濃度の違う水溶液を連続排出するための段階的稀釈装置

Donald I. Mount (Robert A. Taft 衛生技術センターの基礎および応用科学部の水棲生物部員)

および Richard E. Warner (California 州 Oakland の Engineering Science Inc. の職員)

米国の健康、教育および福利担当部門

民衆の健康サービスの Ohio 州

シンシナチの上水供給と下水調節部門

1965 年 6 月

抜 萃

この小冊子はある物質の濃度の違う一連の水溶液を連続的に排出するように設計された段階的稀釈装置について記述する。製作に必要な道具は一般に化学実験室で入手できる。運転に際して電力を必要としない、そして精度に大きな影響を及ぼす水溶液の流れが広く変動したとしても装置は精確に作用する。ほんの少しの修理とか調整で 30 日あるいはそれ以上の間、10% ないしそれ以下の誤差を維持でき、しかもコストは 18,000 円 (50 ドル) ないしそれ以下である。

紹 介

国家の用水の汚濁がひどくなるにつれて、有毒な物質や、あるいは汚濁物質の水棲動物に対する有毒度の評価に対してより以上の注目を集めるようになってきている。この評価は水棲動物に適量の作用物を注射で注入する代りに環境濃度に曝して行なう。そこで試験の際、試験する物質の水中濃度が分っていて、かつ一定であるということが必要である。これらの状態は静的状態ないし新液を作り直さない試験の場合には実現することが出来ないのである。それは有毒物質は揮発したり、沈澱したり、浮遊物質に吸着されたり、試験用の有機物に吸着されたりして、結局水中の有毒物質の量はいつも変化しているということになるからである。

静的試験では水中に必要な量の溶解酸素 (DO) を維持するために曝気することが必要である。そして水が汚れてしまうので試験動物を飼うわけにはゆかない。更に、静的試験は新陳代謝のためアンモニア等が水中に堆積するので 2～3 日以上試験を続けることができない。試験用水を定期的に取替えると静的試験に対して難点のある部分は埋め合せることが出来るが、しかしその新法は骨が折れ、調節した状態を維持するのに不十分である。

調節した状態で有毒度を評価するには、現在では連

続流による試験が最上の方法である。実験室の研究ではこの試験法が最も実際の腐敗状態に近似しており、それでこの分野の研究では最も一般的に使われている。

Robert A. Taft Sanitary Engineering Center の Newtown Laboratory では連続的な流しっぱなしの試験を 3 年間行なった。100 ないしそれ以上の流しっぱなしの試験用の容器の濃度を一定に維持調節するのはやっかいな問題であり、技術家の時間を非常に費すものである。仕事を適切にやりとげるのに必要な計量ポンプやバルブの価格は高くなっているし、その悪影響は規則的に現われてくる。その系を毎日、もちろん週末や祭日も維持したり照合したりするにはほぼ 2 人の専任の人員が必要である。使用中のこの系の最も重大な欠点は——黙認することのできない欠点——水の流れが遅くなったり、不足したりした時この計量装置における有毒物質水溶液の出かたに問題があるということである。結果として試験容器中の魚は死んでしまう。魚の養殖に関する長期の研究を始める時にはこの問題は重要である。1 年間の労作がこのようにして一晩で失なわれてしまうことがある。この報告に述べた装置は投薬過程の信頼性を改良する努力の結果考案されたものである。

California Oakland の Engineering, Inc. の Mr. Richard Warner は 1962 年 Public Health Service との契約による年次報告で、彼が流しっぱなしの試験を行なうために作成した連続稀釈装置について述べた。連続稀釈には数多くの利点がある。たいていの場合最も正確であり、調節弁が最少で済み、原溶液は 1 つで済み、少々の収縮で流れをとめることはほとんどない。われわれは Mr. Warner の装置の原理を使って自分達が使い良い稀釈装置を作成した。今ではわれわれは 13 の稀釈装置を運転している。濃度調整の精度が向上し、1 週につき少なくとも 40 人・時間が節約でき、多数の悪影響が著しく減少し、試験に必要な空間も減少した。加えるに有毒物質の投薬量は水の

流れによって変り、計量体系の価格は 20 万円 (600\$) ないし 30 万円 (800\$) から 2 万円 (50\$) ないしそれ以下に減少した。そして系統ではプランクトンや驚くべき大きな粒子である懸濁固体と一緒に水进行处理できてしかも詰るということがない。

