

「研究報告」

## し尿処理施設等における処理水中の臭気について

Notes on order of the effluent from night soil treatment plants

植 田 千 秋\*      印 藤   彰\*\*

Chiaki UEDA and Akira INTOU

### 1. はじめに

し尿処理施設は、典型7公害のうち騒音とともにつねに苦情の上位を占める臭気の発生施設として位置づけられている。施設設置状況からみると臭気対策が不十分な施設が数多く見られ、悪臭発生施設とのイメージは払拭できないでいる。

しかし、近年は周辺環境の保全、作業環境の改善等の観点から臭気の漏洩防止、効率的な捕集、および脱臭技術の向上等が飛躍的に進み、施設周辺において臭気による苦情が発生しない程度にまで改善されている。

かかる状況のなかで悪臭防止法が改正され、大気中の悪臭物質に加えて排水中においても硫化水素、メチルメルカプタン、硫化メチルおよび二硫化メチルの4物質が規制対象となり、し尿処理施設においても平成7年4月1日より適用を受けることになった。

これまで、し尿処理施設からの排気中の臭気については数多くの調査事例があり、発生源、物質濃度、脱臭装置での除去効果等が知られているが、今回、規制対象となった排水中の臭気の物質濃度については、ほとんど知られていないのが現状である。

そこで、し尿処理施設並びにコミュニティ・プラント（以下、コミプラと称す）での排水中の臭気測定を行い、排出状況を把握するとともに、希釈倍数、処理水質等との関係について若干の知見を得たので報告する。

### 2. 調査対象施設

調査施設は、し尿処理施設とコミプラを対象に、それぞれ21施設、3施設の合計24施設である。このうち、し尿処理施設の処理方式は嫌気性消化・活性汚泥法処理方式（以下、嫌気性処理と称す）、好気性消化・活性汚泥法処理方式（同、好気性処理と称す）、生物学的脱窒素処理方式〔標準脱窒素処理方式（同、標準脱窒素処理と称す）、高負荷脱窒素処理方式（同、高負荷処理と称す）、膜分離処理方式〕の3方式5種類であり、コミプラは全て長時間曝気方式である。

し尿処理施設の処理方式別施設数及び高度処理設備の内容を表-1、各施設の処理工程の概要を図-1に示す。

表-1 調査施設の施設数及び高度処理の内容

処 理 方 式	調査施設数	主処理水	高度処理設備の内容		
			凝集分離	オゾン処理	活性炭処理
嫌気性消化・活性汚泥法処理	5	5	3	1	—
好気性消化・活性汚泥法処理	4	4	3	1	—
標準脱窒素処理	5	5	5	4	1
高負荷脱窒素処理	4	4	—	1	2
膜分離処理	3	3	2	—	2
コミュニティ・プラント	3	3	—	—	—

\* (財)日本環境衛生センター 西日本支局 環境科学部  
Department of Environmental Science, West Branch,  
Japan Environmental Sanitation Center

\*\* (財)日本環境衛生センター 西日本支局 環境工学部  
Department of Environmental Engineering, West Branch,  
Japan Environmental Sanitation Center

