

神奈川県産樹木15種のバイオマス燃料としての特性評価

中川重年*・松村正治*

Characteristic Value of 15 Woods as the Biomass Fuel in Kanagawa Prefecture.

Shigetoshi NAKAGAWA* and Masaharu MATSUMURA*

要 旨

中川重年・松村正治：神奈川県産樹木のバイオマス燃料としての特性評価 神奈川県自環境セ報 1：21-28, 2004 樹木をバイオマスエネルギー源として利用するためには発熱量及び燃焼後に生じる灰残率の把握が重要である。このことを明らかにするため2003年10月から12月に神奈川県産の樹木15種他計26種について発熱量・灰残率について測定を行った。発熱量が高かったものは、ヒノキ心材(5,346 kcal/kg)、スギ(5,274 kcal/kg)、サワラ心材(5,386 kcal/kg)であった。広葉樹ではクヌギ心材(4,843 kcal/kg)、コナラ心材(4,759 kcal/kg)で針葉樹よりも低い値となった。モウソウチク(4,840 kcal/kg)、マダケ(4,609 kcal/kg)は広葉樹に近い値となった。また部位別では心材→辺材→樹皮の順に発熱量は低下した。葉の値は樹種によってさまざまであった。灰残率はヒノキ心材(1.01%)、サワラ心材(0.49%)、スギ心材(0.41%)とほぼ針葉樹では1%以下であった。また広葉樹ではクヌギ(1.00%)、コナラ(1.04%)とやや大きい値を示した。モウソウチク(稈1.10%、葉13.57%)、マダケ(稈1.37%、葉12.05%)と灰残率は稈で1%、葉ではいずれも10%を上回り、竹葉を混入したペレット燃料化については問題がある。今回のデータをもとに暫定的な樹種別燃料適合表を作製した。

キーワード：バイオマス、燃料、発熱量、里山、雑木林

I はじめに

現在スギ・ヒノキについては林地残材や製材所の端材など資源化可能なバイオマス量は、製品(材木)とほぼ等量が製材工場で産出されながらも、その多くは未活用のまま放置されているのが現状である。また、県内民有林の人工林総連年成長量300,000 m³に対し、2000年度の素材生産量は8,203 m³(2.7%)とわずかである。針葉樹材の利用が低迷している理由の一つとして2002年12月に施行された廃棄物処理法(廃棄物の処理及び清掃に関する法律)により製材端材が産業廃棄物として位置づけられ、各事業所では製材時に生じ

る端材を専用の処理装置で処理することが義務づけられた。このため多大な処理コストが製品に上乗せされることがあげられる。このことから県内で製材をおこなわない製材所も現われている。こうした状況から製材端材の資源化は県産材の消費拡大にとって早急に解決すべき課題となっている。

一方神奈川県の民有林の60%を占める広葉樹林(雑木林)は1950年代後半から燃料林としての経済価値が失われたまま、現在に至っている。2000年の本県の広葉樹林連年成長量87,478 m³に対し、木材産出量はわずか886 m³(1.0%)にすぎない。利用がおこなわれなくなった広葉樹林(雑木林)では管理放棄されているた

* 神奈川県自然環境保全センター研究部 (〒243-0121 神奈川県厚木市七沢657)

め、生物多様性が急速に減少しており、危惧するところとなっている。このため1990年代からは里山林に対する「市民参加の森づくり」が盛んにおこなわれるようになってきているが、反面、管理時に生じるゴミ＝枝条(バイオマス)処理がしきれず、林内に放置されたままとなっており、このことが制限要因となって積極的な生物多様性回復の活動が展開できない状況となっており、市民による運動展開のネックとなっている。

そこで、こうしたスギ・ヒノキの製材端材や里山広葉樹を熱資源として利用することで、県内木材産業の附活化及び生物多様性の回復を目指そうというもので、景観生態学や保全生態学と方向性が一致するものと考えられる(中川, 2001)。

