

再資源化物の品質管理に関する環境政策の課題

Some Considerations of Environmental Policy in Relation to the Quality Management of Renewable Resources

(2000年4月1日受理)

木 戸 啓 仁
Kido Keiji

Key words : 複合的地域資源循環システム, コンポスト, 品質管理, 環境政策

1. は じ め に

わが国は、廃棄物の最終処分場の問題、地球温暖化の問題、廃棄物焼却による有害物質の排出問題などを契機に、「循環型経済社会」の構築に向けた構造改革を求められている^(注1)。つまり、環境負荷が少ない循環を基調とした経済社会システムの実現である。

廃棄物についてみると、有機廃棄物（生ごみ、食品汚泥、畜産副産物など）の発生量が最も多く、推計によれば28.1千万tであり、これは一般廃棄物や産業廃棄物を含めた廃棄物総量の約60%に達する^(注2)。また、これらの有機廃棄物を再資源化した場合、肥料として窒素が132万t、りん酸が62万t、加里が85万t生産でき、この量は、96年に使用された化学肥料ベースの成分量に換算して窒素の260%、りん酸の102%、加里の193%に相当する^(注3)。現在、有機廃棄物の多くは再資源化されて農家に肥料や飼料として提供されているが、これは基本的に再資源化により廃棄物の最終処分場の問題や廃棄物焼却による有害物質の排出という問題が回避でき、さらにコンポスト化により土地の生産力を向上させることができると考えられているからである。廃棄物の再資源化は、構造改革のための重要な課題の1つとして位置付けられている。

一方、食料生産の側からは、農業近代化の反省として環境と調和した持続性の高い有機農業のあり方が模索されている^(注4)。また、この有機農業は消費者の健康安全志向に適合した食料生産システムとして再評価されつつある。その基本は、自然の均衡系のうえに成立している土地の生産力を維持、向上させて、食料生産を行うことにある。

このように、食料生産の基盤である土地の生産力向上という点で、背景は異なるものの農業外部部門と農業部門の考え方が大枠で一致しているようにみられる。ただし、完全に一致している訳ではない。農業外部部門によるコンポスト製造の急速な進展とその食料生産基盤である土地への無条件の環流は、コンポストの明確な品質基準がない現状においては大きな問題である。

また、100億の人口圧が予想されている21世紀に発生すると考えられている食料問題は、わが国だけでなく世界各国が解決しなければならない重要課題である。

これらの課題解決のために、循環型経済社会と調和する持続性の高い有機農業のあり方を考える必要がある。ただし、自然の均衡系のあり方は、日本、ヨーロッパなどの地域でそれぞれ異なっているから、持続性の高い有機農業のあり方も地域で異なる。つまり、循環型経済社会と調和する持続性の高い有機農業のあり方を考えるうえで重要なことは、地域の土地の性格、食料の生産、流通、消費の発展過程を明らかにして、土地の潜在的生産力を現在よりもより深い次元から把握し、これを健在化できる複合的な地域資源循環システムを構築することである。

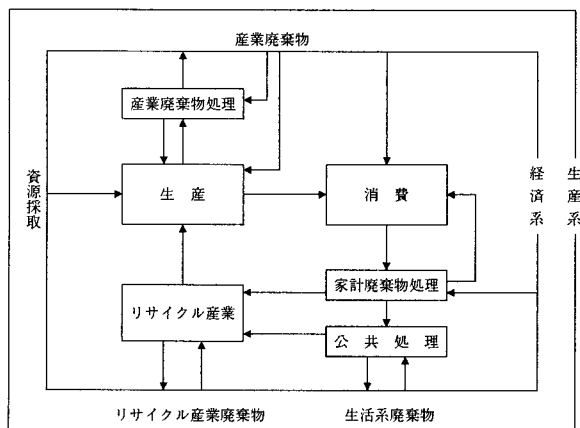
本論文は、以上のような事実認識に基づいて、食品廃棄物を事例に、①環境経済学に関する研究成果を概括し、エコロジー経済学による食品廃棄物の経済学的理解を行い、②わが国とインドネシアの食品廃棄物再資源化の現状と問題点を明らかにし、③コンポストをベースに、世界各国で共通する食品廃棄物再資源化の「標準化」と「現地適合化」のツールを組込んだ複合的な地域資源循環システム構築の試案を提示しながら、コンポスト製造において品質基準の設定とその管理が環境政策上重要であることを指摘したものである^{(注5) (注6)}。

