

# 生ごみリサイクルの実践と技術的課題

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
著者名	伊達,昇
発行元	農林水産技術情報協会
巻/号	22巻11号
掲載ページ	p. 15-21
発行年月	1999年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 生ごみリサイクルの実践と技術的課題

伊達 昇

生ごみリサイクル全国ネットワーク副代表

環境保全に対する国民的関心の高まりを背景に、廃棄物のリサイクルがようやく進みはじめたが、食品の生産・加工・流通・消費の各段階で排出される有機質残さ（以下生ごみ）のリサイクルは大幅に遅れている。実際に生ごみリサイクルに取り組んでいる組織や個人は、リサイクル系内でのコスト回収の困難さ、素材廃棄物の分別の不十分さ、小規模分散排出されるため効率的集中処理の難しさなどに直面しながらもユーザーに受容されるリサイクル製品づくりに努力を重ねている。環境に及ぼす外部経済効果の評価も含めて、技術と経済の両面からの支援が求められている。

## 1. 生ごみのリサイクル事情

### 1) 生ごみの排出と処分の現状

産業廃棄物中の有機性廃棄物のうち、生ごみは主に食品製造業から排出され、その量は340万t（年間）に達している。また、事業所系一般廃棄物として、卸売市場、外食・給食業、食品卸小売業などから生ごみが排出されるが、その量は530万t（年間）。家庭系一般廃棄物として排出される生ごみは530万t（年間）に達している（図1）。

生ごみの処分は、食品等製造業のものは比較的にリサイクル率が高い（図1、表1）が、卸売市場や食品卸小売業のものは、大部分が焼却処分されている。家庭の生ごみは、ごく一部の都市で堆肥化などによるリサイクル推進が図られているものを除き、可燃ごみとして焼却されている。

### 2) 発生源別に見た生ごみリサイクルの問題点

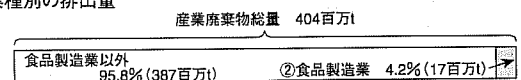
#### (1) 食品等製造業の生ごみリサイクル

上述のように、食品等製造業では発生する生

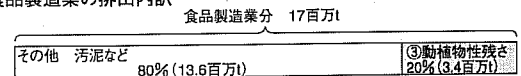
ごみの再利用やリサイクルが比較的進んでいるが、さらに最近ではISO14001の認証に関連して、ゼロエミッション活動が広がっている。しかし、生ごみの場合は企業内リサイクルは困難で、外部委託により肥料・堆肥化、飼料化、さらに炭化、固形燃料化などをはかろうとする動

#### ■産業廃棄物

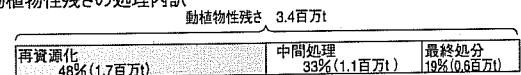
##### ①業種別の排出量



##### ②食品製造業の排出内訳

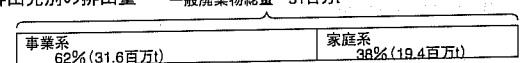


##### ③動植物性残さの処理内訳

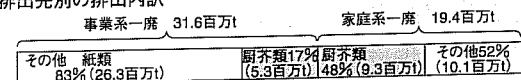


#### ■一般廃棄物

##### ①排出先別の排出量



##### ①排出先別の排出内訳



##### ②厨芥類の処理内訳

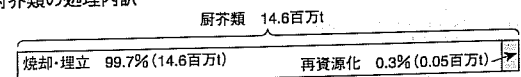


図1 生ごみの排出と処理状況  
(農林水産省食品流通局調べ、1998)

表1 生ごみリサイクルの実践例 (筆者調べ)

