

## 技術資料

UDC 628.31

## 分 析 ・ 分 離 ・ 公 害

品 川 睦 明\*\*

## Analysis-Separation-Ecological Pollution

Mutsuaki SHINAGAWA

## ことの起こり：

時代が公害問題にめざめたので、まず仕方なしに廃棄物対策をするという傾向があらわれた。この消極策について積極的に廃物を利用するという案と廃物を出さないようにするという案と出てくる。このようにして問題が入り組んでしまったのが現状であろう。

この複雑さの中で、生まれなければならないものは、体系である。道のないところに道をつけるのが学であれば、さし当たり廃物学あるいは廃物工学といった愉快的な学づくりが期待される。

## 天然：

汚れを天然にもどすというように、天然のままが一番「きれい」とするところから環境汚染が評価される。そして今日では天然を汚すものは工業であるといった常識が固定しつつあるようだ。この天然を基準にとるといった先入観はどこまで通用するかを明確にしないと環境汚染の問題は根底を失う。ところが天然の物質分布は一定ではなく、流動的である。しかしその間にやはり定常的な面も多い。

## 生産：

物をつくるというのは、合成する（寄せ集める）か、分離する（純粹にする）かであろう。だから物質分布が天然からずれることは言うまでもない。これが生産の本性とも考えられる。天然も動植物の発生や鉱物生成などの変化をする。それでは人為と天然とどこが違うのであろうか。天然では系と環境が平衡を求めて動き、系も他系の環境である。人為的というのは、着眼系に環境を従属させる実験的意志が支配し、そのため因子の偏在（非平衡）をおこすものである。

## ごみ：

廃物というのは、上に言った実験的意志から見放され

たものである。人が物を扱うときは、一般にこんな意志がはたらき、そんな廃物が残る。そこで、人間の生活には、必ずごみが出る。そして工業のように大規模な物の取扱いには、大いにごみが出る。工業はもともと利用厚生福祉の手段としての誇りがあつた。それがこの頃のように規模が大きくなると公害が目立つようになってきた。

## 自然科学：

科学や技術は、これまであまりにも前向きばかりでやつてきた。真理の探究、利用厚生、能率向上、多量生産などすべての社会通念としての美徳は、そのために払われるぎせいを無視してよいといった黙約に支えられていたようである。科学は、同質の量の場合、大量に対し小量は無視するという常套手段を用いる。それとこれと話がちがえば幸いであるが、今や公害問題が教えるものは生産手段にともなう害が無視できなくなつたことではないか。

## あと始末：

茶道では、教えるところに従えば、茶の飲みつ放してはなく、あと始末もちやんと成立つようになっている。実験室のあと始末は、茶道のそれとは、大変意味がちがう。茶道では、あと始末ができなければ茶道自身が成立たない。つまり人間性の肯定のためにあと始末がなされなくてはならない。ところが実験では、あと始末をしなくても自然科学は成立つ。つまりあと始末の行儀だとか約束を守るなどといったことは、人間的要素であつて自然科学的要素ではない。正にこの点が自然科学文明の盛んな今の社会で公害がおきるゆえんである。

## 工学：

公害がたまらなくなつたから、これから逃れる物理的

\* 昭和49年3月13日受付（依頼技術資料）

\*\* 大阪大学工学部 理博

手段を考えねばならない。そのためには、技術を整理し、系統を立てて、能率よくやるための工学がほしい。ここまでは旧来の自然科学的発想で十分考えつく。そしてある程度の対策が行なわれ、ある程度の効果が挙げられるだろう。そこでそうした工学者は、まずやれやれと思うかもしれない。しかしそのようなやり方では、つまり現在までの自然科学的やり方では、必ずや次の公害に見舞われるだろう。なぜかなれば、先にも言つた実験的意志は、茶道のような人間性を含みこんだ意志ではないから、対策自体が信義や隣人愛などといったところまでの配慮をしないからである。これは悪意とは言えないにしても、過失を犯すこととなつてしまう。自然科学は、その成果が社会に適用されるときに、この過失のないようにしなければいけない。つまりそれを乗り越えて人間に適するようにしたものが本来工学というものはずである。応用科学というのは自然科学に人間性を吹き込んだものでないといけな

