

# 觸媒劑에 의한 煉炭개스除去에 관한 研究

財團 東海産業技術研究所 所長 許  
法人

填\*

## Abstract

### 1. Purposes and importances of the study

In gaining heating resources by combustion of briquette, which is the necessities of every day's life, victims occur from poisonous affection of combustion gas (carbon mono-oxide) in every year and this gas attributable to increase death rate proportion to the high demand of briquette usage. It arise great problem in point of national sanitation.

Therefore, the study has a big aim to accomplish depressing CO gas or stimulating complete combustion by both the methods of physical improvement of present combustion devices and chemical improvement by using  $V_2O_5$  catalyst to depress CO gas or fasten complete combustion progress. Successful result of this study will not only to decrease the death rate but also to contribute fearless handling of briquette combustion so as to perform improving public Welfare.

### 2. Contents and scope of study.

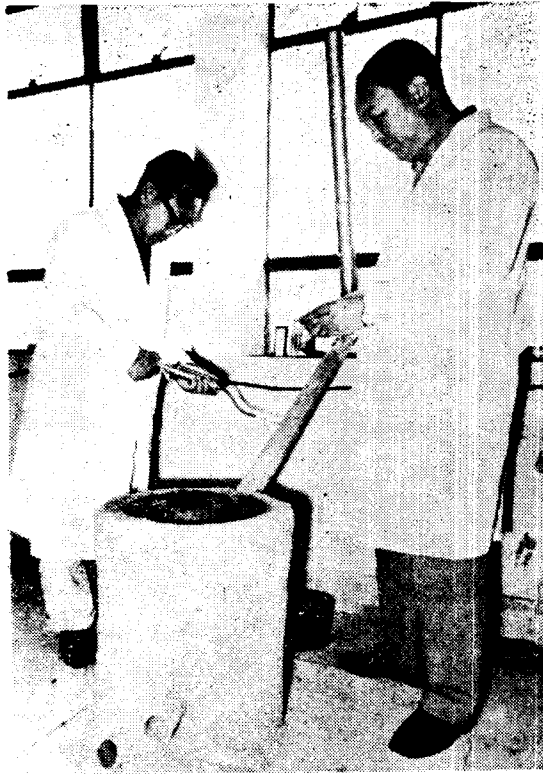
- A. comparison of present and improved fuel hole device.
- B. Examination of effectness of improved elements.
- C. Effectness of mixed usage of catalyst.
- D. Comparison of Catalyst effectness.
- E. Examination of effectness of black slate containing  $V_2O_5$ .

### 3. Results and recommendations of the study

- A. Absolute necessity of supplying secondary air by improved combustion device.
- B. Oxide Vanadium ( $V_2O_5$ ) has the greatest effectness to eliminate CO gas.
- C. Most effective catalyst of  $V_2O_5$  containing slate comes from "Samgoe" coal mine.
- D. By plastering catalyst on the cover plate of fire hole, it stimulate chemical reaction of re-combustion and preserving heat.
- E. Recommend to continue further precise study to practice with low-cost and handy devices to be applied the study results.

---

\* 技術士; 鑛業部門



自作實驗用 煉炭아궁이에서 CO가스를  
測定하고 있는 筆者와 研究陣

## 要 約 文

### I 研究題目

촉媒劑에 의한 煉炭가스 除去에 관한 研究

### II 研究의 目的 및 重要性

國民生活의 必需品인 煉炭을 燃燒시켜 熱源을 얻음에 있어서 그 燃燒가스의 有毒性(主로 一酸化炭素)에 의하여 每年 많은 死亡者를 내고 있으며 煉炭消費量에 比例하여 增加되어 國民保健上 問題가 큰 것이다. 따라서 本研究는 物理的方法改良(燃燒裝置改良)과 化學的方法改良(촉媒劑  $V_2O_5$  使用으로 CO 가스抑制 또는 再燃燒促進)으로 人命被害를 防止하여 明朗한 社會福祉 向上을 圖謀함에 그 目的이 있다.

### III 調查研究의 內容 및 範圍

가. 在來式 아궁이와 改良式아궁이의 比較

나. 改良要素의 效果檢討

다. 觸媒劑 效果比較

라. 觸媒劑의 混用效果

마. 含  $V_2O_5$  黑色粘板岩 效果檢討

### IV 研究結果 및 建議

가. 燃燒裝置 改良에 의한 二次空氣供給은 絶對必要하다.

나. 觸媒劑中에서  $V_2O_5$ 가 가장 CO 가스 除去에 效果가 크다.

다. 含  $V_2O_5$  黑色粘板岩은 三槐炭鑛産이 觸媒劑로 가장 效果가 있었다.

라. 뚜꺼비에 觸媒劑를 塗布하여 CO 가스 再燃燒化學反應을 促進시키며 保溫에도 良好하다.

## 目 次

### 第1章 序 論

#### 第2章 觸媒劑 $V_2O_5$ 의 資源調查

##### 第1節 調查對象 地區選定

##### 第2節 調查地域別 地質鑛床 概要

##### 第3節 品 位

#### 第3章 在來式아궁이에서 煉炭의 燃燒現象

第1節 下層炭은 完全灰가 되고 上層炭이 燃燒中인 境遇

第2節 下層灰와 薪炭이 交替되어 下層炭이 燃燒中인 境遇

#### 第4章 試驗準備

##### 第1節 原料炭

##### 第2節 試驗用炭 製造

##### 第3節 測定器

##### 第4節 燃燒裝置

#### 第5章 燃燒試驗

##### 第1節 第1次 燃燒試驗

##### 第2節 第2次 燃燒試驗

##### 第3節 試驗結果

#### 第6章 比較效果試驗

第1節 觸媒劑 混合炭의 在來式아궁이에서 燃燒試驗

第2節 二次空氣 效果試驗

第3節 뚜꺼비의 效果試驗

第4節 試驗結果

#### 第7章 觸媒劑 種別 燃燒試驗

第1節 二酸化망간混合炭 및 酸化鐵混合炭의 改良式아궁이에서 燃燒試驗

第2節 試驗結果

#### 第8章 觸媒劑 二種以上의 混用效果

第1節 觸媒劑 二種以上混合炭 燃燒試驗  
 第2節 試驗結果  
 第9章 含  $V_2O_5$  黑色粘板岩의 觸媒效果  
 第1節 黑色粘板岩 試料混合炭의 改良式아궁이에  
 서 燃燒試驗  
 第2節 試驗結果  
 第10章 結 論  
 第1節 觸媒劑에 對하여  
 第2節 燒燃裝置에 對하여  
 第3節 蓄熱板에 對하여

## 第1章 序 論

우리나라는 自古로 主燃料에서 林産物(火木 또는 枝葉)을 暖房 또는 炊事に 使用하여 왔으나 近來에 와서는 漸次 大小都市는 勿論 都市近郊까지도 無煙炭을 原料로 加工 成型하여 만든 煉炭을 暖房 및 炊事に 經濟的인 燃料로 家庭生活에 必需品으로 使用하게 되었다.

