

第 8 部 バイオマス利用例

8.1 小規模バイオメタン化

8.1.1 バイオメタンおよびバイオメタン化とは

バイオメタン（「バイオガス」とも呼ぶ）は、有機材料が腐敗するときに生成される。バイオメタンの主成分は、 CH_4 （55～60%）と CO_2 （25～45%）である。バイオメタンは、調理、照明、加熱、発電などに使用できる。

バイオメタン化は、「嫌気性消化」として知られる空気不在状態での微生物作用による廃棄物（液体または固体）内の有機物をバイオメタンおよび肥料への変換するプロセスである。

8.1.2 中国でのバイオメタンの状況

中国での廃棄物の年間数量は 150 百万トンである。適切なあるいは固有の処理なしの大量の生活および産業廃棄物の生産および処分は、広範な環境汚染をもたらす。一方、いくつかの廃棄物は回収可能であり、バイオメタンは糞尿が分解する嫌気性消化装置から生成される。特に送電が高価である遠距離の農村部では、バイオメタンは調理、照明、暖房用などのエネルギーを供給する良い方法である。

1950 年代以降、中国政府は原料として家畜および農業の廃棄物を使用した小規模バイオメタン化を奨励している。Table 8.1.1 は、中国での農村部のバイオメタン開発を示している。2006 年までに、農村部の約 20 百万の家庭が調理および照明用にバイオメタンを使用する。年間生産量は、5 百万石炭換算トンに達する。政府からの 2,500 百万 RMB の助成金は小規模バイオメタン化開発向けであり、つまり 1 つの小規模バイオメタン化が 800～1200 RMB の助成金を受けることができる。中国政府は、2010 年に 30 百万のバイオメタン消化装置、2020 年に 45 百万のバイオメタン消化装置の製作を計画している。

Table 8.1.1. Survey of rural biomethane in China, 1991-2005.

Year	Biomethane digesters (million)	Annual output (billion m ³)
1991	4.75	1.11
1995	5.70	1.47
1999	7.63	2.25
2001	9.57	2.98
2002	11.10	3.70
2003	12.89	4.58
2004	15.41	5.57
2005	18.07	7.06

8.1.3 小規模バイオメタン化の特性

中国では、小規模バイオメタン装置の面積は約 6～8 m² である。その年間生産量は 300 m³ である。各バイオメタン消化装置の価格は 1500～2000 RMB である。

エネルギー供給はともかくとして、中国でのバイオメタンはまた次の特性を持っている。1) 環境に優しい：8～10 m³ のバイオメタン消化装置の場合、5～8 頭の豚または 2000～3000 羽の鶏の糞便を使用できる。2) 消化装置内の残渣（ごんさ）は肥料にも使用できる。3) 経済的である：電力購入代金または薪入手作業を節約する。木材も節約できる。

8.1.4 小規模バイオメタン化のプロセス

小規模バイオメタン化のプロセスには、原料収集、事前処理、発酵、処理と精製、貯蔵および輸送が含まれ、発酵消化装置が主な設備である。嫌気性であることを確保するため、消化装置は気密で不浸透性である必要がある。消化装置内の温度は、20～40℃に維持する必要がある。消化装置内には十分な糞尿が存在している必要がある。適切な水分（約 80%）と pH（7～8.5）が必要である。

回分発酵と半連続発酵が小規模バイオメタン化用の通常の技術である。回分発酵技術では、すべての原料が最初に加えられる。開始時にバイオメタンが急速に発生し、その後減少する。この技術は管理が簡単であるが、バイオメタン発生速度が変動する。半連続発酵技術では、原料の 1/4～1/2 が最初に加えられる。バイオメタン発生が遅くなると、バイオメタン生成を整えるためさらに原料が加えられる。

8.1.5 小規模バイオメタン化のエネルギー供給

通常、消化装置のバイオメタン発生速度は $0.2\sim 0.25 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ である。したがって、 10 m^3 消化装置の年間生産量は約 600 m^3 のバイオメタンである。通常、 1 m^3 のバイオメタノールの発熱量は 3.3 kg の生の石炭に等しい。以前述べたように、中国ではバイオメタンの年間消費量は5百万石炭換算トンに達した。農村部のエネルギー供給でバイオメタンが重要な役割を果たしているのは明白である。

参考文献

<http://www.cogeneration.net/BioMethanation.htm>

Wang Haibo, Yang Zhanjiang, Geng Yejiang. Analysis on the influence factors of rural household biogas production in China. Renewable Energy Resources, Vol. 25 No.5 Oct. 2007: 106-109

