製炭試験報告（第1報）

四万製炭試験成績

岸本定吉[1]，内藤三夫[2]，栃澤龜助[3]，古谷　剛[4]
杉浦銀治[5]，河野研一[6]，雲林院源治[7]，内田　憲[8]

Studies on charcoal making (The 1 st report)
Experiments of charcoal making at Shima.

Sadakichi Kishimoto, Kazuo Naito, Kamesuke Tochizawa, Tsuyoshi Furuya,
Ginji Sugiura, Kenichi Kono, Genji Unrinin, Ken Uchida.

まえがき

この試験は木材合理化施策の一つとして製炭法改良のため，昭和 26 年4月，群馬県吾妻郡沢田村四万で全国林産化学専門技術普及員協議会が開催された時，審議決定した4種類の製炭窯の性能試験結果である。

製炭窯は，各地各々製炭事情が異るので全国に普及するには1つの窯型だけでは不充分である。そこで前記協議会では各地の製炭事情を考慮して，次の4種類の窯を撰定した。

1）第1号窯　岩手県で普及している窯で，点火室に排煙管を設け，加熱初期の調節を計り，且つ煙道構造を徳利型とし，炭化の均一を計つた窯。

2）第2号窯　長野県で普及している窯で，加熱室を炭化室外に設け，また精煉管を別に設備し初歩者にも操作し易く，且つ燃料に落葉落枝等，林地廃材の利用を可能とした窯。

3）第3号窯　山口県の防長式を基準とし，清澄B式窯の特徴を加えた障壁を有する窯で，取扱いの容易と，燃料に林地廃材の利用を計つた窯。

4）第4号窯　当場小塚製炭試験地で普及している窯で，窯底，窯壁の耐湿構造，排煙口位置，煙道構造等に従来の改良窯の長所を採り入れ，入念に設計施行する外には，所謂，在来型と特に著じるしい変化のない窯。

築窯に当ては全員参加し，細部に至るまで慎重に施行し，第1回の製炭を完了した。第2回製炭は同年6月 21 日に開始し，終了後は引続き第3回，第4回，第5回と連続4回製炭を続け，昭和 26 年8月5日終了した。第2回以後の製炭は当場，木炭研究室員及び群馬県林産物検査所員が協同実施した。

1）林産化学部・木炭研究室長　2）林産化学部・木炭研究室員　3）小塚試験地主任　4),5),6),7) 林産化学部・木炭研究室員　8）林野庁研究普及課企画官

製炭期間が雨季に当つたため雨天の日が多く，且つ製炭者が各回とも異るため窯の性能を比較するには不充分であつたが，取敢えず，こゝに結果を報告し，製炭技術参考の資に供することにした。この試験は林野庁研究普及課内田技官が計画し，筆者等が観測をなし，岸本及び杉浦が取まとめを行つた。

なおこの試験に当り，国有林課長簑輪満夫氏，吉沢技官及び前橋営林局事業部作業課長，森田技官及び同作業課志賀，樋口両技官，中之条営林署長，志津事務官外担当各位，また観測に当ては群馬県林産物検査所員各位の絶大の援助を仰いだ。こゝに特記して謝意を表する。なお写眞は林野庁研究普及課内田技官から与えられた。

2 築　　窯

築窯場所は群馬県吾妻郡沢田村大字四万字新行国有林 23 林班を小班（前橋営林局　中之条営林署　中之条経営区），東南緩傾斜地で樹種はナラ 80%，クリ 2%，その他広葉樹 18%，アカマツ，モミの点在する平均樹令約 45 年，海抜高約 820m，基岩は閃緑岩，硅岩，硬砂岩よりなり，土質は礫の少量混在する壌土であるが，築窯場所附近に散乱する岩石は耐火性に乏しく，また粘土は焼結し難く，且つ水が附近にないこと等，築窯場所としては好条件の処ではなかつたが，四基，各々 10～30m 間をおいて同高度に並列して築窯した。

また築窯に当ては第1号窯は岩手県林務部編，岩手1号窯を参照し，第2号窯は長野県編，新信濃窯製炭法に従い，第3号窯は築窯参加者各々協議して施行し，第4号窯は小塚製炭試験地栃沢技官指導した。

1）第1号窯

（1） 床掘り（第1図）

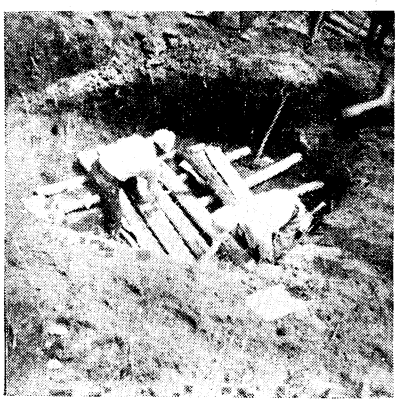
雑草を掻き取つた後，窯の大いさを定め，窯底となる面より約1尺3寸位掘り下げた。

排煙口となる部分は，その部分を巾約1尺5寸，奥行約1尺5寸掘り取つた。

（2） 窯底排湿装置及び床固め（第2，3，4図）

第1図　床　掘　り

第2図　窯底排湿装置



床掘り後，末口２寸位の枝条，または割木を１尺５寸位離して敷き並べ，その上に末口１寸５分位の枝条材等を空間のないように敷き並べ，その上に古炭俵，雑草等を敷き，土壌を約５寸盛土し，その上に粘土を約３寸の厚さに打ち固め，凸凹なく窯底をつくつた。

第3図　枝　条　敷

第4図　床　固　め

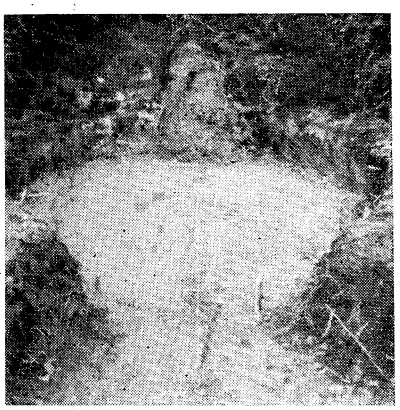
（３）　排気口（第 65—1 図）

窯口，両側１尺３寸の処に排気口（径３寸）をつくつた。直径３寸，長さ４尺の丸太を横に敷き，粘土で固め後抜きとつた。

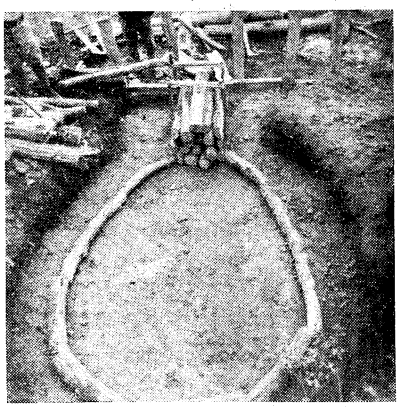
（４）　窯底経始（第５図）

排煙口より窯口前に向つて中心線を引き，これを中心基準として寸法を計り，円を画き大円と小円の交点より，大円直径の 10% の長さを外方に計り（第 65—1 図），この点を通り両円を結びつけた。

第5図　窯　底　経　始



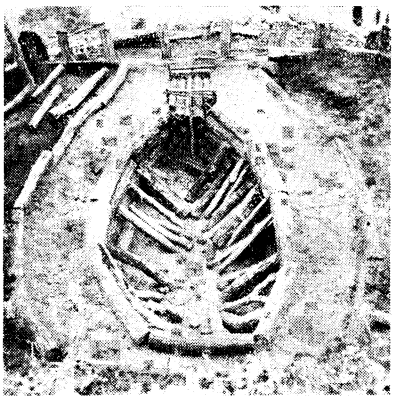
第6図　窯　壁　構　築



（５）　窯壁の構築（第６，７，８図）

樹皮または枝条等を窯壁外側の堀取面に並べ，山腹より窯内に湿気の侵入を防いだ。窯底地割に従い，直径約５寸，長さ約２尺５寸の炭材を組み上げ，その外側に粘土を搗き込み，順次枠を重ねて窯壁を打ち上げた。窯壁の厚さは約７寸とした。

第7図　窯　壁　構　築



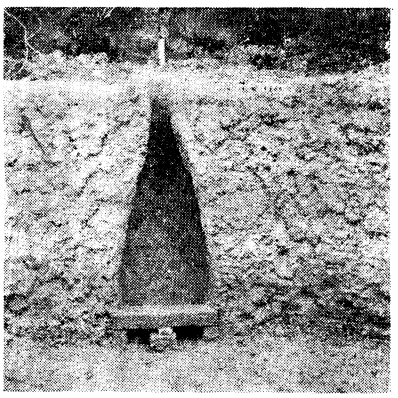
第8図　窯壁仕上げ

（6）　加熱室の構造（第 65—1 図）

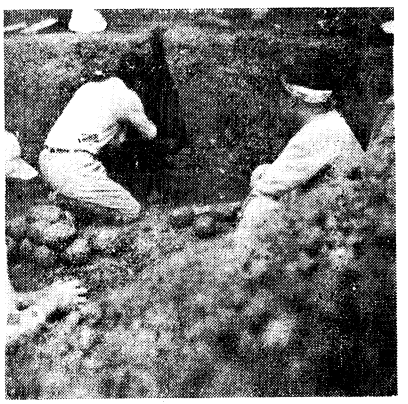
加熱室は出入口を兼ね，底面は前方に緩傾斜し，炭化末期の灰化防止と作業の便とを兼ねた。加熱室の奥行は2尺とし，窯口の前の高さは約2尺位とし，巾は1尺6寸，奥巾は2尺とした。

（7）　排煙口及び煙道口の構造（第9，10，11 図）

第9図　排煙口及び煙道



第 10 図　煙道仕上げ

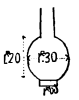


第 11 図　窯壁及び煙道，排煙口，構築完了

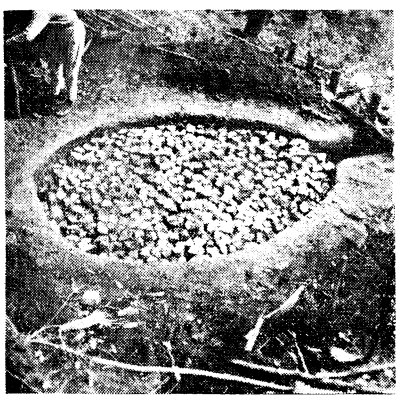
第 12 図　炭材立込み

排煙口掛石の下面は窯底面と同じ高さとし，煙道の高さは3尺8寸（窯壁高＋奥行×10%）とし，粘土と礫で築き上げた。排煙口の寸法は第1表に示した。煙道の型は第65—1図の通りにした。完成後は焚火を行い，乾燥を計つた

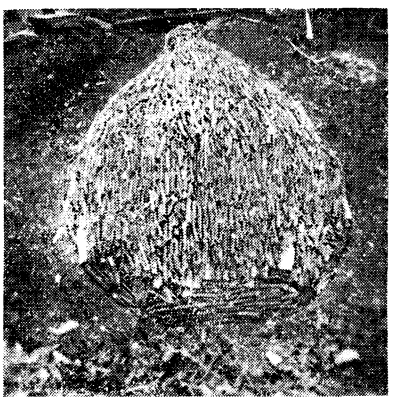
第1表　第1号窯寸法

名称		寸法	備考
炭化室	奥行	尺 10.00	大円は奥行の 75%，小円は奥行の 50% とし，接点において大円直径の 10% のふくらみをつける。
	最大横巾	7.50	
窯壁	高さ	2.50	
	厚さ	0.70	
窯底	勾配	水平	水平，たゞし前方 3 尺 5 寸の処より 2 寸前下り
加熱室	奥行	2.00	
	奥巾	2.00	
	前巾	1.60	
	高さ	前 2.00 後 2.50	
排気口	直径	0.30	点火室より5寸離れた窯壁底部より上り勾配とし，窯口より 1.3 尺の処に開く。
排煙口	横巾	1.00	奥行の 10%
	高さ	0.20	最大横巾の 1/40
	奥行	0.75	最大横巾の 10%
	掛石下部		掛石下巾3寸
煙道	最大横巾	1.30	
煙道口	丸	0.375	最大横巾の 1/20
天井	最高部	1.50	大円直径の 1/5（位置奥行の 75% のところ）
	厚さ	0.30～0.70	

第13図　炭材立込み完了



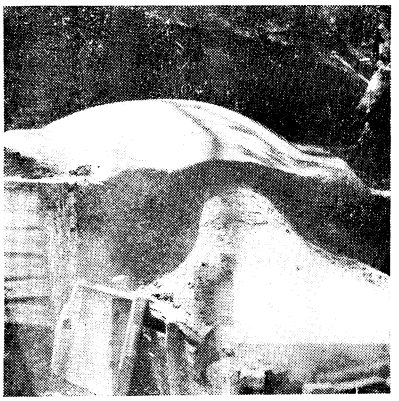
第14図　切子盛り



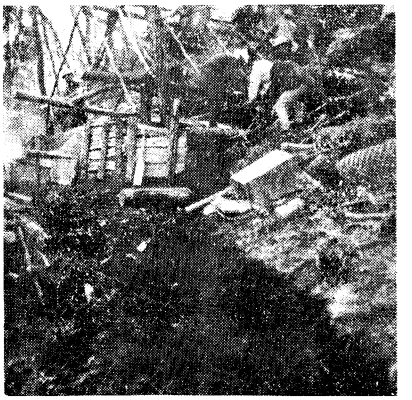
（8） 天　井

天井の最高点は，窯の後方から奥行の 70% の点とした（第65—1図）。高さは1.5尺（大円直径の 1/5）とした。 構築法は一般木口置法と同じく炭材立込のいち切子盛をなし，炭俵等にて被い，粘土を盛り上げ所定の寸法に充分叩き締め乾燥焚を行つた。（第 12，13，14，15 図）

第 15 図　天　井　完　成

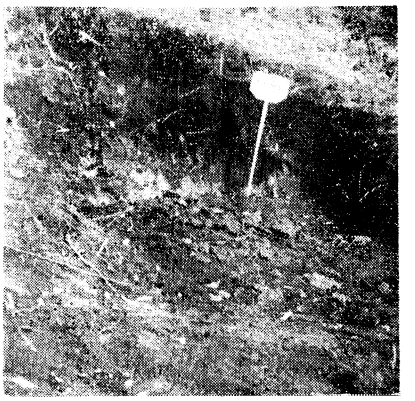


第 16 図　上　屋　造　り



第 17 図　炭　　化

第 18 図　床　掘　り



2）第2号窯

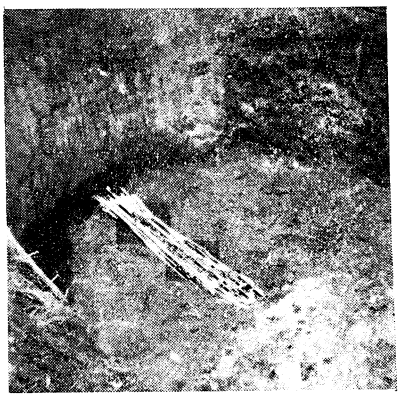
（1） 床堀り（第 18 図）

山腹に対し稍々斜の方向に掘込み，出入口の設置ケ所を便ならしめた。地割寸法より深さにおいて約1尺，周囲において約1尺大きく掘り底は平にした。

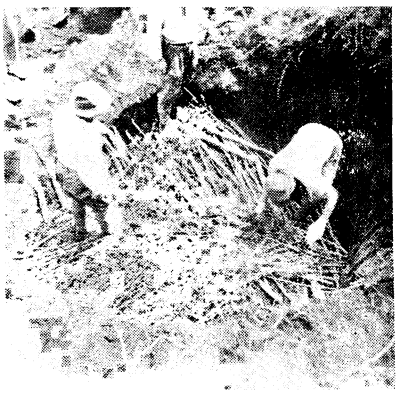
（2） 窯底工事（第 19，20，21 図）

煙道の底より窯外への排水装置として溝を堀り粗朶を入れて上に土を覆い，次に床の全面に3寸～5寸の厚さに粗朶を敷き並べ，その上に耐火性に富む土を7～8寸に盛土し，固く打堅め，窯底勾配は排煙口位置となる処より1尺2寸前方まで炭火室の前部より2寸低くした。煙道の底は窯底面より9寸低くした。

第 19 図　窯底排湿工事



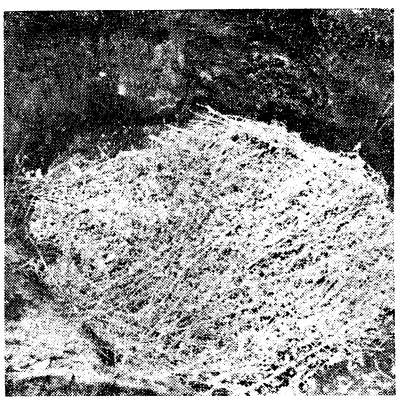
第 20 図　窯底排湿工事



（3）　窯底経始（第 22 図）

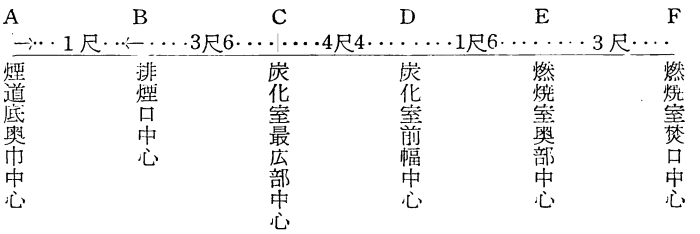
先ず，中心となる縄張りをなし，この縄より錘を下げ，煙道底奥幅中心を定め，小杭を打つた。その杭より1尺前方に排煙口中心杭を打ち，排煙口の位置を決定した。更に前方3.6尺の

