

■ 論 説 ■

# 水資源・環境・エネルギー

## Water Resources, Environment and Energy



末石 富太郎\*  
Tomitaro Sueishi

### 1 はしがき

1972年\*1ローマ・クラブによって「成長の限界」が報告されて以来、「資源」、「環境」、「エネルギー」のいずれかまたは全部の重要性をのべることが、研究論文のまえがきの定型となってきた。このような研究を展開することは、1960年代以降の日本の高度経済成長およびそれにつづく公害多発時代に、「経済成長」なることばで緒論を飾ったのに似ているのではないだろうか。

「似ている」と筆者がかんがえる理由は、枕ことばがいかに変わろうとも、研究なるものの大半は、要するに既存分野を細分化し独自の専門を純化するためにおこなわれていることである。「総合」や「学際」の必要がさげばれて久しいが、事實は、専門分化がすすむほど、任意の身近な専門の二、三をつなぐことはかえって容易であって、総合の無限の組合せが可能となる。

資源、環境、エネルギーの定型的な重要性にかかわって、最近では「資源・環境・エネルギー」問題をインテグレートしようという取組みも多くなってはいる。たとえば Altenpohl<sup>1)</sup>は、図-1のような素材産業をとりまく力の三角形を規定し、資源・環境・エネルギーの各要素について、力の矢印が外向きのときも内向きのときも釣合っている事実をうまく説明した。ただし、素材産業の転換についての彼の視野はやはり地球規模にある。これに対し、3年ほど前から筆者が「資源・環境・エネルギー」を一括して用いてきたのは、展望を大きくもつことには変わりはないが、逆に、いきなり地球の有限状況を扱わないという立場にたっている。つまり、インテグレーションのためには、

綿密な計画をたてることが必要であり、そして計画を綿密にするには、むしろ、なるべく小さな空間規模で、常人にわかりやすいモデル・プロジェクトをつくりあげることのほうが有意義なのである。

本文は以上のような前提で、まず第一に、資源・環境・エネルギーを統合するための新しい学問のパラダイムのあり方についてのべる。これは、近代科学が総じて無限の可能性の追究を暗黙の目標としていることへのアンチテーゼでもある。ついで、水システムを中心として小さな空間での計画の優位性をエネルギー的に実証する、簡単な現状把握のしかたを説明する。結論を簡明に言えば、水資源の輸送距離をなるべく短かくすることだ。計画のキーワードは、いうまでもなく「リサイクル」である。適性規模のリサイクルを成立させるための必須の前提として、さらにエネルギーのソフト化と水処理法との関係、同様にソフトな水源水質の選択の重要性についてのべたのち、最後に、地域での水資源・環境・エネルギーの統合のためのウォーター・アナリシスについての提案をおこなう。

なお、筆者に与えられた仮題は「水資源と環境」であったが、主題のように変えさせて頂くことを付記しておく。

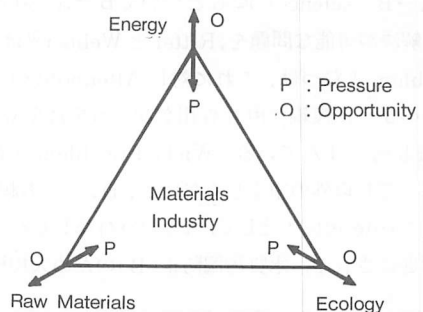


図-1 素材産業をめぐる力の三角形<sup>1)</sup>

\* 大阪大学工学部環境工学科教授〒565 吹田市山田丘 2-1

\*1この年、ストックホルムで国連環境会議も開かれ、翌年に第一次石油ショックが発生した。

## 2 有限のパラダイム

筆者の専門は科学論ではないので深く検討したわけではないが、直観的にいって、近代科学は空間・時間の無限性を前提とした無限の可能性を追究することを是としている、とかがえる。その必要性はもちろん認めるけれども、可能性には限界があるという逆の立場にたった学問のパラダイムが乏しすぎる。わかりやすい例をあげると、どこまでも安全性を高めるという立場でシステム・メカニズムを分析する研究には、十分な研究費が保証されるが、安全性に限界があるとして別のアプローチをとれば、あらゆる局面において孤独な状況におちいる。

