

生物系廃棄物リサイクルの現状と課題

秋田県立大学 生物資源科学部
教授 茅野充男

1. 生物系廃棄物のリサイクルは土の自然循環機能で

我が国には生物系廃棄物が溢れている。これはひとえに日本が豊かになったおかげである。日本人は比較的豊かになった財を食につき込み、美味をあさった結果、世界中から食糧が怒濤のごとく流入し、食料自給率を低下させ、農耕地を荒廃・縮小させてきた。

人はいったい、何のために食べるのか？ 戦争直後はひもじさとの戦いの毎日で、生きるために食べた。やがて、豊かになると美味・珍味を楽しむために食べるようになった。最近では健康増進のために食べる時代になった。現在は楽しむためと健康増進のために食べる時代にある。しかし、我々が食べた後ろには食べかすが山ようになり、腐敗している。

今、我々は自分の幸せのためだけでなく周辺の人や子孫の幸せも考慮した環境保全のために食べる時代に入っている、あるいは入らねばならないと考える。「一つ目のパンは命、二つ目のそれは快樂、三つ目は毒」という言葉がある。現在の我が国の食と環境の関係をみると、この言葉があてはまる。我々は皆、三つ目のパンに手を出しつつあるのではないか。我々が好き勝手に食べることによって、環境が破壊されている。生物系廃棄物を減らす方向で食を選び、料理し、食べる時代にあるということは当然であり、自給率をこれ以上低下させないことも肝要である。しかし、昔のような貧しい食事にかえるわけにもいかない。これからは廃棄物量を減らすように食事をするとともに、多量の廃棄物をこの狭い国土の中で合理的に処理する方策を確立せねばならない。

生物系廃棄物の処理処分は我が国だけの問題ではない。世界の趨勢は生物系廃棄物を資源として再生し、リサイクルする方向にある。それは、将来の地球全体の資源・エネルギーの保全や地球温暖化防止を考えると、当然の方向である。我が国も国際社会の一員として、それに沿った処理策をとるべきであるし、その場合には農業の自然循環機能による処理が最も合理的である。そのために、廃棄物の農地緑地還元を促進するための政策や行政の確立と技術の進歩が必要となっている。本年発足のミレニアムプロジェクト、「21世紀を目指した農山漁村におけるエコシステム創出に関する技術開発」ではまさに農業における循環型社会の創出を目的としている。

2. 生物系廃棄物の排出量

生物系廃棄物というのは、生ゴミ、汚泥、家畜ふん、木質廃材などの生物由来の廃棄物をいうが、これらを合理的に処理処分する方策はまだ十分に確立されていない。そこで、バイオリサイクルの方向に立って生物系廃棄物の処理を考える省庁横断的な研究会、生物系廃棄物リサイクル研究会(表1)が構成され、平成10年1月に発足し、一年間で終了した。

表1 生物系廃棄物リサイクル研究会構成員

所 属 組 織	氏 名
有機質資源化推進会議副会長	茅野 充男
(財)畜産環境整備機構理事・事務局長	赤松 勇二
(財)食品産業センター企画調査部次長	阿部 晃夫
(財)肥料経済研究所理事長	荒木 昭一
(社)日本農業集落排水協会農村水質工学研究所技術研究部長	楠 晴王
全国農業協同組合連合会営農・技術センター技術参与	高梨 文孝
有機質資源化推進会議常務理事	伊達 昇
(社)日本フードサービス協会業務部長	中井 尚

日本生活協同組合連合会環境事業推進室長	中野 邦夫
(社)全国都市清掃会議調査部長	西ヶ谷信雄
(社)日本下水道協会理事兼技術部長	西口 勇
生ごみリサイクル全国ネットワーク事務局長	福渡 和子
(財)日本土壌協会土壌部長	古畑 哲
(財)クリーン・ジャパン・センター参与	間宮 陸雄
(社)農村環境整備センター研究第一部長	宮本 均
環境庁水質保全局企画課海洋環境・廃棄物対策室長	太田 進
農林水産省大臣官房企画室技術調整室長	宮田 悟
通商産業省環境立地局リサイクル推進課長	佐々木伸彦
建設省都市局下水道部下水道事業調整官	谷戸 善彦

