

ドラム缶窯による竹材の炭焼き報告

2021. 4. 27

3月27日（土）に竹材の炭焼きを実施したのでその経緯と結果について報告する。

1. 竹材準備

竹材は昨年12月12日に竹林より切り出したものを保管し、1月27日、2月3日にかけて長さ25cm、幅約5cmに切りそろえ、長さ32cmのしゅろ縄で束にした。

t34束作ったが、各窯はそれぞれ16束で満杯になった。また肉厚の多い束と厚みが薄いほうが多い束に分けた。

しかし、緊急事態宣言のため予定していた炭焼きの日程が大幅に遅れることになり、束のまま保管した。その際1号窯用の竹材は雨に濡れるのを防止するためシートをかけて保管した。2号窯用は小屋内のため、シートをかけずに保管した。

その結果、それぞれの竹材の含水量に差が生じた。表1に竹材の状態を示す。

表1 竹材の重量と含水量

	重量(2/3測定)	重量 (3/20測定)	含水量 (%)
1号窯用の竹材	—	63.2	18~24
2号窯用の竹材	66.4	52.6	12~14

単位 kg

表1に示したように2号窯用は重量が2/3測定より3/20測定のほうが約13kg程度減少した。それだけ水分が失われたことを示している。1号窯用はシートで覆ったため、含水量の変化はあまりないと思われる。

(2/3の重量測定値はなし)

2. 炭焼きの経緯と結果

① 竹材の窯への搬入は3月24日に行った。その際窯の上の方に肉厚のものを多く置くように配慮した。

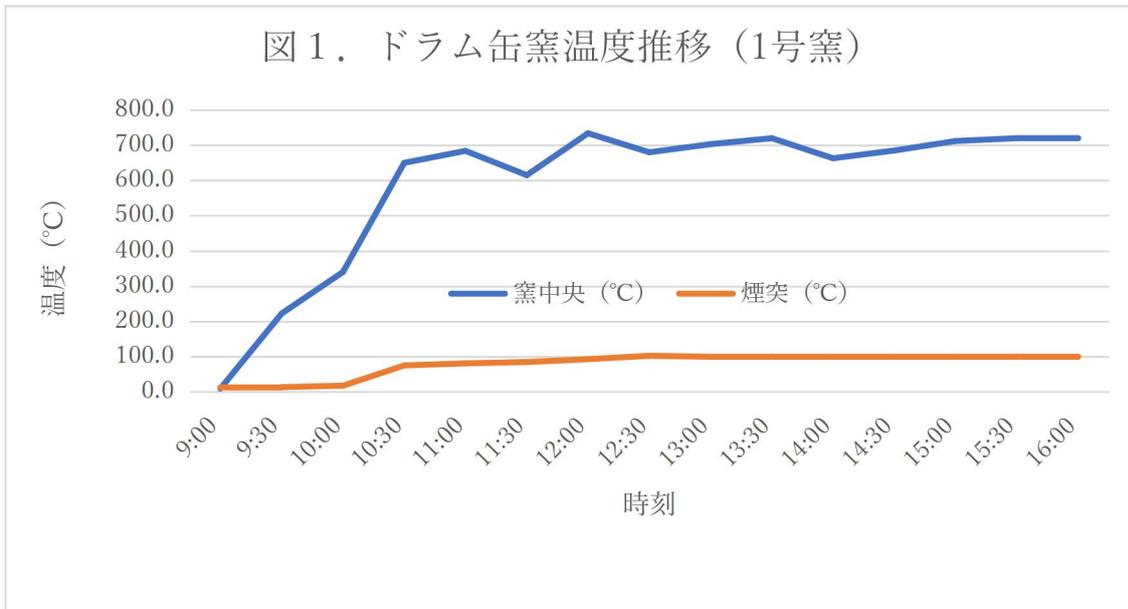
これは上部のほうが燃えやすいことを考量したことによる。

また焚き時に空気の流通をよくするために、焚口に格子状の鉄板を置いた。

② 炭焼き状況

当日は晴れ、気温は9時現在で約10℃ 1号窯の温度推移をグラフに示す。

図1. ドラム缶窯温度推移 (1号窯)



