染料中間物の廃水処理における諸問題

石 川 洋 介*

A few Proposals to Solve Economical Problems on the Treatment of
Waste Water in the Dyestuff's Intermediates Industry

Yohsuke ISHIKAWA*

化学工業は公害発生源の親玉として、現代の悪党の役を押しつけられている。事実、大気汚染、水質汚濁、悪臭、騒音など、どれをとっても決して善玉の評価を受けられるものではなかった。私自身、工場へ通勤するのも、何か悪事をはたらきに行くような、うしろめたい気持ちにならざるを得ない日が続いた。住民集会では、化学工場は閉鎖してしまえ、という声をぶつけられ、法律でも産業との調和条項は削除されてしまった。

ところで、今、化学工場が一斉に操業を停止すると世の中はどうなるだろう。一時的に生活環境は良くなるに違いない。けれども、一方では、現代の文明生活は混乱状態に陥ることは避けられないだろう。1973年秋の一連の石油化学工場の事故にともなう操業停止でさえ大きな経済的混乱を起した。

染料中間物工業は、戦後、染料生産合理化カルテルの中でわが国に誕生し、ケネディラウンド以後の貿易自由化の波に乗って、国際分業路線を押し進めながら、化学工業の一つとして、世界に市場を拓げてきた。したがって、今、日本の染料中間物工業が生産を停止すると、世界中の染料メーカーが生産に支障をきたすことになる。

また、染料中間物は農薬、医薬、ゴム薬や工業用界面活性剤の原料ともなるので、国内におけるそれらの生産にも影響をおよぼすことになるに違いない。そうになると、市民は色のない服を着ることになり、農民は農薬をつくれ、と騒ぎ出すことになる。だから、染料中間物工業に従事する化学屋は、やり、人間生活のお役に立つ仕事をしていると考えるべきであろう。

そうすると、化学工場は閉鎖するのではなく、一日も

早く公害対策の手を打って、安定した生産を続けなければならないということになる。しかし、企業では「もうけ」とのかねあいがつねに問題になる。染料中間物工業は、世界的な規模で集中合理化されつつあるとはいえ、一般的にはまだまだ多品種少量生産であり、大規模工業とはいえない状況である。

染料中間物専業メーカーの資本金は10億円以下の規模にとどまっている。ところが、この工業の公害対策設備への投資額は大きく、その比率は全設備投資額に対して、50%を超えており、今後ともこの傾向は続くと思われる。わが国の化学工業における公害対策設備への投資比率は、1972年度10.5%、1973年度15.8%であり、1974年度は24.5%と見込まれている。また、アメリカにおける化学工業の公害対策設備への投資額がこのところ年率50%の伸びを示しているというものの、新規設備投資総額に占める比率は10%前後でしかないとを考慮すれば、わが国におけるこの工業の公害対策投資負担がいかに重いかを理解できる。

このことは、廃水処理施設の専門メーカーから、手に負えない水という烙印を押された廃水をかかえていることに大きく起因している。すなわち、染料中間物工業の廃水の特長をあげると、(1)おもに回分式の生産方式がとられているので、廃水水質の時系列変動幅が大きいこと、(2)製造工程では、反応あるいは分離、精製に際して、多くの場合水を溶媒として使うので、廃水中の汚濁物質の濃度が濃いこと、(3)その廃水中には、スルホン基やアミノ基などの親水基を持つ芳香族化合物が多様多様に含まれているので、一般的な生物処理や物理的処理は困難なこと、以上の3点に要約できる。

したがって、われわれ染料中間物メーカーは、このような廃水を浄化するために、工業規模が小さいにもかかわらず、多種類の処理方法を組合せる必要があり、経済

* スガイ化学工業株式会社 ()

* Sugai Chemical Industry Company Ltd. ()

的に大きな困難を克服しなければならない。ここでは、その困難を克服するための考え方を三つ提起するとともに、廃水の実態を述べて、諸兄のご批判、ご助言を賜うことにしたい。

