

## 日本におけるバイオ燃料生産の意義と役割

杉山道雄・山澤和子

### 1. はじめに—研究の課題とその背景

近年、世界でバイオエタノールの生産が注目されている。ブラジルで最も早くから生産に取り組み、アメリカがそれに次いでいる。EUでもアジアでもバイオエタノール生産が普及拡大し、それに関する賛否の議論が多く排出している。それは食料を燃料に回すことの是非であり、わが国でのエタノール生産はすべきでないし、輸入するべきであると、そのため、関税率を引き下げるべきであるなどの議論である。

本研究は日本におけるバイオ燃料生産の意義をどのように理解すべきかその意義と役割を検討することを目的としている。これを取り上げる背景としてはドイツ・ヴェティタ大学のハンス・ウイルヘルム・ウイントフォルスト教授との議論によって触発されたこともあるがいくつかの要因が挙げられる。①急騰する原油価格とそれに伴うガソリンなどの輸送用燃料価格の上昇に伴う代替燃料の模索、②中東諸国へのエネルギー依存の高まり、エネルギーの海外依存率を引き下げること、③とりわけエネルギー海外依存率95%の日本にとって国産の「栽培するエネルギー（山家氏）」への期待は高まっている。④化石燃料はその有限性ゆえにいくつかの試練を経て太陽光や風力利用などの自然エネルギーやバイオエネルギー利用に転換を進めるべきである。⑤わが国は自然エネルギー利用が国際的にも遅れている。太陽光とか風力利用技術を海外に輸出しているにもかかわらずである。また⑥温暖化防止のためここで取り上げようとする植物のエネルギー利用への転換であるがこれは極めて農林業の問題である。農業分野で稲作の減反政策により遊休化している農地や耕作放棄地が100万haに上るのでこれを利用する必要性が生じてきたといえる。⑦また国土の70%を占める林地を利用して非穀物系セルローズ利用のエタノール化を進める必要がある。将来の化石資源枯渇から別の資源を利用しようとするなかでバイオエネルギー利用は環境問題と深い連携関係がある。バイオエネルギーへの転換はカーボンニュートラルという排出するCO<sub>2</sub>の総量を低める作用があるとの議論がある。わが国のエネルギー自

給率は極端に低い。バイオエタノールが海外で生産されれば輸入先を多元化し、関税率を低下させればよいとの見解ははたしてどう理解すべきであろうか。

### 2. 研究の方法

筆者は農学と食品学を専攻するものであるが農用地の利用と穀物生産が食料を侵食するのではないかという議論の中で一般論ではなく具体的にわが国でどのような意義があり役割があるかを既存の資料を利用して検討したものである。なお本研究の一部は平成20年度中部農業経済学会で報告したものである。

### 3. 世界主要国での動向—日本以外の国で生産が進行

世界のエタノール生産量は表—1によれば3630万トンでアメリカが35%、ブラジルが34.8%と続いている。ところが日経新聞によると2007年にはさらに増加してアメリカ、2608万トンで第1位、ブラジルが2020万トンで第2位、EUが406万トン、中国、375万トン、インド、230万トンなどである。

商業的エタノール生産は1970年代後半にまず、ブラジルで起こり、数年後アメリカに移っている。ブラジルでは砂糖キビが原料として使われているがアメリカではトウモロコシか高粱を原料としている。これは今世紀に入り、バイオ燃料生産は急速な成長期に突入したことを示している。ブラジルやアメリカとは別に欧州でのエタノール生産は数年遅れている。

EU諸国はエタノール生産というよりもバイオディーゼル生産に集中するものとして進めてきた。それはEUにおいて近年、ディーゼル車の普及がコンスタントに増加していることである。ヨーロッパではガソリンに比べてディーゼル油の価格が安く、その上、ディーゼル車の税金が安いこと、この二つのことがバイオディーゼル生産の推進要因となってきた。

EU諸国ではコーンサイレージからのバイオ燃料生産と養豚場からのスラリーから作成することが特に発展した。ブームはEU会議でメンバー国に対し、バイオ燃料使用を要請する指令が発表された2003年から始まっている（EU指令2003/30）。EUの幾つか

