

「循環型社会形成推進基本法」の問題 —一定常開放系のエントロピー論の視座から—

薬師寺 敬済

序 論

近年、廃棄物の発生量は一般廃棄物では約5千万トン、産業廃棄物では約4億トンという高水準で推移しており、その対策としてのリサイクル率は平成8年度では、一般廃棄物で約10%、産業廃棄物では約42%で、リサイクルの一層の推進が要請されている。また不法投棄の発生件数は、平成10年度では1,273件で、平成5年度の4.6倍に増大し深刻化している。最終処分場の残余年数は、平成8年度で一般廃棄物で8.8年、産業廃棄物で3.1年となっているが、今後の廃棄物処理施設の立地は困難であり、廃棄物処分場の枯渇が早急の問題となっている。

そのような経緯の中で、2000年に公布された「循環型社会形成推進基本法」は、先述のような諸問題を解決するために「大量生産・大量消費・大量廃棄」型の経済社会から脱却し、生産から流通、消費、廃棄に至るまで物質の効率的な利用やリサイクルを進めることにより、資源の消費が抑制され、環境への負荷が少ない「循環型社会」を形成することをめざして立法された(1)。

また、本法は廃棄物の取り扱いの優先順位を明確に示したところにひとつの特長がある。それは、①発生抑制、②再使用、③再生使用、④熱回収、⑤適性処分という順位である。それにより、本法はより実効性をもつ法律として画期的であることがいえる。つまり、これらの具体的施策をできるだけ実行し、廃棄物を再び資源として扱うことにし、それを使うことで廃棄物発生と資源の枯渇問題を解決しようと試みる資源循環型社会の構築を目指す法律であるといえる。

リサイクルは「まだ使えるのに捨てるのはもったいない」という素朴な気持ちからきた市民の運動が原点である。そうすると、リサイクルは省資源を実現するとともに、環境に優しいという満足感から起こった活動といえるだろう。ところが現実には省資源が達成されているかどうかは、廃棄物を再び製品にする作業をするのに必要としたエネルギーと資源の問題を抜きにして判断することができない。新しく生産する製品のエネルギーと資源の量より、リサイクルして生産する製品のそれのほうが少なくなければ、省資源を実現したことにはならないということである。

そこでリサイクルの意義と限界をはっきりさせることが大切になってくる。リサイクルは運動というイデオロギーの形ではなく、明確な理論としてまた政策としてその意義を示すとともに、リサイクルのどこに限界があるのかを理論的に論ずる必要があるだろう。

あるものが資源か廃棄物であるかどうかは、自然科学の概念であるエントロピーの大小で決まってくるともいえる。エントロピーとは、物やエネルギーの属性であり、利用可能な物質・エネルギーのうちで利用不可能になった物質・エネルギーの割合を示す尺度と考えればよい。したがってエントロピーが小さいものは、まだ利用可能性が充分に残っているので資源であり、大きいものは利用可能性がないので廃棄物となる。

リサイクルにエントロピーの概念を用いれば、リサイクルとは、いったんエントロピーが大きくなったものを、エントロピーが小さいものに戻すことといえる。ところが、自然界には、エントロピー増大の法則が働いていて、時間の経過とともに、自然にエントロピーが大きくなっていき、それが小さくなることがないのである。だから、廃棄物を資源にもどすとき自然に戻らないのだから、人間が手を加えて強制的にエントロピーを小さくする必要がある。

あるものの大きくなったエントロピーを小さくするには、別のエントロピーの小さいものを持ってきて、その別のものにエントロピーを移すことで、大きくなったエントロピーを取り除き、小さくするのである。このとき、エントロピーが小さくなった分より、代わりに大きくなったもののエントロピーの方が大きいはずである。つまり、扱ったすべてのもののエントロピーを考慮すれば、全体としてのエントロピーは増えているのである。なぜなら、自然界にはエントロピー増大則が存在しているからである。したがって、リサイクルしたもののエントロピーは小さくなるが、代わりに別のもののエントロピーを必ず大きくしなければならぬため、廃棄物の量はゼロになることはなく、必ずしも省資源には結び付かないのである。

したがって、リサイクルは一般にあらゆる廃棄物を資源にすることができると考えられているが、エントロピー論を用いて考えた場合には、実際には、リサイクルするためには、新たなエネルギーないし資源の投入が不可欠であるし、リサイクルしたとしても廃棄物の発生をゼロにすることはできない。よって、単純にリサイクルを万能とすることはできないのである。

ところが本法は、この点について規定せず、一般的なリサイクル万能論に傾倒しているように見受けられる。そこで「循環型社会形成推進基本法」で判然としないリサイクルと廃棄物の関係を、論理的に論じた理論的基礎を熱力学のエントロピー論とする。しかも、援用するエントロピー論は、閉じた系（孤立系）で成立するものではなく、開かれた系で成立する、すなわち定常開放系のエントロピー論とする必要がある。なぜなら、地球は宇宙とエネルギーの出入りのある開放系（閉鎖系を含む）であり、実験室のような閉じた系（孤立系）ではないからである。

これによって、リサイクルの意義と限界を明確にするとともに、資源循環型社会を厳密に定義し、そのうえでどのような手段を選択していくことが望ましいのか提案し、もって本来あるべき「循環型社会形成推進基本法」を模索してみる。

第1章 「循環型社会形成推進基本法」の問題点

第1節 「循環型社会形成推進基本法」の目指す循環型社会

本法の規定する「循環型社会」とは、「製品等が廃棄物等となることが抑制され、並びに製品等が循環資源となった場合においてはこれについて適性に循環的な利用が行われることが促進され、及び循環的な利用が行われない循環資源については適正な処分が確保され、もって天然資源の消費を抑制し、環境への負荷ができる限り低減される社会（循環型社会形成推進基本法第2条1項）」である。

