

日本の水素社会はコンブから！

2023/2/10

コンブのバイオマス生産性は極めて高い

- 実験では145t-wet/ha(羅臼)¹⁾、6t-wet/100m(海士町)を収穫²⁾
- 中国では248.6万haの海域で栽培(四国の1.3倍)(2000年)³⁾ 収穫量は1,100万t-wet(2019年)⁴⁾に達す
- 九州以北の海域で栽培収穫が可能

- 主成分は8%強含蓄するマンニトール
- マンニトールは発酵水素生産の**最良の原料**
- 副成分(8%弱占有)のアルギン酸は **高価な産業資材**(10万円/20kg)
- その他、ヨウ素、グルタミン酸などを多量に含む

コンブの主成分は発酵水素生産に最も適した炭水化物である

- 水素発酵はメタン発酵より生産速度は**50倍以上**速くプラントの規模は**数100分の1でも**生産可能⁶⁾
- **コンブ**の主成分マンニトールから3Nm³/m³-槽・hの**高速**で水素を発生⁵⁾

- 品種改良・収率改善で180Nm³-H₂/t-wet kelpの水素生産が可能⁶⁾
- エタノール発酵の産物が薄い水溶液であるのと異なり**気体産物**だから、**利用可能エネルギー**が多い⁷⁾

原料費を無料にすれば現在でも30円/Nm³が指呼の間にある

- 副成分の産業資材化でコンブ栽培費を負担すれば、**水素生産は廃水処理と位置付け**できる
- エネルギー生産が目標なら極めて多量の廃水が必要
- 多量のコンブ栽培で廃水量の要求を満たす
- **海を多層利用**する栽培技術確立で目的を達成できる

- 水素発酵は原料の滞留時間**1~3時間**で水素生産が可能(メタン発酵は2日~20日の滞留が必要)
- 原料費が**無料**なら水素製造コストは**32円/Nm³前後**⁸⁾
- CO₂削減効果は**85%**⁹⁾に上る(化石燃料電気による電解水素生産に比べて)

エネルギー自給も視野に入る技術開発！

2023/2/10

コンブの開発目標

- ◆ 高密度多層栽培技術の確立で**300t/ha**以上を収穫
- ◆ 品種改良でマンニトール蓄積率を**15%**に向上
- ◆ 栽培・収穫作業の**機械化**による労力軽減
- ◆ 大量に生産されるコンブの**新規利用方法**の開発

水素発酵の開発目標

- ◆ 遺伝子操作による水素収率の改善技術開発
E.a. の10倍が目標、現在1.5~3倍に向上した報告あり
- ◆ 薬品使用量減量のための**菌叢培養技術**の確立
- ◆ 発酵廃液の**循環使用技術**の開発

CCUSと並行操作すれば大気中CO2も大幅に削減可能！

- ◆ 水素発酵ではH₂とCO₂が 1:1 の混合ガスとして生産され分離される
- ◆ CO₂は**コンブバイオマス由来**だから排出削減と同時に大気中の濃度をも低減！！

開発の達成で自己消費は非常に少なくなり利用可能エネルギー量は生産量の**90%**を越える¹⁰⁾
栽培面積を中国の2000年面積まで広げれば**3,500億kWh/年の発電**が可能¹¹⁾
CO₂削減量は**3,600億kg-CO₂/年**に上る（発電削減とH₂生産時CCUSの和）¹²⁾
数百兆円規模にも上るアルギン酸ソーダなどを利用する**多くの新産業が興隆**する
コンブ栽培に関連する巨大な**海洋産業**と水素利用に関連する**新しい産業**が隆盛する

今後の希望 ベンチスケール実験で各種推定値の検証を行いたい

2023/2/10

コンブ利用の検証実験

- コンブから水素とアルギン酸を製造する 1～5Lベンチスケール装置を構築
- アルギン酸ソーダを生産する新手法による生産コストと消費エネルギー算定データ収集

水素発酵の検証実験

- アルギン酸ソーダ製造実験廃液を原料に、滞留時間 1～3時間での水素生産を実行
- 水素製造コストを算定するデータ および CO₂ 削減量を算定するデータの収集

検証目標

1. 利用可能エネルギー量など計算値の確度評価
2. 水素製造コストの確度評価
3. アルギン酸ソーダ製造コストの算定精度評価
4. アルギン酸ソーダと水素の並列生産プランの実現性評価

“日本の水素社会はコンブから”の参考文献

- 1) 農水省農林水産技術会議事務局編, バイオマス変換計画, p.326, 光琳 (1991)
- 2) 第10回応用藻類学会ポスター(2011)、依田欣文、隠岐海士町沿岸におけるマコンブ2種苗の生長と生長量
- 3) コンブ生産における中国の動向と台湾市場、楊ら、農経論叢、Vol.64, p.44, 2009. 北大
- 4) FAO Data、FAO. 2021. Fishery and Aquaculture Statistics.
- 5) 資料3-p.4, 図2, p.4, t-5t
- 6) 資料3-p.8, 表7 行(4) x 列(2050年目標)
- 7) 資料3-p.8, 表7 行(8) x 列(2050年目標)
- 8) 資料2-p.7, 表2 列(B) x 行(7)
- 9) 2023 0112 コンブ原料水素製造におけるCO2削減率.pptx. 2022 菌叢によるCO2削減率計算.xlsx
- 10) 資料3-p.8, 表7 行(8) x列(2050年目標)
- 11) 新 2022 1126 栽培面積・発酵水素生産量・供給可能台数・燃料電池自動車・普及・必要.xlsx
- 12) 資料1-p.2, 表1, コンブの生産量統計 (FAO Data) を基に計算した水素量 1 .xlsx, sheet “FCV・発電量”

資料1) 2021年HESS大会予稿集、発想転換で2050年目標コスト20円/Nm³-H₂をクリアーする栽培海藻による発酵水素生産技法

資料2) 2021年CMC出版 第12章 発想転換で2050年目標コストをクリアーする栽培海藻による発酵水素生産技法

資料3) 2022年 技術情報協会 第2章第14節 バクテリアを用いた海藻バイオマスを原料とする水素製造技術と総合システム

メタン発酵と水素発酵のエネルギー生産速度・装置容積効率比較.xlsx

コンブの生産量統計 (FAO Data) を基に計算した水素量 1 .xlsx、sheet “FCV・発電量”