

# 木材炭化に關する研究 (第7報)

農林一號窯・鶴田窯・大石窯・三浦標準黒炭窯

による黒炭製炭比較試験成績

元教授	三	浦	伊	八	郎
教授	芝	本	武	夫	
文部教官	佐	藤		修	
元助手	故	佐	藤	安	平

Ihachiro MIURA, Takeo SHIBAMOTO, Osamu SATOO, and Yasuhei SATOO+:

Studies on Carbonization of Wood (VII)

Comparative Experiments in Making of Charcoal by Four Kilns,  
“Nooringama No. 1”, “Tokitagama”, “Ooishigama” and “Miura’s  
Standard Kiln”

## 目 次

緒 言	3
I 築 窯	4
1 農 林 一 號 窯	5
2 鴉 田 窯	9
3 大 石 窯	11
4 三浦標準黒炭窯	15
II 各 窯 の 比 較	17
III 炭材及び試験方法	22
IV 製炭試験成績	24
V 摘 要	35
VI 参 考 文 献	39
Résumé	39

## 木材炭化に関する研究（第7報）

農林一號窯・鴉田窯・大石窯・三浦標準黒炭窯  
による黒炭製炭比較試験成績

### 緒 言

我が國に於いては古くから黒炭製炭窯について種々工夫考案が行われ、何々式と呼ばれるものも夥しい數に達している。しかし科學的に検討された成績には比較的乏しい。著者の一人は大正9年に府中演習林内に於いて<sup>1)</sup>、昭和9年に浪江營林署管内に於いて<sup>2)</sup>、特に使用する材料及び構造の上に特徴のある窯數種を選び、製炭比較試験を行つたが、これに刺戟されて黒炭窯の研究熱は著しく高揚し、其の後續々多數のいわゆる改良窯が考案されるに至つた。それ等製炭窯の改良工夫の主點は操作の簡易化及び能率増進の他に灰化防止による收炭率増加を目標として、加熱・通風・排煙の3装置に向けられたといえる。すなわち我が國の黒炭窯は其の構造の上に見られる發達過程からすると、凡そ次のように分類できよう。

1. 古くから最も廣く用いられ、構造上何ら見るべき装置のない、いわゆる在來窯。
2. 灰化を防止しようとして炭化室の前部に障壁を設け、炭化室と點火室とを分離した窯。
3. 點火室或は窯底部に工夫を加え、加熱装置を改良しようとした窯。
4. 煙道を窯内煙道にし、或は補助煙道を設け、或は排煙口と煙道との關係を合理化するよう工夫するなど、主として排煙装置を改良しようとした窯。
5. 點火室に於ける加熱と通風の兩作用を合理化するよう工夫し、通風装置を別個に設けた窯。

いうまでもなく製炭窯の構造としては要を盡して不要を省き簡潔を旨としたものでなければならぬ。いはゆる改良窯と稱されるものの中にも、其の意圖した實は殆んど達せられることなく、徒らに構造の複雑化を招いたに過ぎないものも少なくないようである。

結局これは製炭窯の構造と性能との關係についての科學的研究が極めて不十分なためにほかならない。

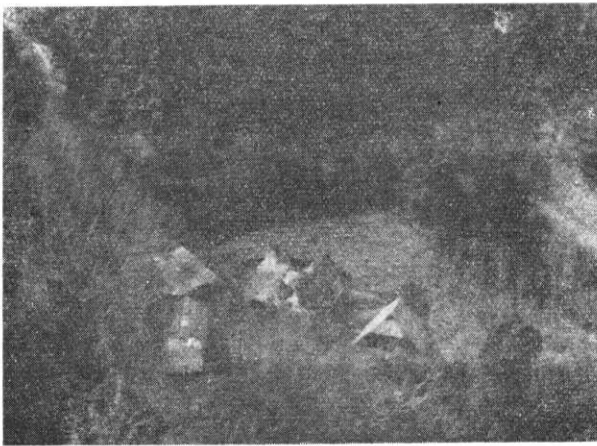
従つて著者等は製炭法の研究及び改良上の資料とし、併せて製炭實行者並に指導獎勵者の參考に供する目的の下に、近年の改良窯中構造上の特徴の比較的著しい農林一號窯・鴉田窯・

大石窯を選び、在來窯として三浦標準黒炭窯を選んで、それ等の性能を比較し、近年に於ける改良工夫の趨勢に對する本質を窺うことにした。すなわち昭和17年12月25日から翌18年3月2日に至る61日間に亘り、東京帝國大學千葉縣演習林に於いて、農林一號窯は考案者石川藏吉氏、鴛田窯は考案者鴛田敏夫氏、大石窯は考案者大石留次氏、三浦標準黒炭窯は鴛田敏夫氏にそれぞれ築窯場所を選んで築窯し且つ初回から5回次まで操作製炭して貫い、其の成績について比較検討することにした。

本試験施行に當つては東京帝國大學農學部附屬演習林の絶大な援助を仰いだ。また當時の山林局業務課及び高知縣木炭検査所は本試験に賛し、考案者派遣の便宜を與えられた。特記して謝意を表する。

## I 築 窯

築窯場所は千葉縣演習林内仁ノ澤林道沿いのところに決め（寫眞1参照）、各窯の築窯箇所



寫眞 1. 製炭比較試験場全景  
(右側から大石窯・鴛田窯・三浦標準黒炭窯・  
農林一號窯, 手前は觀測休憩小屋)

所はそれぞれ各築窯者の隨意選定に委ねた。窯は原則的には各窯毎に其の性能の最もよく發揮できる大きさにすることが望ましいが、本試験に於いては炭材準備の關係もあり、當地方での最も普通の大きさすなわち4貫俵35俵出し窯を目標とすることにした。

窯土は各窯とも同一のものを  
用いた。すなわち窯壁用土とし

ては、窯場附近から選んで採取した生土を用い、天井用土及び特に熱の強くなる部分の窯土としては廢窯の天井用土すなわち焼土と生土とを適當に混合して用いた。窯土の組成は次表の通りである。

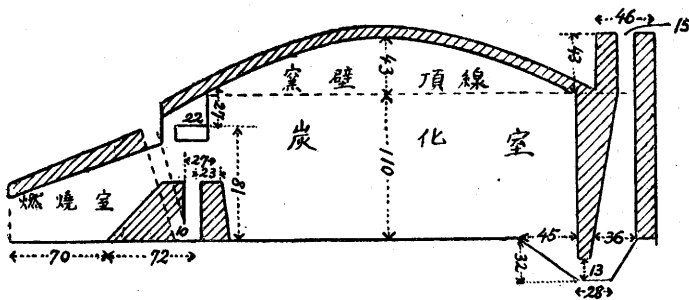
窯 土	機 械 的 組 成 (%)					灼熱減量(%)
	石 礫 (>2mm)	粗 砂 (2~0.2mm)	細 砂 (0.2~0.02mm)	微 砂 (0.02~0.002mm)	粘 土 (<0.002mm)	
生 土	0.00	12.96	36.14	32.45	18.45	3.51
焼 土	0.00	26.41	40.05	11.17	22.37	3.06

1. 農林一號窯

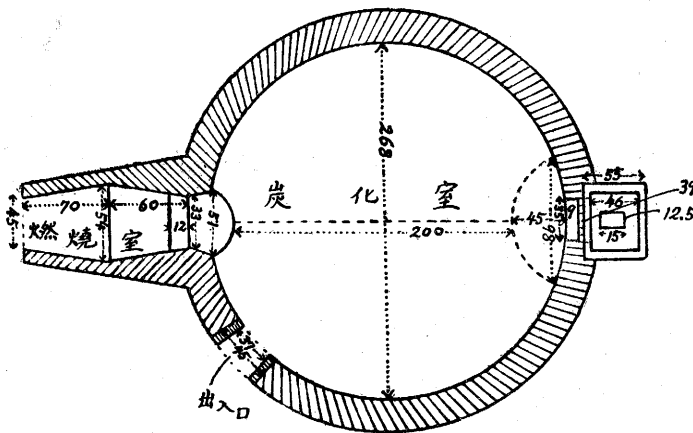
(1) 築窯箇所 少々東向き高臺の舊置窯跡地を選び、雨水及び地下水の侵入を防ぐよう注意して置窯にした。

(2) 窯底徑始 地均して窯の大體の位置を決め、窯底徑始を行なう。まず炭化室の中心を定め、内徑 270cm にし、小杭を打込んで、炭化室中心・排煙口前面・煙道底奥部・窯

第 1 圖 農 林 一 號 窯



縦 断 一 面 圖

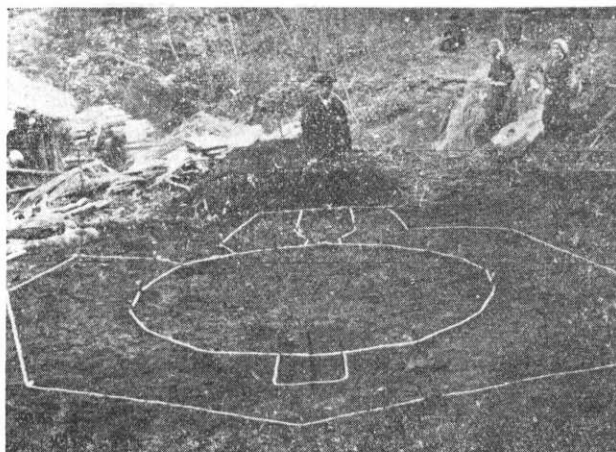


平 面 圖

内通風口中心・通風管下端・燃燒室奥部及び前面など各位置を決める。炭化室の内徑と窯壁基部の厚さことから外周を決めて其の線上に小杭を打込み、窯の状況を明らかにする。また炭材の搬入・木炭の搬出に便利なところに出入口を決める (寫眞2)。

(3) 窯底及び排濕装置 窯底は水の侵入と吸濕を排除することに格別重点をおき、窯底と地面とを隔離して地中水分の窯内侵入を防ぐと共に炭材から滲出する水分を可及的速かに窯外

に排除するよう窯底の下方を空気が流通し得るようにする。すなわち、窯底を地面から約30cm上げ、フサザクラ・ミズキなどの徑10~15cm・長さ80cmの丸太45本を70~80cm間隔



寫眞 2. 農林一號窯—窯底徑始  
(正面の人物は考案者石川藏吉氏)

は25~30cm, 上部は20cm 内外にし, 外側は土抱えを行ない, 其の間に裏込土を入れて崩れないようにする。内側窯壁をつくる場合には鐵板を立てて棒で押さえ(寫眞4), 基部に生土を練つて25~30cmの厚さに入れて木槌でよく叩きながら次第に盛り上げて高さ110cmにし, 内壁の仕上げ厚さは15~18cmにし, のち鐵板を除去し, 凹凸部のないようまた窯壁頂線が所定の通りになるよう補正した。



寫眞 3. 農林一號窯—排濕装置



寫眞 4. 農林一號窯—窯壁構築

に千鳥形におき, これを臺木にして其の上に径2~5cmの細粗朶を一行に敷き詰め(寫眞3), さらに其の上に常緑潤葉樹の着葉粗朶を敷き詰めた後, 生土を約20cm厚さと半焼土を9cm厚さにおき, よく搗き固めて, 厚さ12~18cmに仕上げる。窯底は水平につくる。

(4) 窯壁 窯底基部の厚さ

(5) 排煙口 排煙口底部の位置を定め, 左右に排煙口の高さ13cmに相當する臺石をおき其の上に豫め作製しておいた掛石を水平におく。排煙口の前面から窯底に至る上り勾配の部分は窯の直徑の $\frac{1}{6}$ すなわちこの窯では45cmまで半圓形になるように煙道構築後に整形する。こ



写真 5. 農林一號窯—排煙口及び煙道口

にする。次に煙道最廣部の位置を決め、底部から煙道全長の $\frac{1}{3}$ すなわち 35cm 上のところとし、奥行・幅ともに 36cm につくる。煙道の全長高は窯底面と排煙口底部の垂直差・窯壁高・天井最高部の高さの 3 者を合した寸法である。上部は生土に焼土を混じ練り合わせた練土で作り、僅かに石を加える。窯壁頂線の高さでは奥行 15cm, 幅 12.5cm の角形につくる (写真 5)。

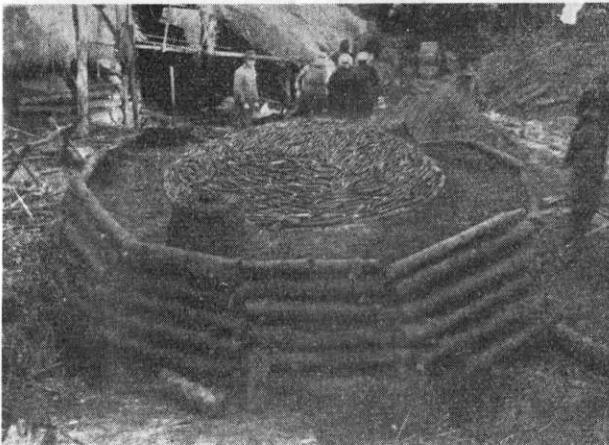


写真 7. 農林一號窯—炭材詰込み・切子盛り

の煙道の底部は窯底部から 45cm 前方で 32cm 下がる (写真 5)。

(6) 煙道 煙道底と排煙口底部の高さは一致する。煙道底の奥行は 28cm, 幅は 35cm。煙道底は窯底面よりも低いので、水が溜り排煙口を塞ぐ恐れがあるので、其の下底に粗朶を束ねて埋め、停滞水が直ちに窯外に排除されるよう



写真 6. 農林一號窯—送熱口・障壁・燃焼室

構築後に排煙口のところで焚火して速かに且つ十分に乾燥させる。

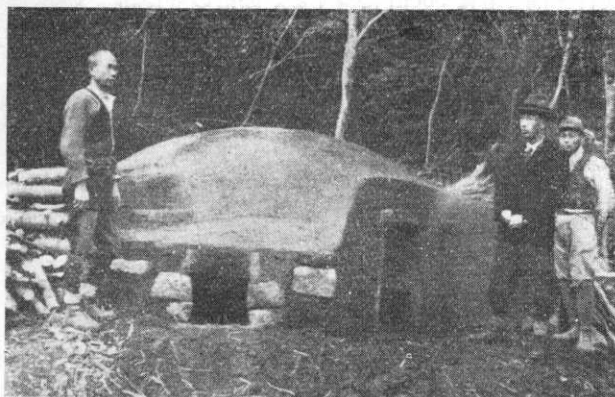
(7) 通風管及び窯内通風口 通風管は窯壁をつくる時に大きさを等しくする丸太を送熱管の通る位置を避けて斜横の左側から立て、其の基部を通風管の下端の位置と一致させ、周囲を練土で搗き固める。この丸太は天井仕上げを

