

環境問題と科学技術を考える

氷 見 康 二*

1. 緒 言

環境問題は世界的に注目されており、わが国でも高度経済成長が生んだ産業公害問題がこの重要性を訴える一つの契機となった。そして環境科学の構築が進み、環境行政が成長したが、過去における異常ともいえる激しい産業公害が各方面の努力で一応危機的様相から脱したといわれていることもあり、環境問題を具体的に意識し難くなっており、一つの転機にあるようにも思われる。

さて、今日の環境問題は、人間活動が途方もなく広範囲に環境に影響している故に注目されているのであるが、現在人間活動を支えているのは科学技術とこの工業化に力を与えている集中的なエネルギー資源供給と考えられる。そこでこれらを念頭におき、その本質を考慮しながら今日の環境問題に関し考えてみようと思う。

2. 環境とは、特にバランスにつき考えたい

まず、環境とは人類とどんな関係をもってきたか考えてみよう。古来人類は大地と大気の世界で生き続けてきたが、生存にはエネルギーを要し、太陽と緑色植物は不可欠である。人類の食料所要量は、基礎代謝で1日1300~1400 Kcal、中程度の運動で2500~3000 Kcalほどで、たとえば、澱粉は消化器内でぶどう糖となり、これが酸化される過程でのエネルギーが体の活動源となっている¹⁾。

このように人類生存には食料とその酸化剤である大気中の酸素を要し、体内反応は水溶液中のもの故水は不可欠であり、温度、圧力、光等も厳格に影響を与えている。

さて、人類を取巻くこれら環境因子は、長い地球の生成と進化過程での一定のバランスの上に成立してきたことをまず考えねばなるまい。地球生成後の大気と海洋成立の過程を考慮すればこのことはよく理解できるし、環境問題への対処のし方も考察できるように思われる。

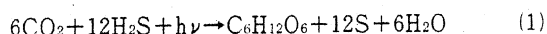
地球はおよそ46億年前宇宙での星雲群の収縮による太陽系形成の段階で生成した²⁾。そして、はじめその重力圏内にあった水素とヘリウムからなる原始大気は短期間

内に宇宙空間に逸散し、その後の地殻変動に伴う脱ガスで二酸化炭素、水蒸気、窒素からなる初期大気が形成した²⁾。

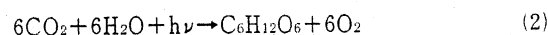
軽い成分の原始大気が逸散し、次の大気が生まれて、これが現在の大気に進化するのであるが、これは一種のバランス作用によったことを示し、これこそ後述する地球環境形成の基本原理のように思うのである。

初期大気形成後、地球表面温度は低下して水蒸気が凝縮し海洋を生じそこに二酸化炭素が溶解する一方、太陽光線が大気の透明化に伴い地表に達するようになり、やがて原始生命が海洋に宿るようになる。

そして、これによる光合成が始まるがそれは(1)式のようなものだったといわれている²⁾。



約30億年前から太陽光線は増加し、短波長に移行して(2)式の光合成が藍色バクテリア、藻類等により営まれはじめ大気中に酸素が放出され出し植物は大気組成にかわりその制約を受けるようになった²⁾。



そして、この放出された酸素は、最初地表の低湿地に堆積した膨大な第一鉄を酸化し、27~17億年前といわれる鉄鉱層の生成となり、やがて大気中の酸素濃度を増加させていく。これに伴い、大気上層にオゾン層を生じるがこのため生物にとり破壊的影響を持つ極短紫外線が吸収されて水という保護層下で生活していた生物群は、光と二酸化炭素が豊富な地上に進出しその活動を活発化して大気組成の進化にさらに関与を深めていく²⁾。

また、太陽光の量と質はこれにより変化し、生物も進化して今日の生物圏での炭素サイクルを形成し大気組成は現在のように安定化するのである²⁾。

以上のように現大気は営々とした長い地球の歴史の過程で一つの変化があるとそれに適したバランスをとる動きをする原理ででき上ったものであり、きわめて人類の生活に都合よくなっているのである。

たとえば、人類が他に卓越しているのは火の使用であ

* Yasuji HIMI, 神奈川県公害センター所長

るが、もし大気中の酸素が現状より過大に含まれていたら、薪は爆発的に燃焼し、窒素が過大なら着火しにくいのであり、現状のような容積比だった故に太古の幼稚な技術で薪をもやして火を制御できたと思えるのである。

このように余り苦勞せず薪の燃焼をコントロールできた現在の大気は人類の生存はもとよりその文明の発展上重要な意味をもっていると考えられる。

さらに、二酸化炭素の温室効果もそうであるが、この大気は前述の長い地球の歴史の中で一定のバランスをとって生成した故に、その組成変化は極めてゆるやかだったと認識すべきと思うのである。しかるに植物が営々と初期大気から太陽の力で生物圏に取込んだ炭素化合物であるエネルギーの缶詰めといわれる化石燃料をその生成の歴史にくらべ途方もなく急速に地殻から取出し、現在の人類文明は維持されており、この利用が急激故にその影響は大きいに違いないのである。

