

切石を使用した白炭窯の製炭

林業専門技術員 嘉 村 耕*

要 旨

県内で使用されている在来の白炭窯(出炭50~120kg/回)を改良し、窯の大型化(出炭量150kg/回程度)、構築作業の省力化、窯石の再利用などを目標として入手が容易でしかも耐熱性・保温力に優れ、損傷度が少ないといわれる切石(栃木県産 大谷石)を使用した白炭窯を構築し、製炭成績と窯石の損傷程度を調査した。

- 1 構築1年目の出炭量は約130kg/回・2年目約165kg/回・3年目約168kg/回で、1年目に比べ2・3年目には20~27%程度の収炭率の増加があった。
- 2 この窯の収炭率は15.6%程度で、在来窯に比べ約26%収炭率の増加が認められた。
- 3 使用した切石の損傷は、構築3年目の窯口付近で深さ1.5~3.0cmであり、特に損傷のはげしい窯口と排煙口掛け石及び鉢石の一部のものを除いた大部分の切石は、再使用が可能と思われた。

1 はじめに

県内における製炭経営の改善指導にあたって、黒炭ではけいそう土などの使用による黒炭大量岩手窯(出炭量1,900~2,800kg/回)の構築・庭先集合製炭の推進による経営の安定化・集約的作業による生産性の向上が進められて来た。

一方、白炭については従来の製炭窯(出炭量50~120kg/回)による作業が行われており、施設あるいは技術面の改善による生産性の向上が望まれていた。

ここに紹介する切石を使用した白炭窯は、製炭経営指導員早坂松次郎^{**}と盛岡木炭検査所長小原善次^{***}の両氏が、白炭窯構築の省力化と窯の大型化並びに集合製炭化のために改良を試みたもので、使用する窯石の耐熱テスト及び製炭試験を県林業試験場が分担したものである。

2 使用する石の選択

従来の白炭窯は、窯場付近から構築用石材を集めて使用していたので、近所に適当な石がない場合は、多くの労力と経費をかけて搬入し、大きさの調整などによって使用して来た。しかし、使用する石の質や大きさが異なるため、窯の性能や炭質が不均一になることが多かった。更に、落鉢や窯壁の崩壊などの場合はもちろん、窯の再構築に際して窯石が破壊することが多く、再度の使用が非常に困難であった。

集合製炭場に白炭窯を構築するためには、まず、窯石が容易に得られること、大きさ及び石の種類がそろっていること、耐熱性があり、保温力に優れ、破壊しにくいこと、できるだけ再使用が可能なことなどが必要な条件と考えられた。

* 現在 林業水産部林業課に勤務
** 社団法人岩手県木炭協会職員
*** 現在 林業水産部県有林課に勤務

そこで、従来から白炭窯に使用されていた石3種のほかに、市販の切石も含めて使用可能と思われる石4種を集め、900～1200℃で長時間耐熱・保温力・崩壊度などについて検討した結果、入手・運搬・加工が容易であり、窯石として再度の使用が可能と思われるうえ、野面石を加工するよりは安価に入手でき、そのうえ重量も比較的軽い大谷石（栃木県産の切石）を構築材料とした。

3 窯の試作及び大きさ

県内で使用されている白炭窯（出炭量50～120kg/回）は、日窯操作を行っても、黒炭大量岩手窯の約140kg/日（1,900～2,800kg/回）に比べて生産性が低く、作業の集約化と炭窯の大形化による製炭量（1回出炭当り）の増大が望まれていた。

白炭窯は、窯外消火を行うため、作業上からの制約があり、窯の奥行や横幅をあまり大きくすることができない。そこで、従来の日窯操作あるいは留窯操作の工期を変えなくても作業ができる、出炭量150kg/回を目標とした岩手白炭窯型式の試作窯を盛岡市築川字根田茂に構築した。

なお、この試作窯では窯壁部分にのみ切石を使用し、天井や窯底は従来どおりの石を使用した¹⁾

この試作窯は約4カ月間（約18,000kg出炭）使用して、炭質・石の損傷の程度などを観察したが、出炭量がほぼ均等で、炭化の進行も均一であることが分かった。また、この窯を解体したところ、石の損傷は窯内側で0.3～1.5cm程度であり、厚さ15cmの石の1割以内の損傷で、白炭窯構築上からは問題になることとは思われないので、窯底・窯壁・天井のすべてに切石を使用した白炭窯を庭先集合製炭場に構築することにした。

