

骸炭の性状に及ぼす加熱率の影響に就て

（本報告は燃料研究所長の發表許可を得たるものなり）

新村 唯 治

【要旨】 石炭乾餾に當り其加熱率に就ては從來多く省られざりしも石炭加熱率の差異は乾餾結果に著しき影響を與ふるものにして殊に骸炭の性状に於て然り、著者は骸炭性状に及ぼす加熱率の影響を知らんが爲め強弱粘結炭數種に就き一分に付一度、五度及一〇度の加熱率の下に乾餾試験を行ひたる結果を述べ加熱率の差に依り骸炭性状の異なる原因を考察せんとす

緒 言

石炭乾餾に當り從來その加熱率即ち石炭の加熱さるゝ速さに就ては多く省られず、然るに加熱率の差異は乾餾結果に著しき影響を與ふるものにして殊に骸炭の性状に大なる影響を及ぼすものなり、加熱率の骸炭性状殊に膨脹度並に氣孔組織に及ぼす影響を知らんが爲め強、弱粘結炭數種に就き一分に付き一度、五度及一〇度の加熱率の下に試験したる結果を述べて識者の高教を仰がんとす

一、加熱率と膨脹度との關係

石炭膨脹度の試験はレッシング乾餾装置に依り試料約一瓦を用ゐて行へり、加熱方法は時間の關係上、爐温を豫め三〇〇度に保ち、試料を入れたる容器を爐に挿入し爐温の回復を待ちて所定の温度上昇割合に調節しつゝ加熱せり、試料は三〇メッシュに碎きたるものを用ゐる容器内の空氣は豫め窒素瓦斯を以て充分置換せり、石炭膨脹度は乾餾により生じたる骸炭の高さと乾餾前の試料の高さとの比を以て表はせり〔其結果の中、九〇〇度迄加熱せし場合のものは既に本會誌に發表せり（本誌昭和四年三八一頁）〕、一般に石炭の膨脹は主として其熔融状態中に行はるゝものにして其温度範圍は炭種に依り異なるも、多く三五〇—五五〇度なり、之は素より加熱率の差に依りて異なるも其差異は小なり、只熔融程度に大なる差異を生ずるが故に膨脹度を測定せんには九〇〇度迄の加熱を必要とせず、六〇〇度迄にて充分の結果を得べし、依て本試験に於ては三〇〇度より六〇〇度迄、前記各加熱率の下に觀測したるが其結果は第一表及第一圖に示すが如し、之を九〇〇度の場合と比較する爲め九〇〇度の結果をも併記せり、又六〇〇度の場合のレッシング骸炭を示せば第二圖の如し

第七回大會講演録（其二）

骸炭の性状に及ぼす加熱率の影響に就て

新村唯治

一一八三

昭和五年十一月

第七回大會講演録(其二)

炭の性状に及ぼす加熱率の影響に就て

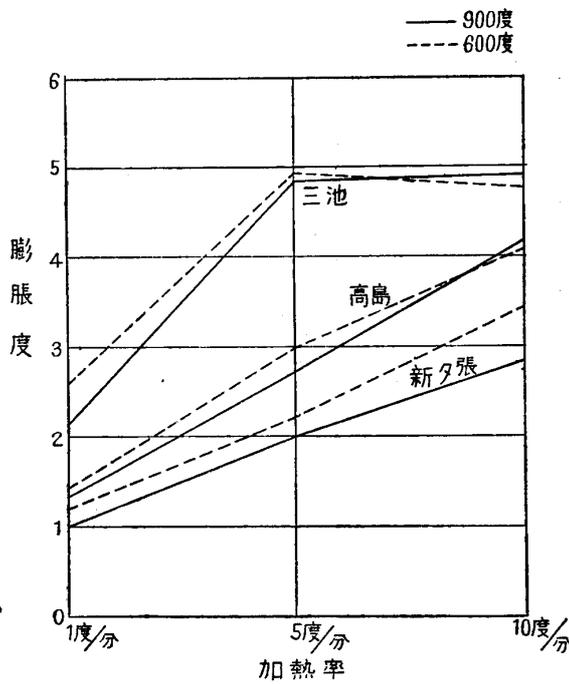
新村唯治

一一八四

第一表 加熱率と膨脹度

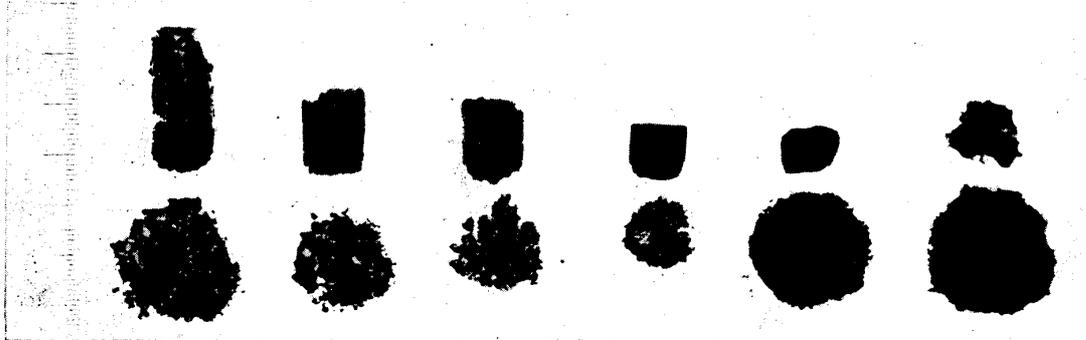
乾餾溫度	加熱率	膨脹度	
		600度	900度
強粘結 三池 高島 新夕張	一分に付一度	二・五八	同上五度
		一・四二	同上五度
		一・二〇	同上五度
	同上五度	四・九三	同上五度
		二・九九	同上五度
		二・二一	同上五度
	同上五度	〇・七七(固化)	同上五度
		〇・七八(大半粉)	同上五度
		〇・七三(大半粉)	同上五度
	同上五度	四・七七	同上五度
		四・〇七	同上五度
		三・四四	同上五度
同上五度	〇・八一(固化)	同上五度	
	〇・八七(固化)	同上五度	
	〇・七二(大半粉)	同上五度	
同上五度	二・一四	同上五度	
	一・三二	同上五度	
	一・〇一	同上五度	
同上五度	四・八三	同上五度	
	二・七一	同上五度	
	二・〇〇	同上五度	
同上五度	〇・七〇(固化)	同上五度	
	〇・七六(半粉)	同上五度	
	〇・七二(大半粉)	同上五度	
同上五度	四・九〇	同上五度	
	四・一九	同上五度	
	二・八四	同上五度	
同上五度	〇・六八(固化)	同上五度	
	〇・八〇(固化)	同上五度	
	〇・七三(半粉)	同上五度	
弱粘結 大根土 撫順	一分に付一度	二・五八	同上五度
		一・四二	同上五度
		一・二〇	同上五度
	同上五度	四・九三	同上五度
		二・九九	同上五度
		二・二一	同上五度
	同上五度	〇・七七(固化)	同上五度
		〇・七八(大半粉)	同上五度
		〇・七三(大半粉)	同上五度
	同上五度	四・七七	同上五度
		四・〇七	同上五度
		三・四四	同上五度
同上五度	〇・八一(固化)	同上五度	
	〇・八七(固化)	同上五度	
	〇・七二(大半粉)	同上五度	
同上五度	二・一四	同上五度	
	一・三二	同上五度	
	一・〇一	同上五度	
同上五度	四・八三	同上五度	
	二・七一	同上五度	
	二・〇〇	同上五度	
同上五度	〇・七〇(固化)	同上五度	
	〇・七六(半粉)	同上五度	
	〇・七二(大半粉)	同上五度	
同上五度	四・九〇	同上五度	
	四・一九	同上五度	
	二・八四	同上五度	
同上五度	〇・六八(固化)	同上五度	
	〇・八〇(固化)	同上五度	
	〇・七三(半粉)	同上五度	

