

## 化学工学A

### 常田さん分

<1>分離について⇒分離技術はほしいものを得るために役に立つ！

- (1)分離の種類とその推進力
- (2)分離の実用例⇒人工透析、タンパク質の分離精製、イオン交換膜
- (3)数式的なもの(吸着等温式、拡散←今年は拡散の式とかやったっけ!?)

<2>常田さんの研究内容

- (4)バイオフィルム
- (5)海水中からのレアメタル(Uなど)の分離採取

平沢さん分(授業ノート分)(授業中のプリントのほうをむしろ読んでください！)

<3>結晶総論

- (6)結晶精製の基礎と理論
- (7)結晶技術の応用

<4>結晶技術と環境

- (8)浄水技術
- (9)大気浄化
- (10)資源回収と晶析

<5>結晶技術と医療

- (11)ドラッグデリバリーシステム

今年出題するといっていた問題  
(※先生自身記憶があいまいな感じだった)  
①グローバルトリレンマとは何か  
②晶析技術について  
(なぜ大きな結晶はいいのかなど)  
③下水処理のプロセス  
④その他

平沢さん分(過去問から引用)(授業中のプリント・ノートを見て答え作ってください！)

<1>グローバルな環境問題を考えるときの3つのジレンマとは何か。

<2>下水の処理プロセスをフローシートで示すとともに、下水処理の課題を記せ。また、下水処理をした際に大量に発生する汚泥の、埋め立て以外の利用法を記述せよ。

<3>環境問題を解決する手段(or 排水中の未利用成分、有害成分を除去する手段)として、晶析技術の適用化が検討されているが、この技術の利点について2つ述べよ

<4>粗大な結晶を得るためには準安定域で操作することが望ましい。この理由を図を示して記述せよ。

<5>晶析装置の容積を決定するには装置内の平均結晶速度、核発生速度が重要な因子になる。この理由を式を示して説明せよ。また、同じ式から製品粒径を表す式を示せ。製品粒径を決定する操作因子についてのべよ。

<6>結晶を溶解させるときに、流動を与えると溶解速度が速くなる。この事実を式を用いて説明しなさい。

常田先生過去問(全部書くのは面倒だったので同じ問題はまとめてしまっています。毎年小問が7, 8題くらい出る感じでした。因みに2002~2005年分)

<1>分離について：膜分離など、

(1)物質移動の法則→ここは今年はそんなにやってないような・・・

- ・ Fick の拡散の法則とフーリエの熱伝導の法則とニュートンの粘性の法則を書かせる問題が何かしらの形で毎年出ている。上記三つの法則にでてくる拡散係数、熱伝導率、粘性率の単位についてとか。でも今年はどうなんだろう・・・
- ・ 上記三つの法則は、広い意味での拡散現象としてまとめて取り扱うことができる。その理由を説明せよ。
- ・ 物質と熱が同時に移動している現象を解析する上で、上記のような相似関係にある二つの法則がどのように役立つか説明しなさい。但し、説明の中に"無次元数"という言葉を含むこと。

(2)人工透析→ここもちょっとしかやっていない

- ・ 腎不全患者の治療として使われる人工透析の原理を説明せよ
- ・ 人工透析を行う場合の透析膜内の物質移動の推進力は何か？

(3)二つの膜分離に関して 受動輸送と能動輸送 or 促進輸送

- ・ 透析膜とは異なり、膜自身が物質移動の推進力を持つ場合がある。このような膜を介した物質輸送を難というか？また、その原理について説明しなさい。

(4)電位差を推進力とする膜分離(イオン交換膜系)

- ・ 電位差を推進力とする膜分離操作の名前をひとつ挙げ、その操作の原理・特徴・用途を記述しなさい。必要な場合は図を用いて。→電気透析とか？
- ・ 電気透析の操作はイオン交換膜を用いて行われる。スチレンージビニルベンゼン共重合体を母体とするカチオン交換膜とアニオン交換膜の化学構造をそれぞれ示せ。

