人工資源の現状*

松村 治夫¹

An Overview of Man-made Resources

by Haruo MATSUMURA¹

1. Dr., Japan Industrial Waste Technology Center, Nihonbashi-Horidome-cho 2-8-4, Chuoh-ku, Tokyo 103

Man-made resources which should be utilized valuably and effectively is generated from each industry all over the world. This paper describes the following subjects: (1) The generation, disposal and utilization of man-made resources; and (2) New strategies and future trends for information management of man-made resources.

First subject includes a situation of present problems and difference of waste definition for industrial waste in the world. Second subject includes outline of waste information and information management system in our country.

KEY WORDS : Man-made Resources, Waste, Recyclable Resources, Recycling, Industrial Waste

1. ま え が き

本文では、「人工資源」という言葉を広く知られている天然資源に対比して用いることとする。現在、人類は主として天然資源を用いてその生存を維持するための生産、消費活動を進めている。その活動の過程で排出されるものには、排出した者が資源としての価値を認めて、その再生・活用を図るもの（「二次資源」とも呼ばれるが、ここでは「再生資源」と称する）と、そのまま廃棄物として排出するものがある。有史以来、その価値が認められて再生・活用が進められているものは、金、銀、銅、鉄等の金属を初めとして、紙、木、石材等多岐にわたっている。最近ではプラスチック、レアメタルを含めて、いろいろな材料がその対象となってきた。しかし、再生資源として回収したものと廃棄物として排出したものを、環境に調和するように利用または処理するためのコストが、生産コストや販売コストに十分に反映されるような仕組みが存在しなかったため、より低コストで生産効率を上げるという観点からの生産活動が広く進められてきた。その結果、再生資源の回収が減退して多量の廃棄物が産み出され、天然資源の消費量は増加の一途を辿るとともに、廃棄物の排出量もこれに比例して長年にわたって増加し続けてきた。

一方で、この数十年の間に、環境問題が人類の生存に大きな影響を及ぼすことが知られるようになってから、大気汚染、水質汚濁と並んで、その問題発生の原因の一つである廃棄物処理に対しても、近年、各方面から大きな関心が寄せられるようになった。最近では、排出事業者、処理業者、行政機関、一般市民等の関係者の間に廃棄物処理に対する関心が高まり、その発生抑制、減量化・再生利用、適正処理に関する理解が広がって、関係者の連携

による積極的な取り組みが各所で見られるようになった。その結果として、廃棄物の発生量が減少する自治体が相次いで出現し、最近ではその数が増えつつあるという状況である。また、消費者の意識が、「環境に優しい商品」を求めるなど大きく変化したことから、多くの企業が環境対策を重視するようになってきた。これまで行政機関の規制や指導に従う形で行われてきた産業界の環境対策は、企業の自主活動として進められるようになり、現在では、環境対策は本業である製品やサービスの競争にも密接に関わるようになった。

本文では、これらの現況を背景として、再生資源と廃棄物の両者を「人工資源」と捉えることにより、この分野における統計手法の確立やデータベース構築などの情報管理に関わる内容を中心に、その課題と今後の動向を示すこととしたい。

2. 人工資源の発生と処理・利用

2・1 人工資源の位置付け

再生資源や廃棄物は、国によってその対象となるものが大きく異なることがある。例えば、近年、わが国では、自動車や家電製品が道路脇に放置されて捨てられる事例が数多く目撃されるようになった。またシュレッダーダストと呼ばれる、廃車や廃家電製品の解体処理工程で発生する破碎・選別残さの埋立処分基準が、それまでの遮水機能や排水処理施設を不要とする安定型埋立処分から、これらの機能を有する管理型埋立処分に変更された。そのため、埋立処分に要するコストが増大するとともに受入処分場が減少しており、廃車や廃家電製品の円滑な処理を進めるためのシステム作りが大きな課題となっている。