2. 食品廃棄物の環境経済学的理解

環境経済学の確立に向けたアプローチの方法からこれまでの研究成果は大きく5類型に分けられているが^(注7)、その内、物質代謝論アプローチは、「人間と自然との間の物質代謝」過程のあり方を問題としてとらえるという点で資源循環の議論を進めるうえで有用であると考えられる^{(注8) (注9)}。そこで以下、物質代謝論アプローチについてその考え方を要約しておこう。

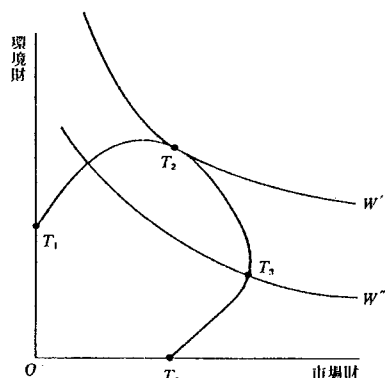
図1は、生態系と経済系との物質循環を説明したものである。生態系と資源採取、生産、消費、廃棄処理、リサイクルなどの連関関係が明瞭に示されている。

図1 生態系と経済系との物質環境



資料：福岡【9】の図3・1(a)を若干修正。

図2 市場財と環境財の結合生産、社会厚生を最大



資料：福岡【9】の図4・1。

また、図2は生態系を結合財（環境財，市場財）とみるという視点が示されている^(注10)。この図は、環境財と市場財の関係（一方の機能を強めれば他方の機能が弱まるという二者択一的な選択）を特殊な曲線で表している。Wは社会的効用無差別曲線である。この特殊な曲線と無差別曲線との接点（T2）では、環境財と市場財の便益と機能が最も高いが、T2からT3，T4へと市場財の生産を強めれば環境財としての機能が悪化する。この考え方は、食品についても適用可能であろう。食品も環境財と市場財の両方の機能を持っているからである。つまり、食品は常にすべてが市場財として利用されるわけではなく、荷傷みや腐敗などのために廃棄される部分が必ず発生する。むしろ、その廃棄される率は一定ではないが、食品廃棄物は再資源化して有効活用すれば環境財となる。その意味から、食品は結合財と考えることができる^(注11)。

3. わが国の食品廃棄物再資源化の現状と課題

(1) 食品廃棄物再資源化の現状

現在、食品企業はLCA（ライフサイクルアセスメント）、環境マネジメントシステム（ISO14001）、環境報告書、環境会計などの環境効率性を高める行動を積極的に採用している。行政サイドも、「環境基本法」、「廃棄物処理法」、「容器包装リサイクル法」などを制定し、廃棄物処理対策の精度を高めている^(注12)。

表1は、食品製造企業から排出される食品廃棄物の種類と処理の概要を示したものである。排出された食品廃棄物は、従来廃棄物処理業者により焼却や埋立されることが多かったが、食品廃棄物は多くの栄養素を含んでいるので堆肥や飼料として再資源化され、農家に提供されるようになっている^{(注13) (注14)}。

醤油製造を例に廃棄物再資源化の流れをみると、図3のようになる。もろみを压榨した際に出てくる醤油かすが食品廃棄物である。この醤油かすは塩分を含むため焼却や埋立により処理されることが多いが、畜産農家に飼料として提供される場合もある。

家庭から排出される食品廃棄物は生ゴミであるが、ダイオキシン対策からこれを焼却処理するのではなくコンポスト化して農家に提供するという方向に変わりつつある。山形県長井市のレインボープランは、市が中心となって組織的に生ゴミを収集しコンポスト化して農家に提供するというもので、地域内資源循環システムの構築を目指したものである^(注15)。

