

木と草を適度に混合したバイオマス燃料は ガス化利用における変換効率が向上し、相乗効果が見られる

木材加工・特性研究領域：小井土 賢二
福島大学：黒澤 翔・遠藤 健次・佐藤 理夫

小型ガス化熱電併給は分散型電源として発電だけでなく熱供給も可能なことから高効率な点で有望です。しかしながら、国内の燃料用バイオマス需要の増加により燃料の安定的確保が課題とされます。そこで、草本系の資源作物であるエリアンサスの利用が高収量の点で期待できますが、単体では発熱量が不足してしまいます。単一では使用しづらい草本を木質と混合することで燃料の安定的利用につながると考え、本研究では製材端材に対しエリアンサスを添加した混合燃料のガス化特性を評価しました。その結果、30%までの混合率ならば、ガス化効率が低下しないことがわかり、その原因として燃料中のカリウムが炭素分のガス化を促進したことを解明しました。

成 果

■ 木質バイオマス燃料の安定的確保が課題

近年、再生可能エネルギーの固定価格買取制度 (FIT) などによって木質バイオマス発電の設備容量が急速に増加してきています。それに伴って、木質燃料の需要が高まりつつあります。木質バイオマス発電の多くが出力5,000 kW以上の大型蒸気発電であるため、大量の木質燃料を必要とし、持続可能ではない椰子殻などの輸入燃料を使う事例もみられ、燃料用バイオマスの安定的確保が困難な状況にあります。

■ 高い総合効率をもつ小型ガス化熱電併給

従来の大型蒸気発電と比べ、小型ガス化熱電併給は燃料の消費量が小さく地域材の利用に適していること、そして高い発電効率が得られることに加え排熱からの温水回収が可能で7~8割ほどの高い総合効率が得られることから、分散型の高効率なバイオマスエネルギー変換技術として有望視されています。

■ 草本系バイオマスと製材端材との混合燃料

しかしながら、上述のとおり国内の燃料用バイオマス需要の増加により燃料用バイオマスの安定的確保が課題とされるなかで、バイオマス資源として草本系エネルギー作物の利用が注目されてきています。特にエリアンサスは日本の北関東以南で栽培が可能で、大きな収量が期待できるという点で期待されています。このエリアンサスは単体では発熱量が不足し反応速度が遅く、灰分が多いため、ガス化用の燃料としての利用が困難でした。そこで、本研究では、スギとヒノキが含まれる製材端材とエリアンサスの混合燃料の可能性に着目し、ガス化用の燃料として適切な混合率を明らかにすることを目的としました(図1(a))。その際、バイオマスに含まれる炭素量のうちガスに転換した炭素量の割合を示す“炭素分の転換率”と、バイオマスのもつ発熱量に対するガス化後のガスのもつ発熱量を示すガス化効率の点から検討しました。

■ 製材端材に対する草本の混合による相乗効果

単体ではガス化用の燃料としての利用が困難なエリアンサスを、木質バイオマスである製材端材に対して混合することで、ガス化における炭素分の転換率やガス化効率を低下させずに燃料利用できる混合率の条件は、混合率30%以下であることを明らかにしました(図2)。つまり、混合率増加に伴って、ガス化における炭素分の転換率とガス化効率は直線的に減少するのではなく、混合率30%まで横ばいとなり、その後減少することがわかり、混合による相乗効果が得られたことを確認できました。この原因として、燃料中のカリウムが、図1(b)に示すガス化経路のうちCO₂ガス化と水蒸気ガス化の反応速度を速めたことを解明したほか(図3)、この燃料中のカリウムが炭素分の転換率そのものを向上させた可能性についても示唆されました。

■ 燃料の安定確保につながる

木質バイオマス資源だけでは燃料用バイオマス資源の持続的な確保に課題が残るなかで、草本バイオマスであるエリアンサスをガス化するための利用条件を明らかにすることで、燃料用資源の安定的確保につながり、更なる分散型の小型ガス化熱電併給の推進につながると考えています。

研究資金と課題

本研究は科研費(17K17618)「ガス化による放射性物質の分離・制御技術の開発とモデリング」による成果です。

文献および参照サイト

Koido et al. (2021) Catalytic and inhibitory roles of K and Ca in the pyrolysis and CO₂ or steam gasification of Erianthus, and their effects on co-gasification performance. Biomass and Bioenergy 154, 106257.