第一圖 加熱率と膨脹度



之を見るに石炭膨脹度は六〇〇度及九〇〇度の場合共に殆んど相等し、此事實は石炭の膨脹度測定に對し參考資料たり得べし、即ち膨脹度測定は必ずしも六〇〇度以上の加熱を必要とせず、從て加熱溫度低く操作時間を短少し得べし、次に膨脹度比較の爲め本邦粘結炭數種に就き三〇〇度より六〇〇度迄一分に付五度の加熱率の下に試験せる結果を見るに第二表の如し

第二圖 加熱率と石炭膨脹度
加熱率 1度/分



三池

高島

新夕張
加熱率 5度/分

姪濱

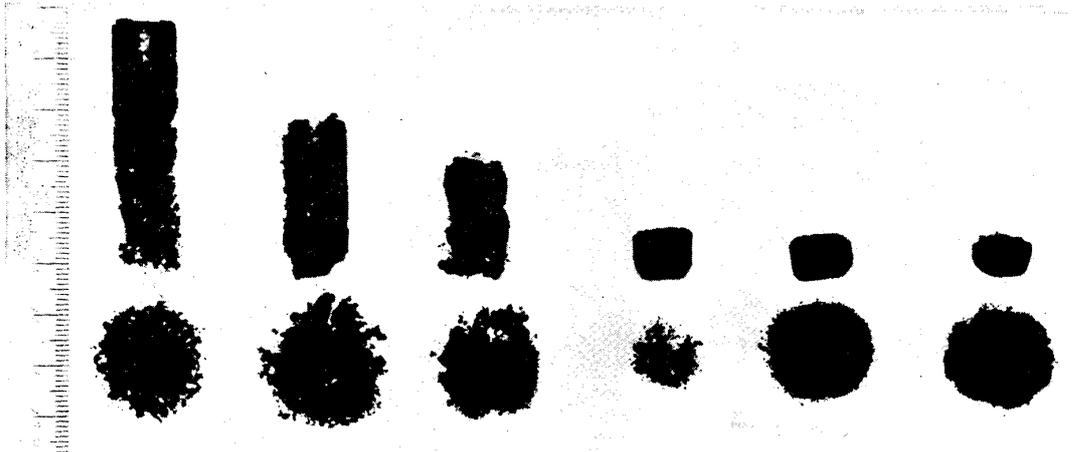
撫順

大根土

第七回大會講演録(其二)