<http://www.biogas.cn/>

Gao Yunchao, Kuang Zheshi, etc. Development progress and current situation analysis of the rural household biogas in China, Guangdong Agricultural Sciences, 2006. 1: 22-27

Huang Fenglian, Zheng Xiaohong, etc. Actions and modes of household biogas for new rural area construction in China. Guangdong Agricultural Sciences, 2007. 8: 114-116

8.2 大規模メタン発酵施設

8.2.1 大規模メタン発酵施設の概要

メタン発酵技術の歴史は長く、英国などで1900年頃から工業利用が行われた記録が残っている。近年では、食品工場廃水・廃棄物、生ごみ、畜産糞尿、尿尿、下水汚泥など様々なバイオマスを、各々の性状に応じて効率的に処理すべく、メタン発酵槽の加温・攪拌方法・微生物固定化法などについて改良が重ねられ、大規模実用化が図られている。

8.2.2 大規模メタン発酵施設の処理フローと各設備の説明

大規模メタン発酵施設の基本設備フローを Fig. 8.2.1 に示す。

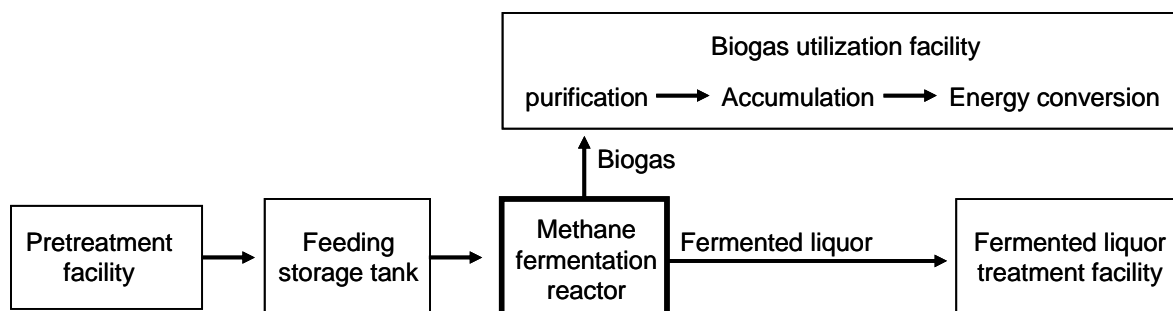


Fig. 8.2.1. A typical anaerobic digestion system in large-scale.

(a) 前処理設備

バイオマスがメタン発酵槽で効率よく処理されるように、バイオマス性状に応じて、発酵不適物除去、粉碎、水希釈、濃縮、酸・アルカリ処理などの前処理が必要となる場合がある。生ごみなど、一様な成分組成ではなく、様々な有機物および無機物の混合物である場合、磁選装置や分別機などによって、金属類やプラスチック類など発酵不適物の除去が行われ、適宜、粉碎した後、次工程へ送られる。

(b) 原料貯留槽

原料は、メタン発酵槽投入の平準化を図るため、一時、原料貯留槽で貯留される。原料貯留槽では、原料の微生物分解も始まり、有機酸などが生成されるため、pHが4程度にまで低下する。このため、原料貯留槽は、酸腐食を考慮した設計が必要となる。

(c) メタン発酵槽

メタン発酵槽では、機能分化された複数種の微生物が関与してバイオマスの分解を行い、「加水分解過程」、「酸生成過程」、「メタン生成過程」を経て、最終的に、メタンおよび二酸化炭素を生成する。下水汚泥や木質系バイオマスなど、難生分解性バイオマスのメタン発酵では加水分解過程が律速となる場合が多く、生ごみやデンプン廃水など易生分解性バイオマスのメタン発酵ではメタン生成過程が律速となる場合が多い。効率的な処理を行うには、これらの律速反応に対応したメタン発酵槽を採用することが重要となる。特に、易分解性バイオマスのメタン発酵では、メタン生成過程に関与する微生物群をいかに発酵槽内に高密度保持できるかが、その処理速度を大きく左右する要因となる¹⁾。

(d) 廃液処理設備

メタン発酵槽から排出される発酵廃液は、活性汚泥法などによる廃水処理を行い、残存する有機分や窒素、リン等を排水基準まで低下させた後、下水道放流もしくは河川放流を行う。

(e) バイオガス利用設備

タンパク質や硫酸根を含むバイオマスをメタン発酵処理する場合、バイオガス中には硫化水素が含まれる。また、下水汚泥など珪素含有量の高いバイオマスをメタン発酵処理する場合、バイオガス中にはシロキサンが含まれる。これらは、機器トラブルの要因となるため、バイオガスは、脱硫装置やシロキサン除去装置などのバイオガス精製設備を経由した後貯留され、ガスエンジン、ガスボイラー、燃料電池などで、電気・熱エネルギーに転換される。