(5)圧力差を推進力とする膜分離(限外ろ過、精密濾過、逆浸透)

- ・ 微生物によって生産されたタンパク質を最終製品として取り出す場合、培養後の液の粗精製過程で精密濾過が使われる。このろ過操作において、膜の目詰まりを防ぐためにどんな工夫をすべきか述べよ。また、精密濾過後、さらに目的タンパク質のみを取り出す(高度精製)際に使われる分離操作をひとつあげ、その原理を説明せよ。

(6)吸着について

- ・ ラングミュアの吸着等温式を理論的に導きなさい。また、ある吸着現象がラングミュアの吸着等温式に従うことを確認する方法、および同式に含まれる定数を求める方法をそれぞれ説明しなさい。

(7)穴埋め問題(( )内を埋める問題)

膜を用いて物質の分離を行う場合、物質移動の推進力として、濃度差、圧力差、(電位差)が利用される。このうち、濃度差を推進力として溶媒が移動する膜分離プロセスのことを(浸透)と呼び、医療現場において(人工透析?)に応用されている。一方、圧力差を推進力として溶媒が移動する膜分離プロセスとしては、精密濾過、(限外ろ過)、(逆浸透)がある。(逆浸透)は海水の淡水化に利用される。さらに、(電位差)を推進力として溶質が移動する膜分離プロセスとしては、(電気透析)があり、海水から食塩を製造する際に利用される。

## <1>分離について

### (1)分離のさまざまな推進力

物質を分けていく方法にはいくつか考えられる。

- ①眼でわかる。
- ②物質の性質で分ける。
- ③化学薬品を用いて反応させることで分ける

化学工学でやるのは②の性質(蒸気圧、化学的親和力、大きさ、電荷、磁気、密度、溶解度など)で分ける方法である。

それについて表にした。(授業ノートと同じ)

実例	物質をわける特性
蒸留・乾燥	蒸気圧
晶析・抽出・ガス吸収	溶解度・分配
クロマトグラフィー・吸着・生物学的親和力(抗体と抗原)	化学的親和力
膜分離・SDS-PAGE・ふるいわけ・クロマトグラフィー	大きさ
イオン交換・電気泳動・電気集塵・タンパク質の分離	電荷(等電点)
磁気分離(冷蔵庫を砕いて磁石で吸い付けるような感じ)	磁気
遠心分離、沈降分離	密度

実用例からその特性を考える方が学生としてはやはりと思って逆にしました

このように物質の特性に違いがあったとしても、それをほっておいたところできれいに分離されるわけではない。(密度などで自然と分離されることもあるだろうがより精密に分離するにはそれだけは駄目)

だから分離するにはそれをやる推進力が必要。そして推進力がかかったときに物質の特性によって拡散する度合いが変わってくるので分離されるというわけである。推進力×物質の特性で物質は分離されていく。

次に色々な推進力とそれによって実際に溶媒 or 溶質を分離していく場合の種類についてまとめる。

推進力	溶媒の移動	溶質の移動
濃度差	浸透(濃度の濃い方へ溶媒が移動)	透析
圧力差	逆浸透・精密ろ過・限外ろ過	圧透析
電位差	電気浸透	電気透析(イオン交換膜を用いる)

化学反応エネルギー	⇒生体膜(細胞膜・腹膜・肺胞などはこれによって分離しているらしいが?)
膜自身	圧力などではなく、膜自身が拡散の推進力となって物質を分離する。これには生体膜内における促進輸送や能動輸送などがあるのか?