すなわち、大気進化の歴史が長かった故にそれは一つの動きにゆっくりバランスをとりつつ今日にいたったと思われるが、これに人類が行っているような急速な変化を与えれば、ちょうど赤熱した硝子に水をかけるように破壊するのは自然の摂理のように思えるのである。

このように人類は、自己をつちかした大気に関し、この摂理を無視して行動しており、かつ、その許容の範囲さえ知らないように思われる。ただ一ついえるのは、環境は一つのバランスを保ちつつ存在していることで、これが環境問題を考える一つのポイントだということであろう。

3. 科学と環境、技術は魔術ではない

現在の人類が保有するエネルギー文明は、人類繁栄の原動力であるが、これは科学技術に依存しているといっても過言ではない。そして、人類は様々な形で環境に影響を与えている。

本多修郎東北大学名誉教授³⁾は、著書「技術学概論」において技術の人間学・哲学、技術の歴史と社会学を論じているが、そこで人類が生存し続けるには「生の技術」に頼ることが必要だったと述べ、科学技術の重要性を主張している。さらに本多³⁾は、技術論が問題意識をもってとりあげられた近世資本主義の興隆期過ぎの状況を説明して「資本主義の成熟とともに、ようやくその退席の兆しが現われ、社会的には経済不況や恐慌が襲ってくるようになり、個人的には人間の非人間化、機械的機構への隷属化に基づく「人間の疎外」が問題となってきた」と述べている。

また、石谷清幹大阪大学教授⁴⁾は、著書「工学概論」において工学とは何かという問題に関して論じ、原水爆

開発を推進した物理学者の危険創造の悩みと同様な悩みを、公害を創造した技術者が体験しつつあると述べている。

さらに昭和34年12月19日、わが国最初の環境科学分野の学会ともいえる大気汚染研究全国協議会（現大気汚染研究協会）の設立総会が開催されたが、ここで産業と福祉の問題が深く討議されている⁵⁾。

要するに科学技術は、人類の生存と文明に不可欠なものであるが、上述の人間疎外³⁾、公害問題⁴⁾、産業と福祉⁵⁾のいずれの問題も科学技術が両刃の剣であることを物語っており、石谷⁴⁾がいうようにこれは手段であるが故にその用い方に相当の配慮が必要であり、著者は前述のバランスへの考慮を要しさらにこの用い方に科学者が相当の関心と発言力を持たねばならないと考えている。

さて、科学技術の統一した定義はなかなか見出せないが、横浜市立大学元学長三枝博音^{3,36)}の「技術とは、人間の実践的生産における客観的規則による形成の判断的過程である」との言葉を参考として著者は、「科学法則を理解して応用し、地球上の資源をエネルギーを用いて組替えて人類の生活の便に供する手段であり、この実現の能率向上に存在の意義がある」と科学技術に関し理解できると考えている。また、科学法則は、例外なく適用される点で信頼性が高く、容赦のないものであることは強調しておかねばなるまい。このため科学技術は、気ままに変化する人類の意志どうりになる訳はないのであって、それは乗客の意志がいかにか安全を願っても航空機が地球重力圏にある限り、エンジン能力が低下しその揚力が失われてしまえば墜落を免れ得ないようにそこには全く冷酷な自然法則が降りかかってくるから理解できよう。

この点科学技術は、物がパット消えたり、鉄が金になったり、一度鋸で切断され死んでしまった筈の美女が生き返ったり、貧者が一夜のうちに金持ちになったりする魔術やメルヘンの世界と異なり、これにより利便を得ようとした時は、必ず代償を支払わねばならないバランスのとれたものであることもよく理解すべきと思う。

今日、都市の防災や緑化の重要性が叫ばれており、これに異論をさしはさむ人はまず存在しないであろう。

しかし、よく考慮しなければならないのは、いかにこれらが人々の共通の願望だとしても、これらも自然の冷酷な法則に支配され願っただけではどうにもならないもので、必ず代償が要求されるバランスのとれたものであることを念頭におかねばならないことである。

このことは河川上流の山林保護を抜きにした堤防工事は危険増加につながり多少利便をしのんでも極端な開発は避けるべきだとの意見や、都市緑化にも利便を犠牲に

しなければならぬ面や大気保全等の努力が要求されることから考え及ぶと思うのである。

われわれは、高度経済成長をたどりたいあげ産業公害というつけを回された昭和40年代を反省をもって眺める一方、人のあり方は少なくとも科学技術を高度に駆使している点で変わっていないこともよく考えねばならないように思う。

繰返すようだが、科学技術は人類生存の条件であり、重視されているがこれが両刃の剣であることは余り意識されていない。意識はあっても積極的に認めたくないと人々は思っているに違いないのである。

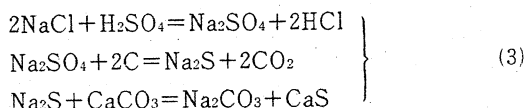
これは科学技術による具体的な利便とこれがもたらす不利益との価値観の相違が余りにも大きいことと、科学技術なしに人類は生き続けられないためと思えるのである。

