

# バイオマスエネルギーの将来展望 —新クリーン産業としての期待



横山 伸也 (よこやま しんや)  
東京大学大学院  
農学生命科学研究科教授

## 1. はじめに

バイオマスは再生可能エネルギーの中でも唯一の有機性資源である。このことから、化石エネルギーの代替資源として有望視されている。その反面エネルギー密度が低く、一般に食料と競合し、収集・運搬が困難であるといわれている。現時点では、わが国のバイオマス利用率は低く、1次エネルギーの1%以下であり、このうちのほとんどが紙・パルプ工業での黒液の利用によるものである。このようなバイオマスをどのように利用すれば、産業として有望になるのであろうか。何よりバイオマスを利用する上で重要なことは、バイオマス資源を生み出す林業や農業が健全で持続的な経営でなければ、持続的なバイオマス利用はあり得ないということである。

## 2. 持続的な林業経営

わが国の林業は、昭和40年代に入ってから衰退の一途であり、住宅用の木材や紙・パルプ原料を輸入に頼っている。国土の3分の2が森林でありながら、木材の約80%を輸入に依存しているという異常な現象が続いている。ここで長期的な視野から、わが国の林業を再構築し競争力のある産業に再生することが、まずもって重要である。

わが国では林家の所有規模が小さいこと、これらの小規模所有林をまとめて伐採し大規模需要に結び付けるメカニズムが不在であること、流通経路が複雑であることなどの理由により、立木価格が異常に高くなっている。経済同友会環境委員会ワーキンググループの調査によれば、図1に示すように1m<sup>3</sup>当たり3,600円の立木価格が工務店に届くまでに約6万4,000円となっている<sup>1)</sup>。

従って、小規模経営の所有林を有機的に結び付けるメカニズムや、流通経路を簡素化にして中間経費を省く仕組みを作ることが急務である。流通経路の簡素化などは事業者自らが関与すべきものであり、関係者の一層の努力を期待する次第である。

図1 立木が工務店に運ばれるまでの価格変化



スウェーデンやオーストリアでは林業が大きな産業として育っており、バイオマスが1次エネルギーの中で大きな比重を占めるに至っているが、これもそれぞれの国の長年の試行錯誤の結果である。わが国でも長期的な視野に立って対策を講じれば、林業の再生は決して不可能ではない。

林業が健全なビジネスとして展開すれば、間伐材や林地残材などが安定して排出され、これらを発電やコジェネレーションなどでの有効利用により、さらに経営基盤が強化される。日本の家屋には、耐久性からいっても国産材が外国産に比べて優れており、国産材利用の促進が望まれる。

### 3. 耕作放棄地の有効利用

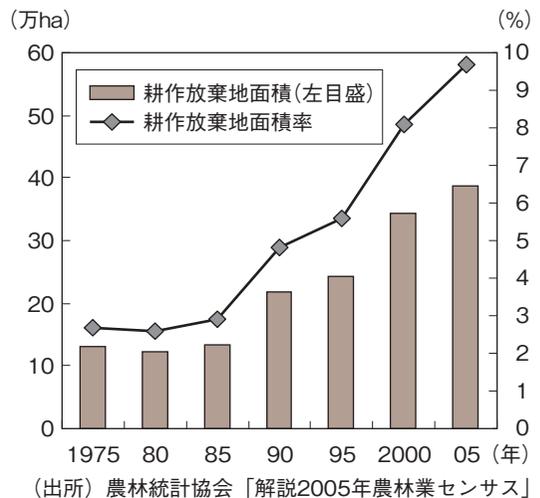
2005年の全国の耕作放棄地面積は約38万ヘクタールにのぼり、全農地に占める耕作放棄地比率は約10%となっている。耕作放棄地が増加すれば、洪水防止、水資源涵養、土壌浸食防止、気候緩和などの農地が果たしている多面的機能が失われ、荒廃地となることで農村の生活環境が悪化する。図2は耕作放棄地の面積と面積率の推移を示している。耕作放棄地の面積も率も共に年々増加している。

現在、国内における1人当たりの米の年間消費量はピーク時（1962年）の半分である60kgを切りつつある。このような米消費量の低下に加え、人口の減少や単収の増加もあいまって、耕作放棄地はさらに増加する恐れがある。今こそ主食用の米だけを前提にした水田稲作から、水田の多角的な利用へシフトするべきではなか