第 21 図　窯底排湿工事



第 22 図　窯　底　経　始

処に杭を打ち炭化室の最広部中心杭とした。更に 4.4 尺前方に小杭を打ち炭化室前部の位置とし，この杭より 1.6 尺前方に小杭を打ち，燃焼室奥部巾の中心とした。更に前方3尺の所に杭を打ち燃焼室焚口幅の中心とした。これを図示すると以下のようになる。



次にC点の杭を中心とし径7.2尺の円を画き，炭化室の最広部を定め，D点の杭より左右へ9寸宛とり，両端に小杭を打ち，この杭の左右より適当な曲線で前記大円に連結し窯形とした。更にD点より左右何れかに窯形線の方向に2尺の距離に杭を打ち，この杭より1尺8寸の

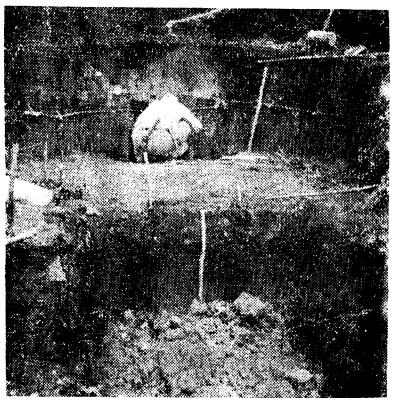
巾を有する窯内出入口の位置を定めた。出入口中心より外方2尺の処を4尺の開きとした。

（4） 窯壁（第 23, 25, 26 図）

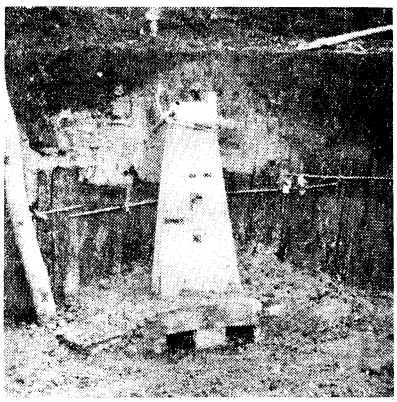
前記第1号窯と同様な方法で構築した。

（5） 排煙口（第 24 図）

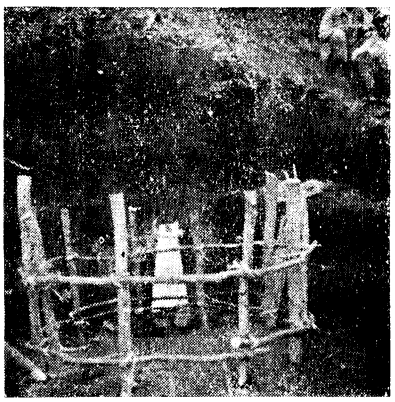
第 23 図　窯壁の防湿及び加熱室構築



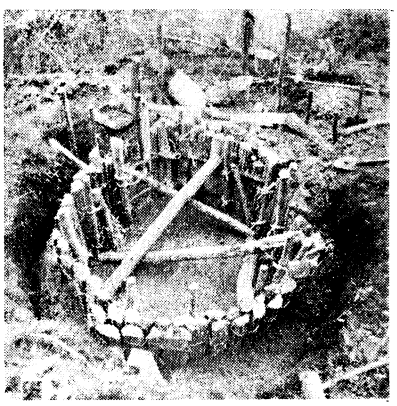
第 24 図　排煙口及び煙道



第 25 図　窯　壁　構　築



第 26 図　窯　壁　構　築



排煙口横幅は1尺2寸，高さ3寸，奥行6寸（たゞし排煙口掛石の後面より）とし，台石は正しく据え付け，掛石は高さ5寸，上部幅5寸，下部幅2寸5分とし，煙道に面せる部は斜とした。吹付石は排煙口後部に正しく据付け面は滑かなのを使用した。

（6） 煙道（第 24 図）

煙道勾配は窯壁の高さの 60% までは1尺につき2寸5分の勾配とし，60% より 85% までは勾配を少くし，85% 以上は直立とした。予め板にて上記の通りの型をつくり構築した。

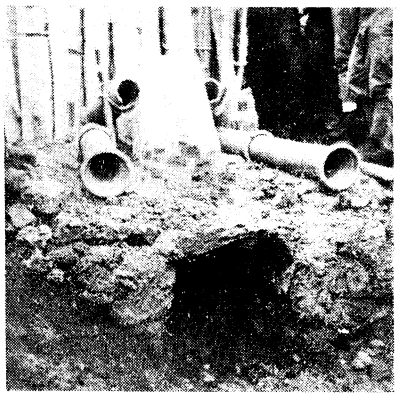
（7） 煙道口

煙道口の径は窯壁の高さの処で 4.5 寸角とし，高さは天井内法高と同一にした。

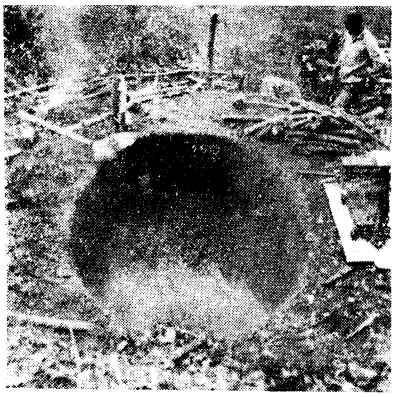
（8） 出入口（第 28 図）

下部巾1尺8寸，上部巾1尺6寸，高さ3尺2寸とした。

第 27 図　加熱室構築



第 28 図　窯壁及び加熱室完成



（9）　加熱室（第 27，28 図）

奥巾1尺6寸，奥行3尺，高さ2尺とし，窯底面より2尺掘り下げ粘土と石材で構築した。

(10)　送熱管及び返煙誘導孔（第 27 図）

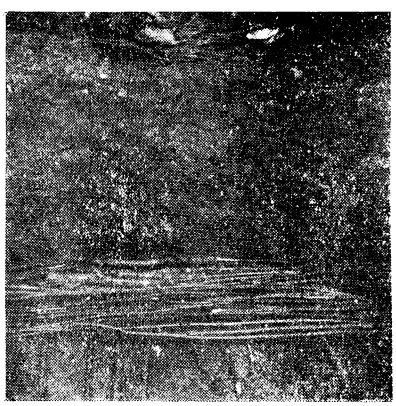
送熱管は上部7寸角，下部は奥行7寸，横巾1尺2寸とし，板で型をつくり，燃焼室奥部上方に排煙口と相対し，左右何れにも傾かないように炭化室に対し1尺につき1寸5分位傾けて据付けた。また窯壁（底面より）2寸高，炭化室の前幅中心杭より左右へ9寸宛広がつた処から，燃焼室焚口上部に向い，径3寸，長6尺の丸太各々1本宛を置き精煉孔とした。また炭化室前面から第 27 図の通り3寸土管を用い，送熱管の 60% の高さの位置に連絡し，返煙誘導孔とした。

(11)　送熱口（第 27 図）

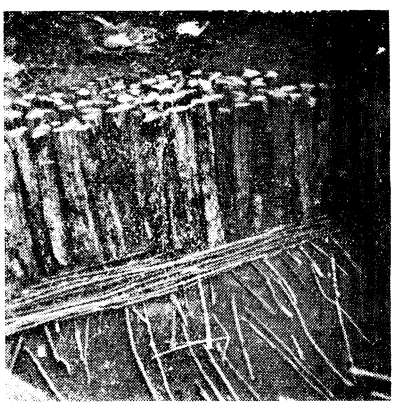
送熱管の上より高さ7寸窯内に接する部分では巾 1.4 寸の扇形に（第 65—2 図）木片にて積み重ね，粘土で打ち固めた。また燃焼室直上窯壁に第 65—2 図の通り径3寸の窯内窺穴を設けた。

(12)　天井（第 29，30，31，32，33 図）

第 29 図　敷　　木

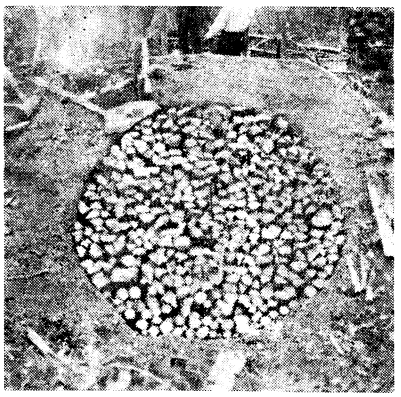


第 30 図　炭材立込み

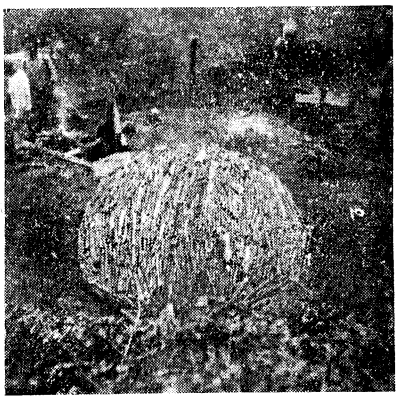


天井最高部となる部分に窯壁よりの高さ1.2尺の枝条を立て（最大半径の 40%） この高さを天井の最高とした。通常の通り切子盛をなし，その上を菰等で覆い，粘土を平均7～8寸に覆い，第65—2図の通りの厚さになるよう充分に打ち固めた。

第 31 図　炭材立込み完了

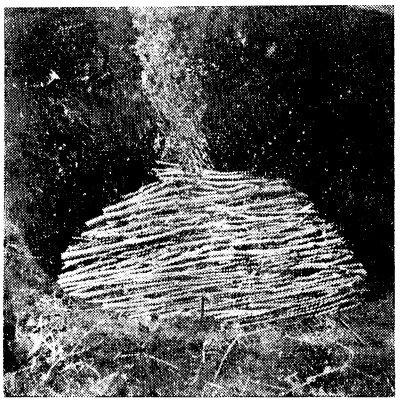


第 32 図　切　子　盛



第 33 図　工　事　完　成

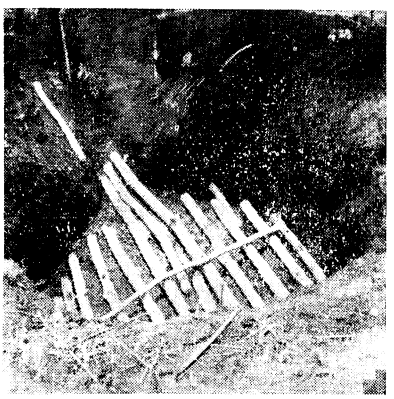
第 34 図　窯底排湿工事



3）第3号窯

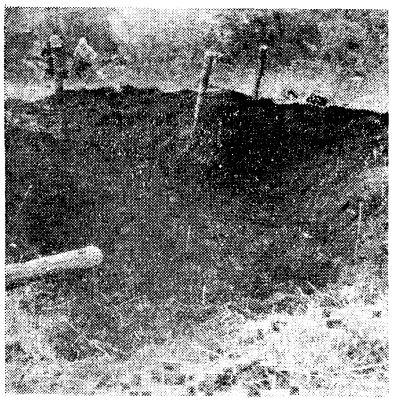
（1） 窯底（第 34, 35, 36, 37, 38 図）

第 35 図　窯底排湿工事

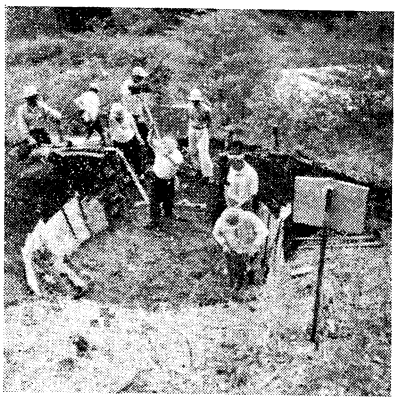


第 36 図　窯底排湿工事

第 37 図　窯底粘土運搬



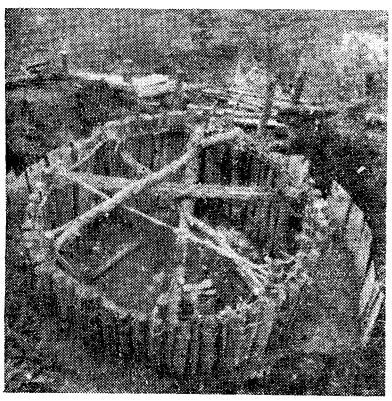
第 38 図　窯底打固め



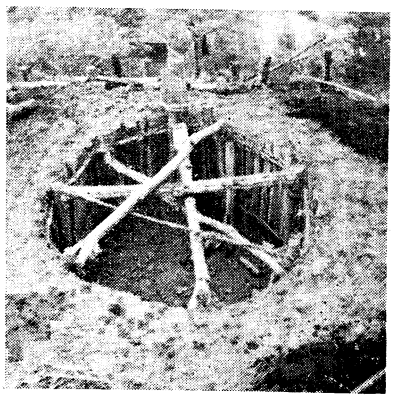
約1.7尺床掘りを行い，径3寸丸太を5寸置きに縦に敷き並べ，その上に径1寸位の細木を縦横に並べ，粗朶を敷き，腐植土を約3寸の厚さに踏み固め，その上に粘土約1尺盛り，充分に搗き固めて窯底とした。また排煙口底部には排水管を設けた。窯底面は排煙口に向い3%の傾斜をつけた。

（2）　窯壁及び加熱室（第 39，41，42，43 図）

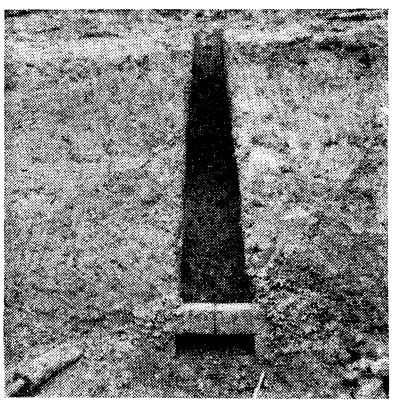
第 39 図　窯壁構築



第 40 図　窯壁構築



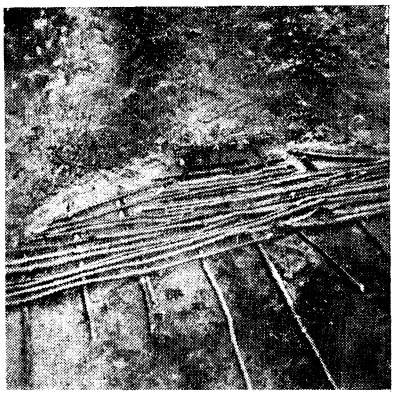
第 41 図　煙道及び排煙口



第 42 図　窯壁乾燥

第43図　窯　壁　完　成

第44図　排煙口及び敷木



第65—3図の設計基準に従い窯底経始を行つた後，径2寸5分位の杭木約 10 本を立て，これに径1.2寸位の枠木をもつて窯型をつくり，更に，炭材の割木を用いて補強をなし，窯土を安定させ，粘土約5寸位入れて打ちかためた後，内側に張り木を当て，搗き固める際，窯型が変型しないようにした。窯壁は5寸位宛つき固めて高さを増した。所要の高さになつてから型木をはずし，内部から所定の型に削り取り，整型してから小手で打ちかため，その後落葉等を燃やして乾燥を図つた。

（3）　煙道（第 41，44 図）

窯壁が完成してから第65—3図の寸法に従い，窯壁に切込を行い，左右及び後方の壁をつくり，次に排煙口をつくり，掛石の後方から排煙口の位置に「当て木」をして窯壁と一諸に土石で築き上げた。

（4）　天井（第 45，46，47，48 図）

窯壁，排煙口，煙道，加熱室等が完成してから焚火を行い，充分に乾燥を行い，炭材詰込をなし，その上に通常の通り切子盛をなし，菰等で覆い，その上に粘土を第65—3図の厚さになるよう盛土をなし，充分に打ち固めた。

第45図　炭材立込み完了

第46図　切　子　盛

第47図　天井固め

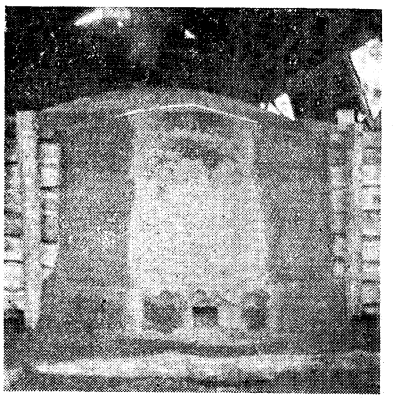
第48図　天井仕上げ

（5）障壁

障壁は炭化の都度設けることとし，第65—3図の通り土石で築き上げ，その下部に左右に精煉孔を2ヶ（径3寸）設けた。

第49図　小屋掛け

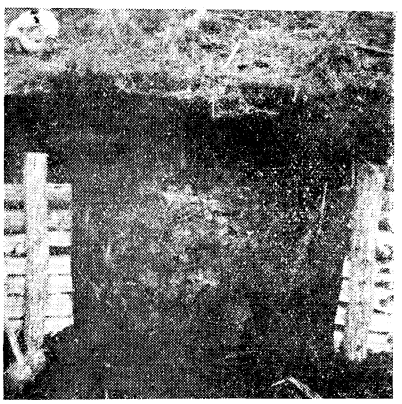
第50図　炭　　化



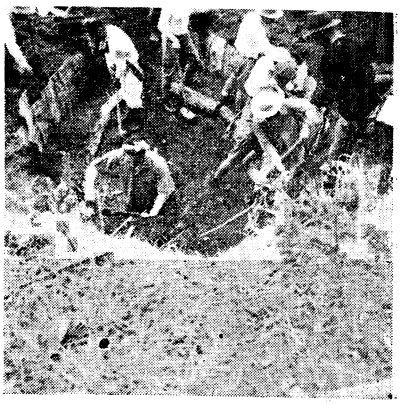
4）第4号窯

（1）窯底（第51図）

第51図　床掘り



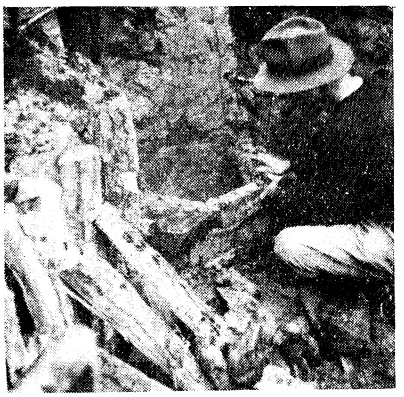
第52図　窯壁構築



窯底となる部分を深さ約1.5尺床掘りを行い，横に3～4寸位の丸太または割木を約2尺間隔に交互に並べ，その上に径1～2寸位の小枝を敷き並べ，更に小柴を重ねて土の落ち込まぬようにし，更に厚さ2～3寸位に壌土を置き，更にその上に同じ厚さに粘土を盛土し，充分に搗き固めた。