ここで定義されている「循環型社会」は、「廃棄物等」を減らすことを主眼としている。ここでいう「廃棄物等」とは、「廃棄物」と「一度使用され、若しくは利用されずに収集され、若しくは

廃棄された物品又は製品の製造、加工、修理若しくは販売、エネルギーの供給、土木建築に関する工事、農畜産物の生産その他の人の活動に伴い副次的に得られた物品（同法第2条2項）」である。その「廃棄物等」を人間社会のなかで循環させることにより、廃棄物の発生を抑え、廃棄物処分場の枯渇問題を回避しようというのである。その意味で本法の規定する「循環型社会」は「資源循環型社会」といえよう。

その具体的な方法として、まず第一に廃棄物等の発生そのものを抑えること。それと同時に廃棄物等として出されたものの中で、有用なものを「循環資源」とし、それを再使用、再生使用及び熱回収（本法ではこれら3つを「循環的な利用」と定義している）していくのである。

「循環的な利用」とされる「再使用」「再生使用」「熱回収」とは具体的にどのようなことを指すのであろうか。「再使用」とは、「循環資源を製品としてそのまま使用すること、又は循環資源の全部又は一部を部品その他製品の一部として利用すること」である。「再生利用」とは、「循環資源の全部又は一部を原材料として利用すること」であり、「熱回収」とは、「循環資源の全部又は一部であって、燃焼の用に供することができるもの又はその可能性のあるものを熱を得ることに利用すること」をいう（2）。

すなわち本法はできうる限りのリサイクルの手法を明確に示し、なおかつそれを実行に移すことにより、資源循環型社会を構築しようとしている。

第2節 「循環型社会形成推進基本法」の内包する欠陥

現在の社会経済システムは、大量生産・大量消費の形態をとって現れている。生産工程では、生産される完成品とともに、その加工工程から排出される廃物が必ず発生してくる。そして消費段階では、製品の品質保持や装飾のための包装などや使い古され、使用価値がなくなった様々な物質が廃棄物として排出される。

その後、廃棄された廃棄物は、リサイクルによってごみから資源として取り扱われることになるだろう。ところが序論で述べたようにリサイクルは万能でなく限界があって、すべての廃棄物を資源に戻すことができない。

また、ごみの資源回収をリサイクルする前段階として、リサイクル製品の資源のストックだと考えればよいということになるかもしれない。しかし、経済学では資源を需要と供給の関係で定義しており、需要を越えない範囲で供給されるものを資源としている。そのため需要を越えて供給されたものは、資源ではなく水や空気のような自由財（free goods）という扱いになる（3）。つまりそれは価値のないものであって、資源ではない。だとすると、それは依然としてごみであって廃棄物といえるだろう。したがって、廃棄物の発生量は年々増大していく傾向にあるといえる。それに対して、廃棄物を処分する場所の確保は地域住民などの反対により困難になり、近い将来に処分場が満杯になってしまうことが明白となってきた。この差し迫る問題から循環型社会の構築という思想が生まれてきた。

上述の問題の対策として、廃棄物の発生のできる限りの抑制により、廃棄物処分場の枯渇問題を先延ばしすることができると考えた。そのために廃棄物を資源に戻すことにした。循環型社会は廃棄物になったあらゆるすべてのものを資源に戻し、経済社会の内部だけで循環させようとする論理に傾倒し、それをさも現実的妥当性もちうるものだと主張し、当面の廃棄物問題を回避しよう

とする「資源循環型社会」である。

問題の焦点は、現在の社会経済システムの形態で発生する廃棄物量は、現行の廃棄物に対する処分の方法では全量进行处理することが不可能になるということである。したがって、この問題を考察するには大きく2つの視点が考えられる。第1に、廃棄物の発生量を減少させる。第2に廃棄物の処理能力を増大させることである。

第1の視点にそって考えると、現在の社会経済システムの転換を図るという方法がある。従来、社会経済システムの流れは、生産→流通→消費→廃棄という一方向の動脈システムを中心として形成されてきた。そこでは廃棄→生産へとつなげて循環の輪を閉じる静脈システムの流れが希薄であった。このことが環境負荷の増大、最終処分場の逼迫、貴重な資源の利用機会の逸失をもたらしてきた。リサイクルの推進等により循環型の社会経済システムを構築し、廃棄と生産を連結させることにより、動脈システムの流れと静脈システムの流れが一体化されることが求められている(4)。つまり廃棄物の発生の根源を断つことにより、処分場枯渇問題を回避するのである。その手段として、発生抑制、再使用、リサイクルを用いることを考えたのである。

リサイクルの利点は生産→流通→消費の過程で発生した不要物を、再度資源として活用することによって、社会経済システムの中で物質を再循環させることができることにある(5)。このリサイクルなる方法で生産→流通→消費→廃棄→再生産という循環を形成することが可能ということになる。では本当にそのようなことが可能であるのだろうか。リサイクルとはどんな廃棄物も資源にする魔法のような手段なのだろうか。決してそのようなものでないことは、熱力学の周知の命題である永久機関の禁止からも判断することができる。