木材の燃料化に先立ち、すでに木材の発熱量は詳細なデータはあるが(日本エネルギー学会, 2002)、葉についてのデータはない。今後森林の有効利用をはかり、樹皮、葉も含めた全木を対象とする際、葉のデータ(発熱量および灰残率)は不可欠と考えた。そこで、本県内に自生及び栽培される代表的な樹種について発熱量及び、燃焼時に生じる灰残率を明らかにすることで、今後の木質バイオマス熱利用にあたっての基礎データを提供できると考えた。なお本報は平成15年度NEDO「森林バイオマスの熱利用システム実用化に関する実証試験事業調査」でおこなった一連の実験の一部である。

II 方 法

本実験に用いた試料は当センター内で得られたものである。発熱量及び灰残率は木材の各部位によって異なっている。最近では樹皮のみを用いたペレットも製造されているが、これは小型燃焼機では不適とされており技術的な改良が行われている。本実験ではこうした要素を勘案して、心材、辺材、枝、樹皮、葉の部位別に測定実験をおこなった。分析をおこなった15種については神奈川県内の里山地帯でもっとも普通に見られる樹種で、今後木質バイオマスの燃料化にあたってもっとも利用されることが期待できる樹種である。

木質バイオマスを燃料として用いる場合、灰残率の多寡は燃焼効率上や灰の処理上重要な要素である。また家庭用小型ペレットストーブの場合では、燃焼部が小さく、灰残率が高い燃料(この場合ペレット)を用いると、通風孔が詰まり正常燃焼が行われない。そこで、発熱量を求めた26種試料について灰残率を測定した。

1 発熱量測定

(1) 実験方法は以下の通りである。

- 1 試料採取(0.5 kg程度)
- 2 各樹種とも部位別(樹皮・心材・辺材・葉・枝)に分離、破碎
- 3 秤量－生重
- 4 乾燥(85℃48時間)－絶乾
- 5 秤量－絶乾重
- 6 水分含有率を算出
- 7 秤量(0.5 g程度)
- 8 試料を熱量計(デジタル式熱量計 O. S. K 150、熱量指示計(図1)で測定

(2) 測定時間

試料は純酸素を満たしたボンブ(容量100 cc)中に装着し、電氣的点火を行い燃焼させる。発生した熱を室温より1℃程度低い水約1,500 ccに移動させ、その温度上昇値から発熱量を測定するものである。試料の燃焼に伴って発生した熱の移動後、平衡状態となるのに6～7分かかるとされている。本試験に先立ち、標準値を確認した。

図2は燃焼後の試料の熱移動から平衡状態に要する時間である。(試料はスギ辺材)。測定の結果、470秒で平衡状態となることが確認された。このことから他試料に対しても点火後8分(480秒)経過した時点で平衡状態となると見なした。