終つた後に頭部に横木をつけて廻しながら抜きとる。其の際通風管の下端開口部に土塊が落ちないように注意を要する。窯内通風口は一旦窯壁を積み上げて後に、窯内通風口壁の中心杭を基準として左右に16.5cmずつすなわち幅を33cmにし、奥行中央部を27cmにできるように通風管下端の位置まで窯土を掘り除く。上方に送熱口を仕上げた後に石と練土とを用いて窯内通風口幅40cm高さ38cmの壁をつくる（寫眞6）。

(8) 燃焼室 燃焼室の大きさは燃材によつて異なるが、この場合には幅45cm・奥行70cm・奥幅54cm、前口の高さ36cmにし、上端は窯内通風口の上端に一致させた。底部は窯底の高さと同一水平面上にあるようにする。燃焼室の構築は両側から始め、石と練土とを用いて積み上げてゆき、奥部の高さを決めて左右に杭を立て、また炭化室には送熱口上端の位置を決めて左右に杭を立て、両方ともに横に木を渡し、上に割木を敷き、練土を上げる。送熱管の中央に寸法通りに土を盛り上げてつくる。燃焼室の天井は燃材を縦におき切子をのせてつくる。

(9) 出入口 炭材の搬入及び木炭の搬出に便利な方面に設ける。下幅45cm・上幅37cm・高さ75cmの將棋駒形につくる。始め両側に杭を立てて間に炭材をおき、窯壁をつくると同時に作り、窯壁完成後炭材を取出して口石を立て笠石を渡してつくる（寫眞8）。

(10) 天井 窯の各部が完成すると窯内に末木枝條を入れ飼焼を行なう。乾燥すると炭化室に炭材を立て込み、窯壁に接する炭材の上部に窯壁の延寸に相當する徑の丸太で長さ30cm程度のを周囲に沿うて並べ、さらに其の内側は大徑の上げ木をおき、其の上に順次徑の小さい切子を盛り上げ（寫眞7）收



寫眞 8. 農林一號窯一天井構築・完成

(人物向つて右から二人目考案者石川藏吉氏)

縮率約10%内外を見込んで天井を龜甲型につくり、其の厚さは周囲に厚く上方に行くに従つて薄くする。天井用土には焼土85%、生土15%を混じてよく練つたものを用いた。一先ず天井上げが終ると乾燥焚を行ない、天井が水蒸氣によつて蒸されてくるのを待つて丁寧に萬遍なく、最初弱く後に次第に強く叩きながら仕上げる。出來上りは周囲が20~25cm、中央部が10~20cmになるようにする（寫眞8）。





き固め、さらに練つた生土を敷き搗き固めて、厚さ 10cm に仕上げる。勾配はつけず、ただ排煙口附近は摺鉢状に凹ませる。

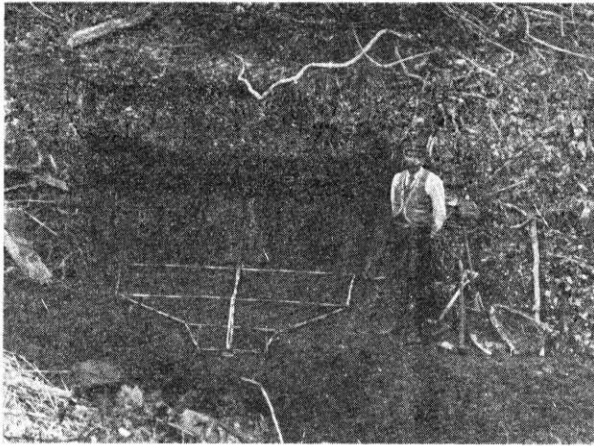


写真 9. 鶴田窯一床掘り・窯底徑始  
(人物は考案者鶴田敏夫氏)

(4) 窯壁 適当な窯土が得難い場合には石と練土とで築造するが、今回は前述の生土を練つて用いた。鉄板を窯壁豫定線の内側に立てて、練土を幅20~25cm に入れながら木槌で打ち固め、高さ100cmに仕上げた。鉄板を除去した後垂直に整定し、さらに木槌で打ち均して完成する(写真10及び11参照)。

(5) 排煙装置 本窯に於いては排煙口と煙道は窯内中央最奥部窯壁に接して設けた。排煙口は窯口に向つて開口せず、左右兩側に角形に1個ずつ設け、其の上端は窯底水平線よりも3cm高くする。中心線と窯壁との交點を中心とし、排煙口の入口から外方54cm半径の部分を排煙口に向つて下り勾配にし、排煙口最深部に合致させる。排煙口の大きさは内徑が前後左右とも30cmにし、高さは兩端が12cm、最深部が18cmである。煙道としては徑15~18cmの土管を排煙口の上に2本縦ぎ合わせて置き、煙突としてさらに1本を縦ぎ合わせる(写真10及び11参照)。

(6) 點火室 操作或は炭化室の大きさによつて形状と大きさを變えるのが便利であるが、本窯では窯底部から15cm下げて底部を水平にし、前幅60cm、奥幅70cm、奥行60cmにつくつた。出入口は別に設けず、窯口と一致し、下幅60cm、上幅40cm、高さ100cmとし、僅かに内方に傾斜をつける。點火室の壁は石と練土とでつくり、石の表面には練土を塗り、點火室と炭化室との境には13×15×75cm大きさの石を埋め、底面は練土を入れてよく打ち固める(寫

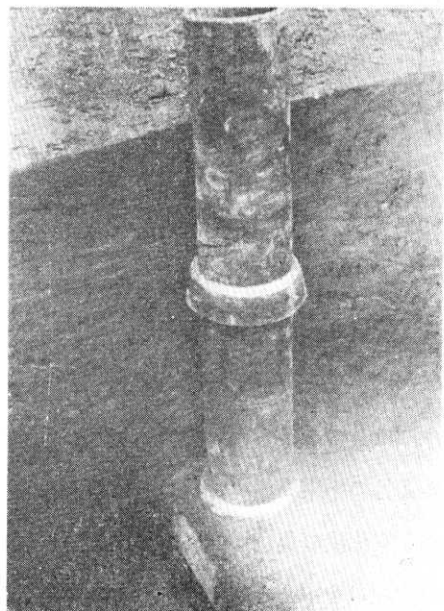


写真 10. 鶴田窯一煙道及び排煙口

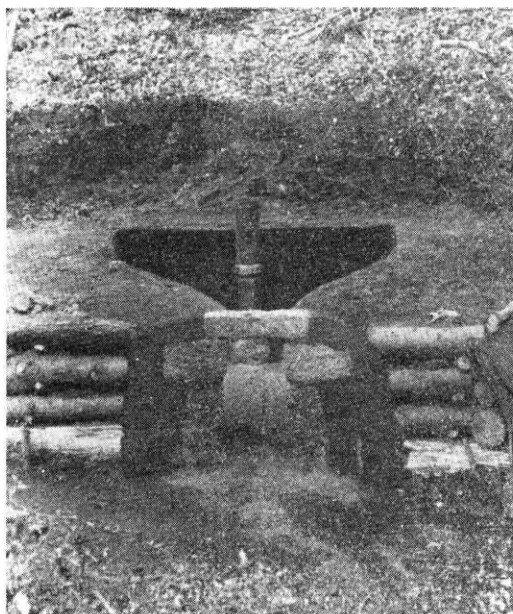


写真 11. 鶴田窯—窯口・点火室底・  
窯壁及び煙道

天井用土は焼土 $\frac{2}{3}$ ・生土 $\frac{1}{3}$ とから成る。窯口の前部に補助加熱室を設けてそこで焚火し、窯内に送熱し、天井用土を蒸しながら木槌で最初軽く後漸次強く打ち、搗き混ぜるようにする。十分に叩き締めて堅牢にする。其の仕上げ厚さは窯壁周囲に於いて12~15cm, 最高部9cm程度にする(写真13)。

### 3. 大石窯

(1) 築窯箇所 本窯は後半部を掘込式にし、前半部を置窯式にするのが最もよいというので、考案者の希望により、稍傾斜した地を選び、そのように築窯した。

(2) 窯底徑始 築窯箇所の北側は僅かに山で閉ざされているので風は南から入る。従つて南北に中心線をとつて窯を設ける。中心線上約1mのところ細紐を張り、この紐に煙道・窯内後壁・中心・前窯・火道・燃焼室・空気落しの位置並に長さを示す印をつけ、錘を垂れ

真11及び12)。点火室には乾燥板或は精煉板と稱する7~8cm毎に徑1cm内外の穴を多数あけた厚さ1.5mm, 幅50cm, 長さ60cmの鉄板を置き、ロストルの用に供する。

(7) 天井 天井の築造は木口置法による。胴焼を行なつて窯底及び窯壁が十分に乾燥したならば、立て木を詰め込み上げ木をのせ、切子盛を行なつて規定の高さと勾配をもつた龜甲型につくる。勾配は横幅30cmに對して9cmにする(写真12)。藁で覆い、握ると少し固まる程度に濕した天井用土を窯壁に沿うて周圍から巻き上げ、厚さ約15cmにのせる。



写真 12. 鶴田窯—炭材詰込み・切子盛り  
(人物は考案者鶴田敏夫氏)



写真 13. 鴫田窯一天井構築・完成  
(人物は考案者鴫田敏夫氏)

これに基づいて各部の寸法により位置を決める(写真 14)。  
(3) 空気落とし・焚口・燃焼室及び火道 炭化室の縦経を237cmにし、各部の寸法を決める。中心柱から150cmの距離に空気落とし及び燃焼室を築造する。燃焼室は幅36cm、奥行148cm、深さ54cmの縦穴を掘り、この所に鳥居形の置台をつくり、炭材を横に積重ね、

其の上に小徑木と切子を乗せる。火道は燃焼室の最上部に上径15cm、下径13cm、長さ65cmの棒を基準杭の前方42cmのところ垂直に立てて土盛りをする。この際火道前部の膨みが崩れ落ちないように蒲鉾形に積み上げた練土すなわち下約20cmのところ径40cm内外・長さ約60cmのカン其の他から成る丈夫な棒を中央部に向つて両側から数本置き、その上に練土を積み上げては打ち固める。20cm毎にこれを行なう。木筋と呼ぶ。窯壁が完成して土が固まると火道の棒を抜き、燃焼室の横木と盛木を除き、規定の大きさに練土で仕上げる。

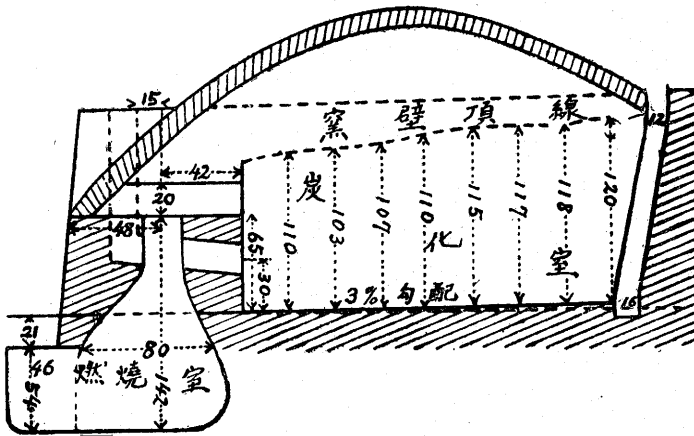
焚口の柱及び上部の土留めには石を用い、他は練つた生土で構築したが、この石は60×16×10cm大きさのもの3本で上部の土留用石の邊りは焼土でつくる。

空気落しは窯底から下21cmのところ前幅36cm・奥幅39cm・奥行46cm・深さ54cmにつくり、焚口は上幅39cm・高さ54cm・下幅45cmにし、燃焼室は火道築設用炭材を除いた後先端を斜に切つた突落し棒を用いて上口から生土を突落しながら順次徳利状に取り去つて行き、下部の燃焼室に一致させる。燃焼室は奥行上部80cm・下部90cmで、底面から火道上部までは142cmである。火道の出口は圓形で、径15cm・高さ30cmのところ燃焼室に連絡する(写真 15)。

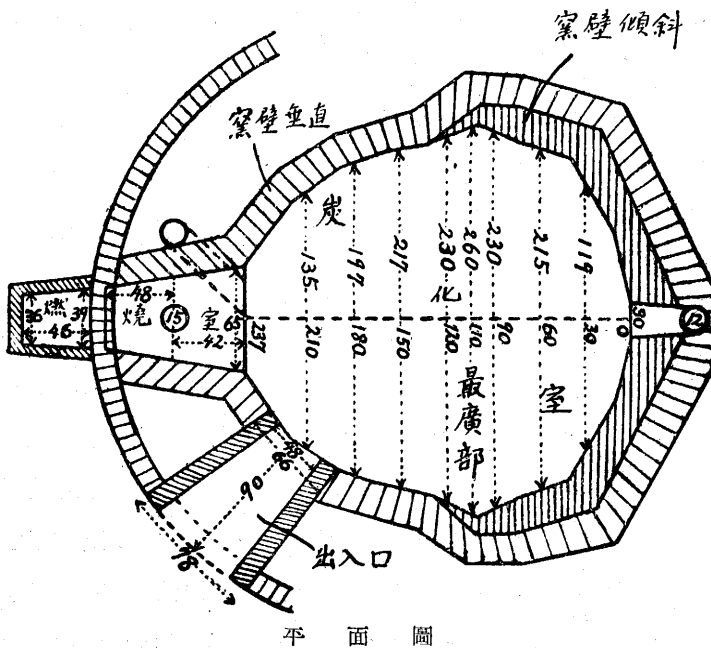
(4) 窯壁 窯型に準じて奥部の土を掘り取り、これを前窯壁土として積み上げ、打ち固め、摺鉢状にし、高さ後壁120cm、前壁100cmに達すると、下部の餘剰土を掘り取り、上部に木槌で叩きつけて仕上げる。このとき原則として後半には勾配をつける。奥部から110cmのところを最大幅とし、130cmから奥へ30cmにつき45cm位の勾配を外方に向つてつける。前部は垂直にする。

