

生命科学と工学



大嶋 泰治*

新春早々から陰気な話で恐縮であるが、バブル崩壊以来の不景気な世の中に、昨年は暗いニュースが多かった。未成年者と若者の異常な殺人事件、通り魔、また熟年男の白骨死体事件など、日本の社会にはオウムに象徴される精神異常の状態が随所に見られる。さらに産業廃棄物を巡っての葛藤がある。廃棄物処理場から排出される煙の中のダイオキシン、トリハロメタンに汚染された臭い水道水等々、私達の周囲は大気も水も汚染されている。ダイアナさんを追いかけるパパラッチなど、現代の人間社会にび漫する精神異常と環境汚染の難題は日本だけの問題ではない。これには心の問題が大きな部分を占めているが、その一方では産業革命以来の経済構造と技術的發展の方向に修正が必要であることを示している。

これまで工業技術は「高品質の製品を安価に随時供給する」ことをモットーとしてきた。この目標はまことに結構であるが、現在の強力な工業力に対して、心ならずも製品に対する知識が不足し思慮が浅かったことが問題である。絶縁体として抜群の性能を誇ったPCBは云うに及ばず、フロンガス、発泡スチロールやペットボトルの類は、その機能と経済性のため私達の身近に氾濫している。結局それらが環境に散乱して、オゾンホールとなり、焼却すればダイオ

キシンを生ずる。これらは土中にあっても微生物による無機化のプロセスに乗らず分解できない。また家具、家電製品、自動車など、大型ごみの処理も大問題だ。お中元やお歳暮の過剰包装も同様である。これらを通して見るに、問題は2つに帰着するようである。その一つは、今日では少々反省されているが、資本主義と市場経済主義に則って大量生産・大量消費・大量廃棄を煽ったこと。第2は地球の包容力に対する過信と無知により、環境への対応を疎かにしたことである。こうして生じた環境汚染への対処が、今日では工学における主課題の一つとなってきた。

その解決には多くの英知の結集が必要であるが、基本の一つは生命科学、特に生物生態系に対するグローバルな見地から工学分野全般を見直すことであろう。素材が環境に放出されたとき、どのような過程を経て構成元素に分解されるのか、その分解過程あるいは他との反応により生ずる全ての物質について、地球環境への影響を見極めることが必要である。特に生命の営みによらずして、人工的に合成された資材が問題である。

その第2は、家電製品、自動車などの耐久消費材の耐久性を伸すことであろう。今日、私達の身の回りにある耐久消費財は、機能的にはほぼ飽和点に達しているものが多い。それらの耐久性を伸せば、それに対応して生活廃棄物を少なくし資源を節約することになる。しかし単に耐久性を伸すだけのことで、製造者の利益に繋がらず意気が揚がらない。そこには適切な行政上の施策が必要である。さらに、例えば完製品をブロック構成とし、消費者の好みにより仕様を変化できるなどの工夫も必要であろう。そ

* Yasuji OSHIMA
1932年7月25日生
大阪大学大学院工学研究科醗酵工学専攻博士課程修了
現在、大阪大学名誉教授、関西大学工学部生物工学科、教授、工学博士、生物工学
TEL 06-368-0815
FAX 06-388-8609



うでなければ浮気な消費者の買い替えの無駄を招く。

これに関連して私には次のような記憶がある。かつて(1980年代であるが)ボストン近郊のケープコッドを、ウッズホールの海洋研究所へ向けて短いバス旅行をしたことがある。その時、松林の上を日本の空では見慣れない双発の航空機が低空で飛行するのを見た。瞬間にダグラスDC3と思ったが、それであれば1935年の初飛行であり、スミソニアン航空博物館に展示される代物のはずである。その旅行も終わり、ボストン空港の待合室で帰国便への搭乗を待っていると、窓の外をゆっくりと移動するあの飛行機を見つけた。主翼下の主脚と尾部で機体を支え、機首が高く尾部を下げた姿勢は紛ふことなくDC3であった。見渡すと着陸中や駐機中の同型機が他にも2・3機あり、まだまだ元気で就航しているのである。図鑑の説明では、同機の操縦性と整備性は抜群に優れており、就航以来外観を変えることなく数々の改良が加えられ、民間と軍用併せて10,654機製造されたとある。航空機の寿命は部品の続く限り半永久であると聞いたが、それにしても長い寿命である。現役のボーイング747ジャンボ機も1970年の就航であるが、初期に作られた短胴型のSP型を除いて、そのスタイルに大きな変化はない。性能を研ぎ澄ますべき空軍のF15やF16戦闘機も何年になるか、就役以来久しく現役である。もう家電製品も自動車も、そのような境地となってもよさそうである。

