

RICC

トレンド

レポート

Vol.27

# RICC TREND REPORT



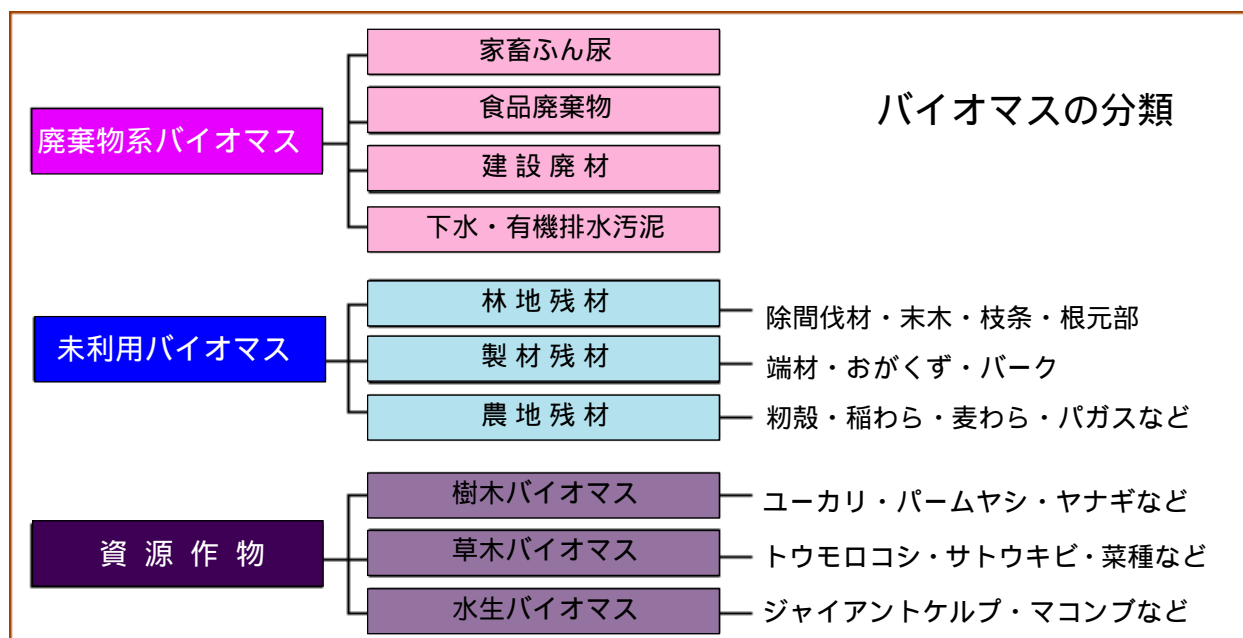
## 特集 バイオマス産業最前線

バイオリファイナリー分野	.....	2
米国のトウモロコシ戦略	.....	4
バイオマスニッポンの位置付け	...	5
・バイオプラスチック生産	.....	6
・成型処理技術	.....	7
・光ディスクへの応用	.....	8
TOPICS 新バイオリサイクルシステム	.....	9
TOPICS 畜産排水脱色処理システム	.....	10
NEWS FILE 道内版	.....	12
道外版	リサイクル関連.....	17
	技術開発・研究.....	21
	環境政策・公害.....	23
	環境ビジネス	..... 27
	環境一般.....	29

# バイオマス産業の最前線

バイオリファイナリー分野

## 期待される 10 兆円市場活性化



バイオマスとは、生態学上は「生物現存量」とか単に「生物量」と訳されるが、動物や植物、微生物の生態活動に伴って生成される有機物を意味する。一般的には、これらを原料として排出される木材・廃材・食品廃棄物・家畜ふん尿などの有機系廃棄物も含めた生物資源を指す（ただし、地中に蓄積されている化石燃料は元々は生物体だが、バイオマスには含まない）。

