

薪ボイラーでのペレット燃料利用の可能性

誌名	農業施設
ISSN	03888517
著者名	金井,源太 小綿,寿志
発行元	農業施設学会
巻/号	47巻2号
巻号補足	
掲載ページ	p. 10-17
発行年月	2016年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



技術論文

薪ボイラーでのペレット燃料利用の可能性^{*1}金井源太^{*2}・小綿寿志^{*2}^{*1} 農業環境工学関連学会 2015 年合同大会にて一部発表^{*2} 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター, 〒020-0198 岩手県盛岡市

要 旨

薪ボイラーでのペレット燃料の汎用利用を目的に、木質ペレットおよびジャイアントミスカンサスペレットを供試燃料とし、試作した薪ボイラーを熱源に利用する循環式乾燥機を燃焼装置として検討した。ペレット燃料の安定燃焼をはかるため、着火位置、燃料調整板および燃焼制御シートの炉内への設置について検討を行った。

ペレット燃料への着火位置を炉内の空気の下流側とすると、上流側に着火するより燃焼時間が長くなる傾向が認められた。

ペレット燃料は炉内の隅など燃焼空気が供給されない部分に燃え残るため、燃料が隅に残らないよう燃料調整板を設置することで、運転時間、出力、効率の向上が認められた。

薪と比較して燃焼速度が速いペレット燃料の表面積を制限し、熱利用可能な燃焼時間を延長させることを意図し、燃料上に燃焼制御シートとして高温用断熱材を設置した結果、燃焼時間には明確な効果はなかったが、煙の発生する時間を短縮する効果が認められた。

ジャイアントミスカンサスペレットは、木質ペレットと比較して、煙の発生時間が長い傾向が認められたが、薪ボイラーでの燃料利用に際して大きな問題点はなかった。

キーワード：薪ボイラー、ペレット、循環式乾燥機、固形燃料、ジャイアントミスカンサス、熱効率

はじめに

バイオマス固形燃料では、比較的普及している木質系に限っても薪、チップ、ペレットなどの形状の違いがある。また、農業残渣である籾殻や稲わら、その他の草本系を原料とする固形燃料でも、薪代替燃料（ブリケット等）、ペレットなど燃料形状が異なる燃料が提案されている。チップやペレットなどは専用の燃焼装置で燃料の自動供給が可能であり、温泉施設や公共施設の暖房などで既存の灯油利用ボイラーと遜色のない利用例もある（岡本, 2012）。

一方で農業におけるバイオマス固形燃料を活用した熱の利用場面を想定すると、ハウス夜間暖房や穀物乾燥などが挙げられる。ハウス夜間暖房では毎晩、乾燥作業では一回分の作業など、その都度、数時間毎の利用も多い。そのため、ペレットやチップの燃焼装置で実現している自動連続運転が必要でない利用場面も想定できる。その点では一般的にバッチ式で、運転前にまとめて薪を投入する薪ボイラーの利用可能性が考えられる。薪ボイラーは、燃焼室に投入できる形状、大きさの薪であれば燃料利用でき、燃料形状の許容範囲が広い利点もある。

そこで本研究では、一般的に薪や薪代替燃料の燃焼を想定した薪ボイラーを汎用利用することを目的に、市販の木質ペレットおよび試作したジャイアントミスカン

サスペレット（GM ペレット）を用いて、薪ボイラーでのペレット燃料の利用可能性を検討した。ペレットボイラー熱源循環式乾燥機（金井ら, 2010）では、バイオマス固形燃料として木質ペレット燃料を自動連続供給することにより乾燥作業を行ったが、ここでは、薪ボイラーを熱源とすることで燃料供給は手動バッチ式となるものの、ペレットに限らず多様なバイオマス固形燃料を炉内に投入し、燃料利用することができる装置を用いて試験を行った。

試験方法

1. 薪ボイラーおよび穀物乾燥機

図1および写真1に示した薪ボイラー熱源穀物乾燥機は、循環式乾燥機（金子農機製 EST170SN）、熱交換器（特注品）、薪ボイラー（ATO 製 N-220NSB）にて構成され、仕様上、薪ボイラーの平均熱源能力 43.4 kW は、循環式乾燥機のバーナー（45.9 kW）と同等である。なお、循環式乾燥機と熱交換器は、ペレットボイラー熱源循環式乾燥機（金井ら, 2010）と同一である。

図1に示すとおり、薪ボイラーは中央の炉を水ジャケットで覆う形となっている。薪ボイラーの炉内への空気供給は、空気供給ファンから下部鉄管を通じて行われる強制的なものと、薪投入口の蓋の隙間を通して行われる自然空気供給とで行われる。蓋の開度は 0～4.5 cm

