

無機系産業廃棄物の特性評価

佐々木 秀 幸*、谷 藤 真 一**

Caractalization of Inorganic Waste Sludge

SASAKI hideyuki* , TANIFUJI shinichi**

Annual valuation on chemical composition of inorganic waste sludge, change of chemical composition, mineral composition and elution of heavy metals by sintering were measured, for utilization of the sludge to aggregate. The sludge have little annual variation and have very few elution of heavy metals after sintering, because the sludge changed into stable compounds.

These results support inorganic waste sludge is utilizable to aggregate.

Keyword : Waste, Sludge, Recycle, Mineral Compound, Sintering, Elution Test

1 緒 言

県内から排出される各種の汚泥は、一部で再資源化されてはいるものの、ほとんど埋め立て処分されている。特に工場系の無機汚泥は、組成が発生源によって大きく異なるため、再利用が難しく、埋め立て処分される割合が高い。しかし、この汚泥も成分や特性を把握することにより、再資源化できると思われる。

本報告は無機汚泥を、大量消費可能な建設用骨材として利用するための基礎調査に関するものである。すなわち、原料としての品質や加熱による含有成分、鉱物組成の変化、溶出特性を把握するための試験を行った結果、骨材として好ましい特性を示したので報告する。

2 実験方法

2-1 汚泥の含有成分の変動

汚泥を工業製品の原料とするためには、品質が安定していることが望ましい。製造品目の変化により成分変動が考えられる汚泥を、3か月ごとに1年間採取し含有成分を測定した。実験にはすべて105℃で乾燥させた汚泥を使用した。分析には蛍光X線分析装置(株リガク製3270型)を使用した。

2-2 加熱による含有成分及び鉱物組成の変化

汚泥を骨材として再資源化する場合、熱処理が必要であり、加熱による性状の変化を把握しておく必要がある。そこで、汚泥を電気炉により昇温速度200℃/

hrで1,100℃まで加熱した。試料を100℃ごとに採取して、加熱による含有成分及び鉱物組成の変化を測定した。解析には蛍光X線分析装置とX線回折装置(株リガク製RINT2000)を使用した。

2-3 汚泥及び焼成物に対する溶出試験

廃棄物の有害性は汚泥に含まれる金属の溶出量によって決まるため、乾燥汚泥及び1,100℃焼成物に対して、環境庁告示第13号(産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法)に従って溶出試験を行った。分析には、原子吸光分光光度計(株日立製170型)、ICP発光分析装置(株島津製作所製ICPS-1000II)、炎光光度計(株日本分光製F-20,5021型)を使用した。

3 結果と考察

3-1 汚泥Aの含有成分の変動

今回実験に使用した汚泥A、B、Cの主な含有成分を表1に示す⁽¹⁾。汚泥Aの発生源はめっき工場、Bはレンズ研磨工場、Cは生コンクリート製造工場である。そのうちAは骨材に必要な成分のうち、アルミニウム、カルシウム、Bはケイ素分、Cはカルシウム分を比較的多く含んでいる。

汚泥Aの含有成分の月変動を図1に示す。主要成分であるアルミニウム、カルシウムは数%程度の変動のみで、微量成分においても、組成に影響するような変動は見られなかったことから、汚泥Aが原料として安

表1 汚泥試料の主な含有成分

単位: wt%

	含水率	igloss	Si	Ca	Al	Fe	Mg	P	S	Na	K	Cr	Pb	Zn	Ba
汚泥 A	75.41	32.21	2.05	7.96	12.25	0.65	0.20	5.43	1.27	0.51	0.01	2.24	0.16	4.58	0.26
汚泥 B	33.73	20.42	31.01	0.43	0.07	-	-	-	-	6.71	8.27	-	0.08	0.12	0.87
汚泥 C	67.92	1.23	11.41	28.70	3.14	2.37	0.95	0.03	0.34	0.68	0.28	-	-	0.10	-