(2) 食品廃棄物再資源化の課題

わが国では、食品廃棄物の有効な処理方法として農業外部門によるコンポスト化が行われ、食料生産基盤である土地への還流が急速に進展している。しかし、コンポスト化にあたっては、地域の土壌条件、気象条件、微生物、植物、病害虫の種類、食品廃棄物の種類などをまず検討しておく必要がある。わが国で普及しているコンポスト化の技術は、短期間に高コストで製造する工業的な製法であり、これらの点をかなり省略している。したがって、施用できる土地の種類が限定されている。

表 1 食品製造業の動植物性残さの利用，処理状況

(単位：千t)

業種・工場	国内 工場数	主な製品の種類 と生産量	残さの種類と 発生量	処 理 状 況
清涼飲料製造業	900	炭酸飲料 2,898千kl コーヒー飲料 2,483千kl その他の飲料 7,741千kl	コーヒー抽出かす 茶かす 未集計	外部委託（廃棄物処理業者による堆肥化，焼却，埋立）
化学調味料製造業	1	アミノ酸液 12千kl	ヒューマズ 1	①外部委託（埋立），②内部処理（焼却）
でん粉製造業・ 甘藷でん粉工場 馬鈴薯でん粉工場 コーンスターチ工場	53 31 16	甘藷でん粉 69 馬鈴薯でん粉 223 コーンスターチ 2,477	でん粉粕 39 でん粉粕 779 コーンフィード等 966	逆有償でクエン酸工場が引取り，土壌還元，堆肥化，調味料原料，採油用，飼料用として販売
豆腐・油揚げ製造業	17,599	豆腐類 1,240 油揚げ類 213	おから 730	①外部委託（リサイクル業者による肥飼料化及び他用途化（きのこ培地等），廃棄物処理業者による焼却，埋立），②内部処理（乾燥後肥・飼料化），③事業系一廃として排出，等
弁当製造業・ コンビニ向け工場 事業所給食向け工場	224 112	米飯類，調理パン等 未集計 弁当 49	生ごみ等 92 残飯等 0.1	①外部委託（廃棄物処理業者による引取り），②内部処理（堆肥化，焼却，素材化），③事業系一廃として排出，等
醤油製造業	1,883	醤油 1,123千kl	醤油かす 83	①外部委託（廃棄物処理業者による焼却，埋立），②内部処理（焼却）③運賃負担のうえ，肥料・飼料用として農家に配付等
冷凍食品製造業	959	冷凍食品 1,420	かす等 35	①外部委託（廃棄物処理業者による焼却，埋立），②内部処理（堆肥化，焼却）
惣菜食品製造業	24,342	惣菜 未集計	かす等 35	外部委託（主に廃棄物処理業者が量に関係なく定額引取り）
ビール製造業	68	ビール 6,797千kl	麦芽かす， ビール酵母 未集計	①ビールの原料として利用，②自社系列でリサイクル（薬品，食品），③飼料業者に販売
砂糖製造業 てん菜糖工場 甘しや糖工場 含みつ糖工場	8 21 52	てん菜糖 573 甘しや糖 143 含みつ糖 7	ビートパルプ 17 ハカス 320 ハカス	生産農家を經由し酪農家に販売 ①内部処理（乾燥後燃料化）， ②堆肥化
果実飲料・ かんきつ果汁工場・ りんご等果汁工場	16 81	かんきつ果汁工場 17 りんご等果汁工場 27	搾汁生粕 57 搾汁生粕 7	乾燥後，配合飼料原料として販売，その他は農家配布，業者に処理委託
牛乳・乳製品製造業	836	牛乳等，バター等 未集計	チーズくず， 汚泥等 未集計	①外部委託（肥飼料化，焼却，埋立），②内部処理（焼却）
野菜漬物製造業	1,350	野菜漬物くず 1,120	くず 161	①外部委託（肥飼料化，焼却）， ②内部処理（焼却）