原稿受領 2015 年 10 月 6 日

照会先：金井源太 e-mail: kanaigen@affrc.go.jp

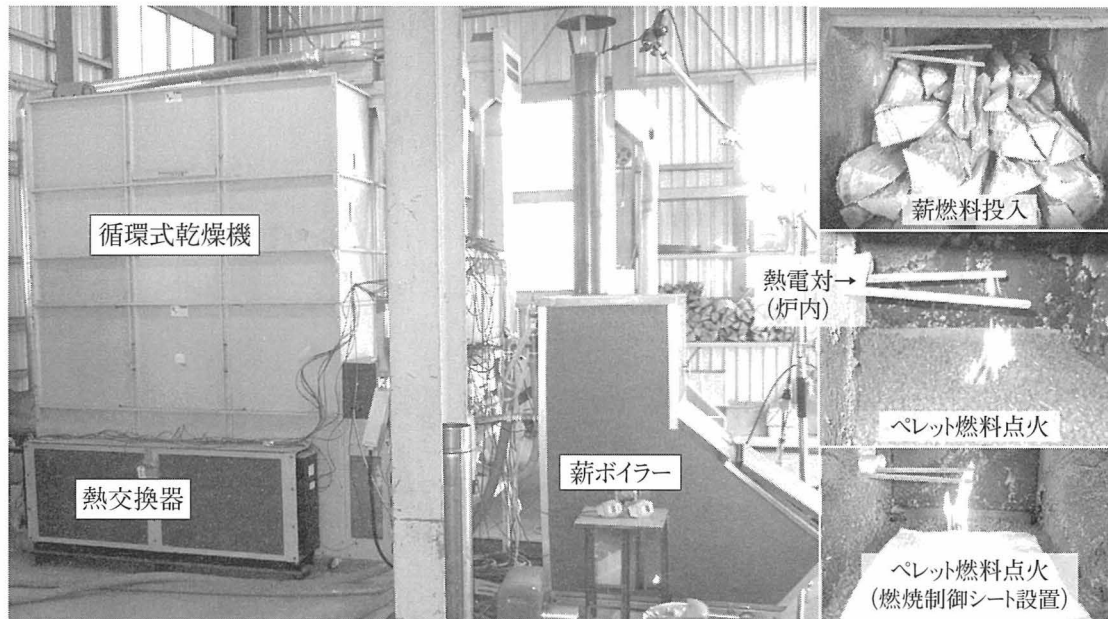


写真1 実験装置概要

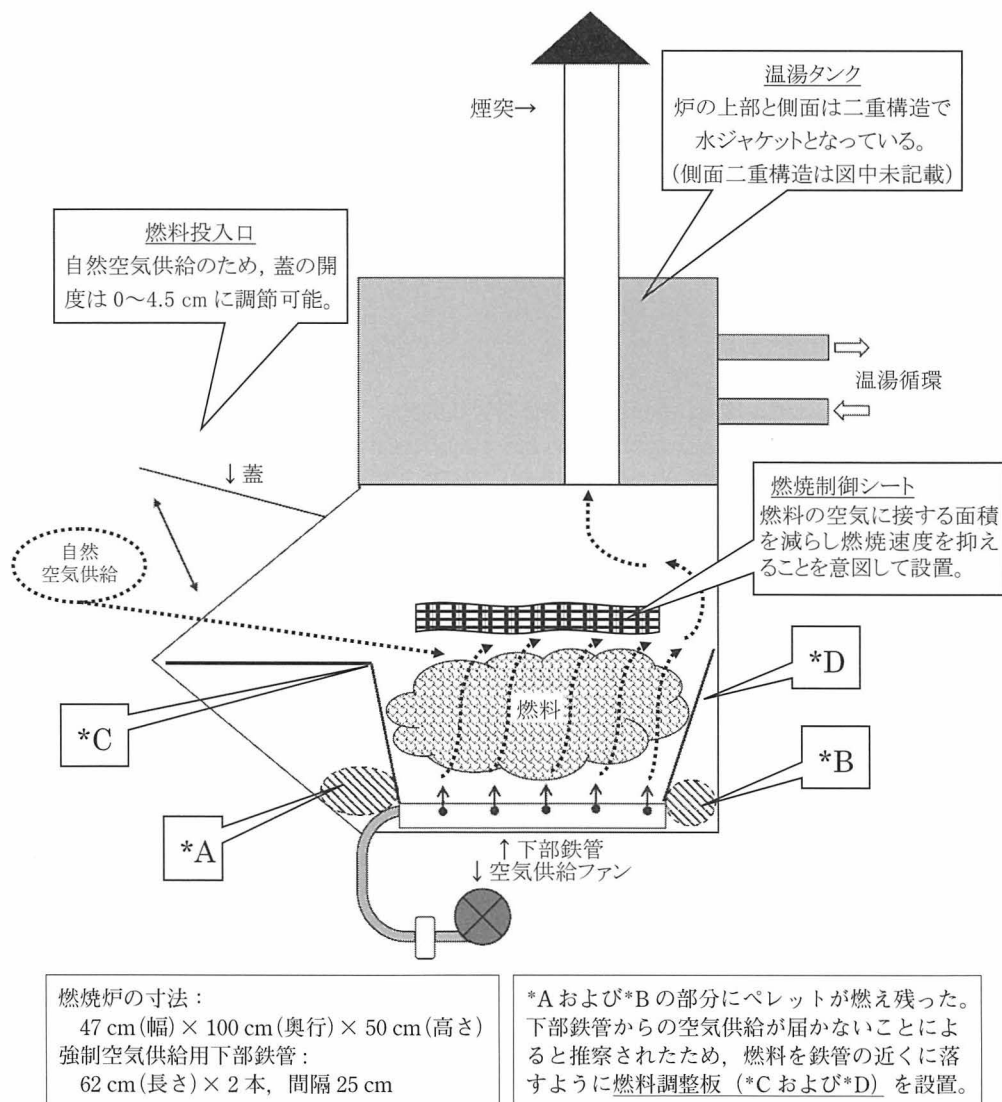


図1 実験装置概要図

の範囲で任意に設定でき、自然空気供給量を調節可能である。強制空気供給はインバータ（オムロン製 3G3JE）を用いて調節可能であるが、ここでは強制供給を行う場合と行わない場合の2水準とした。強制空気供給時の供給量は、炉内に燃料未投入の条件でインバータ周波数 50 Hz 設定に対応する約 35 Nm³/h とした。また、熱媒としての温湯循環ポンプもインバータ（オムロン製 3G3JE）を用いて調節可能である。ここでは循環流の勢いで温湯がボイラー上部から溢れない範囲で内部が充分攪拌されるように流速をなるべく速く設定し、循環流量約 40 L/min で実験を行った。

本実験では薪ボイラーでの燃焼を研究の主眼としたため、循環式乾燥機には穀物の張込みはせず、試験中は「張込」設定での通風運転とした。熱風はそのまま乾燥機を通過し排気され、循環式乾燥機は熱供給先としてのみの利用である。

2. 燃料

供試燃料は、薪（広葉樹）および木質ペレット（全木：ラナペレット製ラナペレット，ホワイト：葛巻林業製バイオペレット，パーク：葛巻林業製アラウッド），ジャイアントミスカンサスペレット（以下，GM ペレット）である。薪と木質ペレットは市販品であるが，GM ペレットは試験圃場（岩手県盛岡市）にて収穫したものをペレット加工したものである。