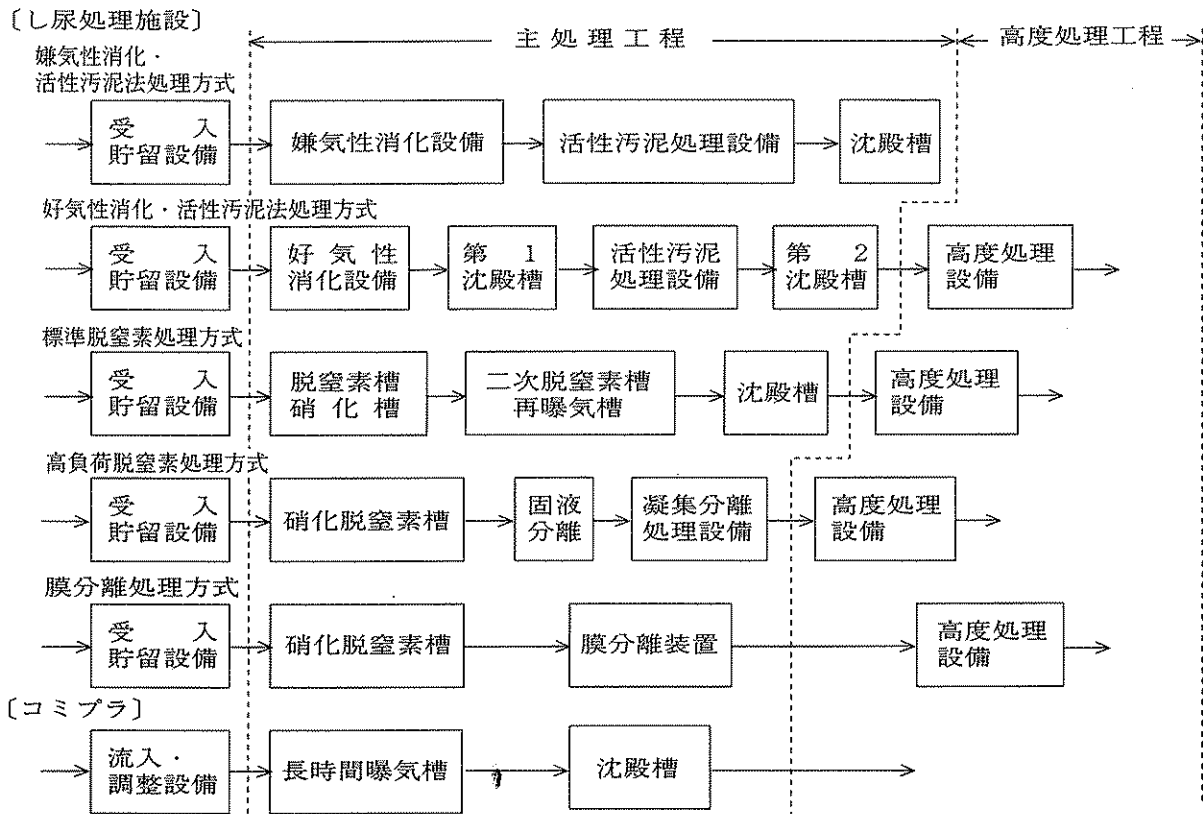


図-1 調査施設の処理工程

3. 調査内容及び測定方法

1) 調査内容

調査内容は、し尿処理施設等の処理工程水（主処理水、高度処理水）を採取し、排水中の硫黄化合物（4物質）の測定を行った。また、別に処理水

の水質状況を把握する目的でCOD<sub>Mn</sub>、NH<sub>4</sub>-N及びよう素消費量を選び合わせて分析を行った。

なお、調査期間は、平成6年8月から9月中旬である。

2) 排水中の規制対象物質の特性

臭気物質の理化学的性状を表-2に示す。

表-2 臭気物質の性状

物質名	化学式	分子量	比重	融点℃	沸点℃	水溶性
メチルメルカプタン	CH <sub>3</sub> SH	48.11	0.896	-121	6	微溶
硫化水素	H <sub>2</sub> S	34.08	—	-82.9	-60.4	水100gに473g
硫化メチル	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	62.14	0.845	-83.2	37.5	不溶
二硫化メチル	(CH <sub>3</sub> )SS(CH <sub>3</sub> )	94.20	1.057	液	116~8	—

3) 臭気物質及び指標項目の測定方法

(1) 臭気物質

臭気物質の測定方法は平成6年環境庁告示第39号（分析フロー：図-2）により行った。

(2) 指標項目

処理水の指標項目の測定は表-3に示す方法で行った。

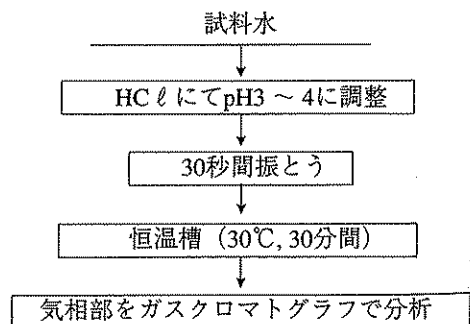


図-2 硫黄化合物分析フロー

表-3 指標項目の測定方法

指標項目	測定方法
COD <sub>Mn</sub>	JIS K-0102.17
NH <sub>4</sub> -N	下水試験法, 第22節 3
よう素消費量	下水試験法, 第32節

