

通信

Joseph A. Tainter の「崩壊」に関する歴史考察*

大谷 正幸¹

投稿受付：2007年8月17日 受理日：2007年9月14日 WEB公開日：11月6日

要旨

世界的なベストセラーとなったジャレッド・ダイヤモンドの著書『文明崩壊』（草思社）の第14章「社会が破滅的な決断を下すのはなぜか？」には、「社会の崩壊を扱った書物の中でおそらくもっともよく引用されるのは、考古学者ジョーセフ・テインターの『複雑な社会の崩壊』^注だろう。古代の崩壊に関するさまざまな解釈を検討するうえで、テインターは、それらの崩壊の原因が環境資源の枯渇にあるらしいという可能性にさえ、懐疑的な姿勢を保った。彼にはその結論が、とうていありえない先験的仮定に思えたからだ」と記されている。（注：“The Collapse of Complex Societies”は邦訳未刊）

なるほど資源が枯渇すればどうなるかということは子供でさえも予想できそうなことだが、むしろ人間の意識や行動パターンを改めることこそが困難であり、ここに過去の文明社会が崩壊へと突き進んでいった原因を見出すことができなくはないだろう。この視点は重要であり、石油減耗の啓蒙において世界的に有名な Richard Heinberg の著書“*The Party's Over*”（邦訳未刊）や“*Power Down*”（邦訳未刊）にもジョーセフ・テインターの歴史考察について数ページが割かれて紹介されている。

だが、残念なことには、テインターの著作は、邦訳出版されていない。欧米で注目されている考え方が日本人にほとんど知られていないことは非常に残念なことであり、石油減耗時代を展望する上での重要な思索材料を欠いているようにも思われる。そこで、テインターの歴史考察を紹介しておきたい。

以下は、1994年にコスタリカで開催された国際エコロジー経済学会の会議要旨集（R. Costanza, O. Segura, J. Martinez-Alier ed., “*Getting Down to Earth*”, 1996, Island press.）に収められた Tainter の要旨“COMPLEXITY, PROBLEM SOLVING, AND SUSTAINABLE SOCIETIES”（*ibid.*, pp.61-76.）の拙い邦訳だが、“*The Collapse of Complex Societies*”（『複雑な社会の崩壊』）のダイジェスト版とも言える内容である。なお、英語で書かれた原文は、<http://dieoff.org/page134.htm> にて閲覧可能である。

【キーワード】：テインター、問題解決、歴史パターン、複雑性、崩壊、エネルギー、持続可能性

複雑性、問題解決、持続可能な社会

Joseph A. Tainter

概要

歴史から学んだ知識は、エコロジー経済学の実際応用上不可欠である。社会という問題解決のためのシステムは、長期間、複雑性とコストを増しながら発展し、やがてシステム

は補助的なエネルギーの増加を必要とするようになるか、あるいは崩壊する。問題解決のための複雑性に見合う見返りが減少することで、これまでの社会は挑戦に対して継続的に応戦する能力が制限されてきたわけだが、同様に、グローバル化に対する現代社会の応戦の姿も浮かび上がってくるだろう。このようなジレンマに打ち克つためには、問題解決を

*DieOffのサイト（<http://dieoff.org/>）に掲載された論文を翻訳したものである。

¹大谷 正幸（おおたに まさゆき） 金沢美術工芸大学美術工芸学部一般教育等・准教授、工学博士



続ける上でのエネルギーの役割および複雑性を増そうとするシステムの歴史的な位置付け、という二つのことを私たちは理解しなければならない。

1. はじめに

持続可能性の問題を探求すると、生産や消費に参与する人類の特徴や新古典派経済学の仮定に加えて、エネルギー変換、生物学的・物理学的制約、環境の劣化といった要因をも理解すべきだということに思い至る。そして、この問題に関する私たちの知識が増えるにつれて、エコロジー経済学の実応用が具現化している。だが、そのような進展にもかかわらず、大切な何かが見落とされているのだ。というのは、人類が抱えるどんな問題も以前に起こった出来事やプロセスに対する反応でしかないが、歴史パターンは、世代を超えて、あるいは世紀をまたがって進展しているからだ。ところが、人生経験は出来事やプロセスの起源を明らかにするほどのものではないのだ。たとえば、天然資源の生産に就業する雇用水準は、数十年の時間を経て投資サイクルに応答している (Watt, 1992)。また、社会を崩壊させる要因が甚大なものに発展するまでには数世紀かかることもある (Tainter, 1988)。今日および未来の政策を構想するには、社会経済プロセスの経緯を踏まえて理解する必要があり、また、私たちは歴史パターンのどこに位置しているのかを知る必要がある。歴史から学ぶ知識は、持続可能性にとって必須のものなのだ (Tainter, 1995a)。持続可能性を補強するためのプログラムは、歴史の基本的な知識を伴っていないならば、実際的なものにはならないだろう。

地球規模で環境が激変している今、私たちは人類にとって最大の危機に直面しているとも言える。地球規模での激変に照らせば、これまでに経験したすべてのことは、その変化のスピードにおいて、その影響の地理的な規模において、また影響を被る人々の数において、卑小なものにさえ思えてくる (Norgaard, 1994)。過去において、人口は何度も劇的な変化を経てきたが、昔の人々が直面した問題と私たちに待ち受ける問題の違いは程度の違いだけである。合理的に問題を解決する現代社会では、歴史の教訓から学ぶことに熱心になっていると考える者がいるかもしれないが、実際には、私たちの教育のあり方や技術革新へのせっかちな態度は歴史的な知識からむしろ私たちを遠ざけている (Tainter, 1995a)。無知にも政策立案者は、問題の原因を少しばかり前の過去にだけ遡って探しだそうとするきらいがある (Watt, 1992)。結果として、私たちは昔の人々よりも様々な機会に恵まれているのに、私たちが抱える問題の遠くに起源