道 具

普通に化学実験室で入手できる道具を使って装置を作成した。結晶皿および横にも口の付いた減圧フラスコは様々の容器を作るのに役立った。エポキシ糊はガラス管を適切に接着したり防水シールをする際、特に便利である。ポリエチレン製の“T”管はバルブハウジングとして使用した。

運転の一般的原理

ここで述べる連続稀釈装置は 3 つの基本的要素から

図 1. 連続稀釈装置の図表、一番上にあるフラスコ 1 から 56 までは計量槽、M-1 から M-5 までは混合槽、T-1 から T-4 までは移送槽、V-1 から V-4 まではベンチュリー管である。毒物計量系統は示されていない。

図 2. 移送ベンチュリー管、移送槽及び混合槽の詳細

できている。水の排出系統、有毒物質の供給系統および連続稀釈系統の 3 つである。本質的には水の排出は水の計量容器を満たし、水の流れを容器まで止め、計量容器を空にし、水を元通りに流すということのくり返しである。このくり返しを 2 度完結して、連続稀釈系統の 1 サイクルとする。感知できるほどの有毒物を含有している水は 1 サイクルに 1 回排出される。連続稀釈系統の変化と関連して各計量容器から 1 単位容積の水が連続して排出されるのを半サイクルと名付けている。

連続稀釈系統

この装置の主要な機能上の概念をもっとよく理解するために、しばらく水の排出や有毒物の供給系統を考えずに連続稀釈系統だけを考える。1 図、2 図および 3 図並びに容器 M-1、T-1 および M-2 に注目する。説明のためにサイクルごとの各濃度に対して 100 ml. の水を所要量として考える。稀釈率を 2 対 1 にする場合、最初の濃度の所要量の 2 倍量を使って更に別の稀釈に対して十分な量をもつようにしておかなければいけない。第 1 の半サイクルで 100ml を適当量の有毒物と一緒に M-1 容器に入れる (3 A 図)。その時容器 M-1 は半分満たされており、次の半サイクルで 100ml の水と共に有毒物質が加えられ、全容積は 200ml となり、M-1 容器は一杯となり、サイフォンが作用し始める。T-1 は転移容積が 100ml になるよう調節する (転移容積とは 2 図のようにスタンドパイプのレベルとベンチュリーサイフォンパイプの端までの容

図 3. 連続稀釈系統操作説明の一般図表

積)。M-1 のサイフォンから T-1 に水が移る時には、100ml は T-1 に残り、そして 100ml はスタンドパイプを通して容器ないし別の位置へ行く (3 B 図)。

次の半サイクルで 50ml の水が転移ベンチュリー 1 を通って容器 M-2 に排出される (1 図)。50ml がベンチュリーを通過する時に、T-1 から M-2 までのサイフォンが働き始めて 100ml の前の濃度 (目下 T-1 に存在する) が添加され、容器 M-2 を 3/4 だけ満たす (3 C 図)。最後に 50ml の水が再び M-2 に加えられる。T-1 にはベンチュリーサイフォンパイプがサイフォンで移す水がないので、この半サイクルの間では T-1 から M-2 へ移されるものは何もない。第 2 回目の 50ml を M-2 に加えて満たす。するとサイフォンが働き始めて 200ml の溶液を T-2 に移す (3 D 図)。この 200ml の体積は最初の M-1 中の 200ml の体積の半分の濃度である。水が M-2 に添加される半サイクル 2 つの間に 100ml の体積のものが M-1 に加えられ、M-2 が満杯になり、M-1 が再び一杯になり、そして両方同時に空になって T-1 および T-2 が一杯になる。数多くの濃度を望む時には同じように連続して続ければ良い。200ml の最終濃度のものが “M” 容器から排出される、というのは更に水が下がってきて、別の濃度の溶液をつくるということをしないからである。

時間の問題を簡単にするために水は各サイクルごとというよりは半サイクルごとに排出される。T-1 のベンチュリーに入って行く 50ml は M-1 からの 200ml で T-1 を再び満たす前にベンチュリーの準備をするのであるということが 3 図から分る。このことは半サイクルの運転をやっていると容易に行なうことができる。しかし、1 サイクルごとに 1 回水が排出される時には、M-1 からの 200ml が T-1 に届く前に計量容器からの 100ml の水および T-1 からの 100ml が M-2 に届いてい

