

生物多様性

(伝統的環境問題から排出量取引・放射能汚染問題まで)

■ 目次・コンテンツ

- ① 映画「ザ・コーヴ」の環境問題にかくされた生物多様性問題
- ② 「緑の革命」の生物多様性への影響
- ③ 農業史および、第二次「緑の革命」としての「有機農法」の可能性
- ④ 「カーボン」から「生物多様性」に重点が移行する？
- ⑤ 「温暖化バブル」の収束後に控える「生きたカーボン」という概念
- ⑥ 「放射能汚染」と「生物多様性」
- ⑦ 放射性物質による汚染に対するバイオレメディエーション

■ 映画「ザ・コーヴ」の環境問題にかくされた生物多様性問題

これも環境"問題"によって引き起こされた"問題"であると言えるであろう——和歌山県太地町のイルカ漁を告発した米映画「ザ・コーヴ」がアカデミー賞を獲得したと言うニュースである。太地町の漁協や町民の方々の心労をお察したい。

(以下、貼り付け)

アカデミー賞の長編ドキュメンタリー賞は、日本のイルカ漁を告発した米映画「ザ・コーヴ(入り江)」(レイ・シホヨス監督)が獲得した。同監督が設立した米国の環境保護団体が和歌山県太地町(たいじちょう)のイルカ漁を隠し撮りした映像を使い、「高濃度の水銀を含むイルカ肉をクジラ肉として販売している」などと日本の捕鯨も批判している。

受賞を受け、太地町の三軒一高(さんげんかずたか)町長と町漁協の水谷洋一組合長は「漁は県の許可を得て適法・適正に行っている。(作品は)科学的根拠に基づかない虚偽を事実であるかのように表現しており、(受賞は)遺憾だ」とコメントを発表した。

捕鯨で知られる太地町では、イルカ漁にも町漁協の約20人が従事している。県などによると今年の漁獲枠は2845頭。県の担当者は「江戸時代から約400年続く食文化なのに」と困惑する。

(貼り付けおわり、出所:毎日新聞 2010年3月9日)

イルカ漁や捕鯨に関わる問題としては、この他にも、シー・シェパード問題やグリーンピース問題があり、時々新聞の紙面等を騒がせている。

我々は、「イルカが可愛いから、クジラはアタマが良いから、可哀相だ」というような感情的で、主観的な主張だけを聞くのではなく、もう少し客観的に問題の構造を見ていく必要がある。

環境問題をしっかり考えるには、そういうスタンスに立つということが必要であると思うのである。

そもそも捕鯨は、西洋諸国においては、鯨油をとるために盛んに行われてきた。それが、石油社会

(経済)が形成されることによって下火になった。これは、19世紀後半から20世紀初頭あたりの出来事であろう。そうした社会と経済の構造変化に乗じて、キリスト教教義との整合性をとる形で捕鯨は非難され、制限の対象となっていった。

そして現在は(鯨油を代替した)その「石油」が、石油依存型農業・砂漠化(環境問題)の原因であるとされ、原子力などからエネルギーを取り出す方向へと社会と経済が進もうとしている。原子力というのは巨大な商業利権であることは誰も否定できないだろう。人間の理性の働きは、経済性という基礎があって始めて成立するという哀しい現実も理解しておかねばならないようである。

キリスト教では、人間が自然を支配することは、父なる神(といずれはキリスト)が自然を支配することでもあり、家畜はその自然の一部であるから、殺して食べてもよいという説明をよく聞く。

キリスト教では、愛護の対象となるイルカやクジラと、牛や豚とでは「絶対境界線」が引かれているようである。こうした日本人とは相容れない考え方が、日本と欧米の両者の「文化の違い」として問題視されているのであろう。

日本人には欧米のようなアプリアリ的な教義には納得が出来ないから、もう少し感性と理性に訴えるものが必要だろう。

国際的な制約・制限は、各国間の交渉を経て現実的なラインに落ち着くものであると思われる。したがって、キリスト教教義やアジア的汎神論などのイデオロギーではなく、もっと共通認識を形成しやすい現実的な環境問題の視点が与えられる。

これが「生物多様性」という視点であろうと思う。これは環境問題を、生物間の複雑な関係＝体系＝動的構造の視点で捉えたものであり、これを守るということは、鳩山首相ではないが「いのちを守る」ということと同義になるだろう。

「いのちを守る」というのは、可哀相だから、アタマの良いクジラではなく豚や牛を食べろということではない。「生きる」ということと「死ぬ」ということ——そういう生物の複雑な営みを守ることである。現在主流の環境問題である、石油依存型農業からの脱却や砂漠化防止ということも、「いのちを守る」ということの範疇にある。

各国の持つ文化とは、この生態系の維持・保全という概念を含んだものであるから、ある"外国"が外圧によって他国の文化を変えようとするのは、(軍事力を使わない限り)そう簡単ではない。特に、その"外国"が動物愛護という美しい主張をしても、その"外国"の畜産業や農業(飼料生産業)の維持・拡大という商業利権(例えば中国で肉食化が進むことで輸出を拡大できること)とは無関係ではないことは、我々にとって明瞭であり、見透かされているからである。

しかし、実際に落ち着くところの環境保全の運用管理は、即物的で冷たいものかも知れない。例えば、上述の太地町では2845頭という漁獲枠があるし、このようなしっかりとした調査と分析によって定められた制限内であれば、漁獲は許されなければならないし、逆に、これを超えて乱獲される場合は非難される必要がある。事実をしっかりと踏まえる必要があるが、場合によっては(生物多様性が脅かされていることが証明できるのであれば)、地中海・大西洋産のマグロの輸出入禁止については正当性があるのかもしれないし、そうでなければ我々は強く反論する必要がある。

さて、私が本当に問題視しているのは、こうした文化対立問題や(こうした狭義の)生物多様性問題ではない。

(以下、貼り付け)

「捕鯨の町」として知られる和歌山県太地町で、鯨肉を食べる住民の毛髪から日本人平均の10倍を超える水銀が検出され、一部で世界保健機関(WHO)の安全基準を超えていることが分かった。北海道医療大などが住民50人を調べた。鯨肉の水銀汚染は国内外で報告されており、長期間、食べ続けたことで、人体に蓄積された可能性が高い。環境省も全町民を対象に健康への影響がないか、調査中だ。

(貼り付けおわり、出所:朝日新聞 2010年1月22日)

同じ和歌山県太地町の話である。

住民の方々の心配と心労は強烈であろう。しかし現実には、健康への影響の有無は調査中であるので、ある一定の前提と方法で測定された水銀濃度がある一定の基準を超えた、ということではかない。しかし、水銀は「水俣病」によってイメージが相当に悪い。上述の映画「ザ・コーヴ」でも、「水俣病」患者の映像が使われたイメージ操作も含まれているという。

つまり、これは事実の一面を切り取って表現したのに過ぎないのである。例えば、肉食はガンのリスク・ファクターであることは知られており、鯨食と比較しての健康への総合的な影響を論ずるものは存在しないように思う。また、狂牛病の原因であるプリオンが輸入牛に混入するリスクも考慮されていなければならないし、そもそも遺伝子組み換え(飼料)や共食い(肉骨粉)が許容された家畜の生体内で起こっているであろう問題については十分な解析と認知が行われていない。

また、水銀の問題自体についても、生体内での挙動が多くの研究者の研究対象となっており、いくつかの仮説が提出されているものの完全には解明されていないと言えるだろう。

(以下、貼り付け)

海棲哺乳類や海鳥類は海洋生態系の高次に位置しており、餌から相当量のメチル水銀を取り込むため、体内(主として肝臓)に水銀を高い濃度で蓄積している。これら海棲動物の肝中水銀のほとんどは無機態に変換されており、セレンと等モルで蓄積していることがこれまでの研究で明らかにされている。またいくつかの海棲高等動物では、鉍物化したHgSe(水銀セレニド)の肝中存在が確認されている。これらのことから海棲高等動物の体内では、餌から取り込んだメチル水銀が脱メチル化され、セレンと等モルで結合し、生物学的に不活性な形態となること、すなわち体内の水銀は解毒されると考えられている。

(貼り付けおわり、出所:愛媛大学「海棲高等動物の水銀解毒に関する研究」池本徳孝(生態環境計測分野))

