

新連載 水・空気・大地

(JIPM ソリューション「プラントエンジニア」2008 年 1 月号掲載)

第 2 回 食品資源

食品廃棄物の有効活用技術と事業開発

エコビジネスネットワーク 安藤 眞・安達 剛

国内の食品廃棄物の年間排出量が約 2000 万トン。2001 年 5 月に「循環資源の再生利用等の促進に関する法律」(以下、食品リサイクル法)が施行させ、その改正によって、これまで以上に食品メーカーや食品販売業者はリサイクル率アップが求められている。メーカーは、生産工程から出る廃棄物を原料に、商品価値の高い製品を開発する一方、調理済みや食べ残しの残飯を排出する事業者は新たなリサイクル技術開発にチャレンジしている。

多様化するリサイクル技術

現在、日本の食品廃棄物の年間排出量は約 2000 万トン。うち、産業廃棄物が 20% (420 万トン)、事業系一般廃棄物(外食産業やコンビニなど)が 30% (600 万トン)、家庭から排出される生ごみが 50% (1000 万トン)である。産業廃棄物あるいは事業系廃棄物としての排出分は、2001 年に施行された食品リサイクル法によって、年間 100 トン以上排出する事業所(複数事業所を持つ事業者はその合計量)に対して、06 年までに全業種一律基準(リサイクル率 20%)を達成する目標が掲げられた(図表 1 参照)。さらに 07 年 12 月から同法が改正され、一律基準から業種別に基準値を設定し、取り組みの進まない業種に対して、改善を求める基本方針が掲げられた。

図表 1・食品循環資源再生利用等実施率の目標値(2012 年度までに達成)

業種	食品製造業	食品卸売業	食品小売業	外食産業
目標値	85%	70%	45%	40%
(05 年度実績)	(81%)	(61%)	(31%)	(21%)

(環境省「食品循環資源の再生利用等の促進に関する基本方針等の改定について(答申)」より作成)

係る規制強化は各事業者のリサイクル費用の負担増につながるものだが、食品メーカーの中には、食品廃棄物を積極的に利活用して、再商品化する動きが活発化している。「廃棄物はリッチな資源である。生産工程で排出される廃棄物は組成がはっきりしていて、量・質がほぼ一定というところも、再商品化しやすい」という利点があるからだ。

技術の多様化と高度化進むサッポロビール

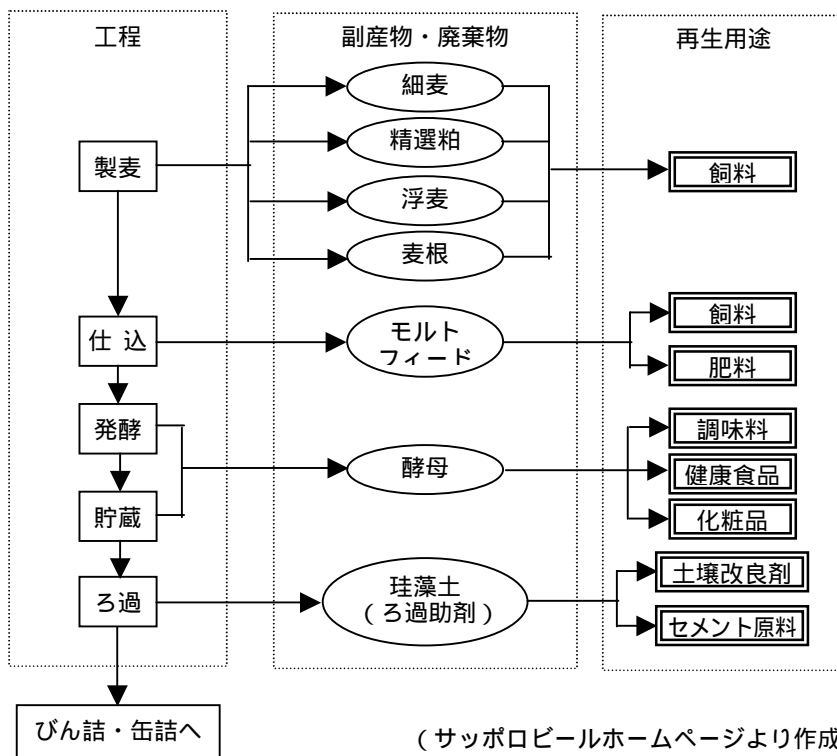
食品メーカーの中で、製造工程で発生する食品廃棄物の最も多い業種のひとつがビールメーカーだ。ビールの製造工程で発生する約 80%は、モルトフィード（麦芽の殻皮）という絞り粕や、アルコール発酵で用いるビール酵母の残渣（余剰酵母）である。