8.2.3 大規模メタン発酵施設の事例

(a) 下水汚泥

下水汚泥は、下水処理過程において大量に発生する廃棄物系バイオマスであり、その減容化に古くから嫌気性消化技術が用いられてきた。下水汚泥を対象としたメタン発酵槽（消化槽）は、完全攪拌混合型を採用するケースが多く、今日では、有効容積 1 万 m³ にまで及ぶ大規模な消化槽も稼働している（Fig. 8.2.2）。これらの消化槽は、主に常温（20℃前後）～中温（35℃前後）で運転されており、20～30 日間程度の長い滞留時間が標準的な設計条件となっている²⁾。

(b) 有機性廃水

ビール工場廃水など、固形分をあまり含まない易生分解性の有機性廃水に対する大規模メタン発酵施設としては、オランダで開発された上向流嫌気性汚泥床（Upflow anaerobic sludge blanket ; UASB）法を採用した事例が多い³⁾。本法は、グラニュールと言われる嫌気性微生物が自己凝集した粒状汚泥を槽内に高密度保持することで、高速処理を可能としたものである。

(c) 食品系廃棄物

生ごみなど、固形性有機物を多く含む易生分解性のバイオマスについても、近年、高速処理を可能とするメタン発酵槽が種々開発され、大規模実用化に至っている。一例として、下降流固定床式メタン発酵リアクタ（Down-flow Anaerobic Packed-bed Reactor ; DAPR）は、生ごみや焼酎粕など食品系廃棄物を高速処理するシステムとして多くの実績を持ち、大規模なものでは、焼酎粕を 400 トン／日処理する施設も稼働している（Fig. 8.2.3）。



Fig. 8.2.2. Example of a large scale sewage sludge anaerobic digester.
(Northern second sewage treatment plant)



Fig. 8.2.3. Example of a large scale biomethanation plant of food waste.
(Distilled spirit processing waste recycling plant of Kirishima Shuzo co. LTD.)

参考文献

- R.E.Speece: Anaerobic Biotechnology, Archae Press, pp.127, Tennessee (1996)
- Japan Sewage Works Association: Sewage Facilities planning, policy and explanation (second part) 2001, pp.384 (2001)
- J.B.Lier : Current Trends in Anaerobic Digestion; Diversifying from waste(water) treatment to re-source oriented conversion techniques, 11th IWA World Congress on Anaerobic Digestion, 23-27 September 2007, Brisbane, Australia (2007)
- Hisatomo Fukui and Motonobu Okabe : Distilled spirit processing waste recycling plant using thermophilic dawn-flow packed-bed reactor, Gas fuel manufacture from biomass and its energy utilization, NTS, pp.265-275 (2007)

8.3 ジャトロファ栽培

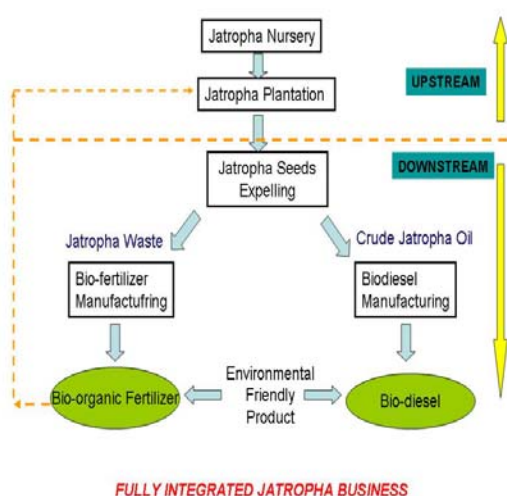


Fig. 8.3.1. Fully integrated jatropha business.