4. 調査結果及び考察

1) 処理水中の臭気

し尿処理施設、コミプラの処理水中の臭気測定結果を表-4に示す。表-4よりし尿処理施設の主

処理水中の悪臭物質の検出頻度はH<sub>2</sub>S 24%、DMS 10%であり、MM及びDMDSは検出されない。検出濃度はH<sub>2</sub>S 0.0006~0.0019mg/l、DMS 0.004mg/lであり、いずれも規制基準値以下(排水量0.1m<sup>3</sup>/秒以上、臭気強度2.5、以下同様)である。又、高度処理水に関しては凝集分離処理設備のみの施設において検出限界付近のレベルのDMSが検出される事例が1例あるが、他の悪臭物質は検出されない。コミプラ処理水では悪臭物質の4項目とも検出されない状況である。

表-4 し尿処理施設、コミプラの処理水の臭気

処理水名	総数	臭気の検出件数及び検出濃度							
		MM (メチルメルカプタン)		H <sub>2</sub> S (硫化水素)		DMS (硫化メチル)		DMDS (二硫化メチル)	
		検出数	検出濃度	検出数	検出濃度	検出数	検出濃度	検出数	検出濃度
し尿主処理水	21	0	—	5	0.0006~0.0019	2	0.004	0	—
し尿高度処理水	16	0	—	0	—	1	0.003	0	—
コミプラ処理水	3	0	—	0	—	0	—	0	—
規制基準値			0.001		0.005		0.01		0.03

\*1 検出濃度単位: mg/l

\*2 検出限界 MM:0.001mg/l > H<sub>2</sub>S:0.0005mg/l > DMS:0.002mg/l > DMDS:0.01mg/l >

\*3 規制基準値は水量0.1m<sup>3</sup>/s以上、臭気強度2.5に対応する数値

\*4 し尿主処理水はし尿処理施設の主処理工程処理水、又、し尿高度処理水は凝集分離処理  
オゾン酸化処理、ろ過処理、活性炭処理の単独又は複数の組合せによる処理水

2) し尿処理施設の処理方式別処理水の臭気

処理方式別の主処理水の臭気は表-5に示すとおりであり、H<sub>2</sub>Sの検出頻度は嫌気性処理20%、好気性処理不検出、標準脱窒処理20%、高負荷処理25%、膜分離処理67%であり、また、DMSの検出頻度は高負荷処理のみで50%となっている。し尿

処理施設の処理方式ごとの希釈倍数は一般的に嫌気性処理及び好気性処理20倍、標準脱窒処理10倍、高負荷処理及び膜分離処理3倍以下と言われており、表-4の結果から処理水中の臭気は希釈倍数との係わりが深く、低希釈方式ほど発生しやすい条件にあるものと考えられる。

表-5 し尿処理施設の処理方式別処理水(主処理水)の臭気

処理水名	総数	臭気の検出件数及び検出濃度							
		MM (メチルメルカプタン)		H <sub>2</sub> S (硫化水素)		DMS (硫化メチル)		DMDS (二硫化メチル)	
		検出数	検出濃度	検出数	検出濃度	検出数	検出濃度	検出数	検出濃度
嫌気性消化	5	0	—	1	0.0014	0	—	0	—
好気性消化	4	0	—	0	—	0	—	0	—
標準脱窒素	5	0	—	1	0.0006	0	—	0	—
高負荷脱窒素	4	0	—	1	0.0009	2	0.004	0	—
膜分離脱窒素	3	0	—	2	0.001~0.0019	0	—	0	—
全方式	21	0	—	5	0.0006~0.0019	2	0.004	0	—