では、有限のパラダイムとはどんなものかをのべるのが順序であるが、筆者には十分な力がない<sup>\*)</sup>。むしろ今後、無限のパラダイムにバランスするほどの、いろいろの有限の種類が提案されるべきである。ここでは三つの背景についてふれておこう。

第一に、有限のパラダイムにおいては、「計画」という概念が重要となる。もちろん、無限のパラダイムのもとでも計画はつねに実行されてはいる。しかしこの計画は、既定事実として存在する——そしてしばしば無限型の——社会的需要をみとすための条件を整備することを意味する。またこの計画は engineering とほぼ同義語とかがえてよく、(無限型の) science と表裏をなしているのが特徴だ。Liebman<sup>4)</sup>の表現をかりると次のようになる。「もし私がAという行為をすれば何が起るか」を分析するのが science であり、「もし私がBということ望むなら私は何をすべきか」をきめるのが engineering である。そこで engineering は、Bという結果をもたらす(あるいは起こさない)ような多くの行為のリストを science の成果に求めるわけである。

A→B (science) にもとづいて B→A (計画) という解決が可能な問題を、Rittel と Webber<sup>5)</sup>は tame problem となづけ、これに対し Altenpohl の力の三角形のように複雑な相互作用が起こる場合を wicked problem とよんでいる。Wicked problem では、A によって B 以外の望ましくない C, D, ……も起り、さらに role effect として、A という行為じしんの存在も問題にされる。水質汚濁防止(B)のため大規模流域

下水道(A)をつくれば、コストがかかり(C)エネルギー需要も増す(D)というのがよい例である。

有限パラダイムの計画も既存の science の成果は参考にすべきだが、将来ともそうである必要はない。上例のような行為Aは「計画的に」禁止され、必然的に代替技術(または中間技術/適正技術)が用いられ、さらに、Bという目標のみなおしも計画概念にふくまれる。

B, C, D, ……という結果の評価に関連して第二の背景が浮かび上がる。端的にいえば、Bを重視すればC, D, ……が軽視されるように、これらがトレードオフ関係でとらえられることである。トレードオフ関係は経済学的に定まるかにみえるが、Altenpohl も図-1の三角形が社会政治的底流の上に浮遊しているのとべているように、実はきわめて不安定なものである。トレードオフをいいかえればコンフリクトであり、政治集団こそはコンフリクトを材料にして政治的判断をなすべく成立しているとみるべきだろう。行政改革の名のもとに下水道の事業予算がいとも簡単に前年より減額になるのだ。資源・環境・エネルギーに関するかぎり、学問は政治から独立だという楽観は許されない。都市行政にせよ国際政治にせよ、無限パラダイムに従って活動の支持圏を空間的に拡大して発生したコンフリクト(図-2)の存在を前提にして、その解決を安易に科学の対象にすることにも問題がある。

真のトレードオフが成立するかどうかは、経済学の問題であるというより、すぐれて文化の問題である、と筆者はかがえる。自然、歴史さらに人間の行為をふくめて、真実はなおきわめてわかりにくいはずだ。その

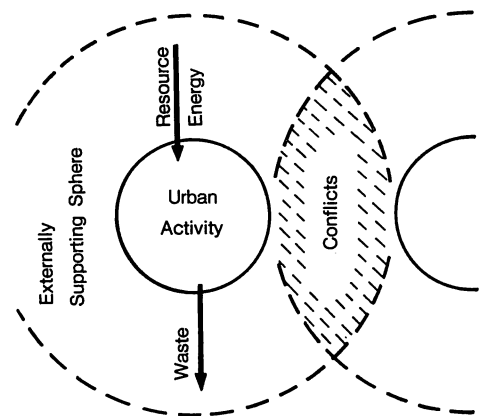


図-2 資源、環境、エネルギーに関するコンフリクト

<sup>\*)</sup> 討議材料としては、栗原 康の『有限の生態学』<sup>2)</sup>にヒントをえて筆者が企画したシンポジウム<sup>3)</sup>を参照されたい。

