

【研究活動報告】 機械精製研究分野(1999. 1~1999. 12)

教授: 齋藤文良
 助手: 加納純也, 張其武
 研究留学生: 米国民, 金杭泰
 受託研究生: 井上毅
 研究生: 盧金鳳, 横田耕三
 大学院生: 李載寧, 佐伯周, 藪根秀明, 中川貴雄, 松本弘樹
 三尾浩
 学部学生: 山元一生, 吉川祥平, 今井亮, 三橋克則

本研究分野では、機械的手法を利用した材料開発、廃棄物処理、有価物分離を図る新しい原理やプロセス開発の研究を中心として、アークプラズマ法による超微粉体の生成とファインセラミックスへの応用、ヘマタイトを浸出助剤とする新しい硫化鉍の湿式製錬法の開発等に関する研究を実施している。1999年に実施した研究活動の概略は以下の通りである。

1. 機械的手法(メカノケミカル(MC)法)を利用した材料開発

(1) ペロブスカイト型複合酸化物のMC合成

SrO, La₂O₃, Mn₂O₃, MnO₂を組み合わせて、MC法によりLa_{1-x}Sr_xMnO₃を直接合成できることを明らかにした。合成物はメタン燃焼における触媒としての利用が考えられ、これまでの貴金属の代替品として注目される。また、La₂O₃, Mn₂O₃からLaMnO₃がMC合成できることや、La₂O₃と遷移アルミナからLaAlO₃が合成できることなどを明らかにしている。なお、カオリナイトや石炭灰にアルカリを添加し、湿式MC処理することにより、室温下、常圧でゼオライトを合成する新しい手法を開発し、合成粉末の特性を評価する研究も継続中である。

(2) 粉砕法を利用したαアルミナ粉末の作製

構造用アルミナセラミックスの特性向上には、原料粉のα化温度の低減が不可欠である。本研究グループでは既にギブサイトを原料とした場合の摩耗粉添加と粉砕による均一混合によってα化温度が大幅に低減できることを明らかにしている。本年は、ギブサイトを仮焼し、遷移アルミナ粉末とし、それを粉砕するのみでα化温度が大幅に低減できることを明らかにした。

(3) 混合粉砕法による粉体のナノ複合化と焼結体特性向上

2種以上の原料を同時に粉砕し、原料の微細化と組成の均一化を達成し、それを加熱処理することによって高性能なファインセラミックスを製造する研究や、高機能性複合粒子の製造を行う研究を実施している。本年は、ムライト、フォルステライト、コーディエライトの製造において、原料粉体混合物への乾式、湿式粉砕処理の相違が焼結体とした場合の焼結体強度特性に及ぼす影響を明らかにした。なお、本研究は、一関高専との共同研究である。

(4) メカニカルアロイングによるMg-Ni系水素吸蔵合金の作製

金属MgとNiを出発物質として、N₂ガス雰囲気下で遊星ミルによる乾式粉砕(メカニカルアロイング)を行い、Mg-Ni系合金を直接合成できることを明らかにし、その水素吸蔵能を評価した。本法は熔融法に比較してプロセスが単純で、かつ、水素吸蔵が低温度で達成でき、吸蔵特性も良好となることを明確にした。

(5) 超音波を利用した機能性粉末の合成

当研究室では以前消石灰、ギブサイト、石膏を水に懸濁し、それに超音波を照射すると3CaO・Al₂O₃・

$\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ が合成できることを明らかにしている。本年は、上記合成試料の SO_4 サイトにヨウ素や六価クロムを配位することを試みた。その狙いは、超音波の利用法の拡大と廃水処理への適用の可能性探索である。検討の結果、配位合成が可能であり、かつ、最適配位条件が存在することなどを明らかにした。

2. MC 法による人口・都市資源処理と有価物回収

(1) 廃蛍光管からのレアアースの非加熱逐次分離法の開発

機械的手法による結晶質物質を粉砕すると構造が乱れ、その後溶媒抽出操作を行うと特定成分が容易に抽出されることがある。この手法を三波長型蛍光材に適用し、室温では抽出不可能であった含有レアアース (Y, La, Ce など) を容易に高収率で抽出できることを示した。なお、本研究は、平成9年度の NEDO プロジェクト (共同研究者: (協) 仙台清掃公社) であり、本年は、水銀処理法の確立と、逐次分離をより容易にするための超音波の適用可能性を明確にした。

(2) PVC、難燃性ポリマーからの非加熱脱ハロゲン化法の開発

PVC に CaO などの脱塩素材を添加し、MC 処理することによって固相反応を促進し、その後水洗ろ過操作を行うだけで簡単に脱塩素が達成できることを明らかにした。脱塩素材として、鉄鋼製造プロセスで生成するスラグの他、石灰石やシリカなども有効な脱塩素材となりうることを明確にした。また、これまでの PVC 試薬以外にも、農業用ビニルシートなどの軟質 PVC も本法によって十分脱塩素できることを明確にした。類似の処理 (但し、脱ハロゲン材は異なる) を施すことにより、非加熱で難燃性ポリマーから脱ハロゲン化を達成できることを示した。

(3) 難処理ハロゲン化有機化合物 (PCB やダイオキシン類) の非加熱無害化処理法の開発

難処理ハロゲン化有機化合物 (PCB やダイオキシン類) の無害化を MC 法により達成できる新しい手法を開発した。本研究は、住友金属工業 (株)、東北工業技術研究所との共同研究によるものであり、たとえば、PCB については無害化できる条件を明確にし、また、ダイオキシンの場合は、毒性評価でゼロ値が容易に達成できることを明確にした。なお、本研究の一部は、環境庁採択のシーズ研究ダイオキシン類汚染土壌浄化技術に関する共同研究となっている。

3. 粒子要素法によるシミュレーション

媒体粉砕機・混合機を対象として、粉体共存下での媒体の運動の3次元解析を進めている。本年は、内部形状が複雑な装置内媒体運動をシミュレーションできる手法を利用して、粉砕・メカノケミカル現象とシミュレーションから得られる情報との相関性を明らかにした。また、シミュレーションが、ミルスケールアップに対しても有効な手段になりうることを示した。更に、回転ロータ型複合化・混合装置での媒体運動をも明らかにした。その他、本学理学部との共同研究も進めた。

4. アークプラズマ法による超微粒子の製造とセラミックス特性向上

金属 Ti をターゲットとして各種ガス雰囲気下でアークプラズマを照射してナノスケールの非酸化物系超微粒子を作製し、それを成形・焼結することによって緻密で、焼結性に優れ、かつ、機械的特性の向上が図られることが判明した。なお、本研究は、名古屋工業技術研究所との共同研究である。

5. その他

硫化鉍石の新しい湿式処理法の開発 (汚染防御研究分野と共同) などを展開中である。