

東北大学工学部 正会員 野池達也
 同上 正会員 遠藤厚巳
 新日鉄 野村幸弘

1. はじめに

現在、我国の公共下水道普及率は約30%であり、国民が排泄するし尿の大半がし尿処理施設およびし尿浄化槽により衛生的に処理されている実情であるが、し尿浄化槽から排出される汚泥もまた、し尿処理施設で処理されなければならず、し尿処理施設が生活環境の保全と向上、特に公共用水域の水質保全に果たす役割は大きい。本調査は、現在、主要な処理方式

である嫌気性消化方式のし尿処理場の嫌気性消化槽が設計諸元に対してどのような運転状況にあるかについて実態を知り、機能向上のための知見を得るために行ったものである。

2. 調査方法 調査の対象としたF衛生処理場は、汲取し尿：

121,739人、し尿浄化槽：61,815人の処理対象人口を有している。本施設は約3年前に運転開始されたもので、運転管理は熱心に行われており、過去の運転記録も明細に残されている。調査期間は1980年4月～1981年3月までの1年間とし、回数は月に1回で毎月の下旬に行った。水質および消化ガス組成の分析のための試料採取位置を図-1のF衛生処理場フローシートに番号で記した。No.①～No.⑤までの採取試料について次のように分析試験を行った。No.①(除渣後、消化槽への投入し尿)、No.②(第1槽消化液)およびNo.③(第2槽脱離液)：水温、pH、COD_{Mn}、Cr、BOD、揮発性有機酸(VFA)、アルカリ度、蒸発残留物(TS)、強熱減量(VS)、NH₃-N、アルブミンノイド性窒素、――下水試験方法、Standard Method、No.④およびNo.⑤(第1槽および第2槽消化ガス)：CH₄、CO₂、――ガスクロマトグラフィー。

3. 調査結果 表-1にF衛生処理場の設計諸元および調査期間における運転状況を対照して示した。消化温度は省エネルギー対策のために設計値(37℃)より、2～4℃低下させて運転されていた。調査期間中、消化汚泥の抽出量は2～3ヶ月間隔で1回当たり70～100m³程

表-1 F衛生処理場嫌気性消化槽の設計諸元および運転状況

(1) 処理方式 および 投入し尿量 (kg/日)				(2) 運転開始年月		
嫌気性消化方式・200 kg/日				1977年7月		
(3) 嫌気性消化槽						
容 量 (m ³)		攪拌方式	加温方式	消化温度(℃)		ガス発生量 (m ³ /日)
第1槽 3000	第2槽 3000	攪拌機	蒸気加熱	第1槽	第2槽	
				37.0	37.0	
				消化汚泥抽出量 (m ³ /日)		脱脂液量 (m ³ /日)
				Q × 8		Q × 0.15
						Q × 0.9

運 転 状 況 (1980.4 ～ 1981.3 までの平均)						
3000	3000	第1槽 8hr/日	蒸気加熱	33.6	33.7	—
						—
						投入量にほぼ同じ

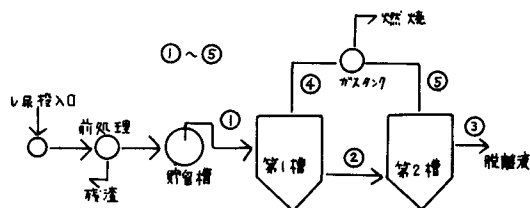


図-1 F衛生処理場の嫌気性消化方式フローシート

表-2 消化槽への月別平均1日当りの投入量

月 日	稼働日数	消化槽への投入し尿量	
		全日数1日当り	し尿浄化槽汚泥混入割合
1980年 4月 25日	25日	190.7%	6.01%
5月 26日	26日	195.7%	9.03%
6月 25日	25日	204.2%	12.92%
7月 26日	26日	216.1%	11.84%
8月 25日	25日	218.6%	13.42%
9月 24日	24日	194.9%	8.85%
10月 26日	26日	189.2%	10.34%
11月 23日	23日	165.5%	9.74%
12月 26日	26日	205.1%	10.35%
1981年 1月 21日	21日	158.6%	7.09%
2月 23日	23日	185.9%	10.45%
3月 25日	25日	177.5%	12.16%
平均	—	191.8%	10.18%