の国はバイオガスから電力生産をする追加法を通過させた。今やバイオ燃料生産は農家にとっての魅力的な収入源となったのである。

中東の原油輸出国としての政治的不安定性、また持続する地球温暖化の脅威と同様石油は政治的武器として使われる恐れがある。今世紀中ごろの気候変動のシナリオは2007年IPPCパネルで発表されている。第1は、世界におけるエタノールとバイオ燃料生産の展開、第2はアメリカとEUのバイオ燃料生産、その必要耕地面積を年次別に比べてみよう。第3は畜産におけるバイオ燃料生産からの副産物、さらに日本におけるエタノール生産について述べよう。

表－1 世界におけるエタノールの10大生産国(2007)

国名	エタノール生産量 (1,000トン)	割合(%)
アメリカ	12,733	35.1
ブラジル	12,623	34.8
中国	2,998	8.3
インド	1,340	3.7
フランス	907	2.0
ロシア	591	1.6
ドイツ	340	0.9
南アフリカ	307	0.8
スペイン	278	0.8
イギリス	275	0.8
10大 国計	32,208	88.9
世界 計	36,282	100.0

出典：Hans W.Windhorst:文献(1)より

エタノールの10大生産国は世界総生産量の88.9%を占め、その70%はアメリカとブラジルが占めている。世界の現状から見れば次のようなことである。

- ① 世界の2005年から2015年までのエタノール生産の増加はアメリカのトウモロコシとソルガムほか穀物に必要なとされる耕地の2倍以上が必要となろう。
  - ② バイオディーゼル生産に必要な耕地は2005年から2010年までに314%増加する。最大の増加はEUの330万ha、ついでマレーシアとアメリカのおおの170万haの増加である。
  - ③ ブラジルではサトウキビ面積は計画された生産増に見合うとすれば39%の拡大が必要である。来るべき数十年はバイオ燃料生産時代となるであろう。
- アメリカとEUの2017年及び2030年の新目標は

両地域ともバイオ燃料の9,500万トンから1億トン生産となるであろう。

#### 4. 温暖化防止とエネルギー自給の現状

バイオエネルギー問題はいまや、地球温暖化防止、エネルギー確保、自給率の向上、農村活性化など積極的な面と世界各地での食料暴動や危機が叫ばれている中で今国会ではバイオ燃料法案が通過したことは、ひとつの歴史的方向を提示したとみてよいだろう。

第1に地球温暖化に対して再生可能なエネルギーとしてまた、CO<sub>2</sub>を排出しないエネルギーとして評価しようとする世界的な動きである。バイオエタノールとはバイオマスから製造されるエタノールのことでバイオマスエタノールともいう。原料となるバイオマスとしてはとうもろこし、サトウキビ、小麦などの農作物、その加工などで発生する副産物や木材などが利用される。さしあたり、ブラジルではサトウキビがアメリカではとうもろこしがEUでは麦、甜菜、菜種、マレーシアではココヤシなどが使われているが原料が食用作物であるとうもろこしや大豆であると人間食料と競合する。木材、古紙などセルローズ系の原料であると食用と競合しないので大いに役立つのである。

エタノール生産は1970年代後半にブラジルで、その後アメリカで開始された。この二つの国と対照的にEU諸国はバイオディーゼル油に集中させてきたのはディーゼル車の税金も安く、ディーゼル油の価格も比較的安いためである。数年後、バイオ燃料が急速に増大し始めた。これはトウモロコシや油糧作物がエタノール工場やバイオディーゼル用に栽培するための耕地面積需要が高まってきたからである。ブラジル、アメリカ、EU、中国、インドそして東南アジアの諸国でも将来のバイオ燃料生産の見通しから耕地需要がさらに高まるであろう。このことは畜産・家禽用の飼料価格を高めるだけでなく、食品価格暴騰となることで最近の四川地震やサイクロン被害がそれに拍車をかけている。つまり、バイオエネルギー生産が世界的に波及するにつれて食品価格が高騰し、食品産業への影響が大きくなっている。

