

上水汚泥の強熱減量に関する二、三の考察

東北大学工学部 正員 ○ 後藤光電

〃 正員 佐藤敦久

〃 学生員 陳 鴻慶

1 はじめに 上水汚泥は、微細な粘土粒子及び有機物等と凝集剤が加水分解して生成する水和物(水酸化アルミニウム)とが複雑に結合した複合体であるが、その組成成分は取水源が河川表流水、ダム貯留水あるいは地下水によって大きく変化する。本報告は、上水汚泥の組成成分の中、汚泥性状の指標としてよく用いられる強熱減量について実験的検討を加えたものである。

2 実験試料 試料は、仙台市郊外の7つの浄水場の上水汚泥(55年6月及び11月採泥)、青葉山粘土(管内)、釜淵底泥(釜淵大橋下)、水酸化アルミニウム(Al(OH)₃)および粉末活性炭である。

3 実験および分析方法 実験(I) 凝集剤として硫酸バンドおよびPACを用い、NaOH溶液でPHを7付近に調整した水和物(Al(OH)₃)を作成した。⁽¹⁾ この水和物を室内で重力沈降させ、さらに⁽ⁱⁱ⁾ 遠心分離機にかけて濃縮したのち、⁽ⁱⁱⁱ⁾ 水浴上で蒸発乾固し^(iv) 乳糖で微粉末としてから110℃で10時間以上乾燥させ、分析試料とした。また、試料(特細)のAl(OH)₃についても^(iv) 以降同様に試料を調整した。試料約1gを精秤し、電気炉中で強熱し減量を測定した。実験(II) (I)と同様の調整(ただし⁽ⁱⁱ⁾を除く)した試料約1gを精秤し、電気炉中に入れ600℃まで50℃、900℃まで100℃ごとの強熱減量変化を測定した。ここで、強熱時間を1時間とした。実験(III) 土質試験法の有機物含有量試験(重クロム酸法)¹⁾を用いて有機物量を求め、強熱減量試験と比較を行なつてみた。(重クロム酸法により酸化分解される土中の全有機物量は77%とし、また土中の有機物中の平均炭素率を58%とする) 実験(IV) その他の組成成分分析は 調整した試料を過塩素酸酸性として蒸発乾固し、塩酸不溶性物質として沈殿、ろ別したのち脱水シロ酸沈殿物をSiO₂分とした。他の組成成分はSiO₂分を分離したろ液を上水試験法に準じて定量した。粒子密度は、JIS A 1202に準じて求めた。実験(V) 重力沈降濃縮した試料200mlを、ろ面面積89.4cm²、ろ紙No.50、真空度400mmHgとしてヌッチェ試験を行なった。[乳糖]の土質試験法(1970)

4 実験結果および考察 各試料の組成成分、粒子密度およびヌッチェ試験の結果を表-1に示した。

実験(I) 試料(特細)のAl(OH)₃を600℃で30、60、180分強熱したとき減量はそれぞれ35.9、35.1、35.2%であった。したがって、30分で試料のAl(OH)₃の強熱減量は平衡値を示した。また、表-2に示したように試料No.1,2のAl(OH)₃の強熱温度変化による減量変化は小さく33~35%の値を示した。一方、試料No.3,4のAl(OH)₃では強熱温度が高くなると伴い減量が大きくなり、また試料No.1,2に比較して強熱減量値も小さい結果が得られた。この相違については現在のところ十分な考察はできないが、いづれにしてもAl(OH)₃が600℃で20%以上の強熱減量を示すと考えられる。