そこで、社会経済システムの特徴を、もう一度検証してみたい。本法では大量生産・大量廃棄だけを取り上げて、それだけが主要なものであるかのようにされているが、アダム・スミスにより創始された市場経済の原理も重要な社会経済システムの特徴のひとつである。そこで市場経済の原理というファクターを用いてリサイクルを考えてみる。実際にリサイクルを仕事としている回収業者は、回収を生業として生計を立てている人々のことで、生計が成り立つのは収入が安定しているためである。確実に儲かるためである。儲かるのは市場原理に従えば、需要が供給を上回っている状態に限る。それは儲かるか、儲からないかで人間はリサイクルをするか否かを決定しているということである。つまり対象とするものの需給バランスこそがリサイクルが廃棄物を資源に変える客観的指標なのである。

以上から、リサイクルは必ずしも廃棄物を資源に転換する手段ではない。扱う廃棄物の需給バランスが満たされて初めてそれが可能となるのである。

仮に循環型社会を構築し、発生抑制、再使用、リサイクルが滞りなく行われている状態になつたとしよう。その社会では、廃棄物の発生はゼロということになる。しかし、そのような社会が現実存在できるかどうか、エントロピー増大則により不可能であることは容易に推測できるだろう。いくら循環型社会がうまく成立したとしても、すべての廃棄物の発生を無くすことは不可能なのである。

そのことを「循環型社会形成推進基本法」自身が認めている。第1章総則、第2条において「天然資源の消費を抑制し、環境への負荷ができる限り低減される社会」を循環型社会としている。「抑制」とは「おさえとどめること(広辞苑第5版)」であって、完全なる阻止ではない。すなわち、天然資源の消費は止められないので、その速度をゆるめることを目指している。同様に環境への負

荷も「できる限り」であるから、できないのならばそれでもかまわないことを含意している。つまり「循環型社会形成推進基本法」は、当面の環境問題とくに廃棄物処分場枯渇問題に対応する法律であって、将来的・長期的な環境問題の対応について創案の段階では議論の対象に上げられた可能性があるかもしれないが、条文の規定内容から判断する限りにおいては、まったく考慮に入れていないと誤認される可能性を含む法律ということになる。そのため、このような判然としないあいまいな法律のもとで廃棄物問題を解決することは不可能である。より正確な規定内容の理解をおこなえば、それが単に廃棄物の発生量の減少によって問題を先延ばしにする法律であって根本的な解決につながらないと判断できる。

次に処理能力の増大という第2の視点から考察してみる。廃棄物を処分場に埋め立てるという処理方法は、限られた処分場の敷地に、順次廃棄物を埋め立てていくというものである。そのため、たとえ科学技術の向上や廃棄物の発生抑制により、その処理能力を一時的に増大させることはできても、ひとつの処分場に埋め立てることができる廃棄物の全量は決まっているので、最終的に当初の目標である廃棄物処分場の枯渇問題の解決は不可能である。つまり、これでは処理能力の増大は問題の解決に何の影響も及ぼさないのである。そのためまったく異なった廃棄物処理方法を採用しなければ、処理能力の増大の意味は生まれてこない。だが「循環型社会形成推進基本法」では、廃棄物処分場の枯渇問題の解決がその立法の根本的な起因であるから、廃棄物処理方法を処分場への埋め立て以外想定していない。その意味で、この第2の視点は初めからまったく問題解決の議論の対象になっていない。

仮に、この第2の視点から代替の処理方法を採用するとすれば、いくつかの条件を満たす必要がある。まず既存の処理方法よりもコスト面で経済的に優れていること。次に既存の処理方法よりも処理能力の増大が明らかに見込まれること。そして確実に廃棄物問題を解決できることである。はたして、このような代替処理方法があるのだろうか。廃棄物の発生のメカニズムを理論的に分析する視座が明確にされていない現段階では推測ができない。したがって、それを明確にした後、結論で再度この点について詳細に考察してみたい。

さて「循環型社会形成推進基本法」は社会経済システムの転換を基軸として草案された法律である。言い換えれば、人間社会の範疇のみで環境と経済・産業との結合は可能であるとの前提にたつて、廃棄物処理やリサイクルの取り組みを規定した法律である。しかし、実際は廃棄物問題の回避を目的としていながら、この法律自体が完全な資源の枯渇と廃棄物問題を解決することができないことを規定するという矛盾を内包している。それは結局、社会経済システムの転換を人間社会の範疇に限定した環境と経済・産業の結合でおこなうのは不可能ということを示唆しているのである。

第2章 平衡系・孤立系のエントロピー論

序論で述べたように「循環型社会形成推進基本法」が定める資源循環型社会は、その理論的な視座が極めて不鮮明である。この点を明確にするため、自然法則であり、それゆえ経済及び法律の範疇と大きく整合性を持つ熱力学の第二法則（エントロピー増大の法則）による考察を試みる。

熱力学の第二法則とは孤立系のエントロピーが、時間の経過とともに増大していくという自然法則である。エントロピーとは物や熱の属性で、物や熱の拡散の程度を示す指標である。物質系の具体的なエントロピー（ S ）の値は、これを絶対0度まで平衡を維持しながら環境をゆっくり冷却する時、物質系から環境に放出されてくる熱量（ q ）とその時の環境の温度（ T ）を順次測定し、 q/T を合計すれば得ることができる（6）。

自然界では、高温の熱は時間の経過とともに常温になる。この常温となった熱は元の高温の熱源に自然に戻ることは決してない。これが自然の不可逆性の一例であり、これを説明するために物理学者のクラウジウスが、熱と仕事の新たな状態量としてエントロピーを発見し、自然界では時間の経過とともにエントロピーが増大していくというエントロピー増大則を明確化したのである。