(3) 測定回数

発熱量については各試料3回測定を行った。なお最大値と最小値の差が5%を超えた場合に再度測定

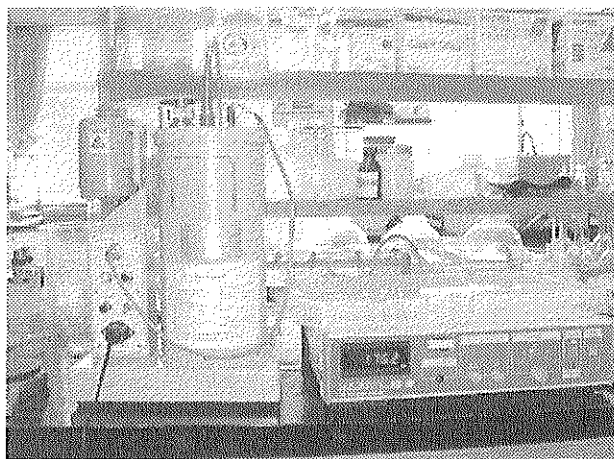


図1 熱量測定装置

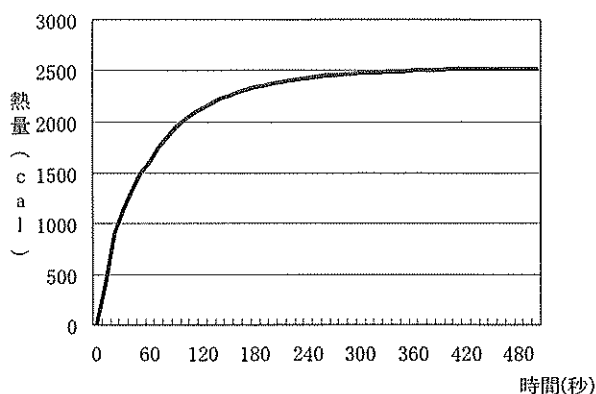


図2 熱平衡状態経時変化

を行い、最大差異の試料については棄却した。

なお、測定を再度おこなった試料としてはスギ心材、ヒノキ心材が5回、ミズキ4回であった。

2 灰残率測定

試料は発熱量測定に用いた試料26種59点の他、市販の燃料用ペレット他4点についても比較した。

(1) 測定方法は以下の通りである。

- 1 秤量(約1g程度)
- 2 電気炉(るつぼ中)で燃焼(600℃、2時間)
- 3 秤量、灰残率計算

III 結 果

1 発熱量

測定実験の結果、得られた平均発熱量(以下発熱量)は付表1のとおりである。

高い値を示した樹種及び部位は、腐朽スギ(5,557 kcal/kg)、ヒノキ葉(5,518 kcal/kg)、サワラ(5,431 kcal/kg)が最も高い値であった。木部(心材、辺材)では、サワラ心材(5,386 kcal/kg)が高く、次いでヒノキ心材(5,346 kcal/kg)、スギ心材(5,274 kcal/kg)であった。

また部位別には心材→辺材→樹皮の順に発熱量は減少していった。針葉樹材の発熱量が高く、次いで広葉樹であった。イネ科ではタケ類が高く、ススキやシバでは低い値を示した。なお今後燃料としての可能性は低いが、腐朽スギが今回測定した試料の中で最も高い値であった。

2 灰残率(付表2、3)

灰残率はバイオマス燃料評価にとって重要な要素であり、より低い値が望ましい。今回測定した試料中最も低い値を示したのはスギ辺材(0.17%)で、ついでヒノキ辺材(0.22%)、クヌギ辺材(0.25%)となった。モウソウチク、マダケの稈はそれぞれ1.10%、1.37%であった。

タケ葉の灰残率はモウソウチク13.57%、マダケ12.05%で、ペレットの燃料としての特性について問題があると考えられる。

樹皮の灰残率は樹種ごとにさまざまで、最も大きい値を示したのはエゴノキで9.81%であった。またもっとも小さな値を示したものはヒノキで0.60%であった。葉より樹皮の方が灰残率が高い樹種はクヌギ(葉:3.59%、樹皮:7.07%)、葉より少ない樹種はコナラ(葉:5.85%、樹皮:3.98%)、スギ(葉:7.33%、樹皮:0.52%)、ヒノキ(葉:4.67%、樹皮:0.60%)であった。

ペレットではマツペレット(1.67%)、スギ皮ペレット(5.00%)、タケペレット(4.93%)でいずれも多く、ブナペレット(イタリア製、0.61%)の灰残率は低い値を示した。

IV 考 察

図3は県内産樹種15種を含む58試料について各部位別に発熱量と灰残率を比較したものである。

1 発熱量

針葉樹(ヒノキ、サワラ、スギ)の心材がもっとも発熱量が高く、次いで針葉樹の辺材が高い値を示した。広葉樹ではクヌギ、コナラ、イタヤカエデ、ミズキの薪炭林構成種は4,600~4,900 kcal/kgと針葉樹よりも低い値を示した。表1は針葉樹、広葉樹、タケ類の部位別平均発熱量と他燃料の発熱量の値である。