ろうかと考える。

上記のような背景の下、多収量稲生産、原料輸送、エタノール製造までのバイオエタノール生産システム（年産5万kl規模）を検討した結果、システムによって10アール当たり740ℓ生産できることから、耕作放棄地から280万kl生産可能で、E3（バイオエタノール3%混合ガソリン）に必要な量（180万kl）を十分に賄えることが明らかとなった<sup>2)</sup>。森田茂紀氏によれば耕作放棄地のうち、すぐにでも利用可能なのは12万ヘクタールあり、ここから稲からだけで、30万klのバイオエタノールが生産されると試算している<sup>3)</sup>。食料としての米生産の基盤を確固たるものにする意味でも、耕作放棄地での稲からのバイオエタノール生産を視野に入れるべきと考える。東京大学ではこのような視点から、

図2 耕作放棄地面積と面積率



ライスルネサンスともいえる「イネイネ・日本プロジェクト」を立ち上げている<sup>4)</sup>。

#### 4. タイにおけるバイオエタノール生産

東南アジアでも1人当たりの米消費量は減少傾向が見られ、一方で単収が増加し続け、将来は水田が余る事態が予想される。長浜靖明氏は食料用の稲は保持し、余剰農地に稲を栽培しバイオエタノールを生産した場合のポテンシャルを推定しようとした<sup>5)</sup>。この場合、<sup>かんがい</sup>灌漑、施肥、多収米の採用により稲が増産できると仮定した。

稲からバイオエタノールを生産するにあたり、玄米1トンから434ℓのエタノール、稲わら1トンから300ℓ、もみ殻1トンから264ℓのエタノールが生産されるとした。以上から、玄米1トンからホールクロップで792ℓのバイオエタノールが生産される。

また、タイでは雨季米の灌漑田の収量は非灌漑田の収量の約1.6倍である。従って、非灌漑田を灌漑することで米収量が1.6倍になると仮定した。タイ全土での米収穫面積は900万ヘクタールであり、灌漑率は25%である。タイ東北部では灌漑率は10%と低く、米収量も1ヘクタール当たり1.6トンと低い。ここでは、この地域の灌漑率を10%から40%と4倍に上げることができるとし、この場合収量は2.6トンになると仮定した。

施肥に関しては、わが国における1940年代と80年代後半のデータから、収量が1ヘクタール当たり3.2トンから5トンと約1.6倍になっていることから、タイにおいても施肥により1.6倍になると仮定した。現在、タイの化学肥料の施肥量は10アール当たり20kgと推計でき、ちなみに、これはわが国の10アール当

たり70kgの3分の1以下である。

米収量に関しては、わが国の平均玄米収量は1ヘクタール当たり5.3トンであるが、多収穫米では8~9トンのものもあり、これは現在の1.7倍である。そこで、タイにおいても多収米を導入した場合は収量が1.7倍になると仮定した。また、多収米は、灌漑され化学肥料を施肥した地域でのみ採用されるとした。

エタノール生産の方法として3つのケースを想定した。3ケースとも、食糧米の必要量は確保するものとした。また、3ケースとも食糧米については、稲わら、もみ殻も含めてエタノール生産には用いないとした。第1は、バイオエタノール優先ケースである。食糧米以外はすべてホールクロップでエタノール化する。第2は、飼料用穀物自給ケースである。食糧米に用いない米から食肉生産に必要な飼料を賄うものとする。この時、飼料米からは稲わら、もみ殻のみを使い、余剰米はホールクロップでエタノール化する。第3は、食糧優先ケースである。余剰米は玄米のまま残して、飼料米からも余剰米からも稲わら、もみ殻だけを使用してエタノール化する。これを図3に示す。

