

■ 特 集 ■ エネルギー経済・エネルギーシステム

## 枯渇性資源と経済成長

### Exhaustible Resources and Economic Growth

増 田 信 彦\*

Nobuhiko Masuda

#### 1. はじめに

農産物、魚貝類、木材、太陽熱、水などの再生可能資源に対して、石油、石炭、天然ガスのような化石燃料や金属、非金属の鉱物などの枯渇性資源は再生不能資源とも呼ばれ、事実上更新することができない資源を意味する。そのため、枯渇性資源の著しい特徴の1つは、人間が消費すれば消費した分だけその総量が減少していくことである。もちろん、多くの金属のように使用後に回収して再利用するところのリサイクリングができるものもあるけれども、それらも使用した一部しか回収できないので、その総量は次第に減少していくことになる。

ところで、伝統的経済学においては、財やサービスの生産に必要な要素として、農業中心の時代においては労働、資本、土地を、後に工業中心の時代になると労働と資本を考えていた。この2つの生産要素はどちらも再生可能であり、その量を増加させることができるため、経済全体として生産と消費を増加させることが可能であった。また、たとえ人口が増加しても、技術進歩や資本蓄積により、おおよそ生活水準を表わす1人当たりの消費量を増加させることが可能であると考えた。そのため、伝統的経済学では成長率の大小はさておき、先進国における経済成長自体については、ほとんど問題とならなかった。

しかし、総量が次第に減少していく枯渇性資源が生産要素として入ってくるならば、事態は非常に異なってくるのが考えられる。そこで、経済学においては次のような問題が大変重要になってくる。

① 我々が必要とする財やサービスの生産に資源（これ以降枯渇性資源のことをそう略称する）はどうし

ても不可欠な（essential）ものであるのか。

② もし不可欠であるならば、どのような条件のもとで、減少する資源を利用していつまでも生活水準の維持あるいは向上をさせてゆくことができるのか。

③ この有限な資源をどのくらい現在使用し、どのくらい後の世代に残すことが、望ましいのか、あるいは公平であるのか。

④ これらの望ましい状態を競争的市場メカニズムを通じて達成することができるのか。

⑤ もし資源市場が競争的でなく、独占的な場合には、それが資源の生産量や価格にどのような影響を与えるのか。

ここでは、これらの問題について経済理論の観点から考察する。使用される理論モデルは非常に複雑な現実の経済や資源問題を非常に単純化したものであり、そうすることにより交錯している現実の中からその底を流れている基本的な関係を簡単な形で明らかにすることを試みる。

また、ここで取り扱われていない主要な事柄として、環境的側面、不確実性などがある。資源は通常自然環境から取り出され、利用され、最終的には廃棄物として自然環境に戻される。そのため、自然の浄化能力を越えた大量の資源の開発、生産、利用は自然環境を悪化させることが多い。そこで、資源を利用して作られる生産物から得られる便益と、資源利用によってもたらされる環境悪化からの不利益を総合して、資源利用を考えることが望ましい。しかし、ここでは主な関心が資源と経済成長の関係にあるので、環境的側面は除外する。

そして、資源には鉱山や油田の発見、資源の埋蔵量、開発費用、新資源や新技術の開発の時期など多くの局面に不確実性があり、それが資源問題に重要な影響を与えているけれども、ここでは不確実性は無いものと

\* 富山大学 経済学部助教授  
930 富山市五福 3190

して取り扱っている。

次に、資源の希少性を表わす方法として代表的なものに次の2つがある。1つは絶対的希少性(マルサス希少性)であり、資源の総量が有限でその品質は同じであると見なす。もう1つは相対的希少性(リカード希少性)で、資源の量は無限であるけれども、品質が徐々に低下するものと見なす。相対的希少性の方がより現実的であるけれども、希少性の特徴を端的に表わすために、ここでは絶対的希少性を仮定する。また、リサイクリングできる資源の場合には、最初に存在する資源総量ではなく、最後まで何回も利用する資源の総計をもって資源総量と見なすことにする。

## 2. 持続的成長の可能性

資源が財、サービスの生産にとって不可欠であるかどうかは、生産要素の投入量と産出量の間の技術的關係を定式化した生産関数  $Q = F(K, L, R, t)$  に依存する。ここで、 $Q$ : 産出量、 $K$ : 資本ストック、 $L$ : 労働投入量、 $R$ : 資源投入量、 $t$ : 時間である。