(5) 出入口 出入口は窯に向つて右側に内部窯壁に沿うて75cmのところを中心に、内

第3圖 大石窯



縦断面圖



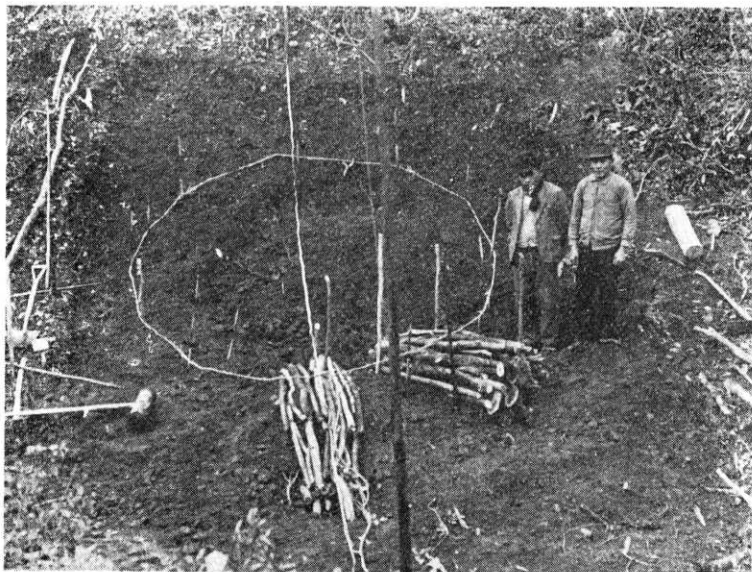
平面圖

壁下幅66cm・上幅48cm, 外壁(90cm外方)下幅78cm・上幅66cmにし, 生土を練りさらに打ち固めて窯壁の高さまで築き上げ, 30cm毎に各所に木筋を入れておき, 龜裂や剝落を除ぐ。窯壁の築造が完成すると中の材を抜き取つて鉄其の他で練土を切り或は叩きつけて, 規定の形に仕上げる(寫眞15及び18)。

(6) 排煙装置 煙道は炭化室基準杭から237cmのところに垂れた錘を中心として下幅30cm・上幅12cm・奥行25cmに窯壁を掘り込み, 圓形によく打ち固める。排煙口には本排煙口と補助排煙口と

がある。本排煙口は高さ16cmの支え石(豆石と稱する)を中心に立て, 其の上に掛石をおいて平石で厚さ7.6cm程度に張り, 練土で仕上げる(寫眞16)。この排煙口の支え石は廻熱道の條溝中心の立石に接續し, 本排煙口はさらに補助煙道に連結する。煙道口は徑12cmの圓形につくる(寫眞17)。補助煙道は窯の最大横幅の $\frac{1}{2}$ すなわち長さ120cmのところに本排煙口に對して補助排煙口が八字形になるように窯底を徑12cmの丸形に掘り込み石と練土で練り固めて暗渠にする(寫眞16及び17)。

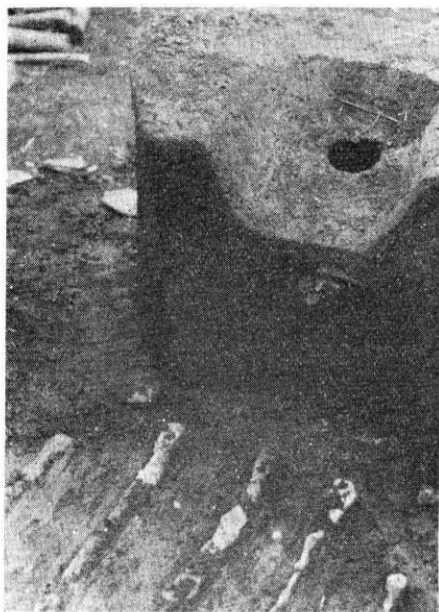
(7) 窯底・廻熱道・排水装置 廻熱道は窯底の排煙口前を中心にして左右24cm毎に掘



寫真 14. 大石窯—窯底徑始・燃焼室及び出入口構築準備  
(人物は向つて右考案者大石留次氏)

溝を掘り、これを出入口に導いてそこから竹樋によつて窯外に導くようにする。

(8) 天井 天井用土は焼土と生土とを等量混じてつくり、これを搗き固めるために大槌を用い、30cm間隔毎に切子の間近に達するまで1箇所につき數回搗き込み、萬遍なく十數回巡回しながら行なう。土を上げ終ると燃焼室で焚火して窯内に送熱し、約30分すると天井の



寫真 15. 大石窯—出入口・火道口・  
及び空氣孔(丸太材が詰めてある)

各所から水蒸氣が出るようになるので、表面を棒で軽く叩き土を締める。さらに30分して木槌を横にし十分に萬遍なく叩き、漸次強く叩き、窯壁に近い下部から上部に向つて叩き上げる。乾燥焚開始後4時間で大體天井の形ができる。天井の厚さは15cmにする。土が落付けば天井の周囲の厚さ左右20~25cm・前部25cm・後部18cmに盛り、よく搗き固め、いわゆる腰巻を行なつて天井を補強する。このとき乾燥焚を弱め10數時間放置し、天井の少々乾燥するのを待つて木槌で2~3回全般的に少々強く叩き、腰巻も軽く叩いて仕上げする。天井の仕上げの厚さは窯壁部に於いて15cm、天井最高部に於いて9cm見當にする(寫真20)。

り割り、石を並べて深さ12cmの條溝をつくり、練土で倒れないように叩き込む(寫真16及び17)。窯底は毬が辛うじて轉がる程度の前下り勾配にする。排水装置としては廻熱道をつくる際に窯壁から15cm離して



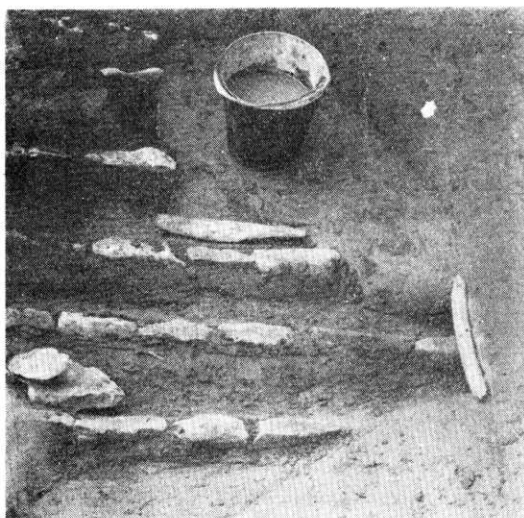


写真 16. 大石窯-排煙口・補助排煙口及び  
窯底廻熱道



写真 17. 大石窯-窯底・窯壁・火道口・  
空気孔・煙道口・補助排煙口

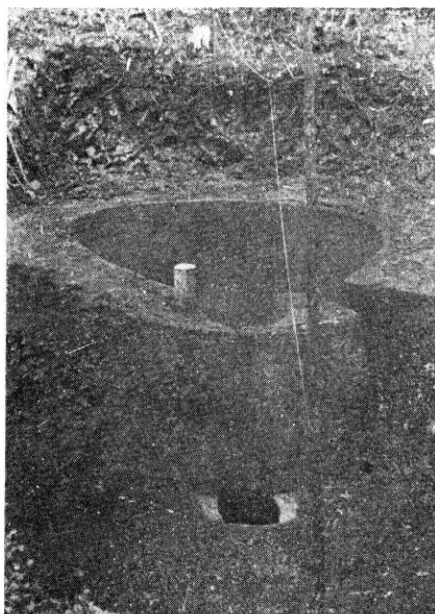


写真 18. 大石窯-炭材詰め前

#### 4. 三浦標準黒炭窯

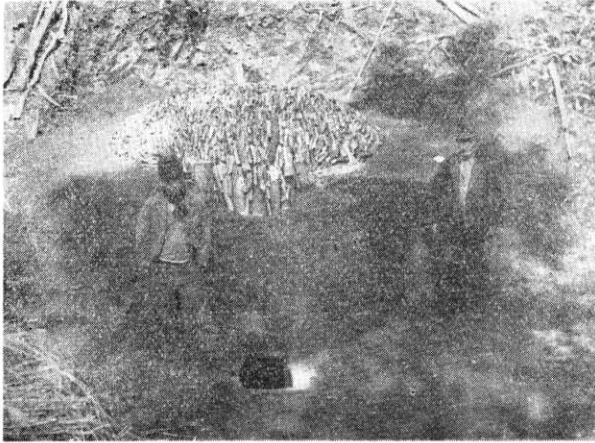
(1) 築窯箇所 概して平坦であるが僅かに南に傾斜したところに鴉田窯と並べて、僅かに奥部を掘込式にし大部分を置窯式につくつた。

(2) 窯底徑始 窯の奥行を 318cm にし、まず炭化室の中心點に木杭を立てる。これを中心にして半径 120cm の圓を描き、其の線上 40cm 毎に木杭を立て、奥の窯壁線を決める。この圓と中心線との支點から前方 15cm の點に木杭を立て、これを中心として半径 60cm の圓を描き、前方の中心線との交點に杭を立てるとこれが炭化室の前端に

なる。この點で中心線と直交する線と兩圓の切線との交點を炭化室の前幅とする。この兩交點と切線上に 40cm 間隔に杭を立て窯壁線をつくる。窯口は炭化室前端の杭から中心線上に 80cm 前方の點から左右こ 32.5cm ずつとつて決める (写真 21)。

(3) 窯底 窯底徑始後床掘りを行ない、杭の位置を變えないように注意しながら腐植土及び根株を除去する。次に窯壁になる部分を幅約 30cm・深さ 25~30cm 掘り下げて、そこに

径4~7cm・長さ30~80cm内外の雑丸太2本を並べ、其の上を杉皮で覆へ、練つた生土を乗せて排水溝を築設する。窯底には排湿用として径2~5cm・長さ100~150cmの小径木を1列全面に敷き、其の上を杉皮で覆い(寫眞22),練土を5~10cmの厚さにのせて地均ししながらよく木槌で搗き固め、さらに径3~5cmの小石を並べて練土をのせてよく搗き固める。窯底は約3%の奥下り勾配にする。



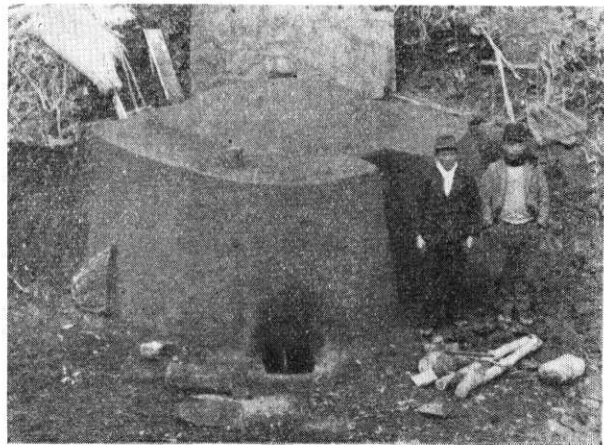
寫眞 19. 大石窯—炭材詰込み・切子盛り  
(人物は向って右考案者大石留次氏)

(4) 窯壁 排湿装置を施した規定線上に垂直な窯壁を設ける。それには鐵板を立てて其の裏側に生土を練つて高さ20~25cm・厚さ15cmに入れよく木槌で打ち固め(寫眞24),これを繰返して豫定の高さ80cmに仕上げる。次に鐵板を取拂い、表面を小さい木槌で叩きながら練りつけ切取つて完成する。窯壁をつくる際それと並行し

て其の外側に土留めをつくつて堅牢にする。

(5) 排煙装置 排煙口は炭化室最奥部の中央に設け窯口に向つて開口する。排煙口の高さは9cmで、上端が窯底水平線上にあるように掛石を置き、内部は10%の下り勾配にする。その幅は44cmで奥行は30cmである。煙道は石と生土に焼土を混じて練つた練土とで窯壁線から22cm後方にし、下部は少々楕圓形,上部は圓形に作り(寫眞23),煙道口の径は15cmにする。この上に5寸土管を煙突としてつける。煙道は構築後直ちに乾燥させる。

(6) 點火室 炭化室に連絡して奥下幅75cm・上幅65cm・高さ86cm,前下幅65cm・上幅55cm・高さ78cmに石及び練土でつくる。



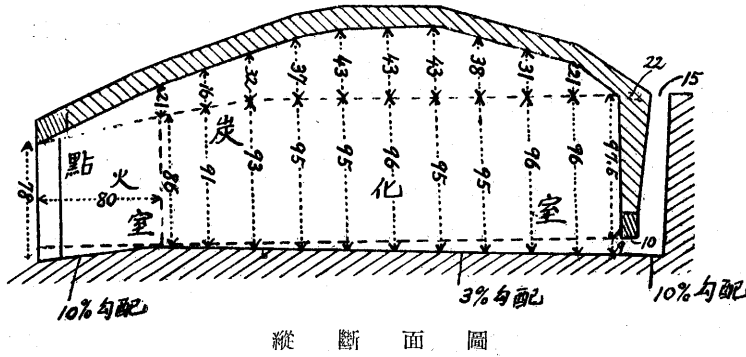
寫眞 20. 大石窯—天井構築・完成  
(人物は向って左考案者大石留次氏)

窯口は出入口を兼ね、切石でつくる。點火室は炭化室より窯口に10%下り勾配にし、床は腐

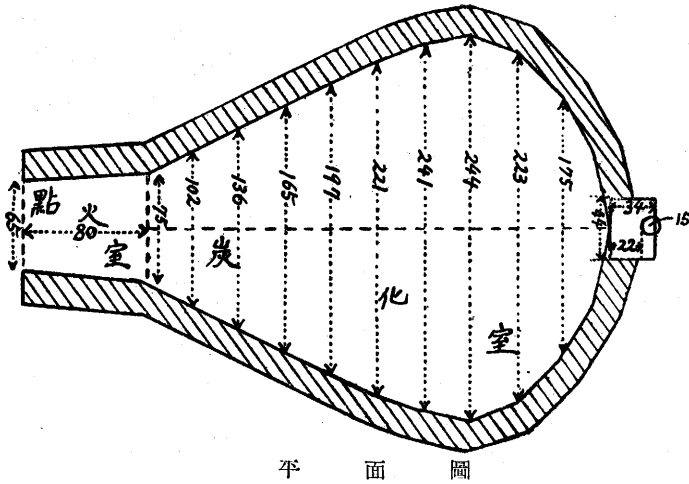


植土を除いて練土を入れ、厚さ 15~20cm 内外に搗き固める(寫眞25)。

第4圖 三浦標準黒炭窯



縦断面圖



平面圖

(7) 天井 窯底・窯壁・排煙装置・点火室の完成後各部を乾燥させるために、いわゆる胴焼を行なう。次いで窯内に炭材を詰め込み、いわゆる木口置法によつて天井を構築する。すなわち立て

