

36. 木質ペレットストーブと灯油ストーブの 燃料消費量の検討

門伝 昌哉^{1*}・山形 定¹・菅原 智美²・小島 靖典²

¹北海道大学大学院工学院（〒060-8628北海道札幌市北区北13条西8丁目）

²マルショウ技研（〒089-3733北海道足寄郡足寄町西町8丁目1番地12）

* E-mail:denden-masaya@ec.hokudai.ac.jp

北海道足寄町でペレットストーブと灯油ストーブを同一構造の住宅に設置し暖房の比較実験を行った。ペレットストーブの機種によっては排ガス温度が低く、排気筒から外部へ放出する熱量が少ないため、ペレットの消費量が熱量ベースで灯油の消費量よりも少なかった。

Key Words : Wood pellet, Pellet stove

1. はじめに

近年、石油などの化石燃料の代替エネルギーとして木質バイオマスが期待されている。木質ペレット利用法の一つとしてペレットストーブがある。特に本実験を行った北海道足寄町のように森林を多く保有する地域¹⁾では、地元産ペレットの利用によるエネルギーの安定供給も期待できる。

しかし、現段階では木質バイオマスの利用が十分に進んでいるとは言えない。その主な原因として未だにペレットの価格が高いとの認識が根強いことが挙げられる。近年では、灯油の価格は上昇を続けており、2014年6月現在の価格は106円/L²⁾となっている。一方北海道内のペレットユーザーのペレット購入価格は50～60円/kgである。木質ペレットが持つ熱量は灯油の約半分であるため灯油1Lと同じ熱量を得るためにはペレットは2kg必要である。そのため燃料費のみを考えるとペレットストーブは灯油ストーブと同じレベルになってきたが、ストーブの買い替えなどの費用も考慮に入ると、まだまだペレットは経済的に優位とは言えない。本研究ではペレットストーブユーザーからの「ペレットの消費量が灯油の2倍よりも少ない」との報告について検討を加え、ペレットストーブのさらなる普及促進に繋げることを目標とし、ペレットストーブと灯油ストーブをほぼ等しい条件で稼働させ、それぞれの燃料消費量を比較することより、ペレットストーブと灯油ストーブの暖房効率を求め、考察した。

2. 実験方法

北海道足寄町にある旧教員住宅にて2014年2月18日から21日にかけて木質ペレットストーブと灯油ストーブの並行燃焼実験を行った。この建物は同じ間取りの住宅が4軒続いており、そのうちの内側2軒を実験に利用し、一方にペレットストーブ、もう一方に灯油ストーブを設置した。

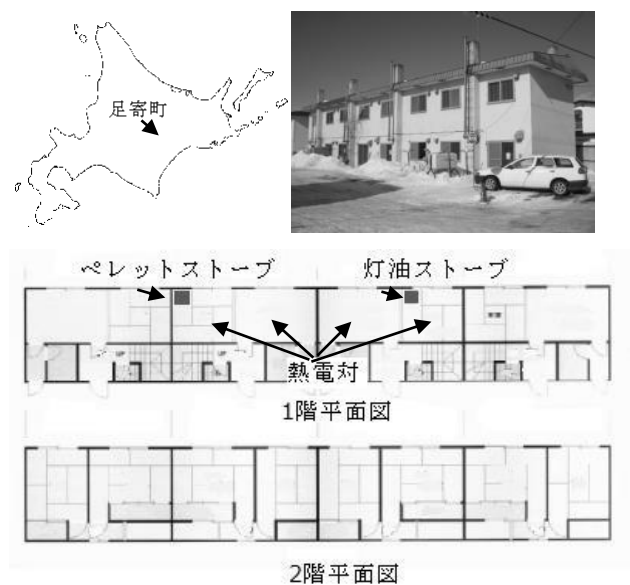


図-1 実験を行った旧教員住宅（左上：足寄町の所在地，右上：使用した建物，下：平面図）



図-2 実験で使用したペレットストーブ（左からA，B，C）

表-1 各ペレットストーブの使用時間

実験	ペレットストーブ	開始時刻	終了時刻
A	イタリア製 出力 2.4～8.0kW	2/18 18:00	2/19 13:00
B	シモタニ社 ALCOTT 出力 3.0～7.5kW	2/19 16:00	2/20 9:00
C	さいかい産業社 SS-2 出力 1.9～6.5kW	2/20 21:30	2/21 8:00

本実験ではペレットストーブとしてA（イタリア製，出力 2.4～8.0kW），B（シモタニ社製，ALCOTT，出力 3.0～7.5kW），C（さいかい産業社製，SS-2，出力 1.9～6.5kW）の3機種を，灯油ストーブとしてコロナ社製，FF-68PK（出力 6.8kW）1機種を使用した。各ストーブを置いた2部屋がほぼ等しい温度になるように燃料消費量を調節・固定した。室内の気温は図-3 上のようにストーブを設置している部屋およびその隣の部屋の中央付近の高さ 200cm，150cm，100cm，50cm に熱電対を設置し連続測定した。サンプリング周期は2月18日18時から2月20日9時までは1分，2月20日11時から記録計の変更に伴い，1時間とした。燃料消費量は，灯油では流量計による連続測定，ペレットでは一定時間ペレットストーブを稼動した後に補充したペレット量の測定で行った。排気筒から放出される熱量を評価するために，排気筒に熱電対を設置し排ガス温度を連続測定し，風速計（KANOMAX 社，CLIMOMASTER）で排気筒内風速を適宜測定した。

