂O は 5kg となった。ただし、上記における試算結果は、日本全国の稲わら類代替による環境負荷の潜在的な低減効果を示したものである。稲わらの供給には季節性があり、年間を通じた安定的な供給ができないという大きな問題点がある。この点については、本研究の分析では考慮されていない。

イ. 地域分割版による試算

上記の試算結果は、日本全国の稲わら類代替による環境負荷の潜在的な低減効果を示したものであり、稲わら類供給能力の地域間格差などは考慮していない。国内には稲作地域で稲わら類が多く発生する地域、畜産業が盛んで稲わらを多く必要とする地域など、農業生産の特徴によって、輸入稲わら代替による影響も地域間に大きな違いが考えられる。

そこで、地域分割版を利用して地域要因を考慮した上で、国内で発生し焼却される稲わらで輸入稲わらを代替させた場合の効果を評価する。地域分割版において輸入稲わらの代替による環境への効果を把握することにより、全国版では捉えることのできなかった国産稲わら類供給の地域間格差、地域ごとの輸入稲わら使用量の違いなどを考慮することができる。

稲わら類代替の効果を見るためには、地域ごとの輸入稲わら使用量を把握することが必要である。そこで、農林水産省植物防疫所ホームページ〔7〕から港ごとの畜産用稲わらの取扱量データを引用し、地域ごとに集計した。稲わらが陸揚げされた地域と稲わらが実際に使用される地域が異なることも考えられるが、稲わらは価格が低い割に嵩張るため、長距離の輸送は行われないものであるため、輸入稲わらは陸揚げされた地域において全て使用されると仮定する。また、国産稲わらの焼却分についても地域間移動は行われず、発生した地域で発生した稲わらの焼却処分量の全てもしくは一部が輸入稲わらと代替されると仮定する。

輸入稲わらの使用量と地域内で代替稲わらの供給量の関係においては、以下の 2 つのケースが想定される。ま

ず、1 つ目のケースとして、輸入稲わら使用量が国産稲わら類焼却処分量を上回っているケースである。このようなケースでは、焼却処分量だけでは輸入分を完

第6表 稲わら供給の地域間格差を考慮した場合の

輸入稲わら代替による輸入量、焼却処分量の変化

	輸入量		変化量	輸入量		変化量
	代替前 (千トン)	代替後 (千トン)		代替前 (千トン)	代替後 (千トン)	
北海道	12.9	0.0	-12.9	31.4	18.5	-12.9
東北	1.5	0.0	-1.5	105.8	104.4	-1.5
関東	46.0	0.0	-46.0	107.5	61.4	-46.0
中部	44.6	6.2	-38.4	38.4	0.0	-38.4
近畿	29.3	0.0	-29.3	35.2	6.0	-29.3
中国	0.7	0.0	-0.7	29.7	29.0	-0.7
四国	17.0	2.6	-14.4	14.4	0.0	-14.4
九州	117.2	68.2	-49.0	49.0	0.0	-49.0
沖縄	1.7	1.3	-0.4	0.4	0.0	-0.4
合計	271.0	78.3	-192.7	411.9	219.2	-192.7

全に代替することができず、焼却処分量全てを輸入稲わらの代替に充てても、外国からの稲わらの輸入が一部継続される。このケースに該当するのは、中部、四国、九州、沖縄の4地域である。次に2つ目のケースとして、輸入稲わら使用量が国産稲わら類焼却処分量を下回っているケースがある。この場合には、国産稲わらの焼却処分量によって輸入稲わらを完全に代替することができ、代替後は輸入稲わらの輸入および使用は行われない。このケースに該当するのは、北海道、東北、関東、近畿、中国の5地域である。

各地域における稲わらの代替前と代替後の稲わら輸入量、焼却処分量は第6表に示した。最も多くの輸入稲わらが代替されるのは、九州地域であり、5万トンの稲わらが国産品により代替される。次いで、関東、中部、近畿の順で代替される輸入稲わらが多くなっている。全地域合計で稲わらの代替量は19万トンとなり、地域間格差を考慮しなかった場合の27万トンのおよそ71%となっている。

第7表 稲わら供給の地域間格差を考慮した場合の環境負荷低減効果(生産額あたり)

