



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	鐵鑛石の被還元性に関する研究（第一報）．焼結鑛の被還元性に就て：COガスによる焼結鑛の還元實驗
Author(s)	鵜野, 達二; Uno, Tatsuji; 神原, 健二郎 他
Citation	北海道大學工學部彙報, 7, 133-148
Issue Date	1952-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/40512
Type	departmental bulletin paper
File Information	7_133-148.pdf



鐵鑛石の被還元性に關する研究(第一報)

燒結鑛の被還元性に就て

(COガスによる燒結鑛の還元實驗)

鵜野 達 二

神原 健 二 郎

渡 邊 清 吉

(April 30, 1952)

Study on the Reducibility of the Iron Ore. (I)

On the Reducibility of the Sinter.

(Reduction Experiments on the Sinters by CO gas.)

Tatsuji UNO, Kenjiro KANBARA,

and Seikichi WATANABE

Synopsis;

We have carried out the reduction experiments on the Sinters made by several domestic iron-works by CO gas at 800 °C; and have investigated the reducibility and the catalytic actions of them.

The reducibility of Sinter is affected by physical conditions such as porosity, grain size, etc., and chemical conditions such as chemical component and structure, etc., In the present study the reduction phenomena was only investigated from the chemical standpoint so we grinded the sample to a very fine powder to diminish the effect of physical conditions as possible.

The Sinter made at Kamaishi showed the best reducibility and then followed those made at Yawata, Hirohata, Kokan and Muroran. However, generally, the reducibilities of the sinters were not so excellent.

Carbon precipitation does hardly occur during the first one hour of reduction but suddenly increases after about two hours. This phenomena seems to due to the reduced metallic iron which is considered to gain a strong catalytic action after have saturated with carbon.

The Sinter made at Kamaishi showed the highest degree of carbon precipitation and then followed those made at Muroran, Hirohata, Kokan and Yawata.

Though we could not make out clear the definite relations between the reducibility and oxidation degree or silica content, it seemed likely that high degree of oxidation and low content of SiO_2 each favors the reducibility.

I. 緒 言

現今鐵鑛石の不足から製鐵原料として燒結鑛の需要はますます増加し、我が國においては高爐装入原料の35~55%を占めており、最近においては100%装入を本格的に計畫している所もある。

元來燒結鑛は高爐装入原料として不適當な粉鑛、煙塵、硫酸滓等の利用方法として發達したものであるが、その發展に伴い燒結鑛の特長を生かした積極的利用法が考えられるようになり種々な見地から多くの検討¹⁻⁸⁾が加えられている。

實際操業において比較的少量の燒結鑛を用いて爐内の物理的條件を改善しようとする場合には硬くて強い塊状のものが望ましくこの目的のために、熔融點の低い珪酸鐵を生成せしめる方法として Schwarz⁹⁾や G. Yamada¹⁰⁾による研究がなされている。又多量の燒結鑛を主装入原料として使用する場合には多少硬度、強度は犠牲にしても鐵分の高い被還元性の良いものが要求され、これに関し Agnew¹¹⁾, Harrison¹²⁾, Slater¹³⁾等の研究がある。

若し燒結鑛の硬度、強度、被還元性などを自由に調整することが實現し得たら燒結鑛本來の特長である多孔性、均一性と相俟つて理想的な製鐵原料となり得ることが期待できるものである。

燒結鑛の被還元性は大別し、氣孔率、粒度などの物理的要素と化學成分、組織等の化學的要素により支配されるものであるが、本實驗においては化學の見地のみより検討を加えることを目的とし試料を細かく碎き物理的な原因による影響の差をできるだけ少くするようにした。

II. 試 料

室蘭、釜石、日本鋼管、廣畑、八幡の各製鐵所で作られた燒結鑛を-100meshに碎き110°Cで2時間乾燥したものをを用いた。

Table 1は各試料の分析結果を示したものである。

表中の酸化度とは、燒結鑛中の Fe_2O_3 の分子と FeO の分子の和を1とし、これに對する Fe_2O_3 分子の百分率をもつて表わしたものである。¹⁴⁾

即ち

$$\text{酸化度} = \frac{\frac{Fe_2O_3(\%)}{159.68}}{\frac{Fe_2O_3(\%)}{159.68} + \frac{FeO(\%)}{71.84}} \times 100(\%)$$

Table 1

	T.Fe %	FeO %	Fe ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	ΣOFe %	酸化度%
室 關	57.28	37.28	40.42	9.63	20.43	32.79
鋼 管	61.12	31.53	52.30	10.62	22.71	42.73
廣 畑	59.46	17.16	65.89	7.96	23.59	63.34
釜 石	58.89	16.17	66.19	6.37	23.47	64.82
八 幡	58.82	13.28	69.29	6.98	23.75	70.13

これによると、Fe₂O₃のみの時は酸化度100%、Fe₃O₄のみであるとFeOとFe₂O₃の分子数が等しくなり酸化度は50%、FeOのみであると上式の分子はOとなり酸化度はOということになる。

III. 實驗装置及び操作

Fig 1は装置の大要を示す。

蟻酸を硫酸で脱水し生成せるCOガスを清淨後Aよりガス溜Bに充しソーダライム、鹽化カルシウムを充填したC、苛性カリを充填したDを経て脱水、清淨後毎分50ccの割合で反應管Gに導いた。反應管は透明石英で作り管内の空氣をCOガスで置換後豫め一定温度まで上昇させておいた爐を移動し管内の温度を急激に所定温度に達せしめ一定時間還元後再び爐を移動させ試料を急冷した。本實驗はすべて800°Cで行つたが爐を移動してから反應管内の温度が800°Cに達するまでの時間は約3分であつた。試料は約1gをシリカボートにとつた。

