

バイオマス燃料分析サービス

概要

地球温暖化などに代表される昨今の環境問題に対応するため、火力発電分野において「バイオマス燃料」の利用が広がっている。実際の運用には、燃焼灰のトラブル、貯蔵の安定性、自然発熱性、熱分解残渣の閉塞性などさまざまな課題が挙げられている。これら課題を解決するために、バイオマス燃料の性状を把握する必要があり、分析により得られた性状データを用いて評価・予測を行うことが、設備の安定運用につながる。特に、バイオマスは松、杉、竹など木質系のものであれば、椰子殻、鶏糞など多岐にわたり、その種類によって性状が大きく異なるため、事前の評価検討が非常に重要である。本稿では、バイオマス燃料の性状を把握するための各種分析方法の一例を紹介する。

1. はじめに

地球温暖化問題に際して、主な原因の一つが二酸化炭素排出によるものである。石炭火力発電所でも、これまでの石炭燃焼から、バイオマス燃焼（専焼・混焼）へと運用の改革が進められており、これによる二酸化炭素の排出量削減をねらっている。

バイオマスは石炭とは性状が大きく異なり、水分、灰分、揮発分の工業分析項目のみならず、発熱量、構成元素や灰の化学組成など、おおよそ石炭とは異なる特徴をもっている。通常、石炭燃料の場合は、日本工業規格⁽¹⁾によって規格化された手法による分析で評価を行っているが、バイオマス燃料では明確な手順などが規格化されていない。

石炭とバイオマスと比較すると、バイオマスは発熱量が低く、揮発分は多い。この性質から、燃

焼速度が早いことがわかるため、石炭・バイオマス混焼による燃焼性向上が期待できると考えられる。また、水分は高く、灰分は低い傾向にあるが、先述の通りバイオマスは膨大な種類が存在するため、燃料としての性能評価を行うためには各種分析が必要となる。

2. 各種分析

2.1 灰組成分析

炉内灰汚れ(スラッキング、ファウリング)の要因と考えられるアルカリ金属系の情報は、灰を分析することにより得られる。バイオマスでは特にカリウム濃度が高いことが知られているため、分析試料とする灰の作成温度が重要となる。一例として、表1に示すバイオマス3種(バイオマスA、BおよびC)について、検討を行った結果を紹介する。

表1 バイオマス3種の概要

	バイオマス A	バイオマス B	バイオマス C
産地	国内	カナダ	国内
形状	ペレット	ペレット	加工無し
原材料	針葉樹	樹木系	スギ木材

灰組成分析を行う上で、石炭は815℃での灰化となるが、バイオマスの場合はこの限りではない。

バイオマスは基本的に生物由来であるため、特にカリウムが多く含まれているものが多い。カリウムは低融点化合物を形成するため、灰化温度によってはその後の組成分析に影響をおよぼす。3種類のバイオマスを各温度で灰化させた際の灰中K₂O濃度を図1に示す。

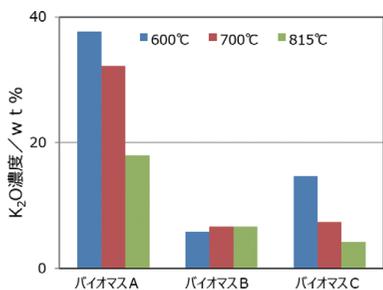


図1 灰化温度と K₂O 濃度との関係

この結果から、バイオマス A および C では灰化温度が高くなるにつれて、カリウム濃度が下がることがわかる。これは、高温により低融点のカリウム化合物が揮散したためである。よって、灰の化学組成を評価するためには、バイオマスの灰化処理は比較的低温度で実施する必要がある。

2.2 灰溶融性試験

当社では高温加熱顕微鏡を用いた、溶融性評価を行っている。高温加熱顕微鏡は DIN51730 規格に則っており、温度変化による形状変化を CCD カメラに記録している。これにより、JIS における溶融性指標（軟化：テストピースの先端または縁が丸くなり角が無くなる温度、半球：テストピースの高さが底部の半分になる温度）のみならず、温度上昇に伴う収縮・膨張などの情報も併せて取得することができる。600°C で灰化したバイオマス灰の溶融温度近傍の外観変化を図2、石炭灰の溶融温度近傍の外観変化を図3に示す。

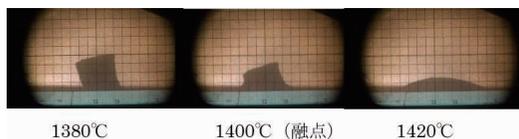


図2 バイオマス灰の溶融観察

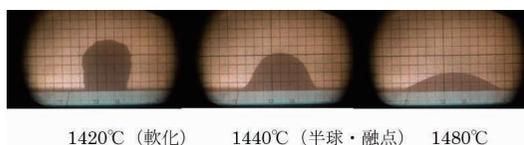


図3 石炭灰の溶融観察

石炭灰では、溶融の過程において軟化、半球状態が確認できるが、バイオマスの場合では、これらの形状が確認できないだけでなく、融点から20°C上昇という短い温度領域で溶け流れた。また、バイオマスでは図4で示すように、発生したガスによるものと考えられる膨張状態が見られるものもある（試験前のテストピースサイズは図内マス目6×6程度）。

