

自家研究所に於ける燃料研究の現在

協同員 工學士 内 藤 游

石炭の形式分布及石炭を構成する元素及び化合物に就いては地質學者又は化學者によつて其々研究されて今日の科學となつて現はれて居るが、石炭を燃料に供する方面の科學的研究は石炭を蒸焼にして市用瓦斯を製すること及び石炭を全部瓦斯化して之れを製鐵用又は火爐用に供する發生爐瓦斯製造の方法丈けに止まり、石炭消費の上からいへば石炭を直接に燃やす方が非常の多量となつて居るに關はず、此方面の研究に至つては全く放棄されて居る傾である。英國では過般の戰爭中燃料の利用改善に着目して、凡ての石炭を一種の蒸燃法によりコークス、タール及瓦斯の三種に分離し、タール及瓦斯中に含有する貴重な副生物を採取した後で之れを燃料として供給する方法の研究に着手したが、今日迄の経過によると小規模に行うた成績を示めすに止まり未だ工業的に實施することになつて居ない。此の研究は要する處從來の如く生の石炭を使用の場所に配給して焚く方が經濟か、或は又中央の石炭處理所に集中して燃料を別々に分けて配給する方が利益なるかの問題に歸着するのである。斯の如く英國に於ける燃料技術者の頭が既に此方面に一齊に向けられたとすれば、石炭を直接に焚く方の研究は當分の處少くとも英國では一時中止と見ねばならぬ。翻つて我邦の狀勢はどうであるかといふに、市用瓦斯に向つて使用さる石炭量は石炭產出年額の百分の三に過ぎぬのみならず、此頃石炭の市價が昂騰した結果として孰れの瓦斯會社も算盤が取れずに瓦斯代の値上を歎願するといふ有様であつて、其著しき發達を望むことは暫時諦めねばならぬ。して見ると一刻も早く石炭を直接に燃やす方法につき出来る丈け研究の成績を挙げねば、染料とか硫酸安母尼亞の製造に憧憬して居る間に内國の石炭は缺乏して、英國に於ける研究法が工業となつて現る頃には之れを供する石炭がない譯になる。又我國で燃料を要する器械は殆んど此迄餘まり注意を拂はれて居ないので、謂はゞ舊式揃ひであるから燃料の經濟を計るには此等の器械即ち蒸汽汽罐の如きも今少し改良する必要があるが、今日の如く目前の利益に汲々たる經濟狀態では到底急に之れを變更する譯にゆかぬ。斯の如く燃料も貧弱であり機械も劣つて居るとすれば、之れによつて工業の利益を擧ぐるには詰まる處研究と之れに伴ふ努力より外頼むものはないのである、若し果して燃料の直接利用法につき外國に模倣するものがないとすれば、我國は我國で一種の方法を立てねばならぬ。

其方法は孰れにしても技術者の細心の注意と勉勵を要するものであつて、從來の如く焚夫の意見によつて使用石炭を定め、焚夫個々の習慣で汽罐を焚かしむる如き吞氣などは到底許されぬのである。それで私は燃料に最も直接の關係ある造船協會々員諸君に向つて私の研究の現在を披瀝して諸君の參考に供し、實行が出来ることは躊躇なく之を試みて其利害得失を審にし少しでも燃料の利用を進めたい考である。

燃料を使用するの目的は燃料を焚き之れを熱に變化することであつて、其焚燒法の適否で燃料の價值が決定さるゝのであるから、燃料の研究は焚燒法の研究に歸着する譯であるが、燃料は必ずしも燃ゆるものののみより成立つては居ない。容易に燃ゆる物質を含むものもあれば燃え難いものを含んで居るものもある。或る場合には燃料の燃焼を妨ぐるものさへ含まれて居るから、先以て其性質と行爲とを調ふる必要がある。吾々が普通に使用する薪、木炭、石炭、骸炭、無煙炭、石油、瓦斯の如き其名が異なる如く其性質も用途も種々であつて、石炭なる名稱を附けたものゝ内でも千差萬別であるから、燃料其物の研究が出来ずに焚燒法が分る道理がない。然るに現在の石炭焚燒法では諸種の石炭を一律の下に焚かんとし、其裝置は火格の間隔の差を異にする位に止まり、炭層の厚薄も裝炭の量及び回數も殆んど考へに入れてない。甚しきに至つては空氣の量も煙突の吸度も全く顧みられざる有様である。斯の如き習慣は文化發達の今日に於て誰しも容認すべき事柄ではない筈なれども、石炭の豊富に産出する間は石炭の研究は技術上の問題たる能はずして知らず識らず石炭濫用の因襲を馴致し、工場の進歩程度と石炭利用の効率とは雲泥の相違を生じ、折角發達した工業も石炭缺乏の爲め危機に瀕せんとするの形勢となつたのである。畢竟石炭に對する研究の方法が不完全であるといふことに歸せざるを得ない。今日吾々が石炭の分析に使用して居る元素分析法では何を示めて居るかといふに、元素の百分率が分る丈けで之れによつて石炭中の可燃物も石炭の精確なる熱量も計算することは出来ぬ。然らば工業分析で石炭を水分、揮發分、固定炭素及灰に分つた所で工業上の參考になるかといふに、石炭中の可燃物の重量割合さへ知ることは出来ぬ。隨て熱量を見るには分析法と全く離れた測熱法によらねばならぬので、私は是迄の石炭調節法に大なる缺陷あることを感じ、工業分析事項の第二項にある揮發物の調節に尙ほ一步を進めねばならぬと考へ、種々と苦辛の結果揮發物を稍々實際の目的に近く分析する方法を案出したのである。

