

國產無煙炭의 炭質에 關한 考察

湖南肥料 羅州肥料工場

李 啓 水 · 丁 炳 璿

(1965. 2. 6 受理)

A Study on the Quality of Korean Anthracites.

by

Kae Soo Lee and Byung Sun Chung

Ho Nam Fertilizer Co. Ltd.

(Received Feb. 6, 1965)

Abstract

In an effort to make a comprehensive investigation of the quality of the Korean anthracite various analysis-proximate analysis, ultimate analysis, and other analysis of the samples picked up from some 40 collieries were conducted.

It was found that the quality of the Korean anthracite was in ferion in general with the graphitic property by half. The important ingredient of Korean anthracite is as follows: Moisture: 4~7%, Ash: 20~30%, Volatile matter: 3~5%, Sulfur: 0.2~0.5%, Carbon: 62~73%, Hydrogen: 0.3~1.0%, Nitrogen: 0.2~0.5%, Oxygen: 2.0~4.0%, Calorific value: 5,200~6,100 cal/g.

要 約

韓國에서 産出되는 無煙炭의 炭質을 綜合的으로 調査하기 爲하여 約 40 個所의 炭鑛에서 試料를 採取하여 工業分析, 元素分析, 其他 特殊分析을 하여 檢討 하였다.

이 結果에 依하면 國產無煙炭은 一般的으로 低質炭에 屬하며 其中 約 半은 黑鉛性을 가지고 있었으며 國產無煙炭의 主要成分의 範圍는 다음과 같았다. 水分: 4~7%, 灰分: 20~30%, 揮發分: 3~5%, 硫黃分: 0.2~0.5%, 炭素: 62~73%, 水素: 0.3~1.0%, 窒素: 0.2~0.5%, 酸素: 2.0~4.0%, 發熱量: 5,200~6,100 cal/g.

하여 工業分析, 元素分析 外의 特殊分析을 하여 國產無煙炭의 炭質을 檢討하였다.

緒 論

石炭은 古代植物의 天然炭化作用에 의하여 生成된 것으로서 炭化作用의 進行程度에 따라 여러가지 복잡한 化合物의 混合物로 되어있다. 특히 우리나라에서 産出되는 無煙炭은 大部分 燃料만으로 使用되어 오던 중 最近에는 國產無煙炭을 主原料로 하는 羅州肥料工場이 竣工되어 正常稼働됨에 따라 비로소 化學工業에서 脚光을 받게된 셈이다. 그러므로 우리나라의 無煙炭의 炭質을 調査하기 위하여 그間 收集된 試料 40餘種에 대

實 驗 및 裝 置

工業分析은 DIN(獨逸工業規格) 51701, 51702, 51704, 51708, 51718, 51719, 51720, 51722, 51724 에 의했고 元素分析 역시 DIN 51721 에 의했으며 燃燒管(combustion tube)은 Fig.1 에 나타낸 바와 같이 充塲하였으며 酸化層의 溫度는 900°C 로 調節하였다.

또한 灰熔融過程(ash fusibility)은 DIN 51730 에 의

한 heating microscope(W. Feddler Laboratoriumsbedarf Essen, Germany)를 使用하였고 flow sheet는 Fig. 2와 같으며 그 操作法을 簡單히 紹介하던 다음과 같다.

DIN 51719 에 의해서 만들어진 試料의 灰分을 sieve No. 250 으로 通過시켜 이 試料中에서 約 0.3g를 취하여 높이 3mm 지름 2mm의 크기로 成型시킨다음 이 試料를 furnace의 中心部에 넣고 천천히 加熱하기 시작한다. 이 작은 試料는 그 앞에 裝置되어 있는 擴大鏡과 反射鏡에 의해서 直接 肉眼으로 試料의 變化程度

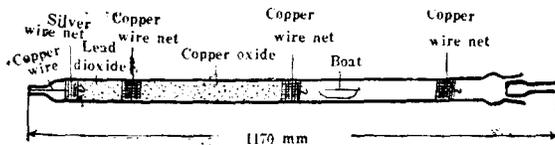


Fig. 1 Combustion tube.

