

## 第2回環境システム研究イブニングワークショップ記録

日時：2008年9月25日（木） 18:30～20:10

場所：土木学会A会議室（東京都新宿区四谷一丁目外濠公園内）

テーマ：世界のバイオ燃料政策の動向と課題

参加者数：13名（話題提供者含む）

農林水産省農林水産政策研究所 食料領域主任研究官 小泉 達治氏

### 「世界のバイオ燃料政策の動向と課題」

（概要）

小泉先生はもともと世界の食料需給の研究、なかでも砂糖の需給についてモデルを開発して研究に取り組んでいた。その流れで、2000年頃からバイオエタノールの政策動向、食料需給との関係などについても研究している。2008年のバイオエタノール供給は、ブラジルとアメリカで8割以上を占めているが、輸出国としてラジルが最大であり、米国は生産量が多いが純輸入国である。バイオエタノールの導入が世界的に進められており、近年は導入国が増えている。



### 各国の動向

ワークショップでは各国の動向について詳細に解説いただいたが、これらのうち、主な点を国別に箇条書きにした。

<米国>

- ・もともとバイオエタノールは、1970年代のオイルショックを契機にエネルギー対策として導入が進められ、1990年の改正大気浄化法施行以降は環境面が重視された。2005年以降は「エネルギー安全保障」を強いインセンティブとして政策が推進されている。バイオエタノールについては、政策上の導入目標が時代の変化に応じて変わってきたという特徴がある。
- ・現在、134工場バイオエタノール生産が進められている。
- ・米国におけるエネルギー政策全般の中長期的な政策指針を定める「2007年エネルギー法」(Energy Independence and Security Act of 2007)が2007年12月19日に成立。同法により、再生可能燃料基準(Renewable Fuel Standard)を2022年までに360億ガロン(13,626万キロリットル)まで拡大することを決定。このうち、150億ガロン(5,678万キロリットル)をとうもろこしを原料とするバイオエタノールとし、210億ガロン(7,948万キロリットル)をとうもろこし以外のセルロース系原料からのバイオエタノール等とするとされている。再生可能燃料基準のうち、再生可能バイオ燃料はLCA(ライフサイクルアセスメント)によりGHG(温室効果ガス)を20%以上削減する必要。先

端バイオ燃料（ブラジルのサトウキビ等が原料）は LCA 分析により GHG を 50%以上削減する必要、そのうち、セルロースバイオ燃料は、LCA 分析により GHG を 60%以上削減する必要。

- ・トウモロコシが高値で売れることにより農家の収入が良くなる反面、トウモロコシ価格上昇による飼料コスト増大などの負の影響もあり、農家側の反応も一枚岩ではない。
- ・Bio-refinery への投資が非常に活発。米国ではどんどん市場が拡大してきたが、価格的に厳しくなってきた。

#### <ブラジル>

- ・ブラジルのプロアルコール政策は 1975 年にスタート。1990 年までで終わっている。
- ・1990 年以降、規制は大きく緩和され、自由化が進められた。
- ・「国家アグリエネルギー計画」（2005 年 9 月）では、バイオエタノールの輸出拡大策が明記された。ブラジルは、官民をあげて日本、中南米諸国等に対しても輸出を積極的に展開。
- ・
- ・もともとは砂糖の工場にエタノール製造工程が追加された。そのため、ブラジルでは全体の 8 割（252 工場）を占める工場がバイオエタノール・砂糖両方を製造している。
- ・エタノール単位量あたりの生産コストは年々減ってきているが、それでも最近ではブラジルのバイオエタノールの国際的な価格優位性はやや失われてきている。
- ・国際的なエタノールへの需要増加に対応するには収穫面積を増やすしかない。そのため、ブラジルではサトウキビ作付面積の拡大を、生産の中心であるサン・パウロ州のみならず、セラード地域のゴイアス、マツグロソ、マツグロソ・ド・スル、ミナス・ジェライス州を中心に拡大する方針である。ただし、放牧地域のサトウキビ畑への転用、サトウキビの作付面積の北上、放牧がアマゾンに加わる可能性などの悪影響も懸念されている。
- ・ブラジル政府はアマゾンの 8 割は保全し、2 割の開発を認めているが、実際には 4 割程度が開発されている。ブラジル一国の力だけでは監視できない。国際的な監視が必要。

