環境政策実施における持続可能な成長に関する一考察

大阪工業大学 正会員 武藤慎一

1. はじめに

近年、環境問題への関心が高まるにつれ、その対策に関する議論が様々なされている。特に、環境経済学分野では、持続可能な成長ということに着目し、その定義から、持続的成長の達成に向けた環境政策のあり方について多くの研究がなされてきた。

本稿では、それらの研究蓄積から得られた知見を整理し、土木分野で重要な自動車交通に起因する環境問題について、持続可能な成長の達成という観点からどのような取り組みが必要であるのかを明らかとする。

2. 環境経済学における既存研究成果の解釈

環境経済学において、持続可能な成長を対象とした研究として最適成長モデルを適用したものが挙げられる。そして、それらの研究から得られた知見を、非常にわかりやすく整理したものに浅子・川西・小野¹⁾がある。浅子らは、持続可能な成長という観点から環境問題を考えるにあたり、枯渇性資源の問題と、環境破壊・汚染の問題と、大きく二つの問題に分類・整理できるとしている。浅子らも述べているように、無論、実際の環境問題はもっと複雑であり、このような割り切りは適当ではないとの批判も考えられるが、環境問題の本質を理解する上で、上記の分類は非常に有効となるのである。

本稿では、浅子らの整理を紹介しながら、それらを自動車交通に起因する環境問題として捉えた場合に、どのような示唆が得られるのかを明らかとする。

3. 枯渇性資源と持続的成長

枯渇性資源として、まず考えられるものが石油資源である。石油資源は、使い続ければ必ずいつか枯渇する。しかし、それは持続可能な成長が達成されないことを意味する。では、どのように石油資源を使用することが望ましいのであろうか。

浅子らは、Dasgupta and Heal (1974)にならい、従来の最適成長モデルの枠組みに、枯渇性資源の制約を導入したモデルを示した。

$$\max_{c_t} \int_0^{\infty} U(c_t) \exp(-\delta t) dt \quad (1.a)$$

$$\text{s.t. } \dot{k}_t = F(k_t, r_t) - c_t \quad (1.b)$$

$$\dot{S}_t = -r_t \quad (1.c)$$

ただし、 U ：効用関数、 c_t ：財消費量、 F ：生産関数、 k_t ：民間資本ストック(再生可能)、 r_t ：枯渇性資源投入量(フロー)、 S_t ：残存枯渇性資源ストック。

本モデルを、自動車交通に起因する環境問題と結びつけるには、本来、企業が自動車輸送を介して石油燃料資源を投入するものを、直接石油資源 r_t を投入していると考えればよい。燃費を一定と考えると、このような解釈は何ら問題がない。そして、石油資源に加え、民間資本も投入して生産された財を家計が消費する。なお、家計の効用は、この財消費量に応じて決定される。ここで、石油資源は企業が投入しているが、家計も財消費行動を介して、間接的に石油資源の投入に影響を与えている点には注意が必要である。

式(1)は、Hamiltonian を定義し、その一階条件を導出することにより解くことができる。なお、ここではその詳細は省略し、最終的に得られる二つの条件を示す。

$$\frac{\dot{c}_t}{c_t} = \frac{F'(k_t) - \delta}{\eta(c_t)} \quad (2.a)$$

$$\frac{\dot{F}'(r_t)}{F'(r_t)} = F'(k_t) \quad (2.b)$$

ただし、 $F'(\cdot)$ ： F の()内の変数での一階微分、 $\dot{\cdot}$ ：時間での微分、 $\eta(c_t)$ ：維持点間消費の代替の弾力性 $\left\{ -\frac{1}{\eta(c_t)} = \frac{c_t U''(c_t)}{U'(c_t)} \right\}$ 。

式(2.a)は Keynes=Ramsey ルール、式(2.b)は Hotelling ルールと呼ばれるものである。前者は、現在消費と貯蓄による将来消費との最適配分を決定するルール、後者は、枯渇性資源との対応の下で、消費をどうコントロールするかを決定するルールである。

さらに Hotelling ルールに着目すると、民間資本ストックと枯渇性資源との間の弾力性が 1 より小さい場合には、財消費量 c_t が将来に向かい減少し続ける結果が導かれる。この場合、将来世代の財消費量が低下し、厚生も下がるため、明らかに持続可能な成長が達成できているとは言えない。そこで、持続的成長とは「少なくとも経済厚生が時間とともに減少しない」と定義し、Hartwick(1977)が、そのために必要な条件を示した。いわゆる Hartwick ルールであり、民間資本と労働の完全利用、Hotelling ルールの成立、枯渇性資源の利用においては、各時点でその使用額相当分だけ再生可能資本の蓄積を行う、の3条件からなる。

以上の結果、自動車利用によって石油資源を使用する場合には、石油利用の自動車以外の再生可能資本に

キーワード：環境政策、持続可能な成長、最適成長モデル

〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1, TEL：06-6954-4203

対し、石油利用の対価に見合う開発投資、蓄積を行うことが要請とされることがわかる。ここでいう再生可能資本とは、低公害車や公共交通、また自動車に頼らない都市システム等もそれにあたりと考えられる。