余剰酵母はさまざまな商品価値の高い製品として下降される。タンパク質を約 50%、食物繊維を約 30%、その他にも多様な栄養素を豊富に含んでいるビール酵母は、70 年ほど前から主に胃腸薬などの医薬品として利用されてきた。最近では、サプリメントやダイエット食品などへの需要が高まっている。

ちなみに 1930 年から「エビオス錠」として余剰酵母を商品化しているアサヒビールでは、まず麦汁をアルコール発酵させた後に沈殿する生酵母を取り出し、不純物を取り除く。さらにホップなどの苦味成分を取り除くため、水と苛性ソーダで洗浄する。これを高温・短時間で乾燥させると、栄養素の取り出しやすい乾燥酵母となる。錠剤にするため、粒度の大きさに揃え、副原料を加えて成形したあと、瓶詰めして出荷する。

またサッポロビールでは、余剰酵母をはじめ、モルトフィードとろ過助剤に使った珪藻土を好気性発酵させた肥料や、モルトフィード 100% の有機肥料「モルトスター」を商品化している（図表 2 参照）。同社はさらにエネルギー資源としての利活用に取り組んでいる。

図表 2・サッポロビールでのビール製造工程における副産物・廃棄物とその再生用途



02 年から広島大

学、島津製作所と共同で「水素・メタン二段発酵技術」を開発している。この技術は、食品廃棄物を発酵させて取り出した水素を燃料電池用ガスに生成すると同時に、水素発酵で生成される有機酸をメタンガスに変換させ、ボイラー燃料として使用する技術である。こうした未利用エネルギー転換など、マテリアル以外の用途拡大でのリサイクル技術の高度化が進んでいる。

ビールメーカーの場合、生産過程で排出される廃棄物は、単なる廃棄物と考えずに、副産物（産物を生産する途中で得られる、別の産物）という発想が、リサイクル率アップにつながっている。

卵殻の価値向上を図るキューピー

製造工程で発生する多様な廃棄物を商品化しているビール工場だが、こちらは1種類の廃棄物から付加価値の高い成分抽出の研究開発に成功している。マヨネーズのトップメーカーであるキューピーである。

