

エコロジー経済学における貨幣論：ソディとデイリーを中心に

畠瀬和志・桂木健次

初稿 2007 年 7 月 20 日

最終稿 2007 年 9 月 24 日

1. はじめに

ケネス・ボールディング、ニコラス・ジョージ・エスク＝レーゲンを源流とするエコロジー経済学が日本で紹介されるにあたり、これまでは熱力学の法則と経済現象の関係についての議論が主に紹介されてきた。しかし、エコロジー経済学の分析の対象は、物理現象と経済現象の関わりにとどまらない幅広い領域を持つ。本稿では、エコロジー経済学における貨幣論の取り扱いを論じる。貨幣的な現象は、物理現象とは直接関わりを持たないため、一見、環境問題とは関わりがないように見える。しかし、熱力学の法則を初めて経済学に適用したフレデリック・ソディの経済学が貨幣論と金融改革論を中心に展開されている通り、エコロジー経済学はその始まりにおいて貨幣論と関係を持っていた (Daly [1]、Katsuragi *et al.* [2])。

本稿では、まず第 2 節においてフレデリック・ソディの貨幣論、第 3 節においてハーマン・E・デイリーの貨幣論を概説する。第 4 節では、これらの貨幣論が環境問題とどのように関係しているかを考察する。第 5 節では、環境問題を貨幣論から捉える上で重要である割引率に関する議論を紹介する。第 6 節では、割引率の設定方法に関して考察を行う。第 7 節では、以上の考察をまとめて結論とする。

2. フレデリック・ソディの貨幣論

エコロジー経済学の源流は 17 世紀フランスの重農主義者にまで遡ることが出来るが、現在のエコロジー経済学が発展する契機を与えたのは、ボールディングの『来たるべき宇宙船地球号の経済学』[3]とジョージ・エスク＝レーゲンの『エントロ

ピー法則と経済過程』[4]である^{注1}。他方、ソディはジョージ・エスク＝レーゲン [4]を約 50 年遡る 1920 年代に熱力学の法則を基礎とする経済学を構築していた (例えば、Soddy [5])。しかし、物理現象と経済現象の橋渡しに成功したにも関わらず、ソディの主張する政策は通貨制度の改革に絞られており、資源消費の抑制や環境負荷に対する主張が見い出せない。この理由としては、彼がエネルギー技術の進歩に対して楽観的な見解を持っていたこと^{注2}がまず挙げられるが、より重要なのは、熱力学の法則が貨幣価値の変動に影響を及ぼすという発見が、彼自身にとってより深刻な問題であったという点である。

以下では、Daly[1]、Katsuragi *et al.* [2]に基づいてソディの貨幣論の要点を述べる。物々交換の不便から逃れるために、人々は実物資産との交換が可能な貨幣を保有しなければならない。しかし、ソディによれば、共同体の所有する全貨幣の価値は実物資産の価値を超えており、実際には貨幣を全て実物の富と交換することはできない。全貨幣の価値のうち、実在する富の価値を超えた部分を、ソディは「仮想的な富」(virtual wealth)と呼ぶ。社会の個々人は、貨幣を保有するために、仮想的な富の部分を放棄していると彼は指摘する。

このような仮想的な富が生じる原因は、ソディの考えでは、貨幣が不換紙幣であり、民間銀行による実物資産の裏付けを欠いた信用創造が可能で

^{注1} エコロジー経済学の学史については Hussen [6] を参照した。

^{注2} 一方、ソディは科学技術については、恩恵をもたらすと同程度に災いの元でもあると考えており、彼の経済学研究は戦争の予防を目的としていた。

あるためである。銀行は利子と引き換えに借り手にお金を貸し付ける。しかし、銀行はその際に支払準備率によって設定された限度まで無から預金を創造するだけで、借り手には何も引き渡さない。このため、貨幣は個人によって保有されると同時に、社会によって保有される国民負債となる。

個人は貯蔵できない余剰を、将来、増加した収入の分け前にあずかる権利と引き換えに、他者に消費させたり投資させたりする。こうして個人が他者に貸し付けることにより生じた負債は、複利の法則に従って増加する。他方、将来の年間収入には、熱力学第一法則および第二法則によって束縛された限度がある。つまり、負債は物理的な基盤なしに数学的な量として複利で増加する一方、富は熱力学の法則による限度のために負債ほど速く継続的には増加出来ない。結果として、富と負債の一対一の関係は、ある時点で崩れ、インフレーション、破産、没収同然の課税といった債務破棄によって相殺されるであろう。