#### 廃物工学：

いやいやで最小限度の公害対策をしてお茶をにごすのは、論外として、上ではただ単に自然科学的だけでは、実験室のあと始末はできないといつた。そして科学に人間性を盛り込んで始めて工学と名づけることを許した。そんな意味で廃物工学といつたものを組織立てる必要がある。言いかえると、技術に人間愛を盛り込むことによつて廃物工学は成立つということになる。

#### 無公害：

物を扱つて廃物が出ないということは、まずないであろう。そこでその程度が公害まで及ぶかどうかという実際問題が起こるが、それは害がでた結果から論ずるのでは、先に述べたただ自然科学的な扱い方である。それに対し害が出る以前の予防的な技術の立場が人間愛の盛り込まれたものとなろう。ただしその際、できることと、できないこととあるが、その判断も含めて対策はやはり善意的でなくてはならない。とかく悪意的な批判に終わることがあるが、それは不運をエシジョイしているようなものであるにすぎない。西洋医学は、あまりにも自然科学的であるために診断が治療に先行するが、患者にしてみれば治るのが目的のすべてであつて、治すための診断や検査なら辛抱するだけの話である。病状が著しくなつてからのデータに基づいて自然科学的な治療対策をするというのでは、患者にとっては、起こつてしまつた公害対策をまつようなものであつて、どうしても一週遅れた感じはぬぐえない。予防や予知のための人間らしい

学がもつと追求されねばならないわけはここにある。

無公害の対策というのも、こういつた配慮から打ち立てていかねばならない。

#### すてる：

さきに実験的意志が、不要物をすてることの次第を述べたが、そんなむずかしいすて方でもなくとも、人が物をすてるというのは、要するに自分から遠ざけることである。ごみの移動にすぎないということをよく言うが、まさにそのとおりである。すてるにあつては、他人の迷惑などは二の次であるという態度が多い。わが国では、「うち」を大切にす風はあつても、「よそ」では遠慮なく物をすてる。西洋では、社会を大切にす風が、わが国より強いようで、野山のよごれは格段に少ない。変なところは、まねができて、どうもそういうところは習えない。そのためわが国は、「これぐらいで、ぐずぐずいうな」式のたぐいの公害が多い。

#### 救済：

再度言うが、自然科学は人間性の裏付けのないときは公害を伴いやすい。自然科学を生み育てたのは西洋人とすれば、西洋人が人間性を失つたときの自然科学はおそろしい。原爆は言うに及ばず、核爆発実験というものそのよい例である。ところで自然科学はまねごとで、なかなか身につかない日本ではどうかというと、これまた元より自然科学の裏付けとなる人間性が十分には発達していない。その証拠は目の前の公害である。

こう考えると、どつちに廻つても人間は失望的である。しかしそんなのん気なことはいつておれまい。日本は、どうしても工業で食うしかないことは明らかである。そうして、そのための公害から逃れなくてはならないこともたしかである。

すると、今までの論を総合すれば、自然科学的技術の向上と人間性の向上と両方もが肝要である。前者は生産性のほか必ず廃物工学の発展を意味するものでなければならぬ。また後者は、あくまでも便利主義（その方がやりやすい）や因果応報（そうしないと自分が困るぞ）といつた低次のものでもなく、また公害から逃れるための精神的必要性からというただの技術でもない。そんな方便的な社会道徳の合理的必要性でなくて、人間愛の自覚でないといけな

人間の福祉のためというのは間ぬるい考え方で、人間を成り立たせるための廃物工学でなければならず、公害をなくすることによつて人間が完成されるとする立場に覚めなければならない。このことをぬきにしては、公害の解決はない。古来の剣の道とか、

棋の道などにはそれがある。つまり一本の刀、吹けば飛ばすような駒以前に人間があり、その刀や駒が人間完成を迫るのである。あえていえば廃物工学道がほしい。

### 有害物質を出さない分析化学：

そもそも本稿は、編集子より本節のような表題で書くように申し越されたものである。筆者は、これに対し、冒頭より前節に至るまでのまえがきなしでは筆がとれなかつたし以上で話の背景は一応了解していただけたということをお願いしたい。