諸君は石炭の工業分析表より水分揮發物固定炭素及灰に分別さるゝを見て、水分は此分析に現れたる以外には全く石炭中に存在せずと思推せらるゝならん。又揮發物を水分

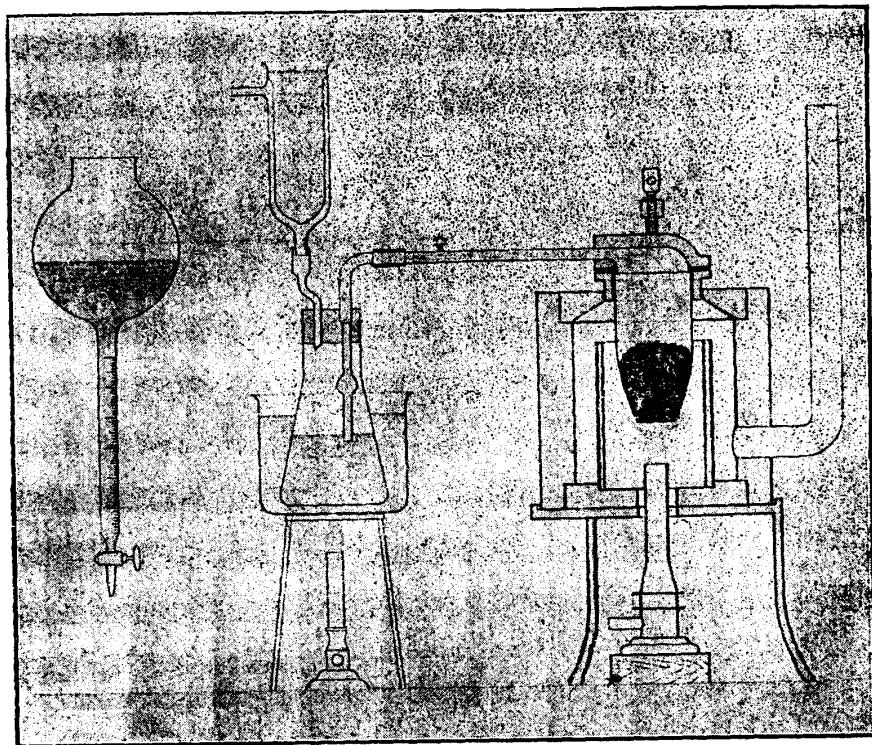
と全く別項に掲げてあるからには、此揮發物は必らず瓦斯化し得るゝ可燃物と信じて石炭の得失を考量せらるゝならん。然るに其實を申せば水分は尙ほ揮發物中に多量に存じ假令ひ揮發物より其水分を取去りても、尙ほ不燃物の著しき分量が揮發物として此中に含まれて居るのである。それで今日の石炭の工業分析では燃料の實質が不明瞭である譯であるから、此分析の結果で石炭を購入しても往々豫期に反した成績に出逢はれて、理論と實際とは一致せぬとの浩歎を發せらるゝこともありしならんと信ず。何ぞ測らん其理論として尊重されたものは其實不徹底なものであるから、豫期の結果が得らるゝ道理はないのである。

石炭の工業分析に現はるゝ水は石炭を細末に碎いた後之れを秤量して攝氏の百五度の溫度で或る時間乾燥し其減量によつて定めたものである。先以て此水は石炭に固有して居るものであるか或は又雨露によつて濕ほされたるものであるかの見當が附かぬ。尙ほ又疑しいのは石炭を細末にする爲めに乳鉢に入れて摩擦するに當り、石炭が空氣に觸れ或は又摩擦によつて生ずる熱の爲めに自然に水分が乾き、既に乾ける石炭を秤量し之れを乾かして減じた量によつて、乳鉢で碎かざる以前の石炭の含む水分と斷定することを得るかの點である。故に此の攝氏百五度の溫度を限界として石炭の水分を見ることは只便宜上に過ぎぬので、之れによつて燃料としての石炭の性質を定むるとは不適當と思はれる。又石炭の用法から考へても空氣中で自然に乾く水丈けは石炭に固有せざるものとして之れを石炭より除外することは容易であるが、石炭を百五度迄熱して水分を驅除することは到底行ふべからざる事である。寧ろ空氣中で乾燥し得る水分を以て石炭の濕氣と見る方法が適當ではないかと思ふ。又揮發物中に存在する水分、タール、瓦斯は其分量の割合により燃焼の速度を異にするものである以上は、石炭を使用する上に於て豫め其割合を知る必要があるのである。此割合を知らずして只石炭の工業上の價值を熱量の多少によつて定むるとすればそれこそ石炭使用の目的に反するものを攫む場合がないとも限らぬ。

そこで私の考案に係はる石炭調査方法は如何なるものであるかといふに石炭を全水分、瓦斯、タール、固定炭素、及灰に分離する爲めに圖の如き裝置によつて石炭を攝氏の七百度位ひの溫度にて乾餾し其成分を即座に定量するのである。

圖の右にあるのはブンゼン燈を備へた一種の火爐である。此れに石炭を容るゝ金屬製の坩堝が懸り、坩堝の上部には緊め附けらるゝ蓋が冠ぶり、蓋の一部より管が出て一定量の石油を入れた瓶の栓に連なり、其の管の先きに球を有する硝子管が挿入され、其下

第一圖



端は瓶中の石油の表面に
觸れて居る。而して瓶の
栓の他の部分に水を入れ
た硝子製の冷縮器が挿入
されて居る。瓶を受けて
居るのは湯煎鍋で、之れ
をブンゼン燈で攝氏の約
七十度に温むることにな
つて居る。圖の左のものは
液體分離漏斗で下部は
コックを備へた管とな
り、之れに一立方センチ
メートル毎に目盛をして
ある。