4. 環境破壊・汚染と持続的成長

浅子らによれば、環境破壊・汚染で注目すべきことは、枯渇性資源とは異なり、少なからず再生可能である点にあるとされている。そこで、 Ak タイプの内生的成長モデルに環境破壊・汚染を導入した Michel and Rotillon(1995)のモデルを示すことにより、自浄作用を持つ環境汚染が、持続可能な成長という面ではどのような問題を生じさせるのかを明らかとしている。

$$\max_{c_t, P_t} \int_0^{\infty} U(c_t, P_t) \exp(-\delta t) dt \quad (3.a)$$

$$\text{s.t. } \dot{k}_t = A \cdot k_t - c_t \quad (3.b)$$

$$\dot{P}_t = \alpha \cdot k_t - \beta \cdot P_t \quad (3.c)$$

ただし、 P_t : 環境汚染ストック、 A : 生産技術パラメータ、 α : 環境汚染排出率、 β : 自然浄化率。

式(3.b)は、式(1.b)において $F = Ak_t$ と特定化されたものと考えればよい。この生産関数の形が Ak タイプと呼ばれる所以である。また、式(3.c)は環境汚染ストックの時間変化を表すものであり、ここでは民間資本の水準に応じて環境汚染が排出され、一方で、環境の自浄作用能力も考慮したものとなっている。

ここでは、式(3)の動学的最適化問題を解いた上で、定常状態に着目し分析を行う。定常状態とは、状態変数の時間変化率をゼロとした状態である。そこで、得られた動学的最適化条件に $\{\dot{k}_t = 0, \dot{P}_t = 0\}$ を代入して整理すると、以下の条件が得られる。

$$A \cdot k^* - c^* = 0 \quad (4.a)$$

$$\alpha \cdot k^* - \beta \cdot P^* = 0 \quad (4.b)$$

$$\frac{U'(c^*)}{U'(P^*)} = -\frac{\alpha}{(A-\delta)(\beta+\delta)} \quad (4.c)$$

式(4)で表される条件が、定常状態における環境汚染考慮時の最適条件である。以上より、式(4)が達成される仕組みを考えれば良いのであるが、ここではまだ二つの問題が残されている。

一つは、式(4)の最適条件は、分権的市場機構では達成できないという問題である。これは、静学分析において環境問題を考える際の重要な結論として指摘されている、いわゆる外部不経済問題の動学版といえる。通常、環境汚染は、市場で評価されず、よって、分権的市場機構では最適条件が満たされない。そのため、政府の適切な介入が必要とされるのであるが、その帰結は動学モデルにおいても全く変わらないのである。

二つ目は、式(3.a)の社会的目的関数がそもそも適切であるのかという問題である。今、式(4.a),(4.b)に再度着

目する。これより、 k^* を消去すると、

$$P^* = \frac{\alpha}{A \cdot \beta} c^* \quad (5)$$

が得られる。この条件を制約とし、定常状態での効用関数最大化問題を解く。

$$\max_{c^*, P^*} U(c^*, P^*) \quad (6.a)$$

$$\text{s.t. } P^* = \frac{\alpha}{A \cdot \beta} c^* \quad (6.b)$$

式(6)の最適化問題は、通常のラグランジュ未定乗数法から解くことができる。その結果、以下の条件が得られる。

$$\frac{U'(c^*)}{U'(P^*)} = -\frac{\alpha}{A \cdot \beta} \quad (7)$$

式(7)は、Chichilnisky, Heal and Beltratti (1995)の定義したグリーン黄金率にあたるものとされている。この条件と式(4.c)との条件を比較すると、主観的割引率 δ がゼロでない限り、本モデルにおける定常状態での最適条件では、グリーン黄金律が満たされないことがわかる。この意味は、これまで主観的割引率を正とすることが一般的であったが、環境問題では、必ずしもその前提が成立しない可能性があるということである。主観的割引率の問題とは、世代間公平性の問題であり、環境問題を考える際には、世代間公平性をどう扱うかが重要な論点であることを示している。ただし、このことから直ちに主観的割引率 δ をゼロとすることは早計である。これは Beltratti²⁾ に詳しく説明されているが、 $\delta = 0$ とするとまた別の問題が生じてくるのである。

以上は、自動車交通に起因する環境汚染問題でも全く同様の結論となる。特に、年々の環境汚染排出が増加傾向にある自動車部門では、将来世代に過度の負担を負わせる可能性があるため、早急に適正な世代間公平性評価の枠組みを構築することが必要と言える。

5. おわりに

本研究では、浅子らによるまとめを参考にして、持続可能な発展という観点から環境問題を分析した。そして、土木の分野で特に問題視される自動車交通に起因する環境問題の解決に対し、どのような示唆が行えるのかを明らかとした。

なお、本研究は、科学研究費補助金・若手研究(B)[課題番号: 14750446]の研究成果の一部である。

【参考文献】

- 1) 浅子和美・川西諭・小野哲生(2002): 枯渇性資源・環境と持続的成長、一橋大学経済研究所、Discussion Paper No.90.
- 2) Beltratti, A. (1996): *Models of Economic Growth with Environmental Assets*, Kluwer Academic Publishers. (夏目隆監修・森岡洋訳(2001): 経済成長と環境資産, 同文館.)