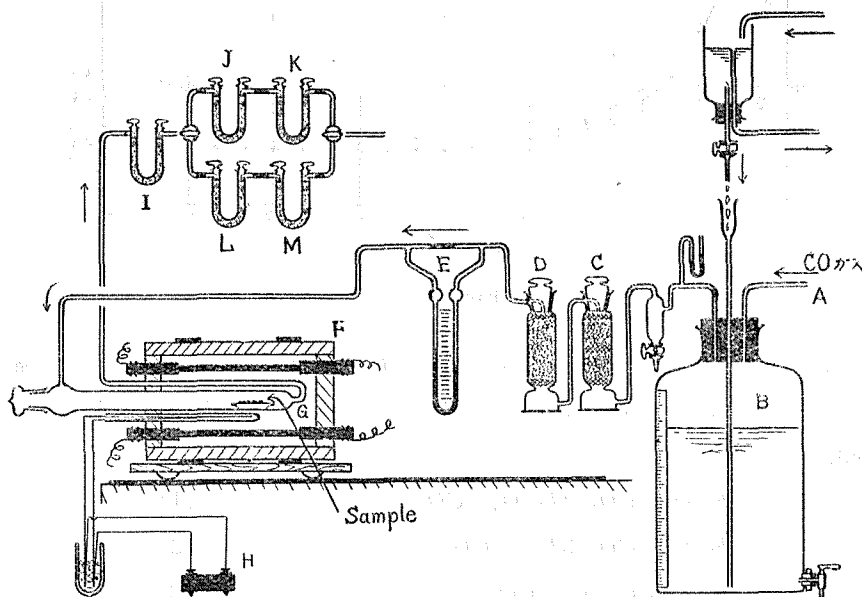


Fig 1 實驗装置

COガスは酸化鉄を還元することにより又CO自身の解離によりCO₂ガスを生ずる。斯くして発生したCO₂ガスを鹽化カルシウムを充填したU字管で清浄した後ソーダライムと鹽化カルシウムを充填したU字管JK, LMに交互に吸収せしめてその増量を10分毎に秤量した。

なおブランクテストの結果U字管の増量は10分間で0.1mg程度でこれにより試料の觸媒作用によるもの以外のCOの解離は無視し得ることを確認した。

IV. 實驗結果

A) CO₂ガス発生量の時間による變化

焼結鐵とCOガスとの反應により発生したCO₂ガスを10分毎に定量し圖示したものがFig 2である。いずれの焼結鐵も初期においてCO₂発生量が多く、特に釜石、八幡、廣畑焼結鐵は著しい。これらは40~50分頃より緩慢になり90分前後で最小になるがこの頃よりCOの解離反應が盛んに行われはじめCO₂量は時間の経過と共に再び上昇し、特に釜石、室蘭焼結鐵にこの傾向が著しい。

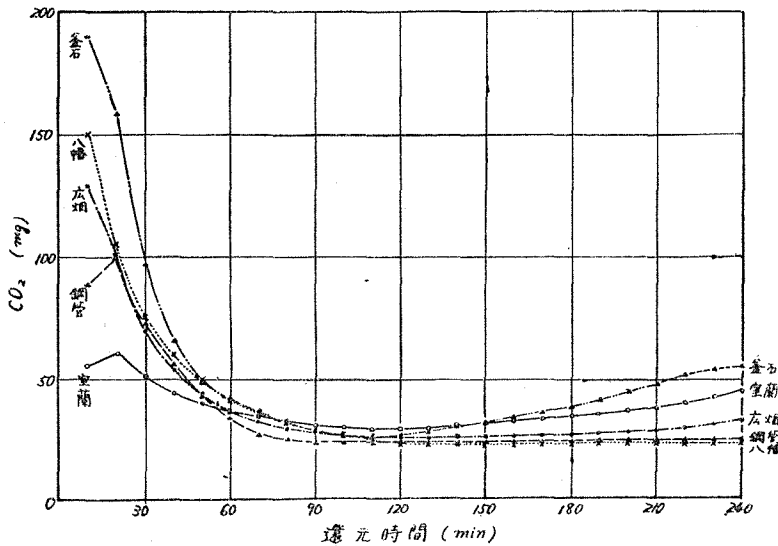
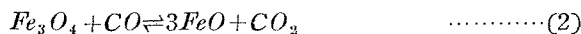
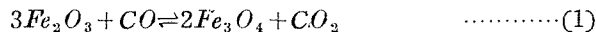


Fig 2

COによる鐵礦石の還元及び炭素析出を考える場合Fe-C-O系についての十分なる理解が必要なのであるが既にこの系についての検討は多くの人々¹⁵⁻²¹⁾ によつて行われておりこれらを要約し最も簡単な反應式で示すと



となり更にガス相を構成しているCO及びCO₂の間には Boudouard's curve によつて示される

次式の平衡が成立する



一般に化學反應は反應系の成分が平衡状態より隔離する程度が大である程進行し易いものであつてFig 2のCO₂發生量が初期において著しく多いのは池上氏²²⁾らによつて指摘されている如く Fe₂O₃→Fe₃O₄ の還元が非常に速かに進行しているためである。松原氏の報告によると上記(1)の反應の平衡状態における氣相中のCO₂量は700°Cにおいて95%, 800°C, 900°Cにおいて98.5%であり, (2)の反應においては627°Cで56.5%, 662°Cで60.3%, 720°Cで64.8%, 863°Cで74.5%, 967°Cで79.6%となつており更に(3)の反應においては561°Cで46.4%, 627°Cで43%, 662°Cで41.6%, 720°Cで39.3%, 863°Cで34.1%, 963°Cで30.8%となつている。即ち時間の経過により還元の進行すると共に發生するCO₂量は減少してくるのである。

