

9. 資源の有限性の認識

9-1. 資源は枯渇するか？

本書では今まで資源経済学と呼ばれる世界をあれこれと「つまみ食い」して来た訳ですが、その中で敢えて触れずに後回しにして来た、とっておきの話題があります。それは「資源の枯渇」に関する議論です。この議論はご存知のとおり1970年代のオイルショックの頃に盛んに取り沙汰され、資源経済学が経済学の一分野として認知される契機となったものです。しかしその後の社会情勢や資源市場の状況の変化につれてこの議論も様相を変えてゆき、今では「持続的成長」という正反対の意味のキーワードで語られる場合が多くなりました。こうしたお題目の変化は、資源の有限性に関する認識がいつの間にか大きく変化してしまった事を示しています。これに気付かずには四半世紀前の議論を蒸し返しても、今では社会に対して説得力を持つ主張には到底なり得ません。

ここではこうした資源の枯渇の話題を中心に上げます。それと共に、本書も「ネタの枯渇」が近付いてきました。

資源は枯渇しない？

経済学では人間にとって有益なものは全て資源と呼びますが、中でも天然資源に関しては、再生可能（renewable）資源と再生不能（non-renewable）資源との区別がなされます。前者は一部分を消費しても一定の時間を経れば量が元に戻るもの（森林・漁業資源などの生物資源）、後者は一度消費すると元には戻らないもの（金属・エネルギー資源などの鉱物資源）を指します。

但し厳密に言うとは両者の区分はあくまでも再生に要する時間の長さの程度によるものです。かつては、今で言う再生不能資源は全体量が限られていて消費してゆくといずれ必ず枯渇するという意味で、有限ないしは枯渇性（**exhaustible**）資源と呼ばれていました。

ただし市場経済を前提とした経済学では、ある日突然ある資源が物理的に枯渇してしまうという事態は有り得ないことになっています。それは、全ての資源には必ず代替品（**substitute**）が存在し、市場原理はこうした代替品間の置き換えを自動的にスムーズに行うはずだからです。例えば電線は普通銅で作られますが、これは同等の電気伝導度や伸展性等を示す金属の中では銅が最も安いからで、技術的には他の材料でも電線は作れます。従って銅資源が残り少なくなって銅の値段が上がり、その他の材料の値段を上回るようになると、例え未採掘の銅鉱石がまだ残っていたとしても、もはや銅は電線には使われなくなります。この状態は「経済的枯渇」と呼ばれ、物質自体が物理的に無くなってしまふ「物理的枯渇」とは区別されます。逆にまだ代替品に比べて値段が安いうちは、更に値上がりする余地のある銅鉱石を必要以上に急いで掘り尽くそうとする生産者は居ないでしょう。結局のところ、市場原理が働いている限り、「物理的枯渇」は起こらないのです。

こうした枯渇性資源に対する経済学的考察の方法は、経済学における通常の理論と異なる面が多々あります。こうした特殊性を意識した前提条件の下で枯渇性資源の供給形態を理論化したものが、資源経済学の基礎の代名詞とも言える「ホテリング理論」と呼ばれる考え方です。

ホテリング理論

ハロルド・ホテリングは、1931年に枯渇性資源の供給理論を体系化した論文を発表した経済学者です。その理論は発表当時は誰も注目しなかったようですが、オイルショックの時代に一躍脚光を浴びる事となりました。そのため今では「資源経済学の祖」とでも呼ぶべき存在に奉り上げられています。

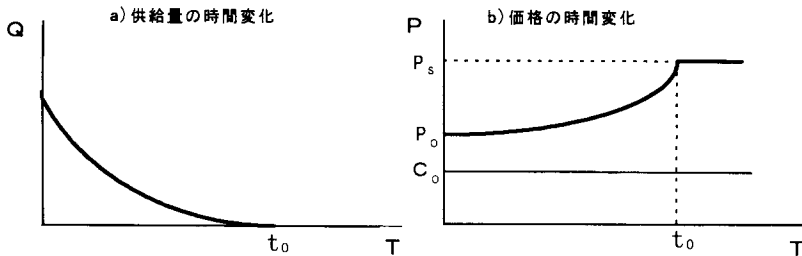


図9-1-1：ホテリング理論による枯渇性資源の生産量 Q と価格 P の時間変化

ホテリング理論は、DCF分析の考え方と、古典経済学の常套手段である「収益最大化」を前提とした上で、枯渇性資源の生産者（資源保有国ないしは鉱山会社と考えて下さい）の挙動を理論化するものです。これを価格と生産量の時間変化のグラフで示したのが図9-1-1です。ここでは生産者はその資源の残りの量を正確に知っていて、その開発から得る収益を最大にしようとします。利益が最大となるのは、本書7-1の「ホテリング評価原理」の項で示したとおり、生産一単位あたりの生産コスト（図9-1-1(b)の C_0 ）と価格との差（=収益単価又は限界収益）が市場割引率 r で上昇する時です。生産者が収益最大化を望むならば、需要曲線が動かない限り、年々生産量を減らして価格を釣り上げるでしょう。結果として図9-1-1が示

すように、枯渇性資源の供給は時間と共に減少し価格は上昇するというのが、ホテリング理論の骨子です。

ただし通常どの資源でも各用途毎に代替品が存在し、前述の「経済的枯渇」の事態が起こり得るので、価格には上限があるはずで、価格がこの上限(図9-1-1(b)の P_s)に達した時点で生産者の手元にまだ資源が残っていると、これらについては希望の価格で売ることが出来なくなり、価値が目減りしてしまいます。そこで生産者は、価格がこの値段に達する前に手持ちの資源を売り尽くそうとします。そのためには、資源の当初の価格を低めに設定して、早いうちに多く売ってしまう必要があります。ただし価格を低くしすぎるとかえって収益が減ってしまうので、価格が上限に達すると同時に資源が枯渇するような当初価格(= P_0)が生産者の収益を最大にするのです。従って、資源の残量と価格の上限(= P_s)が判れば、現時点での価格をいくらに設定するべきかが決まり、それによって資源枯渇までの時間(t_0)も求める事が出来ます。