このエントロピー増大の法則を経済学に援用した経済学者たちがいた。ひとりは「来たるべき宇宙船地球号の経済学」で知られるケネス・E・ボールディングである。

ボールディングは、1960年にシュレーディンガー著『生命とは何か』のなかで定義された「生命は絶えずつくりだす余分なエントロピーを捨てることで生命を維持している」ことを経済学に応用した。そして「生産は、高いエントロピーをもつ『屑』を他の場所に生み出すという代償をまぎれもなく払ってエントロピーを分離し、高度な秩序をもつ低いエントロピーの『生産物』（商品）を作り上げる（7）」と考えた。

また、重要な論点として「物質の場合には、エネルギーの場合のようなエントロピーの増大法則は存在していない。エネルギーの投入が許されるとすれば、拡散している物質を集中させることは全く可能だからである（8）」と認識していた。

ボールディングの論理に従えば、エネルギーのシステムがエントロピー増大の法則から逃れることが不可能だとしても、地球は宇宙とエネルギーのみが出入りしている閉鎖系であるため、たとえば食塩水を蒸発させれば再び食塩と水に分けることができるように、廃棄物はエネルギー投入によるリサイクルをすることで資源に戻すことができる。したがって廃棄物問題はリサイクルで解決することができることになる。

それに対してボールディングの議論に反駁するかたちでN・ジョージesk＝レーゲンは、熱力学を援用し「生物経済学」を論じた。ジョージesk＝レーゲンは「経済過程は、低エントロピーの高エントロピーへの変換、言い換えれば、再帰不可能な廃物への変換、あるいははやりの言葉でいえば、環境汚染への変換から成っている（9）」と考えた。この点ではボールディングの議論と同じである。

しかしジョージesk＝レーゲンは「ボールディングのように『ありがたいことは、物質のエントロピー増大の法則はない』、と言ってしまふこともまったく正確ではない（10）」と、物質にエントロピー増大則が存在しないことには反対した。そのうえで「閉鎖系において物質のエントロピーは究極的に最大値に達しなければならない（11）」と熱力学の第四法則として論じ、「われわれはガラクタだけをリサイクルできるのであって、散逸した物質はリサイクルできない（12）」、「重

要な点はリサイクリングが完全ではありえないということである(13)」とリサイクルを否定した。つまり、リサイクルは、廃棄物となった物質を人間の利用可能な形態に戻すことは可能であっても、時間の経過とともに摩耗・劣化・散逸した物質を元に戻すには、膨大なエネルギーと無限に近い時間を要するととらえ、それを否定したのである。

これをエントロピー論で言い換えれば、エントロピーの発生量の大小の問題になるのである。つまり、資源を取り出すエントロピーと比較して、リサイクルする際に発生するエントロピーが大きければ意味をなさないし、小さければリサイクルは成功したことになる。

そこでリサイクルではエントロピー増大法則から逃れることは不可能であり、「われわれが最大限なしうることは、資源の不必要な消耗と環境の不必要な悪化を防止するということにすぎない(14)」との結論に至った。

ボールディングも「エントロピーの法則を物質に応用すれば、物質にはたえず拡散していく傾向がある、ということになる(15)」と前言を撤回し、「まき散らされたものを収集するにはエネルギーが必要だし、そのエネルギーは膨大なものとなるかもしれない。それゆえ、再利用が究極的な解決策だという、あまりにも安易な想定には賛同できない(16)」と後に、ジョージeskレーゲンの指摘に賛成することとなる。

2人の経済学者が到達した結論として、第1に重要なことは経済過程は非循環的であり、エントロピー増大則により廃棄物が発生することは回避できない。それどころかそれがむしろエントロピーの増大を促進しているのだということである。第2にリサイクルを用いたところで資源枯渇を遅らせることはできるが、将来的に回避は不可能である。そして第3に最も重要なのは、人間にできることは資源をできるだけ節約し、環境の悪化の促進を抑制することだけなのだということである。そして、いつしか訪れるエントロピーが最大値に至る日を待つしかないことになる。

以上の帰結から、平衡系・孤立系のエントロピー論で経済過程を考察するとき、資源から廃棄物の流れはエントロピーの増大過程であって、廃棄物の発生を防ぐことは不可能となる。そして、将来的には廃棄物の捨て場が枯渇することになる。もちろんそこではリサイクルも決定的な意味をなさない。

したがって「循環型社会形成推進基本法」の規定する資源循環型社会とこれまでの平衡系・孤立系のエントロピー論を応用した経済過程の論理から、本法は将来的な人間の生命活動の停止が回避不能だとの前提で、廃棄物問題を先延ばしにしているだけの法律ということになる。同時にこの点で第1章第2節で論じた「循環型社会形成推進基本法」の内包する欠陥とこの章で扱った同法の平衡系・孤立系のエントロピー論の理論的視点からの考察は、明らかに整合性を持っているといえる。だが一方ではその立法目的とは整合性を持たないともいえる。近代熱力学で廃棄物の発生メカニズムを分析したうえで抽出された結論は、以上のように同法が人類の持続可能性を促すどころか完全に断つものであるということである。

第3章 定常開放系のエントロピー論

「循環型社会形成推進基本法」の規定する資源循環型社会の欠陥の原因は、平衡系・孤立系のエントロピー論と合致する形で、あるいは自然科学の法則の視座の欠落で人間社会の範疇だけで資源と廃棄物を循環させようとしたことにある。そのため、法律の規定内容とその立法目的とが決定的な矛盾を含むものとなっている。

この矛盾を訂正する方法は、まず、法律の正確な理論的視座として明確に熱力学の第二法則（エントロピー増大の法則）をすえる。この点の必要性はこれまでにすでに述べているのであらためて論述しない。ところが第2章で論述したように近代熱力学を用いて廃棄物発生メカニズムと「循環型社会形成推進基本法」を照らし合わせてみると、そこには人類の持続可能性の道がない、すなわち廃棄物問題の完全な回避が不可能であることが明確にされた。しかし、それでは人間は将来を放棄するしかないことになってしまう。