を持った原因を知る機会を逸している。私たちが歴史のどこに位置しているのかを知らないだけでなく、ほとんどの市民も政治家もどうすべきかわかっていないのだ。

以前の社会が直面して今も繰り返されている制約は、問題解決に伴う複雑性なのである。それは現代の経済分析ではほとんど認識されていない制約である。過去 12,000 年、人類社会はますます複雑になっている。多くの点では、複雑性がうまく機能し、利益を生み出してきた。生物種としての私たちの成功の理由の一つは、私たちの営みの中で急速に複雑性を増す能力に帰する (Tainter, 1992, 1995b)。だが、複雑性は同時に持続可能性の観点において不利益にもなり得るのだ。私たちの問題解決手法は、歴史上もっとも複雑な経済社会を発展させてしまったので、以前の社会が同様の戦略を追求した結果、どのような結末に至ったかを理解することが重要だ。ここで私は、以前の社会が崩壊した要因すなわち問題解決における複雑性の経済学、および歴史パターンから示唆される今日の問題解決における私たちの取り組みについて述べる。この論考は、問題解決システムの長期的な展望を踏まえて地球規模での変化に対する私たちの応戦がなされなければならないことを示すものである。

2. 社会経済における複雑性の発展

複雑性は、この論考の鍵となる概念である。これまでの研究から私は、複雑性を次のように特徴づけている。

複雑性は一般に、社会規模、社会の要素数や区分、社会が内包する専門的社会的役割の多様性、区分された社会の成員の数、および、これらを結びつけて機能的な全体へと組織化するメカニズムの多様性のようなもの、ということが出来る。これらの規模の増大は社会の複雑性を増すことを意味する。狩猟採集社会は 20~40 人以上の成員を持たなかったが、現代のヨーロッパの人口調査統計は 10,000~20,000 の職種を認識しており、工業社会は 1,000,000 人以上を擁することもある。(複雑性についての対照的な例証) (McGuire, 1983; Tainter, 1988)¹

複雑性の違いを示す単純な例として、Julian Steward が北米西岸の土着民と米軍のコントラストを指摘していることが挙げられる。前者について民族学者は 3,000~6,000 の文化的要素を記録しており、後者は第二次世界大戦中に 50 万を超える人工物をカサブランカに上陸させた。複雑性は数値化され得るのだ。

人類の歴史の 99% 以上、人口密度の低い 20~40 人を超えない平等主義のコミュニティで狩猟採集者あるいは農民として人々は暮らしてきた (Carneiro, 1940)。Leslie White は、人間労働に基礎を置くような文化システムは、1

年間に1人当たり1/20馬力しか生み出さないと指摘した(White, 1949, 1959)。少しのエネルギーしか必要としない未分化の社会から複雑な文化システムへの発展は、先験的に導かれたものではない。伝統的な考え方では、人間社会はより複雑性を増す潜在的な傾向を有していると考えられた。複雑性は望ましいことであり、余剰作物、余暇、人間活動の論理的帰結だと考えられた。このシナリオはポピュラーだが、複雑性の進化を説明するには不適切なものだ。というのは、文化的複雑性を有する世界には、口語的表現を用いるなら、no free lunch と呼ばれる当のものがあるのだ。複雑性を増した社会は、単純な社会よりも維持するのにコストがかかるようになり、社会を支える一人当たりの負担水準もより多く要求されるようになるだろう。複雑性を増す社会は、下部グループと社会的役割、グループ・成員間のネットワーク、情報の中央管理、専門化、および部門間の相互依存性を増すからだ。そして、これらの規模拡大は、生物学的エネルギー、力学的エネルギー、諸々の科学的なエネルギーを要求するのだ。化石燃料の助力を得るまでは、社会の複雑性の増大は多くの人々の労働が苛酷になることを意味していたはずなのだ(Tainter, 1988, 1992, 1994a, 1995a, 1995b)。

多くの面で、人々の振る舞いは複雑性に反対していることを表明している(Tainter, 1995b)。「現代の社会生活の複雑さ」といった題目は、講演会で人気の月並みな不平だ。また、政府への不満のいくつかは、政府が人々の生活に複雑性を加える事実から生じている。科学においても、オッカムのかみそりと呼ばれる原則が持続しており、説明の単純さは複雑性に勝るということを意味している。

複雑性はいつも時間とエネルギーの負荷および複雑性に対する反対によって制約される。したがって、人間社会が複雑性を増すようになった理由を説明することは、一般的に思われている以上に難しい。複雑性が増した理由は、それがずっと機能してきたからなのだ。複雑性は、それが必要とされ、利益が知覚される条件の下で採用される問題解決のための戦略なのだ。歴史を通して、人類が直面したストレスと挑戦は往々にしてより複雑になる戦略によって解決されてきた。完全な見解は、ここでは示せないが、この傾向は下記の項目において示唆される。

1. 農耕 (Boserup, 1965; Clark and Haswell, 1966; Asch et al., 1972; Wilkinson, 1973; Cohen, 1977; Minnis, 1995; Nelson, 1995)
2. 技術 (Wilkinson, 1973; Nelson, 1995)
3. 競争、戦争、軍拡競争 (Parker, 1998; Tainter, 1992)
4. 社会政治的管理および専門化 (Olson, 1982;

Tainter, 1988)

5. 研究開発 (Price, 1963; Rescher, 1978, 1980; Rostow, 1980; Tainter, 1988, 1995a)

