

技術論叢

韓國無煙炭의特性(2)

-發熱量計算과 分析數値의

適用에 關하여-

大韓石炭公社

技術研究所 所長 宋 泰 潤

5. 係數의 修正

石公의 和順을 除外한 5個礦業所에 對하여 4에서 檢討한 適用可能性 있는 各式의 係數를 修正하여 다시 適用하여 보면 다음과 같다.

(1) Lenoble 式

係數를 修正한 方法은 아래와 같다.

即 Fig 1~3 에서 보는 바와 같이 適用할 수 있는 道溪, 長省, 威白의 各炭의 實測 發熱量을 縱座標로 그 揮發分과 固定炭素의 合計%를 橫座標로 하여 標定하고 그 標定點과 原點을 連結한 直線中에서 上下 兩끝이 되는 直線上의 標定點을 A, B로 定한 다음 修正한 係數로 計算한 A, B의 發熱量의 差의 絶對值가 同一하게 되도록 係數를 修正하였다.

이제 A, B의 實測發熱量을 y_1, y_2 揮發分과 固定炭素의 合計%를 X_1, X_2 修正係數를 f , 實測發熱量과 計算發熱量의 差를 e 라하면

$$|e| = |fX_1 - y_1|$$

$$|e| = |fX_2 - y_2|$$

$$\text{故로 } |fX_1 - y_1| = |fX_2 - y_2|$$

$$\text{故로 } f = \frac{y_1 + y_2}{x_1 + x_2}$$

上式에서 x_1, x_2, y_1, y_2 는 既知의 實驗値인 故로 修正係數 f 를 計算할 수 있다.

f 를 計算하면 Table 1 과 같고 Table 2 와 3은 이 f 를 使用하여 만든 修正計算式을 適用한 結果이다.