うちの一部が vision—または illusion—化され、これが文化として実体化されている\*)のである。これが第三の背景である。無限パラダイムにもとづいて研究をおこなう文化も、経済学原理に従って貨幣を“willing to pay”する文化ももちろんあってよいが、これらも illusion にもとづくことになる。有限のパラダイムをやや極論すれば、図-3のように catastrophe にもとづく文化があってもよいではないか。そのような文化にも経済学があるとすれば、その指標は cost よりも difficulty, willing to pay より willing to act/not to act である。筆者はこれを困難度の経済学<sup>7), 8)</sup>とよんでおり、difficulty が cost と異なる点は、i) 最小化しないこと、ii) 一部を必ずある適正空間内で負担し、iii) 残部は原因行為の禁止によって外部空間ないしは将来に転嫁しないこと、である。ただし、*ex ante* の private and social cost であることは共通点である。

有限のパラダイムは、無限パラダイムの部分修正をへて、徐々に形成されていくのが現実の姿であろう。しかしおよそ 20 年くらいの間に有限パラダイムにもとづく研究を完了しておかねばならぬ具体例が金属をふくむ素材産業<sup>9)</sup>であり、そして、水は最も基礎的な社会素材である。

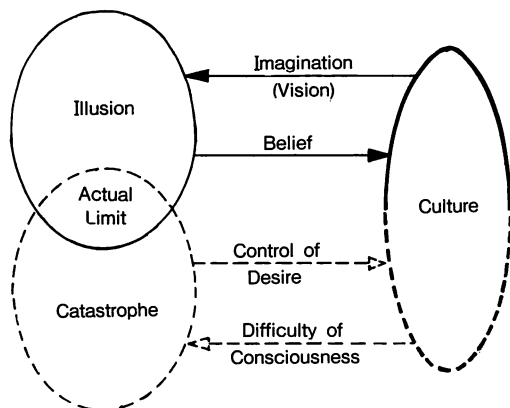


図-3 無限と有限の文化

### 3 水資源とエネルギーに関する現状把握

Difficulty の概念は、人間活動にもとづく資源・環境・エネルギーの相互関係にある適正な空間の中にとどめよう、という含意をもっている。このような適正規模を求めようとするアプローチが、しばしば、*naive*であると批判できるのは、批判そのものが無限パラ

ダイムにもとづいているからである。つまり地球的規模での資源、環境、エネルギーの有限状況がいかに精緻化されようとも、無限パラダイムのもとでは適正規模への合理的な割戻しができないことを意味している。赤潮発生機構の究明がすすむほど、その機序は人間活動全体からみて概念的に速くなり、規制行為は赤潮プランクトンの近傍にしか挿入できないのもこの例に属する。

資源・環境・エネルギーを空間的にインテグレートすることは、すべての面で自立した孤立空間をつくることではない。しかし、人口分布からみた資源、エネルギーの空間的偏在度と環境条件のそれとは明らかに大きなへだたりがあり、いまだ擬似的であるとはいえ、*environmentalist* のほうが有限パラダイムをもちやすい、ということも考慮にいれておく必要がある。

次に、水資源を対象にすることの意義は、水が社会的基礎素材の一つであるということのほか、現在対象としている空間規模が、ほぼ、環境<水資源<エネルギーのように、水資源が環境とエネルギーの中間に位しているから、統合のモデルとしやすいことにある。しかし、このことは他方、水資源にとって環境は内部制約条件であり、エネルギーは外部従属変数にすぎないこともしめしている。この関係が水資源システムのいかなる構造に起因しているのかを把握しておく必要がある。