를 볼 수 있으며 溫度가 上昇함에 따라 試料의 모양이 變形될 때는 camera에 의해서 그 溫度에서의 變化된 狀態를 撮影할 수 있다. (Fig. 4 露照)

다음으로 粉碎指數(Hardgrove Grindability Index)는 Fisher會社의 hardgrove grindability tester를 使用하였다. 이 粉碎指數는 100을 基準으로 하고 있으며,

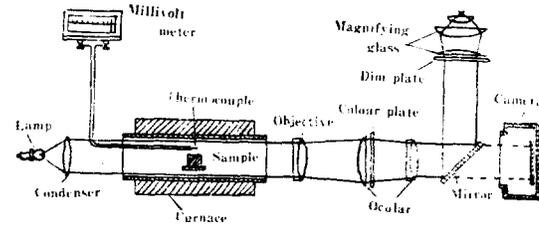


Fig. 2 Flow sheet for heating microscope.

Table I Proximate Analysis and Grindability Index of Korean Anthracites.

No.	Sample	Proximate Analysis					Grindability Index (Hardgrove)	Color test of graphitic acid
		Moist. (%)	Ash. (%)	V. M. (%)	F. C. (%)	C. V. (cal/g)		
1	Hwasoon	4.05	28.05	4.20	63.70	5395	95	Yellowish Green
2	Chang sung	5.09	18.43	3.40	73.05	6480	40	Brown
3	Bong Myung	3.58	13.78	5.50	77.14	6375	70	Green
4	Bong Yang	3.04	16.32	5.45	75.19	6070	54	Bright Green
5	Hamtae	3.96	25.41	4.62	66.01	6129	61	Brownish Green
6	Sinmyung	6.00	25.64	2.64	65.72	5994	47	"
7	Un sung(A)	4.07	19.92	3.14	72.85	6446	75	Reddish Brown
8	Un sung(B)	3.61	27.61	3.25	65.53	5805	70	"
9	Boo lim	11.54	17.22	3.88	67.36	6124	108	Black Green
10	lee yang	4.93	21.95	3.08	70.04	5902	146	"
11	Woon san	5.72	31.77	2.84	59.67	5237	75	Brownish Green
12	Koo chul	6.10	27.04	3.16	63.70	5545	58	"
13	Sam jung(5)	4.18	20.45	3.85	71.52	6187	156	Brown
14	Sam jung(6)	4.56	18.67	3.89	72.88	6327	133	"
15	Dae pung	5.02	44.59	3.57	46.82	4184	62	Brownish Green
16	Dong won(A)	5.87	20.75	3.30	70.08	6180	93	Brown
17	Dong won(B)	3.49	10.78	3.10	82.63	7040	47	"
18	Poong jun	3.05	13.79	3.21	79.95	6617	55	Brownish Green
19	Hampung(1)	6.66	28.25	3.69	62.00	5492	132	"
20	Hampung(2)	5.48	25.69	3.82	65.01	5665	163	Brown
21	Ham won	3.45	24.81	4.49	67.25	6219	53	Green
22	Sanan	2.54	9.81	7.54	80.11	6503	67	"
23	Hwang gee	4.26	19.73	3.41	72.60	6330	51	Brownish Green
24	Uerlyong(A)	4.89	29.81	3.22	62.08	5485	131	Greenish Brown
25	Uerlyong(B)	4.50	19.23	3.37	72.91	6134	115	Brown
26	Choo jun	6.81	16.19	3.98	73.02	6166	133	Brownish Green
27	Hyu lam	6.10	16.91	3.74	73.25	6412	58	Bright Green
28	Bong duk	3.82	26.92	1.88	67.38	5831	139	Brownish Green
29	Borim	9.93	14.97	3.19	71.91	6740	60	Black Green
30	Sung joo (1)	6.25	18.33	1.89	73.62	6149	75	Yellowish Green
31	Sung joo (2)	5.95	44.90	4.15	45.00	4229	119	"
32	Sung joo (3)	6.54	27.06	2.48	63.92	5705	77	Brown
33	Jang hung boo jo	3.94	20.31	2.02	73.73	6596	100	Brownish Green