しかし発展途上国では、多くの自動車や家電製品等が使用不能になるまで用いられ、その後も、元のフレームや部品等を活用してトラック等の別の自動車や家電製品が製造されることがある。わが国では廃棄物として排出されることが多い古紙、古繊維、木くず等も有価物として売却され、回収して繰り返し使用されてい

* 1998年1月17日受付 1998年1月18日受理
1. 正会員 工博 (財)日本産業廃棄物処理振興センター調査研究部長
〔著者連絡先〕 FAX +52-5-282-0912 (自宅; メキシコ)
キーワード: 人工資源, 廃棄物, 再生資源, リサイクル, 産業廃棄物

る。わが国の産業廃棄物の中で最も多量に排出される建設廃棄物に至っては、廃棄物の組成が紙、繊維、木、プラスチック、コンクリート等の各種材料の複合材や混合物として排出されるわが国とは大きく異なり、煉瓦やコンクリートなどの単品として排出されることが多く、建設資材として再使用されるため、廃棄物とは見なさない国が多い。

このように再生資源や廃棄物等の「人工資源」は、その国またはその地域における生活様式、産業構造、経済状況等によって、排出・利用状況が大きく左右されることになる。この点で、石油や金属・骨材資源のように、その利用状況がどの国でも共通することの多い天然資源とは異なるため、人工資源に関する各国の状況を単純に比較することは難しく、他国の状況を検討する場合には、細心の注意が必要である。

2・2 人工資源の発生

中国の産業廃棄物の発生量は、1995年が6億1,400万t、2000年には6億9,000万tになると推計されている。1990年の発生量は5億8,000万tと算出されており、その内訳と発生量に占める比率を示すと表1のようになる。この表によれば、中国では産業廃棄物の9割が鉱山・冶金関係の廃棄物となっている。わが国ではこれらの廃棄物は、廃棄物処理法で定める廃棄物に含まれないため、産業廃棄物の統計の対象外となっている。わが国の産業廃棄物の排出量は4億tを超えているが、その中で最も多い建設廃棄物（19%）、農業廃棄物等（19%；以上94年度）はこの表には見られない。中国ではこれらの廃棄物是有価物として利用されており、コンクリートがらや木くず、家畜糞尿は重要な資材、肥料として位置付けられている。

表1 中国における産業廃棄物の発生比率（1990年）

種 類	比 率（％）
選鉱尾鉱	30
採鉱廃石	22
炭鉱廃滓	14
石炭灰	13
スラグ	10
化学系廃棄物	3
放射性廃棄物	0.16
その他	8

中国の都市ごみについていえば、その性状は、厨芥、練炭・石炭灰が大部分を占めており、容器・包装廃棄物が容量の半分以上を占めるわが国とは性状が大きく異なる。回収会社と呼ばれる資源回収の拠点が市内の至る所にあり、ガラス、金属、紙、木、プラスチック等をはじめとして、牛骨や毛髪に至るまで利用可能なものは有価物として回収されている。

有害廃棄物の発生量は、国によって大きく異なる場合がある。わが国では、廃棄物処理法に定められた報告義務に基づいて、特別管理廃棄物を排出する事業者は、所管の行政府に実績報告書を毎年提出することになっている。この報告結果から取りまとめられた特別管理廃棄物の排出量は、94年度には249万tに達している。これは産業廃棄物の発生量の0.6%に相当する数値となる。諸外国の有害廃棄物の発生量は、調査年次は明確ではないが、米国：2億6,400万t、EC：2,500～3,000万t、ドイツ：220万t、フランス：200万t、オランダ：100万tと報告されている。産業廃棄物の総発生量は、ECが22億t、ドイツが1億tと推計されていることから、有害廃棄物の発生比率はECが1.1～1.4%、ドイツが2.2%で、日本の有害廃棄物の発生比率はECの半分以下

となる。廃棄物の定義やその適用範囲を見ると、わが国の特別管理廃棄物よりも欧米の有害廃棄物の方が範囲が広く、特に米国では、わが国の通常産業廃棄物に該当する範囲の汚泥や廃酸、廃油等も有害廃棄物に位置付けられていることから、その発生量がきわめて大きくなっている。

