

京大 工学部

学生員 上田 誠一郎

正員 平岡 正勝

学生員 中村 一

1 はじめに 汚泥の脱水性改善のための前処理の一方式として熱処理法が注目されており、すでに多くの研究者によって、その有効性が報告されている。しかし、脱水脱離液の処理等まだ多くの問題が残っている。そこで、本報では、主として窒素成分とリンに着目して、固形物質の溶出挙動に関して、バッチ実験を行ない、若干の知見を得たので報告する。

2 実験内容および装置 今回の熱処理実験はオートクレーブによるバッチ実験であり、用いたオートクレーブは、容積12L、最高圧力200kg/cm²のバッチ式機械撹拌機付反応器である。熱処理条件を示したのが表-1である。オートクレーブ内に試料汚泥を800ml投入し、約3.6℃/minの速度で反応温度まで昇温し、所定時間保持した後、水道水で室温まで急冷した。好気性熱

表-1 熱処理条件

雰囲気	好気性	好気性、嫌気性	嫌気性	嫌気性
反応温度(℃)	140	160	180	200
保持時間(分)	0 15 30 45 60 90	0 15 30 45 60 90	0 15 30 45 60 90	0 15 30 45 60 90

処理の場合は、試料投入後、酸素ガスポンプを用いて、初期圧10kg/cm²まで加圧した後、同様の操作を行なった。分析項目は、TS・SS・VTS・VSS・全窒素・アンモニア性窒素・分離液TODおよびpHであり、窒素およびリンに関しては全濃度と溶解性濃度の両者を測定した。用いた試料汚泥は、T都市下水処理場の初沈・余剰混合濃縮汚泥であって、各実験系列によって、サンプリングした日が異なるためにその濃度は若干の変動があるが、その平均的な性状を示すとつぎのようである。TS:30000[mg/kg] SS:25000[mg/kg] VSS:18000[mg/kg] 全窒素:1500[mg/kg] 全リン:500[mg/kg]。試料汚泥の濃度変動は、データを解析する際に補正を行なった。

3 結果および考察 ① SSの挙動 汚泥を熱処理すると、SS→DSなる固形物質の溶出反応が起こるが、その反応は、高温、長時間、酸素の存在によって促進された。試料汚泥の初期固形物濃度の影響を補正するために、つぎのようにして(SS溶出率)を定義した。SS溶出率=(熱処理におけるSSの減少)/(試料汚泥のSS)×100(%)。各熱処理条件によるSS溶出率を示したのが表-2である。また、SS物質を揮発性部分(VSS)と不揮発性部分(FSS)とに分けて考えると、溶出に大きく寄与するのはVSSであり、FSSはあまり溶出しなことがわかった。② 窒素の挙動 熱処理の主反応は

表-2 SS溶出率(%)

反応時間(分)	0	15	30	45	60	90
反応温度						
嫌気 200℃	30.3	35.7	36.3	38.3	41.3	
嫌気 160℃	13.9	23.0	19.6	22.3	23.3	28.9
好気 160℃	20.2	26.5	28.8	29.3	36.6	37.7

、汚泥中のタンパク質に熱変性を与え、親水性コロイドを破壊することにあると考えられることが多く、固相のタンパク質は液相に溶出して、アミノ酸に加水分解され、さらにアンモニアまで分解されると言われている。これらのことより、窒素成分の挙動に注目してみると重要と思われる。ここでは、汚泥中の窒素を固相の有機性窒素(SS-OrganicN)、液相の有機性窒素(D-OrganicN)、液相のアンモニア性窒素(D-NH₃N)の3成分に分けて考えてみた。ここでも、試料汚泥の初期濃度の影響を補正するために、各々の3成分の値を固液混合汚泥の全窒素濃度(T-N)で除して、無次元数として表わした。X=(SS-OrganicN)/(T-N)

Y=(D-OrganicN)/(T-N) Z=(D-NH₃N)/(T-N) の3成分について、各熱処理条件においてプロットしたのが図-1である。熱処理反応による窒素の溶出傾向は非常に顕著であり、高温、長時間、酸素の存在によって促進された。嫌気性200℃、60分および好気性160℃、90分においては、汚泥の全窒素の80%以上が溶解性となっている。図-1に見られるように、主としてタンパク質を構成していると思われる固相の有機性窒素の減