試驗方法은 sieve No. 16을 通過하고 sieve No. 30에 걸린 試料 50g을 지름 1 inch의 8個의 鐵球가 든 容器에 넣고서 粉碎한 다음 sieve No. 200으로 篩分하여 通過한 것의 무게, Wg을 求하고 다음 式에 의해서 粉碎指數(G.I.)를 計算한다.

$$G.I. = 13 + 6.93 \cdot W$$

實驗結果 및 考察

Table I의 第1項에서 알 수 있는 바와 같이 水分은 3~7%의 範圍에 있으며 第2項에서 알 수 있는 바와 같이 各 試料의 灰分은 그 差가 甚하나 이는 各 炭層의 原炭의 炭質에도 影響이 있었으나 主로 選炭方法에 基因한 것으로도 考慮된다. 揮發分(volatile matter)은 炭化의 進行과 더불어 減少하므로 國產無煙炭의 揮發分은 3~5%의 적은 範圍에 있음을 알 수 있으나 試料 22番은 7.54%로서 가장 많은 含量이었다. 固定炭素含量(fixed carbon)은 Fig. 3에서 쉽게 알 수 있는 바

와 같이 固定炭素含量과 灰分은 反比例하며 固定炭素含量과 發熱量은 比例의 關係가 있으나 黑鉛性과 炭化作用의 進行程度에 따라 多少 벗어남을 알 수 있다.

Table II에 있는 바와 같이 元析分析에 依한 炭素含量을 工業分析에 依한 固定炭素含量과 比較하여 볼때 그 差가 2% 以下임을 確認하였으며 水素含量은 試料 2番을 除外하고는 1% 以下이며 窒素含量은 試料 9番을 除外하고는 0.6% 以下임을 역시 確認하였다.

石炭中에는 반드시 어느 程度의 硫黃分을 含有하고 있으나 이는 有害한 不純物로서 石炭의 價値를 低下시키며 化合狀態에 따라서 分類하면 無機硫黃(inorganic sulfur)에 屬하는 硫酸鹽硫黃(sulfate sulfur)과 硫化物硫黃(sulfide sulfur), 그리고 有機質硫黃(organic sulfur)에 속하는 樹脂質硫黃(resinic sulfur)과 腐植質硫黃(humic sulfur)을 들 수 있으며, 燃燒狀態에 따라서 大別하면 揮發性硫黃(volatile sulfur)과 固定硫黃(fixed sulfur)이나 우선 여기에서는 全硫黃分(total

Table II Ultimate Analysis of Korean Anthracites.

