

東北大学工学部 正員 ○ 後藤光範

" " 佐藤敦久

" 学生員 円谷秀夫

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 ($Al(OH)_3$) 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異なると大きく変化する。本報告は、上水汚泥の組成成分の中で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、仙台市近郊の7ヶ所の浄水場の上水汚泥 (85年8月、11月採取)、微細粘土 (青葉山粘土)、釜淵湖底泥、水和アルミナ ($Al(OH)_3$) および粉末活性炭である。

3. 実験方法 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付近に調整し水和物 ($Al(OH)_3$) を作成した。(i) この水和物を重力沈降させ、さらに (ii) 遠心分離したのち、(iii) 水浴上で蒸発乾固し、(iv) 乳鉢で微粉末とし200℃で10時間以上乾燥させ、分析試料とした。また、試薬の $Al(OH)_3$ 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 (iii) を除くして試料約1gを精秤し、電気炉中に入れ600℃まで50℃、900℃まで100℃ごとに段階的に温度を上昇させたときの強熱減量変化を測定した (強熱時間：1, 3時間)。実験Ⅲ：強熱温度を直接600℃にした場合の強熱減量を求めた (強熱時間：1, 3時間)。実験Ⅳ：土質試験法の有機物含有量試験 (重クロム酸法) を用いて有機物量を求め、強熱減量試験との比較を行なった。(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)

表-1 $Al(OH)_3$ の強熱減量変化

試料 No.	生成方法 (Al%)	濃度 (Al%)	熱成 時間	実験Ⅱ		
				450℃	600℃	900℃
1	試薬(特純)	—	—	33.4	35.2	34.3
2	バンド+NaOH	3240	約2年	32.8	35.5	34.8
3	バンド+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

表-2 強熱減量変化

試料	取水源	実験Ⅱ			実験Ⅲ
		450℃	600℃	900℃	600℃
上水汚泥A	河川凝集	19.59	22.05	24.40	19.36
		19.12	21.47	24.28	19.63
上水汚泥B	地下水	25.12	26.59	29.73	24.36
		22.40	24.36	27.73	24.24
上水汚泥C	地下水	30.82	33.17	36.27	30.41
		29.88	33.88	34.51	30.08
上水汚泥D	地下水	26.92	28.31	32.25	27.65
		25.23	26.73	30.66	26.50
上水汚泥E	地下水	16.83	17.64	20.06	15.36
		13.04	15.13	17.14	13.96
$Al(OH)_3$	バンド+NaOH	22.74	27.72	37.01	26.83
		22.24	28.14	36.92	28.97
青葉山粘土	管内	9.22	10.07	12.18	9.26
		7.98	10.09	11.66	9.15

(注) 上段は強熱時間1時間、下段は3時間

4. 実験結果および考察 実験Ⅰ：試薬の $Al(OH)_3$ を600℃で、30, 60, 180分強熱したときの減量はそれぞれ 35.9, 35.1, 35.2%であった。したがって、30分で試薬の $Al(OH)_3$ の強熱減量は平衡値を示した。また、表-1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に伴い減量が大くなり、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。これら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、いずれにしても $Al(OH)_3$ 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は、各強熱温度における強熱減量変化を示したものである。 $Al(OH)_3$ および青葉山粘土は250~300℃で大きく減量する。また、 $Al(OH)_3$ は600℃以上でも減量し、表-1とは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 (200℃未満での減量は粘土鉱物の吸着水の脱水、

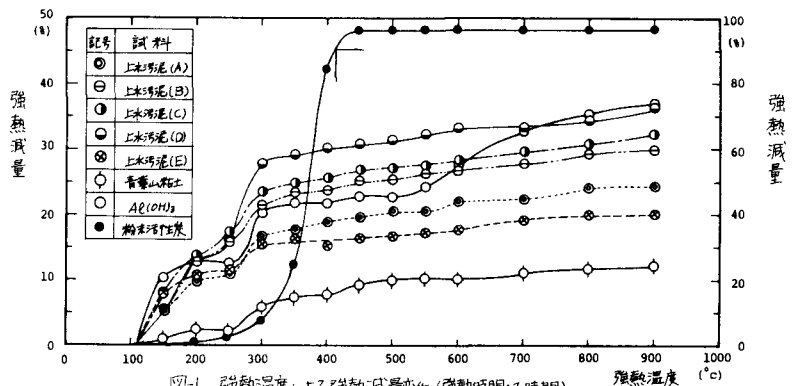


図-1 強熱温度による強熱減量変化 (強熱時間: 1時間)

