

資源循環社会システムと製造業



随筆

原 茂 太*

Recycling System for Resources and Industry

Key Words : resource, recycling, ecology, COP3

昨年12月1日より10日間、京都において開催された地球温暖化防止京都会議(COP3)を契機として、我が国においても環境問題の重要性が広く浸透しつつあるように見える。しかしながら、京都会議での取り決められた枠組みを現実のものとして実行に移す過程では、製造業、特にエネルギー多消費型の製造業に取っては、長期的にはオイルショック以上の産業構造の変化が起こるだろうと予感させる。たとえば、有史より産業革命の開始まで280ppm前後に保たれていた大気中の炭酸ガス濃度が、18世紀の後半より増加の一途にあり、現在では380ppmに達している。この増加の傾向を将来550ppm以内で安定化させるためには、現在我国の国民一人当たり一年間に排出している炭酸ガス排出量2.6トン(炭素換算量)を21世紀中に1トン以下に下げる必要があると言う試算が行われている。このような試算を筆者の関わりの深い製鉄業に当てはめるとどのようなことが起こるであろうか。数字を与えて、考えて見たい。

製鉄業、特に、鉄鉱石から鉄鋼素材を作るいわゆる一貫製鉄所においては、その消費エネ

ルギーの70%以上が鉄鉱石を還元して、鉄鋼素材とする工程で使われているとされる。製鉄工場では、オイルショック以来、数多くの省エネルギーの努力が行われ、1973年より10年間で約20%の省エネルギーが達成されており、現在では、溶鋼1トン当たり炭酸ガス排出量は炭素換算量で0.57-0.63トン(炭素換算量=炭酸ガス排出量×0.273)を達成している。ところで、鉄の製造プロセスを詳細に見ていくと、代表的なプロセスである高炉一転炉による近代の鉄鋼製造法では、炭素質材料(コークス)は、還元剤として鉄鉱石に含まれる酸素を炭素結合して取り除くためと、脈石成分をスラグ(鉱滓)として熔融分離する熱源として不可欠である。今、鉄鉱石より銑鉄1トンと熔融スラグ250kgが生成される場合、鉄鉱石の還元で炭素換算で0.275トン、鉄の熔融と浸炭に0.1トン、スラグの熔融に0.01トン、総計0.382トンの炭素(炭酸ガス排出量1.4トン)使われることが熱力学的に試算される。一方、更に現実的に達成可能な工業的最小炭酸ガス排出量として、炭素換算で銑鉄1トン当たり0.5トンが推算されている(西田誠:ふえらむ, 1998年第17巻, 第1号23頁)。今日、我が国における粗鋼の生産量は1億トン程度であることから、現在の高炉プロセスで今後も年間1億トンを鉄をつくり続けるとすれば、省エネルギーのための徹底的な技術開発を行ったとしても、炭酸ガスを1億8千万トン(炭素換算で5千万トン)を毎年排出し続けることとなる。この値を我が国の人口で割ると、製鉄業の国民一人当たり一年間の炭酸ガス

*Shigeta HARA
1940年12月1日生
昭和38年大阪大学工学部冶金学科卒業
現在、大阪大学大学院工学研究科
マテリアル応用工学専攻、教授、
工学博士、界面制御工学、材料物
理化学、金属製錬光学
TEL 06-879-7465
FAX 06-879-7466
E-Mail s.hara@mat.eng.
osaka-u.ac.jp



発生量は1.5トン(炭素換算量0.41トン)となる。すなわち、将来見込まれている国民一人一人に割り当てられる炭素消費量(炭酸ガス発生量)の40%以上を製鉄業が使う事となり、このようなことは非現実的である。現在我が国の1年間における炭酸ガス排出割合は民生・輸送部門が50%、製造部門が残り50%を占め、製鉄業については全体の15%程度である。将来においてもこの割合が認められたとしても、鉄鋼1トンの製造に利用できる炭素量はわずか0.15トンにすぎない。とても、鉱石と石炭ベースの鉄鋼業が成り立たないのは自明である。水素の還元剤としての利用もないわけではないが、今後は素材として市場に供給され、使用後役割をおえて廃棄されるスクラップの再利用の仕組みを作り出すことが重要である。鉄鋼の1トン当たりの溶融エネルギーが炭素に換算して0.1トン程度であることは暗示的である。すなわち、老廃スクラップを原料とする金属産業、人口密集地に存在する都市鉱山の開発が素材産業の重要なターゲットとなろう。ところで、このような仕組みを作り出す上でのネックは何であろう。おそらく、我が国だけでなく世界の生産・消費活動が川上より川下に向かう物の流れを想定して作り出されて来たことにある。たとえば、ある製品を設計する段階で、廃棄後再利用もしくは再原料化に適した設計を意図することは、たえて無かった。近年、地球環境を保全するためのヨーロッパを中心とする取り組みは、環境にやさしく、廃棄物を出さない物質の循環システムを目指している。たとえば、1995年ベルリンで行われた地球温暖化防止会議(COP1)に

おいて、ドイツ鉄鋼産業は炭酸ガス排出量を2005年で1987年の25-30%削減することを約束している。また、日本人の人口割合が5%を占めると言われるライン河畔の国際都市デュッセルドルフの近郊にあるデュイスブルグ(Duisburg)市にあるドイツ有数の製鉄会社ティッセン製鋼(Thyssen Stahl AG)では、鉄鋼製造設備より発生する廃熱を利用して、近隣地区の35,000世帯に熱を供給している。このような近隣地区と製造業との共生はヨーロッパ、特に北欧においては広く行われており、今後我が国においても製造業を取り込んだ地域社会システムは指向する方向であろう。この問題にいち早く取り組んだ産業が大きな果実を得ると考えられる。

戦後70年にわたり技術の世界における頂点を目指し努力してきた製造産業は、21世紀を数年後にひかえ、どのような社会の到来を予測しているのだろうか。生産活動が、資源とエネルギーの消費に立脚していることから、様々な技術的課題が見えてくるように思える。その一つはエネルギーであり、他の一つは資源循環に関わるものである。化石燃料に代わる環境に調和したエネルギー源の選択、エネルギーの効率的利用のためのエネルギー貯蔵法は。また、資源循環に適した材料選択・設計手法は、廃棄物資源化のための新たに開発すべき分別技術。ざっと見渡しただけでも、このような課題が次々と上げられる。このような環境調和型資源循環システム社会の実現のためには従来の枠組みに捕らわれない発想と工学分野のはたす役割は大きいと感じている。

