

尾土井式ドラム缶窯製雑木炭の樹種及び窯内部の位置による燃焼性の違いについて

林業科

山本 浩也

1 目的

炭は、古くは燃料として、現代は再生可能な炭素材料として有用な資源である。それにもかかわらず、炭の次世代燃料としての可能性は見出されていない。ブナ科の広葉樹の薪炭材としての有用性は認められているが、山野に自生するほかの多くの樹木に燃料としての可能性はないのだろうか。以下、薪炭材としての7種の雑木炭の燃焼性に関する実験を行ったのでそれについて記述する。また、簡易に炭が作れる道具としてのドラム缶窯の性質に関する実験を行い、ドラム缶窯の性質を明らかにしたい。今回の実験では尾土井式ドラム缶窯を使用し、窯内部の位置によって上部外側、上部内側、下部外側、下部内側の4箇所に分けて実験で違いを調べる。下部に位置する炭ほど熱が伝わりにくく、炭化しにくいことが予想される。

2 材料及び方法

(1) 炭焼き

窯そのものは完成しているため、焚口をふさぐためのレンガと粘土、こねるために必要なトロ船とスコップ、焼き付け材として端材や消し炭を用意。着火にはガスボンベ式のトーチを使用した。薪炭材の候補としては、7樹種を最終的に炭にする。春のうちに伐採し、ドラム缶の半分の長さに切り分けて薪割機で4分割して乾燥させる。朝に焼き付けを開始し、昼前には窯の口を通風孔を除いてすべて閉め、粘土で隙間を埋める。このとき煙突の先端部で煙の温度を温度計で記録する。

6月12日にホオノキとネムノキ 6月14日にヌルデ

6月19日にコナラとアベマキ 6月28日(雨)にリョウブ 7月7日にモウソウチクの炭焼きを行う。

(2) 硬度及び精錬度

窯内部の位置によって上部外側、上部内側、下部外側、下部内側の4箇所に分けて回収し、硬度を三浦式木炭硬度計、精錬度を木炭精錬度計によって計測及び記録を行う。

(3) 含水率及び密度

また、今回の実験では体積ごとの燃焼量を測定するため、炭を粉砕しメスシリンダーと量りで各樹種の密度を計測する。及び、炭焼き前に実験によって計測したDB含水率を密度と比較して樹種の特性を推察する。含水率は水分量÷無水物量(樹皮含む)×100で値を出し、基乾含水率に達した状態で測定する。

(4) 燃焼実験

熱した七輪の中に直径3センチ程度に細かくした炭(250ml)を入れ、着火はガスボンベ式トーチで行う。ガスの出力は一定になるよう調整し、照射時間は1分に定める。着火直後から市販のドライヤーで67度の温風を吹きこみ、七輪内の温度が50度程度の時に実験を開始する。七輪の中の金属製底じきの上に温度計の先端がくるようにし、その上から炭を入れる。なお、立ち消え防止のため燃焼開始から終了までドライヤーはつけたままにしておく。実験は風

の少ないよく晴れた日に行った。

3 結果及び考察

(1) 炭焼きに関する結果

7 樹種を焼いたなかでコナラに関しては一部木質が残っていたので実験材料としては不適だったが、比較的炭化していると思われるものを実験した。アベマキに関しては焼き始めから煙の色が黄白色であり、コルク質の樹皮の含水率が高いものと思われた。ほかの樹種ほど縮んでおらず、質感も粉状の炭ではなく繊維質がそのまま炭化しており、まだ完全に炭化していない感触があった。コナラとアベマキ以外は、元の 6 割程度の大きさに縮んでおり、特にホオノキとヌルデは二分の一程度までそのまま縮小していた。

(2) 精錬度

精錬度は炭の電気抵抗を表しており、高温になって不純物がより多く気化した場合に精錬度の数値は低くなる。これはその炭が純粋な炭素のみでできていることを意味し、より窯が長時間高温になったことを予想できる。樹種の違いが明瞭な形で反映されていないことがうかがえる。800~1000 度までの温度が出せる三浦式窯など大型の窯ならともかく、簡易な尾土井式ドラム缶窯では 350 度程度しか出せなかったことが原因と思われる。窯内部の位置の違いとしては、特に目立った違いは見られなかった。コナラの精錬度が特に高いのは、火力が強すぎたのか温度の上昇が急激であり、十分に炭化するまえに消火したことが原因と思われる。

硬度

三浦式木炭硬度計は金属片で炭の内側をひっかき、どちらに傷がつくかで測られるが、低密度樹種の多くはもろいかほとんど粉になってしまっていたので硬度計で測ると 1 になった。全体的な傾向としては材の密度が高いものほど硬度が高く、逆もまたしかりであった。しかし密度が高いコナラ、アベマキは八名窯炭のように硬度が高くならず、握って砕けるようなものもしばしばであった。さらに、密度の高い樹種ほどグラファイト状にまで炭化が及んでおらず、繊維状であった。