Fig. 8.3.2. Jatropha plantation.
(Bambang P., 2007)

のある植物)は大量の果実を産する。もう1つの生産性要因は、花房内の雌花と雄花の比率である(通常1つの雌花に約10個の雄花がある。雌花が多ければ果実が増える)。

Jatropha curcas は、300~2,380 mmの年間降水量で成長可能であり、最適降水量は625 mm/年である。植え付けを始める最適な時期は、乾季中か雨季後であり、年間平均温度は20~28℃である。

ジャトロファ統合事業は、上流および下流活動から成る。上流活動にはジャトロファの育苗とジャトロファの栽培がある。下流活動には、ジャトロファ油原油をバイオディーゼル製造用に使用できる種除去プロセスがあり、そこでジャトロファ副産物/廃棄物(種ケーキ、種殻、グリセリン)を使用してバイオ肥料の製造および他の用途を行うことができる。両方の活動は、環境に優しい製品として知られている。

8.3.1 ジャトロファの耕作

ジャトロファの耕作は複雑ではない(Fig. 8.3.2)。*Jatropha curcas* は荒地/辺境で成長可能であり、砂利、砂、塩分を含んだ土壌などほとんどどこでも成長する。最も貧しい石だらけの土壌で成長でき、年間の食用作物と競合せずに岩の割れ目などで成長するので、環境保護上の隙間を埋めることになる。9日以内に完全な発芽が行われる。発芽時に肥料を加えることは逆効果であるが、発芽後に加えることは好ましい。しかし、通常は挿し木により繁殖させる。その理由は、種による繁殖よりも早く仕上がるからである。開花は先端に開くだけであるので、良好な枝分かれ(多くの枝

8.3.2 繁殖法

2つの繁殖法がある。すなわち、生殖的繁殖（種まき）と増殖的繁殖（挿し木）である。単独事業の場合、満足できる植え付け幅は2 x 2、2.5 x 2.5、および3 m x 3 mである。これは、2,500、1,600、および1,111本/haの作物密度に相当する。しかし、挿し木により繁殖した植物は寿命が短く、種まきにより繁殖した植物よりも早魃および病気への抵抗力が低い。最初の2年間のみ、乾季の終わりに水をやる必要がある。耕しと植え付けは通常不要である。その理由は、この灌木が約40



Fig. 8.3.3. Jatropha fruits and seeds.

年の平均寿命を持っているからである。この植物の殺虫性および殺菌性のおかげで、殺虫剤および他の汚染物質の使用は不要である。

1 ha のジャトロファ農園は通常 2,250 kg の種 (Fig. 8.3.3. ジャトロファの果実と種) および 750 kg の油を産するので、種対油の比率は 3 : 1 である。種油は、プレスを使用して油圧的に、あるいは溶剤を使用して化学的に抽出できるが、小規模の場合には化学的抽出は不可能である。

8.3.3 ジャトロファバイオディーゼル

エステル化 - 「エストランス」プロセス (Fig. 8.3.4) として知られるエステル交換は、R. Sudradjat 教授により、開発され、特許取得されている。このプロセスには2つの段階がある。

1. このエステル化プロセスで、遊離脂肪酸（バイオディーゼルが酸性になる主な原因）はバイオディーゼル（メチルエステル）に変換される。

2. 油内の油脂内でまだ結合されているトリグリセリドと遊離脂肪酸は、エステル交換によりメチルエステルに変換される。このプロセスにより、99.75%の（グリセリンを除けば）バイオディーゼルへの油変換を達成できる。

このプロセスの他の特徴は、メタノール/エタノール反応剤の使用は 20%未満に低減でき、HCL 触媒を天然物（FKS）からかなり安価で再生できる固形触媒で代用可能であるということである。

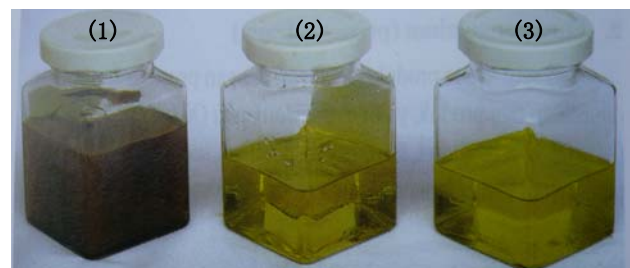


Fig 8.3.4. 3 grades estrans quality.

生産サイクルから、3つの等級のエストランス品質 (Fig. 8.3.4) を取得できる。1) ジャトロファ油原油 (CJO) - 直接燃焼に使用可能な軽油または重油の代用; 2) ジャトロファ油 (JO) - 低い回転数のエンジン (携帯発電機、トラクター/ブルドーザなど) 用の軽油 (ADO) の代用; 3) 燃料としてのバイオディーゼル (自動車)。