※ ig loss以下の定量値は全て乾燥試料に対する含有量を示す

定供給されることが分かった。

3-2 加熱による含有成分及び鉱物組成の変化

加熱による含有成分の変化を調査したが、すべての汚泥で大きな変化は見られなかった。

汚泥Aの鉱物組成の変化を図2に示す。回折ピークは加熱と共に次第に変化し、600℃を超えたあたりからSnO₂, CuAl₂O₃, AlPO₄, CaSO₄, Ca₂SiO₄のピークが現れ始める。途中1,000℃でCaSO₄のピークが分解により消滅するものの、他のピークは徐々に大きくなり、結晶化が進んでいることが分かる。同じく汚泥Bの鉱

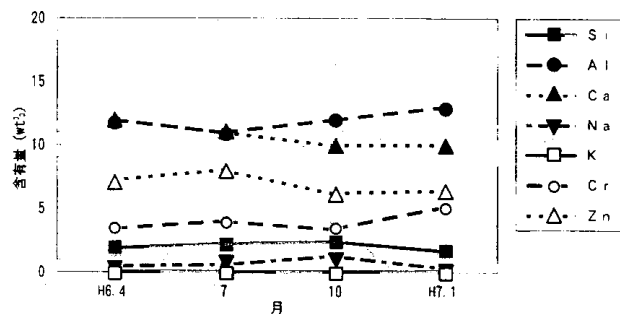


図1 汚泥Aにおける含有成分の月変動

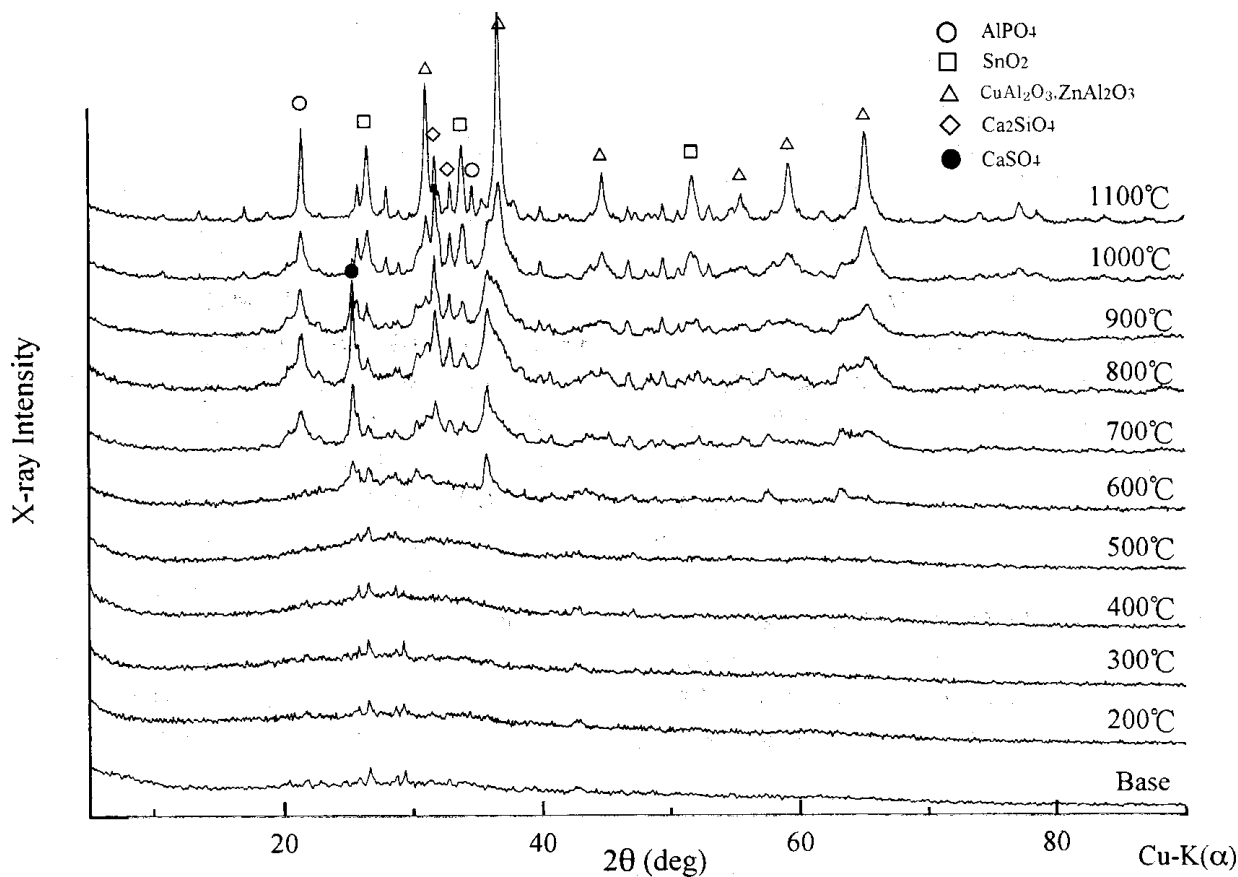


図2 加熱による鉱物組成の変化 (汚泥A)

物組成の変化を図3に示す。汚泥Bはアモルファス物質のガラス研磨粉であるため、はっきりとしたピークが認められない。これを徐々に加熱していくと900℃前後で急激に発泡、膨張し、同時にピークが現れ、結晶性ガラス発泡体が生成していることが分かる。さらに加熱を続けると再び溶融、収縮し、平滑で光沢のあるガラス固形物となった。この性質を利用すれば、軽量骨材やゆう薬として利用が可能であると考えられる。