（2） 窯壁（第52，53，54，55図）

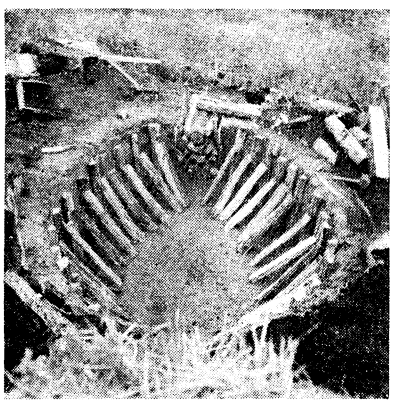
第53図　窯　壁　構　築



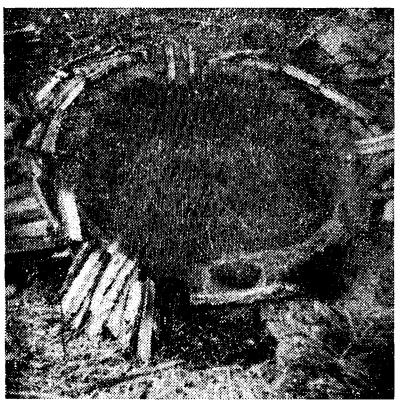
第54図　窯壁及び，窯底完成

窯壁の厚さは8寸（第65—4図）とし，下部は稍々厚くした。窯壁の外側は樹皮で囲み（第54図）水湿の浸入を防いだ。窯壁の内側には丸太を横に置き，粘土を入れて搗き固め，窯壁が高くなるに従つて丸太を積み重ね，内側から支え棒を立てて粘土を入れ，充分に搗き固めた。その後，内側の丸太を取り除き，壁面を平に削り落した。

第55図　窯　壁　構　築



第56図　敷　　木



（3） 排煙口及び煙道（第53図）

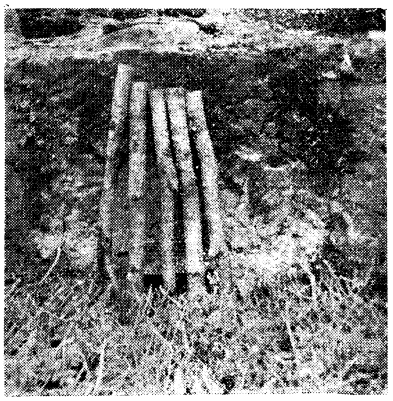
排煙口底部の位置を定め，左右に排煙口の高さに相当する石を置き，その上に掛石を水平に置き，排煙口前面の窯底は第65—4図の通り下り勾配とし，排煙口掛石の下部が窯底面と一致するようにした。

煙道は第65—4図の通り煙道の底は排煙口の底と高さは同一になし，煙道の底の下部は粗朶

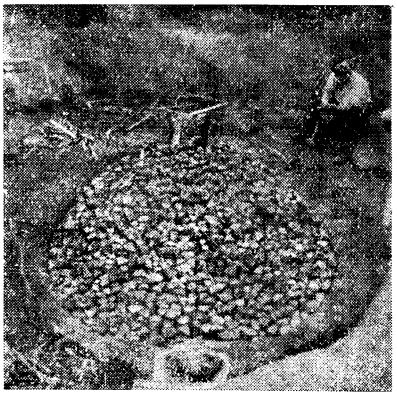
を束ねて埋め，且つ排水管を設けた。煙道の下部は第65—4図の通り太くした。工事完了の後は排煙口の所で焚火を行い乾燥を計つた。

（4）　天井（第 56，57，58 図）

第 57 図　排煙口附近の炭材

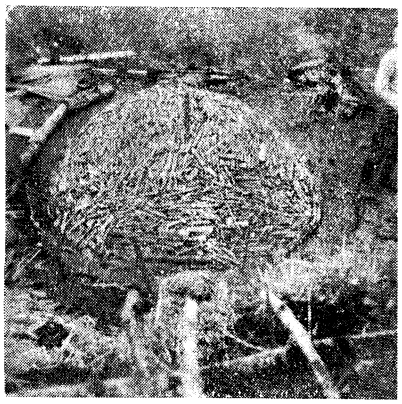


第 58 図　炭 材 立 込 み

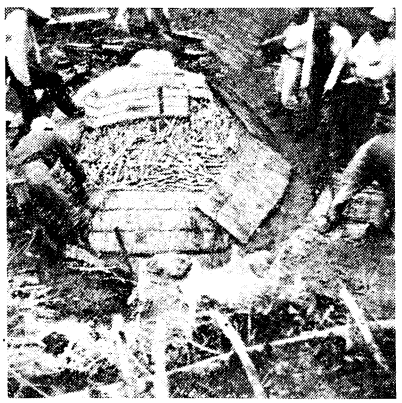


先ず窯底に敷木を並べ，炭材立込を行つた。特に排煙口附近の炭材は，枝の多い曲材を用い，排気の流通が好いようにした（第 57 図）。次に切子盛を行い（第 59 図）その上を炭俵

第 59 図　切 子 盛

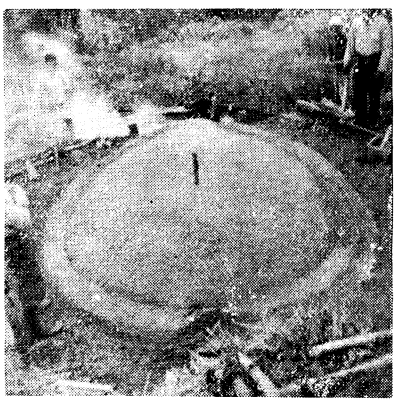


第 60 図　切子盛り覆い



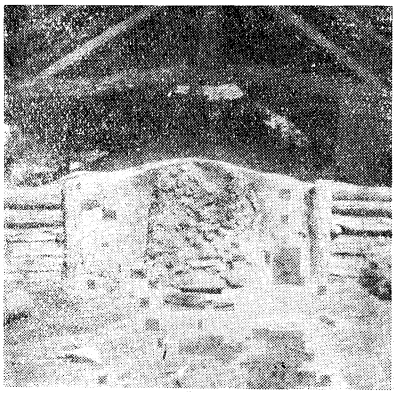
第 61 図　天 井 打 固 め

第 62 図　天 井 完 成



第 63 図
加熱室で乾燥焚きを開始，上屋工事を行う

第 64 図
炭化開始　通風口の位置，型態を示す



で覆い（第 60 図），粘土を盛り上げ所定の寸法になるように充分搗き，且つ叩き締めた（第 61，62 図）。

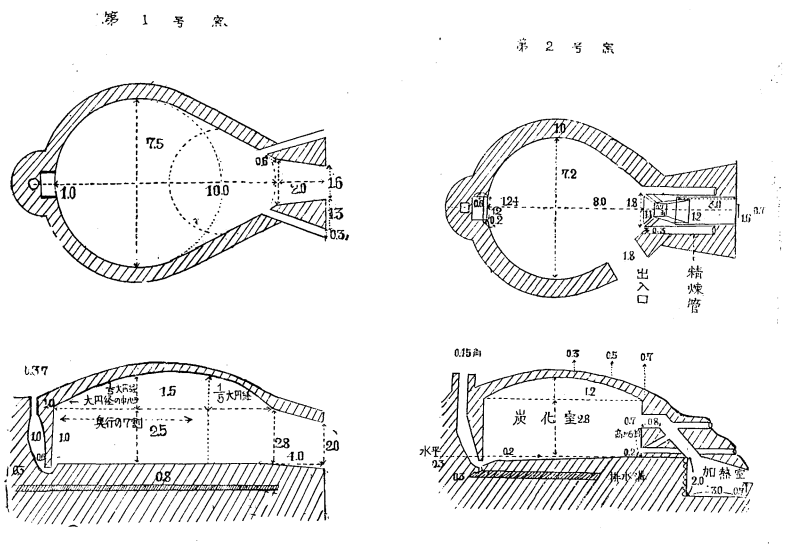
3　各窯の比較

各窯の構造を比較すると第 65 図及び第１～４表になる。

窯底，排煙口，煙道，炭化室には特に著しい差異はないが，加熱室部分は各々構造を異にする。第１号窯は窯口両側に排気口があり，第２号窯は送熱管，精煉口等，複雑な構造がある。第３号窯は障壁があり，第４号窯は特に著じるしいところがない。

各窯の築窯費を比較すると第５～８表になる。各窯の間に大差はないが，第２号窯は構造が複雑なために経費が嵩む傾向がある。

第 65 図　各窯の平面及び断面図



また第９表では第１回製炭の際の各窯の１俵当り築窯費を算出比較した。第２号窯が最も高く，第１号窯が最も安い。第10表では木炭１俵当りの生産費比較を行つた。第１，２，３，４号窯の間には著

しい差はないが，第2号窯は高い。生産費の中で最も大きい経費は築窯費である。従つて，築窯費の引下げは木炭の生産費に著じるしく影響すると考えられる。

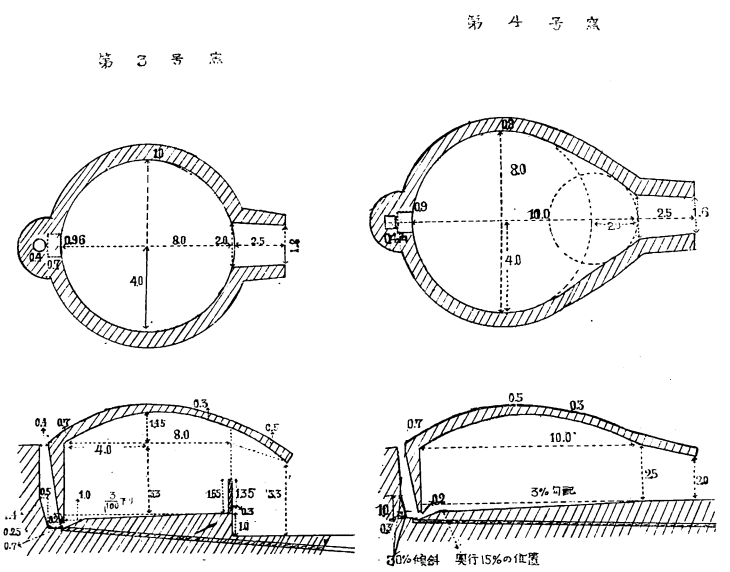
4　製炭試験方法

炭材はコナラ 35～50 年生を使用した。

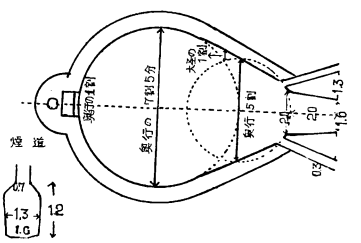
長さは第1，2，4号窯は各々 2.5 尺とし，3号窯は 3.0 尺とした。直径は3寸を標準とし，これ以上のものは適当に割つて用いた。第1回は前記の通り全員参加して製炭に従事し，5月 17 日～24 日に渉つたが，第2回以後は筆者等が主として製炭に従事し，6月 21 日より連続して製炭し，第5回まで製炭を続け8月5日終了した。

第2回以後は各回とも炭材，燃材，木炭（全長炭，

第 65 図　各窯の平面及び断面図



地　割　図



第 2 表　第 2 号 窯 寸 法

名　称		寸　法	備　考
炭化室	奥　行	尺 8.00	
	最大横巾	7.20	炭化室最大横巾は同奥行の9割内外とする
窯　壁	高　さ	2.80	
	厚　さ	1.00	
窯　底	勾　配	3%	窯底勾配は炭化室奥行に対する約 3% で，奥部に向つて下り勾配とする。粘土厚さ 0.40，腐植土厚さ 0.80
加熱室	奥　行	3.00	
	奥　巾	1.60	
	前　巾	1.60	
	高　さ	2.00	奥壁の高さ
障　壁	高　さ	2.10	窯壁の高さの約 60% 内外とする。厚さ上部5寸，下部1尺
	位　置		第 65 図の通り
	精煉口	径 0.30	丸型

第 2 表　（続）

名称		寸法	備考
排煙口	横巾	1.20	炭化室最大横巾の1割5分内外とする
	高さ	0.30	
	奥行	0.60	
	位置		第 65 図の通り
	底面	0.40	窯底延長線より 0.10 尺下り
煙道			煙道の型は第 65 図の通り。高さは天井裏面の高さと同じ
煙道口	丸(又は角)	0.45	
天井	最高部	1.20	天井勾配は窯壁頂点より炭化室最大横巾の 15% 内外，たゞし土質により考慮すること
	厚さ	0.30～0.70	下部7寸　中部5寸　上部3寸
送熱管	横巾上部	0.70	
	横巾下部	1.20	
	奥行	0.80	
送熱口	横巾	0.70	
	高	0.70	
焚口兼通風口		0.70	角型
出入口	巾	1.80	
	高	2.80	

第 3 表　第 3 号窯寸法

名称		寸法	備考
		尺	
炭化室	奥行	8.00	
	最大横巾	8.00	
窯壁	高さ	3.30	
	厚さ	1.00	
窯底	勾配	3%	奥下りとす（延線は掛石下部に）排煙口の前はその中心からその巾を半径とする半円を画いた型に急勾配として排煙口底に一致さす
加熱室	奥行	2.50	
	奥巾	2.00	
	前巾	1.80	
	高さ	3.30	
	底面		窯底面より1尺下げる
障壁	高さ	1.65	壁高の 1/2 とし炭材詰込の都度石と土で築く
	位置		加熱室の奥部
	精煉口	径 0.30	下部に径3寸のもの3個，高さの中程にも2個
排煙口	横巾	0.96	
	高さ	0.25	
	奥行	0.70	
	位置		掛石の下部は窯底の延線と一致する
	掛石下部	0.20	厚さ

第 3 表　（続）

名称		寸法	備考
煙道	左右壁		排煙口横巾の位置から煙道口へと直線とする
	前壁		掛石の上端から煙道口へと直線とする
	後壁		煙道の底面から窯壁高の 40% の高さの処で5寸後方に傾斜する（窯壁高3尺以下のものは4寸を傾斜さす）
煙道口	丸(又は角)	0.40	(排煙口面積の 1/2)
天井	最高部	1.40	（炭化室最大横巾の点即ち中心）
	厚さ		基部7寸　中部5寸　奥部3寸

第 4 表　第 4 号 窯 寸 法

名称		寸法	備考
炭化室	奥行	尺 10.00	
	最大横巾	8.00	奥行の 80～70% 位置は奥部より 40% のところ
窯壁	高さ	2.50	炭材の長さによる
	厚さ	0.80	
窯底	勾配	3%	奥下りとする
加熱室	奥行	2.50	
	奥巾	2.00	上方に行くに従い狭める
	前巾	1.60	
	高さ	2.00	窯壁高さによる
	底面	水平	
障壁	高さ 位置 精煉口	なし	
排煙口	横巾	1.05	炭化室横巾に窯壁高の 10% を加えたもの
	高さ	0.20	
	奥行	0.70	掛石を除く
	位置		掛石下部は窯底面延長線上に置く 排煙口前方 1.5 割のところより傾斜させる
	掛石下部	0.20	厚さ
煙道	左右壁		排煙口横巾の位置より煙道口に向い直線とする
	前壁		掛石上端より煙道口に向つて直線とする
	後壁		窯壁高の 40% のところで奥行 10 尺以下の窯は窯壁高 2.5 尺以上のもの3寸後方に傾斜，3.5 尺以上のもの同4寸，4.5 尺以上のもの同5寸後方に傾斜
煙道口		0.40	角型
天井	最高部	1.40	炭化室最大横巾の中心上
	厚さ	0.30～0.70	基部7寸　中部5寸　頂部3寸

第 5 表　第1号窯築窯費

種別	数量	単価 円	金額 円	摘要
床掘人夫	6人	250	1,500	講習会員3をもつて普通人夫1名とした
窯底構築	1.3〃	250	325	
窯壁構築	7.4〃	250	1,850	用土運搬も含む
天井構築	7.7〃	250	1,925	乾燥も含む
小計			5,600	
釘及針金			300	
材料費 杉皮	15束	80	1,200	
材料費 木材	6石	120	720	丸太
材料費 小巾板	0.5石	1,000	500	
材料費 煉瓦	5枚	10	50	
小屋掛	3人	250	750	材料運搬も含む
計			9,120	

