

バイオ燃料利用の可能性について

研究員 白 井 均

はじめに

京都議定書の発効日から10年を迎えた。

温室効果ガス排出量の上限を課した「京都議定書」は、1997年に京都で採択され、2005年2月16日に発効した。当議定書は、先進国に対して温室効果ガス排出削減義務を課した法的拘束力のある枠組みであり、各国の対策強化を促すなど温暖化防止に一定の役割を果たした。しかし、ポスト京都議定書と言われる「第一約束期間（2008～2012年）」終了後の枠組み交渉は難航し、日本など一部の先進国は、その後の「第二約束期間」への参加に向け、国内調整の真ただ中である。（安倍首相は6月8日、先進7カ国（G7）首脳会議（サミット）で、日本の温室効果ガス排出量を2030年までに13年比で26%削減する目標案を表明した。）

京都議定書の第一約束期間において、我が国は温室効果ガスの排出削減策の一つとして新エネルギーの導入を図ってきた。新エネルギーとは、「技術的に実用化段階に達しつつあるが、経済性の面での制約から普及が十分でないもので、石油代替エネルギーの導入を図るために特に必要なもの」と定義され、太陽光発電や風力発電、バイオマスなど10種類が指定されている。この「新エネルギー」は、「再生可能エネルギー¹」の一部であり、法令²により定められている。

そこで、本小論では新エネルギー（再生可能エネルギー）の中からバイオマスエネルギー（バイオ燃料）を取り上げ、その利用の可能性について考えてみたい。

1 バイオマスエネルギーとは

バイオマスとは、動・植物などから生まれる生物資源の総称であり、バイオマスから得られたエネルギーを「バイオマスエネルギー」と呼んでいる。

バイオマスエネルギーは、発電、熱利用だけでなく、燃料（固体、液体、気体）に変換して利用することができる。

多種多様な種類が存在するバイオマスは、その性状（発熱量、比重、含水率等）は発生形態、発生規模等が異なるため、エネルギー利用のための様々な変換技術が研究開発、実用化されている。現在の主な方法は「直接燃焼」、「熱化学的変換」及び「生物化学的変換」の3つである。

（1）直接燃焼

バイオマスを直接燃焼させて、ボイラーでスチームを発生させ、そのスチームにより発電する方法である。

（2）熱化学的変換

¹ 絶えず資源が補填されて枯渇することのないエネルギーであり、太陽光、太陽熱、水力、風力、地熱、波力、温度差及びバイオマスなどが挙げられる。

² 新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法

熱や圧力を加えたり、ガス化剤と接触させたりして、バイオマスを気体・液体燃料や化学製品などに変換する方法である。

(3) 生物化学的変換

微生物の力によりバイオマスを発酵させて、メタンガスやエタノールなどを得る方法である。

2 主要国のバイオ燃料導入の背景及びその方針

米国、欧州、アジア、ブラジル及び日本をはじめとする各国のバイオ燃料導入の背景は、次のとおりである。

- ・ 温室効果ガスの排出削減（地球温暖化対策）
- ・ 農業支援・振興（衰退する農業の活性化）
- ・ エネルギー・セキュリティ（自国によるエネルギー源の確保）

米国、欧州及びアジアは、基本的に農業支援・振興及びエネルギー・セキュリティを背景として、自給でバイオ燃料の目標を達成するという方針である。

ブラジルは、主に農業支援や砂糖関連産業の振興という観点から国策としてバイオ燃料（バイオエタノール）の生産を拡大しており、自国消費のみならず輸入によりバイオ燃料の目標を達成しようとする国に対して輸出を促進して行こうとする方針である。

一方、我が国は、温室効果ガスの排出削減を背景として、当初は、輸入によりバイオ燃料の目標を達成するという方針であったが、現在では自国での確保も考慮されている。

このように、世界的には欧米及びブラジルを中心にバイオ燃料の生産・供給が進められているが、各国の目標達成を目指した生産拡大には、さまざまな副次的問題が起こっている。

3 副次的な問題

(1) 第一世代原料作物の価格高騰

米国農務省穀物等需給報告によれば、バイオ燃料の生産量が増加するにつれ、小麦、とうもろこし、パーム油³、キャノーラ油⁴（菜種油）などの価格が上昇しており、とうもろこしの生産拡大により耕作地が減少している大豆の価格が上昇している。一方で、バイオ燃料に関連しない作物では、例えば、米の価格は安定的である。