Fig 2の初期におけるCO₂量の Peak の高低は釜石燒結鐵と八幡燒結鐵とが逆になつているが概して酸化度の大小と一致しているといえよう。釜石燒結鐵と八幡燒結鐵との間に差異ができたのはSiO₂含有量等による影響をうけたものと思われる。

B) 炭素析出

Table 2は試料1.0000gに對する炭素析出量を mg で示したものでFig 3はこれを圖示したものである。

Table 2

試料 還元時間	八幡	鋼管	廣畑	室蘭	釜石
10	0.2mg	0.6mg	0.8mg	1.4mg	1.5mg
20	0.5	1.6	1.9	2.2	3.0
30	1.5	2.0	2.5	3.3	4.1
40	2.1	3.6	4.0	4.7	6.5
50	3.6	6.4	7.0	7.6	8.7
60	4.6	9.0	10.0	11.0	12.0
120	25.0	28.4	41.2	48.7	51.1
180	53.2	58.0	72.0	88.4	106.5
240	81.4	89.6	104.0	129.5	175.7

Fig 4 ~ 8における Curve(I)は10分毎に發生するCO₂量を示し, Curve(II)は, Total CO₂量を示したもので, Curve(III)はCO₂の總量から炭素析出に基くCO₂量を減じた値即ち實際に還元により生じたCO₂量を示すものである。

Fig 3 によると炭素の析出は40分程度までほとんどなく1時間くらいからやや見られ2時間附近より急に増えている。最も炭素析出能の大きなのは釜石燒結鐵で次いで室蘭, 廣畑, 鋼管, 八幡燒結鐵の順になつており釜石燒結鐵は八幡燒結鐵の2倍以上の値を示している。

實際操業においてこの炭素の沈積があまり多くなると鐵石の還元を悪くし棚吊り等の故障を

惹起し、爐の操業状態を悪くするものであつて決して望ましいものではない。

この炭素沈積は勿論 CO の解離反應により生じたものであるが酸化鐵がこの反應の觸媒作用をなすものであるといわれている。酸化鐵の外に金屬鐵、炭化鐵、ニッケル、コバルト、白金等も觸媒能を有するとされている。

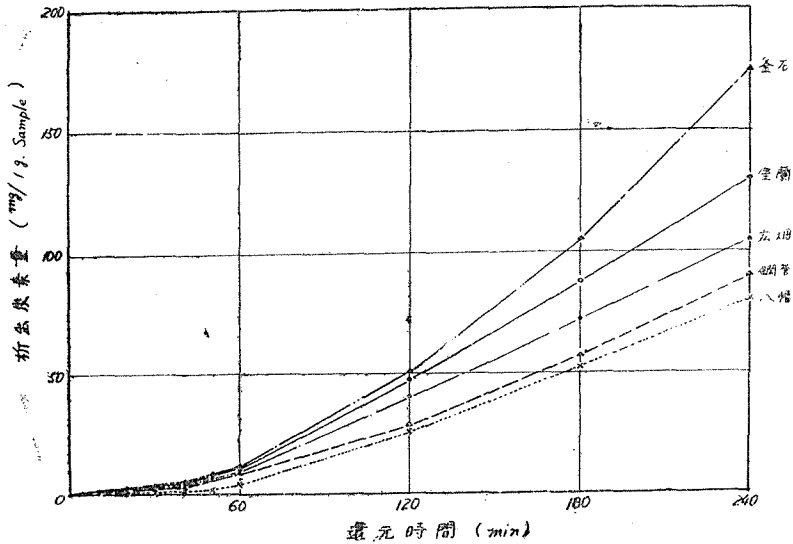


Fig 3

従つて鐵礦石が CO 氣流中において次第に低級酸化物に移行してゆく場合、 CO ガスは常に Fe_3O_4 , FeO , Fe , Fe_3C のいずれかと接觸していることになりここにおいて $2CO \rightleftharpoons C + CO_2$ なる解離反應に及ぼすこれらの物質の觸媒能が問題となつてくる。

中谷氏²³⁾ の實驗によると鐵酸化物の觸媒能は低級酸化物ほど大であり更に metallic Fe はいずれの酸化物よりも大であり、その温度における飽和値に達するまで滲炭が行われ後はじめて炭素析出の觸媒作用をあらわしており、本實驗においてもこの事實と一致しているように思われるが試料が純粋なものではなく複雑な成分構成を有しているため炭素析出能に關しなお多くの角度よりの検討が殘されており結論を得るに至つていない。

C) 被還元性

Table 3 ~ 4 は各試料につき $m-Fe$, Fe^{2+} を分析した結果を示し、Fig 9 ~ 13 はこれを圖示したものである。

なお $m-Fe$, Fe^{2+} , Fe^{3+} の定量は次の方法によつた。

試料 0.3g をビーカーに採り 10% $CuSO_4$ 溶液 15ml 加え温水で 35ml にうすめ時計皿で蓋をし液量を約 50ml に保つよう水を補給しながら 15 分間煮沸し、直ちにグーチ坩堝で爐過し温水で洗滌する。

