

新形式炭焼き窯による炭化時間の短縮化

(足利工業大学附属高等学校) 岩崎 眞理

1. 緒言

化石燃料の大量消費により、化石燃料に含まれている硫黄が燃焼し硫黄酸化物となり、空気中の水分と反応し酸性のミストとなり地表に降り注いでいる。それらは、日本各地の山野の樹木に付着し、太陽熱や風により濃縮され、次の雨で地上に落ちて酸性土壌となり、このために梢枯れや立ち枯れがおこっている¹⁾。この対策の1つとして、炭に含まれるカリウムなどのアルカリ成分を利用して酸性化した土壌を中和することが考えられる²⁾。日本の木材は、外国製の安い木材の輸入が増えたために価格が暴落し、人件費の高騰と林業従事者の高齢化により、手入れが行き届かず、また、後継者の減少で山野が荒れている。特に、竹材は安価な合成樹脂製品が出回り、農業分野や住宅建材などの活用が減り、使われなくなった。竹の活用として、環境保護的な観点からすると、竹材は炭にして山野に帰することが一番妥当であると考えられる。しかし、従来のドラム缶窯による炭化時間は約10時間を要した^{3~5)}。炭化時間の短縮を目的として本研究で開発した間接窯は、竹材で3時間、木材で5時間以下で炭化することができた。その結果、1日での炭焼きが可能となり、教育施設や研究施設での環境教育や総合学習への利用が可能となるとともに、炭化温度の正確な管理が可能となり、研究活動への即応が可能となった。

2. 原型のドラム缶窯の構造

原型のドラム缶窯は図1に示すようなもので、使用に際しては地面に穴を掘り、窯を直接埋め使用した。新型窯は炭化炉の内部温度を800℃以上にするために、図2に示すように燃焼部は、ドラム缶の1/2の長さのものを燃焼部として原型のドラム缶に溶接し、炭化部は炭材の出し入れを容易にするために出し入れ口を2ヶ所に増やし幅も広くした。ロフト材は材料の収縮と高温の空気の通りと耐熱性を考慮し、鉄棒から幅60mm、厚さ3mmの鉄板にした。

3. 新型窯による炭化温度の上昇と炭化時間の短縮のための改良

原型ドラム缶窯による炭化時の最も熱が逃げる場所は地面であると思われるので、ここの断熱を考えた。断熱材は、ビルや家屋の壁材として使われる軽量発泡コンクリート板(ALC, 35mm厚さ)を窯の下部に敷き入れた。次に、周囲を軽量発泡コンクリートで枠をつくり、その間に乾いた土を入れた。ドラム缶上部にも10cmほど土を掛けた。一般に炭化終了は煙の色⁶⁾で判断したが、この窯の炭化終了は総合学習において児童でも判断できるように、煙の色が無色になった時を炭化終了とした。

4. 内部温度の分布実験と竹炭の分析結果および走査電子顕微鏡写真

図3に示すように、新型窯による竹の炭化温度は、180分間(3時間)以内で前部、中央、後部ともに800℃に達している。図4のナラ材では300分間(5時間)以内で全体が800℃以上になっている。竹炭とナラ炭を日本工業規格分析法(JISM8812(1963))によって行った結果は表1, 2に示す。竹炭の物理的性質は容積重: 0.48, 平均抵抗値: 2.6Ω/cmであり、ナラ炭は容積重: 0.42, 平均抵抗値: 211Ω/cmを示した。竹炭とナラ炭の横切断面と縦割の側面および竹炭の表面と内皮の走査電子顕微鏡(日本電子製JXA-8600MS)写真を写真1から写真6に示す。

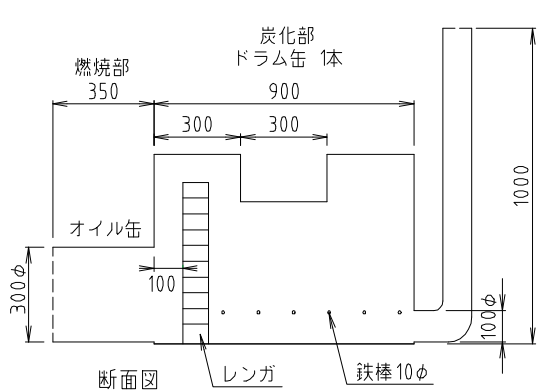


図1 原型窯の構造(単位mm)