人工資源の発生量を把握する場合の問題点を、廃棄物に関して取りまとめると次のようになる。

1）廃棄物の定義は国によって異なり、廃棄物に該当するかどうかを調べるためには、その国の関係法令やその用語の内容および適用範囲を具体的に把握する必要がある。排出事業者が自ら排出しているものが法で定める廃棄物に該当するのかどうか行政関係者も含めて判断に迷う事例も少なくない。

2）廃棄物の発生量の定義とその数値の算出方法は、必ずしも定まっていないため、その調査手法と算出方法をあらかじめ把握してその内容を理解しておく必要がある。例えば汚泥の場合、わが国では、廃棄物処理施設と見なされる脱水工程の前または後、運搬車両への積載時点、乾燥状態での換算値など種々の状態での数値が使用されている。廃棄物のどの状態をもって算出された数値かを知ることが重要である。

3）原材料や製品については、その量を管理する必要があるため、生産量や使用量は計量して正確に把握されるが、廃棄物に対しては計量等は行わないことが多い。排出事業者自らが発生量を把握していないこともあり、調査を行っても回答できないため、運搬車両の台数から換算したり、保管場所の容量から発生量を間接的に求めるなど、その精度が低い事例もある。複数品目の廃棄物が混合状態で排出されるときは構成比率が不明確となりやすい。

4）実態調査によって把握される発生量は、調査費用の制約から、抽出調査の結果に基づいて統計処理を行って推計値を導く事例が多い。同一業種の同一製品を製造する工場であっても、発生量が大きく異なることがあり、原単位を算出して統計処理する場合には注意が必要である。自動車工場の事例をあげると、部品から車両まで一貫製造工程を持つ工場と、加工組立を中心とする工場では、その原単位が大きく異なる。また、発生抑制、減量化・再生利用を推進している工場と未着手の工場との間では、廃棄物の発生品目が違っており、抽出調査の対象数が小さいと、実際の発生量との大きな誤差を生ずることになる。

再生資源についても、廃棄物と同様な問題を抱えており、今後は人工資源に関する組織的・系統的な調査を国際的に進めて、各国の再生資源や廃棄物の定義を標準化するとともに、その統計データが信頼性を持って活用できる共通の仕組みを構築していくことが重要である。既にこのような動きが一部の国際機関で始まっているといわれており、今後の進展に期待したい。

2・3 人工資源の処理・利用

人類は、廃棄物をその生存する環境中に放出し続けており、その歩みの足跡として、貝塚等の史跡が残されている。近年に至ると、廃棄物の処理技術は、埋立と焼却の2つに大別されるようになった。

わが国の廃棄物処理に関する法規制の歴史は、明治時代の汚物掃除法に始まっており、コレラ等の伝染病対策を目的に制定されたといわれている。その後、昭和20年代に清掃法が制定され、ごみやし尿を対象として、公衆衛生面からの対応を中心に進められてきた。この時代の廃棄物処理の目的は、急増する人口と都市化の進行に伴う衛生水準の低下が引き起こす伝染病の蔓延を防止するため、その媒体となるハエや蚊および鼠族昆虫の発生源となる廃棄物（主として家庭ごみ）を迅速に処理することにあった。夏には高温多湿となるわが国の気候は、東南アジアの各国と同様、

有機物が腐敗してハエ等の発生源となることから、速やかに搬出して埋立地に運搬して覆土することが行われていた。しかし都市部では埋立地の不足が慢性化してきたため、焼却施設の設置が始まった。焼却は、廃棄物の性状を安定な無機物に変えるとともにその埋立処分量を減らすことから、わが国に最も適した処理方法と見なされて焼却施設の設置が普及した。

