

研究ノート 石油文明の次は何か

環境破壊の現石油文明から、豊かな自然の後期石油文明を経て

槌田 敦

環境経済学の目標

経済学は、これまで、資源の枯渇問題を除き、無限とも考える自然環境の中に存在する人間社会の活動を論じてきた。しかし、その仮定は崩れており、この人間社会の活動によって環境破壊と環境汚染を引き起こしてしまった。

このため、経済学は、有限な環境を前提にして議論しなければならなくなった。「環境保全と経済発展は両立しうるか」という経済学の課題は、この問題を解決したいとする願望の現れである。この両立ができないとなれば、環境保全や経済発展ばかりか、人間社会の存続そのものも否定される可能性がある。

しかし、これまで経済学者たちは、環境破壊についての自然科学者たちによる「炭酸ガス温暖化」などの脅しを真に受けて、その対策を考えるだけで精一杯である。とても人間社会の存続を議論する学問的環境にはなく、そもそも「環境破壊とは何か」ということさえ議論していない。

そこで、本論文では、地球という環境の中に発生した人間文明について、その基礎に戻って論ずる。これにより、環境を破壊した現石油文明から、石油を用いて豊かな自然を育てる後期石油文明を経て、石油枯渇後の持続可能な文明成立の条件を求めることとする。

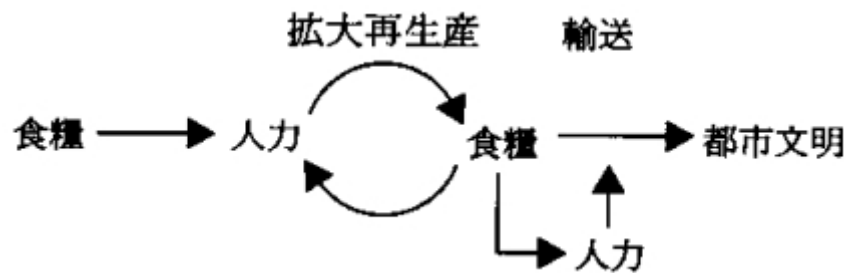
I. 動力文明の変遷と展望

1-1 食糧と動力文明

文明の基本は食糧である。この食糧を生産しないでも、これを得ることのできる都市の活動を文明という。その活動を保証するのは、食糧の生産と物流であり、これをおこなうのは動力である。したがって、動力（または動力資源）が文明を決める（槌田，1981，pp13-42）。これにより文明は、人力文明、畜力文明、石炭文明、石油文明と4つに区分される。

人類はそもそも森林や草原で食糧を採取して生活していたと考えられる。ある時期、植物の栽培を覚えて、食糧を食べて得られる人力により食糧を生産するようになった。そして、自分たちが食べる分以上に食糧を生産し、この余剰食糧を冬の生活や不測の事態に対処するために貯蔵した。ところが、この余剰食糧を強奪する泥棒が発生し、これが権力者となって都市文明を作った。人力文明の始まりである（図1）。

図 1 食糧を用いて食糧を拡大再生産する人力文明



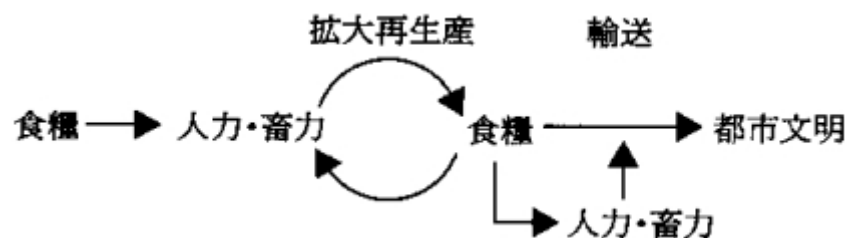
権力者たちは、盛んに森林と沼地を開墾して農地を拡大した。この農地から得られる食糧を農民に食べさせて人力とし、これにより食糧を拡大再生産した。このようにして得られた食糧は、翌年農民が食べる分だけ残し、それ以外は人力により都市に運び、文明活動に使った（CIHLDE, 1936, pp2-10）。都市文明の大きさは、この供給される余剰の食糧により何人の都市住民が生活できるかで決まることになる。

このようにして大量の食糧を得て栄華を極めた古代の四大人力文明は、いずれも、農地の栄養(肥料分)を失い、または農地に塩分が蓄積して、農地を荒廃させた。その結果、食糧が生産できなくなると、次々と遷都して、その周辺の森林と沼地を開墾し、新しい農地を作った。しかし、ついには開墾すべき森林と沼地を失い、文明は終了することになる。これらの四大文明の跡地は森林に戻らず、砂漠となっている。

ヨーロッパでは、ローマ時代に人力文明から畜力文明に変わっていった。馬は人間の4倍背負うことができる。つまり、1頭の馬は4人の奴隷に相当する。しかし、馬は奴隷の4倍食べる。これでは権力者にとって奴隷でも馬でも同じである(平田, 1976, p100)。

ところが、くびきと馬蹄が発明されて、荷車を引かせれば、人の背負う量の20倍以上も運ぶことができるようになった。これにより、人間の食べる食糧を馬に食べさせて、食糧をさらに大きく拡大再生産し、都市へ大量輸送できることになった(図2)。

図 2 くびきと馬蹄の発明で食糧をさらに拡大再生産した畜力文明



1-2 石炭文明の成立

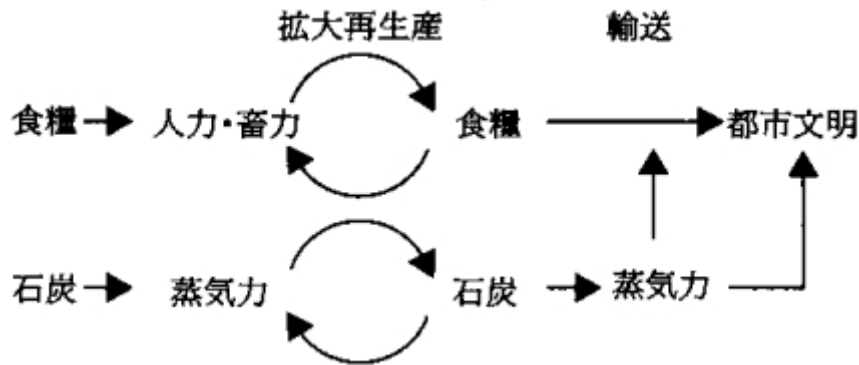
この畜力文明でヨーロッパの都市は発達し、燃料の薪が不足することとなった。たまたまヨーロッパには石炭があった。石炭は地下にあるため、石炭を得るには坑道に溜まった水を汲みだす必要があり、はじめは畜力が利用された。

しかし、石炭を燃すことによって水汲みのできる蒸気機関が発明され、石炭を消費して石炭を拡大再生

産することが可能となった。

この蒸気機関が鉄道や船に使用されて輸送力は増大し、ヨーロッパ、アメリカ、日本で石炭文明が成立した。ところで、蒸気機関は大きな作業に向いているが、小さな作業はやはり人力が用いられ、農耕や近距離の輸送などの中程の作業には畜力が用いられた。つまり、石炭文明は、畜力文明と併存していた(図 3)。

図 3 蒸気機関の発明で成立した石炭文明



19 世紀中頃、石炭文明の華やかなイギリスで、石炭は間もなく枯渇するのではないかと、との心配が広がった、そしてその時のために代替エネルギーを開発しようという提案が盛んになされた。当時の科学技術の振興はすばらしかった。ファラデーやリービッヒらが活躍し、ベルやエディソンは 20 代であり、風力、水力、潮汐力、電磁エンジンなど新エネルギー開発はメジロ押しであった。

その時、ジェボンズという経済学者が「石炭問題」という本を書いた(1865 年)。彼は、その中で、これらの代替エネルギーは石炭以上のものではないことを示し、「石炭を用いてしていることを、石炭を用いないでしようとする空想」と断じたのであった(槌田, 1980)。

当時、石油については、自然が石炭を熱して乾留して作ったものという認識があった。事実、炭鉱には石油も産するところがある。そこで、ジェボンズは石油が枯渇することになれば、石油は石炭の乾留で得ることになり、石炭の枯渇を早めるだけとの結論に達したのである。

1-3 石炭文明から石油文明へ

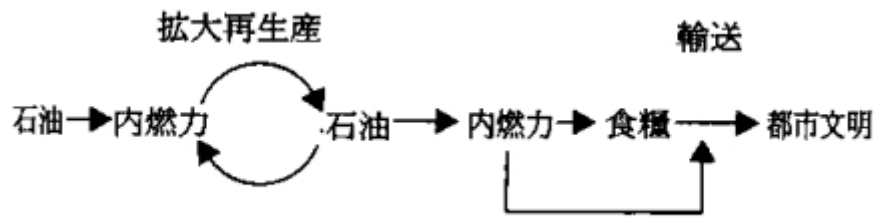
石炭文明の発達で、灯火に用いる鯨油が不足することになった。そこで前述した石炭を乾留して灯油を得る技術が実用になった。これは直ちに原油を分溜して石油灯油を作ることに応用された。

一方、石炭から石炭ガスを得る技術もできて、ガスライトが都市の夜を照らした。この石炭ガスを用いて内燃機関が発明された。このエンジンには原油から灯油を得るときに廃棄物となるガソリンを用いてもよいことが分かった。そして、やはり原油から灯油を得るときに廃棄物である軽油を用いるディーゼルエンジンの発明につながった。そして灯油を用いるジェットエンジンも発明された。

石油文明は、その蒸留区分ごとにもっとも適したエンジンを作りあげたのである。さらに、重油は定置用動力源として、石炭に代わり電力を生産することになる。

これらの技術により、生産や運搬の動力としての人力や畜力は追いやられ、『小さなものから大きなもので動かす力は石油の動力』という石油文明が成立した(図 4)。

図 4 小さなものから大きなものまで動かす石油の力による文明



この石油文明では、石油を用いて石油を拡大再生産することはもちろん、食糧も石油で作っている。肥料や殺虫剤・除草剤は石油で作られ、耕運機や飛行機が石油を食べて農場を動きまわり、灌漑施設も石油を消費して維持している。

このようにして石油に働かせて得られた食糧は石油を用いる自動車などの輸送手段で大量に都市に運ばれている。食糧に含まれる太陽光エネルギーに比べて、食糧の生産や運搬で使用する石油エネルギーの方が圧倒的に大きい。

石油文明では、人力の役割は動力ではない。スイッチを入れたり、切ったりする情報伝達の役目を果たすだけである。しかも、この役割さえ、情報技術(IT)に明け渡すことになった。先進国では、多くの人は遊んでいる(文明活動をしている)以外にすることがなくなった。しかし、途上国では人々は何もしないで一生を終えるのである(石, 1988, p19)。途上国の都市を訪問すると、道路ぎわにただただ寝ている人々の多さを見て、ため息がでる。

ところで、石炭文明と石油文明のもっとも大きな違いは、石炭文明の場合、文明国は産炭国でなければならなかった。しかし、石油文明では、日本やドイツのように石油資源を所有しない国も主要な文明国となっている。

その理由は、世界中いたるところで石油が産出され、また石油の輸送がタンカーやパイプラインによって簡単だから、石油は安価なところを選んで購入すればよいからである。むしろ、ロシアやイギリスなどの産油国は、石油の価格競争にさらされて自由が奪われ、石油文明を維持することが困難になっている。

そして石油文明とは、石油を燃して、水で冷やす文明といってもよく、水の豊富な国でなければ石油文明国にはなれない。水の少ないアラブ諸国は石油が豊富でも、石油文明の恩恵がなかなか受けられない。

1-4 石油枯渇の恐怖

このようにして、石油は人類の発見した最良の動力資源となったが、地下で石油が作られている訳ではない。したがって、いずれ石油資源の枯渇でこの文明は消滅するという恐怖に人々は捕らえられた。

そこで、石炭文明の時代に進められた石炭代替エネルギー開発と同じで、石油が枯渇してもこの文明を維持するために、石油代替エネルギーの開発が提案され、ただちに実行に移された。歴史を学ばない人間の愚かさということになる。

