

Adsorption News

Vol.2, No.4 (October 1988) 通巻 No. 6

目 次

巻 頭 言

イオン交換雑感宮原 昭三 2

第2回研究発表会プログラム・他 3

研究ハイライト

高機能選択吸着性樹脂の開発江川 博明 6

技術ハイライト

低温脱着溶剤回収法の経済性

.....原 行明、飯田 泰滋 10

国際吸着シンポジウム（1988年6月）の報告

.....近藤 精一 14

6th International Conference on Surface and
Colloid Science 報告尾関寿美男 17

会員紹介

東京有機化学工業株式会社山下 精一 19

日本ガイシ株式会社片岡 哲夫 20

Tea Break

技術情報の収集について武内 勝彦 22

会告 22

日 本 吸 着 学 会

The Japan Society on Adsorption

巻 頭 言

イオン交換雑感

宮 原 昭 三

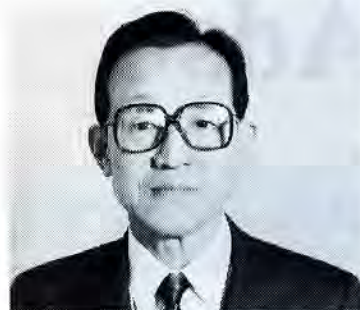
オルガノという会社に行ってみませんかと思師京都大学の小田教授にすすめられたのは昭和29年初夏のことであった。その時オルガノがイオン交換樹脂というものを取扱っている会社ということを知った。これが私のイオン交換樹脂との出会いであり、以来約35年近く私の人生はイオン交換樹脂とともにあった。

イオン交換も吸着という分野の中にあることは確かであるが、活性炭やゼオライトによる気体の吸着とは異なる面も持っている。吸着という言葉からは或物が何かに捕促されるという現象が思い浮ぶが、交換という言葉からは或物が何かに捕促されると同時に代りに何かが放出されるという現象が思い浮ぶ。事実その通りであるが、私のように企業に籍を置くものにとって、イオン交換と関わりを持ったことは非常に有益であったと思っている。

イオン交換によって学び得るのは硬水を軟化する、純水を作る、ブドウ糖液や蔗糖液を精製する、有価金属を回収するなどの実的な面と、平衡論、反応速度論、選択性などの基礎的な面とがある。イオン交換樹脂の反応速度は非常に難しくて企業内研究者にとって手に負えないが、イオン交換樹脂の平衡とか選択性の問題は割合取り組み易い。それは対象が多くの場合無機イオンであって分析し易いことと、溶液中から樹脂に吸着されたものと樹脂から交換して放出されたものの両者を定量することにより結果を確認し易いことにあるように思われる。この取り組み易いということは企業内研究者にとって大変有難いことであり、化学工学の論文中によく見られる難しい式を理解できなくともイオン交換の研究ができるということである。

ところで30年前のイオン交換樹脂といまのイオン交換樹脂とくらべてみると技術的にはあまり進歩がないように思われる。この技術革新の時代にあって30年間も進歩がないということは奇異な感じもするが、別の観点に立つならば30数年前に今のイオン交換樹脂を作った人達の偉大さを尊敬すべきではなかろうか。

イオン交換樹脂そのものは進歩しなくても、イオン交換樹脂を用いた純水の製造技術は大きく進歩しており、近代的高能率の火力発電所や安全な原子力発電所はイオ



宮原昭三

ン交換樹脂を中心とする水処理技術によって支えられて来ているし、半導体の製造に不可欠な超純水の製造工程の中でもイオン交換樹脂は重要な役割を果たすなど技術革新の陰の力になっていることは嬉しいことである。

ニューバイオテクノロジーの分野では今後いろいろの化合物が作られ、その多くは複雑な、分子量の比較的大きい有機化合物であろう。そしてこれらを分離精製する技術が必要になって来る。吸着技術はこのような分離精製技術のひとつとして重要であり、イオン交換樹脂の新しい場が出現すると思われる。そこでは現在の無機イオンを主な対象とするイオン交換樹脂では対応することが不可能であり、新しい母体構造、いろいろの官能基と多孔度を持ったものがようになって来ている。

話は飛躍するがイオン交換とか吸着とか脱着などの反応は大抵の場合可逆的なもの、バランスのとれたものである。この分野に携わる研究者技術者は知らず知らずのうちにこのようなバランス感覚を身につけるのではなかろうか。個人にとっても企業にとってもこのバランス感覚は大変重要なものであるが、吸着技術の関係者にはバランスのとれた人が多いように思うのは私の欲目であろうか。企業であっても学校であっても年配になって来ると技術者研究者だけではあり得ずマネジメントに関与せざるを得なくなるが、吸着という現象を通して身につけたバランス感覚はきっと役に立つと思われる。例えば企業の決算期に発表される貸借対照表など一見技術者にとって別世界のもののように思われるが、これをお金と物に関する物質収支の表として見てみると決して難しいものではない。吸着を勉強するとこのような余得もあるように思われる。

イオン交換技術はつねに産学の両方の場で研究が行われて来た。去年発足した日本吸着学会には産学両面からの会員が沢山おり非常に嬉しいことであるが、イオン交換関係の研究者技術者にもっと入会してほしいものである。吸着学会を通じ、吸着ニュースを媒体として、お互の技術レベルを上げると共に親睦を深めたいものである。

オルガノ株式会社 常務取締役
日本吸着学会理事

日本吸着学会第2回研究発表会

主催 日本吸着学会
共催 日本化学会コロイド
および界面化学部会
化学工学協会

日時 昭和63年11月24日(木)～25日(金)

会場 明治大学校友会館

(東京・神田駿河台、J Rお茶の水駅下車)

参加予約登録締切 10月31日(月)

第1日——9時から——

1. 高表面積インターカレイト炭素の調整(千葉大理)
○鈴木孝臣・金子克美
2. 活性炭素繊維におけるマイクロポア構造の不連続性
(千葉大理) ○寛 和典・鈴木孝臣・尾関寿美男・金子克美
3. 水酸アパタイトと Fe^{2+} 、 Fe^{3+} イオンとのイオン交換特性(山梨大工) 鈴木 喬・○初鹿敏明(ライオン(株)分析センター) 谷沢善明
4. ミクロ孔をもつジャロサイトへの気体吸着(千葉大理) 尾関寿美男
5. ピッチ系活性炭素繊維のマイクロポロシティと気体吸着性(千葉大理) ○金子克美・永田 寛
6. カリウム-黒鉛層間化合物によるアンモニアの吸収(東京高専) ○阿久沢 昇(東大工) 高橋洋一
7. 特殊材料ガスの環境測定のための吸着捕集法(産業医学総合研究所) ○松村芳美・小野真理子(株)ガステック) 小松 隆
8. カルシウムヒドロキシアパタイトへの分子吸着機構(大阪教育大) ○石川達雄・田上具成・近藤精一
9. ハイドロキシアパタイト粒子充填層による重金属イオンの除去(明大工) 竹内 雍・○鈴木義丈
10. モンモリロナイト系粘土鉱物による水中非イオン性高分子有機物の吸着(横浜国大工) ○趙 小夫・浦野紘平・小笠原貞男
11. アセチルアセトンによる水溶液中の金属イオンのオクタデシルシリカゲルへの吸着挙動(豊橋技科大工) ○加藤正直・下古谷博司
12. $(\text{TiCl}_3 + \text{Urea})$ 水溶液の熱加水分解により生成した含水酸化チタン(III)-表面特性及びイオン交換性-(徳島大工) ○大久保 彰・神田精一(四国工試) 大井健太(富田製薬総研(株)) 斉田好男

——12時から——

理事会・評議員会

——13時から——

特別講演 吸着工学の進展と今後の展望

(明治大学工学部) 竹内 雍

——14時から——

13. 高シリカゼオライトの親-疎水性と水中からの界面活性剤の吸着(豊橋技科大) ○河合孝恵・堤 和男
14. 活性炭に対する界面活性剤の吸着(第10報) フッ素系界面活性剤の吸着(阪市工研) ○安部郁夫・平嶋恒亮(千葉大工) 立本英機・足立真由美・藤代光雄
15. カチオン交換樹脂溶出物の吸着除去(東京有機化学工業(株)) 安居院 渡・田村修治(東京理科大工) ○竹内正人・阿部正彦・荻野圭三
16. 液相吸着における吸着剤と吸着質の化学的相互作用(京都大工) 田門 肇・○西垣雅司・油井晃司・岡崎守男
17. 活性炭による α -クロロ安息香酸の吸着速度-pHの影響(東京高専) ○須藤義孝・斉藤明美(東大生研) 鈴木基之
18. 活性炭吸着による上水中のトリハロメタン前駆物質、臭気成分等の除去(荏原総合研究所) 安武重雄・牧田則夫・木村 仁(明大工) 竹内 雍・古谷英二
19. 活性炭による水道原水中に含まれるトリハロメタン前駆物質の吸着除去(明大工) 竹内 雍・○小泉淳史・鈴木義丈
20. 繊維状吸着剤充填層内の混合拡散(東大生研) 鈴木基之・○藤井隆夫・李 時元
21. 超臨界ガスによる吸着樹脂上の有機物の脱着(東大生研) 鈴木基之・○鶴 達郎
22. 液相におけるアミノ酸とシリカ含有複合酸化物表面の相互作用(静岡大工) 金子正治・○三河雅嗣(協和化学工業) 山極清一
23. アルミニウムの炭素繊維上の吸着(東大生研) 鈴木基之・○日名子英範
24. クロマトグラフィー法による血液凝固因子の分離(東大生研) 鈴木基之・○宮川浩一
25. キトサン樹脂における蛋白質の粒子内拡散-収縮核モデルの適用-(大阪府立大工) ○吉田弘之・片岡 健
26. ヌクレオチドの高感度化学発光計測システムの開発のための表面化学処理天然ゼオライトによる化学増幅(杏林大保健) ○石井幹太・大滝智正

—18時から—

総会および懇親会



第2日——9時から——

シンポジウム「最近の酸素製造と周辺技術」

依頼講演1. 空気分離法比較論

(佐藤技術士事務所) 佐藤禎司

依頼講演2. 医療用酸素濃縮器の開発

(帝人) 西山利己

依頼講演3. バイオインダストリーと酸素

(昭和エンジニアリング) 竹倉紘一

依頼講演4. 脱酸素剤について

(ファインテック) 小川恵弘

——13時から——

ポスター発表および展示会

(掲示および展示は、第1日9時より第2日終了時まで)

