

ミスカンサスは「2050年までに炭素排出量ゼロ」に役立つ？

ミスカンサスは秋の七草を代表する植物で、垂れたその穂が名月に映えるススキ (*Miscanthus sinensis*) のことです。かつては「茅」と呼ばれ、人の背の高さで「茅葺き屋根」の材料として、また民芸品などに加工されています。ススキは光合成能が高い C4 植物で、それ自体、エネルギー作物とも言えますが、以下の論文でミスカンサスと言っているのはちよつと違っています。いわゆるススキと呼んでいる *M. sinensis* (染色体数 $2n=38$) と四倍体のオギ (*M. sacchariflorus*) ($2n=76$) との自然交雑した三倍体雑種のジャイアント・ミスカンサス (*M. x giganteus*) です。ススキとオギでは種が違いますので、「交配」体ではなく「交雑」体になります。三倍体ですから「花」と「花粉」と言った普通の方法では増やすことはできません。地下茎で増えていきます。

比較的寒冷な北海道・札幌で育てたもので、乾物生産量は $25.6 \pm 0.2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{年}^{-1}$ と高く、土壌炭素貯留量も $1.96 \pm 0.82 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{年}^{-1}$ であり、森林での値より高く、有望な資源作物です。なお、温暖な地域で高い乾物重量を与える多年生イネ科植物として注目を集めているのが、*Erianthus ravennae* や *E. arundinaceus* のエリアンサスです。これは言うまでもなくススキ科ではありません。さらに南の熱帯地方では、アフリカ原生と言われる多年生イネ科植物エレファント・グラスと呼ばれているネピアグラス (*Pennisetum purpureum*) があります。生育環境に適した「エネルギー作物」の活用を考える必要があります。

ミスカンサス: エネルギー植物として利用を超えて

Mengyao Sa, Bojin Zhang, Shengdong Zhu

(中国・武漢工業大学化学工学・薬学部)

Bioresources, 16(1): 5-8 (2021)

Miscanthus: Beyond its Use as an Energy Crop

要旨

ミスカンサスは C4 型光合成をする多年生の根茎を持つ背の高い草です。その高いバイオマス生産性、高い炭水化物量と低い灰分、高い発熱量、顕著な環境適応性、高い水及び土地利用効率、そして低い肥料及び農薬要求性から、最も有望なエネルギー作物のひとつとなっています。エネルギー利用だけでなく、製紙及び種々の化学試薬製造の原料でもあります。さらに、ミスカンサスはまた環境修復及び生態系改良に重要な役割を果たすことができます。それは汚染された土壌の修復、土壌の状態の改良、そして動物や昆虫に生息地を提供することでの生物多様性保持に使われてきました。しかし、その市場化は大きな課題に直面しています。編集部はエネルギー作物として及び他の利用についてのミスカンサスのチャンスと課題について議論しています。

ミスカンサス: 最も有望なエネルギー作物のひとつ

エネルギー消費は人々の生活と社会発展に密接に関連しています。エネルギー需要は近年着実に増えています。現在、従来の化石燃料は、まだ増え続けるエネルギー需要に応じる主要なエネルギー源となっています。これら化石燃料消費の増加は、それらの着実な供給と我々の環境と生態

系に重い圧力になっています。それ故、化石燃料に代わるエネルギー源を探すことは環境を改良することによって欠かせなくなっています (Zhu *et al.* 2015a,b, 2017)。これを達成するための効果的方法は、再生可能バイオエネルギー燃料源でこれら化石燃料に置き換えることです (Chen *et al.* 2014; Cao *et al.* 2019)。エネルギー作物は再生可能バイオエネルギー燃料源の欠かせない部品としてよく知られています。それらは温室効果ガスの排出を減らすだけでなく、炭素隔離の潜在性を有しています (Jones *et al.* 2019)。ここでは、今後も増加を続けるエネルギー需要に対応するエネルギー作物を探すことは、社会の持続的発展にとって極めて重要なことです。

ミスカンサスは東アジア原産の C4 型光合成をする多年生の根茎を持つ草です。それは 14～20 種からなる属で、広範囲の気候条件の下で生育することができます (Jones *et al.* 2019)。伝統的に観賞用グラスとして使われていますが、今やエネルギー作物として最も期待されているもののひとつです (Jones *et al.* 2019; Rivas *et al.* 2019)。それはいくつかの利点を有しています。