なければならない。M-1 の内容が T-1 に移る時、前記のことが発生せず、そして T-1 のベンチュリーサイフォンがまだ水を M-2 に移していないならば、M-1 から T-1 に移った水は全部続々と M-2 それから T-2 等へと移って行く。半サイクルごとの水の伝達は上に述べた作用を抑えてダブルサイフォニングと称する安全要素を可能にする。

加うるに、半サイクルの排出により稀釈装置が “in phase” である必要はない。“in phase” とは全部の “T” 容器が満杯で全部の “M” 容器が空であるという連続状態を指している。次の “in phase” の半サイクルで全部の “M” 容器は半分満杯になり、全部の “T” 容器の移送容積は空になる。半サイクルの排出により、容器 T-1 と T-3 は移送容器 T-2, T-4 が空の間は一杯である。その結果 “T” 容器が前記のごとき状態の時には、M-1, M-3, M-5 は空であり、M-2, M-4 は半分一杯である。遭遇する状態としては、“T” 容器が一杯の時にはその直ぐ上にある “M” 容器が空であり、ある “T” 容器の移送体積が空の時には、すぐ上にある “M” 容器は半分一杯である。各稀釈装置は普通部分連続模型と名付けられる特別のやり方で運転される。前に述べた後者の方は交互連続模型と呼ばれるものであり、時間の影響がそれほど厳密でないので一層広く使われている。

事実、全体積はどの容器でも必要なものとは限らない。たとえば“M”容器のサイフォンチューブを短かくすることはできる。そしてその体積を半分にすることができる。この場合“M”容器が完全に空になることはなくなる。もしも稀釈比を1:3あるいは他の比率にしようと望むならば、“T”容器から“M”容器への移送容積を所望の比率になるように変えることである。1例としては75mlの移送体積と半サイクルでM-1へ112.5mlおよび他の部分へ75mlの水の排出といったものである。

2図に“T”容器と“T”-容器ベンチュリーを詳細に示す。“T”あるいは“U”型のガラス連結管はもし図のように仕立てられ修正されていれば非常に効果のあるベンチュリーを作ることができる。1つの重大な注意事項はベンチュリーフレアーがその上端でベンチュリーの“U”字管の穴と同じかわずか大きな穴をもっているということである。もしフレアーの上端が小

さいと、背圧がベンチュリーサイフォンチューブで大きくなり、サイフォンが作用しない。

ベンチュリーの作用をもっと良くするためには、じょうご状のサイフォンやじょうご状のサイフォンチューブの穴(4図)を“U”字管のベンチュリーの穴よりわずかに小さくすることを勧める。ベンチュリーを適切に作用させるにはじょうご状のサイフォンチューブは空気を混入させずに水で満たさなければならない。じょうご状のサイフォンのまず第1の目的は空気をじょうご状のサイフォンチューブに入れないようにすることである。ここで使っている多くの稀釈装置はこういうじょうご状のサイフォンなしで運転している、といふのはじょうご状のサイフォンチューブは十分小さく計量容器はすぐ空になるので、空気がじょうご状のサイフォンチューブに入ってくるのが妨げられるからである。

結局、ベンチュリーのフレアーは極端に大きくしてはいけない。さもなければフレアーを通ってきた水と空気の混合物(“T”容器からの水が到達するまでにベンチュリーサイフォンチューブから入ってくる空気)は完全に満たすということではできず、ベンチュリーが作用しない。フレアーのテーパーが不適当であったり、グリースのごとき水に濡れないフィルムも同様のトラブルの原因となることがある。

水の排出系統

別の型式の水の排出系統を連続稀釈系統と結びつけて試みたが、この方法は連続稀釈系統で得られるような精度で水を排出するというわけにはいかない。この系統は誤差が10%ないしそれ以下であるかどうかを目で見て、排出される水量が適切であるかどうかを決定できるという利点がある。更に重要なことは半サイクルごとに排出される体積が系に供給される水の数によって変わらないということ、また固体でつまるといふような小さな水の通路がないということである。