資料：農林水産省【14】より抜粋。

注1）：工場数のカバー率は業種ごとに差。

2）：主として，業種ごとに生産物の生産量と残さの発生率との関係及び処理状況を把握するために取りまとめたもの。

図3 醤油の製造工程と廃棄物の再資源化

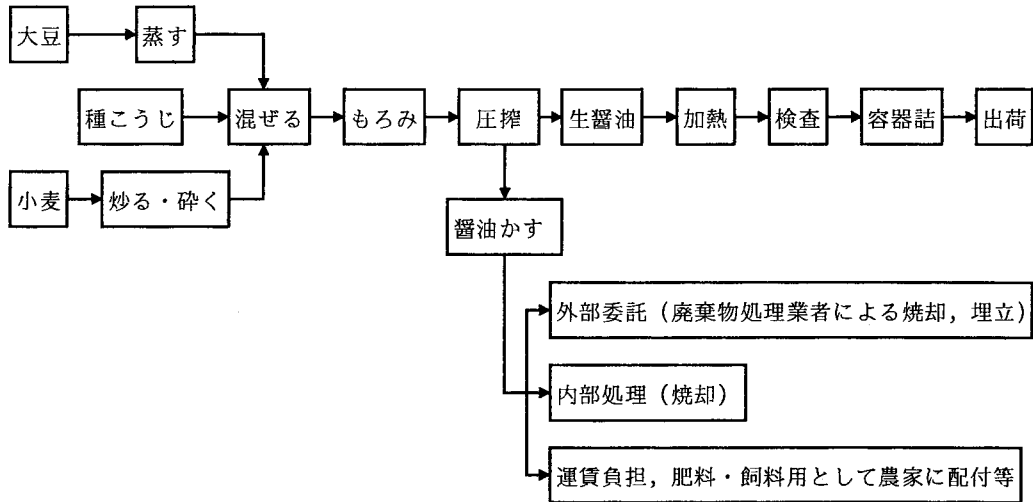
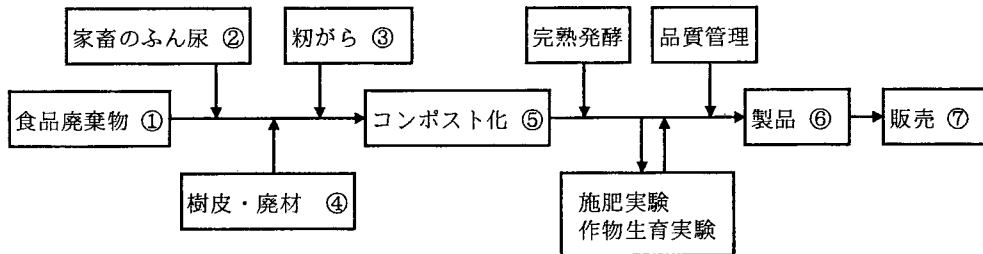


図4 食品廃棄物資源化の各段階における品質基準管理（例）



- 注1)：①，③，④では，不純物，有害物質などを管理。
 2)：②では，家畜飼料，不純物，有害物質などを管理。
 3)：⑤，⑥では，製品（コンポスト）の品質安定化と改良。
 4)：⑦では，製品に品質表示，施肥条件などを明示する。品質表示は公的機関による成分分析結果に基づく。

また，製造されたコンポストは，明確な品質基準がないため大きな問題である。図4に事例的に示したように，食品廃棄物の再資源化の各段階で品質基準管理が必要である。食品廃棄物，樹皮・廃材，糲がらに，不純物，有害物質などが含まれていればそれを除去しなければならない。家畜のふん尿についても，家畜に与えられた飼料などに有害物質が含まれていれば同様にそれを除去しなければならない。また，コンポストは完熟発酵させ，品質を安定させることが重要であり，併せて施肥実験，作物生育実験も行い，品質の改良を行う必要がある。最終的な製品としてのコンポストについても，公的機関による成分分析結果に基づいた品質基準表示，施肥条件などが明示される必要がある。良質なコンポストによる土づくりのためには，品質基準とその管理を避けることはできない。

