

(1) 微粉鉄鉱石の水素還元

東京大学 工学部

○入田俊幸 大塚研一
吉沢昭宣 相馬胤和

I. 緒言

さきに、化学分析用酸化次鉄を試料とした反応実験から、単一微粒子の還元挙動について報告したが、その後、鉄鉱石の微粉で水素還元を行い、新たな知見を得た。

II. 実験方法

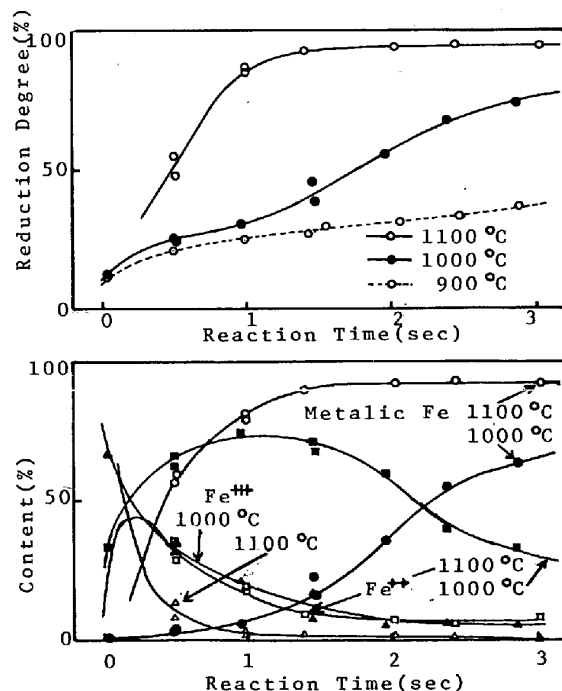
本実験の直接の目的は、一定温度において、 $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+} \rightarrow Fe$ のように還元がすすみ各々の量が経時に変化する過程を定量的に把握することである。そのために、鉱石粒子を所定の時間だけ反応させた後、とり出して化学分析をするので、例えば、 $900^\circ C$ で 1 sec と 2 sec の反応量を求めるためには、独立した2つの実験が必要である。具体的には、高さ 60 cm、内径 3.1 cm の縦型輸送層（石英管）において、鉄鉱石の微粉を純水素中に希薄分散させ、一定流速で並流下降させた。輸送層反応管を通過した粒子を下部で捕集し、化学分析（臭素メタノール法）によって、metallic Fe と Fe^{2+} の定量を行った。試料は、Mt. ニューマン（良質なヘマタイト鉱）で、粒子径は、 4.4μ 、 7.2μ 、 12.1μ の3段階、反応管壁温度は、 $800^\circ C$ 、 $900^\circ C$ 、 $1000^\circ C$ 、 $1050^\circ C$ 、 $1100^\circ C$ の5段階である。反応管長あるいはガス流量をかえることにより、0 sec ～ 3 sec の間でのそれぞれの反応時間について実験を行った。

III. 実験結果

実験により得られた結果は、以下のような特徴をしめした。1) 下図のしめすように、 $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+} \rightarrow Fe$ の進行は、ほぼ逐次的である。2) $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$ の段階が非常に速く、この反応が 50% 程度すすんだ後に、鉄の急速な成長が始まっており、この時間おくれが、低温ほど大きい。3) 従って、総括還元速度を律する主要な要因は、 $Fe^{2+} \rightarrow Fe$ の段階にあり、高温ほどこの影響が大きい。4) $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$ の速度は、0.5 sec 以前に、非常に速い時期があり、0.5 sec 以降、3 sec までは、残存する固体中の Fe^{3+} 量 (atm%) の一次に比例する。そして、この反応速度は高温側で大きく、特に、 $900^\circ C$ から $1000^\circ C$ の間で急激に速くなる。又、ここでの粒径効果は、 $1000^\circ C$ 以上で認められ、粒径が小さい程速い。

5) $Fe^{2+} \rightarrow Fe$ の速度は、0.5 sec 以降、3 sec まで、残存酸化鉄量（全鉄中の Fe^{2+} と Fe^{3+} の atm% の合計）と時間のべき乗に比例し、高温側で鉄の成長速度が速い。ここでも $900^\circ C$ から $1000^\circ C$ でとくに速くなり、 $1000^\circ C$ 、 $1050^\circ C$ 、 $1100^\circ C$ では変化が小さい、更に粒径効果は、 $1000^\circ C$ 以下で明らかにあらわれ、小粒径ほど速い。

ところで、5) でしめした法則は、0.5 sec 以前の鉄量の変化を説明する事ができないので、初期に、鉄の核発生が律速段階になっていることの可能性を、速度論的に検討した。

図1. 実験結果例 (粒子径 7.2μ)

文献

- 1) 藤、大塚ら：鉄と鋼、58(1972) 536