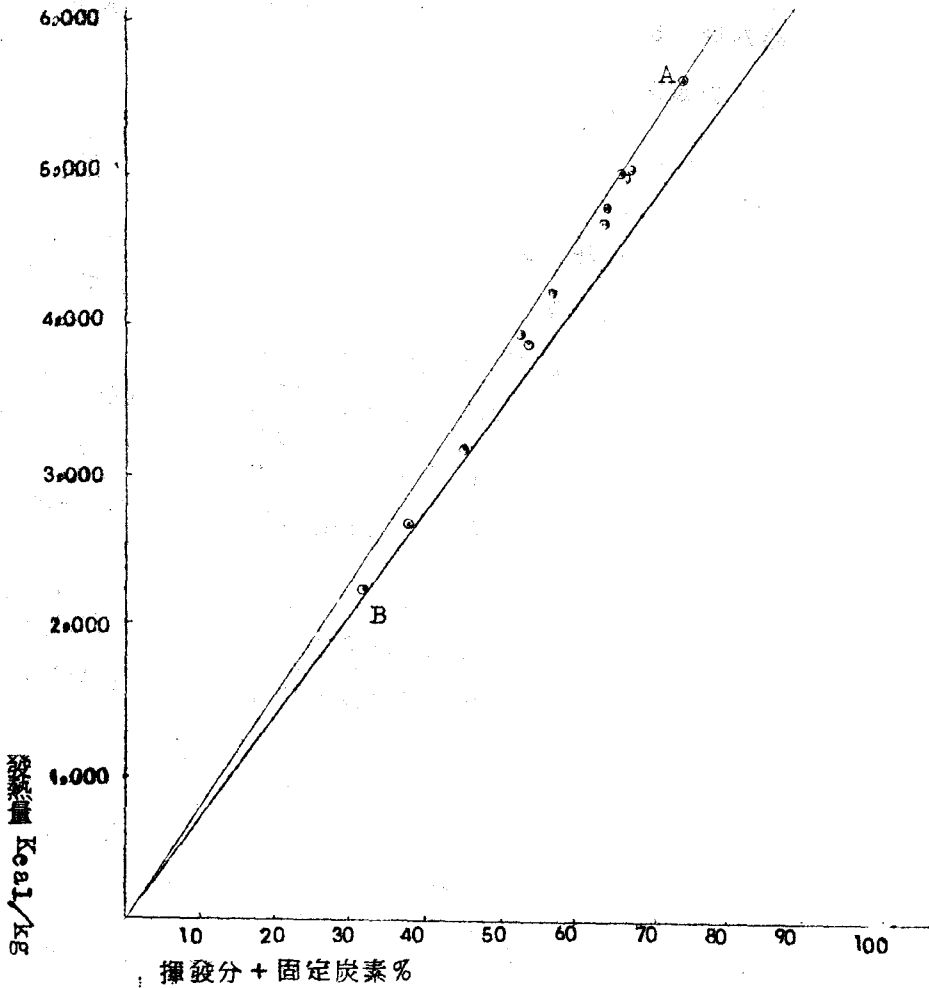


Fig 1 道溪炭

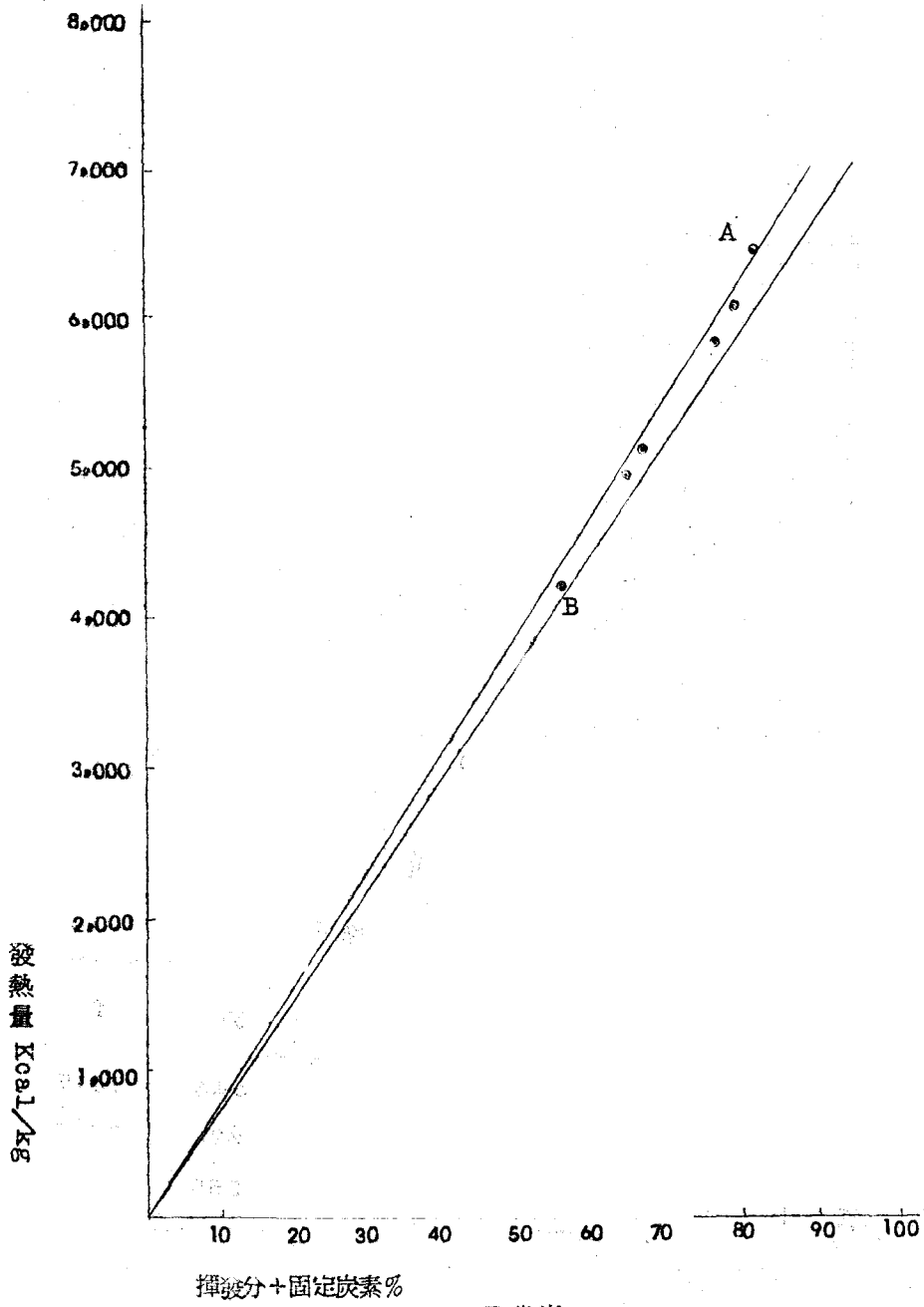


Fig 2 長省炭

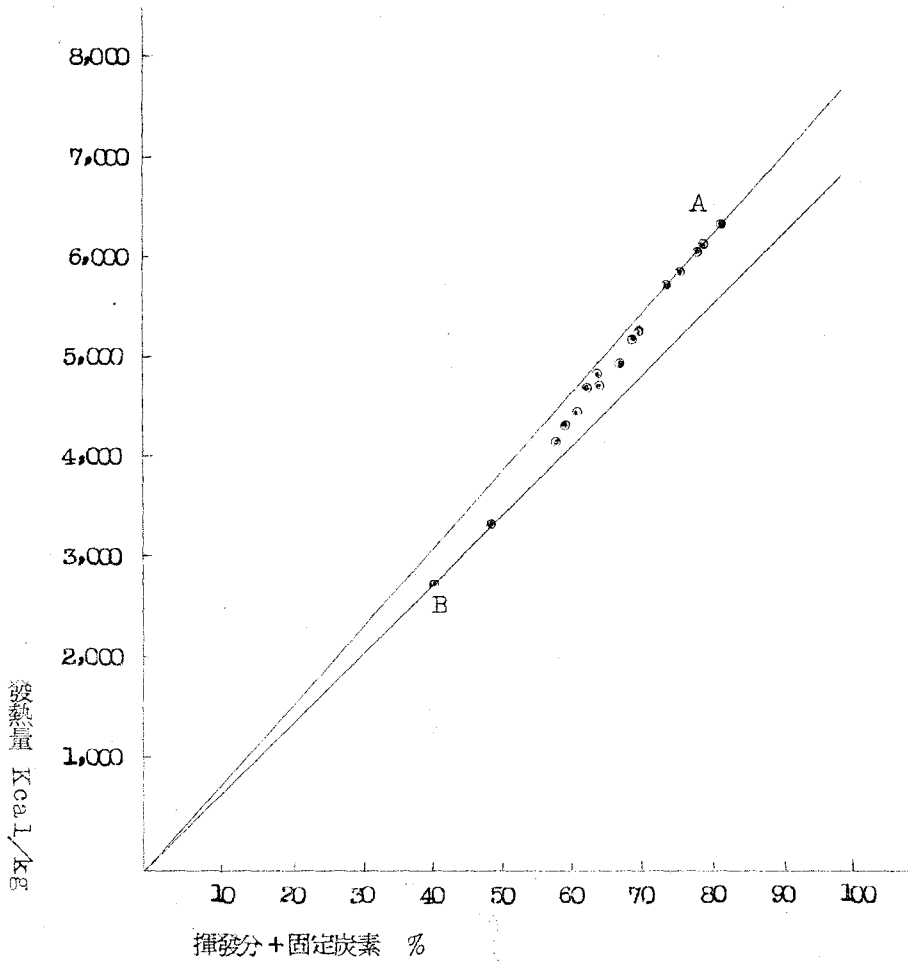


Fig 3 咸白炭

Table 1 Lenoble 式の 修正係數

| 炭別 \ 項目 | X ₁ | X ₂ | Y ₁ | Y ₂ | f |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|
| 道 溪 | 37.11 | 72.00 | 2,607 | 5,544 | 74.7 |
| 長 省 | 55.39 | 79.98 | 4,194 | 6,324 | 77.7 |
| 咸 白 | 40.00 | 81.59 | 2,827 | 6,365 | 75.6 |

Table 2 修正計算式을適用한計算發熱量과實測發熱量的比較

| 炭別 No | 道 溪 | | | 長 省 | | | 咸 白 | | |
|----------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 計算 | 實測 | 差 | 計算 | 實測 | 差 | 計算 | 實測 | 差 |
| 1 | 3,999 | 3,993 | + 1 | 6,316 | 6,410 | - 94 | 5,092 | 5,173 | - 82 |
| 2 | 3,890 | 3,840 | + 50 | 5,000 | 4,944 | + 56 | 5,730 | 5,878 | - 148 |
| 3 | 3,866 | 3,885 | - 19 | 6,214 | 6,324 | - 110 | 5,611 | 5,705 | - 94 |
| 4 | 3,289 | 3,130 | +159 | 5,830 | 5,824 | + 6 | 4,795 | 4,779 | + 16 |
| 5 | 4,115 | 4,160 | - 45 | 6,061 | 6,067 | - 6 | 3,024 | 2,827 | + 197 |
| 6 | 2,772 | 2,607 | +165 | 5,835 | 5,825 | + 10 | 5,848 | 5,968 | - 120 |
| 7 | 4,847 | 4,963 | -116 | 5,107 | 5,115 | - 8 | 5,848 | 5,989 | - 141 |
| 8 | 4,885 | 4,960 | - 75 | 4,304 | 4,194 | + 110 | 4,392 | 4,351 | + 41 |
| 9 | 5,278 | 5,544 | -166 | | | | 5,305 | 5,382 | - 77 |
| 10 | 4,661 | 4,697 | - 36 | | | | 5,535 | 5,651 | - 116 |
| 11 | 4,865 | 4,938 | - 73 | | | | 4,686 | 4,718 | - 32 |
| 12 | 4,646 | 4,630 | + 16 | | | | 5,076 | 6,124 | - 148 |
| 13 | 4,874 | 4,950 | - 76 | | | | 4,971 | 4,979 | - 8 |
| 14 | | | | | | | 4,767 | 4,731 | + 36 |
| 15 | | | | | | | 5,074 | 5,140 | - 66 |
| 16 | | | | | | | 5,969 | 6,149 | - 180 |
| 17 | | | | | | | 4,744 | 4,721 | + 23 |
| 18 | | | | | | | 6,168 | 6,365 | - 197 |
| 19 | | | | | | | 4,587 | 4,597 | - 10 |
| 20 | | | | | | | 4,304 | 4,225 | + 79 |

Table 3 誤差率

| 誤差範圍 | 炭 別 | | 道 溪 | 長 省 | 咸 白 |
|---------------|--------|-----------------------|-----|-----|-----|
| | 實測發熱量의 | ~ 0.5%의 差를 가지는 것이 全体의 | | | |
| " 0.5% ~ 1.0% | " " | 20 | 37 | 20 | |
| " 1.0% ~ 1.5% | " " | 10 | 13 | 15 | |
| " 1.5% ~ 2.0% | " " | 20 | 25 | 10 | |
| " 2.0% ~ 2.5% | " " | 10 | 13 | 15 | |
| " 2.5% ~ 3.0% | " " | 10 | - | 15 | |
| " 3.0% ~ | " " | 20 | 12 | 15 | |
| | | | - | 10 | |

(2) 新井式 과 小南式

炭素의 燃燒熱을 8,100 Kcal/kg로 보고 固定炭素 0%의 係數를 81로 한 다음 算術平均値 計算으로서 揮發分 V%의 係數를 修正하였다.

例로서 長省炭을 들면 Table 4 와 같다.

5 個 礦業所炭에 對한 修正係數는 Table 5 와 같고 이 修正係數를 適用한 計算式으로 計算한 發熱量과 實測 發熱量의 比較는 Table 6 과 같다.

固定炭素 0%의 係數 81과 이를 基礎로 하여 定한 揮發分 V%의 係數를 使用하여 修正한 新井-小南式은 道溪, 長省, 咸白, 恩城, 各炭에 對하여는 發熱量의 報告值의 許容誤差인 100 Cal를 벗어나지 않을 程度로 比較的 正確한 計算發熱量을 나타내고 있으

Table 4 V%의 係數計算 (長省炭)

| 項目 No | F.C. | V. M. | 實測發熱量 | 81×F.C | 實測發熱量 - 81×F.C. |
|----------|--------|-------|--------|--------|-----------------|
| | % | % | Cal | Cal | Cal % |
| 1 | 78.45 | 2.84 | 6,410 | 6,354 | + 56 |
| 2 | 60.64 | 3.71 | 4,944 | 4,912 | + 32 |
| 3 | 77.21 | 2.77 | 6,324 | 6,254 | + 70 |
| 4 | 71.78 | 3.25 | 5,824 | 5,814 | + 10 |
| 5 | 74.93 | 3.08 | 6,067 | 6,069 | - 2 |
| 6 | 71.65 | 3.45 | 5,825 | 5,804 | + 21 |
| 7 | 62.31 | 3.42 | 5,115 | 5,047 | + 68 |
| 8 | 51.30 | 4.09 | 4,194 | 4,155 | + 39 |
| 計 | 548.27 | 26.61 | 44,703 | 44,409 | |
| 平均 | 68.53 | 3.33 | 5,588 | 5,551 | |

V의 係數 $37 \div 3.33 = 11.1$

Table 5 新井 - 小南式の 修正係數

| 炭 別 | 項目 | C의係數 | V의係數 | 計 算 式 |
|-----|----|------|------|-------------------------|
| 道 溪 | | 81 | 4.4 | Hg = 81C + 4.4V Kcal/kg |
| 長 省 | | 81 | 11.1 | Hg = 81C + 11.1V " |
| 咸 白 | | 81 | 6.1 | Hg = 81C + 6.1V " |
| 恩 城 | | 81 | 24.9 | Hg = 81C + 24.9V " |
| 寧 越 | | 81 | 56.0 | Hg = 81C + 56.0V " |

나 寧越炭에 對하여는 點過할수 없는 誤差를 나타내고 있다. 이것은 寧越炭에 있어서는 C%의 係數로서 81이 適當하지 않음을 意味하는 것으로 보다 正確한 係數를 찾아 내려면 揮發分の 發熱量에 對한 實驗 Data가 要求된다. 假令 C%의 係數를 85.5로 定하였을때 Table 7 과 같이 實測值에 가까운 數值를 나타내고 있다.

