

軽油代替バイオ燃料生産への挑戦

山梨大学・院総合・生命環境(生命工学) 長沼孝文

山梨大学・医工総合・生命工学博士課程 柳場まな

1. 化石燃料は使い続けられるか？

石油・石炭・天然ガスはなくなると言われ続けて既に数十年が経ち、オオカミ少年状態となり、無くなることを真剣に危惧している人など皆無といって良いでしょう。ましてやシェールガス・オイル、メタンハイドレートの大量存在が確認されているとすれば、石油資源の大量供給・大量使用は未来永劫安定的に続くと考えている人が殆どです。

ところで、2016年2月17日付の朝日新聞に『COP21パリ協定で、地球温暖化の元凶CO₂の排出量を抑制して、気温上昇を産業革命前と比べて2 未満に抑えるという「2 目標」が明記されました。そのため化石燃料は幾ら有っても30年後には使えなくなる』という記事がありました。化石燃料使用によるCO₂増加は著しく、日本でもつい最近0.04% (産業革命前は0.028%)を上回ったそうです。こちら辺でCO₂の排出を抑制し温暖化を食い止めないと、子や孫の時代になったら何処まで地球は荒れてしまうか容易に想像できます。温暖化した地球を元には戻せませんが、そのスピードを弱めることは可能です。即ち、使えば使うほど大気中のCO₂を増やしてしまう化石燃料ではなくて、CO₂排出のない自然エネルギーや、CO₂再利用による炭素循環が出来る再生可能エネルギーを使う必要があります。

2. 再生可能エネルギー

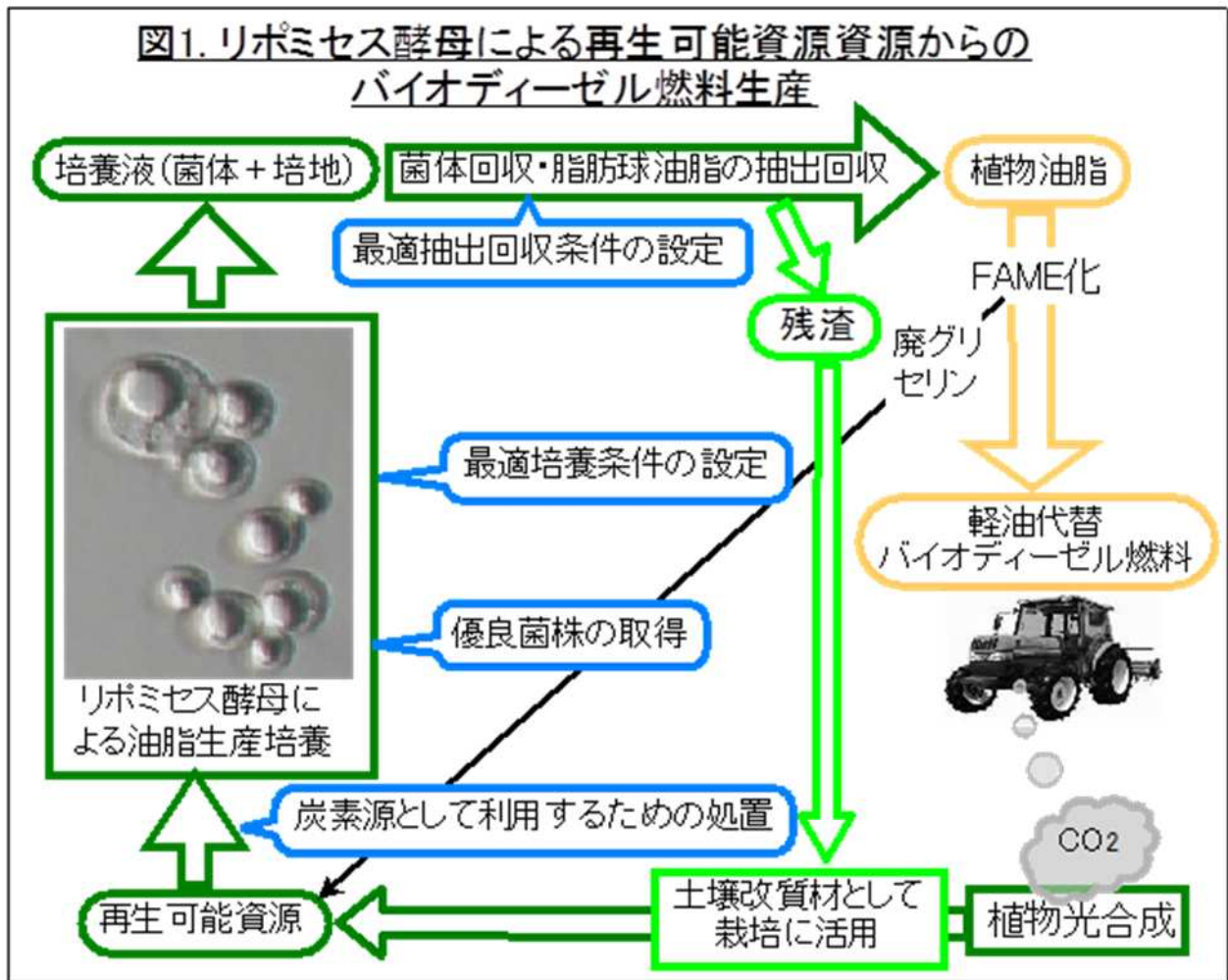
表1に再生可能エネルギーの特徴を示しました。自然系エネルギーの弱点は得られるエネルギーの密度