骸炭の性状に及ぼす加熱率の影響に就て

新村唯治



三池

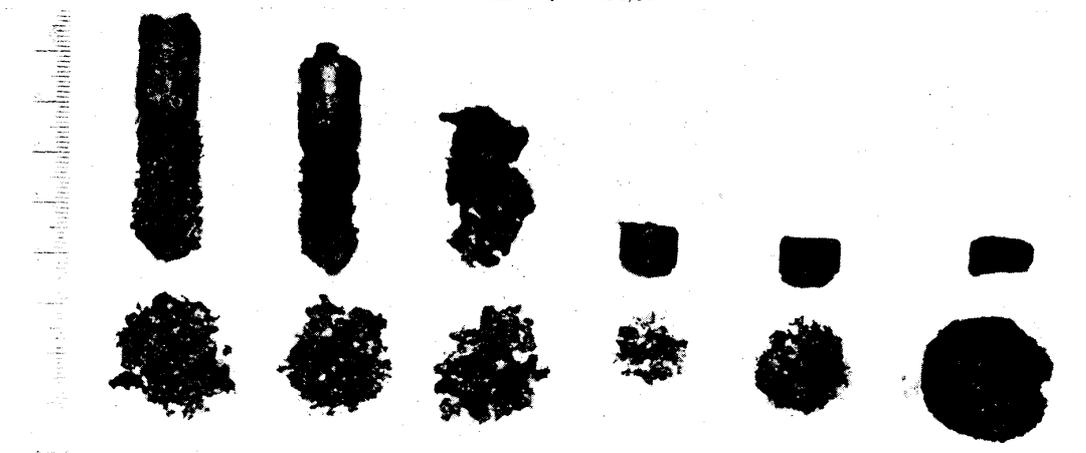
高島

新夕張
加熱率 10度/分

姪濱

撫順

大根土



三池

高島

新夕張

姪濱

撫順

大根土

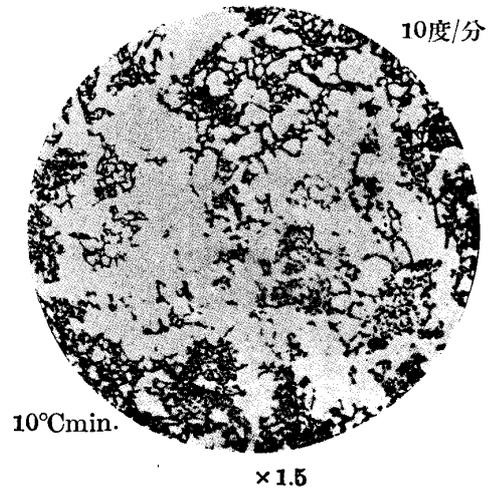
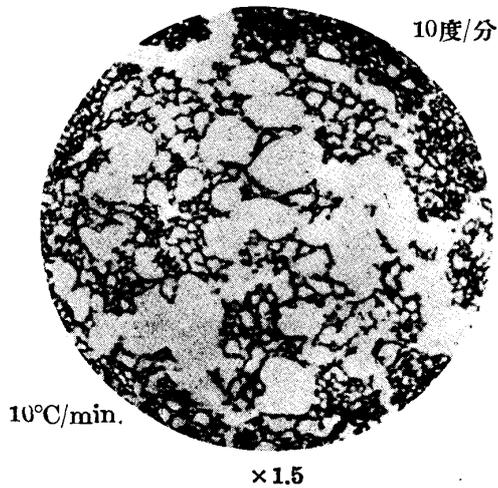
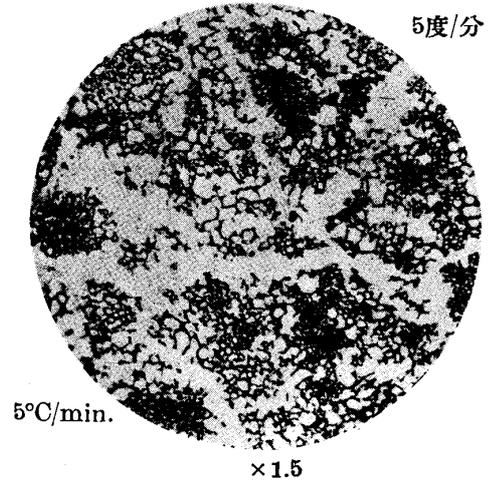
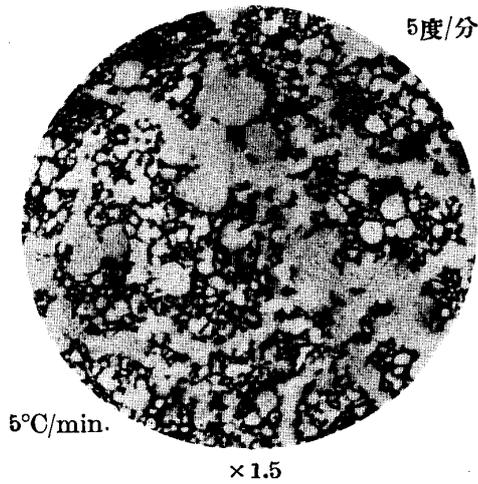
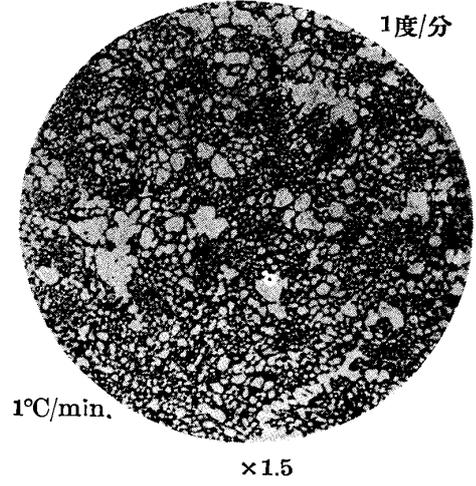
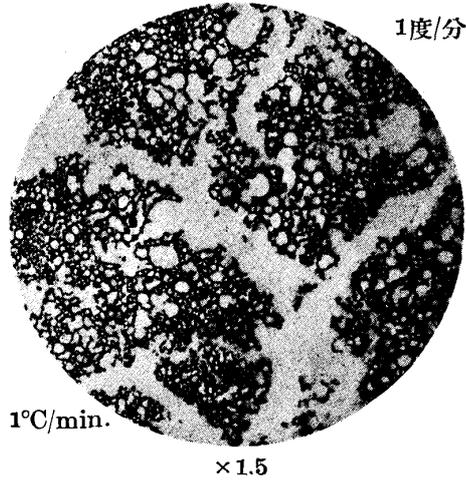
一一八五

月一十年五和昭

第三圖(其一)
加熱率と骸炭肉眼的組織

夕張 (Yubari)

三池 (Miike)



第七回大會講演錄(其二)

骸炭の性狀に及ぼす加熱率の影響に就て

新村唯治

一一八六

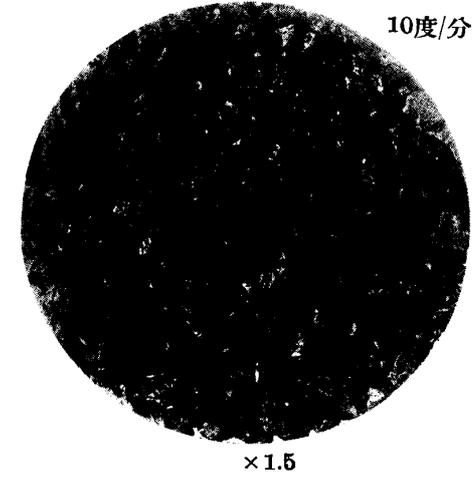
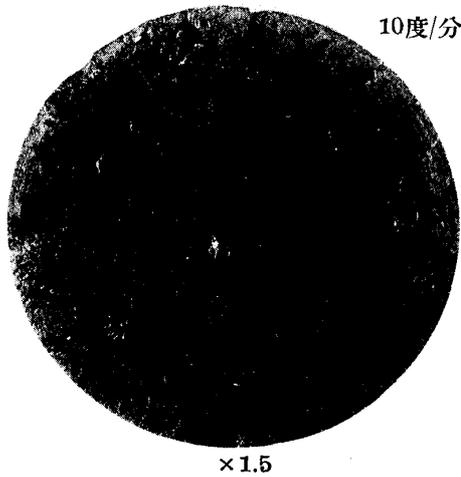
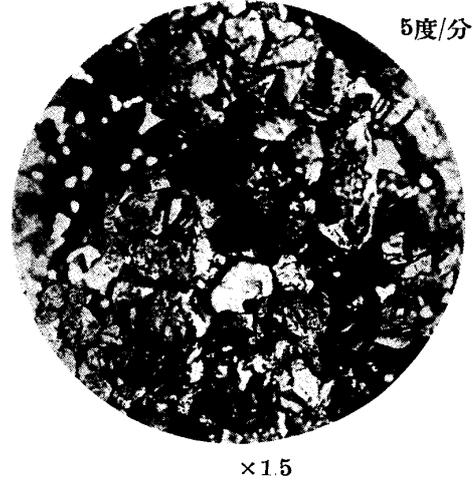
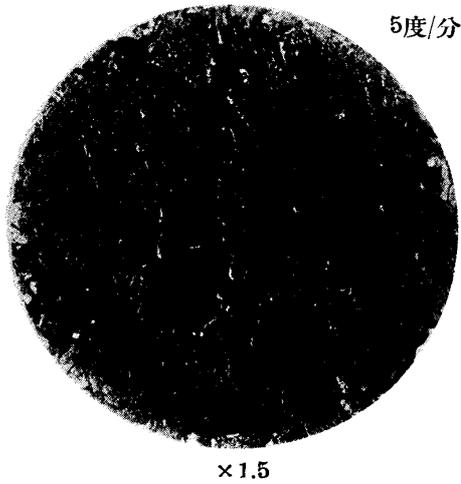
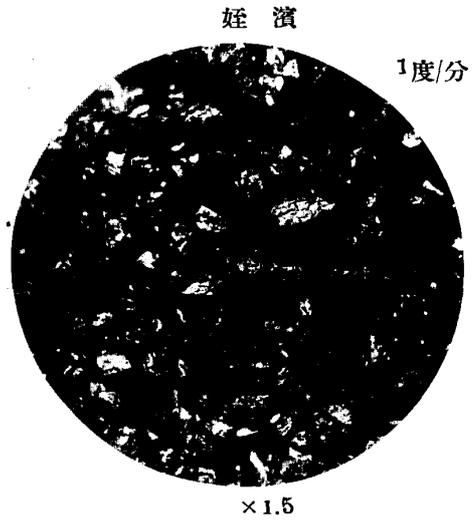
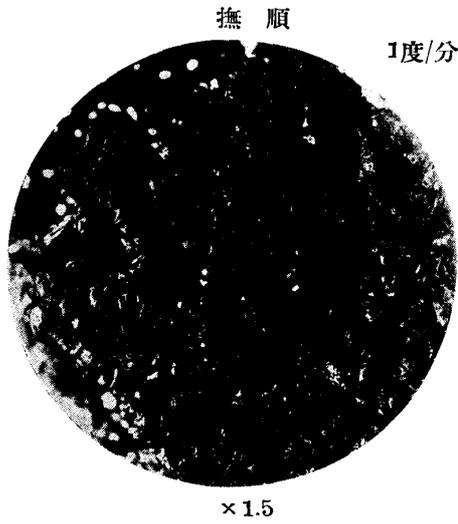
第 三 圖 (其 二)
加 熱 率 と 石 炭 粘 結 狀 態