水銀、メチル水銀、水銀セレニド、またはその蛋白質構造体、遺伝子組み換え飼料、肉骨粉・・・こうしたものが生体内でどのような挙動を示し、どのように悪さをして、どのようには悪さをしないのか(させないのか)。今現在、多くの科学者によって解明が急がれている。こうした生体内挙動と捕食関係を合わせて、さらには工業排水などによる海洋汚染を合わせて、生物多様性や生態系の正しい認識に到達できると言えるだろう。

しかし、生態系や生物多様性は非常に複雑である。我々の生きている間には解明できないことも多いし、かつての天動説や熱素説などの間違った結論を導くこともあるだろう。こうした場合、その国の持つ歴史や伝統や文化が正しい結論を出していることも多い。我々は、(商業利権を背景としている

ような)近視眼的・単視眼的な見方に対しては敏感になって、批判的態度を保つべきである。そうでないと正しい判断が出来ないためである。

■ 「緑の革命」の生物多様性への影響

人口爆発と食糧危機問題への対応として、「緑の革命」と呼ばれる農業モデルの革命的改革がこれまで大きな役割を果たしてきたと言われている。しかし、近年、この「緑の革命」の”負の資産”が、気候変動をはじめとする環境問題の一つの深刻な要因を形成していることが指摘されている。

環境問題は一般に複雑な構造を持っている。そこで、本稿では、気候変動をはじめとする環境問題の本質的一側面を知るために、この「緑の革命」を客観的に評価し、人類が歩むべき方向性について考察していきたいと思う。

「緑の革命」とは、1940年代～1960年代にかけて開発・導入された高収量品種を用いた農業モデル(による農業革命)であり、化学肥料の大量投入、灌漑設備(ダム・水路など)の導入、農作業の機械化、農薬散布の拡大がセットで導入されることで、収量を大幅にアップさせる技術を言う。

しかしながら、1970年代頃から一部の地域で生産量増加が鈍化しはじめ、病虫害被害、灌漑による塩類集積、土壌劣化、気象災害といった問題を招き始めていると言われている。また、アジアの稲作地帯では、化学肥料・農薬による土壌汚染で水田が淡水魚の繁殖地として機能を果たさなくなり(生物多様性の低下)、農民の自給力を殺ぐことになったということも指摘されている。また、種子や化学肥料や農薬を購入するための農家の経済的負担が大きく、(単作型・輸出型の農業によって多様性が損なわれ)需給バランスが崩れることで農作物価格が暴落し、農地を担保に借金をする農家が拡大して貧困を助長した——と言う側面も指摘されている。

さらに、政治的な側面においては面白い見方もある。

一般に、穀物メジャーによる企業型大規模経営(農業モデル)の世界展開は、小規模農業経営モデルを崩していくことで実現される。しかし、資本主義に対立する共産主義による革命は、(ロシア革命、毛沢東革命、キューバ革命に見るごとく)実質的には、農地解放＝農業改革＝農村革命であるという側面を有していた。(特殊な例だが、GHQによる農地解放も同じ部類であろう。)これは、すなわち地主制度(穀物メジャーの企業型大規模経営モデルの土台)を打倒しようとする動きである。したがって、「緑の革命」とは、こうした所謂「赤の革命」に対抗するものとして、大規模農業でありながら収量増を実現する技術の導入であったという見方もできると言う。

一般的に、こうした政治的なイデオロギーが絡んでくる問題である場合、事実情報が曲解されて伝えられることも多く、現実を正しく評価が出来なくなることが多いように思う。我々は、なるべく客観的な事実を集め、それらを色眼鏡無しに見て評価していく必要があるだろう。

本稿で特に注目したいのは、この「緑の革命」によって導入された農業モデルが、大量の農薬や化学肥料、機械化された作業の投入、大規模開拓、大規模輸送、輸出入によって成立させられているという特性を持っているという点である。

すなわち、農作物の単位生産量あたりの投入エネルギー量が大きく、“石油”への高度の依存体質になっている点である。したがって、間接的に「気候変動問題」(や「オイルピーク問題」)とも関係し、現行農法の持続可能性が問われている。

また塩類集積、土壌劣化というような「土壌」に関わる問題は、最悪の場合には砂漠化へと至る道筋をつける。砂漠化へのプロセスは、植生の衰退とともに、水資源(循環)を失わせ、土壌中の微生物群も減少させ、このときに分解された有機物を大気中に「温室効果ガス」として放出することになる。そして、何よりも、植生を失うことは地表の光合成機能を失うことでもあり、熱量の吸収機能が衰えるということであり、これも温暖化するものの深刻な原因を形成しているといえるであろう。

植生の衰退と、水資源(循環)を失うことと、土壌中の微生物群を減少させることは、「生物多様性の衰退」と読み替えることもできる。

したがって、環境問題(気候変動問題)と「緑の革命」、および生物多様性は密接に関係しているとして過言ではないであろう。

「緑の革命」が抱えている、こうした諸問題を解決する目処はたっているのだろうか。ポスト「緑の革命」なるものは存在するのだろうか。

現在、「第二次緑の革命」ということが盛んに言われている。この「第二次緑の革命」の方向性には、「有機農法」と「低・不耕起農法」の2つが挙げられるという。この2つの農法について考えてみたいと思う。

後者の「低・不耕起農法」は、耕起をなくしたり、もしくは低減することで、土壌の改善を進め、土壌侵食を抑制する農法である。しかしながら、この農法は GM(遺伝子組み換え)作物という技術と不可離であり、化学肥料・農薬の使用には依存し続けなければならない。

こうした特性を踏まえるならば、この農法は(第一次)緑の革命の正当なる後継者、すなわち技術の延長線上にあるとも言えるだろう。しかし、同時に農薬に対する抵抗性の発現や土壌の固化などの問題が指摘されており、持続性が低いという批判もある。

つまり、「低・不耕起農法」とは(土壌侵食が深刻化している地域において)、耕起をしないか、または減らすことで「土壌」の改善を進める技術である。しかしながら、この技術によって土壌侵食は防げるとはいっても、一方で土壌の固化や土壌の免疫性の低下が見られるとすれば、十分に「土壌」の機能を保全しているとは言い難いのかも知れない。特に、免疫性は無数の諸生物の活動によって成立するものであり、生物多様性を基礎としているのである。

■ 農業史および、第二次「緑の革命」としての「有機農法」の可能性

「土壌」の機能を保全するということが、重要かつ難しいことであることは、歴史を振り返ってみれば理解することが出来るだろう。

少し、ヨーロッパの農業史を見てみたい。

ヨーロッパの BC 8000 頃は「天水農業」であった。これは、略奪的な農法であったために、土壌を劣化させ、次々に土地を移動しなければならなかったことから、文明の発展は制約されていた。

その後の BC 3000 頃に、オリエントにおいて灌漑技術の開発が行われ、劇的な収量増をもたらすことが可能な「灌漑農業」に発展した。しかし、この農法もやがては塩害に悩まされ、オリエント文明は衰退することになった。

農法に革新が見られたのは古代のギリシア・ローマであると言えるだろう。「二圃式農業」と呼ばれるこの方式は、小麦の生産と休耕・放牧を繰り返すものであった。休耕と糞によって地力を回復させることの出来るこの持続的な農業モデルは、ローマ帝国の繁栄の基盤を作ったといわれている。

これを「三圃式農業」に発展させたのは、中世ヨーロッパである。秋麦の生産、春麦の生産、休耕・放牧を繰り返すものであり、封建社会下における繁栄の基盤を創った。さらに、18～19世紀には「四圃式農業」にまで発展させられた。これは輪栽式(ノーフォーク)とも呼ばれ、冬麦の生産、根菜の生産、夏麦の生産、地力回復牧草の生産を繰り返すものであり、地力回復に根菜や牧草が寄与させられることによって、より効率的な生産が可能になった農業モデルである。

農業の発展と文明の発展は、「オリエント」→「地中海沿岸」→「欧州大陸」という地域的な流れと一致して、同期していることは面白い。しかも、その基礎・土台は、「土壌」＝「地力」の維持にある、という点は注目に値する。

もう一人の後継者(?)である「有機農法」は、持続的農業、再生可能農業とも言われており、以下のような方法(の組み合わせ)により、土壌の肥沃化、土壌の保水力・旱魃耐性・免疫力をつけさせる技術を言う。

- ・被覆作物(クローバー等)の導入・すき込み
- ・土壌生物(ミミズ、バクテリア)の導入
- ・小規模の灌漑システム
- ・有機的防除法(バクテリア、代替土壌薰蒸剤、害虫天敵、害虫不妊化)
- ・輪作、間作
- ・作物の多様化、生物多様性の強化
- ・牛耕
- ・堆肥の導入
- ・有機認証制度の導入
- ・小農・家族経営
- ・ローカリズム＝地産地消(国産国消)
- ・資源生産性(循環性)の向上
- ・石油からの脱却
- ・炭素貯留の推進
- ・バイオダイバーシティ(農民の参加などによる主体的な育種)の強化