石油ショック以来、「省エネルギー」は種々の事業体でも緊急の目的となり、エネルギー消費量またはエネルギー・コストという観点で、調査と並行した具体策がとられつつある。これらのうち筆者じしんも改めて確認させられたのは、水資源システムのエネルギー消費が予想外に多い、ということであった。大阪府水道局が、大阪府全域を対象に水利用・水処理システムを一括して、エネルギー消費量を推計した結果<sup>10)</sup>を要約しておこう。

表 1 は、大阪府下での水利用・水処理関連の年間電力量消費の現状と将来を比較したものである。経済成長率の増減や大阪湾の水環境保全の制約条件の強弱によって、昭和 80 年の電力量消費はかなりの幅をもつが、ほぼ表の①と②の間にはいるものと予測されている。すぐにはわかることは、現状を延伸（たとえば昭和 80 年①）するかぎり、淀川の水資源量制約から中水道の普及や工場単位での水循環強化がどうしても必要になり、それに応じて、電力量消費も加速度的に増すことだ。いずれにしろ 30 年ほどの間に、昭和 50 年の 3.2

\*) 岸田 秀の著書<sup>6)</sup>がこれをうまく説明している。

表1 大阪府下での水利関連電力消費量  
(10<sup>6</sup>KWH/年)

用途		年 昭和50年 <sup>1)</sup>	昭和80年予測	
			①	②
輸送用	取水・導水用	103	223	130
	上・工水等配水用	330	519	418
	受水用	338	728	556
	循環再利用用	328 <sup>2)</sup>	2,490	1,669
	小計	1,099	3,960	2,773
浄化用	浄水用	69	95	87
	再利用処理用	129 <sup>2)</sup>	1,742	1,198
	放流水処理用	378	3,260	1,225
	小計	576	5,097	2,510
合計		1,675	9,057	5,283
うち浄化用比率		34.4%	56.2%	47.5%
大阪府下総電力量 <sup>3)</sup>		29,530	131,300	131,300
うち水関連用比率		5.7%	6.9%	4.0%

1) 淡水補給量 15.3 億 t/年

① 淡水補給量 24.3 億 t/年, うち中水道 3.6, 他水系 2.0 億 t/年  
工業出荷額伸び率 60 年まで 6%/年, 60 年以降 4%/年  
節水実施, 下水道普及強化, BOD 負荷を昭和 50 年より 50% 減

② 淡水補給量 19.8 億 t/年, うち中水道 0.2 億 t/年  
工業出荷額伸び率 60 年まで 5%/年, 60 年以降 3%/年  
節水強化 下水道促進, BOD 負荷を昭和 50 年より 25% 減

2) 工業用水補給水 6.2 億 t/年, 再利用率 71%

3) 政府ベース予測より推算

～5.4 倍の電力が必要であり, とにかく省エネルギー努力がうたわれることになる。

しかし表 1 のデータは, 輸送用と浄化用に分けてかんがえてみることによって, 単なる省エネルギー策では不十分なことをもしめしている。①, ②の場合とも, 水環境保全のため下水処理用のウェイトが増すことによって, 府下総電力量に占める水浄化用の比率が高まっている。このことを逆にいえば, 現状では, 水輸送にともなう電力消費の比重が高く, 現在の水技術が「清浄な水源から導水して利用後は遠方に排除する」という輸送型技術として発展してきたことを物語っている。

水輸送用エネルギーの大部分はいうまでもなくポンプ運転に使われる。ポンプこそ近代技術の発揚期にもたらされた高効率機関の一つには違いないし, 過去の水需要急増期には回転数制御などによって, 水道事業の電力量消費は 25% くらい節減されたといわれる。