そこで即物的な面から、「有害物質を出さない分析化学」を考えるとしよう。大体非破壊で分析する方法が発達すれば有害物質を出さないですむわけである。しかしそれでも、細かく言えばそうもいかないことも多いと思う。たとえばすでにサンプリングの段階で無害であるわけにいかないこともある。また測定、記録、計算などでも有害の要素は多分にある。こう考えると無害で分析するということは、無害で物を扱えることが希のようにやはり神経質にいうとほとんどないのではなからうか。

すると、有害物質が伴つてもよいから、それが社会を汚さないように処理すればよいではないかという方に話が廻る。実はこれの方が大切になるであろう。

### 量害と質害：

物が害になるというのは簡単ではない。水はないといけなものであるが、飲み過ぎや水害などは量の多いことによる害である。毒とはたいてい質害のことで、少しでも毒は毒である。こんなふうに割り切つてみても、許容量というのがあつてうすめることによつて無害になる場合が多い。たとえば水でうんとうすめたから毒が毒作用をしない程度になつたということとはよくあることである。そこでは水の量を多くして害をまぬがれたのであるから量害とはいえず、むしろ量益の方である。また同時に毒物の見地からいうと濃度がうすくなつたのであるから量害から逃れたわけである。

ところで、少しは薬というのものもある。放射能などはそうかもしれない。このように適量というものがあるから毒と薬、害と益の判定も容易でない。一時はミネラルをとれなどといつていたかと思うと、この頃は金気は毒というのがはやりである。それというのも噂やマスコミを判定規準にする人が多いからであろう。

### 廃棄物の処理：

毒はうすめて流す、あつめて閉じ込める。これが量害にならない限り、ただそのまま捨てる、ただ自分より遠

いところへごみを移動するというようなやり方よりはましであることはいうまでもない。うすめて流しても、どこかで集められることがある。ヘドロに集つたり、生物が選択吸収したりする。あつめて閉じ込めたつもりが、いつかは散らばることもある。こんなことを考慮したうえで対策する必要がある。

そのほか焼きすてる、分解させるなども立派な廃物処理である。このように毒の消滅処理というのは理想的であるが、分子レベルのものならばよいが、水銀やカドミウムのように元素そのものが有害とされては、その消滅は、核変換か宇宙投棄しか仕方がなくなるだろう。しかし、それらも地球上の天然の元素であるからには、消滅させては天然に申し訳なくはないか。そうすると廃物工学というのは使い方についての反省にまで溯る必要がある。ちなみに放射性物質の核変換による消滅は最近真剣に考えられはじめている<sup>1)</sup>。

### 分離化学：

近年分離の学問、技術は長足の進歩を重ねている。分離といえはすぐ沈んでんなどと考えられていた時代からはよほど手法も加わつてきた。イオン交換法、諸種のクロマトグラフ法、抽出法などと内容は極めて豊富である。これらはおもに分析化学者に負うところが多く、原子番号の異なるものを分けるのに適している。すなわち化学的な分離法である。ところが一方同位体分離といつた分野では、質量の差によつて分けることを目的するものでそこでは拡散、遠心などの物理量の差を利用することが多く、物理的な分離法ともいえよう。

これらの各方法を整理して系統立てれば、分離化学として独立分野の学を形成するほどの内容には事欠かないように思う。しかし、この際、極めて困難なことは、今言つた系統であつて、なかなか学問としての系統が立てにくい。できるとすれば技術としての分類くらいから手始めねばならないだろう。とても分離学の原理などといつたところまでは手が届かない。だが差し当たり分離化学と呼んでおこう。

廃棄物処理にちなんで、分離化学が果たすべき理想は万能分離機の完成である。入口に廃物を入れておけば出口では週期表の窓がみな設けられていて、元素状に分かれて出てくるならば素晴らしいことだ。もう原子レベルまで行けば古いというものはない。みな永遠の真新しいものである。物に新旧の歴史がつくのは分子レベル以上の単位におけることであることがよくわかる。しかし物によつては分離した結果が分子レベルでもよいから万能分離機がつくれるほどのところまで分離技術も進んでほ

しい。

### 分けるということ：

分けるというのは、結果体がそれぞれ別の場所にあるようにすることである。つまり空間を異にするようにすることであるが、そのうえに異質なものを分けてより純粋にするという意味もある。そういう分離は一種の生産であり、合成するということと並んでものをつくるということになる。