種類	リサイクル事例	リサイクル度
ハム等調整残さ	再利用	○
麦芽かす	再利用	○
酒かす	漬物原料, 食品, 再利用	○
ビール酵母	薬品, 食品	○
廃糖蜜	配合飼料, 工業用原料	○
皮, 骨類	飼料, 工業用原料	○
果汁かす	乾燥処理→配合飼料原料	○
こんにゃく飛粉	肥料・飼料	○
搾油かす	飼料・肥料	△
焼酎かす	堆肥, 飼料	△
澱粉かす	堆肥化, 飼料化, 調味料原料	△
おから	堆肥化, 飼料化, きのご培養	△
コーヒーかす	堆肥化	(△)
野菜加工くず	堆肥化	(△)
家庭残飯	堆肥化, 飼料化	(△)
外食給食残飯	堆肥化, 飼料化	(△)
売残り食品	堆肥化, 飼料化	(△)

○; かなり進んでいる △; 一部で行われている (△); ごく一部で行われている

きが中心である。リサイクル堆肥や飼料は流通利用につなげるルートが脆弱で、既存の肥料・飼料流通ルートの隙間に便乗するか、行政を通じた配付ルートに頼っている。

それでも、他の分野に比べれば、生ごみのリサイクルは「進んでいる」が、発生源である製造業サイドは、ユーザーである農業サイドが求める品質要件や肥料・飼料の流通事情に疎く、発生源サイドと農業サイドの相互理解が深まらないうと、これ以上のリサイクル推進は難しい。

業界の企業連携による意欲的な試みとして、愛知県碧南市の衣浦食品工業団地では、企業8社が出資した(株)衣浦ユーティリティーが、各工場の廃水処理汚泥をベースに、コーンスターチ工場、水飴工場、製糖工場の排出残さを加えて二次発酵させた熟成堆肥を生産し、大学や普及機関の指導を受けながら近隣農家に無償配付して好評を得ている。

### (2) 食品卸小売業の生ごみリサイクル

スーパーマーケット業界やコンビニ業界では最近とみに「売れ残り」生ごみのリサイクルを推進しようとする動きが目立ち、セブンイレブ

ン、ローソンなどの動向がマスコミに取り上げられるようになった。具体的なプランとしては、各店舗に生ごみ処理機を設置して堆肥化し、利用者に提供しようとするものであるが、実現するには多くの課題を解決しなければならず、いまは計画段階にとどまっている。

解決を要する課題を例示すると、①現在の生ごみ処理機は、乾燥・細断・易分解成分の分解など、堆肥化の前処理機能しかなく、肝心の堆肥熟成機能に欠けている。処理品は堆肥素材であり、熟成された堆肥ではないから、そのままでは農業サイドの需要につながらない。②業界と堆肥流通業界の接点が乏しく、堆肥の流通利用につなげる有効な方策が見つからない。③生ごみ処理のコストが堆肥の流通収益を上回り、環境保全に係る外部経済効果を評価して外部資金を導入しない限り、差損を業界が負担しなければならない。④店舗ごとに出る生ごみの処理をどうするか、コストは、方法はどうか。⑤売れ残り品は包装と中身の生ごみを分けなくてはならないが、どうやって分別するか。

これらの課題は解決不可能ではないが、実現までにはまだ多くの時間がかかる。当面は無駄な売れ残りを出さないことで生ごみの減量を図りながら、農村地帯の店舗など可能な条件のところから少しでも生ごみリサイクルの推進に努めることが肝要であろう。

### (3) 外食・給食施設の生ごみリサイクル

レストラン、ホテルなどの外食業界でも「食べ残し」生ごみの堆肥化によるリサイクル推進の動きが目立つようになった。パレスホテルやハウステンボスが先駆的に取組み、パレスホテルはコンポスト処理機による処理品を農家に提供し、ハウステンボスは生分解性プラスチック袋に入れた生ごみ堆肥を自己敷地内土壌に還元している。また、学校給食施設では、東京都北区が、区内の全部の小・中学校の給食施設に生ごみ処理機を導入し、処理品(堆肥素材)を群馬県甘楽町の有機野菜生産農家グループに提供

して、その見返りに有機野菜の提供を受けて学校給食の材料に活用するなど、生ごみのリサイクルに取り組んでいる。教育という視点からも社会全体のバックアップにより、学校給食残飯堆肥化リサイクルを進めたいものである。