I. 水質の変動幅とその縮小

1. ゆれ動く廃水の汚濁物質濃度 廃水処理プラントへ流入する原水の負荷濃度、あるいは負荷量は、変動が少ないほどよい処理ができることは明らかである。すなわち、一般に連続操作を行なうプラントは定常状態における運転を仮定して設計されているので流入する廃水のゆれが大きいと、非定常状態における運転をしなければならないとなり、設計どおりの処理効率が出ないことになる。

化学工場の稼動が一般に24時間稼動である点においては染料中間物製造工場の場合も例外ではない。しかし、生産方式は石油化学の場合と異なり、多品種少量生産に適した回分式をおもに採用している。したがって、各工程から濃厚な濾過廃水が間欠的に排出され、廃水処理プラントに流入するので、廃水の量、質はともに変動の幅が大きい。実際、製造プラントから排出される廃水は、 COD_{Mn} で100ppm台から100,000ppm台まで、広い範囲に分布している。これらの廃水は、通常、沈砂槽を経由して原水槽に貯留される。この間に廃水の水質のゆれ幅は多少小さくなるけれども、原水槽における平均滞留時間が7時間程度とれたとしても、原水槽から4時間毎にサンプリングした原水の COD_{Mn} の標準偏差は平均値の30~35%はある。すなわち、原水の COD_{Mn} の変動の分布が正規分布するものとして、仮にその平均値を1,000ppmとすれば、0ppmから2,050ppmの範囲にゆれ動いていることになる。

一方、排出水に関する法的な規制は、最大値と平均値の二本立てで行なわれている。たとえば、水質汚濁防止法によると、染料中間物製造工場の排出水については経過措置期間を過ぎると COD_{Mn} 最大値260ppm、平均値200ppmと定めてある。これをみると、排出水のゆれ幅は平均値に対して高高30%にしなさいということである。

すなわち、信頼限界99%とすれば3 σ (σ :標準偏差)をとる必要があるので、相対的標準偏差は10%以下に抑えなければならないと解釈できる。もしゆれ幅がこれ以下に圧縮できなければ、当然最大値規制に適合させる必要があるので、平均値はゆれ幅の大きい分だけ低いものにしなければならない。いま仮に、35%の相対的標準偏差を持つ廃水が処理された後も、そのままの割合でゆれるとすれば、排出水の COD_{Mn} 最大値260ppmを

満足させるための平均値は約126ppmでなければならないことになる。 COD_{Mn} の平均値が200ppmで良いところを126ppmまで落さなければならないとなると、廃水処理プラントの建設費や運転経費は大幅に高いものにつくであろう。

したがって、廃水処理プラントの処理効率からみても、設備コストからみても、廃水のゆれ幅を縮小することに多少お金をかけても経済的な廃水処理を期待することができるはずである。

2. 水質変動幅の縮小 一般に、水質の変動幅を縮小するためには、均一化槽を設置することが行なわれる。実際のプラントでは、完全混合槽を2槽直列に連ねたものを設置することが多いようである。

染料中間物工場の廃水はランダムに変動するが、均一化の設計には周波数応答解析を応用することができる。ここではその解析については省略することにして、さきにあげた例で、均一化槽に流入する廃水の COD_{Mn} 平均値が1,000ppmで、標準偏差が350ppmのものについて計算した結果を述べておく。

すなわち、上のような原废水が均一化槽から流出する際に、信頼度99%で標準偏差を100ppmに減少しようとすれば、第1、第2両槽を通じての総平均滞留時間を約15時間とる必要がある。さらに標準偏差を小さくして、67ppm、つまり均一化後の変動幅を $\pm 20\%$ にしようとするれば、約35時間の総平均滞留時間をとらなければならないことになる。いま、原废水の流入量が時間当たり100 m^3 であるとすれば、前者の場合で1,500 m^3 後者の場合で3,500 m^3 の均一化槽が必要になる。これを二分割した均一化槽を二槽直列に並べるとして、高さ5mの円筒形の槽を作った場合、槽の半径は7、あるいは11mとなり、これを設置するに必要な面積は約400、あるいは1,000 m^2 となる。これだけの土地を規模の小さな染料中間物工場で確保することは容易なことではない。しかも、その土地が廃水の水質のゆれを小さくするためにだけ占められるとすれば、多少のお金で、というわけにはいかないだろう。