1960年代、原発は、「石油は30年で枯渇する」という理由で推進された。この30年という数字を可採年数というが、2000年代の現在、30年はどうの昔に過ぎ去ったのに、石油は枯渇などしていない。そればかりか、石油を大量に消費したのに、この可採年数は逆に増えて1999年には43年になっている(表1)。

表 1 原油の可採年数

年	可採年数
1940	20
1950	33
1960	35
1970	38
1980	31
1990	45
1999	43

ところで 1940 年にはこの数字は 20 年だったのだから、1960～80 年代の原子力開発は最初からウソを承知でこの可採年数を脅しに使っていたのである。

可採年数とは確認埋蔵量を年間使用量で割った値である。確認とあるからには、未確認の原油もある。その量を問うと、「未確認だから分かりません」というのが答えであった。分からないのに枯渇すると脅していたことになる。

確認埋蔵量の定義は、現在の技術と現在の価格で採油可能な量である。石油を消費したのに可採年数が増えた理由は、採掘技術が向上したからである。

ところで、確認埋蔵量の定義にある価格は需要と供給の関係で決まる。石油が欲しいと思うと価格が上がり、蓋をしていた井戸から石油が出てくる。つまり、石油の確認埋蔵量とは、欲しいと思うと出てくる量だったのである。『不思議なポケット』というわらべ歌があるが、確認埋蔵量とは「もうひとつたたけば、ビスケットがふたつ……」現象の量であった。このような量に人々は躍らされていたことになる。

石油は当分枯渇しないだけでなく、そもそも原発は石油の代替ではなかった。それは、発電所の建設やウラン燃料の製造に石油を大量消費するからである。「石油を用いて石油代替エネルギーを生産する」ことは、自己矛盾である。同様に、未来のエネルギーという核融合発電も、仮に実現したとして、石油がなければ発電装置を作れないから、石油代替ではない。

現在、発電単価は、kWh あたり火力発電が 4～6 円で、原発はその倍の 8～11 円である。これらの発電は科学技術を駆使している。つまり石油を消費することで成り立つ。したがって、原発の単価が高いということは石油の消費量が多いことを意味していて、石油の有効利用にもなっていない。

そして原発は放射能を残す。これを管理する期間は数十万年であって、この管理を押し付けられる子孫は石油を消費して作業しなければならない。しかし、石油が枯渇すれば、どのようにしてこの放射能を管理するのであろうか。

1-5 利用の進む天然ガス

原油採掘のとき焼却廃棄していた石油天然ガスが、パイプラインや液化により運べるようになった。天然ガスによりガスタービン(ジェットエンジン)を回し、その余熱で蒸気タービンを回す発電方式も採用されて、天然ガスは重油と石炭を追い落とし、定置用動力源の首位となった。

この発電効率は 50～60%と高く、温排水をほとんど出さないし、公害も少ないから、都市の中に 300 万キロワット級の発電所を何ヵ所も建設できて、遠距離送電の必要がなくなった。しかも、効率をほとんど変え

ずに出力調整が可能だから、高価で環境破壊となる揚水発電所は必要がない。そのうえ、発電が簡単なので、運転員はごく少人数でよい。

サハリンには大量の天然ガスが存在し、これが海底パイプラインで日本各地に配給される日は近い。また、海底で 50 気圧(深さ 500メートル)以上で温度が 10℃以下のとき、メタンは地下水と結合してメタン水和物(ハイドレート)という氷状の物体になる。これが蓋になって、その下の岩石の透き間の水を押し出して天然ガスが蓄えられる。日本の周辺にはこのメタン水和物が多く、浜松沖と三陸沖でその試掘に成功している。

天然ガスは、移動用動力としての利用も考えられている。しかし、天然ガスは極低温にしなければ液体にならない。加圧してもその体積はガソリンの 10 倍もあり、100 気圧以上の圧力に耐える重くて大きいポンプが必要となり、その分積み荷が減る。したがって、遠距離用のバスやトラックでは使用できず、屋根上や床下に巨大ポンプを積んだ都市バスなど限定的使用となるであろう。

まとめると、天然ガスを含む石油資源はこれから先 100 年程度で枯渇するとは考えられない。したがって、原発は高価でやっかいで、しかも無意味な発電方式となった。日本を除く先進国では、原発の廃止は常識となっている。

1-6 新エネルギーは話半分に

原発は廃止する代わりに、太陽光や風力の利用を進めればよいという人がいる。しかし、風力の発電単価は kWh あたり 15 円程度と石油や天然ガスに比べて高価である。太陽光に至っては 70~100 円であって、とても実用にはならない。

また、これらの発電装置は稼働率が 10%程度で、しかも不安定なため、補助電力としてこれと同規模の火力発電所を残りの 90%の時間のために用意する必要がある。電力を蓄えるとすれば、高価な揚水発電所が必要となる。

これは電力会社にとってはあまりにも過剰負担となるので、電力自由化の時代を迎えて、電力には風力などを利用する余力はない。そこで、環境に優しいという電力会社の宣伝塔として、ごくわずか使われるだけのことである。

新エネルギーとして、分散型の燃料電池に注目する人がいる。しかし、これには高価な触媒が必要で、耐用年数も未知数である。おそらくロータリーエンジンと同様に、実際に使用されても、あくまで趣味のエンジンということになるだろう。そして用いる燃料水素を作る原料はやはり石油や天然ガスだから、石油文明の範囲を越えているわけではない。

石炭や炭鉱で発生するガスから合成するジメチルエーテル(CH_3OCH_3)が注目されている。これはプロパン($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$)に似ていて、常温でも 6 気圧で液体になる。ディーゼルエンジンにも使用できて、長年の夢の石炭液化技術の再来と話題になっている。

ところが実態は通産省の補助金で開発研究されている。したがって、実用化はおぼつかない。実用になるなら、こっそりと開発して特許を取り、大儲けできる筈だからである。

1-7 補助金は開発の逆効果

そもそも補助金による開発は成功しない。その理由は、来年も補助金の欲しい研究者にとって、「成功しそうで成功しない開発」こそ、もっとも望ましい研究テーマだからである。そのためには、成功しそうにない

にかかわらず、研究者はバラ色の夢を語って補助金を得ようとする。

核融合発電はその典型である。1950年代にはあと10年で完成すると言っていた。しかし、10年研究すると完成時期は10年伸びることになって、50年経過した現在では、あと50年で完成する、と言って巨額の研究費を稼いでいる。核融合に投じた開発費は日本だけで1兆円以上で、原発建設の3基分である。これでようやく核融合反応の中性子がわずかに発生したにすぎない。『砂漠の逃げ水』という人もいる。

このようなことを続けていては、石油代替エネルギーは成功する訳がない。無駄金を使うことは石油を浪費することである。しかも、開発の方向を誤導し、自前の有効な開発を妨害することになる。研究開発には、懸賞金はともかく、補助金は廃止するべきである。

ところで、軍事利用では全面的に補助金で開発され、成功しているという反論がある。この場合は戦争に勝つことが目的だから、その研究は成功することが義務づけられる。これに対して一般の補助金による開発ではそのような義務はない。「成功するか、しないか分からないから研究する」というのでは、失敗しても資金を無駄に使ったことの責任は問われない。この違いは重要である。

また、遺伝子地図は補助金で作成したという人がいる。これには多少の技術開発があっても、基本的にはすでにある技術を大掛かりに使っただけで、開発とはいえない。

石油の価格が不安定だから石油代替エネルギーは必要という人もいる。だが、この価格不安定は石油商の価格操作で生じるのだから、本質的な問題ではなく、その対策は石油の国家備蓄などで対応すればよい。

国の補助金は、このような備蓄などの事業に使うべきである。石油を安い時期に購入し、高い時期に売却して、価格を安定させ、一方で国家の臨時収入とすることができて、これで新しい石油備蓄庫の建設ができる。

それに、石油の価格が低ければよいというものではない。ある程度高い方が石油は適切に使用され、また新井戸が開発されることになる。

1-8 自力で開発した内燃機関

これに比べて内燃機関の技術革新は堅実であった。ガスタービンの小型化が進められている。ディーゼルエンジンも低公害化が進んでいる。しかし、ピストンとシリンダーを用いるレシプロエンジンは、音がうるさいことから分かるように効率が悪く、未完成である。それは、圧縮、加熱、膨張などの操作を同一のシリンダーの中でして、機能の分離が不完全で、むだなエントロピーを発生しているからである。

現在、このレシプロエンジンは、十分に実用になっているので効率が悪くても使われているが、改良の余地が残されている。また、このレシプロエンジンは内燃機関から外燃機関へ改良することも可能で、これによりスターリングエンジンの夢を達成し、重油や廃棄物による発電の効率が上がり、石油文明はさらに豊かになると思われる(槌田, 1993)。

石炭文明を支えた蒸気機関、石油文明を支えた内燃機関、これらはすべて自前で開発した。つまり、儲かるから開発したのである。最近の内燃機関の改良では、環境対策のために規制が強化され、これを達成して儲けるために技術開発がなされている。このように、儲かることが技術開発の基本である。

石油は当分枯渇しない。そして内燃機関は使い物になっている。したがって、今後100年間、次々と規制が加えられても、この内燃機関には余力があり、改良は徐々になされるであろう。しかし、新エネルギーでは儲けは期待できず、その開発は当面まったく無意味ということになる。

新エネルギーの開発は、石油の枯渇が近づき、石油の価格が上昇してからで十分に間に合う。そのようになれば、採算のとれた新エネルギーから順に実用になっていく。採算がとれないのに、補助金で開発することはすべて無駄である。

Ⅱ. 混迷する環境科学

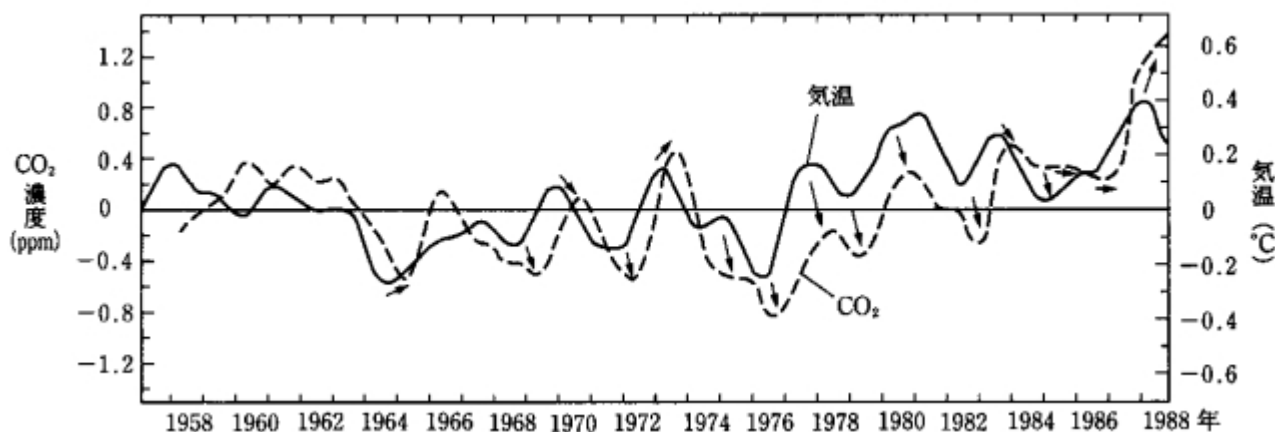
2-1 炭酸ガス温暖化の脅し

この石油文明はこれまでの文明と違って環境破壊や汚染がすさまじい。古代文明は農地の生産性を失い没落するまでに長い年月がかかった。石炭文明の大気汚染も相当のものであったが、これは局地的であった。しかし、この石油文明ではその成立からわずか 50 年で、全地球的に回復不可能とさえ考えられるまでに環境を劣化させている。