### 2.1. 技術進歩の無い場合

生産関数は種々あるけれども、経済学で用いられる代表的な集計の生産関数に CES 生産関数があり、

$$Q = F(K, L, R) = \left( \alpha_1 K^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + \alpha_2 L^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + \alpha_3 R^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 > 0, \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1, \sigma > 0, \sigma \neq 1$  で表わされる。ここで、 $\sigma$  は生産要素間の代替弾力性を示し、例えば、資源の資本に対する価格比率が1%増加する時に、それらの投入量の比率が何%減少するかを意味する。CES 関数は収穫一定、すなわちそれぞれの生産要素の投入量が $\beta$ 倍された時、産出量も $\beta$ 倍になるという性質を持っている。また、CES 関数は  $\sigma \rightarrow 1$  の場合コブ・ダグラス型関数  $Q = K^{\alpha_1} L^{\alpha_2} R^{\alpha_3}$  となり、 $\sigma \rightarrow 0$  の場合生産要素間の代替は不可能となり、レオンティエフの固定係数型関数となる。

もし、代替が弾力的( $\sigma > 1$ )ならば、 $F(K, L, 0) > 0$  となり、資源は生産にとって不可欠ではない。そのため、いつまでも正の生産を行うことが可能となる。しかし、代替が非弾力的( $\sigma < 1$ )ならば、 $F(K, L, 0) = 0$  となり、資源は生産にとって不可欠なものとなる。そして、

$$\lim_{R \rightarrow 0} \frac{\partial Q}{\partial R} = \alpha_3 \frac{\sigma}{\sigma-1}, \frac{\partial^2 Q}{\partial R^2} < 0 \text{ より資源の限界生産力}$$

は有限なので、有限な資源から生産される総産出量も有限となり、このような経済はいつかは生産をス

トップすることになる。また、コブ・ダグラス関数( $\sigma = 1$ )の場合、 $F(K, L, 0) = 0$  で、資源は生産にとって不可欠である。しかし、この場合

$$\lim_{R \rightarrow 0} \frac{\partial Q}{\partial R} = \infty \text{ なので、総産出量は有限になるとは}$$

限らない。そして人口増加が無い場合には、もし  $\alpha_1 > \alpha_3$  ならばいつまでも生産を続けることが可能で、 $\alpha_1 \leq \alpha_3$  ならば不可能であることが導き出せる〔1〕。

従って、たとえ技術進歩が無い時でも、資源と資本の間に代替が弾力的である場合、あるいはコブ・ダグラス生産関数において産出量の資本弾力性  $\alpha_1$  が資源弾力性  $\alpha_3$  より大きい場合には、有限な資源から生産と消費をいつまでも続けていくことが可能となる。

### 2.2. 技術進歩のある場合

技術進歩が起こるためには技術研究開発のための投資が必要であり、また技術進歩は着実に起こるものではない。しかし、ここでは技術進歩の効果を簡潔に表わすために、資源の開発、生産、利用における効率の良い方法の開発のように、一定の資源量が実質的により多くの仕事をするとするところの技術進歩が外生的に時間と共に着実に起こるものと仮定する。すると  $t$  期において使用する資源量  $R_t$  は効率的には  $R_t f(t)$  ( $f'(t) > 0$ ) の働きをする。もし、 $f(t) = e^{\lambda t}$ 、 $\lambda > 0$  ならば、資源総量の有限性から  $R_t$  は最終的に0に近づくけれども、ずっと  $R_t e^{\lambda t} > 0$  とすることは可能である。その場合には  $Q_t = F(K_t, L_t, R_t e^{\lambda t})$  において、たとえ代替弾力性が0であっても、いつまでも生産を続けることは可能になる。