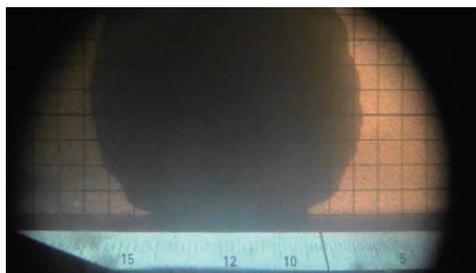


図4 膨張したバイオマス灰

加えて、図5に示すように、1500°C付近となっても溶流せず、テストピースの形を完全に崩さない状態で最高試験温度に達するバイオマスもあった。このように、バイオマス灰は軟化形状や半球形状が見られない場合がある。また、溶け始めから溶融までの時間が短い傾向にある点、石炭灰と比較すると、低温域での挙動（収縮・膨張など）が特徴的である点にも注目する必要がある。

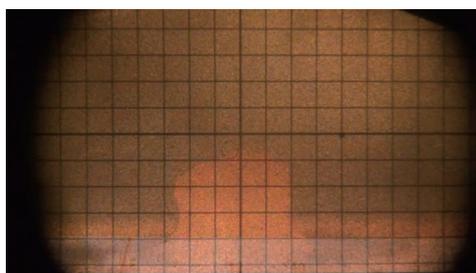


図5 1500°C付近でのバイオマス灰の様子

2.3 貯蔵に関わる分析

バイオマス燃料のうち、幅広く用いられている形状に「ペレット」がある。ペレットは微粉碎したバイオマスを圧縮形成したものである。かさ密度が大きいためエネルギー密度も大きい点、ミルで

容易に微粉化できるなど運用面で有利な点が多い。しかし、微粉を固めている構成上、外部から受ける力によって「崩れる」ため、強度の把握が重要である。当社では、受ける力の形態を想定し、「機械的耐久性(一定量の回転衝撃を与えた後に壊れなかった質量割合)」や「粉化度(一定量のペレットを袋に入れ、200cmの高さから4回落とした時に粉になる割合)」の分析を実施している。その他にも、限られたスペースで貯蔵できる量を把握するために「安息角(ペレットが形成する山の斜面と水平面とのなす角度)」の分析も実施している。

2.4 自然発熱性

貯蔵時の状態を模擬的に再現し、その状態での蓄熱・放熱バランスから、自然発熱性を評価する試験として「ワイヤーバスケット試験」がある。一定粒度に調整したバイオマスをつワイヤーで作ったバスケット(サイズ:30cm角など)に充填し、乾燥機内に静置した状態を熱電対およびガス分析計で計測する。これにより、温度、ガス成分情報から自然発火性の傾向を把握することができる。

2.5 熱分解残渣の閉塞性(熱分解残渣の硬さ評価)

ガス化発電方式向けの分析として、熱分解残渣の評価がある。バイオマス燃料によるガス化炉の閉塞は還元性雰囲気下での加熱固着によるものであり、当社ではJIS M 8812 揮発分測定方法および膠着度測定法を用いて評価検討を行っている。本方法では、各種バイオマスから容易に熱分解残渣(図6)を作成でき、熱分解残渣の硬さ(膠着度⁽²⁾)評価(図7)が可能である。

3. まとめ

「バイオマス」と一括りに言われるが、石炭と同様に種類は非常に多いものである。また、バーナー燃焼方式、流動層燃焼方式、ガス化方式など



図6 作成した熱分解残渣

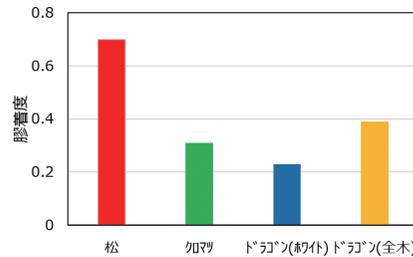


図7 各試料の「膠着度(硬さ)」評価

運用方法によって、発生しやすいトラブル形態も異なる。今後、火力発電へのバイオマス運用が増えるにつれて、分析を行うバイオマスの種類、分析項目などもますます増えることが予想されるが、本稿を最適な分析・評価を実施するための知見に役立っていただければ幸いである。

文責

計測事業部 化学・環境部 福浦グループ
長島 陽一
計測事業部 化学・環境部 福浦グループ
次長 永瀬 成世
計測事業部 化学・環境部 福浦グループ
高野 卓

参考文献

- (1) JIS M 8812:2014：石炭類及びコークス類－工業分析方法、日本規格協会
- (2) 茂田潤一、知恵賢二郎：石炭焚ボイラにおける燃焼灰の付着挙動、IIC REVIEW、No.55、2016/04、pp.21-29