この方法は、総体的には現在の「緑の革命」の方向性(企業型、人為型・商業的品種改変、大規模型、開発型、機械化、石油依存、化学肥料依存、農薬依存、遺伝子組み換え容認など)とは大きく対立するものであると言えるだろう。

この「有機農法」が、「土壌」の保全や「地力」の強化という観点においては、十分に機能するであろうことは容易に想像できる。また、先に述べた「オリエント」→「地中海沿岸」→「欧州大陸」という文明と農業の発展の歴史を引き継ぐものでもあり、歴史的には正当なる発展の方向性であるとも言えるだろう。

しかしながら、我々の持っている一般的常識からすると、「本当にこれで収量が維持できるの?」、「現在の緑の革命による農法を代替することで食糧危機が起きないのか?」という疑問が湧かざるを得ない。

ここで、2点の引用を紹介したい。

(以下、引用)

「インドのタミール・ナードゥ州にある100年続くいくつかの紅茶のプランテーションでは・・・研究者が近隣の森林から得たミズを再導入したところ、いくつかのプランテーションの収穫は282%にも上昇し、1年1ヘクタール当たりで5500ドルもの利益を上げた。・・・アジア国々では、東京大学の科学者なども参加して、より少ない水量での米の集約農法を推進しており、それはSRI(稲集約栽培法)と呼ばれるもので、その起源は2000年もさかのぼる事が出来る。・・・インドネシアでは、生産高が80%近くも上昇し、水の使用は40%、肥料の使用は50%減少し、総生産コストは5分の1に減少した。・・・UNEPとUNCTADは、アフリカの24カ国にある114の小規模農地を最近調査した。それによれば、有機農法あるいは有機に近い農法を実践しているところでは、生産高は2倍以上となったことが分かった。その生産高の増加は東アフリカにおいて128%に上昇した。・・・この研究によれば、有機農法は、伝統的な手法や化学物質を使う従来の集約農法よりも優れていることが分かった。・・・また、改善された土壌の肥沃さ、より良い保水力、干ばつへの耐性といった力強い環境的な利益も見いだされた。その調査により、有機農法を知ることで、地域の教育の改善がなされうという役割が明らかとなった。」(出所：朝日新聞、2009年2月18日)

「・・・ミシガン大学の研究者たちは、「保守的なケース」と「現実的なケース」の2モデルを立てました。「控え目なケース」では、世界的な農業生産(先進国と開発途上国の双方の生産)に先進国の有機農業と慣行生産との収量比を適用しました。先進国では10の食品範疇での収量比が一般に低かったことから、それを全世界に適用することは、わずかに少ないカロリーで全世界が完全に有機農業で生産されることとなり、2,786Kcal/人/日の代わりに2,641Kcal/人/日となります。とはいえ、この数値は、健康な成人に示唆される2200～2500Kcal/人/日よりも上であって、この控え目な評価でも現在の人口には十分な食料生産があることとなります。・・・ですが、より現実的な想定は、比較的低い開発途上国の収量比を先進国の有機農業への転換に適用することを意味します。その結果は驚くべきことに、4,381Kcal/人/日で、現在の人口には十分以上のカロリーでした。まことに、それは、2100年に100～110億人前後でピークになるとされる人口を養うのに十分でしょう。」(出所：長野県農業大学校 吉田太郎「有機農業で世界が養えるか」)

(引用おわり)

第一に、なぜ我々の持っている一般常識的見解とは違う結論が導き出されたのか？という疑問が起ころ。これについては、これまでは「緑の革命」全盛期時代であり、これに反するような情報が我々に伝わっていなかった、ということが考えられるだろう。

しかしながら、これまでの社会のなかには、「緑の革命」による農法を成立させる前提条件があったことも否定してはならない。つまり、資本主義の発展、産業構造の変化、都市化、人件費の高騰、潤沢な石油供給という20世紀に起こった劇的な変化が、農業に対して「緑の革命」の要求(収量増、機械化、石油依存、低コスト化)以外の選択肢を許さなかったのだ、ということも理解しなければならないだろう。

逆に、今世紀を見るならば、環境汚染、気候変動、オイルピーク、砂漠化などが大きな問題として注目され、また経済面においても世界が金融危機を経験することでケインズ主義(財政出動の重要性)が再び見直されている。すなわち、世界レベルで大きなパラダイム・シフトが起きている。グリーン・ニューディールという考え方は、その一つの具体化した姿であるといえるだろう。

そして、GHG(温室効果ガス)が、キャップ・アンド・トレード・システムや環境税のもとで、有価(費用)になるという動きは世の趨勢となっている。「**土壌**」の保全や「**地力**」の強化というのは、GHGを生きた

有機物・生命の形で土壌に埋め込んで構造化する(生物多様性を作り出す)ことであるし、農薬や化学肥料から離れることは、脱石油ということと同義である。そして、世界で導入・浸透しつつある制度(キャップ・アンド・トレード・システム、環境税、環境ODA、グリーン・ニューディールなど)は、全て、こうした動きを後押しするものである。

こうした世界レベルの大きな動きを踏まえたとき、「緑の革命」を常識とした(石油依存型・環境負担型の)農法が、変化せざるを得ないことは明瞭であると言えるだろう。また、「低・不耕起農法」についても、現在のまさに変化過程における過渡期的な農法であると言えるものの、これは(持続可能性という緑の革命の抱える問題を解決していないということで)本質的な問題を抱えているので、恐らく長くは継続できない可能性が高い。

したがって、恐らく、一部「有機農法」的(恐らく有機農法そのものではないが、有機農法のエッセンスを一部取り入れたような)農法に徐々に移行していくであろうことは、十分に想像できるであろうと思われる。その最終形態を想定、または設計しながら、必要な要件を産業構造の中に組み込んで行くことが、グリーン・ニューディール政策に求められているものであると言えるだろう。

(以下、参考文献)

朝日新聞、2009年2月18日

農業情報研究所(WAPIC)「有機農業は未来の農業たり得るかーネイチャー誌レポート」(04.4.23)

農文協「主張」2009年1月号、2009年2月号

長野県農業大学校 吉田太郎「有機農業で世界が養えるか」

長野県農業大学校 吉田太郎「第22回「農・食・医」を考える連続講演会講演「島根も有機農業で自給・自立できるか〜キューバの有機農業に学ぶ〜」

慶応技術大学「タイにおける持続的農業ーバイオエタノール生産の持続性評価」(2008年3月)

JAICAF「土壌有機物の重要性 早魃抵抗性土壌および持続的食料生産への鍵」

農林水産省生産局環境保全型農業対策室「農地土壌の現状と課題」

USDA/NRCS, "National Resources Inventory 2003 Annual NRI"

社団法人 JA 総合研究所「「世界の窓」から食料問題を考えるシリーズ 第9回:限りある農地という食料生産資源の問題(その1) ~金融危機で忘れられかねないアジア水田農業の危機~」(2009年3月3日)

慶應義塾大学経済学部「経済と環境 講義ノート」

地球旅行研究所 TM「混合農業」

(株)グローバル ニュース ビューロー「混合農業」

Wikipedia「緑の革命」ほか

■ 「カーボン」から「生物多様性」に重点が移行する？

「生物多様性」の問題には、今後、大きくスポット・ライトが当てられていくだろう。

これまで常識とされてきた「地球温暖化 CO2 主因説」が、クライメート・ゲート(温暖化疑惑)事件やグランチャー・ゲート(氷河疑惑)事件などによって揺らいでいる昨今、「カーボン(クレジット)マーケット」を「生物多様性(クレジット)マーケット」に置き換えていきたいという「下心」が、制度設計者達に存在している可能性を誰も否定できなくなっているのではないだろうか。

なぜなら、CO2の問題に比して、「生物多様性」の問題は、**土壌汚染・劣化、砂漠化問題、水資源問題、食糧問題**といった深刻な諸問題との関係がより直接的であり、この問題(生物多様性問題)に取り組むことに、誰も異論を挟む余地が無いと言う点でハッキリしているからだ。