ソディは、このような経済システムの欠点が科学の成果を墮落させ、戦争に至らしめると考えた。そのような人類社会の破壊に対する予防策として彼が提案したのは、貨幣制度に対する三つの改革案（100%の支払い準備率、物価指数の安定を維持するための政策、国際的な自由変動為替相場）であった。以上のようにソディが貨幣制度の研究に没頭した理由は、当時の世界情勢と核エネルギーの軍事利用への懸念が大きいと考えられるが、仮にそのような危機がなかったとしても、彼の指摘する貨幣制度の欠点は、なお重要な問題であることを指摘しておかねばならない。

3. ハーマン・E・デイリーの貨幣論

ソディの経済学はエコロジー経済学の源流のひとつではあるが、それ自体はエコロジー経済学というよりも金融経済学（monetary economics）の色彩が強い。他方、デイリーの経済学はエコロジー経済学の中心的存在であり、そのため貨幣論を大きく取り扱っているとは言えない。例えば、1977年出版の『定常経済論』[7]において、デイリ

ーはソディの業績に言及したり、主流派経済学の割引率に対する考え（第5、6節で詳述）を批判したりはしているが、彼独自の貨幣論はない。しかし、1991年出版の同書第2版[8]においては、小さな取り扱いではあるものの、彼独自の貨幣論が追加されている。その内容は1996年出版の『持続可能な発展の経済学』[1]にも引き継がれている。

以下では、『定常経済論（第2版）』[8]に基づき、デイリーの貨幣論を概説する^{注3}。デイリーの貨幣論は、「貨幣崇拜」（money fetishism）というタイトルの下に論じられており、マルクスやアリストテレスが論じた「使用価値」「交換価値」の概念を基礎とする。商品の単純な循環順序である、 $C-M-C'$ （商品－貨幣－他の商品）は、商品に体化（embodied）された使用価値に始まり使用価値で終わる。貨幣 M は交換を促進する媒介物であり、交換の目的はより大きい使用価値の獲得にある。循環の終端となる C' （他の商品）の使用価値は、始端の C （商品）より大きい、それらの使用価値は共に特定の用途、目的によって限定されている。

しかし、商品の単純な循環順序が資本主義的循環にとって代わられるにつれ、循環の順序は $M-C-M'$ （貨幣－商品－より多くの貨幣）にシフトする。ここでは、順序は貨幣資本に始まって貨幣資本に終わり、商品 C や使用価値は、交換価値の拡大をもたらすための中間ステップと化す。循環の終端となる M' が始端の M より大きいことは、抽象的な交換価値が増加することを示すが、この交換価値の増加には具体的な制限が課されていない。熱力学第二法則に基づき、退蔵されれば損傷するか劣化してしまう具体的な使用価値とは異なり、抽象的な交換価値は損傷することもなければ保管費用もかからず、無限に蓄積することが可能である。また、交換価値はそれ自身が利子を生むことによって、ひとりで増加する。しかし、実物的な富の総額が、抽象的な交換価値の蓄積と同

^{注3} 訳語は『持続可能な発展の経済学』新田・蔵本・大森訳 [1]に依存する部分が多い。

じくらい速く成長できなければ、いずれは交換価値の蓄積を実物的な富の蓄積に等しく戻すために、交換価値の切り下げ（インフレーション）や他の何らかの形の債務不履行、あるいは財産没収が起こるだろう。

近年においては、 $M-C-M'$ をもう一段進めた $M-M'$ （貨幣より多くの貨幣）というペーパー経済が登場した。ペーパー経済には商品は不要であるが、それは往々にして商品の生産よりも収益性が高い。というのは、有形な材料をより有用な財に再構成するという商品の生産よりも、抽象的な記号の操作の方が簡単だからである。このため、ペーパー経済は実物経済よりも、“成長” に対する、より大きな自由を提供する。しかし、それは実物的な富の増加とはならない。

以上に概説したデイリーの貨幣論は、ソディの貨幣論と比較すると、「資本主義的循環における使用価値から交換価値への移行」というマルクスの段階説を取り入れた点が新しいが、一方、ソディの貨幣論にあるような富の蓄積や信用創造に関する厳密な考察はない。この点については、前述した通り、デイリーの経済学がエコロジー経済学であり、金融経済学の理論の構築を指向したものではないことが背景にあると考えられる。しかし、他方、この彼独自の貨幣論が、マクロ経済の最適規模や割引率に対する彼の主張（第 6 節で解説）のひとつの根拠となっている点には注目すべきである。