このような努力がなされているにもかかわらず, 特に上水道だけにかぎってみると, 浄化用電力は, 昭和 50 年で 8.2 % を占めるにすぎない。そして将来はこの比がさらに減少気味ですらあり, 輸送型の性格がなおいっそう強くなりつつあることを意味する。また, 工

場単位の循環においてすら, 輸送用が過半を占めていることに留意すべきである。輸送型水技術が成立した背景は, 上述の歴史的経過とともに, エネルギー価格が安かった時代に水の総費用を最小にしようとする建設・維持管理がおこなわれたことに違いない。

エネルギー・アナリシスとは, 本来, 資材・薬品等の生産や建設工事もふくめたエネルギー投入 (KWH; kcal) によって, どれだけの価値のあるエネルギーを生みだすかを分析する概念である。しかし生産された水がいかなるエネルギーに転化されるかの評価は困難なので, その効果を一定とするという前提で, 投入エネルギーをなるべく少なくするという省エネルギー志向に意義が生まれる。そのためには輸送用エネルギーを削減すべきことが最も有効なことは一目瞭然だが, たとえばポンプの効率改善に焦点をあわせるだけではあまり多くをのぞめないことも自明であろう。

輸送用エネルギーのみの (あるいは可能なら浄化用についても) 削減を技術改善によって実現することは, いわば, 資源, 環境の条件を固定して, エネルギーという外部従属変数を単独で取扱うことであり, 資源・環境との統合をはかったことを意味しない。何らかの方法で上記の水資源システムのアウトプットを評価するとともに, 少なくとも, 輸送型という形式を根本的に改め, 輸送にさいていたエネルギーを水質浄化用に振りむける発想が必要である。わかりやすくいえば, 水源地と給水区域の距離を相対的にもっと短くし, 水循環の規模ももっと小さくし, 随所で発生する下水 (または雨水) をいかに非輸送型で使うかを, 将来の水技術検討の一つの基本軸とすべきである。

#### 4 ソフト・エネルギー・パスとソフト・ウォーター・パス

水資源システムを輸送型から非輸送型に切換えると, 少なくとも水資源・水環境については図-2 のようなコンフリクトを解消できる。その状況は, 米国 Colorado 州 Boulder 市に実在する 1 戸単位の完全水循環システム<sup>\*</sup>に典型的にみられる。このシステムは, 米国で進行しつつある zero discharge の目的にそい, かつ水道水がトリハロメタンなど発癌物質をふくむ問題などを背景とした市民の要請にもとづき開発されたもので, 1 戸あたり約 6 m<sup>3</sup> の水を封入し, 水洗便所の排水をふくむ家庭での全使用水が, 嫌気・好気式活性汚泥法, ultra filtration, 活性炭吸着, イオン交換,

\* Purecycle Corporation 製の Purecycle システム。

紫外線殺菌をへて完全に再生される。こうして、水道水にはるかに勝る水質をつくりだし、少量の乾燥汚泥以外は資源・環境的に一切外部依存を必要としない。また、再生プロセスに障害を及ぼす物質の使用禁止が示され、家族がそれを当然まもるはずだという前提で水質が保証されているので、2.にのべた difficulty の概念も内包されている。

このシステムはさらに、水資源・環境・エネルギーの統合が適正規模の考察だけでは解決できないことも示唆している。それは1基あたり約300KWH/月の電力量の必要なことと水道水以上の水を水洗便所に流すという過剰品質の問題にもつづいている。表1と対照する意味で、かりにこのシステムを200万戸に装備すれば、非輸送浄化専一型水資源システムの所要電力量が72億KWH/年となり、表の昭和80年値に匹敵してしまう。したがって、輸送型を非輸送型に変える第一軸の上での最小エネルギー消費を達成する適正規模の探索問題に加え、第一軸に直交する少なくとも二つの軸がクローズアップする。

