

II-111

下水汚泥の焼却にともなう金属成分の挙動について

東北工業大学 正員 ○ 斎藤 孝市
" " 江 成 敬次郎

1. はじめに

下水道普及率の向上に伴って発生汚泥量が増大し、下水汚泥の処理が問題になっている。以前は、発生した汚泥の多くは埋立て処分されていたが、埋立地の確保等が困難になり、近年は発生汚泥の減量化・安定化・無害化のために、焼却処理が広く採用されている。本報告は、下水処理場の脱水汚泥を焼却した場合、焼却温度の違いによって焼却灰中に含まれている金属成分の含有率にどのような影響が見られるかについて実験検討を行なったものである。

2. 実験方法

実験に用いた下水汚泥は下水処理場から採取した脱水ケーキであり、それを100℃で乾燥させた試料と、600℃、800℃、1100℃で1時間焼却した焼却灰を試料とした。それらの試料を硝酸・過塩素酸（JIS R5202に準ずる）法で前処理を行い、金属測定用の試料とした。測定方法としては、原子吸光法、高感度還元気化法、比色法を用いた。

3. 結果と考察

図-1は100℃で乾燥させた試料を600、800、1100℃の温度で焼却した場合に減量した割合を示す。焼却温度が高くなると焼却減少量は増加する傾向が見られるが、各温度とも焼却すると約65%が減少している。

図-2は各温度で乾燥・焼却した試料中の金属成分含有率を示したものである。600℃がやや低くなっているが、各試料とも合計すると約100%の構成になっている。中でもCa、Feの含有率が大きくなっているが、測定に用いた下水汚泥は脱水時に凝集剤として消石灰（Ca(OH)₂）が約30%、塩化第二鉄（FeCl₃）が約10%添加されているためにCa、Feの含有率が大きくなっている。

図-3はNa、Mg、Znの各金属含有率（100℃の含有量に換算）の平均値とその乾燥・焼却温度との関係を示す。この図からNaは100～600℃で大きな減少が見られ、600℃以降はそれほど大きな減少は見られなかった。Znは100～600℃であまり減少せず、600℃以降に大きな減少が見られ、Mgはほとんど変化が見られなかった。このように金属によって焼却温度と含有率との関係に違いが見られた。このようなタイプの違いは金属の特性と関連するものと思われる。

図-4は、それぞれの金属の特性をグラフで表わしたものである。融点と沸点との関係について見ると、13種類のうち10種類の金属（Hg、K、Na、Cd、Zn、Mg、Ca、Mn、Fe、Ti）は融点が低いと沸点も低いという傾向のもので、残りの3種類（Pb、Al、Cr）では、融点と沸点との差が大きかったり（Pb、Al）、逆に小さかったり（Cr）している。融解熱については全体として融点が高くなると融解熱も大きくなるという傾向が見られる。例外としてMg、Alは前後のZn、Caに対して非常に融解熱が大きく、一方、Pbはその逆で、融解熱が非常に小さいことがわかる。次に、焼却温度によって含有率がどのように変化するかを各金属で比較するにあたって、各温度で焼却した時の含有率が、100℃乾燥汚泥中の含有率

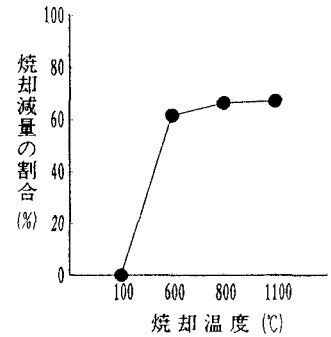


図-1 試料の焼却減量の割合

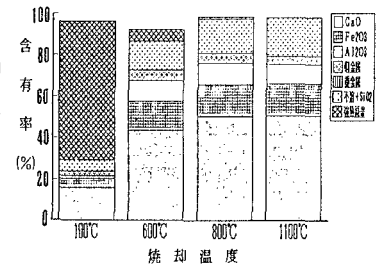


図-2 試料の含有率

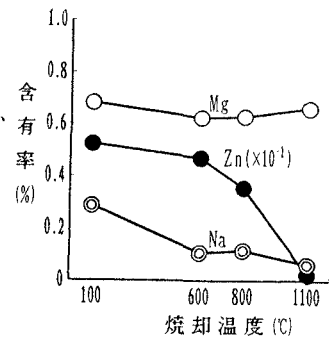


図-3 Na、Mg、Znの含有量

の何%になるかを求めた（これを焼却残率とする）。

今回測定した金属の焼却残率と焼却温度との関係を図－5～8に示す。Znの融点(420℃)より低い融点をもつ金属は、焼却温度が高くなると焼却残率が小さくなる傾向を示している。しかも、融点が100℃以下の金属(Hg, K, Na)では、減少傾向が焼却温度100℃～600℃間で大きく減少している。融点が300℃～400℃間にある金属(Cd, Pb, Zn)では、焼却温度600℃まではあまり減少しなかったが、600℃を越えると大きく減少している傾向が見られる。この中でPbは、800℃を越えてもあまり減少が見られない。これはPbの沸点が高いことが影響していると思われる。以上のことからKとNaの順番は逆だが、融点が低くなるにつれて焼却残率の減少の割合は大きくなる傾向が見られる。