#### 5. アメリカの動向ーバイオでエネルギー自給と農村リネッサンス

今世紀の終わりまでの気候変動の最近のシナリオは、バイオ燃料等の急速な展開となっている。その動きをまずアメリカで検討してみよう。ブッシュ大統領

領はアメリカの現状のエネルギー自給率60%を80%に引き上げ、中東など海外石油依存をやめよう、または少なくしようとする政策をすすめている。その政策の柱がバイオエタノールで、米国・中西部のとうもろこし地帯をエタノール生産地帯に変貌させてきた。それは今まで中西部の農民はアメリカの典型的な家族複合経営地帯で作物と畜産の複合経営であったがとうもろこしを単作経営化で、それを巨大な世界的企業である穀物商社に販売していたが価格が十分高いものでなかった。価格の不安定性は単一経営では農業所得の低下をもたらし、経営を不安定なものとしていた。そうした中でとうもろこし価格が食料、飼料のほかに燃料価格を見比べながら販売することができるようになった。そのことから、食料と燃料生産の複合経営に回帰し、とうもろこしを自らの組織する農協や共同経営体に売り、そのエタノール工場で製油して自分たちの自動車やトラクターを走らせる燃料として利用した。このエタノール工場には補助金が出されている。ここで農民の収入は穀物とそこで生成されるエタノールの販売と利用のほか、DDGS (Distiller's Dried Grains with Solubles の略、トウモロコシ残留粕など) という副産物が同時に生産され、家畜の飼料となるのである。結果として農民の収入は増大した。経営内での中間生産物であるDDGSはエタノールが主生産物 (Main product) であると農民はDDGSを副産物 (By-product) と呼ばないで共同生産物 (Co-product) と呼んで高く評価している。また今までアメリカ中西部で食料と飼料を生産していたが食料と並んで燃料を生産する複合経営に回帰するようになり、農民は収入が増加したばかりでなく、副産物が共同生産物として有効に利用できること及び地域内に農村工業が盛んになることなどで単にブームに終わるのでなく、バイオ・ルネッサンスと呼ばれ、農村バイオ革命といわれているのである。これはまさに農村活性化をもたらす農村革命としての位置づけである。ミネソタ州を皮切りに大統領指名演説に赴いたオバマ候補はバイオ政策に賛成したのである。

## 6. EUの取り組みと2020年及び2030年計画

ついでEUにおける環境問題の取り組みをみよう。EUではCO<sub>2</sub>を出さない自然エネルギーに依存するものが多いがそれに次いでバイオエネルギー利用をすすめ、化石燃料割合を低めて温暖化防止を進めようとする積極的な動きである。EUの政策で特筆すべきことは地球温暖化防止に関して2010年、2020年、

さらに2030年の具体的な計画を持っているのである。

表-2 シナリオ I. EUにおけるバイオ燃料生産と必要土地面積予測—2010年

シナリオ2010: バイオ燃料生産と耕地面積必要量
バイオ燃料生産量: 2,400万トン 予測: 50%を国内生産、50%を輸入すること 総消費量の内、5.75%のバイオ燃料を生産するものとする (指令2003/30/EU)
総耕地面積必要量: 1,500 ~ 1,800万ha EU(27)の総耕地面積におけるシェア: 13 ~ 15% 50%を国内生産とすると825万ha = EU (27)の耕地面積の7 ~ 8%となる
825万haのうち400万haはセットアサイド用地、300万haは新規開墾 125万haは前砂糖大根生産用地から (EUにおける新市場命令による)

\*出典: Hans W. Windhorst: 文献 (2) より

表-3 シナリオ II. EUにおけるバイオ生産と耕地需要予測—2030年

2030年へのシナリオ: バイオ燃料生産と耕地面積必要量
バイオ燃料生産の新目標: 総燃料消費量の25%を生産するものとする
総耕地面積必要量は6,500万haないし7,500万ha これはEU(27)における耕地面積のシェアは60% ~ 70%となる EU内で50%を生産すると3,600万ha = EU(27)の総耕地面積の31%となる
公開質問
1. 新技術を使用して耕地面積を減らすことができるか BTL (バイオマスからバイオ液)
2. 飼料生産や食糧生産への影響は何か
3. バイオ燃料貿易や国際市場におけるバイオ燃料の価格展開はどのようなものか

\*出典: Hans W. Windhorst 文献 (2) より

そうした地球温暖化やエネルギー自給率向上論などのマクロの政策ばかりでなく、農業生産者、食糧生産者の立場はどうであろうか農業生産の歴史の中でどのように位置づけられようか。