窯の大きさは試作窯と同じく、出炭量150kg/回を目標にして設計した。

4 窯の構築と調査に使用した白炭窯

試作窯使用の結果に基づいて設計された白炭窯は、奥行180cm・最大横幅140cm・腰高120cm・天井最高部155cmの卵形で、設計図は図-1～図-8のとおりである。この白炭窯1基を構築するために要した切石の大きさと所要数は表-2のとおりで、市販の大谷石74枚分である。

構築に要した経費（小屋掛を除く）は表-3のとおりで、昭和45年度において、約147,000円であった。なお、この白炭窯は雫石町御所字南畑に4基・岩手町川口字細金に2基構築された。

このうち、製炭成績の調査に使用した窯は、雫石町南畑の1基と岩手町細金の1基である。

表-1 設計した白炭窯の大きさ

奥 行	最大横幅	腰 高	天井最高部
180cm	140cm	120cm	155cm

表-2 切石所要数及び寸法

区分	名称	寸	法	数量	摘要
窯口	柱石	1000mm×300mm×150mm		2枚	
	かがみ石	1000×300×150		2	
		1000×200×150		1	
窯底	敷石	450×300×150		2	
		300×300×150		24	一部要加工
窯壁	腰石	600×300×150		2	1段目及び3段目
		450×300×150		2	2段目及び4段目
		300×300×150		46	
天井	鉢石A	300×300×150		24	1段目 要加工
	鉢石B	300×300×150		4	
	鉢石C	300×300×150		22	
	鉢石D	300×300×150		3	2段目 要加工
	鉢石E	300×300×150		4	
	鉢石F	250×300×150		18	3段目 要加工
	鉢石G	250×300×150		17	4段目 要加工
	鉢石H	200×300×150		16	5段目 要加工
	鉢石I	150×300×150		16	6段目 要加工
	鉢石J	150×300×150		10	7段目 要加工
	鉢石K	150×300×150		6	8段目 要加工
煙道	掛け石	500×200×150		1	
	掛け石台	100×200×90		2	

注) 1000mm×300mm×150mmの切石(大谷石)74枚分

表-3 切石を使用した白炭窯の構築費

(昭和45年度)

5 製炭の成績

雫石町南畑の窯では、構築1年目・2年目・3年目の出炭量の変化について、留窯操作法による出炭成績の調査を行い、岩手町細金の窯では、留窯操作法と日窯操作法とによる出炭成績について調査を行った。

雫石町南畑における調査では、1年目には約130kg/回・2年目には約165kg/回・3年目には約168kg/回の出炭量があり、構築1年目に比べて2年目・3年目には、出炭量の増加率が20~27%程度あることが分かった。

岩手町細金における調査では、留窯操作法と日窯操作法間には出炭量の差があるとはいえなかったが、なら炭材を一部に使用したこともあって、構築1年目の窯であるにもかか

品名作業名	区別	単位	数量	単価	金額
材料費	耐火切板石	本	74.0	1,390 ¹⁾	102,860 ¹⁾
	粘土	m ³	1.4	600	840
	キャスター	袋	2.0	1,600	3,200
	石灰	袋	2.0	200	400
	くい木	本	13.0	20	260
	そだ	本	150.0	10	1,500
	材料運搬費	台	1.0	5,000	5,000
	工事雑費	%	5.0	(費用)	7,000
小計					121,060
人件費	床堀	m ³	1.6	300	480
	敷石	人	0.5	1,500	750
	組み上げ	人	2.2	1,500	3,300
	そだ組	人	0.6	1,500	900
	煙道造	人	1.0	1,500	1,500
	土盛埋込	人	2.0	1,500	3,000
	石工	人	4.0	1,800	7,200
	天井石組	人	1.7	1,500	2,550
	窯前仕上げ	人	1.0	1,500	1,500
	天井盛土	人	3.0	1,500	4,500
小計					25,680
計					146,740