※ここで圧力差により溶媒をこす精密ろ過と限外ろ過の違いはその膜の孔の大きさである。精密ろ過は submicron order で大腸菌などを分離できるのに対して、限外ろ過は高分子やウイルスなどを分離する(逆か!?)。 また、逆浸透は塩水を水に変えられる。

※2005年度の過去問に「透析膜とは異なりまく自身が物質移動の推進力を持つ場合がある。このような膜を介した物質輸送をなんと言うか?」というのがあったが、これは促進輸送か能動輸送のことを言っているのではないかと思う。

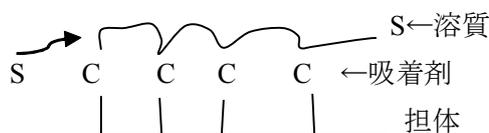
通常の膜は推進力をもたず、物質移動に関してはただの壁になるだけ。

促進輸送⇒生体膜などでは特定の物質を高濃度の方から低濃度の方へ選択的に(かつ普通の膜よりも速い速度で)移動させる。たとえばヘモグロピン担持液膜?などでは酸素を特別に透過させるなど。

能動輸送⇒促進輸送とは逆に低濃度から高濃度の方へ輸送するというエネルギーが加えられないと起こらない反応。液体膜とノートに書いてあったがなんのことかわからなかった。

固定担体膜の図がノートに書いてあった。

ちなみに担体というのは触媒や吸着剤を粉末状にするとその性能があがるらしいが、粉末だと取り扱いにくいのでそれらをどこかにくっつけて使った方が効率がよいということになる。そのようにくっつけることを固定(担持)とって、くっつけるときの土台となるのが担体らしい。授業中の図ではC(CaOのことではなく多分吸着剤のこと?)を担体に担持させ、S(SiO<sub>2</sub>のことではなく溶質のこと)をだんだんと選択的にSを運んでいっている。



このようにして溶質が選択的に移動していく?

## (2)分離の実用例

### ①微生物によるバイオ生産物の工業精製プロセス

培養→蒸気・薬液・滅菌処理→分離というのが精製のプロセス

分離法には更に粗精製(精密濾過など?)→高度精製(限外濾過など)のプロセスがある。

その他分離にはクロマトグラフィーによるものもある?

まずろ過の方法についてかく

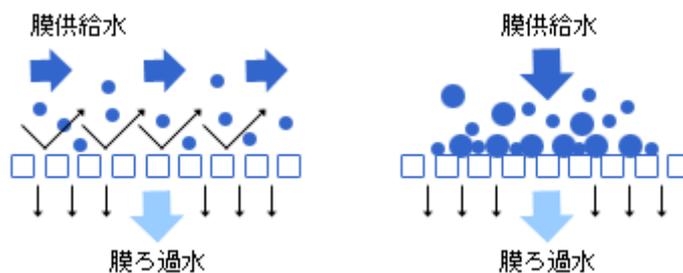
粗精製（精密濾過）

→全ろ過法？では通るべきものまでろ過されてこされていしまう（ファウリング）

→クロスフローろ過法（クロスフロー=十字に流す）

圧力をあまりかけられず、常に洗浄されて膜に物が詰まっていない状態にしなければならない。ろ過する方向（垂直下向き）に直交する方向に膜供給水を流すことにより物がよりつまらない状態にすることができる。膜供給水とはろ過する液の琴田と思うので、これを横に流せばろ過する量のある程度調整できるのであろう。

クロスフロー法は以下の図のような感じ



高度ろ過

→限外ろ過

これは膜の孔が非常に小さくてウイルス、タンパク質、糖なども分離することができる。ろ過する際の圧力が大きくなる。これによってもアミノ酸などはこされずにそのままどる。

次にクロマトグラフィーによる生体物質の分離

→affinity chromatograph

クロマトグラフィーには大きさで振り分けるゲルクロマトグラフィー、静電力で振り分けるイオン交換クロマトグラフィー、疎水力で振り分ける疎水性クロマトグラフィー、よく用いるガスクロ、薄層クロマトグラフィーなどさまざまなものがあるが、アふいにティークロマトグラフィーは生物学的親和力を元に分離する。特定の溶質とだけ結合する。