ところで、人々は、環境がわずかに変化しても、環境破壊と勘違いして脅えている。しかし、環境破壊とは、後に述べるように、自然の循環(大気、水、栄養)を破壊・劣化することであって、環境が多少変化しても、自然の循環が破壊されない場合、環境破壊ではない。その勘違いの例が、『炭酸ガス(CO₂)による温暖化』と『フロンによるオゾンホール』である。これらは環境破壊でも環境汚染でもない。

まず、炭酸ガス温暖化騒動では、その大気中濃度と気温のどちらが原因でどちらが結果かを考えず、炭酸ガスを悪者と決めつけたことにある。

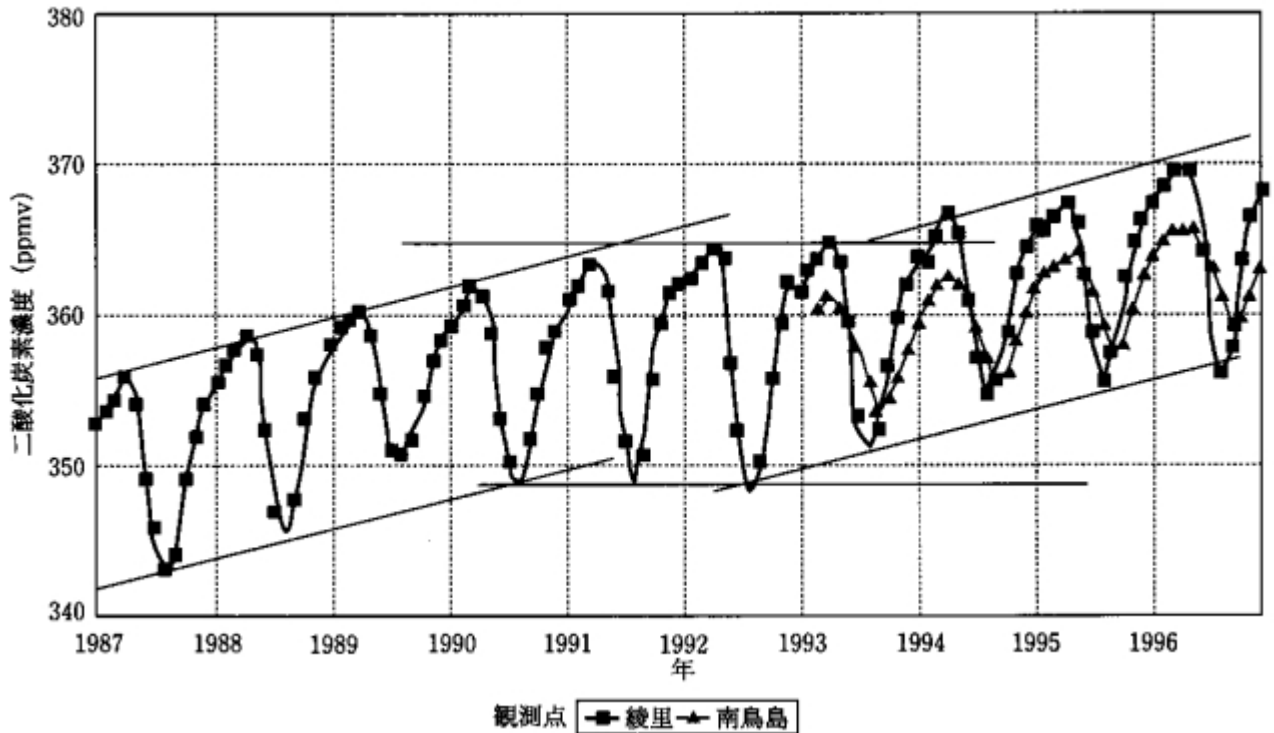
図 5 気温の変化と炭酸ガス濃度の変化の対応



根本「超異常気象」中公新書 p213 より

事実は逆である(槌田, 1999b)。図 5 に示すように炭酸ガス濃度の変化は気温の変化よりも半年遅れている。また赤道海域の高温化を示すエルニーニョの1年後に炭酸ガスが増加している(KEELING, 1989)。さらに、1991年のピナツボ火山の噴火で成層圏は埃に覆われ、地表に届く太陽光が減り、気温は2年間上がらなかった。その結果、図 6 に示すように人間は炭酸ガスを出し続けたのに、炭酸ガス濃度はこの2年間増加していない(図 6)。

図 6 1992 年前後の炭酸ガス濃度の変化



最近の温暖化は事実である。しかし、その原因は、活発化した太陽活動と熱帯と北極での対流圏大気の汚染に求めるべきである。そして炭酸ガス濃度の変化は、海洋からの炭酸ガスの出入りの温度効果、つまりヘンリーの法則で説明できる。人間がもっと大量に炭酸ガスを排出したのならばともかく、現状程度では人間の活動による炭酸ガスの発生が気象変化の原因ではない。地球はまだまだ大きいのである。

2-2 欲望の渦巻く温暖化対策

ではなぜ、このような炭酸ガス温暖化説がこの社会に提起されたのであろうか。当初は、落ち目の原発の擁護のためであった。しかし、世界的に原発は撤退の段階となった。炭酸ガス温暖化説では原発を維持できなくなったのである。原発を積極的に支えるためにこれを使っているのは、先進国では日本だけとなった。それなのに何故世界的にまだ温暖化説が重宝されているのか。それは、炭素税や炭酸ガス排出権取引などという新しい産業や市場の創設にある。

まず炭素税であるが、高額な税ならばともかく、話題になっている程度の税額では石油の使用量が減るとはとても考えられない。すでに高額なガソリン税や軽油税があっても自動車は走りまわっている。2000 年末から 2001 年にかけてのガソリンなどの値上げがあったが、車の使用はほとんど変らなかった。日本でのこの炭素税提案のウラの目的は、新しくできる環境省が、この税を用いて、その他の省庁並に「環境対策を口実にした事業」をしたいからである。

一方、炭酸ガス排出権取引の方は、新しい市場を作ろうとするものである(江沢, 2000, p174)。この市場は、すでに一部の国々にとっては「20 兆円(日本経済新聞, 2000. 12. 29)」という欲望の対象になっている。

経済学者がこの排出権取引に加担することは、これが架空の需要であるのに、現実に存在するかのよう

な錯覚を人々に与えることになり、この一部の国や企業の利益のための御用学者と言われても弁解できない。近い将来、炭酸ガスによる地球温暖化がウソだということになったとたんに、このバブルははじけ飛んでしまうことになる。

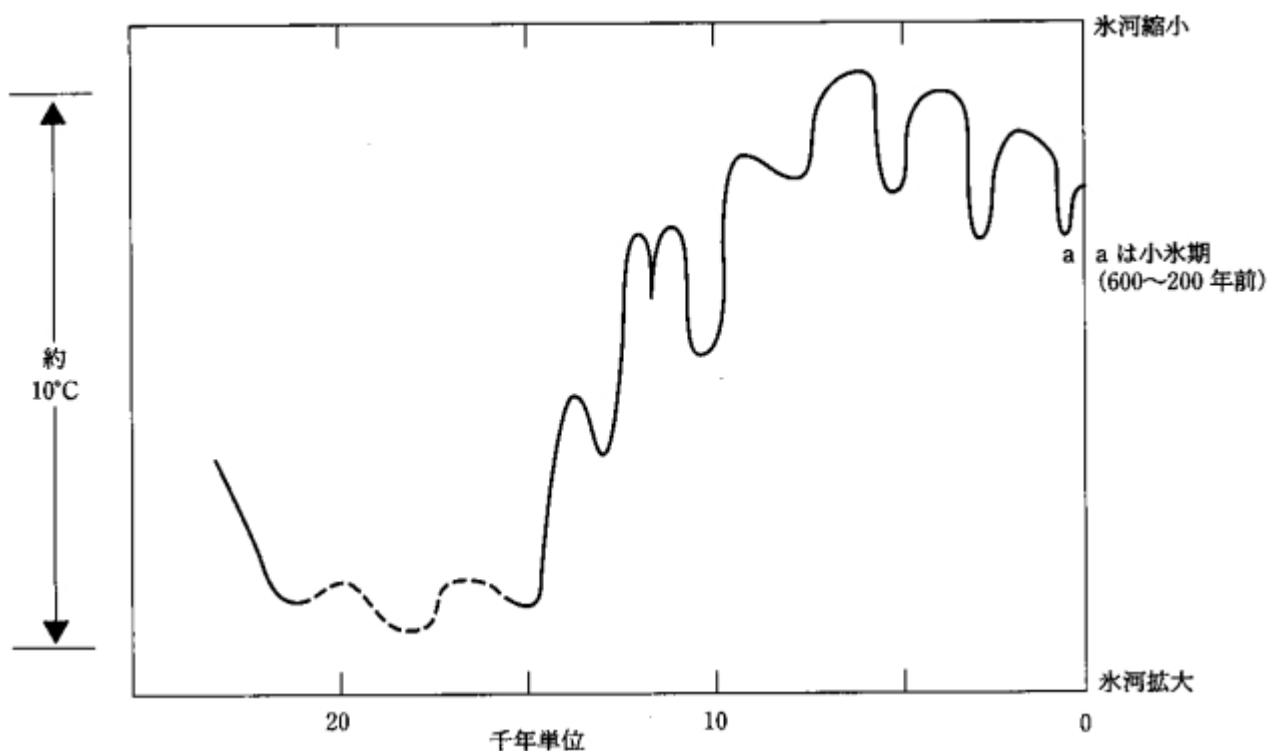
仮に、炭酸ガスの人間による排出の気象への影響があるとして、その対策をするのであれば、その技術水準を定め、その水準達成まで国や企業に努力させるという方向で考えるべきである。

たとえば、ドイツは、自国の水質汚染対策では技術水準を考慮した課徴金方式を採用し、ライン川の水質改善に成功しているのに、炭酸ガスでは排出権方式を掲げるのはご都合主義である。欧米諸国の企業は、日本の企業に排出権を売ろうとしており、また途上国からこれを買うことで、経済支配をより強固にしようとしている。

そもそも、汚染排出権などという権利は存在しない。権利の根拠として特定年の実績を基準に考えるという方法は不正である。その年までに努力をせず、たれ流し放題にしていた国や企業が莫大な権利を確保し、その年には公害対策をすませ、またはこれから参入する国や企業にはその権利を締め出すことになるからである。

ところで、2度程度高い気温を人類はすでに経験している。7～6000年前にはその最高気温で、当時世界は古代文明、日本は縄文文明であった。この程度の温暖化はけっして悪いことではない。

図7 過去2万5千年間の北半球の気温の変化



しかし、図7に示すように気温は古代文明以後、長期下降を続けている(BRYSON, 1976, p171)。そしてこの間にはほぼ2千年ごとに小氷期があった。前回の高温期は2千年前だったから、現在が高温期で、まもなく低温期を迎える。飢饉の時代が始まるのである。

2-3 フロンは哀れな現代の魔女

オゾンホール騒動では、南極の春は紫外線が少ないから春のオゾンホールの影響は問題にならないし、夏になればオゾンホール大気は上昇気流となって霧散し、また太陽光の紫外線でオゾン濃度はすぐに回復するから、夏の紫外線量は春のオゾンホールとはまるで関係がなく、春のオゾンホールによる夏の日焼けを心配する必要はまったくない。

しかも、フロンがオゾンを破壊するには、紫外線が必要である。南極の春先には紫外線がないので、この反応が起こる筈がなく、オゾンホールの化学原因説は成立しない。

また、南極のオゾンホールは、高層成層圏大気の移動だけで簡単に説明できる。南極の冬、4～5万メートルの高層成層圏大気は北極から南極へ移動している。そして南極では極成層圏雲が発生し、その落下でこの大気は引きずり降ろされている。この高層成層圏大気のオゾン濃度(比率)は少なく、オゾンホールになるのは当然である。フロンは濡れ衣で処刑されたあわれな現代の魔女であった(槌田, 1999b, pp240-241)。