実験(II) 図-1に、各強熱温度における減量変化を示した。粉末活性炭は300℃

表-1 試料特性およびヌッチェ試験結果

試料	取水場	組成成分										ヌッチェ試験			
		SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO ₂ (%)	MgO (%)	CaO (%)	強熱減量 (%)	有機物含有量 (%)	粒子密度 (g/cm ³)	初期ろ液濃度 (%)	ろ過率 (%)	ろ過速度 (cm/g)	ろ過時間 (分)	ろ過量 (g)
A	河川表流水	42.57	30.74	6.73	0.32	0.98	0.07	18.12	8.26	2.523	95.47	90.44	4.97	1.74×10 ¹²	
		41.36	28.76	6.68	0.20	0.86	0.06	18.69	10.63	2.534	—	—	—	—	
		39.42	28.24	4.82	0.18	0.84	0.04	21.44	8.55	2.488	98.31	87.27	6.95	1.41×10 ¹²	
		37.77	27.10	5.33	0.40	0.82	0.07	23.65	13.16	2.450	98.51	80.16	3.87	2.11×10 ¹²	
C	ダム表流水	40.47	25.51	4.15	0.27	0.64	0.03	23.67	14.37	2.464	—	—	—	—	
		34.23	31.62	4.60	0.33	0.66	0.02	24.97	13.65	2.435	97.82	88.33	7.99	2.38×10 ¹²	
D	ダム貯留水	20.10	18.90	2.32	0.27	0.44	0.04	53.87	58.13	2.176	94.88	82.45	8.11	1.66×10 ¹²	
		20.48	33.15	3.44	0.21	0.55	0.03	27.63	13.77	2.424	—	—	—	—	
F	釜淵底泥	24.58	38.51	2.63	0.13	0.33	0.02	29.63	16.31	2.359	98.22	90.16	7.93	2.96×10 ¹²	
		25.12	35.57	2.94	0.17	0.32	0.05	31.84	16.54	2.407	—	—	—	—	
(G)	活性炭	13.79	14.52	38.11	3.78	0.89	0.10	15.78	3.54	3.245	97.87	90.24	6.92	2.71×10 ¹²	
青葉山粘土	管内	53.51	24.07	7.11	0.14	0.94	0.01	10.09	0.73	2.60	69.20	42.50	1.43	1.15×10 ¹²	
		59.92	14.97	6.22	0.25	1.70	0.32	11.17	4.86	2.578	—	—	—	—	

1) (C)中の上水汚泥は6月採泥、(D)は11月採泥(2.55) 2) 600℃、3時間 3) 重クロム酸法 4) Al(OH)₃と乳糖の比率 98.26%、77.17%時含水率 92.08%、蒸気圧差 50.7 (cmHg)、比抵抗 4.53×10¹⁰ (cm/g)

表-2 Al(OH)₃の強熱減量変化

試料No	生成方法	凝集剤濃度 (g/l)	熟成時間	強熱温度		
				450℃	600℃	900℃
1	試料(特細)	—	—	33.4%	35.2%	34.3%
2	バド+NaOH	3240	約2年	32.8	35.5	34.8
3	バド+NaOH	1000	約3ヶ月	16.0	21.2	27.5
4	PAC+NaOH	1000	約3ヶ月	21.5	24.4	25.2

かう減量が始まり、450℃では完了した。Al(OH)₃ および青葉山粘土(微細粘土)は250~300℃で大きく減量した。また、Al(OH)₃ は600℃以上でも徐々に減量し、表2と若干異なる結果となった。上水汚泥の場合も250~300℃で大きな減量を示す。これらの実験結果だけからでは十分な考察はできないが、強熱減量の変化

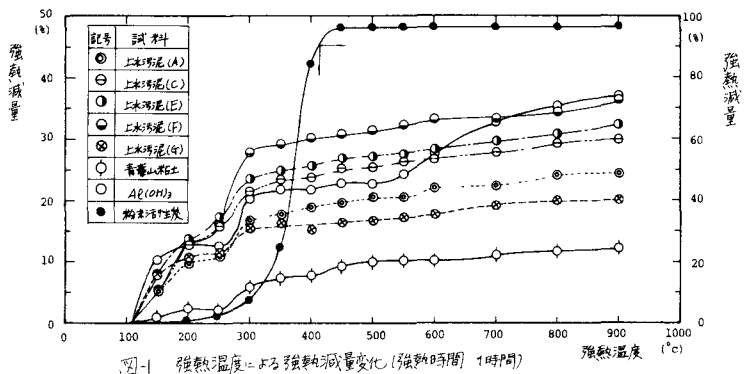


図1 強熱温度による強熱減量変化(強熱時間 1時間)