解決すべき課題として、生ごみ処理機の性能を超えた投入量になりがちなこと、箸やフォークなどが混入しがちなことなど、この分野に特有なものがある。

#### (4) 家庭の生ごみリサイクル

市町村にとってごみ処理は大きな負担となっており、近く東京都もごみ処理が区に移管される。容器類、プラスチック、新聞雑誌類と分別収集・リサイクルが進められている中で、大部分の市町村では生ごみは相変わらず可燃ごみとして収集され、焼却後埋立処分されている。長野県臼田町など、先駆的に生ごみの堆肥化利用を進めてきた市町村も少数ながらあり、最近では山形県長井市など、行政と市民、農業団体が一体となって生ごみの堆肥化利用を進める市町村が増えてきているが、まだ少数派にとどまっている。行政が生ごみ堆肥化をためらう原因の一つはコストの問題で、生産コストと販売価格の間には大きなギャップがある(表2)。

東京都東村山市で、市営集合住宅に生ゴミ処理機を導入し、処理品を敷地内の花壇や植え込

みに施用している例では、処理機の導入が住民同志のコミュニケーションを深める良い契機になり、市はこんどは一戸建て住宅地に生ごみ処理機の導入実験を行っている。全国各地では、環境問題に関心の深い主婦を中心に、ごみの焼却を減らすため生ごみの堆肥化に取り組む運動が次第に広がりはじめている。とくにダイオキシン問題が表面化してから、運動が熱をおびるようになってきている。これに着目した企業は家庭用生ごみ処理機の開発と販売に力を入れ、密閉型小容器(乳酸発酵型)、コンポスター、電動式生ごみ処理機(加温攪拌発酵機)など、多様な容器や装置が市販され、多くの市町村ではこれらの購入の補助金を予算化している。

家庭用の生ごみ処理容器や装置を使うと、堆肥としての熟度は別にして、発酵熱による乾燥と発酵による減量、さらに腐敗や悪臭がなくなるので、処理品をごみとして収集するにしても収集量は大幅に減少する。生ごみの乾燥・減量処理に協力する家庭には、今後想定されるごみ有料化に際し、無料特例を適用するに十分なメリットが行政側にあると考えられる。

それにしても、家庭で一次処理された堆肥素材を集めて二次熟成させ、農家に提供することは実際問題として難しい。庭があるか、市民農園など、堆肥を使える市民はそれぞれに任せるとして、堆肥を使う場所のない市民は、東村山市の例のように、集合住宅単位あるいは商店街や自治会単位で生ごみを処理し、農家グループと契約して堆肥(素材)と農産物の相互供給ルートを作るか、肥料専門業者に流通に委ねることになるであろう。

#### (5) 生ごみ堆肥化推進事例

表3に生ごみ堆肥化に取り組んでいる先進的事例のいくつかをとりまとめて紹介する。

## 2. 生ごみ堆肥の特性と技術的課題

上述のように、生ごみリサイクルの具体的な方策としては、現状では堆肥化がもっとも現実的

表2 生ごみ等コンポスト生産コスト  
(生物系廃棄物リサイクル研究会, 1999)

	生産コスト (円/t)	販売単価 (円/t) (バラ売り)	原 料	備 考
Y県N市	約41,000	4,000	生ごみ 家畜ふん尿	280円/袋(15kg) 生産コストは処理コストのみ
I県M環境 施設組合	約13,000	280円/袋 (15kg)	生ごみ パーク	バラ売りは未実施 生産コストは処理コストのみ
N県U町	約30,000	4,000	生ごみ もみがら	生産コストは収集費含む
M県K町	約14,000	8,400	生ごみ 家畜ふん尿	生産コストは収集費含む

表3 生ごみの堆肥化取組み事例  
(吉野他, 1999より筆者作表)