#### <中国>

- ・中国ではとうもろこし、小麦といった食糧系原料からバイオエタノールを生産。
- ・中国政府ではバイオエタノール向け需要量拡大による国内食糧需給への影響を緩和するため、食糧系原料からのバイオエタノール生産を規制（2006 年 12 月）。
- ・国家発展改革委員会では、バイオエタノール生産量を 2010 年に 200 万トン、2020 年に 1,000 万トンとする目標が発表。この目標では、食糧系原料からのバイオエタノール生産を行わないという方針が示された（2007 年 8 月：可再生資源中長期発展計画）。
- ・中国政府では、今後、キャッサバ（タイからの輸入）を中心とした非食糧系原料からのバイオエタノール生産を拡大する方針。
- ・キャッサバ以外にも、スイートソルガム、セルロース系原料（稲わら・麦わら・植物の茎等）、糖蜜等からのバイオエタノール生産の研究開発が行われている。
- ・しかし、非食糧系原料からのバイオエタノール生産は、原料の調達の問題や技術的問題があり、商業的実用化が困難な状況。
- ・中国が、とうもろこし等の食糧系原料を使用せずに、中長期的生産目標を達成できるか否かは多くの課題を有している。現実的な選択肢として、ブラジルからの輸入の準備も進めているようだ。

#### <EU>

- ・温室効果ガスの削減、エネルギー安全保障、農業・農村開発を政策目的。

- ・輸送用燃料に占めるバイオ燃料の割合は 2005 年末には 2%、2010 年末には 5.75% としての目標を設定（2003 年, EU Biofuels Directive on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport）
- ・輸送部門におけるガソリンとディーゼルに総消費量に占めるバイオ燃料比率を最低 10% に引き上げ（2007 年 3 月欧州理事会）。
- ・バイオディーゼル利用が主である（2006 年：バイオエタノール生産量 489 万トン、バイオディーゼル生産量 125 万トン）。
- ・原料はなたね、甜菜、ワインアルコール等。第 2 世代型バイオ燃料生産も拡大することを計画。
- ・生産者の収益性、食料との競合の問題等から 10% 義務化達成には多くの課題を有する。
- ・今後は、バイオエタノール普及目標を見直す可能性がある。

### バイオ燃料の問題点

バイオ燃料導入の問題点としては、以下のような点がある。

- ・バイオ燃料で代替できるのは全化石燃料の 1%、どんなにがんばっても 5% 程度にすぎない。したがって、脱石油のつなぎの燃料にしかない。バイオ燃料が石油に完全代替することはありえない。
- ・ブラジルを除き、バイオエタノールはガソリンに比べて生産コストが高い。
- ・ガソリンへの混合コストがかかる。
- ・ガソリンに比べ、エネルギー出力レベルが低い。
- ・植物を主原料とするため、供給に季節性がある。
- ・天候により原料が安定しない。
- ・原料作物の増産により、環境に負荷を与える可能性がある。
- ・食料との競合。

最後の食料との競合だが、バイオ燃料が穀物価格に与える影響については、IFPRI（International Food Policy Research Institute, 2008）が、穀物価格上昇の 30% がバイオ燃料由来と推計した研究結果がある。  
<<http://www.ifpri.org/pubs/testimony/rosegant20080507.pdf>>

### バイオ燃料政策の今後の展開方向と課題

- ・エネルギー・環境・農業対策として、バイオ燃料政策は今後も地球規模で推進される見込み。
- ・先進国では「第 2 世代型バイオ燃料」の導入を推進。
- ・「第 2 世代型バイオ燃料」に関しては政策が技術開発水準よりも先行。
- ・「第 2 世代型バイオ燃料」に関する更なる技術開発が今後の展開の鍵。
- ・世界のバイオ燃料政策の拡大が国際食料需給に与える影響を「早期警戒的」に予測・分析するための体制を整備することが重要。

### (質疑応答)

(Q1) ドイツの BDF の原料は？

(A1) 菜種油、大豆油が原料となっている。アメリカとの 93 年のウルグアイラウンドのなかで、食用に向かない菜種を燃料とすること、その栽培に対して補助金が支払われている。休耕地扱いの土地で補助金をもらって生産しているので、安く生産することができている。しかし、最近では需要量が拡大

して、休耕地での生産を拡大しないとい  
けないということで、それが大きな問題  
になっている。



(Q2) ブラジルのバイオエタノールの生産  
コストの推移について説明いただいたが、  
それに従事する農業労働者の賃金はどう  
なっているのか？ バイオエタノール生  
産によって賃金はよくなった？

(A2) ブラジルの労働者の賃金は横ばいで  
上がっていない。このことは問題になっ  
ているが、一方でブラジルの北東部から  
サン・パウロ州に労働者がどんどん移動している。豊富な労働力が労賃が横ばいの背景にはある。た  
だし、北東部の状況よりはよいので、搾取されているというほどではない。