そのように分けとつたものは、安定でなくてはならない。ふつう安定というのは、常温常圧で部屋の中で放置しておいても変化しないものによく使う。しかしそのようにふつうの環境になくとも、物によつては、ビンに入れておけばよいとか、紙につつんでおけばよいとか、あるいは冷暗所におくこととか、いろいろ安定に保つための環境条件がつくことがある。手のこんだものでは真空中におくとか、電場の中におくとかなどのものもある。そこで一般に安定というのは、ある環境条件のもので長もちすることということになる。

廃棄物処理が分離に関係が深く、分けとることが生産に通じ、分けたものが原子レベルでは新品であるとする、廃棄したものが、実は新品に戻ることであるから、ほんとうに棄てるものはないはずである。それを棄てなければならぬのは、技術が未熟であるというほかはない。廃物が出るのはまだ社会が野ばんな証拠でもある。

### 環境と寿命：

物の安定性というのは、環境に支配されると上ではいつた。純物質もその容器次第で長もちしたり、早くだめになつたりする。物質の質による保存性、すなわち寿命というのも、その質に対する特性のようであるが、実は環境によつて長短が左右されることはいうまでもない。

そこで物質をつくるときにも、その物質が安定で存在できる環境をつくつて、その場所に誘い込むということをするとともに、また保存するときも容器を選ぶ。自然というのは、ある物が他のものの互いに環境をなして、互いが互いの容器でもある。そして安定なものは長命であり、不安定なものは移り変わる。

寿命はこのように環境次第ともいえるが、やはり自ら長短の範囲は定まっているものである。もつともその範囲がせまいもの、すなわち質に対し一義的に寿命が定まっているものは、放射性同位元素の半減期であろう。それとても化学形によつては、わずかに長短があるという報告が 20 例ほどある<sup>2)</sup>。それもそのはずで、その放射能を放出する本体は原子核であり、それをとりまく核外

電子は原子核の容器である。化学形が変わるということは、その容器の外部が少し変化するということである。この容器の内部がもつと変化するような状態にすれば、半減期は大幅に変わってくるはずである。私はそのようなことの可能性を疑うことはできない。

話は変わるが、人間も長生きのための健康法というのがあるが、これは環境のコントロールといい換えても一向にさしつかえないことだと思う。

### 地球化学的環境：

地球化学が教えるところによると、環境を分類すれば気圏、水圏、岩石圏及び生物圏となる。そしてそれぞれの主成分は、空気、水、 $\text{SiO}_2$ 、及び有機物である。分析では、これら主成分の含有量を知ることはいさしいが、微量成分を分析するときは、ふつうこれら主成分の分離をする前処理が大きい問題となる。そのためもし非破壊分析法があれば大いに助かるというわけになる。

上のような多量成分中の微量物の分析では、その主成分を除くか、そうでなくてそれはそつとしておいて微量成分をうまくとり出すかで手の込み方に大差が生じる。そして前者の方法は大体クラシックで、後者はモダンである。たとえば水試料の水を蒸発で除いたり、岩石試料のケイ酸をベリチウム法で除いたりするのは、微量物のとり出しがどうしてもうまくいかないときの最後の手段として選ばれるであろう。

近ごろは、分離法のモダニズムも大変進んできて、クロマトグラフ法の多様化、イオン交換法の普及、抽出法の発達など目ざましいものがあつて、分析の前処理もよほど楽になつてきた。その上測定法が進んで非破壊分析へ漸近しているのだから、分析という人間の認識能も長足の進歩をしているわけである。

### 分析と分離：

分析は、物の名前と成分の量あるいは状態をつかもうとする仕事であるから、情報が最終結果である。それに対し分離は、分けた物を入手し、使いやすい形で保存するのでなければならない。つまり分けたという知らせをうけるだけでは事はたりない。分かれた実物が最終結果である。廃棄物の処理といった仕事も、やはり実物をどうにかする仕事であつてあくまでも即物的でなければならない。

それがため、分析はあくまでも非破壊的に情報を得ることが理想であるが、そうはいかないところに分離の要が生ずるのである。一方生産とか処理では、分離とか合成が中央の座に来て、操業の目安としてのみ分析が位置