表1にあるように多様な生物系廃棄物に関連の深い省庁や畜産環境整備機構を含む代表的な諸団体から委員が参加した。このような問題を議論するのに最も適切で信頼の置ける研究会であった。

本研究会の目的は生物系廃棄物の含有する肥料成分や土壌改良機能を活用して資源として再利用すること、そして、それを推進するための課題を解明することにあった。このことは、また、有機農産物の生産推進にも役たつであろうと考えた。おりしも、農林水産省では、農業基本法の改正に伴う農政改革大綱を発表し、そのなかで農業の自然循環機能の発揮を一つの施策として掲げた。その施策では堆肥など有機性資源の循環利用システムの構築、家畜ふんの適切な管理・利用の推進と農業の持続的な生産方式の定着と普及が柱となっている。このようなことを背景として発足した研究会でいろいろなデータを収集した。その一つの成果は、年間どのくらいの生物系廃棄物が我が国で発生しているかを推定し、また、それに含有される肥料成分を推定したことである。結果は表2に要約されている。このようなデータはこれまで公式的にはなかった。上述のようにこのような問題を議論するに最適な構成で組織された会であり、得られた結果は信頼の高いものといえよう。

表2から明らかのように、我が国で年間排出される生物系廃棄物量は現物で2億8千万トンと推定される。そのうち家庭ゴミなど生ゴミ類は2千万トンである。焼却・溶融が主流となっている家庭ゴミは多く見ても5千万トン(その40%が生ゴミ)程度で、生物系廃棄物はその数倍もある。従って、生物系廃棄物全量を焼却・溶融処分することは現状では不可能と思われる。また、バイオガス回収は炭素分の回収にはなるが、富栄養化で問題とされる窒素、リン酸特にリン酸はそのまま残り、また、スラリー状の残さの処分も大きな問題となる。このように考えるとやはり生物系廃棄物は土壌の自然循環機能に頼ってリサイクルする道を探る必要がある。

表2 生物系廃棄物の発生量及び成分含有量(推計)

種 類	発 生 量 (万トン)	近年の増減傾向	成分含有量(万トン)		
			窒 素	リン酸	加 里
わら類	1,172	減少(米麦収穫量減少)	6.9	2.4	11.7
もみがら	232	減少(米収穫量減少)	1.4	0.5	1.2
家畜ふん尿	9,430	減少(家畜飼養頭数減)	74.9	27.4	51.9
畜産物残さ	167	減少(と畜頭数減)	8.4	11.9	6.2
樹皮(バーク)	95	減少(材生産・輸入減)	0.5	0.1	0.3
おがくず	50	同 上	0.1	0.0	0.1
木くず	402	同 上	0.6	0.1	0.6
動植物性残さ	248		1.0	0.4	0.4

食品産業汚泥	1,504		5.3	3.0	0.6
建設発生木材	632	減少	1.0	0.2	0.9
生ごみ(家庭、事業系)	2,028	横ばい	8.0	3.0	3.2
木竹類	247	増加(都市緑化)	1.9	0.5	0.9
下水汚泥	8,550	増加(施設整備進展)	8.9	9.2	0.6
し尿	1,995	減少(下水等の整備)	12.0	2.0	6.0
浄化槽汚泥	1,359	増加(施設整備)	1.4	1.5	0.1
農業集落排水汚泥	32	同上	0.0	0.0	0.0
合計	28,143		132.1	62.1	84.6

生物系廃棄物のリサイクル率はどのくらいかという明瞭なデータはない。一応の推定値は表3のようである。

表3 生物系廃棄物のリサイクルの現状(数字は発生量に対する%)