収穫はフォーレージハーベスター（Kemper 製 C1200）にて行い，ペレット加工はフラットダイ方式（北川鉄工製ペレメイク PKS-080）φ7 mm 設定で成型した。供試燃料の寸法，密度，高位発熱量，水分換算済の発熱量を表1に示した。全木ペレットおよび GM ペレットの高位発熱量は測定値，ホワイトおよびパークペレットについては，木部，樹皮に関する文献値（熊崎ら，2013）を用いた。

3. 燃焼状態の評価

燃焼状態の評価に際し，温湯を介して 10 kW 以上の熱出力が維持された時間を「有効運転時間」，有効運転

時間中の熱出力の平均を「平均出力」，有効運転時間中の熱出力の合計を「有効熱量」，燃料の発熱量（水分換算後）に対する有効熱量の割合を「効率」と表現することとした。なお，外部気温により変動するが，本装置では温湯出力が 10 kW の場合，循環式乾燥機におおむね 5℃程度加熱された空気が通風される。つまり，本装置を用いて穀物乾燥を行う際に少なくとも 10 kW は必要であるとして，この出力を維持している間を「有効」と定義した。

炉内温度，温湯温度は，熱電対で測定し，データロガー（オムロン製 ZR-RX40）にて記録した。また，煙突からの煙の発生状況を 5 分毎に目視で観察した。

4. 燃焼試験条件

1) 試験概要

燃料は着火前に全量を炉内に投入し，焚付として 200 g 以下の細い薪を利用した。着火後は，火かき棒などで炉内燃料位置の調整などは行わないこととした。

炉内への自然空気供給に影響する炉の蓋の開度は，炉内の燃料が多いと空気量も多く必要であると考えられることから投入量が 25 kg の場合は 2 cm，40 kg および 50 kg の場合は 4 cm と便宜的に設定した。