行政型；横浜市の場合	
レストラン、スーパー、市場より収集した生ごみを高速堆肥化装置で処理、モニター農家5戸が農地にテスト施用	
団地住民66世帯に水切り容器を配布、団地内に堆肥化処理機を設置、住民のボランティアで管理し、住民の市民農園やプランターに利用	
(その他) 白田町、野木町、綾町、朝倉町、長井市、鎌倉市、多摩市、東村山市、北区ほか	
事業所型；ローソン（神奈川県内200店舗）の場合	
業者が夜間に生ごみ回収、鶏糞・コーヒー粕とともに堆肥にし野菜契約農家が利用	
(その他) パレスホテル、コープこうべ、コープとうきょう、ハウステンボス、衣浦ユティリティ、日本フードサービス協会ほか	
市民型；八王子市市民グループの場合	
市民有志が週1回、70世帯から生ごみを回収、弁当屋の残飯も加えて高速堆肥化装置で処理、借用農地で利用するほか、市民に有料で還元	
(その他) 早稲田商店街、コープ南砂住民の会、川越市市民の会、藤枝市市民の会ほか多数の市民活動グループ	

な方策と受け止められている。飼料化も可能であり、主な対象は養豚業と考えられるが、今日の養豚業にかつての残飯養豚を持ち込むには飼養体系の変更が必要であり、必ずしも容易ではないように思われる。炭化や燃料化は今後の問題なので、ここでは堆肥化に限定して技術的課題につき論考する。

### 1) 堆肥素材としての問題点

#### (1) 組成の安定性

生ごみは多様な食材残さが混合排出されたものであるが、その組成は排出源による違いだけでなく、同じ排出源でも毎回異なるケース（家庭、給食センターなど）が少なくないため、堆肥素材としては、組成の安定性を欠く難点がある。また、水分が過剰な場合が多く、堆肥化に際しては水分調整が必要になる。さらに、排出源の規模は小さいものが多く、個別に堆肥化しても農業利用にはつながりにくい。これらの課

題を克服するには、排出源で一次処理して水分と臭気を除いたものをそれぞれの排出源から集めて堆肥化センターに持ち込み、二次処理して成分と熟度の安定した堆肥にする必要がある。

#### (2) 需要と供給の時期的なギャップ

生ごみは毎日のように排出されるが、堆肥の需要は春作前と秋作前に限定されるから、このギャップを埋めるには半年分のストックを考えなくてはならない。利用者である農業サイドでのストックを織り込んでも、排出サイドで少なくとも3か月分のストックを計算に入れておく必要がある。

#### (3) 異物、有害物の混入

排出源で生ごみに異物、有害物が混入しないよう、きちんと分別する必要がある。また、多量の塩分が混入しないよう注意しなくてはならない。これらは、担当者が普通に注意していれば容易に防げる問題である。ただし、可燃ごみとして収集している都市ごみは異物の混入が多く、その除去は極めて困難である。

### 2) 生ごみ堆肥の有効性

#### (1) 有効成分

表4に、生ごみ堆肥の成分分析例を示す。これらの分析値から、生ごみ堆肥は、繊維質堆肥（わら、もみがらなど）と窒素質堆肥（汚泥、ふんなど）の中間的な成分組成を有していることがわかる。ただし、可燃ごみ堆肥は紙などの影響で、繊維質堆肥に近い成分組成を示す。

表5に示すように施用効果も確認され、適正に堆肥化し適正に使用することができれば、生ごみ堆肥は有用な堆肥の一つとして役立つ。ただし可燃ごみ堆肥は、土づくりには役立つものの、窒素の肥効がやや低く、野菜のような多肥型作物では収量が上がりにくい。

#### (2) 熟度

最近、事業所や家庭向けに生ごみを堆肥化する装置（生ごみ処理機）が販売されている。基本的なパターンは2種類（おがくずなどの水分

表4 生ごみ堆肥の成分の特徴

材 料	堆肥化物成分				出 典
	T-N	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
家庭ごみ	3.2	14	1.7	1.6	業者資料
ホテル生ごみ	4.6	10	1.4	1.1	後藤他, 1997
可燃ごみ(東京都)	2.6	14	1.3	0.9	伊達他, 1984
鶏ふん	4.9	7	4.4	2.8	松崎, 1997
パーク	1.6	30	0.9	0.5	松崎, 1997