であり、設計値に比べ極度に少ない。貯留槽から消化槽への投入時間は約2日/日であるが、攪拌時間は第1槽で8日/日、第2槽で約3日/日とかなり長時間行われている。また、し尿の投入は日曜日・祝日に休止している。表-2に1980年4月～1981年3月までの消化槽への月別平均1日当りの投入量を示した。これによれば、投入量の月間変動が示されており、7・8・12月が比較的多く、11・1・3月に少ない傾向である。

し尿浄化槽汚泥の数量は搬入者（バキュームカー）による報告であるために正確に求められなかったが、し尿浄化槽汚泥量の変化は投入し尿量の変化とほぼ対応している。投入し尿量は貯留槽から第1槽消化槽に投入される際、流量計で測定される。設計投入量に対する1ヶ年間の稼働日数1日当りの平均投入量は237.1%と、やや過剰投入気味であるが、全日数1日当りの平均投入量に直すと191.8%となり、設計値にほぼ近いことが知られる。投入し尿量に対するし尿浄化槽汚泥量は6.0～13.4%であり、消化槽の運転状況に支障をもたらすと報告されている値（30～40%）以下である。図-2に投入し尿1m³当りの第1槽および第2槽消化槽のガス発生量の月別平均値および投入し尿のVS値を折線で示した。ガスメータの故障で、6月および1月のガス発生量は測定出来なかった。これによれば、調査期間中の投入し尿1m³当りのガス発生量は平均14.7m³であり、ガス発生量と投入し尿のVSに相関関係が見られる。図-3および表-3に採取した試料についての水質および消化ガス組成の分析結果を平均値で示した。これによれば、投入し尿のBODに対する第1槽消化液のBODは74.9%、第2槽脱離液のBODは23.8%となり、段階的に減少が進行していることが知られる。COD_{Mn}・VFA・VS/TSについても同様な減少傾向が認められる。消化槽の運転が正常に行われている場合、消化槽のVFAは第1槽で1,000～1,500mg/l、第2槽で100～500mg/lであると言われているが、本消化槽は正常なVFAの値を示した。第1槽のVFAが第2槽のVFAより高い値を示しているのは、重炭酸塩の緩衝作用に相違を生じて消化ガス中のCO₂含有割合に相違が示され、第1槽および第2槽消化ガス組成を比較すると、第1槽：CH₄/CO₂=2.00に対して第2槽：CH₄/CO₂=2.37である。第1槽液および第2槽液のアンモニア性窒素が投入し尿より高い値を示すのは、両槽内において、し尿中のタンパク性窒素が徐々に分解したためであると考えられる。4. おわりに 本施設の消化温度は省エネルギー対策のために設計値より2～4℃低目で運転されているが、処理成績には影響が示されなかった。また、消化槽の攪拌時間は第1槽で8日/日、第2槽で約3日/日行っており、特に第2槽内におけるスカム発生の防止対策を行い、運転管理面での工夫が見られた。