4. ソディ、デイリーの貨幣論と環境問題

ソディの貨幣論は富の源泉についての理論を基礎としているが、この理論はマーシャルの価値学説と比較すると分かりやすい。マーシャルは、長期正常価値は実質生産費によって影響を受けると考えたが、もし諸種の発明により人間の自然支配力が非常に増加すれば、貨幣の実質価値は究極的には労働をもって測定出来るようになるとも考えた（杉本 [9]）。ソディはこれに対し、人間の自然支配力は熱力学第二法則によって束縛されており、利用可能なエネルギー（低エントロピー資源）こそが富の源泉であると考えた。これは低エント

ロピー資源を究極的な価値の源泉と定義することにより、価値学説に関わる議論に最終的な回答を与える試みであった。この価値学説に関わるソディの業績は、エコロジー経済学に対する大きな貢献と言える。しかし、ソディの経済理論における熱力学第二法則は、実物的な富の蓄積の制約要因ではあるものの、環境への負荷の問題と直接には関わらない。一方、ソディの経済理論は、現行の金融制度における貨幣の減価と利子のあり方への批判を通じて、本稿第 5 節、第 6 節で論じる割引率の議論と関わっている。

デイリーの貨幣論は、交換による商品の循環を基礎に構築されており、資本主義的循環の下では使用価値から遊離した交換価値の拡大を目的とする「貨幣崇拜」が経済を支配することを指摘する。そのような経済の構造は、経済の規模を人間生活に本来的に必要な規模を超えた水準にする。このように、デイリーの貨幣論は経済成長に対する批判と結びつき、彼の提唱する「成長なき発展」（『定常経済論』[7] [8]に詳しい）の理念を支えている。

環境問題を貨幣論から捉える上で重要な論点として、割引率に関する議論がある。経済学では、将来におけるある金額の財の価値は、現在における同一金額の財の価値よりも低いと考え、「割引」という概念を用いて将来価値を見積もる。第 5 節で詳述するが、これは将来に発生する環境便益や環境被害が、現在価値としては小さく評価されるという問題を生じさせる。デイリーは割引率の議論に対して彼独自の理論的主張を持っているため、それを第 6 節で詳述する。

5. 割引現在価値と環境問題

いま仮に、年間 y 万円を T 年間受け取る権利を持っているとして、これを前払いで最初の年に一括して受け取ると何万円になるかを考える。もし、 $y \times T$ 万円を最初の年に受け取れば、これを銀行に預けて T 年まで複利運用し、年間 y 万円を T 年間受け取るよりも大きな金額にすることができると。つまり、 $y \times T$ 万円は前払いの金額としては多すぎる。これに対し、利子率を r として、

$$y + \frac{y}{1+r} + \frac{y}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{y}{(1+r)^{T-1}} \text{ 万円} \quad (1)$$

を最初の年に一括して受け取り、銀行に預けて毎年 y 万円ずつ預金から引き出せば、年間 y 万円を T 年間受け取るのと同額となる。このように、利子を考慮すると、将来の時点 t 年における y 万円は現時点 t_0 年における

$$\frac{y}{(1+r)^{t-t_0}} \text{ 万円} \quad (2)$$

と同価値であると考えることができる。経済学ではこれを「割引現在価値」と呼ぶ。

上では割引現在価値を利子によって説明したが、これをリスク回避行動から説明することも出来る。例えば、10 年後に x 万円が得られるという契約は、現在 x 万円が得られることと比較すると、実際に得られるかどうか不確実性が残る。このため、人々は将来に生じる価値を現在価値としては割引いて評価する。割引現在価値の考え方は、企業の管理会計、民間における投資の判断、公共事業の費用便益分析など、時間配分を伴う意思決定に幅広く用いられている。

しかし、将来の価値が割引により小さく評価されるとすると、環境評価においては問題が生じることがある。『環境経済学入門』（Turner *et al.*, [10]）には以下のような例が上げられている。

- (a) あるプロジェクトによる環境破壊が遠い将来において起こるとき、その破壊費用の現在価値は、割引によって実際の費用よりもかなり低くなる。
- (b) あるプロジェクトによる便益が 50 年や 100 年先の人々に生ずるとき、割引はその便益の価値を低め、そのプロジェクトや政策の正当化を困難にする。
- (c) 資源の採取決定が割引率によって影響を受ける場合、割引率が高いほど枯渇性資源の利用度は大きくなり、将来世代に遺されるものはより少なくなる。

このように、割引率は環境問題に対する意思決定に大きく影響することがある。そして、環境影響が長期間にわたるような問題であるほど、割引によって失われる部分は大きくなる。