アベマキに関しては、タール状の油が炭に染み込んで凝固したらしく紙にこすり付けても文字が書けないほどに表面を覆っていた。これはアベマキ炭に多く見られるほか、ネムノキ炭やコナラ炭の一部にこのような現象が起こった。これらが付着した炭は実験には用いていない。窯内部の位置の違いによる変化としては、特筆することは見いだせなかった。

(3) 密度と含水率の比較

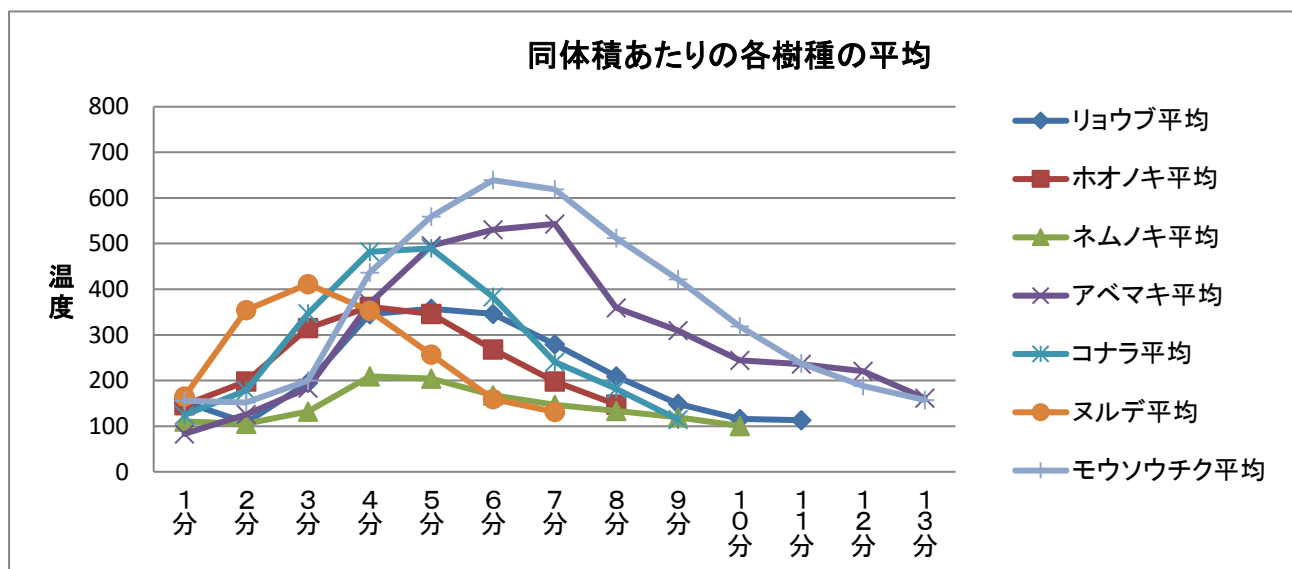
次の表のようになった。ホオノキ、ネムノキ、ヌルデに関しては差はあるものの密度は低く含水率は高い。コナラ、リュウブは逆である。最も密度の高い 2 種は法則にはずれているようだが、モウソウチクは例外的な樹種として、基本的には含水率が高いほど密度は低くなるといえる。アベマキに関しては、樹皮の水分量がほかの樹種より多かったのではないかと考えることができる。

表 1、各樹種の含水率と炭化後の密度

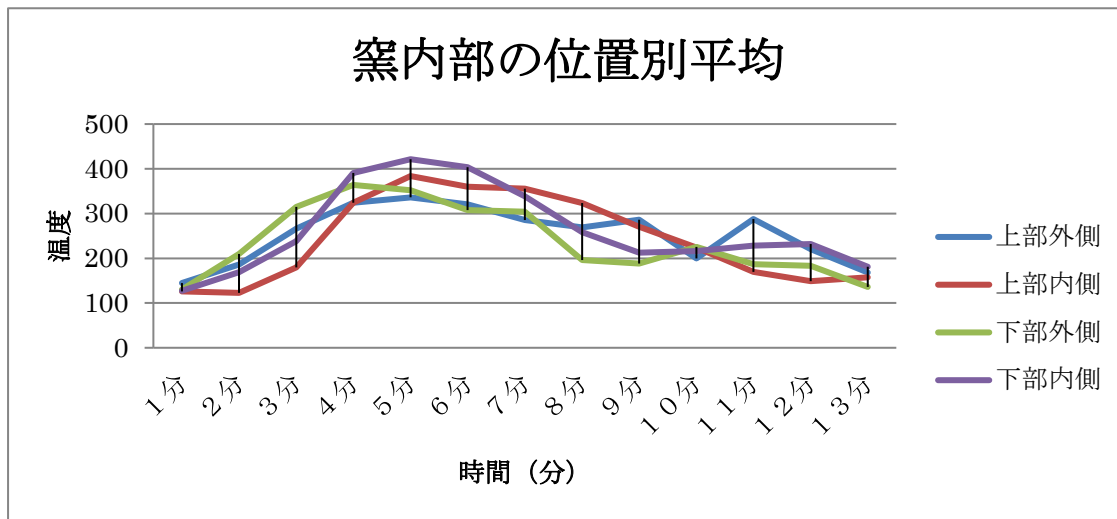
樹種	炭化前含水率DB (%)	炭化後の密度 (m l / g)
ホオノキ	60%	0.2
ネムノキ	52.7%	0.2
モウソウチク	48.2%	0.4
ヌルデ	46%	0.2
アベマキ	33.3%	0.4
コナラ	28.2%	0.3
リョウブ	27.8%	0.3