前述した3つのケースに対して、現在におけ

図3 ケース別の概念図

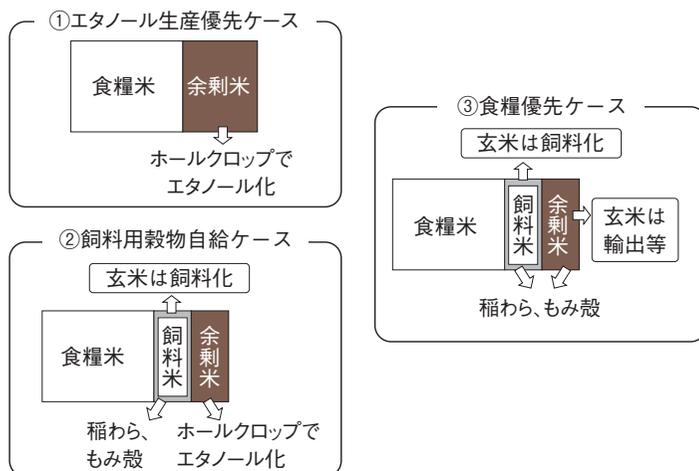


表1 ケース別のバイオエタノール生産量

対策			エタノール生産量 (万kℓ)		
灌 漑	施 肥	多 収 米	①	②	③
			エタノール生産 優先ケース	飼料用穀物 自給ケース	食糧 優先ケース
○			451	451	204
	○		1,051	1,051	475
○	○		1,769	1,769	800
	○	○	1,377	1,377	622
○	○	○	2,639	2,639	1,193

るバイオエタノール生産量のポテンシャルを試算した。3つのケースについて、灌漑、施肥、多収米による増産効果を検討した。ただし、多収米の導入については灌漑と施肥をすることが必須としたので、多収米単独のシナリオは除外した。これによって、3つのケースそれぞれのシナリオができた。結果を表1に示す。

タイ政府は2011年までに国内でのE10（バイオエタノール10%混合ガソリン）相当に該当する110万kℓを目標としている。また、わが国は600万kℓがE10に相当する。

この検討から以下の結論が得られた。

- (1) タイ政府の目標である110万kℓはどのシナリオでも達成可能。
- (2) 仮に、わが国のE10相当量の600万kℓを輸出するとした場合、タイ国内でのE10相当量を含めて710万kℓが必要になる。
  - 1) バイオエタノール優先ケースと飼料用穀物自給ケースでは施肥だけで可能。
  - 2) 食糧優先ケースでは、灌漑と施肥だけで可能。
  - 3) 食糧優先ケース以外では、2,000万kℓは灌漑、施肥、多収米の導入で達成可能。

もしも、稲わらやもみ殻のような非食料系バイオマスからエタノールを生産する技術が確立されれば、食糧優先ケースであっても灌漑と施肥だけで、わが国とタイのE10相当量である

710万kℓの生産を可能にできる。このようなポテンシャルを考慮すれば、わが国の技術移転によりアジア諸国との連携で双方に便益のあるビジネス展開が可能であり、大いに期待される。

## 5. おわりに

林業は、植樹してから製品になるまで50年もの年月を要する産業である。林業が衰退し間伐が適切に行われないうちに、森林の保水効果が失われ、水害などが起こりやすくなっている。また、山が荒れ放題で生物多様性にも影響を与えている。わが国に豊富にある森林を利用し健全な産業にするには多くの課題はあるが、国内産の森林資源を利用することは、建築材の安定供給、建設業の再生、雇用の確保、森林による二酸化炭素固定、洪水防止、生物多様性の確保、景観の保全などの効果がある。産官に加えてNPOや自治体との連携が求められる。

一方、農業に関しても増え続ける耕作放棄地の利用としての、稲からのバイオエタノール生産による農業の活性化が期待できる。わが国の稲作りの技術を東南アジア地域に移転することによる、バイオエタノール生産のポテンシャルは極めて大きい。グリーン・ニューデールとして、また新たなビジネスチャンスとして、わが国とアジア諸国との相互連携は意義のあることと考える。この可能性について、商社の関係者が関心を持っていただくことを期待したい。

### 【参考文献】

- 1) 経済同友会環境委員会ワーキンググループ資料 (2002)
- 2) 佐賀清崇、地域バイオマスを原料とするバイオエタノール生産システムの構築に関する研究、東京大学博士学位論文 (2007)
- 3) 森田茂紀、農林水産技術研究ジャーナル、P.31(1)、P.47~49 (2008)
- 4) 森田茂紀、化学経済、P.48~52、1月号 (2008)
- 5) 長浜靖明、タイにおける稲を原料としたバイオエタノール生産のポテンシャル、東京大学農学部卒業論文 (2007)