

バイオエタノールメディア米国視察(2024年12月)で学んだこと

アジア成長研究所特別教授 本間正義

1.はじめに

昨年12月、アメリカ穀物協会の「バイオエタノールメディア米国視察」に参加した。私自身はメディア関係者ではないが、アメリカ穀物協会での「バイオ燃料検討会」で座長を務め、バイオエタノールを多角的に論じた報告書にかかわった関係で参加することになった。

訪問先は、イリノイ大学シカゴ校エネルギー資源センター、パワーエネルギーコーポレーションのガソリンスタンド、イリノイ州トウモロコシ委員会事務所、国立トウモロコシ・エタノール研究センター、そしてワシントンD.C.のアメリカ穀物協会の本部であり、それぞれの機関で多方面の方々から話を聞くことができた。以下順を追って紹介し、視察で学んだことを述べてみたい。

2.エタノールのライフサイクル分析

最初の訪問地(イリノイ大学シカゴ校)では、S. Mueller博士からエタノールのライフサイクル分析についての講義を受け、質疑応答、意見交換を行った。Mueller博士の話の中心は、技術や生産物のサプライチェーンの全ての段階で環境への影響評価を行うライフサイクル分析(LCA)だが、その影響評価測定を中心にあるのが、炭素強度(CI)である。CI値は、エネルギー生産から利用に至るまでに排出されるメガジュール当たりの二酸化炭素量(グラム)を指す(単位は gCO_2/MJ と表す)が、対象とする範囲によって値は異なる。

そこで登場するのが、アルゴンヌ研究所で開発され、改良を重ねてきたGREETモデルである。CI値はエタノールの原料となるトウモロコシなどがどのように生産されたかによって異なる。窒素肥料の使い方や被覆作物、環境保全のための農耕法の実施に

よってCI値は違ってくし、トウモロコシからのエタノール生産においても、工場で排出される CO_2 をどのように処理しているか、などによってCI値は変わる。さらに併産物として生産されるジスチラーズ・グレイン(DDGS:飼料原料)などの効果を取り込む必要がある。GREETモデルは、これら一連の生産工程における CO_2 排出量を、技術進歩を取り込みながら計測できるものになっている。

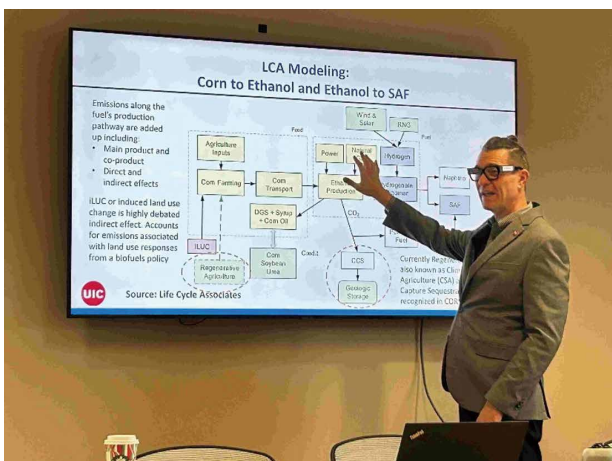
GREETモデルを用いた計算によれば、米国のトウモロコシ由来のエタノールのCI値は過去15年で23%低下したが、トウモロコシ栽培で15%、エタノール生産工程で30%の温室効果ガス(GHG)を削減したとされる。また、例として示された試算によれば、石油由来のガソリンのCI値は88~110であるのに対し、米国産トウモロコシ由来のエタノールは15~55と低く、また、日本が採用しているバイオ燃料のETBEは、エタノールのCI値より15~20高い。ETBEはガソリンのCI値よりは低いエタノールの直接混合よりは高いので、日本でもエタノールの直接混合が望ましいとのことであった。

電気自動車(EV)との比較では、EVに用いる電気をどのような方法で生産するかによって、CI値は大きく変わる。再生可能エネルギーによる電力であればCI値はエタノールより低くなるが、化石燃料による電力の場合はより大きなCI値となる。いずれにせよ、EVはゼロエミッションではない。