	(kg/10億円)		
	SPM	CH ₄	N ₂ O
北海道	-170.4	-128.2	-1.3
東北	-10.3	-7.8	-0.1
関東	-174.3	-131.1	-1.4
中部	-520.0	-391.2	-4.0
近畿	-474.5	-357.0	-3.7
中国	-17.0	-12.8	-0.1
四国	-303.5	-228.3	-2.4
九州	-343.2	-258.2	-2.7
沖縄	-52.2	-39.3	-0.4
全国平均	-229.5	-172.6	-1.8
全国版値	-632.0	-475.4	-4.9

次に、地域における輸入稲わら使用量、国産稲わら類の供給量を考慮した場合の輸入稲わら代替による環境負荷低減効果について考察する。各地域において、第6表に示される量の輸入稲わらの代替が行われた場合、生産額あたりの環境負荷の減少量は第7表に示される。ここで農業粗生産額あたりで環境負荷低減効果を見るのは、環境負荷低減効果の総量でみた場合、単純に輸入稲わら代替量が多いと比例的に環境負荷低減効果も大きくなることとなり、地域での環境負荷低減効果の特徴が不明確になるという理由からである。すなわち、生産額あたり環境負荷低減効果を見ることによって、農業が盛んでなくとも大きな環境負荷低減を達成できる地域など、地域ごとの特徴を踏まえた上で環境負荷低減効果を捉えることができる。また、稲わらの代替は畜産業で行われる対策であり、畜産粗生産額あたりで見ることが可能であるが、稲わら代替による環境負荷の低減だけではなく、耕種農業における他の様々な環境負荷低減対策なども見据えて、農業全体における環境負荷低減効果を把握することを想定し、耕種農業も含めた粗生産額あたりの数値を用いた。

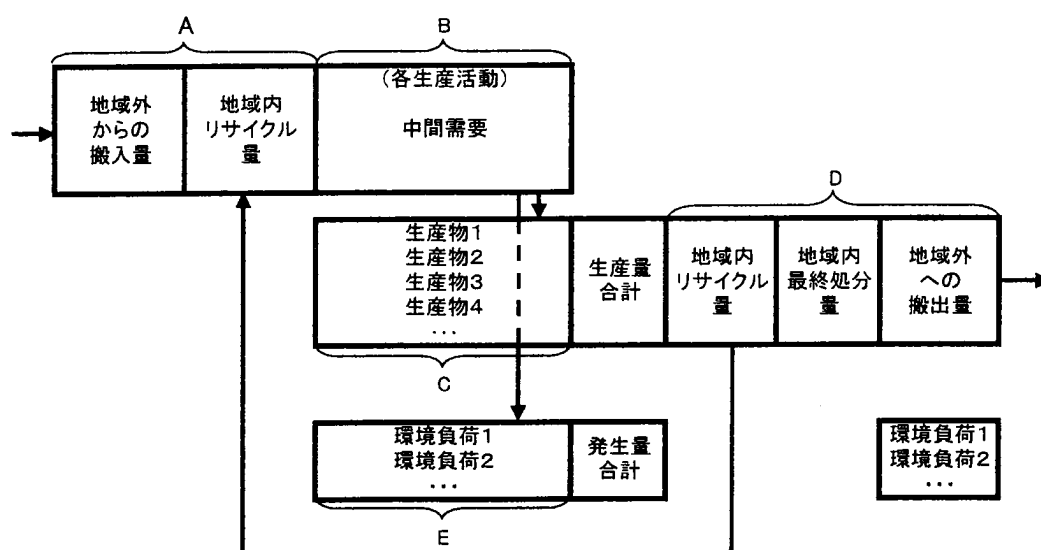
第7表を見ると、最も環境負荷の低減効果が大きい地域は中部地域であり、生産額10億円あたりSPM:520kg, CH₄:391kg, N₂O:4kgが減少することが示された。同様に近畿地域についても環境負荷低減効果が大きい。一方で、東北地方や中国地方については、輸入稲わら代替量が少ないことから、環境負荷低減効果も小さくなっている。逆に関東地方は輸入稲わら代替量が多いにもかかわらず、環境負荷低減効果は中部地方、近畿地方を下回ることが示された。

(4) 市町村単位での評価手法の提案

ア. 有機性資源勘定の解説

(1), (2)における農業廃棄物勘定では、マクロ経済指標データが揃う国レベルや地域レベルでの適用を意図したものである。さらに小さな地域単位においては、推計に必要なデータの確保が困難であり廃棄物勘定を適用させることは難しい。そこで、ここでは有機性資源のリサイクルの状況を示すことができる新たな勘定体系を提案し適用する。

