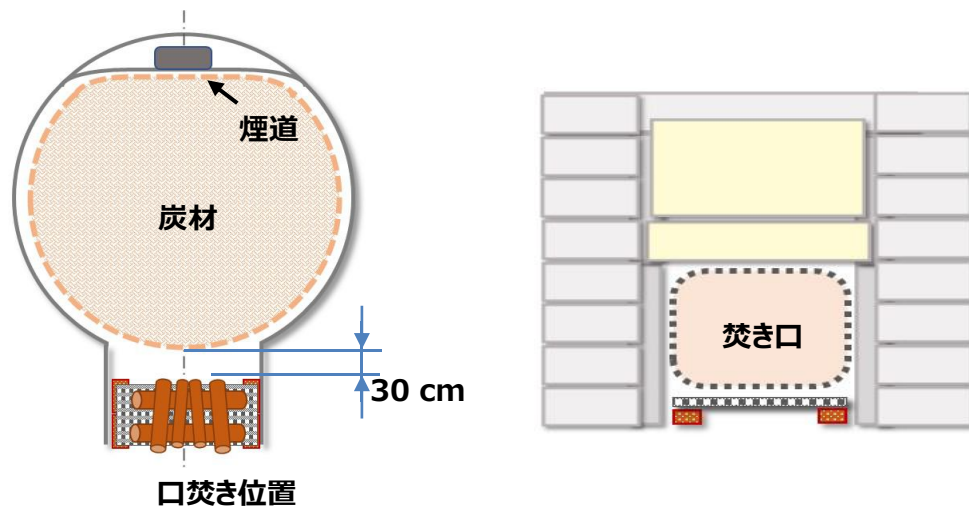


2023年11月度 本窯炭焼き 報告

計画概要 22年度および23年度5月度実施の本窯炭焼き結果を踏まえ、今回もこれまで同様の工夫（口吹き位置を炭材から離す、焚口上部の封鎖など）に合わせて、5月度で試した本炭焼き前日に予備乾燥を行う形で実施した。本炭焼き当日の口吹き止め後、2日目の精錬開始前までの温度調整においても、煙道出口温度にこだわり **85~90℃** の幅で安定させ、良好な炭化状態を持続させることを目指した。同時に、窯内天井温度についても、口吹き止め後 **400~450℃** 程度で推移するように留意し、温度調整することも併せて目的とした。



作業工程

1) 炭材づくり

今回の炭材については、クヌギ（今年伐倒し、玉切りした状態で乾燥させていたものを搬入し、炭材とした）を使用。

2) 上げ木, 敷き木づくり

上げ木, 敷き木用の材については、スダジイ（伐倒木を枝払いし、現地で自然乾燥していたもの）を使用し、やや大きめのサイズ（長さ30~40cm）に裁断後、10数本ずつ束ねる形で準備。

3) 11/15 炭材、敷き木、上げ木の詰め込み（充填炭材量：434.0 Kg）

上げ木については、前回よりもサイズを少し小さくし、詰め込みやすいように束ねたため、炭材の上にとしっかりと詰め込むことができた。前回よりも充填量は多くなっている。

（上げ木充填量 13.7 kg…前回 10.1 kg）

（充填量詳細は別表①を参照）

4) 11/24 予備乾燥

前回（5月度）同様、予備乾燥から本炭焼きへと継続させる方が本窯内の熱効率が良いと判断し、前日金曜日に実施した。

5) 11/25,26 本炭焼き

予備乾燥 11/24 10:00 口焚き開始

《 詰め込み後の炭材画像 》



着火後 30 分程度で窯内天井温度が高くなりすぎた (**185°C**) ため、火力調整。

その後も徐々に上昇し、**10:45** 過ぎに急上昇 (**370°C** を超える) を見せたので、上げ木の発火を防ぐために、焚き止めし、焚き口をレンガ・石板で閉じ (密封はしていない) 、

