

木質ペレット燃料の性能と燃焼性について

遠藤 展吉 田兼之
佐藤 真^{*1} 板垣 博一
千葉 洋市^{*2} 野崎 兼司^{*1}

Physical Properties and Combustion of Wood Fuel Pellet

Hiromu ENDO Kaneyuki YOSHIDA
Makoto SATO Hiroichi ITAGAKI
Yoichi CHIBA Kenji NOZAKI

Some physical properties of wood fuel pellet and characteristics of its combustion were examined. Tables 1 and 2 show the relationships among those properties. It was found that transporting resulted in about 10% decrease in the apparent volume of the loaded pellet and that the density of the pellet should be over 1.2g/cm³. Some other facts were also found. The qualities of the wood pellet as a fuel were also compared with those of kerosene. Figures 11 to 14 show the results of the comparisons. The results indicate that except the CO content in the combustion gas neither of the two fuels has any superiority nor any inferiority to the other.

木質ペレット燃料の密度、かさ密度、輸送中の変化などの形状に関する物性、及び、圧縮強さ等の機械的物性、燃料としての性質等について検討を行った。その結果、ペレットの密度としては1.2g/cm³以上が要求されること、燃料としての性質については、急激燃焼時のCO発生が灯油と比較して大きくなること以外、灯油との差は認められなかったことなどが見い出された。

1. はじめに

昭和49年の石油ショックから、石油にかわりうる新しいエネルギー、すなわち代替エネルギーの開発が種々こころみられている。その1つは、通産省関係のサンシャイン計画であり、太陽エネルギー技術、地熱エネルギー技術、石炭のガス化液化技術、水素エネルギー技術などが手掛けられ、一応の成果をみている。又、農水省関係では、若干、年度的には遅れるが、昭和55年より「木質系エネルギー活用促進調査」という形でソフト面の検討が、昭和58年からは「森林エネルギー

新技術活用化モデル事業」としてハードな検討が行われている。石油ショック時の様なパニック的な状況とは異なり、最近では、各国の代替エネルギーの開発や、省エネルギー的な考え方の普及により、石油の需給状態が緩和したため、一時に比較して声高には代替エネルギーの開発は叫ばれなくなってきている。しかし、依然として石油は高値に推移していく傾向であり、本年の需要期には11当たり10円程度の値上げが予想されている。

代替エネルギーとして当初想定されたものは先に述

べたごとく種々あるが、現在、一番普及されているものとしては木質系ペレット燃料があげられる。ペレット化技術については、牧草等の飼料ペレットを生産する技術として既に確立している。しかし、この技術をそのまま木材に適用することはできない。本報告では、飼料用のペレットマシンで木質ペレットを製造した場合のペレットの物性、並びに木質にプラスチックを混合した時のペレット性能、及びストーブで燃焼した場合の燃焼性等について報告する。

2. 木質ペレットの物性

2.1 実験方法

原料である木質、及び樹皮はあらかじめハンマクラッシャーで5mm程度に粉碎したもの（後述第1, 2表のNo.6, No.7）、及び、オガコ、チップーダスト等を用いた。これらを第1, 2表のNo.1~No.6については、たて型のペレットマシンで、No.7についてはリングダイ方式のペレットマシンにて成型した。

第1図には、この2つのペレットマシンの構造を示した。

製品ペレットの物性は以下の8項目について測定した。水分、平均直径、密度、圧縮強度、かさ密度、手で振動を与え良く詰めこんだ時のかさ密度、平均長さ、長さの標準偏差の各項目である。ペレットの圧縮強度は、ペレットを長さ方向に置き、上方より10mm/minの速度の荷重を加え、破壊に至ったときの荷重をペレットの長さで除して求めた。振動を与えながら詰めこんだ時のかさ密度は、トラック等への積載時に振動等を加えることにより、どの程度多く積載できるかの推定に、標準偏差は製品のばらつきの度合いの尺度となると考えられる。乙の測定後、輸送後のペレットの変化を推定するため、ペレットをふるい分けに用いる振とう機に入れ、2時間振動を加え、かさ密度等並びに振動によりペレット

