金属材料のリサイクルプロセス

ミニ特集金属材料の
リサイクルプロセスについて

前 田 正 史*

リサイクルがある種の社会運動化している。これは、本当に正しいのだろうか？ すべての素材をリサイクルすることが真に善なのだろうか？ リサイクルということは聞こえがよい。現場は必ずしもそうきれいではない。汚れた物を、きれいにすれば、きれいになる。しかし、汚れを取るためにはエネルギーが要り、もちろん物質不滅であるから、取った汚れはどこかへ行かねばならない。どこへ行くのかまた誰が始末するのか？

今から25年前1972年ローマクラブが「成長の限界」を上梓した。私は当時学生で大来佐武郎氏の翻訳⁽¹⁾を読んだ。人口、食料生産、工業化、汚染、再生不能鉱物資源の消費はすべて幾何級数的な変化を示し、今後必ず限界に当たるということが主張である。

プロセスを専門とするわれわれは、与えられた経済的な境界条件をクリアするためのプロセスオプションをいくつか日本国民に提示するのが使命である。国民の福祉に、真に必要なリサイクルなのか、経済活動の停滞を恐れずに欲望をどこまで押さえればいいのか。

ローマクラブのレポートに、重要な提案がすでになされている。少し長いが引用する。なお副題とアンダーラインおよび括弧内のコメントは著者が付け加えたものである。

**成長の限界 第2章幾何級数的成長の限界からの引用
社会経済とリサイクル、エコロジー**

西暦2000年までに予想される70億[現在96年で56億、現時点予測では63億人といわれる]の人口に満足な生活水準を約束するような経済成長を維持するに足る十分な資源は、存在するのだろうか。その答えは、再び条件づきの答えとならざ

るをえない。それは、主要な資源多消費国が、いくつかの重要な決定をどの方向へ向けるかにかかっている。

彼ら[主要な消費国、すなわち我々である]は、現在のパターンにしたがって資源消費をふやし続けるかもしれない。彼らは、廃棄される金属の再回収と再循環をはかる[本特集のリサイクルである]かもしれない。彼らは、希少資源からつくられる生産物の耐久性を増すような新しい形態を開発するかもしれない[長寿命化]。彼らは、個人が所有し消費するかけがえのない物質を最大化するよりもむしろ最小化[持続可能世界へ向けての運動エコロジー運動?]することによって個人を満足させるような社会的、経済的パターンを推し進めていくかもしれない。

枯渇性

これらの可能な道のすべては、トレードオフ関係にある。トレードオフは、この場合、とくにやっかいである。というのは、それらは、現在の便益と将来の便益との間の選択を含んでいるからである。将来の十分な資源利用可能性を保証するためには、現在の資源使用量を減少させるような政策がとられなければならない。これらの政策の多くは、資源コストを引き上げることによって行われる。資源の再利用と新しい生産物形態は、コストが高くつき、今日、世界のほとんどの国では「非経済的」と考えられている。しかしながら、これらが有効に実施されたとしても、人口と工業の成長の加速的フィードバック・ループが、より多くの人口と、より多量の一人当たり資源需要をもたらすかぎり、システムは、その限界—地球上の再生不可能な資源の枯渇—に向かって押しやられてしまうであろう。

* 東京大学助教授；生産技術研究所(〒106 東京都港区六本木7-22-1)
Ecology and Recycle of Metals; Masafumi Maeda (Institute of Industrial Science, University of Tokyo, Tokyo)
Keywords: ecology, Roma Club, recycle
1996年8月28日受理

地球環境

地球から掘り出された金属や燃料は、それが使用され廃棄された後、いったいどうなるのであろうか。ある意味で、それらはけっして失われることはない。それらの構成原子は、再配列され、結局、薄められ、使用不可餉な形態で、われわれの地球の空気、土、水の中にまき散らされるのである。自然の生態学的システムは、人間活動からの排出物の多くを吸収し、他の生命体に有用な、少なくとも無害な物質に再処理[non-hazardous stock]することができる。しかしながら、いかなる廃出物であろうと、あまりにも大規模に排出されると、自然の吸収機能は飽和してしまう[この点は現在研究が進んでいる]。人間文明の廃棄物は、自然の中に蓄積されていき、ついには、目につき、じやまになり、有害なものとなる。海洋魚の体内にある水銀、都市の空気に含まれている鉛分子[これはほぼ解決した]、都市ゴミの山[いままさに]、海辺の油濁—これらは人間の手を経由する資源の増加の結果である。このように見てみると、世界システムにおいて幾何級数的に増加しているもう一つの量が汚染であることも驚くにあたらないであろう。—以上引用終わり