今後の課題の第3は、このように性能的に飽和した工業製品を如何にリサイクルの波に載せるかを考えることではないだろうか。かつてのカブトムシ型ホルクスワーゲンは、永年あの独特のスタイルを保っていた。私も愛用の経験があって知ったのであるが、内部は時代と共に数々の改良が加えられたが、エンジンを含む多くの部品で新旧の交換が可能であった。前述の完成品ブロック構成の考えとも通ずるが、戦後復興期のドイツ国民に経済的な国民車を供給する目的から、このような方策がとられたと聞いた。当時と現在の社会環境は大いに異なるが、改めて資源の節約とリサイクルの観点から、当時の

製品開発の思想を学ぶべきではなからうか。

以上は、工業化学、材料化学、機械工学、あるいは電気工学の方々に対する苦言であるが、建築工学と土木工学の方々にも云いたいことがある。昭和40年代の流行語に「列島改造論」がある。故田中角栄首相が通産大臣であった頃の著書の標題である。この語に表現されるように、この3・40年間に日本列島の到る所の海岸線、内海、湖沼、あるいは河川と森林に大規模な造成と改修工事が行われ、また日本中に新幹線と高速道路網が整備されてきた。その多くは標語通りにわが国のインフラストラクチャーの向上のためであり、国民の一人として有難いと思っている。しかし、そこに住む生物への思いやりが遅れ、生物生態系の破壊をもたらしたのも事実である。最近の例で云えば、諫早湾の干拓は中止すべきであったらうし、中国縦貫道では宝塚のタヌキに配慮があってもよかったらう。土を掘り返す前にそこに何が住み、どんな生態系が営まれているかを考え、開発との調和を図ることが必要であった。それに一旦決めたら変更のできない硬直した行政も困ったものであり、一般大衆側にも有識者の意見を冷静に聞く寛容さが欲しい。

現在の科学技術は強力である。それだけに予期せぬ結果を生じたときの影響も大きい。しかも予期せぬ難題のほとんどは結局生命に関係している。これについて常々思うことは、工学系また社会科学系の専門課程にある学生に対する地球環境問題の立場からの「生命科学概論」あるいは「生態論」の講義である。私達が工学部の学生であった頃、「機械工学通論」と「電気工学通論」の講義があり、化学系学生はもとより生物系である醗酵工学科の私達も、技術者の基礎的教養としてエンジンの原理や発電、送電、配電の初歩を教わった。現代の工学系学生には、それにも増して生命について教養を深めることが求められている。

さて、次は心の問題である。物質的にいくら豊かになっても人々の不満と不安は絶えない。そこで多くの人々が生甲斐を求めて宗教に頼る現実がある。確かに人々の精神を支配する面で宗教と哲学は大きな役割を果たしている。私も

一時は人類の難問の解決に宗教者の貢献を期待したこともあった。一方で上記のように現代のテクノロジーに生命科学の知見を持ち込むことが必要と考えている。さしあたり現在では生態学が必須である。しかし現在の生命科学、特に遺伝子工学と細胞工学に対する一般大衆の風当たりは厳しく、宗教者のこの分野に対する懸念と戸惑いは深い。その結果、遺伝子組換え実験に対する吹田市の条例制定に見るごとく、生命科学の研究にいささか掣肘を加えるに至っている。昨年の英国でのクローン羊のドリーの誕生では、ローマ法王やクリントン米国大統領が懸念を表明した。これは直接には遺伝子組換え実験には関係しないが、宗教者をはじめとして多方面から大変な懸念が寄せられているのが現状である。

植物の世界では、1個の細胞から再び草木を立ち上げる全能性についてはよく知られているが、受精卵以外の動物細胞から個体を産むことは不可能であった。ドリーの誕生は、乳腺細胞を用いてこの壁を突破する画期的な技術が生まれたことを示す。宗教者と云わず大方の方々にとって、この技術はクローン人間への道を開くとして疑惑を招くのは当然であり、各派の宗教者から以下のようなコメントが寄せられている。

「科学がもっと人間性を持つよう宗教が役割を果たせ。人間の生命をピーカーで作ることは科学者の立場を越えている。」(カトリック)/
 「イスラムは道徳性を持って科学を進める。研究に限界を設けたりはしないが、人間や環境を変えるような研究はいけない。」(イスラム教)/
 「遺伝子操作などは、道徳的にはっきりしたガイドラインを作り、治療的なものと生命を作り出すこととは分けるべきだ」(ユダヤ教)/
 「人々が心の問題を抱えるようになった根本原因は、物質的な見方が支配したからだ。人間に敬意を払い宗教的実践をすべきだ。」(ヒンズー教)/
 「クローンなど、科学なら何をやっても良いというのは間違い。科学者は自分の行為に責任を持ち周囲の声を聞け。」(プロテスタント)/
 「生命は仏様からいただいたもの。生命の発生にまで踏み込むのは科学の行き過ぎ。生死について深い洞察を持って科学と共に生きるべきだ。」