煉炭을 燃料로 使用함에는 그 型狀은 거이 規格化되어 있으며 運搬에 便利하고 燃燒方法은 調節할 수 있어 燃燒時間이 길고 熱量이 높아 取扱이 容易한 長點을 가지고 있지만 着火溫度가 높고 燃燒裝置가 不良하면 不完全燃燒되어 一酸化炭素란 有毒가스가 發生하는 缺點이 있다. 特히 一酸化炭素는 室內空氣中에 0.04%以上 含有한 것을 사람이 呼吸하면 中毒 또는 致死까지 이르게 된다. (1) 煉炭가스(一酸化炭素)로 因한 死亡者數는 煉炭消費量에 比例하여 年年 그 數를 增加하고 있는 實情이며 하나의 큰 社會問題가 아닐수 없다. 各學校研究室이나 研究所 또는 個人이 많은 實驗研究(2)로 有毒가스 除去에 努力을 기울이고 있으나 지금까지 完全除去方案이 나오지 않고 있는 實情이다. 여기에 있어서 本研究에서는 物理的方法改良(燃燒裝置改良)과 化學的方法改良(觸媒劑  $V_2O_5$ ,  $MnO_2$ ,  $Fe_2O_3$  等의 使用으로 CO 가스 發生抑制와 發生가스의 再燃燒 促進)을 併用하여 有毒성을 完全除去 하고져 研究를 推進하였던바 좋은 結果를 얻어 이에 報告하는 바이다.

## 第2章 觸媒劑 $V_2O_5$ 의 資源調查

國內바나듐( $V_2O_5$ ) 資源에 關하여 過去 全國

몇個地域에 散發的인 調査가 行하여 진바 있으나 斷片的인 것에 不過하였으며 大體로 堤川 南西部에서 裡里 北東까지의 約 150km 延長의 沃川系 黑色粘板岩 세일中에 含有되어 있다고 보여진다.

그간의 各種 調査資料에 依하여 바나듐( $V_2O_5$ ) 含有量이 가장 良好하다고 보이는 沃川系 低質 煉炭層 및 黑色세일과 粘板岩을 帶狀으로하여 다음과 같은 調査 區域을 選定하여 觸媒劑 資源 確保라는 目的下에 調査 및 試料採取한 바 있다.

이것은 過去의 調査實績(特히 地質調査所 國立鑛業研究所)을 參考하여 資源의 活用度를 높이고져 하였다.

### 第1節 調査對象 地區選定

調査對象 區域의 選定은 事前調査 材料檢討(3)에서 가장 地質鑛床學的으로 賦存의 妥當性이 있으며 比較的 良好한 品位의 바나듐( $V_2O_5$ ) 含有量이 有한 곳으로 認知되는 地域으로 하여 다음과 같이 選定했다.

第1表 바나듐 含量調査 地域表

調査地域	賦 存 面 積
槐 山	1 2,000m × 50m
	2 2,500m × 100m
大 田	1 2,500m × 35m
	2 750m × 150m
	3 3,500m × 150m
	4 1,500m × 50m

### 第2節 調査地域別 地質鑛床 概要

#### 1. 槐山地域

本地域에서는 含礫千枚岩 最下部로 하여 雲母片岩, 珪岩, 石英片岩으로 構成되어 있으며 大體로 片理의 走向은  $N5^{\circ} \sim 20^{\circ}E$ , 傾斜  $30^{\circ} \sim 45^{\circ}NW$ 이다.

鑛床은 「推積紀源」鑛床型으로 沃川系의 黑色세일 및 粘板岩에 賦存되어 있으며 本地域內의 黑色粘板岩 및 세일層은 中心部를 占하고 있는 雲母片岩內에 Band 狀으로 四枚 發達하고 있다.

地表上의 最大 露出幅은 125m에서 最小幅은 10m 以內로써 大體的인 走向은  $N10^{\circ}E$ 에 傾斜는  $40 \sim 75^{\circ}NW$  로써 走向上에서 Minor Folding

을 하고 있다. 이들 四枚의 黑色粘板岩 및 세일層은 走向發達을 하면서 分枝 되었다가 合一되는 樣狀을 띄는데 走向上으로 繼續 延長發達을 하는層은 中間層 뿐이며 最下位層과 最上部層은 렌즈狀으로 發達하다가 劣減되고 말아 버린다.

### 2. 大田地域

本地域은 硅岩, 砂質岩, 石英雲母片岩, 石灰石, 黑色粘板岩, 礫岩 등이 相互 互層으로 發達分布하는데 大體的인 走向은 N50~70°E, 傾斜가 45°~60°NW 이며 帶狀分布를 띄고 있는데 이들 變成堆積岩을 白亞紀의 黑雲母花崗岩, 花崗斑岩, 閃礫岩 등이 貫入하고 있다.

確認된 走向發達은 平行的이어서 이들의 大體的인 走向은 N40~50°E이며 傾斜는 30~60°NW 인데 四枚가 같이 石英雲母片岩內에 發達分布되어 있다.

本域 東南部에서 北西方向으로 1, 2, 3, 4 地域으로 하였으며 第一層은 三槐炭礦으로 開發하고 있는 低品位 炭層이 胚胎되어 있는 黑色粘板岩 및 세일層인데 約 1.5km의 延長 發達을 하다가 劣減되고 만다.

第二層은 “소룡골”內의 소룡鑛業所에서 開發하고 있는 低品位炭層을 胚胎하고 있는 黑色粘板岩 및 세일層으로써 二枚로 分枝되었다가 다시 合하면서 延長發達을 北東쪽으로 約 3.5km 繼續 維持하고 있다.

第三層은 第一地域에서부터 發達되어온 層인데 “소호리”部落 뒷산을 占하고 있는 石英斑岩의 貫入을 받고있으나 “아랫랑월” 部落에서부터 다시 繼續하여 北東쪽으로 健實히 發達하고 있다.

第四層은 本域에서 確認된 黑色세일 및 粘板岩層中 地表露出이 第一층고(約 30~40m) 挾小한層으로써 約 2.5km 程度의 延長發達을하고 있으나 兩端은 劣減되고 만다.

### 第3節 品位

調査對象 區域의 試料採取 및 그分析結果値는 다음과 같으며 이를 便宜上 國立鑛業研究所의 平均品位와 對照 參考하였다.

第二表 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 分析表

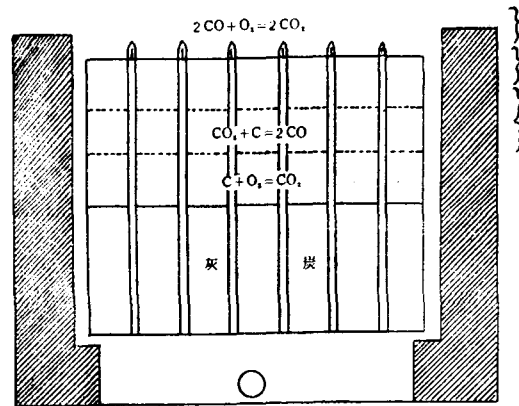
調査區域	試料數	本研究所平均分析值(V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	試料數	*國立鑛業研究所分析值(V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
槐山	1	0.254%	40	0.2395%
	2	0.305%	58	0.2241%
大田	1	0.254%	20	0.2245%
	2	0.137%	20	0.1055%
	3	0.456%	40	0.5025%
	4	0.976%	60	0.8283%

(\*)註 \*는 國立鑛業研究所, 鑛山調査研究報告 (1970. 11.)