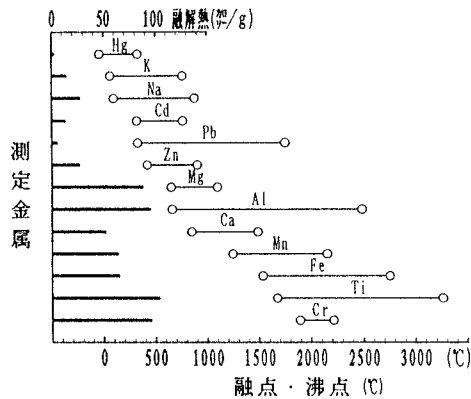
一方、Tiを除けばMg(651℃)より高い融点をもつ金属は、焼却温度が高くなっても焼却残率はあまり変化しない傾向を示している。Tiは他の高融点金属と異なり大きく減少している。Tiは610℃で酸化物となり、このことによって酸化被膜を作ってしまう、今回の実験による前処理方法の硝酸・過塩素酸法ではこの酸化物を溶解させにくいものと思われる。従って、これは焼却によって減少しているわけではなく酸に溶けないために測定値が小さくなったものと思われる。

次に、図－4の融解熱と関連させて見ると、Znより低い融解熱をもつ金属は焼却温度が高くなると焼却残率が小さくなる傾向を示している。しかも、低融解熱グループの金属(Hg, Pb, Cd)は、ある焼却温度を境にして焼却残率が大きく減少する傾向が見られる。この中でPbは変化の割合が他の2つよりも小さいが、Pbは融点は低い沸点が他の金属よりも大きいためだと考えられる。

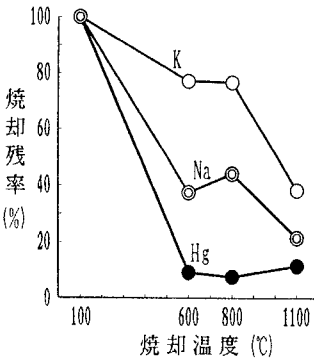
以上のことから全てを順位づけることはできないが、27.5 J/g より融解熱が低い場合は、融解熱が低くなるにつれて焼却残率の減少の割合は大きくなることが判断できる。一方、Tiを除けばCa(52 J/g)より高い融解熱をもつ金属は焼却温度が高くなっても焼却残率はあまり変化しない傾向を示している。

5. まとめ

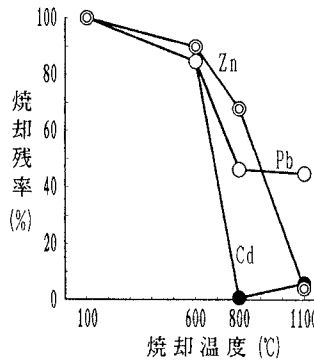
今回の実験結果より焼却温度によって、Hg, K, Na, Cd, Pb, Znは含有率の減少が見られ、Mg, Ca, Al, Fe, Cr, Mn, (Ti)は含有率に変化が見られなかった。このような違いは金属の融点、融解熱に関係があると見られ、融点が低く、融解熱が小さい金属は含有率の減少が見られた。



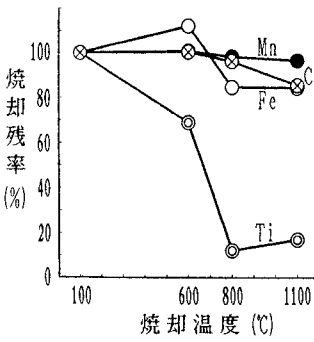
図－4 融点・沸点・融解熱



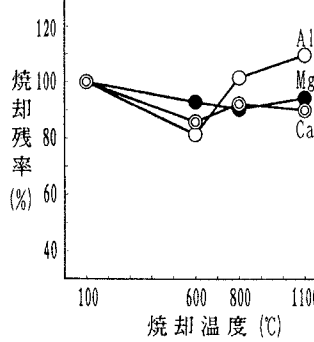
図－5 K, Na, Hgの焼却残率



図－6 Zn, Pb, Cdの焼却残率



図－7 Mn, Cr, Fe, Tiの焼却残率



図－8 Al, Mg, Caの焼却残率