そうしたなかで日本はこうした地球環境問題、エネルギー自給率、農村での役割を考えた場合、どう考え、どう対応すべきであろうか。

バイオエネルギーに関して近年大変話題を投げかけている。それは第1にバイオエタノールが再生可能エネルギーとして石油など化石エネルギーに代わるものとして地球環境問題の解決に一役はたすことである。日本政府も低炭素時代と呼び、去る洞爺湖サミットでこれを全面的に取り上げた。第2はそれによ

り、エネルギー自給率を高めることである。第3に農家が食糧ばかりでなく、エネルギー生産をすることにより、収入が増大することが出来るからである。それにも係らず、そのために大量のとうもろこしやマイロなどの飼料用穀物をエタノール向けにまわすことはひとつの新しい流れであり、それが定着する為にはいくつかの解決すべき問題がある。それは第1に飼料価格の高騰を招くのであり、断固反対という畜産農家からの声であり、各地で反対集会が行われている。それは飼料価格の高騰により、畜産物価格は、確かに牛乳もバターも卵も食肉も価格が軒並み高騰したのである。これは第2に畜産物にとどまらず、食料品価格の高騰として日本の食卓を危機に追い込んだのである。第3にそのことは世界の開発途上国での飢饉が長期化し、飢餓人口が増大することとなり、ソマリアなどサハラ以南の国々での食糧危機が深刻化したのである。世界の最貧国の飢餓が飢饉となりそれが食料暴動となり、国際的な食糧援助を必要とする食糧危機を引き起こしたのである。

最貧国での飢餓人口の増大が長期的な慢性飢餓となり、食糧危機となるが、その原因がサイクル的な台風、サイクロンなどの気象災害や地震等の天災からでなく、燃料需要であるところに特徴がある。こうした動きは「人間食料か自動車燃料か」というテーマとして人間と機械とを対立させるものとして議論がなされてきている。日本はバイオエタノールの材料であるとうもろこしもなければマイロも少ないそのことからバイオエタノール問題はそれほど関心をもたれてこなかった。地球温暖化を食い止める為にCO<sub>2</sub>発生を食い止める為に日本は京都議定書を遵守する為にまた洞爺湖サミットで最重要課題としてとりあげられていた環境問題対策としてエタノール問題があり、バイオエタノール法案がようやく、本年5月23日に国会で承認されている。日本のそのような状況にもかかわらず世界ではバイオエネルギー生産がどんどん進行し、その計画が2020年、2030年の具体策として計画が進められている。その状況を詳しく眺めてみよう。

ブラジルは2015年にバイオ燃料を2,500万トン生産する計画である。中国は2020年に1,100万トンの生産を拡大したいとしている。

高い成長率がまたインドネシアとマレーシアで期待されている。バイオ燃料は中国への輸出と同様に国

内市場のために生産される。これらの計画は多くの問題を発生させるが簡単に見てみよう。

## 7. 日本における自然エネルギー利用はどうか

日本の現状をみると日本では太陽光や風力利用などの自然エネルギー利用は少なく、石油依存であるばかりでなく、95%も外国からの輸入依存である。日本における風力や太陽光利用の技術は優れているにもかかわらず、その技術は輸出しても国内での利用は少ない。しかし、日本はとりわけ、太平洋側での年間晴天日数は多く、農村では太陽光発電がすすめられる。太陽光利用の温水器はあまねく普及したが同様に太陽光発電もJAを中心として農村部に普及してよいものである。日本の技術力をまず農村に生かすべきである。個々の技術ばかりでなくその技術を総合するシステム技術が必要なのである。つまり、それら先端技術を実用化し、応用する技術が大切なのである。日本のエネルギー自給率は5%で食料も40%でも低い。これでは不測の事態に際して対応できないばかりでなく、さらに上記の自然エネルギーを利用すべきである。日本は自然力も恵まれているばかりでなく、その技術力もすぐれているのである。これについては直接的課題でないでこれ以上触れない。只、経済力で食料も燃料も世界中から輸入すればよいとしているが、バイオ燃料についても輸入先多様化論や関税引き下げ論が唱えられているがこれでは将来が危ぶまれる。後で述べるように減反政策や放棄地が多い中で未利用地を活用してエネルギー生産をすることが望まれるのである。

