

随 想

鉄鋼製錬の物理化学に想う

三本木 貢 治*



人類文化の進歩の跡を顧みる時、考古学者は石器時代について青銅時代、鉄器時代を考えているように、金属製錬は人類が火の利用によつて開発した極めて古く、重要な技術の一つであろう。

原始時代の人類の目には高温下における製錬過程の複雑怪奇な諸現象は極めて不可思議なものに映つたであろうし、また火を崇拜する原始宗教と結びついて、金属製錬が非常に神聖にして神秘的なものと考えられていたことは世男各国において数々の神話伝説として伝えられていることによつて理解されるであろう。

従つて製錬に携わる人々は不思議な術を会得しているものとして畏敬され、種々の特権を与えられたが、一方製錬の技術はいわゆる秘術として少数の者にだけ継承されたため、その進歩は極少数の人々の思索と経験の累積によつて長年月を費して徐々に進められたものと思われる。このように長年神秘的なものとなされ、御家芸的な金属製錬も 18 世紀中期以降産業革命期を迎えて工業的発展の過程を辿り始め、数々の注目すべき新技術の開発がなされたが、なお主として経験の累積によつて進められたと見るのが妥当であろう。

今世紀初頭より近代科学の照明のもとに、金属製錬の技術に理論的根拠を与えようとする機運が急速に高まり、先ず鉄鋼製錬の分野において、複雑な炉内反応を個々の単純な基本反応に分解し個々の反応を主として化学熱力学の基礎によつて研究されるに至つた。いまこの方面の研究の跡を顧みると、1920 年代の初期に英国鉄鋼協会とフアラデー協会の共催によつて「製鋼法の物理化学」という主題で討論会が開かれ、ついでこの討論会の提出論文と討論の概要が 1925 年公刊されこの分野の研究に貴重な一石が投ぜられた。

その後この分野の研究は各国の研究者により非常に注目され、1932年～1933 年頃に各国の研究が一応軌道にのり、その後の活潑な研究によつて今日の成果が得られたものである。その間諸外国における研究としてはドイツにおける Oberhoffer から Schenck に続く研究、Tamman や Körber と Oelsen を経て Max-Plank 鉄鋼研究所においておこなわれた研究、米国における Herty や M. I. T. の Chipman 一派の意欲的な研究、英国における McCance, Richardson 一派、BISRA の研究者達の業績、仏における IRSID を中心とした研究者の研究、スウェーデンのストックホルム工科大学の研究、ソ連の Samarin や Esin の極めて独創的な研究等は高く評価すべきであろう。

またわが国においてもこれらの諸外国の先人と時を同じくして、故大石博士、的場博士、故柴田博士等によつてこの方面の研究の先鞭がつけられ、その後故俵博士によつて創設され、田中博士、沢村博士により継承された日本学術振興会製鋼第 19 委員会を中心として、幾多の研究者によつて諸外国の研究に比して遜色のない研究がおこなわれたことは欣びとするところである。ただ地理的、言語的條件の制約のため、従来わが国の業績が十分諸外国に周知されなかつたことは遺憾とするところであるが、数年前前記 19 委員会第 3 分科会に製鋼反応協議会が設置され、主要な基礎反応の平衡関係の推奨値の審議がおこなわれ、その結果わが国の研究の一部も推奨値として広く海外に紹介されつつあることは誠に時宜に適したものと感ずる次第である。

いま鉄鋼製錬の炉内反応に関与する成分および相について考えると、 CO 、 CO_2 、 N_2 、 H_2 、 O_2 、 S_2 、

* 本会東北支部理事、東北大学選鉱製錬研究所教授、工博

などのガス成分を含むガス相，酸化鉄， SiO_2 ， CaO ， MgO_2 ， P_2O_5 などの酸化物および珪酸塩などよりなる鉍滓相， Fe を主とし， C ， Si ， Mn ， P ， S などを含む金属相および耐火物相があり，鉍滓相および金属相は製錬温度によつて固体状態，半熔融状態，熔融状態として存在する。そして製錬過程においては各相，各成分間の諸反応が同時に相重畳して進行しており，しかも決して平衡にあるものでないから，従来主として基礎系について求められた平衡条件などに関する資料が製錬作業に理論的根拠を与えているとはいいながら，なお実際の炉内の関係とは若干のずれのあることは止むを得ぬであろう。