さらに，コンポストを継続して製造し，その利用を図るためには，農業生産者や食品産業などを

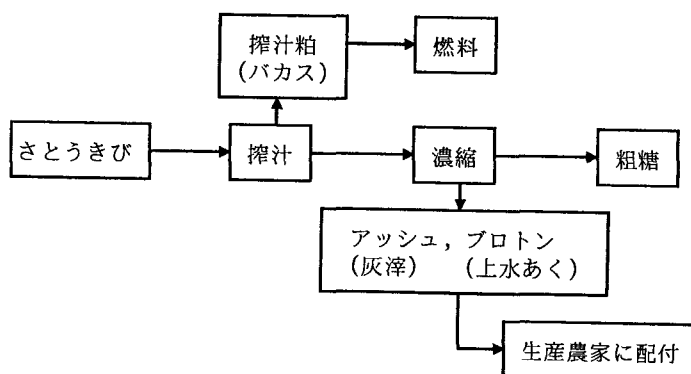
組織化する必要があり、公的機関による人的、財政的支援が重要となる。

4. マラン県（インドネシア）における食品廃棄物再資源化の現状と課題

(1) 食品廃棄物再資源化の現状

マラン県では、土壌の劣化（地力の低下）が生じている^(注16)。これは、農業の持続的発展を可能にするためには解決しなければならない課題であるが、この課題を解決するための1つの方法として、①地域の土壌条件、気象条件、微生物、植物、病害虫の種類などの把握、②食料の生産、流通、消費の発展過程、食品廃棄物の種類などの把握、③食

図5 粗糖の製造工程と廃棄物の再資源化



注：マラン県（インドネシア）での聞き取り調査に基づき作成。

品廃棄物の効果的組合わせによるコンポストの製造とその土地への還流がある。実際に、このような考え方に基づいて、県内のマジャンゲンガ村において、①コンポストの製造、②試験ほ場の設置、③作物の生育実験などが行われている^(注17)。

そのコンポスト製造に最終的に利用された主な食品廃棄物は、①製糖工場から出るアツシュとプロトン、②市場からでる青果物くずである。

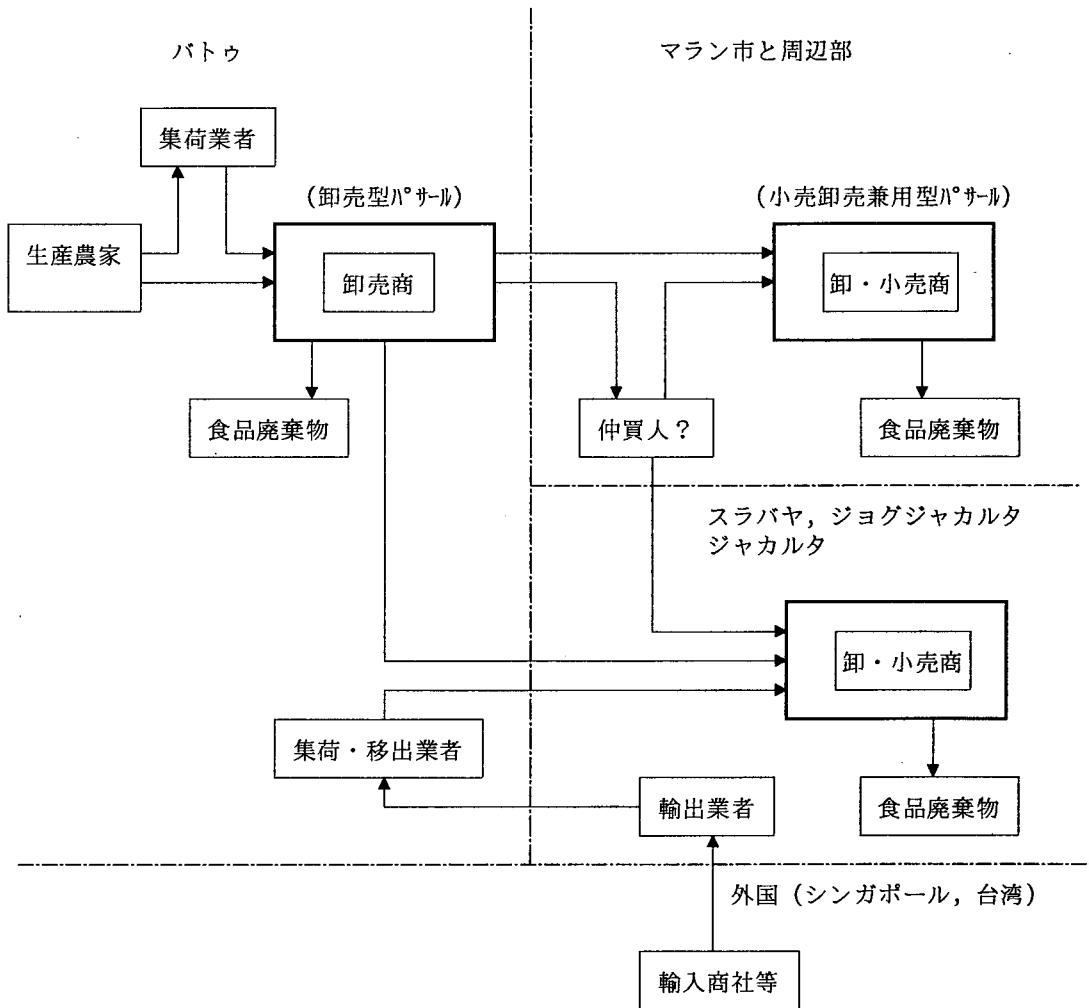
図5は、マラン県のグラ（GURA）郡にあるRNIグループの第1製糖工場（PG.Rajawali 1）での粗糖製造工程と廃棄物再資源化の概要を示したものである。