自動車走行にはガソリンが必要で、こんな形で代償が求められており、これが魔術によっているのではなく技術の結晶であって現実のものになっていることを示している。しかし、ガソリン消費のみが代償かという決してそうではなく、自動車やガソリンの製造、道路建設を支える資源取得や運搬、プラント建設とその稼働、これらに伴う、環境影響や安全問題、自動車走行による騒音、振動、排気ガス等の諸問題があることはまぎれもない。

もちろん誰もがこれらを念頭においていないとは思わないが、自動車利用という現実の余りにも大きな利便性とこれら代償の価値観がかけ離れてしまっていることも否定できないし、代償の多くをわれわれの生存条件である環境が背負っていることもこの傾向を助長したといえよう。科学技術は、人類の生活を豊かにしてきたが、反面、環境に悪影響を与えてきた。このことをもう少し技術史の中で求めて見ようと思う。

4. 技術と環境の関係を技術史に探る

1775年、フランス学士院は従来もっぱら天然資源によってきたソーダ灰が、硝子や石けん製造に用いられ不足してきた状況を考慮し、豊富な食塩から製造する方法を懸賞募集した⁶⁻⁸⁾。ニコラス・ルブランはこれに応じ、(3)式に示すルブラン・ソーダ法を發明してオルレアン公の保護の下にセントデニスで日産250~300kg⁹⁾を製造した。

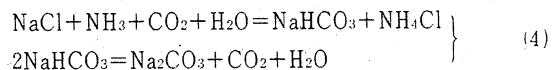


しかるに、フランス革命でオルレアン公は処刑され工場は没収されて事業は進まず、1806年ルブランは自殺している。パリにある工芸史博物館に1886年建立されたこ

のソーダ工業創始者の銅像が今も現存する⁷⁾というが、彼の悲劇とは別にこの工業は次第に発展していった。

たとえば、1823年、マスプラット⁹⁾は英国で工業化したがこの結果副生する塩化水素による大気汚染を生じ、当時問題となっていたばい煙以外の新しい問題を生むのである⁶⁻⁸⁾。

英国政府は、1863年アルカリ法(Alkali etc Works Regulation Act)を制定し、発生する塩化水素の95%を回収することを義務づけ、1874年には排ガス中の濃度を0.2 grain/ft³以下に保つよう規制した¹⁰⁾。これらはコークスを充填したゴッセイジ塔で克服したものの大気汚染を水質汚濁に転化したに過ぎなかった。1870年、エルネスト・ソルバーは、(4)式に示すアンモニア・ソーダ法を開発した^{7,8)}。



この方法は、ルブラン・ソーダ法を圧倒し塩化水素による新しい大気汚染問題は解決していった。

四国の別子銅山は、元禄4年(1691年)4月に住友が幕府の許可を受け10月12日粗銅生産を開始した著名な銅山であるが、開山当時から焼鋳、熔鋳炉作業の結果発生する二酸化硫黄により付近山林、農地に被害を与え、住友は山林買収でこの問題を解決していた¹¹⁾。

しかるに明治17年、洋式精錬法を導入し新居浜に工場を移転して産銅量を増加するに及び明治26年9月大きな水稲被害が発生し紛争が繰返されることになった¹¹⁾。

そこで明治37~38年に新居浜の北々西約18kmにある瀬戸内海の無人島四阪島に工場を移したところ被害はかえって拡大し再び紛争を繰返すことになった^{11,12)}。

工場側は種々対策を講ずるが解決せず¹³⁾、昭和4年濃度変動の多い二酸化硫黄を用い硫酸製造に成功したペテルゼン式硫酸製造装置^{15,16)}を完成し、排ガスから硫酸を副生したうえ昭和14年アンモニアによる排ガス脱硫装置を完成して47年間にわたるこの紛争に終止符を打った^{13,14)}。

わが国ではじめてセメントが製造されたのは明治8年(1875年)5月で、工部省深川工作寮の湿式焼成炉によるものだが¹⁷⁾、これは英国で1824年ポルトランドセメントが發明され⁷⁾てから51年目、米国での製造開始と同年代であった¹⁷⁾。

この工場は、明治16年浅野総一郎に払い下げられ浅野セメント株式会社の基礎となるのである¹⁷⁾。

明治36年、浅野セメント東京工場はわが国ではじめて回転炉を採用するが、その後明治40年頃から従来深川区民から注目されていたダスト飛散問題が表面化する。

この結果、川崎への工場移転を区民に約束するまで讓

歩するが、大正6年コットレルが発明した電気集じん装置¹⁸⁾を導入し前記移転要求を撤回させている^{17,19)}。

そして、これを契機に同年操業開始したのが同社川崎工場で、これもその操業開始前後から地元と紛争を繰り返すのである。すなわち、当初立地を予定した神奈川県橘樹郡大師河原村も立地した同郡田島村も桃、梨、海苔養殖等で栄えた村々であった。そこえセメント工場の立地であるから操業前からの反対運動は当然だった¹⁹⁾。