——14時30分から——

27. γ -線照射天然高分子系炭素類の吸着特性(京都府立大学 生活科学部) ○細川健次・山口 克(愛媛大工) 中山裕輔

28. 微小表面積粉体への N_2 吸着等温線に対する3パラメータ吸着式の適応(宇都宮大工) ○鈴木 昇・木村幸恵・金巻正人・勝目健治・宇津木 弘

29. 分子ふるいカーボン3Aへの吸着速度(神奈川大工) 川井利長・○丁楠

30. 多成分ガス吸着のクロマト法による検討(3)(明大工) 茅原一之・○柳沢信夫

31. 添着活性炭層における二成分臭気の吸着除去(明大工) 竹内 雍・○河村瑞昭

32. 空気清浄器における活性炭フィルターの検討(松下電器産業(株)) ○徳満修三・成尾 昇・鷹野 泰

33. Adsorption Cooling by Utilization of Cooking Waste Heat (英文)(東大生研) ○KOUA OI KOUA・鈴木基之

34. 圧カスイング吸着による空気中の CO_2 の除去(熊本大工) ○広瀬 勉・梅崎秀之

35. 宇宙ステーション用炭酸ガス除去システムの研究(三菱重工業(株)) ○峰元雅樹・上島直幸・畑野茂和・栄藤徹・二瓶 武

ポスター発表

1. 色素吸着による多孔性固体の細孔および表面構造(千葉大理) 尾関寿美男

2. 酸化亜鉛の光電気伝導性と気体化学吸着(千葉大理) 山口 緑・鈴木孝臣・尾関寿美男・金子克美

3. 活性炭素繊維表面上への微細金属酸化物展開の試み
(千葉大理) 松本明彦・鈴木孝臣・尾関寿美男・金子克美
4. 鉄イオンドーブクリソタイルと鉄酸化物担持クリソ
タイルのNO吸着活性(千葉大理) 内山博幸・片田元
己・尾関寿美男・金子克美・佐野博敏
5. 鉄酸化物高分散化活性炭素繊維の動的 Hg^{2+} 吸着特
性(千葉大理) 金子克美
6. 固体への高分子吸着における酸-塩基相互作用につ
いて(豊橋技科大) 河田英徳・堤 和男
7. 表面改善吸着剤を用いたアミノ酸の吸着(明大工)
小川 修・石川正己・白須一成・古谷英二・竹内 雍
8. 水・アルコール混合液中に存在するフェノール類の
吸着除去(明大工) 白須一成・大津卓俊・阪野生次・
萩野洋一・古谷英二・竹内 雍
9. 樹脂吸着剤充填塔における軸方向混合について(明
大工) 小松 正・鈴木政康・古谷英二
10. 陰イオン交換樹脂によるカルボン酸類の吸着平衡(横
浜国大工) 古角尚広・浦野紘平
11. 溶剤回収用活性炭の着水性と酸化性の測定(日鉄化
工機(株)) 安達太起夫・木下芳明・飯田泰滋・原 行明
12. 海水ウラン回収のための流動層吸着(2)(明大工)
茅原一之・折原俊哉・橋本友典
13. 水素PSAの開発について(丸谷化工機(株)) 鈴木大
介・榎本俊二・物井靖久・鈴木健一郎

懇親会 11月24日(木) 夕刻、明治大学校友会館、参加
費5000円

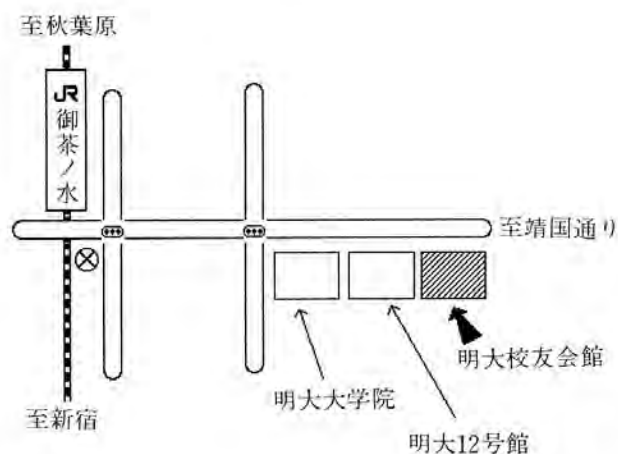
申込・問合せ先 〒214 川崎市多摩区東三田1-1-1

明治大学工学部工業化学科 茅原一之

(電話044-911-8181、内381、242)

会場に至る経路

JRお茶の水駅下車、新宿寄りの出口を出て、神田駿
河台下方方向に向かい徒歩3分程で右手に見えるページ
色の新しい高いビルが明治大学校友会館です。その8階
(受付、発表会場、展示会場)と6階(懇親会場、ポスター
発表、休憩室)において下さい。



参加申込方法 参加者は全員参加登録をしていただきま
す。ハガキもしくはハガキ大の用紙(1人につき1枚)
に、①参加者氏名、②所属(学生は(学)と記入)、③連
絡先(郵便番号、住所、電話番号)、④懇親会参加・不参
加の別、を記入して下記に郵送して下さい。なお、参加
費、懇親会費は郵便振替用紙にて払い込み下さい。

(振込先 日本吸着学会 横浜1-49814)

登録料 (講演要旨集を含む) 予約: 4000円、学生予約:
2000円、11月1日以降: 各1000円増



研究ハイライト

高機能選択吸着性樹脂の開発

——熊本大学 江川研究室——

1. はじめに

本研究に着手した当時(1965年)、金属イオン選択吸着性樹脂としてはイミノ二酢酸基を有するキレート樹脂が工業的に入手できる唯一の樹脂であった。このイミノ二酢酸型のキレート樹脂はドナー原子としてNとOを有し、明らかに従来のイオン交換樹脂に比して重金属イオン、遷移金属イオンに対し高い親和性を示すが、アルカリ土類金属イオン、アルカリ金属イオンも吸着する。筆者は最初にアンミン錯塩を生成し易い金属イオンに対し、選択吸着性を有する樹脂を開発することを考え、ポリエチレンポリアミンを側鎖に導入したドナー原子としてNのみをもつキレート樹脂の合成を試みた。まず、キレート樹脂の金属イオン吸着性には樹脂の橋かけ度が大きく影響すると考え、低橋かけ度のスチレン(St)ージビニルベンゼン(DVB)球状共重合体をクロルメチル化した後ポリエチレンポリアミンでアミノ化して陰イオン交換樹脂を合成し、得られた樹脂の Cu^{2+} 吸着量を測定した。予想したようにDVB 7.5%の共重合体から得られた樹脂(ゲル型)はアミノ基導入量を高め(陰イオン交換容量5.5 meq/g)ても、 Cu^{2+} をほとんど吸着(吸着量0.01 mmol/g)しないのに対し、低橋かけ度(DVB 0.5%)の樹脂が高吸着量(1.3 mmol/g)を示した[1]。これは親水性の大きいアミノ基の導入により湿潤時に生じた膨潤細孔(ミクロポアと称する)が金属イオンの拡散及びキレートを生成するのに適当な立体空間を与えているためと考えられる。しかし、低橋かけ度の樹脂は物理的強度が小さく実用的でない。キレートを生成するのに十分な立体空間を有し、耐久性に富む実用的キレート樹脂としては、高橋かけ度で物理的細孔(マクロポアと称する)を有するマクロポーラス型(巨大網状構造またはMR型ともいう)の樹脂が適当と考えられる。次いでStとDVBの懸濁重合を希釈剤(モノマーは溶解するがポリマーには溶解も膨潤作用もない溶媒)を添加して行うことによりMR型共重合体を合成し、これにアミノ基を導入して、MR型のキレート樹脂を合成した。DVB 7.5%のMR型共重合体から得られた樹脂は高い Cu^{2+} 吸着量(1.25 mmol/g)を示した[2]。このポリエチレンポリアミン側鎖を有するMR型キレート樹脂は高濃度のアル

カリ及びアルカリ土類金属イオンを含む溶液からアンミン錯塩を生成し易い金属イオンのみを選択的に吸着する[1]。現在この型のキレート樹脂は三菱化成工業(株)からダイヤイオンCR-20として市販されている。ここでは高機能キレート樹脂の開発に関する我々の最近の研究について述べる。

2. アミドキシム基を有するMR型キレート樹脂

筆者らはMR型キレート樹脂の合成と応用に関する一連の研究の中でアミドキシム基を有するキレート樹脂の合成を行い、その重金属イオン吸着性について検討した[3]。次いで、アミドキシム基を有するMR型キレート樹脂(RNH)が海水中のウランに対し選択吸着性を示



すことを見だし、海水からウランの採取に利用できることを報告[4~6]した。さらに、RNHを利用して動力炉・核燃料開発事業団人形峠事業所の廃水(ダム上澄水)中に含まれているウランを回収、除去する技術確立し[7]、1983年4月にウラン回収、除去プラントが完成した。本プラントは4搭からなりおのおのRNH(三菱化成工業(株)で製造、ダイヤイオンCR-50)が5 m³充填され、通常は2搭直列でダム上澄水が通液(SV 20~40 h⁻¹)されている。一方、エネルギー資源に乏しいわが国にとって、四囲を取り巻く海洋中に含まれるウラン(総量42トンと推算される)は最も魅力のある重要な元素である。しかし、海水中のウランは約0.003 mg/lと極めて低濃度で、ほとんど陰イオン錯塩[$\text{UO}_2(\text{CO}_3)_4^{6-}$]として存在し、はるかに濃度の高い多くの元素と共存しているので、その選択的採取は容易でない。最大の課題は、高機能ウラン選択吸着剤の開発である。前述した筆者らの報告の後、西ドイツ、ユーリッヒ原子力研究所のSchwochauら[8]及び四国工業技術試験所の菅yら[9]により、アミドキシム型樹脂は、海水からウランの採取に適していることが報告された。アミドキシム型吸着剤は球状のほか、繊維状、膜状、布状など種々の形に製造できるので、海水との接触に種々のシステムが適用できる利点を有する。またアミドキシム型吸着剤に吸着されたウランは希硫酸により容易に溶離できる特徴をもっている。唯一の欠点はアミドキシム基が酸に対して

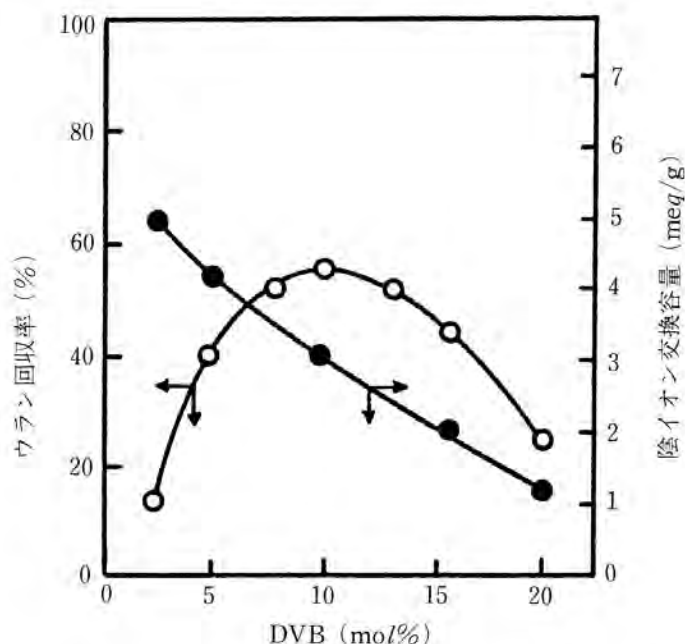


図1 RNH-DVBのウラン回収率に及ぼす橋かけ度の影響

や、不安定なことである。筆者らは引き続き海水ウラン採取の工業化にあたって吸着装置の大きさを決定する重要な因子である吸着剤湿潤容積当たりの吸着性能（特に吸着速度と吸着容量）の向上と耐酸性の改良を目的として研究を行っている。RNHの海水からのウラン吸着性能（特に吸着速度）は樹脂の細孔構造、すなわち物理的細孔（マクロポア）と膨潤細孔（ミクロポア）によって大きく影響を受ける〔10～12〕。図1に橋かけ度（DVB量）を変えて合成した樹脂（RNH-DVB）の海水からのウラン回収率を示す。ウラン回収率は樹脂1.5 mlをカラムに充填し、樹脂の吸着速度の差をよりよく評価するために海水20 lをSV 300 h⁻¹（下向流）で通液し、次いで吸着したウランを0.5 mol/l硫酸10 l/1-Rで溶離して求めた。10 mol%前後のDVBを用いて合成した樹脂が海水から良好なウラン吸着性能を有する。さらに、DVBを10 mol%使用し、合成条件を変えて得られた樹脂の物理的細孔構造、イオン交換容量、膨潤度及び海水からのウラン回収率を表1に示す。これらの樹脂の陰イオン交換容量はほぼ同じであり、また物理的細孔構造測定値に大きな差異は認められない。ウラン回収率の差はウランの樹脂内拡散速度の差によるものと考えられ、湿潤時（海水中）における樹脂の細孔構造（マクロポアとミクロポア）の違いがウラン吸着性能に大きく影響していることが明らかである。現在湿潤時の細孔構造と海水ウラン吸着性能との関連をRNHを担体として用いる水系ゲル透過クロマトグラフィーの校正曲線を求めて推定するこ