Table 6 計算發熱量與實測發熱量之比較

(Hg = $f_1 C + f_2 V$)

| 炭別 No | 道 | | | 深 | | | 長 | | | 省 | | | 威 | | | 白 | | | 恩 | | | 城 | | | 學 | | | 越 | | | |
|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | 計算 | 實測 | 誤差率 | 計算 | 實測 | 誤差率 | 計算 | 實測 | 誤差率 | 計算 | 實測 | 誤差率 | 計算 | 實測 | 誤差率 | 計算 | 實測 | 誤差率 | 計算 | 實測 | 誤差率 | 計算 | 實測 | 誤差率 | 計算 | 實測 | 誤差率 | 計算 | 實測 | 誤差率 | |
| 1 | 3,963 | 3,998 | - 35 | 6,386 | 6,410 | - 24 | 5,155 | 5,173 | - 18 | 6,309 | 6,332 | - 23 | 4,911 | 4,856 | + 53 | 6,740 | 6,915 | - 175 | 7,035 | 7,296 | - 211 | 6,740 | 6,915 | - 175 | 7,035 | 7,296 | - 211 | 6,740 | 6,915 | - 175 | 2.98 |
| 2 | 3,845 | 3,840 | + 5 | 4,953 | 4,944 | + 9 | 5,655 | 5,678 | - 45 | 4,911 | 4,856 | + 53 | 6,740 | 6,915 | - 175 | 7,035 | 7,296 | - 211 | 6,740 | 6,915 | - 175 | 7,035 | 7,296 | - 211 | 6,740 | 6,915 | - 175 | 7,035 | 7,296 | - 211 | 2.60 |
| 3 | 3,827 | 3,885 | - 58 | 6,285 | 6,324 | - 39 | 5,720 | 5,705 | + 15 | 5,932 | 5,959 | - 17 | 6,065 | 6,029 | + 17 | 7,065 | 7,229 | - 214 | 7,065 | 7,229 | - 214 | 7,065 | 7,229 | - 214 | 7,065 | 7,229 | - 214 | 7,065 | 7,229 | - 214 | 3.03 |
| 4 | 3,180 | 3,130 | + 50 | 5,850 | 5,824 | + 26 | 4,789 | 4,779 | + 10 | 6,863 | 6,908 | - 45 | 3,614 | 3,454 | + 160 | 4.43 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 4,117 | 4,160 | - 43 | 6,103 | 6,067 | + 36 | 7,952 | 7,827 | - 32 | 6,354 | 6,409 | - 55 | 2,767 | 2,628 | + 139 | 5.04 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 2,604 | 2,607 | - 3 | 5,842 | 5,825 | + 17 | 5,955 | 5,966 | - 12 | 6,003 | 5,950 | + 53 | 3,003 | 2,892 | + 113 | 3.76 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 4,952 | 4,963 | - 9 | 5,085 | 5,115 | - 30 | 6,000 | 5,989 | + 11 | 6,040 | 6,050 | - 10 | 1,382 | 1,194 | + 188 | 13.60 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 4,961 | 4,960 | + 1 | 4,200 | 4,194 | + 6 | 4,839 | 4,851 | - 12 | 6,725 | 6,708 | + 17 | 0.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 5,581 | 5,544 | + 37 | 0.67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 4,698 | 4,697 | + 1 | 0.02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 4,961 | 4,938 | + 28 | 0.57 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 4,704 | 4,690 | + 74 | 1.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 4,965 | 4,956 | + 9 | 0.18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Table 7

式 $Hg=85.5C+12.8V$ 에 의한

寧越炭의 計算發熱量과 實測發熱量的 比較

| No | 項目 | 計算發熱量 | 實測發熱量 | 差 | 誤差率 |
|----|----|-------|-------|------|------|
| | | Cal | Cal | Cal | % |
| 1 | | 7,280 | 7,296 | - 16 | 0.22 |
| 2 | | 6,940 | 6,915 | + 25 | 0.36 |
| 3 | | 7,240 | 7,279 | - 39 | 0.54 |
| 4 | | 3,495 | 3,454 | + 41 | 1.16 |
| 5 | | 2,624 | 2,628 | - 4 | 0.15 |
| 6 | | 2,897 | 2,890 | + 7 | 0.24 |
| 7 | | 1,181 | 1,194 | - 13 | 1.09 |

6. 發熱量 計算式의 試案

(1) 發熱量線의 傾向

5에서 5個礦業所炭에 適用하여 본 Lenoble 式과 新井-小南式은 各各 ①式 即 $Hg=f[100-(W-A)]+K$ 와 ③式 即

$$Hg=f_1 C+f_2 V+K \text{ 에서 } K=0 \text{ 로 看做한 式인데}$$

Fig 4 ~ 8 에서 보는 바와 같이 發熱量 實測值를 連結한 線이 曲線傾向이 아니고 直線으로 考慮 한다면 $K=0$ 임을 알수 있다.

即 發熱量線은 原點을 通過하지 않은 直線이 原點을 通過한 線보다 實測值에 가까움을 나타내고 있다. 그러나 發熱量線에 對한 正確한 判斷에는 더 많은 實測值가 必要하게 될것이다. 왜냐 하면 Fig 4 ~ 8 을 仔細히 觀察하면 다음과 같은 여러가지 點이 나타나기 때문이다.