②イオン交換膜を使った分離

イオン交換膜を使った分離法には燃料電池や電気透析などがある。あと蒸気圧差によって物質を分けるガス分離においてもイオン交換膜が使われることがあるらしい。

電気透析は電位差を利用して特定のイオンしか通らない膜を並べ(陰イオン交換膜と陽イオン交換膜)、電解質をより分ける。

イオン交換膜の構造式を書けたほうがいいかも

### (3)数式的な部分

#### ①吸着等温式あれこれ

吸着には主に物理吸着、化学吸着がある。

この吸着には物理吸着と化学吸着がある。まず、かなり低温の状態では吸着量はおおくなる。このときは分子間力の影響が大きくなり、物理吸着によって金属表面と結合。それに対して化学吸着はより高温でもっと化学的に吸着分子の電子雲が固体表面と一体化することによって吸着。だからより強い結合である。

さて、Langmuir 型の吸着は化学吸着だけが一層的に金属の表面に吸着している。この考え方で計算していくと Langmuir、吸着等温式がえられる。それは以下のようにする。金属表面で化学吸着できる場所というのは金属分子があるところだけであり、限られている。そのうち、すでに吸着してしまっている割合を  $\theta$  とおくことが多い。そして、吸着の反応速度定数を  $k_{ad}$ 、脱離の反応速度定数を  $k_{de}$  とおく。そうした場合に以下のようなかんけいが成り立つものである。ただし、 $ad$  は adsorption(sorption=吸収)のことで、 $de$  はである。

$$v_{ad} =$$

#### ②物質・熱・運動量の拡散の式

物質や熱、運動量はその伝播のメカニズムが似ていて、同じように扱うことができる。

このようにこれらの関係が似通っていて、ひとつの関係から他の関係を推量できるという相似則をアナロジーというらしい。(二年の化工の教科書に書いてありました。)

物質の拡散はフィックの法則、熱はフーリエの法則、運動量はニュートンの法則で説明されるらしい。

## < 2 > 常田さんの研究内容

### (4)バイオフィルム

バイオフィルムも世の中のご多聞に漏れずいいものとわるいものがある。

授業ではビデオなどを通じてバイオフィルムの悪いものを紹介し、最後に体内腸菌などの防御にはたらくといういいバイオフィルムの紹介をして終わった。

それについて書いていく。

#### <バイオフィルムって何!?!>

風呂場のぬるぬるなど。これは細菌など微生物がつくる細胞外代謝物で、細菌はバイオフィルムの中で繁殖することができる。このバイオフィルムによる被害がいたるところで出ているらしい。

#### <バイオフィルムによる被害>

- ①ステンレス表面にバシラス菌がバイオフィルムをつくることによって、金属表面が腐食(バシラス菌が強い酸を持っている)。このために浄化槽に金属が流出
- ②緑膿菌の院内感染。自力で尿をすることができない患者にたいして、尿路カテーテルというものを使うのだが、これに緑尿菌がバイオフィルムをつくる。その中で緑尿菌が繁殖。尿路カテーテルを通じて緑尿菌の院内感染を招いてしまう。  
→カテーテルの管理、職員の手洗いを徹底することで被害の拡大を防げた。
- ③ネジレオラ菌が入浴場で繁殖して肺炎被害

#### <バイオフィルムの対策>

微生物は水と少量の栄養分により粘液を出してバイオフィルムをつくる。バイオフィルムの中では、他の細菌などが入り込んできて繁殖する。たとえ抗生剤を使ったとしてもバイオフィルムの表面にいる細菌は殺せるがバイオフィルムの中にいる細菌はバイオフィルムに守られてなのか殺すことができない!そのため、バイオフィルム被害への対策は現状では抗生剤以外の手段を考えるしかない。

バイオフィルムへの対策として考えられた例を挙げる。

- ・バイオフィルムをつくらせない
- ①化学物質による細菌同士のコミュニケーションの阻害  
シンジオバクテリウムとバチルス S はシンジオバクテリウムの作るバイオフィルムの中で共生している。お互いに化学物質を出し合ってコミュニケーションをされていて、このコミュニケーションを妨害する物質を入れたり、または相性の悪い細菌をいれるとバイオフィルムの作らないようにすることができるらしい。