No.	Sample	Moist. (%)	Ash (%)	C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	O (%)
1	Hwasoon	4.05	28.05	63.10	0.78	0.15	0.21	3.66
2	Chang sung	5.09	18.43	71.22	1.48	0.40	0.30	3.06
3	Bong Myung	3.58	13.78	77.01	0.32	0.19	0.24	4.88
4	Bong Yang	3.04	16.32	75.11	0.70	0.11	0.15	4.57
5	Hamtae	3.96	25.41	65.11	1.11	0.26	0.24	3.91
6	Sinmyung	6.00	25.64	64.98	0.39	0.26	0.13	2.60
7	Un sung(A)	4.07	19.92	71.52	0.71	0.51	0.74	2.53
8	Un sung(B)	3.61	27.61	63.42	0.82	0.51	0.96	3.07
9	Boo lim	11.54	17.22	66.24	1.32	1.27	0.16	2.25
10	lee Yang	4.93	21.95	68.81	0.26	0.22	0.17	3.66
11	Woon san	5.72	31.77	59.32	0.59	0.32	0.37	1.91
12	Koo chul	6.10	27.04	63.82	0.16	0.16	0.43	2.29
13	Sam jung(5)	4.18	20.45	71.41	1.08	0.12	0.41	2.35
14	Sam jung(6)	4.56	18.67	72.44	0.99	0.05	0.45	2.84
15	Dae pung	5.02	44.59	45.21	0.47	0.15	0.47	4.09
16	Dong won(A)	5.87	20.75	69.60	0.90	0.00	0.42	2.46
17	Dong won(B)	3.49	10.78	81.67	1.03	0.03	0.40	2.60
18	Poong jun	3.05	13.79	79.56	0.81	0.28	0.38	2.13
19	Hampung(1)	6.66	28.25	59.03	0.46	0.19	1.22	1.51
20	Hampung(2)	5.48	25.69	64.78	0.24	0.21	1.45	2.15
21	Ham won	3.45	24.81	62.60	0.73	0.24	5.02	3.15
22	Sanan	2.54	9.81	79.82	0.40	0.39	0.10	7.03
23	Hwang gee	4.26	19.73	72.30	0.84	0.26	0.46	2.15
24	Urelyong(A)	4.89	29.81	61.21	0.52	0.42	0.25	2.90
25	Urelyong(B)	4.50	19.23	72.40	0.90	0.15	0.86	1.96
26	Choo jun	6.81	16.19	72.20	0.80	0.27	0.84	2.89
27	Hyu lam	6.10	16.91	72.01	1.00	0.43	0.53	3.02
28	Bong duk	3.82	26.92	66.71	0.53	0.31	0.22	1.49
29	Borim	9.93	14.97	71.56	0.30	0.19	0.30	2.75
30	Sung joo (1)	6.26	18.33	72.76	0.56	0.23	0.15	1.71
31	Sung joo (2)	5.95	44.90	43.95	0.68	0.23	0.26	4.03
32	Sung joo (3)	6.54	27.06	63.73	0.69	0.18	0.26	1.54
33	Jang hung boo jo	3.94	20.31	71.96	0.95	0.22	2.19	0.43

sulfur content)으로 定量하였다. 이 全硫黃分은 試料 21 종이 5.02%로서 特出하였으며 이 以外는 0.5%以下 임을 알 수 있다. 酸素含量은 4%以下이며 揮發分의 含量에 따라 增減하였음을 確認하였다.

다음으로 各 試料의 粉碎指數를 測定하여 그 結果를

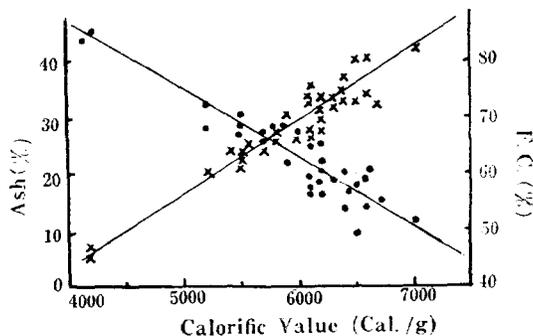


Fig. 3 Relation between ash content, fixed carbon content and calorific value.

Table I의 第6項에 올렸다. 이 結果에 依하면 粉碎指數는 50을 基準으로 하여 값이 작아지며 1次炭에 가까웠고 값이 커질 수록 2次炭에 가까웠으며 粘結性(coking property)마저 顯著하게 減少하였음을 確認하였다. Table I의 끝項에서 알 수 있는 바와 같이 graphitic acid의 呈色反應에 依한 黑鉛性을 試驗하였든바 國產無煙炭은 約 50%가 黑鉛性을 含有하고 있음을 알 수 있었다.