それでは、他にどのような方法があるだろうか。一つは、 COD 濃度別に原水の貯槽をいくつも持って、比例混合する方式、他の一つは、濃度かく乱の主要な原因になる特に濃度の濃い廃水、たとえば10,000ppm以上の廃水だけを別に分割して貯留し、他の一般的な濃度の廃水のゆれを制御するように混合する方式があると考えられる。

これら二つの方法のうち、前者は排出基準以上の被処理廃水を平均値まわり30%以下の幅で分割集水することが必要であり、均一化槽の大きさは小さくなくても設

置すべき貯槽の数が多くなるので、必ずしも経済的とはいえない。しかも、各濃度段階の貯槽容量(滞留時間)を決定するためには、濃度別廃水の量と排水時間帯の厳密な把握を必要とする。また、年間を通じて生産品種の切換えもあり、排出時間を一概に規定することができない現実があるので、この方法は実現不能に近い方法といわざるを得ない。

後者の方法であれば、10,000 ppm 以上の濃度の廃水の量は、およそ全排水量の 10% 以下と考えられるので、貯槽の容量は小さくて済むことになる。もちろん、濃厚廃水槽が一槽だけでは槽内濃度が不安定で、変動するその他の廃水の濃度を調整するのはむづかしい。少なくとも濃度調整用に使用する濃厚廃水は濃度のゆれが 0 でなければならない。したがってこの貯槽は完全混合可能のものとして、受入れ、かくはん均一化濃度検定、放流の各段階に相当する槽を各 1 基、合計 3 基は持つ必要がある。

ただし、この方法では、均一化槽ならびに高濃度廃水の濃度を敏速に把握する必要がある。とくに、均一化槽に pH 調整槽のような敏速な応答調整を期待できれば、最もコンパクトな濃度均一化システムを組むことが可能と思われる。

狭い日本では、中小企業ならずとも、土地を有効に使うべきであると信ずるので、COD 関係の応答時間が短かい検知システムとフィードバックシステムの開発される日の一日も早くくることを望みたい。現在のところでは TOD 自動分析器による 3 分間が最も速い検知時間である。

II. 廃水処理場で得られる情報の活かし方

1. 廃水処理という仕事 工場が 24 時間 操業している限り、廃水処理にも同じシフトが組まれている。ところが、処理場の仕事は金にならない、それどころか金を喰う仕事だからできる限り単純化して、ゆるされるなら下請けにでも委せよう、というのが廃水処理という仕事に対する一般的な考え方である。

医者人間の健康状態を診断する手段として、尿の検査を行なう。これは、人間の身体の代謝産物が尿として排せつされるので、これを検査分析することにより、健康状態に関する多くの貴重な情報が得られるからであることはいうまでもない。

染料中間物の製造工程では、反応にしろ、分離にしろ多くの場合水を溶媒として用いる。したがって、工場の廃水を調べることは、医者が尿検査をするのと同じことで、工場における製造工程に関する肝腎な情報を得るこ

とになるはずのものである。だから、われわれの工場では廃水処理の仕事を、それ程簡単にあしらってしまうわけにはいかない。

たとえば、染料分子に不可欠なアミノ基の導入には、ニトロ基→アミノ基、水酸基→アミノ基、ハロゲン基→アミノ基などの方法が一般的に用いられる。代表的な方法であるニトロ基の還元反応では、アニリンや α -ナフチルアミンのような生産量の多い中間物を除けば、多くの場合ほとんど水と鉄粉による還元方法が実施されている。この方法では、一般に還元生成物は水溶液として酸化鉄粉と分離した後、冷却晶出せしめて、水とロ別するので、ロ液すなわち廃水中には目的物である芳香族アミンとアゾオキシ化合物などの不純物が含まれている。