Table 3 m-Fe

試料 還元時間(min)	室 蘭	鋼 管	廣 畑	八 幡	釜 石
10	7.27%	4.57%	7.44%	7.18%	13.42%
20	14.46	14.30	19.50	21.28	32.58
30	18.44	23.27	25.99	32.50	40.55
40	23.07	29.90	30.47	41.10	46.23
50	26.49	33.55	34.60	45.75	49.02
60	30.26	36.27	37.10	48.65	51.72
120	38.69	44.23	45.23	53.51	56.76
180	41.93	48.20	49.32	55.04	57.01
240	44.02	52.59	51.95	55.10	57.25

Table 4 Fe

試料 還元時間(min)	室 蘭	鋼 管	廣 畑	八 幡	釜 石
0	28.99%	24.52%	13.35%	10.33%	12.57%
10	29.86	39.01	31.93	32.82	34.20
20	24.55	35.51	25.75	25.87	16.57
30	23.44	27.55	20.72	17.02	12.98
40	20.45	21.21	17.43	9.93	8.52
50	18.01	18.08	14.01	5.75	6.50
60	16.22	15.61	12.34	3.20	5.23
120	11.02	9.94	5.82	1.38	0.62
180	8.21	6.24	2.25	0	0.49
240	6.96	4.09	0	0	0.37