が破壊されたことによって生じたダストの測定を行った。なお、ダストは9メッシュパスの木粉とした。

2.2 実験結果と考察

第1, 2表に実験結果を示した。ペレットのかさ密度は平均で約0.6程度であり、粉碎樹皮の乾燥重量換算のかさ密度0.2弱と比較すると約3倍ペレットの方がかさ密度が大きく、その分輸送に適した形になっているといえる。

第2図には、手で振動を与え詰めて測定した時のかさ密度と、振動を与えないで測定したかさ密度との関係を示した。この結果、振動を与えることにより、約8%程度かさ密度が大きくなることが分かった。したがって、ペレットをトラック等に積載する場合、振動等を与えながら積みこむと、約8%程度多く積載できることになる。

第1表 木質燃料ペレットの性質 - その1
Table.1 Properties of wood fuel pellets Part

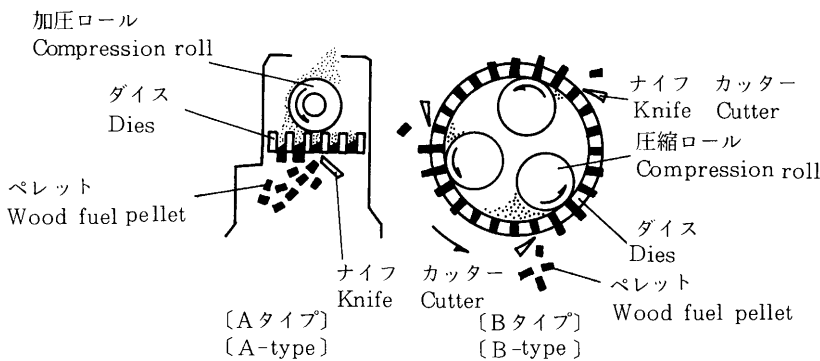
番号 Number	樹種 Wood species	水分 (湿量基準) Moisture content at wet base (%)	平均粒度 Mean diameter (cm)	平均密度 Mean density (g/cm ³)	圧縮強度 Compression strength (kg/mm)
No 1	カラマツオガコ Sawdust of karamatsu	12.2	0.640	1.01	1.45
No 2	カラマツオガコ Sawdust of karamatsu	11.4	0.506	1.21	4.86
No 3	カラマツオガコ (ポリエチレン 10%添加) Sawdust of karamatsu (10% poly eth- ylene added)	11.2	0.504	1.18	1.88
No 4	カラマツオガコ (ポリエチレン 10%添加) Sawdust of karamatsu (10% poly eth- ylene added)	12.0	0.522	1.10	1.21
No 5	チップーダスト (針葉樹) Chipper dust of needle- leaved tree	10.1	0.510	1.13	6.40
No 6	カラマツ樹皮 Bark of karamatsu	13.7	0.503	1.14	1.64
No 7	市販樹皮ペレット Bark of various wood species (goods on market)	9.3	0.654	1.20	4.41