次に汚泥Cの鉱物組成の変化を図4に示す。当初のCa(OH)₂、CaCO₃、SiO₂のピークのうち、加熱により600℃でCa(OH)₂、800℃でCaCO₃のピークが分解により消滅し⁽²⁾、これらに変わって800℃付近からCaO、2CaO·SiO₂、2CaO·Al₂O₃·SiO₂、3CaO·3Al₂O₃·CaSO₄といった鉱物のピークが現れ、徐々に大きくなり結晶化していることが分かる。

このように、汚泥A、Cは加熱により徐々に結晶化、一部では分解が起こり、1,000℃以上で各成分が、様々な鉱物組成としてほぼ安定化することが分かった。さらに、汚泥Bは900℃前後で結晶性発泡体、1,000℃以上でガラス固形物となることから、この性質を利用して、様々な形態の骨材を製造できるものと思われる。

3-3 溶出試験の結果

有害成分を含む汚泥A、Bとその1,100℃焼成物について、有害物に指定されている成分の溶出試験を行った結果を表2に示す。いずれも基準値⁽³⁾を下回っているが、焼成することによって、ほとんど溶出しなくなった。

その他の主な成分についての溶出率を図5、6に示す。汚泥Aでは、アルカリ成分が50%程度溶出していたものが、焼成することによって、極微量にまで抑えられている。他の成分もほとんど溶出しないが、全体的に焼成により溶出量がさらに低下する。汚泥Bは焼

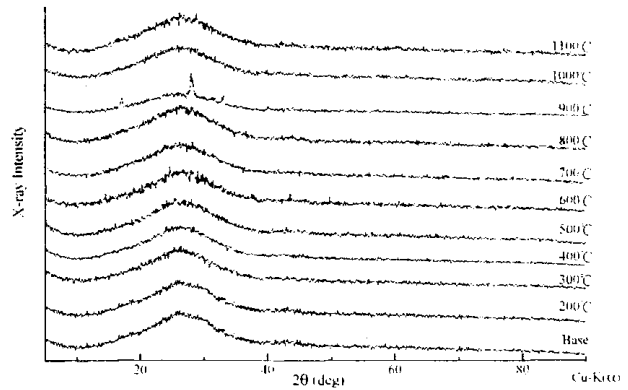


図3 加熱による鉱物組成の変化 (汚泥B)