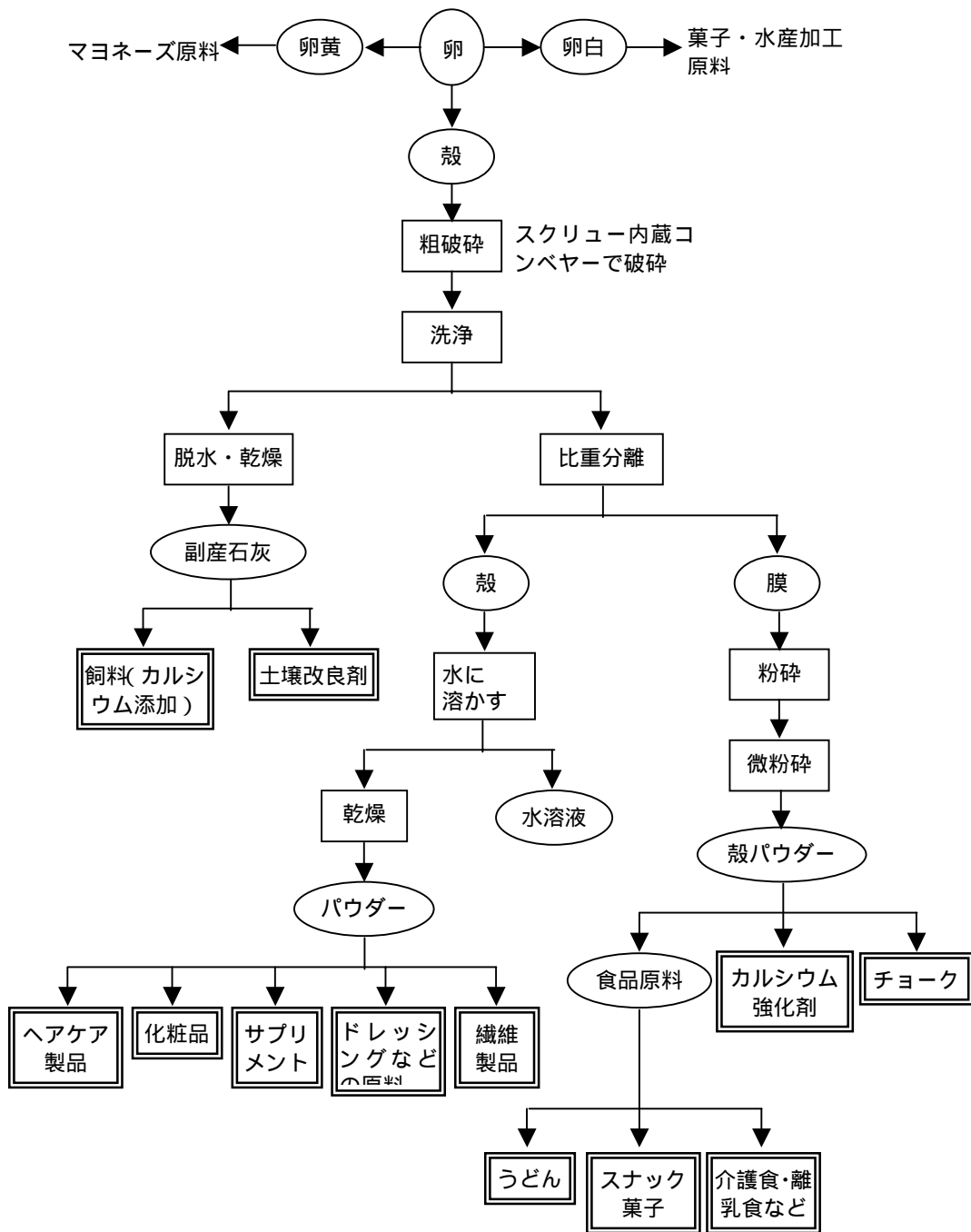
同社グループは年間約40億個（23万トン）の卵を使っており、実に日本の全鶏卵出荷量の約10%相当が同社グループで加工されている。1960年代に入ってマヨネーズの需要が急増し、同社でも卵殻を土壌改良剤（アルカリ分補充により土中pHを調整）として資源化するようになった。さらに80年代には、卵殻カルシウムを食品に利用する研究を開始し、タンパク質からなる卵殻膜の分離も同時に研究された。そうして卵殻に含まれる成分を分析し、最大限に利用することに成功した同社は、02年からは卵殻を100%再資源化している（4ページ図表3参照）。

注目すべきは、膜はアミノ酸などの栄養素を含み、人間の皮膚の柔軟性や張りを向上させるなど生理活性にも役立つことを突き止め、膜を水に溶けやすくし、また粉末化技術を開発したことだ。