煙道もダンパーを全閉した。

この操作によって、窯内天井温度は下降し、**11:00** には **220°C** を切る状況。この後、通風口 (レンガ)、煙道のダンパーの開閉によって、**180~200°C** の間に調整した。着火後 4 時間 (**14:00**) が過ぎた頃に再度、温度が上昇し始めた。通風口からの確認で、炭材 (最前列ではなく 2 列目?) に着火が見られたので、放水して消火した。

(煙道出口温度、窯内天井温度の推移は別表②を参照)

《 予備乾燥後の炭材の状態 》

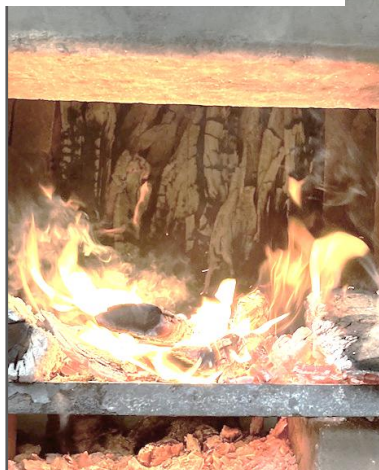


本炭焼き 11/25 9:00 口焚き開始

前日に予備乾燥を行っていることもあり、着火前の時点で窯内天井温度は **38°C** であった。着火直後の急上昇 (5 月度では一気に **200°C** に達した) はなく、**9:30 167°C** まで徐々に上昇。

10:25 頃、上げ木が発火し始めたようで、窯内天井温度が急上昇 (**10:28** に **512°C** にまで達した)。その後、一旦温度は下がるが、**400~420°C** で推移し、**10:50** を過ぎた頃から再度上昇し始め、**12:10** に今回のピーク (窯内天井温度: **593°C** 煙道出口

《 ピーク時(11/25 12:11)の窯内画像 》



温度: **82°C**) に達した。ただ、ピーク時の窯内天井温度、煙道出口温度は両方とも 5 月度 (窯内天井温度: **622°C** 煙道出口温度: **84°C**) よりも低くなっている。

12:50 煙道出口温度が **80°C** を越えてきたため、焚き止めとした (窯内天井温度: **450°C** 煙道出口温度: **82°C**)。下部石板で焚き口を閉鎖、通風口はレンガ **8 枚中 1 枚** (レンガの 1/2 程の厚さの木片) **分のみ開放**、煙道出口ダンパーは全開の状態とした。

この後、通風口の調整で煙道出口温度を **85~90°C** に保持していった。

《 11/25 16:43 の窯内画像 》



この時点の画像では、前面側の炭材は赤色化していない。

ただ、窯内温度は **416℃**、煙道温度は **86℃** と目指した温度帯となっている。

その後、煙道出口温度が徐々に上がっていき、

21:00 には **90℃** を超えてしまう。

通風口を閉じ、煙道ダンパーの開閉で調整を続けるも、煙道出口温度が **90℃** を超える状態が続くが、一方で窯内天井温度は **400℃** を下回る状態が続いている。

《 11/26 0:06 の窯内画像 》



24:00 に炭材の状態を通風口から確認してみると、画像のとおりであった。炭材は「燃烧」した様子が見られない状態で、順調に「炭化」が進んでいるように見受けられる。