得られたデータから，排気筒を通じて外部に放出された熱量（損失熱量）を求め，供給した燃料熱量から損失熱量を減じたものを室内暖房に消費された熱量とした。

3. 実験結果

図-4に各ストーブで暖房した室内気温と外気温の時間変化を示す。室内気温は4つの高さの気温の平均値である。使用したペレットストーブは18日18時から19日13時まではA，19日16時から20日9時まではB，20日21時30

分から21日8時まではCである。この図からペレットストーブおよび灯油ストーブを暖房している2つの室内の気温はほぼ等しいかペレットストーブで暖房している部屋の方が高いことが分かる。また2月20日12時過ぎからペレットストーブ側の気温が急激に上昇しているが，これは同日11時30分頃のペレットストーブ再起動時に定常燃焼時よりも多く燃料を消費したためと考えられる。そのため気温がほぼ一定になった2月20日21時30分からのデータのみを解析に使用した。

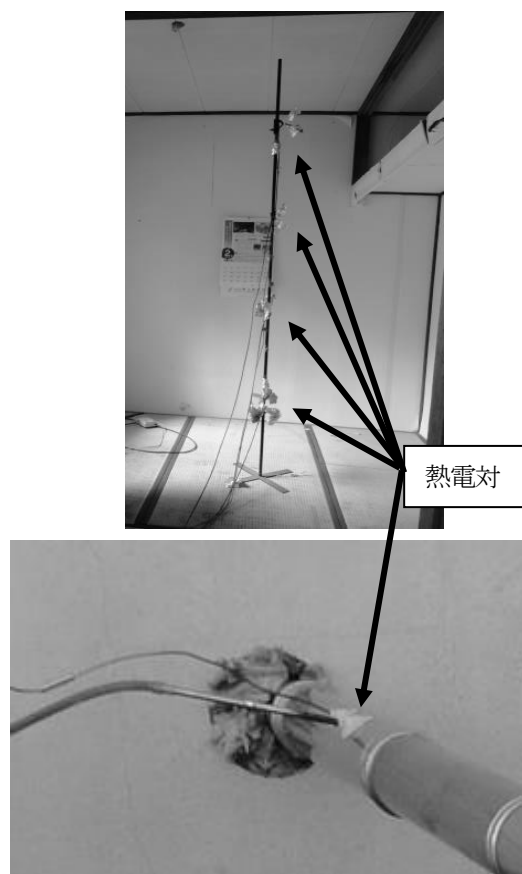


図-3 温度測定風景（上：室内気温，下：排ガス温度）

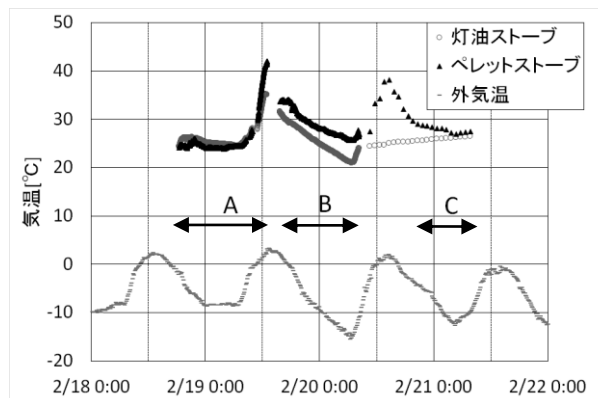


図-4 室内と外気温の変化

表-2にペレットストーブおよび灯油ストーブを使用した部屋の各高さでの気温差の時間平均値を示す。負の値はペレットストーブ暖房の部屋の室温が低いことを意味する。この表から実験Aではペレットストーブの部屋の方が若干低温だったが、実験B、実験Cでは常時ペレットストーブの部屋の方が高温であったことが分かる。

表-2 ペレットストーブの部屋と灯油ストーブの部屋の気温差

	A	B	C
200cm	-0.41	0.96	0.12
150cm	-1.25	0.87	1.42
100cm	0.64	4.49	6.34
50cm	-0.59	2.68	7.98

図-6にペレットストーブと灯油ストーブの排ガス温度を示す。排ガス温度は2月19日12時前後の短時間を除けばペレットストーブの方が低温であることが分かる。各ストーブの運転時に行った風速測定の平均を用い、以下の式で排気筒を通じて外部に放出された熱量（損失熱量）を計算した。

損失熱量

$$= \text{排気筒の断面積} \times \text{排ガスの平均比熱} \times \text{風速} \\ \times \text{空気密度} \times (\text{排ガス温度} - \text{吸気温度})$$