種類	原理	CO ₂	エネルギー密度	利用	代替
自然エネルギー	太陽光、太陽熱 風力、波力 温度差	自然界で繰り返し起こる現象を利用	発生無し	電力 熱	原子力発電 火力発電
植物バイオマス	油糧植物(油脂)	光合成によりCO ₂ の炭素を濃縮	吸収	内燃機関	軽油
	木・草(セルロース・ヘミセルロース)				石炭
微生物利用	藻(ミドリムシ 微細藻類)	植物がCO ₂ 濃縮で作った糖質を変換	糖質原料の植物が吸収	高	軽油 ジェット燃料
	エタノール生産酵母				ガソリン
	油脂蓄積酵母				軽油

が低いことです。植物バイオマス系の油糧植物はエネルギー密度の高い液体燃料が得られますが、我が国では油脂自給率が2%と低く燃料への利用は難しく、気候風土の面から栽培面積拡大も望めません。

3. リポミセス酵母を利用した再生可能資源からのバイオ燃料生産への挑戦

図1にリポミセス酵母を利用した軽油代替バイオ燃料生産のコンセプトを示しました。再生可能エネルギー



を使用すれば地球温暖化の元凶 CO₂ の発生がない・抑制できるなど、化石燃料にはない大きな利点がありますが、価格があまりに高いと化石燃料には太刀打ちできませんのでコスト低減は重要な項目です。

そこで我々は、炭素源原料に低価値再生可能資源を利用することとしました。試薬のような純品を使うのではなく天然物を用いるため、酵母が安心して食べられるようにするための処置を行います。これを餌として約1週間培養すると、酵母は再生可能資源を油脂に変換して菌体内に脂肪球として蓄積します。この油脂を抽出し、バイオディーゼル燃料(FAME=Fatty Acid Methyl- Ester) (BDF)化します。

リポミセスによる油脂生産のメリットは表2に示したように、油糧作物に比べて生産効率が高いことや、植物油脂が安定的に得られることです。また、その脂肪酸組成はオリーブオイルとパーム油の中間に位置し、酸化安定性や融点の面からも使い易い油脂であることが分かっています。

表2. リポミセス酵母による油脂生産のメリット

1. 気象条件に影響を受けない発酵タンク培養が可能のため安定供給ができる
2. 油糧作物のように広大な面積を要らず短期繰り返し培養ができるため生産性が高い

油脂生産性の比較		算出基準
油脂収量(t/ha/年)		
トウモロコシ	0.5-0.9	・培養量 培養 10L/16kLjar=φ3.2m×H2m ・油脂生産量=5g/L ・培養回数=年24回(月2回)
菜種	0.3-0.4	
大豆	0.5-0.8	
油脂酵母リポミセス	1.2[t/10KL(ha×水深0.1cm)/年]	

: バイオマスハンドブック
Ohishi(2007)

3. FAME(BDF)・製品原料・食料など広範囲に利用できる植物油脂が得られる

	脂肪酸組成比				
	パルミチン酸 (C16:0)	パルミトレン酸 (C16:1)	ステアリン酸 (C18:0)	オレイン酸 (C18:1)	リノール酸 (C18:2)
オリーブオイル*	11%	4	2	70	13
リポミセスオイル	29%	4	2	56	8

中略脂肪酸と健康・生活・環境 p17

4. 世界に誇れる日本の発酵生産技術をベースに研究室で培ってきた考え方、取り組み方、手法、技術が利用出来る

研究の進捗状況ですが、再生可能資源の処置法の開発(松本美穂さん:平成27年度まで長沼研究室修士)はほぼ終了し、培養条件の設定も逐次進んでいます。そしてこのシステム中でのキーポイントとなる菌株のスクリーニング実験において、優秀菌株を取得することが出来ました。これによって研究のブレイクスルーが可能になり、菌株スクリーニングの重要性と実験中のモチベーションの維持そして優秀菌株が取得できたことによる安堵感と達成感など微生物実験の重要性と面白さを味わうことが出来ました。

一方、ボトルネックとなっている菌体内油脂抽出については、油脂が漏出し易い菌株の探索と、南アルプス市の甲斐ダイアログシステム(株)の力をお借りして新型の菌体内油脂の抽出機の開発を並行しておこなっています。

リポミセスと付き合い出して45年、このテーマの研究を開始して8年が経ちます。8年の間、南アルプス市-山梨大学包括的連携協定、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)・バイオマスエネルギー先導技術開発研究(2007-2010年)、科学技術振興機構(JST)・A-STEP 本格研究開発ステージ ハイリスク挑戦タイプ選択課題(2012-2014)、ライオン(株)-山梨大学共同研究のもと研究・実験を進めて来ています。様々の方々にご支援を頂きましたが、特に南アルプス市からのご支援は、研究遂行の強い原動力となっており大変有り難く思っております。

実用化研究の難しさに直面することばかりですが、「可能性というのは挑戦者だけが持つ勇気のことである」を糧に目標達成に向けて頑張っています。