木の上に上げ木をおき、切子を盛つて、最高部を窯壁線よりも43cm高くし、龜甲型につくる(寫眞26)。菰で覆い、焼土70%に生土30%を混じて練つた天井用土を周圍から順次上部にのせて行く。窯壁線部24~25cm・中央部20~25cm・上部15~20cmの程度に土をのせ、木槌で軽く叩いて土

を落付かせる。窯口前に補助加熱室をつくり、燃料を入れ焚火して窯内に送熱する。天井土を蒸しながら十分に叩いて堅牢にする。其の仕上げ厚さは窯壁部15cm・中央部12cm・最高部8cm程度にする。

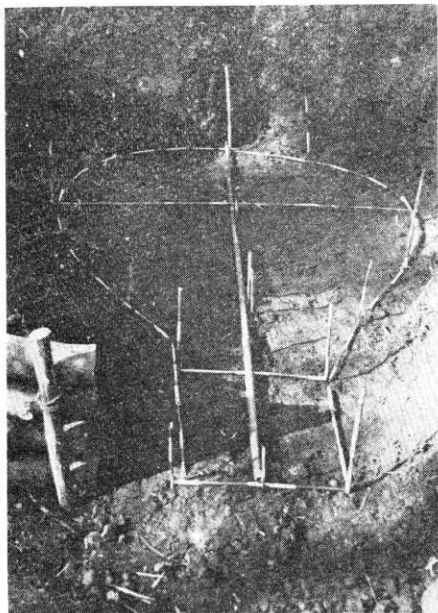
## II 各窯の比較

各窯の縦断面圖及び平面圖を示すと第1~4圖の通りである。

### 1 窯底

農林一號窯は圓形、鴛田窯は圓及び角の集合體、大石窯は無花果形、三浦標準黒炭窯は圓の集合體であるから、形としてはいずれも簡單なものである。農林一號窯は窯底及び排濕装置の關係から比較的廣い平坦な場所を必要とするが、鴛田窯及び標準窯は舊窯場跡地でよく大石窯は少々傾斜した地が便利のようである。

排水装置として特異と思われるのは農林一號窯と大石窯で、前者は窯底をいわゆる二階造りにするよう横木・細丸太・細粗朶を用いてつくり、排煙口及び煙道底部に溜まる水を排除するために栓を設け、後者は窯底を前下り傾斜にして溝をつくり、水を集めて出入口の下に



寫眞 21. 三浦標準黒炭窯一床廻り・  
窯底徑始

竹稈を埋めて排水する。これに對して鴛田窯では窯壁下に女竹の小束を置き窯底全面に小砂利を厚さ10~12cmに敷き搗き固めるし、標準窯では窯壁下及び窯底全面に小徑木を並べ其の上に杉皮を置いて砂利を5~10cm敷き固めるに過ぎない。

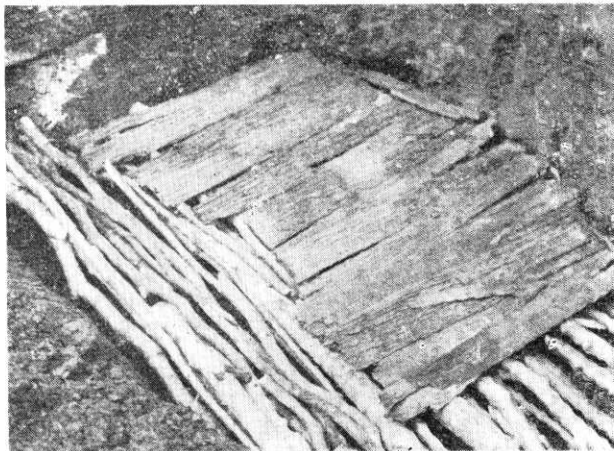
窯底の厚さは大石窯は廻熱道を設けるので別であるが、他は殆んど差がなく、農林一號窯15~20cm・鴛田窯15~18cm・標準窯15~20cmである。

窯底勾配は農林一號窯では水平であるが唯煙道底に向つて窯壁から45cmの半径に $\frac{32}{45}$ に勾配するし、鴛田窯も水平であるが排煙口の周圍

54cmに於いて煙道底に下り勾配をつけるのに對して、大石窯は奥部より窯口へ向つて下り勾配3%、標準窯では逆に炭化室前部より奥へ向つて3%の下り勾配にする。

## 2 炭化室の大きさ及び形状

炭化室の大きさは本試験では大體35俵出しを目標としたので、各窯の間に大差はなく、實測底面積は農林一號窯5.64m<sup>2</sup>・鴛田窯5.13m<sup>2</sup>・大石窯4.06m<sup>2</sup>・標準窯5.31m<sup>2</sup>である。炭化室の最大横幅は農林一號窯では正圓であるから直徑に等しく、鴛田窯では奥が角形で最も廣く、大石窯では無花果形



寫眞 22. 三浦標準黒炭窯一窯底排水溝

で、前半部の窯壁は垂直で後半部は外方に10~15%傾斜しているが、窯底に於いては中央より稍々奥のところが最も廣く、標準窯も中央より稍々奥のところが最も廣い。

第 1 表 炭化室の縦径と最大横幅との関係

項 目	農林一號窯	鴛 田 窯	大 石 窯	三浦標準窯
縦 径 (cm).....	268	270	237	318
最大横幅 (cm).....	268	230	240	244
窯壁後端からの最大横幅の位置(cm)	134	0~60	110	120
縦径に対する窯壁後端から最大横幅までの割合(%)	50.0	0.0	46.4	37.7
縦径に対する最大横幅の比 (%)	100.0	85.2	101.3	85.2



写真 23. 三浦標準黒炭窯—煙道構築

### 3 窯 壁

農林一號窯・鴛田窯及び標準窯では窯壁の厚さは20~25cmで、垂直につくり、外壁は土を入れて土抱え式にするが、大石窯では前半部は垂直に後半部は外側へ10~15%の勾配をつけ、厚さは上部80cm・下部100cmにし、外壁は土抱え用の横木を用い、前半部各所に木筋を入れ堅牢にする點は他の窯と異なる。

窯壁高は各窯とも大高同様であるが、概して前部に低く奥部に高くなる。

### 4 窯口・點火室及び焚口

鴛田窯及び標準窯では窯口が出入口を兼ねるが農林一號窯及び大石窯では窯口と出入口とは別個

である。農林一號窯の燃燒室は炭化室の前方同一平面上に設けるが、鴛田窯では一段下がって水平となり、大石窯では燃燒室底は炭化室底よりも低く、其の形は德利狀であり空氣落し

第 2 表 窯壁高及び窯壁の厚さ

項 目	農林一號窯	鴛 田 窯	大 石 窯	三浦標準窯	
窯 壁 高	{ 排煙口前 (cm) 窯口奥部 (cm)	110	110	120	98
		107	95	100	85
窯壁の厚さ (cm)	22	20	90	20	

・焚口・燃焼室があり、火道すなわち送熱室・送熱口が連絡する。空気が落しは窯壁外に開口し、ここから燃材を入れる。標準窯では点火室底は10%の前下り勾配である。

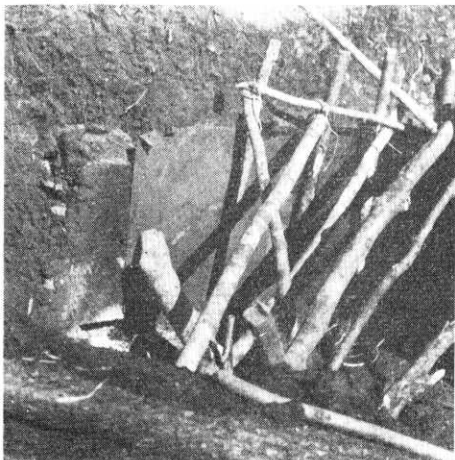


写真 24. 三浦標準黒炭窯一排煙口・煙道・窯壁の築造

いま点火室すなわち燃焼室と出入口の大きさを示すと第3表の通りである。但し大石窯の燃焼室は判然としないので、高さは前部を空気落し、後部を焚口の高さとし、前幅は空気落しの幅を、奥幅は焚口幅とし、奥行は空気落しから燃焼室奥までの長さにした。

#### 5 排煙口・煙道及び煙道

農林一號窯・大石窯・標準窯では排煙口は炭化室後部窯壁面上に開口するが、鶴田窯では炭化室内の後壁に接し左右窯壁から等距離の位置に築き、しかも窯口に向わず窯壁に向つて左右両面に開口する。なお大石窯では本排煙口を基點として八字形に窯底下の丸形暗渠を通じて補助排煙口を開口させる。補助煙道の長さは窯の最大横幅の $\frac{1}{2}$ とし、石と粘土とで練り固め本排煙口に連絡させる。

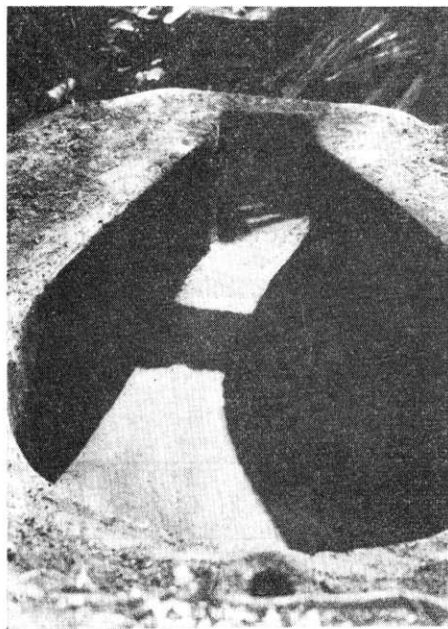


写真 25. 三浦標準黒炭窯一炭材詰込み前

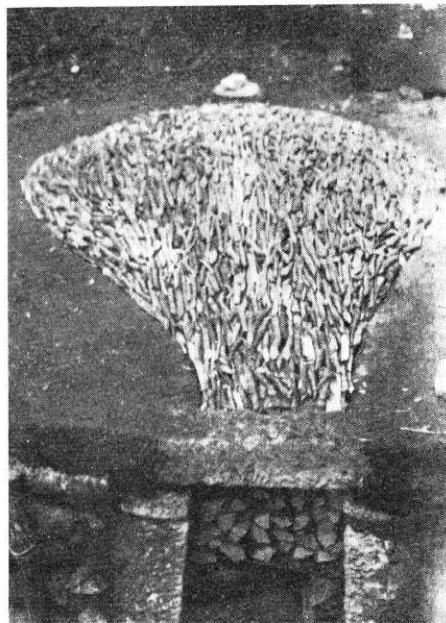


写真 26. 三浦標準黒炭窯一炭材詰込み・切子盛り

第3表 点火室(燃燒室)及び出入口の大きさ

項 目	農林一號窯		鴛 田 窯	大 石 窯		三浦標準窯
	燃燒室	出入口		燃燒室	出入口	
高 さ (cm).....	前 36 後 55	75	前 100 後 95	前 54 後 54	105	前 78 後 86
前下幅 (cm).....	45	45	60	36	78	65
前上幅 (cm).....	45	37	40	36	66	55
奥下幅 (cm).....	54	45	70	60	66	85
奥上幅 (cm).....	54	37	50	60	48	75
奥行 (cm).....	70	70	60	136	90	80
中幅 (cm).....	54	41	60	39	57	80

第4表 排煙口・煙道及び煙道口の大きさ

項 目	農林一號窯	鴛 田 窯	大 石 窯	三浦標準窯
排煙口				
前 幅 (cm).....	35	18	30	44
奥 幅 (cm).....	35	30	30	44
奥行 (cm).....	28	30	25	30
高 さ (cm).....	13	13	16	9
煙道				
高 さ (cm).....	142	125	136	108
排煙口前の垂直線から煙道口までの 水平距離 (cm).....	29	0.0	28	22
煙道口の高さに對する水平距離の割 合 (%).....	20.4	0.0	20.6	20.4
煙道口				
直 徑 (cm).....	15×12.5	15	12	15
面 積 (cm <sup>2</sup> ).....	187.5	176.7	113.1	176.7

煙道の形・大きさ及び勾配は窯の間に差があるが、土管でつくつた垂直の鴛田窯の他はすべて幾らか後方に傾斜している。

煙道口は農林一號窯では方形であるが、他はいずれも圓形で、面積は農林一號窯に最も大きい。大石窯以外の窯は操作に際して開口面積を調節する。

#### 6 天 井 (第5表参照)

#### 7 窯壁・窯底・煙道・燃燒室などの乾燥方法

天井構築に先立つて窯内・排煙口前に於いて枯枝・枝條を燃燒して、いわゆる胴焼を行なうが、鴛田窯及び標準窯では他よりも長時間行なつた。農林一號窯及び大石窯の窯底は二階

第5表 天井最高點の位置・高さ及び厚さ

項 目		農林一號窯	鴛田窯	大石窯	三浦標準窯
天井最高點	高さ (cm).....	153	148	174	139
	後壁らかの距離 (cm).....	134	120	146	150
	同上炭化室縦徑に對する割合(%)	50.0	44.4	61.6	47.2
天井横幅最廣部	幅 (cm).....	268	220	260	244
	窯壁高 (cm).....	110	110	110	96
	中心の高さ (cm).....	153	148	174	139
	中心から左右30cmの點の高さ(cm)	151	143	166	122
	同 60cmの點の高さ (cm)	144	133	153	114
	同 90cmの點の高さ (cm)	133	120	140	105
	同 120cmの點の高さ (cm)	120	110	130	96
天井の厚さ	天井最高部 (cm)	10	9	9	8
	同 中間部 (cm)	15	10	12	12
	同 周邊部 (cm)	22	14	15	15