したがって、生物多様性の問題について、国際社会が一丸となって解決に向けての本格的な歩みを進めていくのは、時間の問題であるとも言えるだろう。

一方で、我々は「生物多様性」の曲解や不当な拡大解釈に気をつけなければならない。

生物多様性は、土壌中の微生物や植生が一体となって十分に持続的に活動し、我々人間に水資源や食糧や、場合によってはエネルギーを供給することのできる基礎的な仕組み(環境)の性質である。

しかし時には、これに対する曲解や不当な拡大解釈がなされることもある。たとえば、発展途上国における未開地の開拓が制限されるような事態である。つまり、未開地の開発とは、途上国の人口増加や食糧難、労働問題を解決する手段であり、これを制限することは、すなわち(不当な)経済規制でもあるからである。

農薬や化学肥料の多投やモノカルチャー農法による土壌劣化・汚染・不作リスクなどの持続可能性(毀損)の問題は、未開地の開拓そのものにおいて(直接に)発生する問題ではなく、開拓後の農業経営において発生する問題なのだと、明確に区別する必要があるだろう。

つまり、土壌・植生(微生物・植物)と動物・人間が「共生する」という観点において、生物多様性は定義されなくてはならないということである。

「生物多様性」の「遺伝子情報資産」という側面に注目してみたい。

「生物多様性」の問題は、今後どのような議論を誘発していくだろうか。注目したいのは「遺伝子情報資産の私的所有」に関する問題である。これをどのように考えるべきか。

「生物多様性」とは、確かに「遺伝子情報資産」として限定的に見ることもできる。しかし、「遺伝子情報」と言った場合には、これが問題とされた背景をしっかりと踏まえておく必要がある。つまり、「遺伝子情報」の持つ(創薬などによる)経済的価値に注目されているということであり、したがって、「遺伝子情報」は「資産」として考えられ、「私的所有」が問題視される。

生物多様性が国際的に議論されるのは、決して慈善的な目的だけにあるのではなく、「カーボン(クレジット)マーケット」と同じように、発展途上国の発展を制約し、先進国の既得権益を守るという裏の目的があることに注目しなければならない。これは当然ながら先進国である我々日本の利益にも合致すると考えられる。

したがって「90年比25%削減」などという突出した削減目標を自らに課し、世界の収奪対象として犠牲になることをあえて選択する行為は、愚の骨頂である、という批判を避けられるものではないだろう。

“国富を求めよ。ただし金融支配者となり時代のあだ花となることは避けよ。”

発展途上国が一次産業を発達させ、産業構造全体の発展をなそうとすることを、先進国が制限しようとするには無理があるだろう(いずれ限界が訪れるだろう)。そのために、日本の国富や金融資産を使おう(収奪しよう)と考えるのは論外である。我々はこうした外圧に対して命懸けで抵抗するべきである。

しかし、先進国が高度技術を更に発展させようとする努力については、これは支援・推進されるべきであって、すなわち一定の限界において「遺伝子情報資産の私的所有」(技術開発者の利益)については、認められるべきであると言えるだろう。つまり、国家間の不当な競争は制限されるべきだが、

正当な競争は促進されるべきである。

国家一丸となって、産業の生産性を高め、能力を向上させ、高付加価値の商品・サービスを創り出すことが出来たのならば、その分限においては国富が認められてしかるべきと考えられる。ただし、その逆もまたしかりであることには注意するべきである。

したがって、「デリバティブ」などの虚構を作ることに汲々として、あだ花を咲かせ、結果として滅びの道を歩もうとするような余裕は、我々日本人には無いはずである。

■ 「温暖化バブル」の収束後に控える「生きたカーボン」という概念

～「温暖化バブル」の収束の後に控えている動きは何か～

最近、我が国の南極海での調査捕鯨が、シー・シェパードという団体に妨害されたという腹立たしいニュースがあったからというわけでもないが、再度、「生物多様性」というコンセプトについて考え直してみたい。

そもそも「生物多様性」というコンセプトについては、意味が多様であり、各人がそれぞれのイメージを抱いているであろうことが想定される。我々がこの古くて新しいコンセプトに注目したのは、金融危機やクライメイト・ゲート事件やグラッシャー・ゲート事件によって「温暖化バブル」が収束(崩壊?)に向かい、同時に「カーボン」という炭素通貨への価値付与がうまくいかなくなっている可能性もあると思ったためである。

先進諸国が、新興国の節操の無い膨張を制限する為に、民主主義・自由主義・資本主義というイデオロギー(国際規範や社会道徳)が必要であったことは明らかだが、あわせて地球環境への負荷を軽減する為の国際環境規制も求められてきた。そして、この国際環境規制を機能させる寵児として期待されていたのが「炭素本位制」だったのだが、これが上述の通り挫折しかけているように見えるのである。

先進国がいくら騒いでみたところで、石油が出るのならば原油国は掘削を止めないだろうし、中国などの新興国はそこへの投資を止めない。さらに、最新の科学知見が蓄積することによって、石油を燃やすことが温暖化の原因であると言い切ることも難しくなっている(少なくとも産油国は石油無機起源・永久説と合わせて太陽活動説などを唱えるだろう)。

世界制度設計者達は、大風呂敷を拡げ過ぎてしまったことに気がつきつつあるだろう。そこで、より現実的で分相応の環境規制として、いま考えられうるのは「生物多様性」なのではないか?という見方を、我々は仮説として持つようになってきたのである。

～「生物多様性クレジット」と「カーボンクレジット」の相似性・共通性は何か～

そこで、「生物多様性クレジット」(バンキング)という仕組みに焦点を当ててみることにする。

最近では、取り立てて大きな動きがあるわけではないようであるが(※1)、将来この動きが広がっていく可能性があるのかどうか、可能性があるとするのとどのように拡がっていくのか、ということ进行を考察してみたいと思う。

いくつかの欧米の国々では、かなり前から、植生の減少を食い止めるために、開発によって失われた

植生の分量を他の場所の植生回復によって補償する仕組みをつくってきたようである(※2)。したがって、この概念自体はどうか新しいものではなく、むしろ伝統的なものであるとも言えるのかも知れない。つまり、これまで限定的ながらも進められてきた制度が、今後も拡張されていくかどうか、ということに興味を持たれるわけである。

この「生物多様性クレジット」と「カーボンクレジット」の相似性も指摘されている(※3)。

これまで価値の無かったものに価値を与える(クレジット化する)という点では同じだが、具体的な仕組みとしては違うものであり、共通している点は「土地利用変化」(開発や開拓によって植生や土壌が変化すること)を扱う部分になるだろう。

しかし、今後(クライメイト・ゲート&グラッシャー・ゲート事件を端緒として、)「CO₂が温暖化の主要要因ではない」ということが明らかになるようなことがあれば、このように「土地利用変化」の問題(のみ)が重視されるようになっていく可能性も考えられる。

～「カーボンクレジット」というコンセプトを使い続けることの弊害は何か～

化石燃料の使用抑制については、「カーボンクレジット」(のコスト負担)を利用するものの、それは主として環境保護目的ではなく、エネルギー自給やグリーンニューディール(産業振興)が公然の目的となっていくだろう。したがって、本当の環境保護目的のカーボンクレジット相当分は「土地利用変化」によるものに限られてきて、この部分が「生物多様性クレジット」として拡充されていくのかも知れない。

この見方については、もう少し説得力のある根拠を考えてみたい。

まず、現在の制度の問題から。この「カーボンクレジット」の考え方を適用すると、どうしても形而上学的になってしまって、思考の柔軟性が無くなり、地中にCO₂を埋め込めばよい(CO₂貯留)というストレートな発想になり勝ちである。(もし、機械的CO₂貯留を行う意義についての十全の研究と論理考察の成果が得られていないとすれば、)科学的思考の典型的弊害が現れてきたのだと言うこともできるだろう。

そのような状態を放置したまま、ある外国が、日本に(ODAや鳩山イニシャチブのようなもので)資金を出させて機械的CO₂貯留技術を導入し、そこから創出されたカーボンクレジットを日本に買い取ってもらうのならば、損失を日本にだけ発生させて、外国は(排出量目標が無い、または余剰の排出枠を有する限りは、)メリットを十分に享受することが出来る。

しかし、日本にとってみれば(これまでの仮説が正しいとすれば)、そのような日本の産業構造を毀損するような(付加価値、乗数効果を生まないような)スキームは(他にメリットが無ければ)断固として拒絶するべきであると思う。これは、宇沢弘文先生が日本の生産性を毀損するような公共事業を戒めるのと同じ論理である。