とを試みている〔13〕。RNH-DVB（D）を1.5 ml（未処理、海水型）カラムに充填し、海水を上向流によりSV 180 h⁻¹で5～20日間通液した結果、10日間のウラン吸着量は約100 mg/1-Rであった。本樹脂はアルカリ処理なしで良好な吸着性能を有している。

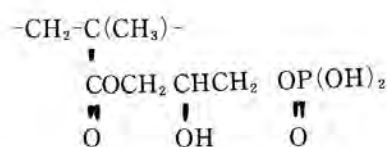
表1 RNH-DVBの海水ウラン吸着性能

樹脂	比表面積 (m ² /g)	細孔容積 (cm ³ /g)	平均細孔半径 (Å)	陰イオン交換容量 (meq/g)	陽イオン交換容量 (meq/g)	膨潤度*	ウラン回収率 (%)
A	44.4	0.42	149	2.87	1.14	1.2	48.9
B	43.5	0.44	155	2.90	1.27	1.3	68.9
C	35.3	0.39	193	2.80	1.12	1.3	78.1
D	37.1	0.40	175	2.82	1.24	1.3	81.6

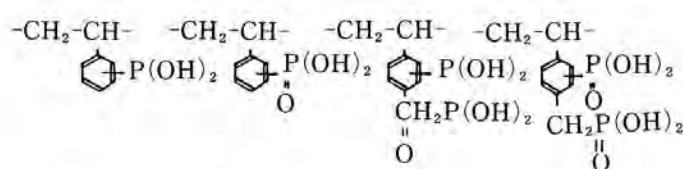
*湿潤容積/乾燥容積

3. リン酸基またはホスホン基を有するMR型キレート樹脂

リン酸基またはホスホン基を有する樹脂は中酸性イオン交換樹脂として、またUO₂²⁺に対する高選択性などその特性が期待されるが、工業化されているものはない。メタクリル酸グリシジル(GMA)のMR型球状重合体のグリシジル基を85%リン酸と反応させることにより容易にリン酸基を有するMR型樹脂RGPを合成することができる。〔14〕。本樹脂のCu²⁺、Ni²⁺、Zn²⁺、Cd²⁺、Ca²⁺、Ag⁺吸着量はリン酸基導入量と対応しているが、UO₂²⁺、Fe³⁺、Al³⁺吸着量は橋かけ度が高くなると急激に低下し、ミクロポアの大きさが吸着に大きく影響していることが



RGP の化学式



RSP

RSPO

RCSP

RCSP0

認められた。本樹脂は前述した人形峠ダム排水からは UO_2^{2+} を吸着するが、海水中のウランに対し選択吸着性を示さない。一方、ホスホン基を有するゲル型キレート樹脂は UO_2^{2+} に対して選択性を有することが報告されているが、海水中のウランに対してカラム法ではほとんど吸着性を示さない。これは前記した RNH のウラン吸着性からも明らかなように、樹脂の細孔構造が影響していると考えられる。種々の多孔性を有する St-DVB 系 MR 型球状共重合体 (RS) を合成し、RS を直接にまたはクロロメチル化した後三酸化リンと反応させ、次いで加水分解して RSP 及び RCSP を合成した。またこれらを硝酸で酸化して RSPO 及び RCSP0 を得た。球状共重合体合成時の DVB 量及び希釈剤 (2, 2, 4-トリメチルペンタン) 量を変えて細孔構造の異なる樹脂を合成し、その金属イオン吸着性を検討した [15]。図 2 は希釈剤量 100 vol% で DVB 量の異なる RCSP を合成し、橋かけ度

の影響を検討した結果である。DVB 量の小さな樹脂が高いイオン交換容量を有し、 Ca^{2+} の吸着量はイオン交換容量にほぼ比例しているが、 UO_2^{2+} 、 Fe^{3+} の吸着量はイオン交換容量に比例せず DVB 10 mol% 使用して得られた樹脂が最高の値を示している。また DVB 量の増加で多孔性が増加していることと膨潤度が減少していること及び DVB 3 ~ 5 mol% 使用して得られた樹脂はほとんどマクロポーラス構造を有していないことがわかった。これらの結果は樹脂の細孔構造 (マクロポアとミクロポア) が UO_2^{2+} 、 Fe^{3+} などキレート生成により吸着される金属イオンの吸着能に大きく影響を与えていることを示している。これら 4 種の樹脂のうち RSP、RSPO は海水中のウランに対し選択吸着性を示さないが RCSP、RCSP0 は良好な選択吸着性を示し、官能基の酸解離定数及び自由度 (スペーサーの有無) が選択性に影響していること

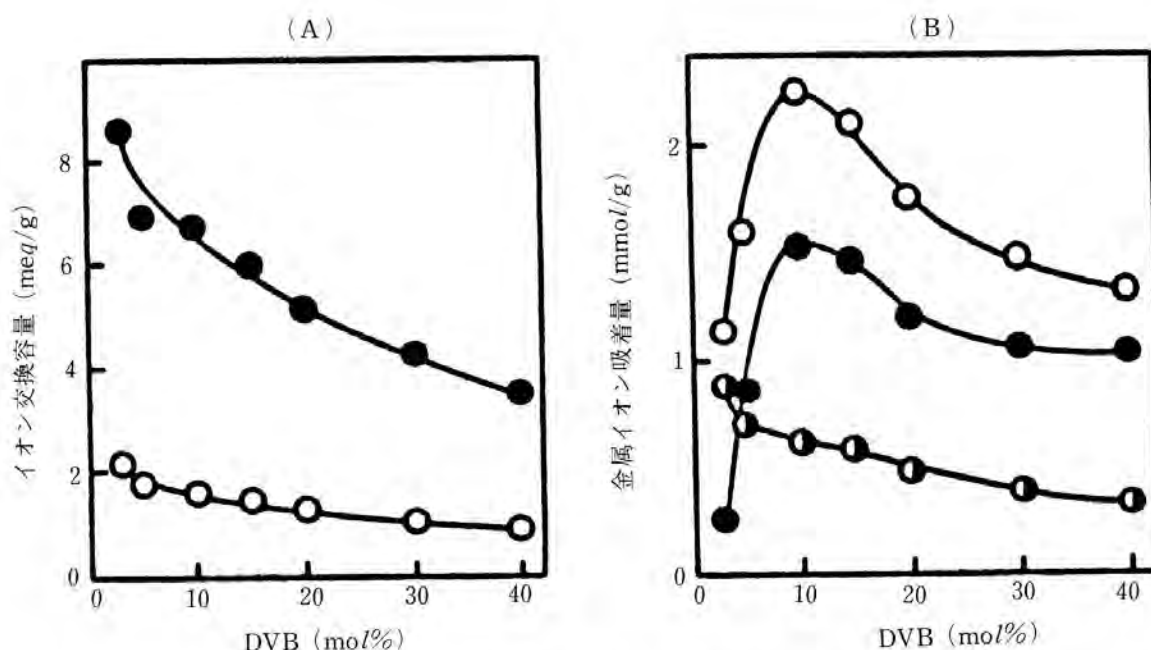


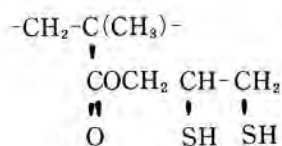
図2 イオン交換容量及び金属イオン吸着量に及ぼす橋かけ度の影響
樹脂: RCSP

(A) ●: 陽イオン交換容量、○: 中性塩分解能
(B) ○: Ca^{2+} 、○: UO_2^{2+} 、●: Fe^{3+}

が示唆された。海水ウラン吸着性能はRNHに比べると低い、本樹脂は強酸性、強アリカリ性溶液中で非常に安定である。さらにこれらの樹脂は酸性溶液中から UO_2^{2+} を吸着する性質を有するので、海水ウラン採取における酸性溶離液からのウランの2次濃縮及び分離に利用できる。また、特にRSPが酸性溶液中から希土類イオンを選択的に吸着すること及び樹脂の物理的細孔構造が希土類イオンの吸着に大きく影響することを見だし〔16〕、希土類イオンの分離、精製に利用できる樹脂の開発研究を行っている。

4. メルカプト基を有するMR型キレート樹脂

メルカプト基を有する樹脂はその酸化還元性や、重金属イオンに対する親和性などから興味を持たれ、従来多くの報告があるが実用化されているものはない。化学的、物理的に安定なMR型キレート樹脂が簡単な反応で容易に合成できるならば工業的利用への期待は大きい。先にメルカプト基を有する樹脂は重金属イオンに対し低pH域で選択吸着性を示すこと、またAs(III)に対しpH 1～10の広いpH域で良好な吸着性を示すことを報告〔17、18〕した。一方、地熱発電に伴う熱湧水中にはヒ素(2～3 mg/l)が含まれており、この熱湧水を他の目的に利用するためには温度を下げずにヒ素を除去する方法の開発が望まれている。そこで、熱湧水中のヒ素の除去、回収に利用できる樹脂の開発を目的として研究を行い、2、3-エピチオプロピルメタクリレート(ETMA)-DVBのMR型球状共重合体を硫化水素カリウムと反応させてRESを合成した〔19〕。RESは良好な耐酸性、



RESの化学式

耐熱水性を有し、樹脂カラムに実際の熱湧水(約90°C)を $\text{SV } 60\text{h}^{-1}$ で通液した場合にAs(III)漏出濃度は0.04～0.06 mg/lであった。吸着されたAs(III)は水酸化ナトリウムに硫化水素ナトリウムを添加した溶液で溶離され、吸着-溶離の繰り返しによる性能の低下もみられない〔20〕。また、本樹脂は貴金属イオンAu(III)、Os(VIII)、Pd(II)、Pt(IV)を酸性領域から選択的に吸着する性質を有し、これら金属イオンの分離、回収に利用できる。