これらの領域のどれもが、さらなる細分化、専門分化、および集中化を通して複雑性を増している。

したがって、複雑性の発展は経済的プロセスなのだ。複雑性はコストを徴収して利益を生んでいるのだ。それは投資であり、利益を与える。複雑性は利益を生むが、損失も与える。その破壊的な潜在能力は、社会経済の複雑性への出費の増大が利益を減じて、ついにはマイナスの見返りになった歴史的事例を顧みれば、明らかだ(Tainter, 1988, 1994b)。利益は正常な経済プロセスから生じる。単純で費用のかからない解法が複雑で費用のかさむプロセスになる以前に採用されている。人口が増えるにつれて、狩猟採集が農耕、さらには生産されるエネルギー以上にエネルギーを消費する工業的食糧生産へと方法が変わったようだ(Clark and Haswell, 1966; Cohen, 1977; Hall et al., 1992)。鉱物やエネルギー資源の生産においても、容易に採掘可能で費用のかからない鉱区や油井の開発から始まって、次第に、発見から採掘、輸送に至るまでのコストがかかる資源開発へと移行してゆく。経済社会の構造は、平等な互惠主義、短期的リーダーシップ、一般的な役割によって特徴づけられるものから専門分化の進展による複雑な階層構造へと発展するのだ。

figure.1 に示したグラフは、上記の議論にもとづいて描かれたものだ。社会が複雑性を増すにつれて、社会は資源の生産、情報操作、行政、防衛といったことへ投資を拡大する。これらの出費についての利益/コスト曲線は当初首尾よく向上する。というのは、最も単純で一般化された低コストの解決策が採用されるからだ。(その状況はチャートに明示されていない。)だが、社会が新たなストレスに出くわし、低コストの解決策がもはや十分なものでなくなると、社会はよりコストを要する方向へと進み出す。成長している社会は複雑性への継続的な投資が高い収益をあげるところにまで登り詰める。だが、限界収益の成長速度は減じている。このチャートの B1, C1 のような点では、社会は崩壊に対して脆弱になり始めているような状況に達しているのだ。

この点に至ると、二つのことが社会を崩壊から免れないものにする。一つ目には、見返りが徐々に低下している戦略へと投資している人々の上に、不意に緊急事態が降りかかる。そんな社会が経済的に弱くなると、社会は逆境に立ち向かうための蓄えを切り崩すことになるだろう。以前ならば社会が生き残ることができたくらいの危機でさえも今や克復しがたいものになっているのだ。

二つ目には、見返りの減少は社会を魅力的でないものに変え、離反を引き起こす。税や他のコストが上昇し、方々で利益が減じるならば、人々は自立を促すような思想に魅せられる。人々が為政者の長期的な目標よりも当座の必要を求めるにつれて、社会はバラバラになってしまうのだ。³

そのような社会が限界収益曲線に沿って B2, C2 の点を超えると、社会は B1, C3 のような点に至る。そこでは、より低いレベルの複雑性で以前には獲得できた収益に比べて明らかに利益が減じていることになる。この点は複雑性への投資が損失を計上している領域なのだ。そのような点に至った社会は、むしろ崩壊によって複雑性への投資の見返りが著しく上昇することを見出すだろう。この条件にある社会は崩壊に対して極めて脆い。

社会が崩壊する理由を説明するために検討されたこの議論は(Tainter, 1988)、問題解決のための経済学に潜む歴史的な傾向の説明でもある。文化的複雑性の歴史は、人類の問題解決の歴史なのだ。資源生産、技術、競争、政治組織、研究など多くの投資部門で、問題解決の継続的な必要から複雑性が増す傾向にある。初期の解決策が尽きると、問題解決は複雑性を増して、コストがかかるものになり、やがて利益を減じる方向へと進む。問題解決の必要性自体が崩壊を導くわけではないが、それが崩壊を導く条件かもしれないということを理解しておくことは重要なことなのだ。そんな条件を例証するために、複雑性の増加と問題解決の失敗について三つの例、ローマ帝国の崩壊、産業の発展、現代科学の傾向について概観することは有益なことだろう。

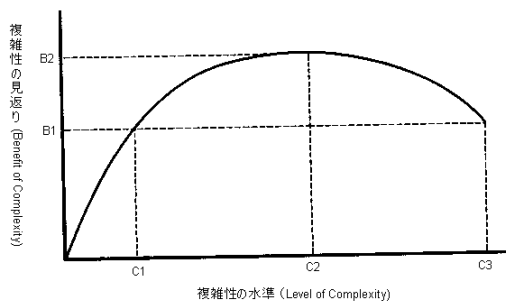


figure.1 複雑性の増加に対する見返りの減少 (Tainter 1988)

3. ローマ帝国の崩壊

複雑性に対する見返りの減少の一つの結果は、西ローマ帝国の崩壊によって例示される。その帝国は、たいへんな苛斂誅求の太陽エネルギーにもとづく社会であり、財政的な蓄えをほとんど持っていなかった。軍事的な危機に直面したとき、ローマ皇帝はしばしば銀貨を改悪することや(figure.2)新規公債を発行す

ることによって切り抜けなければならなかった。3世紀になって、絶えず続く危機は、皇帝に軍隊の規模を倍増させ、政府の規模と複雑性を増すことを余儀なくした。その支払いのために、価値のないコインが大量に創られ、その供給は農民からの搾取となり、課税水準はとても重苦しいもの(地代の支払い後、収穫の3分の2を超える)になった。つまり、インフレーションが経済を壊滅的なものにしたのだ。国土と人口が帝国中で調査され、税負担が割り当てられるようになった。コミュニティは税の未納に対して共同で免れられないようにさせられた。農民は困窮し、子供を奴隷として売り出す者も現われたが、それでも多くの築城建設が進められ、官僚は倍増した。地方行政もますます複雑になり、ゲルマン民族へと莫大な金の補助金が支払われ、新たな帝国の都市と宮廷も創設された。だが、税負担がさらに重くなるにつれて、国土の周辺は放棄され、人口が減少していった。農民はもはや大家族を養うことができなくなった。重苦しい市民の義務を避け、田舎で自給的な財を築くために富者は都市から逃れるようになった。やがて課税を逃れるために、農民たちは封建領主に仕えるようになった。数えるほどの富豪家族が西ローマ帝国の国土の多くを所有するようになり、帝国政府に立ち向かえるまでになった。帝国はその資本となる資源すなわち土地と農民人口を消費することによって自らを維持するようになっていたのだ(Jones, 1964, 1974; Wickham, 1984; Tainter, 1988, 1994b)。ローマ帝国は、問題解決のために複雑性を増すことがいかにして高いコスト負担、見返りの減少、扶養人口の排除、経済的弱化、そして崩壊を導くかという歴史上格好の例を与えている。結局、ローマ帝国は自らの存続問題をもはや解決することができなくなってしまった。