次に、コブ・ダグラス生産関数の場合における経済成長、人口増加、技術進歩の間の関係を考察してみる。ここでは、経済は次のような式で表わされるものとする。技術進歩率を  $\lambda$  とすれば、

$$\text{生産関数: } Q = e^{\lambda t} K^{\alpha_1} L^{\alpha_2} R^{\alpha_3}, \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1 \quad (1)$$

$$\text{国民所得制約: } Q = C + \dot{K} \quad (2)$$

ここで、 $C$ : 消費、 $\dot{K}$ : 純投資、人口が一定の率  $n$  で増加すると仮定するならば、

$$\text{人口増加率: } \dot{L}/L = n \quad (3)$$

$$\text{資源制約: } \int_0^{\infty} R(t) dt = S_0 \quad (4)$$

ここで、 $S_t$ :  $t$  期に残されている資源総量で、 $S_0$  は初期の資源総量。

生産が時間を通じて効率的に行われるためには

$$F_K = \dot{F}_R / F_R$$

が満たされる必要がある。このことは競争的市場において資本を保持する時の収益率と資源を保持してキャ

ピタル・ゲインを得る時の収益率が等しいことを意味する。

これらの条件を満たす効率的成長経路のうち、消費が一定の率で伸びる成長経路を持続的成長とするならば、それは漸近的に一定の、貯蓄率 ( $\dot{K}/Q$ )、資本産出比率 ( $K/Q$ )、資源使用率 ( $R/S$ ) を持つ。そして、貯蓄率の増加は漸近的に資本産出比率を大きくし、資源使用率を低下させ、持続的成長率 ( $\dot{C}/C$ ) を高める。また、もし人口増加率が正の場合には、1人当たりの消費水準を一定に維持するための必要十分条件は、

$$\lambda \geq \alpha_3 n \quad (5)$$

すなわち、技術進歩率と人口増加率の比が産出の資源弾力性より小さくないことが導かれる〔4〕。

$$Q = e^{\lambda t} K^{\alpha_1} L^{\alpha_2} R^{\alpha_3} = K^{\alpha_1} L^{\alpha_2} (R e^{(\lambda/\alpha_3)t})^{\alpha_3}$$

となるので、 $\lambda/\alpha_3$  は資源増加的技術進歩率とも考えられる。そこで、前述の条件は資源増加的技術進歩率が人口増加率より小さくないことを意味する。特に、人口増加が無い時 ( $n = 0$ ) にはどんなにわずかでも正の技術進歩 ( $\lambda > 0$ ) があれば、1人当たりの消費水準を維持することができる。

次に、規模の経済性 (すなわち収獲過増) がある場合を考える。この場合、コブ・ダグラス生産関数において  $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 > 1$  となる。そして、1人当たりの消費水準を一定に維持するための必要十分条件が

$$\lambda \geq (1 - \alpha_1 - \alpha_2) n \quad (5)$$

及び  $1 - \alpha_1 - \alpha_2 < \alpha_3$  より、規模の経済性がある場合減少する資源を補うための技術進歩率は規模の経済性が無い場合より少なくてすむことがわかる。

### 3. 資源の世代間分配

有限な資源を現在と将来の世代の間にどのように分配すべきかは、単に資源の量だけを見て決定すべきではない。確かに、現世代が資源を多く使えば将来世代に残される資源の量は少なくなる。しかし、現在資源を多く使うことによって、より多くの資本やより高い技術を将来世代に残すこともできる。それ故、資源の世代間の分配は現世代の厚生と将来世代の厚生という広い観点から見ることが必要である。そして、それについても価値感の違いからいろいろな考え方があっても、ここでは代表的なものとして功利主義と公平主義の2つについて考察する。

#### 3.1. 功利基準による分配

功利主義は、それぞれの個人や世代の効用あるいは

利益の追求を優先するものである。しかし、実際問題として現世代が将来世代の効用について知っているわけではないので、将来世代も現世代と同じ効用関数を持つものと仮定する。また、ある財から得られる現在の効用は、その財を消費しないで将来のために投資することにより、将来多くの財、従って多くの効用が得られることもあり、将来の効用は主観的割引率により割引される。そして通常、功利基準はそれぞれの世代の消費の割引された効用の和を最大にすることを目的とする。その結果、功利基準は世代間の分配面より生産面に重点を置く傾向がある。ここで、功利基準に基づいて経済が計画的に運営される場合に、経済成長や資源の分配がどのようになされるかを、簡単なモデルによって調べる。前節と同じコブ・ダグラス生産関数(1)、国民所得制約(2)、人口増加率(3)、資源制約(4)のもとで、1人当たりの消費量  $c = \frac{C}{L}$  の効用  $U(c)$  を割引した現在価値

$$\int_0^{\infty} U(c_t) e^{-\delta t} e^{nt} dt$$

を最大にする。ここで、 $\delta$  は一定の時間割引率である。そして、効用関数として  $U(c) = c^\nu / \nu$ ,  $\nu < 1$ ,  $\neq 0$  を仮定する。