### 環境・産業の総合戦略と位置付け

バイオマスの利用とは、これら有機生成物を燃料や原料に利用することであり、原油換算で 3500 万キロリットルが賦存しているとされる。バイオマス活用が叫ばれるのは、地中の化石燃料を主体とした現在の生産・消費パターンが、二酸化炭素・廃棄物を放出・蓄積することで地球環境に深刻な影響を及ぼしているため、いわば地球規模の課題ともいえる。

日本においては、農水・環境・文部科学・経産・国土交通省と内閣府の 6 府省が 2002 年 12 月、バイオマスを資源やエネルギーとして有効利用していくための具体策をまとめた「バイオマス・ニッポン総合戦略」を策定。現在 3300 万トン（炭素量換算）あるとされるバイオマスについて、2010 年をめどに廃棄物系バイオマスで 80% 以上（同）、未利用バイオマスで 25% 以上（同）利活用する目標を設定した。（トレンドレポート第 21 号添付の「バイオマスニッポン総合戦略」参照）

欧米に比べると国内のバイオマス利用は、やや立ち遅れているが、環境配慮型のライフスタイルが消費者の間で定着するに連れて、環境関連産業が産業として成長を見せ始めている。長期的に見て 5 ~ 10 兆円ともいわれる市場のうち、本稿では、石油をバイオマスに代替し、有機素材・材料を生産する「バイオリファイナリー」分野に焦点を当てる。

# 有機素材・材料が巨大市場に

バイオマス関連産業の市場規模はさまざまに検討されているが、総合マーケティングビジネスの(株)富士経済が最近まとめた「バイオマス利用技術全体の市場規模」は、2002年度実績で335億に上り、2007年度にはこれの約5倍の1695億に達すると推定される。地球温暖化対策、バイオマスニッポン総合戦略に加えて、食品リサイクル法、家畜排泄物処理法などの法施行の影響により、バイオマス利用技術の全体的な需要拡大が見込まれるためだ。(添付資料参照)

石油化学の30%をバイオマスで代替  
2002年度時点ですでに実用化されているバイオマス技術は、堆肥化、飼料化、炭化、生分解性プラスチック、バイオガス化、バイオディーゼル、バイオマス直接燃焼発電など。現在、研究開発・実証中の技術としては、エタノール発酵および

ガス化発電・液体燃料化技術があり、2005年度以降に実用化に向かうと推測されている。

また、コンサルティングの(株)フュージョン・アンド・イノベーションの報告では、長期的には5～10兆円の巨大市場を創出する可能性があるるとされる。その大きな要素とされているのが、石油をバイオマスに代替し、有機素材・材料を生産する「バイオリファイナリー」分野。

米国では、2050年までに石油起源の有機素材・材料の50%をバイオマスで代替する計画を実行しつつあり、トウモロコシを主材料とした生分解性プラスチック市場については、2010年までに12兆円という巨大な市場に拡大する計画だ。素材・材料に関する日本の化学工業の生産額が26兆円に上っており、生産額の3割程度をバイオリファイナリーに置き換えただけでも10兆円に迫る規模となる。

バイオマスが創出する市場規模の長期予測

新市場	構成製品	市場規模
分散型 コージェネ レーション	バイオマス起源燃料(メタン・ガス化ガス・水素)	1～3兆円
	機器・設備・エンジニアリング (ガス化機器・発電機・メタン発酵設備)	
	電力・熱などのエネルギー販売	
	エネルギーサービスなど	
自動車燃料	バイオエタノール	1～2兆円
	バイオディーゼル	
	バイオメタノール	
	水素など	
バイオリファイナリー	バイオプラスチック	5～10兆円
	バイオアルコール	
	医薬・化粧品	
	機能性食品など	
海外市場	バイオマス製品生産設備	1兆円
	ガス化・発電設備	
	熱電併給機器・設備	
	バイオマス生産技術・ノウハウ	
合計		約10兆円

(フュージョン・アンド・イノベーション調査より)