〔林産誌月報No.396 1985年1月号〕

第2表 木質燃料ペレットの性質 その2
Table.2 Properties of wood fuel pellets Part

番号 Number	振動前 Before shaking				振動後 After shaking				
	かさ密度(1) Bulk density(1) (g/cm ³)	かさ密度(2) ^{a)} Bulk density(2) (g/cm ³)	平均長さ Mean length (cm)	長さの標準偏差 Standard deviation of length (cm)	かさ密度(3) Bulk density(3) (g/cm ³)	かさ密度(4) ^{b)} Bulk density(4) (g/cm ³)	平均長さ Mean length (cm)	長さの標準偏差 Standard deviation of length (cm)	ダスト率 ^{c)} Dust ratio in shaken pellets (%)
No 1	0.508	0.561	1.18	0.306	0.568	0.585	0.800	0.364	9.47
No 2	0.693	0.737	0.818	0.104	0.737	0.762	0.851	0.0865	2.90
No 3	0.770	0.827	1.08	0.112	0.718	0.766	1.070	0.135	1.79
No 4	0.526	0.562	0.661	0.285	0.555	0.599	0.674	0.249	7.31
No 5	0.644	0.691	0.848	0.159	0.673	0.709	0.729	0.211	2.40
No 6	0.591	0.627	0.725	0.135	0.617	0.647	0.678	0.195	7.42
No 7	0.627	0.685	1.66	0.802	0.634	0.699	1.690	0.797	2.04

- a) 手で振動を与えながら測定した。
Measured with tapping by hand.
b) ロータップ振とう機で2時間振動後測定。
Measured with tapping by hand after shaking for 2 hours by Ro-tap shaking machine.
c) 9メッシュパスの木粉をダストと定義した。
9 mesh passed powder was decided as dust.



第1図 ペレットマシン機の模式図
AタイプでNo.1~No.6, BタイプでNo.7のペレットを作った。

Fig.1 Pelleting machines examined. No.1~No.6 pellets were made by A-type machine, No.7 was by B-type

第3図には、2時間振動を与えた後、手で振動を加えながら測定したかさ密度と、振動前のかさ密度との関係を示した。この結果、振動を2時間加えることにより、かさ密度は約12%大きくなっていることが分かった。したがって、ペレットを輸送する場合約10%程度のかさペリが生ずると推定できる。

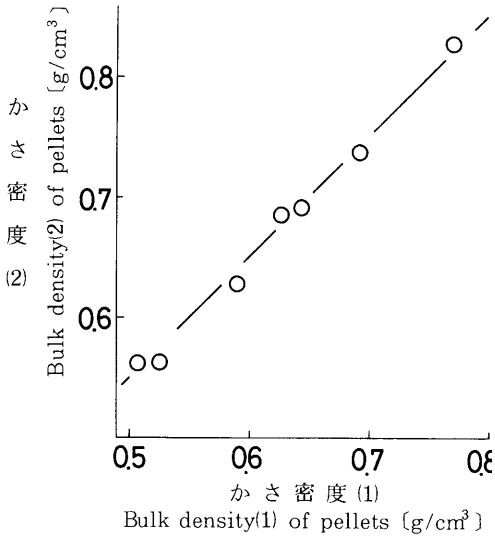
第4図には、2時間振動後のペレットの長さの標準偏差と、ペレットの密度をその平均長さで除した値と

の関係を示した。したがって、ペレットの長さが良くそろっているためには、密度と長さの比が約1程度、すなわち、密度1.2g/cm³のペレットならその長さは平均で1.2cm程度が最大で、これ以上長いペレットを製造すれば急激に大きさが不ぞろいになると思われる。

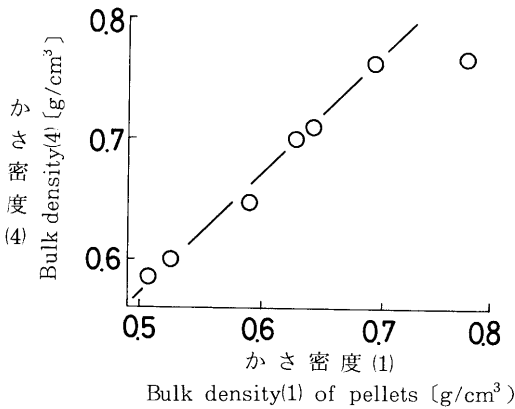
第5図には、ペレットの密度とダスト率との関係を示した。ダスト率については、木質燃料ペレットにつ

いても、又、飼料ペレットについても特に規制はない。しかし、道内の飼料メーカーであるA社では、一応5%程度を目安としている。この値を目標とするならば、ペレットの密度としては1.14g/cm³以上なければならないことになる。

第6図には、ペレットの密度と圧縮強度との関係を示した。ペレットの圧縮強度についても特に規制はないが、密度が1.2g/cm³程度あたりから強度が平衡状



第2図 かさ密度(1)とかさ密度(2)との関係
Fig.2 Relation between bulk density(1) and bulk density(2) of pellets.



