

# 「うどんづくし」の循環で、ゼロ・エミッション

すま だ とみ お  
角田 富雄 ◎うどんまるごと循環コンソーシアム 会長

## 1. 香川県ならではの廃棄物

讃岐うどんで知られ、「うどん県」宣言をしている香川県は、うどんの生産量が日本一です。

その一方で、製造工程でラインから落ちて製品には適さないうどんや、うどん店で茹でた後に時間が経ってコシがなくなったうどんは、有料で焼却処分されています。約5%が廃棄されるとして、小麦換算で年間約3,000tが廃棄されると推計されます。うどんには水分が一定割合含まれていますので、香川県内だけで、それ以上のうどんが廃棄されているとみられます。市町村によりはりますが、うどんの廃棄処分には、1t当たり1万5,000円程度の費用がかかり、収集・運搬経費を含めると倍近いコストが発生します。ある製麺会社では、年間150tのうどんを廃棄しており、焼却処分の費用は約450万円にもなっています。

この問題を解決するため、高松市の産業機械メーカー「ちよだ製作所」では、2009年から、産業技術総合研究所四国センターや香川県産業技術センター食品研究所と共同で、冷凍うどん工場から出る残渣の活用を検討し、研究を進めてきました。

## 2. うどんまるごと循環プロジェクト

### 2.1 うどんからエタノール

そして、2011年には、廃棄うどんからバ

イオエタノールを製造するプラントを開発し、エネルギーとして再利用できるという研究成果が得られました。当時は、約20kgのうどん残渣からアルコール度数の高い上質なエタノールを2L抽出することに成功しました。うどんは木材や植物などのバイオマスと比べて前処理工程が少ないうえ、小麦粉が原料で糖度が高いことからエタノール原料になりやすく、バイオ燃料に適しているのです。

この研究成果を活かし、「うどんをまるごと循環させる」仕組みを作ろうと、2012年1月に発足したのが「うどんまるごと循環コンソーシアム」です。当コンソーシアムは、「捨てられるうどんはもったいない。何とかしよう！」と、ちよだ製作所や地元の製麺業者「さぬき麺業」、環境団体「NPOグリーンコンシューマー高松」、高松市、学識経験者やボランティアらが共に立ち上げました。

コンソーシアムが取り組む「うどんまるごと循環プロジェクト」は、「うどんできうどんを茹でる」「うどんからうどんを作る」を合言葉にしています。具体的には、回収した廃棄うどんを発酵装置でバイオエタノールとして再生し、それを燃料にして、うどん店がうどんを茹でます。また、バイオエタノール抽出後に生成される残渣に生ごみを混ぜ、バイオガスを生成し、ガスを燃焼させタービンを回すことにより、発電させます。さらに、この残りかすを液肥にし、うどんの原料になる小麦や薬味となる青ネ

ギの栽培に使います。このようにして、うどんの誕生から再生まで「うどんづくし」の循環が生まれます。

地産地消のバイオマスエネルギーの活用は、化石燃料の代替エネルギーとして活用することにより温室効果ガスを削減し、地球温暖化防止にもつながります。2012年度には約4.5tの廃棄うどんを回収し、約5tのCO<sub>2</sub>排出削減を実現しました。現在の装置を活用することにより、将来的には、130t以上のCO<sub>2</sub>が削減でき、うどん界における「うどんゼロ・エミッション」達成を目指しています。

### 2.2 うどんでご当地エネルギー

2012年7月から再生可能エネルギーの固定価格買取制度が始まったため、ちよだ製作所では、昨年12月からバイオガスで発電した電気を電力会社に販売する「うどん発電」を開始しました。

この発電では、最大年間18万kWhの発電を行い、電力会社に売電することにより、約700万円の収入が見込まれています。食品廃棄物などのバイオマスを再生可能エネルギーにする特徴として、それまで焼却処分されていた廃棄物を焼却せず、有効活用できるということが挙げられます。このため、廃棄物処理に費やしていたコストが削減でき、代わりにエネルギーとして売れるという非常に大きなメリットがあります。