1図および4図に示すように水の排出系統は一連のユニットから出来ており、各々のユニットには水の入口、空気用のチューブと水の排出チューブ、ベンチュリーおよびじょうご状のものがついている計量容器を備えている。そこには普通の減圧用多岐管、減圧用ベンチュリーおよび水遮断用弁がある。

図1、図4および図5を参照すると、その運転を理解するのに役立つ。水の多岐管は水を各計量容器に排出し、計量容器は空気チューブの端まで水のレベルがくるまで水で満たされる。No. 6の容器は最後に一杯になる、というのは、その入口が他のものより高い処に

図4. 配水単位装置の詳細

図 5. 水の元バルブと真空ベンチュリー管の詳細

あるからである。そして出口 1 が番低い処にあるので空になるのは第 1 番目である。最後に満杯になった容器からの水でニードル弁の腕についているバケットが一杯になった時、バルブは加えられた重量で閉じる。バケットがサイフォンチューブと同じレベルまで一杯になった時、水は減圧用のベンチュリーの間を通り、減圧用の多岐管に部分的な減圧を生じて、それからコントロールチャンバーに排出される。減圧用多岐管の減圧により水が各々の排出チューブの両端から上ってくる（じょうご状のものからと計量容器から）。もし距離 A' が距離 A'' より短いと（4 図），水はチューブの腕の上まできてサイフォンが作用し始める。そして計量容器のレベルは水の排出管の端まで下がる。サイフォンが作用しなくなる時にはニードルバルブの腕のバケットはほとんど空になり、バルブが開いて計量容器は再び一杯になる。

計量容器のサイフォンが始まる順序は各容器の A' の距離によって決まる。1 図に最も望ましい順序を示す。すなわち No. 1 と 5 がほとんど同時に始まりそれから No. 4, 3, 2 の順である。もしも 2:1 という稀釈をする場合、第 1 番目の容器は他の容器の 2 倍量の水を排出をしなければならないから、No. 1 はもっと早く空になっていなければいけない。

水の各排出チューブのじょうご状の端は常に水の下にあるようにしておかなければいけない。そして、部

分的減圧が減圧用多岐管で生じるようにしておかねばならない。じょうご状管のバイパススパウトは運転中容器から排出される水を測定するのに使う。じょうご状管のサイフォンやバイパススパウトはバイパスが十分開いている時でも水がじょうご状管に残っていて、水の排出管の端を覆ったままであり、また排出された水は全部バイパスを通過してじょうご状管のサイフォンを越えて移送用ベンチュリーに行かないような位置に取付けてある。

計量容器の主要な容積調節は容積調節カラーを動かして行なう（4 図），また微調節は空気管を動かして

行なう。しかし空気管を動かすと距離 A' が変わり排出順序が変わってくるので注意しなければいけない。あまり動かすすぎると距離が A'' を越え、サイフォンが作用しなくなる。

減圧用のベンチュリーを作成する際には適切な大きさの管やテーパーを使い、十分な減圧が生じるかどうかということに注意を払わなければいけない。それが適切に作られていれば、十分な減圧がたやすく得られる。

有毒物の計量系統

有毒物の計量系統は必ずしも装置に必須の部分ではない。計量ポンプとか制御した滴下速度といういくつかの別のやり方も使ったが、6 図に示したものが他のどのやり方より良い結果をもたらした。それは水の流れがほぼ正常でない時には、有毒物を排出しないという利点をもっている。

6 図に示した系統は最近自分が考案したものである。じょうご状管の溶液の液面は Mariotte bottle ないしフロート弁のようなもので一定に保たれる。有毒物が溶液ではなくて懸濁物の場合、沈降が生ずる。

懸濁物をバイパス、すなわちびんに戻るオーバーフローラインのあるじょうご状管へポンプで動かすために小さなぜん動ポンプを使うことがある。このようにするとじょうご状管の液面は一定に保たれ、懸濁物は

図 6. 毒物計量系統の詳細，ボトルは製図上の比例にはなっていない。

混合、置換されて沈降が防がれる。

稀釈装置を使う際には計量系統のプラスチックバケツを稀釈装置の最初のじょうご状管の下におく（1図），そして水がじょうご状のサイフォンチューブを流れる時，バケツは水で一杯になる。この重量によりバケツの腕は下がり，反対側の腕は上がって，前もって決定した量の有毒物を採る。そしてこの有毒物は腕のチューブを通して M-1 に移動する。