今後ともバイオ燃料の原料作物をこれら農産物に依存している限り、価格の高い状態が続くものと推察される。

このように第一世代を使用したバイオエタノールの生産には限界があり、目標達成に向けた第二世代原料作物に係る研究開発や目標自体の見直し等の検討が必要である。

バイオ燃料の導入による「食糧か？燃料か？」といった問題を解決し、各国のバイオ燃料導入目標達成に向けた施策の実行が今後の大きな課題となる。

(2) バイオ燃料価格

各種文献にあるバイオエタノールなどの生産費用に係る調査によると、2006年のブラ

³ アブラヤシの果実から得られる植物油であり、食用油とするほか、マーガリン、石鹼の原料として利用される。

⁴ 菜種油のうち品種改良によってエルカ酸とグルコシノレートを含まないキャノーラ品種から採油されたもの。

ジル「さとうきび原料のバイオエタノール」の生産費用である0.18USドル／リットルが最も安価であるとされている。また、「さとうきび由来のエタノール」については、2030年の時点で2005年の価格を若干下回る可能性があると言われていたが、その原料で2030年時点でこの価格水準にまで近づく可能性があるのは、「セルロース系（第二世代）由来のエタノール」のみとされている。更に、同分析では、ガソリン・ディーゼル燃料とのコスト比較もなされているが、現在の原油価格（一時に比べ下落したとはいえ、依然高い。）をベースにしても現時点で競争力があるのは「さとうきび由来のエタノール」のみであり、とうもろこしや甜菜⁵（テンサイ）を原料としたエタノールに競争力はないという結果となっている。

これらのことから、バイオ燃料の価格を化石資源由来の燃料の価格に近づけるには、価格差補填のためのなんらかの政策目的の付与と経済的手当が必要となる。

(3) バイオ燃料導入に伴うCO₂排出量の削減効果とその費用効果

ブラジルの「さとうきび由来エタノール」については、2002年当時で唯一50ユーロ／CO₂換算トン以下のレベルとなっているが、今後、一定程度生産性が向上しても、その他のバイオ燃料については、この50ユーロ／CO₂換算トンレベルを下回るものはなく、その費用対効果は著しく劣っている。

(4) バイオ燃料のエネルギー収支及び環境影響

バイオ燃料製造等に係るエネルギー収支については、各種の調査研究がなされている。これらの評価結果によれば、バイオ燃料は、生産時などに投入するエネルギー量よりも得られるエネルギー量の方が少ない、つまりエネルギー収支としてはマイナスという結果が出ている一方で、その逆の結果を出しているものもあり、その評価は分かれている。

これらのことから、エネルギー収支分析においても、CO₂削減効果に関するLCA⁶（Life Cycle Assessment）評価においても、結果としては様々なものがあり、現状では、バイオ燃料の環境影響について確実な結論を出すことは難しい。このため、これらの事項がバイオ燃料導入推進における根拠とは、なり難いと言わざるを得ない。

4 バイオ燃料持続可能性基準に関する動き

(1) 世界の動き

米国及びEU等の国際的枠組みにおいては、今後の適正なバイオ燃料導入促進を目指すため、バイオ燃料の持続可能性に着目した基準策定が行われている。具体的には、LCAにより評価した際の温室効果ガス排出削減効果、土地利用変化に関する基準、生物多様性保全及び食料競合等の社会面への影響に関する基準である。

(2) 日本の動き

経産省、農水省及び環境省の3省が連携し、バイオ燃料持続可能性基準について科学的な分析を実施した。検討項目は、「LCAについて」、「食料競合への対応」、「生物多様性への対

⁵ アカザ科フダンソウ属の二年生の植物であり、別名を砂糖大根という。日本では、北海道を中心に栽培され、甜菜から作られた砂糖は甜菜糖と呼ばれている。

⁶ ライフサイクルアセスメントのことであり、製品やサービスに対する環境影響評価の手法のこと。

応」及び「供給安定性・経済性への対応」の4つの区分に分けられ、その概要については、次のとおりである。

ア LCAについて

LCAの算出方法、日本版デフォルト値⁷及びLCAのCO₂削減水準を決定した。

イ 食料競合への対応

食料競合に関する評価については、必要に応じ、関係省庁及び有識者が協議・調整を行い、原因分析と対処方法を検討する。また、競合を回避する策として、国は草や木から製造するセルロース系バイオ燃料の技術開発を推進する。

ウ 生物多様性への対応

パーム油の生産を拡大させていた東南アジア諸国において、バイオ燃料の生物多様性への影響が懸念されていることから「生産国の国内法の遵守」をバイオ燃料調達時の前提とし、将来的には、国際協力・二国間協力等を通じ、技術協力を行う。

エ 供給安定性・経済性への対応

EU並みのCO₂削減水準50%以上を満たすバイオ燃料で我が国が調達可能なものは、現時点では、ブラジル産さとうきび（既存農地から採取される物）及び一部国産（甜菜、建設廃材）に限定されることからバイオ燃料の開発・輸入を進める。具体的には、燃料製造工程の効率化及びセルロース系バイオ燃料生産技術の開発・展開を進める。

