

II-480

都市下水の嫌気性生物処理

(I) 流動汚泥床による下水の有機成分別分解

明星大学理工学部 学員 ○市川 勉
明星大学理工学部 学員 鈴木 敦
明星大学理工学部 正員 田中 修三

1. はじめに

下水中にはさまざまな有機物が含まれており、生物処理を行う上で各成分の分解特性を知ることが処理効率を高めるためにも重要である。下水の嫌気性処理においては現在のところCOD除去率で70%程度が上限であるように思われ、残存有機物の分解特性を知ることが効率向上の第一歩になると考える。本研究では、汚泥を循環流で流動化させる無担体の流動床型反応器（以下、流動汚泥床と呼ぶ）を用いて都市下水の有機成分別分解を調べ、合わせて本法の処理特性について検討した。

2. 実験方法

本実験で用いた流動汚泥床は図1に示すような反応部935ml、気・液・固の分離を行う沈殿部375ml（内110mlは気相部）の上向流型カラムで、担体を入れることなく反応部の混合液を循環させ、汚泥を流動状態に保っている。循環流量は汚泥の流動化と流出防止の両面から120ml/分に設定した。なお、反応槽全体にヒータリングテープをコイル状に巻き、槽内温度を37℃に固定した。

処理対象とした下水はA下水処理場の分流区域内最初沈殿池流出水であり、工場排水をほとんど含まない都市下水である。種汚泥としては、同処理場の消化汚泥を種として全乳で連続培養している汚泥（約4,000mgvss/l）を300ml植種した。実験はまず約48hrのHRTで数週間下水を通過した後、HRTを24, 18, 12, 8hrに設定して、各HRTでの流入下水と処理水の水質分析を行った。分析項目と方法は表1に示した通りである。

3. 結果と考察

3.1 都市下水（初沈流出水）の性状

実験を行ったのは8月～3月の約8ヶ月の間であり、下水水質にも季節変動が見られたので、夏期（8～10月）と冬期（12～2月）に分けて表1の分析値を平均して整理したのが図2である。図中の各成分は全てCOD濃度に換算して割合を出しており、リグニンとタンニン以外は全てT-CODである。まず、冬期のT-CODは夏期の約1.5倍の濃度であり、そのうち固形性COD（P-COD）の占める割合はそれぞれ50%と62%であった。各有機成分のうち蛋白質、炭水化物、脂質が多く、それらの全体に占める割合は夏期の方が高いが、濃度としてはさほど違っていない。一方、表1の分析で明らかにできなかった不明物質濃度は冬期が夏期の約2倍であり、全体の約

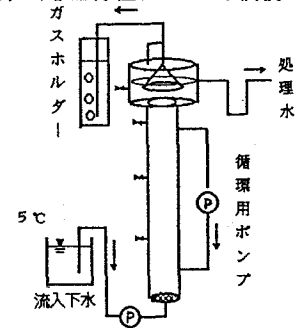


図1 流動汚泥床

表1 分析項目と方法

項目	方法
炭水化物	フェノール硫酸法
蛋白質	TCA沈殿後Lowry法
脂質	エーテル抽出後CODcr分析
臨イオン界面活性剤	メチレンブルー法
フミン酸類	吸光度法
リグニン	ニトロソニグニン法
タンニン	リゾビウム・タンニン・リゾビウム・タンニン酸塩法
揮発酸	ガスクロマトグラフ法（FID）
ガス組成	ガスクロマトグラフ法（TCD）
CODcr, SS, その他	下水試験方法