2日目に入って、煙道出口温度が、早い段階

(**2:00**) で **100℃** を超え（5月度では

11:00) お昼前には、**130℃** を超えていった。

6:13 の窯内画像では、最前面の炭材では、灰化が進んでいるのが見えるが、その後ろには灰化がほとんど見られない炭材が

見て取れる。天井からのセンサーが見えるが、センサーの位置が窯の中心部分に設置されているので、窯内の半分以上が灰化することなく、炭化が進んでいると考えられる。

ただ、窯内温度が低めで推移していることから未炭の部分が多く残っていることも考えられる。

煙道出口温度の上昇を抑えるための調整によって、窯内天井温度が下がり、精錬開始の2時間前

(**14:00**) には、**370℃** にまで下降。

16:00 精錬開始時 煙道出口温度：**135℃**、
窯内天井温度：**361℃**

《 11/26 6:13 の窯内画像 》



精錬

11/26 16:00 精錬開始

※ 焚き口、通風口のみ開放で、焚き口上部の石柱、石板は密閉したままとした

精錬時間は **15 分間**。

窯内天井温度は **500℃** を超えるあたりで緩やかな上昇とはなったが、結果としては **611℃**（5月度は **765℃**）まで上昇、煙道出口温度は **170℃**（5月度は **169℃**）まで上昇。

《 11/26 16:01 の窯内画像
（精錬開始直後） 》



16:15 窯閉じ（焚き口・通風口 密閉）

16:20 煙道・センサー穴 密閉

（煙道出口、窯内天井温度の推移は別表③-1,2 図 ①を参照）

窯の開封

12/2 窯を開封

《 詰め込み後の炭材画像 》



最前列の炭材上部は灰化してしまっているが、全体的には良好な炭化が進んだように見られた。出炭を進めていくと、本窯内左右の壁近くの炭材下部にはあきらかな未炭部分が多く見受けられた。しかし、最奥部の炭材には未炭部分があまり見られなかった。窯内温度が低く推移したことから、不安であった総量としての未炭量は、結果としてそれほど多くはなかった。