生物系廃棄物種類	処理状況(発生量に対する割合)(%)						
	リサイクル用途				リサイクル の合計	リサイクル 以外	最終処分
	農業的利用			農業外 利用			
	堆肥	飼料	その他				
わら類	12	11	69	1	94	0	6
もみがら	22	0	43	1	66	7	27
家畜ふん尿	-	-	-	-	94	5	1
畜産物残さ	-	-	-	-	100	0	0
樹皮	30	0	3	41	74	0	25
おがくず	16	0	52	32	100	0	0
木くず	0	0	3	95	98	0	3
動植物性残さ	-	-	-	-	39	52	9
食品産業汚泥	-	-	-	-	4	89	7
建設発生木材	0	0	0	37	37	2	61
生ごみ(家庭・事業)	-	-	-	-	-	-	-
木竹類	-	-	-	-	-	-	-
下水汚泥	8	0	5	17	30	3	67
し尿	-	-	-	-	-	-	-
浄化槽汚泥	-	-	-	-	-	-	-
農業集落排水汚泥	-	-	-	-	-	-	-

しかし、表3のリサイクル率というのは環境影響がないようにリサイクルされているかについては不明である。例えば、家畜ふん尿のリサイクル率が94%となっているが特定の農地に土壌の環境容量を超えて過剰に、あるいは野積み、素ぼり状態で施用されたものも含まれている。上記のミレニアムプロジェクト、「21世紀を目指した農山漁村におけるエコシステム創出に関する技術開発」では2005年までに真のリサイクル率80%達成を目標としているが、そのためには家畜ふん尿のリサイクル率向上が鍵となる。

3. 生物系廃棄物リサイクルの課題

表2に示されるような多量の生物系廃棄物全量を堆積腐熟してコンポストにし、農地に施用するとなるとまた別の問題が生じてくる。それは含有される肥料成分である。表2からわかるように生物系廃棄物全量に含有される窒素量は132万トン、リン酸は62万トン、加里は85万トンと推定される。これを我が国農耕地500万ヘクタールに施用することを考えるとそれはあまりにも膨大である。表4にあるように現在の農耕地の利用率を現在減反などで96%になっているのを裏作も実施して130%にし、かつ施用している肥料の50%を生物系廃棄物由来のコンポストに代替せねばならないということになる。

表4 農地へ投入可能な成分量(試算) (単位:万トン)

肥料成分	施肥に占めるコンポストの割合						廃棄物中の成分量
	10%		30%		50%		
	耕地利用率 96%	耕地利用率 130%	耕地利用率 96%	耕地利用率 130%	耕地利用率 96%	耕地利用率 130%	
窒素	17.0	23.0	51.0	69.0	85.0	115.0	132.1
リン酸	15.9	21.5	47.7	64.5	79.5	107.5	62.1
加里	13.8	18.7	41.4	56.1	69.0	93.5	84.6

別の計算をすると、我が国の全農耕地500万ヘクタールに1ヘクタールあたり年10トンのコンポストを施用すると、年間5千万トンのコンポストを施用する事になる。窒素含有割合を2%とすると5千万トンのコンポスト中の窒素分は100万トンになる。コンポストにするときに約30%の窒素分が揮散するので、130万トンの窒素が処理される計算になる。

ところで、現在我が国で生産されているコンポストの量は図1にあるようにわずかに300万トンである。このように生産量が低いのはコンポスト製造コストと販売価格とのバランスの問題が一つある(図2)。