なぜ、オゾンホールがこんなに大問題になったのか。それは一部の企業の陰謀であった。日本では松下の研究者がフロン禁止(つまり代替フロン推奨)運動の先頭に立っていた。しかし、この代替フロンは、地球温暖化の原因のひとつとされて、フロン排斥の激しい運動は消えてしまった。すでに、フロンが禁止されているので、冷却材としての代替フロンは有用で禁止できないから、企業にとって代替フロン推奨の運動などもはや必要ないのである。

2-4 儲からないリサイクルはしてはならない

現代では、自然科学者たちだけが政治や企業利益に躍らされているのではない。すでに述べたが、温暖化対策に明け暮れる経済学者たちもいた。さらに、処分場の枯渇を先延ばしするためのリサイクルなどでは、「分ければ資源」などという経済学者の推進発言で問題はますますこじれる一方である。

多くの経済学者は、廃棄物処分場の枯渇はリサイクルすれば解決するという。しかし、経済学では、資源は需要で定義される。需要を超えて供給すれば自由財であって、資源ではない。リサイクル活動も資源の供給であるから、いくら分別しても需要がなければ使用不可能で、捨てられない廃棄物を溜めるだけである。

需要の範囲で供給するのであれば必ず儲かるから、すべての資源回収(リサイクル)は回収業者にまかせて、市場経済の範囲でおこなえばよい。消費者や行政の参加は混乱を拡げるだけである(加藤, 1999)。

処分場枯渇の問題では、資源を利用すれば必ず廃棄物になるが、これを適切に処理して自然(大地と大気と海)に返せばよい。生ごみは山の麓まで運んで野生動物のえさとし、残りは完全焼却し、灰は熔融固化して人工の砂とすれば、処分場はまったく必要がない(槌田, 1999a)。

廃棄物処理に費用がかかるという問題では、そもそも廃棄物の排出を無料としたことが間違っていたのである。現在は処理費用が高くとも、いずれ技術開発が進み、最低の費用で適切な処理ができるようになる。有害廃棄物については、処理費用が高くなることは良いことである。これにより有害廃棄物を生み出す産業が経済的に成り立たず消えていくことは望ましい。

ペットボトルなど石油製品のリサイクルは本当にばかばかしい。火力発電で原油の生焚きをしながら、一方で使用済み石油製品をリサイクルするのは合理的でない。原油は、全量、各種燃料油とナフサに分溜し、

燃料油は目的に合わせて適切に燃やし、ナフサは一旦石油製品にして使用し、使い終わったら他のごみと一緒に完全焼却して発電すれば無駄が少ない。使用済みの石油製品をリサイクルするために、輸送や再生工程で石油資源を余計に使うことは、まったくの無駄であろう。

戦後、打ちのめされた日本の化学工業が、アメリカに迫いついたのは、アメリカでは廃棄していた物品（たとえば塩素化合物）の中に、日本企業は需要を見だし、これを副製品（塩化ビニルなど）に加工して儲けたからである。分別は需要のある資源の段階ですることである。有害廃棄物の分別は必要だが、需要のない廃棄物の分別は、分別（ふんべつ）のない行為ということになる。

Ⅲ. 最大の環境破壊は自由貿易による砂漠化

3-1 砂漠化こそ現代の最大の環境破壊

このような地球温暖化、フロン、リサイクルなどで大騒ぎしている間に、世界中で熱帯や温帯の森林や農耕可能な土地が人間による荒廃、すなわち砂漠化により失われている。

世界の森林面積は、41 億 ha で、森林率は陸地面積の 31% でしかない（『世界国勢図会 98/99』）。そして、1981 年から 90 年の間に、世界の森林は 1627 万 ha 減少した。その 95% は熱帯林で、1541 万 ha に達する。その半分は中南アメリカ、四半がそれぞれアフリカとアジアである。その原因は、木材を得るための伐採に加えて、焼畑と牧場の開発である（原田，1997，p288）。

このようにして得られた熱帯の農地は無理な農耕で裸地化し、灼熱の太陽光にさらされ、地下水の蒸発で地表に塩を残し、また雨が降ると表土は泥となって洗われ流失し、晴れば泥は固まってレンガとなって農地としての使用を不可能にする、などして荒廃する。

温帯の農地も酷使して表土を微粒子化すると、雨に流され、風で吹き飛ばされる。そして灌漑水に含まれる塩分が溜まって荒廃する。

そのため、温帯や熱帯の農地は採算が取れないことになり、放棄される。このようにして農耕に適さなくなった土地には放牧され、徹底的に荒廃されることになる（石，1988，pp1-190）。これが、現状でもっとも深刻な環境破壊である。

これに対して寒帯の農地は比較的安定している。それは冬になると表土は雪に覆われて保護されるからである。そのため現代の世界の農地は北アメリカやヨーロッパなどの寒帯に集中する。しかし、寒帯では、夏になって気温があがり、15℃以上の気温が 3～4 カ月続かなければ穀物は実らない。ここで、すでに述べたような長期気候変動により寒冷化すれば食糧は得られない。

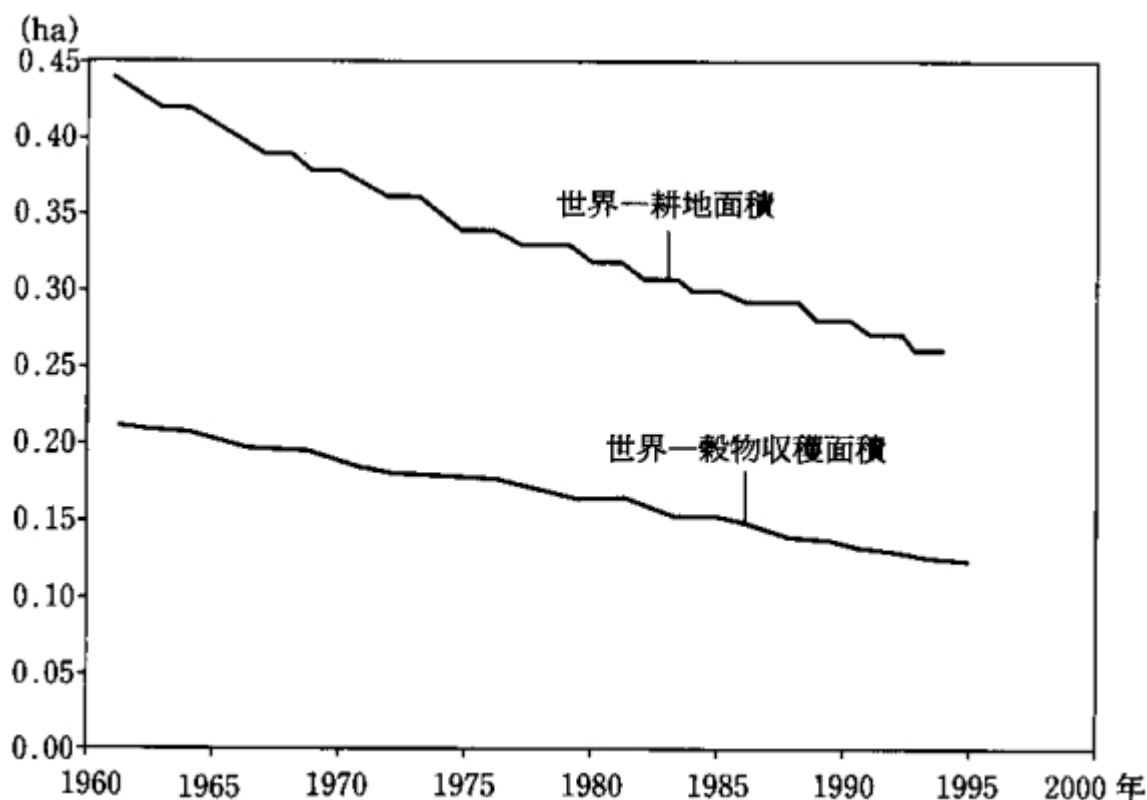
したがって、石油文明は、このままでは地球寒冷化によって世界的飢饉の時代を迎えることになる。温帯や熱帯の放棄され砂漠化した元農地の回復は望めないし、回復可能な農地も回復には時間がかかる。

その場合、これまでの寒冷化した歴史で何度も見たように、北方民族の南下にともなうあつれきや戦争を経て、この石油文明が終了する可能性は高いのである。北米や北欧、そして日本では北海道や東北など寒い土地の人々が、自然科学者の脅しを信じて、「温暖化反対」と叫んでいる現状は何とも言いようがない。

3-2 砂漠化の基本的原因・科学技術による穀物の過剰生産

ところで、この砂漠化の原因は、古代文明とは違っている。古代文明では農地が徐々に栄養を失い、または塩化し、穀物生産が不可能となって、放棄され、砂漠になった。

図 8 1人あたりの耕地面積および穀物収穫面積



日本環境会議「アジア環境白書 97/98」より

FAO, FAOSTAT Agricultural Data1996

現代では、アメリカなど先進農業国において、石油を使用する科学技術農業で穀物生産は拡大している。図 8 に示されるように、1 人あたりの世界の耕地面積は 1960 年以來半減しているが、1 人あたりの食糧生産量は逆に増えている。これは穀物の生産性が向上したからで、90 年の西ヨーロッパと北アメリカでは 1ha あたり約 4.5 トンとなり、51 年水準の約 3 倍となった (MITCHELL, 1997, p54)。これらの事実から、思慮のない人々は、人類は科学技術により飢餓から救われたと考えた。

しかし、科学技術によって消費量以上に穀物を過剰生産したことにより、穀物価格は低迷する。アメリカでは農民は収入を確保しようとして、さらに生産性をあげるため農地を酷使し、結果として生産性が落ち、貧しい農民は価格競争に敗れて、まだ穀物の生産ができて、離農していった。

富んだ農民は生産性の高い別の農地を開拓して対抗したが、その農業は乱暴であった。広大な農地で単作農業するものだから、土は風で吹き飛ばされ、雨で流され、すぐに劣化する。また別の農民は乾燥地帯の農地で生産性をあげるため、深井戸を掘り、ポンプで地下水を汲み、半径 400 メートルの巨大なスプリンクラーで円形農場をこしらえている。ここでは地下水に含まれる塩分が地表に溜まり、同様の結果となる。

このようにしてまだ農作物が収穫できるのに、採算が取れなくなるとこれらの農地を放棄し、別の農地を

探すことを繰り返している。いかにアメリカの土地が広くてもこれではいずれ農地がなくなってしまう。まさに、ゴールドラッシュの農業版である。

3-3 砂漠化の原因・穀物の自由貿易

そこで、アメリカは、農民を守るために農業貿易促進援助法(公法 480 号, 1954 年)を成立させ、30 年足らずの間に世界最大の小麦および大豆の輸出国となった。これに対抗して、ヨーロッパ諸国は、圏内の農民を保護するための課徴金(穀物輸入税)という障壁を設け、さらに高額の補助金をつけて余剰穀物の輸出に力を入れた。

この欧米が採用した輸出の方法とは、余剰穀物を自由貿易に乗せ、世界各地に安価で売り、国内価格との差額には補助金を支払うことである。1980 年代にはヨーロッパでは小麦の価格はトンあたり 230 ドルであったが、アメリカの穀物貿易に対抗するため、補助金を 140 ドルも出して 90 ドルで売ることにした。そこでアメリカも、トンあたり 80 ドルの補助金をつけて 90 ドルで売った。これによりアメリカは 1988 年までに実に 10 兆円の財政負担をすることになったという(本山, 1990, p146)。

このような穀物輸出競争により、欧米では、農民はいくらでも穀物を生産できることになった。そのような政策をとる理由は、欧米各国にとって穀物は戦略物資であり、農民の失業はこれを脅かすと考えたからである。

ところが、この政府保護によるダンピング政策は 80 年代後半には財政的に限界に達した。そこで欧米各国は輸出補助金を削減した。そのため 1996 年には穀物価格が 15 年ぶりに高騰し、また穀物在庫率は 13.7%まで減少した(辻井, 1997, pp3-8)。

しかし、ダンピングにより途上国の農業は壊滅的な打撃を受けていたため、復活できず、すでに確立した欧米による穀物の貿易体制を変更するものではなかった。穀物輸出国は日本を除く先進国であって、輸入国は日本を筆頭に、途上国と旧ソ連である。