計量結果

充填炭材量（**434.0Kg**）に対して

良炭：**60.4Kg** + ぐず炭(良)：**10.5Kg** + ぐず炭：**4.0kg**

計 **74.9Kg**（収炭率：**17.3%**）

※ ぐず炭(良)は未炭部分を取り除く過程で折れてしまった良炭

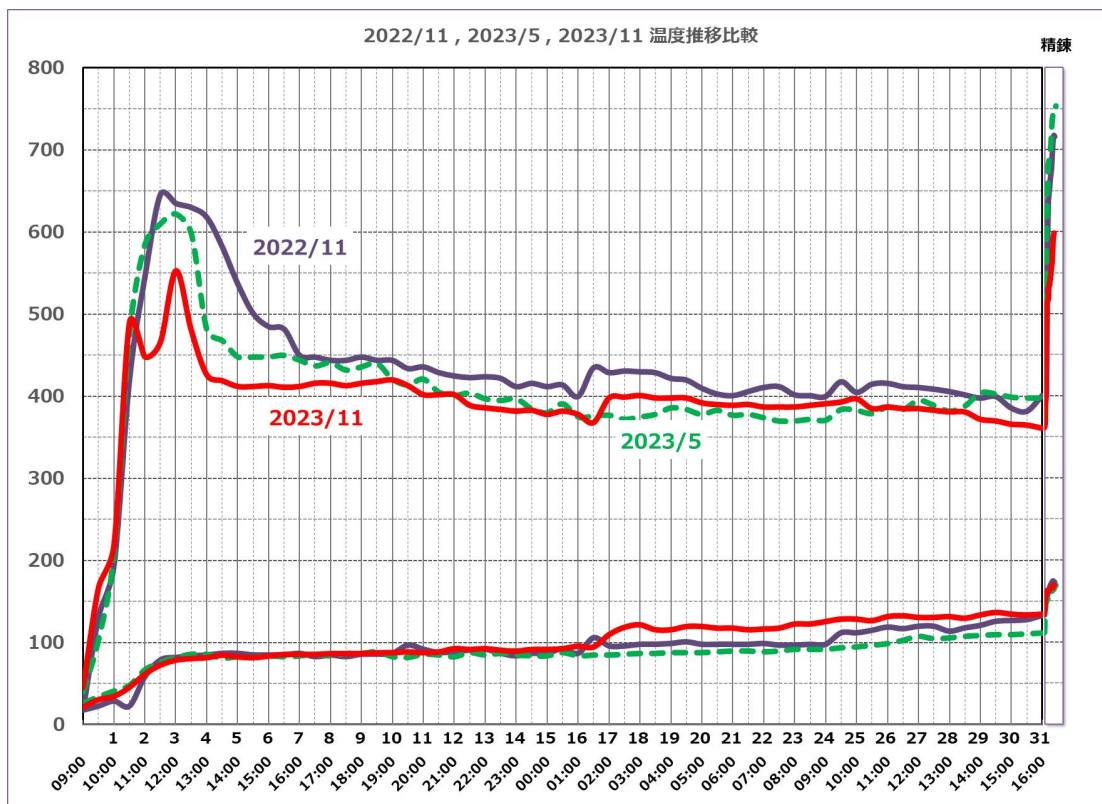
未炭：約 **40.0Kg**（未炭率：**9.2%**）

採取木酢原液量： 約 **55 ℓ**

考察

今回は“計画概要”に記載したとおり、煙道出口温度にこだわって **85~90℃** の幅で安定させ、良好な炭化状態を持続させることを目指した温度管理を行った。

今回の温度推移を過去 2 回の結果と比較してみる。



	未炭率	収炭率	良炭率
22 年 11 月度	11.6%	15.0%	13.3%
23 年 5 月度	7.3%	13.9%	11.0%
23 年 11 月度	9.2%	17.3%	13.9%

明らかな違いということでは、上げ木発火による窯内温度の急上昇の段階で、2 段階の温度上昇とピーク温度が **100℃** 近く低い結果となっていることがあげられる。

上げ木の発火を促す温度の **500℃** 近くになるまでは、ほぼ同様の推移を見せているのだが、その後の推移からは、上げ木の発火、燃焼が一気に進まなかったことが考えられる。

窯の開封時画像でも確認できるが、炭出しの段階で上げ木の燃え残りが結構多く出ていることから、このことが言える。この **100℃** 近くのピーク温度の低さは、その後の 4 時間にわたり影響を及ぼしていることがグラフから見て取れる。原因としては、次項が考えられる。

- 1) 予備乾燥時に炭材への着火が見られ、放水による消火作業を行った際に前部上げ木にも相当量の散水があり、上げ木表面を濡らし発火を遅らせた。
- 2) 昨年 11 月度以前の上げ木詰めこみは、単に上げ木材を押し込んだだけで上げ木同士の空間が多く、発火燃焼し易かった。それに比べ、今回の結束した上げ木の詰め込みは

結果的に空間量を減らし発火燃焼を遅らせた。

しかし、このことが「炭化」に対してどのような影響を及ぼしたのかは明確ではないが、窯内の画像にも見られるように、「灰化（燃焼）」を抑えることに繋がっているのではないかとと思われる。

前回との違いではもう1点、煙道出口温度が2日目に入ったところから **100℃** を超え続けたことである。空気量の調整（通風口および煙道出口ダンパー）で、煙道出口温度を **85~90℃** で推移させることを狙ったが、窯内温度が **400℃** を下回ってきたことから、窯内温度を上昇させる調整を行った。

この調整の結果によるものだが、以降、煙道出口 **90℃** 以下、窯内温度 **400℃** 以上を実現させることができなかった。

また、精錬においても過去の結果に比べると、開封直後の不燃ガスへの発火の勢いが弱く、**500℃**（窯内温度）近くまでは一気に上昇したものの、その後は炭材の燃焼による緩やかな上昇で15分後によく **600℃**（過去2回は **700℃**以上）に達する状態であった。

しかし、こうした温度推移の結果ではあったが未炭量や収炭率では、過去2回との比較においては変わらない（どちらかといえば好結果）結果であった。

今回の結果からは、煙道出口温度が100℃を大きく上回っても、窯内温度が高温化していなければ「灰化（燃焼）」を心配することはないようであった。また、煙道出口温度が高いことは、窯内の煙道口に近い部分（最奥部）の炭材まで、炭化が進んでいることの結果ではないかとも考えられる。