1970年代に原油を始めとする地下資源の価格が軒並み上昇してゆくのを目の当たりにした経済学者は、こうした事態がホテリング理論の示す生産者の挙動に類似している事に注目しました。生産者が地下資源の枯渇を見越した価格吊り上げを始めたのではないかと考えたのです。当時は生産者の意向で決まる建値が資源市場を大きく左右する時代でした。そこで、ホテリング理論の前提となる枯渇性資源の単純な条件設定に、価格上昇に伴うカットオフ品位の低下による資源量の増加、良質の資源が先に消費される事による生産コストの上昇、需要曲線のシフトなどの要素を加え、より現実的な条件下での収益最大化の方法を数学的に求める研究がにわかに盛んになりました。こ

うして枯渇性資源に特化した特殊な経済理論が急速に構築されていったのです。

しかし80年代に入ると資源価格の上昇は止まり、安値で変動する時代に入りました。その直接の原因は高値を当て込んだ開発ブームによる供給増と、高値を嫌った消費の手控えによる需要減だと言えます。しかしその背景には、資源相場の主導権が生産者建値からLMEやCOMEXなどの市場価格に移り、こうした需給バランスがそのまま価格に反映されるようになったという変化があります。その結果、生産者が意図的に価格を吊り上げる事が出来なくなっただけでなく、市場での商品取引に伴う思惑売買により需給バランスの変動が増幅され、価格が不規則に変動するようになりました。

結果的に、生産者の利益最大化が実現される状況を前提としたホテリング理論は、もはや現実の資源供給のメカニズムを説明する手段としては使えなくなりました。しかしこの理論は枯渇性資源が経済学的な取り扱いにおいて非常に特殊である事を象徴的に示しているので、今でも資源経済学の教科書や講義でその基礎が紹介されるのが普通です。

資源の存在形態と枯渇問題

地下資源の供給が現実にはホテリング理論の通りにはならない理由としては、生産者に価格決定権が無い事の他に、より本質的な原因として、資源量は探査や技術開発によって増やせるという事実が重要です。優良鉱床発見や金属回収技術の進歩により生産コストが下がれば、価格を上昇させなくても利益を確保出来るので、生産者にとっては、徒党を組んで強引な価格吊り上げを図るよりも、探査と技術開発を進めた方が、利益を大きく出来る可能性

が高いのです。ホテリング理論では資源量や生産コストは一定で価格のみが任意であると仮定していますが、現実にはむしろ逆だと言えるでしょう。

新鉱床発見や低品位鉱石からの生産が可能となれば、資源量が増えるので、鉱物資源は枯渇することなく供給され続けます。そういう意味で、これらを枯渇性資源と呼ぶのは誤解を招くとして、最近では再生不能資源という表現が使われるようになっていきます。

しかし、新鉱床の発見や生産技術の低コスト化により新たな供給源を確保してゆく事自体も、当然ながら決して容易な作業ではありません。しかも地質学的な存在形態の違いによって、資源毎にその問題の様相にバリエーションがあります。

経済学では、均質な地下資源が決まった量だけ地下に埋まっていると考えがちですが、実際の地下資源は様々な性質（金属鉱物資源で言えば、品位、鉱物種、鉱床の形状、埋蔵深度など）を持っており、これらの違いによって採掘・精製コストが大きく違います。金属資源の場合、どんな石ころにもほぼ全ての金属元素がそれなりに含まれていて、このような形で存在するものを含めた元素の総量は膨大なものになります¹⁾が、現状の価格と技術では、普通の石ころの中の微量の金属を回収していたのではコストが価格を上回ってしまうので、実際には、金属元素が局所的に異常に高い濃集を示し、従って現状の価格と技術で経済的に回収できるような部分、すなわち鉱床が選択的に採掘されています。

1) 例えば、**Erikson** (1973) による試算では、大陸地殻中の銅・鉛・亜鉛の総量はそれぞれ760兆トン、200兆トン、1220兆トンとなります。これは現時点でのこれらの金属の世界の年間消費量で見ると1千万年～1億年分に相当します。これらが地殻全体に均等に散らばっていると仮定すれば、地下100mまでの浅部にある金属だけでも、その500分の1程度、つまり数万年～数十万年分にはなるはずです。

鉱床はそもそも元素の存在形態としては非常に希なケースですから、この形で存在する金属の量は全体のうちのごく一部です。逆に言えば、より濃集の度合いが低く採掘・精製に大きなコストを要する産状のものほど、その形での存在量は多いと考えられます。例えば、銅の地殻岩石中の平均含有量は0.005%程度と見積もられているので、銅を含む地殻岩石の品位で言えば恐らくこの位のものが最も多いでしょう。現在採掘対象となっているような地下浅部に銅品位1%前後の鉱石として存在する銅の総量は、全体から見ればごく僅かであるはずで

このように、少なくとも今までに我々が採掘・精製してきた鉱物資源は、地殻中の全存在量の中ではかなり例外的に良質な（＝回収コストが安い）部分で、従って現状より質の悪い資源ほどその存在量は多いと考えられます。こうした資源量とその採掘・精製コストとの関係をヒストグラムの形で示したのが図9-1-2です。

図9-1-2のa)は、ヒストグラムの左側の裾野、つまり平均より安く回収出来る側の分布がスムーズな単調減少を示すケースです。この場合、現在の技術・価格レベルが変 b 化してより高コストの鉱石が利用可能となった場合、その対象となる資源の量が一回り大きくなるので、その後当分の間はそれ以上の価格上昇やコスト削減ニーズが起こらないで済みます。一方b)の方は、左側の裾野にへこみが在り、そのレベルのコストで供給出来る資源の量がその前後に比べて非常に少なくなっています。この場合、へこみより左側の低コスト資源を使い果たしてしまうと、例え多少の価格上昇や回収コスト低下があったとしても、経済性のある資源の量は落ち込んだままで回復しません。この状態に陥ると、供給不足から価格が上昇し、その結果まず使用