そこで重要となるのは次のことである。それは熱力学第二法則を、平衡系・孤立系のものから、定常開放系へ発展させることである。

すなわち、エントロピー増大の法則を、系を取り囲む外部の環境と物質・エネルギーの出入りのない平衡系・孤立系に成立するものから、その出入りのある定常開放系に成立するものに理論のパラダイムをシフトするのである。

このパラダイムのシフトについて初めて論じたのが、物理学者の槌田敦であった。彼は著書『熱学外論』の導入で「近代熱力学は、物質系のうち孤立系または平衡系を対象に構築されてきた物理学である。しかし、地球上の多くの物質系は、孤立系でもなければ平衡系でもない。したがって、近代熱力学はこれらに対してまったく有効でない。そこで、生命や人間社会を含め地球上の一切の物質系を取り扱うため、エントロピー原理によって開放系を対象とする熱学を新しく構築する(17)」と述べ、定常開放系のエントロピー論の嚆矢を切り開いたのである。

現実の地球の有り様は、急激にエントロピー水準が上昇しているようには見受けられない。むしろほとんど変化が無いように見える。ボールディングとジョージェスク＝レーゲンの思考の帰結とこの現実の有り様との乖離を解くには、2人の経済学者がより所とした熱力学の法則を再度検証する必要がある。

彼らは既存の熱力学の法則に忠実に従って、論理を構築していった。では、その熱力学の法則が妥当性を持っていたのか、あるいは本当に正確な論理として成り立っていたのかを考える。

ボールディングは地球を物質の出入りはないが、エネルギーの出入りのある閉鎖系と認識していた。そのために経済社会の持続可能性を論じることができたが、ジョージェスク＝レーゲンの物質のエントロピー増大によるリサイクルの否定の指摘により、その論理は瓦解する。ジョージェスク＝レーゲンは、ボールディングの閉鎖系の認識も、地球が部分系であることも理解していたようである。それは「全宇宙の場合を除外すれば、孤立系は（ある程度の寛容さをもって）研究室の中でだけ組み立てることができる。他のすべてのものは、宇宙の中で孤立していない部分系である(18)」、「地球は開放系ではなくて閉じた部分系であり、すなわち環境とエネルギーだけを交換する系である(19)」というところから読み取れる。

それにもかかわらず、結局ボールディングもジョージェスク＝レーゲンもなぜ地球を平衡系・孤立系と確定し、議論をおしすすめたのであろうか。それは彼らの議論の前提となる近代熱力学の法

則には「孤立系と平衡系に成立するエントロピーの概念しか存在しない (20)」ためである。そのため、それに忠実に基づいて展開した彼らの議論は、様々な矛盾を含むものになってしまったのである。むしろ、閉鎖系の認識まで到達したという意味で、彼らの思考は非常に先見性のある優れたものであったといえるだろう。

実際の地球は近代熱力学が長らく準拠してきたエントロピーの出入りしない平衡系・孤立系ではなく、エントロピーの出入りする開放系（閉鎖系を含む）なのである。

具体的には、「地球に到達する日光の量を 100 として、雲などによる反射および大気による吸収を除き、47 が地表に吸収され熱となる。この熱といわゆる『温室効果』により地表に供給される熱 96 を合計して 143 が地表を暖める。そのうち 113 は遠赤外線によって熱放射され、地表の平均温度 15 度を決めている。残りのうち 6~7 に相当する部分はこの温度で大気を暖める。これは上昇気流となるが、断熱膨張で低温になり、大気上層で宇宙に向けてマイナス 23 度の低温放熱をする。そしてこの放熱により冷却された大気は重くなるので下降気流となる。大気循環、すなわち地球エンジンの成立である。

次に、この下降気流は乾いているので、地表の水は蒸発する。この時残りの 24~23 に相当する熱を吸収する。この水蒸気は大気の流れに乗って上昇するが高度が高くなると大気は冷えるので、露点に達して凝結・凝固し、雨または雪になって地表に逆戻りする。水循環の成立である。この際の放熱は大気循環が受け取り、これも宇宙に捨てている。この水循環は大気循環の補完であるが、量的にはこの方が大きい。

このようにして地球上に発生する余分な熱エントロピーは、大気と水の循環が宇宙へと処分するので、地球上にはいろいろな活動が可能になる (21) 。

そのため、「環境は毎年復元し、また同じことを繰り返すことで、維持されてきた (22) 」。すなわち、地球上の利用可能な物質・エネルギーの割合が一定に保たれ、そのためエントロピーの割合もほぼ一定水準を維持しているのである。

このことから、実際の地球は宇宙に内包された定常開放系なのである。そしてもっとも重要なことは、定常開放系を定常開放系たらしめるものがエントロピー水準を一定に保つ「物質循環」の機構であるということである。

エントロピーは、「物と熱に付属して移動することができるが、これ以外の方法または単独で移動することはない (23) 」し、熱は高温から低温へ一方的に流れるので循環が無く、そのため必ず物質で循環は構成される。そのため「物質循環」がエントロピーを廃棄する唯一の機構となるのである。