次回以降では、口焚き止め後の窯内天井温度、煙道出口温度の目標設定を再検討していくことと、窯内左右の壁近くの炭材の「炭化」を促進する工夫についての考えを実践していきたい。

最後に、今回も多くの方々のご理解ご協力のもと炭焼きが実施出来ました。この紙面を借りて厚くお礼申し上げます。

— 以上 —

（文責： 國澤/片岡）

表 ①

2023年11月15日 (水)

本窯炭材、上げ木、敷き木量 計量メモ

炭 材			上げ木		敷き木	
No.	Kg	本	No.	Kg	No.	Kg
1	26.8	10	1	1.5	1	0.8
2	27.1	10	2	2.3	2	0.9
3	25.4	10	3	2.3	3	0.7
4	21.1	10	4	2.7	4	0.7
5	25.8	10	5	2.7	5	0.7
6	24.1	10	6	1.4	6	0.8
7	27.2	12	7	0.8	7	2.7
8	29.7	9	8		8	
9	30.5	10	9		9	
10	29.4	12	10		10	
小計	267.1	103	11		11	
11	28.5	15	12		12	
12	27.4	11	13		13	
13	28.4	12	14		14	
14	28.0	15	15		15	
15	23.0	12	合計	13.7	合計	7.3
16	13.8	8				
17	17.8	5				
18						
19						
20						
小計	166.9	78				
合計	434.0	181				

注) 上記表記内のNo.は、検量時の検量回数或いは箕の数を示す。

表 ②

2023年11月24日 (金)

本窯 予備乾燥温度 計測メモ

日 時	温 度 °C		備 考
	煙道出口	窯内天井	
			外気温 : 20 °C 天候 : 晴れ (9:50現在)
			煙道 - 窯内 温度
10:00	17	14	⇐ 着火 10:10 17 33
10:30	20	191	10:15 17 45
11:00	22	219	10:20 18 67
11:30	21	177	10:25 19 136
12:00	22	182	10:30 20 191
12:30	22	182	10:35 21 199
13:00	25	187	10:40 22 200
13:30	28	184	10:45 22 250
14:00	33	185	10:50 21 273
14:30	39	190	⇐ 予備乾燥 終了 10:55 21 231
15:00	32	67	炭材 (最前列ではないが手前側) に着火している状態なので放水して消火
15:30			その後、窯内温度が上昇してきたため、窯を全封して、終了とした
16:00			

10:28 20-185 窯内温度が高くなりすぎたため火力調整

10:47 21-371 窯内温度急上昇(上げ木に着火?) ⇒ 焚き止め、焚き口・煙道閉鎖

11:00 22-219 煙道開放

11:05 22-239 窯内温度上昇 ⇒ 煙道閉鎖

11:10 21-215

11:20 21-197

11:30 21-177 煙道 再度 開放

11:40 20-190 煙道ダンパー閉鎖

11:50 21-184

11:55 21-182 煙道ダンパー 1/2 開放

12:05 22-182 煙道ダンパー 全開

12:30 22-182 通風口 (レンガ) 2/8 開放

12:35 23-228 通風口 閉鎖

2023年11月25日 (土)