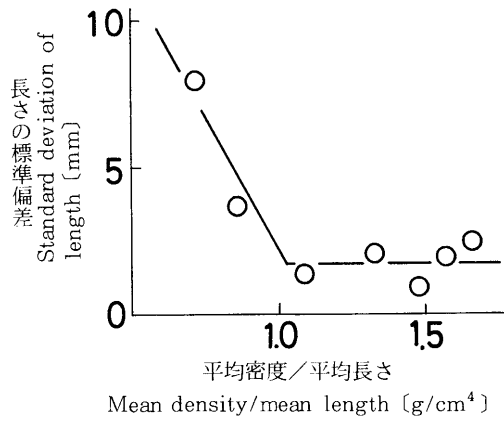
第3図 振動時と無振動時のかさ密度の関係
Fig.3 Relation between bulk density measured by non-tapping and tapping.

態になる様である。したがって、強度の面からは密度は1.2g/cm³以上が要求されると思われる。

3. プラスティックの添加

3.1 実験方法

115メッシュパスのカラマツ樹皮粉とポリエチレンパウダーを、樹皮、パウダー比で80 : 20, 70 : 30, 60 : 40として混合した。混合した原料はフローテスター



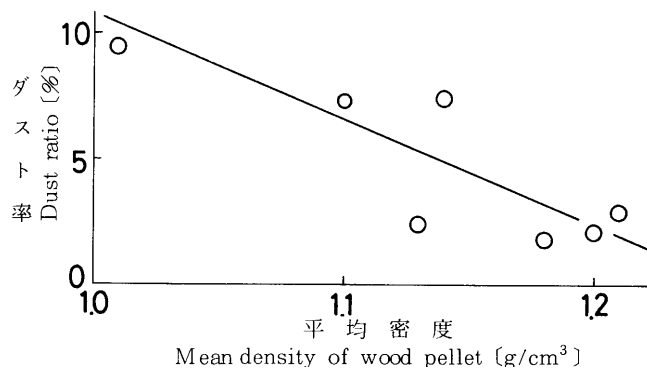
第4図 ペレットの密度と長さの比と、2時間振動後のペレット長さの標準偏差との関係
Fig.4 Relation between the ratio of mean density and mean length and standard deviation of length after 2 hour's shaking.

を用いペレット状に成型した。成型温度は120℃、ノズル径は3mmとした。フローテスターからのペレット流出速度、及びペレットを9日間水中に浸せきした時の吸水率の測定を行った。

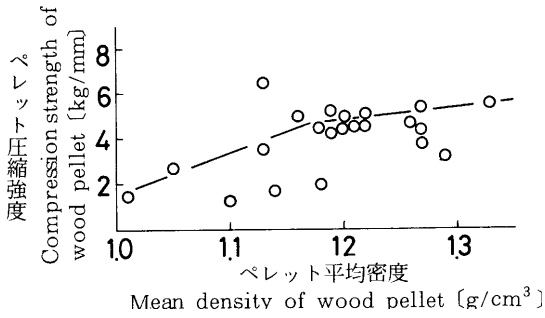
3.2 実験結果と考察

第7図には、成型圧力とペレットのフローテスターよりの流出速度との関係を示した。成型温度は120℃であり、印のみ140である。図より、本実験においては120℃と140℃との差は認められない。