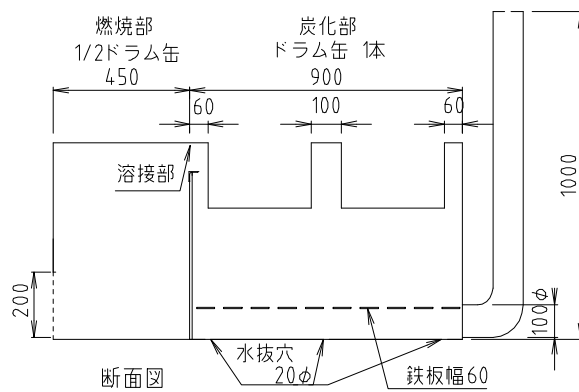


図2 新型窯の構造(単位mm)

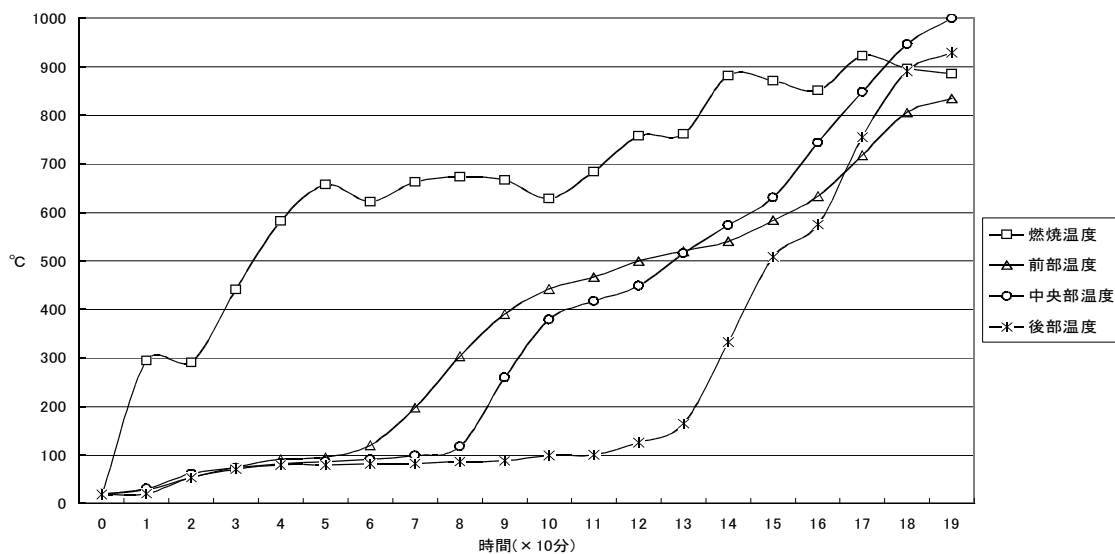


図3 竹材の炭化温度特性 (2005/10/16 足利工業大学総合センター窯)