新たな勘定体系は、有機性資源勘定と呼ばれ、産業連関表をベースとしたものとなっている。産業連関表では、ある部門からは1種類のみの生産物を産出すると仮定されているが、有機性資源勘定では1つの生産活動から複数の産出物および有機性資源が生産されると想定し、拡張を行っている。第2図にはその概念図が示されている。従来の産業連関表は貨幣表示のため、付加価値などの項目があるが、物量表示を基礎としている新たな勘定は、付加価値の部分を削除している。まず、地域内の生産活動に投入される原材料が地域外から供給されるのか、地域内で自給されたものなのかを図中のAの部分で明確に区分する。その上で地域内のどの部門にどれだけの原材料が投入されているかを産業連関表のフレームに沿ってBの部分で記述する。そして、生産活動から生み出された生産物と有機性資源をその下のCで記述する。このとき、1つの部門から生み出される生産物と有機性資源は一種類に限定されず、複数の産出が行われることもあり得るとしている。



第2図 資源勘定の概念図

例えば、畜産業では、生産活動に伴って畜産物が産出されるが、その他に有機性資源である家畜ふん尿も同時に発生すると考えるのである。生み出された生産物と有機性資源がどのような需要先に需要されているか、すなわち、地域内で需要されているのか、地域外へ移出されるのかは、Dの部分で記述される。このうち、地域内で需要される生産物・有機性資源に関しては、再びAの部分に転記され、再度地域内の生産活動に投入される様子が記載される。また、生産物および有機性資源が作り出される生産活動を行う際に発生する環境負荷をEに記載する。この部分で環境負荷を把握することによって、有機性資源のリ

サイクルをより一層進めることによる環境負荷低減効果などを明らかにすることができる。

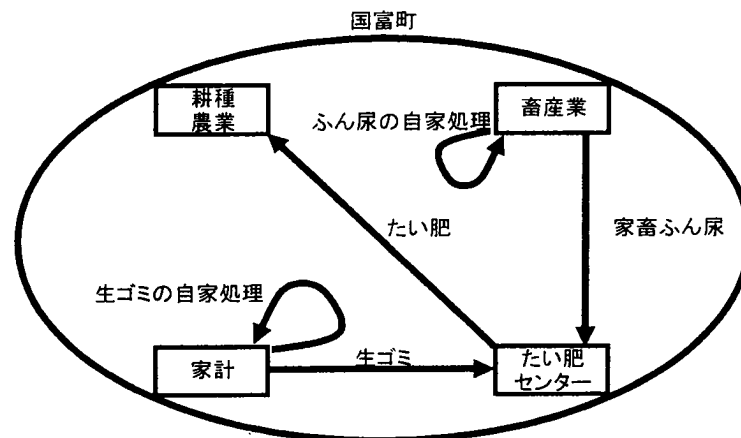
このように、有機性資源勘定は、生産活動に伴って発生する有機性資源を体系的に記述でき、生産活動に伴って発生する環境負荷を把握するという今までにない手法である。なお有機性資源勘定は、評価の対象に合わせ行列項目を変更することによって国富町以外にもあらゆる事例にも適用可能である。現在まで試算の途中であるが、その他の市町村で適用した勘定体系を末尾の付表に掲げる。

イ. 国富町有機性資源勘定の推計

有機性資源勘定の試算は宮崎県国富町を事例に行う。国富町は、宮崎県の中央部に位置し、人口 23,000 人の農業を主な産業とする町である。国富町は周辺 4 町で結成する事務組合でゴミ処理をしていたが、ゴミ処理施設の維持費の膨張問題と同時に、畜産経営農家による家畜ふん尿による土壌、水質の問題が深刻化した。そのため、生ゴミと家畜ふん尿を合わせてたい肥化する施設の建設が行われ、昭和 60 年に供用を開始した。その後、一度の施設更新を経て現在に至っている。たい肥の原料は家畜ふん尿と生ゴミであり、平成 14 年度で生ゴミ 1,584 トン、家畜ふん尿 9,152 トンを受け入れ、3,264 トンのたい肥が生産されている。生産されたたい肥はすべて地元農協を通じて町内の販売店で販売されている。