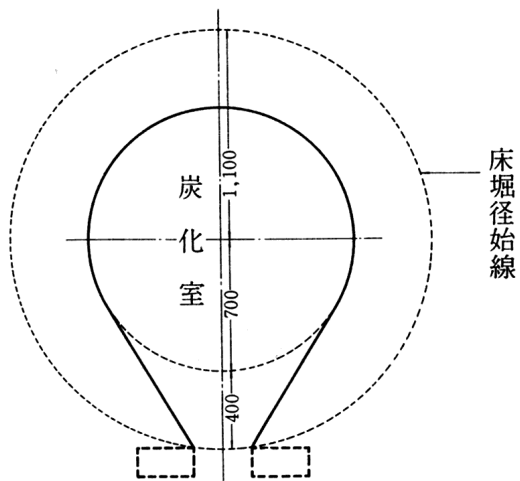


図-1 床堀及び炭化室径始図

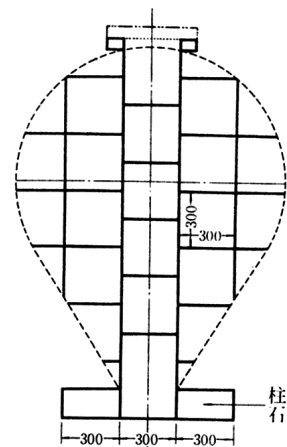


図-2 窯底配石図

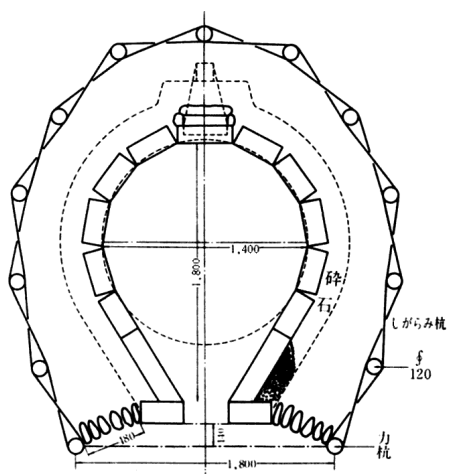


図-3 平面図

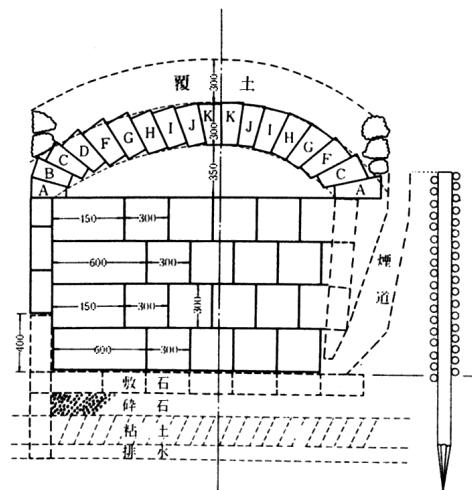


図-4 断面図

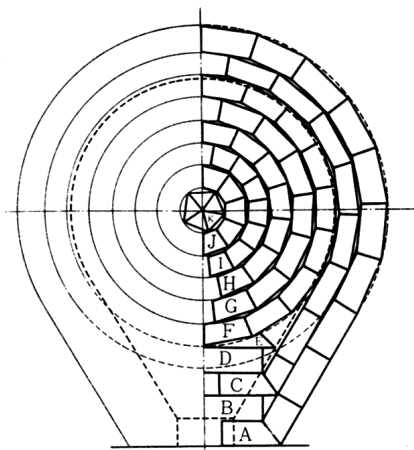


図-5 天井組立図

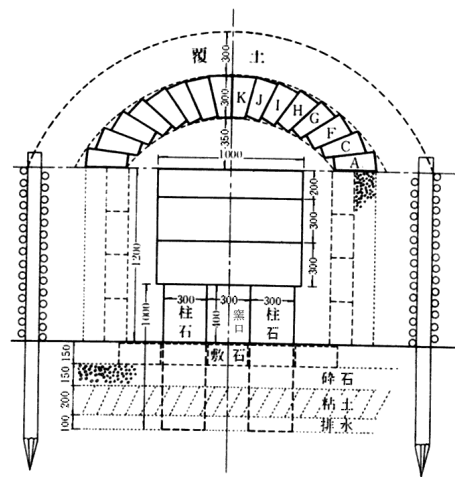


図-6 正面図

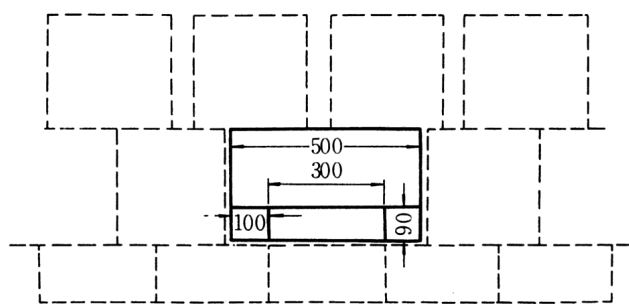


図-7 排煙口正面図

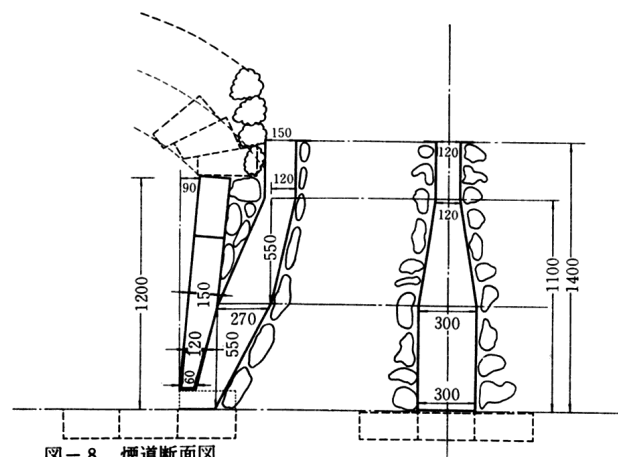


図-8 煙道断面図

ならず、雫石町南畑における出炭量をやや上回る約137kg/回を出炭することができた。

また、今回の製炭成績からは、操作法の違いや構築後の使用経過期間による収炭率の変化を見出すことが困難で、この窯の収炭率は、それぞれの製炭成績を平均した際の収炭率15.6%前後が通常の収炭率のようで、在来窯に比べ、約26%の収炭率の増加が認められた。

なお、この白炭窯に触媒剤を使用した際の収炭率は平均15.73%で、その収炭率の増加率は0.7%程度しかなく、在来窯のような触媒製炭による収炭率の増加は見込めなかった。²⁾

表-4 製炭成績

番号	炭材重量	木炭重量	収炭率	樹種等	製炭時間	摘要
S-1	879.9 ^{kg}	142.7 ^{kg}	16.21 [%]	ざつA	48:59 ^m	築窯1年目