この問題を解くならば、成長経路は漸近的に

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{\lambda - \alpha_3 \delta}{1 - \alpha_1 - \alpha_3 \nu} \quad (6)$$

$$\frac{R}{S} = \frac{\delta (1 - \alpha_1) - \nu \lambda - n}{1 - \alpha_1 - \alpha_3 \nu} \quad (7)$$

となる〔4〕。これより、1人当たり消費の成長率及び消費全体の成長率は、漸近的に一定値に近づくことがわかる。このことは、功利主義に基づいて一定率で割引された効用を最大化する成長経路は漸近的に、前節で求められたところの、消費が一定率で伸びる持続的成長経路になることを意味する。次に(7)より、割引率が上昇する時、人口成長率が低下する時、あるいは効用弾力性  $\nu$  が正 (負) の場合技術進歩率が減少 (増加) する時、最適資源使用率 ( $R/S$ ) は増加する傾向がある。また(6)より、技術進歩率が増加する時、割引率が減少する時、1人当たりの消費の成長率は増加する傾向がある。更に、資源増加的技術進歩率 ( $\lambda/\alpha_3$ ) が割引率より大きい時に、1人当たりの消費の成長率は正となり、小さい時に負となるだろう。

#### 3.2. 正義原則による分配

次に、公平主義の観点から見た場合に経済成長や資源の世代間分配がどのようになるかを調べる。ここでは、公平主義の典型的なものとして Rawls の正義原

則を取り扱う。それは他の権利等と共に所得や資産において最も恵まれない人や世代に対して多く分配することをもちて公平とみなすもので、相対的最低水準を最大化するマクシミン基準の1種である。この原則について社会からの合意が得られるかどうかは疑わしいけれども、資源の世代間分配に関してある特徴を明らかにする。この原則を適用すると特殊な場合を除いて、1人当たりの消費量は時間を通じて等しくなる。それ故、この問題は(1), (2), (3), (4)のもとで、一定の  $c_0 = C/L$  を最大化することになる。これを解くために、いろいろな値の  $c_0$  に対して、(1), (2), (3), のもとで  $\int_0^{\infty} R dt$  を最小化し、その中で(4)を満たすと共に  $c_0$  を最大にする解を選ぶ。そのような解のうちで特定のものについては、1人当たりの消費量を一定に保つための条件として、前節の効率的成長の条件と同様の  $\lambda/\alpha_3 = n$  が得られる。このことは、もし資源増加の技術進歩率が人口成長率より大きい時には、1人当たりの消費量を増加させることができるのに、社会が正義原則から消費量を一定に保つことを意味する。特に、最初の消費水準が低い場合、その低い水準を、後の世代にまで強制することになる。また、資源増加の技術進歩率が人口成長率より小さい時には、1人当たり消費量をいつまでも一定に維持することはできなくなる。

### 3.3. 世代間分配の比較

功利基準と正義原則を比較すると、技術進歩率がある水準以上ならば、功利基準でうまくやれば1人当たりの消費量を将来増加させることが可能であるのに、正義原則では増加を放棄させることになる。しかし、そのように技術進歩率が高い場合でも、功利基準において効用の時間割引率が大きい時には、1人当たり消費量が将来減少することになる。これは、将来の効用より現在の効用を重視するため、現世代が資源を消費し過ぎて将来世代に少ない資源を残し、その結果将来世代の消費水準が低下せざるを得ない状態を意味する。

### 3.4. 市場メカニズムによる世代間分配

ここでの問題は、功利的意味において社会的に望ましい資源の世代間の分配が果して競争的市場メカニズムによって実現されるかどうかということである。まず、自らの選好を何ら表明することのできない将来世代の利益を市場が考慮するだろうかということがある。これが言えるためには2つのことが必要である。1つは完全に機能する先物市場が存在すること。先物市場があれば、資源保有者はたとえ資源を生産中に使うこ