各 試料의 灰의 成分分析結果를 Table III에 나타냈다. 灰의 成分은 根源에 따라서 다르며 原生植物에서 온 灰의 成分은 大體로 現生植物의 灰의 成分에 近似하며 外來의 成分에 比하여 SiO_2 , Al_2O_3 의 含量이 極히 적고 酸에 의한 可溶性成分이 많으며 따라서 그 熔融點도 낮다. 이와는 反對로 外來의 灰의 主成分은 粘土質로서 이는 CaCO_3 , CaSO_4 , FeS_2 등을 含有하며 SiO_2 및 Al_2O_3 가 主成分으로서 그 熔融點은 一般적으로 높으나 Fe_2O_3 , CaO , MgO 등이 많은 것은 그 熔融

Table III The Results of Ash Analysis.

No.	Sample	Ash Component						Ash Fusibility (°C)
		SiO_2 (%)	Fe_2O_3 (%)	Al_2O_3 (%)	CaO (ppm)	MgO (%)	$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 / \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO}$	
1	Hwasoon	50.89	9.12	35.80	1.91	0.82	6.29	S. P. = 1500 M. P. = -- F. P. = --
2	Chang sung	47.32	7.02	41.46	1.02	0.41	10.50	S. P. = 1500 M. P. = -- F. P. = --
3	Bong Myung	54.56	16.03	20.10	3.88	2.26	3.36	S. P. = 1250 M. P. = 1390 F. P. = 1450
4	Bong Yang	56.28	11.66	27.29	1.11	0.78	6.16	S. P. = 1350 M. P. = 1430 F. P. = 1500
5	Hamtae	52.68	9.82	32.59	1.59	0.36	7.24	S. P. = 1500 M. P. = -- F. P. = --
6	Sinmyung	67.30	10.62	16.76	1.48	2.01	5.95	S. P. = 1350 M. P. = 1460 F. P. = 1470
7	Un sung (A)	54.71	11.91	29.29	1.63	0.31	6.05	S. P. = 1350 M. P. = 1450 F. P. = --
8	Un sung (B)	60.57	11.51	26.02	0.14	0.78	6.96	S. P. = 1350 M. P. = 1500 F. P. = --
9	Boo lim	62.09	11.48	20.64	1.33	0.32	6.96	S. P. = 1440 M. P. = -- F. P. = --
10	Iee yang	66.01	9.62	20.64	1.33	0.32	7.91	S. P. = 1440 M. P. = 1500 F. P. = --
11	Woon san	62.33	8.73	18.80	1.31	0.14	8.65	S. P. = 1380 M. P. = 1500 F. P. = --
12	Koo chul	56.75	17.55	21.58	1.35	0.29	4.08	S. P. = 1310 M. P. = 1410 F. P. = 1470
13	Sam jung (5)	51.10	8.51	36.35	1.15	0.02	9.03	S. P. = 1500 M. P. = -- F. P. = --