第8図には、圧力を一定とした時のプラスチック添加率と流出速度の関係を示した。第7、8図より、

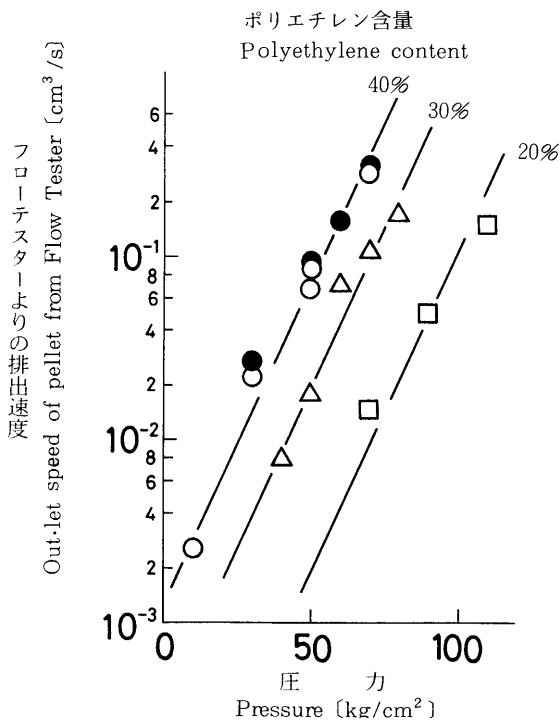


第5図 平均密度とダスト率との関係
Fig.5 Relation between mean density and dust ratio.



*表 1, 2 以外のデータもプロットしてある。
Other data without Table 1, 2 are plotted.

第6図 密度とペレットの圧縮強さとの関係
Fig.6 Relation between density and compression strength of wood pellet.

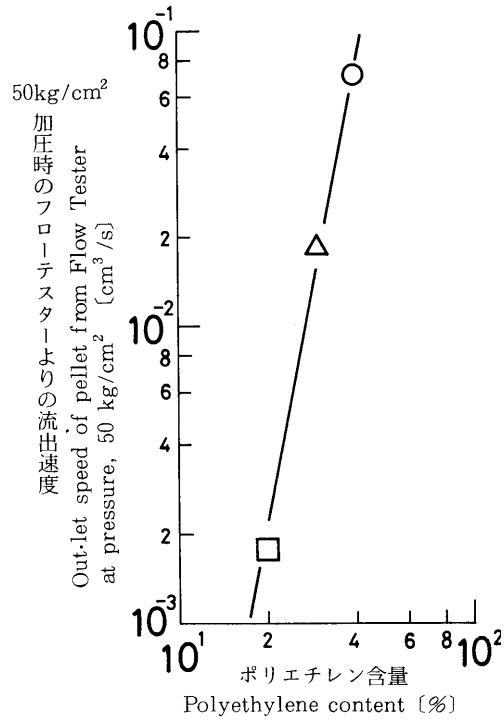


*温度は120℃, 印のみ140℃
Testing temperature is 120℃ without symbol, it is 140℃.

第7図 圧力とフローテスターよりの流出速度との関係
Fig.7 Relation between pressure and out-let speed of pellet from Flow Tester.

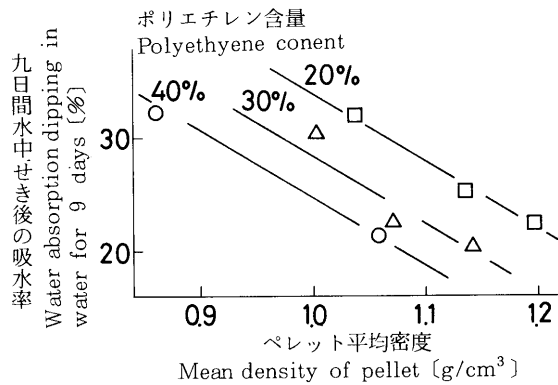
プラスチックの添加, 及び成型圧力の増加によりペレット原料の流動性が上がることが分かった。