～「死んだカーボン」と「生きたカーボン」を区別するという見方が大事である～

「カーボン」には、「死んだカーボン」と「生きたカーボン」があるのであり、これらを一緒くたにして区別されていないことが問題である。

「生きたカーボン」とは、CO₂が利用されて有用な有機物が合成されるプロセスを含んだ概念である。つまり、このプロセスは植生による光合成が中核となっている。ところが、持続可能性ということを踏まえるならば、植生だけでなく、それを支える土壌も生物に富み、減産や絶滅のリスクを恒常的に低減

する仕組み(免疫や反モノカルチャー性)を持っていることが求められる。これは、我々が主張するところの「生物多様性」の概念でもある。

神学的には「いのち」を維持するということである。

たとえば、化学肥料を使い続けたり、略奪農法を続けたりすると、土壌が堅くなったり、土壌中有機物(カーボン量)が減少していく。しかし、だからと言って、やみくもにカーボンを含む肥料をすき込んでいけば良いのかといえば、(土壌を腐らせてしまうこともあるわけだから、)そんなわけもなく、農家が努力しているように、「癒し地」になるようなデリケートな施肥設計が求められるのである。

こうした「土づくり」の本質を現そうとした(現すことが可能な)概念のひとつが(解釈にもよるが)「生物多様性」である、とは言えないだろうか。

この用語は、絶滅危惧種(動物愛護)とか遺伝情報資産(利権)を意味するだけではないのである。こうした背景が理解され、この実践の重要性が認識されるのであれば、「死んだカーボン」の管理(カーボンクレジット・メカニズム)から「生きたカーボン」の管理(生物多様性クレジット・メカニズム)への移行は、十分に起りうるように思うのである。

～制度設計は国力増強に寄与させるということを念頭に置くべし～

もちろん、こうした環境＝社会共通資本を「クレジット」化して、自由(的)市場でやり取りするのはよいことなのか？という是非の議論はある。

法規制や税制で環境を保護していくということが本当は望ましいが、(社会は欲望の体系であるという厳然たる事実があるがゆえに、)自由市場の創出・並存というエサを見せない限りは、政治的判断や決定が成されない(骨抜きにされる)という時代を、我々は生かされている。

「毒をもって毒を制す」という割り切りは、今の時代の指導者に求められる資質であり、ここ暫くは金融経済(カーボンクレジット取引を含む)が世界経済(環境保護を含む)の駆動力になり続けるだろうという現実を踏まえていなければならないだろう。

こうした仮説が正しいとし、「生物多様性クレジット」(やバンキング)システムがつけられていくにあたっては、日本でも米国のHEP(※4)のような仕組みが構築されていくのだと思う。管理の為の測定・分析負荷が最低限となりながらも、「癒し地」の主要な要件については押さえる事ができるような管理指標を主体的につくり上げていくことが求められるだろう。

「カーボンクレジット」が過度に導入されれば、「過ぎたるは及ばざるがごとし」のことわざ通りに日本の国益を大きく損なうことが目に見えているが、上述されてきたように反省の上で「生物多様性クレジット」として運用が適切な範囲内に収められてくるのであれば、たとえば、無駄な公共事業の停止(産業構造の是正)、水田の維持、食糧自給力(フード・セキュリティ)の確保、エネルギー・セキュリティの確保といった国力基盤を強靱にしていくことに十分に貢献していくことが可能だと思うのである。

(引用文献など)

(※1) ただし、イギリスでは最近、以下のような記事も発表されている。追従する動きが今後もあるのかどうかについては見守っていくべきだろう。”UK biodiversity credit trading platform could achieve net gain, report finds” (17 February 2011, New Energy World Network) (引用者訳:イギリスの「生物多様性クレジット」取引のプラットフォームはネット・ゲインを達成できる)。”Controversial biodiversity credit scheme proposed” (Climate Action, 17 February 2011) (引用者訳:物議をかもし生物多様性クレジットのスキーム

が提案された)。

(※2) ”In order to create an environmental market, such as those in the US, Australia, New Zealand and The Netherlands, the authors say that UK laws must be adapted, making more money from the private sector available for investment.” (Climate Action, 17 February 2011) (引用者訳: レポートの著者は、環境マーケット(たとえばアメリカやオーストラリアやニュージーランドやオランダにあるような)を作り出すために、民間セクターからの投資を拡大するイギリスの法律が適用されなければならないと言っている。) / 「近年、企業活動によって失われる自然生態系をオフセット(相殺)しようとする動きが活発になっている。とくに欧米や豪州では常態化している。米国では、企業などが開発行為によって湿地生態系を破壊した場合、『湿地ミティゲーションバンク(Wetland Mitigation Banks)』で『環境クレジット(証券)』を購入し、破壊の賠償に換えることができる。」(「野生生物の多様性と保全③動き始めた経済界」(おやさと研究所教授・佐藤孝則、Glocal Tenri Vol.11 No.12 December 2010)

(※3) “A biodiversity mechanism market system could turn biodiversity credits into tradable assets, much like a carbon trading platform, new research highlights.” (17 February 2011, New Energy World Network) (引用者訳: 生物多様性メカニズム市場のシステムは、生物多様性クレジットを交換可能な資産に転化させることができる。カーボン取引のプラットフォームに似ている。) / “Via the habitat banking system, society would be compensated for its environmental loss by a developer paying to create or restore an area of habitat elsewhere. The system would be similar to a carbon trading scheme, and is controversial for similar reasons.” (Climate Action, 17 February 2011) (引用者訳: 生物多様性バンキング・システムを通して、社会は、開発者が他の地に生物育成環境をつくったり再生したりすることのコストを負担することで、その環境ロスを埋め合わせられるだろう。このシステムはカーボン取引のスキームに似ているだろう。したがって同じような理由で物議をかもしるのである。)

(※4) 「生物多様性オフセットは既に米国では公共事業などで義務づけられている方法である。ある場所を開発した場合、まず、そこで失われた生態系の価値を定量化する。その手法としてよく用いられるのが「HEP(ハビタット評価手続き)」だ。HEPは、その生態系を代表する種に着目し、指標とする。例えば生態系の頂点にいる種や、その地域にしかない種などで、数種を選ぶ。下の図は、ある種類の希少なウサギの例。ウサギにとってここが生息できるかどうか(餌の量や繁殖しやすさ)は、例えば森の被度によって変わる。つまり、森の被度に対し、すみやすさの指数0~1の関係図ができる(SIモデル、下図)。ウサギは森だけでなく、複数の環境要因で暮らしている。つまり複数のSIモデルが作られ、これらを総合して「ウサギの生息環境の質(HSI)」が算出される。質が同じでも、10haなのか100haなのかで、ウサギの生息地として適性は変わる。このため、質に面積を掛けて、「ウサギの生息環境の価値(HU)」を弾き出す」(日経エコロジー、2009年8月6日、「始まる生物多様性オフセット 生態系の価値を定量化して相殺」)

■ 「放射能汚染」と「生物多様性」

～日本の原子力安全神話の崩壊、日本の再生へ～

東日本大地震で生じた巨大な津波は、日本の原子力安全神話を破壊した。「想定外」の高さの津波が、発電機と燃料を流し去ってしまうところから、この悪魔のシナリオがスタートした。

その後、圧力容器内の冷却水を循環させられないという厳しい現実には解決されないままに時間が経過し、ついに、テレビに映し出された1号機・3号機の建屋が“爆発”する、という衝撃的な映像を私たちに突きつけることになった。

これが、チェルノブイリで見られたような、臨界(核分裂の連鎖)を止められずに起きた水蒸気爆発(圧力容器の破壊)の同種のものであると勘違いし、しかも、その燃料が猛毒プルトニウムを含むMOX燃料であると知っていた人たちは、パニックに陥り、首都圏からの脱出を始めていた。

実は、現実にはそこまでの事故(レベル7; IAEAによるチェルノブイリ事故の評価)には至ってはいなかったのだが、しかしながら、燃料棒は溶融し、水と反応したジルカロイ(燃料棒を覆う合金)が水素を発生させ、ついには建屋で水素爆発を起して、スリーマイル島事故(レベル5)以上の大惨事を招いてしまっていたのである。

巻き上げられた水蒸気や粉塵は、風向きにしたがって運ばれ、各地にヨウ素131・132やセシウム134・137などの放射性物質を降下させてしまうことになった。各地に設置されているガイガーカウンターは放射線量の上昇を確認し、場所によっては農作物や水道水などからも放射性物質が検出される結果に至った。