温暖化防止ばかりでなく、エネルギー自立の為にまた農業農村の活性化のためにもバイオ燃料生産を推進するべきである。

## 8. 日本で農村活性化を考えよう！

現在アメリカで生産されているとうもろこし、大豆はその4分の1はエタノールにまわされている。それは5千万トンにも及び、輸入国の食料価格を高騰させている。日本に輸出される穀物の2倍以上である。その価格高騰が津波のように世界を襲っているのである。それは発展途上国の食料飢餓が飢饉となり、さらにそれが食料危機として全世界に波及しつつあるのである。それについて穀物はエネルギーの前にまず、食料に、また飼料に回すべきであるとの意見が多い。それに対してエタノール仕向け量はアメリカでは変わらなかった。アメリカの経験ではアメリカ自体の

エネルギー自給率を高めるばかりでなく、中西部の農民の所得の確保や農村の活性化を与えたのである。この状況を単なるブームではなく、バイオ・ルネッサンスとよばれる農村革命なのである。EUではどうか。EUは食料危機に対してEUの減反政策を中止して、500万haを作付けしようとしている。この500万haは日本の総耕地に等しい。さて日本はどうであろうか。

日本はいち早く、食糧援助を申し出た。食糧生産国ではないので1億ドルの援助である。日本は食糧自給率が低いばかりでなく日本農村の衰退はこの上なく進行している。後継者も少なく、高齢化し、農業従事者の高齢化が進んでいる。いつ廃村化するか瀬戸際である。そうした限界集落が5000箇所にも達するという。他方日本の農地には耕作放棄地30万ha、稲作減反地70万haにも及んでいる。私見ではあるが日本におけるバイオ燃料最適作物は何かといえば米ではなく、サトウキビでもなく、サツマイモであると考え。サツマイモは江戸時代、青木昆陽が救貧・救荒作物として導入したばかりでなく、戦中・戦後の食糧自給に貢献した作物で燃料仕向けにも経験がある。そうした温故知新も大切である。いままでは食糧として重要作物であったが今回燃料原料作物として光を当てたい。これはサツマイモが米の5～6倍の収量があるばかりでなく、水田でも畑地でも栽培できる。休耕地や限界地で林地化している限界地でもサツマイモであれば容易に栽培が可能であるばかりでなく、人手もかからない。農村地域でエタノール工場を経営し、自らの野菜を自給するように自らの車を生産したバイオ燃料で走らせてよいのではなかろうか。これは車ばかりでなく、トラクターも走らせるのである。これはブームでなく、ルネッサンスなのである。しかも地球温暖化防止政策を進めるのによい。さらに副産物は飼料に仕向けられる。By product(副産物)でなく、Co-product(共同生産物)と呼ぶのである。これらは総じて農業農村の活性化である。広くは食料燃料が自立するばかりでなく、食料燃料の自立は農の自立であり、活性化することである。

## 9. むすびーバイオエタノール生産の意義と役割

バイオエタノール生産は第1に人類共通の課題である地球温暖化防止のためのCO<sub>2</sub>削減のために化石燃料でなく再生可能エネルギー利用としての意味がある。これは低炭素利用時代として意義づけられる。これは太陽光発電など自然エネルギー利用を進め、さらにバイオエネルギー利用が大切であることを示して

いる。

第2にアメリカで進められているようにバイオエネルギー生産は一国のエネルギー自給政策をすすめ、安易なエネルギー海外依存を低めることである。

第3にこうしたマクロの側面ばかりでなく、ミクロな側面をみる必要がある。農業の立場から見ればアメリカ・中西部の農民は穀物メジャーへ穀物を大量に安く売り渡すばかりであったが燃料用として販売できるようになり、自分たちの農協のプラントで製油し、自分たちで利用できる。つまり、農業は食糧生産プラス燃料生産への変化である。単一生産から再び複合生産になり、平面生産から立体経営になったのである。

第4に農業は食料、燃料の双方生産でいずれか高い価格のほうに売ることが出来る。第5にその副産物はDDGSとして飼料として利用できる。第6にこれを従来の副産物(By-product)としてでなく、共同生産物、Co-productとして利用されるのである。その意味でも結合生産であり、複合経営化が可能である。