第二の軸はいうまでもなくエネルギー源の選択に関する軸である。この軸上には、第一軸で最小化されたエネルギー消費を、たとえば太陽エネルギーなどのローカル・エネルギーに依存することをもふくむけれども、より重要な問題は Lovins 流のエネルギーのソフト化<sup>11)</sup>である。第一軸上では、従来の水輸送型のエネルギーにかわって、水質浄化用のエネルギー使用に重点がおかれ、社会的エネルギー使用中での水質浄化用の比重が増してくる。これに対して、石油（または原子力）→電力 というハードなエネルギーを必要としないエネルギー用途から浄化用の増分への転換をはかるのが、ソフト・エネルギー・パスのかんがえ方である。もし1戸単位の完全水循環規模に固執するならば、大規模な浄水場や下水処理場で不要になるぶんを考慮したとして、現在家庭でつかっている電力の半分くらいをソフト化ないし使用中止すればよい。ただし、水循環システムの装備をも組込んだ省エネルギー住宅の型式について、より広範な検討をする余地がある。

一方、水浄化技術じしんがつねにハードなエネルギーを必要とするときめてかかる必要もない。とくに水質変動の大きい下水の浄化に対して、きわめて良質の電気エネルギーを用いることにも疑問が存在する。土壌浄化法や水生植物の利用もソフト・エネルギー・パスの中で検討しなければならない。これらは必然的

に、肥料やバイオマスを経由して、他の資源・エネルギーのサイクルと関連しているからである。この場合にはまた、地区計画レベルで、水面をふくめた土地利用上の検討が多く残されている。

第三の軸が、水質の適性度を取扱うことはいうまでもない。ただし、水資源に関する現在の社会認識のもとでは、第二軸よりも重要度はやや低い。それは、「用途ごとの必要にして十分な水質」についての public acceptance が成熟していないからである。しかし、現行のような大規模一元給水形態のまま、発癌物や異臭などの問題をはらむ水道水の飲用適性をいっそう高めることは、水資源の量の限界に対処することよりはるかにきびしい。またかりに局部的にそれが実現可能であったとしても、過剰水質の問題はいっそう顕在化する。

ソフト・エネルギー・パスが主としてエネルギーの熱的性質と用途との関連で論じられているように、水質と用途との関連でローカルな水資源をふくめた水源の選択をはかることを、ソフト・ウォーター・パスとよぶことができるだろう。そして、ソフト・ウォーター・パスは、上述のようなソフトな水質浄化技術を介して、ソフト・エネルギー・パスと表裏一体の関係をもつことになる。ハードおよびソフトなエネルギー・パスとのアナロジーでとらえたウォーター・パスの例<sup>12)</sup>を表2にかかげておく。

表2 エネルギーと水のハード・パスとソフト・パス

	エネルギー	水	アナロジーの要点
川 途	照明, エレクトロニクス 室内冷暖房	飲料水 水洗便所	均質, 高質を要求 均質, 高質の必要なし
ハ ー ド ・ パ ス	石油資源 原子力発電 石炭液化 発電プラント 送電線網	ダム水源 海水淡水化 下水三次処理 浄水場, 下水処理場 パイプライン網	遠隔, 価格高騰, 政治化 巨大技術, コンビナート化 先端技術の適用 広域立地 高圧, 損失大
ソ フ ト ・ パ ス	太陽熱直接利用 廃棄物利用 風力利用 バイオマス利用 流動床による石炭燃焼	都市域雨水利用 下水再利用 土壌処理 水生植物による浄化 地下水利用	民主的, オンサイト利用可 低質用途 } 自然利用, ローカル性大 埋蔵資源の合理的利用

### 5 水資源の使用価値

前章までの考察では、水資源システムが生み出すアウトプット——エネルギー的効果ないしは水質的効

果——をいちおう固定していた。しかし、第二軸、第三軸の検討をおこない、水資源・環境・エネルギーのインテグレーションをはかるには、これらを一定値とするわけにはいかないのは当然だ。そこで次の二つのアプローチがかんがえられる。