これは、神奈川知事の斡旋で解決したと大正元年10月1日付中外商業新報が伝えているものの反対運動はその後も継続された。大正6年7月、川崎工場操業後たちまちダスト飛散による被害を生じ、村会の意見書が神奈川県知事に提出される¹⁹⁾。

知事は防止装置設置を会社に勧告するが設置されなかった。大正12年さらに陳情があり、会社は見舞金支払いを主張し大正13年15,000円が支払われる。

その後も被害、紛争、見舞金支払が昭和5年まで続いたようだが以降は不況でセメント生産量が減ったためか紛争は終結している¹⁹⁾。

明治41年、鈴木製薬所は神奈川県逗子で小麦と塩酸による味の素の製造を開始する。このため塩化水素による農作物被害と殿粉廃液に起因する漁業被害を発生し紛争となる。そこで工場を川崎に移転したがここでも同様の紛争を繰り返し、大正3年帝国議会における公害問題を憂慮した質疑に発展している¹⁹⁾。

商工業の発展による貿易量の拡大は、船舶の航行量を増加させ船舶事故、バラスト水放流等による重油流出を多発させ、たとえば、東京湾ではこれによる養殖海苔、魚穫物被害が早くから問題となっている¹⁹⁾。

海苔被害はすでに明治43年、英国船により起きており以降しばしば繰り返された。なお、昭和13年新設された神奈川県水産試験場内湾分場が重油による汚濁対策研究機関として注目されたことは興味深い¹⁹⁾。

高炉で生産された銑鉄は、平炉、転炉、電気炉等で製錬されてきた。昭和13年6月27日、日本鋼管株式会社は、同社の創立者の一人²⁰⁾であり技術的背景だった民間製鉄技術の開拓者といわれた²¹⁾今泉嘉一郎の提唱と指導でトーマス転炉の操業を開始する²⁰⁾。この炉の製鋼技術上^{22,23)}の合理性はここで述べるまでもないが、この転炉技術が、同社とオーストリアのアルピネ社との提携による昭和31年の酸素製鋼上吹き転炉の操業開始につながり^{20,21)}今日の世界に卓越する製鉄技術をわが国が誇る基礎となったのは周知のとおりである。しかし、これらとともに酸化鉄フェームの大気放出を生み大気汚染問題の原因となったが²⁴⁾、集じん技術の発達で解決されている。

なお、今泉によるトーマス転炉はいまも日本鋼管株式

会社記念資料館・アウマンの家の前庭にその最後の一基が保存されている²¹⁾。

以上のように技術史をかえりみると新しいニーズにこたえて新しい科学技術が開発され、それが大規模に工業化された結果、新しい汚染、汚濁を生み環境に影響を与えた例は多く、“公害とは、技術の発達が人間と環境に重大な損傷を与えていることをいう²⁵⁾”と定義される始末である。

しかし、公害を生んだ技術による汚染、汚濁物質の環境への流入を防いだのも前述のように新技術であった²⁶⁾。

要するに環境影響を及ぼした新生産技術とこれを解決した新技術とが跛行または不均衡の状況にあったことが今日の公害・環境問題を生み、この跛行または不均衡を指摘し、少しでも小さくしようと従来の調査研究、対策が進められたのであるが²⁶⁾、所詮たちごっこ、シーソーゲームの感が深く、根本的解決につながるものであると断定できないように思う。とはいえ、石谷⁹⁾がいうようにいかに科学技術の現状が気に入らないといってもこれを破棄し得ないのであって、その再編成を考える以外に方法はないのであり、これこそ環境工学の構築であると思う。

そこでもう一度、科学技術の本質と環境問題に関し考慮し環境研究に関しても根本的に考えてみよう。

5. 科学と環境に関する科学技術の本質の考察

汚染、汚濁物質による環境影響をそれらの回収技術が解決してきたことは前述のとおりであるが、これには大きなエネルギー資源の供給の前提を必要とし問題視されることは否定できない。人口の都市集中化の結果、緊急整備が叫ばれている下水道も一種の汚濁物質回収処理施設であるが、たとえば、大阪大学末石富太郎教授²⁷⁾は大阪府下の水利用関連電力消費量試算結果を紹介し、水環境保全上の下水処理用電力消費ウエイトが将来増加するため府下総電力量に占める水浄化用電力比率は高まるといっている。また、下水道には汚泥処理上の難問もあり環境影響への考慮が課題となってくるように思われる。

このように考えると、われわれが今現実に豊かに生活しているのは決してメルヘンの世界に生きているのではなく科学技術の恩恵であって魔術によっているのではないことをまず認識すべきで、それ故にその代償は何か、これを最小にするには基本的いかにすべきか考えるべきでこれを環境問題を主課題として検討することが環境研究者に特に要求されているように思われる。

18世紀の産業革命や現代の技術革新は、科学技術の輝かしい成果を人々に見せ、人々は科学は何でも可能にしていくものだと信じてしまったようである。正に科学技

術に支えられた現実と魔術やメルヘンの世界と見わけがつかなくなっているようである。

東海大学武田修三郎教授²⁸⁾は、著書“答えのない時代をどう生きるか”の中で、古代ギリシャに生きたピュタゴラスやアリストテレスらは科学者であるより哲学者であり偉大な政治家だったといい、彼等は自然の摂理を探り、人の道を説いたといっている。