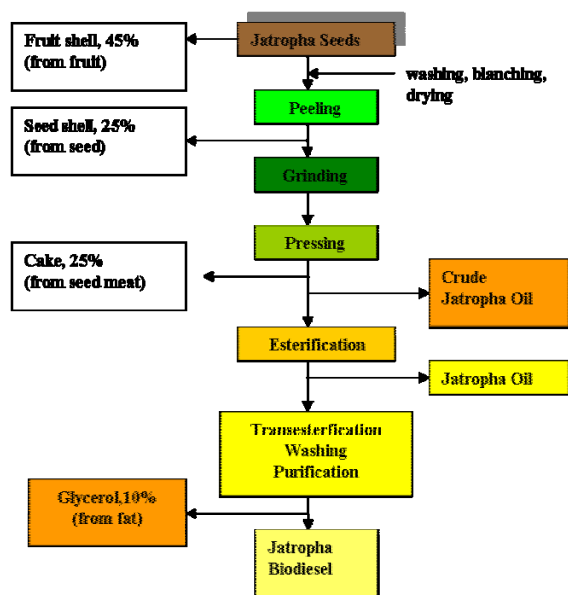


Figure 5. Jatropha Biodiesel Process Diagram
(Source: R. Sudrajat, 2006)

Fig. 8.3.5. Jatropha Biodiesel Process Diagram.
(Source: R. Sudrajat, 2006)

Fig. 8.3.5 は、種からのジャトロファバイオディーゼル生産の一般的プロセス図を示している。図示してあるように、皮むきプロセスへ進む前の種の洗浄、漂白、乾燥を含んでいる。生成された種肉は研削機で研削され、研削済み粉末は油圧プレス機 (手動または電動) によりプレスされる。その後、ジャトロファ油原油 (CJO) が抽出でき、残渣の種ケーキは動物の飼料、バイオ殺虫剤などに利用できる。

ジャトロファ油 (JO) の生産は、JO が 50~60°C に加熱されるエストランス反応器により実施される。溶剤 (5%) としてメタノールが使用され、HCL 触媒 (10% v/v) が加えられ、共に混合される。エステル化プロセスには、50°C で 2 時間かかる。混合物は、熟成プロセス

に 4 時間かかるグリセリン分離器へ送られる。グリセリン (白色ペースト) は底部に留まり、JO の上澄みを抽出し、水分離器および中和処理へ送ることができる。この水分離器の中で、脱塩水を使用して JO は 2 回洗浄され、そこでは、0.01% の NaHCO_3 を使用して中和が行われ、最後に水を使用して脱塩が再度実行される。最終製品は、保管タンクへ汲み上げられる。

バイオディーゼルの生産: JO は、50~60°C のエストランス反応器へ送られる。その後、メタノール (10% v/v) と KOH 触媒 (0.5% v/v) の混合物が反応器へ投入される。エステル交換プロセス時に 0.5~1 時間適切に攪拌し、温度を約 50°C に保つ。JO 生成と同じ手順でグリセリンからバイオディーゼルの分離する。洗浄および中和プロセスにも JO 生産と同じ手順を使用するが、この場合 NaHCO_3 ではなく 0.01% の酢酸 (CH_3COOH) を使用する。最後に、ジャトロファバイオディーゼルの最終製品がディーゼル燃料 (ADO) の代用に使用可能である。次の図にジャトロファバイオディーゼルの特性を示す。

Table 8.3.1. Characteristic comparison of Jatropha Oil, Biodiesel CPO & Diesel Oil.
(Source : Soerawidjaja, Tatang H, 2005)

Parameter	Jatropha Oil	Biodiesel CPO	Diesel Oil (ADO)
Density (g/cm ³)	0.92	0.87	0.841
Viscosity (cSt)	52	-	6 – 11.75
Cetane number	51	64	51
Flash point (°C)	240	182	50
Sulfur (ppm)	0.13	0.0068	1.2
Iodin number (mg iodine/g)	105.2 ± 0.7	-	-
Acid number (mg KOH/g)	3.5 ± 0.1	0.5	-
Calorific value (kcal/kg)	9,720	8,783	10,200

8.4 籾殻による発電

8.4.1 タイにおける発電の促進

エネルギーの現状に対応するために、エネルギー省(タイ)は、2007年に許認可制度を簡略化し、電力網を有する大手電力会社に電力を買い戻させることで、特にバイオマスを利用するSPP(小規模発電業者 1000万~9000万W)およびVSPP(零細発電業者 1000万W未満)を強力に後押し始めた。2007年10月時点でのSPPとVSPPの数は77を超え、設備容量は11億Wとなり、その電力の半数が大手電力会社に買い戻されている。

8.4.2 タイのバイオマス発電所

Fig. 8.4.1 に示すとおり、バイオマス発電所は全国に分散しているが、特に中央および北東部に多い。大手電力会社へ買い戻される電力という観点からみた場合、Fig. 8.4.2 に示すとおり、その発電所の半数以上が原料としてバガスを使用し、次いで35%が籾殻/ユーカリの樹皮を使用している。