【林産月刊No.396 1985年1月号】



第8図 ポリエチレン含量とフローテスターよりの流出速度との関係

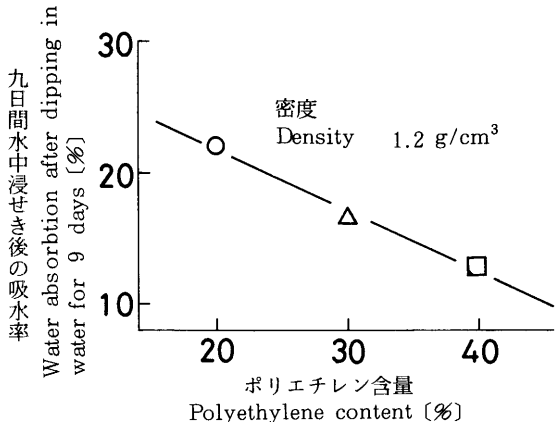
Fig.5 Relation between polyethylene content and out-let speed from Flow Tester.



第9図 ペレット密度と吸水率の関係

Fig.9 Relation between density of pellet and water absorption.

第9図には, 密度と吸水率との関係を, 第10図にはプラスチック添加率と吸水率との関係を示した。この結果, プラスチック40%添加, 密度1.2g/cm³のペレットなら水中に9日間浸せきしても12%程度の吸



第10図 ポリエチレン含量と吸水率との関係
Fig.10 Relation between polyethylene content and water absorption.

水率であることが示された。

4. ペレットの燃焼試験

4.1 実験方法

第1, 2表中の市販ペレットNo.7を用いて、ペレットストーブでの燃焼試験を行った。このペレットストーブの発生熱量は、7,600~16,000kcal/hで、同時に灯油ストーブ（発生熱量7,000~27,000kcal/h）との比較も行った。燃焼過程はどちらも7,600~16,000~7,600~11,000~7,600kcal/hと発生熱量を各2時間づつ変化させ、計10時間燃焼させた。測定は、それぞれの発生熱量時におけるストーブより10cm離れた点における温度 T_1 、ストーブの表面温度 T_2 、ストーブから出た直後の排煙温度 T_3 、及び排煙中のCOの濃度について行った。

4.2 実験結果と考察

第11図には、それぞれの発生熱量時の T_1 の変化を示した。この図より、同じ発生熱量でもペレットストーブの方が暖かいといえる。

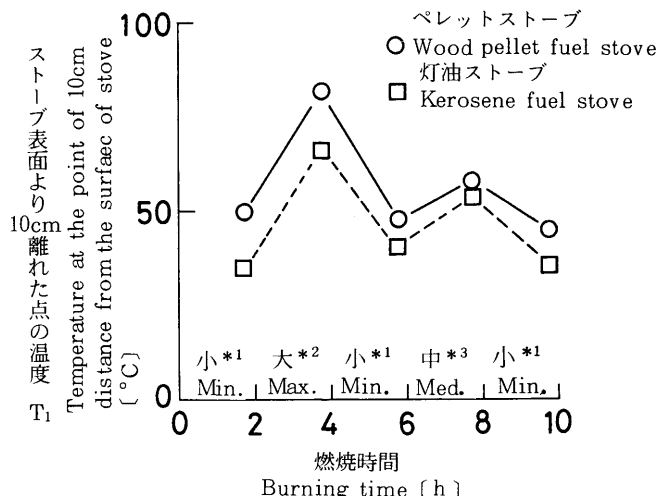
第12図には T_2 の変化、第13図には T_3 の変化を示した。 T_2 すなわちストーブ表面の温

度については、ペレット、灯油ストーブ間の差異はないが、 T_3 すなわち排煙温度についてはペレットストーブの方がかなり高くなっている。このため、ストーブの熱効率については、ペレットストーブの方が灯油ストーブより小さくなるだろうと推定される。