第 6 表　第2号窯築窯費

種別	数量	単価 円	金額 円	摘要
床掘人夫	3	250	750	
窯底構築	1	250	250	
窯壁構築	7	250	1.750	
炭材調製	2	250	500	
炭材伐倒	4	250	1,000	
用土運搬	10	250	2,500	
天井構築	5	250	1,250	
小計			8,000	
釘	200匁	35	70	
杉皮	10束	80	800	
材料費 小巾板	60枚	16	960	巾3寸，厚4分
材料費 木材	1.5石	100	150	
材料費 煉瓦	4枚	10	40	
材料費 土管	6本	30	180	
繩	1玉	110	110	
板	3枚	50	150	巾6寸，厚4分
小屋掛	3人	250	750	
計			11,210	

第 7 表　第3号窯築窯費

種別	数量	単価 円	金額 円
床掘人夫	5	250	1,250
窯底構築	2	250	500
窯壁構築	10	250	2,500
炭材調製及び集材	4	250	1,000
天井構築	8	250	2,000
小計			7,250
釘	300匁	35	105
材料費 杉皮	15束	80	1,200
材料費 小巾板	60枚	16	960
材料費 木材	1.5石	100	150
材料費 煉瓦	5ヶ		150
材料費 土管	1本		
小屋掛	3人	250	750
計			10,565

第 8 表　第4号窯築窯費

種別	数量	単価 円	金額 円	摘要
床掘人夫	6	250	1,500	講習会員3人を以て普通人夫1人とした
窯底構築	2.3	250	575	
窯壁構築	8	250	2,000	
用土運搬	6	250	1,500	距り 50m
天井構築	9	250	2,250	炭材調製及び集材を含む
小計			7,825	
釘及び錻			690	
材料費 杉皮	25束	80	2,000	
材料費 木材	0.9石	1,600	1,440	
材料費 繩	1玉	110	110	
材料費 土管	1本	50	50	
雑			744	用土運搬器具等製作代
小屋掛	3人	250	750	
計			13,609	

第 9 表　出炭量と築窯費の比較

窯別	築窯費	平均出炭量（1窯当り）	木炭1俵当築窯費(15kg入)	備考
	円	kg	円	
第1号窯	9,120	460.3	294	平均出炭量は2～5回平均を示した
第2号窯	11,210	328.0	510	
第3号窯	10,565	462.7	341	
第4号窯	13,609	491.6	412	

註：初窯における1俵当築窯費を示した。

第10表　生　産　費　比　較　（木炭1俵当り）

名　称	1俵当り経費				備　考
	第1号窯	第2号窯	第3号窯	第4号窯	
	円	円	円	円	
資材価	40	42	41	37	
焼夫賃	45	45	45	45	1人1日功程5俵
炭俵	15	15	15	15	
繩	5	5	5	5	
撰別俵装	8	8	8	8	女1人1日功程 20 俵
小運搬	15	15	15	15	距離 2km 人背1回3俵1日6回
築窯償却費	15	26	17	21	20 回製炭するものとし第5～8表より計算した
雑費	15	15	15	15	検査料2円，税金3円，利子2円，雑費8円
計	158	171	161	161	

註：資材価は平均価格を 40 円とし，各窯の収炭率（第 21 表）を基準として補正した。

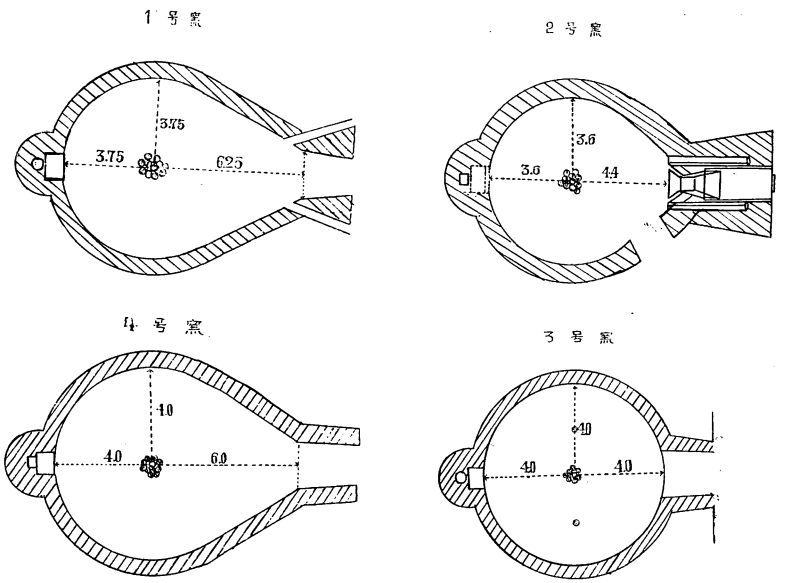
粉炭）に区別した。各重量，窯内温度，煙突口温度，灰化状態，收炭率，收縮率，炭化率，硬度，精煉度を測定した。

窯内温度は立炭材上端のところと，窯底面上 10 cm のところとを3時間毎に測定した。また別に煙突口温度を同時に観測した。

收縮率，炭化率，硬度，精煉度は単木試験材について測定した。単木試験材は2～5回製炭においてはコナラ，サクラ，カエデ，シデ，ウシコロシ，ホホノキ，コシアブラ，クリ，エンジユ，ネジキ，トネリコ，ミズナラ，リヨーブ，イタヤカエデを第 66 図の通り窯内9ケ所に区別して用いた。

容積残存率は中央周囲及び炭材の両端より 5 cm の部位の周囲との平均値と長さより求めた。

第 66 図　単木試験材挿入部位（第2回）単木試験材



木炭硬度は炭材の両端より 5 cm の部位と上記收縮周囲測定点で三浦式木炭硬度計により測定した。

また精煉度は上記測定点で木炭精煉計により計測した。

水分は各樹種

とも円盤数個を作り，現地で重量測定後東京に持ち帰り，絶乾後計算した。水分は各樹種とも38～45% であつた。

通風及び排気速度はビラム風速計により観測した。

5　製炭試験成績

製炭試験成績は下記に示した。製炭時間以下の項では2～5回の結果のみ示したが，第1回と2～5回の製炭では，観測者，製炭時期等製炭条件を著しく異にするので，第1回の結果は省略する事にした。

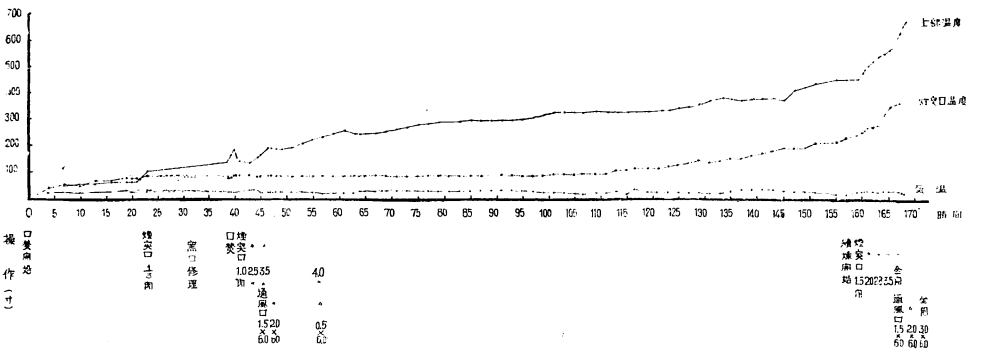
1）製炭操作

各窯の製炭操作表は第 67，68 図及び第 11，12 表に示した。

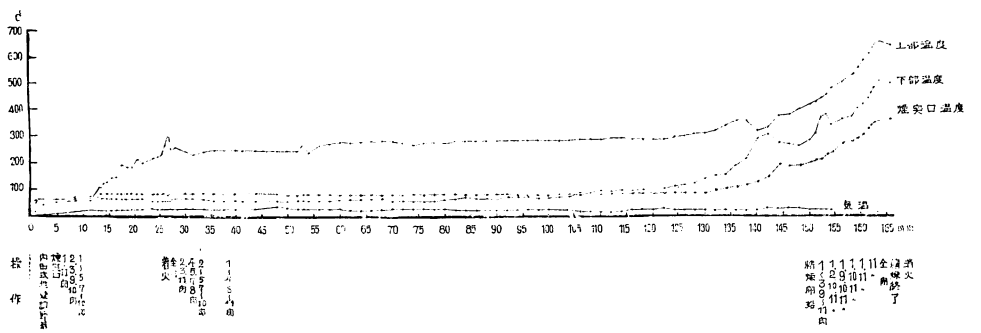
各窯とも製炭操作に著しい差はないが，特に異なるところは第1号窯は口焚の際，煙道口を加減蓋で覆い，排気口を開いて加熱を続けた。排気口の温度が約65°C に上昇した時，加減蓋を2～3回に渉つて開放し，炭化が開始したと認められた時には焚口，排気口は密閉し，通風口のみ開いた。

第2号窯は口焚の際は燃焼室に常に充分に燃材を補給して焚火をゆるめずに送熱した。また精煉の終り頃，煙道口上に煙切れが生ずる頃，精煉孔を開いた。たゞし第4～5回製炭の時は

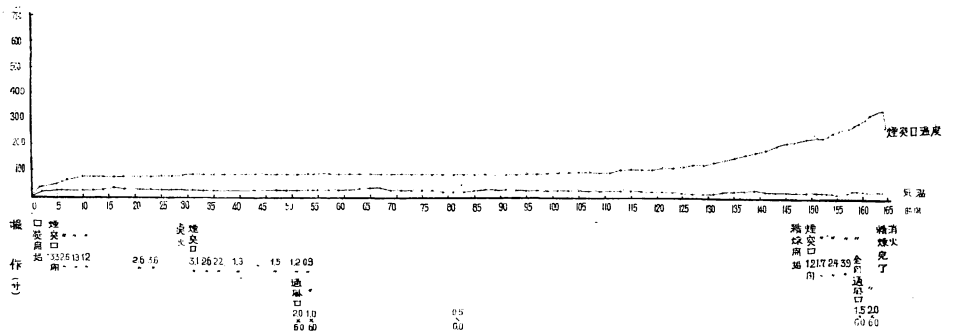
第 67 図　各窯の操作表（第4回）第1号窯



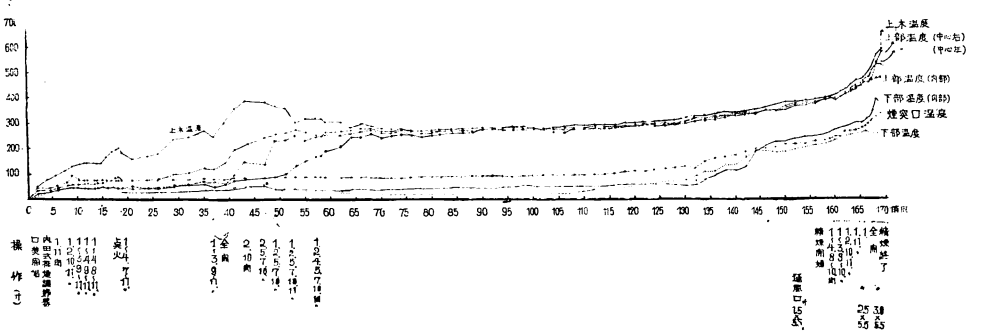
（第4回）第2号窯



（第4回）第3号窯



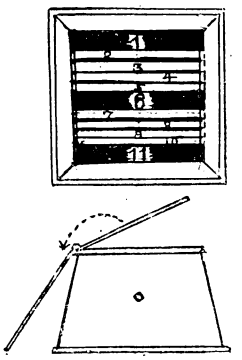
（第4回）第4号窯



後記 5.5）の理由で精煉孔を開かなかつた。

第3号窯は精煉の時には障壁下部の精煉孔を開いた。

第4号窯は精煉時には始めに通風口を大きくし，所謂，白炭窯の窯口精煉に準ずる精煉方法を行つてから煙道口を大きくした。



排煙調節器

2）製炭時間

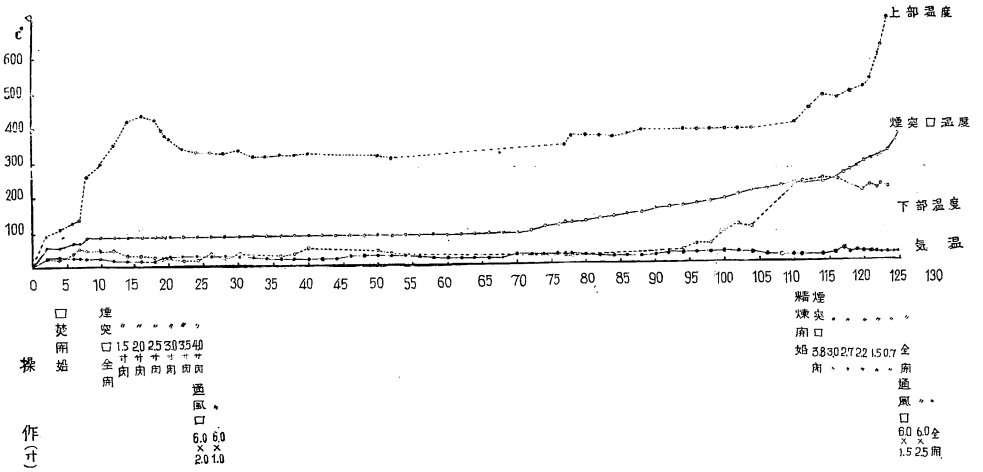
製炭時間は加熱，炭化，精煉に分けて観測し，また別に炭材詰込時間，消火時間を測定し，結果は第 15 表に示した。

各窯とも大差はないが，第1号窯は 171 時間 14 分で最も長く，第3号窯は 160 時間 15 分で最も短かつた。また木炭 1 kg 当り製炭時間は第 20 表に示した通り各々 20 分前後であるが，第4号窯が 19.6 分で最も短かく第1号窯が 22.1 分で最も長かつた。

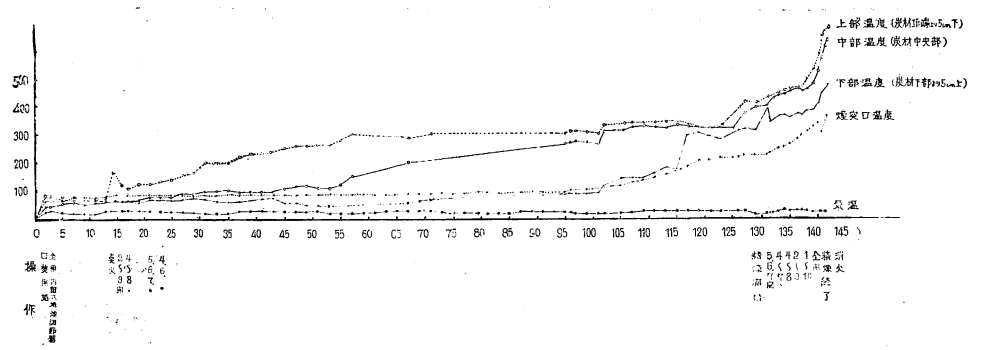
3）加熱時間と着火温度

加熱時間と着火温度の比較は第 15 表に示した。加熱時間は一般に 2 ～ 3 回は長時間を要したが，4 ～ 5 回は短かくなつた。これは窯の乾燥のためと解される。4 ～ 5 回を比較すると大体類似の傾向が認められた。即ち連続2回製炭すると，初窯以外の窯はこの程度の容量の窯で

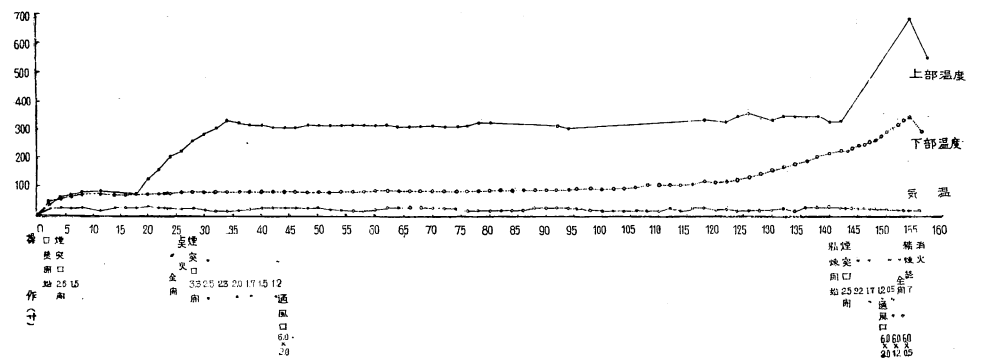
第 68 図　各窯の操作表（第5回）第1号窯　26.7.31～26.8.5



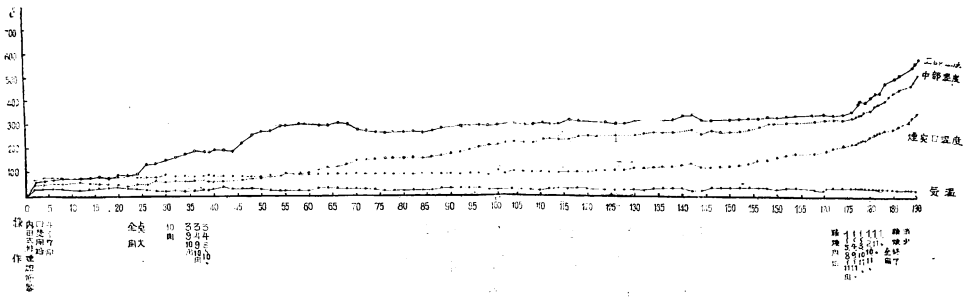
（第5回）第2号窯



（第5回）第3号窯　自 26.7.29～至 26.8.5



（第5回）第4号窯　自 26.7.29～至 26.8.5



第 11 表　各窯の操作表　　1）第1号窯操作表（第1回）

月日	観測時刻	累計時間	窯内温度 上部	窯内温度 下部	煙突口温度	気温	備考
			°C	°C	°C	°C	
6.22	9.00	—	—	—	—	18	口焚開始
	12.00	3.00	25	—	—	〃	煙突口密閉，排気口両側全開
	12.40	3.40	28	—	—	〃	
	18.00	9.00	41	—	—	〃	通風口全開
	21.00	12.00	49	28	27	13	燃材補給
23	0.00	15.00	62	36	40	12	
	3.00	18.00	60	40	43	〃	
	6.00	21.00	70	40	—	—	
	9.00	24.00	65	40	52	18	
	12.00	27.00	68	44	58	22	
	15.00	30.00	72	49	63	20	
	18.00	33.00	73	48	54	〃	
	21.00	36.00	77	50	65、	17	排気口閉塞，煙突口開
24	0.00	39.00	80	51	67	〃	〃　1/3 開
	3.00	42.00	90	57	68	—	〃　2/5 開
	6.00	45.00	92	54	69	20	
	9.00	48.00	90	53	69	—	
	12.00	51.00	98	52	75	23	
	15.00	54.00	104	54	72	—	
	18.00	57.00	121	49	70	—	〃　1/2 開
	21.00	60.00	145	60	76	16	
25	0.00	63.00	182	60	77	—	
	3.00	66.00	175	60	80.5	—	
	5.00	69.00	175	60	79	—	
	8.00	71.00	190	60	77	20	
	11.00	73.00	210	—	80	—	
	12.00	74.00	217	58	81	18	
	15.00	77.00	245	65	82	〃	
	18.00	80.00	280	65	81	〃	
	21.00	83.00	283	68	82	〃	