文献

- 1) 江川博明、佐伯宏、工化、74、772 (1971)
- 2) 江川博明、菅原一、工化、74、1026 (1971)
- 3) 江川博明、野中敬正、桜井義明、日化中国四国・九州支部合同大会講演要旨集、P. 36 (1974)
- 4) 江川博明、原田日路史、日化、1979、959
- 5) 江川博明、原田日路史、野中敬正、日化、1980、1767
- 6) 江川博明、原田日路史、首藤健富、日化、1980、1773
- 7) 江川博明、高分子加工、38、86 (1983)
- 8) K. Schwochau, L. Astheimer, H. J. Schenk, E. G. Witte, Z. Naturforsch. 376, 214 (1982)
- 9) K. Sugasaka, S. Katoh, N. Takai, H. Takahashi, Y. Umezawa, Sep. Sci., Technol., 16, 971 (1981)
- 10) H. Egawa, M. Nakayama, T. Nonaka, E. Sugihara, J. Appl. Polym. Sci., 33, 1993 (1987)
- 11) H. Egawa, M. Nakayama, T. Nonaka, H. Yamamoto, K. Uemura, J. Appl. Polym. Sci., 34, 1557 (1987)
- 12) 江川博明、海水誌、41、235 (1988)
- 13) 江川博明、中山守雄、阿部正一郎、野中敬正、日化、第56春季年会講演予稿集II、1006 (1988)
- 14) H. Egawa, T. Nonaka, H. Maeda, J. Appl. Polym. Sci., 30, 3239 (1985)
- 15) H. Egawa, T. Nonaka, M. Ikari, J. Appl. Polym. Sci., 29, 2045 (1984)
- 16) 江川博明、中山守雄、野中敬正、高分子学会予稿集、37、580 (1988)
- 17) 江川博明、城後喜郎、前田弘憲、日化、1979、1760.
- 18) 前田弘憲、江川博明、日化、1983、578.
- 19) H. Maeda, H. Egawa, Anal. Chim. Acta., 162, 339 (1984)
- 20) H. Egawa, T. Nonaka, H. Maeda, Sep. Sci. Technol., 20, 653 (1985)

技術ハイライト

低温脱着溶剤回収法の経済性

——日鉄化工機械株式会社——

1. はじめに

活性炭を使った溶剤回収装置は、基本的には回分式である固定層法が主流を占めている。連続式である移動層法、流動層法の装置開発もなされてきたが、大容量のものはそれらの特徴を十分に活かすまでに至っていないようである¹⁾。これは吸着剤が固体粒子であるための連続的なハンドリングの難しさと、PSA 吸着法などにみられるように、雰囲気、圧力などの切替えが頻繁であることによる複雑さによるものと思われる。

当社も昭和30年代から活性炭による溶剤回収のための吸着装置の製作・販売を手懸けてきており、最近では磁気記録材料塗布工程用の溶剤回収向けなどで、かなり大型装置も製作しているが、複数固定層の切替方式を採用している。過去の技術進歩の主要なものとしては、(1) 吸着すべき溶剤の種類に対応した活性炭の開発 (活性炭メーカーとの共同)、(2) 吸・脱着のために供給される熱エネルギーの回収、(3) 活性炭品質と操作方法の改良による、活性炭の着火トラブルの防止、(4) 反応性が高く変質しやすい溶剤の変質防止ないしは活性炭の寿命延長、(5) 吸着層の大型化とガス流れの均一性を確保するための設計基準などであったと考える。

本稿では(4)項に対応して、最近当社が開発した低温水蒸気で脱着する溶剤回収プロセス^{2),3),4)}についての開発の経過概要を紹介し、その経済性について説明してみたい。

2. 低温脱着溶剤回収の開発経過

最近のオーディオ、ビデオテープを始めとする磁気記録材料の生産は図1にみるように急速に伸長している。そして、そのらの塗装工程で使用する溶剤としては、エチルメチルケトン(MEK)、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノンなどケトン系溶剤の使用比率が増大している(25~70%)。

一般にケトン系溶剤はトルエンなどの芳香族系溶剤に比較して、反応性が高く、分解ないし重合しやすい。特にシクロヘキサノンは安定性が悪く、活性炭を用いて吸着を行い水蒸気脱着を行なう回収方式において、吸着、脱着を繰り返す間に、活性炭の触媒作用も加わり酸化物、過酸化物、熱重合物などを生成し、それらが活性炭の細

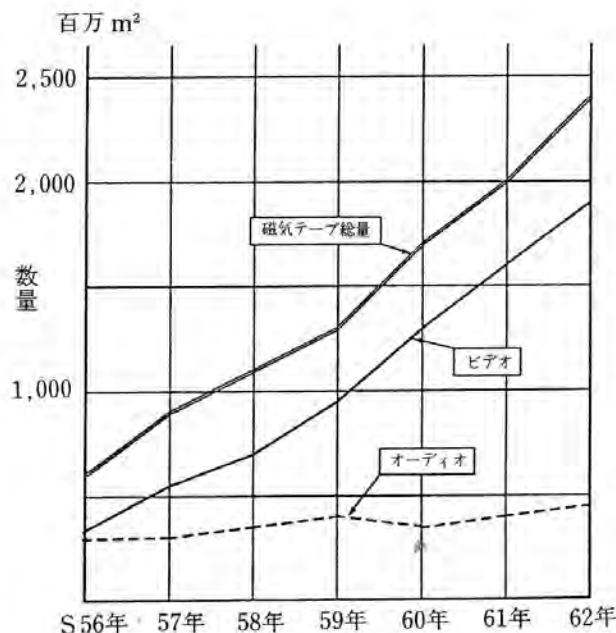


図1 磁気テープ製造量の推移 (国内)

孔内に蓄積してその吸着能を著しく低下させる。時には活性炭酸化物が原因となって活性炭の着火トラブルを起すこともある。

これらの問題点に対処するために、近年各種の回収方式が提案されている。例えばケトン系溶剤の酸化、重合は酸素不在下では起きないとの発想から、高温 N-ガスで脱着する方式⁵⁾がある。しかしテープの塗装、乾燥工程を非大気下でやることは N-ガスの使用量等でかなりのコスト高になるものと推定される。またケトン系溶剤の重合反応は無酸素下でも進行しうる可能性⁶⁾もある。別に吸収法との併用方式で、処理ガスの前処理工程的に例えば水吸収によってケトン系溶剤の濃度を大巾に低減してから、残余溶剤を活性炭吸収する方式が考えられる。しかしこの場合、前処理で吸収した稀薄水溶液からのケトン系溶剤の回収の経済性が問題になる。

当社ではケトン系溶剤の酸化・重合も化学反応であることから、温度を下げればその進行が抑制できると考えて、通常、脱着工程が常圧100℃水蒸気で行なわれているものを、低温(約80℃)、減圧(約0.5atm)の条件下で行なう方式を考案した。

いくつかの基礎研究^{5),7)}によれば、活性炭に吸着したシクロヘキサノンの熱分解の見掛け反応速度の温度依存性は次のアレニウス式表示で、活性化エネルギーにして56~67kJ/mol(13~16 kcal/mol)程度のものである。

$$k = k_{\infty} \cdot \exp \left(-\frac{\Delta E}{RT} \right)$$

k: 反応速度係数, k_{∞} : 頻度因子, R: ガス定数,

T: 絶対温度, ΔE : 活性化エネルギー

いま、上式で100℃と80℃の反応速度の違いを計算してみると、その差は、2.7~3.4倍になる。したがって、100℃脱着を80℃脱着に変更すれば、活性炭の吸着能低下のスピードを1/3程度に抑制できることが期待される。これは、いわば温度と圧力の両者をスイングする PTSA 法の一つと言える。スイング幅として吸着が常温、常圧、脱着条件として約80℃、0.5atmを選んだのは後述するように経済的な最適性から決めたものである。

当社では、まず内径40mmの吸着層による基礎実験から、活性炭の劣化度（新炭に対する再生炭の吸着能低下率）が100℃脱着に対して80℃脱着では1/2以下になることを確認した。つぎに内径200mmφ、充填層高1400mm、2塔式の吸着層を持つパイロット装置を製作して、これに実工場のオンラインガスを通じて、低温、減圧脱着を繰り返す連続実験を約半年間にわたって行った。しかもこの間、同時期に従来の100℃脱着の実装置も並行的に稼働しており、両者における活性炭の劣化度を直接比較することができた。

図2はパイロット装置における吸着層内の溶剤ガス濃度が100ppmに相当する層高の経時変化である。図で1サイクルの吸・脱着時間はそれぞれ3hである。また原ガスが実工場ガスであるため、溶剤濃度の変動も大きく、

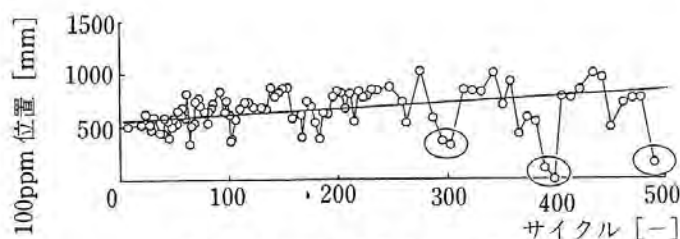


図2 搭内ガス濃度100ppm 位置変化

かつ特に低い値を示しているのは塗装工場の休止時に対応している。それらも考慮して経時的な劣化の進行度を直接近似して、充填層高1400mmを破過するとみられる時期を推定すると、略12ヶ月に相当する。図3は実験終了後に吸着層から取出した活性炭の劣化度を測定した結

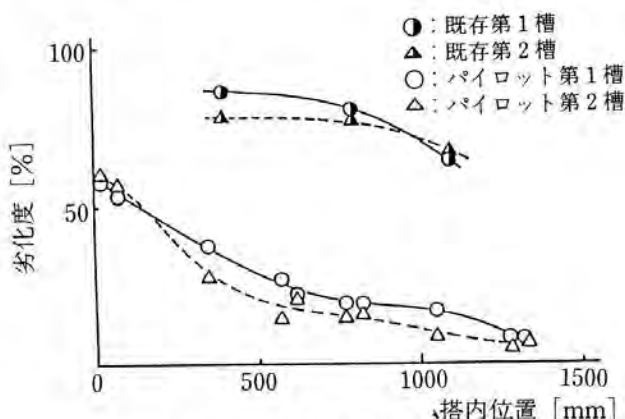


図3 活性炭劣化度の比較

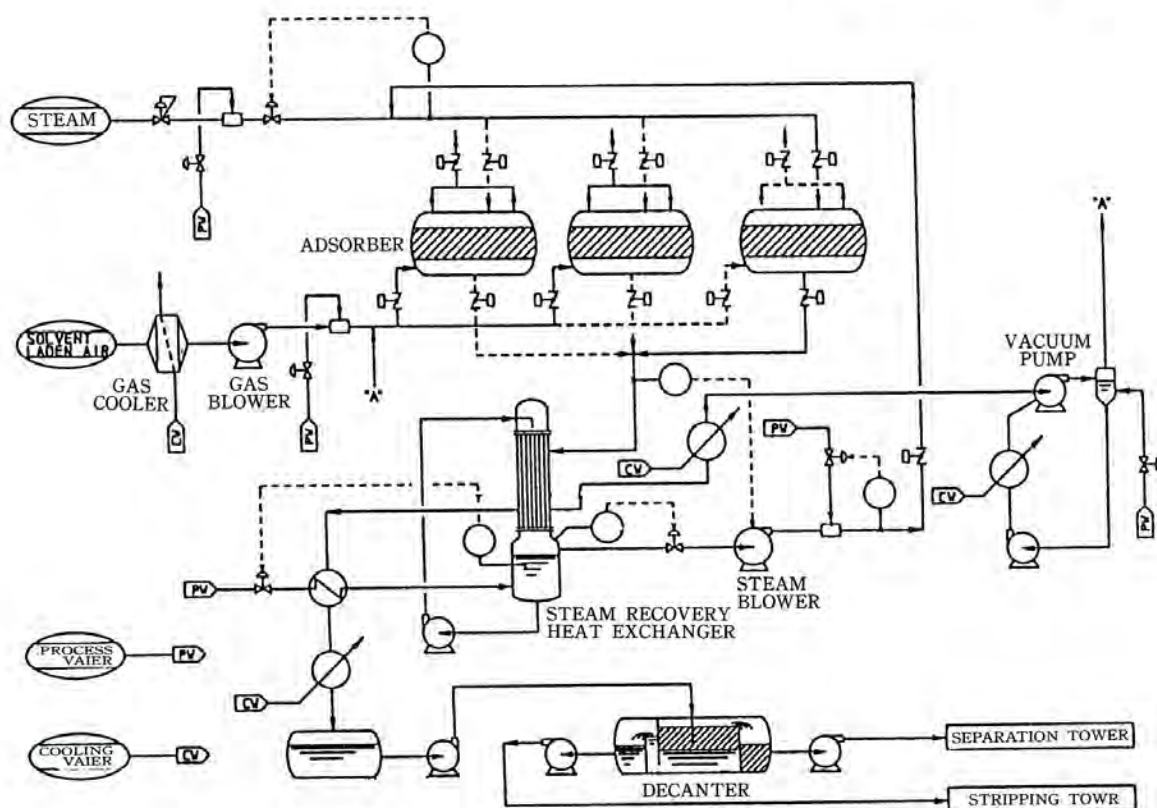


図4 大型溶剤回収プラントのプロセス(蒸留系は省略)