とができなくても、それを資産としていつでも売ることができるからである。もし先物市場が発達していない場合には、配当や地代を稼ぐ資本や土地と違って、資源を保有することによる収益はキャピタル・ゲインだけであるので、他の市場より資源市場は不安定となる傾向が強い。もう一つは、利子率を政策的に正しく調節することにより、資源の世代間分配を変更し、将来世代の利益を適切に反映させることである。そうしなければ、現世代がある程度将来世代のことを考慮するとしても、選好を表明できない将来世代より、自らの選好に基づいて行動できる現世代が重視される可能性がある。特に、将来世代の効用が主観的に割引されることによりそうなるかもしれない。これらのことが克服され、他の市場欠陥が無いならば、競争的市場が望ましい資源の世代間の分配(パレート最適)をもたらすことが考えられる。

## 4. 市場構造の影響

いくつかの条件が満たされれば、競争市場によって望ましい資源の世代間分配が可能であるとしても、実際の市場は必ずしも競争市場になっていない。特に、原油市場の例のように、カルテルによる価格形成はどちらかと言えば、独占形態に近いものである。そこで、ここでは、完全競争と独占という2つの代表的な市場構造の差異が資源の世代間の分配や価格にどのような影響を与えるかを検討する。その際、資源に対する需要が価格に対して弾力的な場合と非弾力的な場合に分ける。また、簡単化のために技術進歩はなく、生産費はゼロと仮定する。

### 4.1. 資源需要が弾力的な場合

経済全体を生産部門、資本部門、資源部門に分け、各部門は消費量  $C_t$  に依存する同一の効用関数  $U(C)$  を持ち、 $U'(0) = \infty$ ,  $U' > 0$ ,  $U'' < 0$  とする。

#### (1) 資源部門が完全競争の場合

##### 生産部門

生産量  $Q(t)$  は資本ストック  $K(t)$  と資源使用量  $R(t)$  に依存し、生産関数  $F(K, R)$  は規模に関して収穫一定と仮定する。すると、この生産関数は

$$q = f(y) \equiv F\left(1, \frac{R}{K}\right), \quad q = \frac{Q}{K}, \quad y = \frac{R}{K}$$

と書き表わすことができる。更に、

$f(0) = 0$ ,  $f'(0) = \infty$ ,  $f' > 0$ ,  $f'' < 0$ ,  $\lim_{y \rightarrow \infty} f(y) < \infty$  とする。生産部門は利潤が最大になるように、完全競争において生産要素を購入し、生産物を

販売するので、資本及び資源の要素価格はそれぞれ

$$r = F_K(K, R) = f(y) - yf'(y)$$

$$p = F_R(K, R) = f'(y)$$

となる。

### 資本部門

資本部門は保有する資産から単位当たり $r$ を稼ぎ、現在に割引された効用を最大にするように、それを消費と投資に分けるものとする。投資は物的資本あるいは債券の形を取るようになる。すると、資本部門の目的は  $\dot{A}(t) = r(t)A(t) - C_1(t)$ ,  $A(0) = K_0$  の制約のもとで  $\int_0^{\infty} e^{-\delta t} U[C_1(t)] dt$  を最大にするように消費  $C_1$  を決定することになる。ここで、 $A(t)$ : 資本部門が保有する資産、 $\delta$ : 一定の割引率、

### 資源部門

資源部門は保有する資源の一部を競争市場で単位当たり $p$ で販売し、保有する資産から単位当たり $r$ を稼ぎ、そして割引された効用を最大にするように、それらを消費と債券の形の投資に分ける。時間 $t$ において残っている資源の総量 $S(t)$ は生産に使用されると、次のように減少する。

$$\dot{S}(t) = -R(t) = -K(t)y(t), \quad S(0) = S_0, \quad S(t) \geq 0, \quad \text{すると資源部門の目的は}$$

$$\dot{S}(t) = -R(t), \quad S(0) = S_0,$$

$\dot{B}(t) = p(t)R(t) + r(t)B(t) - C_2(t)$ ,  $B(0) = 0$  の制約のもとで  $\int_0^{\infty} e^{-\delta t} U[C_2(t)] dt$  を最大にするように消費  $C_2(t)$  と資源使用量  $R(t)$  を決定することである。ここで、 $B(t)$  は資源部門が保有する資産である。