14	Sam jung (6)	46.20	8.71	36.41	0.24	0.32	8.91	S. P. = 1500 M. P. = -- F. P. = --
15	Dae pung	68.44	9.43	19.11	0.92	0.10	8.37	S. P. = 1400 M. P. = 1500 F. P. = --
16	Dong won (A)	46.65	8.95	39.62	1.76	0.92	7.41	S. P. = 1500 M. P. = -- F. P. = --
17	Dong won (B)	45.98	10.04	41.73	0.69	0.21	8.01	S. P. = 1500 M. P. = -- F. P. = --
18	Poong jun	58.31	12.89	25.03	0.31	0.24	6.20	S. P. = 1500 M. P. = -- F. P. = --
19	Hampung (1)	67.23	10.27	20.00	0.17	0.20	8.22	S. P. = 1390 M. P. = 1450 F. P. = 1480
20	Hampung (1)	65.83	8.86	15.42	0.34	0.31	8.54	S. P. = 1420 M. P. = 1500 F. P. = --
21	Ham won	54.19	8.44	31.52	0.55	0.52	9.01	S. P. = 1500 M. P. = -- E. P. = --
22	Sanan	51.68	15.19	25.04	1.46	5.17	3.51	S. P. = 1290 M. P. = 1320 F. P. = 1340
23	Hwang gee	56.49	12.21	26.60	0.51	0.22	6.42	S. P. = 1500 M. P. = -- F. P. = --
24	Uerlyong (A)	53.74	9.89	31.37	0.32	2.44	9.34	S. P. = 1500 M. P. = -- F. P. = --
25	Uerlyong (B)	49.44	12.61	32.73	0.15	2.56	5.36	S. P. = 1370 M. P. = 1420 F. P. = 1450
26	Choo jun	55.08	10.75	26.39	0.99	3.46	5.35	S. P. = 1430 M. P. = -- F. P. = --
27	Hyu lam	46.99	10.56	39.24	0.67	0.25	7.51	S. P. = 1500 M. P. = -- F. P. = --
28	Bong duk	74.47	9.82	12.91	0.43	0.20	8.36	S. P. = 1500 M. P. = -- F. P. = --
29	Borim	44.02	13.09	36.29	1.13	0.85	5.33	S. P. = 1350 M. P. = 1500 F. P. = --
30	Sung joo (1)	65.43	11.61	16.87	0.32	0.42	6.66	S. P. = 1310 M. P. = 1400 F. P. = 1500
31	Sung joo (2)	63.02	14.09	17.65	1.49	0.41	5.04	S. P. = 1310 M. P. = 1430 F. P. = 1500
32	Sung joo (3)	66.25	13.63	16.04	0.21	0.14	5.97	S. P. = 1350 M. P. = 1460 F. P. = --
33	Jang hung boo jo	58.30	14.53	20.67	1.14	1.25	4.46	S. P. = 1490 M. P. = -- F. P. = --