第14図には、CO濃度の変化を示した。炊き始めについては、灯油もペレットもほとんど同じCO発生量であるが、16,000kcal/hの時に極端に増加し、その後一時減少するが、そのまま増加しつづけることが分かった。この理由は、このペレットストーブは灰の連続除去タイプでないため、新しいペレットが灰の中にもぐりこみ、蒸し焼きのようになるためと考えられる。

5. まとめ

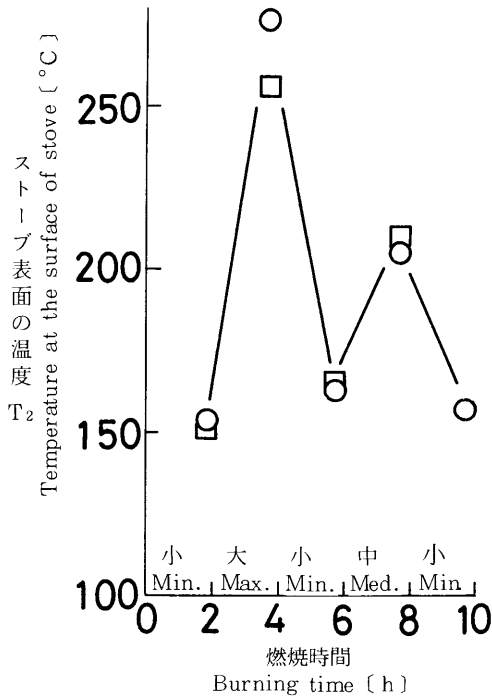
木質ペレット燃料は、まだ、その生産の緒について



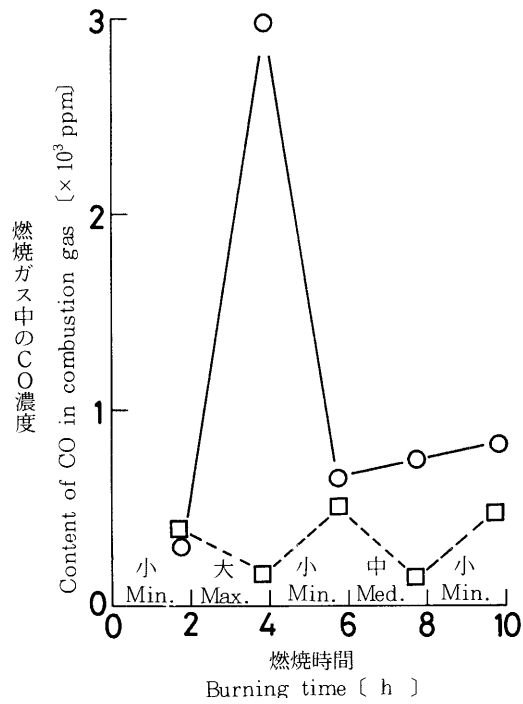
- *1 燃料供給速度小, 7,600kcal/h
Minimum feed rate of wood fuel pellet, 7,600kcal/h.
 - *2 燃料供給速度大, 16,000kcal/h
Maximum feed rate of wood fuel pellet 16,000kcal/h.
 - *3 燃料供給速度中, 11,000kcal/h
Medium feed rate of wood fuel pellet, 11,000kcal/h.
- これらの記号は第11図～第15図まで共通である。
These symbols are common in Fig.11~Fig.15.