を占めることになる。つまり分析を神経にたとえ、分離と合成は筋肉にたとえられる。ちなみに分離と合成は、手の機能であつて、手は分けることあつめることを矛盾なく統一しているがその筋肉の動きはやはり神経に支配されている。そういった総合は、まことに技術のシンボルとして、つくづく手をながめ直したい。

### 無公害の分析：

再びこのことに立ちもどつて考えてみよう。サンプル自体の有害性は別として、分析することによつて起こる害は非破壊分析が進歩するにつれて少なくなるだろう。前にもふれたように自然科学の研究室自体がとくに有害とか貴重な物質は別として廃物を「たれ流し」にしてきたのは古来の風習であつて、最近まで実は許されてきたし、またそれでよいとされてきたので、廃物処理の施設をそなえているところはいまだに少ない。そしてまたその方法の決定版は、まだ出ていない。これは自然科学発達史の意義深い曲角である。その使命をもつて、大学の排水処理などは研究的に行なわれるべきであり、企業のそれには予算を惜むべきでないと思う。

さてここで、非破壊分析の将来すすむべき道と廃棄物処理の進むべき道とについて考察すべきであろう。

### 物質とエネルギー：

分析というのは、成分あるいは状態の名前とその数量がわかればよいわけである。それは、とりもなおさず物質とエネルギー関係の解明といえよう。そのうちでも定性軸と定量軸の二軸で示される内容がおもな結果である。そのような情報を試料なる物質からとるには、エネルギー関係の計測量に対応させるしかない。ところで、基準となる薬品を試薬として用いて試料を処理し、あるいは反応させて観察する物質の相互作用からの情報を主とする、いわゆる化学分析法と、機器による分析法とが区別されて考えられるようになった。そのつぎにわかつたことは、前者の試薬による方法も、たとえば実は溶液内の酸化還元反応も酸化還元ポテンシャルに支配されていて、機器による情報と本質的な差のないということであつた。つまり機器はエネルギー関係の情報を得るうえに適して、薬品は処理上の適材であることが明らかとなつた。そこでますます分析は機器に走り、非破壊への直線コースに乗つて行つた。ところが現象には、一筋縄で解決できないものもあつて、試薬法にあつての古典的な問題点は機器量に翻訳しきれないものも多い。一つの例は溶解とか析出といった現象の割れ切れなさなど基本的な問題がある。これらはいまだに経験と勘にゆだね

られることが多いには多い。

ともあれ機器分析は非常に進んで、エネルギーと物質の相関性をますますわれわれに示してくれるようになった。またなりつつある。ここで諸法とエネルギー・レベルの問題を通観しておく必要があるが、これについては他所で論じておいたので参照していただきたい<sup>4)</sup>。

### 非破壊分析の一つの道：

エネルギー・レベルを詳しくしらべていくと、物質の定性ができ、その強度から定量ができる。そんな可能性をたどると、分析ができる場合が機器分析の分野でいろいろ知られている。とくに光学的スペクトルを考えるような方法は一般にこの部類であるといつてよいであろう。発光分光スペクトル法をはじめとし、赤外線スペクトル法、可視及び紫外部の吸収スペクトル法、焰光分光法、原子吸光法などからガンマ線スペクトル法に至るまでなかなか多彩である。

また質量分析法、ガスクロマトグラフ法、液体クロマトグラフ法など分離過程につづいてすぐ測定過程に持ちこむスペクトル法もある。またガスマス法とか放射能クロマトグラフ法、放射能ポーラログラフ法などのように各法の組み合わせと考えられるようなスペクトル法もある。しかし、このような分離法組み合わせのものは、非破壊法としてはやはり不適當である。上述のガンマ線スペクトル法などは試料さえ適した放射能をもつておれば、分離の前処理がないままで分析ができる。とくに最近ではゲルマニウム半導体検出器の普及によつて、大変分解能よく多くの成分を同時分析できるようになつてきた。さらにゲルマニウムやシリコンの純度向上による性能上の改良も急ピッチで進んでいる。これらと放射化技術の組み合わせによる方法は、短寿命の放射化であれば見かけ上見事な非破壊分析と思える。しかし放射化したからには幾分でも核変換が起こつたのであるから、これは非破壊とはいいい切れない。