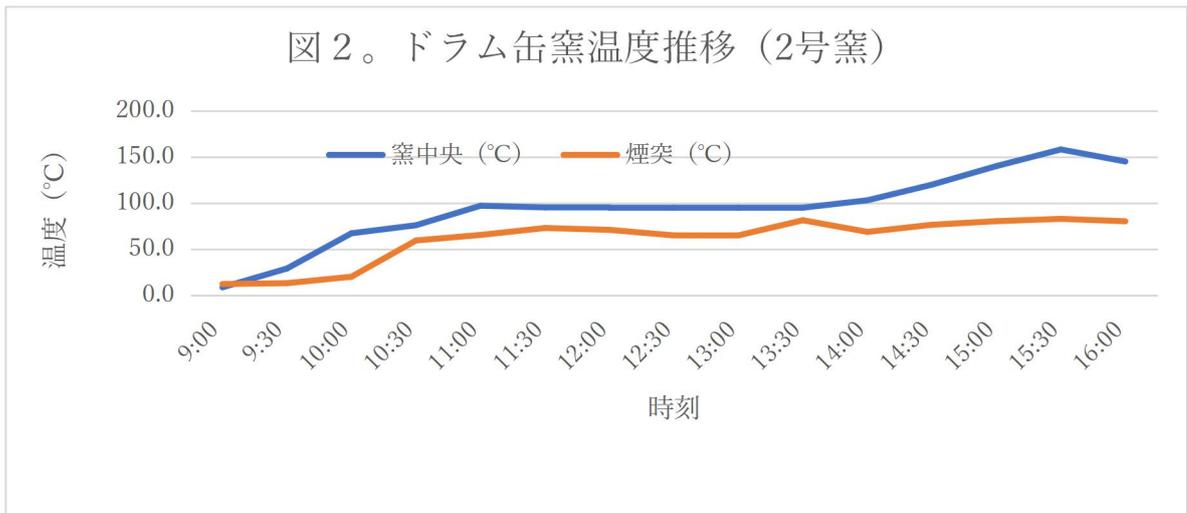
炭焼きの経緯

吹き始めてから窯中央温度は 30 分で 222 度に達した。10 時 30 分には 650 度達した。

- 10 時 35 分 竹酢液で始める。白い煙が盛んに出る
- 11 時 30 分 出口の温度は約 80 度で推移 その後徐々に上昇し 12 時に 90 度に達した。
- 12 時 20 分 焼き止し、ベントを取り付け、最初は全開にしていたが、その後半開にした
- 13 時 00 分 内部の温度が 700 度を超える
- 13 時 50 分 全閉にする 出口温度は 99.2 度で最後まで変わらなかった
- 15 時 00 分 煙が透明になる
- 15 時 30 分 竹酢液が出なくなる。ベントを 5 cm 程度開ける 煙が全くでなくなった
- 16 時 00 分 窯を閉じる

2 窯の温度推移

図2. ドラム缶窯温度推移 (2号窯)



2 号窯の窯内部の温度はほとんど上がらず、また出口温度も 80 度程度で変化しなかった。2 号窯の窯中央温度はセンサーがきちんと入っていないなかったために上がらなかったとも考えられる。

2 窯の炭焼き経緯

- 10 時 30 分 竹酢液で始める

その後温度変化なし。

- 12 時頃 焚き火を少し落とすと、出口温度が下がる状態になる。
- 13 時頃 窯に火が入るように再度強く焚きなおしをする
- 14 時 その結果窯中央温度は 100 度を超えたが、出口温度は 80 度程度で推移
- 14 時 30 分 窯内部の温度がやや上昇。しかし出口温度は 80°C 前後に推移
- 15 時 20 分 焚き止を行い、ベントを閉める 窯内部が暗くなり炭焼きが終了したことを示した
- 16 時 00 分 窯閉鎖

結果

1 号窯で得られた炭は金属的な音がし、ややかすみがかかった灰色をしている。(写真参照)量は 7.7 kg
未炭は 0 だったが、やや燃えカスが多くみられた。竹酢液量は 2.2 l だった。