1996 年において、世界の小麦輸出量は 1 億トン、約 7 億人分で、輸出上位 6 カ国は、アメリカ(31.7%)、カナダ(16.8)、オーストラリア(14.8)、フランス(14.8)、ドイツ(4.3)、イギリス(3.7)であった。この 6 カ国の合計は輸出総量の 86.1%となる。この外、大麦、とうもろこし、大豆でもこれらの国々が圧倒的な輸出をしている。これに、穀物の輸出国として、途上国ではタイの米(30.4%)、アルゼンチンの小麦(3.6%)ととうもろこし(9.2%)が加わるだけである。ブラジルは大豆を輸出しているが、その倍量の小麦を輸入している(『世界国勢図会 98/99』)。

ここで注目されるのはイギリスである。以前、イギリスは工業国、周辺の国々は農業国として、自由貿易すればよいとしていた。そのため、穀物自給率は低水準であった。しかし、2 度の世界戦争で食糧不足に困り果て、アメリカから援助されてようやく助かった。その経験から自給率向上に政策を変え、ついに穀物輸出国になったのである。

これに対して、先進国の日本と多くの途上国は、アメリカとヨーロッパ諸国の食糧援助政策を歓迎した。これらの国はもっぱら国内工業の発展に注意が向けていたからである(LLAMBI, 1994)。

3-4 壊滅した途上国農業

日本は、先進国であったから、穀物自給率を失ったものの、さらなる工業化の目標を達成して、一時期ア

アメリカに次ぐ世界第2位の資本主義国の地位を得た。そのうえ、食糧とともに燃料や木材も海外から輸入したから、日本の森林も維持した。しかし、すべての途上国は、後に述べる自由貿易のからくりに乗って、資産を収奪され、失敗してしまった。その結果が、穀物自給率を低下させただけでなく、森林を失い、農地を砂漠化してしまうことになる。

石油文明が世界化した1960年と成熟した90年で穀物輸出入を比べると表2になる。先進国(日本を除く)の急激な輸出増加と、日本、旧社会主義国、そして途上国の急激な輸入増加が示されている。

表2 世界の穀物貿易(1960年と90年)

(単位は100万トン)

	純輸出量				純輸入量		
	1960	1990	倍率		1960	1990	倍率
先進国*	21.9	144.1	6.6	途上国**	19.1	103.1	5.4
アルゼンチン	3.6	11.0	3.1	日本	4.8	26.7	5.6
タイ	2.1	5.1	2.4	旧社会主義国	-0.7	26.5	-

先進国*：日本を除く，途上国**：アルゼンチン，タイを除く

【世界食料の展望】(農林統計協会) p140より，資料はUSDA，合計は一致しない

過去の文明では、食糧は農村で作り、都市に運んで都市文明とした。しかし、現代の石油文明では、石油を用いて食糧は都市(先進国)で作り、農村(途上国)に運んでいる。資金のない途上国では文明は開花せず、人々はただ食べるだけで何もしない生活を強いられる。先進国の余剰穀物の供給がなければ、この人達は農業により生活できたのである。

このようにして、途上国の農業は価格競争に敗れ、無理な耕作をよぎなくされた。これにより農地を酷使した結果、栄養不足と塩化で農地の生産性は低下し、採算が取れなくなった。そこでこの農地を放棄して、新しく森林を焼畑にしてその栄養を利用することになる。

しかし、これも酷使して、結局これらの農地は次々と放棄され、その一部は放牧地となる。放棄された農地や放牧地は栄養不足と塩化のため森林に戻ることはなく、土は風により飛ばされ、雨で泥となり流れ、晴れば泥はレンガとなって砂漠化する。

FAOの推計では、途上国の穀物輸入の必要量は、2010年までに約1億6000万トンになると予想されている(OECD, 1998, p206)。これは約10億人の食糧に相当する。このような環境破壊の現実を見ると、人類は、その滅亡へ向けて、急いでいるのではないかと感ぜられる。

3-5 自由貿易の策略(1)、失業の輸出

この穀物の自由貿易の結果、貧しい国の農民は失業し、都市に流れ、スラムの住民となっていく。失業対策としての先進農業国の穀物輸出は、発展途上国への失業の輸出であった(槌田, 1998, pp236-238)。

国際経済学という自由貿易とは、資本と商品のみ自由往来で、労働力には国境障壁を残している。したがって、大規模な失業問題が生ずるのである。この失業は、環境破壊の追加的原因となっている。

自由貿易による失業の輸出は、イギリスの経済学者リカード(1772-1823)のあげた比較優位説の例からも知ることができる。ポルトガルでは80人の労働者で1単位のぶどう酒を作り、90人の労働者で1単位の

毛織物を作って国内商業をしていたとする。必要な労働者数の合計は 170 人である。イギリスではやはり 1 単位のぶどう酒に 120 人、また 1 単位の毛織物に 100 人必要だったとする。必要な労働者数の合計は 220 人である。労働者の賃金を同じとすればこれはそれぞれの価格に対応している。

そこで、ポルトガルでは 2 単位のぶどう酒を作り、イギリスでは 2 単位の毛織物を作って、1 単位ずつ交換すれば、必要な労働者数はポルトガルでは 160 人、イギリスでは 200 人ということになる。どちらの国も安く生産できるではないか、トリカードは言う。

ここで、比較優位とは、それぞれの国内での比較であって、イギリスの毛織物の方がポルトガルの毛織物よりも高価であっても、イギリスからポルトガルへ毛織物を輸出できるのである。そのようなことはあり得ないと、一見不思議に感じられるかも知れない(西川, 1993)が、後に示すように、これはこれで正しい。しかし、ここで述べたいことはそのことではない。

このようにして、比較優位の商品を生産する国が自由貿易によって交換すれば、リカードのいうように、両国は利益を得るかもしれないが、見方を変えればポルトガルでは 10 人失業し、イギリスでは 20 人失業することを前提にしている。そして、工業国では新しく産業を作って失業者を吸収できても、農業国ではそれができないことが議論されていない。

貿易ではなく国内商業の場合には、住居の移動と職業の変更には自由がある。それでも、失業問題は深刻である。国際間では国境障壁の外に言語障壁もあって、労働力の移動に自由はない。したがって、商品と資本のみの出入りを自由にする自由貿易は不正ということになる。

これまで、管理貿易は幼稚産業の保護を掲げてきたが、それよりも国境障壁を原因とする失業の輸出問題であることが強調されねばならない。環境問題でいうなら、途上国の農民を失業させることによって農地の管理ができなくなり、途上国は砂漠化することになるのである。

穀物の過剰生産と自由貿易による失業を防ぎ、環境を回復するには、管理貿易が必要である。労働力に国境障壁がある以上、資本と商品にも国境障壁があって当然で、これにより国際的に失業を減らし、豊かな国際社会の基礎がつくられることになる。

3-6 自由貿易の策略(2)、貧しい国から富を収奪する巧みな機構

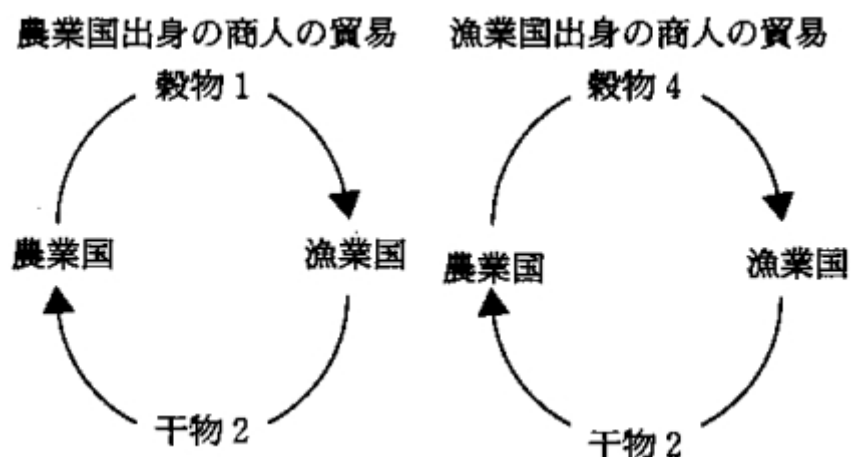
自由貿易が途上国を砂漠化するもうひとつの原因は、それが貧しい国の富を自動的に収奪し、豊かな国へ流す機構だからである(槌田, 1998, pp240-264)。

まず、国際経済学の仕組みに欠陥があることを指摘しなければならない。貿易の重要な担い手は貿易商であるのに、国際経済学の教科書では貿易商の役割どころか、貿易商という単語さえ見当たらない。リカードの比較優位説は、国家間のバーター貿易であり、現実を示していない。ここに貿易問題の本質が隠されていた。

農業国と漁業国があったとする。漁業国ではたとえば穀物 1 升と魚の干物 2 束とが現地貨幣で等価であるとする。一方、農業国では逆に穀物 2 升と干物 1 束とがやはり現地貨幣で等価であるとする。

農業国出身の商人がいたとして、穀物 1 升をもって漁業国に行き、これを干物 2 束に等価交換して帰国し、これを穀物に交換すれば 4 升になる。一方、漁業国出身の商人が自国で穀物 1 升を干物 2 束に変えて出国し、農業国でこれを穀物 4 升に変えて帰国するとする。どちらの商人も、この貿易で 4 倍の儲けとなり、儲けはまったく同じである。

図 9 商人の出身国で違う自由貿易の利益配分



ここで、商人が物々交換しているかのように表現したが、現実には現地貨幣を介在させている。すなわち、商人は、手持ちの自国貨幣で自国の比較優位な商品を買ひ、これを持って相手国へ行き、これを売って現地貨幣を手に入れ、それで比較優位な相手国の商品を買って帰国し、これを売って自国貨幣を得れば、儲けとなる。比較優位説は実際にも正しいのである。

リカードが示した例でいうと、イギリスで購入した高価な毛織物をポルトガルでダンピングして現地価格で安価に売り、ポルトガルの貨幣を手に入れる。そしてその貨幣でより安価なぶどう酒を買って、イギリスに持ち帰って売れば儲かるのである。

ここで、貿易を輸入商と輸出商が別々におこない、そこで得た現地貨幣を自国貨幣に両替してもよい。しかし、リカードの挙げた例では、ダンピングして売る毛織物商は損をすることになるからそのようなことをする訳がない。輸出商と輸入商が別々の場合は比較優位説は成立せず、それぞれ絶対優位な商品を扱う必要がある。

さて、この貿易で、漁業国から農業国へ流出する干物はどちらも 2 束である。ところが、農業国から漁業国へ流出する穀物は、図 9 に示すように、農業国の商人が運べば 1 升なのに、漁業国の商人が運べば 4 升である。自由貿易は非対称性であって、貿易商による巧みな資産収奪の機構となっていた。自国の商人ではなく、他国の商人が運べば、資産は収奪されるのである。

第三人の商人が貿易する場合には、第三国に資産は収奪される。それは、第三国の商人が穀物 1 升を持って漁業国へ行き、干物 2 束に変えて農業国へ行き、穀物 4 升に変えて本国に帰れば、資産は両国から第三国に流入することになる。

この三国貿易は、江戸時代に長崎でオランダ人のした貿易である。オランダ人は、本国で手持ちの金を銀に変えて中国へ行き、これを白絹に変えて長崎へ行き、これを小判(金)に変えて大儲けして帰国した。この長崎貿易と幕末 1858 年の日米修好通商条約(日米の金銀の交換比率を現地日本の交換比率とする)により、日本の金は大量に欧米に持ち去られたのであった。ちなみに、金銀の交換比率は、国際的には金 1 銀 15.5 であったが、日本では金 1 銀 5 であったという。

幕府の責任者であった新井白石(1657-1725)は、長崎貿易で日本の金が海外に流出する問題に気づき、1648 年から 60 年間に金が 240 万両弱(約 36 トン)も流出したと計算した。しかし、なす術なかったと