### 第3章 在來式 아궁이에서 煉炭燃焼現像

在來式 家庭用 아궁이에서 煉炭을 燃焼시켜 炊事 또는 暖房의 熱源을 얻을 境遇 두가지 現像으로 集約해 볼 수 있다. 即 그 첫째는 下層炭은 完全燃焼하여 灰가되어 있고 上層炭이 燃焼途中에 있는 境遇와 그 둘째는 下層炭을 交替하여 燃焼炭이 下層에 下層炭灰를 上層에 놓여 있을 境遇인데 이 두가지 境遇를 各各 살펴보기로 한다.

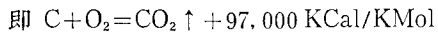
#### 第1節 下層炭은 完全灰가 되고 上層炭이 燃焼中인 境遇



第1圖 上層炭燃焼中の 層別化學反應模型圖

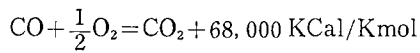
第一圖에서 보는바와 같이 下層炭은 完全히 燃焼가 끝나서 灰가 되어있고 上層炭의 下部가 燃焼中인 境遇인데 a層은 燃焼層, b層은 還元層

c層은 豫熱層 d部分은 大氣와 接觸部이다. a層에서는 炭素는 下部空氣 구멍으로 供給되는 一次空氣中の 酸素에 依하여 燃燒되어 많은 熱을 發生한다. (5)



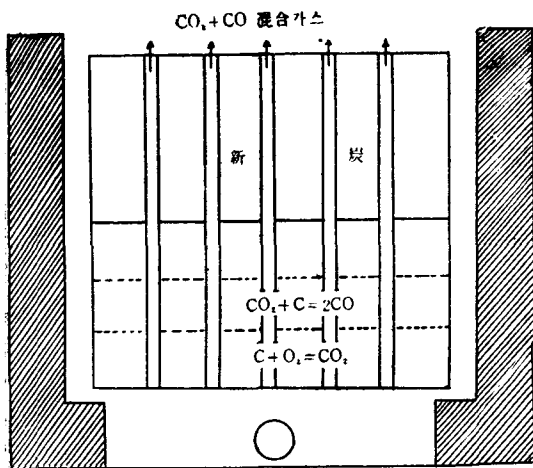
生成된  $CO_2$  가스는 b層을 通過할때 b層의 高溫으로 加熱된 炭素에 依하여  $CO_2$  가스 一部는  $CO_2 + C = 2CO$ 의 反應에 依하여 一酸化炭素가스가 生成된다. b層을 通過한  $CO_2 + CO$  混合가스는 c層을 豫熱하고 大氣層 d層에 放出된다.

이 放出된 高溫의 混合가스는 大氣中에서 二次로 酸素供給을 얻어 靑色의 火焰을 發하면서 再燃燒된다.



이와같이 一次, 二次에 亶하여 酸素供給을 充分히 받아서 完全燃燒 할때는 CO 가스 生成이 極히 적어서 有毒성이 없으나 各家庭의 實情을 살펴볼 때 煉炭의 節約으로 燃燒期間을 延長시키기 爲하여 一次空氣孔은 最少限度로 하고 二次空氣는 뚜껑을 덮어서 遮斷하고 있으므로 不完全燃燒 條件을 만들어 주는 結果가 되어 危險度는 加重되는 것이다.

第2節 下層灰와 新炭이 交替되어 下層炭이 燃燒中인 境遇



第二圖 下層炭이 燃燒中이고 上層에 新炭인 模型圖

第二圖는 下層灰와 新炭이 交替되어 下層炭의 下部가 燃燒中이며 a層은 燃燒層 b層은 還元層, c層은 豫熱層, d層은 水分이 많은 新炭으로 되어 있으며 a層, b層, c層에서 일어나는 現象은 前項에서 說明한바와 같으며 前項에서 d層은 大氣層이었으나 여기서는 常溫(15C°) 以下の 水分이 많은 新炭層으로 되어있다. C層을 通過한 高溫의  $CO_2 + CO$ 의 混合가스는 新炭層의 乾燥와 豫熱에 熱을 提供하고 그 가스自體는 冷却되어 溫度가 급격히 下降된다 따라서 新炭이 一定溫度에 到達할때까지 2~3 時間內에는  $CO_2 + CO$ 의 混合가스는 大氣中에 放出되어도 溫度가 낮으므로 大氣中の 酸素와 再燃燒를 일으키지 못한다. 故로 新炭을 交替한 後의 2~3 時間內가 CO 가스가 가장 많이 發生하는 時期로서 가장 注意를 要할것이다.

또한 各家庭에서는 燃燒時間을 延長시키기 爲하여 一次空氣孔을 最少限 적게 함으로서 不完全燃燒는 加一層 甚해질 것이다.

第4章 試驗準備

市販炭 觸媒劑混合炭 燃燒裝置 CO 가스 測定器는 다음과 같은 것을 使用하였다.

第1節 原料炭

原料炭 產地名

興國炭鑛 生産分

江原道 三陟郡 道溪邑 所在

(5) 第3表 原炭 分析表

區分	水分	灰分	揮發分	固定炭素	發熱量 KCal/kg
含有%	5.45	27.28	2.82	64.44	5,585

市販炭 製造工場

嶺東煉炭工場

三陟郡 三陟邑 南陽里 所在

第4表 市販炭 成分分析表

區分	水分	灰分	揮發分	固定炭素	發熱量 KCal/kg
含有%	6.14	32.32	2.77	58.93	4,820

第2節 試驗用炭 製造

第5表 煉炭製造配合表

區分	孔數	全重量	原料炭量	粘土量	水分 %	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	備考
試料炭A	22	4,200	85	5	10	0	市販炭과 同一
試料炭B	22	4,200	85	5	10	0.5	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 21g 混合

第3節 測定器

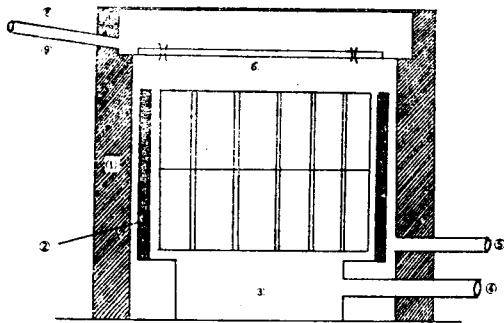
一酸化炭素 測定器

燃燒가스中の 一酸化炭素 含量測定은 日本國 光明理化學工業(株) 製品인 北川式一酸化炭素檢定器를 使用하였다.

測定範圍 0~0.9% (比色式)

第4節 燃燒裝置

在來式 家庭用 煉炭燃燒 아궁이에서는 前項의 燃燒現象에서 記述한바와 같이 一次空氣 供給만 으로서는 一酸化炭素 發生을 抑制 또는 燃燒시 킬 方法이 없는 故로 다음 세가지 點을 改良하여 改良式 아궁이로 구축하였다. (7)



第3圖 改良式 아궁이 斷面圖

第3圖의 그림에서

1. 外筒①과 內筒②와의 사이를 1.5cm 程度의 間격을 두어 二次空氣의 通路로 하는 同時에 空氣의 上昇途中 內筒의 熱에 依하여 加熱되게 하였다. 또한 一次燃燒空氣와 二次空氣는 下部에서 完全分離하도록 密閉시켰.