2) 着火位置

ペレット燃料への着火位置が有効運転時間に与える影響について検討した。有効運転時間は長い方が燃料供給頻度を下げられるため望ましい。供試ボイラーでは，煙突が奥側にあり，空気の流れは手前から奥側方向に向うため，手前に着火すると燃え広がる方向が空気の流れと同じになるが，奥側に着火すると燃え広がる方向が空気の流れと逆になる。

そこで，有効運転時間を長くすることを意図して，燃え広がる方向が空気の流れと逆になるよう奥側に着火することを試みた。試験では，上部手前側（奥側壁面から約 70 cm）に着火する場合と，上部奥側（奥側壁面から約 20 cm）に着火する場合の比較を行った。

表1 供試燃料

	寸法	密度 [g-wet/cm ³]	水分 [% w.b.]	高位発熱量* [MJ/kg-dry]	水分換算発熱量 [MJ/kg-wet]
薪	長さ：40 cm，底面を正三角形 近似として一辺：8.5 cm	0.82	13.6	19.8	16.7
全木ペレット	φ 6 mm × 15 mm	1.3	9.8	19.8	17.6
ホワイトペレット	φ 6 mm × 18 mm	1.1	10.3	19.8	17.5
パークペレット	φ 8 mm × 12 mm	1.1	10.7	20.1	17.7
GM ペレット	φ 7 mm × 11 mm	1.2	9.5	18.1	16.1

*全木ペレットおよび GM ペレットは，東北農研測定。

ホワイトペレット，パークペレットの高位発熱量は熊崎ら（2013）による。

3) 燃料調整板

燃焼試験により、炉内の隅の部分では燃料が、炭化はするものの完全に燃え切らずに残ることが観察された。炉内下部の空気供給用の鉄管が隅まで達しておらず、供給される空気が届かない部分で燃え残ったと推察される。対策として、図1に示すように隅に燃料が残らないように燃料調整板（図中C、D）として鉄板を設置し、検討を行った。

4) 燃焼制御シート

ペレットは薪よりも表面積が大きいため、燃焼速度が速く、同量の燃料を投入した場合でも、燃焼時間が短かった。そこで炉内に投入したペレットの上に、燃焼制御シートとして高温用断熱材（日本サーマルセラミックス製SCブランケット1260、奥行60cm、幅35cm、密度130 kg/m³）を設置し、空気が接し炎が発生する面積を制限し、燃焼速度を遅くすることを検討した（図1、写真1）。

結果および考察

1. 薪と全木ペレットによる通常燃焼試験

1) 燃料 25 kg 投入時の比較

表2に薪と全木ペレットの投入量25kgでの燃焼比較試験の概要を示した。予備試験の結果、薪の場合は空気の強制供給なしで燃焼可能であったが、ペレットの場合は炉内底面からの強制空気供給がないと燃焼が持続しなかった。そこで、薪については強制空気供給を行わない条件を基本設定とし、ペレットについては強制空気供給を行う条件を基本設定とした。なお、ここでは、煙突からの煙発生の観察は行わなかった。

薪の場合（1-1）は、平均の熱出力は低いものの、有

効運転時間、有効熱量ともペレットよりも高い値を示し、効率は39.0%であった。

ペレット燃料の着火位置について、空気供給量の同等な表2の1-2と1-3bを比較すると、上部奥側着火（1-3b）では、上部手前着火（1-2）よりも有効運転時間は1.7%長く、有効熱量は5.1%増加し、効率は1.4%改善した。着火位置を奥側とすることで有効運転時間を長くすることを意図したが、増加率は微少であった。

強制空気供給量は炉内で燃焼中の燃料の空気抵抗や、ファンに吸引されるボイラー周辺空気がボイラーの運転に伴い加熱、膨張していることなどに影響されるため、正確な制御が難しく、結果として上部奥側着火条件（1-3a, b, c）で空気供給量に変動したが、燃焼条件の参考とするため表に示した。1-3a, b, cの順に空気供給量が多くなるが、空気供給量が多い方が有効運転時間短く、有効熱量、効率が低くなる傾向が見られた。空気供給量が多くなると燃焼速度が速くなることと、供給空気に押されて煙突から熱や未燃焼ガスが排出される割合が高いことによると推察される。