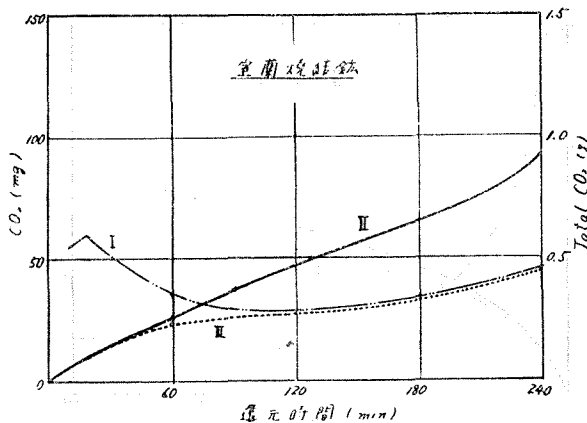


Fig 4

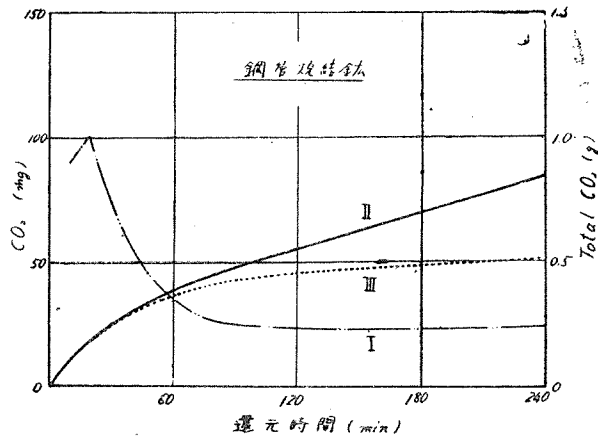


Fig 5

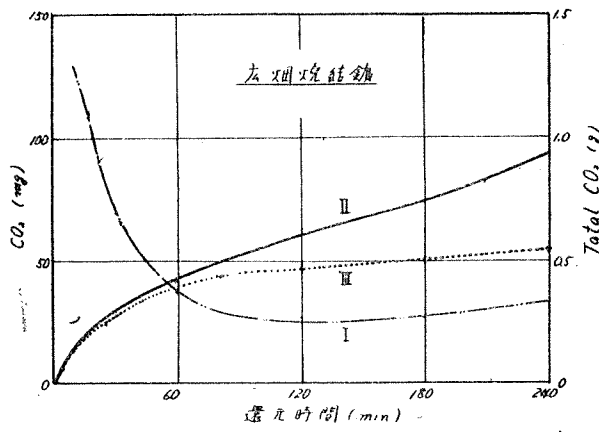


Fig 6

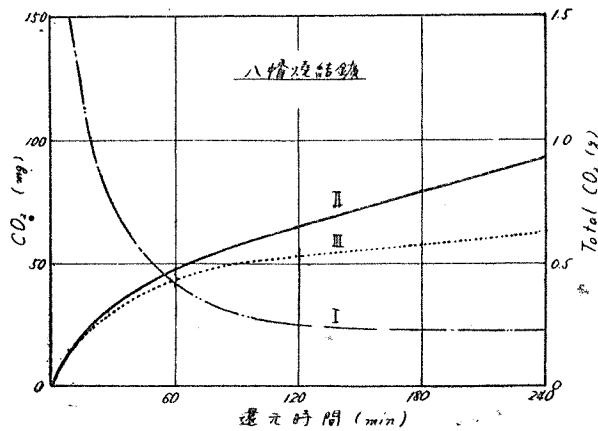


Fig 7

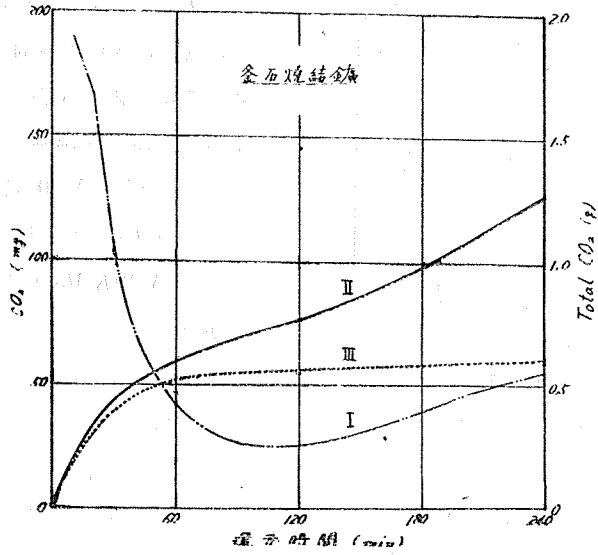


Fig 8

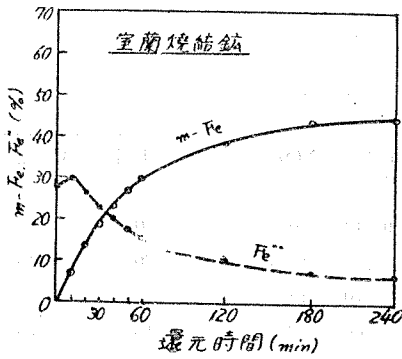


Fig 9

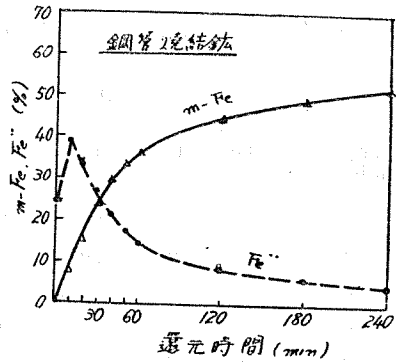


Fig 10

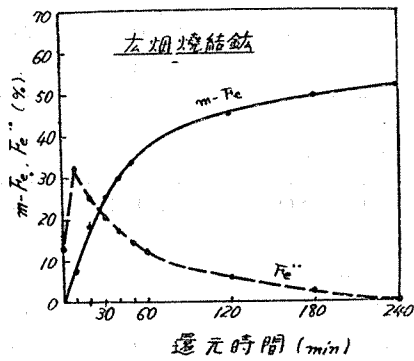


Fig 11

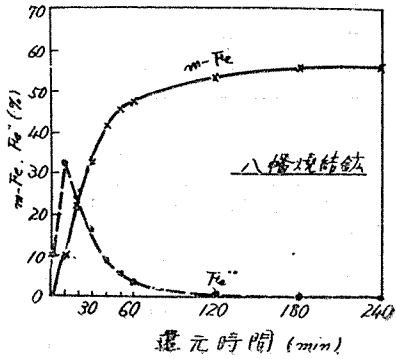


Fig 12

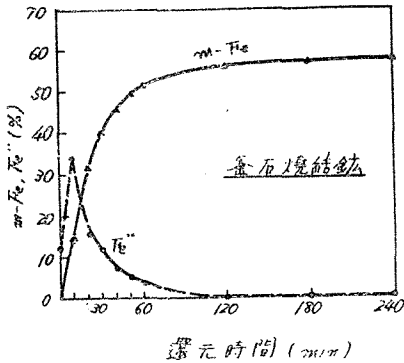


Fig 13

還元液15ml を加え, 約50mlにうすめ湯煎上で加温し一晝夜保持する。次にグーチ坩堝で再び濾過しシアン化ナトリウムを除去し残渣をエレンマイヤーフラスコに洗い入れる。フラスコ内の空気をCO₂ガスで置換後, 濃鹽酸30mlを加え時計皿で蓋をし酸化鐵を完全に溶解し冷却後 N/10 重クロム酸カリで滴定した。

N/10重クロム酸カリ 1 ml = 0.005585gr Fe

Fe³⁺定量; Total Fe³⁺ (m-Fe + Fe²⁺) をもつて Fe³⁺量とした。

以上の分析結果より還元率を求めると Table 5 ~ 9 の如くなる。

Table 5 窒 素 焼 結 鐵

還元時間 min	m-Fe %	Fe ²⁺ %	Fe ³⁺ %	FeO %	Fe ₂ O ₃ %	ΣO _{Fe} %	酸素除去率 %	還元率 %
0	0	28.99	28.29	37.28	40.42	20.43	0	0
10	7.27	29.86	20.15	38.39	28.79	17.17	3.26	15.95
20	14.46	24.55	18.27	31.57	26.10	14.85	5.58	27.31
30	18.14	23.44	15.40	30.14	22.00	13.30	7.13	34.89
40	23.07	20.45	13.76	26.29	19.66	11.74	8.69	42.53
50	26.49	18.01	12.78	23.16	18.26	10.53	9.90	48.45
60	30.26	16.22	10.80	20.85	15.43	9.26	11.17	54.67
120	38.69	11.02	7.57	14.17	10.81	6.39	14.04	68.72
180	41.93	8.21	7.14	10.55	10.20	5.40	15.03	73.56
240	44.02	6.96	6.30	8.95	9.00	4.69	15.74	77.04

Table 6 鋼 管 焼 結 鐵

還元時間 min	m-Fe %	Fe ²⁺ %	Fe ³⁺ %	FeO %	Fe ₂ O ₃ %	ΣO _{Fe} %	酸素除去率 %	還元率 %
0	0	24.52	36.60	31.53	52.30	22.71	0	0
10	4.57	39.01	17.54	50.16	25.06	18.67	4.04	17.78
20	14.30	35.51	11.31	45.66	16.16	15.00	7.71	33.94
30	23.27	27.55	10.30	35.42	14.71	12.28	10.43	45.92

m-Fe定量; この濾液を約100mlにうすめ濃硫酸 7 ml 及び純アルミニウムを一片加え全部の銅が沈澱し溶液が無色になるまで煮沸し冷却後濾過し冷水で 350mlにうすめる。これを N/10 過マンガン酸カリで滴定し, m-Feを求めた。