表5 生ごみ堆肥の施用効果

堆肥の種類(施用量)	収量指数(化学肥料区=100)
家庭生ごみ堆肥(2t/10a)	春野菜平均110・秋野菜平均134 <sup>1)</sup>
ホテル生ごみ堆肥(1t/10a)	コマツナ116・ホウレンソウ97 <sup>2)</sup>
可燃ごみ堆肥(2t/10a)	春ダイコン平均99・秋キャベツ平均100 <sup>3)</sup>

1): 松崎他, 1985, 2): 後藤他, 1997, 3): 伊達他, 1984  
 補) 可燃ごみ堆肥の土壌改良効果(伊達他, 1984)

T-C	T-N%	容積重 g/100ml	液相率%
5.5/5.0	0.434/0.36	70/78	42/34

数値は堆肥2t/10a施用区/化学肥料区

調整資材に発酵・分解菌を接種したものに生ごみを投入するタイプ; 発酵型と、温風で生ごみの水分を下げた後に攪拌して発酵・乾燥させるタイプ; 乾燥型) があるが、さらに発酵型には、装置内に長期間(数週間から2~3か月)滞留するものと、短期間(数日以内)で処理するものがある。発酵型で長期間滞留するものは堆肥に近い状態になっているが、乾燥型や短期間の発酵型の装置では、処理品は未熟な状態であり、さらに後熟堆積が必要である。

従来から使われている大型の堆肥化装置(横型攪拌式、縦型多段式など)は、1~2週間程度の一次発酵と、1~2か月の二次発酵の組み合わせにより、必要な熟度の堆肥を作ることができるが、多量の材料が必要なため、主に可燃ごみの堆肥化に利用されたきた。

一次発酵を終えた可燃ゴミの後熟実験のデータ(表6)をみると、約2か月の後熟で、ようやく安定した熟度が得られている。

分析による熟度判定は未だ試行錯誤の段階であり、明確な基準はないが、表6から見て、pH

表6 可燃ごみ堆肥の後熟過程の成分変化

(浅海他, 1985)  
(乾物中%, ppm)

	pH	T-C	T-N	C/N	NO <sub>3</sub> -N	COD
一次発酵品	7.8	31	2.1	15	30	3260
後熟14日	8.2	29	2.1	14	30	2510
後熟30日	8.5	28	2.3	13	160	2560
後熟58日	7.8	27	2.5	11	1300	1370
後熟74日	7.7	27	2.5	11	1700	1220

とCODの安定、NO<sub>3</sub>-Nの安定した存在が良い指標になると思われる。

### (3) 異物, 有害成分

可燃ごみでも、堆肥化できるものを選びだす選別装置(図2参照)を経由すれば、ある程度は異物や有害成分を除去できる。しかし多額のコストを要するから、収集前の選別を徹底すべきで、そのためにも生ごみと他の可燃物を分けて収集し処理することがのぞましい。

## 3) 堆肥化のための技術的課題点

### (1) 一次処理

廃棄物の運搬に関する法規制はきびしい。排出源で、少なくとも一次発酵処理等を行って特殊肥料の届け出要件をクリアし、有価物にしないと、堆肥センターに集めて二次処理をすることができない。

専門的な知識や経験の乏しい排出源の担当者が対応できるマニュアルが必要である。

一次処理のポイントは、水分調整と処理機の使い方にある。水分は60~70%が適正範囲であるが、生ごみは水切りを良くすれば、特別のことをしなくても処理機に投入できる。トラブルの原因の多くは水切りが出来ていないことと、処理機的能力を超える量を投入することで、これさえきちんとできれば、あとは処理機が発酵・減量・乾燥してくれる。