2 灰残率

灰残率はヒノキ心材、サワラ辺材をのぞけば針葉樹心材辺材共に0.5%を下回っていた。なお灰残率については針葉樹と広葉樹の心材ではほぼ同じ1%前後の値を示した。

また葉の灰残率については針葉樹と広葉樹では針葉樹の方が小さい値を示した。

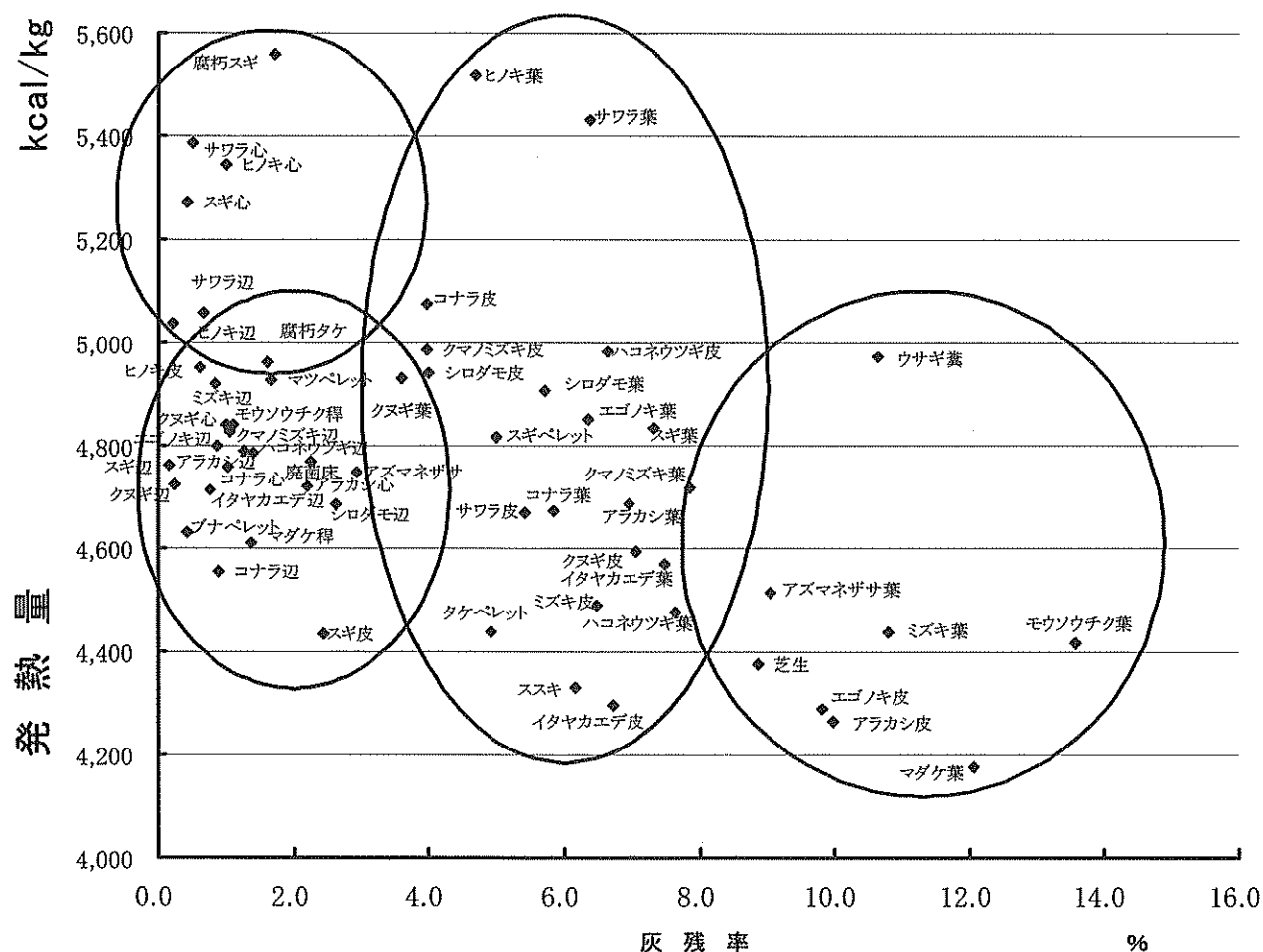


図3 県内産樹木の発熱量と灰残率

表 1 得られた試料別平均発熱量と
一般燃料の発熱量

種 別	単位	発熱量kcal	備考
針葉樹心・辺材	kg	5, 144. 5	絶乾値
針葉樹樹皮	kg	4, 683. 7	絶乾値
針葉樹葉	kg	5, 261. 3	絶乾値
広葉樹心・辺材	kg	4, 760. 5	絶乾値
広葉樹樹皮	kg	4, 657. 0	絶乾値
広葉樹葉	kg	4, 694. 3	絶乾値
タケ稈	kg	4, 724. 5	絶乾値
タケ葉	kg	4, 296. 0	絶乾値
木炭	kg	7～8, 000	
輸入無煙炭	kg	6, 500	
石油・灯油	ℓ	8, 900	
石油・A重油	ℓ	9, 300	
天然ガス	m ³	9, 800	
電力	kW・h	2, 250	

3 燃料としての評価

燃料としての評価は発熱量と灰残量によって決定される。

燃料としての評価が最も高いものとして、針葉樹のとくに心材があげられ、次いで針葉樹の辺材、広葉樹の心材であった。オーストリアのペレット規格 ONORUM M 7135 では灰残量は 0.5 % 以下とされている (O. ö. Energyesparverband 2003)。今回の調査結果からこの条件に適合する樹種はクヌギ辺材 (0.25 %)、スギ (心材辺材とも)、ヒノキ (辺材 0.22 %)、サワラ (0.49 %) のみであった。なおヨーロッパ産のブナペレットについても今回同様の実験を行い灰残量を測定したところ、0.61 % とオーストリアの基準を上回っていた。

葉についてはすべての灰残率が 3.59 - 13.57 %と木部に比べ著しく高かった。このため家庭用小型ペレットストーブで使用する場合、燃焼部が小さいこ

