

世界の食料生産と バイオマスエネルギー —2050年の展望



かわしま ひろゆき
川島 博之

東京大学大学院

農学生命科学研究科農学国際専攻准教授

本稿は、7月1日に開催された第2回「資源高騰時代における食料安全保障」特別研究会の講演要旨を事務局でとりまとめ、講師のご校閲をいただいたものです。

1. 問題へのアプローチ

現在の学問分野は細分化が進み、その一つ一つを理解するのは容易でない。本日の演題である食料生産とバイオエネルギー生産の競合等は、さまざまな学問分野が扱う領域にまたがることになる。私は、多くの領域にまたがる問題に対して、いくつもの分野の研究者が共同して検討を行ったとしても明確な方向性を見いだすことは難しいと考えている。ひとつの分野の視点を通して、広く十分な量の情報を分析していくことが重要との考えを強く抱いたことから、先般、演題と同名の著書を出版したところである。

現在は、パソコンやインターネットの発達により、専門家でなくとも広く十分な量の情報を収集できる時代になったが、こうして収集した資料についてはマクロの視点で分析するよう心掛けた。マクロの視点とは、食料問題に関しては感情的に判断する方が得てして多くなる傾向があるため、それを避けるよう努めたということ、さらに自身の研究分野へ議論を誘導したくなるのを抑制し、客観的な記述に努めたということ、である。

また、世界の食料生産量には3つの条件が複雑に絡み合っていることにも留意した。その第1は環境である。具体的には農地面積、降水量、気温、土壌等の自然条件。地球が温暖化した場合に食料生産はどのように変化するかというのはここに該当する。第2に経済であり、その影響が生産量を決定付けている。第3に技術。これらに、世界各国の利害対立が入り込むことにより巨大な複雑系を構成しているものである。

2. 世界の土地利用

(1) 食料生産から見た地球の人口余力

地球を一隻の船と見立てて、果たして何名の乗組員が乗船（扶養）可能なのか、食料需給の観点から研究した資料は少なくない。結論としては360億人といわれており、地球の扶養可能人口は意外に大きい。さらに説明すると、世界には農地が15億ヘクタール存在する、ただ、このうち3億ヘクタールは休耕地とみられている。さらに、農地の拡張は11億ヘクタールまで可能であるというFAOの試算がある。拡張可能な地域は南アメリカやサハラ砂漠以南のアフリカが中心であり、これらの農地を有効に利用すれば世界全体で125億トンの穀物生産が可能だと考えられている。現在の生産量が22億トンであるので、現在の日本並みの穀物消費量（350kg

／年／人)で換算しても、360億人の扶養が可能であるとの結果が導き出せる。

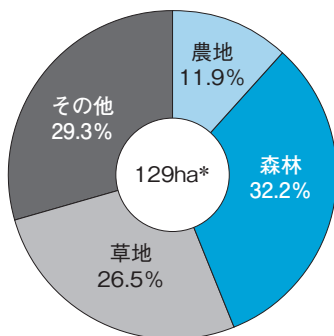
最近、バイオマスエネルギーが注目されているが、これについて申し上げたい。先のFAOの試算によれば穀物生産は100億トン程度の増産が可能であるので、この余剰穀物からバイオマスエネルギーを生産した場合には石油換算で30億トンに相当するエネルギーが生産可能である。現在、世界のエネルギー消費量は100億トン程度であるから、世界中の森林を伐採して農地を拡張し、穀物を増産してバイオマスエネルギーを生産したところでエネルギー消費量の3割程度しか賄えないことになる。つまり、バイオマスエネルギーは代替エネルギーとしての可能性はあるものの、現在、私たちが消費している化石燃料の膨大な量を考えた場合には完全な解決策にはならないということである。

食料との競合を引き起こさないセルロース系のバイオマスエネルギーを利用しようとの議論もあるが、現在の利用方法、技術開発の進捗よく状況を考えた場合、大きくは期待できない。

(2) 世界の土地利用

世界には129億ヘクタール(南極、グリーンランドを除く)の土地があり、そのうち11%強が現在農地として利用されている(図1)。残る3分の1が森林で、これと同程度で草地がある。その他に分類されるのは、ツンドラや山頂をは

図1 世界の土地利用



(注) *南極とグリーンランド除く

じめとする草木が生育しない土地である。私たちが食料生産に利用する可能性があるのは農地と森林である。森林は伐採すれば農地を造成できるが、草地は降雨量が少ないために食料生産には不向きである。商業ベースで大量に食料生産が可能なのは森林と農地である。ただし、森林を伐採するのは熱帯雨林の保護、生物多様性の維持の観点から問題にぶつかる。結局、現在すでに存在する農地をいかに有効利用するかが食料生産やバイオマスエネルギー生産を考察するうえで重要である。

