

こんにちは、ウィリアム・ムーマウです。タフツ大学の教授です。過去 19 年間に、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）評価報告書の執筆を 5 回担当した他、2011 年には、「再生可能エネルギーと気候変動緩和に関する特別報告書」の統括執筆責任者を務めました。

今日は、バイオマスはカーボンニュートラルである、という神話についてお話ししたいと思います。

バイオマスがカーボンニュートラルであるという考えは、いくつかの誤解と不完全な解析に基づいたものです。

この仮説は、簡単にまとめると次のような論理に基づいています。「植物原料を燃焼すると、大気中に二酸化炭素（CO₂）が放出されるが、代わりに新たに植樹すれば、同等の量の CO₂ が除去されて、その差を相殺する」というものです。しかし、これから詳しくお話ししますが、この仮説は間違っています。特に森林由来のバイオマスの燃焼を利用した発電は、カーボンニュートラルとは程遠いものです。

第一に、燃焼時に発生する熱量あたりの CO₂ 排出量は、石炭よりも木質バイオマスの方が多くなります。これは実証的に検証された化学的性質です。木質バイオマスのみで発電した場合、もしくは木質バイオマスと石炭を組み合わせで発電した場合、発電効率は石炭よりも低くなります。そのため、木質バイオマスによる単位発電量当たりの CO₂ 排出量は、石炭と比較して通常 50%ほど多くなります。

第二に、木材が燃えるのにかかる時間はわずか数分ですが、新たに植樹された木が CO₂ を吸収するようになるまでには、数十年かかります。そのため、木質バイオマスを燃焼させた場合の大気中の CO₂ の量は、木をそのままにしておいた場合よりも常に多くなります。木が一瞬で成長しない限り、エネルギーサイクルのこの部分がカーボンニュートラルになることはありません。

第三に、CO₂ 吸収による将来的な恩恵は、当面排出される燃焼時の CO₂ に応じて、割り引いて考えなければいけません。木の再生について年間 5% の割引率を適応した場合、14 年目のオフセット値は、1 年目の半分にしかありません。

第四に、燃焼時に放出されるものと同等の量の CO₂ を吸収する木を植えるという要件を強いる、あるいはその検証を要求する政策は存在しません。

第五に、火災、昆虫による被害、干ばつ、代替開発プロジェクトのための早期伐採などにより、バイオマスの再生能力が低下する可能性については、まったく考慮されていません。北米では現在、これらの原因により、広大な面積の森林が失われています。

第六に、森林の二酸化炭素量が一定になるよう、森林を持続可能な形で管理すれば、バイオマス燃焼による CO₂ 排出量はカーボンニュートラルであるという主張があります。植樹による森林全体の成長率と同等の比率で木を燃焼させることで、森林内の二酸化炭素量を一定に保つことは可能ですが、大気中の二酸化炭素量は、木を燃やさなかった場合と比較した場合、常に多くなるのです。

第七に、木質バイオマスには、木材の端材や廃材、間伐で切られた木、木材としての用途に適さなかった木などしか使用されていないともよく言われます。実際には、こうした木材は意外に少なく、その収集と輸送は難しい上に、高いコストもかかります。そこで、木質ペレットを製造するために、多数の木が丸ごと利用されているのが実情です。

第八に、森林の廃材はいずれ腐敗し、その過程において CO₂ を排出することになるという主張もよく聞かれます。繰り返しになりますが、瞬時の燃焼と比較すると、このような（自然の）過程による CO₂ 排出量のはるかに少なく、また自然の場合、CO₂ は大気中に放出されるだけでなく土壌にも吸収されることになります。

第九に、木材を伐採し、削り、ペレット状にした上、乾燥し、焼却場に輸送するというプロセスで使用される化石燃料は、そこから得られるバイオマスエネルギーの 15～20% を占めると見積もられており、これについても排出量として加算されるべきです。