S-2	862.3	139.5	16.18	ざつA	48:00	
S-3	846.7	127.2	15.02	ざつB	48:00	
S-4	872.3	131.5	15.08	ざつB	48:08	
平均	865.3	131.2	15.62		48:16	
S-(1)	1028.7	160.9	15.64	ざつB	45:10	2年目
S-(2)	1111.9	168.7	15.17	ざつB	46:24	
S-(3)	1039.4	166.7	16.04	ざつB	47:27	
平均	1060.0	165.4	15.62		46:20	
S-I	1054.3	169.4	16.07	ざつA	47:19	3年目
S-II	1055.7	167.8	15.89	ざつB	47:16	
S-III	1121.2	168.6	15.04	ざつA	47:18	
平均	1077.1	168.6	15.66		47:18	
平均	1000.8	156.4	15.63		47:18	
I-1	886.4	134.5	15.18	ならA	23:00	1年目
I-2	869.0	140.8	16.19	ならA	24:33	
I-3	886.2	136.5	15.40	ざつB	23:30	
平均	880.5	137.3	15.59		23:47	
I-(1)	881.5	134.7	15.28	ざつB	48:05	1年目
I-(2)	887.8	137.7	15.52	ならA	48:25	
I-(3)	873.7	140.4	16.07	ならA	47:05	
平均	881.0	137.6	15.62		47:52	
平均	880.8	137.5	15.61		35:47	