造りのために乾燥は僅かでありが、別に乾燥室は十分に乾燥させる。これ等の乾燥に使用した燃材重量は第6表の通りである。

第6表 窯壁・窯底・煙道・乾燥室の乾燥に使用した燃材量 (kg)

燃 材	農林一號窯	鴛田窯	大石窯	三浦標準窯
粗 桑	404.0	320.0	137.3	148.6
乾 材	72.9	151.6	64.0	43.2
合 計	476.9	471.6	201.3	191.8

### Ⅲ 炭材及び試験方法

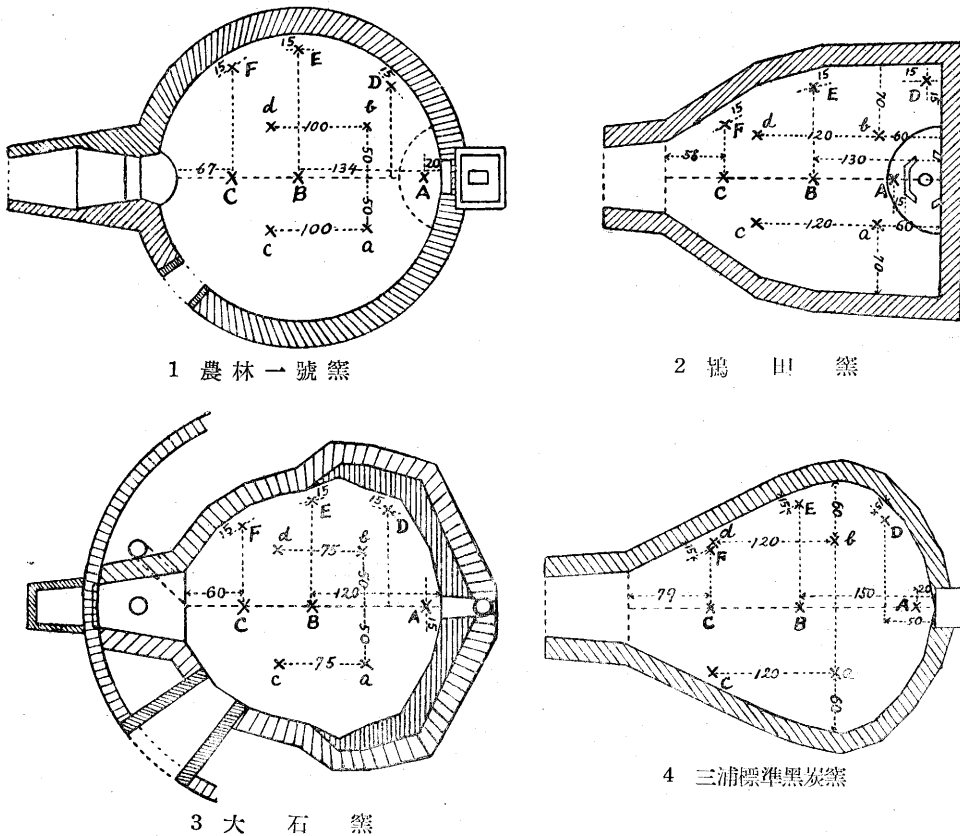
炭材は面積 5.78ha・ha當り材積 55m<sup>3</sup>、カン類 45%・ザツ類 55% の混淆歩合を示す地位中一下の仁ノ澤 40j から採取した。樹種はカン類としてアラカン・ウラジロガシ・アカガシの3種とコナラと、ザツ類としてヤマボウシ・トネリコ・リヨウブ・ヤマザクラ・シイ・ミズキ・カゴノキ・フサザクラ・アカメガシワ・アオハダ・エゴノキ・クロバイ・ケヤキ・ヤマモモ・カエデ・ウシコロシ・イヌエンジュ・ネジキ・キブシ・ハコネウツギ・クマノミズ

キ・シキミ・サカキ・ツバキ・ヒサカキ・アワブキ・カラスザンショウ・モチノキ・アセビ・ヤブニツケイ・シロダモ・タブノキ・クリの33種である。

炭材の長さは農林一號窯及び鴛田窯では100cm、大石窯では120cm、三浦標準窯では75cmにし、径10cm以上のものはすべて適當に割つて用いた。

各窯とも5回ずつ連続的に製炭し、毎回炭材・燃料・木炭の各重量、窯内温度、煙突口温度、灰化状態、収炭率、炭材の長さ・周囲の各収縮率、容積残存率、炭化率、木炭の硬度を測定し、一部の木炭については容積重も測定した。

第5圖 各窯に於ける單木試験材詰込みの位置



窯内温度は天井最高點の下方30cmのところ、煙突口温度は煙突口の上端或は6~8cm下のところでそれぞれ測定した。

炭材の長さ及び周囲の収縮率・容積残存率・炭化率・木炭硬度及び容積重は單木試験材について測定した。單木試験材は第1~3回次製炭に於いてはアラカン・ウラジロガシ・アカガシ・コナラ・ヤマボウシ・トネリコ・リヨウブ・ヤマザクラ・シイ・カゴノキ・フサザクラ

・アカメガシワ・ミズキの13樹種を窯内の中心を圍み左右對稱の位置 a b c d の4箇所に立て込み、第4~5回次製炭に於いてはウラジロガシ・アカガシ・シイ・フサザクラ・ミズキの5樹種を中心線上に3箇所と窯壁に接する部分に3箇所と計6箇所にA, B, C, D, E, Fに立て込んだ(第5圖)。

容積殘存率は中央周圍と全長とから求め、木炭硬度は全長炭の兩端5cmを除去した兩端部と中央部の3點に於いて測定した。

各窯とも毎回上げ木及び敷木を用いた。但し鴛田窯の第2~3回次製炭に於いては敷木を用いなかつた。上げ木には第1・3・5各回次はカン類とザツ類を混じたが、第2・4回次はカン類のみを用い、敷木にはすべてカン類とザツ類を混じて用いた。

炭材の詰込み方法は農林一號窯では排煙口前面の勾配のあるところから、鴛田窯では排煙口前8~12cmの間隔をあげ、三浦標準窯では排煙口前5~10cmの間隔をあげて、それぞれ立て込み始める。

大石窯では排煙口及び補助排煙口ともに敷木線の下方にあるので特に注意する必要はない。炭材の元口を上にも密に詰込み炭化室の前面には不良樹種の稍々大きな材を立て込むことは各窯とも同様である。なお大石窯では炭化室の前部に乾燥したカン丸太及びザツ細木約100kgずつを着火用としておく。

いま使用した炭材の含水量及び重量などを表示すると第7~9表の通りである。

第7表 炭材含有水分量

樹種	含水量%	樹種	含水量%	樹種	含水量%	樹種	含水量%
アラカシ	41.1	ヤマボウシ	33.8	シイ	48.4	ミズキ	47.9
ウラジロガシ	42.5	トネリコ	25.7	カゴノキ	33.0		
アカガシ	39.9	リヨウブ	44.8	フサザクラ	53.7		
コナラ	41.0	ヤマザクラ	35.2	アカメガシワ	40.5		

#### IV 製炭試験成績

##### 1 製炭操作及び所要時間

製炭操作は大石窯に於いて最も簡單で、精煉もいわゆる自然精煉に委ねるのみで、特に人為的に精煉操作を行なわない。他の窯はいずれも大同小異であるが、農林一號窯に於いて點



第8表 炭材重量 (kg)

窯	回次	立て木	上げ木	切子	計	敷木	計	燃材	總計
農林一號窯	1	2981.3	659.6	146.2	3777.1	22.6	3799.7	1235.5	5045.2
	2	3014.7	474.1	—	3488.8	26.8	3515.6	430.7	3946.3
	3	2866.9	375.8	—	3242.7	18.0	3260.7	376.3	3637.0
	4	3016.4	429.9	—	3446.3	13.6	3459.9	445.5	3905.4
	5	2991.0	469.8	—	3460.8	6.8	3467.6	310.9	3778.5
鴫田窯	1	2427.6	620.7	183.6	3231.9	27.0	3258.9	983.7	4242.6
	2	2538.4	255.2	—	2793.6	0.0	2793.6	285.6	3079.2
	3	2536.0	208.3	—	2744.3	0.0	2744.3	388.1	3132.4
	4	2591.0	131.0	—	2722.0	5.1	2727.1	534.2	3261.3
	5	2261.2	317.4	—	2578.6	14.4	2593.0	348.9	2941.9
大石窯	1	2971.4	424.9	397.7	3794.0	54.3	3848.3	922.0	4770.3
	2	2850.0	400.2	—	3250.2	47.8	3298.0	224.1	3522.1
	3	2679.9	412.2	—	3092.1	70.7	3162.8	425.8	3588.6
	4	2627.7	389.6	—	3017.3	61.6	3078.9	243.7	3322.6
	5	2481.5	403.0	—	2884.5	51.3	2935.8	256.4	3192.2
三浦標準窯	1	1961.9	877.3	259.3	3098.5	53.9	3152.4	814.0	3966.4
	2	2284.5	390.5	—	2675.0	39.1	2714.1	387.1	3101.2
	3	2084.1	496.5	—	2580.6	27.9	2608.5	405.3	3013.8
	4	2318.8	441.3	—	2760.1	31.2	2791.3	355.3	3146.6
	5	2217.4	303.5	—	2520.9	13.8	2534.7	336.0	2870.7

第9表 立て木樹種別重量 (kg)

回次	樹種別	農林一號窯	鴫田窯	大石窯	三浦標準窯	備考
1	ナラ	1077.8	1129.9	1241.7	664.0	農林一號窯のみはカン類
	ザツ類	1772.0	1121.3	1560.8	1159.3	
	単材試験用	131.5	176.4	158.9	138.6	
	合計	2981.3	2427.6	2971.4	1961.9	
2	カシ類	2880.1	2374.4	2682.0	2164.6	
	単材試験用	134.6	164.0	168.0	119.9	
	合計	3014.7	2538.4	2850.0	2284.5	
3	カシ類	1620.0	1345.4	1484.5	970.0	大石窯のみはザツ類
	ナラ	1100.6	1040.0	1039.3	1000.0	
	単材試験用	146.3	150.6	156.1	114.1	
	合計	2866.9	2536.0	2679.9	2084.1	
4	カシ類	2815.5	2321.9	2480.4	2172.3	
	単材試験用	200.9	269.1	147.3	146.5	
	合計	3016.4	2591.0	2627.7	2318.8	

5	ザツ類	2800.0	2039.0	2269.2	2051.6
	単材試験用	191.0	222.2	212.3	165.8
	合計	2991.0	2261.2	2481.5	2217.4

火後炭化が順調に進行するようになると、通風口を通風管に切替える點が異なるだけである。各窯について第1回次と第4回次の操作表を掲げると第10~13表の通りである。

製炭時間は炭材の詰込み・加熱(豫備乾燥)・炭化・精煉・消火の5階程に分けて測定した。其の結果は第14表の通りである。表中炭材詰込時間は成年男子1人で行なう場合の所要時間で、実際には未成年者や女子も参加従事したが、それ等は成年男子の70%として算出した。消火時間は消火後窯内温度が100°Cに下るまでの所要時間である。

これに基づいて炭材(立て木及び上げ木)1000kg當りの製炭時間に換算し直し、比較の便に供することになると第15表の通りになる。

第10表 農林一號窯操作表

第1回次			第4回次				
累計時間(時)	窯内温度(C°)	煙突口温度(C°)	操作	累計時間(時)	窯内温度(C°)	煙突口温度(C°)	操作
0.00	—	—	乾燥焚開始	0.00	—	—	乾燥焚開始
128.30	272	79	點火開始	14.00	168	72	煙突口を $\frac{3}{4}$ に開く。點火開始
129.30	535	82	煙突口を $\frac{1}{2}$ 閉じる	18.00	282	86	煙突口を $\frac{1}{2}$ 閉きにする
130.30	405	88	燃燒口を10×12cm角につめる	20.00	312	86	燃燒室を閉じ、通風口を9×9cmに設ける
131.30	390	86	排煙口に溜つた水を除去。燃燒口を殆んど密閉するも、時々燃材を補給	23.00	320	84	炭化開始
139.30	500	84	通風口を僅かに開き、燃材を補給し、補助焚を行なう。炭化開始	29.00	340	82	通風口を密閉、通風管に切替える
145.30	470	84		35.00	285	82	
152.30	408	81	補助焚を行なう	44.00	347	84	煙突口を $\frac{1}{4}$ 開きにする
154.30	357	83	補助焚をやめる。完全に着火	55.00	340	84	
165.30	420	86		65.00	332	84	
175.30	418	86		75.00	330	86	
185.30	405	88		85.00	335	86	
195.30	410	91		95.00	330	90	
198.30	410	92	燃燒室通風口密閉、通風管に切替える	105.00	330	96	
210.30	428	110		110.00	350	116	

211.30	440	112		115.00	360	138	
220.30	490	174		120.00	395	191	
224.30	520	200	精煉開始	126.00	462	232	煙突口を $1/8$ 開きにし, 精煉開始
230.30	632	254		128.00	480	243	煙突口を $1/8$ 開きにする
238.30	660	302	消火	130.00	540	272	煙突口を $2/8$ 開きにする
				132.00	580	307	煙突口を $3/8$ 開きにする
				136.00	664	360	消火

