

農作物残渣を生産現場で利用するためのペレット化技術の確立

山形 定 [北海道大学大学院工学研究科／助教]
荒木 肇 [北海道大学北方生物圏フィールド科学センター生物生産研究農場／農場長]
上出 光志 [北海道立工業試験場 環境エネルギー部／科長]
山越 幸康 [北海道立工業試験場 技術支援センター／研究職員]
竹腰 和夫 [株式会社 NERC／代表取締役]
伊藤 雅史 [株式会社 NERC／主任研究員]
押岡 昌志 [広教資材株式会社／代表取締役社長]

背景・目的

研究代表者はこれまで化石燃料に替わるエネルギー源として木質バイオマスに加え、持続可能な農業を目指し、各種農作物の非可食部の燃料化の検討を行ってきた。非可食部は、形態・特性などが、作物の種類や部位によって大きく異なるため、燃料として使用するために、ペレット化などが必要であるとの認識に至った。

本研究開発では、農作物残渣のエネルギー利用法を確立するために、農業残渣をペレット化に必要な条件を明らかにすること、さまざまな農作物非可食部から実際ペレットを製造すること、そして燃料特性を明らかにすることを目的とする。

内容・方法

ペレット原料の農作物残渣は、北海道大学研究農場で得られたものに加え、道内各地(訓子府、新ひだか、平取、南幌)のものを用いた。原料の一部を微粉碎し、工業分析・元素分析・熱量測定に供した。原料の前処理として電気乾燥器で乾燥後、5mm 目皿を通過するサイズに破碎した。ペレット成型は、フラットダイ式のペレタイザーを用い、ダイスは5mm あるいは6mm ϕ のものとした。成型状況を見ながら、原料粉末をペレタイザー供給直前に徐々に水分を加え、連続してペレット成型可能な条件を探査した。ペレタイザー稼働時には、ヘッド温度を記録し、ペレット製造に適した温度を計測した。またペレット化に必要なエネルギーを推計するために乾燥器、粉碎機、ペレタイザーの消費電力を測定した。製造されたペレットの諸特性を明らかにするために、密度・強度などの測定とあわせて、木質ペレット用のペレットストーブを用いた燃焼実験をおこない、排ガス、燃焼温度などの測定をおこなった。

結果・成果

図1に原料残渣の工業分析・熱量測定の結果を示す。桑の剪定枝は、農場で栽培されているため農作物残渣として扱われているが、分類上は木質バイオマスである。

工業分析値を比較すると桑の枝とソバ殻が文献値の木質バイオマスに近かった。他の農作物残渣はいずれも灰分が高いこと、それに対応して発熱量が低いことが特徴的であった。

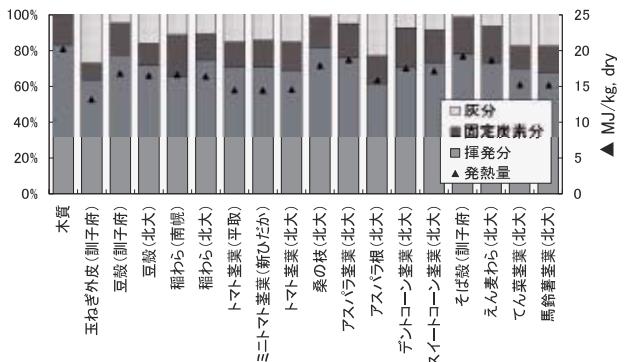


図1 農作物残渣の工業分析結果および発熱量

原料の元素組成はいずれにおいても炭素、水素、酸素の割合がほぼ一定であった。木質バイオマスとの大きな違いは窒素の含有量であり、最も低かったソバ殻で0.5%、最も高かった豆殻では2.8%に達し、木質バイオマスの0.1%を大きく上回っていた。

これらの原料を用いペレット製造を試みたところ、ほとんどの原料で水分を10%程度に調製すると比較的容易にペレット化が可能であることがわかった。ただし、玉ねぎ皮とそば殻は、水分調整だけではペレット成形が難しかった。玉ねぎ皮は、他の残渣に比べ非常に薄いこと、後者は5mm 目皿通過の破碎ではほとんど素通りするものが多かったことが特徴的であった。ペレット成型時に原料纖維がさまざまな方向に絡みあうことなく、単純に積み重なってしまった結果、成型が十分すすまなかつたものと考えられる。

ペレット1kg 製造に要する消費電力エネルギーは、乾燥機1610kJ、粉碎機900kJ、ペレタイザー1790kJと推算された。本実験でペレット製造に要した総消費電力エネルギーは、ペレットの持つエネルギーの約30%に相当していた。

ペレット化前後の密度測定から求めた密度比を図2(上)に示す。最も密度比の高い玉ねぎ外皮は17倍に圧縮され、エネルギー密度が高くなったことがわかる。また、製造したペレットの直径方向の圧縮強度を図2(下)に示す。木質ペレットと比較すると、玉ねぎ外皮、豆殻(北大)、えん麦わらのペレットの強度が低く、もろく崩れやすいことが分かった。

ペレットストーブによる燃焼実験ではほとんど灰が残らない木質ペレットに比べ、稻わらやトマト茎葉で多くの灰、クリンカが発生し、燃焼が妨げられ定常運転が困難であった。クリンカの除去機構を持つ燃焼装置を使用するなど、燃焼方法・燃焼装置の検討が今後必要であることがわかった。

また燃料中の窒素濃度は高かったが、排ガス中の NO_x

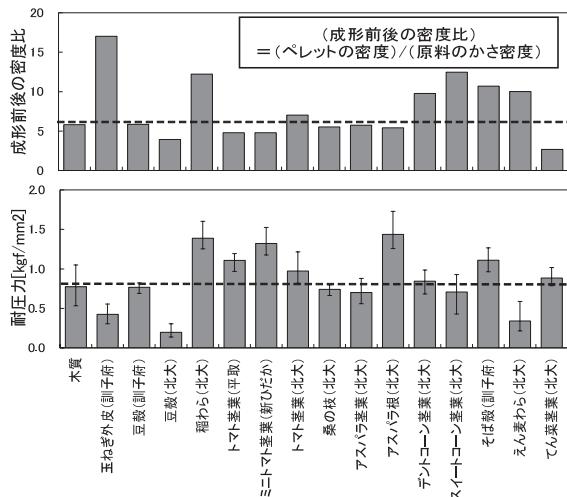


図2 ペレット化前後の密度比(上)およびペレット強度(下)

濃度は、相対的に低く、燃料中窒素全てが NO_x に変換されて排出されるわけではないことが確認された。

今後の展望

農作物残渣の多くは水分調整のみで比較的容易にペレット成型可能であることがわかった。しかし、木質ペレットに比べ、灰分濃度が高く、発熱量が低いため、既存の燃焼装置をそのまま流用し農作物残渣ペレットを燃焼することは難しい。今後は、灰分の多いペレットでも燃焼可能な装置の開発が必要である。また、農作物残渣をどこで、どのように利用するかは、地域の農業形態に大きく依存するため、ペレットよりも簡便な固化形燃料、例えばロールベーラーで丸めた残渣を、乾燥後に直接あるいは圧縮して燃焼するような方法、についても可能性を検討することが有用である。