S：岩手県岩手郡雫石町南畑
I：岩手県岩手郡岩手町細金

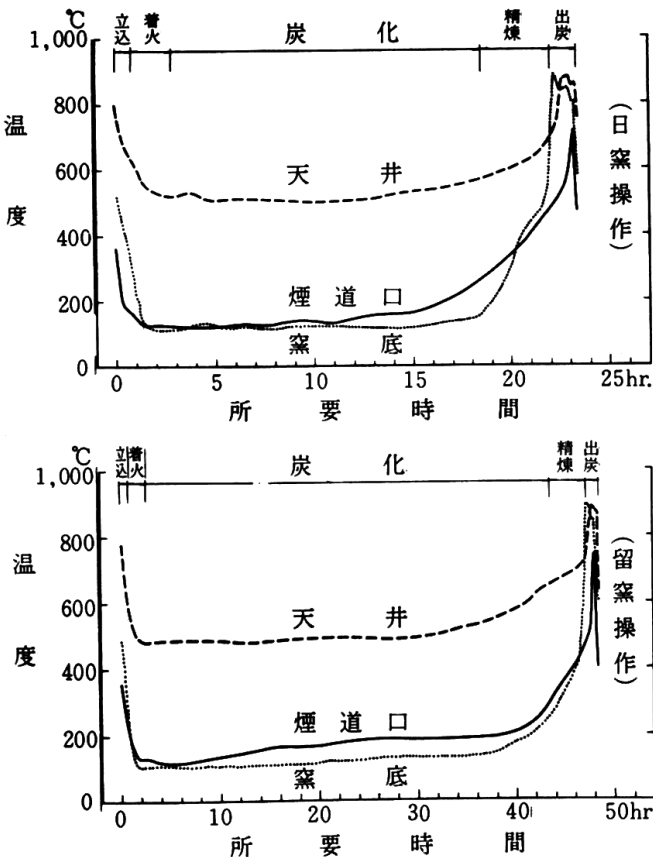


図-9 製炭時間と温度経過

表-5 製炭時間

番号	立込	着火	炭化	精煉	出炭	計	摘要
S-1	0:53	1:30	41:31	3:58	1:07	48:59	築窯1年目
S-2	0:50	1:38	40:28	4:02	1:02	48:00	
S-3	0:43	1:42	40:47	3:48	1:00	48:00	
S-4	0:47	1:37	40:45	3:51	1:08	48:08	
平均	0:48	1:37	40:53	3:55	1:04	48:16	
S-(1)	0:50	1:30	38:00	3:45	1:05	45:10	2年目
S-(2)	0:38	1:39	39:00	4:04	1:03	46:24	
S-(3)	0:40	2:00	40:12	3:33	1:02	47:27	
平均	0:43	1:43	39:04	3:47	1:03	46:20	
S-I	0:42	1:25	40:38	3:30	1:04	47:19	3年目
S-II	0:46	1:48	40:07	3:26	1:09	47:16	
S-III	0:49	1:52	39:54	3:40	1:03	49:18	
平均	0:46	1:42	40:13	3:32	1:05	47:18	
平均	0:46	1:41	40:03	3:45	1:04	47:18	
I-1	0:50	2:20	8:30	10:15	1:05	23:00	1年目
I-2	0:50	2:00	16:34	3:45	1:24	24:33	
I-3	0:48	2:10	15:22	4:00	1:10	23:30	
平均	0:49	2:10	13:29	6:00	1:13	23:41	
I-(1)	0:36	1:40	40:25	4:10	1:14	48:05	2年目
I-(2)	0:45	2:15	40:20	3:55	1:10	48:25	
I-(3)	0:42	1:15	39:40	4:20	1:08	47:05	
平均	0:41	1:43	40:08	4:08	1:11	47:52	
平均	0:45	1:57	26:49	5:04	1:12	35:47	

S：岩手県岩手郡雫石町南畑
I：岩手県岩手郡岩手町細金

6 使用した切石の損傷

構築に使用した切石の損傷の程度は、試作窯を解体した結果（約4カ月使用・約18,000kg出炭後）では、窯内側において0.3～1.5cm程度であったが、この試験窯では12カ月使用後の窯口付近で深さ1.5～3.0cmであった。なお、最も損傷のはげしい部分は、窯口と排煙口掛け石であり、天井に使用した石は、出炭時の写真から観察した結果では0.3～1.0cm程度の損傷であった。