ペレット供試時は炉内の奥側の隅と手前側の隅（図1の*A, *Bの部分）に炭化したペレットの燃え残りが観察された。

2) 燃料 50 kg 投入時による比較

表3に薪と全木ペレットの投入量50kgでの燃焼比較試験の概要、図2に炉内温度と熱出力の推移を示した。なお、ここでは、煙突からの煙発生の観察は行わなかった。

薪について強制空気供給の有無を比較すると、強制空気供給のある表3の2-2では、強制空気供給の無い2-1よりも平均出力は34.2%高いものの有効運転時間は

表2 薪と全木ペレットの投入量25kgでの燃焼比較

燃料種類		着火位置	有効運転時間*1 [h]	平均出力 [kW]	有効熱量*2 [MJ]	効率*3 [%]	強制空気供給量 [Nm³/h]
1-1	薪	上部中央	2.78	16.3	163.1	39.0	無し
1-2		上部手前	1.72	20.0	123.7	28.1	31.9
1-3a	全木		1.80	20.7	134.4	30.5	30.3
1-3b	ペレット	上部奥側	1.75	20.6	130.0	29.5	31.8
1-3c			1.67	21.0	125.7	28.6	32.9

*1: 温湯からの熱出力が10kW以上を維持した時間。

*2: 有効運転時間中の温湯からの熱出力の合計。

*3: 燃料の発熱量（水分換算後）に対する有効熱量の割合。

表3 薪と全木ペレットの投入量50kgでの燃焼比較

燃料種類	着火位置	有効運転時間 [h]	平均出力 [kW]	有効熱量 [MJ]	効率 [%]	強制空気供給量 [Nm³/h]	
2-1	薪	上部中央	4.50	19.6	316.7	37.8	無し
2-2			3.30	26.3	311.9	37.2	32.0
2-3	全木	上部手前	2.87	24.3	250.8	28.5	30.3
2-4	ペレット	上部奥側	3.08	24.6	272.5	31.0	32.1

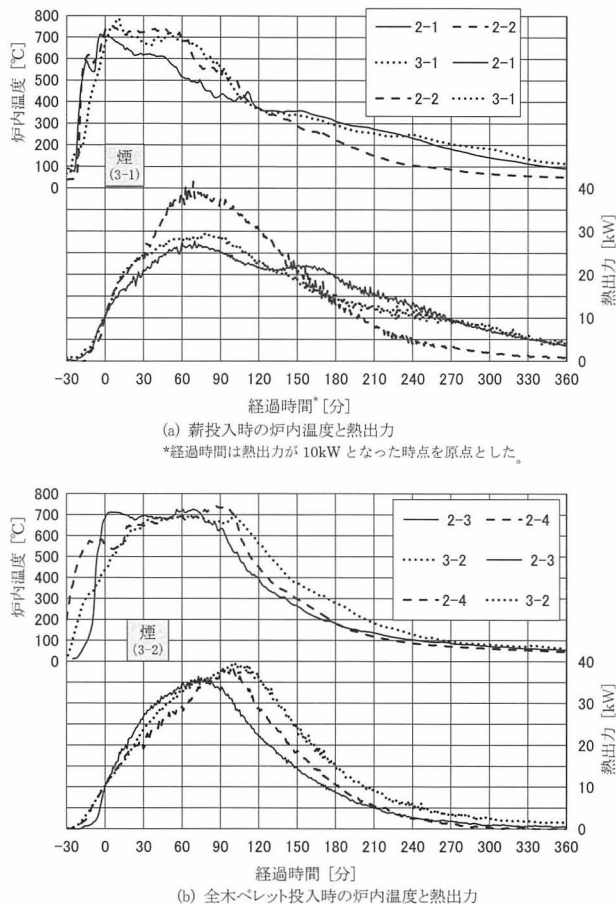


図2 薪および全木ペレットの燃焼経過

26.6%短くなり、有効熱量は1.5%減り、効率は0.6%悪化した。炉内温度、熱出力の推移(図2(a))でも強制空気供給のある2-2は、強制空気供給の無い2-1と比較してピークは高くなるものの、有効時間が短くなっている。薪の場合は、有効熱量、効率を維持でき、有効運転時間を長くできる強制空気供給を行わない運転の方が望ましいといえる。

ペレット供試時の着火位置について、表3で比較すると、上部奥側着火2-4が、上部手前着火2-3よりも有効運転時間は7.3%長く、平均出力は1.2%高く、有効熱量は8.7%増加し、効率は2.5%改善した。有効運転時間については、意図したとおりに上部奥側着火2-4の方が長い結果であった。また、投入量25kg時と同様に、炉内の奥側の隅と手前側の隅にペレットが燃え残った。

炉内温度、熱出力の推移(図2(b))によると上部手前着火2-3の方がピークまでの時間が30分程度早いものの、上部奥側着火2-4のピークの方が出力は高く、有効時間も長かった。

強制空気供給量は、上部奥側着火2-4の方が約6%多いに関わらず、上部手前着火の2-3よりも有効運転時間が長く、有効熱量および効率が低い結果となった。有効運転時間、有効熱量および効率の向上の点から、ペレット燃料への着火位置を上部手前側ではなく上部奥側