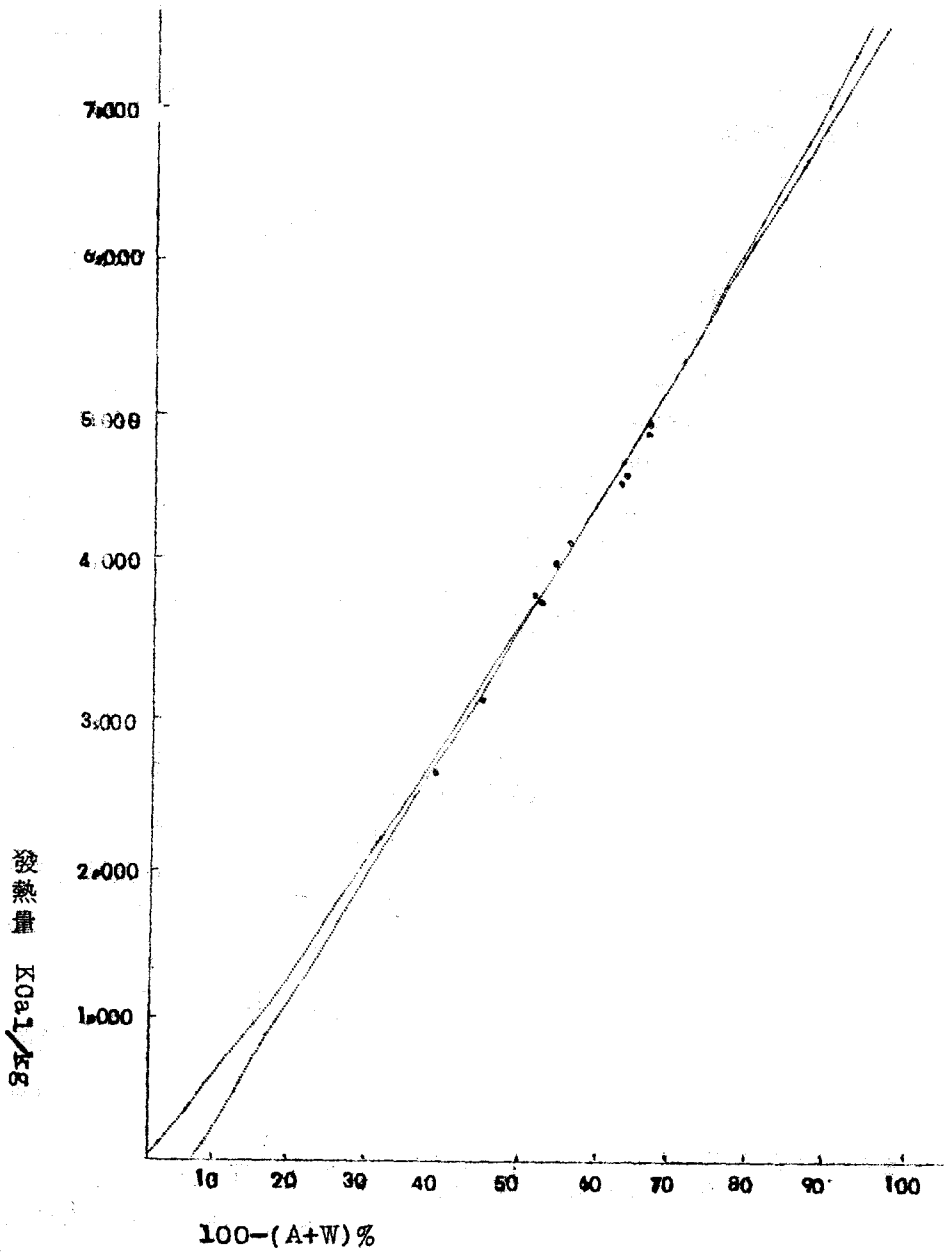


Fig. 4 道溪炭發熱量線傾向

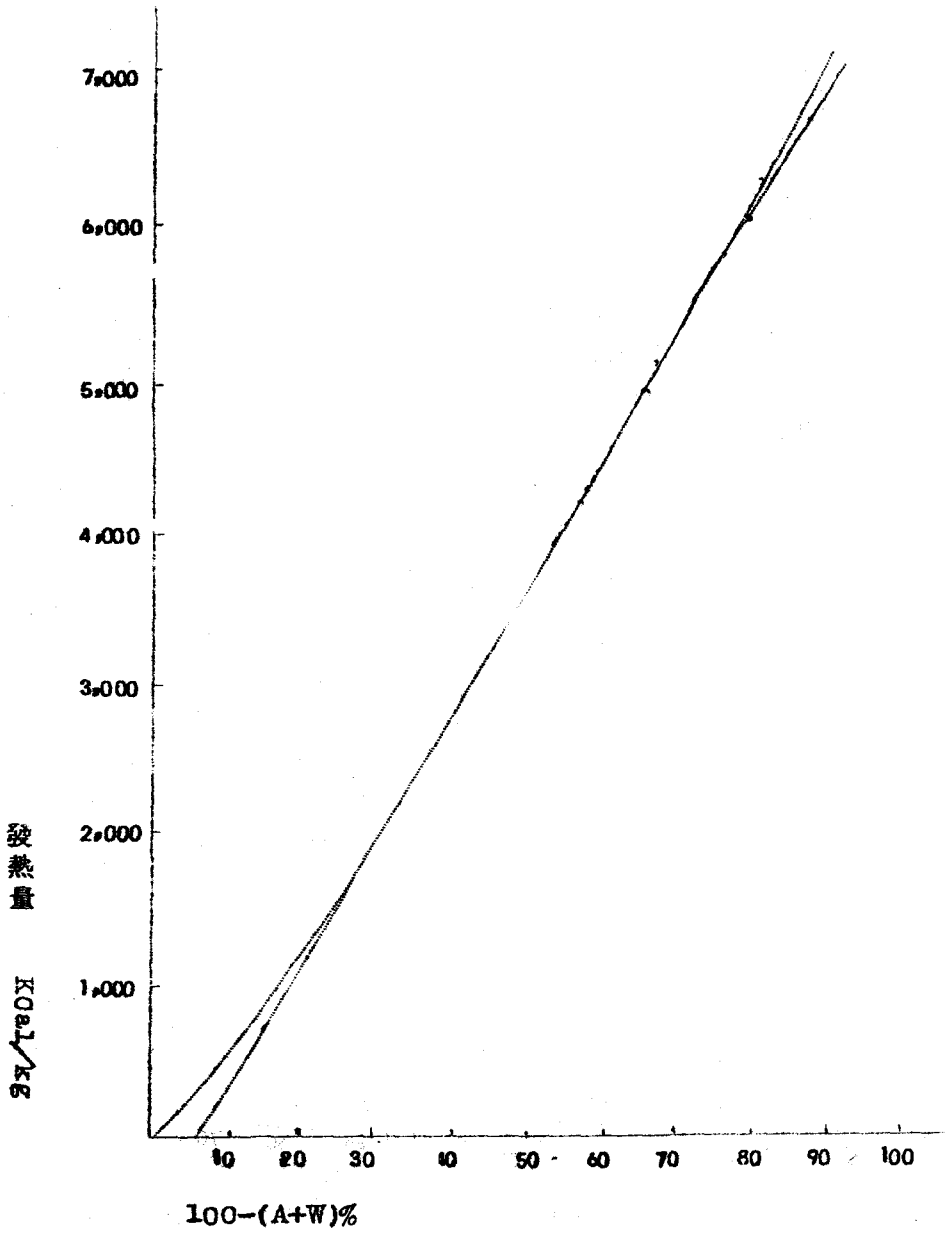


Fig. 5 長省炭の

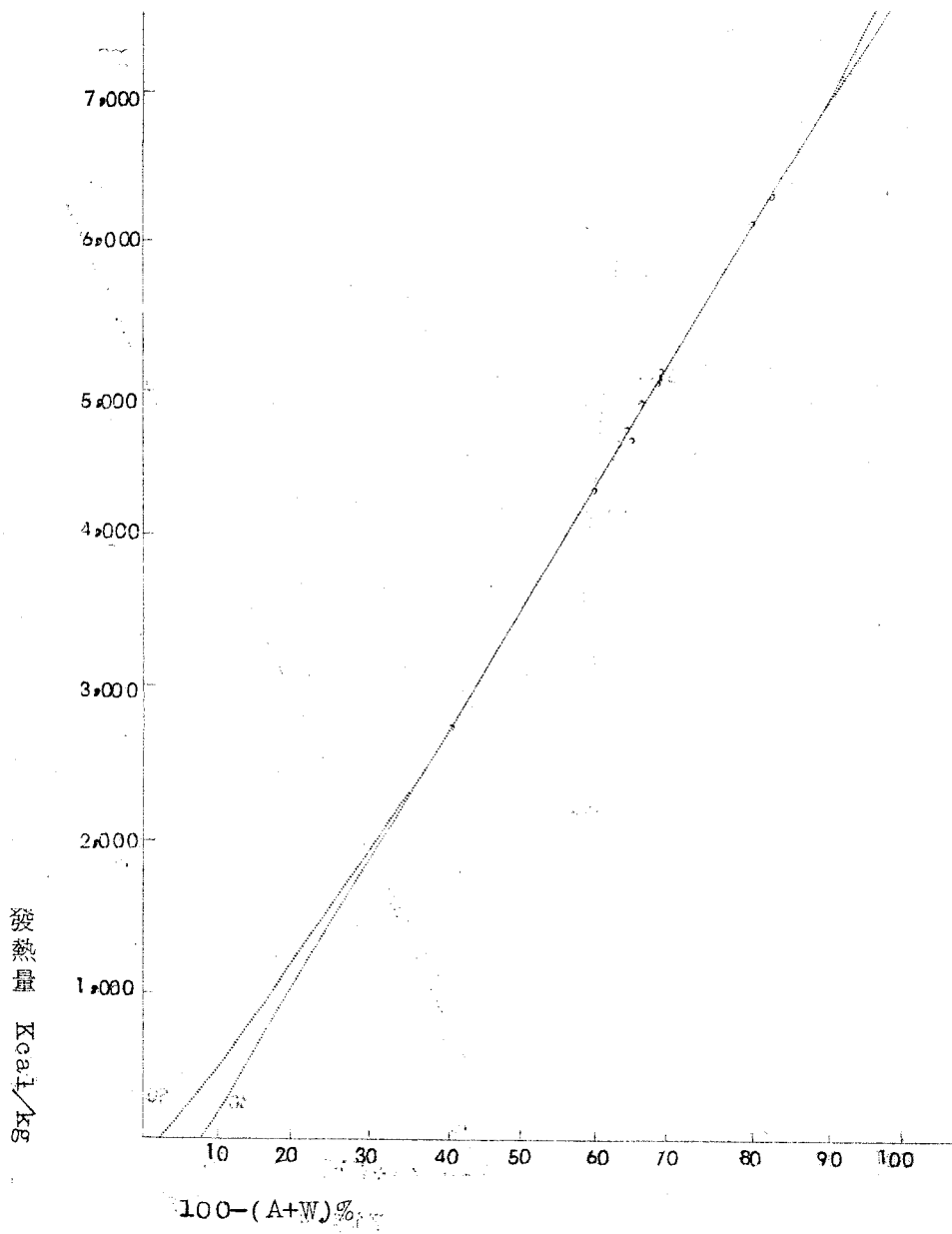


Fig. 6 威白炭の發熱量線傾向

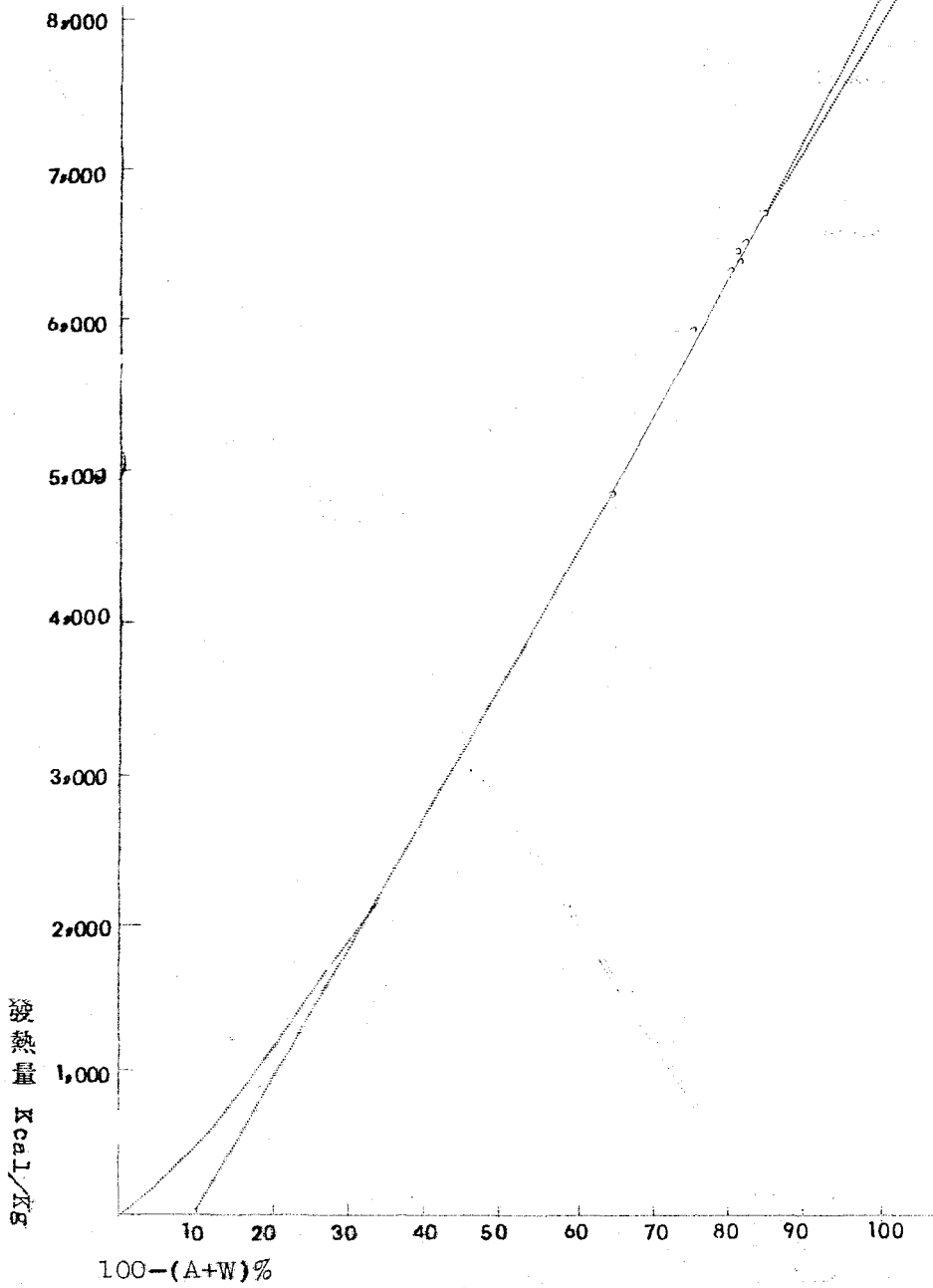


Fig. 7 東城炭の發熱量線傾向

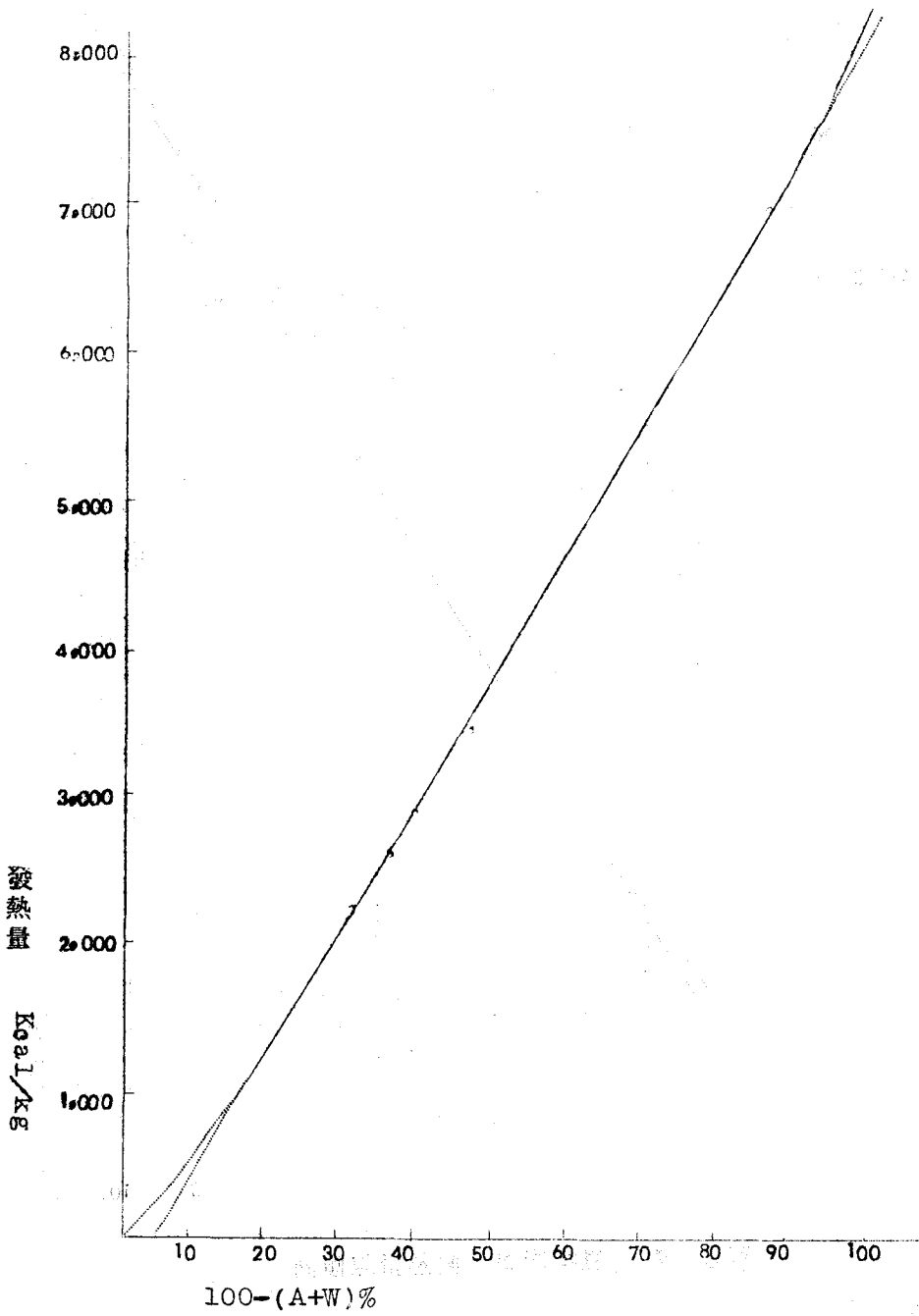


Fig 8 寧越炭の發熱量線傾向

- (1) 大体로, 円滑한 曲線이 되는 傾向이 있다.
- (2) 이 曲線은 Y軸 쪽으로 된 傾向이 있다.
- (3) 이 曲線이 原點을 通過한다면 灰分이 大端히 많은 部分 (90%以上)은 急카르가 될 것이다.
- (4) 曲線이 原點을 通過하지 않는다면 可燃成分이 있더라도 發熱量이 零이 되는 部分이 생길 것이다.
- (5) 4.)의 境遇에는 不燃成分 特히 鉍物質의 吸熱反應을 考慮 하여야 할 것이다.

(2) 計算式의 誘導

以上과 같은 點을 考慮하여 發熱量 曲線을 表示하는 計算式을 求하여 얻은 計算發熱量은 實測值에 大端히 接近된 數值를 가져 오겠지만 計算式 算出에 많은 實驗值와 煩雜한 計算을 要할뿐만 아니라 使用에도 不便利 것이므로 實用上

$$H_g = f \{ 100 - (A+W) \} + K$$

即 $H = f(C+V) + K$ 의 直線이 되는 計算式으로서 充分하다고 생각 된다.