済み材料からのリサイクルが進むでしょう。また一方で、比較的簡単に代替出来る用途については需要の方が減少するはずです。この2つの調整で需給

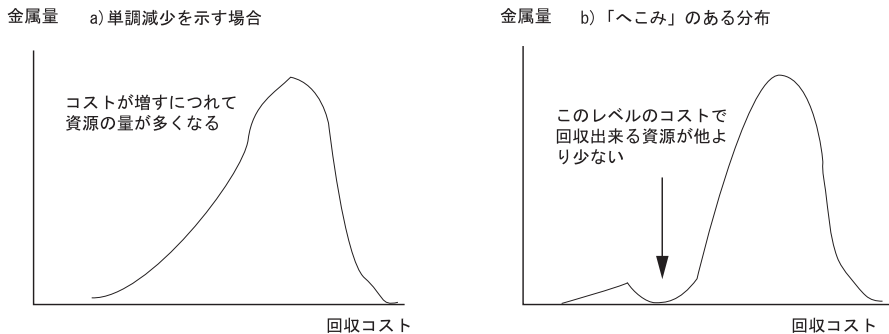


図9-1-2：資源存在量の生産コスト別ヒストグラムの2つの形態

バランスが釣り合えば、敢えて資源の存在形態の山のへこみを乗り越えてより高価な資源を利用する必要はなくなります。これはいわゆる「経済学的枯渇」と全く同じ状況です。もし需要の大部分が不可欠かつ代替不能で、リサイクルだけでは需要を満たせないような場合には、価格はへこみを越えた先の存在形態のレベルまで上昇し、その利用が継続されるでしょう。ただしその過程で産業・社会生活に大きな混乱が生じる事は必至です。

では実際に、資源の回収コスト別の存在量ヒストグラムにこうした「へこみ」が存在するような例はあるのでしょうか。その実例を見てみましょう。

鉱物学的バリア

岩石中に存在するベースメタルの初生的な形態は、硫黄等と結合して硫化鉱物を形成する場合と、珪酸塩鉱物中を構成するイオン半径の似た元素（ア

ルミニウム、カリウムなど)の一部を置換して固溶体を作る場合とに分けられます。一般に硫化鉱物の形で存在するためには、岩石中に少なくとも0.1%程度のベースメタルが含まれている必要があり、それ以下の量しか存在しない場合は普通は珪酸塩鉱物中に取り込まれてしまうと言われています。この0.1%という数字はあくまでも経験的なもので、厳密には元素や鉱物種、更には岩石の形成過程によりレベルが異なるのですが、銅、鉛、亜鉛については概ねこの位が妥当な線でしょう。

硫化鉱物と珪酸塩鉱物とでは、その中に含まれるベースメタル元素を結晶構造から引き剥がして単体イオンの形にするために必要なエネルギーが大きく異なります。銅を含む雲母を3割程度含む岩石から銅を分離・精製するのに必要なエネルギー量は、同じ品位の銅を黄銅鉱の形で含む岩石から分離・精製する場合の約10倍になるそうです。この事は、粗鉱品位が同じでも硫化鉱石と珪酸塩鉱石とでは選鉱・製錬コストが一桁違うことを意味します。

銅の場合、資源存在量を品位別に区分けしたヒストグラムでは、ピークの左側はほぼ単調減少を示すと考えられますが、これを銅地金の生産コストでの区分けに置き換えると、品位0.1%を下回る付近に相当する部分に大きな「裾野のへこみ」がある訳です。従って、品位0.1%程度までの銅硫化鉱を掘り尽くしてしまうと、その先の供給源として回収コストが一桁高い珪酸塩鉱を利用せざるを得ません。硫化銅鉱でさえ低品位になると生産コストを押さえるために採掘法や回収技術に多くの改良と工夫が必要となりますが、これが珪酸塩鉱が対象となると、技術を根底から立て直す必要があり、ましてやこれを硫化鉱並みのコストで行う事はほとんど至難の技だと思われれます。

こうした硫化鉱物と珪酸塩鉱物との間の資源の回収コスト分布のへこみは、

「鉱物学的バリア」とか、最初に指摘した地質学者の名から「スキナーのギャップ」などと呼ばれています。これは主に硫化鉍から回収されている金属資源に共通するもので、まだこのバリアを越えて回収・利用され続けた実績のある金属資源は存在しません。これは硫化鉍物の形での資源量がそれほど豊富だったという事でもあるのですが、それでも今後いつかはこうした事態に直面するはずです。それまでにどの程度の時間（＝硫化鉍としての資源量／消費ペース）が残されているかについては、様々な見積もりがあつて一概には言えませんが、いずれにせよ、こうしたバリアを越えて供給を続けるためには、珪酸塩鉍へのソース切り換えによるコスト上昇を、需要が消滅しない程度のレベルに食い止められるだけの技術を事前に確立しておく必要があります。これがベースメタル資源が本当に枯渇（ただし物理的ではなく経済的に）するかどうかを決める重要な要素であることは間違いありません。

逆に言うと、アルミのように既に珪酸塩鉍物から回収されている元素については、今後当分の間はこの種のバリアに遭遇することはないと言えるでしょう。酸化鉍物として産することの多い親鉄元素についても同様です。

その他の経済的枯渇要因

「鉱物学的バリア」は、金属資源の経済的枯渇の可能性に関する地質学サイドからの警鐘だと言えます。しかし現実には、この事態に至らずとも、別の理由により経済的枯渇が起こる可能性があります。

その最も一般的な形は、需要の減少がきっかけとなって起こる場合です。需要の減少によりその価格弾力性が非常に強まると、価格がかなり安い時にだけ需要があるという状況になり、最小限の量の供給における供給価格がこ