装置はすぐに組み立てることができる。チューブは適当な大きさのガラス管を加熱して穴が十分小さくなるまで引伸ばし，冷やし，それから曲げて容易に作成できる。穴は十分小さくしてじょうご状管の溶液の液面の小さな動揺により排出される容積が変化しないようでなければいけない。

排出は流れよりも水の体積とバランスしているので，この系統の精度は計量ポンプと一定の水流を使う系統の精度と同等かそれ以上である。そこで変動（水の流れ）を生ずる大きな要素は回避できる。明らかに最上の評価をするためには，計量容器がどの位空になるか，また同様に有毒物が何回添加されるかということを知っていなければいけない。計量系統に counter スイッチを置くのはその大きさが小さく推奨できないので，化学薬品が排出された実際回数を与えるマイクロスイッチをニードル弁の腕に置いた（このスイッチは No. 1 容器が空になるたびに動く）。（機械的なカウンターもまた，電気を必要としないので，大変良好である。）有毒物用のびんに目盛りをつけて排出された有毒物の全体積が分り，カウンターからカウント数が分り，ついで各半サイクルごとに排出される有毒物の平均体積を計算することが出来る。それから計量容器 1 から排出される水の体積を測定して最初の濃度の精度

を計算することができる。

目盛りづけ

様々の体積の目盛り付けは骨の折れる仕事のように思われる。しかし，経験を積みめば 10～15 分でやれるようになる。管の湿潤特性が安定した後では，目盛り付けは最大誤差が 10% ないしそれ以下であるかどうかを確かめるために 2～4 週間ごとにチェックする必要がある。稀釈装置は毎日目でチェックして運転がう

まくいっているかどうかを確め構成要素の損傷等によって悪い影響が生じないかどうかを見つける必要がある。

最初に排出される各濃度の誤差を計算するためには，設定した体積のうちの 2 つだけを知っておけば良い。これは各半サイクルごとに添加される稀釈用の水の量と移送用の水量である（その次に濃度の高い体積は水の計量容器からの稀釈用の水と混合される）。

添加される稀釈用水量の量はじょうご状管のバイパスを開いて各計量容器の半サイクル 1 回ないしそれ以上の体積を受けてチェックする。その際，排出された水は全部バイパスを通過し，じょうご状のサイフォンを通していないことに注意しておかなければいけない。

移送用の体積は次のようにチェックする。所要の体積を 100ml と仮定する。250ml の目盛りシリンダーにおよそ 120ml 以上を満たす。チェックしようと思う“T”容器がベンチュリーサイフォンで丁度空になるまで待つ。“T”容器に一杯になるまで純水を注ぐ。更に 20ml を加える。そして次の半サイクルが始まる前にスタンドパイプを流下する水を受ける。この水を目盛り付きシリンダーに戻す。シリンダーに残っている体積を読み取る，この時読み取った体積と最初の体積の差がチェックしようとする“T”容器の移送体積である。“T”容器に水を加える時には，実際の運転状況に似せるため，“M”容器のサイフォンから添加されるのとはほとんど同じ速さで満たすべきである。

全体積を記録した後で，各濃度の誤差を計算する。明白に，最初の濃度の誤差は計量容器 1 から排出される水の体積と計量容器から排出される有毒物の量から決める。

各稀釈装置は普通代表的な段階的順序で運転される。

明らかに、上に述べたような体積のチェックは水が加えられたり排出されたりするので、この順序をくるわせることがある。そこでまず第一に最も下の移送容器から始まる移送体積をチェックし、次いで計量容器の体積をチェックするのが最も良いと思われる。このようにして稀釈装置が代表的な段階的順序にある時に各移送体積をチェックする。稀釈装置が作用している時もチェックできるし、チェックのために水を加えたり排出したりしても一つないし多くても二つの誤差を生ずるにすぎない。稀釈装置はそれ自身修正し、適当に継続するが、別の段階的な順序が始まることもある。稀釈装置を良い時期に合わせておけば、それが置かれていた段階的順序に止まっているだろう。この型は運転状況を目でチェックできるので有益である。この型が2〜3分ごとに変化しているならば、稀釈装置に誤差がある。