いう。それ以来 300 年を経ているのに、等価交換だけで儲ける商業の機構が、いまだに商業学として、また国際経済学として放置されていたのである。

結論として、自由貿易では貿易商が大儲けし、資産はその出身国に流入することになる。一般に、貿易商は豊かな国の国民である。現実には、圧倒的にアメリカ人である。一方、貧しい国には貿易商はほとんどいない。したがって、貿易商のいない途上国は一方的に資産を取り上げられ、貿易商のたくさんいるアメリカはますます豊かになっていく。これが、恐慌さえなければ、アメリカがますます豊かになる理由である。そして恐慌があっても、ただちに回復できる理由である。

自由貿易により貿易商の出身国の国家財政も豊かになる。それは、大儲けした貿易商に事業税および所得税をかけるからである。アメリカは多数の貿易商に課税することにより、国家としてもますます豊かになっていく。これが、近年、アメリカの国家財政を破綻から救った原因である。

ところで、現在の貿易商は多国籍企業である。1990 年に国連が調べた 3 万 5000 の多国務企業の半分はアメリカ、日本、ドイツ、スイスの出身であった。また、世界銀行によると、1990 年には、上位 500 社の多国籍企業が貿易の 3 分の 2 を支配しており、貿易の 40% が多国籍企業内部でおこなわれている (LANG, 1993, p62)。この国際的な企業内取引による利益操作は大きい。

このようにして、自由貿易の結果、途上国はますます貧しくなり、環境破壊に対処する能力を失うことになる。これまで、国際経済学は、自由貿易により両国経済は共に継続的に発展し、生活は向上すると繰り返し語り、人々を欺いてきた。このウソのからくりが明らかになったのである。

3-7 関税は、事業税・所得税と同質の税金

ところで、貿易商のいない国が、この貿易で利益を得る方法が一切ないという訳ではない。それは貿易商に輸出入関税を課せばよい。関税は、貿易商に対する所得税や事業税と同じ種類の税金なのである (槌田, 1998, pp249-251)。

ところが、WTO を操る貿易商や先進国政府は、自由貿易の実施だけでなく、関税さえも限りなくゼロにすることを要求している。貿易障壁と関税をどのように決めるかは、国家の基本的権利であり、その決定権はその国の国民に属する。国際官僚集団により運営される WTO などの介入は許されるべきではない。

関税はこれまで幼稚産業の保護を強調してきたが、その役目と失業問題は貿易障壁にまかせ、これを事業税や所得税と同質の税金として、貿易する国家が貿易商から貿易の利益の分け前を取る財政関税に徹した方がよい。もっとも、WTO により貿易障壁の復活ができない間は、保護関税も併用する以外にはない。

財政関税の関税額の決め方は通常の経済学でいう最大利益を得る方法を適用する。関税額を高くすると、貿易が減って関税の総収入は少なくなる。そこで、関税額を変動させて、関税による国家の利益を最大にする関税額に決め、売り手と買い手の双方に課税すればよい。

そしてもっとも関税収入の多い関税額が、経済学の定理にしたがって、すべての関係者にとってもっとも利益のある貿易ということになる。保護関税の要素が加わる場合は、これよりも高額とする。

ところで、関税は、事業税または所得税と同質の税金であるから、二重徴税の問題が生ずる。その場合は、事業税と所得税から、すでに支払った関税を減額すればよい。

現状では、WTO は自由貿易を掲げて、貿易障壁の撤廃とともに関税の引き下げを強調している。これに抵抗すると、「貿易摩擦だ」といって恐喝する。これは以前の黒船外交、または海賊商人の脅しである。この恐喝に負けて低い関税の自由貿易を認めれば、貿易商の出身国は確実に豊かになり、貧しい途上国

は、富を奪われて、砂漠化することになる。

売らなくなれば売らなくてよい。買いたくなければ買わなくてよい。それが売買の自由というものであり、貿易の自由にもその原則が適用される。買いたくない者に売り込む現行の「自由貿易」は押し売りであり、商道德としてそもそも間違っている。

もっとも、この海賊どもを怒らせて戦争になったのではすべてを失ってしまう。その場合は、昔の日本の商人がしたように、争う意志のないことを相手に示すために「揉み手」をしながら説得し、時間をかけて相手の怒りを静め、無理難題を避ける方法をとるとよい、相手は商売をして儲けたいのだから、結局は財政関税に応ずることになる。

3-8 貧しい国を絞りあげる累積債務

さらに、途上国を襲う悲劇は、「国家は倒産しない」ことを前提にしてなされた累積債務である。途上国の多くは、第二次世界大戦後に独立した国々である。若い政府は、先進国に追いつくと、金貸しの口車に乗せられて借金をしてしまった。

しかし、途上国の頼る収入源である換金作物は、他の途上国との価格競争により、低下の一途である。それだけでなく、すでに述べた自由貿易の非対称性にさらされて、途上国の資産は貿易商に収奪される一方であった。

その結果、累積債務は膨らむばかりであり、アフリカでは1982年以降、途上国から先進国へ資金は流れ出している。アジアや南米でも同様である。政府支出総額に占める債務返済と軍事費の合計(1989年)は、南アメリカのエルサルバドルで67%、アジアのフィリピンで56%、アフリカのウガンダで51%と巨額になっている(GEORGE, 1992, p277)。

IV. 循環の再構築を目指す『後期石油文明』

4-1 環境対策には学問が必要

以上述べた石油文明の失敗を正すには、商業学や国際経済学などを含め学問をより深める必要がある。学問とは、失敗を繰り返さないための行動原理である。人間だから、一度は失敗してもよい。しかし、何度も失敗を繰り返すようでは考える人としての人間ではない。

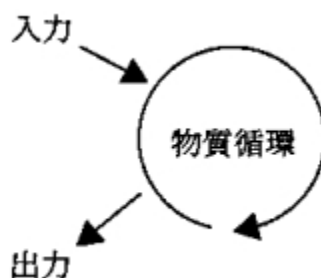
砂漠化で失敗した古代文明から学ぶことは多い。学問なしにやみくもに環境政策を立案し、それにより行動している現状は、灼熱の太陽に覆いをかけるための『バベルの塔』建設の伝説を思いださせる。炭酸ガス温暖化対策としての排出権取引のようなことを口角泡を飛ばせて議論しているようでは、事態をますます悪くするだけである。

「もしもその通りだったとしたら、手遅れになる」との予防の原則(山口, 1996, p110)を掲げて、あせって行動を始めることは最悪である。実行する前に、可否をまず考えることである。もしも、間違っていた時、取り返しのつかないことになるだけでなく、より本質的な問題を放置することになるからである。

自然現象であれ、社会現象であれ、問題のあるところには学問の種が転がっている。この問題を探す能力は、他人の説を疑うことより始まる。そして、疑うためには現象をよく観察しなければならない。この疑う能力と観察する能力を失い、世界の常識の解説だけをする者は、とても学者とは言えない。

さて、人間社会を環境と調和させるには、熱物理学を基礎に的確な判断基準を確立する必要がある。このような学問をエントロピー経済学という(槌田, 1986, p40)。活動を維持する物質系は、すべて熱物理学、つまりエンジンの法則に従っている。それには、図 10 に示したように、入力、出力、物質循環という 3 つの条件が必要である(槌田, 1992, pp102-120)。

図 10 物質系が活動を維持するための条件



ここで、小さいエントロピーの入力と大きいエントロピーの出力の差がこの物質系の活動の原因である。また、作業物質の物質循環によって系の状態を復元し、また同じことをするという方法で活動を維持している。エンジン工学ではこれをサイクリック運転と表現している。生命や生態系は、もちろんエンジンの法則に従い、1 日または 1 年のサイクリック運転をしている。

4-2 自然環境を維持するための自然の循環

環境経済学は、地球環境と社会の関係を論ずるのであるから、地球環境の熱物理学も視野にいれる必要がある。熱物理学で考えれば、図 11 で示すように、地球環境もエンジンである。

図 11 地球エンジン



太陽光を地表で常温(15℃)で入力し、対流圏上空から宇宙へ低温(−23℃)で放熱して回る自然の循環がある(槌田, 1992, pp126-140, TSUCHIDA, 1999)。

ここで自然の循環とは、大気と水と栄養を作業物質とする物質循環である。これにより、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。

①大気の循環

大気が、地表で太陽熱を常温で得て上昇気流(低気圧)となり、上空で宇宙に低温で放熱して下降気流(高気圧)となる。この途中で風が吹く。これにより地球の熱エントロピーは宇宙に処分される。

②水の循環

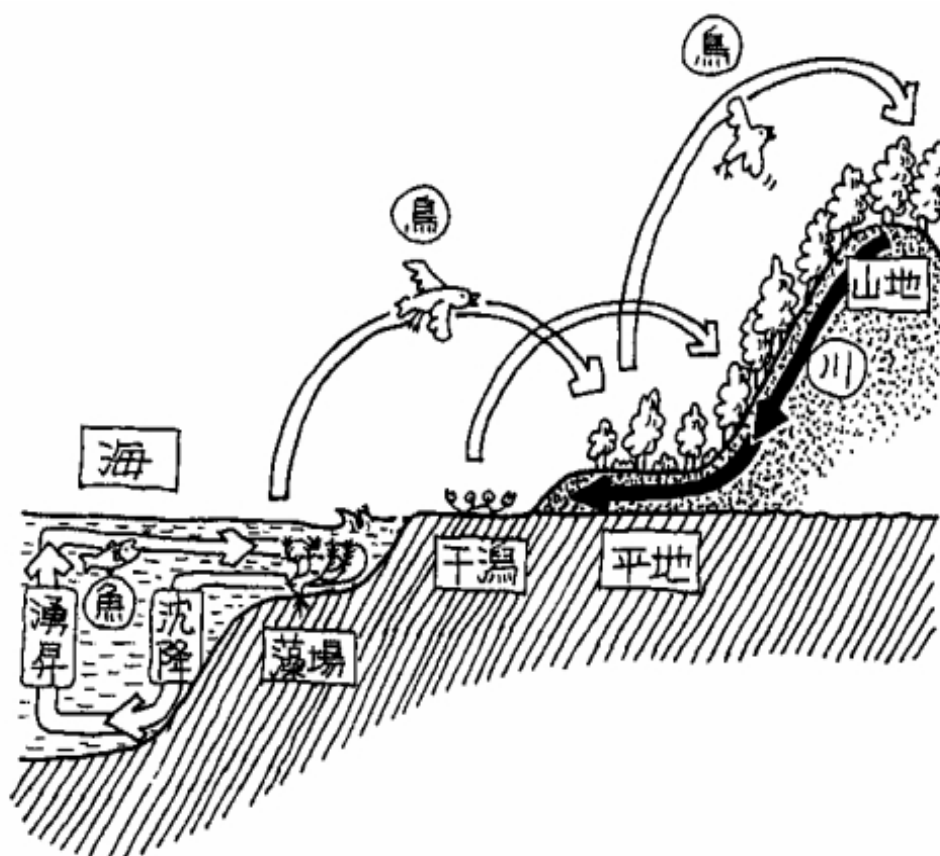
水が、地表で太陽熱を得て蒸発し、大気の流れに乗って上昇し、大気の減圧で冷却されて雲となり、雨となって地表に戻る。雲となる時熱を大気にわたす。大気循環はこの熱も宇宙に放熱する。水循環は熱エントロピーを地表から大気上空へ運ぶことで大気循環を補完している。

③栄養の循環

栄養の地域循環。土に存在する栄養(肥料分)は、植物に吸収されて光合成され、これを動物が食べる。植物や動物の死骸は微生物に分解されて栄養は土に戻る。その土からふたたび植物が育つ。この物質循環は地球上の物エントロピーを熱エントロピーに変換する重要な機構である。

栄養の広域循環。栄養は水に溶け、重力で流れ落ちて、海の生物となり、魚などに食べられて、糞となる、糞は海水よりも重いので深海に沈む。しかし、深海水の湧昇でふたたび海面に現れ、海洋生態系となり、動物がこれを引き上げて陸上生態系が成立する。この栄養はふたたび水に溶けて流出し、海に戻る。