第 11 表 錫 田 窯 操 作 表

第 1 回 次				第 4 回 次			
累計時間(時)	窯内温度(C°)	煙突口温度(C°)	操 作	累計時間(時)	窯内温度(C°)	煙突口温度(C°)	操 作
0.00	—	—	乾燥焚開始,	0.00	270	54	乾燥焚開始
72.15	310	68	煙突口全開, 點火開始, 第1通風口密閉, 窯口を30cm角にする	2.00	263	70	第1通風口を12cm角にする
72.30	440	72	第2通風口を作る	6.00	232	78	點火開始
72.45	440	74	第3通風口兼補助焚口を作る	8.00	272	84	補助焚口を作る
			窯口上部高さ30cmを開き, 補助焚を行う	8.50	273	84	第2通風口を閉じる
74.30	470	84	上部を15cm角にする	14.00	300	90	煙突口を $1/2$ に閉じる
79.30	520	85	煙突口を $2/6$ に塞ぐ	17.00	280	90	炭化開始
81.30	480	82	炭化開始	23.00	410	87	煙突口を $2/6$ に閉じる
83.30	500	85	煙突口を1.5cm開きにする	28.35	260	90	第3通風口を10.5cm角にする
87.10	440	94	第3通風口を閉じ, 僅かに通風する程度にし, 煙突口を0.7cm開きにする	32.00	354	95	第3通風口を高さ4.5cm幅7.5cmにする
88.30	415	93	第2通風口を密閉し, 第3通風口を9×12cm角にする	46.00	340	104	煙突口を1.5cm, 通風口を9cm開きにする
91.30	400	96	第3通風口を7.5cm角にする	60.00	330	115	
106.30	400	104		70.00	332	134	
111.30	410	115		80.00	335	170	
116.30	401	134		90.00	362	221	
121.30	415	160		98.00	413	260	精煉開始, 第3通風口を閉じ, 第1通風口を6cm開きにする
126.30	431	189		100.00	413	262	煙突口を1cm開きにする
133.30	475	250	第3通風口密閉, 第1通風口を7.5cm角に開く, 精煉開始	104.00	500	300	通風口を7.5cm角にする
134.30	493	262	煙突口を1cm開く	106.00	540	320	通風口を9cm開きにする
137.30	580	292	通風口を9cm角に開く	107.00	560	326	通風口を全開する
138.30	625	313	煙突口を1.5cm開く	108.00	560	334	煙突口を $3/6$ 開きにする

139.30	642	326	通風口を12cm角に開く	109.00	600	350	
141.30	650	>360		110.00	620	>360	
143.30	680	—	消火	111.00	670	—	消火

第 12 表 大石窯操作表

第 1 回 次				第 4 回 次			
累計時間(時)	窯内温度(C°)	煙突口温度(C°)	操 作	累計時間(時)	窯内温度(C°)	煙突口温度(C°)	操 作
0.00	—	—	乾燥焚開始	0.00	10	—	乾燥焚開始
27.30	—	—	焚口を15cm角につめる	8.00	435	—	廻轉穴の80%を閉じる
89.20	35	26	煙突口全開, 點火開始	9.30	435	—	廻轉穴密閉, 炭化開始
90.00	75	28		15.30	410	—	燃燒室を掻き廻す
91.00	80	44		18.30	425	—	”
99.00	460	86	炭化開始	32.30	438	98	
116.00	480	84	煙突口を少し閉じる	37.30	455	115	
126.00	467	92		42.30	513	144	
136.00	500	115		45.30	550	188	
145.00	600	215		50.30	660	272	
155.00	685	319	消火	54.10	697	305	消火

第 13 表 三浦標準黒炭窯操作表

第 1 回 次				第 4 回 次			
累計時間(時)	窯内温度(C°)	煙突口温度(C°)	操 作	累計時間(時)	窯内温度(C°)	煙突口温度(C°)	操 作
0.00	—	—	乾燥焚開始	0.00	20	—	乾燥焚開始
14.00	310	28.8	煙突口全開, 點火開始	2.00	125	26	窯口上部を幅24cmの鐵板で塞ぐ
14.40	420	72	高さ30cm・幅18cmの補助焚口を設け, 下部通風口を18cm角に作る	3.00	180	50	煙突口を6cm開きにする
17.00	430	85	上部補助焚口を塞ぐ	4.00	212	60	煙突口を4.5cm開きにする
20.00	405	85	煙突口を1.5cm閉じる	7.00	130	76	第1通風口を密閉, 第2通風口を高さ9cm・幅18cmに作る, 窯口上部の鐵板を除く, 點火開始
23.30	390	84	煙突口をさらに1.5cm閉じ, 後に半開にする				煙突口全開, 補助焚口として高さ30cm・幅18cmの開
24.30	380	84	通風口を半開にする	7.40	120	83	口部を窯口上部に作る
25.30	380	84	通風口を3cm高さに閉じる	11.00	100	84	窯口上部を密閉する
29.30	370	84	完全に點火, 炭化開始	12.45	200	85	煙突口を2/3閉じる

50.30	360	85		20.00	364	84	通風口を $\frac{1}{2}$ 閉じ、煙突口をさらに0.6cm閉じる
55.30	370	88		21.00	370	84	通風口を6×9cm角に閉じる、炭化開始
60.30	350	92		33.00	340	84	煙突口をさらに0.6cm閉じる
65.30	370	95		41.00	340	86	
70.30	390	107		46.00	340	90	
75.30	405	144		51.00	345	92	
80.30	430	194		56.00	345	96	
82.30	430	210	煙突口を1cm開く、精煉開始	61.00	342	100	
83.00	460	222	通風口を6×18cm角にする	66.00	352	118	
87.00	514	258	煙突口を1.5cm開く	71.00	365	142	
88.00	560	279	煙突口を全開する	76.00	390	178	
89.00	590	330	通風口を全開 (18×18cm角) する	81.00	412	210	
91.55	720	>360	窯口密閉	83.00	430	214	精煉開始、第2通風口密閉
92.00	480	—	煙突口密閉、消火	84.00	435	220	第1通風口を7.5cm角に開く
				87.00	485	248	煙突口を1.5cm開く
				88.00	501	264	通風口を9cm角に開く
				89.00	505	284	煙突口を2.5cm開く
				93.00	720	358	通風口、煙突口密閉、消火

第 14 表 製 炭 時 間

窯	回次	炭詰込み時間 材	加熱時間	炭化時間	精煉時間	消火時間	合計
		時分	時分	時分	時分	時分	時分
農林一號窯	1	23.12	139.30	85.00	14.00	46.00	307.42
	2	10.00	26.00	85.00	12.00	54.00	187.00
	3	9.36	21.00	71.00	12.00	59.00	172.36
	4	9.36	23.00	103.00	10.00	64.00	209.36
	5	12.36	24.20	86.00	13.00	61.30	197.26
鍋田窯	1	11.45	81.30	52.00	10.00	38.00	193.15
	2	12.00	16.00	58.00	10.30	41.30	133.00
	3	6.05	27.20	48.00	13.00	43.00	137.25
	4	6.14	17.00	81.00	13.00	53.00	170.14
	5	8.54	17.30	69.00	9.40	56.20	161.24
大石窯	1	16.27	99.00	56.00		37.00	207.27
	2	14.00	24.20	66.00		48.00	152.20
	3	7.55	18.30	64.00		48.00	138.25
	4	11.22	9.30	44.40		54.20	119.52
	5	8.56	10.50	45.00		55.00	119.46

三浦標準窯	1	13.30	29.30	53.00	9.25	17.05	122.30
	2	7.47	12.00	58.55	7.41	28.30	114.53
	3	5.52	20.00	69.00	11.40	37.35	144.07
	4	12.19	21.00	62.00	10.00	24.00	129.19
	5	9.18	19.20	60.00	9.00	46.00	143.38

第 15 表 炭材 1000kg 當り製炭所要時間

窯	回次	炭材詰込み時間	加熱時間	炭化精煉時間	消火時間	合計
農林一號窯	1	時分 —	時分 36.42	時分 26.09	時分 46.00	時分 108.51
	2	2.52	7.25	27.40	54.00	91.57
	3	2.58	6.29	25.36	59.00	94.03
	4	2.37	6.45	32.47	64.00	106.09
	5	3.38	6.57	28.36	61.30	100.41
鶴田窯	1	—	29.06	19.11	38.00	86.17
	2	4.18	5.44	24.42	41.30	76.14
	3	2.13	9.36	21.52	43.00	76.41
	4	2.10	6.15	34.26	53.00	95.51
	5	3.27	6.37	29.08	56.20	97.32
大石窯	1	—	26.03	16.19	37.00	79.22
	2	4.18	7.32	20.18	48.00	81.08
	3	2.34	5.59	20.38	48.00	77.11
	4	3.47	3.10	14.53	54.20	73.10
	5	3.06	3.35	15.36	55.00	77.17
三浦標準窯	1	—	9.31	20.01	17.05	46.37
	2	2.52	4.29	24.52	28.30	60.43
	3	2.58	7.33	31.02	37.35	79.08
	4	2.37	7.58	26.05	24.00	60.40
	5	3.38	7.40	27.22	46.00	84.40

2 最高窯内温度及び煙突口温度 (第16表参照)

3 灰化状況 (第17表参照)

4 収炭量及び収炭率 (第18表参照)

5 長さ及び周囲の収縮率・容積残存率及び炭化率 (第19表参照)

単木試験材の炭化率は窯による差が小さいので、これ等を平均して樹種別平均炭化率を求めると第20表の通りになる。

6 収炭率指数

著者の一人<sup>3)</sup>は炭材の平均炭化率に対する収炭率の比数百分率を収炭率指数と呼び、これによつて炭窯の性能をはじめ炭窯及び炭材を等しくする場合には其の製炭操作の巧拙を比較検

第 16 表 最高窯内温度及び煙突口温度

窯 回次	農林一號窯			鴛田窯			大石窯			三浦標準窯		
	窯内最高温度	煙突口最高温度	到達時間	窯内最高温度	煙突口最高温度	到達時間	窯内最高温度	煙突口最高温度	到達時間	窯内最高温度	煙突口最高温度	到達時間
	C°	C°	時分							C°	C°	時分
1	660	302	224.00	680	>360	165.30	685	319	182.00	800	>360	105.25
2	680	352	123.00	670	>360	84.30	650	319	90.20	680	360	77.00
3	640	340	104.00	720	>360	86.20	650	290	82.30	750	>360	99.10
4	664	360	136.00	670	>360	110.00	697	305	53.10	720	358	94.00
5	660	360	123.20	756	>360	98.40	665	304	55.20	740	>360	87.20

第 17 表 灰化面積及び素灰量

窯 回次	農林一號窯 (窯底面積56381cm <sup>2</sup> )		鴛田窯 (窯底面積51330cm <sup>2</sup> )		大石窯 (窯底面積42620cm <sup>2</sup> )		三浦標準窯 (窯底面積53080cm <sup>2</sup> )	
	灰化面積	素灰量	灰化面積	素灰量	灰化面積	素灰量	灰化面積	素灰量
	cm <sup>2</sup>	kg	cm <sup>2</sup>	kg	cm <sup>2</sup>	kg	cm <sup>2</sup>	kg
1	3081.5	17.6	2880.0	12.9	2086.5	26.1	8575.0	30.2
2	3458.5	13.5	2312.0	8.0	1151.0	3.0	3191.0	27.8
3	3316.5	26.8	0.0	13.7	1973.5	18.7	629.0	16.0
4	1834.0	37.2	655.5	13.1	1673.5	12.8	2396.5	12.7
5	2440.5	17.6	0.0	10.4	1427.0	10.6	1665.5	12.4

第 18 表 收炭量及び收炭率

窯 回次	收炭量 (kg)								收炭率 (%)				
	立木						計	敷木	總計	對立木	對立木+ 上げ木	對立木+ 上げ木+ 敷木+ 燃材	
	カシ類	ナラ	ザツ類	單木 試驗用	木計	上げ木 (切子 をも含 む)							
農 林 一 號 窯	1	192.4	—	293.3	26.3	511.0	93.5	604.5	3.1	607.9	17.14	16.00	12.05
	2	593.6	—	—	27.6	621.2	58.5	679.7	4.1	683.8	20.61	19.48	17.33
	3	349.7	211.5	—	29.9	591.1	39.9	631.0	2.4	633.4	20.62	19.46	17.42
	4	610.4	—	—	39.6	650.0	58.4	708.4	2.2	710.6	21.55	20.56	18.20
	5	—	—	539.8	37.2	577.0	56.5	633.5	0.0	633.5	19.29	18.31	16.77
鴛 田 窯	1	—	333.0	218.7	36.2	487.9	90.9	578.8	10.7	589.5	20.10	17.91	13.89
	2	492.9	—	—	36.1	529.0	44.5	573.5	0.0	573.5	20.84	20.53	18.62
	3	254.6	175.1	—	30.2	459.9	42.4	502.3	0.0	502.3	18.13	18.33	16.04
	4	483.2	—	—	53.8	537.0	29.4	566.4	0.0	566.4	20.73	20.81	17.37
	5	—	—	401.0	42.8	443.8	25.7	469.5	2.9	472.4	19.63	18.25	16.06

大 石 窯	1	—	225.6	238.5	30.9	495.0	68.8	563.8	7.6	571.4	16.66	14.86	11.98
	2	512.0	—	—	33.7	545.7	42.6	588.3	14.9	603.2	19.15	18.10	17.13
	3	282.4	—	219.5	29.6	531.5	22.3	553.8	16.1	569.9	19.83	17.91	15.88
	4	480.7	—	—	45.7	526.4	17.2	543.6	11.9	555.5	20.03	18.02	16.72
	5	—	—	422.1	41.8	463.9	32.4	496.3	9.5	505.8	18.69	17.21	15.84
三 浦 標 準 窯	1	—	138.2	208.9	26.8	373.9	98.7	472.6	16.4	489.0	19.05	15.25	12.33
	2	419.7	—	—	24.3	444.0	36.3	480.3	6.0	486.3	19.44	17.96	15.68
	3	202.8	191.5	—	23.3	417.9	41.6	459.2	6.8	466.0	20.04	17.79	15.46
	4	416.2	—	—	29.0	445.2	58.5	503.7	6.2	509.9	19.20	18.25	16.20
	5	—	—	381.0	32.9	413.9	43.1	457.0	2.9	459.9	18.67	18.13	16.02