第七回大會講演錄(其二)

骸炭の性状に及ぼす加熱率の影響に就て

新村唯治

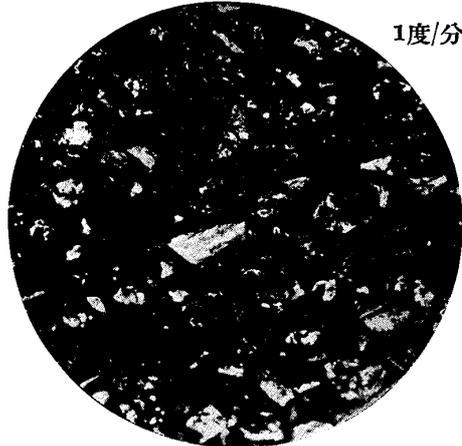
一一八七



月一十年五和昭

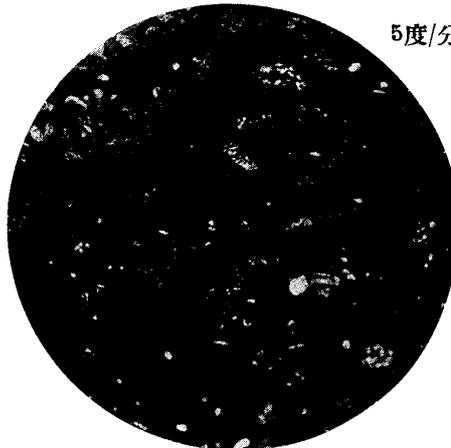
第三圖(其三)
加熱率と石炭粘結状態

大根土



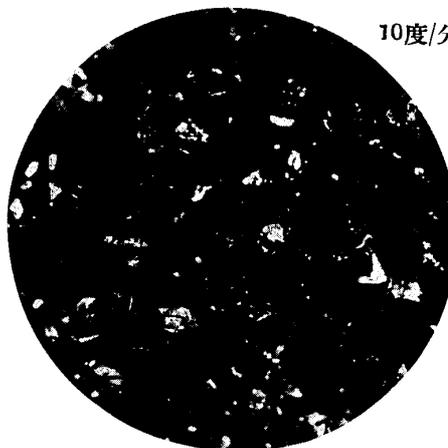
1度/分

×1.5



5度/分

×1.5



10度/分

×1.5

第七回大會講演錄(其二)

骸炭の性状に及ぼす加熱率の影響に就て

新村唯治

一一八八

第二表 各種粘結炭の膨脹度

炭種	石炭の高さ (糖)		レッシング炭の高さ (糖)		膨脹度 (B/A)
	A	B	A	B	
三池八尺	I	一・二六	五・一四	四・四三	四・四三
	II	一・〇八	四・八三	四・四七	四・四五
	平均				
高島	I	一・〇一	三・九〇	三・八八	三・八八
	II	一・一〇	四・一七	三・七九	三・七九
	平均				
夕張本層八尺	I	一・〇四	三・六三	三・四九	三・四九
	II	一・〇五	三・六九	三・五一	三・五一
	平均				
神威八番層	I	一・一〇	三・五二	三・二〇	三・二〇
	II	一・〇二	三・三一	三・二五	三・二五
	平均				
住友大瀬五尺	I	一・〇四	三・一九	三・〇六	三・〇六
	II	一・〇一	三・一五	三・一〇	三・一〇
	平均				
崎戸十五尺	I	一・〇一	二・四五	二・四二	二・四二
	II	一・〇五	二・六〇	二・四八	二・四八
	平均				

二、骸炭の組織と加熱率との關係

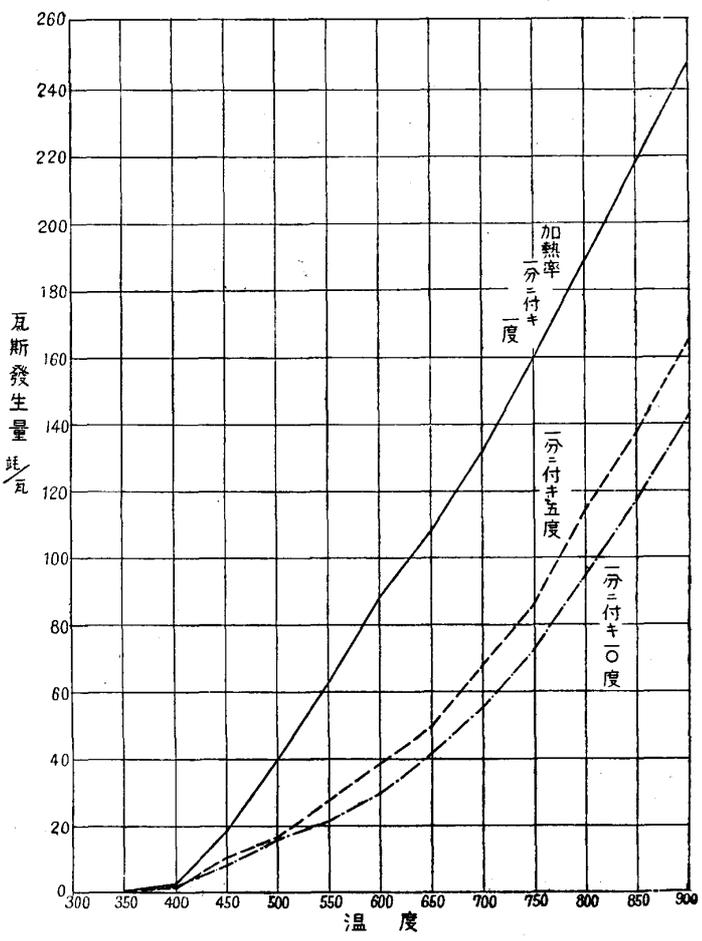
即ち炭種に依り其膨脹度に明瞭なる差異を示すを見るべく石炭の一性質として有用なる資料たり得べし