さらに具体的には、分散染料 Disperse Yellow 3 などの中間物、*p*-N アセチルアミノアニリンの場合は製品をロ別した後のロ液に硫酸を加えて、アミンを硫酸塩として酸析し回収しているけれども、なお 10,000 ppm 程度の COD_{Mn} に相当するアミン類が廃水中に含まれている。また、反応性染料 Reactive Red 1 などの中間物である *o*-アミノベンゼンスルホン酸も *o*-ニトロベンゼンスルホン酸を鉄粉で還元して製造されているが、その製品取出し後のロ液には、約 25,000 ppm の COD_{Mn} に相当するアミン類が含まれている。これらのロ液をペーパークロマトグラフィーにかけると、いくつものスポットに分離することができるし、定性的には還元反応がうまく行なわれたかどうかともわかる。すなわち染料中間物の大部分は、本来水溶性であり、おまけに、その製造工程の溶媒として水を使うことが多いので廃水中には多くの製造工程に関する情報が含まれている。

ところが、一般的に工程管理として収率の方は各バッチ毎にチェックされているけれども、廃棄物の方は何か特別の事情でもない限り、工程管理の目からこぼれ落ちているのが、現状である。収率が標準値に対して $\pm 10\%$ 程度ばらつくとしても、標準値が 80% である場合、ロス率は 12% から 28% まで、20% を平均値として相対的に $\pm 40\%$ もの変動幅を持つことになる。さらに、標準収率が 90% の場合は、ロス率は 1% から 19% まで 10% を平均値として、相対的に $\pm 90\%$ もばらつくことになる。実際には、収率が高くなればなる程、変動幅の相対値は小さくなるし、ばらつきの分布も正規分布ではなくなるので、上記のようなことはないけれども、廃水をチェックした方が工程からの情報が増幅したかたちで得られることは間違いない。また、現状ではトラブルの生じた後で原因解明を目的とし物質収支をみたいと思っても廃棄物の類はどこかに行なってしまう。した

がって、工程管理として収率だけをチェックするのでは片手落ちというもので、本来化学工業では、その工程管理は物質収支を明らかにすることによってなされるべきであるという原則からも逸脱することになる。

製品の品質や収率をチェックすることは、体重や血圧を測っているようなもので、確かに健康状態を示すバロメーターの役割ははたしているだろうが、何か変調が生じたときの原因が解る情報として役立つほどのものではない。ただし、廃水の分析も COD_{Mn} を測定するだけでは、情報が太雑過ぎて、詳かな工程管理の役には立たない。医者が尿の色、清濁、比重、タンパク、糖を測定し、さらに分子ふるいを用いて詳細な成分追究を試みているように、われわれも、できれば、廃水中に存在する一つ一つの有機物について、何がどれだけ含まれているというところまで分析しなければ、腎臓が悪いのか肝臓が悪いのか、はっきりしないことになる。

ここまで考えると、廃水処理という仕事は、単に処理場に受け入れた廃水を処理して排出水の水質を目標値内に収めるようにするとか、設備が常に正常に作動するように保守点検するとかいうことだけでなく、工場の肝腎かなめのところを掌握する仕事であり、貴重な情報を製造現場に向ってフィードバックする積極的な働きを期待されるべき重要な仕事だということになる。また、廃水の内容を詳細に把握してこそ、はじめて適切な処理が可能になるというものである。

2. 工程管理としての廃水分析 ところで、どうすれば、工程管理に役立つ情報まで把めるようになるだろうか。染料中間物廃水の中の各種有機物が総て知りつくされている状況ではない。はたして、それが簡単に把めるようになるのだろうか。