そんな中、東電や関係会社の職員の方々、自衛隊員、消防隊員、警察官の方々が、文字通り命懸けの放射性物質と放射線の食い止め、復旧作業を行って下さっている。原発事故に対して、何もできない無力な私たちは、幼子を抱いて、ただ、この「英雄」たちに希望を託し、子ども達に未来が残されることをひたすら祈っている。

しかし日本は再生するだろう。

1945年(昭和20年)8月6日午前8時15分に広島に投下された原子爆弾は、空中で炸裂し、熱線と放射線と放射性物質を無慈悲にばらまいた。しかし、「百年は草木も生えぬだろう」というアメリカの冷酷な予測を裏切り、そんな焦土に、翌年の夏、赤い小さな花がたくさん咲いたという。

私の祖母は、この悲劇の直後に広島市内・・・爆心地から1キロメートル、言い表すことのできぬ、この惨状のなかで、親族の遺骨や遺品を探していた。多くの知人をここで亡くしたが、祖母は生き、戦前・戦中・戦後に生んだ3人の娘を育てた。その末娘から生まれたのが私だったが、何とか人並みに育つことが出来ている。

もちろん、広島と今回の福島を同一視することは出来ない。ひとつは、撒き散らされた／今後も撒き散らされる放射性物質の量は、今回の方が圧倒的に多いからである。今回の悲劇も、日本の国土や国民の健康に、底知れぬダメージを残すだけでなく、気流や海流によって全世界に放射性物質をばらまき、ご迷惑をお掛けしてしまうことになってしまった。

～「腐海」という生物(多様性)～

私の妻は、今となっては古い映画となるが、宮崎駿の「風の谷のナウシカ」が好きだと言っている。この物語の舞台では、「腐海」と呼ばれる森(生物多様性)が、核戦争(?)によって汚染された地上を浄化しようとして、生きている。

この宮崎駿さんという映画監督は、科学者を超えた自然世界への深い洞察のある人であり、この時、すでに放射能(*1)と生物(多様性)の積極的な関係が、確実に、現実に存在するのだ、ということを感じ性的に見抜かれていたのかもしれない。この物語では放射能すらも、巨神兵(*2)という一つの生きた生物・人格として描かれている。

放射能と生物(多様性)の関係については、秋月振一郎先生の長崎における原爆体験、医療活動(*3)や、高嶋康豪先生によるバイオレメディエーション研究(*4)でも紹介されている。

生物多様性は、複雑系をそのまま受け入れないと本質的な理解が難しいものであると思うから、モノカルチャー(単一生態)やインビトロ(人工環境)で物事を考えがちな多くの科学者にとっては、これら

の先生方の報告を受け入れることが困難なのかも知れない。

秋月先生の報告は、発酵という生物多様性の動きが、被曝をある程度抑えることを経験的につかんでおり(*3)、また、高嶋先生の研究は、放射能を減衰させるバイオレメディエーション(生物による環境修復技術)の可能性が示されている(*4)。

これらの作業が生じる場所のメカニズムについては、モノカルチャー(単一生態)やインビトロ(人工環境)的な手法によっては明らかにされていない。したがって、一般的な科学者から見れば、いわゆる科学的ではない、とされて看過されてきたものであるとも言えるのかも知れない。

(*1)... 放射能とは、本来は放射性物質の放射線を出す機能のことを言うが、日本における一般用例では放射性物質そのものを言う場合も多い。本稿ではこれ以降、「放射能」を「放射性物質が放射線を出して崩壊する現象・動態」の意味で使用。「生物(多様性)」とは、ただ生態が多様であることを意味するのではなく、「生きて活動するもの」として捉えるべきであり、同じように、「放射能」も単なる機能としてではなく、生物(多様性)と関係して「生きて活動するもの」の一部として捉えたい。

(*2)... Wikipedia「風の谷のナウシカ」より——「『火の七日間』で世界を焼き払った巨大な人工生命体。…(中略)…前文明があらゆる紛争に対処すべく生み出した調停者にして裁定者。文字通り神の役割を持っていた。…全身からは、生物に有害な「毒の光」(おそらく主兵器がプロトンビームであるため、電子線および中性子線を含む放射線であると考えられる)を放つ。…プロトンビーム…口から発射される陽子収束弾で、額からも出力を弱めたものが発射可能。当初は地平線の彼方にある山を吹き飛ばし巨大なきのこ雲を作るほどの威力だった…空間を歪めて宙に浮き、高速で移動することができる。」巨神兵は、プロトン(陽子)、電子、中性子などの放射線を放出したり、空間を歪める(重力を操る)機能を持つことから、核分裂や核融合という現象を象徴した存在でもあったと思われる。

(*3)... 秋月振一郎「長崎原爆記 被曝医師の証言」(平和文庫)より——「『玄米飯に塩をつけて握るんだ。くらい、濃い味噌汁を、毎食食べるんだ。砂糖は絶対にかんぞ!』私は、炊事方や職員に厳命した。」このことを裏づける例として、渡遺敦光先生(広島大学原爆放射能医学研究所)は「発酵食品並びに成長因子を用いた放射線障害の防御作用の開発」において、「発酵食品である味噌は仕込み直後の味噌に比べて 260 日間熟成させることにより放射線照射後の小腸腺癌再生や生存率を高めた。この結果は産地の違いはなく熟成が大切であることが判明した。」と述べている。また、伊藤明弘先生(広島大学原爆放射能医学研究所)は「放射線(中性子線)で誘発される肝臓がんに対し、みそが抑制効果を持つかどうかを調べることを目的に、マウスを使って実験を行った結果、みその成分中には肝臓がんの発現を抑制する何らかの作用があることがわかりました。」と報告している(茨城県中小企業団体中央会)。

(*4)... 高嶋康豪「チェルノブイリ放射能土壌汚染の浄化と放射能被曝者への医用生体技術による救済」(2004年7月20日)より——「測定の対象とする放射性物質は、原子力発電所をはじめとする核利用施設から排出される低レベルの放射性廃液であり、この廃液に含まれる核種は…(中略)…CS-137が全体の放射能の9割以上を占めている…本プラントは3つの処理ステージから構成されており…複合発酵を土台とし…耐放射性菌(*5)対放射性菌(*6)を用いることによって、放射性物質を昇華、消失させることとなります。…投入した原水の総放射活度は、6億9854万4000ベクレル(Bq)で…消失総量は3億2925万4810ベクレル(Bq)であり、消失率は47%でした。」

(*5)... Wikipedia「極限環境微生物」より——「放射線耐性菌デインコッカス・ラディオデュランスは放射線存在下でも増殖が可能である。この種はγ線によって滅菌されたはずの缶詰の中で繁殖していることから発見された。大腸菌やヒトでは、30グレイ程度の放射線量で死に至るが、Deinococcusは5000グレイ程度の放射線に対して耐性を持ち、増殖が可能である。Deinococcusは極めて強力なDNA修復機構を所持していると考えられており、放射線や紫外線によるDNA変異に対して、すぐさま修復機構が働くことによって生育可能となると考えられている。」

(*6)... 高嶋によると複合発酵環境で始めて放射性物質の分解機能が発現するのだと述べている。ただし、放

放射性物質分解性生物の存在は確認されていない(存在するかどうか分からない)。しかしながら、放射能の生物濃縮については一般によく知られており、バイオレメディエーションやファイトレメディエーション(生物や植物による環境浄化)への応用が期待されている。また、光合成とは可視光線、電子伝達系を利用する機能であり、これと放射線(ガンマ線やベータ線)を利用する機能との間に、越えられない壁があるとは考えられない人も多いだろう。

～生物多様性の「無限」性、自然への畏れ(おそれ)～

私自身も大学と大学院ではバイオテクノロジーの研究に携わり、ある微生物のある反応経路のある酵素を精製し、反応を媒介させることの可能な有機化合物や電気系統を人工的に結びつけることによって、その部分的な反応を人為的にコントロールしようと試みていた。

しかし、このプロセスは「無限」に多様な生物多様性の部分の部分を切り取ってきたものであって、ある時、いざ、この「無限」に目を向けたいと思ったときには、途方に呉れるしかなく、大自然の前に自分が無力であることを自覚させられた。

昔の人たちは、こういう「無限」・・・多様な世界や生物多様性・・・を「神さま」として擬人化してきた。「神さま」と云うと、自ら訳(わけ)が分かっていることを吐露していることのようにあるが、同時に、自然への畏れ(おそれ)、自然の力を自覚していることをも、意味しているだろう。

【未だに原発程度もコントロールすることが出来ない阿呆の私たちは、自然を「神さま」として畏れ(おそれ)ているくらいが丁度よい。】という辛口の評論が聞こえてきそうである。