図-7にペレットストーブおよび灯油ストーブの排気筒から放出された熱量（損失熱量）の時間変化を示す。これより灯油ストーブに比べてペレットストーブの損失熱量はAで大きく、B、Cで小さくなることが分かる。図-8に各ストーブ内で燃料が完全燃焼しているとの仮定を基に作った熱収支、すなわち投入した燃料の熱量のうち暖房に使われた、または損失熱量として外部に放出された量および割合を示す。数値の幅は複数回行った風速測定のばらつきによる。この結果からペレットストーブB、Cと灯油ストーブをそれぞれ比較した場合には、ペレットストーブの方が損失熱量が少なく、その結果投入熱量も少なかった。ただし、ペレットストーブAと灯油ストーブの比較のようにペレットストーブの方が投入熱量が多い結果となった場合もある。

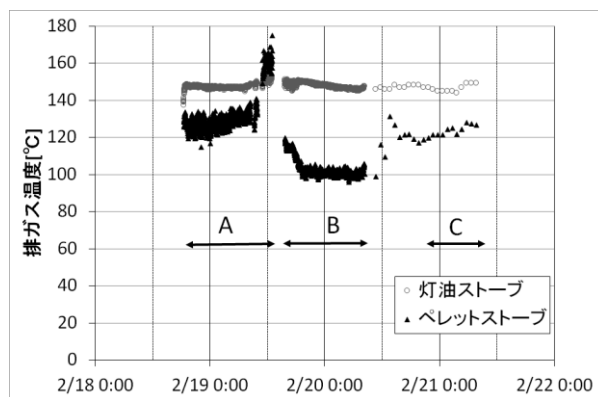


図-6 各ストーブの排ガス温度

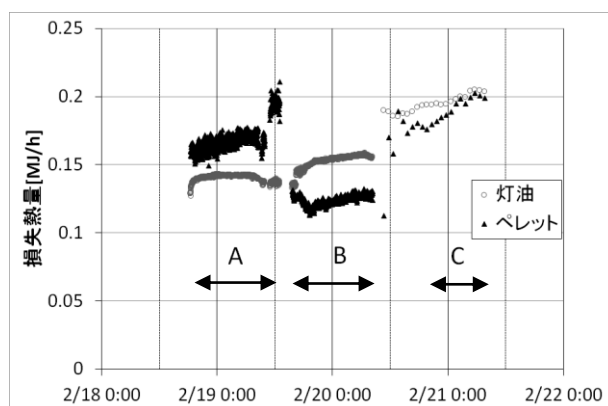


図-7 各ストーブの損失熱量

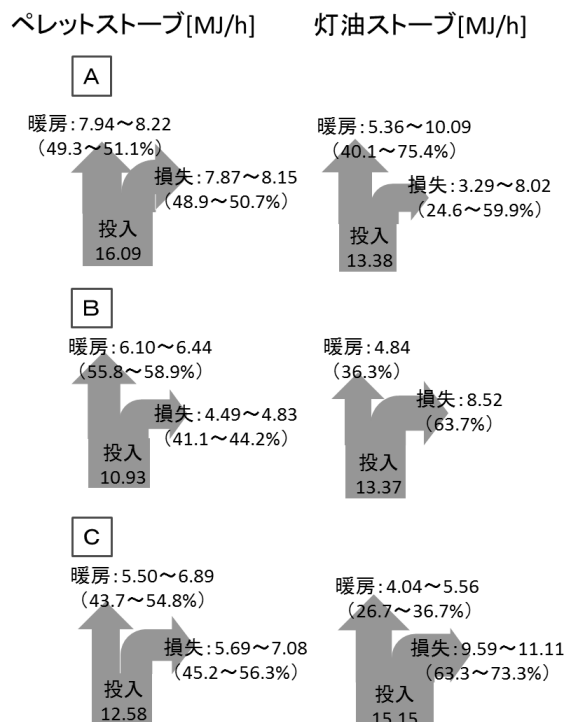


図-8 各ストーブでの熱収支

本実験では風速を測定する際に風速計の測定温度範囲を超えた場合があり、かつ連続測定していないため損失熱量の計算に不確実性がある。また実験で使用したストーブの出力が部屋に対して大きく、運転を最小に近くして行ったため、燃焼条件は最適化されていない。

ここで得られた結果は今回使用したストーブの一定の条件の下で得られたものであり、灯油ストーブとペレットストーブ全体に一般化できるものではない点にも注意が必要である。

4. まとめ

ペレットストーブを利用する際には、排気筒を通じて

外部へ逃げていく熱を抑えることで燃料の消費を抑えることができる。そのためには、排ガス温度を低く抑えること、排ガスの風量を少なくすることの2点を考慮する必要がある。今後のペレットストーブの開発にはこの2点を留意することで暖房効率の良いストーブの開発が期待される。

参考文献

- 1) 大友詔雄：自然エネルギーが生み出す地域の雇用，pp128-142，自治体研究社，2012
- 2) 資源エネルギー庁，石油製品価格調査
http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl007/results.htm
(2014/6/12)