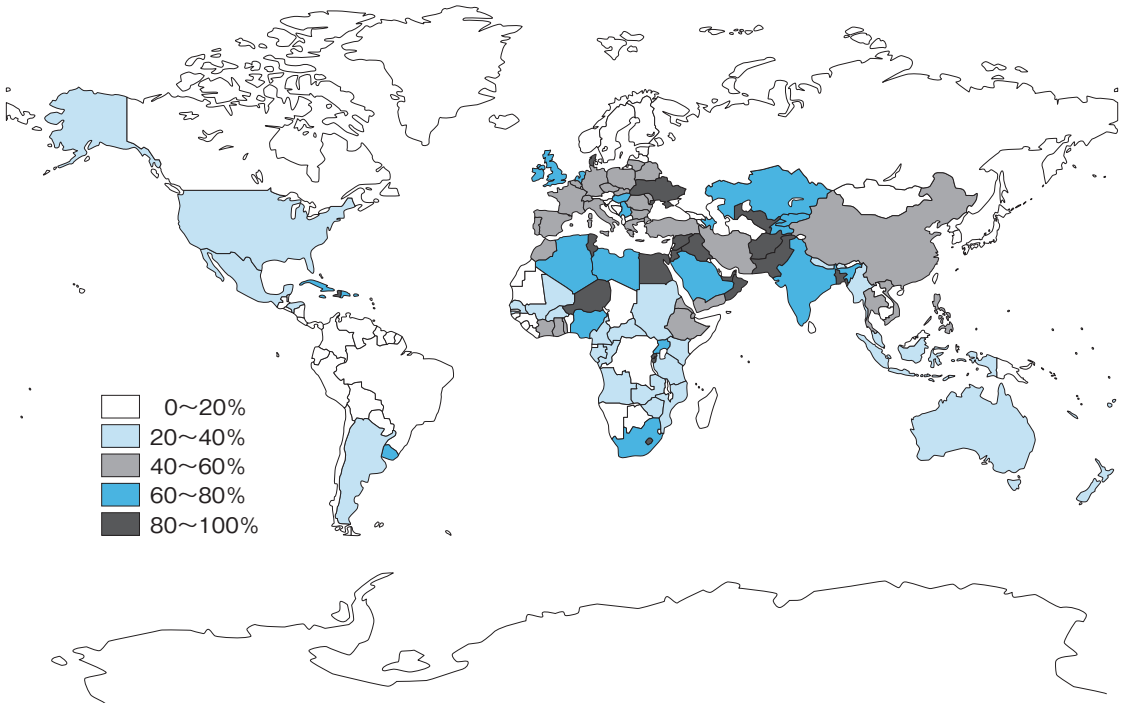
農地の分布を農地率で分類し、世界地図上に表してみると明りょうな図ができる(図2)。農地率とは、現在すでに存在する農地と今後、農地として造成可能な森林の面積の和を分母に、現在の農地面積を分子として計算する。つまり、農地率は農地として可能性のある土地のうち、どの程度を農地に造成したのかを意味する。これを地域ごとに計算してみると、ユーラシア大陸から北アフリカにかけて、人類が文明を興してきた地域で農地率が高いことが明確になった。人類の始祖の農業はメソポタミア(現シリア付近)に始まり、過去4,000年ほどの間に森林を伐採して農地を造成していったということである。逆に新大陸である南北アメリカ、オセアニア、サハラ以南のアフリカでは森林が残っている。

(3) 主要農作物の栽培面積の内訳

世界の農地がどのように利用されているのかを分析してみると(図3)、半分は穀物栽培に利用されている。穀物のうち主なものは米、小麦、トウモロコシであり、大麦、ライ麦、アワ、ヒエの占める割合は小さくなっている。

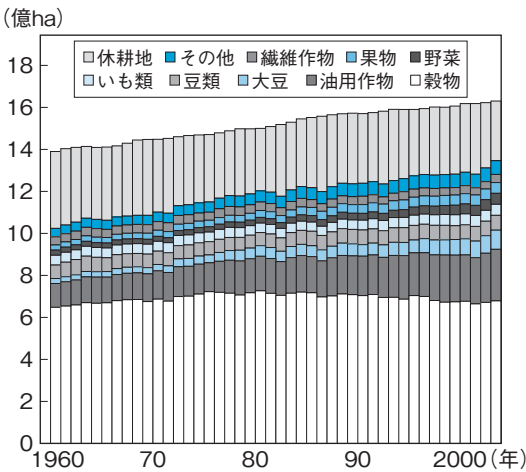
次に多いのは大豆を含む油用作物である。40年前に比べて現在の私たちの食生活が改善したのは肉類を摂取するようになったためといわれるが、同時に植物油も多く摂取するようになった。日本の「食料需給表」を見ても油脂類の消費が増加しているが、日本はこの部分を自給できていないため、自給率が低下する一つの要因

図2 農地率の分布



(出所) 「世界の食料生産とバイオマスエネルギー」 東京大学出版会

図3 世界の農地



になっている。このほか、野菜や果物、その他が占める栽培面積は全体の4分の1ほどで小さい。そして、同じく全体の4分の1を占めるのが休耕地である。休耕地は米国、旧ソ連、最近では東欧でも増加している。増加する最大の要因