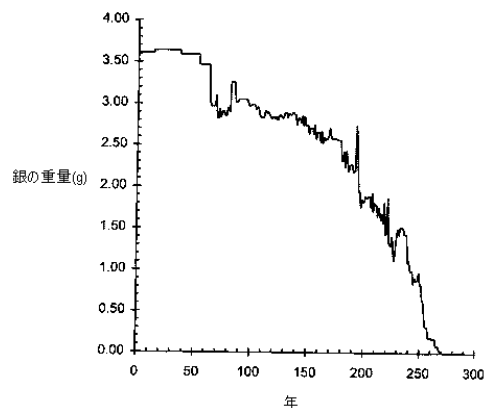


figure.2 ローマ帝国の銀貨の改悪(0-269年) (Tainter 1994b の修正) 0~237年はdenarius銀貨当たりの、238~269年は1/2denarius銀貨当たりの銀の重さ(グラム)を表している。

4. 人口、資源、産業

ローマ帝国の顛末は、複雑な社会がたどる不可避的な運命だというわけではない。全く異なる結末になった歴史上の例を考えておくことは有益だろう。Richard Wilkinson(1973)は、中世後期および中世以後のイングランドで人口増加と森林伐採が経済発展を刺激して、それが少なくとも産業革命にも関係しているということを例証しており、そのことは経済史における最も興味深い研究の一つだ。1300年頃、1600年頃および18世紀後半の人口増加は、農業と工業の振興を導いた。森林は農地を拡大するために伐採されたが、人口が増大するにつれて、木材を燃やすことによるイングランドの暖房、調理および工場での需要を賄うことができなくなっていった。石炭利用は煤煙のために気が進まないものだったが、石炭が重要なポジションを占めるようになった。石炭は木材よりも入手と輸送に費用がかかり、その所在も制限されていた。そのため、新たに費用のかかる輸送システムが必要になった。石炭が経済活動において重要なポジションを占めるにつれて、容易に採掘できる炭鉱は減耗していった。採掘のためには、より深く掘らねばならなくなり、地下水の浸み出しが問題になってきた。ところが、蒸気機関が開発され、炭鉱から水を汲み出すために用いられるようになった。石炭経済、輸送システム、蒸気機関の発展と共に、産業革命の最も重要な技術的要素のいくつかが登場するようになった。経済的豊かさの駆動力となった産業革命は、貧困と崩壊を導くはずの資源の枯渇問題に対峙することから始まったのだ。だが、産業化は複雑性を増加するシステムであり、いくつかの部門で見返りが減じることを示すまでに長い時間はかからなかった。このことは後で再び取り上げられる。

5. 科学と問題解決

現代科学は、問題解決のための人類の偉大な試みである。科学はもはや社会の制度的な側面と言えるほどで、研究活動は高い見返りを期待できる活動だと考えられている。だが、学問の歴史においては、一般化した知識が確立されるにつれて、残された研究はますます専門化する。残された問題はますます費用を要するようになり、解決も困難になって、わずかばかりの知的前進となる傾向がある(Rescher, 1978, 1980; Tainter, 1988)。研究への投資の増大は限界収益を減じるのだ。

このことについて、幾人かの著名な学者が言及している。Walter Rostow はかつて、各々の分野で限界生産性ははじめのうちは向上するが、その後減じるものなのだとすることを論じた(1980)。偉大な物理学者である Max Planck は、すべての科学の進展と共に研究上

の困難が増すことを考察し、そのことを Nicholas Rescher は成果増大に関する Planck の原理と呼んだ(Rescher, 1980)。というのは、容易な問題が解かれると、科学はより難しい研究領域へと移行し、コストのかかる巨大化した組織を持つようになるからだ(Rescher, 1980)。Rescher は「科学が専門化した領域で進展するにつれて、ある水準の科学的知見を意義あるものとして認識するための資源コストは莫大なものになる」と言っている(1978)。科学の規模とコストにおける指数関数的成長が一定の進展を維持するためには不可欠なものになるのだ(Rescher, 1980)。Derke de Solla Price は、科学は人口や経済よりも速く成長しており、彼が著述している時代には有名な科学者の 80-90% が生きていたと 1963 年に記していた(Price, 1963)。同じ頃、そのような問題意識から Deal Wolfle は「1\$のためにどれだけの科学？」(Wolfle, 1960)という表題の問題提起を Science 誌に発表している。

科学者はめったに研究への投資に関する利益/コスト比のことを考えようとしない。だが、特許数のような指標を用いて、科学への投資に対する生産性を評価するならば(figure.3)、研究の生産性が減じていることが明らかになる。もちろん特許は、このような問題を研究している人々にとっては論争的になる指標であり(Machlup, 1962; Schmookler, 1966; Griliches, 1984)、それ自体は出費に対する経済的見返りを示すものではない。だが、薬学は投資に対する見返りが如実に反映される応用科学分野である。figure.4 に示される 1930-1982 年の 52 年間について言えば、米国の保健システムの生産性は寿命の改善という点では 60% も減じている。