しかし武田²⁸⁾は、近代にいたり科学者は人類に繁栄をもたらすとはいえず、“かつての数学者や物理学者が哲学者であり政治家だった面からは完全に撤退している”と述べ、科学者は豊かさを支える便利屋になったといい、この主客転倒の原因をもたらしたのはニュートンであると主張するのである。すなわち、ニュートンの発見した万有引力の法則から発した方程式によれば、星の動きさえも決まる。武田²⁸⁾によればそれは“まったくふもつきたくなるような魅力的な理論だった”のである。

そこで、科学者はもう人に摂理を説く必要はない、そのかわり、摂理の中で人間を豊かにする部分さえさがしてくればよくなったのだ²⁸⁾”ということになり、アリストテレスの摂理を説く科学は終止符を打ったというのである。

要するにニュートンは古典力学を発展させた。彼の学理は正確でこれによれば何でもわからぬものはないと人々は思うようになったというのであって、武田²⁸⁾は“それまでの神と人間の立場が逆転した”とまでいっている。

いわゆる科学万能の時代、科学で解決できぬものはなく解決できないのは科学者の怠慢によるものだと途方もない考えも生まれたように思われ、これは確実に今日でもなお生きているように考えられる。

そして、石谷⁴⁾がいうように科学を単に手段としてしまい、著者が前述した科学技術の利便の代償を忘れ、地球環境にこれを背負わせ利便と代償の価値観を乖離させているのである。これはまったく魔術かメルヘンの世界でないだろうか。

しかし、武田²⁸⁾によれば、前述のニュートンの万有引力の法則を頂点とする考えは破れきった。この理由は、“光より早いものはない”といったアインシュタインの理論とニュートンの一義的な考え方では物事は説明できぬことを決定づけたハイゼンベルグの“不確定性の原理”の出現だということである。すなわち、科学技術で可能でないものがあるとの考え方が生まれ、物事を割切ってしまうねば承知しないかつての科学万能論を切崩したとである。

科学技術が自然の冷酷ともいえる科学法則に裏付けられている以上、もう不可能なものがあるのは当然である。熱力学でよく語られるエントロピー²⁹⁾の考え方にも同

様なことがいえるように思われる。環境・公害問題に関し考察すれば、科学万能論の切崩しは追打ちをかけられたようなものである。

自然は放置しておけばエントロピーが増加する方向に動くという熱力学の法則は、やさしくいえば不規則でたらめな方向に動いていくのが自然だと教えている²⁹⁾。

そして、もしエントロピーを減少させる方向に物事を動かそうとすれば必ずエネルギーを必要とするのである。

たとえば、工業製品という規則性に富んだものは、その使用過程で自然に不規則性を増し遂に使用不能となり廃棄物になる。これは正に自然の方向であるがこの廃棄物を回収し製品にすることは自然と逆方向をとりエネルギーを要するというのであって、このエネルギー取得過程でまたエントロピーを増加させてしまうのである。

同様なことは汚染、汚濁物質処理に関してもいえるのである。すなわち、これらのことは自然の摂理に逆って生産を拡大した結果、汚染、汚濁物質を環境に放出することになるためこれらを処理すればエネルギーを要し、このために化石燃料、核燃料使用という自然の摂理に逆行する手段を取らざるを得なくなることを教えているのである。これは正に蟻地獄のようなものではないか。

こう考えると、汚染、汚濁物質をただ力づくで回収、処理すること、いいかえればこれを集めればことが足りるという考え方のみで進むのは改めるべきと思うのである。ただ誤解してもらいたくないのは、今著者が武田²⁸⁾がいう“不可能則”を持出したからといって環境保全が不可能であるといっているのではないことをよく理解してもらいたい。すなわち、人間の行動には自然の方向に逆行することが余りにも多く、その後始末に自然に逆行する手段を取らざるを得なくなっており、もし大規模に長期間こんなことを繰り返していたら後のつけは余りにも大きくなることを主張したいと考えいたのである。