これに似たもので試料の核変換をともしない方法としては蛍光X線分析法があつて、これは非破壊といつてよいと思う。それがX線管球であろうが、放射性同位体による蛍光の発生であろうが同じことで、光源側は多少とも変化しているが、試料側は核外電子の励起種の程度なら全く破壊されていないと考えてもよからう。イオン化の場合は、その限では破壊であるが測定のための程度なら、薬品処理などに比べればもちろん無傷のうちに入らう。もしX線によりオーセ効果がおこり、多価荷電体になつたり、分子破壊がおこれば非破壊とはいえないが、その数をモル数で見積もる場合、見かけ上無傷とし

てもよい場合が多からう。

そもそも、観察がなり立ち、計測がなり立つ場合、対象物が全く無変化であろうはずはない。自然光のもとに色を肉眼で見える場合でもそうであつて、対象となる系が暗所にある場合の系は保たれていない。つまり系の攪乱なしに観察はできないわけであるし、また無変化の原系というものを確定することもできないであろう。それは前にもいつたとおり、基準となる物はその環境条件の限定をせねばならないだろうが、といつてどんな環境にあつても、ある物質の寿命はその環境に支配されているからである。

非破壊というのも、このあたりに言及すると理屈の上ではありえないことになるが、実は実際上あるいは、そのものの価値から見て破壊が試料に起こらなければよいという意味であつて、とくに原系を失わないものという理念上の意味ではないと受けとるよりほかはない。

### 短寿命種の検出と分析：

前節では、いろいろのスペクトロスコープを問題にしてみたが、それにつけても思われることは短寿命の物質種が近年ますます登場することである。スペクトロスコープというのは、物質が励起種、イオン、ラジカルまたは放射性などといったエネルギーの遷移状態にあるものを、そのエネルギーの放出、吸収などのあらわれで捉える方法であるということができよう。そのため方法の進歩とともに、ますますそういった遷移状態のものの記載が多くなり、短寿命種の存在が明らかなものになる。つまり、不安定で捉えられなかつたものが捉えて見れば安定なもの仲間入りをするのである。そのため分析している間だけは十分に問題にできる相手となつてくる。つまり、間違いのない認識の対象となるわけで、幽霊が人格化したようなといえ語へいがあるが、認識の内容がふえたことになるわけである。

そしてついにこのような短寿命種が分析のよい手がかかりとなつて、安定種の情報をもたらすよい手段を与えるようになっていく。前節での非破壊という意味は、またちよつと刺戟を与えれば、あつという間に分析ができるという意味ももつていて、人間の物質を認識する方法が劣鋭化してきていることを示している。こう考えるとますます分析は短寿命種を追求するようになることは必至であろうし、そんな分析が発達することは、分析の前後の系の変化が極小に止まるという意味から、無公害の分析法というか、「有害物質を出さない分析法」というか、そういった方向への進展がなされるにちがいないと思ひ、私はそちらへ指をさしたい。

### エギゾ電子：

前節のような話の1つの例としてエギゾ電子のスペクトロスコープは、近い将来に分析法の中央の座に来そうな気がする。エギゾ電子というのは<sup>9)</sup>、たとえば結晶などに放射線をあてたのち、少し温めると出てくる電子であつて、物質の状態に応じたエネルギースペクトルをもっているものである。それはエネルギーとしては数 eV のものでせいぜい数十 eV までの範囲のものである。シリコン半導体検出器の発達とともにますます研究対象が広くなりつつあるもので、ESCA などとも一連の分野である。極端ないい方をすると、モノはみな、よるとさわるとホコリのように電子を放出するもので、しかもみなモノによつてその電子スペクトルがちがうのである。

こんな口幅つたいことは、まだいうには早すぎるかもしれないが、溶液化学の方でも、そういうことがあつて電極反応の研究で名高い DELAHAY などは、このごろさかんに PEE (光電子放出の略) 分光計の研究をしている。その一連の研究の紹介は他所<sup>6)</sup> でおいたが、いろいろの有機化合物の溶液やフェロシアン化カリウムの溶液に水銀ランプやキセノンランプなどの光を単色光に規正して液面からあてて、そこから出てくる放出電子による電流を測定し、入射光エネルギー対電流曲線からなるスペクトルをとる。これによつて定性やある程度の定量が可能であるというものである。