2. ⑥은 두꺼비(蓄熱板)인데 粘土로 製作하되 直徑 14m/m 孔을 14個 等間隙으로 뚫고 孔의 周圍에는 觸媒劑인 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>의 塗料를 칠하여 CO<sub>2</sub> + CO의 混合가스와 二次加熱된 空氣가 서로 混

合 通過되면서 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>의 觸媒作用으로 混合가스 中の CO는 二次空氣中の 酸素와 燃燒하도록 製作하였다.

3. 煉炭製造時 純粹 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>를 21g 구멍炭의 全重量의 0.5%되게 잘 混合하여 試驗용으로 特別히 製作하여 燃燒時 發生하려는 CO 가스를 抑制토록 하였다.

第5章 燃燒試驗

第1節 第1次 燃燒試驗

1. 在來式아궁이에서 市販炭 燃燒

第3圖 改良式 아궁이에서 二次空氣孔⑤를 完全히 密閉하고 蓄熱板⑥을 除去하여 在來式아궁이와 同一한 條件을 만들고 煉炭은 市販炭中에서 拔萃하였다.

市販炭의 分析値는 第4表와 같다. 燃燒는 上部炭이 2分の 1程度 燃燒中이고 下部는 完全灰가 되었을 때 下部灰를 除去하고 新炭을 交替하여 上部에 놓고 一次空氣孔을 調節하여 燃燒시켰다.

2. CO 가스 測定

CO 가스 測定은 燃燒筒(아궁이)에서 30cm 떨어진 點⑨의 煙筒中에서 試料 가스를 採取하여 北川式 一酸化炭素檢定器(比色式)로 測定하였다. 經過時間에 따르는 CO 가스 含有量은 第6表와 같다.

第6表 市販炭 燃燒時의 CO 가스分析値

經過時間	1	3	5	7	9
CO 가스含量 %	3.01	3.0	3.0	2.8	2.6

1. 改良式 아궁이에서 觸媒劑 (V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

混合炭 燃燒

改良式 아궁이라함은 第4章 4節 燃燒裝置에서 記述한바와 같이 세가지點을 改良 구축한 아궁이를 말한다.

가. 加熱된 二次空氣를 充分히 供給할 수 있는 構造이다.

나. 두꺼비(蓄熱板)에 있는 14m/m의 14個孔의 周圍에는 觸媒劑인 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>를 塗布하여 通過하는 CO 가스와 二次空氣中の 酸素가 잘 混合되면서 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>의 觸媒作用에 依하여 燃燒가 容易하게

하였다.

다. 煉炭製造過程에서 觸媒劑( $V_2O_5$ )를 0.5% 되게 混合하여 特別히 製作하여 燃燒中에 CO 가스가 發生치 못하게 抑制作用을 주도록 하였다.

이 煉炭의 分析値는 第七表와 같다.

第 7 表 觸媒劑 混合炭 分析値

區 分	水分	灰分	揮發分	$V_2O_5$	固定炭素	發熱量 Cal/kg
含有%	6.14	32.22	2.71	0.5	58.43	4,820

燃燒方法은 上下炭이 觸媒劑( $V_2O_5$ )가 混合된 煉炭을 피게하며 上炭이 2分の 1 程度燃燒中이고 下部炭은 完全灰가 되었을 때 下部炭灰을 除去하고 新炭을 交替하였다. 一次空氣는 調節하고 二次空氣는 充分히 供給하기 爲하여 全開하였다. 加熱시킨 뚜꺼비(蓄熱板)을 덮어 保溫에

留意하였다.

## 2. CO 가스 測定

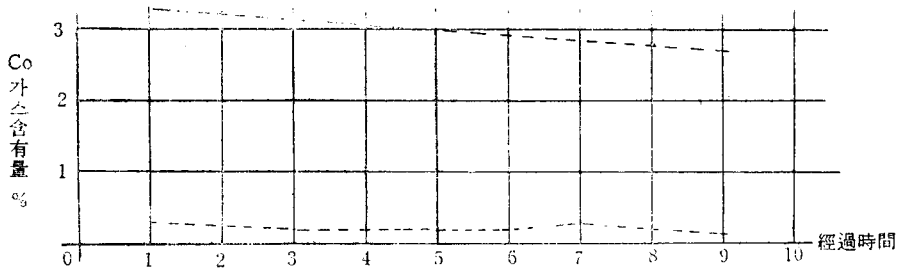
CO 가스 測定方法은 第 1 次 試驗과 同一한 方法을 써서 燃燒筒(아궁이)에서 30cm 떨어진 煙筒中에서 試料 가스를 採取하여 前과 同一한 檢知器로 分析하였다. CO 가스 發生量 分析値는 第 8 表와 같다.

第 8 表 觸媒劑 混合炭 燃燒時의 CO 가스 分析値

經 過 時 間	1	3	5	7	9
CO 가스 含量 %	0.15	0.08	0.06	0.06	0.05

## 第 3 節 試驗結果

1. 一次, 二次試驗의 分析値를 比較圖로 만들어 보면 第 4 圖와 같다.



第 4 圖 市販炭과 바나듐 0.5% 混合炭 燃燒時의 CO 가스 發生率의 比較圖

2. 第 4 圖에서 보는바와 같이 市販炭을 在來式 아궁이에서 燃燒시켰을 때와 觸媒劑( $V_2O_5$ ) 0.5% 混合炭을 改良式 아궁이에서 燃燒時의 CO 가스 發生量을 보면 約20分の 1 以下로 減少된 것을 알 수 있다.

3. 바나듐混合炭 燃燒試驗 結果에서 煉炭交替 初期 最高 CO 가스 含有量 0.15% 일때라도 1間房 以上의 房內의 空氣中에 이가스가 擴散된다 하여도 危險限界인 CO 가스 含量 0.04% 以下가 될 것이므로 中毒의 危險度는 極히 적을것이다.

4. 이 比較에서 在來式아궁이에서 市販炭을 燃燒할때는 相當히 많은量(CO 含量 3%)의 一酸

化炭素가 含有되어 있는 것은 (8)周知의 事實과 同一한 結果였으며 여기에 比하여 改良式 아궁이에서는 改良된 三要素의 綜合作用으로 越等하게 CO 가스 含量이 적어졌다(CO 含量 平均 0.1% 以下). 따라서 三要素에 對한 個別 效果를 檢討 하기로 한다.

## 第 6 章 比較效果 試驗(改良한 三要素別)

### 第 1 節 觸媒劑 $V_2O_5$ 0.5% 混合炭의 在來式 아궁이에서 燃燒試驗

#### 1. 原料炭

第9表 長省無煙炭의 工業分析値\*

區分	水分	灰分	揮發分	固定炭素	發熱量 KCal/kg	全硫黃
	%	%	%	%		%
2級粉炭	4.44	25.46	4.43	70.11	5,778	0.4~0.5
3級粉炭	4.73	29.63	4.71	65.65	5,450	"
4級粉炭	4.59	33.54	4.81	61.65	5,150	"
5級粉炭	4.58	35.82	4.90	59.28	4,984	"

註 \*는 石公研究所 報告書中에서 (\*)

試驗用 原料炭은 長省生産炭中에서 4級粉炭으로 함. 工業分析表는 第10表와 같다.