6. 割引率の設定に関して

2006 年に英国政府が発表した『スターン・レビュー：気候変動の経済学』[11]では、地球温暖化の経済シミュレーションに非常に小さな割引率を用いている。これは世代間公正を考慮するための試みであるが、著名な環境経済学者達から大きな批判を受けることになった。

スターン・レビュー[11]で用いられた割引率の設定方法は、フランク・ラムゼイの古典的な論文（Ramsey [12]）に基づくもので、地球温暖化の経済分析では一般的な方法である。まず、効用 U が消費 c の水準で決まると考えると、厚生（welfare）の合計 W は、以下の式で表現出来る。

$$W = \int_0^{\infty} \frac{U[c(t)]}{(1+\rho)^t} dt \quad (3)$$

ここで、 ρ は純粋時間選好率と呼ばれ、人々が現在を将来よりもどれだけ好むかに基づく割引率である。いま、あるプロジェクトによって消費 c が増加し、厚生が増加すると仮定すると、厚生の増分 ΔW は以下のように表される。

$$\Delta W = \int_0^{\infty} \lambda \Delta c dt, \quad \lambda = \frac{U'[c(t)]}{(1+\rho)^t} \quad (4)$$

ここで、 λ は時点 t において消費が 1 単位増加する際の効用の増加（＝消費の限界効用）である。完全な資本市場を仮定すると、時点 t における消費の増分 Δc の限界効用と、微小時間 Δt 遅らせた時点 $t + \Delta t$ における消費の増分 $\Delta c(1+r\Delta t)$ の限界効用は同じとなるので、以下の式が成り立つ。

$$\lambda[c(t)] = (1+r\Delta t)\lambda[c(t+\Delta t)] \quad (5)$$

式(5)の関係は、極限 $\Delta t \rightarrow 0$ においては次のようになる。

$$\frac{d}{dt}\lambda[c(t)] = -r\lambda[c(t)] \quad (5)$$

したがって、割引率 r は $r = -\dot{\lambda}/\lambda$ となる。いま、異時点間の代替の弾力性が一定 (isoelastic) の効用関数：

$$U[c(t)] = \frac{c(t)^{1-\theta}}{1-\theta} \quad (6)$$

を仮定すると、割引率は以下のように決定される。

$$r = -\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} = \log(1+\rho) + \theta \frac{\dot{c}}{c} \quad (7)$$

ここで、 $\dot{c}/c$ は消費の増加率であるが、経済成長率を表すと考えて良い。なお、式 (3) において

$(1+\rho)^{-t}$ の代わりに $e^{-\rho t}$ を用いると、式 (7) は

$$r = \rho + \theta \frac{\dot{c}}{c} \quad (7')$$

となる。式 (7') はケインズ＝ラムゼイ・ルール (Keynes-Ramsey Rule) と呼ばれている。

ケインズ＝ラムゼイ・ルールは割引率の設定に広く用いられているものではあるが、スターン・レビュー [11] では世代間公正を考慮し、純粋時間選好率 ρ をゼロに近い値に設定するとともに、 $\dot{c}/c$ もかなり低い値にしている点が他の研究と大きく異なる。上述の通り、主流派の環境経済学者の多くはこの設定に批判的であり、割引率の設定は、現実を観測された市場利子率や貯蓄率のデータと整合的でなければならないと主張している (例えば、Nordhaus [13])。

デイリーの経済理論は、主流派の環境経済学者が主張する、観測された市場利子率や貯蓄率と整合的な割引率の設定を退けるが、他方、スターン・レビューにおける割引率の設定方法をも批判するものである。スターン・レビューでは、世代間公正を達成する手段として割引率を利用しているが、デイリーの経済理論においては、割引率は効率性を達成するための政策手段であり、世代間公正を達成するための政策手段ではない (Daly [1])。したがって、デイリーの経済理論から見ると、スタ

ーン・レビューも主流派の環境経済学者も、効率性と公正性という2つの政策目標を、割引率というひとつの手段で達成させようという間違いを犯していることになる。また、将来世代は現在世代とは別の人々であるため、第一には公正性が問題になるが、式 (3) のような「異時点間の効用を足し合わせる」という方法によっては、世代間公正を達成することは難しい。

デイリーは、社会には「効率性」・「公正性」・「持続可能性」という三つの独立な政策目標があり、これらは三つの独立な政策手段を必要とするとして主張する (Daly [1])。財の異時点間配分における政策手段としての割引率は、前述の通り、効率性のための政策手段である。一方、公正性は市場メカニズムによってではなく、新しく作り出された資産の公正な分配を反映するような社会的意思決定によって達成される。また、持続可能性について、デイリーは「マクロ経済の最適規模」という概念を提唱する。マクロ経済の最適規模は、「人間中心主義的な最適」として考えるか、「生物中心主義的な最適」として考えるかによって異なってくるが、いずれにせよ、生態系の再生力と吸収力のうち、いずれか小さい方の能力によって規定される「マクロ経済の規模の上限」の範囲内となる。