(仏教)/(平成9年8月10日付日本経済新聞より)

このような現状で、生命を操作することは、ひいては生命科学は一般に強い猜疑の眼で見られている。それでも生命科学は自然環境に調和した工学を育てることに必要であり、その一般的コンセンサスを形成する前に、問題に対する一般の理解を得なければならない。いささかの啓蒙が必要となるが、固定観念を持ったアダルトよりも、若い柔軟な頭脳を持った学生を対象になるのが最も効果的と思われる。しかし、生物工学系の学生でさえも、折に触れてこの種の話に、必ず数%の学生から批判的な反応が返ってくる。それについても大学受験において、物理学と化学を選択する学生が多く、生物学を選択する受験生が少ないのは寂しい限りである。もっと幼児期より身近の小動物と草花に親しみ、生命の仕組みと大切さを知ってもらいたい。

さて、もう一度クローン動物に戻ろう。確かにクローン人間を作るとすれば倫理上の大問題である。しかし、一卵性双生児に見られように、同じ遺伝子を持ったふたりであっても、育った環境によって異なる人格に成長する。しかも細胞(核)供与者が成人であれば、クローン個体とは親子の年齢差を生ずることになる。抜いた頭の毛を吹いて、瞬時に現在の自身と同じクローンを作る遜悟空のようなわけには行かない道理である。産業界は今この技術を医薬品の生産に向けている。これまでも組み換え大腸菌を使って成長ホルモンや糖尿病治療薬のインスリンなどが、また酵母を用いてインターフェロンやB型肝炎ワクチンが作られ、医薬として使われている。しかし微生物を使う方法では、目的とするタンパク質の構造によってはうまく作れないことがあり、生産宿主として種々の微生物種やカイコが使い分けられている。この観点から、ヒトのタンパク質を作るには、同じ哺乳動物であるヤギやブタがよかろうと考えられたわけである。受精卵に外来遺伝子を導入して遺伝子組換え体の動物(トランスジェニックアニマル)を作ることは、マウスなどを用いて既に確立された技術である。この組換え動物を造成する方法で、組換えタンパク質を含む乳を出す雌ヤギを

育種することも周知のアイデアである。しかし、実用に叶うほど何頭も生むことはできなかった。動物では微生物のように自由にクローン個体(微生物の場合は細胞レベルのクローンである)を得ることが出来なかったからである。そこでドリー方式のクローン技術を使えば、次々と同じ組換えタンパク質を乳の中に分泌する雌ヤギを生み出せる。米国バイオベンチャーのジェンザイムトランスジェニックス社が、この方法で血管内血栓治療薬のアンチトロンビンの商業生産を計画していることを最近の新聞は報じている。

遺伝子組換えトウモロコシや大豆、またトマトについての一般大衆の疑念も深い、これらは除草剤や病害虫などへの耐性を与え、栽培コストを下げ、しかも安定な収穫を挙げることを目的としている。また流通と店頭における日持ちを良くすることを目的にした育種もある。農家の収益を上げ、増大する地球人口を養うために大きな意義を持っている。多くの懸念は導入された異種(生物)遺伝子による災害を心配していることと思う。しかし、その心配は杞憂である。自然界に住む動物達は、動・植物をなんら調理

することなく、生のままバリバリと食べている。私達も刺身をはじめ果物や野菜サラダなど、生鮮食品では好んで生きたままを食べている。しかるに摂取した動・植物の遺伝子が摂食者の染色体に取り込まれて異常を来したこともなければ、生物進化の方向が摂取植物(生物)のDNAにより影響を受けたと云う論議もない。それは、動物の消化器では、腸管で吸収可能となるまで食物を消化しているからである。生きた遺伝子の一つ一つは数千個のヌクレオチド(核酸を構成するブロック)が厳密に決められた配列で並んでいる。遺伝子DNAは消化により構成ブロックにまで断片化されて個々の遺伝子としての体裁を失う。さらに、単細胞の酵母でも六千を超える遺伝子を持っている。これに対し組換え動物であろうと組換え植物であろうと、現在の技術では導入可能な遺伝子数は高々数個、多くても10個を越えない。従って消化器中で消化されてしまえば、何ら本来の食材と変わる所はないのである。この導入遺伝子に由来するタンパク質と代謝物についての試験が適切に行われ、その結果に異常が認められないなら、私は組換えトウモロコシを食べるつもりでいる。