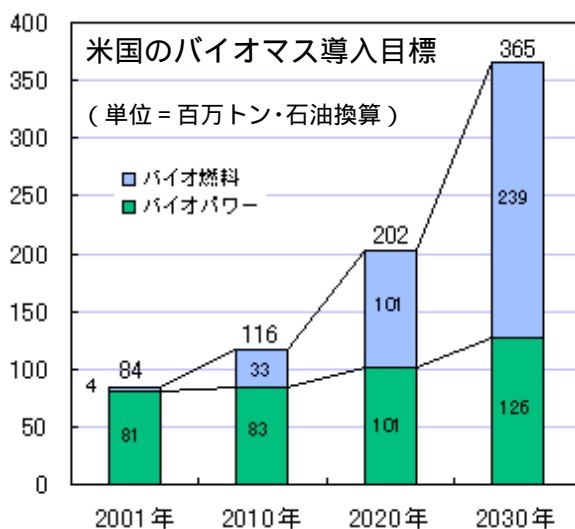
# トウモロコシから高付加価値化学製品

バイオリファイナリーは、バイオとオイルリファイナリーからの造語で、オイルリファイナリーと同様に、バイオマス原料から複数の製品を生産することで市場の拡大・収入の安定化・コスト低減を実現しようとするもの。例えば、トウモロコシのデンプンだけでなく、茎などの残さも原料として利用し、その残さを構成するセルロース、リグニンなどからC5糖、C6糖などを經由し、エタノール以外にも多様なバイオ製品の生産を目指す。

## バイオリファイナリー重視の米国

米国では、これまでバイオエタノールの生産を順調に拡大してきたが、バイオマス本来の大きな潜在性を十分活用しようとの視点から、今後は、バイオリファイナリー分野への転換を戦略的に進める方針を取っている。

最近の具体的な動きとしては、米国デュポン社と米国エネルギー省再生エネルギー研究所（NREL）が、従来の石油化学原料に代えて、再生可能な資源から燃料および高付加価値化学製品の原料を生産する世界初の統合的「バイオリファイナリー」を共同開発すると発表し



米国のトウモロコシ畑

たことに象徴される。その中核となるプロジェクトは、繊維を多く含む茎、皮、葉の部分から、デンプン質の多い穀物の部分までトウモロコシ全体を利用して燃料や化学製品を製造するバイオ精製技術を確立しようとするものだ。

共同開発の最終目標は、多種多様な植物原料からさまざまな製品を生産する世界初の総合的バイオリファイナリー開発で、開発費は770万ドル規模。

## デュポン社、ポリマー技術と結合

トウモロコシの実からとれる精製した糖は、高付加価値化学製品の主原料になり、残渣部分は、燃料グレードのエタノールと電力として利用される。高付加価値化学製品群の一つ「ソロナ」は、アパレル用織物、カーペット、包装などの用途に使われるデュポンの最新のポリマーで、穀物や穀物残渣の国内市場の創生につながると期待されている。

NRELは、米エネルギー省の国立研究機関で、植物および廃棄物から燃料や化学製品をつくる研究をはじめ、エネルギー省が行っている太陽・風力エネルギー、先端自動車システム、水素技術などの研究の拠点となっている。



# 進展する生分解性プラスチック技術

日本におけるバイオリファイナリー分野の産業展開は、ようやく緒に就いた段階だが、生分解性プラスチック技術の研究開発は、近年目覚まし進展を見せている。

## 生活用品へと需要が拡大

生分解性プラスチックは、地中で分解するだけでなく、低カロリーで燃焼するため焼却設備を痛めないこと、有害ガスがほとんど発生しないなどのメリットから、「環境にやさしいプラスチック」と呼ばれる。当初の農業分野中心の需要から、最近では、生活用品へと用途が多様化し一般消費者にも知名・認知度が高まりを見せ、市場は拡大の一途をたどっている。