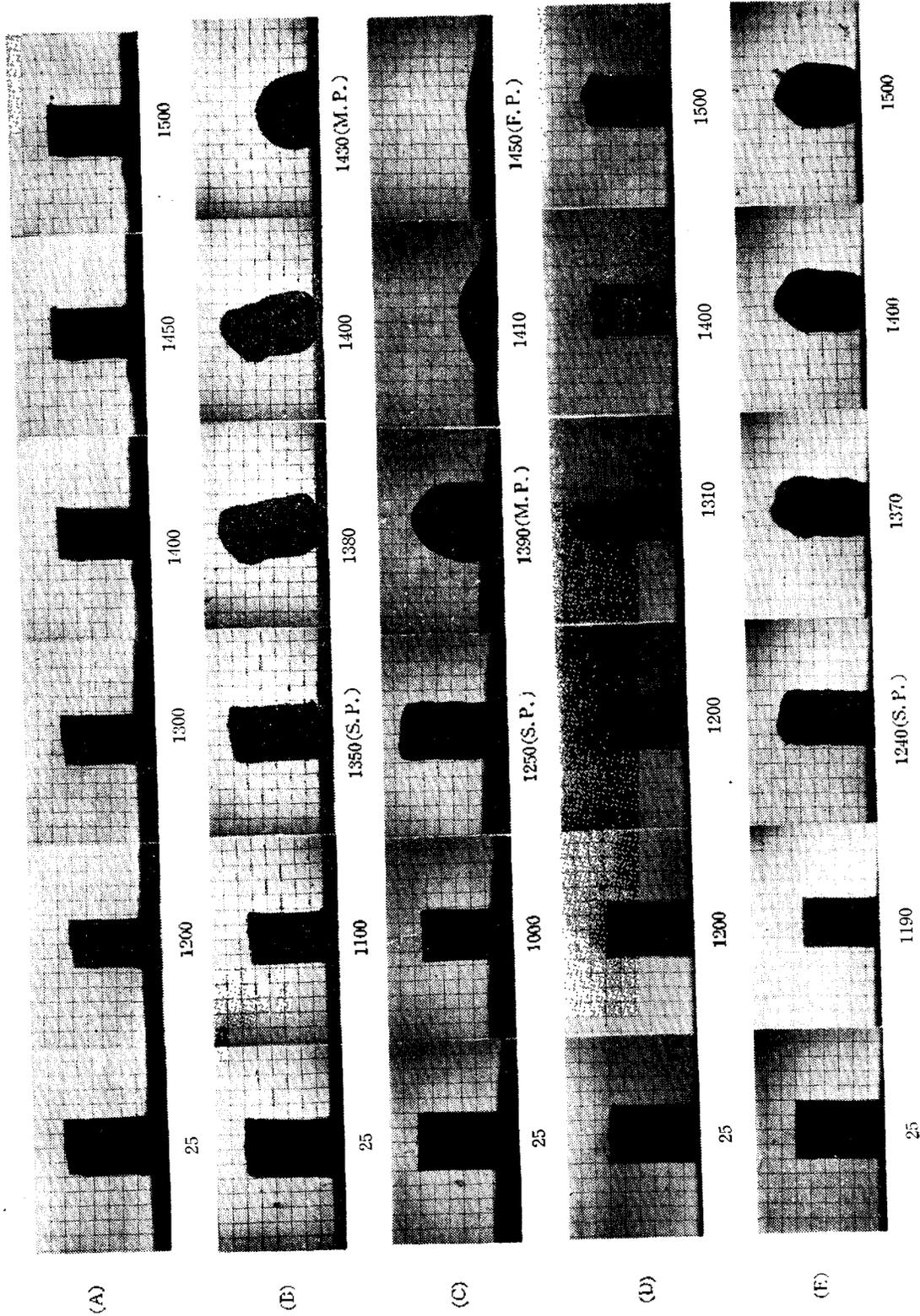


Fig. 4. Ash fusibility. (°C)

點이 낮으며 一般적으로 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 / \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO}$ 의 비가 클 수록 熔融點이 높다. 그러나 粘土 (clay), 柘榴石 (garnet)의 主成分에 屬하는 $\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ 나 $\text{CaAl}_2(\text{SiO}_4)_3$ 등은 그 熔融點이 낮은 關係로 그 비가 크더라도 熔融點은 낮은 경우가 있다. Table Ⅲ의 灰熔融過程 중 試料 19番은 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 / \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO}$ 의 비가 8.22로서 比較的 많은 값을 보여주고 있으나 그 熔融點이 낮는데 그 原因은 上記와 같은 理由에 基因한 것으로 判斷된다.