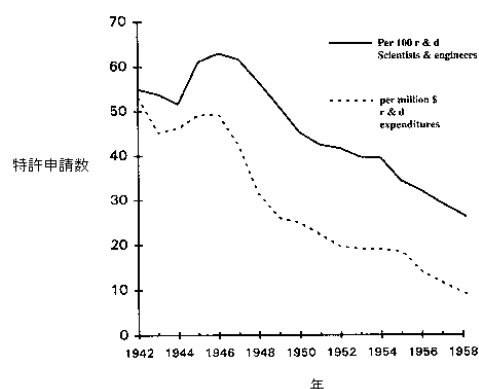


figure.3 研究への資金投入に対する特許申請 (1942-1958) (Machlup 1962)

米国の保健システムの生産性の落ち込みは、明らかに問題解決の歴史発展パターンを例示しており、Rescher(1980)は次のように指摘している。ある水準の調査技術で可能な発見の

すべてがなされたならば、さらに費用のかかる水準へと移行していく。自然科学の分野では、軍拡競争に巻き込まれるようになる。自然の脅威を克服するごとに、問題を突破するための困難は増大するのだ。

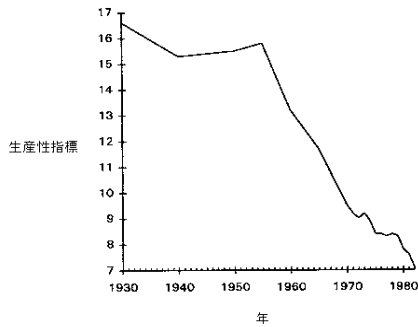


figure.4 米国の保健システムの生産性 (1930-1982) (Worthington 1975; U.S. Bureau of Census 1983)

生産性指標 = $\frac{\text{寿命}}{\text{GNPに占める保健部門の支出}}$ に
より定義。

薬学分野において生産性が減少している理由は、費用のかからない疫病がまず克服され（たとえばペニシリンの発見には20,000ドルかからなかった）、残された問題解決は困難で費用が嵩むものになるということによる (Rescher, 1978)。ますます費用の嵩む疫病が克服されたとしても、平均寿命の増進にはわずかばかりの寄与にしかならないのだ。

6. これらの例からの教訓

ローマ帝国、産業化、および科学は、それらが長所をもっているということだけではなく、(1)複雑性とコストが増大しながら限界収益を減じる経路に沿ってどのように問題解決が進むか、また、(2)そのプロセスが異なる結果を示す、ということを示していることにより重要である。次のセクションでは、これらのパターンが現代の問題に立ち向かう私たちの努力に対して示唆していることを述べる。

7. 問題解決、エネルギー、持続可能性

この歴史考察は、実際的で持続可能であることが何なのかということについて展望を与える。2、3年前に私は、すでに崩壊した24ほどの社会について論じた (Tainter, 1988)。そこでは例外なく、社会の成員や為政者が問題を解決するための現実的なステップを踏まなかったために、それらの社会が崩壊したとい

うことが明白だった (Tainter, 1988)。ローマ帝国の例は、ここでも教訓的だ。ローマ政府が危機に際して採ったほとんどの政策、つまり通貨の改悪、課税、軍拡、徴集労働は喫緊の問題に対しては実際的な解決策だった。そのような施策を採用しないことは、むしろ考えられないことだった。ところが、これらの実際的なステップが繰り返され、資本ストック（農地と農民）が重税と徴兵で疲弊するにつれて、帝国は弱体化していった。実際的な解決策を工夫することによってローマ帝国は複雑性による見返りを減じて、ついには損失を生じるようになっていったのだ。この教訓は、実際的な応用としてエコロジー経済学のような問題解決のための体系に注視することが、必ずしも社会に対してその学問的価値を自動的に増進させるわけでもないということであり、ましてや持続可能性を強化するわけでもないということなのだ。むしろ問題解決のためのシステムの歴史発展パターンが理解され、考慮される必要があるだろう。

現代の問題を研究している者の多くは、環境問題や経済問題を解決するには知識と教育を必要とすることを認めている。現代が抱える問題への対応は、地球規模での変節を伴って、環境問題の研究レベルを増進してきた。私たちの知識が増えて、実際的な解決法が登場すると、政府はその解決法を採用し、官僚はそれらを補強する。そして、新しい技術は発展する。これらの段階のどれもが特殊な問題に対する実際的な解決法だと思われる。だが、これらのステップが累積することによって、さらなる複雑性と高いコストとを帰結し、やがて問題解決の見返りが減ってしまうのだ。⁴ Richard Norgaard はこの問題を上手く言い表している。「現代のアジェンダを拡張して持続可能性に確信を得るには、さらなるデータ収集、解釈、計画、政治的意思決定、および官僚による管理を要求するだろう (Norgaard, 1994)。」

Donella Meadows と彼女の同僚は、現代社会の問題解決における経済的制約の格好の例を与えている。1951年から1966年までに世界の食糧生産を34%向上させるために、トラクターは63%、窒素肥料は146%、農薬は146%の費用増加をそれぞれ要したそうだ。砂糖製造プラントで生じるすべての有機廃棄物を処理するためには、30%だけを処分するのに比べて100倍以上のコストを要するようになるという。また、米国の都市の 대기から二酸化硫黄を9.6倍あるいは浮遊粒子を3.1倍取り除こうとすると、大気汚染対策のコストは520倍に跳ね上がるという (Meadows et al. 1972)。すべての環境問題の解決が、この類の制約に直面するだろう。