少部介が液相に溶出しているが、液相においては、有機態のまま存在するものが多く、一部、アンモニア態にまで無機化される。アンモニア性窒素の増加傾向も、高温、長時間、酸素の存在によって促進され、特に、酸素の存在による影響が大きい。③リンの挙動 リンについても、試料汚での初期濃度の影響を補正するために、液相の全リン濃度(DP)を固液混合汚での全リン濃度(TP)で除して、無次元化したデータを用いた。DP/TPの値を各反応条件に対してプロットしたものが図-2である。図-2に見られるように、嫌気性熱処理においては、全温、短時間で多くのリンが溶出した。また、酸素の存在によってリンの溶出傾向は増大し、好気性熱処理においては、高温で多くのリンが溶出した。全般に、リンの溶出に対する時間の影響は小さいようである。好気性熱処理に関しては、筆者の得た結果と逆の報告もあり、また、ジンアロにおいてもリンは溶出しなという報告もあるが、いずれにしても、リンは熱処理反応に対して比較的安定であるといえ、今回の実験においては、好気性160℃、90分において溶解性全リンの最大値が検出されたが、固相中のリンの15%が溶出したにすぎなかった。④分離液TODおよびpHについて TODおよびpHについては、適当なデータの補正がなえなかったために、試料汚での違いによる若干のデータのバラツキが見られた。好気性熱処理について、分離液TODおよびpHを示したのが表-3である。TODの増加およびpHの減少は、高温、長時間、酸素の存在によって促進された。また、分離液TOD、DS、溶解性有機性窒素の間には、強い相関関係があることがわかったが、最小自乗法によりつぎのような線型関係を得た。

$$[TOD] = 1.843 [DS] - 80 \quad (\text{mg/l})$$

$$[D-\text{OrgN}] = 0.05568 [TOD] + 4.45 \quad (\text{mg/l})$$

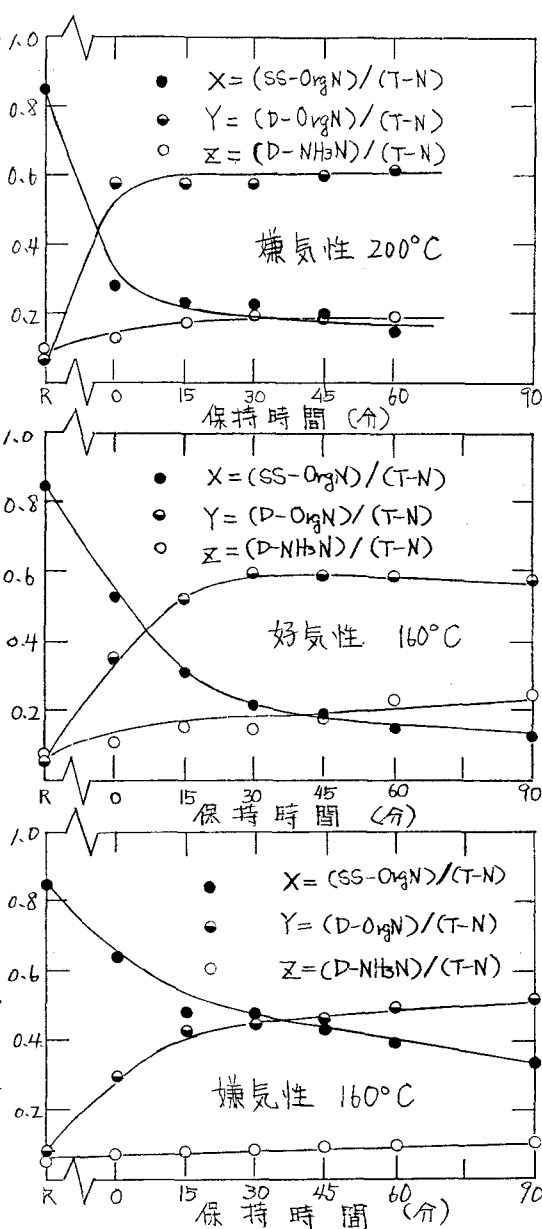


図-1 窒素の挙動

表-3 好気性 160°C における分離液 TOD および pH

反応時間 (分)	試料汚	0	15	30	45	60	90
TOD	3200	10400	14000	15500	16400	17500	16900
pH	6.47	4.94	4.53	4.33	4.33	4.24	4.33

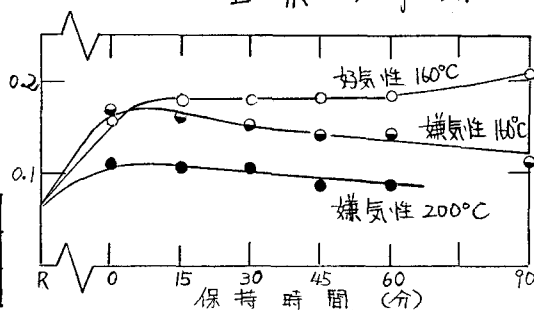


図-2 リンの挙動