従つて製錬作業のよるべき基礎としては単純系の熱力学的数値のみでは十分とはいい難く，溶鉄や溶滓の粘性表面張力などの諸物性，諸成分の拡散に関する数値，基礎反応の反応速度などに関する正確な資料も重要であり，また基礎系の関係と実際の炉内の関係のずれの程度を正確に把握しておかねばならぬであろう。

最近化学熱力学的研究も漸次単純系から複雑系へと拡張され，溶鉄中の特定成分の活量におよぼす他成分の影響などについて有用な資料が提出され，またそれらの数値を用いて複雑系溶液の活量を近似的に算出する試みもなされている。これら手法は単純系の資料より複雑系の挙動を推測するに有力な手段として誠に興味あるものである。また鉍滓や溶鉄の諸物性の測定，鉍滓や溶鉄中の拡散，基礎反応の速度論的研究に対しても最近内外の研究者の関心がむけられ，従来の研究の空白が埋められ，製錬作業のよるべき資料が一層豊富になりつつあることは欣ばしいことである。特に脱炭反応の機構については最近わが国のみならず欧米においても注目すべき成果が公表されて，その機構が解明されつつあることは注目すべきであろう。

更に従来熔融鉍滓は中性酸化物や珪酸塩の集合体と見做され，主としていわゆる分子論的観点に立って研究結果の考察などがおこなわれたが，最近ガラスの研究に端を発して，熔融鉍滓の電導度の測定，電解実験，輸率の測定，X線的研究などによつて，鉄鋼製錬の鉍滓も相当イオン解高しているイオン性溶液であることが実証され，その構成も漸次明らかになりつつある。

そしてイオンの観点より基礎反応の平衡条件の解明，適当な鉍滓を電解質とした可逆電池による熱力学的数値の決定，反応機構の解明などが試みられていることは注目すべきであろう。ただ現在のところ製錬鉍滓のごとき複雑なものの電離度や存在するイオン種などについて十分な資料がなく，やや不確実な基盤に立って研究がおこなわれていることは否めないが，このような観点よりの研究の拡張によつて溶鋼酸素量を瞬間的に測定し，その変化を連続的に追跡することも可能と考えられ，己にわが国および米国などで試みられており，また分子論的には説明困難な脱硫機構や電解製錬の限界，機構なども合理的に説明されるようである。

戦後におけるわが国鉄鋼生産の伸長は驚異的なものがあつたが，偏えに製鉄人の新鋭設備の設置，優秀技術の採用などに積極的意欲を傾けた賜物と敬服するところである。しかし発展の跡を顧みるとき外国への依存度が高く，新技術の開発にしても外国技術の導入消化が多く，わが国で育成された技術は比較的少なかつたように思う。このことは戦後の荒廃から急速な復興を要請されたわが国の鉄鋼界にとつて賢明な道であつたことと思うが，わが国の鉄鋼業の独特な技術の育成を志す時期に達したように思われる。それには矢張り甚だ月並であるが「ローマは一日にして成らず」の諺のとおり日頃の努力の累積が肝要であろう。従来ややもすると基礎研究は直ちに生産に直結しないものとして，一部の人々には軽視され，敬遠される傾向がなかつたとはいへぬし，物理化学的研究もその例に洩れなかつたと思われるが，優秀な技術も一見無駄と思われる地道の基礎的研究の累積より生れるものであることに思いを致すべきであろう。

最近研究の重要性が認識されて，鉄鋼研究に対しても斬新な施設の国立研究所，各製鉄会社の中央研究所が設置され活潑な研究活動がおこなわれていることは同慶に堪えないが，今はこれらの研究所が基礎研究の分野並びに開発研究の分野に亘り大きな成果をあげまたわが国独特な技術の育成に寄与することを念願し，期待するものである。