本研究において取り上げるのは、国富町内で行われるさまざまな生産活動の中で、たい肥センターを中心とした有機性資源のフローに関連する産業部門のみである。すなわち、ここではたい肥センター、耕種農業、畜産業および家計の生産活動の 4 部門を地域内の生産活動として取り上げる。国富町内におけるたい肥センターを中心とした有機性資源のフローは第 3 図に示す。まず、畜産業では、生産に伴って家畜ふん尿が発生し、その一部はたい肥センターへ、残りは自家処理される。一方、家計においても活動に伴って生ゴミが発生し、自家処理分以外の生ゴミは全てたい肥センターに運ばれる¹⁾。たい肥センターでは、搬入された家畜ふん尿と生ゴミを原料にたい肥が生産され、耕種農業部門に販売されるのである。

また、生産活動に伴って発生する環境負荷については、耕種農業、畜産業、たい肥センターの 3 部門で推計した。家計部門の活動による環境負荷発生量は、推計に必要なデータが得られないため推計できなかった。耕種農業部門では、二酸化炭素 CO_2 、窒素酸化物 NO_x 、硫黄酸化物 SO_x 、浮遊粒子状物質 SPM 、メタン CH_4 の 5 種類の環境負荷物質が、畜産業では、前述の 5 種類の他、生物化学的酸素要求量 BOD 、化学的酸素要求量 COD 、窒素 T-N 、リン T-P の計 8 種類が、たい肥センターの生産活動では、 CH_4 、 N_2O 、 NH_3 の 3 種類が、それぞれ発生するとして、活動指標量に環境負荷発生原単位を乗じることによって発生量を推計した。



第3図 有機性資源のフロー概念図

第8表 国富町有機性資源勘定フレームワーク

第8表 国産品・有機性資源動態表		エネルギー・原材料の供給			エネルギー・原材料の需要		家計の活動	生産・発生量と消費・投入および処理量			
		外部から搬入した原材料・有機性資源	地域内で生産・発生した原材料・有機性資源	財・サービスの生産活動	耕種農業生産	畜産生産		たい肥センター	地域内で使用・処理消費・投入およびリサイクル	廃棄および放出	外部への販売および処理委託
		1	2	3	4	5		6	7	8	9
原材料の投入											
たい肥(t)	1										
その他の財・サービス	2										
有機性資源の投入											
生ゴミ(t)	3										
ふん尿(t)	4										
財・サービスの生産											
たい肥(t)	5										
その他の財・サービス	6										
有機性資源の発生											
生ゴミ(t)	7										
ふん尿(t)	8										
環境負荷の発生 (kg)											
CO2(二酸化炭素)	9										
NOx(窒素酸化物)	10										
SOx(硫黄酸化物)	11										
SPM(浮遊粒子状物質)	12										
CH4(メタン)	13										
N2O(亜酸化窒素)	14										
NH3(アンモニア)	15										
BOD(生物化学的酸素要求量)	16										
COD(化学的酸素要求量)	17										
T-N(窒素)	18										
T-P(リン)	19										
概念的に存在しないセル											

概念的に存在しないセル

この一連の有機性資源フローを把握するため、本研究では有機性資源勘定を構築する。提案した勘定は、第3図の概念図を元にして作られた10列×19行の行列である(第8表)。勘定の推計のために使用したデータは、たい肥センターからのヒアリング調査のもの、その他既存の統計データを利用した。推計対象年次は平成14年度である。

ウ. 有機性資源勘定による環境負荷低減効果の評価

推計した有機性資源勘定は第9表に示す。平成14年度において、国富町では2,175トンの生ゴミと56,436トンの家畜ふん尿が発生した。そのうち、生ゴミ1,584トン、家畜ふん尿9,152トンがたい肥センターにたい肥の原料として搬入され、3,264トンのたい肥が生産された。そして、たい肥センターでたい肥の生産を行う際、CH₄が2.3トン、N₂O

が 184 トン、NH₃ が 7.9 トン発生していることが示された。その他、耕種農業の生産活動からは、CO₂ が 4,276 トン、NO_x が 19.9 トン、SO_x が 11 トン、N₂O が 244 トン発生し、畜産業の生産活動に伴って発生する 8 種類の環境負荷も明示されている。