少なくとも人類には、自然の摂理への謙虚さが求められていることを真剣に考え環境問題を考察していくべきだと思うのである。

われわれは、この問題を考慮する時、自然の摂理、くり返していえば前述のゆっくりしたバランスに関し思いをはせて欲しいと考えるのである。

6. 環境問題の今後の展望、どうしたらよいか考える

以上科学技術の本質を考え、環境問題にアプローチしたが、そこで今後を展望してみよう。

まず抽象的にいってしまえば、この問題には科学技術がかかわっているからその基礎である自然の摂理にさか

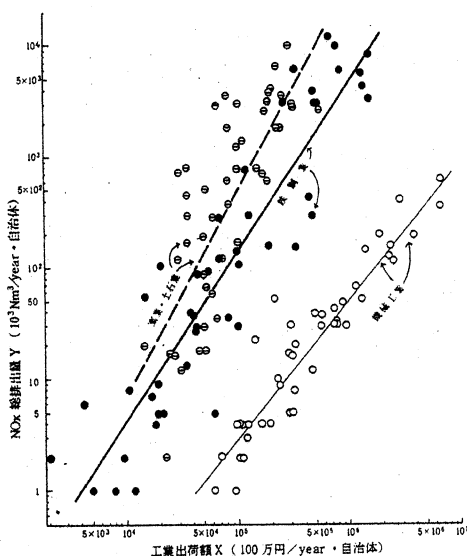


図1 都道府県別、生産業種類別、窒素酸化物総排出量と出荷額

らわぬ人間の生き方、謙虚さが必要であることを訴えるべきであろう。すなわち、現代の人間生活は、魔術によっているのではなく、メルヘンの世界でないことにコンセンサスを得、何か利便を与えられれば必ず代償があり、この代償が単に金銭に依るものでなく自然の摂理を基礎としているとの理解を求めることは必要と思う。

このためには、環境研究者は単に実験室にこもるのみでなく、実際に体験して考察し得た結果をわかりやすく市民に理解を求める勇気も必要と思う。

それでは現実はどうすべきか例示しながら考えてみよう。

図1は、著者も関与した環境庁大気保全局による大気汚染物質排出量総合調査と総理府統計局による工業統計に示された都道府県別、生産業種類別の窒素酸化物総排出量と同出荷額との関係をプロットしたもので、窯業・土石業、鉄鋼業および機械工業について例示した^{30,31)}。

このようにある地域の環境に影響を与える窒素酸化物のその地域内での総排出量は、そこに立地している生産業の種類と規模でかなり異なることが理解できると思う。

このため環境・公害問題解決のうえで、地域に立地する製造業の構造が重要な意味を持っており、今後他の環境要因に関しても図1のような関係を求めて最小環境影響で最大出荷額または最大雇用力を持つ産業立地を現在の技術における各業種間の立地規模関係の制約を満したうえで考察することは重要と思われる。

さて、現在の個人生活そのものが、環境影響を与えていることは、自家用車の走行、生活雑排水、一般廃棄物、近隣騒音、家庭電力消費量等を考えれば否定できぬところであろう。このためもし現在の都市への人口集中化

が避け得ないならばもう少し都市構造の合理化をはかるべきであろう。都市機能は、道路、公園、下水道、電力供給、交通施設等のみでその充実が達せられるものではないように思う。

現在人間生活を豊かにしているのはレベルの高いエネルギー供給で、都市には主として火力発電所による電力として供給されているが、発電所稼働率は電力需要の季節格差、時間格差のため低くその効率低下を招いている。

さらに、電力会社の火力発電所の発電効率は、高くても40%を下回り、これ以上の上昇はタービン翼材質の飛躍的改善のない限り望めない。しかし、タービンを背圧タービン、抽出タービンとし電力供給と蒸気供給を同時に行なう熱併給発電所とすれば、発電効率は低下するものの総合熱効率は上昇し、前述の電力需要の季節格差、時間格差による不利益も回避できると考えられる。

また、熱併給発電所は、高エネルギーレベルの蒸気がタービン内でレベル低下する熱落差を電気エネルギーとして交通機関（電車）や動力用とし、この結果レベル低下したタービンから出る蒸気を地域供給して余り高レベルのエネルギーを必要としない冷暖房用、加熱用とする訳で、前述した自然の摂理になかった合理的なものと考えられる^{32,33)}。従来われわれの生活は本来所要のエネルギーに関してその所要レベルを考えずに多くを高レベルにある電力に頼った不合理なものだったことも見直さねばならない³³⁾。

図2は、神奈川県が昭和49年の実情をベースとして完成した窒素酸化物拡散予測モデルを用い、固定発生源による重合着地濃度と、このうち事業用ボイラーをすべて廃止してこの燃料を火力発電所で燃焼し発生蒸気をここへ供給する場合のそれとを比較したものである。計算値は、年平均値として算出されているが、この結果より上述の発電所の熱供給化は拡散理論から考慮して大気汚染

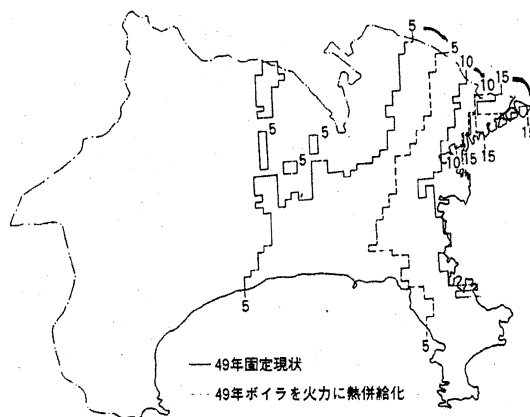


図2 神奈川県における固定発生源窒素酸化物重合着地濃度とボイラーを火力発電所に熱併給化した時のその計算結果（年平均値ppb）

改善につながると考えられる。なおこの結果は、上述の総合熱効率の向上は見込んでいないので、実際の効果はさらに大きいものと考慮される³⁴⁾。さらにこのシステムは小型事業ボイラー廃缶にともない燃料貯蔵、その運搬等の点で都市防災上にも利点がともなうと思われる。