新井-小南式 即

$$H = f_1 C + f_2 V + K \text{의 計算式이}$$

$H = f(C+V) + K$ 보다 더 近似值를 가져오나 前述 한바와 같이 揮發分에 對한 發熱量 實測值가 要求되므로 다음 機會에 미 두고저 한다.

石公. 5 個 礦業所 炭에 對하여 最小 自乘法으로서 $H = f(C+V) + K$ 의 計算式을 誘導하여 보면 아래와 같다.

$$\text{道峽炭 } H_g = 83.8(C+V) - 508 \text{Kcal/kg}$$

$$H_g = 83.8 \{ 100 - (A+W) \} - 508 \text{kcal/kg} \dots \textcircled{54}$$

長省炭 $Hg=84.5(C+V)-485Kcal/kg$
 $Hg=84.5\{100-(A+W)\}-485Kcal/kg\dots\dots 55$

咸白炭 $Hg=84.53(C+V)-553kcal/kg$
 $Hg=84.53\{100-(A+W)\}-553Kcal/kg\dots\dots 56$

恩城炭 $Hg=89.08(C+V)-824Kcal/kg$
 $Hg=89.08\{100-(A+W)\}-824Kcal/kg\dots\dots 57$

寧越炭 $Hg=88.08(C+V)-535Kcal/kg$
 $Hg=88.08\{100-(A+W)\}-535Kcal/kg\dots\dots 58$

위의 各 計算式에 揮發分과 固定炭素의 實測值를 代入하여 實測 發熱量과 比較하여 보면 Table 8 과 같다.