第9表 平成14年度国富町有機性資源勘定

		エネルギー・原材料の供給		エネルギー・原材料の需要			生産・発生量と消費・投入および処理量				
		外部から 搬入した 原材料・ 有機性資源	地域内で 生産・発生 した原材料・ 有機性資源	財・サービスの生産活動			家計の 活動	地域内で使用・処理		外部への 販売 および 処理委託	
				耕種農業 生産	畜産 生産	たい肥 センター		消費・投入 および リサイクル	廃棄 および 放出		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
原材料の投入	1										
	2		3,264.0	3,264.0							
その他の財・サービス		****	****	****	****	****	****				
有機性資源の投入	3										
	4		1,584.0			1,584.0					
生ゴミ(t)											
ふん尿(t)			9,152.0			9,152.0					
財・サービスの生産	5					3,264.0			3,264.0		
	6			****	****	****	****	****	****	****	****
その他の財・サービス											
有機性資源の発生	7						2,175.6		1,584.0	591.6	
	8				56,435.6				9,152.0	47,283.6	
ふん尿(t)											
環境負荷の発生 (kg)	9			4,275.8	92.2			4,367.9			
	10			19.9	0.5			20.4			
CO2(二酸化炭素)											
NOx(窒素酸化物)											
SOx(硫黄酸化物)											
SPM(浮遊粒子状物質)											
CH4(メタン)				244.6				246.8			
N2O(亜酸化窒素)						2.3		184.0			
NH3(アンモニア)						7.9		7.9			
BOD(生物化学的酸素要求量)					2,575.9			2,575.9			
COD(化学的酸素要求量)					1,707.4			1,707.4			
T-N(窒素)					791.2			791.2			
T-P(リン)					368.2			368.2			

*** 物量単位で表すことが困難なもの
 **** 概念的に存在しないセル

ここで、たい肥センター建設による環境負荷低減効果を明示化するため、仮に現在行われている 1,584 トンの生ゴミのたい肥センターへの投入が一切行われず、全て焼却処分された場合の環境負荷の発生量との比較を行う²⁾。その結果、たい肥化した場合には、焼却処分の場合よりも CO₂ の発生量が 403.9 トン、N₂O が 196.4 トン減少することが示された(第 10 表)。その他、焼却時に発生していた 264.5 トンの CH₄、177.4 トンの NO_x、752.4 トンの SO_x は発生量がゼロになる。有機性資源の生ゴミは、カーボンニュートラルの性質を持つことから、たい肥化による CO₂ や CH₄ の削減は地球温暖化防止に影響を与えない。だが、NO_x、SO_x については、たい肥化による環境負荷の削減効果と認められ、たい肥センターの建設によるリサイクルシステムの構築により、一定の環境負荷低減効果があることが示された。

第10表 生ゴミの焼却とたい肥化による環境負荷発生量の変化

	生ゴミ焼却・ たい肥化量 (t)	焼却		たい肥化		変化量 (t)
		原単位 (t/生ゴミt)	発生量 (t)	原単位 (t/生ゴミt)	発生量 (t)	
CO ₂	1,584	0.516	817.3	0.261	413.4	403.9
CH ₄	1,584	0.167	264.5	—	—	264.5
N ₂ O	1,584	0.124	196.4	0.000	0.2	196.2
NO _x	1,584	0.112	177.4	—	—	177.4
SO _x	1,584	0.475	752.4	—	—	752.4

出所: 高月[4]

3. おわりに

本研究では以下の二点を目的としてきた。第1に全国単位、全国をいくつかに分割した地域単位そして市町村単位の各段階において、勘定体系を用いて農業部門における有機性資源・廃棄物の発生・処理状況およびそこから発生する環境負荷を把握するための手法を提案し、試算を行うことであった。第2に、提案した勘定体系を利用して、有機性資源循環システムを確立することによる環境負荷の低減効果を明らかにすることであった。

新たに提案した勘定体系は、国単位、地域単位に適用するための農業廃棄物勘定と市町村単位などより小さな地域単位に適用する有機性資源勘定に分けられる。有機性資源・廃棄物の把握にこれらの勘定体系を用いることによって、農業部門における有機性資源の物質的なフローとそれに関わる経済取引を明示的に表すことができる。さらに、農業廃棄物勘定の地域単位に分割した地域分割版では、地域間の廃棄物の発生状況の差異を考慮した資源循環利用の影響評価ができ、全国版では得られない地域ごとの細かな情報が得られるようになるため、地域における資源循環活動に対して一定の示唆を与えるものとする。また、さらに小さな地域単位に適用するために提案した有機性資源勘定は、対象となる事例に合わせ自在に行列形式を変更することができ、あらゆる評価対象に適用できる。国単位から市町村単位まであらゆる事例に適用可能な勘定体系は有機性資源の把握に利用できる。