とする方が望ましいと判断できる。

3) まとめ

バッチ式である薪ボイラーでは、有効熱量、効率を高めるとともに燃料供給頻度を下げるために有効燃焼時間を長く維持することは重要であるといえる。

薪を燃料とする場合、強制空気供給により平均出力を高くできるが、有効燃焼時間、有効熱量、効率が低下するため、強制空気供給は行わないことが望ましい。

薪と比較して有効運転時間の短いペレット燃料について、有効運転時間を長くすることを意図し、着火位置について検討した結果、上部奥側着火の方が上部手前側着火より、投入量25kgの場合は約2%、投入量50kgの場合は約7%有効運転時間が長くなった。また、上部奥側に着火する方が、有効熱量と効率も高い値となった。ペレット燃料の場合は、上部奥側着火の方が望ましい。

なお、薪ボイラーの設計上、想定されている本来の燃料である薪を供試した場合は、有効運転時間、有効熱量、効率ともペレット燃料より高い値であり、上部奥側着火した場合でもペレット燃料では、有効運転時間で薪の6割程度、有効熱量で8割程度に留まった。

2. 燃料調整板

1) 薪

表4に燃料調整板を設置した際の薪および全木ペレット(上部奥側着火)の燃焼概要を示す。同じく燃料調整板を設置した際の薪の燃焼経過を図2(a)3-1に示す。燃料調整板設置の3-1では、燃料調整板無しの2-1より炉内温度、熱出力のピークがやや高くなった。ピーク後の熱出力は燃料調整板設置の3-1が燃料調整板無しの2-1より低く、有効時間は同等であった。燃料調整板設置(表4の3-1)と燃料調整板無し(表3の2-1)の燃焼概要を比較すると、各指標ともほぼ同等で、燃料調整板設置の影響は認められなかった。

煙突からの煙の発生は、炉内温度がピークに達する数分前から約30分間であった。炉内温度がピークに達する前後の時間帯は、炉内全体に燃焼が広がり、燃焼量もピークとなる時間帯であると考えられる。そのため、燃焼に対して酸素が足りず未燃炭化水素が発生し、また、燃料中からの水分蒸発量も多くなり、これらが煙として排出されたと推察される。

2) 全木ペレット

図2(b)の3-2が燃料調整板を設置した際の全木ペレットの燃焼経過である。炉内温度、熱出力の推移について、同様の奥側着火である2-4と比較して、ピーク後も炉内温度および熱出力を高く維持しており、表4に示すように結果として、有効運転時間で11.3%、平均出力で5.3%、有効熱量で18.1%、効率は5.5%改善した。燃料調整板設置無しの2-4と比較して、強制空気供給量が少ないにもかかわらず平均出力が低下せずに、逆に高く

表 4 燃料調整板設置の燃焼比較 (燃料投入量 50 kg)

	燃料種類	着火位置	有効運転時間 [h]	平均出力 [kW]	有効熱量 [MJ]	効率 [%]	強制空気供給量 [Nm ³ /h]	煙発生時間 [h]
3-1	薪	上部中央	4.45	19.7	316.1	37.8	無し	0.50
3-2	全木ペレット	上部奥側	3.43	26.0	321.7	36.5	31.3	0.58

なっていることから、燃料調整板設置により 2-4 では炉内の隅に燃え残っていたペレット (図 1 における *A, *B) が、燃焼可能となったことにより効率が改善したと考えられる。煙突からの煙の発生は、炉内温度の上昇がおさまり 700℃程度でほぼ安定する約 35 分間であり、薪を燃料とした場合の 30 分とほぼ同等であった。

3. 燃焼制御シート

1) バークペレット

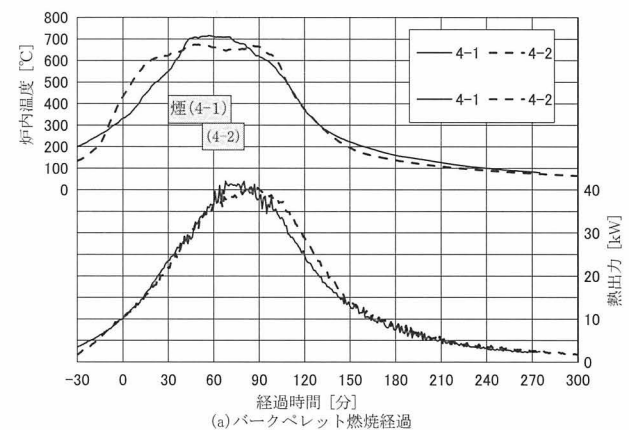
燃焼制御シート設置の影響について、表 5 に概要、図 3 (a) にバークペレットの燃焼経過を示した。炉内温度の推移はシート設置の 4-2 では設置無しの 4-1 よりもピークが押えられる形となった。シート設置により燃料全体が覆われ、炉内温度測定用熱電対に炎が直接あたらなくなったためと考えられる (写真 1)。