ともあって、燃焼の不調が考えられることから葉の混入は極力避けた方が良いと思われる。

燃料として評価が低かった樹種はイネ科のマダケ(葉)、モウソウチク(葉)、アズマネザサ(全)、コウライシバ(全 安田, 2001)などである。その灰残率は8~13.5%と針葉樹材の約10倍の値を示した。また稈と葉を混合し全木粉碎したタケペレットでは4.93%と高い値を示したことから、タケはペレット燃料としての適合性が問題になると考えられる。

タケの寿命は7~8年と短く、不手入れ林の場合、枯竹が大量に混入する。枯竹の発熱量は4,962.1 kcal/kgでマダケの4,609.2 kcal/kg、モウソウチクの4,839.8 kcal/kgをいずれも上回っている。したがって燃料化に当たっては特に問題がないと思われる。ただ灰残率が著しく高いことからチップとしての利用にとどめ、ペレット燃料化はしないことが妥当と思われる。

以上、総合的に判断し、表2のとおり神奈川県内における木質バイオマス燃料の形状(ペレット、ピンチップ、切削チップ)、樹種別(針葉樹、広葉樹、タケ類)と燃焼機別の暫定的適合基準を定めた。

V 謝 辞

長野県林業センター育林部片倉正行氏・小山泰弘氏、岩手県林業技術センター森林資源部深澤光氏に試料の提供をいただいた。ここに記してお礼申し上げます。

VI 参考文献

- (社)日本エネルギー学会 (2002) バイオマスハンドブック, 88p. オーム社. 東京.
- 伊那谷森林バイオマス利用研究会 (2000) 森林バイオマス-地域エネルギーの新展開. 川辺書林, 160pp, 長野.
- 中川重年 (2001) エネルギー源としての雑木林. 里山の環境学, 182~196p, 東京大学出版会, 東京.
- O. ö. Energyesparverband (2002) Wood Pellets-tomorrow's fuel. <http://www.esv.or.at>
- 安田信太郎 (2001) バイオマスの活用からみた里山ゴルフ場の役割. 平成13年度修士論文筑波大学, (未印刷) 60pp.