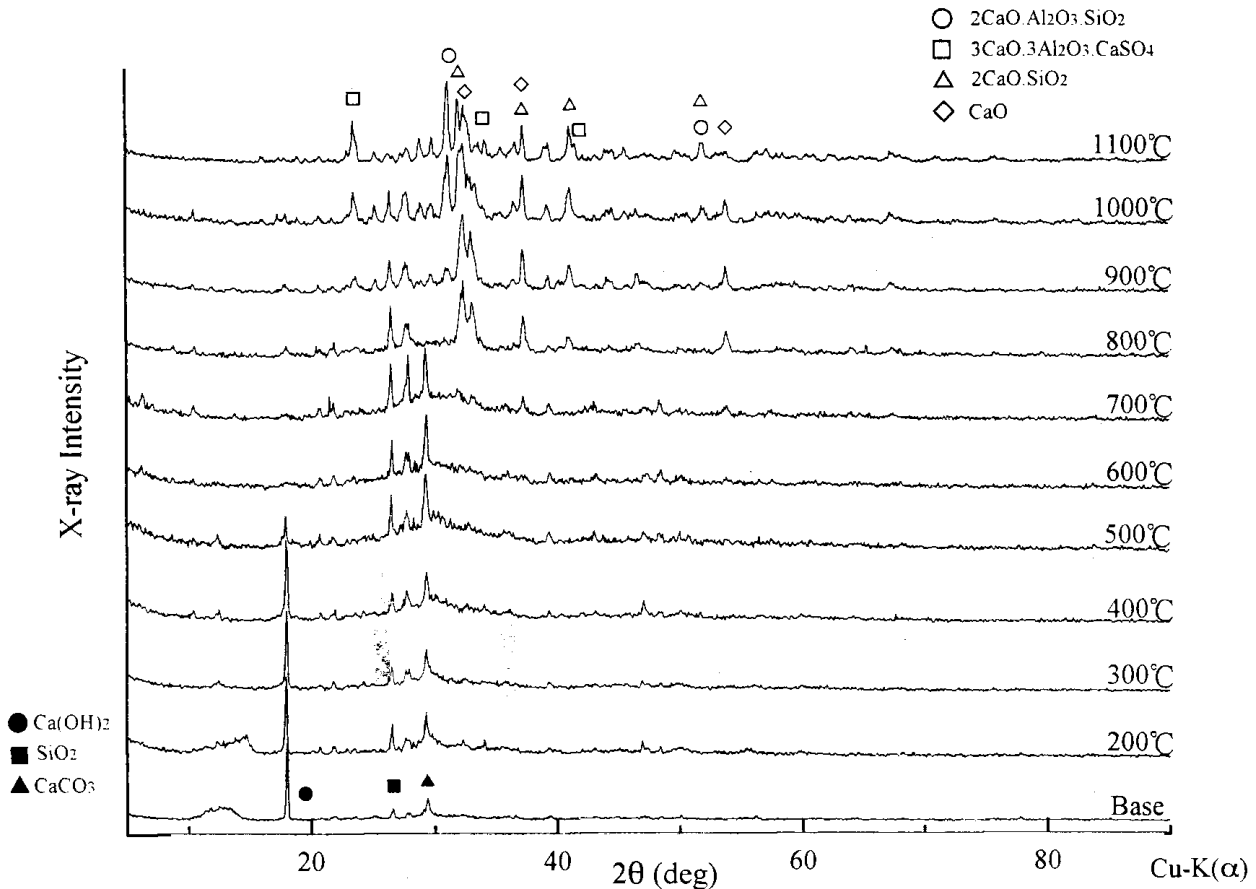


図4 加熱による鉱物組成の変化 (汚泥C)

表2 有害重金属の溶出試験結果

単位：mg/l

項目	汚泥A (105℃焼成)	汚泥A (1100℃焼成)	汚泥B (105℃焼成)	汚泥B (1100℃焼成)	溶出基準値
Pb	< 0.05	< 0.05	0.07	< 0.05	3.0
Cr ⁶⁺	< 0.02	< 0.02	—	—	1.5