熱出力については、シート設置 (4-2) の方が経過時間 100 ~ 150 分で高い値を示したが、全体的にはほぼ同等の推移であった。表 5 から平均出力、有効熱量、効率ともほぼ同等であった。

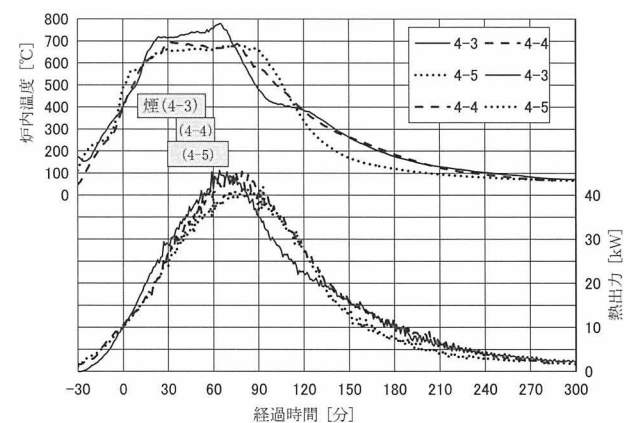
煙の発生についてはシート無しの 4-1 では、炉内温度がピークに達する 10 分前頃からピークにかけての約 40 分間発生したが、シート設置の 4-2 では台形型ピークで 25 分程度発生した。

燃焼制御シートには、目的とした有効運転時間を長くする効果は認められなかったが、結果として煙の発生時間を短縮する効果が認められた。シート設置により燃焼の進行状態が変化したためと考えられる。シート無しの場合は、炉内下部鉄管からの強制空気供給と蓋の隙間からの自然空気供給により、炉内全体で燃焼していたが、シート設置の場合は、シートの上下で 2 段階燃焼に近い燃焼形態となっていた可能性が考えられる。つまり、下部鉄管からの強制空気供給を 1 次空気とするシート下側での 1 次燃焼とシート脇から上部に吹き出す未燃の高

温ガスと蓋の隙間からの自然空気供給を 2 次空気とするシート上側での 2 次燃焼という形となることで、完全燃焼に近くなり、煙の発生時間も短くなったと推察される。しかしながら、効率については 1% 未満の微増であり、現段階で完全燃焼により効率向上したとは判断できない。今後、排ガス分析などによりさらに詳しく分析することで煙の発生抑制、効率向上をはかる必要がある。



(a) バークペレット燃焼経過



(b) ホワイトペレットおよび GM ペレット燃焼経過

図 3 燃焼制御シート設置と炉内温度および熱出力

表 5 燃焼制御シートの燃焼への影響 (燃料投入量: 40 kg, 着火位置: 上部奥側)

	燃料種類	燃焼制御シート	有効運転時間 [h]	平均出力 [kW]	有効熱量 [MJ]	効率 [%]	強制空気供給量 [Nm ³ /h]	煙発生時間 [h]
4-1	バーク	無	2.82	25.7	261.0	36.9	31.7	0.67
4-2	ペレット	有	2.82	26.4	267.5	37.8	31.5	0.42
4-3	ホワイト	無	3.08	26.1	289.9	41.4	29.7	0.75
4-4	ペレット	有	3.02	27.0	293.0	41.9	30.1	0.42
4-5	GM ペレット	有	2.75	27.1	267.9	41.5	29.9	0.67

2) ホワイトペレット

燃焼制御シート設置の影響について、表5に概要、図3(b)にホワイトペレットの燃焼経過を示した。シート無しの4-3とシート設置の4-4を比較すると、炉内温度の推移は4-4では4-3よりもピークが押えられ、パークペレットの場合と同様の影響が示された。

熱出力についてはシート設置の4-4の方が経過時間80～130分で高い値となり、パークペレットの場合と同様の影響が示された。平均出力、有効熱量、効率ともほぼ同等であった。

煙の発生についてはシート設置無しの4-3では、炉内温度の上昇が700℃程度でおさまる10分前頃からピークにかけての約45分間発生したが、シート設置の4-4では台形型のピークで25分程度発生した。

パークペレットの場合と同様、燃焼制御シートの設置により、目的とした有効運転時間を長くする効果は認められなかったが、結果として煙の発生時間を短縮する効果が認められた。パークペレットの場合と同様、排ガス分析を行っていないため、詳細な要因は判断できないが、シート設置により燃焼状態が改善されたためと考えられる。

3) GMペレット

木質ペレットでの燃焼制御シートにより煙の発生抑制の効果が認められたため、GMペレットについては、燃焼制御シートを設置した試験を行った。表5に概要、図3(b)に4-5の燃焼経過を示した。