前項に述べし如く加熱率の差に依り石炭の膨脹度に大差ある以上、骸炭の組織も亦當然異なるべきも、實際の場合には其組織に及ぼす影響は複雑にして加熱率のみの影響を明確に知るは困難なるを以て之を後日に譲り、實驗室試験の結果に依り加熱率と骸炭組織との關係を窺はんが爲に左記の試験を行へり

試験骸炭は石炭試料約一五瓦を用ゐる之を鋼製容器に入れ電氣爐内にて乾餾し生成せり、即ち試料を入れたる鋼製容器を常温の下に電氣マッフル爐内に入れ二〇〇度迄急熱せし後二〇〇度より六〇〇度迄夫々一分に付一度、五度及一〇度の加熱率の下に乾餾し六〇〇度より九〇〇度迄急激に上昇せり、試験中温度は石炭試料中心の位置に於て測定し又試料は五―一〇メッシュに砕きたるものを使用せり、尙強粘結炭の例としては三池及夕張炭を採り弱粘結炭の例として姪濱、撫順及大根土炭を採れり、試験骸炭の組織は骸炭を石膏にて包みて之を裁斷し氣孔内に更に石膏を充填しカーボランダム粉を用ゐて研磨し相互の比較に便せり

第三圖其一及其二は夫々強粘結炭及弱粘結炭より得たる試験骸炭の断面にして何れも一・五倍大のものなり

第五圖 三池炭 加熱率と瓦斯發生狀況との關係



炭氣孔壁には尙多數の顯微鏡的微孔組織の存するあり、今参考の爲め夕張及三池炭に就き前記各加熱率の下に作れる試験骸炭の顯微鏡組織を示せば第四圖の如し、倍率は一〇〇倍なり

之を見るに氣孔壁に生成せる顯微鏡的微細孔の状態は各加熱率の場合を通じ大差なきが如し

三、加熱率の差に依り骸炭性状の異なる原因に就て

前二項に依り加熱率の差に從て石炭膨脹度及粘結状態を異にし又骸炭の氣孔組織の異なるを知るべし

今此現象の原因を酸化及び熱分解の二點より考察せんにレッシング試験に當りては試料挿入の容器内の空氣は窒素瓦斯を以て充分置換したれば酸化の影響は考ふるの必要なかるべし、然るに熱分解に就ては之に伴ふ發生瓦斯の影響及炭質の變化に分ち考ふるを便とす

第三圖其一に見る如く強粘結炭は加熱率一度の場合、氣孔一般に小にして略一様の大さなるも加熱率五度及一〇度の順序に順ひ大なる氣孔の生成著しく全體として大小不規則なり、殊に一〇度の場合に此現象顯著なり

又第三圖其二の弱粘結炭の場合を見るに加熱率一度の場合には明かに原炭の粒狀を認め得らるゝも五度の場合には稍熔融の跡を示し一〇度の場合に至りて始めて粒と粒との密着乃至熔融の現象を示せり

右の結果は前項に述べし加熱率と石炭膨脹度との關係と全く相似たり

以上は骸炭の肉眼的組織に就き論じたるも骸

第四圖 加熱率と骸炭顯微鏡組織

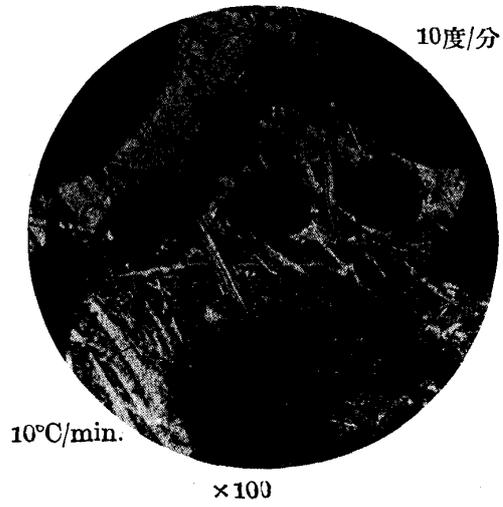
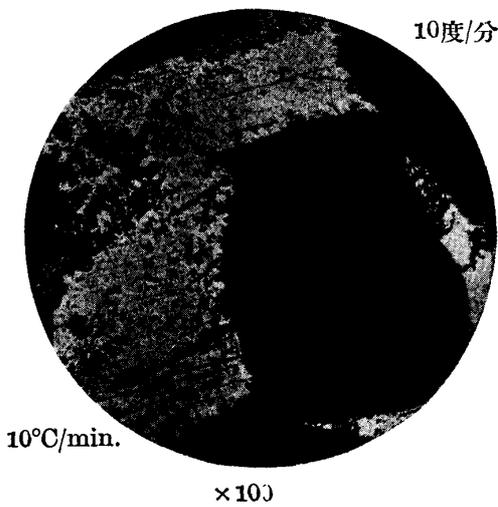
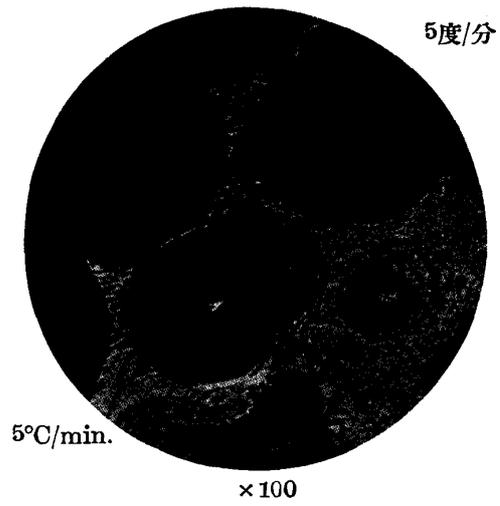
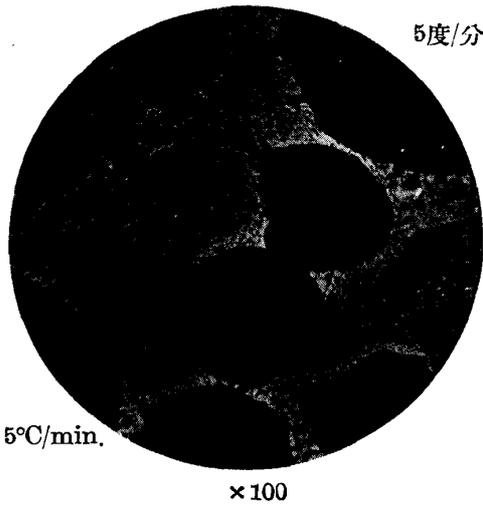
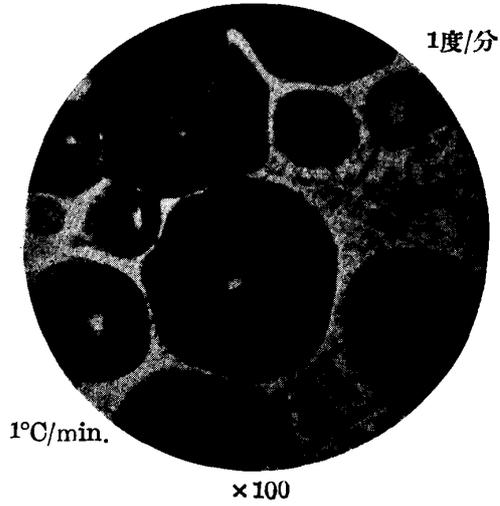
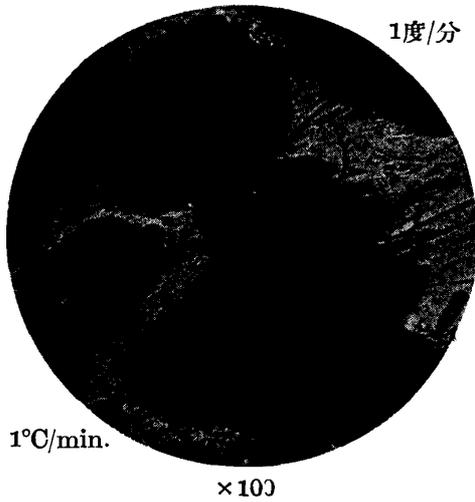
夕張 (Yubari)