第10表 試驗原料炭 分析値

區分	水分	灰分	揮發分	固定炭素	發熱量 KCal/kg
含有 %	4.80	34.36	4.81	56.03	4,900

2. 試驗用炭 製造

前記原料炭에다 純粹  $V_2O_5$  粉을 21g 잘 混合하여 手動式成型機로 試驗用煉炭을 製造하였다. 그 製造 配合表는 第11表와 같다.

第11表 煉炭製造 配合表

區分	孔數	全重量 g	原料炭	粘土 %	水分 %	觸媒劑 g
試料炭 A	22	4,200	90	0	10	$V_2O_5$ 21
試料炭 B	22	4,200	90	0	10	$MnO_2$ 28
試料炭 C	22	4,200	90	0	10	$Fe_2O_3$ 25

3. 觸媒劑

煉炭燃焼時 發生하는 氣의 種類는 燃焼方式 即酸素의 供給量 燃焼溫度等에 따라 다르지만 一酸化炭素, 二酸化炭素, 메탄, 窒素, 硫化水素, 亞黃酸가스 등이 發生하게 된다. 이 氣中 一酸化炭素는  $^{(10)}617^{\circ}C$ 에서 燃焼되고 그 以下의 溫度에서는 燃焼치 못함으로 一酸化炭素의 含有量多少에 따라 人體에 有毒하며 致死에 이르기까지 되는것이다. 따라서 煉炭製造時 觸媒劑를 混合하여 煉炭을 만들어 燃焼過程에서 酸化促進 分解促進 등의 化學反應을 期待하는 것이다.

觸媒劑로서는  $Pt, MnO_2, ZnO_2, V_2O_5, Cr_2O_3, CaO, Fe_2O_3$  등의 物質이 그作用의 強弱의 差는 있겠으나 本研究에서는 國內에 埋藏量이 豊富하고 손쉽게 求할 수 있는 鑛物中에 上記 成分을 含有하는 鑛石의 觸媒劑作用을 比較研究하기 爲하여 純粹한 五酸化바나듐, 二酸化망간, 酸化鐵을

觸媒劑로 使用하여 無煙炭에 混合煉炭을 製造하였다.

第12表 觸媒劑의 成分表

區分	$V_2O_5$ %	$MnO_2$ %	$Fe_2O_3$ %
五酸化바나듐	99	—	—
二酸化망간	—	75	—
酸化鐵	—	—	86.3 (Fe 60.44)

4. 燃焼試驗

燃焼裝置는 第二次 燃焼試驗에서 使用한 改良式 아궁이에서 二次空氣孔을 完全히 密閉하고 蓄熱板도 除去하여 在來式 아궁이와 同一한 條件下에서 試料炭 A를 燃焼시켰다. 試料炭 A의 分析表는 第13表와 같다.

第13表 試料炭 A의 分析表

區分	水分	灰分	揮發分	固定炭素	發熱量 Cal/g	$V_2O_5$ %
含有 %	4.80	34.36	4.81	56.03	4,900	0.5

5. CO 가스 測定

CO 가스 測定方法은 前회와 同一한 條件으로 實施하였다. 그 結果는 第14表와 같다.

第14表  $V_2O_5$  混合炭의 在來式 아궁이에서 燃焼時 CO 가스 分析値

經過時間	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO 가스 含有量 %	0.30	0.23	0.15	0.23	0.30	0.23	0.15	0.13	0.10

第2節 二次空氣 效果試驗

1. 燃焼裝置

市販炭을 改良式 아궁이에서 燃焼시키는데 이 項에서 改良式 아궁이라 함은 一次空氣를 供給함과 同時에 內外筒사이로 上昇하는 加熱된 二次空氣를 充分히 供給하여 一次의 燃焼에 依하여 生成된 一酸化炭素가스가 炭上面에 放出되었을 때 加熱된 二次空氣를 燃焼가스에 混合시켜 CO와 더운 酸素와의 自然發火로  $CO_2$ 로 變化시키려한 試驗이다. 따라서 煉炭은 市販炭으로 하고 觸媒劑는 混合하지 않았다. 蓄熱板도 觸媒劑를 塗布하지 않고 덮었다. 市販炭의 分析表는 第15表와 같다.



第15表 二次空氣 効果試驗에 使用한 市販炭 分析表

區分	水分	灰分	揮發分	固定炭	發熱量 Cal/g
含有%	4.80	34.36	4.81	56.03	4,900

2. 燃燒試驗

燃燒方法은 前回와 同一하나 一次空氣孔은 調節하여 구멍의 3분의 1을 開하여 煉炭 燃燒가 잘 되게 하고 二次空氣는 充分히 供給하기 爲하여 全開하였다.

3. CO 가스測定

CO 가스含量測定은 “도레-젤”檢知管 10/b를 使用하여 比色式으로 測定하였다. “도레-젤”檢知管의 測定範圍는 흡수 1회로서 100~3,000 P.P.M(0.01~0.3%), 흡수 10회로서 10~300 P.P.M(0.001~0.03%)까지 測定할 수 있으며 그 特性은 五酸化沃素, 酸化세륨, 黃酸과 CO 가스와의 發色反應을 應用한 測定法이다. 燃燒經過 時間에 따르는 CO 가스 含有量은 第16表와 같다.

第16表 二次空氣 供給時的 CO 가스 分析值

經過時間	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO 가스 含量 (%)	0.20	0.21	0.23	0.21	0.20	0.20	0.20	0.14	0.08

第3節 蓄熱板(뚜꺼비)의 効果試驗

1. 燃燒裝置

改良式 아궁이에서 特히 蓄熱板(뚜꺼비)를 改

良하여 粘土로 製作한 두께 2cm, 直徑 20cm의 圓판中心에서 半徑 6cm의 丹周上에 14個의 直徑 14m/m의 孔을 뚫고 孔의 周圍에다 觸媒劑의 塗料를 칠하여 만들었다.

뚜꺼비는 保溫作用과 孔을 通過하는 CO 가스 와 二次空氣中の 酸素가 混合되어 通過할 때 加熱된 觸媒劑(이 試驗에서는  $V_2O_5$ 의 塗料를 칠하기로 함)의 作用으로 CO 가스가 再燃燒되기를 期待하였음.

2. 燃燒試驗

燃燒方法은 前回와 同一하나 一次空氣孔은 調節하여 3분의 1을 열어주어 煉炭燃燒가 잘되게 하고 二次空氣孔은 煉炭燃燒中에 發生하는 CO 가스의 再燃燒에 必要한 酸素를 供給할 수 있는 空氣가 通過할 程度로 亦是 3분의 1로 열어주고 試驗을 하였다.

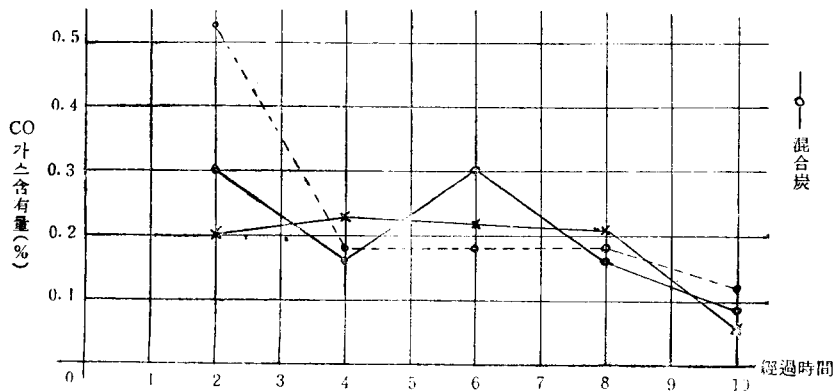
3. CO 가스測定은 前回와 同一條件으로 “도레-젤” 一酸化炭素 檢知管 10/b를 使用하였으며 그 測定結果는 第17表와 같다.