表2 神奈川県における木質バイオマスの燃料形状と燃焼機の規模別暫定評価

燃料の形態 燃焼機の規模 区分 部位		ペレット		ピンチップ		切削チップ		備考 発熱量 (kcal/kg)	灰残率 (%)
		小型機	中型機	小型機	中・大型機	小型機	中・大型機		
針葉樹	心・辺材	○	○	—	○	×	○	5144.5	0.49
	樹皮	×	○	—	○	×	○	4683.7	2.82
	葉	×	△	—	△	×	△	5261.3	6.13
	混合	×	○	—	○	×	○	5029.8	3.15
広葉樹	心・辺材	○	○	—	○	×	○	4760.5	1.26
	樹皮	×	△	—	△	×	△	4657.0	6.52
	葉	×	△	—	△	×	△	4694.3	6.91
	混合	×	○	—	○	×	○	4703.9	4.90
タケ	稈	○	○	—	○	×	○	4724.5	1.24
	葉	×	△	—	△	×	△	4296.0	12.81
	混合	×	△	—	△	×	△	4510.3	7.03

○: よい △: 問題あり
×: 不適 —: 未解明、今後の検討課題

- 注1 小型機: $1 \times 10^3 \sim 4 \text{ kcal/h}$ 、中型機: 10^5 kcal/h 、大型機: 10^6 kcal/h
- 注2 発熱量については全て4,200 kcal/kg以上を有する。
- 注3 小型燃焼機に適合する灰残率は1.5%未満とする。
- 注4 中・大型機に使用する場合は灰残率の制限はない。
- 注5 灰残率6%以上については機器のメンテナンス上問題があるとした。
- 注6 小型機に対するピンチップの適合性については今後の検討課題である。
- 注7 混合値は各部位の単純平均値とした。

付表1 樹種別平均発熱量

番号	樹 種 名	部位	平均発熱量 kcal/kg	実験回数	水分量※ %	試 料 採 取 地
1	コナラ	心材	4,758.9	3	39.2	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
2		辺材	4,556.1	3	31.8	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
3		枝	4,706.1	3	47.4	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
4		樹皮	5,074.6	3	31.1	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
5		葉	4,672.0	3	50.3	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
6	クヌギ	心材	4,842.7	3	44.2	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
7		辺材	4,723.9	3	38.3	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
8		枝	4,718.4	3	42.9	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
9		樹皮	4,593.1	3	34.9	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
10		葉	4,931.8	3	50.5	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
11	イタヤカエデ	辺材	4,714.0	3	38.4	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
12		枝	4,669.8	3	42.1	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
13		樹皮	4,294.9	3	38.5	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
14		葉	4,568.9	3	65.1	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
15	ハコネウツギ	辺材	4,785.4	3	45.3	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
16		枝	4,846.8	3	55.4	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
17		樹皮	4,981.4	3	60.8	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
18		葉	4,475.2	3	68.4	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
19	エゴノキ	辺材	4,800.7	3	39.1	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
20		枝	4,780.7	3	40.4	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
21		樹皮	4,288.6	3	47.4	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
22		葉	4,852.2	3	67.9	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
23	ミズキ	辺材	4,920.5	3	43.2	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
24		枝	4,633.1	3	46.5	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
25		樹皮	4,488.0	3	47.0	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
26		葉	4,438.9	3	63.5	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
27	クマノミズキ	辺材	4,827.3	3	49.0	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
28		枝	4,963.1	3	57.7	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
29		樹皮	4,984.9	3	55.6	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
30		葉	4,716.7	3	63.1	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
31	アラカシ	心材	4,719.6	3	31.0	厚木市七沢 センター内 モウソウチク林4
32		辺材	4,790.4	3	47.3	厚木市七沢 センター内 モウソウチク林4
33		枝	4,695.0	3	46.7	厚木市七沢 センター内 モウソウチク林4
34		樹皮	4,265.0	3	47.1	厚木市七沢 センター内 モウソウチク林4
35		葉	4,685.8	3	45.9	厚木市七沢 センター内 モウソウチク林4
36	シロダモ	辺材	4,686.6	3	45.4	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
37		枝	4,784.0	3	48.3	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
38		樹皮	4,942.4	3	51.9	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
39		葉	4,907.4	3	61.3	厚木市七沢 センター内 クヌギ林1
40	ス ギ	心材	5,274.0	3	69.1	厚木市七沢 センター内 スギ林2
41		辺材	4,763.5	3	51.3	厚木市七沢 センター内 スギ林2
42		枝	4,806.2	3	54.8	厚木市七沢 センター内 スギ林2
43		樹皮	4,433.6	3	15.6	厚木市七沢 センター内 スギ林2