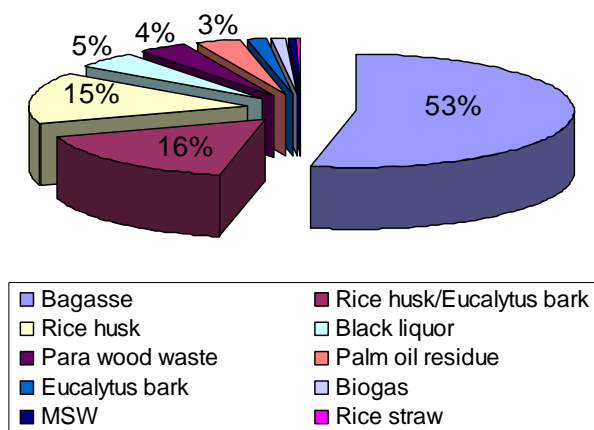


Fig. 8.4.2. Biomass Power Plants by Fuel (Grid).

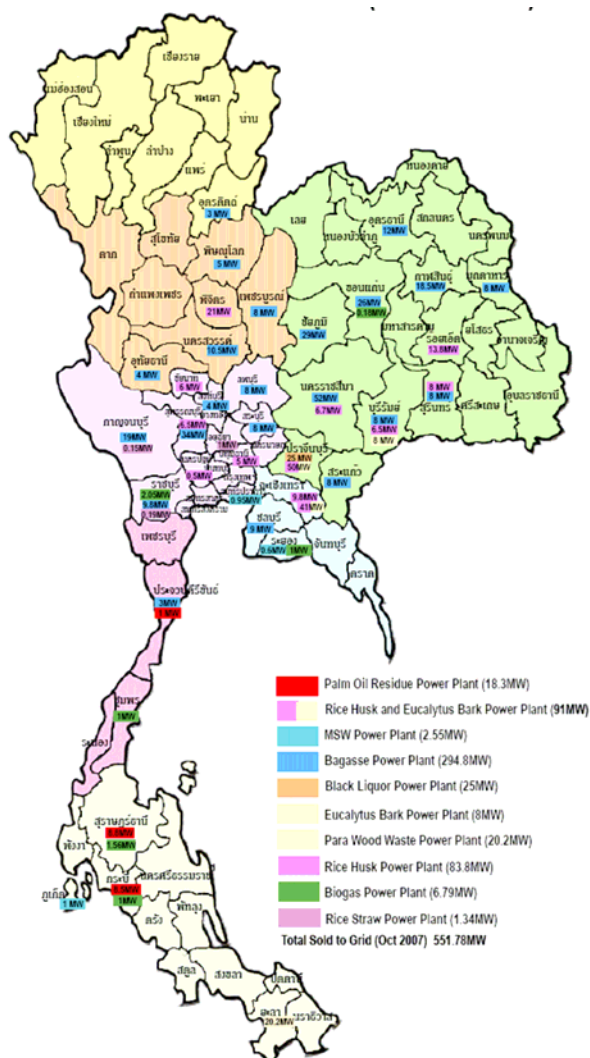


Fig. 8.4.1. Distribution of Biomass Power Plant in Thailand

Source: adapted from Energy for Environment Foundation (<http://www.efe.or.th>)

8.4.3 籾殻のガス化技術

多数のバイオマス発電所があるが、そのいくつかは、未だに従来の燃焼技術を用いて発電用蒸気の生成を行っているため、稼働効率は低い。したがって、この問題を、ガス化技術のような熱機関変換工程を用いて解決することは可能である。籾殻は精米工場から大量に入手できるだけでなく、サイズも小さく、水分が少ないため、バイオマス発電所にとって魅力的な原料の1つである。最近、エネルギー省は、地域のバイオマスガス化システム（籾殻を使用）建設の実現可能性を証明するために、カセサート大学とグレート・アルゴ社を中心とするプロジェクトに資金を提供した。このプロジェクトは、タイの国王が提唱する「足るを知る経済」を育成するために着手されたものである。Fig. 8.4.3 に示すとおり、このシステムは80 kWの電力を発電できるだけでなく、熱と肥料用のバイオマスの灰も生成する。このシステムの設計には、3段階の流動層熱分解とガス化が採用されており、Fig. 8.4.4 に示すとおり、5つの主要装置、乾燥、熱分解、ガス化、冷却システムおよびエンジン/発電機1式で構成されている。



Fig. 8.4.3. Concept of Biomass Gasification System.