第一はやや定性的な方法で、水の資源・環境・エネルギー価値を総合した種々の状態の序数的評価を目的としている。水の用途には大別して、物質や生体の構成、環境の形成、力学的・熱的エネルギー利用の三つがあり、社会的必要を細分していけば、必ずこの三つのいずれかに属する。水資源挙動の自然科学的基礎と総合評価との中間は、計画・実施の経験や最近開発されたいくつかの多目的・多階層評価手法によって埋めればよい。

第二はより分析的・定量的な方法である。従来の水資源システムでは、たとえば清浄・豊富・低廉という目標をもちながらも、慣行のシステム枠組にそった dimensioning が主体をなし、せいぜい費用の最小化と省エネルギーが志向されたにすぎなかった。そこで、第一、二、三軸にそった徹底した分析をおこない、その結果をいったん社会的な資源・環境・エネルギーの統合の場へもちだした上で、改めて水資源システムの再編をはかるべきである。第一軸のためにはより詳細な技術論的検討が必要であり、第二軸のためには表1のレベルを超えたエネルギー・アナリシスが必要である。以下では、分析の概念すら未確立である第三軸に対するアプローチにしぼってのべたい。

水資源の使用価値として、本来交換価値にすぎない単位水量あたりの貨幣価格を誤用するむきが多かった。もちろん、ある用途に対する水質基準を制約として、社会的必要をみだす水資源システムに設定される総括原価が、水の使用価値を反映したものだ、という論旨も完全には否定できない。しかし、この価格は水システムの規模によって異なる上、人件費、エネルギー価格の高騰や需要停滞ともなう構造的赤字を補填する部分をもふくんでいる。さらに現実の水使用は、しばしばふれたようにかなりの水質浪費をおこなっている。

筆者が「水の交換価格は水の使用価値を反映していない」とする論拠は、意一に、現在の交換価格体系にはきわめて大きな歪がはいており、特に高付加価値財の価格基準に偏していること、第二に、水・エネルギーをふくめた基礎素材——高付加価値型ではない——の使用じしんは目的ではなく、あくまでも生活や生産

の手段である、ということだ。輸送型水道をそのままにして困難な省エネルギーをとえ、節水の定着をみながらなお需要の伸びと水源開発をうたって、料金単価を値上げせざるをえない水道企業体の苦渋、あるいはかりに水単価の約5%（昭和51年）を占める電力代がいきよに10倍になっても、なお標準生計費に0.25%しか影響しない、という計算がなりたつこと、いずれもこの二つの論拠で説明できる。要するに、資源の使用価値は正当に評価されていないのである。

ソフト・ウォーター・パスを実現する前段階として、水の正当な使用価値を社会に定着する必要性は以上の点にある。エネルギー・アナリシスが社会活動全体をエネルギー指標によって価格とは別個の問題として計測しようとしているように、筆者は、ウォーター・アナリシスによって社会活動を計測したいのである。

まずマクロな観点として、一次、二次、三次産業について次のようなウォーター・アナリシスをおこなうことができる<sup>13)</sup>。

- 1) 農業用水は余っているからこれを生活用に転用せよ、といっってはならぬ。1人1日300gr（2合）の米をたべると、これだけで都市住民は約1.2tの農業用水を消費している勘定だ。
- 2) 日本は水も輸出している。工業用水こそ循環せよといいつづけることはできない。輸出額シェアの約25%を占める繊維、化学、鉄鋼だけで、純工業用水量の約65%が必要だ。
- 3) 三次産業の消長は失業、インフレそして水需要に多大の影響をもつ。しかるに三次産業用水の社会的価値は全く未解明である。