三池 (Miike)

第七回大會講演錄(其二)

骸炭の性狀に及ぼす加熱率の影響に就て

新村唯治

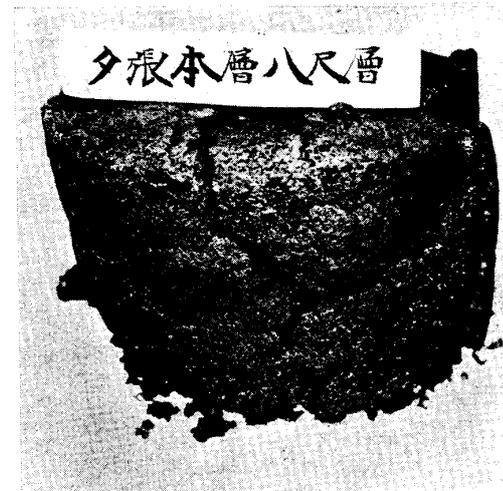


昭和五年十一月

第九圖
加熱率と石炭粘結状態

急熱

徐熱

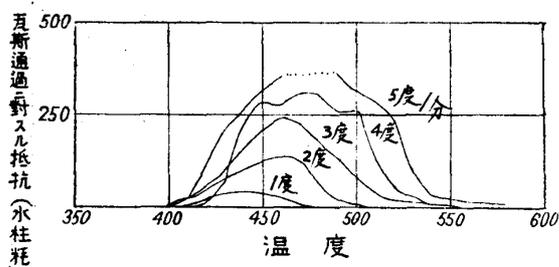


第七回大會講演録(其二)

骸炭の性状に及ぼす加熱率の影響に就て

新村唯治

第 六 圖
加 熱 率 と 軟 化 曲 線



發生瓦斯の影響に就て考察す可く三池炭につき各加熱率の場合の瓦斯發生狀況を見るに、加熱率と瓦斯發生狀況との關係は第五圖に示せるが如くにして之を六〇〇度迄の瓦斯發生量を探り其一分間當り平均發生量を比較するに第三表の如し

第三表 三池炭一分當り平均瓦斯發生量

加熱率	瓦斯發生量(一瓦當り耗)
一分に付一度	同上五度
〇・二九	〇・六四
〇・九九	同上二〇度

之を見るに加熱率の早き程瓦斯發生速度亦大なり、之れ加熱率の差に依り膨脹度異り又肉眼的氣孔組織の相違せる一因なるも發生瓦斯のみの影響に非ざることば姪濱炭の如き弱粘結炭に就て膨脹の現象なくして然かも粘結状態に差異を示せる事實に依り明かなり、即ち瓦斯發生以外に尙原因を求めざるべからず、更に炭質の變化に就て考ふるに一九二四年フォックスウェルが英國南ヨークシャー炭を一分に付一、二、三、四及五度の加熱率の下に乾餾して石炭の軟化状態を測定し其差異を軟化曲線に依り表はせるものを見るに第六圖の如し

此の結果に依れば石炭は加熱率の差に依り其熔融程度に大なる差異あること明かなり、之れ加熱率の差に應じ炭質に夫々の變化あるを示すものにして加熱率の影響考察に當り重要な因子なるべし

加熱率の差に依り炭質變化の異なる問題は畢竟するに石炭の低温度に於ける加熱變化に歸する問題にして加熱率低き場合は低温度に於ける炭質變化の進行程度の大なるものあるべし

石炭の低温乾餾に關する研究は既に一九一四年バージネス及ウィーラー (J. Chem. Soc., 1914, 132) に依りて詳細に行はれ當時英國炭を真空下に乾餾し瓦斯の著しき發生が三五〇度にて行はるゝ以前に既に三一〇度にて水以外の油狀物質の發生せるを觀察せり、最近キング及ウィルグレス (Fuel Res. Bd. Tech. Paper, No. 16, 1927) は常壓下に窒素瓦斯を通じつゝ加熱し油狀物質の最初に現はるゝ温度を測定せしに粘結炭 (Mitchell Main 炭) は二一五度、非粘結炭 (Ellis-town Main 炭) は二四〇度にして極低温度にありて既に油狀物質の發生せるを見たり、尙一九二二

八年モット及新村 (Fuel, 1928, 472-486, 本會誌昭和四年一八六頁) は石炭の熔融直前時に於ける試料を採り粒面を溶劑にて洗滌せしに石炭粒面に油分の多量に存在せるを認めたり