Mueller博士の話に興味深かったのは、最後に紹介されたバイオエタノール導入による芳香族化合物の削減の話であった。ガソリンにはオクタン価を上げるためにベンゼン、トルエン、エチレンといった発がん性のある化合物が混入されているが、バイオエタノールはこれら芳香族化合物と同様にオクタン価を上げる効果をもつため、こうした有害物質を削減できる。芳香族化合物は航空用燃料やEVのための電力生産でも用いられており、バイオエタノールの導入により、こうした有害物質のより広範な削減効果が期待できる。このような研究も副次的ながら、健康被害を阻止する効果を示し、バイオエタノール導入の推進力になると思われる。

3.小売り現場での消費者教育

次に訪れたのは、バイオエタノールの小売りの現場であるPEC (Power Energy Corporation)のガソリンスタンドであり、S. Odeh氏とD. Goode氏から話を伺った。PECは大手のガソリンスタンドの一部を借りて、E10、E15、E85といった主要なエタノール混合ガソリンだけでなく、E30やE50など合計8つのグレードの商品を販売している。それは消費者にとって選択肢が多い方が好ましいという理由だが、PECはこれらの販売のみならず消費者



イリノイ大学のMueller氏

教育や啓蒙活動を通じたバイオエタノールの普及も行っている。

ガソリンのバイオエタノール混合は本格的導入から20年以上経過し、成熟したマーケットともいえるが、実際の消費者に周知されているとは言えない。それゆえ、PECのような企業が消費者の教育・啓蒙活動を行っているのであるが、具体的には、バイオ燃料が環境によい(カーボンニュートラル)ということだけでなく、オクタン価が高いこと、価格が安いことなど、経済性を訴えることも重要であるという。パンフレット等での情報提供だけでなく、コンソーシアムを形成し、セミナー等により90日かけて教育するプログラムもあるという。PECはイリノイ州だけでなく、ジョージア州、ニュージャージー州などでバイオエタノール混合ガソリンのスタンドを展開しているが、州によって規制が異なり、E10を超えてエタノールを混合するミッドグレード・ブレンドは、例えば自動車王国のカリフォルニア州では認められていない。したがって、PECが目指す様々な混合ガソリンの展開はカリフォルニア州では厳しいとの話であった。

なお、米国でのガソリンスタンドはコンビニが併設されているが、PECがガソリンを販売しているガソリンスタンドのコンビニ経営者はスタンドとは異なるという。訪問したガソリンスタンドは、通常のガソリンを提供する会社とバイオエタノール混合を行うPECそしてコンビニ経営の3社からなっているとのこと。また、エタノール混合ガソリンを入れるには、タンクの腐食を防ぐなどのためにエタノール対応の仕様車が望ましいが、キャップのゴムをスチールに変えるなどの後付け対応キットが750ドル(400ドルのキットもあるとか)ほどで販売されているらしい。

4. イリノイ州のバイオエタノール産業

初日の3番目の訪問先はイリノイ州トウモロコシ委員会事務所(IL Corn)で、C. Watters氏からプレゼンテーションを受けた。IL CornはICMBとICGAとの二つの組織からなる。ICMB(IL Corn Marketing Board:イリノイ州トウモロコシマーケティング委員会)は、トウモロコシ市場の拡大や消費者教育のためのプログラム、資料の開発等に投資をしている。チェックオフシステム(販売額から一定割合を徴収)で売り上げの一部を集めてプログラムを実行しているが、チェックオフマネーは政治活動には使えないため、ICGA(IL Corn Growers Association:イリノイ州トウモロコシ生産者協会)を設立し、会員から別途会費を徴収しそれを政治活動(ロビー活動)に用いている。両組織の運営は理事会がコントロールしているが、理事は全て農家である。

IL Cornでは、イリノイ州のトウモロコシ生産やその利用の実態、エタノール生産工場の立地、そしてエタノール生産の過程で生じるCO₂の処理などについて説明を受けた。イリノイ州で生産されるトウモロコシの49%は外国への輸出を含み州外に移出され、州内でエタノール生産に用いられるのは25%。移出が多いのは、ミシシッピ河を利用したメキシコ湾への輸送や鉄道によるテキサスや西海岸への輸送の便が良いことによる。