れを上回ってしまい、需要曲線と供給曲線とが交わらなくなるという事態が起こり得ます。これは、その金属の供給が「鉱物学的ギャップ」に突入して価格が急上昇した時に最も劇的に生じる事態ですが、別の原因でも起こり得ます。例えば、その金属の用途が全て他の価格的に同レベルの資源と相互に代替関係にある場合には、価格が代替品より安くなると一気に需要が起こりますが、高くなると全て取って代わられてしまいます。このような場合、代替品の価格が安値で推移し需要が途絶えると、その金属の供給体制を維持出来なくなり、結局資源を残したまま利用を中止、つまり経済的枯渇に陥ります。その典型的な例は硝石で、空中窒素固定技術の出現により一気に全需要が代替されてしまいました。またいわゆる「ヤマ硫黄」も、別のソースから供給される硫黄に代替されて事実上「経済的に枯渇」しました。一度供給体制が崩れてしてしまえば、その後代替品の価格が上昇して再度需要が生じても、もはやそれに見合う価格での供給は出来なでしょう。

また逆に、供給側の都合で急に供給コストが上昇してしまった結果、それまでの需給バランスが崩れて、上述のような状態に陥ることも考えられます。これは特に他の金属とセットで回収されている金属に生じる可能性が高いと言えます。この場合、同時に産する他の金属の価格が下がってこれからの収益が期待出来なくなったりすると、その分こちらの金属にコストをオンセざるを得ず、残り資源量や鉱石の質に関係なく、供給コストが上昇してしまうのです。例えば、通常鉛と亜鉛はペアで産し、同時に生産されますが、近年鉛の需要は一部の環境問題やリサイクルの普及により頭打ちになっており、仮にこの傾向が今後加速して鉛の生産で利益が出なくなったとすると、それまで鉛からの稼ぎで一部を賄っていた生産コストを全て亜鉛から稼がねばな

らなくなります。もしそれだけの利幅を持てるような価格が実現できなければ、亜鉛は供給出来ないのです。

これらの理由による「経済的枯渇」の可能性は、今すぐ起こっても不思議はないという意味では、より現実的な問題です。ただし、残り少ない資源がより量的に豊富な材料に代替されるような場合には、経済的枯渇はむしろ歓迎すべきことでしょう。金属資源は今まではむしろこうした効果的な代替のターゲットとされてきた訳で、今後もこうした「望ましい形での枯渇」を迎える資源があるかも知れません。

資源を上手に枯渇させるために

「探査と回収技術の開発を着実に進めてゆけば地下資源は枯渇しない」と言う説明は、資源供給コストの分布に大きなギャップが無い事が前提となっています。もしこうしたギャップが存在するとなると、人類によるその資源の利用がその段階に達した時点で、本当の意味での枯渇ではないにせよ、現実の資源供給に対して重大な問題が生じるでしょう。幸いにして現時点でこの種の問題に直面しているという資源は思い当たりませんが、人類による地下資源利用が現在のペースで続いてゆけば、今後そう遠からぬ将来にこういった問題が必ず起こるだろうと思います。

オイルショックを景気ににわかに取り沙汰された資源の枯渇問題は、ある面では地下資源の利用と開発の実態を熟知していない経済学者やマスコミ等による空騒ぎであったかも知れません。しかし今回述べたように、資源の物理的枯渇はあり得ないにしても、地下資源の地質学的性質と市場経済メカニズムとの連鎖反応により、実質的に資源が利用できなくなる可能性は依然と

して存在します。こうした「経済的枯渇」は、それ自体は必ずしも悪いことではないのですが、これが悪い形で起こると、品不足や価格高騰による需給関係の混乱によって社会に悪影響が残ります。硝石やヤマ硫黄の例のように需要サイドには表立った混乱は起きなかったケースもありますが、それでも我が国の酸性坑廃水による環境汚染の源の多くがかつて大規模に稼行された後に放棄された旧硫黄鉱山であることを考えれば、ヤマ硫黄の経済的枯渇は社会に全く被害を与えなかったとは言えないはずです。現状の不完全な市場経済社会下においては、資源の経済的枯渇は、よほど周到に準備され対処されない限り、必ずや市場の混乱とその弊害を生じさせると考えるべきだと思います。

従って、長期的な視野に立った資源の安定供給を目指すという意味では、一部の資源が経済的枯渇の時期を迎える際に、これをいかに安泰に成就させ、極力波風を立てずに新たな供給体制に軟着陸させる事が、最も重要ではないかと思います。その意味では、いずれにせよ生産者が市場メカニズムに追い立てられて行わざるを得ない目先の探査や技術開発よりも、将来直面すると予想される資源供給コストのギャップの克服を念頭に置いた探査手法や生産技術の研究の方が重要だという事になります。深海底鉱物資源の調査・開発などは、正にこういった類の作業であると言えるでしょう。

こうした資源の経済的枯渇への対処は、通常は各資源毎の個別の事情に応じて考える必要があります。ただし近年になって、広く地下資源に共通した経済的枯渇の原因となり得る要素がにわかにクローズアップされています。これは、現状の市場経済システムでは市場で取引し出来ないものの価値が決定出来ない事が、持続的成長を達成するための最大の障害であるという観点

から、この種の資源（例えば、きれいな空気、酸素を作り出す森林、美しい景色など）に強引に値段を付けてしまおうという考え方です。これによって持続的成長に必要な全ての資源が市場メカニズムに載る事になり、「神の見えざる手」によるバランスの取れた配分が実現出来るというもので、近年米国の経済学者によって真剣に検討が行われています。この考えがGDPの算出方法などの経済指標に導入されると、地下資源の価値が相対的に低くなり、経済的枯渇を必要以上に早めてしまう可能性があります。資源の経済的枯渇をスムーズに進める事を考える上で、この試みの今後の動向は注目せねばなりません。

9-2. 資源は誰のもの？

これまでDCF理論に始まって、マイクロ経済入門、リスク評価、資源の需給構造など、様々な話題を思いつくままに「つまみ食い」してきました。しかし話の展開の中で一つだけ、始めから決めていた事があります。それは、最後に資源の有限性の話を紹介して締めくくる事です。と言うのも、資源の有限性に関する最近の経済学上の議論は、我々が日頃感じている実感とは全くかけ離れたものであり、その事実を知った事が、資源経済学を学んだ中でも最も印象に残ったからです。