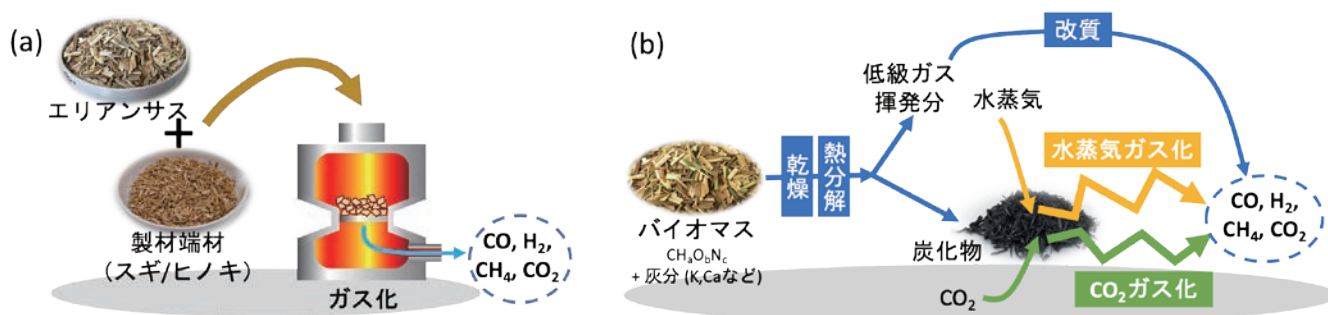


図1 (a)製材端材と草本系バイオマス(エリアンサス)の混合燃料のガス化、(b) ガス化反応経路

草本単体では困難だったガス化利用は製材端材と適度に混合することで利用可能となりました。酸素なし条件下でのガス化は、乾燥、熱分解、炭化物の水蒸気ガス化と CO_2 ガス化からなります。

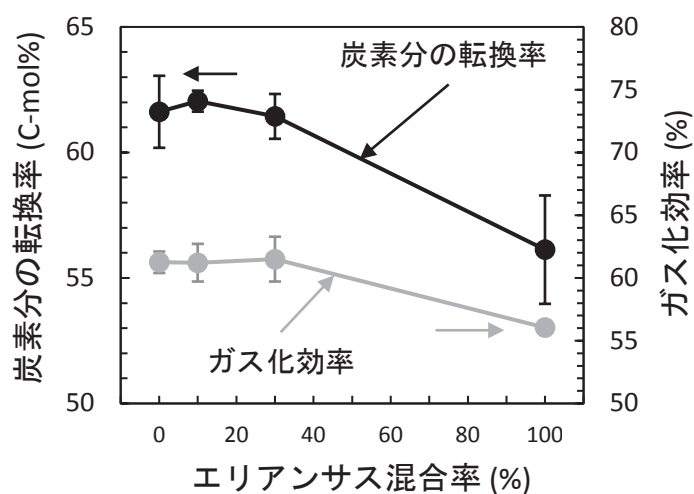


図2 製材端材へのエリアンサス混合率に対する炭素分の転換率とガス化効率の関係

30%のエリアンサス混合率まで炭素分の転換率とガス化効率が低下しない「相乗効果」を確認。

(Koido et al. (2021) Biomass and Bioenergy 154, 106257より作成)

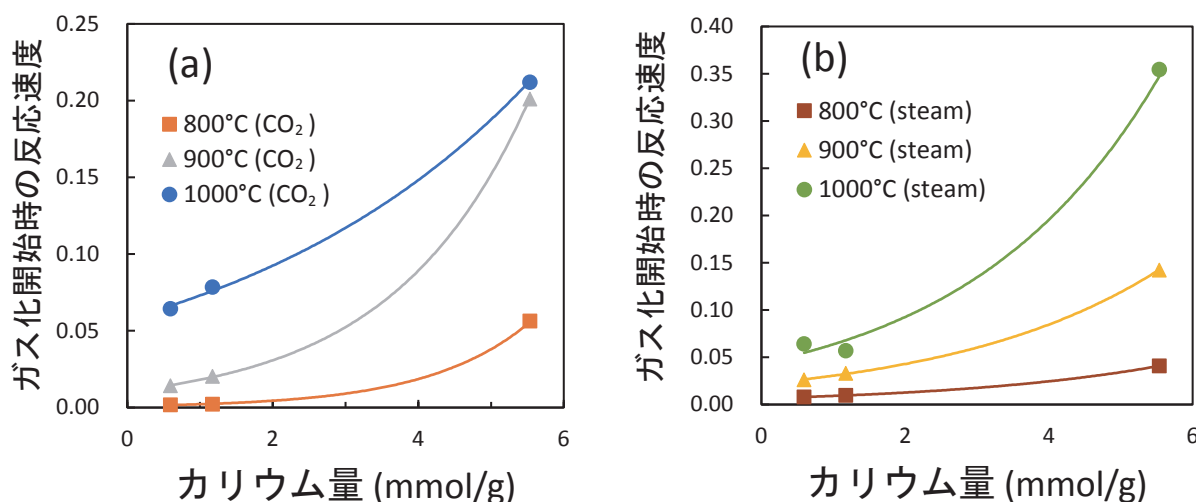


図3 エリアンサスに炭酸カリウムを添加することによるカリウム量の変化が、ガス化開始時の反応速度に及ぼす影響:

(a) CO_2 ガス化 (b) 水蒸気ガス化

燃料中のカリウムが CO_2 ガス化と水蒸気ガス化の反応速度を速めました。(Koido et al. (2021) Biomass and Bioenergy 154, 106257より作成)