トウモロコシからは、エタノール、DDGS、およびCO₂がそれぞれ3分の1ずつ生産されるが、問題となるのはCO₂の処理である。



PECがミッドグレード・ブレンドガソリンを供給するポンプ

CO₂の一部は炭酸飲料やドライアイスの原料として販売されるが、地中に注入して埋め込む取り組みが行われている。ADMのように自社地に貯留している会社もあるが、多くは液体CO₂をパイプラインで貯留可能な地盤をもつ地方まで輸送し埋め込んでいる。アイオワ州などではノースダコタ州まで運んで地中に隔離しているとのこと。イリノイ州のCO₂は州南部やインディアナ州、ケンタッキー州での貯蔵が可能であるが、注入・隔離のためには2千メートルもの穴を掘る場合もあり、スカイツリーの3倍の高さになるといふ。

5. バイオエタノールへの消費者意識

視察の2日目は国立トウモロコシ・エタノール研究センター(NCERC)への訪問であった。NCERCは南イリノイ大学のキャンパスに2003年設立のバイオテクノロジーの開発と商業化に特化した研究センターである。当初は公的資金で運用されていたが、今は民間企業との契約研究サービス等を通じて民間資金を主にして活動が行われている。

Y. Zhang博士から研究所の概要について説明を受けたのち、実験施設およびパイロットプラントを見学させてもらった。

午後にはRFA(再生可能燃料協会)のK. Colombini氏から、同協会による消費者調査の結果の紹介があった。RFAは米国エタノール産業の声を全米および世界に発信するために、1981年に設立された組織である。会員には49のエタノール生産会社が含まれており、年間50億ガロンの生産能力を持つ65のエタノール工場を所有・運営している。

消費者調査は毎年四半期ごとに約2千人を対象に行われるオンライン投票調査と、2年毎に行われるフォーカスグループへのインタビュー調査からなる。後者のインタビュー調査は過去3回行われた。まず、最新の2024年9月のオンライン投票調査の結果が披露された。

エタノールへの好感度については、58%が肯定的であり、否定的は18%、意見なしが23%であった。肯定的な回答は2023年3月の69%や2024年3月の67%より低くなっているが、これは否定的意見が増えたわけではなく、意見なしの回答が増えたことによるとのこと。性別で見ると、肯定的な意見は男の65%に対し女は52%。年代別では18~34歳では53%だが、年齢が上がるにつれ

上昇し、65歳以上では61%が肯定的である。さらに属性をみていくと、非大卒よりは大卒、さらに大学院卒の方が肯定的であり、年収では高収入なほど肯定的である。また、液体燃料エンジン車の禁止には67%が反対し、電気自動車(EV)の義務化には69%が反対している。

興味深かったのは、フォーカスグループによるインタビュー調査である。調査のビデオを見せてもらったが、司会者がはじめに簡単な質問をし、Yes、Noを答えてもらい、集計のち回答者にその理由を説明してもらう。複数回答の質問もあり、また、フリップに自筆で回答してもらうことも。例えば、「エタノールとは?」とか「トウモロコシとは?」といった問いに様々な答が返ってくる。

EV車に好意的な回答者は「環境によい」とか「燃費がよい」としているのに対し、否定的な回答者は「バッテリー切れが心配」、「車が高い」、「ガソリン車を持っている」などの理由を挙げている。バイオエタノールの利用には「燃費が悪い」とか「食料の利用は好ましくない」といった反対意見もまだ根強く見られた。

このような調査から得られた教訓のひとつは、補助金に頼っている(実際は2011年に廃止)とか、安全性に問題があるとか、エンジンを損傷する、といったエタノール反対派の議論に与することなく、「環境にやさしい」というエタノールの最大のセールスポイントを強調し、消費者に訴えることであり、どれだけCO₂除去に貢献しているかを示すことであるとしていた。