地球上で熱エントロピーを処理できる機構は、大気循環と水循環である。また、物エントロピーを処理できる機構は生態系の循環である。大気循環と水循環によるエントロピーの廃棄の仕組みは上述したが、生態系の循環は発生した余分の物エントロピーをいかに処理するのか。「動物が植物を解体し、また微生物が植物と動物の死体を分解して、養分を元の土に戻している。そしてこの土から翌年また光合成により植物が育つようになる (24) 」。つまり「日光と水と炭酸ガス、酸素を資源とし、廃熱と廃物を放出して活動する養分の循環 (25) 」であり、この全過程で熱が発生している。このような微生物と植物と生物のそれぞれの循環の入れ子構造（複合循環）によって、物エントロピーを熱エントロピーに転化しているのである。たとえば堆肥を作るときに、植物の屑に土をかぶせ水をかけると発熱するという現象が端的にそれを示している。

これらの地球上の自然の「物質循環」の過程では、廃棄物問題は存在していない。すべての廃棄物は循環し、もとどおりの資源となる。「物質循環」によって余分のエントロピーは処分されエントロピーが一定のままなのである。

もしこれらの自然の「物質循環」機構が正常に作動しなくなれば、たちまちエントロピーは増大し、汚染が進んでしまうのである。その意味から、ここで初めてエントロピーが増大し、汚染が進んでしまう問題を自然の「物質循環」機構の維持・創意の問題と置き換えることができる。

よってこの問題が解決するように理論的枠組みや経済的な政策を講じていけば、エントロピーという概念及び言葉・表現を扱う必要はなくなるのである。逆にいえば、エントロピーの概念や言葉・表現が必要となってきたのは、「物質循環」機構の運転方法すなわちその維持・創意が現代の経済社会においてうまくなされていないためであるから、それについて理論的・政策的に「物質循環」の問題をとらえていくことが必要なのである。ゆえに、できるだけ正確に「物質循環」機構の仕組みと、これらの循環の間の結合をよく理解して、この問題に対する対策を講じていくことが本来中核にすべき事柄ということになる。

以上までで平衡系・孤立系に成立するエントロピー論を定常開放系に成立するそれへ発展させることができた。しかし、近代熱力学の平衡系・孤立系から定常開放系へのパラダイムの発展の作業だけでは「循環型社会形成推進基本法」の矛盾の訂正はまだ不完全である。定常開放系のエントロピー論を用いて本法の立法目的を実現するには構築された定常開放系の熱物理学に基づいてどのようなことを具体的施策として実践すべきなのかを考察する必要がある。

まず地球は定常開放系である。そしてそれは自然の「物質循環」により成り立っている。定常開放系ゆえに自然では廃棄物問題は存在しない。「物質循環」が余分のエントロピーをうまく宇宙に廃棄しているからである。この点が法律の矛盾を補正するのに援用できる。法律が目的とする資源・廃棄物問題を解決するには、地球の自然の「物質循環」活動に全面的に依存することが重要なことである。

より明確に言えば、自然の「物質循環」と人間社会の「物質循環」を結合することである。人間社会の範疇のみでの環境と経済・産業の結合は不可能なのであって、人間社会の「物質循環」も自然の「物質循環」の入れ子構造に組み入れられなければならないのである。

ここで重要となってくる認識として、人間社会の「物質循環」と自然の「物質循環」とを異なるものとして別々に考えてはいけないことである。この点についてマルクス経済学の立場からエントロピー論を援用し、「狭義の経済学」から「広義の経済学」への発展に寄与した経済学者である玉野井芳郎も「人間社会のシステムは自然のシステムと、それを土台とする生物システムの上に位置づけられる、という程度の認識からもうひとつ前進して、わが人間社会が、水サイクルのなかに位置づけられる生物サイクルとしてのエコシステムの土台の上に位置づけられる(26)」また「いかなる経済・社会システムも、それが人間的生命活動の名に値する組織であるなら、大気系と水系と土壌生態系よりなる一定の地域空間を抜きにして存立しうるものではない(27)」と述べ、人間社会の「物質循環」と自然の「物質循環」をまったく同列にそして同時に認識しなければいけないことを指摘している。

そこでどのように人間社会と自然の「物質循環」を結合させるのか。それは、人間社会の活動で発生した廃棄物を、自然の「物質循環」に受容が可能な形態ならば、そのまま、そうでないなら科学技術等を駆使して変換し、自然の「物質循環」のサイクルに返却する。そうすれば、廃棄物は

自然の「物質循環」の中を流れていくうちに、人間社会にとって有用な資源になり再び戻ってくる。この作業をすべての廃棄物に適用する。「人糞を含む生物系のごみは、そのまま山林や池にまいて他の野生動物のえさにして生態循環に返す。えさにならないごみは、完全焼却して大気循環に返し、その焼却灰はガラス固化または焼結して大地に返す。自然の固形物から得て、固形物にして自然に返すのも循環のひとつである（28）」。また科学技術でも自然の受容可能形態にするのが無理な放射能や有機塩素などの毒物は、利用を禁止・制限し、廃棄を全面禁止する。つまり資源と廃棄物により「物質循環」同士を結合させるのである。これにより資源・廃棄物問題は解決できると予想される。

これは、リサイクルの不完全性を補う方法論であって、決して廃棄物の再使用、再生利用の完全否定ではない。そのようなリサイクル活動は定常開放系のエントロピー論を基礎として人間社会の「物質循環」の特殊性である市場経済の原理に準じた条件のもとに行われなければならない。

その条件はボールディングとジョージ・スクレーゲンの指摘でも明らかであるが、リサイクルするのに必要とした資源の価値と再生された資源の価値を比較し経済的観点から判断しなければならないということである。そして「物質循環」の結合という視点から最終的に廃棄物となるものが自然の「物質循環」への返却が可能な形態であることである。