### 均衡解

均衡解は、それぞれの部門において得られた最適解の必要条件をすべて同時に満たすものである。それらより、競争市場における価格  $p_c$  は

$$\frac{\dot{p}_c(t)}{p_c(t)} = r(t) \quad (8)$$

となる。これは資源の価格が完全競争において資本の要素価格(利子率)で上昇することを意味する。

また競争市場における資源資本比率  $y_c$  は

$$\dot{y}_c = \frac{f'(f - y_c f')}{f''} < 0 \quad (9)$$

となることが導かれる〔2〕。

### (2) 資源部門が独占の場合

ここでは、資源部門が独占的に資源を販売することを除いて、他はすべて競争的な場合と同じであるものとする。すると、資源の価格は資源の使用量に

依存し、 $p = f'(R/K)$  となる。そして、資源部門の資産は、 $\dot{B}(t) = f'[R(t)/K(t)]R(t) + r(t)B(t) - C_2(t)$  に従って変化し、資本ストック  $K(t)$  は外生的に与えられると見なされる。その結果、独占における資源資本比率  $y_m$  は

$$\dot{y}_m = \frac{(f - y_m f')(f' + y_m f'')}{2f'' + y_m f'''} < 0 \quad (10)$$

となる〔2〕。また、独占的な資源部門の限界収入

$$MR = \frac{\partial f'(R/K)R}{\partial R} = f'(y) + yf'(y)$$

を用いるならば、

$$\frac{\dot{MR}(t)}{MR(t)} = r(t) \quad (11)$$

が導かれ、独占的な資源の保有者はその限界収入が利子率で上昇するように資源を販売することになる。

### (3) 完全競争と独占の影響の差異

資源と資本の間の代替弾力性は

$$\sigma = \frac{d\left(\frac{R}{K}\right)/\frac{R}{K}}{d\left(\frac{r}{p}\right)/\frac{r}{p}} = -\frac{f'(f - yf')}{yf''} > 0$$

また、資源に対する需要の価格弾力性は

$$\eta = -\frac{\partial R}{\partial p} \frac{p}{R} = -\frac{\partial y}{\partial p} \frac{p}{y} = -\frac{f'}{yf''} = \frac{\sigma f}{f - yf'}$$

$$\text{そして、} \eta'(y) = \frac{\sigma' f + (\sigma - 1) f'}{f - yf'} \quad (12)$$

となる。(8)、(11)、(10)及び

$$MR = p_m \left(1 - \frac{1}{\eta}\right) \text{を用いることにより、}$$

$$\eta' > 0 \text{ ならば、} \frac{\dot{p}_m}{p_m} > \frac{\dot{p}_c}{p_c}.$$

また、(9)と(10)より  $\dot{y}_c = -\sigma f y$ ,

$$\dot{y}_m = -\sigma f y \left[ \frac{1}{1 + y_m^2 f'' \eta' / (f' + y f'')} \right]$$

が得られ、この2つの減少量の大小は $\eta'$ の符号に依存する。故に、 $\eta'(y) \geq 0$  ならば、 $|\dot{y}_m| \geq |\dot{y}_c|$ 。すなわち、資源需要(従って資源資本比率)が減少するにつれて資源の価格弾力性が増加する時には、独占の方が完全競争より価格上昇率及び資源資本比率の減少量が小さく、減少する時には大きく、そして価格弾力性が一定の時にはそれらは等しくなる傾向がある。特に、生産関数がCES関数である時、すなわち収穫一定で代替弾力性が一定の時には(12)よりも $\sigma \geq 1$  ならば $\eta(y) \geq 0$ 。その結果、代替弾力性が1より大きい(小さい)時に、独占の価格上昇率及び資源資本比率の減少量が完全競争より大きく

(小さく)なり、代替弾力が1の時、すなわちコブ・ダグラス生産関数の時に、それらは等しくなる傾向がある。これらの結果は、資源以外の財の市場において、いつも独占的価格が競争的価格より高く、独占的生産量が競争的生産量より少なくなっていることと著しく対照的である。