第 11 表　1）第1号窯操作表（第1回）　（続）

月日	観測時刻	累計時間	窯内温度 上部	窯内温度 下部	煙突口温度	気温	備考
			°C	°C	°C	°C	
6.26	0.00	86.00	360	74	85	18	
	3.00	89.00	370	75	90	〃	通風口 6 寸× 2 寸 5，煙突口 2/3 開
	4.00	90.00	370	74	86	〃	
	6.00	92.00	337	75	86	〃	
	9.00	95.00	310	76	84	〃	
	12.00	98.00	286	61	83	〃	煙突口 1/5 開
	15.00	101.00	297	72	83.5	21	通風口 6 寸×1.7 寸
	18.00	104.00	334	113	83	18	
	21.00	107.00	333	111	81	〃	
	0.00	110.00	330	120	82	〃	
27	3.00	113.00	335	120	83	〃	
	6.00	116.00	339	128	83.5	18.5	
	9.00	119.00	323	117	85	20.5	
	12.00	122.00	322	120	85	22.5	
	15.00	125.00	320	117	84	20.5	煙突口 3.5 寸，通風口 6 寸× 1 寸，煙突口 1/4 開
	18.00	128.00	310	110	86	19	
	21.00	131.00	310	110	87	〃	
	0.00	134.00	318	118	87	18.5	
28	3.00	137.00	322	123	89	18	
	6.00	140.00	330	130	90	19	
	9.00	143.00	323	132	93	18	
	12.00	146.00	325	130	95	〃	
	15.00	149.00	315	135	95	〃	
28	18.00	152.00	330	150	100	18	
	21.00	155.00	335	160	104	〃	
29	0.00	158.00	340	170	111.5	〃	
	3.00	161.00	352	190	118	—	
	6.00	164.00	355	200	126	—	煙辛白
	9.00	167.00	362	205	134	18	
	12.00	170.00	364	212	139	21	煙は辛白多
	15.00	173.00	355	211	150	—	
	18.00	176.00	367	228	162	16	
	21.00	179.00	370	245	170	—	
30	0.00	182.00	395	270	177	14	
	3.00	185.00	405	280	186	13	
	6.00	188.00	422	298	211	15	煙色アサギ白
	9.00	191.00	430	320	220	20	煙突口 2 分開
	10.00	192.00	—	—	—	—	3/4 開
	12.00	194.00	452	332	—	23	
	15.00	197.00	492	365	275	〃	
	18.00	200.00	535	388	298	22	
	19.15	—	610	410	340	〃	消火
7.2	6.00	236.00	105	110	—	20	
	10.00	240.00	95	103	—	20	

第 11 表（続）　2）第2号窯操作表（第1回）

月日	観測時刻	累計時間	窯内温度 上部	窯内温度 下部	煙突口温度	気温	備考
			°C	°C	°C	°C	
5.17	14.30	—	—	—	—	—	口焚開始
18	12.30	22.00	—	—	—	—	精煉口密閉す
	14.30	24.00	—	—	22	21	
	17.30	27.00	—	—	22	—	
19	9.30	43.00	—	—	44	16	
	11.45	45.15	80	—	64	12	
	12.30	46.00	90	—	66	12	
	14.30	48.00	90	—	69	16	
	17.30	51.00	92	—	72	12	
	18.30	52.00	92	—	72	12	
	22.30	56.00	92	—	66	10	
	23.30	57.00	92	—	66	10	
20	4.30	62.00	90	—	66	10	排煙調節器前方1枚目と3枚目2枚開く（巾4寸縦7分　点火開始）
	6.00	63.30	90	—	68	8	前方から3枚目を1枚開く（巾4寸，縦1.3寸）
	7.30	65.00	95	—	94	10	〃　5枚目更に1枚開く（巾4寸，縦1.6寸）
	9.30	67.00	95	—	77	11	
	10.30	68.00	98	—	80	15	〃　7枚目1枚開く
	11.30	69.00	98	—	80	13	〃　全開す　燃材使用 140× 以下補助焚
	14.30	72.00	108	—	82	13	
	17.30	75.00	110	—	82	14	通風口　巾1寸，高5寸
	18.30	76.00	112	—	82	14	
	21.00	78.30	134	—	83	8	煙突口調節器後方1枚閉ず
21	0.30	82.00	152	—	82	5	
	3.30	85.00	165	—	82	3	
	6.30	88.00	190	—	82	8	排煙調節器後方2枚目閉ず　補助焚中止す
	9.30	91.00	216	—	82	18	
	12.30	94.00	263	—	82	24	排煙調節器後方3枚目を閉ず
	15.30	97.00	282	—	82	23	
	16.30	98.00	305	—	82	16	通風口　高4寸，巾1寸縮少する
	18.30	100.00	320	—	83	14	
	19.30	101.00	335	—	83	14	
	21.30	103.00	360	—	83	13	
22	0.30	106.00	380	—	83	12	
	3.30	109.00	384	—	88	13	
	6.30	112.00	400	—	90	12	
	9.30	115.00	410	—	91	17	
	12.30	118.00	415	—	92	17	
	15.30	121.00	410	—	103	16	
	18.30	124.00	420	—	115	13	
	21.30	127.00	435	—	136	10	
23	0.30	130.00	435	—	154	8	
	3.30	133.00	448	—	190	13	
	6.30	136.00	462	—	210	15	
	9.30	139.00	509	—	225	18	

第 11 表　2）第1号窯操作表（第1回）　（続）

月日	観測時刻	累計時間	窯内温度 上部	窯内温度 下部	煙突口温度	気温	備考
			°C	°C	°C	°C	
5.23	12.30	142.00	500	—	240	23	
	13.30	143.00	520	—	248	24	調節器後方3枚目1枚開く精煉開始
	15.30	145.00	527	—	259	—	調節器後方2枚目1枚開く
	17.30	147.00	—	—	270	—	煙突口全開す
	18.30	148.00	—	—	270	15	
	21.30	151.00	610	—	282	—	精煉孔を開く
24	0.30	154.00	650	—	310	—	
	1.30	155.00	652	—	317	—	消火精煉孔焚口密閉
	2.30	156.00	525	—	258	—	排煙口密閉
	3.30	157.00	465	—	—	12	
	6.30	160.00	343	—	—	13	
	12.30	166.00	210	—	—	—	
	15.00	169.00	180	—	—	—	
	18.00	172.00	155	—	—	—	
	21.30	175.00	140	—	—	—	
25	0.30	178.00	130	—	—	—	

3）第3号窯操作表（第1回）

月日	観測時刻	累計時間	窯内温度 上部	窯内温度 下部	煙突口温度	気温	備考
			°C	°C	°C	°C	
5.18	15.00	0	—	—	—	—	口焚開始
	23.00	8.00	—	—	—	—	口焚燃材補給
19	8.00	17.00	—	—	—	—	〃
	11.00	20.00	—	—	—	—	〃
	16.00	25.00	—	—	—	—	〃
	24.00	33.00	—	—	—	—	天井窯口より約2尺白く
20	7.00	40.00	—	—	—	—	乾く天井窯口より約4尺白く乾く
	9.30	42.30	—	—	62	13	360° 計を用いる
	11.15	44.15	—	—	70	—	バイロメーター（高温度計）点火開始取付燃材1回投入 天井表面より1尺9寸5分（炭材頭部より約3寸上方）
	12.25	45.25	185	—	76	—	
	12.40	45.40	190	—	77	—	
	13.00	46.00	210	—	78	—	
	13.30	46.30	210	—	78	—	
	14.00	47.30	215	—	79	—	
	15.00	48.30	220	—	83	—	360° 計では 79°，500° 計では 83°，以後 500° 計を用いて観測
	16.00	49.30	240	—	83	—	
	17.00	50.30	255	—	83	—	
	17.15	50.45	100	—	83	—	サモカツプル修正 天井表面より2尺2寸（炭材頭部より約2寸上方）
	18.00	51.30	110	—	83	12	
	19.00	52.30	85	—	82	12	
	20.00	53.30	110	—	82	11	天井の乾燥パイロより1尺5寸奥まで
	23.00	56.30	129	—	82.9	9	

第 11 表 （続）　3）第3号窯操作表（第1回）

月日	観測時刻	累計時間	窯内温度 上部	窯内温度 下部	煙突口温度	気温	備考
			°C	°C	°C	°C	
5.21	2.00	59.30	148	—	83	6	通風口の両口石を置く（自発炭火への移行良好と認めて）
	5.00	62.30	170	—	84	4	天候は晴降霜
	7.00	64.30	180	—	84	10	
	8.00	65.30	185	—	84	13	
	9.40	67.10	210	—	82	—	通風口の中央を残して（4.5×3.0）窺穴及び左右両口を全閉す
	11.00	68.30	230	—	82	—	
	14.00	72.30	250	—	82.3	—	
	15.30	73.00	290	—	82	—	排煙調節器（５寸角）取付１寸閉じ
	17.00	74.30	290	—	82	—	
	18.00	75.30	320	—	82	—	
	19.00	76.30	355	—	82	—	
	20.00	77.30	355	—	82	—	
	23.00	80.30	400	—	82	—	天井窯壁際まで乾燥
22	2.00	83.30	400	—	82	—	風南極めて弱し，順風
	5.00	86.30	405	—	85	16	無風状態
	8.00	89.30	405	—	85	—	
	11.00	92.30	430	—	85	—	
	14.00	95.30	428	—	84.2	—	
	17.00	98.30	432	—	90	14	
	18.00	99.30	437	—	92	—	小雨
	20.00	101.30	440	—	92	—	
	23.00	104.30	475	—	97.5	—	小雨
23	2.00	107.30	475	—	100	—	雨止む
	5.00	110.30	480	—	106	—	煙出払口半透明となる
	8.00	113.30	475	—	120	20	
	9.00	114.30	482	—	128	—	
	11.00	116.30	482	—	138	—	
	14.00	119.30	460	—	165	—	排煙口薄青味を加う
	17.00	122.30	465	—	173	—	
	20.00	125.30	480	—	207	—	
	23.00	128.30	480	—	230	—	通風口前障害除去
	24.00	129.30	490	—	239	—	
24	1.00	130.30	480	—	253	—	
	2.00	131.30	485	—	260	—	
	5.00	134.30	510	—	272	—	青煙となる
	7.00	136.30	—	—	—	—	窯口通風口左右小孔を設く
	8.00	137.30	527	—	293	—	嵐口両側の込口を取り開口
	9.15	138.45	530	—	298	—	
	9.25	138.55	530	—	304	—	排煙口調節機全開(内側に残つた最後の１本を開く)
	9.55	139.25	530	—	298	—	障壁下部中央精煉口を開く
	10.05	139.35	530	—	298	—	精煉口右１ヶ更に開く
	10.15	139.45	530	—	298	—	〃　（３ヶ全開）
	10.30	140.00	540	—	300	22	
	11.00	140.30	544	—	304	—	
	12.00	141.30	—	—	314	30	

第 11 表 （続）　4）第4号窯操作表（第1回）

月日	観測時刻	累計時間	窯内温度 上部	窯内温度 下部	煙突口温度	気温	備考
			°C	°C	°C	°C	
5.19	15.00	—	—	—	—	—	加熱室より3寸のもの5本抜取りたる後加熱開始
	20.20	5.20	55	—	—	—	煙突口開始
20	8.20	17.20	70	—	—	—	
	12.00	21.00	65	—	32	—	これより時間毎に観測する
	15.00	24.00	70	—	34	—	曇天強風
	18.00	30.00	70	—	38	—	晴弱風
	21.00	33.00	70	—	40	—	
	24.00	36.00	70	—	42	—	
21	3.00	39.00	70	—	50	—	
	6.00	42.00	60	—	68	—	中央4本開く
	9.00	45.00	110	—	72	—	〃　1本開き計5本開く
	12.00	48.00	135	—	75	—	
	15.00	51.00	145	—	77	—	更に1本開き計6本
	18.00	54.00	165	—	77	—	
	21.00	57.00	180	—	78	—	
	24.00	60.00	195	—	78	—	2本開く，細かいもの計9本
22	3.00	63.00	195	—	78	—	
	6.00	66.00	210	—	78	—	
	9.00	69.00	255	—	78	—	
	12.00	72.00	260	—	78	—	
	15.00	75.00	260	—	78	—	
	18.00	78.00	260	—	78	—	
	21.00	81.00	260	—	78	—	
	24.00	84.00	260	—	78	—	
23	3.00	87.00	275	—	78	—	
	6.00	90.00	290	—	78	—	
	9.00	93.00	315	—	78.5	—	
	12.00	96.00	349	—	80	—	
	15.00	99.00	350	—	79	—	
	18.00	102.00	350	—	80	—	
	21.00	105.00	370	—	82	—	
	24.00	108.00	370	—	85	—	
24	3.00	111.00	370	—	86	—	
	6.00	114.00	399	—	87	—	
	9.00	117.00	390	—	94	—	
	12.00	120.00	390	—	96	—	
	15.00	123.00	390	—	103	—	
	18.00	126.00	390	—	114	—	
	21.00	129.00	430	—	127	—	
	22.00	130.00	440	—	133	—	
	23.15	131.15	432	—	136	—	

第 12 表　各窯の操作表　1）第1号窯操作表（第3回）

月日	観測時刻	累計時間	窯内温度 上部	窯内温度 下部	煙突口温度	気温	備考
			°C	°C	°C	°C	
7.12	13.00	0	—	—	—	—	通風口 1 × 6 寸，口焚開始
	15.00	2.00	—	—	40	—	煙道口全開
	17.30	4.30	—	—	56	—	
	21.45	8.45	—	—	75	—	煙突口 1/3 開
	22.30	9.30	130	48	77	16	
13 (大雨)	6.00	17.00	120	48	74	16	
	7.15	18.15	—	—	72	19	
	9.00	20.00	—	—	68	25	
	7.30	20.30	—	—	—	—	全開　温度降下のため口焚
	12.30	23.30	190	36	74	—	煙突口 1/2 開
	15.30	26.30	226	40	76	25	
	18.00	29.00	229	39	78	19	
	21.00	32.00	298	46	78	16	
	22.00	33.00	311	45	81	16	煙突口 1/3 開
14	5.00	40.00	349	39	81.5	16	
	8.00	43.00	358	46	82	16	
	11.00	46.00	378	46	83	17	
	14.00	49.00	—	—	82	19	
	16.00	51.00	—	—	84	18.7	
	18.00	53.00	348	58	82	17	
	21.00	56.00	300	62	85	16	
15	6.00	65.00	380	68	86	—	煙突口 1/4 開
	11.30	70.30	372	69	85	—	
	13.30	72.30	376	67	87	—	
	20.00	79.00	388	78	85	—	
	22.00	81.00	389	80	84	15.5	煙突口 2/5 開
16	6.30	89.30	426	95	114	—	
	7.45	99.45	423	96	126	—	
	8.30	100.30	423	95	135	20	
	11.30	103.30	440	—	153	25.5	
	14.30	106.30	470	121	178.5	17	
	18.00	110.00	476	138	190	—	
	22.00	114.00	488	190	216	17	
17	0.00	116.00	493	217	226	15	
	5.30	121.30	534	295	244	15	煙突口 1/2 開　精煉開始　薄青煙
	6.30	122.30	584	310	260	15	〃 3/5 〃　青稍白煙
	10.00	126.00	638	426	331	17	〃 4/5 〃
	12.00	128.00	680	458	350	19.5	〃 全 〃　精煉終了
	1.00	129.00	696	497	355	—	開　煙道口閉塞