生分解性プラスチックなど天然物系は、これまで弱点とされた耐熱性・耐衝撃性の改良が進み、汎用プラスチックとの価格差が2倍弱に縮まれば確実に需要拡大するものと期待されている。

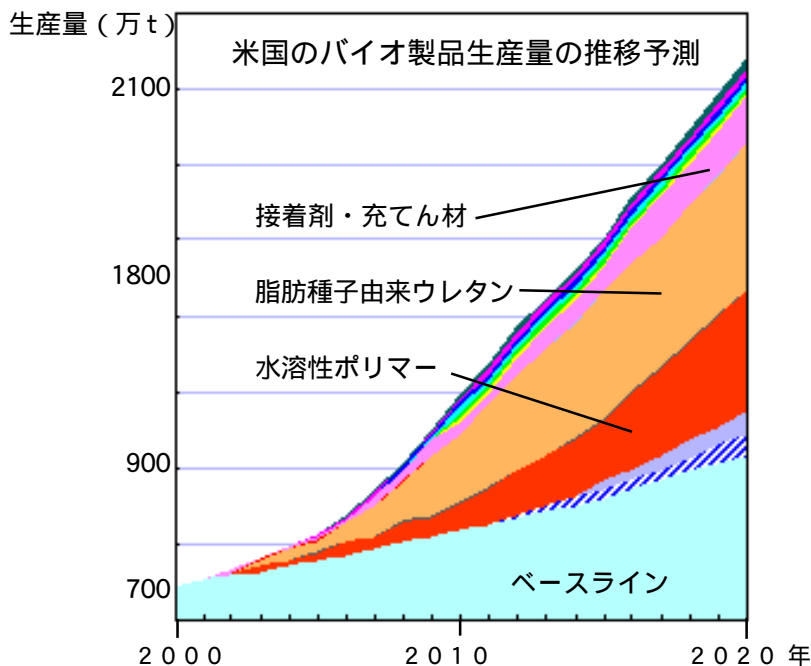
バイオマスニッポン総合戦略の中でも、

バイオマス由来のプラスチックについては重要な柱と位置付けられ、バイオプラスチック製品の開発・普及がモデル事業の一つとされている。2004年度の政府予算においても、農水省がバイオ生分解素材などを生かした先進的な事例を調査・評価し、国産資源を活用した低コストで効率的な製造システムの確立を目指す方針だ。(添付資料参照)

## 政府が技術開発を積極支援

また、経産省も、バイオマスプラスチックの普及に向けたバイオプロセス実用化開発プロジェクトや、生分解・処理プロセスの制御技術の開発などに取り組む計画を進めている。

一方、産業界・民間レベルでも、新たな生分解性素材の開発や、これらの植物由来の素材を光ディスクメディアなどに利用するなど徐々に広がりを見せている。また、トヨタ自動車は、インドネシアで栽培したサツマイモを原料にポリ乳酸を



生産し、日本を含め国外に輸出する計画を進めている。これは、バイオリファイナリーの分野でも、生産設備や技術・ノウハウの輸出の道を開くもので、産業基盤の裾野を広げるものとして期待されている。

以下に、トウモロコシなど植物由来のバイオプラスチックを活用した、国内の技術開発・事業化の動向をレポートする。

# トヨタ自動車 バイオプラ実証拠点整備へ

トヨタ自動車株式会社（本社・愛知県豊田市）は、植物資源を原料としたバイオプラスチック（ポリ乳酸）を生産する年産千トンクラスの実証プラントを、日本国内の既存工場内に建設する。

## 部品に採用、CO<sub>2</sub> 大幅削減

トヨタは、「地球再生・循環型社会構築」に向けた環境負荷低減技術の研究・開発の一環として、バイオプラスチック製造技術の研究・開発を推進。既に、自動車用に耐久性・耐熱性などを向上させた「トヨタ エコプラスチック」として、2003年5月にモデルチェンジした新型「ラウム」に採用を開始している。