一九三〇年ホルロイド及ウィーラー (Fuel, 1930, 85) は右二者と同一の石炭に就き低温度に於ける加熱變化を研究し石炭中の炭化水素類は其まゝ蒸溜するも樹脂質成分は一部熱分解し一部は石炭粒面に熔離すと報告せり

之等の實驗及報告等に據り石炭は低温度に於て既にタールの一部を粒面に熔離せること想像に難からず、加熱率低き場合は此現象は特に顯著なるべく従つて加熱率高き場合に比し膨脹乃至粘結性を減じ又骸炭の氣孔組織に於て大さ略均一なる所以なるべし

前述の如く果して加熱率小なる場合にタールの一部が熔離せりとせば當然乾餾結果に於ても加熱率の差に依り相違を來すべきにして殊にホルロイド及ウィーラーの實驗に依れば熔離せしタール分は再蒸溜せず (Fuel, 1930, 84) とのことなればタール收得率は加熱率小なる時他の場合に比し小なるべきなり

此見地より著者はレッシング装置に依り數種の石炭につき異なる加熱率の下にタール收得率を求めたるに其結果第四表及第七圖の如し

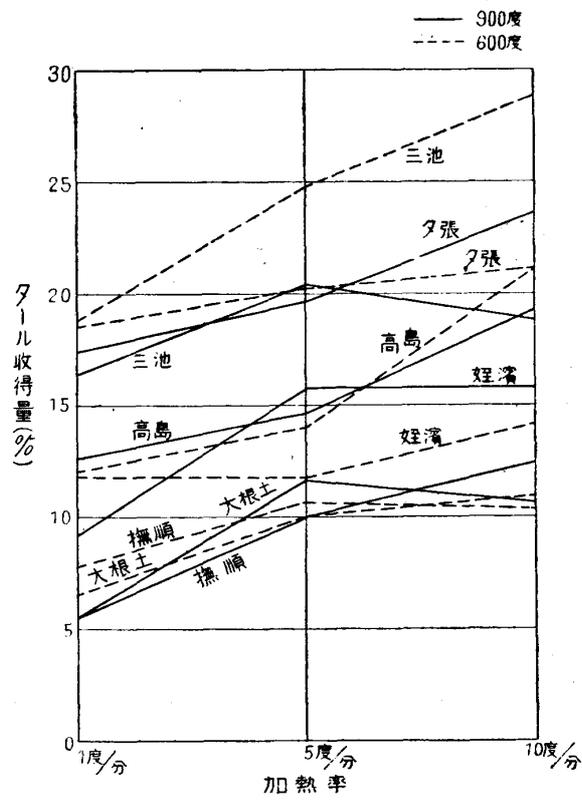
第四表 加熱率とタール收得量(百分率)

乾餾温度	加 熱 率	九〇〇度				六〇〇度			
		一分に付一度	同上五度	同上十度	同上十五度	同上五度	同上十度	同上十五度	同上二十度
強粘結	三池	一六・四二	二〇・三九	(一八・七一)	一八・八二	二四・七三	二八・六七		
	高島	一二・六二	一四・五四	一九・二二	一二・〇〇	一四・〇〇	二〇・九七		
	夕張	一七・三六	一九・五七	二三・五七	一八・五五	二〇・二二	二一・〇七		
	姪濱	九・二一	一五・六九	一五・六五	一一・八三	一一・七七	一四・〇六		
	撫順	五・四九	九・九六	一二・四三	七・七六	一〇・六〇	一〇・三〇		
	大根土	五・四五	一一・五八	一〇・六二	六・五四	一〇・〇三	一〇・九二		
弱粘結	三池	一六・四二	二〇・三九	(一八・七一)	一八・八二	二四・七三	二八・六七		
	高島	一二・六二	一四・五四	一九・二二	一二・〇〇	一四・〇〇	二〇・九七		
	夕張	一七・三六	一九・五七	二三・五七	一八・五五	二〇・二二	二一・〇七		
	姪濱	九・二一	一五・六九	一五・六五	一一・八三	一一・七七	一四・〇六		
	撫順	五・四九	九・九六	一二・四三	七・七六	一〇・六〇	一〇・三〇		
	大根土	五・四五	一一・五八	一〇・六二	六・五四	一〇・〇三	一〇・九二		

即ち加熱率小なる場合はタール收得率小なり、殊にタールの熱分解少き六〇〇度の場合に於て顯著なり

著者は更に油分熔離の事實を確めん爲め石炭試料の熔融開始温度附近に於て温度を一定に保ち其の時間を増減して各場合に試料粒面のタール分を分離し其量を比較せり

第七圖
加熱率とタール收得量



然して各場合に左記三種のタール量を測定したり

- (A) 最初に蒸溜し來れるタール量
- (B) 試料粒面に熔離せしタール量
- (C) 右タールを除去せる後試料が五〇〇度に達する迄のタール發生量

但し(A)は三二五度に達する迄乃至同温度に數分間保ちたる場合乾留容器の内壁及冷縮装置に凝縮せるタールにして凡て試験前後に於ける装置の重量差に依り間接に求めたり。

(B)は試料を三二五度にて處理せる後容器より取出しソックスレー抽出装置に移しエーテルを用ゐて抽出し、得られたる油分なり、抽出は約四〇—五〇時間にして完了せり

(C)は(B)のエーテル抽出後同試料を再びレッシング装置にて急熱の下に五〇〇度にて乾留し常法に依り生成せる全タール量を求

試料は三池八尺炭を用ゐ乾留はレッシング装置に依れり、試料は三〇メッシュに碎き約二瓦をとり、容器内の空氣を充分窒素瓦斯にて置換せり

熔融開始温度は豫備試験に依りて三二五—三五〇度なるを知らるを以て先づ三二五度を一定温度と定め試料温度二〇〇度より出立して一分に付一〇度の加熱率の下に三二五度迄上昇せしめ左記の試験を行へり

- (一) 温度三二五度に達するや直ちに爐外に取出す
- (二) 温度三二五度に達してより五分間保ちて取出す
- (三) " " " " 一〇分間 "
- (四) " " " " 一五分間 "
- (五) " " " " 二〇分間 "

め原炭に對する割合を採れり

右試験の結果を總括すれば第五表及第八圖の如し

第五表 タール收得量(原炭に對する百分率)

三池八尺層

三二五度に保てる時間	0分	五分	一分	一分五分	三分
(A) 蒸溜せしタール量	二・〇〇	二・三九	二・五五	二・六	二・六五
(B) 熔離せしタール量	五・六五	六・二四	七・六四	七・四三	六・五九
(C) 抽出残渣の五〇〇度乾留タール量	一〇・九	一〇・三	九・八三	九・八	一〇・五八
(A)と(B)との和	七・六五	八・五三	一〇・一九	一〇・八	九・二四
全タール量(A),(B),(C)の和	一八・六四	一八・六五	二〇・三	二〇・〇	一九・八二