5 まとめ

(1) 全般

バイオマス資源は、1960年代以降、バイオ燃料としても使用されることとなった。

海外では、「自国及び域内の農業・産業の振興」を基本的な方針としてこれに基づいて導入が進み、2000年初頭から、原油価格の高騰などにより「エネルギー・セキュリティ」という観点に加わることで導入が加速することとなった。これらの背景から、海外では、バイオ燃料の導入の基本的な手段は、「国産」と位置づけられている。

一方、我が国では、京都議定書の遵守（温室ガス排出削減）のため、2010年に1990年の基準年温室効果ガス排出量の0.1%に相当する120万CO₂換算トンの排出抑制を、石油換算50万キロリットルのバイオ燃料の導入により達成するよう計画された。我が国で生産可能なバイオエタノールの量は非常に少なく、目標達成に向けて、その多くを海外から輸入せざるを得ず、海外で位置づけられている「国産」とは対極をなすものとなっている。

更に、海外においては、導入の結果として、温室効果ガスの排出が抑制されるという位置づけはなされるが、基本的には、バイオマスの賦存量や燃料化した際の費用などを考慮して、バイオ燃料の導入を進めて行くという考え方であり、ある一定量の温室効果ガスを削減するために実施すべき手段として、バイオ燃料の導入を位置づけていない。

食糧問題や環境破壊といった問題を惹起しつつあり、このような限りあるバイオマス資源をいかに効率的かつ効果的に使用するかは、各国の英知に基づき判断されるべきところであり、バイオマス資源は、衣食住に基本的な資源であることを再度、認識した上で、活用が進

⁷ ガソリンのCO₂排出量に比較してCO₂削減水準をEU及び英国の数値を参考とし、50%とした。

められて行くべきである。

(2) 艦船用燃料としてのバイオ燃料の可能性

オバマ大統領就任以来、米国はクリーンエネルギー政策を推進し続けている。このクリーンエネルギー政策の一環として取り組んでいるのが軍におけるバイオ燃料の使用拡大であり、米国は安全保障拡大（エネルギー・セキュリティ）、温室効果ガス削減及び国内のバイオ燃料産業支援（農業支援・振興）の観点から積極的に推進している。

米海軍に限って言えば、2020年までに使用燃料の半分についてバイオ燃料などの再生可能燃料を使用すると表明し、バイオ燃料をブレンドし使用するよう計画・実行している。

2012年7月に実施されたリムパックではグリーン空襲部隊の艦艇がバイオ燃料を50%混合した燃料を使用した。更に、当時の米海軍長官がバイオ燃料使用拡大により長期的に見れば海軍の出費が軽減されると言及したため、米海軍はクリーンエネルギー政策を積極的に推進し、現在に至っている。

バイオ燃料に対する米海軍のこのような対応は、従来から米海軍とのインターオペラビリティを重視している海上自衛隊（以下「海自」という。）にとって、前述のバイオ燃料に係る各種議論の如何に関わらず、今後無視できないものになりつつある。

海自が現行の艦船用燃料（軽油2号（艦船用））の規格を決めるに際して、米海軍とのインターオペラビリティを重要な基準の一つとしていたことを考えると米海軍の使用するバイオ燃料を海自艦艇が使用するための検討を開始し、更に、海自版バイオ燃料の規格に関する研究を始める時期にきているものと思われる。

おわりに

ポスト京都議定書については、気候変動枠組条約締約国会議（COP）が主要な議論の場となっている。2015年の第21回会議（COP21）では、温室効果ガスの大幅な削減を含む国際枠組みの合意が目指されており、世界的に気象変動問題が政治的・政策的な重要課題に位置づけられるようになった。

我が国では2011年の東日本大震災及び東電福島第一原子力発電所の事故を受けて、原発依存型の気候変動政策（温室効果ガス削減）の検討及び見直しに終始し、再生可能エネルギーとしてのバイオ燃料に係る継続的対策が埋没した感がある。

また、米国のシェール革命により原油価格は、低下傾向を示しバイオ燃料（価格）と比べ優位となっている。

しかしながら、エネルギー資源の乏しい国・日本として枯渇の心配のない再生可能エネルギーを確保し、ほぼ100%の化石資源由来燃料を使用している艦船及び航空機にバイオ燃料を利用することは、今後大いに検討・議論し、実現すべき事項であると言えよう。

参考文献：バイオ燃料の持続可能性に関する研究（2013年11月）NEDO新エネルギー部ほか
バイオ燃料のいま（化石燃料への挑戦）NEDO

自動車用燃料としてのバイオ燃料・水素の活用について（平成24年4月）資源エネルギー庁
JPEC海外石油情報（ミニレポート）