灰의 熔融過程을 測定할 때 試料가 들어있는 furnace 內의 氣流가 酸化氣流(oxidation atmosphere)나 還元氣流(reduction atmosphere)나에 따라서 灰의 熔融點이 變化하게 된다. 一般적으로 還元氣流中에서의 熔融溫度가 酸化氣流中에서보다 低溫度로서 쉽게 軟化되나 灰의 成分에 따라서 多少 다르다. 이 原因은 灰의 成分中의 酸化物이 還元되어 熔融하기 쉬운 化合物로 變化하기 때문이며 特히 酸化鐵은 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeO}$ 로 還元되어 熔融點이 낮은 $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ 의 化合物로 變化하기 때문이다. 여기에서 取扱된 熔融點은 酸化氣流中에서 測定한 값이며 還元氣流에 對해서는 다음 機會로 미루겠다. 灰의 成分은 위에서 言及한 以外에 Na_2O , K_2O , P_2O_5 , SO_3 , Cl 등을 含有하고 있으나 그 含量이 極히 적으므로 여기서는 取扱하지 않았다. 灰의 熔融過程은 灰의 成分에 依해서 크게 다르며 特히 石炭의 燃燒 혹은 發生爐가스의 製造 등에 있어서 實用上 큰 比價를 차지하고 있으며 熔融溫度가 낮은 경우는 이른바 clinker를 生成하여 操業上 莫大한 支障을 가져오게 한다. 그리하여 各 試料의 灰熔融過程을 軟化點(softening point), 熔融點(melting point), 流動點(fluid point)으로 區分하여 實測하였으며 그 結果를 Table Ⅲ의 끝項에 나타내었고, 中 熔融過程 몇개를 골라 Fig. 4에 옮겼다. Fig. 4에 있어서 (A)는 試料 2番인 長省炭의 경우인데 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 / \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO}$ 의 비가 10.5로서 가장 큰 값이며 軟化點 역시 $1,500^\circ\text{C}$ 이상으로서 가장 安全함을 알 수 있고 (D)는 試料 1番인 和順炭의 경우인데 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 / \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO}$ 의 비가 6.29로서 比較的 높은 값이며 軟化點이 $1,500^\circ\text{C}$ 로 比較的 安全하다. 다음 (C)는 鳳鳴炭의 경우인데 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 /$

$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO}$ 의 비가 3.36으로서 가장 작은 값이며, 軟化點 역시 $1,250^\circ\text{C}$ 로 가장 낮다. (B)는 試料 4番인 鳳陽炭의 경우로서 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 / \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO}$ 의 비가 6.16으로 和順炭의 경우와 거의 비슷하나 그 軟化點은 $1,350^\circ\text{C}$ 로 和順炭에 비하여 낮은 값을 보여주고 있다. 이 原因은 앞에서 說明한 바와 같이 灰의 各成分의 化合物態에 따라서 그 差異가 있는 것으로 생각된다. 그리고 (E)는 和順炭과 鳳鳴炭의 灰를 1:1로 混合하였을 때의 熔融過程으로서 (C)와 (D)의 거의 平均値가 얻어졌다.

現在 羅州肥料工場에 設置되어 正常稼動中에 있는 加壓式 가스化爐에서 使用되고 있는 炭種은 長省, 和順, 鳳鳴, 鳳陽炭의 混合炭이며 이 가스化爐에서 使用될 수 있는 炭質의 限界値는 다음과 같다. 水分: 7%以下, 灰分: 24%以下, 揮發分: 5%以下, 硫黃分: 0.3%以下, 粉碎指數: 70以下, 灰熔融點: $1,500^\circ\text{C}$ 以上, 粒度: 5~30mm.

結 論

國産無煙炭은 一般적으로 外國無煙炭에 비하여 低質炭이고 中 約 30%가 黑鉛性을 갖고 있으며, 大部分이 2次炭化의 炭質이고, 主要成分의 範圍는 다음과 같다. 水分: 4~7%, 灰分: 20~30%, 揮發分: 3~5%, 炭素: 62~73%, 水素: 0.3~1.0%, 窒素: 0.2~0.5%, 酸素: 2~4%, 硫黃分: 0.2~0.5%, 發熱量: 5,200~6,100 cal/g.

參 考 文 獻

- 1) 獨逸工業規格(DIN).
- 2) 吳信燮, 李錫源: 本誌 7, 186(1963).
- 3) 伊木貞雄: 石炭 및 瓦斯.
- 4) J. W. Mellor: *A Comprehensive Treatises on Inorganic and Theoretical Chemistry*, Vol. V.
- 5) H. H. Lowry: *Chemistry of Coal Utilization*, Vol. I and II.
- 6) *Brennstoff-Chemie*, Band 44, (Nr. 9) 275(1963)
- 7) *Brennstoff-Chemie*, Band 44, (Nr. 8) 19(1963)
- 8) Prof. Dr. Ing. F. Schuster: fester Brennstoffe.