果である。なお、この図には従来法の実装置からサンプリングした活性炭の劣化度も示してある。両者を比較すると、先の推定が十分妥当であると考えられる。

以上の実験研究に基づいて、当社は国外某社向けの溶剤回収用設備を受注し、納入した。図4は当設備のフローシートである。処理ガス量は約10万Nm³/hで、溶剤回収量1.2t/h(シクロヘキサノン40%)であり、吸着槽は直径3.6φと長さ15mの耐減圧円筒タンクを横型にして、その中央部に1.5m高さで活性炭を充したものを3槽持っている。この規模は当社が扱った溶剤回収装置では過去最大である。なおプロセスフローは脱着に使用した水蒸気の凝縮熱を回収して、脱着用蒸気発生熱源に使用する省エネルギー型システムを採用している。

写真1は本設備の外観である。

本設備は昭和62年11月に完工して、以来正常運転を続けており、半年以上経過した現在も排ガス濃度に異常値は全く認められず、当初目標の1年以上の活性炭ライフが保証できるものと期待しているところである。

3. 低温脱着溶剤回収法の経済性

上記のように低温、減圧下で脱着すれば、活性炭劣化が抑制できて、その有効ライフが大巾に延長できることがわかる。一方、本プロセスでは吸着槽を耐減圧性に製作しなければならないこと、脱着時に減圧にするための減圧ポンプとその動力を必要とすることなどのデメリットもあり、また脱着温度を下げ過ぎると有効吸着量の低減によりプロセスとしての経済性が損われることになるので、最適な脱着温度、圧力があることになる。

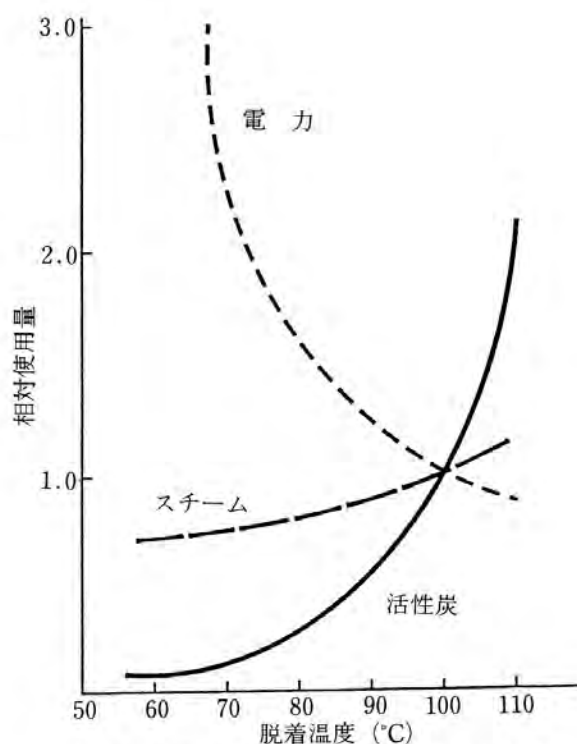


図5 各種脱着温度による用役使用の比較

これらの経済性ファクターは基本的には吸着等温線の温度、圧力依存性から検討できるわけであるが、筆者らが適切と考える仮定のもとに100℃脱着との相対値として、必要活性炭量、水蒸気量、電力などの比較を試みたのが図5である。勿論、これらは原ガスの濃度、組成や運転条件によっても異なってくるし、活性炭ライフについては既述実装置の運転実績によって修正されなければならないものである。筆者らとしては磁気記録テープ用

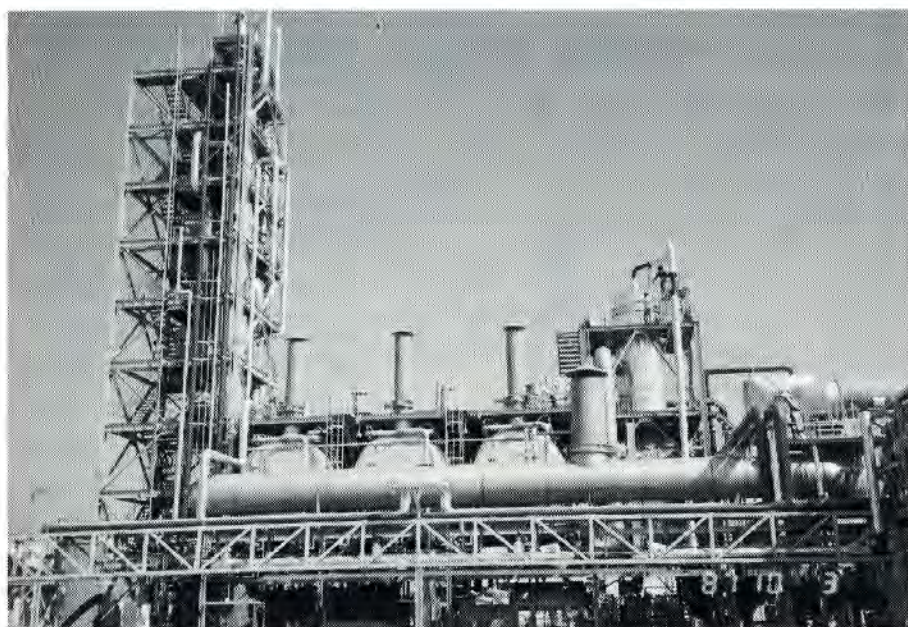


写真1 処理ガス量10万Nm³/h溶剤回収プラント

表1 溶剤回収装置の比較の例

項 目	従 来 法	低温脱着法(省エネルギー型)
1. プロセスフロー		
2. 設備費	標準	標準の約1.2倍 (回収溶剤の精製工程を含めれば約1.1倍)
3. 活性炭必要量 (交換頻度)	33kg/h (3回/年)	7.4kg/h (1回/1.5年)
4. ユーティリティー	水蒸気7000kg/h 冷却水 700t/h (冷水塔)	水蒸気3000kg/h 上 水4000kg/h 電 力 55KW
5. 回収溶剤の品質	MEKの変質多 ジアセチル3000ppm 酢 酸 400ppm	MEKの変質少 ジアセチル500ppm 酢 酸 50ppm
6. 安全性	ケトン系過酸化物の生成により着火 の危険大	80℃脱着のため過酸化物生成少、着火危険 無し

注：処理ガス量9.3万 Nm³/h、溶剂量1100kg/h（トルエン50%、MEK23%、シクロヘキサノン27%）

の溶剤回収装置の通常の運転条件では、脱着温度として75～80℃が経済的に最適であると考えている。

経済性ファクターとしては上の項目の他に、回収溶剤の品質の問題がある。即ち、吸着時の同伴酸素によるMEKからのジアセチルと酢酸の生成量が低温脱着ならば低減すると考えられる。また操業時の活性炭の着火トラブルもケトン系の過酸化物生成量の減少によって、その危険性が低下することになる。表1は筆者らが処理ガス量9.3万 Nm³/h、溶剂量1100kg/h（トルエン50%、MEK23%、シクロヘキサノン27%）を対象に、各種経済性ファクターを比較した結果の要約である。本法適用のメリットを検討するのに参考になればと思う。

4. 今後の課題

ケトン系溶剤を含む溶剤回収における活性炭寿命の問題は本低温脱着法の適用で、画期的な改善が計られたと考える。今後に残された課題としては、冒頭に掲げた大型吸着槽のガス流れの均一性確保についてはまだ研究の余地があると考えている。

また近年、繊維状活性炭の開発が各社で進められているが、これの低コスト化とケトン系溶剤への適用性の開

発が当面している課題ではないかと考えられる。

引用文献

1. 化工便覧 p605 (改訂5版, 化学工学協会, 丸善, 1988)
2. 若松、他：第1回吸着学会発表会, 前刷集, p94 (1987)
3. 若松、飯田：ケミカルエンジニアリング, 33, No. 7, 49 (1988)
4. 安達、他：化学工学論文集, 投稿中
5. 平尾：化学装置, 27, No. 6, 63 (1985)
6. 今給黎、達：分離技術 16, No. 3, 147 (1986)
7. 竹内、池田：化学工学協会, 第50年会要旨集, E-109 (1985)

日鉄化工機(株) 研究開発本部取締役本部長 原 行明
同エンジニアリング本部 SR部長 飯田泰滋

国際吸着シンポジウム (1988年6月)の報告

1988年6月12-15日、京大会館で表題のシンポジウムが開催され、日本人120名、外国人26名の参加を得て、質の高い研究発表と活発な討論が連日行われ、色々の角度から見て成功に学会の幕を閉じる事が出来ました。その後早速内外から感謝の手紙を頂いています。これも一重に準備委員会関係の諸先生の献身的な努力、関係諸団体、会社の御寄付やご援助、及び出席者の積極的な会議への参加などによるもので、これらの方々に対し厚く感謝の意を表します。この会議は吸着分野ではわが国では初めての国際会議であり、また1992年にはもうすこし大がかりな第4回“Adsorption Fundamentals”国際会議が予定されている事もありますので、この会議の経過をなるべく詳しくご報告して御参考にして頂ければ幸いです。

以前から1988年に日本で、IUPACのInternational Conference of Colloid & Interface Scienceが開催される予定で準備が進められていましたが、1986年春の日本化学会コロイド界面化学部会に組織委員会が設けられ、具体的な計画が進められる事になりました。この会議は通常かなり規模の大きなもので、外国から多くの参加者が予想されます。筆者はこの機会に固体表面吸着に関する会議を開催できれば、この分野の研究者人口が、外国に比べて少ないわが国の吸着科学技術の進歩への1つの刺激と寄与になり、また日本の科学技術を外国に紹介する又とない機会になるのではないかと考えました。何しろ我々日本人の頭には、まだまだ国際交流が実感として身に付いていないようで、国際会議というものをやや大げさに考え、準備が大変で費用も大変かかると言うイメージが強いと考えられます。しかし、現在の大陸の感覚では、特に外国人を排除する場合を除いては、重要な学会と言うものは、自然に国際的になるのが当たり前です。従って科学技術では西欧に引けを取らないわが国で、西欧からは旅費が余計にかかるという地理的ハンディキャップはあるものの、国際会議を開催するのに昔のように大騒ぎするまでもないと考えられます。また外国から見ると、魅力的な内容の吸着学会が、いわゆるSatelite Conferenceとして計画でき、二つの国際会議に参加できるとすれば、招待の費用を殆ど出さなくても、外国からの参加者を期待する事が出来、かつIUPAC会議への外国人参加者の増加も期待出来るものと考えられます。又、会議の内容としては、有名人の解説等は含まず、新しい発見の発表に限り、討論の時間を十分に取る