此装置の坩堝内に石炭百グラムを入れてブンゼン燈で其底部より熱し初め後には上部迄熱するのである。石炭は蒸し灼きされて次第に揮發物を發生し、揮發物は管を傳ひ石油面上に氣泡となつて出る。初めには無色の空氣、炭酸瓦斯、沼氣の氣泡が出て、水分が盛に出初むると瓶内に白霧が溜まる。其次きには黄色の烟が出て、硝子管には淡褐色のタールが水滴と共に降る。而して石炭が灼くるに隨ひ水蒸汽を含んだ瓦斯が盛に出て次第に其噴出量が減り最後には殆んど氣泡がなくなる。瓶中の石油は初めは透明であつたものがタールを溶した爲め暗褐色に變し、凝縮した水は石油の下層に溜まり、石油中に落ちない水分及揮發物は一度冷縮器に達し、冷却されて石油中を落下して水層に合す。斯の如くすれば冷縮器を通ほつて逃げるものは常溫では凝縮しない瓦斯であつて、石油中に溶けたものはタールである。そこで瓶内の液體を分離漏斗に移すと石油内に分離した水丈けは漏斗の下部に溜まる。其量は目盛で分かる。瓶の中に入れた石油の分量が分つて居れば石油の重量が殖えた丈けはタールである。そこで坩堝内に殘留するコークスを秤ると水、タール、コークスの目方が知れる。之れを試料の目方より減けば其殘量は瓦斯である。斯て得た諸成分の目方は精密ではないが、若し精密に表はす必要があれば石油中に乳狀となつて混和して居る水分をも檢することが出来る。又瓦斯中に飽和する水

蒸氣の量を知ること出来る、兎に角普通の工業分析では試料の量〇、五乃至一、〇グラムの少量なるに對し此場合では百グラムの試料につき驗するのであるから、假令ひ雜用天秤で量つても其量の割合は正確なる譯である。

此裝置が出来上つたから内地主要の石炭の揮發物中の可燃物が如何なる割合になつて居るかを見る爲めに、諸炭坑に向つて石炭試料の供給を仰いた處ろ、幸ひに私の願が嘉納されて試料の數四十七種の多きに達した。そこで先以て從來の工業分析法によりて水分、揮發物、固定炭素、灰及硫黃の五項につき分析を行ひ、其々ボムプによつて熱量を調べ、一方には同種の試料を私の裝置によつて分析を行ひ、工業分析の揮發物に相當するものを化合物(攝氏百五度以上にて出づる水)、タール、瓦斯の三種に分けた成績が次表の通りである。

第 一 表 の 一

	炭 名	化 合 水	タール	瓦 斯	固定炭素	硫 黃
筑 豊 之 部	總 田	4.99	20.39	20.81	53.81	0.55
	方 城	8.17	13.14	19.97	58.72	0.43
	大 之 浦	4.60	16.94	20.41	58.05	0.29
	大 辻	10.46	11.47	21.02	57.05	0.93
	金 田	6.74	11.36	22.56	59.34	0.46
	芳 雄 三 尺	7.91	21.92	17.88	52.29	4.86
	吉 隈 八 尺	7.25	20.17	19.29	53.29	0.71
	赤 坂 八 尺	9.84	17.22	17.37	55.57	0.72
	上山田一坑二尺	4.95	17.26	19.53	58.26	2.78
	〃 一坑七尺	4.63	12.80	14.21	68.36	1.86
	〃 一坑六尺	6.72	13.54	19.96	59.78	0.59
	〃 二坑八尺	5.63	14.90	20.35	59.12	0.46
	〃 二坑下五尺	5.19	13.67	18.68	62.46	0.85
	〃 二坑上五尺	6.13	18.00	19.03	56.84	0.65
	峰 地	5.11	17.95	17.46	59.48	0.44
	大 峯	7.57	16.29	19.41	56.73	0.41
	本 洞 一 坑	5.65	19.04	18.96	56.35	0.41
	本 洞 二 坑	6.12	19.27	15.91	58.70	0.37
	伊 田 八 尺	11.33	18.69	18.76	51.22	0.38
	田 川 三 尺	7.63	16.13	21.49	54.75	0.83
	田 川 四 尺	9.28	11.22	28.37	51.13	0.41
	田 川 八 尺	8.37	12.67	20.91	51.15	4.76
	新 入	9.12	12.07	21.72	57.09	0.43
	明 治	6.85	14.17	23.79	55.19	0.64
	豊 國	9.77	10.53	24.77	54.93	0.83

第一 表 の 二

	炭 名	化 合 水	タ ー ル	瓦 斯	固定炭素	硫 黄
佐賀 筑後 長崎 常磐 北海道	多 久	6.82	19.27	24.84	49.07	4.76
	高 田	11.87	13.82	21.37	52.94	4.24
	赤 地	9.46	12.75	21.16	56.63	0.49
	山 野 本 坑	9.79	10.54	25.02	54.65	0.50
	山 野 三 坑	10.73	14.00	18.85	56.42	1.63
	山 野 四 坑	8.47	16.85	20.00	54.68	0.75
	岩 屋	5.71	15.65	19.96	58.68	0.56
	芳 谷	4.05	15.59	22.81	57.55	0.54
	相 知	4.47	21.70	21.60	52.23	1.62
	三 池 の 一	5.46	12.13	23.96	58.45	0.90
	三 池 の 二	6.60	18.19	16.89	58.32	3.70
	崎 戸	5.51	14.21	21.66	58.62	3.26
	松 島 洗 粉	5.93	17.19	26.63	56.25	2.18
	松 島 洗 中 塊	5.46	15.66	23.11	55.77	1.55
	茨 城 無 煙	11.99	11.99	28.71	50.31	0.46
	湯 本 之 一	6.36	18.47	29.41	45.76	0.79
	湯 本 之 二	9.03	18.80	19.30	52.81	1.32
	入 山	10.96	20.57	24.30	44.17	0.41
	新 夕 張	4.65	21.08	17.44	56.83	0.35
	登 川	7.53	13.55	23.59	55.33	0.42
	砂 川	5.17	16.06	20.18	58.59	0.67
	美 唄	7.24	17.76	24.32	50.68	0.55

此表中普通の水分と灰とを省いた譯は、之れ迄表はすと石炭の市價比較の標準になつて、供給者に迷惑をかける恐があるから、唯單に石炭主成分を表はすに止めた譯である。

右の表によると揮發物中には可燃物以外に石炭と化合して居る水分が可なり多量に含まれて居ることが分る。多きは百分の約十二少きも百分の四を下らぬ、然るに此化合物が石炭によりて其量を異にする事實は石炭の燃燒につき必らず何にかの影響を及ぼすべきものであつて、可燃物との割合に於て燃燒上最も都合よき點がなければならぬと思ふ。之れは尙ほ今後に於ける研究上の重要なる事柄として注意を惹くに止めて置く。