第17表 蓄熱板을 덮었을 때의 CO 가스 含量分析值

經過時間	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO 가스 含量 %	0.56	0.20	0.20	0.20	0.20	0.18	0.15	0.13	0.10

第4節 試驗結果

1. 改良式 아궁이의 改良한 三要素, 即



第5圖 바나듐, 混合炭, 二次空氣 뚜꺼비 効果試驗 結果 比較圖

即 ① 觸媒劑( $V_2O_5$ )를 煉炭製造過程에서 原料 無煙炭에 잘 混合하여 成型한 煉炭을 燃料로 使用하는 方法과 ② 一次空氣로서는 燃燒에 必要한 酸素量이 不足되어 不完全燃燒를 일으키므로 加熱된 二次空氣를 補充供給하여 完全燃燒를 圖謀하고 ③ 蓄熱板을 덮어서 保溫과 同時에 뚜껑 구멍을 通過할 때 구멍周圍에 칠한 觸媒劑의 作用으로 보다 低溫에서 CO 가스 再燃燒로 有毒性을 除去하였는데 이 三要素의 個別的 效果를 檢討하기 爲한 試驗을 위와같이 하였으며 3個試驗에서 얻은 分析結果를 比較圖로 만들어 보면 第5圖와 같다.

2. 가. 觸媒劑를 原料無煙炭에 잘 混合하여 煉炭을 成型하여 燃燒시켰을 때는 時間의 經過에 따라 一酸化炭素 含有量이 減少되어 4時間에 0.15%까지 적어졌다가 6時間인 때에 다시 增加하고 그 後는 漸次 減少되어 0.1%까지 적어진다. 6時間에서 若干 增加한 것은 一次空氣를 調節하였던 까닭이다.

나. 二次空氣 供給으로 CO 가스 除去는 大體로 順調로우며 10時間 後에는 0.08%까지 減少되었다.

다. 뚜껑 改良에 依한 試驗에서 初期의 2時間內에 相當히 많은 CO 가스 含量을 나타내는 것은 잘 건조되지 않은 濕分이 많은 煉炭을 燃燒炭위에 놓으므로 溫度와 濕度等의 影響을 받았을 것이며 뚜껑 熱도 比較的 낮았다.

3. 第5比較圖를 綜合 檢討하여 보면 個別的으로 言及한 두가지點 以外는 大體로 大同小異하며 燃燒始作 初期는 0.2~0.3%의 一酸化炭素 가스 含有量이지만 燃燒가 進行되어 多量의 熱이 發生되고 溫度가 上昇함에 따라 CO 가스 含量은 漸次로 減少되는 것을 알 수 있다.

4. 이 結果를 在來式 아궁이에서 市販炭을 燃燒시킬 때의 結果(4項A)와 比較한다면 約 10分

의 1程度의 CO 가스 含有量을 나타낸다.

5. 第5比較圖의 結果를 改良式아궁이에서 綜合的 試驗結果(第4項第2節)와 比較한다면 約 2倍의 CO 가스 含有量을 나타낸다. 即 改良된 三要素의 個別的인 試驗에서 그 效果는 조금 弱하나 이 三要素가 綜合的으로 同時에 作用할 때는 第4章第2節의 試驗結果와 같은 良好한 成績을 이루는 것을 알 수 있다.

## 第7章 觸媒劑 種別 燃燒試驗

### 第1節 二酸化망간混合炭 및 酸化鐵混合炭의 改良式아궁이에서 燃燒試驗

#### 1. 試料炭製造

第11表 配合表에 依하여 製造된 試料炭 B, C의 分析値는 第18表와 같다.

第18表  $Mn_2O_3$  및  $Fe_2O_3$  混合炭 分析表

區分	水分	灰分	揮發分	觸媒劑	固 定 炭 素	發 熱 量 Cal/g
試料炭 B	4.80	34.36	4.81	$Mn_2O_3$ 0.5	56.05	4,900
試料炭 C	4.80	34.36	4.81	$Fe_2O_3$ 0.5	56.05	4,900

#### 2. 燃燒試驗

燃燒方法은 上下炭共히 觸媒劑混合炭이 되게 하고 下炭의 下部 2分의 1이 燃燒中인 點에서 始作하고 一次空氣는 調節하여 3分의 1程度 열고 二次空氣는 充分히 供給하기 爲하여 全開하였다.

뚜껑비 구멍周圍에는  $Mn_2O_3$  및  $Fe_2O_3$ 의 粉末을 塗料로 써서 칠하여 觸媒作用에 關與하도록 하여 덮어 保溫에 留意하였다.

#### 3. CO 가스 測定

아궁이에서 30cm 떨어진 煙筒中에서 유리管을 通하여 50cc의 試料가스를 採取하여 “도레-게루”一酸化炭素 檢知管 10/b를 使用하여 比色式으로 測定하였다.

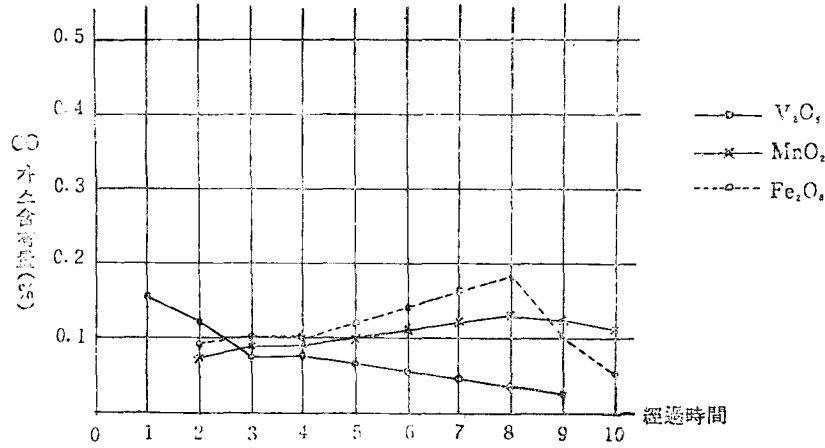
第19表  $Mn_2O_3$  및  $Fe_2O_3$  混合炭 燃燒時의 CO 가스 分析値

區分 \ 經過時間	2	3	4	5	6	7	8	9	10	備 考
試料炭 B	0.06	0.07	0.08	0.10	0.12	0.13	0.14	0.14	0.14	CO 가스 %
試料炭 C	0.10	0.10	0.09	0.15	0.12	0.13	0.15	0.10	0.07	"

第 2 節 試料結果

觸媒劑로서 여러가지 많은 物質의 酸化物의 活性化된 單一物質中에서  $V_2O_5$ ,  $MnO_2$ ,  $Fe_2O_3$  의

三種을 選擇하여 試驗하였고 그 結果를 綜合比較圖로 만들어 보면 第 6 圖와 같다.