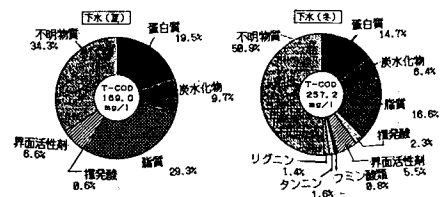


図2 都市下水の有機物組成

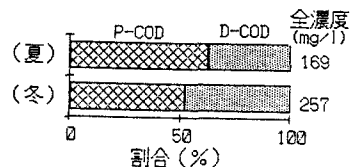


図3 都市下水COD成分の固形分と溶解分

50%を占めていた。

3.2 処理結果

各HRTでの処理結果は表2に示した通りだが、本実験期間は12月～3月であったので流入下水の性状としては前述の冬期に相当する。処理水質としてはHRT24～12hrの間は安定していたが、HRT8hrになると急に水質の悪化がみられた。処理水中の有機物のうち約70%は溶解性COD(DOCとしては約80%)であり、これらは難分解性物質である可能性があるが、後述するようにそのほとんどは不明物質であった。図4はCOD容積負荷に対するCOD除去速度とVFA生成速度およびVFAからのメタン生成速度として、各分析値をプロットしたものである。図中の直線は傾き($\bar{V}/\bar{X}$)を持つ原点を通る回帰式であり、それぞれの傾きがCOD除去率、CODからVFAへの転換率およびVFAからメタンへの転換率を表す。本処理法での下水のCOD除去率は約50%、VFAの転換率は約9%であり、生成されたVFAの約90%はメタンに転換していることがわかる。

3.3 有機物の成分別分解

本法によるHRT18hrでの処理結果を各有機成分別に示したのが図5である。但し比較のためにA下水処理場での標準活性汚泥法による終沈流出水の水質も合わせて示した。本法の蛋白質、炭水化物、脂質の分解能は高いが、界面活性剤と不明物質の分解能は活性汚泥法に比べてかなり低い。微量物質であるフミン酸類、タンニン、リグニンはほとんど分解されておらず、活性汚泥法でも約50%の除去に留まっている。また、処理水CODの大部分が溶解性であるが、そのほとんどは不明物質に相当するものである。

図6は蛋白質、炭水化物、脂質、についてそれぞれの負荷と分解速度の関係を示したもので、図中の直線の傾きが分解率を表している。それぞれの分解率は蛋白質が65%、炭水化物が69%、脂質が81%、界面活性剤が27%であり、脂質の分解率が高く、界面活性剤の分解率が低いのが特徴である。別途行った上向流汚床による下水処理においても界面活性剤の除去率は低く、これは下水の嫌気性処理の一般的特徴であるかもしれない。

4. おわりに

流動汚泥床による下水中CODの除去率は約50%であり蛋白質、炭水化物、脂質の除去能は高いものの、陰イオン界面活性剤や不明物質の除去は不十分であった。今後、不明物質の正体を明らかにし、界面活性剤とともにこれらの物質の除去率を向上させる方策を検討する必要がある。

表2 流入下水と処理水の平均水質

項目	流入下水				流動汚泥床			
	HRT (hr)	24	18	12	8	24	18	12
T-COD (mg/l)		272	242	265	255	120	111	133
D-COD (mg/l)		132	116	133	124	86	85	79
DOC (mg/l)		99	82	80	71	48	44	46
BOD (mg/l)		53	41	46	35	40	37	39
SS (mg/l)		125	110	84	107	18	16	26
透明度 (cm)		4.7	5.8	5.0	5.5	23	25	18

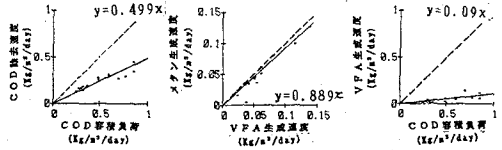


図4 COD除去とVFA・メタン生成の速度 (mgCOD/l)

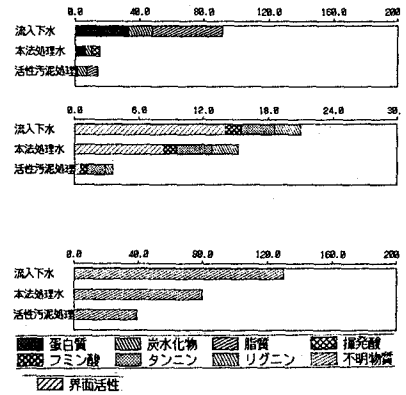


図5 有機物の成分別分解 (HRT18h)

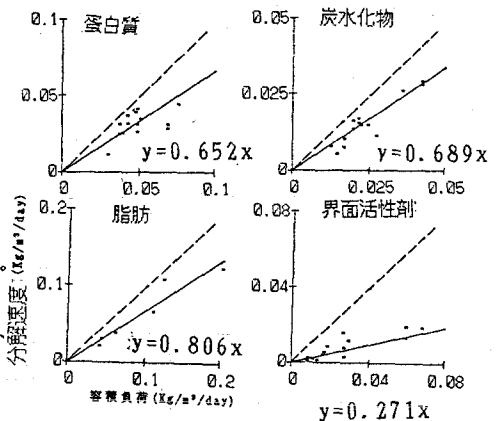


図6 各有機成分の負荷と分解速度の関係