ことを考えました。また、IUPAC会議との関係上、この会議の性格が吸着剤関係が主とならざるを得なかったのは、心苦しく思っています。

更に国際会議に参加する人の気持ちとして、テーマや内容と共に知名度の高い人々が世話人である方が、より安心して会議へ参加し易いのが人情であります。それで、1986年10月にFranceでシリカに関するEuchem.の国際会議があり、その際若干の友人に日本で吸着の国際会議を開催する事の可能性を打診しましたところ、賛成と参加の意向を得ました。その上でProf. K. S. W. Sing, Brunel University, U. K., Prof. D. Avnir, Hebrew University, Israel, Prof. G. Findenegg, Ruhr University, F. R. G., Dr. S. Partyka, C. N. R. S., Franceの4名にInternational Advisory Committeeを形成する依頼をしました所、快諾を得ました。これらの諸氏は何れも筆者の長年の友人で、皆温厚な人柄で友人も多く、これらの名前があれば外国からの参加者はかなり期待出来ると思われました。

以上の様な筆者の考えのもとに、日本吸着学会やコロイド界面化学部会の人々に国際会議を相談しましたところ、快く賛成して頂くことができ、この会議の準備委員会を(a b c 順、敬称略)大阪市工研：安部郁夫、大教大：石川達雄、千葉大：金子克美、岡山理大：橘高茂治、京大薬：宮嶋孝一郎、半田哲郎、大電通大：室谷正彰、京大工：岡崎守男、田門肇、東大：鈴木基之、明大：竹内雍、豊橋技科大：堤和男の12名の先生がたにお願いいたしました。学会の参加者に、参加して喜んで頂くためには、準備にあたる世話人が一致結束して、綿密周到な努力をはらわなくてはいけません、この点では世話人の先生方およびその研究室の皆さんには非常な努力を払って頂き、誠に感謝しています。かくして1987年3月にはIUPAC会議の1st circularに“International Symposium on Adsorption”のAnnouncementを掲載して頂くことができました。また一方、会議の開催の決定と同時に、早速、若干の共産圏を含めた、主として海外の知り合いの研究者に丁重な招待状を発送しました。その内容は、上述の事をまとめたAnnouncementと、講演者には登録費の免除とバンケット等への招待などがあります。しかし、いざとなつて一体外国から何名位の参加者が期待できるか予想できないこと、箱根のIUPAC会議と重なるために、高い登録費を期待出来ない事、日本の吸着学会は設立されてなお日が浅く、余り経済的な負担を掛けることが出来ない事、及びIUPAC会議の方は所帯が大きいので、宣伝などをお願いする他には期待出来ない事等、筆者としてはいささか不安な点が多々あ

りましたが、準備委員会の方々も同じ気持ちであった事と思います。予算としては15,000円の登録費では若干の不足が予想され、寄付を仰がざるを得ない見通しでありました。会社からの寄付については、最近国際会議が多く会社も困っているようなので、余り御迷惑にならないように考え、大口の寄付をさげ、なるべく多くの関連した会社に寄付又は会議への参加をお願いすることにしましたが、御陰で講演予講集に記載しましたようにたくさんの会社に御援助を頂くことが出来ました。

参加を呼びかけた外国人の中には極少数の人は解説的講演を想像して旅費を要求しましたが、1987年12月には約半分の20名以上の人々からは、早速参加の意志表示(講演の Abstract)があり、ほんとと安の胸を撫で下ろした次第です。IUPAC の Circular 等を見て講演を申し込んだ方も共産圏を含めて少しいましたが、やはり個人的な招待状が大変良かったと思います。Prof. D. H. Everett 等少数の人々から、残念ながら健康上の理由等から断わりの手紙が後日来ました。ソ連の2名は講演の当日当時間まで、例によって、何の連絡もありませんでした。主催者側としてはプログラム編成上、このことを配慮せねばならないので苦勞しました。東欧からは、経済的事情から参加できない人が多いことは残念です。幸いなことに、外国からの殆どの参加者は、第一線で活発に研究に従事している超一流の人たちで、言いだしべえの筆者としては、それらの人達が来てくれた事で、重い責任の大半を果たしたような気がしました。

筆者として次ぎに心配した事はこの会議がIUPAC 会議と重なり日本人の参加が少ないのではないかと言うことでした。このため国内でのPRには気がつかいました。しかしこれも取り越し苦勞で、1987年12月には60件を超える予想以上の申し込みを頂き、嬉しい悲鳴を上げた次第です。当初の希望では講演時間20分、討論10分のつもりで、3日間の第2日目に半日のエクスカージョンを考えていましたが、とても実行できませんでした。このようなフルスケジュールは外国の会議でも最近は見られる事で、科学技術の研究が活発になってきた事を示すと共に、今後の会議のあり方を工夫する必要があるのではないかと考えられます。

申し込みのキャンセルや遅れた申し込みのために再度プログラムの変更を重ねた結果、結局プログラムとしては、講演15分、質問5分とし、3-4の講演をユニットとした各セッションの最後に更に足りない質問討論時間を10-15分取ることにしました。これは質問の少ない講演の空白の時間を防ぐとともに、質問等が足りない場合を補うために設けましたが、結果として大変良かったよ

うです。また日本人の講演と外国人のそれを同数とし、一研究室からの講演申し込みが2件以上の場合には1件を口頭、それ以外をポスターとしました。ポスターの件は色々検討しましたが、外国の国際会議でも基礎部門では最近全部をポスターとする場合があります、それなりの利点があるので、口頭発表よりもレベルが低いとは限りません。今回は20件のポスター発表に場所と時間をかなり取りましたので、外国人もポスターのあり方について認識を新たにしたいようで、好評でした。各セッションの座長には日本の講演質問の援助のためにも外国人と日本人のペアをお願いしましたが、日本人の意見発表が比較的少ないせいもあって、言葉に困る場面は沢山はありませんでした。

1988年4月15日の講演予講集の原稿の受理が一つの山でしたが、中にはかなり遅れて到着したものもありました。講演の中身を良くするために、二つの方法をとりました。一つは発表された研究の完成度の高いことを期待するために、予講集原稿をB4版3頁としたこと。これは予講集の内容を高める結果となり成功でした。第2は、幸い雑誌 Colloid & Surfaces にこの会議の特集号を出したいと言う企画を受けたことです。この点は研究者にとって、速やかな論文印刷発表の機会があることは大きな魅力であります。会議の後の雑誌の編修作業は大変手数の掛かることですが、現在その作業を行っていますが、努力してご期待に沿いたいと考えています。予講集原稿の形式を指定した際には、今一つ明瞭さを欠く点があり体裁の揃ったものにはなりませんでした。現在の印刷技術はそれをカバーして結構体裁の良いものが出来たと自画自賛しています。

会議場は、初めの予想では100名以下と考えていたもので、京大会館を予定していましたが、参加者が増加してきたので、手狭の心配が出てきました。しかし今となっては致し方がないので、直前になって、参加申し込みを制限したのは申し訳なく感じています。出来れば宿泊と会議を同じ場所で行うのが望ましいが、結果的に見て、始めの計画が消極的で用心しすぎたために、この点が足りなかったのは残念であります。外国人のために、宿泊の世話は大変でしたが、結果として外国人が殆ど同じ場所に宿泊出来たことは良かったことでありました。外国人は国際的経験が豊かですから、日本にきても大きな違和感もなく、外国における日本人と違って、かなり大胆に行動し、安心して見ていることが出来ます。

開会の具体的な準備作業は準備委員会で延べ10時間をかけ、詳細な点まで十分検討して頂き、万事遺漏なきを期しました。最近はレンタル会社もなかなか心得たもの

で、比較的安い経費で会場の設営を行う事ができました。

6月12日は登録だけの日でしたが、外国からの参加者を確認することも出来、遠方からの参加者及び参加者相互が旧交を温めたり、懇親を深めるためにはレセプションは有効であり、会議に落ち着いた雰囲気にあたえました。

いよいよ13日午前9時から研究発表がスタートしましたが、外人の討論は極めて活発で決められた予定時間を少しずつ超過しながら、能率よく進んでゆきました。準備委員会の方々は初日は作業に追われ、討論に参加するゆとりは余り無く残念でした。大きな学会と違って、同じ関心をもつ人々の集まりですから、友好的な空気の中で、討論は突っ込んでおこなわれ、吸着現象の新しい理解がお互いの中に生まれてきたのではないかと考えられます。

発表された研究の内容は主として、A)固/気界面、B)固/液界面、に分類され、日本人の発表には固/気界面のものが多かったようです。それに比べて、ヨーロッパの研究には一般にB)のものもよく見られますが、この原因の一つは吸着現象の基礎研究の分野が日本の場合よりも広く、例えば液相クロマトグラフィーなどの分析化学、無機化学、環境科学、液相吸着分離技術などを幅広く包含しているからでしょう。言うまでもなく現代では、吸着現象は触媒、分析、生化学、無機化学などなどの物質研究技術のあらゆる分野で研究されています。しかし日本の学者には、より広い視野を取ろうとせず、自分の所属する学会から出ようとしない閉鎖的傾向があり、現象の見方が一方に偏り、折角共通の場で議論しても、議論が噛み合わないことが多いようです。吸着現象は言うまでもなく色々な科学技術に関係があるので、吸着学会としても、より広い分野の科学技術者に討論の場を提供し、現象をより広い立場から見る空気を助長するように、今一層、努力する必要があるでしょう。

次ぎに発表を1)吸着剤の表面のキャラクタリゼーション、2)吸着理論、3)吸着技術に分類してみますと、1)に属するものが一番多く、シリカ、ゼオライト、活性炭、アパタイト、けい酸塩、など多岐に亘っていました。これらの研究には微細孔構造の解析に関するものが多く、今回の討論では更に微細孔構造解析に関しての共通理解が進んだように思われます。2)については微細孔の解析に関するものが多く見られたと思います。詳しくは講演予講集は一般論文に匹敵するほどの詳しい内容を書いて頂いていますから、それを参照にして頂くようお願いいたします。吸着学会または筆者の研究室に残部がありますので、御請求下さい。

以上のように盛り沢山の研究発表でありましたので、リクリエーションの時間が余り取れなかったのは残念でした。しかし、学会が京都で開かれたことが、外国人には大変好評でした。観光のために会場が閑散としては困るなと心配しましたが、発表の合間を盗んで、見物に行った連中は余りいなかったようです。会場と外国人の宿泊ホテル(平安会館)の間が御所であったので、徒歩30分位でしたが、歩いて楽しんだ人もかなりいました。リクリエーションとしては、祇園歌舞練場の「祇園コーナー」という古典芸能を色々見せてくれる所へ招待しましたが、結構好評でした。