官僚的な規制もまた複雑性とコストを生じ

る。規制や課税が加わると、規制および課税の対象者は逃げ道を見つけ出し、立法府はそれをやめさせようと奮闘する。逃げ道の探求と抑止との競争的なスパイラル現象は終わりを知らず、絶えず複雑性を増していく(Olson, 1982)。今日では、政府のコストは政治的支持基盤を失っているほどだが、そのような政府運営は持続不可能なものだ。また、環境に優しい行いは規制よりもむしろ税の優遇によって誘導すべきだと言われてもいる。このやり方にはもちろん利点があるが、複雑性の問題に与するものではなく、人々が思っているほど規制のコストを減らすものではない。このようなやり方のコストは、単に税務当局を経由して、結局のところ社会へと移されたにすぎないからだ。

もちろん、研究、教育、規制、新技術は、私たちの抱える問題を緩和できないというわけではない。十分な投資があれば、可能なものだ。問題は、その投資費用が大きく、各国の国内総生産額の増大を要求するということなのだ。問題解決の見返りが減れば、環境問題に対処するには、さらなる資源が科学、エンジニアリング、政府へと注がれねばならなくなるだろう。つまり、高い経済成長が望めないならば、生活水準の一時的低下を甘受しなければならなくなるのだ。人々は食糧、住宅、衣類、医療、移動手段、娯楽への支出を抑えざるをえなくなるだろう。

問題解決の費用を回避するために、資源を賢く効率よく使いましょう、ということがしばしば提言される。たとえば、Timothy Allen と Thomas Hoekstra は、持続可能性に向けて生態系を管理する際、管理者は自然の調整プロセスから何が失われているかを特定して、それだけを供給するやり方を提言している。生態系は残りのことに携わり、生態系(例えば太陽エネルギー)に管理を手助けさせようというのだ(Allen and Hoekstra, 1992)。それは知的な提案だが、それを実行するためには、未知の多くの知識が必要になるだろう。つまり、私たちは複雑でコストのかかる研究をしなければならず、また化石燃料の助力を要する。複雑性のコストを抑制することが、別の面でコストを上昇させてしまうのだ。

農業における害虫駆除はこのジレンマを例示している。農薬散布が高いコストになり、利益を生まなくなるにつれて、集中的害虫管理が進んだ。それは、化学薬品を減らすための生物学的知識にもとづいたものであり、害虫の発生数のモニタリング、生物学的管理、化学薬品の慎重な利用、および農作物と栽培日数の注意深い選定作業を採用している(Norgaard, 1994)。つまり、科学者による高度な研究と農業従事者による注意深いモニタリングを要求する手法なのだ。集中的害虫駆除

は複雑性に逆らおうとした目論見に逆行することになってしまい、それゆえ、このようなやり方が広く浸透しない理由を部分的に説明するだろう。

このような問題は、持続可能な社会を構成するのが何かを説明することを手助けする。問題解決のためのシステムが複雑性とコストを増した後に収益が減少するように進むという事実は、持続可能性に意義深い示唆を与えている。このように進展するシステムは、さらなる融資が打ち切られるか、問題解決に失敗するか、崩壊するか、あるいは莫大なエネルギーの助力を必要とするようになるということだ。このことは、ローマ帝国、古代マヤ文明、米国南西部のチャコ社会(記者補足: この古代アメリカ先住民の社会については、ジャレッド・ダイヤモンド『文明崩壊』第4章に詳述されている)、中世およびルネッサンス期の欧州での戦闘状態、さらには現代の問題解決のいくつかの側面において、歴史パターンと言えよう(Tainter, 1988, 1992, 1994a, 1995a)。このような歴史パターンは、持続可能な社会の特徴の一つは、問題解決における持続的システムを保持した状態だと示唆しているのであり、そのようなシステムは、収益が増大あるいは安定したシステム、もしくは収益の減少が供給量、コスト、質においてエネルギーの助力によって補われているようなシステムということである。

このことについて産業化は例示している。産業化は複雑性とコストの問題を生み出した。産業化は、石炭や製品を輸送するための鉄道や運河、貨幣および賃金にもとづく経済の発展、新技術の発展を伴った。そのような複雑性の要素が経済成長を促すと考えられているが、実際にはエネルギーの助力があるときだけでなく経済成長する。蒸気機関など新技術のいくつかは技術革新の初期の段階で利益を減らすようになることがわかっている(Wilkinson, 1973; Giarini and Louberge, 1978; Giarini, 1984)。産業化をそれまでの人類の歴史と比べて全く異なるものにしてしているものは、豊富で高密度かつ高質のエネルギーへの依存だったのだ(Hall et al., 1992)。⁵安価な化石燃料の助力によって長い間、産業化がもたらした多くの結果は問題として表面化しなかった。これまで工業社会は社会を切り盛りすることができた。エネルギー・コストが問題とならないときには、社会的な投資についての利益/コスト比は実質的に無視されるからだ。(現代の工業化した農業の場合がよい例である。)産業化とそれから派生したすべて(科学、輸送、医療、雇用、ハイテク戦争、現代の政治組織など)を数世代にわたって持続可能な問題解決システムたらしめたのは、化石燃料だったのだ。

エネルギーはいつでも文化的複雑性の基盤

であり、ずっとそうあり続けるだろう。グローバル化の問題を理解し解決するための私たちの努力が、政治的、技術的、経済的および科学的複雑性の増加を伴っているならば、人口一人当たりの利用可能なエネルギーが制約を課す要因になるだろう。したがって、エネルギー供給量の頭打ちあるいは減少を前提として複雑性を増すことは、世界中で生活水準の低下を余儀なくするだろう。誰の目にも明らかでない危機が起こらないならば、ほとんどの人々は生活水準の低下を受け入れようとはしないだろう。複雑性への現在および将来の投資への社会の支持を維持するためには、生活水準のエネルギー・コストを低く抑えるような技術的、政治的あるいは経済的革新のいずれかによって、人口一人当たりの有効なエネルギー供給量を増大することを必要とする。もちろん、そのような技術革新を見つけ出すことにもエネルギーが必要とされ、エネルギーと複雑性に関係した制約は目下、過小評価されている。