従来、染料中間物の定量分析にはジアゾ化法、カップリング法の二法が主に採用されてきた。これでは、アミノ基、あるいは水酸基を持った芳香族化合物を総括的に定量するだけで、異性体などに関する情報を得ることが困難で、COD や BOD を測定しているのと基本的には変りがない。

分離定量の分析方法として優れているガスクロマトグラフィーは、染料中間物が多くの場合水溶性で、しかもその蒸気圧が低いため、利用しにくい状態にあった。異性体をはじめとする不純物についての定量的な情報を得ようとすれば、ペーパークロマトグラフィーや薄層クロマトグラフィーで展開したものを抽出分離した後定量するか、カラムクロマトグラフィーで分離しなければならぬ状況であった。これでは、時間と手間がかかりすぎて、工程管理用のルーチン分析にはとても使えない。

時間と手間の比較的にかからない方法としては、IR や UV 吸光分析法が使えることもあるが、混在する不純物の数が多いと分析不能で、感度も満足すべきところまでは達していない。

現在のところ、急速に普及しつつある高速液体クロマトグラフィーが、われわれの目的をかなえてくれる分析方法となる可能性を持っている唯一のものである。しかし、高速液体クロマトグラフィーといえども、各種の廃水が混合されたものを分析するのは、試料があまりにも複雑すぎて、お手上げであろう。実験の結果も、よほど田純な廃水でないとは分離が不十分であったり、機械が故障してしまうことが多い。だからといって、あまり複雑な前処理が必要になると廃水のルーチン分析には役立たない。

幸いにして、化学工場では人体とは異なって手術までもなくとも比較的簡単に各ユニットから試料を採取することができる。すなわち、廃水の分析も各種の工程から排出されたものが混合される以前に、それぞれの工程の廃水としてサンプリングすることは可能である。この段階の廃水でも現在の高速液体クロマトグラフィーでは手に負えないものが多いが、それはまだ高速液体クロマトグラフィーシステムの開発の歴史が浅いためであろう。この分析法に関する研究集中度が世界的にみても高い現状からすれば、やがてわれわれの期待に添える機能を持つ日がくると思われる。

それにしても分析の原則からすれば、試料は各工程毎の廃水を独立に取り扱うべきであろう。その分析結果を製造工程管理に活かすのであれば、なにも廃水処理の仕事とは関係ないではないか、との指摘もあろう。だがその分析結果は、廃水処理場にとっては、受入れ原料に関する貴重な情報でもある。とくに、原料組成に変動がある廃水を生物的に処理しようとする場合は、廃水処理工程を管理するための情報として欠かすことができないものである。

また、排出水の水質規制値のうち、有機化合物に関連のあるものは、 COD_{Mn} 、BOD₅、油分、SS、有機リンとなっているが、その量的規制の進行にともなって、必ず特定の有機物について質的な規制が追加されてくると考えられる。これは、生活環境保全の立場からみれば当然の方向ではないだろうか。ともかく将来あるべき方向に添うためには、是非廃水処理の担当部署が排出水の水質について可能な限り詳しい情報を把握すべきであり、そのためにも原廃水に関する内容を刻々と把握しなければならないと考える。その結果が、製造工程の管理にも廃水処理工程の管理にも活かされて、はじめて染料中間物製

の方法、生物的方法があるけれども、そのうちのどれか一つの方法で片づけてしまうわけにはいかないということである。たとえば、スルホン基のついていないアルコール類やカルボン酸類は生物的方法で容易に処理できるが、アミン類やスルホン基を持った化合物は生物的方法を用いて処理することは容易でないといえる。これらの化合物の処理には、凝集沈でん法、膜ろ過法、樹脂や活性炭による吸着法などの物理的方法か、燃焼法、オゾン酸化法、光酸化法、各種薬剤による酸化分解法、あるいはホルマリン縮合による樹脂化などの化学的方法を採用せざるを得ない。ところが、最も一般的な凝集沈でん法は、染料中間物の段階では染料に較べて分子量が小さい上に親水性が強く、あまり効率的な方法とはいえない。燃焼法をはじめとする酸化分解法は廃水浄化の点では優れた方法であるが、経済的に桁はずれのコストがかかる。その他の方法も一長一短ありで、染料中間物廃水の処理技術として決定的なものはないといっても過言ではあるまい。したがって、現在の時点では、廃水をいくつかの種類に類別して、それぞれの廃水に適した処理方法を採用せざるをえない状況にある。これでは設備費も割高だし、運転管理も人手を多く要するので、決して経済的な廃水処理であるとはいえない。