以上のように会期の3日間は夢のように過ぎてしまいましたが、予定通り無事終了することが出来て、準備委員一同ホット息をついた所です。学会のあり方として、大きな学会はそれなりの意義はありますが、今までのような大学学会は化学技術者人口の著しい増加と共に段々難しくなりました。今後の国際的学会のあり方としては、本学会のような境界領域的な新しいテーマによる、中身の濃い、掘り下げた討論の可能なものが増加してきましたし、社会のニーズに答えるのではないのでしょうか。



シンポジウム会場での討論



レセプションにて近藤委員長の挨拶

大阪教育大学 教授

日本吸着学会 副会長 近藤 精一

6th International Conference on Surface and Colloid Science 報告

世界25ヵ国から650名を集めて、表記国際会議（6 ICSCS—コロイドおよび界面化学部会主催）が1988年6月5日から10日まで箱根町仙石原で開催された。仙石原文化センターを中心に3ヵ所に配された会場は山に囲まれ、落ちついた雰囲気の中にあった。外国からの参加者は120名余りで、主な参加国は米国（36名）、西欧（44名）、中国（6名）、ソ連（3名）、ポーランド（2名）、イスラエル（2名）、オーストラリア（2名）、であった。

Receptionが6月5日17時30分からRegistration会場の芝生庭園で開かれた。三々五々集ってきた人々がいつとはなくビールを口にし、和やかな歓談の場となった。あちこちで名刺の交換や写真撮影風景が見られた。あたりが暗くなり始めると、帰りの心配をする外国人参加者がシャトルバスの出発時刻を確認する騒ぎもあったが、最後まで談笑が尽きることはなかった。

翌6月5日は好天に恵まれ、多くの外国人参加者が宿泊したChaletホテルからは、富士山の全容が一望できたようで、その美しさに感嘆の声を漏らしていた。前日車窓からあるいは車を下りてわずかばかり見える富士山にシャッターを切っていた某professorは苦笑していた。午前9時からOpening ceremonyが開かれ福田前会長の司会で、目黒会長、中垣組織委員長、斎藤IUPAC代表、P. Stenius教授、田丸教授が挨拶に立たれた。

引き続き、Plenary lectureが3件行われた。E. Matijević教授の“Colloid Science of Ceramic Powders”, J. M. Thomas教授による“Colloidal Metals: Past, Present and Future”, 篠田耕三教授による“Conceptual Advances in Organized Solutions: A Milestone in the Physical Chemistry of Biological Organization”, H. Kuhn教授の“Molecular Assembly Design”は氏の急病のため中止されたが、今日の日本のLB膜熱を考えると残念であった。他に、第3日目に、G. Somorjai教授の“The Molecular Surface Science of Organic Monolayer”, J. N. Israelachvili教授の“Measurements and Relation between the Static and Dynamic Interaction between Surfaces Separated by Thin Liquid and Polymer Films”, H. Wannerstrom教授の“Forces between Colloidal Particles and Phase Equilibrium”が用意された。世界のあるいは日本のコロイド・界面化学の動向がわかって興味深い。

Sessionは5つ(1.Organized Molecular Assembly in

Solution 2. Organized Molecular Assembly at Interface 3. Solid Surface and Catalysis 4. Biomembrane and Biocolloids 5. Fine Particles and Dispersed System)に分かれ、それぞれ50~80件、全部で287件の口頭発表が行われ、ポスター発表が199件、その他に依頼講演42件、特別講演が16件あったということである。ここでは、固-気、固-液界面に関するSession 3と5についてのみ報告する。

Session 3会場は、触媒関係の方々や清浄表面の研究者也参加されているせいか発表件数(82件)、参加者とも以外に多かった。会場には常時30人程が参加しており、Sing教授、Abnir教授、Shchukin教授、Fuller博士、Jaronietz教授、Otto教授、Pajares教授らが活発に議論していた。最新の概念や手段による表面キャラクターゼーション(Fractal, STM, CEMS, FT-IR)や吸着状態(SERS, EXAFS, 電子分光)の研究や、オーソドックスな手法による吸着・表面反応の追跡、吸着熱測定、新規物質調製等幅広いテーマがとり上げられた。日本人発表者には、commentとして意見を述べることもあつたが、発表終了後に熱心に討議する光景が見られた。吸着現象に関しては、欧・米で扱い方に少し違いがあるようだし、フランスにおける熱測定のように、お国柄もあるように思えた。

Session 5会場は(超)微粒子調製法とその利用、電気界面現象、コロイドの安定性、固体のポリマーおよびイオン吸着などが主であった。外国人発表者が多かったせいか、活気があったようである。B. D. Derjaguin, M. Kerker, P. Somasundaran, T. W. Healy, B. Vincent各教授らが会場に姿を見せた。

ポスター発表は、Opening Ceremonyの開かれた会場内の壁、舞台、ロビーを使って、Session 1、3、4は7日13:30-15:00、Session 2、5は9日の同時刻に行われた。会場は広わりに人の動けるスペースがなく、また照明のために熱気に包まれていた。発表はほとんどが日本人によるため、外国人参加者は少なかったようだが、それでもゆったりシートに座って情報交換・名刺交換する姿がそここにみられた。

6月9日の午後はExcursionにあてられ、大cos谷と箱根関所に出かけた。生憎の雨であったが、噴煙立ち登る地獄谷の前で写真を撮ったりゆで玉子をほうばり、箱根細工に関心したりで和やかな交歓会になった。外国人にとって関所は何かしら興味をそそるものではあるらしかつたが、我々の説明不足のために理解しがたいものようであった。



研究発表会場にて



なごやかなバンケットパーティー

(写真は大阪教育大学 石川達雄先生 提供)

翌10日は19時から箱根小涌園で Bancquet が開かれ、400人が参加した。琴の調べあり、太鼓ありで日本趣味を盛り上げ、盛会であった。この席上、Healy 教授（メルボルン大学）から、1994年にオーストラリアで第8回 ICSCS 大会が開催されることが報告され、会場の喝采を浴びた。因みに、1991年の第7回大会はフランスで行なわれる由である。

固液あるいは固気界面を扱う研究者は、日本のコロイド・界面化学分野では小勢力であるが、新しい芽を日本で育み、3年後の7 ICSCS では日本のお国柄をアピールしたいものである。

千葉大学理学部化学科 講師 尾関寿美男

会 員 紹 介 — I —

東京有機化学工業株式会社

——需要家のニーズに応える製品群——

先端技術をささえるアンバーライト——

東京有機化学工業が構成する製品群には、食糧生産を支える農園芸用薬剤部門、近代産業の担い手、イオン交換樹脂部門そしてバイオテクノロジーには不可欠の合成吸着剤等の新しい産業部門があります。

小さな魔法の球、イオン交換基を持ったAF色の球であるイオン交換樹脂、そしてイオン交換基を持たない純白の球である合成吸着剤が私達の生活に、さらにそれを支える基幹産業に、明日を開く先端産業に果している役割は図り知れません。

《アンバーライト》は1940年、米国ローム・アンド・ハース社により世界に先駆けて工業化されたイオン交換樹脂と合成吸着剤です。以来40有余年、その応用分野は基幹産業から先端産業まであらゆる産業に重要されてきました。

日本に於ける《アンバーライト》の生産は当社が担当しています。世界のトップレベルにあるエレクトロニクス分野を始め、原子力発電、フラクトース精製、抗生物質の脱色及び分離精製等、次々と登場する新たなニーズに応じて新しい技術開発、新製品の開発を進めています。

当社の合成吸着剤についてご紹介します。アンバーライト XAD (AXT) はバイオテクノロジーを駆使して生産される有用物の分離精製に欠かす事は出来ません。これ等の合成吸着剤は巨大網状構造を持ち、大きな表面積と孔容積を備えた不溶性の三次元架橋高分子です。大きな活性表面を持つ事から種々の有機物を効率良く吸着し、又従来の吸着剤と異なり吸着物の溶離も極めて容易で、ビタミン類、抗生物質、ステロイド類の吸着・分離、精製、異性体の分離、糖類の脱色、脂肪酸の吸着、フェノールの除去、着色廃酸の処理、CODの除去、過酸化水素の精製、ステビオサイドやグリチルリチンの分離・精製等広い用途に優れた性能を発揮します。

特に抗生物質の分離・精製用に開発された XAD-2000 及びその改良型である AXT-44 はそれぞれの性能を十分に発揮して製薬会社で使用されています。又より大きな孔径と孔容積を持った AXT-204 は脱色性に優れている事から抗生物質の脱色に用いられ、種々の着色成分の除去に今後益々使われる事が期待されています。

さらにセミワーク品として、AXT-69 (XAD-2000 の

小粒径品) はより精密なクロマト分離能を要求される用途にむいており、他に AXT-181、AXT-197、AXT-214 等も AXT-204 同様に優れた脱色性能を持っていますので、ユーザーの皆様の御要望にはきめこまかい対応が可能と思います。そして血液浄化用に開発された AXT-31 は臨床段階では好結果を得ています。

今後、バイオテクノロジーによって創製される新しい医薬品や食品の分離精製、ハイテク産業で多用される事が予想される希土類金属類の分離精製に合成吸着剤が増々必要となる事は間違いありません。当社は合成吸着剤のメーカーとして多数の御要望に応えるべく、研究開発に力を注いでいかなばならないと思いを新たにしております。

本社・東京工場・研究所

〒114 東京都北区豊島 5-2-1

電話 (03) 911-0171 (代表)

驚宮試験場・埼玉倉庫・埼玉小分包装所

代表者 代表取締役社長 久 山 宏



巨大網状構造の合成吸着剤の走査電子顕微鏡像 (×50,000)

東京有機化学工業 株式会社

研究推進部 副主任研究員 山下精一

会員紹介 — 2

日本ガイシ株式会社

産業と自然の調和をめざし、確かな水処理・汚泥処理に今日も活躍する日本ガイシ

私たちの生活に欠かせない「水」。どんなに汚れた水でも、私たち人間の貴重な財産です。NGK は、水をめぐるあらゆる環境汚染防止に挑戦してきましたが、この関係の仕事に携わったのは非常に古く、昭和9年に名古屋市へ下水処理用の散気板を納入したのが始まりです。以来、NGK は、水処理から汚泥処理にいたる一貫したプロセスに、すぐれた技術と頭脳を投入してきました。すでに、全国各都市、各企業に残した数々の実績と評価は、NGK の技術レベルの高さを示すなよりの証といえるでしょう。すぐれた水処理・汚泥処理システムの総合プラントメーカーとしての NGK は、環境汚染にひたすら技術を見がきつづけています。

(研究開発)

より進んだ技術で、豊かな社会を築くため、NGK は、これまでの豊富な経験を基に、総合プラントメーカーとして、着実な製品開発をつづけています。省エネ散気装置、生物学的脱リン・脱窒素装置、高効率高脱水型ベルトプレス脱水機、汚泥溶触炉以外にも、上水・下水の高度処理化、下水道の小規模化、濃縮・脱水の一層の能力向上、汚泥性状、汚泥処理・処分に即した焼却方法・装置に対応すべく、各種製品を開発してきました。

さらには、国家プロジェクトである建設省の「バイオフォーカス WT21」通産省の「アクアルネッサンス90」等にも参画し、先端技術として大きな関心が払われているバイオテクノロジー、膜分離技術の分野でも、積極的に調査研究を推進しております。

(NGK の環境装置)