このコスト削減により、廃棄物処理で地方公共団体等に支払っていた経費の節減効果も加えると、年間千数百万円の収益が見込め、プラントへの初期投資の回収年数が大幅に短縮できることから、企業の投資対象として、十分採算が見込めるビジネスモデルであると思われます。

うどんまるごと循環プロジェクトでは、このモデルをさらに発展させ、企業が収益を上げながら地方自治体やNPO、市民等の多様なプレイヤーが参加し、地球温暖化防

止を実現しながら循環型社会を創り出す地産地消型の循環システム・モデルの構築を目指しています。

### 2.3 波及効果（他県との連携など）

最近、ご当地エネルギーとしての「うどん発電」が全国的に注目されていますが、他の食品廃棄物でもこのスキームを用いた取り組みは可能です。

例えば、全国各地のご当地ラーメンやご当地の特産品など、糖質を分解できるものであれば、バイオガスを生み出し発電することが可能となります。このため、他県でも特産品を生かした創意工夫により、ご当地エネルギーを生み出すプロジェクトを始めることは可能であり、こうした全国各地のプロジェクトと連携を図っていきたく考えています。実際に、耕作放棄地で栽培している米からバイオエタノールを製造し、商品化などを進めている、岩手県奥州市のプロジェクト「マイムマイム奥州」とは、毎年のように交流を図っており、有益な情報交換を行っています。

発酵という太古からの自然の叡智との共同作業を取り入れたこの循環プロジェクトには、環境教育という意義深い側面もあることから、当コンソーシアムの普及啓発活動の一環として重点的に環境教育に取り組むようになりました。昨年度から当コンソーシアムの正式メンバーとなった香川県では、特に環境教育に力を入れており、昨年度末にはうどんまるごと循環プロジェクトを取り上げたDVDを制作し、県内の全小中学校に配布しました。今年度は、このDVDなどを活用して全県的な環境教育を展開する計画であり、香川県民みんなが大好きな讃岐うどんがどのように捨てられて、エネルギーに変わり活用され、肥料を使って讃岐うどんに生まれ変わっていくかという「うどんのものがたり」をテーマに、環境に対する意識を深めていくことができ

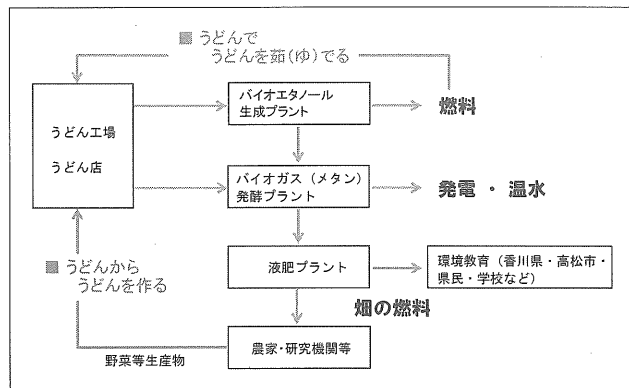


図1 うどんまるごと循環プロジェクト2014バージョン

と考えています。

### 3. プロジェクトの進捗状況

- また、今年度は、ひと通りシステムを完成させる年となります。プロジェクトの過程（プロセス）は大きく分けて4つの段階、
- ①廃棄うどんの回収から分別、運搬までを行う過程
  - ②廃棄うどんをバイオエタノールやバイオガスなどに変換・製造する過程
  - ③製造されたバイオエタノールを活用したり、バイオガス発電などを行う過程
  - ④肥料（うどん液肥）を使って、小麦や青ネギなどの野菜を栽培し、小麦からうどんを作る過程

——に分類できます（図1参照）。この4段階のプロセスの中で、①から③までは昨年度までに既に試行され実現可能となっており、今年度は④のうどん液肥を使って小麦栽培し、その小麦で讃岐うどんをすることで、プロジェクトとしての全プロセスが試行的にはありますが、ひと通り完成することとなります。

