

環境・生命工学専攻		紹介教官氏名	成瀬一郎 助教授
申請者氏名	姚 洪		

## 論文要旨(博士)

論文題目	Study on Fundamental Emission Characteristics of Trace Metal Compounds and their Control in Combustion Processes (燃焼プロセスにおける微量金属化合物の生成特性とその制御に関する研究)
------	--

(要旨 1,200字程度)

石炭燃焼ならびに廃棄物焼却プロセスでは、燃料中に含有している様々な微量金属成分の一部が、燃焼過程で蒸発あるいは微粒子に濃縮し、大気中に放出してしまう可能性が指摘されている。一旦、このような成分が大気中へ放出した場合、生態系への影響が懸念されている。一般のボイラーあるいは焼却炉では、除塵プロセスとして電気集塵器あるいはバグフィルターが設置されている。しかし、これらの装置であっても、微量成分が高濃度に濃縮し易い $1\mu\text{m}$ 以下のサブミクロン粒子は捕集され難い。一方、医学的研究から、このような微量成分を含む微粒子が生体内に取り込まれた場合、生体へ悪影響を及ぼす可能性が高いことも示唆されている。一方、微量金属成分の炉内制御技術に関しては、燃焼場に捕捉剤を添加する方法が提案されていたものの、捕捉剤による微量成分の捕捉機構に関しては未解明な部分が多く、また、実際の燃焼場における捕捉効果に関する定量的な効果も不明瞭であった。

第1章では、各種燃焼プロセスにおける微量金属成分を含む微粒子の生成特性ならびに炉内制御技術に関する既往の研究を纏めた。第2章では、化学平衡論により、各種微量金属化合物、とりわけPb、CdおよびCr化合物の基礎放出特性を、様々な条件を想定して、解析した。また、捕捉剤添加による吸収効果および汚泥燃焼場を想定した微量金属成分の放出・吸収特性の解析も行った。主な結果として、HCl存在下ではPbおよびCdの両元素とも低温で容易に揮発し易い、 $\text{SO}_2$ が共存する場合気相成分の生成温度が高温側に移行する、汚泥中のPbおよびCdは燃焼場においてClと反応することでほとんどが気相中へ移行する、Cr化合物に関しては条件によらず固相として存在し易い、 $\text{SiO}_2$ 化合物が金属化合物の捕捉能を有する等のことを明らかにした。第3章では、熱天秤を用いた各種微量金属成分の放出特性の解明を行った。その結果、微量金属化合物の放出挙動は融点に依存すること、HCl存在下において微量元素の揮発性は上昇すること、 $\text{SO}_2$ が共存する場合PbおよびCd化合物の蒸発は抑制されること、Cd化合物は還元雰囲気中で蒸発し易いこと、Cr化合物はHClが存在する系でも蒸発しないこと等を明らかにした。第4章では、捕捉剤添加による微量金属成分捕捉効果の基礎実験を、熱天秤を用いて実施した。対象とした金属放出し易い金属であるPbおよびCdとし、捕捉剤は $\text{SiO}_2$ あるいは $\text{Al}_2\text{O}_3$ を含有しているシリカ、ゼオライト、カオリン、ムライト、ポーキサイト、アルミナと、石灰石、海産廃棄物であるホタテ貝殻およびアパタイトを選択した。主な結果として、カオリンやゼオライトなどのアルミノシリケート系鉱物は、PbおよびCdに対する捕捉効果が高いこと、HCl存在下ではカオリンやゼオライトを用いた場合でも捕捉効果は減少すること、Ca系化合物の微量成分捕捉能はアルミノシリケート系よりも劣ること、還元雰囲気ではすべての捕捉剤に関して捕捉効果が低下すること等を明らかにした。第5章では、燃焼場における微粒子の生成特性とその機構を反応過程粒子を分級・採取、元素分析することにより検討した。第6章では、カオリンを燃料と混合させ、同様な燃焼実験を行い、実際の燃焼場における捕捉効果を検討した。主な結果として、サブミクロン粒子にPbおよびCdが濃縮し易いこと、微量成分の濃縮機構が生成粒子の粒径によって異なること、カオリンを添加した場合PbおよびCdを含む粒子の粒径分布はサブミクロンから粗粒子へ移行すること、PbおよびCdに関する捕捉効果は温度の上昇に伴い向上すること等を明らかにした。第7章は、本論文の総括を示す。