第 6 圖  $V_2O_5$ ,  $MnO_2$  및  $Fe_2O_3$  混合炭 燃燒時의 CO 가스 發生率 比較圖

第 6 圖에서 보는바와 같이 그 物質들의 効果는  $V_2O_5$  가 가장 좋고 다음은  $MnO_2$  이고  $Fe_2O_3$  가 제일 弱하다. 그러나  $MnO_2$ ,  $Fe_2O_3$  는 아주 僅少한 差異이다.

또한 改良式 아궁이에서 燃燒는 二次空氣供給과 各物質의 觸媒作用 등으로 CO 가스 除去效果가 크며 觸媒劑를 混合하지 않은 市販炭을 在來式 아궁이에서 燃燒시키는 때와 比較하면 約 20 倍나 減少시키고 있는 것을 알 수 있다.

第 8 章 觸媒劑 二種以上의 混用效果

觸媒劑  $V_2O_5$ ,  $MnO_2$ ,  $Fe_2O_3$  의 個別的 效果試驗은 前項에서 充分히 檢討되었고 이 項에서는 그 觸媒劑들을 二種 또는 三種으로 混合使用하였을 때의 效果를 알아보기로 하여 試驗하였다.

第 1 節 觸媒劑 二種以上 混合炭 燃燒試驗

1. 試料炭 製造

觸媒劑合計가 煉炭의 工業分析值에서 0.5%가 되게 計算하여 添加하고 均質되게 잘 混合하여 手動式成型機로 煉炭을 製造하였다. 이 煉炭들의 分析值는 第 20 表와 같다.

第 20 表 觸媒劑 二種以上 混合炭 分析值

區 分	水 分	灰 分	揮 發 分	$V_2O_5$	$MnO_2$	$Fe_2O_3$	固定炭素	發 熱 量 Cal/g
混 合 炭 $V_2O_5$ , $MnO_2$	4.80	34.36	4.81	0.25	0.25	—	56.03	4,900
混 合 炭 $MnO_2$ , $Fe_2O_3$	"	"	"	—	0.25	0.25	"	"
混 合 炭 $V_2O_5$ , $Fe_2O_3$	"	"	"	0.25	—	0.25	"	"
混 合 炭 $V_2O_5$ , $MnO_2$ , $Fe_2O_3$	"	"	"	0.17	0.17	0.17	"	"

2. 燃燒試驗

燃燒方法은 燃燒條件을 同一하게 하였으며 上下炭共히 同質의 觸媒劑混合炭으로 하였으며 蓄熱板 구멍周圍에도 觸媒劑粉末을 同比率로 混合

한 것을 塗布하여 使用하였다.

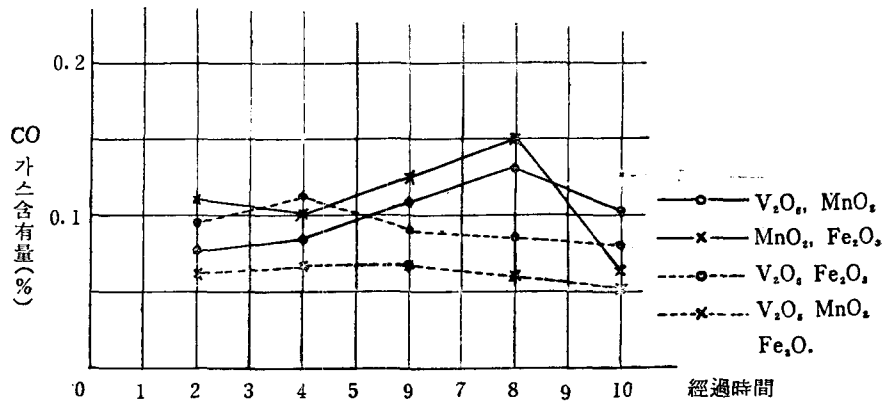
3. CO 가스測定

CO 가스 試料採取도 同一條件下에 採取하여 “도레-게루” 一酸化炭素 檢知管 10/b 를 使用

하여測定하였다.測定結果는第21表와 같다.

第21表 觸媒劑 二種以上 混合炭 燃燒時의 CO 가스 分析值

區分	經過時間	2	4	6	8	10	備 考
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , MnO <sub>2</sub> 混合炭		0.08	0.09	0.12	0.13	0.10	CO 가스 含量 %
MnO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 混合炭		0.12	0.10	0.14	0.15	0.07	"
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 混合炭		0.09	0.12	0.10	0.08	0.07	"
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , MnO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 混合炭		0.06	0.08	0.08	0.07	0.06	"



第7圖 觸媒劑 混合燃燒試驗結果 比較圖

4. 觸媒劑, 混合치 않은 市販炭을 在來式 아궁이에서 燃燒시키는 것과 比較하면 約 20배의 效果가 있다.

### 第9章 含 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 黑色粘板岩의 觸媒效果

堤川 南西部에서 裡里 東北까지의 約 150km 延長의 沃川系 黑色粘板岩中에 0.1~3%의 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 가 含有되고 있다. 따라서 大田地方을 現地踏査하여 試料를 採取하였다. 이 試料의 分析結果는 下記 第22表와 같다.

第22表 黑色粘板岩 分析表

區 分	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	備 考
No. 1	0.9	도구리 갱구
No. 2	0.6	삼괴탄광 1 환
No. 3	0.5	" 2 환

#### 第1節 黑色粘板岩 試料混合炭의 改良式

아궁이에서 燃燒試驗

##### 1. 試料炭製造

#### 第2節 試驗結果

1. 觸媒劑 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 를 二種 또는 三種混合하여 使用한 燃燒試驗의 結果를 綜合하여 比較圖를 만들어 보면 第7圖와 같다.

2. 第7圖를 檢討하여 볼 때 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 의 三種物質을 混合하였을 때가 二種混合한 成績보다 效果가 크다는 것을 알 수 있으나 그 效果의 差는 尠소하다.

3. 觸媒物質을 單獨使用한 것보다 二種以上 混合使用하는 것이 CO 가스 除去 效果가 있다. 그러나 큰差는 없는 것 같다.

採取된 No. 1, 2, 3 試料의 塊鑛試料를 各各 150目으로 粉碎하여 150g式 分取하에 原料無煙炭에 均質되게 잘 混合하여 手動機式成型機에서 煉炭으로 製造하였다. 이 煉炭의 分析值는 第23表와 같다.

第23表 黑色粘板岩 試料混合炭의 分析值

區 分	水分	灰分	揮發分	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	固 定 炭 量	發熱量 Cal/g
No.1 試料混合炭	4.50	35.80	4.51	0.03	55.19	4.800
No. 2 "	"	"	"	0.02	"	"
No. 3 "	"	"	"	0.02	"	"

##### 2. 燃燒試驗

燃燒方法은 燃燒條件이 全體同一하게 하였으며 上下炭共히 同一觸媒劑混合炭이 되게 하여 燃燒시켰으며 一·二次空氣供給도 同一하게 하며 蓄熱板에도 各試料粉末을 塗布하였다.