Table 8. 計算發熱量과 實測發熱量的 比較

| 炭別 | 項目 | 揮發分 + 固定炭素 % | 實測發熱量 | 計算發熱量 | 誤差 | 誤差率 |
|----|----|--------------|-------|-------|------|------|
| | | | Cal | Cal | Cal | % |
| | 道溪 | 53.54 | 3,998 | 3,979 | - 19 | 0.48 |
| | " | 52.07 | 3,840 | 3,855 | + 15 | 0.39 |
| | " | 51.76 | 3,885 | 3,829 | - 59 | 1.53 |
| | " | 44.03 | 3,130 | 3,182 | + 52 | 1.66 |
| | " | 55.09 | 4,160 | 4,109 | - 51 | 1.22 |
| | " | 37.11 | 2,607 | 2,602 | - 5 | 0.19 |
| | " | 64.88 | 4,963 | 4,929 | - 34 | 0.69 |
| | " | 65.40 | 4,960 | 4,973 | + 13 | 0.26 |
| | " | 72.00 | 5,544 | 5,526 | - 18 | 0.32 |
| | " | 62.40 | 4,697 | 4,721 | + 24 | 0.51 |
| | " | 65.13 | 4,938 | 4,950 | + 12 | 0.24 |
| | " | 62.19 | 4,630 | 4,704 | + 74 | 1.60 |

| 炭 別 | 項 目 | 揮發分 + | 實測發熱量 | 計算發熱量 | 誤 差 | 誤差率 |
|--------|--------|-----------|-------|-------|------|------|
| | | 固定炭素 % | Cal | Cal | Cal | % |
| 道 溪 | | 65.25 | 4,956 | 4,960 | + 4 | 0.08 |
| 長 省 | | 81.29 | 6,410 | 6,384 | - 26 | 0.41 |
| " | | 64.35 | 4,944 | 4,953 | + 9 | 0.18 |
| " | | 79.98 | 6,324 | 6,275 | - 51 | 0.81 |
| " | | 75.03 | 5,824 | 5,855 | + 31 | 0.53 |
| " | | 78.01 | 6,067 | 6,107 | + 40 | 0.66 |
| " | | 75.10 | 5,825 | 5,861 | + 36 | 0.62 |
| " | | 65.73 | 5,115 | 5,069 | - 46 | 0.90 |
| " | | 55.39 | 4,194 | 4,195 | + 1 | 0.02 |
| 咸 白 | | 67.36 | 5,173 | 5,141 | - 32 | 0.62 |
| " | | 75.80 | 5,878 | 5,854 | - 24 | 0.41 |
| " | | 74.22 | 5,705 | 5,721 | + 16 | 0.28 |
| " | | 63.43 | 4,779 | 4,809 | + 30 | 0.63 |
| " | | 40.00 | 2,827 | 2,828 | + 1 | 0.04 |
| " | | 77.36 | 5,968 | 5,986 | + 18 | 0.30 |
| " | | 77.35 | 5,989 | 5,985 | - 4 | 0.07 |
| " | | 58.10 | 4,351 | 4,358 | + 7 | 0.16 |
| " | | 70.17 | 5,382 | 5,378 | - 4 | 0.07 |
| " | | 73.21 | 5,651 | 5,635 | - 16 | 0.28 |
| " | | 61.98 | 4,718 | 4,686 | - 32 | 0.68 |
| " | | 79.05 | 6,124 | 6,129 | + 5 | 0.08 |
| " | | 65.76 | 4,979 | 5,006 | + 27 | 0.54 |

| 項 炭 別 | 揮發分+ 固定炭素 % | 實測發熱量 Cal | 計算發熱量 Cal | 誤 差 Cal | 誤差率 % |
|-------------|-------------------|--------------|--------------|------------|----------|
| 威 白 | 63.06 | 4,731 | 4,777 | + 46 | 0.97 |
| " | 67.11 | 5,140 | 5,120 | - 20 | 0.39 |
| " | 78.95 | 6,149 | 6,121 | - 28 | 0.46 |
| " | 62.75 | 4,721 | 4,751 | + 30 | 0.64 |
| " | 81.59 | 6,365 | 6,344 | - 21 | 0.33 |
| " | 60.67 | 4,597 | 4,575 | - 22 | 0.48 |
| " | 56.93 | 4,225 | 4,259 | + 34 | 0.81 |
| 恩 城 | 79.97 | 6,332 | 6,300 | - 32 | 0.51 |
| " | 64.24 | 4,853 | 4,898 | - 40 | 0.83 |
| " | 76.28 | 5,959 | 5,971 | + 12 | 0.20 |
| " | 87.65 | 6,908 | 6,984 | + 76 | 1.10 |
| " | 81.10 | 6,409 | 6,400 | - 9 | 0.14 |
| " | 76.15 | 5,950 | 5,959 | + 9 | 0.15 |
| " | 76.61 | 6,050 | 6,000 | - 50 | 0.83 |
| " | 84.67 | 6,708 | 6,718 | + 10 | 0.15 |
| " | 81.13 | 6,463 | 6,403 | - 60 | 0.94 |
| 寧 越 | 88.73 | 7,296 | 7,280 | - 16 | 0.22 |
| " | 84.31 | 6,915 | 6,891 | - 24 | 0.35 |
| " | 88.59 | 7,279 | 7,268 | - 11 | 0.14 |
| " | 46.64 | 3,454 | 3,573 | +119 | 3.45 |
| " | 36.03 | 2,628 | 2,639 | + 11 | 0.31 |
| " | 38.80 | 2,890 | 2,883 | - 7 | 0.24 |
| " | 18.80 | 1,194 | 1,121 | - 73 | 6.13 |

(3) 乾式基準으로 變形한 計算式

(54) ~ (58) 式을 乾式基準으로 亦是 最小 自乘法을 使用하여 變形하면 다음과 같다.

道溪炭 Hg=83.39(100-A')-503 Kcal/kg..... (59)

長省炭 Hg=84.9(100-A')-542 Kcal/kg..... (60)

威白炭 Hg=84.95(100-A')-608 Kcal/kg..... (61)

恩城炭 Hg=87.94(100-A')-761 Kcal/kg..... (62)

寧越炭 Hg=87.91(100-A')-538 Kcal/kg..... (63)

但 A' = A / (100 - W) * 100

現場에서 多量의 試料를 簡易한 分析을 한 結果로서 即 試料를 107+200 에서 規定時間 乾燥시킨 다음 灰分을 定量한 結果로서만 乾式基準의 發熱量을 計算하려고 할때는 (59) ~ (63) 式이 適用될 것이다.

7. 結 論

石公炭의 發熱量線은 X軸 쪽으로 彎曲線이며 鉍物質 即 Mineral Matter의 分解熱의 影響을 받는 傾向이 多分이 있다. 그러나 比較的 近似한 計算值를 주는 直線計算式의 形態는

H=f{100-(A+W)}+K 또는

H=f(100-A')+K (但 K ≠ 0) 또는

H=f1 C+f2 V+K 이다.

H=f{100-(A+W)}+K 및

H=f(100-A')+K 의 形式으로 5個礦業所炭에 對하여 f와

K를 57個 試料의 實測結果로서 最小自乘法에 依하여 求한 結果는 Table 9와 같다.

| 炭別 | 計算法 | H=f(100-(A+W))+K | | H=f(100-A')+K | |
|----|-----|------------------|------|---------------|------|
| | | f | k | f | k |
| 道溪 | | 83.8 | -508 | 83.39 | -503 |
| 長省 | | 84.5 | -485 | 84.9 | -542 |
| 威白 | | 84.53 | -553 | 84.95 | -608 |
| 恩城 | | 89.08 | -824 | 87.94 | -761 |
| 寧越 | | 88.08 | -535 | 87.9 | -538 |

$H=f_1 C+f_2 V+K$ 의 形式의 計算式은 더욱 近似한 結果를 가져 올 可能性이 있으나 이 形式의 計算式 誘導에는 揮發分의 發熱量을 實測한 많은 實驗 Data가 要求된다.

위의 f와 K로서 各礦業所炭의 純炭發熱量을 計算하면 다음과 같이 寧越炭이 가장 높고 道溪炭이 가장 낮다.

- 道溪炭 7,872 Kcal/kg
- 長省炭 7,965 Kcal/kg
- 威白炭 7,990 Kcal/kg
- 恩城炭 8,084 Kcal/kg
- 寧越炭 8,273 Kcal/kg

(参 考 文 献)

- 1 . Ktnle ; Brenn Chem T 217 (1926)
- 2 . 信澤寅男 ; 熱管理圖表 (1948)
- 3 . Grumell & Davies ; Fuel 12 (1933)
- 4 . 新井孝 ; 燃料 及 燃焼 8 (1941)
- 5 . 香坂要三郎 ; 燃協誌 19 (1940)
- 6 . 小南不二男 ; 石炭時報 8 (1933)
- 7 . Lategen ; Fuel 6 447 (1927)
- 8 . Whitaker ; Iron & Coal Tr Rav 108 (1924)
- 9 . Vonclřáček ; Brenn Chem 8,22 (1927)
- 10 . 中村小四郎 ; 燃協誌 8 , 1323 (1934)
- 11 . 黒川真武 ; 燃料發熱量測定法 1949)