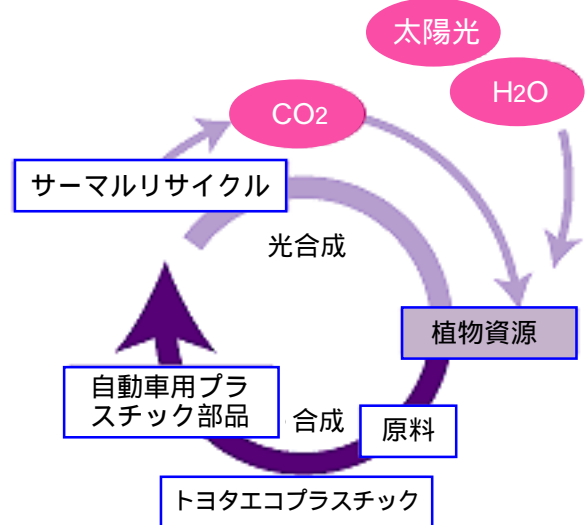
「ラウム」は自動車としては、世界で初めてサトウキビやトウモロコシなどの再生可能な植物資源からつくるトヨタエコプラスチックをスペアタイヤカバー、フロアマットなどの部品に採用し、注目を集めた。スペアタイヤカバーについてLCA（ライフサイクルアセスメント）を実施した結果では、石油系プラスチックに比べてトータルでCO<sub>2</sub> 排出量を80%以上も低減させる効果が確認された。



## ポリ乳酸の量産化目指す

実証プラントは、バイオプラスチック製造のための各工程の要素技術がほぼ確

## カーボンニュートラルサイクル



立したことを受け、量産化に向けたコストや品質目標達成の検証を行うことが狙いだ。サトウキビを原材料に、乳酸の発酵・精製からポリ乳酸の重合（高分子化）までを一貫して手がける。

この実証プラントで生産したバイオプラスチックを、内装材を中心とした自動車部品材



スペアタイヤカバー

料として展開していくとともに、生活に広く浸透している多くのプラスチック汎用製品へも応用を図っていくことにより需要を開拓し、本格プラント建設への足がかりとしていく方針という。

実証プラントの建設予定地は、日本国内の既存工場内で、敷地面積約5千平方メートル。年内に建設を開始し、2004年8月の実証開始を予定している。生産規模は、年間1千トンで、投資額は約23億円に上る。

## 食品総研など製造技術開発 オカラ原料の生分解性素材

独立行政法人・食品総合研究所(本部・茨城県つくば市)と昭和産業株式会社(本社・東京都千代田区)、株式会社日本製鋼所(同)は、プラスチック製品の製造に利用されている射出成形法に注目し、コーングルテンミールを添加したオカラなどの廃棄物を原料に、耐水性に優れた生分解性素材の製造方法を開発した。

### 低コストで自由に成型

この方法により、育苗ポットや食品容器など、さまざまな形状の容器が低コストで製造可能となった。

食品の加工工程で発生するオカラなどの副産物の処理や再利用が、緊急に解決すべき課題とされ、これら副産物を、農業や食品分野で用いられる生分解性素材として変換利用し、最終的に土に還元するための研究開発が行われている。ところが、耐水性が低いことに加えて、成形コストが高く、成形物の形状の自由度が低いことなどから利用が進んでいないのが実情だった。

食品総合研究所では、耐水性の高い生分解性フィルム製造について検討する中で、耐水性を高めるためには、トウモロコシ種子蛋白のゼインが有効であることを発見した。そこで、コストの低減を図るため、ゼインを含むコーングルテンミールを添加したオカラや農産物の茎葉、キノコの培地などを主な原料としてエクストルーダーでペレット化し、そのペレットを射出成形することに成功した。