第十に、バイオマス生産のために移動や除去を余儀なくされる植物や土壌に元々含まれていた二酸化炭素についても考慮されなくてはなりません。この量を、バイオマスを使用しながら復元するには、数十年から 100 年、もしくはそれ以上の時間がかかります。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、再生可能エネルギーを、「使用の速度と同じ、またはそれを超える速度で自然過程により補給される、太陽光や地球物理学的・生物学的資源から作られる、あらゆる形態のエネルギー」と定義しています。ところが、バイオマスは CO₂ 排出量の多い再生可能エネルギー源であり、補充される量よりもはるかに速い速度で採取・燃焼されます。

英国を含む欧州連合（EU）は、発電用のバイオマスをカーボンニュートラルであると定義しています。つまり、バイオマスは、明確な低炭素エネルギー源である太陽光や風力と同等の基準で捉えられているということです。

これは間違っているだけでなく、皮肉な結果をも生み出しています。燃料として木材を利用し、森林の伐採や劣化を招いている途上国は、気候変動を深刻化させているとみなされるのに対し、欧州や米国の大半の州では、最新のバイオ燃料の使用から生じる排出を、カーボンニュートラルとみなしているからです。

さらに、バイオマスに関する EU の現行の規制は、バイオマス燃焼時に放出される CO₂ に関して、エネルギー生産として燃焼する際には、化石燃料と同じくグローバルベースで計上する、あるいはそれ

ができない場合、土地利用変化として計上しなければならないとしている、IPCC の求める炭素会計方法と相いれないものです。

バイオマスを燃料として燃焼した場合の CO₂ 排出量を、EU がゼロとするならば、バイオ燃料を供給した国——往々にして EU 域外の国——は、その排出を土地利用変化による排出として計上しなければなりません。

しかし、いずれの場合も、地球の大気にとっては、排出量として加算されることになります。光合成による太陽光エネルギーの（電力への）変換と、バイオマス燃料による電力生産の相対的効率性を比較するのは興味深いことです。太陽エネルギーを太陽光パネルで直接電力に変換する場合と比べると、本来、光合成は非効率的です。木立における光合成効率は、ほとんどの場合、1%以下と推定されています。

この数値、そして、木質バイオマス燃料による電力への最大変換率 25%を考慮した場合、実際の変換効率は正味 4 分の 1 パーセントということになります。現在市販されている太陽光パネルは、変換効率が 20%のものもあり、単位面積当たりの効率は、バイオマスの 80 倍にもなります。

以上の理由から、米国環境保護庁（EPA）は、クリーンパワープランの最新の規則において、木質バイオマスをカーボンニュートラルな石炭の代替燃料として、発電所の低炭素基準に組み込むことを認めない方針です。

気候変動に対処するには、大気中の温室効果ガス濃度の減少に向けた政策の実施において使用されるカーボンアカウンティング（炭素会計）システムを、大気の実情に即したものにしないといけません。そうしなければ、気候変動は深刻な結果をもたらすことになるでしょう。

EU の再生可能エネルギーの半分以上はバイオマスであるため、適切な炭素会計システムなしに CO₂ 削減目標を達成するという主張には、疑問が残ります。

私の話は以上です。

Good day. I am Professor William Moomaw of Tufts University. I have been an IPCC author for 19 years on five reports. And in 2011, I was a coordinating lead author of the special report on renewable energy and climate change. I want to talk to you today about the myth of carbon neutrality of biomass.

The belief that biomass is carbon neutral is based upon several misconceptions and incomplete analysis.

Simply stated this assumption is based on the following logic. Burning plant material releases carbon dioxide into the atmosphere, but an equal amount of carbon dioxide is removed from the atmosphere when a new plant grows to replace it. As I will explain, however, this assumption is incorrect particularly for forest derived biomass where burning it for electricity production is far from carbon neutral.

First, the carbon dioxide released per unit of heat produced during combustion is greater for woody biomass than for coal. This is empirically verified chemistry. When woody biomasses used solely or in combination with coal to produce electricity, the efficiency of electricity production is lower than coal. Hence the amount of carbon dioxide released for unit of electricity produced by woody biomass is typically 50% greater than coal.

Second, burning of wood takes only a few minutes, but the uptake of carbon dioxide by new trees takes decades. Hence there is always more carbon dioxide in the atmosphere when woody biomass is burned, than if the tree had been left in place. Only if the tree grew back instantly with this part of the energy cycle be carbon neutral.