第 12 表（続）　2）第2号窯操作表（第3回）

月日	観測時刻	累計時間	窯内温度 上部	窯内温度 下部	煙突口温度	気温	備考
			°C	°C	°C	°C	
7.11	18.00	0	—	—	—	—	口焚開始
	23.00	5.00	—	—	75	18	
12	6.30	12.30	—	—	81.5	17	
	7.30	13.30	343	71	83	18	
	9.30	15.30	273	56	81	21	
	10.30	16.30	284	48	79	21	
	12.00	18.00	310	49	79	—	
	14.00	20.00	326	59	80	—	
	17.30	23.30	—	—	81	—	
	21.45	27.45	—	—	81	—	
	22.30	28.30	326	58	80.5	16	
13	6.00	36.00	310	60	80	—	
	9.00	39.00	—	—	81	25	
	12.30	42.30	306	58	79.5	—	風強し晴
	13.00	43.00	—	—	80	25	〃
	18.00	48.00	298	62	80	19	
	21.00	51.00	299	65	80	16	
	22.00	52.00	298	68	82	16	
14	5.00	59.00	289	68	82	16	
	8.00	62.00	308	75	82.5	16	
	11.00	65.00	301	76	85	17	
	14.00	68.00	—	—	86	19	
	16.00	70.00	—	—	84.5	18	
	18.00	72.00	306	93	84	17	
	21.00	75.00	316	98	86	—	
15	6.00	84.00	315	132	90.5	14.5	
	11.30	89.30	310	160	97	—	
	13.30	91.30	314	178	100	—	
	20.00	98.00	319	212	114	—	
	22.00	100.00	320	220	122	—	
16	6.30	118.30	348	288	169	15	
	7.45	109.45	335	320	176	—	
	9.00	111.00	330	336	196	20	
	11.30	113.30	344	295	197	25.5	薄青煙
	14.30	115.30	377	316	216	—	精煉開始
	18.00	120.00	395	282	225	20	
	22.00	124.00	443	369	249	17	
	24.00	126.00	477	396	267	—	
17	4.30	130.30	570	480	315	—	煙突口全開　殆んど無煙
	5.00	131.00	610	490	325	—	〃
	5.30	131.30	623	495	330	15	煙道口閉塞
	6.30	132.30	473	473	—	—	
	10.00	136.00	387	364	—	17	
	12.00	138.00	362	338	—	19.5	
	13.00	139.00	344	323	—	—	

第 12 表　3）第3号窯操作表（第3回）　（続）

月日	観測時刻	累計時間	煙突口温度	気温	備考	月日	観測時刻	累計時間	煙突口温度	気温	備考
			°C	°C					°C	°C	
7.10	16.00	—	—	—	詰込完了	7.13	6.00	58.00	83.5	16	
	17.00	—	—	—			9.00	61.00	85	25	
	18.30	0	—	—	口焚開始煙道口全開		12.30	64.30	84	24	
11	3.30	9.30	63	19	〃		15.30	47.30	86	25	
	4.15	10.15	68	19	〃		18.00	70.00	88	19	
	5.00	11.00	66	19	〃		21.00	73.00	88	16	
	6.00	12.00	72	18	〃		22.00	74.00	91	16	
	7.00	13.00	74	19	〃	14	5.00	31.00	97	16	
	9.30	15.30	75	23	〃		7.00	83.00	96	16	煙突口 1/5 開
	10.30	16.30	76	23	〃		10.30	86.30	103	17	
	11.30	17.30	76	19	〃		14.00	90.00	102	19	
	15.30	21.30	77	19	〃		16.00	92.00	104	18	
	16.30	22.30	77	23	〃		18.00	94.00	106	—	煙突口 7/10 開
	18.00	24.00	74	20	焚口閉塞　〃		21.00	97.00	108	—	
	19.00	25.00	74	20	〃	15	6.00	106.00	120	14.5	
	22.45	28.45	68	18	〃		11.30	111.30	146	—	
12	6.00	36.00	82	17	煙突口 9/10 開		13.30	113.30	165	—	
	7.30	37.30	82	17	煙突口 7/10 開		20.30	120.30	219	—	青白煙
	9.30	39.30	82	21			22.00	122.00	227	—	
	10.30	40.30	82	21		16	6.30	130.30	260	15	精煉開始
	12.00	42.00	82	21			7.45	131.45	278	—	煙突口 9/10 開
	16.00	44.00	81	21			8.30	132.30	294	20	〃　全開
	17.30	45.30	82	21			11.30	135.30	341	25.5	〃閉塞，精煉完了
	21.45	49.45	83	16							

4）第4号窯操作表（第3回）

月日	観測時刻	累計時間	窯内温度				煙突口温度	気温	備考
			上げ木	炭材上部	炭材中央部	炭材下部			
			°C	°C	°C	°C	°C	°C	
7. 9	15.00	0	—	—	—	—	—	—	口焚開始
	18.00	3.00	—	—	—	—	—	—	煙突口全開（内田式排煙調節器）
	20.00	5.00	150	15	—	—	69	21	
	20.20	5.20	122	65	—	—	71	—	1.11 を閉塞
10	0.25	9.25	135	70	—	—	73	20	
	3.15	12.15	151	75	—	—	74	20	
	5.55	14.55	153	80	29	26	75	19	
	9.00	18.00	189	79	38	24	75	22	
	10.00	19.00	205	95	50	28	76	20	1.6.11 閉
	10.30	19.30	209	98	50	26	76.5	20	
	11.00	20.00	210	99	51	27	76.5	20	
	11.45	20.45	218	100	52	28	71.5	21	1.5.7.11 閉
	13.30	22.30	211	100	50	30	75	22.5	
	14.00	23.00	210	103	50	29	76	21.5	
	14.30	23.30	212	101	50	29	76	21	

第 12 表　4）第4号窯操作表（第3回）　（続）

月日	観測時刻	累計時間	窯内温度 上げ木	窯内温度 炭材上部	窯内温度 炭材中央部	窯内温度 炭材下部	煙突口温度	気温	備考
			°C	°C	°C	°C	°C	°C	
7.11	15.30	24.30	218	106	50	28	76	21	
	16.00	25.00	225	110	51	29	75	20.5	
	16.30	25.30	227	112	51	29	76	20	
	17.30	26.30	238	118	50	28	76	20	
	18.30	27.30	231	116	50	28	76.5	20	
	19.15	28.15	245	121	50	29	76	20	
	21.35	30.35	240	119	50	24	75	20	
	23.00	32.00	258	143	50	28	76	20	
	24.00	33.00	265	151	50	33	77	20	
	1.00	34.00	273	162	51	30	79	20	
	1.40	34.40	260	150	51	30	79.5	—	焚口塞ぐ
	3.00	36.00	255	149	51	29	78	19.5	
	4.15	37.15	251	147	48	29	76	19.5	
	5.00	38.00	256	150	48	27	75	—	
	6.00	39.00	261	158	49	27	76	—	
	7.00	40.00	270	168	50	27	77	19	
	7.35	40.35	283	172	50	27	77	19	
	9.30	42.30	296	196	51	30	78	23	
	10.30	43.30	297	200	52	27	80	23	
	11.30	44.30	285	204	50	27	79	23	
	12.30	45.30	282	199	49	27	79	20	
	13.30	46.30	288	205	51	30	79	20	
	14.30	47.30	287	210	50	30	78	19	
	15.30	48.30	289	212	50	29	78	19	
	16.30	49.30	290	217	50	29	78	23	
	17.30	50.30	288	217	50	30	78.5	21	
	19.00	52.00	289	225	50	29	79	20	1, 6, 10, 11 開
	22.45	53.45	302	248	51	33	79	18	
	23.15	54.15	300	249	52	33	79	18	
12	6.30	61.30	310	274	54	35	81	17	
	7.45	62.45	310	283	62	38	82	18	
	9.30	64.30	310	287	63	37	84	21	
	11.00	66.00	312	292	65	30	85	21	
	12.00	67.00	320	300	69	30	86	21	
	13.00	68.00	318	300	68	35	86	21	
	14.00	69.00	318	302	68	31	87	21	
	15.00	70.00	321	309	70	32	87	21	
	16.00	71.00	320	308	79	30	88.5	—	
	17.00	72.00	320	311	68	37	90	—	
	22.00	77.00	334	327	70	39	93	16	
	23.00	18.00	332	323	70	39	93	16	
13	5.30	84.30	346	346	216	55	104	16	
	7.00	86.00	347	348	232	57	109	19	
	10.00	89.00	347	350	257	65	119	25	

第 12 表　4）第3号窯操作表（第3回）　（続）

月日	観測時刻	累計時間	窯内温度 上げ木	炭材上部	炭材中央部	炭材下部	煙突口温度	気温	備考
			°C	°C	°C	°C	°C	°C	
7.13	11.00	90.00	347	348	259	67	121	25	
	12.00	91.00	352	352	267	69	124	25	
	13.00	92.00	359	360	274	79	129	25	
	14.10	93.10	369	369	286	83	135	25	
	15.00	94.00	376	375	296	89	136	23	風強く，逆風入る
	16.00	95.00	378	375	299	97	142	20	風稍弱し
	17.00	96.00	380	380	304	105	146.5	20	
	18.00	97.00	381	382	305	110	152	19	
	20.45	99.45	393	397	314	127	167	16	
	22.00	101.00	402	401	310	130	175.5	16	
14	5.00	108.00	429	431	339	209	223	16	排煙量多し青味混ず
	6.10	109.10	425	430	352	232	233	16	煙突口 1, 2, 6, 10, 11 開
	7.00	110.00	428	433	358	250	229	16	
	8.00	111.00	429	425	361	273	232	16	青味混ず
	10.30	112.30	440	440	363	260	235	18	青煙盛　通風口 0.7×6.0 寸
	13.00	115.00	398	401	348	234	213	18	青煙薄くなる　煙突口 7, 8, 9 開
	13.30	115.30	388	392	342	248	213	19	精煉開始　通風口 1.0×6.0 寸
14	14.00	116.00	385	393	341	248	219	19	煙突口　7, 8, 9, 10 開
	14.30	116.30	388	393	335	235	221	19	通風口 1.5×6.0 寸
	15.00	117.00	400	405	340	239	227	19	煙突口　5, 7, 10
	15.30	117.30	405	412	343	238	237	18	煙道口　4～5, 7～10 通風口　2.5×6.0 寸
	16.00	118.00	430	440	354	248	242.5	18	煙突口　3～5, 7～10
	16.30	118.30	440	452	358	257	254	17	煙突口　2～5, 7～10 開
	17.00	119.00	468	477	362	253	266	17	煙突口　2～10 開
	17.30	119.30	525	505	378	266	279	17	煙突口　1～10 開
	18.00	120.00	562	530	390	273	291	17	煙道口全開
	21.00	123.00	427	420	375	258	228	17	〃
15	6.00	132.00	225	240	240	—	—	—	消火

第 13 表　炭材重量（kg）

窯	回次	立て木	上げ木	燃材	計	備考
第1号窯	2	2,090.3	621.4	713.3	3,425.0	樹種ナラ
	3	1,912.5	684.4	391.5	2,998.0	〃
	4	2,236.4	818.6	375.1	3,430.1	〃
	5	1,981.9	847.5	262.5	3,091.9	〃
第2号窯	2	1,626.0	373.2	645.6	2,694.8	〃
	3	1,800.0	450.0	486.6	2,736.6	〃
	4	1,650.0	443.1	116.3	2,209.4	〃
	5	1,546.5	471.1	300.0	2,317.6	〃
第3号窯	2	2,175.6	470.3	627.6	3,273.5	〃
	3	2,235.0	469.9	466.2	3,171.1	〃
	4	2,187.6	496.1	326.3	3,010.0	〃
	5	1,813.1	1,068.8	300.0	3,181.9	〃
第4号窯	2	2,073.0	710.3	471.4	3,254.7	〃
	3	2,100.0	661.5	555.8	3,317.3	〃
	4	2,186.4	697.5	311.3	3,195.2	〃
	5	2.250.0	675.0	341.3	3,266.3	〃

第 14 表　燃材消費量比較

窯別	回次	立て木＋上げ木 kg	燃材 kg	%	備考
第1号窯	4	3,055.0	375.1		樹種ナラ
	5	2,829.4	262.5		
	平均	2,942.2	318.8	10.9	
第2号窯	4	2,093.1	116.3		樹種ナラ
	5	2,017.6	300.0		
	平均	2,055.4	208.2	10.1	
第3号窯	4	2,683.7	326.3		樹種ナラ
	5	2,881.9	300.0		
	平均	2,782.8	313.2	11.3	
第4号窯	4	2,883.9	311.3		樹種ナラ
	5	2,925.0	341.3		
	平均	2,904.5	326.3	11.2	

第15表　製　炭　時　間

窯	回次	加熱時間	炭化時間	精煉時間	計	備考	窯	回次	加熱時間	炭化時間	精練時間	計	備考
		時分	時分	時分	時分				時分	時分	時分	時分	
第1号窯	2	74.15	113.45	14.15	202.15	外に詰込時間2～3時間	第3号窯	2	65.00	99.00	18.00	182.00	外に詰込時間2～3時間
	3	97.30	76.00	11.40	185.10			3	42.15	107.45	9.30	159.30	
	4	32.00	84.00	13.00	129.00	消火時間30～40時間		45	22.30	99.30	13.30	135.30	消火時間30～40時間
	5	39.30	117.30	11.30	168.30			5	29.00	120.00	15.00	164.00	
平均					171.14		平均					160.15	
第2号窯	2	63.00	114.00	16.30	193.30	同上	第4号窯	2	90.00	102.00	9.10	201.10	同上
	3	45.00	120.30	17.40	183.10			3	86.30	42.00	13.00	141.30	
	4	12.30	101.00	18.00	131.30			4	34.40	79.50	17.30	132.00	
	5	16.15	133.45	15.00	165.00			5	39.00	119.00	11.00	169.00	
平均					168.18		平均					160.55	

第16表　最　高　温　度

窯	第1号窯			第2号窯			第3号窯			第4号窯		
回次	天井最高温度	煙突口最高温度	窯底最高温度	天井	窯底	煙突口	天井	窯底	煙突口	天井	窯底	煙突口
2	610	340	410	562	468	323	430	350	235	518	360	310
3	650	370	475	625	487	360	627	438	350	580	385	320
4	696	355	477	623	495	330	—	—	341	562	390	291
5	675	372	—	660	512	360	—	—	342	599	380	280
平均	658	359	454	618	491	343	529	394	317	565	379	300

第17表　天井，窯底最高平均温度差

窯別	天井最高平均温度	窯底最高平均温度	差	備考	窯別	天井最高平均温度	窯底最高平均温度	差	備考
	°C	°C	°C			°C	°C	°C	
第1号窯	658	454	204	障壁なし	第3号窯	529	394	135	障壁あり
第2号窯	618	491	127	〃あり	第4号窯	565	379	186	〃なし

第18表　加　熱　時　間　と　着　火　温　度

窯	回次	加熱時間	窯内温度 °C 天井	窯内温度 °C 窯底	煙突口 °C	備考	窯	回次	加熱時間	窯内温度 °C 天井	窯内温度 °C 窯底	煙突口 °C	備考
		時分							時分				
第1号窯	2	74.15	217	58	81	気温15°～25°	第3号窯	2	65.00	300	65	83	気温15°～25°
	3	97.30	220	56	80			3	42.15	195	65	82	
	4	32.00	311	45	81			4	22.30	—	—	77	
	5	39.30	185	—	83			5	29.00	—	—	81	
平均		60.49			81.3		平均		39.41			80.7	
第2号窯	2	63.00	240	65	81	同上	第4号窯	2	90.00	335	80	83	同上
	3	45.00	—	53	79			3	86.30	300	73	81	
	4	12.30	343	71	83			4	34.40	282	47	80	
	5	16.15	130	65	83			5	39.00	300	60	81	
平均		34.11			81.5		平均		62.33			81.3	

第19表　精　煉　時　間　と　精　煉　温　度

窯	回次	精煉時間	窯内温度 °C 天井始	天井終	窯底始	窯底終	煙突口 始	煙突口 終	備考
		時分							
第1号窯	2	14.15	430	610	320	410	222	340	
	3	11.40	440	650	355	475	235	370	
	4	13.00	536	698	297	479	244	355	
	5	11.30	458	675	—	—	231	372	
平均		13.11	466	658	324	455	233	359 (126)	( )は差を示す
第2号窯	2	16.30	345	562	290	468	185	323	
	3	17.40	345	625	303	487	211	360	
	4	18.00	377	623	316	495	216	330	
	5	15.00	433	660	374	312	232	360	
平均		16.47	375	618	321	490	211	(132) 343	( )は差を示す

窯	回次	精練時間	窯内温度 °C 天井天	天井終	窯底始	窯底終	煙突口 始	煙突口 終	備考
		時分							
第3号窯	2	18.00	392	430	320	350	203	(235) 209	( )は最高温度
	3	9.30	440	627	314	438	255	350	
	4	13.30	—	—	—	—	260	341	
	5	15.00	—	—	—	—	235	342	
平均		14.00	416	529	317	394	238	(73) 311	( )は差を示す
第4号窯	2	9.00	450	518	330	360	254	310	
	3	13.00	450	580	332	380	217	320	
	4	17.30	408	425	341	375	250	260	
	5	11.00	393	599	264	(380) 346	237	(280) 230	( )内は最高温度
平均		12.40	425	531	317	365	240	280 (40)	( )は差を示す

は略々，熟窯状態になると認められた。加熱時間は第2号窯が平均 34 時間 11 分で最も短かく，第4号窯が 62 時間 33 分で最も長かつた。

着火温度は何れの窯も煙突口温度 80 度位で炭化が始まると解された。

炭化開始時の窯内温度は各窯の間で著しく異る。これは炭化が未だ窯内の一部にのみ行われているために，温度計がその部位に存在したり，しなかつたりするためであろう。第4号窯では 300 °C 近くの温度を示しているが，これは第4号窯の炭化部位がたまたま温度計挿入部位と一致したためであろうと解せられる。

第20表　製炭時間
（木炭 1kg 当り平均）

窯	加熱時間	製炭時間
	分	分
第1号窯	7.9	22.1
第2号窯	6.3	21.9
第3号窯	5.2	20.8
第4号窯	7.6	19.6

4）精煉時間と精煉温度及び精煉比率

精煉時間と精煉温度の比較は第 19 表に示した。精煉時間は各窯の間に著しい差は認められなかつた。各窯とも 13～16 時間位である。精煉開始時の煙突口の温度は各窯とも大きな差はなく，210～240°C であつた。