### 野菜残渣など幅広い応用

成形処理としては、コスト面などで生産性のメリットが多い射出成形法を用い



成型機と生分解性の育苗ポット

ることでコスト低減と実際の使用に耐える固形成形物を得ることが出来た。射出成形法は、一般的なプラスチック成形手法の1つで、熱溶融時の物性が温度により変化しやすい食品由来の材料では使われていなかったが、高分子ポリマーの処理、高い圧力の設定と厳密な温度設定、さらには射出スクリーンの形状などを改良することで、安定的な射出成形を可能にした。

この技術では、コーングルテンミールのほかグリセリン(可塑剤)、オカラ、野菜などの残渣、キノコ廃培地などの食品副産物から資材が得られるため、コストの低減を図ることができる。

また、植物の育苗ポットなどの製造では、材料をペレット化する際に植物の生長に有効な微量元素などを添加しておくことにより、土壌中で生分解するにしたがって、拡散溶出し、安定的に植物へ供給することが可能となる。このため、農業での栽培管理の効率化や農地での過剰肥料の改善などの副次的な効果も期待されている。

同研究所などでは現在、これらの資材利用時の評価や用途別資材の改良を進めている。(添付資料参照)



## 三洋マービックメディア(株) 植物由来の光ディスク開発

三洋電機グループの三洋マービック・メディア株式会社(本社・岐阜県安八町)は、世界で初めて植物由来のプラスチックを使用した環境対応型ディスクの受注を12月より開始する。

同社が受託生産している光ディスクメディアは、CD、CD-ROMなど音楽、ゲームから出版、コンピュータプログラムまでさまざまな用途の記録媒体として活用されている。年間需要は国内で10億枚、追記・書き換え型を加えると全世界で100億枚を超えると推計されている。

### ポリ乳酸利用し環境対応

これら光ディスクメディアの主材料には、軽さや強靭さ、耐熱性、透明性など多くの有用な特性を備えるポリカーボネート樹脂が使用され、製品製造の各段階でマテリアルリサイクルを進めるなど環境負荷低減も図ってきた。

しかし、ポリカーボネートは枯渇性資源を原料としており、大量消費・大量廃棄の環境負荷は小さいとはいえない。廃棄法としては焼却か埋め立てしかなく、焼却時には、大気汚染物質の発生が懸念され、埋め立て時は分解されることなく半永久的に土中で堆積することになるため、主材料の見直しが課題とされてきた。

主材料に再生可能な植物由来プラスチック(ポリ乳酸)を使用した環境対応型ディスクの開発は、同社と三井化学(株)の共同で行われ、原料のトウモロコシからポリ乳酸を生成する技術は米国カーギル・ダウ社から導入した。CDプレスや精密成形技術を生かしながら、ポリ乳酸から光学特性と精密成形に優れた



光ディスクグレードの植物由来プラスチックの開発に成功した。

### トウモロコシ1本から10枚

トウモロコシ約85粒でディスクが1枚、トウモロコシ1本から10枚のディスクができる。トウモロコシの生産量は全世界で約6億トンであることから、ディスク100億枚分の必要量はその0.1%未満。このため、生産余剰となったトウモロコシで枯渇性資源の節約が可能となる。