第 19 表 長さ及び周囲の収縮率・容積残存率及び炭化率

窯	回 次	長さ収縮率 (%)			周囲収縮率 (%)			容積残存率 (%)			炭化率 (%)		
		カシ類	ナラ	ザツ類	カシ類	ナラ	ザツ類	カシ類	ナラ	ザツ類	カシ類	ナラ	ザツ類
農 林 一 號 窯	1	15.00	15.12	14.71	34.67	26.74	29.61	41.53	47.69	45.68	20.76	20.74	19.34
	2	15.04	15.98	14.09	33.36	25.95	30.64	40.10	46.23	42.78	21.29	20.16	20.21
	3	15.22	15.69	14.88	35.89	29.09	28.89	38.45	46.10	44.15	21.43	20.40	19.69
	4	14.84	14.68	14.00	35.23	27.77	31.29	39.15	46.12	43.54	20.97	20.49	19.23
	5	14.79	15.86	14.43	34.53	29.14	31.23	39.79	45.43	43.63	20.73	20.50	19.37
	平均	14.95	15.47	14.42	34.74	27.74	30.33	39.80	46.31	43.95	21.04	20.46	19.56
鶴 田 窯	1	12.40	12.37	12.27	33.10	26.33	28.53	46.41	51.22	49.93	21.83	20.92	20.53
	2	12.44	12.50	12.58	32.95	24.69	27.77	45.56	52.10	49.42	23.83	21.84	21.04
	3	14.78	15.72	14.38	32.78	26.73	29.44	44.12	46.44	46.47	21.04	21.55	19.64
	4	14.91	14.94	14.60	36.48	34.24	31.60	38.90	39.81	42.21	20.82	21.40	19.96
	5	16.62	16.85	16.35	37.22	30.38	33.67	36.38	40.86	39.62	20.40	19.54	18.87
	平均	14.23	14.48	14.03	34.51	28.47	30.20	42.27	46.09	45.53	21.58	21.05	20.01
大 石 窯	1	13.84	14.52	13.35	28.55	25.30	28.20	46.43	47.75	47.62	21.10	19.53	19.23
	2	14.41	14.95	13.84	32.88	23.85	27.84	42.87	49.05	49.32	20.87	20.26	19.80
	3	14.34	15.10	13.67	26.48	26.08	26.78	46.19	47.22	47.30	20.18	21.68	18.04
	4	16.11	14.30	13.64	32.22	52.72	27.75	42.47	53.70	46.27	20.48	20.59	18.91
	5	14.52	13.61	13.04	32.63	24.24	28.28	44.77	50.58	48.04	21.46	23.60	20.20
	平均	14.64	14.50	13.51	30.56	24.44	27.77	44.51	49.66	47.31	20.82	21.13	19.23
三 浦 標 準 窯	1	12.81	12.64	12.39	31.73	26.63	27.12	44.06	52.00	49.09	22.35	21.26	20.15
	2	14.91	15.17	14.63	34.64	27.68	28.20	45.52	46.08	47.86	21.40	20.79	19.75
	3	14.40	14.53	14.34	34.05	27.13	29.28	42.20	47.31	45.53	21.29	21.61	19.99
	4	15.74	15.20	15.03	34.16	27.30	32.18	39.75	45.03	42.28	21.37	20.74	19.51
	5	15.19	15.29	14.71	31.55	27.80	30.10	42.50	47.09	44.26	21.17	20.67	19.45
	平均	14.61	14.57	14.22	33.23	27.31	29.37	42.81	47.50	45.80	21.52	21.01	19.77



討し得ることを指摘した。本試験の結果から収炭率指数を算出すると第21表の通りである。すなわち鴉田窯と農林一號窯はひとしく性能優り、兩者の間に著しい差は認め難いが、三浦標準窯及び大石窯は可成り劣り、しかも本試験に於いては大石窯は三浦標準窯よりも劣る結果になった。

第20表 樹種別炭材の平均炭化率

項 目	カ シ 類	ナ ラ	ザ ツ 類
平均炭化率 (%)	21.24	20.91	19.61

第21表 収炭率指数

回 次	窯 事項	農 林 一 號 窯		鴉 田 窯		大 石 窯		三 浦 標 準 窯	
		平 炭 化 率 %	収 炭 率 指 數 %	平 炭 化 率 %	収 炭 率 指 數 %	平 炭 化 率 %	収 炭 率 指 數 %	平 炭 化 率 %	収 炭 率 指 數 %
1		20.24	79.05	20.28	88.31	20.20	73.56	20.10	75.87
2		21.24	91.71	21.24	96.66	21.24	85.22	21.24	89.35
3		21.10	92.23	21.09	86.91	20.57	87.07	21.07	84.43
4		21.24	96.80	21.24	97.98	21.24	84.84	21.24	85.92
5		19.64	93.23	19.64	92.92	19.64	87.63	19.64	92.31
2~5回平均		20.81	93.49	20.80	93.62	20.67	86.19	20.80	88.00
4~5回平均		20.44	95.01	20.44	95.45	20.44	86.24	20.44	89.11

### 7 木炭の硬度

ザツ類中ヤマボウシ及びトネリコ以外の木炭硬度はすべて1以下であつたので、これらは省略する。

第22表によると、得られた木炭の硬度は概して三浦標準窯に大であり、次いで農林一號窯及び鴉田窯であり、大石窯では著しい小さい。またこの数値から判断すると大石窯では全般的に炭化の進行が順調でなく、鴉田窯では特に窯底に近い部分に比較的順調な炭化進行を欠いたことが想像される。

次に窯内の位置によるウラジロガシ・アカガン木炭の平均硬度差を見ると第23表の通りで大石窯を除けば大體に於いて排煙口に近い窯内奥部は前部に比して硬度が比較的大である傾向が認められるばかりでなく、窯内上部と下部との差に基づく硬度の差も奥部に於いては前部よりも小さくなる傾向が認められるようである。大石窯は逆に前部に於いて却つて硬度は大であつた。

第22表 製炭回次別平均木炭硬度

製炭回次	アラカシ			ウラジロガシ			アカガシ			カシ類平均	コナラ			ヤマボウシ			トネリコ									
	未口部	中央部	元口部	未口部	中央部	元口部	未口部	中央部	元口部		未口部	中央部	元口部	未口部	中央部	元口部	未口部	中央部	元口部							
農林一號製炭	1	0.6	1.4	5.5	2.5	3.5	4.6	6.9	5.0	1.9	2.5	3.8	2.7	3.4	0.5	0.5	3.0	1.3	0.8	1.0	5.0	2.3	0.5	0.8	2.8	1.3
	2	0.8	0.9	4.6	2.1	7.5	6.0	10.0	7.8	4.8	6.5	9.5	6.9	5.6	0.6	0.5	4.4	1.8	0.8	1.0	4.9	2.2	0.6	0.8	3.0	1.5
	3	4.1	3.5	7.3	5.0	4.3	5.3	10.0	6.5	2.0	3.3	4.5	3.3	4.9	0.5	0.6	4.1	1.7	0.6	0.8	2.8	1.4	1.0	1.3	4.3	2.2
	4	2.5	4.8	9.8	5.7	3.9	5.6	7.8	5.8	5.7	7.5	9.7	7.6	6.4	0.5	0.6	1.1	0.7	0.9	3.3	5.3	3.2	4.5	6.8	8.5	6.6
	5	4.8	5.8	7.8	6.1	2.8	5.0	8.0	5.3	5.6	7.2	9.6	7.5	6.3	0.5	0.5	2.9	1.3	0.5	1.8	5.0	2.4	0.6	1.5	4.0	2.0
	平均	2.6	3.3	7.0	4.3	4.4	5.3	8.5	6.1	4.0	5.4	7.4	5.6	5.3	0.5	0.5	3.1	1.4	0.7	1.6	4.6	2.3	1.4	2.2	4.5	2.7
鶴田製炭	1	1.5	2.0	6.0	3.2	1.2	1.4	4.5	2.4	3.3	4.3	8.0	5.2	3.6	0.5	0.5	1.0	0.7	0.8	0.8	1.6	1.1	0.5	0.5	2.0	1.0
	2	0.9	2.5	5.8	3.1	0.9	1.5	5.6	2.7	7.0	9.5	10.8	9.1	5.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	1.1	3.3	1.7	0.5	0.6	2.5	1.2
	3	1.6	4.8	9.3	5.2	1.4	2.6	5.0	3.1	1.4	4.5	8.8	4.9	4.4	0.6	2.4	8.5	3.8	0.8	2.6	3.5	2.3	0.9	3.0	6.3	3.4
	4	1.8	2.0	6.3	3.4	2.7	3.7	6.4	4.2	7.6	8.7	9.9	8.7	5.4	0.5	0.5	1.4	0.8	1.3	2.5	5.0	2.9	0.8	1.1	2.5	1.5
	5	3.0	4.3	8.5	5.3	3.0	5.1	7.4	5.3	2.9	5.3	8.1	5.4	5.3	0.5	0.5	0.6	0.5	0.8	1.8	6.3	3.0	0.5	0.6	4.8	1.6
	平均	1.8	5.2	7.2	4.1	1.8	2.9	5.8	3.5	4.4	6.5	9.1	6.7	4.8	0.5	0.9	2.4	1.3	0.9	1.8	3.9	2.2	0.6	1.1	3.6	1.7
大石製炭	1	0.5	0.5	1.4	0.8	0.6	0.9	0.8	0.8	0.6	0.6	1.4	0.9	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8	1.5	1.0	2.0	3.8	6.3	4.0
	2	1.3	4.5	9.0	4.9	2.3	3.8	8.3	4.8	6.8	6.8	9.0	7.5	5.7	0.5	0.5	1.8	0.9	0.8	0.9	3.3	1.7	0.5	0.5	0.6	0.5
	3	0.6	1.6	7.0	3.1	4.3	5.5	9.0	6.3	1.3	1.8	8.5	3.9	4.4	0.5	0.6	1.3	0.8	0.5	1.5	4.0	2.0	0.5	0.5	2.0	0.7
	4	0.5	0.5	4.8	1.9	1.0	2.0	4.2	2.4	0.7	1.1	5.0	2.3	2.2	0.5	0.5	3.8	1.6	0.5	1.0	4.5	2.0	0.5	0.6	1.5	0.9
	5	2.4	3.3	6.0	3.9	3.7	4.1	6.5	4.8	1.5	1.9	5.7	3.0	3.9	0.5	0.5	1.8	0.9	0.5	0.5	0.8	0.6	0.5	1.0	1.8	1.1
	平均	1.1	2.1	5.6	2.9	2.4	3.3	5.8	3.8	2.2	2.4	5.9	3.5	3.4	0.5	0.5	1.8	0.9	0.6	0.9	2.8	1.5	0.8	1.3	2.4	1.4
三浦標準製炭	1	0.8	1.0	6.0	2.6	1.4	1.3	8.3	3.7	4.0	5.0	8.5	5.8	4.0	0.5	0.5	3.1	1.4	0.6	0.9	5.0	2.2	0.5	0.8	1.6	1.0
	2	6.0	7.5	10.3	7.9	2.0	3.9	7.4	4.4	6.8	8.0	10.8	8.5	6.9	0.8	0.8	2.4	1.3	0.5	0.8	3.0	1.4	1.0	1.3	4.8	2.4
	3	4.3	6.3	9.8	6.8	6.8	8.0	10.0	8.3	5.0	7.3	10.0	7.4	7.5	0.5	0.5	2.9	1.3	1.3	2.5	6.5	3.4	0.8	1.5	4.3	2.2
	4	7.5	8.0	9.8	8.4	3.1	4.9	7.2	5.1	2.8	4.1	6.6	4.5	6.0	0.5	0.5	2.9	1.3	0.5	0.5	4.4	1.8	0.5	0.6	1.1	0.7
	5	6.3	8.4	9.8	8.2	5.2	6.5	9.6	7.1	3.6	4.7	8.5	5.6	7.0	3.6	4.0	5.5	4.4	1.1	1.0	3.0	1.7	0.9	1.5	2.5	1.6
	平均	5.0	6.2	9.1	6.8	3.7	4.9	8.5	5.7	4.4	5.8	8.9	6.4	6.3	1.2	1.3	3.4	1.9	0.8	1.1	4.4	3.5	0.7	1.1	2.9	1.6

第 23 表 ウラジロガン・アカガン木炭の窯内位置別平均硬度

製炭 回次	窯内 位置	農林一號窯				鴉田窯				大石窯				三浦標準窯			
		末口部	中央部	元口部	平均	末口部	中央部	元口部	平均	末口部	中央部	元口部	平均	末口部	中央部	元口部	平均
4	A	2.8	4.4	7.0	4.7	9.0	9.5	10.5	9.7	0.5	0.5	4.9	2.0	4.0	4.8	6.3	5.0
	B	7.0	9.5	10.3	8.9	5.0	6.5	8.3	6.6	0.5	0.6	4.4	1.8	3.5	5.3	8.0	5.6
	C	2.3	4.3	6.3	4.3	5.0	6.3	8.3	6.5	2.3	4.5	8.0	4.9	4.6	5.5	8.0	6.0
	D	7.0	8.8	10.5	8.8	4.5	6.0	8.0	6.2	0.5	0.5	2.8	1.2	3.0	4.5	5.6	4.4
	E	5.1	6.8	8.5	6.8	6.8	7.5	8.5	7.6	0.8	0.8	2.3	1.3	1.6	2.8	6.8	3.7
	F	5.3	5.5	7.8	6.2	5.0	5.3	6.5	5.6	0.6	1.6	4.0	2.1	2.3	5.3	8.8	5.5
	平均	4.9	6.6	8.4	6.5	5.9	6.9	8.4	7.1	0.9	1.5	4.4	2.2	3.2	4.7	7.3	5.0
5	A	9.0	11.0	12.5	10.8	7.8	9.0	10.8	9.2	2.8	2.8	4.3	3.3	4.0	6.5	10.6	7.0
	B	4.9	5.8	7.0	5.9	3.8	5.3	6.0	5.0	0.8	0.6	0.9	0.8	2.3	4.5	8.0	4.9
	C	3.0	6.3	9.5	6.3	2.1	4.9	6.3	4.4	2.3	2.8	5.5	3.5	0.8	2.8	6.5	3.4
	D	7.0	8.5	10.0	8.5	3.3	4.5	7.0	4.9	2.0	2.5	5.5	3.3	6.0	6.3	9.6	7.3
	E	3.1	5.3	7.5	5.3	1.3	3.4	6.8	3.8	3.0	3.2	6.8	4.3	8.0	6.4	8.8	7.7
	F	6.1	7.5	9.3	7.6	0.5	7.5	10.5	6.2	3.8	5.0	1.0	3.3	5.6	5.8	8.3	6.6
	平均	5.5	7.4	9.3	7.4	3.2	5.8	7.9	5.6	2.5	2.9	4.0	3.1	4.5	5.4	8.7	6.2
4~5回平均		5.2	7.0	8.9	7.0	4.6	6.4	8.2	6.4	1.7	2.2	4.2	2.7	3.9	5.1	8.0	5.6

## 8 木炭の容積重

第24表に見るように木炭の容積重は木炭の硬度ほど差が顕著でないが、硬度の場合と同様にザツ類に比してカシ類に於いて差が大きい。概して農林一號窯に大で、次いで鴉田窯、三浦標準窯の順になり、大石窯に於いて最も小であるといった傾向が認められる。また硬度の場合と異なり、窯内の上部と下部すなわち元口部との差は著しくない。