しかし、この実施には蒸気供給管設置という公共投資を必要としよう。とはいえ交通機関の電化とも関連する³⁵⁾うえ渋滞する都市内自動車交通の現状やその排ガス、騒音問題等を考慮すると道路建設より地下鉄建設がのぞまれこれと平行して工事できる利点も考慮せねばなるまい。

要するに従来公共投資は、道路、焼却炉、発電所のように環境保全上好ましくないとの考え方が先行し過ぎていたが、上述のような考え方で環境保全に寄与するものとの考えを得られるよう指向すべきと思うのである。

いうまでもなく蒸気供給は発電所だけでなく、ごみ焼却炉、工場廃熱等も利用できるし欧米での実施例³⁶⁾も多い。

さらには工業副産物を用いた省エネルギー、生活改善によるそれ等が考えられるが³⁷⁾、ただ一つ訴えたいのは、環境問題は科学技術に支えられた工業化された人間活動によってのものなのに一般に工業の現状がよく理解されていないし、逆に産業人は環境の現状への具体的配慮が足りないことでないだろうか。

たとえば、現在の技術革新に支えられた缶詰工業の繁栄による空缶散乱問題だが、あれほど生産側と環境側の相互理解がゆきとどいていないものはないように思う。

まず、産業側に関していえば、生産による副作用ともいえる環境影響を気付かずに過去に産業公害を発生させた教訓を無視した行動をしているのではないかと思う。

確かに空缶を投げ棄てる人々に問題もあろうが、そもそも物事はほっておけばエントロピーの増大する方向に動くのである。いいかえれば散乱する方向に動くのは自然の摂理である。これをそうさせぬ努力としてどの程度のことがなされたか考えたいのである。

ただ現状を深く憂い、これを処理しようと積極的に行動している環境保全側の人々も回収を急いでいるようだが、これではエネルギーを要し大変である。

もう少し空缶の本質を考え、自然の方向を探ってみるべきだと思うのである。

缶の材質は鋼板に錫めっきの鋼缶とアルミニウム缶とがある。そしてこれらが回収されれば確かに資源であるが、鋼缶、アルミ缶何れが資源価値があるだろうか。

資源は均質で不純物が少ないほど同量ならすぐれており、この点でアルミ缶の資源としての優位性は高い。その上鉄鋼業は従来から屑鉄を排除し続けたワンウェイ産

業である一貫製鉄業が主力となっており、前述の転炉も原料から屑鉄を排除すべく導入されている。

一方、アルミニウム工業は、電力コスト上昇で電解精錬の採算がとりにくくなり地金からアルミ製品を作る加工に重点をおかざるを得なくなっており、アルミ空缶の受け入れには意欲的と思う。

そこで、空缶の回収資源化を進めて缶詰工業繁栄による一つの代償ともいえる散乱問題を解決するには、缶の材質をアルミニウムにシフトするのが自然であり、たとえば、缶の肉厚を増加させてその価値を増大し、回収せねば採算がとれぬようにすれば回収は円滑化しよう。

そしてこの肉厚増加が、空缶散乱というエントロピー増加を減少の方向にむけるエネルギーと思えるのである。

以上極端な例示をしたが、要するに科学技術が環境問題を通じ世の中に繁栄の代償を求めている以上、もう少し科学技術の実施現場である工業の現状を考慮して対策すべきで、これも自然の摂理のように考えられる。

そして、このことを考えるのが環境研究者の今後の課題の一つのように思うのである。敢えていえば、現在までの環境研究や対策は、環境問題の重要性を指摘してきた。すなわち、前述の二つの技術の跋行、不均衡を指摘したのはまぎれもないが、環境問題を提起する社会の構造的要因や人の考え方、あり方には手をつけずに推移し、所詮前記のいたちごっこ、シーズンゲームを是認してきたようにも思える。この点をよく考慮して以上例示した以外にもいろいろあるだろうが、環境研究者やその対策に当たる者には、従来行ってきたこと以外に人間活動のあり方まで根本的に検討する行動がのぞまれるように考えられる。

この意味からも今後発展させたいのは環境問題に関する理論および実践教育であるが、環境研究者らはこれにも深くかかわっていくことが肝要と思われる。

要するに今後、人間活動を支えている工業の構造、生活の場である都市構造、環境保全と生産の意識交流、環境教育が重要と思われるが、現在の生活がいかにも道具立てが大きすぎ、そのため大量の物質を消費しすぎており、自然とバランスがとりにくくなっていることも自覚する必要があるように思われ、これには科学技術の本質に関する広い理解を要するように考えられる。

(昭和58年9月9日、神奈川県自治総合研究センターにおいて一部講演)

—引用文献—

- 1) 林 健太郎：エネルギー、東京大学出版会(1974)
- 2) 門司正三、内嶋善兵衛：大気環境の変化と植物、東京大学出版会(1979)