適切な運転のためになすべき別の目に見えるチェック法。

1. “M” 容器が空の時、そのすぐ下にある“T” 容器が一杯であるかどうかを決める。(これはダブルサイフォンが作用しているかどうかのチェック法である。5頁参照)
2. 水が“T” 容器のスタンドパイプを流下する順序を観察する。これは各半サイクルの2番目に発生する。効果が悪いのは“T” 容器のベンチュリーが作用していないことを示している。
3. ニードル弁で完全に水が止まり十分長い間計量容器が空になっているかどうかを観察する。
4. 各計量容器が各半サイクルで完全に一杯になっているか空になっているかを観察する。他のチェック法は経験により分かってくる。これらチェックはあきあきするものであるが、経験を積み、毎日2分間の目によるチェックで良好な運転が規則正しく行なわれているのを確かめるのに十分である。

時間の調節

目盛り付けを行なう際には、系統の時間をもっと正確に調節する必要がある。これはまた湿潤特性が安定した後でも必要である。時間の調節により5頁に述べたダブルサイフンの問題は解消する。稀釈装置の時間調節が最適の時でも、連続稀釈系統は目盛りのチェックないし偶然塵や空気等々の理由のために狂うことがある。そして系統は唯1回の誤差を生じ、それから適切な運転に戻る。誤りを正そうというこの能力は非常に重要である。というのは、通常の運転の間に誤差を生ずる出来事が発生することがあり、その系統が誤

りを修正することができ、そしてそれを繰り返さない時だけが満足すべきものだと考えられる。

再調査のために；ある計量容器からの水が全部移送ベンチュリーを通り過ぎないうちに、これと連結した“T” 容器が次に高処にある“M” 容器からの水で満たされた時にダブルサイフォン作用は発生する。結果はベンチュリーサイフォンがその“T” 容器からの水をまだ時期でないのに排出し始めるということである。

3つの時間調節法がある；(1)計量容器が空になる順序、(2)じょうご状管サイフォンが始まるのに必要な水の量、(3)“M” 容器のサイフォンが始まるのに必要な体積。計量容器のサイフォンが始まる順序が前に述べたのと同じであれば、その時には他の調節をしばしばする必要はない。望みの順序を得るのがむずかしく、それ以上の安全要素が望まれる時には、次善の時間の調節は“M” 容器の体積である。容器の体積は容器をすぐに空にするためにサイフォンチューブを短くしたり、おはじき石のような体積置換体を加えて減少させる、あるいはチューブの長さを長くする。あるいは体積置換体は取除いて空になるのを遅くする。最後の手段としておよびこれはほとんど必要ないことであるが、“M” 容器に対して前にも述べたように、じょうご状管のサイフォンが始まるのに必要な水の量を変えるのである。

一般に時間調節のための最大の安全要素は、より高位にある容器に与えるべきである。実際目盛り付けと時間調節は多かれ少なかれ同時に、最上の“M” 容器から始まって下の方へと行なわなければいけない。計量容器の目盛り付けを行ない、その装置の時間調節が適当である時でも、連続稀釈装置は誤りを修正し最適な運転を再び始めるということを確めるために手当たり次第に水を加えることによりひどく乱される。

問題解決

稀釈装置を使った経験から、その道の手を使って容易に最少の悪影響をどのようにして修正するかということが分る。このうちのあるものは教科書に載せるのは不適であるが、ここでは読者のために記述しよう。

1. 徴候；1つあるいはそれ以上の計量容器が完全に一杯になったり空になるということがなくなる。

原因、対策；水や空気中の塵

2. 徴候；最終の計量容器（1図中の No. 6）が一杯になって空になるが、他の容器は一杯のままである。

原因、対策；じょうご状管の1つの水が不十分で水の排出管に空気が残っており、あるいは減圧用

ベンチュリーないし多岐管に塵とか傷がある。

3. 徴候；1つないしそれ以上の計量容器は連続的に水を排出しており、そして他の容器は一杯にならない。

原因，対策；ニードル弁がびったりと締まっていないか，あるいは全ての容器が空になるまで十分に長く締まったままでないか，あるいは塵の粒子がバルブに悪影響を及ぼしている。修正はバルブの備えつけを調整したり，バルブの閉まっている期間を増すためにより多くの水を流したり，減圧用ベンチュリーの効率を向上させたりして行なう。