現在、プロジェクトでは、高松市内で有機栽培を行っている小麦農家にご協力いただき、香川県産小麦「さぬきの夢2009」の肥料として、うどん液肥を試験的に散布し、先日無事に収穫を終えました。うどん液肥に

### 4. 今後の課題

今後は、循環システムを確立するため、参加するうどん店を増やしたり、うどんの廃棄で悩むうどん工場等から廃棄うどんを受け入れるとともに、バイオエタノールやうどん液肥の活用先を探していくことが必要となってきます。プロジェクト開始時からの課題として、

- ①費用対効果やエネルギー・コスト収支の改善
- ②バイオエタノールやうどん液肥の原料となる廃棄物の確保及び活用先の確保
- ③効果的な情報発信
- ④うどん液肥等の成果物の高付加価値化の実現

——といった点が挙げられます。このうち、①や③については、一定の目標を達成しつつある一方、②や④についてはこれからの課題となっており、今後着実に進めていく予定です。

「環境はビジネスにならない」といった時代は過ぎ去り、廃棄物は資源であり、エネルギーである、ということが当たり前の世界がすぐそこに来ています。うどんまるごと循環プロジェクトは、その先駆けとなり、生態系のように循環するシステム・モデルを皆様に提示できるよう、今後とも努力を重ねていきたいと考えています。

ついて計量証明所の成分分析を行った結果、有害物質などは検出されず、チッソなどの成分はバランスよく含まれていることがわかっています。

うどん液肥を使って栽培された小麦を収穫し、製粉して讃岐うどんに生まれ変わらせるという一連の取り組みを通じて、うどん循環システムが完成するとともに、この小麦栽培プロセスはプロジェクトの要となっています。

### 1. はじめに

1994（平成6）年環境基本計画が決定され、以降、我が国では「環境への負荷が少ない循環を基調とする経済社会システムの実現」が目標とされてきたが、これを実現するためには、環境負荷の評価指標が必要となる。

製品などの「ゆりかごから墓場まで」のライフサイクル全般にわたる負荷を定量的、科学的、客観的に把握できる手法としてライフサイクルアセスメント（LCA：Life Cycle Assessment）が広く使用されている。LCAでは、CO<sub>2</sub>や廃棄物など各種の環境負荷を対象とする製品の原料採取、生産、流通、使用、リサイクル、廃棄の各ステージ全体にわたり評価する手法であり、その活用により負荷の低減を図ろうとするものである。LCAにおいて、インベントリー分析（Inventory Analysis：ライフサイクルの各ステージでの物質、エネルギーの投入〈Input〉と産出〈Output〉の詳細な調査）が重要な役割を果たすが、その際に用いられる手法の一つに「産業連関法」がある。

産業連関表では、商品分類ごとにある1年間の原材料・エネルギーなどの投入（購入）量とその商品の他の産業部門や家計部門への産出（販売）量が記録されているの

で、各ステージで使用された原材料・エネルギーを計算により求めることが可能となる。また、環境負荷データを利用した一国全体のCO<sub>2</sub>排出量と経済成長・貿易との関係や、国際産業連関表を利用した国際貿易と環境負荷の相互依存関係の分析（たとえば、カーボンリーケージ分析）において、産業連関分析手法が近年多く使用されるようになってきている。

そこで本稿では、今後の連載において触れる予定のカーボンリーケージやバーチャルウォーター（仮想水）分析を理解するための基礎として、産業連関表の成り立ちと基礎的な分析手法について解説する。

### 2. 産業連関表とは

一般的に、生産者・消費者などの活動は、財・サービスの取引を通じて相互に関連し合い、それらの因果関係は一方通行ではなく循環的に規定し合う。この相互依存性に注目して経済分析の基本的枠組みを構想し、現実経済の定量分析に役立つよう統計データにより作られたのが産業連関表である。それは、鉄鋼産業、自動車産業、電力産業など産業を経済単位として、産業間の中間財取引、消費、投資、政府支出など最終財取引などを表の形式で表したものであ