N/10KMnO₄ 1 ml = 0.005585gr Fe

Fe²⁺定量; 上述の残渣をビーカーに移しアンモニア性の飽和シアン化ナトリウム溶

液15ml を加え, 約50mlにうすめ湯煎上で加温し一晝夜保持する。次にグーチ坩堝で再び濾過しシアン化ナトリウムを除去し残渣をエレンマイヤーフラスコに洗い入れる。フラスコ内の空気をCO₂ガスで置換後, 濃鹽酸30mlを加え時計皿で蓋をし酸化鐵を完全に溶解し冷却後 N/10 重クロム酸カリで滴定した。

N/10重クロム酸カリ 1 ml = 0.005585gr Fe

Fe³⁺定量; Total Fe³⁺ (m-Fe + Fe²⁺) をもつて Fe³⁺量とした。

以上の分析結果より還元率を求めると Table 5 ~ 9 の如くなる。

還元時間 min	m-Fe %	Fe ²⁺ %	Fe ³⁺ %	FeO %	Fe ₂ O ₃ %	ΣO _{Fe} %	酸素除去率 %	還元率 %
40	29.90	21.21	10.01	27.27	14.30	10.35	12.36	54.04
50	33.55	18.08	9.49	23.25	13.56	9.24	13.47	59.31
60	36.27	15.61	9.24	20.07	13.20	8.42	14.29	62.92
120	44.23	9.94	6.95	12.78	9.93	5.84	16.89	74.37
180	48.20	6.24	6.68	8.02	9.54	4.64	18.07	79.56
240	52.59	4.09	4.44	5.25	7.50	4.22	18.49	81.41

Table 7 廣畑燒結鐵

還元時間 min	m-Fe %	Fe ²⁺ %	Fe ³⁺ %	FeO %	Fe ₂ O ₃ %	ΣO _{Fe} %	酸素除去率 %	還元率 %
0	0	13.35	46.11	17.16	65.89	23.59	0	0
10	7.44	31.93	20.09	41.06	28.70	17.74	5.85	24.79
20	19.50	25.75	14.21	33.11	20.30	13.45	10.14	42.97
30	25.99	20.72	12.75	26.64	18.21	11.38	12.21	51.75
40	30.47	17.43	11.56	22.41	16.51	9.98	13.61	57.69
50	34.60	14.01	10.85	18.01	15.50	8.65	14.94	63.33
60	37.10	12.34	10.02	15.86	14.31	7.81	15.78	66.88
120	45.23	5.82	8.41	7.48	12.01	5.26	18.33	77.70
180	49.32	2.25	7.89	2.89	11.27	4.02	19.57	82.95
240	51.95	0	7.51	0	10.73	3.18	20.41	86.51

Table 8 八幡燒結鐵

還元時間 min	m-Fe %	Fe ²⁺ %	Fe ³⁺ %	FeO %	Fe ₂ O ₃ %	ΣO _{Fe} %	酸素除去率 %	還元率 %
0	0	10.33	48.49	13.28	69.29	23.75	0	0
10	7.18	32.82	18.82	42.20	26.89	17.45	6.30	26.52
20	21.28	25.87	11.67	33.26	16.67	12.39	11.36	47.83
30	32.50	17.02	9.30	21.88	13.28	8.84	14.91	62.73
40	41.10	9.93	7.79	12.76	11.13	6.17	17.58	74.02
50	45.75	5.75	7.32	7.39	10.46	4.77	18.98	79.91
60	48.65	3.20	6.97	4.11	9.96	3.90	19.85	83.57
120	53.51	1.38	3.93	1.77	5.61	2.07	21.68	91.28
180	55.04	0	3.78	0	5.40	1.62	22.13	93.17
240	55.10	0	3.72	0	5.31	1.59	22.16	93.30

Table 9 釜石燒結鐵

還元時間 min	m-Fe %	Fe ²⁺ %	Fe ³⁺ %	FeO %	Fe ₂ O ₃ %	ΣO _{Fe} %	酸素除去率 %	還元率 %
0	0	12.57	46.32	16.17	66.19	23.47	0	0
10	13.42	34.70	10.77	44.62	15.39	14.54	8.93	38.04

還元時間 min	m-Fe %	Fe ²⁺ %	Fe ³⁺ %	FeO %	Fe ₂ O ₃ %	ΣO _{Fe} %	酸素除去率 %	還元率 %
20	32.58	16.57	9.73	21.30	13.90	8.90	14.57	62.07
30	40.55	12.98	5.36	16.69	7.66	6.01	17.46	74.39
40	46.23	8.52	4.14	10.95	5.91	4.20	19.27	82.10
50	49.02	6.50	3.37	8.36	4.70	3.19	20.28	86.40
60	51.72	5.23	1.94	6.73	2.77	2.33	21.14	90.07
120	56.76	0.62	1.51	0.80	2.16	0.83	22.64	96.46
180	57.01	0.49	1.39	0.62	1.98	0.72	22.75	96.93
240	57.25	0.37	1.27	0.48	1.81	0.65	22.82	97.23

以上より各焼結礦について還元率を總括すると Table 10, Fig 14の如くなり被還元性は釜石焼結礦が最もよく次いで八幡・廣畑・鋼管・室蘭焼結礦の順になつている。

