



藻類からの燃料油製造 – CO₂排出量と経済性評価 –

光合成による藻類バイオマス生成を利用した液体燃料製造が、例えば電動化が困難な航空機用燃料として注目され、実用化の試行もみられる。筑波大学グループ、米国Department of Energy (DOE)、ニュージーランドthe National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWA) の3ケースを対象にプロセス設計を行い、製造コストとCO₂負荷を求め、低CO₂負荷燃料実現への課題を示した。

- 筑波大G: *Botryococcus braunii*による燃料油製造 [ケース1]
- 米国DOE: 培養池大型化と燃料油製造工程組合せ [ケース2]
- ニュージーランドNIWA: 下水道処理場排水が原料 [ケース3]
- 製造コストはケース1,3とも現燃料油50 円/kgよりはるかに高く、ケース2で約3倍となった。培養池構造、排ガス中のCO₂濃度、生産規模、滞留日数などが差異の要因である。
- CO₂負荷でも、ケース1, 2 は現状のガソリン燃料の70 g-CO₂/MJより大きく、カーボンニュートラル炭素源のケース3で0.6倍程度である。たとえ使用電力を再生可能エネルギーにしても、ケース1~3でそれぞれ134、108、20 g-CO₂/MJとなり低CO₂負荷燃料は実現できない。

表1 藻類からの燃料油の比較

	ケース1 筑波大G	ケース2 DOE	ケース3 NIWA
藻類	<i>Botryococcus</i>	<i>Scenedesmus</i>	群生藻類
生産性(g/m ² /day)	20	25	20
培養日数	20	5	9
培養池規模(ha)	1	4	1.25
CO₂源	火力発電所排ガス CO ₂ 濃度5%、未反応CO ₂ をリサイクル	火力発電所 排ガス捕集 CO ₂ 濃度100%	下水処理消化 ガス発電排ガス CO ₂ 濃度5%
1モジュール当たり 年間生産量(ty)	66	3,300	82.5
モジュール数	1	50	1
燃料油生産量(t/y)	33	79,900	33
(TJ/y)	1.38	3,040	1.38
年間変動費(百万円)	1.9	5,400	1.2
年間設備費(百万円)	41.4	7,150	12.2
年間労務費(百万円)	5	540	5
年間固定費(百万円)	46.4	7,690	17.2
年間総費用(百万円)	48.3	13,090	18.4
燃料油コスト(円/kg)	1,462	164	558
	CO₂負荷(g/MJ)		
原料起源	88	82	0
副原料起源	0	24	0
電力起源 (400g-CO₂/kWh)	36	9	25
設備起源	46	2	20
合計	170	117	45

結論

藻類バイオマスからの燃料油プロセスにおいて、化石燃料起源のCO₂を利用する前提では、低CO₂負荷燃料にはならない。今後、カーボンフリー液体燃料の実現には、非石油資源からのルート、あるいはDirect Air Captureとの組み合わせなど、さらなる多面的な検討が必要になる。

[1] 戦略的創造研究推進事業CREST, “オイル産生緑藻類 (*Botryococcus*高アルカリ株の高度利用技術 研究終了報告書”, 2012.
 [2] R. Davis et al., “Process Design and Economics for the production of Algal Biomass”, NREL/TP-5100-64772, 2016.
 [3] M.A.Borowitzka et.al., “Algae for Biofuels and Energy”, Springer, 2013.