

循環型社会に向けたバイオガス輸送システムの開発

Development of Bio-gas Transportation System for Recycling Society

1. はじめに

日本各地には家畜ふん尿・し尿，下水汚泥，食品廃棄物などのバイオガス（発酵によって得られる， CH_4 ：約 60%， CO_2 ：約 40%の混合ガス）の原料となりうる資源が豊富に存在する。その量は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の調査¹⁾によれば，528 PJ/年もの熱量に相当する。都市ガス（主成分は CH_4 ）に換算すると約 110 億 m^3 /年に相当し，日本の都市ガス総販売量の約 30%に匹敵する。

これら日本各地に豊富に存在する資源をバイオガスとして回収し，各地域に供給するシステムを確立するため，精製したバイオガスを高圧に圧縮して搬送するバイオガス輸送システムの開発を行なった。

2. バイオガス輸送システムの概要

2.1 バイオガス輸送用高圧ガス容器

天然ガス（主成分は CH_4 ）を輸送する方法は，主に導管（パイプライン）による輸送，LNG（液化天然ガス）による輸送，CNG（圧縮天然ガス）による輸送がある。導管による輸送は長距離または消費密度の高い地域での輸送に適し，LNG による輸送は大規模・長距離輸送に適し，CNG による輸送は小規模の輸送に適している。本開発においては CNG による輸送を採用した。

精製バイオガスを容器に高圧充填するためには，高圧ガス保安協会より容器認証を取得する必要がある。JFE コンテナナーでは，2005 年頃より容器認証取得作業に着手し，2009 年に容器認証を取得した。

写真 1 にバイオガス輸送用高圧ガス容器を示す。アルミニウムライナーと炭素繊維強化プラスチックよりなる複合容器である。容器容量は 0.15 m^3 ，容器重量は 51 kg，最高充填圧力は 20 MPa である。クロムモリブデン鋼（JIS G 4105，SCM435）製の同容量・同充填圧力の容器と比較すると，重量は約 1/3 と非常に軽量である。また，高圧ガス保安法容器保安規則の定めるところにより，容器塗色はグレーである。

2.2 バイオガス輸送用トレーラー

写真 2 にバイオガス輸送用トレーラーを示す。トレーラー内部の構造を分かりやすくするため，容器搭載作業時の写



写真 1 バイオガス輸送用高圧ガス容器

Photo 1 High pressure gas cylinder for transportation



写真 2 バイオガス輸送用トレーラー（容器搭載中）

Photo 2 Bio-gas trailer (Under construction)

真を示している。容器搭載本数は 18 本，一度に輸送できるガス量は 540 m^3 である。この容量は日本国内の標準的な規模の下水処理場から発生するバイオガス量を想定している（運行回数は 2 回/日を想定）。

バイオガストレーラーは道路運送車両の保安基準に従っており，中国運輸局の予備審査を受け，熊本運輸局よりナンバープレートを取得しており，公道走行が可能である。

3. バイオガス輸送システムの実証試験

3.1 山鹿市バイオマスセンター

写真 3 に山鹿市バイオマスセンターの外観図を示す。熊本県山鹿市内の一般家庭からの生ゴミ，周辺地域の家畜ふん尿・し尿，および食品廃棄物を回収し， CH_4 発酵処理によってバイオガスと液肥に変換している。バイオガスは所内電力を賄うための発電機に送られ，液肥は周辺の農家に販売されている。フル稼働すれば 700 m^3 /日程度のバイオガスの発生が見込まれる。燃焼機器に悪影響のあるシロキサン類は，家庭用のシャンプー，リンスなどから混入するとされる。



写真3 山鹿市バイオマスセンター
Photo 3 Biomass center in Yamaga City

下水処理場とは異なり、山鹿市バイオマスセンターではシロキサン類の混入は微量と考えられた。

3.2 バイオガスの性状

バイオガスの精製はPSA (Pressure swing adsorption) 精製設備 (大陽日酸 (株) 製) にて行なった。同設備はバイオガス中のCO₂を選択的に除去することができる (その他のガスの除去は期待できない)。ガス性状については、容器認証上の要求、燃焼機器からの要求を満たす必要がある。これを確認するためバイオガスの分析を行なった。混入量が微量と考えられたシロキサン類の分析のための試料は、PSA精製設備の出側より採取した。他のガスの分析のための試料は、PSA精製設備の入側と出側より採取した。表1に分析結果を示す。ガス性状はいずれの要求事項も満たしていることを確認した。

3.3 バイオガスの実証輸送

写真4にバイオガストレーラーと、それを牽引するための積載量2000kgクラスのトラックを示す。軽量の複合容器を採用したことで車両総重量を5000kg以下とすることができ、道路交通法 (道交法) 改正後の普通免許でも運転が

表1 バイオガスの化学分析結果
Table 1 Chemical composition of bio-gas

Analysis subjects	PSA Inlet	PSA Outlet
H ₂ S (ppm)	3.1	<0.1
O ₂ (%)	0.9	0.9
CH ₄ (%)	71.1	97.2
CO ₂ (%)	27.2	1.0
N ₂ (%)	0.8	0.9
CO (ppm)	8.0	1.0
Hexamethylcyclotrisiloxane (ppm)	—	<0.01
Octamethylcyclotetrasiloxane (ppm)	—	0.05
Decamethylcyclopentasiloxane (ppm)	—	0.93
Dodecamethylcyclohexasiloxane (ppm)	—	<0.01

PSA: Pressure swing adsorption



写真4 バイオガストレーラーと牽引のためのトラック
Photo 4 Bio-gas trailer and tractor truck

可能である。

精製したバイオガスを、山鹿市バイオマスセンターに設置した圧縮装置 (Haskel International, Inc. 製) にてバイオガストレーラーに充填し、山鹿市バイオマスセンターから山鹿都市ガス (株) の都市ガス供給設備までの約5kmの区間において公道上を輸送した。

3.4 バイオガスの都市ガス導管への注入、燃焼試験

山鹿都市ガス (株) は、C₃H₈を空気で希釈して熱量調整したガスを山鹿市内に導管供給する都市ガス事業者である。精製バイオガスを山鹿都市ガス (株) の供給設備にて上記ガスと混合 (最大で25%) し、都市ガス導管に注入して供給設備に隣接する顧客に供給し、各種燃焼機器により評価試験を行なった。評価試験の結果、精製バイオガスを都市ガスとして利用できることを確認した。

4. おわりに

本開発において、バイオガスの精製、輸送、都市ガス導管注入が可能であることを実証した。日本各地に豊富に存在するバイオガス資源の利用が可能であることが実証できたので、今後バイオガス輸送システムの普及をはかっていく予定である。

なお、本開発の一部は「平成21年度九州経済産業局低炭素社会に向けた技術シーズ発掘・社会システムモデル事業」の補助を受けて行なった。

参考文献

1) NEDO 新エネルギー部, バイオマスエネルギー導入ガイドブック, 2010, p. 6.

〈問い合わせ先〉

JFE コンテナ 高圧ガス容器事業部 営業部
TEL: 03-5281-8517 FAX: 03-5281-1225
ホームページ: <http://www/jfecon.jp>