\*1 検出濃度単位: mg/l

\*2 検出限界 MM:0.001 > H<sub>2</sub>S:0.0005 > DMS:0.002 > DMDS:0.01 >

3) 低希釈処理方式における工程別処理水の臭気

表-5の結果から、低希釈処理方式の代表である高負荷処理、膜分離処理について工程別に臭気測定を行った結果を表-6に示す。生物処理水は膜分離方式では主処理水と同一であるため、表-4に示すとおりH<sub>2</sub>Sのみの検出例があるが、検出濃度は規制基準値以下である。また、高負荷処理方式の生物処理水は主処理工程の中間処理的な位置づけとなっており、悪臭4物質のうちMM（検出頻度

33%）、H<sub>2</sub>S（同33%）、DMS（同66%）の3物質が検出され、濃度も基準値を上回る結果となっている。しかし、これらの悪臭物質は凝集分離処理を受けた主処理水では濃度的には基準値以下となっている。また、両方式とも放流までに活性炭吸着処理等の高度処理が行われており、主処理水中に検出されたH<sub>2</sub>S、DMSは高度処理過程で全て除去されている。

表-6 高負荷・膜分離処理施設の工程別処理水の臭気

処理水名		総数	臭気の検出件数及び検出濃度							
			MM (メチルメルカプタン)		H <sub>2</sub> S (硫化水素)		DMS (硫化メチル)		DMDS (二硫化メチル)	
			検出数	検出濃度	検出数	検出濃度	検出数	検出濃度	検出数	検出濃度
主処理	高負荷	3	1	0.009	1	0.078	2	0.012~0.023	0	—
	膜分離	3	0	—	2	0.001~0.0019	0	—	0	—
凝集分離	高負荷	3	0	—	1	0.0009	2	0.004	0	—
	膜分離	2	0	—	0	—	0	—	0	—
オゾン処理水		1	0	—	0	—	0	—	0	—
活性炭処理水		4	0	—	0	—	0	—	0	—

\*1 検出濃度単位：mg/l

\*2 検出限界 MM:0.001mg/l > H<sub>2</sub>S:0.0005mg/l > DMS:0.002mg/l > DMDS:0.01mg/l >

4) 投入し尿の希釈倍数と臭気物質濃度との関係

し尿処理施設の処理方式別調査結果から排水中の臭気は希釈倍数との係わりが深いことが推測されるため、投入し尿を用いて希釈倍数と悪臭物質（MM, H<sub>2</sub>S）の濃度の関係を調べた。その結果は表-7、図-3に示すとおりであり、悪臭物質の検出濃度は投入し尿の希釈倍数の対数値と反比例する形で減少傾向を示し、希釈のみでも30倍程度の

希釈倍数では基準値を満足するものと考えられる。

表-7 投入し尿の希釈倍数と臭気物質濃度との関係

希釈倍数	検出濃度 (mg/l)	
	MM	H <sub>2</sub> S
5	0.014	0.054
10	0.008	0.018
30	—	0.0029

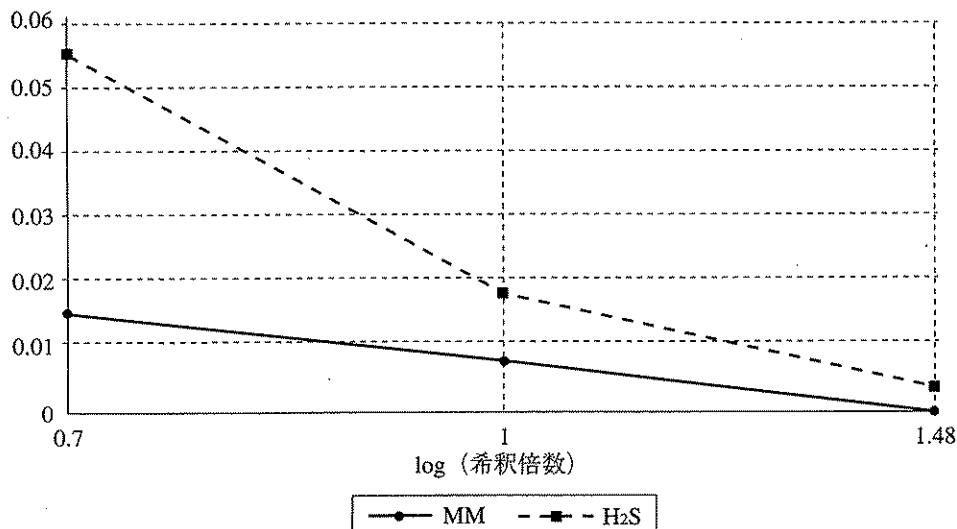


図-3 投入し尿の希釈倍数と臭気物質の関係

5) 処理水質とH<sub>2</sub>Sの関係

臭気物質のうち検出頻度が最も高いH<sub>2</sub>Sの検出濃度と処理水質指標としてのCOD<sub>Mn</sub>、NH<sub>4</sub>-N、ヨウ素