- 1) 高いバイオマス量と土地の有効利用: 最小限の農業投入でも年平均バイオマス収量は 30 トン/ha (乾燥重量) と報告されています。この値は、スイッチグラスやリードグラスのような他のエネルギー作物に比べ大変大きな値です。このことは、ミスカンサスはより高い土地利用効率をもっており、より多くのエネルギー供給をより狭い土地でできることを意味しています。
- 2) 顕著な環境適応性とストレス耐性能: ミスカンサスは広範囲の気候条件で生育し、強い耐ストレス性を有しています。このことは、広大な規模で植栽でき、エネルギー利用として十分な供給をすることができることを保証しています。さらに、アルカリ塩地、荒廃地、丘の傾斜地及び砂漠化進行地などの限界地でも植栽できます。このことはより広い農耕地を食糧生産にあてることができると言うことです。
- 3) 少ない肥料及び農薬の使用と高い水利用効率: 他のエネルギー作物に比べて、ミスカンサスは肥料及び農薬の投入量が少なく、水利用効率が高いので、栽培コストを低減することになります。
- 4) 低い労働及び管理のコスト: ミスカンサスは多年生の根茎を有する植物ですので、植え付けから 15～20 年収穫できます。1 年生作物の栽培に比べて労働及び管理コストは大きく低減されます。
- 5) 低い灰分量と高い発熱量: 農業廃棄物や他の草本エネルギー作物とは対照的に、ミスカンサスの灰分量は低くそして発熱量が高いことから、理想的な熱や電力のバイオ燃料です。
- 6) 高い炭水化物量と低いリグニン量: 農業及び林業廃棄物のように、普通に使われているリグノセルロースバイオマスに比べて、ミスカンサスの特徴は高い炭水化物含有量と低いリグニン含有量です。このことはミスカンサスが運輸用の燃料製造の理想的な原料であることを示しています。このように、生化学又は熱化学的方法でバイオエタノール、水素、バイオオイル、バイオ炭化水素のような運輸部門で使える形に効率的に変換されています。

ミスカンサスのエネルギー利用には 2 つの側面があります。ひとつは熱源や電源としての直接焼却であり、もうひとつは生化学又は熱化学的方法でバイオ運輸燃料に変換することです。エネルギー利用とは別に、製紙用原料、建築資材、包装資材及び種々の化学薬品の製造に使うことが可能です (Zhu *et al.* 2016, 2018; Rivas *et al.* 2019)。

ミスカンサスの植栽と生態修復の組み合わせ

ミスカンサスはその再生性によりクリーンなエネルギー源として化石燃料に置き換わるだけでなく、環境修復及び生態系改良でもまた重要な役割を果たすことができます (Zhang et al. 2020; Wagner et al. 2019)。まず第一にミスカンサスは汚染された土壌から重金属を蓄積し、有機汚染物を分解する能力を持っています。例えば、ミスカンサスはしばしば鉱山の修復及びその生態修復に使われています。第二に、ミスカンサスはアルカリ塩地、荒廃地、丘の傾斜地及び砂漠化進行地などの限界地に植栽できます。風蝕や水蝕から土壌を守るだけでなく、微生物との複雑な関係を築き上げ根茎中に有機及び無機の栄養素を増加することもできます。このように、これら限界地の土壌の性状を包括的に改良します。さらに、ミスカンサスを植生することで生物多様性を高めます。これはミスカンサスの背が高いことから、動物や昆虫、特に鳥類や哺乳類を隠し、生息域を作り出すためです。とにかく、ミスカンサスの植栽と環境修復及び生態修復の組み合わせは他のエネルギー作物では果たし得ないもので、ずば抜けたエネルギー作物といえましょう。

以上のように多くの利点があるものの、ミスカンサスの商業的植栽にはまだ大きな課題があります。その栽培、収穫及び加工のコストの削減のためより多くの努力が求められています。栽培について言えば、設立と管理コストを削減できるよう遺伝子改良のような農学的方法の必要です。収穫や輸送を改良する特殊な機械が必要です。その組成の包括的利用と加工経済性の改善のため、バイオリファイナリー法の開発が求められています。研究者との共同の努力を進めることが、ミスカンサスが増加するエネルギー需要に適合する重要なエネルギー作物とすることに繋がります。(飯山 訳)