番号	樹種名	部位	平均発熱量 kcal/kg	実験回数	水分量※ %	試料採取地
44	スギ	葉	4,835.0	3	54.8	厚木市七沢 センター内 スギ林2
45	ヒノキ	心材	5,346.4	3	27.9	厚木市七沢 センター内 ヒノキ林3
46		辺材	5,037.8	3	61.4	厚木市七沢 センター内 ヒノキ林3
47		枝	5,051.9	3	51.3	厚木市七沢 センター内 ヒノキ林3
48		樹皮	4,950.2	3	16.5	厚木市七沢 センター内 ヒノキ林3
49		葉	5,518.2	3	61.3	厚木市七沢 センター内 ヒノキ林3
50	サワラ	心材	5,385.5	3	27.5	厚木市七沢 センター内 スギ林2
51		辺材	5,059.7	3	51.4	厚木市七沢 センター内 スギ林2
52		枝	4,776.1	3	57.8	厚木市七沢 センター内 スギ林2
53		樹皮	4,667.3	3	58.0	厚木市七沢 センター内 スギ林2
54		葉	5,430.7	3	63.3	厚木市七沢 センター内 スギ林2
55	モウソウチク	稈	4,839.8	3	34.1	厚木市七沢 センター内 モウソウチク林4
56		枝	4,724.1	3	38.1	厚木市七沢 センター内 モウソウチク林4
57		葉	4,416.9	3	52.7	厚木市七沢 センター内 モウソウチク林4
58	マダケ	稈	4,609.2	3	46.0	厚木市七沢 センター内 マダケ林5
59		枝	4,648.0	3	47.8	厚木市七沢 センター内 マダケ林5
60		葉	4,175.1	3	56.5	厚木市七沢 センター内 マダケ林5
61	アズマネザサ	稈	4,746.9	3	52.9	厚木市七沢 センター内 アズマネザサ林6
62		葉	4,513.4	3	57.7	厚木市七沢 センター内 アズマネザサ林6
63	ススキ(草本)	混	4,332.2	3	55.8	厚木市七沢 センター内
64	雑草類(芝生)	混	4,377.4	3	78.2	厚木市七沢 センター内
65(参考)	マツペレット	混	4,929.0	3	9.2	埼玉県飯能市
66(参考)	スギペレット	皮	4,818.6	3	12.8	埼玉県飯能市
67(参考)	タケペレット	混	4,437.6	3	—	厚木市七沢 センター内
68(参考)	ブナペレット	混	4,631.1	3	—	イタリア産 購入品
69(参考)	タケ(腐朽)	稈	4,962.1	3	36.5	厚木市七沢 センター内
70(参考)	スギ(腐朽)	心材	5,557.3	3	74.5	厚木市七沢 センター内
71(参考)	タケチップ(生)	稈・葉	2,032.9	3	54.6	厚木市七沢 センター内
72(参考)	〃(生・乾燥)	稈・葉	4,662.1	3	54.6	厚木市七沢 センター内
73(参考)	タケチップ(発酵)	稈・葉	2,649.6	3	39.9	厚木市七沢 センター内
74(参考)	〃(発酵・乾燥)	稈・葉	4,653.5	3	39.9	厚木市七沢 センター内
75(参考)	麩菌床	スギ	4,770.5	3	44.5	厚木市七沢 センター内
76(参考)	イエウサギ糞		4,972.1	3	26.9	厚木市七沢 センター内