從來の工業分析表に表はるる揮發物を更に分析するに止まつて居るが、前にも述べた如く攝氏の百五度迄乾燥した水を石炭に浸潤したものと見るとは研究上に都合の悪いと

になる、之れは如何なる事かと云へば、石炭を攝氏の百度近くに熱すると石炭は熱の影響を受けて水を蒸發すると同時に炭酸瓦斯及沼氣を發生するから、石炭の實質を窺ふ上に於て正當な試料を得ることが困難である、故に空氣中にて一定時間内に乾燥する水を石炭に浸潤したものと見做す方が實際に近い試料を得ることになる。勿論空氣の湿度は氣候により又は土地によつて異なるものであつて、單に空氣中に乾燥するというただけでは何等標準が定まらぬやうに見ゆれども、燃料は其使用する處で檢すべきものである

第 二 表 1
同 種 石 炭 調 査 成 績 比 較 表

炭 名	全水分	可乾水分	瓦 斯	ター ー	固定炭素	灰	可燃物	不燃物	熱 量 カロリ	石灰性狀
相知炭 {精選	12.19	(5.50)	9.14	17.06	45.50	16.11	71.70	28.30	6035	粘 結
	8.75	(1.50)	10.75	14.50	39.00	27.00	64.25	35.75	5440	弱粘結
	7.00		13.50	15.50	49.00	15.00	38.00	22.00	8786	粘 結
東 西 峯地炭 {粉	10.40	(1.00)	10.60	10.50	41.50	27.00	62.60	37.40	5250	粘 結
	17.12	(1.50)	13.88	7.50	44.50	17.00	65.88	34.12	5533	不粘結
	14.47	(1.00)	12.53	10.00	47.00	16.00	69.53	30.47	5865	弱粘結
	10.10		14.40	10.50	43.00	22.00	67.90	32.10	6111	同
	9.91	(1.50)	11.09	13.00	50.00	16.00	74.06	25.91	6290	粘 結
筑前炭 {切込	16.34	(4.50)	9.16	10.50	37.00	27.00	56.66	43.34	4813	不粘結
	11.29	(4.50)	11.71	9.00	35.00	33.00	55.71	44.29	4734	弱粘結
	9.40		11.60	10.00	37.00	32.00	58.60	41.40	5068	同
豐國炭 {粉	10.44	(1.50)	12.06	13.50	47.00	17.00	72.56	27.44	6120	弱粘結
	10.92	(1.30)	12.08	10.00	51.00	16.00	73.08	26.92	6212	同
	10.97	(1.00)	12.53	13.50	47.00	16.00	73.03	26.07	6424	同
新手炭 {切込	11.78	(2.20)	10.22	12.50	44.50	21.00	67.22	32.78	5714	不粘粘
	13.88	(4.00)	13.12	8.00	44.00	21.00	65.12	34.88	5525	弱粘結
大谷炭 {粉	9.54	(1.50)	12.50	14.46	38.50	25.00	65.46	34.54	5525	同
	8.0		13.50	16.00	42.50	20.00	72.00	28.00	6055	同
大熊炭 {切込	15.50	(3.00)	13.50	13.00	38.00	20.00	64.50	35.50	5376	不粘結
	11.34	(2.20)	9.16	11.00	48.50	20.00	68.66	31.34	5667	同
三地炭 {粉	5.04	(2.00)	14.46	14.50	51.00	15.00	79.96	20.04	6791	粘 結
	5.04		14.46	16.50	44.00	20.00	74.96	20.04	6791	強粘結
	6.10		15.40	14.00	44.50	20.00	73.90	26.10	6355	同
越田炭 {同	11.82	(4.00)	21.6	9.50	51.00	15.00	73.18	26.82	6205	強粘結
	9.80	(2.00)	8.67	12.50	45.00	24.03	66.17	33.83	9759	粘 結
	8.93	(2.00)	11.57	7.50	42.00	30.00	61.07	38.93	5496	強粘結
笹栗炭 {塊	6.53		9.47	10.50	55.50	18.00	75.74	24.53	6603	同
	6.95		12.05	18.00	55.50	7.50	85.55	14.45	7699	粘 結

名積は試料提供者の通知に依るものなり。

第 二 表 2

同種石炭調査成績比較表

炭名	全水分	可乾水分	瓦 斯	タール	固定炭素	灰	可燃物	不燃物	熱 量 カロリー	石炭性狀	
天之浦炭	鑄切込	7.38	(3.50)	12.62	16.00	46.00	18.00	74.62	25.38	6290	粘 結
	同 甲	3.50		5.80	22.70	48.00	20.00	76.50	23.50	7038	弱 粘 結
	粉	8.11		16.39	11.50	44.00	20.00	71.89	28.11	6255	同
	塊	9.08		15.42	15.50	42.00	18.00	72.92	27.08	6502	同
	三尺塊	9.90		9.60	13.50	49.00	18.00	72.10	27.90	6705	同
	同	6.00		14.50	15.00	49.50	15.00	79.00	21.00	7189	同
赤坂炭	切込	8.34	(0.50)	9.16	14.50	49.00	19.00	72.66	27.34	6120	粘 結
		9.40	(4.50)	11.60	14.00	39.00	26.00	64.60	35.40	5426	弱 粘 結
	水洗粉	9.86		9.64	13.50	45.00	22.00	68.14	31.86	5997	同
高江炭	粉	11.41	(0.50)	11.09	13.50	46.00	18.00	70.59	29.41	6164	不 粘 結
	塊	9.95		12.05	17.00	46.00	15.00	75.05	24.95	6600	同
		9.87		10.13	12.50	42.50	25.00	65.13	34.87	5861	同
伊田炭	粉	11.07		15.43	14.50	43.00	16.00	72.93	27.07	5878	同
	塊	8.93		11.57	14.00	40.50	25.00	66.07	33.93	5946	同
	同	10.97		12.53	14.50	46.00	16.00	73.03	26.97	5886	弱 粘 結
飯塚炭	三尺	7.07		15.43	11.50	56.00	10.00	82.93	17.07	7215	粘 結
		33.10		15.90	7.00	36.50	7.50	59.40	40.60	4158	不 粘 結
	亞炭 A	31.04		14.46	6.00	28.50	20.00	48.96	51.04		同
高知炭	同 B	31.40		25.60	5.50	27.50	10.00	58.60	41.40		同
	同 C	35.15		17.35	9.50	28.00	10.00	54.85	45.15		同
	同 D	35.00		13.50	12.50	36.50	2.50	62.50	37.50		同
	同	32.73		6.27	7.50	28.50	25.00	42.27	57.73	3381	同
田原炭	塊	10.91		11.09	17.00	51.00	10.00	79.09	20.91	7118	粘 結
	粉	8.89		10.61	18.00	47.50	15.00	76.11	23.89	6849	同
大庭炭	同	7.78		7.72	12.50	47.00	25.00	67.22	32.78	5748	弱 粘 結
		8.78		7.72	7.50	41.00	35.00	56.22	43.78	4722	不 粘 結
中ノ島炭	粉	6.97		12.53	14.50	48.50	17.50	75.53	24.47	6722	弱 粘 結
	三尺粉	11.45		12.05	12.50	46.00	18.00	70.55	29.45	6349	不 粘 結