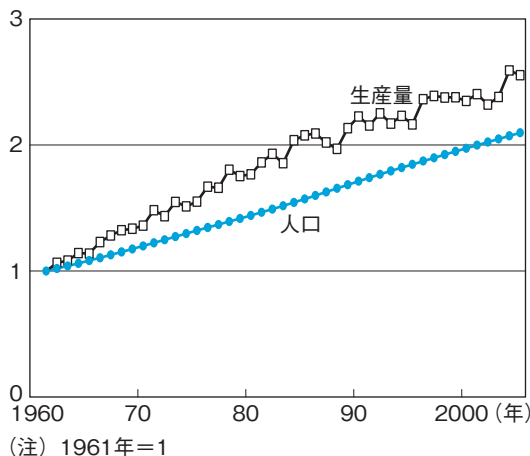
は端的に言えば経済的に見合わないからである。採算が合う状況になれば生産は増加する。世界の食料生産余力がないというのはかなりの俗説といえる。ただ、先進国では休耕地の増加が農村の過疎化を招くという問題を引き起こしている。

3. 食料の生産技術の進歩

(1) 穀物生産技術

1960年を基点として穀物の生産量がどのように変化してきたか、人口との対比で見ると、穀物生産量が人口の増加を上回って伸びている(図4)。70年代初期は、食料の価格が高騰し、現在と同じように食料危機が叫ばれていた。当時は、開発途上国の人口が増加する一方、世界の食料生産は増加しないため、食料危機が発生して価格が高騰しているということが現在と同様に言われたものである。しかし、40数年を経てデータを分析してみると、70年代は穀物生産量が不足して価格が上昇したのではないことが

図4 世界の穀物生産量と人口



分かる。当時の石油危機に追従する形で起きたものであり、同じような状況が現在、起きているものと理解される。

フランスでは小麦の単収が1950年からの50年間で6倍に伸びたのに対して、この間に人口は2倍しか伸びておらず、これによって小麦が余剰となる状況が発生した。穀物の単収増に最も貢献したのは化学肥料である。化学肥料を投入することにより単収を著しく伸ばすことが可能になった。単収の高い地域は、技術力の高い日本、それから米国、西欧であり、これらの国々が単収の低い国々に生産技術を移転すれば、単収を著しく伸ばすことができるだろう。

(2) 食肉生産

畜産技術は70年ごろから大きく進歩した。従来使用していた穀物飼料に代えて、たんぱく質の豊富な大豆の搾りかす（大豆ミール）を混ぜた配合飼料が導入され、家畜の原価、生産効率が改善していくことになった。これが、食肉生産が増加しても穀物飼料の消費量がそれほど伸びずに大豆ミールの消費量が伸びた原因である。その結果、開発途上国の食肉消費量が増加した場合には穀物飼料の消費量も爆発的に増加するとの懸念は現実とならず、穀物飼料の消費量は80年以降、ほぼ横ばいという結果になっている。

世界の食肉生産量は過去40年間で4倍に増加した一方、この間に人口は2倍しか増加していない。世界の1人当たりの平均食肉消費量は2倍になっている計算である。食肉の種類の中でも最近消費の伸びが強いのは、人口が大きく伸びているインド、それからイスラム圏で消費している鶏肉である。鶏肉はブロイラーが普及したことで効率的に生産することができるようになっており、今後も需要の伸びに十分耐えられよう。

他方で、人口が増加しているアジアでは、米国と比較して食肉を消費しない傾向が鮮明に出ている。日本は米国と比較して3分の1の消費量しかなく、中国も同様な状況である。東南アジアでは日本以上に消費量が少なく、インドはさらに少ない傾向にある。こうした状況を踏まえれば、今後も食肉需要は増加するものの、その増加は爆発的ではないだろうと思われる。

4. 食料価格の見通し

バイオマスエネルギーの原料価格と原油価格を比較してみたい。バイオマスエネルギー1トンを生産するには約3トンの農産物が必要になるので、これを換算すると原油と比較することができる。それを見ると、21世紀に入って原油価格が高騰するまで、バイオマスエネルギーの原料価格は原油価格を大幅に上回っていることが分かる。

食料価格は70年代前半に大幅に上昇した後はほぼ横ばいで推移してきた。現在の私たちの所得は、70年代と比較して名目上、5倍程度に増加しているので、食料価格が現在まで横ばいで推移してきたということは私たちが食料に支払う費用は5分の1程度に低下したということを示している。今回、原油価格が高騰したのを契機に食料価格が調整されたものと考えられる。過去のトレンドから見ると、今回、上昇した食料価格はここで高止まりして、また横ばいで推移していくのではないだろうか。食料価格が2009年、2010年にさらに高騰した状態で資源インフレに向かうという意見に対して、私は見解を異にしている。