また精煉開始時の窯内温度を比較すれば，窯により差は認められるが，第 18 表に示した加熱時におけるほどの差はなく，殊に窯底の温度は著しく相似性があつた。窯底温度が略 320°C に達すれば，精煉開始の状態になつたと判断しても差支えないと考えられる。

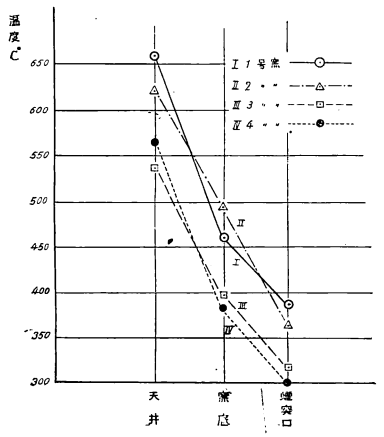
しかるに精煉終了時の窯内温度及び煙突口温度には著じるしい差がある。そこで煙突口温度差，即ち精煉開始，終了時期の温度差を比較すればその温度差が大きいものほど精煉はかかり易いと考えられる。

そこでその温度差を比較すれば，第 17 表に示した通り第2号窯が最も温度差が大きく，第4号窯が最も温度差が少かつた。即ち第4号窯の收炭率が大きい理由の一つは精煉がかかつて

ないためにもよる。

第 16 表には最高温度の比較を示したが，これをグラフすると第 69 図になる。第1，2号窯と第3，4号窯の間には明らかに熱処理の差が認められた。

第 69 図　最高温度表



精煉比率を計算すれば第 23 表の通り第1，2号窯が高く，第3，4号窯が低い。上記最高温度の比較と同様に第1，2号窯と第3，4号窯の間には明らかに熱処理の差が認められた。

5）收炭率及び收炭率指数

收炭量及び收炭率の比較は第 21 表に示した。第4号窯が平均 15.09% で最も大きく，第2号窯が平均 13.33% で最も少い。各窯とも收炭率は始めの回は劣るが，これは窯が未だ冷却しているためで，一般に築窯製炭ではこの傾向がある。4～5回の收炭率指数を比較すると第 22 表になつた。第2号窯が平均 82.72% で最も大きく，第1号窯は平均 79.38% で最も小さい。第2号窯の收炭率は第4号窯より上記の通り小さいが，收炭率指数は逆に前者の窯が後者の窯より大きい。即ち第2号窯の收炭率が低い原因は窯内の灰化現象ではなくて，精煉の程度が高かつたためと解されるが，これは前記最高温度の比較，及び精煉比率の比較で明らかである。

また第2号窯の收炭率は2～3回と4～5回では著しく異るが，これは精煉方法を変えたため，灰化が減少したからである。第2号窯の燃焼室及び精煉管は炭化室に比較し，大き過ぎ，設計者の指定通り精煉を行うと通風量が大き過ぎ，灰化量が多くなるので4～5回では精煉の際精煉管を用いず，所謂煙道精煉を行つた。

6）全長炭の收得率

全長炭の收得率を比較すると第 21 表になつた。第2号窯が平均 77% で最も大きく，第4号窯が 66% で最も小さい。この收得率は木炭の精煉の程度と同一傾向がある（第 23 表）。

即ち精煉のよく行われた第1，2号窯は全長炭の收得率が大きく，精煉の不充分な第3，4号窯は全長炭の收得率が少い。

全長炭は木炭規格によれば，上位に格付けされるので，特にこの比較を行つた。

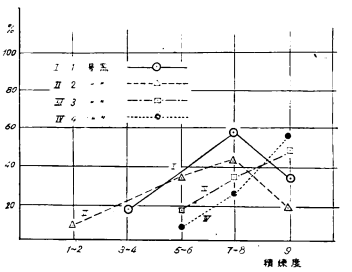
7）燃材消費率

4～5回の燃材消費率を比較すれば第 14 表の通りになつた。第2号窯が 10.1% で最も少く，第3号窯が 11.3% で最も多かつた。なお各窯の炭材及び燃材所要量は第 13 表及び第 14 表に示した。

8）精煉度及び硬度

木炭の熱処理の程度を比較するために精煉度を，また炭質を比較するために硬度を各々比較したところ第 24，25，26 表になつた。第 24，25 表は第 66 図の通り窯内に詰込んだ単木試験材の実験値であり，第 26 表は窯内，中央部標準炭材の実験値である。精煉度はコナラ平均 6.4～8.4 で一般に低く，精煉の程度は充分ではなかつたと云える。各窯を比較すれば第2号窯が最もよく，第4号窯が最も悪い。收炭率と逆の結果を示した。これをグラフすれば第 70 図になつた。第2号窯の精煉度分布の山は7～8にあり，しかも1より9に至る広い巾に分布しているが，第4号窯は山が認められず9に偏している。

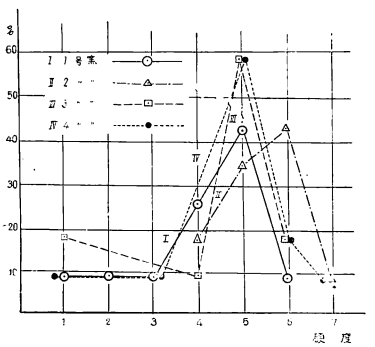
第 70 図　窯別精煉度分布表



市販木炭の並品には第4号窯のような精煉度分布を示すものが多く，木炭品評会に出品される優良品は第2号窯型の分布図を示している。また精煉比率を示せば（第 23 表）上記の通り，第1，2号窯は第3，4号窯より著しく大きい。即ち一般に前者の窯は後者の窯より著しく熱処理されていると認められる。

硬度は第24，25，26表に示した通り一般に低い。第26表によれば第1号窯がコナラ平均3.8で最も低く，第4号窯が同じく 5.9 で最も高い。コナラ硬度の窯別分布表を求めれば第71図になつたが，第1，3，4号窯は硬度の最高は5であるが，第2号窯は硬度の最高は6であつた。第 25 表はザツ単木試験材の精煉度，硬度を示した。硬度は樹種によつて異るが，精煉度は樹種にかかわらず精煉の程度を示すと解せられる。

第 71 図　窯別硬度分布表



9）炭材の收縮率容積残存率及び炭化率

炭材の收縮率，容積残存率及び炭化率は第 27，28 表に示した。第 27 表は各窯の差異を示すために第2回製炭におけるコナラ単木試験材の炭化結果を示した。各窯とも窯内部位により收縮率，容積残存率，炭化率には相違があるが，これは黒炭窯が各部位により熱処理状態を異にするためで，硬度及び精煉度にも同様な相違が認められる（第 24 表）。またザツに一括される樹種につき，各窯で単木試験を行つた結果を第 28 表に示した。また第 29 表にはコナラにつき各窯における各製炭回次の炭化率を示した。

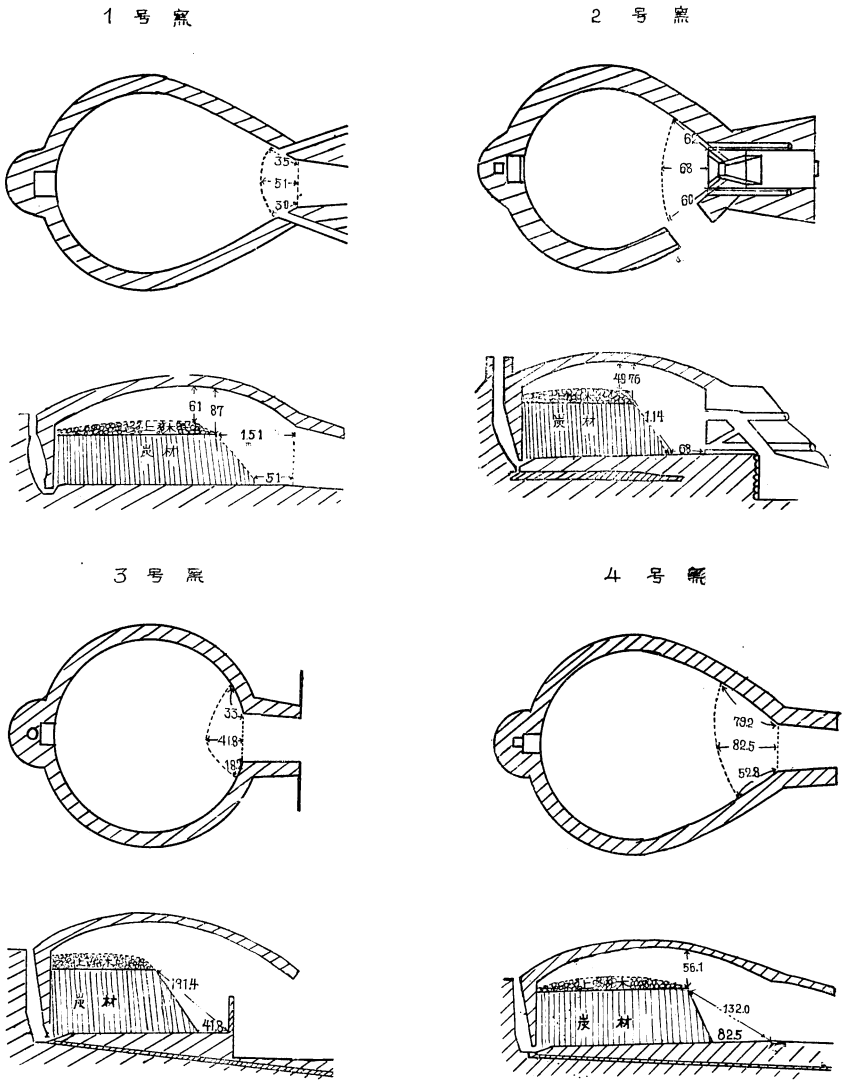
10）灰化状況

灰化状況は第 72 図に示した。平面図及び断面図につき各比較した。

11）その他

第 17 表には天井，窯底における最高平均温度差を示したが，第1，4号窯は第2，3号窯

第 72 図　　第2回　灰化状況　(単位 cm)

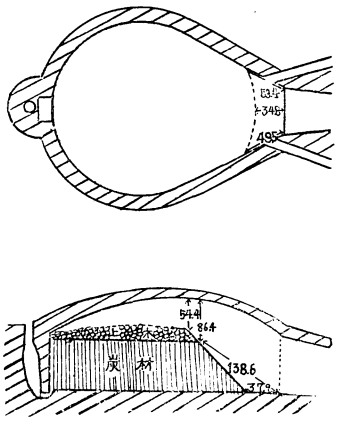


第 21 表　収炭量及び収炭率及び全長炭と粉炭の比較

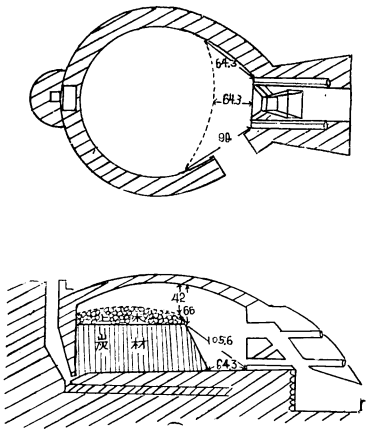
窯	回次	収炭量 全長炭 kg	収炭量 粉炭 kg	収炭量 計 kg	収炭率 対炭材 kg	収炭率 対炭材÷燃材	備考
第1号窯	2	388.0	55.9	443.9	16.37	12.96	
	3	346.8	114.9	461.7	17.78	15.45	
	4	377.9	124.9	502.8	16.46	14.66	
	5	247.0	185.0	433.0	15.30	14.00	
平均		339.9 (74)	120.4 (26)	460.3	16.48	14.27	( )内は%を示す
第2号窯	2	227.0	90.8	317.8	15.14	11.79	
	3	263.7	48.2	311.9	13.86	11.39	
	4	277.4	55.4	332.8	15.90	15.06	
	5	239.8	109.7	349.5	17.32	15.08	
平均		252.0 (77)	76.0 (23)	328.0	15.75	13.33	( )内は%を示す
第3号窯	2	368.3	82.5	450.8	17.04	13.77	
	3	368.9	113.7	482.6	17.84	15.21	
	4	339.8	120.8	460.6	17.17	15.30	
	5	247.6	209.3	456.9	15.85	14.36	
平均		331.2 (72)	131.6 (28)	462.7	16.98	14.66	( )内は%を示す
第4号窯	2	333.5	83.7	417.2	14.98	12.81	
	3	406.5	107.9	514.4	18.63	15.50	
	4	451.0	86.0	537.0	18.62	16.81	
	5	364.5	133.3	497.8	17.02	15.24	
平均		388.9 (66)	102.7 (34)	491.6	17.31	15.09	( )内は%を示す

第 72 図　第3回　灰化状況

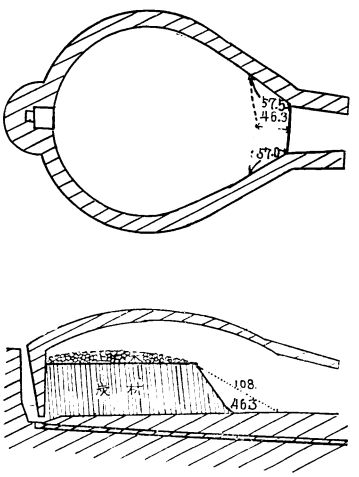
1 号 窯



2 号 窯



4 号 窯



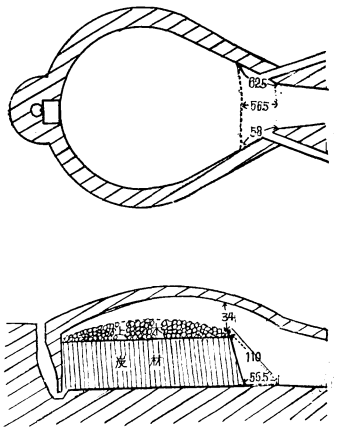
第 22 表　収　炭　率　指　数

窯　別	炭化率　%		収炭率　%		収炭率指数		収炭率指数平均
	第4回	5回	4回	5回	4回	5回	
第1号窯	20.2	19.8	16.46	15.30	81.49	77.27	79.38
第2号窯	20.7	18.7	15.90	17.32	76.81	92.62	82.72
第3号窯	20.9	21.5	17.17	17.84	82.15	82.98	82.57
第4号窯	21.7	22.5	18.62	17.02	85.81	75.64	80.73

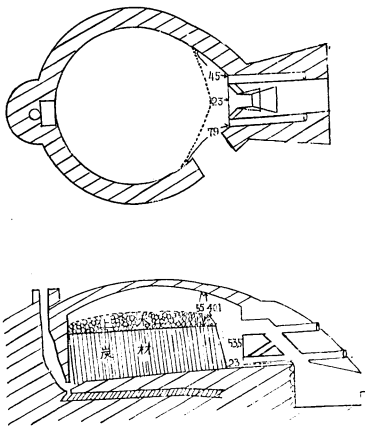
備考：1　炭化率は窯内中央に詰込んだ標準炭材により算出した。
　　2　第3号窯×印は第3回目製炭試料を用いた。