パターンから上水汚泥の強熱減量が屎水中の微細粘土および凝集剤に由来して生成される水和アルミナ(Al(OH)₃)の脱水による影響を受けていることが伺える。強熱減量是有機物の指標として用いられ、上水汚泥の脱水指標としても強熱減量が多いほど一般に脱水性が悪い。しかし、低温度時でも凝集剤の注入量が多い場合には凝集剤由来の Al₂O₃ が多くなり、これに伴う Al(OH)₃ の脱水による強熱減量も多くなる(松田²⁾は全 Al₂O₃ のうち凝集剤に由来するものは60~72%に達するとしている)。したがって、強熱減量が多い場合脱水性が悪化するのには有機物の存在の他に凝集剤に由来する水和アルミナ(Al(OH)₃)の存在が加味されることを考慮する必要がある。

図2に、SiO₂/Al₂O₃比と強熱減量の関係を示した。この比は、同一浄水場の汚泥では採泥日が異なる場合でもほぼ同一の値を示す。たとえば、粉末活性炭が注入されたE汚泥(11月採泥)の強熱減量は6月採泥分の約2倍であるが、両試料の SiO₂/Al₂O₃比はほぼ同一である。また、図中に取水源によるグループ分けを示してあるが、取水源がダム貯留水と河川表流水(ダム放流水を含む)の SiO₂/Al₂O₃比の境界はほぼ1付近にあると考えられる。

図3に、強熱減量と有機物含有量(重カルメタル)の関係を示す。図中の回帰式は取水源別上水汚泥のものである。切片(有機物含有量=0)は9.5%で、微細粘土の強熱減量値10.1%(有機物含有量=0.7%)に近しい。つまり、上水汚泥に対しても重カルメタルによる有機物含有量が真の有機物量を示し仮定し、強熱減量が真の有機物による減量と微細粘土および Al(OH)₃ の脱水による減量の和と考えてみる。このとき、切片は有機物を含まない微細粘土の脱水による減量となり、この切片から45°の傾きをもつ直線は微細粘土および真の有機物による減量と考えられる。したがって、この直線と先に求めた回帰直線との差は Al(OH)₃ の脱水による減量分となる。図3より、有機物含有量が20%のとき Al(OH)₃ の脱水による強熱減量は約4%となり、これは全強熱減量(33.5%)の約12%に当たることになる。一方、全 Al₂O₃=30%とし、この中で凝集剤に由来する Al₂O₃ が18%(全 Al₂O₃ の60%)とする。つまり、Al(OH)₃ が強熱によって20~30%減量すれば Al(OH)₃ による強熱減量は2.8~4.1%となる。

注：土中の有機物の酸化分解率は、有機物の新鮮度、腐熟度、反応温度等によって変化すると示す。また土中の有機物中の平均炭素率も有機物を構成する有機化合物の存在割合によって変化するといわれている。【参考文献】2) 松田；水協誌、505号、P.17-20、1976

5 おわりに 凝集剤に由来して生成される水和アルミナ自身非常に脱水性が悪い(特に最終脱水率が低い)のもであり、凝集処理だけでは限り薬注量を抑えられれば、後の脱水処理の負担も軽減される。最後に、本実験を行うに当たり、専攻学生 戸谷君の協力を得た。ここに感謝の意を表す。

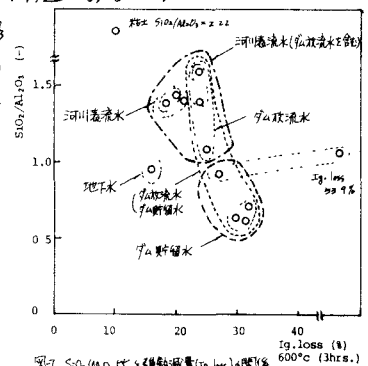


図2 SiO₂/Al₂O₃比と強熱減量(600°C 3hrs.)

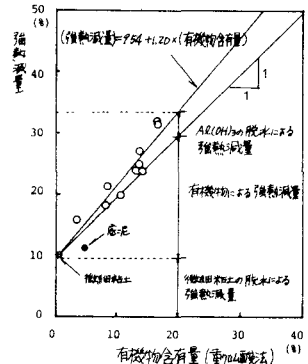


図3 強熱減量と有機物含有量の関係