デイリーの経済学において、財の異時点間配分を決定する要因は、第一には、生態系の持続可能性と世代間公正性である。デイリーは効率性の追求を否定しないが、政策手段としての割引率は、持続可能性と公正性の制約の範囲内で用いられるべきであるとする。このように持続可能性と公正性を考慮すると、経済成長率と割引率に制限が生じる。デイリーがこうして経済成長の抑制を主張する背景には、本稿第2節、第3節で論じたように、「現在の経済の規模は、貨幣崇拜の支配により、人間生活に本来的に必要な規模を超えている」という認識があると考えられる。

7. おわりに

貨幣論とエコロジー経済学の関係について、以上の考察をまとめて結論とする。フレデリック・ソデ

ィの貨幣論は、民間銀行による実物資産の裏付けを欠いた信用創造により、貨幣が社会によって保有される負債となることを指摘する。一方、ソディは低エントロピー資源が富の源泉であり、実物的な富の蓄積は物理法則に従うと主張する。このような信用の拡大速度と実物的な富の蓄積速度のギャップにより、隠れた負債が蓄積する。ソディの貨幣論は、現行の金融制度における貨幣の減価と利子のあり方への批判を通じて、割引率の議論と繋がる。

ハーマン・E・デイリーの貨幣論は交換による商品の循環を論じており、資本主義的循環の下では使用価値から遊離した交換価値の拡大を目的とする「貨幣崇拜」の支配が生じることを指摘する。このような経済の構造は、経済の規模を人間生活に本来的に必要な規模を超えた水準にする。デイリーは、持続可能な発展には経済の規模の上限があると主張する。

環境問題を貨幣論から捉える上で重要な論点として、割引率の議論がある。将来における便益や環境被害によって失われる価値は、割引現在価値で表すと小さくなる。デイリーは、効率性と公正性という2つの政策目標を、割引率というひとつの手段で達成させようというのは間違いであると主張する。デイリーの経済学において、財の異時点間配分を決定する要因は、第一には、生態系の持続可能性と世代間公正性であり、効率性を達成する政策手段としての割引率は、その範囲内で用いられるべきであるとされる。

以上のように、デイリーのエコロジー経済学の理論は、主流派の環境経済学が主張する、外部不経済の内部化とパレート原理による財の配分の最適化と鋭く対立する。これは、デイリーの経済理論においては、社会には効率性、公正性、持続可能性という三つの独立な政策目標があり、これらは三つの独立な政策手段を必要とすると考えられているためである。

文献

[1] Daly, H.E. (1996) *Beyond Growth*, Beacon

Press. 『持続可能な発展の経済学』, 新田・蔵本・大森訳, みすず書房.

[2] Katsuragi, K., Nakamura, R., Kumagai, H. (2006) “Frederick Soddy, chemist, economist, and ecologist: his concern about the sustainable development and monetary reform”, 富大経済論集, 51(3).

[3] Boulding, K. (1966) “The economics of the coming spaceship earth”, In H. Jarrett ed., *Environmental Quality in a Growing Economy*, Johns Hopkins University Press.

[4] Georgescu-Roegen, N. (1971) *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press.

[5] Soddy, F. (1926) *Wealth, Virtual Wealth and Debt: The Solution of the Economic Paradox*, E.P. Dutton & Company.

[6] Hussen, A. (2004) *Principles of Environmental Economics* (Second Edition), Routledge.

[7] Daly, H.E. (1977) *Steady-State Economics: The Economics of Biophysical Equilibrium and Moral Growth*, W.H. Freeman.

[8] Daly, H.E. (1991) *Steady-State Economics: Second Edition with New Essays*, Island Press.

[9] 杉本栄一 (1950) 『近代経済学の解明』(上・中), 理論社.

[10] Turner, K., Pearce, D., Bateman (1994) *Environmental Economics: An Elementary Introduction*, Pearson Education Limited, 『環境経済学入門』, 大沼訳, 東洋経済新報社.

[11] Stern, N. (2007) *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge University Press.

[12] Ramsey, F.P. (1928) “Mathematical theory of saving”, *Economic Journal*, 38.

[13] Nordhaus, W.D. (2007) “Critical assumptions in the Stern Review on climate change”, *Science*, 317.