まず化粧品原料に使われ始めた。さらに、直接人の肌に触れる衣類に着目し、同社は微粉末を含む繊維を開発。この繊維で作られた衣類は、皮膚への効果だけでなく、肌触りの良さを生むこともわかった。また、毛髪保護成分からヘアケア製品、美白効果からサプリメントとして利用されているほか、うまみ成分であるアミノ酸の含有に着目して、ドレッシングなどの食品の原料として利用している。

殻のみの用途も拡大している。従来の土壌改良剤などのほか、最近では、同社グループでゆで卵を製造しているキューピータマゴ栗源工場（千葉県栗源市）がグリーンテクノ21（佐賀県）と協力し、グラウンド用白線（フィールドライン）を製造している。従来のグラウンド用白線の原料、石灰は強いアルカリ性のため、肌に付着したり目に入ると障害を起こす危険性がある。卵殻原料の場合には、こうしたリスクがない。現在では黒板用チョーク原料にも用いられている。比重が重いいため粉末の飛散が少なく、使用後は土壌改良材として使えるという。

図表3・キューピーの卵殻利活用フロー



「絵で見てわかるリサイクル事典」(エコビジネスネットワーク編)より作成

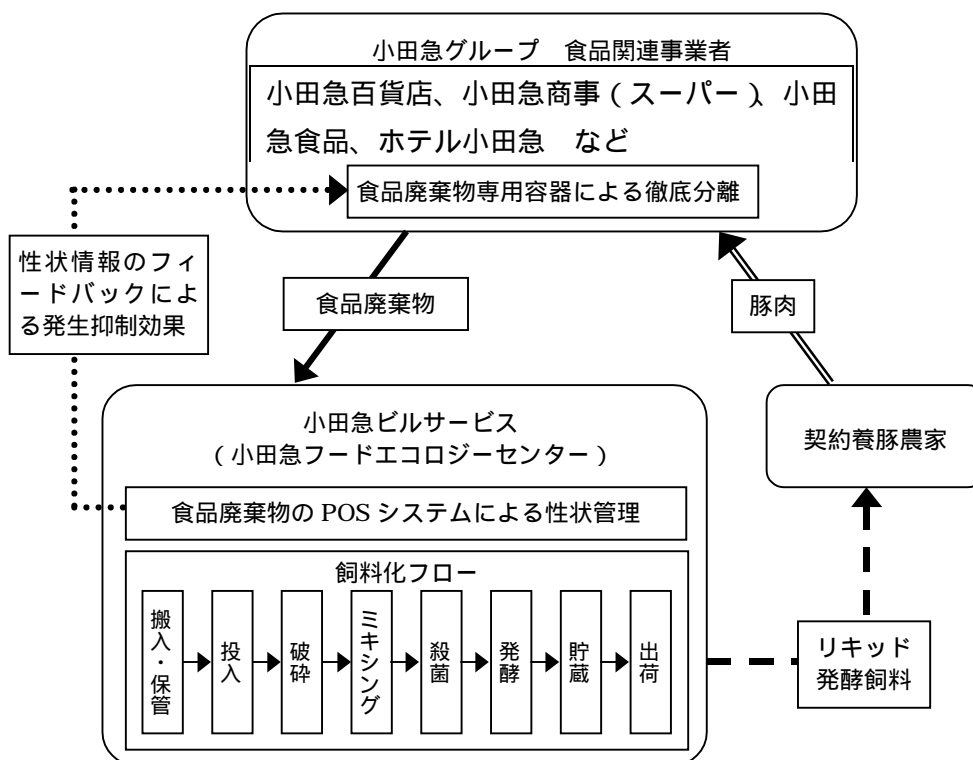
堆肥よりも液体飼料に活路

食品メーカーに比べて、スーパーや外食産業などの事業者では、発生する食品廃棄物（調理時に出る不用品や賞味期限切れ、食べ残しなど）の質や量が一定でない点で再商品化は容易でない。