第11図 燃焼時間とストーブより10cm離れた点における温度との関係

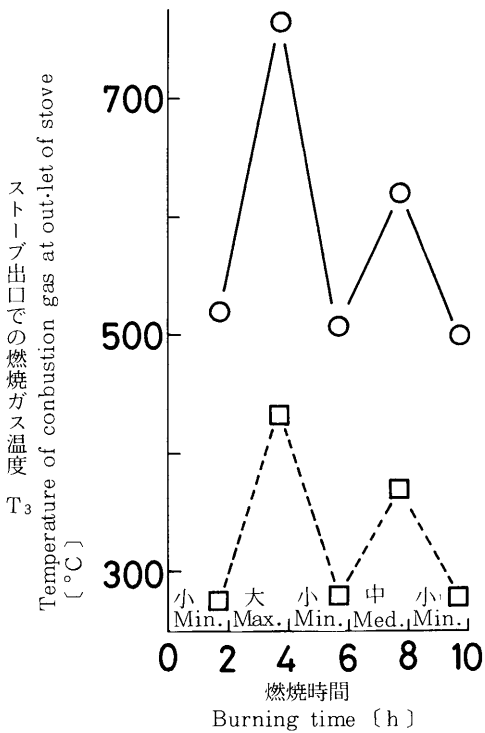
Fig.11 Relation between burning time and temperature at 10cm distance from stove.



第12図 燃焼時間とストーブ表面温度との関係
Fig.12 Relation between burning time and temperature at the surface of stove .



第14図 燃焼時間と燃焼ガス中のCO濃度との関係
Fig.14 Relation between burning time and CO content in combustion gas .



第13図 燃焼時間と燃焼ガス温度の関係
Fig.13 Relation between burning time and temperature of combustion gas .

ばかりの段階であるが、すでに本道で3工場、全国的には計画中のものも含めて22工場が稼働中、もしくは稼働をめざしている。その生産量は、合計で年間8.5万トン程度となると推定され、同種の燃料であるオガライトの全国生産量21.5万トンの実に40%にも相当する量となっている。しかしながら、石油価格が比較的低下水準で推移していること、燃焼器の開発が遅れていること、景気の低迷よりペレットボイラー等の購入意欲が生じないなどの理由により、既存工場でも操業を停止、またはカットしている工場もある。これに対して、本道は、比較的森林バイオマス資源にめぐまれ、一次産業比率の高い地域であるため、エネルギーの自給自足の形態も含めたこれら木質燃料工業の今後の発展が期待できる。本報告では、木質ペレット燃料の物性、プラスチックの添加、燃焼性等の検討を行い、この新燃料の性能についての概略を把握することができた。それらは列記すると、

- 1) 廃材は、ペレット化により約3倍その輸送量を

あげることができる。

- 2) ペレットをトラック等に積載時には、振動を加えながら積むことによって約8%多く積載できる。
- 3) ペレット輸送時には約10%精度のかさペリが生ずる。
- 4) ダストの発生率や強度からペレットの密度は、 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ 以上が望ましい。この場合、ペレットの長さは最大で1.2cm程度が良い。
- 5) ポリエチレンの添加により木粉の流動性が増加し生産性は向上する。また、吸水性も向上する。
- 6) ペレット燃料の燃焼性については、COの発生量についてのみ劣っていたが、その他の点については、灯油の燃料より劣る点は見い出されなかった。

ペレット燃料の要求される性能については、今後実用の面からいろいろな基準が作られていくと考えられるが、本実験の中からも妥当と思われるいくつかの基準が推定できる様になった。また、燃焼については、COの発生量や、本実験では検討できなかったが、煙突内での灰の付着、ストーブの熱効率の問題等種々の課題を抱えている。これらについては、今後改良を行っていかねばならない。なお、本実験の実施にあたっては、木材保存料菊地伸一研究員の御助力を得たことを附記するとともに感謝の意を表す。

- 試験部 繊維板試験科 -

- *試験部 林産機械科 -

- *木材部 乾燥科 -

(原稿受理 59.10.5)

林産試験場月報

1985年1月号 (第396号)

(略号 林産試月報)

編集人 北海道立林産試験場編集委員会

昭和60年1月20日発行

発行人 北海道立林産試験場

印刷所 植平印刷株式会社

郵便番号 070 旭川市緑町12丁目

郵便番号 070 旭川市9条通7丁目

電話 0166-51-1171番(代)

電話 0166-26-0161番(代)