#### ※補足

このコミュニケーションをしていることを証明した実験から、実験センスを学ぶことができる。シンジオバクテリウムとバチルス S をセロハン膜を介して隣り合わせる。セロハン膜は特定の化学物質しか通さず、これらの細菌が通ることはできない。この条件でシンジオバクテリウムだけ入れたときとバチルス S とシンジを両方入れた時に起こる現象の差を調べた。すると・・・何が起こったかは聞いていなかった。多分シ

レンジだけのときはバイオフィームを作らなかつたとかいう感じじゃなかつたか。とにかく何かを証明するときはどういう実験をしたらいいかを考えるということはこれから重要になるということだつた。

②バイオフィームが表面にできない材料開発

ステンレスなどのようにバイオフィームができてしまう材料を使うのではなく、バイオフィームができない材料を開発する。

③バイオフィームを作るシグナルを出さない(クオラムセンシング)

シグナルを出す物質の構造を知りシグナルを出すきっかけ(センシング)をさせないようにする。たとえば普段ならバイオフィームをつくるようにセンシングする物質を別のセンシングしない物質であるかのようにみせかけることによって、結局バイオフィームを作らないようにさせるとか。

・バイオフィームを撃退する

④蛍による殺菌

→蛍の持つルシテラーゼが殺菌してくれるとか

<いいバイオフィーム>

バイオフィームの中でも水の浄化作用をしたり(常研がちょっとほめられていたやつ)、体内の腸菌を防御するなどいい機能をもつたものもあるらしいが、よく聞けなかつた。

<常研におけるバイオフィーム研究>

・有機物濃度とバイオフィーム内の細菌環境の変化

→有機物濃度を減らせば 多分細菌も減っていたはず→バイオフィーム対策に

⇒こういった研究をするときに必要なのは

## (5)レアメタル

このときの授業でも一回ビデオを見てから、ビデオの映りが終わっていたので常田さんの解説になった。簡単に書いておく。

海中の U, Ni, V, Ti, Mo, Co などの金属(レアメタル)があるらしい。

これを何とか回収して利用できないか？

⇒ポリエチレンの布(不織布)に電子線を当てて、アクリロニトリル、ヒドロキシルアミンを反応させることによってアミドオキシム基をつける(グラフト重合)。これによって金属をアミドオキシム基ではさんで捕獲することができる。このとき、不織布を潮力により攪拌することでより布につきやすくなるらしい。(真珠の養殖と同じ原理)

このときのグラフト重合の化学式などがでるかもしれないのでノートに書いておいたらいいかもしれない。

- ・材料(不織布)の研究は大体終わったのでこれからはどのように不織布を波の中に入れるのがいいか、接触効率のいい不織布を入れるかごの大きさなど、流体力学的な研究が必要になってくる。いろんな角度からプロジェクトには参加できるという話だった。

### < 3 > 結晶総論

#### (6) 結晶精製の基礎と理論

##### 結晶の特徴

- ・規則正しく配列しているので高純度  
(大きい結晶の方がより純度高い→高純度が要求される医薬品利用など)
- ・安定
- ・洗浄が容易で洗浄のための有機溶媒などがあまり不要に  
⇒有機溶媒の廃液処理が少なくすむようになって環境負荷を低減
- ・乾燥が容易(→体積あたりの表面積が小さい方が表面についた水分が少ないといえる。)
- ・大きい結晶は①純度高い②ろ過によって分離しやす(③結晶成長速度が速い)④乾燥しやすい などの利点がある。
- ・小さな結晶は体積あたりの表面積がおおきく、資源の有効利用につながる。

##### 晶析の利点

- ・目的に応じて希望の規格の結晶をつくれる  
＝純度、形、結晶形(平衡型・定常型)、粒径分布、多形(安定形・準安定形・非晶質系この順で溶け易らしい)を自在に調節できる。
- ・装置が小さい

##### 晶析の理論

結晶をつくる時、その作り方によって形、純度、結晶形、多形、粒径分布が変わってくる。それぞれについてどのように調節するか述べる

##### ① 晶析技術の理論背景

晶析は過飽和度によって結晶を溶液から析出させる技術である。過飽和度は溶解度の高い高温から溶解度の低い低温への冷却、溶媒の蒸発、反応や圧力による溶解度変化、貧溶媒による溶解度の低下といった現象を利用して生じさせる。