4. 徴候；バルブバケットが一杯になり，バルブが締まる前に，水が排出管を越えて上ってくる。

原因，対策；調節装置への水圧が高すぎるとか，計量容器6につながっている水管中の塵が考えられる。修正は距離A'を長くする（4図），容器6の液面を下げる，計量容器への水の多岐管と入口管の穴を大きくする，あるいは容器6の水の排出管の湾曲を小さくする等を行なう。

5. 徴候；容器6が他の容器が一杯になる前に一杯に

なる。

原因，対策；容器6をわずか高い処におく必要がある。

6. 徴候；1つないしそれ以上の計量容器から排出される体積が変動する。

原因，対策；バルブが適切に締まっていない。

7. 徴候；稀釈装置にダブルサイフォン作用が働いている。

原因，対策；時間調節が不適當である。

8. 徴候；稀釈装置が段階的連続模様をもっていない。

原因，対策；時間調節が不適當である。あるベンチュリーが働かずにある計量容器が必ずしも空にならない。あるいは，ある水の体積（計量容器あるいは移送体積どちらか）がひどく間違っている。

9. 徴候；移送用ベンチュリーがいつも作用するとは限らない。

原因，じょうご状のサイフォンチューブの空気，水系統の塵，ベンチュリー“U字”管の損傷，フレヤーが空気—水混合物で完全には満たされていない，あるいはフレヤーの端が次に低い“M”容器の水の下に一時的にあったということが考えられる。

10. 徴候；移送体積が毎日変動する。

原因，ベンチュリーサイフォンチューブが堅固に保持されていない。

成績

稀釈装置は前に記したように毎日の観察で2～4週間に1回目盛り付けを行なっていれば，その計算誤差は10%にすぎない（どんな濃度でも1～3%である）。その誤差に正の方と負の方と両方の傾向があり，互いに相殺してしまうという利点がある。1表に特別の注意や努力を払わずに稀釈装置から得た通常の精度を示す。この資料は日常の試験中記録帳に記録されたものであり，異常な精度とか他に見せるために記録されたとかいうものではない。

最適の容器の大きさを選ぶのは次のような便利な実地の経験から得た法則を使うことができる。各濃度における所望の1分当りの流量を決める，その4倍の体積の“T”および“M”容器を使う。このようにして半サイクルの時間が1分の場合2:1の稀釈比を得ることができる。半サイクルの時間を1/2分にすれば流量は2倍になる，この量は実用速度の最大である。もちろん半サイクルの時間を大きくすると簡単に流量を望みの体積まで少なくすることができる。1分—半サイ

図 7. 5段階の濃度と，1つの制御設備を有する300ml/分の配水容量を有するように設計された連続稀釈装置

クルが最適であるように思われる。

この稀釈装置は1つないし2つの調節で6ヵ月間の運転を行なった。もちろんその間には、別の物質とか事故により短期間に重大な誤りを惹きおこしたこともあった。7図は1分300mlのものを排出するように設計された5つの濃度の稀釈装置である。

この稀釈装置は1週に1個作成して目盛り付けできると考えられるが、幾つかのものを作った後ではこの期間は8日ないしそれ以下に減少できるだろう。Newtown Laboratoryの4人の専門の生物学者はこの系統に熟達し、この有用性を完全に確信した。更に最近、自分達は水中の沈泥の効果について研究している。そして稀釈装置はその仕事に対しても適しているように思われる。

稀釈装置に関する研究者の経験は非常に類似している。稀釈装置を作った後、最終の調節や小さな問題を解決するのはほんの短時間あればよい。それから運転がスムーズの時には、技術的な問題は最小であり、生物学的研究が進行しているので満足感が得られる。

十条製紙 訳者 大 賀

参 考 文 献

1. Lemko, A.E., and D. I. Mount, Some effects of alkyl benzene Sulfonate on the Bluegill. *Lepomis macrochirus*. Trans. Am. Fish. Soc., 92(4); 372-378, Oct. 1963.