かつては「有限性」こそが地下資源の特徴を示すキーワードであると考えられ、この性質故に1970年代半ば頃に資源経済学が普通の経済学とは別の体系を確立しました。しかし現在では逆に「資源は常に有限」であり、中でも市場取引が普通に行われる地下資源は、相対的に有限性の度合いが低い資源であるとみなされています。たかだか20年余りの間にこんなに考え方がひっくり返った学問も珍しいでしょう。

本書の最後を飾る話は、まだ教科書にも出てこない、つまり最終的な歴史的評価をまだ受けていない、経済学的議論の渦中にある問題です。

もはや地下資源は有限ではない？

かつては有限性の象徴であった地下資源が、今では有限性の低い資源になってしまった原因には、幾つかの背景があります。まず経済学全般、ひいては世間の風潮として、政府による経済統制よりも、市場原理に任せた自由競争が好まれるようになった事があります。社会・経済活動に必要な不可欠な各種の資源の供給をバランス良く行い、不必要な浪費による無益な枯渇を避けるために採るべき策として、政府の経済政策よりも、しっかりした市場を構築してその需給調節機能を利用した方が良いと考えられるようになってきました。その点地下資源に関しては、オイルショック以降世界規模の市場システムが急速に確立して来ましたから、今後の課題は比較的少ないという事になります。

これと表裏一体をなす重要な変化が、いわゆる環境意識の高まりです。それまで経済論では余り省みられなかった、澄んだ空気、きれいな水、美しい風景、貴重な動物などといったものが、「人類共通の財産」という形で、社会にとって不可欠な資源であると認識されるようになりました。これらについては市場システムによって需給関係が調整される事が無く、従って価格も曖昧ですから、放っておくと野放図に消費され、枯渇してしまうという危機感が生まれています。

こうして地下資源は有限性トップの座を環境資源に明け渡すだけでなく、その開発は逆に環境資源の有限性を更に助長するという悪玉のレッテルまで貼られてしまっています。これがそもそもの事の始まりです。

「持続的成長」の意味するもの

最近の経済学や国の経済政策が目指すべき目標として頻繁に使われる言葉に「持続的成長 (Sustainable, Sustained or Sustaining Development)」があります。これはオイルショックの頃に流行った「成長の限界」という言葉を受けたもので、「成長の限界が来ないようにする」という意味ですから、資源の有限性に関する問題意識であることに変わりはありません。

ただしこれら2つの言葉の使われ方には、2つ時代の間での社会認識の差が如実に表れています。「成長の限界」という言葉は、現在のペースで経済成長が続けばやがて石油などの地下資源が枯渇し、経済活動に支障が出て「成長の限界」を迎えるだろうという、半ば予言のような形で使われました。一方今日における「持続的成長」はもっと広い意味で、特定の資源の無計画な浪費を続けると、一時的な経済成長は実現出来ても、いずれその資源が枯渇すれば成長が止まってしまうので、これを避けるためには各種の資源をバランス良く分配・利用せねばならないという、経済理論や歴史上の教訓から帰結される「教訓」なのです。

また両者の違いは、経済成長に必要なものは何かという認識の歴史的変遷でもあります。25年前にはとりあえず地下資源さえあれば経済成長は可能だと考えられていたのが、今ではその他に社会の安定、市場システム、自然環境、社会資本、文化的背景など、様々な要素が揃っていなければならないと認識されているのです。

こうした背景を考えれば、地下資源の重要性に対する社会認識の地盤沈下はある程度止むを得ない面もあります。事実、第二次大戦後に大きな経済成長を遂げた国の多くが必ずしも地下資源に恵まれた国ではなかったという事

実があるので、地下資源を自ら所有する事は経済発展のために必ずしも必要不可欠ではないと言わざるを得ません。その結果、地下資源の有限性の議論はもはや資源経済学の中に納まらなくなり、「持続的成長」の実現のためにはどうすれば良いかという議論の中で、他の種類の資源に対するのと同じ視点から検討すべき課題となっているのです。

環境資源への市場メカニズムの導入

地下資源に代わって近年その重要性と希少性が声高に主張されているのが、いわゆる環境資源と呼ばれるものです。これには、清く安全に保たれた空気や水、人々の心をなごませる自然環境、更には野生動物や人類の歴史・文化的遺物なども含まれます。こうした環境資源が人々の生活向上、ひいては経済活動の成長にとって必要な要素である事は、現在では万人が認めるどころです。

しかしその必要性の度合いを何で測るかという、ある時は人々が生活し得る環境を享受する権利の重さとして、またある時には観光資源としての経済価値として、場合によっては文化・哲学的な価値観によってという具合に、必ずしも一定の尺度がありません。その結果、環境資源とその他の資源との間で一方を利用し他方を断念するという選択を迫られた際には、万人が納得する絶対的な選択基準が存在せず、いかなる選択に対しても必ず感情的な反論が出るというのが実状です。諫早湾の干拓の問題などはその典型でしょう。

持続的成長を実現するために考えなければならないのは、複数の資源の利用度の比率を合理的に決める方法です。経済学はその合理性を判断する尺度として常に金銭価値を用いますから、これで価値を測れない資源をどう配分

したら良いかについては答えを出せません。環境資源の多くはその金銭価値を直接計測出来ないの、持続的成長を実現するために最善と思われる配分方法が判断出来ないのです。

環境資源が経済価値を持ってない原因は、これが直接市場で売り買い出来ないからです。そもそも経済価値は市場における需給バランスに応じて発生するものですから、売り買い出来ないものには値段の付けようがありません。かつてはそれ故に、環境資源は経済学では無視されていました。しかし科学的な知識と社会的な認識がこれを重要視している以上、何等かの形でその価値を考慮に入れた経済判断を下さなければなりません。