定常開放系のエントロピー論を「循環型社会形成推進基本法」の理論的枠組みとして考えた場合に初めて、その立法目的の実現が可能となるのである。これにより本法の矛盾、すなわち法律の規定内容と立法目的の乖離は理論的には解決された。だが、まだ具体的に本法の規定内容をどう訂正し、新たに何を規定していけばいいのかを論じる必要がある。そうすることにより初めて本法の内包する欠陥の実践的な解決が可能となるのである。

結 論 本来あるべき「循環型社会形成推進基本法」

「循環型社会形成推進基本法」の立法の主要な起因は、廃棄物処分場の枯渇問題の深刻化であった。これを回避するために法律が立案され、施行された。その目指すところは循環型社会の構築である。廃棄物の減量的手段として発生抑制、再利用、再生使用を用いることを規定した。それを適切に滞りなくおこなうために廃棄物処理の優先順位を定め、国や地方公共団体、事業者、国民の責務まで明確化した。

それに対して法律が規定する循環型社会の定義は、天然資源の消費の抑制と環境への負荷のできる限りの低減がなされる社会であった。

その内容からは法律に準じて廃棄物の発生を抑えていっても、廃棄物の発生を完全に止められないので最終的には廃棄物処分場は満杯となり、廃棄物の捨て場が無くなることが読み取れる。つまり、本法は資源・廃棄物問題を先延ばしにするだけの法律なのである。

最初の草案の段階からそれを見越してつくられた法律であるなら、批判するところではないのだが、そうだとすると現在の環境問題とくに資源・廃棄物問題は差し迫った社会問題である。だまっけてほとんど存在意義を持たないような法律を野放しにしておく悠長な時間はないだろう。

そこで不明確な理論的視座を定常開放系のエントロピー論に置く。すると「循環型社会形成推進基本法」が、人間社会の範疇に限定して、リサイクルの手法を用いて資源を循環させ、もって環境と経済・産業の「物質循環」の結合を図ろうとしたことがその欠陥の原因であることがわかった。第3章で論証したようによりの確な地球上で廃棄物を処理する方法は、廃棄物処分場への埋め立てではなく、自然の複合的な物質循環に人間社会で発生した廃棄物をうまく乗せることであった。廃棄物と資源の流れを人間社会のなかだけで循環させようとしたのが間違っていたのである。

これまでの法律の内包する欠陥の検討とその欠陥を訂正する論理的視座を熟考し、本来あるべき「循環型社会形成推進基本法」を模索してみる。

まず正確な「資源循環型社会」の定義を試みたい。「資源循環型社会」とは人間社会の物質循環と自然の複合循環の結合というグローバルな視野で資源と廃棄物を循環させ、それにより環境と経済・産業の結合を図り、資源・廃棄物問題を回避するとともに、既存の自然及び社会の物質循環を維持・修復したり、新たな物質循環を創意・構築していくことである。この観点から社会経済システムの転換は、地球上に存在する「物質循環」全体を視野に入れて行われなければならない。そのような意味で「資源循環型社会」は「物質循環結合型社会」といえる。

定義した「資源循環型社会」を構築するうえで選択すべき手段は、人間社会で発生した廃棄物は捨てるのではなく、自然に返却することである。すなわち廃棄物処分場への埋め立てを止め、自然の「物質循環」への返却という廃棄物の代替処理方法を採用するのである。ここで第1章第2節でふれた処理能力の増大という視点からの廃棄物の代替処理方法を論じることが可能となったのである。まえにも述べたが、まず廃棄物をそのまま自然に返却できるものとそうでないものを選択する。つぎにそのまま返却できない廃棄物は自然が受容できうるかたちに科学技術を駆使して変換し、その後自然に返却する。このような方法をとると廃棄物処分場への埋め立てによる廃棄物処理を行う必要がなくなる。そのため廃棄物処分場枯渇問題が解決する。また他に、この自然の「物質循環」の利用による廃棄物処理法を採用する利点がある。まず廃棄物処分場を建設・維持する費用がいらなくなる（経済的優位性）。廃棄物処分場へ埋め立てるよりも長期的・持続的に廃棄物を処理でき

る（処理能力の増大）。以前の埋め立てと比較して相対的に確実に廃棄物を処理できる。

では定常開放系のエントロピー論を用いることによって、リサイクルの意義と限界をどのように考えればよいことになるのであろうか。とりあえずは廃棄物処分場の枯渇問題の解決手段としてリサイクルをする必要性がなくなる。

廃棄物はその需要が供給を越えたときのみ資源となる。この点に関して、定常開放系のエントロピー論の活動を維持するための物質循環という観点からは、儲けたいという欲望が供給となり、廃棄物を資源として動かす。それが社会の物質循環を担う物流となる。その意味で、リサイクルは儲かるというもののみが存続可能であり、それ以外は存続不能でリサイクルでない。儲からないようなものは、自由財であり、それを運ぶような無意味な活動もしくは行動をする必要性はないということになる。

さらに重要なことはこのリサイクル産業というものは、儲けたいという金銭的欲望に基づいて人間社会の中で物質を循環（物流）させるひとつの「物質循環」機構なのである。つまり人間社会というひとつの系の中での自生的な物質の循環機構なのである。このリサイクル産業という「物質循環」機構も、人間社会の外の「物質循環」と物質・エネルギーの出入りによってつながっていなければ、系内のエントロピーが増大し、循環が滞りなく行われなくなり本来の機能を十分に発揮することができない。

また、エントロピー論によれば、廃棄物のエントロピーを小さくするには、他のエントロピーの小さい資源・エネルギーを使わなければならない。それで、リサイクルしてできた製品と使った資源・エネルギーを比較して、どちらが価値があるのかを考えなければならない。もしリサイクル製品の価値が低ければ、リサイクルをすることは資源・エネルギーの余分な消費と廃棄物の発生になるだろうし、逆ならば、リサイクルの意義が生まれてくるだろう。その価値を判断するのは、価格であり需給バランスである。これがリサイクルの限界を指し示している。