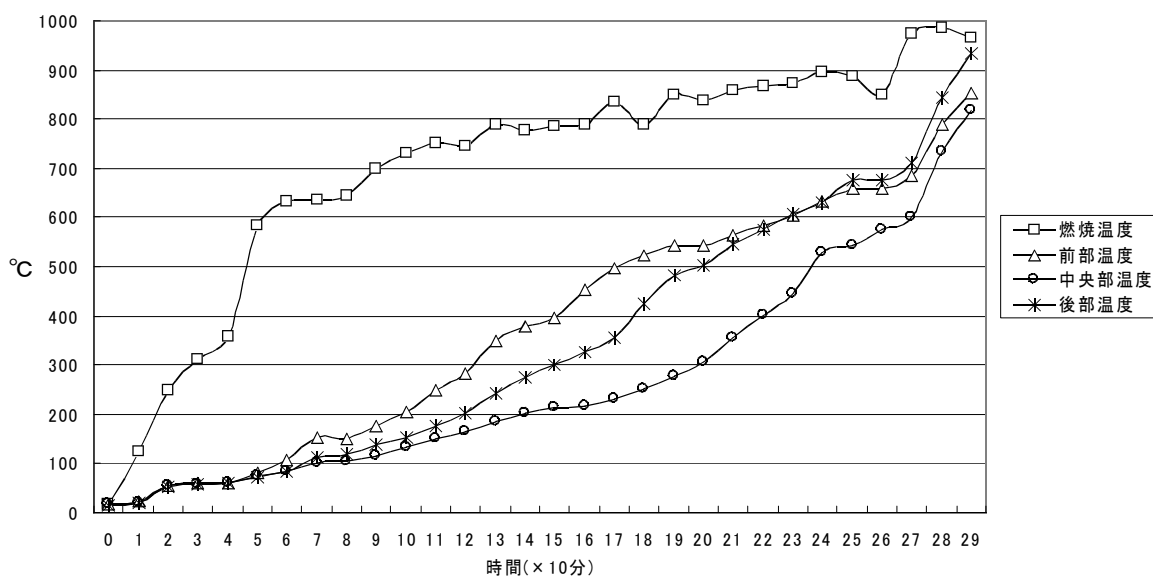


図4 ナラ材の炭化温度特性 (2005/10/30 みどり市わらべ工房窯)

表1 竹炭の分析結果

竹炭	ガス重量	灰重量	水分重量
指定温度(°C)	925	750	105
指定時間	7分	1時間	5-12時間
ルツボ重量(g)	8.0335	36.4370	24.9752
炭重+ルツボ(g)	8.5357	36.9952	25.4983
加温後重量(g)	8.4919	36.4511	25.4903
竹炭の重量(g)	0.5022	0.5582	0.5231
計算量(g)	0.0438	0.0141	0.0080
含有率(%)	8.72	2.53	1.53
揮発分調整%	7.19		
固定炭素量(%)	88.75		

表2 ナラ炭の分析結果

ナラ炭	ガス重量	灰重量	水分重量
指定温度(°C)	925	750	105
指定時間	7分	1時間	5-12時間
ルツボ重量(g)	8.0343	37.9848	39.0642
炭重+ルツボ(g)	8.5393	38.5327	39.5560
加温後重量(g)	8.4441	37.9948	39.5155
ナラ炭の重量(g)	0.5050	0.5479	0.4918
計算量(g)	0.0952	0.0100	0.0405
含有率(%)	18.85	1.83	8.24
揮発分調整%	10.62		
固定炭素量(%)	79.32		

**写真1 竹炭の走査電子顕微鏡写真
横切断面 倍率150倍****写真2 ナラ炭の走査電子顕微鏡写真
横切断面 倍率150倍****写真3 竹炭の走査電子顕微鏡写真
縦割りの側面 倍率150倍****写真4 ナラ炭の走査電子顕微鏡写真
縦割りの側面 倍率150倍****写真5 竹炭の走査電子顕微鏡写真
竹の表面 倍率150倍****写真6 竹炭の走査電子顕微鏡写真
内皮の表面 倍率150倍**

※写真については著作権の関係上添付しておりません。

5. 結言

窯の温度特性の図1から竹材で170分、図2のナラ材は270分は無煙となり炭化が終了した。竹材の炭化時間が従来の炭焼きの10時間より大幅な短縮ができ、乾燥した竹材では3時間以内、乾燥した木材でも5時間以内で炭焼きが出来た。これは現用の方式では不可能であった炭化時間の短縮に対して、本方式がすぐれた方式であることを確認した。

謝辞

実験にご協力を頂いた大森禎子博士および本文のご指導を頂きました谷田貝光克博士と走査電子顕微鏡写真を提供された足利工業大学電気電子工学科荘司和男教授に感謝いたします。

参考文献

- 1) Omori T., Yoshiike Y., Okamura S., Sugiura M., Hashimoto S., and Iwasaki M. (2004)
The 6 International Symposium on Plant-Soil Interactions at Low pH. S10-6, p. 18.
- 2) 大森禎子, 岩崎真理, 吉池雄蔵, 岡村 忍, (2005), 地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会, 地球温暖化防止のための CO₂ 固定とカーボンサイクル部門 (CDROM). L093-001
- 3) 岸本定吉, 杉浦銀冶, 鶴見武道 (2001), エコロジー炭焼き指南, 創林社, p. 12-42.
- 4) 岸本定吉 (1998), 炭, 創林舎.
- 5) D. W. KELLY (1986), CHARCOAL AND CHARCOAL BURNING Shire Album.
- 6) 谷田貝光克 (2002), よい煙悪い煙を科学する, ㈱中継出版, p. 33-41.

著作権保護の為に引用改変を禁止する。

Copyright C by M. Iwasaki 2006