## V 摘 要

黒炭窯改良の本質を究明する参考資料を得る目的の下に、農林一號窯・鴉田窯・大石窯・三浦標準黒炭窯の4窯について製炭比較試験を行ない、大要次の結果を得た。

(1) 築窯の難易の上からすると、三浦標準窯が最も簡易であり、鴉田窯・農林一號窯・大石窯の順に従って難かしいように思われる。

第24表 木炭の容積重

製炭 回次	窯内 位置	ア カ ガ シ			ウ ラ ジ ロ ガ シ			ミ ズ キ			フ サ ザ ク ラ							
		末口部	中央部	元口部	末口部	中央部	元口部	末口部	中央部	元口部	末口部	中央部	元口部					
		平均	平均	平均	平均	平均	平均	平均	平均	平均	平均	平均	平均					
農林一號窯	4	D	0.82	0.83	0.85	0.88	0.82	0.95	0.88	0.41	0.39	0.41	0.40	0.46	0.46	0.55	0.47	
		E	0.81	0.87	0.83	0.74	0.74	0.73	0.74	0.46	0.45	0.45	0.45	0.47	0.48	0.48	0.46	0.47
		F	0.85	0.86	0.87	0.75	0.75	0.76	0.75	0.45	0.46	0.47	0.46	0.44	0.44	0.45	0.44	0.44
		平均	0.83	0.85	0.85	0.79	0.77	0.81	0.79	0.44	0.43	0.44	0.44	0.44	0.46	0.46	0.48	0.47
	5	D	0.82	0.85	0.88	0.81	0.79	0.82	0.81	0.52	0.52	0.53	0.52	0.49	0.47	0.49	0.49	0.48
		E	0.77	0.74	0.72	0.77	0.83	0.88	0.83	0.37	0.40	0.43	0.40	0.50	0.47	0.54	0.54	0.50
		F	0.88	0.93	0.94	0.76	0.78	0.81	0.78	0.41	0.38	0.42	0.40	0.44	0.46	0.50	0.50	0.47
		平均	0.82	0.84	0.85	0.78	0.80	0.84	0.81	0.43	0.43	0.46	0.44	0.44	0.48	0.47	0.51	0.48
	4~5	平均	0.83	0.85	0.85	0.78	0.79	0.83	0.80	0.44	0.43	0.45	0.44	0.47	0.47	0.50	0.50	0.48
		4	D	0.83	0.80	0.89	0.84	0.72	0.72	0.86	0.77	0.40	0.37	0.38	0.52	0.51	0.58	0.54
			E	0.77	0.78	0.78	0.78	0.79	0.77	0.77	0.78	0.39	0.38	0.40	0.47	0.48	0.49	0.48
			F	0.85	0.86	0.95	0.89	0.71	0.76	0.76	0.74	0.38	0.36	0.38	0.50	0.47	0.54	0.50
平均	0.82		0.81	0.87	0.83	0.74	0.75	0.80	0.76	0.39	0.37	0.41	0.39	0.50	0.49	0.54	0.51	
鶴田窯	D	0.77	0.76	0.87	0.80	0.75	0.80	0.80	0.78	0.41	0.38	0.47	0.42	0.43	0.50	0.50	0.45	
	E	0.74	0.79	0.84	0.79	0.67	0.68	0.79	0.71	0.44	0.40	0.53	0.46	0.51	0.54	0.61	0.55	
	F	0.77	0.80	0.89	0.82	0.74	0.81	0.88	0.81	0.42	0.40	0.47	0.43	0.41	0.42	0.49	0.44	
	平均	0.76	0.78	0.87	0.80	0.72	0.76	0.82	0.77	0.42	0.39	0.49	0.44	0.45	0.46	0.53	0.48	
4~5	平均	0.79	0.80	0.87	0.82	0.73	0.76	0.81	0.77	0.41	0.38	0.45	0.41	0.48	0.54	0.54	0.50	

大石 礫	4	D	0.58	0.61	0.58	0.59	0.56	0.57	0.80	0.64	0.41	0.40	0.52	0.44	0.51	0.47	0.49	0.49			
		E	0.69	0.67	0.63	0.66	0.65	0.64	0.62	0.64	0.41	0.35	0.37	0.38	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40		
		F	0.62	0.66	0.68	0.65	0.66	0.65	0.66	0.66	0.66	0.44	0.47	0.49	0.47	0.46	0.43	0.45	0.45	0.45	
		平均	0.63	0.65	0.63	0.63	0.62	0.62	0.69	0.65	0.65	0.42	0.41	0.46	0.43	0.46	0.43	0.45	0.45	0.45	
	5	D	0.70	0.67	0.71	0.69	0.77	0.73	0.70	0.73	0.73	0.40	0.37	0.48	0.42	0.46	0.42	0.50	0.46	0.46	
		E	0.71	0.64	0.84	0.73	0.74	0.72	0.77	0.74	0.40	0.38	0.38	0.38	0.39	0.42	0.41	0.44	0.46	0.46	
		F	0.70	0.71	0.66	0.69	0.65	0.71	0.68	0.68	0.68	0.35	0.34	0.34	0.34	0.42	0.41	0.40	0.41	0.41	
		平均	0.70	0.67	0.74	0.70	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.38	0.36	0.43	0.38	0.43	0.41	0.45	0.44	0.44	
	三浦標準礫	4	4~5 平均	0.67	0.66	0.69	0.67	0.67	0.67	0.71	0.68	0.40	0.39	0.45	0.41	0.45	0.42	0.45	0.44	0.44	0.44
			D	0.58	0.75	0.88	0.74	0.74	0.72	0.81	0.76	0.43	0.41	0.50	0.45	0.48	0.49	0.65	0.54	0.54	0.54
E			0.72	0.80	0.85	0.79	0.74	0.75	0.75	0.75	0.40	0.40	0.55	0.45	0.45	0.46	0.46	0.48	0.47	0.47	
F			0.74	0.77	0.79	0.77	0.67	0.76	0.81	0.75	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38	0.51	0.52	0.50	0.51	0.51	
5		平均	0.73	0.79	0.82	0.77	0.71	0.76	0.78	0.75	0.40	0.40	0.48	0.43	0.48	0.49	0.54	0.51	0.51	0.51	
		D	0.89	0.78	0.78	0.82	0.71	0.71	0.71	0.71	0.42	0.44	0.43	0.43	0.46	0.46	0.45	0.46	0.46	0.46	
		E	0.73	0.80	0.74	0.76	0.71	0.71	0.73	0.72	0.39	0.39	0.45	0.41	0.41	0.45	0.46	0.47	0.46	0.46	
		F	0.68	0.71	0.77	0.72	0.80	0.81	0.87	0.83	0.42	0.38	0.38	0.39	0.39	0.47	0.62	0.45	0.51	0.51	
4~5 平均		平均	0.77	0.76	0.76	0.77	0.74	0.74	0.77	0.75	0.41	0.40	0.42	0.41	0.46	0.51	0.46	0.48	0.48	0.48	
		4~5 平均	0.75	0.78	0.79	0.77	0.73	0.75	0.77	0.75	0.41	0.40	0.45	0.42	0.47	0.50	0.50	0.50	0.49	0.49	

(2) 所要製炭時間は農林一號窯に最も多く、次いで鴉田窯・三浦標準窯の順で、大石窯に最も少ない。

(3) 製炭操作は大石窯に最も簡易で、自然精煉に委ね、別に人為によるいわゆる精煉操作を要しない。他の窯では操作の煩雑さには殆んど差がない。

(4) 収炭率指數は製炭能率に關するものを除き、主として木炭收得量の上から見た炭窯の性能をよく表わすやうに思われる。この指數からすると最も性能のよいのは鴉田窯及び農林一號窯で、兩者の間に殆んど差はない。これに次いで三浦標準窯で、大石窯は最も劣る結果を得た。

(5) 單木試験材の收縮率は長さ・周圍・容積ともに農林一號窯に最大で、次いで鴉田窯及び三浦標準窯であり、大石窯に最小であつた。

(6) 木炭の硬度はカン類及びコナラを通じて、三浦標準窯に最大で、次いで農林一號窯及び鴉田窯であり、大石窯では前3者に較べて著しく小であつた。ヤマボウシ及びトネリコについても同様に大石窯に最小であつた。

(7) 木炭の容積重は窯による差がそれほど大きくないが、窯別の傾向は硬度の場合と同様であつた。

(8) 木炭の性質の上から炭化室内の位置別に炭化進行の様態を推すと、大石窯を除く他の窯ではすべて炭化室の後部の方が前部に較べて一層炭化が順調に進むといえるようである。しかし其の程度の差は僅微である。上部と下部とを比較すると、下部が急炭化をおこし順調性を欠くことはもちろんで、これは各窯とも共通で實際に免れ得ないところである。しかし其の程度には差があり、三浦標準窯と農林一號窯では比較的其の程度が弱い。鴉田窯では炭化室底に近い部分の急炭化が特に目立ち、大石窯では全般的に急炭化の傾向が強いように思われる。

(9) 以上の結果を綜合して、農林一號窯及び鴉田窯は優良窯であるといえる。

(10) しかし炭窯の構造上にはなお幾多研究の餘地を残しているように思われる。たとえば灰化防止の目的で炭化室前に障壁を設ける考え方に立脚する農林一號窯及び大石窯の燃焼室の構造が果して最善であるか、また實際にどれだけの効果を擧げているか疑問であることは、鴉田窯及び三浦標準窯の成績を對照すると自ら明らかである。また農林一號窯の通風管装置も徒らに炭窯の構造を複雑化し、操作を面倒にすることが多いように思われ、別にそうしなくても鴉田窯に見るように點火室底面を下げて操作を適當にすれば容易に同程度の成果を収め得るようである。鴉田窯の煙道は窯内式で特徴があるが、窯外式にしてもいわゆる引

きをよくすることの可能なことは農林一號窯の煙道で明らかである。煙道の引きをよくしてそれを調節することは避け難いように思われる。加える調節の手数を省き得るように煙道の引きを加減したものは大石窯に見るように全般的に成績が劣る。

(11) 要するに在來窯でも排煙装置と加熱室と通風装置とに少しく工夫をこらせば、農林一號窯及び鴛田窯の程度の成績はよくこれを収め得るように考えられる。

## VI 参 考 文 献

- (1) 三浦伊八郎・西田屹二：改良製炭法調査成績，1～144，大日本山林會，大正10年
- (2) 三浦伊八郎・内藤三夫：昭和9年實施改良黒炭窯試験成績，1～127 大日本木炭協會，昭和11年
- (3) 芝本武夫：清澄G式黒炭窯と其の操作法，山林，743,10～27,1944

## Résumé

To find principles of improvement of earthen kiln, comparative experiments by four kilns in making of charcoal were carried out, i. e., by "Nooringama No. 1", "Tokitagama", "Ooishigama" and "Miura's standard kiln".

Results were as following:

(1) In building of kilns, "Miura's standard kiln" was the most easy and other three kilns were more complex in order as "Tokitagama", "Nooringama No. 1" and "Ooishigama".

(2) To produce charcoal the longest time was necessary for "Nooringama No. 1", and it became gradually shorter in order as for "Tokitagama", "Miura's standard kiln" and "Ooishigama".

(3) The operation of making of charcoal was so simple by "Ooishigama" that the hardening of charcoal was not artificial, but spontaneous. In the case of other kilns the operation was complex alike.

(4) Except the efficiency of production, "relative yield of charcoal" (yield of charcoal/average carbonizability of materials by sample) test expresses exactly the ability of kiln in the point of view of the yield of charcoal. According to this index, "Tokitagama" and "Noorigama No. 1" have the highest results

and almost no difference between them. Next comes "Miura's standard kiln" and at the last "Ooishigama".

(5) In the shrinking by sample test, at the longitude, circumference and volume, "Nooringama No. 1" is the largest, next "Tokitagama" and "Miura's standard kiln", and "Ooishigama" is the smallest.

(6) In the hardness, the charcoal of *Quercus serrata* THUNB. and other *Quercus* species by "Miura's standard kiln" is the highest and these by "Nooringama No. 1" and by "Tokitagama" succeed the former. The one by "Ooishigama" is so far lower than those by other kilns.

The charcoal of *Cornus Kousa* BUERG. and *Fraxinus japonica* BL. by "Ooishigama" is also similarly the lowest.

(7) In the volumetric gravity of charcoal the enormous difference among kilns was not found, but the inclination of difference was the same as in the hardness.

(8) If the state of carbonization of materials on every situation in the kiln was inferred from the characters of charcoal, in all other kilns except "Ooishigama", the carbonization might be more smooth at the rear part of kiln than at the front part, but the difference was not so obvious.

In comparison between upper part and lower part of kiln, in the lower, the more rapid carbonization took place and this fact was common in all the kilns. In the "Miura's standard kiln" and "Nooringama No. 1", effect of rapid carbonization of the wood, close to the bottom of carbonizing place was relatively small, but in "Tokitagama" it was particularly remarkable, and in "Ooishigama", the strong inclination of rapid carbonization was observed universally in the whole situation of the kiln.

(9) By the consideration of mentioned results, it can be concluded that "Nooringama No. 1" and "Tokitagama" are excellent.

(10) There are many respects to be researched on the construction of kiln. For example, whether such a construction of fire place as of "Nooringama No. 1" and "Ooishigama" in which the barrier is made at the front of the carbonizing



place to avoid the burning out of wood, is good or not? In fact, the effect of such a construction is questionable by comparison with results of other two kilns. It seemed that equipment to provide the air of "Nooringama No. 1" vainly makes the construction and the operation troublesome and, otherwise, digging down at the bottom of fire place and the appropriate operation as in "Tokitagama" give the same effect as that of the former. Though the successful smoke-canal to be set inside the kiln is a characteristics of "Tokitagama", obviously, effective sucking of smoke is also possible by setting of smoke-canal outside the kiln as in the case of "Nooringama No. 1".

It is necessary to promote the drafting of smoke and to control it. the regulation of drafting of smoke by the construction as in "Ooishigama" to avoid the troubleness to control the drafting brought commonly bad results.

(11) As the conclusion, it is assumed that, by usual kilns, some improvements of equipments to draft the smoke and the air, and to heat the wood give the similar good results as by "Nooringama No. 1" and "Tokitagama".