名稱は試料提供者の通知に依るものなり。

からには其土地氣候の狀況によつて其價值が生ずる譯である。水分以外の可燃物にしても印度で買ひ入れた石炭を我國に來てから分析して見ると必らず其の差違を發見するので水分問題と揮發物の價值を使用する處で決定する外致し方がないのである。それで私の石炭試験法では實際の目的に近く石炭の調べをする爲めに、第二表に示す如く水を可乾水分(空氣中にて乾かし得る濕氣)及び水分(可乾水分以外の水分)の二種に區分してこ

水分を合せたものを全水分となし次ぎに瓦斯、タール、固定酸素、灰の諸項に分類したのである。斯の如く石炭の成分を分けて見ると之れによつて熱量を算出するとも出来るのである。タールは諸種のものを調べた結果九五〇〇カロリーと定め、固定炭素は八一〇〇として其成分の百分率に變ずることが出来る。只瓦斯の熱量が蒸焼きの溫度によつて種々に變ずると同時に可乾水分以外の水分の多少によつて其品質を異にし熱量も變はるのである。依て諸種の石炭につき其熱量を検した結果左の如き公式を案出したのである。

$$\begin{aligned}
 \text{有烟炭の熱量} &= \frac{(8100 \times \text{固定炭素の百分率}) + (9500 \times \text{タール百分率})}{100} \\
 &+ \frac{\{10000 \times \left(\frac{100 - \text{水分百分率}}{100}\right) \times \text{瓦斯百分率}\}}{100} \\
 \text{無烟炭の熱量} &= \frac{(8100 \times \text{固定炭素の百分率}) + (9500 \times \text{タール百分率})}{100} \\
 &+ \frac{\{16000 \times \left(\frac{100 - \text{水分百分率}}{100}\right) \times \text{瓦斯百分率}\}}{100}
 \end{aligned}$$

之によつて算出した熱量をポンプにてやつた成績と比較すると百分の二以上の差はないので、ポンプで検したものとトムソンでやつた差よりも餘程少くなるのである。ポンプとトムソンが其熱量を異にしても并用されて居れば、之れよりも一層差の少ないものは一般の承認を受けらるべき筈である。

斯の如く我田引水の説を吐くと、造船協會の講演を利用して私の考案品の廣告をやるとの批評を受くるかも知れんが、若し世界の學術界に石炭中の揮發物の内譯を定量的に示めす機械が出来て居れば、此機械を破壊しても差支はない。然るに昨日到着した外國雑誌の石炭の分析表に曖昧極まる揮發物を其儘掲げてある處を見ると、此の目的に協ふ機械がないと斷言して差支はあるまい。此機械は既に我國の特許を得たから英米佛の三國に向つて特許請求中である、若し此機械が外國で承認されずとすれば、外國に向つて、恥を曝らさぬ前に内地で止を刺して戴きたいのである。斯かることを申すとそんな主張は造船協會の講演には不似合である。寧ろ化學仲間の會に持出す方が有效であるとの説もあらんが、私は學術と實驗の間に渡るべき橋を架ける役目に當つて居る積だから時節柄最も燃料に利害を有せらるゝ造船協會員諸君に向つて特に此事を申すのである。此機械は一種の化學的の道具に過ぎぬ、これより追々と此機械を提げて蒸氣汽罐の焔道の内に這ひ込むのである。