そして、提案した勘定体系の利用法の一例として、本研究ではまず、農業廃棄物勘定を用いて輸入稲わらの国産品による代替が与える環境負荷低減効果を評価した。その結果、輸入稲わらを国産品により代替することで、全国でSPM: 3,159 トン、CH₄: 2,377 トン、N₂O: 25 トンが減少することが明らかになり、有機性資源循環システムの構築によって一定の環境負荷低減効果がもたらされることが示された。さらに、地域間の稲わら供給の格差を考慮した場合には、稲わら類供給の地域間格差を考慮した場合、地域ごとの国産稲わら類の供給の制約により、輸入稲わら代替による環境負荷低減効果は、稲わら類供給の地域間格差を考慮しない場合に比べて小さくなることが明らかになった。

次に、有機性資源勘定を用いて宮崎県国富町を対象として、有機資源リサイクルシステムを構築することによる効果を定量的に評価することを目的として、仮に現在行われている1,584 トンの生ゴミのたい肥センターへの投入が一切行われず、全て焼却処分された場合の環境負荷の発生量と比較する。その結果、生ゴミをたい肥化した場合には、焼却処分時に発生していた177.4 トンのNO_x、752.4 トンのSO_xは発生量がゼロになり、たい肥センターの建設によるリサイクルシステムの構築によって、一定の環境負荷低減効果があることが示された。このように有機性資源の循環利用システムの確立による環境負荷低減効果を評価するにも勘定体系は有効であることが示された。

-
- ¹ 国富町では収集される生ゴミの全てをたい肥センターで処理しているが、一部農家などでは自らが所有する農地に還元するなどの自家処理が行われている。本研究では、生ゴミの農地還元による環境負荷は推計していない。
 - ² 高月〔4〕には、生ゴミ焼却時の重油や電力の使用に伴う環境負荷の発生原単位も掲載されているが、本研究ではこの部分については考慮していない。

参考・引用文献

- 〔1〕 環境省『平成 14 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会農業分科会報告書』, 2002 年。
- 〔2〕 環境省『平成 14 年度温室効果ガス排出量算定法封検討会廃棄物分科会報告書』2002。
- 〔3〕 環境省『平成 14 年事業 産業廃棄物排出・処理状況調査報告書』, 2002 年。
- 〔4〕 高月紘『都市内分散型エネルギー需給技術の温暖化抑制効果と都市環境影響に関する研究 平成 11 年度報告書』<http://homepage1.nifty.com/eco/pdf/fw2000.pdf>
- 〔5〕 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研究センター, 2002 年。
- 〔6〕 日本総合研究所『内閣府委託調査 環境・経済統合勘定の確立に関する研究報告書』, 2001 年。
- 〔7〕 農林水産省植物防疫所ホームページ <http://www.pps.go.jp/database/index.html>
- 〔8〕 農林水産省統計情報部『家畜飼養者によるたい肥化利用への取組状況調査報告書』, 2002 年。
- 〔9〕 農林水産省統計情報部『家畜排せつ物等のたい肥化施設の設置・運営状況調査報告書』, 2000 年。
- 〔10〕 農林水産省統計情報部『2000 年世界農林業センサス第 6 巻経営部門別農家統計報告書第 2 集』, 2002 年。
- 〔11〕 農林水産省統計情報部『農林水産関連廃棄物等の利用・処理について』, 2001 年。
- 〔12〕 農林水産省統計情報部『平成 12 年耕地及び作付面積統計 (平成 8 年～11 年累年統計)』, 2001 年。
- 〔13〕 農林水産省農業環境技術研究所編『農業を軸とした有機性資源の循環利用の展望』, 2000 年。
- 〔14〕 農林統計協会『ポケット肥料要覧 2002/2003』, 2003 年。
- 〔15〕 平井康宏, 村田真樹, 酒井伸一, 高月紘「食品残渣を対象とした循環・資源化処理方式のライフサイクルアセスメント」『廃棄物学会論文誌』12 巻 5 号, 2001。

第4表 2000年農業資源物動一定量表作成分割版1/4

—二—が得られないため、統合した値を左側のセルに計上するセル
—三—のセルに計上される。

第4表 2000年臺灣藥物安定物質區域別版2/4

「セロ」をいじらないで、
セロが得られないため、
発言した値を左側のセルに計上するセル

張家輝 2000年 電影《千禧情人夢》

[illegible]

2000年4月15日 國立中央圖書館數位典藏特藏組 館藏

[illegible]