図 12 栄養の広域循環



槌田「エコロジー神話の功罪」p143 より

図 12 に、栄養の広域循環を示す。自然は、重力により栄養を下方に運ぶが、魚や鳥や虫、そして人間などの動物が、栄養を上方へ運ぶことで循環となる。

4-3 環境破壊とは何か

環境破壊とは、これらの自然の循環を破壊・劣化させることである(槌田, 1999a)。文明活動は大気を汚した。その結果、太陽光は汚れた大気に吸収され、地表に届くべき太陽光を減らし、大気の循環を劣化させた。これは都市気象として知られているが、地球規模では、焼畑の煙が熱帯を覆い、熱帯の大気循環を壊している。これが異常気象のひとつの原因と考えられる。

また、この文明は、森林の伐採、小麦などの乾燥農地、都市、道路そして砂漠化により水の蒸発を失わせ、降雨量を減らして、水環境を壊している。

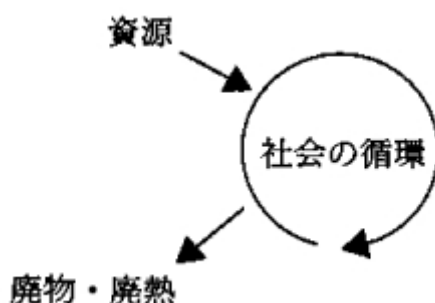
すでに述べたように、先進農業国は穀物を過剰に生産し、これを輸出して失業を輸出し、また自由貿易で富を収奪し、発展途上国の農業を破壊した。そのうえ、巨額の借金をさせて途上国の資金を奪い、その結果、森林は焼き払われ、農地は放棄され、栄養循環を失って砂漠化した。

これらの環境破壊の内、栄養の循環を壊したことがもっとも大きい環境破壊である。

4-4 自然の循環と社会の循環をつなぐ

人間社会も、成立以後、絶え間なく活動が続けてきた。熱物理学で考えれば、人間社会も図 13 に示すようにエンジンということになる。

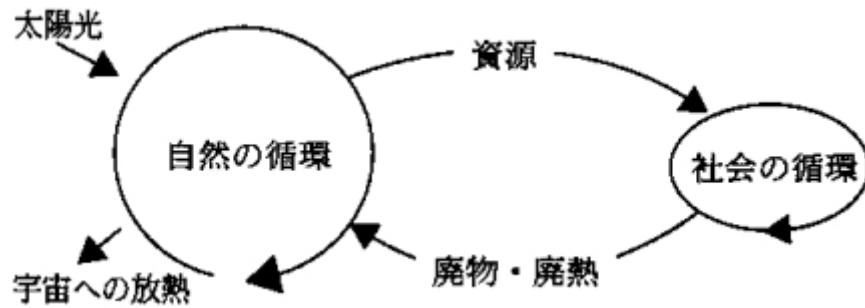
図 13 社会の構造



この社会の活動を維持するには、資源の導入が必要で、廃物と廃熱を放出している。社会の物質循環とは、動物の血液循環にも例えられた物流である。これはたとえではなく、本質的に同じである。これは自然から資源を得て、社会の各部分に運び、社会の各部分から廃棄物を集めて自然に返し、社会の状態を復元し、社会にまた同じことをすることを保証している。

この社会の循環が、図 14 のように、自然の循環とつながって、自然の循環の一部になっているとき社会の持続的活動は保証される(槌田, 1999a)。廃物を適切に処理して自然の循環に返すと、自然の循環はこの廃物の物エントロピーを熱エントロピーに変えて、宇宙に廃棄し、また資源を提供してくれるからである。

図 14 自然の循環と社会の循環をつなぐ



この図 14 で、自然の循環にとって、人間の廃物は太陽光と同じ入力であることに気づく必要がある。この廃物の入力のないまま、出力としての資源を収奪されれば、自然の循環はやせ細ることになる。人間の廃物を処分場に捨てて、自然の循環と切り離れたことは失敗であった(槌田, 1999a)。

最近、『資源循環型社会』, すなわち廃棄物のリサイクルが強調されている。しかし、すでに述べたように需要のない廃棄物の再利用は不可能であって、廃棄物の山を作るだけである(加藤, 1999)。

いわゆるリサイクルとは、需要のない廃棄物を需要のある資源にすることであるが、そのためには、エントロピーの法則にしたがい、別の資源を消費する必要がある(図 15)。

図 15 廃棄物をリサイクルするには、別の資源を消費しなければならない



したがって、このリサイクル作業をした方がよいかどうかは、得られた再生資源の価値と消費した別の資源の価値を比較する必要がある。

これを考慮せずに『資源循環型社会』を空想することはひどい誤りである。たとえば、1 キロ 3 円程度の再生ペットボトルの樹脂を得るのに、600 円程度の費用をかける(つまり石油などの資源を消費する)ことは、ばかばかしい限りである。

需要のない廃棄物を資源にする循環をいうなら、図 14 に示したように、自然の循環を通して考えるべきである。廃棄物を自然の循環に受け入れられるように適切に処理して、返すだけでよい。このようにすれば、自然の循環は、廃棄物の物エントロピーを処理して熱エントロピーに変えて宇宙に廃棄し、新たに資源に作りなおして、提供してくれる(槌田, 1999a)。リサイクルではなく、サイクルである。

なお、エンジンとしての社会の循環と資源循環型社会という循環とは、まったく別ものであることに注意しなければならない。社会の循環とは、社会を駆動する物流の循環であり、資源循環型社会の循環とは、資源を繰り返し再生して使うという循環である。

この資源循環で、ゴミゼロ社会ができるなどという人がいるが、エネルギーを再生し続ける永久機関の主張と同じで、エントロピー増大則に反し、幻想に過ぎない。

4-5 はげ山ばかりだった戦国時代の日本

つい最近までの近代日本では、この自然の循環と社会の循環が、資源と廃物によってしっかりと循環していた。したがって、以前には廃棄物問題はほとんどなかった。われわれの糞尿など廃棄物は自然に返された結果、日本は森林率が 66% であって、世界でも有数の森林国となっている。ところで、400 年前の近世日本は、はげ山ばかりだった。その歴史をみてみよう。

7~6000 年前の縄文時代に日本は人力文明の国になった。その中心地は青森、函館である。この寒い土地に文明があった原因は、気温が 2 度高く、温暖だったからである。当時は日本は森林に覆われていた。2000 年前の弥生時代も温暖で農耕が盛んになり、水田が開発された。肥料は農村の周辺の山々での柴刈と草刈で得ていた。その結果、深山を除き日本の山は栄養を失い、はげ山となっていった。

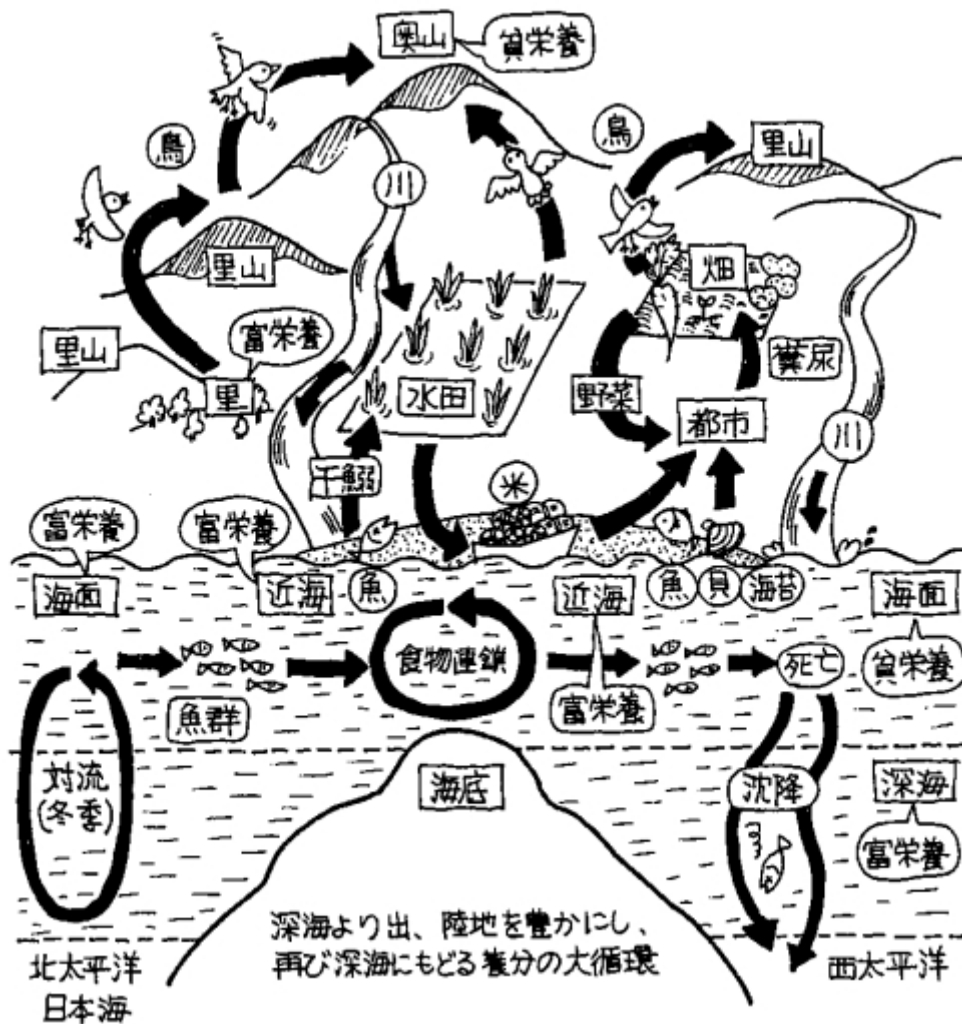
特に山が荒れ果てていたのは、500 年前の戦国時代であった。山には木がなく、洪水がさかんに農村を襲った。この時代の武将にとって、年貢米を確保するために治山治水が大切であった。有名な武田信玄や加藤清正の業績を述べるまでもなく、彼らは河川土木の専門家でもあった。彼らは戦争だけしていたのではなかったのである。

4-6 商業により環境を回復した近世日本の経験

このように荒れ果てた日本は、江戸幕府成立後 400 年で森林の国に戻った。その原因は商業の発達にある(槌田, 1998, pp180-189)。全国から米が大坂に集められ、各地の都市へ分配された。そして、米や綿を作るための肥料運搬の商業も発達した。漁村で雑魚の干物である干鰯(ほしか)が生産され、商人がこの干鰯と都市の人糞を農村へ運んだ。

これらの肥料で豊かになった農地から野生動物は栄養を得て、糞を山野にばらまき、その栄養で日本の山に森林が復活したのである。現在、日本は、豊かな森林から流れ出す栄養で、日本のたんぼは肥料をやらなくとも、7 割の収穫が得られる豊かな土地となっている(図 16)。

図 16 江戸時代以後の豊かな循環社会



槌田『エコロジー神話の功罪』p187 より

このように豊かな農村とたまたま良質の石炭を産出したことが、日本が開国後ただちに列強仲間入りを果たせた原因である。

4-7 これからの日本商業の方向

現在、日本は、穀物を輸出しない唯一の先進国である。これからも欧米諸国とは違う貿易を積極的におこなうことが望ましい。すなわち、江戸時代の商人のしたことを学び、まずは石油を用いて化学肥料や農機具を生産し、これを途上国に安価で売ることである。その方法には江戸時代におこなわれた掛け売りが参考になる。

そして、大型加工船により世界の海でオキアミなどを採集し、茹でて液から魚油などの有用資源を得、残りは乾かして有機肥料(現代版干鰯)とし、世界各地に輸出する。オキアミは、深海の栄養豊富な海水の湧昇によって生育している。自然界では、これは鯨など動物のえさとなり、結局は海水より重い糞になり、そのまま深海に沈むという循環になっている。

