

バイオマスエタノール



図1 サツマイモの収穫

著者の趣味は野菜の栽培、図1はこの10月に収穫したサツマイモで、9kg。期待していたよりもかなり少なめでしたが、至福のひとつきを味わいました。サツマイモは料理本に100gあたり132kcalとありますので、12000kcalの自然エネルギーを太陽光から得たことになります。ただし、これは人間が食した場合のエネルギーです。イモのままでは燃料としては使えないし、腐るのでエタノールに精製してからエネルギー利用されます。つまり純度100%の焼酎を作るのです。こうすればガソリンに混入させるなどで利用できます。バイオマスエタノールと呼ばれています。専門書にサツマイモ1トンから130リットルがとれるとありますので、著者の畑からは1.2リットルのエタノールということになります。これでは苗つけと収穫の2往復に要した自動車の燃料分にもなりません。

図2はサツマイモの畝、栽培面積は4㎡。ここに太陽光が降り注いで、光合成でエタノール1.2リットル分のエネルギーしか蓄えられなかったのです。葉の代わりに太陽光パネルを使ったらどれぐらいになるか気になるので、計算してみましょう。まずは気象庁が公開している日射量を使います。栽培期間の6月から10月半ばまでを足し算すると、日射量は560億J/㎡になりました。ここで、Jはエネルギーの単位で1cal=4.2Jと換算される単位です。栽培面積の4㎡をかけると2200億J。これが畝に降り注いだ太陽エネルギーで、サツマイモに換算すると40トン。たった9kgの収穫量に比べて、太陽エネルギーはすごい量です。光合成は非常に効率が悪いとも言えます。太陽光パネルの場合ですと、10%以上の効率と言われていますので、サツマイモ4トン以上のエネルギーが得られることになります。エタノールに換算すると520リットル。光合成よりも太陽光発電の方がけた違いに効率的ということですね。



図2 サツマイモの畝



図 3 アイオワでのトウモロコシ畑への施肥 写真:USDA

上の議論は素人栽培を根拠にしています。そこで、米国のトウモロコシと著者のサツマイモ栽培を比較してみましょう。米国は世界最大のバイオマスエタノール生産国です。年間 3.2 億トンのトウモロコシが 3300 万 ha の畑で栽培されています。この収穫は 1 m²あたり 1 kg、著者は 4 m²で 9 kg のサツマイモです。トウモロコシからエタノールはサツマイモの場合の 3 倍ほど生成されますので、エタノール生産で比較すると、米国のトウモロコシ

も著者のサツマイモも、ほとんど同じと言っていいでしょう。世界最先端の生産現場でも光合成は太陽光発電には遠く及ばないのです。

ところで、米国のトウモロコシ畑は日本の全耕地面積の 7 倍、日本の全国土と同程度です。そして、40%がエタノールの原料に使われていて、米国のガソリン消費量の 10%にも迫ろうとしています。「さすがアメリカ！CO₂削減でも世界一」ということなのでしょうか？

上で議論したように、バイオマスエタノールは太陽光発電と比べて極めて効率が悪いのに、米国ではなぜこれほどまでに普及しているのでしょうか、不思議です。太陽光発電は作ったらほとんどその瞬間に消費しなければなりません。エタノールは貯蔵することができ、飛行機や自動車など様々なところで、さらに発電にも利用できるという説明もあるようですが、それだけではとても納得できません。コーネル大学は 2001 年にバイオマスエタノール生産はエネルギー的に無意味であるというニュースを発しています。理由は、耕耘、種蒔、施肥、農薬散布、収穫、精製などに要する燃料が、生産されるエタノール以上に必要というものです。遺伝子組み換えなどその後の技術革新はあるでしょうが、疑問が膨らみます。