このジレンマに対する解決策として以前より理論的に指摘されており、近年では一部が実験的に導入されているのが、環境資源の市場作りです。要は、環境資源を売り買する市場を作ろうという話です。

以前にマイクロ経済学における経済余剰の話の中で、現在米国等で「環境税」ないし「排出税」と呼ばれるシステムが導入されつつある¹⁾と書きました。これは主に工場の排煙・排水中の一酸化炭素や重金属の排出規制策として、単に排出基準を守る事を義務付けるのではなく、排出量に応じたペナルティを科すという課税方法の事ですが、その中でも革新的な案として、こうした有害物質を排出する権利を国が工場に売り、工場はそれを他の工場に売る事を認めるというシステムが検討されています。この「排出権」の発行総量は

1) 最近我が国でも似た名前の税制の導入が検討されていますが、これは単に単位排出量当たり幾らかの税金を聴取するというもので、ここで言うような売り買い出来る権利ではないようです。そもそも「排出権」のシステムは一見すると国が有害物質の排出を公認するようなイメージがあるので、導入にはかなりの勇気と説明が必要でしょう。しかしこの分野の先進国である米国の一部の地域では近い将来このシステムが導入される事が決まっています、この権利の先物取引までが既に始まっています。

国が決めますが、これを買取った工場は、そこに示された有害物質排出許可量を全量自ら排出しても、一部を排出して残りの権利を他人に売っても良いのです。これにより、低コスト排出量削減技術を持つ工場が売り手となり、その技術を持たない工場が買い手となるような市場が成立するはずです。こうした市場が発達すれば、排出量を削減すること自体がビジネスとなり、技術開発が促進されるので、排出量を押さえるための経済余剰のロスが減り、排出総量自体をも減らせる可能性があります。

この「排出権」のシステムは、本来市場が存在しなかったために経済価値が決められなかった「きれいな空気・水」という環境資源を、これを維持出来る範囲での排出の権利を売り買いするシステムを作る事によって、間接的に市場メカニズムの適用対象に組み込んでしまおうというものです。これによって、競争原理による企業努力や需給バランスの自動調整などといった市場システムのメリットをこの分野にも導入し、これによって排出総量の規制を自動的に行う訳です。例えば、もし将来新たに大きな工場が地元に進出を希望し、その経済効果は非常に大きいけれど有害物質の排出量が増えてしまうという状況で、これを受け入れるかどうか判断する際に、従来のやり方であれば新工場の経済効果を選ぶかきれいな空気を採るかという難しい判断を強いられるところを、このシステムでは、新工場の操業のために必要な排出権を市場で調達する価格と新工場の経済効果との経済価値を単純に比較するだけで良いという事になります。

このように、従来市場取引が出来なかった環境資源も、よく考えられたシステムを導入する事によって、多少擬似的ではあるにせよ、市場での取引によって経済価値を決定する事が可能となります。こうした「市場メカニズム

の導入」は、実は多くの種類の環境資源について検討されており、全体として一つの方向性を形作っていると言えます。市場メカニズムの導入とは、要するに値段を付けて売り買いする事ですから、実際にこの分野（「環境経済学」と呼ばれる分野です）において研究されているのは、主にきれいな景色や手付かずの自然といった環境資源に、適当な経済価値を設定する方法についてです。

環境資源の経済価値

環境資源の中でも特に景勝地や自然公園といった類のものは、本来の自然の状態が維持されている事に価値があります。諫早湾の干潟もその一つでしょう。こうした資源は個人が所有したり売り買いしたり出来るものではありませんから、市場価格は存在しません。また誰かがこれを作った訳でもないので、製造原価も存在しません。従ってこうした資源の経済価値は、通常の経済学の方法では決定出来ません。しかし現実には、金銭的代償を払ってでもこれらを見物しに訪れたり維持しようとしたりする人が居るのですから、こうした景勝地や自然公園にはそれなりの経済価値があるはずだと考えられます。

環境資源の多くは、市場において適切な経済価値を決定する事が出来ないもので、ともすれば経済活動の中で不当に軽視されたり、逆に必要以上に優遇されたりしてしまう可能性があります。全ての資源を効率的に配分・利用する上でこれは非常に都合が悪いので、環境資源の価値も何らかの方法で適切に評価し、社会・経済活動全体の中で正当に位置付け、適切に配分・利用してゆかねばなりません。

こうした「市場取引されない資源の経済価値判定」の手段としては、大きく2つの方法があります。一つは**Travel Cost**と呼ばれる方法で、既に観光地になっているような場所において、ある期間にそこを訪れた人々がそこまでやって来るのに要した費用を全員分足し合わせた額が、当該期間にその環境資源が生み出した経済価値に等しいとするものです。これは非常にオーソドックスな評価方法ですが、実際にこれを計測するのは容易ではなく、また既に観光地として定着している環境資源でないと適用出来ません。

これに対して最近研究されているのが、**CVM (contingent valuation method)** などと呼ばれる方法です。これは一言で言えばアンケート方式で大勢の人に対し仮定の市場取引にいくら払う気があるかを聞いてみるというものです。例えば、「もし諫早湾の干潟を保存する権利証が街で売られているとしたら、あなたは幾らならこれを買いますか？」といった質問を多くの人に於いて、その答えの分布から、もし諫早湾の干潟を保存する権利が市場で売り買いされたとしたら幾らの値が付くかを推定するのです²⁾。この方法では、観光地になっていない、そしてなり得ない環境資源に対しても仮想市場価格を決められるという利点がある一方で、アンケート調査という形式の常として回答振りが質問の並べ方や背景説明の仕方に影響されるため、その気になれば得られる値を意図的に操作できるという問題があります。

いずれにせよ、これらの方法で得られた環境資源の仮想市場価格は、通常は環境資源を他の用途に転用する（例えば地下の鉱床を開発するために地表

2) ここでポイントとなるのは、干潟の所有権を売るのでなく、あくまでも開発を凍結して現状を保存する事に対する賛同の意志を資金カンパのような形で集めるという点です。従ってその意図はいわゆる「一坪運動」と似ていますが、一坪運動は所有権が市場で売買されるのを阻止するために行われるのに対し、CVM等は逆に保存権の市場価格を推定しようというものですから、事の本質はかなり違います。