図1 コンポストの生産量の推移

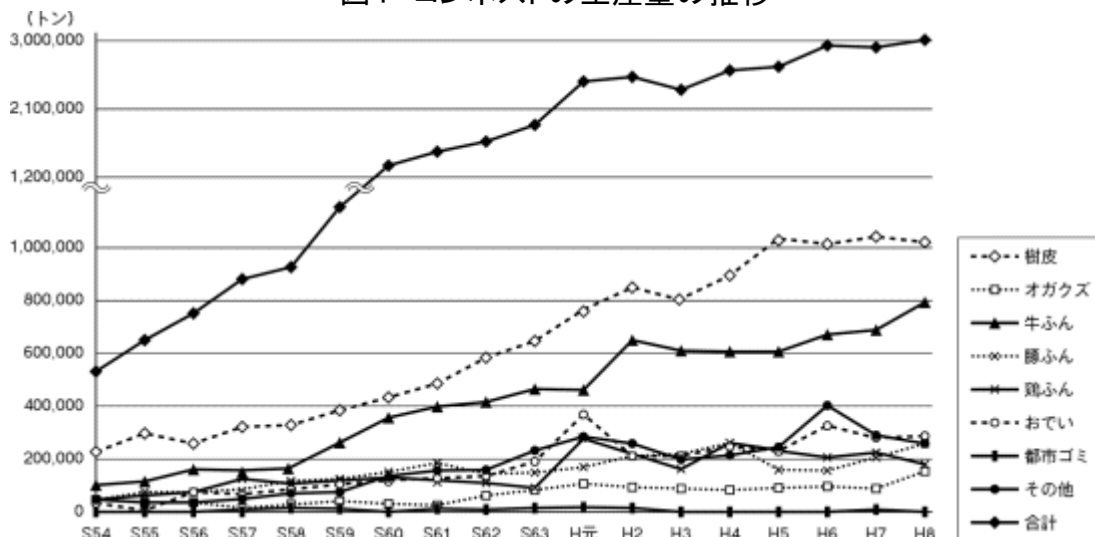
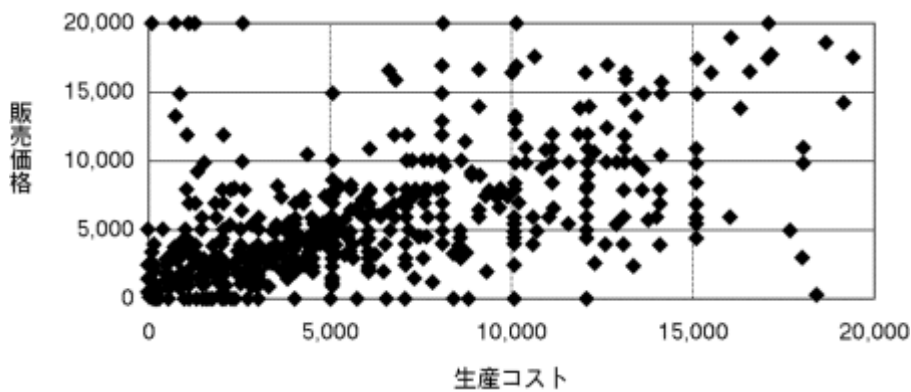


図2 コンポストの生産コストと販売価格との比較



(資料:農林水産省「堆きゆう肥生産施設の運営状況」(平成8年))

農家が購入する場合は最高1トン1万円程度が値頃感から良いところであろう。これで見合うような生産がなされねばコンポスト企業は育たない。従って、コンポストを製造する企業には農家が使いやすい製品を安価に提供するための援助が必要である。

次に、コンポストを使う側の農家について考える。現在の多くの農家は化学肥料になれている。化学肥料は使いやすい、または、使いやすいように工夫されている。環境影響を考慮すると化学肥料をむやみに施用出来なくなっていることは確かであるし、化学肥料の多投は土壤の物理性にも悪い。また、化学肥料製造は天然ガスなどのエネルギー資源を消費し、温暖化防止と言う観点からも問題無しとは言い難い。しかし、化学肥料も注意して施用すれば土壤劣化という点では大きな問題はないし、地球温暖化に対してもさして負荷を与えるものではない。化学肥料はコンポストより、次の2点で農家には利用しやすい。即ち、1)化学肥料は養分含有割合がコンポストの数倍から十倍あるので、養分供給源として化学肥料を施用する場合、施与量はコンポストの十分の1程度ですみ、2)化学肥料は養分間のバランスも優れているが、コンポストは表2からわかるように廃棄物の種類によって窒素、リン酸、加里の間の比率が異なり、かつ、一般にリン酸か加里が窒素に比較して少ないのでバランスをととのえる必要がある。このように使いやすい化学肥料を減らしてコンポストを利用する農家には環境保全に協力していることを評価して何らかの支援をする必要がある。

コンポストの利点は、1)土壤の物理性を改良する機能を有すること、2)土壤微生物を活性化・多様化し、土壤病原菌の被害を抑制する機能を有すること、3)多くの微量成分を有していること、4)含有される肥料成分が有機態で緩効性であること等があげられる。この特質を生かしてコンポストを利用することが得策である。但し、このような特性や機能をもつコンポストの製造法やその機能を十分に発揮させるための施用技術の確立はなされていない。なお、前記のように有機農産物の生産資材として用いる場合はコンポストが肥料養分の主たる供給源ともなるので、そのためにはまた異なった機能のコンポストの製造が要求されよう。使用目的に適ったコンポストづくりとその使用技術の確立が必要とされているが、そのための研究はまだ十分にはなされていない。