ここで、人間がオキアミを採集して陸地に引き上げれば、この栄養によって陸地生態系が豊かになり、最終的には流れ出して海洋表面に戻る。栄養はふたたび海洋生態系となり、いずれ魚の糞になって深海に沈むことになる。人間によるオキアミの採集は、海洋生態系を壊すことなく陸地生態系を豊かにすることになるのである。

4-8 石油を使って豊かな環境を育てる

この肥料貿易によって、途上国の栄養循環は回復し、野生動物が繁殖して森林を作り、育ててくれる。具体的には、砂漠に存在する川に注目する。ここでまず、川筋で水を石油動力で汲み上げてため池を作り、その周辺に購入した肥料を与えて大規模ではないが相当の広さをもつ森林と農地を作る。

そうすると、この森林に鳥など野生動物が棲息して、森林や農地から栄養を得て育つ。人間は最初の人工森林を作る時以外に、木を植える必要はない。この野生動物が、その周辺に糞をして、種と肥料を撒き散らし、周辺に森林を広げてくれる。このようにして得られた人工のオアシスには、雨が降るようになる(石, 1988, P93)。

多くの人々は雨が降らなくなったから森林が消えたと思っている。しかし、実は、逆のことが多い。森林が消えたから雨が降らなくなったのである。森林の存在が雨を誘発する理由は次のとおりである。

図 17 森林が雨を呼ぶ

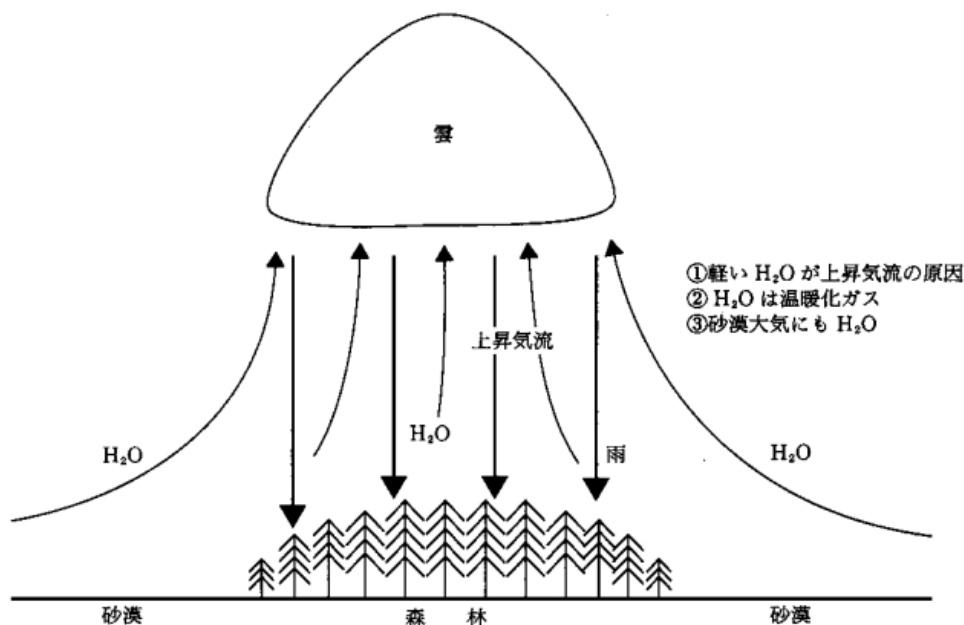


図 17 に示すように、森林は盛んに水蒸気を放出する。その量は同じ面積の湖とほぼ同量である。ところで水蒸気の分子量は 18 で空気の平均分子量 29 よりもずっと小さい。したがって水蒸気を含む空気は軽いから上昇気流となる。また水蒸気は温暖化ガスであるから地表から出ている熱線を吸って加熱され、ますます軽くなる。

このようにして、森林の上空は上昇気流になりやすいが、その結果、雲が生じ、雨が降ることになる。このとき、周りの砂漠の大気も引き込んで上昇気流になるが、この大気にもわずかながら水分を含んでおり、こ

れも雨となって森林地帯に降る。このようにして森林では蒸発量よりも降雨量の方が多くなるのである。

日本商人が途上国で農場経営を始める場合、麦などの畑作農業ではなく、米などの水田農業とする。米だけでなく、水なす、水いもなどを作る。この水田地帯は、森林と同様に雨が降りやすい。そしてその降雨量は蒸発量を上回ることになるから、川の水量も増えることになる。そしてその水田地帯の周りには野鳥が育てる森林が自然発生する。

そして、それらの農地や森林で栽培した農産物や木材など比較優位の物品を買い集め、先進国で売ることが基本となる。

4-9 後期石油文明

これらの作業は石油がまだふんだんに使用できる間にしておくことである。石油は、人類の得た最良の動力資源であり、当分の間枯渇しないから、石油文明はこれからも続く。したがって、石油の使用を前提にして、それが環境を破壊しないだけでなく、これを豊かにするように生産と物流を制御しなければならない。これをなし得た場合、この文明を『後期石油文明』と呼ぶことにしよう。

この後期石油文明では、科学技術によって大量に穀物を生産しても、各国は自給するようになっていて、貿易障壁を作るであろうから、他国に売ることができなくなる。そこで、この余剰穀物をどのように処分するかという問題が残される。

日本は、以前には補助金を農民に支払うことで徹底した生産調整(減反)をして解決した。しかし、この方法は必ずしもよくない。それは、農民の労働意欲をそぎ、穀物生産の能力を落とし、農地として使い物にならなくしてしまうからである。減反補助金は、労働しなければ収入になるというもので、倫理にも欠ける。

穀物生産能力を維持しつつ、余剰穀物を処分するには、国家が価格を決めて買い上げ、一部は家畜のえさや備蓄にまわし、不要分は焼却処分することが望ましい。これにより、農地と農民を保護することができる。このとき得られる発熱で火力発電すればなおよい。これは見方を変えれば、太陽光発電である。

焼却処分がもったいないというのであれば、以前に日本でおこなわれた植林法(室田, 1989)に利用することもできる。その方法とは、江戸時代の学者熊沢蕃山(1619-91)も推奨し、また実際にも松山の城山を緑化するのに使われた方法で、はげ山に穀物を撒いて鳥を呼び、種と肥料を運ばせ、造林するのである。

4-10 石油文明の次を考える

文明の基本は食糧である。石油は最良の動力資源ではあったが、文明の基本ではない。この文明も、このままでは、古代文明と同様に食糧の枯渇により消滅する可能性がもっとも高いと考えられる。その原因は、すでに述べた砂漠化と寒冷化である。

したがって、石油がまだ使える間に、石油を使って熱帯と温帯の森林と農地を回復し、これを豊かにしておく必要がある。しかし、その回復には長い年月がかかる。栄養豊かな土地でも、植林によって裸地から森林に戻すには 50 年にかかる。

幸いなことに石油はまだ枯渇しない。石油文明が 100 年で破壊した生態系は、石油を用いて 100 年で回復させればよい。

そして、石油が枯渇に近づいて高価になった時、はじめて、石油枯渇後の文明活動への転換を考えることができる。次の文明は、140 年前の石炭文明時代に、経済学者ジェボンズが指摘したように、液化石炭

またはガス化石炭を動力源とする第二次石炭文明ということになるであろう。

しかし、これらの技術開発は、すでに述べたように石油採掘の費用が上昇して、これらの開発費の採算がとれるようになってから始めても十分に間に合う。それまでに始めてもすべて無駄である。そして、これらの高価な資源では現状の石油文明のしてきたことを賄えるとはとても考えられないから、無駄づかいはできない。

後期石油文明において、石油を使用して世界各地の環境を豊かにできれば、次の第二次石炭文明においては、食糧生産だけでなく、その他の必需品についても、豊かな生態系の存在する地域でそれぞれ自給生産が可能になり、物品を大量輸送する必要はなくなっている。すなわち、石油とガス化または液化した石炭の広域輸送を除き、多くの商品は豊かな地域環境から得られ、地域内生産と地域内輸送が主体となるからである。

4-11 結論

現状の環境破壊の石油文明のままでは、来るべき寒冷化と農地破壊により、石油枯渇を待たず、古代文明と同様に食糧の枯渇によって終了する。これは避けたい。

したがって、環境破壊を現状に止める「環境保全」ではなく、環境を破壊している現石油文明から、石油を使って豊かな自然を育てる後期石油文明に求めるべきであり、またこれまで語られてきた「経済発展」ではなく、石油を用いて作った豊かな環境の中の豊かな暮らしのできる文明であって、それが達成された暁に、次の文明への移行が現実的課題となるのである。

本論文は、環境経済・政策学会(2000 年秋、つくば市)での講演と石油学会(2000 年秋、東京都)での招待講演の記録に、大幅に加筆したものである。

(2001 年 2 月作成)

<引用文献>

石弘之(1988)『地球環境報告』岩波新書

江沢誠(2000)『欲望する環境市場』新評論

加藤峰之, 槌田敦(1999)『市場経済による無理のないリサイクルを』名城商学 1999 年 11 月 pp.113～155

辻井博(1997)『世界の食料不安と日本農業』家の光協会

槌田敦, 室田武(1980)「19 世紀石炭問題と代替エネルギー開発」, 槌田敦『エネルギー未来への透視図』日本書籍 pp.76～81

槌田敦(1981)『石油文明の次は何か』農山漁村文化協会

槌田敦(1982)『資源物理学入門』NHK ブックス

槌田敦(1986)『エントロピーとエコロジー』ダイヤモンド社

槌田敦他(1992, 93)特許出願 発明の名称『エンジン』, 特願 H 04-351000, 特願 H 05-075304

槌田敦(1992)『熱学外論－生命・環境を含む開放系の熱理論』, 朝倉書店

- 槌田敦(1998)『エコロジー神話の功罪』ほたる出版
- 槌田敦(1999a)『持続可能性の条件－資源と廃棄物で社会の循環と自然の循環をつなぐ』, 名城商学 1999 年 3 月 pp.79～108
- 槌田敦(1999b)「CO₂ 温暖化脅威説は世紀の暴論」, 環境経済・政策学会編『地球温暖化への挑戦』東洋経済新報社 pp.230-244, pp.251-255
- 西川潤(1993)「誰のための自由貿易か」, 伊庭みか子・古沢広祐編『ガット自由貿易への疑問』学陽書房 pp.2-20
- 原田一宏(1997)「森林の消失と保全」, 日本環境学会『アジア環境白書 1997／98』東洋経済新報 pp.288-289
- 平田寛(1976)『失われた動力文化』岩波新書
- 室田武, 槌田敦(1989)「開放定常系と生命系」, 鶴見和子, 川田侃編『内発的発展論』東京大学出版会 pp.119-155
- 本山美彦(1990 年)『環境破壊と国際経済』有斐閣
- 山口光恒(1996)「自由貿易と環境保護の両立」, 細田衛士編『持続可能性の経済学』慶応義塾大出版会 pp.91-120
- BRYSON, R. A. and MURRAY, T. J. (1976)『飢えを呼ぶ気候』根本順吉・見角鋭二訳, 古今書院
- CHILDE, G. (1936)『文明の起源(下)』ねず・まさし訳 岩波新書
- GEORGE, S. (1992)『債務ブーメラン』佐々木建訳 朝日選書
- KEELING, C. D. et. al. (1989), Geophys. Monogr. 55, Am. Geophys. Union., Washington DC, pp.165-236
- LANG, T. and HINES, C. (1993)『自由貿易神話への挑戦』家の光協会
- LLAMBIL(1994)「開放経済と閉鎖市場」, BONANNO, A. 編『農業と食料のグローバル化』上野重義他訳 筑波書房 pp.257-288
- MITCHELL, D. O. et. al. (1997)『世界食糧の展望』高橋五郎訳 農林統計協会
- OECD(1998)『食糧の未来』大島尚子訳 中央経済
- TSUCHIDA, A. (1999) 'Five Conditions for Sustainable Living Systems' in Kozo Mayumi and John M.Gordy(eds.) 'Bioeconomics and Sustainability': Edward Elgar, Cheltenham, UK・Northampton, MA, USA, pp.352-379