2. 染料中間物廃水処理するための技術 廃水処理費用を技術的な面から小さくする方法として一般的に考えられるのは、第1に処理すべき廃水が出なくなるように製造工程そのものにメスを入れて改善していく方法と、第2に廃水を有価物に転換する方法の二つであろう。環境保全の立場から考えると、理想的にはクロードシステムの確立ということになり、第1の方法も第2の方法も、その理想に近づけるという点からも大いにその実現へ向けて努力すべき方法である。

ところが、染料中間物工業は多品種少量生産の悲しさで、改善すべき工程は山程ある。一つの製品を製造するのに10工程あるとすれば、数十種類の製品を製造する工程の数は数百におよぶ。ある大手総合化学会社の国内特許公開件数は、第2産業部門についてみると、年間数百件でその中には新製品開発に関するものが多くみられるから規模の小さな染料中間物工業で数百の工程改良を成しとげるには10年という単位が必要のように思われる。しかも、環境対策問題は水だけでなく、産業廃棄物、大気、悪臭と広い分野に及んでいる。さらに、研究部門には新製品開発のテーマが重くのしかかっているといった具合である。

一方、生活環境基準をきびしくするスピードは緩む気配すらなく、工場を取り囲む住民の声も悠長ではない。

理想的には第1の方法でこの問題を解決すべきことが明白であっても、世間がそれを待ってはくれない。むしろ、工程改善が追いつかないので、環境汚染を大きく引き起す製品の製造は思い止まるか、生産規模を縮小せざるを得ないというのが実状である。

第2の方法も、製造品目が多岐にわたるので、回収すべき品物の数は多くても量が少なく、なかなか経済的なバランスがとれるところまでは到らない。しかし資源不足の状況が深刻化していることからすれば、何とかして物を捨てないようにしなければならない。その点では、生物処理によって生じた汚泥は有機質肥料にでも使える可能性がある。

ところが今のところ生物処理に適した廃水の量はごく限られており、染料中間物工業の廃水は大部分スルホン基を持った芳香族化合物がその汚染源となっているので、そのままの形で有価物を回収することは容易ではない。そこで、スルホン基をはずしてしまうことを考えてみてはどうだろうということになる。理論的には、酸触媒の存在下でスルホン基の加水分解は可能である。

スルホン酸自身も触媒となるし、加水分解によって生じる硫酸も触媒となる。さらに、製品としてスルホン酸類を取り出す工程には、酸析法が採用されることが多いので、その廃水中には塩酸とか硫酸が含まれているのが普通である。実際、製造工程でも芳香族の配向性をかわすために、スルホン基の加水分解を行なうことはしばしばみられる。

たとえば、染料中間物として重要な位置を占めているJ酸(6-アミノナフトール-3-スルホン酸)の製造では、トビアス酸(2-アミノナフタレン-1-スルホン酸)をスルホン化して、2-アミノナフタレン-1,5,7-トリスルホン酸にした後、1-位のスルホン基を加水分解する工程が含まれているし、1,7-クレープ酸(1-アミノナフタレン-7-スルホン酸)の製造では α -ナフトールをスルホン化して、 α -ナフトールジスルホン酸とした後、加水分解して1-ナフトール-7-スルホン酸にする工程が含まれているといった具合である。なお、これらの加水分解反応は、酸濃度が20~30%で反応温度は70~110℃という条件の下で行なわれている。また、 β -ナフトールの製造時には、スルホン化工程で副生する α -ナフタレンスルホン酸を加水分解してナフタレンを回収することも行なわれている。