Third, any future benefit of carbon dioxide uptake must be discounted relative to the immediate release of carbon dioxide upon combustion. Using a 5% annual discount rate for the regrowth is worth only half the offset value of growth in year 14 as it was in year 1.

Fourth, in no policy case is there an enforceable or verifiable requirement that trees be planted that would absorb carbon equal to that release through combustion.

Fifth, no provision is made for the likelihood of diminished biomass regrowth that may occur from fire, insect damage, drought, or premature removal for alternative development projects. Massive forest losses are now occurring in North America from all these causes.

Sixth, it is often stated that if the forest is managed sustainably, so that the amount of carbon in the forest is constant, then the emission from biomass burning are carbon neutral. While it is possible to maintain a constant amount of carbon in the forest by burning trees at the growth replacement rate of the total forest, there is always more carbon dioxide in the atmosphere than there would have been had the trees not been burned.

Seventh, it is often claimed that woody biomass only uses scraps, waste wood, thinning, and wood that was not suitable for timber purposes. The truth is that there is surprisingly little of such wood and it is difficult and expensive to gather and transport. In practice, woody biomass utilizes many whole trees to produce pellets.

Eighth, a common argument is that forest waste material would decay in any case and will release carbon dioxide in the process. Again, this process is much lower than instant combustion and add some carbon to soils as well as releasing carbon dioxide to the atmosphere.

Ninth, the use of fossil fuel process energy to cut, chip, pelletize dry, and transport the wood pellets to their combustion site is estimated to account for 15 to 20% of the embedded biomass energy and must be accounted for, along with the emissions.

Tenth, the baseline of carbon in pre-existing living plants and soils, that is displaced by biomass production, needs to be accounted for, and can require decades to a century or more to be replicated during biomass use.

Renewable energy is defined by the Intergovernmental Panel on Climate Change is, quote, any form of energy from solar, geophysical, or biological sources that is replenished by natural processes at a rate that equals or exceeds its rate of use. Biomass, however, is a high carbon emitting renewable source, that can be collected and burned at a more rapid rate than it is replaced.

The European Union including United Kingdom counts biomass used for electric power as carbon neutral by definition. This means that biomass is counted on the same basis as solar or wind, which clearly are low carbon sources of energy.

This is not only incorrect, but ironic given the developing countries that use wood for fuel leads to deforestation and forest degradation are counted as contributing to climate change, while Europe and most states in the US count emissions from modern biofuels as carbon neutral.

Furthermore, current EU rules for biomass do not follow IPCC accounting procedures that require the carbon dioxide released from biomass combustion must be accounted for on a global basis, either when combustion occurs as energy production just as fossil fuels are, or if that is not done, they must be accounted for as land use changes.

If the EU counts the carbon emissions of biomass fuels as zero when burned for a fuel, then the supplier must count them as emissions from land use change, often that is another country.

But in either case, the global atmosphere accounts for them as emissions.

It is interesting to compare the relative efficiency of the conversion of solar energy through photosynthesis to electricity by combustion of biomass. With the direct conversion of solar energy into electricity by photovoltaic panels, photosynthesis is inherently inefficient. Most estimates of photosynthetic efficiency of a standing grove of trees are less than 1%.

Using that figure and a maximum conversion to electricity by combustion of woody biomass of 25% gives a net conversion efficiency of about a quarter of a percent. Solar PV panels today are commercially available, that are 20% efficient, providing an advantage for unit area over biomass of a factor of 80.

For the reason given above, the US environmental protection agency and its most recent clean power plan rule does not sanction woody biomass as a carbon neutral substitute for coal, in the low carbon standards for power plants.

To address climate change, any carbon accounting system that is used to implement policies that are directed towards reducing concentrations of heat trapping gases in the atmosphere must conform to the accounting system that is actually used by the atmosphere.

Otherwise, the consequences for climate change will be severe.

Since over half of EU renewable energy is from biomass, the claims made of meeting carbon reduction targets are questionable without proper accounting.

Thank you.