## ②結晶の大きさ(→純度)の調整

過飽和度の大きさによって溶解度曲線の平面には安定域、準安定域、不安定域が存在する。

これは核発生は過飽和度の大体四乗に比例し、結晶成長は二乗に比例する為に過飽和度が大きくなるにつれて核発生が大きくなっていくことが関係している。

安定域→その温度における溶解度よりも低い濃度のときはただ溶けているだけ。

準安定域→その温度における溶解度よりも高い濃度だが、そこまで高くないとき

→結晶の核はあまり増えず、結晶成長がメイン

不安定域→その温度における溶解度よりもかなり高いとき

→核発生が増え、白濁してくる。

## 過飽和度と総括成長速度の関係は式

さて、大きな結晶を作るには準安定域(あまり過飽和度高くない)で核発生が少ない状態で結晶を作らないといけない。そのためには①過飽和度がおおきくならないようにゆっくりゆっくり反応をすすめていくこと ②しっかり攪拌して結晶付近の濃度勾配を急にして結晶成長を促すことが大切で、それがだいぶ骨が折れる作業なんだそう。たとえば①の例として、製薬では貧溶媒である水を加えることによって溶解度を下げて過飽和度を生じさせている？んだらうが、この水を一度に多量入れてしまうと過飽和度が大きくなって核発生が大きくなってしまう。これを避けるためにゆっくり水を加える。(週に 10cc とからしい)

大きい結晶は体積あたりの表面積がちいさい→不純物の割合が小さく、純度が高い。

## (7)晶析技術の応用

### 結晶技術でできること

⇒環境分野

- ・排水中のフッ素イオンの除去・回収など⇒排水処理

これは晶析以外の方法としてはろ過などがあるが、ろ過ではフッ素は小さすぎて分離できない。⇒フッ素は現在健康被害をもたらすだけでなく、資源としても貴重なのでその回収技術としての晶析が注目

- ・資源としてのリン酸の回収

リン酸は肥料などとして非常に需要の高いもの。これが枯渇するとやばい。

⇒半導体中のリン酸などを結晶化し、高純度リン酸を回収することができるように。

## < 4 > 結晶技術と環境

総論としてグローバルトリレンマのことを言える。

グローバルトリレンマは"経済発展""資源の枯渇問題""環境破壊"の三つの問題を同時に解決することの難しさを言っている。環境問題を解決しようとするすると資源の消費は問題だし、また、二酸化炭素やNOxなどの有害ガスを出す経済発展はしない方がいいということになる。また、経済発展をしようとする、資源枯渇問題をますます深刻にするだろう。具体的にどのような問題があるかはパワーポイント参照にすべし。

### (8) 浄水

#### ① 水と環境破壊

- 水が減ることによって資源としての水の枯渇＝生活用水、工業用水、農業用水  
水の量が減ると水中の汚物濃度や塩分濃度が増加してしまう。
- 水を保存する技術、浄化する技術が必要

水中の有機物量を測る指標

- ・ BOD(Biological Oxygen Demand 生物学的酸素要求量 mg/l)  
水中にある有機物を微生物によって分解するとき、消費する酸素量/g/l を BOD とする。BOD5 というのは 5 日間微生物を水中に入れて、有機物を分解するのに消費した酸素量を測ったもの。実際は 5 日間で減った酸素量のことであるそう。なぜ 5 日間かといえばイギリスで BOD の考え方が最初に始まって、そのイギリスにおいては山から海まで水が流れ出るまでに 5 日間くらいかかり、その 5 日間の間でも有機物を分解するにはどれくらいの酸素が必要なのかという指標で見たから。これに対して日本では山から海まで 2 日程度で川が流れていってしまう(急流だし)ので、BOD5 とは別の指標が必要である。BOD2 ということか？ BOD が小さいほど有機物も少ないといえ、きれいな水であるということができる。
- ・ COD(Chemical Oxygen Demand 化学的酸素要求量)  
これは同じように水中の酸素を分解するのに必要な過マンガン酸カリウム量。