■水処理装置

- 上水処理装置（急速濾過装置 活性炭吸着装置）
- 下水処理装置（沈砂池設備、沈殿池設備、濃縮槽設備、曝気槽設備）
- 高度処理装置（砂濾過設備、脱リン・脱窒設備、活性炭吸着設備）
- 小規模下水処理装置（オキシデーションディッチ設備、回分式活性汚泥設備、生物膜濾過設備）

■汚泥処理装置

- 濃縮・消化装置（遠心濃縮設備、嫌気性消化設備）
- 汚泥脱水装置（フィルタープレス、スクリーンプレス、ベルトプレス、遠心脱水機）

- 焼却装置（多段炉、乾留炉、流動床炉、溶触炉）
- 発酵装置（コンポスト）

■産業廃棄物処理装置（産業廃棄物焼却装置）

■脱臭装置（物理化学的脱臭装置、生物学的脱臭装置）

■騒音防止装置

■バイオリアクター&システム

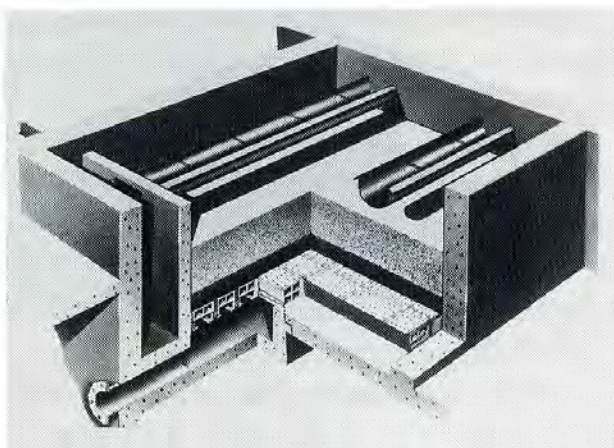


写真1 NGK 急速濾過装置構造図

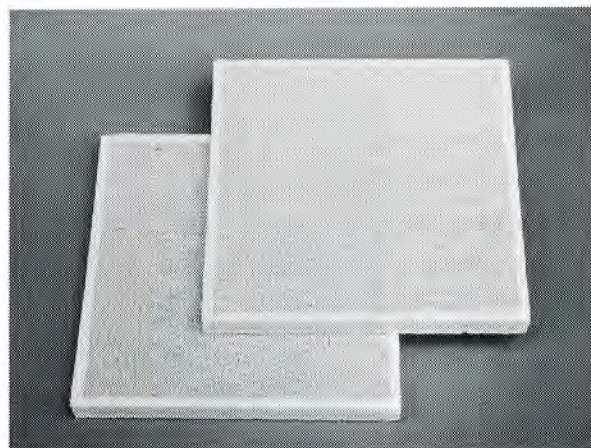


写真2 NGK 散気装置

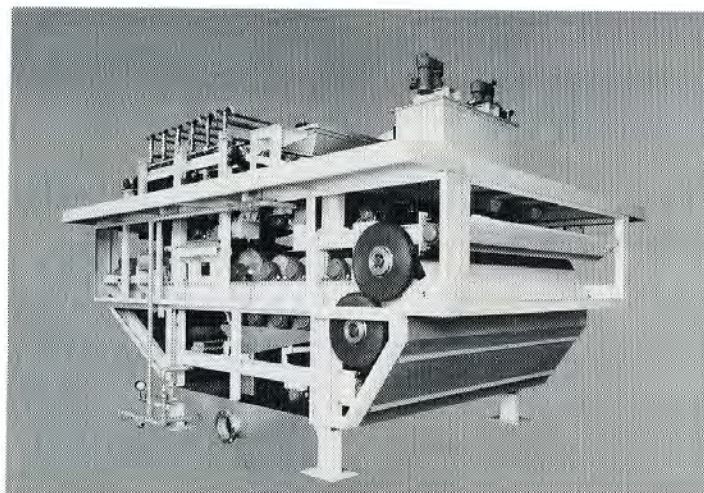


写真3 NGK ベルトプレス脱水機



写真4 NGK 乾燥流動燃焼システム



未来がまたひとつ

日本ガイシ株式会社

環境装置事業部

本 社/〒467 名古屋市瑞穂区須田町2番56号 ☎(052)872-7771
東京支社/〒100 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号(新丸ビル2階) ☎(03)284-8881
大阪支社/〒541 大阪市東区備後町五丁目1番地(御堂筋三井ビル11階) ☎(06)206-5901

日本ガイシ株式会社 エンジニアリング事業本部
開発部 環境開発課 片岡哲夫

Tea Break

技術情報の収集について

気象庁は、近頃天気予報の代りに「天気情報」という言葉を使っているようである。世は正に情報化時代の感が深い。

熱物性・分離技術をはじめとして、プロセス技術全般を担当している関係もあって、生きた技術情報の収集とその整理・活用についても心を砕いている。

これからは、KNOW HOW, KNOW WHAT の時代は終って、KNOW WHO の時代とも言われている。技術が細分化、複合化され、しかも進歩が速い時代では、一個人が全ての情報に通じることは不可能に近い。「生きた技術情報」を入手するには、その道の権威と親しくなるのが一番有効な方法と思われる。

このような視点からも、企業の会員の皆様は研究発表等の場を通して日本吸着学会を積極的に活用されては如何かと思う。

生きた情報を入手するのにもっとも有効な方法は“Give and Take”の原則を守ることであろう。特に、外国人の場合には、この原則を遵守するべきと思われる。しかし、現実には“Give”するべきものが少ない場合も多く、なかなか思うようにならないものである。

筆者は、TEC 入社以来国内外の多数の技術者・研究者と心からの付き合いをするように努めてきた。その結果、幸いなことに、多数の知己を得ると共に、いつの間にか、情報収集のネットワークもかなり出来上っていた。

さて、化学プロセスの半分以上は分離技術であり、バイオプロセスにいたっては大部分が分離技術であると言われている。吸着技術（クロマト分離を含め）は分離技術の中で今後ますます重要な位置を占めるとと思われる。しかし、分離対象も複雑化しており、各種分離技術の組合せではじめて経済性がでる場合も増加して来ており、横断的な分離技術の情報・知識が必要になって来ている。吸着技術では吸着学会に貢献出来そうにもないが、他の分離技術との「インターフェース」位は出来そうなので、せいぜい利用して頂ければ幸いである。

最近、「知的生産の技術」の著書でも有名な梅・忠夫氏の「情報の文明学」という本を読む機会があった。情報の価値は「お布施の原理」で決まる等ユニークな理論が展開されている。一読をおすすめして終りとした。

東洋エンジニアリング（株） 総合技術センター
専門要素技術グループグループリーダー 武内勝彦

会 告

—CALL FOR PAPERS—

NATIONAL MEETING
AMERICAN CHEMICAL SOCIETY
DIVISION OF INDUSTRIAL
AND
ENGINEERING CHEMISTRY
DALLAS
APRIL 9-14, 1989

INORGANIC SEPARATING AGENTS

THIS SYMPOSIUM WILL FOCUS ON NEW DEVELOPMENTS ON INORGANIC MEMBRANES AND ADSORBENTS.

It is to be a meeting ground for academic and industrial participants involved in innovative research and development on all aspects of inorganic membranes and adsorbents. If you wish to present a paper at this symposium, please submit an abstract (100-500 words) to either of the co-chairmen by November 1, 1988.

Co-chairman

Dt. Ralph T. Yang
Chemical Engineering Department
State University of New York at Buffalo
Buffalo, NY 14260

Dr. George E. Keller II
Research and Development
Union Carbide Corp
Box 8361, South Charleston, WV 25303
(連絡先)

東京大学 生産技術研究所
鈴木基之 教授

Tel 03-402-6231 (2412)

活性炭技術研究会 25周年記念講演会

主催：活性炭技術研究会

協賛：日本吸着学会、他

日時：1988年10月21日（金）9:30-17:10

会場：大阪市立工業研究所大講堂（大阪市城東区森ノ宮1-6-50）

1. 活性炭技術研究会25年の歩み

活性炭技術研究会 北川睦夫

2. 超純水製造技術の現状と将来

大阪市立工業研究所 西村正人

3. 高度浄水処理の将来展望

大阪市水道局 菱田洋祐

4. 標準吸着データベースとその推算

大阪市立工業研究所 安部郁夫

5. 活性炭による水処理技術

大阪市立工業研究所 中野重和

6. 活性炭の電子材料への応用

松下電産(株) 吉田昭彦

7. 活性炭の医療分野への応用

(株)クラレ 高島征助

8. 活性炭素繊維フィルターによる空気浄化

東洋紡績(株) 石崎 信男

9. 分子ふるい活性炭の現状と将来

武田薬品工業(株) 糸賀 清

参加費：主催、協賛団体会員12000円、その他15000円
（テキスト・昼食付き）

懇親会：17:10-18:30（会費3000円）

参加申込方法：参加費、懇親会費を添えて現金書留または銀行口座（大阪銀行森ノ宮支店普通預金 No.121713活性炭技術研究会）でお申込み下さい。

申込先：536 大阪市城東区森ノ宮1-6-50 大阪市立工業研究所内大阪工研協会気付活性炭技術研究会（電話06-969-1031内線334）

事務局からのお知らせ

昨年度行われた第1回研究発表会の講演要旨集（一冊2000円（+送料 500円））が若干残っております。また、本年度6月に行われた International Symposium on Adsorption の Preprint（一冊 4000円（+送料 500円））も若干、保管しております。購入ご希望の方は事務局までお申し込み下さい。

（事務局 竹内 雍、鈴木義丈）



日本吸着学会新会員名簿

6月以降、8月迄に受け付けました新会員（正会員5名）をご紹介します。
なお、8月現在の会員数は維持会員25社、正会員202名になりました。

正会員

氏 名	勤 務 先	住 所	電話番号（内線）
棚 田 成 紀	近畿大学薬学部環境科学研究室		
江 川 博 明	熊本大学工学部応用化学科		
徳 満 修 三	松下電気産業(株)電化研究所		
根 本 亮 一	日鉄化工機(株)SRエンジニアリング部		
妹 尾 良 夫	トキコ(株)研究所		

会員名簿の変更

氏 名	勤 務 先	住 所	電話番号（内線）
水 谷 昌 孝	三菱重工業(株)技術本部基盤技術研究所		
後 藤 元 信	熊本大学工学部応用化学科		

編集委員

委員長	松村 芳美（産業医学総合研究所）	古谷 英二（明治大学 工学部）
委 員	金子 克美（千葉大学 理学部）	水嶋 清（北炭化成工業(株) 技術本部）
	古藤 信義（オルガノ(株)）	
	茅原 一之（明治大学 工学部）	
	原 行明（日鉄化工機(株) 研究開発本部）	（五十音順、敬称略）

Adsorption News Vol.2 No.4 通巻 No.6 1988年10月1日 発行

発 行 日本吸着学会 The Japan Society on Adsorption

事 務 局 〒214 川崎市多摩区東三田1-1-1

明治大学工学部工業化学科 竹内 雍 教授室

Tel.044-911-8181 (380・242)

印 刷 〒108 東京都港区三田5-14-9

(株)昭和工業写真印刷所

Office of General Secretary

Prof. Y. Takeuchi

Department of Industrial Chemistry, Meiji University,

1-1-1, Higashi-mita, Tama-ku, Kawasaki-214

Tel. 044-911-8181 (Ext. 380・242)