

## 国立大学法人北海道大学市川勝名誉教授との意見交換の概要

(平成20年7月15日(火))

会長　　今回は北海道大学の市川勝名誉教授にお越しいただいている。市川教授から御講演をお願いします。

市川教授　(資料に沿って御講演)

会長　　石油化学産業との共生はいい指摘。バイオマスの循環事業で原料を農業廃棄物から持ってくるというのは新しい共存関係である。焦点はどういう物質でつながるかということ。我々はC1ケミストリーに関心があり、バイオマスも最初はC1だったが、さきほどの話では全体的にエタノールとのこと。方向性の検討も必要ではないか。

市川教授　工業と共生する農業について、北海道で関心が高まっているのは、資源の循環リサイクル利用事業である。問題点は、リサイクル事業が国の補助がないとなかなか成立しない点とプロセス自体が自立した事業として困難な点である。一般に、食品メーカーから出る廃棄物を発電用バイオガスと農業の肥料に利用するリサイクル事業がある。それはそれで成り立つのかもしれないが、途中で循環利用サイクルが止まってしまう。三菱商事と北大とで提案しているものに、食品メーカーから出る返品など食料廃棄物をバイオプラントでバイオガスにし、そのバイオガスのメタンを使ってプラスチックの原料であるベンゼンと水素を製造する化学工業プロセスを組み入れた循環リサイクル事業がある。水素は、ベンゼンを用いて化学的に貯蔵して安全に輸送する。その水素を燃料電池として使うことで、電気と熱を得ることができる。得られる電気と熱を利用して野菜工場を稼働し、食品メーカーに野菜を提供する。また、余剰ベンゼンは石油化学企業にプラスチック原料として市場出荷できる。これで採算性の高いリサイクル事業システムができあがる。バイオマスの発酵法でバイオガスを発生するだけでは、バイオマス提供者に利益還付されずに循環利用サイクルは止まってしまう。従って事業運営上の補助支援が必要になってくる。バイオマス

のリサイクル利用システムに工業プロセスをいれることで、事業の採算性を高めて循環サイクルが止まらずにできるようになると考えている。

A委員 5月20日に長崎総合科学大学の坂井教授から講演をいただいた際にはエタノールではなくメタノールを作るという話もあった。バイオガスから水素を作り、それを燃料電池に利用するという案であるが、純度の問題で利用しづらいのではないかと。

市川教授 現在進めている有機ハイドライド技術を利用することで水素を化学的に貯蔵し運搬できるようになる。この技術で取り出した水素は純度が高く、燃料電池にそのまま利用することができる。通常メタノールやバイオガスから水素を作りそのまま利用すると、どうしても触媒毒のCOなど不純物が混ざるので水素の精製が必要になる。ところが、新しい有機ハイドライド技術を導入することで、自動車や家庭用の燃料電池に高純度水素を安全で経済的に供給できる。

A委員 LCA的にはどうなっているのか。坂井教授の講演でおもしろいところはLCA的に採算が合うのではないかとということ。

市川教授 バイオマスからのベンゼンと水素の製造技術と工業化学的なバイオエタノールの製造技術はLCA的に採算が取れるとの経済評価が得られている。本来、化学工業プロセスにおける価格算定については原料費が大きな割合を占める。触媒や建設費などの固定費はそれほど大きくない。原料として材料費がゼロとされる森林廃材でも廃材を集めるのに莫大な費用がかかる。バイオマスを原料とする場合に、生産規模と周辺インフラにかかわる経済性を考えなくてはならない。我々はこのことを考慮してLCA的な採算性を検討している。

B委員 微生物と化学工業の両方を利用して全体のプロセスを作っていくことは賛成。農業と言うことで見ていくと、食料と競合せずにやっていくならどんな農産物を作っていくのが効率的なのか。

市川教授 食料は本来的には我々が生きていくに当たって付加価値の上位に位置しているものであるが、それをなぜ一番低位と考えられているバイオ燃料の製造原料に使ってしまうのか問題である。このことが食料との競合要因になっている。化学工業プロセスでは、同スペックの安価で大量な原料

を必要とする。その意味で、付加価値の高い食料を原料に用いずに、森林廃材や農水産廃棄物など低位バイオマスを原材料としてバイオガス（メタン）や合成ガス（COと水素の混合ガス）などの“化学原料”に変換してそれを用いて化学工業プロセスでベンゼン、水素やエタノールを製造して自動車燃料やプラスチック原料として利用する技術開発を提案している。原料はもともとバイオのものを使えば、できたものもバイオ燃料ということになる。しかし、この過程において化学工業プロセスとしてはコストと量産性が大きな実用化のカギになってくる。無論、低位なバイオマスを利用する発酵法の研究も進めてもらいたい、農業と化学工業プロセスとの共生として、低位なバイオマスから高付加価値のバイオ燃料や化学製品を作る技術開発の実用化を取り上げていただきたい。農業の高度化に向けた重要技術課題の一つとしてご検討いただきたい。