此機械装置により兎に角石炭より發生する揮發物の内譯が出来るのであるから、石炭

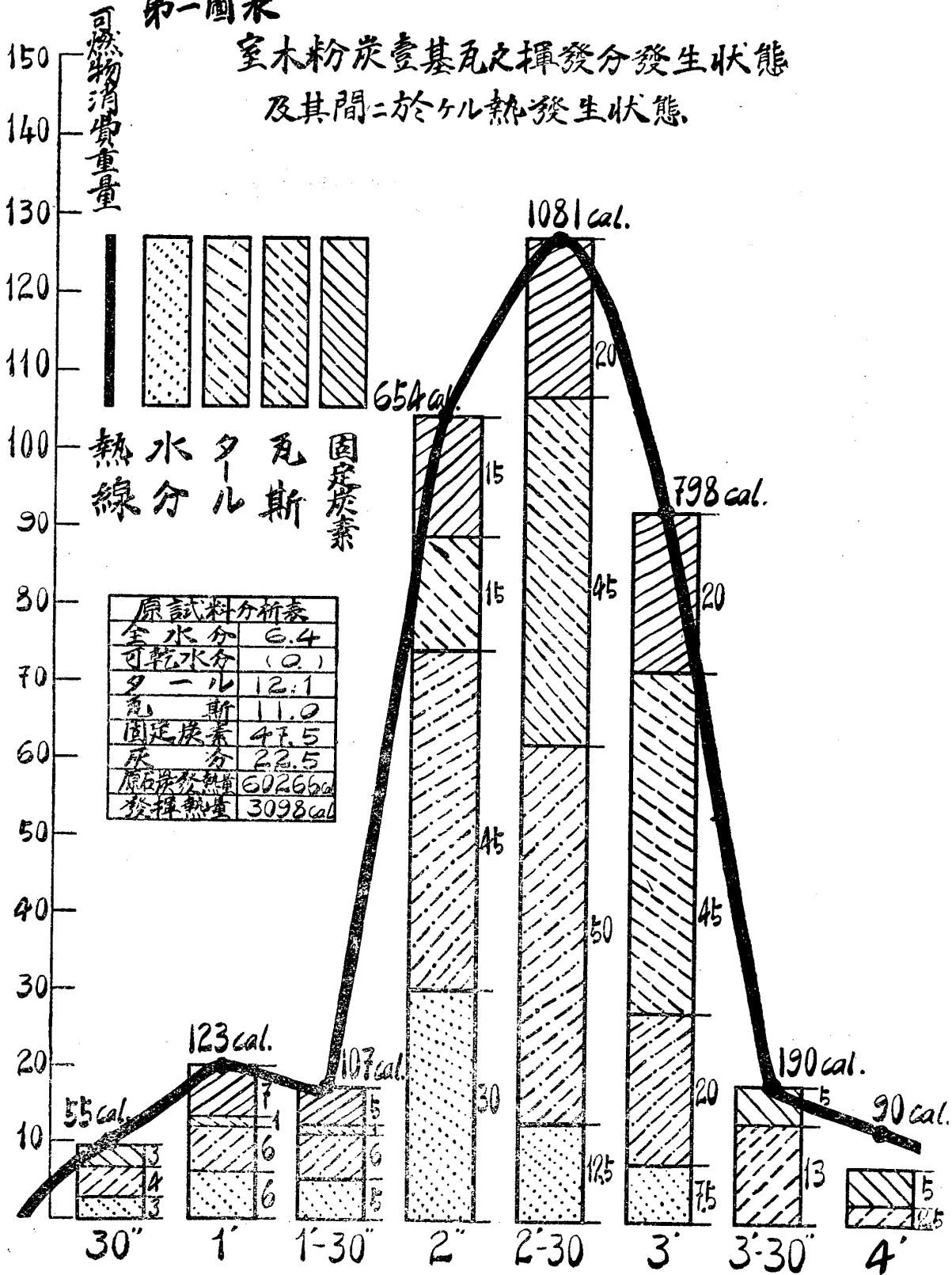
を火格上に裝入した後で發生する揮發物が時間に對して如何なる割合に如何なる可燃物として出て居るかを確むる爲めに、種々と實驗を行ひ左の如き圖表を畫いて見たのである。此の實驗を行ふには豫め同一石炭の試料を造り其百グラムを數個の火格を有する金枠内に入れて、火爐の火格上に木炭又は無烟炭の火層を作り、此上に以上の試料を乗せて燃焼せしめ、甲の試料は三十秒乙の試料は一分丙の試料は一分三十秒と三十秒毎に之を取出し、遂に揮發物が發生を終る迄試料を取出し、各の試料を分析して、三十秒毎に石炭が如何なる變化を呈するかを見て、各分劃時に於ける各試料の成分の差を求め、之れにより其分劃時に於ける消費量を掲げ、其消費に對する熱量を計算して熱量線を畫き、左の三種の圖表を得た。第一は室木粉炭第二は相知粉炭第三は大谷粉炭の揮發分發生狀態を示して居る。此の表によると揮發物の發生は時々刻々其成分并に量に於て其額を異にし、孰れの時にか其發生の絶頂がある。又三種の圖表を比較して見ると其絶頂點が右により又は左によつて居る。之れは確かに石炭其物の比熱の差により熱吸収を異にするに原因して居る。第三圖表の如き其頂線が水平に近くなるのは比熱の外に石炭の粘氣が揮發物の發生を制限して居るものと考へらる。若し十分の餘暇を有して完全なる裝置により諸種の石炭につき此圖表を作つたら其變化千種萬別を呈するであらう。但し斯の如き細まかしきことは國立燃料研究所當りてやるべき仕事で、私は石炭の燃焼につき斯の如き變化があるといふことを紹介する丈けに止め、一刻も早く石炭焚燒の實驗に向つて進みたいのである。

扱て此熱量線は如何なることを吾々に教へて居るかと云ふに石炭を火格上に裝入すると斯の如き狀態で揮發物を發生するので、此揮發物の量に相當して空氣を與へねば可燃物の多量が其儘煙突に逃げ去るといふことが分る、それで今日の石炭焚燒に於ける如く空氣量を一定し置いて燃料の經濟を計るには、一回の石炭裝入量及其時間を適當に撰び、裝入石炭の熱山間の谷を可成低めぬやうに裝炭せねばならぬことになる。但し果して此實行が出来るかどうか、若し少量の石炭を度數多く裝入する必要があるならば、今日の如く裝入口扉の開閉なしに常に明け放して焚かねばならぬ。この事も果して實行が出来るかどうか、此表を見た計りで燃料焚燒に對する種々の考が諸君の胸中に横溢するであらう。

私は考へる、事の實行は其々順序と行程があるので、石炭の行爲が分つても直ちに之れに向つて適當の方法が立ちかねる。それで今日の焚燒の遣り方は其儘にし、只火格上に石炭の撒布法を一定するとに努め、壓搾空氣を用ひ其量を瓣の開度によつて加減する