さとうきびを搾汁する過程で廃棄物（副産物）のバカスとプロトン（上水のあく）が排出される。バカスは工場の燃料として利用されるが、その灰（アツシュ）はさとうきび農家に無料で肥料用として供給されている。プロトンも同様である。しかし、さとうきび農家はこれらの廃棄物を利用していない。アツシュやプロトンは単品では肥料として適さないからである^(注18)。

青果物くずは、図6にみられるようにマラン県内のマラン市場、ダンピット市場から入手した。これらの青果物くずは市場内の廃棄場所におかれ、ゴミとして処理されている。これらの青果物くずは、地域内の全市場についてみれば量的にも多いと見込まれる。

なお、家庭内から出る生ゴミ（残飯）は極めて少量であり、調査農家ではにわたりの餌となっていた。その意味で生ゴミの処理は自己完結している。

図6 青果物の流通経路と食品廃棄物



資料：佐藤【20】の図7-3を若干修正。

注）：食品廃棄物とは、パサールで排出された野菜くず、キャツサバの皮などである。

(2) 食品廃棄物再資源化の課題

地域内には食品廃棄物も含めて活用されていない廃棄物が多いと考えられる。しかし、食品廃棄物の種類は食生活の違いから日本と較べて少ないようである。活用できる食品廃棄物を効果的に組み合わせることによりコンポストを製造する必要がある。その際、①コンポスト原料の確保、②コンポストの製造とその利用の普及、③コンポストの品質管理の徹底^(注19)、④KUD（協同組合）などの公的機関による①から③の支援^(注20)が必要である。同時に、コンポストの製造と利用を拡大、発展させるために農家、KUD、食品産業、行政などを組織化することが重要である。

5. 食品廃棄物再資源化における環境政策の課題

わが国は、循環型経済社会の構築に向けた構造改革を求められている。現在、農業外部門によるコンポストの製造とその食料生産基盤である土地への無条件環流が急速に進展している。しかし、これはコンポストの明確な品質基準がないという点で大きな問題である。また、100億の人口圧が予想されている21世紀において発生すると考えられている食料問題は、わが国だけでなく世界各国が解決しなければならない重要課題である。これらの課題を解決する1つの考え方として、本論文では、循環型経済社会と調和する持続性の高い有機農業の展開が重要であり、コンポストをベースにした複合的地域資源循環システムの構築が必要であるという基本的認識を示し、その考え方に基づいて食品廃棄物を事例に、つぎの点を明らかにした。