第7にこれは今まで疲弊していた農村を活気付けるものとして単にブームでなく、バイオ・ルネッサンスと呼ばれるものである。

第8に日本では農村も疲弊し、挙家離村して集落が消滅寸前の限界集落も多い。耕作放棄地も37万haにも上り、減反地も80万haにもものぼる。こうした耕地を利用して、燃料作物を作る。

第9に燃料作物には水稲もあるがその5～6倍も収量がある甘藷が推奨される。甘藷は収量が多いばかりでなく、栽培が容易であり、その上、水田ばかりでなく、水周りの悪い土地や畑地でも、傾斜地でも栽培が可能である。5000箇所といわれる限界集落地域でも活性化できるだろう。

第10にこうした燃料作物を利用して農村地域に農村工業を起こし、農村活性化し、まさに農村ルネッサンスとなるのである。5月23日成立した日本バイオエネルギー法がさらに農村活性化のシンボルとなることを期待したい。

The Role and Significance of Bio-Energy  
Production in Japan

By Michio Sugiyama and Kazuko Yamazawa  
Department of Food and Health, Tokai-Gakuin  
University,

Summary

Bio-energy production such as ethanol has increased in Brazil, U.S.A., EU and some other countries. The original crop is sugar cane in Brazil, corn in U.S.A. and sugar beets and rapeseed in EU countries. The significance of bio-energy production is a shift from petroleum oil to bio-production due to the shortage of oil resources in the world. Additionally, this production also saves countries from their dependence of oil on oil-producing countries, especially the Middle East countries.

Bio- production has resulted in a shift of land utilization from left-sided land to cultivated, a shift from single enterprise to double enterprise such as in a crop-only business to a crop and oil ethanol business. Also its by- product named DDGS. is used in feed for animal enterprises such as cattle hog and chicken raising enterprises. In Japan, left-sided rice fields will be used for oil-crop enterprice by cultivation, even in paddy fields as well as upland fields for sweet potatos and potatos, even if they are in mountainous areas. so that the farmer's income will be stable. Therefore, bio-energy production will play a significant role for farmers even in rural areas in Japan.

参考文献

1. H.W. ウイントフォルスト、杉山道雄訳：バイオエネルギー生産の鶏卵生産への影響 畜産の研究 62-1.2008. 169～175.
2. H. W. ウイントフォルスト、杉山道雄訳：バイオエネルギー生産ブームの世界鶏肉生産への脅威 畜産の研究 62-2. 2008. 248～251.
3. 小泉達治：『バイオエタノールと世界の食糧需給』筑波書房. 2007年7月、1～231.
4. 山家公雄：日本型バイオエタノール革命—水田を油田に変ええる市域再生 日本経済新聞出版社 2008年6月、1～230.
5. 杉山道雄：エタノールブームと食の自立、鶏鳴新聞 1678号、2007年.
6. 杉山道雄：バイオ燃料—日本でも本格生産を 岐阜新聞、2008年.
7. 杉山道雄・山澤和子：日本におけるバイオ燃料生産の意義と役割、中部農業経済学会第78回大会発表資料 2008年6月.
8. 日本学術振興会・地球環境・食糧・資源のための植物バイオ第160委員会：直物バイオで宇宙船地球号をレスキュー 直物バイオが食糧・環境問題を解決する一、2008年9月13日資料 1～19.
9. 川島博之：世界の食糧生産とバイオマスエネルギー 2050年の展望 東大出版会 2008.1～295.
10. 柴田昭夫：エネルギー争奪戦争.PHP研究所 2007.7.12. 214～235.
11. 金子 勝・マンドリユー・デヴィット：環境エネルギー革命 アスベスト 2007.7. 1～270.
12. 紙谷 貢編著：食料とエネルギー、地域からの自給戦略 エタノールによる資源利用の競合と今後の方向 農山漁村文化協会 2008.5. 1～153.
13. 梶井 功編：世界の穀物需給とバイオエネルギー 農林統計協会 2008.5. 1～235.
14. 大野泰弘：バイオエタノール最前線 工業調査会 2008.5. 1～267.
15. 坂内 久・大江徹男：燃料か食料か バイオエタノールの真実 日本経済評論社 2008. 1～286.