このような電子の偏在の測定は、ますます多面的な有用さと、軽妙無害の分析への道を開くものと考えられる。

### クロマトグラフィー：

分離法は、どんな方向へ進んでいくであろうか。少なくとも廃棄物処理における方向はどうであろうか。これについては、ちよつと見当がつかない。というのは前にもふれたように分離法の分類を系統立てる筋が見出だせないからである。しかしクロマトグラフィーを広く解釈すると、イオン交換、分配、抽出、吸着、溶解、沈積、反応速度、平衡反応、電気泳動、電磁場、拡散、原子交換、それに蒸留などの問題が多段カスケードの場の中に含まれている。そこへ持つてきて諸種の測定技術の導入と、その測定量をトリガーとして流動系の調節用パルスをフィードバックする可能性があり、それによつてフィード、プロダクト及びウェストをコントロールするといった分離系の自動化の可能性のあることを考え合わせるとき、どうもクロマトグラフという一匹の動物のようなものの出現を予想できないでもない。

### ヘドロ考：

ランダムに物がすてられた水溜りにヘドロができる。もうこの言葉は公害用語として成語となつてしまった。そしてなかなか感じの出る言葉でもある。そこには、終末的なものがよもやま含みこまれている。そしてところによつて同じくヘドロといつても物が違つていて一律には性格づけられない。特種な化学物質をとくに多く含む工場廃棄物の出て間もないものは別として、多くのヘドロは自然の浄化過程を担っているとみなされる場合が多い。そのためこれについては、今後かなり真剣に研究の手をのばす必要があるのではないか。

思いつくまま、その特性を挙げてみると、まず吸着性に富んでいる。あるいは共沈したものも多からう。大体 pH はアルカリ側ではなかろうか。そうすると加水分解生成物が多いだろうし、また水酸化物やその共沈性の豊かさに誘い込まれたものも多からう。水層より比重は大きくて沈降性ではあるが、親水性でフワフワしている。それだけに作用面積が大きい。表面活性があるに違いない。静電気の荷電をしているだろう。正、負あるいは中性、またはアンフォテリックといったことで特性づけられよう。それは凝固、脱水などの処理の難易とも通じよう。また、微生物の生活条件との問題も深いものがある。ある水域でのヘドロ塊は一種のクロマトカラムともみなされる場合もあろう。そのため特異吸着的に水層がある成分をヘドロに放出することによつて浄化されよう。また流水成分の変化とくに pH 変化などによつてヘドロから溶出することも考えられよう。こんなことを並べたてていると、ますますヘドロ学はクロマトグラフィクになつてくる。

一方人間が原因でできた以外の自然のヘドロとか、大昔の地質的ヘドロで岩石になつていようなものとかはどうか。つまり地質学的ヘドロ考も公害ヘドロ考に寄与することは論をまつまい。

まだまだヘドロの物性論にはコロイド学から割り出した以外のものがあつてもよいし、前向きに公害を研究する余地がある。このようにして仕末を内在した工業技術に変わつていく人間の道の将来を期待してやまない。

### 鉄鋼分析によせて：

私は全くこの方面は素人であるが、20年ほど前に、鉄鋼中のリンとイオウの迅速分析がトレーサの稀釈法でできることを研究して発表したことがある。当時は、鉄鋼分析の方では、発光分光分析が盛んになつていた頃であつたと思う。他に溶液による分析が主流をなしていた

が、私はトレーサ法も大幅に喰い込むと思つていた。しかし放射能取り扱いという制限のためにさほどのびなかつたのであろう。つまり公害の要素は、やはりブレーキになるのは必定である。