一次処理品を二次処理につなぐ方策が得られない排出源では、これを従来のごみ収集ラインにのせて処分すれば、少なくとも、ごみの減量に寄与することができる。

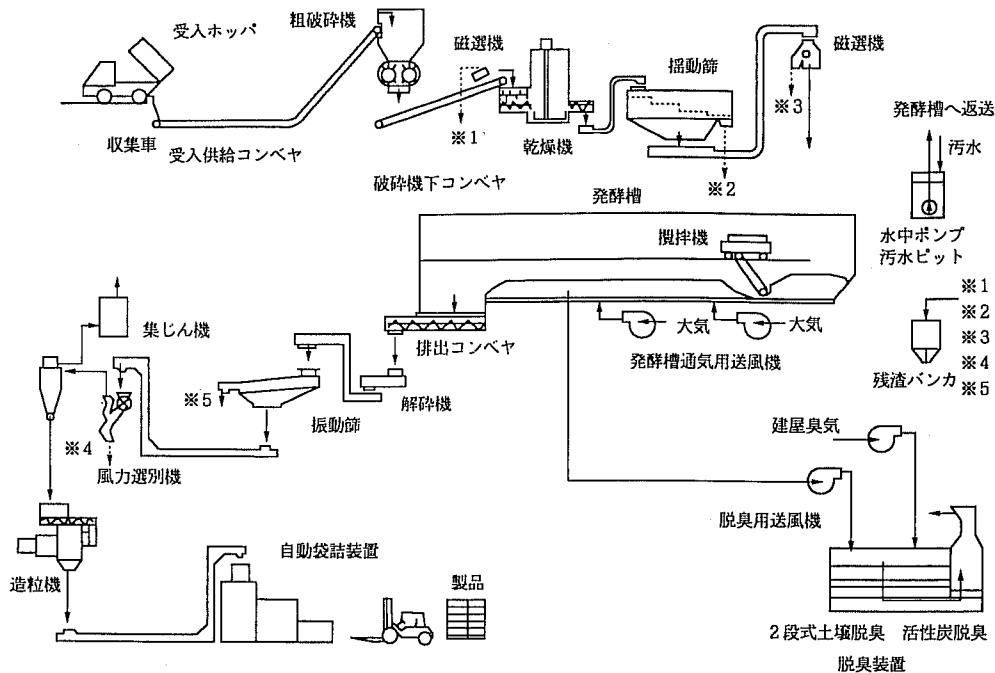


図2 堆肥化システムフロー (後藤他, 1997)

庭や菜園のある家庭では、コンポスターが有効に機能できる。土とサンドイッチ方式で、そのまま畑に入れられる堆肥ができる。

また、漬物と同じ原理の乳酸発酵で臭気を出さずに台所で生ごみを保存し、発酵肥料として菜園やプランターに利用できるような小型容器が、主婦たちの工夫で開発され、次第に普及しつつある。

(2) 二次処理

一次処理された生ごみは、従来からの堆肥づくりの技術がそのまま適用でき、容易に熟成された堆肥にすることができる。なるべく多量の一次処理品を集めることで、成分のアンバランスと不安定性をなくし、自信をもって成分表示ができるような品質を確保しないと、農家の需要開拓につながらない。

用地の獲得が難しい都市圏では、機械的処理装置の導入が必要となるが、用地が得やすい郊外圏では低コストの堆積場方式が可能である。

一次処理をしていない生ごみを二次処理場に持ち込むと、廃棄物運搬の法規制に加え、水分調整や臭気除去に多額のコストが必要になるから、排出源での一次処理→堆肥センターでの二

次処理のシステムを確立すべきである。

前述したように、二次処理品(堆肥)の熟度評価基準は、堆肥全体の問題として確立されていないが、とくに生ごみは研究例が乏しく、数値で示せる基準は皆無である。現状では、時期をずらせて採取したサンプルのpH, CODの数値がほぼ安定したところで熟成完了と判断するのが妥当と考えられる。

言うまでもないことであるが、一次処理、二次処理を通じて、好氣的条件の維持が必要である。一部業者などで、嫌氣的条件下での低温発酵による堆肥づくりを提唱する向きがあるが、これでは「堆肥」はできない。ボカシと称する初期発酵品ができるだけである。このボカシは伝統的な「ぼかし(培養土)」とは全く別なもので、好氣的条件の耕地に投入されると一気に分解が進むので、比較的即効性の有機肥料と位置づければ、それなりの利用は可能である。

