

研究活動報告

汚染防御研究分野 (1994. 1~1994. 12)

教 授：佐々木弘；助 手：岡田 茂，渡辺俊六
研究留学生：周 加 順
大 学 院 生：村上正樹，J.P. Ibanez，伊藤 啓
学 部 学 生：添田喜美，田中宏和，山口俊明

本研究分野は、これまで湿式製錬研究部門として湿式法による金属の製錬に関する基礎および応用の研究をおこなってきたが、1992年4月10日付けの研究所の改組・転換に伴い、素材精製(大)部門の一員として、超高純度素材の精製・加工に不可欠なガス・空気・水・溶媒等に混入する汚染物質・不純物を積極的に防衛する手法の探索と検証を行うこととなった。その後組織が変更され、研究プロジェクトも再考され新たな企画に基づく新規の研究に着手したが、職員は下記のようにそれぞれ独立した研究をおこなっており、素材工学研究所に改組転換されて2年半を経過した今日、素材精製研究部門・汚染防御分野における1994年の活動を概略すると以下の様になる。

1. 休廃止鉱山廃水の処理 (1994年度科研費に基づく研究) (佐々木)

わが国には多数の休廃止鉱山があるが、鉱山周辺の水質保全は企業が負うと定められており、この制度のため毎年多額の処理費が必要となり、無人運転が望まれている。鉱水を酸化後、石灰中和すると難沈降性の水酸化鉄澱物が生成し、固液分離が困難であるが、軽微の酸化によって磁鉄鉱粒子を生成させることができ、沈降性はもとより澱物密度が著しく向上した。また試作した装置により沈澱除去できなかった希薄超微粒子を迅速に除去できることがわかった。

2. 繊維状付着材の汚染防御に対する応用 (佐々木)

素材を精製するプロセスにおいては超高純度の液体を確保することは極めて重要である。液体中に不純物として含まれる極微量の超微粒子を分離除去する方法として濾過による方法では、50 nm 程度が濾材の細孔径の下限であり、それより小さな粒子は分離できないという問題がある。この際、凝集剤を添加し、粒子の見かけの粒子径を大きくすることにより沈降分離あるいは濾過分離が可能となるが、長時間を要するし、濾過後の液は薬剤で汚染されている。当研究室で提案され検討中の新しい方法は、当面汚染水を対象として検討しているが、繊維状の捕捉材の層に懸濁液あるいは乳濁液を透過させ、界面特性に基づく相互作用力によって不要な超微粒子を分離除去する方法である。この新しい方法は濾過法の欠点である目詰まりがなく、処理速度も速く、また加圧も必要とせず、微細粒子ほど除去し易いなどの多くの特徴を有している。1994年度科研費により試作した装置により代替フロン洗浄システムに本法を用い、現在も検討中である。その結果、非イオン性界面活性剤水溶液を用いる代替フロン洗浄システムでは汚染油・粒子のみを分離除去できるため水処理装置を新たに付置する必要の無いことが明らかになった。液相から生成させた超微粒子の迅速な固/液分離、下水処理場において三次処理に適用し BOD, SS, 大腸菌などの迅速分離をおこない工業用水への転換利用の可能性、あるいは乳濁液の迅速な油水分離が確かめられた(組成評価研究分野と協同研究)。この方法はシックナー・オーバーフロー中に混入して排出される極微量・極微細な粒子の迅速除去にも適用することができ、前述の休廃止鉱山の廃水処理法あるいは地熱水からの脱シリカなども検討している。以上は製錬スラグ繊維の有効利用に関する研究と関連しており、分離の問題とは別に繊維/水溶液界面の吸着、反応特性の研究や植物の人工培土としての研究も昨年と同様おこなっている。

3. 微粒子の相互分離技術の確立（佐々木）

固／液、気／液あるいは液／液界面などの界面特性は微粒子の相互分離における重要な要因となり、最も多く用いられている気泡による浮選法はこの原理を利用したものである。我々はこれまでこの様な界面特性を利用した新しい方法として粒子径による分級、粒子形状による分級をおこなってきた。昨年度は $0.10\mu\text{m}$ の球形ヘマタイトと $0.12\mu\text{m}$ の球形シリカの混合物から相互分離をおこなう方法を検討したが、今年度は粒子数比、粒子径の異なる試料に対して相互分離をおこない最適分離条件を見いだすことができた。以上、従来の選鉱法には困難である組成の異なる超微粒子の混合体から、同一組成の粒子に分別するいわゆる相互分離が可能となった。この方法は微生物の相互分離にも適用され、今後の研究が期待される。

4. 水混和性有機液体を利用する塩の濃縮、分離（岡田）

水混和性有機液体の特性を利用し、水溶液中の塩を濃縮あるいは晶析分離する方法は環境保全に資するものであることを指摘してきたが、用いた有機液体のより有利な回収法の開発は適用対象の拡大にもつながる。有機液体の中には水に対する溶解度が温度に敏感で、常温近傍に下部臨界点を有するものがあり、このような有機液体は温廃熱などを利用して容易に水と分離されることから、有望と考えられる一連のグリコールエーテル並びに磷酸エステル類について、水との相互溶解度並びに塩－水－有機液体系の相平衡を278–333Kの温度範囲にわたり調べた。その結果、Tributyl Phosphine Oxide, Ethylene Glycol Mono-*n*-butyl Ether, Diethylene Glycol Mono-*n*-hexyl Etherはそれぞれ286K, 322K, 298Kの下部臨界温度を有し、温廃熱による水との分離が期待できる。また、測定温度域で水と完全混和であるTriethyl Phosphateなどの有機液体も、相互溶解度の温度変化の大きい適当な有機液体（例えばTributyl Phosphate）を媒介にして繰り返し利用が可能である。なお、一連の有機液体は金属塩水溶液に対して顕著な溶媒効果を示し、溶液組成により、均一溶液では塩の溶解度は低下し、二液分離域では塩は水相中に濃縮あるいは析出される。

5. ひげ結晶の成長に関する研究（渡辺）

結晶において、原子間の結合に共有結合性がある場合、原子から伸びる結合手は全て等価ではなく、それらの軌道エネルギーが僅かに異なっていると仮定すると、結晶内の原子は互いに同じ軌道エネルギーの結合手どうしの結合によって結合し最も安定な結晶を構成していると考えられる。この考えを基にして、ひげ結晶の成長機構について考えると次のようになる。先端成長の場合、最初に薄い微結晶が生じてこの結晶に異手間結合から成る一つの結晶面がある場合、その後の結晶成長に際して原子はこの結晶面に接する格子点には他の格子点より遅く来て結晶化するために、微結晶はこの結晶面を谷とする凹入角を持つ結晶となる。その後、この凹入角部分が優先的に成長して、ひげ結晶となる成長機構が考えられる。この成長機構の特徴は転位の有無に関係しない事である。特に、断面の直径が小さいひげ結晶の場合、この成長機構によって無転位のひげ結晶ができる。根もと成長の場合にも同様な成長機構が考えられる。この他に、最初に生ずる微結晶に異手間結合のある結晶面があり、この結晶面に接する格子間に歪がある場合、この結晶面は熱などによる変形応力によって容易にラセン転位に変化し、その後、ラセン転位を中心としてひげ結晶が成長する機構が考えられる。