「沈黙の激動」

今もまだ、プレートは運動を止めていないようだ。プレートは地球内部に沈み込みながら、プルーム(マンツルの動き)として運動している。震源はばらつきながら、何かの法則にしたがって移動しているようにも見える。

私たちは、この膨大なエネルギーの出口が、次は何処にどれだけの規模で現れるのか、ということについて、全く知恵を持ち合わせていないようだ。つい先日も、想定外の津波が、福島原発の内部に閉じ込められていた原子や素粒子たちを暴走させるのを、人間が制御できなくなることを、証明したばかりなのである。

しかし、日本各地に点在する原子力発電所は、それを停止させる勇気の無い人たちの無責任と一緒に、静かに、稼働している。

それとは無関係に、宇宙の大規模構造(網目構造)、銀河や、太陽系や月や地球内部のマンツルとコアは、しっかりと連動しながら、何か、必然的な動きを、無秩序であるかのように振舞いながら、いわば、「沈黙の激動」を続けている。

私たちは、この「沈黙の激動」を捉える術(すべ)をまだ持っていない。

■ 放射性物質による汚染に対するバイオレメディエーション

～環境浄化をすすめながら、エネルギー生産もすすめる～

首都圏という日本の中心が不安と閉塞感のなかにある。今回起きた原発事故が、その主たる原因で

あろう。

「東日本大震災や東京電力福島第1原発事故を受けて、関東地区の外資系企業が、本社機能を大阪などに移す動きが加速する中、神戸に拠点や人員を移す企業が出てきた。」
(神戸新聞、2011年3月26日)

「オーストリア気象地球力学中央研究所は23日、福島第1原発の事故後3—4日間に放出されたヨウ素131とセシウム137の量が、旧ソ連チェルノブイリ原発の事故後10日間の放出量の約20—50%に相当するとの試算を明らかにした。」
(ロイター、2011年3月24日)

多くの人は汚染されたものを口にしたくないと思うし、風評被害も広がっていくだろう。そうなることで、これまで首都圏に食糧を供給してきた農家も収入をあげられず、死活問題となる。

したがって、場所によっては、農作物を国家が買い上げたり、補償したりすることが、どうしても避けられなくなっていく。仮に、上記の引用記事にあるようなレベルの放射性物質が、各地に降下したことによって、一部の土壌が汚染され、食糧生産が不可能になることがあれば、そうするしかない。

実際、すでに出荷制限や摂取制限が始まっているので、幼児・乳児への健康被害や農家を救う為に、これは喫緊の課題であると言える。

また、チェルノブイリでは、かなりの広さの強制移住区域や立ち入り禁止区域が設定されているのだと言う。チェルノブイリほどではないにしても、日本でもそのような区域を設定せざるを得ない、ということも(場合によっては)起りうるだろう。

※ ※ ※

中東では劣化ウランによる汚染が問題になっていることは、よく知られている。劣化ウランの回収においては、植物や微生物を使う方法が検証されているという。

「多数の穴が開いた5センチ大のY字形特殊セラミックに光合成細菌を特殊加工して付着させることで、汚染された土壌の浄化や、汚染土壌や川からのウラン、コバルト、ストロンチウム等の放射性物質を回収する方法を開発した。」
(広島国際学院大学工学部・佐々木健教授「光合成細菌による放射性物質の回収・除去—劣化ウラン弾による汚染土壌の浄化をめざして」)

こうした、ファイトレメディエーション(植物による環境修復)やバイオレメディエーション(微生物による環境修復)や、その組み合わせとしての広義のバイオレメディエーション(生物による環境修復)は、様々の研究機関で、鋭意、技術開発が進められている。

さらに環境浄化だけではなく、エネルギー生産との組み合わせを行うことが望ましい。メタン発酵、バイオエタノール、バイオマス発電などの既存技術は十分に適用可能だろう。

～放射線が生物に利用される可能性もある～

メタン発酵というのは、酸生成菌とメタン菌の持つ酸生成・メタン生成系を経てメタンを作るプロセスであり、また、エタノール発酵というのは、酵母が持つ解糖系を経てエタノールを作るプロセスである。

この解糖系というものは、生体内代謝の一つであり、グルコースをピルビン酸に分解して、還元力(NADH)とエネルギー(ATP)を作り出すプロセスである。これは細胞質内で行われる。

この解糖系(ピルビン酸)から、細胞内に共生しているミトコンドリア内の TCA 回路(クエン酸回路)というプロセスに入れば、いわゆる酸素呼吸がはじまる。TCA 回路では、NADH などの形で多くの還元力を引き出すことが出来る。

次に、ミトコンドリアの内膜で、NADH は酸素によって酸化される。NADH は高いエネルギーを持っているので、このエネルギーは、内膜内側と外側のプロトン(水素イオン=陽子の)濃度勾配に変換される。そして、この内膜内外の濃度勾配が平衡化しようとするエネルギーを ATP の形で取り出す。このプロセスを「電子伝達系」と言う。

葉緑体のおこなう光合成にも「電子伝達系」がある。光合成の場合は、(有機物に内在しているエネルギーの開放ではなく、)光(電磁波)のエネルギーを使って、(酸素呼吸と同じように)葉緑体内のチラコイド膜内外のプロトン(水素イオン=陽子の)濃度勾配をつくる。そして、同じように、この内膜内外の濃度勾配が平衡化しようとするエネルギーを ATP の形で取り出す。

今回、汚染の原因として問題となっている放射性物質が出す放射線は、強い電磁波(ガンマ線)や電子(ベータ線)であり、沢山のエネルギーを持っている。このエネルギーも、これらの「電子伝達系」のエネルギーになり得る可能性があるのならば、環境浄化のための鍵の一つになり得るだろう。

酸素呼吸でも光合成でも、「電子伝達系」とは、膜上で上手に自然エネルギーを捕捉し、電子の流れをつくり、プロトン(陽子)の濃度勾配をつくり、再び平衡に戻ろうとすることで、生物が利用し易いエネルギー(ATP)を取り出す技術である。

したがって、「電子伝達系」とは、電磁波(光)、プロトン(陽子)、電子という粒子の動きである。注目したいのは、これらの粒子は、高いエネルギーを持てば、放射線(ガンマ線、陽子線、ベータ線)になる、ということである。

これらの粒子は、適切な範囲のエネルギーを持っている限りは、自然からエネルギーを取り出すためのキープレイヤーになり、一時的に高いエネルギーレベルで存在することで、エネルギーの媒介者になることができる。ところが、放射線とはこれらが暴走するくらいに高いエネルギーを持ってしまった場合を言う。

細胞が、こうした高すぎるエネルギーを受け入れられるかどうかの問題であり、許容できるレベルを超えてしまえば、直接に分子内の結合を壊したり、フリーラジカル(高いエネルギーを持った分子)を介して破壊したりする。壊されるものが DNA であれば事態は深刻である。逆に、行き過ぎない程度であれば、ホルミシス効果(低線量の放射線が生物に良い働きをするという現象)にとどまる、ということであろう。

～放射能という高いエネルギーは何処から生まれてくるのか～

電磁波(光)とは、粒子であり波であるとも言われている。おそらく、電磁波(光)とは、波と言うからには何らかの小さな粒子(*1)の振動だろうとも考えることができる。

(仮に、この考え方に立てば、大きな重力や加速度によって、空間が圧縮されるようなことがあれば、その粒子間の距離が縮められることになり、(圧縮されただけ)電磁波(光)の速度は落ちることになる。しかし、外部の観察者から見れば、光の速度は一定である。)

電子やプロトン(陽子)は、これよりもっと大きな粒子であり、同じように、移動したり、振動したり、回転したりしている。

このような粒子たちが、細胞やDNAを傷つけるほどに暴れることがあるのは何故なのだろうか。

※ ※ ※

核分裂は「質量」を失わせる。広島原子爆弾では、50キログラムのウラン235のうち、0.68グラムの質量欠損が生じたと言われている。

「広島原爆には約50キログラムのウラン235が使用されており、このうち核分裂を起こしたのは1キログラム程度と推定されている。(中略) 1キログラムのウラン235の核分裂によって0.68グラムの質量欠損が生じ、アインシュタインの特殊相対性理論が示す『質量とエネルギーの等価性 $E = mc^2$ 』によってエネルギーに変換される。」

(Wikipedia「広島市への原子爆弾投下」)