エコロジーは、エルンスト・ヘッケルにより1866年生態学 Oekologie としてその名前がはじめて出現した⁽²⁾。当時この概念は「有機体とその環境の間の諸関係の科学」として定義された。この言葉は、ギリシャ語の Oekonomie オイコノミーつまり、Oekos(一家)の上手なやりくりつまり家計、そして経済学、との共感により生物学的概念を超越してきた。いまや、有機体は、地球上にある生命体すべてで、環境とは地球全体である。

アンナ・ブラムウエルによる意見⁽²⁾を誤解を恐れず、要約すれば、エコロジーの本質はファッションということである。材料使用、エネルギー使用の制限、つまり統一した規格とその厳密な遵守が、エコロジー的な(最小化)材料使用法である。これは日本がこれまで当たり前のように信じ込んでいたぬるま湯的(責任のない)“自由”民主主義に受け入れられるのだろうか？

究極の資源保護は、人間の経済活動を放棄することである。もちろんこれは我が国を始めとする先進諸国、経済発展中の途上国、どこの国民にも容易に受け入れられるものではない。とすれば、持続可能な世界観というのは、クラブの提言にもあるように、より長い間今と同等(か、それに近い)アメニティー(満足、と彼らは言っている)が保証される世界を作れないか、ということであろう。

俗にゼロエミッションなることばをマスコミで見かける。

また大学人の中にもそれらしきことを言う人間もいる。熱力学的にも実用工学的にもエミッションゼロの工程は存在しないことは明確な事実である。我々にオプションとして残されているのは、ゼロにするのではなく、その最小化である。ゼロにできると、本当に信じて言っているとしたら、その人は全く科学をご存じない。そうでないとしたら、迷える人々を欺く詐欺師か犯罪者である。

今回のミニ特集には、このような間違っただけのものはないはずである。資源循環の一つのプロセスとしてリサイクルという言葉を注意深く使っている、まじめな研究者であると思っていただきたい。

25年前にローマクラブの提言を受け結局我々はなにもしてこなかった。やはり想像力がないということだろうか？本ミニ特集号では、人間の生命維持のための建造物、ライフライン用製品、アメニティー確保のための諸消耗品に多く消費されている、ベースメタルのリサイクルについて斯界の有能な方に書いていただいた。

ここでは、ベースメタルとしての Fe, Al, Cu, Zn, Pb のほか、レアメタル系 Ni, Cr, Co, Mo について書いていただいた。これまで Fe, Al, Zn については多くの報告があるが、昨今の経済社会情勢から考えももっとも決定的なものになると信ずる。Cu, Pb はすでにかかなりリサイクルが実施されており、そのためあまり報告がない。本報告はリサイクルの問題点を認識するためにも役に立つだろう。レアメタル系は、統計もほとんどなく、執筆者は大変の努力を強いられたと推察する。

ベースメタルのマーケットサイズは他の金属を圧倒しているので、経済活動として、リサイクルを成立させるには上記トレードオフを実現できるものでなくてはならない。紙面の制限はあったが、技術的なオプションとして、材料に関わる我々が知らねばならないことは網羅されているだろう。読者の今後の研究、技術開発に必ずや役に立つと信ずるものである。なお、中村 崇九工大教授は、本企画の主任者であり、また本稿を作成するにあたり貴重なご意見をいただき大変お世話になった。

文 献

- (1) ローマクラブ 大北佐武郎監訳：人間の危機レポート成長の限界、ダイヤモンド社、(1972)。
- (2) Anna Bramwell: *Ecology in the 20th Century A History*, Yale University Press, (1989), 和名：エコロジー、金子 務監訳、河出書房新社、(1992)。