| 鉅業所別 | No. | 工業分析 % | | | | | | | | 計算式 | | Lenoble | 新井 | | |
|------|-----|-----------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|----------------|-------------|-------|---|
| | | 實測發熱量 Cal | | | | | | | | 計算式 | | 87.4{100-(AW)} | 86.7C+61.4V | | |
| | | 濕式 | | | | 乾式 | | | | 濕式 | 乾式 | 計算發熱量 | 差 | 計算發熱量 | 差 |
| | | 水分 | 灰分 | 揮發分 | 固定炭素 | 灰分 | 揮發分 | 固定炭素 | 式 | 式 | Cal | Cal | Cal | Cal | |
| 直溪 | 1 | 3.04 | 43.42 | 4.89 | 48.65 | 44.78 | 56.22 | 3,998 | 4,123 | 4,679 | 661 | 4,518 | 520 | | |
| | 2 | 3.08 | 44.85 | 4.86 | 47.21 | 46.28 | 53.72 | 3,840 | 3,960 | 4,551 | 711 | 4,391 | 551 | | |
| | 3 | 3.12 | 45.12 | 4.77 | 46.99 | 45.57 | 53.43 | 3,885 | 4,010 | 4,524 | 639 | 4,317 | 482 | | |
| | 4 | 2.19 | 53.78 | 5.70 | 38.33 | 54.98 | 45.02 | 3,130 | 3,200 | 3,848 | 718 | 3,673 | 543 | | |
| | 5 | 3.29 | 41.62 | 4.51 | 51.58 | 43.04 | 56.96 | 4,160 | 4,300 | 4,815 | 654 | 4,662 | 502 | | |
| | 6 | 2.10 | 60.79 | 5.24 | 31.87 | 62.09 | 37.91 | 2,607 | 2,663 | 3,243 | 636 | 3,085 | 478 | | |
| | 7 | 4.19 | 30.93 | 3.96 | 60.92 | 32.28 | 67.72 | 4,963 | 5,100 | 5,671 | 708 | 5,525 | 562 | | |
| | 8 | 4.30 | 30.30 | 4.07 | 61.33 | 31.66 | 68.34 | 4,960 | 5,183 | 5,716 | 756 | 5,567 | 607 | | |
| | 9 | 5.01 | 22.99 | 3.27 | 66.73 | 24.20 | 75.80 | 5,544 | 5,836 | 6,293 | 749 | 6,160 | 616 | | |
| | 10 | 4.00 | 33.60 | 4.66 | 57.74 | 35.00 | 65.00 | 4,697 | 4,893 | 5,454 | 757 | 5,292 | 595 | | |
| | 11 | 4.50 | 30.37 | 4.10 | 61.03 | 31.82 | 68.20 | 4,938 | 5,171 | 5,692 | 754 | 5,543 | 605 | | |
| | 12 | 3.50 | 34.31 | 4.35 | 57.84 | 35.55 | 64.45 | 4,630 | 4,798 | 5,444 | 814 | 5,282 | 652 | | |
| | 13 | 4.08 | 30.67 | 4.18 | 61.07 | 31.97 | 68.03 | 4,956 | 5,167 | 5,703 | 747 | 5,551 | 594 | | |
| 長省 | 1 | 5.16 | 13.55 | 2.84 | 78.45 | 14.29 | 85.71 | 6,410 | 6,759 | 7,105 | 695 | 6,915 | 566 | | |
| | 2 | 4.74 | 30.91 | 3.71 | 60.64 | 32.45 | 67.55 | 4,944 | 5,190 | 5,624 | 680 | 5,465 | 541 | | |
| | 3 | 5.43 | 14.59 | 2.77 | 77.21 | 15.43 | 84.57 | 6,324 | 6,687 | 6,990 | 666 | 6,664 | 540 | | |
| | 4 | 5.85 | 19.12 | 3.25 | 71.78 | 20.31 | 79.69 | 5,824 | 6,166 | 6,558 | 734 | 6,423 | 599 | | |
| | 5 | 4.72 | 17.27 | 3.08 | 74.93 | 18.13 | 81.87 | 6,067 | 6,368 | 6,818 | 751 | 6,685 | 618 | | |
| | 6 | 4.51 | 20.39 | 3.45 | 71.65 | 21.35 | 78.65 | 5,825 | 6,100 | 6,564 | 739 | 6,424 | 599 | | |
| | 7 | 5.13 | 29.14 | 3.42 | 62.31 | 30.72 | 69.28 | 5,116 | 5,392 | 5,745 | 630 | 5,612 | 497 | | |
| | 8 | 7.78 | 36.83 | 4.09 | 51.30 | 39.94 | 60.06 | 4,194 | 4,548 | 4,841 | 647 | 4,699 | 505 | | |
| 咸白 | 1 | 4.02 | 28.62 | 4.03 | 63.33 | 29.82 | 70.18 | 5,173 | 5,390 | 5,887 | 714 | 5,738 | 565 | | |
| | 2 | 4.05 | 20.15 | 4.07 | 71.73 | 21.00 | 79.00 | 5,878 | 6,126 | 6,625 | 747 | 6,469 | 591 | | |
| | 3 | 4.34 | 21.44 | 3.90 | 70.32 | 22.41 | 77.59 | 5,705 | 5,964 | 6,467 | 782 | 6,336 | 631 | | |
| | 4 | 4.85 | 31.72 | 4.65 | 58.78 | 33.34 | 66.66 | 4,779 | 5,023 | 5,544 | 765 | 5,382 | 603 | | |
| | 5 | 2.31 | 57.69 | 5.94 | 34.06 | 59.05 | 40.95 | 2,827 | 2,894 | 3,496 | 769 | 3,318 | 491 | | |
| | 6 | 4.63 | 18.01 | 4.15 | 73.21 | 18.88 | 81.12 | 5,968 | 6,258 | 6,761 | 793 | 6,603 | 635 | | |
| | 7 | 4.88 | 17.77 | 3.55 | 73.80 | 18.66 | 81.32 | 5,989 | 6,296 | 6,760 | 761 | 6,616 | 627 | | |
| | 8 | 4.11 | 37.79 | 4.90 | 53.20 | 39.41 | 60.59 | 4,351 | 4,537 | 5,076 | 715 | 4,913 | 562 | | |
| | 9 | 4.23 | 25.60 | 3.91 | 66.26 | 26.73 | 73.27 | 5,382 | 5,620 | 6,133 | 751 | 5,985 | 603 | | |
| | 10 | 4.31 | 22.48 | 3.76 | 69.45 | 23.49 | 76.81 | 5,651 | 5,906 | 6,399 | 748 | 6,252 | 601 | | |
| | 11 | 4.77 | 33.25 | 4.19 | 57.79 | 34.92 | 65.08 | 4,718 | 4,954 | 5,417 | 699 | 5,267 | 549 | | |

比較 (從來計算式)

| Lategen | | Whitaker | | 小 南 | | 備 考 |
|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|-------------------|-----|---|
| $168(84 - A')$ | | $145(100 - \frac{100}{87} A')$ | | $8,1000 + 7,640V$ | | |
| $A' = \frac{A}{100-W} \times 100$ | | $A' = \frac{A}{100-W} \times 100$ | | $\frac{100}{100}$ | | |
| B.T.U./LB | | B.T.U./LB | | Kcal/kg | | |
| 計 算 發熱量 | 差 | 計 算 發熱量 | 差 | 計 算 發熱量 | 差 | 差 = 計算發熱量 - 實測發熱量 Lategen 式 및 Whitaker 式의 計算發熱量은 B.T.U./LB 를 Kcal/kg 로 換算한 것이며 實測發熱量에 比한, 差는 兩者 모두 乾式基準이다. |
| Cal | Cal | Cal | Cal | Cal | Cal | |
| 4,047 | - 76 | 3,910 | - 213 | 4,315 | 317 | |
| 3,092 | - 68 | 3,771 | - 189 | 4,195 | 355 | |
| 3,862 | - 148 | 3,744 | - 266 | 4,170 | 285 | |
| 2,994 | - 206 | 2,995 | - 205 | 3,540 | 410 | |
| 4,226 | - 74 | 4,071 | - 229 | 4,442 | 282 | |
| 2,261 | - 402 | 2,307 | - 356 | 2,981 | 374 | |
| 5,336 | 156 | 5,067 | - 113 | 5,238 | 275 | |
| 6,400 | 217 | 5,125 | - 68 | 5,254 | 294 | |
| 6,170 | 334 | 5,815 | - 26 | 5,817 | 273 | |
| 5,056 | 163 | 4,815 | - 78 | 5,026 | 329 | |
| 5,386 | 215 | 5,111 | - 60 | 5,256 | 318 | |
| 4,999 | 201 | 4,764 | - 34 | 5,017 | 337 | |
| 5,461 | 294 | 5,096 | - 71 | 5,267 | 311 | |
| 7,192 | 533 | 6,627 | - 132 | 6,571 | 161 | |
| 5,319 | 129 | 5,051 | - 139 | 5,195 | 251 | |
| 7,075 | 388 | 6,627 | - 60 | 6,466 | 142 | |
| 6,571 | 385 | 6,175 | - 11 | 6,062 | 238 | |
| 6,796 | 428 | 6,377 | 9 | 6,304 | 237 | |
| 6,464 | 364 | 6,079 | - 21 | 6,068 | 243 | |
| 5,497 | 105 | 5,211 | - 182 | 5,308 | 193 | |
| 4,546 | - 2 | 4,356 | - 190 | 4,467 | 273 | |
| 5,590 | 260 | 5,295 | - 95 | 5,438 | 265 | |
| 6,380 | 374 | 6,112 | - 14 | 6,121 | 243 | |
| 6,365 | 391 | 5,981 | 17 | 5,994 | 289 | |
| 5,227 | 204 | 4,969 | - 54 | 5,116 | 337 | |
| 2,574 | - 320 | 2,588 | - 306 | 3,213 | 386 | |
| 6,719 | 461 | 6,308 | 60 | 6,248 | 290 | |
| 6,740 | 444 | 6,326 | 30 | 6,249 | 260 | |
| 4,601 | 64 | 4,407 | - 130 | 4,683 | 332 | |
| 5,909 | 307 | 5,581 | - 39 | 5,666 | 284 | |
| 6,243 | 337 | 5,881 | - 25 | 5,912 | 271 | |
| 5,064 | 110 | 4,823 | - 131 | 5,001 | 283 | |