8. 結論

過去についての考察は、未来の経路を説明する。しばしば言われる未来は、文化的で経済的な単純さと低いエネルギー・コストに示されるものだ。これは、一世代か二世代にわたるバイオレンス、飢餓および人口減少を伴う生粋の崩壊「クラッシュ」を通して起こり得るものだ。別の未来は、多くの人々が太陽エネルギー、植物由来の燃料、省エネ技術および消費抑制を望むことによる「ソフト・ランディング」である。これは夢想家の未来であり、上述したように、工業国の厳しく長引く困難によって「ソフト・ランディング」が魅力的なものになった場合、あるいは経済成長や消費社会がイデオロギーから取り除かれた場合にのみ起こり得ることだろう。

むしろ予想されることは、問題解決のためのさらなる投資であり、複雑性を増しながらエネルギー消費を増やすことだ。物質的豊かさ、既得権益、代替案の欠如、そして、それをよしとする私たちの信念によって、この方法が採られるだろう。過去 12,000 年に人類が採用した問題解決の軌跡通りのことが続くならば、これこそが近い将来に私たちがたどる経路になるだろう。

現代社会を理解して解決しようとする私たちの努力が見返りを減じるのはいつなのかは言えないまでも、一つのことには確かなのだ。それは、私たちが歴史のどこに位置しているのかを知ることが大切だということなのだ (Tainter, 1995a)。もしもマクロ経済学のパターンが数世代あるいは数世紀にわたって発展するならば、そのプロセスのどこに私たちが位置しているのかを考えない限り、私たちが置

かれた現在の条件を理解することはできない。私たちは、社会の問題解決能力がどのように変化するかを理解した歴史上初めての人となる機会を持った。このことを考慮せずに行動することが可能だと自惚れることは、エコロジー経済学の実際応用において大きな失敗になるだろう。

謝辞

本章は、1994 年 10 月コスタリカで開催された第 3 回国際エコロジー経済学会国際会議の講演を修正したものである。Cutler J. Cleveland、Robert Costanza、Olman Segura には講演の招待に対して、Maureen Garita Matamoros には会議中のアシスタントに対して、Denver Burns、John Faux、Charles A.S. Hall、Thomas Hoekstra、Joe Kerkvliet、Daniel Underwood には講演についてのコメントに対して、Richard Periman、Carol Raish には本稿の批評に対して、感謝したい。

註

1. 物理学のいくつかの文献では、できるだけ客観的な定義に努めており、あるシステムの複雑性はシステムの規則性を記述する長さだと考えられる (Gell-Mann, 1992, 1994)。このことは、本稿で採用されている複雑性の定義と互換性のあるものだ。社会の構成要素が少ないほど、細分化されていない社会であり、より単純に構築されたシステムは、複雑な社会よりも、簡潔に記述され得る (Tainter, 1995b)。
2. 崩壊はより低次の複雑性への急変であり、典型的にエネルギー消費量の著しい減少を伴う (Tainter, 1988)。
3. これは、現代アメリカの離反的な動きの原因となっているプロセスである。
4. 私はこの分析において、いわゆる“green”(植物由来) 代替燃料を考慮していない。短期的な観点からは実践的とは思われない二つの理由があるからだ。先ず一つ目には、工業経済が既存の生産システムと資源の基礎 (在来のエネルギーを含む) に密接に結びついていることが挙げられる (Hall et al., 1992; Watt, 1992)。その大規模かつ急速な産業転換にかかる資本コストは莫大なものになるだろう。二つ目に、1973 年以降の経験が示唆していることは、単にエネルギーや他の資源の長期的な供給に関する理論的な予測ゆえに工業社会のほとんどの成員が消費パターンを変えるようなことはないだろうということだ。彼らは、エネルギー価格およびエネルギーに関連した商品およびサービスの価格が長い間急上昇したときにだけ、消費パターンを変えるだろう。人々がそれまで当たり前にして

きたような世界に戻ることはないのだと人々を納得させるには、とても長い困難を伴うはずだ。というのは、これまで些細な困難が為政者に彼の個人的な利益のために人々の不満を食い物にすることを許してきたからだ。また、経済成長は私たちのイデオロギーとして神話化しており、公衆の間で客観的な議論をし難くしている (Giarini and Louberge, 1978)。

5. もちろん、石炭が工業化を促した唯一の要因ではない。供給が落ち込んでいた薪 (Wilkinson, 1973)、土地利用に関する法律の改正、および工場で雇用される労働者にとっての有益性が、工業化の他の要因として含まれる。