したがって、廃水中に汚濁物質として含まれている芳香族スルホン酸類を加水分解して水溶性をなくし、油水分離、あるいは固液分離することは不可能ではないと考えられる。ただ、反応速度を実用的なところまで速くし

ようとすれば、加圧高温反応を行なう必要があるのが大きな欠点になる。

この欠点をカバーするためには、濃度の希薄なスルホン酸類を低温ですみやかに加水分解できる触媒を開発する必要がある。いま、この目的にかなう触媒があるとはいえないけれども、強いていえばトリフルオロメタンスルホン酸のような強い酸触媒が参考になる。トリフルオロメタンスルホン酸そのものでは、廃水処理にそのまま適用できない使用上の制約がある。イオン交換樹脂は物理的な吸着力も働き、酸触媒として使われることもあるが、既存のものではわれわれの目的を達成する用はなさない。理想的には、強力な固体触媒を開発して、廃水がその充てんカラムを通過するだけで加水分解できちゃうようにすることである。多少加熱の必要が生じるとしても、処理の困難な廃水にしばしば適用される廃液燃焼処理法に較べれば、加水分解反応のために必要な熱エネルギー量はかなり少ないものと期待できるだろう。またこの方向でスルホン酸類を含む廃水の処理ができれば、加水分解終了物は水に溶けにくくなるので回収が容易になる。たとえば、トルエンスルホン酸を 20,000 ppm 含む廃水 10 トンが加水分解されると、トルエンが 108 kg 生成する。トルエンの水に対する溶解度はほとんど無視できるので、100 kg 程度のトルエンは回収できるはずである。染料中間物によく使われるナフトールの類だと、トルエンより一桁上の単価であるから、この回収で経済的メリットもいくら期待することができるようになる。

もし、加水分解後の回収、再使用が困難であったとしても、経済的な生物処理を効果的に使えるようになるであろうし、活性炭処理などの効率も大幅に向上できる。

要するに、性能のよいスルホン基加水分解用触媒の開発は染料中間物工業にたずさわる化学屋の夢であり、義務であるともいえるのではなかろうか。

IV. おわりに

染料中間物工業というものをとくに定義しないで筆を進めてきたが、つぎのような特長を持った廃水をかかえているのが染料中間物工業といえるだろう。すなわち、その廃水は(1)バッチ方式の生産体系をとっていることが多いので、廃水水質の時系列変動幅が大きい。(2)製造工程では、反応に際しておもに水を溶媒として使用するので、廃水は製造工程の様態を如実に反映している。(3)その廃水中には、スルホン基などの親水基を持つ芳香族化合物が多種多様に含まれているので、一般的な物理処理や生物処理が困難である。

したがって、この廃水を浄化するには、工業規模が小さい割に多種類の処理方法を組み合わせる必要があり、経済的に大変困難がある。ここでは、その困難を克服するための考え方としてつぎの三点を提起した。すなわち、(1)原廃水の水質変動幅を縮小することによって廃水処理施設の規模を小さくし、かつ効率を上げるために、速やかに応答できる酸素要求量の検知フィードバックシステムの開発を進めること。(2)原廃水に含まれている製造工程に関する情報を製造工程管理に活かすことによってメリットを生み出す方向を念頭におき、高速液体クロマトグラフィーの活用をはかること。(3)水系のクロマトグラフィーの活用をはかる方向で製造工程の改革を行なう方向と廃水から有価物を回収する方向があるが、染料中間物廃水の最大の汚染源と考えられる芳香族スルホン酸を加水分解して、有価物を回収すること。

これらは、いずれもまだ発想の段階であり、検討不十分のところが多い。しかし、環境規制を厳しくする社会的圧力が高まる中で一人でも多くの方からご協力を得て、実現できるものは一日でも早く実現したいとの願いをこめて、あえて文章にしてみた次第である。

(昭和 49 年 12 月 28 日受理)