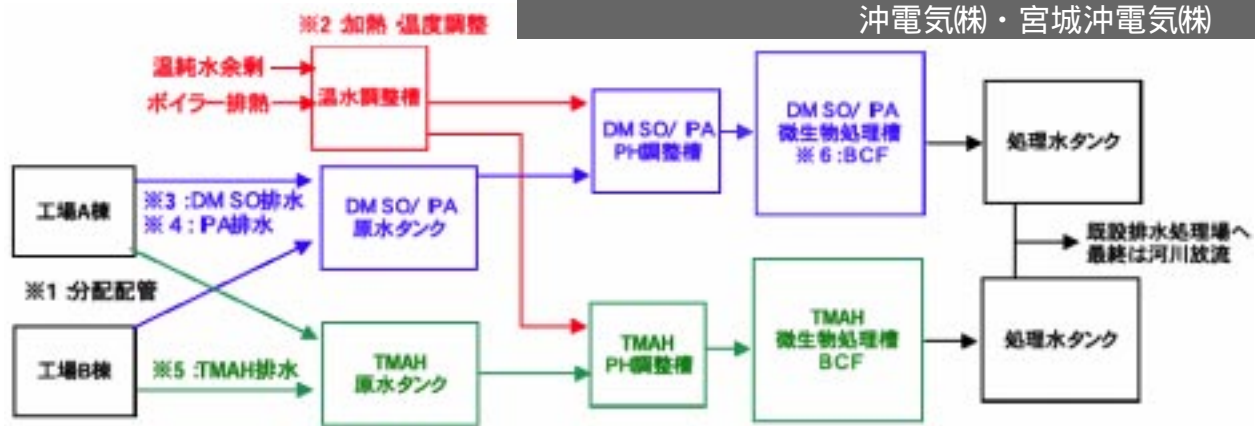
埋め立て処理した場合、従来のポリカーボネート製ディスクのように半永久的に堆積することはなく、自然環境の中で微生物や分解酵素によって水と二酸化炭素に緩やかに分解され、自然に還る。この二酸化炭素は、太陽エネルギー(光合成)により再び資源として生まれ変わり、生態系の中で循環するため化石資源の節約と廃棄後の環境負荷軽減を同時に実現することになる。また、焼却する場合も、紙や木材と同様に、燃焼による発生熱量が低く、ダイオキシンなどの有害物質が放出されることもない。

同社は、光ディスクメディアとしての一般的な機能・利便性はそのままに、生態系の循環サイクルに製品を置くことに



## 新バイオリサイクルシステム開発

沖電気(株)・宮城沖電気(株)



## 微生物で廃棄物を高効率処理

沖電気工業株式会社（本社・東京都港区）の半導体製造拠点である宮城沖電気株式会社（本社・宮城県大衡村）はこのほど、微生物を利用した廃棄物の高効率処理を実現する新システムを開発した。製造工程から排出される有機廃液廃棄物を従来方式より70%、1980トン削減することで、廃棄物処理委託費は年間3500万円の削減が見込まれる。

### 有機廃液の97%を自社内処理

半導体製造工程で発生する有機廃液は、強アルカリ性でリサイクルが困難なため、宮城沖電気では、90%を社内微生物処理施設で処理していた。微生物処理方式は、微生物により有機物を炭酸ガスと水に分解するもので、最終廃棄物が減り有害物も発生させないのが特徴。

残り10%は外部廃棄物処理業者へ処理を委託し、助燃材としてサーマルリサイクルしていたが、この過程でCO<sub>2</sub>が発生することや、運搬中の漏洩リスクと処理委託費用などの問題があるため、有機廃液全量の微生物処理化を目指した。

新システムでは、従来工場の棟ごとにまとめて処理していた、さまざまな工程から排出される混合有機廃液を、有機廃

液の種類ごとに分離する分配配管方式を採用し、それぞれの種類に対して最も処理に適した微生物群を活用することにした。また、微生物による有機物分解効率が温度に影響を受けることに着目し、1年を通して微生物の活動が最も活発になる最適水温に保つことで、分解効率を1.5倍に向上させることに成功した。水温コントロールには、空調ボイラーの廃熱等を利用することで低コスト化も実現した。

### 「資源循環型工場」商品化へ

これらの取り組みにより、有機廃液の97%を自社内で処理できるようになり、大幅に有機廃液廃棄物と処理コストを削減する道を開いた。今後は、さらに研究を進めて有機廃液全量の微生物処理化を実現するとともに、水や廃棄物だけでなく製造工程で使用される化学物質の社内再利用までを考慮した「資源循環型工場」の構築を推進していく計画という。

また、宮城沖電気と共同で開発を担当した株式会社沖環境テクノロジーは、このシステムの商品化を計画しており、環境にやさしく安全なバイオリサイクルシステムの普及を促進する。