その後の高度経済成長に伴って、公害問題が発生し、家庭ごみ以外の工場から出る廃棄物が大きな社会問題となって、1970年の公害国会で、大気、水質等の他の公害関係法令とともに廃棄物処理法が成立し、初めて産業廃棄物という概念が定められた。その後、1976年に六価クロム鉍滓の問題を契機に産業廃棄物の規制強化が行われ、1991年には、廃棄物処理の目的として発生抑制や再生利用の推進が盛り込まれるとともに、特別管理廃棄物の制度化が行われた。

1997年は、廃棄物処理施設の範囲の変更や処理施設設置手続きの明確化、ダイオキシン削減のための焼却炉の構造基準・維持管理基準の変更、最終処分場の維持管理積立金制度の義務化などの処理施設関係の規制強化と、再生利用の特例制度、多量排出事業者の減量化・再生利用に関する処理計画の策定などの再生利用の推進、および排出者責任の強化ならびに委託基準違反や不法投棄防止のためのマニフェスト制度の全面的な義務化と電子マニフェスト制度の創設などの管理制度の強化に関する改正が行われた。

とくに、焼却施設および最終処分場に関する規制の強化は、環境保全の目的を達成できる水準にある施設のみを残して、その他の廃棄物は発生抑制、再生利用を推進することにより、その処理体制を整えようという方針で実施されており、これを契機に人工資源の利用が大きく進むものと期待されている。またマニフェスト制度の全面実施と電子マニフェスト制度の創設は、将来の人工資源の情報管理システムの基盤になるもので、今後の普及が円滑に進むことを期待したい。

3. 人工資源に関する情報管理の現状と今後の動向

3・1 わが国の人工資源情報

人工資源に関する情報、なかでも産業廃棄物分野に関するものは、他の業種に比較してかなり不足しているといわれている。各種の廃棄物専門誌や新聞等が刊行されており、多数の廃棄物関連書籍が発行されているにもかかわらず、この分野に関わりを持った人々から、どんな情報がどこにあるかという問い合わせを頻繁に受けることが多い。用語の定義がわからない、古いデータはどこにあるのか、統計データの精度や定義はどうなっているのか、処理費用に関するデータはあるのか、再生利用を行いたいがどうすればよいかなど、簡単には答えられない質問を受けることもある。このようなとき、この分野における情報管理システムが未だ十分に整備されていないことを痛感する。

国際的に見たときは、わが国ほど廃棄物に関するデータが行政機関により整備されている国はないという意見がある¹⁾。海外では、コンサルタントの推計したデータを使用しているのが現状で、開発途上国を訪れると、先進国の技術協力によって得た調査データのコピーを渡されるだけとのことである。その理由として、日本のごみ処理は焼却を中心としてきたため、ごみ燃焼における投入量、発熱量や水分に関するデータを必要とすることから、焼却施設の入口に計量器が設置され、収集車両1台ごとのごみ搬入量を計測しており、また大型焼却炉の運転に際しては、ごみの投入量や発生ガス量等のすべてのデータを正確に把握していることがあげられている。埋立処分の場合は、全体の処分容量に関するデータのみが重要で、1日当たりの処理能力に関する制限がない

ため、運転管理に際して投入量、組成等の精度の高いデータは必要としない。この精度の高いデータが施設から自治体に報告され、都道府県で集計が行われている。市町村データの個票は、毎年厚生省に報告され、統計情報部のデータベースに入力されている。これらの情報が集計されて、国全体の廃棄物量、処理方法、資源化方法等が網羅されている「日本の廃棄物」と題する報告や「一般廃棄物処理事業等実態調査統計資料」として毎年取りまとめられる。後者の統計資料は500頁もあるもの²⁾で、このような資料を毎年発行しているのはわが国のみとのことである。また「日本の廃棄物」はこの資料を中心に取りまとめた概要版で³⁾、約100頁の統計情報を主体とした出版物として毎年発行されている。その他、多くの自治体でその廃棄物処理事業に関する概況報告の冊子が発行されており、100頁以上の事業概要を作成している自治体もある。

