

糖蜜を原料にした発酵水素生産による離島のエネルギー利用

谷生重晴*、林俊宏、長谷川幸教
バイオ水素株式会社
E-mail: tanisho@ynu.ac.jp

Power Generation for Islands by Fermentative Hydrogen Production from Molasses

Shigeharu Tanisho, Toshihiro Hayashi, Yukinori Hasegawa
BioHydrogen Technologies, Inc.

Abstract

Molasses is one of good substrates for hydrogen fermentation. The construction and operation cost of fermentation plant for hydrogen production was estimated at ca. ¥17/m³-H₂, and the cost of raw materials was estimated at ca.¥12/m³, and the total cost was less than ¥30/m³. A pilot plant is now under construction in Okinawa prefecture by BioHydrogen Technologies, Inc.

Keywords: Hydrogen production, Power production, Fermentation, Molasses, Biogas

1. まえがき

東日本大震災による原発事故は、はからずもエネルギー源としての再生可能エネルギーの安全性、重要性を人々に強く認識させ、電力不足により発生する様々の不便さ、問題から、再生可能エネルギーの利用促進ムードが嘗て無く盛り上がっている。これによって直ちに制定された「再生可能エネルギー特措法」では、メタン発酵による買電価格は 40.95 円（消費税抜きで 39 円）と震災前より遙かに高い価格に設定され、20 年に渡ってこの価格を保証することになった。

沖縄県は一カ所も原子力発電所を持たず、ほとんど全ての発電が化石燃料に依存しているため、原発停止による電力不足の影響は全く受けないが、原料価格が高騰を続ける石油燃料依存度の低減は、CO₂ 排出量削減とも結びついて重要案件の一つであるから、この特措法は再生可能エネルギー普及促進の極めて強い原動力ととらえられている。とりわけ、沖縄県はサトウキビを栽培して砂糖を工業的に生産する日本の数少ない県であり、製糖時に発生する廃糖蜜（沖縄では糖蜜と言う）が良質の発酵基質になるので、すでに宮古島をモデル地区としてバイオエタノール生産の実証研究が進んでいる。しかし、エタノール生産は蒸留・濃縮設備に多くの建設費がかかるので、生産コストの圧縮に難があり、改善に苦勞しているところである。この様な状況の中、糖蜜を使用した水素発酵で水素を生産し、燃料電池で発電利用すれば、遙かに低コストのバイオマス-エネルギー利用になる可能性があるため、沖縄県産業振興公社の支援によるパイロットプラント開発試験に期待が寄せられている。

本発表では、糖蜜-水素発酵の経済性試算およびパイロットプラントの諸元について述べる。

2. 経済性試算と諸条件

表 1 は経済性試算の諸条件と結果を示している。行番号 1 から 3 は原料データで、4 から 13 は計算に使用した諸条件である。糖蜜はスクロース、グルコース、フラクトースなどの混合糖であるが、計算にはすべての糖がグルコースであると仮定し、グルコース 1 モル当たり 2.5 モルの水素収率とした。燃料電池の変換効率率は 50% (LHV) と仮定し、1m³ の水素当たり 1.5kWh の出力が得られるとした。売電価格はバイオガスの買電価格 39 円/kWh を使用し、この価格をもとに水素価格を計算した。プラントの建設費は 6,200 万円で、10 年間均等償却、保守費は建設費の 3%とした。この様な仮定の下に計算した水素生産のコストは、プラント償却費を含んでも 30 円/m³ を切っており、買電価格に関

係なく十分経済性を持つことが明らかになった。

表 1. 発酵水素生産・電力供給システムの経済性の評価

2010/11 年期糖蜜の場合		大東糖業	沖縄製糖	石垣島製糖	
1	糖蜜年間生産量	2,879	3,450	2,665	ton/yr
2	糖蜜1日処理量	10	12	9	ton/d
3	糖蜜の含糖率(還元糖含む)	40	40	39	%
4	糖蜜希釈倍率	9	8	9	times
5	発酵液体積	86	92	80	m3/d
6	発酵液平均滞留時間	2	2	2	hr
7	必要な発酵槽体積	8	8	7	m3
8	水素収率(グルコース)	2.5	2.5	2.5	mol/mol
9	燃料電池出力	1.5	1.5	1.5	kWh/m3-H2
10	自家消費動力	10	10	10	kWh/m3-fermenter
11	水素価格	59	59	59	¥/m3-H2
12	売電価格	39	39	39	¥/kWh
13	操業日数	300	300	300	day
14	水素生産量	358,276	429,333	323,353	m3/yr
15	発電量	537,413	644,000	485,030	kWh/yr
16	消費動力	80	80	70	kWh/d
17	売電可能量	513,413	620,000	464,030	kWh/yr
18	売電収入	20,023	24,180	18,097	k¥/yr
19	償却費(10m3 装置)	6,200	6,200	6,200	k¥/yr
20	保守費(3%)	1,860	1,860	1,860	k¥/yr
21	プラント人件費	3,000	3,000	3,000	k¥/yr
22	糖蜜購入費 (単価)	1,440 (0.5)	6,038 (1.75)	3,465 (1.3)	k¥/yr (k¥/ton)
23	総支出	12,500	17,098	14,525	k¥/yr
24	CO2 削減量	508	609	459	ton-CO2/yr
25	クレジット収入	2,034	2,437	1,835	k¥/yr
26	利益(償却費含む)	9,557	9,519	5,408	k¥/yr
27	利益(償却費含まず)	15,757	15,719	11,608	k¥/yr

売電価格の損益分岐点(ただしプラント償却費を含む)

28	売電価格[¥/kWh]	大東糖業	沖縄製糖	石垣島製糖	
29	20	-198	-2,261	-3,409	k¥/yr
30	25	2,369	839	-1,088	k¥/yr
31	30	4,936	3,939	1,232	k¥/yr
32	39	9,557	9,519	5,408	k¥/yr

水素製造コスト算出

33	ton 当たり水素生産量	124	124	121	m3/ton
34	水素製造コスト	16.2	13.5	17.6	¥/m3-H2
35	原料コスト(1500¥/ton)	12.1	12.1	12.4	¥/m3-H2
36	総コスト(原料費含む)	28.2	25.6	29.9	¥/m3-H2

☆ 糖蜜は製糖工場ごとに買い取り価格が異なっており、平成 23 年沖縄県農林水産部の報告書によると、トンあたり大東糖業では 500 円、沖縄製糖では 1,750 円、石垣島製糖では 1,300 円である。

☆ 一般社団法人低炭素投資促進機構が平成 24 年 6 月から公募を開始する炭素クレジットの買い取り価格は 4,000 円/ton であるから、クレジット収入計算にはこの価格を使用した。