次の着眼は、水利用の代替性である。従来、水資源は他の資源での代替がきかないというかんがえが支配的であったが、水を使用して生産された財には多様な代替性があり、しかも水は手段にすぎないから、少なくとも水量的・水質的代替は認めねばならぬ。たとえば、上記1)のカテゴリーで例示すれば、鶏卵1kgについて水使用量12tというデータがあるが、12tを鶏肉にも割りつけるかどうかは養鶏業者の自由である。一方、消費者の嗜好と最終貨幣価格によって鶏肉は牛肉にも代替されるが、牛肉1kgに水20tという情報は消費者の意識にはない。このような代替性が1)、2)、3)相互間に発生することも自明である。

筆者らの研究は、ようやく、この種データの収集と、水意識による代替性のモデル化にとりかかったところなので、水資源システムの統合の全貌をしめすにはな

お長期間を要する。しかし、需要予測の調査一つをとっても、少なくともこの種データを社会情報として定着した上でないと、研究としても施策としても意味がないだろう。

## 6 地域情報システムの整備——むすびにかえて

ウォーター・アナリシスの発想は、エネルギーはもちろん、他のすべての素材についてもあてはまる。筆者が予定している水資源・環境・エネルギーの統合システムは、「水需要の最小化をはかりつつ、できるだけ簡易な水質浄化技術を採用する方針のもとで、利用用途別に安定した水源を域内で確保してできるだけリサイクルをはかる」ことである。ところが、金属資源の地域リサイクルをはかろうにも、利用後の資源の所在も量も不明である<sup>14)</sup>とか、下水再生水の水質が現実の浴槽中の水質<sup>15)</sup>よりすぐれていても風呂用には感情的に忌避される、などの問題が多くこのこっている。

そこで、ウォーター・アナリシス、エネルギー・アナリシスも、研究として成立させるための大状況的・平均的なデータ操作をやめて、地域住民との相互交流をはかりながら情報システムを整備していくような方向で実施すべきであろう。地域環境管理についてこのような情報システムの必要なことは、環境アセスメントを超えるものとしてかなり議論がすすんでおり、実行例も多い。資源・エネルギーの地域意識を成熟化させない安易なりサイクル技術は、いま素材産業や水道

企業体が陥っている状況にいずれは逢着し、持続性のあるリサイクルの形成をかえって阻害するのである。

## 参考文献

- 1) Altenphol, D. G. : *Materials in World Perspective*, Springer-Verlag, Berlin, 1980, p. 5
- 2) 栗原 康 : 有限の生態学, 岩波新書, 1975
- 3) 湯川秀樹, 島津康男, 上田 篤, 末石富太郎, 栗原 康 : 〈シンポジウム〉有限性の認識を, 創造の世界, 23号, 1977
- 4) Liebman, J. C. : Some Simple-Minded Observation on the Role of Optimization in Public Systems Decision-Making, *Interfaces*, 6-4, 1976, pp. 102-108
- 5) Rittle, H. W. and M.M. Webber: Dilemmas in a General Theory of Planning, *Policy Science*, 4 1973, pp. 155-169
- 6) 岸田 秀 : ものぐさ精神分析, 青土社, 1977
- 7) 末石富太郎 : 都市環境の蘇生, 中公新書, 1975
- 8) Sueishi, T. : Theoretical Consideration of Designing Environmental Region for Conflicts Resolution, *International Symposium on Conflict Management*, Kyoto, 1981
- 9) 末石富太郎 : 社会金属学について, *FOP* 6-9, 1981
- 10) 大阪市水道局 : 水資源問題の基本的調査(その2) 報告書, 1979
- 11) Lovins, A. B. : *Soft Energy Paths*, Harper & Row, 1979
- 12) Sueishi, T. : Resource, Environment and Energy—Utmost Decentralized Paradigm—, *Symposium, A.B.Lovins as a center figure*, Osaka, 1980
- 13) 末石富太郎 : 水需要を満たすのは誰か, *エコノミスト*, 57-27, 1979
- 14) 末石富太郎, 植田和弘 : 社会金属学の提唱, *金属学会会報*, 20-6, 1981
- 15) 末石富太郎 : 水資源危機, *日経新書*, 1978, p. 99