消費量の測定結果を表-8に示す。表-8よりH<sub>2</sub>Sと水質指標項目の関係を一次回帰式で表したのが表-9であり、各項目とも相関は特に認められない。

表-8 水質指標項目測定結果

処理方式	処理水の区分	COD <sub>Mn</sub>	NH <sub>4</sub> -N	ヨウ素消費量	H <sub>2</sub> S
嫌気性処理	主処理水	90	160	39	0.0014
標準脱窒素	主処理水	89	1	9	0.0006
高負荷	主処理水	200	3	15	0.0009
高負荷	主処理水	430	12	36	0.0078
高負荷	主処理水	160	300	46	0.004
高負荷	生物処理水	380	320	110	0.012
膜分離	主処理水	140	3	26	0.0019
膜分離	主処理水	750	9	120	0.001

単位：mg/ℓ

表-9 指標項目と硫化水素の検出結果との関係

X	Y	試料数	回 帰 式	相関係数
COD <sub>Mn</sub>	硫化水素	8	$Y=4.49 \times 10^{\wedge} (-6) \times X+2.44 \times 10^{\wedge} (-3)$	0.2491
ヨウ素消費量	硫化水素	8	$Y=4.42 \times 10^{\wedge} (-5) \times X+1.49 \times 10^{\wedge} (-3)$	0.4493
NH <sub>4</sub> -N	硫化水素	8	$Y=1.75 \times 10^{\wedge} (-5) \times X+1.94 \times 10^{\wedge} (-3)$	0.5916

単位：X：mg/ℓ Y：mg/ℓ

5. まとめ

今回、悪臭防止法が改正され、し尿処理施設等の処理水に対し硫黄化合物の4物質が規制対象となり、これらの施設からの規制項目の発生状況を調査し、以下の知見を得た。

- ①し尿処理施設の主処理水におけるH<sub>2</sub>S、DMSの検出事例では、その濃度は規制値以下であり、他の悪臭物質については検出されない。また、コミプラ排水からの臭気は4物質とも検出されない。
- ②し尿処理施設の処理方式別処理水の臭気の検出頻度は嫌気性処理、標準脱窒素処理、膜分離処理、高負荷処理の順に高くなり、低希釈方式ほど検出されやすい状況にある。
- ③低希釈処理（高負荷、膜分離）における工程別の処理水中の臭気は、高負荷処理の生物処理水において悪臭4物質のうち3物質が検出され、検出時の濃度も基準値より高くなる場合がある。しかし、凝集分離処理後の処理水においては基準値以下となり、これらの高度処理後（活性炭

吸着処理が主体）の排水からは悪臭物質は検出されない。

- ④投入し尿からの悪臭物質の検出濃度は希釈倍数との係わりが深く、希釈倍数の対数値と反比例する形で減少する傾向にある。

引用文献

- ①武藤暢夫・岡田誠之：水中溶存臭気物質の物質濃度と臭気感覚に関する研究、臭気の研究 Vol.19 No.2（通巻No.78）、P1～7、（1988）
- ②小川雄比古・桜井俊郎・武田茂・田所正晴・岡惠江：活性汚泥によるし尿処理施設の臭気除去、都市清掃41（164）、P248～253、（1988）
- ③悪臭法令研究会編：ハンドブック 悪臭防止法、ぎょうせい出版
- ④西田耕之助・遠藤淳・樋口能士・北川雅之：排水に起因する河川の悪臭発生に関する実験的検討、PPM12月号、P54～60、（1994）
- ⑤平成6年度環境庁委託調査 悪臭物質測定マニュアル 平成7年3月