(4) 燃焼実験の結果

着火温度は 140～150 度程度。着火はどの樹種も首尾よく、アベマキやコナラは着火直後から激しく火の粉が飛びだした。ガスを止めてすべての炭に熱が均等にいきわたるまでは温度は下がり、2～3 分で炭全体が赤く熾きると急激に上昇を始めた。6～7 分ほど経つと底が見えるほど炭の量は減り、温度は緩やかに下がり続け、ほぼ 8～13 分ですべての樹種の燃焼が終わった。どの樹種もごく少量の炭のかけらが 2～3 個燃え残ったが、七輪全体の温度に影響することはないと思われるため考慮しないものとした。モウソウチクは熱が行きわたるまでは時間がかかったが、7 樹種で最高温度を記録した。また、どの樹種でも窯内部の位置によって明らかな違いが生じているとは考えにくかった。しかし、最高温度を記録する部位が、7 樹種中 4 樹種下部内側であった。はっきりした差が見られたわけではないが、下部に位置する炭の最高温度は高くなる傾向にあった。



モウソウチクとアベマキは高温で燃焼し、長時間にわたって燃える。コナラも炭化が不十分ながら高温を出せる。ヌルデは着火が突出して早いが消えるのも早い。リョウブはホオノキとほぼ変わらないが多少火持ちがよい。ネムノキは 200 度程度の低温を長く保つ特異な樹種である。雑木の燃焼性に関することは、密度や含水率から一律に測るのは難しいことがわかる。例えばヌルデは密度が上のリョウブを最高温度で超え、ネムノキはヌルデと同じ密度ながら燃焼時間が長い。炭化時のガスを炭が吸収している可能性がある。密度が同じ樹種間で



顕著な差が出る以上、樹種の特性和もいえるのではないか。

4 まとめ

樹種による違いについて、燃焼時間は密度に強く影響されることがわかった。含水率は材の状態にも影響されるうえ、モウソウチクやアベマキのような例外もある。その他雑木の燃焼性の関係については密度や含水率では測れない要素が存在することがわかった。

ホオノキ、ネムノキ、ヌルデの炭は密度が低く、着火性がよいがかさの割に長持ちしない。ただ、割れ方がきれいで軽いので研磨剤や消臭材などの炭素材料としては優秀である可能性がある。リョウブもきれいに割れるが、ねじれが強いので割らずにそのまま窯に詰める方がよい。収量はそこそこで、燃焼性も良好であった。雑木の中では密度が高いため収率がよい。

また、本命であったコナラやアベマキは今回の試験では精錬が不十分であり、もっと大型の高温にできる炭焼き窯の方が向くと考えられる。なお、着火時に火花が飛ぶのはアベマキ炭の性質であるとされる。

モウソウチクはもともとの密度が高いうえに豊富に含まれるケイ素が溶けてガラス状に沈着し、そのために硬度が高いと考えられた。やや火付きが悪い欠点があるがドラム缶窯で作れる炭の中では最も長時間にわたって高温を保てる。また、かさばらず窯に詰めるとき隙間が少なくなるため空気に触れて灰になる割合は低かったと思われる。ドラム缶窯に適した樹種であるといえる。なお、アベマキ炭などに見られるタール状の付着物はいったん蒸発した樹液などが窯が冷えた時に再度炭に着いたものと思われ、八名窯の炭には全くなかった。煙突などにもこびりつき、アベマキでは特に多かった。アベマキの炭は樹皮を剥いで焼くと結果が大きく変わる可能性がある。

また、窯内部の位置の違いについての考察としては、どの樹種においてどの位置においても、今回の試験では大きな違いを見出すことはできなかった。特に硬度においては、硬度1をはるかに通り越して軟弱な炭が多いため記録できずになかった。精錬度も多くの樹種において燃焼性に影響したとはいえない。よって、ドラム缶窯で焼ける炭は基本的に均一の品質と考えていいだろう。燃焼性に関しては、実用性に差はない程度ながら、下部内側の炭が高温になりやすい性質が見受けられる。また、炭化途中で体積が減ることで上側に空間ができ、精錬時に燃焼して灰になり収量が減る傾向が特に低密度樹種で多くみられた。この点から、収縮の大きい樹種は大量生産する燃料炭に向かないと思われる。