会長 おっしゃることはごもっともだが、上位なものがふんだんに生産され消費されてこそ、低位なものもふんだんにでてくる。

市川教授 ただ、この食料を頂点にするバイオマス品位ピラミッドとは別に、森林廃材、畜産糞尿や稲わら、魚介などの農水産廃棄物など、食料由来ではない大量で厄介者のバイオマスも化学工業プロセスの共通の原料化ができる。生ゴミなど食料廃棄物とともに化学工業の原料化にむけた技術開発と経済性評価の検討が必要である。

会長 エネルギーをとるための作物等の低位なものを安く大量に作るという農業もあっていいのでは。そういうときに作物の選択・改良というのはまさに我々の責務である。

市川教授 そういった農業技術の改良と改革は重要であるので是非進めていただきたい。他方、燃料と食料の競合を避ける手段として化学工業的なアプローチを組み入れたバイオ燃料の製造技術が既に関係されて、実用化が現実的になっているので、是非農業の高度化のために取り入れていただきたい。

C委員 資料に北海道の農村地域における水素・燃料電池社会のイメージというものがあるが、これを実現するにあたっての課題があるとしたらどんなものか。

市川教授 国土交通省北海道開発土木研究所で、北海道農村地域における牛糞尿

由来のバイオガスを利用する水素・燃料電池社会形成の実証試験が行われている。モデル実証は成功したが、このバイオマス利用の工業化学的モデルをどの程度のプラント規模で、何軒程度の農村コミュニティで実現することができるのかということなど実現にあたり多くの課題がある。また、風力・太陽光発電などの再生可能なエネルギーを検討に入れるということも、地域のエネルギー自立化にむけた事業意義は大きい。農業だけのバイオマス循環利用ではどこかで行き詰まってしまう。自然エネルギーの利用や化学工業プロセスの導入などを組み入れて、農業と化学産業とが共生していくのもひとつの持続可能な農業の高度化にむけた将来プランではないだろうか。さらに、農業における化学工業プロセスの導入シミュレーションをすすめて、ビジネスとして成り立つバイオマスリサイクル産業を構築していく必要がある。

D委員 微生物は非常に効率的な触媒であるが、化学工業プロセスは微生物ではない。ならば化学工業プロセスはどういったものになるのか。

市川教授 化学工業プロセスは、同スペックで安価で大量の化学原料が必要である。例えば、森林廃材や農水産廃棄物を蒸し焼きにして一酸化炭素や水素といった共通の化学原料にする。そのようにすれば大量で、品質が統一の原料がえられる。スペックを一定にしなければ化学工業プロセスは成り立たない。決まったスペックの材料にして、それを用いて工業化学プロセスでバイオ燃料であるエタノールを作る。その場合には、量的にもコスト的にも採算性を検討しやすくなる。莫大なコストをかけて植生・収穫し、スペックの統一されていない食料や材料を原料とするバイオ燃料の発酵法製造に比べて、化学工業プロセスは大規模で経済的な生産が可能になるのではないだろうか。バイオ燃料の製造として化学工業プロセスでないといけないということではない。化学工業プロセスも、発酵法同様にバイオ燃料製造に貢献できることを指摘したい。そのためには、バイオ燃料製造にむけた工業化学プロセスの有効性を実証していかなければならないと考えている。

会長 実証されているわけではないのか。

市川教授 これまでに、今回紹介した牛糞尿由来のバイオガスメタンを利用する

ベンゼンと水素の併産技術は北海道開発土木研究所（現在：寒地土木研究所）において実証試験が行われた。また、森林廃材からの合成ガスを利用するバイオエタノールの製造技術については、合成ガスからのエタノール製造技術は実証されている。しかしながら、バイオガスや森林廃材からの合成ガスを用いる全体システムとしてのバイオエタノール製造の実証はまだできていない。現在、カナダ、ブラジル、サウジアラビアにおいて小生が開発している化学工業的なバイオ燃料製造技術の事業化にむけた検討が進められている。

会長 いろいろな材料がガス化されてエタノールになっていくという部分は実証済みなのか。

市川教授 バイオガスや森林廃材のガス化技術と合成ガスからのエタノール製造技術については個々には実証済み。経済性に関するシミュレーションでは、カナダの廃材を利用するとかなり製造コストは安くなるが、国内の廃材を利用しようとするすると廃材を集めるだけで莫大なコストがかかることが指摘されている。カナダでは10分の1程度のコストでできる。国内廃材を利用するにはそういった原料選択における問題がある。

D委員 生物的な方法をとってもその問題はある。

会長 生物的な方法でも一種のスペック化は発酵のときに必要。セルロースにそろえておかないと発酵しない。そういう段階であるからこそ、先生のおっしゃるように燃焼法でガスにするといった方法も考えていくことも必要であり、様々な方面へ研究資金を投資していく必要がある。

市川教授 大いに、横断的で有効な研究開発支援の施策検討をやっていただきたい。化学工業的なプロセスを組み入れたバイオ燃料の製造方法もあるということを知ってほしい。国や企業の開発方針として、発酵法など既存の方法を中心に進めていくことに力が割かれているのではないかと。ぜひ、日本発信の新しい化学工業的なプロセスを採用するバイオ燃料の実用化開発の具体的な施策推進の検討をしていただきたい。

会長 お忙しいところありがとうございました。市川教授からいただいたご示唆を今後の施策に生かしていきたい。