6. バイオエタノール市場の現状

視察3日目はワシントンDCへ移動し、4日目にアメリカ穀物協会の本部を訪問し、各種団体・組織からのヒアリングと意見交換を行った。

まず、アメリカ穀物協会副理事長のC. Sifferath氏から協会の活動やマーケティング戦略などの話を伺った。日本はカナダに続いて2番目に重要な市場と位置付けられており、日本でのE10の導入に期待しているとのこと。その早期実現のため、日本政府や業界に積極的に働きかけていくとの考えを示した。また、トウモロコシの非食料への利用に対する批判をどのように受け止めているかという質問に対しては、エタノール需要の増加に合わせてトウモロコシの供給量は増加している。それは主に単収の増加に



グロース・エナジーのBliley氏



RFAのHubbard氏

よるものだが、近年はエタノール需要が頭打ちになっていることもあり、飼料用トウモロコシは十分確保されており、食用とエタノールの競合は心配する必要がないとの回答であった。

次に、グロース・エナジー(Growth Energy)のC. Bliley氏から話を伺った。グロース・エナジーは、アメリカのバイオ燃料産業を代表する最も大きな団体であり、メンバーが所有するエタノール工場は200に及び、600億リットルのエタノールを生産し、うち54億リットルを輸出。グロース・エナジーの会員企業が提供するE15の給油施設は3,607か所あり、より高いブレンドの施設は6,374か所あるとのこと。

EIA(エネルギー情報機関)によれば、EV(電気自動車)のシェアは現在7%程度であるが、2035年頃までに3割近くに達するとみられる。しかし、その後は頭打ちで2050年ころでも3割を超えることはないとみられる。これは石油価格が高騰するときの推計であり、石油価格が低位にあれば、EVのシェアは15%に届かない。言い換えれば、2050年でも7割を超える車が内燃機関車(エンジン車)であると予測されている。ここに、ガソリン車より46%も温暖化ガス削減の効果を持つバイオエタノールの活用の道がある。

さらには、航空用燃料にエタノールを用いたSAF(持続可能な航空燃料)を使用すれば、今の航空燃料より94%も温暖化ガスを削減することができる。実際、米国政府はインフレ抑制法を通じた税控除や補助金により、2030年までにSAFの利用を114億リットルにするとの目標を掲げており、EUでも2030年までに6%、2035年までに20%の航空燃料をSAFにする計画である。さらに、2050年にはSAFの需要は世界で1,325億リットルに達するとみられる。

SAFに対する期待は大きい、その背景には自動車用のエタノール需要が頭打ちになっていることがある。次に話を伺ったRFA(再生可能燃料協会)ワシントン事務所のE. Hubbard氏もそのことに触れていた。全米でのエタノール生産は2010年代半ばから150億ガロン程度で推移しており、増加していない。ガソリンのエタノール混合割合も、2016年に10%を超えたが、2023年でも10.4%にとどまっている。バイオエタノールの利用により、2019-22年平均でガロン当たり0.77ドルの節約になっており、これは全米で年間951億ドルに上る。しかし、混合率の高いE15の普及はまだ

低位にある。

7.E15普及の道のりとSAFへの期待

暑い季節はスモッグの原因になるとして、E15は夏季の販売を禁止するのが原則だが、ロシアによるウクライナ侵攻でガソリン価格が高騰したため、バイデン政権は緊急措置としてより安価なE15の通年販売を認めた。しかし、それは2024年までの措置であり、新たなトランプ政権下で2025年もそれが継続されるかは不明である。関係者は、より多くのガソリンスタンドでE15を通年販売できるようにしたいと考えているが、EPA（環境保護庁）が年間を通じてE15を許可しているのは8州だけである。これを他の42州に拡大するようRFAは立法府に働きかけている。

E5からE10が普及するまで10年かかったというが、さらにE15への道のりも時間が必要であろう。E15が普及すれば、エタノール需要が増えるが、一方で、EVの拡大でガソリン車そのものが減少するので、エタノール需要の増加は割り引いて考える必要がある。同様にSAFについても、楽観は許されない。今のところ、さとうきび由来のSAFは認証をうけているが、穀物由来のSAFは認証に至っていない。したがって、SAFについてはブラジルの後塵を拝している。

とはいえ、SAFに対する期待は大きい。再生可能資源由来のアルコールから航空機燃料を作る技術はATJ（Alcohol to Jet）と呼ばれ、エタノール、ブタノール、メタノールなどのアルコールをジェット燃料の仕様を満たす合成炭化水素に変換することが含まれる。その市場規模は、2024年の467万米ドルから2032年までに1,318万米ドルに成長すると予測されている。