- 3) 本多修郎, 鈴木高明: 技術学概論, 朝倉書店 (1974)
- 4) 石谷清幹: 工学概論, コロナ社 (1972)
- 5) 大気汚染研究全国協議会議事録 (1954)
- 6) 大場英樹: 環境問題と世界史, 公害対策技術同友会 (1979)
- 7) 加藤邦興: 化学の技術史, オーム社 (1980)
- 8) 鎌谷親善ら訳: アイド, 現代化学史, 2, みすず書房 (1979)
- 9) D. Reilly: J. Chem. Education 28, 650 (1951)
- 10) A. R. Meetham: Atmospheric Pollution, its origins and prevention. Pergamon Press (1956)
- 11) 浅川照彦: 産業環境工学, No. 30, 25 (1964)
- 12) 浅川照彦: 同上, No. 31, 23 (1964)
- 13) 浅川照彦: 同上, No. 32, 40 (1964)
- 14) 浅川照彦: 同上, No. 34, 31 (1964)
- 15) 氷見康二: 石膏と石灰, No. 126, 30 (1973)
- 16) 庄司 務: 酸, アルカリ及肥料, 66, 産業図書 (1948)
- 17) 日本セメント株式会社: 日本セメント株式会社80年の歩み (1883~1963) (1963)
- 18) H. J. White: J. Air Poll. Contr. Assoc. 27, 680 (1977)
- 19) 神奈川県立川崎図書館: 京浜工業地帯公害史資料集, 明治43~昭和16年 (1972)
- 20) 日本鋼管株式会社: 日本鋼管株式会社60年史 (1972)
- 21) 飯田賢一: 日本人と鉄, 有斐閣 (1982)
- 22) 堀江 実: 日本土壌肥料学会誌, 13 (1) 21 (1939)
- 23) 堀江 実: 同上, 13 (2) 93 (1939)
- 24) 氷見康二: 全国公害研究会誌, 6, 95 (1981)
- 25) 村田喜代治: 地域開発と社会的費用, 東洋経済新報社 (1980)
- 26) 氷見康二: 自治体学研究, 17, 70 (1983)
- 27) 末石富太郎: エネルギー・資源 3, 31 (1982)
- 28) 武田修三郎: 答えのない時代をどう生きるか, ごま書房 (1980)
- 29) 堀 淳一: エントロピーとは何か, 講談社 (1980)
- 30) 氷見康二: 日本機械学会第60期通常総会, 部門別研究懇談会-7, 資料 (1983)
- 31) 氷見康二: 環境技術, 13, 209 (1984)
- 32) 氷見康二: しんかんきょう, 5, 36 (1979)
- 33) 氷見康二: 自治体学研究, 5, 65 (1980)
- 34) 氷見康二: 省エネルギー, 35 (7) 10 (1983)
- 35) 佐野貞雄: 全国公害研究会誌, 8, 117 (1983)
- 36) 三枝博音: 技術の哲学, 岩波全書 (1972)



(p. 26よりつづく)

第10回 環境保全・公害防止研究発表会 座長名簿

月 日	演 題 番 号	座長氏名	所 属	職 名
12月7日	I-B-1, I-B-2	鶴飼 正保	愛知県公害調査センター	騒音振動科長
	I-A-1, I-B-3, I-B-4	寺田 精介	長崎県衛生公害研究所	所長
	I-B-5, I-B-6, I-B-7	中沢 雄平	長野県衛生公害研究所	水質部長
	I-A-2, I-B-8, I-B-9	松永 昭二	広島県環境センター	調査部長
	I-B-10, I-B-11, I-B-12, I-B-13	疋田 昭彦	大分県公害衛生センター	水質部長
	II-A-1, II-B-1	高塚 美和	三重県環境科学センター	総合解析課長
	II-B-2, II-B-3, II-B-4, II-B-5	狩野 敏郎	宮城県公害技術センター	大気部長
	II-A-2, II-A-3, II-B-6	福山 力	国立公害研究所	大気環境部エアロゾル研究室長
	II-B-7, II-B-8, II-B-9	瀬戸 義久	香川県公害研究センター	主任研究員
	12月8日	I-A-3, I-B-14, I-B-15	須藤 隆一	国立公害研究所
I-A-4, I-B-16, I-B-17		伴野 勝也	名古屋市公害研究所	水質部長
I-B-18, I-B-19, I-B-20, I-B-21 I-B-22		古関 正意	福島県衛生公害研究所	中央検査部長
I-A-5, I-B-23		矢鋪 満雄	石川県衛生公害研究所	水質科長
I-B-24, I-B-25, I-B-26		曾田 京三	東京都公害研究所	研究員
II-B-10, II-B-11, II-B-12, II-B-13		安部 喜也	国立公害研究所	計測技術部大気計測研究室
II-A-4, II-A-5		林 久緒	川崎市公害研究所	研究第1課研究員
II-B-14, II-B-15, II-B-16		野上 裕作	岡山県環境保健センター	大気科研究員
II-A-6, II-B-17, II-B-18, II-B-19		佐野 貞雄	神奈川県公害センター	大気部長
II-A-7, II-B-20, II-B-21		石黒 辰吉	東京都公害研究所	参事研究員