外国文献抄録

○磁気走査法による印刷物品質の評価

L. M. Lyne and D. Copeland; Tappi, Aug. 1968 Vol. 51 No. 8 p. 363-370

紙匹の表面の空隙を吊下ブレードを用い酸化鉄を含む磁気インキで埋めた後、このインキ引きした紙片を低速度の特殊テーブルダーの書込みヘッドFを通すところのインキ紙に周波パルス記録する。次にこの紙片を高速度の読取ヘッド下を通すと前記のパルスは、1) オシロフに記入、撮影されるか、2) パルスを電子解析器に掛け希望のパラメーターをとることが出来る。ゼロレベル以上のパルスの高さは紙面の空隙内の磁気インキの深さに正比例し、ミクロンで度盛りされる。適当な門回路にて、またはオシロフの痕跡から、紙匹の表面下希望の深度にて、表面を示す断面型が得られる。印刷品質に対し走査方向における種々の長さの空隙の分布状態が高度の相関のあることを示す。

著者は紙面のインキ引き、書込み及び読取装置、電子装備の部品などを解説し、試験結果の解析法を論述した後、凸版刷、オフセット刷、グラビヤ刷の新聞紙について、その表面層から1-5μ下の所にある空隙に関するパラメーターを作製した結果、走査するべき表面下層の好ましい深さは、オフセットまたはグラビヤよりも凸版の方が大きいことを知った。なお、磁気インキの改良、解析法の自動化などを研究中である。

(図15, 表4, 文26) (佐藤 猛)

○紙のサイジングに及ぼす汗の影響について

F. Lyth Hudson and D. L. Eyton; Tappi, Aug. 1968, Vol. 51, No. 8 p. 353-358

相互1°に正確に傾斜する多数のインキ引きが出来るいわゆる feather and spread 装置を使って、紙上に書かれたインキの「にじみ」を定量的に測定した。紙のサイジングに及ぼす汗の影響を本装置と在来の Cobb 装置及び接触角試験器を用いて検べた。著者は汗の影響に似た効果を出させるため、汗を分析し、人工汗液を調製して試験した結果：1) 汗は紙のサイズ性を害し、酪酸を主成分とする人工汗を以て模擬しうることで、2) アルキル・ケテン・ダイマーにてビーターサイズまたは表面サイズした紙、あるいはゼラチン表面サイズ紙はロジンおよび礬土のみによるビーターサイズ紙より、酪酸に対する抵抗が強い、3) 澱粉表面サイズ紙は未処理紙より人工汗に抵抗が強いが、ゼラチンまたはアルキル・ケテン・ダイマーサイズ紙よりは抵抗力が弱い、4) 紙が取扱いは指紋で損傷を受ける場合はいつも、皮脂が汗に一枚加わりがちである。皮脂は強くサイジングに影響し、“脂汚れ”と“にじみ”を同時に生ずる、5) 特にこの研究用に開発した前記 feather and spread tester は筆記性の微少な差違を記録でき、にじみに対する数値を確立するのに必要なことを実証した。

(図7, 表5, 文21) (佐藤 猛)

○紙の寸法安定への新手法

R. G. Le Bel, R. W. Schwalz and Ola Sepall; Tappi, Sept. 1968, Vol. 51, No. 9, p. 79A-84A

OH基と反応する多機能的薬品は多数あるが、これらの少量を用い手漉紙を処理すると紙の寸法の狂いを著しく改善しうる。著者等は針葉樹晒K Pの手漉紙に polyepoxides, Dialdehydes, Glycol acetals, Cyclic ethylene ureas, 等に適当な触媒、安定剤を加えて調製した乳液を約150%含浸させ、乾燥、養生した後、標準状態にて寸法安定度を測った処、紙の水分による膨脹が著しく減じた。一般に、前記薬品は紙を脆弱化し、寧ろ強度を低下させるが、然しある場合にはラテックス、陽性澱粉、等の乳剤添加により、これらの変質が避けられた。但しこれだけコストを高めることになる。反応に及ぼす時間および温度の影響はどの薬品でも似ていた。ある種の反応では普通の処理法に匹敵した湿潤強度を付与し得た。一般に最大の寸法安定性を与えるには120°-145°Cに20-12分位処理を必要とするから、反応を上昇させる装備が入用となる。今後最も興味ある見通しとしては、化学的変性および凝縮反応によって新しい紙質を創生する可能性であって、例えば構造材料、電媒質および印刷用紙などの希望条件に関し、新規の好ましい特殊性が生れて来よう、この方面への関心は今端緒についたばかりである。

(図7, 表6, 文12) (佐藤 猛)

p. 35 へつづく