Table 10

試料 還元時間(min)	室 蘭	鋼 管	廣 畑	八 幡	釜 石
10	15.95%	17.78%	24.79%	26.52%	38.04%
20	27.31	33.94	42.97	47.83	62.07
30	34.89	45.92	51.75	62.73	74.39
40	42.53	54.04	57.69	74.02	82.10
50	48.45	59.31	63.33	79.91	86.40
60	54.67	62.92	66.88	83.57	90.07
120	68.72	74.37	77.70	91.28	96.46
180	73.56	79.56	82.95	93.17	96.93
240	77.04	81.41	86.51	93.30	97.23

焼結礦或いは鑛石の被還元性を比較するため種々な方法があるが先ず一定時間後における還元率を比較圖示すると Fig15 の如くなる。

次に一定還元率に達するに要する時間は Table11, Fig16に示す如くである。

Table 11

試料 還元率	室 蘭	鋼 管	廣 畑	八 幡	釜 石
60%	78 min	51 min	43min	28min	19min
70%	135	90	73	37	29
80%	—	190	140	50	37

4時間還元後における還元率と酸化度との關係は Table12, Fig17に示す如くなり大體酸化度の大きなるものほど被還元性もよくなつていようである。

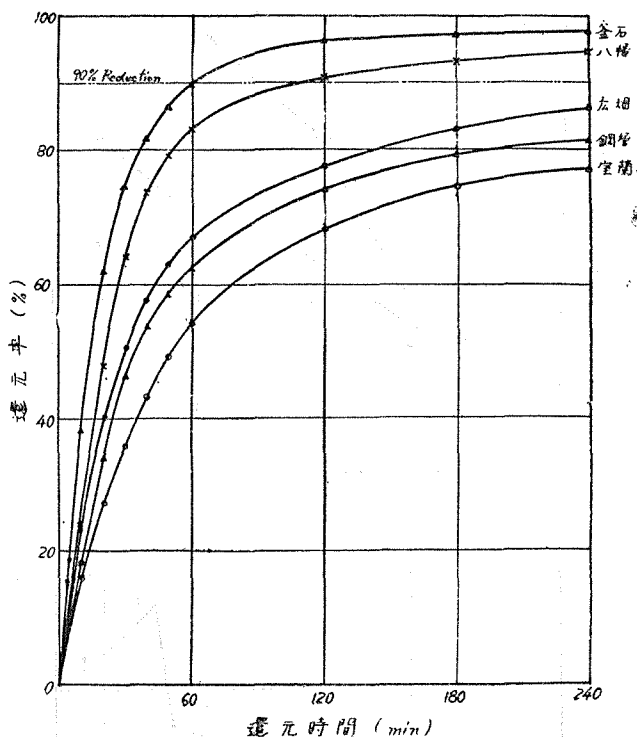


Fig 14

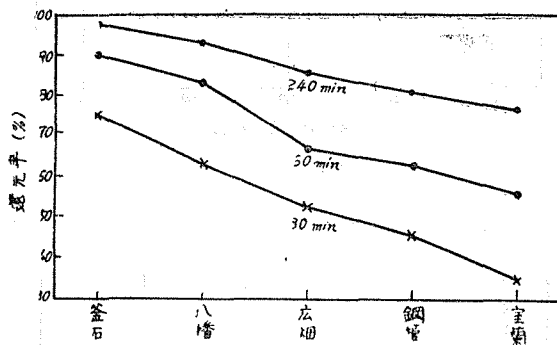


Fig 15

Table 12

	室 蘭	鋼 管	廣 畑	釜 石	八 幡
酸化度 (%)	32.79	42.73	63.34	64.82	70.13
還元率 (%)	77.04	81.41	86.51	97.23	92.88

次に4時間還元後における還元率と SiO_2 含量との關係は Table13, Fig18 の如くなり SiO_2 の結合状態にもよるが概して SiO_2 の多いほど被還元性は悪くなつてゐる。原礦中の SiO_2 が