これらの結果から見た場合、構築3年目（製炭期間12～15カ月）の石については、特に損傷のひどい窯口と掛け石及び鉢石の一部を除いた大部分の切石は、白炭窯の再構築には使用ができそうである。（写真8～10参照）

7 む す び

白炭窯構築作業の省力化、大形の白炭窯の構築、切石の使用と使用した切石の損傷及び窯石再利用の可能性についての観察並びに製炭成績について調査を行った。

その結果、構築当初には130kg/回程度の出炭量であったものが、その後には当初目標としていた、150kg/回の出炭量を確保することができ、日窯操作をすれば黒炭大量岩手窯の出炭量（約140kg/日）を上回る出炭を確保できることが分った。なお、収炭率は、在来窯（12.36%程度）に比べて増加率で26.37%（収炭率15.62%）も向上し、在来窯で触媒剤を使用した場合以上の収炭率を上げることができた。このため、この白炭窯に触媒剤を使用しても、その効果はあまりないといわれている³⁾

使用した切石の損傷は、約4カ月使用（約12,000kg出炭）で窯内側0.3～1.5cm程度であり、構築3年目（製炭期間約12カ月）の窯口付近で深さ1.5～3.0cmであり、特に損傷のはげしい窯口と排煙口掛け石及び鉢石の一部のものを除いた大部分の切石は、白炭窯の再構築に使用できそうである

8 文 献

- 1) 峽煙 第174号, P 2, (社)岩手県木炭協会, (1968).早坂松次郎:白炭改良窯構築によせて
- 2) 峽煙 第190号, P 2, (社)岩手県木炭協会, (1970).早坂松次郎:白炭岩手窯(切石使用)における触媒製炭の一考察
- 3) 第25回日本木材学会大会研究発表要旨, P 188, (1975).嘉村耕:切石を使用した白炭窯の製炭について

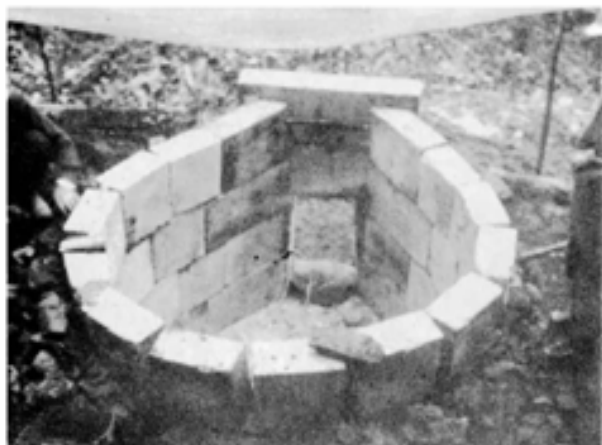


写真-1 窯壁の構築



写真-2 窯壁



写真-3 窯鉢の構築



写真-4 窯前面



写真-5 出炭後の窯壁



写真-6 立込時の窯内



写真-7 炭化中の窯

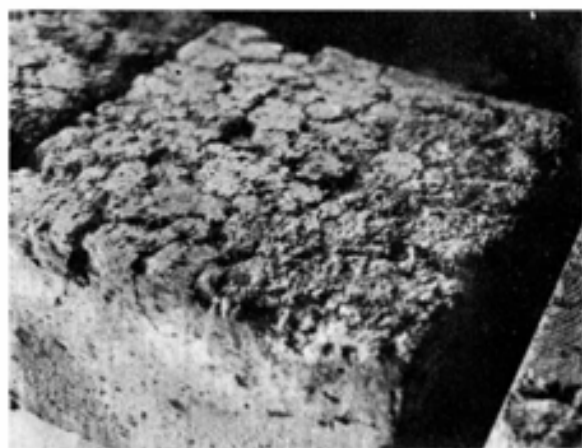


写真-8 解体した窯壁の石の損傷状況



写真-9 解体した窯口付近の石の損傷状況



写真-10 解体した窯壁の石の損傷状況



写真-11 出炭時の窯口



写真-12 出炭時の窯口