3. おわりに

生ごみは多くの可能性を持つ有機資源だが、活用はこれからである。今後の技術開発・実用化研究と社会的受容の前進を期待する。

参考文献

- 浅海哲夫・他(1985)有機質廃棄物のコンポスト化に関するシンポジウム講演集, 下水汚泥資源利用協議会, pp.109-110.
- 後藤逸男・他(1997)有機廃棄物資源化大事典(有機質資源化推進会議編), 農文協, pp.326-333.
- 生物系廃棄物リサイクル研究会(1999)生物系廃棄物のリサイクルの現状と課題, 有機質資源化推進会議, 85pp.
- 伊達 昇・他(1984)日本土壌肥科学雑誌, 55: 206-212.
- 伊達 昇(1997a)有機廃棄物資源化大事典(有機質資源化推進会議編), 農文協, pp.307-310.

- 伊達 昇(1997b)同上, pp.319-325.
- 伊達 昇(1997c)肥料便覧, 農文協, pp.228~231.
- 松崎敏英・他(1985)神奈川県農業総合研究所研究報告, 127: 1-16.
- 松崎敏英(1997)肥料便覧, 農文協, pp.211-212.
- 吉野馨子・他(1999)台所が結ぶ生命の循環, 筑波書房, 181pp.

(財) 農業技術協会

〒114-0024 東京都北区西ヶ原1-26-3

コーヒーブレイク

海外で食べた米の味

1965年の暮れから1年あまり米国ウイスコンシン州へ行った時には、ほとんど米は食べなかった。丁度いらっしゃった山口大学の湯川先生に「炊き方によってはおいしいですよ」と長粒のお米を美味しくいただいた。

1970年代に通算2年近くカリフォルニア州にあった時は夏休みに家族が来て米食し、この時は“国宝ローズ”を愛用した。さすが日系人の手にかかった美味しい米であった。

1989年から3年間オーストリアのウイーンに滞在した時は、家族は通算3分の1しかいなかったが、あとも自炊で米を食べた。スーパーで売っているItalianische Mittelkornreis, すなわちイタリアーの中粒種は、安くて十分美味しかった。時にはふんばつして日本食品店でカリフォルニア米を買うこともあった。

1993年から2年あまりパキスタンに滞在した時は、もっぱら米食で過ごした。街で買う日本型の米はおおむねエジプトから来ていた。エジプトの古い品種に“ヤバニモンタカブ”というのがあり、これは文字どおり日本(ヤバニ)から行ったものである。このように、エジプトには日本型の品種がある。袋にコクゾウが安住していることが多かったが、洗えば不自由はなかった。あとでは、カリフォル

ニア米も入るようになった。

特筆すべきは、高名なインド型品種“バスマティ”の本家のパキスタンにも日本稲が栽培されていることである。少し北の標高800メートル以上になると、気温は高くても氷河からの水が冷たく、インド型のイネはできない。地域の名前からスワット米と呼ぶこの種の米は、充分日本料理の主役になり得る。もともと粘りはやや少ないが、もともと現地に粘らせようとの意図がないから当然であろう。原産地パキスタンの名誉のためにも言うが、長粒の高品質米バスマティは確かに美味しい。しかし、世界を席卷するこの品種を受け入れない近隣の国もある。スリランカがそれで、バスマティの持つかすかな粘りが邪魔になるという。難しいものだ。

こうして、いろいろの国を回ってわかったことは、どこへ行っても、たとえパキスタンの僻地の町でも、米屋には必ずいくつかの品種があるということだ。ヨーロッパで小麦粉に用途によって多くの種類があるのとはわけが違う。人々は嗜好(と多分財布)によって選んで米を買うのだ。イネの改良に食味が重要な意味を持つゆえんだ。

(村田伸夫)