技術情報についても、一般廃棄物の分野では、焼却施設、粗大ごみ処理施設、高速堆肥化施設、し尿処理施設、最終処分施設等の構造指針解説が取りまとめられており、その中で施設の建設、運転、維持管理等の関連技術を中心として各種情報が整理されている。さらに、1990年3月に学術情報団体として廃棄物学会が世界ではじめて設立され、現在その会員数は約3,000名に達している。廃棄物専門の研究発表の場が生まれたことに伴って研究発表会での講演件数は年々増大し、「廃棄物学会誌」はこの分野における学術情報誌としての位置付けを確立している。

今後、このような人工資源関連情報が関係者の努力により多量に生み出されるものと思われるが、これらの情報から多くの知識を得て人工資源を取り巻く問題の解決にあたるためには、情報の活用を円滑に進めるためのシステムを整備することが重要となる。

3・2 産業廃棄物に関する情報管理

産業廃棄物に関しては、「産業廃棄物排出・処理状況調査」と「産業廃棄物行政組織等調査」の2つが厚生省によって継続的に実施されている。前者は産業廃棄物全般にわたって量的変化の把握を主体として実施される全国的な統計調査であって、1977年度から5年ごとに行われており、その調査結果は現在広く各方面で利用されており⁴⁾、1993年度からは毎年調査が行われている。後者は産業廃棄物の処理業者の許可件数、産業廃棄物処理施設数、産業廃棄物業者処理実績等の、法で定められた都道府県・政令市への実績報告を中心に集計するもので、毎年調査が実施されている⁵⁾。

また1990年度よりマニフェスト制度が導入され、感染性廃棄物は4月から、その他の廃棄物は6月から実施された。厚生省通知に基づく指導で、感染性廃棄物、建設廃棄物、有害廃棄物に対して重点的にその普及が進められた。

1992年7月には、改正廃棄物処理法が施行され、特別管理廃棄物の制度化がなされるとともに、特別管理廃棄物マニフェスト制度が1993年4月より実施された。また、特別管理産業廃棄物管理責任者の制度が設けられ、特別管理産業廃棄物に関する排出・処理状況に関する報告が義務づけられるようになった。これにより、事業者における特別管理産業廃棄物関係の情報管理体制が強化されたことになる。

1996年度にマニフェストの頒布数が2,200万セットに達したことから、1997年には、マニフェスト制度をすべての産業廃棄物に導入するとともに、併せて電子マニフェスト制度を創設するための法改正が行われ、1998年12月に施行される予定となっている。

産業廃棄物を取り巻く状況は、社会情勢の変化、技術の進歩に伴って著しく変化するが、産業廃棄物処理に関わる対策を進めるにあたっては、これらの要因に関する各種の情報を収集して解析

し、解析結果に基づいて対策を検討することが必要となる。しかし、量的変化に関する要因の把握という面を見ても、現状では、産業廃棄物の排出や処理に関する量的データの一部は法制化されて事業者から実績報告等の形で地方自治体に提出されているものの、すべてのデータが事業者から集められる仕組みにはなっていないため、これらの全国的な状況を把握するためには統計調査の実施に頼らざるを得ない状況である。また、質的变化、経済的变化および環境の変化に関する要因の把握については、現在は個別の実態調査を必要時に別途行うことによって対応しているのが実状であり、今後は、産業廃棄物処理対策をより円滑に進めて行くためにも、情報管理システムの構築等のような、情報の収集や活用に関する制約を緩和する抜本的な対策を講じることが各方面から求められている状況にあるといえる。