の原生林を切るなど) 事に対する是非を検討するための費用対効果分析 (**cost and benefit analysis**) の際に、その費用の方に計上されます。もちろんこの他に、地元の住民が直接この原生林から得ている収入等があれば、これも開発の結果生じるロスとして費用に計上されます。従って仮想市場価格とは、問題としている環境資源に対して直接的な経済的利害関係を持たない人々が、これに対して観念的に感じている価値の大きさを、金銭価値に換算したものだと言う事が出来ます。

こういう多分に曖昧な価値判断の結果をも経済価値に含めてしまうという意味で、CVMによる環境資源の経済価値設定にはまだまだ多くの批判もあります。しかしいずれにせよ環境保護の論理は全てが科学的な事実の積み重ねではなく、少なからぬ部分に観念的な要素が入っていますから、観念的な部分を否定する事は環境資源の価値自体を否定してしまう事になり、それもまた現状には馴染まないでしょう。

こうして個別の詳細な内容については様々な議論が繰り返されながらも、近年の経済学全体の傾向として、従来は市場メカニズムの適用外とされていた環境保護や公共福祉などの分野に市場原理や自由競争を持ち込もうという流れがあります。ただしその中で環境資源を含む天然資源が他と異なっている特徴として、市場と言っても、基本的にその売り手は国に限定されているという点があります。つまり、資本や労働といった経済資源と違って、天然資源の場合はその本来の所有者(地球、或いは神様?)が市場メカニズムの原動力である利潤の最大化の意志を持たないため、この役割を行政者が代行する必要があります。

天然資源の所有権は誰に？

環境資源の場合、仮に仮想市場でその経済価値が与えられているとしても、それは社会全体に共有される価値観を形にただけのもので、国民は実際に金を払っている訳ではありませんから、これが失われる事に対する損害賠償を請求出来る特定の人には居ないはずで、従って、これに関する費用対効果分析の際に天秤の反対側の皿に載せるべき経済効果は、やはり特定の人に対するものではなく社会全体に対する経済効果である必要があります。もちろん程度問題はありますが、例えば保存する価値が2億円とされる原生林を開墾した土地に広く国民一般が利用出来る公共施設を作ると3億円の公共的な経済効果を発揮するというのであれば、この開発行為は市場原理的には理に適うという事になります。しかし、そこに地主の大邸宅が出来るのであれば、例えそれが地元で3億円の金を落とすとしても、費用対効果としては費用が上回るという事になります。

このような場合、資源の所有者が経済意志を持った個人であれば、自らの価値観によって実質的に自分に帰って来る効果を選び出し、これに基づいて取引の可否の判断をしましょう。しかし天然資源の場合こうした判断を行う当事者が居ないので、国や自治体がこれを代行する事になります。これは実質的には、その資源の所有権を国が持っていて、これを失うという費用に対して国は自らの価値観の範囲内でそれを埋めるだけの効果を要求出来るという事です。少なくとも環境資源に関しては、このように実質的にその所有権は国などの行政側にあるとみなす事が出来ます。すなわち、市場メカニズムの導入といっても実際には、供給側は常に行政者であり、需要曲線は仮想市場での推定に過ぎないという条件が付くのです。

もちろん地下資源の場合は、鉱業法などの定めに基づく手続きがなされれば、鉱区料を聴取する代わりに鉱業権を与えるという形で実質的に資源の所有権は鉱業権者に移管されます。しかしこの際の権利はあくまでも直接的な経済的利害に関するものに限られ、不特定多数の社会全般が価値を認める環境資源がそこに存在していれば、仮想市場においてその部分に与えられた経済価値については引き続き行政者がその権利を主張出来るはずです。

この辺が、環境資源という概念の無かった時点で作られた鉱業法の基本的な位置付けと、その後の資源に関する考え方の変化の結果確立した環境資源という概念との間の違いだと言えるでしょう。そしてこのバランスの悪さが、一部の経済学者に、いっそのこと話の統一を図るために、環境資源も地下資源も全く同様に扱うべきではないかという考えを抱かせているようです³⁾。

もし地下資源も環境資源と全く同様に扱われたら、話はおかしな方向へ進んでしまいます。そもそも、本来市場での値決めが出来ないためにわざわざ仮想市場価格を設定してこれを決め、利潤最大化の意志を発揮して市場メカニズムの調整機構の一躍を荷う立場の所有者が居ないので仕方なく敢えて行政者がこの立場を代行するというはずであったのですから、地下資源に関しては本来こうした取り扱い見直しの理由が無かったはずです。要は、既に市場取引が発達しているので本来であればこうした新たなシステムを適用する必要が無いはずの地下資源が、産状的に関連の深い天然資源との間での理論的統一性という観点から、この議論に巻き込まれようとしているのです。

3) 実はここから先の話は、筆者の一人が2年半前に留学先で聞いた Robert Sorrow という経済学者の講演会で述べられていた見解です。この人は当時の米国連邦政府の経済顧問の一人で、政府機関では実際にこの考えに基づく新たな経済統計を作る作業を始めていると言っていました。

資源開発は生産行為ではない？

実はこの話にはもう一つ背景があります。それは、経済統計の基本的考え方の問題です。本書では「つまみ食い」しませんでした。GDPなどの経済統計指標を計算する際の原則では、ある生産行為の結果として産み出される経済価値とは、その行為の製品の価値が利用された原材料の価値の合計を上回る部分、すなわち付加価値部分の大きさに等しいという考え方です。従って車を作る企業の生産行為は車の販売額全てではなく、そこから構造材料として購入した薄板・鋼材や、出来合いのパーツ・内装品、使用したエネルギーや労賃などの代金を全て差し引いた残りになります。これは全ての事業について同様で、従ってGDPは国内で発生した付加価値の合計だと言う事が出来るのです。