じつは米国の安全保障に関わる国策なのです。米国の石油消費は 70 パーセント以上を中東などからの輸入に頼っています。安全保障上、エネルギーの海外依存を引き下げて自給率を高める必要があります。そのための政策として、エタノールをガソリンに混ぜて使うことをガソリン流通業者に義務付けているのです。それは、2006 年に米国での石油消費量の 2%に始まりました。今年は 8%にも及ぶ量が義務付けられ、そのほとんどがトウモロコシからのエタノールなのです。さらに、エタノールは儲かるようです。米国上院では、バイオマスエタノールは原油価格が 1 バレル 60 \$ 以上なら減税などの補助は不要という提案がされています。現在は 90 \$ です。ガソリンが高いのでエタノールも高く

売れるのです。

「理由は何であれ、バイオマ
スエタノールは再生可能エネル
ギーで地球環境保全！」という
主張が聞こえてきそうです。し
かし、そう単純ではありません。
例えば、トウモロコシ栽培での
施肥(図 3)が、環境破壊の源に
なっています。図 4 は米国のト
ウモロコシ収穫量を緑色で示し
ています。ここで使用された肥

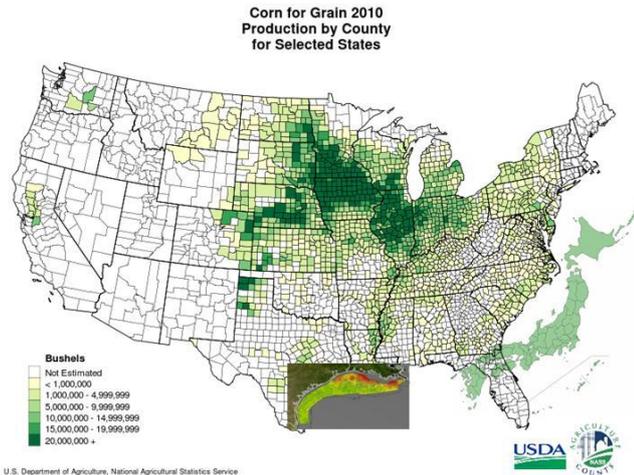


図 4 トウモロコシの収穫量分布(2010年)

料がミシシッピ川に流れ込みメ
キシコ湾へ、そして植物性プランクトンがこの肥料で育って開花します。図 5
左の赤色部は開花した植物性プランクトンを多く含む高汚染の海域を示してい
ます。プランクトンはやがて死に絶えますが、それをバクテリアが食べて海中
の酸素を使いきってしまいます。海洋生物が生息できないデッドゾーンの出現
です。図 5 右が酸素濃度の実測結果で黄色から赤色部が酸素欠乏域です。図 4
に日本地図と一緒にスケールを合わせて貼り付けてみました。規模の大きさが
実感できると思います。ただし、これらは 2004 年に発表されたもので、当時
のデッドゾーンは 1 万 km² 程度、現在では 2 万 km² (大阪府の 10 倍以上) に
も及んでいます。広大な米国でも深刻な問題で、5 千 km² に縮小が目標とされ
ています。しかし、今のままトウモロコシ栽培を続けるのでは、とても無理な

話でしょう。問題はこれだけでは
ありません。今年は干ばつでトウ
モロコシの収穫量が激減し、食糧
危機が騒がれています。それでも
エタノールをガソリンに混ぜて燃
やすためにトウモロコシが消費さ
れているようです。

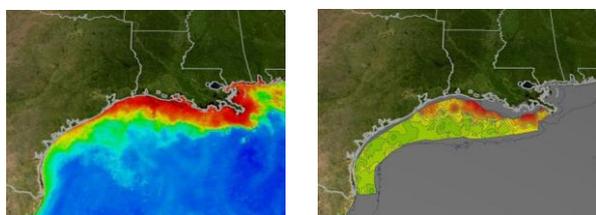


図 5 ミシシッピ川河口の衛星写真(左)とデ
ッドゾーン(右)。

NASA/GSFC・SVS(2004年)より

マイモ、おいしいですよ！

食物は食す物。これが問題解決
の唯一の道かもしれません。サツ

齋藤吉彦 科学館学芸員

参考

<http://www.usda.gov/> (米国農務省)

<http://www.alic.go.jp/> (独立行政法人農畜産業振興機構)