質量が欠損するということは、実際には考えられないから、素粒子が何らかの小さな粒子に分解された、ということなのかもしれない(*2)。この考え方・見方が正しいとすれば、小さな粒子の密度が上昇し、大きな反重力(時空の歪み)をつくり、振動によるガンマ線を放出するだけでなく、ヘリウム核や電子を強烈に押し出す(アルファ線やベータ線を放出する)力にもなるだろう。

このときに放出されるエネルギーの源は、アインシュタインが言ったよう($E=MC^2$)に質量欠損であり、すなわち何らかの小さな粒子の放出であり、反重力(時空の歪み)の発生であると言うことが可能だろう。

こうした粒子の量が大きくなり過ぎると、細胞の許容量を超えてしまって、被曝による被害が現れる。逆に、これが適切な限度に収まれば、ホルミシス効果(低線量の放射線が生物に良い働きをするという現象)になるということだろう。

「低線量率の放射線は、生体に炎症、細胞傷害などの悪影響を与えることなく、免疫系の中心的な働きをするT細胞、B細胞両集団を活性化し、感染症やがん、自己免疫疾患等に対する防御状態を効率的に誘導することが初めて示唆された。」

(財団法人電力中央研究所「低線量率放射線による生体防御・免疫機構活性化」)

(*1) 電磁波(光)を粒子とみることについて

物理学者は、光というものを記述するとき、波(電磁波)として表現する場合と粒子(光子)として表現する場合がある。光が波のように振る舞うことは、マクロな系にいる(原子、電子レベルのスケールにいない)場合は経験的に(現象的に)正しい。しかし、実験装置の発達により、我々は、光が粒子のように振る舞う現象(例えばコンプトン効果=電磁波が電子と衝突することによってエネルギーを失う現象)も知ってしまった。これら相異なる2つの性質を結びつけたのがアインシュタインやド=ブロイである。彼らが示したことは、波の振動数が光子の運動エネルギーに比例し、振幅は光子数に比例することである。現在の物理学者たちはこの直感的ではない光の二面性についての「仮定」を宗教のように受け入れた。なぜならこの仮定によって様々な現象を説明できたからである。いまでも様々な議論が繰り返されてきたが、光とは波でも粒子でもない何か(いわゆる量子)と言うしかないだろう。数式以外に、このモノの形態・動態として上手に表現できる言葉(概念)がないのである。一方で、よく電磁波(光)とは、「光子が振動している」と言う人がいる(うまく説明しているように聞こえる)が、上記の意味においては(物理学の立場においては)間違っていると言わざるを得ない。しかしながら、19世紀までは光(波)を伝達する媒体として、「エーテル」という概念が存在させられていた。重力や加速度によって、エーテルが物

体を押しつぶすという「ローレンツ収縮」は、相対性理論の萌芽である。

なお、波とは、振動そのものではないが、振動が伝播させるものでもある。この波の性質について、「波動性とは粒子の存在が曖昧であること」と言う物理学者もいる。例えば、(大学で理系学生を悩ませた)波動関数とは粒子の存在する確率を現すものでもあり、粒子が絶対的にそこにある、とは言い切れない、というわけである。しかし、粒子が、あるようでないようであり、存在が曖昧だ、というのは、絶えず粒子が動いているからであって、人間が捉えきれないだけの話なのかも知れない。いずれにしても、粒子がある、という捉え方は可能である。

(*2) 質量欠損とは粒子の放出であり、かつ時空の歪みであるとみることにについて

アインシュタインの $E=mc^2$ の式は、原子崩壊によって発生する電磁波(ガンマ線)のエネルギーに直結する。それを粒子の言葉で表現すれば、光子(粒子)の放出エネルギーといってもよく、物理学の立場でも矛盾しない、とも言える。しかし、この現象を、重力や時空の歪みと関連させることについては、量子物理学の専門家でも未体験の領域である。つまり、物理学においては、核分裂反応において相対性理論が論じられることはない。しかし、17世紀にロバート・フックは、重力を「エーテルの波」によって引き起こされるものと解釈しており、「質量欠損」、「エーテル粒子の振動」、「エーテルの波」、「重力」という4つの現象を結びつけることも可能である。したがって、質量欠損から反重力(時空の歪み)が発生するという見方は、荒唐無稽ではないと言うことができ、「重力とは何か?」という問題へのヒントを与えることが可能だろう。

ここで問題は、物理学においては、素粒子が分解されることはないと考えられていることであり、質量欠損とは原子核の結合エネルギーである、とされていることである。ただ、面白いことに、原子核の結合力や重力をあらわすのに、「素粒子」の概念を持ち出す見方・考え方もある。すなわち原子核の結合力(核力)はグルーオン(膠着子)という素粒子が媒介し、重力はグラビトン(重力子)という素粒子が媒介する、という考え方である。しかも、統一理論という考え方においては、これらは同じものであったと見る。したがって、質量欠損とは、こうした素粒子が、(結合された)核から(崩壊の過程で)放出されることで起きる、と考えたくもなるのだが、物理学ではこうした素粒子は「質量ゼロ」だから違うのだとも反論する。ところが質量とは、重力(子)を媒介して存在するものだから、重力子そのものを扱うのに質量という概念自体が通用しない。今後の物理学の発展においては、常識的な質量に相当する意味の概念を新たに設けなければならないと言えるだろう。

～放射性物質による汚染をバイオレメディエーションで浄化する～

放射線耐性菌は、どのようにして放射線に対する大きな許容水準を持つことが出来たのだろうか。そのメカニズムを深く知ることが(特に DNA 修復機能よりも手前の生体防御機構が確認されることがあれば)、放射線のエネルギーを主体的に利用する為のヒントになるかもしれない。

「放射線耐性菌としてよく知られている *Deinococcus radiodurans* と(中略) *Rubrobacter radiotolerans* (中略)・・・これら2種類の放射線耐性菌はともに特徴的な赤色を有していることから(中略)・・・赤色の色素を抽出し、それらの構造決定を行った。(中略)これらの色素は放射線を受けると、容易に赤色を失うことから、放射線照射によって生じる活性酸素種が、二重結合部位と非常に反応しやすいことが明らかになった。」

(理学部遺伝子化学教室(山本修元教授・現安田女子短期大学教授らのグループ)「放射線耐性菌カロチノイドの発がん抑制作用」、広島大学ニュースダイジェストより)

また、放射性物質に崩壊を起させるためには、ある一定の障壁を越えさせなければならず、それが長い半減期を持つ場合の原因となっている。放射線耐性菌が、この障壁を下げさせて崩壊速度を向上させ、半減期を縮めることが可能ならば、バイオレメディエーションの効果としては文句がつけられないレベルに至るだろう。(この技術の可能性については、本稿ですでに紹介してあるが、生物にこうした機能が存在することが早い段階で実証されることを望みたい。)

もちろん、放射性物質の崩壊速度を速めるまではいかなくても、放射性物質を取り除くだけでもよい。

この場合、放射性物質が細胞に取り込まれて、培養液や環境に漏出させないことが可能かどうか、ということである。さらには、基質の代謝後に、生産物としてエタノールやメタンが得られれば、エネルギーとして利用可能であり、一石二鳥である。

「事故や廃炉に伴う放射性物質の環境放出リスクへの対応の観点から、セシウムを濃縮する微生物の探索を行い、土壌から *Rhodococcus* 属に属するセシウム濃縮細菌 *Rhodococcus erythropolis* CS98 株と *Rhodococcus equi* CS402 株を単離した。また、単離した菌株の性質について検討した結果、これらの菌株がカリウム輸送系を通して菌体内にセシウムを輸送していることを明らかにした。」

(国立環境研 水圏環境研究領域 富岡典子「放射性物質と環境微生物:セシウム濃縮細菌を中心に」)

したがって、①土壌からの放射性物質の吸い上げ、②放射性物質の隔離(可能ならば消去)、および、③エネルギーの創出、の3つが成立可能なバイオレメディエーション技術が選択されればよい。このことは、おそらく難しいことではなく、既存の国内で実証または工業化された各種の技術で十分であろうと思う(と望みたい)。

国家がこうした技術を実践に移す為の予算を確保することができれば、農作物に対して適切な出荷制限や摂取制限をとったとしても、農業と農家の長期的な持続は可能である。したがって、規制の基準を緩めることで、国民の健康リスクを高めて、短期的な経済性のみを求めようとするような考え方は、国民の支持を到底得られない。

つまり、汚染地域についての環境浄化を進め、特に子ども達への健康被害を食い止めることが、何よりも大切なことであり、王道である、と思うのである。

(おわり)