- (1) 環境経済学に関する研究成果を概括し、エコロジー経済学の立場から考察すれば、食品は結合財であり、食品廃棄物は重要な環境財であることを指摘した。
- (2) わが国とインドネシアのマラン県を事例に、食品廃棄物の再資源化の現状と問題点を明らかにした。わが国とインドネシアでは、それぞれ地形、地質、光、水、微生物、植物、そして経済社会条件などが異なるため^(注21)、食品廃棄物のコンポスト化においてもその目的、方法は大きく異なっている。しかし、地域の土地の性格、食料の生産、流通、消費の発展過程を明らかにして、食品廃棄物などを効果的に組合わせてコンポストを製造し、食料生産の基盤である土地の潜在的生産力を現在よりもより深い次元から把握し、これを健在化するという考え方は、国際的に共通化できる内容である。
- (3) したがって、世界各国で食品廃棄物の再資源化を展開する場合、どの部分を「標準化」し、「現地適合化」するかのツールを明らかにする必要がある。
- (4) ①コンポスト製造の基本的な考え方、②コンポスト製造の各段階での品質基準の設定とその管理は、まさに共通化できる「標準化」の内容である。「標準化」と「現地適合化」の内容を明らかにして、複合的地域資源循環システムを構築することは環境政策上極めて重要な課題である。
- (5) 今後は、研究事例を拡大させながら、地域比較研究を進め、標準化と現地適合化のツールをより詳細に分析検討し、複合的地域資源循環システム構築の一層の進展を図る必要がある。この考え方はインドネシアにとどまらず世界各国に対しても有効な技術援助システムとなる可能性が高い。

注1)：その他に、①大気環境の保全、②水環境の保全、③土壌環境、地盤環境の保全がある（環境庁【1】）。

注2)：生物系廃棄物リサイクル研究会【2】。

注3)：生物系廃棄物リサイクル研究会【2】。

注4)：ここでは、農業近代化の問題点として、化学肥料や農業の多用による地力低下をあげてお

く。

- 注5) : 食品廃棄物とは、食品工業、食品流通業、家庭（事業系も含む）などから排出される生ゴミ、食品汚泥などである。
- 注6) : インドネシアの場合、環境省の下で環境行政が行われている。1996年に、「アジェンダ21インドネシア」が作成された。これは、環境保全に関する独自の行動計画である（環境庁【1】）。
- 注7) : 5類型とは、物質代謝論アプローチ、環境資源論アプローチ、外部不経済論アプローチ、社会的費用論アプローチ、経済体制論アプローチである（植田【3】）。
- 注8) : 物質代謝論アプローチに関する文献として、例えば、Kenneth,E.Boulding【4】、Kenneth,E.Boulding【5】、福岡【6】、福岡【7】、福岡【8】、福岡【9】、玉野井【10】、玉野井【11】、岩間【12】がある。ボールディングはエントロピー経済学、福岡はエコロジー経済学、玉野井は広義の経済学、岩間は原自然理論をそれぞれ提唱している。
- 注9) : 物質代謝論アプローチの残された課題として特に、①人間と自然との間の物質代謝が担われている社会経済システムが十分に分析されていないこと、②エントロピー経済学などが含意していることは、人間と自然との関係において、人間の側から制御可能な自然と、少なくとも現段階では制御不可能な自然があることを認識しておかなければならないこと、③物質循環全体のあり方が問題というとき、都市と農村の関係がどうあるべきかなどが挙げられている（植田【3】）。なお、原自然理論はこれらの残された課題を克服できる考え方として注目される（岩間【12】）。
- 注10) : 以下の記述は福岡【9】に多くを依拠している。なお、この曲線は森林の結合財としての機能に着目して描かれものであり、森林生態変形曲線と呼ばれるものであるが、食品についても若干の修正を加えることで結合財としての機能を説明できよう。
- 注11) : 梅沢【13】は、食品ロスはマクロでみると大きな問題があり、いかにこの食品ロスを小さくするかを検討している。しかし、食品ロスは避けることができない。例えば、外食産業で仮に食品ロスを小さくできても、食品の流通段階のどこかで必ず廃棄処理が必要になる。
- 注12) : 廃棄物処理法は、1998年に改正され、すべての廃棄物にマニフェストシステム（産業廃棄物を排出する事業者が廃棄物の運搬や最終処理までを管理する仕組）が導入された（1998年12月1日より施行）。また、2001年度から食品を扱う全企業を対象に、食品廃棄物の排出削減と再利用を義務付ける「食品リサイクル法」の導入が予定されている。
- 注13) : 生物系廃棄物リサイクル研究会【2】。
- 注14) : ここでは、農業で用いられる堆肥という用語の他に、農業以外で排出された原料を用いて堆肥を製造した場合にはコンポストという用語を使っている。
- 注15) : 長井市【15】。その他に、宮崎県綾町、栃木県野木町、ハウステンボス（長崎県佐世保市）などの先進事例がある。また、大手企業や東京都庁の食堂の生ごみ、廃棄された輸入青果物、東京都中央卸売市場の生ごみ、大手スーパーや大手コンビニエンスストアなどの食