※ 基準値は特別管理産業廃棄物の埋立処分に係る判定基準による

成によってガラス固形物となることから、すべての成分が溶出しなかった。

以上のように、汚泥A、Bは焼成することにより、結晶化が進み金属の溶出量が抑えられた。特に骨材に利用する際、腐食の原因となるアルカリ金属がほとんど溶出しなくなる、という好ましい結果が得られた。

4 結 言

骨材として再資源化するための基礎調査を行った結果、以下の知見が得られた。

- 1) めっき汚泥の成分変動は少なく、一年を通じて安定して供給される。
- 2) これらの汚泥は高温で焼成すると結晶化し、安定な鉱物組成に変化するため有害成分の溶出量が著しく抑えられ、骨材として好ましいものになる。
- 3) これらの汚泥を混合することにより、様々な性状に制御できる。

以上から、性状が異なる汚泥の特性を利用し、混合、焼成することにより、骨材として再利用することが可能であると思われる。

5 要 約

産業廃棄物の無機汚泥を骨材として利用するために、年間の成分変動、加熱による含有成分、鉱物組成、溶出特性を変化を調査した。汚泥の成分変動は少なく、焼成することによって安定な鉱物に変化し、有害成分の溶出が抑えられることが分かった。このことから、無機系産業廃棄物が建設用骨材に利用できる可能性が明らかになった。

キーワード：廃棄物 スラッジ 再利用 鉱物組成
焼成 溶出試験

参考文献

- (1) 佐々木, 谷藤：岩手工業技術センター研究報告, No. 1, 35(1995)
- (2) 大門：セメントの科学, 内田老鶴圃 (1989)
- (3) 厚生省：金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める総理府令

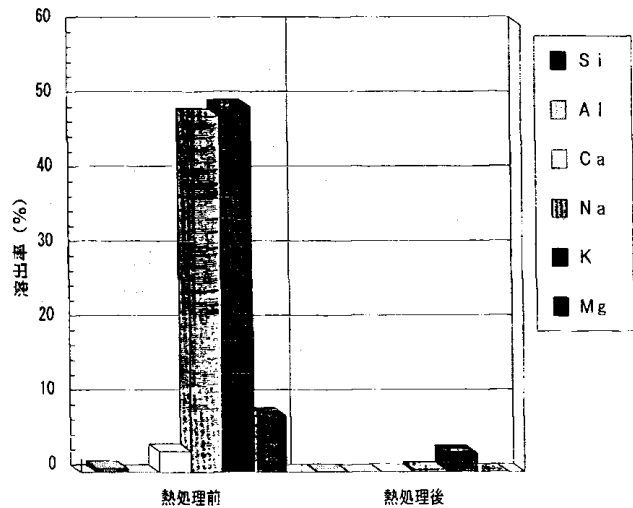


図5 熱処理前後の溶出率の比較 (汚泥A)

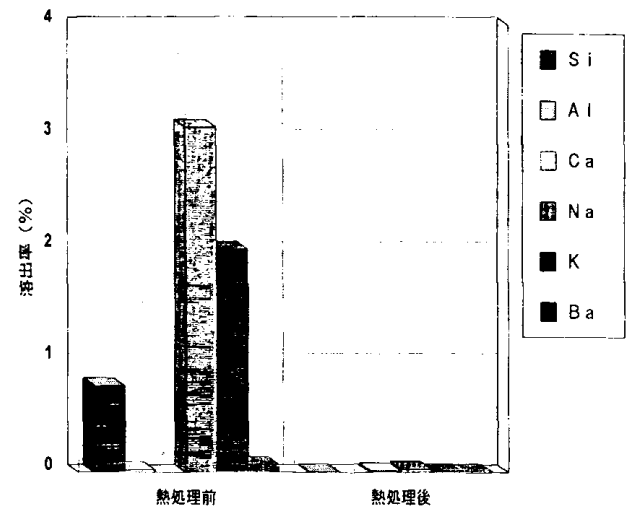


図6 熱処理前後の溶出率の比較 (汚泥B)