ところが、地下資源を開発する行為はどうでしょう。いわゆる素材産業のそのまた際上流に位置付けられるため、エネルギーや労賃、使用した機械等の代金は生じますが、いわゆる原材料費というものが存在しません。では鉱山では何も無いところから金属を錬金術のように生み出しているのかという決してそうではなく、見方によっては単に地下に分散して埋もれていた金属を地表に運んで寄せ集めただけだとも言えるでしょう。もちろんこの行為により地下の鉱石に付加価値が加わって精鉱となったのですから、その分の価値上昇は鉱山の生産行為の結果だとみなせますが、ではもともとの鉱石の価値はどこから来たのか？という問題提起が以前よりあるのです。

この疑問が、先に述べた環境資源の経済価値は行政者が適切に設定し、これを所有するというシステムと一体となった結果、諸問題を統一的に解決する方法として、次のような考えが提案されています。

天然資源には、それがそのままの状態と保存される事の価値と、それが開発・加工される事によって付け加えられる価値との2つの価値がある。環境資源の場合は前者が全てであり、地下資源の場合には両者が共存する。但し歴史的には前者は経済的に正当に評価されてこなかったため、これを主体とする資源が適切に保存ないし利用されてこなかった。今後はこれを改めるため、前者の価値にも適切な経済価値を設定すべきである。この価値は初生的には行政者に帰属し、その立場での費用対効果分析で効果が上回るという条件を満たした行為によってのみ、この資源の保存を中止し利用に転じる事が出来る。一度利用に転じた後は、これを持続的成長を達成するために最も効果的な形で配分するべく、その所有・利用の配分は可能な限り市場メカニズムに基づいて行われるべきである。

これは一見して極めて正論であり、非常に美しく統一の取れた理論です。この考え方を全ての環境資源に対し妥当な基準によって適用する事が出来れば、諫早湾の問題も解決するでしょうし、無益な資源の浪費も無くなるでしょう。しかしこの状態を実現するために、地下資源の開発に関して現状の制度を改革する必要のある点を挙げてみると次のようになります。

- ・地下資源の開発事業の事業主は、行政者に対し現行の鉱区料に代わり新たに開発する地下資源の使用料金を支払う。
- ・地下資源の使用料金は、開発対象となる地下資源の初生的な経済価値と、これを開発するために保存を断念する環境資源の価値との合計とする。
- ・鉱物資源開発事業におけるGDP等の生産額の計算では、鉱産物の販売額から上述の料金を差し引いて、付加価値部分だけとする。

この体制下では、鉱山開発自体が現在のカスタムスマルターあるいはコン

トラクトマイニングのようになってしまいます。

何が問題か？

実際にこうした制度を実施するためには、環境資源の仮想市場価格の決定方法に加えて、各種の地下資源の「基本的な経済価値」をどうやって算出するのかという大きな問題が存在するので、今のところその実態がどうなるかははっきりしていません。ただ一つ確実に言える事は、ここで想定している「使用料金」は、現状の鉱区料や鉱産税に比べてはるかに大きな額となるという事で、従ってこの考え方は地下資源の国有化に準じていると言えます。そう言うとは何か時代の流れに逆行した話に聞こえますが、そもそもは環境資源を国有財産として扱おうという時代の流れがあり、これに地下資源が相乗りさせられようとしているためにこうなってしまうのです。実際問題として、環境資源と地下資源との間に厳密な境界を引く事は事実上難しいので、制度として分かりやすくするには両者を一まとめに扱うのが無難なのでしょう。

いずれにせよこうしたシステムが適用されれば、地下資源の価格は現状より大きく上昇し、その結果消費を押さえ、資源枯渇を遠ざける効果があると思われれます。これだけであれば「持続的成長」を達成するためには決して悪い事ではありません。しかしここで問題となるのは、このような形で地下資源の価格が上昇しても、それは決して新たな鉱床探査活動に対するインセンティブにはならないという点です。なぜなら、このような形で価格が上昇しても、開発事業の収益率は何も向上しないからです。

確かに地下資源探査は、うまく行った場合の収益率はその他の経済活動の中でもかなり高い方です。何しろ千に3つの成功で元が取れる訳ですから。

では何故こうした高収益が可能であるかという、上述のように原材料を購入する必要が無いからです。ただしこれは当たった場合だけを取り出して収益を計算した場合で、当たりはずれを含めた全ての探鉱活動について見てみれば、決してそんなに割の良い事業とは言えないはずです。要するに、リスクの高さを当たった場合の収益率の大きさにカバーしている訳です。

従って、この当たった時の儲けの大きさが無くなってしまえば、これだけのリスクを犯してまで探鉱活動に投資するメリットは無くなります。結果として、地下資源の使用料金が設定されたりしたら、市場価格は上がりますが、探鉱活動は逆に下火になるでしょう。ハイリスクという地下資源の探査・開発の性質は、今まではこれが現状の経済システムの中では原材料価値と付加価値の両方が手に入るという例外的なハイリターンによってカバーされていた結果、現状の安定した供給体制が形成され得たと言えると思います。従ってこのハイリターンの可能性を無くしてしまう事は、リスクが高い割に強固な供給体制が出来ていると言う現在の状況を維持出来なくなる可能性を意味します。

実際には、この考えはまずGDPなどの経済指標の算出方法に導入されるのではないかと思います。もしそうなったら、資源算出国のGDPは軒並み値下がりし、中東の石油輸出国などは突然最貧国になってしまうかも知れません。いずれにせよ統計上の扱っただけであれば実害はないのですが、あれだけの時間と労力と知能・技術の粋を集めた行為である鉱山開発が、単に地下に分散して埋もれていた金属を地表に運んで寄せ集めるだけの活動だと扱われたのでは、我々としては気分的に納得出来ないものが残るでしょうね。

こうした考えがその後どの程度発展したか、筆者自身フォローはしていま

せん。しかし今後の資源産業の行く末を考える上で、この試みの今後の動向は注目せねばなら無いのではないかと思います。

〈完〉