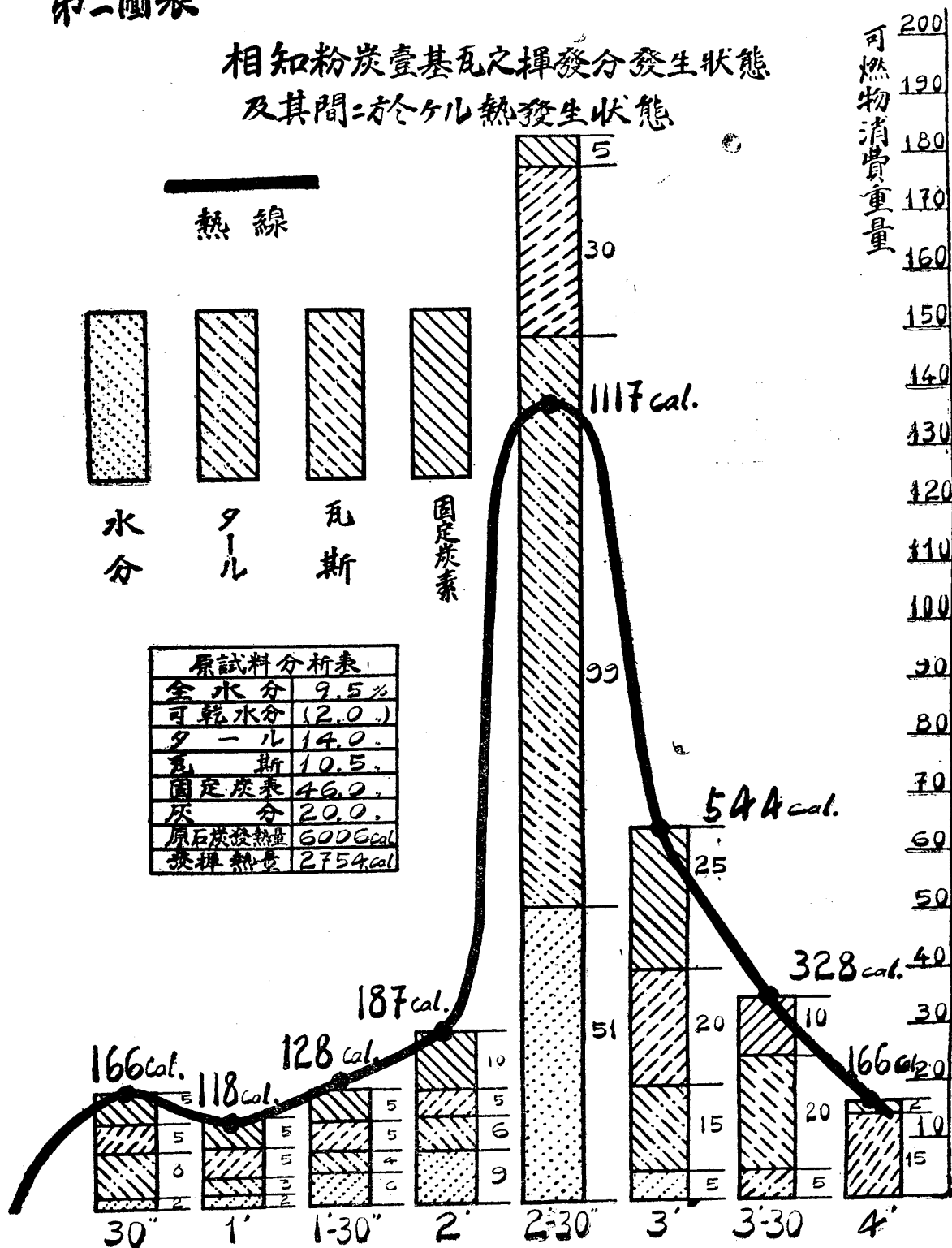
第一圖表

室木粉炭壹基瓦之揮發分發生狀態
及其間ニ於ケル熱發生狀態



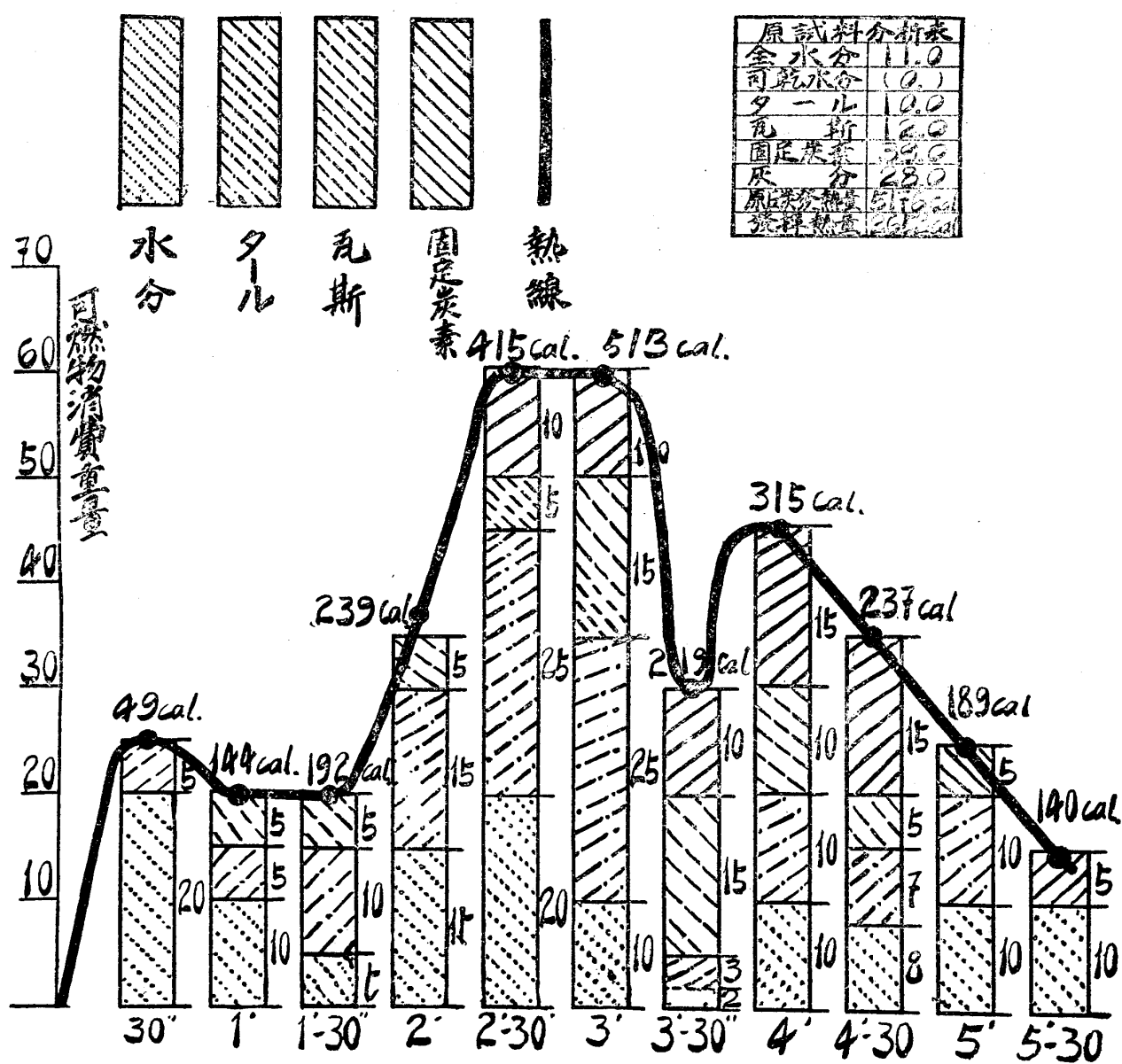
第二圖表

相知粉炭壹基瓦之揮發分發生狀態
及其間ニ於ケル熱發生狀態



第三圖表

大谷粉炭壹基瓦之揮發分發生
狀態及其間之於熱發生狀態



事とし、石炭の揮發物發生に相當さして空氣を送つて見たいとの決心の下に、大阪のある特志家の所有せるコーニシユ汽罐に向つて此裝置を取附け中である。又此序でに實驗を期して居ることは、コーニシユ汽罐の火橋後の焰道内を耐火煉瓦で巻き、焰の燃え切らぬ前に其熱を可成汽罐に吸収せしめずして、燃えた後で汽罐の外部に當て、其効果を見んとするものである。此方法は餘り突飛であつて迎も諸君の賛成を得かぬと思ふが、汽罐内の水と焰の溫度は華氏の二千五百度以上の差があるので焰が焰道内を通過する間に輻射對流により多量の熱を汽罐にとられて溫度が低落する、其結果として焰中の可燃物が消えずに煙突に逃げる、そこで此實驗により熱發生と熱供給を汽罐内の別々の部分で専門的にやらせて見んとするに過ぎぬ。此の實驗で焰道内を耐火煉瓦で巻くことは其部分丈け傳熱面を損する譯だから、汽罐の効率を減ずるとの意見も出るならんも、傳熱面は何度の溫度の瓦斯が觸れる處としてあるかと尋ねると之れに對する正確の答はない。して見ると低き溫度の瓦斯を廣き傳熱面に觸れしむるより高き溫度の瓦斯を狭き傳熱面に觸れしめた方が効果がよく出るかも知れん。今日の問題は如何なる方法によつて燃料を高き溫度の熱に變ずるかであつて、一旦發生した熱を利用するの問題は機械的に解決することが出来るのである。

此實驗については多少の費用も入り、又汽罐所有者にも少からぬ迷惑を掛ける譯であるから、机上の實驗とは其覺悟を異にするもので、汽罐所有者の許諾を経て實驗を公開し其成績の善惡如何に關はらず報告の義務があるものである。目下種々準備中であるから來る十二月中には實驗に着手することが出来ると思ふ。此實驗の成否は今日一般に船舶用に使用さるスコッチ汽罐の焰道内の石炭焚燒に重大なる關係を有するものと信ぜらるゝので、何にか成績の見るべきものがあつたならば、其報告を造船協會に向つて提出するの考へである。