第 72 図　　第4回　灰化状況

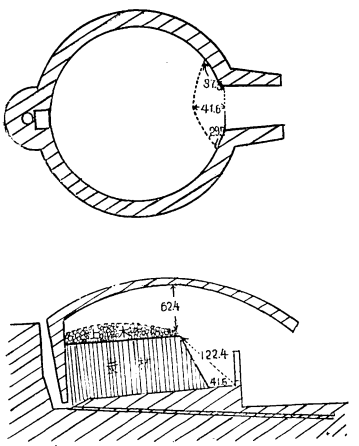
1 号 窯



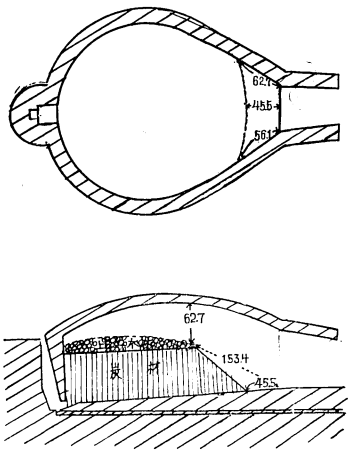
2 号 窯



3 号 窯



4 号 窯

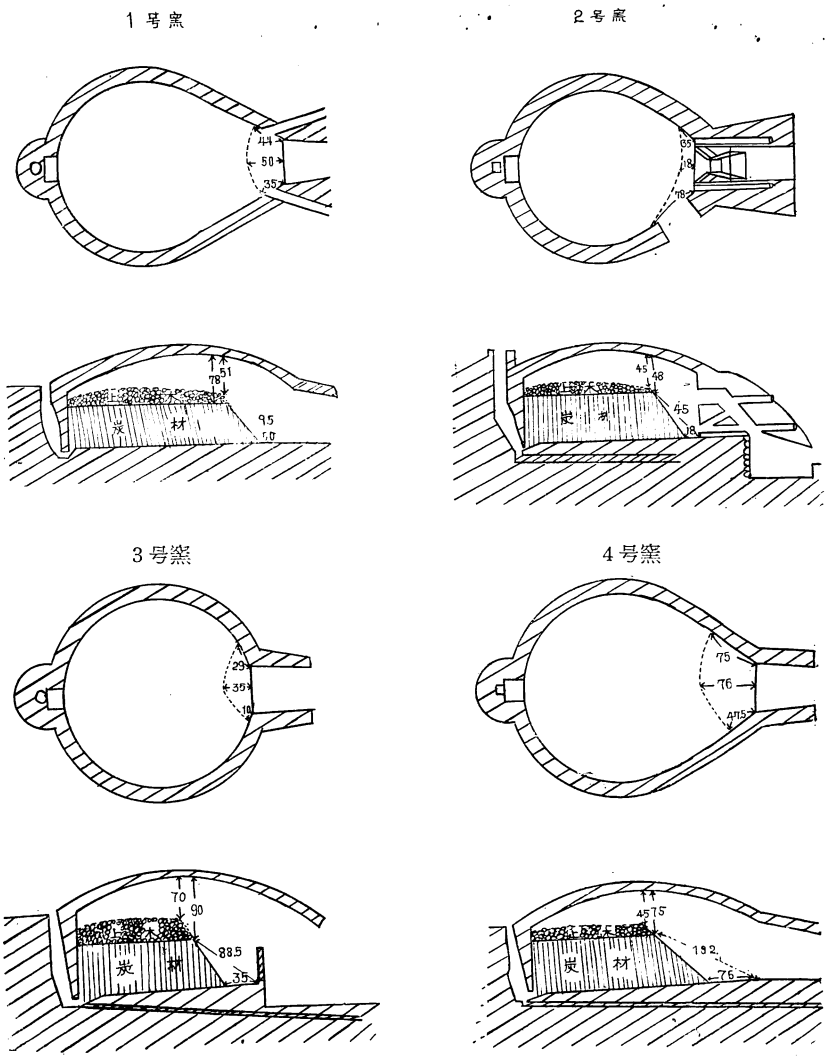


第 23 表　精　煉　比　率

窯　別	精煉比率（3～4回平均）	備　　考
1	73	3～4回単木試験材より算出
2	86	
3	50	
4	39	

註：精煉比率＝$\frac{\text{木炭精煉計にて測定可能部分の長さ}}{\text{全長炭}}\times 100$

第 72 図　.第5回　灰化状況



第 24 表　コナラ単木試験材の硬度，精煉度

窯別	単木試験材番号	硬度 上部	硬度 下部	精煉度 上部	精煉度 下部	窯別	単木試験材番号	硬度 上部	硬度 下部	精煉度 上部	精煉度 下部
1	2	4.5	5	7.5	9	3	4	5	5.5	9	9
	4	5	＜1	8	9		5	4	5.5	9	9
	5	5	4	9	9		6	5	5	9	9
	6	5.5	5.5	7.5	9		7	5	5	6	9
	平均	5.0	3.9	8	9		8	5	5	9	9
2	2	6	5.5	9	9		平均	4.8	4.5	8.7	9
	3	5	5	9	9	4	1	5	3.5	9	9
	6	8	8	1.5	5.5		2	5	3	9	9
	平均	6.3	6.2	6.5	7.5		3	3	1	9	9
3	1	5	1	9	9		4	4	4	9	9
	2	4	4.5	9	9		6	5	5.5	3	9～4
	3	5	5	9	9		平均	4.4	3.5	7.8	9～8

備考：1. 炭材上，下，両端より 5cm 内部を測定した。 2. 上部とは炭材の天井部分のこと，下部とは窯底に接する部分のこと。 3. 単木試験材の欠番は灰化或は破砕のため，測定不能となつたもの。 4. 製炭回次は第2回。

第 25 表　ザツ単木試験材硬度，精煉度

樹種	窯別	回次	硬度 上	硬度 中	硬度 下	精煉度 上	精煉度 中	精煉度 下	樹種	窯別	回次	硬度 上	硬度 中	硬度 下	精煉度 上	精煉度 中	精煉度 下
ウシコロシ	3	3	7	9	9	7	9	9	サクラ	4	5	1	1	1	6	9	9
ホホノキ	1	3	<1	<1	<1	5	7	9	トネリコ	1	3	5.5	5.5	5.5	4	7	9
コシアブラ	1	3	<1	<1	<1	6	9	9	リョーブ	1	3	4.5	1.5	2	4.5	7.5	9
クリ	1	3	<1	<1	<1	4	6.5	9	アワブキ	1	2	1<	—	1<	3.5	—	9
エンジユ	1	3	6.5	5.5	5.0	5	7.5	9	ミヅキ	1	2	1<	—	1<	5	—	9
シデ	4	5	5	4	3	5.5	9	9	セン	4	2	<1	2	<1	9	7	9
イタヤカエデ	2	3	4.0	4	<1	6.5	7.5	9	コシアブラ	4	2	<1	<1	<1	9	9	9
ネジキ	1	3	5	5	4	4	7	9									

備考　上：炭材上端より 5cm の部位　　中：中央部　　下：炭材下端より 5cm の部位

第 26 表　硬度及び精煉度第表

窯	回次	樹種	硬度 上部	硬度 中央部	硬度 下部	硬度 平均	精煉度 上部	精煉度 中央部	精煉度 下部	精煉度 平均	備考
第1号窯	2	ナラ	5	4	1	3.3	8	9	9	8.7	
	3	〃	5	4	2	3.7	6.5	8	9	7.8	
	4	〃	5.5	3.5	2.5	3.8	3	7	9	6.3	
	5	〃	5.5	4.5	3.5	4.5	2.5	6.5	8	5.7	
	平均					3.8				7.4	
第2号窯	2	ナラ	6	6	6	6.0	7	8	9	8	
	3	〃	5.5	5	5	5.2	4.5	8	9	7.2	
	4	〃	5.5	5	4	4.6	5	7	8	6.7	
	5	〃	7	5	4	4.0	<1	5.5	5.5	3.7	
	平均					5.0				6.4	
第3号窯	2	ナラ	4	5	5	4.7	9	9	9	9	
	3	〃	5.5	5	6	5.5	6	8	9	7.7	
	4	〃	5	5	<1	3.7	6	8	9	7.7	第6回目の記録を用いた
	5	〃	5	4.5	<1	3.5	6.5	8	9	7.8	
	平均					4.4				8.1	
第4号窯	2	ナラ	5	3	1	3	8	9	9	8.7	
	3	〃	5	4.5	5	4.8	7.5	9	9	8.5	
	4	〃	5	5	4.5	4.8	6	9	9	8	
	5	〃	6.5	6	6	6.2	6.5	9	9	8.2	
	平均		5.4	4.6	4.1	5.9	7.0	9	9	8.4	

第 27 表　コナラ単木試験材，收縮率，容積残存率，炭化率

窯別	番号	周囲收縮率 % 元口	中央	末口	長さ收縮率 %	容積残存率 %	水分	炭化率 % 気乾	絶乾	備考
1	2	23.4	21.7	23.7	17.2	49.1	43.2	20.2	35.7	1. 単木試験材の欠番のものは灰化或は破砕のため測定不能となつたもの
	4	24.5	23.7	20.4	13.0	51.7	44.3	21.3	38.2	
	5	24.7	24.9	26.8	12.6	48.5	44.3	21.0	37.0	
	6	20.0	20.5	19.0	13.2	55.8	43.2	21.3	37.6	
	平均	22.7	22.7	22.5	14.0	51.3	43.8	21.0	37.1	

第 27 表　コナラ単木試験材，收縮率，容積残存率，炭化率（続）

窯別	番号	周囲収縮率 %			長さ収縮率 %	容積残存率 %	水分	炭化率 %		備考
		元口	中央	末口				気乾	絶乾	
2	2	31.6	21.9	21.2	11.9	49.7	43.0	20.6	36.3	2. 精煉度及び硬度は第24表に示した
	3	24.9	24.2	20.6	16.5	49.3	42.3	19.2	33.4	
	6	26.9	21.8	21.5	14.5	50.2	47.9	19.0	36.8	
	平均	27.8	22.6	21.1	14.3	49.7	44.4	19.6	35.5	
3	1	20.5	19.5	16.7	11.2	58.4	38.6	24.3	39.8	3. 製炭回次は第2回
	2	18.7	19.6	19.9	10.9	57.9	39.8	22.4	37.4	
	3	28.6	21.1	20.4	11.4	52.0	40.0	22.2	37.1	
	4	21.3	20.3	19.7	12.5	55.4	39.5	24.1	39.8	
	5	25.0	20.9	19.8	11.3	54.1	39.0	22.5	37.1	
	6	17.3	19.1	18.0	10.6	60.0	38.5	24.0	39.2	
	7	10.6	24.5	27.0	15.3	53.3	41.6	19.3	33.1	
	8	35.4	24.9	18.8	12.0	47.7	39.9	19.4	32.4	
	平均	22.2	21.2	20.0	11.9	54.9	39.6	22.3	37.0	
4	1	26.6	23.2	16.5	11.8	53.5	41.3	20.0	34.1	
	2	17.0	20.6	17.5	12.3	58.4	41.5	20.1	36.1	
	3	23.1	20.5	10.9	12.3	58.9	42.7	21.7	37.9	
	4	24.2	22.5	16.7	12.4	54.5	39.6	21.5	35.6	
	6	24.1	34.1	38.7	15.4	38.8	41.5	13.6	23.3	
	平均	23.0	24.2	20.1	12.8	52.8	41.3	19.4	33.4	

第 28 表　ザツ単木試験材收縮率，容積残存率及び炭化率

樹種	窯別	回次	周囲収縮率 %			長さ収縮率 %	容積残存率 %	炭化率 %	樹種	窯別	回次	周囲収縮率 %			長さ収縮率 %	容積残存率 %	炭化率 %
			元口	中央	末口							元口	中央	末口			
ウシコロシ	3	3	28.2	28.5	24.9	12.7	46.3	19.6	サクラ	4	4	25.4	25.3	28.1	13.3	47.1	19.4
ホホノキ	1	3	28.6	25.3	21.4	14.4	48.0	17.7	トネリコ	1	3	29.9	38.0	30.9	13.6	38.9	21.5
コシアブラ	1	3	25.1	26.9	26.9	13.5	47.0	18.3	リョーブ	1	3	35.1	36.2	34.4	14.5	36.0	17.4
クリ	1	3	28.7	28.3	33.8	13.6	47.0	19.0	アワブキ	1	2	30.6	29.7	27.0	14.5	43.0	17.7
エンジユ	1	3	27.0	31.4	27.7	14.0	43.7	20.8	ミズキ	1	2	27.9	28.8	26.9	14.1	44.7	19.1
シデ	4	5	27.3	31.0	26.4	13.8	44.4	19.4	セン	4	2	29.6	25.5	21.8	12.9	48.2	19.6
コハクウンボク	2	3	38.6	40.5	16.1	13.5	40.4	18.5	コシアブラ	4	2	27.1	35.8	23.7	12.2	44.6	21.7
ネジキ	1	3	26.2	34.7	28.8	13.6	42.5	18.9									

第 29 表　コナラ平均炭化率

窯別	製炭回次	炭化率	水分 %	窯別	製炭回次	炭化率	水分
1	2	21.0	43.5	3	2	22.3	39.6
	3	21.1	—		3	21.5	—
	4	20.2	—		4	20.9	—
	5	19.8	—		5	—	—
	平均	20.5	—		平均	21.6	—
2	2	19.6	43.8	4	2	19.4	52.8
	3	20.7	—		3	21.5	—
	4	20.7	—		4	22.5	—
	5	18.7	—		5	18.6	—
	平均	19.9	—		平均	20.5	—

第 30 表　通風並びに排気速度

窯別	窯内温度	煙道口温度	通風速度	排気速度	窯別	窯内温度	煙道口温度	通風速度	排気速度
	°C	°C	m	m		°C	°C	m	m
1	488	266	1.40	5.00	3	404	235	1.90	4.00
	700	318	2.80	5.70		385	230	1.90	5.00
2	450	238	0.86	2.60					
	527	304	1.50	4.40	4	426	244	1.90	4.30
	642	345	2.00	4.50					

備考：　1. ビラム風速計により通風口，煙道口にて測定　　2. 第5回製炭時観測す

第 31 表　総　括

種別	第1号窯	第2号窯	第3号窯	第4号窯	備考
収炭率(%)	14.27(III)	13.33(IV)	14.66(II)	15.09(I)	
全長炭の収得率(%)	74(II)	77(I)	72(III)	66(IV)	
加熱時間(分)	7.9(IV)	6.3(II)	5.2(I)	7.6(III)	木炭 1kg 当り
燃材消費率(%)	10.9(II)	10.1(I)	19.3(IV)	11.2(III)	対炭材
製炭時間(分)	22.1(IV)	21.9(III)	20.8(I)	19.6(II)	木炭 1kg 当り
精煉の難易 (°C)	126(II)	132(I)	73(III)	40(IV)	精煙途中の煙突口の温度差を示す
精煉度	7.4(II)	6.4(I)	8.1(III)	8.4(IV)	
硬度	3.8(IV)	5.0(II)	4.4(III)	5.9(I)	硬度は一般に低すぎる。測定法に吟味を要す
収炭率指数	79.4(IV)	82.7(I)	82.5(II)	80.7(III)	
精煉比率	73(II)	86(I)	50(III)	39(IV)	
築窯費	294円(I)	510円(IV)	341円(II)	412円(III)	初窯木炭1俵当り
生産費	158円(I)	171円(III)	161円(II)	161円(II)	木炭（製炭回数 20 回平均）1俵当り (15 kg 入)

註：カツコ内のローマ数字は順位を示した。

第 32 表　收炭率の標準偏差

窯別	收炭率の標準偏差 対炭材	対炭材＋燃材	備考
1	0.885	0.914	2～5回の收炭率より計算
2	1.233	1.771	
3	0.712	0.631	
4	1.561	1.445	

第33表　第1，2号窯の平均收炭率の t 検定

	t	備考
第1，第2号窯の平均收炭率	0.726	$\phi=6$ 有意水準　50%＝0.718 〃　40%＝0.906

より大きい。炭窯では天井と窯底との温度差が少いことが望ましいので，第2，3号窯の温度変化は望ましいと考えられる。かかる温度差が構造上の差より生じたものとすれば第1，4号窯と第2，3号窯の差は障壁の有無に基因する窯内における熱の対流の相違ではないかと考えられる。筆者の中，岸本・杉浦は障壁を有する試験窯の温度変化を観測し，このような温度差が障壁によつても起ることを実験した。

また精煉時における通風速度と排気速度をビラム風速計で測定したところ第 30 表の結果を得た。一般に排気速度は通風速度の 2～3 倍と推定された。また窯内温度の上昇に従い両速度は増加した。また，複雑な加熱室を有する第2号窯は通気速度も排気速度も他の窯より小であつた。

6 総　括

以上の結果を総括すれば第 31 表になつたが，この比較は極めてキカイ的比較であつて，単に実験結果をかかげたに過ぎない。例えば，收炭率の比較において，各窯の收炭率の標準偏差は第 32 表になつた。標準偏差の差異が大きく，また製炭回数も少く，従つてこの收炭率が各窯の性能を正しく示すものとは考えられない。そこで，第1号窯と第2号窯の收炭率につき，その平均値の有意差を検定すると第 33 表になつた。即ち t の有意水準は 50～40% に相当し，全く両者の比較は意味がない結果になつた。従つて第 31 表の比較は各窯の機能の差を一応現わしたものに過ぎない。即ち或る窯は精煉温度が高くなり易いということや，或る窯は窯内温度差が著じるしいということや，或る窯では燃料消費量が比較的少い等と云う傾向を示したものと考えられる。

Résumé

1. **PREFACE:**

This report is the test result of carbonization by 4 kinds of charcoal kiln.

Charcoal kiln No. 1 type: This is called Iwate No. 1 type of charcoal kiln, widely used in Iwate prefecture.

Charcoal kiln No. 2 type: This is called new Shinano charcoal kiln widely used in Nagano prefecture.

Charcoal kiln No. 3 type: This is one kind of improved charcoal kilns widely used in Yamaguchi prefecture.

Charcoal kiln No. 4 type: This is one kind of charcoal kilns widely used in Kotsuka charcoal experimental region.

The above described types of charcoal product were recommended at "All Japan Forest Product Chemical Specialist Extention Congress" was held in Gumma-Pref., April 1952.

2. **CONSTRUCTION OF CHARCOAL KILN:**

Methods of construction of charcoal kiln are revealed in photographs Plate 1 to Plate 64., and their designs are shown in Fig. 65.

EXPERIMENTAL METHOD OF CHARCOAL PRODUCTION:

Materials of charcoal are mainly Konara (*Quercus serrata* THUMB, *live oak*) aged for 30～50 years.

Their length range 2.5 shaku～3.0 and standard diameters are 3 sun.

Carbonization was conducted 4 times successively and the following were tested.

1. Weights of material of charcoal; charwood and charcoal
2. Temperature inside of charcoal kiln

3. Temperature at chimney exit
4. Reduction condition to ash
5. Production percentage of charcoal (Yields of charcoal by weight percentage)
6. Shrinkage ratio
7. Carbonization ratio
8. Hardness of charcoal
9. Refining grade of charcoal

3. EXPERIMENTAL RESULT OF CHARCOAL PRODUCTION

Summarized results of experiment of charcoal production are as follows:

Charcoal kiln type / Items of experiment	Charcoal Kiln No. 1 type	Charcoal Kiln No. 2 type	Charcoal Kiln No. 3 type	Charcoal Kiln No. 4 type	Remark
Production percentage of charcoal	14.27(IV)	13.33(III)	14.66(II)	15.09(I)	Figures in bracket show their order.
Consumption percentage of charwood %	10.9(II)	10.1(I)	19.3(IV)	11.2(III)	Figures per charwood
Carbonization hours	22.1(IV)	21.9(III)	20.8(I)	19.6(II)	It is calculated for one kilogram of charcoal
Refining grade	7.4(II)	6.4(I)	8.4(III)	8.4(IV)	ditto
Hardness	3.8(IV)	5.0(II)	4.4(IV)	5.9(I)	ditto
Expense building charcoal kiln	294yen (I)	510yen (IV)	341yen (II)	412yen (III)	Expense per one bale of charcoal