4. コンポスト研究の促進

生物系廃棄物のリサイクルでは良質のコンポストを製造し、利用上のノウハウとともに農家に利用しやすいシステムで供給することである。そのために、コンポストに関する研究や技術の普及を担える組織(コンポスト研究会、コンポスト学校、コンポスト研究所など)を確立することが第一である。そのような組織が中心となって以下のコンポスト製造技術上の問題や社会科学的な問題について解決することが必要となろう。

技術面的な問題としては、以下の(1)~(5)がある。

(1) 廃棄物種ごとの至適コンポスト化技術の確立:

生物系廃棄物は多種多様であり、成分組成も異なる。単一の廃棄物のコンポスト化に関しては多くの経験と技術の蓄積はあるが、複数種混合物の融合コンポスト製造や新たに産出される多量の廃棄物、例えば、庭木や公園緑地の剪定枝あるいは松枯れ線虫被害木などの生の樹木のコン

ポスト化では原料に適応したコンポスト化装置の開発や発酵過程の確立など多くの研究がなされねばならない。また、今後増加するであろう生分解性プラスチック製のゴミ袋を用いたコンポスト化技術の確立と生分解性プラスチックの分解基準設定などである。

(2) 悪臭の制御技術の確立:

コンポスト化の過程で大きな問題となるのが臭気である。臭気成分は原料の種類、発酵装置、通気量などによって変化する。悪臭は周辺住民に不快感を与え、環境保全上問題とされる。臭気成分についての詳細な研究、脱臭技術、臭気成分毎の許容基準設定、原料や発酵技術と悪臭発生との関連の解明などがまだ十分でなく、今後の研究が待たれるところである。

(3) 品質、肥料効果、土壌改良効果の評価法の確立:

コンポストの発酵をどの段階で停止したら良品の製品となるかについての知見が乏しい。特に、発酵停止段階と製品の肥料効果、土壌改良効果の優劣の関係が明確でない。コンポストの品質基準を肥料効果発現や土壌改良効果との関連で定める必要があるが、それを定める手法が見いだされていない。

(4) 肥料効果判定の圃場試験検定法の確立:

コンポストの肥料効果や土壌改良効果は農地圃場での施用試験で決定されるべきである。コンポストの肥料効果は温暖地と寒冷地、また、土壌種類や植物種によって異なるが、そのすべての組み合わせの圃場試験を実施し、また、その有効性について土壌診断、作物診断の出来る技術者の養成が必要とされる。

(5) コンポスト成分分析法の確立:

多くのコンポスト装置製造企業は機械製造企業であり、化学成分の分析や有効肥料成分の分析については技術に乏しい。肥料や土壌改良材としてのコンポストの化学分析では肥料分析など特殊な分析が必要であり、その技術修得者の確保が容易でない。

これらの技術上の問題点を解決し、生物系廃棄物のコンポスト化を促進し、その流通を計るために、(イ)～(ハ)をすることが必要である。

(イ) コンポスト技術者・普及者の養成:

いくつかのコンポスト製造装置の組立と運転の修練をつみ、製品の化学分析、肥料分析能力を磨き、かつ、製品有効性検定の圃場試験を実施できる技術を会得した人材を育成する。

(ロ) コンポスト関連諸基準の設定:

コンポスト製品の品質基準、製造基準、臭気基準および施用基準の設定、コンポスト施用に伴う環境保全基準設定やコンポスト用生分解性プラスチックゴミ袋分解基準設定にむけた科学研究を実施し、行政の基準設定に寄与するとともに、設定基準監視のための技術的な支援をする。

(ハ) コンポスト普及のための安全性、有効性などの理論的解説:

コンポストの安全性、有効性などを理論的に解説し、また、コンポストのパブリックアクセプタンスの改善、コンポスト流通の改善など、社会科学的な支援体制の確立に資する。

我が国は欧米に比較して、コンポスト研究、普及の組織づくり、ネットワーク作りが遅れている。アメリカのComposting Council(コンポスト化協議会)やヨーロッパのOrganic Reclamation and Composting Association(有機改良コンポスト化協会)、International Biodegradable Products Manufacturers Association(国際生分解性製品製造協会)、Federal Compost Quality Assurance Organization(ドイツ連邦コンポスト品質認証機関)のようなコンポストに関する研究と技術の普及、品質基準の設定を推進できる組織(コンポスト研究会、コンポスト学校、コンポスト研究所など)を確立することが必要になってきている。このような組織やネットワークを早期に構築して、欧米やアジア諸国との交流も含めた活動によって、国内に溢れている生物系廃棄物の資源化リサイクルが促進され、改めて日本農業の重要性が認識されるように願っている。」

5. 展 望

生物系廃棄物の大半は国民の食物に由来する。従って、この問題は国民の食の問題である。このように考えると食の自給率や食べ残しの問題も含めていろいろな問題が浮かび上がる。廃棄物処分費や我が国の環境破壊のことまで考慮すると輸入農産物も安価とは言い難い。生物系廃棄物の問題は広く国民の問題である。我が国をゴミの山の中に沈没させないために廃棄物全量の60%を占めるこれらの廃棄物の合理的なリサイクルに民間も行政も科学者技術者も国を挙げて取り組むときに来ている。

「環境容量に即した生物系廃棄物の発生抑制」および「処分先行型から資源化・リサイクル優先システムへ」と国民の意識と価値観の改革を実施するには、1) 廃棄物がでないような食生活・食材の選択、農業や食品産業のあり方の検討、2) 学校や地域での環境教育、国内農業や農産物の位置付け再評価の推進、3) ローカルな生物系廃棄物の資源化・リサイクルシステムの構築等が求められよう。このようなりサイクル優先社会を構築するには、表5のように市民、事業者、行政、研究技術者などの各主体が新たな経済システムの再構築を考えるときにある。

表5 生物系廃棄物リサイクルのための各主体の取り組み

各主体	現状の課題	今後の役割・展開
市民・消費者	<ul style="list-style-type: none"> ・飽食気味の食生活 ・生物系廃棄物の処理へのコスト負担意識が薄弱 ・公的セクター偏重の処理、コスト負担意識の薄弱に起因した不適正処理の頻発 	<ul style="list-style-type: none"> ・食生活の見直しから始める生ゴミの排出抑制への取り組み。 ・家庭ゴミのリサイクル、分別収集への参加 ・生物系廃棄物を通じて生産された農作物への適正な評価と購入への参加。 ・NPO法等を活用した市民・消費者レベルの取り組みの組織化・ネットワーク化。
民間事業者	<ul style="list-style-type: none"> ・公的セクター偏重の処理、コスト負担意識の薄弱に起因した不適正処理の頻発 ・化学資材に偏重した農業生産。 	<ul style="list-style-type: none"> ・静脈産業またはエコ・ビジネスとして発展を促進。このための事業者間の連携・ネットワーク化の促進。 ・環境マネジメントシステム(ISO14000等)への取り組み、そのような取り組みを評価する手法としてのライフサイクルアセスメントや環境報告書、環境会計等の活用による業界のモラルと取り組み水準のレベルアップ。 ・農業・造園業サイドの生産方式の見直しとリサイクルの環への積極的参加
行政	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物の再生利用の制度整備が不十分 ・生物系廃棄物の種類毎の対策に偏重 ・適正なコスト負担への制度的枠組が不十分。 	<ul style="list-style-type: none"> ・生物系廃棄物の再生利用を推進するための制度的枠組の検討、諸制度の充実・整備 ・生物系廃棄物の種類毎から横断的・水平的な取り組みの推進。 ・補助、金融、税制等の措置の充実。 ・適正なコスト負担を旨とした制度への確実な移行。
技術・研究	<ul style="list-style-type: none"> ・学際的な取り組みが不十分。 ・技術の評価システムも未確立。 	<ul style="list-style-type: none"> ・学際的な交流や技術革新づくりのための組織づくり。 ・国際的な交流への主体的な取り組み。

・国際的な交流や技術開発等の調和が不十分