揮発成分の燃焼による)。これらの実験結果から分けるとは十分な考察はできないが、強熱減量の変化パターンから上水汚泥の強熱減量が桑水中の微細粘土および凝集剤由来の $Al(OH)_3$ の脱水による影響を受けうるということが伺える。

一方、図-2, 3は、各温度間における強熱減量差 (DTG曲線) を示したもので、強熱時間はそれぞれ1, 3時間である。図-2の場合、110~150℃および250~300℃における減量が大きく、図-3の場合 (強熱時間: 3時間) では、250~300℃における減量ピークが図-2に比較して小さくなり、減量変化パターンも各試料によって異なってくる。しかし、表-2に示すように、この段階的に昇温したときの600℃における強熱減量値にはほとんど差がない。また、実験Ⅲで、直接600℃に昇温したときの強熱減量の値 (実験Ⅱよりも小さい値を示す) は、強熱時間が1および3時間の場合も大きな差はない。したがって、600℃での強熱減量はそれ以下の温度における減量パターンが変化しても値自体には大きな影響を及ぼさないと考えられる。

実験Ⅳ: 図-4に、強熱減量 (600℃, 3時間) と有機物含有量 (重704酸法) 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14.1% (有機物含有量=0.7%) に近い。いま、上水汚泥に対しても重クロム酸法による有機物含有量が真の有機物量を示すと仮定^{注)}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-4より、有機物含有量が20%のとき、 $Al(OH)_3$ 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。いま、上水汚泥の組成のうち、全 Al_2O_3 分が30%とし、このうち凝集剤に由来する Al_2O_3 が18% (全 Al_2O_3 の60%; 松田²⁾は、全 Al_2O_3 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) とする。こゝで、 $Al(OH)_3$ 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%となり、上述の算定値約4%とほぼ同じ値を示す。

5 おわりに 上水汚泥の強熱減量のうち、微細粘土による減量分がかなりの割合を占めると考えられる。また、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、但し温度が低く凝集剤の注入量が多い場合には凝集剤由来の Al_2O_3 分が多くなり、これに伴う $Al(OH)_3$ の脱水による強熱減量も多くなると考えられる。したがって、強熱減量が多い場合脱水性が要下するのは有機物の存在の他に、わずかの割合でも著しく脱水性が要下する凝集剤由来の水和アルミナ ($Al(OH)_3$) の存在をも加味する必要があると考える。

注) 土中の有機物の酸化分解率は、有機物の新鮮度、腐植度、反応温度等によって変化し、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。¹⁾

参考文献) 1) 土質試験法 (1970)。2) 松田他; 水協誌, 505号, p.17~20, 1976。

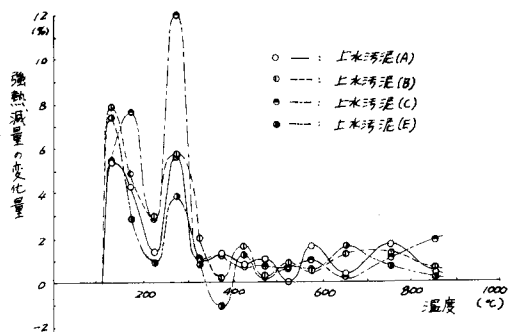


図-2 DTG曲線 (強熱時間: 1時間)

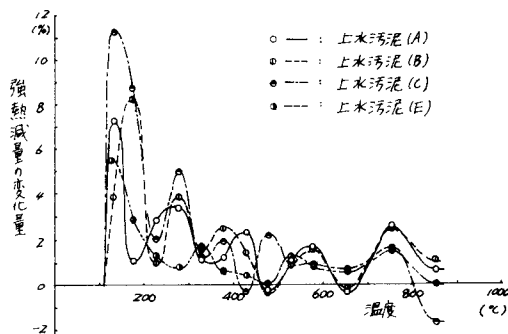


図-3 DTG曲線 (強熱時間: 3時間)

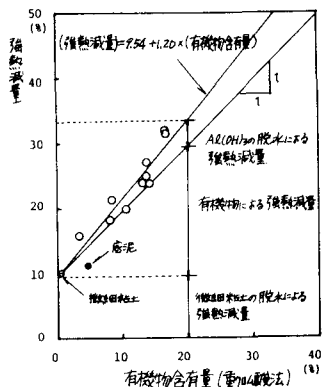


図-4 強熱減量と有機物含有量の関係