ただし、自動車用燃料としてガソリンにエタノールを混合することはたやすいが、SAFの場合、全く新種の燃料であり、より複雑な工程が必要となり、費用が高くなる。また、安定供給のためにはサプライチェーンの確立が必要となる。日本でも取り組みが行われている食用油（廃油）の利用等は安定的なサプライチェーンの確立に難がある。

自動車は陸上輸送なので、その燃料に関する規制は国内法で処理できるが、航空機は国際輸送となるので、一国の規制で処理できない。特に、EUは世界最大の航空輸送市場であるが、食料原料由来のバイオ燃料を規制し、SAFにはトウモロコシから作るエタノールの使用を認めていない。したがって、米国からEUに航空機を飛ばす場合、燃料を変える必要がでてくるかもしれない。このようなことを避けるために、国際的な取り決めは必須だ。

視察4日目の午後は、全米トウモロコシ生産者協会（NCGA）のM. Ziegler氏とN. Martinez氏、およびカンザス州のJ. Moran上院議員のスタッフであるT. Martinez氏とC. Bradshaw氏との懇談を行った。

新たに発足するトランプ政権のバイオ燃料に関する政策は不明だが、議会は共和党が多数派なので、バイオエタノールに好意的とは限らないこと、SAFの利用に補助金や優遇措置を講じているインフレ抑制法の行方がわからないこと、ブラジルのエタ

ノール関税撤廃に向けて政治的に働きかけていること、E15の普及に向けた法案を通すこと、トウモロコシ生産において、不耕起栽培や精密農業の適用により持続可能な農業を通じて、農家もエタノール需要の増加の恩恵にあずかること、国内のエタノール需要はEVの普及で頭打ちになっているが、SAFの拡大に期待していること、などの意見を聞くことができた。

8.おわりに

このように、今回の視察を通じて、多岐にわたり米国のバイオエタノール産業の現状と今後の見通し、そして政策の行方について、知識・知見を得ることができた。今回の視察の特徴は、バイオエタノールのサプライチェーンの川下に焦点を当てたことだった。川上におけるトウモロコシの生産やエタノール生産およびCO₂の処理等については、2024年4月の調査で理解を得たが、今回はそれを補完するものとなった。個人的に特に関心をもったのは、小売り段階でのバイオ燃料対応と、消費者の意識調査であった。

米国のあらゆるガソリンスタンドでE10のバイオエタノール混合ガソリンが販売されており、E10の普及率はかなり高い。しかし、E15の普及率はまだまだである。より価格の安いフレックス燃料（E85）の方が供給できるガソリンスタンドの数が多く人気があるが、それでも全米のガソリンスタンドの数に比べれば圧倒的に少ない。そのため、小売店がよりエタノール含有率の高いバイオ燃料の普及のために消費者教育や啓蒙活動を行っているが、エタノール燃料の利用は頭打ちである。消費者の意識調査では6割を超える回答がバイオ燃料を「好ましい」としているにもかかわらず、である。

それもあって、米国のバイオ燃料への期待はSAFにシフトしているように見える。一方で、SAFの本格的導入にはまだ時間がかかり、また、内燃機関による自動車はこれからも走り続ける。電気の製造から車本体の解体処理まで含めてみたライフサイクル評価でEVがCI（炭素強度）を大きく改善するまでも時間がかかる。今後も、自動車用燃料としてのバイオエタノールがCO₂削減に果たす役割は大きく、導入が遅れている日本でもE10さらにはよりエタノール含有量の多いフレックス燃料の普及を急がねばならない。

ネットワークに関するご意見、
ご感想をお寄せ下さい。



U.S. GRAINS アメリカ穀物協会
COUNCIL

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目2番20号
第3虎の門電気ビル11階

Tel: 03-6206-1041 Fax: 03-6205-4960

E-mail: Japan@grains.org

本部ホームページ（英語）：<https://www.grains.org>
日本事務所ホームページ（日本語）：<https://grainsjp.org/>