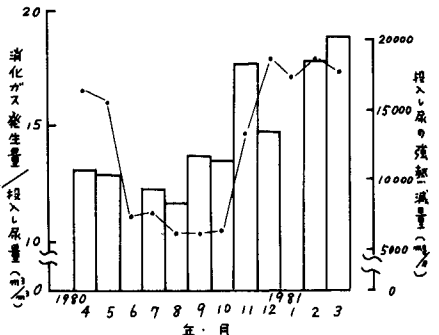


図-2 月別平均の消化ガス発生比および投入し尿のVS

以下である。図-2に投入し尿1m³当りの第1槽および第2槽消化槽のガス発生量の月別平均値および投入し尿のVS値を折線で示した。ガスメータの故障で、6月および1月のガス発生量は測定出来なかった。これによれば、調査期間中の投入し尿1m³当りのガス発生量は平均14.7m³であり、ガス発生量と投入し尿のVSに相関関係が見られる。図-3および表-3に採取した試料についての水質および消化ガス組成の分析結果を平均値で示した。これによれば、投入し尿のBODに対する第1槽消化液のBODは74.9%、第2槽脱離液のBODは23.8%となり、段階的に減少が進行していることが知られる。COD_{Mn}・VFA・VS/TSについても同様な減少傾向が認められる。消化槽の運転が正常に行われている場合、消化槽のVFAは第1槽で1,000～1,500mg/l、第2槽で100～500mg/lであると言われているが、本消化槽は正常なVFAの値を示した。第1槽のVFAが第2槽のVFAより高い値を示しているのは、重炭酸塩の緩衝作用に相違を生じて消化ガス中のCO₂含有割合に相違が示され、第1槽および第2槽消化ガス組成を比較すると、第1槽：CH₄/CO₂=2.00に対して第2槽：CH₄/CO₂=2.37である。第1槽液および第2槽液のアンモニア性窒素が投入し尿より高い値を示すのは、両槽内において、し尿中のタンパク性窒素が徐々に分解したためであると考えられる。4. おわりに 本施設の消化温度は省エネルギー対策のために設計値より2～4℃低目で運転されているが、処理成績には影響が示されなかった。また、消化槽の攪拌時間は第1槽で8日/日、第2槽で約3日/日行っており、特に第2槽内におけるスカム発生の防止対策を行い、運転管理面での工夫が見られた。

1980.4～1981.3の平均			
COD _{Mn}	投入し尿	100 %	5 723 %
	第1槽消化液	69.1	3 952
	第2槽脱離液	39.2	2 244
BOD	投入し尿	100 %	8 578 %
	第1槽消化液	54.2	4 648
	第2槽脱離液	17.9	1 538
VFA	投入し尿	100 %	3 429 %
	第1槽消化液	47.7	1 637
	第2槽脱離液	10.1	346
NH ₃ -N	投入し尿	100 %	2 469 %
	第1槽消化液	89.5	2 209
	第2槽脱離液	105.0	2 593
TS/VS	投入し尿	100 %	59.7 %
	第1槽消化液	80.5	49.1
	第2槽脱離液	61.2	37.3
Turbidity	投入し尿	100 %	7 981 %
	第1槽消化液	128.7	10 269
	第2槽脱離液	138.2	11 033

図-3 し尿の嫌気性消化における性状変化

表-3 第1槽および第2槽消化ガスの組成

ガス組成	第1槽消化ガスの組成割合 (1980.4～1981.3)		第2槽消化ガスの組成割合 (1980.4～1981.3)	
	平均	範囲	平均	範囲
CH ₄ (%)	63.3	72.6～54.4	66.6	73.6～57.6
CO ₂ (%)	31.6	42.2～23.9	28.1	38.3～22.9
Air (%)	5.7	16.6～2.1	4.3	13.8～0.5

と、第1槽：CH₄/CO₂=2.00に対して第2槽：CH₄/CO₂=2.37である。第1槽液および第2槽液のアンモニア性窒素が投入し尿より高い値を示すのは、両槽内において、し尿中のタンパク性窒素が徐々に分解したためであると考えられる。4. おわりに 本施設の消化温度は省エネルギー対策のために設計値より2～4℃低目で運転されているが、処理成績には影響が示されなかった。また、消化槽の攪拌時間は第1槽で8日/日、第2槽で約3日/日行っており、特に第2槽内におけるスカム発生の防止対策を行い、運転管理面での工夫が見られた。

謝辞：本調査に対して多大な御協力を下さいました下衛生処理場の皆様に感謝いたします。