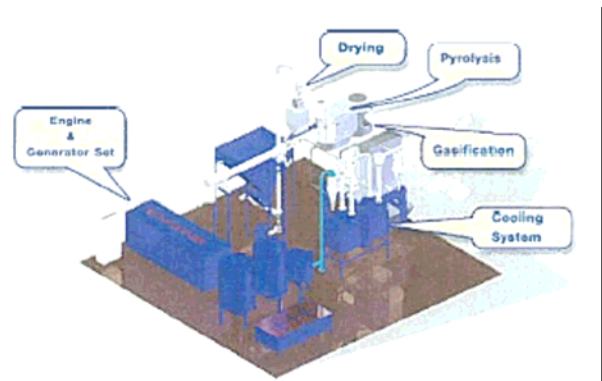


Fig. 8.4.4. Units of Gasification System.

Fig. 8.4.5 および 8.4.6 に示すとおり、このシステムは、Lamlukka Cooperative Rice Mill & Paddy Center Market Co., Ltd. の敷地内に建設され、360 時間以上の実験とテストが実施された。このシステム全体のガス化効率は 92% であり、ガス流量は $240 \text{ m}^3/\text{hr}$ ($4.5 \text{ MJ}/\text{m}^3$ の発熱量で)、籾殻消費量は $85 \text{ kg}/\text{hr}$ である。つまり、 $1.25 \text{ kg}/\text{hr}$ の籾殻で、 1 kW の電力が発電できるということである。さらに、システムから排出される残留タールの量は、ほぼ $22 \text{ mg}/\text{m}^3$ となる。経済分析面から、この 80 kW のシステムには、運転費用 1 装置当り最大 1.79 バーツとして、最大 390 万バーツの資本投資が必要である。このシステムが、460,800 の装置/年 (3 バーツ/装置の電力コストに相当) で発電すると仮定すると、7 年間の返済期間として、純益は、56 万バーツ/年と予測される。次の段階としては、100 万 W の容量拡大へ向けた MTEC とグレート・アルゴ社との協業である。

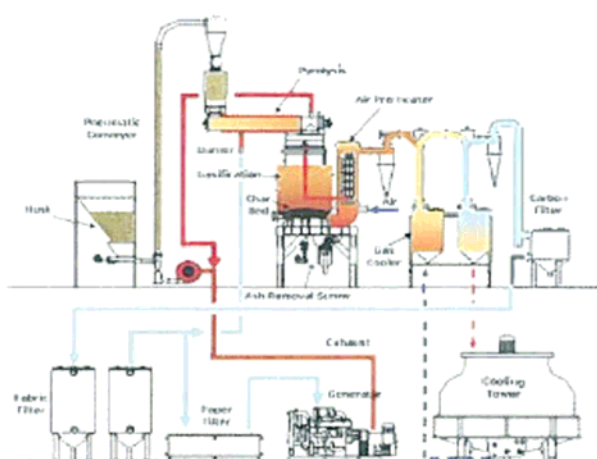


Fig. 8.4.5. Flow Diagram of Gasification System



Fig. 8.4.6. Test Run of the Complete Set

参考文献

S. Nivitchanyong, Alternative Energy Cluster, National Metal and Materials Technology Center: MTEC (siriluck@mtec.or.th)

8.5 エタノールの生産

8.5.1 エタノール生産の原料に何が適しているか

タイでは、既存のエタノール生産工場のほとんどが、原料として糖蜜を使用しているが、今後キャッサバを使用する工場は増加すると思われる。ただし、これら2つのエネルギー源となる農作物は現在でも食料とみなされ、「食料」対「燃料」の問題が発生する可能性がある。そのため、ますます多くの人々が、食用とならない農作物を代替エネルギー源として使用することを模索し始めている。特に、さまざまな農業廃棄物から排出されるリグノセルロースに注目が集まっており、第二世代リグノセルロース・バイオエタノールの時代が幕を開けた。

8.5.2 タイにおけるエタノール生産用リグノセルロース系バイオマス原料

毎年タイの農業は、藁、サトウキビのバガス、トウモロコシ茎葉/繊維および木材チップなど、農業廃棄物であるさまざまなリグノセルロース系バイオマス原料数百万トンを出している。以下の表に示すとおり、タイの二大農作物（重量換算）であるサトウキビや米は、ほとんどが北部およ

び北東部の州に集中している。

Table 8.5.1. The first four largest agricultural production in Thailand (2004).