| 礦業所別 | 工業分析 | | | | | | | | | 計 算 式 | |
|------|------|-------------------|-------|------|---------|-------|---------------|-------|-------|-------|-----|
| | No | 濕 式 | | | 乾 式 | | | 濕 式 | 乾 式 | 計 算 式 | 差 |
| | | 水分 | 灰 分 | 揮發分 | 固 定 炭 素 | 灰 分 | 揮發分 + 固 定 炭 素 | | | | |
| | | $87.4(100-(A+W))$ | | | | | | | | | |
| | | Kcal/kg | | | | | | | | | |
| | | Ca l | | | | | | | | | |
| | | Ca l | | | | | | | | | |
| | | Ca l | | | | | | | | | |
| 咸白 | 12 | 3.95 | 17.00 | 3.55 | 75.50 | 17.70 | 82.30 | 6,124 | 6,376 | 6,909 | 785 |
| // | 13 | 3.85 | 30.49 | 4.60 | 61.06 | 31.72 | 68.28 | 4,979 | 5,178 | 5,747 | 768 |
| // | 14 | 4.17 | 32.87 | 4.64 | 58.32 | 34.30 | 65.70 | 4,731 | 4,937 | 5,511 | 780 |
| // | 15 | 6.06 | 26.83 | 3.65 | 63.46 | 28.56 | 71.44 | 5,140 | 5,472 | 5,865 | 725 |
| // | 16 | 4.59 | 16.46 | 3.55 | 75.37 | 17.25 | 82.75 | 6,149 | 6,445 | 6,900 | 751 |
| // | 17 | 3.77 | 33.48 | 4.33 | 58.42 | 34.79 | 65.21 | 4,721 | 4,906 | 5,484 | 763 |
| // | 18 | 4.85 | 13.56 | 3.20 | 78.39 | 14.25 | 85.75 | 6,365 | 6,689 | 7,131 | 766 |
| // | 19 | 5.20 | 34.13 | 4.14 | 56.53 | 36.00 | 64.00 | 4,597 | 4,849 | 5,303 | 706 |
| // | 20 | 3.57 | 39.50 | 5.06 | 51.87 | 40.96 | 59.04 | 4,225 | 4,381 | 4,976 | 751 |
| 恩城 | 1 | 3.43 | 16.60 | 2.99 | 76.98 | 17.19 | 82.81 | 6,332 | 6,557 | 6,989 | 657 |
| // | 2 | 3.28 | 32.48 | 5.22 | 59.02 | 33.93 | 66.07 | 4,858 | 5,023 | 5,615 | 757 |
| // | 3 | 3.34 | 20.38 | 3.50 | 72.78 | 21.08 | 78.92 | 5,959 | 6,165 | 6,667 | 708 |
| // | 4 | 3.95 | 8.40 | 4.22 | 83.43 | 8.75 | 91.25 | 6,908 | 7,192 | 7,661 | 753 |
| // | 5 | 3.95 | 14.95 | 3.83 | 77.27 | 15.56 | 84.44 | 6,409 | 6,673 | 7,088 | 679 |
| // | 6 | 3.30 | 20.55 | 2.94 | 73.21 | 21.25 | 78.75 | 5,950 | 6,154 | 6,656 | 706 |
| // | 7 | 3.24 | 20.15 | 2.96 | 73.65 | 20.82 | 79.18 | 6,050 | 6,223 | 6,696 | 646 |
| // | 8 | 2.81 | 12.52 | 2.39 | 82.28 | 12.88 | 87.12 | 6,708 | 6,902 | 7,400 | 692 |
| // | 9 | 4.32 | 14.55 | 2.27 | 78.88 | 15.21 | 84.79 | 6,463 | 6,755 | 7,091 | 628 |
| 寧越 | 1 | 3.94 | 7.33 | 4.07 | 84.66 | 7.71 | 92.29 | 7,296 | 7,595 | 7,755 | 459 |
| // | 2 | 3.39 | 12.30 | 3.56 | 80.75 | 12.73 | 87.27 | 6,915 | 7,158 | 7,369 | 454 |
| // | 3 | 3.86 | 7.55 | 4.44 | 84.15 | 7.85 | 92.15 | 7,279 | 7,571 | 7,743 | 464 |
| // | 4 | 2.51 | 50.85 | 6.55 | 40.09 | 52.16 | 47.84 | 3,454 | 3,543 | 4,076 | 622 |
| // | 5 | 1.43 | 62.54 | 6.07 | 29.96 | 63.45 | 36.55 | 2,628 | 2,666 | 3,149 | 721 |
| // | 6 | 1.62 | 59.58 | 5.58 | 33.22 | 60.56 | 39.44 | 2,890 | 2,939 | 3,391 | 501 |
| // | 7 | 0.83 | 80.37 | 5.67 | 13.13 | 81.04 | 18.96 | 1,194 | 1,204 | 1,634 | 440 |

| 新 井 | | Lategen | | Whitaker | | 小 南 | | 備 考 |
|------------------------|----------|--|----------|---|----------|-------------------------------------|----------|--------|
| 86.7C+61.4V Kcal/kg | | $168(84-A')$ $A' = \frac{A}{100-W} \times 100$ B.T.U./LB | | $145(100 - \frac{100}{87}A')$ $A' = \frac{A}{100-W} \times 100$ B.T.U./LB | | $8.100C + 7.640V$ 100 Kcal/kg | | |
| 計 算 發 熱 量 Cal | 差 Cal | 計 算 發 熱 量 Cal | 差 Cal | 計 算 發 熱 量 Cal | 差 Cal | 計 算 發 熱 量 Cal | 差 Cal | |
| 6,764 | 640 | 6,841 | 465 | 6,417 | 41 | 6,387 | 263 | |
| 5,576 | 597 | 5,394 | 216 | 5,119 | - 59 | 5,298 | 319 | |
| 5,341 | 610 | 5,128 | 191 | 4,880 | - 57 | 5,078 | 347 | |
| 5,726 | 586 | 5,720 | 248 | 5,411 | - 61 | 5,419 | 279 | |
| 6,755 | 606 | 6,887 | 442 | 6,459 | 14 | 6,379 | 230 | |
| 5,331 | 610 | 5,077 | 171 | 4,885 | - 71 | 5,063 | 342 | |
| 6,992 | 627 | 7,197 | 508 | 6,737 | 48 | 6,594 | 229 | |
| 5,155 | 558 | 4,952 | 103 | 4,723 | - 126 | 4,895 | 298 | |
| 4,808 | 583 | 4,441 | 60 | 4,263 | - 118 | 4,588 | 363 | |
| 6,858 | 526 | 6,893 | 336 | 6,464 | - 93 | 6,463 | 131 | |
| 5,438 | 580 | 5,166 | 143 | 4,914 | - 109 | 5,180 | 322 | |
| 6,525 | 566 | 6,492 | 327 | 6,104 | - 61 | 6,162 | 203 | |
| 7,492 | 584 | 7,764 | 572 | 7,246 | 54 | 7,130 | 222 | |
| 6,934 | 525 | 7,061 | 388 | 6,615 | - 58 | 6,544 | 135 | |
| 6,528 | 578 | 6,474 | 320 | 6,089 | - 65 | 6,155 | 205 | |
| 6,567 | 517 | 6,519 | 296 | 6,128 | - 95 | 6,192 | 142 | |
| 7,281 | 573 | 7,338 | 436 | 6,863 | - 37 | 6,848 | 140 | |
| 6,976 | 513 | 7,098 | 343 | 6,646 | - 109 | 6,561 | 98 | |
| 7,590 | 294 | 7,871 | 276 | 7,342 | - 245 | 7,168 | - 128 | |
| 7,220 | 305 | 7,353 | 195 | 6,877 | - 281 | 6,813 | - 102 | |
| 7,569 | 290 | 7,857 | 286 | 7,329 | - 242 | 7,155 | - 124 | |
| 3,878 | 424 | 3,285 | - 258 | 3,226 | - 317 | 3,748 | 294 | |
| 2,971 | 343 | 2,120 | - 546 | 2,181 | - 485 | 2,891 | 263 | |
| 3,223 | 333 | 2,418 | - 520 | 2,448 | - 490 | 3,117 | 227 | |
| 1,486 | 292 | 295 | - 909 | 553 | - 641 | 1,497 | 303 | |

附錄 №1-2 誤差範圍

| 式別 | 炭別 | 計算值 - Cal 實測值 | | | | |
|----------|----|---------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 道 溪 | 長 省 | 威 白 | 恩 城 | 寧 越 |
| Lenoble | 最大 | 814 | 751 | 793 | 199 | 721 |
| | 最小 | 636 | 630 | 699 | - 144 | 440 |
| | 範圍 | 178 | 121 | 94 | 343 | 281 |
| 新 井 | 最大 | 652 | 618 | 640 | 584 | 424 |
| | 最小 | 478 | 497 | 491 | 513 | 290 |
| | 範圍 | 174 | 111 | 149 | 71 | 134 |
| Lategen | 最大 | 334 | - 67 | 508 | 572 | 286 |
| | 最小 | - 402 | - 684 | 320 | 143 | - 909 |
| | 範圍 | 736 | 617 | 828 | 429 | 1195 |
| Whitaker | 最大 | - 26 | 9 | 50 | 54 | - 242 |
| | 最小 | - 356 | - 190 | - 306 | - 109 | - 641 |
| | 範圍 | 330 | 199 | 356 | 163 | 399 |
| 小 南 | 最大 | 410 | 273 | 386 | 322 | 303 |
| | 最小 | 273 | 142 | 229 | 98 | - 128 |
| | 範圍 | 137 | 131 | 157 | 224 | 431 |

附錄 № 2

石公五個鈦業所發熱量計算式線