竹材の形が残っている材 4.2 kg

形が崩れている材 (いわゆるくず炭) 3.5 kg

両者あわせての収炭率は 12.2% となった

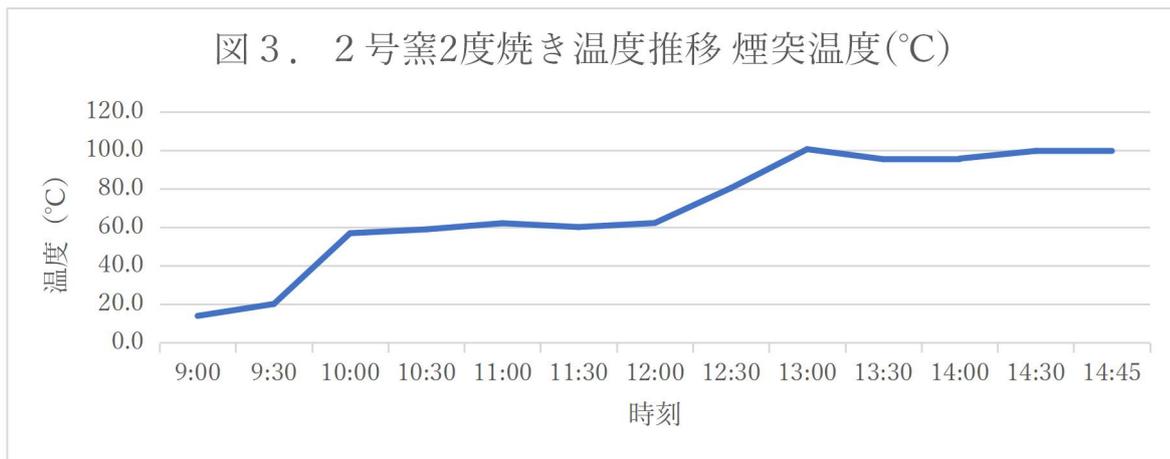
2 号窯

窯を開けた結果未炭がほとんどのため、そのまま窯を閉じ、4 月 10 日に 2 度焼きを実施した

竹酢液の量 2.0 l

3. 2 号窯の 2 度焼きの経緯と結果

2 度焼きの温度経緯



窯中央温度はセンサーの不具合により測定できず

9 時 50 分 竹酢液で始める

10 時 30 分~12 時まで 焚き続けるも、温度が 60°C 程度で上がらず

12 時頃 焚口を変えたことにより急に煙突温度が上昇した。煙が勢いよく出る

13 時 20 分 ベントを閉める 直後 95°C まで低下

その後ベントの開閉を繰り返す

14 時 30 分 ベントを全開 99°C まで上昇

14 時 45 分 時間の都合により窯閉じを行った。

2 度焼きの結果

得られた炭は黒色で簡単に割れる。全量は 20.6 kg で明らかに未炭が 2.9 kg あった。

竹酢液は 2.1 l で 1 回目と合わせると 4.1 l となる

竹材の形が残っている材 8.2 kg (写真参照)

形が崩れている材（いわゆるくず炭）	9.5 kg
未炭	2.9 kg（明らかに未炭のもの）
未炭以外の収炭率	33.6%（参考値）

5. 結果のまとめ

1号窯と2号窯でまったく反対の結果となった。

1号窯では窯内部温度が700度に達し、ベントを閉じても600度以下にならなかった。そのため予定より早く炭焼きを終了したが、燃えカスが多く収炭率も予想より少なかった。

2号窯は、1度目は内部温度が上がらず、煙突の温度も80℃程度でとどまっていた。2度焼きでは、煙突の温度が60度に達したところでとまり、12時30分になってようやく90℃程度に上昇した。その後、時間の都合で上昇してからの時間が2時間30分程度しかなく、煙が盛んに出ていた途中の段階で窯閉じを行った。

また肉厚の竹材を上によく置いた効果ははっきりしなかった。

それゆえ今後の炭焼きの方向としては

- ① 2号窯の温度が上がらなかった原因の1つが窯にあると考え、調査する
- ② 1号窯は焼過ぎで収炭率も悪かった。もっとゆるやかな炭焼きになるよう工夫する（2度焼きもその1つ）
- ③ 2度焼きをでは温度の上昇に時間がかかった。炭材に火が達していないことも考えられるので、1度目の炭材の配置替えをして、熱の伝わり方を工夫する必要がある。

1号窯の炭の状態



形が残っている材



くず炭

2号窯2度焼きの炭の状態（形の残っている材）



炭焼きにあたり、多くの方にご助言やご協力をいただき、感謝申し上げます。

小島記

以上

測定温度のデータ

ドラム缶窯温度推移 (1 窯)		
時刻	窯 中 央 (°C)	煙突 (°C)
9:00	8.9	12.0
9:30	222.0	13.0
10:00	340.0	17.0
10:30	650.0	74.6
11:00	684.0	80.4
11:30	615.0	84.2
12:00	734.0	92.3
12:30	680.0	102.0
13:00	703.0	99.2
13:30	720.0	99.2
14:00	663.0	99.2
14:30	685.0	99.2
15:00	712.0	99.2
15:30	720.0	99.2
16:00	720.0	99.2

ドラム缶窯温度推移 (2 窯)		
時刻	窯 中 央 (°C)	煙突 (°C)
9:00	8.8	12.4
9:30	29.2	13.3
10:00	67.3	20.3
10:30	76.0	59.5
11:00	97.1	65.5
11:30	95.3	73.0
12:00	95.0	71.0
12:30	95.0	65.0
13:00	95.0	65.0
13:30	95.0	81.4
14:00	103.0	68.8
14:30	119.9	76.5
15:00	140.0	80.4
15:30	158.0	82.9
16:00	145.0	80.3

2 号窯 2 度焼き温度推移		
時刻	煙 突 温 度 (°C)	
9:00	14.0	
9:30	20.2	
10:00	57.0	
10:30	59.0	
11:00	62.2	
11:30	60.2	
12:00	62.3	
12:30	80.5	
13:00	100.7	
13:30	95.5	
14:00	95.8	
14:30	99.8	
14:45	99.5	