(Q3) ブラジルでのエタノール生産における労働集約型の労働環境で賃金が上がらないという状況で、  
今後だんだん機械化が進められると賃金は改善される？

(A3) 大型ハーベスタを導入すると 80 人分の雇用が不要になる（雇用が減る）ことになる。現在のブ  
ラジル大統領は労働党出身で、雇用確保が重要な政策目標で、それで労働者層の人気を得ている。サ  
ン・パウロ州は、ハーベスタ導入を見越して 2014 年から火入れ禁止条例が施行されることになって  
いるが、他の州はその条例の導入を見送っている。その理由についてある州の担当者は、ハーベスタ  
の導入は環境には確かによいかもかもしれないが、一機あたり 80 人分の雇用が失われ、労働者の賃金が  
逆に下がってしまうからと回答した。サトウキビ農場での労働の過酷さということについては、自分  
も体験してみたがかなりたいへん。ただ、現地の労働者の話を聞く限り、それほど悪くないし、仕送  
りもできるということだった。また、毎年見て回っているが、児童労働というのはこれまで見たこと  
はない。女性もたまに混じっているが、筋肉隆々のたくましい男性が刈っているというのがほとんど。

(Q4) スライド 53 に「アメリカにおけるバイオエタノール生産コストの推移」のグラフについて、そ  
の他のオペレーションコストが上がっているがその要因は？

(A4) その他のオペレーションコストには労賃や輸送コストなどが含まれる。また、説明では省略した  
が、副産物である DDGS（トウモロコシ蒸留かす）を売却した場合にはもっとコストが下がり、リッ  
ターあたり 0.492USD が 0.41USD になると言われている。しかし、DDGS は期待されているほどには  
流通していない、売れていないという話もあり、今回のグラフでは DDGS の売却益を含んだ値はあ  
えて示さなかった。

(Q5) 第二世代バイオ燃料の技術開発の話が最後にあったが、技術開発の課題について具体的に何が問  
題になっているのか？

(A5) あまりに課題が多すぎて問題はひとつに特定できない。米国エネルギー省の担当者が送ってきた  
セルロース系エタノールの課題に関する資料によると、課題が 10 くらい挙げられていた。例えば、  
原料のスイッチグラスを誰が生産するのか、穀物価格の高騰の一方で、スイッチグラス生産への補助

は一切ないのが現状でだれが生産するのか。また、収穫コストをどうやって低減させていくか、収集の仕方が悪ければライフサイクル CO<sub>2</sub> で排出になってしまう。それから酵素のコスト、どういう酵素をつかえばいいのかも問題。バイオリファイナリーを小型化していても水の問題、技術的な問題などいろいろある。投資のリスクもあり、ビル・ゲイツなど大型投資家は実際にはブラジルに投資している。いまはややチグハグな状況で、リファイナリーと政策が先に走ってしまい、実際の技術や原料が追いついていない。酵素や技術のpatentの問題もある。また、アメリカに研究資金が集中している関係で、優秀な科学者がどんどんアメリカに集まる傾向がある。

(Q6) ブラジルのエタノール生産コストの価格優位性が落ちてきているというお話があったが、その傾向はさらに続くのか？ また、国際的な価格優位性が落ちた場合にどのような問題が生じるのか？

(A6) 実は、生産コストについては 2000 年頃からほとんど変化はなく、変化しているのは外国為替（ドル）の影響による。国際的な価格優位性が低下していった場合、ブラジルとしてはわざわざ海外に出す必要はないという考え方ができる。実際、国内需要が堅調で、フレックス車の普及が急速に拡大している、ブラジル経済が好調でローンが組みやすくなっている。毎年、ブラジルに行きたく思うのは、年々車が新しくなっていて、車の台数が猛烈に増えていて、人々の暮らしがだいぶよくなっていることである。ブラジル政府はバイオエタノールの国内需要予測を見誤っており、フレックス車は 2006 年に登録台数の 30%と予測していたが、2007 年に既に 40%に達している。2008 年には 47%に達するとされている。政府が毎年普及予測を改訂せざるえないほど、普及が急速に拡大している。つまり、これによってバイオ燃料の国内需要はどんどん伸びている。そうするとわざわざ海外に出さなくてもよいのではないかということになる。ブラジルは国際的には輸出拡大を掲げているが、国内需要がこれだけ喚起されている状況では国内を優先するということになるかもしれない。

以上

記録者：齊藤修