#### ② 水を節約するシステム

- 中水→下水に流すほど汚くもなく、飲み水にするには汚い水。  
→ トイレに使えないか

#### ③ 水を浄化するシステム(水を創生する技術か排気ガス処理技術のプリントの図を参照)

- ・ 下水処理システム  
→ 1 人 1 日あたり 250ℓの下水を出すとして 250×市の人口で一日にどれくらいの下水を

処理できる規模の設備をつくるかを定める。

最初に排水をポンプでくみ上げる

→沈砂池・最初沈殿池で沈降させる

→反応タンクで好氣的または嫌氣的に分解(微生物を利用。この微生物は繰り返し再利用)  
(生じたメタンガスはガス吸収。ついでにこのガスを利用してバイオマス発電)

→最終沈殿池で沈降

→接触タンクで  $\text{Cl}_2$  を入れて消毒

→汚泥処理(ろ過? 堆肥化とか)

このように下水処理では沈降、ガス吸収、ろ過を全て行っているらしい。ちなみに下水管の底に汚泥がたまって、それがそのまま海に流れてしまうといった被害が出ているらしい。これを避けるためには下水管の底を狭くして流速を速くするといったことがされているとか。

ちなみにこの下水処理においては大量の汚泥がでてしまう。この汚泥は埋め立てに使われたり、ゴルフ場の芝にまく堆肥にされたり、ガス化してバイオマス発電に利用されたりするという試みがされているらしい。ただ、費用とか悪臭問題とかいろいろ大変だとか。

#### ・浄水処理システム(上水)

浄水処理には通常の浄水処理と高度浄水処理の2種類がある。

水を創生する技術のプリントの最後のスライドの下の図をみると、高度浄水処理では通常の処理で沈殿させた後急速ろ過して塩素消毒するのに対して、沈殿→ $\text{O}_3$  処理(酸化)→急速ろ過→ $\text{O}_3$  処理(酸化)→活性炭処理→塩素消毒している。 $\text{O}_3$  と活性炭をもちいることによってすんだ水になる。 $\text{O}_3$  処理はガス吸収、活性炭処理は吸着の原理を利用しているらしい。

### (9)大気浄化

#### (10)資源回収と晶析

①原子力で生じる廃棄物から U を取り出して再利用

U を再利用する方法として、抽出して再利用(Purex 法)というのが考えられていたが、これは高価になってしまう⇒晶析でやる  
⇒U を晶析層に析出⇒ろ過することによって分離

②排水中の溶剤回収

ジクロロメタンの溶剤⇒燃焼すると  $\text{CO}_2$  発生。リサイクルした方が安く上がる(パワポ

資料溶剤リサイクル編の最後の方に比較の表あり)

⇒しかし業界はなかなか一度使ったものをほとんど品質は変わらないのに使いたか  
らないそう。

③

## < 5 >医療と晶析

医療分野においても晶析は役立っている。

薬は純度が高くなければいけない(0.1 パーセントの毒物でも薬としては致命的)。したが  
って、純度が高くなる結晶を利用するといひ。

また、結晶の多形(安定形、準安定形、非晶質系)をかえることによって溶けやすさが変わ  
ってくる。安定形<準安定形<非晶質系になるにつれて薬はとけやすい。

### (11)ドラッグデリバリーシステム

晶析をするときにはやく結晶成長させるとスカスカな結晶ができる。逆にゆっくり成長  
させると密な結晶ができる。これを利用して薬をつくるときに最初はやく結晶成長させ、  
後のほうでゆっくり成長させれば最初溶けにくく(口に入った時)、体内に入ってから解  
けやすいという薬ができるといえる。

### (12)製剤のあたらしい手法

平沢先生の画期的な研究のひとつとして貧溶媒の高速混合による核化があるらしい。  
さらにこの超音波を当てる秒数によって核化の速度を変えることができるらしい。

また、