品流通企業からでる生ごみも再資源化されている。(株)富士通の場合、社員食堂からでる生ごみを堆肥化して農家に提供し、そこから生産された農産物は社員食堂で食材として利用したり、企業内で販売されている。

注16)：岩間【16】、嘉田【17】はインドネシア農業全般について指摘している。

注17)：岩間【18】。

注18)：木戸【19】。

注19)：コンポストの品質管理については、田野・岸本【21】。

注20)：KUDについては、堀内【22】。

注21)：岩間【12】。

引 用 文 献

- 【1】環境庁『環境白書』1999年。
- 【2】生物系廃棄物リサイクル研究会『生物系廃棄物リサイクルの現状と課題』有機質資源化推進会議，1999年。
- 【3】植田和弘（他）『環境経済学』有斐閣，1991年。
- 【4】Kenneth, E. Boulding, "Beyond Economics, Essays on Society, Religion, and Ethics", the University of Michigan Press, 1968（公文俊平訳『経済学を超えて（改訳版）』学習研究社，1975年，430～447ページ）。
- 【5】Kenneth, E. Boulding, "Economics as a Science", New York, McGraw-Hill, Inc. 1970（清水幾太郎訳『科学としての経済学』日本経済新聞社，1971年，183～205ページ）。
- 【6】福岡克也『森と水の思想』世界書院，1983年。
- 【7】福岡克也『森と水の経済学』東洋経済新報社，1987年。
- 【8】福岡克也「自然環境資源管理と環境倫理」環境経済・政策学会『環境倫理と市場経済』東洋経済新報社，1997年。
- 【9】福岡克也『エコロジー経済学』有斐閣，1998年。
- 【10】玉野井芳郎『エコノミーとエコロジー』みすず書房，1978年。
- 【11】玉野井芳郎『生命系のエコノミー』新評論，1982年。
- 【12】岩間泉「モンスーンアジア南限における土地利用の革新に対応する協同組合運動」『インドネシアの基本的土地利用の生産性向上と協同組合の展開に関する総合的研究』（1992年度文部省科学研究費補助金国際学術研究（共同研究）成果報告書），1993年。
- 【13】梅沢昌太郎編著『食品ロスの日本的課題』デーリイジャパン，1999年。
- 【14】農林水産省『食品産業の有機性廃棄物のリサイクルの推進方向』1998年。
- 【15】長井市『レインボープランの取り組みと今後の方向』1998年。
- 【16】岩間泉(他)『インドネシア農村の慣行システムの革新と協同組合の展開に関する総合的研究』

- (1996年度文部省科学研究費補助金国際学術研究（共同研究）成果報告書), 1997年。
- 【17】 嘉田良平『世界各国の環境保全型農業』農山漁村文化協会, 1998年, 147～156ページ。
- 【18】 岩間泉（他）『ジャワ島農村の村是の策定と協同組合の展開に関する研究』（平成1997年度文部省科学研究費補助金国際学術研究（共同研究）成果報告書), 1998年。
- 【19】 木戸啓仁「マラン県における有機物資源流通の現状と課題」『ジャワ島農村の村是の策定と協同組合の展開に関する研究』（1997年度文部省科学研究費補助金国際学術研究（共同研究）成果報告書), 1998年。
- 【20】 佐藤和憲「マラン地域における青果物流通とマジヤングテンガの産地形成」『インドネシア農村の慣行システムの革新と協同組合の展開に関する総合的研究』（1995年度文部省科学研究費補助金国際学術研究（共同研究）成果報告書), 1996年。
- 【21】 田野達男・岸本憲明「マジヤングテンガ村における農地酸性化の対策」『ジャワ島農村の村是の策定と協同組合の展開に関する研究』（1997年度文部省科学研究費補助金国際学術研究（共同研究）成果報告書), 1998年。
- 【22】 堀内久太郎（他）『東・東南アジア農業の新展開』農林統計協会, 2000年, 81～132ページ。