討 論

○會長代理(今岡純一郎君) ちよつと會長が居られませぬから私が代理いたします。内藤君から我々の工場若くは船舶に使ひまする燃焼機と密接の關係ある石炭の御話で先刻の鹽谷さんの御演説と共に御質問なり御批評なりが御有りになれば御一緒に願ひたいと思ひます。

○斯波忠三郎君 内藤さんにちよつと伺ひますが其ダイアグラムでございしますが、十スクエアヒートのグレートに一キログラムの石炭を御入になつて焚くのですか。

○内藤游君 さうでございます。

○斯波忠三郎君 さうしてあの燃えて居る所に入れるのですか。

○内藤游君 是は揮發分の量と揮發分の時間に對しての消費量それを見るのであります。

○斯波忠三郎君 さうして入れた石炭の揮發分はどうして居りますか。

○内藤游君 是は一キログラムで計算しましたのでありますが、皆百グラムのサンプルになつて居ります、約テンスクエアヒートのグレートを有つた枠の金物に百グラムを入れる、其サンプルを十ならば十拵へて、三十秒入れたもの、一分入れたもの、一分三十秒入れたものと次第々々に出して參ります。

○斯波忠三郎君 シャベルで掬つて入れると云ふ譯ではないのですか。

○内藤游君 さうではありませぬ、さうして枠に入れたものを出して來ます。

○斯波忠三郎君 揮發分に立つて仕舞ひはしませぬか。

○内藤游君 四分間までに……四分間經つと初めて揮發分は無くなつて仕舞ひます。

○斯波忠三郎君 最初に石炭の揮發分を量つて置くのですか。

○内藤游君 さうです、それは無論量つて置きます、原石炭の有様はどう云ふ有様であるか、さうしてサンプルを置いて分析します、今度消費した方はサンプルの石炭の中に残つて居る揮發分があります、さうすると其差が消費したものになります。

○斯波忠三郎君 それに付て伺ひたいことがありますが、今日は止めます。

○會長代理(今岡純一郎君) それでは今日は時間が迫つて居りますから、會誌の上で御質問なり御意見なりを御出し下さるやうに願ひます。就ては内藤君の有益なる御講演に對して、感謝の意を表する爲に拍手を願ひます。

〔一同拍手〕