参考

原炭をエーテルにて抽出せる場合のタール量

一・一八%

右抽出後五〇〇度乾留タール量

一三・三六%

計

一四・五四%

原炭を五〇〇度に乾留せる場合のタール量

一三・二一%

此結果を見るに(B)の試料粒面よりエーテルに依り抽出されしタール量は三二五度に保ちたる時間の長さに従て増加し來り二〇分目に至りて稍減少せり

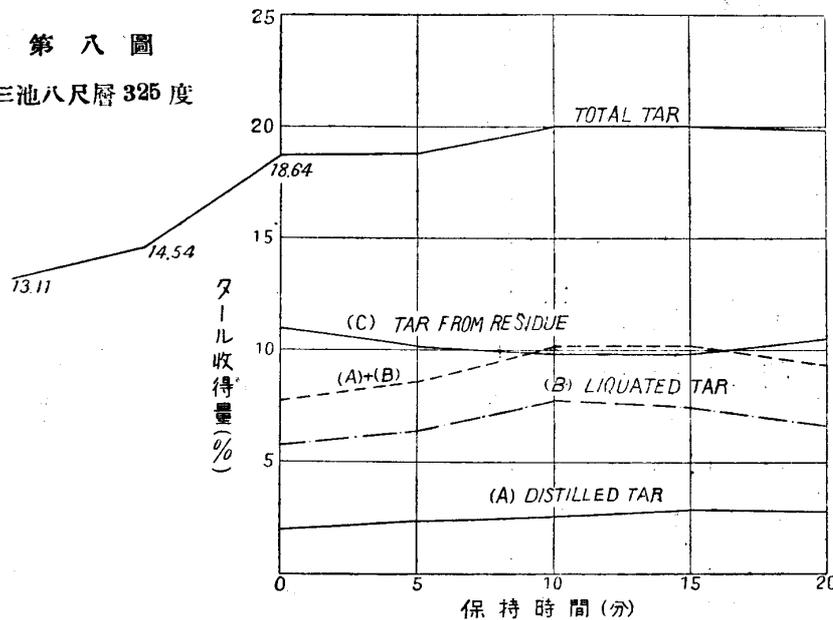
更に(A)及(B)の和を求むれば五分、一〇分と増大し來り一〇分目より略一定となり二〇分目に至りて減少す

之に相應じて(C)のタール量は時間と共に減少を來せり、結局全タール收得

量は五分と一〇分との間を境として殆んど相等し

(B)のタールは果して粒面に熔離せしものなるや或は他の原因に依れるものなるやは尙攻究を要するも此爲に既に石炭實體の性質に變化を來せるは明かにして本結果に見る如く三二五度に保持せし時間僅に五分間にして(A)及(B)のタール量は共に〇分の場合に

第八圖
三池八尺層 325度



比し著しき差異ある事實に依り加熱率の差により既に炭質に變化を來せることを證し得べく加熱率低き場合は(A)及(B)のタール多量にして爲めに膨脹性及粘結性の低下を來せるものと云ひ得べし、又加熱率低き場合にタール收得量少なる事實も(B)のタール多量にして之は粒面に存し再蒸溜せずして寧ろ分解を受くるに因るものと云ひ得べし、此の事實は(B)の量が二〇分目にて稍減少せる結果に依りても證し得

尙参考として試料を原炭のまゝエーテルにて抽出せしにタール量僅に一・一八%に過ぎず、故に(B)のタール量は明かに加熱變化に起因せるタールと云ひ得べし

尙、全タール量を見るに原炭のまゝ五〇〇度に乾留せし場合は僅に一三・一一%に過ぎざりしものエーテルにて處理せる場合は合計一四・五四%に増加し更に數階梯に分ちて處理せる場合は一八・二〇%を示せり

故に其の處理方法の差異による變化あるは勿論なりとす

四、實際作業への應用に就て

以上の所說にして正しくば骸炭製造に當り急熱の場合は徐熱の場合に比し粘結状態良好なる筈にして殊に弱粘結の場合は一層顯著に認めらるゝ筈なり

今二、三の試料を採り小規模骸炭爐を用ひ試料約五〇〇瓦を採り急熱及徐熱の二種の加熱率の下に骸炭製造試験を行ひ急熱は豫め爐温を一、〇〇〇度に保ちおきて試料を挿入せるもの、徐熱は先づ試料を爐内に入れ後二〇〇度より一分に付五度の加熱率にて乾留し八〇〇度より一、〇〇〇度迄急激に加熱せしものに就て比較するに、急熱の場合骸炭は粘結状態頗る良好なるに對し徐熱の場合は著しく惡し、此の場合に於ける試験骸炭の状態を示せば第九圖の如く、其堅牢性を比較せば第六表の如し

第六表 加熱率と骸炭の堅牢性

炭種	急熱	徐熱
夕張木層八尺	五七・〇	五〇・〇
三池八尺	三九・五	三八・〇
姪濱六尺	一三・〇	五・〇

第七回大會講演録(其二)

骸炭の性状に及ぼす加熱率の影響に就て

新村唯治

昭和五年十一月

第七回大會講演錄(其二) 骸炭の性状に及ぼす加熱率の影響に就て 新村唯治

一一九八

堅牢性は骸炭試料二〇—三〇の塊約一〇〇瓦を採り鐵製試驗臺上に一列に並べ一〇呎の鐵製重錘を一米の高さより一回墜落して骸炭試料を搗碎し、後、二分の一吋角篩にて篩別し篩上量の原量に對する百分率を以て表はせり

鞍山製鐵所に於て粘結性弱き撫順炭を主原料としてよく製鐵用骸炭を製造せるは加熱温度を高め従つて石炭の加熱率を大ならしめたること一因にして近般來發達せし狹室幅式骸炭爐の如きも從來の廣室幅式に比し加熱率速きこと明にして加熱率の差は兩者間に其骸炭性状に差異を來す一因となるものなり

總括

- 一、骸炭の生成に當り石炭の加熱率は重要な因子にして殊に骸炭の性状に及ぼす影響大なり
- 二、一般に加熱率速き石炭の膨脹性及粘結性良好なり、然して加熱率遅き程骸炭は其氣孔組織均一なり
- 三、加熱率の差に依り骸炭性状に差異ある原因を考察し併せて石炭の骸炭化機構に論及せり
- 四、加熱率の影響に就き得たる試驗結果を實際作業と相比較して考察せり

本研究に終始懇篤なる御指導を賜はりし大島所長に深謝の意を表し、本實驗に助力を致されたる野村秀雄、石川正一、渡部俊美諸氏に感謝す

(終)