炉内温度については、シート設置の影響により台形型のピークとなり、ピークの高さはホワイトペレットと同等であったが、110分以降はホワイトペレットを下回り、パークペレットに近い推移であった。熱出力ではピークはホワイトペレットより低く、経過時間90～130分では、シート設置のホワイトペレット4-4と同等の推移であったが、130分以降は下回り、全体としてはパークペレットに近い推移であった。

パークやホワイトペレットと比較して、有効運転時間は短めであったが、平均出力は高く、効率もホワイトペレットと同等の41%程度であった。しかしながら、煙の発生時間がパークやホワイトペレットと比較して長く、燃焼制御シートがある状態で、両者のシート設置無しの条件と同程度の間煙が発生した。排ガス成分の測定を行っておらず、詳細は判断できないが、平均出力が高

いため、木質ペレットより燃焼が速いことが考えられ、空気不足により煙が長く発生した可能性がある。

木質ペレットと比較して、ボイラーの効率や着火性などの点からは遜色は無いと判断される。また、草本系の燃料では灰分が高いため、灰の固化（クリンカ）による炉への障害の懸念があるが、薪ボイラーではクリンカによる障害の発生も認められなかった。煙の発生時間の長時間化が懸念されるが、木質ペレットにおいて燃焼制御シートで煙発生時間を短縮できたことから、空気供給条件をさらに検討することで改善できる可能性が認められた。

摘 要

薪ボイラーを熱源とする循環式乾燥機を用いて、木質ペレットおよびジャイアントミスカンサスペレットの供試試験を行い、以下の知見を得た。

- 1) 着火位置を炉内の空気の下流側（供試ボイラーでは上部奥側の煙突側）とすると、上流側に着火するより燃焼時間が長くなる傾向が認められた。
- 2) ペレット燃料は炉内の隅など燃焼空気が供給されない部分に燃え残るため、燃料が隅に残らないよう燃料調整板を設置することで、有効運転時間、出力、効率の向上が認められた。
- 3) 薪と比較して燃焼速度が速いペレット燃料の表面積を制限し、有効運転時間を延長させることを目的に燃料上に高温用断熱材である燃焼制御シートを設置した結果、有効運転時間には明確な影響はなかったが、煙の発生する時間を短縮する効果が認められた。
- 4) ジャイアントミスカンサスペレットは、木質ペレットと比較して、煙の発生時間が長くなる傾向が認められたが、薪ボイラーでの燃料利用に際して大きな問題点はなかった。

引用文献

- 金井源太・小林有一・竹倉憲弘・加藤仁・薬師堂謙一（2010）：ペレットボイラーを熱源とした循環式乾燥機の可能性，農業機械学会誌，72（3），297-299。
- 熊崎 実・沢辺 攻（2013）：木質資源とことん活用読本，初版，農山漁村文化協会，33-51。
- 岡本利彦（2012）：1.4.2. 燃焼（小型ボイラ），バイオマスプロセスハンドブック，第1版（化学工学会・日本エネルギー学会共編），オーム社，237-245。

Combustion Characteristics of Wood Pellets and Giant Miscanthus Pellets in a Wood Boiler^{*1}

Genta KANAI^{*2} and Hisashi KOWATA^{*2}

^{*1} Partly presented at Joint Conference on Environmental Engineering in Agriculture 2015, Japan

^{*2} NARO Tohoku Agricultural Research Center, Morioka 020-0198, Japan

Abstract

To assess the use of pellet fuels in wood boilers, we examined wood pellet and Giant Miscanthus (*Miscanthus giganteus*) pellet combustion in a wood boiler connected with a grain dryer. The lighting position, fuel adjuster board (FAB), and combustion control sheet (CCS) were examined for combustion process improvement.

When pellets were burned in the boiler, fires were lit on the chimney side of the kiln, where the deep side of the kiln exhibited longer combustion duration time than at the air inlet side of the kiln.

Unburned pellets were found accumulated in the kiln corner because of the poor air supply. The FAB was introduced to set pellets on the air inlet pipe, not in the kiln corner. The FAB improved the combustion duration time, the heat output, and the efficiency from fuel to the output.

Pellets showed faster combustion than firewood because of their larger surface area. The CCS was intended to delay the pellet combustion by putting a heat insulating sheet on the fuel in the kiln to reduce exposure to air. Consequently, CCS had no effect on prolonging combustion duration, but it decreased the smoking time.

Burning Giant Miscanthus pellets in the boiler was found to have longer smoking time than burning wood pellets. However, no major difficulty was observed compared to wood pellet combustion.

Keywords: wood boiler, pellet, grain dryer, solid fuel, Giant Miscanthus, heat efficiency