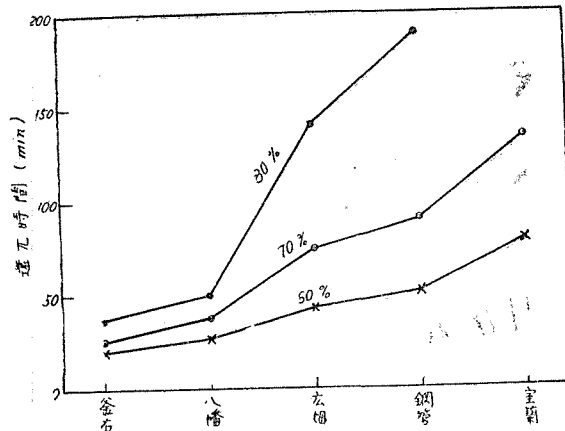


Fig 16

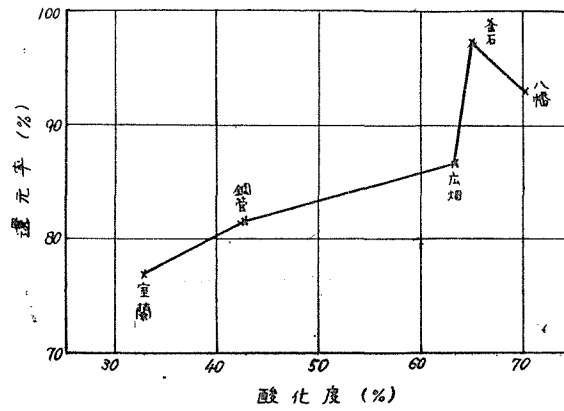


Fig 17

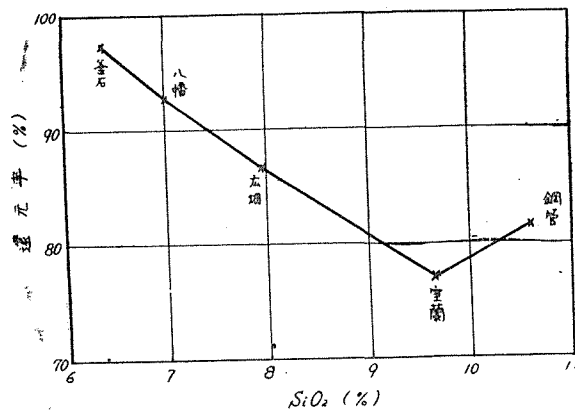


Fig 18

Fayalliteを形成している場合は勿論被還元性は悪いが、原鉱中の酸化鐵が通石の SiO_2 と緻密に混合している場合でもこれを高温度で還元するに當り高級酸化鐵が FeO に還元された際 FeO と SiO_2 が作用し $xFeO \cdot ySiO_2$ を形成する傾向があり、珪酸含有量の異なるほどこの傾向は著しくなっている。

Table 13

	釜石	八幡	廣畑	室蘭	鋼管
SiO_2 (%)	6.37	6.98	7.96	9.63	10.62
還元率 (%)	97.23	92.88	86.51	77.04	81.41

V. 結 言

國內各製鐵所の燒結礦について、 $800^{\circ}C$ において CO による還元實驗を行い次の如き結果を得た。

1) 炭素析出; 還元開始後1時間までは析出はほとんど起らず2時間頃より急に盛んになっている。これは還元により生じた $m-Fe$ が炭素を飽和した後強力な觸媒作用を呈するためと思われる。

析出炭素量は釜石燒結礦が最も多く、次いで室蘭、廣畑、鋼管、八幡燒結礦の順になっている。

2) 被還元性; 被還元性は釜石燒結礦が最もよく、次いで八幡、廣畑、鋼管、室蘭燒結礦の順になっているが、一般的に被還元性は良好であるとはいえない。

Joseph 氏⁹⁾は日本において出鉄率が比較的低いのは粒度の粗い還元困難な堅緻な鐵石を使っていることと、燒過ぎの還元困難な燒結礦を使用しているのが原因の一部をなしていることを指摘し、硬く燒いた燒結礦を装入原料中に90%使用すると操業速度が15%低下すると述べている。

勿論使用目的により多少被還元性を犠牲にしても強度が要求される場合もあつて、被還元性のみから燒結礦としての良否をただちに斷定することは不適當であるが理想としては、軟かく燒いた還元容易な燒結礦即ち鐵分はほとんど赤鐵礦の型で FeO 分少く、Slag化したものは殆んど含まず、氣孔は細かく、その壁は薄く、ヨークスに似た細胞型のものを作ることを目標とし、成品に對しては十分取扱いに注意したなら出鉄率の向下を圖ることが可能であろう。

3) 被還元性と酸化度、 SiO_2 含有との關係は鐵酸化物、珪酸等の存在状態に左右されるため、一概に結論を下すことはできないが、概して酸化度の異なるほど又 SiO_2 含有量の少ないほど被還元性は良好であるということがいえる。

文 献

- 1) Mouthe, T.L. ; Iron Age 162 (July 1949) 29
- 2) Luyken, W. & Kräber ; Mitt. Kaiser-Wilhelm Inst. Eisenforsch Düsseldorf 13 (1931) 247
- 3) Joseph, T.L., E. P. Barrett & C. E. Wod: Blast Furnace and Steel Plant 21 (1933) 1447
- 4) Greenwalt, T. E. ; Metals Jech. T. P. 963 (Sept 1938)
- 5) Klärding, J. ; Arch. Eisenhüttenwes. 12 (1938/39) 641
- 6) Groethe, K. & J. Stocker ; Stahl u. Eisen 55 (1935) 641
- 7) Hamilton, F. M. and H. F. Ameen ; Mining Engineering 187 (1950) 1275
- 8) 高橋愛和 ; 東北大學選鑛製鍊研究所彙報 第5卷 第2號 昭和24. 12月
- 9) Schwarz, G. M. ; Trans. Am. Inst. Mining Met. Eng. Iron Steel Div. 84 (1929) 39
- 10) 山田賀一 ; 鐵と鋼 12 (1926) 431
- 11) Agnew, G. E. ; Metals Tech. T. P. 956 (Aug. 1938)
- 12) Harrison, P. G. ; Blast Furnace & Steel Plant 27 (1939) 372
- 13) Slater, J. H. ; Trans. Am. Inst. Mining. Met. Eng. Iron Steel Div. 145 (1941) 44
- 14) 大石源治, 石部 功 ; 鐵と鋼 17 (1931)
- 15) Bouer & Glassner ; Zeit. Phys. Chem. 43 (1903) 354
- 16) Schenk etc ; Ber 38 (1905) 2331, 40 (1907) 1708 etc.
- 17) A. Matsubara ; Zeit. Anorg. u. Allgem. 124 (1922) 39
- 18) 岩瀬慶三 ; 金屬の研究 2 (1925) 259
- 19) 高橋源助 ; " 2 (1925) 781
- 20) Johnsson ; J. Iron & Steel Inst. 1926 295
- 21) 眞殿 統 ; 鐵と鋼 28 (1937) 703
- 22) 池上平治 ; " 32 (1941) 1
- 23) Fumitada Nakatani ; Technology Reports of the Osaka Uni. Vol. 1 No. 20 (1957)
- 24) Joseph, T. L. ; " Iron Ore Rreperation and Blast furnace Operation of Japan " July 1951 東大にて講演