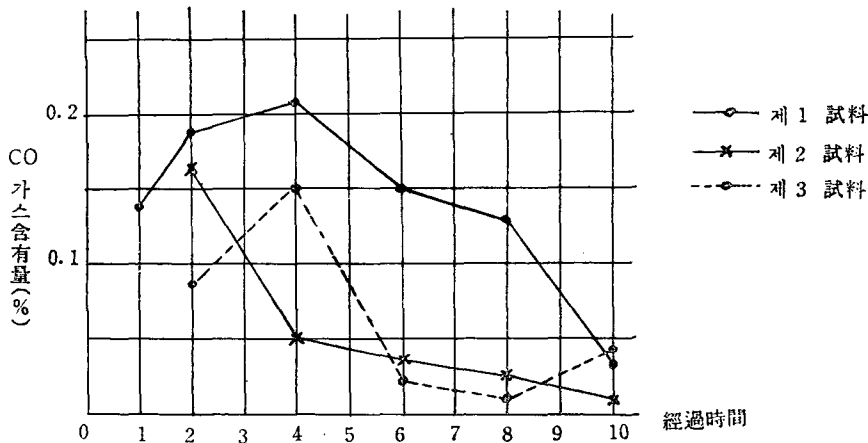
##### 3. CO 가스測定

CO 가스 試料는 同一條件下에서 50cc 採取하여 “도레-계루” 一酸化炭素 檢知管 10/b 로 測定하였다. 結果는 第24表와 같다.

第24表 黑色粘板岩試料 混合炭 燃燒時의 CO 가스 含量分析值

區分	經過時間	2	4	6	8	10	備 考
No. 1 試料混合炭		0.18	0.21	0.15	0.14	0.03	CO 가스 含量 %
No. 2 "		0.18	0.005	0.05	0.03	0.01	"
No. 3 "		0.09	0.15	0.03	0.01	0.03	"

第8圖 黑色粘板岩 試料 제 1, 제 2, 제 3 混合炭 燃燒時의 가스發生率 比較圖



괴炭鑛産이 CO 가스 除去效果가 크다. 그것은  $V_2O_5$  의 含有量에 關係없이 原鑛石에 含有되는  $V_2O_5$  以外의 物質에 依한 것으로 思料된다.

3. 삼괴炭鑛産黑色粘板岩을 觸媒劑로 使用할 때는 CO 가스 發生量이 0.1~0.01%까지 除去할 수 있다.

## 第10章 結 論

### 第1節 觸媒劑에 對하여

1. 觸媒劑에는 여러가지 物質의 酸化物이 있겠으나 그中  $V_2O_5$  가 가장 一酸化炭素가스 除去에 効力이 큰 것을 알 수 있다.

2. 單一種의 觸媒劑를 使用하기 보다 二種以上 混合使用하는 것이 그 效果는 더 있으나 單一種 使用에 比하여 顯著한 差異는 없다.

3. 黑色粘板岩은 도구리産에 比하여 삼괴炭鑛産이 더 效果가 큰 것으로 產地 地方에 따라 다

## 第2節 試驗結果

1. 觸媒劑로써 黑色粘板岩 塊鑛試料를 紛碎하여 原料無煙炭에 混合하여 만든 煉炭의 燃燒試驗結果를 綜合하여 比較圖를 만들면 第8圖와 같다.

2. 含  $V_2O_5$  黑色粘板岩 試料 分析表를 보면 도구리 坑口産은  $V_2O_5$  含量이 0.9%이며 삼괴炭鑛産은 0.5~0.6%로 約 半程度 含有되어 있으나 燃燒試驗結果를 보면 도구리産에 比하여 삼

프므로 더 研究할 必要性이 있다.

### 第2節 燃燒裝置 改良에 對하여

1. 現在 各家庭에서 使用하고 있는 아궁이는 在來式으로 一次空氣口만을 갖이고서는 不完全 燃燒가 되어 CO 發生量이 恒時 2~3%가 되어 危險하다.

2. 改良式에서는 內部燃燒筒과 外部防熱筒사이를 15m/m 程度 間격을 두어 二次空氣를 充分히 供給하며 燃燒와는 關係가 없게 한다.

3. 二次空氣는 內部熱에 依하여 加熱되며 加熱된 空氣가 燃燒가스와 混合되는 故로 CO 가스 再燃燒에 도움이 된다.

### 第3節 蓄熱板(뚜꺼비)에 對하여

1. 뚜꺼비를 덮으면 保溫에 效果가 있다.

2. 뚜꺼비에 觸媒劑를 塗布하여 CO 가스의 再燃燒 化學反應을 促進시켰다.

參 考 文 獻

- (1) 柳運相, 金仁達, 急性一酸化炭素中毒에 關한 試驗的 研究. 1968. 公衆保健協會, pp. 1~5
- (2) ① 金萬龍, 구멍탄의 無毒燃焼. 1963 金屬燃料 綜合研究所  
 ② 金壽煥, 李秀烈, 구멍탄 有毒가스 除去에 關한 研究. 1967. 石公研究試驗報文 第 5 號, pp.85~106  
 ③ 崔瑞國, 구멍탄有害가스 發生 防止에 關한 研究, 無煙炭가스 中毒防止에 關한 研究報告書. 1964. 大韓公衆保健協會 pp. 25~47
- (3) 國立地質調查所, 地質鑽采 第 6 號, 1968. pp. 10~25
- (4) 國立鑛業研究所, 鑛山調查研究報告, 1970. pp. 243~pp.251
- (5) 石公技術研究所, 구멍탄의 CO 가스 除去에 關한 研究. 1964. 大韓石炭公社, pp. 37~59
- (6) 高麗大學校 理工大學, 煉炭燃焼時의 副產物 利用研究, 1968, 科學技術處, pp.5~6
- (7) 김상술, 科學과 技術, Vol. IV. No. 2, 1971, 科學技術團體總聯合會, pp. 41~48
- (8) 金壽煥, 李秀烈, 구멍탄의 CO 가스 除去에 關한 研究, 1966, 大韓石炭公社, pp. 107~125, 石公 研究試驗報告 No. 4
- (9) 大韓石炭公社, 石炭類의 分析 및 試驗方法, 1970. DCRI No. 30-2
- (10) 金裕善, 煉炭有害가스 除去方案에 關한 研究, 1968. 科學技術處, pp.26

<21頁에서 계속>

- ⑥ 綜合製鐵事業計劃 研究委員會; “綜合製鐵工場建設을 中心으로 하는 韓國鐵鋼工業開發에 關한 研究報告書
- ⑦ 外島健吉; 新時代に 即應하는 鐵鋼業과 需  
 要産業과의 關聯, 日本 鐵鋼, 10號(1970)
- ⑧ 韓國科學技術研究所; “重工業發展의 基盤
- ⑨ 三浦春松; “日本鐵鋼業의 現狀과 今後의 展開方向” 日本 金屬, 12月 15日號 (1971)

《新刊紹介》

申 呈 澈(生産官理)

原價節減活動이 한달 소망스러운 일로 끄치지 않고 實質的인 結實을 얻도록 製造, 建設, 鑛山, 建物官理에 適用할 原價의 根本的인 節減技法을 出刊하고 會員各位에게 實費로 共給하고 있는 바 必要하신분은 本會로 連絡바랍니다. ② 8265 韓國技術士會 事務局

册名: 申呈澈 精銳勤務技術選集  
 原價의 根本的節減技法