※試料採取時(絶乾重/生重)

付表2 樹種別灰残率

	樹 種 名	部位	灰分 %		樹 種 名	部位	灰分 %
1	コナラ	心材	1.04	31	スギ	心材	0.41
2	〃	辺材	0.90	32	〃	辺材	0.17
3	〃	樹皮	3.98	33	〃	樹皮	2.42
4	〃	葉	5.85	34	〃	葉	7.33
5	クスギ	心材	1.00	35	ヒノキ	心材	1.01
6	〃	辺材	0.25	36	〃	辺材	0.22
7	〃	樹皮	7.07	37	〃	樹皮	0.60
8	〃	葉	3.59	38	〃	葉	4.67
9	イタヤカエデ	辺材	0.76	39	サワラ	心材	0.49
10	〃	樹皮	6.72	40	〃	辺材	0.66
11	〃	葉	7.48	41	〃	樹皮	5.43
12	ハコネウツギ	辺材	1.41	42	〃	葉	6.38
13	〃	樹皮	6.65	43	モウソウチク	稈	1.10
14	〃	葉	7.65	44	〃	葉	13.57
15	エゴノキ	辺材	0.87	45	マダケ	稈	1.37
16	〃	樹皮	9.81	46	〃	葉	12.05
17	〃	葉	6.36	47	アズマネザサ	稈	2.93
18	ミズキ	辺材	0.85	48	〃	葉	9.04
19	〃	樹皮	6.47	49	ススキ	稈	6.15
20	〃	葉	10.79	50	雑草(芝生)		8.86
21	クマノミズキ	辺材	1.07	51(参考)	マツペレット(埼玉県)	材	1.67
22	〃	樹皮	3.98	52(参考)	スギ(皮)ペレット(〃)	樹皮	5.00
23	〃	葉	7.86	53(参考)	タケペレット(センター製)	混合	4.93
24	アラカシ	心材	2.19	54(参考)	ブナペレット(イタリア)	材	0.61
25	〃	辺材	1.28	55(参考)	タケ(腐朽)		1.60
26	〃	樹皮	9.97	56(参考)	スギ(腐朽)		1.71
27	〃	葉	6.95	57(参考)	腐菌床		2.24
28	シロダモ	辺材	2.61	58(参考)	イエウサギ 糞		10.62
29	〃	樹皮	4.00	※スギ、ヒノキの樹皮については予備試験で数値が大き く変動したため、岩手6点、長野12点、厚木8点に ついて測定し、その平均値で表してある			
30	〃	葉	5.70				

付表3 スギ、ヒノキ樹皮産地別灰残率

樹種名	産地	灰 分 (%)				平均	備 考		
1	スギ 岩手	1.96	2.40	0.92	3.92	3.38	2.92	2.59	
2	スギ 長野	3.25	4.84	3.12	1.79		3.25	DBH7cm H17m	約16年生 被圧斜立木
3	スギ 長野	2.24	0.36	1.59	4.76		2.24	DBH29cm H20m	約50年生
4	スギ 厚木市	0.52	1.80	1.95	1.55		1.46		
5	ヒノキ 厚木市	0.66	0.48	0.35	0.34		0.46		
6	ヒノキ 長野	0.74	0.32	0.28	1.60		0.74	DBH12cm H8m	16年生