したがって、リサイクルとは、一度経済社会のなかで使用し、その使用価値が減少した資源を、本来は物質循環をつなげるために廃棄物として自然に返却するところを、市場原理に照らし合わせてそこに商業の余地が存在していることを見抜き、新たな資源・エネルギーを投入し、もう一度人間社会の中で循環させる活動・行動ということになる。

本来「循環型社会形成推進基本法」に規定されるべき事柄は、正確な廃棄物問題を解決し、正確に定義した資源循環型社会を構築することを促進するための条文でなくてはならない。

正確な廃棄物問題とは、物質循環を利用する廃棄物の処理方法を用いるとすれば、物質循環の外に廃棄物を放棄すること、または物質循環の機能を低下させたり、停滞させたりすることである。

すべての廃棄物を資源に戻せるというイデオロギー化したリサイクル理念を用いて、資源を何度も繰り返し再生して使うという意味での循環の「循環型社会」は現実には成立しないものであり、人間社会の活動の維持を保証するエントロピー水準を、一定に保つために、物流によって社会を活発に駆動させる意味での循環の「循環型社会」を形成することが定常開放系のエントロピー論から導き出される帰結といえる。

そこで、物質循環を無視した廃棄物の処理を抑制し、物質循環の機能をできる限り完全な状態に保持する社会の構築を目指すことが法律に規定されなければならない。

したがって、条文として明確に規定されるべき事柄は、第1に自然に存在する「物質循環」と市場経済に基づく人間社会の「物質循環」の結合をはかることが最優先事項であることを明記する。

そして、その具体的な結合方法として第2に廃棄物の自然の受容可能形態を個々の廃棄物について詳細に明記する。さらに第3に自然の循環に乗ることが不可能な廃棄物を列挙し、その発生を禁止する旨を明記する。それらの事項との補完より導き出されることとして第4に今後すべての環境政策の指針として自然および人間社会の「物質循環」の維持・創意が最も重要な視点であることを明記する。したがって現行の「循環型社会形成推進基本法」のもとに規定されている容器包装リサイクル法などの具体的個別の法律はすべて、上位の法律である「循環型社会形成推進基本法」の訂正にしたがって、変更されるべきであろう。

以上述べてきたような方法による訂正で「循環型社会形成推進基本法」は真に意義をもった法律として本当の資源・廃棄物問題に効果を発揮することが期待できる。

〈引用文献〉

序論

(1) 環境省ホームページ

<http://www.env.go.jp/recycle/circul/kihonho/shushi.html> 2002年8月2日現在。

第1章

(2) 環境法令研究会 (2002) 『環境六法平成14年度版』中央法規出版, 1585-1589頁。

(3) 槌田敦 (1998) 『エコロジー神話の功罪 サルとして感じ、人として歩め』ほたる出版, 40頁。

(4) 山谷修作 (2002) 『循環型社会の公共政策』中央経済社, 2-3頁。

(5) 山谷 同書, 13-14頁。

第2章

(6) 槌田敦 (2002) 『新石油文明論 砂漠化と寒冷化で終わるのか』農山漁村文化協会, 132頁。

(7) ケネス・E・ボールディング 公文俊平訳 (1975) 『経済学を越えて』学習研究所, 213頁。

(8) ボールディング 同書, 436頁。

(9) ニコラス・ジョージェスク＝レーゲン 中釜浩一ほか訳 (1993) 『エントロピー法則と経済過程』精興社, 364頁。

(10) ニコラス・ジョージェスク＝レーゲン 室田武ほか訳 (1981) 『経済学の神話』東洋経済新報社, 83頁。

(11) ジョージェスク＝レーゲン 同書, 172頁。

(12) ジョージェスク＝レーゲン 同書, 171頁。

(13) ジョージェスク＝レーゲン 同書, 83頁。

(14) ジョージェスク＝レーゲン 同書, 101頁。

(15) ケネス・E・ボールディング 猪木武徳ほか訳 (1987) 『社会進化の経済学』HBJ出版社, 212頁。

(16) ボールディング 同書, 212頁。

第3章

- (17) 槌田敦 (1992) 『熱学外論—生命・環境を含む開放系の熱理論—』浅倉書店, はじめに。
- (18) ニコラス・ジョージesk=レーゲン 室田武ほか訳 (1981) 『経済学の神話』東洋経済新報社, 163 頁。
- (19) ジョージesk=レーゲン 同書, 165 頁。
- (20) 槌田敦 (2002) 『新石油文明論 砂漠化と寒冷化で終わるのか』農山漁村文化協会, 138 頁。
- (21) 槌田 同書, 151 頁。
- (22) 槌田敦 (2001) 『石油文明の次は何か 環境破壊の現石油文明から, 豊かな後期石油文明を経て』「名城論叢」第1巻第3号 研究ノート, 94 頁。
- (23) 槌田敦 (1992) 『熱学外論—生命・環境を含む開放系の熱理論—』浅倉書店, 53 頁。
- (24) 槌田 同書, 133 頁。
- (25) 槌田 同書, 133 頁。
- (26) 玉野井芳郎 (1982) 『経済学・物理学・哲学への問いかけ 生命系のエコノミー』新評論, 84 頁。
- (27) 玉野井 同書, 84-85 頁。
- (28) 槌田敦 (1992) 『熱学外論—生命・環境を含む開放系の熱理論—』浅倉書店, 154 頁。