ところで、方法がずばぬけてよければ、その制限もただちに乗り越えて中央の座に新しい方法が入つてくることもある。放射化分析というのはそれだといつてよい。鉄鋼分析にこれがどうしても入らなければならなかつたのは、速中性子による鉄鋼中の酸素の放射化分析であつた。10年ほど以前からその報告は出はじめたが、3年経ないうちに多くの研究成果があらわれて一躍寵児になつた。さらにまたケイ素、イオウ、リン、銅、ニオブ、チタンなどが 14MeV 中性子で分析でき、熱中性子で行なわれている多くの元素種の高感度分析と並んでしまつた。しかし 14MeV 中性子源は小型の加速器ででき、原子炉などによらなくてもよい点は、普及の見込みとしてはむしろ優つている。これに加えて半導体検出器の進歩も手伝つて放射化分析はなくてはならないところまでできてしまつた。そのためにも放射能対策が必要となつてくる。

そればかりか鉄鋼界は、原子炉による製鉄を真剣に望むようになってきた。多目的原子炉(熱源としての原子炉)による製鉄時代は、エネルギー問題の切実さとともに早くなるだろう。そのときにもまた放射化分析に関連する技術が大切になるのは必至であろう。そこでまたこれと公害の問題であるが前述の「あと始末」の精神は、やはりわれわれの人間完成の問題として試練を迫るであろう。

ところで、鉄屋さんと汚水の問題に1つ申し上げておきたいことがある。鉄は酸にとけるが約 pH 4以上では、水酸化鉄として沈澱することは申すまでもない。これはアルミニウムの性質とよく似ている褐色と白色の差こそあれ、いずれも汚過しにくい「ちぎれ雲が浮んだような」沈澱である。ところがこれが、とてもいろいろのものを共沈するしまた吸着する。海の水などが死の灰(核分裂生成物)で汚染しているとき、これを手早く放射能検査するときは、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  と  $\text{BaSO}_4$  の両沈澱をつくつてカウントすれば、ほとんどの放射能物質はつかまる。死の灰とは元素種は約 30 種、核種は約 120 種も含まれているが、アルカリ土類をのぞく多くのものが  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  とともに沈澱となる。

これから考えると  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  や  $\text{Al}(\text{OH})_3$  は有用な人工ヘドロである。鉄やアルミニウムは毒ではない。土の一般的成分である。汚物を土にもどすよい手段でもあろう。鉄を使つて世の中を清くする方法を打ち出していた

だくよう鉄屋さんに切にご期待申上げて筆をおく。

### 文 献

- 1) 日本原子力産会議「核分裂生成物等総合対策懇談会報告書」(1973年5月)
- 2) 品川, 西沢, 森田: 化学, 28, 1006 (1973)
- 3) 品川: 「エネルギー・スキャニングへの漸近」分析

- 化学 21, 104 (1972)
- 4) 品川: 蛋白質・核酸・酵素, 別冊, 生命の起源と進化, p. 28 (1972)
  - 5) A. SCHARMAN: エギゾ電子第3回国際会議, PTB-Mitteilungen 80, Nr. 5 (1970), Braunschweig, Germany (W).
  - 6) 品川, 江間, 加藤: 化学, 29, 3月号 (1974) 1973年の化学「放射化学」

### 「残された水溜もきれいに掃除して下さい！」

分析の研究方向はどちらにあるか？

その道を行んで居られる専門の方々には真剣にこのテーマにとり組まれ、着実に解決の道を見出されていると思います。

私達冶金反応の研究に従事している者が常に追求していることは、いろいろな相の成分変動であり、換言すると各相の化学分析値であります。いかに卓越した理論であつてもその実証が正確でなければそれは死んだ理論であり、空想の域を出ないことになります。

あるアイデアが生れ、それを実現するために研究計画を立案した段階で、分析の精度が低いとか分析に長時間を要するとかなどの理由によつてその研究を断念することはよくある例であります。これを裏返せば、分析の難しい研究は実現しないことを意味し、配合値が分析値の代替になるという笑話が生れることに関連いたします。

こうした観点から私達が要望したいことは、きわめて普通にある分析対象の正確で迅速な分析法の研究にも意を用いていただきたいということです。IMAによつてミクロ的な分析法を確立することも重要であり、学問的な興味も高いとは思いますが、しかし一方では、スラグの分析が困難であるためにこの分野の研究が非常におくれていることも事実であります。

こうした仕事は熱力学のデータの集積とか、状態図の確立と似たような仕事でありますが必要とする分野もきわめて多いのであります。

“残された水溜もきれいに掃除して下さい”

—金属材料技術研究所 郡司 好喜—