	Sugarcane	Rice	Cassava	Maize
Production (thousand tons)	64,974	27,038	21,440	4,216
Harvested Area (thousand rai*)	7,009	63,709	6,608	6,810
Yield per rai (kilograms)	9,270	424	3,244	619

Source: Office of Agricultural Economics (2004) * 6.25 rai = 1 hectare

一般的にこれらの農業廃棄物の利用効率は低く、ほとんどの場合、環境問題の原因となっている。藁は廃棄物とみなされ、畑で焼かれるか (Fig. 8.5.1 および 8.5.2 に示すとおり)、廃棄されるか、動物の飼料などのさまざまな方法で処分される。これら大量の藁を処理するより魅力的な方法は、セルロース性エタノールの生産である。



Fig. 8.5.1. Open-air burning causes air pollution.



Fig. 8.5.2. Burning also causes soil pollution.

8.5.3 処理に関するパイオニア的な研究開発

リグノセルロースの主要成分は、セルロース、ヘミセルロースおよびリグニンであるため、発酵工程前に、単糖類を抽出する前処理がさらに必要となる。典型的な工程の場合、前処理、成分の分別、脱リグニン、酵素による加水分解と発酵など非常に複雑な SHF (酵素による加水分解と発酵を

別々に行なう方法) の手法が必要とされる。代わりに、適切な水蒸気爆砕で前処理を行うと、加水分解物が生成され、SSF (並行糖化発酵) 手法を用いれば、Fig. 8.5.3、8.5.4 および 8.5.5 のとおり、前処理と加水分解/発酵工程だけで、1つの反応器でこれを酵素で分解し、発酵させることができる。今後の目標は、タイで市販されているセルラーゼ酵素と微生物を利用した適切なSSFの追求である。

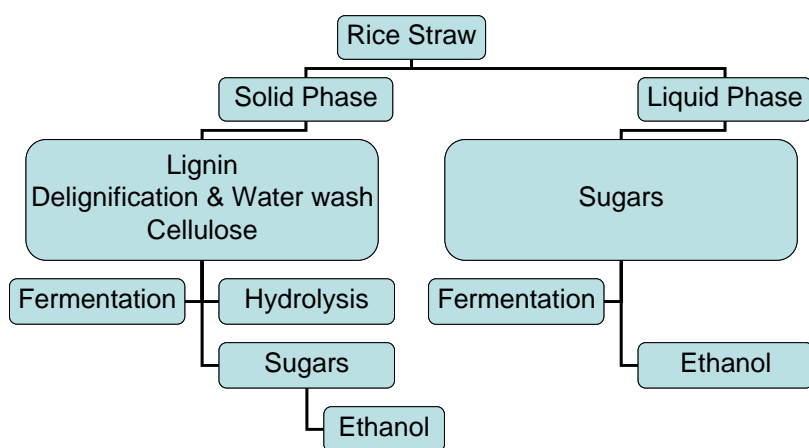


Fig. 8.5.3. Typical process of lignocellulosic ethanol production.

Source: C. Pomchaitaward *et al*, MTEC report (2007)



Fig. 8.5.4. Prototype of steam explosion unit.

藁に水蒸気爆砕法を使用した Supunburi1™ は、最小限の酵素とイースト菌を使用し、1つの反応器で、糖質をうまく回収させ、エタノール濃度を高めることができることを示している。150 g の乾燥させた藁に、5 分間 10~25 バールの蒸気圧をかけた(該当する温度はそれぞれ 185°C および 210°C)。これより高い蒸気圧 (またこれより高い温度) では、さらにヘミセルロースの可溶化に有利であったが、セルロースの可溶化には蒸気圧が強い影響を見出せなかった。糖分解物質の生成を最小限にする最適な前処理条件によって、エタノールへの糖質の効果的な発酵が可能になった。結論として、15 バールで 5 分間の穏やかな水蒸気前処理が、最大の加水分解収率をもたらすことが判明した。



Fig. 8.5.5. Exploded rice straw.

この工程により、藁全体をエタノールへと生物変換する際の複雑さが大幅に軽減される一方、資本投資費用と、分離プロセスに要する時間も同時に短縮される。さらに、この工程には関わる有害化学処理薬品が少なく、危険な状況も少ないため、環境への影響が大幅に軽減される。最後に重要なこととして、これが、農業廃棄物管理におけるエネルギー効率を高める選択肢を提供する点である。

参考文献

- C. Pomchaitaward et al, Feasibility Study of Ethanol Production from Lignocellulosic Materials via the Steam Explosion Pretreatment, MTEC in-house project report 2007 (chaiyapp@mtec.or.th)
- S. Nivitchanyong, Alternative Energy Cluster, MTEC (siriluck@mtec.or.th)