#### 4.2. 資源需要が非弾力的な場合

需要の価格弾力が変化する時には、完全競争と独占の間に価格の差異をもたらすことが明らかにされたけれども、価格弾力的である限り、その差異はあまり大きいとは思われない。しかし、現実には原油の例のように、OPECのカルテルによって格段の引き上げが可能になっている。これは主として需要が価格に対して非弾力的であることから生じていると考えられる。事実、この7年間に原油価格は約10倍になっているにもかかわらず、需要は約1割しか減少していない。経済成長、物価上昇、代替の時間的遅れ等を割引しても、需要が弾力的とは言えない。

資源市場が競争的な場合、需要の価格弾力が1より小さい時でも、価格に対する影響力を持たないので、弾力的需要の場合と同様に行動する。故に、均衡において、資源価格の上昇率は割引率と等しくなる。それに対して独占的な場合、需要の価格弾力が1より小さい時には、生産量を減らし、価格を引き上げることで、収入を増加させることができる。従って、資源の需要が非弾力的な場合、独占的資源保有者は利益分配においては利益を資源の消費者から生産者へ移転し、資源の世代間分配においてはより多くの資源を将来世代に残すことになる。

需要が非弾力的な時に、独占的資源保有者が価格の引き上げを抑制する2つの主要な場合がある。

① 価格引き上げがアウトサイダーの進出<sup>2</sup>代替エネルギーの開発を促し、長期的な利益が増加しない場合。

これが言えるためには、独占者の資源に対する長期的需要が価格弾力的になることが必要である。ここで、資源に対する市場需要を $h(p)$ 、アウトサイダーや代替資源の長期的供給を $g(p)$ とする。これらの資源が同質的であると仮定するならば、独占者の資源に対する長期的需要は $H(p) = h(p) - g(p)$ となる。 $H$ 、 $h$ 、 $g$ の価格弾力を $\eta_H$ 、 $\eta_h$ 、 $\eta_g$ と表

わすならば、 $\eta_H = \frac{h}{h-g} \eta_h + \frac{g}{h-g} \eta_g$  が成り立ち、 $\eta_H$ を大きくするためには、 $\eta_g$ 及び $g$ が大き

くなければならない。すなわち、アウトサイダーの進出や代替資源の開発が独占価格の引き上げを抑制するためには、それらの供給の弾力が大きいことと、それらの供給量が市場需要において大きな部分を占めることが必要である。

② 生産量削減と価格引き上げが経済全体へ悪影響を与え、かえって長期的収入が減少する場合。

この場合には、独占的資源保有者としては経済全体の繁栄を考慮しながら収入を最大にするように価格及び生産量を決定することになる。

#### 5. おわりに

ここでなされた議論には、非常に複雑な経済や資源問題を非常に単純化したモデルにより考察したという制約がついている。そうであるとしても、ここで得られた結果は、希少な資源が経済成長に与える影響は技術進歩率に、また独占が資源の生産や価格に与える影響は資源と他の生産要素の代替弾力性に、大きく依存していることを示している。それ故、それらが実際にどのような状況にあるか解明するための実証的研究、及びそのような状況を打開するための技術研究開発が更に推進されることが望まれる。

#### 参考文献

- 1) Dasgupta, P. S. & G. M. Heal, *Economic Theory and Exhaustible Resources*, Cambridge University Press, 1979.
- 2) Kamien, M. I., & N. L. Schwartz, "Disaggregated Intertemporal Models with an Exhaustible Resource and Technical Advance," *J. of Environmental Economics and Management*, 4, 271 - 88, 1977.
- 3) Solow, R. M., "Intergenerational Equity and Exhaustible Resources," *Review of Economic Studies*, Symposium, 1974.
- 4) Stiglitz, J., "Growth with Exhaustible Natural Resources: Efficient and Optimal Growth Paths," *Review of Economic Studies*, Symposium, 1974.
- 5) " " , "Growth with Exhaustible Natural Resources: The Competitive Economy," *Review of Economic Studies*, Symposium, 1974.
- 6) " " , "A Neoclassical Analysis of the Economics of Natural Resources," in V. K. Smith (ed.), *Scarcity and Growth Reconsidered*, Johns Hopkins University Press, 1979.