3・3 今後の情報管理のあり方

米国では1993年に「情報スーパーハイウェイ構想」をゴア副大統領が提唱している。2000年までに全米のすべての学校、図書館、病院などを光ファイバー、通信衛星等で結んだ高度のネットワークをつくり、米国が現在抱えている教育、医療などの問題解決を図るための切り札とするプロジェクトである。この構想は単なる情報化の構想ではなく、情報ネットワークと地球環境問題を結びつけようとしているところに特徴がある。このビジョンを示したゴア副大統領の著作物によれば、グローバルな情報伝達の社会基盤を新たに形成して、情報と同時に問題解決に必要な技術、ノウハウ、知恵を世界各地に伝達して移転するメカニズムを作ることが、地球環境問題に対応するための手段として不可欠であると主張している。情報化の中に潜在している力を認識してその目標を再確認する必要がある、資源リサイクル、省エネルギー、環境保全等の地球環境問題に対応する事業は情報化を進めることによって大きな効果を上げることが期待される⁶⁾。

ライフサイクルアセスメント(LCA)は「ある製品やサービスの製造から使用、廃棄に至るすべての段階における資源・エネルギーなどの入力、環境への放出などの出力を定量的に把握して評価する手法」と定義されており、その規格化がISOの中で進められている。LCAの実施にあたって現在問題となっているのは、廃棄物処理に関する情報が不足していることである。この原因として、上流となる排出側の製造工程等から生じる廃棄物の性状や製品の構成素材等に関する具体的な情報が得られていないことが指摘されている。企業は、製造段階で原材料・エネルギー等を選定する立場にあるが、構成物質等に関する十分な情報を入手して製品を作るとともに、そこで得られた情報を下流側に伝達する必要がある。また、リサイクルの受け皿となる上流側は、利用する原材料・エネルギー等に関する情報を提供するとともに、再

生品を受け入れる体制を作る必要がある。下流側である廃棄物処理業でも、受入可能廃棄物、資源化物回収も含めた処理状況等の情報を上流側に提供していくことが重要である。上流側、下流側がともに求めているのは情報の共有であり、個々の企業や機関が保有している情報を共有して相互に活用することにより、より高いレベルでの事業活動を進めるための新しい情報管理システムの構築が望まれる。そして、必要な情報が得られないものについては、利用者の方で責任を持って対処することができない場合は使用しないという考え方を広める必要がある。

4. おわりに

資源循環型社会の構築が各国で進められており、欧米では、わが国の更に先をいく方策の確立に向けて進んでいる。ドイツでは「循環経済及び廃棄物処理法」を1996年10月より施行したが、ドイツの従来からあった廃棄物の法制度を根本的に変えるもので、廃棄物の概念を定義し直すことにより、従来の廃棄物法では適用対象外であった有価物や残留原料、生産・消費残留物をすべて包含した。これは、言い換えれば、生産したものはいつかは廃棄物となりうることから、すべての生産物を廃棄物の概念で捉えることを意味している。そして、リサイクルできないもの以外の生産物はリサイクルすることを強制している。ここでいうドイツの新しい廃棄物の定義は、本文で定義した「人工資源」に該当することになる。

わが国の資源・素材産業は、国内鉱山・製錬施設の廃止等が進み、資源・素材に関する生産規模が縮小しつつあるが、これは大量生産、大量消費、大量廃棄からなる社会システムに追随してきたことによってもたらされたものと筆者は考えている。資源循環型社会では、環境との調和を図りながら資源・素材を回収し、精製・加工した上で再び供給し続けるためのシステム構築が求められる。この社会では、自らが供給する人工資源を循環していくための技術力やマネジメント能力など、従来になかった新しい能力が要求される。そして、この新しい目標に到達できた企業は、資源・素材産業の宿命であった天然資源の枯渇という命題から解放されることになる。それは産業界の要としての新しい復活の力を資源・素材産業にもたらすであろう。

引用文献

- 1) 田中 勝監修：リサイクル，リサイクル文化社（1991）
- 2) 厚生省水道環境部：一般廃棄物処理事業等実態調査統計資料（1993）
- 3) (社)全国都市清掃会議：日本の廃棄物'93（1993）
- 4) 厚生省水道環境部：産業廃棄物排出・処理状況調査報告書（1993）
- 5) 厚生省水道環境部：産業廃棄物行政組織等調査報告書（1993）
- 6) 今井賢一：日経新聞，平成5年11月5日朝刊，（1993）