食品リサイクル法が施行された当初は、排出者が自ら処理できる生ごみ処理機が一斉に発売されたが、生成される堆肥の行き先や、年間を通じて需要が安定しているわけでもないため、機器メーカーの淘汰が進んだ。

現在、有効な食品廃棄物のリサイクルは堆肥ではなくて、液体飼料化だ。飼料化は飼料自給率向上の観点からも、食品リサイクル法で再生利用手法の第一優先事項に掲げられている。同じ飼料化でも、乾燥飼料では乾燥工程にかかる燃料費が飼料化コストに大きな負担をかける。液体飼料は、食品廃棄物に含まれる水分をそのまま利用できる点で有利である。こうした液体飼料化は、事業所で完結できる事業ではないため、廃棄物の収集～中間処理・リサイクル～再生品利用など各分野の連携が不可欠である。各地で、液体飼料化の事業が散見されるが、成功事例のひとつとして挙げられるのが小田急グループの小田急ビルサービス（東京・新宿区）の事業である。同社は06年、神奈川県相模原市に食品廃棄物（日量39トン）を液体飼料化する専用工場「小田急フードエコロジーセンター」を稼働させている（図表4参照）。

図表4・小田急ビルサービスのフードエコロジー事業スキーム



（環境省資料をもとに作成）

同社は、コンビニ弁当の製造工場やパン製造工場など、契約している排出事業者から専用容器で同センターに食品廃棄物を搬入する。ここでは賞味期限切れや残飯などは扱わない。計量、中身をチェックしてから飼料化ラインに投入する。プラスチックや金属類などの不純物を手選別し、1次・2次破碎を行なった後、廃牛乳など乳製品を加え、成分調整を行なう。さらにスチームジャケットに通して約90～100度Cの温度で殺菌し、専用タンクに投入。60度Cまで冷ました後に、発酵菌を混ぜて24～36時間かけて発酵させてから、提携養豚事業者へタンクローリーで配給する仕組みだ。現在、この乳酸発酵飼料で飼育・生産された豚肉が、「ヨーグル豚」の商品ブランドで朝霧高原ヨーグル豚販売協同組合（静岡県富士宮市）で販売されているほか、首都圏を中心にスーパーマーケットを展開するエコス（本社、東京・昭島市）が「旨香豚」のブランドで07年から販売開始している。

食品リサイクルの事業化の場合、上記の小田急ビルサービスのように再資源化事業者は、排出事業者、再資源化した商品の利用事業者がお互いにメリットを享受できる事業スキームを構築することがポイントとなる。

たとえばコスト面において、従来の焼却処理を委託すれば30～40円/kgの処理費が排出事業者の負担になる。小田急ビルサービスの場合、従来の処理費用の価格以下に抑えて処理を受託している。さらに同社は液体飼料を一般配合飼料の半分程度のコストで製造できるため、養豚業者へ安価な飼料を提供できる。その結果、同社は処理と販売の両方で収益を得るビジネスモデルを構築している。

同社に処理を委託している排出事業者は、食品廃棄物のチェック結果を、根本的な発生抑制や社員の分別意識の向上に役立てている。また養豚業者は、乳酸飼料の利用による豚の疾病率の低下やふん尿の臭気発生抑制効果、肉質のよい安全・安心な豚肉を生産できる点を評価している。

リサイクル技術の高度化、再商品の流通システムの構築などの促進により、食品廃棄物のリサイクル率は確実に向上すると思われる。しかし、地球環境の観点から考えなければならぬのは、日本の食料の60%（カロリーベース）を輸入し、先進国の中でも自給率は最低であること。食料の輸入はフードマイレージからいうと、世界的に深刻化する水を輸入することであり、CO₂の排出を増大させている。さらに年間約2000万トンの食品廃棄物は、国連の世界食糧計画が年間、戦争や災害による難民・被災民に援助する食料の量の約3倍に当たることを忘れてはならない。