参考文献

- Allen, T. F. H. and T. W. Hoekstra. 1992. *Toward a Unified Ecology*. New York: Columbia University Press.
- Asch, N. B., R. I. Ford, and D. L. Asch. 1972. *Paleoethnobotany of the Koster site: The Archaic horizons*. Illinois State Museum Reports of Investigations 24. Illinois Valley Archeological Program, Research Papers 6.
- Boserup, E. 1965. *The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change Under Population Pressure*. Chicago: Aldine.
- Carneiro, R. L. 1978. Political expansion as an expression of the principle of competitive exclusion. In *Origins of the State: the Anthropology of Political Evolution*, eds. Ronald Cohen and Elman R. Service. Philadelphia: Institute for the Study of Human Issues.
- Clark, C and M. Haswell. 1966. *The Economics of Subsistence Agriculture*. London: MacMillan.
- Cohen, M. N. 1977. *The Food Crisis in Prehistory: Overpopulation and the Origins of Agriculture*. New Haven: Yale University Press.
- Gell-Mann, M. 1992. Complexity and complex adaptive systems. In *The Evolution of Human Languages*, eds. J. A. Hawkins and M. Gell-Mann, pp. 3-18. Santa Fe Institute. *Studies in the Sciences of Complexity, Proceedings Volume X1*. Reading: Addison-Wesley.
- Gell-Mann, M. 1994. *The Quark and the Jaguar: Adventures in the Simple and the Complex*. New York: W. H. Freeman.
- Giarini, O. ed. 1984. *Cycles, Value and Employment: Responses to the Economic Crisis*. Oxford: Pergamon.
- Giarini, O. and H. Louberge. 1978. *Diminishing Returns of Technology: An Essay on the Crisis in Economic Growth*. Oxford: Pergamon.
- Griliches, Z. 1984. Introduction. In *Research and Development, Patents, and Productivity*, ed. Zvi Griliches, pp. 1- 19. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Hall, Charles A. S., C. J. Cleveland, and R. Kaufmann. 1992. *Energy and Resource Quality: The Ecology of the Economic Process*. Niwot: University Press of Colorado.
- Jones, A. H. M. 1964. *The Later Roman Empire 284-602: A Social, Economic and Administrative Survey*. Norman: University of Oklahoma Press.
- Jones, A. H. M. 1974. *The Roman Economy: Studies in Ancient Economic and Administrative History*. Oxford: Basil Blackwell.
- Machlup, Fritz. 1962. *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*. Princeton: Princeton University Press.
- McGuire, R. H. 1983. Breaking down cultural complexity: inequality and heterogeneity. In *Advances in Archaeological Method and Theory, Volume 6*, ed. Michael B. Schiffer, pp. 91-142. New York: Academic Press.
- Meadows, D., H. Dennis, L. Meadows, J. Randers, and W. W. Behrens 111. 1972. *The Limits to Growth*. New York: Universe Books.
- Minnis, P. E. 1995. Notes on economic uncertainty and human behavior in the prehistoric North American southwest. In *Evolving Complexity and Environmental Risk in the Prehistoric Southwest*, eds. J. A. Tainter and B. B. Tainter, pp. 57-78. Santa Fe Institute, *Studies in the Sciences of Complexity, Proceedings Volume XXIV*. Reading: Addison Wesley.
- Nelson, M. C. 1995. Technological strategies responsive to subsistence stress. In *Evolving Complexity and Environmental Risk in the Prehistoric Southwest*, eds. J. A. Tainter and B. B. Tainter, pp. 107-144. Santa Fe Institute, *Studies in the Sciences of Complexity, Proceedings Volume XXIV*. Reading: Addison-Wesley.
- Norgaard, R. B. 1994. *Development Betrayed: The End of Progress and a Coevolutionary Revisioning of the Future*. London and New York: Routledge.
- Olson, M. 1982. *The Rise and Decline of Nations*. New Haven: Yale University Press.
- Parker, G. 1988. *The Military Revolution: Military Innovation and the Rise of the West, 1500-1800*. Cambridge: Cambridge University

- Press.
- Price, Derek de Solla. 1963. *Little Science, Big Science*. New York: Columbia University Press.
- Rescher, N. 1978. *Scientific Progress: a Philosophical Essay on the Economics of Research in Natural Science*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Rescher, N. 1980. *Unpopular Essays on Technological Progress*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Rostow, W. W. 1980. *Why the Poor Get Richer and the Rich Slow Down*. Austin: University of Texas Press.
- Schmookler, J. 1966. *Invention and Economic Growth*. Cambridge: Harvard University Press.
- Steward, J. H. 1955. *Theory of Culture Change*. Urbana: University of Illinois Press.
- Tainter, J. A. 1988. *The Collapse of Complex Societies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tainter, J. A. 1992. Evolutionary consequences of war. In *Effects of War on Society*, ed. G. Ausenda, pp. 103-130. San Marino: Center for Interdisciplinary Research on Social Stress.
- Tainter, J. A. 1994a. Southwestern contributions to the understanding of core-periphery relations. In *Understanding Complexity in the Prehistoric Southwest*, eds. G. J. Gumerman, and M. Gell-Mann, pp. 25-36. Santa Fe Institute, *Studies in the Sciences of Complexity, Proceedings Volume XVI*. Reading: Addison-Wesley.
- Tainter, Joseph A. 1994b. La fine dell'amministrazione centrale: il collasso dell'Impero romano in Occidente. In *Storia d'Europa, Volume Secondo: Preistoria e Antichità*, eds. Jean Guilaine and Salvatore Settis, pp. 1207-1255. Turin: Einaudi.
- Tainter, J. A. 1995a. Sustainability of complex societies. *Futures* 27: 397-407.
- Tainter, J. A. 1995b. Introduction: prehistoric societies as evolving complex systems. In: *Evolving Complexity and Environmental Risk in the Prehistoric Southwest*, eds. J. A. Tainter and B. B. Tainter. pp 1-23 Santa Fe Institute, *Studies in the Sciences of Complexity, Proceedings Volume XXIV*. Reading: Addison-Wesley.
- U.S. Bureau of the Census. 1983. *Statistical Abstract of the United States: 1984* 104d Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Watt, K. E. E. 1992. *Taming the Future: A Revolutionary Breakthrough in Scientific Forecasting*. Davis: Contextured Webb Press.
- White, L. A. 1949. *The Science of Culture*. New York: Farrar, Straus and Giroux.
- White, L. A. 1959. *The Evolution of Culture*. New York: McGraw-Hill.
- Wickham, C. 1984. The other transition: From the ancient world to feudalism. *Past and Present* 103: 3-36.
- Wilkinson, R. G. 1973. *Poverty and Progress: An Ecological Model of Economic Development*. London: Methuen.
- Wolfe, D. 1960. How much research for a dollar? *Science* 132: 517.
- Worthington, N. L. 1975. National health expenditures, 1929-1974. *Social Security Bulletin* 38(2): 3-20.