本窯温度計測データ

日 時		温 度 ℃		備 考	
		煙道出口	窯内天井		
(11月25日)	08:30			外気温 : 11℃ 天候 : くもり (8:50)	
	09:00	22	45	着火 (8:55) 煙道 22℃ 窯内 38℃	
	09:30	31	167		
	10:00	35	219	煙道出口 窯内天井	
	10:30	46	490	9:05 23 54	
	11:00	62	448	9:10 26 69	
	11:30	73	466	9:15 27 102	
	12:00	79	553	9:20 29 123	
	12:30	81	480	9:25 30 137	
	13:00	82	426	9:30 31 167	
	13:30	85	419		
	14:20~ 通風口 : 2/8開	14:00	83	412	煙道出口 窯内天井
	14:30	82	412	10:15 40 244	
	15:00	84	413	10:20 41 289	
	15:30	86	411	10:25 42 358	
	16:00	86	412	10:30 46 490	
	16:30	86	416	10:35 50 409	
	17:15~ 通風口 : 1/8開	17:00	87	416	10:40 52 417
	17:30	87	413	10:45 54 409	
	18:00	87	416	10:50 57 416	
18:30	88	418	10:55 60 455		
19:00~ 通風口 : 1/8調整	19:00	88	420	11:00 62 448	
19:30	89	413	11:05 63 456		
20:00	88	402	11:10 64 433		
20:30~ ダンパー : 1/2開	20:30	89	402	11:15 66 479	
21:00	93	402	11:20 67 460		
21:00~ ダンパー : 全開 通風口 : 0/8開	21:30	92	389	11:25 71 468	
22:00	93	386	11:30 73 466		
22:30	91	384			
23:00	90	382			
23:30	92	383	茨き止め (12:50) 煙道 82℃ 窯内 450℃		
00:00	92	378	通風口 : 1/8開 ダンパー : 全開		

表 ③-2

日 時		温 度 ℃		備 考				
		煙道出口	窯内天井					
(11月26日)	00:30	93	382					
	01:00	96	378					
	1:30~ 通風口：2/8開	01:30	95	368				
		02:00	110	398				
		02:30	119	399				
		03:00	122	401				
		03:30	116	398				
		04:00	116	398				
		04:30	120	398				
		05:00	120	392				
		05:30	118	390				
		06:00	118	389				
		06:30	116	390				
		07:00	117	387				
		07:30	118	387				
		08:00	123	387				
		08:30	123	389				
		09:00	126	391				
		09:30	129	393				
	10:00~ ダンパー：3/4開 通風口：1/8開	10:00	129	397	精錬開始 (焚き口・通風口・煙道ダンパー開放)			
10:30		127	385	16:01	151	366	+05	
11:00		132	387	16:02	156	425	+59	
11:30		133	385	16:03	160	484	+59	
12:00		131	385	16:04	163	515	+31	
12:30~ ダンパー：4/5開 通風口：0/8開		12:30	131	383	16:05	161	516	+01
		13:00	132	381	16:06	163	518	+02
		13:30	130	381	16:07	162	536	+18
		14:00	134	372	16:08	164	535	-01
14:00~ ダンパー：全開		14:30	137	370	16:09	164	543	+08
	15:00	135	366	16:10	166	548	+05	
	15:30	134	365	16:11	166	556	+08	
	16:00	135	361	16:12	167	563	+07	
				16:13	166	579	+16	
				16:14	168	593	+14	
				16:15	170	598	+05	
				焚き口・通風口閉鎖直後に 窯内温度は 611℃ に達した 精錬終了 (焚き口・通風口閉鎖)				
			16:16	170	586	-12		
			16:17	157	527	-59		
			16:18	146	487	-40		
			16:19	134	466	-21		
			16:20	128	453	-13		
			全 (煙道・センサー穴等) 閉鎖					

2023年12月2日 (土)

本窯炭焼き 結果 計量メモ (炭材 : 434.0 Kg)

未炭		良炭		くず炭 (良)		くず炭	
No.	Kg	No.	Kg	No.	Kg	No.	Kg
1	40.0	1	18.5	1	10.5	1	4.0
2		2	6.0	2		2	
3		3	5.5	3		3	
4		4	5.5	4		4	
5		5	5.7	5		5	
6		6	6.5	6		6	
7		7	5.0	7		7	
8		8	5.7	8		8	
9		9	2.0	9		9	
10		10		10		10	
11		計	60.4	計	10.5	計	4.0
12							
13							
14							
15							
計	40.0						

良炭+くず炭	
74.9	

未炭率	収炭率
9.2%	17.3%

採取 木酢原液量 : 約 55 ℓ